

# 2003年度 博士論文

社会環境と雪中行動を考慮した積雪寒冷期地震防災対策  
Earthquake Disaster Mitigation during Snow Period Considering  
Social Environmental Indices and Cryogenic Circumstances

木村 智博  
Kimura, Tomohiro

東京大学大学院新領域創成科学研究科  
環境学専攻 社会文化環境コース

博士論文

社会環境と雪中行動を考慮した  
積雪寒冷期地震防災対策

平成 16 年（2004 年）4 月

木村 智博

# 論文概要（日本語・英語・中国語）

---

# 論文内容要旨

## 社会環境と雪中行動を考慮した積雪寒冷期地震防災対策

### Earthquake Disaster Mitigation during Snow Period Considering Social Environmental Indices and Cryogenic Circumstances

氏名：木村 智博 (Kimura, Tomohiro)

#### 1. はじめに

我が国は地震多発国であり、過去に幾多の尊い人命が失われた。その都度、防災対策に反映され、今日に至っている。地震は季節や時間帯を選ばずに起こり、その時々刻々に応じた防災対策が必要となってくるにも関わらず、各自治体の被害想定では冬期の晴天、18時という限定された設定が一般的である。この意味では冬期の地震を想定していることになるが、各自治体の防災計画では、防寒対策や暖房設備の点検等に関する事項は殆ど触れられておらず、全体としてちくはぐな状態にある。また、防災訓練は9月前後に実施されるケースが目立ち、冬期に行われることは稀である。以上の点から、積雪寒冷期を考慮した地震防災対策が盲点となり、多くの問題点を残していることが分かる。

この現状を鑑み、本論では我が国でも有数の豪雪地帯である新潟県に焦点を当てた地震防災について展開する。特に県内各地の気象特性を考慮するとともに、今後の防災体制を被害調査と各種資料を用いた統計解析に基づき、新たな提案を行うものである。

#### 2. 本論文の背景

##### 2.1. 問題の所在

兵庫県南部地震以降、災害対応や避難行動に係る研究が実施され、この過程で地域防災計画の比較検討や自治体が編纂する地震史料を整理した研究が注目を浴びている。ただ、研究の方向としては震源域となった当該自治体の高齢化率や高齢者世帯の状況を整理するのみに終始し、実際の防災計画・対策に反映出来ない構図となっている。高齢化の進展に伴い、身体障害者数が伸びることは必至であるが、多くの防災研究の中では被災者に対する質的調査（ヒアリングやロングインタビュー）が中心となり、部位別の身障者数、身体が不自由であるが故の行動パターンの解析に基づく防災施策や疾患罹患モデルの構築にまでは結び付かないのが現状である。

これに対し本論文では、従来より殆ど取り組まれていない積雪寒冷期と災害時の健康管理をキーワードとし、被災者の人的被害の抑制を目的に進めた。また、生命を守ることと同様、被災者のアメニティー（避難所環境や生活支援等）に配慮した防災対策を季節ごとに考慮することを試みた。積雪寒冷期に着目した事由は、各地で冬期にも被害地震が発生していることにある。一方、健康管理に注目した理由として、高齢化の進展に伴い、寝たきりが問題視され、その多くが地震災害とは無関係に、転倒や不慮の事故によるケースが圧倒的に多く、地震時には負傷等の人的被害が集中することが挙げられる。また、生理・心理学的観点から、高齢者を含めた災害弱者には、健常者よりも細かい配慮による対応、避難所内の施設配置等のバリアフリー化がより切実な問題となることを考慮して取り上げることにした。

以上の点から、季節の相違が被災者や地震被害に与える影響を定量的に評価し、他方で複数回に及ぶ現地調査結果を加味し、実践的な防災対策に直結させることを柱とした。

##### 2.2. 雪をキーワードとした事由

本研究は事例研究であるが、積雪寒冷期地震防災を考察するうえで、北海道や東北でも、例えば釧路沖地震（1993年1月15日）、三陸はるか沖地震（1994年12月28日）等も発生しているものの、新潟県に特化した事由は、

1961年2月2日未明に死傷者を出した長岡地震が発生している

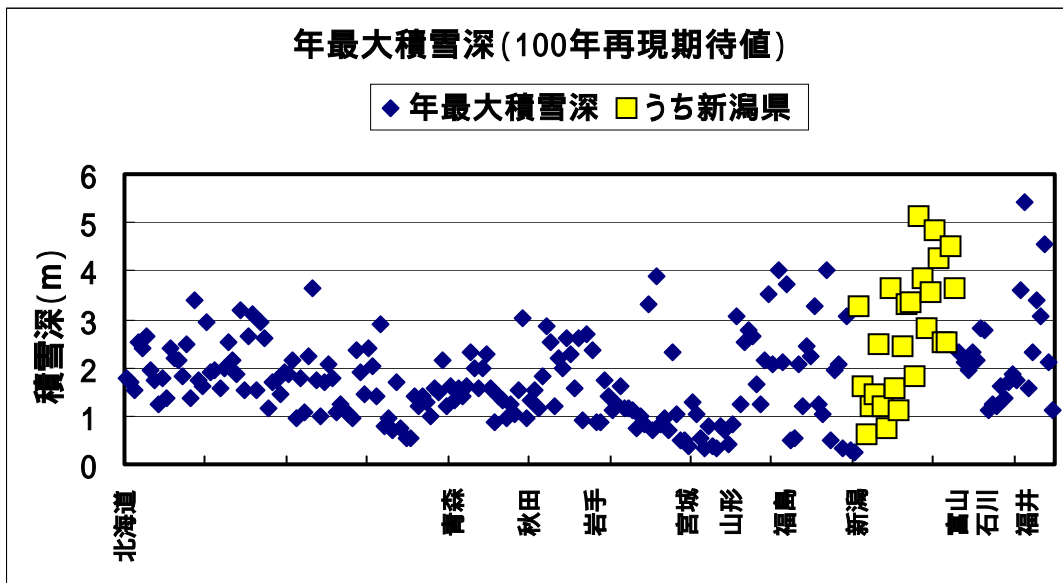
我が国有数の豪雪地帯

しかも降積雪量の年変動幅が大きく、雪対策関連予算が計上しにくく、現在の少雪傾向から、予算が削減される傾向にある

しかし、平時においても雪に関係する人身事故の発生が見られ、雪対策と地震防災対策を同時に進めることの必要性が高まっている

全国平均と比較して、新潟県は全人口に占める65歳以上の人の割合が高い

であり、地震を含めた防災対策と健康関連施策の重要性が高まっている。ここで、多雪地域の他県と比較した新潟県内の各自治体の年最大積雪深（100年再現期待値）を図・1に示す。ここで建築学会 編：『建築物荷重指針・同解説』（1993）の値をプロットし、北陸地方建設局の長期の観測データによる実測値と100年再現期待値が類似している点を踏まえ、取り上げることにした。



図・1：多雪地帯の中での新潟県の年最大積雪深の 100 年再現期待値（建築学会 編：『建築物荷重指針・同解説』、1993 より）

図・1 から、新潟県内各地において雪の量が各々異なっていることが分かるが、これとは別に、雪の年変動幅が大きいことも特徴である。ここで、荷重指針の中で示されている外乱のうち、多雪地域と一般地域に区分した年最大積雪深の基本統計量を表・1に示す。

表・1：雪荷重評価のための 100 再現期待値 (m) と実測値 (cm) の基本統計量

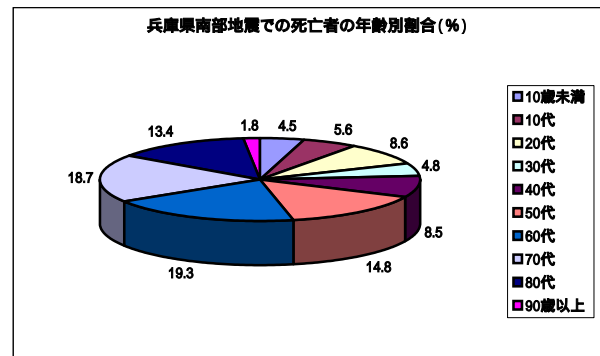
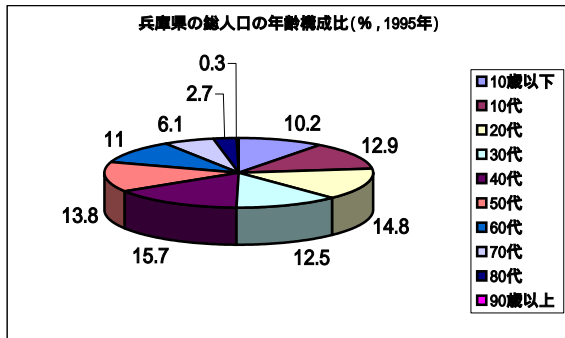
地点	100 年再現期待値	北陸地建の実測値 (年最大積雪深)	荷重指針の値と実測値(各年ごとの年最大積雪深)の変動係数
多雪地域(荷重指針の外乱評価)	3.000	-	0.350
一般地域(荷重指針の外乱評価)	0.700	-	0.700
新潟(冬期には強風傾向)	1.197	120	0.553
長岡(1961.2.2 に被害地震)	3.318	318	0.528
柏崎(1998.2.21 に被害地震)	1.813	190	0.568
十日町(冬期に地震が頻発)	4.262	424	0.347
安塚(1971.2.26 に地震)	3.564	403	0.414
津南(1992.12.27 に被害地震)	4.522	458	0.266

荷重指針では多雪地域と一般地域に区分して、雪の量を評価しているが、新潟県は全域が豪雪地帯（1962年に制定された豪雪地帯対策特別措置法で指定された地域で、過去30年間の累年平均積雪積算値が5,000cm・日以上地域が当該自治体の2/3以上等である道府県、または市町村）に指定され、ここで言う多雪地域に該当する。表・1のうち、100年再現期待値は1950年代から1980年代前半までを扱い、実測値は北陸地方建設局が1930年代から1998年まで集計した値を整理した。100年再現期待値と実測値は類似した結果であるのに対し、変動係数は、荷重指針が示している値よりも、概してばらつきが大きい。このことから、年によっては大雪に見舞われる可能性が高いことを示唆している。なお、100年再現期待値と実測値では単位を統一することは出来るが、ここでは指針類の記載に従った。

### 2.3. 高齢化をキーワードとした事由

高齢者の防災対策策定に際して、兵庫県南部地震で犠牲となった方々の年齢属性に着目した。これは各種災害において、重軽傷を負ったり、犠牲となられるケースが高齢者に集中し、高齢化が進展している状況から、今後の課題であるとの問題意識による。

先ず、1995年に実施された国勢調査結果を用い、兵庫県全体の総人口の年齢構成比を図・2に示す。これは災害時の犠牲者と実際の年齢構成に大きなギャップがあることを考慮した。次に警察庁が1995年末に集計した身元調査結果を用い、犠牲となった5,488名を対象に、年齢構成比を図・3に示す。この結果、年齢が上がるにつれ、特に50代を境に死亡する人の割合が増加していることが分かる。図・2と比較すると鮮明になるが、人口の年齢構成比よりも、犠牲となるケースでは年齢が高い人程、深刻な事態となっている。



図・2：兵庫県の人口総数の年齢構成比  
(1995年国勢調査結果, %)

図・3：兵庫県南部地震時の死亡者の年齢別  
(警察庁資料：1995年末集計, 5,488人の身元調査結果による, %)

### 3. 本論文の構成

#### 第1章：序論

本研究の背景,目的,進め方を述べ,論文の構成から,積雪寒冷期地震防災の大局的な考え方を示す。ここで,当該地域の自然・社会環境が防災計画に及ぼす影響,各章間の関連性についても触れる。

#### 第2章：既往研究のレビュー

第2章では積雪寒冷期地震の被害調査,防災計画,冬期道路管理,災害医療体制に係る研究事例を整理する。検討に使用した学術誌は日本建築学会構造系論文集,日本建築学会計画系論文集,日本建築学会環境系論文集,土木学会論文集,土木学会論文集,日本雪工学会誌,土と基礎,地域安全学会論文集を中心とし,医学領域では「医学のあゆみ」を始め,救急医療従事者・行政の防災担当者向けに書かれた優れた指南書とした。また,疫学の知見を踏まえた防災研究の国際的な動向もフォローし,我が国の研究の占める位置を,世界地震工学会議プロシーディングスや各種ジャーナルを用いて示した。

#### 第3章：地震記録に見る冬期の地震,及び地震防災

第3章では積雪寒冷期地震の発生頻度の全国分布,都道府県別の地域防災計画で記載されている冬期の被害地震例を網羅し,冬期にも地震が発生していることを記述する。これ等の分析から,積雪の有無を問わず,冬期の地震防災対策の充実が不可欠であるとの結論に達した。その前提として,釧路沖地震(1993年1月15日),三陸はるか沖地震(1994年12月28日),兵庫県南部地震(1995年1月17日)の被害概要,雪や寒さとの関連,防災対策への生かし方を論述し,同時に降積雪量が被害,その後の復旧に及ぼす影響を時系列的に述べ,これ等の事象に基づき,防災計画の方向性を分析した。さらに雪が地震被害に与える影響については,建物の被害形態に着目し,他の季節と積雪期地震に区分して,気象庁マグニチュードに応じた建物被害の状況について分析した。

#### 第4章：新潟県内での冬期の地震

第4章では新潟県内で積雪寒冷期に発生した被害地震を取り上げ,地震の諸元,現地調査に基づく被害概要,降積雪量や気温等の気象データを示し,被害状況と気象因子の関係について分析する。これとは別に,震源域の自治体は高齢化率が高く,若年労働力の流出による地震時のマンパワー不足,地震防災に係る予算配分を行うには厳しい財政事情である点に触れた。これ等を踏まえ,各自治体の社会指標を示し,高齢化・過疎化が進展する地域における防災対策を考察した。なお,ここでは被害調査とアンケート結果を加味した分析を行うとともに,今後の教訓,防災計画に生かすための提言を含めて記述した。また,当該地域の積雪期地震の発生確率に関して,推本の地震発生確率評価を基に,算定した。

#### 第5章：新潟県内の降積雪量,ならびに気温の状況

第5章では新潟県の降積雪量,ならびに気温データを対象に,地域ごとに異なる気象特性を基本統計量と度数分布に基づき,明らかにする。まず,日本全国の中での新潟県の位置付けを示し,年変動幅が大きいことを示す。雪の量のばらつき,日本建築学会 編:『建築物荷重指針・同解説』(1993)に示されている基本地上積雪深の100年再現期待値の整理を取り上げ,実測データの比較を行う。なお,本章では新潟市の気象特性を中心に分析し,災害との関連性について整理する。

#### 第6章：地域社会が抱える自然・社会環境に基づく積雪寒冷期地震防災対策の評価

第6章では積雪寒冷期地震防災の将来展望についてのアンケート調査結果を示す。この過程で,住民参加による積雪期の防災訓練が,各自治体の防災担当者間で認識されていることが分かり,ここでは新潟県内初の試みとして注目されている上越市と十日町市の防災訓練(ともに2002年3月に実施)に触れ,訓練内容とそれに基づく問題点の抽出,各自治体の避難環境に係る指標を示した。避難環境で屋外が避難所に指定されているケースが多く,冬期には使用に適さない点を述べ,自治体間での連携策を記した。この作業を通じ,災害弱者対策が懸案事項となり,マニュアル類が充実し,活発なボランティ

ア活動を見せている東京都との比較を通じ、高齢者の安全対策が不可欠である点に言及した。

#### 第7章：豪雪地帯における災害医療に係る分析

第7章では、従来の防災研究であり扱われなかった災害医療体制、ならびに降積雪量が受診行動に及ぼす影響を分析する。本章は統計解析に基づく結果を用い、医療環境評価、災害時の医療需給構造を示す。これ等のデータにより、防災計画に反映出来ることを導出した。先ず、豪雪地帯で進展する高齢化がもたらす地域社会への影響に関連し、災害とは無関係に日常的に事故に遭っている状況を分析する。新潟県では毎年のように雪処理に伴う人身事故(以下、人身雪害と表記)が発生し、犠牲者が出ている。特に65歳以上の高齢者が事故に遭遇するケースが目立ち、降積雪量に大きく影響されている点を指摘する。ここで得られたデータから、県内各地の自治体は事故軽減策を模索し、1990年代以降、様々な取り組みが出始めた。この取り組みと降積雪量との関係に触れ、雪処理に係る各種施策の導入基準としての雪の量を整理する。また、雪の量により、事故発生予測に寄与し得るかについても相関分析を行った。

日常的に雪による深刻な影響を鑑みると、災害時の医療体制の構築が懸案となる。倒壊家屋内での長時間の閉じ込めによるクラッシュ症候群(挫滅症候群)、急性甲膜外血腫、低体温症がある。いずれも輸液、輸血、時には血液透析、重症の場合は人工心肺装置装着下での血液の一時抜き取り(低温の血液を急速に温めて全身に速やかに戻す医学的手技)が施行され、慢性疾患患者は後回しにされる可能性がある。この状況から当該地域が抱える疾病構造を予め把握し、緊急時を想定した医薬品・医療関連用品・ライフライン確保に係る需給構造を推定することが可能となる。ここでは積雪寒冷期を考慮した病院防災、災害医療体制について、疫学調査とヒアリングに基づき展開し、防災対策の中での位置付けを示す。

#### 第8章：積雪寒冷期地震防災対策に関する新たな提案

前章で降積雪量が生活や各種疾患罹患に与える影響を分析し、少なからず関係していることが分かった。これ等のデータから医療需給構造を推定したが、より詳細には罹患モデルや疾病の分布(疾病地図の作成)を考慮する等、新たな課題が生じてきた。第8章では今後の研究における課題、実践的な防災対策に関し、各関係機関の答申や資料等、一連の分析を通じて明らかにし、新たな提案としてまとめた。

#### 第9章：結語

本研究の締めくくりとして、積雪寒冷期地震防災対策に関する知見を述べ、今後の展望を行う。

## 4. 雪が地震被害、ならびに地域住民に与える影響

新潟県内で発生した地震の震源地では、概ね1m前後の積雪に見舞われ、地震の発生時刻によっては路面凍結による人的被害拡大が生じる構図となる。これは東京都を含む首都圏を例にした場合、10cm程度の1回の降雪で300件近い事故発生、翌朝の路面凍結による100件余、転倒による死亡が数例である状況からも言える。ただ、本論の7章でも示すように、新潟県内では一冬を通じて現在、50~100件の雪が関係する事故に見舞われている状況を考慮しても、地震時の被害拡大要因となる。地震災害で懸念される人的被害に関して、2000年10月6日に発生した鳥取県西部地震、2001年3月24日の芸予地震では避難途中で転倒による負傷が数例あり、このことより、積雪で転倒率が上昇することが分かる。

このように、雪による影響が深刻であることが分かるが、ここで、積雪期特有の被害形態が顕著であった被害地震について取り上げる。これは通常の雪崩、融雪期地すべり災害に加え、他の季節の地震では起こり得ない特異的な現象が見られたことを考慮した。

#### 長岡地震(1961年2月2日)

1961年2月2日午前3時39分に発生した。諸元は震央138°50'E, 37°27'N, M5.2, 震源深さ20kmである。震央付近の地盤は第三紀層及び、洪積層(層厚:50~60m)の上に沖積層(層厚:70~80m)で覆われている。震度5の地域は半径3kmと推定された。長岡市西部の信濃川沿い地域で人的・物的被害が生じ、古正寺を初めとする4集落では建物の全壊率は50%を超えた。この地震で火災が発生しなかったが、折からの36豪雪(1960年12月31日の長岡市内の積雪深は214cm, 1月上旬にかけて降雪が続き、2月までに数回の大雪に見舞われた)の影響で、この時の積雪深は1.7~2mであった。

表-2:長岡市における降積雪状況の基本統計量(北陸地方建設局観測データより,単位:cm)

	年降雪深	年最大積雪深	最大日降雪深
平均値	500.806	128.552	45
標準偏差	268.783	67.844	18.097
最小値	43	23	15
最大値	1229	318	125
変動係数	0.537	0.528	0.402
最頻値	523	150	35
観測年度	1930年~1998年	1930年~1998年	1930年~1998年

人的被害は死者5人、負傷者は30人で、物的被害で住居に限ってみた場合、建物被害は全壊220,半壊465,一部破損は804戸。建物被害の特徴として、地震発生当日は2m近い積雪による建物周囲が雪に覆われ、それが支えとなって家が倒壊しなかったが、融雪後に数十棟が倒壊したことが挙げられる。



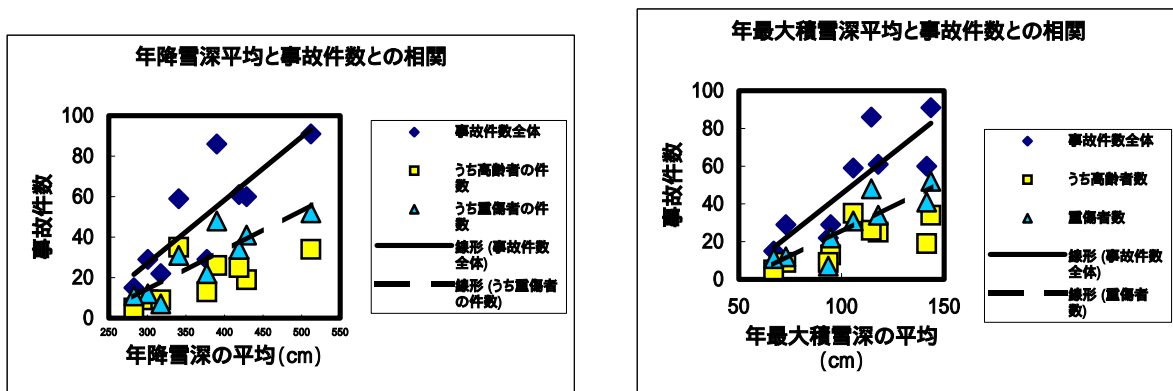
また、被害総額は約 12 億 6,814 万円だった（36 豪雪の被害額，約 6 億 2,883 万円）。地震被害に対する積雪の影響として、折からの 36 豪雪による被害があることを勘案すると、雪があることで、被害額は約 1.5 倍となることが分かる。

### 雪害と地震災害の関係

地震後に見舞われる雪崩の堆雪量（雪のすべり量）は通常、400～1,000m<sup>3</sup>であるのに対し、地震時にはこの数倍に達する。一方、夏期に頻発する斜面災害では崩壊量が概ね 10,000 m<sup>3</sup>前後であるのに対し、融雪期地すべりは 2～3 倍に達する。新潟県内では融雪期に地すべりが集中している。これ等の分析から、雪と地震の複合災害では被害規模の拡大を評価出来るが、例えば新潟地震が冬期に発生した場合、強風傾向による火災の延焼，地吹雪と雷が，液状化や津波災害と同時に発生する危険性が高い。推本が評価した今後 30 年以内に糸魚川・静岡構造線で M8 クラスの地震が発生する確率は 14%で、積雪期（12～3月）に発生する確率は約 5%，大雪時には 0.3%前後であった。

### 雪が日常生活に与える影響

雪と日常生活との関係では、地震災害とは無関係に雪による影響を統計的に解析し、防災体制構築につながる可能性が明らかとなった。事故の増加と受診行動の減少が示され、医療需給構造を適正に評価する指標となることが示された（図・4を参照）。



図・4：新潟県内の降積雪量と人身事故との相関図（1990年度～1998年度）

図・4は降積雪量と雪処理中の事故との関係を示した。これ等を相関分析した結果、降雪と積雪の間で差がなく、重傷者が雪の量の増減に応じて影響されることが分かった。なお、重傷者の半数以上が高齢者で占められ、深刻な問題となっている状況が示された。

これ等の状況から、雪処理対策とともに、豪雪地帯の医療体制整備が不可欠となる。医療体制で特に注目されるのが災害医療であり、本論文では新潟県立病院を対象に分析した。

### 積雪寒冷を考慮した病院防災

積雪寒冷期を考慮した病院防災には、飲料水の凍結防止と防寒具，暖房機器，携帯カイロ等の備蓄が挙げられる。そこで 2003 年 1 月に行ったヒアリングから，小出町，十日町市に立地する両県立病院とともに，冬期の防災対策を重要視していることが分かった。共通事項として，患者のアメニティーと凍結防止のためのセントラル・ヒーティング，災害時に備えた重油の保管等，機械棟の設備が充実している。食料品やリネン用具の保管もなされ，営繕，栄養部門間での連携が取られている。ただ，赤十字のように病院挙げての防災訓練，特に冬期の訓練実施は困難なようである。これは専門職員の陣容が手薄，若しくは不在である，病院の防災訓練で中心的な課題となる患者の重傷度を判断して治療の優先順位を付けるトリアージの機会が少ない，ことによる。

#### 1) 新潟県立小出病院の事例

同院は東西に 2 棟を構え，各々，12 時間通電可能な自家発電装置各 1 台，さらに携帯用の発電装置を各 1 台備え，水道管，飲料水の凍結防止に役立っている。また，透析患者にも対応可能なように，24 時間給水可能な供給システムを導入し，定期点検していることが分かった。トイレの衛生用水には雨水や雪を使うことも視野に入れている。

#### 2) 新潟県立十日町病院

同院は災害拠点病院として，十日町圏，上越地域，さらに長野県境の患者受け入れを可能とするため，内科，外科，整形外科等に複数の常勤医を配置し，270 床の規模を有している。建物は全て RC 造，南病棟 6 階，新病棟 3 階，外来棟 3 階，機械棟 2 階，設備棟 3 階と分散型配置を採用し，耐震性と職員の移動の容易性を満たしている。ただ，透析設備は十分とは言えず，緊急時は輸液等の一次処置を行い，透析導入を回避する努力をしている。透析導入患者に関しては他院を紹介し，災害時には長岡赤十字病院等への搬送ルートが確保されている。その他，透析導入になる可能性を有する心疾患，糖尿病，高血圧等の生活習慣病患者に対し，患者教育（患者介入）を日頃より積極的に行っている。



表・3：災害拠点病院としての両病院の機能評価（ は充実， は可， は今後の課題）

	新潟県立小出病院	新潟県立十日町病院
重傷者の治療		（人工透析装置の整備を進める）
重傷者の受け入れ体性		
搬送体制		（受け入れ患者が重篤な場合、新潟大学医学部とは協力関係にあるも、同病院からは遠すぎる）
自己完結型の医療救護チームの派遣	（長岡赤十字病院のノウハウを習得）	（今後の検討課題と捉えている）
近隣医療機関への資機材の支援体制	（これから検討を開始する事項）	（これから検討を開始する事項）

表・4：災害看護体制から捉えた両病院の機能評価（ は充実， は可）

	新潟県立小出病院	新潟県立十日町病院
発災～災害急性期 患者ケア	（医師によるトリアージの明確化） （准看護師や看護助手の数は問題ないが、ソーシャルワーカー等の専門職の不足）	（災害時の訪問看護は今後の課題） （准看護師や看護助手の数は問題ないが、ソーシャルワーカー等の専門職の不足。ただ、保健師との連携は取られ、患者サポート体制が確立）
亜急性期～慢性期 患者のケア	（週1回の訪問看護の実施による住民の健康管理、精神保健活動を積極的に進めるが、感染症対策については特に言及なし）	（受け入れ患者が重篤な場合、新潟大学医学部とは協力関係にあるも、同病院からは遠すぎる） （腎臓や心臓心臓疾患、糖尿病患者に対する生活指導と啓発を積極的に進める一方、地域の保健師と連携した高齢者の健康管理に取り組む。ただ、特別な感染症対策は言明していない）
復興期 患者のケア	（赤十字等が実施する講習会への参加は医師が圧倒的） （長期的な健康管理、高齢者へのケアに関心がシフトし、災害を教訓にするというよりは地域看護を見据える）	（地域医療、医療機関間の連携にとどまり、災害看護体制は今後の課題） （長期的な健康管理、高齢者へのケアに関心がシフトし、災害を教訓にするというよりは地域看護を見据える。同時に、透析やトリアージ等の専門知識取得の機会供与を検討）

表・3 から、病院間によって臨床症状への得手不得手が浮き彫りとなった。一方、表・4 では災害発生後の時期に応じた看護体制を整理したものであり、住民の健康管理、慢性疾患患者の疾病悪化予防のための啓発活動が精力的に実施されていることが浮き彫りとなった。

## 5．本論文で得られた結論

既往研究のレビューから、積雪寒冷期地震防災に関する研究が殆ど行われておらず、雪害予防に係る検討、高齢化を踏まえた災害弱者に関する成果に占められていることが分かった。被害地震に占める冬期地震の割合を計算したところ、3割を超えるのに対し、積雪を考慮すると15%前後だった。冬期の割合はやや多めという統計はあるが、必ずしも有意とは認められない。一方、県別の地域防災計画で積雪寒冷期地震防災、雪害予防策を抽出したところ、東北や北陸の一部で積雪寒冷期地震対策が盛り込まれ、大半の自治体では雪害予防として概論的な記載にとどまっていた。被害調査、ヒアリングから、新潟県内では過去に複数回、地震が発生しているにも関わらず、地震への備えや積雪期の避難訓練に向けた機運が醸成されていない面が見られた。新潟県内各地の気象特性に着目し、基本統計量とヒストグラムによる分析を行った。その結果、新潟市等の海岸部は雪の量は相対的に少ないが、冬期に強風傾向となることが分かった。一方、十日町市等の特別豪雪地帯では雪の量のばらつきは小さい傾向にある。新潟県内の自治体へのアンケート調査から、積雪期の避難訓練実施には関心があるものの、大半の自治体では検討段階にあり、実施した上越・十日町市では、避難路確認に当て、高齢者の搬送等、実践的な内容は含まれていなかった。ただ、上越市ではライフラインの点検を行った。降積雪量の変動を考慮し、人身事故（人身雪害）発生状況を分析したところ、発生件数との間には相関が認められた。ただ、受診行動では統計的な有意さは得られず、自動車による移動、疾病により影響の出方が異なるものと推定される。一方で、災害医療を含めた救急医療体制への期待が高まるものの、透析治療では病院間で濃淡があり、日頃からの健康管理が重要であることが分かった。これは他の生活習慣病を有していると腎疾患に罹患しやすいことが相関分析から示された。ここまでの展開から、増加傾向にある身体障害者数を考慮し、障害別に応じた防災対策の実施が今後の課題である点を述べ、雪の量を考慮した防災施策（上越市での屋根雪処理の一斉実施）の考え方を示した。特に気象条件との因果関係を詳述したが、厳密性を保つためには細かい階層、データの蓄積による新たな分析が必要であることが示された。また、当該地域の疾病構造を考慮することで、災害時の医療需要の抑制に寄与し、これを実現させるための教育体系に関する提案を行った。

## Ph. D Thesis

# Earthquake Disaster Mitigation during Snow Period Considering Social Environmental Indices and Cryogenic Circumstances

Tomohiro KIMURA

Graduate School of Frontier Sciences, Division of Environmental Studies , The University of Tokyo

### SYNOPSIS AND LIST OF CHAPTERS

Earthquakes frequently occurred in Japan, which caused various types of disasters with specified features such as avalanches or slope failures, during snow periods. The heavy snowy area, which is defined by the government, in April 2003, cover approximately 51% land of Japan including Niigata Prefecture. Niigata Prefecture is known as one of the heaviest snowfall in areas as its snowfall even lay 2m-3m deep in each year. Compared with Antarctic area or North Europe, such kind of heavy snowy area, the fluctuation of quantity of snow in Niigata Prefecture appears much greater.

Niigata Prefecture was hit by Niigata Earthquake in June 1964 with liquefaction phenomenon. In these regions, active faults were also discovered by the way of excavation or drilling under construction. These geographical features involving sandy or mud rock geomorphology indicate the liabilities for strong ground motions, irrespective with time and seasons.

This thesis focuses on earthquake disaster mitigation considering snow period based on the results of reconnaissance survey and the epidemiological data for patient's diagnostic records. Since this research theme, even in the mitigation of complex disaster, tends to be overlooked among engineers and administrators, the author raises such kind of issues based on field survey and statistical analyses by using epidemiological data, from the viewpoint of countermeasure for elderly and disabled people, with the consideration of the soaring aging ratio in Japan, especially in Niigata Prefecture. Finally, the author proposes rational and optimized disaster mitigation programs based on the correlation between meteorological data and extent of disaster or casualties. This thesis consists of 9 chapters as below:

#### **Chapter 1 : Introduction**

Chapter 1 describes research backgrounds, purposes, methods and relations among chapters in order to clarify the problems for earthquake disaster mitigations.

#### **Chapter 2 : Research Review Focused on Disaster Science and Emergency Medicine Considering Snow Period**

In chapter 2, the author refers research achievements related to earthquakes during the winter season. From the viewpoint of Snow Engineering, Earthquake Engineering as well as Public Health, the author summarizes citation and review, with the cooperation of other researchers and engineers under different types of subjects such as the geotechnical engineering, and the sociology. Especially in the interdisciplinary field of city planning, countermeasures for aged people and necessities to recognize medical knowledge for protection of lives were reviewed. In addition to that, the author summarizes the relation to social impacts using visualization.

### **Chapter 3 : Earthquakes in Winter Based on Historical Events and Disaster Mitigation**

In chapter 3, the author investigates earthquakes in winter by using various lists of earthquake catalog handling with historical events. According to calculation results, the ratio of earthquakes in winter is about 30%, but that in the snow period is 14 to 17%. The winter here is referred to the period from December to March and the snow period is referred to the above periods of snow areas.

As mentioned above, the author focuses on the catastrophe such as Hyogo-Ken Nambu (Kobe) Earthquake's form rescue operation and evacuation and found that quite a few people were affected due to the devastated circumstances. Although, disaster prevention manuals were published by local governments, according to the results of investigation and citation, actually many local governments interests are concentrated in the risk management as a broad meaning and countermeasures for elderly only, except in heavy snowy areas. Since the administrators have few experience of havoc, they do not have sufficient knowledge about the risk assessment, management or disaster reduction as well as the alleviation system.

### **Chapter 4 : Earthquakes during Winter in Niigata Prefecture Based on Field Investigation**

In Niigata Prefecture, past earthquakes in winter season made widespread devastation from geotechnical issues to evacuation problems. In chapter 4, the author mentions the results of reconnaissance investigations that were focused on the extent to avalanche and landslide. In the meanwhile, the rescue operation and the countermeasure for elderly are also considered. At first, the author compares various past earthquake events in Niigata Prefecture. Second, the author ponders over the correlation between the extent of damage, condition of meteorological elements and the situation of the elderly who were exposed to the strong ground motion. According to the survey, ground shaking may cause avalanche and ski lift falling down. It is not easy to discover the road cracking or embankments under snow debris as well as to find the trouble with heating equipments in this occasion. In addition to that, the author scrutinizes the earthquake with  $M_{JMA}5.1$  at Shiozawa Town on Jan. 4. 2001, by analyzing the relation between the mechanism of earthquake and condition, inspected cracked facilities such as PC bridge and road under snow depth, and suggested countermeasures for elderly from the viewpoint of risk management. Finally, the author refers the situation of ski-resort tourists from reflection of injured ski tourists in Shiozawa Earthquake.

### **Chapter 5 : Distribution of Snowfalls and Snow Depth in Niigata Prefecture Compared with Average Value of Japan's Climate Condition**

Information of meteorological elements is needed for making the decisions on optimized disaster mitigation program together with information for the distribution of evacuation facility or quantity of storage. In chapter 5, First, the author analyzes characteristics of snow condition in Niigata Prefecture compared with the average tendency in Japan. Then, the snow amount fluctuation in Niigata was calculated in detail by using COV in each region in Niigata, especially, in the areas ever been the epicenters of past earthquakes with meso-scale heavy snowfalls and snow depth.

According to the calculation results, coastal areas tend to have strong wind speeds in winter and greater fluctuations. In addition to that, in some cities maximum snow depths with return period of 100 years are more than the maximum of snowfall in 7 days with the same return period. Meanwhile, quantity of snowfalls and snow depth in mountain areas are immense and these spots are usually under or concealed active faults. Therefore, the assessment of serial meteorological data is important to promote the snow-related accidents management.

### **Chapter 6 : Evaluation of Earthquake Disaster Mitigation Considering Socio-Environmental Aspects Using Data of Disaster Prevention Manual and Statistics**

In chapter 6, the author summarizes the questionnaire survey conducted for municipal governments in Niigata Prefecture with an effort to find various solutions such as evacuation system and improvements of the countermeasures for the elderly. In addition to that, the author investigates the regional disaster prevention plans by quotation and citation. A few municipal governments consider mitigation plans based on the quantity of snow for training of evacuation or rescue operation in winter, promoting the volunteers who engaged in coping with snow or patrolling old people's house, and protection measures from landslide or avalanche. Recently, some

local governments dispatched rescue operation staffs in winter in order to participate drill by habitants. These attempts can be appreciated by related people in Niigata and the other municipal governments.

While, disaster mitigation considering with aged people and disabled are studied and discussed by researchers, engineers and administrators. In chapter 6, the author ponders countermeasures for those people who are easily isolated and positioned under severe conditions after disaster through the comparison study on disaster prevention measures in Niigata and Tokyo. Document citation and review reveal that many manuals mentioned the importance of countermeasures for those people and the earthquake education for activities to promotion of volunteers who were engaged in rescue operation, patrolling old people's house, and as an interpreter. In accordance with Niigata Prefecture's manual, it is referred that the co-operation with officers of social welfare and medical relatives by considering the increasing aging ratio. Based on the survey, the author noticed the necessity of reconsidering the evacuation activities, the public health program including medical service from the viewpoint of protecting themselves in the field of knowledge of health management during disaster period.

### **Chapter 7 : Desirable Emergency Medical Service System at Snow Areas Based on Field Investigation and Correlation Analysis on Casualty or Diagnosis Action**

In chapter 7, the author analyzes the diagnosis action considering the patient's position under severe circumstances. The diagnosis action is influenced by the amount of snow or the temperature, but many researches overlooked the correlation analysis on meteorological condition and diagnosis action from the viewpoint of mitigation. Accidents related to the snow and the diagnosis action have a close relation with each other such as the age factor. Furthermore, the author re-considers the emergency medical service system in heavy snowy areas. In other words, the disaster medicine is expected to be adapted with each region's socio-environment such as aging ratio, the condition of medical service and the epidemiological structure of disease outcome.

In order to extrapolate the future developments based on the contemporary trends of increasing aging ratio, the main research theme is shown to be useful for the pompousness of disaster mitigations considering with snow related accidents. About 50 to 100 accidents related to the snow removal on the roof occurred in heavy snowy areas including Niigata Prefecture each year. These accidents are influenced by quantities of snowfalls and snow depth annually. However, the aging ratio is soaring in these heavy snowy areas and inevitably people over 70 years old are obliged to cope with the snow by themselves. The author recognizes the important countermeasures for old people in these situations. Whereas, calculated the correlation coefficients between the total amount of annual snowfalls and the numbers of accidents in Niigata Prefecture are calculated by using Pearson's method considering the normal distribution for the numbers of accidents. The average values of the total amount of snowfalls in Niigata Prefecture were adopted as representative parameters. Accidents related to coping with snow were reported in many places regardless of geographical features. Therefore, the author scrutinizes mitigation programs, which have to be employed by municipal governments. According to the amended countermeasures, depending on meteorological condition of the site, many governors make decisions as to introduce the volunteers registration system of snow removal and the offer financial support for the conversion of retrofit structures.

When an earthquake occurs in snow period, it may cause hazards for human damages such as scald, which are resulted from toppling of warmer apparatus or the crush syndrome via buried snow debris. City planners and developers began to study strategic evacuation plan 10 years ago in Tohkamachi and Nagaoka City. However, few of research papers and surveys coped with the complex disasters, especially earthquake disasters in winter.

In concrete methods, the author analyzes the evacuation activities considering snowfalls and snow depth in order to acquire valuable data for efficient and safer evacuation plan. Especially, it is required to re-consider the relation between the meteorological condition and the concealed human factor when evaluating the disaster mitigation in snowy areas. Also, the author evaluates and estimated the influence by snow depth or precipitation as to the patient's action such as the diagnosis action, through the way of using multivariate analysis with the correlation coefficient.

The author assembles issues in heavy snowy areas in Niigata Prefecture, assimilates data including total numbers of patients who use the prefectural hospital in each month and meteorological elements in winter, attempted to clarify the relationship between the climate condition and the patient's action, then the suggest

strategic evacuation plans based on the fluctuation of snow. It is found that collecting these kinds of data are useful to make optimized rescue operations or to example logistics capacity under limited situations in either organized or individual evacuation activities

The consequence of this analysis shows it is necessary for emergency medical service to be recognized as common. However, information of this kind of issues will be seldom indicated among local residents. Interviews at Niigata Prefectural hospitals lead to point out as followings:

- 1) Comparison of countermeasures for hospital facilities and patients depending on seasons through the reconnaissance survey both on domestic and overseas basis,
- 2) Estimate the demand of dialysis due to acute renal failure (ARF) or crush syndrome due to being buried under snow debris for longer time than in the other seasons,
- 3) Suggest the desired preparedness and recovery hospital equipments and patients control system.

According to the above analyses, which are concerned with disaster mitigation program, most of research achievements are only referred to the manual for hospital, without describing the heart or brain disease, which are caused by vascular damage due to exposure to cryogenic circumstance. Therefore, it is necessary to consider the preventative measures in wintertime such as the storage of water for prevention of freezing, in order to cure various injured according to the disaster mitigation manual. Meanwhile, the priority must be given to geriatric patients because the lesions can become even worse due to the gloomy prognosis as well as the highly aging ratio in snowy areas. Actually, some public hospitals prepared electric equipments, heating apparatus and water in order to cope with the evacuee under cryogenic situation in surplus to the preparedness of drugs and foods as first aid.

## **Chapter 8 : Strategic Approaches to Earthquake Disaster Mitigation Considering Snow Period**

In chapter 8, the author suggests earthquake disaster mitigations considering the snow period from the viewpoint of the adaptation of socio-environmental conditions such as the epidemiological structure of disease outcome through influence of cold regions. The importance of evacuation drill and health management under cryogenic circumstances is referred in this section as well as the new direction from another point of disease prevention or toppling due to snowy condition. This achievement should be used for the evaluation of regression, cohort analysis and other information in detail based on variable seasonal elements or conditions of surface land.

### **Concluding Remarks**

- 1) As the results of review on existing researches, it was found that although the snow disaster prevention and the treatment on disabled and elderly people are discussed, the earthquake disaster mitigation in snow season is not investigated.
- 2) The ratio of damage earthquakes in winter to those seasons is over 30% and approximately 15% in case of snow. However, in most local governments the mitigation plan for earthquakes in the winter snow season is not prepared.
- 3) The preparedness for earthquakes in winter and evacuation drills are not commonly conducted in Niigata Prefecture, although several earthquakes occurred in winter in the past.
- 4) Statistics of snow characteristics in Niigata are investigated in detail. Fluctuations are much greater in coastal areas such as Niigata city, Kashiwazaki city in comparison with special heavy snow regions such as Tohkamachi city. Strong winds in winter in coastal areas are also pointed out.
- 5) Evacuation drills in winter are one of important countermeasures. Only a few cities in Niigata showed their interests but practical contents such as the transmission of elderly are not performed yet.
- 6) The correlation between the number of accidents and the snow statistics is revealed. The epidemiological approach is expected for disaster mitigation in particular for the elderly and disabled. The health management is also important.
- 7) Disaster mitigation plan has to consider the deceased degree and also the quantity of snow condition. The education system is another important issue to control the medical demand during the disaster.

# 博 士 论 文

## 考虑到社会环境指标和寒冷气候生活模式的 对积雪期地震防灾对策的研究

### 摘 要

#### 1. 1 前序

地震不受季节和时间的影晌时时刻刻都有可能发生。举一个典型的例子，比如上一次发生在日本兵库县南部的地震，震源是在神户近郊，当时尽管没有积雪，但是因为是在凌晨，气温在零度以下，气候条件相当的寒冷。由此，我们不禁联想到这样一个问题，那就是如果地震在寒冷的积雪期间发生，会带来什么样的后果呢？回答是肯定的，一旦发生它就会产生其特有的也许是更加严重的危害。非常遗憾的是，在当今的学术界中，关于积雪期地震防灾的调查和研究却不是很多的，特别是涉及到对多雪地带（1962 年日本政府制定的[多雪地带对策特别措施法]中所指定的区域：即过去 30 年中年平均积雪量累计在 5000cm 以上的地区占该自治体 2/3 以上的道府县或市町村）的市町村的防震措施的研究则更是寥寥无几，进展缓慢了。为了解决这一课题，结合积雪寒冷期所发生的震灾的特点，考虑到人口高龄化和稀少化-这个多雪地带的现状，针对当地居民特有的意识形态，我们有必要对上述这些问题进行分析和整理。本研究以日本的新潟县为对象，分析了积雪寒冷期的防震措施。特别是考虑到象老年人这样的防灾的弱势群体，从工学和社会科学的角度，阐明了综合防灾计划的要领，提出了新的方案。另外，为了高效率地推进和实施这些针对老年人防灾计划，确保其恰当性，作者从免疫学的角度，从当地居民健康状态出发，对防灾医疗体制的构筑进行了建设性的提案，并引用过去发生的兵库县南部地震，2001 年 6 月发生的秘鲁南部地震，2003 年 7 月发生的宫城县北部地震等的被害调查和各种统计资料为依据，对此进行了验证。作者也特别留意到，虽然没有发生灾害性事件，单纯是由于降雪而引起的人身事故（诸如屋顶上扫雪等）也是在频繁地发生着。为此，本研究也提及了针对事故发生特性而采取的相应的防灾措施，并从综合和多视点的角度对积雪寒冷期的地震防灾对策进行了考证。

在日本的多雪地带，社会的结构随着人口高龄化和稀少化地急速进展而变得越来越脆弱。在这样的环境下，本研究在把握多雪地带的自治体所制定的各项[地域防灾计划]，各种指标（高龄化比率）等的基础上，对居民实施的抽样调查结果进行了分析。另外，通过被害调查，我们发现了当地有待解决的一些问题，诸如避难所的周边环境问题等，这为今后制定防灾计划时提供了有益的背景资料。从有关的报告中，我们看到高龄者即便在无地震的情况下，遭遇事故的机率也很高。由此，本研究在分析新潟县内发生的人身雪灾事故的同时，也对县内各自治体所制定的积雪处理条例提出了一些建议。

本研究对积雪寒冷期的地震防灾对策进行了分析，着眼于针对各个地域各自的特点而实施切合实际的防灾措施。这里值得一提的是，在冬季多雪地带的医疗就诊中，对冬季的气象要素和就诊数据的相关分析，尚处在研究的萌芽阶段。鉴于多雪地带的高龄化的急剧加速，



关于这方面的研究也已经到来了当务之急的阶段。如果我们的这一分析能对有关部门在制定积雪寒冷期的防震对策时提供某些参考价值的话，作者将感到十分欣喜。

## 1. 2 研究背景

## 1. 3 研究要领

## 1. 4 论文的构成

本论文包括 9 章。前半部分（1-5 章）提出问题的所在，对实际发生在积雪寒冷期的地震被害情况，地震发生时的平均气温及降积雪量的气象条件等进行了整理，建立起对积雪寒冷期发生地震的防灾意识和有效制定防灾计划的基础。后半部分（6-8 章），根据被害调查和气象数据，阐明了各个震源区域的高龄化比率，消防队员人数，避难所环境等社会指标、涉及降积雪状况的自然环境指标以及事故统计之间的关系；进而对这些指标给防灾计划所带来的影响进行了分析；指出了这些指标是制定适当的防灾计划时所不可忽视的因素。总的来说，前半部分涉及了积雪寒冷期的地震气候状况，后半部分涉及了防灾计划和灾害医疗体制。具体包含以下章节。

### 第1章 序论

### 第2章 积雪期地震防灾对策的既往研究

### 第3章 冬季地震的防灾对策和探讨

### 第4章 新潟县在积雪寒冷期所发生的既往被害地震

### 第5章 新潟县内的降积雪量以及气温状况

### 第6章 以自然・社会环境为基础的积雪寒冷期的地震防灾对策的分析

### 第7章 考虑到事故和灾害的多雪地带灾害医疗体制的分析

### 第8章 积雪寒冷期地震防灾对策的新提案

### 第9章 结论

如同日本一样，中国社会也正在向人口高龄化迈进。如果本篇论文能为广大正在从事着相同研究的中国学者同仁们提供些许参考价值的话，作者将感到万分的荣幸。

2004 年 6 月

木村智博

于日本东京大学

# 社会環境と雪中行動を考慮した積雪寒冷期地震防災対策

## Earthquake Disaster Mitigation during Snow Period Considering Social Environmental Indices and Cryogenic Circumstances

### - 目 次 -

<b>第1章 序 論</b>	<b>1</b>
1.1. はじめに	1
1.2. 本研究の背景	1
1.3. 本研究の骨子	8
1.4. 本論の構成	8
1.5. まとめ	11
<b>第2章 積雪期地震防災対策に係る既往研究</b>	<b>12</b>
2.1. はじめに	12
2.2. 積雪寒冷期の被害地震に関する研究報告	12
2.3. 雪氷工学から捉えた地震防災に関連した研究	15
2.4. 災害科学から捉えた積雪期地震防災対策に関連した研究展望	18
2.5. 冬期の受診行動，疾病構造を考慮した疫学研究	21
2.6. 災害医療体制構築に関連する研究	29
2.7. 既往研究と積雪寒冷期地震防災との関係性	34
2.8. まとめ	35
<b>第3章 冬期の地震を考慮した防災対策に関する検討</b>	<b>41</b>
3.1. はじめに	41
3.2. 地震カタログを用いた冬期の地震発生頻度に関する分析	41
3.3. 積雪寒冷期地震に見る雪と寒さが被災者に与える影響	47
3.4. 都道府県別の地域防災計画の分析に基づく積雪寒冷期地震を含めた雪害対策	59
3.5. 降積雪量が建物被害形態に与える影響に関する分析	78
3.6. まとめ	87

<b>第4章 新潟県で積雪寒冷期に発生した既往の被害地震</b>	<b>89</b>
4.1. はじめに	89
4.2. 地域防災計画に記載された積雪期地震に関する分析	89
4.3. 現地調査と文献解題に基づく県内で積雪寒冷期に発生した被害地震	91
4.4. 現地調査に基づく積雪寒冷期地震被害の特徴	107
4.5. 震源域の地盤特性と積雪期地震の発生確率 評価	111
4.6. まとめ	122
<b>第5章 新潟県内の降積雪量，ならびに気温の状況</b>	<b>124</b>
5.1. はじめに	124
5.2. 基本統計量の解析に基づく日本全国における新潟県の冬期の平均気温と 降積雪状況の位置付け	124
5.3. 新潟県内各地での年平均気温と降積雪の概況	135
5.4. 新潟市における冬期の気象状況の特性	138
5.5. 新潟県内各地の降積雪状況と災害との関係	150
5.6. まとめ	155
<b>第6章 地域社会が抱える自然・社会環境に基づく積雪寒冷期 地震防災対策に関する分析</b>	<b>156</b>
6.1. はじめに	156
6.2. アンケートと文献解題による新潟県内の各自治体の積雪寒冷期地震防災対策	156
6.3. 少雪地域における防災対策に関する考察	163
6.4. 積雪期の防災訓練に関する事例検討	165
6.5. 地域住民の属性を考慮した防災対策の比較分析	175
6.6. 積雪寒冷期地震を考慮した防災対策上の課題	183
6.7. まとめ	184
<b>第7章 豪雪地帯における事故と災害を考慮した災害医療体制に係る 分析</b>	<b>185</b>
7.1. はじめに	185
7.2. 降積雪状況と人身雪害との相関分析，ならびに今後の防災対策	185
7.3. 冬期の気象要素と受診行動との相関分析	201
7.4. 現地調査と疫学分析に基づく新潟県を事例とした積雪寒冷期の災害医療体制	211
7.5. 自然・社会環境の各要素と防災対策との関連性	224
7.6. まとめ	225

<b>第8章 積雪寒冷期地震防災に係る新たな提案</b>	<b>227</b>
8.1.はじめに	227
8.2.降積雪量が地震災害と人的被害に及ぼす影響の評価	227
8.3.既往地震と被害調査に基づく部位別障害を考慮した災害弱者対策	230
8.4.疾病構造を考慮した災害医療体制	233
8.5.積雪寒冷期地震防災に関する啓発活動と情報発信	240
8.6.まとめ	243
<b>第9章 結 論</b>	<b>245</b>
<b>謝 辞</b>	<b>248</b>
<b>論文目録一覧</b>	<b>250</b>
<b>付録（アンケート調査集計結果等）</b>	<b>付1</b>

# 第1章 序 論

---

1 . 1 . はじめに

1 . 2 . 本研究の背景

1 . 3 . 本研究の骨子

1 . 4 . 本論の構成

1 . 5 . まとめ

# 第1章 序 論

## 1.1. はじめに

地震は季節、時間帯を選ばず発生し、典型例として兵庫県南部地震が挙げられる。震源域は神戸近郊であり、積雪はなかったものの、発生時刻が早朝で、気温が氷点下付近を推移した厳しい気象条件であった。これとは別に、現実問題として積雪期にも地震が起こり、積雪寒冷期特有の被害が生じている。ただ、積雪期地震防災に関する調査・研究は少なく、豪雪地帯（1962年に制定された豪雪地帯対策特別措置法で指定された地域で、過去30年間の累年平均積雪積算値が5,000cm・日以上地域が当該自治体の2/3以上等である道府県、または市町村）に位置する市町村でさえ、雪と寒さを考慮した地震対策が進展していないケースが多々、見られる。この課題の克服には、積雪寒冷期地震の被害の特徴、高齢化・過疎化の進展に見られる豪雪地帯が抱える現状、地域住民の意識等、多くの問題点を分析し、整理する必要がある。そこで本研究では、新潟県内の事例を対象とし、積雪寒冷期の地震対策に関する分析を行う。ここでは特に、高齢者を含めた災害弱者対策を巡る事項を網羅し、工学と社会科学的な視点を踏まえ、総合的な防災対策の骨子を示し、新たな提案を行う。この際、高齢者対策を効率的に進め、適正化を図るため、地域住民の健康状態を視野に入れた疫学的視点とともに、災害医療体制の構築に向けた提案を、兵庫県南部地震、2001年6月のペルー南部地震、2003年7月に発生した宮城県北部地震等、被害調査と各種統計資料の解析に基づき、試みる。また、特段に災害がなくても降積雪による人身事故（屋根雪処理中の事故等、雪に関係する事故を特に人身雪害と表現）が発生していることから、事故の特性を考慮した防災対策にも言及し、積雪寒冷期の地震防災対策を総合的・複眼的に考察する。

豪雪地帯は、社会構造が高齢化や過疎化に伴う急激な社会環境の変遷で、脆弱化している。この状況を受け、豪雪地帯の自治体の『地域防災計画』、各種指標（高齢化率等）を概観し、さらに住民に対して実施したアンケート調査結果の分析も行う。また、被害調査を通じ、現地が抱える避難所環境等の諸問題を点検し、今後の対策に生かすことを目的とする。一方、高齢者は地震がなくても事故に遭遇する確率が高く、屋根雪処理中の転落が多数、報告されている。これに鑑み、本研究では新潟県内で発生している人身雪害の現状分析とともに、県内の各自治体が行う雪処理に係る施策について言及する。

本研究では積雪寒冷期を考慮した地震防災対策に関する分析を行い、各地域が抱える事情に応じた最適な防災施策を提示することに主眼を置いている。特に豪雪地帯における冬期間の受診行動に関する検討では冬期の気象要素と受診行動との相関関係を統計的に解析する等、萌芽的な内容であり、一段と進む豪雪地帯の高齢化を踏まえ、積雪寒冷期地震対策の一助になることを第一義とした。

## 1.2. 本研究の背景

### 1) 問題の所在

兵庫県南部地震以降、災害対応や避難行動に係る研究が実施され、この過程で地域防災計画や自治体が編纂する史料を整理した研究が注目を浴び、この方面での学位認定が著増し、防災セミナーが頻繁に開催されているが、講演者・参加者ともに同じ顔ぶれとなり、話題も酷似している。例えば、近年では高齢化が進展しているが、研究の方向としては震源域となった当該自治体の高齢化率や高齢者世帯の状況を整理することに終始し、実際の防災計画に反映し難い構図となっている。高齢化の進展に呼応するが如く、身体障害者数が伸びることは必至であるが、多くの防災研究の中では被災者に対する質的調査（ヒアリングやロングインタビュー）であり、部位別の身障者数、身体が不自由であるが故の疾患罹患モデルの構築にまでは結び付かないのが現状である。これに対し、本論文では、従来より殆ど取り込まれていない積雪寒冷期と災害時の健康管理をキーワードとし、被災者の人的被害の抑制につなげる目的



に沿って進めた。また、生命を守ることと同様、災害時のストレスに起因する被災者の心理的状況と部位別の障害に配慮した防災対策を、季節ごとに考慮し、防災対策の盲点を指摘することに努めた。

積雪寒冷期に着目した事由は、我が国は四季がはっきりし、かつ、地震多発国で、冬期にも被害地震が発生していることにある。一方、健康管理について注目した理由として、高齢化の進展に伴い、寝たきりが問題視され、その多くが転倒や不慮の事故に起因するケースが圧倒的に多いことが挙げられる。

以上の点から、季節の相違が被災者や地震被害に与える影響を定量的に評価し、一方で複数回に及ぶ現地調査結果を加味し、実践的な防災対策に直結させることを目指すものである。

## 2) 本研究への一般的な疑問点に対する見解

「冬の地震は他の季節と比較して被害が拡大され、復旧に時間を要する」、「高齢化が進展すれば疾病患者が多くなる」、「降積雪量が多ければそれだけ日常生活面で影響を被る」、といった経験則に基づく疑問は当初から出ており、研究を行う過程で、この原点に立ち返りながら、雪と高齢化を指標とした防災計画を考察することを試みた。つまり、雪と高齢化の影響を定量的に評価した研究は皆無であり、例えば防災意識に関するアンケート調査、各自治体が策定する地域防災計画を整理すること、雪の影響を測る一つの考え方として受診行動を、気象条件と罹患率との関係について『患者調査』を基に分析する生気象学、当該疾患の患者と他の基礎疾患の患者数から計算した罹患モデル、これ等のデータ解析結果の蓄積はなく、その意味では新規性があるとの判断により、本研究に着手した。

一方で、道路管理を含む除排雪を行うことで、ある程度の防災対策になるのでは、との意見がある中、積雪期を考慮した防寒用品の備蓄や雪中での防災訓練の実施が広がることで、一層の危機管理につながる。特に住民参加型の防災訓練は自らの防災意識の向上に寄与し、これは講演会場での防災グッズの需要が喚起されることから明白である。これ等の取り組みは季節を問わずに普遍的な事象ではあるものの、実際に雪の中での避難経路の確認や非常持ち出し品のチェックを通じて、積雪寒冷期地震への心構えとなり、結果的に自治体・町内会・婦人会・住民相互での連携へと発展することが期待される。

## 3) 防災研究に占める雪の視点の位置付け

1995年1月に発生した兵庫県南部地震では福井地震以上の未曾有の被害となったにも関わらず、冬期地震の視点が殆ど含まれていない。ここで雪氷学や気象学の知見が必要となる。他方、雪氷工学を研究対象としている者の大半は、地震工学の視点が希薄な傾向にある。こうした学際的領域に順応しきれない状況は防災業務の根幹を成す公的機関においても例外ではなく、表1・1に示すように、その知見を反映した資料が殆ど所蔵されず、数少ない報告書の執筆者も雪氷関係者のみで占められている。

表1・1：消防科学総合センター所蔵の風水害・雪害関連報告書一覧

図書名	発行所
世紀に向けた防災レポート洪水災害の防災体制の強化	建設省土木研究所 都市河川研究室
小谷村梅雨前線豪雨災害の記録 -この体験を語り継ぐ 平成7年7月11日発生	小谷村梅雨前線豪雨災害記録編集委員会(小谷村役場)
1997年7月鹿児島県出水市針原川土石流災害調査報告 主要災害調査第35号	科学技術庁防災科学技術研究所
風害危険森林と耐風力のある森づくり	秋田県林業技術センター
土木研究所資料 防災樹林帯の氾濫流制御効果資料第3538号	建設省土木研究所 河川部都市河川研究所
「淀川洪水危機管理」報告	淀川洪水危機管理検討委員会(近畿地方建設局)
平成9年災 台風19号等による 豪雨災害誌	大分県土木建築部
台風9号災害記録誌	山口県土木建築部
1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究」報告集 第2集	1993年豪雨災害鹿児島大学調査研究会
"山梨県砂防誌 砂防法制定 100年記念山梨県砂防課設立37周年記念"	「山梨県砂防誌」編集委員会(山梨県土木部砂防課内)
"7.11 北小谷豪雨災害記録誌郷土の復興・人の和で"	北小谷豪雨災害記録誌編集委員会
平成10年8月末集中豪雨災害における郡山市民の対応行動に関する調査報告書	群馬大学工学部建設工学科都市工学講座 片田研究室
平成10年8月末集中豪雨災害における郡山市内の要介護高齢者の避難行動に関する調査報告書	群馬大学工学部建設工学科都市工学講座 片田研究室

平成 10 年 8 月末豪雨による災害の記録	福島県
鹿児島土砂災害記録集 平成 5 年度	鹿児島県土木部砂防課
鹿児島土砂災害復興記録集 平成 5 年度	鹿児島県土木部砂防課
平成 10 年 8 月末豪雨災害 消防活動の記録	栃木県黒磯那須消防組合
1998 年 8 月 4 日新潟地方豪雨災害調査報告 主要災害調査第 36 号	科学技術庁防災科学技術研究所
"がけ崩れ災害の実態土木研究所資料第 3651 号"	建設省河川局砂防部傾斜地保全課 土木研究所砂防部
山地防災に関する手引き	愛媛県
出水市針原地区 土石流災害の記録	鹿児島県出水市
大水害 平成 9 年 9 月 16 日台風 19 号	宮崎県北川町
広島県砂防災害史	広島県土木建築部砂防課
昭和 20 年代砂防災害写真集 CD-ROM 付	広島県土木建築部砂防課
平成 10 年 8 月那珂川水害緊急調査報告書	茨城大学工学部都市システム工学科 広域水圏環境科学教育
土木研究所資料 樹林の砂防学的効果に関する研究の現状 土木研究所資料第 3679 号	建設省土木研究所 砂防部砂防研究室 砂防部地すべり研究室
<b>新潟県の雪対策</b>	<b>新潟県企画調整部</b>
東京都の地下空間浸水対策～水害に強く安全な地下空間をめざして～ 検討会報告	地下空間浸水対策検討会(東京都建設局・総務局 他)
平成 10 年 9 月集中豪雨災害	高知市総務部総務課
日本水害列島 平成 10 年の水害を振り返る	建設省河川局
"平成 10 年 新潟、栃木・福島、高知の豪雨調査報告 気象庁技術報告 第 121 号 CD-ROM 付"	気象庁
水防のしおり 平成 12 年版	建設省河川局治水課
水難事故対策活動指針	神奈川県消防長会
豪雨災害による被害防止・軽減のための情報提供のあり方に関する検討報告書 平成 11 年度	国土庁 農林水産省 気象庁 郵政省 建設省 消防庁
自治体における豪雨災害対策のための情報収集・提供のための参考資料	国土庁 農林水産省 気象庁 郵政省 建設省 消防庁
"98.9.24～25 高知豪雨災害直轄国道の災害対策の記録"	建設省四国地方建設局 土佐国道工事事務所
平成 10 年 8 月末豪雨による災害の記録	郡山市総務部消防防災課
平成 10 年 9 月豪雨災害の記録	高知県災害対策本部事務局
<b>富山県の雪崩災害(1880/81～1998/99) 防災科学技術研究所研究資料第 202 号</b>	<b>科学技術庁防災科学技術研究所</b>
"平成 11 年 6 月末梅雨前線豪雨災害 6.29 土砂災害(速報版)"	広島県土木建築部砂防課
平成 10 年 8 月那珂川はん濫による災害報告書	茨城県水戸市
"洪水ハザードマップ作成要領解説と運用 改訂版"	建設省河川局治水課
"平成 10 年 8 月末豪雨による災害"の記録	栃木県黒磯市
"福島県南部における 1998 年 8 月豪雨による土砂災害報告書"	福島県農林水産部森林土木課
公共土木施設被災写真集 平成 11 年発生	青森県土木部河川課
8.4 水害 平成 10 年 未明を襲った記録的豪雨	新潟県土木部
'93 鹿児島豪雨災害復旧記録誌	建設省九州地方建設局 鹿児島国道工事事務所
57.7.23 長崎大水害 災害復興 10 年誌	長崎県土木部河川課
<b>新潟の災害と防災・新潟大災害研 創立 20 周年記念講演会資料 新潟大災害研資料 7</b>	<b>新潟大学積雪地域災害研究センター</b>
地域防災計画における高潮対策の強化マニュアル	内閣府政策統括官(防災担当)、総務省消防庁、農林水産省農村振興局・水産庁、国土交通省河川局・港湾局・気象庁
地下空間の浸水についての防災対策のあり方に関する調査検討報告書	総務省消防庁防災課
平成 12 年 9 月 11 日からの大雨による災害の記録	愛知県
東海豪雨水害に関する記録	愛知県名古屋市
平成 11 年 6 月末豪雨災害 調査研究報告書	平成 11 年 6 月末豪雨災害広島工業大学調査研究委員会
高潮災害に関する研究 土木研究所資料 土木研究所資料第 3803 号	国土交通省土木研究所 河川部海岸研究室
<b>豪雪地帯の現状と対策</b>	<b>国土交通省 都市・地域整備局 地方整備課</b>
東京都の都市型水害対策～水害に強い安全な都市づくりをめざして～	東京都都市型水害対策検討会
豪雨災害に係る災害情報の収集・伝達方法に関する調査検討報告書	総務省消防庁
平成 7 年 7 月長野県北部梅雨前線豪雨災害の記録と分析 被災箇所位置図(北信管内、北安曇管内、長野管内その 1、長野管内その 2) 付図	長野県林務部
体験文集 平成 11 年 6 月末豪雨災害	平成 11 年 6 月末豪雨災害広島工業大学調査研究委員会
平成 11 年岐阜 9・15 豪雨災害 被災者の証言	岐阜県建設管理局砂防課
てっぽう水・砂防副読本	岐阜県上宝村
東京都の地下空間浸水対策～水害のない安全な地下空間をめざして～	東京都
平成 9・10 年に於ける水害記録 浸水図付	東京都建設局河川部
鹿児島県土砂災害対策マニュアル(案)本編 土砂災害から人命を守るために	鹿児島県総務部消防防災課 土木部砂防課
地下空間における浸水対策ガイドライン 同 解説	地下空間における浸水対策検討委員会
水害廃棄物処理対策ガイドライン	愛知県環境部
西郷村災害誌 H10.8.27 集中豪雨災害	福島県西白河郡西郷村
針原川土石流災害記録誌	針原川土石流災害記録誌編集委員会 鹿児島県

網掛け処理を施した箇所は雪害関連の報告書。

表 1・1 に掲げられているものは報告書形式であるので、多少少なくなっている。新潟県地域振興課内に事務局が設置されている日本積雪連合では 2003 年 8 月時点で、173 巻の報告書が刊行されているが、積雪期地震を直截的に扱ったものは 1 巻、高齢化の観点で多少触れているものが 1 巻、積雪期地震後に発生が懸念される地すべり関係は 2 巻であり、経済活性化や福祉政策を合わせても 10 巻に満たない。

他方、防災研究は社会全体の安全性を向上させることを目的としており、これは雪氷防災についても当てはまる。特に雪は地域住民全体に長期にわたり覆い被さるものであり、殊に 1940 年代前後の黎明期の雪氷研究では、生活の知恵や危機管理に関する提言、天気俚言等、地域密着型の内容となっている。新潟県内でも有数の多雪地域（本論文では便宜的に、多雪地域は特別豪雪地帯、少雪地域を豪雪地帯の意味で使用する）である新井市の市立図書館には「雪文庫」が設けられ、開架式で手軽に閲覧が可能となっている。住民の声や自然の風物詩、雪の骸晶構造（結晶）の生成メカニズムを扱った雪氷科学、雪対策の変遷等を取り上げた書籍・資料群が整理されているが、積雪寒冷期地震と関連する報告書類は極めて少ない（付録を参照）。ただ、当該地域の雪の特性に触れた資料が蒐集され、防災教育上、新井市立図書館の「雪文庫」は防災意識の向上に貢献する可能性を秘めている。なお、本論では積雪期と寒冷期に区分しているが、3・4・6 章で触れるように、無雪期には凍上災害とともに、埋設管の凍結やそれに伴う破損、積雪期には雪崩や特に地盤被害同定の困難さがあることから、個別に論じる必要がある。

これを受け、本論文の第 2 章で先行研究のレビューを行い、地震工学・地盤工学から雪氷工学、公衆衛生学まで 100 件余の文献解題を行った結果、積雪寒冷期地震を前面に出しているのは 1 割程度である。複合災害に関連し、発生確率が重要となり、例えば兵庫県南部地震は千年に一度のイベントと言われているが、都市直下地震に関する研究が文科省を中心に広がっている。この地震が冬期に発生していることに着目すれば、大雪と地震発生の同時発生確率で捉えることになる。大雪は概ね 18 年周期説が適用され、昭和 2、20、38、56 が該当する。その後 59 豪雪、2001 年も全国的に大雪となった。また、56 豪雪の 17 年後の 1998 年も大雪となった。一方、地震活動は十日町断層付近では数十年単位のイベントで、雪を加味すると確率は一桁以上小さくなるが、事象発生は確率論的に評価出来る。

このことから、本研究では地震工学、土木計画学、地盤工学、雪氷工学、公衆衛生学を包括し、アンケート、ヒアリング、統計解析、地域防災計画の比較検討、福祉政策における介入研究の手法を駆使している。このため、虻蜂取らず、との印象を抱きがちであるが、一方で東洋医学の世界では一人の医師が西洋医学と東洋医学に精通した「中西医結合」を是としている点を踏まえ、学際的に論じた。

#### 4) 新潟県に特化した事由

新潟県は全域が豪雪地帯に指定され、中でも県面積の半分以上がさらに雪深い特別豪雪地帯（過去 30 年間の累年平均積雪積算値が 15,000cm・日以上）の地理的条件にある。また、場所によっては北海道や東北北部よりも雪の量が多い状況を図 1・1 に示す。これは日本建築学会が 1993 年に編纂した『建築物荷重指針・同解説』の 5 章で扱っている雪荷重の項目箇所に掲載されている過去 30 年以上の基本地上積雪深を基に計算した 100 年再現期待値のプロットである。図 1・1 の値で示された 100 年再現期待値は概ね、当該地域で 60 年に及ぶ長期の観測データから、そこで得られた最大積雪深値とほぼ一致している。新潟県内で過去に被害地震が発生している長岡や十日町等の最大値と図 1・1 は合致している。

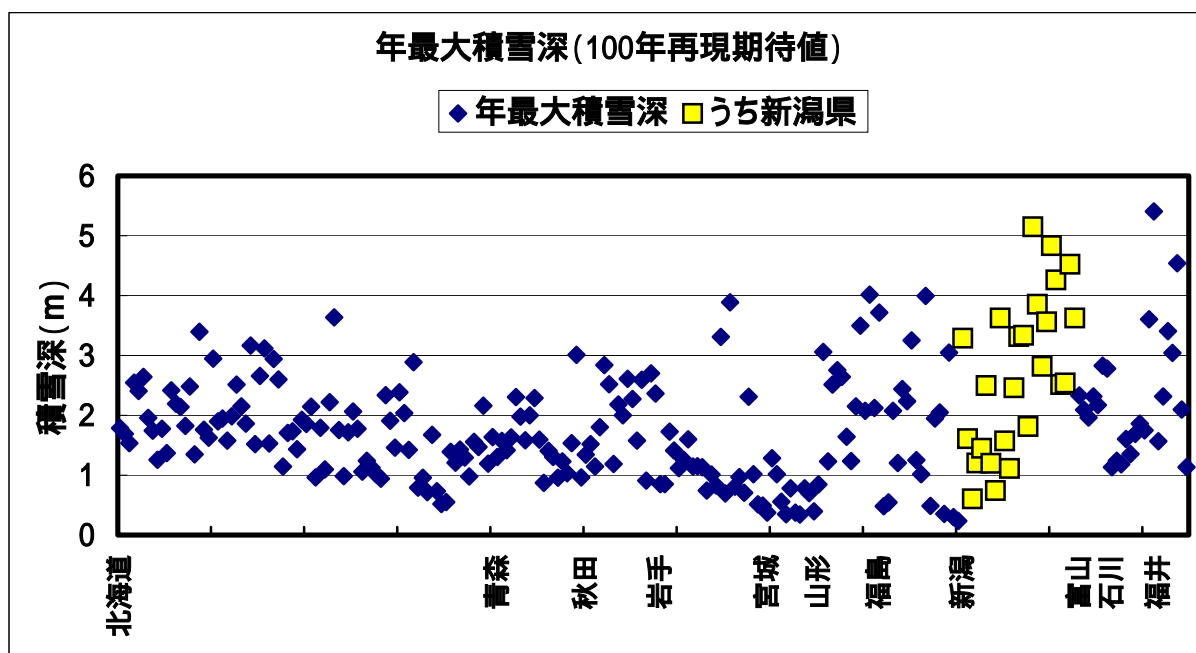


図 1・1：北海道・東北・北陸との比較による新潟県の年最大積雪深の 100 年再現期待値（建築学会 編：『建築物荷重指針・同解説』. 1993 より）

こうした気象状況を踏まえれば、冬期の地震防災に係る研究は必要となる。

### 5) 高齢化に着目した事由

豪雪地帯の多くでは全国平均と比較して高齢化率が高く、特に 75 歳以上の後期高齢者の数が増加している。こうした過疎化・高齢化は 1960 年代前半から始まり、取り残される農村の姿が歴史書で記述されている。通常、地震防災では過密空間におけるパニック防止、帰宅困難者への対応が懸念されるところ、豪雪地帯では人口密度が低いうえに高齢化が進展していることから、逆にマンパワー不足が問題となっている。季節を問わず、過去の大地震は過疎地域で起きたことは稀であり、まして災害時の人間行動（救出・避難等）は再現性がないことから、定量的に評価するのは困難である。そこで、受診行動に及ぼす気象の影響、さらに高齢患者の受診行動に対する影響度を別に分析し、高齢化が進むことによる生活面での影響、これ等のデータを用いて災害医療体制につながる判断により展開する。

この前段として、兵庫県南部地震で犠牲となった方々の年齢属性に着目した。この結果、年齢が上がるにつれ、特に 50 代を境に死亡する人の割合が増加している（図 1・2 を参照）。

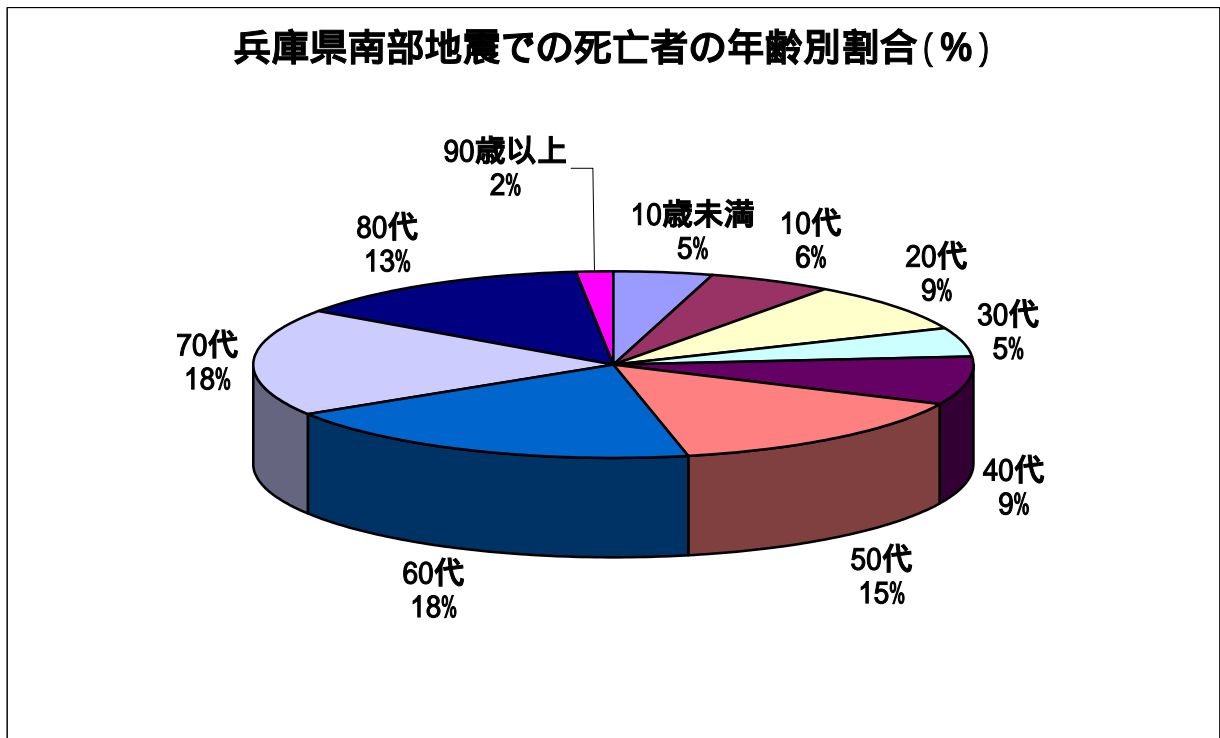


図 1・2：兵庫県南部地震の死亡者の年齢別 構成比（警察庁資料による）

図 1・2 では便宜上、身元不明者を除いた数で、5,493 名を対象として集計されている。50 代を境に死亡となるケースが増加し、年齢的な体力の衰えによるものと推測される。図 1・2 で 60 代以上を一括すると全死亡者に占める割合は 53.2% に達する。一方、人口学で使われる高齢化率（全人口に占める 65 歳以上の人の割合）で捉えると、当時の厚生省が編纂した「人口動態統計」では、死亡者数 5,488 名と算出し、犠牲者に占める高齢者の割合は 43.7% で、1995 年 10 月に実施された国勢調査で示された兵庫県全体の高齢化率 14.1% を大きく上回り、改めて災害弱者対策の必要性が浮き彫りとなった。

図 1・2 の死亡者の年齢構成と重複するが、年齢別人口構成で捉えた場合、若年層と比較して高齢者が犠牲となる傾向に加え（図 1・3 を参照）、実数で見ると、災害時には女性が一層、被害を受けやすい状況にあることが、図 1・4 から分かる。今後益々、進展する高齢化の趨勢を考慮すれば、高齢者を考慮した健康管理に係る諸課題を分析し、新たな提案につなげることが必要となってくる。

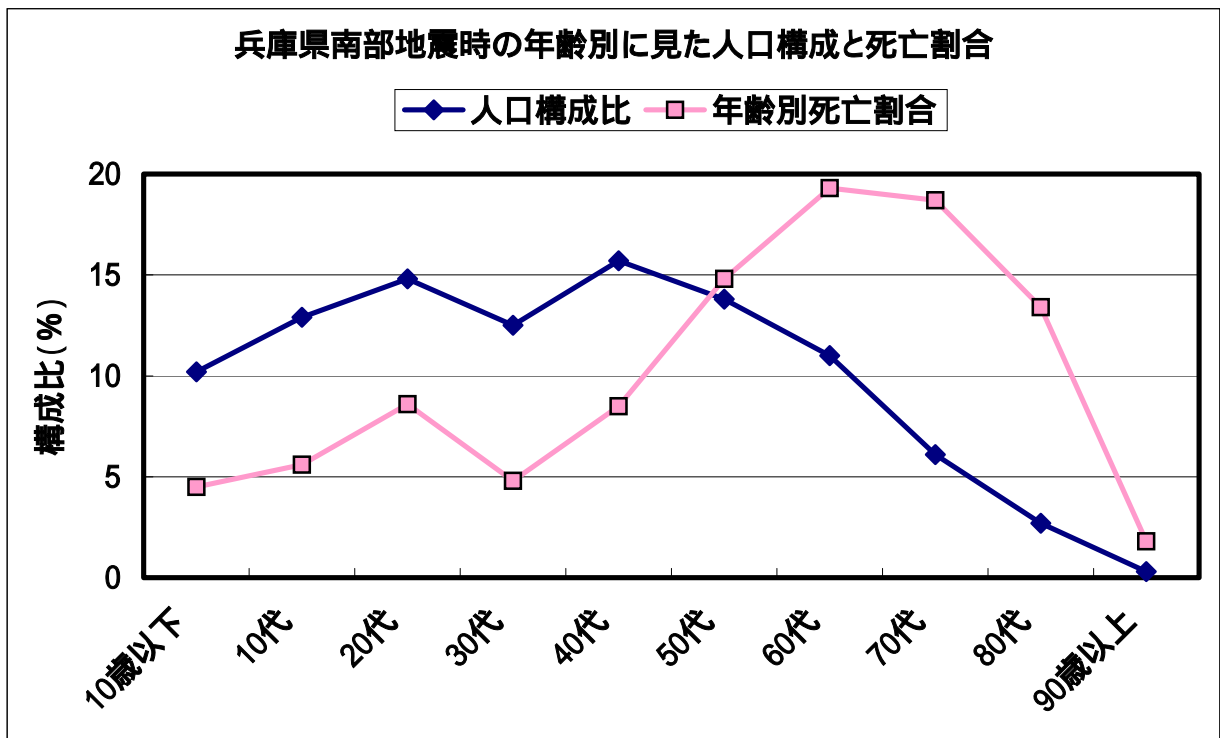


図 1・3 : 兵庫県南部地震における年齢別に見た人口構成比と死亡率の関係(厚生省資料)

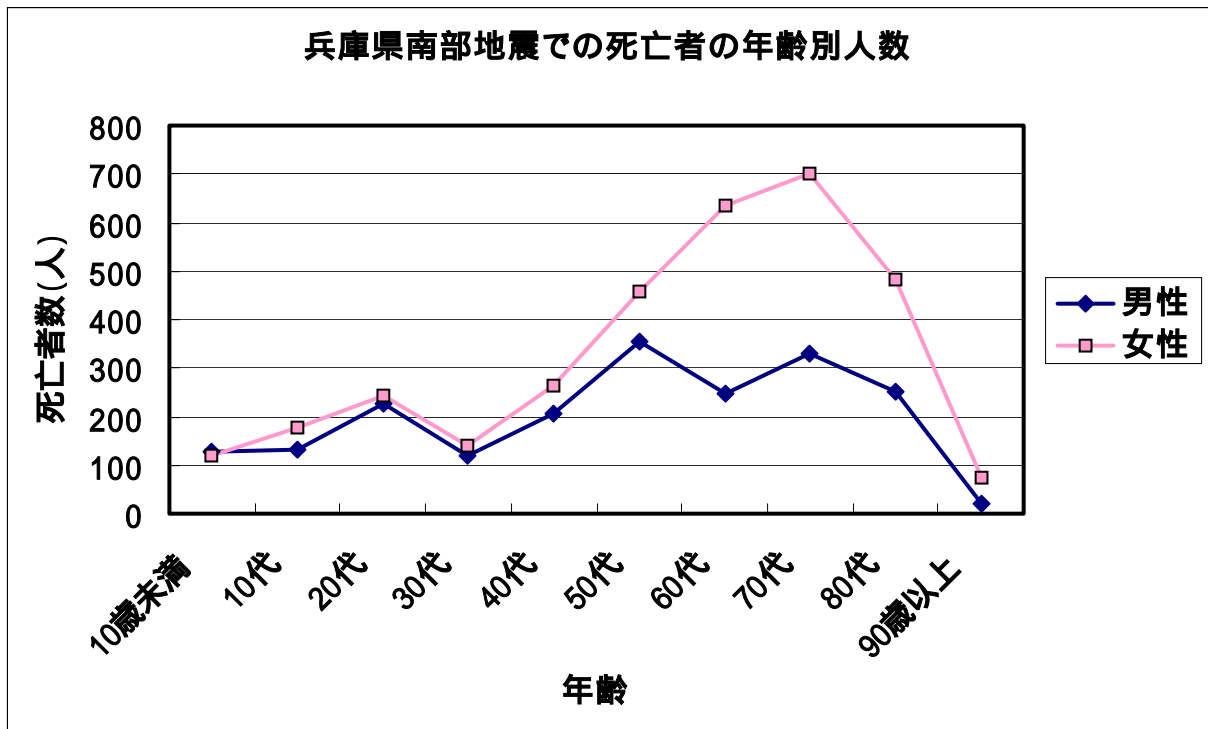


図 1・4 : 兵庫県南部地震の死亡者の男女別内訳(警察庁資料による)



### 1.3. 本研究の骨子

本博士論文に関連し、以下の骨子で研究を実施した。積雪期の避難訓練とともに、災害とは別に、雪による日常生活に与える影響を定量的に評価した。この過程で、雪の状況についても基本統計量を求め、降積雪状況を分析することとした。また、積雪寒冷期に地震が発生した場合には即座に現地に赴いて被害調査を実施するとともに、アンケート調査、当該地域が抱える疾病構造（冬期には高血圧の悪化に伴う心疾患、脳血管障害疾患の重篤化を考慮）、高齢化の状況を総合的に考察する。

#### 本論文での研究項目：

- 積雪寒冷期に発生した既往地震の資料収集（含：歴史地震史料）
- 積雪期地震防災に関する住民の意識調査
- 自治体が策定する『地域防災計画』の分析、ならびに自治体が考慮する積雪寒冷期地震防災対策に関するアンケート調査
- 積雪期の避難行動
- 高齢者が遭遇する雪による人身事故の解析
- 積雪寒冷期を考慮した災害医療体制

被害調査とアンケートの分析に加え、本研究では降積雪量が人身事故や地域住民の日常生活に与える影響を統計的に解析し、効果的な防災対策の構築に結び付けることを目的とする。また、積雪期の避難行動の検討を行う過程で、ここでは受診行動を指標として検討する。これは心身ともに苦痛を伴う中での行動であり、発災後に被災者が極限状態に置かれた環境と類似している点を考慮した。

このように、本研究では積雪寒冷期地震防災対策に関連する事項を、被害地震、気象データの整理、アンケート、防災計画の網羅、事故分析、受診行動、季節と疾病構造を踏まえた災害医療体制という具合に、多岐に及ぶ項目を扱う。

### 1.4. 本論の構成

本論文は以下に示す9章で構成されている。前半（1～5章）は問題の所在を示し、実際に発生した積雪寒冷期地震の被害調査結果、地震発生時の平均気温と降積雪量等の気象状況を整理し、積雪寒冷期地震の認識づくり、防災計画に生かすための考え方を考察している。一方、後半部分（6～8章）では被害調査や気象データに基づき、震源域ごとの高齢化率や消防団員数、避難所環境等の社会指標、降積雪状況を扱った自然環境指標と事故統計との関係を示し、これ等の事項から、防災計画に生かす、若しくは自然・社会環境指標が防災計画に如何なる影響を与えているかを分析し、適正な防災計画に結び付けることを目指している。所謂、前半では積雪寒冷期地震、気象状況を、後半では防災計画や災害医療体制等を扱っている。この問題意識に沿い、本論文では以下のような構成で展開する。

#### 第1章：序論

ここでは本研究の流れを示すため、背景、目的、進め方を述べ、論文の構成を提示することで、積雪寒冷期地震防災対策の大局的な考え方を記述した。特に雪と高齢化に着目した理由を明確化することで、研究の位置付けを描写することに努めた。ここで豪雪地帯の中での新潟県の基本地上積雪深と、兵庫県南部地震を例に犠牲者の年齢構成を鳥瞰した。

#### 第2章：積雪期地震防災対策に係る既往研究

研究を進める場合、既往研究レビューを通じ、本論文の位置付けが鮮明となる。第2章では積雪寒冷期地震の被害調査、防災計画、冬期道路管理、災害医療体制に係る研究事例を整理する。ここで対象としている論文種類は原則として原著論文であり、項目によって該当論文がない場合はこの限りではない。検討に使用した学術誌は日本建築学会構造系論文集、日本建築学会計画系論文集、日本建築学会環境系

論文集，土木学会論文集 ，土木学会論文集 ，日本雪工学会誌，土と基礎，地域安全学会論文集を中心とし，医学領域では「日本建築学会計画系論文集」に示された病院防災と地域社会の安全性向上の観点から展開された論文を見据え，災害医療体制の構築につなげることを試みた。一方，臨床系による実務研究も重視し，「医学のあゆみ」を始め，救急医療従事者・行政の防災担当者向けに書かれた優れた指南書とした。また，疫学の知見を踏まえた防災研究の国際的な動向もフォローし，我が国の研究の占める位置を，世界地震工学会議プロシーディングスや各種国際学会ジャーナルを用いて示した。

レビューを通じ，多数の既往研究では当該分野の専門領域に特化され，複合災害である積雪寒冷期地震について言及されたものは少なく，本研究を進める意味付けを行うことが出来た。

### 第3章：冬期の地震を考慮した防災対策に関する検討

第3章では被害想定と防災計画への反映を目的に，積雪寒冷期地震の発生頻度の全国分布，各自治体が策定する地域防災計画で記載されている冬期の被害地震例を整理し，冬期にも少なからず地震が発生していることを記述する。一連の分析から，積雪の有無を問わず，冬期の地震防災対策の充実が不可欠であるとの結論に達し，各都道府県が策定する防災計画を網羅した。ここで積雪寒冷期地震防災対策，ならびに雪害予防計画事項を抽出し，県別の防災計画の特性と雪害を含む冬期の地震対策の位置付けを示した。ただ，事実の積み上げのみでは，積雪寒冷期を考慮した。具体的な防災計画策定において判然とせず，釧路沖地震(1993年1月15日)，三陸はるか沖地震(1994年12月28日)，兵庫県南部地震(1995年1月17日)の被害概要，雪や寒さとの関連，防災対策への生かし方を論述し，同時に降積雪量が被害，その後の復旧に及ぼす影響を述べ，これ等の事象に基づく防災計画の方向性を分析した。

この過程で，自然環境の特性を考慮した防災計画策定の必要性が浮かび上がったが，積雪寒冷期地震を考慮する一つの試みとして，建物の全壊率，ならびに一般住宅・納屋や土蔵等の非住居別に見た被害形態に着目した。さらに季節を考慮せず，戦後の被害地震総数と積雪期地震別にも解析を行った。長岡地震を除けば積雪深は十センチ程度であることから，積雪深との関係というよりは気象庁マグニチュードと建物被害との相関を求めたところ，積雪期地震は戦後間もない時期に発生していること等から，気象庁マグニチュードとの相関が認められ，全被害地震とは対照的な結果となった。

### 第4章：新潟県で積雪寒冷期に発生した既往の被害地震

第3章の分析から，積雪深はさほどなかったものの，各被害地震で氷点下の気温の下，被害に見舞われていることが分かった。一方で，多くの自治体では積雪寒冷期地震防災対策に係る記載が少ない，若しくは全く見当たらない例があることから，当該地域の積雪寒冷期の被害地震を整理する必要性が生じる。新潟県は県内全域が豪雪地帯に指定され，しかも十日町市等のように世界有数の多雪地域を抱え，同時に確実度A級と見られている活断層に覆われている。また，佐渡は火山灰性の破砕性地すべり，内陸部では第三紀層が広く分布し，特に軟岩を含む泥岩が乾湿の繰り返しに伴い，土砂の細砂化によるスレーキング現象が深刻な問題となっている。このことから，新潟県全域は災害多発県と言える。

これ等の背景を踏まえ，第4章では新潟県内で積雪寒冷期に発生した被害地震を取り上げ，地震の諸元，被害概要，降積雪量や気温等の気象データを示し，被害状況と気象因子の関係について分析した。これとは別に，震源域の自治体は高齢化率が高く，若年労働力の流出による地震時のマンパワー不足，地震防災に係る予算配分を行うには厳しい財政事情であることが分かる。こうした点から，各自治体の社会指標を示し，高齢化・過疎化が進展する地域における防災対策を考察した。ここでは被害調査を加味した分析を行うとともに，地震ごとの被害形態を詳述し，今後の防災計画に生かすための提言を含めて論述した。これに関連し，積雪寒冷期地震防災につなげることを目的に，新潟県を対象とした地震発生確率に雪の確率を考慮した場合のシナリオを示した。

他の季節に見られる地盤災害や津波に加え，雪崩の発生，雪に覆われていることによる地盤災害の同定の困難さ，復旧・復興の遅延が挙げられる。一方で積雪期地震の発生確率に関連し，新潟県内で関心を集めている糸魚川・静岡構造線は今後30年以内にM8クラスの地震に見舞われる確率が14%とされ，積雪期に限定しても，イベントの発生頻度が高いことを示した。

## 第5章：新潟県内の降積雪量，ならびに気温の状況

積雪寒冷期地震防災対策を策定する際，実際の被害地震とともに，当該地域の気象状況を把握することが必要となる。この問題意識を踏まえ，第5章では新潟県の降積雪量，ならびに平均気温データを対象に，地域ごとに異なる気象特性を明らかにする。先ず，日本全国の中での位置付けを示し，新潟県の雪の多さ，年変動のばらつきが大きいことを示す。ここで，雪の量が多い北陸地域との比較を行う必要性も否めないが，年変動幅や降積雪量が新潟県と類似していること，本論文では富山・石川・福井県の事例を扱っていないこと，気象状況が受診行動や各種人身事故発生に与える影響を分析することに主眼を置き，気象観測データに基づく気候研究（気候図作成，気象系監視報告等）とは趣旨が異なること，以上の点から北陸地域内での比較については，日本全国での位置付けを扱う節で触れるにとどめる。

ここでは雪の量のばらつき，日本建築学会 編纂：『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている基本地上積雪深の100年再現期待値の整理を行い，実測データの比較を行う。なお，本章では1964年に発生した新潟県地震と冬期に強風傾向となる特徴を考慮し，新潟市の気象特性を中心に分析し，災害，ならびに防災対策との関連性について整理する。

新潟県は地域と年によって雪の量が大きくばらつくことを，長期の観測データの基本統計量から算出した。また，新潟市では雪とともに，冬期に強風傾向となる状況をヒストグラムの提示によって明らかにすることが出来た。こうした気象状況と，新潟県内で発生している各種災害との関係についても整理した。

## 第6章：地域社会が抱える自然・社会環境に基づく積雪寒冷期地震防災対策に関する分析

第6章では実際の防災対策に反映させることを目的に展開した。具体的には新潟県内の各自治体が策定する防災計画の整理とともに，積雪寒冷期地震防災に関する考え方，将来展望についてのアンケート調査結果を示した。調査を通じ，多くの自治体では新潟市の防災対策面で見られる毛布やストーブ等の備蓄とともに，住民相互の協力による除雪の推進を掲げているが，医薬品を含む医療関連用品のストックや医療機関同士での連携は今後の課題であることが分かった。この過程で住民参加による積雪期の防災訓練に対する認識が，各自治体の防災担当者間で高まっていることが示された。ここでは新潟県内初の試みとして注目されている上越市と十日町市の防災訓練（ともに2002年3月に実施）に触れ，訓練内容とそれに基づく問題点を抽出する。

さらに各自治体の避難環境に係る指標を示した。特に避難環境で屋外が避難所に指定されているケースが多く，冬期には利用（供用）に適さない点を述べ，自治体間での連携策の考え方を記した。これ等の作業を通じ，災害弱者対策が懸案事項となることが浮き彫りとなり，マニュアル類が充実し，活発なボランティア活動を見せている東京都との比較を通じ，高齢者の安全対策が不可欠である点に言及した。

一連の調査から，多くの自治体では平時から災害に備えることの重要性を指摘し，ボランティア活動への期待感が高いことが分かる。ただ，積雪寒冷期地震に特化した対策の検討は始まったばかりであり，積雪期における住民参加の防災訓練を継続させることで，新たな問題点を見付ける段階にある。

## 第7章：豪雪地帯における事故と災害を考慮した災害医療体制に係る分析

一連の分析から，災害時の人命の安全確保が優先課題となることが改めて示され，自治体担当者や消防機関でも大方，この考え方に準拠して防災計画の策定や訓練が行われている。この現状を踏まえ，第7章では，従来の防災研究であまり扱われなかった災害医療体制，ならびに降積雪量が受診行動に及ぼす影響を分析する。本章は統計解析に基づく結果を用い，医療環境評価，災害時の医療需給構造を示す。これ等のデータにより，防災計画に反映出来ることを勘案した。

先ず，豪雪地帯で進展する高齢化がもたらす地域社会への影響に関連し，災害とは無関係に日常的に雪が関係する事故（人身雪害）に遭っている状況を分析する。雪の量が多い新潟県では毎年のように雪処理に伴う人身雪害が発生し，犠牲者が出ている。特に65歳以上の高齢者が事故に遭遇するケースが目立ち，降積雪量によって大きく影響されている点を指摘する。ここで得られたデータから，県内各地の自治体は事故軽減策を模索し，1990年代以降，様々な取り組みが行われるようになった。この取り組

みと地域の降積雪量との関係に触れ、雪処理に係る各種施策を導入する基準としての雪の量を整理する。

一方、降積雪時には、受診が困難な状況にあることを想定し、降積雪量が受診行動に及ぼす影響を分析する。診療面と地域医療に力を入れている県立病院(2医療機関)を取り上げた。患者の分析を通じ、地域住民の健康把握に資するかどうかについても検討し、ここで得られたデータを基に、災害弱者対策の策定に還元させることを試みる。

日常的に雪による甚大な影響を被る点を踏まえると、災害時の医療体制ではさらなる不確定要素を考慮することが必要となる。ここで問題となるのが、倒壊家屋内での長時間の閉じ込めによるクラッシュ症候群(挫滅症候群)、急性甲膜外血腫、低体温症である。いずれも輸液、輸血、時には血液透析、重症の場合は人工心肺装置装着下での血液の一時抜き取り(低温の血液を急速に温めて全身に速やかに戻す医学的手技:PCPS)が施行され、慢性疾患患者は後回しにされる可能性がある。こうした状況から、当該地域が抱える疾病構造を予め把握し、緊急時を想定した医薬品・医療関連用品・ライフライン確保に係る需給構造を推定することが可能となる。この問題意識に準拠し、積雪寒冷期を考慮した病院防災、災害医療体制について、疫学調査とヒアリングに基づき展開し、防災対策の中での位置付けを示す。

結果として、雪や寒さが受診行動や人身事故発生に大きく影響していることが示された。この関係で、災害医療体制の充実が懸案となる。新潟県立の医療機関におけるヒアリング調査から、機関によっては対応出来ない臨床症状があり、「災害拠点病院」としての医療水準確保が課題であることが分かった。

#### **第8章：積雪寒冷期地震防災対策に係る新たな提案**

本研究から、積雪寒冷期の事象が地震被害や防災対策に及ぼす影響を分析し、この過程で災害弱者対策の充実が懸案事項であることが浮かび上がった。これ等のデータから医療需給構造を推定したが、より詳細にはリモートセンシング技術等による雪の量を把握することで、防災・防雪対策に生かすことの必要性が示された。第8章では今後の研究における課題、実践的な防災対策について、雪による地震被害と日常生活面への影響評価を通じ、積雪寒冷期地震防災研究の方向性を論じる。この過程で、豪雪地帯で進展する高齢化に鑑みた災害弱者対策が不可欠となるが、ここでは身体障害・疾患別に考慮した対策、さらに積雪寒冷期地震での負傷で懸念される低体温症に考慮し、医療関係者に引き継ぐ場合、住民の理解が不可欠であることから、積雪期の各種災害時の行動に係る啓発活動の方向性を論じ、新たな提案として示した。また、リモートセンシング技術についても雪氷防災に生かすための方策を考察した。

#### **第9章：結語**

本研究の締めくくりとして、積雪寒冷期地震防災対策に関する知見を述べ、今後の展望を行う。

### **1.5.まとめ**

以上、本研究の背景、防災研究の中に占める位置を概観し、積雪寒冷期地震防災に係る研究が少ないことを記した。この状況に鑑み、高齢化が進展する豪雪地帯の地震防災マネジメントに資することを念頭に、本論文の構成を示し、特に災害弱者対策が懸案事項であることを述べた。

本研究では雪と寒さが人々の生活スタイルや防災意識に与える影響を評価し、これを踏まえた防災対策の考え方を展開する。以下の各章において、積雪寒冷という事象を軸に据え、高齢化が進展している地域での災害の特性を整理し、この知見に基づいた防災対策、事故軽減策、災害医療体制について論を進め、フィールド研究の成果を示すものである。

## 第2章 積雪期地震防災対策に係る既往研究

---

- 2.1. はじめに
- 2.2. 積雪寒冷期の被害地震に関する研究報告
- 2.3. 雪氷工学から捉えた地震防災に関連した研究
- 2.4. 災害科学から捉えた積雪期地震防災対策に関連した研究展望
- 2.5. 冬期の受診行動，疾病構造を考慮した疫学研究
- 2.6. 災害医療体制構築に関連する研究
- 2.7. 既往研究と積雪寒冷期地震防災との関係性
- 2.8. まとめ

# 第2章 積雪期地震防災対策に係る既往研究

## 2.1 はじめに

兵庫県南部地震は積雪との関係は薄いものの、震度4が観測された米子や福井等は雪が多い地方で、鳥取県は全市町村が豪雪地帯に指定されている。震災後の監察医の記録から7人の凍死が報告され<sup>1)</sup>、冬期特有の被害となる等、他の季節と比較して被害が拡大し、被災者の健康問題が懸念される。

先行研究レビューを行う背景として、宇津(1999)は内外の既往地震による強震動の性質を明らかにし、膨大な数の文献解題を行っていること(地震活動総説, 東京大学出版会), 『阪神・淡路大震災関連文献目録 1995~200』(日外アソシエーツ, 2000)は災害医療体制を含む地震防災に係る文献を網羅していることが挙げられる。ここでは、従来より研究・検討が殆ど行われていない積雪寒冷期地震防災を対象に、関連の既往研究を網羅する。選定基準は原則として査読論文, 若しくは国際会議論文に絞り、扱う領域は土木・建築・都市計画・雪氷工学・地盤工学・公衆衛生・生気象学とする。

## 2.2 積雪寒冷期の被害地震に関する研究報告

### 1) 地震防災対策の考え方

先ず、地震防災に係る大局的な考え方を認識する意味で、亀田(2002)は長年の被害調査、政府の委員、学会内での各種提言・指針作成の経験から、地震防災対策の変遷を表2.1のように示している<sup>2)</sup>。

表2.1：地震防災対策技術の変遷(文献2を多少修正)

<p><b>第一世代：震度法の時代</b>  <b>(地震災害からの教訓)</b>                  関東大震災(1923年); 地震火災, 耐震設計の有効性, 地盤の条件の影響                  福井地震(1948年); 構造物被害型地震, 震度, 強震観測計画  <b>(技術的成果)</b>                  静的設計, 弾性照査  <b>(基準化)</b>                  1924年 初の建築耐震基準(k=0.1)*                  1939年 初の道路橋耐震基準(k=0.2)                  1950年 建築基準法(k=0.2)</p>
<p><b>第二世代：耐震技術の時代</b>  <b>(地震災害からの教訓)</b>                  新潟地震(1964年); 液状化, 我が国初の本格的な強震記録                  十勝沖地震(1968年); 鉄筋コンクリート建物のせん断破壊                  宮城県沖地震(1978年); ライフライン被害, コンクリートブロック塀の倒壊  <b>(技術的成果)</b>                  動的設計, 弾塑性照査, 液状化対策, ライフライン地震工学  <b>(基準化)</b>                  1971年 せん断補強の強化(建築), 動的効果・地盤条件(道路橋)                  1973年 鎖構造管路                  1980~1981年 弾塑性照査の基準化(建築[S=1g]・道路橋)</p>
<p><b>第三世代：総合防災システムの時代</b>  <b>(地震災害からの教訓)</b>                  兵庫県南部地震(1995年); 大規模複合都市災害, 直下型地震の強震記録  <b>(技術的課題)</b>                  (1) 耐震構造技術 震源断層近傍の地震動, 非線形地盤震動, 地盤変状(変位), 破壊メカニズム, 構造システムとしての耐震化, ライフラインのシステム強化, 都市基盤施設の戦略的強化, 性能指向型耐震設計, 既存ストックの耐震強化,                  (2) 危機管理技術 リアルタイム地震防災, 緊急対応情報システム, リスク対応型情報システム, 交通管理システム                  (3) 社会システム技術 持続的発展, 許容リスク, 環境問題の考慮, 社会経済的分析・評価  <b>(基準化)</b>                  1996~1998年 耐震基準の改訂・港湾・道路橋・上水道・下水道・鉄道施設/震源断層近傍の地震動(シナリオ型 vs 強震記録)・地盤変状, 構造システム・ネットワークシステム, システム間の連携, 性能指向型                  地域防災計画の改訂 マニュアル化, 災害緊急対応情報システムの開発, 国土庁・消防庁・都道府県・政令指定都市等の自治体</p>

K: 基本設計震度 S: 保有耐力照査用スペクトル  
 \* 許容応力度との関係で、建築基準法(1950年)におけるk=0.2と等価



表2・1から、社会基盤整備の耐震性向上が前面に出ていることが分かるが、兵庫県南部地震以降は災害弱者対策の観点から、従来以上に、人的被害を抑制することが関心事項となっている。

表2・1は季節を考慮しない普遍的な地震防災対策と位置付けることが出来るが、これを積雪寒冷期に焦点を当てた場合、防寒対策とともに、気温の低下による疾病への罹患を視野に入れることが重要となる。天国・荏本・望月（1999）は青森県を対象に、地域防災計画のレビューと積雪に伴う移動（避難行動）への影響、県内自治体の防寒用品の備蓄状況を調査している。結果として、積雪による迂回の発生、避難に要する時間の延長、ストーブ等の備蓄状況を報告し、経験則で知られている積雪寒冷期地震による避難行動への支障、厳しい環境下での被災といった構図が記述されている<sup>3)</sup>。

北海道の事例に特化した研究例もあり、岡田・村田・高井（2001）は人口規模、人口密度、当該自治体の地形因子による地域性を指標とした防災計画と、自治体担当者の防災意識に関する調査を行うとともに、地域別の就業率や産業構造を視野に入れ、担当者の防災意識に与える影響を論じている<sup>4)</sup>。これ等の研究事例から、人口規模や自然環境を考慮した防災対策の必要性を指摘していることが分かる。

## 2) 積雪寒冷期地震を取り上げた研究

降積雪による被害形態を考慮せず、冬期に発生した地震についての報告は数多く存在する。兵庫県南部地震は最たる例であるが、これ以外の被害地震についても貴重な論考がある。

岡田・太田（1986）は1982年3月21日の浦河沖地震を例に、市町村別の被害の概要について触れ<sup>5)</sup>、第2報（1987）で応急復旧過程の分析を通じ、市町村の地域事情（人口規模や気象状況等）を考慮した危機管理の進め方について提言している<sup>6)</sup>。被害概要に基づく市町村の危機管理の在り方に関連して、釧路沖地震（1993.1.15）の被害概要と地震発生日時を考慮した休日夜間の緊急対応の実態に関し、岡田（1996）はアンケート震度を用いてより詳細な被害のメカニズムと、そこから導出される緊急対応の実態を分析している<sup>7)</sup>。この釧路沖地震ではストーブの転倒が問題となったが、村上・岡田（1998）は室内躯体挙動の実態調査と解析に基づく転倒防止策を提案している<sup>8)</sup>。一方、三陸はるか沖地震（本震1994.12.28, 1995.1.7に被害を伴う最大余震）では地域防災計画や行政の部局間・機関同士の連携策の分析が示唆に富み、岡田・南・北川（1998）で経済支援の実態、雪害予防関連予算の柔軟な運用による積雪寒冷期地震防災対策と、緊急時の迅速な対応に向けた提言を行っている<sup>9)</sup>。

被害地震の発生時期がやや前後するが、1890年代から現在にかけて宮城県沖で繰り返し地震が発生している。明治と昭和の三陸津波地震、1978年の宮城県沖地震等、各地震による被害形態は地震ごとに異なるが、鏡味（2003）は同地域の各地震を比較分析し、強震動特性、被害箇所の分布について、地域別に論述している。津波による被害や小被害域が広範囲で見られた点を簡潔にまとめている<sup>10)</sup>。論文の中で各地震の被害状況が表として示されているので、今後の防災対策を考える際の貴重な資料となる。ただ、宮城県沖地震に関する各種報告の中で、災害対応に係る事項を扱ったものは皆無に等しく、木村・青山・福田（2004）がまとめた2003年7月26日の宮城県北部地震の被害概要と、それに基づく行政の対応<sup>11)</sup>、積雪寒冷期を考慮した医療体制を含めた災害医療体制の考え方<sup>12)</sup>が存在する程度である。

この歴史地震の検討に関連して、鏡味（2003）は5名の死者を出した長岡地震（1961.2.2）を取り上げ、当時の新聞記事と新潟県内の関係機関や各学会の報告書を整理し、復旧過程の変遷を示している。長岡地震は新潟地震と比較すると論文が少なく、現在では当該地域の関係者による検討が減少している状況にあって、雪による被害拡大の構図を明確に示したものとして、有意義な取り組みと言える<sup>13)</sup>。

諸外国の地震被害報告でも構造物被害、地盤災害が扱われ、人的被害や地震防災に係る研究事例は少ない。ただ、当時のアルメニア（現アルメニア共和国）で発生した地震（1988.12.7）の報告では、死者

が2万人を超えていること、ペレストロイカの進展で情報入手が容易であったこと、1985年9月に発生したメキシコ地震を受け、復興に向けての国際協力を行う土壌が醸成されたこと、以上の点から、アルメニア地震（震源域：Spitak）に関する報告では人的被害や経済的損失に関する記述が目立つ。

A. Coburn and R. Spence (2002) は人的被害や GDP に占める地震による損失額の割合等を記載し、各地震との比較検討を行っている<sup>14)</sup>。また、構造物被害ではアドベ（日干しレンガ造）に被害が集中している実態を指摘しているものの、寒さに関連する記述は見当たらなかった。震源域の12月は月平均気温が氷点下10℃を下回り、米国に本拠地を置く EERI (Earthquake Engineering Research Institute) が公開している写真では屋外で自炊する姿が写っている (<http://www.eeri.org/lfe/armenia.html>)。

H. Hokuo and S. Ichihashi (1992) は唐山地震やメキシコ地震等の巨大災害の比較を通じ、都市災害としての被害の特徴、地震動強さと構造物・地盤被害との関係を考察している。アルメニア (Spitak) 地震も取り上げ、特に人的被害を軽減するには建築物の耐震性確保、防寒策を考慮した救援活動の迅速な展開に向けた近隣諸国の協力体制の確立等、兵庫県南部地震以降、多くの地震工学者の間で指摘されるようになった事項をいち早く言及している点で注目される。ただ、アルメニア (Spitak) 地震に関連し、具体的な冬期の地震防災対策にまでは踏み込んでいない<sup>15)</sup>。

一方、S. K. Tubbesing (1992) は EERI 研究員の経験を生かし、各地震の被害調査に長年従事し、主に被災者に迷惑をかけずに、調査者自身が安全に調査出来るためのノウハウが盛り込まれている。アルメニア (Spitak) 地震に触れ、防寒対策、健康に留意することの重要性を述べている<sup>16)</sup>。また、論文中で地震被害の概要と、現地調査・その後の各種解析を通じて浮き彫りとなった課題を関係機関や政府間で情報共有することの必要性を指摘している。これに関連し、土木学会、日本建築学会では被害調査のマニュアル作成を目指し、特に海外調査における政府機関やカウンターパートへの依頼状のフォームを議論する等、学術調査を円滑に遂行することを目的としている。近年では調査を実施する当該国に対して、技術的知見をフィードバックすることを旨とし、土木学会では1998年から実施している。1999年にトルコ (Adana-Ceyhen) 地震が発生していること、地震工学委員会被害地震調査小委員会（初代委員長：濱田政則 早稲田大学教授）が常設委員会として設置され、議題が地震調査で得られた教訓のフィードバックと国際協力の進展を謳っていることと関係している。

### 3) 被害地震を教訓とした避難対策に関する研究

被害地震を教訓に、その都度、官民挙げて防災対策に取り組み、各種技術指針類・マニュアルが策定される（表2・1を参照）。特に兵庫県南部地震以降、危機管理に係る研究が著増しているが、一番の懸案事項は災害時の独居高齢者を含む災害弱者の安否確認と迅速な救出・避難、医療体制の確立である。

岡田・黒田 (2003) は室外に脱出するまでの経路選択に関連し、什器類の散乱による危険度評価を試みている<sup>17)</sup>。避難行動が冬期であれば避難経路の積雪状況が避難行動に及ぼす影響が懸念される。細川・内藤・苫米地 (2002) は建物周りの積雪状態（積雪深、雪の硬度）を指標として、移動の難易度を歩行速度の計測等のデータを用いた定量評価を試みている<sup>18)</sup>。

積雪と地震の複合災害は他の季節では考えられない諸問題（避難行動の支障、被災者の健康問題、復旧の遅延等）が生じるが、地震工学領域だけでは解決が困難であることを、これ等の研究事例は物語っている。この点を見極めたワークショップが既に1989年夏期に行われている。“International Workshop on Earthquake Injury Epidemiology for Mitigation and Response”（開催者：The John Hopkins University）では人的被害の予測、緊急対応の円滑化を含め、工学と医学系関係者が議論し、情報交換することを趣旨としている。メキシコ地震や浦河沖地震（1982.3.21）等に見られた負傷形態を報告し、問題提起の色彩が濃

い。このワークショップを契機に、救急医学分野では 1992 年にアジア太平洋地域の関係者を集めた国際会議を、その後は Disaster Medicine として災害医療に特化し、隔年ごとに国際会議が開催されるようになった。但し、いずれの会議においても雪と寒さが被災者に与える影響を詳細に検討していない。そこで、雪氷工学領域からのアプローチで展開する意義が出てくる。

## 2.3. 雪氷工学から捉えた地震防災に関連した研究

### 1) 積雪寒冷期地震防災に係る総論的研究

1992 年 12 月 27 日の新潟県南西部地震では物的被害が大きかったために、積雪期地震防災に対する関心が高まり、雪氷工学サイドから地震防災に関する研究が開始された。青山(1994)は新潟県南西部地震の被害状況、ならびにアンケート調査結果を示し、地震時に屋根雪処理をしている人が多く、半数を超える人が恐怖感を抱き、命綱を付けずに作業をしている実態を指摘している<sup>19)</sup>。

青山・濱島・深澤(1995)は新潟県北部地震(1995.4.1)に関連し、被害実態、中央構造線、新潟県の古地震等を調査し、同時に震源地となった笹神村の気象データを用いて分析を行っている。この地震では避難者が多く、中には1週間以上も避難所生活を強いられた例があることを指摘している。また、避難所のスチーム管が破損し、蒸気が漏れ出す等、避難所の防寒対策の充実が必要不可欠であることを述べている<sup>20)</sup>。

日本雪工学会編集委員会(1995)では兵庫県南部地震を契機に、多雪時の直下型地震を想定した座談会を開催し、問題提起を行っている。そこでは札幌、仙台市等の100万都市が多雪地域に位置する地理的状况を踏まえ、各都市の降積雪量を示し、雪対策に加え、地震防災も同時に必要である点を指摘している。また、建築基準法で規定された雪荷重の考え方を紹介し、さらには豪雪地帯で1階部分を車庫としたピロティー構造の高床式住居が多い状況を報告し、地震時には危険性が高いと言及している<sup>21)</sup>。

内山(1996)を代表とする建築分野を主体に構成している雪氷防災関係者は積雪期の地震対策、と題する指針を作成した。この中では積雪期に被害地震が頻発している点を述べ、豪雪地帯に多い木質構造の耐震性を高めるための各種手法(耐震壁の設置、方杖、筋違いを増やす等)が具体的に、設計図入りで示されている。住宅に関連し、屋根雪処理(落雪・融雪・耐雪式)、さらに室内環境の整備(目貼り、二重窓等)、耐震診断が重要である点を指摘している。また、集落保全をキーワードとし、雪崩対策の充実が急務であることが付け加えられている<sup>22)</sup>。

内山が代表となって編集している積雪期地震防災に係る技術的な課題、特に耐震・克雪住宅の具体的な改修手法が紹介され、建築工学上、極めて有用な研究である。そこで、本特集の項目を以下に示す。

1. 積雪期の地震災害と対策	内山和夫
2. 木造・低層鋼構造建築物の耐震構造設計	和泉正哲
3. 耐震・耐雪、木造・低層鋼構造	内山和夫
4. 耐震・耐雪住宅の平面、立面計画	沼野夏生
5. 地震による屋根雪の落下・飛散傷害と対策	渡辺正朋
6. 室内環境被害と対策	吉野 博
7. 地震時に発生する雪崩と防災への取組み	藤沢和範
8. 耐震構造診断と補修・補強	竹屋 明, 中野芳正, 滝沢三吉

このように、建築構造、計画、設備面に至るまで幅広く網羅されている点で貴重である。

高床式住居に関連し、日本雪工学会雪国住宅計画委員会(1994)は新潟県各地に散在する克雪住宅の

事例を集め、報告している。屋根雪処理の具体的な事例が掲載され、コストをかけずに行う手法が紹介されている。もし、屋根雪がある時に強い地震に見舞われると、建物の揺れは大きく増幅され（長周期化）、被害が増大する危険性が高い。このため、克雪住宅に関する得られたデータは貴重である<sup>23)</sup>。

日本雪工学会雪国住宅・居住地計画委員会(1996)は文献23)で扱われている1994年の成果を基に、高床式住居に住む人を対象に、住宅ならびに地震に関するアンケート調査を実施している。ここでは活断層の認知度、地震予知に対する意識、耐震補強の現状等を探り、防災教育の充実が必要である点を指摘している。また、住宅設計図を図示し、耐震補強の実施法を提示している<sup>24)</sup>。

さらに同委員会(1998)は高床式住居に応じた耐震診断で、間取り、階段の設置法等を具体的に示しており、屋内環境についても防寒の観点から分析している。ここで得られた成果は地震防災対策を考慮した建築計画を進展させるうえで、大いに参考となる<sup>25)</sup>。

## 2) 雪氷工学と建築計画領域の接点

ここまでレビューした建築計画領域の研究では、主に雪に強い建物、屋根雪処理を効率的に行うための諸々の工夫、具体的な事例が紹介されている。これを発展させると、豪雪地帯に居住する住民が、より快適に、安全に生活を営むことが重要となり、近年言われている「まちづくり」に資する研究が1980年代前半より実施されていることが分かる。深澤(1983)は落雪式(自然落下式)住宅を事例としながらも、かつての雪処理に伴う重労働の軽減による住民の生活に与える影響を論じ、ここで生まれた余裕が、より安全に暮らすための「まち・むらづくり」に生かされていくプロセスを考察している<sup>26)</sup>。ただ、この論文で言及されている落雪式(自然落下式)住宅では道路や第三者の敷地に雪が落ち、様々な面で弊害となることから、最近では克雪住宅が脚光を浴びている。深澤(1990)は各地の雪質や降積雪量の相違に基づく克雪住宅の建築計画について提言している。ここでは住宅の規模や形状に着目し、世帯構造を考慮した克雪住宅の在り方を述べ、高齢者と子ども世代夫婦が共存するための方策を探っている<sup>27)</sup>。

建築サイドの取り組みだけでは防災面で懸案事項となる過疎化を食い止めるのは不可能であり、産官学の連携による問題意識の共有、各種施策に反映させることが求められる。先ず、交通の不便な雪国に定住するには車庫の確保が不可欠となる。深澤(1998)は乗用車の所有実態を詳細に調査したうえで、従来の高床式(ピロティ)とは異なる住宅の建築計画と車庫建設の進め方を論述するとともに、公共交通機関の発展に期待を寄せている<sup>28)</sup>。深澤が展開する一連の研究では一貫して、高齢者に配慮した内容となっているが、この考えをより鮮明にした研究事例もある。湯沢・北村・青山・永井・西澤(1998)は高齢化の進展に注目し、若年層にも魅力ある「まちづくり」を提唱する立場から、高齢者の生きがい対策を模索し、地域の若年層の意識を探っている<sup>29)</sup>。ここでは生きがい対策といったイベント的な色彩を持っているが、日常生活に焦点を当てた「まちづくり」を扱った事例も貴重な取り組みとして評価される。深澤・北村・青山(2000)は新潟県十日町市下条地区における高齢者の生活改善、防災対策に係る問題点の整理をKJ法を駆使して行っている。また、痴呆高齢者のケア・プラン、各種福祉政策を論述し、高齢者を含めた地域住民の安全対策、アメニティー向上を目指した研究と言える<sup>30)</sup>。

## 3) 雪氷工学と土木計画学の接点

一連の「まちづくり」に関連した研究から、高齢者が暮らしやすい地域の創造が肝要であることが分かる。文献29,30)は言わば、望ましい地域像を提言したものであるが、この理想的な地域社会を実現させるためには道路整備や交通機関の充実、生活に必要な商店等の適切な配置が前提となる。北村・湯沢(1999)は中山間豪雪地帯における各種通行規制による道路整備について、地域住民の日常生活や緊

急時の交通確保の観点から検討を加えている。特に通行規制による孤立集落の発生と迂回時間の最小化を念頭に入れた整備基準とともに、規制道路区間の整備優先順位を決定するための分析フレームを提示している<sup>31)</sup>。2002年1月には新潟県守門村で雪崩災害により、一時、集落が孤立状態に陥った事実からも、道路整備に係る研究は今後とも継続されることが期待されている。

北村・湯沢・深澤・竹澤(2001)は新潟県東頸城地域をモデルとしたバス輸送確保の進め方について提言している。近年、過疎地域では鉄道やバス交通が縮小傾向にあり、経営の悪化から第三セクター方式への転換が見られるものの、経営環境が依然、困難な状況にあり、公共交通機関の整備が遅々として進まないといった悪循環の構図に陥っているのが実情である。高齢化率が4割を超えるこうした地域では、緊急時や防災の観点から公共交通機関の果たす役割は益々大きくなる、との問題意識に立脚し、論を進めている。東頸城地域では新たに鉄道が開業され、鉄道とバス輸送の連携を視野に入れ、地域住民の利便性を考慮した施策を模索している<sup>32)</sup>。

豪雪地帯におけるバス輸送の確保とともに、雪処理や公的施設の配置に係る検討を行った研究事例もある。北村(2002)は新潟県大島村を対象とし、地域住民へのアンケート調査、バスや鉄道の運行表等のデータ群を駆使し、住民の生活環境改善に資する提言を行っている。通院等の日常生活面での路線バスに対する期待が高まり、運行経路、運行回数の充実を求める声を紹介している。ただ、社会資本整備を進めるうえでは住民同士の交流を重視することが望まれ、これは緊急時にマンパワーとして力が発揮される、と述べている。こうした点を一層、推進させるには外部との経済交流の活発化が必須で、地域住民と近接する自治体の住民を結ぶ公共交通機関の役割を改めて論じている。さらに、雪処理では車道の除雪が優先的に行われている現状に触れたうえで、歩行帯の確保、雪処理を含めた各種施策の推進に際しての人材活用の必要性を記述し、結果として地域での就労につながる面を有する、と結んでいる<sup>33)</sup>。

雪氷工学分野からアプローチされた計画系領域の研究事例を概観したが、豪雪地帯の安全性を高めるには社会資本整備に代表されるハード面に特化した研究も重要となる。北村・青山・西澤・丸山・川口(1994)は降雪による橋梁高欄の応力を定量評価した研究がある。降雪による沈降力に伴う各種構造物の被害が深刻化していることから、この研究は極めて意義深い<sup>34)</sup>。一方、都市のライフラインであるガス等はパイプライン輸送で供給され、これ等の構造物に対する積雪の影響を詳細に調査することは防災対策上、必要不可欠である。北村・青山・西澤・丸山・川口(1993)は積雪がパイプラインに及ぼす影響を実物大の実験を通して解析し、パイプラインの雪対策の考え方を論述している<sup>35)</sup>。さらに北村・青山(1996)はパイプラインの積雪、着雪状態を日々の観測に基づいて分析し、融雪をも考慮に入れ、パイプラインの積雪状態を詳細に調査している<sup>36)</sup>。

#### 4) 雪氷工学から捉えた地震防災に関連した実務的な研究

積雪期地震に関する本格的な研究としては、日本雪工学会(1999)が学会誌に特集記事を組み、この中で扱われるのは、1993年1月15日に発生した釧路沖地震<sup>37)</sup>と1994年12月28日の三陸はるか沖地震<sup>38)</sup>である。地震の概要、地盤被害の状況、気象データ、住宅の耐震性、地域防災計画が取り上げられている。積雪が地震被害に及ぼす影響には触れているものの、寧ろ、積雪が少ないことから地盤凍結に伴う凍上災害が懸念される点については言及していない。これに関連し、凍結地盤と砂質土・粘性土における地震波の伝播速度の違いに関して、アラスカ地域をフィールドとした研究も興味深い<sup>39)</sup>。

## 2.4. 災害科学から捉えた積雪期地震防災対策に関連した研究展望

### 1) 地震工学領域

地震学・地震工学領域の研究者・実務者の間では兵庫県南部地震以降に、積雪期地震防災対策に向けた研究が出始めた。震災後、地震のメカニズム（震源解等）や被害状況に基づく耐震工学に加え、社会学や医学領域からのアプローチが目立つようになってきた。

北浦（1997）が代表となって進められた研究は北海道、東北、北陸地域の降積雪量の年変動を詳細に示し、地域に応じた雪・地震の組み合わせ荷重の考え方を記している。ここでは地域による雪害発生状況の特徴を述べるとともに、過疎化・高齢化の実態に基づく災害弱者対策、アンケート調査によるスキー場の防災対策の進捗状況、高床式住居に関してはコンクリートと木造の混構造を考慮した地震応答の解析、といった具合に耐震工学から計画系まで網羅した研究プロジェクトとして評価出来る<sup>40)</sup>。

地震防災対策を充実させるには当該地域の気象・気候の特性を把握する必要がある。全国各地の自治体が表示被害想定では大まかな季節が記されているケースが殆どで、冬期の18時に地震が発生するシナリオが描かれているのが大半である。気象状況によっては吹き出し量や防寒用具の搬送量が大きく異なることから、改めて地域の気象状況を予め視野に入れる必要がある。その意味では小林（1996）が代表となってまとめた県別の雪害危険度に関する報告は高く評価される。この中では雪崩災害の記述が中心となっているが、この種の災害は地震発生後に二次災害として生じる危険性が極めて高く、地震防災対策を策定する際の参考となる<sup>41)</sup>。

ただ、豪雪地帯に居住していても雪害を認識するのが困難な場合があり、啓発活動に対する期待が高まる。これに関連し、雪崩モニタメントが各地に点在する実態を指摘し、災害の様子や地域住民の災害に対する備え方について記述した報告書も有用となる。和泉・小林（1995）が編集しているが、ここでは各地に足を運び、過去の災害を語り継いでいる<sup>42)</sup>。

一方、居住や各種物品の保管等の観点から建物に対する安全性が課題となり、建築領域からの研究も行われつつある。宮坂・田川（1998）は降積雪量の変動を確率密度関数を用い、体育館の安全性を定量的に評価している。この事例論文では雪の密度（ ）等を考慮した雪荷重のコントロールに関する最適化を試みるとともに、構法、材料にも言及している<sup>43)</sup>。

文献43)を発展させると、雪荷重と地震荷重の組み合わせ荷重が想定事項となる。これに関連し、豪雪地帯での大スパン構造物の屋根雪が問題となることが分かる。石川・田村（2002）は地震荷重について検討し、北陸地方の学校体育館等を対象に、梁間方向の屋根面ブレースにおける水平地震荷重の検討に際して、地震波の伝播特性を解析している<sup>44)</sup>。ここで取り上げられている25の建物が立地するのは北陸地域であり、福井地震や新潟地震が発生していることを受けての解析である。これとは別に、地震がなくても、雪荷重のみによって体育館屋根が被害を受けることがある。

1998年1月15～18日に、山梨県内で鉄筋造の屋内運動場施設が豪雪による被害（屋根の落下等3件）を受け、木造の講堂1棟が倒壊した。被害があった川口湖周辺の積雪深は89cmで、基本地上積雪深の再現期間500年に相当する、と報告している<sup>45)</sup>。『建築物荷重指針・同解説』の5章に示されている基本地上積雪深の100年再現期待値は0.720m、年最大7日増分0.658mで、今回は3日で80cm以上の積雪であることから、文献45)では3日増分の値として、再現期間が5,000年に相当するとしている。近年の温暖化傾向により、激しい気性擾乱に見舞われる機会が増加していることから、年最大7日増分を考慮した防災対策の必要性に言及した示唆に富む報告である。耐雪住宅では柱の仕様、4寸5分角を使用しているが、同文献では想定外の雪荷重により、構造被害が発生する事実を指し示している。



月舘・伊藤・毛呂ら（1998）は三陸はるか沖地震を例に、木造住宅被害の定量化を行っている。この事例研究では柱の太さの違い、地盤種別を因子とし、被害のメカニズム解明を試みている<sup>46)</sup>。また、八戸市の『地域防災計画』の分析と、避難所として使用される小中学校体育館の暖房機器の状況を現地調査している。暖房機器の定期点検、携帯カイロの備蓄、小型自家発電機の導入の必要性を述べている<sup>47)</sup>。

大島・三上ら（1998）は低温環境下での免震装置の機能性に関する研究を実施している。・30 に曝露させたゴムの材料実験を行い、ゴムの剛性が増加する点を指摘したうえで、温度荷重によって免震装置の震動特性は大きく変化しない点を見出した。また、・50 の実験を繰り返し、より安全性の高い免震装置の開発、材料特性を詳細に検討している最中である<sup>48)</sup>。

材料力学の蓄積に基づき、構造工学の発展につながる。この好例として Nakamura et al（1996）は木質構造の模型、ならびに実物大の木造家屋の振動実験を実施している。実験の目的は屋根雪がある時の建物の挙動（応答特性）を定量評価することであり、屋根雪の有無の違いを考慮し、地震応答スペクトルを解析している。雪があることで、応答スペクトルが長周期化すること、積雪量の違いによる建物に伝播する地震波の減衰率を詳細に検討している<sup>49)</sup>。

上部構造とともに、建物を支える基礎構造、地盤に対する視点を持つことも求められる。これに関連し、積雪と地盤の相互関係を考察した研究がある。橋本・木村（2000）は積雪寒冷を考慮した地盤対策工法について、豪雪地帯の自治体の担当者に対してアンケートを実施している。この研究から、雪に対する備えというよりは、宅地地盤防災マニュアルや砂防法の基準に準拠している自治体が多く、凍上対策等についてはあまり考慮されていないことが明らかとなった<sup>50)</sup>。この要因の一つに、雪対策に係る各種講習会が少ないことが挙げられるものと判断し、雪害と地盤災害の関連について考察した。温暖化が進む昨今にあって、年によっては大雪に見舞われ、また、季節を問わずメソスケールで激しい降水現象が観測される機会が増加している。これに伴い、斜面災害が発生していることを指摘し、予防策として迅速な避難行動に直結させるための施策（ビデオによる斜面監視、避難勧告の伝達）を紹介している<sup>51)</sup>。

耐震工学に寄与する研究とともに、人的被害の抑制を目的とした計画系の研究も重要となる。木村・青山は地震防災意識に係るアンケート調査を実施し、各地域に応じた避難計画、災害弱者対策に関する提言を行っている。新潟県<sup>52)</sup>や山形県<sup>53)</sup>の事例を踏まえ、今後は降積雪量の変動に基づく防災対策の検討が求められる。これとは別に、高齢化が進展し、特に新潟県等の豪雪地帯では過疎化が進展していることから、地域保健政策、公衆衛生等の視点を加味した災害弱者対策が期待され<sup>54)</sup>、この分野の研究を一層発展させる立場から、コーホート分析（脚注参照）に基づいた取り組みを視野に入れたい。

以下に述べるように、例えば降積雪期における人身事故発生の頻度をプロットし、相関係数の計算、また、事故被害者の年齢属性を考慮する際には、老年社会学や公衆衛生学、疫学領域で多用されるコーホート研究（個人や集団が時間の経過に伴う変化を分析する手法）と関連が深いことが分かる。事故の統計解析を扱った先行研究では、当該地域の集団（住民）が被る事故発生件数と降積雪量との関係を長期観察によって解析するコーホート分析の手法を用いているが、その大半で、本論文で展開する集団の違いによる事故の性質、同一県内の地域間の比較分析が殆ど試みられていない難点が残っている。

## 2) 雪氷現象を指標としたコーホート分析に基づく防災・事故防止に関する研究

一連の研究レビューから、地震を含めた雪氷災害対策全般を扱った防災研究において、リスクマネジメントの視点が不可欠となることが改めて示された。文献 54) では豪雪地帯の地理的特性を考慮した地震防災対策の考え方を論述し、近年、高齢化が進展している状況に対応した防災計画の在り方を提示した。この過程で、リスクを定量的に評価する指標が必要となってくるが、同文献では積雪期地震の被害

の特徴，緊急対応の留意点を記述したあまり，定性的な分析となった。この経験を踏まえ，定量的な分析に基づくリスク評価の考え方を示した好事例を考察する。

沼野（1993）は新潟県と山形県で発生した降積雪期における人身事故を対象に，過去 30 年以上にわたり，新聞記事に掲載された事故報道を抽出し，気象条件と事故との相関関係を求めている<sup>55)</sup>。この相関関係を基に，人身事故発生頻度を確率論的手法を用いて解析した先行事例も参考となる。

J. F. Rooney, Jr. (1967) は都市域や郊外といった地理的条件を考慮している点で注目される<sup>56)</sup>。これ等の研究成果を発展させ，冬期の気象状況が事故発生予測に有効であるかを検討した例も興味深い。細川・山形・苫米地（1999）は北海道を事例とし，回帰分析による降積雪量と人身事故発生との関係が統計的に有意であることを示すとともに，雪情報の有効的な活用による事故軽減策を視野に入れている<sup>57)</sup>。

こうした一連の研究から，人身事故発生機構をより詳細に検討した例もある。上村（2003）は新潟県を対象に，降積雪量と人身事故発生との相関関係を求めることに加え，事故の形態別，発生した地域ごとに，発生確率を含めた雪害危険度について分析している<sup>58)</sup>。

いずれの研究とも，降積雪期における人身事故発生の頻度をプロットし，相関係数を求めたうえで，当該年次別の傾向を捉えている。さらに，事故被害者の年齢属性を考慮する等，老年社会学や公衆衛生学，疫学領域で注目されているコーホート研究とも関連が深いことが分かる。

### 3) 地盤工学と雪氷工学の視点を有した地震防災に関する研究

コーホート研究を行う前段として，新潟県内の高齢化率や降積雪量等のデータ群の時系列解析と，既往災害の整理が必要となる。青山（1989）は雪崩や着雪，融雪災害を含む雪氷災害の解説に加え，土木構造物を雪害から守るための工法を紹介している<sup>59)</sup>。文献 59) では幅広い分野が集う土木学会誌であり，雪氷現象の細かい記述というよりは寧ろ，雪害が与える社会的影響を論述している。降積雪現象と災害の関係や，雪氷防災対策の変遷を理解する意味で，地盤，特に凍上災害との関連で詳述された論考も参考になる。鈴木牧之の『北越雪譜』を用い，雪国の生活実態，雪害防止技術に言及している<sup>60)</sup>。文献 60) では積雪期に発生する地すべりを取り上げているが，より詳細な研究として，青山・中俣・小川（1984）は新潟県内で発生した積雪期の地すべりを検討している。ここでは最大積雪，融雪量，間隙水圧をパラメータとし，地すべり発生の相関関係を求め，さらに間隙水圧と積雪深・融雪量・降水量（泥岩のスレーキング）・気温の日内変動（地下水や浸透水が凍結融解を繰り返すことで，水の体積の膨張による圧力の変化，地盤応力への負荷の加減による崩積土への影響を考慮）との関係にも触れている<sup>61)</sup>。

地盤工学領域で得られたデータに基づいて鉄道，道路整備計画等が立案，実行される。ただ，近年では少雪傾向のため，内陸部で凍上災害が顕著となっている。凍上被害によっては建物が傾斜する例もあり，この状態で地震に見舞われれば容易に耐力が降伏する危険性がある。小川・亀井・福田・佐々木（1987）は粘性土を用いた凍上発生のメカニズム解明を試みている。粘性土は新潟県内で広く分布していることから，地域に根差した研究と言える。凍上災害は，断熱効果を有する雪が少ないことにより生じ，また，気温の変化が緩慢であることも一因する。詳細な気象観測，含水比等の定点観測による凍上発生に関する調査は防災対策上，有用であり<sup>62)</sup>，土質と気象状況を考慮した研究が活発化することが期待される。

これに関連し，近年では山岳道路が延伸され，冬期においても山中で工事が頻繁に行われ，凍上災害は雪崩とともに深刻な問題となっている。特に道路に面した急峻な斜面にはテールアルメ工法（補強土工法の一つで，コンクリート製パネルを鋼材で横から引っ張ることで垂直に盛土する手法）が施されている箇所が多くなってきた。但し，鋼材を盛土中に埋め込み，土との摩擦力を利用したコンクリートパネルを安定化させる方法であるため，スレーキング（脚注参照）や凍上によってコンクリートパネルの



落下等の事故が懸念されている。東海林・青山・福田（2001）は凍上被害を受けたテールアルメに関連し、現場調査とともに、凍結指数を考慮した施工法の提案を行っている。また、擁壁は永久構造物であることから、土中への水分浸潤を抑える法面の防水工を検討している<sup>63</sup>。一方で道路での凍上災害も懸念事項となっている。近年では少雪傾向に加え、交通確保の観点から車道の除雪が実施され、凍上が発生しやすい条件となっている。青山・東海林（2000）は凍上発生メカニズムを考慮した道路の対策工を模索し、断熱性の高い舗装材の開発や、路床・路盤の補強策を視野に入れた研究を行っている<sup>64</sup>。

凍上災害が発生し、春先に融けると路床・路盤の支持力が弱まり、地震がなくても交通荷重によって道路は大きなダメージとなる。これとは別に、雪崩災害は地震時を含め、一定量以上の降積雪があった場合に発生する危険性があり、各種施設や集落保全が火急の課題となる。この意味では斜面の緑化工法、道路の緑地帯は雪崩災害を軽減させるうえで有用である。この点に着目し、青山（1995）は内外のピオトープを紹介し、雪崩防止施設に応用させるための提言を行い、防災と環境両面から論じている<sup>65</sup>。

このように、積雪寒冷期地震防災対策を推進させるには諸々の要素を考慮することが不可欠であることが分かる。凍上災害については、第4章で展開する2001年1月に塩沢町を震源とする地震の現地調査で、凍上による道路の盛り上がり確認された点に触れる。路床下が砂質土であれば液状化の危険性も否定出来ないだけに、地盤工学領域の研究が重要である。また、雪崩災害は二次災害として地震後に発生しているケースが多く、積雪寒冷期地震防災対策推進においても考慮が必要となる。

## 2.5. 冬期の受診行動、疾病構造を考慮した疫学研究

### 1) 建築計画領域からの疫学研究

ここまでの記述では雪氷工学・地震工学から捉えた積雪寒冷期の地震防災に係る研究事例を扱ったが、この過程を通じ、災害弱者対策の観点から、降積雪量や平均気温等の気象条件が受診行動、各種疾患に罹患するメカニズムを考慮することの必要性が浮き彫りとなった。というのも、本章で扱っている既往研究からも、身体障害者や外国人の防災対策対策に触れたものが多いこと、高齢者を含め、地域住民が降積雪量に影響を受け、日常生活面で大きな問題となっていること、健康管理を目的とした疫学研究は防災と密接に関係するものの、両者での連携が取られていないこと、以上の点から、季節性を考慮した生気象学、疫学研究を扱うことは防災対策上、極めて意義深い。

ここでは以下の論文について詳しく考察し、これを踏まえ、他の研究事例を取り上げ、疫学研究と防災研究の関連性、それ等の成果と本研究との関係性について展開する。

谷口汎邦，無漏田芳信：医療環境資源からみた都市類型と類型間判別要因について・都市における医療施設整備標準に関する基礎的研究（その1）・日本建築学会論文報告集・第303号・pp.93・102・1981年5月。

#### 【要約】

全国都市を対象に医療環境資源からみた都市の位置を明らかにし、都市の既存施設量に対し相対的評価を与え、都市の地域的実情に合った医療施設整備の目標値を設定する際の、基礎的条件を確立することを目的としたものである。この中では、社会・経済的な都市関係指標と、医療施設整備特性を表す医療関係都市指標を基に、都市の相対的關係を位置付けるために、主成分分析を行っている。主成分分析を基に、クラスター分析による都市の類型化を行い、医療環境資源からみた都市の全体像を明らかにし、さらに都市類型間の判別要因を探ることで都市類型の有効性を確認している。

事例論文では都市の中での医療施設整備を前面に出していることから、医院数、病床規模、医療関係者の割合等を詳細に検討するとともに、人口、産業規模といったデータを盛り込み、各地域に応じた医療環境の構築に向けた提言を、56の説明変数による数量化Ⅱ類、主成分分析に基づいて行っている。

### 【事例論文に対する批評】

都市規模、産業の実態、人口動態、医療環境を要素として捉え、都市の類型化を試みる手法は医療整備を進めるうえで示唆を与えるが、気象条件を加味していないのは難が残る。特に豪雪地帯（1962年に制定された豪雪地帯対策特別措置法で指定された地域で、過去30年間の累年平均積雪積算値が5,000cm・日以上地域が当該自治体の2/3以上等である道府県、または市町村）では医療環境面でハンデとなり、今でも冬期の無医村が存在する（例えば、新潟地震の震源地として知られる粟島浦村では5月～10月のみ、村上総合病院から医師が派遣され、冬期はファックス等を用いた遠隔診断、指示送りの状態である）。

気象条件とともに、通常、都市構造を把握する際、人口密度が指標になるが、事例論文を含め、1万人当たりの医師数や病床数として取り扱われる。しかしながら、自治体によっては面積が大きく異なり、例えば新潟市は約200km<sup>2</sup>であるのに対し、糸魚川市は600km<sup>2</sup>を超えている。この状況から、医院や医師数等を居住地面積で除した密度で表現する方が、その地域の実情を反映出来る。

これとは別に、精神科クリニック、伝染病床、結核病床等のデータを盛り込むのなら、各自治体で集計している生活習慣病、悪性新生物等のデータを加味し、疾病構造と医療環境との相関関係にまで踏み込む必要がある。静岡県を例に考えた場合、悪性新生物が他県と比較して少ないことは公衆衛生雑誌、日本癌学会等で大きくクローズアップされている。青森県等は南国と比較して高血圧の罹患率が高いことが統計的に示されている。都市の類型化を考察する場合、背景にある疾病構造が重要となる。疾病構造を探るには厚生労働省が編纂する『患者調査』、都道府県がまとめる医務統計が参考になる。

### 【事例論文に基づく考察】

谷口、無漏田らは都市の類型化、ならびにカテゴリー別の各地域における医療環境整備に関する知見をまとめる一方、一般病院の類型化を、アンケート調査を取り入れながら試みている。外来数等を指標にしているが、外来数を見る際、気象状況との相関関係について考慮し、例えば期別平均の概念があるように、季節変動や来院患者の年齢構成等を重み付けする工夫が必要ではないかと考える。

東京大学総合文化研究科広域システム科学専攻の1996年度の博士論文「選挙の地理的分析について」（高木彰彦 著）では、地域によって投票率にばらつきがあり、この要因を調査したものである。時事通信社では中央調査という関係会社に委託して大規模な選挙意識調査（対象者は約13万人）を行い、NHK放送文化研究所では国民生活時間調査（対象者は約5万人）と併行し、選挙意識調査（同10万人）を実施している。時事通信では政治・社会情勢、NHKは国民のライフスタイルから選挙（投票）行動を分析する。小林良彰 慶應大学教授（計量政治学）はアナウンスメント効果から分析を試みる。

広域システム科学専攻の博士論文では人文地理学の視点に立脚し、地域の風土、当該地域特有のコミュニティ意識が投票行動に影響していると仮説を立て、論を進めている。一般的な選挙意識分析と異なり、コミュニティ意識を考慮している点で新鮮である。ただ、選挙は微妙な問題であるため、回答者が真実を述べるとは限らず、心理学的なラ・ポール等を取り入れ、より説得力を持たせる必要がある。

気象条件から捉えた投票行動と気象因子による外来数を同列に論じることは一見、関係ない印象を与えるが、毎回の投票率は投票日の気象状況に影響され、降水に伴い投票率が低下し、これは特に無党派層で顕著である。気象業務の一部規制緩和により、1994年より予報の一部が自由化され、民間の気象会社が相次いで設立されている。選挙対策本部長はクライアントとして気象情報に関心を注ぎ、気象によ

る影響をなるべく受けないよう、選挙戦で候補者が述べる言動にも気を使う構図となっている。このように、患者の受診行動といった行動様式を把握するには気象状況も大きく関係することを意味する。

谷口汎邦，無漏田芳信：都市類型における医療施設整備状況の相対的評価について・都市における医療施設整備標準に関する基礎的研究(その2)・日本建築学会論文報告集・第309号・pp.148・156・1981年11月。

### 【要約】

「その1」で医療環境整備目標の概要について、都市類型間による整備の進め方で、主成分分析を用いて提言しているのに対し、「その2」では医療需要(医師数、一般病床数、病院・診療所の医師・一般病床に関する構成比、施設の空間的密度)に焦点を当て、都市類型間に見られる整備の特徴、人口規模当たりの医療施設環境整備目標を論述している。

「その1」と「その2」を通じて、都市類型間による医療環境整備に係る特徴は、各パターンで異なるが、医療の充実という観点で捉える場合、主成分分析の結果から、人口規模に応じた医療供給量が適切な指標となることを述べている。

### 【事例論文に対する批評】

谷口・無漏田が展開した医療環境整備に係る一連の研究を、「その1」と「その2」に集約して、人口規模に応じた医療環境整備目標の考え方を示した点で、評価される。ただ、1980年代初頭には既に高齢化が進展し始め、大都市への一極集中化が社会問題として認識されるようになった時期と重なる。その意味では、高齢化や当該地域が抱える疾病構造を考慮した医療環境整備・医療供給の適切な進め方について、何らかの考察が望まれた。

疾病構造を考慮するには当該地域の自然環境や地域コミュニティの概要も視野に入れ、医療供給の適正化(optimization)を図ることが前提となる。自然環境については、当該地域の気象状況が重要なカギとなる。例えば、冬期に降水が少なく、乾燥している場合、インフルエンザウィルスの活動を活発化させる(口腔付近を冷気から守り、鼻口腔部をマスク装着により25前後に保てばウィルスの増殖が抑制)。一方、夏期に降水が多いとアデノウイルス等、夏風邪の起炎菌の繁殖を高める結果となる。

また、日照時間の相違によっても骨粗鬆症罹患に大きく影響すると言われている。これに関連し、茨城県大田村で実施されている住民向けの運動プログラムの導入によって、生活習慣病や骨粗鬆症の罹患を減少させる効果が確認され、現在、医療関係者・保健担当者間で注目されている。ただ、近年では日焼けによる光老化への懸念から、日傘を使用したり、外出を控える傾向にあり、住民の意識やライフスタイルを考慮した罹患モデルの構築が必要となる。

このように、医療需要予測を視野に入れる場合、当該地域の自然・社会環境を考慮しなくてはならないが、これとは別に、人口規模当たりでの医療供給パターンに関して一律に、10万人当たりの医師数・病床数と輪切りにすることへの疑問も出ている。これは当該地域の人口規模の相違に起因するもので、人口が少なければ医師や病床数の変動が僅かでも、相対密度で表現するので値が大きく異なる。通常、医療関連指標では10万人当たりの医師数・一般病床数として使われる。これは疾病の罹患でも同様で、粗罹患率と称する。こうした状況から、地域医療指標として使うには人口千人当たりで捉えた方が分かりやすい。これは特に、地方の町村部では人口が1万人以下の自治体が多いことを考慮したものである。

### 【事例論文に基づく考察】

「その1」では都市類型間における医療環境整備の特徴を、「その2」では医療供給に焦点を当て、医療施設の整備水準に関する提言を行っている。この研究成果をより発展させると、高齢化率や疾病構

造，気象因子と疾病発生のメカニズムを探る生気象学の知見を盛り込んだ研究への応用が可能となる。

谷口・無漏田の2篇の論文では都市類型間の適正な医療環境整備水準を求めることに力点を置き，特に人口規模に応じた医療供給の相対評価を試みている。これに関連し，近年，疫学関係者の間で注目されている疾病地図作成に関する研究では，地域別の疾病データを用いた統計的解析が行われ，人口に応じた重み付け，Bayesian モデルによる罹患モデルの開発が試みられている。特に大小異なる人口規模を擁する自治体を一括して分析する際，地域別に年齢属性や人口規模を考慮した調整が不可欠となり，丹後（1999）は年齢調整死亡率の概念を応用し，人口規模別の罹患率の求め方を紹介している<sup>66</sup>）。

社会指標と疾病構造を考慮したモデルの開発によって健康増進策を効率的に導入出来るようになるが，一方で季節と疾病発生の因果関係を考慮し，積雪寒冷期の防災計画に生かすことが可能となる。Khaw（1995）は外気温と冠動脈疾患（脚注を参照），脳卒中死との相関性を分析している。これ等の疾患で米国を例にすると，死亡頻度は摂氏 25～27 が一番低かった<sup>67</sup>）。Pan・Li（1995）は台湾での疫学調査に基づき，冠動脈疾患死で 26～29，脳卒中死は 27～29 が死亡リスクが最も低いと報告している<sup>68</sup>）。

このことは冬期では心疾患，脳血管障害が増加することを意味している。一般に外気温が摂氏 18 を下回ると呼吸器系疾患を含めた死亡率が上昇すると言われている。これに関連し，Eurowinter Groupe（1997）は気温が 1 低下することでの死亡率の増加割合を分析している。これによると温暖地方の方が寒冷環境に弱い結果となっている。例として，アテネ 2.15%，フィンランド南部 0.25%である<sup>69</sup>）。ただ，高齢化等の人口構造特性の考慮が十分とは言えない。生体防御としての寒冷馴化があっても，新潟県は全国平均と比較して高齢化率が高く，2001年10月現在，新潟県平均で 21.9%となっており，地震が多発している十日町市や津南町では全人口に占める 65 歳以上の人の割合は 3 割前後となっている。

心疾患や脳血管障害罹患と気温との間には相関が認められることは明白であるが，気温の要素に湿度を加味して死亡率の増減に及ぼす影響を解析した研究もある。Honda・Ono・Uchiyama（2000）は気温と死亡率の関係が V 字型（低温でも高温でも死亡率が高くなる現象）に着目し，この交絡因子である湿度を考慮した場合の死亡率の変化を定量的に評価したものである。都道府県別の人口動態データや生命表を用い，過去 30 年近くのデータを分析した結果，湿度を交絡因子として評価出来るまでには至らないと結論付けている<sup>70</sup>）。この背景として，湿度が疾病発生に影響するケースとして，インフルエンザ感染，アデノウィルス等を起炎菌とする夏風邪，神経痛等であり，今日の医療水準から見ると致死的な疾患でないことが考えられる。

気象因子と疾病構造の関係を考慮することで，日常的な健康政策に反映出来るが，これに加え，災害が発生した場合の罹患モデル開発も必要となる。Ogasawara・Tsuji・Shiono and Hisamichi（2000）は兵庫県南部地震前後の神戸市や芦屋市の急性心筋梗塞の発生推移について分析し，地震発生後約 3 ヶ月間に発生のピークが見られたことを報告し，災害によるストレスによるものである可能性がある点に言及している<sup>71</sup>）。文献 71）ではストレスが生体に与える影響を詳細に検討しているわけではないが，一方ではストレス状態を定量的に分析することも可能である。久保田・室崎（2000）は，広島県の防災センターの夜間避難訓練を通じ，被験者（訓練参加者）の心理的な不安感が，自律神経系の測定によって説明出来ることを明らかにしている<sup>72</sup>）。通常は生理学や免疫学関連の学術誌で取り上げられるテーマを，防災関係者が参画する日本建築学会で報告されたこと自体，有意義である。

このように，谷口・無漏田らの研究は社会的に意義深いものであり，医療環境整備に寄与するため，多様な問題意識を異なった分析法で展開出来る可能性を指し示した点で，大いに評価される。

以上、患者属性調査に基づき、建築計画領域の立場で論述された疫学研究例を取り上げたが、公衆衛生、環境医学を含めた社会医学（ある集団の健康状態を定量評価し、健康増進策に生かしたり、予防医学と密接に関係する分野）からのアプローチも、災害時の健康管理を推進するうえで非常に参考となる。

## 2) 疫学調査結果を踏まえた医療施設計画

谷口・無漏田らの一連の論文から、患者属性に基づく医療機関の役割を視野に入れることの重要性が指し示された点で評価されるが、医療体制の充実のためには、医療施設の配置計画に関する調査研究が必要となる。これは防災対策上、重要な案件となり、医療施設計画の最適化の観点からも、疫学調査に基づく医療施設計画を含めた政策論的研究を、本論文で考察すべき事項と位置付けられる。

筧・菅野・工藤（1981）は医療施設そのものの役割を論じることで、医療機関の最適な配置計画に踏み込んだ研究を展開している<sup>73)</sup>。この論文では、宮城県内を対象に医療機関間の役割分担について、患者の転院の実態調査から分析を行っている。結果としては、医療機関の少ない周縁部の住民、また、医療施設の密度が高くても、入院や手術を伴うような慢性疾患、悪性新生物、精神疾患等で転院率が高いことを示している。

こうした現象は医療社会学等では通説となっているが、実際には各地域間・疾病間によってばらつきがあり、現在では医療施設情報が流通していること、さらには感染症や特定難病等で、プライバシーの観点から遠隔地の医療機関への受診を余儀なくされる事情があることを鑑みると、地域住民の属性と疾病構造に基づく調査を踏まえた医療施設計画が不可欠であることを示唆している。

筧・菅野・工藤の論文から、多様化する医療ニーズが浮き彫りとなっているが、これを発展させると、広域圏における受診行動に帰結することが分かる。筧・菅野（1976）は宮城県を対象に、受診行動の広がりから捉えた医療機関の位置付けを評価している<sup>74)</sup>。

ここでは医療圏域構成について、地域別に見た住民の医療機関別（種類別）に捉えた利用先の動向調査に基づいて、分析している。結果として、県の中心を含む広域圏では、医療施設における依存的な利用が多く、周辺自治体では中心的な医療機関（地域中核病院）の利便性を高め、患者に対するサポートが必要であることを指摘している。この医療圏域構成の分析を踏まえ、患者が利用する医療施設の特徴、若しくはその要因を詳細に解析することで、医療施設の配置計画の最適化が図られる。文献<sup>74)</sup>の続報として、筧・菅野（1976）は受診行動に及ぼす因子を回帰分析によって解析している<sup>75)</sup>。同様に、宮城県を対象として、自足率と依存率の指標から検討を加えている。地域中核病院が立地し、医療機関の密度が高い都市部ではその都市圏内での利用が多い反面、周縁部では都市部の医療機関を受診する傾向があることを述べている。こうした事象は経験的には知られているが、著者らは統計解析に基づき、医療機関の密度の集積性に相関して自足率が高まるものの、閾値を超えると自足率の伸びが鈍化すること、周縁部では距離に応じて依存率が高まること、以上の点を結論付けている。しかしながら、疾患別や当該疾患の重症度によっても受診先が変更することから、『患者調査』等の統計資料に基づく評価の必然性を示唆した点で、有用な業績であり、例えば災害医療体制の構築に資する重要な研究として意義深いものである。

上記までの医療圏構成に係る研究を発展させると、高齢者の受診行動に特化した研究に話がつながる。筧らの一連の研究が実施された時期は高齢化が進展する以前の研究であったことから、研究実施当時は着目されなかった。人口動態統計から1970年には全人口に占める65歳以上の人の割合が7%を超え、国連が定義する「高齢化社会」、1994年には同14%に達し、「高齢社会」の範疇に入り、高齢化問題が益々、現実味を帯びてきている。これは本論の1章でも指摘したように、災害時には被害の拡大要因と

なり得ることから、災害弱者対策の観点においても、既往研究の整理が必須となる。

菅野・寛・本間（1990）は仙台市における高齢者の生活実態調査について、アンケート留置調査（アンケートのお願い文を置き、後日、調査員が直接聴取するが、原則として回答者に記載してもらう方法）を採用している<sup>76)</sup>。

調査対象者の抽出法は、住民基本台帳から65歳以上の高齢者を対象とし、そこから無作為に抽出した2,800余名に対して調査を行った。回収率は9割を超え、統計的にも偏りが少なく、信頼性が高い。この種の社会調査では通常、5～6割程度、総理府やマスコミ機関が実施する世論調査では7割前後である状況から比較すると、極めて高い回収率である。選挙情勢調査を初めとする各種調査では宮城県全体の回収率は平均して8割を超え、また、年齢属性別に見た回収では高齢者の調査拒否が少ないこと、近年多用されている電話調査と異なり、調査の趣旨が伝わりやすく、理解が得られたこと等、今後のアンケート調査法にも一石を投じた貴重な論文と言える。この論文では高齢者を6つの類型に分類し、「自立・独居」「自立・夫婦」「自立・三世代」「自立・その他」「準自立」「要援護」の分類間での生活実態、さらには性別の分析を行っている。自立群では前期高齢者（65～74歳）に多く、医療機関への依存度が低い傾向にある反面、準自立・要援護（介護）群では通院中、若しくは閉じこもり中心の生活様式となっていることを指摘している。経験則では知られた事象であるが、回収数が2,500を超え、クロス分析を行っても精度が保たれること、地域住民の生活様式の把握は災害時の要員派遣に際して有効に作用すること等から、各地におけるさらなる調査研究が活発化することが期待されることを物語っている。

文献76)ではアンケート調査に基づいての医療サービスに対するニーズを探ったものであり、同時に高齢者の置かれた状況の縮図として、福祉体制や緊急時の人員配置計画に示唆を与えている。これに対し、寛・菅野・本間・湯田・三嶋（1985）は秋田県を例とした入院患者の動向から、老人医療施設の需給構造を評価する試みを行っている<sup>77)</sup>。文献77)では秋田県全域を対象に、医療施設の機能評価を視野に入れた分析を行っているが、この場合、県域圏・広域圏・準広域圏・地域圏・自治体圏に分類することの妥当性を指摘するとともに、通常の高齢者医療（日常診療）においては地域内での充足が見られる反面、脳血管障害等の重篤な臨床症状では県や地域の中核的な医療機関を利用する傾向にあり、秋田県内で見た場合、各地域とも、専門的な医療機関とその機能評価（確定診断・外科的治療・脱落症状防止リハビリ・社会復帰リハビリ）において、充足されていることを指摘している。一方で診療所・一般病院・総合病院を含む専門的な医療機関間での連携が必要であり、転院が円滑に行われているものの、後期高齢者（75歳以上）で脳梗塞に罹患したケースの中には診療所のみで、その後の積極的な治療を受けない例もあり、啓発を含む医療体制の問題が存在していることにも言及している。

高齢化社会の進展に伴い、医療費の高騰が問題となる中、防災対策上、特に長期入院に対する課題がクローズアップされる。これは本論文の7章で詳述するように、2001年6月23日に発生したペルー南部（Atico）地震時には新生児が震動により、医療用チューブが外れたことによる呼吸障害に伴う犠牲、2003年7月26日に発生した宮城県北部地震では町立鹿島台病院で患者の避難に際し、寝たきりの患者が地震発生から20分程度、ベッド上に留め置かれた状況（犠牲者なし）等、震災時に大きな課題となった。このことから、平均在院日数の実態調査の必要性が高まっている。金・鄭・祖父江・梨本・鈴木・柳澤（1994）は日韓中の平均在院日数の比較検討を行い（1985～1991年）、診療科別に、収入、病院規模等との相関関係を求めている<sup>78)</sup>。日本の入院期間が他国と比較して長期にわたること、内科系で長期に及ぶ傾向にあることを指摘している。現在の日本では、入院期間の短縮化が医療現場で進められているものの、生活習慣病が増加傾向にある中、災害時を想定した場合、平時からの健康管理に資する啓発活動が重要となることを示唆している。

疫学調査に基づく医療施設計画に関する一連の研究ではこの他にも、病院デザインの評価に焦点を当てたものが目立ち、小松・鈴木・加藤・谷口・柳澤(1995)は医療施設の使用開始後評価(POE:Post Occupancy Evaluation)等、使用者(患者や家族)の意識から、医療施設の建築計画に関する考察を加えている<sup>79)</sup>。一見、災害医療と関係しないが、2001年6月のペルー南部地震で病院被害調査を実施したところ、室内の壁の色、照明が暗く、闘病意欲を減退させかねない状況であった。また、室内の照度が不足すると医療器具の取り扱い等の問題もあることから、柳澤らの提唱した指標が注目される所以である。

### 3) 公衆衛生域からの疫学研究

建築領域での医学研究は建築計画や医療施設の最適配置を進めるための性格を有している。これに対し、医学領域で行われる公衆衛生研究は予防医学政策の推進や臨床成績を向上させることを目的とし、そのための資料を得ることにある。ただ、臨床や健康増進策に供される医学資料も使用法によっては災害時の被害拡大防止、被災者の健康保持に寄与する。

清水悟：喘息発作受診の季節集中性と環境諸因子の関連・トレンド増加率の影響評価・統計数理・第45巻 第2号・pp.343-357・1997。

#### 【要約】

横浜市夜間急病センターを受診した週別喘息発作患者数と気象因子(気圧、気温、水蒸気圧、湿度および風速)と、汚染質因子( $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、およびSPM)との関係を検討し、次のような結論を得た。

喘息発作受診数、および汚染質因子のトレンド相互の比較では、喘息発作受診数は9月~10月に大きなピークを、5月~6月に小さなピークを示すが、気象因子、および汚染質因子とのピークとは一致しなかった。しかしながら気温、水蒸気圧、および湿度とは正の相関、汚染質因子とは負の相関を示した。

喘息発作受診数のトレンドと、気象因子と汚染質因子双方のトレンドの増加比を比較すると、喘息発作受診数のピークと風速を除いた気象因子、汚染質因子の増加率が強い相関を示した。また、喘息発作受診数と汚染質因子の増加率のピークが一致した。

重回帰分析で喘息発作に影響を及ぼす環境因子として考えられる4変数を選ぶと、 $\text{NO}$ とSPMの増加率、水蒸気圧、および風速の増加率の組み合わせが最も良いことが分かった。

#### 【事例論文に対する批評】

従来から、アレルギー疾患では気象状況との相関関係が言われ、精力的に研究されてきた。清水の研究も各種環境因子が受診数に及ぼす影響を詳細に分析している点では高く評価されるが、ここで扱われているデータは救急外来を対象としたものであり、患者の受診行動を端的に表した医療行動とは性質が異なる点に注意する必要がある。また、降水量や降積雪量に対する視点が含まれず、改めて積雪寒冷期をキーワードとした疫学研究が社会的に要請される場所である。一方で、特定疾患に対する疫学的な分析事例としては貴重な研究例であり、統計解析を詳細に行っている点で参考になるが、患者の属性、例えば年齢や性別ごとの検討がなされる必要がある。事例論文では長期にわたる追跡調査による解析を行い、人口規模が大きい横浜市内の患者数を対象としていることから、属性ごとに細分化しても統計的に有意な結果が得られる。

本論文で執筆する受診行動と降積雪量との因果関係に係る多変量解析では、全診療科を対象としたものであり、同じ特別豪雪地帯でも地域ごとの特徴を考察しようと試みる。患者の基本属性、疾患別の分析は7章で行い、本章では冬期の気象状況が受診行動に与える影響を評価する基本的な考え方に力点を



置いている。なお、喘息患者を例とした地域特性を明らかにした研究もあり<sup>80)</sup>、参考としたい。

#### 【事例論文に基づく考察】

清水らの研究事例や文献<sup>80)</sup>に示される研究手法は統計学的には「季節調整法」の範疇で分類される。統計学の教科書や各種原著論文では経済時系列分析で適用されているが、コンピュータのハード技術の著しい進展、SAS や SPSS 等の各種統計パッケージの性能向上、さらには並列計算機の登場でギガバイトのデータを迅速に演算出来るようになり、結果として統計解析に関する研究が活発化している。

従来は経済時系列で多用されていたが、近年では医学統計学で「季節調整法」を適用した解析が行われるようになってきた。疾患、受診行動は諸々の要素に支配されることから、非線形であり、ベイズ統計学の発展によって「季節調整法」のモデルが多数、提案されている。「季節調整法」のモデル適用の留意点を解説したり<sup>81)</sup>、月別のポリオ患者の推移をフーリエ解析等を駆使して検討した例<sup>82)</sup>もある。

季節変動が人々の行動や健康に与える影響を詳細に分析し、相関関係を求めるだけではなく、季節成分やトレンド成分を細かく吟味し、中には赤池の情報理論を用いる例も散見される。季節と人々の行動や健康状態への影響といった具合に、単純に関係付けることは出来ないが、モデル改良の際、冬期の各種気象状況、例えば気温を単に示すのではなく、その時の風速を併せて表示し、体感温度で捉える必要性があることを、清水に代表される疫学研究は物語っている。

#### 4) 地域の疾病構造を考慮した防災対策に関連した研究

ここまでの先行研究レビューから、地域が抱える自然環境や社会的情勢を踏まえた災害弱者体策が不可欠となることが分かる。自然環境から捉えた分析としては、気温や降水量等の気象条件が疾病罹患に及ぼす影響を探った研究が挙げられ、生気象学や疫学領域で活発に行われている。一方、社会的情勢を考慮する場合、高齢化率や検診受診率、食習慣と疾病の関係を扱い、公衆衛生や栄養学の領域で議論されている。しかしながら、これ等の成果を踏まえた災害弱者対策、若しくは応用可能な研究事例は少ないのが現実である。そんな中、特に今後の健康政策、医療体制構築のための基礎的資料となり得る研究が近年、散見されるようになってきた。具体的には患者需要予測に焦点を当てたものであり、地域の人口規模や高齢化率、基礎疾患等のデータを用いて、ある特定の疾患発生の動向、診療科別の予測に大きく貢献している。これ等のデータを基に、災害時の患者発生状況（精度を高めれば負傷形態の予測が可能）を推定し、当該医療機関での治療関連消耗品（水や医薬品、輸血用血液等）の適正な備蓄に寄与する。その意味では昨今言われている「患者マーケット」という概念の導入が必要となる。

医療機関の立地条件や当該診療科の有無、立地する地点の生活圏（行動半径等）、住民の収入や自動車に代表される移動用の耐久消費財の有無、公的交通機関の整備状況等を加味し、検討を行うのが前提となるが、その前段階として柳澤（1977）は、当該地域の各種社会指標を扱っている統計要覧や住民へのヒアリング等に基づく医療需要の把握を試みている<sup>83)</sup>。周知のように、柳澤は病院アメニティーや医療機関のサービスの質を重視した日常的な医療の場の創造を提唱している。

医療機関は公共性の高い施設として、その配置計画にも細心の注意が払われる。谷村（1982）は利用者の移動距離を指標として、受診行動が変動するものと仮定し、地域住民にとって移動距離が最小になるよう、配置計画の最適化を試みている<sup>84)</sup>。

ここまでの流れは患者の選好による医療需要予測であるが、現在では本態性高血圧や 2 型糖尿病（脚注参照）の増加による生活習慣病の増加、近年の医療技術の進歩による疾患の慢性化、この慢性疾患の悪化に伴う心筋梗塞や脳血管障害のリスクが高まり、当該地域の疾病構造を考慮した医療需要予測が不可欠となる。これは災害時に懸念されるクラッシュ症候群（挫滅症候群、四肢部圧迫に伴い腎臓から産



生され毒性物質による容態の急変)に併発する腎不全状態と関連し、透析医療の需要を増大させることになる。腎不全は高血圧や糖尿病の悪化によっても引き起こされる可能性があり、生活習慣の改善で災害時を含めた医療の需給構造の逼迫を回避することが可能となる。その意味で、高瀬・山田(2003)が実施した診療科目別の医療需要予測システムの開発は公衆衛生上、注目される。研究手法は疫学研究で多用される『患者調査』と『受療行動調査』(いずれも厚生労働省)等の公開統計データを基に、当該地域の人口動態や高齢化率の指標を基に計算している。診療科別の患者数予測では一定の精度が保たれ、簡便に行える予測システムとして注目される。ただ、入院患者に限った分析であり、災害時に懸念される外来数については言及されず、今後の研究が期待される<sup>85)</sup>。

以上のレビューから、医療需要予測の先行研究では、従来は入院患者や長期療養者の選好意識を探る研究が多かったが、これは利用者のニーズ、特にアメニティーを考慮したものであることが分かる。これ等の議論を発展させると、平時の医療体制に加え、災害医療の視点が不可欠となる。我が国では毎年のように災害が多発し、救急車の利用が頻回にあることから、緊急時を想定した医療需要予測を行うことが課題となる。その前提として、既往災害に見る医療活動、受診者の負傷状況を整理する必要がある。

## 2.6. 災害医療体制構築に関連する研究

### 1) 事例に基づく災害医学研究

積雪寒冷期地震防災を含めた一般災害対策の中で重要な位置を占める医療対応に関連して、災害医療体制の構築が懸案事項となる。災害に対処し、迅速な復旧戦略を考える場合、複数の医療機関を一括対象とした支援機能を有する「災害拠点病院」の重要性がクローズアップされ、2003年6月現在、全国で536の医療機関が指定されている。ここでその定義を詳細に明示する。

1996年5月10日付厚生省健康政策局長通達を要約すると次のようになる。「災害拠点病院」の運営方針において、公的医療機関が担うことを前提として、

- 24時間緊急対応が可能
- 災害ヘリによる患者、医療物資のピストン輸送が可能
- 消防機関と連携した医療救護班の派遣
- ヘリ同乗医師の派遣

を重要視する一方、施設および設備面では、

- 救急診療部門の設置
- 同時多発患者初療のスペース
- 簡易ベッド等の備蓄
- 耐震構造
- ライフライン維持機能、災害医療に係る研修、ならびに研修室の確保

を掲げ、さらに具体的な設備として、

- 広域災害・救急医療情報システムの端末
- 多発外傷、挫滅症候群、広範囲熱傷等の治療に必要な診療設備
- 自己完結型の救護が可能(応急用医療資器材、テント、医薬品、発電機、飲料水等を車輻に搭載し、診療所開設、巡回診療の実施)
- トリアージ・タッグの装備

の必要性を指摘し、災害ヘリポート、若しくは近隣地での離発着が可能であることを目標としている。これ等の項目は季節を問わず重要視されているが、冬期の災害を考慮した防寒具、暖房機器、冬用テント、携帯カイロ等の備蓄については局長通達、災害医療体制に関する調査研究報告で言及されることが殆どないことが分かった。

一方、火山災害や水害等、日本救急医学会、日本集団災害医学会での蓄積は膨大であることから、ここでは積雪の有無を問わずに冬期に発生した地震に限定し、災害医学に関連する論考をレビューする。先ず、書籍群として、武下・小林・奥秋・相川（1996）は、外科医、麻酔科医の立場から、クラッシュ症候群患者の診療実態、ライフラインが途絶えた中での水や非常電源確保の奮闘記、社会保険病院等のチェーンとなっている医療機関とそうでない施設との比較を通じ、必要な医療用具一式の入手に濃淡が見られ、大型貯水槽の整備（通常は 10t、2003 年 7 月の宮城県北部地震の現地調査では町立鹿島台病院には 40t）と非常電源のバックアップ（予備の電源装置を複数備蓄）の必要性を強調している<sup>86)</sup>。

坪井・大塚（1996）は地震、火山、風水害等の自然災害から化学災害、大規模災害別の対応の流れをビジュアルに解説し、災害が発生した場合の迅速な措置が講じられるよう、要点をかい摘まんで記述している。また、我が国の国際協力の在り方や、災害の種類や規模によっては救急医だけではなく、感染症専門医等の内科系臨床医との協力、看護師や保健師、病院職員との円滑な連携に結び付けるための日頃からの医療従事者間・他機関の関係者との信頼関係の構築、防災訓練の実施を提言している<sup>87)</sup>。

吉岡・田中・松岡・中村（2000）は兵庫県南部地震を教訓に、医師に対する災害医療体制の理念を含む災害時を想定した臨床研修、防災訓練の実施、各自治体が策定する地域防災計画の中での医療体制に係る項目の再検討（災害拠点病院の整備拡充、医療関係者を対象とした図上訓練の実施、医療機関ごとのトリアージ等の講習会等）、既往災害で得られた教訓だけではなく、各都道府県の災害拠点病院を網羅し、医療機関情報が掲載されているので情報源としても利用出来る<sup>88)</sup>。

医歯薬出版では戦後間もない時期に創刊された「医学のあゆみ」において、2002 年 3 月に災害医療体制に関する特集号が刊行された<sup>89)</sup>。現在では週刊化し、通常は分子生物学や、治療法を含め、臨床で得られた新しい知見を掲載している。臨床医、研究者のための学術雑誌の性格を濃くしているが、兵庫県南部地震、三宅島での長期にわたる噴火災害等、今なお、地域住民に及ぼす影響が深刻で、大きな後遺症を残していることに鑑み、特集が組まれた。ここではトリアージの実施法や被災者やボランティア、医療従事者の心のケア、医療機関同士、若しくは行政や民間機関との連携策についてまとめられている。

一連の災害医学に係る整理を通じ、災害医学教育、消防職員の声あまり取り上げられていないこと、また、積雪寒冷期について殆ど言及されていないことに気付く。へるす出版から発行されている「救急医学」（月刊）では震災や化学災害、事故発生時の医療体制に関する小特集が随時組まれるが、2002 年 2 月号<sup>90)</sup>では長期に及ぶ火山噴火、鳥取県西武地震等の自然災害に加え、一堂に多人数が会する FIFA ワールドカップ等のイベントも扱われ、相応の負傷発生を予測しての救急医療活動が紹介されている。

さらに、長野冬季オリンピックの事例が取り上げられ、1,275,529 名の参加・観戦者のうち、5,968 名が負傷・体調の不具合を訴え、呼吸器系 3,230 名、消化器系 737 名、神経・感覚器系 270 名と報告されている<sup>91)</sup>。ここで疑問に感じる点として、寒冷環境に伴う高血圧による受診の扱いについて触れていないことである。例えば、新潟県福祉保健部が毎年まとめている「福祉保健年報」の 2000 年度の値で、10 万人当たりの心疾患死亡数で海岸部に位置し、冬期の平均気温がさほど低くない新潟圏で 103.7 に対し、地震多発地帯で新潟圏よりも平均気温で約 2～3 低い十日町圏で 147.9、上越圏で 144.9、同様に脳血管疾患死亡数で新潟圏 105.7 に対し、十日町圏で 193.3、上越圏で 144.4 である。高血圧に伴い心臓への負担が増大し、血管が過度に収縮するため、脳血管障害を来たすリスクが高まる。血管は寒冷環境

に曝露されて収縮を起こすので、健常者でも血圧は上昇する。R. Mitchell・D. Blane・M. Bertley (2002) はイギリスの被験者を例に、寒冷環境と住居環境による高血圧のリスクを解析し、寒冷と住居の形態や気密性によって高血圧に罹患する危険性を定量的に求めている<sup>92)</sup>。寒冷環境と心疾患、脳血管障害との関係については数多く報告されているが、これ等の原因となる基礎疾患としての高血圧に関する検討は今後の災害医療や大規模なイベントで臨時に設けられる医療救護所内の環境改善に寄与する。

さらに特集号では、ノルウェーのトロムソ大学(首都オスロから北上し、リレハンメル、トロンハイムよりもさらに北方に位置する)での災害医学教育を紹介している。報告によると、冬期の海難救助体験訓練等を取り入れ、実践的な教育が行われている<sup>93)</sup>。ノルウェーの災害事例や、救急搬送法が講義されている。我が国の豪雪地帯に位置する医科大学、若しくは医学部での卒前教育、カリキュラムの関係で困難な場合は初期研修段階で希望者を募集して複数の大学合同での講習が期待される場所である。

## 2) 被災者のケアに関する研究

これまでの一連の検討から、災害医療体制の構築が課題となることが分かる。災害拠点病院の整備は国レベルでの政策として位置付けられているが、搬送された患者のケアも重要となることは兵庫県南部地震の事例からも明白である。震災後、半年から1年経った時期を境に、単身者のアルコール依存や独居高齢者の孤独死がクローズアップされた。この問題意識に基づき、高橋・臼井(2002)は被災地における看護の質向上を目指した提言を行っている<sup>94)</sup>。それによると看護計画を時期に分けて細かく設定し、

発災～災害急性期(発災直後から1週間)

- 1) 軽傷者への教育と生活指導
- 2) 被災者の精神的ケア、コンサルテーション
- 3) 負傷者の生活ニーズへの対応
- 4) 被災者の安全・保護

亜急性期～慢性期(1週間から1ヶ月)

- 1) 被災者の生活環境整備
- 2) 被災者の精神的ケア
- 3) 被災者の感染症管理、慢性疾患憎悪予防
- 4) 職員等の健康管理

復興期(1～3ヶ月以降)

- 1) 健康ニーズへの対応
- 2) 災害から得た体験や知識の収集
- 3) 災害看護体系の構築

の考え方にに基づき、ケアを心がけることを強調している。文献<sup>94)</sup>では冬期における疾病構造については言及していないが、積雪寒冷期であれば急性期の停電や什器類の故障を考慮し、携帯カイロの供与が必要となる。慢性期から復興期には院内暖房の整備、インフルエンザ予防が懸案事項となる。

原口・友保(2002)は災害医療体制においては一機関だけではなく、複数機関・部署が連携することの必要性を述べている。これによると政府から医療機関、事業者レベルに階層的に捉え、補完し合うことの必要性が強調されている。政府・地方自治体では厚生労働省、都道府県、国立公衆衛生院、科学警察研究所、放射線医学総合研究所、防衛庁、他の全省庁、国際機関、医療施行部門は病院、診療所、保健所、医師会、薬剤師会、看護協会、検査技師会、放射線技師会、臨床工学会、精神保健福祉センター、NPO(AMDA等)、医療関連部門は消防・救急機関、警察、赤十字、医薬品関係団体、医療機器関係団体、衛生検査所、各種検査機関、医療活動の後方支援として、公共交通・運送、ライフライン事業者、住民組織等、指揮系統を整え、相互で協力することを提案している<sup>95)</sup>。これを発展させると、災害

時を想定し、日頃から各機関で訓練し、時には合同で防災訓練を実施することが望まれる。

ただ、これ等の研究では季節を考慮せずに、各災害に対応可能な普遍的な成果であると言える。積雪寒冷期を視野に入れた場合、生活様式や外出行動のパターンにおける季節的な特徴を抽出することも出来る。前・布野・石渡・市川・鎌田（2003）は集合住宅を例として、湯と水の消費実態を、水道代の推移等のデータを基に、定量的に評価している。ここでは季節的な特徴とともに、世帯構成種別・人員の相違による消費量への影響を分析している<sup>96</sup>。これを医療機関に適用した場合、診療科別での季節的な特徴（特にダイレクトに影響する気温の変化とライフライン使用量の変動との関係）を抽出し、医療用水の需給構造の同定につながり、非常時を想定した飲料・医療用水確保の目安になる。

一連の避難、災害医療体制に関する考察から、特に激甚災害であれば避難生活の長期化、被災者の受けた心の傷が問題となる。文献 94, 95) は言わば First Aid を扱ったもので、最優先される人命の確保を目的とした研究である。次の段階として、急性期を過ぎた後の被災者対策が懸案事項となり、健康管理に係るニーズへの対応に移行する。この前提として医療機関が機能することが挙げられるが、このためにはライフラインの確保が課題となる。ここで、埋設管である水道や電話網等の社会基盤整備に関する論考を認識して業務に生かすことが必要となり、土と基礎 2003 年 9 月号に、「自然災害の復旧・修復」と題する特集号が組まれた。迅速な復旧のみならず、経済性を考慮した耐震化策に関する技術報告が掲載されている。これに関連し、日常的な防災対策の必要性を説き、そのための科学的根拠とも言うべき特集号「地盤工学とリスクマネジメント」（土と基礎、2003 年 10 月号）、また、諸外国でも災害が多発し、人的・物的被害が顕著であることから、当該国の防災対策に対する指導や我が国の技術協力の在り方を土と基礎 2003 年 1 月号に、「地盤工学と国際協力」と銘打った特集号を組んでいる。

一方、被災者への心のケアも中心課題となり、関・熊谷（2001）は老人福祉施設と地域住民組織の連携策について考察している。これによると、現状では老人福祉施設と地域住民組織の連携は弱く、負傷者が発生した場合の受け入れ等、十分とは言えない現状を報告している<sup>97</sup>。こうした状況から、被災者へのケアには日頃からの交流（老人福祉施設地域、住民組織、行政等との討論の場の提供 防災訓練の実施 社会福祉協議会や市町村議会を通じての福祉施設への予算面での厚遇 ケアに対する認識の深化）が不可欠となる。その際、受傷部位や障害別に考慮したきめ細かい対応、さらには冬期であれば防寒対策、夏期であれば伝染病予防策等、ケアマネージャーや保健師らとの協調を前提として進めることが必要となる。これを受け、全国社会福祉協議会は 1996 年 3 月に『障害のある人への災害支援・災害時の障害者援護に関する検討委員会報告書』が以下のホームページアドレス、

<http://www.dinf.ne.jp/doc/thes/z06/z06001/z0600101.htm> と

<http://www.dinf.ne.jp/doc/thes/z06/z06001/z0600102.htm#22>

の 2 つに分けて掲載されている。障害の種類による援助の方法が記載され、危機管理上、参考となる。この後、各地の福祉協議会を初めとする福祉団体では類似の報告書を刊行しているが、中でも東京都心身障害者福祉センターでは、人口密集地機での地震時の行動マニュアル、健常者が移動介助する際の留意事項が丁寧に記載され、

<http://www.normanet.ne.jp/~tshinsho/bousai/mokuji.htm>

に公開されている。

### 3) 積雪期を考慮した災害時の救急搬送計画に関する研究

災害医療体制の充実に鑑み、被災者のケアや健康管理が重要となることは前述したように、多くの研究事例で指摘されているとおりであるが、医療体制を下支えするライフラインを含めた社会基盤施設の整備が不可欠となる。特に災害時は道路寸断によって迂回せざるを得ない。この際、所要時間最小化が課題となり、同時に医療機関の受け入れ態勢を考慮する必要がある。

災害時の救急患者発生に際し、小池・秀島・山本(2002)が患者の搬送ルート確保のための道路整備に向けた研究を行い<sup>98)</sup>、今泉・佐藤・室崎(1998)は病院の患者受け入れのキャパシティーに関する検討を、兵庫県南部地震を事例とし、分析している<sup>99)</sup>。具体的には、秀島らは道路整備による搬送時間短縮の効果を定量評価し、室崎らは医療機関同士での連携を前提に、特に負傷者の発生状況、ならびに負傷形態の把握に基づき、医療機関に対する需要に関する考察を行っている。

医療機関の受け入れ可能人数、医療器具の備蓄状況、救急搬送路確保に関連し、救援物資を効率的、かつ公平に、過不足なく配送することが求められる。首藤・徳永(2002)は、救援物資配送計画において車輛配分計画と配送経路計画に分けてシミュレートしている<sup>100)</sup>。ここでは所要時間最小化を達成するためのモデル化<sup>101)</sup>を行い、8km×4kmの仮想都市を設定して解析している。避難所における物資需要の違いを考慮せず均質な空間での動きをバーチャルに再現しているものの、緊急物資配送計画面での留意点(寸断箇所を考慮しての緊急路の放射状ネットワークの確保・最適な迂回路検索等)を視野に入れ、配送拠点の設置場所の選定を試み、緊急時の物資輸送において示唆を与えている。

これ等の点を踏まえ、道路網のリンクの機能に着目した研究もなされている。道路リンクの概念では安全に、最小の時間で目的地に到着することが至上命令となる。例えば豪雪地帯では、急傾斜地で車輛が侵入出来ず、迂回路を使用するのが日常的である。また、除雪作業に伴い走行出来る幅員が制限される。鎌田・高田(2003)は、道路橋梁被災による道路システム機能の障害について、負傷者搬送のシミュレーションに基づき、救助活動への影響度評価を試みている。兵庫県南部地震の救出記録を用い、搬送時間の遅延から生じる救命率の低下を影響評価の指標にすることを提案し、道路網の寸断による直接的な影響だけではなく、道路へのリンクが麻痺することで、近隣道路に交通量が集中し、搬送時間が余計にかかることを分析している<sup>102)</sup>。

これに関連し、季節を問わずに発生する地震災害を含めた各種災害において、倒壊家屋やブロック塀の散乱により、道路を塞ぎ、交通を麻痺させる点を再考した研究事例も貴重である。家田・上西・猪俣・鈴木(1997)では、道路網の耐震化を目的に、幅員の広さが輸送時間に与える影響を分析している。それによると、兵庫県南部地震の例から、幅員12m以上の道路で被災建物や復旧に係る什器による交通への影響が少ないことを見い出している。これ等の物資運搬の効率化を進めるため、GIS・GPSを用いての、リアルタイムでの情報に基づく適正な搬送計画の可能性を探ったものである<sup>103)</sup>。

ただ、実際の緊急物資の配送には気象条件や路面状況を考慮する必要がある。佐々木・菅野・宮川(1985)は積雪深と移動速度との関係性を分析し<sup>104)</sup>、和田・増田・奥住(1986)では新潟県湯沢町の国道に設置した光電式車輛検知器を用いての実測を行い、交通量と走行速度等を計測し、日降雪深・路面状況・日平均気温等との相関を求めている<sup>105)</sup>。これに対し、山田(2002)は自動車の走行速度を基に、路面状態を推定する試みを展開し、気象条件や路面状況が交通量や走行速度に少なからず影響を与えていることを指摘している<sup>106)</sup>。積雪寒冷期に地震が発生した場合、孤立集落の問題(地震とは関係ないが、地すべりと雪崩により、2002年1月に新潟県守門村で一時、隣接町村に通じる道路が堆雪のため、不通となった)とともに、事故の多発や移動に要する所要時間の延長(移動速度の低下)といった事態が考えられ、この分野の研究が防災対策上、貢献することを示している。また、気象状況や路面の状態



によっては車輛の使用が制限されたり、不能となる場合もあり、歩行者に与える影響を精査することで、地域防災計画に組み込む、若しくは冬期の防災訓練の契機となる。

その意味では田中・野口・眞嶋（2001）の研究は興味深く、高齢者・身障者を対象とした積雪寒冷期における住宅内外の移動の難易度評価を、心拍数に基づいて行っている<sup>107)</sup>。この研究では段差や傾斜が被験者に与える影響を生理学的に扱っている点で注目される。

輸送計画を支える道路整備の研究レビューから、道路除雪や歩行帯の確保が不可欠となることが分かる。鏡味洋史 北海道大学教授が中心となって進めている研究テーマ「積雪寒冷地における震災対応マルチエージェントシステムの開発」(研究助成機関：地震防災フロンティア川崎ラボラトリー)が5年計画で実施され、冬期路面管理を中心に、行政やライフライン企業と円滑に連携して研究を進めている。積雪寒冷期に発生する地震に際する迅速な対応、復旧期間の短縮化、社会資本整備、各種施設の耐震化・耐雪化を目的に、各課題間の相互作用を定量的に算出し、効率的な防災対策の推進を念頭に入れている。

北海道開発局が参画する道路管理に係る検討が主であるが、これ等の項目で不可欠となる路面凍結予測に関しては北浦・池本らが、積雪量を考慮した交通需要予測は福井高専の吉田雅穂らが研究に着手している。ここで気付く点として、高齢化や地域が抱える疾病構造を考慮した災害対応目標は掲げられず、その意味では、社会資本整備とともに、本論文で取り上げている疫学研究を並行して進めることが課題となる。なお、鏡味らのプロジェクトが掲載されているホームページアドレスは次のとおりである。

[http://www.kedm.bosai.go.jp/japanese/kenyukaihatsu/008\\_sekisetsukanreichi.html](http://www.kedm.bosai.go.jp/japanese/kenyukaihatsu/008_sekisetsukanreichi.html)

## 2.7. 既往研究と積雪寒冷期地震防災との関係性

本章では土木・建築から公衆衛生領域にわたる防災研究を取り上げたが、これまでの記述では個別事例を詳細に眺めたものであることから、積雪寒冷期地震防災との関連性を鳥瞰する必要性が生じる。そこで、100以上に及ぶ既往研究を複数のカテゴリー別にまとめ、研究内容の方向性、ならびに積雪寒冷期地震防災との接点を表2.2に示し、本研究の位置付けを明確化する。

表2.2：カテゴリー別に見た既往研究と積雪寒冷期地震防災対策との関連性

カテゴリー	研究内容の方向性	積雪寒冷期地震防災対策との関連性
被害地震に関する調査	諸外国の事例では1988年のアルメニア地震、2001年のペルー南部(Atico)地震、我が国では各地震について、被害実態から防災対策の展望を含めた研究が行われている。全体的に通常の地震被害報告の形式となり、雪や気象に関する記述は少ない。	構造物や地盤被害の状況を示すとともに、暖房設備の点検や防寒用品の備蓄、避難所体制に関する課題点を述べるにとどまり、雪や寒さが地震被害に与える影響を定量的に分析した事例は皆無に等しい。
雪氷工学領域の研究	建築計画・土木計画等から、降積雪量や雪荷重と地震防災対策との関係に言及した研究が1990年代前半から見られるようになった。	雪の状況を視野に入れた防災対策の前提として、被害調査や被害の特徴、課題点をまとめる段階で、提言を含んだ定性的な研究が目立つ。
地震工学・地盤工学領域からの研究	広く災害科学では、自ら専門とする領域の事項に特化する傾向があるが、1980年代後半から凍上災害等、当該地域の環境を考慮した事項が扱われ、地盤改良工法に発展可能となる。	ヘルスマニタリング、土質の力学的試験・数値実験が多い中、凍上防災や路面凍結防止に資する調査研究、さらには雪が各種事故に及ぼす影響の分析を通じ、雪対策に結び付ける努力が続けられている。
疫学調査と防災との関連性	医療施設整備を含む建築・土木計画と、災害医療体制構築に資する研究に代表される、公衆衛生と防災との関係性を探った2つの観点に大別される。各地域が抱える人口規模や高齢化率、疾病構造を考慮した医療施設の整備水準と、疾病予防のための健康管理に関する調査研究が多い。	積雪寒冷の視点に関連して、従前の医療施設整備を扱った研究ではマクロ的な視点で当該地域の医療需給構造を捉えているため、季節まで考慮したきめ細かい研究事例は皆無である。一方、公衆衛生分野では季節と疾病の関係を論じる生気象学の分析が目立ち、防災対策にまで踏み込んでいないのが実情であることが分かった。
災害医療体制に関する研究	日本救急医学会の関係者が中心となって設立された日本集団災害医学会の会員による災害事例、災害時のケアに資する研究。土木領域からは緊急路確保に関する交通工学研究。	医学の立場からは冬季五輪の医療活動に言及するのみで、全体的には医療体制確立に向けた提案型研究。土木関係者は雪道での交通流解析(ビデオ画像)、搬送シミュレーション。

以上、各研究事例から、雪と寒さを考慮することの重要性は指摘しているものの、具体的に雪と寒さが被害状況や人間行動に与える影響を定量的に解析することまでには至っていないことが分かった。他方、土木計画分野では雪道での交通流解析等を実施しているが、これは断面交通量の解析であり、災害時に想定される避難者の行動をシミュレートすることは困難である。実際の避難行動を予測するには雪がある時とない時の歩行者実験を繰り返して検討する必要がある、現段階では、家の周囲の移動実験で、被験者が20代前後の若い層に限定されている場合が殆どである。高齢化が進展する豪雪地帯での災害弱者対策を考えるには不十分であり、その打開策として、歩行者実験データとの併用による、地域住民対象の季節ごとの受診行動データ解析が考えられ、このことで研究成果の有用性が増すことが分かる。

## 2.8.まとめ

積雪寒冷期地震防災対策に関連する既往研究についてレビューしたが、雪崩、融雪期地すべり等の研究と比較すれば、その蓄積は浅い。兵庫県南部地震以降、分野を超えた学際的な交流が潮流となっているものの、社会科学、心理学、医学等からの参入が大半を占め、雪氷工学からのアプローチが少ないことが浮き彫りとなった。地盤工学領域では、国際土質分類S (Snow and Ice Mechanics and Engineering, 雪と氷の力学、および工学)に関する研究部門が設置されていることから、我が国において、この分野の研究が一層、進展することが期待されている。

世界有数の豪雪地帯を抱え、地震多発国である地理的特性から、複合災害を扱った研究が蓄積されつつある現状を鑑み、積雪期地震防災対策に直結させることを目的に論述した。複合災害に関連し、我が国では津波災害に関する研究が積極的に取り組まれている反面、積雪期地震対策については始まったばかりである点がレビューを通じ、明確となった。近年は少雪傾向とは言え、新潟県中部地震が発生した1998年、塩沢町付近を震源とする地震が起きた2001年、さらに2002年から2003年にかけて全国的に大雪に見舞われ、特に豪雪地帯では各種雪害が報告されている。こうしたことから、大雪を考慮した地震防災対策の必要性が改めて示された。

## 脚注

### 「コーホート研究」(19, 20頁を参照)

ある一定の期間に生じた種々の現象を経験した集団をコーホートと言い、このコーホートについて時間の経過を追って解析する手法がコーホート分析である。最もよく用いられる例としては出生コーホート(同時出生集団)がある。例えば1990年に生まれた集団は、1990年出生コーホートである。また、1990年から1994年に結婚した集団は1990~1994年結婚コーホートを形成する。時系列解析や期間分析の場合には特定の期間において複数のコーホートを同時に分析するのに対し、コーホート分析では長期間にわたって特定のコーホートを対象とし、観察することになる。

具体的な手法として、例えば1980年に65・69歳人口に対して標本調査を実施した場合、1985年には70・74歳人口の標本調査、1990年には75・79歳の標本調査という具合に、特定集団を飽くまでも調査対象に据え、特定集団にとっては複数回の調査を受けることになる。これがコーホート分析の基本概念であり、標本を構成する個体は各回で異なっている。これが通常の世論調査で多用されるRandom Samplingとは異なる。つまり、実際のコーホートが経験した死亡パターンを生命表として示すコーホート生命表を作成し、これを分析することはコーホート分析の代表的な例であり、人口学や疫学に応用されている。

本論文に関係する事項としては、高齢化の状況を評価する際に応用出来るが、今回の研究では当該地域の単年度、若しくは複数の年齢を含み、地震防災の中での高齢者の位置付けを明確化して、防災対策に結び付けることを目的としているので、コーホート分析は行っていない。実際のコーホート分析では特定集団を20~30年、中には半世紀以上の追跡調査から、疾病構造の把握や人口動態モデル等の成果につながっている。

### 「スレーキング」(20 頁を参照)

岩石が乾湿の繰り返しにより土砂化を経て、細粒化する現象。特に新潟県内の地すべり地域（特に東頸城地域）では広く第三紀層が分布し、乾湿の経時変化に伴い崩壊に至ることが問題となっている。スレーキング現象のメカニズムは、水分の浸入により鉱物粒子の結合が失われて崩壊することであるが、この要因として、水分の浸透による間隙中の空気が圧縮され、岩塊・土塊中に引張力を生じさせ、鉱物粒子の結合力を弱めること、土粒子に水分が吸着することで粒子間が広がること、水分が含有することで表面積が増加して、外力に脆弱となること、の3点が挙げられる。泥質岩等の粘土鉱物を含有する軟岩で特異的に見られる現象で、これ等の風化に対する安定性を定量評価するための、重要な指標の一つとなる。

### 「冠動脈疾患」(24 頁を参照)

心臓は一般成人で握りこぶし大（重量約 300g）の大きさで、酸素を十分に含んだ動脈血を全身へ送り出すとともに、酸素含有量の少ない静脈血を集め、肺に送り動脈血にする血液循環を担っている。一連の働きは心臓の拍動によって行われ、心筋の収縮と弛緩が繰り返されることによる。拍動の動きを脈拍と捉え、1 分間に心臓から送り出される血液量は約 5 l になる。心臓から拍出された動脈血が、身体の中で最も大きい動脈血管である大動脈を通して全身に送り出される。他方、全身を巡った静脈血が静脈血管を通して心臓に戻るが、これ等は「体循環」と呼ばれる。さらに、心臓に戻った静脈血が肺に送られ肺で酸素を十分取り入れた後、再び動脈血となり、これ「肺循環」と証する。

一般的に筋肉を動かすためには酸素が必要で、心臓の収縮と弛緩の働きをしている心筋は、他の筋肉と比べて約 3 倍の酸素を必要とする。解剖学的にも、心筋にはどの臓器や筋肉よりも優先的に新鮮な動脈血が供給されるようになっている。心筋に動脈血を供給する血管が冠動脈であり、心臓の表面を冠のように覆っている。冠動脈は、心臓と大動脈派生部のところから分岐しているため、心臓から拍出された新鮮な動脈血が送られるようになっている。冠動脈には、右冠動脈（RCA: : Right Coronary Artery）、左回旋枝（LCX: : Left Circumflex Branch）、左前下行枝（LAD: : Left Anterior Descending Branch）の 3 本の主要動脈で構成され、これ等の主要動脈はさらに分岐することで心筋全体に動脈血を送る。

冠動脈疾患では、血管の内壁に徐々に沈着したコレステロールが血管を狭め、心筋への血液の流れを妨げるものである。この蓄積物を「アテローム硬化性プラーク」、あるいは単に「プラーク」と呼ぶ。血管が多少狭くなっても、平常時には自覚症状がない場合があるが、日常活動量（運動量）が増えることで心臓に負担がかかると胸部に圧迫感を感じることもある。また、胸やけ、嘔気、嘔吐、息切れ、過度の発汗等も要注意である。心筋に十分な血液が送られないことで、狭心症、心筋梗塞に進行する可能性がある。心臓病の原因の多くは、高血圧や動脈硬化等の生活習慣病に起因している。

冠動脈疾患と心臓発作の危険因子として、加齢・性別・遺伝（家族歴）等に加え、高脂血症・肥満・糖尿病・高尿酸血症・喫煙等があり、生活習慣の改善で軽減出来る可能性がある。

寒冷環境との関係では防寒対策の充実とともに、急激な温度変化で体調を崩すことがあるので、温度馴化を考慮（脱衣室内の暖房や昼間の入浴、被災地では避難所の加湿と換気にも留意）することが必要である。

### 「本態性高血圧」(28 頁を参照)

本態性高血圧症は原因のはっきりしない（基礎疾患がない）高血圧症で、一般的に 40 歳前後になってから少しずつ血圧が上昇する。症状は無自覚の場合が多いものの、進行性であり、数年から 20 年以上経過してから心肥大や、眼底出血（時には緑内障の発症）、蛋白尿等が現れ、脳卒中、狭心症、心不全等が起こるケースがあり、生活習慣の改善が必要となる。なお、高血圧に罹患すると血管の硬度が増して動脈硬化となりやすく、さらに血圧を上げる悪循環となる。

近年の臨床研究成果から、寒冷環境下での曝露、食塩の過剰摂取、あるいは腎臓や副腎から出るホルモンが多いために、高血圧になっていると考えられる場合がある。また、本態性高血圧は高血圧症の家族歴のある者に多く、病因遺伝子の解析も試みられているが、特定する段階にまでは至っていない。本態性高血圧は高血圧患者のうち、95%を占めている。

### 「型糖尿病」(28 頁を参照)

糖尿病には複数の型が存在し、所謂、生活習慣病として認識されているものは 型糖尿病である。型（インスリン非依存型）糖尿病は、インスリンの分泌量の低下、若しくはインスリンの血糖を下げる作用が弱くなって発症するもので、遺伝素因の他に、エネルギーの過剰摂取や偏食、運動不足、ストレスが大きく関わっている。治療ではインスリンを使うとは限らず、食事療法や運動処方に従って、生活習慣を改善することが重要となる。型糖尿病は 40 歳以降で罹患する率が高くなるが、近年では肥満の増加により、10 代から発症するケースも見られる。

合併症が深刻であり、高血圧（二次性高血圧と称され、臨床面では糖尿病性高血圧と診断）、腎臓障害、足病変（皮膚の異常所見）、網膜炎等、重篤な臨床症状を呈する。型糖尿病は糖尿病患者全体の中で 8 ~ 9 割を占めている。

これとは別に、型糖尿病もあり、型（インスリン依存型）糖尿病は、主に幼児から 15 歳以下の小児期に、比較的急激に発症することが多い。治療には食事療法、運動療法に加え、インスリンの自己注射が不可欠となる。膵臓 β 細胞が何らかの原因で破壊された結果、インスリンを分泌出来ずに高血糖として発症する。



## 参考文献

- 1) 西村明儒：法医学から見た死亡原因，(人的被害研究会 編：『地震時死傷問題に関する学際シンポジウム報告書』，1997. の pp.25・28. に所収)
- 2) 亀田弘行：地震工学から総合防災へ，京都大学防災研究所年報，第 45 号 A，pp.43・55，2002.
- 3) 天国邦博，荏本孝久，望月利男：地震災害における脆弱性と災害対応の評価手法の研究・青森県を事例として，地域安全学会論文集，No. 1，pp.179・188，1999.
- 4) 岡田成幸，村田さやか，高井戸伸雄：地域性を考慮した地震災害対策指針と担当行政の対策意識診断・北海道市町村を調査対象とした試行，地域安全学会論文集，No. 3，pp.241・248，2001.
- 5) 岡田成幸，太田裕：市町村単位でみた地震時被災・復旧プロセスの要因分析・第 1 報 1982 年浦河沖地震の被害，日本建築学会構造系論文集，第 361 号，pp.41・48，1986.
- 6) 岡田成幸，太田裕：市町村単位でみた地震時被災・復旧プロセスの要因分析・第 1 報 1982 年浦河沖地震の応急・復旧対策，日本建築学会構造系論文集，第 382 号，pp.1・9，1987.
- 7) 岡田成幸：地震時の室内変容に伴う人的被害危険度評価に関する研究・その 2 1993 年釧路沖地震にみる揺れている最中の災害回避行動，日本建築学会構造系論文集，第 481 号，pp.27・36，1996.
- 8) 村上ひとみ，岡田成幸：1993 年釧路沖地震による住宅室内被害の評価・アンケート資料にもとづく被害関数，日本建築学会構造系論文集，第 512 号，pp.99・104，1998.
- 9) 岡田成幸，南慎一，北川諭：被災地の復旧復興への経済的支援の実態・1993 年北海道南西沖地震と 1994 年三陸はるか沖地震の比較調査・自然災害科学，Vol.16，No. 1，pp.75・92，1996.
- 10) 鏡味洋史：1897.2.20 および 1936.11.3 宮城県沖地震の前後の地震による被害・繰り返し発生した宮城県沖地震の被害関連資料の整理，日本建築学会技術報告集，第 17 号，pp.531・534，2003.
- 11) 木村智博，青山清道，福田誠：平成 15 年 7 月 26 日に発生した宮城県北部地震被害調査報告，新潟大学積雪地域災害研究センター 研究年報，第 25 号，2004.
- 12) 木村智博，青山清道，福田誠，かんだ順，三橋博巳：平成 15 年 7 月 26 日 宮城県北部地震を例とした災害医療体制に関する考察，日本建築学会技術報告集，第 20 号，2004. (投稿中)
- 13) 鏡味洋史：積雪期に発生した 1961.2.2 長岡地震に関する文献調査，日本建築学会技術報告集，第 18 号，pp.421-424，2003.
- 14) Andrew Coburn and Robin Spence：『Earthquake Protection Second Edition』，JOHN WILEY & Sons Ltd. p. 7, p.32, p.67, p.105, p.153, p.339，2002.
- 15) H. Hokugo and S. Ichihashi：An Investigation of Recent Earthquake Disasters from a Viewpoint of Urban Engineering，Proc. of The 10th World Conference on Earthquake Engineering (WCEE)，Vol.10，A.A Balkema Rotterdam，pp.6155・6160，1992.
- 16) S. K. Tubbesing：Lessons Learned in the Post-Earthquake Investigation Process，Proc. of The 10th World Conference on Earthquake Engineering (WCEE)，Vol.10，A.A Balkema Rotterdam，pp.6117・6120，1992.
- 17) 岡田成幸，黒田誠宏：地震時の室内変容に伴う人的被害危険度評価に関する研究・その 3 室外への避難脱出経路の危険度評価法の提案，日本建築学会構造系論文集，第 563 号，pp.83・89，2003.
- 18) 細川和彦，内藤恵，苔米地司：建物周辺の積雪が避難行動に及ぼす影響，日本建築学会計画系論文集，第 560 号，pp.167・172，2002.
- 19) 青山清道：積雪期に発生する地震の防災対策に関する一考察，第 10 回日本雪工学会大会論文報告集，pp.123・126，1994.
- 20) 青山清道，濱島良吉，深澤大輔：新潟県北部地震調査，日本雪工学会誌，Vol.11，No. 3，pp.172・176，1995.
- 21) 日本雪工学会 編集委員会 編：緊急座談会「もし直下型地震が多雪時に起きたら？」，日本雪工学会誌，Vol.11，No. 2，pp.96・105，1995.
- 22) 内山和夫ほか：特集「積雪期の地震対策」，日本雪工学会誌，Vol.12，No. 1，pp.22・52，1996.
- 23) 日本雪工学会 雪国住宅計画委員会 編：『豊かな雪国の住宅計画を求めて・雪国住宅計画委員会活動報告書』，日本雪工学会，全 123 頁，1994.
- 24) 日本雪工学会 雪国住宅・居住地計画委員会 編：『高床式住宅居住者の意識調査結果報告書』，日本雪工学会，全 81 頁，1996.
- 25) 日本雪工学会 雪国住宅・居住地計画委員会 編：『雪と地震に強い高床式住宅の設計マニュアル・平成 8・9 年度委員会活動報告書』，日本雪工学会，全 68 頁，1998.
- 26) 深澤大輔：自然降雪による屋根雪処理方法の成立可能性・「克雪まち・むらづくり」に関する空間計画的な研究 その 1，日本雪工学会誌，No. 1，pp.12・28，1983.
- 27) 深澤大輔：雪国における居住地の空間計画に関する研究・屋根雪処理方法別の宅地及び住宅の規模と形状について，日本雪工学会誌，Vol. 6，No. 1，pp. 2・17，1990.
- 28) 深澤大輔：雪国における居住地の住宅駐車場の確保に関する研究・乗用車所有の実態と今後 その 1，日本雪工学会誌，Vol.14，No. 1，pp. 4・15，1998.
- 29) 湯沢昭，北村直樹，青山清道，永井雅人，西澤輝泰：積雪寒冷地域における高齢者のための生きがい対策と施設設備の課題，日本雪工学会誌，Vol.14，No. 1，pp.26・35，1998.

- 30) 深澤大輔, 北村直樹, 青山清道: 豪雪地帯過疎農山村における居住地の再生・新潟県十日町市下条地区における高齢社会の乗り切り方, 日本雪工学会誌. Vol.16. No. 3. pp.209- 221. 2000.
- 31) 北村直樹, 湯沢昭: 中山間豪雪地帯における緊急時を考慮した道路整備優先順位の評価方法, 日本雪工学会誌. Vol.15. No. 3. pp.211- 221. 1999.
- 32) 北村直樹, 湯沢昭, 深澤大輔, 竹澤三雄: 新潟県東頸城地域(豪雪地帯)をモデルとしたバス輸送確保に関する検討, 日本雪工学会誌. Vol.17. No. 1. pp.3- 18. 2001.
- 33) 北村直樹: 豪雪地帯の小規模集落を対象とした生活環境意識に関する調査研究, 日本雪工学会誌. Vol.18. No. 3. pp.238- 245. 2002.
- 34) 北村直樹, 青山清道, 西澤輝泰, 丸山久一, 川口昌宏: 降雪による橋梁高欄の応力を対象とした実験研究, 日本雪工学会誌. Vol.10. No. 2. pp.85- 97. 1994.
- 35) 北村直樹, 青山清道, 西澤輝泰, 丸山久一, 川口昌宏: パイプライン構造物を対象とした積雪に関する実験研究, 日本雪工学会誌. Vol. 9. No. 4. pp.282- 291. 1993.
- 36) 北村直樹, 青山清道: パイプ輸送構造物の積雪状態に関する研究. 防災土木. Vol. 3. pp.55- 69. 1996.
- 37) 南慎一, 戸松誠: 1993 年釧路沖地震における積雪寒冷期の地震災害の特徴, 日本雪工学会誌. Vol.15. No. 2. pp.134- 139. 1999.
- 38) 月館敏栄: 雪国における冬の地震の歴史と 1994 三陸はるか沖地震, 日本雪工学会誌. Vol.15. No. 2. pp.140- 143. 1999.
- 39) Sukhmander SINGH: Re-examination of The Seismic Response of Frozen-Thawed Soil Sytems, Proc. of The International Symposium on Cold Region Developement (ISCORD). pp.437- 440. 1997.
- 40) 北浦勝 編: 『社会環境の変遷を考慮した都市の雪害軽減支援システム開発』. 平成 7, 8 年度文部省科学研究費(基盤研究(B))(1), 課題番号: 07558057) 研究成果報告書. 1997.
- 41) 小林俊一 編: 『1996 年豪雪による広域雪氷災害の実態調査』. 平成 7 年度文部省価値研究費(総合研究(A)), 課題番号: 07300027) 研究成果報告書. 1996.
- 42) 和泉薫, 小林俊一 編: 新潟大学災害研資料 6 『モニメントからみた雪崩災害』. 1995.
- 43) 宮坂智信, 田川健吾: 多雪地域に建つ学校体育館の構造信頼性に及ぼす積雪および地震荷重用途係数の影響, 第 10 回日本地震工学シンポジウム論文集. pp.3279- 3284. 1998.
- 44) 石川浩一郎, 田村公一: 多雪地に建つ大スパン屋根構造における梁間方向の地震荷重伝達性能, 日本建築学会構造系論文集. No.560. pp.125- 131. 2002.
- 45) 高橋徹, 川口健一, 大井謙一: 1998 年 1 月豪雪による山梨県内の雪害について, 日本雪工学会誌. Vol.14. No. 2. pp.141- 144. 1998.
- 46) 毛呂眞, 伊藤敬一, 月館敏栄, 橋詰豊: 北国の地方都市における地震防災計画(その 2)・1994 年三陸はるか沖地震における住宅被害と表層地盤特性, 第 10 回日本地震工学シンポジウム論文集. pp.3525- 3530. 1998.
- 47) 月館敏栄, 伊藤敬一, 毛呂眞: 北国の地方都市における地震防災計画(その 1)・1994 年三陸はるか沖地震と八戸市の避難施設, 第 10 回日本地震工学シンポジウム論文集. pp.3519- 3524. 1998.
- 48) 大島俊之, 三上修一, 山崎智之, 池永雅良, 松井義孝, 久保和子: 低温条件における免震装置の機能確認実験, 構造工学論文集. Vol.44 A. pp.753- 760. 1998.
- 49) T. Nakamura, Y. Nohguchi, T. Kobayashi, Y. Yamada, K. Ohtani and S. Takada: The Reduction of Earthquake Energies on Buildings by Snow on Their Roofs, Proc. of The Third International Conference on Snow Engineering (ICSE). A.A Balkema Rotterdam. pp.193- 200. 1996.
- 50) 橋本隆雄, 木村智博: 雪害を考慮に入れた宅地地盤被害とその対策に関する考察, 土と基礎. Vol.48. No.11. pp.5- 8. 2000.
- 51) 橋本隆雄, 木村智博: 地球温暖化による宅地地盤災害の変質, 土と基礎. Vol.49. No. 1. pp.9- 12. 2001.
- 52) T. Kimura and K. Aoyama: Earthquake Induced Disaster during Snow Period (Questionnaire Survey on Earthquake Occurred in Niigata Prefecture during Snowfall Period), Proc. of The 8th International Conference on Applications of Statistics and Probability (ICASP). Vol. 1. A.A Balkema Rotterdam. pp.535- 543. 1999.
- 53) T. Kimura and K. Aoyama: Perspective of Earthquake Disaster Mitigation in Snow Season- A Case Study of Earthquake at Yuza Town, Yamagata Prefecture, Japan-, Proc. of The 4th International Conference on Snow Engineering (ICSE). A.A Balkema Rotterdam. pp.89- 92. 2000.
- 54) 木村智博, 青山清道: 豪雪地帯の地震防災マネージメントの方向性, 土と基礎. Vol.47. No. 1. pp.31- 34. 1999.
- 55) 沼野夏生: 人身雪害の年次推移とその社会的背景・山形県, 新潟県の地方新聞(1956 年~89 年冬期)による統計をもとに, 雪氷. Vol.55. No. 4. pp.317- 326. 1993.
- 56) J. F. Rooney, Jr. : The Urban Snow Hazard in The United States, Geographical Review. Vol.57. pp.538- 559. 1967.
- 57) 細川和彦, 山形敏明, 苫米地司: 北海道で発生した人身雪害の現状分析, 日本雪工学会誌. Vol.15. No. 1. pp.19- 24. 1998.
- 58) 上村靖司: 新潟県における人身雪害のリスク分析, 雪氷. Vol.65. No. 2. pp.135- 144. 2003.
- 59) 青山清道: 豪雪災害, 土木学会誌. Vol.74. (別冊増刊「新しい時代の防災」). pp.44- 46. 1989.

- 60) 青山清道, 田村伸夫: 雪・消える地盤・, 土と基礎. Vol.39. No. 3. pp. 4・ 17. 1991.
- 61) 青山清道, 中俣三郎, 小川正二: 新潟県における地すべりと雪との相関性に関する検討, 地すべり. 第21巻 第3号. pp.11・ 16. 1984.
- 62) 小川正二, 亀井健史, 福田誠, 佐々木嘉仁: 粘性土地盤における凍上現象に関する基礎研究, 土木学会論文集. 第382号 / III・ 7. pp.149・ 156. 1987.
- 63) 東海林更二郎, 青山清道, 福田誠: テールアルメ工法の凍上被害現地調査報告, 日本雪工学会誌. Vol.17. No. 1. pp.27・ 30. 2001.
- 64) 青山清道, 東海林更二郎: 道路等の凍上対策, 日本雪工学会誌. Vol.16. No. 3. pp.260・ 265. 2000.
- 65) 青山清道: 雪崩対策施設と景域計画およびピオトープ, 日本雪工学会誌. Vol.11. No. 3. pp.197・ 202. 1995.
- 66) 丹後俊郎: 疾病地図と疾病集積性・ 疾病指標の正しい解釈を目指して・, 公衆衛生. Vol.48. No. 2. pp.84・ 93. 1999.
- 67) Khaw K. T.: Temperature and cardiovascular mortality, Lancet. 345. pp.337・ 338. 1995.
- 68) Pan W. H., Li L. A.: Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infarction in elderly, Lancet. 345. pp.353・ 355. 1995.
- 69) The Eurowinter Groupe: Cold exposure and winter mortality from ischemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe, Lancet. 349. pp.1341・ 1346. 1997.
- 70) Y. Honda, M. Ono, I. Uchiyama: Humidity Does Not Confound Temperature-Mortality Relationship in Japan, 日本生気象学会雑誌. Vol.37. No. 4. pp.117・ 122. 2000. (55)
- 71) K. Ogasawara, I. Tsuji, K. Shiono and S. Hisamichi: Increased Acute Myocardial Infarction Mortality Following The 1995 Great Hanshin-Awaji Earthquake in Japan, International Journal of Epidemiology. Vol.29. pp.449・ 455. 2002.
- 72) 久保田勝明, 室崎益輝: ストレスを加えた防災訓練時の生理的指標と心理的指標の関係, 日本建築学会計画系論文集. No.536. pp. 1・ 5. 2000.
- 73) 筧和夫, 菅野實, 工藤則男: 医療施設の機能連関に関する基礎的研究, 日本建築学会論文報告集. No.307. pp.112・ 121. 1981.
- 74) 筧和夫, 菅野實: 医療施設の広域的利用に関する研究・ その1・ 医療圏域の構成・, 日本建築学会論文報告集. No.248. pp.85・ 94. 1976.
- 75) 筧和夫, 菅野實: 医療施設の広域的利用に関する研究・ その2・ 施設利用先比の解析・, 日本建築学会論文報告集. No.249. pp.129・ 137. 1976.
- 76) 菅野實, 筧和夫, 本間敏行: 高齢者の生活実態と包括的サービス要求・ 仙台市の場合・, 日本建築学会計画系論文報告集. No.407. pp.107・ 117. 1990.
- 77) 筧和夫, 菅野實, 本間敏行, 湯田善郎, 三嶋志郎: 老人医療の施設体系に関する基礎的研究, 日本建築学会計画系論文報告集. No.356. pp.30・ 40. 1985.
- 78) 金善一, 鄭聰榮, 祖父江彰洋, 梨本朋央, 鈴木賢一, 柳澤忠: 病院活性化と平均在院日数に関する研究, 日本建築学会計画系論文集. No.456. pp.103・ 110. 1994.
- 79) 小松尚, 鈴木賢一, 加藤彰一, 谷口元, 柳澤忠: 予測的改善後評価を導入した POE と物的環境の認識に関する研究, 日本建築学会計画系論文集. No.469. pp.115・ 121. 1995.
- 80) 伊藤繁, 川生泰子, 近藤康夫, 比留間藤沼ほか: 気管支喘息発作と気象因子との関連について・ 2 地域における比較・, アレルギー. 41. pp.475・ 484. 1992.
- 81) 川崎能典, 佐藤整尚: 季節調整の「最適性」について, 統計数理. 第45巻 第2号. pp.245・ 263. 1997.
- 82) 樋口知之: 非経済時系列データの季節調整法について, 統計数理. 第45巻 第2号. pp.319・ 328. 1997.
- 83) 柳澤忠: 地域医療計画と需要把握, 公衆衛生. Vol.41. No. 2. 医学書院. pp.96・ 102. 1977.
- 84) 谷村秀彦: 最小移動距離配置計画法を用いた広域病床整備計画, 日本建築学会論文報告集. No.322. pp.101・ 107. 1982.
- 85) 高瀬大樹, 山田哲弥: 患者需要予測システムの開発と適用・ 医療施設計画における患者マーケティングに関する研究・, 日本建築学会技術報告集. No.17. pp.375・ 378. 2003.
- 86) 武下浩, 小林国男, 奥秋晟, 相川直樹 編: 『大震災における救急災害医療・ 阪神・ 淡路大震災から何を学ぶか・』. へるす出版. 全 231 頁. 1996.
- 87) 坪井栄孝, 大塚敏文 監: 『災害医療ガイドブック』 医学書院. 全 209 頁. 1996.
- 88) 吉岡敏治, 田中裕, 松岡哲也, 中村顕 編: 『集団災害医療マニュアル・ 阪神・ 淡路大震災に学ぶ新しい集団災害への対応・』. へるす出版. 全 181 頁. 2000.
- 89) 特集号: 「災害医療・ 現状と課題・」, 週刊医学のあゆみ. Vol.200. No.12. 医歯薬出版. pp.915・ 956. 2002.
- 90) 特集号: 「災害医療」, 救急医学 Vol.26. No. 2. へるす出版. pp.125・ 241. 2002.
- 91) 奥寺敬: 長野オリンピック冬季競技大会における救急医療体制, 救急医学. Vol.26. No. 2. へるす出版. pp.195・ 197. 2002.
- 92) Richard. Mitchell, David. Blane, Mel. Bertley: Elevated Risk of High Blood Pressure・ Climate and the Inverse Housing Law・, International Journal of Epidemiology. Vol.31. pp.831・ 838. 2002.

- 93) 石井昇, 中山伸一, 中村雅彦, 大森裕, 松山重成: 災害医学教育, 災害医療研修への提言, 救急医学 Vol.26 . No. 2 . へるす出版 . pp.139- 145 . 2002 .
- 94) 高橋章子, 臼井千津: 災害看護の考え方と実際, 救急医学 . Vol.26 No. 2 . pp.133- 137 . 2002 .
- 95) 原口義座, 友保洋三: わが国における災害医療体制・災害拠点病院における現状と問題点を中心に, 週刊医学のあゆみ . Vol.200 . No.12 . 医歯薬出版 . pp.921- 928 . 2002 .
- 96) 前真之, 布野裕子, 石渡博, 市川憲良, 鎌田元康: 湯・水の消費量の季節変動要因についての分析・都市型集合住宅における給湯・給水の消費構造分析と評価方法に関する研究(その1) ., 日本建築学会環境系論文集 . 第 566 号 . pp.73- 80 . 2003 .
- 97) 関政幸, 熊谷良雄: 震災時における老人福祉施設と地域住民組織との連携に関する研究, 地域安全学会論文集 . No. 3 . pp. 9 - 16 . 2001 .
- 98) 小池則満, 秀島栄三, 山本幸司, 深井俊英: 災害時における負傷者搬送活動の評価指標に関する基礎的考察, 土木学会論文集 No.709 / IV . 56 . pp.71- 79 . 2002 .
- 99) 今泉恭一, 佐藤博臣, 室崎益輝: 病院の患者受け入れ能力に関する推定モデルの検討・震災時・医療制約の定量的評価に関する研究 ., 日本建築学会計画系論文集 . No.509 . pp.157- 163 . 1998 .
- 100) 首藤敦, 徳永幸之: 被災状況と対応策に応じた救援物資配送計画の検討, 土木学会論文集 . No.695 / . 54 . pp.67- 75 . 2002 .
- 101) Koskosidis Y. A. , Powell W. B. and Solomon M. M. : An Optimization-Based Heuristic for Vehicle Routing and Scheduling with Soft Time Window Constraints . Transportation Science . Vol.26 . pp.69- 85 . 1992 .
- 102) 楢田泰子, 高田至郎: 震後救命活動に関わる道路システムの機能評価法, 土木学会論文集 . No.731 / . 63 . pp.185- 193 . 2003 .
- 103) 家田仁, 上西周子, 猪俣隆行, 鈴木忠徳: 阪神大震災における「街路閉塞現象」に着目した街路網の機能的障害とその影響, 土木学会論文集 . No.576 / . 37 . pp.69- 82 . 1997 .
- 104) 佐々木健, 菅野春雄, 宮川浩幸: 積雪による交通障害, 交通工学 . Vol.20 . No. 5 . pp. 3 - 12 . 1985 .
- 105) 和田惇, 増田芳太郎, 奥住雅彦: 冬期の道路管理水準に関する一考察, 交通工学 . Vol.21 . No. 1 . pp.25- 35 . 1986 .
- 106) 山田晴利: 冬期道路交通データの分析・状態スイッチングモデルの適用 ., 土木学会論文集 . No.709 / . 56 . pp.95- 104 . 2002 .
- 107) 田中千歳, 野口孝博, 眞嶋二郎: 高齢者・障害者の心拍数から見た住宅内外での移動の容易性と快適性に関する実験的検討・積雪寒冷地の住宅における出入り空間の形状とあり方に関する基礎的研究 ., 日本建築学会計画系論文集 . No.545 . pp.121- 127 . 2001 .

## 第3章 冬期の地震を考慮した防災対策に関する検討

---

3.1. はじめに

3.2. 地震カタログを用いた冬期の地震発生頻度に関する  
分析

3.3. 積雪寒冷期地震に見る雪と寒さが被災者に与える  
影響

3.4. 都道府県別の地域防災計画の分析に基づく積雪寒冷  
期地震を含めた雪害対策

3.5. 降積雪量が建物被害形態に与える影響に関する分析

3.6. まとめ

# 第3章 冬期の地震を考慮した防災対策に関する検討

## 3.1 はじめに

本章では積雪期を含む冬期の地震の発生頻度と被害地震例，これ等の事実に基づく地域防災計画の中での積雪寒冷期地震防災・雪害対策の位置付けを，全都道府県を対象として分析する。

先ず，宇佐美カタログに代表される被害地震一覧等を利用し，冬期地震の発生頻度を調査する。これを受け，総理府が編纂した『日本の地震活動・被害地震から見た地域別の特徴・（追補版）』（1999）を用いて，都道府県別で発生した被害地震に占める冬期地震の割合を計算し，ヒストグラムを示す。これを踏まえ，実際の被害地震の事例について取り上げ，積雪寒冷期特有の防災対策について考察する。これ等の検討から，地域防災計画での積雪寒冷期地震防災対策の位置付けに関する検討を行う。

## 3.2 地震カタログを用いた冬期の地震発生頻度に関する分析

積雪寒冷期に地震が発生すると被害が拡大する等，より厳しい環境下での対応が余儀なくされる。これに関連して，年間を通じた地震発生頻度の分布から評価する試みがあり，例えば Heki (2003) はマグニチュードごとに地震の発生頻度を季節別に分析している。地震発生と季節との関係，若しくは地震規模の要因の一つとして地下水の挙動との関係を考察しているが，被害地震データが少なく，深部構造の探査と地下水流を詳細に検討していないことから，今後の検討課題として位置付けている<sup>1)</sup>。この研究では地震発生に関して，特定の季節に集中するとは結論付けることは出来ない<sup>1)</sup>と結んでいる。

これに対し，本研究では地震カタログによる冬期地震の発生頻度と地域特性について考察する。ここでは宇佐美・渡辺・『日本の地震活動』を用いる。宇佐美カタログでは豪雪地帯の積雪期（北海道，東北，北陸，北関東の12～3月）を抽出し，渡辺カタログと『日本の地震活動度』は全都道府県を一括して，このうち12月～3月を抽出した。地域に関わらず，3月も含めた理由は全国的に降積雪に見舞われ，一方で雪崩注意報が発令される機会が多いことを勘案した。

このことから，『日本の地震活動』の検討で用いる図のキャプションには冬期の地震と断り書きする。

### 1) 宇佐美カタログ：『新編 日本被害地震総覧』

宇佐美の『新編 日本被害地震総覧』（1996）では積雪期地震（豪雪地帯で，12月～3月）の割合は全体で16.8%であり（161/958），高田地震（1666），長岡地震（1961）で雪による被害拡大の様子が記述され，釧路沖地震（1993）では負傷者の約4割がストーブによる火傷を負った記載がある程度であった。

### 2) 渡辺カタログ：『日本被害津波総覧（第2版）』

渡辺偉夫の『日本被害津波総覧（第2版）』（1998）では海底地震や火山噴火，地すべり等による津波被害を一括し，震源域が海溝部の事例も扱い，場所が正確に特定出来ない。このため，積雪の有無を問わず冬期（12月～3月）に発生した地震を抽出した。結果は32%と積雪を考慮しないと高率になる。

### 3) 『日本の地震活動』

さらに総理府がまとめた『日本の地震活動（追補版）』（1999）では都道府県ごとに被害地震を一括しているため，兵庫県南部地震のように複数の県にまたがり記載されている例がある。ここで，各県ごとにまとめた被害地震の総数と，全地震に占める冬期地震の割合（比率）を図3.1，図3.2に示す。

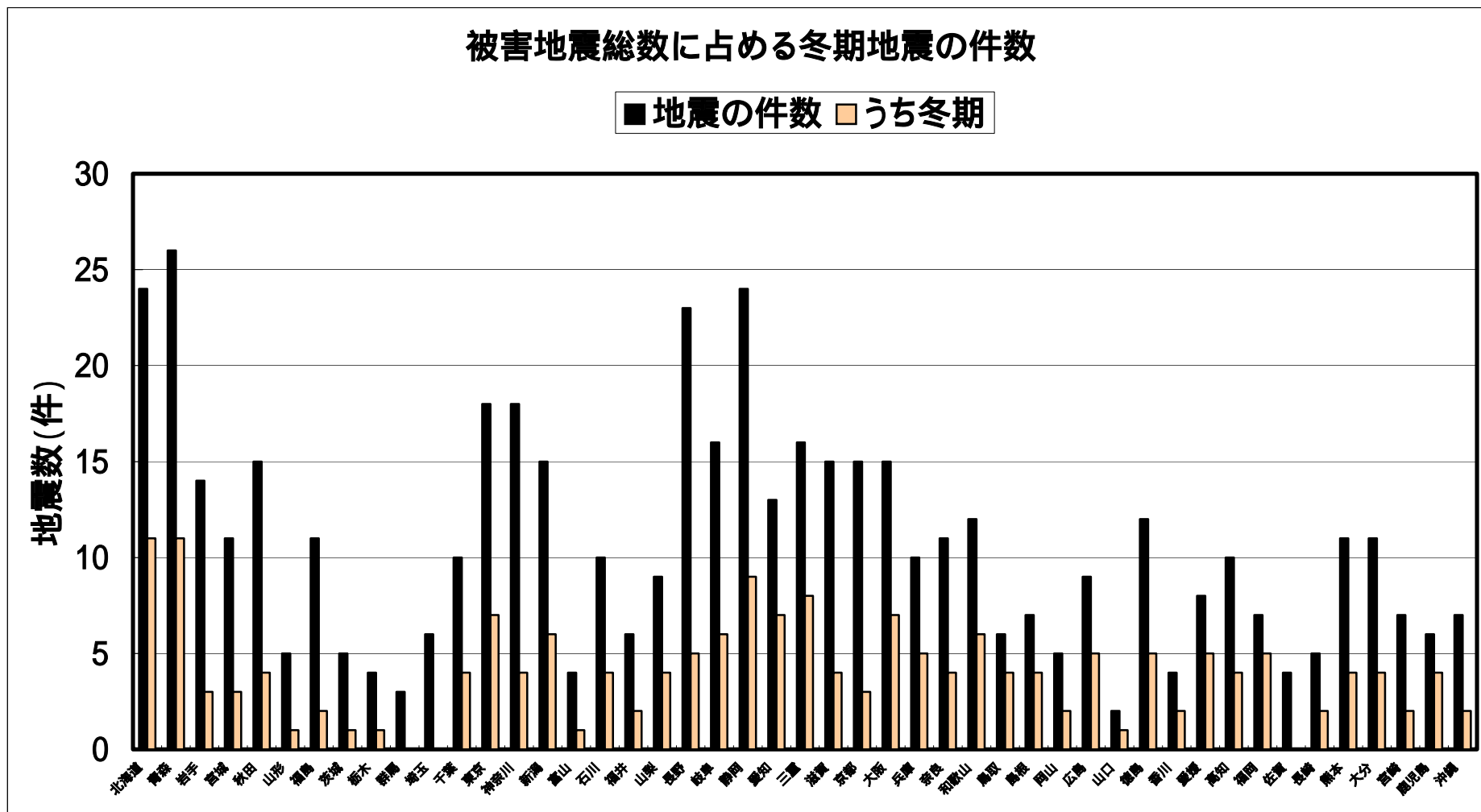


図3-1：都道府県別被害地震数に占める積雪期を含む冬期地震の件数

(対象地震は679年の筑紫を震源とする地震～1997年の鹿児島県北西部地震,選定はM5.0以上で津波,若しくは津波がない場合,家屋全壊が認められた地震。また,死者が発生しなくても負傷者が出た場合も含まれている)

### 被害地震に占める冬期地震の割合(比率)

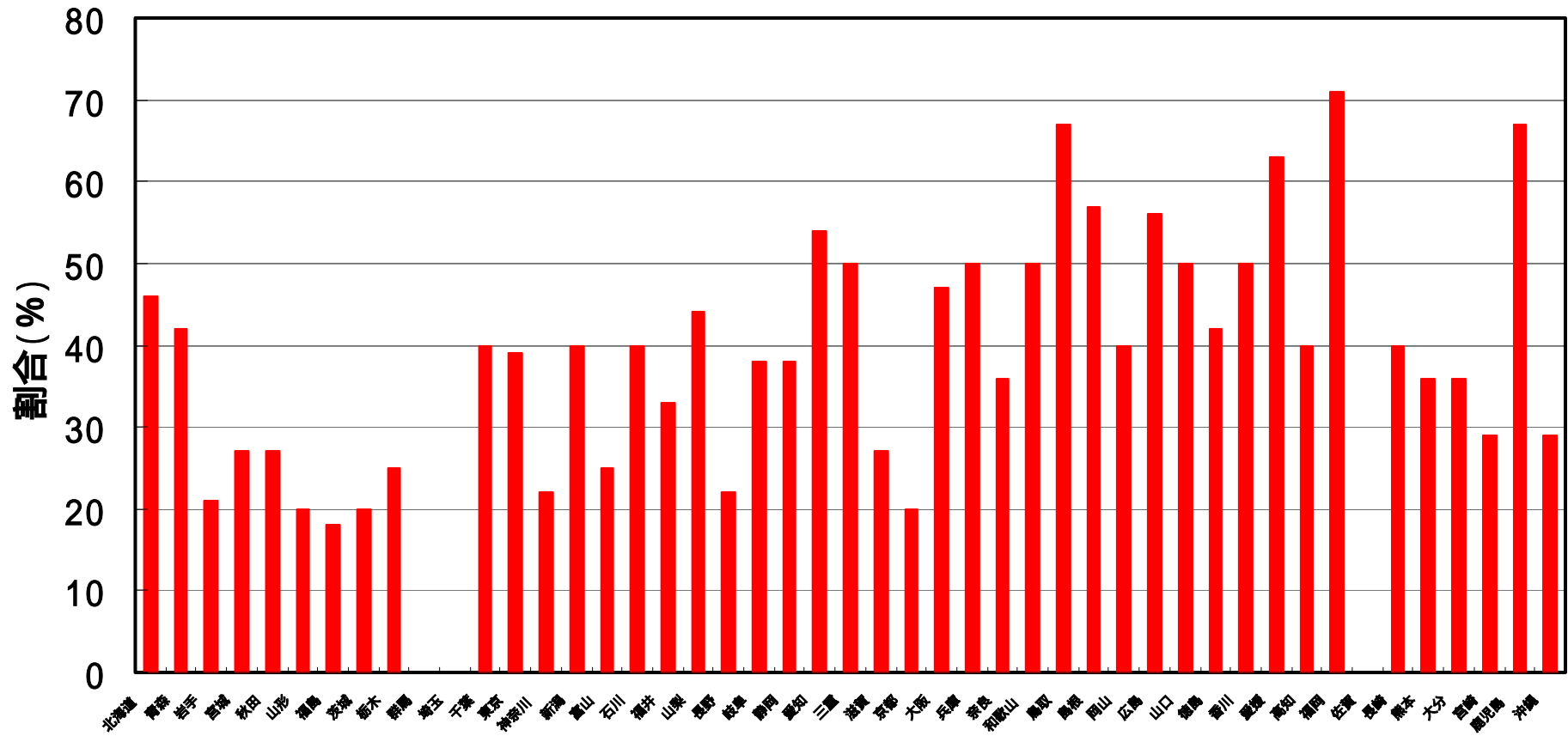


図3-2：都道府県別の被害地震に占める積雪期を含む冬期地震の割合



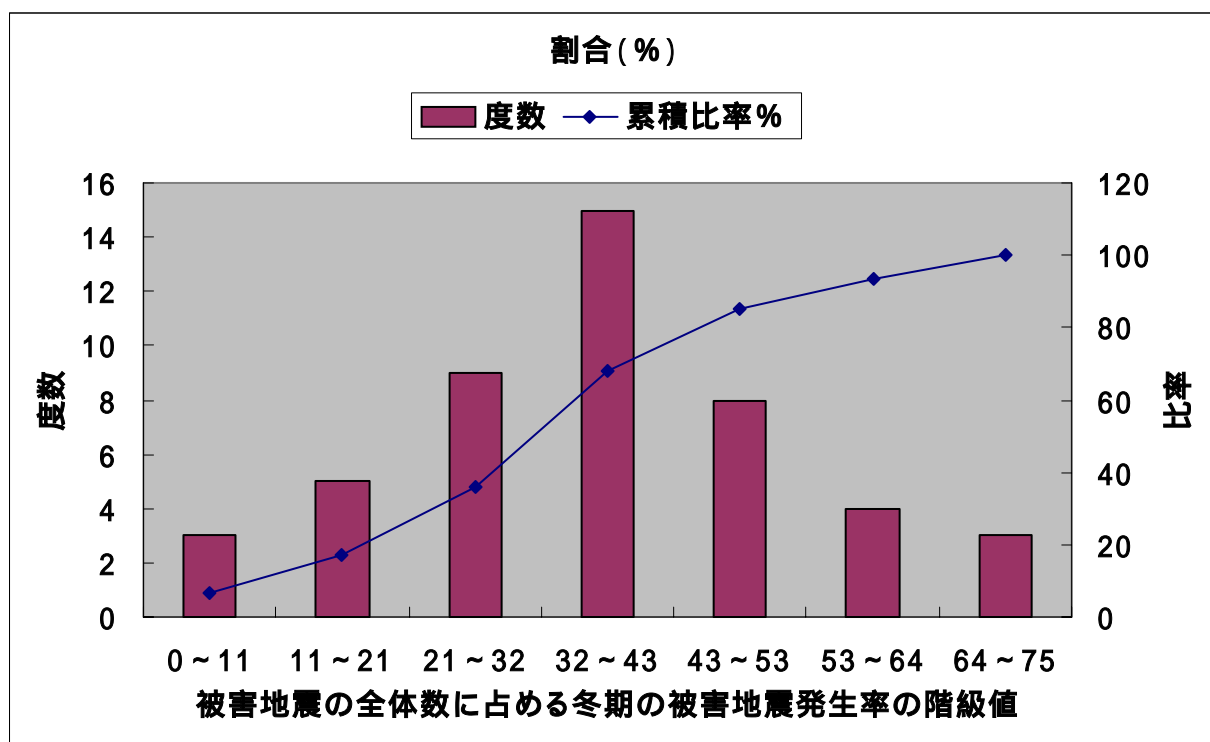


図3-3：全都道府県を一括した被害地震総数に占める冬期地震の発生割合（比率）の度数分布

図3-2と図3-3から、当該地域の被害地震総数に占める冬期の地震発生割合（比率）が県によっては6割を超え、北陸や中部、九州の一部地域が該当する。一方、東北や四国では冬期地震の比率が低かった。これ等の検討から、ばらつきでの評価を試みる。都道府県別の被害地震の全体数と冬期地震の発生件数の基本統計量を求めた結果、被害地震全体の平均発生件数は10.7、このうち冬期の地震は4である。変動係数では両者に大差はなく、被害地震全体で0.55、冬期の地震が0.64であった。

被害地震発生個数が少ない場合に、冬期地震の比率が高いことを検討するため、都道府県のうち被害地震総数が10以下の県25ヶ所を抽出しての冬期地震の比率に関するヒストグラムを図3-4に示す。

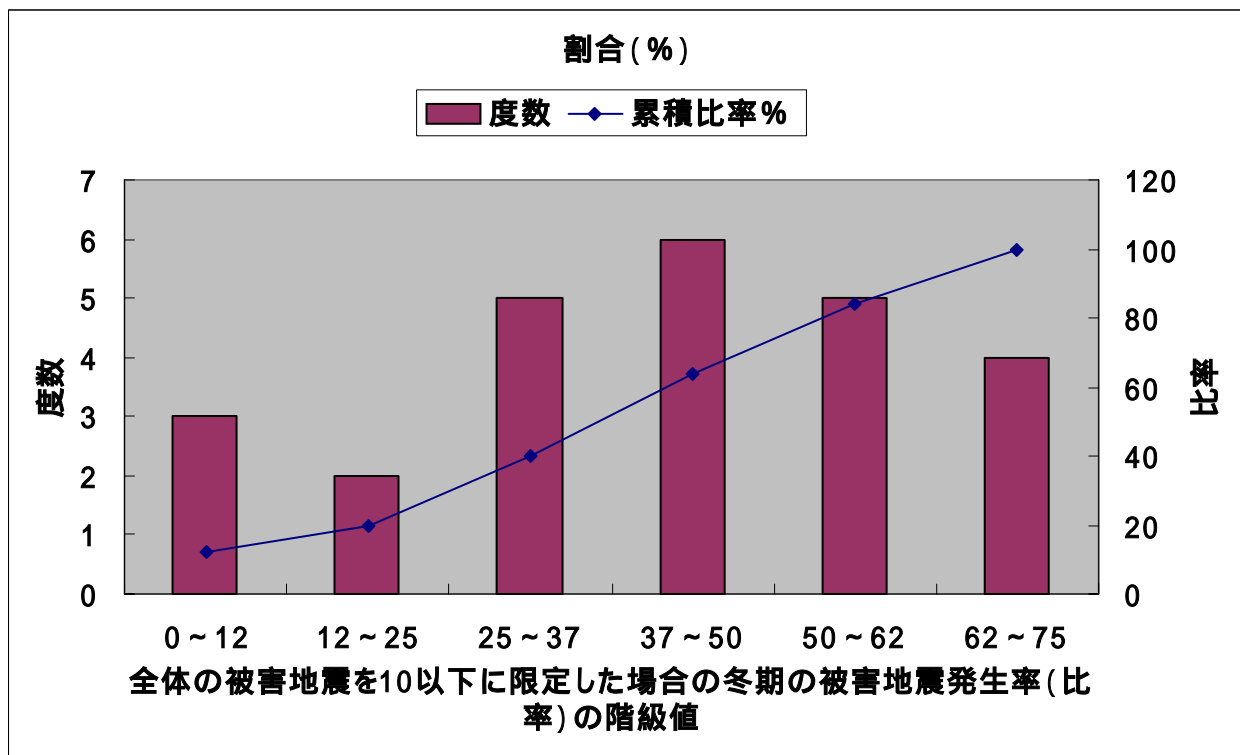


図3・4：被害地震総数が10以下の県25ヶ所を対象とした冬期地震の発生割合（比率）の度数分布

この結果，図3・3の階級値では32～43に集中したのに対し，図3・4は37～50と，被害地震総数が少ないと冬期地震の比率が高くなる。但し，図3・4は図3・3と異なり正規分布とはならなかった。

図3・3と図3・4はヒストグラムによる階級値で捉え，県別の度数によって評価しているので全体として冬期地震の割合（比率）が高めに出了たものと推定出来る。そこで，全都道府県を一括した被害地震総数505に対する冬期地震188の割合（比率）を求めると37.2%となる。ただ，兵庫県南部地震，三陸はるか沖地震等は震源域に加え，他県の被害地震一覧にも記載されているので，被害地震総数，冬期地震数ともに実数は小さくなる。結果的には，渡辺による『日本被害津波総覧（第2版）』（1998）を用いて算出した32%と近似すると言える。

一方，宇佐美の『新編 日本被害地震総覧』（1996）で扱った積雪寒冷期地震の割合では，豪雪地帯での12月～3月の地震の発生件数を全体の被害地震総数で除したものである。総理府が編纂した『日本の地震活動（追補版）』（1999）でも『新編 日本被害地震総覧』（1996）で計算した方法を用いて計算した結果，14.3%であった。なお計算で対象とした豪雪地帯が含まれる県は北海道・青森・岩手・宮城・秋田・山形・福島・茨城・栃木・群馬・新潟・富山・石川・福井・山梨・長野・岐阜・滋賀・京都であり，『日本の地震活動（追補版）』（1999）で扱われている72地震を全都道府県の被害地震総数505で除した。結果としては『新編 日本被害地震総覧』（1996）で算出された16.8%と近似する。

これとは別に，『日本の地震活動（追補版）』（1999）の都道府県別に見た被害地震総数に占める冬期地震の割合（比率）で，県によって発生割合（比率）が大きくばらついているが，これに関連し，被害地震総数が少ない県で冬期地震の割合（比率）が高くなると仮定し，被害地震の件数に応じた冬期地震の件数と割合（比率）をプロットしたものを図3・5と図3・6に示す。

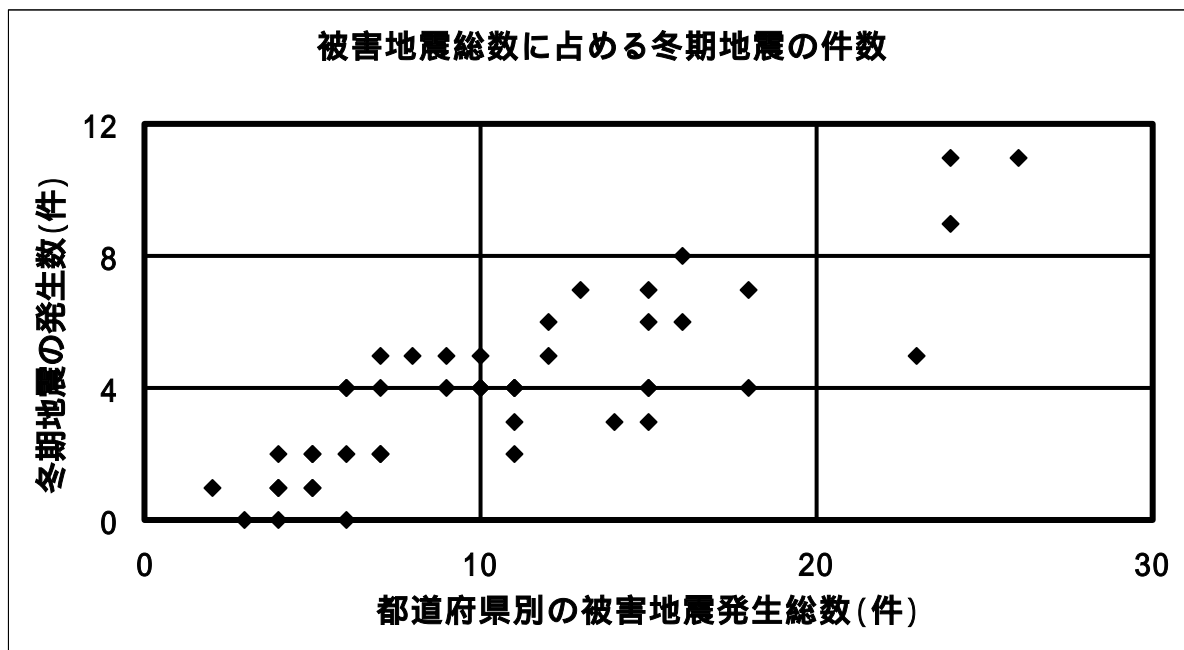


図 3 - 5 : 被害地震総数別に捉え た冬期地震の発生数のプロット

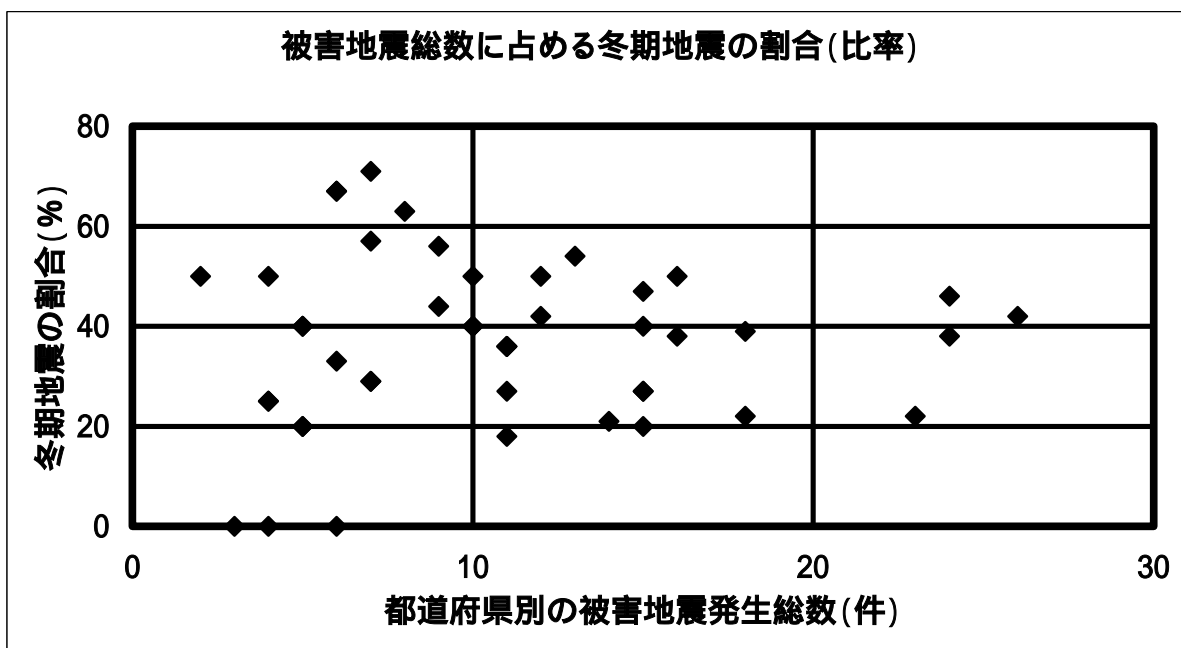


図 3 - 6 : 被害地震総数別に捉えた冬期地震 の割合 (比率) のプロット

図 3 - 6 から、被害地震総数に占める冬期地震の割合 (比率) で、被害地震総数が 10 前後の県の中には冬期地震の割合 (比率) が高い県が存在する。ここで、都道府県別の被害地震総数ごとに区切って冬期地震の比率の平均値と変動係数を求める。被害地震総数が 10 以下では比率の平均値は 38.24%、変動係数 0.54、同様に地震総数が 11 ~ 20 で 35%、0.32、21 以上では 37%、0.28 だった。地震総数の違いにより平均値間での有意差は認められなかったが、被害地震総数を区切ると変動係数の値が異なった。

県別に捉えた冬期地震の発生比率の平均値に対し、被害地震の実数を用いて分析すると値が異なる。被害地震総数が 10 以下の県は 25 で、被害地震総数 159、冬期地震 65、発生比率は約 41%、同様に 10 ~ 20 の県は 18、 $(87 / 249) \times 100 = 35\%$ 、21 以上が 4、 $(36 / 97) \times 100 = 37\%$  だった。

以上の検討から、積雪期を条件に加えると 2 割程度を推移するのに対し、積雪の有無を考慮せずに計

算すると3割～4割，被害地震総数が小さい県によっては6割を超えることが分かった。そこで，各地の冬期地震の事例と地域防災計画における積雪期地震の位置付けに関する検討が必要となる。

### 3.3. 積雪寒冷期地震に見る雪と寒さが被災者に与える影響

#### 1) 積雪寒冷期地震としての釧路沖地震

各種地震カタログや実際の被害地震の例<sup>2)</sup>から，被害地震と積雪寒冷期との関係を考察する必要がある。釧路沖地震は1月中旬の夜に発生し，当時の外気温が氷点下7度前後の寒さであった。

1993年1月15日20時6分に発生した釧路沖地震の諸元は，震央  $144^{\circ} 21.4' E$ ， $42^{\circ} 55.0' N$ ，M 7.8，震源深さ 107km の深発地震であった。震源地の釧路市で震度が観測され，釧路地方気象台の強震記録から，N・S 817.4gal，E・W 922.9gal，U・D 466.9gal であり，兵庫県南部地震時に神戸海洋気象台で観測された最大加速度記録のN・S 818gal を凌いでいる。

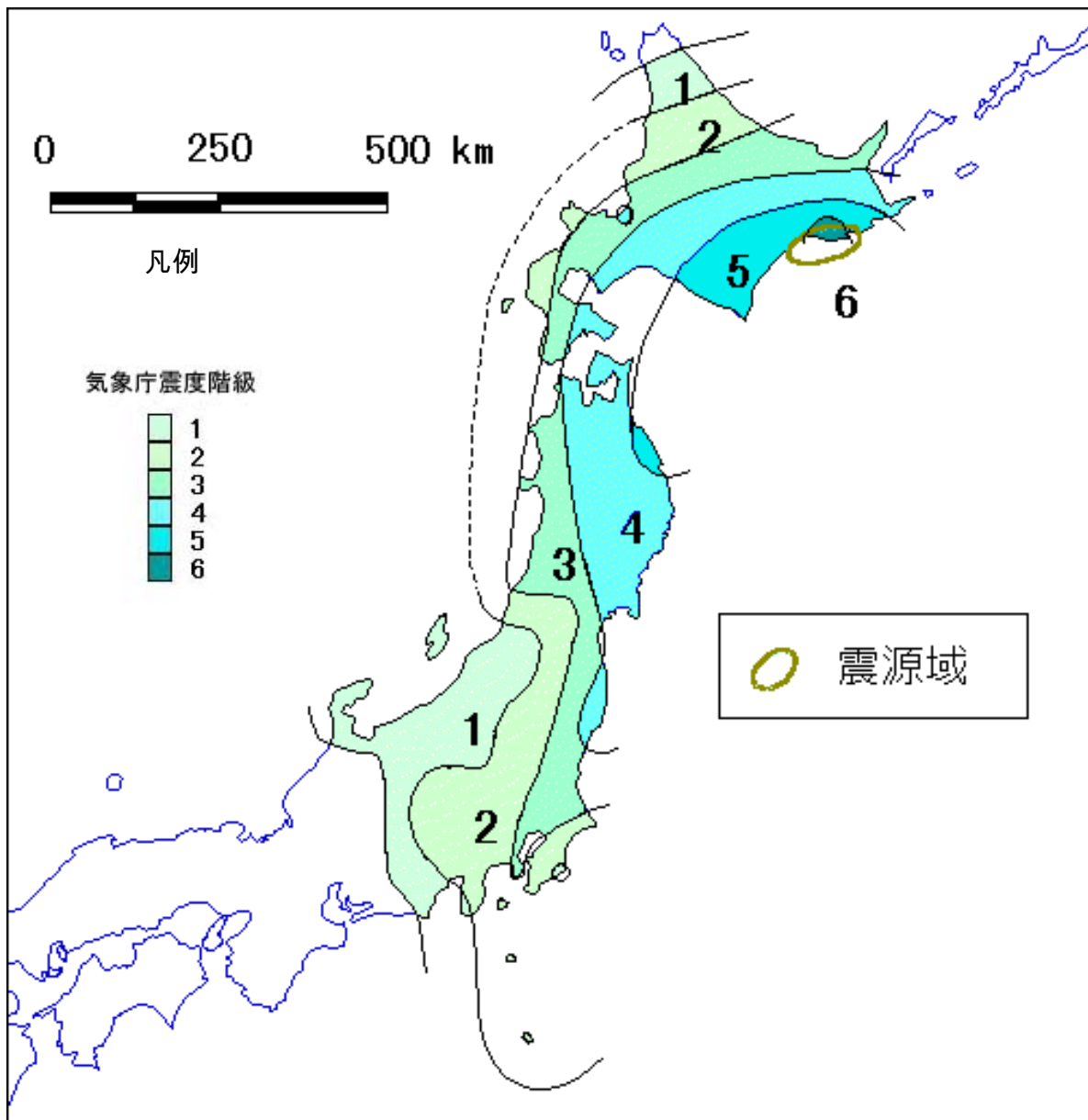


図3-7：釧路沖地震の震度分布（気象庁発表資料を基に作成）

人的被害では釧路市で2名が犠牲となった。1人が重さ15kgのシャンデリアにぶつかり、胸部挫傷、もう1人がガス中毒死である。負傷者も多数、報告され、116名の重傷、850名が軽傷で、全体の約4割がストーブの消火作業や熱湯を被ることによる火傷で占められた（宇佐美の新編 被害地震総覧）。

火傷に関連し、地震発生後の火災も問題となるが、地震による火災は9件で、うちストーブの破損や転倒によるものが6件、炉辺の炭が1件、炭焼きの釜によるものが1件であった。

一方、住宅被害では全壊53棟、半壊254棟、一部損壊5,311棟で、病院関連では228棟の建物が何らかの被害を受けている。ここではガラス破損等も含まれている。

釧路沖地震は以下に示す図3・8のように、積雪は少なかったものの、外気温が氷点下であり、厳しい気象条件であることが分かる。

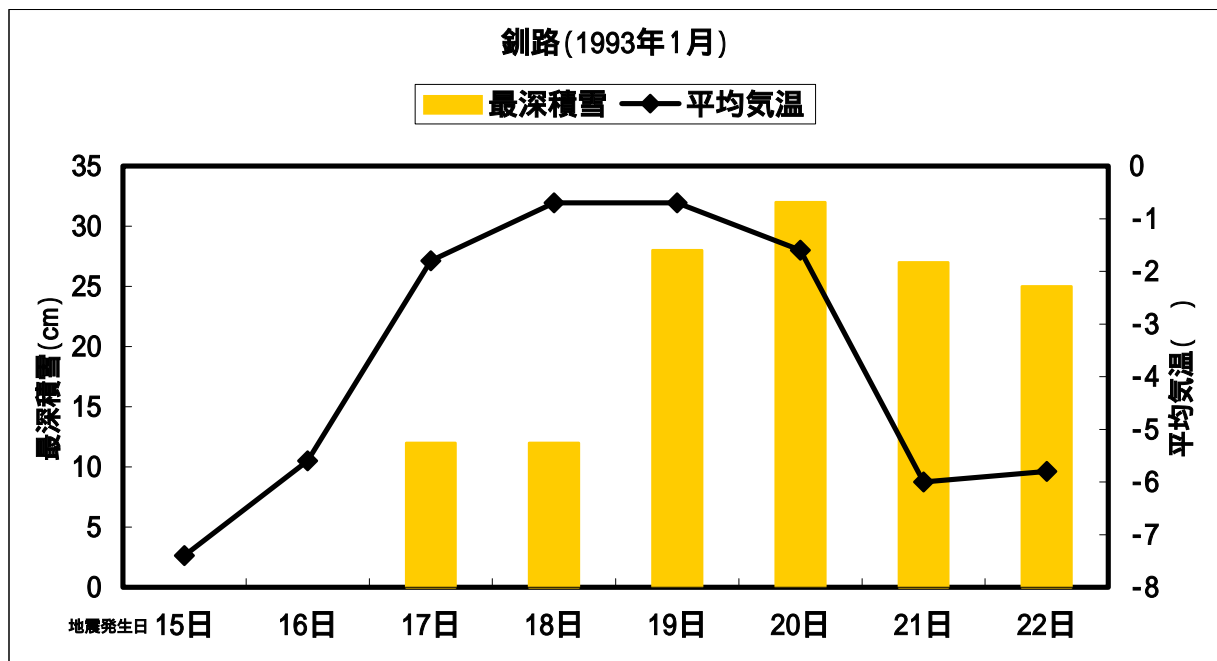


図3・8：釧路沖地震時の釧路市の日平均気温と日最深積雪の推移（アメダス記録より）

図3・8からも明白なように、今回の地震でタンクからの油類の流出を最小限に抑えられ、流出した油が凍結したため、回収作業が容易で、一般家庭用の燃料備蓄タンクの漏洩・破損238基が報告されたが、住民による後片付けが可能であった。また、寒冷による液状化の抑止が認められた<sup>3)</sup>。家屋被害が少なかった背景として、基礎部分の凍結深以下の埋設が挙げられる。一方、凍結地盤によるライフライン復旧の遅延（水道管で最長17日間の断水、復旧には1978年の宮城県沖地震時と比較して3倍の時間を費やした）、公共建物の暖房設備の破損による影響（公立学校で約1週間の休校措置等）が出た<sup>3,4)</sup>。

積雪は少なかったものの、寒さによる地盤凍結のため、通常地震と比較して復旧により多くの時間を要した。特に埋設管の補修には通常2～3倍の期間がかかったことが、表3・2から分かる。

表 3 - 1 : 釧路沖地震跡の復旧過程の推移 ( 各種新聞報道等の整理による )

平成 5 年 1 月 15 日 20:06	地震発生
16 日	電気の全面復旧 北海道開発局多重無線電話全面復旧 一般国道 272 号標茶町中茶安片側車線開通 一般国道 38 号音別町直別片側車線開通 一般国道 391 号釧路町達古武片側車線開通 一般国道 391 号標茶町五十石 ~ 南標茶片側車線開通
17 日	一般国道 391 号標茶町五十石 ~ 南標茶全面開通
26 日	緊急復旧開始 ( 道路 )
2 月 1 日	断水全面復旧
6 日	釧路ガスの供給すべて回復
7 日	一般国道 240 号阿寒町松之恵橋片側車線開通
10 日	一般国道 391 号釧路町達古武全面開通 一般国道 272 号標茶町中茶安別 ~ 別海町拓進全面開通
15 日	緊急復旧開始 ( 港湾 )
18 日	本復旧開始 ( 道路 )
26 日	一般国道 44 号厚岸町糸魚沢 ~ 浜中町茶内片側車線開通
28 日	一般国道 272 号標茶町東阿歴内片側車線開通
3 月 1 日	一般国道 38 号音別町直別 ~ 白糠恋問全面開通
4 日	一般国道 44 号厚岸町糸魚沢 ~ 浜中町茶内全面開通
9 日	一般国道 272 号標茶町東阿歴内全面開通
25 日	一般国道 240 号阿寒町松之恵橋全面開通

一方、今回の地震では火傷による負傷とともに、地震発生時刻が夕食前後の時刻であるため、台所と風呂場で負傷した例が散見された ( 表 3 - 2 を参照 )。なお、釧路沖地震の際は、地震の起きた 1 月 15 日だけでも、釧路市内の 4 病院で計 277 人が受診、そのうち 255 人が外科系の患者で占められた。

表 3 - 2 : 釧路沖地震発生当日の負傷者数 ( 出典 : <http://www.ks.hkd.mlit.go.jp/bousai/kusirooki.html> )

負傷場所	負傷人数	負傷者数に占める割合
居間	168 人	67.6%
台所	25 人	10.1%
玄関・階段	19 人	7.7%
寝室	17 人	6.9%
子供部屋	6 人	2.4%
風呂・トイレ	5 人	2.0%
その他	5 人	2.0%
不明	3 人	1.2%
合計	248 人	100%

## 2) 積雪寒冷期地震としての三陸はるか沖地震

1994年12月28日21時19分に発生の三陸はるか沖地震の諸元は次のとおりで、震央  $143^{\circ} 44.9' E$  ,  $40^{\circ} 25.6' N$  , M7.5, 震源はごく浅い直下型地震であった。震源域の八戸市は従来より雪が少なく、地震時には殆ど積雪はなかったものの、外気温は氷点下5度前後を推移する厳しい気象条件下であった。

この本震の後にも被害を及ぼす余震が発生した。具体的な諸元は次のとおりで、1995年1月7日7時37分、震央  $142^{\circ} 18.6' E$  ,  $40^{\circ} 13.2' N$  , M7.2, 震源深さ 47.8km である。

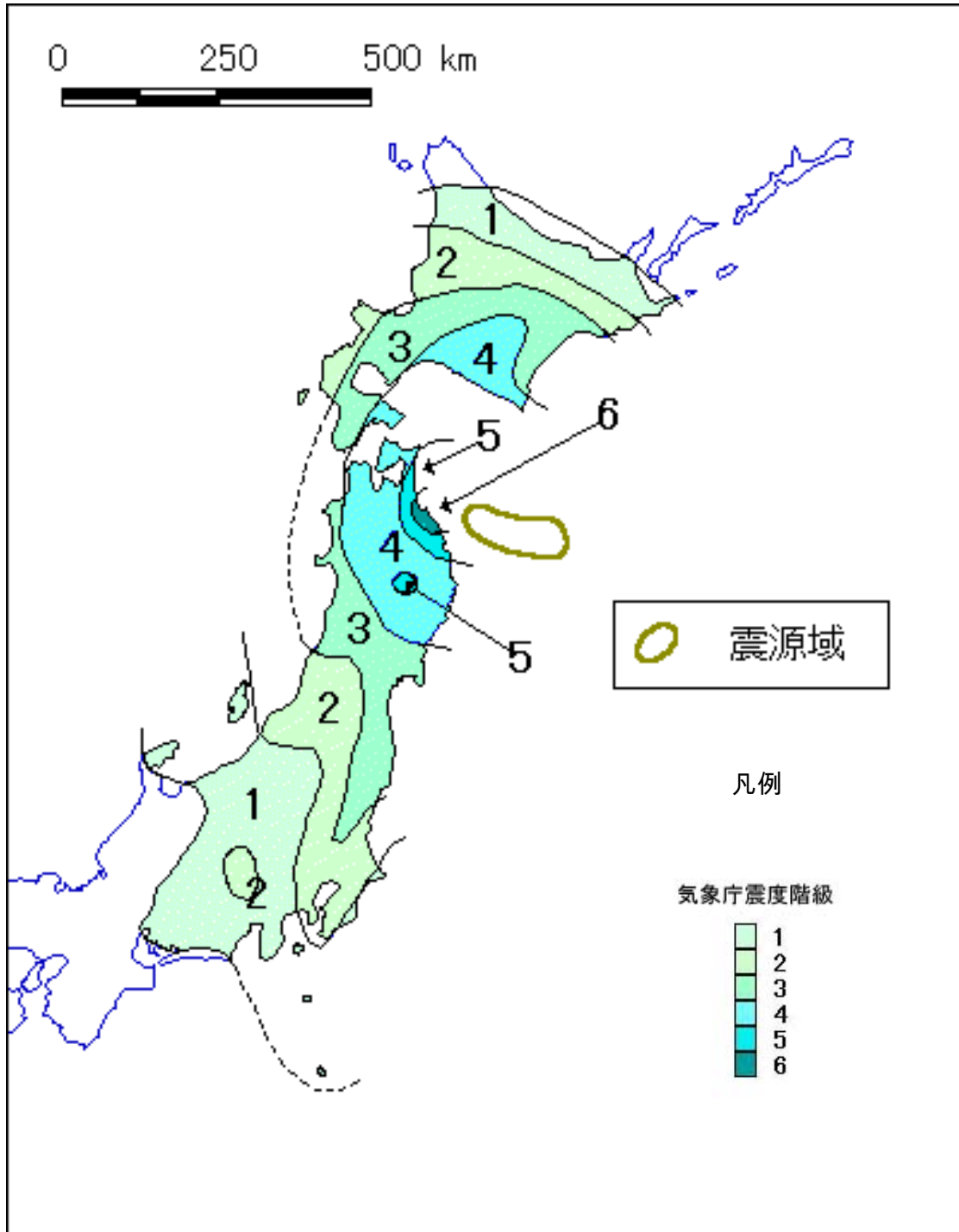


図3-9：三陸はるか沖地震の震度分布（気象庁発表資料を基に作成）



消防庁が1995年9月12日にまとめた報告によると、八戸市の2名の死亡を含む3名が犠牲となった。死亡は本震時に発生し、八戸市ではパチンコ店にいた2人が1階部分の崩壊により、下敷きとなった。重傷67名、軽傷788名であり、転倒によるものが多かった。

一方、住宅被害では全壊72棟、半壊429棟、一部損壊9,021棟で、病院関連では156棟の建物が何らかの被害を受けている。ここではガラス破損等も含まれている。さらに、今回の地震ではブロック塀の被害も確認され、32件で倒壊や鉄筋部分の剥き出しが見られた。なお、火災は本震で8件、余震で1件発生している。

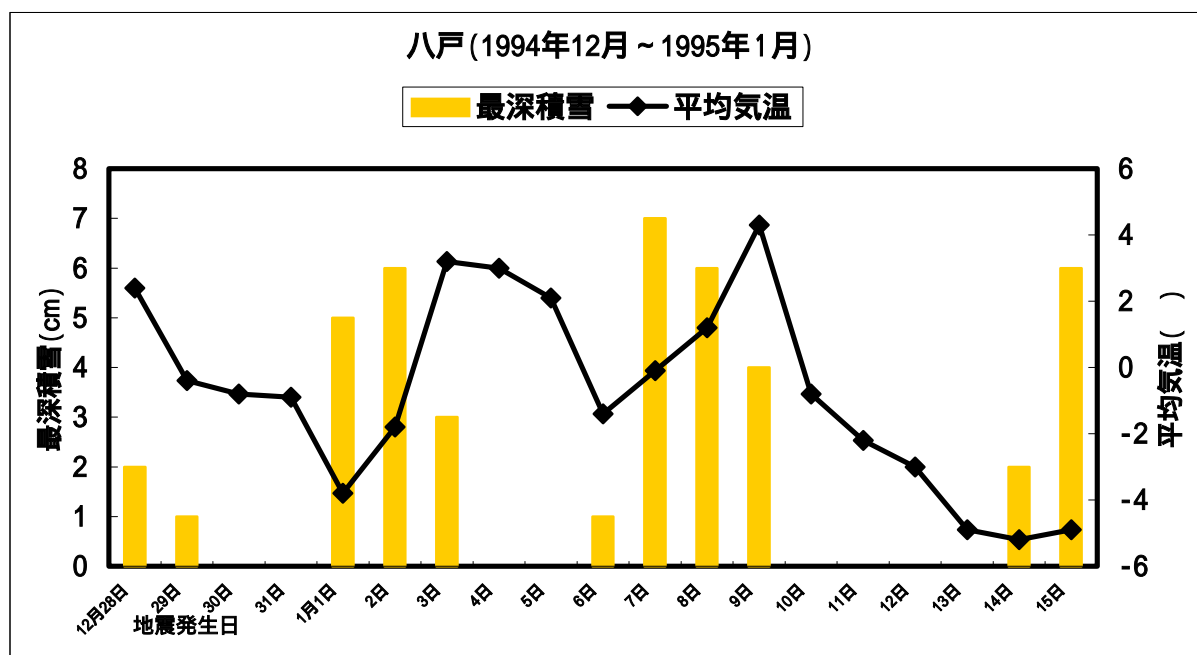


図3-10：三陸はるか沖地震時の八戸市の日平均気温と日最深積雪の推移（アメダス記録より）

地震発生時、その後の復旧において、積雪寒冷が及ぼした影響は釧路沖地震と同様であるが、ここで、文献5)に記載されている雪と寒さの観点から捉えた対応表を整理して、表3-3に示す。

表3-3：三陸はるか沖地震と積雪寒冷との関係（月館敏 八戸工業大学教授らの調査結果を整理）

	被害・対策の特徴	積雪寒冷との関連事項
地震の概況	5～10cmの積雪、-2～+5	路面凍結、暖房が必要不可欠
消防活動	津波警報警戒、独居高齢者宅の巡回	家庭用燃料備蓄タンクの安全確認
給水活動	自衛隊・自治体による協力	町内会等による採暖、お茶のサービス
火災	発生件数少ない	耐震消火装置付暖房器具の普及、消防用水の確保
危険物	石油給油所タンク被害：47件	暖房用灯油の供給停止
負傷者	やかんによる火傷	暖房器具にやかんを置く習慣
水道、電気	漏水：195ヶ所、停電	地盤凍結で漏水箇所の発見が困難、暖房の使用不能
建物被害	全半壊は比較的少ない	高断熱・高気密で窓が少なく、雪を考慮し屋根は軽い素材
学校施設	体育館の被害が顕著、漏水の凍結	避難施設として使用不可、停電で暖房器具の使用不能状態
公民館	津波警報で避難、余震で避難施設の被害	停電で暖房器具の使用不能、被害を受け近隣の小学校へ避難
生活被害	スケートリンクに被害、日常生活面に支障	冬季国体に影響、被害感の拡大、災害救援活動の阻害



### 3) 兵庫県南部地震に見る被災者の置かれた状況と災害医療体制

以上の被害地震のレビューを踏まえ、戦後最大規模の兵庫県南部地震を取り上げる。同地震は未曾有の被害となった。本論では人的被害の概要について考察する。まず、標記地震の諸元を以下に示す。

地震発生日時(本震): 1995年1月17日(火), 午前5時46分52秒

震源地: 淡路島北淡町(気象庁速報), 神戸市兵庫区和田岬付近(京都大学防災研究所発表)

地震の規模と震源深さ: マグニチュード7.2, 14km

震度6: 神戸・洲本 震度5: 京都・彦根・豊岡

震度4: 岐阜・四日市・伊賀上野・津・福井・敦賀・舞鶴・奈良・和歌山・大阪・姫路・福山・岡山・呉・高松・徳島・津山・高知・多度津・鳥取・境港

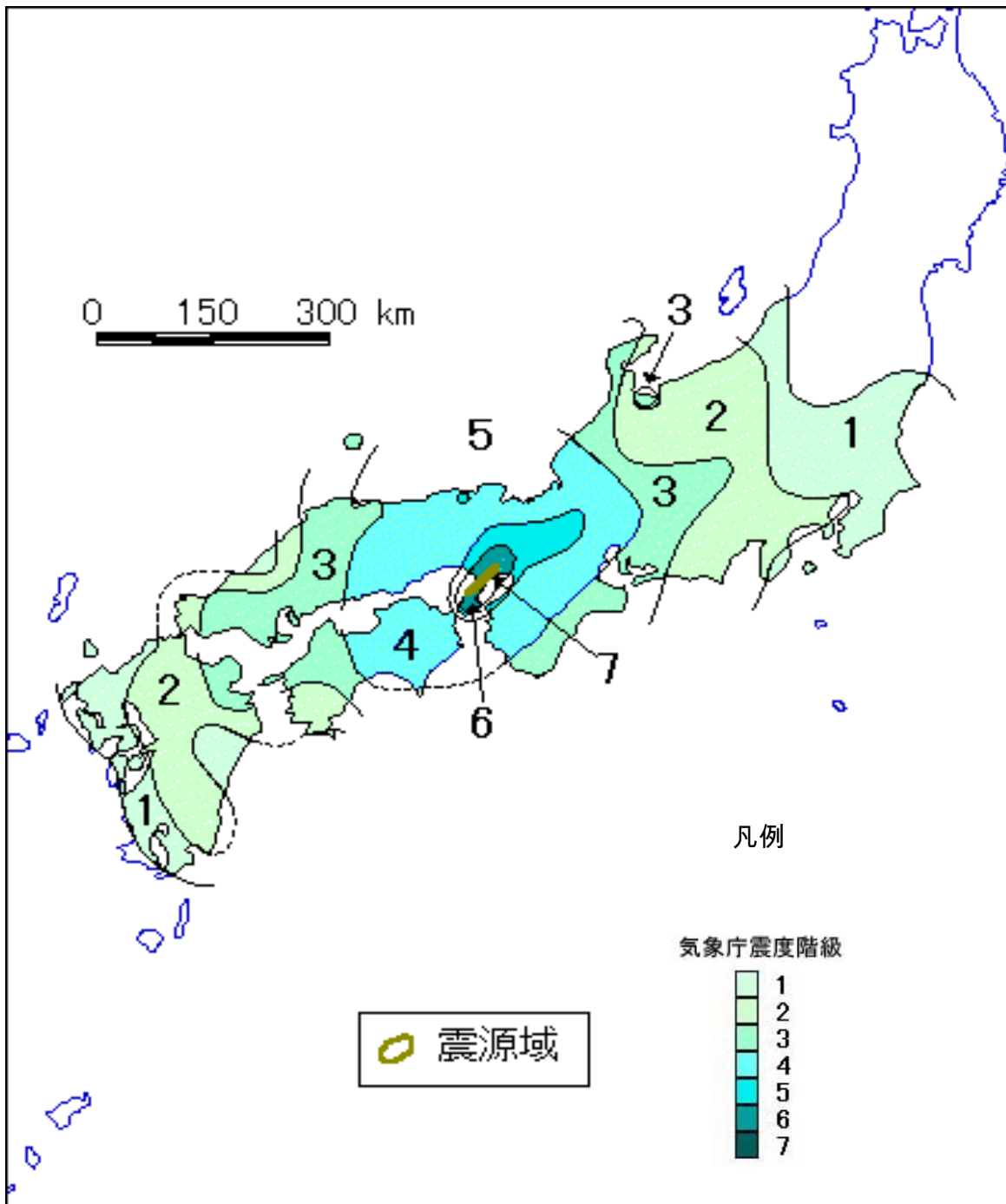


図3・11: 兵庫県南部地震の震度分布(気象庁発表資料を基に作成)

ここで、土木学会が1996年8月に示した『土木構造物の耐震基準等に関する「第二次提言」～解説～』の「第5章：地震防災性の向上に向けて」の中で言及している、兵庫県南部地震における救出時期と救命率との関係について、以下に示す。

c) 阪神淡路大震災においては、消防や警察、自衛隊などによる救援が遅れた。震災犠牲者の死亡原因の90%近くは家屋の倒壊による圧迫・窒息死であったが被災者の救出率は表3・4（提言の解説文では表5・1）のように、発災後24時間を経過すると急激な低下を示した。救出作業は「発災後24時間以内が勝負」と言われてきたが、今回の震災でもそれが実証された。機動的な救援隊を迅速に派遣する体制づくりの重要性が改めて指摘される。

表3・4：日別救助出動件数および救助人員（出典：神戸市，阪神・淡路大震災・神戸市の記録 1995年・）

月/日	1/17	1/18	1/19	1/20	1/21	1/22	1/23	1/24～2/10	合計
救助件数	320	304	298	202	96	49	24	66	1,359
救助人員	604	452	408	238	121	37	12	20	1,892
生存者	486	129	89	14	7	5	2	1	733
死亡者	118	323	319	224	114	32	10	19	1,159

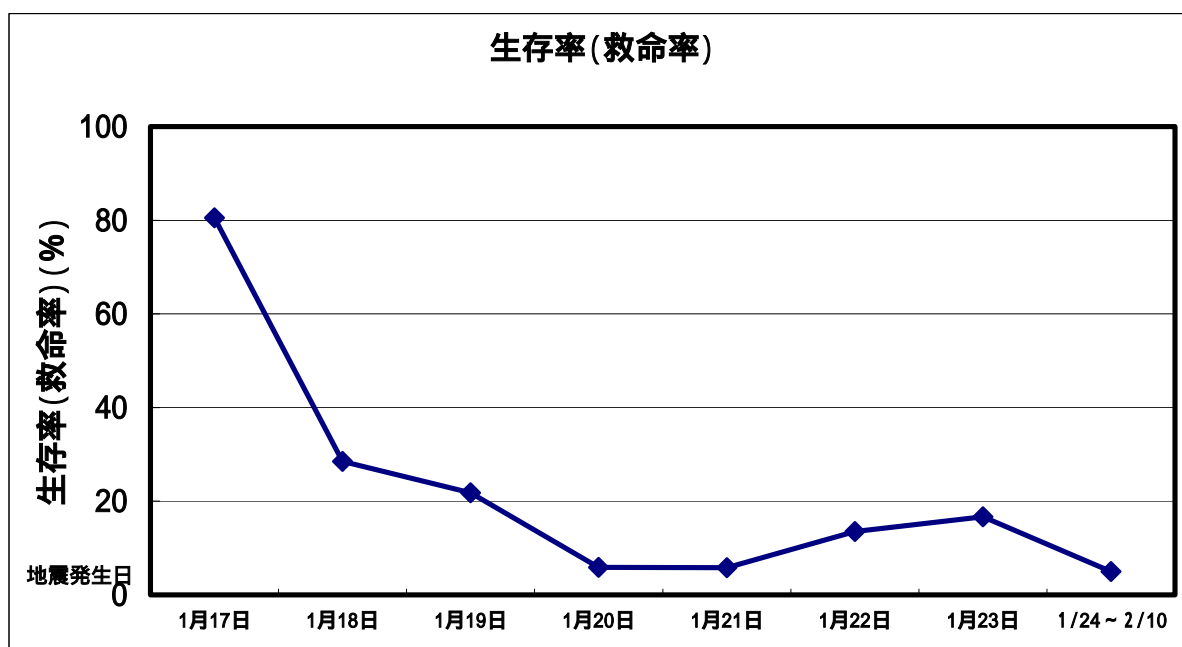


図3・12：兵庫県南部地震時の神戸市での救出者の生存率推移（表3・4より）

災害時には、災害後3日間が存命で救出可能なタイムリミットとされているが、表3・4から、震災後翌日には生存率が急激に下がることが分かる。ここで言う被害は家屋内での閉じ込めや什器類の下敷きになった人を救出しているため、凍死や生活習慣病の悪化、脳血管障害によるものかは判然としない。通常、死斑、頸部離断、死後硬直が進むので生体反応は出ないため、圧迫や窒息死として扱われる。ただ、図3・12に示す神戸市の日最低気温の推移から、家屋内で凍死に至ったことも考えられる。

凍死に関連し、兵庫県南部地震では急性上気道炎、つまり感冒様疾患による受診が目立った点を教訓としたい。呼吸器専門医や生気象学者の中には、寒冷期に罹患しやすい疾患を対象に、気象因子や患者のライフスタイル、既往歴・現病歴等のデータを基に分析し、予防医学推進の立場を鮮明にしている。

震災当時、神戸市内での医療活動の実態を俯瞰すると、1月26日時点で避難所599ヶ所、避難者数237,000人、1月21日に巡回医療チーム55班、2月7日には常設救護所139ヶ所に達し、延べ27万人

余りが受診した。災害時には呼吸器系疾患が増加されると言われるように、2月1日から同19日までを対象とした約2万7千人の診療記録から、上気道炎や肺炎を含む呼吸器障害によるものが68%、熱傷・外傷15%だった<sup>6)</sup>。これに精神面での相談や慢性疾患で服用している薬剤の処方を受けた例を含めると患者数が膨大となる。一般的な疾患に加え、災害時に多発する深刻な症状についての認識も必要となる。

兵庫県南部地震では約36,000人が負傷し、凍死者7名を含む6,400余人が犠牲となった<sup>7)</sup>。震災後の各種受診記録から、372例が挫滅症候群（クラッシュ症候群，Crush Syndrome：CS）と診断され<sup>8)</sup>、うち50例が亡くなっている<sup>9)</sup>。CSを扱った研究では症例報告、患者搬送上の留意事項、災害時の透析需要等が報告されている<sup>10-12)</sup>。

表3-5：神戸市の1日当たりの受診数（文献6）

日時	受診数平均（人）
1月17日～1月20日	3,900
1月21日～1月31日	8,000
2月1日～2月10日	5,800
2月11日～2月28日	4,000
3月1日～3月31日	1,500

今回の震災では海外からの支援を含め、各都道府県、大学病院、公立病院等の迅速な対応によって診療面でさほど混乱しないで済んだが、神戸市内の多くの医療機関が機能麻痺状態となった点を考慮すれば最低限の医薬品、飲料水、食料、防寒用品の備蓄（図3-13を参照）が不可欠となる。

ここで図3-13において、日最低気温を示した事由として、発生時刻が午前5時過ぎであり、通常、気温が最低となり得る時間帯であること、多くの住民が家屋内に閉じ込められ、倒壊家屋であることから直截、寒気（冷氣）が入り込む状況である点が挙げられる。また、特にS造では脆性破壊が見られ、この現象において低温環境が影響したことを考慮した。さらに、各種防寒対策を施す場合、毛布や湯等の需給見込みを立てる場合、平均気温で想定すると被災者に対する対応のみならず、物資が行き渡らない状況に陥ることが懸念される点にも留意が必要となる。

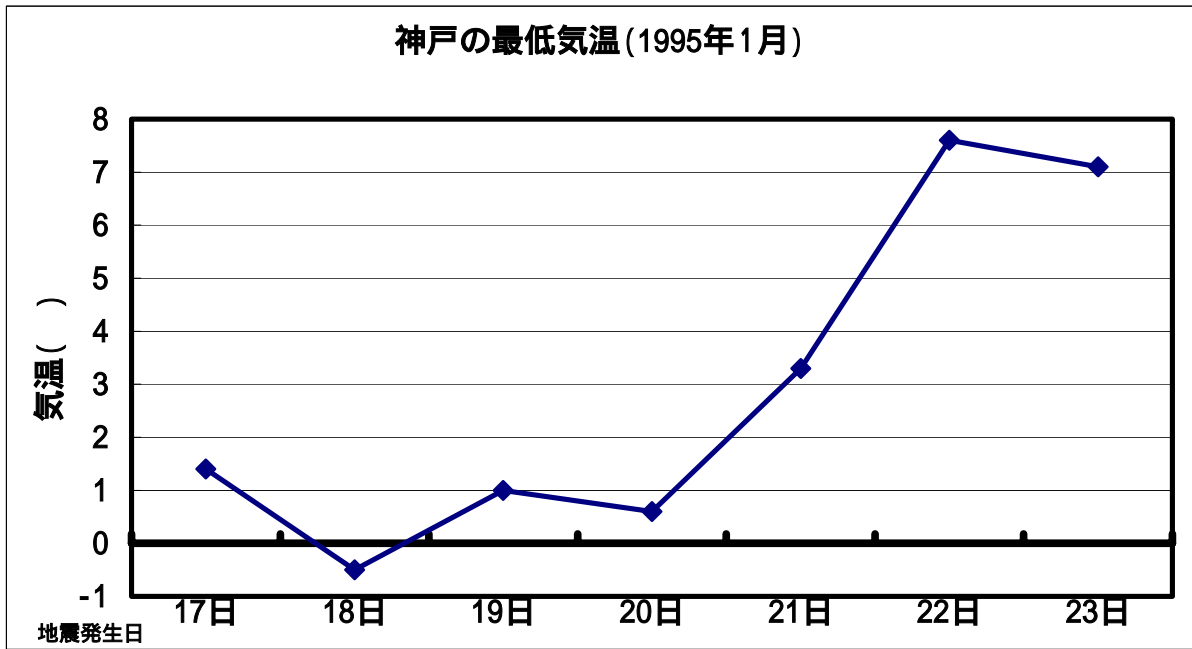


図3・13：兵庫県南部地震時の神戸市の日最低気温の推移（アメダス記録より）

図3・13から、被災地では氷点下に下がり、風邪蔓延の助長因子となる。この理由付けとして、神戸市は概して相対湿度が低いことが挙げられる（図3・14を参照）。

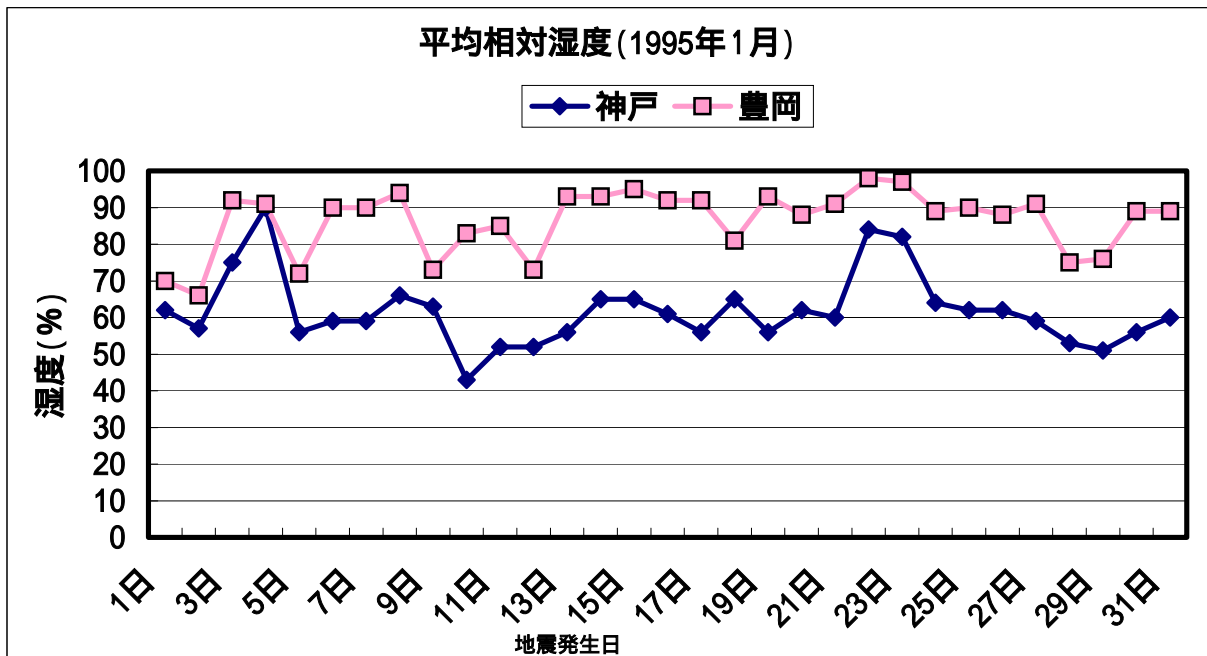


図3・14：兵庫県南部地震時の神戸と豊岡の平均相対湿度の推移（アメダス記録より）

神戸市が他地域と比較して相対湿度が低いことに加え，密閉空間に人が密集したことで，呼吸器系疾患が目立った。この現象については日本集団災害医学会を初めとする医学系学会で数多くの報告がある。図3・14では豊岡と対比させているが，これは神戸と異なり，雪の量が多いことに注目した。

建築学会編纂の『建築物荷重指針・同解説』（1993年）の5章で取り上げられている基本地上積雪深に関連し，100年再現期待値で求めた年最大積雪深は1.831mである。これを踏まえ，兵庫県南部地震発生後1週間にわたる最深積雪深の推移を示したのが図3・15である。

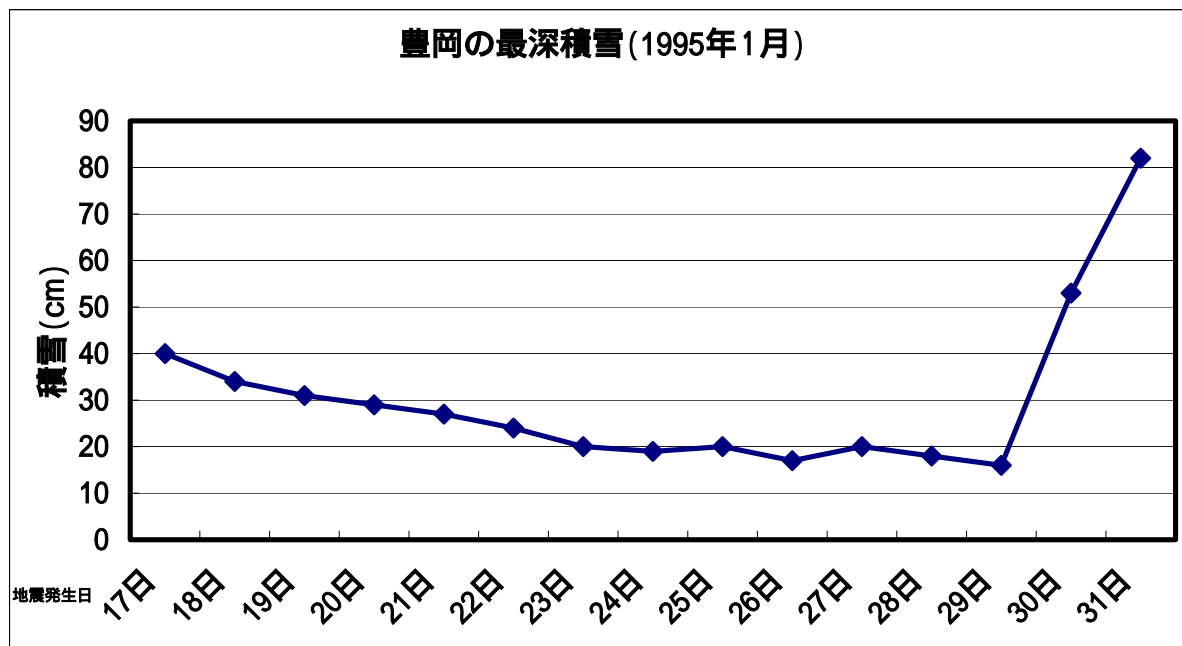


図3・15：兵庫県南部地震時の豊岡の最深積雪の推移（アメダス記録より）

ここまで神戸市と豊岡市の気象条件の比較を行ったが，同一県内で雪の量が大きく異なる点に留意する必要がある。こうした気象特性を明確化するため，神戸市と豊岡市の位置関係を図3・16に示す（瀬戸内海と日本海側の相違）。兵庫県でも日本海側に位置する自治体では豪雪地帯となり，今回の兵庫県南部地震でも雪崩跡が数箇所を確認されている。人的・物的被害には至らなかったが，雪氷災害を認識する意味合いで，図3・16に県内の豪雪地帯の分布状況を示す。

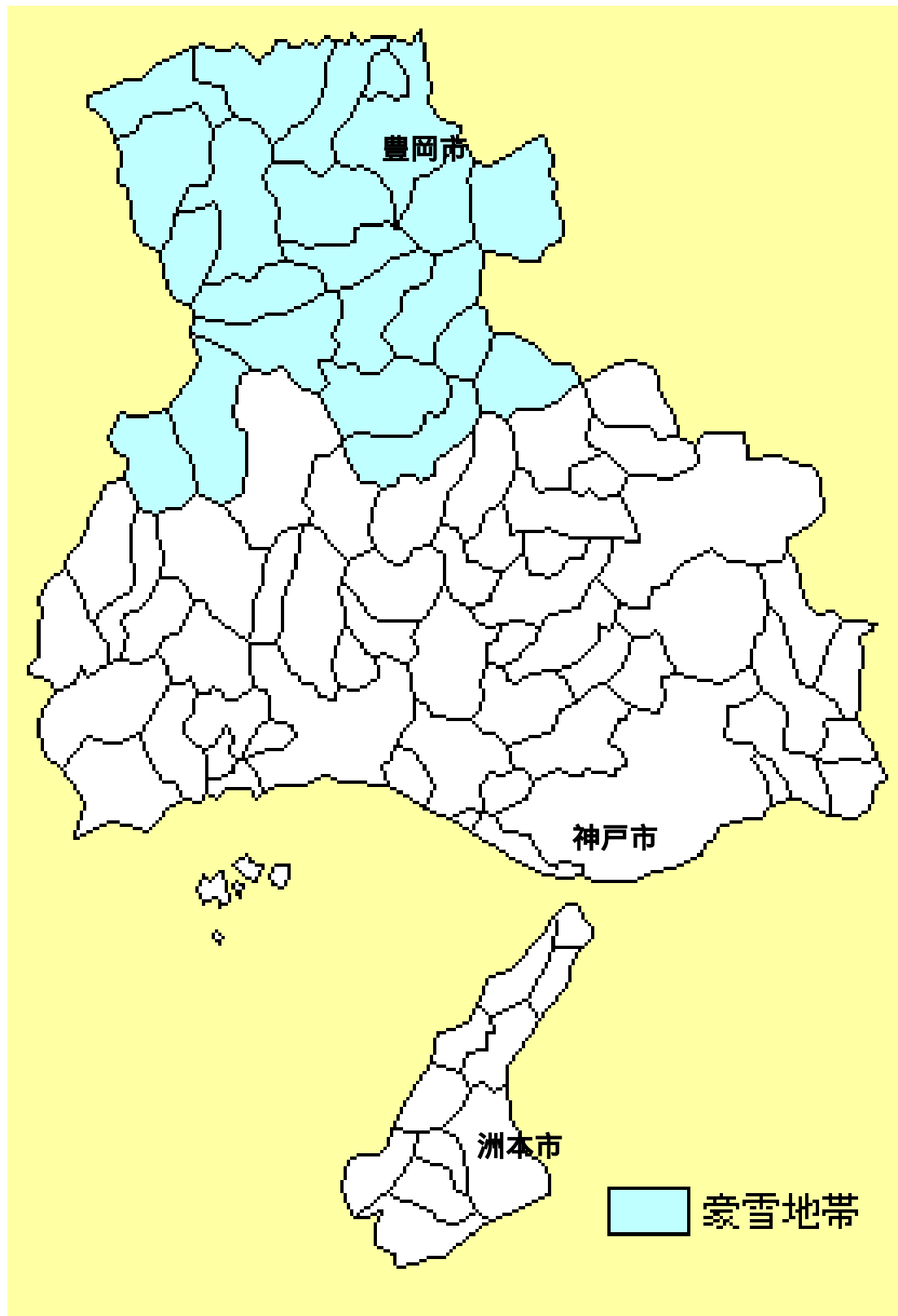


図3・16：兵庫県内の豪雪地帯の分布（2003年4月1日現在）

こうした点からも積雪寒冷期地震対策の必要性は明白である。平均相対湿度が高く、風邪が防止出来たととしても、積雪に伴う避難行動への支障、地盤や堤防は雪に覆われているため、復旧・復興が遅延することが懸念されている。

兵庫県南部地震を受け、人口 10 万人当たりで捉えた上気道炎罹患の地域特性について、気象や人口規模との関係で考察する。と言うのも、風邪は各種疾患に進行しやすく、より重篤な臨床症状を呈すること、呼吸器系疾患の多くは季節的要素による影響が大きく、適切な保健活動によって蔓延防止につながることで、同時多発的な患者発生に際してはトリアージ（脚注参照）の関係から、風邪や軽度の嘔気等の症例は診療を待つことが余儀なくされ、寧ろ日頃からの健康管理の範疇に含まれる点を考慮した。

上気道炎を初めとする各種疾患の罹患と季節や人口規模等との関係については、7・8章で詳細に分析するが、ここではその傾向を示すこととした。表3・6で取り上げた自治体の選択基準は、地域間で気温等の差がはっきりしていること、過去に地震を含め、大きな災害に見舞われている、の2点による。

表3・6：10万人当たりの上気道炎の外来数（1999年のデータ，厚生労働省 編：『患者調査の年次推移』による）

地点	外来数全体（人）	うち高齢者数（人）
全国	268	136
北海道	210	120
東京	327	212
新潟	221	95
兵庫	233	94
福岡	298	190
沖縄	166	62

表3・7：各自治体の人口，気象データ

地点	人口総数（人）	人口密度（人）	高齢化率（％）	平均気温（℃）	降水量（mm）
全国	126,686,324	336.8	16.7	16.1	1957.5
北海道	5,694,913	72.6	17.5	8.8	1155.0
東京	11,837,408	5384.4	15.3	16.7	1546.5
新潟	2,489,782	197.8	20.6	14.5	2397.0
兵庫	5,483,627	644.1	16.3	17.3	1580.0
福岡	4,999,811	993.1	16.7	18.1	1865.5
沖縄	1,311,608	562.0	13.7	24.4	3322.0

- ・人口総数は1999年10月1日現在
- ・人口密度は1995年国勢調査による
- ・高齢化率は全人口に占める65歳以上の総数の割合で、1999年10月1日のデータによる
- ・平均気温、降水量は1998年のデータに基づく

インフルエンザの発生・患者数推移の予測で用いられる降水量等との関係で、表3・6、表3・7から、一般的な感冒症状を指す上気道炎も、降水量に応じて減少し、平均気温の低下と人口規模によって増加傾向にあることが示された。

風邪予防に関連し、うがいの励行、十分な栄養と休息は経験的に知られているが、より根本的な口腔のセルフケアも重要となる。最近の医薬品の安全性に対する認識の高まりを反映し、梅酢を用いた口腔内の清潔度維持の可能性を探った臨床研究が散見される。その多くは、従来とうがい薬との比較から、上気道炎等の各呼吸器疾患の起炎菌の口腔内での検出状況を調査し、その有効性の点で現在、診療で使用されているうがい薬と大差ないことを述べ、嗜好、副作用の点で殆ど懸念がないと結んでいる。

一方で、平時から住民と医療関係者間の信頼関係を構築しておくことも必要である。福岡県博多に近

接する久山町では生活習慣病予防で、診療データに基づいて指導・情報発信していることで注目されている。循環器疾患を専門とする九州大学第二内科の医療チームが町に検診・医療センターを設立し、時間を問わず、年中無休で町民の健康管理を担っている。この結果、高血圧や動脈硬化等の改善が報告され、その分、心臓や腎臓への負担が減る。これは人工透析回避につながり、災害時にも症状の急変が一定レベルで抑制出来る可能性がある。このこと自体、医療ニーズの逼迫の解消に寄与し、当該自治体自身が災害に強くなる。

ただ、日本海側に位置する福岡県では場所によっては関東圏よりも降積雪量が多く（例えば建築学会編纂：『建築物荷重指針・同解説』. 1993 の5章に示されている基本地上積雪深のうち、年最大積雪深の100年再現期待値で土浦 0.246, 福岡 0.249m）、交通渋滞や公共交通機関にも影響を及ぼすことが度々ある。この状況から雪害を含め、積雪期地震に脆弱な一面を覗かせている。兵庫県南部地震では神戸、芦屋、西宮、北淡町がクローズアップされているが、神戸市の年最大積雪深が 15cm 程度であるのとは対照的に、豊岡や三田は雪の量が多く、荷重指針の計算によると豊岡では 1.831m に達している。

### 3.4. 都道府県別の地域防災計画の分析に基づく積雪寒冷期地震を含めた雪害対策

各都道府県では地域防災計画を策定し、実際の災害対応に生かすことを目的としている。特に兵庫県南部地震以降、災害発生後の機動力を高めるための諸々の施策が取り入れられ、防災対策が進展している。しかしながら、兵庫県南部地震が冬期に発生しているにも関わらず、積雪寒冷期を考慮した防災対策は進んでいないのが現状で、防災計画の中でも雪害を初めとする雪氷防災に関する記述が少ない。

そこで、冊子版の防災計画や、インターネット上に公開されている都道府県別の地域防災計画の概要を網羅し、積雪寒冷期地震について、防災対策の中での位置付けを示す。

#### 北海道

釧路沖地震についての言及はあるものの、泊や幌延に原子力関連施設が点在することから、原子力防災計画にシフトしている。ただ、インターネット上に、直接公開はされていないものの、北海道庁が 1997 年 2 月に改訂した地域防災計画では積雪寒冷期地震防災に関する細かい規定が記載されている。

北海道地域防災計画（地震対策編）に記載された積雪寒冷期地震防災対策

対策項目	対策の目標	対策内容
道路交通の確保	緊急輸送等の災害応急対策の円滑な実施を図る	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国道、道道、市町村道及び高速道路間に整合性のとれた除雪計画の策定</li> <li>・自然条件に適合した除雪機械の増強</li> <li>・積雪寒冷地に適した道路や施設整備の推進</li> <li>・雪崩防止のための防雪整備の促進</li> </ul>
航空輸送の確保	孤立地域への航空輸送の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空港の除雪体制強化のための除雪機械の整備促進</li> <li>・孤立予想集落のヘリポートの確保及び除雪体制の強化</li> </ul>
家屋倒壊の防止	屋根雪荷重の増大による家屋倒壊防止	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基準の遵守の指導</li> <li>・自力での屋根雪処理が不可能な世帯に対する地域相互扶助体制の確立</li> </ul>
積雪期における避難場所、避難路の確保		<ul style="list-style-type: none"> <li>・流雪溝等、融雪施設の整備を進め、避難所・避難経路の確保に努める</li> </ul>
避難所対策	暖房の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電源を要しない暖房器具・燃料・積雪用資材の備蓄</li> <li>・停電時における非常電源等のバックアップ設備の整備</li> </ul>
被災者及び避難者体策		<ul style="list-style-type: none"> <li>・防寒用品の整備・備蓄</li> <li>・応急仮設住宅の避難生活長期化への対策</li> </ul>
スキー客対策		<ul style="list-style-type: none"> <li>・市町村地域防災計画におけるスキー場利用客への対策の記述</li> </ul>



## 青森

2000年12月27日に防災計画を一部修正し、総則で雪害対策と火山災害対策の項目を追加した。また、地域防災計画の震災対策編では積雪時の地震に関する項目が扱われているが、全文は公開されていない。なお、津波災害が頻発している状況から、津波に関する記述が多い。

## 岩手

地域防災計画は3編に分かれ、防災計画本編、震災対策編、火山災害対策編で構成されている。震災対策編の中では積雪期地震に係る項目は取り扱われず、防災計画本編で「雪害予防」として雪崩対策等が触れられている。

## 宮城

インターネット上には9月16日付で、『平成15年度版みやぎ震災対策アクションプラン～協働による減災、被害の最小化を目指して～』（全43頁）が公開されている。ここでは津波への備え、避難路の確認等、個人で出来る対策とともに、県が実施する対策の概要について記述されている。しかしながら、積雪期地震防災に係る項目には触れていない。

## 秋田

インターネット上には、『秋田県危機管理計画』（平成14年3月）が公開されている。ここでは直接的に積雪寒冷期地震の文言は見当たらないが、災害対策基本法に準拠し、雪氷災害を危機の範囲と捉え、初動体制と県庁内の部局を超えた協働、他機関との緊密な連携を取ることを前面に出している。この計画では金融危機や感染症の蔓延等、通常の防災計画では言及されない事項を丁寧に扱っていることが特色で、また、行政職員の心得を示すことで、一般住民に不安を与えないようにするためのマニュアル的な性格を有している。ここで、危機の定義について、危機管理計画から抜粋して示す。

### 危機の範囲

この計画における危機とは、不測の災害又は重大な事件、事象であって、次の(1)及び(2)に該当するものとする。

- (1) 災害対策基本法(昭和36年法律第223号)第2条第1号に規定する災害や事故等のほか、県民の生命、身体、財産に何らかの被害又は損失を生じるもの

【災害対策基本法第2条第1号(災害)】
暴風、豪雨、豪雪、洪水、高潮、地震、津波、噴火その他の異常な自然現象又は大規模な火事若しくは爆発その他その及ぼす被害の程度においてこれらに類する政令で定める原因により生ずる被害をいう。

【災害対策基本法施行令第1条】
災害対策基本法第2条第1号の政令で定める原因は、放射性物質の大量の放出、多数の者の遭難を伴う船舶の沈没その他の大規模な事故とする。

- (2) 円滑な県行政の運営に支障を生じるおそれのある事件、事故等

秋田県が策定した対策とは別に、秋田市の地域防災計画には積雪期地震に関する記述が充実し、気象条件から、被害の状況、復旧が遅延することが実例に即して記載されている。したがって、都道府県別の整理を試みている中であって、秋田市が掲げる骨子を以下に示すものとする。

## 秋田市が策定する地域防災計画（震災対策）、地震被害想定 の項目内で記載

### 積雪期における地震

#### 1 積雪期の気象状況

シベリア地方から吹き出す寒気は、日本海を渡るときに大量の水蒸気を補給し、強い雪雲となって日本列島に上陸する。そして、これらの雲は、奥羽山脈にぶつかり雪を降らせる。近年では、昭和49年2月9日に秋田市で17cmの積雪を記録した。

#### 2 過去の積雪期の地震災害

積雪期に発生し、秋田市に影響が及んだ県内の既往地震は以下の2つがある。

##### (1) 秋田城の地震

発生日月日.....天長7年2月3日(830年)

震源.....東経140.1度、北緯39.3度(追分西方)

規模.....M7.0~7.5

被害状況

ア. 建物被害.....秋田城の城郭・角舎・四天王寺等転倒

イ. 人的被害.....死者15人、負傷者100余人

##### (2) 強首地震

発生日月日.....大正3年3月15日(1914年)

震源.....東経140.4度、北緯39.3度(大沢郷付近)

規模.....M6.4(震度6)

被害状況

ア. 建物被害.....全壊640戸、半壊575戸、一部損壊4,233戸

イ. 地震火災.....住家3戸(強首2, 淀川1)

ウ. 人的被害.....死者94人、負傷者314人

#### 3 積雪の地震に対する影響

積雪は地震災害に対し被害を拡大させ、応急対策の実施を阻害する要因と考えられる。

### 地震被害想定

#### (1) 被害拡大要因

積雪が震災による被害を拡大させ、特に家屋被害、人的被害を拡大させる要因となることが想定される。

##### 家屋被害の拡大

屋根上の積雪荷重により倒壊家屋が多く発生することが予想される。また、1階部分が周囲の積雪により支持され安定していることから、2階部分の被害が多発することも予想される。これらの家屋は融雪とともに全壊へ進むものと考えられる。

##### 地震火災の拡大

家屋倒壊の増大と暖房器具の使用により、出火件数が増大することが予想される。また、各建物は大量の石油類を暖房用に備蓄しているため、これらが延焼の促進剤となり、消防活動の困難とあいまって火災の拡大をもたらすものと予想される。しかし、通常の大火と異なり屋根および建物の周囲に雪があるため、延焼速度は遅くなると予想される。

##### 雪崩の発生

地震動により雪崩が同時多発することが予想される。特に降雪が多く積雪が不安定の場合は表層雪崩の発生も懸念される。

##### 人的被害の多発

以上の要因により、家屋や雪崩の下敷き、地震火災による人的被害が増大するおそれがある。また、屋根雪の落下や後述する雪壁の崩落等のため、歩行者、道路進行中の自動車に被害が及ぶおそれがある。

#### (2) 応急対策阻害要因

積雪が震災時の応急対策の実施を阻害し、著しく困難にすることが想定される。特に、情報活動・緊急輸送活動・消防救助活動・重要施設の応急復旧活動に重大な支障を及ぼすことが想定される。

##### 情報活動の阻害

道路や通信施設の寸断・復旧の遅延等により山間地では孤立集落が多発することが予想され、また、積雪により被害状況の把握が困難となることが予想される。

##### 緊急輸送活動

積雪時には除雪作業によって、道路上の雪が道路の両側に積み上げられることとなるが、これらの雪壁は、多雪地や豪雪時においては高さが3mを超えることも珍しくはない。これらの雪壁が地震時に各所で崩壊し、道路交通の全面麻痺や人的被害の発生をもたらす、緊急輸送活動を著しく困難にすることが予想される。

##### 消防活動

消防車の通行障害や消防水利の使用障害等により、消防隊の活動は著しく困難になると予想される。

### 救助活動

倒壊家屋が大量に発生することが予想されるが、屋根雪があることから、埋没者の発見・救出は非常に難しくなると予想される。また、埋没者の救出が遅れた場合には凍死者が発生することも考えられる。

### 重要施設の応急復旧活動

復旧は除雪しないと被害箇所まで到達できないことや、地下埋設管を掘り出せないことなど、無雪時にはない困難な作業が増えるため、短時間の復旧は極めて困難となることが予想される。

#### (3) 応急対策需要増加要因

り災者、避難者の生活確保や除雪作業等の面で応急対策需要を増加させることが予想される。

#### 罹災者・避難者の生活確保

罹災者・避難者の収容施設に対し暖房が必要不可欠であり、暖房器具・燃料等の大量の需要が見込まれる。また、毛布・被服等生活必需品も相当数必要である。

応急仮設住宅も積雪のため早期着工は不可能であり、避難生活も長期化することが予想され、罹災者・避難者の生活確保のための対策も長期化、大量化することが予想される。

#### 除雪

地震後も降雪が継続した場合、全ての応急対策は毎日除雪作業から始まることとなり、多大の労力を雪処理に費やすこととなる。また、通常除雪作業に当たっていた人々の大部分が何らかの形で罹災することとなり、除雪作業員の確保が困難となることも考えられる。

#### (4) 積雪期の地震対策

以上から分かるように、積雪期の地震は通常時の地震と全く異なる様相を示すことから、より長期・長大な地震被害を地域社会に与えるものである。

各機関は積雪期の地震という最悪の事態を想定し、地震対策を樹立することが必要である。

## 山形

兵庫県南部地震を教訓に、冬期に発生する地震をシナリオとして描き、冬期の早朝に発生した場合の被害予測に関する記述が詳しい。1999年6月に策定された地域防災計画(震災対策編)の中では積雪期地震防災に係る記載も充実している。ここで、被害想定と積雪期地震防災に関する記載事項を示す。

主な地震記録と被害概況(防災計画に記載の16地震のうち、冬期の地震を抽出)

発生年月日	地震名又は地域名	震央		規模(M)	県内の震度及び被害概況
		北緯(度)	東経(度)		
850年11月27日 (嘉祥3.10.16)	出羽	39.0	139.7	7.0	出羽国地大いに震い、国府井口(山形県飽海郡本楯村樋口)の地山谷所を易ふ。又、海波の簡で圧死するもの多し。
1833年12月7日 15時(天保4.10.26)	羽前佐渡 (庄内沖)	38.9	139.3	7.5	被害は庄内・佐渡で最も大きく、津波が発生した。山形県南部では水死38人、家屋流失158、船流失305、山形・新潟県境では潰家270戸、佐渡では家屋流失79、家屋全半壊460、津波は北海道から能登までに及んだ。
1897年2月20日 05時50分(明治30)	宮城県沖	38.1	141.9	7.4	天童で住家小被害。
1933年3月3日 2時31分(昭和8)	三陸沖地震	39.2	144.5	8.1	震度、山形県下一円3。軽微な被害、家屋損壊7(庄内4、村山3)、その他軽被害。
1944年12月7日 1時27分(昭和19)	左沢地震	38.3	140.1	5.5	震度、山形3(震源地付近震度6)。大江町本郷萩野付近で納屋倒壊1、このほか、土蔵の破損多数、家屋の傾斜や異常数戸あり。左沢で煙突折損、山崩れ、地割れあり。地鳴りを伴い余震多数。

資料：「理科年表」

「冬季夕方の場合には、屋根に積雪があるため建物被害が大きくなるとともに、火気器具の使用が多いので出火が多くなる傾向がある。冬季早朝の場合は、夕方の場合に比較し、火災は減少するが、家屋にいる人の割合が多いので死傷者が増加する傾向にある。一方、夏季昼間の場合は、他の場合に比較し、建物被害、地震火災、死傷者ともに減少する傾向にある。」

< 冬季早朝における想定被害の状況 >

	庄内平野 東縁地震	新庄盆地 周辺地震	山形盆地西縁地震	長井盆地 西縁地震	山形県 西方沖地震
震度	3～7	3～6強	4～7	3～7	4～6弱
建物全壊	6,732 棟	1,295 棟	12,105 棟	3,133 棟	487 棟
建物半壊	12,876 棟	5,342 棟	28,291 棟	10,351 棟	2,583 棟
出火	43 件	12 件	64 件	17 件	9 件
建物焼失	84 棟	16 棟	122 棟	22 棟	9 棟
死者	464 人	110 人	777 人	226 人	44 人
負傷者	5,931 人	2,585 人	9,018 人	3,560 人	1,098 人
全半壊建物罹災者	54,727 人	19,533 人	92,704 人	26,405 人	8,937 人
避難所生活者(24 時間)	24,165 人	7,776 人	9,859 人	10,659 人	3,420 人
上水道断水世帯	60,737	23,574	103,574	29,067	4,718
都市ガス停止世帯	44,306	3,510	23,036	0	4,464
停電世帯	37,103	30,127	71,322	37,511	19,191
電話不通世帯	28,924	17,391	56,146	24,887	11,758

注：山形県西方沖地震の被害には、津波による被害は含まない。

積雪期の地震災害予防計画

1 計画の概要

他の季節に比べより大きな被害を及ぼすことが予想される積雪期の地震被害を軽減するため、県、市町村及び防災関係機関が実施する総合的な雪対策について定める。

2 計画の体系

項 目	概 要
1 除排雪体制・施設整備等の推進	道路の雪対策 除排雪施設等の整備 雪崩防止対策の推進 住宅除雪体制の整備 消防水利の整備
2 緊急活動体制の整備	冬期緊急道路確保路線網図の整備 通信手段の確保 雪上交通手段等の確保 収容避難所体制の整備 積雪期用資機材の整備
3 スキー客対策の推進	
4 総合的雪対策の推進	

### 3 除排雪体制・施設整備等の推進

#### (1) 道路の雪対策

##### ア 道路除排雪体制の強化

(ア) 一般国道，県道，市町村道及び高速自動車道の各道路管理者は，相互に連携し除排雪を強力に推進する。

(イ) 国，県及び市町村は除雪区間の伸長と除雪水準の向上を図るため，除雪機械の増強に努める。

##### イ 積雪寒冷地に適した道路整備

(ア) 国，県及び市町村は冬期交通確保のため，堆雪スペースを備えた広幅員道路やバイパスの整備に努める。

(イ) 国，県及び市町村は雪崩等による交通遮断を防止するため，スノーシェッド，雪崩及び地吹雪防止柵等の道路防雪施設の整備に努める。

#### (2) 除排雪施設等の整備

市町村は道路，家屋及び家屋周辺の除排雪を推進するため，流雪溝等の除排雪施設や地域住民による除排雪活動に必要な除雪機械等の整備を進める。

#### (3) 雪崩防止対策の推進

国，県及び市町村は雪崩から住民の生命・財産を守るため，雪崩防止保安林の維持管理，雪崩防止林の造成及び雪崩予防柵等施設の整備に努める。

#### (4) 住宅除雪体制の整備

##### ア 克雪住宅の普及等

県及び市町村は屋根雪荷重による地震発生時の家屋倒壊を防止するため，克雪住宅の普及を促進する。また，市町村は，こまめな雪下ろしの励行等の広報活動を積極的に行う。

##### イ 要援護世帯に対する助成等

市町村は自力による屋根雪処理が困難な要援護世帯の除雪負担を軽減するため，除雪費用に対する助成制度の整備に努めるとともに，地域の助け合いによる相互扶助体制の確立を図る。

#### (5) 消防水利の整備

積雪期には他の時期に増して消防水利の確保が困難となるので，市町村は積雪の多い区域において多段式消火栓の整備に努める。

### 4 緊急活動対策の整備

#### (1) 冬期緊急道路確保路線網図の整備

国，県及び市町村の各道路管理者は相互に協議して，積雪期の地震の初動活動に必要な冬期緊急道路確保路線網図を整備する。

#### (2) 通信手段の確保

市町村は積雪期の災害による通信途絶に備え，通信施設・設備の耐震化を推進するとともに，山間地域集落の防災関係機関等との無線施設による通信手段の確保に努める。また，地域住民による情報収集，伝達方法等の体制の確立を図る。

#### (3) 雪上交通手段等の確保

積雪期の初動活動では，道路交通の確保が困難となることが予想されるため，市町村は雪上車やスノーモービル等の確保に努める。

#### (4) 収容避難所体制の整備

##### ア 集落単位での収容避難所の整備

山間豪雪地においては，集落間の交通が途絶する可能性があり，救助活動の遅延も予想されるので，市町村は集落センター等の収容避難所（以下この章において「避難所」という）の耐震性を強化するとともに，食料及び救助資機材等の整備に努める。

##### イ 収容避難所の寒冷対策

市町村は積雪寒冷期の使用をも考慮して避難所を指定するとともに，その運営に関し，特に被災者の寒冷対策に留意し，避難所で使用する暖房設備，燃料及び携帯暖房品等の整備，備蓄に努める。

#### (5) 積雪期用資機材の整備

積雪期においては，特に避難所等における暖房等の需要が増大するので，市町村は電源を要しない暖房器具，燃料のほか，積雪期を想定した資機材（長靴，防寒具，スノーダンプ，スコップ及び救出用スノーポート等）の整備に努める。

### 5 スキー客対策の推進

多数のスキー客が集中するスキー場で大規模な地震が発生した場合，リフト，ゴンドラ施設及びロッジ等の損壊並びに雪崩の発生等により，多数のスキー客が被災することが懸念される。

このため，スキー場施設管理者はリフト，ゴンドラ利用者等の安全確保やスキー客の一時避難対策等が的確に行えるよう，夜間営業時をも考慮して体制を整備する。市町村はスキー客の救助や避難所への誘導等についての対応を確立する。

### 6 総合的雪対策の推進

積雪期の震災対策においては，雪対策の総合的長期的推進が重要であることから，県は「山形県雪対策基本計画」に基づき，市町村及び関係機関と相互に協力し，より実効性のある雪対策の確立と雪による障害の解消に努める。

## 福島

雪関連に関する記述は皆無であり，気象観測網の整備を前面に出している。防災計画は一般災害・震災・事故・原子力・資料編と5編に分かれている。

## 茨城

インターネット上には地域防災計画は掲載されていないが，以下に示すように，消防防災課の業務内容，既往の各災害の概要が記載されている。

- 1 業務の概要
- 2 茨城の災害
- 3 茨城県の主な風水害
- 4 茨城県の主な地震災害
- 5 消防署所一覧
- 6 各種講習会及び試験のご案内
- 7 茨城県防災情報ネットワークシステム
- 8 茨城県防災航空隊
- 9 いばらき防災大学のご案内

## 栃木

兵庫県南部地震を教訓に，緊急対応，医療環境整備，災害弱者に係る項目の記載が目立ち，冬期の地震といった文言は見当たらない。

## 群馬

インターネット上には地域防災計画の概要版（平成14年8月，22頁）が公開されているが，積雪期地震に関する記述は見当たらなかった。

## 埼玉

防災計画は平成13年3月に改訂され，災害弱者対策等の災害対応に係る項目の詳細な記述が目立つ。ただ，同県は内陸性気候であることから，農作物の保護に関する施策が充実していることが大きな特徴である。また，災害予防計画では雪害対策についても言及されている。ここで，それ等の骨子を示す。

### 凍霜害予防計画（農林部）

#### 桑園・茶園凍霜害防除対策

##### 1 目的

凍霜害による繭及び茶の減収を最小限に防止し，農家経営の安定に資するため，桑園・茶園凍霜害防除対策要領を定め，凍霜害の防除体制を整備し防除技術，被害調査方法及び被害後の技術対策等を確立する。

##### 2 凍霜害防除，被害調査及び技術対策体制

凍霜害防除対策は，次のとおり関係機関が一体となり密接に連携して行うものとする。

- (1) 農芸畜産課  
凍霜害防除体制及び被害後の技術対策等について企画立案にあたる。
- (2) 農林総合研究センター  
凍霜害防除技術及び被害後の技術対策の樹立及び指導にあたる。
- (3) 農林振興センター，農林事務所，農業改良普及センター  
管内の関係機関，市町村及び団体と連絡を密にし，凍霜害の防除体制，情報の伝達，被害後の技術対策等の指導，推進にあたる。
- (4) 市町村  
管内の農業協同組合等関係団体と連絡を密にして，凍霜害の防除体制を整備し，凍霜害が発生した場合はその被

害実態を把握するとともに技術対策等を関係農家に周知させる。

(5) 農業協同組合等関係団体

市町村と一体となって次の事項を行う。

ア 凍霜害の防除技術の普及、被害実態の把握、善後対策等の実施に務めるとともに、あらかじめ管内の関係農家を指導して、霜注意報の把握体制を確立しておく。

また、凍霜害の常習地帯においては、管内の地勢、地形等を把握して重点的な対策を行うように準備する。

イ 気象台の発表する霜注意報等を把握し、これを関係農家に周知徹底するように務めるとともに、当該農家においてもこの霜注意報等を独自で把握して対応するように指導啓発する。

なお、気象台が発表する予報は、テレビ、ラジオのほかテレホンサービス（177番）を利用する。

3 霜注意報等の伝達

第3章第2節農林水産災害対策計画第2の1に定めるほか、農芸畜産課及び農林総合研究センターは、凍霜害の発生が予想される期間中凍霜害担当者を定め、関係機関への霜注意報等の伝達にあたる。

(1) 農芸畜産課

ア 霜注意報等の伝達を受けた場合は、直ちに農林総合研究センターに伝達する。

なお、霜注意報が発令された場合、県（消防防災課）は、防災行政無線システムにより市町村にこれを伝達することとしている。

イ 土曜日、日曜日、祭日並びに平日の午前8時30分～午後5時15分以外の時間に霜注意報が発表された場合、農芸畜産課凍霜害担当者は、これを農林総合研究センターの凍霜害担当者に伝達する。

(2) 農林総合研究センター

農芸畜産課からの伝達に基づき、又は独自の観測結果により凍霜害のおそれがあると予想される場合は、直ちに関係市町村に伝達する。

(3) 市町村

県の防災行政無線システム又は(2)により霜注意報等の伝達があった場合は、直ちに農業協同組合等関係団体に伝達する。

(4) 農業協同組合等関係団体

市町村等からの霜注意報等の伝達に基づき、直ちに電話、有線、無線等の方法により関係農家に伝達する。

4 防除対策

霜注意報が発令された時、又は自ら凍霜害の危険があると認めるときは、別紙凍霜害防除対策を参考に防除を行う。

(1) 桑園凍霜害防除技術は（資料2・20・1）による。

(2) 茶園凍霜害防除技術は（資料2・20・3）による。

5 被害後の技術対策

被害の実態、程度を把握して、直ちに別紙凍霜害防除対策を参考にして対策を講ずる。

(1) 桑園凍霜害被害後の技術対策は（資料2・20・2）による。

(2) 茶園凍霜害被害後の技術対策は（資料2・20・4）による。

6 被害速報

被害が発生した場合、農林総合研究センター、農林振興センター及び農林事務所は、独自に得た情報を参考データとして直ちに農芸畜産課に報告する。

凍霜害減収判断基準は（資料2・20・5 ...巻末に記載）による。

7 参 考

(1) 気温の観測について

ア 気象観測施設（百葉箱）のある所ではその施設を利用すること。

イ 百葉箱のない所は次の要領で観測すること。

(ア) 観測点は家屋や樹木から10m以上離れた所を選ぶこと。

(イ) 温度計の高さは地上1.2m～1.5mの高さとすること。

(ウ) 観測の時は温度計に手をふれることなく目と直角に目盛りを読むこと。

ウ 百葉箱を用いず温度計を露出して測った気温は百葉箱内のものより1～2低いのが普通である。

エ 農林総合研究センターから連絡があった場合、農林総合研究センターの気温との差を確認しておくこと。

(2) 気温の降下状況について

ア 気温の降下は、風が弱くて晴天であれば日没後の午後6時頃は1時間に2 くらい、午後8時頃から早朝にかけては1時間に0.8 くらいである。

したがって、平均では午後6時の気温が百葉箱内で12 以下、午後10時の気温が6 以下、午前2時の気温が4 以下に降下し静穏で晴天が続いていれば、ほとんど霜害がおこる。

イ 百葉箱内の気温が2 以下に下がると、接地最低気温はさらに5～6 低く氷点下3～4 以下となることが多い。

雪害予防計画（土木部，関東地方整備局，日本道路公団，首都高速道路公団，各鉄道機関，東日本電信電話㈱，東京電力㈱，市町村，各機関）

この計画は，大雪による被害から交通，通信及び電力供給等の確保を図り，主として降雪時における都市機能を維持し，県民の日常生活の安定と産業経済の停滞の防止を図るため，次のとおり予防対策を講ずるものである。

#### 第1 道路交通の確保

道路交通を確保するため関係機関は，除雪体制を整備するとともに，降雪による交通規制の状況の周知を図る。

#### 第2 鉄道輸送の確保

鉄道輸送を確保するため，各鉄道機関は，融雪用機材の保守点検，降雪状況に応じた除雪及び凍結防止のための列車の運転計画及び要員の確保等について充実を図る。

#### 第3 通信及び電力供給の確保

通信及び電力供給を確保するため，関係機関は降雪対策用設備，機材の保守点検及び要員の確保等について充実を図る。

#### 第4 その他

市町村及び防災関係機関は，雪害についても一般災害時における予防対策計画に準じて整備を図っておくものとする。

### 千葉

1987年12月に千葉県東方沖地震が発生しているにも関わらず，積雪寒冷期を考慮した地震防災対策については言及されず，地震発生シナリオとして，冬の17～18時，晴天としている。ただ，同県は突風災害や竜巻に見舞われる機会が多く，北西の風5～15m/sと記載されている。沿岸部を抱えていることから，高潮や津波に対する関心が高い。

### 東京

本論文の6章でも詳述するが，災害弱者，ボランティア育成に係る項目の充実が目立ち，雪害に関する記述は見当たらない。

### 神奈川

地震被害想定で，冬の晴天で18時という条件を設定し，積雪による影響についての記述は見当たらない。同県では

■神奈川県地域防災計画・地震災害対策計画・（平成12年7月）

■神奈川県地域防災計画・風水害等災害対策計画・（平成15年3月）

■神奈川県地域防災計画・マニュアル・資料・（平成15年3月）

■神奈川県地域防災計画・原子力災害対策計画・（平成15年3月）

を策定し，東海地震，南関東直下型地震への備えを前面に出している。さらに温泉地学研究所による各種観測を通じ，地殻変動に関するデータの蓄積は学術的に評価されている。

### 新潟

本論文の各章で詳細に検討するが，県独自の積雪期地震防災に関する項目を盛り込み，消防防災課の話を総合すると，市町村に対しても地域の事情や人口構造に応じた雪対策を策定することを奨励している。



## 富山

インターネットには地域防災計画の概要が公開されている。ここでは雪害に係る項目は直接的に扱われず、石油コンビナート等の危険物の安全性確保、防災パトロールに係る事項が触れられている。

### 石油コンビナート防災対策

県内4箇所の石油コンビナート地域における防災体制の確立に万全を期するため、石油コンビナート等防災計画の策定、石油コンビナート等総合防災訓練の実施などを行っています。

### 防災パトロールの実施

特に災害の発生しやすい梅雨を迎える前に、県、市町村及び関係機関が参加し、災害発生危険箇所の点検、避難場所などの防災上必要な施設の確認を行っています。

平成14年度	実施日及び場所	平成14年5月28日	福光町
		平成14年5月30日	黒部市

## 石川

地域防災計画の全文が公開されているわけではないが、ロシアタンカー油流出事故対策、気象情報活用による情報収集システム、県庁で衛星アンテナの設置による各種情報を入手し、地震発生後の迅速な初動対応につなげることを目的としている。したがって、雪害に関する記述は見当たらなかった。

## 福井

地域防災計画では震災対策編（平成15年5月修正版）の記述が充実し、災害予防計画の中で「積雪時の地震災害予防計画」の項目が盛り込まれている。ここでは、積雪時にも利用可能な避難所の整備、雪下ろしの励行、克雪住宅の普及に係る項目が取り上げられているのが特徴である。

これとは別に、地域防災計画の中で雪害対策編（平成14年4月作成、全70頁）も公開され、雪崩対策での集落保全に加え、集落の孤立化防止（除雪の推進、道路網の整備等）に関する項目が充実している。

### 積雪時の地震災害予防計画

#### 第1 計画の方針

積雪時に地震が発生すると、より大きな被害を及ぼすだけでなく、地震発生後の応急対策にも支障を及ぼすことが予想される。

このため、県、市町村、防災関係機関は、各震災対策を講ずるに当たっては、特に積雪時を念頭におきながら対応するよう配慮する。

#### 第2 総合的かつ具体的な雪害予防対策の推進

積雪時の地震の災害予防対策は、究極的には、除排雪体制の整備、雪に強いまちづくり等の雪害予防対策の総合的、継続的推進によって確立されるものである。

このため、福井県雪害予防対策協議会は、「福井県地域防災計画（雪害対策編）」に定める雪害予防計画を具体化するため、毎年、降積雪期の前に「福井県雪害予防対策実施計画」を作成し、各関係機関が緊密に連携した総合的かつ具体的な雪害予防対策の実施を推進する。

#### 第3 交通の確保

##### （1）道路交通の確保

地震時には、各機関の実施する応急対策に伴う輸送の増大に対応するため、道路交通の緊急確保を図ることが必要となる。このため、除排雪体制を強化し、日常生活道路の確保を含めた面的な道路交通確保対策を推進する。

##### 除排雪体制の確立

ア 各道路の整合性のとれた除雪体制を確立するため、各道路管理者間相互のさらに緊密な連携の下に道路除雪計画を策定する。

イ 除雪機械の増強や除雪基地の計画的な整備を進める。

ウ 各道路管理者相互の連絡を一層密にし、除雪体制の情報交換を行う。

積雪寒冷地に適した道路整備の促進

ア 冬期交通確保のため、堆雪スペースを備えた広幅員道路やバイパスの整備を促進する。

イ 山間地帯の冬期通行不能箇所解消と代替路線の確保を図る。

ウ 雪崩等による交通遮断を防止するため、スノーシェッド、スノーシェルター、雪崩防止柵等の施設の整備を促進する。

(2) 航空輸送の確保

地震による道路交通の一時的麻痺により、豪雪山間地では孤立する集落が多数発生することが予想される。これら孤立集落に対するヘリコプターによる航空輸送の確保を図る。

空港（公共用ヘリポート）の除雪体制の整備

福井空港および若狭ヘリポートの除雪体制を強化するため、除雪機械の整備を図る。

緊急時ヘリポートの整備

県および市町村は孤立が予想される集落のヘリポートの整備を促進するとともに、除雪体制の確保を図る。また、防災ヘリコプター等の活用により、積雪時における輸送機能の充実強化を図る。

(3) 鉄道輸送の確保

地震時には応急対策に伴い、遠距離かつ高速・大量輸送が必要になり、鉄道輸送の確保を図ることも必要になる。

このため、各鉄道事業者は除雪車両および除雪機械を改良・整備し、効率的な除雪体制を確立するとともに、流雪溝や消融雪装置および防雪柵等の整備を行う。

#### 第4 雪に強いまちづくりの推進

(1) 雪に強い住宅地づくり

県および市町村は、屋根雪荷重による地震時の家屋倒壊を防止するため、雪に強い住宅地づくりを促進する。

屋根雪下ろし

屋根雪荷重による地震時の家屋倒壊を防止するため、早期の屋根雪下ろしについて啓発する。

克雪住宅の普及促進

雪に強い家づくりを積極的に推進し、克雪住宅の普及を図る。

雪に強い住環境整備

地域の特性に応じた集団的で一体的な住宅の克雪化、隣接地を考慮した建物の配置、共同雪処理施設の整備等を推進し、雪に強い住環境整備を図る。

(2) 積雪時の避難場所および避難路の確保等

県および市町村は、積雪時において地震が発生した場合においても住民が円滑に避難することができるよう避難場所および避難路の確保等を図るものとする。

避難場所の確保

市町村は、地域の人口および地形、雪崩等の危険性、施設の耐雪性等を考慮し、避難場所をあらかじめ指定するものとする。

避難路の確保

県および市町村は、積雪時において地震が発生した場合に備え、住民が円滑に避難場所等に避難することができるよう次の対策を講ずるものとする。

ア 積雪および堆雪に配慮した体系的街路の整備

イ 小型除雪車の増強による歩道除雪の推進

ウ 機械による除排雪が困難な人家連たん地域や冬期交通のあい路となる箇所における重点的な消融雪施設等の整備

避難誘導標識の設置

市町村は、住民が安全に避難場所に到達することができるよう降積雪の影響を考慮して避難誘導のための標識を設置するものとする。

(3) 集落雪崩対策

地震に伴う雪崩災害から住民の生命および財産を守るため、所要の対策を講ずる。

警戒避難体制の整備

ア 市町村は地域防災計画に基づき雪崩危険箇所における警戒避難体制の整備に努める。

イ 県および市町村は危険箇所に対するパトロールを定期的を実施する。

雪崩対策工事の計画的な実施

#### 第5 消防活動の確保

積雪時に地震火災が発生すると、積雪によって消防活動が制約されやすい状態になることが予想される。このため、各消防機関は消防水利の確保と消防施設・設備の充実を図り、積雪時の地震火災時における消防活動の確保に努める。

ア 防火水槽の積雪型への切り替えを推進する。

イ 防火水槽および自然水利の取付箇所付近の除雪を励行する。

ウ 雪に強い消防資機材の整備拡充を図る。

## 第6 情報収集伝達体制の整備

関係機関相互の連携を一層強化し、情報の収集や伝達体制の整備充実に努めるとともに、交通、気象、防災等日常生活全般にわたる総合的な情報の提供を行う雪情報システムの活用を行い、除雪体制の整備を行う。

## 第7 非常持出品の確保

県および市町村は、寒冷期における非常持出品について、通常の持出品に加え耐寒用品等の携行にも配慮するよう住民に対し周知を図る。

### 山梨

インターネット上には地域防災計画の概要が公開されているが、東海地震対策、富士山ハザードマップに関する項目が取り扱われ、積雪期地震に係る記載は見当たらなかった。

### 長野

地域防災計画では直接的に積雪期地震についての記述は見られなかったが、火山災害に係る項目が詳述され、斜面防災の観点から、雪崩対策にも応用可能である。防災計画は以下のような構成になっている。

- ・「風水害対策編」 (冊子では、332頁)
- ・「震災対策編」 (冊子では、360頁)
- ・「火山災害対策編等」 (冊子では、429頁)
- ・「資料編」(一部) (冊子では、1,054頁)

この他にも『避難所マニュアル策定指針』『長野県防災ハンドブック』『長野県災害体験集』を公開し、希望者には配布している。特に地震に対する備えについて、個人的に出来る事項をイラスト入りでまとめ、防災教育上、有用な資料として注目される。

### 岐阜

インターネット上にデータが公開されておらず、検索エンジンでも見当たらなかった。なお、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』(1993)に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、高山 1.372、美濃 0.622、関ヶ原 1.587、大垣 0.608、岐阜 0.556、多治見 0.241mである。

### 静岡

兵庫県南部地震を教訓に、避難者対策に関する項目を検討し、従来の徒歩による避難から自家用車の使用を地域によっては容認するようになった。一方、地震対策推進条例を県独自で制定し、主に東海地震対策に関する記述で占められている(1996年3月22日制定、同4月1日施行)。このことから、冬の地震といった記載は見当たらない。

### 愛知

インターネット上には直接、地域防災計画の全文は掲載されていないが、防災関連情報は充実している。特に東海地震が切迫していることから、これを反映した動向が網羅されている。

### 三重

冬期の地震に関する規定はなく，東海地震対策にシフトしている。

### 滋賀

インターネット上には地域防災計画（震災対策編）の全文が掲載されず，東南海・南海地震等に関する震度分布の予想図，原子力施設の安全性に係る情報が網羅されている（下記参照）。

なお，同県における積雪深の特性に関連し，建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち，年最大積雪深の100年再現期待値によると，今津 2.640，彦根 0.806，近江八幡 0.542 m である。

- 滋賀県地域防災計画（原子力災害対策編）
- 消防防災年報
- 滋賀県地震防災対策基本図 自然環境条件図
- きぬがさ山林野火災の概況について
- 阪神・淡路大震災関連情報データベース（総務省 消防庁）
- 東南海・南海地震に関する情報
- 滋賀県環境放射線情報
- 滋賀県総合防災訓練

### 京都

インターネット上には地域防災計画の概要が掲載されているのみであり，積雪期地震に関する記述は見当たらなかった。寧ろ，広域停電，海難事故，文化財の防火等に関する記載が目立つ。

なお，同地域における積雪深の特性に関連し，建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち，年最大積雪深の100年再現期待値によると，峰山丹波 1.541，舞鶴 0.648，福知山 0.576m である。

### 大阪

特段に積雪期地震についての記載はなく，被害想定では冬期の18時，晴天，平均風速 2.4m/s とし，上町断層に係る記述が目立つ。ただ，一般向けに防災に対する心得を説いた『大阪府地域の防災対策について（パンフレット）』（全16頁）を配布する等，危機管理意識を官民一体となって推進する姿勢が鮮明となっている。

### 兵庫

震災を経験しているにも関わらず，冬期の地震に対する記述は見当たらず，災害対応，被災者支援に係る項目の記述が目立つ。

なお，同県における積雪深の特性に関連し，建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち，年最大積雪深の100年再現期待値によると，香住 1.971，豊岡 1.831，村岡 2.909m である。これと対照的に，『建築物荷重指針・同解説』では扱われていない神戸市は，『理科年表』等の各種資料を総合すると年最大積雪深は15～17cm 程度である。このことから，兵庫県南部地震は冬期に発生しているものの，積雪期地震防災に係る議論とならなかったものと推測出来る。

## 奈良

東南海・南海地震対策にシフトし、京都と同様、文化財保護に関する規定が詳細に示され、積雪期地震に関する記述は見当たらなかった。

## 和歌山

インターネット上には地域防災計画の全文は掲載されず、資格免状（電気工事士、火薬類、高圧ガス、危険物、消防設備士）、申請書様式（電気工事業、火薬類、高圧ガス）に係る文書が公開されている。

## 鳥取

インターネット上には地域防災計画の全文は掲載されていないが、防災対策について住民への説明を行い理解を得ることを旨としていることが記載されている。背景として、兵庫県南部地震、2000年の鳥取県西部地震が挙げられ、教訓とするため、住民参加による図上訓練実施等の施策が採られている。このことから、積雪期地震に関する記述は見当たらなかった。

なお、同県は全域が豪雪地帯に指定され、積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、境 0.972、米子 0.880、鳥取 1.287m である。

## 島根

インターネット上には地域防災計画の全文は掲載されていない反面、刻々と変化する災害の状況をリアルタイムで情報発信している。

なお、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、松江 0.971、出雲 0.945、津和野 1.034m である。

## 岡山

インターネット上には地域防災計画の全文は掲載されず、地震発生に際する行動の心得、2001年の芸予地震の概要、さらには消火器販売に係る注意喚起が示され、直接的に積雪期地震に関する記述は見当たらなかった。

なお、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、上長田 1.572、千屋 1.229、津山 0.441m である。

## 広島

インターネット上には地域防災計画の全文は掲載されていないが、同県では土砂災害が頻発していることから、土砂災害マップが掲載されている。また、2001年の芸予地震の被害状況が詳細に記載され、今後の防災対策の観点から、災害弱者対策、医療環境の整備に触れている。このことから、積雪期地震に関する記述は見当たらなかった。

なお、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、高野 2.620、八幡 4.003、佐伯 0.552m である。

## 山口

インターネット上には地域防災計画の全文は掲載されていないが、同県の防災会議メンバーは公開されている。座長（三浦房紀 山口大学教授）を始め、地盤・砂防関係で占められていることが分かる。このため、積雪期地震というよりは地盤災害に係る項目が充実することは明白である。

なお、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、徳佐 1.624、下関 0.234、宇部 0.319m である。

## 徳島

地域防災計画は、一般災害対策編と震災対策編に分かれている。震災対策編において、積雪期地震に係る記載は見当たらないが、一般災害対策編において、下記に示すように、雪害対策が扱われている。

- ・ 水害予防計画
- ・ 風害予防計画
- ・ 高潮予防計画
- ・ 土砂災害予防計画
- ・ 建築物災害予防計画
- ・ 雪害予防計画

### 雪害予防計画

豪雪による被害を防止し、又は軽減するため、関係機関は次の雪害対策を実施するものとする。

#### 主な実施機関

市町村、県（道路保全課）、四国運輸局(徳島陸運支局)、四国旅客鉄道（株）、四国電力（株）

- 1 県は、徳島県雪害防止対策要綱に基づき、主要道路の除雪体制を確立し、交通規制及び指導を行い、農林施設、作物の雪害対策を図り及び雪害予防知識の普及に努める。
- 2 市町村は、特に交通の確保をはかる措置を講じるため主要道路の除雪、除雪機械の整備並びに要員の配備、出勤等市町村が実施すべき事項を市町村地域防災計画に定め、これにより雪害対策を実施するものとする。
- 3 指定地方行政機関、指定公共機関は、各機関の定める防災業務計画に基づき、必要な対策を実施するものとする。特に次の機関はそれぞれの緊急措置を講ずるものとする。

#### (1)四国運輸局(徳島陸運支局)

定期バスの運行確保を図るため、チェーン、スノータイヤの備付を指導するとともに、運行停止を行う場合は各バス会社は、事前にラジオ、テレビ、新聞等の報道機関を通じ、その状況を利用者に広報する措置を講ずるものとする。

#### (2)四国旅客鉄道株式会社

旅客の安全と輸送秩序の維持に万全を期するため、各駅長が四国旅客鉄道株式会社運輸関係指令手続の定めるところにより、必要に応じ給食、医療等の手配をするが、非常時においては、市町村、住民等の協力をもとめて応急体制をとり輸送の確保に努める。

#### (3)四国電力株式会社

雪害時における配電線路等に障害を生ずることが予想される場合は、防災業務計画の定めるところにより警戒体制をとり電力の確保に努める。

同県の積雪状況に関連し、建築学会 編：『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている基本地上積雪深のうち、年最大積雪深の100年再現期待値は、池田 0.706、穴吹 0.553、徳島 0.468m である。

## 香川

インターネット上で地域防災計画に係る情報が見付からなかったが、一般向けに防災の心得に関する情報が公開されている。なお、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、高松 0.200、滝宮 0.368、引田 0.203m である。

## 愛媛

インターネット上で地域防災計画に係る情報が見付からなかったが、水防活動に係る県の業務内容、個人で出来る非常持ち出し品のチェックや避難路の確認について注意喚起されている。

なお、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、富郷 0.720、松山 0.206、宇和島 0.248m である。

## 高知県

冬期の地震に関する記載はなく、津波、台風、森林火災対策にシフト。なお、同県では災害時の消火活動や物資輸送に供するためのヘリコプターや防災無線、各種訓練の実施に関して詳述されている。

なお、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、高知 0.088、宿毛 0.228、中村 0.406m である。

## 福岡

インターネット上で地域防災計画に係る情報が見付からなかったが、活断層や地震発生機構に関する詳しい記載があり、京都大学防災研究所へリンクを張っている。また、住民に対して図上訓練への参加呼びかけを行っている。しかしながら、積雪期地震に関する記述は見当たらなかった。

なお、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、宗像 0.117、飯塚 0.293、福岡 0.249m である。

## 佐賀

インターネット上で地域防災計画に係る情報が見付からなかったが、地震・火災・風水害ごとの心得を公開している。なお、積雪期地震に関する記述は見当たらなかった。ただ、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、伊万里 0.264、佐賀 0.164、嬉野 0.269m である。

## 長崎

インターネット上で地域防災計画に係る情報が見付からなかったが、1982年の長崎集中豪雨、1991年の雲仙普賢岳噴火に係る項目が扱われている。ただ、積雪期地震に関する記述は見当たらなかった。

なお、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、厳原 0.047、松浦 0.068、福江 0.459m である。

## 熊本

特段に積雪寒冷期地震に係る記載はなく、これは県総務部が公開する防災計画で対象とする災害にも含まれていない。なお、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、熊本0.086、阿蘇山0.954、人吉0.281mである。

## 大分

インターネット上に掲載されている地域防災計画は、豪雨・地震・火山噴火を一括している。通常の防災計画と同様、災害予防や被災者対応に係る事項が写真、図入りで記載されている。この計画では積雪期地震はおろか、雪害に関する記述も見当たらなかった。ただ、同県での積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、中津0.218、日田0.327、大分0.104mである。

## 宮崎

インターネット上で地域防災計画に係る情報が見付からなかったが、地震の心得、津波対策、火山噴火への備えについての記載があった。ただ、大分県と同様、積雪期地震はおろか、雪害に関する記述は見当たらなかった。しかしながら、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、高千穂0.170、見立0.250、小林0.162mである。

## 鹿児島

インターネット上で公開されている地域防災計画では、原子力防災計画（概要）が掲載されているのみで、他には豪雨災害に関連した気象情報、注意報・警報発令の基準、土砂災害の防止に係る取り組みが紹介されている。南九州と言われるように、積雪期地震・雪害は滅多に発生しないことから、検討の対象外であることが分かった。

鹿児島県は枕崎に代表されるように、台風常襲地帯であることから、豪雨災害対策に関心がシフトしがちであるが、時として雪害に見舞われる。これは、同県における積雪深の特性に関連し、建築学会が編纂した『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている主要地点での基本地上積雪深データのうち、年最大積雪深の100年再現期待値によると、宮之城0.516、川内0.494、鹿児島0.274mの値からも、場所によっては関東近郊よりも積雪深の値が大きいことが分かる。

## 沖縄

防災計画関連の情報は見当たらなかったが、交通安全に係る項目が掲載されている。同県では積雪が観測される機会は極めて低いことから、理科年表類でも・という記号が付され、考慮の対象としないことが分かる。

以上のように、全国の都道府県を対象に、地域防災計画の中での積雪期地震対策、ならびに雪害予防計画の取り扱いについてサーベイした。そこで、都道府県別の地域防災計画の考え方と積雪寒冷期地震防災を含めた雪害予防の概要を一覧として、表3・8に示す。



表3・8：冊子版，インターネット上に公開されている都道府県別の防災計画での雪対策の位置付け

都道府県名	積雪期地震，雪害対策の扱い	地域防災計画の特性・備考
北海道	公開されていない	原子力防災計画について公開，地域防災計画の冊子には雪対策が記載 1997年2月改訂の地域防災計画（地震対策編）で積雪寒冷期地震対策
青森	積雪時地震として記載	津波防災，火山噴火への備えについて詳細に記載
岩手	雪害対策として記載	津波防災，火山噴火への備えについて詳細に記載
宮城	公開されていない	市民向けの『アクションプラン』が公開され，津波への備えが詳細に記載
秋田	雪害対策として記載	危機管理計画を策定し，感染症予防・金融危機についても言及
山形	積雪期地震対策が記載	積雪期地震対策・被害想定が詳細に記載
福島	公開されていない	気象観測の整備を前面に出す
茨城	雪の記載は見当たらず	防災教育・啓発活動の推進
栃木	雪の記載は見当たらず	兵庫県南部地震を教訓とし，緊急対応等に係る施策が充実
群馬	雪の記載は見当たらず	特記事項なし
埼玉	凍霜害・雪害対策が記載	凍霜害・雪害対策の記載とともに，災害弱者対策が充実
千葉	雪の記載は見当たらず	突風・津波対策に関心がシフト
東京	雪の記載は見当たらず	災害弱者対策。ボランティア育成等が詳細に記載
神奈川	雪の記載は見当たらず	東海地震・南関東の直下型地震対策の一環で，地震観測を充実させる
新潟	積雪期地震対策が記載	積雪期地震対策・雪害対策，被害想定が詳細に記載
富山	雪の記載は見当たらず	石油コンビナートの安全性向上に係る施策が詳述
石川	雪の記載は見当たらず	リアルタイムでの情報収集体制の構築，タンカー油流出に係る対策
福井	積雪期地震対策が記載	積雪期地震対策・雪害対策が詳細に記載
山梨	雪の記載は見当たらず	東海地震対策，富士山ハザードマップの作成
長野	雪の記載は見当たらず	『避難所マニュアル策定指針』『長野県災害体験集』等の配布
岐阜	公開されていない	インターネット上に，防災計画に係る情報は掲載されず
静岡	雪の記載は見当たらず	東海地震対策を独自に盛り込んだ地震対策推進条例を制定
愛知	雪の記載は見当たらず	東海地震対策の取り組みの変遷を詳細に記載
三重	雪の記載は見当たらず	東海地震にシフト
滋賀	雪の記載は見当たらず	東南海・南海地震に伴う被害想定，原子力防災計画の策定
京都	雪の記載は見当たらず	広域停電・海難事故対策，文化財の防火
大阪	雪の記載は見当たらず	上町断層に係る地震被害の想定，『大阪府地域の防災について』の配布
兵庫	雪の記載は見当たらず	兵庫県南部地震を教訓とし，緊急対応・被災者支援等の施策が充実
奈良	雪の記載は見当たらず	東南海・南海地震対策，文化財の防火
和歌山	雪の記載は見当たらず	防災に係る資格・事業（危険物取扱者等）に係る申請書類が公開
鳥取	雪の記載は見当たらず	住民に対して図上訓練参加の呼びかけ，防災計画に関する説明を実施
島根	雪の記載は見当たらず	災害時にはリアルタイムでの情報発信を実施
岡山	雪の記載は見当たらず	芸予地震に関する詳細な記述，消火器販売に係る注意喚起
広島	雪の記載は見当たらず	芸予地震に関する詳細な記述，土砂災害マップの公開
山口	雪の記載は見当たらず	山口県防災会議メンバー名簿の公開，地盤災害対策が充実
徳島	雪害対策として記載	行政と公共交通機関が降積雪情報を発信することを謳っている
香川	公開されていない	一般向けの防災に係るパンフレットや地震に関する情報が掲載
愛媛	公開されていない	水防活動，個人で出来る非常持ち出し品のチェック要領が掲載
高知	雪の記載は見当たらず	津波・台風・森林火災対策が充実。防災ヘリコプターの陣容が充実
福岡	公開されていない	活断層情報，地震の発生機構について一般向けに紹介
佐賀	公開されていない	地震・火災・風水害ごとに一般向けの心得，関係機関へのリンクが充実
長崎	公開されていない	長崎集中豪雨・雲仙普賢岳噴火に係る情報が掲載
熊本	雪害そのものを考慮せず	特記事項なし
大分	雪の記載は見当たらず	豪雨・地震・火山噴火への備え
宮崎	雪の記載は見当たらず	津波・火山噴火への備え
鹿児島	雪害そのものを考慮せず	原子力防災計画について公開。気象情報や各種警報類の基準値を掲載
沖縄	公開されていない	交通安全に係る施策について掲載

表3・8から，県によって雪害予防計画の濃淡が大きく，また，積雪寒冷期地震防災を明文化している自治体が少ないことが分かった。

多くの県では地域防災計画は風水害・震災対策・資料編で構成されている。豪雪地帯に指定されている北海道や東北，北陸でも積雪期地震対策に言及しているのは少なく，山形，新潟，福井等に限られる。一方で，一般災害対策が記載されている冊子において雪害予防として雪氷防災を扱っている県が多く，徳島といった温暖な地域においても言及されていることが分かった。

積雪寒冷期地震を含めた雪害対策とは別に，県別の防災計画の特徴で共通するのは，社会資本の耐震化，迅速な初動対応，災害弱者対策，防災教育の充実等が挙げられる。また，多くの自治体では兵庫県南部地震を教訓とするために防災計画の修正を行い，防災体制の見直しに着手していることが分かった。

ただ，兵庫県南部地震等の激甚災害が冬期に発生している現状の認識が必要となる。さらに，時として見過ごされる西日本地域での雪氷災害にも留意したい。この背景として，毎年のように都市部で雪害に見舞われ雪に対する脆弱性が如実に示されていること，鳥取県全域の豪雪地帯（表3・9を参照）を始め，福岡県の都市部でも首都圏と比較して雪の量が多いこと（理科年表や気象年鑑等），1927年3月7日に北丹後地震が発生し，2,900余名のうち，1～2割が凍死した史実等が挙げられる。

表3・9：県別の豪雪地帯・特別豪雪地帯数（2003年4月1日現在，全国の市町村数は3,190）

都道府県名	自治体数	豪雪地帯	うち特別豪雪地帯
北海道	212	212	94
青森	67	67	15
岩手	58	58	3
宮城	69	18	1
秋田	69	69	24
山形	44	44	28
福島	90	31	18
栃木	49	6	0
群馬	69	24	1
新潟	111	111	53
富山	35	35	13
石川	41	41	6
福井	35	35	5
山梨	58	2	0
長野	120	31	11
岐阜	97	32	7
静岡	73	2	0
滋賀	50	11	1
京都	44	17	0
兵庫	88	22	0
鳥取	39	39	0
島根	59	15	0
岡山	78	21	0
広島	79	16	0
合計数	1,734	959	280

そこで，『建築物荷重指針・同解説』（1993）に示されている基本地上積雪深のうち，最深積雪と降雪強度を考察する目的で，100年再現期待値で求めた年最大積雪深と，年最大7日増分を括弧付きで記載した（表3・10を参照）。なお，本論文に掲載するための選定基準は『建築物荷重指針・同解説』のうち，雪の量が当該府県で値が大きく，知名度が高いことを勘案して抽出した。

岐阜と滋賀に近接する米原は雪が多く，毎年，新幹線のダイヤが乱れるので一般的に認識が高いが，兵庫県の一部地域が豪雪地帯に指定されていること，鳥取県では全域が豪雪地帯の範疇に入ることあまり知られていない。以上の状況から，年最大積雪深（100年再現期待値）をまとめた。他方，年最大7日増分の値は北海道や東北・北陸地域と異なり，値が年最大積雪深（100年再現期待値）と拮抗する。これは降雪強度が強いことを意味し，時として大雪に見舞われる可能性を示唆したものである。

表3・10：『建築物荷重指針・同解説』(1993)に掲載された西日本の主要地点における100年再現期待値で求めた年最大積雪深(単位:m)

地点名	年最大積雪深(年最大7日増分)	地点名	年最大積雪深(年最大7日増分)	地点名	年最大積雪深(年最大7日増分)
岐阜県 高山	1.372 (1.007)	岡山県 上長田	1.572 (0.940)	福岡県 宗像	0.117 (0.117)
岐阜県 美濃	0.622 (0.622)	岡山県 千屋	1.229 (0.938)	福岡県 飯塚	0.293 (0.281)
岐阜県 関ヶ原	1.587 (0.369)	岡山県 津山	0.441 (0.426)	福岡県 福岡	0.249 (0.245)
岐阜県 大垣	0.608 (0.608)	広島県 高野	2.620 (1.485)	佐賀県 伊万里	0.264 (0.263)
岐阜県 岐阜	0.556 (0.559)	広島県 八幡	4.003 (1.593)	佐賀県 佐賀	0.164 (0.164)
岐阜県 多治見	0.241 (0.241)	広島県 佐伯	0.552 (0.467)	佐賀県 嬉野	0.269 (0.265)
滋賀県 今津	2.640 (1.770)	山口県 徳佐	1.624 (1.106)	長崎県 厳原	0.047 (0.047)
滋賀県 彦根	0.806 (0.761)	山口県 下関	0.234 (0.233)	長崎県 松浦	0.068 (0.068)
滋賀県 近江八幡	0.542 (0.542)	山口県 宇部	0.319 (0.319)	長崎県 福江	0.459 (0.459)
京都府 峰山丹波	1.541 (1.225)	徳島県 池田	0.706 (0.618)	熊本県 熊本	0.086 (0.086)
京都府 舞鶴	0.648 (0.645)	徳島県 穴吹	0.553 (0.553)	熊本県 阿蘇山	0.954 (0.558)
京都府 福知山	0.576 (0.581)	徳島県 徳島	0.468 (0.468)	熊本県 人吉	0.281 (0.281)
兵庫県 香住	1.971 (1.280)	香川県 高松	0.200 (0.198)	大分県 中津	0.218 (0.218)
兵庫県 豊岡	1.831 (1.086)	香川県 滝宮	0.368 (0.367)	大分県 日田	0.327 (0.325)
兵庫県 村岡	2.909 (1.680)	香川県 引田	0.203 (0.200)	大分県 大分	0.104 (0.104)
鳥取県 境	0.972 (0.774)	愛媛県 富郷	0.720 (0.684)	宮崎県 高千穂	0.170 (0.172)
鳥取県 米子	0.880 (0.795)	愛媛県 松山	0.206 (0.206)	宮崎県 見立	0.250 (0.250)
鳥取県 鳥取	1.287 (1.074)	愛媛県 宇和島	0.248 (0.246)	宮崎県 小林	0.162 (0.162)
島根県 松江	0.971 (0.828)	高知県 高知	0.088 (0.088)	鹿児島県 宮之城	0.516 (0.516)
島根県 出雲	0.945 (0.936)	高知県 宿毛	0.228 (0.228)	鹿児島県 川内	0.494 (0.476)
島根県 津和野	1.034 (0.783)	高知県 中村	0.406 (0.411)	鹿児島県 鹿児島	0.274 (0.274)

このように都道府県によって積雪深が大きく異なり、所謂、西日本地域でも積雪深の値、ならびに値のばらつきが大きいことが表3・10から分かる。これに関連し、鳥取県は全域が豪雪地帯に指定され、同様に兵庫県でも約25%の自治体が豪雪地帯に規定されている点に着目すると、改めて積雪期地震が懸念されることを示唆していることが分かる。このことから、雪害対策を含めた積雪期地震防災に係る施策が重要となり、いくつかの自治体では具体的な対策(避難所の整備、除雪等)を策定している。

### 3.5. 降積雪が建物被害形態に与える影響に関する分析

ここまで、雪の量を考慮した地震防災計画の重要性に触れたが、これに関連し、建物倒壊率における雪の影響を考察する。特に一般住宅と納屋や土蔵等の非住居建物別に、積雪期と無積雪期に分け、被害地震ごとの倒壊率の比較を行うことで、雪が地震被害に及ぼす影響を考える一つの指標となる。

なお、建物被害における雪の影響を考慮する際、積雪深との関係で捉えることが原則となるが、ここで扱う戦後の被害地震では積雪期に発生している事例は、1961年2月の長岡地震を除けば積雪は10~30cm程度であり、雪荷重の観点から相関分析に適さないと判断した。そこで代替案として、気象庁マグニチュードとの関係で捉え、全地震を一括した場合と積雪期に限定して各々、解析することにした。

表3・11：各被害地震における建物被害と、納屋や土蔵等の非住居被害の占める割合  
 (宇佐美の被害地震総覧のデータを計算。塗りつぶし箇所は積雪期地震)

地震名	発生日時	発生時刻	M	一般住宅被害 総数	非住居被害総 数	建物被害総数	建物被害総数 に占める非住 居の割合
東南海地震	1944.12.7	13:35	7.9	53045	30383	83428	36.4
三河地震	1945.1.13	3:38	6.8	17245	16579	33824	49.0
南海地震	1946.12.21	4:19	8	28274	6804	35078	19.4
今市地震	1949.12.26	8:17, 8: 24	6.2	4944	5904	10848	54.4
吉野地震	1952.7.18	1:09	6.8	324	52	376	13.8
長岡地震	1961.2.2	3:39	5.2	1489	85	1574	5.4
北美濃地震	1961.8.19	14:33	7	17	8	25	32.0
宮城県北部地 震	1962.4.30	11:26	6.5	31619	34358	65977	52.1
新潟地震	1964.6.16	13:01	7.5	76425	16283	92708	17.6
えびの地震	1968.2.21	10:45	6.1	4180	1494	5674	26.3
1968年日向灘 地震	1968.4.1	9:42	7.5	26	1	27	3.7
1968年十勝沖 地震	1968.5.16	9:49	7.9	19374	1781	21155	8.4
	1968.9.21	7:25	5.3	224	8	232	3.4
1974年伊豆半 島沖地震	1974.5.9	8:33	6.9	2291	452	2743	16.5
	1975.1.23	23:19	6.1	218	10	228	4.4
	1975.4.21	2:35	6.4	2240	104	2344	4.4
伊豆大島近海 地震	1978.1.14	12:24	7	5093 4343	575 133	5668 4476	10.1 3.0
	1978.2.20	20:13	6.7	26	6	32	18.8
	1978.5.4	5:03	6.1	144	43	187	23.0
宮城県沖地震	1978.6.12	17:14	7.4	65816	21241	87057	24.4
	1980.6.29	16:20	6.7	666	13	679	1.9
浦河沖地震	1982.3.21	11:32	7.1	199	11	210	5.2
日本海中部地 震	1983.5.26	11:59	7.7	6307	2739	9046	30.3
長野県西部地 震	1984.9.14	8:48	6.8	572	86	658	13.1
千葉県東方沖 地震	1987.12.17	11:08	6.7	72698	93	72791	0.1
釧路沖地震	1993.1.15	20:06	7.8	3471 5621	48 53	3519 5674	1.4 0.9
能登半島沖地 震	1993.2.7	22:27	6.6	25	19	44	43.2
	1993.5.21	11:36	5.3	140	4	144	2.8
北海道南西沖 地震	1993.7.12	22:17	7.8	5848 6499	743 767	6591 7266	11.3 10.6
北海道東方沖 地震	1994.10.4	22:22	8.1	7575	3	7578	0.04
三陸はるか沖 地震	1994.12.28	21:19	7.5	9522 7421	365 216	9887 7637	3.7 2.8
兵庫県南部地 震	1995.1.17	5:46	7.2	394440	3675	398115	0.9
新潟県北部地 震	1995.4.1	12:49	5.5	1612	1169	2781	42.0

表3・11では、建物被害総数に占める非住居の割合を計算したものである。積雪期地震では非住居の被害率が、無積雪期と比較して高い傾向にあることが分かる。

表3・12：各被害地震における一般住宅全壊率と納屋や土蔵等の非住居の全壊率の比較  
 (宇佐美の被害地震総覧のデータを計算。塗りつぶし箇所は積雪期地震)

地震名	発生日時	一般住宅全壊	一般住宅被害 総数	一般住宅被害 総数に占める 全壊の割合	非住居全壊	非住居被害総 数	非住居被害総 数に占める全 壊の割合
東南海地震	1944.12.7	16455	53045	31.0	17117	30383	56.3
三河地震	1945.1.13	5539	17245	32.1	6603	16579	39.8
南海地震	1946.12.21	9070	28274	32.1	2521	6804	37.1
今市地震	1949.12.26	290	4944	5.9	618	5904	10.5
吉野地震	1952.7.18	20	324	6.2	52	52	100
長岡地震	1961.2.2	220	1489	14.8	39	85	45.9
北美濃地震	1961.8.19	12	17	70.6	8	8	100
宮城県北部地震	1962.4.30	340	31619	1.1	34358	34358	100
新潟地震	1964.6.16	1960	76425	2.6	16283	16283	100
えびの地震	1968.2.21	368	4180	8.8	1494	1494	100
1968年日向灘地震	1968.4.1	1	26	3.8	1	1	100
1968年十勝沖地震	1968.5.16	673	19374	3.5	1781	1781	100
	1968.9.21		224	0	8	8	100
1974年伊豆半島沖地震	1974.5.9	134	2291	5.8	452	452	100
	1975.1.23	16	218	7.3	10	10	100
	1975.4.21	58	2240	2.6	36	104	34.6
伊豆大島近海地震	1978.1.14	96	5093	1.9	37	575	6.4
		89	4343	2.0	133	133	100
	1978.2.20		26	0	6	6	100
	1978.5.4	4	144	2.8	43	43	100
宮城県沖地震	1978.6.12	118	65816	0.2	21241	21241	100
	1980.6.29		666	0	13	13	100
浦河沖地震	1982.3.21	9	199	4.5	11	11	100
日本海中部地震	1983.5.26	934	6307	14.8	2739	2739	100
長野県西部地震	1984.9.14	13	572	2.3	86	86	100
千葉県東方沖地震	1987.12.17	16	72698	0.02	93	93	100
釧路沖地震	1993.1.15	12	3471	0.3	7	48	14.6
		53	5621	0.9	53	53	100
能登半島沖地震	1993.2.7	1	25	4.0	19	19	100
	1993.5.21		140	0	4	4	100
北海道南西沖地震	1993.7.12	594	5848	10.2	563	743	75.8
		601	6499	9.2	767	767	1
北海道東方沖地震	1994.10.4	39	7575	0.5		3	0
三陸はるか沖地震	1994.12.28	72	9522	0.8	365	365	100
		55	7421	0.7	216	216	100
兵庫県南部地震	1995.1.17	100282	394440	25.4	3675	3675	100
新潟県北部地震	1995.4.1	55	1612	3.4	1169	1169	100

表3・12は、一般住宅と非住居別に見た全壊率の比較をしたものである。地震発生年がさかのぼる程に建物の被害率は高まり、積雪期地震が戦後間もない時期に集中、若しくは気象庁マグニチュードが大きいことから、非住居の全壊率が高い傾向にある。これ等、2つの表から、一般住宅よりも耐震性の面で脆弱であることが考えられる。ここで地震資料が整備されている戦後の全被害地震と、さらに被害地震のうち、積雪期に区分しての建物種別に細分化した全壊率と、気象庁マグニチュード( $M_{JMA}$ )との相関分析を通じ、雪による影響を定量化する(図3・17~図3・26、表3・13・表3・14)。

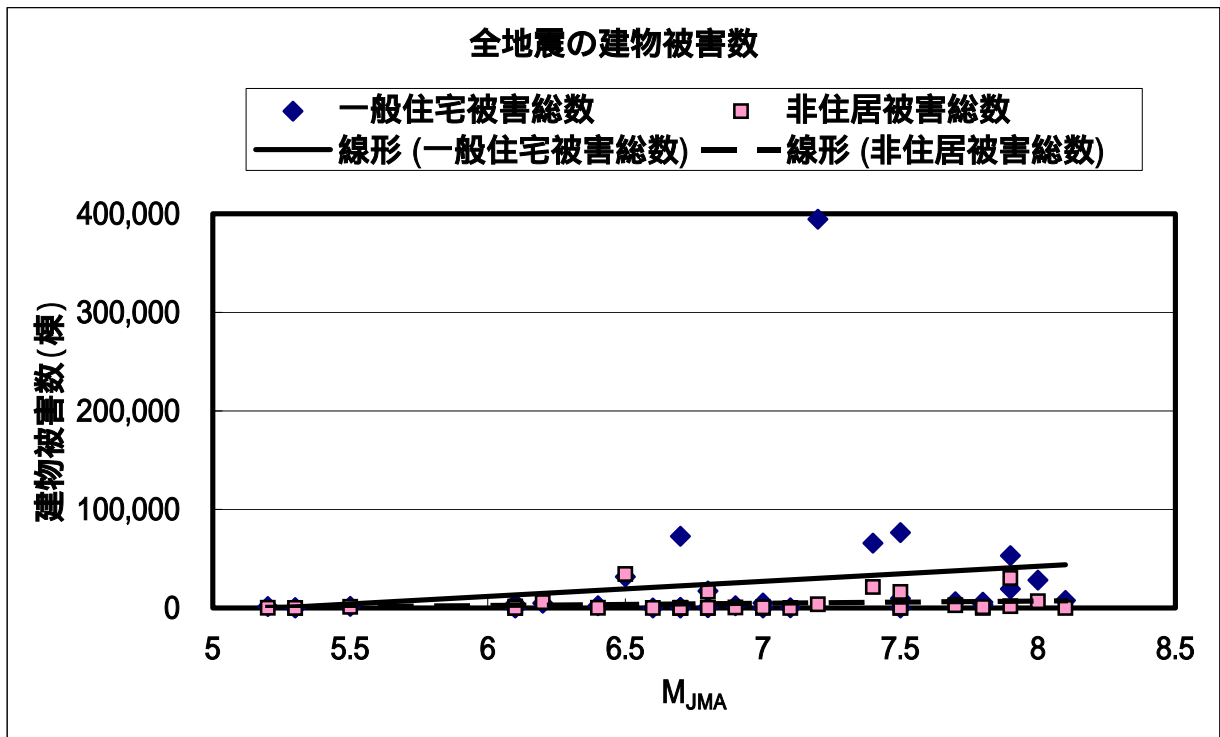


図3・17：戦後被害地震総数を対象とした建物種別の被害数のプロット

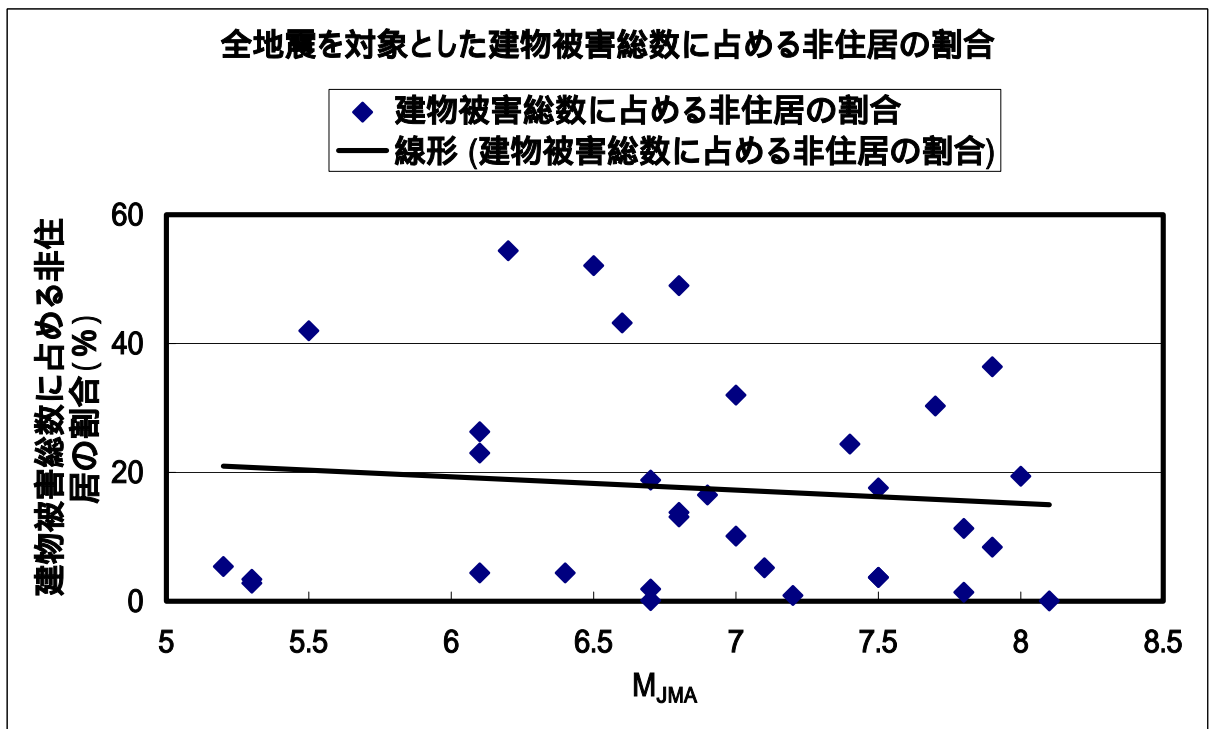


図3・18：戦後被害地震総数を対象とした建物被害総数に占める非住居の割合のプロット

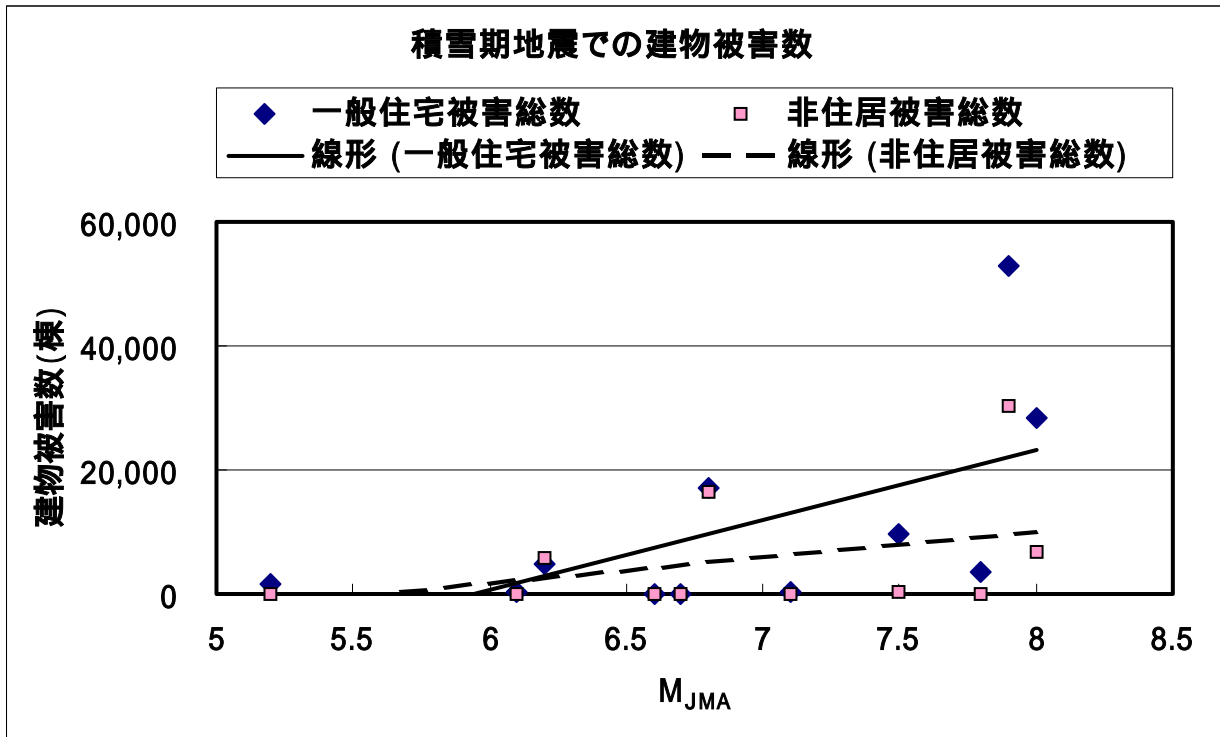


図 3 - 19：戦後被害地震のうち，積雪期を対象とした建物種別の被害数のプロット

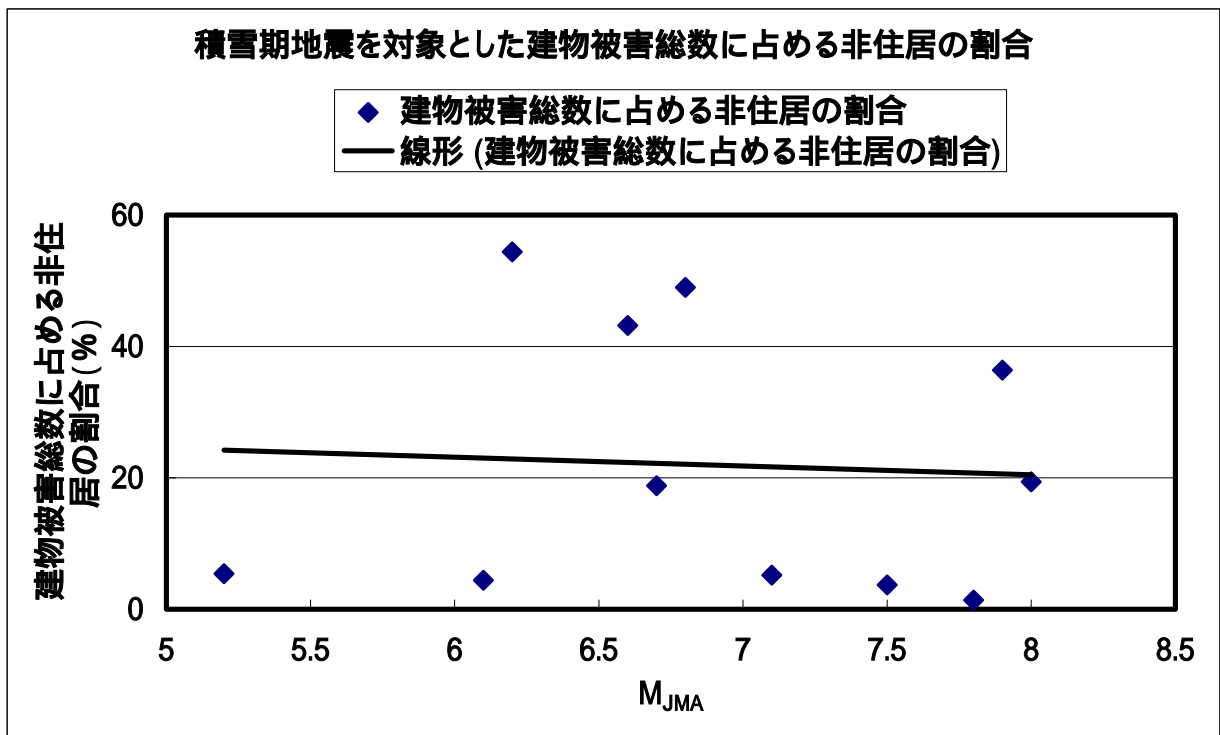


図 3 - 20：戦後被害地震のうち，積雪期を対象とした建物被害総数に占める非住居の割合のプロット

表3・13：積雪期・無積雪期別に見た気象庁マグニチュード ( $M_{JMA}$ ) と建物種別の被害状況の相関分析表

	戦後の全被害地震 相関係数	戦後被害地震のうち、積雪期に限定 相関係数
M,住宅被害総数	0.179	0.588
M,非住居被害総数	0.208	0.379
M,建物被害総数	0.199	0.522
M,建物被害総数に占める非住居の割合	-0.102	-0.0577

降積雪が地震被害に与える影響を定量化する際、建物被害、特に納屋や土蔵等の非住居建物の全壊率を指標とすることを提案する目的で、図3・17～図3・20と表3・13において、マグニチュードをパラメータとして積雪期と無積雪期に区分して相関分析を行った。マグニチュードに応じて建物全壊率は正の相関を示し、この傾向は積雪期に顕著であることが明らかとなった。ただ、建物被害全体に占める被害を受けた非住居建物の割合に関しては、弱いながら負の相関が認められた。ここで積雪期地震では建物被害がマグニチュードに敏感に反応した要因について考察する。表3・11の塗りつぶした箇所は積雪期地震であるが、発生年代が1940～50年代、1990年代に集中している。戦後間もない地震では建物の耐震性の問題が考えられ、これは1948年6月の福井地震が最たる例である。一方、1990年代の積雪期地震はマグニチュードが大きく、こうした一連の要素によって正の相関が強まったものと推定される。

次に一般住宅と前述した非住居建物の被害形態別に、気象庁マグニチュード ( $M_{JMA}$ ) との関係を図3・21～図3・26と表3・14に示す。

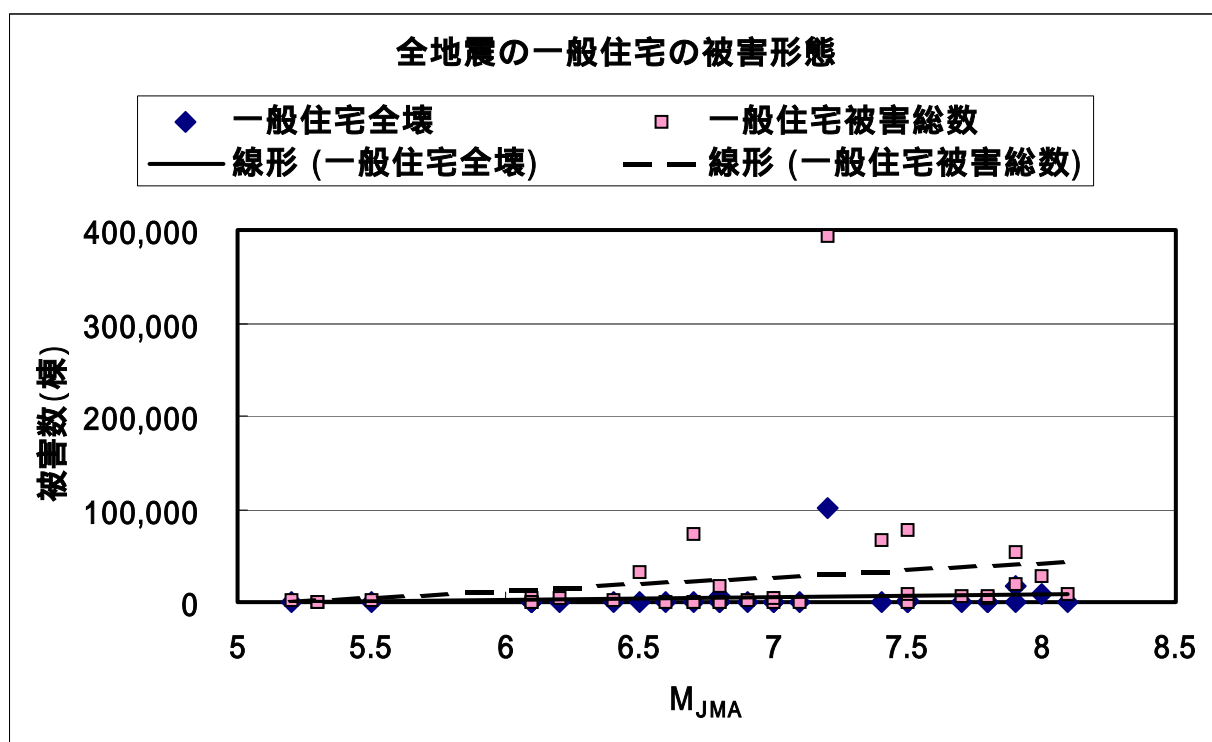


図3・21：戦後被害地震総数を対象とした一般住宅の被害形態のプロット



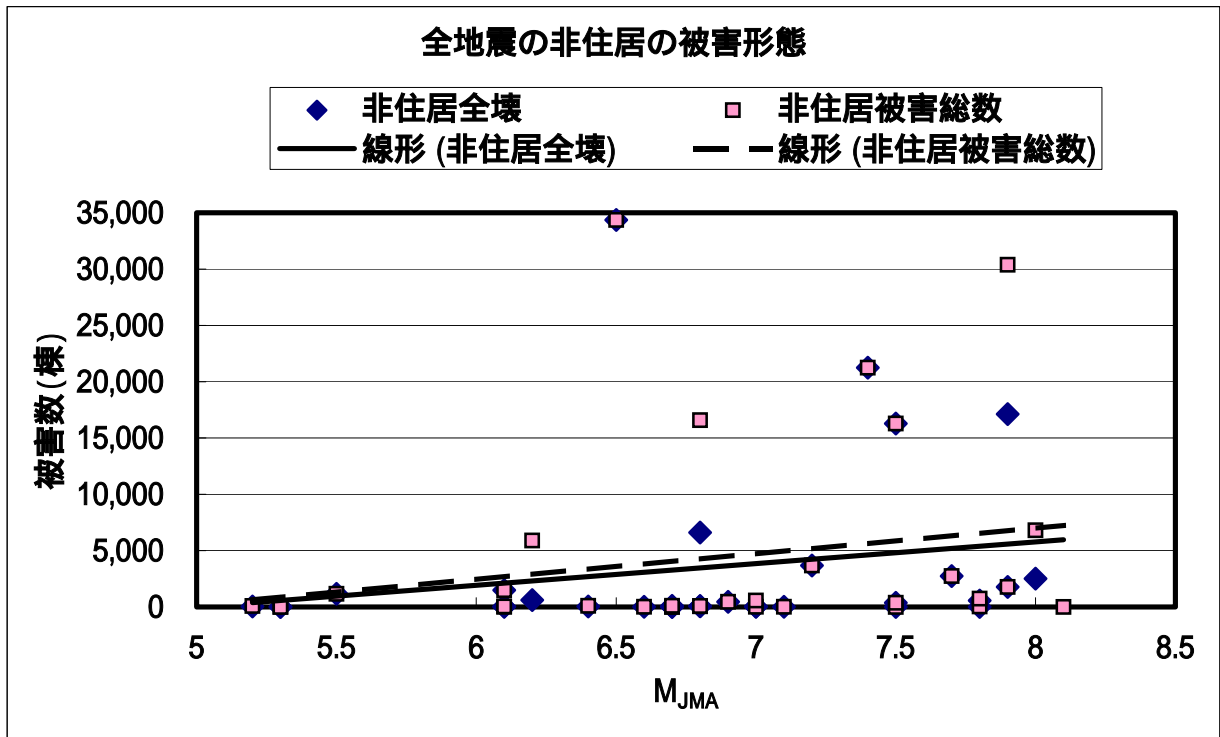


図 3 - 22 : 戦後被害地震総数を対象とした非住居の被害形態のプロット

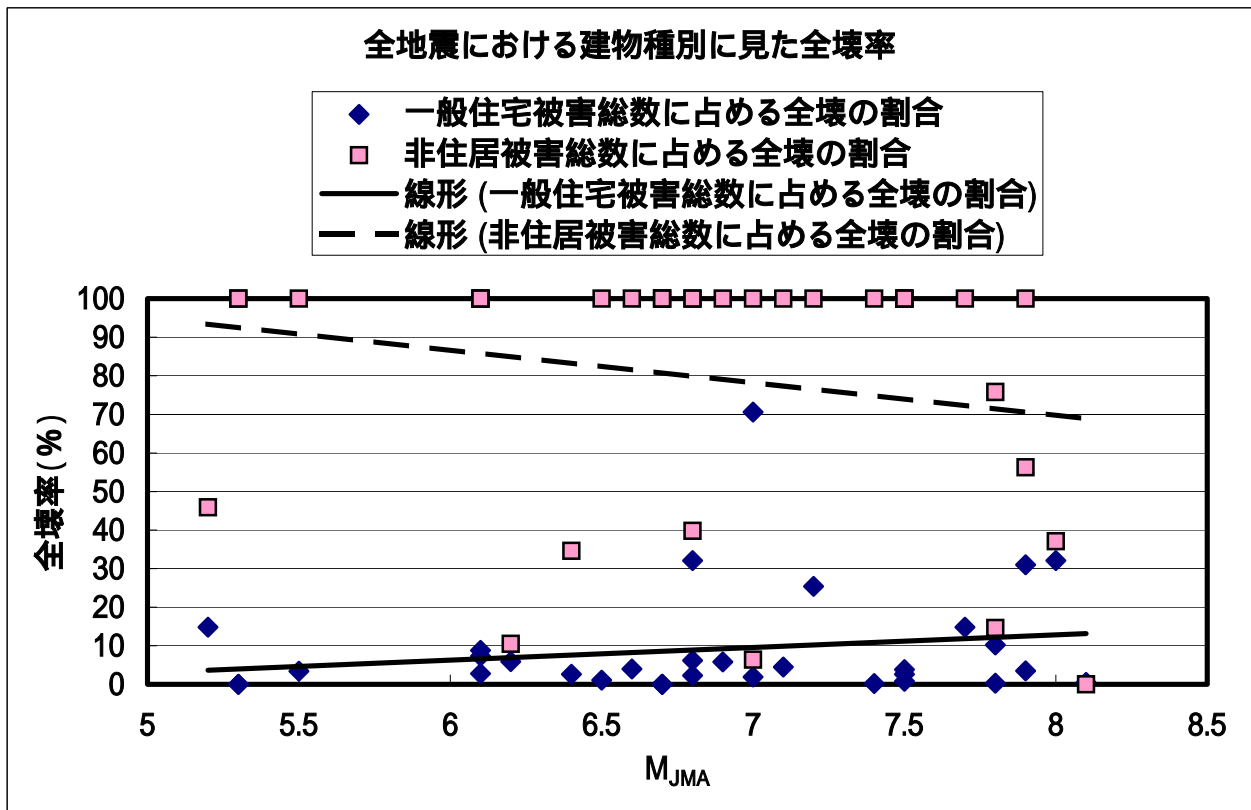


図 3 - 23 : 戦後被害地震総数を対象とした建物種別で捉えた全壊率のプロット

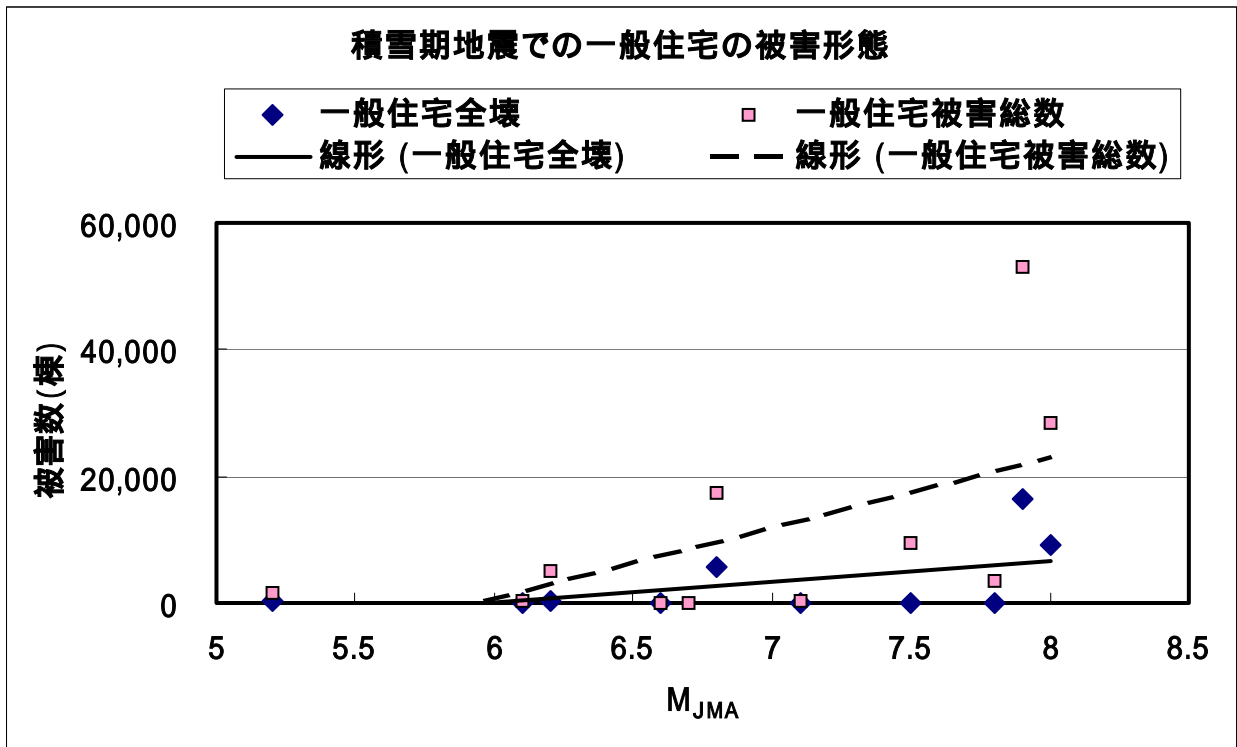


図3-24：戦後被害地震のうち，積雪期を対象とした一般住宅の被害形態のプロット

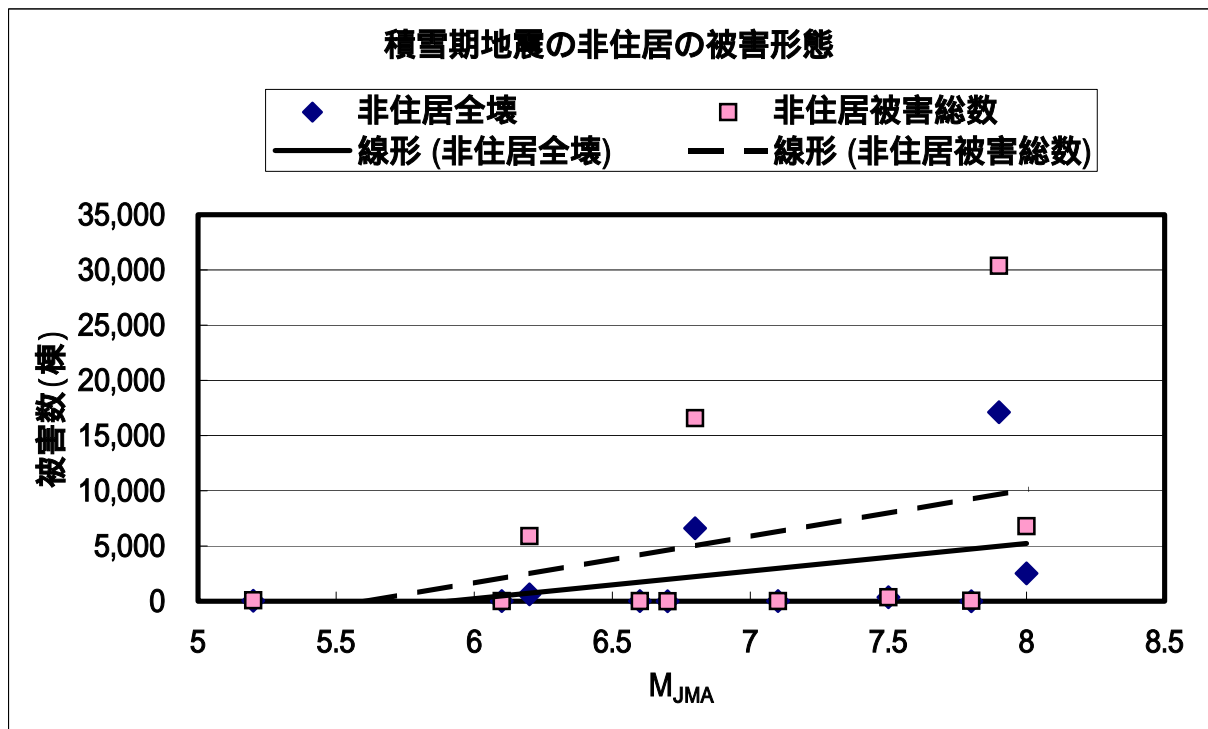


図3-25：戦後被害地震のうち，積雪期を対象とした非住居の被害形態のプロット

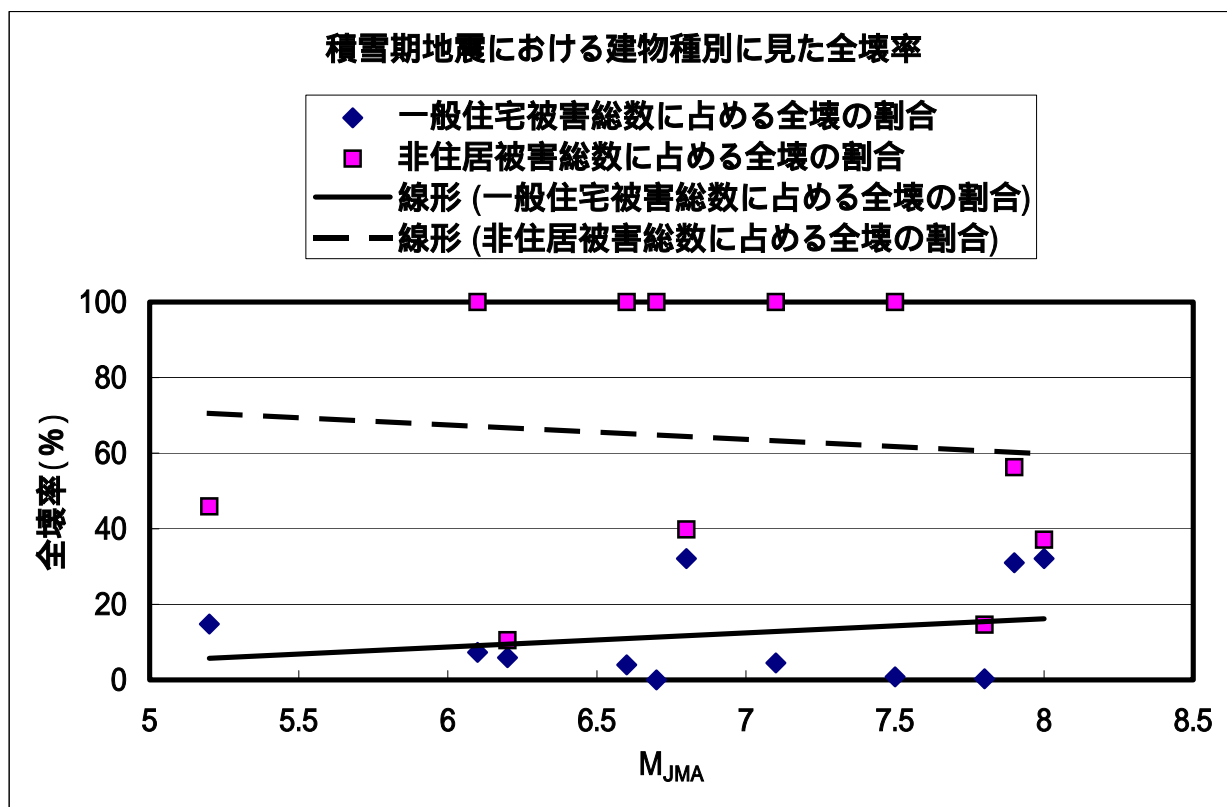


図 3・26：戦後被害地震のうち，積雪期を対象とした建物種別で捉えた全壊率のプロット

表 3・14：積雪期・無積雪期別に見た気象庁マグニチュード ( $M_{JMA}$ ) と建物種別を考慮した被害形態の相関分析表 (P 値の概念は脚注を参照)

	戦後の全被害地震 相関係数	戦後被害地震のうち，積雪期に限定 相関係数
M,一般住宅全壊	0.123	0.535
M,一般住宅被害総数に占める全壊の割合	0.184	0.246
M,非住居全壊	0.197	0.414
M,非住居被害総数に占める全壊の割合	-0.202	-0.091

図 3・21～図 3・26 と表 3・14 では建物種別を考慮し，特に被害形態と気象庁マグニチュード ( $M_{JMA}$ ) との相関関係を，積雪期と無積雪期に区分して分析した。ここでも積雪期の方がマグニチュードに対応して相関が良いけかとなった。

ここまでの一連の分析から，建物被害に関しては全壊率についてはさほど相関が高くない反面，被害総数では高くなる傾向にある。また，積雪期にはマグニチュードに応じて建物被害件数が増減することが分かった。ただ，統計的検定では危険率 5% で見た場合，有意性が保証されず，築年代や地盤種別等のパラメータで検討することの必要性が浮き彫りとなった。

### 3.6.まとめ

3章では積雪期を含めた冬期の地震発生比率，主な冬期の被害地震の概要と人的被害に見る教訓，都道府県別に捉えた防災計画における積雪期地震対策，ならびに雪害予防に係る施策の位置付けを分析した。この結果，雪を考慮しないと冬期（12月～3月）の地震発生比率は高くなる傾向があり，県によっては6割を超える地域もある。そこで，県別の被害地震発生個数が10以下の県に絞った25自治体についてヒストグラムを示したところ，地震発生比率の階級値は40～50%前後に集中した（全県一括で30～40%）。このことから，地震総数当たりでの計算ではあるが，被害地震総数が少ないことによる比率の変動を考慮しても，被害地震の総数が少ない県でも冬期の地震に対する備えが望まれることが示された。これを裏付けるように，兵庫県南部地震を始め，各地で冬期に被害地震が発生している。

こうした点から，地域防災計画における雪害対策が懸案事項となるが，調査の結果，北海道や東北，北陸でも積雪期地震対策に言及しているのは少なく，山形，新潟，福井等に限られることが分かった。ただ，多くの県では防災計画の一般災害編，または風水害編の中で雪害予防に言及している。

一連の分析を通じ，冬期の地震災害が被災者に与える影響について，関心が高まっていることが浮き彫りとなった。各県の地域防災計画では災害弱者対策，医療環境に係る項目が詳述され，その多くが兵庫県南部地震を教訓としている。この過程で，個々人の健康管理を含めた日頃からの生活習慣の改善が災害時の医療需要の逼迫を回避することが分かる。この問題意識に沿って，冬期に発生した兵庫県南部地震の事例を検討し，被災者に与える影響を考察した。

震災後にクラッシュ症候群が注目されたが，季節的な要因としては風邪にかかった例が多かった。震災直後は医療に対する需要が逼迫し，呼吸器系疾患に起因する受診が多かった。このことから，医薬品の備蓄とともに，防寒対策の充実が不可欠である点が浮かび上がった。

ここまでの緊急対応に特化した解析を通じ，降積雪が地震被害の規模や被害形態に与える影響を定量的に評価する必要性が浮き彫りとなった。これはインフラ整備や適切な救助計画，さらには当該地域のハザードマップ作成に有効に生かすことが可能となる。本章では建物の被害形態に関連し，一般住宅と納屋や土蔵等に代表される非住居別に，積雪期と無積雪期別に，気象庁マグニチュード（ $M_{JMA}$ ）との相関分析を行った。このように，地震間の比較分析の結果，積雪期地震に限定するとマグニチュードの大きさによって建物被害棟数や被害率が増減することが分かった。ただ，統計的検定から，危険率5%の域内では有意性が保証されない場合があり，築年代等の他のパラメータによる検討を今後の課題とする。

## 脚注

### 「トリアージ」「トリアージ・タッグ」(58頁を参照)

同時多発的に負傷が発生する災害時・大規模事故に際して負傷者の被害(臨床症状)を最小限に抑える手法が「トリアージ」である。これは軽傷者、重傷者等が多数存在する現場で、急患の治療優先順位を考慮するもので、生命に危険性が少ない負傷、例えば骨折患者よりも、緊急性を要する症例、具体的には建物の下敷きや躯体による四肢部圧迫に伴う急性腎不全を呈するクラッシュ症候群(挫滅症候群)、頭部強打によって脳内に血腫が生じ、脳圧が高まり危篤症状に陥る急性甲膜外血腫、多発外傷、胸部大出血、広範囲熱傷、心肺停止患者等の治療を優先させる。特に救出者で留意すべきは、クラッシュ症候群と急性甲膜外血腫で、出血が少なく意識が清明であるので、見落としがちである。これ等の症例は急速に容態が悪化しやすく、什器類の下敷き、頭部外傷がある患者へのフォローの重要性は医療従事者向け講習会でも頻回に指摘されている。

これに関連し、多数の患者治療を効率的に進めるための目印とするものが「トリアージ・タッグ」である。患者の腕や胸等に付けるタッグの色分けは臨床症状が重い順に、黒(死亡)、赤(クラッシュ症候群や急性甲膜外血腫、多発外傷、広範囲熱傷等)、黄色(骨折等、入院加療は必要とするが、治療開始が多少遅れても生命に危機的状況を誘発しない中等程度の負傷)、緑(軽い感冒、軽傷で入院の必要性が殆どない症状)である。患者に付されたタッグに従い、赤を優先的に扱い、救急医が、黄色は一般医、緑は研修医や看護師が治療に当たる場合もある。

## 参考文献

- 1) K. Heki: Snow load and seasonal variation of earthquake occurrence in Japan, Earth and Planetary Science Letters, 207, pp.159- 164, 2003.
- 2) 村田晶, 北浦勝, 宮島昌克: 地震動の繰り返しを考慮した応答スペクトル指標による構造物被害予測, 第11回日本地震工学シンポジウム論文集, CD-ROM, 講演 No.420, 2002.
- 3) 南慎一, 戸松誠: 1993年釧路沖地震における積雪寒冷期の地震災害の特徴, 日本雪工学会誌, Vol.15, No.2, pp.134- 139, 1999.
- 4) 岡田成幸: 地震時の室内変動に伴う人的被害危険度評価に関する研究-その2 1993年釧路沖地震にみる揺れている最中の災害回避行動-, 日本建築学会構造系論文集, No.481, pp.27- 36, 1996.
- 5) 月館敏栄: 雪国における冬の地震の歴史と1994三陸はるか沖地震, 日本雪工学会誌, Vol.15, No.2, pp.140- 143, 1999.
- 6) 坪井修平: 阪神・淡路大震災と地域保健, 公衆衛生研究, 第44巻 第3号, pp.291- 299, 1995.
- 7) 西村明儒: 法医学から見た死亡原因,(人的被害研究会 編:『地震時死傷問題に関する学際シンポジウム報告書』, 1997, の pp.25- 28, に所収)
- 8) 田中裕: クラッシュ症候群, 週刊医学のあゆみ, Vol.200, No.12, 医歯薬出版, pp.950- 951, 2002.
- 9) Oda J. et al: Analysis of 372 patients with crush syndrome caused by Hanshin-Awaji earthquake, J. Trauma, 42, pp.470- 476, 1997.
- 10) 山上征二: 災害時透析医療-システム総論-, 透析会誌, Vol.28, No.7, pp.1041- 1046, 1995.
- 11) 山上征二: 災害救急医療から見た行動と課題, 臨床透析, 11, pp.1399- 1405, 1995.
- 12) 松下洋一: 被災現場での透析医療の状況, 臨床透析, 11, pp.1459- 1469, 1995.

## 第4章 新潟県で積雪寒冷期に発生した既往の被害地震

---

4.1. はじめに

4.2. 地域防災計画に記載された積雪期地震に関する分析

4.3. 現地調査と文献解題に基づく県内で積雪寒冷期に発生した被害地震

4.4. 現地調査による積雪寒冷期地震被害の特徴

4.5. 震源域の地盤特性と積雪期地震の発生確率評価

4.6. まとめ

## 第4章 新潟県で積雪寒冷期に発生した既往の被害地震

### 4.1 はじめに

本論では積雪寒冷期地震防災に係る研究を行うことを目的とし、2章では冬期の地震防災に関連する既往研究をレビューし、研究事例が少ないことが分かった。3章では防災対策立案の基礎資料として、冬期の被害地震と、これを教訓とするための防災計画との関係性を分析したところ、積雪寒冷期を考慮した防災対策が豪雪地帯の自治体の中でも殆ど検討されていない例が存在した。この状況を踏まえ、気象状況や発生時間帯を考慮した地震防災対策につなげるため、新潟県で積雪寒冷期に発生した被害地震を詳述し、現地調査で得られた知見を反映させ、他の季節で見られる地震被害との比較を行う。

本章では被害地震を、気象状況との関連で考察する。先ず、総理府編纂の『日本の地震活動』、新潟市・上越市の地域防災計画に記載されている地震のうち、積雪寒冷期に発生したものを抽出する。歴史地震を含め、新潟県内では過去に幾度も被害地震に見舞われていることを受け、三条地震以降の積雪寒冷期地震の中でも被害が顕著であった地震を選び、地震の諸元、被害の概要とともに、地震前後の気象状況を網羅する。特に1990年以降の地震については被害調査報告があるので、積雪寒冷との関係で詳細に検討することが可能である。また、2001年1月に塩沢町付近を震源とする地震では被害調査を実施し、既往地震を扱った報告書で示されている結果との比較を行う。

積雪寒冷期地震をまとめる過程で、他の季節には見られない特徴が浮き彫りとなり、将来的な防災対策に反映出来ることから、整理する。これに関連し、当該地域での積雪寒冷期地震の発生確率を評価する必要があり、数値を示すことで今後の被害想定や防災対策に直結するとの判断において取り上げた。

### 4.2 地域防災計画に記載された積雪期地震に関する分析

都道府県別に年表形式で記述されている『日本の地震活動』（総理府地震調査研究推進本部、1999年追補版）では、積雪期地震について特別に触れているわけではないが、各地の地震活動度が比較可能で、貴重な資料と言える。

新潟県の項目を繙くと、越後南西部地震（直江津地震、1502年）、越後西部地震（高田地震、1666年）、長岡地震（1961年）、新潟県北部地震（1995年）が取り上げられている（表4.1を参照）。

表4-1：『日本の地震活動』に掲載された新潟県内の被害地震一覧

発生日時	地震名・地域	マグニチュード
863年7月10日（発生時刻は不詳）	越中・越後	7以上
1502年1月28日（巳の刻、現在の10時）	地震名・地域	マグニチュード
1666年2月1日（申の下刻、現在の17時）	越後西部（高田地震）	6 3/4
1670年6月22日（午刻、現在の12時）	越中・越後南蒲原郡	6 3/4
1729年8月1日（未刻、現在の14時）	越後・佐渡	6.6～7.0
1751年5月21日（丑刻、現在の2時）	越後・越中	7.0～7.4
1762年10月31日（未の中刻、現在の15時）	佐渡	7.0
1802年12月9日（巳刻、現在の10時）	佐渡	6.5～7.0
1828年12月18日（卯の下刻、現在の7時）	三条地震	6.9
1833年12月7日（申の上刻、現在の16時）	羽越・羽後・越後・佐渡	7 1/2 ± 1/4
1847年5月8日（夜五ツ時～四ツ時、現在の20～22時）	善光寺地震	7.4
1847年5月13日（昼九ツ時、現在の12時）	越後頸城地域	6 1/2 ± 1/4
1961年2月2日（3：39）	長岡地震	5.2
1964年6月16日（13：01）	新潟地震	7.5
1995年4月1日（12：49）	新潟県北部地震	5.5

一方、長岡市の地域防災計画では1961年2月に同市西部を震源とする地震が発生していることから、長岡地震が取り上げられている。上越市の地域防災計画では震度4，若しくはM5以上の地震が一覧として示されている。

上越地域では1502年1月28日に直江津地域を震源とする地震が発生，M6.5～7.0。多くの家が潰れ，死者が多数出た。また，余震は5，6日続いたと見られる。1614年11月26日にM7クラスの地震が起こり，京都から中部，上越にかけて被害が及んだ。1666年2月1日には高田地震（M6.4）が発生し，700もの侍屋敷が倒壊し，屋根雪が滑り落ちたり，つららが人に当たる等して1,500人以上が亡くなった。各種史料によると，この時の積雪深は4～5mで，雪に埋まって逃げられなかった人が多数いた。

1914年11月15日22時29分に高田付近でM5.7の地震が発生。高田，直江津，桑取谷で家・土蔵の壁が落下・亀裂，屋根石の転落・石碑転倒，桑取谷で谷筋で山崩れが確認された。

これ等の歴史地震を，新潟市と上越市の地域防災計画では一覧と示している。ここで，記載事項のうち，積雪寒冷期に発生した地震を抽出し，以下の表4・2と表4・3に示す。

**表4-2：新潟市の地域防災計画に掲載された積雪寒冷期に発生した歴史地震**

発生日時	震源域	マグニチュード	被害状況
830年2月3日（辰刻，現在の8時）	出羽（秋田）	7.4	城内死者15名，負傷者100余名
841年3月13日（発生日時は不詳）	信濃	6.7	塙屋が倒壊
850年11月27日（発生日時は不詳）	出羽（庄内）	7.0	山崩れ，死者多数
1502年1月28日（巳の刻，現在の10時）	越後（国府）	6.9	人家倒潰，死者多数
1614年11月26日（午の下刻，現在の13時）	越後（高田）	7.7	津波あり，死者多数
1666年2月1日（申の下刻，現在の17時）	越後（高田）	6.4	出荷あり，死者1500余名
1793年2月8日（昼八ツ時，現在の14時）	西津軽	6.9	潰家164棟，死者12名
1802年12月9日（巳刻，現在の10時）	佐渡	6.6	地震前に陸地隆起，家屋倒壊1150棟，死者19名
1828年12月18日（卯の下刻，現在の7時）	越後（三条）	6.9	家屋全壊9808棟，半壊7276棟，焼失1204棟，死者1433名
1833年12月7日（申の上刻，現在の16時）	三条市羽前	7.4	津波あり，潰家586棟，流失597棟，死者47名
1892年12月9日（10：42）	能登西南部	5.8	家屋全壊2棟，死者1名
1914年3月15日（4：59）	羽後仙北部	6.4	家屋全壊640棟，死者94名
1914年3月28日（2：50）	羽後男鹿郡	5.4	地割れ，家屋損傷

**表4-3：上越市の地域防災計画に掲載された積雪寒冷期の歴史地震（震度4以上）**

発生日時	地震名	マグニチュード
1944年12月7日13：35	東南海地震	7.9
1946年12月21日4：19	南海道地震	8.0
1971年2月26日4：27	安塚地震	5.5
1987年3月24日21：49	新潟県南部沖地震	5.9
1990年12月7日18：40	高柳地震（東頸城地域の群発地震）	5.3
1993年2月7日22：07	能登半島沖地震	6.6
1998年2月21日9：55	新潟県中部地震	5.0

表4・2と表4・3に示した地震の震源地では，概ね1 m前後の積雪に見舞われ，地震の発生日時によっては路面凍結による被害拡大が生じる構図となる。これは東京都を含む首都圏を例にした場合，10cm程度の1回の降雪で300件近い事故発生，翌朝の路面凍結による100件余，転倒による死亡が数例である状況からも言える。ただ，7章でも示すように，新潟県内では一冬を通じて現在，50～100件の雪処理に係る事故が発生している状況を考慮しても，地震時の被害拡大要因となる。なお，地震被害で懸念される人的被害に関して，2000年10月6日に発生した鳥取県西部地震，2001年3月24日の芸予地震では避難途中で転倒による負傷が数例あり，積雪により転倒率が上昇することが分かる。

こうした点から，積雪期地震対策を盛り込んだ地域防災計画の見直しが必須となり，さらには防災意識を涵養する意味で，過去の被害地震を語り継ぎ，雪がある時の避難訓練が必要となる。



### 4.3. 現地調査と文献解題に基づく県内で積雪寒冷期に発生した被害地震

前節で地域防災計画に記載された地震を基に整理したが、これ等の地震を教訓とした具体的な計画事項は記載されず、市町村が策定する防災計画の中では積雪期地震対策に関する項目が、当該地域の自然環境を扱った箇所の中で触れられ、県が示している震災編の中では、被害拡大の構図が指摘され、除排雪の推進等、総論的な内容となっている。

しかしながら、複数の地震の例から、被害状況や気象条件が大きく異なり、地震ごとに新たな課題点が浮き彫りとなっている。そこで、本節では地震ごとに整理するとともに、気象状況を考慮した緊急対応について、併せて考察する。取り上げる地震は三条地震、長岡地震、安塚地震、高柳地震、新潟県南西部地震、新潟県北部地震、新潟県中部地震、1998年12月25日に西会津で発生した地震（新潟県上川村で震度3）、2001年1月に塩沢町付近を震源とする地震である（図4・1を参照）。

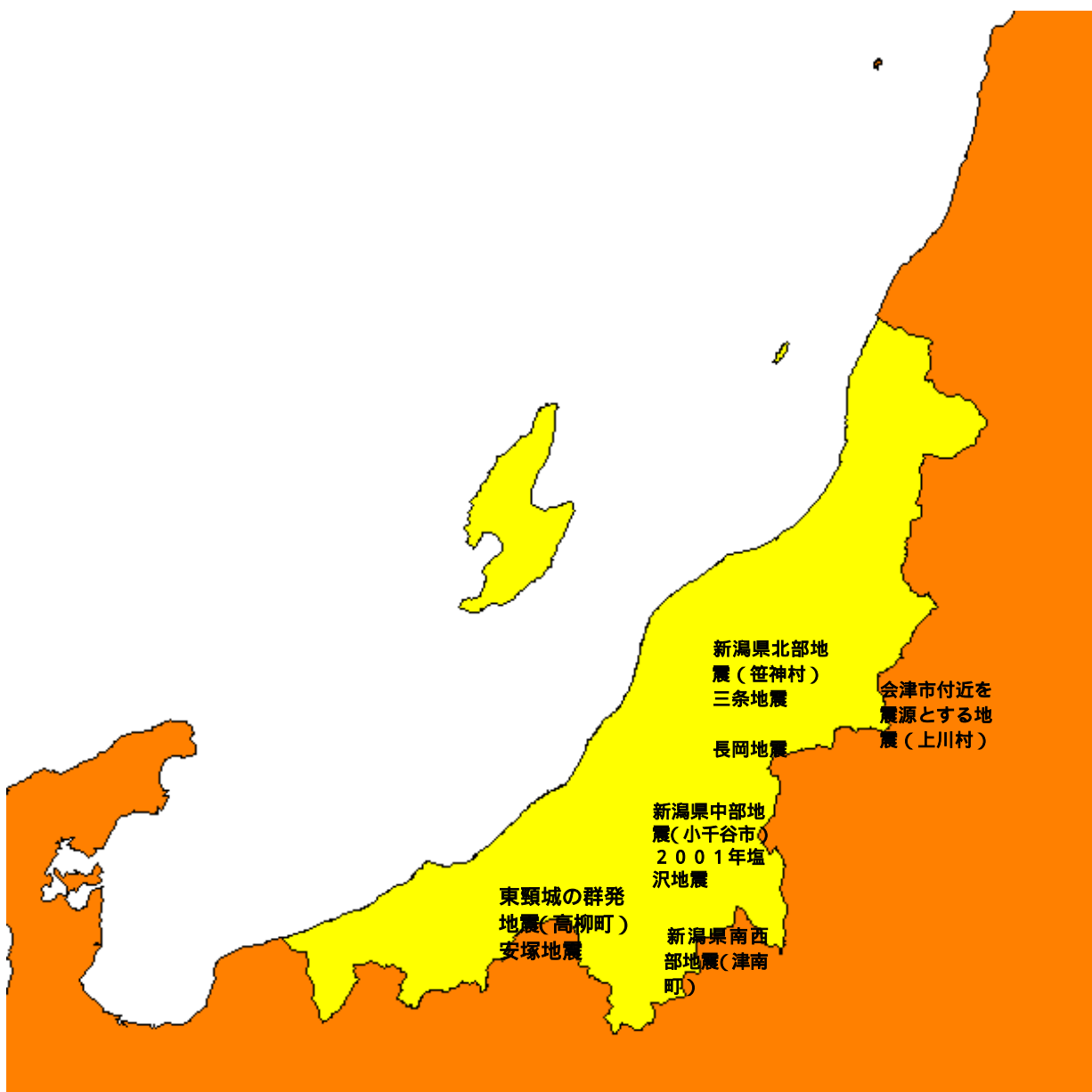


図4・1：新潟県内で積雪寒冷期に発生した被害地震の震源地分布

### 三条地震（1828年12月18日）

1828年12月18日午前7時頃にM6.9の地震が発生した。人的・物的被害が甚大で、記録によると、江戸市中でも揺れを感じたという。この時は市井の僧侶、良寛が被災者や孤児のために寺院の境内を避難所として使用させたり、炊き出しをしたこと等が史実として残っている。

直接的には積雪寒冷についての記述は見当たらないが、宇佐美の『新編 日本被害地震総覧 [増補改訂版]』（1996）には三条地震のことが詳述されている（表4・4を参照）。被害の集中した地域は信濃川流域の平地であり、1964年の新潟地震と同様、液状化や流砂現象が見られた。

表4・4：三条地震での被害状況

地域	全壊	半壊	焼失	死者	負傷者
三条	439			205	
燕	269	58		221	
見附	545	89		127	
今町	300			60	
与板町	263	96	17	34	
脇之町	161			5	
吉田町	22	19			
長岡	3,500～3,600			442	552
新発田	1,770	695		225	

表4・4から、人的・物的被害が甚大であることが分かるが、特記事項として、ボランティア・被災者のケアが、地震後に見られたことである。良寛は被災者や震災孤児のために炊き出しを行ったり、境内の一角に施設を創設する等、現在の緊急対応に相通じる。これに関連し、現在は高齢化が進展し、国連が定義する高齢化社会（全人口に占める65歳以上の人の割合を示す指標である高齢化率が7%以上）は既に1970年に突入し、1994年には高齢社会（高齢化率14%以上）となり、災害弱者対策の必要性が一層、高まる。この結果、今以上にボランティア活動に対する期待が増大し、良寛の行った社会活動が後世に語り継がれる所以である。これに鑑み、各地震ごとに、震源地となった自治体の社会指標を示し、新潟県平均と比較して厳しい環境下に置かれていることを再確認する。なお、統計の値は新潟県内で地震が頻発し始めた1998年を基準とし、その2年後の値を併記する。

表4・5：震源域（三条市）における各種社会指標の年次推移

	1998年10月1日現在	2000年10月1日現在	新潟県平均(1998 2000年)
人口総数(人)*	85,179	84,377	2,486,271 2,470,846
人口密度(人/km <sup>2</sup> )*	1123.3	1113.3	197.6 196.4
高齢化率(%)**	18.9	20.5	20.7 21.9
高齢単身世帯割合(%)***	3.27	4.72	4.07 5.27
消防団員数(人)****	6.6	6.6	17.9 17.7
財政力指数*****	0.717	0.678	0.393 0.377

\* 資料出所：県統計課「新潟県の人口移動」、1999年と2000年10月1日現在の値

\*\* 資料出所、調査結果の値は\*と同じ。統計では老年人口割合と記載され、高齢化率と同義である。  
老年人口割合 = 65歳以上の老年人口 / 総人口

\*\*\* 資料出所：総務庁（現在総務省）統計局「国勢調査」、1999年の欄には1995年10月調査結果を、2000年の箇所には2000年10月の結果を記入した。高齢単身世帯割合 = 高齢単身世帯数 / 一般世帯数

\*\*\*\* 資料出所：県消防防災課「消防防災年報」、1999年と2000年4月1日現在の値で、人口1,000人当たりの人数

\*\*\*\*\* 資料出所：県市町村課、1999年度と2000年度の値。なお、県平均は市町村の値を計算したもので、県財政とは値が異なる。数値が1に近いが、1を超えると財政的に余裕があることを示し、値が0に近づくほどに財政的に逼迫していることを表す。財政力指数 = 基準財政収入額 / 基準財政需要額

降積雪との関係で捉えると、三条市内は12月中旬以降、毎年のように10～20cm程度の積雪に覆われ、根雪期間に入る前後である。表4・4の被害箇所では新発田市を除き、降積雪に見舞われ、凍死や転倒による人的被害があったことが窺える。

## 長岡地震（1961年2月2日）

1961年2月2日午前3時39分に発生した。諸元は震央 138° 50′ E, 37° 27′ N, M5.2, 震源深さ 20km である。震央付近の地盤は第三紀層及び、洪積層（層厚：50～60m）の上に沖積層（層厚：70～80m）で覆われている。震度5の地域は半径3kmと推定され、典型的な直下型であった。限定された地域（長岡市西部の信濃川沿いで、古正寺、寺宝、南新保、高瀬）で人的・物的被害が生じ、古正寺を初めとする4集落では建物の全壊率は50%を超えた。これは近接する小千谷市、柏崎市で震度3に減衰し、震央距離から10km前後である。ただ、この地震で火災が発生しなかったのは不幸中の幸いであった。なお、この地震の余震は9日までに75回あり、有感地震は各々、2日は40回、3日10回、4日5回、5日3回、6日2回、7日は6回、8日2回、9日は再び増加し、7回であった。

折からの36豪雪（1960年12月31日の長岡市内の積雪深は214cm、1月上旬にかけて降雪が続き、2月に入るまでに数回の大雪に見舞われた）の影響で、この時の積雪深は1.7～2mであった。

表4・6：長岡市における降積雪状況の基本統計量（北陸地方建設局観測データより、単位：cm）

	年降雪深	年最大積雪深	最大日降雪深
平均値	500.806	128.552	45
標準偏差	268.783	67.844	18.097
最小値	43	23	15
最大値	1229	318	125
変動係数	0.537	0.528	0.402
最頻値	523	150	35
観測年度	1930年～1998年	1930年～1998年	1930年～1998年

人的被害は死者5人、負傷者は30人であり、物的被害については、住居に限って見た場合、建物被害は全壊220、半壊465、一部破損は804戸。建物被害の特徴として、地震発生当日は2m近い積雪による建物周囲が雪に覆われ、それが支えとなって家が倒壊しなかったが、融雪後に数十棟が倒壊したことが挙げられる。また、墓石の転倒が免れたケースも見られた。しかし、伝統的な江戸間を採用した大広間の家屋（壁面積が少ない）が多かったことから、建物被害を増大させた一因となった。

電力関連被害も甚大で、電柱折損1、電柱傾斜6、電線切断は454ヶ所だった。前述した積雪期地震被害の特徴に関連するが、停電した場合、歩行速度は昼間に比べ、夜間は3分の1から4分の1に低下する。しかも積雪があるために、条件は一層悪くなる。

被害の全容が明らかになった2日午前11時に、新潟県は災害救助法を適用した。消防、保健所、土木、林業関係が連携し、人命救助を行うに際し、部署の垣根を超えた点で評価出来る。その後、県が策定する『地域防災計画』に“積雪期地震対策”の項目が設けられるようになるが、具体的な検討は56、59豪雪以降である。近年では高齢化の進展を受け、新聞記事から長岡地震を見直す動きもある<sup>1)</sup>。

被災世帯は1,511、被災人員8,664、被害総額は約12億6,814万円だった（36豪雪の被害額、約6億2,883万円）。地震被害に対する積雪の影響として、折からの36豪雪による被害があることを勘案すると、雪があることにより、被害額は約1.5倍となることが分かる。

一方、高齢化と地震の関係では、当時は高齢化率が数%であったので問題視されることはなかったが、現在では20%に達しようとしている状況で、本論文の1章で見たように、兵庫県南部地震の事例から、死傷者の増加要因となる。兵庫県南部地震の犠牲者のうち、65歳以上の高齢者は43.7%であり、1995年に実施の国勢調査結果から、被災自治体は概ね13%前後であった。単純計算すると高齢化率の3倍に達することから、20%に迫る勢いでは犠牲者が増加することを意味するものであり、日頃からの震災対策において、高齢者の健康状態や生活実態を把握することの必要性が明らかとなっている。

表4・7：震源域（長岡市）における各種社会指標の年次推移

	1998年10月1日現在	2000年10月1日現在	新潟県平均(1998 2000年)	
人口総数(人)*	193,280	193,997	2,486,271	2,470,846
人口密度(人/km <sup>2</sup> )*	736.4	739.2	197.6	196.4
高齢化率(%)**	17.7	18.8	20.7	21.9
高齢単身世帯割合(%)***	3.14	4.22	4.07	5.27
消防団員数(人)****	7.1	7.1	17.9	17.7
財政力指数*****	0.786	0.744	0.393	0.377

\* 資料出所：県統計課「新潟県の人口移動」, 1999年と2000年10月1日現在の値

\*\* 資料出所：調査結果の値は\*と同じ。統計では老年人口割合と記載され、高齢化率と同義である。  
老年人口割合 = 65歳以上の老年人口 / 総人口

\*\*\* 資料出所：総務庁（現在総務省）統計局「国勢調査」, 1999年の欄には1995年10月調査結果を、2000年の箇所には2000年10月の結果を記入した。高齢単身世帯割合 = 高齢単身世帯数 / 一般世帯数

\*\*\*\* 資料出所：県消防防災課「消防防災年報」, 1999年と2000年4月1日現在の値で、人口1,000人当たりの人数

\*\*\*\*\* 資料出所：県市町村課, 1999年度と2000年度の値。なお、県平均は市町村の値を計算したもので、県財政とは値が異なる。数値が1に近いが、1を超えると財政的に余裕があることを示し、値が0に近づくほどに財政的に逼迫していることを表す。財政力指数 = 基準財政収入額 / 基準財政需要額

### 安塚地震（1971年2月26日）

1971年2月26日午前4時27分に新潟県南部を震源とする安塚地震が発生した。諸元は震央 138° 21' E, 37° 08' N, M5.5, 震源はごく浅い。震度5は安塚町・大島村・浦川原村, 震度4は糸魚川から柏崎の広い範囲に及ぶが、これ等の地域よりも震源地に近接する高柳町では震度3だった。震央付近で地盤の陥没、浦川原村室生寺地内で200m<sup>3</sup>の規模で崖くずれが発生し、国道を塞いだ。松代町, 松之山町, 大島村では雪崩が発生した。安塚町は、現在では道路網が延伸され、山間部奥まで住宅地が広がっている。道路拡幅に伴う斜面の切取面は表層土が露出し、層厚約10mの下は泥岩に覆われている場合が多い。地盤が脆弱であり、地すべり多発地帯で、隣接する牧村に位置する沖見は常襲地帯である。

この時の人的被害は負傷13名であった。これだけの被害を伴った地震であっても人々の記憶の風化は著しく、安塚町の住民でも覚えていない人が半数を超えている<sup>2)</sup>。

表4・8：震源域（安塚町）における各種社会指標の年次推移

	1998年10月1日現在	2000年10月1日現在	新潟県平均(1998 2000年)	
人口総数(人)*	3,804	3,690	2,486,271	2,470,846
人口密度(人/km <sup>2</sup> )*	54.2	52.5	197.6	196.4
高齢化率(%)**	33.3	34.3	20.7	21.9
高齢単身世帯割合(%)***	6.40	9.62	4.07	5.27
消防団員数(人)****	75.2	69.6	17.9	17.7
財政力指数*****	0.150	0.142	0.393	0.377

\* 資料出所：県統計課「新潟県の人口移動」, 1999年と2000年10月1日現在の値

\*\* 資料出所：調査結果の値は\*と同じ。統計では老年人口割合と記載され、高齢化率と同義である。  
老年人口割合 = 65歳以上の老年人口 / 総人口

\*\*\* 資料出所：総務庁（現在総務省）統計局「国勢調査」, 1999年の欄には1995年10月調査結果を、2000年の箇所には2000年10月の結果を記入した。高齢単身世帯割合 = 高齢単身世帯数 / 一般世帯数

\*\*\*\* 資料出所：県消防防災課「消防防災年報」, 1999年と2000年4月1日現在の値で、人口1,000人当たりの人数

\*\*\*\*\* 資料出所：県市町村課, 1999年度と2000年度の値。なお、県平均は市町村の値を計算したもので、県財政とは値が異なる。数値が1に近いが、1を超えると財政的に余裕があることを示し、値が0に近づくほどに財政的に逼迫していることを表す。財政力指数 = 基準財政収入額 / 基準財政需要額

### 東頸城での群発地震（高柳地震，1990年12月7日）

1990年12月7日18時40分に高柳地震（東頸城群発地震の最大震度）が発生した。諸元は震央138°33.7′E，37°12.7′N，M5.3，震源深さ4kmである。2分前にもM5.4の地震（138°33.6′E，37°12.4′N，震源深さ15km）が起きている。震源地の高柳町が震度3であるのに対し，高田で震度4が観測された。ただ，高田では被害は殆どなかった。高柳町を中心に道路の亀裂，陥没，決壊等の被害が115ヶ所に及んだ。地鳴りが聞こえ，井戸水が濁ったりした所も多く，8ヶ所で崖くずれが確認された。

表4・9：震源域（高柳町）における各種社会指標の年次推移

	1998年10月1日現在	2000年10月1日現在	新潟県平均(1998 2000年)	
人口総数(人)*	2,573	2,444	2,486,271	2,470,846
人口密度(人/km <sup>2</sup> )*	39.8	37.8	197.6	196.4
高齢化率(%)**	41.2	44.4	20.7	21.9
高齢単身世帯割合(%)***	9.51	12.54	4.07	5.27
消防団員数(人)****	68.8	69.1	17.9	17.7
財政力指数*****	0.101	0.098	0.393	0.377

- \* 資料出所：県統計課「新潟県の人口移動」，1999年と2000年10月1日現在の値
- \*\* 資料出所，調査結果の値は\*と同じ。統計では老年人口割合と記載され，高齢化率と同義である。  
老年人口割合 = 65歳以上の老年人口 / 総人口
- \*\*\* 資料出所：総務庁（現在総務省）統計局「国勢調査」，1999年の欄には1995年10月調査結果を，2000年の箇所には2000年10月の結果を記入した。高齢単身世帯割合 = 高齢単身世帯数 / 一般世帯数
- \*\*\*\* 資料出所：県消防防災課「消防防災年報」，1999年と2000年4月1日現在の値で，人口1,000人当たりの人数
- \*\*\*\*\* 資料出所：県市町村課，1999年度と2000年度の値。なお，県平均は市町村の値を計算したもので，県財政とは値が異なる。数値が1に近いが，1を超えると財政的に余裕があることを示し，値が0に近づくほどに財政的に逼迫していることを表す。財政力指数 = 基準財政収入額 / 基準財政需要額

### 新潟県南西部地震（津南町，1992年12月27日）

1992年12月27日11時17分に発生した。諸元は震央138°35.0′E，36°58.4′N，M4.5，震源深さはごく浅い直下型だった。気象官署で有感の箇所はなかったが，被害状況から震源地の津南町は震度5に相当した。前日からの降雪(40~50cm)があり，この時の積雪深は1mに達した(図4・2を参照)。津南町は十日町市，湯沢町と並ぶ特別豪雪地帯である点に留意する必要がある。

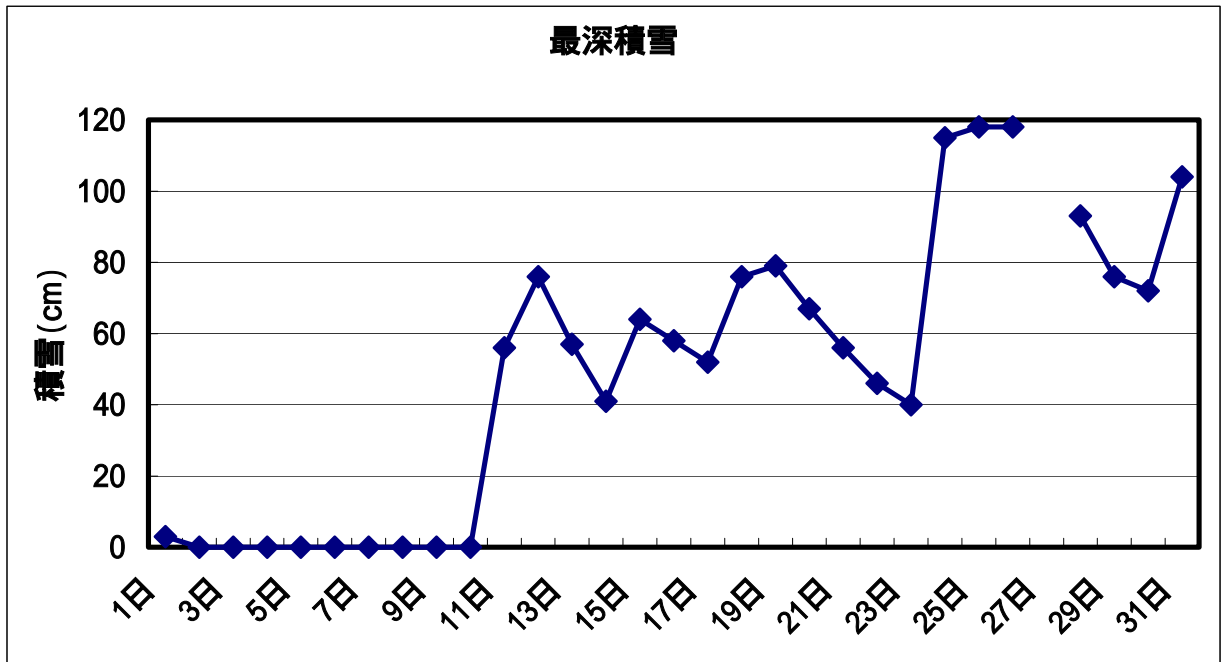


図 4-2 : 津南町の 1992 年 12 月の最深積雪の推移 ( 出典 : 新潟地方気象台 , 地震発生は 12 月 27 日 )

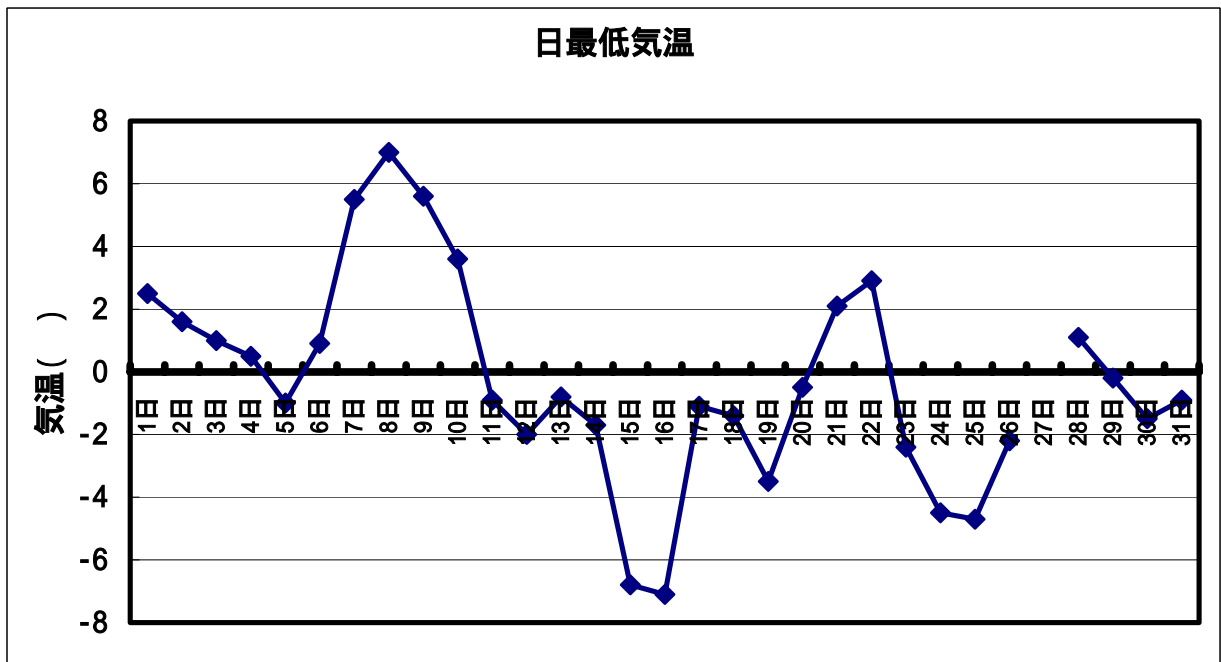


図 4-3 : 津南町の 1992 年 12 月の日最低気温の推移 ( 出典 : 新潟地方気象台 , 地震発生は 12 月 27 日 )

震源から半径 1 km の地域で物的被害が目立ち<sup>3)</sup>、上郷小学校ではほぼ全部の窓ガラスが割れ、ステージの天井が落下し、上郷中学校では体育館屋根の雪、天井、アルミサッシの窓枠が落下した(表 4・10 を参照)。ただ、地震発生当時は冬休みであり、人的被害は発生せずに済んだ。

表 4・10：建物被害の状況（新潟県消防防災課調べ）

集落名	被害戸数	被害状況
上郷逆巻	全戸(45)	ガラス破損、壁のひび割れ、商品破損
宮野原	21	車庫のガラス破損 1 戸、壁の剥落 20 戸
大井平	1	寺で本道の装飾品が落下、破損
亀岡	25	壁のひび割れ 24 戸、水道破損 1 戸
羽倉	42	風呂のタイル破損 18 戸、壁のひび割れ 23 戸、帯戸破損 3 戸
越手	1	風呂のタイル破損
寺石	1	風呂のタイル破損、壁のひび割れ
朴木沢	1	風呂のタイル、台所にひび

また、地震直後に新潟大学教授の青山が行ったアンケート調査で、屋根の雪下ろし中に恐怖を感じた人が多かった<sup>4)</sup>。普段でも屋根の雪下ろし中の転落事故が多く、65 歳以上の高齢者がケガする割合が非常に高く、地域の状況に応じた耐震・克雪住宅の普及が望まれる。

表 4・11：震源域（津南町）における各種社会指標の年次推移

	1998 年 10 月 1 日現在	2000 年 10 月 1 日現在	新潟県平均(1998 2000 年)
人口総数(人)*	12,618	12,259	2,486,271 2,470,846
人口密度(人/km <sup>2</sup> )*	74.1	72.0	197.6 196.4
高齢化率(%)**	31.1	32.9	20.7 21.9
高齢単身世帯割合(%)***	5.94	7.32	4.07 5.27
消防団員数(人)****	50.2	51.6	17.9 17.7
財政力指数*****	0.309	0.299	0.393 0.377

\* 資料出所：県統計課「新潟県の人口移動」、1999 年と 2000 年 10 月 1 日現在の値

\*\* 資料出所、調査結果の値は\*と同じ。統計では老年人口割合と記載され、高齢化率と同義である。

老年人口割合 = 65 歳以上の老年人口 / 総人口

\*\*\* 資料出所：総務庁（現在総務省）統計局「国勢調査」、1999 年の欄には 1995 年 10 月調査結果を、2000 年の箇所には 2000 年 10 月の結果を記入した。高齢単身世帯割合 = 高齢単身世帯数 / 一般世帯数

\*\*\*\* 資料出所：県消防防災課「消防防災年報」、1999 年と 2000 年 4 月 1 日現在の値で、人口 1,000 人当たりの人数

\*\*\*\*\* 資料出所：県市町村課、1999 年度と 2000 年度の値。なお、県平均は市町村の値を計算したもので、県財政とは値が異なる。数値が 1 に近いが、1 を超えると財政的に余裕があることを示し、値が 0 に近づくほどに財政的に逼迫していることを表す。財政力指数 = 基準財政収入額 / 基準財政需要額

### 新潟県北部地震（1995 年 4 月 1 日）

1995 年 4 月 1 日 12 時 49 分に発生した地震の諸元は、震央 139° 15.0′ E, 37° 53.2′ N, M6.0, 震源深さ 17km の直下型地震であった。積雪期地震の印象は薄い<sup>5)</sup>が、発生当日の震源地の笹神村は最低気温 2℃、最高気温 8.5℃ だった<sup>5)</sup>。なお、各地の震度は次の通りである。

震度 4：新潟市，新発田市，相川町

震度 3：長岡市，柏崎市，上越市

ただ、震央付近の笹神村では震度 6 程度の揺れが観測されている<sup>6)</sup>。

一般住宅被害は全壊 65 を含む 259 棟、負傷者も 80 名を超えている。さら笹神村の気象状況から、ストーブの使用も多かった(図 4・4 を参照)。

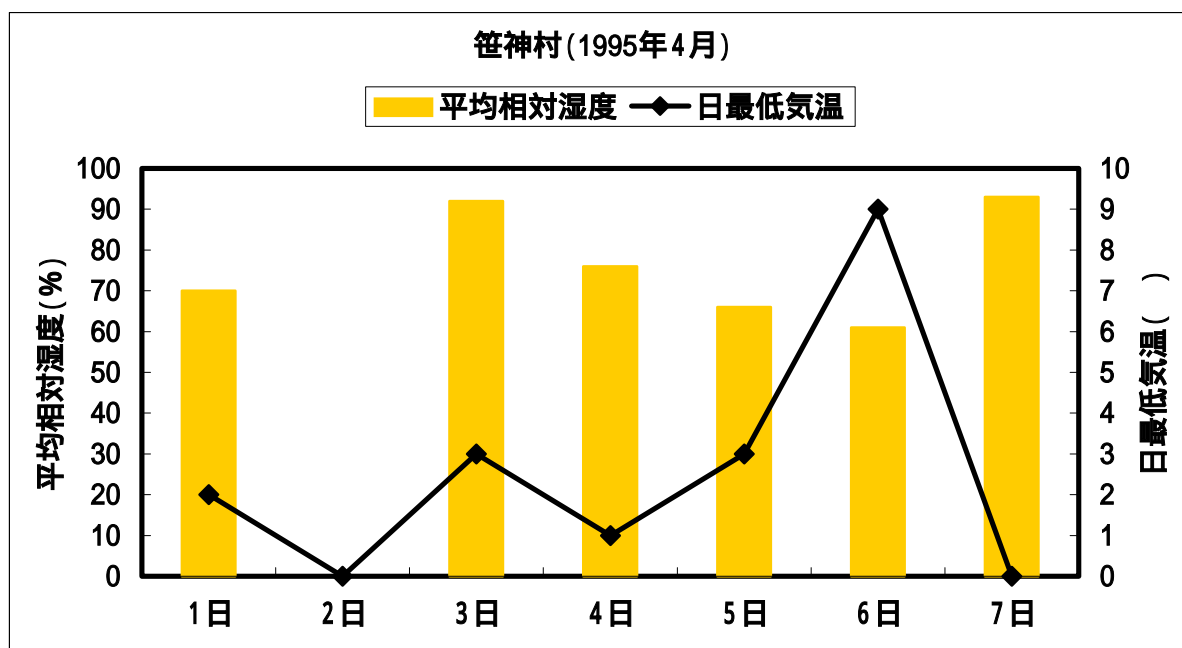


図4-4： 笹神村の1995年4月の日最低気温と平均相対湿度の推移（新潟県水原郷消防署観測による。なお、平均相対湿度で4月2日は欠測。地震発生は4月1日）

また、避難所として使われた小学校の体育館では暖房用のスチーム管が破損し、蒸気が漏れ出し、消防車が出勤する騒ぎとなった。この時は避難者も発生しており、4月1日が98人、同7日にも20人が避難所に滞在する等、大きな被害であった<sup>7)</sup>。このように、新潟県北部地震では多数の避難者が出たことに関連し、先ず、震源地である笹神村（面積：87.50km<sup>2</sup>）の、高齢化率を含む災害弱者に関連する社会指標が気掛かりとなる。ここで、高齢化率に代表される各種指標を表4-12に示す。

表4-12：震源域（笹神村）における各種社会指標の年次推移

	1998年10月1日現在	2000年10月1日現在	新潟県平均(1998 2000年)
人口総数(人)*	9,579	9,254	2,486,271 2,470,846
人口密度(人/km <sup>2</sup> )*	109.5	105.8	197.6 196.4
高齢化率(%)**	25.3	26.3	20.7 21.9
高齢単身世帯割合(%)***	3.72	4.79	4.07 5.27
消防団員数(人)****	29.1	26.7	17.9 17.7
財政力指数*****	0.317	0.320	0.393 0.377

\* 資料出所：県統計課「新潟県の人口移動」、1999年と2000年10月1日現在の値  
 \*\* 資料出所、調査結果の値は\*と同じ。統計では老年人口割合と記載され、高齢化率と同義である。  
 老年人口割合 = 65歳以上の老年人口 / 総人口  
 \*\*\* 資料出所：総務庁（現在総務省）統計局「国勢調査」、1999年の欄には1995年10月調査結果を、2000年の箇所には2000年10月の結果を記入した。高齢単身世帯割合 = 高齢単身世帯数 / 一般世帯数  
 \*\*\*\* 資料出所：県消防防災課「消防防災年報」、1999年と2000年4月1日現在の値で、人口1,000人当たりの人数  
 \*\*\*\*\* 資料出所：県市町村課、1999年度と2000年度の値。なお、県平均は市町村の値を計算したもので、県財政とは値が異なる。数値が1に近いが、1を超えると財政的に余裕があることを示し、値が0に近づくほどに財政的に逼迫していることを表す。財政力指数 = 基準財政収入額 / 基準財政需要額

表4-12から高齢化率が高く、マンパワーの点で不安材料となることが明らかである。こうした状況は避難計画を策定するうえで重要な要素となるが、より安全、かつ効率的に進めるには、歩行者の行動そのものに焦点を当て、その動きを数理的に解析することで有効なデータが得られる場合がある。近年、建築計画、土木計画領域で人間工学の知見に基づいた検討を行いつつある。一方で心理学、生理学、数学分野から歩行者の動きを捉えようとする試みも注目される。



言わば非線形である人の動きに特化したこの萌芽的なプロジェクトは、歩行者の行動を決定する因子の解明を目指す。この目的に沿い、FEM等の各種シミュレーションによるモデル化が提言されている<sup>8)</sup>。ただ、積雪寒冷の視点が薄く、今後の発展が望まれるところである。

この地震では一週間以上も避難所生活を強いられた人が多数、生じたことから、避難所そのもののアメニティーを見直す契機となった。多くの人が集まるとそれだけ、細菌やウィルスを媒介とする疾患が増加する。暖房は効かせるだけではなく、加湿装置を同時に稼働させるのが原則である（例えばインフルエンザは低温傾向で、乾燥している時期に増加し、降水量とともに減少に転じると言われている）。この地震では幸い、大きな惨禍とはならなかったが、防災担当者は日常的に福祉、医療、保健衛生関係者との連携が不可欠で、環境変化に伴うストレス<sup>9)</sup>や、避難者のバイタルに注意を要する<sup>10)</sup>。

これ等の視点は公衆衛生学、産業医学とも密接に結び付いている。避難者とサポートする側双方の健康を守るには前述した対策とともに、冬期特有の留意事項がある。定期的な換気や暖房調節、湿度調整等、生理学的に冬に焦点を絞った書物も出版されている<sup>11)</sup>。避難計画一つを取っても複眼的な視点が必要であることを意味し、この本は避難計画を含む防災対策全般に関わる関係者必携の書である。

これとは別に、笹神村の地盤は概して軟弱で、湖沼堆積物のため、メタンガスを採取して燃料として使用している家庭が多い。軟弱地盤の箇所は構造物の受ける被害が大きく、実際にブロック塀、墓石、神社の鳥居等も倒れる被害が出た。

#### 新潟県中部地震（1998年2月21日）

1998年2月21日午前9時55分に小千谷、十日町市一帯で発生し、M5.0、震央37.3N、138.8E、震源深さ20km、地震モーメント( $M_0 = \mu S D$ )は $3.2e + 16Nm$ である。ここで水平加速度に特徴的な傾向が認められるので、科学技術庁が全国約1,300ヶ所に設置した強震計をネットワークで結んだK-NETのデータを表4-13に示す。

表4-13：K-NETに公開された震源付近の最大加速度（単位：gal）

地域	北緯	東経	N・S成分	E・W成分	U・D成分
小千谷市	37.3027	138.7930	195	110	93
十日町市	37.1250	138.7500	112	114	29
安塚町	37.1238	138.4472	67	146	18
長岡市	37.4386	138.6463	34	50	15
柏崎市	37.3694	138.1077	12	14	2

耐震工学的には400ガル以上の値が目されるが、表4-13に示した数値でも被害が生じた。留意点として、水平成分に対して鉛直成分の比が高いことが挙げられる。兵庫県南部地震で最大加速度記録(N・S成分818ガル)が得られた神戸海洋気象台の値では4割弱であるのに対し、小千谷市、長岡市では4割を上回っている。この地震では以下に示すように、広範な地域で震度3、ないし4が記録された。

震度4：小千谷市、松之山町、吉川町、越路町、出雲崎町、山古志村、川口町、六日町、大和町、中里村、小国町

震度3：上越市、浦川原村、清里村、与板町、広神村、入広瀬村、西山町、刈羽村

被害は小千谷市の桜町トンネル付近で雪崩が発生し、通行止めになったが、車輦は巻き込まれずに済んだ。長岡市では製菓工場で油に引火、県立十日町病院の窓ガラスが割れ、柏崎市では民家のブロック塀が倒壊した。こうした状況を反映し、アンケート回答者900余人のうち、約2割は家具類が激しく揺れたと回答している。人的被害は、川西町で落下してきたテレビを受け止めようとした人が腕を骨折し

た1件だった。人的被害報告は救急車の出動でカウントされるため、自力で病院に行った人は含まれない。また、柏崎市では震度が公表されず、原因は気象庁のオンラインシステムのトラブルだった。地震発生当時のシステムは情報伝達に約5分のタイムラグがあった。情報伝達を確実・迅速にするため、気象庁ではリアルタイム情報発信を実現させ、1999年度中に発生と同時に、情報提供されるようになった。

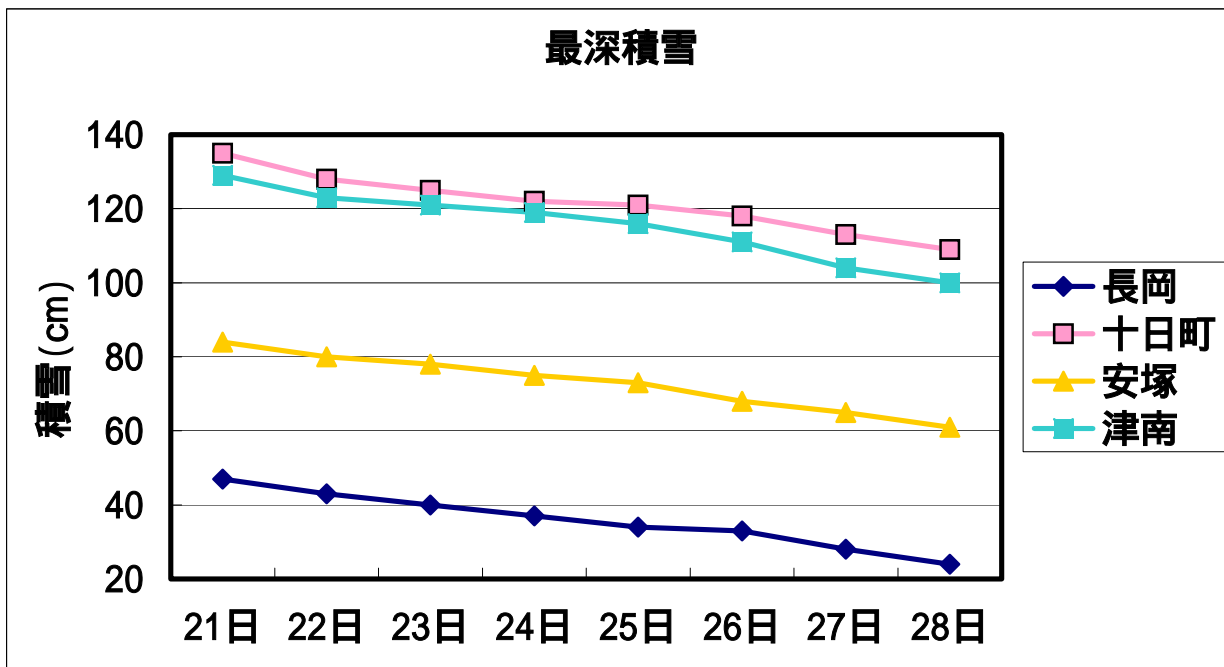


図4-5：新潟県中部地震の震源域に近傍する地点での最深積雪の推移（出典：新潟地方気象台，地震発生は1998年2月21日）

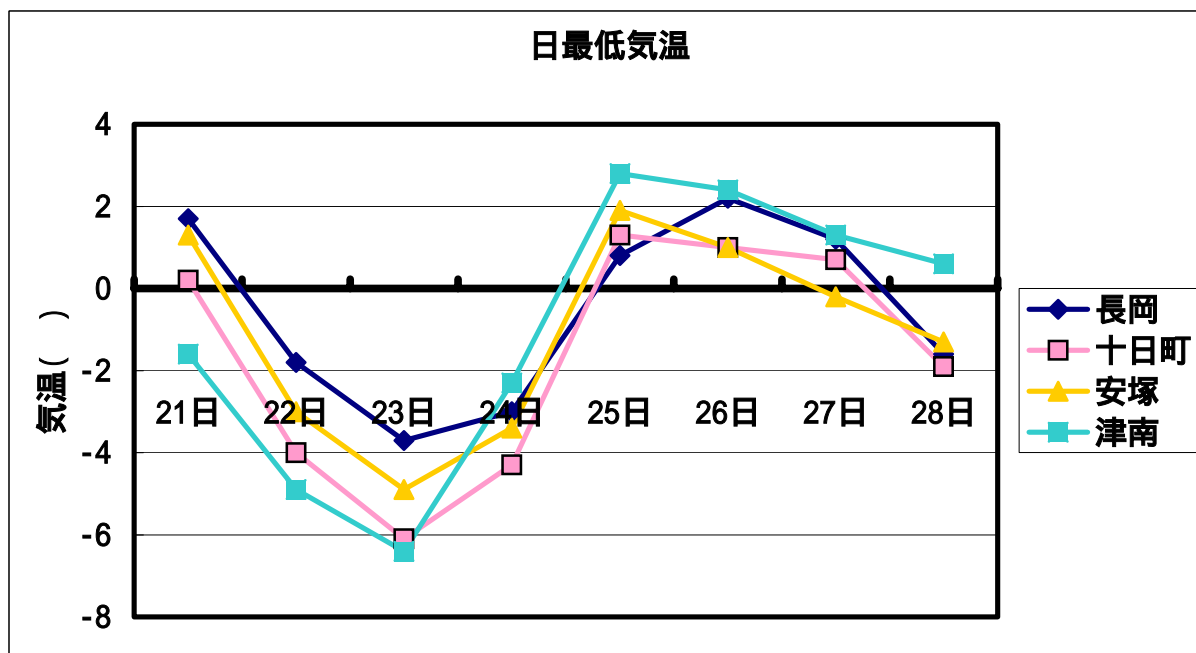


図4-6：新潟県中部地震の震源域に近傍する地点での日最低気温の推移（出典：新潟地方気象台，地震発生は1998年2月21日）

表4-14：震源域（小千谷市）における各種社会指標の年次

	1998年10月1日現在	2000年10月1日現在	新潟県平均(1998 2000年)	
人口総数(人)*	42,000	41,340	2,486,271	2,470,846
人口密度(人/km <sup>2</sup> )*	270.8	266.5	197.6	196.4
高齢化率(%)**	22.7	24.1	20.7	21.9
高齢単身世帯割合(%)***	3.30	4.40	4.07	5.27
消防団員数(人)****	18.1	18.5	17.9	17.7
財政力指数*****	0.551	0.526	0.393	0.377

- \* 資料出所：県統計課「新潟県の人口移動」, 1999年と2000年10月1日現在の値  
 \*\* 資料出所, 調査結果の値は\*と同じ。統計では老年人口割合と記載され, 高齢化率と同義である。  
 老年人口割合 = 65歳以上の老年人口 / 総人口  
 \*\*\* 資料出所：総務庁（現在総務省）統計局「国勢調査」, 1999年の欄には1995年10月調査結果を, 2000年の箇所には2000年10月の結果を記入した。高齢単身世帯割合 = 高齢単身世帯数 / 一般世帯数  
 \*\*\*\* 資料出所：県消防防災課「消防防災年報」, 1999年と2000年4月1日現在の値で, 人口1,000人当たりの人数  
 \*\*\*\*\* 資料出所：県市町村課, 1999年度と2000年度の値。なお, 県平均は市町村の値を計算したもので, 県財政とは値が異なる。数値が1に近いが, 1を超えると財政的に余裕があることを示し, 値が0に近づくほどに財政的に逼迫していることを表す。財政力指数 = 基準財政収入額 / 基準財政需要額

会津地方を震源とする地震（1998年12月25日）

1998年12月25日19時39分に会津地方を震源とする地震が発生した。地震の諸元は震央37.4N, 139.5E, 震源深さ11km, M3.9で, 地震モーメントは6.38e+14Nmであった。震源地は, 只見川沿いに位置する福島県金山町であった。なお, この地域では1978年に群発地震が記録されている。甚大な被害には至らなかったものの, 商品の散乱や, 電話の輻輳が翌日の夜明けまで続く等の後遺症が出た。このため, 震度3でも侮れず, 積雪が1mを超えるような場合は被害が拡大することが懸念される。

なお, 地震発生翌日の12月26日の調査かにおいては, 低温によるエンジントラブル, 路面の凍結等, 他の季節と異なり, 防寒対策を行っても現地調査の困難さが体験された。

表4-15：震源域（上川村）における各種社会指標の年次推移

	1998年10月1日現在	2000年10月1日現在	新潟県平均(1998 2000年)	
人口総数(人)*	3,531	3,344	2,486,271	2,470,846
人口密度(人/km <sup>2</sup> )*	9.8	9.3	197.6	196.4
高齢化率(%)**	30.6	32.9	20.7	21.9
高齢単身世帯割合(%)***	6.30	8.54	4.07	5.27
消防団員数(人)****	105.4	104.1	17.9	17.7
財政力指数*****	0.110	0.103	0.393	0.377

- \* 資料出所：県統計課「新潟県の人口移動」, 1999年と2000年10月1日現在の値  
 \*\* 資料出所, 調査結果の値は\*と同じ。統計では老年人口割合と記載され, 高齢化率と同義である。  
 老年人口割合 = 65歳以上の老年人口 / 総人口  
 \*\*\* 資料出所：総務庁（現在総務省）統計局「国勢調査」, 1999年の欄には1995年10月調査結果を, 2000年の箇所には2000年10月の結果を記入した。高齢単身世帯割合 = 高齢単身世帯数 / 一般世帯数  
 \*\*\*\* 資料出所：県消防防災課「消防防災年報」, 1999年と2000年4月1日現在の値で, 人口1,000人当たりの人数  
 \*\*\*\*\* 資料出所：県市町村課, 1999年度と2000年度の値。なお, 県平均は市町村の値を計算したもので, 県財政とは値が異なる。数値が1に近いが, 1を超えると財政的に余裕があることを示し, 値が0に近づくほどに財政的に逼迫していることを表す。財政力指数 = 基準財政収入額 / 基準財政需要額

### 被害調査結果に基づく塩沢町付近を震源とする地震（2001年1月4日）

1月4日13時18分に発生した地震の諸元は次の通りである。震源地は塩沢町付近で、震央 137.0 N, 138.8 E, M<sub>s</sub>5.1, 震源深さは14kmであった。

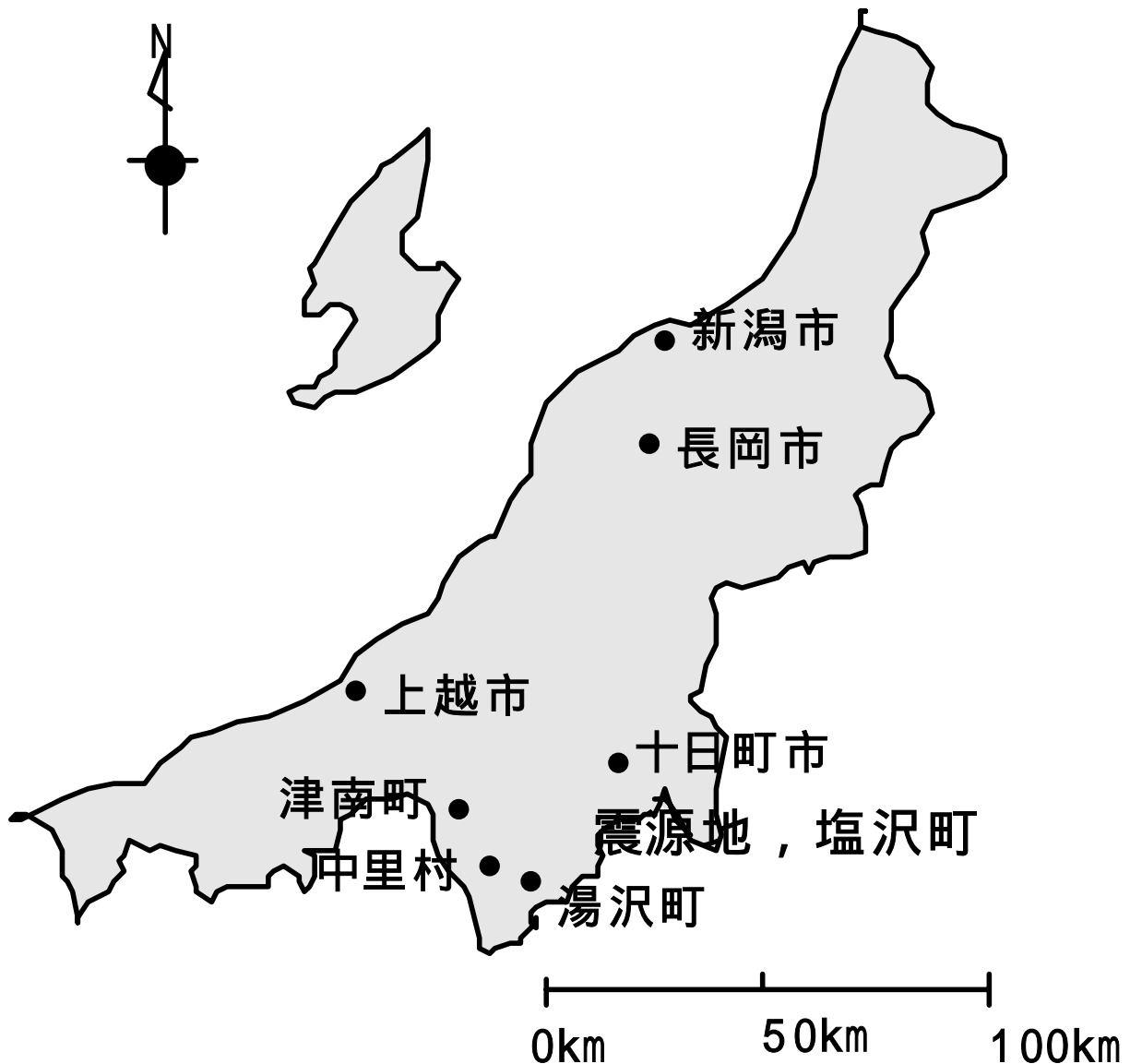


図4-7：塩沢地震の震源域と震度5弱の市町村，ならびに主要都市

K-NET (FREESIA) に公開されたデータによると、地震モーメントは  $7.50e + 16Nm$ 、走向 8 ; 149、傾斜 53 ; 44、すべり角 116 ; 60。M<sub>s</sub>5.3, M<sub>w</sub>5.2。K-NET 上に公開された最大加速度分布から、塩沢町や津南町の観測地点で上下動が激しく、その他の観測点でも水平動が大きく、津南町では東西成分が 400ガルを超えている（表4-16を参照）。

以上の値から、地震の諸元は中規模であるが、今回の地震は震源深さが比較的浅い割には、広範囲で震度5弱が観測された。震度5弱の地域は次のとおりである（図4-7を参照）。

塩沢町，湯沢町，津南町，中里村，十日町市

表 4 - 16 : K-NET 上に公開された震源付近の最大加速度記録 ( 単位 : gal )

地点名	北緯	東経	N-S 成分	E-W 成分	U-D 成分
両津	38.0716	138.4430	10	14	5
佐和田	37.9947	138.3258	17	17	5
新潟	37.9116	139.0140	7	9	2
長岡	37.4386	138.8463	24	25	8
柏崎	37.3694	138.5611	33	23	8
小千谷	37.3027	138.7930	114	111	13
小出	37.2302	138.9652	24	20	13
十日町	37.1250	138.7500	159	246	52
塩沢	37.0333	138.8494	271	296	163
津南	37.0116	138.6561	232	412	70
安塚	37.1238	138.4472	80	66	14
直江津	37.1577	138.2266	62	49	26

地震の揺れが比較的強かった塩沢町や十日町市の積雪深は概ね 1 m 前後。但し、山沿いでは 2 m を超えている箇所もあった。気象データや被害の詳しい状況については、以下の節で取り上げる。

### ( 1 ) 被害状況と現地調査からの教訓

1 月 4 日の地震では雪崩の跡が見られ、山の斜面に亀裂が入り、雪庇やつららの落下が確認されたが、幸い、犠牲者が出ないで済んだ。とは言え、今回の地震ではケガ人が 2 名報告され、いずれも地理に不案内な関東圏から訪れたスキーヤーが負傷した。倒れてきたロッカーの下敷きになり、1 人が後頭部に軽傷を、もう 1 人は換気扇から外れた蓋が当たり、額に軽いケガを負った。

現地調査を通じ、跨線橋 ( P C 橋桁 ) の亀裂、中里村や塩沢町役場庁舎の内壁に亀裂が見られた。地震後の初動対応は機敏で、道路の舗装面に亀裂や段差ができたが、被害箇所のパッチングが行われていた。また、塩沢町や十日町市では一般家屋の壁や柱にひびが入り、食器が割れるケースが多く、商店では商品が散乱した。一部地域で水道管の破損や一時断水、学校等の公共建築物で壁の剥離が見られた。

新潟日報の報道によると、鉄道関連では上越新幹線の上下線が計 15 本運休したのを始め、上越線とほくほく線で計 9 本運休し、新幹線は 2 時間半後、在来線は 4 時間後に運転を再開する等、ダイヤが大幅に乱れ、約 4 万人が影響を受けた。他方、高速道路では目立った被害はなかったが、安全確認のため、北陸、関越、上信越道で 1 ~ 2 時間の通行止めの措置が講じられた。

今回の地震被害額は、新潟県消防防災課が集計した値として、約 4 億 6 千万円で、軽傷者 2 名、家屋の一部損壊 607 棟、文教施設 27 ヶ所、病院 4 ヶ所、道路の亀裂等の被害は 5 ヶ所、水道で影響が出たのは 12 戸、電気は同様に 2 戸、ブロック塀等の被害は 2 ヶ所、文化財関係は 11 ヶ所であった。また、塩沢町、十日町市、中里村等で、雪崩や斜面崩壊は十数箇所を確認された。

現地調査から、万全な防寒対策が必要であることを痛感したが、それ以上に雪道に慣れた経験者でさえ、降積雪のため、道に迷いそうになる ( ホワイトアウト ) 等、認識を新たにした。

なお、十日町市や塩沢町の雪質は概して含水率が高く、全層雪崩の危険性は否めなかった。他方、気温が氷点下付近を推移し、スリップ事故も誘発が懸念された。地震発生翌日 ( 2001 年 1 月 5 日 ) に調査を実施していた最中にも、雪により乗用車が立ち往生している場面に遭遇した。この例では後輪のみにチェーンを付け、前輪はスノータイヤではなかった。

## (2) 気象データの概要

新潟県中越地方は、積雪が深く、1～2mである。近年は少雪傾向が顕著であったが、それでも、十日町市や安塚町では例年、2mを超える。地震前後の2001年1月は雪が多かった(図4・8, 図4・9)。気温については平年並みであるが、山間部の平均気温は氷点下になることも稀ではない。(図4・10)。

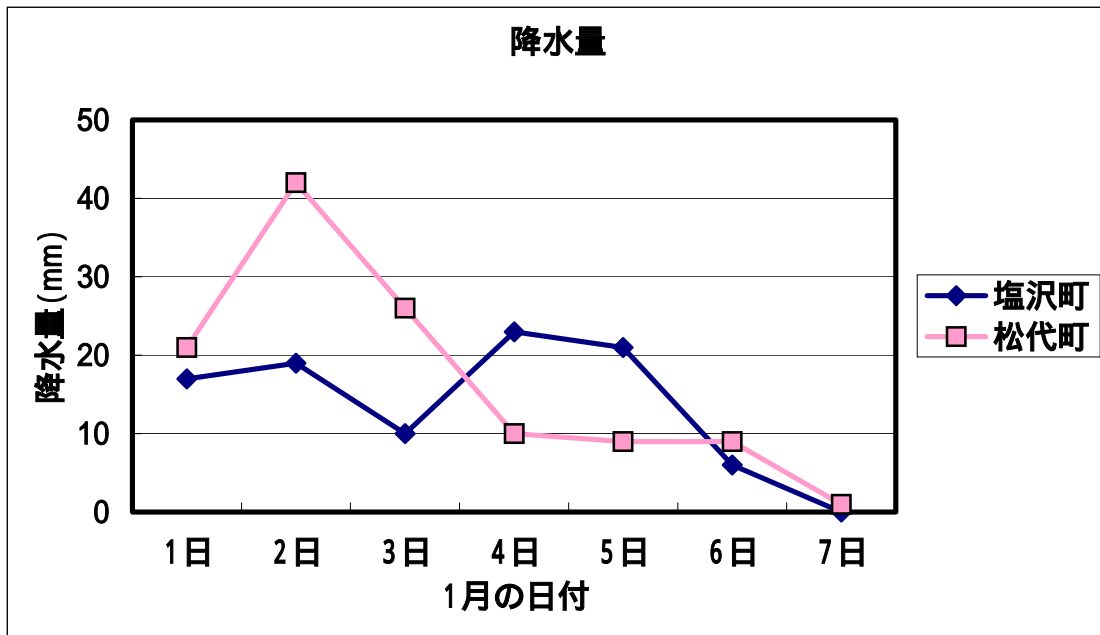


図4・8：震源地付近の降水量の推移（出典：新潟地方気象台，地震発生は2001年1月4日）

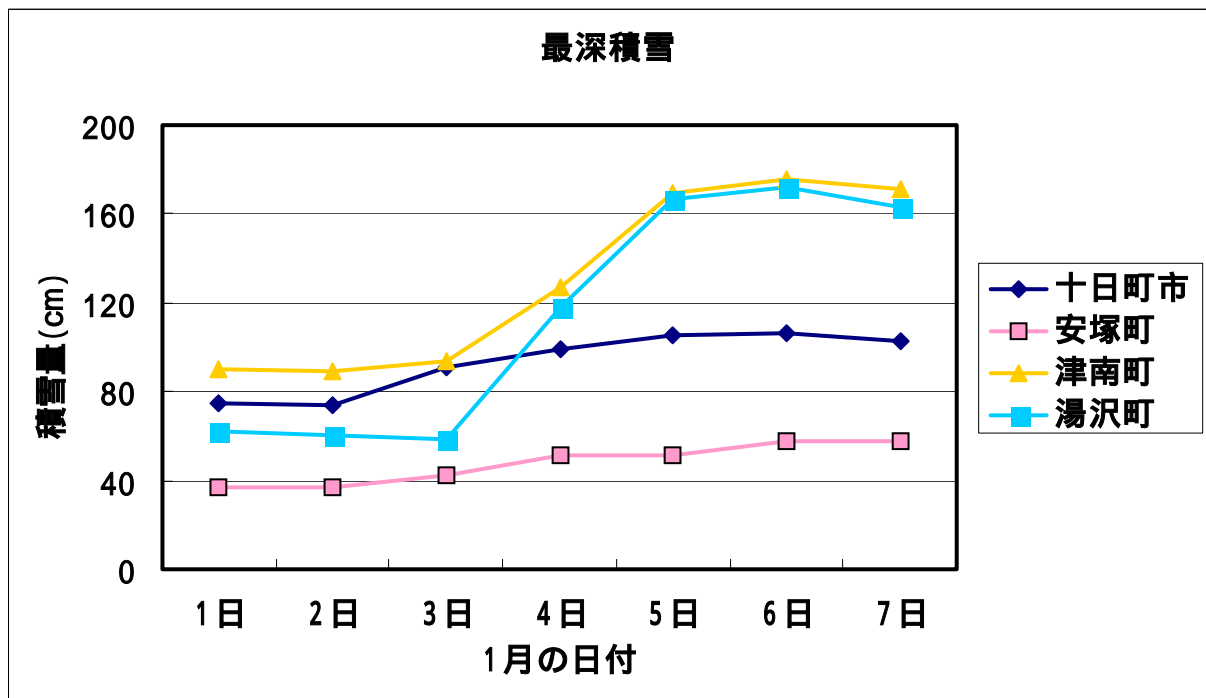


図4・9：震源地付近の最深積雪の推移（出典：新潟地方気象台，地震発生は201年1月4日）

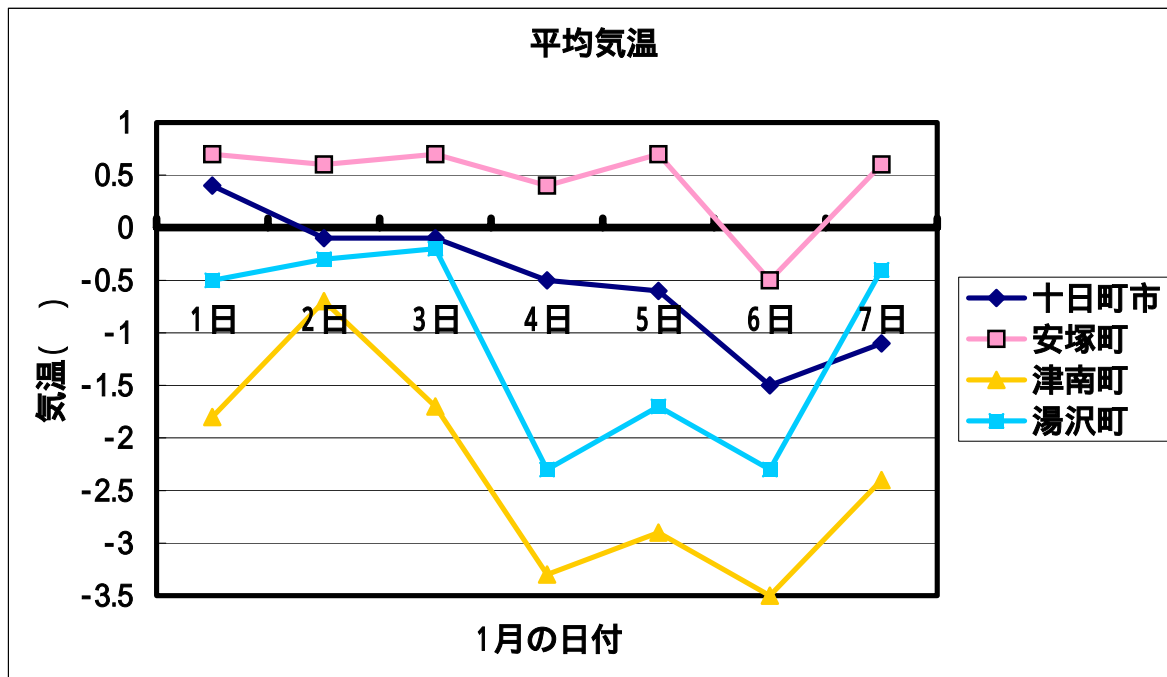


図4・10：震源地付近の平均気温の推移（出典：新潟地方気象台，地震発生は2001年1月4日）

十日町市では2001年4月に数回、降雪に見舞われ、1日当たり約20cmの降雪が観測された日もあった。こうした状況から、融雪期の地すべりが頻発し、道路を塞ぐ等、被害が深刻化した。なお、十日町市、津南町、中里村、川西町における土砂崩れ・雪崩危険箇所は合わせて約300ヶ所である。これ等の地域においては2001年3～5月にかけて、地すべりの発生頻度が平年よりも多く、1月の地震の時にできた雪面・斜面の亀裂が原因となったケースも見られた。

### （3）災害対応

災害対応に関連し、初動対応は円滑に行われた。行政担当者へのヒアリングから、十日町市、塩沢町では民生委員の巡回による高齢者の安否確認、雪崩箇所の確認、スキー場に対する安全指導等、滞りなく行われた。また、両自治体とも、地震直後に災害対策本部を設置する等、地震への対応は機敏だった。

積雪寒冷期に震度5弱の地震が発生したことを受け、十日町市では今後、警察、消防と連携しながら、一般住民に対しても、降積雪時の避難訓練の実施を検討したい旨、話していた。今回の地震を教訓に、十日町市では2002年3月17日に住民参加による防災訓練が実施された。

現地調査では被害を受けた家屋を調査したが、在来工法の家屋では屋根雪が積もり、頻繁に雪下ろしをしなければならない。毎冬、5回以上は雪下ろしを行うケースが多いことが分かった。一方、伝統建築物の雪対策では道路とは反対方向に雪を落とす工夫がされている事例を視察した。

住宅と雪の関わりについては関心を寄せる住民が多いが、家具の転倒防止金具は敷設されず、地震対策では概して防災意識が薄いことが明白となった。また、高齢者の搬送等、緊急時に備え、近隣住民同士での話し合いが殆ど行われていないことも分かり、行政と住民の連携が不可欠であることが示された。

### （4）今後の防災対策の課題

今回の地震ではスキーヤーが2名ケガをしたことから、スキーヤーの安全確保・スキー場への指導が懸案となる。十日町市や塩沢町の例からは外れるが、スキー場を抱える小出町の掲げる対策を示す。

小出町では1998年3月に『地域防災計画』の修正版を発行し、スキー対策について詳しく触れている。ここでは町の対策とスキー場管理者に向けた対策を大別し、各々記述している点で注目される。

### 1) スキー場施設管理者が講ずべき対策

- リフト利用者・ゲレンデ・駐車場・宿泊施設利用者別の緊急情報の伝達，誘導方法
- スキー客の一時避難対策
- 各スキー場でマニュアルの整備

### 2) 町の対策

- スキー客を考慮した避難所の設置，運営対策
- スキー場から避難所までの誘導
- 被災スキー客の救助対策

特に県外のスキーヤーは地理に不案内な場合が多く，地震が発生すれば不安度が增大する。これ等の人達を交えた防災訓練の実施が期待される。なお，新潟県内 75ヶ所のスキー場等の利用客数は，不況とは言え，約 1,000 万人である（図 4・11 を参照）。

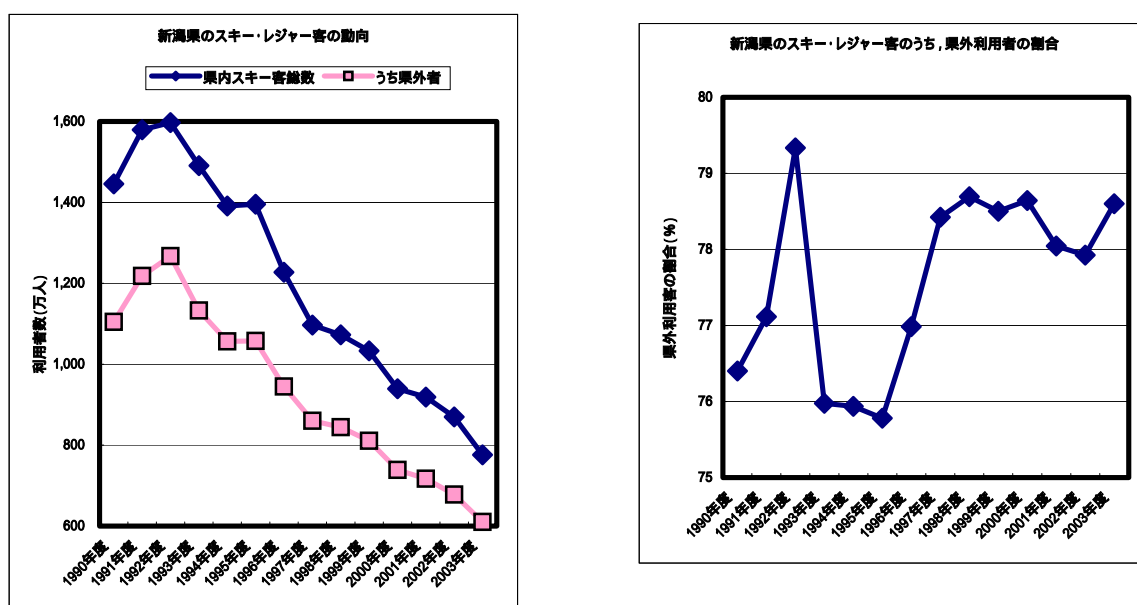


図 4・11：新潟県全域におけるスキー・レジャー客の年次推移（出典：新潟県観光課）と県外利用客の割合

図 4・11 を示した背景には塩沢町はスキーのメッカであること，県外からの利用客が多く，常に 7 割を超えていることが挙げられる。2001 年 1 月の地震では関東圏から訪れたスキーヤーが負傷し，関係者の話から，パニック防止を念頭に入れた日頃からのパトロールと訓練の必要性を指摘していた。

一方，高齢化率については 20% を超える地域が多く，30% を超えている自治体も少なからず存在する。高柳町は平成 11 年 10 月 1 日現在で 41.2% だった。

新潟県の高齢化率は全国平均の 16.7% と比較し，かなり高く，20.7%（平成 11 年 10 月 1 日現在）。特に山間部では値が高く，前述した高柳町を始め，鹿瀬町でも 40.1% に達している。

今回の地震で震度 5 弱が観測された地域の高齢化率，また，地震時に救出活動が期待される消防団員数（人口千人当たりの数）を表 4・17 に示す。なお，本章で扱う各地震の末尾に震源域の社会指標を示しているが，表 4・18 にまとめた理由として，震源域に近接する自治体が迅速に住民の安否確認を行った実績があり，防災訓練の実施や防災関係機関同士の連携を模索する意向があることが挙げられる。



表4・17：震源域（塩沢町）における各種社会指標の年次推移

	1998年10月1日現在	2000年10月1日現在	新潟県平均(1998 2000年)	
人口総数(人)*	20,761	20,500	2,486,271	2,470,846
人口密度(人/km <sup>2</sup> )*	109.2	107.8	197.6	196.4
高齢化率(%)**	24.5	25.3	20.7	21.9
高齢単身世帯割合(%)***	2.49	3.47	4.07	5.27
消防団員数(人)****	43.7	44.0	17.9	17.7
財力指数*****	0.521	0.476	0.393	0.377

\* 資料出所：県統計課「新潟県の人口移動」, 1999年と2000年10月1日現在の値  
 \*\* 資料出所：調査結果の値は\*と同じ。統計では老年人口割合と記載され、高齢化率と同義である。  
 老年人口割合 = 65歳以上の老年人口 / 総人口  
 \*\*\* 資料出所：総務庁（現在総務省）統計局「国勢調査」, 1999年の欄には1995年10月調査結果を、2000年の箇所には2000年10月の結果を記入した。高齢単身世帯割合 = 高齢単身世帯数 / 一般世帯数  
 \*\*\*\* 資料出所：県消防防災課「消防防災年報」, 1999年と2000年4月1日現在の値で、人口1,000人当たりの人数  
 \*\*\*\*\* 資料出所：県市町村課, 1999年度と2000年度の値。なお、県平均は市町村の値を計算したもので、県財政とは値が異なる。数値が1に近いが、1を超えると財政的に余裕があることを示し、値が0に近づくほどに財政的に逼迫していることを表す。財力指数 = 基準財政収入額 / 基準財政需要額

表4・18：震源域付近の高齢化率と消防団員数（2001年）

地域	塩沢町	湯沢町	津南町	中里村	十日町市	県平均
高齢化率(%)	25.3	22.7	32.9	30.2	24.2	21.9
消防団員数(人)*	44.0	47.6	51.6	53.4	27.1	17.7

高齢化率はいずれの地域とも県平均を上回っており、高齢者対策が優先事項となる。一方、消防団員数は人口千人当たりで換算すると多いものの、毎年、2m以上の積雪に閉ざされる十日町市ではその数がやや少ない。また、消防団員の半数以上が60代前後の階層で占められている。

現地調査やヒアリング等から、以下の点が明らかとなった。

- 1) スキーヤーがケガをし、スキー場の防災対策の一層の進展
- 2) 十日町市や塩沢町は高齢者の把握のため、民生委員を巡回に出した
- 3) 住民、スキーヤーを含めた観光客対象の積雪期の避難訓練の必要性
- 4) 融雪期の3月下旬から4月上旬にかけ、例年になく、雪崩や斜面災害が頻発

さらに、雪と地震に強い構造物に加え、防寒用品のチェック、バリアフリーを含めた高齢者対策、地震に関する啓発（家具の転倒防止金具の重要性、近隣住民との連携法、避難経路のチェック等）、さらにはスキー・レジャー客に対する安全対策等、積雪寒冷期地震対策は無積雪期に講じられる対策と異なることが分かる。今回の調査から、大半の家庭で家具の転倒防止金具を使っていないことが明らかとなり、一層の防災教育の重要性が浮き彫りとなった。各種アンケート調査の結果から、20代、30代の人には概して、防災に関心が薄い傾向にある。地域を担う消防団員への教育、各企業内での研修に際し、地震防災の在り方を取り入れ、各種訓練を実施する等の取り組みが求められている。

#### 4.4. 現地調査に基づく積雪寒冷期地震被害の特徴

強震により建物倒壊、津波、地すべり等の被害が伴う場合が多い。これは季節に関係なく、各地震共通の現象である。しかし、降積雪時に発生すれば被害の様相は大きく異なる。雪崩の発生、屋根雪による共振に伴う倒壊の危険性の増大（地震応答スペクトル波の長周期化）、避難行動の支障による人的被害の拡大等が懸念される。また、断熱性を有する雪が少なれば地盤凍結に伴う復旧作業の遅延が挙げられ、1993年1月に発生した釧路沖地震ではライフラインの復旧が遅れた。他方、地盤が凍結している場合は液状化の被害が少ない反面、被害管路の掘削に手間取り、ライフライン復旧に時間を要する。なお、凍上被害と地盤震動が原因で、釧路沖地震ではマンホールの浮き上がり現象が多数、確認された。

ここで、各地震の震源域、若しくは震源域付近を対象に、地震発生当日の気象状況を表4・19に示す。なお、長岡地震（1961年2月）・安塚地震（1971年2月）は気象観測方式が現在と異なり、手動で実施され、値の誤差が懸念されるため割愛した。現在は毎時間の正時の観測データを平均しているのに対し、当時は毎時のデータ観測ではなく、厳密には最深積雪や日最低気温のデータと比較出来ない事情がある。

東頸城地域の群発地震（高柳地震，1990年12月）については震源域が気象庁管轄の観測対象地域ではないこと、安塚町は高柳町と近接するが、一つ隔てた山を挟んで位置し、気温や最深積雪値、さらには雪質が異なり（ざらめ雪、しもざらめ雪等）、気象データを用いた検討に無理が生じること、安塚町では主だった被害が報告されず、12月上旬は概して積雪が少ないことから、気象データを示さなかった。

新潟県南西部地震（1992年12月）の震源域と十日町市は隣接するが、被害が津南町に限定された直下型地震であったことから、津南町のみを示した。

新潟県北部地震（1995年4月）は笹神村の消防官署が観測しているの、気象庁方式とは異なるものの、データを示すことにした。また、この地震では避難者が多数、発生して避難所滞在が長期化し、ストーブを使用した状況を考慮した。

新潟県中部地震（1998年2月）の震源域は気象庁管轄の観測対象地域ではないが、近接する多くの自治体で物的被害が報告され、気象庁が観測を実施している地域の気象データを示した。

上川村付近を震源とする地震（1998年12月）は、村立小学校で気象観測は行われているものの、欠測が多く、観測精度の点から割愛した。また、村の面積が300km<sup>2</sup>を超え、新潟市よりも広いこと、地震翌日の調査（正午前後）で、路面が凍結していたことも考慮した。

塩沢町を震源とする地震（2001年1月）の震源域は気象庁管轄の観測対象地域ではあるものの、欠測のため、近接する自治体で物的被害が生じたことを踏まえ、気象庁観測地点の気象データを示した。

表4・19：各地震の震源域付近の気象状況

地震名	地点名（特記事項）	日最深積雪（cm）	日最低気温（℃）
新潟県南西部地震（1992.12.27）	津南町（震源域）	欠測	欠測
新潟県北部地震（1995.4.1）	笹神村（震源域）	積雪なし	2.0
新潟県中部地震（1998.2.21）	長岡市（工場火災）	47	1.7
	十日町市（病院被害）	135	0.2
	安塚町（雪崩跡の確認）	84	1.3
	津南町（雪崩跡の確認）	129	- 1.6
塩沢町を震源とする地震（2001.1.4）	塩沢町（震源域）	欠測	欠測
	十日町市（住民の安否確認）	9	- 0.5
	安塚町（雪崩跡の確認）	51	0.4
	津南町（雪崩跡の確認）	127	- 3.3
	湯沢町（塩沢町と近接）	118	- 2.3

表4・19から、地域を問わず、各地震が発生当日の気象条件が厳しいことが分かる。一方、積雪寒冷期地震を考える際、地震は季節や時間帯を問わずに起こり、厳冬期以外にも発生している。11月や3月であっても、各震源域の気象は厳しく、防災対策を策定する際に視野に入れる必要がある。そこで、新潟地方気象台が過去半世紀以上の気象観測データを蓄積していることに着目し、各震源域ごとの月別降積雪量や平均気温等について、表4・20～表4・23に示すことにする。

表4・20：既往の積雪寒冷期地震の震源域における月別降雪深（出典：新潟地方気象台，単位：cm）

地点名	11月		12月		1月		2月		3月	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大
三条	1.5	17	55.9	239	146.3	719	99.7	424	28.1	117
長岡	4.0	44	100.9	380	204.9	596	146.0	438	44.1	172
安塚	8.5	95	138.5	539	299.1	871	216.8	443	83.5	273
津南	42.5	164	270.6	785	479.7	1166	342.4	744	156.0	533
小千谷	7.8	36	178.6	479	348.6	695	248.4	495	93.6	298
塩沢	13.5	49	212.3	525	491.8	1010	371.5	664	90.5	223

表4・21：既往の積雪寒冷期地震の震源域における月別積雪深（出典：新潟地方気象台，単位：cm）

地点名	11月		12月		1月		2月		3月	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大
三条	0.8	9	11.3	61	30.4	113	34.7	198	18.5	138
長岡	2.2	39	21.7	95	62.0	189	86.8	258	60.2	222
安塚	3.6	59	31.3	146	98.2	300	151.6	351	116.5	304
津南	13.2	45	50.1	148	145.7	318	223.5	398	203.0	410
小千谷	3.5	22	36.5	123	110.8	261	162.2	370	132.2	330
塩沢	6.5	28	29.9	59	82.4	185	137.6	291	104.7	283

表4・22：既往の積雪寒冷期地震の震源域における月別降雪日数（出典：新潟地方気象台，単位：cm）

地点名	全年 (11~3月)		11月		12月		1月		2月		3月	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大
三条	40.3	79	0.3	3	6.4	22	15.5	28	13.4	27	4.7	20
長岡	44.1	85	0.6	4	7.9	21	16.0	30	13.9	28	5.5	18
安塚	49.2	85	0.7	4	9.4	24	17.0	28	14.6	28	7.2	18
津南	64.6	93	2.3	8	12.9	22	20.2	29	16.9	25	11.0	21
小千谷	56.5	86	0.7	4	10.7	23	19.3	28	16.6	25	8.6	22
塩沢	56.0	82	1.6	4	10.5	17	19.7	26	16.4	24	7.2	17

表4・23：既往の積雪寒冷期地震の震源域における月別平均気温（出典：新潟地方気象台，単位：℃）

地点名	全年 (11~3月)		11月		12月		1月		2月		3月	
	平均	最小	平均	最小	平均	最小	平均	最小	平均	最小	平均	最小
三条	5.4	-7.0	9.5	1.0	4.5	-3.7	1.3	-6.0	1.5	-7.0	4.6	-2.3
長岡	4.7	-10.3	9.2	-0.1	3.9	-3.9	0.8	-10.3	0.8	-8.3	3.6	-6.3
安塚	4.7	-8.8	9.1	0.4	4.0	-5.5	0.8	-7.1	0.7	-8.8	3.7	-4.9
津南	2.2	-10.6	7.0	-3.9	1.4	-8.2	-1.9	-10.6	-1.9	-10.0	1.1	-9.3
小千谷	4.0	-10.3	8.7	0.6	3.2	-5.0	0.0	-6.9	0.1	-10.3	2.7	-4.9

塩沢町は欠測のため，示せなかった

この他に月別平均風速も観測され，各地域とも概して2m前後で，冬期に強風傾向となる新潟市の約4.5mの半分以下である。表4・20～表4・23は津南町を除き1930年代後半から1998年までのデータを基にした平均値である。津南町は町制が1950年代半ばに制定されたため，データ蓄積がやや浅い。これ等の表から，いずれの地域とも11月中旬には初雪があり，年によっては4月にも降雪があることが分かる。年最大積雪深の平均的な出現日は2月中旬であるが，3月に出現して全層雪崩災害となるケースもある。この例として，1978年3月下旬から5月上旬にかけて発生した妙高高原における融雪地すべりが有名である。地震がなくても雪による災害が深刻であることが，表4・20～表4・23から明白である。このことから，積雪期特有の被害，ならびに被害拡大要因として，以下に示す事項が考えられる。

## 積雪期特有の地震被害と被害波及

### 《地震発生後の雪害》

雪崩の発生（1998年2月21日に発生したM5.0、震源深さ20kmの新潟県中部地震では小千谷市の桜町トンネル前で雪崩が発生し、通行止めになった）

スキーリフトの脱索（1993年1月15日の釧路沖地震で1ヶ所のスキー場で脱索が見付かった。実際の被害調査では、2000年1月のわかぶな高原スキー場における地すべり調査で、スキーリフトが停止し、利用客が一時、取り残された事態となった。幸い、スキーリフトの脱索には至らなかったが、わかぶな高原スキー場の山麓付近では突風が吹く可能性もあり、危機管理の点から、スキーリフトの点検、パトロールを常時、実施することが不可欠である<sup>12)</sup>）

### 《火災発生と雪の関係》

一般家庭や事業所で暖房を使用しているため、火災多発の懸念（豪雪地帯は日本海側に集中し、冬期は強風傾向であるため、延焼の増大も心配される）

消火栓、貯水槽、水道管等の凍結による消防用水の不足（最近では不凍液を注入する等の措置を講じているが、寒波が到来すれば、凍らない保証はない）

### 《避難行動への影響》

避難及び救急経路の寸断（雪による通行不能状態が長期化する危険性が增大）

避難道路が悪路になる（特に新雪では冬山登山のラッセルと同様、徒歩が困難。さらに寒冷地では路面の凍結で鏡面となり、また、歩道では堆雪による傾斜で転倒事故の増大）

避難所での暖房の不備（1995年4月1日の新潟県北部地震でスチーム管が破損し、蒸気が漏れ出した。新潟県内の避難施設の多くで暖房が十分に完備されているとは言えない）

避難所までの距離が長く、たどり着けない状況も考えられる（過疎地である十日町市下条地区の住民のヒアリングでは平均2～3km）

積雪による歩行速度の低下（雪があると歩行時間は平均して2倍程度で、高齢者は3倍以上）

### 《地盤への影響》

地盤凍結による埋設管等のライフライン復旧の遅延（釧路沖地震では埋設管の掘削に手間取った。これは凍結地盤の掘削に不慣れな積雪の少ない地方からの応援が多かったことが一因）

地盤亀裂等の被害状況が融雪期まで把握出来ない（雪は時間経過とともに硬化し、地盤等の亀裂箇所は融雪を待たなければ判明せず、この現象は1971年の安塚地震で報告されている）

### 《構造物に対する影響》

地震に加え、雪荷重による構造物の破損（現状では木造家屋が多く、デザイン重視とコストの点で、従来の4寸5分から4寸角仕様の柱が目立ってきている）

豪雪地帯では1階部分を車庫として利用するピロティー構造の高床式住居が目立ち、開口部が多いため、地震荷重と雪荷重の影響をダイレクトに受ける（コンクリート基礎と木造家屋の間に敷設された鉄骨梁の混構造により、地震応答では共振現象が懸念される）

### 《その他の事項》

降積雪による乱反射や視程不良、吸音性が高いことによる避難行動の支障（アルベドが90%以上であるため、雪盲等の障害が生じやすい。これとは別に雪は多孔質で吸音性が高く、防災無線等の放送が聞き取りにくい。このことから、最深積雪を考慮し、防災無線のスピーカーを地上から4m前後の箇所を設置している例が多い）

ボランティアの極限状態（交通事故や寒さ等による体力的なダメージ）

支援する側が被災地に到着出来ない（降雪時は視程不良で、100m先も見えない。有視界操縦を原則とするヘリコプターの運行は勿論、車の運転も困難で、移動が制限される）

以上、現地調査に基づく積雪期特有の被害について記述したが、無積雪期には考えられない現象が多く確認され、救出、復旧活動が困難であることが理解される。ここで積雪寒冷期地震の被害状況の位置付けを、他の季節で発生した地震事例から俯瞰し、積雪を考慮した被害のシナリオを示す。

例えば1964年6月16日に発生した新潟地震に焦点を当てて考察すると、午後1時2分に北陸信越・東北・関東一帯に被害を及ぼした関東大震災(M7.9)に匹敵するM7.5の地震が発生した。新潟・秋田・山形各県を中心に、津波と液状化による被害が出た。死者26人、家屋全半壊・焼失8,600戸。新潟市内では完成間もない昭和大橋が崩れ落ち、地盤の液状化現象によってコンクリート建物がそのまま倒れたり傾いたりした。石油タンクに引火し、鎮火までに2週間以上を要した。また、津波が日本海沿岸一帯を襲い、新潟県沿岸では波の高さが4～5mに達した。政府は災害対策本部を設置し、自衛隊を派遣して救助や復旧に当たった。この事例に対して雪の影響を考慮した場合、津波災害と火災は避けられず、新潟市では冬期に強風傾向になることを勘案すると、火災規模・鎮火までの時間が増大する。これは冬期に火災が多発し、現在でも飛灰である「とりばい」による火災事例が全体の1割程度であることから、冬期の火災には注意を要する。この事象に降積雪を加味すると、液状化による被害というよりは雪崩や雪による地盤災害の同定困難に起因する復旧の遅延、雪道での転倒等、被害の様相は大きく異なる。さらに、断熱性を有する雪が少なければ地盤凍結に伴う復旧作業への支障が挙げられ、1993年1月に発生した釧路沖地震ではライフラインの復旧が遅れた。なお、釧路沖地震では凍上被害と地盤震動に伴い、マンホールの浮き上がり現象が多数、確認されている。

このように、他の季節で発生した地震被害例に雪を考慮した場合の想定事項を示したが、地震被害を分析する際、特に新潟県は第三紀層が広く分布していることから、地質・地形の相違を考慮しての地震防災が不可欠となっていることを考慮する必要がある。

#### 4.5. 震源域の地盤特性と積雪期地震の発生確率評価

##### 1) 新潟の地盤と地震の関係

前節まで雪との関係で分析したが、1章でも指摘したように、新潟県内では地震とは関係なく、地すべり災害が頻発している。このことから、雪とともに地盤災害も考慮する必要がある。ここで、新潟県内各地で積雪寒冷期に発生した被害地震の震源域における地質的特性について整理する。

新潟県は多様な地質形態を示すことから、地盤震動の増幅率を考慮した評価が必要となる。新潟県を含む本州弧の中央部は東北日本弧と西南日本弧の会合部で、島弧の幅が最も広い地域である。地殻変動の激しさを反映して地震、火山、地すべり、各種地盤災害等が多発している。南北方向の糸魚川・静岡構造線と、諏訪湖付近でこれに交わる東西から北東・南西方向の中央構造線によって大きく区分される。

糸魚川・静岡構造線以東は、構造的に低地帯であるフォッサマグナと呼ばれる東西日本の接合域で、新第三紀以降の岩石が主に分布する。火山活動は活発で、フォッサマグナにも大量の火山噴出物が堆積し、これに伴って各種の鉱床が生成されている。これ等の地質的要因と災害との関係で捉えると、斜面の侵食による地すべりと活断層運動が活発化し、より地震への切迫性が増す。

糸魚川・静岡構造線以西の、西南日本は中央構造線を境に以南の外帯と以北の内帯に分けられる。外帯には高圧型の変成岩類や超塩基性岩類が分布し、その外側に、より新しい古第三紀以降の岩石が分布している。これ等の岩石は沿岸から海溝にかけて堆積した陸源堆積物と、プレートによって太平洋地域から運ばれた堆積物やプレートの断片が付加されて形成された。内帯には花崗岩等の珪長質深成岩類や低圧型の変成岩類、中古生代の岩石が主として分布している。これ等の地質的要因と災害との関係で捉えると、すべり運動が頻発する破碎帯地すべりに代表される斜面災害が懸念される。

上記で記した地質・地形学的概要は、『理科年表読本 日本列島の地質(CD-ROM版)』をコンパクトにまとめ直したものであるが、新潟県を詳細に検討すると、火山域が上越地域に近接、若しくは点在していることが分かる。ただ、同地域で観測される沖見や牧村で見られる地すべりは寧ろ、泥岩の堆

積層が乾湿の繰り返しに伴う土砂の細粒化（スレーキング）、ならびに地下水位の上昇によるものが主であり、融雪期から夏期の集中豪雨の時期に発生しているケースが極めて多い。

本論文で言及している県内で積雪寒冷期に被害地震が頻発する中越地域は、全体として堆積岩類で構成されているが、十日町断層、月岡断層等、確実度A級と見られる活断層が分布し、結果として活発な地殻運動につながっている。同地域も地すべりが多く、地質学的なメカニズムは上越地域と同様である。また、雪の量が世界有数の多さで知られ、雪崩災害が毎年のように発生している。

1964年6月の新潟地震に見舞われている下越地域、特に新潟市は緩く堆積した砂質土に覆われ、N値が10以下の地域も珍しくない。雪は少ないものの、建築基準法で規定されている第三種地盤に相当し、地震時には構造物の長周期化、液状化被害が懸念されている。

佐渡地域は火山性堆積物で覆われ、斜面の崩落跡の土質試験から、火山質土であり、含水比の低さから常に崩壊しやすい状態となっている。他地域と比較して植生が異なるのみならず、緑化工法の限界性が露呈している。このように雪による被害というよりは、斜面の不安定さに起因する災害への警戒が必要となる。これ等の記述から、軟弱地盤での地盤震動増幅率が高いことが分かる。1961年2月に死者5名を出した長岡地震の震源域となった長岡市内は70m前後の沖積層に覆われている。1995年に起きた新潟県北部地震の震源域である笹神村は全体として腐植土に覆われ、1992年の新潟県南西部地震の震源地である津南町は河岸段丘が発達している。さらに、十日町断層の近傍や、1971年の安塚地震の震源箇所は第三紀層の泥岩が分布する地すべり常襲地帯であり、地震とは関係なく、地すべり危険地域に指定されているケースが多い。兵庫県南部地震でも仁川で大規模な地すべりが発生していることから、斜面の安定工法を施工することが不可欠となる。

他方、新潟県内には花崗岩で構成される地域が点在する（佐渡と上越地域）。以下の表4・24からは花崗岩による地震動増幅は小さいものの、風化の過程で見られるまさ土は崩壊しやすく、崩積土を形成する。このことから、地盤改良箇所となる。一方、地すべりの土塊すべり量における雪の影響としては、集中豪雨と同様に、特に融雪期では常に土塊中に水分が供給される状況がある。近年は1、2月でも融雪と積雪の繰り返しによる斜面災害が頻発し、3～4月には全層雪崩、1978年5月に発生した妙高高原町での大規模な融雪地すべりの発生等、地震とは関係なく発生している。全層雪崩や融雪地すべりによる外力は、コンクリート構造物を破壊に至らしめ、これは流出速度が200km/h前後に達することからも明白である。具体的な雪の影響として、土塊のすべり量から捉えると、新潟県内で1960年代から1990年代前半にかけて夏期と積雪期を比較すると、土塊のすべり量は概ね、夏期の4倍前後に達している。ただ、地すべり関連は6章で展開する地域防災計画の中で考察し、斜面災害危険度箇所の評価に基づく対策の項で触れる。

ここで地質ごとに考慮した地震動に対する地盤増幅について整理する。表4・24で扱っている相対地盤増幅率の試算でShimaは0.1～10Hz、翠川は0.4～5Hzの間を取り、ローム土の地震動波形を基準にしている。表4・24は関東平野での実測記録を基に出された結果であるが、新潟県では粘性土、砂、時代区分では完新世、更新世の地質で構成されていることから、地震による揺れが増幅されることが分かる。

表4・24：各地質に対する相対的地盤増幅に関する計算結果の比較

地質	相対増幅率
Shima <sup>13)</sup> (1978)	
ピート	1.6
腐植土	1.4
粘土	1.3
ローム	1.0
砂	0.9
翠川 <sup>14)</sup> (1987)	
完新世	3.0
更新世	2.1
第四紀火成岩	1.6
中新世	1.5
先第三紀	1.0

## 2) 活断層を考慮した地震発生確率

本章では積雪期に地震が発生することにより、他の季節と比較して地震後の構造・地盤被害や人的被害、復旧・復興作業の遅延等、事態が深刻化することを論述した。ここまでの展開に科学的根拠を持たせるために、積雪期を考慮した地震発生確率の概念について述べる。

先ず、地震発生確率に対するばらつきを想定し、予めシナリオとして描かれる各  $\sigma$  に対し、最新の地震からの経過年数  $T$  を縦軸に据える。さらに、発生間隔の(相乗)平均値  $\bar{T}$  を横軸にとって、時刻  $T$  から  $\Delta T$  年後までに次の地震が起こる確率：

$$P(T, \Delta T) = \int_T^{T+\Delta T} f(t) dt / \int_T^{\infty} f(t) dt$$

となり、 $\Delta T$  が 30 年、50 年、100 年の場合について % 単位で示したものである。また、 $\sigma = 0.23$  で  $\Delta T = 30$  年及び 100 年の場合の確率を評価する。

地震調査研究推進本部が示している使用例として、糸魚川・静岡構造線活断層系を取り上げる。断層活動度の評価<sup>15)</sup>に際し、「地震は 1,000 年おきに発生し、前回から 1,200 年経過している」場合を考えてみる。 $\sigma = 0.23$  をとった 30 年確率は、表 4・25～表 4・27 を参照すると、 $T$  として“1200”の行、 $\bar{T}$  として“1000”の列をクロスさせることで、14.0% と求められる。また、100 年確率は表 4・27 を用いると 40.7% で、300 年確率を計算すると、81.8% である。なお、 $\sigma$  は当該地域、若しくは活断層の活動間隔のばらつきであり、 $\sigma$  の値が 0.1、0.2 と小さい程に地震発生確率が高くなる。ただ、地震発生間隔にはばらつきがあり、危険度評価において考慮する必要がある。

表 4・25：今後 30 年以内の地震発生確率一覧表 ( $\sigma = 0.23$  の場合、単位 %)

$\bar{T}$ $T$	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	2000	3000	4000	5000
500	20.0	10.3	4.5	1.7	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	26.4	16.8	9.6	4.9	2.2	0.9	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
700	30.4	21.7	14.5	9.0	5.1	2.7	1.3	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
800	32.8	25.0	18.3	12.7	8.4	5.2	3.0	1.6	0.8	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
900	34.2	27.2	21.1	15.8	11.3	7.8	5.1	3.2	1.9	1.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	35.0	28.7	23.0	18.1	13.8	10.2	7.3	5.0	3.3	2.1	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0
1100	35.4	29.6	24.4	19.8	15.8	12.3	9.3	6.8	4.9	3.4	2.2	0.2	0.0	0.0	0.0
1200	35.6	30.2	25.4	21.1	17.3	14.0	11.1	8.5	6.4	4.7	3.4	0.4	0.0	0.0	0.0
1300	35.5	30.5	26.1	22.1	18.5	15.3	12.5	10.0	7.9	6.1	4.6	0.8	0.0	0.0	0.0
1400	35.3	30.6	26.5	22.8	19.4	16.4	13.7	11.3	9.2	7.3	5.8	1.3	0.0	0.0	0.0
1500	35.0	30.7	26.8	23.3	20.1	17.3	14.7	12.4	10.3	8.5	6.9	1.9	0.0	0.0	0.0
2000	33.1	29.7	26.7	24.0	21.6	19.4	17.3	15.5	13.8	12.2	10.7	5.2	0.6	0.0	0.0
3000	29.1	26.6	24.5	22.6	21.0	19.4	18.0	16.7	15.5	14.4	13.4	9.0	3.5	0.9	0.2
4000	25.8	23.8	22.2	20.7	19.4	18.2	17.2	16.2	15.2	14.4	13.6	10.2	5.5	2.6	1.0
5000	23.1	21.6	20.2	19.0	17.9	17.0	16.1	15.3	14.5	13.8	13.2	10.4	6.5	3.9	2.1

表4-26：今後50年以内の地震発生確率一覧表（ $\sigma = 0.23$ の場合，単位％）

$\bar{T}$ T	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	2000	3000	4000	5000
500	32.1	17.6	8.1	3.2	1.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	40.7	27.2	16.3	8.7	4.1	1.8	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
700	45.7	34.0	23.6	15.1	8.9	4.8	2.4	1.1	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
800	48.7	38.4	29.0	20.8	14.0	8.9	5.2	2.9	1.5	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
900	50.4	41.3	32.9	25.2	18.6	13.1	8.7	5.5	3.3	1.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1000	51.3	43.2	35.6	28.6	22.3	16.8	12.2	8.5	5.7	3.6	2.2	0.1	0.0	0.0	0.0
1100	51.8	44.4	37.5	31.0	25.2	19.9	15.3	11.4	8.2	5.7	3.9	0.3	0.0	0.0	0.0
1200	51.9	45.1	38.7	32.8	27.4	22.4	18.0	14.1	10.8	8.0	5.8	0.7	0.0	0.0	0.0
1300	51.8	45.5	39.6	34.1	29.1	24.4	20.2	16.4	13.0	10.1	7.7	1.4	0.0	0.0	0.0
1400	51.6	45.7	40.2	35.1	30.4	26.0	22.0	18.3	15.0	12.1	9.6	2.2	0.0	0.0	0.0
1500	51.2	45.7	40.5	35.7	31.3	27.2	23.4	19.9	16.7	13.9	11.3	3.2	0.1	0.0	0.0
2000	48.8	44.4	40.4	36.7	33.3	30.2	27.2	24.5	22.0	19.6	17.3	8.5	1.0	0.1	0.0
3000	43.5	40.3	37.4	34.8	32.4	30.2	28.2	26.3	24.5	22.9	21.3	14.6	5.7	1.5	0.3
4000	39.1	36.4	34.1	32.1	30.2	28.5	26.9	25.5	24.1	22.8	21.6	16.4	9.0	4.3	1.7
5000	35.5	33.3	31.3	29.6	28.0	26.6	25.3	24.1	23.0	21.9	21.0	16.7	10.6	6.4	3.5

表4-27：今後100年以内の地震発生確率一覧表（ $\sigma = 0.23$ の場合，単位％）

$\bar{T}$ T	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	2000	3000	4000	5000
500	57.2	36.4	19.3	8.7	3.4	1.2	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
600	66.5	49.7	33.2	19.6	10.2	4.8	2.1	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
700	71.4	58.0	43.8	30.5	19.4	11.2	6.0	3.0	1.4	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
800	74.1	63.1	51.1	39.1	28.1	18.9	11.8	6.9	3.8	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
900	75.7	66.2	55.9	45.5	35.3	26.1	18.3	12.1	7.6	4.6	2.6	0.1	0.0	0.0	0.0
1000	76.4	68.1	59.2	49.9	40.8	32.1	24.3	17.6	12.2	8.1	5.2	0.3	0.0	0.0	0.0
1100	76.8	69.3	61.3	53.1	44.9	36.9	29.5	22.8	17.0	12.2	8.5	0.9	0.0	0.0	0.0
1200	76.9	70.0	62.8	55.4	47.9	40.7	33.7	27.2	21.4	16.3	12.1	1.8	0.0	0.0	0.0
1300	76.7	70.3	63.7	57.0	50.2	43.5	37.0	30.9	25.3	20.2	15.7	3.1	0.0	0.0	0.0
1400	76.5	70.5	64.3	58.1	51.9	45.7	39.7	34.0	28.6	23.6	19.1	4.8	0.1	0.0	0.0
1500	76.1	70.4	64.7	58.9	53.1	47.4	41.8	36.4	31.3	26.5	22.1	6.8	0.2	0.0	0.0
2000	73.7	69.0	64.4	59.9	55.6	51.3	47.2	43.2	39.3	35.6	32.0	16.8	2.2	0.1	0.0
3000	68.0	64.2	60.7	57.4	54.2	51.2	48.4	45.7	43.0	40.5	38.1	27.2	11.3	3.2	0.6
4000	62.8	59.5	56.5	53.8	51.2	48.8	46.5	44.4	42.3	40.4	38.5	30.2	17.3	8.5	3.4
5000	58.3	55.4	52.7	50.3	48.1	46.1	44.2	42.4	40.7	39.0	37.5	30.7	20.1	12.4	6.9

表4-28：活断層の地震発生確率（総理府地震調査研究推進本部，2003年3月現在）

断層帯名	長期評価で予想した地震規模（マグニチュード）	地震発生確率			平均活動間隔
		30年以内	50年以内	100年以内	
糸魚川・静岡構造線断層帯	8.0程度 (7.5～8.5)	14%	23%	41%	約1,000年
山形盆地断層帯	7.8程度	ほぼ0%～7%	ほぼ0%～10%	ほぼ0%～20%	およそ3,000年
櫛形山脈断層帯	6.8～7.5程度	ほぼ0%～7%	ほぼ0%～10%	ほぼ0%～20%	3,000～18,000年
伊那谷断層帯（境界断層）	7.7程度	ほぼ0%～7%	ほぼ0%～10%	ほぼ0%～20%	3,000～12,000年
同（前縁断層）	7.8程度	ほぼ0%～6%	ほぼ0%～10%	ほぼ0%～20%	4,000～20,000年
中央構造線断層帯（金剛山地東縁・和泉山脈南縁）	8.0程度	ほぼ0%～5%	ほぼ0%～9%	ほぼ0%～20%	約2,000～12,000年
新庄盆地断層帯	6.5～7.0程度	0.8%～2%	1%～3%	3%～5%	2,000～4,000年程度
函館平野西縁断層帯	7.0～7.5程度	ほぼ0%～1%	ほぼ0%～2%	ほぼ0%～3%	13,000～17,000年程度
長町・利府線断層帯	7.0～7.5程度	1%以下	2%以下	3%以下	3,000年程度以上
月岡断層帯	7.3程度	ほぼ0%～1%	ほぼ0%～2%	ほぼ0%～3%	7,500年以上



表4・29：海溝型地震の発生確率（総理府地震調査研究推進本部，2003年3月現在）

領域または地震名	長期評価で予想した地震規模(マグニチュード)	地震発生確率			平均発生間隔	
		10年以内	30年以内	50年以内		
三陸沖から房総沖の海溝寄り	津波地震	8.2前後	7%程度	20%程度	30%程度	133.3年
	正断層型	8.2前後	1%～3%	4%～7%	6%～10%	400～750年
三陸沖北部		8.0前後	ほぼ0%～0.04%	0.007%～5%	10%～30%	約97.0年
	一回り規模の小さい地震	7.1～7.6	60%程度	90%程度	・	11.3年程度
宮城県沖		7.5前後(連動8.0前後)	26%	98%	・	37.1年
三陸沖南部海溝寄り		7.7前後(連動8.0前後)	30%～40%	70%～80%	90%程度以上	105年程度
福島県沖		7.4前後(複数地震が続発)	2%程度以下	7%程度以下	10%程度以下	400年以上
茨城県沖		6.8程度	50%程度	90%程度	・	15.5年程度

表4・25～表4・27はを0.23と想定して30, 50, 100年ごとの地震発生確率を計算するためのパラメータである。これは当該地域における地震の最新イベントの経過時間から算定する際に便利である。本章に関連する項目としては、糸魚川・静岡構造線活断層系が挙げられ、今後30年間の発生確率は14%、50年が23%、100年間では41%となっており、マグニチュード8クラスと評価している。

### 3) 活断層を考慮した地震発生確率の根拠

ここで、地震調査研究推進本部が示している今後30年以内に地震が発生する確率に関して、確率評価に用いられる30年間を対象とした当該事象の生起確率の考え方について考察する。

- ・「今後30年間で火災で罹災する確率」約2%  
根拠：平成8年の消防の統計（火災の罹災者約9.1万人）/（人口約1億2,500万人）×30年
- ・「今後30年間に交通事故により死亡，または負傷する確率」約20%  
根拠：平成8年交通安全統計（事故の死傷者約95万人）/（人口約1億2,500万人）×30年
- ・「今後30年間に自宅が空き巣に遭う確率」約8%  
根拠：平成7年国勢調査，犯罪統計（住宅の侵入約12万件）/（世帯数約4,400万）×30年
- ・「今後30年間にインフルエンザで死亡する確率」約0.1%  
根拠：平成10年の死因別統計（インフルエンザによる死亡率10万人当たり0.4）×30年
- ・「今後30年間に何らかの自然災害で罹災する確率」約1%  
根拠：平成7～10年，警察統計（罹災者数年平均約5万人）/（人口約1億2,500万人）×30年

但し、災害による罹災者数は年により変動が非常に大きい。また、上記に示した確率評価に用いるデータそのものの分類法や個票間での解釈の違いによるばらつきも考える必要がある。これ等、統計解析上の基本を踏まえての分析が肝要となる。

#### （災害等の確率との比較）

今後30年間に地震が発生する確率と、それが原因で死亡，あるいは負傷する確率は確率事象そのものが異なり、留意すべき事項である。なお、日本で発生する大地震の頻度は以下の根拠に基づく。

- ・日本の当該地域で直下型大地震（マグニチュード7.0以上）が発生する頻度はおよそ十年に1回  
根拠：内陸あるいは海岸から10km以内で発生したマグニチュード7.0以上の地震は、  
近代地震観測（1885年）以降で13回（1891年の濃尾地震・1894年 庄内地震・1896年 陸羽地震・1900年 宮城県北部の地震・1914年 桜島の地震・1914年 秋田 仙北地震・1927年 北丹後地震・1930年 北伊豆地震・1943年 鳥取地震・1948年 福井地震・1961年 北美濃地震・1978年 伊豆大島近海の地震・1995年 兵庫県南部地震）

地震調査研究推進本部を初めとする各機関が算定している地震危険度，ならびに発生確率に関して，常にばらつきがあること，想定する確率分布によって得られる数値が異なることに留意する。

表 4・30：長期的な地震発生確率に関する指標一覧（総理府地震調査研究推進本部，2003年3月現在）

断層名	平均活動 間隔(年)	評価時点 (西暦)	発生確率 (%)BPT 分布モデル 後30年 100年	危険率(× 1/10万)	指標(1)年, 比	指標(2)	指標(3)集 積確率 (%)	指標(4)	指標(5)	30年確率 ランク (概算 値)	クラス (例)
宮城県沖	45.2	現在	70, 99.7	1418	- 3, 0.873	0.684	6.3	0.819	0.022	-	-
牛伏寺断 層(糸魚 川・静岡 港造船)	1000	現在	14, 41	98	486, 1.687	4.486	78.05%	0.566	0.00100	約 0~2	超 A
丹那断層	1166	1930	3.7, 14	114	22, 1.025	1.522	12.53	0.171	0.00086	約 30	A
長野盆地 西縁	1096	1847	9.7, 30	155	338, 1.436	3.569	52.56	0.423	0.00091	約 0~2	超 A

注：評価に用いる時間軸葉で現在は，2001年として，それ以外は，最新の地震活動時点で BPT 分布を用いた更新過程として計算した。地震発生時期のデータセットとして，それぞれ「(改訂試案)長期的な地震発生確率の評価手法について」の宮城県沖，牛伏寺(時間予測モデル)，丹那を用いた。

ばらつきのパラメータとして，プレート間地震は地震発生履歴から最尤法で求めた値を，内陸の活断層については，全国共通の値  $\mu = 0.23$  を用いた。

注：各指標の定義は次のとおり

指標(1)：前回の地震発生時から評価時点までの経過時間(B)，指数分布(ポアソン過程)の危険率を超えるまでの時間(A)として，「年」はB-A，「比」はB/A

指標(2)：評価時点の危険率と，ポアソン過程の危険率との比

指標(3)：前回の地震発生時から評価時点までの集積確率(%)

指標(4)：評価時点から今後30年間の確率と，BPT分布での収束値との比

指標(5)：ポアソン過程での危険率(地震発生回数/年)

30年確率ランク：林・島崎(1999)の方法で試算された，30年確率がより高い活断層の数の推定値

クラス：野島断層の兵庫県南部地震発生時(N)における30年確率との比較 Nを相当程度上回ると超Aクラス，Nと同程度をAクラス，相当程度下回るとB or Cクラス。例示のため，仮に次のように分類。Nの1.5倍以上で超Aクラス，Nの1/2以上でAクラス，Nの1/10以上でBクラス，それ以下をCクラス。

## (指標の性質)

### ア 特定の断層についての指標と時間経過の関係

ある断層について考えると，時間の経過とともに指標(1)~(3)はいずれも徐々に増加する。指標(4)は，ある程度の時間が経過すると一定値に収束する性質を持つ。指標(5)は，断層固有の値(平均活動間隔の逆数)で一定である。

### イ 平均活動間隔が長い断層についての指標の性質

今後30年間に地震が発生する確率がほぼ同じで，平均活動間隔が異なる架空の断層を考え，表4・30にその指標を例示した。上記のとおり，ほぼ同じ可能性で地震が発生するものであっても，指標(1)~(5)はいずれも全く異なる値を示すので，平均的な活動間隔が大きく異なる断層間で単純にこれらの指標を比較するのは好ましくない。

### (注) BPTモデルについて

BPTモデルは，ある断層付近の応力が，(定常的に応力が蓄積する過程) + (ブラウン運動的なランダムな擾乱)によって変化する仮定の下で，応力が一定の閾値に達した時に地震が発生するモデル。プレート運動によって応力が蓄積されていく過程が第一項であり，周辺の地震活動による影響等を第二項と考えられる。このモデルは例えば，(動く歩道)に乗った(人)が歩道の端に到着するまでの時間の分布と考える。到着までの平均所要時間は(歩道の長さ)÷(歩道の進む速さ)であるが，人の動きによって到着時間にばらつきが生じる。また，そのばらつきの程度の大小は歩幅と歩道の長さで決まる。

確率分布と試算方法の選択の違いにより数値は異なるが，表4・30では地殻ひずみの集積確率を評価していることで，当該地域の地震の切迫度を，より具体的に評価することが可能となる。

これとは別に，新潟県の地形状況を考慮した地震防災対策が不可欠となる。同県は細長く海岸線が続く県であり，海溝型地震の発生確率を視野に入れる必要がある。表4・29では三陸沖での地震発生シナ

リオが描かれているので、このままでは新潟県に適用出来ないが、新潟地震に見舞われた経験から、海溝型地震への備えが不可欠となる。

このように、地域別に、気象条件を考慮した地震発生確率を計算する必要性が高まることが分かる。これを受け、各地の地震発生確率分布図（総理府地震調査研究推進本部）を図4・12に示す。

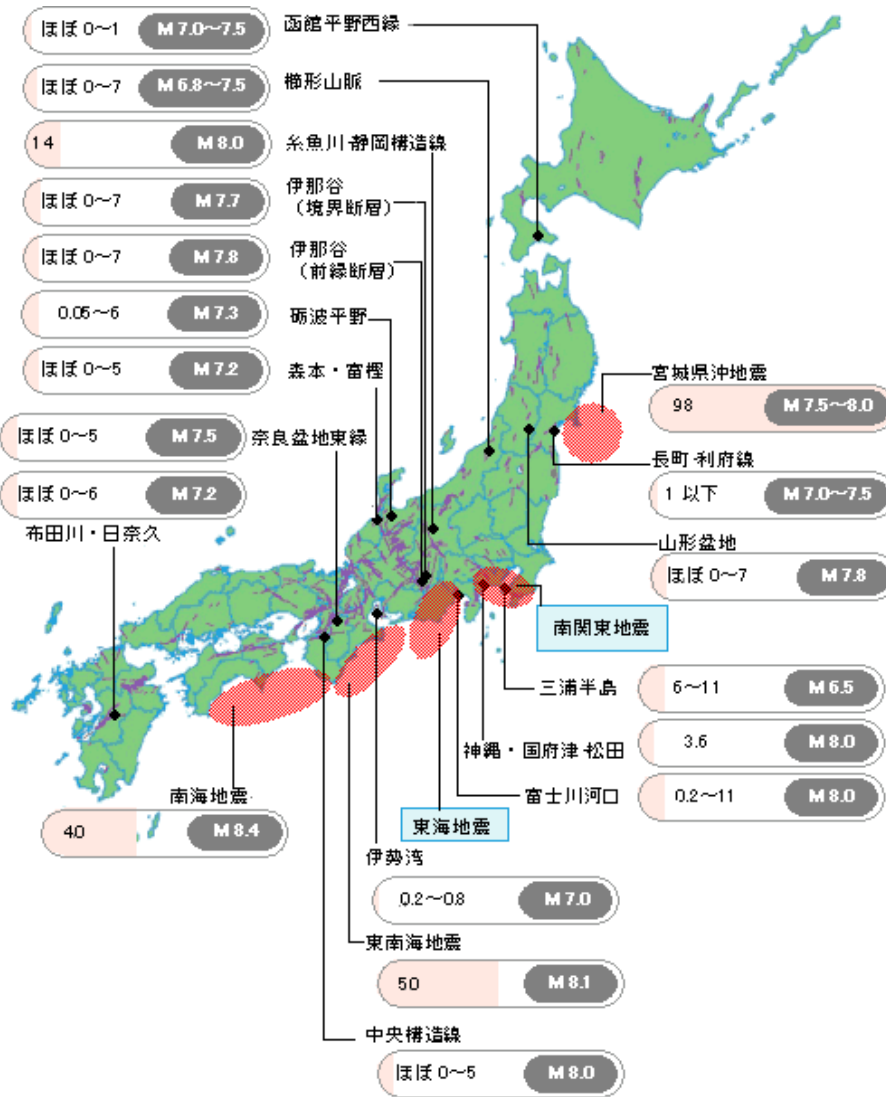


図4・12：今後30年以内にマグニチュード7以上の地震が発生する確率の分布図（総理府地震調査研究推進本部資料による）

ある地震の生起確率に雪の確率を乗じることで、その確率、つまり積雪期地震の発生頻度はより小さくなる。そのため、多くの自治体では積雪期地震を想定した防災計画に直接反映されない構図にある。但し、小さな確率でも、ある事象が生起し、これは積雪期地震についても同様である。兵庫県南部地震以降、低頻度巨大災害（Low Frequency-High Impact Disaster）の概念が定着し、各種災害の単体での発生とともに、複合災害対策への機運となった。この考えを新潟県に適用すると、表4・28と図4・12にもあるように、糸魚川・静岡構造線を抱えていることから、積雪寒冷期を考慮した地震防災対策が必要となることが、改めて理解される。さらに、糸魚川・静岡構造線での地震が発生しても地震波の減衰で、他の活断層には大きな影響を与えない点を考慮したとしても、図4・13において新潟県内に存在す



る活断層の分布図を示すことにした。本章で示した調査に基づく被害地震の項目でも指摘したように、多くの震源域近傍には活断層が確認され、确实度の高いものが広く分布していることが分かる。

分布状況の特徴として、断層近傍に火山活動域が存在すること、内陸部に集中し、複数の断層が近接、若しくは重なり合っていること、地質的には第三紀層の泥岩、ならびにすべり履歴が存在する地域に集中している。このことから、常に地震と雪害を含めた災害対策が前提となり、地すべり・雪崩危険箇所の把握と砂防施設の維持管理、目視やデータ・ロガーによるモニタリングの必要性を指し示している。

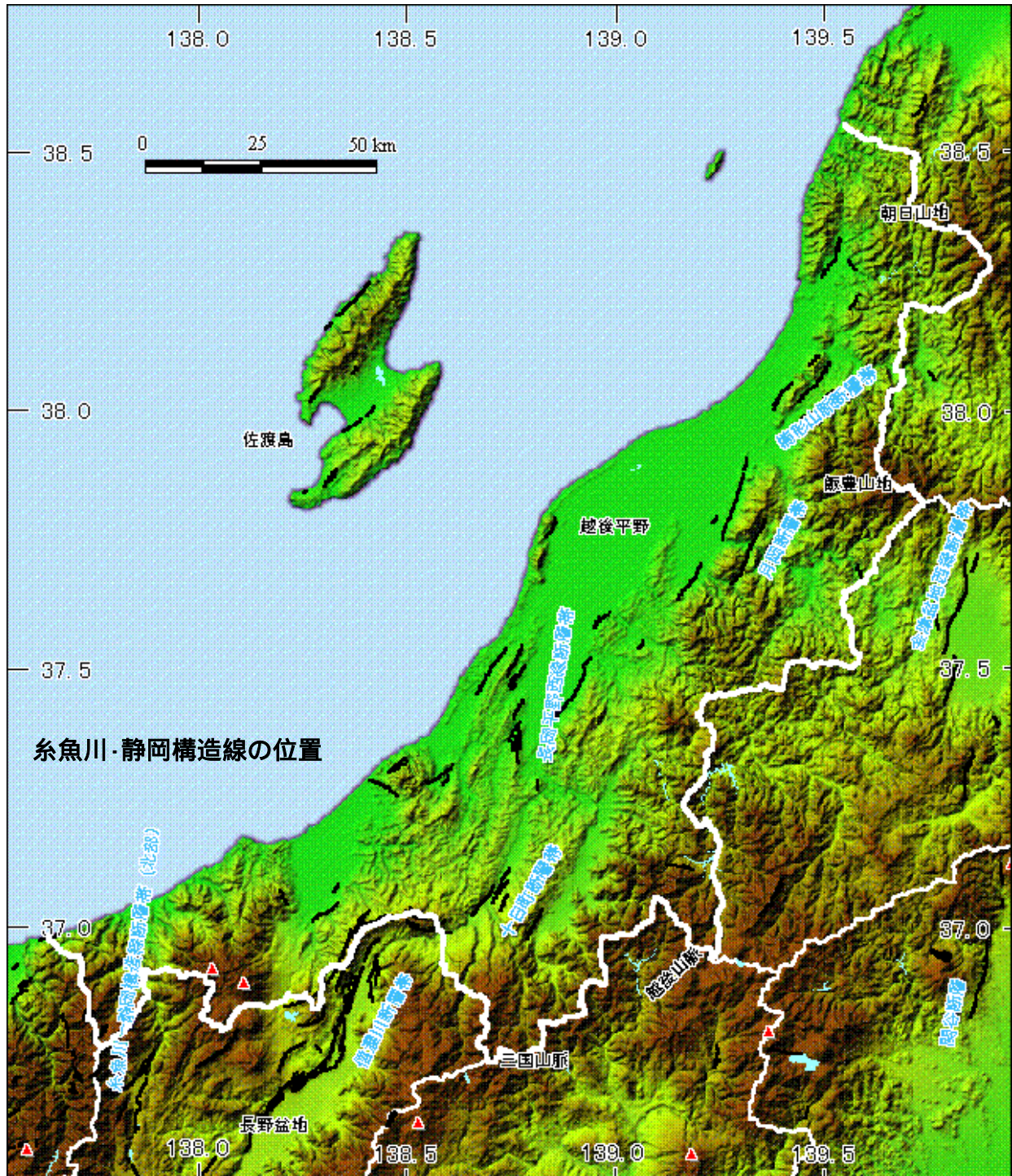


図4・13：糸魚川-静岡構造線を含む新潟県内の活断層の分布  
(総理府地震調査研究推進本部資料による)

#### 4) 積雪期地震の発生確率の試算

ここで雪、特に大雪の確率との関係で考える。積雪寒冷期を12月～3月とした場合、新潟県では1年のうち3分の1が雪に覆われていることになる。仮に糸魚川・静岡構造線活断層系で今後30年以内に地震が発生する確率が14%であるなら、積雪寒冷期に地震に見舞われる確率は5%前後となる。この5%のうち、大雪になる確率を乗じると値は小さくなる。ここで、大雪を18年周期説に従うと考えると、豪雪年にマグニチュード8クラスの地震が生じる確率は0.3%前後になる。

しかしながら、上記に示した雪の確率は大き過ぎて、実際の確率過程を計算するには適さない。そこで、地震発生確率で用いている30年間を一つの時間軸として生起する確率を評価する。その前提条件として、糸魚川・静岡構造線活断層系に含まれる糸魚川市の雪の特性を表4・31に示す。

表4・31：糸魚川の雪に係る基本統計量（北陸地方建設局観測データを基に計算）

基本統計量	年降雪深合計値	年最大積雪深
平均値 (cm)	367.279	93.984
標準偏差 (cm)	206.276	58.450
最小値 (cm)	62	11
最大値 (cm)	1032	245
変動係数	0.562	0.622
最頻値 (cm)	332	65
観測期間	1936～1998年	1936～1998年

雪の確率を考慮するには、当該事象の頻度分析に基づくことが原則となる。これは特に水文学で用いられる最大雨量（流出量）の頻度に基づく設計水位（河川堤防の高さ設定等）と関係する<sup>16)</sup>。但し、雪の評価をする際には同一地域内でも積雪分布が大きく異なること、毎年の最大値を基に計算すると確率事象が極めて小さくなることを考慮し、ここでは先ず、年降雪深を用いて計算する。ただ、当該地域の雪の特性を端的に示すものとしては年最大積雪深が該当し、COVでは0.622である。値が11cmから200cm超と幅があり、暖冬の翌年には豪雪年になる可能性が高いことを示している(図4・14を参照)。

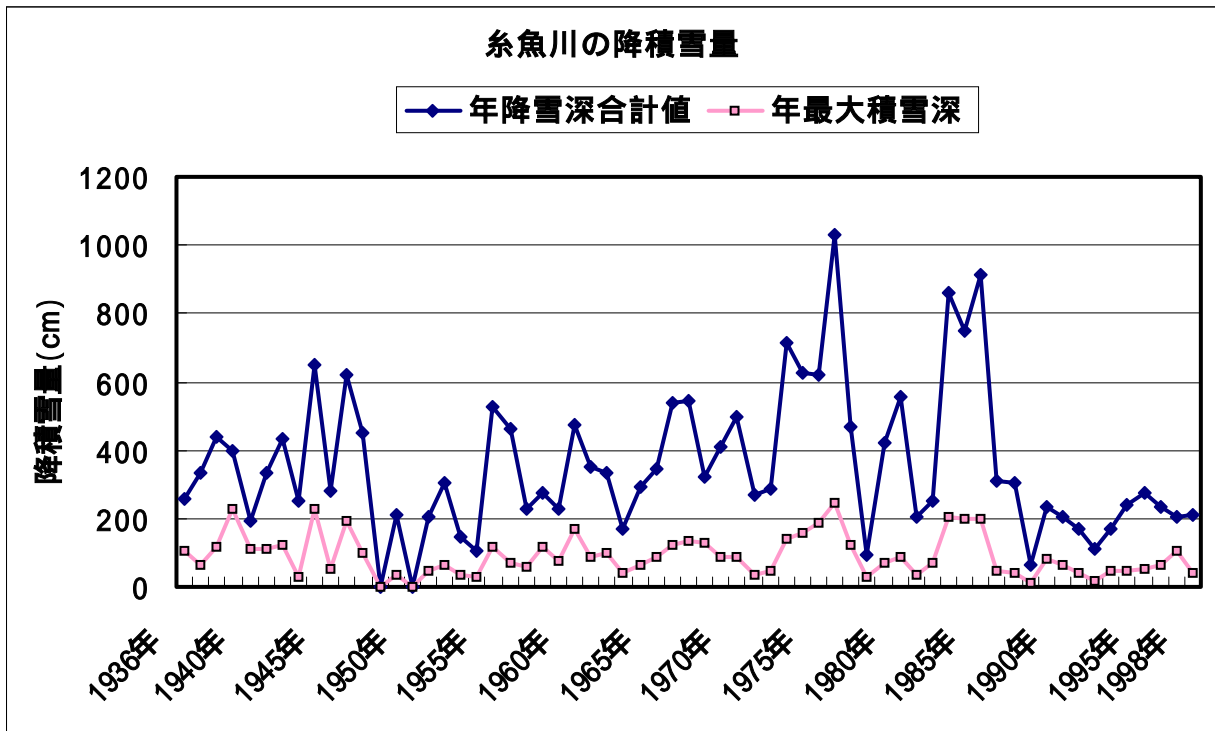


図4・14：糸魚川の降積雪量の年次推移（北陸地方建設局観測データより）



降積雪量とも年変動が大きいことが分かる。ばらつきが大きい中での確率的表現を考慮するには、降積雪量ごとのヒストグラムを示し傾向を掴む、若しくはある範囲の数値ごとのグループ化が必要となる。

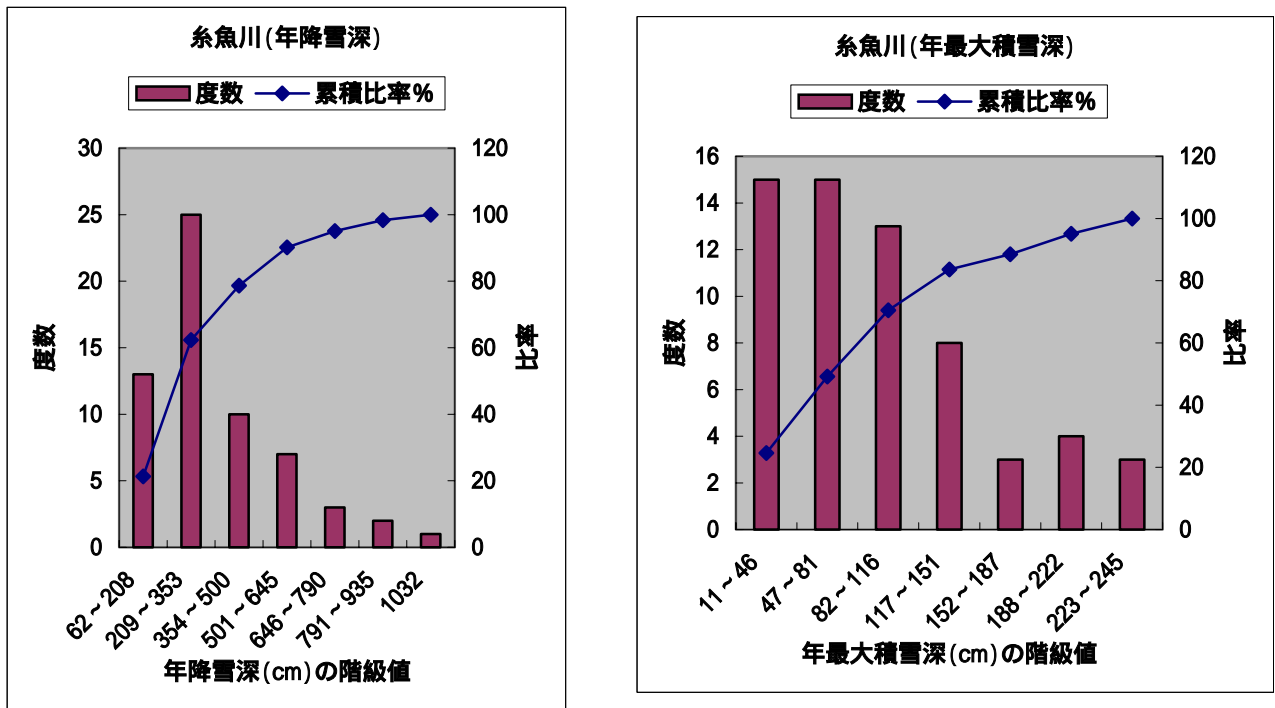


図4・15：系魚川の降積雪量の度数分布

こうした系魚川の降積雪観測記録の統計量に基づき先ず、複数年に少なくとも1回は事象が生起する確率を捉えるうえで、ベルヌーイ試行過程を考える。

時間軸である現象が、あるいはある大きさを超える現象が生じる場合とそうでない場合を考える。

仮定

- 1回の試行で結果は起こる、起こらないの2種類
- 対象とする事象が発生する確率は各試行で一定、P
- 各試行は統計的に独立

このとき、n回の試行でr回起こる確率  $P_n(X=r)$  は、

$$P_n(X=r) = {}_n C_r P^r (1 \cdot P)^{n-r}$$

故に、年降雪深 (Snowfalls ; 250~350cm) が年平均  $P = 0.295$  のとき、30年で少なくとも1回起こる確率を求める。なお、年平均Pの根拠は18/61で、系魚川の欠測値を除いた観測データ個数61(1936~1998年)のうち、250~350cm(降雪深合計値)は18回観測。

$$\text{解 } P_n = 1 - {}_{30} C_0 (1 \cdot 0.295)^{30} = 1 - 0.705^{30} = 0.999972$$

同様に、年降雪深 (Snowfalls ; 400~500 cm) が年平均  $P = 0.148$  のとき、30年で少なくとも1回起こる確率を求める。なお、年平均Pの根拠は9/61である。

$$\text{解 } P_n = 1 - {}_{30} C_0 (1 \cdot 0.148)^{30} = 1 - 0.852^{30} = 0.991812$$

さらに、年降雪深 (Snowfalls ; 500 ~ 600 cm) が年平均  $P = 0.066$  のとき、30年で少なくとも1回起こる確率を求める。なお、年平均  $P$  の根拠は  $4/61$  である。また、Snowfalls ; 600 ~ 700 cm も 61 個の観測データから、4 個である。

$$\text{解 } P_n = 1 - {}_{30}C_0 (1 - 0.066)^{30} = 1 - 0.934^{30} = 0.871054$$

一方で、年降雪深 (Snowfalls ; 700 ~ 800 cm) が年平均  $P = 0.033$  のとき、30年で少なくとも1回起こる確率を求める。なお、年平均  $P$  の根拠は  $2/61$  である。

$$\text{解 } P_n = 1 - {}_{30}C_0 (1 - 0.033)^{30} = 1 - 0.967^{30} = 0.634578$$

以上の点から、雪の確率では単に季節で区切り、大雪に関しては 10、ないし 20 で除しただけでは、大まかな傾向を把握するには便利であるが、精度の点から疑問が生じる。そこで、ベルヌーイ試行過程による雪の確率を評価することで整合性が生じる。ここで、積雪期地震の発生確率を評価するには地震と同様に、今後 30 年以内といった時間軸で捉え、

$$(14\% \times P_n) / 3$$

分母の 3 は積雪期間 (12 ~ 3 月) の 4 ヶ月を 12 ヶ月で除した値

となる。Snowfalls ; 250 ~ 350cm の地震発生確率は 4.6665%、Snowfalls ; 400 ~ 500 cm では 4.6285% と大まかな傾向である数%と一致するが、豪雪年に絞ると Snowfalls ; 500 ~ 600 cm で 4.0649% となり、さらに Snowfalls ; 700 ~ 800 cm では 2.9614% になる。これは飽くまでも積雪期間内を通して見た連続量での計算であり、年最大積雪深が観測された時に地震に見舞われる確率は上記数値の 10 分の 1 ~ 20 分の 1 となる。一方で積雪分布状況に関連し、雪の量が多くなるのが 1、2 月と仮定した場合、年間のうち、6 分の 1 となることから、上記数値の半分の値になることが分かる。このことから、少ないながらも積雪期にマグニチュード 8 クラスの地震に見舞われる可能性が否定出来ない結果となった。

ここまでの記述では、年降雪深で捉えているため、実際の防災対策には反映し難い。そこで荷重指針でも取り上げている年最大積雪深を指標とした雪の発生確率を評価することが肝要となる。同様に、ベルヌーイ試行過程による評価を試みると、

ここで、年最大積雪深 (Maxium of Snow Depth ; 150cm 以上) が年平均  $P = 0.164$  のとき、30年で少なくとも1回起こる確率を求める。なお、年平均  $P$  の根拠は  $10/61$  で、糸魚川の欠測値を除いた観測データ個数 61 (1936 ~ 1998 年) のうち、年最大積雪深 150cm 以上は 10 回観測されている。

$$\text{解 } P_n = 1 - {}_{30}C_0 (1 - 0.164)^{30} = 1 - 0.836^{30} = 0.995364$$

さらに、年最大積雪深 (Maxium of Snow Depth ; 200cm 以上) が年平均  $P = 0.082$  のとき、30年で少なくとも1回起こる確率を求める。なお、年平均  $P$  の根拠は  $5/61$  で、糸魚川の欠測値を除いた観測データ個数 61 (1936 ~ 1998 年) のうち、年最大積雪深 200cm 以上は 5 回観測されている。

$$\text{解 } P_n = 1 - {}_{30}C_0 (1 - 0.082)^{30} = 1 - 0.918^{30} = 0.923214$$

積雪期全体を通じての地震の発生確率を求める場合は、 $(14\% \times P_n) / 3$  が該当するが、年最大積雪深は積雪期内に 1 回見られる現象であることから、厳密には  $(14\% \times P_n) / 12$  となる。しかしながら、これを適用すると確率事象が極めて低頻度となるので、年最大積雪深が 1、2 月に観測される機会が多い点を勘案し、 $(14\% \times P_n) / 6$  で評価する。

これを踏まえ、地域別の気象状況に配慮した防災対策が期待される。これを受け、新潟県内での雪の量のばらつきを評価するための考え方を表4・32に示す

表4・32：荷重の基本統計量（2002年11月開催：建築物の限界状態設計指針講習会資料による）

荷重種類	平均値 基本値	COV	荷重強さの 確率分布形	統計的に扱っ た物理量	荷重基本値 (耐力公称値)	統計量の適用 範囲	引用文献
S：積雪荷重 (多雪)	0.47	0.35	グンベル分布	年最大積雪深 (m)多雪地域	100年再現期 期待値 3.0m	近似的に対象 地点が変わっ	AIJ 荷重指針
S：積雪荷重 (一般)	0.31	0.70	グンベル分布	年最大積雪深 (m)一般地域	100年再現期 期待値 0.7m	ても分布形は 同じでよい	AIJ 荷重指針
E：地震荷重	0.16	0.80	フレッシュ 分布	年最大地動加 速度 (gal)	100年再現 期待値	Dsのばらつき を考慮しない	AIJ 荷重指針
E：地震荷重	0.16	0.85	フレッシュ 分布	東京	180gal	Dsのばらつき を考慮する	AIJ 荷重指針

Dsは構造特性係数を指し、Ds値の不確定性の考慮が必要となる。不確定性の要素として以下の事象がある。

外力低減係数として取り扱い、地震荷重のばらつきを補正

限界変形能力のばらつきは、耐力側で考慮

多質点系、入力地震波特性等による変動性として変動係数で0.2程度を考慮

表4・32から、雪の量と地震動強さのばらつきが大きいことが分かる。特に雪の量に関しては、北陸地方建設局が観測した長期観測データから、例えば糸魚川では年最大積雪深が年によって11～245cmと大きな開きがある。地震動でも推本の評価でM7～M8と幅がある。表4・32から、地震動のCOVが大きく、積雪期地震の発生確率を単に時間軸で計算するだけではなく、気象現象と地震の規模を考慮した防災対策の視点を有している点で、今後の防災に生かすことが可能となる。

なお、確率論的に雪を捉える場合、100年再現期待値と降雪強度を視野に入れる必要があり、建築学会が1993年に発行した『建築物荷重指針・同解説』の5章で扱われている雪荷重の箇所、糸魚川の100年再現期待値のうち、年最大積雪深は2.513m、年最大7日増分が1.739mと計算されている。

#### 4.6.まとめ

本章では積雪寒冷期地震の被害の特徴と、新潟県で発生した既往の被害地震を取り上げた。まず、地域防災計画の検討から、過去から現在にかけて積雪寒冷期に被害地震が発生していることが分かる。次に近年の被害地震を対象に、高齢化率等の社会指標を整理した。結果として、長岡を初めとする都市部を除き、高齢化・過疎化が進展していることが浮き彫りとなった。

こうした情勢を考慮し、積雪寒冷期の被害地震について、現地調査結果を含め、検討した。各種被害調査報告書と現地調査で得られた知見は類似し、被害報告書に記載されている事項の確認の意味合いが濃い。しかしながら、実際に現地調査を行うことで、改めて防災研究の意味付けを行うことが出来る。調査分析で得られた問題点に関して、雪と寒さの観点からまとめると以下ようになる。

1961年の長岡地震では積雪が深かったために、地震直後は周囲の雪で家屋の倒壊は免れたものの、融雪後に倒壊した例が確認された。

1971年の安塚地震では震源地に近接する松代町、松之山町、大島村で雪崩が発生した。一方、安塚町では融雪後に地盤被害が見付かった。

1992年の新潟県南西部地震では公共建築物の耐雪・耐震性と、地震発生時に雪処理中の人が多く、特に高齢者の屋根雪処理の問題点が浮き彫りになった。また、前日からの降雪は40cmを超えた。

1995年の新潟県北部地震では避難所で暖房器具のトラブルが起こり、避難所の防寒対策が課題として位置付けられた。新潟県内では4月上旬は暖房が必要であることを指し示した事例である。



1998年2月の新潟県中部地震では小千谷市の桜町トンネル付近で雪崩が発生し、一時的に道路を塞ぐ等、雪に強いインフラ整備が課題となった。

2001年1月に塩沢町を震源とする地震が発生し、現地調査から、PC橋桁の亀裂、道路被害が見られたが、雪で覆われているため、被害箇所の同定が困難であった。これとは別に、築年代の古い家屋では屋根瓦の落下、壁の亀裂が目立ったものの、住民に対する聞き取りから、大部分の家庭で家具の転倒防止金具を敷設せず、非常持ち出し品の備蓄をしていない人が多かった。この地震ではスキーヤー2名がロッジ内で負傷した。

雪を考慮した地震に対する備えが必要であることは、災害調査から明らかではあるが、自治体関係者を含めた社会的コンセンサスを得るには積雪期地震の発生確率を定量評価することが前提となる。総理府地震調査研究推進本部では全国各地の活断層と歴史地震に関する調査から、地震発生確率を算定している。糸魚川・静岡構造線活断層では、今後30年以内にマグニチュード7、ないし8クラスの地震に見舞われる確率は14%である。概略として、この確率を積雪期(約4ヶ月)に限定すると5%前後となり、さらに大雪を想定すると5%の10分の1、若しくは20分の1となる。ただ、より厳密には年降雪量で捉えての積雪期間全体を対象とした地震発生確率は、 $(14\% \times P_n) / 3$ 、1月と2月に観測される年最大積雪深を考慮した場合の地震の確率は、 $(14\% \times P_n) / 6$ と計算することで、今後30年以内に発生する地震確率との整合性が取れる。

## 参考文献

- 1) 鏡味洋史：積雪期に発生した1961.2.2長岡地震に関する文献調査．日本建築学会技術報告集．第18号．pp.421-424．2003．
- 2) 木村智博，青山清道：積雪期地震防災対策から捉えた地盤工学教育の必要性．アンケート調査分析を通じて．第44回地盤工学シンポジウム論文集．pp.41-46．1999．
- 3) 大木靖衛，佐藤修，青木滋，鈴木幸治，山崎崇，渡部直喜：1992年津南地震M4.5調査報告，新潟大学災害研年報．第16号．pp.1-36．1995．
- 4) 青山清道：積雪期に発生する地震の防災対策に関する一考察，第10回日本雪工学会大会論文報告集．pp.123-126．1994．
- 5) 青山清道，濱島良吉，深澤大輔：新潟県北部地震調査，日本雪工学会誌 Vol.11．No.3．pp.172-176．1995．
- 6) Y. Ohki, Xu Huilong, N. Watanabe, K. Suzuki, O. Sato：1995 Northern Niigata earthquake of M6.0 and a Buried Fault Imaged by the Distribution of Seismic Intensity，Annual Report No. 17 of Research Institute of Hazards in Snowy Areas，Niigata University．pp.69-82．1996．
- 7) 前掲，文献4)．
- 8) Schreckenberg M. and S. D. Sharma eds：“Pedestrian and Evacuation Dynamics”．Springer．2001．
- 9) 池永満生 他編：『環境と健康Ⅱ』．へるす出版．1998．
- 10) 入来正躬 編：『体温調節のしくみ』．文光堂．1995．
- 11) 三浦豊彦 著：『気候・気温と人間(上)・冬と寒さと健康』．労働科学研究所．1989．
- 12) 木村智博，青山清道，福田誠：新潟県わかぶな高原スキー場で土砂災害発生，土と基礎．Vol.48．No.5．p.40．2000．
- 13) E. Shima：Seismic Microzoning Map of Tokyo，Proc. of Second International Conference on Microzonation．Vol.1．pp.433-443．1978．
- 14) 翠川三郎：関東平野を対象とした震度分布予測，構造工学論文集．Vol.33B．日本建築学会．pp.43-48．1987．
- 15) 総理府地震調査研究推進本部 地震調査員会 編：糸魚川・静岡構造線活断層系の調査結果と評価について，『地震調査員会報告集・1995年7月～1996年12月』．pp.501-510．1997．
- 16) 田中茂信：複数年で区切った最大値資料の特性，統計数理研究所共同研究リポート．No.169．『極値理論の工学への応用』．pp.1-7．2004．

## 第5章 新潟県内の降積雪量，ならびに気温の状況

---

5.1. はじめに

5.2. 基本統計量の解析に基づく日本全国における新潟県の冬期の平均気温と降積雪状況の位置付け

5.3. 新潟県内各地での年平均気温と降積雪の概況

5.4. 新潟市における冬期の気象状況の特性

5.5. 新潟県内各地の降積雪状況と災害との関係

5.6. まとめ

# 第5章 新潟県内の降積雪量，ならびに気温の状況

## 5.1 はじめに

積雪寒冷期地震防災を考慮する際，当該地域の平均気温や降積雪状況を把握する必要がある。そこで本章では積雪期に被害地震が発生している震源域付近の気象状況を詳細に分析する。と言うのも，冬期の地震では寒冷による体力消耗による種々の健康問題が生じる可能性が大きいことを勘案した。ここで，詳細に分析する事由として，気温の変動により，人間に与える影響が大きいこと，海岸部では強風傾向にあり，体感温度を低下させること，雪の量によって行動が制限されること，以上の事項が挙げられる。

本章では先ず，日本全国の中での新潟県の平均気温と降積雪状況の位置付けを示すことで，積雪寒冷期に発生する地震が厳しい環境下で起きていることの裏付けとなる。これを踏まえ，新潟県内各地の平均気温と降積雪量を比較し，各種災害との関連性について整理することで，冬期の気象特性を明らかにする。なお，本章では新潟地震の発生，気象観測データの蓄積が充実している新潟市を詳細に検討する。

ここでは分析の積み重ねによって，気象状況と防災対策の関係性について考察し，防災計画に生かすための提案を行う。本章では平均気温と降積雪状況に焦点を絞るが，7・8章で展開する地域の疾病構造を解析する際に必要となる日照時間や降水量等についても言及する。また，気象状況と雪害との関係を扱い，防災情報としての気象データ，気象現象を捉えるための事例を網羅し，全体をまとめる。

## 5.2 基本統計量の解析に基づく日本全国における新潟県の冬期の平均気温と降積雪状況の位置付け

### 1) 豪雪地帯の分布

ここでは全都道府県を対象に，気温や降雪等，各種気象指標の比較を行い，新潟県の気象状況を明確化することを目的とする。この考え方は地震防災で扱われる地域補正係数と類似し，各地の地震活動度から，当該地域の地震危険度の状況を反映させたものであり，気象観測で得られたデータの分布状況を示すことで，新潟県の気象状況を鮮明にすることが可能となる。

我が国は冬には北からシベリア寒気団による季節風が，南から暖流が押し寄せる国土条件のため，日本海側で多量の降雪・積雪がもたらされる。そのため，屋根の雪下ろし中の転落，雪崩災害，降積雪による都市機能の阻害といった雪害が毎年発生している。特に，2000年末から2001年にかけての冬は強い寒気の影響により全国的に厳しい寒さとなり，北陸地方や東北地方の日本海側を中心として大雪の被害が多かった。雪害には雪崩と屋根の雪下ろし中の転落によるものが多く，このうち雪崩によるものは昭和59年～61年豪雪の年に多発したが，1987年以降は1996年を除き，雪崩による死者は発生していない。一方，雪処理中の事故で2000年から2001年の豪雪では，雪下ろし等により，全国各地で55名の人命が失われる等，地域の社会経済等に大きな影響を与えた。

ここで，新潟県の雪の状況を把握するうえで，豪雪地帯の分布図を示す。ただ，その前段として，豪雪地帯の定義，指定地域に係る事項をまとめる。

降積雪の多い地域で，産業の振興及び民生の安定向上のために総合的な対策を必要とする地域が，豪雪地帯対策特別措置法（1962年制定）に基づき，豪雪地帯に指定されている。2003年4月1日現在，豪雪地帯で全域指定が10道県，一部地域の指定が14府県であり，959市町村が指定されている。その

面積は国土面積の約 51%に当る約 19 万 km<sup>2</sup>で、全国の人口の約 18%に相当する約 2,300 万人が生活している。また、特に積雪量が多く、交通の麻痺等、積雪により住民の生活に著しい支障が生ずるおそれのある地域は特別豪雪地帯に指定（特別豪雪地帯の制度化は 1970 年から）されている。2003 年 4 月現在、特別豪雪地帯は 15 道府県の 280 市町村が指定されている（図 5・1 を参照）。

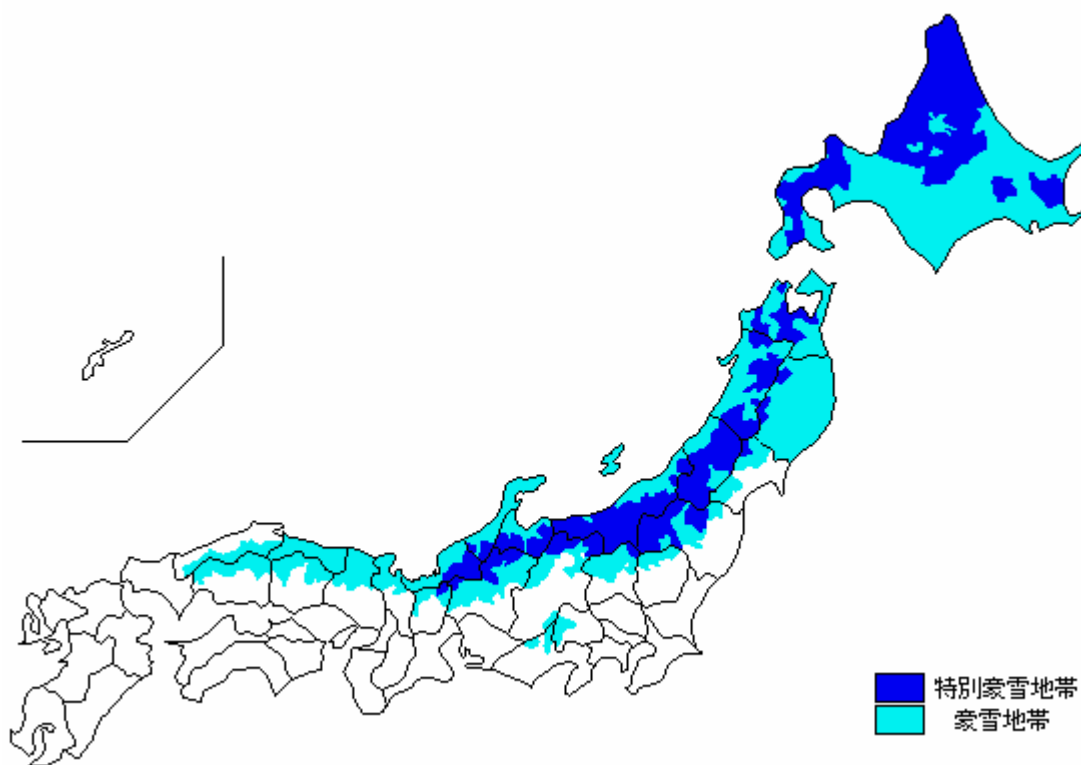


図 5・1：豪雪地帯の指定地域の分布（2003 年 4 月 1 日現在）

通常、豪雪地帯と捉える場合、北海道・東北・北陸を連想するが、2000 年 10 月に震源域となった鳥取県は、県域全体が豪雪地帯に指定されている。一方、本研究で対象とする新潟県も全域が豪雪地帯に指定され、海岸部と佐渡を除く地域は特別豪雪地帯である（図 5・2 を参照）。

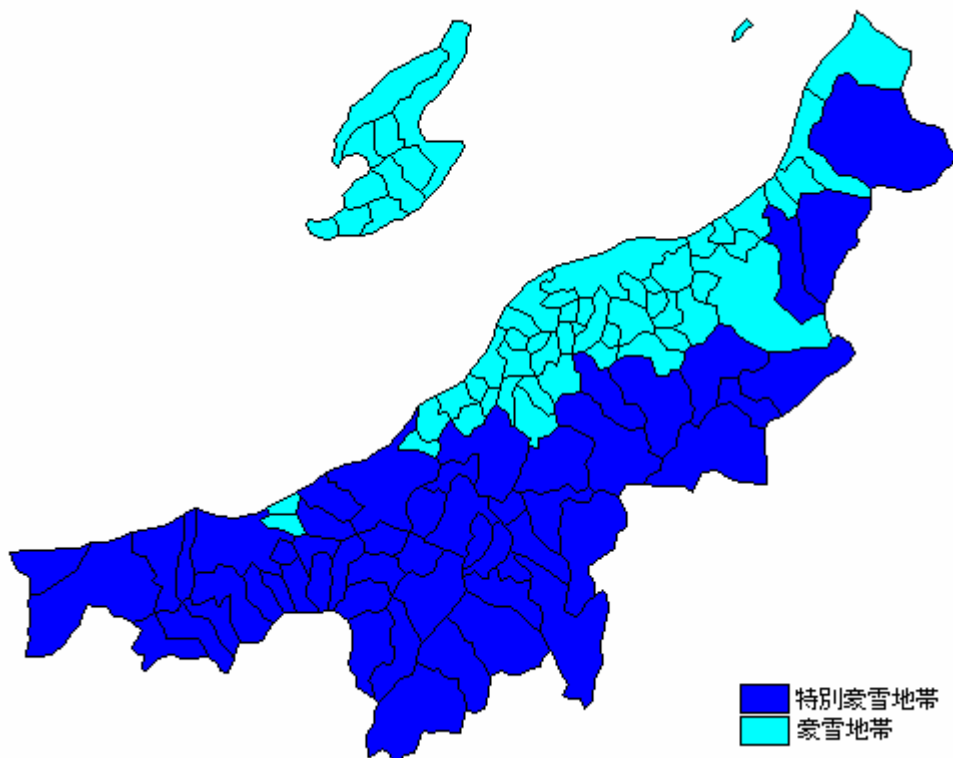


図 5・2：新潟県内の豪雪地帯の分布（2003年4月1日現在）

図 5・2 から、県の面積の半分以上が特別豪雪地帯に指定されていることが分かる。これに関連し、4章で取り上げた地震の震源域で、長岡市、安塚町、高柳町、津南町、小千谷市、上川村、塩沢町は特別豪雪地帯である。また、新潟県中部地震（1998年2月）に病院の窓ガラスが破損した十日町市、民家のブロック塀が倒壊した被害が報告された柏崎市も同様に、特別豪雪地帯に指定され、中でも津南町と十日町市の降積雪量は県内有数の多雪地域である。ここで、豪雪地帯と特別豪雪地帯の相違点を記す。豪雪地帯は、累年平均積雪積算値が 5.000 cm・日以上 of 地域（豪雪地域）の存在する市町村で、

その区域の 2 / 3 以上が豪雪地域である市町村  
 市役所、役場又は政令で定める施設が豪雪地域内にある市町村  
 その区域の 1 / 2 以上が豪雪地域であり、かつ境界線の延長の 2 / 3 以上が、 に該当する市町村に接している市町村

が指定される。一方、特別豪雪地帯の指定基準は、豪雪地帯で規定されている雪の分布に準拠しているが、累年平均積雪積算値が 15.00cm・日以上 of 地域が対象となる。

図 5・2 は新潟県内の豪雪地帯・特別豪雪地帯の分布図であり、北海道や東北と並び、冬期の気象条件が厳しいことが分かる。以下では 1995, 2000, 2001 年を対象に、気象データの比較による検討を行う。3 年間に絞った事由は、兵庫県南部地震の発生、三宅島の噴火に伴う長期の避難生活、2001 年冬期は全国的に大雪となったこと、の 3 点に集約される。

## 2) 雪日数（降雪日数）

図 5・1 と図 5・2 で豪雪地帯の分布を示したので、ここでは雪日数に焦点を絞り、新潟県の観測デ

ータの位置付を示す。豪雪地帯の分布は所謂、積雪値に基づいて指定されるので、各地域とも雪の量が多いことが前提となる。全般的に雪日数は降積雪現象と関係し、日数が長い程に積雪値が大きい、北陸では降雪日数が少ない分、降雪強度が大きい。先ず、全都道府県の平均的な観測値を表5・1に示す。

表5・1：年間雪日数（降雪日数）の値（気象庁資料による）

都道府県	1995年	2000年	2001年	3ヶ年の平均値	標準偏差	変動係数
北海道	130	145	127	134.000	9.644	0.072
青森県	115	119	115	116.333	2.309	0.020
岩手県	110	110	115	111.667	2.887	0.026
宮城県	68	73	82	74.333	7.095	0.095
秋田県	107	112	112	110.333	2.887	0.026
山形県	102	97	105	101.333	4.041	0.040
福島県	72	69	92	77.667	12.503	0.161
茨城県	8	10	20	12.667	6.429	0.508
栃木県	20	13	26	19.667	6.506	0.331
群馬県	26	8	23	19.000	9.644	0.508
埼玉県	9	9	11	9.667	1.155	0.119
千葉県	5	4	15	8.000	6.083	0.760
東京都	6	7	14	9.000	4.359	0.484
神奈川県	8	7	16	10.333	4.933	0.477
新潟県	78	74	88	80.000	7.211	0.090
富山県	58	50	66	58.000	8.000	0.138
石川県	67	50	67	61.333	9.815	0.160
福井県	60	48	69	59.000	10.536	0.179
山梨県	9	13	23	15.000	7.211	0.481
長野県	88	71	94	84.333	11.930	0.141
岐阜県	25	25	33	27.667	4.619	0.167
静岡県	3	5	4	4.000	1.000	0.250
愛知県	22	18	23	21.000	2.646	0.126
三重県	21	20	18	19.667	1.528	0.078
滋賀県	39	39	40	39.333	0.577	0.015
京都府	31	37	30	32.667	3.786	0.116
大阪府	16	14	16	15.333	1.155	0.075
兵庫県	16	22	20	19.333	3.055	0.158
奈良県	26	25	26	25.667	0.577	0.022
和歌山県	16	13	13	14.000	1.732	0.124
鳥取県	48	43	53	48.000	5.000	0.104
島根県	46	38	49	44.333	5.686	0.128
岡山県	20	17	14	17.000	3.000	0.176
広島県	21	21	25	22.333	2.309	0.103
山口県	28	22	21	23.667	3.786	0.160
徳島県	13	12	16	13.667	2.082	0.152
香川県	11	9	12	10.667	1.528	0.143
愛媛県	16	10	14	13.333	3.055	0.229
高知県	7	8	6	7.000	1.000	0.143
福岡県	19	14	16	16.333	2.517	0.154
佐賀県	15	17	16	16.000	1.000	0.063
長崎県	14	10	11	11.667	2.082	0.178
熊本県	10	10	12	10.667	1.155	0.108
大分県	12	6	12	10.000	3.464	0.346
宮崎県	0	1	5	2.000	2.646	1.323
鹿児島県	6	5	7	6.000	1.000	0.167
沖縄県	0	0	0	0.000	0.000	0.000
全国平均	35	33	38	35.333	2.517	0.071
標準偏差	35	35	36	35.333	0.577	0.016

表5・1から、年度ごとの雪日数（降雪日数）のばらつきは少ないものの、地域によっては日数に大きな隔たりがあることが分かる。そこで、図5・3に、全国分布を示す。なお、都道府県の順序は左から北海道、東北、関東、近畿、九州の順に並び、行政が採用の並び方に準拠している。

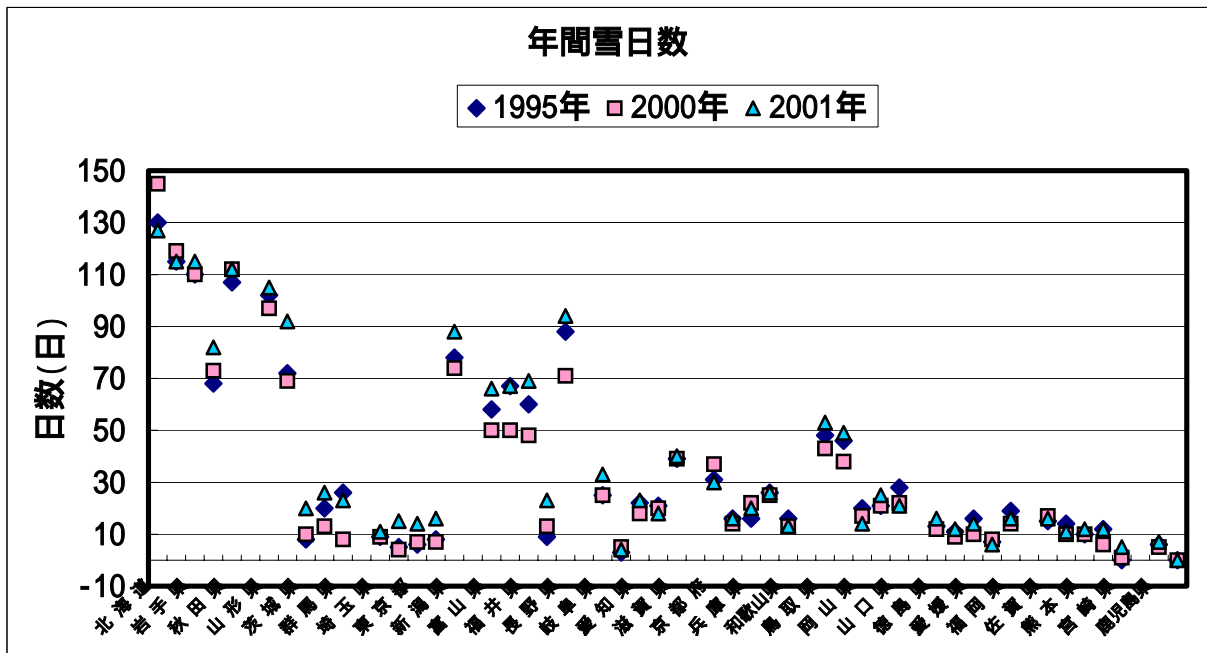


図5・3：年間雪日数（降雪日数）の全国分布

次に、年間降雪日数の年度ごとのヒストグラムを以下に示す。この作業から、日数のばらつきを評価することが可能となる（図5・4～図5・6を参照）。

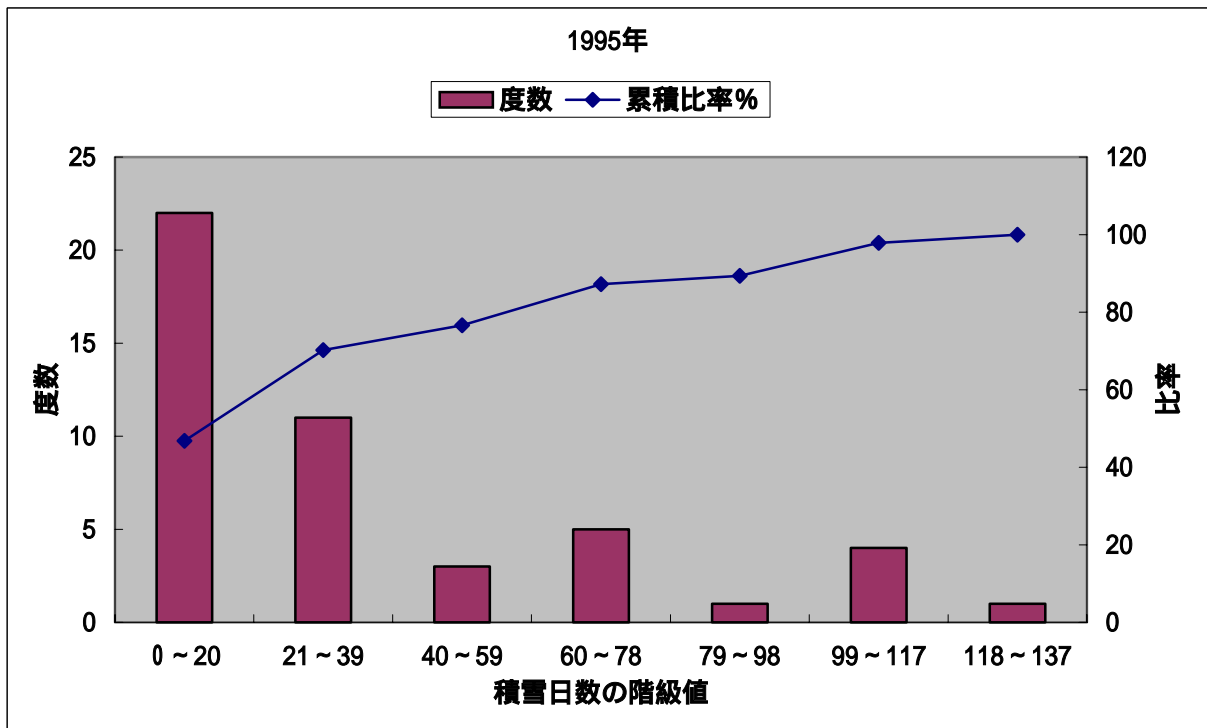


図5・4：1995年の年間雪日数（降雪日数）の度数分布

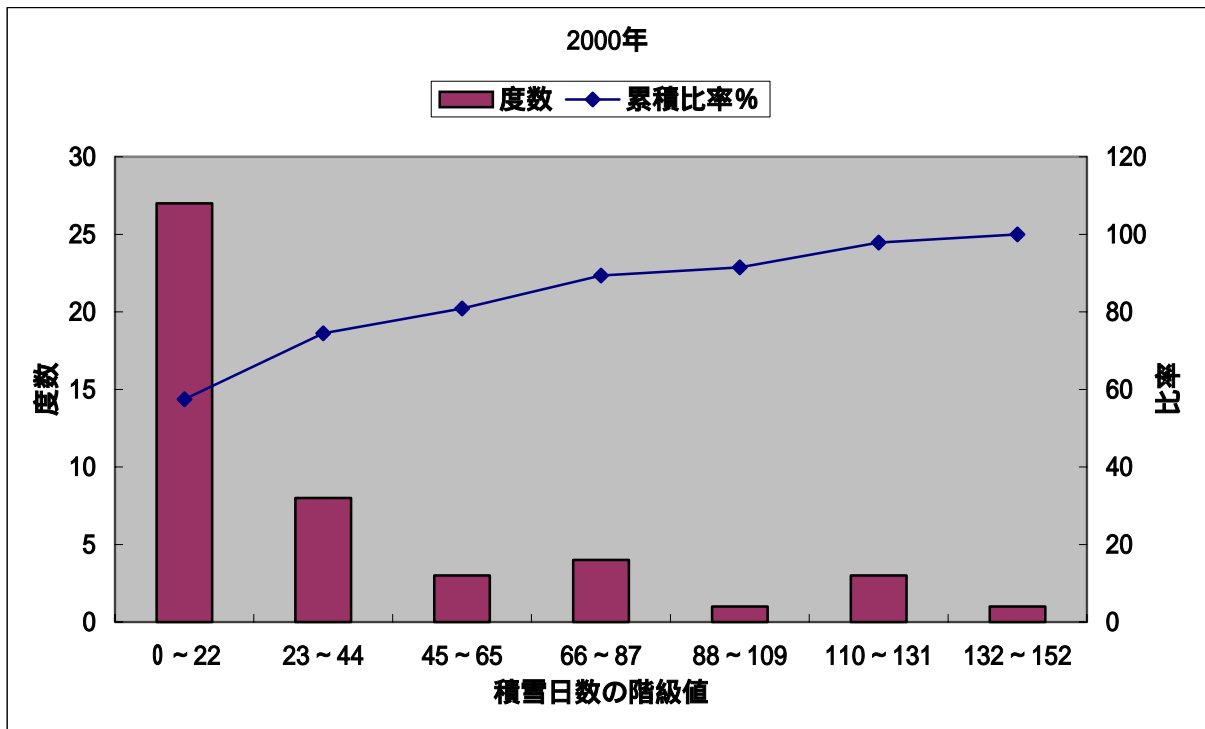


図 5 - 5 : 2000 年の年間雪日数（降雪日数の度数分布

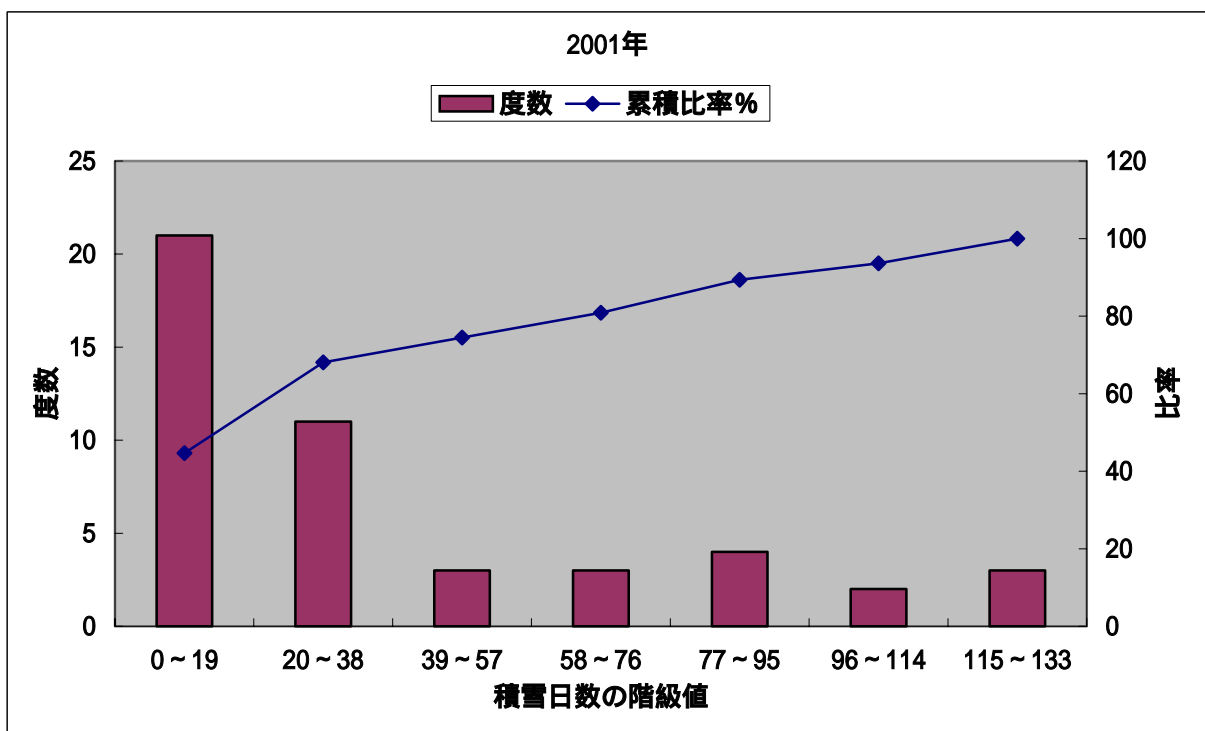


図 5 - 6 : 2001 年の年間雪日数（降雪日数の度数分布

新潟県の平均値は 1995 年が 78 日，2000 年は 74 日，2001 年は 88 日である。ヒストグラムで一番多い降雪日数の階級値は 20 日前後であり，2000 年が約 22 日と，大雪の 2001 年の 19 日を上回っている。



### 3) 年間降水量

雪に関連し、年間降水量を評価する必要がある。これは積雪深では融雪による日内変動があり、値がばらつくのに対し、降水量は継続雨量を求めているので、観測データの安定性が良い点を考慮した。

表5・2：年間降水量（気象庁資料による，単位：mm）

都道府県	1995年	2000年	2001年	3ヶ年の平均値	標準偏差	変動係数
北海道	1,241	1,445	1,125	1270.333	162.004	0.128
青森県	1,231	1,406	1,401	1346.000	99.624	0.074
岩手県	1,415	1,418	1,070	1301.000	200.057	0.154
宮城県	975	1,187	1,093	1085.000	106.226	0.098
秋田県	1,907	1,563	1,410	1626.667	254.543	0.156
山形県	1,206	1,165	1,141	1170.667	32.868	0.028
福島県	1,103	1,291	991	1128.333	151.596	0.134
茨城県	1,254	1,400	1,244	1299.333	87.323	0.067
栃木県	1,403	1,634	1,525	1520.667	115.561	0.076
群馬県	1,076	1,163	1,316	1185.000	121.503	0.103
埼玉県	1,198	1,324	1,376	1299.333	91.528	0.070
千葉県	1,095	1,329	1,482	1302.000	194.908	0.150
東京都	1,220	1,603	1,491	1438.000	196.924	0.137
神奈川県	1,440	1,558	1,631	1543.000	96.379	0.062
新潟県	2,078	1,641	1,708	1809.000	235.357	0.130
富山県	2,428	1,955	2,245	2209.333	238.509	0.108
石川県	2,654	2,126	1,921	2233.667	378.175	0.169
福井県	2,588	1,976	2,165	2243.000	313.367	0.140
山梨県	845	1,479		1162.000	448.306	0.386
長野県	980	788	926	898.000	99.015	0.110
岐阜県	1,718	1,680	1,580	1659.333	71.283	0.043
静岡県	1,618	2,306	2,009	1977.667	345.069	0.174
愛知県	1,393	1,736	1,415	1514.667	191.996	0.127
三重県	1,666	1,600	1,583	1616.333	43.844	0.027
滋賀県	1,682	1,475	1,480	1545.667	118.095	0.076
京都府	1,366	1,369	1,235	1323.333	76.514	0.058
大阪府	1,379	1,164	1,042	1195.000	170.625	0.143
兵庫県	1,191	1,027	864	1027.333	163.500	0.159
奈良県	1,287	1,320	1,189	1265.333	68.135	0.054
和歌山県	1,411	1,414	1,408	1411.000	3.000	0.002
鳥取県	2,087	1,926	2,086	2033.000	92.666	0.046
島根県	1,784	1,568	2,061	1804.333	247.128	0.137
岡山県	1,028	813	1,283	1041.333	235.284	0.226
広島県	1,390	1,139	1,556	1361.667	209.939	0.154
山口県	1,911	1,388	1,955	1751.333	315.424	0.180
徳島県	1,226	1,337	1,737	1433.333	268.776	0.188
香川県	999	857	1,103	986.333	123.488	0.125
愛媛県	1,393	1,150	1,502	1348.333	180.201	0.134
高知県	1,909	2,500	2,417	2275.333	319.957	0.141
福岡県	1,593	1,344	1,943	1626.667	300.916	0.185
佐賀県	1,857	1,711	1,925	1831.000	109.343	0.060
長崎県	1,545	1,561	1,559	1555.000	8.718	0.006
熊本県	1,876	1,826	1,799	1833.667	39.068	0.021
大分県	1,309	1,458	1,680	1482.333	186.693	0.126
宮崎県	2,042	2,594	2,651	2429.000	336.361	0.138
鹿児島県	2,758	2,667	1,990	2471.667	419.610	0.170
沖縄県	1,763	2,613	2,644	2340.000	499.937	0.214
全国平均	1,543	1,553	1,586	1560.667	22.502	0.014
標準偏差	453	442	434	443.000	9.539	0.022

表 5・2 から、年間降雪日数と比較して変動係数が大きいことが分かる。年度ごとのばらつきで、山梨が 0.3 を超え、これに次いで北陸地域でも変動幅が大きい傾向にある。ここで年間降水量の全国分布状況を図 5・7 に提示する。

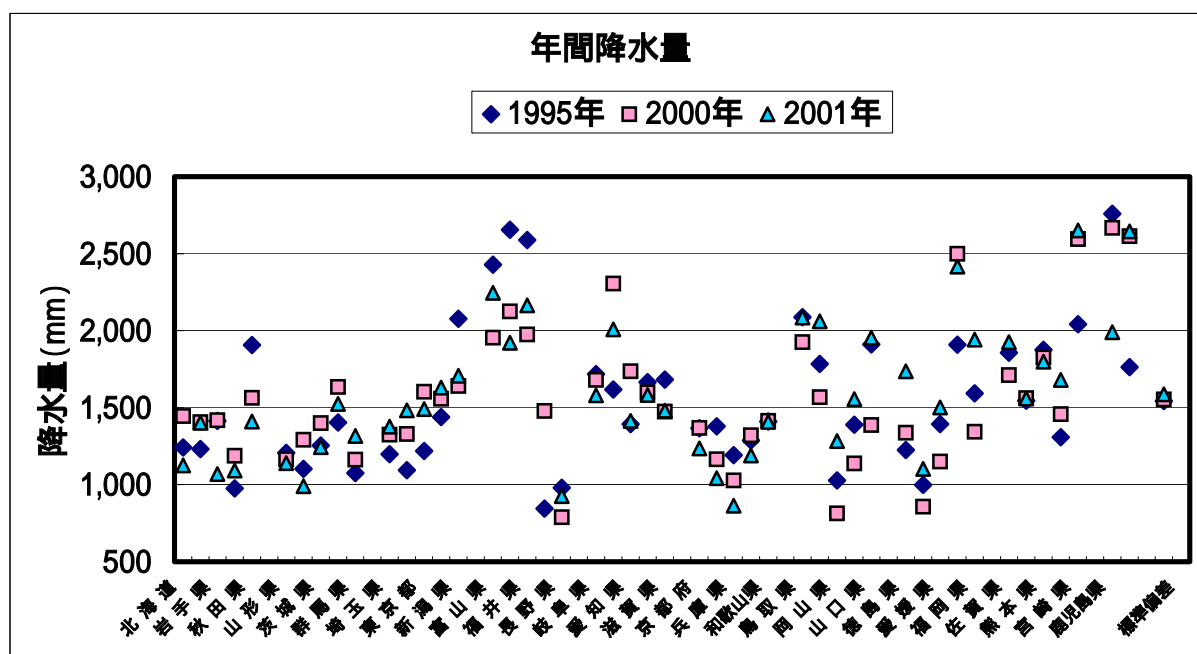


図 5・7：年間降水量の全国分布

表 5・2 と図 5・7 により、年間降水量の分布において九州地域と並んで新潟県が多雨傾向にある。ただ、5・3 節で後述するように新潟県では冬期に降水量が増加し、降雪が多いことと関係している。

#### 4) 年平均相対湿度

年間降水量の相違によって年平均相対湿度も影響される。表 5・3 に示すように、北陸地域では年平均相対湿度が高い傾向にある。ここで、表 5・2 で取り上げた年間降水量との相関関係を求める。結果は、1995 年では 0.419、2000 年は 0.317 と低下し、2001 年も同様に 0.321 と予想よりも両者の関係性が低かった。これは地形的な要因や雲量とも密接に関係するものと推測される。なお、年間降雪日数との関係では僅か 4 ヶ月の値と年平均値とを比較すること自体、基準が異なるので、相関係数を求める意義が統計的にも認められない。

表5・3：年平均相対湿度（気象庁資料による，単位：％）

都道府県	1995年	2000年	2001年	3ヶ年の平均値	標準偏差	変動係数
北海道	71	74	68	71.000	3.000	0.042
青森県	75	75	73	74.333	1.155	0.016
岩手県	75	75	73	74.333	1.155	0.016
宮城県	70	70	70	70.000	0.000	0.000
秋田県	72	72	71	71.667	0.577	0.008
山形県	74	74	75	74.333	0.577	0.008
福島県	68	68	69	68.333	0.577	0.008
茨城県	74	74	72	73.333	1.155	0.016
栃木県	68	70	68	68.667	1.155	0.017
群馬県	62	64	62	62.667	1.155	0.018
埼玉県	63	64	63	63.333	0.577	0.009
千葉県	66	71	68	68.333	2.517	0.037
東京都	60	60	59	59.667	0.577	0.010
神奈川県	66	65	64	65.000	1.000	0.015
新潟県	71	74	72	72.333	1.528	0.021
富山県	75	75	75	75.000	0.000	0.000
石川県	71	71	71	71.000	0.000	0.000
福井県	74	72	72	72.667	1.155	0.016
山梨県	63	64	64	63.667	0.577	0.009
長野県	72	72	71	71.667	0.577	0.008
岐阜県	67	69	66	67.333	1.528	0.023
静岡県	66	71	67	68.000	2.646	0.039
愛知県	64	66	64	64.667	1.155	0.018
三重県	67	67	67	67.000	0.000	0.000
滋賀県	74	72	71	72.333	1.528	0.021
京都府	67	67	64	66.000	1.732	0.026
大阪府	61	62	61	61.333	0.577	0.009
兵庫県	66	64	62	64.000	2.000	0.031
奈良県	70	73	71	71.333	1.528	0.021
和歌山県	65	67	65	65.667	1.155	0.018
鳥取県	73	72	73	72.667	0.577	0.008
島根県	76	74	74	74.667	1.155	0.015
岡山県	67	63	64	64.667	2.082	0.032
広島県	68	68	68	68.000	0.000	0.000
山口県	73	71	70	71.333	1.528	0.021
徳島県	65	67	66	66.000	1.000	0.015
香川県	66	66	65	65.667	0.577	0.009
愛媛県	66	67	65	66.000	1.000	0.015
高知県	64	70	68	67.333	3.055	0.045
福岡県	68	66	66	66.667	1.155	0.017
佐賀県	72	68	67	69.000	2.646	0.038
長崎県	70	69	68	69.000	1.000	0.014
熊本県	71	69	68	69.333	1.528	0.022
大分県	68	68	67	67.667	0.577	0.009
宮崎県	71	72	72	71.667	0.577	0.008
鹿児島県	69	68	68	68.333	0.577	0.008
沖縄県	74	75	72	73.667	1.528	0.021
全国平均	69	69	68	68.667	0.577	0.008
標準偏差	4	4	4	4.000	0.000	0.000

### 5) 年間日照時間と年平均気温

年平均相対湿度との関係で，年間日照時間の全国分布が重要となる。また，健康管理の点で，骨粗鬆症との関係でも注目される。ここで，表5・4に年間日照時間の全国分布状況を示す。

表5・4：年間日照時間（気象庁資料による）

都道府県	1995年	2000年	2001年	3ヶ年の平均値	標準偏差	変動係数
北海道	1,576	1,582	1,722	1626.667	82.616	0.051
青森県	1,520	1,503	1,581	1534.667	41.016	0.027
岩手県	1,542	1,702	1,745	1663.000	106.972	0.064
宮城県	1,760	1,845	1,836	1813.667	46.694	0.026
秋田県	1,357	1,453	1,466	1425.333	59.534	0.042
山形県	1,510	1,538	1,649	1565.667	73.514	0.047
福島県	1,704	1,791	1,692	1729.000	54.028	0.031
茨城県	1,961	2,057	2,061	2026.333	56.616	0.028
栃木県	2,010	1,985	2,058	2017.667	37.099	0.018
群馬県	2,259	2,176	2,200	2211.667	42.712	0.019
埼玉県	2,176	2,145	2,206	2175.667	30.501	0.014
千葉県	2,090	1,986	2,006	2027.333	55.185	0.027
東京都	2,028	1,963	1,977	1989.333	34.210	0.017
神奈川県	2,081	2,024	2,064	2056.333	29.263	0.014
新潟県	1,488	1,693	1,733	1638.000	131.434	0.080
富山県	1,504	1,739	1,724	1655.667	131.561	0.079
石川県	1,535	1,822	1,790	1715.667	157.278	0.092
福井県	1,497	1,800	1,738	1678.333	160.070	0.095
山梨県	2,318	2,249	2,337	2301.333	46.307	0.020
長野県	1,920	1,976	2,038	1978.000	59.025	0.030
岐阜県	2,244	2,132	2,133	2169.667	64.376	0.030
静岡県	2,360	2,114	2,204	2226.000	124.467	0.056
愛知県	2,289	2,162	2,147	2199.333	78.015	0.035
三重県	2,173	2,086	2,143	2134.000	44.193	0.021
滋賀県	1,878	1,915	1,892	1895.000	18.682	0.010
京都府	1,765	1,776	1,872	1804.333	58.859	0.033
大阪府	2,012	2,009	2,154	2058.333	82.863	0.040
兵庫県	1,923	1,980	2,101	2001.333	90.897	0.045
奈良県	1,759	1,809	1,913	1827.000	78.562	0.043
和歌山県	2,132	2,076	2,140	2116.000	34.871	0.016
鳥取県	1,512	1,755	1,724	1663.667	132.259	0.079
島根県	1,608	1,784	1,745	1712.333	92.436	0.054
岡山県	2,062	2,007	2,130	2066.333	61.614	0.030
広島県	2,102	2,065	2,103	2090.000	21.656	0.010
山口県	2,050	1,981	1,955	1995.333	49.095	0.025
徳島県	2,112	2,076	2,161	2116.333	42.665	0.020
香川県	2,088	2,077	2,114	2093.000	19.000	0.009
愛媛県	2,171	2,035	2,041	2082.333	76.846	0.037
高知県	2,326	2,189	2,220	2245.000	71.840	0.032
福岡県	1,953	2,002	1,911	1955.333	45.545	0.023
佐賀県	2,080	2,053	2,052	2061.667	15.885	0.008
長崎県	1,962	1,990	1,921	1957.667	34.704	0.018
熊本県	2,105	2,076	2,053	2078.000	26.058	0.013
大分県	2,136	2,050	2,040	2075.333	52.776	0.025
宮崎県	2,368	2,105	2,079	2184.000	159.878	0.073
鹿児島県	2,060	1,969	1,979	2002.667	49.903	0.025
沖縄県	1,653	1,605	1,602	1620.000	28.618	0.018
全国平均	1,930	1,934	1,961	1941.667	16.862	0.009
標準偏差	281	193	200	224.667	48.911	0.218

表5・4から、全国平均と比較し、新潟県と福井県は著しく低い。年間降水量とも関係しているが、ここで、年平均相対湿度との相関係数を求めたところ、年間降水量との関係よりも統計的に有意であり、年間日照時間と年平均相対湿度の関係は1995年が・0.685、2000年は・0.633、2001年で・0.686だった。

年間日照時間が少ないことで年平均気温に与える影響も大きく、95年が0.514、00年は0.481、01年0.404で、統計的に有意である。改めて新潟県は雪が多いことが浮き彫りとなる。このことから、積雪寒冷期地震防災とともに、多雪年に照準を合わせた雪害予防策が不可欠となる(表5・5と図5・8を参照)。

表5・5：年平均気温(気象庁資料による,単位: )

都道府県	1995年	2000年	2001年	3ヶ年の平均値	標準偏差	変動係数
北海道	9.2	9.0	8.3	8.833	0.473	0.053
青森県	10.7	10.7	9.9	10.433	0.462	0.044
岩手県	10.3	10.6	9.9	10.267	0.351	0.034
宮城県	12.6	12.9	12.2	12.567	0.351	0.028
秋田県	11.8	12.2	11.6	11.867	0.306	0.026
山形県	11.6	12.2	11.6	11.800	0.346	0.029
福島県	13.0	13.5	12.8	13.100	0.361	0.028
茨城県	13.6	14.2	13.7	13.833	0.321	0.023
栃木県	13.7	14.3	14.0	14.000	0.300	0.021
群馬県	14.5	14.9	14.8	14.733	0.208	0.014
埼玉県	15.0	15.5	15.2	15.233	0.252	0.017
千葉県	15.9	16.2	15.8	15.967	0.208	0.013
東京都	16.3	16.9	16.5	16.567	0.306	0.018
神奈川県	15.8	16.2	15.9	15.967	0.208	0.013
新潟県	13.7	14.3	14.0	14.000	0.300	0.021
富山県	13.6	14.6	14.3	14.167	0.513	0.036
石川県	14.3	15.1	14.8	14.733	0.404	0.027
福井県	14.0	14.9	14.6	14.500	0.458	0.032
山梨県	14.5	15.1	14.6	14.733	0.321	0.022
長野県	11.5	12.2	11.8	11.833	0.351	0.030
岐阜県	15.5	16.2	16.0	15.900	0.361	0.023
静岡県	16.4	16.8	16.6	16.600	0.200	0.012
愛知県	15.4	16.2	16.0	15.867	0.416	0.026
三重県	15.6	16.4	16.1	16.033	0.404	0.025
滋賀県	14.1	15.1	14.9	14.700	0.529	0.036
京都府	15.4	16.2	16.1	15.900	0.436	0.027
大阪府	16.6	17.2	17.1	16.967	0.321	0.019
兵庫県	15.7	17.0	16.9	16.533	0.723	0.044
奈良県	14.5	15.1	15.1	14.900	0.346	0.023
和歌山県	16.2	16.8	16.7	16.567	0.321	0.019
鳥取県	14.4	15.1	14.9	14.800	0.361	0.024
島根県	14.4	15.3	15.0	14.900	0.458	0.031
岡山県	15.6	16.5	16.3	16.133	0.473	0.029
広島県	15.9	16.5	16.3	16.233	0.306	0.019
山口県	15.0	15.7	15.6	15.433	0.379	0.025
徳島県	16.3	16.7	16.5	16.500	0.200	0.012
香川県	16.0	16.7	16.5	16.400	0.361	0.022
愛媛県	16.1	16.7	16.6	16.467	0.321	0.020
高知県	16.4	17.1	17.2	16.900	0.436	0.026
福岡県	16.5	17.2	17.1	16.933	0.379	0.022
佐賀県	16.0	16.7	16.7	16.467	0.404	0.025
長崎県	16.6	17.3	17.4	17.100	0.436	0.025
熊本県	16.2	17.1	17.2	16.833	0.551	0.033
大分県	15.9	16.8	16.8	16.500	0.520	0.031
宮崎県	17.3	17.9	17.7	17.633	0.306	0.017
鹿児島県	17.8	18.8	18.9	18.500	0.608	0.033
沖縄県	22.6	23.0	23.4	23.000	0.400	0.017
全国平均	14.9	15.5	15.3	15.233	0.306	0.020
標準偏差	2.2	2.3	2.5	2.333	0.153	0.065

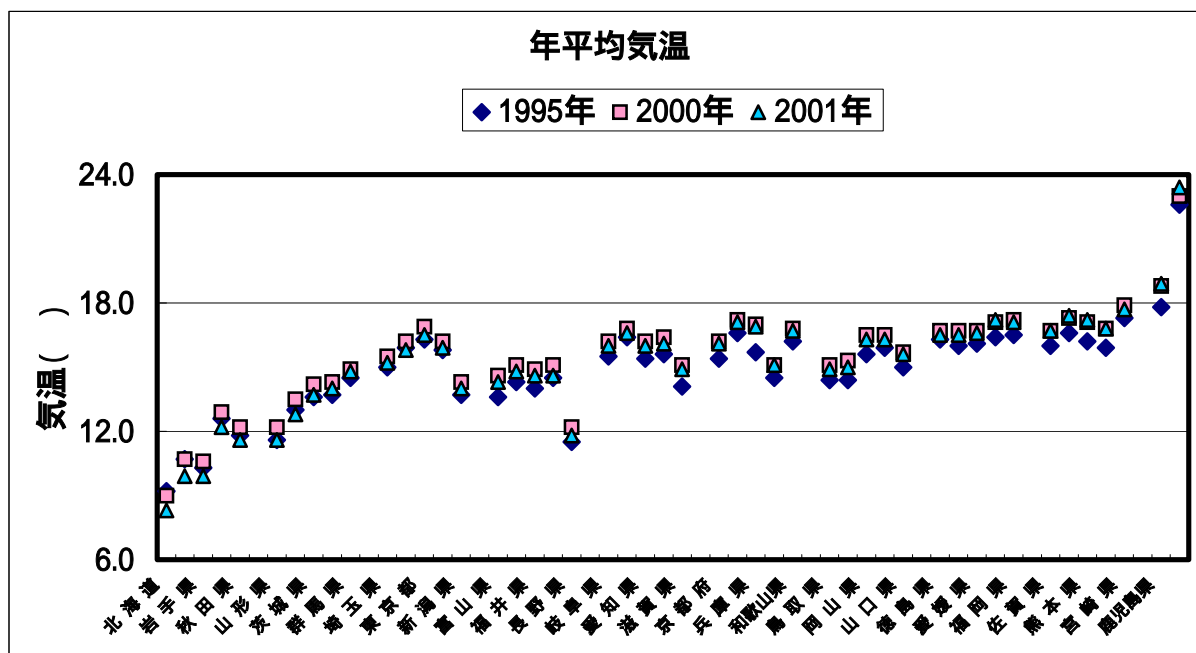


図 5 - 8 : 年平均気温の全国分布

#### 6) 各種気象要素に見る新潟県の位置付け

定性的に言われている雨が多く、太陽が少ない新潟、とのイメージを定量的に評価した。基本統計量、ヒストグラムから年間降雪日数が多く、年によるばらつきが大きい。年平均気温は北海道や東北と比較すると高いものの、全国平均よりは低い。ただ、5.3.節で後述するように、新潟県の地域によっては積雪深が北海道や東北地域よりも値が大きい地域がある。過去に積雪期地震に見舞われ、被害が生じている十日町市、津南町等が該当する。

ここまで示した新潟県の気象特性の全国での位置付けを踏まえ、以下では県内の地域ごとの詳細な分析を行い、豪雪の記録との対比を通じ、防災対策上、留意すべき事項に触れる。

### 5.3. 新潟県内各地での年平均気温と降積雪の概況

積雪寒冷期の地震防災対策を充実させるうえで、新潟県の気象の概要を認識する必要が生じてくる。と言うのも、新潟県は地域によって気温や降積雪量が大きく異なり、また、北海道や東北地方と比較して気象状況の年変動が非常に大きいからである。即ち、どこを基準にして冬の地震に備えるかがキーワードとなってくる。本論文では気温や雪の基本統計量を算出し、各災害との関連性について触れるが、その前段として、ここでは新潟地方気象台のホームページに掲載されている県内の気象概況を網羅し、地震との関係を考察する。なお、アドレスは <http://www.tokyo-jma.go.jp/home/niiigata/> である。

まず、冬期の気温分布を示す。図 5.9 から、地震が多発している中越地域は低温傾向にあることが分かる。ただ、気温分布だけでは判然とせず、海岸部での冬期の平均風速 (5 ~ 6 m) は内陸部 (1 ~ 3 m) よりも強風傾向にあり、新潟市等、気温が高くて体感温度が低くなる点を考慮しなくてはならない。人間工学の領域では風速 1 m で 1 下がることは通説として認識されている。図 5.9 はアメダスの平年値 (1979 年 ~ 2000 年までの平均値) を基にしている。

## 新潟県：気温分布図 冬(12月～2月アメダス平年値)

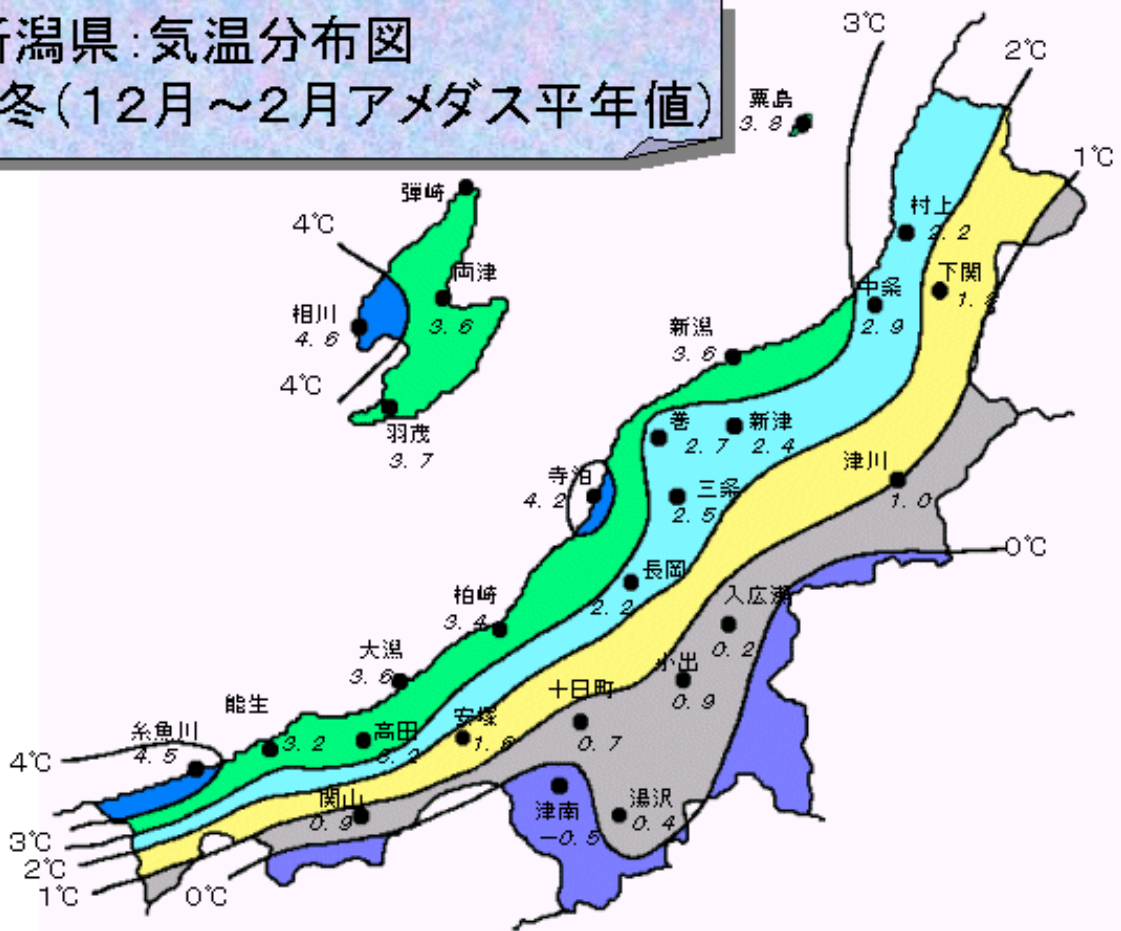


図 5・9：新潟県の冬期の気温分布（1979年～2000年）

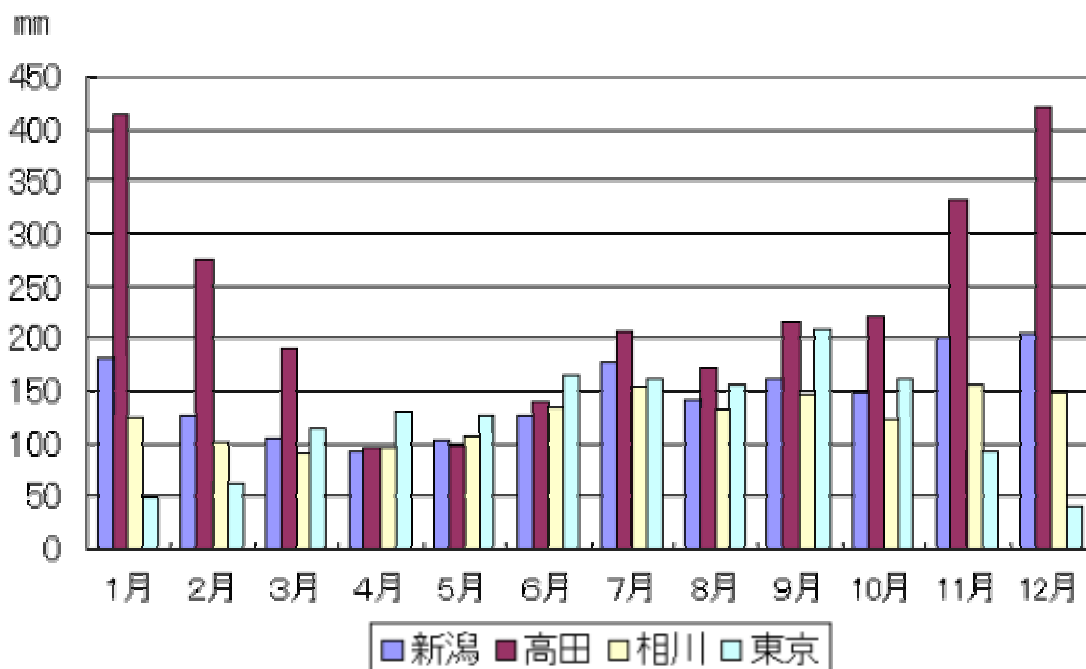
気温分布の地域特性をまとめると次のようになる。県境の山間部で気温が最も低く、冬は山沿いの地域と海岸・平野部との気温差が最大となる。このことは表 5・6 に示した都市間の比較からも分かる。

表 5・6：気温の月別平年値（1971～2000年の平均値，単位：℃）

	新潟	高田	相川
1月	2.6	2.2	3.6
2月	2.5	2.1	3.4
3月	5.4	4.9	5.8
4月	11.2	11.3	11.0
5月	16.1	16.3	15.0
6月	20.4	20.5	19.3
7月	24.5	24.5	23.3
8月	26.2	26.0	25.7
9月	22.0	21.6	21.7
10月	16.0	15.6	16.5
11月	10.2	10.0	11.3
12月	5.3	5.1	6.9

次に降水現象を再確認する。太平洋側では梅雨期がピークであるのに対し、日本海側は冬に降水が多い。地震による避難者が発生した場合、避難者の体力を急速に奪う点に留意しなければならない。これは1927年3月に関西地方で発生した北丹後地震が典型例である。3月とは言え、寒暖の差が激しく、現在と異なり、屋内の避難施設が充実しておらず、冷雨に晒されたことによる衰弱死が相次いだ。この地震による死者は2,900人を超えた。

1961年2月に発生した長岡地震では凍死の報告はなかったが、雪による避難行動が阻害され、これを教訓に、県では防災計画に雪がある時の地震防災対策を盛り込んだ経緯がある。



地点	新潟	高田	相川	東京
年降水量 (mm)	1775.8	2779.0	1514.1	1466.7

図5・10：新潟県の年間降水量分布の比較（1979年～2000年）

気象官署で観測されている雪日数については地域間で大きな違いは認められないが（表5・7を参照）、雪の量そのものは地域によって大きく異なる（図5・11を参照）。下越では概して雪は少ないが、海岸部では冬期の強風傾向であることから、ブリザードや吹雪になる確率が高い。一方、山間部では風は弱いものの、特に湯沢町周辺では激しい気象擾乱に見舞われ、雪崩や屋根雪処理中の事故の危険性が増大する。

表5・7：雪日数の月平均（1971～2000年）

	新潟	高田	相川
1月	22.8	21.9	22.4
2月	20.2	19.9	19.6
3月	11.8	11.6	11.5
4月	1.0	1.2	1.3
11月	2.2	2.2	2.8
12月	12.8	12.5	12.8



## 新潟県：最深積雪平年値分布図

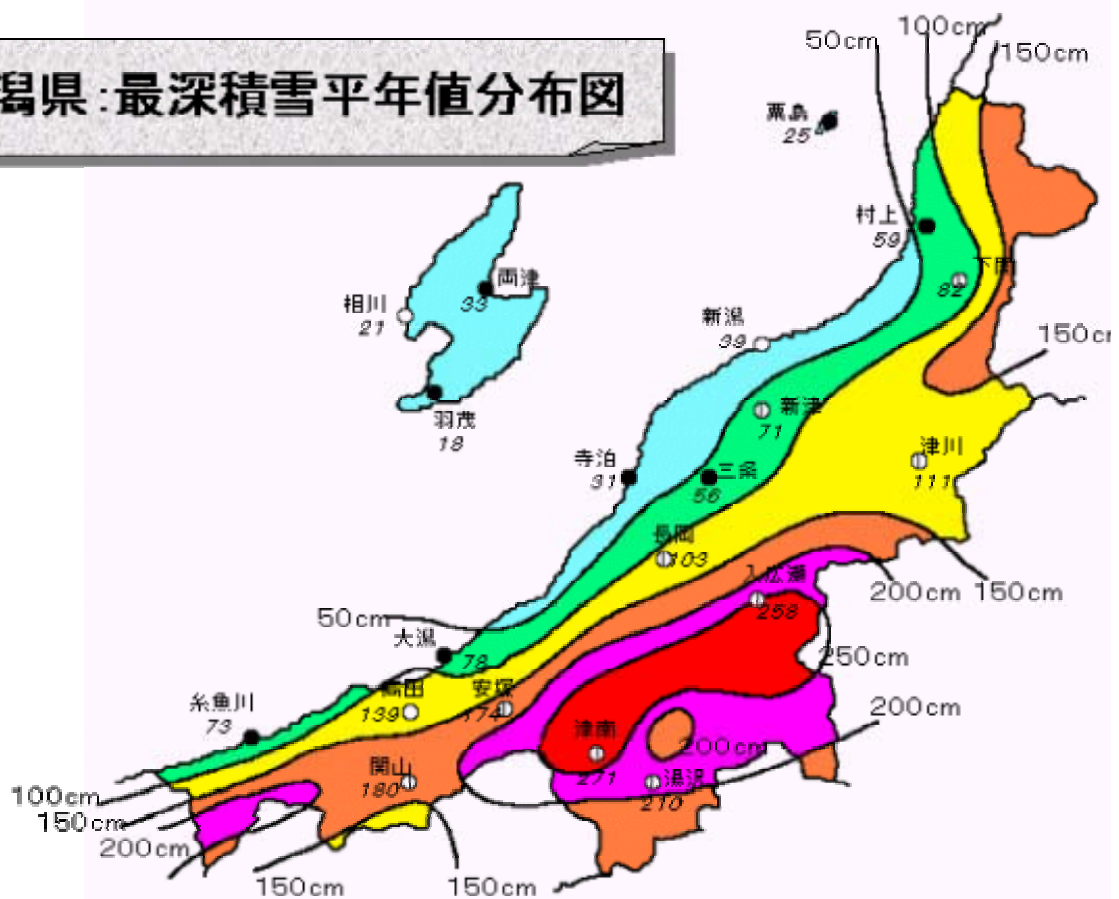


図5・11：新潟県の最深積雪平均値分布（気象官署：1971年～2000年，アメダス観測：1980年～2000年，委託観測所：1978年～2000年）

### 5.4. 新潟市における冬期の気象状況の特性

5.3.節では新潟県全体をマクロに捉えているため、各地域ごとの気象特性（平均気温や降積雪状況等）の把握は不可能である。本論文は全体を通じ、積雪寒冷期地震防災対策の方向性を考察することにある。そこで、過去に新潟地震に見舞われた新潟市を取り上げるに至った。同市は気象官署の観測重点箇所であり、気象データの蓄積が充実していること、冬期には強風傾向にあり、十日町市や長岡市と同様、積雪寒冷期を想定した地震防災が不可欠となっている。この問題意識に立脚し、気象要素ごとに、基本統計量とヒストグラムによる分析を通じ、新潟市の気象特性を考察した。同市では積雪寒冷期に被害地震が発生していないことから、冬期の地震を想定した防災対策における活用法に言及する。

#### 1) 新潟市を対象とした年平均気温と風環境の年次推移とその統計解析結果

ここで、新潟市を取り上げた事由として、積雪寒冷期には被害地震は発生していないものの、1964年6月16日に新潟地震(マグニチュード7.5)が起こっていること、冬期には強風傾向にあるのみならず、雷による激しい気象擾乱に見舞われ、年間数回以上、豪雨や停電となる(11月と12月に集中)こと、新潟市内でも少なからず降雪が観測されること、以上の点から、同市を取り上げることにした。

ここでは1, 2, 3, 4, 11, 12月と年平均気温の推移を表5・8に示す。

表5-8：1961～2001年の新潟市における月別平均気温の推移（出典：新潟地方気象台）

	1月	2月	3月	4月	11月	12月	年平均
1961年	0.9	1.6	4.8	11.4	10.5	5.5	13.7
1962年	2.6	2.8	4.8	11.1	9.6	5.8	13.4
1963年	1.2	1.9	4.7	11.5	9.9	5.9	13.1
1964年	3.3	1.7	5.1	12.5	9.6	5	13.3
1965年	2.3	1.9	3.9	8.3	9.8	4.2	12.5
1966年	1.9	3.4	6	10.7	9.3	3	13
1967年	1.5	1.8	5.7	10.9	9.3	3.3	13.1
1968年	1.8	0.8	5.6	11	10.5	7.2	13.2
1969年	1.5	1.7	3.7	10.8	9.5	2.9	12.6
1970年	0.8	2.3	1.8	10	9.2	3.6	12.8
1971年	2.3	2.5	4.5	10.3	9.9	4.3	13
1972年	4.4	2.9	5.8	11.2	9.7	5.5	13.5
1973年	3.9	3.7	4.1	12.1	8.8	2.5	13.3
1974年	1.8	1.5	3.7	10.7	8.4	3.4	12.6
1975年	1.4	1.3	4.8	11.7	11	4.1	13.4
1976年	1.5	2.9	5.2	9.9	8.3	4.3	12.4
1977年	-0.2	0.7	5.6	10.3	11.7	6.2	13.1
1978年	2.8	0.4	4.9	10.8	10	5.7	13.6
1979年	3.5	4.9	5.8	10.1	11.7	7	14.1
1980年	2.6	1.4	4.3	10	10.4	4.7	12.9
1981年	1.2	1.9	5.2	10.5	7.8	5.1	12.6
1982年	2.5	2	6	11.3	11.4	6.3	13.6
1983年	2.9	1.5	5.5	13.4	9.3	3.7	13.4
1984年	0.5	-0.2	2.4	9.2	9.3	4.4	12.7
1985年	0.1	3.2	5	11.9	10	3.5	13.4
1986年	1	0.7	5.3	11	9.3	6.1	12.9
1987年	2.3	3.1	5.5	10.7	10.5	5.9	13.9
1988年	3.7	0.8	4.9	10.7	8	5.1	13
1989年	4.8	4.4	6.9	11.7	11.7	6.1	14.2
1990年	1.9	5.6	7.1	12.1	12.6	7.5	14.9
1991年	3	2.4	5.7	12	9.8	6.4	13.9
1992年	3.9	2.9	6.5	11.8	10.9	6.2	13.8
1993年	4.1	4.5	5.6	10.2	11.6	5.6	13.2
1994年	2.5	3.2	4.5	11.9	10.8	5.6	14.5
1995年	2.4	3.2	6.1	12	9.6	4.7	13.7
1996年	2.5	1.9	5.3	9.7	10.4	5.6	13.3
1997年	3.5	3.5	6.3	11.2	11.6	6.3	14
1998年	2.2	3.7	6.7	13.6	10.3	6.3	14.5
1999年	3.1	2.6	6.7	12	11.3	5.3	14.4
2000年	4.4	2.2	5.4	11.4	10.9	5.1	14.3
2001年	1.5	2.1	5.9	12	10.3	4.7	14

表5-8からも明らかなように、月別平均気温の変動があることが分かる。以下に月ごとにまとめた平均気温の基本統計量を表5-9に示す。

表5-9：1961年～2001年の新潟市における月別平均気温の基本統計量

	1月	2月	3月	4月	11月	12月	年平均
平均( )	2.337	2.373	5.202	11.112	10.110	5.112	13.434
標準偏差( )	1.205	1.251	1.095	1.040	1.095	1.229	0.616
最大( )	4.8	5.6	7.1	13.6	12.6	7.5	14.9
最小( )	-0.2	-0.2	1.8	8.3	7.8	2.5	12.4
最頻値( )	1.5	1.9	4.8	10.7	9.3	4.7	13.4
変動係数	0.516	0.527	0.211	0.094	0.108	0.240	0.046

近年では地球温暖化が言われ、雪に係る議論は一般的に希薄になってきているが、上記の2つ表からも明らかなように、新潟市では月別平均気温が年によって大きく異なる。また、1、2月の平均気温の年変動幅が非常に大きく、年によって寒暖の差が激しいことを意味している。

これ等の表を踏まえた場合、備蓄品で携帯カイロや防寒具を寒い年に照準を合わせて確保しておく必要がある。というのも、変動係数が0.5であり、前年が温暖でも次の年には一変する要素を多分に含んでいることを指し示している。これは雪の量でも0.5前後あり、北海道や東北地方での0.2前後とは対照的である。なお、備蓄品の管理等は予算面で大きな負担とならない点にも留意したい。

次に月別平均気温の推移をグラフに示す。これ等のグラフからも1、2、3月の平均気温の年変動が大きいことが理解され、温暖化傾向が進んでいるとは言え、年によっては気温が低い傾向にある。なお、統計的には月平均気温の扱いは、個票が41として捉え、煩雑になることから、各月ごとに示した。なお、7章で取り上げる受診行動に及ぼす気象状況の影響の分析に準拠し、一冬を11～4月という具合に分析する方が連続のデータを扱うことになり、整合性がある。この考え方に準拠し、ここでも11、12、1、2、3、4月、年平均気温の順に示すことにする。

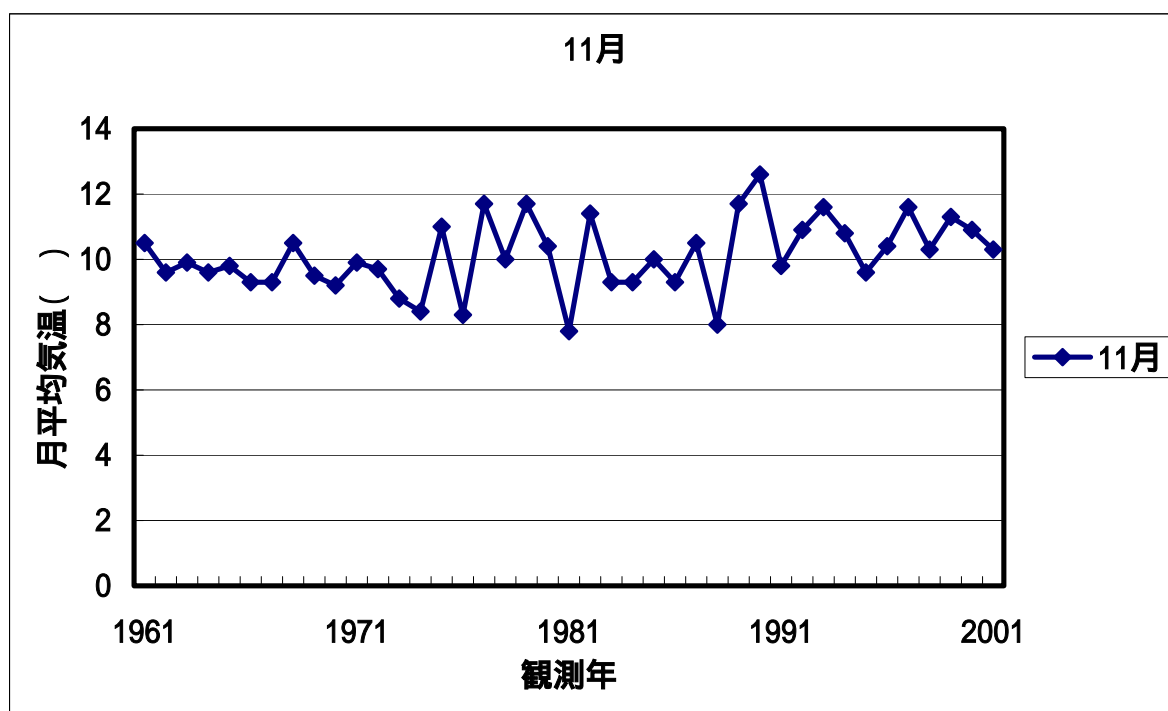


図5-12：新潟市の11月の平均気温の年次推移(1961年～2001年)

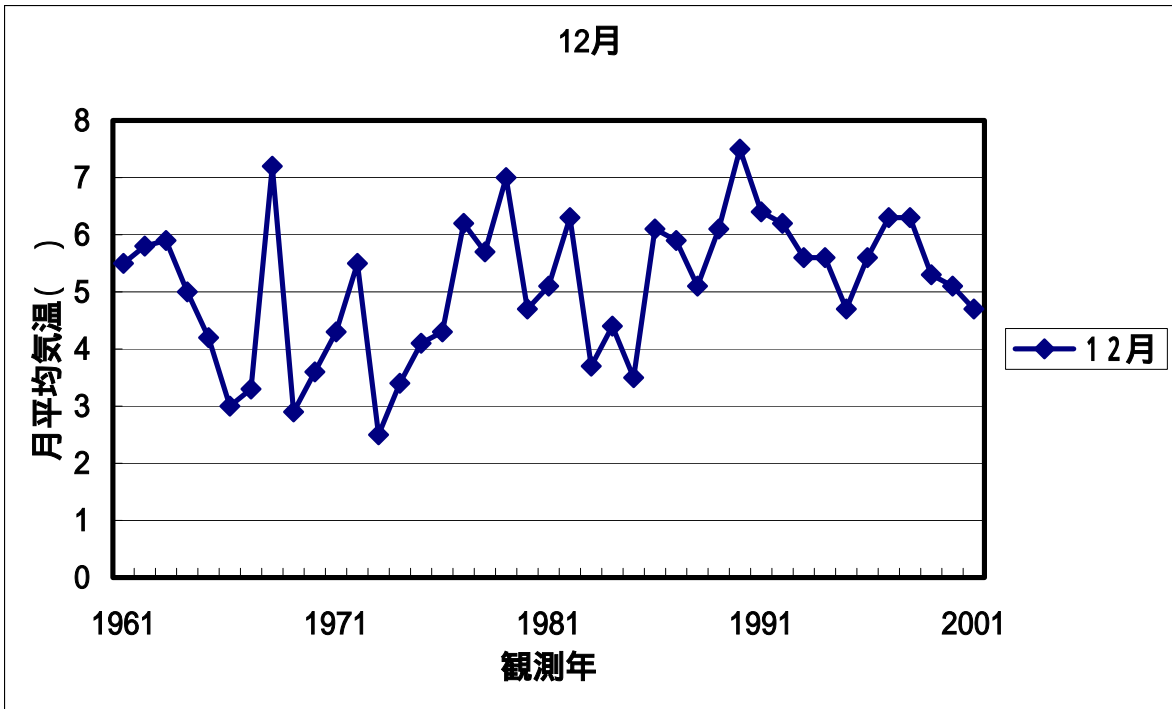


図5 - 13 : 新潟市の12月の平均気温の年次推移 (1961年～2001年)

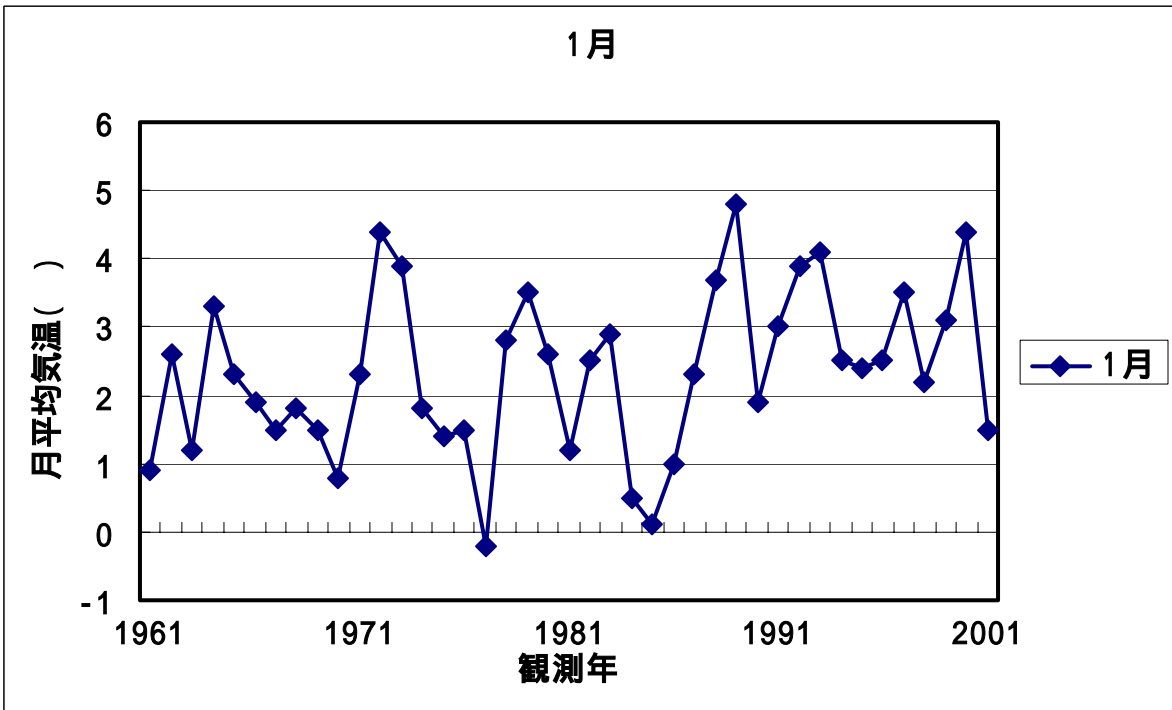


図5 - 14 : 新潟市の1月の平均気温の年次推移 (1961年～2001年)

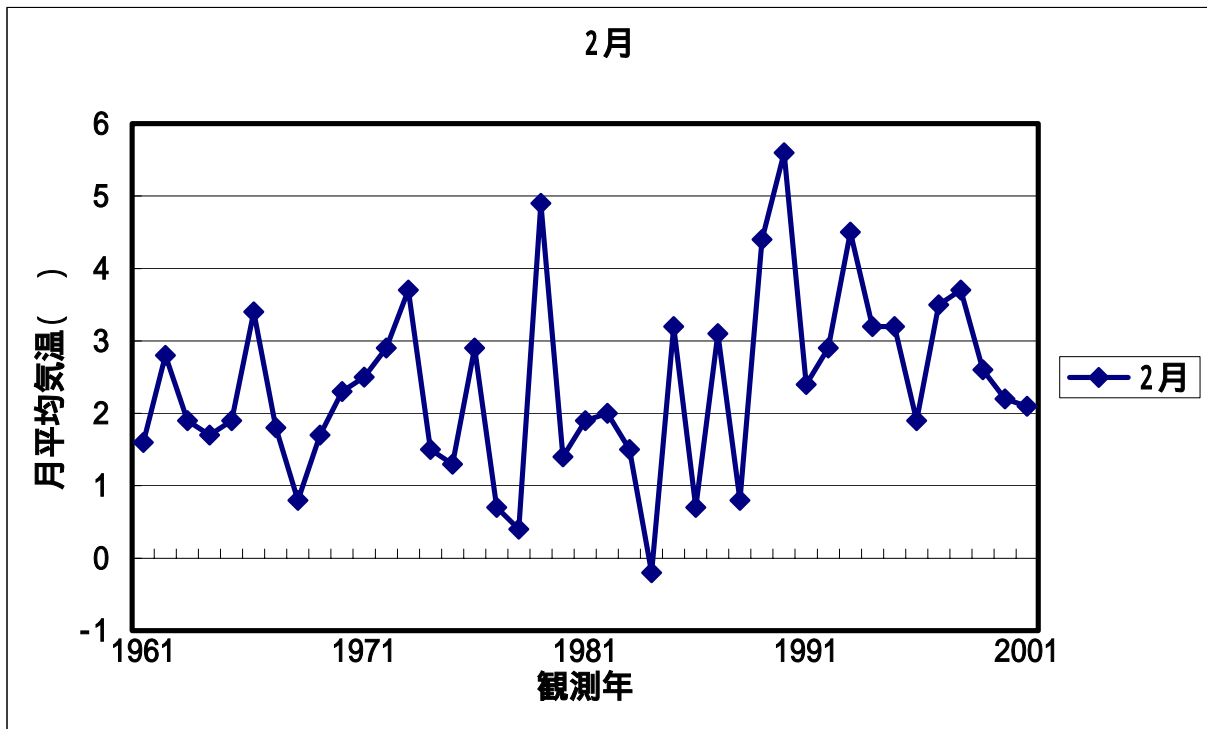


図5・15：新潟市の2月の平均気温の年次推移（1961年～2001年）

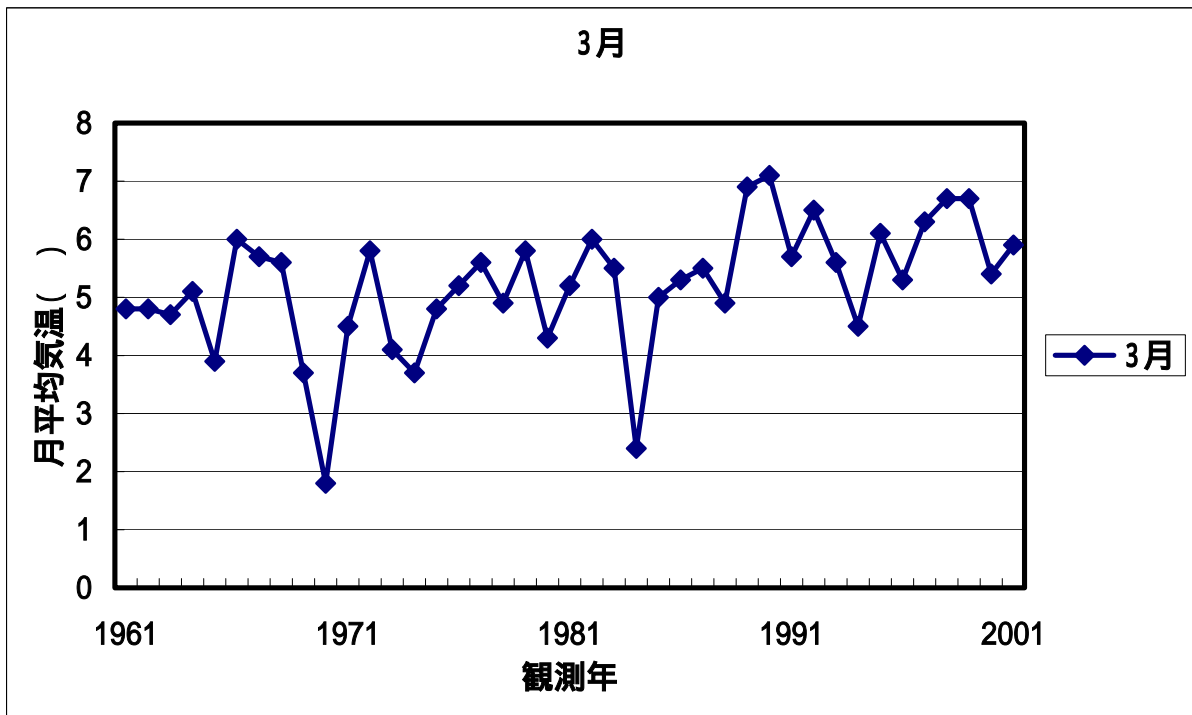


図5・16：新潟市の3月の平均気温の年次推移（1961年～2001年）

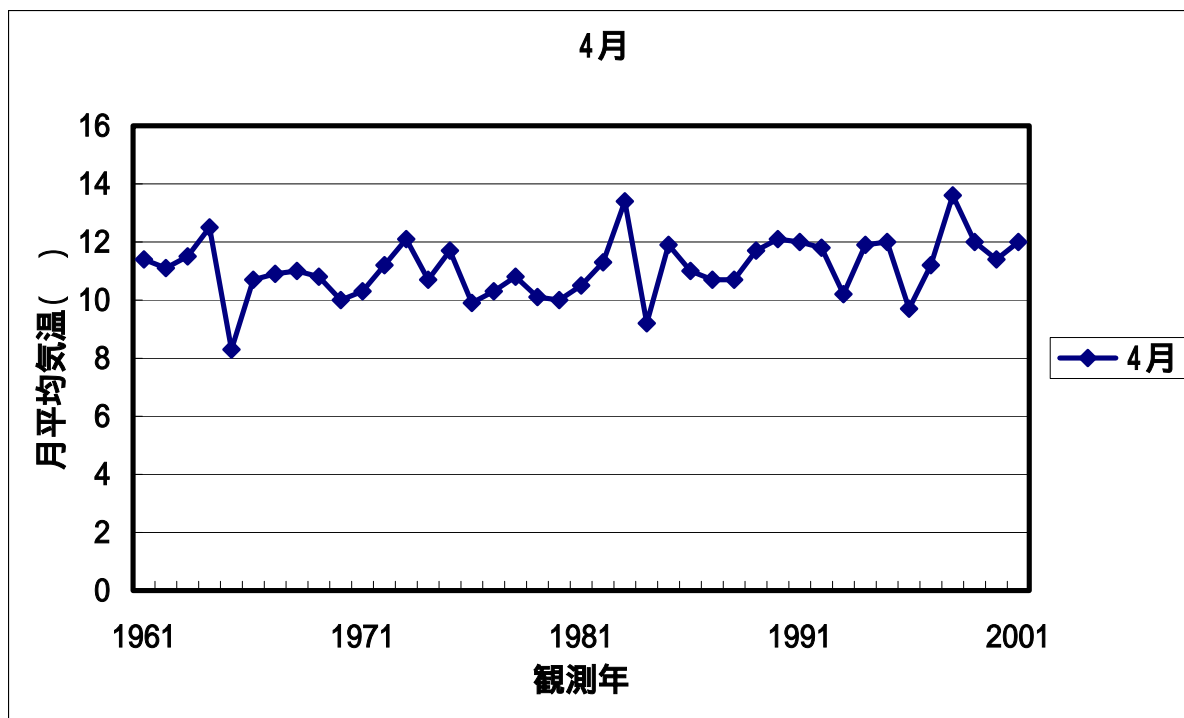


図5-17：新潟市の4月の平均気温の年次推移（1961年～2001年）

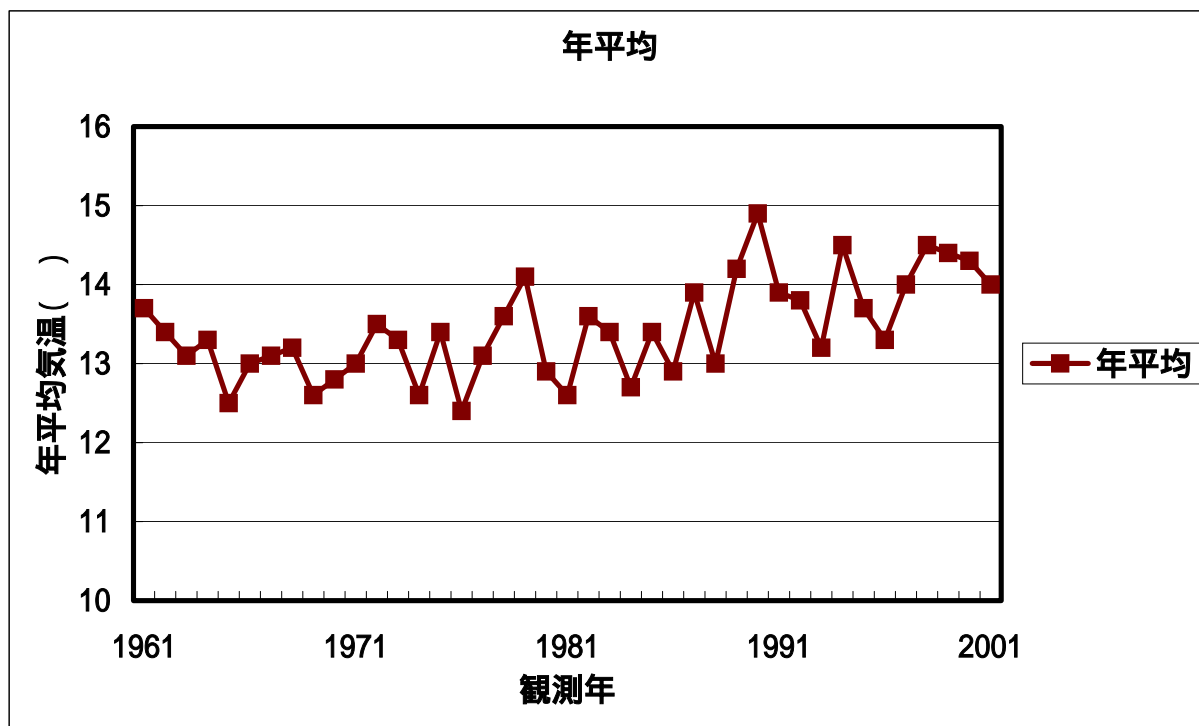


図5-18：新潟市の年平均気温の年次推移（1961年～2001年）

図5・12～図5・18から、冬期で月別平均気温の変動幅が大きいことが分かる。海岸部に位置する新潟市は冬期に強風傾向となっている。この状況について、過去40年以上の観測値を表5・10に示す。

表5・10：1961年～2001年の新潟市における平均風速，最大風速，最大瞬間風速  
(出典：新潟地方気象台，単位：m/s)

	平均風速	最大風速	風向	観測日	最大瞬間風速	風向	観測日
1961年	4.1	30.7	西南西	9月16日			
1962年	4	17.7	西北西	3月16日			
1963年	3.9	22.2	西南西	1月21日			
1964年	3.8	20.5	西南西	3月16日			
1965年	4.1	24	北北西	9月18日			
1966年	4.3	22.5	西北西	1月24日			
1967年	4	21.5	西南西	12月29日	30		12月29日
1968年	4	18.8	西南西	1月14日	27.4		1月14日
1969年	3.9	19.2	西南西	12月3日	31.8		12月3日
1970年	4	21.7	西	11月11日	32.8		11月11日
1971年	3.8	18	北北西	1月5日	29.4		1月16日
1972年	3.8	19.3	西	1月22日	31.3		4月1日
1973年	3.9	20.3	西	12月22日	32.5		3月24日
1974年	3.9	19.5	西南西	3月22日	32.5		2月26日
1975年	3.2	21.2	北西	8月23日	33.1		8月23日
1976年	3.3	17.5	西南西	10月29日	30.2		10月29日
1977年	3.1	15.8	西	4月3日	26.6		1月23日
1978年	3.1	15	北西	2月23日	26.3	北北西	1月10日
1979年	2.9	19.1	西南西	3月31日	33	西南西	3月31日
1980年	2.9	18.4	西南西	10月26日	29.3	西南西	10月26日
1981年	3.7	20.7	北西	8月23日	37.5	北西	8月23日
1982年	3.8	18.9	北北東	9月12日	31.8	西北西	1月7日
1983年	3.8	16.7	西	12月23日	27.8	西北西	3月18日
1984年	3.6	14.4	西南西	12月18日	29	西北西	12月18日
1985年	3.6	16	西	1月13日	26	西	1月12日
1986年	3.7	16.1	北西	10月16日	28.1	西	12月11日
1987年	3.8	18.7	西	3月25日	29.8	西南西	3月25日
1988年	3.8	18.6	西	1月23日	29.6	西	12月15日
1989年	3.6	14.8	西	11月19日	26.4	西南西	4月16日
1990年	3.6	18.4	西南西	12月2日	31	西南西	12月2日
1991年	3.6	24	西南西	9月28日	45.5	西南西	9月28日
1992年	3.6	19.8	西	12月14日	35.8	西南西	12月14日
1993年	3.7	15.6	西	12月17日	28.1	南西	9月4日
1994年	3.7	16.3	西南西	12月14日	30.4	西南西	12月14日
1995年	3.7	18.6	西南西	11月8日	31.2	西南西	11月8日
1996年	3.6	15.5	西南西	4月19日	28	南西	8月15日
1997年	3.7	15.7	北	6月29日	28.8	西	12月12日
1998年	3.6	20.4	西南西	11月17日	38.8	西北西	11月3日
1999年	3.6	17.2	南西	5月25日	35.4	南西	5月25日
2000年	3.8	16.8	西南西	2月27日	35.8	西南西	12月24日
2001年	3.7	16.1	西南西	12月30日	29.7	南西	12月30日

表5・10から最大風速，最大瞬間風速ともに冬期に集中する傾向が見られ，月別平均気温が5前後の場合，体感温度は氷点下に相当する（風速1mで1低下）。このことから，少雪でも，新潟市を初めとする海岸部においても冬期の地震防災対策を充実させることが必須となる。積雪寒冷期地震防災の必要性を如実に示すものとして，最大風速と最大瞬間風速のヒストグラムを図5・19，図5・20に示す。

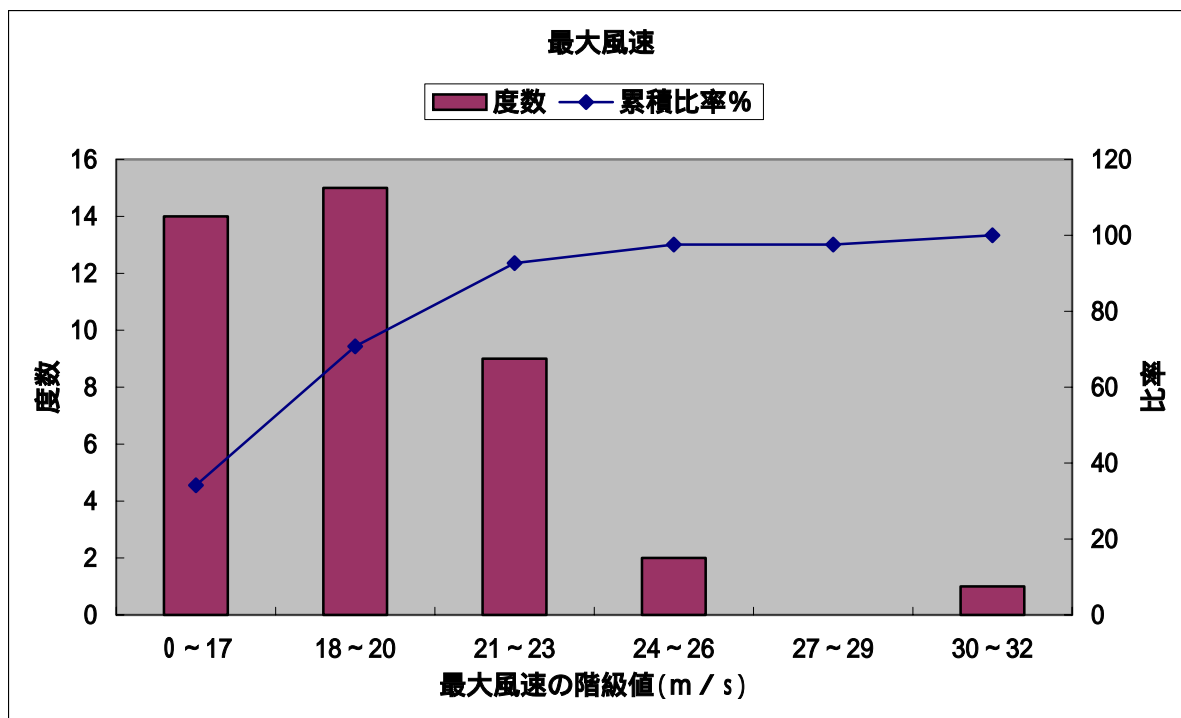


図5・19：新潟市の最大風速の度数分布（1961年～2001年）

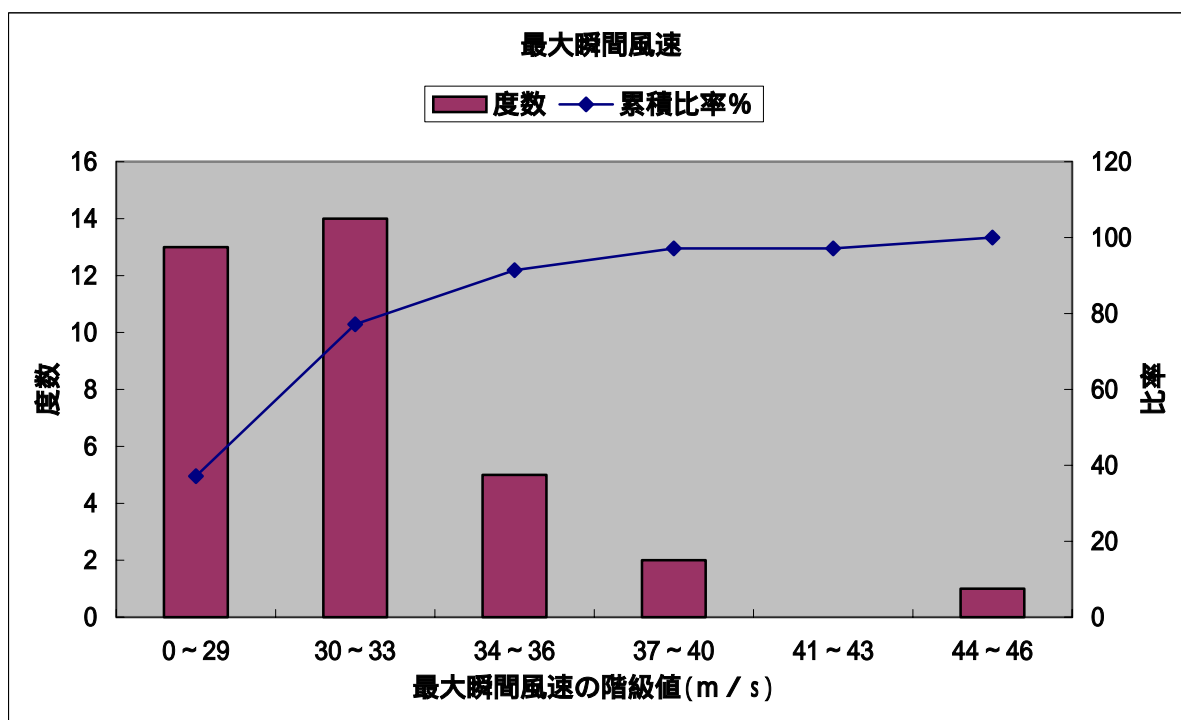


図5・20：新潟市の最大瞬間風速の度数分布（1961年～2001年）

図5・19と図5・20から、風速の発現頻度（階級値）は最大風速20m、最大瞬間風速30m前後に集中している。年別に観測された最大風速と最大瞬間風速の発生状況を見ると、11、12、1、2、3、4月の半年間を対象に見たところ、最大風速では30/42、最大瞬間風速では27/35と冬期の発生頻度が



高い。このことから、冬期の気象状況が厳しいことが分かる。

ここで新潟市が冬期に強風傾向となる点を鮮明にするため、上越地域に属する高田との比較による、風速 10m/s、ならびに風速 15m/s 以上の月別平均日数を図 5・21 に示す。このデータからも新潟市は強風の日数が多いことが分かる。

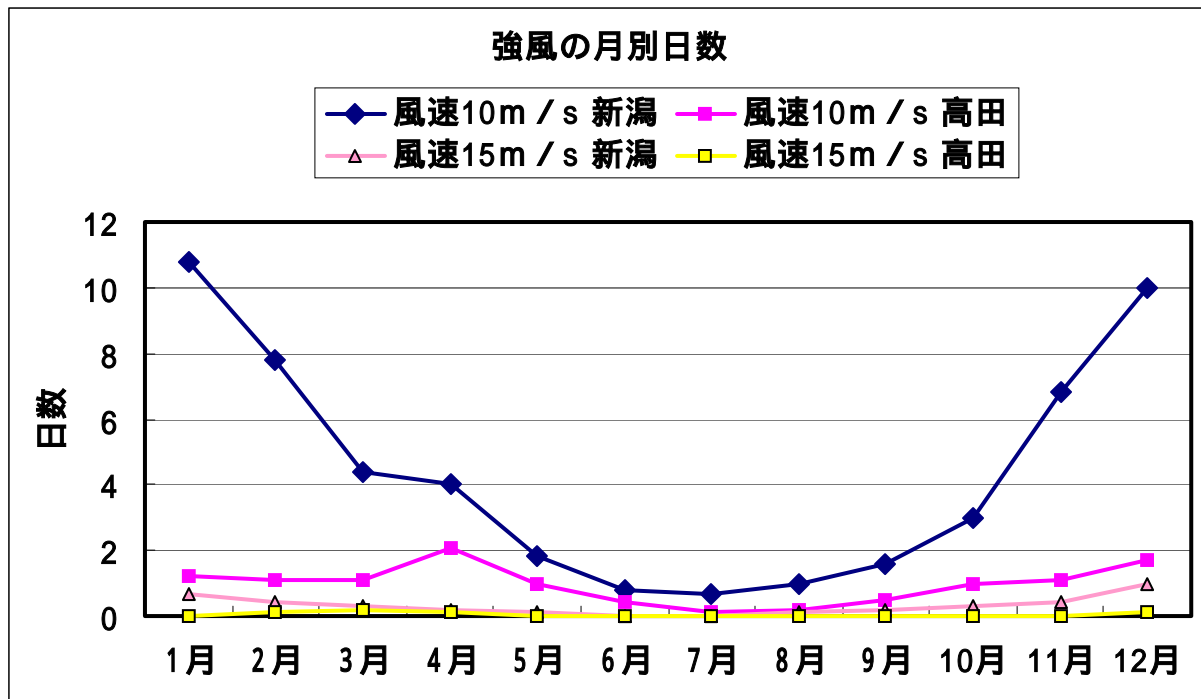


図 5・21：風速 10m/s、ならびに風速 15m/s 以上の月別平均日数 (1975~2000 年の平均値)

## 2)新潟市を対象とした降積雪状況の年次推移とその統計解析結果

新潟市は雪の量は少ないものの、冬期に強風傾向にあることから、厳しい気象条件であると言える。また、平均気温も低く、十日町市等と同様、積雪寒冷期地震防災対策が不可欠となる。

表5・11：1961年～2001年の新潟市における降積雪状況（出典：新潟地方気象台，単位：cm）

	降雪深合計	最深積雪	観測日
1961年	欠 測	欠 測	-
1962年	168	33	1月27日
1963年	265	61	1月25日
1964年	70	10	2月26日
1965年	155	34	1月13日
1966年	65	22	1月29日
1967年	208	36	1月16日
1968年	282	55	2月22日
1969年	366	82	1月3日
1970年	329	58	1月18日
1971年	175	29	2月10日
1972年	72	19	3月1日
1973年	88	35	12月20日
1974年	214	37	12月7日
1975年	185	57	1月19日
1976年	167	46	1月11日
1977年	263	62	2月23日
1978年	210	52	2月1日
1979年	75	20	1月15日
1980年	193	55	2月16日
1981年	203	42	3月1日
1982年	131	30	2月7日
1983年	277	86	2月12日
1984年	422	87	1月28日
1985年	286	67	1月14日
1986年	318	52	2月5日
1987年	113	23	3月1日
1988年	171	25	2月20日
1989年	37	11	11月26日
1990年	108	30	1月25日
1991年	197	54	2月24日
1992年	71	14	2月21日
1993年	44	12	2月2日
1994年	152	58	1月25日
1995年	151	35	1月16日
1996年	203	39	2月3日
1997年	72	13	2月22日
1998年	157	40	1月26日
1999年	127	36	1月29日
2000年	76	16	12月22日
2001年	252	55	2月15日

59 豪雪では市内でも相当量の降雪があったことが分かる。近年では少雪傾向となっているが、全国的に大雪となった 2001 年は、新潟市内で 2000 年の値と比較した降雪深合計，最深積雪値ともに 3.5 倍前後増量し，雪対策の充実と，市民レベルでは雪に対する備えを行うことの必要性を物語っている。

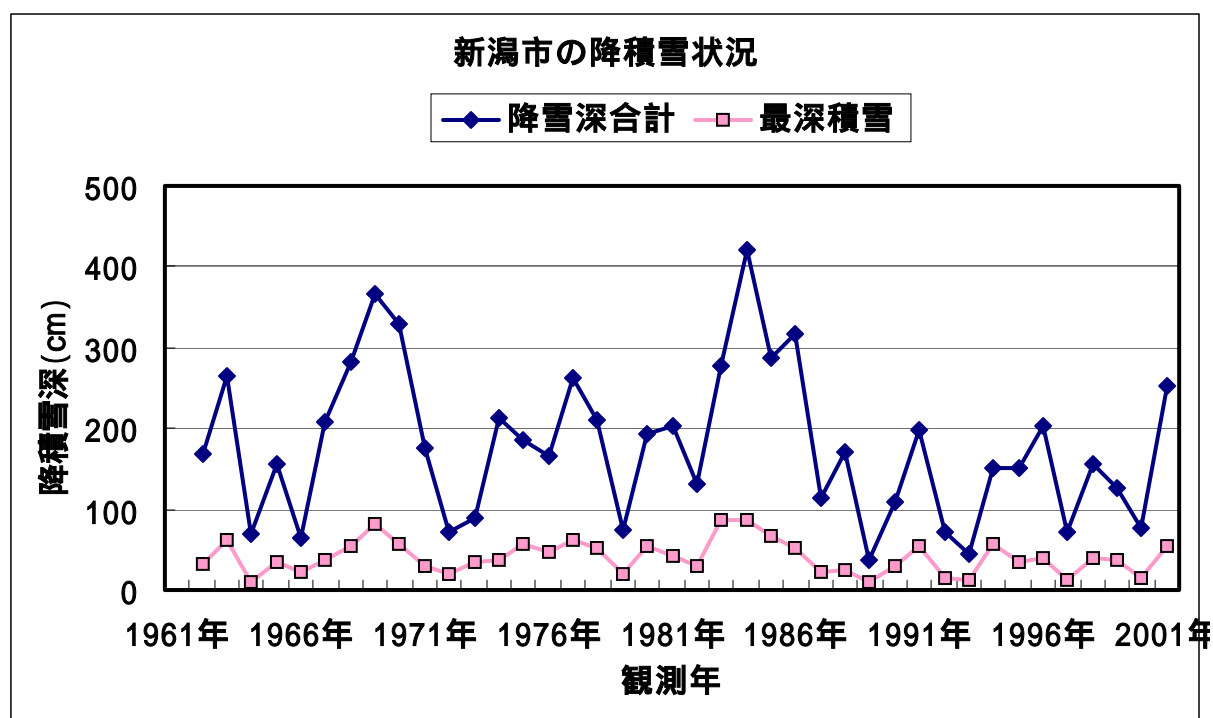


図 5・22：新潟市における降積雪量の年次推移（1961 年～2001 年）

図 5・22 を見ると，年によって降積雪量が大きく異なっている。そこで，経済性を加味した除雪計画を志向する場合，最頻値を求める必要がある。ここで表 5・12 に新潟市における降積雪状況の基本統計量を示す。ところが，降雪深合計では 37～400cm，最深積雪で 10～87 cm と値に開きがあり，COV はともに 0.5 を超えており，どこに照準を当てるべきか図 5・22，表 5・12 からは判然としない。そこで降積雪量のヒストグラムによる評価が必要となる（図 5・23，図 5・24 を参照）。

表 5-12：1961 年～2001 年の新潟市における降積雪状況と風環境の基本統計量

	降雪深合計 (cm)	最深積雪 (cm)	最大風速 (m)	最大瞬間風速 (m)
平均値	177.950	40.700	18.834	31.163
標準偏差	92.934	20.595	3.118	4.034
最小値	37	10	14.4	26
最大値	422	87	30.7	45.5
変動係数	0.522	0.506	0.166	0.129
最頻値	72	55	24	31.8

表 5・12 から，降積雪量の変動係数は大きく，0.5 前後である。最頻値に  $\pm 1.5$  を乗じて評価することと等価であり，降雪深合計では 1 m 以上，最深積雪では 80cm 前後を想定した雪処理計画が必要となる。一方，COV の小さい風速が冬期に強風傾向となり，防風林の設置に加え，屋外での避難は困難となる点を考慮し，屋内避難施設の充実が課題となる。これは以下の 2 つのヒストグラムからも分かる。

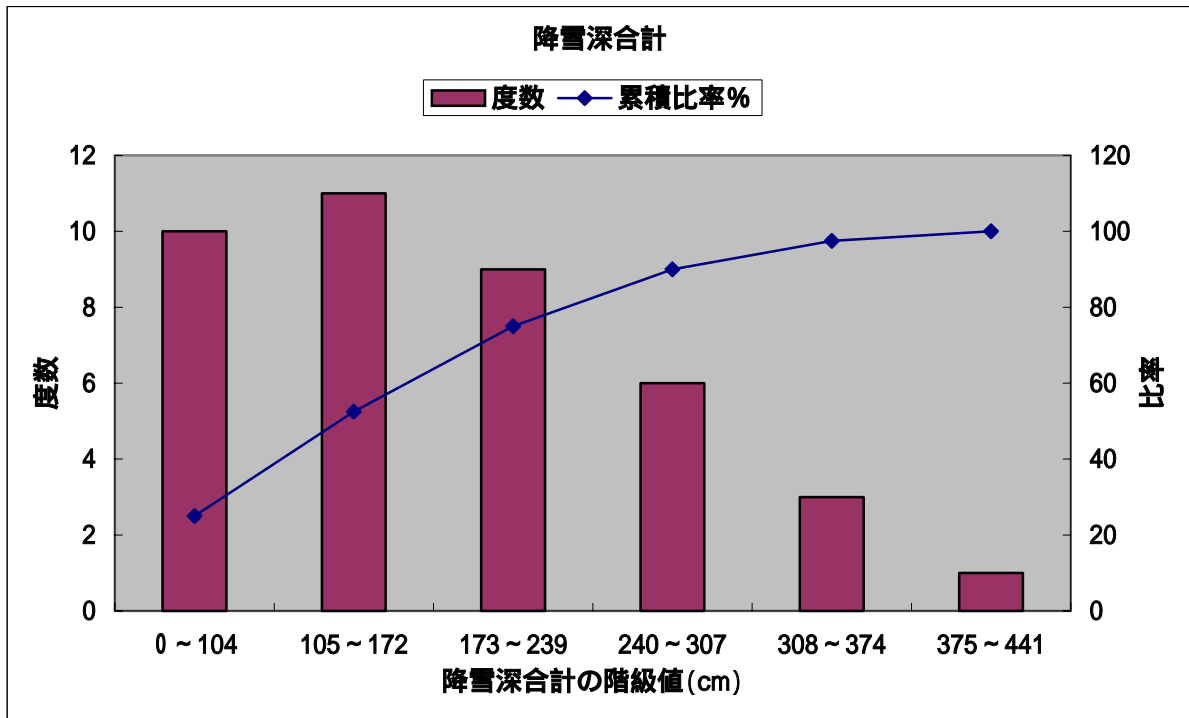


図5・23：新潟市の年降雪深合計の度数分布（1961年～2001年）

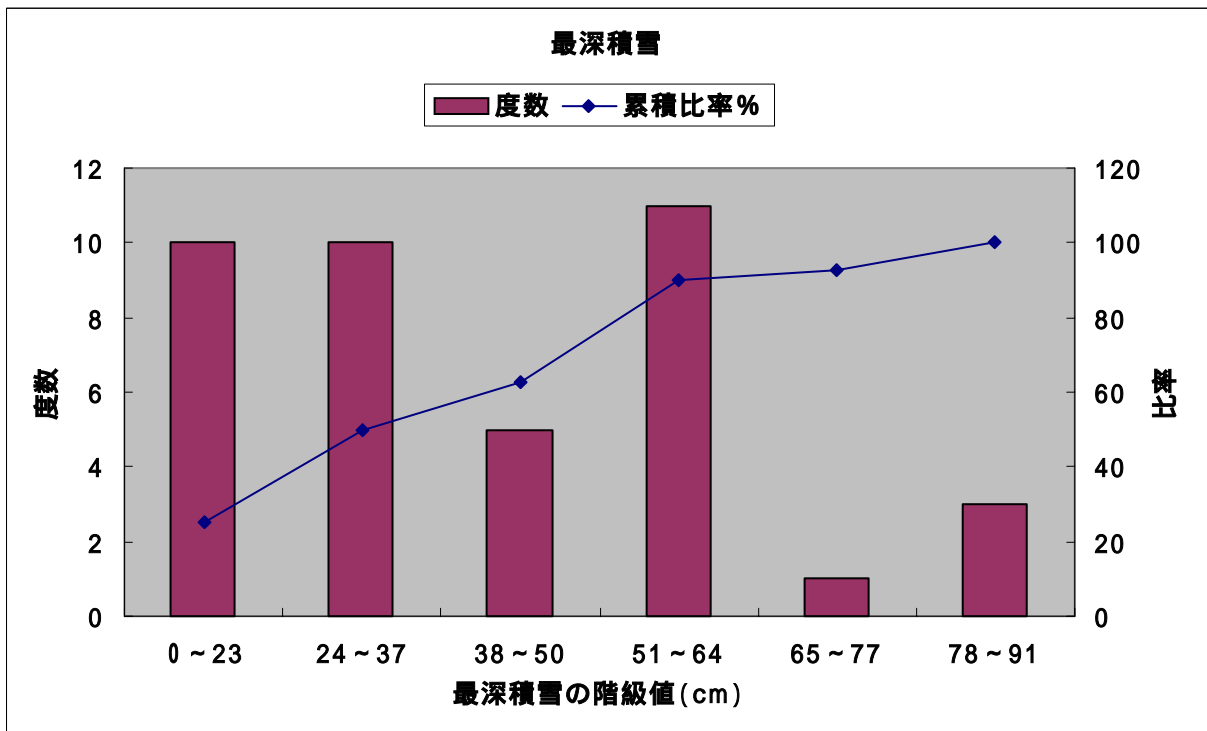


図5・24：新潟市の最深積雪値の度数分布（1961年～2001年）

なお、図5・23から年降雪深合計は1.7m前後に集中するのに対し、図5・24で扱っている最深積雪値は20、30cmと60cmという具合に、2つのピークを形成している。

こうした状況を踏まえ、新潟地震で大きな被害を受けている県都、新潟市の地域防災計画について、気象状況との関係が関心事項となるが、これについては防災対策を扱う6章で取り上げる。

## 5.5. 新潟県内各地の降積雪状況と災害との関係

### 1) 雪の量と地震を含む雪害の関係

#### 再現期待値に基づく雪対策の考え方

新潟県では全ての自治体，111の市町村が豪雪地帯に指定され，県の面積の7割を占める53市町村は特別豪雪地帯である。特別豪雪地帯の中には高齢化率が4割を超えている自治体も存在する。高齢化に関連し，1975年頃から全国的に増加傾向を示しているが，1963年には流行語となった「三ちゃん農業」という言い方が一般的に使われるようになり，農漁村では既に高齢化が進展し始めていた<sup>1)</sup>。特に新潟県を初めとする多雪地帯ではこの趨勢が顕著で，深刻な過疎化の中，各自治体では独自に，災害弱者対策の見直しを行っている。雪の状況を考慮した雪害予防計画に関連して，次の指標が有効となる。

各地域の降積雪量と，長期間にわたる降積雪量に基づいて計算された再現期待値による雪の量である。ここで日本建築学会がまとめた100年再現期待値と，これ等のデータと標高との関連を示す。100年再現期待値は中規模の地震や雪の量等，一生の間に一度は遭遇するであろう規模の災害，若しくは雪の量を表したものである。留意事項として，「7日増分」が挙げられる。これは屋根上の積雪深と関連が深い指標であり，1週間に1回程度の雪下ろしを行う前提で求めた数値である。ただ，現実には2週間に1回でも困難であり，落雪式や融雪式でない場合は，ここで示した「7日増分」の値よりも数値が高くなる可能性が大きい。つまり，屋根上の積雪深が増すことを意味している。

新潟県は雪の年変動幅があり，また，地域によって雪の量が大きく異なる。こうした地理的条件を鑑みると標高というパラメータが注目される。県内は起伏に富み，山間部でも多くの住民が居住していることから，このパラメータは重要であると考えられる。

表5-13：新潟県内の年最大積雪深，年最大7日増分積雪深の100年再現期待値<sup>2)</sup>

	観測点の標高	年最大積雪深	年最大7日増分積雪深	比	データ数
朝日村高根	80	3.278	1.733	0.529	34
村上	10	1.608	1.275	0.793	34
相川	6	0.606	0.615	1.015	34
両津	2	1.202	0.913	0.760	29
中条	27	1.451	1.181	0.814	34
関川村下関	36	2.489	1.623	0.652	34
新潟	2	1.197	1.125	0.940	34
羽茂	11	0.745	0.685	0.920	34
新発田市赤谷	135	3.627	2.086	0.575	34
巻	2	1.572	1.198	0.762	34
寺泊	2	1.111	1.09	0.981	30
三条	9	2.46	1.653	0.672	34
長岡	23	3.316	2.138	0.645	34
栃尾	83	3.336	1.868	0.560	34
柏崎	7	1.813	1.825	1.007	34
入広瀬	230	5.151	2.342	0.455	33
小出	98	3.858	1.646	0.427	34
高田	13	2.816	1.961	0.696	34
安塚	126	3.564	2.404	0.675	34
松代	210	4.835	2.284	0.472	27
十日町	170	4.262	1.881	0.441	31
糸魚川	10	2.513	1.739	0.692	34
能生	55	2.542	1.702	0.670	34
津南	452	4.522	1.93	0.427	34
湯沢	340	3.624	1.926	0.532	34

年最大7日増分積雪深 / 年最大積雪深

表5・13で示した100年再現期待値の年最大積雪深と年最大7日増分積雪深の値は日本建築学会で算出したものである<sup>2)</sup>。年最大積雪深は概ね、各地域の気象データを反映した値である。したがって、ここで標高との関係をピアソンの積率相関係数を用いて示すことにした。標高と年最大積雪深(100年再現期待値)との相関係数は0.751, 同様に標高と年最大7日増分積雪深とのRは年最大積雪深と比較すると若干下がって0.536という具合に、正の相関を示している。ここで標高と各種雪の100年再現期待値とのプロットを図5・25に示す。

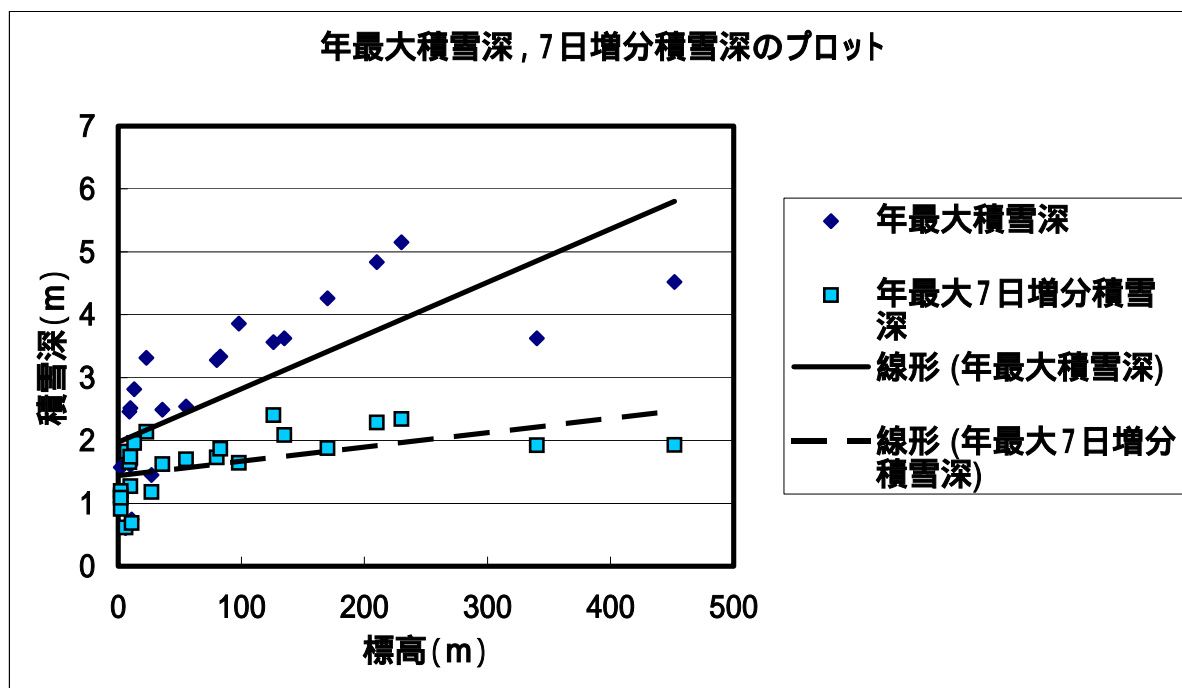


図5・25：新潟県内を例にした標高と100年再現期待値(年最大積雪深, 年最大7日増分積雪深)との関係

図5・25から、県内の観測地点の多くが標高(海拔)100m以下に位置していることが分かる。ただ、雪の量が多く、この傾向は標高が増すにつれ、より鮮明となる。なお、標高と各100年再現期待値との相関は統計的に有意であり、雪の量は標高に大きく影響されると言える。

次に年最大積雪深と年最大7日増分積雪深との関係を考察する。年最大積雪深と年最大7日増分積雪深との比を見たところ、海岸部や雪の量が少ない地域で比が高く、中には7日増分の方が年最大積雪深を上回る地域もある。雪の量が少ないことから、統計的な性質による値のばらつきによるものと考えられる。つまりCOVからも、雪の量が少なくても雪対策を講じる必要があることを指し示している。

### 雪を含む冬期の気象状況

再現期待値による雪の量を把握するだけでなく、実際の気象データに基づいた対策も不可欠となる。と言うのも、雪だけではなく、平均気温、平均風速等、各気象要素が人間活動に与える影響が異なるからである。また、新潟市は雪の量は少なく、平均気温もさほど低くなくても、平均風速が強く、体感温度が低い。こうした点から、各気象データとの関係を視野に入れることが求められる。

一方で、積雪寒冷期に被害地震に見舞われた地域の雪の量を分析し、防災対策に結び付けることが必要となる。ここで、震源域の雪の基本統計量について、北陸地方建設局が半世紀以上に及ぶ観測データ

を基に、筆者が計算した結果を使用する（表5・14を参照）。

表5・14：新潟県内で震源域となった地域の雪に係る基本統計量（北陸地方建設局観測データを基に計算）

上越地方（1666年2月の高田地震，1990年12月の高柳地震等）

	年降雪深 (cm)		年最大積雪深 (cm)	
	高田	直江津	高田	直江津
平均値 (cm)	664.134	344.364	157	85.409
標準偏差 (cm)	309.747	127.498	77.388	43.151
最小値 (cm)	111	158	15	30
最大値 (cm)	1494	591	372	185
変動係数	0.466	0.370	0.493	0.505
統計期間 (西暦)	1930～1998	1936～1969	1930～1998	1936～1969

長岡市（1961年2月の長岡地震）

	年降雪深	年最大積雪深	最大日降雪深
平均値 (cm)	500.806	128.552	45
標準偏差 (cm)	268.783	67.844	18.097
最小値 (cm)	43	23	15
最大値 (cm)	1229	318	125
変動係数	0.537	0.528	0.402
最頻値 (cm)	523	150	35
観測期間 (西暦)	1930～1998年	1930～1998年	1930～1998年

安塚町（1971年2月の安塚地震，1998年2月の新潟県中部地震等）

	年降雪深	年最大積雪深	最大日降雪深
平均値 (cm)	747.15	206.08	60.68
標準偏差 (cm)	341.80	10.20	20.51
最小値 (cm)	84	22	12
最大値 (cm)	1723	0.414	113
変動係数	0.457	195	0.338
最頻値 (cm)	724	265	39
観測期間 (西暦)	1936～1998	1936～1998	1936～1998

津南町（1992年12月の新潟県南西部地震，1998年2月の新潟県中部地震等）

	年降雪深	年最大積雪深	最大日降雪深
平均値 (cm)	1303.512	292.861	82.07
標準偏差 (cm)	495.294	78.000	20.38
最小値 (cm)	538	131	49
最大値 (cm)	2311	458	141
変動係数	0.380	0.266	0.248
最頻値 (cm)	*	302	65
観測期間 (西暦)	1956～1998	1956～1998	1956～1998

十日町市（1998年2月の新潟県中部地震，2001年1月の塩沢町付近を震源とする地震等）

	年降雪深	年最大積雪深	最大日降雪深
平均値 (cm)	910.375	246.569	63.23
標準偏差 (cm)	456.037	85.618	23.82
最小値 (cm)	245	77	29
最大値 (cm)	2088	424	135
変動係数	0.501	0.347	0.377
最頻値 (cm)	*	275	46
観測期間 (西暦)	1944～1998	1932～1998	1944～1998

表5・14から、十日町や安塚町を除く地域では降積雪の変動係数が大きいことが分かる。このことは、当該年度の雪が少なくても、次年度には大雪になる可能性が高いことを意味している。なお、上越では他地域と異なる表を使用しているが、これは近年、同地域で大きな地震が発生していないこと、高田地震時と異なり、少雪傾向となっていることから、寧ろ同一地域でも雪の量が違うことを示すためである。

ここまでの記述から、雪が多いと地震時の復旧作業の遅延、避難行動への影響、避難者の健康問題とともに、地震とは関係せずに様々な災害に見舞われる。気象災害との関係を明確化するうえで、冬の月別の気象特性について、地域ごとにまとめることが不可欠となる。

表5-15：降積雪状況等の気象分析に基づく新潟県内における冬期を対象とした月別の気象特性

地域を考慮した気象特性，ならびに災害との関係性	
11月	寒気が入り込みしづれる日が多くなる。11月下旬に平野部で初冠雪が観測され、山沿いで積雪となる。強い寒気が入り込んだ場合は、40～50cm/日の降雪となることがある。
12月	冬らしくなるのは12月中旬頃からで、山沿いでは月間の降雪量が最も多くなる。着雪は12月中旬から下旬以降から発生する。着雪は比較的気温の高い降雪時に発生するが、県内での発生は一冬に少なくとも数回程度起こる。
1月	少なくとも1～2回は警報級の降雪が出現する。雪の降る地域と量は、寒気と下層風によってほぼ決定する。冬型が緩むと中越の山沿いを中心に晴天、夜間になると放射冷却により濃霧となりやすくなる。JR 越後線（大川津分水以南）、弥彦線、上越線（小出周辺）、信越本線（三条～長岡～柏崎）で着霜が発生する。
2月	警報級の大雪は、2月中旬頃までである。この時期は、海面水温が低くなるため、強い寒気が入り込んで海面からの水分蒸発が少なく、雪が降りにくくなる。晴天の夜間は、放射冷却により霧の発生や低温現象が起こる。
3月	春の兆しが現れるが、冬も同居している。乾燥注意報が発令され始める季節（3月中旬～6月上旬は乾燥の季節で、海岸・平野部で顕著である）で、新潟市等では冬型で小雪が降るような状況であっても、湿度が40%台まで下がることもある。気温が10℃以上になると融雪洪水のおそれがある。
4月	春らしくなるが、冬の戻りも現れる。2～3年に1回ぐらいは山沿いで10～30cmの降積雪となる場合がある。日本海を通る低気圧の影響で、雪の多い年は融雪洪水、ならびに融雪地すべりのおそれが高まる（1978年の妙高高原町での災害事例を含め、新潟県内で発生する地すべりの半数以上が3～5月に起きている）。一方、日本海低気圧の影響で暖気が入ると、日本海の広域で霧が発生し、北西の風に乗って陸地に入ってくることが多くなる（4～6月は海霧の季節）。フェーン現象と寒の戻りが混在し、体調を崩しやすい時期でもある。

表5-16：降積雪状況の分析に基づく新潟県内における雪のパターンと災害の関連性

種類	気象現象と同現象が多頻度に観測される地域
山雪型降雪	強い冬型（西高東低）の気圧配置となり、等圧線がほぼ南北に走り間隔が狭くなる。海上・海岸で北西の季節風が強く吹き、上・中越地方の山沿いを中心に大雪となる。海岸・平野部での降雪は少ない。特に湯沢町や十日町市、地すべりが多発する東頸城郡でのドカ雪には注意を要する。
里雪型降雪	大陸に高気圧、日本の東の海上に低気圧があり、西高東低型の気圧配置であるが、日本付近で等圧線が緩む場合と日本海に小さな低気圧が発生し、東進する場合がある。北西の季節風は弱まるが、上空に強い寒気が入り込んだ場合は、海岸・平野部でも大雪となりやすくなる（南岸を進む低気圧等の特殊な場合を除き24時間降雪量は、山沿いの方が多い。特に海上付近で寒気の吹き出しに伴うcbが存在する時に山沿いで大雪となる）。海岸・平野部だけの大雪は殆ど出現しない。なお、南岸低気圧は春先に多く、都市部でも着雪による被害が懸念される。

同一県内でも地域によって気象状況が一変し、また、降積雪状況の相違による災害の形態も異なる。そこで、新潟地方気象台が整理した1990～2000年の雪氷災害の状況を図5-26に示す。

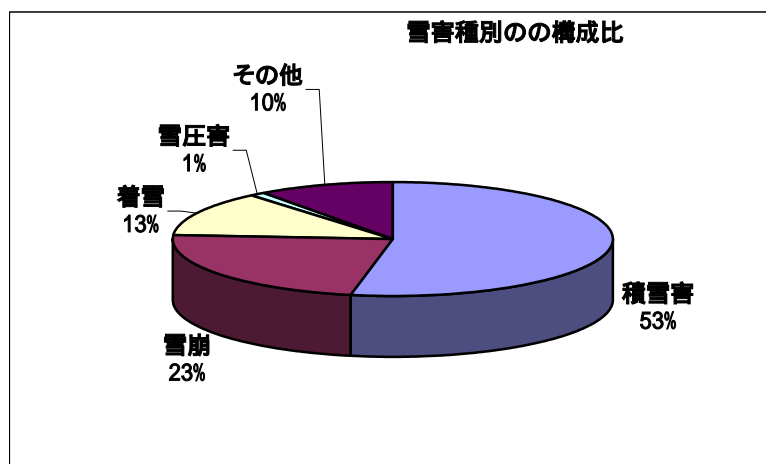


図5-26：新潟県内の雪氷災害の構成比（1990年～2000年）



図5・26 から、年間当たり十数件から数十件を推移し、積雪害が圧倒的である。近年では融雪災害、特に融雪期の地すべりが深刻となり、2000年1月には上越地域、関川村で発生し、1月にして融雪災害となった。こうした雪害の中でも豪雪年に起きる災害は深刻であることが表5・17からも明らかである。

表5-17：豪雪年に全国で発生した雪害の状況

<b>38 豪雪</b>
死 228, 負 356, 行方不明 3, 住宅被害 6,005, 浸水 7,028
<b>52 豪雪</b>
死者・行方不明 84, 負 320, 住宅被害 826, 浸水 770
<b>56 豪雪</b>
死者・行方不明 103, 負 1,305, 住宅被害 5,819, 浸水 5,553, 船舶被害 1,269
<b>59 豪雪</b>
死者・行方不明 96, 住宅 939, 浸水 515
<b>60 豪雪</b>
死者・行方不明 46, 住宅被害 139,

『理科年表』(各年版)を基に、作成した。

## 2) 新潟県内における地震を含む雪害

各種報告書では 38, 56, 59 豪雪について記述されているので、ここでは長岡地震を伴った 36 豪雪の記録を整理し、考察を加える。

### 36 豪雪の概要

北陸地方一帯では 1960 年 12 月 26 日から 1961 年 1 月 2 日にかけて、断続的な降雪に見舞われ、上越線では 1 月 4 日まで立ち往生し、乗客が列車内に閉じ込められる等の被害が生じた。

文献 3) によると、12 月 26~28 日は季節風型の湿雪に伴い、電線着雪の被害が目立ち、直江津では送電がストップ状態となり、各地では電話の不通、輻輳の被害が報告された。鉄道では信号機の使用不能等による列車の運休が相次いだ。一方、12 月 29~1 月 2 日には内陸の平野部で大雪となり、12 月 29 日時点の値で高田 90cm, 六日町 72cm, 同 30 日には直江津 125cm, 新発田 70cm の日降雪を記録した。甲信越の県境では雪は少なく、里雪型となったため、被害が広範、かつ拡大した。

ここでは新潟県内の被害状況に絞って記述しているが、この豪雪では他地域でも大きな被害となり、富山県や石川県でも人的・物的被害が甚大であった。また、当時は除雪車両が少なく、道路管理において、この豪雪を機に「北陸地方建設局雪害対策規定」が作成された。

### 36 豪雪に起因する新潟県内での被害状況、ならびに長岡地震との関係

年末年始にかけて降雪に見舞われ、70 年ぶりの豪雪となった。新潟市内でも 1 m を超える積雪となり、バスが全面運休した。また、県内では約 40 本の列車が雪中で立ち往生し、2 万人余りの乗客が閉じ込められた。県は 12 月 30 日 14 時に、自衛隊の出動要請をし、約 570 人の隊員は直江津、柏崎、長岡の各駅に向かい、救出活動を展開した。作業が難航したことから、1 月 2 日には長野県内の駐屯地から応援を受け、除雪作業に当たった。長期にわたる雪害では被災者に対して医療面でのサポートが必要となり、医師 36 名、看護師 60 名が 483 名の治療に当たった。なお、県内での被害状況は、死者 24, 行方不明 32, 住宅の全壊 28, 半壊 91, 非住家の全壊 134, 半壊 128 である。36 豪雪時には 2 月 2 日に長岡地震が発生し、人的・物的被害が生じている。このように、豪雪年に地震が発生することが現実となり、道路除雪、屋根雪処理の励行、避難所の暖房点検等が不可欠であることが浮き彫りとなった。

## 【少雪地域での雪害】

豪雪災害以外でも雪害に見舞われるケースもある。1998年1月上旬から中旬にかけ、関東甲信越付近では大雪となり、人的被害を始め、構造物被害が生じた。特に雪に弱い首都圏では転倒や交通事故の多発が問題となった。これとは別に、山梨県では体育館の屋根が雪の重みで倒壊した。

山梨県の事例では3棟の鉄骨造屋内運動場の屋根が被害を受け(1月15~18日)、また、木造講堂1棟が倒壊した。この3棟の体育館が位置する勝沼、河口湖畔の積雪深は各々、89cm(1月15日)、46cm(1月16日)であり、河口湖畔の積雪深は観測史上最大の値となった。屋根上に約50cmの積雪があり、また、1m近い雪庇があった<sup>4)</sup>。こうした例から、新潟県内の少雪地域においても雪荷重を考慮した構造物の設計が必要であることを物語っている。

## 5.6.まとめ

全国の中での新潟県の位置付けから、雪の量が突出して多く、これに呼応して年間降水量、特に冬期の降水が顕著で、年間日照時間が少ないことが示された。新潟県内を見ると、海岸部と比較して内陸部で雪が多い反面、新潟市の検討から、最大風速・最大瞬間風速の発生は冬期に集中し、1961年~2001年のうち、7割前後に達している。風速の変動係数が小さいことは、恒常的に強風に見舞われる可能性が高いことを示し、降積雪量の変動係数が0.5前後という状況を考慮すると、地吹雪の危険性を視野に入れた地震防災対策(避難所体制)が不可欠であることが明らかとなった。このように、気象情報の把握に基づいた防災対策が各地域において、必要であることを指し示す結果となった。

## 参考文献

- 1) 現代用語の基礎知識 編：『20世紀に生まれたことば』。新潮社。p.357。2000。
- 2) 日本建築学会 編：『建築物荷重指針・同解説』。pp.218・227。1993。
- 3) 建設省北陸地方建設局道路部 監修：『北陸の雪2000』。(財)雪センター。pp.137・138。2000。
- 4) 高橋徹,川口健一,大井謙一:1998年1月豪雪による山梨県内の雪害について,日本雪工学会誌。Vol.14。No.2。pp.141・144。1998。

## 第6章 地域社会が抱える自然・社会環境に基づく 積雪寒冷期地震防災対策に関する分析

---

6.1. はじめに

6.2. アンケートと文献解題による新潟県内の各自治体の  
積雪寒冷期地震防災対策

6.3. 少雪地域における防災対策に関する考察

6.4. 積雪期の防災訓練に関する事例検討

6.5. 地域住民の属性を考慮した防災対策の比較分析

6.6. 積雪寒冷期地震を考慮した防災対策上の課題

6.7. まとめ

# 第6章 地域社会が抱える自然・社会環境に基づく 積雪寒冷期地震防災対策に関する分析

## 6.1 はじめに

高齢化が進展する中、新潟県内で積雪期に発生する地震の状況から、日頃から地域の事情を考慮した積雪寒冷期地震防災対策が不可欠となる。現実問題として、1998年2月の新潟県中部地震、2001年1月の塩沢町を震源とする地震等、積雪寒冷期に被害を伴った地震が発生している。この現状を踏まえ、本章では積雪寒冷期地震防災に関連し、自治体担当者に対して実施したアンケート結果の分析を行い、新潟県、ならびに県内の自治体が策定する積雪期地震対策の整理で得られた結果との関連性を考察する。

アンケート結果と防災計画の整理を通じ、積雪寒冷期の防災訓練に対する必要性が浮き彫りとなり、自治体の中には実施を検討するケースも出始めている。複数の自治体では住民やライフライン企業の関係者対象の防災訓練（避難路の確認、災害対策本部設置訓練）を積雪期に実施している。ここでは積雪期に防災訓練を行った自治体独自の考え方、防災に対する姿勢に触れ、緊急時の迅速な対応、被害を最小限に抑えるための施策について、既往地震の事例や現地調査を基に論述する。ここまでの流れにより、災害弱者対策への認識が不可欠となる。そこで災害弱者の防災対策に関する記述が充実している東京都との比較を行い、防災対策全般の中での弱者対策の位置付けを明確化させる。また、この過程で地域住民の日頃からの健康管理が災害時の医療需給構造の逼迫を回避することにつながり、結果として地域社会全体の防災力を向上させることになる。この点についても、東京都との対比を通じ、分析する。

## 6.2 アンケートと文献解題による新潟県内の各自治体の積雪寒冷期地震防災対策

### 1) 積雪寒冷期地震防災の考え方

積雪寒冷期に地震が発生した場合、無積雪期と同様に津波、地すべり、建物被害、火災等が生じるが、これに加え、雪崩、屋根雪の落下、避難所での暖房の不具合、被災者の健康状態が懸念され、二次被害が大きくなる可能性が極めて高い。そこで、雪と寒さを考慮した地震防災対策が必要となる。

これに関連し、1970年代以降に策定された『域防災計画』に記載されている項目、新潟県を初めとする自治体が現在、検討している積雪寒冷期地震対策の骨子と将来的な課題点を以下に示す。

従来の雪対策の考え方（地域防災計画の一般災害編、若しくは風水害編で雪害予防計画として扱う）

雪崩対策（集落保全も含まれる）

屋根雪の市民総出による処理（上越市では屋根上積雪深が1.4mを越えた時点で一斉に実施している屋根雪処理等）

克雪住宅の普及（財政的な援助の検討等）

避難口や家の周囲の除雪

消防水利の確保（凍結に留意）

**積雪寒冷期を考慮した地震防災対策の骨子（現在、自治体の関係謬局で検討中のものも含む）**

防寒具・防寒用品の備蓄

避難所の暖房の定期点検

積雪期の避難訓練

積雪期地震が発生した場合の被害想定、ならびに戦略的な復旧計画

スキー・レジャー客対策（避難・誘導）

**被害地震を教訓としての今後の積雪寒冷期地震防災対策の課題（1990年代以降に認識された事項）**

津南町で毎冬実施している高齢者の越冬入院等に代表される措置

民生委員等による高齢者世帯への定期的な見回り

屋根雪処理や雪踏み等でのボランティアの活用、及びボランティア利用世帯への財政的な援助の充実

ここに示した事項は多くの都道府県が策定する地震防災対策では触れられず、新潟県内の各自治体が策定する『地域防災計画』の中でも記載されていないケースが散見される。これとは別に、指定避難所が屋外という例があり、屋内の避難施設の整備が地域防災計画の整理からも、課題であることが分かる。

**2) 積雪期地震防災対策に関するアンケート結果**

『新潟県地域防災計画（震災対策編）』（平成9年度修正）では後述するように、積雪期地震防災対策に関する施策が詳述されているが、市町村が策定する各種事項は地域に根ざしている点を考慮して重要視した。新潟県 112 の市町村に対して、「具体的に策定している積雪期地震対策」について質問した。調査は1998年夏に実施し、回収率は81%、市町村独自の対策を策定しているのは21市町村、23%である。ここでアンケートから得られた取り組みを表6・1に示す。

**表6・1：アンケートに記された市町村独自の積雪期地震防災対策と今後の検討事項**

地域特性	市町村名	アンケートで具体的に記述された対策の骨子
少雪地域 (豪雪地帯)	五泉市	防寒具等の備品の整備に着手
	中条町	防寒具等の備品の整備に着手
多雪地域 (特別豪雪地帯)	西川町	災害時のヘリの活用を検討
	津南町	克雪住宅導入のための公的助成の検討
	川西町	避難施設の暖房設備の定期点検、雪がある時の避難訓練も検討
	新井市	積雪期の避難訓練を検討、積雪期地震の被害想定に着手
	長岡市	市職員を対象に積雪期に避難訓練を実施
	十日町市	集落保全、地すべり防止対策にも力点を置く
	安塚町	避難口、消火栓周囲の除雪、食料や水の備蓄、住民及び町職員の防災教育
多雪地域 (特別豪雪地帯) スキー・リゾート	湯之谷村	ヘリ活用、克雪住宅の公的助成、道路整備、医療体制の充実、地域ボランティア育成を検討
	妙高高原	レジャー客の避難・誘導
	糸魚川市	レジャー客の避難・誘導
	上越市	雪氷災害や積雪期地震に備え、2月上旬に市民総出による屋根の雪下ろしを実施
	小出町	レジャー客の避難・誘導《スキー場施設管理者、町の対策別に記述・地域防災計画（震災対策編、平成10年度案）では「スキー客等の安全対策実施要領」として細かいマニュアルを掲げている》

また、アンケートでは「行政と住民の連携策を模索しているか」、についても質問したが、これに関しては、何も記述されていないか、若しくは「今後検討したい」、との回答が記されているのみである。

安塚町、十日町市では住民との連携策を以前から重視しており、担当者によれば、「安塚地震での被害を教訓にし、その後の56豪雪、59豪雪を踏まえ、豪雪年に地震が起こることが心配」「新潟県南西部地震が起こり、被害が大きく、各層で協力関係を模索し始めた」、と述べている。なお、56、59豪雪を扱った報告書は今でも関係方面で活用されているが<sup>1-3)</sup>、積雪期地震を扱った報告書類は皆無に等しい状況である。

### 3) 県内の各自治体が策定する地域防災計画の中での積雪期地震防災対策

表6・1に示したアンケート結果とは別に、新潟県内の自治体が策定している『地域防災計画』の送付を依頼し、送付された冊子版を用いて、積雪寒冷期地震防災の位置付けについて考察した。

#### 十日町市

十日町市は有数の豪雪地帯で、降雪日数は平均して83日、積雪深は2mを超える(1944～1998年北陸地方建設局観測データの基本統計量の計算結果)。具体的には「十日町市雪処理に関する条例」(1981年9月22日制定)に示され、

- 除雪対策の実施(住民自身の自主的な除雪を励奨)
- 道路交通の確保(通勤等の自家用車利用自粛を盛り込む)
- 水上がり防止(河川等に雪を捨てない)
- 建築物の設置(道路除雪の障害にならずに、屋根雪処理でも第三者に迷惑を及ぼさない)
- 資源の有効利用(雪処理で、地下水利用の自粛)
- 勧告(市長は道路等に放置された雪に対して、除雪を勧告)

が定められ、総合的な雪対策の推進を掲げている。56,59豪雪に見舞われているが、上記の施策は地域防災上、必要不可欠な項目として認識され、特に と については、屋根雪落下に通行人が巻き込まれる事故の軽減に寄与し、現在では年間、数件以下に抑えられている。

アンケート結果との対比では、山岳道路延伸に伴い、地山保全にシフトするとともに、2001年の塩沢地震のヒアリングから、山間部に居住する高齢者世帯の定期的な巡回を実施し、平時から住民の安否確認を行うことを重要な思索と位置付け、防災関連業務の一つとして捉えている(1992年の新潟県南西部地震以降に運用を開始)。

#### 安塚町、川西町

積雪期地震の発生を教訓に、雪対策の充実を謳っている十日町市に加え、安塚町、川西町でも除排雪の推進、屋根雪の早期処理の重要性を挙げている。

特に川西町では総合的な積雪期地震防災対策の推進には住民の協力が不可欠である、との姿勢を鮮明に打ち出しており、『川西町地域防災計画』(平成9年度修正)の中に盛り込まれている「積雪期の心構え」で如実に示されている。ここで同計画に記載されている事項を引用する。

- 避難口の除雪を心がけること
- 屋根の雪下ろしを行って、屋根上の雪荷重を軽減しておくこと
- 暖房器具は、耐震装置のあるものを使用すること
- 食料や水の備蓄を心がけること
- 町内で協力して消火栓等の除雪を行うこと
- 雪崩発生箇所に注意すること

いずれも、被害を最小限に抑えるためには必要な事項であり、コストがかからず、注意すれば誰でも行なえる事項である。

アンケート結果との対比では、両町ともに積雪寒冷期に被害地震を経験し、小学校の窓ガラス等の破損を教訓に、避難施設の暖房点検、積雪期の避難訓練の実施を検討している。

## 大和町

上越新幹線の浦佐駅を抱える大和町では家屋の倒壊防止のための屋根雪の早期除雪，避難路確保の非常口の除雪を徹底させる点を記す。また，1975年10月29日には「大和町災害救助条例」が制定され，

避難所の設置

炊き出しや飲料水の供給

衣料や寝具等の供与

被災者の救出

応急仮設住宅の設置

破損住宅の修理

障害物の撤去（屋根雪処理，避難口等の確保）

が記載されている。

アンケートでは具体的な事項の記載はなかったものの，同町は地域医療が充実し，日頃から高齢者の居住形態や家族構成，健康状態の把握を行いやすい環境にある。この結果，「大和町災害救助条例」につながり，特に災害弱者対策の充実が特徴として挙げることが出来る。

こうした様々な項目が取り上げられる背景には，無積雪期と比較して被害が拡大され，復旧が遅延する可能性が極めて大きい点が挙げられる。さらに山間部の豪雪地帯は概して高齢化率が高く，40%を超える自治体も存在することが，災害弱者対策の観点から懸案事項となっている。

ここで，積雪期地震防災対策を総合的な観点から記載されている長岡市，ならびに上越市の地域防災計画を取り上げる。

## 長岡市の対策

長岡市では『震災対策計画』（平成7年度修正，1996年3月発行）では積雪期地震対策の項目を，「災害予防計画」の中で扱っている。

「積雪期の地震は，他の季節に発生する地震に比べ，より大きな被害を地域に及ぼすことが予想される」「このため，市民及び防災関係機関は除排雪体制の強化，克雪施設の整備等総合的な雪対策を推進することにより積雪期の地震被害の軽減に努めるものとする」

ここで記載されている事項は長岡地震の経験に裏打ちされている。また，積雪が地震被害に与える影響が記述され，被害の拡大につながる点が以下の項目に沿って示されている。

（1）被害拡大要因

ア 家屋被害の拡大 イ 雪崩の発生 ウ 人的被害の多発

（2）応急対策阻害要因

ア 情報収集・伝達活動 イ 輸送活動 ウ 消防活動 エ 救出活動

（3）応急対策需要増加要因

ア 被災者，避難者の生活確保 イ 除雪

この状況を踏まえ，具体的な対策が必要として，6項目の施策を重点課題として掲げている。

除排雪体制・施設整備等の推進  
要援護世帯に対する助成等  
除排雪施設等の整備  
積雪寒冷地域に適した道路整備  
雪崩危険箇所の把握，雪崩防止施設の整備  
消防水利の整備

この中で についてはさらに細かく，

「道路の除排雪体制の強化」

「克雪住宅の普及等」

が記載されている。また，避難所の整備，スキー客対策を盛り込み，総合的な雪対策を推進している。この意識を維持させるため，市職員対象に積雪期の避難訓練を実施する等，危機管理を充実させている。

避難訓練や危機管理については後述するように，柏崎市でも市職員に配布した防災行動マニュアルの中で，“避難所まで歩く”ことを励まし，避難路の問題点を洗い出し，改善に結び付けることを目的にしている。ただ，柏崎市では積雪が少ないことから，雪と地震については殆ど触れられていない。

ここで上越市を取り上げる前に，スキー客対策について考察する。積雪地帯の地域防災計画では集落保全等，雪と地震に強いまちづくりや，住民対策に頁が割かれており，スキー関連の事項はあまり言及されていない。しかしながら，避難計画においてはスキーヤーも考慮する必要がある。このことは，毎年1000万人を超える人が新潟県のスキー場に足を運ぶ状況からも重要課題である。

そこで，対策が細かく記載され，内容が比較的充実している小出町のケースを取り上げる。

## 小出町

小出町では1998年3月に地域防災計画の修正版を発行し，スキー関連について詳しく触れている。この中で注目されるのは，町と，スキー場管理者に向けた対策を大別し，各々記載している点である。

### 1) スキー場施設管理者対策

リフト利用者・ゲレンデ・駐車場・宿泊施設利用者別の緊急情報の伝達，誘導方法

スキー客の一時避難対策

各スキー場でマニュアルの整備

### 2) 町の対策

スキー客を考慮した避難所の設置，運営対策

スキー場から避難所までの誘導

被災スキー客の救助対策

地域防災計画では直接，取り上げていないが，特に県外のスキーヤーは地理に不案内な場合が多く，地震が発生すれば不安度が増加することは容易に予見出来る。これ等の人達を交えた防災訓練の実施が課題であり，理解を得る努力が求められている。

## 上越市の対策

上越地域でも，冬期に震度4クラスの地震が発生しており，さらに近年においても，直江津を除く地域，殊に高田地域は雪が非常に多い。

これを受け，上越市では2月上旬に，市民総出による屋根の雪下ろしを一斉に行い，災害に備える姿勢を持ち合わせている。地震がなくても，屋根の雪下ろしや，屋根雪の落下によって人的被害が生じて



おり、県内全体で毎年、10 数人の方が亡くなっている。

地震が発生すれば被害は大きくなる、との認識は、『上越市地域防災計画・震災対策編』（1998 年 3 月発行）の中で示されている。これを受け、市職員全員に『災害時の職員行動マニュアル・初動期の行動の手引き』を 1998 年 10 月に配布している。全職員に危機意識を持たせ、災害が発生した場合に、被害拡大を抑える目的がある。『手引き』の中では職場に参集するに際して、負傷者を救助することを最優先とし、被害状況を報告することを旨としている。

『上越市地域防災計画・震災対策編』では積雪期の地震災害の項目を掲げ、次のように記載している。

「本市は、県内でも有数の豪雪地帯であり、積雪期においては、降積雪の状況が地震災害に大きな影響を及ぼすと考えられる。積雪による影響は以下のように、平時に比較して、より大きくより長期に地震被害を地域社会に与えることになる。積雪期の地震という最悪の事態を想定し地震対策を講じる必要がある」

さらに、積雪期に地震が発生した場合の考えられる被害形態や、複合災害で事態が深刻化しかねない点が、以下に引用する 3 項目の中で詳述されている。

#### （1）被害拡大要因

屋根上の積雪荷重により、倒壊家屋が多く発生するとともに、暖房器具の使用により、火災発生件数が増大すると予想される。また、雪崩も同時多発的に発生すると予想され、これらに伴う、人的・物的被害も増大するおそれがある。

#### （2）応急対策阻害要因

積雪により、情報活動、緊急輸送活動、消防活動、救出活動が困難となることが予想され、除雪しないと地下埋設管を掘り出せないなど、ライフライン等重要施設の応急復旧活動にも支障をきたす。

#### （3）応急対策需要増加要因

被災者、避難者の収容施設に対する暖房や防寒用品を早急に確保する必要性が生じ、また、応急仮設住宅は積雪のため早期着工が困難になるなど、避難生活が長期化することが予想される。さらに、地震後も降雪が続いた場合、すべての応急対策は除雪作業から始まることになり、多大な労力が必要となる。

地震を考慮すれば、集落の孤立を防止しなくてはならず、その意味で除排雪の推進が必要不可欠である。また、家屋の倒壊、被害防止の観点から、屋根の雪下ろしを頻繁に行わなくてはならない。上越市で一斉に行われる屋根の雪下ろし作業を踏まえ、次の事項も考慮出来る。

- ・十日町市では雪処理費用の一部補助を打ち出している
- ・川西町では雪下ろしのボランティア団体（夢雪隊：陣容は約 80 人）が活動している
- ・松代町でも雪下ろしのボランティア（早大生）が活動し、全国的に注目されている
- ・大和町では災害弱者の救出を前面に出した条例を設けている

### 4）県が策定する積雪期地震防災対策

新潟県消防防災課で発行する『地域防災計画（震災対策編）』（1997 年 3 月発行）では、積雪期にも地震が発生する危険性を指摘し、既往災害で高田地震、長岡地震に言及している。防災計画の基本姿勢は各自治体で策定されているものと同様に、各部局からの協力、連携プレーの強化、迅速な初動体制を優先事項として位置付けている。なお、1997 年以降に何回か出された『地域防災計画（震災対策編）』でも、内容的には大差がなく、積雪寒冷期地震防災対策が記載されている。計画の総則では「積雪期における地震」として、



近年では住民にヘルパー 3 級受験を奨励し、寝たきりゼロ運動を推進する等、ボランティア育成を柱に据えている。また、毎冬、3 ないし 5 回をメドに屋根の雪下しに係る助成制度を設けている。

上記に示した津南町、湯之谷村の施策は直截的には地震とは関係しないが、ここで主眼に置いている高齢者の情報把握、危機管理策は緊急時を想定したものであり、発災後の被害を最小限に抑えることが可能となる。多くの住民は山間部に居住するが、これに関連し、1985 7 月に発生した長野県地附山地すべりでは山沿いに立地していた老健施設が土砂に巻き込まれ、多くの犠牲を出す惨事となった。雪崩の危険箇所が両自治体ともに 50 ヶ所を超えている状況から、冬期の一定期間、中心部に居住するシステムは安全対策上、注目される政策である。

### 新井市

1999 年 1 月以降、県内初の雪踏みボランティア制度を創設した。上越に位置する同市は 1999 年 10 月 1 日現在、高齢化率が 23.3% であるが、山間部では 40% を超える地区も点在する。この制度は雪踏みが困難な高齢者世帯、身体障害者世帯、母子世帯が対象で、家の周囲と道路から家の入り口までの範囲にわたり、雪踏みをする。これに関連し、山北町のいくつかの集落では従来から当番制の雪踏みが行われている。新井市では人の移動が激しく、また、時間的な余裕のなさからこうした施策が取り入れられた。

### 十日町市

2001 年 1 月に発生した 2 回の地震を受け、警察や消防、土木部門と協議を重ね、積雪期の防災訓練を 2002 年 3 月 17 日に初めて実施した。一般住民参加による冬の防災訓練の実施例は皆無に近かったことから、新潟日報でも大きく報道された。200 人の住民が参加したことは今後の防災対策を考える契機となるが、行政と住民双方の継続的な話し合いと問題点の整理が必要となる。訓練が実施されたのは市役所に近い、中心部であり、今後は下条地区といった高齢化率が 3 割前後の集落での訓練が期待される。

冬の防災訓練に関連し、長岡市では市職員対象の訓練を、北海道北見市では非常召集訓練、柏崎市では季節は限定していないが、市職員に自宅から指定避難所まで歩いてもらい、問題点を指摘させている。

以上、最近の動向をまとめたが、高齢者対策の重要性が浮き彫りとなり、民生委員、保安要員、ボランティアを活用した高齢者の安否確認を定期的に行うとともに、介護保険での要介護認定者に関する情報を役場や福祉施設、医療関係、消防団員等の間で共有化することが課題であることが分かった。

## 6.3. 少雪地域における防災対策に関する考察

ここまで特別豪雪地帯を対象とした積雪期地震を考慮した防災計画について論述したが、5 章でも述べたように、新潟県内の少雪地域でも冬期に強風傾向であったり、雪対策が充実していないことによる雪に対する脆弱性が懸念される。ここで、海岸部の地域に立地する自治体のうち、防災計画の中で積雪期地震防災に関する記載がある自治体を取り上げる。ただ、新潟市は県都で全人口 250 万余に対して 50 万が居住し、人口密度が高い都市部であること、1964 年に新潟地震に見舞われ、冬期には強風・雷・ドカ雪になる機会が多いこと、以上の要素を勘案して、気象条件を考慮した防災対策に言及する。

### 柏崎市

海岸部に位置する柏崎市では市職員のための災害時応急対策マニュアルを 1998 年 5 月に発行した。“災害が発生したときのために何をする”の項目を設け、

発電機等を定期的に試運転  
無線機の操作に習熟  
避難所まで歩き，確認する  
地域防災計画の熟読

を挙げ，緊急時を想定した意識を鮮明にしている。

同市は海岸部に位置するものの，気象条件というよりは，円滑な避難を行うため，地域住民との協力関係を日頃から築き，随時，避難経路の確認を行うことを呼びかけている。

### 新潟市

新潟市の地域防災計画は県が策定する内容をほぼ踏襲し，震災対策編，風水害編，資料編に分かれている。ただ，積雪寒冷期を考慮した地震防災に係る記載は見当たらず，専ら集中豪雨対策に重点が置かれ，地震災害を教訓とすることを目的として記述された箇所では新潟地震の概要，液状化危険度マップ等が示されている。5章でも述べているように，同市は冬期に強風傾向となり，豪雪地帯に指定されていることから，降雪量の量とともに，値のばらつきが大きい点に留意する必要がある。この事象から，冬期の災害を想定した避難施設，ならびに避難対策が必要となる。

新潟市が 2002 年 4 月に示した指定避難所のうち，屋内施設を使用することを前提とした一時避難場所兼収容避難所は 97 ヶ所，一時避難場所 94 ヶ所，広域避難場所 7 ヶ所である。一時避難場所については福祉センター等の施設の使用を念頭に入れているが，実際には 94 ヶ所のうち，65 ヶ所が屋外の公園であり，一時避難場所の 7 割は冬期の使用には適さないことを意味する。また，広域避難場所は全てが公園であるが，敷地が広いことから，一時的にテントを張る等，応急処置的な対応は可能である。

こうした状況から，屋外は言うに及ばず，屋内での防寒対策が不可欠となる。ここで新潟市が 2002 年 4 月現在，備蓄している災害用物品の一覧を表 6・2 に示す。

表 6・2：新潟市が進める災害用備蓄品目・備蓄数量（2002 年 4 月現在）

貯蓄品目	保存年数	備蓄数量
災害備蓄用アルファ米	5 年	41,000 食
缶入りカンパン (1 缶 100g)	5 年	11,040 缶
防災用非常食スティックパン	7 年	10,000 食
コシヒカリ粥 (1 缶 280g)	3 年	4,320 缶
保存飲料水 (1 本 1L)	5 年	9,990 本
石油ストーブ (附属品ケトル，ポリタンク含む)	-	80 台
災害用簡易トイレ	8 年	62,000 袋
バック毛布	10 年	13,595 枚

特に非常食の備蓄が目立つが，災害時に必要性が増大する救急医薬品の備蓄が貧弱であることが分かる。この件に関し，同市では新潟市民病院・新潟大学医学部附属病院等を核とした災害医療体制の考え方を示している。ここでは特に，医療機関同士のスムーズな連携を謳っている。

表6・3：新潟市が策定する災害医療体制の骨子

病院等防災マニュアル等の策定（新潟市民病院が基幹施設）	
(1)	病院は、県及び新潟市の作成する地域防災計画を踏まえて、病院防災マニュアルを作成するとともに、マニュアルに基づき防災訓練を行う。また、診療所は、病床の有無、規模等の事情を踏まえて、病院防災マニュアルに準じた、防災マニュアルを作成し、防災訓練を行う。
(2)	病院防災マニュアルには、次の事項を盛り込むものとする。
ア	災害対策委員会の設置 防災体制に関する事項(ライフラインの確保・備蓄等の方策・支援協力病院の確保等)
イ	災害時の応急対策に関する事項 (病院内の連絡、指揮命令系統の確立、情報収集等)
ウ	自病院内の既入院患者への対応策に関する事項(重症患者の把握、点滴や人工呼吸器等の医療機器の状況把握、患者の移送方法についての検討及び訓練、ヘリポートの確認等)
エ	病院に患者を受け入れる場合の対応策に関する事項 (集団災害時を考慮した患者の重傷度を見極めたトリアージ、入院システム等)
オ	人工透析実施の医療機関にあつては、医療機器及び水の確保対策
カ	その他 (医療施設等の確保、自家発電装置の運用法等)

表6・3では特段、冬期の災害に特化している訳ではないが、新潟市民病院は感染症専門医を多数、抱える施設で、冬期に罹患率が高いインフルエンザや呼吸器系感染症への対応が可能である。また、建物や什器類の下敷き等による重傷者に対しても、日本救急医学会指導医施設の認定を受け、三次患者の受け入れに際しても円滑に行える。さらに新潟市民病院に近接する新潟大学医学部附属病院には腎臓疾患の専門医を擁し、下腿部圧迫により、酵素由来の毒性物質が全身に回ることによって罹患するクラッシュ症候群、ならびに急性腎不全患者に対する人工透析、輸液療法の実施が可能である。新潟市民病院を含む各医療機関は新潟大学医学部附属病院との連携・協力関係を平時から構築しておく必要がある。

なお、冬期を考慮した災害医療体制として、医療用水の確保において凍結防止の措置を講じる等、兵庫県南部地震が冬期に発生していることを教訓としている。

上記で取り上げた柏崎市と新潟市以外の少雪地域（佐渡や新津等）では、積雪期地震対策に関する記載はなく、寧ろ住民間で連携することで高齢者を守ること、風水害対策と砂防関連施策（治山・治水）、日本海での原油流出事故への対応に係る記載が見られる。ただ、表6・1の自治体に対する積雪期地震防災に関するアンケート結果から、防寒用品の備蓄の重要性が認識されていることが分かる。この前提に沿い、被災者対応につながるが、災害対策本部設置等の机上訓練とともに、実際に雪道を移動する避難訓練があつて初めて実用的な防災施策となることから、特に積雪期の防災訓練が重要となる。

#### 6・4．積雪期の防災訓練に関する事例検討

兵庫県南部地震以降、防災政策の見直しが行われ、コミュニティ形成と自主防災組織の重要性が指摘されている。地震活動度が高い関東地域の自治体の中には3月頃に防災訓練を実施する動きが散見されるが、住民の中には「寒い時期にやらなくてもいいのに」、という意見があることから、積雪寒冷期に被害地震が発生している多雪地域の自治体でも、冬の防災訓練の実施につながらない構図となる。

冬の地震防災訓練の例としては、新潟県長岡市の市職員対象の避難訓練、北海道北見市での消防職員対象の非常招集訓練等があるに過ぎない。その意味では雪がある3月の防災訓練実施は画期的である。2002年3月に上越市、十日町市が住民に対して実施した積雪期の防災訓練は貴重な取り組みとして高く

評価出来る。本節では両自治体の訓練内容の比較を通じ、課題点を整理する。

### (1) 自治体における具体的な積雪期の防災訓練

ここで、具体的な事例として上越市と十日町市の取り組みを、以下に示す。

#### 1) 上越市

2002年3月10日に住民と市職員が参加しての避難訓練が実施された。殆ど積雪はなかったが、避難所の暖房面での確認に関心がシフトし、冬期における地震防災に対する意識向上が図られた。防災担当者の話を総合すると、

毎年のように雪崩や融雪期の斜面災害が発生していること  
年度ごとに多少の変動はあるが、地域によっては豪雪に見舞われる頻度が高いこと、

が今回の訓練につながった。

市内の消防団員に加え、電気関係等のライフライン企業の関係者が参加したことが大きな特徴である。訓練では避難経路の確認、避難施設の暖房面のチェックに加え、電気、ガス、水道、電話等のライフライン事業者による応急復旧訓練、安全点検が実施された。市民約700人の他、企業の技術部門の関係者400人余りが参加した。地震発生後に復旧が遅延しがちなガスは念入りに点検され、特にプロパンガスでは安全弁の作動状況が細かくチェックされた。

訓練参加者の話から、避難路の状態とともに、雪情報に関心が高いことが分かる。表・2からも明白であるが、降積雪に悩まされる構図と言える。こうした気象状況に配慮し、市内各所にある屋内施設が避難所として指定され、連絡先を含めた詳細な情報は同市のホームページ上で公開されている。なお、アドレスは (<http://www.city.joetsu.niigata.jp/lifeguide/click24/542.pdf>) である。

表6・4：建物種別に見た上越市の指定避難所

建物種別による避難所	指定数
公立幼稚園・保育園	33
小学校	30
中学校	9
高等学校	10
関連施設（JA，体育館等）	7
合計	89

#### 2) 十日町市

2002年3月17日に住民と市職員が参加しての避難訓練が実施された。この時の積雪深は1mを超え、車道にも積雪があった。市幹部の話を総合すると、

2001年1月4日の塩沢町付近を震源とする地震により、十日町市内で震度5弱が観測されたこと  
この地震による建物被害が報告され、市内に限ってみても公共施設18件、民家等では76件が被害を受けたこと

1961年2月に発生した長岡地震を教訓に、震度5強以上の地震が冬に発生しても不思議ではない

という認識が関係各方面で高まった。

十日町地域消防本部，十日町市消防団，町内会等の協力を得て実施された。訓練の目的は、

訓練を契機とした住民の防災意識の向上  
関係機関の役割分担の見直し・連携強化  
訓練の成果に基づく地域防災計画の見直し

である。なお、1999年4月1日現在、人口千人当たりの消防団員数は新潟県平均の17.9人に対し、十日町市では27.3人である。

訓練の想定は実践的で、新潟県南部を震源とする地震が発生し、十日町市で震度5強、雪崩に人が巻き込まれ、落雪に乗用車が埋もれ、倒壊家屋の中に要救助者がいる。また、火災発生に際し、消火栓が凍結等の事由で使えない、という条件を盛り込んだ。

訓練内容も多岐にわたり、

自主避難  
災害対策本部設置、情報収集・情報伝達  
市職員非常招集  
広報・偵察  
物資調達  
給水車出動  
通報訓練  
現場指揮本部設置  
初期消火  
倒壊家屋・救出  
集団救急・救護  
雪に覆われた車両からの人命救助  
雪崩埋没者捜索・救出  
防災ヘリ出動要請訓練

等である。また、訓練参加者・見学者のために、起震車搭乗、消火器の操作法等の体験コーナーが設置され、地震の恐ろしさを認識し、地震への備えを見直したい、と話す人が多かった。

訓練には約200名が参加し、高齢者の姿が目立った。訓練の場所は市役所に近い中心部に限定された。実際に避難所まで歩き、避難路の確認を行った。慣れている筈の道でも右往左往していた。情報伝達でも指揮系統の多少の乱れはあったが、この状況を踏まえ、関係各機関での話し合いが頻繁に行われるようになり、訓練の成果が認められた。

今回の訓練は街の中心部で実施され、午前中から正午という短い時間であった。今後は山間部における高齢者の搬送訓練や、市職員と消防関係者については日没後にも訓練を行うことで、物資調達、消火活動、道路状況の点検の必要性が再認識され、より実践的な備えにつなげることが期待される。

## (2) 積雪期の防災訓練を踏まえた住民向けの啓発と避難者の安全確保

### 啓発活動の考え方

十日町市近傍には信濃川断層帯、十日町断層帯が存在し、確実度B級、ないしはA級と見られている。一方、十日町市一帯は雪が深く、人口減少が著しく、高齢化率が高い。1970年～1995年の十日町市の人口増減率は-9.9%で、2000年10月の国勢調査の結果、高齢化率は23.5%である。こうした状況を踏まえ、日本雪工学会では十日町市下条地区を選び、積雪寒冷期地震防災に関する住民向けのワークショップを定期的開催している。

下条地区が選定された理由として、



自主防災組織が比較的頻繁に活動している

十日町市の中心部に近く、行政と住民の連携がうまく機能している

が挙げられる。なお、下条地区の全人口に占める65歳以上の人の割合は24.1%で、十日町市20.1%(1995年国勢調査結果)を上回っている。下条地区にはJRの駅があり、交通のアクセスはさほど不便ではない。下条地区の中心部の位置関係は、十日町市の中心部北7.5km、小千谷市の中心部の南12.5kmにある。

同地区では痴呆や徘徊の問題を抱える高齢者が少なく、健常高齢者間のサークル活動が活発である。しかしながら、積雪寒冷期地震に対する意識は薄く、屋根雪処理に不安を抱く人が多いことが分かった。

### 啓発活動(ワークショップ)の成果とその考察

複数回のワークショップで、屋根雪処理におけるボランティアの組織化、高床式住居のバリアフリー化に際する財政的な援助を求める声が大きかった。参加者にアンケート調査を実施したところ、屋根雪処理は自分達で行うのが9割近くに達し、ボランティアを活用している人は2%前後である。ワークショップでは防災訓練の必要性が強調されているが、これに関連し、半数を超える人が何らかの防災訓練に参加しているものの、積雪期に避難所まで歩く経験のある人は皆無であることが分かった。

ワークショップ全体を通じ、高齢者の搬送等、現実的な対応については話題にならず、行政担当者を交えた緊密な話し合い、同地区での積雪期の避難訓練の実施が懸案事項であることが浮き彫りとなった。

### 避難者の安全確保

冬期の地震では、避難行動に大きな支障となり、避難後も健康問題等、課題が山積している。被災者の健康管理とともに、避難地域の気象・社会条件、避難施設の耐震化の現況を把握することが不可欠となる。目黒(2003)も述べているように、建物等のハード面での安全確保が前提となり、これを満たして初めて被災者の健康や心のケアにつながる<sup>4)</sup>。

この問題意識に沿い、ここでは地域防災計画で取り上げた自治体、ならびに過去に被害地震に見舞われている箇所を対象に、社会指標や気象条件、避難環境に係る指標を提示し、考察を加える。なお、地域防災計画で言及した自治体は取り上げた順番に従って整理したが、新潟市を最初に示したのは、1964年6月に新潟地震(M7.5)が発生していることを考慮し、触れることにした。一方、被害地震が発生した震源域となった自治体は発生順に網羅した(表6・5～表6・7を参照)。

表6・5：積雪寒冷期地震防災対策で取り上げた自治体の避難環境に係る指標(1999年)

自治体名	避難施設数 (ヶ所)	施設面積 (m <sup>2</sup> )	利用可能人数 (人)	一人当たりの利 用可能面積(m <sup>2</sup> )	受け入れ避難者 数充足率(%)	屋外避難場 数(ヶ所)	避難場面積 (m <sup>2</sup> )	人口総数 (人)
新潟市	101	136,161	68,053	2.0	13.6	174	2761510	499,516
上越市	89	366,786	117,616	3.1	87.7			134,083
十日町市	63	37,611	12,522	3.0	28.8	69	401,192	43,497
川西町	8	7,048	2,347	3.0	28.4			8,267
大和町	24	19,888	3,974	5.0	25.2	18	114,731	15,800
柏崎市	129	358,488	119,431	3.0	132.6	139	1,346,380	90,097
小出町	20	11,867	2,325	5.1	17.8	10	124,409	13,039
松代町	8	6,310	1,810	3.5	41.9	11	56,500	4,315
湯之谷村	6	6,514	2,169	3.0	32.3			6,711
新井市	61	20,544	6,990	2.9	25.2	102	498,063	27,778
山北町	75	38,685	12,871	3.0	163.9			7,851
新潟県	3,164	3,345,141	1,105,219	3.0	44.5	1,412	12,878,911	2,486,271

一人当たりの利用可能面積 = 施設面積 / 利用可能人数

受け入れ避難者数充足率 = 利用可能人数 / 人口総数

上越市、川西町、湯之谷村、山北町では屋外の施設(公園等)を避難場所として指定していない



表 6・6：積雪寒冷期地震防災対策で取り上げた自治体の社会環境指標（1999 年）

自治体名	高齢化率（％）	高齢単身世帯割合（％）	昼間人口（人）	千人当たりの消防団員数（人）
新潟市	16.	4.04	111.0	4.7
上越市	18.9	4.07	106.6	12.1
十日町市	22.8	2.96	101.1	27.3
川西町	27.2	3.08	84.9	43.4
大和町	21.9	2.25	95.4	44.8
柏崎市	21.2	4.27	104.2	13.1
小出町	20.9	3.71	116.9	20.3
松代町	35.8	6.22	99.3	65.6
湯之谷村	21.0	3.56	95.7	20.3
新井市	23.3	4.30	101.9	22.1
山北町	31.9	8.98	93.8	61.1
新潟県	20.7	4.07	1000.0	17.9

昼間人口，高齢単身世帯割合はともに 1995 年の国勢調査

昼間人口 = ( 当該市町村の常住人口・当該市町村からの流出口 + 当該市町村への流入人口 ) / 常住人口

表 6・7：積雪寒冷期地震防災対策で取り上げた自治体の雪に係るデータ

自治体名	累年平均最大積雪深（cm）	雪崩危険箇所数（ヶ所）
新潟市	52	・
上越市	188	4
十日町市	258	59
川西町	262	56
大和町	242	18
柏崎市	164	57
小出町	247	14
松代町	293	79
湯之谷村	282	51
新井市	254	25
山北町	112	12
新潟県	・	1, 805

累年平均最大積雪深は『新潟県地域防災計画（資料編）平成 11 年度修正』の 148 頁を抜粋。少雪年と多雪年を考慮し、数値の見直しも。

雪崩危険箇所は、新潟県治山課資料より（『新潟県地域防災計画（資料編）平成 11 年度修正』の 121 頁を抜粋）

雪崩危険箇所の表で「・」とあるのは危険箇所が存在しないことを意味する

表 6・5 から、新潟市，柏崎市等，海岸部の自治体で公園等が避難場所として指定されていることが分かる。新潟県は冬期には低温，豪雪という条件を考慮しても屋外での避難生活は困難である。新潟市は 11 月下旬から 2 月中旬にかけて強風傾向，雷雨に見舞われる頻度が高いうえに，地震後であれば津波被害も懸念されるところである。新潟地震では大小 14 波の津波が押し寄せた。日本海中部地震（1983 年），北海道南西部地震（1993 年），十勝沖地震（2003 年）で津波による人的被害が発生している。近年の研究では，地形等の因子を考慮した波高の推定や津波到達時間のシミュレーションを用いて，危険度評価が行われ<sup>5)</sup>，ハザードマップに生かすことが課題となる。

また，石油備蓄基地で 16 日間火災が鎮火しなかった事実がある。この後，石油タンクにはスロッシング対策が施されるようになったが，2003 年 9 月 26 日の十勝沖地震ではタンク火災を起こしている。

以上の背景から，海岸部で屋外を避難場所として使用することにはリスクを伴い，被災者の健康被害だけではなく，人命損失という事態も考えられる。石油類の燃焼に伴い窒素酸化物，硫黄酸化物が発生し，四日市ぜんそく等に代表される公害の史実からも，健康被害は明らかである。

屋内避難施設では人口に占める利用可能人数の割合（充足率）が大都市部程低い。一人当たりの利用可能スペースは 1 畳分であり，この状況は自治体を問わず共通している。

ここで表 6・6 を示した事由について，若干説明する。2000 年 7 月に発生した神津島近海地震の調査

団員として土木学会から派遣され、斜面災害と災害対応に係る調査を実施したが、この過程で独居高齢者、若しくは自力で動くのが困難な高齢者宅に役場職員が迎えに行った件数が4件あり、地域の高齢化、高齢者の置かれた状況を事前に把握することで、人的被害を軽減出来るとの判断で表6・6を示した。

表6・6から、町村部では消防団員数は多いものの、高齢化率が高く、団員の中にも高齢者が多いのが実情である。地震時の救出活動に関連し、消防団員数と団員の年齢構成だけではなく、昼間人口を認識する必要がある。新潟市等の大都市では通勤・通学、買い物客が多く、それだけ地理に不案内な人のパニック、帰宅困難者の発生が懸念される。東京都が1997年に示した直下型地震による帰宅困難者予測では371万と推定している。一方で、山村は平日には人がいなくなり、災害が発生してもマンパワーの点で問題となる。

これとは別に、積雪寒冷期地震が発生すれば雪崩や融雪地すべりの危険性と直結する。このことから、各自治体の雪に係る指標を比較検討することで、地域に応じた雪害予防・積雪寒冷期地震防災に生かすことが可能となる。特筆すべきは、柏崎市のように、海岸部でも雪崩多発地帯が存在する点である。

以上、表6・5～表6・7の検討を行ったが、人口総数が多い地域程、避難施設が逼迫していることが分かる。これとともに、雪崩危険箇所指定され、長岡市は地すべりと雪崩に毎回、見舞われることを意味している。これ等の傾向は以下に示す表6・8～表6・10でも現れている。

表6・8：積雪寒冷期地震の震源域における避難環境に係る指標（1999年）

自治体名	避難施設数 (ヶ所)	施設面積 (m <sup>2</sup> )	利用可能人数 (人)	一人当たりの利用可能面積(m <sup>2</sup> )	受け入れ避難者数充足率(%)	屋外避難場数 (ヶ所)	避難場面積 (m <sup>2</sup> )	人口総数 (人)
三条市	65	34,003	11,201	3.0	13.1	72	394,382	85,179
長岡市	133	191,661	63,867	3.0	33.0			193,280
安塚町	39	12,920	4,254	3.0	111.8	16	97,800	3,804
高柳町	24	9,584	2,885	3.3	112.1			2,573
津南町	30	11,935	3,968	3.0	31.4	12	169,004	12,618
笹神村	26	10,710	3,570	3.0	37.3	3	15,358	9,579
小千谷市	66	32,337	10,757	3.0	25.6	10	19,300	42,000
上川村	7	5,196	1,730	3.0	49.0	7	47,670	3,531
塩沢町	20	15,381	5,096	3.0	24.5	21	164,394	20,761

一人当たりの利用可能面積 = 施設面積 / 利用可能人数

受け入れ避難者数充足率 = 利用可能人数 / 人口総数

長岡市、高柳町では屋外の施設（公園等）を避難場所として指定していない

表6・9：積雪寒冷期地震の震源域における社会指標（1999年）

自治体名	高齢化率(%)	高齢単身世帯割合(%)	昼間人口(人)	千人当たりの消防団員数(人)
三条市	18.9	3.27	106.5	6.6
長岡市	17.7	3.14	110.8	7.1
安塚町	33.3	6.40	96.2	75.2
高柳町	41.2	9.51	91.3	68.8
津南町	31.1	5.94	99.4	50.2
笹神村	25.3	3.72	80.3	29.1
小千谷市	22.7	3.30	101.2	18.1
上川村	30.6	6.39	82.7	105.4
塩沢町	24.5	2.49	90.7	43.7

昼間人口、高齢単身世帯割合はともに1995年の国勢調査

昼間人口 = (当該市町村の常住人口・当該市町村からの流出口 + 当該市町村への流入人口) / 常住人口

表 6・10：積雪寒冷期地震の震源域における雪に係るデータ

自治体名	累年平均最大積雪深 (cm)	雪崩危険箇所数 (ヶ所)
三条市	77	16
長岡市	180	57
安塚町	270	69
高柳町	300	27
津南町	281	51
笹神村	100	.
小千谷市	243	49
上川村	186	62
塩沢町	247	29

雪崩危険箇所の表で・とあるのは危険箇所が存在しないことを意味する

雪崩危険箇所は、新潟県治山課資料より（『新潟県地域防災計画（資料編）平成 11 年度修正』の 121 頁を抜粋）

累年平均最大積雪深は『新潟県地域防災計画（資料編）平成 11 年度修正』の 148 頁を抜粋。少雪年と多雪年を考慮し、数値の見直しも。

これに関連し、災害時を想定した備蓄状況に関し、新潟県全体で、乾パンとアルファ米が約 15,000、魚の缶詰が 10,000 余、ウィンナー5,000、1.5l のペットボトルが 24,000 本弱であり、積雪寒冷期を考慮した場合には毛布の需要が高まる。真空パック仕様で 5,000 枚程度に過ぎず、兵庫県南部地震時の避難者 30 万人を考慮すれば、毛布の備蓄を充実させることが課題となる。ただ、県では災害時に必要物資の供給要請先として、食糧事務所等の関係機関 9、卸売業者 5、小売業者 34 団体と提携している。

### （3）斜面災害を考慮した対策

以上、当該地域の自然・社会環境の指標に基づく避難体制の考え方を記述したが、懸念事項として、集落保全策に見られる雪崩危険度箇所の数の多さである。地震発生後には斜面災害とともに、雪崩が発生する危険性が増大する。雪崩に関連する事象として、斜面災害が挙げられる。雪崩が引き金となって斜面崩壊が生じるケースは新潟県内で非常に多い。ここで、県内の主要な斜面災害の概況を俯瞰する。

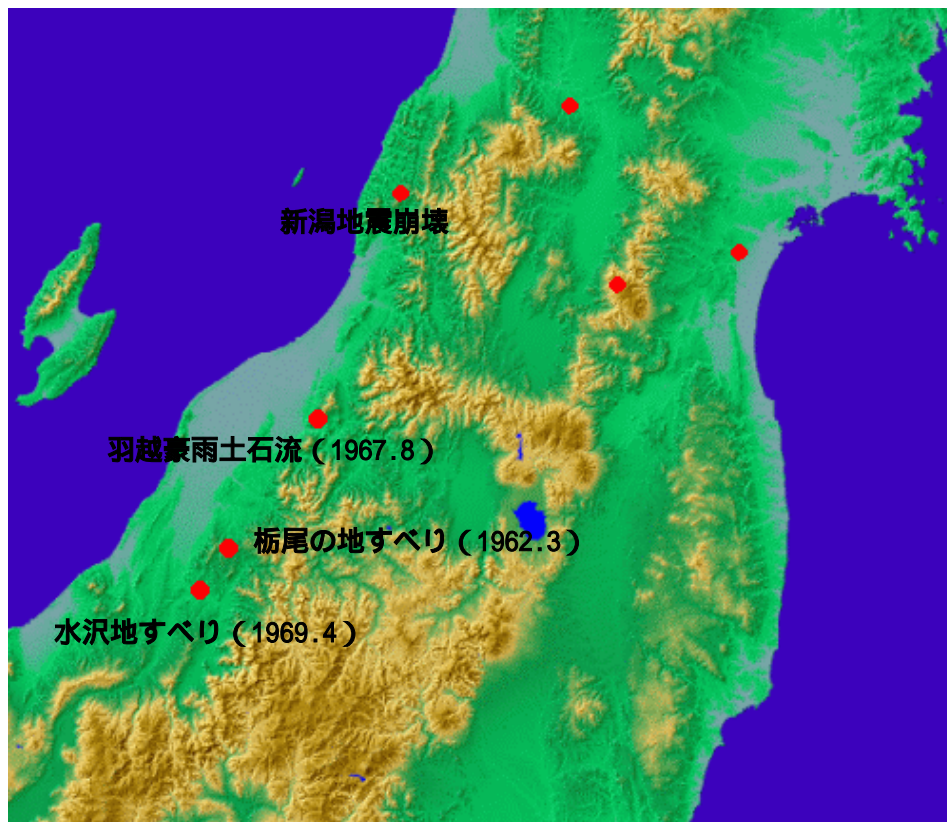


図 6・1：新潟県内での主要な地すべり災害の分布（その 1）

表 6・11：新潟県内での主要な地すべり災害の概要（その 1）

	新潟地震崩壊	羽越豪雨土石流	栃尾の地すべり	水沢地すべり
発生日	1964年6月	1967年8月	1962年3月	1969年4月
発生場所	新潟県村上市～岩船郡山北村	新潟県北蒲原郡笹神村都辺田	新潟県栃尾市東中野俣	新潟県北魚沼郡広神村水沢新田
人的被害	不明	134名		7名
誘因	地震	豪雨	融雪	融雪
地質	花崗岩，第三紀岩船層・相川層，日本国片麻岩	白亜紀後期～古第三紀五頭花崗岩	第三紀泥岩（牛が首層）	新第三紀の粘土岩，シルト岩を挟む砂礫互層
現象	崩壊	崩壊	地すべり	地すべり
変動幅				80m
変動長				450m
変動土量				84万 m <sup>3</sup>

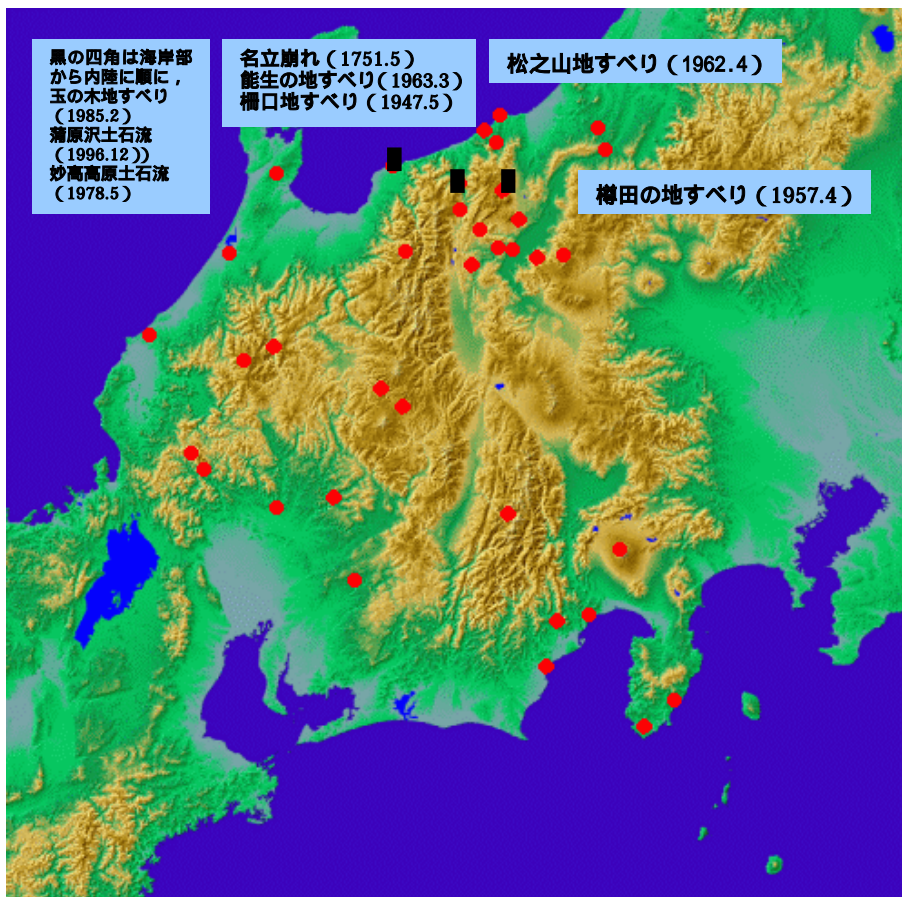


図 6・2：新潟県内での主要な地すべり災害の分布（その 2）

表 6・12：新潟県内での主要な地すべり災害の概要（その 2）

	松之山地すべり	樽田の地すべり	名立崩れ	能生の地すべり
発生日	1962 年 4 月	1957 年 4 月	1751 年 5 月	1963 年 3 月
発生場所	新潟県東頸城郡松之山町	新潟県中魚沼郡津南町樽田	新潟県西頸城郡名立町名立小泊	新潟県西頸城郡能生町能生小泊
人的被害		19 名	388 名	
誘因	融雪	融雪	地震	融雪
地質	新第三紀砂岩，頁岩，凝灰岩，砂岩凝灰岩互層，凝灰岩頁岩互層	第三紀の砂岩泥岩互層	第三紀の砂岩、泥岩、礫岩，頁岩互層	新第三紀 鮮新世 砂岩，泥岩，礫岩及び凝灰岩
現象	地すべり	地すべり	崩壊	地すべり
変動幅		50m	1km	
変動長		320m	300m	
変動土量	850ha	15,000m <sup>3</sup>	9 00 万 m <sup>3</sup>	

表 6・13：新潟県内での主要な地すべり災害の概要（その 2，表 6・12 の続き）

	柵口地すべり	玉ノ木地すべり	蒲原沢土石流	妙高土石流
発生日	1947 年 5 月	1985 年 2 月	1996 年 12 月	1978 年 5 月
発生場所	新潟県西頸城郡能生町柵口	新潟県西頸城郡青海町玉ノ木	長野県北安曇郡小谷村蒲原沢	新潟県中頸城郡妙高高原町新赤倉
人的被害		10 名	14 名	13 名
誘因	融雪	急傾斜地工事と融雪水	融雪	融雪
地質	第三紀層の流れ盤	崖錐性堆積物	第四紀火山噴出物，ジュラ紀片岩・砂岩・頁岩，蛇紋岩，段丘堆積物	第四紀火山岩，火砕岩
現象	地すべり	地すべり	崩壊	土石流
変動幅	960m	110m		160m
変動長	1,400m	165m		7,600m
変動土量			48,000m <sup>3</sup>	

上記に示した図 6・1・図 6・2，表 6・11～表 6・13 において，新潟県内で発生した主要な地すべり災害 12 例を示しているが，特に上越から中越地域にかけて発生していることが分かる。また，融雪期に集中している。1992 年 12 月に発生した新潟県南西部地震の震源地となった津南町では地震とは関係なく，1957 年 4 月に融雪地すべりが発生し，19 人の死傷者が出ている。同町や十日町市，安塚町は互いに近接するが，地すべり危険箇所は合わせて数十箇所になる。

1995 年 4 月に新潟県北部地震に見舞われた笹神村では 1967 年 8 月に羽越豪雨災害による土石流が発生し，134 名の死傷者が報告されている。笹神村には雪崩危険箇所に指定された地点はないが，豪雨災害により，人的被害が生じ，1998 年 8 月の新潟州豪雨では鉄砲水や用水路の氾濫が見られた。

ここに示した 12 の斜面災害で地震によるものは 1 例のみであるが，1995 年 1 月の兵庫県南部地震では仁川の地すべりが発生し，人的被害には至らない小規模な雪崩が福井や鳥取で観測されている。

地すべり地帯の地質の状況は第三紀層の泥岩であるケースが多く，特に降積雪現象により，地盤内は過剰間隙水圧が上昇し，凍結・融解の繰り返しにより土砂化する。土砂化が進行することで，地盤が降伏し，スレーキングによりすべりが発生する。こうした融雪に伴う地すべり現象は全国的に見ても相当数，確認され，複合災害としての斜面管理が不可欠となる。しかしながら，避難路確保のための除雪等に係る自治体の予算は縮減傾向にあり，この意味ではリモートセンシング技術の活用による積雪状況の分布の把握が重要となってくる（付録を参照）。

近年では温暖化の影響で 1，2 月にも融雪地すべりが発生し，2000 年 1 月には上越地域と下越に属する関川村で相次いで地すべりが起きている。特に関川村の事例ではスキーヤーがリフトに一時，取り残される等，利用者の安全対策が一層，高まっていることを如実に示している。



ここで、斜面災害と地震防災との関係で論じる場合、特に避難体制構築の観点から考察が可能となる。豪雨や降雪、地震によって斜面災害が生じるが、斜面災害多発地帯で問題となるのが車輛が巻き込まれることと、老健・福祉施設が立地していることである。建物の耐震化を高めることで外力、ここでは崩壊する土砂の流速に建物が耐えられるかが問われる。自力で動くのが困難な高齢者の救出に際して、消防関係が到着するまでの間、当該建物が崩壊土砂に耐えられるかは基礎を含めた上部構造物の耐震化である。例えば柱の太さを1.5倍にした場合の降伏力、材料を変えることでの曲げ破壊に至るまでの時間を稼ぐことが出来る。このことから、斜面災害多発地帯では耐震化と高齢者に配慮したバリアフリー、冬期には行政による除雪の励行が防災対策上、不可欠な施策となる。

ここまでの避難者の安全確保・健康管理に係る留意事項の前提となるのが避難施設として使用される公共施設の耐震化である。総務省消防庁は2002年2月に、『防災拠点となる公共施設等の耐震化推進検討報告書』を公刊し、新耐震以前の建物で耐震化が進んでいない施設が多いことを指摘している。ここで、防災拠点となる公共施設のうち、避難所として利用される機会が多い施設建物を対象に、耐震化の現状を表6・14に示す。なお、庁舎を取り上げた事由は、罹災証明等で住民が頻繁に利用することを勘案し、取り上げることにした。

表6・14：防災拠点となる公共施設の耐震化の現状（総務省消防庁資料より）

	全棟数	1981年以前の建物棟数	1981年以前の建物が占める割合	耐震診断を実施した建物棟数	耐震性なしと判定された建物棟数	耐震済み建物棟数(2001年度末)	耐震診断を実施した建物の割合	耐震性なしと判定された建物棟数の割合	耐震改修が実施された建物棟数の割合
各指標の定義	A	B	C = B / A	D	E	F	G = D / B	H = E / D	I = F / E
<b>都道府県施設</b>									
文教施設	11,931	8,120	68.1%	3,987	3,116	830	49.1%	78.2%	26.6%
庁舎	2,054	1,339	66.2%	745	492	174	55.6%	66.0%	35.4%
公民館等	97	44	57.1%	26	18	10	59.1%	69.2%	55.6%
体育館	69	47	68.1%	16	4	1	34.0%	25.0%	25.0%
<b>市町村施設</b>									
文教施設	104,997	68,164	64.9%	22,299	16,388	6,342	32.7%	73.5%	38.7%
庁舎	6,294	3,870	61.5%	962	750	159	24.9%	78.0%	21.2%
公民館等	14,537	7,297	50.2%	1,001	607	114	13.7%	60.6%	18.8%
体育館	4,118	1,838	44.6%	235	148	33	12.8%	63.0%	22.3%

耐震性を保持することが前提条件とされる公共施設において、都道府県・市町村所管に関わらず、6割以上の建物が新耐震以前に建てられており、耐震診断や場合によっては耐震改修工事を必要としていることが分かる。しかしながら、耐震診断を必要とする1981年以前の建物において、耐震診断が実施されているのは概ね3～4割で、低率である。

耐震診断で、耐震改修が必要とされるのは7割に達し、耐震改修が実施されたのは施設の種類による差異はあるものの、2～3割で、現在言われている既存不適格建物の問題と相通じる。

2003年7月26日の宮城県北部地震の調査に際して、町立鹿島台病院の被害状況を精査したが、入院患者を他の医療機関への搬送に加え、寝たきり患者を安全な場所へ移送する際、20分程度遅れ、限られた職員による対応と、公共施設としての病院建物の問題点が浮き彫りとなった。同病院では木造建物も病棟として利用していたが、屋根の落下により、調査を実施した2003年9月末時点で立ち入り禁止の措置が講じられていた。また、RC造（3階建て）においては、病棟内壁の剥離、休憩室の梁が曲げ破壊を起こし、使用不能となった。町役場の関係者の話から、病院復旧には数億円を要し、耐震補強策、若しくは全面的な建て替えにするかは決定されていない状況であった。

このように、全国的に見た公共施設の耐震化の現状調査結果から、避難施設となることから、耐震改修が不可欠となる。新潟県では1992年12月に発生した新潟県南西部地震の被害から、学校体育館の屋根の落下、ストーブが転倒する等、積雪寒冷期の避難において致命的となる被害であったと言える<sup>6)</sup>。

## 6.5. 地域住民の属性を考慮した防災対策の比較分析

積雪期地震防災対策に係る一連の検討から、災害弱者対策の重要性が示された。豪雪地帯の多くが中山間地域に位置し、高齢化率が高く、奥阿賀地域に属する鹿瀬町や、刈羽地域に位置する高柳町では全人口に占める65歳以上の割合が40%を超えている。高齢者が多いことは、発災時に避難が困難であり、避難を伴わなくてもケガをしやすく、ケガした場合、衰弱が進み、生命に関わることが懸念される。この点を踏まえれば災害弱者対策の充実が不可欠であるが、弱者は高齢者に限らず、子供、妊婦等も含まれる。災害時には季節を問わず、これ等の人々の迅速な救出が優先事項となる。

そこで、東京都と新潟県の『地域防災計画』（震災対策編）とこれに付随する各種マニュアルの比較を通じ、災害弱者対策の概要を記述し、今後の展望を行う。ここで東京都を取り上げた理由は、他府県が策定している『地域防災計画』に比べ、内容が充実しており、また、『東京都地域防災計画（震災対策編）』に加え、種々のマニュアルを発行しているからである。なお、ここでは新潟県の各自治体が策定している災害弱者対策は割愛する。各自治体は県が策定する防災計画に準拠して作成し、内容的に県が定めた事項と重複するためである。

### 1) 東京都の事例

東京都の政策に関しては、目黒（1998）らが災害弱者対策を盛り込んだマニュアルの策定状況について、区ごとの調査結果を報告している<sup>7)</sup>が、ここでは都が策定した内容を取り上げる。

通常、自治体では『地域防災計画（震災編）』、『地域防災計画（風水害編）』、『地域防災計画（資料編）』が策定されている。東京都では『地域防災計画』の他に、

『東京都震災予防計画』

『防災都市づくり推進計画 整備計画』

『東京都都市復興マニュアル』

『東京都生活復興マニュアル』

を発行し、一般に頒布している。このマニュアル類を一般に市販しているのは東京都と横浜市等に限定されている。マニュアル類を市販していなくても、秋田市等のようにホームページ上で公開したり（<http://www.city.akita.akita.jp/city/gn/ds/plan/pdf/dai02/dai2-2-1.pdf>）、役所での閲覧を認めている場合が多い。ただ、必要箇所をコピーする際、手続きが煩雑な自治体も少なからず存在する。

総理府を初めとする各機関が実施する世論調査の結果等から、情報公開を望む声が強くなり、また、防災情報に関心を持つ人が増えている。東京都が販売しているマニュアル類の多くが兵庫県南部地震後に発行され、庁舎内の都民情報ルームで購入する姿を頻繁に目にする。

ここで、都が発行するマニュアル類を取り上げる。『東京都震災予防計画』は、都が定めた「東京都震災予防条例」（1971年10月23日制定）を受けて『第1次計画』が1973年に発行され、現在では8次計画まで出されている。マニュアルに盛り込まれた計画内容は1973年当時から公開を原則としている。

『東京都震災予防計画』

骨子は防災教育の充実を前面に出し、個々人が防災意識を身に付けるうえで、防災訓練や講習会への参加を呼び掛けるとともに、災害を最小限にするための地域コミュニティづくりを掲げている。さらに、ボランティア活動の推進にも期待を寄せている。

『防災都市づくり推進計画 整備計画』

計画の概要として、避難所の整備、防火帯としての公園緑地の確保、さらには高齢者や身障者に配慮したバリアフリーの推進等が盛り込まれている。

### 『東京都都市復興マニュアル』

この中では被災者を収容する施設の安全性を前面に出し、主にハード面に力点を置いた記載となっている。公共施設の迅速な復興を目標に掲げ、都民の利用に供する考えを示している。

### 『東京都生活復興マニュアル』

ここではソフト面で扱われる事項が記載されている。ボランティア活動の推進とともに、災害弱者を含め、義捐金等による援助等が盛り込まれ、生活の安定化を命題にしている。また、福祉のまちづくり推進に関連し、歩道や公共空間のバリアフリー化を目指し、ボランティア・地域住民同士の協力による高齢者等のケアの必要性が記されている。

いずれのマニュアルとも、その対策の骨子は災害弱者を始め、全ての被災者に対する諸策が記され、ボランティア等のマンパワー確保を重要視している。都は市区町村、ならびに事業者との連携を深め、被災者の救出等で協力体制を構築することの重要性を認識している。都は災害弱者対策に関して市区町村と連携しつつ、各自治体が中心になって対策を進展させることを謳っている。災害時の救出は勿論、日常的に福祉関係者と協力して防災知識の啓発・普及を図る、としている。都が定義する災害弱者は、

寝たきりや一人暮らしの高齢者  
身体障害者・知的発達障害者、傷病者  
乳幼児

現在は交通事故の多発に伴い、身体障害者が増加している。これとは別に、高齢化は人間として避けて通れない摂理であり、誰もが災害弱者になる可能性がある。ただ、妊婦が含まれていない。

『地域防災計画（震災対策編）』では安全体制の確保の項目を掲げ、具体的には、

災害弱者防災行動マニュアルの作成  
防災訓練の充実  
緊急通報システムの整備

である。一方、社会福祉施設等の安全対策では、

社会福祉施設等と地域の連携  
防災教育の充実  
防災訓練の充実

を課題として掲げている。さらに災害時における弱者の安全対策で、

「災害弱者対策班」等の設置  
二次避難所の活用  
医療等の体制  
食料等の確保  
福祉機器等の確保  
仮設住宅  
の項目に重点を置いている。



## ・東京都港区の事例

『地域防災計画』で記載されている「二次避難所」は、自宅や体育館等の通常の避難所での生活を送るのが困難な人のために社会福祉施設等を利用する施設を含んでいる。これに関連して港区は 1999 年 1 月に、大規模災害時に高齢者や身障者の人に対してホテルの宴会場や客室の一部を避難所として 1 週間程、利用させる覚え書きを結んだ。

都の避難所は区部で 1850 ケ所、二次避難所は 265 ケ所、市では各々 976, 43, 多摩町村は合計して 64 ケ所であるが、二次避難所はない。島嶼部は同様に一次避難所が 111 ケ所、二次避難所は 1 ケ所である (1996 年 4 月 1 日現在)。

## ・東京都下の事例

災害対策で重要な位置付けにある防災教育・防災訓練の充実について、府中市では身近にある消火栓や防災倉庫、避難施設等を住民が自らの足で歩き、地図に記入させる試みが始まった。防災マップづくりでは約 4 万枚の地図を住民に配布し、防災意識を促そうとしている。府中市は戦災を免れ、今も幅員の狭い道路がはり巡らされている。一方、国分寺市では住民と市職員が協力して、月に一度の“防災井戸端会議”を開き、バケツリレーや図上訓練等を行い、討論を深化させている。

次に『東京都震災予防計画』のうち、“第 6 次計画”(1996 年 6 月)を中心に取り上げる。ここでは震災前後の施策内容の変化を如実に示した“第 5 次計画”と“第 6 次計画”の比較検討を行う。

“第 5 次計画”(1993 年 8 月)では初動体制、情報連絡体制の強化、被災者への救援・救護体制の充実等の項目を加えている。

災害弱者は第 5 次でも触れられ、第 6 次と内容的には大差がない。「都民等の防災行動力の向上」の節で記述されている。ここで第 6 次に示された事項を提示する。

防災意識の高揚

防災市民組織の充実強化

事業所防災体制の充実強化

ボランティアの育成

災害弱者の安全確保

外国人対策の推進

ただ、ボランティア育成は第 5 次では取り上げられていなかった。

東京都では防災関連対策が充実し、個々人が防災意識を持つことを目的に、マニュアル類を頒布している。しかし、積雪期のことは殆ど考慮されていない。

青梅市等の多摩地域は毎年 20~30cm の積雪に見舞われ、都内でも一冬に数回の積雪(5cm 程度)が観測される。1998 年 1 月は首都圏で 2 回、大雪に見舞われ、1 月 8 日は 16.8cm の降雪量で 47 人がケガし、1 月 15 日は 7.6cm で 7 人の負傷が報告されている<sup>8)</sup>。2001 年 1 月にも首都圏で 15cm 前後の積雪があり、大小含め、約 700 件の交通事故が発生した<sup>9, 10)</sup>。2002~2003 年の冬期には 5cm 程度の積雪が数回、都内で観測された。この状況を考慮すれば、積雪期地震防災対策は都内においても不可欠となる。

## 2)新潟県の事例

『地域防災計画（震災対策編）』（平成9年度修正版）、その後に出された修正版でも災害弱者の安全対策が盛り込まれているものの、全体的には治水・治山や、積雪期地震等に対する防災対策が記載されている。この趨勢は県内の市町村にも反映されている。災害弱者に関して県は次のように定義している。

障害者  
高齢者  
傷病者  
外国人等

県は災害弱者対策をキメ細かく策定し、

「在宅災害弱者対策」  
「社会福祉施設等における安全確保対策」

を打ち出している。社会福祉に関連し、近年では在宅介護等、“在宅”をキーワードにしている。これを反映し、在宅者対策では、

地域コミュニティの形成  
災害弱者の実態把握  
公共施設及び住宅の安全性向上  
情報伝達機器の整備  
防災教育・防災訓練  
防災資機材の整備  
市町村の体制整備

を重点課題として据えている。また、社会福祉施設全般については、

防災組織体制（夜間体制の充実等）  
施設、設備の安全性強化  
食料品等の備蓄  
防災教育・防災訓練  
職員の迅速な確保及び地域住民等との協力体制の構築  
社会福祉施設間の協力体制の確立

を挙げている。自治体、消防団を始め、マンパワーの充実が不可欠である点が記載されている。さらに、搬送に際して除排雪の推進を挙げ、日常的に心掛けることを推奨している。

災害弱者対策は長岡市、十日町市、安塚町等でも懸案事項として位置付けているが、特に十日町市等の特別豪雪地帯でもマンパワー確保を掲げ、除雪や屋根雪処理等の作業で、ボランティア活用の重要性を指摘する等、災害に備える方向性を有している。しかしながら、住民同士で助け合う除雪作業を担うボランティア、民生委員の高齢化が目立ち、益々、人材確保が困難となっている。こうした状況は図6・3に示す高齢化率の年次推移からも分かる。また、ボランティアする側の高齢化と相まって新潟県内での高齢者単身世帯数の伸びが顕著で、高齢者自身が雪処理を余儀なくされる構図となる。このため、7章で指摘するように、高齢者の事故が目立つといった悪循環の構図となる（図6・4を参照）。

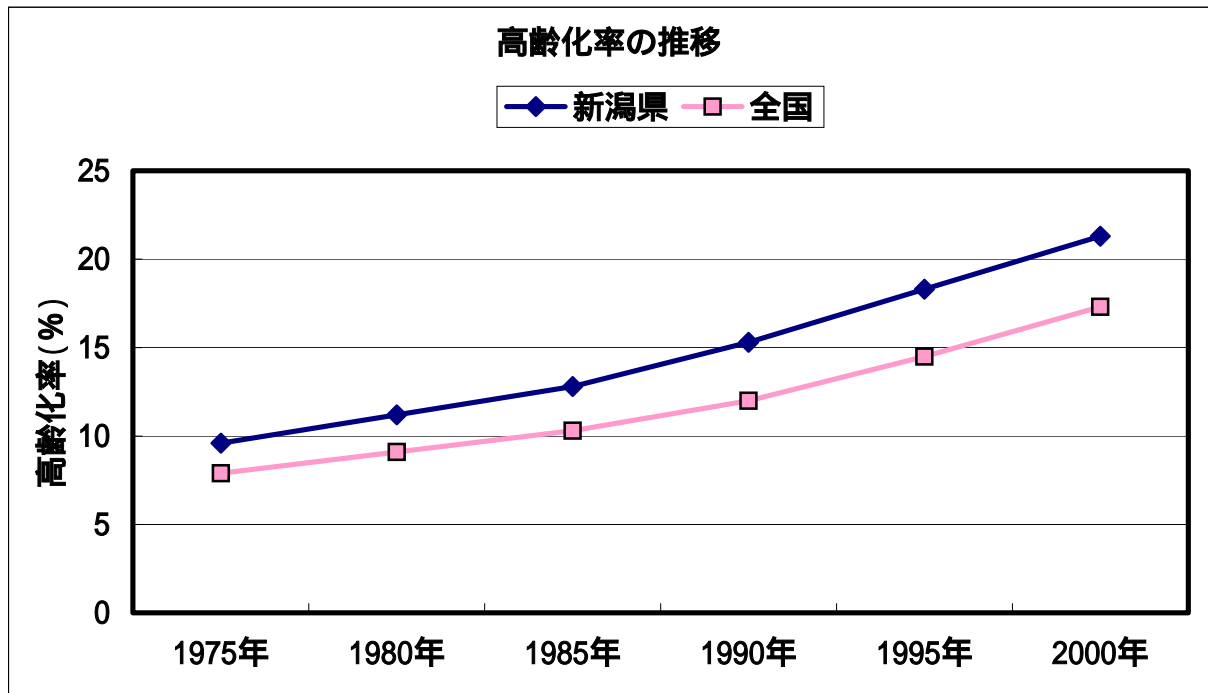


図6・3：新潟県と全国の高齢化率の年次推移（出典：国勢調査）

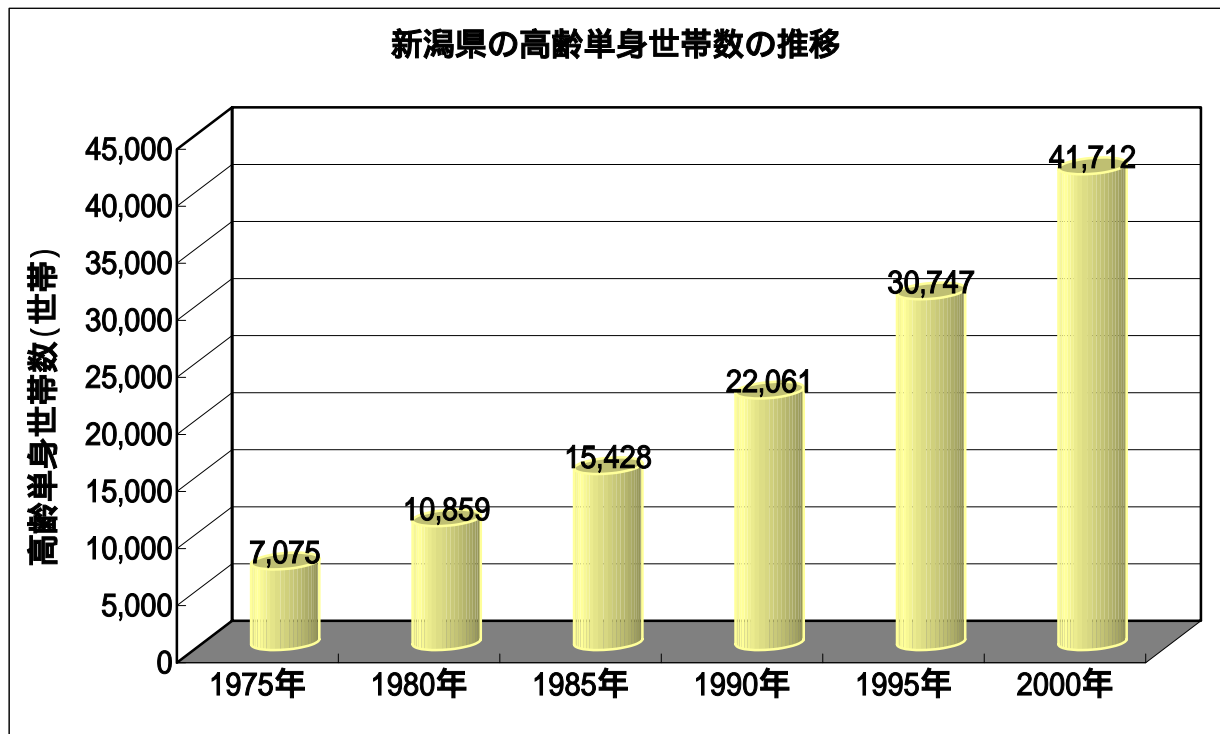


図6・4：新潟県における高齢単身世帯の年次推移（出典：国勢調査）

図6・3，図6・4から，高齢化が年々，進展していることが分かる。国連が定義している「高齢化社会」は全人口に占める65歳以上の人の割合を表す高齢化率が7%であるが，これを超えたのが1970年であり，同様に「高齢社会」の場合は高齢化率14%超が1994年である。丁度，合計特殊出生率が1.57を下回ったことと相まって，高齢化率が上昇する条件となった。7章の災害医療や雪による人身事故の部分でも取り上げるが，高齢者は体力的に減退し始め，種々の疾患に罹患しやすい。診療科を限定せず，幅広い読者を対象とする医学系雑誌でも20年前はバイオテクノロジー，腫瘍治療に係るトピックスが大勢を占めていたのとは対照的に，現在は高齢者医療，介護保険に関する特集が組まれるようになった。

表6・15：推計患者数の年次推移（厚生省の患者調査に基づき作成，単位：千人）

	新潟			全国		
	外来数	うち65歳以上	高齢患者の割合	外来数	うち65歳以上	高齢患者の割合
1984.10	125.0	33.6	26.88	6354.9	1601.0	25.19
1987.10	136.6	39.1	28.62	6633.5	1798.2	27.11
1990.10	133.4	42.1	31.56	6865.4	2025.4	29.50
1993.10	140.1	48.9	34.90	6973.0	2272.2	32.59
1996.10	151.8	60.9	40.12	7329.8	2759.3	37.64
1999.10	141.6	63.0	44.49	6835.9	2717.0	39.75

表6・15に示したように，高齢化の進展に伴い，患者数の伸びが認められる。この状況に反映し，医療面での需給構造が逼迫し，このことは図6・5と表6・16からも明白である。

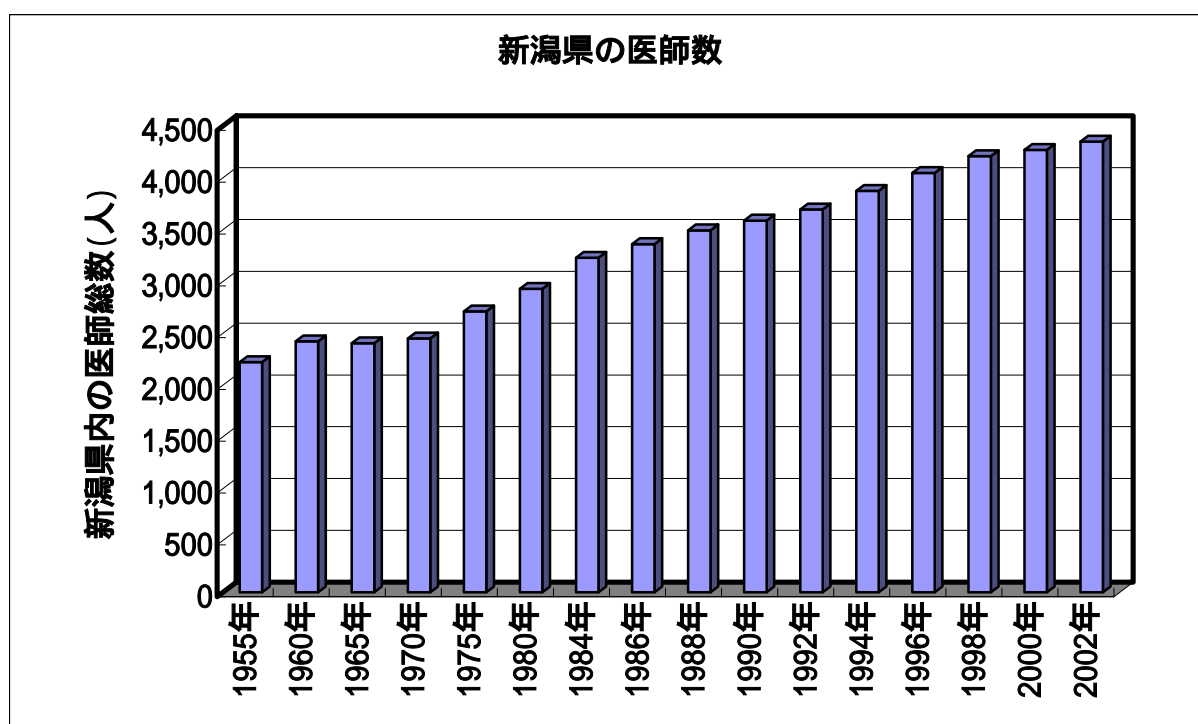


図6・5：新潟県における医師総数の年次推移（厚生省の医療供給調査等に基づき作成）

表 6・16：人口 10 万人対医師数の年次推移（厚生省の医療供給調査等に基づき作成）

	新潟	全国
1975 年	113.4	118.4
1980 年	120.2	133.6
1982 年	124.6	141.5
1984 年	130.6	150.6
1986 年	135.6	157.3
1988 年	140.9	164.2
1990 年	145.0	171.3
1992 年	149.3	176.5
1994 年	156.1	184.4
1996 年	162.4	191.4
1998 年	168.8	196.6
2000 年	172.5	201.5
2002 年	176.5	206.1

上記の図表類から、高齢者対策は災害時の懸案事項と捉えられがちであるが、日頃からの健康管理と防災訓練を行うことで、災害時にも対応出来る体力と精神面での心構えが醸成される。「健康日本 21」は高齢者の自立を前提に、健康寿命を延ばすことに重きを置いている。高齢者向けの運動処方等の指導においてもボランティアの活用が前提となっている。

一方で災害弱者対策にも変化が生じ、長岡市ではこの数年、外国人向けの防災のしおりを発行し、英語・中国語・韓国語等で記されている。新潟県では長岡市を除き、外国人対策にあまり触れられていないが、外国人の増加を考慮すれば、緊急時の情報伝達が懸案となる。防災担当者、自治体職員は一覧形式になっている 3, 4ヶ国語会話集、若しくは多言語（日米仏西）で記された防災用語集<sup>11)</sup>等が参考となる。また、消防庁では一般市民向けに、日本語・韓国語・中国語・ポルトガル語の対訳形式で書かれた防災パンフレットを発行している。情報伝達においては聴覚障害者に対する対応も懸念されるが、兵庫県南部地震では手話通訳者の配置に加え、FAX による情報提供を行い、注目された。豪雪地帯に即した対策として、防災無線の設置場所（雪は吸音性が高く、防災無線の敷設で最深積雪を考慮し、地上から 4m 以上の位置に設置）が重要となる。このことから、情報通信機器の整備とともに、通訳等の情報伝達を担うボランティアの組織化が必須となり、新潟県内の各自治体は関心を示している。

### 3) 医療環境整備の進捗に基づく災害弱者対策

新潟と東京の比較を通じ、災害弱者対策における医療体制の構築が共通の課題として浮かび上がった。これに関連し、ここでは新潟と東京の現況を対比させて、医療環境整備に係る各種統計資料の整理を行う。この作業を踏まえ、行政・福祉・医療関係者相互での連携に向けた方策を検討する。

その前提として、高齢化の進展を考慮し、福祉体制の現状を把握する。

表 6・17：老人保健・デイケア施設数の年次推移（出典：厚生労働省の医療供給調査等を基に作成）

	老健施設			デイケア		
	新潟	東京	全国	新潟	東京	全国
1989 年	6	・	167	61	・	1,760
1990 年	16	1	370	126	10	4,349
1991 年	18	1	522	135	10	6,458
1992 年	20	2	661	145	22	8,934
1993 年	23	3	814	198	32	11,874
1994 年	28	11	1,004	270	163	16,639
1995 年	30	18	1,195	300	277	22,561
1996 年	38	30	1,517	510	670	33,948
1997 年	58	41	1,853	901	1,005	45,860
1998 年	62	55	2,184	1,076	1,455	58,704
1999 年	68	69	2,420	1,271	1,865	67,757

高齢化の進展を反映し、老健施設やデイケア事業所が増加しているが、新潟県は東京や全国の伸び率と比較すると逓減傾向にあり、これは表 6・18 で示す各種福祉施設においても同様である。

表 6・18：介護サービス施設事業所数（2000年10月現在）（出典：厚生労働省の医療供給調査等を基に作成）

	新潟	東京	全国
老人福祉施設（指定介護）	107	302	4,486
保健施設（介護老人）	75	95	2,683
医療施設（指定介護療養型）	42	86	3,930
訪問介護	218	1,120	13,138
訪問入浴介護	50	95	2,790
訪問看護	92	423	4,994
通所介護	246	467	8,198
病院・診療所付属リハビリ施設	16	92	2,950
生活介護（短期入所）	113	296	4,748
療養介護（短期入所）	-	7	371
共同生活介護（痴呆対応型）	8	11	702
福祉用具貸与	61	279	4,587
支援事業所（居宅介護）	497	1,744	22,127

表 6・18 から、リハビリ施設と訪問看護ステーションが不足気味であることが分かる。ここで、訪問看護事業所の年次推移を表 6・19 に示す。

表 6・19：訪問看護事業所数の推移（出典：厚生労働省の医療供給調査等を基に作成）

	新潟	東京	全国
1993年	5	15	277
1994年	9	36	516
1995年	13	63	822
1996年	27	96	1,374
1997年	38	145	2,048
1998年	53	209	2,756
1999年	71	280	3,570

東京や全国平均との比較から、新潟県内では医療環境整備が不十分なケースが散見され、人材育成等、今後の課題となる。と言うのも、7章で言及するように、新潟県、特に山間部の特別豪雪地帯では冬期の受診が減少傾向にある。山間部では医療施設が少なく、毎冬、高齢者にとっては深刻な事態となっている。医療機関を充実させることは、赤十字や JICA も認識しているように、災害時の生命線となる。

ここまでの記述から、高齢化が大きな社会問題となっていることが分かる。6・3・節でも述べたように、新潟県は全国平均よりも高齢化率が高い。これを受け、福祉・医療機関との連携が第一義となり、次段階で住民に対する日頃からの健康管理に係る指導が必要となる。これを推進させるにはボランティアの組織化が防災施策の成否を分け、この認識において各自治体の取り組みの比較が重要となる。

表 6・20：新潟県と東京都の災害弱者対策の比較

	災害弱者対策の現況と考え方	課題点と今後の防災対策
新潟県	高齢化の進展を踏まえ、特に福祉施設関係者との連携を視野に、要介護者の情報共有化。外国人対策にも言及（長岡市）。	ボランティアに関しては除雪作業等、限定された事案が前面に出て、住民の健康管理や防災に係るボランティア育成が課題。
東京都	マニュアル類が豊富に揃い、一般に頒布。ボランティアの組織化を念頭に、手話通訳や介助ボランティア育成を各地で進める。	新住民の流入等によるコミュニティの希薄化への対応が必要。福祉施設関係者との連携強化と季節を問わず防災訓練の実施。

以上の点から、高齢化の進展を考慮した防災対策と医療環境整備は一蓮托生の関係にあることが再認識され、産官学で連携することが必要となる。

## 6.6. 積雪寒冷期地震を考慮した防災対策上の課題

本章では積雪寒冷期に特化した防災対策を展開したが、この過程で他の季節と異なり、防寒対策や被災者のインフルエンザ・高血圧・心疾患・脳血管障害・肺炎といった冬期に罹患、若しくは症状が悪化する疾病に留意する必要がある。一方で、新潟県は全国平均と比較して全人口に占める65歳以上の人の割合である高齢化率が高く、改めて災害弱者対策の必要性が浮き彫りとなった。ここで新潟県内の自治体が策定する防災計画、ならびに新潟県と東京都の災害弱者対策の現状と考え方を対比させて、積雪寒冷期の地震防災対策の課題点を述べる。

まず、積雪寒冷期地震防災対策の現状について、新潟県内の各自治体の取り組みを、少雪地帯、多雪地帯、既往の積雪寒冷期地震の震源域ごとに分けて考察する（表6・21を参照）。

表6・21：カテゴリー別に見た積雪寒冷期地震防災の現状と今後の課題

自治体のカテゴリー	積雪寒冷期地震防災対策の現状	課題点と今後の防災対策
少雪地帯	柏崎市と新潟市が該当するが、柏崎市では避難経路の確認、自治体職員対象の防災訓練の実施。新潟市は防寒用品の備蓄と災害医療体制が充実。各自治体の防災計画で積雪寒冷期地震防災の記述は見当たらず。	海岸部では冬期に強風傾向となり、また、冬期雷による停電対策を踏まえ、避難所の見直し、積雪がある時点における防災訓練の実施。また、雪に対する脆弱性の点検（ライフラインの保守点検、人身事故の分析）。
多雪地帯	除雪体制の構築、スキー客対策、防寒用品の備蓄、積雪期地震に関する啓発活動。	積雪期の防災訓練の実施、高齢者を含む住民の健康関連情報の活用による緊急対応
既往の冬期地震の震源域	積雪期の自治体職員対象の防災訓練・備蓄品点検等（長岡市）、住民参加による防災訓練の実施（十日町市と上越市）	医療機関・福祉施設関係者との連携強化、積雪期の搬送訓練、高齢者を含む住民の健康関連情報の活用による緊急対応の充実

表6・21から、除雪体制、防寒用品の備蓄、暖房機器の点検とともに、積雪期の防災訓練の実施が望まれることが分かる。これを踏まえ、今後は高齢者の搬送訓練や冬期に多いインフルエンザや生活習慣病の悪化を考慮した災害医療体制の構築が不可欠となる<sup>12)</sup>。一方で、年少者に対する防災訓練も重要となり、教育関係者の努力とともに、行政や防災関係者との連携が期待される。

これに関連し、2004年1月に広島と秋田で実施された事例が目ざされる。広島では老健施設での防災訓練に一般住民が参加し、車椅子の操作法を習得したこと、秋田では降雪時に小学生が防災訓練に参加し、焚き火や炊き出しを体験した。なお、訓練が実施された小学校が位置する秋田市の気象観測データによると、訓練当日の2004年1月21日の最低気温0.3℃、最高気温3.2℃、降雪量は5cm、積雪深は12cmで、天気は曇（みぞれ）・霰（あられ）・雷の悪条件下だった。緊急時には身体障害者に対する支援の体得と、暖の取り方を体験することで、高齢者対策と積雪期地震への心構えとなる（付録を参照）。

他方、災害弱者対策に関しては新潟県、東京都ともに福祉関連部署を初めとする施設関係者との連携・ネットワーク化を掲げ、緊急時にはボランティアによる救出や搬送、炊き出し等の生活支援を念頭に入れている。また、東京都と長岡市では外国人向けの防災パンフレットを作成する等、国際化の進展を反映した内容となっている。しかしながら、積雪寒冷期における住民の健康管理、被災者の疾病予防といった公衆衛生領域の取り組みでは課題が多く、災害時を想定した高齢者に対する啓発や寒さ対策については今後の進展が期待される。

## 6.7.まとめ

本章では積雪寒冷期を考慮した地震防災対策の現状について分析した。アンケート結果や各自治体が策定する『地域防災計画』から、克雪住宅の普及、スキー客対策、雪崩対策等の重要性が認識されているものの、積雪期の避難訓練を検討している例は少なく、今後課題を残したことが明らかとなった。

一方、県が策定する積雪期地震防災対策の項目では直接、災害弱者対策は記載されていないが、「応急対策需要増加要因」の中で被災者・避難者の生活確保、として扱われている。

積雪期の防災訓練に関して、被害地震が積雪関連期に発生していることから、その必要性は北海道を中心に議論され始め、役所職員向けの防災訓練（非常召集・図上訓練）が実施されているのが現状である。新潟県内では長岡市で同様な取り組みが行われていたが、2002年3月に県内初の試みとして、住民対象の訓練（避難所までの徒歩による移動・起震車搭乗・消火訓練、災害対策本部の指揮系統確認）が上越市と十日町市で行われ、各々1000, 200名の参加が得られた。積雪のため徒歩では、雪が無い時期と比較して移動に2～3倍の時間を要すると話している人が多かった。

訓練は昼間の3時間程度であり、搬送訓練といった実践的な内容とは異なり、避難路の確認が主であった。防災担当者への聞き取りから訓練の反省点として、警察や消防、医療機関との連携による訓練の実施を検討していることが分かった。積雪期間の防災訓練を通じ、弱者に対する対応が懸案事項であることが実施者、参加者双方で認識を新たにした。この状況を受けて防災計画の中での災害弱者対策の位置付けを分析した。具体的には東京都と新潟県を対象に比較検討した。

東京都と新潟県の比較から、高齢者対策に関する記述は多いが、部位・疾患別に応じた身体障害者の安全確保に資する言及は少ない。また、積雪寒冷期の具体的な救出・搬送方法には触れておらず、改めて福祉・保健衛生部局との連携が必要不可欠であることが、本章の分析から浮き彫りとなった。

### 参考文献

- 1) 土木学会新潟会 56 豪雪の記録編集委員会 編：『56 豪雪の記録』。全 276 頁。1981。
- 2) 土木学会新潟会 59 豪雪の記録編集委員会 編：『59 豪雪の記録』。全 358 頁。1984。
- 3) 新潟県安塚町 編：『59 豪雪の記録』。全 59 頁。1985。
- 4) 目黒公郎：今後の地震対策のあり方について，建築雑誌。Vol.118。No.1503。pp.46- 47。2003。
- 5) 柴木秀之，青野利夫，見上敏文，後藤智明：沿岸域の防災に関する総合数値解析システムの開発，土木学会論文集。No.586 / 42。pp.77- 92。1998。
- 6) 青山清道，木村智博，後藤恵之輔：積雪期地震を想定した医療環境整備，土木学会誌。Vol.88。No.12。pp.67- 71。2003。
- 7) 目黒公郎ほか：東京 23 区における災害弱者対策の現状について，土木学会第 53 回年次学術講演会概要 I B。pp.824-825。1998。
- 8) 三崎安則：首都圏の大雪（平成 10 年 1 月 8，15 日），日本雪工学会誌 Vol.14。No. 3。pp.268。1998。
- 9) 三橋博巳：関東における雪害，日本雪工学会誌 Vol.17。No. 3。pp.226-228。2001。
- 10) 三橋博巳，木村智博：関東地方における雪害と防災対策に纏る検討-1998・2001 年の雪害を事例として-，第 18 回日本雪工学会大会論文報告集。pp.73-74。2001。
- 11) I D N D R 編：『4ヶ国語による防災用語集』。全 490 頁。1996。
- 12) 木村智博，神田順，三橋博巳，青山清道：新潟地域における積雪期地震を考慮した病院防災に関する事例分析，建築学会総合論文誌。第 2 号。pp.82- 87。2003。



## 第7章 豪雪地帯における事故と災害を考慮した災害医療体制に係る分析

---

7.1. はじめに

7.2. 降積雪状況と人身雪害との相関分析，ならびに今後の防災対策

7.3. 冬期の気象要素と受診行動との相関分析

7.4. 現地調査と疫学分析に基づく新潟県を事例とした積雪寒冷期の災害医療体制

7.5. 自然・社会環境の各要素と防災対策との関連性

7.6. まとめ

# 第7章 豪雪地帯における事故と災害を考慮した災害医療体制に係る分析

## 7.1 はじめに

6章での季節を考慮した防災対策の分析に関連し、本章では具体的な災害医療体制に結び付けることを目的に、降積雪量が事故や受診行動に与える影響を分析する。受診行動は心身ともに疲労状態でなされるものと見なし、災害弱者対策を考えるための一つの情報源になるとの判断で取り上げることとした。これを踏まえ、内外の被害調査で得られた病院防災に関して季節ごとに比較を行う。

ここでは先ず、降積雪量が日常生活で多発している事故発生を指標として、雪がもたらす影響を分析し、これを受けて、雪の量に応じた防災対策、特に雪害予防策について考察する。

災害がなくても雪に関係する事故（以下、人身雪害と表現）が生じ、中でも高齢者が事故に遭遇するケースが目立っている。このことから、医療機関への受診が多いとの仮定に基づき、降積雪量や月別平均気温の違いが受診行動に及ぼす影響を分析する。この作業を行うことで、日常生活面でも雪が与える影響を評価することが可能となり、地域医療体制を構築する際の基礎データとなる。

人身雪害と受診行動の分析から、災害医療を含めた救急医療体制の構築が不可欠となることは明白である。ここでは積雪寒冷期を考慮した医療体制の確立を目的に、他の季節と冬期の違いの比較を通じ、積雪寒冷期特有の問題を視野に入れた医療体制について考察する。この過程で2001年6月のペルー南部（Atico）地震と、2003年7月の宮城県北部地震の現地調査で浮き彫りとなった災害医療体制における課題点を論述し、対比させる意味で新潟県立病院に対して実施したヒアリングを基に、災害・救急医療体制の在り方に関して分析する。なお、ペルーは南半球で丁度冬期に当たり、宮城県北部地震発生当日の気温が14℃前後で、南郷町では避難所として使われた体育館で暖房の使用があった点を考慮した。

以上の点を踏まえ、積雪寒冷期と高齢化等の社会指標をパラメータとして、各種防災対策における位置付け、若しくは重要性について評価し、今後の防災対策を検討する。

## 7.2 降積雪状況と人身雪害との相関分析、ならびに今後の防災対策

### 1) 新潟県全域の降積雪量と人身雪害との相関関係

降積雪に起因する人身雪害は、屋根雪処理や歩行中の転倒による負傷等が含まれる。ここでは新潟県内の57ヶ所の気象観測点で得られたデータを算術平均して求めた年降雪深平均をパラメータとし、交通事故を除く人身雪害の発生に及ぼす雪の影響を評価する。事故の推移は表7.1の通りである。

表7.1：新潟県内の降雪深平均値と人身雪害との関係

	年降雪深平均 (cm)	事故件数全体 (件)	負傷者数 (人)	死者数 (人)
1994	418.8	61	52	9
1995	512.0	101	93	9
1996	317.5	30	18	8
1997	340.7	58	47	5
1998	390.0	82	70	10

事故件数は新潟県警察本部生活安全部資料に基づく

表7・1を基に，降積雪ごとのプロットを図7・1と図7・2に示す。ここでは，新潟県内全域を対象とした事故件数，負傷状況別に一括して近似曲線を求める。

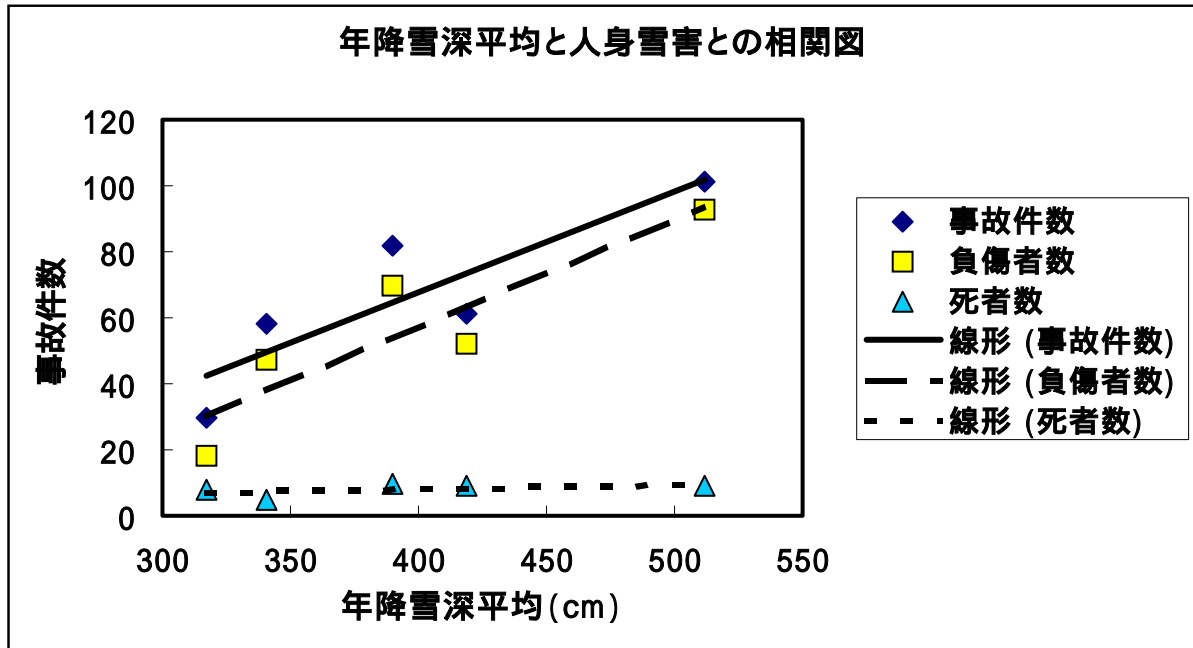


図7・1：年降雪深平均と人身雪害との相関関係

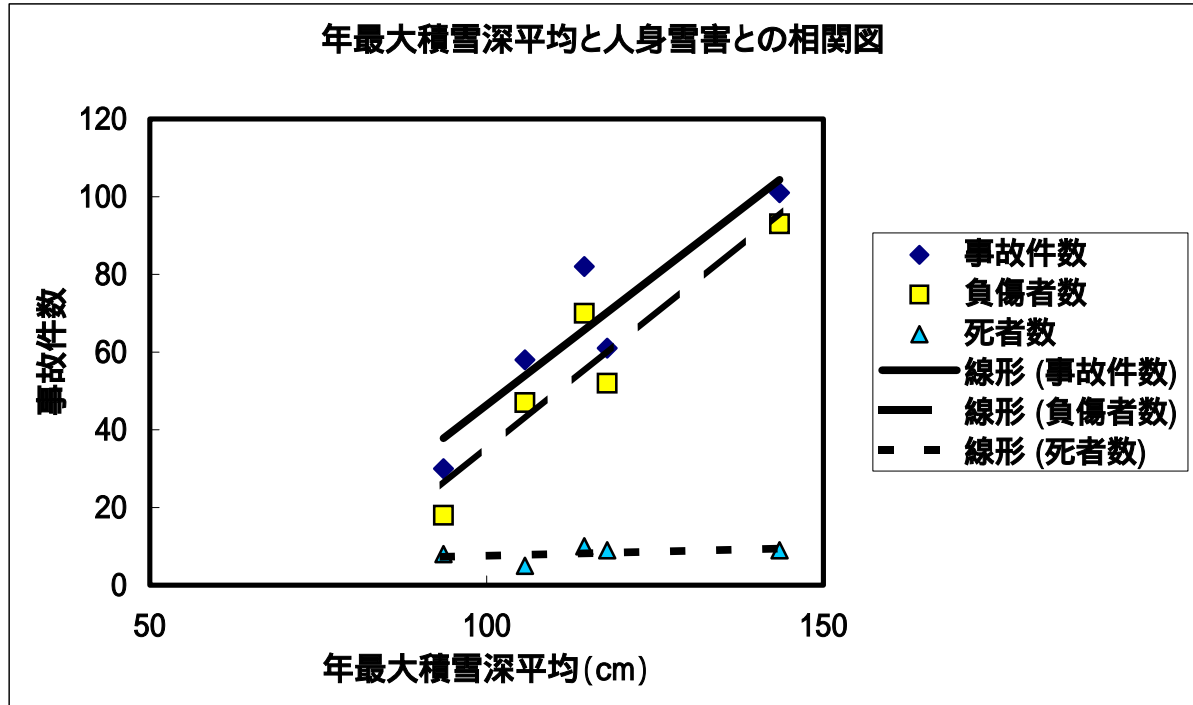


図7・2：年最大積雪深平均と人身雪害との相関関係

図7・1と図7・2から，特に年最大積雪深に応じて事故件数，負傷者数との相関が高い。積雪深が増すことで除雪を余儀なくされることが影響する。次に，雪の量と事故との関係を表7・2に示す。

表 7・2：新潟県における年降積雪量と雪処 理中の人身雪害件数との相関分析

相関行列のパラメータ	相関係数	相関行列のパラメータ	相関係数
年降雪深平均,事故件数	0.873	年最大積雪深平均,事故件数	0.920
年降雪深平均,負傷者数	0.894	年最大積雪深平均,負傷者数	0.939
年降雪深平均,死者数	0.500	年最大積雪深平均,死者数	0.410

表 7・2 から、死者数を除く、人身雪害発生と降積雪量との関係が強く、特に年降雪深平均と負傷との相関が極めて強かった。また、降積雪ごとに捉えた場合、年最大積雪深の方が相関が高かった。ただ、表 7・1 のデータには県外から訪れた人も含まれていることから、雪に慣れた地域住民を抽出するのは困難となる。そこで、地域に区切ることで、当該地域の特性の把握が可能となる。

## 2) 地域別に捉えた降積雪量と人身雪害との相関関係

ここで、新潟県内の 1999 年度(1999 年 11 月～2000 年 4 月)に発生した交通事故を除く人身雪害を対象とする。これは 1998 年以降、雪崩、融雪期の地すべり、冬期の地震が頻発する傾向を考慮した。安全対策上、各地域の降積雪状況、人口等の社会指標を把握し、事故発生に及ぼす影響を評価する必要がある。降積雪データが得られる地域を抽出し(表 7・3 を参照)、事故件数との相関関係を分析する。

表 7・3：分析対象地域の人口・高齢化等の指標、ならびに人身雪害発生状況<sup>1)</sup>

	人口総数(人)	高齢化率(%)	人口流入率(%)	事故件数(件)	死者数(人)
関川村	7,565	28.7	2.75	7	0
両津市	17,619	31.2	2.96	1	1
中条町	27,750	21.2	2.75	1	1
新潟市	499,516	16.5	4.22	1	1
津川町	5,400	31.4	3.18	2	0
三条市	85,179	18.9	2.50	5	1
栃尾市	25,168	26.7	1.72	29	2
長岡市	193,280	17.7	3.90	109	19
入広瀬村	2,115	33.9	2.38	10	2
柏崎市	90,097	21.2	3.03	24	2
小国町	7,531	30.6	4.27	16	3
小出町	13,039	20.9	2.09	19	2
大潟町	11,115	20.2	3.86	2	0
十日町市	43,497	22.8	2.34	87	5
松代町	4,315	35.8	1.75	9	1
安塚町	3,804	33.3	3.28	3	0
津南町	12,618	31.1	2.81	46	6
湯沢町	9,234	21.2	6.49	34	6

人口総数,高齢化率:1999 年 10 月 1 日現在の値

人口流入率:1998.10.1～1999.9.30 の転入者数 / 1998.10.1 の総人口

表 7・4：分析対象地域の降積雪の状況

	年積雪深合計 (cm)	年降雪深合計 (cm)	降雪日数 (日)	積雪日数(日)	年降雪深の平均値 (cm)	変動係数	観測期間(年)
関川村	2658	244	34	87	401	0.525	1941～1998
両津市	191	66	18	26	177	0.607	1930～1998
中条町	624	135	32	50	285	0.535	1940～1998
新潟市	158	74	17	24	176	0.503	1930～1998
津川町	2939	284	31	101	516	0.545	1930～1998
三条市	387	120	33	49	332	0.547	1941～1998
栃尾市	2666	578	53	74	683	0.419	1934～1998
長岡市	2196	240	31	80	501	0.537	1930～1998
入広瀬村	20586	720	53	148	1119	0.465	1941～1998
柏崎市	745	177	21	52	285	0.580	1929～1998
小国町	3040	411	45	97	769	0.446	1977～1998
小出町	9094	565	36	117	957	0.522	1930～1998
大潟町	778	221	26	47	260	0.883	1978～1998
十日町市	10359	577	38	124	910	0.501	1944～1998
松代町	13244	1136	58	134	1185	0.363	1951～1998
安塚町	7523	472	31	107	747	0.458	1936～1998
津南町	20374	797	51	147	1304	0.380	1956～1998
湯沢町	10326	721	42	121	1120	0.420	1941～1998

年降雪深,年積雪深:1999.11～2000.4 の合計値

降雪日数,積雪日数:ともに 1cm 以上 10cm 未満

表7・3から、豪雪地帯に位置する多くの自治体では全人口に占める65歳以上の人の割合を示す指標である高齢化率が高いことが分かる。一方、降積雪は新潟市や中条町等の下越、柏崎市を初めとする海岸部では雪の量が少ない。しかしながら、有数の特別豪雪地帯である十日町市、安塚町に代表される中越地方の山間部に位置する市町村では、平均して約4ヶ月は根雪期間である(表7・4を参照)。ここで、年降積雪深合計、降積雪日数と事故とのプロットを図7・3～図7・6に示す。

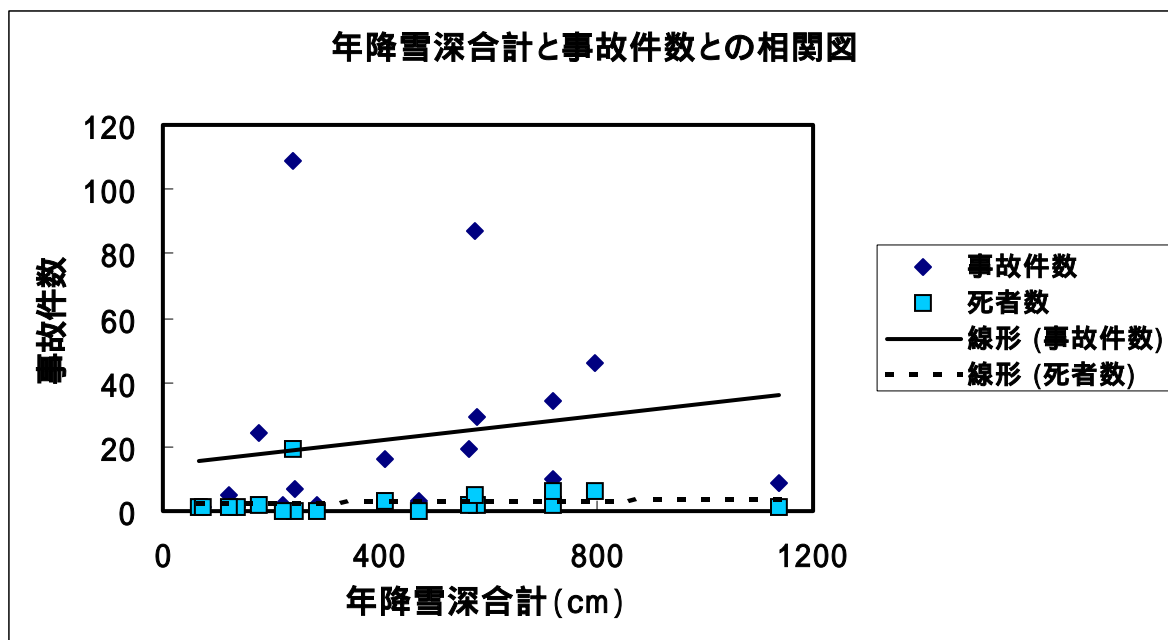


図7・3：年降雪深合計と人身雪害との相関関係

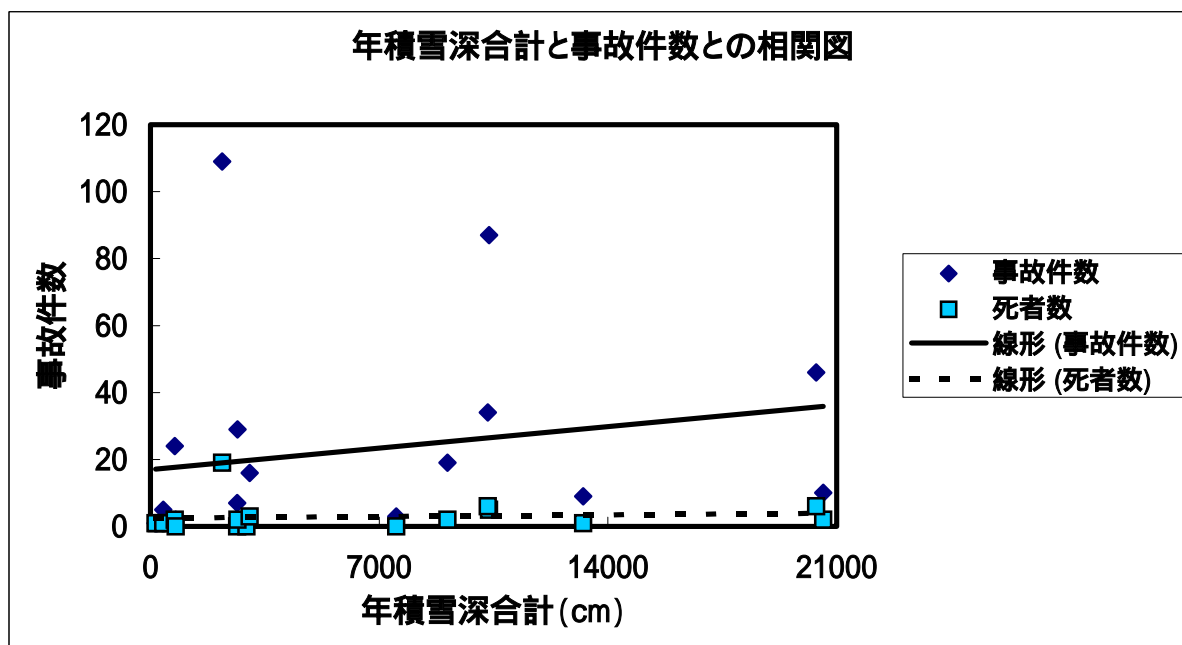


図7・4：年積雪深合計と人身雪害との相関関係

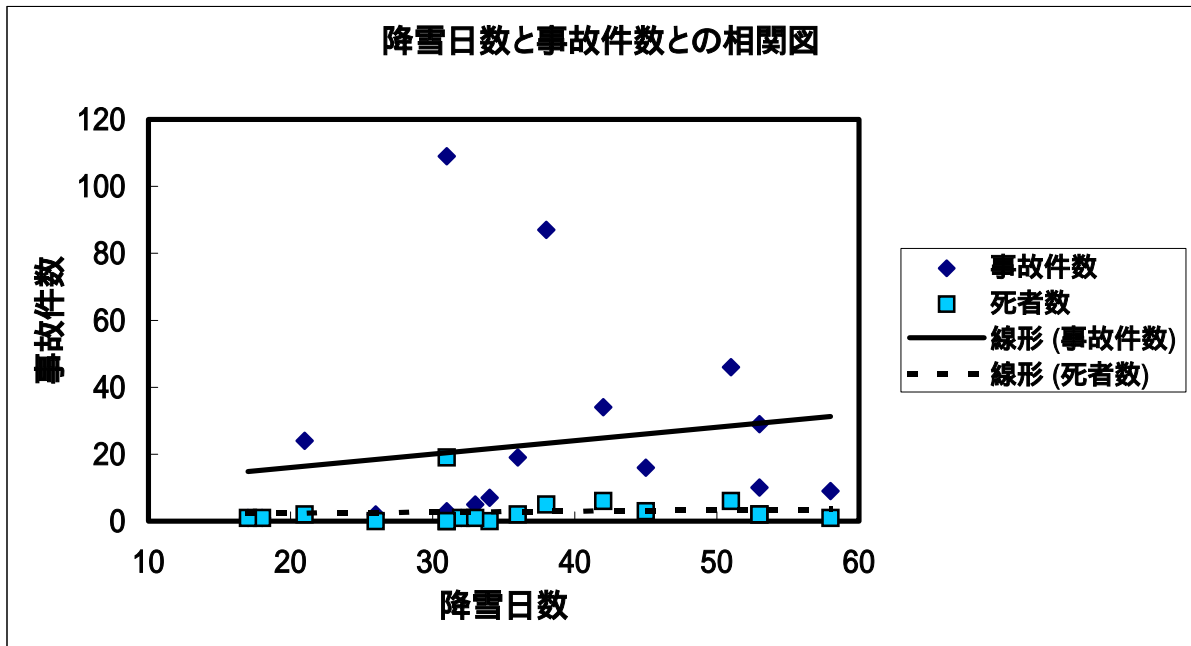


図 7 - 5 : 降雪日数と人身雪害との相関関係

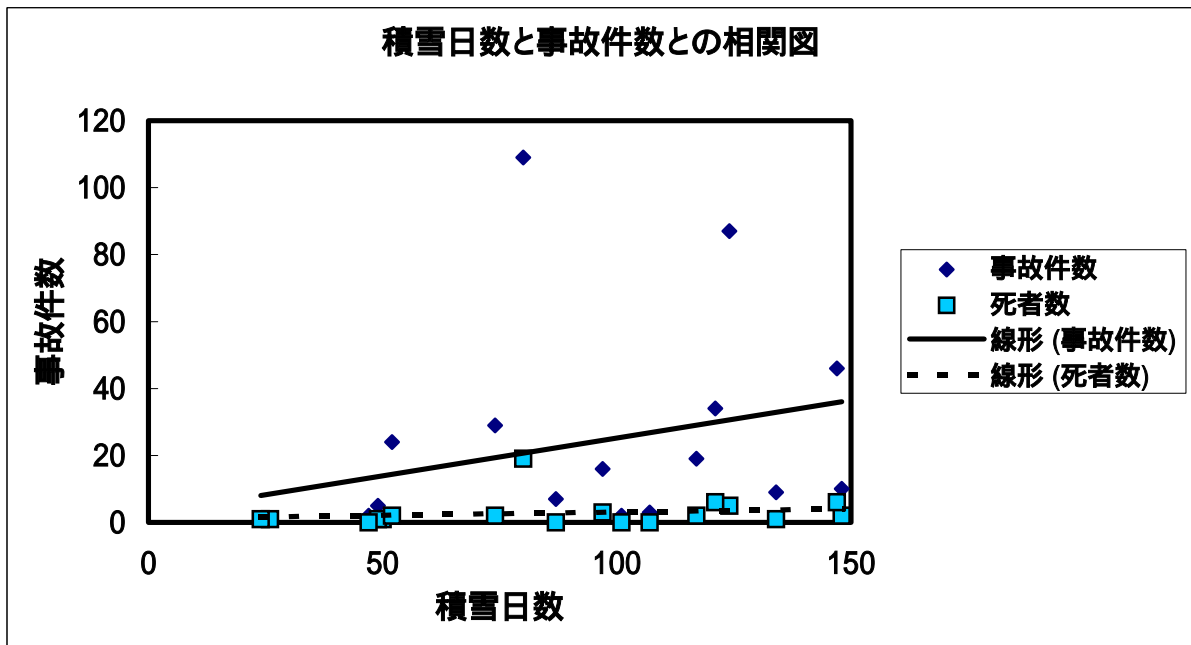


図 7 - 6 : 積雪日数と人身雪害との相関関係

図 7 - 3 ~ 図 7 - 6 から、降積雪量、降積雪日数が増加するにしたがい事故件数、死者数が増えている。ただ、相関係数で見ると、雪のパラメータに関わらず事故件数、死亡数ともに 0.1 ~ 0.2 を推移している。図 7 - 3 ~ 図 7 - 6 は上中下越を一括して分析したもので、1999 年度の単年度であることから、

相関が弱い結果となったものと推定出来る。降積雪量が均一に多い中越地方を取り上げ、相関関係を求めたところ、18 地域を一括して分析した結果と類似し、降雪現象に至っては・ 0.1 前後の値だった。中越地方は、三条、栃尾、長岡、入広瀬、柏崎、小国、小出、十日町、津南、湯沢の 10 市町村である。

図 7・3 ~ 図 7・6 は雪と直接的な事故件数、死亡数との相関関係を表したもので、地域によって人口規模、降積雪量・日数のばらつきが大きいことから、相関関係が出ない結果となった。そこで、当該地域の人口当たりの事故発生率、即ち、事故件数を人口総数で除した値を用い、降積雪との相関関係を分析する。事故発生率は地域間の比較に際して有用で、死亡率についても同様である。ここでの死亡率は、事故による死亡者数を人口で除したものである。以下にプロットを図 7・7 ~ 図 7・10 に示す。

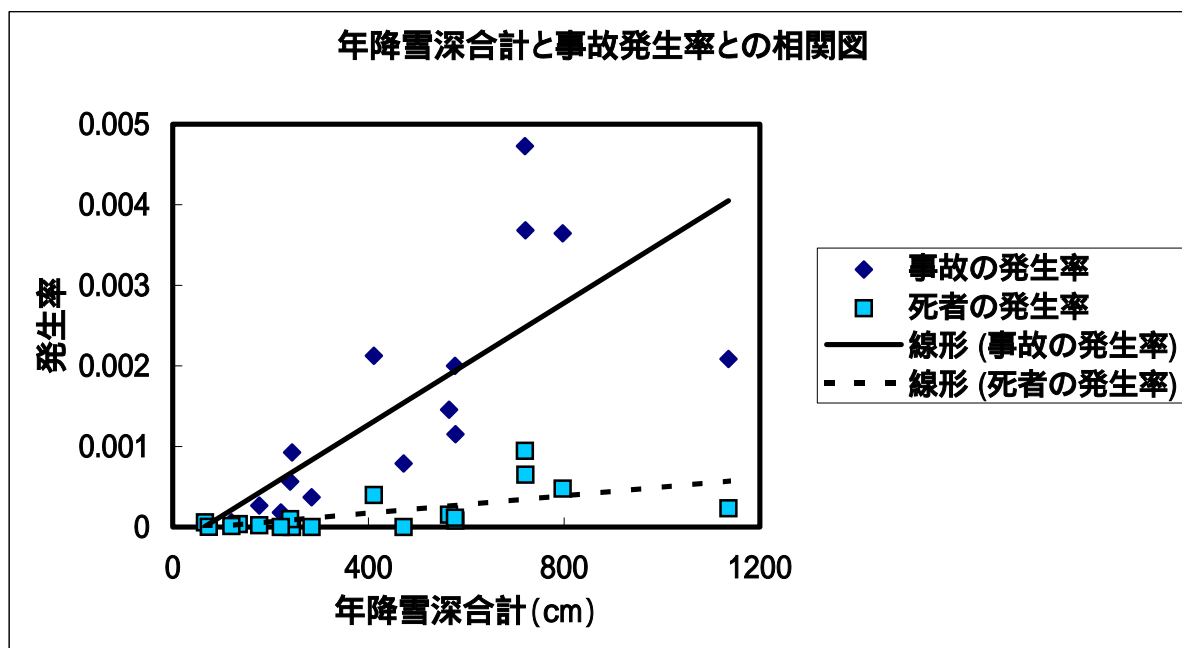


図 7・7：年降雪深合計と事故発生率との相関関係

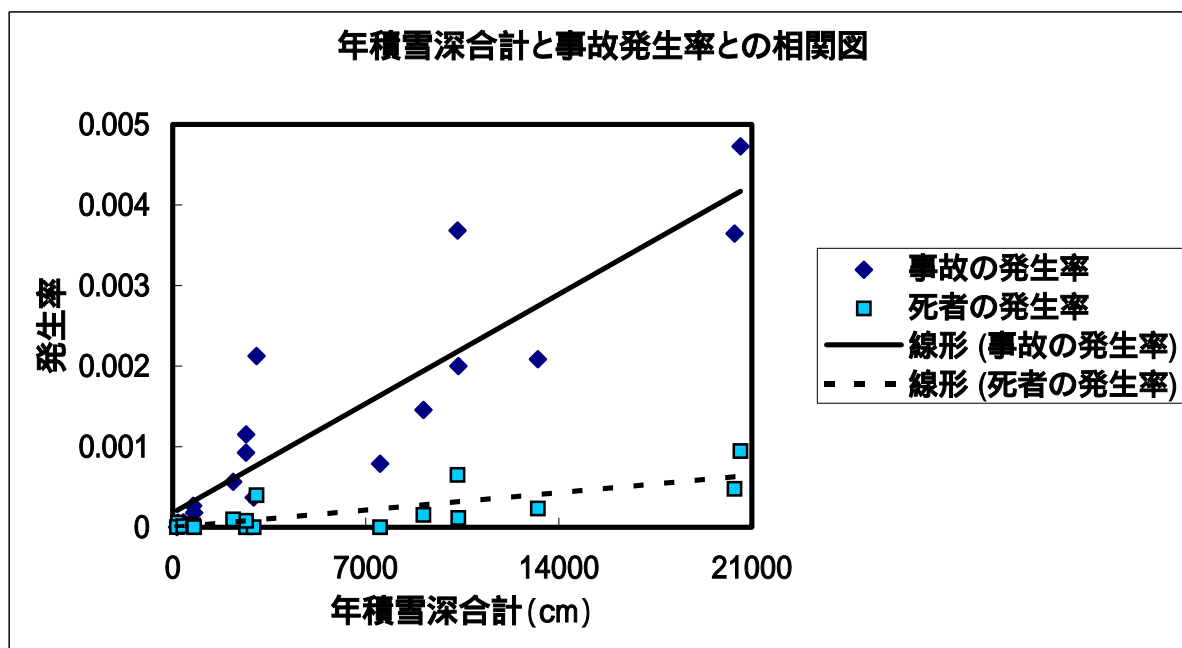


図 7・8：年積雪深合計と事故発生率との相関関係

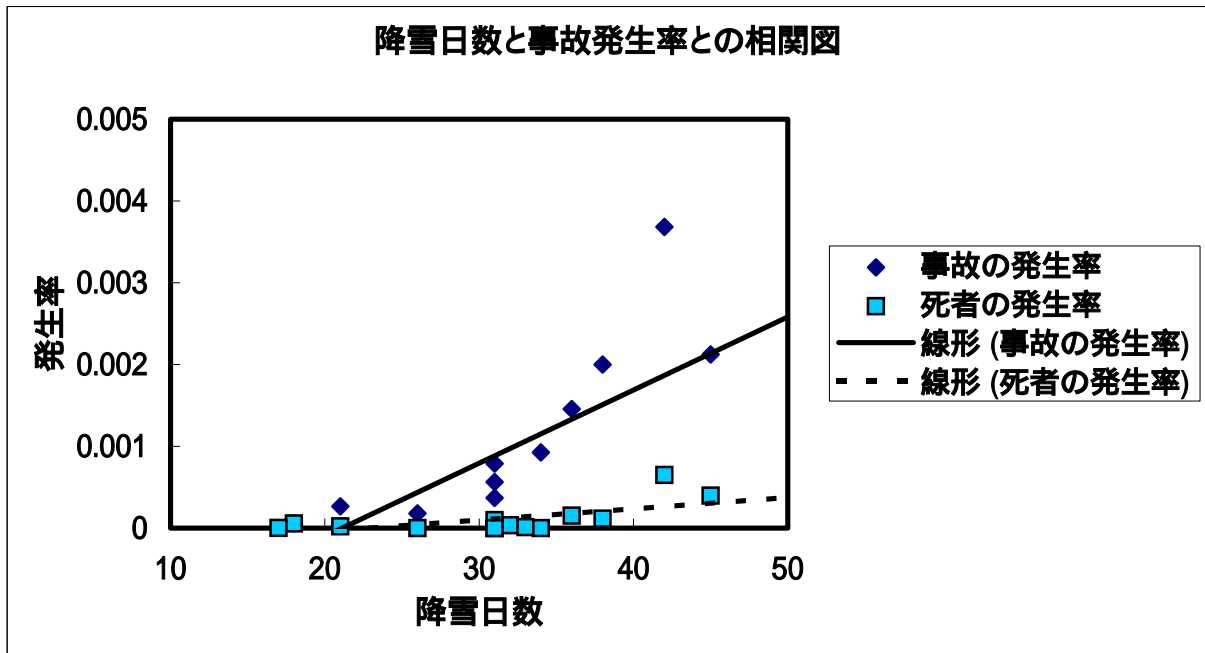


図 7 - 9 : 降雪日数と事故発生率との相関関係

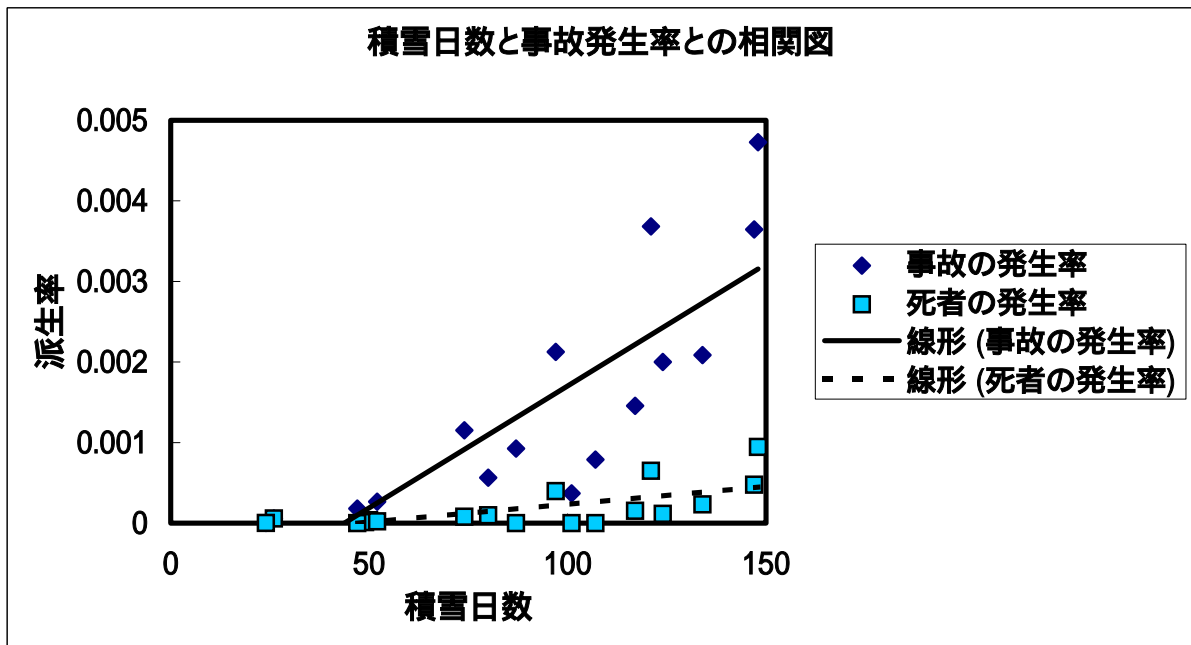


図 7 - 10 : 積雪日数と事故発生率との相関関係

人口で除した事故発生率で見た場合，図 7・7 ~ 図 7・10 はいずれも，雪の量に応じて強い正の相関が得られた。これを踏まえ，具体的な相関係数を表 7・5 に示す。

表 7・5 : 雪のパラメータと事故 発生率との相関係数の検定結果

相関行列(量)のパラメータ	相関係数	相関行列(日数)のパラメータ	相関係数
年降雪深合計,事故の発生率	0.781	降雪日数,事故の発生率	0.756
年降雪深合計,死者の発生率	0.606	降雪日数,死者の発生率	0.631
年積雪深合計,事故の発生率	0.900	積雪日数,事故の発生率	0.840
年積雪深合計,死者の発生率	0.776	積雪日数,死者の発生率	0.664



各パラメータにより相関係数に違いはあるものの、雪の量と日数に応じて事故発生率が増減することが明らかとなった。ここで特に雪の量が多い中越地域の 10 自治体を抽出し、表 7・5 と同様、相関係数を求めたところ、事故発生率では 0.85 前後、死者の発生率は 0.65～0.9 だった。

新潟県全域・地域別に分析したが、スキーヤーや出張者等が含まれる。雪に慣れた地域住民に特化する場合、雪処理に係る事故統計に着目する。このプロセスにより防災計画に反映出来るものと判断した。

### 3) 降積雪量と新潟県内の屋根雪処理中の事故

まず、屋根雪処理の事故統計に注目した理由として、近年では過疎化・高齢化が進展し、高齢者自身が雪処理作業を余儀なくされている（ヒアリング調査から 80 歳を超えた人が屋根の雪下ろし作業）ことを考慮した。事故の発生状況を把握することで、民生委員、消防団員の最適な配置に際して不可欠なデータとなる。新潟県内では毎年、50 件以上の屋根雪処理中の事故が発生し、10 人前後の方が亡くなっている。事故の内訳を見ると、65 歳以上の高齢者が重傷や死亡に至るケースが目立っている。

そこで、本節では新潟県を例として降雪量が事故に与える影響を統計的に解析するとともに、雪や高齢化の状況に応じた雪対策の現状を俯瞰した。ここで、新潟県消防防災課がまとめたデータのうち、少雪傾向が顕著になり始めた 1990 年以降を対象とした。

表 7・6：新潟県内の降雪深平均、年最大積雪深平均と屋根雪処理中の事故件数との関係

年度	年降雪深平均 (cm)	年最大積雪深 (cm)	雪処理中の事故件数 (件)	うち、高齢者の事故件数 (件)	うち、重傷者の事故件数 (件)
1990	428.7	141.5	60	19	41
1991	300.7	72.9	29	9	12
1992	282.5	67	15	5	11
1993	377.2	94.7	29	13	22
1994	418.8	117.9	61	25	34
1995	512	143.5	91	34	52
1996	317.5	93.6	22	9	7
1997	340.7	105.7	59	35	31
1998	390	114.5	86	26	48

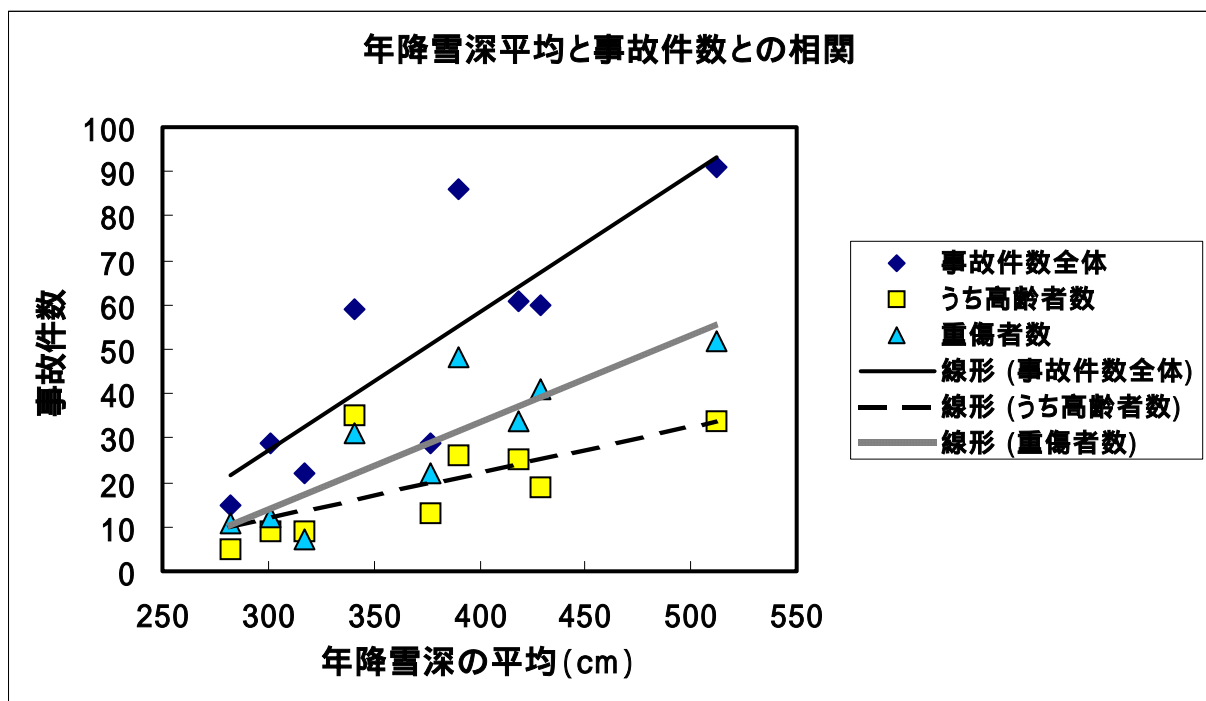


図 7・11：年降雪深平均と雪処理中の事故件数との相関関係（1990～1998 年）

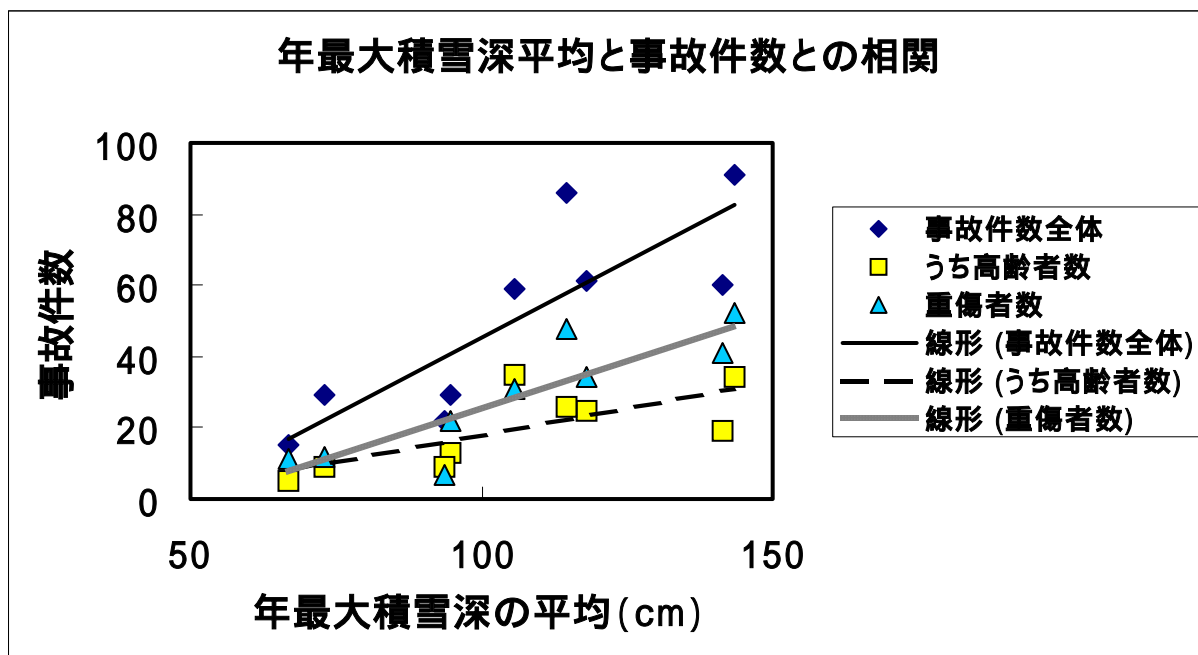


図 7・12：年最大積雪深平均と雪処理中の事故件数との相関関係（1990～1998年）

表 7・6 の屋根雪処理に係る事故の年次推移，図 7・11 と図 7・12 の散布図データから，雪の量に比例して事故が増加する傾向にあることが分かる。また，高齢者の事故の相関関係よりも，重傷者との相関が強いことが明らかとなった。

表 7・7：年降積雪深平均値と雪処理中の事故件数との相関係数の検定結果

年降雪深平均値のパラメータ	相関係数	年最大積雪深平均値のパラメータ	相関係数
年降雪深平均,事故件数全体	0.818	年最大積雪深,事故件数全体	0.833
年降雪深平均,うち高齢者数	0.742	年最大積雪深,うち高齢者数	0.733
年降雪深平均,重傷者数	0.869	年最大積雪深,重傷者数	0.875
事故件数全体,うち高齢者数	0.880	事故件数全体,重傷者数	0.967

表 7・7 から，信頼性が極めて高い結果となり，年降積雪深平均値の増減によって事故件数が左右されることが分かる。

#### 4) 新潟県内の自治体における雪処理対策

1)～3)節で展開した一連の分析から，降積雪量と事故発生件数との相関が強いこと，殊に高齢者が死傷するケースが目立っていることが統計的にも実証された。これを受け，改めて災害弱者対策を含む総合的な防災施策は，地域社会にとって火急の課題であることが浮き彫りとなった。この結果，各自治体独自の雪対策が注目される所以である。

##### 【上越市】

上越市では毎年，2月上旬に市民総出による屋根の雪下ろしを一斉に行っている。この施策は雪処理中の事故軽減に役立っており，住民間で相互の安全を確認していることから，事故が発生しても重篤に至らない。市民総出による雪下ろしの基準は，屋根雪が 1.4m を超えた時点で実施される。この背景と

して、地域によっては有数の豪雪地帯であり、例えば、北陸地方建設局が観測する降積雪データから、最大日降雪深が高田で平均して 66cm、最大値 140cm（1930～1998 年）、直江津でも平均 51cm、最大値 90cm（1936～1969 年）に達していることが挙げられる。

同市は高齢化率が年々増加し、この状況を踏まえ、インターネットを通じて雪処理を含む各種住民サービスにおけるボランティアの登録を受け付け、シルバー人材センターとの連携が軌道に乗っている。

#### 【松代町】

松代町では早稲田大学が所有する体育施設が点在していることから、従来より地域住民との交流が活発である。この関係で毎冬、早大生による雪下ろしのボランティア活動が行われ、この取り組みはマスコミで報道されている。

#### 【津南町】

津南町では高齢者世帯を中心とした要援護世帯に対する除雪作業に係る財政的支援の制度化を図り、町費で捻出している。具体的には屋根雪処理に関連する費用を助成し、一冬当たり 5 回までは雪処理の援助が受けられ、一回当たりの費用は 9,500 円以内である。平成 12 年度の利用世帯数は全体で 154 世帯、内訳では独居老人世帯 104 軒、老人のみ世帯 28 軒であった。平成 12 年度の総世帯数は約 3,700 で、この制度を利用したのは全世帯中、約 4% である。

雪処理対策の背景として、県内で最も雪深い地域の一つで、北陸地方建設局が観測する降積雪データから、最大日降雪深が平均値 82cm、最大値 140cm（1956～1998 年）に達していることが挙げられる。

同町では介護保険制度の発足を受け、ホームヘルパー 3 級の受験講座を定期的開催し、毎回、数十人単位の受講があると話している。屋根雪処理のサポートや安否確認で、高齢者宅を巡回する民生委員は同町には 2001 年 11 月現在、38 名で、65 歳以下の人は 13 名、残る 25 名は 65 歳以上の高齢者で占められている。雪がなくても自分が受け持つ世帯を巡回すること自体、困難である、と述べる人もいた。

#### 【十日町市】

同じ特別豪雪地帯でも十日町市では若年層が多く、近隣住民で援助することが可能であるが、役場がある中心部を除けば若年層が極端に少なく、ボランティアの組織化が急がれている。現状では民生委員や保安要員が雪処理を手伝っているが、支援する側も 70 歳を過ぎた人が過半数を超えている。こうした状況を踏まえ、ボランティア育成に加え、落雪式（自然落下式）、融雪式、克雪住宅に改築・新築する場合の財政援助を打ち出している

この他にも、下記のような施策が新潟県内の自治体で策定されている。

表 7・8：新潟県内の各自治体が策定する雪対策

	制定年	条例名・施策内容
新潟県	1986	新潟県雪対策大綱
小千谷市	1979	克雪都市宣言
	1982	小千谷市克雪条例
十日町市	1981	克雪都市宣言
	1981	十日町市雪処理に関する条例
栃尾市	1980	冬の生活環境をよくするための実施要項
糸魚川市	1984	糸魚川市克雪地域づくりに関する要項
新井市	1977	新井市雪国の生活を明るくする条例
安田町	1980	安田町克雪条例
紫雲寺町	1981	紫雲寺町克雪条例
村松町	1985	村松町克雪条例
入広瀬村	1980	入広瀬村克雪に関する条例
六日町	1987	克雪・利雪研究実験都市宣言
中里村	1988	中里村雪国はつつ条
高柳町	1985	高柳町雪処理に関する条例
小国町	1987	小国町雪対策大綱
名立町	1988	名立町“どんとこい雪”総合対策要項

1980年代初頭に、新潟県内の複数の自治体では克雪条例を制定している。内容的には早期の除雪や雪下ろしの励行、ボランティアの活用等、これは56、59豪雪を教訓とする意味合いを持っている。

以上、降積雪と雪対策との関係を論じたが、これ等の自治体は雪の量が多いのみならず、年変動幅が大きい。また、高齢化が進展する中、雪処理中の事故に巻き込まれるという構図となっている。この問題意識に立脚し、雪と高齢化に係る指標を表7・9～表7・11に示す。

表 7・9：屋根雪処理対策が充実する自治体における年降雪深の基本統計量

	高田	直江津	松代	津南	十日町
平均値 (cm)	664.134	344.364	1185.488	1303.512	910.375
標準偏差 (cm)	309.747	127.498	429.816	495.294	456.037
最小値 (cm)	111	158	423	538	245
最大値 (cm)	1494	591	2242	2311	2088
変動係数	0.466	0.370	0.363	0.380	0.501
最頻値 (cm)	*	*	*	*	*
統計期間 (西暦)	1930～1998	1936～1969	1951～1998	1956～1998	1944～1998

表 7・10：屋根雪処理対策が充実する自治体における年最大積雪深の基本統計量

	高田	直江津	松代	津南	十日町
平均値 (cm)	157	85.409	270.775	292.861	246.569
標準偏差 (cm)	77.388	43.151	94.160	78.000	85.618
最小値 (cm)	15	30	88	131	77
最大値 (cm)	372	185	520	458	424
変動係数	0.493	0.505	0.348	0.266	0.347
最頻値 (cm)	90	120	260	302	275
統計期間 (西暦)	1930～1998	1936～1969	1951～1998	1956～1998	1932～1998

表7・11：屋根雪処理対策が充実する自治体の各種社会指標

	人口総数		高齢化率		消防団員数		ホームヘルパー数
	1999.10.1	2001.10.1	1999.10.1	2001.10.1	1999.4.1	2001.4.1	2000.3.31
新潟県全体	2,486,271	2,470,846	20.7	21.9	17.9	17.7	12.1
上越市	134,083	135,015	18.9	20.0	12.1	12.0	7.8
新井市	27,778	27,768	23.3	24.4	22.1	22.0	12.7
松代町	4,315	4,199	35.8	38.3	65.6	67.2	11.7
川西町	8,267	8,079	27.2	28.1	43.4	43.3	9.7
山北町	7,851	7,722	31.9	35.1	51.1	61.1	6.4
津南町	12,618	12,259	31.1	32.9	50.2	51.6	8.0
十日町市	43,497	42,811	22.8	24.2	27.3	27.1	9.5

### 5) 人身雪害の現況と雪対策との関係

人身雪害の発生頻度、各自治体が策定する雪処理対策に関する一連の分析から、以下の事項が明らかとなった。

降積雪量の違いにより、人身雪害発生頻度が変化することが分かった。地域別に捉えた場合、単年度では相関が弱いだが、複数年度で分析をすると人身雪害全般、屋根雪処理に特化しても強い正の相関が認められ、統計的に有意であった。また、地域別に検討する際に人口規模が異なることから、人口当たりの事故発生率を指標として用いたところ、同様に相関が強いことが判明した。

降積雪量と人身雪害との間に強い正の相関が認められることを受け、事故軽減に向けた対策が1990年代以降、各自治体で導入された。一方、高齢化に鑑み、事故との関係进行分析したところ、屋根雪処理中の事故では重傷者程、相関は高くないが、重傷者の半数近くが高齢者であることから、災害弱者対策の一層の進展が必要となる。

屋根雪処理中の事故に関連し、上越市や十日町市、津南町等ではボランティアの育成、人材登録、市民総出による屋根の雪下ろし、克雪住宅に改築するための財政的な援助といった対策を掲げ、事故軽減に寄与している。

### 6) 高齢化の影響評価の指標としての体力負荷と雪処理事故との関係

豪雪地帯では高齢化が進展し、この傾向は山間部ではより顕著である。高齢者対策が懸案事項となる中、前述した雪の及ぼす影響が深刻であることは明らかとなったが、一方では高齢化の趨勢から、体力の減退に伴う雪処理に係る負荷量の増加、これによる事故遭遇の確率が高まることを以下で評価する。

1時間当りの事故件数の評価では、雪処理に係る年間の総時間を400時間（新潟県内の積雪期間80日×平均的な作業可能時間5時間）を基準に捉え、事故件数全体の年次推移の平均値50人を用い、事故発生までに要する時間が400時間/50人=8時間となる。この逆数が1/8なので小数点に変換すると0.125であり、これに100%を1とした場合の負荷量をかけて計算した。なお、100%を1として体力減退率に応じた負荷量は $1 \div 0.95$ 、 $1 \div 0.9$ 、 $1 \div 0.2$ で得られた値とした。

表7・12：属性・形態別に見た1時間当りの事故発生確率の年次推移

	事故件数全体	うち高齢者数	重傷者数	1時間当りの事故件数全体	1時間当りの事故件数のうち高齢者数	1時間当りの事故件数のうち重傷者数
1990年	60	19	41	0.150	0.048	0.103
1991年	29	9	12	0.073	0.023	0.030
1992年	15	5	11	0.038	0.013	0.028
1993年	29	13	22	0.073	0.033	0.055
1994年	61	25	34	0.153	0.063	0.085
1995年	91	34	52	0.228	0.085	0.130
1996年	22	9	7	0.055	0.023	0.018
1997年	59	35	31	0.148	0.088	0.078
1998年	86	26	48	0.215	0.065	0.120

雪処理に係る事故の発生確率の算出では、新潟県内各地の積雪期間平均80日として、1日当りの雪処理に係る平均的な5時間であることを利用し、年間の雪処理に係る時間は400時間となる。

1時間当たりの事故件数の算出は、年間の雪処理に係る400時間を用いて出された数値(事故発生までに要する時間)の逆数を使用。

表7・13：属性・形態別に見た1時間当りの事故発生確率の基本統計量(表7・12による)

	1時間当りの事故件数全体	1時間当りの事故件数のうち高齢者数	1時間当りの事故件数のうち重傷者数
平均値	0.126	0.049	0.072
標準偏差	0.069	0.028	0.042
最小値	0.038	0.013	0.018
最大値	0.228	0.088	0.130
変動係数	0.553	0.574	0.580
最頻値	0.073	0.023	*

表7・12と表7・13から、1時間当たりの雪処理に係る事故発生状況を評価することが可能となり、降積雪量の増減に大きく影響されることが分かる。ここで雪の量に応じた事故発生確率の評価を試みる。

表7・14：多雪年と少雪年別に見た屋根雪処理中の事故発生確率の評価

	相関係数	寄与率	1時間当りの事故件数(人数)	多雪年の事故の確率	少雪年の事故の確率	多雪年と少雪年とのばらつき
年降雪,事故	0.818	0.669	0.125	0.209	0.084	2.495
年最大積雪,事故	0.833	0.694	0.125	0.212	0.087	2.441
年降雪,事故のうち高齢者	0.742	0.551	0.048	0.074	0.026	2.815
年最大積雪,事故のうち高齢者	0.733	0.537	0.048	0.074	0.026	2.862
年降雪,事故のうち重傷者	0.869	0.755	0.073	0.128	0.055	2.325
年最大積雪,事故のうち重傷者	0.875	0.766	0.073	0.129	0.056	2.305

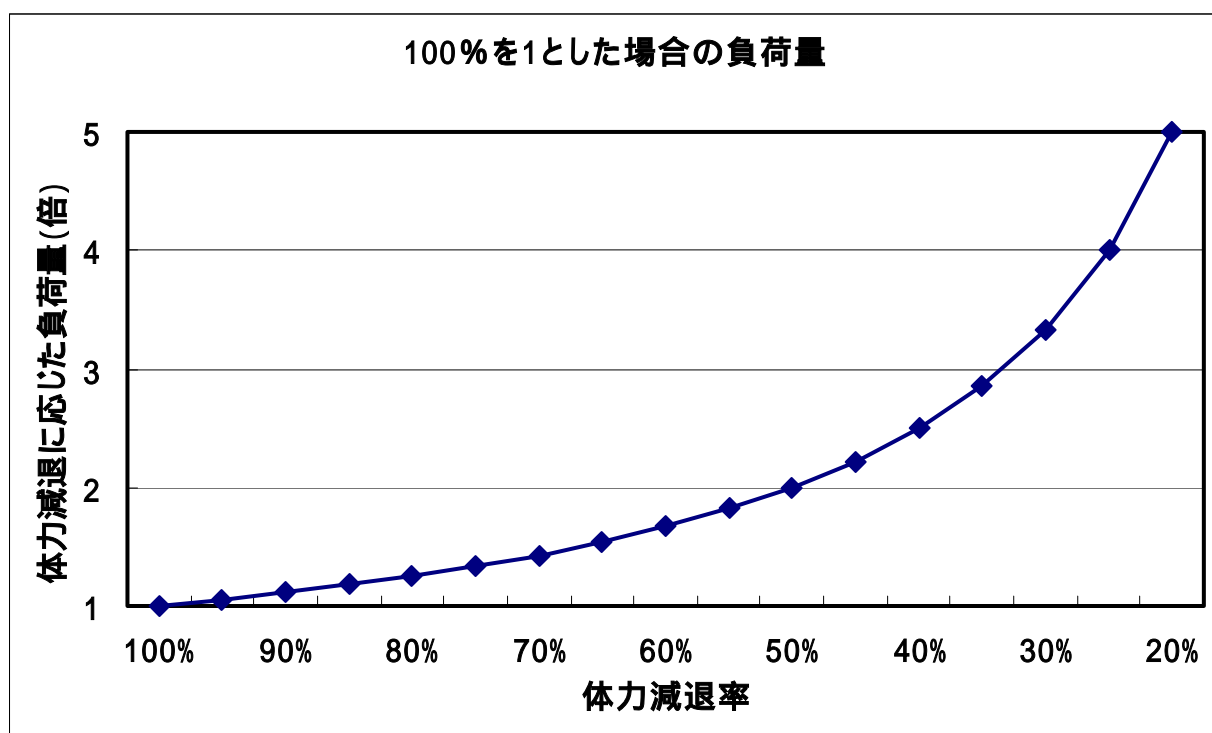
多雪年の事故遭遇確率 =  $(1 + R^2) \times 1$  時間当たりの事故件数

少雪年の事故遭遇確率 =  $R^2 \times 1$  時間当たりの事故件数

多雪年と少雪年のばらつき = 多雪年 / 少雪年

表7・14では相関分析において線形で評価出来ることを受け、回帰分析で使用する寄与率を用いることにした。特に線形回帰分析が適用可能となることから、相関係数の二乗が影響度を算定する指標となる。

雪の量の変動に応じた確率分布を見る場合、表7・12に示した1時間当りの事故発生確率は概ね、表7・14の範囲内であり、寄与率を用いて評価することが妥当であることが分かった。一方で、高齢化の影響評価においては加齢現象としての高齢者の体力減退に着目することが出来る。



**図 7・13：体力の違いによる負荷量の変化**

図 7・13 は加齢現象による体力負荷量を単純化したものである。スポーツ科学領域では体力評価において、20～30 代を標準化した指標として使用し、この値を 100 とする。その際、加齢とともに体力の減退を％で表示すると、60 代では瞬発系は 50％以下に低下し、年齢とともに 30％程度にまでなる。これと逆に、体への負荷量として計算すると、体力の減退に応じて負荷が増加する。20～30 代を 1 とすると、60 代では体力的にピーク時の半分になることから、負荷量=1 ÷ 0.5 だから 2 となる。

新潟県内の自治体の多くでは高齢化率が 3 割であるが、雪処理中の事故に占める割合は 4 割に達している。このことから、より事故に遭遇しやすいことになる。

高齢者の体力の減退を裏付けるものとして、文部科学省が平成 12 年度に実施した国民体力・運動能力調査にも如実に示されている。7 万余人に対して、瞬発力や筋力、持久力のテストを行い、年齢別の分析を行うに足るだけの標本数を有している。小学生から 79 歳までを対象とし、高齢者からも 5 千人を超えるデータが得られた。通常、標本調査の信頼性については 3 千人とされていることから、標本全体について、数的には NHK の国民生活時間調査（5 年ごと）、各マスコミが実施する選挙情勢調査と同規模であることが分かる。ここで雪処理時に要求される体力項目である握力、上体起こし、長座体前屈についてピーク時と高齢者の比較を図 7・14～図 7・16 に示す。

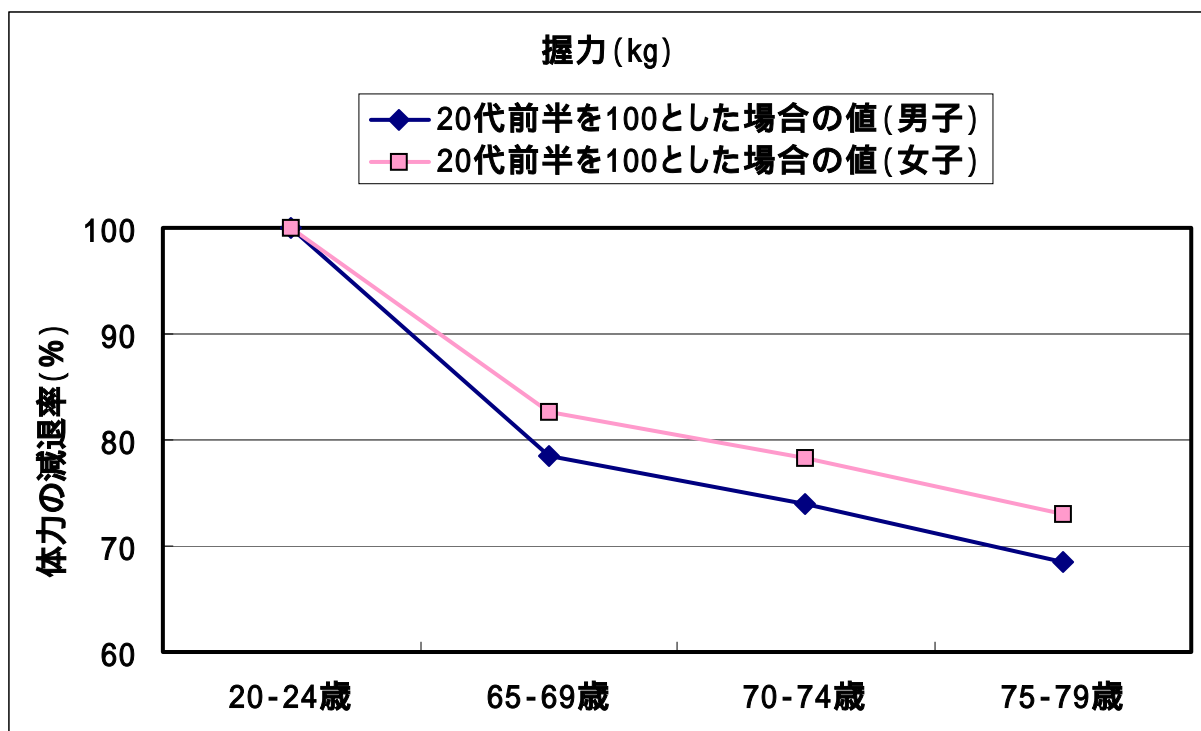


図 7・14：男女別に見た 20 代前半を 100 とした場合の握力の減退率（文部科学省，平成 12 年度体力・運動能力調査データを基に計算）

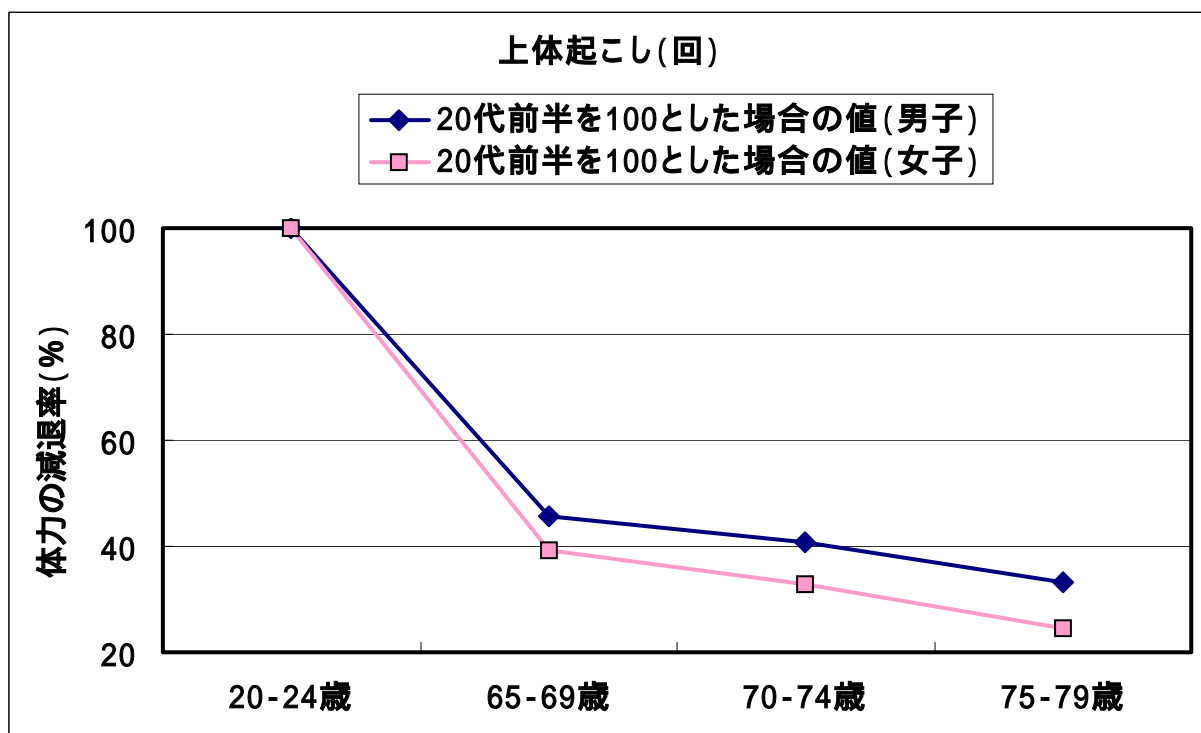


図 7・15：男女別に見た 20 代前半を 100 とした場合の上体起こしの減退率（文部科学省，平成 12 年度 体力・運動能力調査データを基に計算）



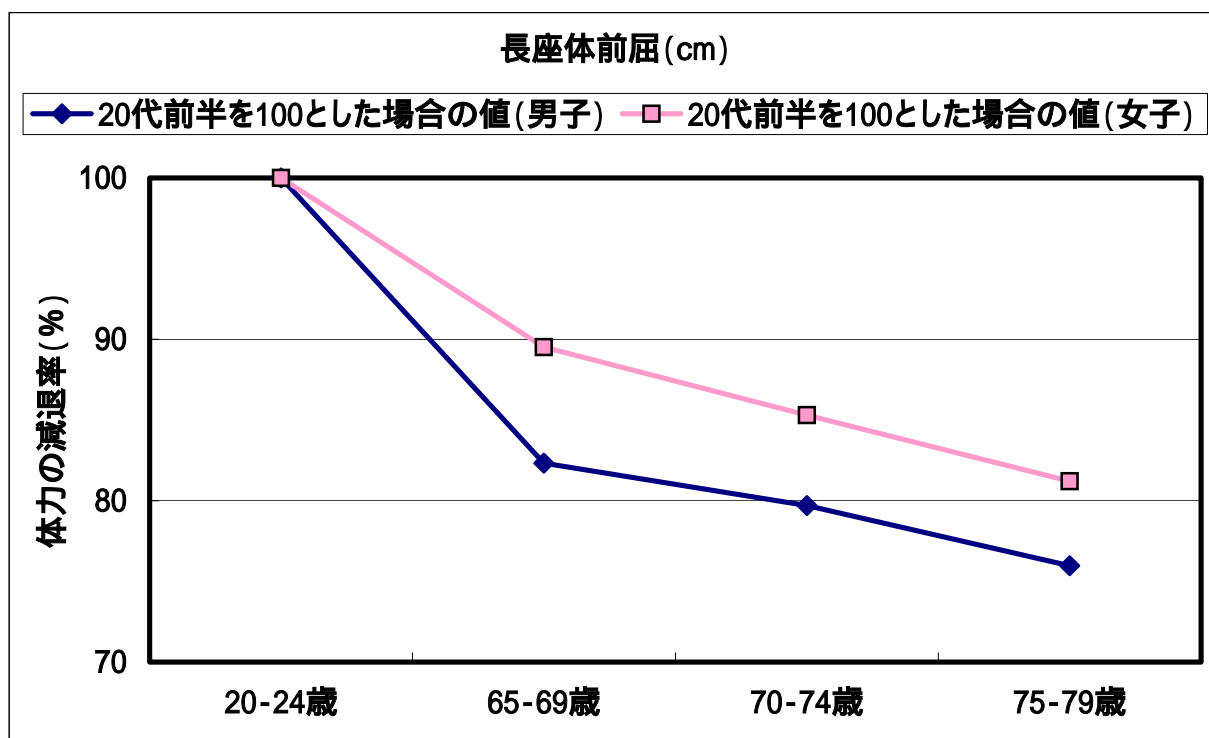


図 7・16：男女別に見た 20 代前半を 100 とした場合の長座体前屈の減退率（文部科学省，平成 12 年度 体力・運動能力調査データを基に計算）

握力等の筋持久系と比較して瞬発力と柔軟性の減退が著しいことが分かる。このことは、特に屋根雪処理で必要とされるバランス感覚の点で不利に作用する。長座体前屈の衰えは中腰で作業する際に腰痛を併発し、転落の原因となる。上体起こしに関しては除雪作業時に行われる投擲力と関係し、雪処理に多大な時間を費やすことになる。通常、1 回当りの雪処理に係る時間が 1～1.5 時間であるなら、高齢者の場合は 2 時間前後に達することを意味する。

文部科学省が平成 12 年度に実施した国民体力・運動能力調査の詳細は付録に示すが、高齢者の間でも性別・年齢別の違いが認められ、当該地域で問題となっている高齢者の雪処理作業を考えると、これ等のデータを踏まえ、改めてボランティア育成がカギとなる。

ここまでの事故発生の分析を普遍化させると、雪氷現象以外にも斜面災害や風水害等、各種災害による人的被害を考慮することが防災対策上、前提となる。しかしながら、防災施策を講じるには優先順位があり、予算の制約からある点で妥協する場合が多い。このため、意思決定が困難となることから、災害報告とともに、事象を客観的に捉えるための災害統計の整備が課題となる。ASCE (American Society of Civil Engineers) では人的被害の発生確率とともに、リスク許容の基準点を示している。新潟県では斜面災害が多発し、発災のメカニズム・モニタリング技術・人的被害の状況が関心事項となる。イタリアでの斜面災害を扱った論文では事故件数を当該年度で除して年間当たりの事故発生率の評価を試みている。ただ、属性別に考慮した事故遭遇の確率的評価には殆ど言及せず、今後課題を残している<sup>2)</sup>。1985 年に大惨事となった長野野地附山地すべりでは高齢者が犠牲となっていることから、本論で示したような生理学的視点によるリスク評価に対する議論が期待されるところである。

## 7.3. 冬期の気象要素と受診行動との相関分析

### 1) 事象の背景

豪雪地帯における避難行動を考える場合、雪の量や質が人間行動に与える影響を定量的に把握し、そこで得られたデータに基づいて災害対策が策定されなくてはならない。従来は歩行者実験、コンピュータ解析によるモデル化の構築を目指した研究が多かった。群衆行動を捉える場合、その動きが非線形であることから、有限要素法や境界要素法等を駆使した計算が行われる。一方、人々の動きを確率事象と捉え、集合論を用いた研究例もある。しかしながら、降積雪を視野に入れた避難行動に関する研究は始まったばかりであり、今後の発展が期待される所以である。

本節では積雪期の避難行動の定量的評価に向け、降積雪量の違いが患者の受診行動（通院行動）に及ぼす影響を解析する。受診行動を取り上げた理由として、

- 病変時を除き、気象状況によって通院しないことがある
- 買い物行動と比較し、通院行動では降積雪量の影響が如実に示されること
- 避難行動と同様、受診行動は心身両面が極限状態の時になされること

の3点が挙げられる。このプロセスに関しては殆ど既往既往研究がないことに加え、防災計画策定に際して有益な情報となる。

具体的には、新潟県の中でも特別豪雪地帯に位置する県立病院を対象に、全診療科を一括した月別外来数合計と月別の平均的な気象状況との相関関係を分析する。また、県立病院が立地する自治体の概要や降積雪量の特性を明らかにし、今後の医療体制の在り方について言及する。

### 2) 避難行動と受診行動との関係

冬期の気象状況が受診行動に与える影響を分析する前提として、雪が地域住民の生活全般に及ぼす影響を評価する必要がある。避難行動、受診行動ともに心身両面で極限状態での行動であること、日常生活で支障がなくても雪に対する見方を探ることで、防災計画に反映出来る余地を残すことになり、日常生活全般における雪の位置付けを明らかにすることは意義深い。

これを踏まえ、ここで、新潟県の当該自治体の住民に対して実施したアンケート調査結果を考察する。アンケートは以下のように、2回実施した（調査内容と結果一覧は付録に提示している）。

#### 安塚町・大島村での積雪期地震防災に関するアンケート（A調査）

1971年2月の安塚地震、1990年12月の高柳地震（東頸城地域での群発地震）で小学校の窓ガラスが割れたり、雪崩、崖くずれ等の被害を受けたことを考慮した。アンケートは1998年12月～1999年1月に実施し、役場を通じ、区長から調査票を配布してもらった。有効回答は345票。

#### 上川村での積雪期地震防災に関するアンケート（B調査）

1998年12月の上川村での地震で商品の散乱、電話の輻輳等の被害を受けたことを考慮した。アンケートは1998年12月～1999年1月に実施し、役場を通じ、区長から調査票を配布してもらった。有効回答は512票である。

両調査ではともに、個人的に行っている地震対策、指定避難所の認知度等を質問しているが、ここでは避難行動に関係する事項を取り上げる。関連する質問事項は積雪があることによる移動に要する時間

の変化（歩行時間の増大）、雪に伴う日常生活面での不便さ、の2項目である。

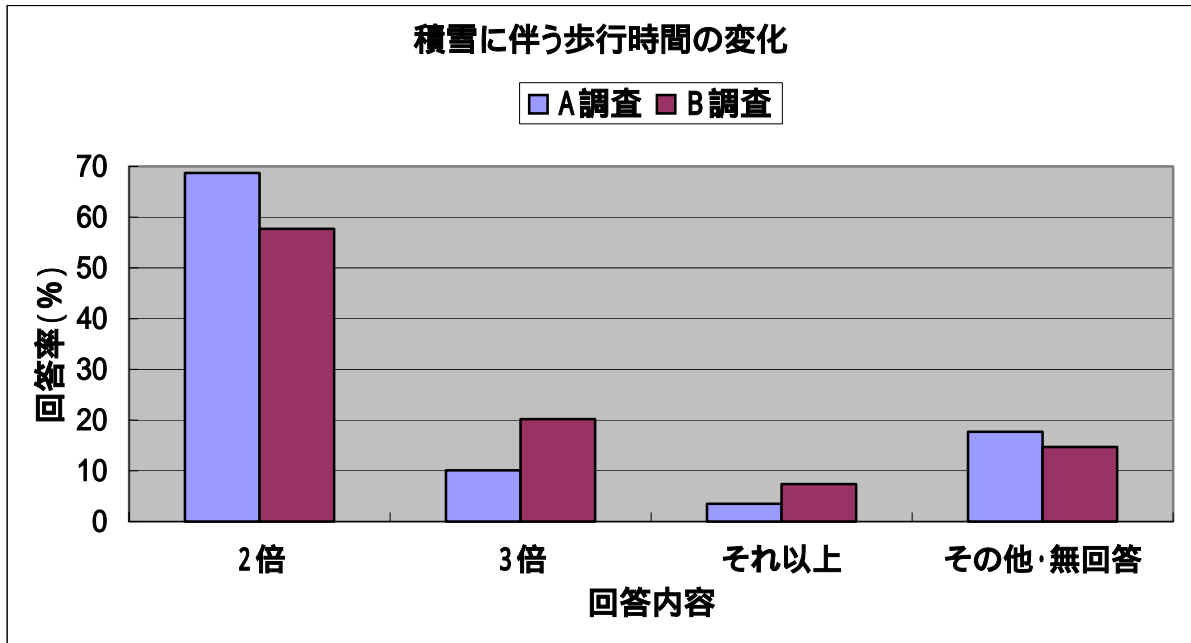


図7・17：両調査から得られた積雪による歩行時間の変化

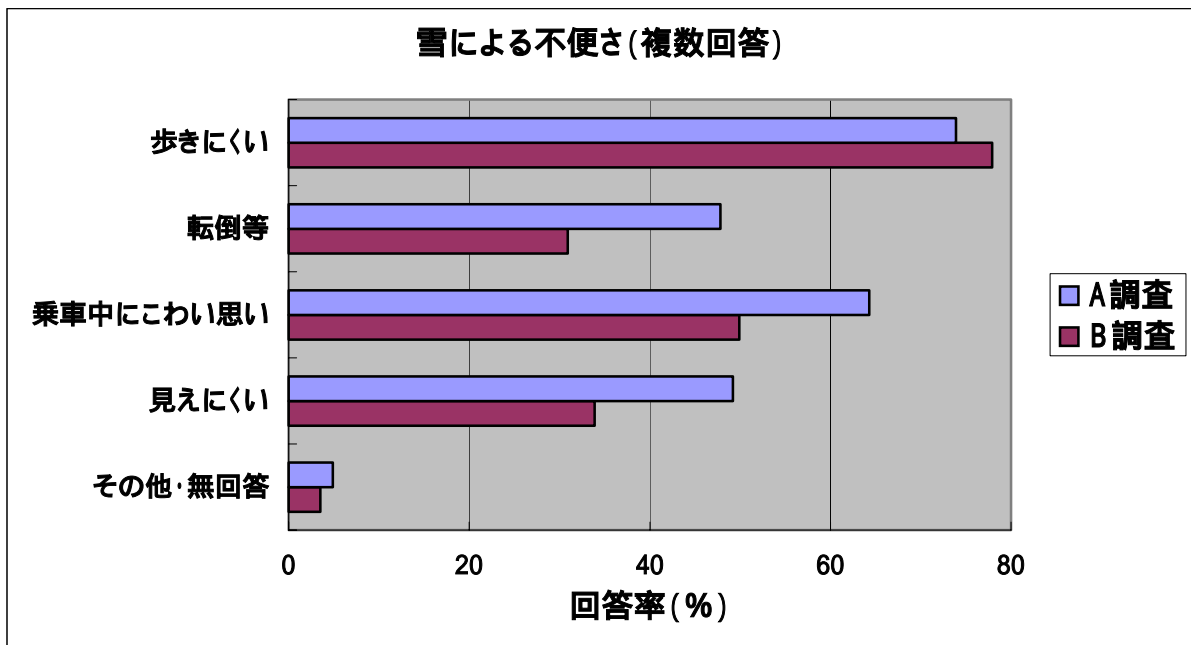


図7・18：両調査から得られた雪による日常生活面における不便さ（複数回答）

図7・17から、上川村の住民の方が積雪に伴う歩行時間がかかると答え、3倍以上要すると回答した割合は安塚町・大島村の住民の回答よりも高率である。高齢化率では上川村の方が低く、雪も少ないものの、要所へのアクセスがしにくいこと、少雪による路面の凍結等のため、上記のような結果になったものと推察された。一方、図7・18では両調査間の違いは小さいものの、景色の見えにくさ、転倒等に

よる不便さを訴える声は安塚町・大島村の住民から聞かれる率が高かった。これは高齢化率の高さが如実に示された結果であるものと思われる。なお、調査票に記載した回答項目は、「歩いていて転んだりした」「車に乗っていてこわい思いをした」「看板等が見えにくい」、である。

図7・17、図7・18ともに、雪に慣れた地域住民でも、降積雪が日常生活全般に与える影響が深刻である点が示された。ここで両調査を実施した時期の統計値に基づき、各自治体の社会指標を示す。

**表7・15：アンケート調査で対象とした住民が居住する自治体の人口・社会関連指標，**

	人口流入率	年少人口割合	生産年齢人口割合	老年人口割合	自動車保有台数
安塚町	3.28	12.5	54.5	33.3	759.3
大島村	3.11	13.1	52.5	35.3	826.6
上川村	1.87	13.3	56.3	30.6	756.4

人口流入率（1998年10月1日～1999年9月30日の流入数の総和 / 1998年10月1日の総人口）

年齢3区分別人口割合（年少・生産年齢・老年人口割合は1999年10月1日現在の値を使用）

自動車保有台数（人口千人当りの台数で換算し、1999年3月31日現在の値を使用）

表7・15から、いずれの地域とも少子・高齢化が進展していることが分かる。避難行動に係るアンケート結果で、歩行時間の変化や雪による不便さの回答で地域差が生じたが、上川村は人口流入が少なく、長年住み慣れた住民であることから、雪に対する不便さを感じるというよりは寧ろ、当たり前のこととして受け止めているように思われた。また、乗車中にこわい思いをしたと回答した割合が小さく、人口千人当りの自動車保有台数が少ないこと、高齢化率が低めであることが影響しているものと推測される。

なお、本節で触れたアンケートから得られた回答については、災害発生とは無関係に論じている。ただ、日常的に雪による影響が深刻である結果を踏まえ、以下では、新潟県で特別豪雪地帯に指定されている自治体に立地する県立病院における月別外来患者数合計と、月別の気象状況との相関関係について取り上げる。

### 3) 受診行動を検討する地位の社会指標と医療環境

患者の受診行動に及ぼす雪や気温の影響を定量的に評価することを目的に、新潟県内の特別豪雪地帯に指定されている小出町と十日町市に立地している県立病院を対象として選定した。本研究では地震防災との関連で進めていることから、1998年以降の患者数と気象状況との相関関係に関心を持った。

本節では各病院ごとに、1999年1月～2001年12月の全診療科を一括した月別外来数合計のうち、各年とも11, 12, 1, 2, 3, 4月を抽出した。気象データは新潟地方気象台が観測している値を用いた。ここで得られた月別の最深積雪と降水量合計、平均気温を対象に分析を行った。

全診療科を対象とした月別外来数合計と各気象要素の2変量の分析ではピアソンの積率相関係数を求め、全体的な傾向を示した。なお、分析データの蓄積が浅いことから、統計的な検定は行わず、これについては今後ともデータの整理を進め、統計解析を行うものとする。先ず、小出町と十日町市の降積雪の基本統計量を表7・16に示す。

表7・16：小出町，十日町市の降積雪状況の基本統計量

	年降雪深		年最大積雪深		最大日降雪深	
	小出	十日町	小出	十日町	小出	十日町
平均値	956.716	910.375	225.985	246.569	63.164	63.225
標準偏差	499.499	456.037	81.370	85.618	19.644	23.821
最小値	218	245	70	77	30	29
最大値	2390	2088	440	424	124	135
変動係数	0.522	0.501	0.360	0.347	0.311	0.377
最頻値	376	*	185	275	50	46
分析対象データ年	1930～1998	1944～1998	1930～1998	1932～1998	1930～1998	1944～1998

表7・17：受診行動の解析で取り上げた特別豪雪地帯の社会指標  
(出典：新潟県企画調整部統計課 編：『新潟県100の指標』各年版)

		県全体	小出町	十日町市
面積 (km <sup>2</sup> )			30.04	212.77
人口総数 (人)	1999.10.1	2,486,271	13,039	43,497
	2001.10.1	2,470,846	12,841	42,811
人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	1999.10.1	197.6	434.1	204.4
	2001.10.1	196.4	427.5	201.2
出生率 注1)	1998.10.1	9.1	10.9	9.3
	2000.10.1	8.9	8.7	8.4
高齢化率 (%)	1999.10.1	20.7	20.9	22.8
	2001.10.1	21.9	22.8	24.2
高齢者単身世帯割合	1995.10.1	4.07	3.71	2.96
	2000.10.1	5.27	4.46	4.49
消防団員数 注1)	1999.4.1	17.9	20.3	27.3
	2001.4.1	17.7	20.4	27.1
ホームヘルパー数 注2)	2000.3.31	12.1	10.9	9.5
病院・診療所数 注3)	1998.10.1	71.8	76.6	45.6
	2000.10.1	74.6	77.2	51.2
医師数 注3)	1998.12.31	158.5	283.3	120.8
	2000.12.31	162.5	285.8	127.9
病床数 注1)	1998.10.1	10.0	22.5	9.0
	2000.10.1	10.0	22.7	9.2

面積は県境一部未定により，総務省統計局で毎年推計するため，多少の変動が生じる

1999.10.1 現在：12,582.31 km<sup>2</sup>，2001.10.1 現在：12,582.39 km<sup>2</sup>となっている

高齢者単身世帯割合は国勢調査結果に基づく

注1)：人口千人当たりの割合

注2)：人口1万人当たりの割合

注3)：人口10万人当たりの割合 注2)：人口千人当たりの割合

表7・16からも明白であるが，両地域とも雪の量が多く，ばらつきが大きいことが分かる。一方，表7・17では高齢化率が高く，医療環境面でハンデとなる。過疎化・高齢化の進展，地域医療の脆弱化は日常の医療のみならず，災害時にネックとなる。ここで高齢化に伴い患者数が増加している状況を表7・18に示す。本節では患者の受診行動に焦点を当てていることから，外来のみを対象として扱った。これに関連し，医療機関へのアクセスが如何に大変であるかを表7・16に示す。

表 7・18：新潟県における医療機関までの距離別集落数<sup>3)</sup>(1988年度)

	豪雪地帯	特別豪雪地帯
集落総数	5,041 (100.0)	2,732 (100.0)
0.5km 未満	503 (10.0)	234 (8.6)
0.5～1.0km	578 (11.5)	281 (10.3)
1～2 km	1,015 (20.1)	502 (18.4)
2～4 km	1,570 (31.1)	819 (30.0)
4～6 km	744 (14.8)	447 (16.4)
6～10km	455 (9.0)	337 (12.3)
10～20km	151 (3.0)	111 (4.1)
20km 以上	25 (0.5)	1 (0.0)

カッコ内は構成比で単位は%

データはやや古いですが、都市域を除き、医院数が減少に転じていることから、表 7・18 は今でも医療環境を把握する際の有効な指標となる。豪雪地帯と比較し、特別豪雪地帯に居住する住民にとっては医療機関へのアクセスが一層、困難であることが分かり、これは役所についても同様な傾向が見られる。特に高齢者は脳血管障害、心疾患、悪性新生物等に罹患する割合が高まり、高額医療費の相談・還付金の受領で役所に行く機会が多い点を考慮し、役所へのアプローチの状況を表 7・19 に示すことにした。

表 7・19：新潟県における役場所在地までの距離別集落数<sup>3)</sup>(1988年度)

	豪雪地帯	豪雪地帯
集落総数	5,041 (100.0)	2,732 (100.0)
2 km 未満	846 (16.8)	381 (13.9)
2～4 km	1,281 (25.4)	573 (21.0)
4～6 km	1,094 (21.7)	536 (19.6)
6～10km	1,109 (22.0)	756 (27.7)
10～20km	612 (12.1)	433 (15.8)
20～30km	44 (0.9)	14 (0.5)
30km 以上	55 (1.1)	39 (1.4)

カッコ内は構成比で単位は%

役所へのアプローチも古いデータではあるが、近年では個人、公的機関ともに移転や引越しが少なく、上記の表を参考にすることが可能となる。これ等のデータを踏まえ、受診行動に与える影響を考察することにする。まず、両自治体住民の医療受療行動に関連する指標を表 7・20 に提示する。

表 7・20：受診行動を検討する地域における医療受療関連指標

	健康診断受診率		国保診療費		老人医療費
	1998年度	2000年度	1998年度	2000年度	2000年度
県平均	38.7	42.2	304,822	304,578	631,424
小出町	33.4	56.2	311,182	286,475	572,180
十日町市	42.9	44.6	268,060	264,088	625,951

健康診断の受療状況は県福祉保健部、国保と老人医療費は県医薬国保課の資料による  
国保は被保険者1人当たり、老人医療費は受給者1人当たりの額で算出

表 7・20 から県平均と比較し、概して健康診断受診率が高く、なるべく医療機関にかからないようにする、若しくは早期発見で受診回数を少なくさせたい意識が強く働いている。各地域の住民に対するヒアリングからも、通院するだけで大仕事である、と話している。こうした日頃からの意識は生活習慣病を軽減させる方向で作用するものと見られ、国保、老人医療費ともに県平均値を下回っている。ただ、アンケート調査を実施していないので、健康体であるから医療費がかからないのか、慢性疾患があっても通院が困難であるために行かない結果、診療費が抑えられているのかは判然としない。以上、両自治体における高齢化に関する指標、医療環境、医療受療行動に係るデータを用い、考察した。

#### 4) 冬期の気象要素と受診行動との相関分析

ここで、小出町と十日町市に立地する県立病院における冬期の気象要素が受診行動に与える影響について相関分析する。なお、患者は継続して受診することを考慮し、年度を一区切りのパラメータとして解析するが、残雪や時には降雪に見舞われる気象条件から、4月も前年度に組み入れて計算する。

##### 【小出町】

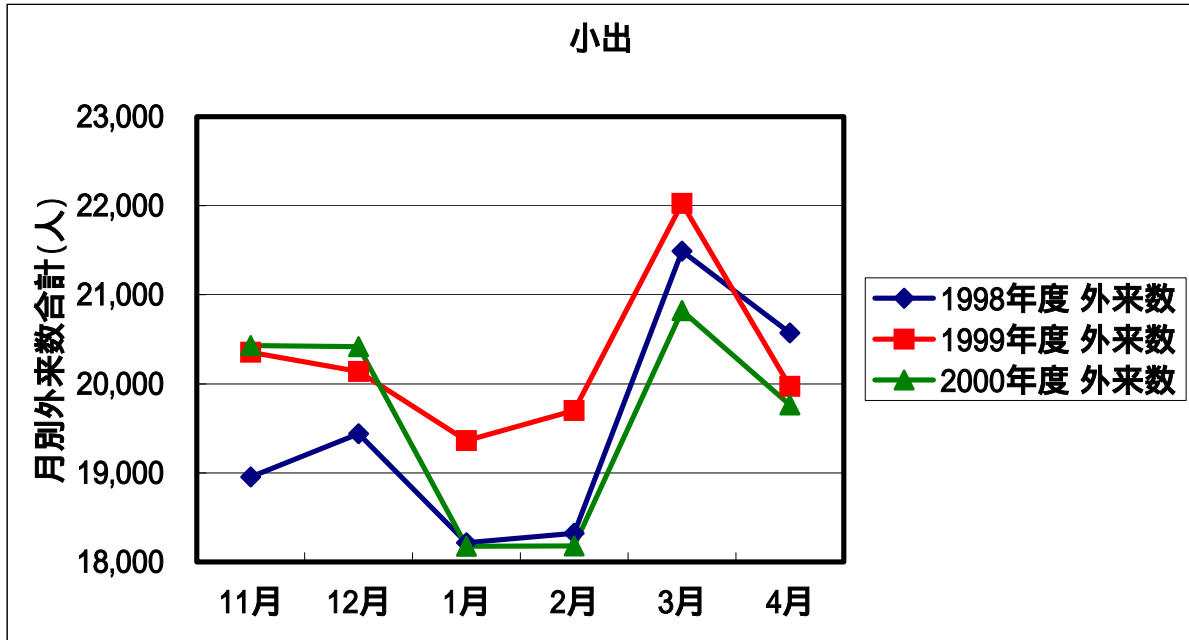


図7・19：小出病院における全診療科を対象とした冬期間の月別外来数合計の推移（1998年度～2000年度）

表7・21：1998年度～2000年度の小出町の気象（新潟地方気象台観測データ）

	最深積雪 (cm)	降水量 (mm)	平均気温 ( )
1998年 11月	1	293	8
12月	50	294	3.9
1999年 1月	133	433	0.4
2月	222	308	-0.1
3月	170	133	3.2
4月	41	99	9.5
11月	0	251	9.1
12月	59	535	2.2
2000年 1月	80	241	1.6
2月	170	366	-0.2
3月	208	276	2.1
4月	90	121	8.1
11月	.	194	8.8
12月	106	380	2.3
2001年 1月	249	424	-0.4
2月	198	190	-0.3
3月	203	222	2.3
4月	99	62	8.8

11月の最深積雪の値で、0とあるのは降雪はあったものの、積雪には至らなかったことを意味し、.は降雪そのものが観測されなかったことを示すものである。

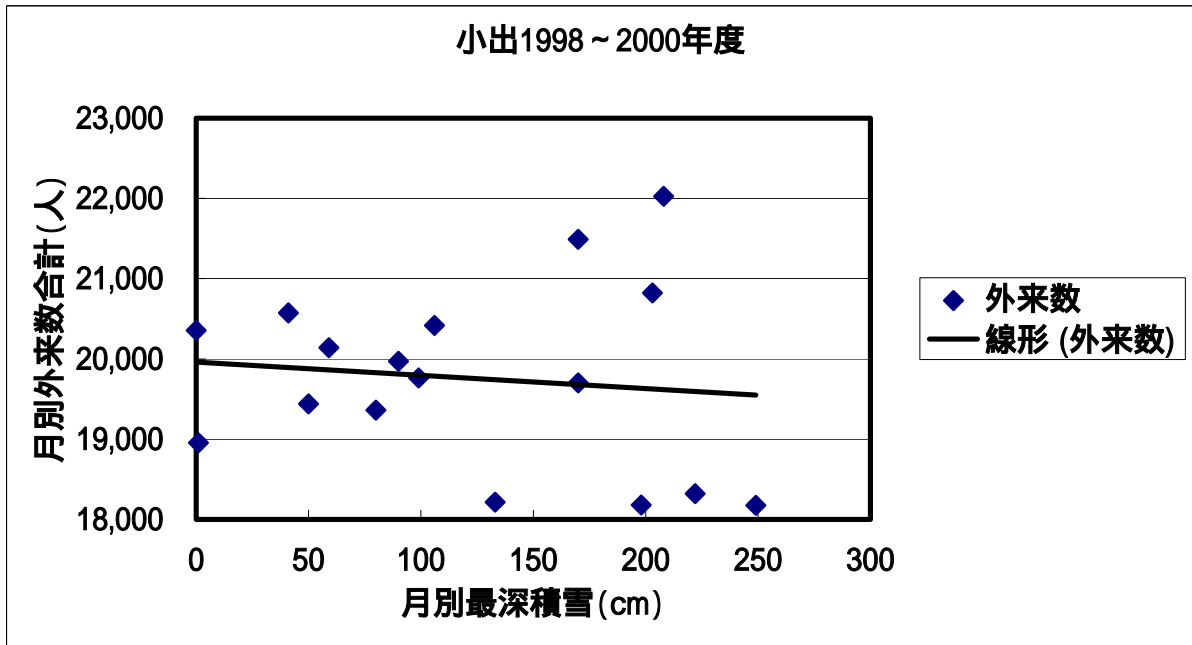


図 7 - 20 : 小出病院の全診療科における月別最深積雪と月別外来数合計との相相関関係 (1998 ~ 2000 年度 ,  $R = - 0.1128$ )

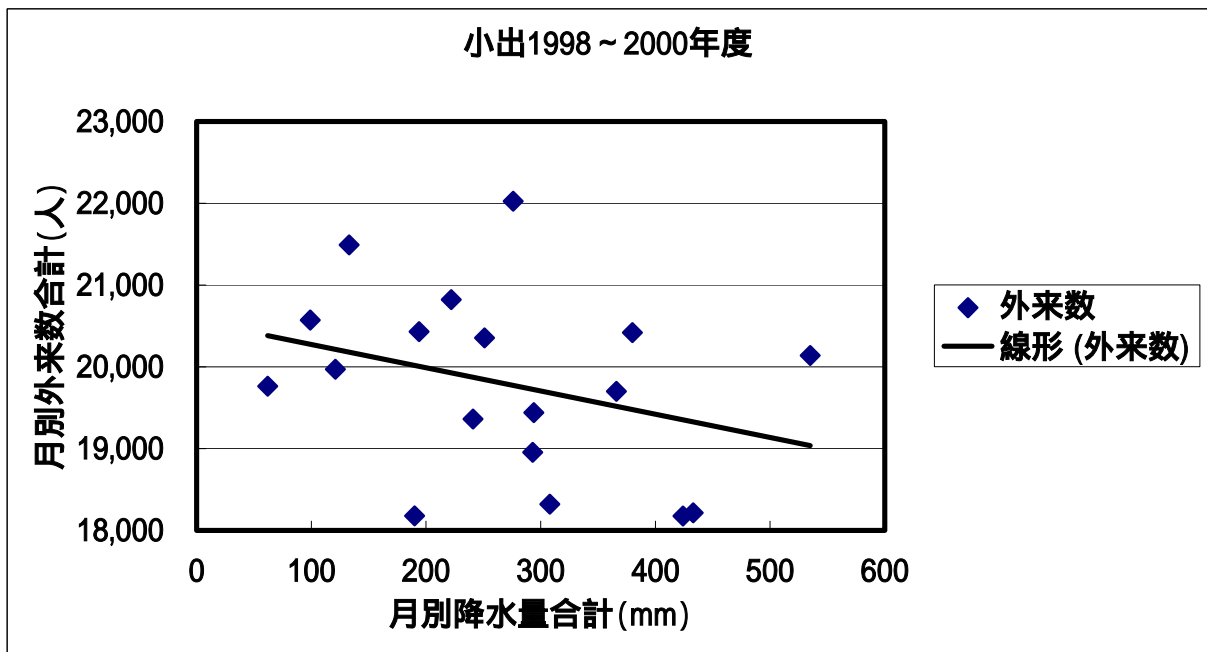


図 7 - 21 : 小出病院の全診療科における月別降水量と月別外来数合計との相相関関係 (1998 ~ 2000 年度 ,  $R = - 0.3192$ )



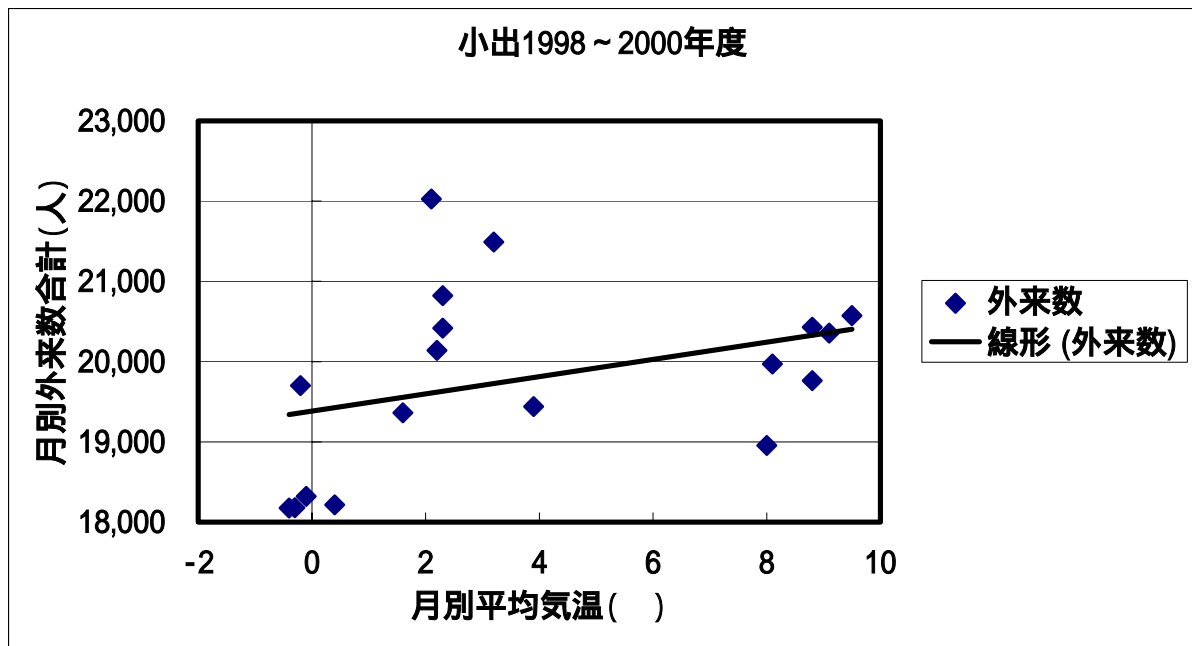


図7・22：小出病院の全診療科における月別平均気温と月別外来数合計との相関関係  
(1998～2000年度， $R = 0.3563$ )

小出町の分析から，月別最深積雪では殆ど相関が認められなかったが，降水量と平均気温によって受診行動が制限されていることが分かった。同様に同期間の無積雪期(5～10月)の分析でも相関は認められず，平均気温の上昇によって外出が控えられ，積雪期と逆の傾向だった。

【十日町市】

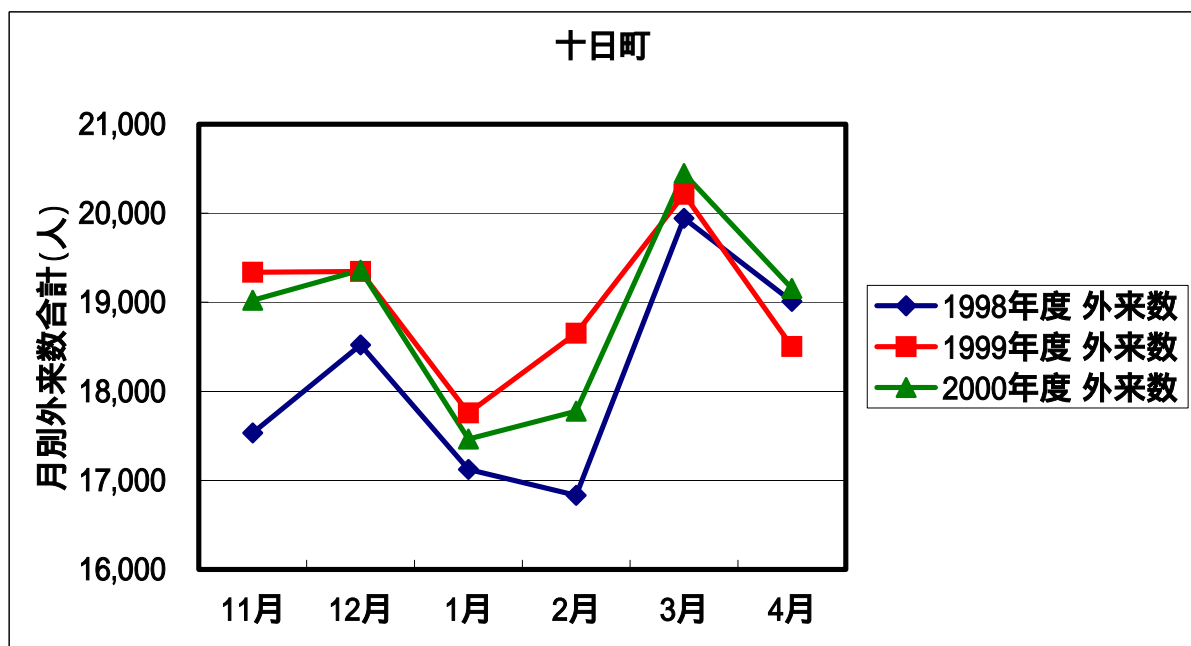


図7・23：十日町病院における全診療科を対象とした冬期間の月別外来数合計の推移  
(1998年度～2000年度)

表 7・22：1998 年度～2000 年度の十日町市の気象（新潟地方気象台観測データ）

	最深積雪 (cm)	降水量 (mm)	平均気温 ( )
1998 年 11 月	3	334	7.9
12 月	56	318	3.5
1999 年 1 月	177	521	-0.1
2 月	239	410	-0.5
3 月	193	148	2.8
4 月	83	127	9.2
11 月	0	263	8.9
12 月	82	553	2.1
2000 年 1 月	89	267	1.5
2 月	192	413	-0.8
3 月	223	324	2
4 月	107	101	8.3
11 月	.	197	8.5
12 月	112	373	2.2
2001 年 1 月	248	431	-1
2 月	212	220	-0.7
3 月	243	226	2.1
4 月	153	60	8.2

11 月の最深積雪の値で、0 とあるのは降雪はあったものの、積雪には至らなかったことを意味し、. は降雪そのものが観測されなかったことを示すものである。

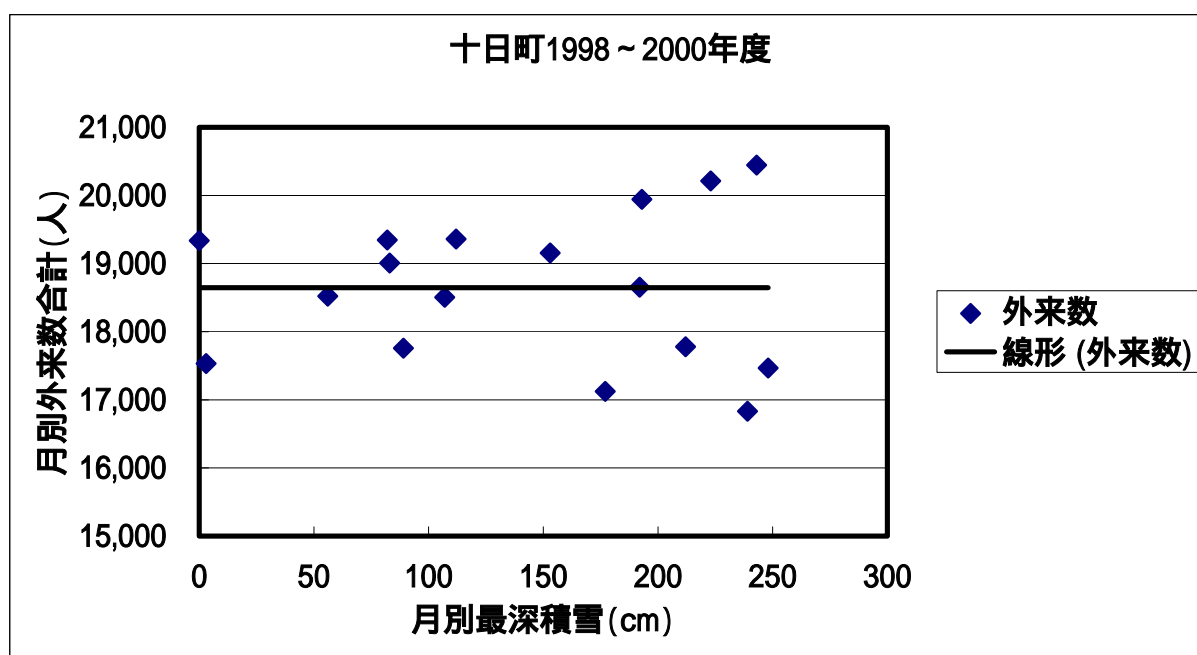


図 7・24：十日町病院の全診療科における月別最深積雪と月別外来数合計との相相関関係（1998～2000 年度， $R = 0.0002$ ）

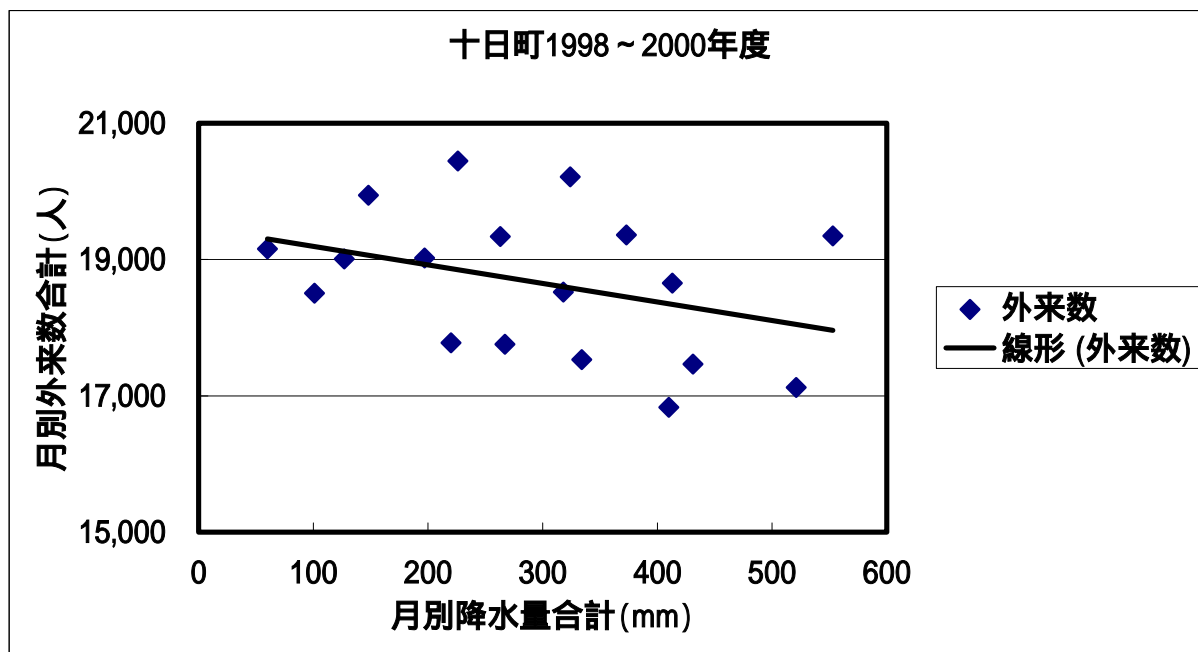


図 7 - 25 : 十日町病院の全診療科における月別降水量と月別外来数合計との相相関関係 (1998 ~ 2000 年度 ,  $R = - 0.3593$ )

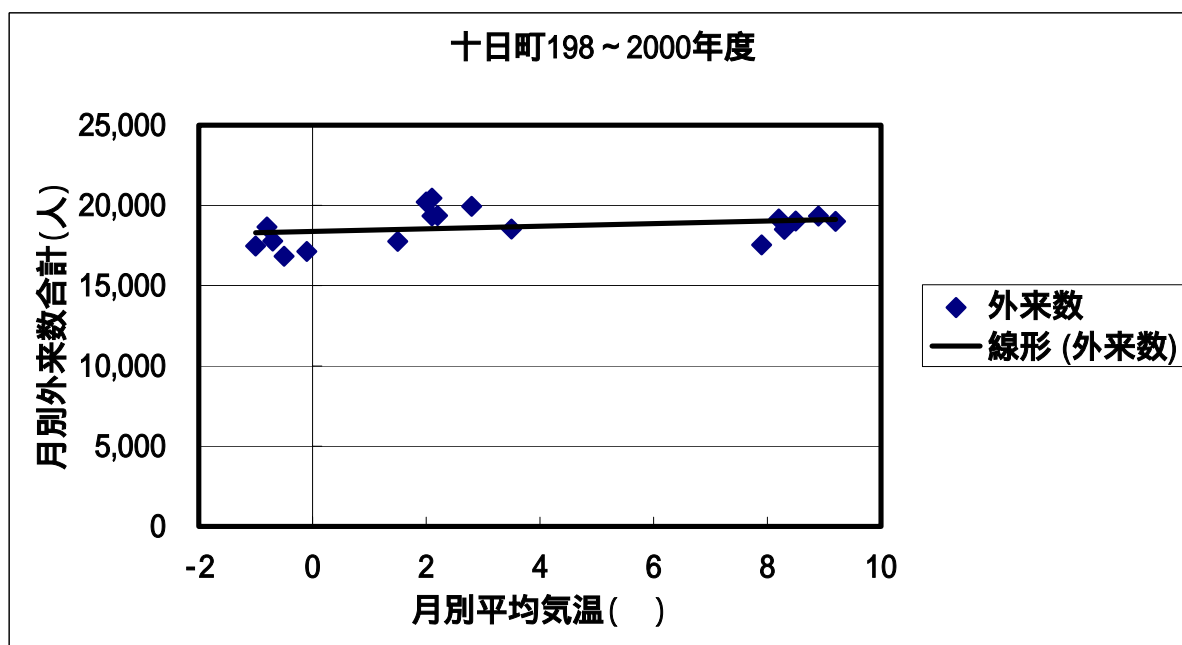


図 7 - 26 : 小出病院の全診療科における月別平均気温と月別外来数合計との相相関関係 (1998 ~ 2000 年度 ,  $R = 0.2926$ )

小出町の分析から、月別最深積雪では殆ど相関が認められなかったが、降水と気温によって受診行動が影響を受け、無積雪期には気温の上昇で受診が低下することが弱いながら認められた。

両自治体の分析結果から、冬期の受診行動は降水量と気温に左右されることが分かる。無積雪期には分析対象期間に当該地域で豪雨が観測されておらず、降水量は受診にさほど影響を与えなかった。なお、診療科別の分析も視野に入るが、降積雪や気温が受診行動に与える影響を把握することが目的であり、より現実的には詳細な疾病構造に基づく医療環境整備が不可欠となることを考慮した。同様に、無積雪期にも強い相関が見られなかったことから、図表類は省略した。以上の分析を踏まえると、災害時に特に懸念される腎疾患が問題となる。これは兵庫県南部地震の例でも明らかのように、人工透析に対する需給が逼迫した事情から、透析回避につなげるための生活習慣の改善が必要となる。

以下では災害医療体制に関して、被害調査と『厚生労働省が3年ごとに編纂している患者調査』を用いて、当該地域の疾病構造を考慮した医療体制に関する分析を行う。

## 7.4. 現地調査と疫学分析に基づく新潟県を事例とした積雪寒冷期の災害医療体制.

### 1) 事象の背景

人身雪害、受診行動の分析から、災害医療体制の構築が不可欠であることが改めて浮き彫りとなった。ここでは病院防災を考察するうえで、先ず、地震被害調査に基づく提案を行い、これを受けて災害時に懸案事項となる腎疾患に関連し、透析に関する現状を網羅し、他疾患の有病による罹患モデルを提唱する。これ等の結果を踏まえ、救急医療体制について取り上げ、現地調査に基づいての積雪寒冷期を想定した災害医療体制について言及する。

### 2) 地震被害調査に基づく災害医療体制の考え方

ここでは調査の順に、ペルー南部（Atico）地震、宮城県北部地震を取り上げる。

#### ペルー南部（Atico）地震

2001年6月23日にペルー南部で発生した地震はマグニチュードが7.9、モーメントマグニチュード8.1の巨大地震であった。ただ、タイム誌等での報道がなされず、ASCEでも軟弱地盤に起因する地盤被害（論文中では軟岩と地震波の関係を中心に、構造被害に及ぼした影響評価）に関する分析<sup>4)</sup>等、寒さと災害対応の観点を含む成果が少ないこと、同地震は寒冷期に発生していることから、着目するに至った。2001年7月中旬に実施した現地調査（団長：小長井一男 東京大学生産技術研究所教授）の結果を踏まえ、冬期における地震防災、ならびに医療対応の在り方について考察した。調査期間は約5日間、経路はリマから入り、タクナ、モケグア、アレキパの順である。

#### ペルーの地理的条件

筆者はペルー赤十字、日本の気象庁に当たる SENAMHI( Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología ), さらには統計資料を扱うコピーサービスセンターに赴き、必要とするデータを入手した。

ペルーの位置関係は、北はエクアドル、コロンビア、東はボリビア、ブラジル、南はチリと接し、西は太平洋に面する。国土面積は 1,285,215km<sup>2</sup> で、気候は複雑である。アマゾン、アンデス高山、砂漠という具合に、冬でも各地の気温差が大きい。首都のリマは曇りがちで、日較差は小さく、昼間で

も 15 前後と肌寒い。チリに接するタクナ等は雨が少なく、乾燥している。このため、昼夜の気温差が著しく、昼間は 25 を超え、夜間には氷点下になることも決して稀ではない。

一方、アンデス高地にも都市が点在し、避難行動に伴う体力の消耗を念頭に入れる必要がある。被災地のアレキパは標高が 2,400m と高く、激しく動くと SOB：Short of Breath（息切れ状態）となる。

ペルー全体の概要に加え、以下では被災地の地誌と被害の概要について記述する。

### 被災地の概要と位置関係

被災地全体に共通する特徴は、アレキパを除く地域は砂漠地帯であり、ライフラインの整備が十分でないことである。また、気温の日較差が大きく、時には 30 以上の開きとなる。アレキパはペルー第二の都市であり、観光地としても有名である。標高が高く、調査をした際、疲労からくる睡眠時の寝苦しさ、息苦しさを感じた。今回の地震で問題となった物資運搬に関連し、道路の舗装率が低いことに加え、震源地に近接する箇所でも道路が寸断された。このため、首都のリマから被災地に入るのは空路に限られた。ペルーではパン・アメリカン・ハイウェイが唯一の大動脈で、この道路が被害を受けたことで、援助物資の到着が 3 日程度、遅延した。

### 地震の概要

2001 年 6 月 23 日、現地時間の 15 時 33 分頃に、ペルー南部の第二の都市であるアレキパの西約 200km を震源とする地震が発生した。規模は  $M_S 7.9$ 、 $M_W 8.1$  で、深さは 33km、震央  $16.1^\circ S$ 、 $73.3^\circ W$  である。

### 現地調査に基づく被害の概要

この地震による人的被害は、80 名弱から 100 名と見られている。津波による被害もあり、現地では大きな被害の爪痕を残した。建物被害では組積造が影響を受けたケースが多く、大波に至るような甚大な被害となったものが目立った。また、震源地に近接する地域は砂漠の中に街が広がっている地理的条件から、多数の砂が流れ込み、かつて通りとして使われていた道路が砂や泥に覆われ、地震後 3 週間経った 7 月中旬時点でも、利用出来ない箇所をいくつか目にした。

一方、ライフラインは電気、ガス、水道、電話等が一時、使えない状態となり、アレキパでは約 2 時間の停電、1 時間半の通話不能、チリの国境と接するタクナでは、拠点病院の関係者の話を総合すると、約 45 分の停電に見舞われたが、自家発電設備を迅速に稼働させることが出来て、大きな支障にはならなかったことが分かった。被害の全体像については、赤十字やペルー政府等が次のように示している。住居等を失った被災者は全体で 22 万人弱で、死者 74 人、負傷者 2,689 人、行方不明 64 人、24,855 棟の建物が全壊した（表 7・23 を参照）。

表 7・23：ペルー南部地震に係る被害の状況（ペルー赤十字資料，2001 年 7 月）

地域	被災者数	行方不明者数	負傷者数	死者数	建物被害棟数	建物全壊数
Arequipa	84,111	64	1,993	35	14,299	9,084
Moquegua	57,467	0	277	22	4,062	10,004
Tacna	74,109	0	363	14	16,090	5,396
Ayacucho	2,198	0	56	3	1,270	371
合計	217,885	64	2,689	74	35,721	24,855

表 7・23 から明白であるが、物的被害が顕著で、家を失った人が多いことが分かる。調査中にはテントに、家族 6～7 人が居住している例が目立った。また、家の周囲では斜面崩壊の爪痕が生々しく、傾斜のきつい箇所や道路に堆積した土砂を取り除くのに難渋している姿が見られた。

## 現地調査に基づく緊急対応の問題点

### (1) ペルー赤十字の被害説明

ペルー赤十字へのヒアリングから、以下の事項が明らかとなり、ペルーの主要都市を結ぶパン・アメリカン・ハイウェイで一部の箇所が寸断されたうえに、運搬車両の不足も深刻で、物資を迅速、かつ円滑に送れなかった。さらに、タクナやモケグアで見られた毛布や防寒具、テント類の不足に関連し、これ等の地域には大きな倉庫がなく、物品管理が困難、と述べていた。

### (2) 医療対応の問題点

被災地の多くは砂漠地帯であるうえに風が強い。非常に埃っぽく、眼病の中でも特に、トラコーマと結膜炎が懸念され、また、汚染された水の飛沫によるウィルス性の疾病が心配される。皮膚については蚊が多く、刺された部位に雑菌が入り、化膿することがある。短時間に何ヶ所も刺され、日本の山村で刺されるシマカとは異なり、痒みが非常に強く、時には疼痛を伴う。

担当者によると、この他にも風邪の一種である上気道炎、咽頭痛、喘息様症状、激しい下痢に悩まされている人が通常の2割から3割程度、増加しており、夏期にかけてのコレラ、デング熱等を心配する声があった。また、被災現場の復旧が遅れば、結核、破傷風の危険性も否定出来ない。

病院を視察した際、地震後に体調の不調を訴え、通院する人が多く、中でも産婦人科医と内科医は診察に忙殺された。混み具合は日本の大学病院以上である状況を垣間見た。

病院施設の被害としては、アレキパにある医療機関の中にはライフライン系の被害、内壁の剥離、地震から3週間経っても給排水設備とエレベーターの復旧が進んでいない例があった。一方、タクナの中核病院の視察から、調査を実施した病院は機能したが、そこから10km圏内にある複数の病院は機能不全に陥り、約80人が移送されてきた経緯を述べていた。赤十字の資料によると、タクナでは200人以上が負傷し、その内30人前後は重傷である。医療従事者の質に関し、中にはアメリカや日本で研修を受けた医師もいるが、全体としては少ない。これとは別に、ペルーでは感染症、内科的疾患が多いことを踏まえれば、スペイン語に堪能な欧米諸国の医師の受け入れと同時に、ペルーの医師を海外の機関に派遣する体制づくりが急務である点が分かった。一方、住民に対しては衛生に関する意識を向上させることが不可欠で、学校教育の中に取り入れることを視野に入れたい。

さらに大災害時に懸念されるPTSD: Post-Traumatic Stress Disorder(心的外傷後ストレス)については、この概念を知らない医療関係者もあり、ペルー赤十字では今後の課題、と位置付けている。

### (3) トイレ対策で浮き彫りとなった事項

既述しているように、被災地は日中には20℃を超えるため、排泄に伴う臭気が被災地を覆っていた。一方、夜間は0℃付近を推移し、寒さと心労からくる脳血管障害を心配する声が現地の医療関係者の間から聞かれたが、対策としては、トイレの近くで焚き火をする等の対症療法で、恐怖のため、子供が一人でトイレに行けない姿を目にした。

各国からの救援物資は毛布、テント、医薬品に限定され、仮設トイレ関連は皆無であった。ペルー赤十字へのヒアリングから、トイレ対策に係る認識は希薄であり、具体的な施策はなかった。ただ、都市部の被災者は堅牢な公共建物の周囲で生活し、建物の中への出入りを頻繁に行っており、赤十字の敷地を利用する被災者にはトイレの使用を容認し、さらに、健康チェックと炊き出しを行っていた。

伝染病や臭気対策では、消毒薬の散布が挙げられる。今回の地震調査から、医療機関を含めた公共建物のトイレで消毒されている例があったが、中には臭気を除去せずに消毒したケースがあり、却って不快感を与える結果となった。

## 国際援助と今後の課題

### (1) 援助の概要

今回の地震は冬期に発生していることから、防寒具、ならびに冬用テントが必要となり、さらには毛布類の需要が高まる。これ等の物資は各国から支給されたが、被災者に行き届かない面もあった。特にタクナとモケグアの貧困地帯に居住する層の間では不足が著しく、テントの周囲で焚き火をする等、自衛を余儀なくされた。この原因の一つに、この両地域には大規模な倉庫がなく、物資の保管が困難であることが挙げられる。災害対応に関連し、我が国を始め、一部の国では医療関係者を派遣したが、医療ニーズは逼迫していない事由から、医薬品の支給は少なかった。被災地では瓦礫が散乱し、これに伴う負傷が多いことから、血液を介した感染症の流行が現実問題となる。このため、破傷風トキソイドとB型肝炎のワクチンが必要となる。野生動物や昆虫が多く、調査中では特に、野犬の数が多かった。こうした状況を踏まえ、狂犬病や黄熱、A型肝炎の接種が不可欠となる。平時でも突発的に流行する結核に対処するため、BCG: Bacillus of Calmette-Guérin(ウシ型結核菌由来生ワクチン)等の備蓄が望まれるが、予防接種に対するニーズは聞かれなかった。ペルー赤十字の担当者は、赤十字の職員を中心に、約600名のボランティアを組織化し、被災者の避難・誘導、行方不明者の搜索を最優先事項にしていることを述べ、公衆衛生施策が後手に回っていることが明らかとなった。

以下の項目ではわが国の対応を含め、諸外国の政府、各国国際機関が実施した援助の内容を記し、今後の課題について考察を加える。

### (2) 具体的な援助実施内容

地震発生後、わが国は情報収集を行うことを優先させたが、ベルギー政府は370万ユーロの資金援助、英国は36万ドル、スペイン赤十字は500万ペセタを支給し、さらにスペイン政府は歴史建造物の専門家チームを派遣し、文化財保護に係るアドバイスを行った。我が国からは赤十字に属する医師、看護師、連絡調整員の3人の派遣に加え、JICAを通じ、6人用テント40張、毛布2,000枚、援助金約1,000万円を供与した。韓国等、他のアジア諸国の赤十字関係者も現地入りし、主に医療ニーズ調査に従事した。国際赤十字・赤新月社連盟は2001年6月25日に1億4,000万円の資金援助を決定し、シート、テント等の救援物資、約20トンのアレキパまで空輸した。各国の赤十字の活動内容は次のとおりである。コロンビア、チリの両赤十字は安否確認調査、ドイツ赤十字は給水、ならびに物資の配布、アメリカ赤十字は救援物資の配布、フランス赤十字は通信手段の確保、イギリス赤十字はロジスティクスを担当し、ペルー赤十字との共同作業が円滑に進んだ。

この地震による被害は予想よりも小さいことから、その後のフォローは殆どなされず、援助の実施内容とともに、今後課題を残した。

### (3) 今後の展望

JICAを初めとする各機関の援助決定は迅速に行われたが、現地の道路事情が悪いことから、援助物資の到着が遅れた。物資運搬に使われた車両は旧式の型で、悪路を想定し、今後はパジェロに代表される4WDの使用が望まれる。派遣された医療関係者としては、外科系と内科系が大多数を占め、精神的なケアにまでは手が回らなかった。また、公衆衛生医も不在で、疾病予防の観点からは課題を残した。この地震を契機に、国境なき医師団や看護師のNGO組織に対する財政的な支援、防災担当者、関連技術者との連携を含め、人的交流の必要性が高まった。

ペルー国内では地震がなくても、一部の都市部を除けば、飲み水として適さない。至る箇所でミネラル・ウォーターが販売されているが、貧困地帯では煮沸して飲用しているのが実情である。衛生状態が悪化すると生物を媒介とするA型肝炎の蔓延に直結する危険性が増大し<sup>5)</sup>、早急な対策が必要となる。

この点について、ペルー赤十字の担当者は夏期に発生するコレラを懸念するのみで、大発生が予測される蚊の駆除をすると述べるにとどまった。

今回の調査から、防寒用品の不足、兵庫県南部地震の際に監察医の結果として示された凍死者発生<sup>6)</sup>の予防に力点を置いた援助とは言い難い点が浮き彫りとなった。また、ペルー政府は自衛策として、今回支給されたテント類を保管し、震災時に利用出来るようにするシステムづくりと、主要都市に大規模な倉庫を建設することが不可欠である。

以上、今後の展望を示したが、我が国としては耐震技術、医療面を始め、人的・物的両面で国際協力し、その決定と実際の行動を一層、迅速化させることが必要である。

### 宮城県北部地震

2003年5月26日18時24分頃に宮城県沖地震が発生した後も、同地域では地震活動が活発化し、2003年7月26日に、立て続けにマグニチュード5クラス（本震ではマグニチュード6.2）の地震が3回発生し、景勝地として知られる松島に隣接する鹿島台町、南郷町、矢本町を中心とする地域で甚大な被害をもたらす結果となった。今回の地震は積雪寒冷期に発生している訳ではないが、南郷町では避難所として使われた体育館で暖房使用の検討、負傷者が寒気を訴える事例があったことを受け、現地調査を実施することとした。また、宮城県では1933年3月に津波被害が大きかった三陸地震が発生していることから、冬期の地震防災対策の必要性を考慮した。さらに、2003年の一連の地震で震源域となった海岸部は、降積雪量が比較的多く、地震防災対策上、盲点となっている状況が懸念された。

#### 地震の概要

2003年7月26日の午前0時13分頃に気象庁マグニチュード $M_j5.5$ 、午前7時13分頃に $M_j6.2$ 、午後4時56分頃に $M_j5.3$ の地震が連続して宮城県北部地方を震源として発生した。これ等の地震により、主に宮城県鳴瀬町、矢本町、鹿島台町、南郷町、河南町の5町を中心として、5月26日に宮城県沖で発生した地震（5.26宮城県三陸南地震と略称）を大幅に上回る被害が生じた。今回の地震は所謂、内陸における典型的な直下型地震であり、三つのほぼ同規模の地震が24時間以内に連続して発生した極めて珍しい地震と言える。7時13分頃の2番目に発生した最大規模、 $M_j6.2$ の地震により、震源に近い上述の宮城県北部5町で、人的・物的被害が発生し、調査時点で、堤防や一般家屋に青いビニールシートが被せられていた。

被災地域は、地震が発生する前の一週間にわたり100～150mm程度の降雨に見舞われており、悪条件下での地震被害としても特筆される。ただ幸いなことに、この地震による死者の報告はなかった。

今回の一連の地震は、震源域が海岸部に近接したことから、一時は津波災害も懸念されたが、幸いにも津波による災害は確認されていない。このように、今回地震では、前震・本震・余震は極めて特異的であると言える。

#### 被害の概要

一連の地震被害を分析する際、地震前の降雨による被害に触れる必要がある。現地で実施したヒアリングから、住民の中には7月24日の豪雨による浸水を心配して自主的に避難した人もいた。南郷町に約20年居住する住民は、1986年の水害の記憶が鮮明で、対岸の鹿島台町が浸水したものの、南郷町の被害は少なかった点を持ち出し、今回の豪雨は1986年の時よりも激しい降雨で、避難を考えたという。こうした中、地震が発生するとは思わず、水害に対する警戒で頭が一杯であった姿が垣間見られた。

鹿島台町役場の総務担当者は、7月24日からの豪雨で、非常持ち出し品のチェック、防災無線による住民の避難・誘導、被災者への対応に追われる中での地震に、体を壊しかねない状態だったと述懐している。ここで、仙台管区気象台が発令した警報類の一覧と、豪雨に伴う被害状況を表7・24に示す。



表7・24：仙台管区気象台が発令した気象警報と被害状況

<p>7月24日～26日 大雨による被害について（確定報）</p> <p style="text-align: right;">平成15年8月29日</p> <p><b>1 災害の概況</b> 低気圧の影響による大雨で被害が発生した。</p> <p><b>2 気象警報の発表状況</b> （1）7月24日9時40分「気仙沼地域」に大雨警報が発表された。 （2）7月24日13時50分「気仙沼地域」に洪水警報が発表（7月25日11時52分洪水注意報に切替）。「石巻地域」に大雨警報が発表された。 「西部栗原」に大雨警報が発表された（7月25日8時35分注意報に切替）。 （3）7月26日5時20分「東部仙台」に大雨警報が発表された。 「石巻地域」に洪水警報が発表された。 「東部仙南」に大雨警報が発表された。 （4）7月26日13時15分「東部仙南」に洪水警報が発表された。 （5）7月27日7時10分、宮城県内の大雨、洪水警報が全て解除された。</p> <p><b>3 県内の降雨量（7月23日17時～27日10時まで）</b> ・雄勝 343ミリ・筆甫 236ミリ・気仙沼 234ミリ・江ノ島 233ミリ ・泉ヶ岳 200ミリ・志津川 196ミリ・不忘山 181ミリ・大衡 180ミリ ・塩釜 174ミリ・丸森 165ミリ・石巻 145ミリ・仙台 144ミリ</p> <p><b>4 被害の状況</b> （1）人的被害：なし （2）住家被害：一部破損1棟（北上町）、一部破損1棟（雄勝町）、一部破損1棟（河南町） 被害額合計1,056,075千円</p>
--

今回の地震で強震記録が観測された河南町では、豪雨による住宅の損傷が報告されている。このことから、豪雨災害と地震災害との複合災害の様相を示した。ここで、図7・27に震源付近の降水量の推移を示す。地域によっては日降水量で140mmに達する激しい降雨に見舞われている。

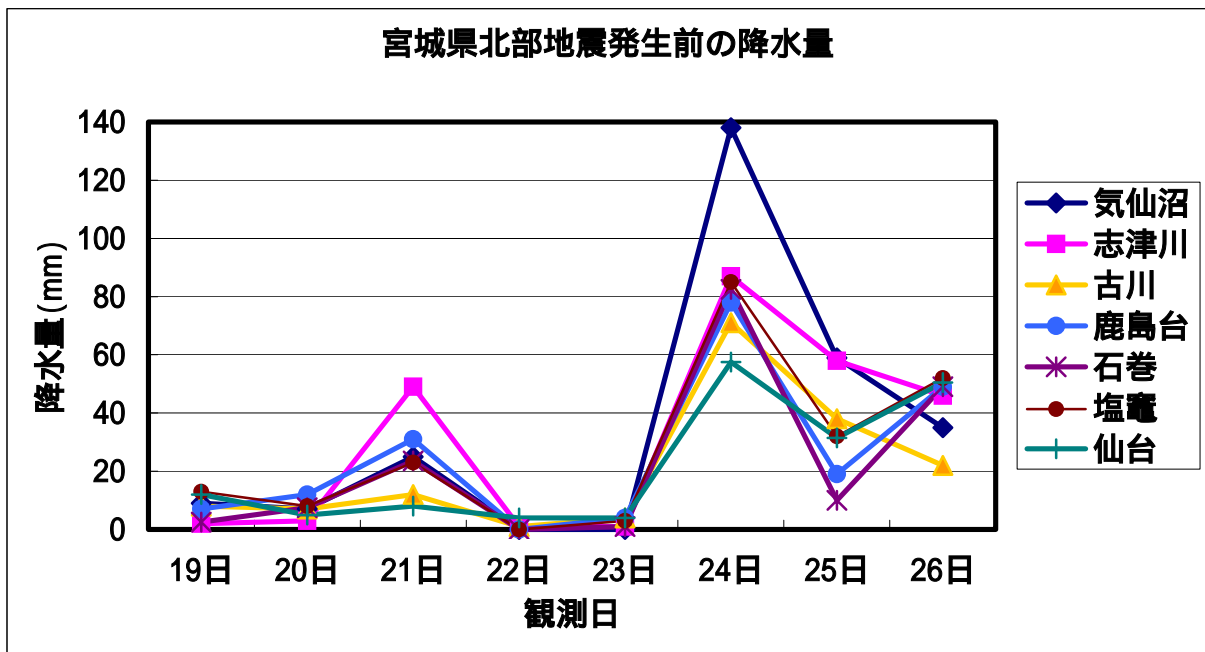


図7・27：震源域付近における地震前の降水量の推移（出典：仙台管区気象台）

被害は鳴瀬町，矢本町，鹿島台町，南郷町，河南町に集中し，鹿島台町では公共建物の損傷が目立つ。被害形態は道路亀裂，急斜面崩壊（自然斜面・盛土を問わず落石，剥離等），緩斜面の地すべり，堤防破壊（土嚢の散乱を含む），家屋損壊，民家の屋根瓦の落下，コンクリート・ブロック塀の倒壊（鉄筋入りでも海岸部では被害が顕著），ライフライン（上水道，電力）被害等，多様である。

道路被害は上記各町に多数発生している。特に県道や国道の高規格道路を除くと，現地調査をした2003年9月末でも亀裂部分にパッチングされていない箇所が見られた。

急斜面と緩斜面，特に緩斜面の被害は地震前5日間の降水の影響（100～150mm程度）が見られた。堤防破壊は主に鳴瀬川の南郷町から鳴瀬町に点在して多数発生している。

土木学会・地盤工学会合同調査団の速報によると，地盤の液状化では鳴瀬町牛網地区で，5/26の宮城県沖の三陸南地震に続いて再液状化が認められた。我々の調査でも，南郷町の神社境内付近で液状化跡が確認された。転倒・落下した神社の鳥居，社の応急補修をしている工事関係者からの聞き取りから，地震発生後，地面から水が噴出したこと，直接日射が当たっても地面は湿った状態であったと話していた。筆者らの調査からも地盤の含水比が高かった。

家屋被害は上記5町の沖積層に多く（特に南郷町），瓦の剥離や落下も調査時点で確認出来た。

ブロック塀の倒壊が非常に多い。これも上記5町に集中している。特に大型の大谷石による補強筋なしの塀の倒壊が顕著で，調査時点でも道路路傍にブロック片が置かれている箇所もあった。この状況から，1978年宮城県沖地震で生じたブロック塀被害の経験が生かされていない。

発生時刻が土曜日の朝7時ということから，人的被害が少なかったものの，高齢者が寒気を訴えたり，避難途中で転倒して負傷した例もあった。鹿島台町立病院の事務担当者の話を総合すると，前震が発生した直後に，6名が家族の車や救急車で来院し，重傷者は古川市立病院や国立仙台病院へ搬送した。ライフラインの被害も顕著で，上記5町で停電，断水を余儀なくされた。N T Tの災害伝言ダイヤルが稼動したにも関わらず，電話の輻輳は27日朝方まで続いた（鹿島台町役場の担当者談）。

電力では多様な被害が見られた（電柱の倒壊，傾き，電柱トランスからの油の流出，電線の弛み等）。病院では自家発電装置が作動し，患者への影響はなかったが，最小限の電力供給時であったため，患者の避難・誘導では足元が暗く，寝たきり患者を安全な1階へ移送するのに，多少手間取った。

人的・物的被害の形態が多岐に及び，今後の地震防災対策に多くの教訓を残した。今回の地震の負傷者は打撲や捻挫，避難中の転倒による擦り傷が多く，臨床的に重篤な症状に陥る例はなかった。鹿島台町立病院の関係者は，災害時の四肢部の圧迫に伴う急性腎不全（クラッシュ症候群）に対する認識を示したうえで，現時点では人工透析装置は備えていないが，今後の医療環境整備目標として検討するとともに，寒気を訴えた負傷者に接したことを受け，状況に応じた防寒対策を講じたい，と話していた。

### 宮城県における冬期の地震について

鹿島台町，南郷町役場の職員や住民，地元の地震防災研究者へのヒアリングから，冬期の地震に対する記憶はなく，結果として冬期の地震を想定した防災訓練が実施されていないことが明らかとなった。

総理府地震調査研究推進本部地震調査委員会が編纂した『日本の地震活動・被害地震から見た地域別の特徴・（追補版）』（1999）によると，宮城県内で近年に発生した事例として，1933年の三陸地震のみが，冬期に発生した被害地震として該当する。別名，昭和三陸地震（M8.1）と呼ばれるこの地震は，1933年3月3日に発生し，津波による被害が甚大であった。死者・行方不明者308，負傷者145，家屋倒壊528，家屋流失950と報告されている。したがって，冬期の地震というよりは，津波災害への備えの方に関心がシフトする構図で，これは行政関係者や住民に対するヒアリング調査でも如実に示された。

過去にも、1896年6月15日に発生した明治三陸地震はM 8 1/2 ( M8.5 前後) で、津波被害は昭和  
三陸地震を遥かに凌いでいる。死者 3,452, 負傷者 1,241, 家屋倒壊 854, 家屋流失 3,121 と記録されて  
いる。遠地津波の被害を教訓に、1960年5月のチリ地震による津波被害が国内各地に及んだ点を認識す  
ることが必要となる。チリ地震の震害・津波災害報告によると、宮城県内での被害は、死者・行方不明  
者 54, 負傷者 641, 建物全壊 977, 建物流失 434 だった。沿岸部では高台に住宅地が形成され、全体と  
して道路の幅員が広く造られている。このため、冬期の地震は想定外であり、2003年5月, 同7月の地  
震を契機に、防寒対策を視野に入れた防災計画策定を行いたいといった話が鹿島台町・南郷町役場の防  
災担当者から聞かれた。これは負傷者の中に寒気を訴える人に接したことによる( 図7・28を参照)。

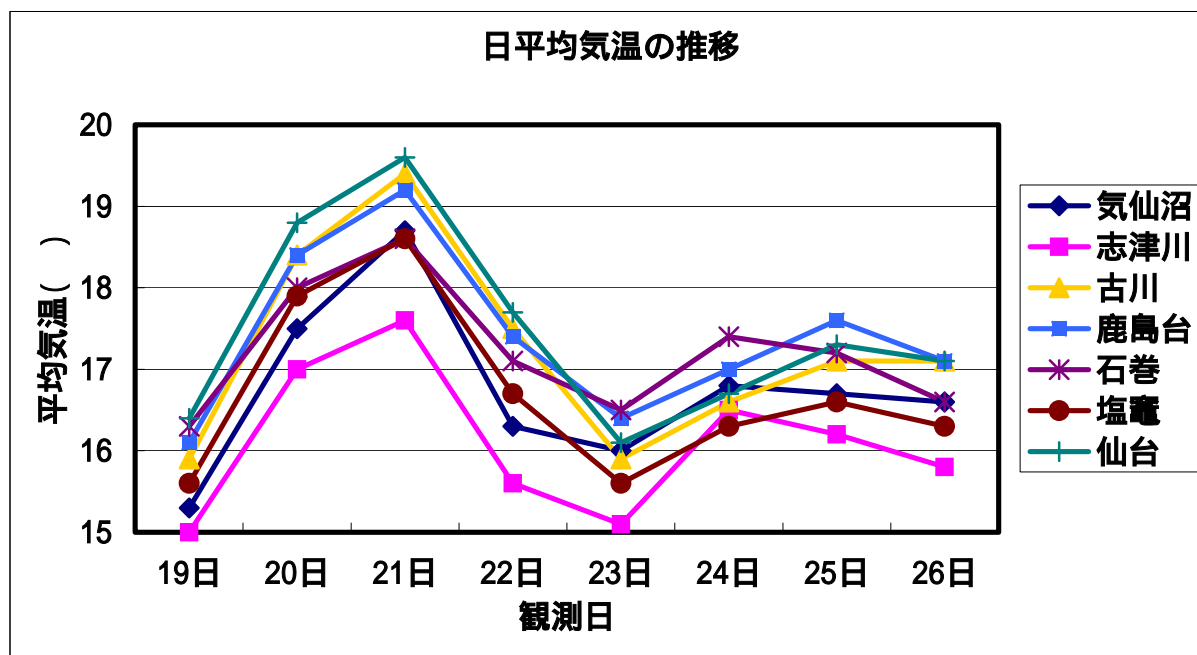


図7・28：震源域付近における地震前後の平均気温の推移( 出典：仙台管区気象台)

図7・28は飽くまでも当該日24時間の正時の平均値であり、場所によっては最低気温が13 付近に  
低下した例や、平均風速が8 mを超えた地点もあり、体感温度が10 を下回る結果となった。このため、  
抵抗力の弱い高齢者が寒気を訴えるのは当然と言える。さらに震源域付近の自治体の全人口に占める65  
歳以上の人の割合を表す指標である高齢化率は概して、2割を超えている現状に留意する必要がある。

表7・25：宮城県北部地震( 2003年7月26日) で被害が集中した町における高齢化と  
医療環境に係る指標( 出典：2000年度国勢調査)

自治体名	人口総数 (人)	高齢者人口 (人)	高齢化率 (%)	人口密度* (人/km <sup>2</sup> )	一般病院数	一般診療所 数	医師数	老人ホーム 数
宮城県	2,365,320	409,156	17.3	325.4	126	1,490	4,481	111
仙台市	1,008,130	133,020	13.2	1,300.7	55	786	2,906	36
鹿島台町	14,058	3,130	22.3	257.7	1	7	13	1
南郷町	7,150	1,870	26.2	175.9	1	1	3	1
矢本町	31,488	5,091	16.2	634.0	2	14	27	1
河南町	17,919	4,427	24.7	258.6	1	8	23	2
鳴瀬町	11,692	2,585	22.1	220.4	0	5	3	1

\*人口密度は平成14年10月1日の人口総数を面積で除した値を使用。

## 被害状況に基づく災害時の医療対応の概要

災害対策本部の立ち上げや被災住民の相談窓口としての役割を担う町役場庁舎が7月26日午前7時の地震（本震）で使用不能となった。RCラーメン構造の3階建て建物の窓ガラス数十枚が割れ、柱と梁のせん断破壊により、調査した9月下旬時点でも、そのままの状態に置かれていた。役場担当者のお話では、JAを間借りし、7月28日からは通常の業務を再開出来たと語っている。築40余年で、当時の建築基準から、帯筋間隔が広がったので、大破となった。

一方、町立病院（正式名称：鹿島台町国民健康保険病院）も被災した。医療機関が大きな被害を受けるとマスコミが取材で殺到するので、病院玄関には、取材お断りのお触れが貼ってあった。それ位に被害が凄まじく、100床ある病棟の内、約50床は内壁の剥離、梁の剥き出し、ガラスの破損、スラブの亀裂等で今も使用出来ない状態である。

同病院は3つの建物で構成されているが、築40年以上の木造、築30余年のRC造建物は病室や休憩室の内壁の剥離、中には柱が露出している箇所もあり、立ち入ること自体、危険性が否めない。

同病院の入院患者の内、高齢者は近くの老健施設、地震とは関係なしに臨床症状の重い患者は国立仙台病院や古川市立病院へ転送した。転送や、地震による負傷者の受け入れでは混乱が生じなかった。救急告示病院としての機能を有し、毎晩、看護師6人、複数の診療科の医師が当直に当たっている。このため、1回目の真夜中の地震で足や胸部を負傷した患者（6人）が来院しても対応が可能だった。重傷者は円滑に搬送する等、大事に至らずに済んだ。

入院患者の避難・誘導もスムーズに出来た反面、自力で動けない患者の移送が多少遅延（真夜中の地震発生から約10分）したが、ケガはなかった。

なお、自家発電装置と40tの貯水槽により、ライフラインへの影響は最小限に抑えられたが、2回目の午前7時の地震で揚水を担う電動モーターが故障し、人力で水を汲み上げることを余儀なくされ、給水車の利用で切り抜けた。ここで、同病院が採った緊急対応の流れを箇条書きに示す。

### 7月26日

入院患者65人を被害の少ない南病棟に移送

現場の落ち着きとともに、65人を一時、老健施設等に避難させた

この内、41人を古川市内の医療機関に転送

残る24人を自宅療養扱いとして退院措置

臨時救護所を開設

### 7月27日

臨時救護所を引き続き稼働

翌日の診療開始のための準備作業

### 7月28日

内科、呼吸器科、外科、整形外科の診療開始

このように、建物が甚大な被害を受けているにも関わらず、迅速な対応によって患者管理、日常診療業務への影響は最小限に抑えられた。これは医療関係者の努力の結果であるが、一方で、災害時に懸念されるクラッシュ症候群への対応は困難である点が語られ、病院建物の補修とともに、今後の予算計上に期待する声が大きかった。鹿島台町での負傷者は報告されているだけで、15人、内重傷が2人であった。多くが擦り傷や切り傷で、倒れてきた什器類にぶつかったために生じたケガと言える。

被害調査を通じ、季節を問わず悪寒を訴える患者を想定し、防寒具や厚手の毛布等の備蓄が不可欠であることが分かる。ペルー南部と宮城県北部の被害地震ではクラッシュ症候群や慢性腎臓疾患患者は問題視されることはなかったが、両地震とも家具や什器類の下敷きになった例があることから、透析治療に係る医療需給構造に基づく災害医療体制の確立が命題となる。

### 3) 災害時の透析を想定した医療体制

#### 我が国における腎臓疾患患者の現況

兵庫県南部地震で 372 例のCSが発生したことは2章で述べたが、これは全負傷者当たりで計算すると1%となる。この時点でCSに慣れていない医師が多かったことから、今後、同規模の地震が発生すれば、より高率で鑑別診断されるものと推定される。約4時間の生き埋め状態でCSに罹患するとされ、兵庫県南部地震では救出された2万人が閉じ込められた平均的な時間が5～6時間である点を考慮すると、CSが1%前後というのは低すぎる。同地震の検死結果から、約9割が圧迫であった事実から、災害拠点病院では緊急透析に対処出来る体制づくりが社会的責務になる。

近年では、透析は急性腎不全(Acute Renal Failure: ARF)のみならず循環器障害、多臓器不全(Multiple Organ Failure: MOF)にも適応されている。建物や躯体の下敷き、交通事故でもMOFになり得る。透析治療は最低2時間行われ、平均すると4～5時間で、1時間当たり100lの水を使用し、週2～3回の実施が一般的である。日本透析医学会がまとめた2001年12月末現在の透析患者数は全国で206,134人、人工腎臓装置(ダイアライザー)は79,709台。2001年の新規透析導入は31,925人で、その内、糖尿病性腎疾患は36.6%だった。現在、厚生労働省や医学系学会等の各種調査結果から、糖尿病患者は予備軍を含め約690万人である。内1万人が毎年、新規に透析を導入している。ここで全国と新潟県の10万人当たりの腎疾患患者数を示す(図7-29、図7-30を参照)。

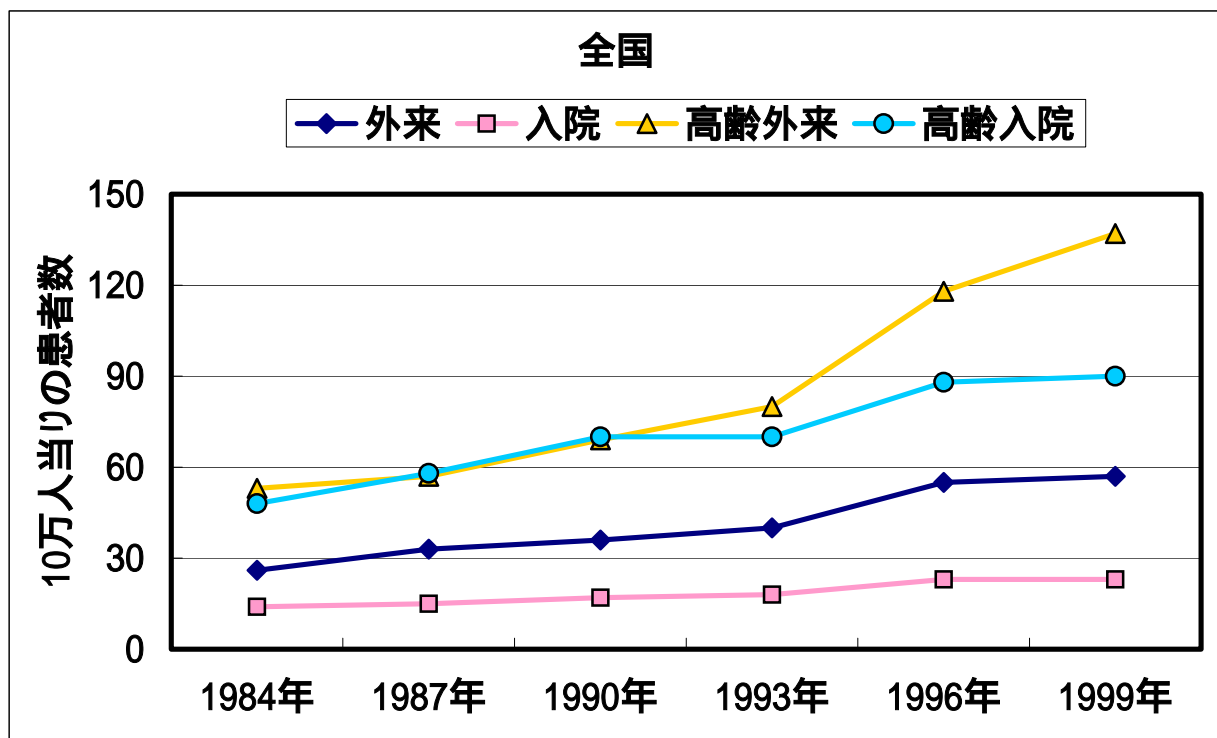


図7-29：全国の腎疾患患者の推移 (出典：厚生労働省の患者調査)

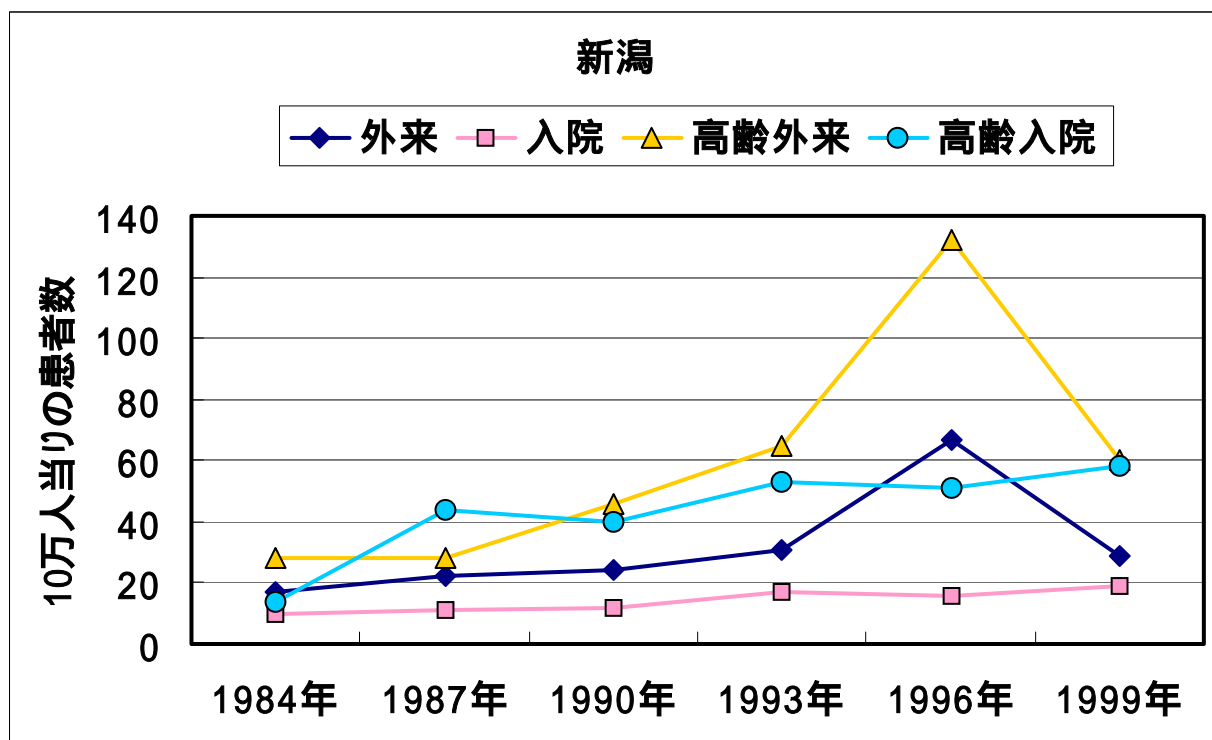


図7・30：新潟県における腎疾患患者の推移（出典：厚生労働省の患者調査）

全国、新潟県ともに10万人当りの腎疾患患者数に大きな相違はないが、共通事項として、外来、入院ともに増加傾向にあることが分かる。特に65歳以上の高齢患者数の伸びが著しい。

図7・29、図7・30は腎疾患のうち、臨床症状が重篤化しやすい腎炎、ネフローゼ、および腎不全に限定したものであり、この他にも心疾患、MOF、糖尿病、悪性高血圧（拡張期血圧130mmHg以上）等が進行しても人工透析の対象となるので、患者実数はこれよりも多くなる。

### 災害時の透析医療の需要

懸念される交通事故による死者は現在、全国計で年間1万人前後であり、重軽傷者合わせて100万人に達している。玉突き衝突等で車内に閉じ込められる例、1979年夏期に発生した日本坂トンネル事故（火災）、1991年の信楽鉄道事故等、日常生活でCSとなり得るケースが多分に存在する。

以上、自然災害、各種事故でCSに罹患する可能性がある点を記述した。兵庫県南部地震では負傷者の約1%がCSと診断されたが、倒壊家屋内での閉じ込め、雪崩に巻き込まれる等の四肢圧迫に遭遇する確率は就寝時で9割、覚醒時では1978年の宮城県沖地震、1993年の北海道南西地震を初めとする災事例から、6割前後となる。

こうした四肢圧迫に伴うCS発生に際する透析需要を考えると、兵庫県南部地震では大学病院や災害拠点病院、社会保険病院等の総合医療機関では初日で救急外来300~400人、透析導入施設では初日、若しくは2日目から10~20人規模で緊急透析と輸液療法の実施が可能であった。

都内の腎臓病専門科を擁する機関では病院当りダイアライザー（人工透析装置）が10~30台設置され、同時多発的な被災者発生にも対処が可能となっている。一方、慢性腎不全患者は透析治療が4日程度、空白となっても症状が急変しなかったことは日本透析医学会、日本集団災害医学会等で報告されている。このことから、ARFを伴うクラッシュ症候群は慢性腎不全よりも事態が急である（付録を参照）。



2時間の透析で約200lの水を要し、10人で2klが必要である。後述するが、病院の貯水槽は通常、10tであることから、医療用水配分の工夫とともに、冬期では凍結防止の措置が不可欠となる<sup>7)</sup>。

#### 4) 積雪寒冷を考慮した病院防災

前節では季節を限定せずに、病院が実施すべき防災対策について記載したが、冬期を考慮すれば、飲料水の凍結防止と防寒具、暖房機器、携帯カイロ等の備蓄が挙げられる。この前提として、当該地域の気象特性に応じた取り組みが必要となり<sup>8)</sup>、少雪地域では人々が移動しやすい反面、路面凍結による転倒事故、多雪地域においては停電対策とともに、スキーヤーや高齢者の事故に備え、整形外科領域の増員が必要となる。この背景として、木村・青山(2003)は『患者調査』に掲載されている整形領域の疾患と気象状況との傾向を分析し、骨折の要因となる骨粗鬆症(加齢とホルモン代謝が原因で骨密度が低下し、骨塩量の減少で関節を含めた組織が脆弱となる)罹患で、降積雪量の増加に応じて増えていることを指摘した点が挙げられる<sup>9)</sup>。こうした状況から、当該地域の雪情報を政策に生かし、住民の健康管理に役立てることも可能となる<sup>10)</sup>。本節では2003年1月に行ったヒアリングから、小出町、十日町市に立地する両県立病院に着目し、この過程で、ともに冬期の防災対策を重要視していることが分かった。共通事項として、凍結防止のため、セントラルヒーティング、災害時に備えた重油の保管等、機械棟の設備が充実している。食料品やリネン用具の保管もなされ、営繕、栄養部門間での連携が取られている。ただ、赤十字のように病院挙げての防災訓練、特に冬期の訓練実施は困難なようである。これは専門職員の陣容が手薄、若しくは不在である。病院の防災訓練で中心的な課題となる患者の重傷度を判断して治療の優先順位を付けるトリアージの機会が少ない、ことによる。

##### 新潟県立小出病院の事例

同院は東西に2棟を構え、各々、12時間通電可能な自家発電装置各1台、さらに携帯用の発電装置を各1台備え、水道管、飲料水の凍結防止に役立てている。また、透析患者にも対応可能なように、24時間給水可能な供給システムを導入し、定期点検していることが分かった。トイレの衛生用水には雨水や雪を使うことも視野に入れている。

##### 新潟県立十日町病院

同院は災害拠点病院として、十日町圏、上越地域、さらに長野県境の患者受け入れを可能とするため、内科、外科、整形外科等に複数の常勤医を配置し、270床の規模を有している。建物は全てRC造、南病棟6階、新病棟3階、外来棟3階、機械棟2階、設備棟3階と分散型配置を採用し、耐震性と職員の移動の容易性を満たしている。

しかしながら、透析設備は十分とは言えず、今後の課題、と位置付けている。CSを含む腎疾患患者への治療に対する研究熱は高く、新潟大学医学部と連携している。緊急時は輸液を含めた一次処置を行い、透析導入を回避する努力をしている。透析導入患者には他院を紹介し、災害時には長岡赤十字病院等への搬送ルートが確保されている。

その他、透析導入になる可能性を有する心疾患、糖尿病、高血圧等の生活習慣病患者に対し、患者教育(患者介入)を積極的に行って

##### 災害医療・看護に照らした県立病院の位置付け

ここまでの事例検討、県立病院関係者へのヒアリングから、自然環境や地域の事情を考慮した病院防災の必要性が認識されていることが分かった。そこで、3章で展開した既往研究レビューで取り上げた「災害拠点病院」と「災害看護体制」に準拠させて、新潟県立小出病院と同十日町病院の、災害時にお

ける機能評価について分析する。この背景として、「災害拠点病院」と「災害看護体制」の捉え方が災害に備えた指針としての性格を有していること、災害時の医療体制の中でも緊急性と患者の健康面に配慮した内容となっていること、の2点を挙げる事が出来る。先ず「災害拠点病院」としての機能に係る検討を行う。

表7・26：災害拠点病院としての両病院の機能評価

	新潟県立小出病院	新潟県立十日町病院
重傷者の治療		(人工透析装置の整備を進める)
重傷者の受け入れ体性		
搬送体制		(受け入れ患者が重篤な場合、新潟大学医学部とは協力関係にあるも、同病院からは遠すぎる)
自己完結型の医療救護チームの派遣	(長岡赤十字病院のノウハウを習得する段階)	(今後の検討課題と捉えている)
近隣医療機関への資機材の支援体制	(これから検討を開始する事項)	(これから検討を開始する事項)

表7・26から、病院間によって臨床症状への得手不得手が浮き彫りとなった。これは当該疾患によっては特定の医療機関が評価されている現状からも明白と言えるが、災害時に必要最低限の医療水準の確保を目標として掲げている「災害拠点病院」として望まれる全機能を満たしているわけではない。

これに関連し、トリアージは医師のみで手法や情報が共有される傾向にあり、各地の赤十字で展開している看護師へのフィードバックは今後の課題であることが明らかとなった。一方、ヘリポート機能は、その機能が充分ではなく、寧ろ、緊急車両による搬送と慢性疾患患者に対する平時からの健康管理を徹底させることに力点を置いている。また、季節ごとの詳細な規定や備蓄内容、冬期の防災訓練の実施も今後の論点となり、積雪寒冷期の病院防災対策の進展が期待される所以である。

次に、「災害看護体制」の現状を表7・27に示す。特に災害発生後のステージ(経過時期)に応じたきめ細かい取り組みが不可欠となる。

表7・27：災害看護体制から捉えた両病院の機能評価

	新潟県立小出病院	新潟県立十日町病院
発災～災害急性期	(医師によるトリアージの明確化)	(災害時の訪問看護は今後の課題)
患者ケア	(准看護師や看護助手の数は問題ないが、ソーシャルワーカーなどの専門職の不足)	(准看護師や看護助手の数は問題ないが、ソーシャルワーカーなどの専門職の不足。ただ、保健師との連携は取られ、患者サポート体制が確立)
亜急性期～慢性期		(受け入れ患者が重篤な場合、新潟大学医学部とは協力関係にあるも、同病院からは遠すぎる)
患者のケア	(週1回の訪問看護の実施による住民の健康管理、精神保健活動を積極的に進めるが、感染症対策については特に言及なし)	(腎臓や心臓心臓疾患、糖尿病患者に対する生活指導と啓発を積極的に進める一方、地域の保健婦と連携した高齢者の健康管理に取り組む。ただ、特別な感染症対策は言明していない)
復興期	(赤十字等が実施する講習会への参加は意思が圧倒的)	(地域医療、医療機関間の連携にとどまり、災害看護体制は今後の課題)
患者のケア	(長期的な健康管理、高齢者へのケアに関心がシフトし、災害を教訓にするというよりは地域看護を見据える)	(長期的な健康管理、高齢者へのケアに関心がシフトし、災害を教訓にするというよりは地域看護を見据える。同時に、透析やトリアージなどの専門知識取得の機会供与を検討)



表7・27から、災害医療・救急体制の構築の前段として、住民の健康管理、慢性疾患患者の疾病増悪予防のための啓発活動が精力的に実施されていることが浮き彫りとなった。

患者のケアではステージや季節を考慮するというよりは、各患者が置かれた生活状況を考慮し、保健師と連携したフォローに重点が置かれていることが分かる。ただ、災害時に臨床症状として見られるクラッシュ症候群や急性甲膜外血腫、心肺停止患者への蘇生法に関する講習の機会が少なく、今後は研修の充実が望まれることが表7・26と表7・27で示された。

以上の検討から災害医療体制の構築が懸案事項となるが、実際には季節を考慮することはおろか、日本救急医学会が示した災害時における都道府県別に捉えた重傷患者受け入れ態勢の試算では、東京都が162人であるのに対し、佐賀県では僅か6人の受け入れで精一杯である点を指摘している(付録を参照)。この要因として、救急認定医の数が不足していること、各医療機関の体制が整っていないことが挙げられる。医療環境整備に係る計画においては重要な案件となるが、ここでは盲点となっている季節に応じた病院防災対策について、今までの記述を踏まえて、一括して示すことにする。

ここで、宮城県北部地震は夏期に発生していること、ペルー南部(Atico)地震は無積雪期の冬期に起きていること、さらに新潟県の既往地震に見る病院被害の事例から、防災施策の流れを示す。

表7・28：現地調査による季節を考慮した病院防災対策の比較

	被害の概要	病院被害の特徴	病院防災対策での留意事項
新潟県での積雪期地震 (季節：厳冬期)	上記に記載した建物・地盤災害に加え、雪崩の発生、被害状況把握の遅れ	病院の窓ガラスの破損、電話の輻輳、診療活動には影響せず	建物の耐震化、ライフライン系統のバックアップ、医療機器の点検、患者対応、防寒対策、医療用水の凍結防止策
ペルー南部(Atico)地震 (季節：無積雪の冬期)	日干しレンガ造建物の全壊、斜面災害、津波、道路の寸断	停電と内壁、梁の曲げ破壊、屋根の落下、人工呼吸器が外れ患者が犠牲に	建物の耐震化、ライフライン系統のバックアップ、医療機器の点検、患者対応、防寒対策
宮城県北部地震 (季節：夏期)	斜面災害、避難者の発生、ライフライン系統の被害、一部の避難所で暖房の使用	町立鹿島台病院の構造被害で、木造の病棟は使用不能、但し、RC造で急場を凌ぎ、診療活動	建物の耐震化、ライフライン系統のバックアップ、医療機器の点検、患者対応、伝染病対策

表7・28から、季節ごとに応じた病院防災が必要となることが分かる。このことから、広く災害対策において、季節や当該地域の気象特性を考慮した防災施策が不可欠となる。さらに、高齢化やチリに不案内な観光客等の属性ごとに、きめ細かい対応が必要となる。この点に関しては毎年発行される『観光白書』においても、レジャー客を交えた防災訓練の必要性を述べている。しかしながら、4章で取り上げた塩沢町付近を震源とする地震被害に関連して考察したスキーの隆盛を踏まえた冬期の防災訓練には触れておらず、今後の課題として浮き彫りとなった。

## 7.5. 自然・社会環境の各要素と防災対策との関連性

本研究では積雪寒冷期地震防災を中心軸に据え、社会資本整備から被災者対応に係る分析を行ってきた。個別事例ごとの細かい対応は各章・節で述べているが、防災対策全般における前提が見えにくく、各政策間の関係性が見落とされる危険性が否めない。そこで、本節では本論の総括として、自然・社会環境因子と防災関連項目との関係性について、表7・29に要約する。なお、ここに示した事項は冬期の地震発生を想定し、現地調査とヒアリングに基づいて考察したものである。

表7・29：自然・社会環境指標と防災施策項目との関連性

	防災計画	防災訓練	緊急対応	健康管理
降積雪雪量	気象特性の把握 少雪地域と多雪地域	実施を通じて問題点 の改善	雪情報と迅速な復旧 活動	風邪の罹患に留意 (インフルエンザ)
降水量	複合災害対策 宮城県北部地震では 斜面崩壊の要因	台風のみならず、冬期 の雷を考慮して、降雪 (雨)時に実施の検討	気象情報の収集	風邪と神経痛に留意 (アデノ・ウィルス)
湿度	アデノ・ウィルス感染 に留意。住民の健康管 理に係る施策	暖房使用時の空調環 境のちえく	冷暖房機器の状態を 考慮し、濡れティッシ ュ等の配布	インフルエンザの回 避に
気温	防寒用品の備蓄	寒暖時の実施から、備 蓄内容のチェックに	防寒用品の貸与	風邪と心疾患、脳血管 疾患に留意
高齢化率	福祉部門との連携	高齢者の搬送訓練	安否確認	骨粗鬆症患者の安全 確保も
単身高齢世帯割合	介護保険関連情報と の共有化	送迎訓練	介護保険関連情報に 基づく要員の派遣	寝たきり防止に向け、 健康プログラムの用意 (茨城県大洋村の事例 等、脚注を参照)
消防団員数	マンパワー	訓練参加者に対する 指導的役割	地域住民のリーダー 的役割	健康運動指導者とし ての可能性
疾病構造	アデノ・ウィルス感染 に留意。高齢者では易 感染と重症化の懸念	疾病者の訓練法を検 討(患者参加の訓練 等)	医療機関の迅速な選 択	リハビリ医・内科医・ 外科医の連携、看護 師・保健師の活用
救急医療従事者数	マンパワー	負傷者の手当て方を 講義	トリアージ	学会の市民講演会 での啓発活動

ここに記した事項を発展させると、降積雪量と事故件数との回帰分析を通じての事故発生予測と、これに基づく適正な除雪計画に生かすことにつながる。上越市では概ね雪積雪が1.4mを越えた時点で市民一斉による雪処理を実施し、事故軽減に寄与している。

降積雪量と受診行動の関係から、受診しなかったケースの理由付けとともに、訪問看護の実施計画に活用が可能である。例えば、患者個人の情報に基づき、受診可能か否かを判断する。

病院防災に関連して、気温の変動に伴う光熱費の変化を見ることで、寒さの影響を定量化することが可能であり、今後の課題となる。例えば夏期の場合、他の季節と比較して電気料金が約1.5～2倍になることを当てはめてライフラインの整備、備蓄状況を決定出来る。

以上、雪と寒さが受診行動や医療体制、防災対策に与える影響を定量的に評価出来ることが明らかとなった。これを受け、積雪寒冷期地震防災に係る新たな提案を行うことが期待される。

## 7.6.まとめ

本章の一連の検討から、降積雪量の増減によって事故発生件数に大きな影響を与えていることが分かったが、一方では雪の量や平均気温により、受診行動に影響を与える可能性が示唆された段階にとどまり、今後さらなる検討が必要であることを指し示した。なお、受診行動では無積雪期にも特に気温に影響され、常に気象状況に応じた医療体制が不可欠となり、高齢者に対する訪問看護の充実が課題である。

これ等の結果を踏まえ、災害医療体制を考慮する場合、他の季節との比較を、被害地震調査を通じ、試みたところ、防寒用品や携帯カイロの備蓄が必要であり、同時に腎疾患を考慮すれば水の確保が重要な課題となることが示された。これに関連し、救急医療体制の構築が期待されるが、現実には救急認定医が不足気味で、他の診療科医師では対応が困難な事例が出てくる。また、一般臨床医の多くは防災訓

練に慣れていないことが考えられ、災害医学教育の充実が求められる。2004年度から研修医育成において各科をローテーションすることが盛り込まれ、救急医療への関心が生じることに期待したい。

災害医療体制の考察から、冬期では雪害と転倒の増加、夏期には伝染病対策に留意する必要性が示された。但し、災害時にも臨床活動が前提となり、そのためには建物の耐震化とライフライン系統の点検、病院職員対象の防災訓練の実施、さらに冬期には医療用水の凍結防止が不可欠となる点に触れた。

一連の検討を通じ、社会資本整備から被災者対応に係る施策について、自然・社会環境ごとに比較することが出来た。特に気象状況に応じた考察が、防災研究の中で不足している現状から、表7・29に示した防災施策のクロス表を基に、積雪寒冷期地震防災に係る新たな提案につながる。

## 脚注

### 「大洋村」(225頁の表7・29を参照)

茨城県鹿島郡に属する村で、太平洋に面することから、前途洋々を旨とする意味合いを込めて命名された。同村は1955年3月15日に上島(かみしま)、白鳥(しらとり)2村が合併して成立した。明治初期までは製塩が営まれ、その後第二次世界大戦前にかけて、地引網漁が盛んに行われた。現在はメロンを主力に、蔬菜等の栽培が盛んで、輸出用のグラジオラス球根の特産地である。村の人口は約1万1千人で、面積は43.6km<sup>2</sup>。

同村は筑波大学の近隣に位置することから、モデル地区として寝たきり防止に向けた高齢者の運動処方を取り入れられ、高齢者の健康増進に寄与していることで全国的に注目されている。太平洋側に面していることから積雪の印象は薄いが、『建築物荷重指針・同解説』に示されている地上積雪深の100年再現期待値による年最大積雪深の評価で鹿島0.207m、近接する土浦0.246m、筑波から水戸近辺では0.3m前後であり、年最大7日増分はいずれの地域とも、年最大積雪深の値と拮抗する。

## 参考文献

- 1) 上村靖司：新潟県における人身雪害のリスク分析，雪氷．Vol.65．No.2．pp.135-144．2003．
- 2) Renata Archetti and Alberto Lamberti：Assessment of Risk due to Debris Flow Events，Natural Hazards Review．vol.4 No.3．ASCE (American Society of Civil Engineers)．pp.115-125．2003．
- 3) 国土庁地方振興局 編：『豪雪地帯の現状と対策 活力と魅力ある雪国づくりに向けて』，のうち，pp.284-285．とpp.280-281．1991．
- 4) Julio Kuroiwa：Sustainable Cities, a Regional Seismic Scenario, and the 6-23-2001 Arequipa Peru Earthquake，Natural Hazards Review．vol.3 No.4．ASCE (American Society of Civil Engineers)．pp.158-162．2002．
- 5) 藤田紘一郎：世界の水と病気，土木学会誌．Vol.87 No.3．pp.12-14．2002．(特集「グローバルな視点で水問題に挑む」に所収)
- 6) 西村明儒：法医学から見た死亡原因，(人的被害研究会 編：『地震時死傷問題に関する学際シンポジウム報告書』．1997．のpp.25-28．に所収)
- 7) 木村智博，神田順，三橋博巳，青山清道：新潟地域における積雪期地震を考慮した病院防災に関する事例分析，建築学会総合論文誌．第2号．pp.82-87．2004．
- 8) 沼野夏生：豪雪地帯市町村における雪氷防災情報収集・提供の実態とその地域性について・地域雪氷防災情報システムの整備課題に関する研究 その1．，日本雪工学会誌．vol.16 No.1．pp.3-12．2000．
- 9) 木村智博，青山清道：降積雪量と疾病構造を考慮した新潟県内の屋根雪処理中の事故と対策，日本雪工学会誌．vol.19 No.4．pp.7-14．2003．
- 10) 沼野夏生：豪雪時における住民の雪対応状況からみた雪氷防災情報提供の課題・地域雪氷防災情報システムの整備課題に関する研究 その2．，日本雪工学会誌．vol.16 No.4．pp.3-12．2000．

## 第8章 積雪寒冷期地震防災に係る新たな提案

---

8.1. はじめに

8.2. 降積雪量が地震災害と人的被害に及ぼす影響の評価

8.3. 既往地震と被害調査に基づく部位別障害を考慮した  
災害弱者対策

8.4. 疾病構造を考慮した災害医療体制

8.5. 積雪寒冷期地震防災に関する啓発活動と情報発信

8.6. まとめ

## 第 8 章 積雪寒冷期地震防災に係る新たな提案

### 8.1 はじめに

本論文では、従来の研究や各種施策で殆ど取り上げられていない積雪寒冷期地震防災に関する分析を行い、当該地域の防災力向上に資することを目的に展開してきた。具体的には次に掲げる事項を分析した。即ち、県別に捉えた積雪寒冷期を含む冬期の地震発生割合、都道府県別の地域防災計画の中での積雪寒冷期地震防災・雪害予防計画の位置付け、全国を対象とした積雪寒冷期の大規模地震の概要と雪や寒さが与えた影響、アンケート調査・被害調査に基づく新潟県内での積雪寒冷期地震と気象状況（降積雪量、気温）との関係性、新潟県内の自治体が策定する積雪期地震防災対策、積雪期に実施された防災訓練の概要と浮き彫りとなった課題、災害弱者対策、雪に係る人身事故の統計解析、受診行動に及ぼす気象条件の影響、現地調査とヒアリングに基づく季節に応じた災害医療体制である。また、防災対策の機運を形成する意味から、新潟県、特に糸魚川・静岡構造線断層帯での地震発生確率に雪の確率を考慮した場合の積雪期地震発生の危険度評価を試みた。

一連の分析を通じ、日頃から災害に備えることの重要性が再認識されたが、この過程で、高齢化が著しく進展している豪雪地帯にあっては災害弱者対策が懸案事項となることが明確となった。この前提として、居住区内での高齢者世帯の把握が緊急時の安否確認や搬送計画に役立つこと、もう一方で、災害時の医療需給構造の逼迫を回避するうえで、平時から健康管理を行うことが不可欠となる。ここでは危機管理の観点から、積雪寒冷期地震防災に資するための新たな提案を行うものとする。

7章では降積雪量が人身事故や受診行動に与える影響を述べ、当該地域に根ざした災害医療体制の方向性を論じたが、より雪との関係で捉えると、7章後半部の防災対策に係る対応表で示したように、積雪寒冷期特有の低体温症や、生活習慣病の重篤化等への対処法を踏まえた啓発、ならびに防災施策が不可欠となる。疾病構造を考慮した提案が少ない現状を鑑み、公衆衛生領域との関係を加味して展開する。

### 8.2 降積雪量が地震災害と人的被害に及ぼす影響の評価

先ず、積雪寒冷期地震防災対策を策定するには既往地震の被害状況を整理する必要がある。この過程で他の季節に発生した地震被害との比較により、積雪寒冷期地震の位置付けが鮮明となる。

具体的には、1964年6月16日に発生した新潟地震を検討する。午後1時2分に北陸信越・東北・関東一帯に被害を及ぼした関東大震災（M7.9）に匹敵するM7.5の地震が発生した。新潟・秋田・山形各県を中心に、津波と液状化による被害が出た。死者26人、家屋全半壊・焼失8,600戸。新潟市内では昭和大橋が崩れ落ち、地盤の液状化現象によってコンクリート建物が被害を受けた。石油タンクに引火し、鎮火までに2週間以上を要した。また、津波が日本海沿岸一帯を襲い、新潟県沿岸では波の高さが4～5mに達した。政府は災害対策本部を設置し、自衛隊を派遣して救助や復旧に当たった。この事例に対して雪の影響を考慮した場合、津波災害と火災は避けられず、新潟市では冬期に強風傾向になることを勘案すると、火災規模・鎮火までの時間が増大する。これは冬期に火災が多発し、現在でも飛灰である「とりばい」による火災事例が全体の1割程度であることから、冬期の火災には注意を要し、消火用水の凍結にも留意する必要がある。この事象に降積雪を加味すると、液状化による被害というよりは雪による地盤災害の同定困難に起因する復旧の遅延、特別豪雪地帯と比較して雪に慣れていないこと

に起因する雪道での転倒(地理に不案内なビジネス客の集中)等,被害の様相は大きく異なる。さらに,断熱性を有する雪が少なれば地盤凍結に伴う復旧作業への支障が挙げられ,1993年1月に発生した釧路沖地震では埋設管の掘削作業により,ライフラインの復旧が遅れた。なお,釧路沖地震では凍上被害と地盤震動に伴い,マンホールの浮き上がり現象が多数,確認されている。

一方,積雪期地震においても雪の影響を考慮することが可能である。例えば1961年2月に発生した長岡地震の被害額に着目する。新潟県調べによる同地震の被害総額は約12億6,814万円だった(36豪雪の被害額,約6億2,883万円)。地震被害に対する積雪の影響として,折からの36豪雪による被害があることを勘案すると,雪があることにより,被害額は約1.5倍となることが分かる。

表8-1:季節ごとに考慮した地震被害の特徴と今後の防災対策

発生時期による地震の分類	地震被害全般の留意点	人的被害の留意事項	今後の防災対策
冬期以外の地震	地盤(液状化・斜面災害),構造被害,津波,ライフライン途絶	負傷形態・死傷者発生(建物や什器の下敷き),健康被害(ストレスとアデノ・ウィルス)	地盤改良工法,耐震建築,津波対策,災害弱者・災害医療対策
冬期の地震(無積雪)	地盤(液状化・斜面災害),構造被害,津波,ライフライン途絶,消火用水の凍結,凍上災害による埋設管掘削・復旧の遅延	負傷形態・死傷者発生(建物や什器の下敷き),健康被害(ストレスとインフルエンザ)	地盤改良工法,耐震建築,津波対策,災害弱者・災害医療対策,避難所運営を含む防寒対策
積雪期地震	地盤災害の同定困難・雪崩を除けば他の季節の地震被害と同じ	負傷形態・死傷者発生(建物や什器の下敷き),健康被害(ストレスと雪道での転倒,低体温症)	地盤改良工法,耐震建築,津波対策,災害弱者・災害医療対策,防寒対策,除雪体制の確保

表8-1は季節ごとの地震被害の特徴と防災対策の考え方を,筆者が従事した被害調査で得られた知見を踏まえてまとめたものである。これを発展させると新潟県内で発生した他の季節の地震を取り上げ,当該地震が積雪期に発生した場合のシナリオを描写する。

表8-1の結果と他の季節に発生した地震に雪を加味した場合のシナリオから,雪による被害把握・復旧の遅延,人的被害においても疾患や凍死等を考慮する必要がある。とは言え,低い頻度での複合災害への認識を深化するには当該地域の雪の特性を示すことが前提となる。ここで,新潟県内で過去に被害地震が発生した地域を対象に,北陸地方建設局が60年以上にわたって観測したデータのうち,年最大積雪深の実測値と,荷重指針で扱う雪の変動係数の評価について考察する(表8-2を参照)。なお,荷重指針に示されている積雪量の平均値は多雪地域で0.47,一般地域で0.31である。

表8-2:雪荷重評価のための100再現期待値(m)と実測値(cm)とその基本統計量

地点	100年再現期待値	北陸地建の実測値(年最大積雪深)	荷重指針の値と実測値(各年ごとの年最大積雪深)の変動係数
多雪地域(荷重指針の外力評価)	3.000	-	0.350
一般地域(荷重指針の外力評価)	0.700	-	0.700
新潟(冬期には強風傾向)	1.197	120	0.553
長岡(1961.2.2に被害地震)	3.318	318	0.528
柏崎(1998.2.21に被害地震)	1.813	190	0.568
十日町(冬期に地震が頻発)	4.262	424	0.347
安塚(1971.2.26に地震)	3.564	403	0.414
津南(1992.12.27に被害地震)	4.522	458	0.266

一般地域でも雪の量の変動が大きく,特に地震の危険性が切迫している関東地方,中でも北関東は積雪期地震の考慮が望まれる。また,首都圏では僅か数センチの積雪で交通が麻痺状態となったり,転倒

等による負傷が多く、雪に脆弱である。このことから、冬期の地震防災対策を考えておく必要がある。

それでは雪による具体的な影響として、無積雪期では見られない雪崩の発生があるが、これに関連して、通常なら地震発生後の雪崩規模が懸案事項となる。この方面の研究は皆無に等しいが、一方で雪崩発生を地震計検知記録から捉える試みがある<sup>1)</sup>。ここでは北海道の事例を用いているが、地震波形の振幅と雪崩規模との間には正の相関があることを示している。

積雪期の地震では他の季節と異なり、屋根雪载荷により、建物の震動に与える影響が懸念される。Nakamura et al (1996) は木質構造の模型、ならびに実物大の木造家屋の振動実験を実施している。実験の目的は屋根雪がある時の建物の挙動(応答特性)を評価することであり、屋根雪の有無の違いを考慮し、地震応答スペクトルを解析している。雪があることで、応答スペクトルが長周期化すること、積雪量の違いによる建物に伝播する地震波の減衰率を詳細に検討している<sup>2)</sup>。応答スペクトルの長周期化に関しては建物の規模別・階別に検討している。一方、積雪により、地震波の減衰は僅かながら認められるが、応答スペクトルの長周期化がこれを上回る結果を示している。このことから、小まめに屋根雪処理を行うことの必要性が示された。

とは言え、高齢化が進む当該地域において、住民自らが雪処理を行うのは困難となっている。現実問題として 75 歳以上の後期高齢者が自分で雪処理を行うのが実情であり、体力的な面でも大きな負担となっている。20 歳成人と比較して 65 歳以上の前期高齢者の体力、例えば握力や膝の屈伸力、背筋力等が 50%とした場合、負荷量は 2 倍となり、転倒の危険性が増大する。須田(2002) は学生被験者によるショベル作業能力に関する調査を行い、雪国出身者で除雪作業をしている者の方がそうでない人と比較して脚力・背筋力等の値が高いことを報告している<sup>3)</sup>。ただ、雪国であるか他地域出身による違いは認められなかったことも付け加えている。このことから、除雪作業により、体の馴化、トレーニング理論では特定のワークアウトによる馴化(ベンチプレスの 1RM 測定に用いられる)と同じ原理である。須田らの研究では高齢者を対象としておらず、今後の定量評価が期待される。

高齢者が体力の減退を来たすことは生理学的に蓋然であり、6・7章でも指摘したように事故軽減策が不可欠となる。この関係で住民によるボランティアの組織化、除雪作業費用の一部負担等が挙げられるが、こうした施策を効率的に行うには降積雪量を迅速に把握することが前提となる。

桜井・城(1993) は航空機やラジコンヘリ、気球等にカメラを装着して屋根上の積雪深の測定を試みている。高度 800m でも実測地との誤差は 5 cm 程度であり、雪面の状態や屋根勾配等の条件によって航空写真による測定誤差は変動するものの、実用上、問題ないレベルの結果が得られている<sup>4)</sup>。

以上の点から雪が地震被害や、人的被害に与える影響をまとめると以下ようになる。

液状化というよりは地盤凍結や地盤被害同定の困難さ

地震応答スペクトルでの長周期化地震動の評価

地震発生後の雪崩 地震計記録から雪崩の規模を推定

被害額に関連し、1961 年 2 月の長岡地震では 36 豪雪の被害額との関係で、通常の地震の 1.5 倍

除雪・屋根雪処理で年齢別の考察は行われていないが、体力面で高齢者の事故遭遇は約 2 倍

雪が関係する人身事故軽減に向け、雪情報の収集 航空写真による測定が実用段階となる

こうした要素を踏まえたうえで、豪雪地帯の社会指標に基づく積雪期地震防災対策が不可欠となる。これに関連し、高齢化の進展を考慮した災害弱者対策に関する新たな提案を行う。

### 8.3. 既往地震と被害調査に基づく部位別障害を考慮した災害弱者対策

本論文では、高齢化に係る事項は随所で取り上げ、各章において災害発生後に生じる事態が深刻化している現況を述べたので、ここでは高齢者に多く見られる身体障害別に考慮した防災の考え方を示す。

この問題は豪雪地帯に限った話ではなく、全国共通の課題として、防災担当者は特に留意すべき事項と言える。先ず、考え方の前提となる身体障害者の現況を整理する。障害の種類別の年次推移を表8・3に示す。この関係で年齢階級別に見た身体障害者数の構成比を見る必要がある。これは高齢化が進展している現在、重要な指標となる(表8・4を参照)。さらに高齢化に伴い、生活習慣病が問題となり、その年次推移を表8・5に、身体障害者認定に関わらない疾患別の患者総数を表8・6に示した。

表8・3：障害の種類別に見た身体障害者数の年次推移(厚生労働省：「身体障害児・者実態調査」, 単位：千人)

年	総数	視覚障害	聴覚・言語障害	肢体不自由	内部障害	重複障害
1955年	512	121	100	291	...	...
1960年	785	179	130	476	...	...
1965年	829	202	141	486	...	44
1970年	1,048	234	204	610	...	215
1975年	1,314	250	235	763	66	121
1980年	1,977	336	317	1,127	197	150
1987年	2,413	307	354	1,460	292	156
1991年	2,722	353	358	1,553	458	121
1996年	2,933	305	350	1,657	621	179
2001年	3,245	301	346	1,749	849	175

表8・4：年齢階級別身体障害者数の年次推移(厚生労働省：「身体障害児・者実態調査」, 単位：千人)

年	総数	18～19歳	20～29歳	30～39歳	40～49歳	50～59歳	60～64歳	65～69歳	70歳以上	60歳以上	年齢不詳
2001年	3,245	11	70	93	213	468	363	522	1,482	2,367	22
	(100.0)	(0.3)	(2.2)	(2.9)	(6.6)	(14.4)	(11.2)	(16.1)	(45.7)	(72.9)	(0.7)
1996年	2,933	8	72	111	242	435	378	408	1,179	1,965	99
	(100.0)	(0.3)	(2.5)	(3.8)	(8.3)	(14.8)	(12.9)	(13.9)	(40.2)	(67.0)	(3.4)
対前回比(%)	110.6	137.5	97.2	83.8	88.0	107.6	96.0	127.9	125.7		22.2



表 8・5：疾患別身体障害者数の年次推移（厚生労働省：「身体障害児・者実態調査」，単位：千人，括弧内は比率で％）

疾患名	2001年	1996年	対前回比（％）
総数	3,245 (100.0)	2,933 (100.0)	110.0
脳性麻痺	80 (2.5)	74 (2.5)	108.1
脊髄性小児麻痺	55 (1.7)	47 (1.6)	117.0
脊髄損傷（対麻痺）	58 (1.8)	43 (1.5)	134.9
脊髄損傷（四肢麻痺）	42 (1.3)	33 (1.1)	127.3
進行性筋萎縮性疾患	22 (0.7)	13 (0.4)	169.2
脳血管障害	341 (10.5)	359 (12.2)	95.0
脳挫傷	17 (0.5)	14 (0.5)	121.4
その他の脳神経疾患	72 (2.2)	64 (2.2)	112.5
骨関節疾患	281 (8.7)	254 (8.7)	110.6
リウマチ性疾患	98 (3.0)	99 (3.4)	99.0
中耳性疾患	73 (2.2)	78 (2.7)	93.6
内耳性疾患	58 (1.8)	66 (2.3)	87.9
角膜疾患	35 (1.1)	48 (1.6)	72.9
水晶体疾患	17 (0.5)	22 (0.8)	77.3
網脈絡膜視神経系疾患	97 (3.0)	113 (3.9)	65.8
腎臓疾患	169 (5.2)	131 (4.5)	129.0
心臓疾患	360 (11.1)	293 (10.0)	122.9
呼吸器疾患	83 (2.6)	78 (2.7)	106.4
膀胱疾患	26 (0.8)	22 (0.8)	118.2
大腸疾患	34 (1.0)	34 (1.2)	100.0
小腸疾患	2 (0.1)	1 (0.0)	200.0
その他	393 (12.1)	605 (20.6)	65.0
不明	90 (2.8)	121 (4.1)	74.4
不詳	741 (22.8)	322 (11.0)	230.1

表 8・6：主要傷病の総患者数（厚生労働省 調査による，単位：千人，1999年）

傷病名	総数	傷病名	総数
高血圧性疾患	7,186	胃潰瘍および十二指腸潰瘍	965
歯および歯の支持組織の疾患	4,738	精神分裂症，分裂型障害および妄想性障害	666
糖尿病	2,115	肝疾患	459
脳血管疾患	1,474	アトピー性皮膚炎	399
白内障	1,457	ウィルス肝炎	380
悪性新生物	1,270	前立腺肥大（症状）	334
胃の悪性新生物	260	慢性関節リウマチ	306
大腸の悪性新生物	228	中耳炎	281
肝および肝内胆管の悪性新生物	61	パーキンソン病	126
気管，気管支および肺の悪性新生物	90	血管性および詳細不明の痴呆	121
乳房の悪性新生物	169	結核	71
喘息	1,096	アルツハイマー病	29
虚血性心疾患	1,067		

表 8・3～表 8・6 より，年々，障害者数が増加し，年齢が高くなるにつれて障害を持つ人が増えていることが分かる。一方で，生活習慣病に起因する脳血管障害，心臓疾患の割合が無視出来ない値であり，これ等の疾患は環境の変化によって症状が重篤化する。

災害時には疾患・障害別に考慮した対応が必要となるが，特に肢体不自由者の割合が高く，洋式の簡易トイレの必要性が高まっている。ここで，兵庫県南部地震の経験から得られた身体障害に応じた対応策について以下にまとめる。

全国社会福祉協議会では「障害がある人への災害支援」という報告書を始め、各団体が発行している防災パンフから、先ず、安全な空間の確保を前提とし、家具の転倒防止、耐震壁の導入、避難通路の確保、非常持ち出し品の備蓄等の必要性を述べているが、これに加え障害別の留意事項を記載している。具体的に記すと以下のようになる。

#### **安全な空間の確保**

- 視覚障害  
室内の散乱を想定し、スリッパの用意、ラジオの確保
- 聴覚障害  
補聴器の確保、ファックスの設置、テレビのスイッチがすぐに入るようにする
- 肢体不自由  
車椅子が移動可能なスペースの確保、車椅子保管場所の工夫、車椅子破損時を想定した杖等の確保
- 非常持ち出し品の備蓄**
- 視覚障害  
白杖、点字板、糖尿病や緑内障患者常備薬のチェック
- 聴覚障害  
補聴器とその電池、文字情報が使える携帯ラジオ
- 脊髄損傷  
携帯用トイレ
- 脳性麻痺  
携帯用トイレ、食事セット
- 内部障害  
ストマ装具（備蓄は2週間から1ヶ月分）  
洗腸セット（水、濡れティッシュ、輪ゴム、ビニール袋、鉗）
- 知的障害  
常備薬と処方箋
- 精神疾患  
医療機関発行の緊急連絡用カード（患者氏名、薬の種類等を記載）

全国社会福祉協議会の提案は実用的であるが、災害時にはこれ等の備品を携えて避難出来るかは疑問である。細川・山形・苫米地（1999）は積雪深の違いによる避難に要する時間の変化と、建物種別の避難の難易度を評価しているが、年齢属性別の検討は今後の課題として位置付けている<sup>5)</sup>ことから、上記に示した障害別の視点を防災研究において持つことが望まれる。一方で、福祉関係者も気象特性に応じた対応策の必要性を、苫米地らの研究は如実に示していることが分かる。以上の点から本節としては、以下の事項を提案する。

**生活者の視点から、障害を理解するための啓発活動が必要となり、この意識を保持するには、例えば老健施設と町内会との交流促進が望まれ、行政を含めた取り組みが肝要となる（6章と付録を参照）。さらに、年齢に応じて学校教育の中でも高齢者等と接する機会の創出も検討課題になる。**

これ等の留意事項とともに、よりきめ細かく、疾患別の対応も不可欠となり、循環器障害ではニトログリセリンや昇圧剤、脳血管障害と高血圧には降圧剤、創傷治療用薬剤、各種抗菌剤の備蓄、腎臓疾患患者を考慮すれば低タンパク質食品と飲料水等が挙げられる。

ここまでの記述から、疾患別に対応した救急体制が不可欠となる。そこで、災害時に多発する各種負傷形態、ならびに疾患に関する整理を行う。

## 8.4. 疾病構造を考慮した災害医療体制

### 1) 相関分析に基づく疾病構造を考慮した医療環境整備

平時と災害時の疾病構造に関連し、特に緊急を要するのが腎臓疾患である。これは建物や躯体の下敷きに伴う四肢部の圧迫による体内での電解質代謝異常による急性腎不全の危険性を有している。また、交通事故による多臓器破裂や車内での長時間にわたる閉じ込め等でも発生し得る。さらには糖尿病性腎臓疾患、肝臓膿胞症、覚醒剤を初めとする薬物によっても発生が懸念されている。このことは、常に人工透析になり得ることを意味するもので、各疾患と腎不全との関係性を分析する。その前段として、事態の急を要する急性腎不全の発生機序を日本救急医学会が編纂した『標準救急医学 第3版』(医学書院、2001)に記載されている内容を要約して示す。

#### 腎前性腎不全(循環器不全)

体液電解質の異常、出血、心筋梗塞、敗血症

#### 腎性腎不全

急性尿細管、皮質壊死(虚血性、腎毒性、溶血、挫滅症候群、広範囲熱傷)

急性糸球体炎、腎動静脈閉塞、急性腎盂腎炎、乳頭壊死、高K血症、腎内の異常沈殿物

#### 腎後性腎不全

前立腺肥大、後腹膜・膀胱の腫瘍、腎結石、尿管閉塞

一方、肝臓障害も重篤化すると腎不全を起こす可能性がある。同様に同書物で扱われている肝不全の受傷機転についても、外科的要因に絞って整理した。

#### 肝不全の外科的要因

敗血症を伴う術後黄疸、穿孔性腹膜炎、急性閉塞性化膿性胆管炎、重症膵炎、重症外傷後の黄疸、肝葉切除後の黄疸

ここで若干の医学的解説を行うと、敗血症(SIRS: Systemic Inflammatory Response Syndrome, 全身性炎症反応症候群)とは、全身の血液の代謝バランスが細菌やウイルス等の様々な要因によって崩れ、その結果、意識レベルの低下といった深刻な臨床症状を起こすことを指している。原因の多くは細菌やウイルスの侵入が挙げられるが、この他にも血液成分の急激な変動によっても敗血症となる場合がある。

以上、内臓損傷に伴い、循環器系や腎臓に過大な負荷がかかることが分かる。こうした点を踏まえ、腎臓疾患の発生頻度、他の要因との因果関係を明らかにすることで、緊急透析の需要予測が行える。

これ等の論述は季節を考慮しない災害時の医療需給に係る基本情報であるが、これを発展させると、積雪寒冷期と疾患との関係を視野に入れる必要がある。経験的には冬期にはインフルエンザ、肺炎等が発生しやすく、慢性関節リウマチの症状が増悪することが知られているが、昨今注目されている科学的根拠に基づくケアプランが求められ、ここで近年、疫学研究者の間で注目されている EBM: Evidence Based Medicine(科学的根拠に基づく医療)に準拠し、記述した各種疾患と腎臓病罹患との相関分析を試みる。ここで用いるのは3年毎に厚生労働省によって実施されている『患者調査』の中で、1984、1987、1990、1993、1996、1999年のデータを用い、新潟県を抽出して使用する。ここで、腎臓疾患と関連性が深い各種臨床症状(腎疾患罹患に影響する基礎疾患群)の年次推移を示す。

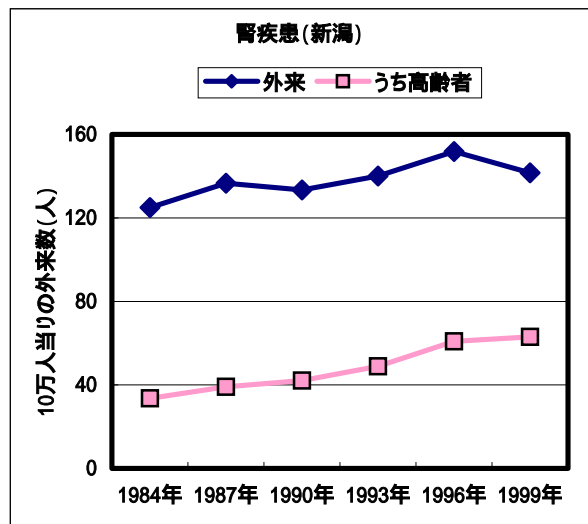
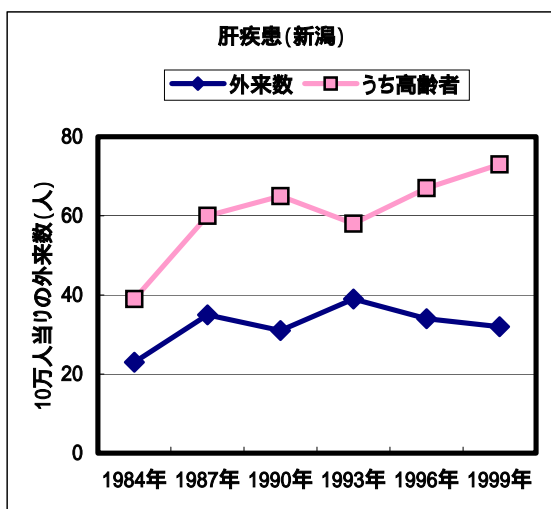
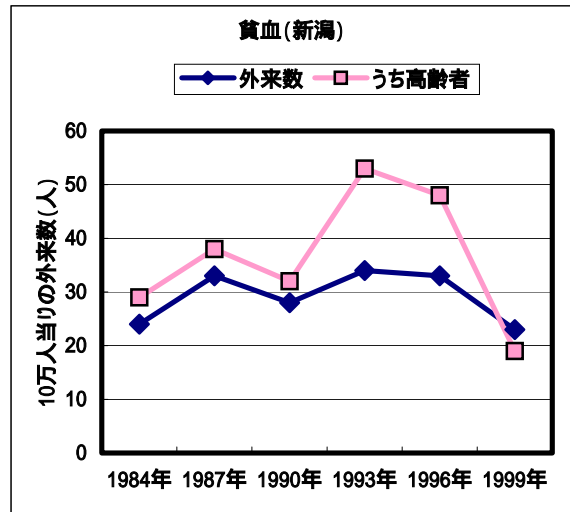
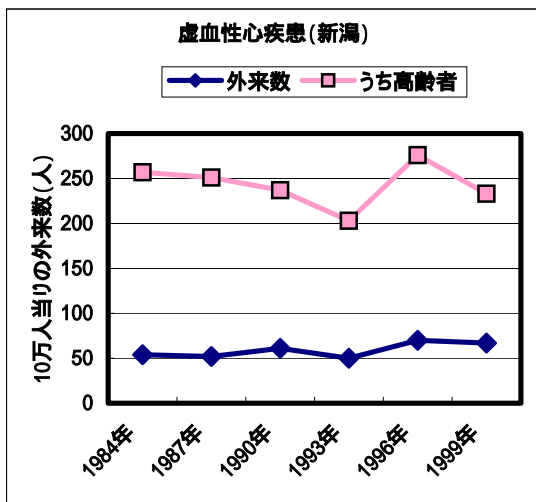
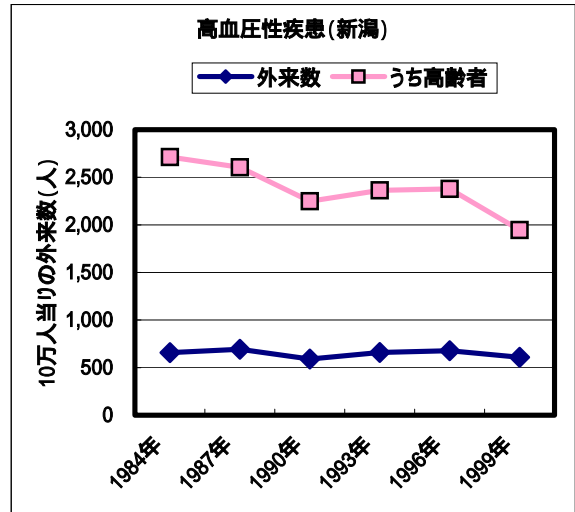
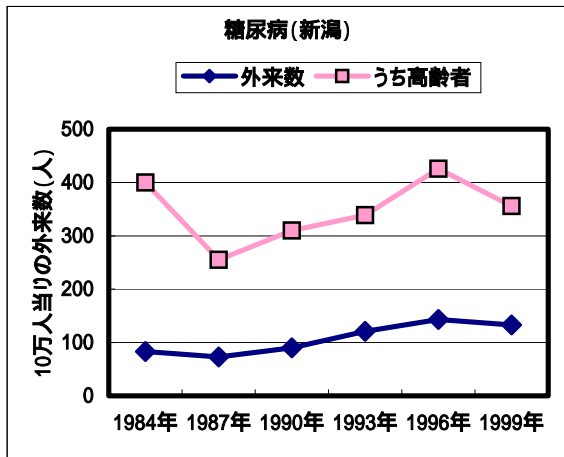
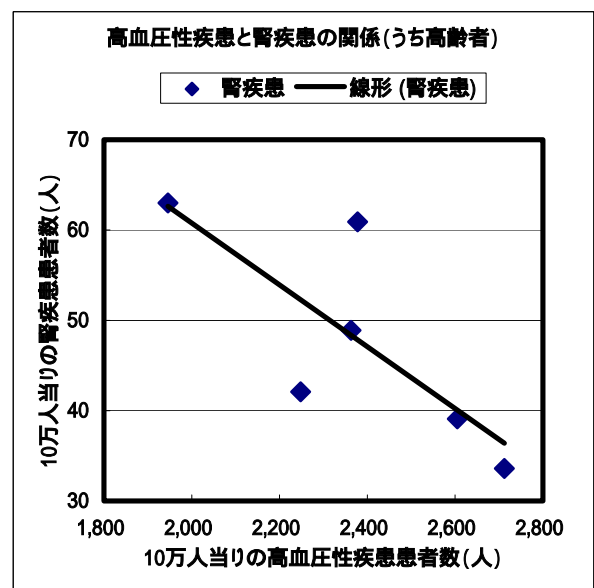
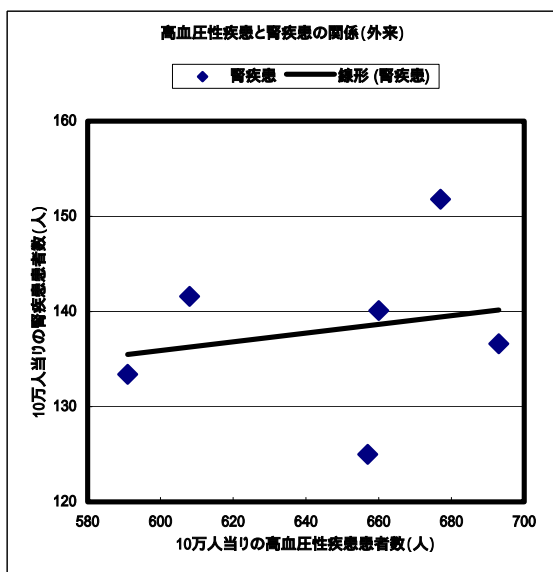
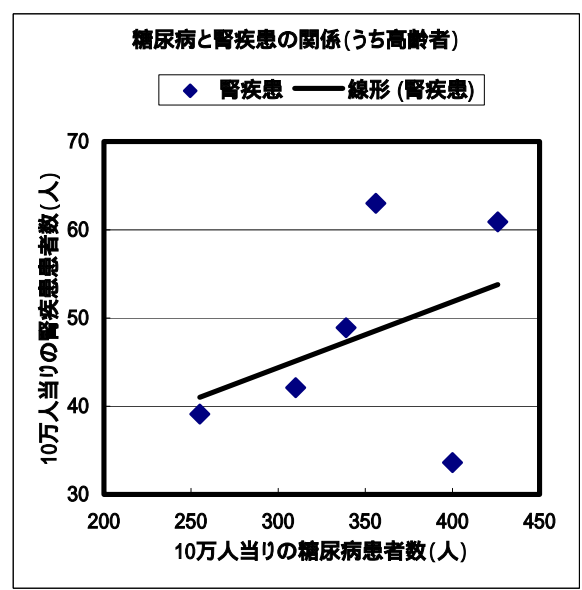
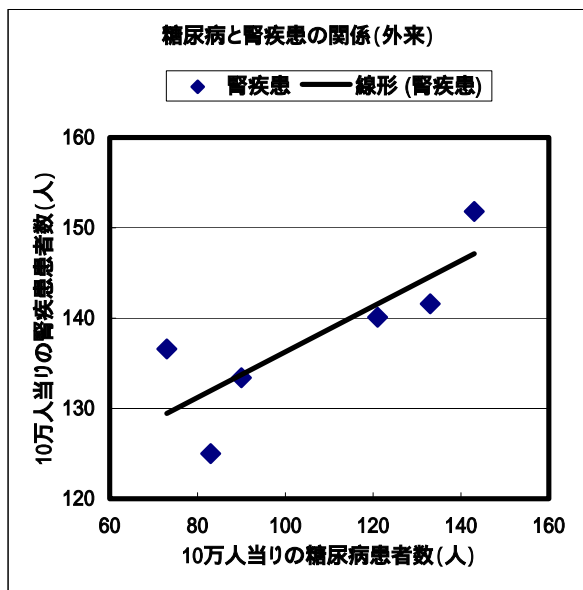


図8-1：新潟県における 10万人当りの生活習慣病と腎臓疾患患者数の年次推移  
(患者調査データより)

図8・1から、腎臓病疾患に大きく影響する生活習慣病が年度を追うごとに微増し、これに呼応して腎疾患患者数も伸びている。ここで腎疾患罹患と各種生活習慣病罹患(有病)との相関関係を分析する。

なお、疫学領域では対照群比較によって、ある疾患を有していることによる当該疾患罹患のメカニズムを解明する。これは例えば、Ⅱ型糖尿病患者が腎臓疾患を有しているか否かを見るうえで、体内の濾過機能と関連するBUN( Blood Urea Nitrogen, 血液尿素窒素)の値等の検査データによって臨床判断(決断)と病因を分析する。これに対し、本論文では『患者調査』のデータ間の比較による検討であり、記述疫学(当該データの比較検討を主とし、盲検や対照研究と相違)の手法に準拠している。記述疫学は、当該地域の疾病構造の概要を把握し、大局的な健康施策の意思決定に用いられる。このことから、防災対策を策定すること自体、地域の事情や自然環境を考慮するので、記述疫学的手法を駆使することは妥当であると言える。ここで行う相関分析では、糖尿病等の各種生活習慣病が腎疾患に与える影響を評価し、図8・1のデータに準拠している。



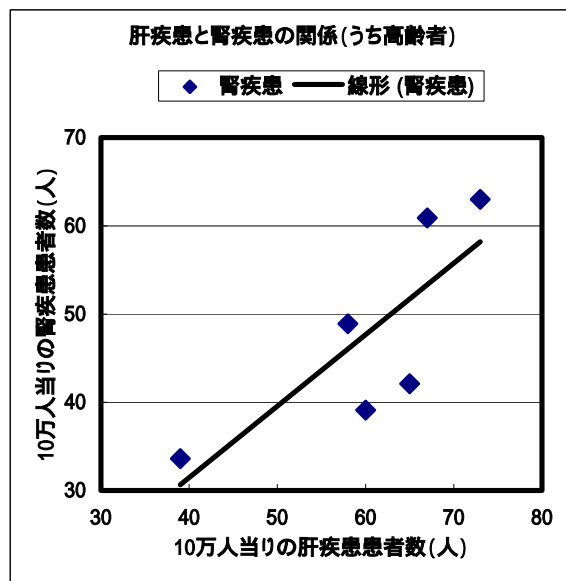
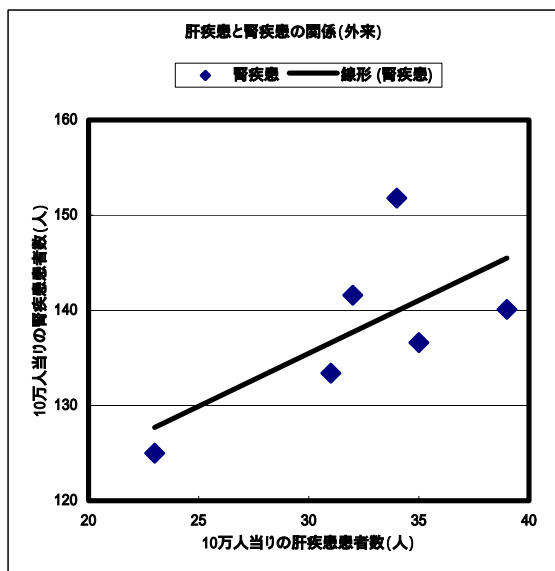
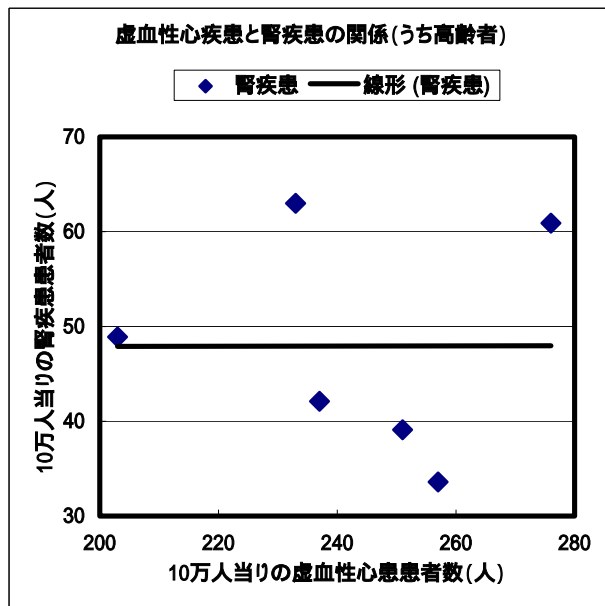
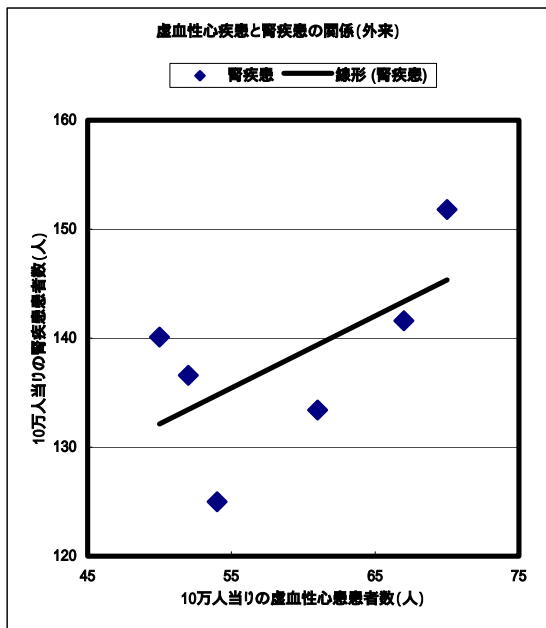


図8-2：新潟県を対象とした基礎疾患患者数と腎疾患患者数とのプロット図  
(図8-1に準拠，左は外来患者総数，右は高齢外来患者数)

表8-8：新潟県における外来を対象とした各疾病と腎疾患罹患の相関係数

	相関係数(外来数全体)	相関係数(うち高齢者)
糖尿病,腎疾患	0.817	0.386
高血圧性疾患,腎疾患	0.204	-0.776
虚血性心疾患,腎疾患	0.613	0.002
肝疾患,腎疾患	0.666	0.795

外来数全体を対象とした腎疾患罹患に及ぼす他の疾病の影響を見たところ，臨床の教科書で指摘されているように，2型糖尿病を有することによって腎疾患罹患の危険性上昇の構図となった。これを高齢

者に絞って分析すると、肝疾患によって腎疾患発生の危険因子となり得ることが分かる。これは両臓器とも、体内の有害物質の解毒・濾過作用を有していることから、どちらか一方の臓器が障害を起こすと、もう一方の臓器に大きな負担となることを示している。この傾向は外来数全体で見てもある程度は説明が付くことが分かった。ただ、高血圧と腎疾患では高齢者に限定した場合、負の相関が認められた。これは腎臓等の内臓に過大な負荷となることを避けるために、利尿剤投与による高血圧治療の効果と考えられるものの、個別の生化学的検査所見とは異なるので、大まかな傾向として捉える方が無難である。しかしながら、図8・1、図8・2に示した生活習慣病を有すると腎臓を含め、健康上、支障を来す。寒冷期には血圧上昇を招くことから、日常的に自己管理、若しくは住民に対する啓発活動が期待される。

石川高明・瀬尾攝監修：『産業医活動マニュアル 第3版』（医学書院，2002）では他疾患と腎疾患との相関分析は行っていないものの、心疾患、腎臓病患者の労働衛生に係る留意事項が明晰に記載され、特に避けることが推奨される作業項目として、以下の項目について述べている。

#### **循環器疾患**

交替制勤務，残業，高熱作業，寒冷作業，高所作業，重量物取扱い作業，運転業務

#### **肝臓病**

交替制勤務，有機溶剤作業，有害化学物質曝露作業，重量物取扱い作業

#### **呼吸器疾患**

粉塵作業

#### **腎臓疾患**

交替制勤務，有機溶剤作業，重量物取扱い作業，寒冷（低温）作業，高熱作業

#### **高血圧**

重量物取扱い作業，高所作業，低温及び高熱作業，運転業務，交替制勤務

これ等は発作等の危険性が高い順に記したもので、公衆衛生の面からも、当該疾患に罹患している者のスクリーニングが前提となる。また、医療機関の受診記録、『患者調査』等のデータを踏まえ、医療関係者向けの産業保健活動に係る定期的な研修の必要性が、各疾患間の相関関係からも浮き彫りとなった。具体的な対策としては、以下に網羅する施策が健康管理上、現在でも重要な意義を持っている。

1969年に導入された「脳卒中予防特別対策」が先験的事例として挙げられ、その後の生活習慣病予防活動に生かされることとなった。測定項目は、血圧、検尿、心電図、眼底検査である。

1973年には循環器疾患健康診断の国庫補助制度が開始され、各検査項目の検診受診者数は1972年と比較し、1.5倍前後と伸びが顕著であった。

1977年には脳卒中対策重点地区の指定を行い、集団、個人対のきめ細かい指導を行い、循環器疾患や腎臓病の基礎疾患となる高血圧者の健康管理を、栄養指導や食事療法、運動療法等の生活スタイルの変更を促すためのフォローアップ体制が取られた。

さらに高齢化の進展を受け、老人保健法が1982年に制定され、コレステロール量や肝機能、糖尿病疾患検査項目が追加されるようになり、今日では若年層も受診する機会が増加している。

以上、被災者の安全、迅速な復旧戦略を採用するには一人ひとりの疾患を考慮することが何よりも必要である。但し、個人レベルで疾病を認識し、日頃からの健康管理、積雪寒冷期を想定した疾病対策を施すのには限界がある。そこで公衆衛生担当者と医療・福祉機関との連携による住民向けの健康教育プログラムの開発が課題となる。この前提として今後は、季節や社会情勢に応じた疾病構造の詳細な把握、これに基づく医療体制の構築が期待される。実施例としては高齢者の生活状況や障害別、世帯構造を考慮した老健施設の需要予測を行った研究も存在し、参考に供したい<sup>6)</sup>。この背景として、後述するように、昨今の自治体予算の縮減傾向を鑑みると適正な需給構造に準拠した医療・福祉整備計画が重点項目となることが挙げられる。

## 2) 救急医療体制

災害医療体制に関連し、救急医療体制の充実と人材の確保が重要となる。そこで、日本救急医学の役割が注目される。ここで、認定医としての不可欠な知識を以下に示す。

表 8・9：日本救急医学会認定医診療実績表

A (必要な手技)	B (必要な知識)	C (必要な症例)
a. 必修の手技		
(1) 心肺蘇生法	(1) 緊急画像診断	I. 疾病
(2) 気管挿管	(2) 緊急心電図の解読	(1) 神経系疾患
(3) 除細動	(3) 緊急検査の適応と評価	(2) 循環器系疾患
(4) 胸腔ドレーン挿入	(4) 緊急薬剤の使用法	(3) 呼吸器系疾患
(5) 創傷処置	(5) 輸血の適応と実施方法	(4) 消化器系疾患
(6) 骨折整復・牽引・固定	(6) ショックの診断と治療	(5) 代謝・内分泌系疾患
(7) 中心静脈カテーテル挿入	(7) 発熱(高体温)の診断と治療	(6) 泌尿・生殖器系疾患
(8) 動脈穿刺と血液ガス分析	(8) 意識障害の診断と治療	(7) 血液系疾患
(9) 観血的動脈圧モニタ	(9) 頭痛の診断と治療	(8) 免疫系疾患
(10) 腰椎穿刺(腰椎麻酔を除く)	(10) 眩暈の診断と治療	(9) 筋・運動器系疾患
(11) 機械的換気による呼吸管理	(11) 痙攣の診断と治療	(10) 重症感染症
(12) 超音波検査	(12) 失神の診断と治療	(11) その他の内因性救急病態
(13) 気管支鏡検査	(13) 呼吸困難の診断と治療	
	(14) 胸痛の診断と治療	II. 外因性救急
b. 経験が望ましい手技	(15) 不整脈の診断と治療	(1) 外傷
(1) 開胸式心マッサージ	(16) 腹痛の診断と治療	1. 頭部・顔面外傷
(2) 気管切開	(17) 吐・下血の診断と治療	2. 脊椎・脊髄外傷
(3) 緊急ペーシング	(18) 侵襲と生体反応	3. 胸部外傷
(4) 心嚢穿刺・心嚢開窓術	(19) 急性臓器不全の診断と治療	4. 腹部外傷
(5) 肺動脈カテーテル挿入	(20) 急性感染症の診断と治療	5. 骨盤・四肢外傷
(6) IABP	21 破傷風、ガス壊疽の診断と治療	6. 多発外傷
(7) イレウス管挿入	22 体液・電解質異常の診断と治療	(2) 広範囲熱傷
(8) 腹腔穿刺・洗浄	23 酸塩基平衡異常の診断と治療	(3) 急性中毒
(9) 胃洗浄	24 凝固・線溶異常の診断と治療	(4) 異物・溺水・動物咬傷・縊首
(10) 消化管内視鏡検査	25 環境に起因する急性病態(熱中症、低体温症、減圧症等)の診断	(5) 熱中症・低体温症・減圧症
(11) ゼングスターケンチューブ挿入	26 脳死の診断	(6) その他の外因性救急病態
(12) 減張切開	27 救急医療における精神科的問題	
(13) 血液浄化法	28 集団災害医療	III. 院外C P A
(14) 全身麻酔(半閉鎖循環式麻酔)	29 救急医療体制	
(15) 頭蓋内圧(ICP)モニター	30 病院前救護におけるメディカルコントロール	
(16) 出血等に対するIVR	31 救急医療に必要な法律と倫理	

上記の診療経験を有することは、災害時にも重篤患者、さらには同時多発患者の治療優先順位を付けることが可能で、人的被害を抑制するうえで貴重な人材と言える。厚生労働省では認定救急医を全国で4,000人体制を目指しているが、現実には2,000人を超えた段階である。

災害医療の記述から、クラッシュ症候群と関係する腎臓疾患について7章で詳述した。ここまでの流れでは季節を考慮せずに、急患が発生するが、季節を考慮した場合の医療手技に触れる。

## 3) 積雪寒冷期を考慮した救急医療体制

### PCPS (Percutaneous Cardiopulmonary Support System, 経皮的心肺補助装置)

雪崩等の雪害を含め、地震時に雪の下に人が埋まると低体温症となり、循環器系に致命的な影響を与える。例えば日常生活で経験する雪処理作業の平均時間を1時間とした場合、兵庫県南部地震で倒壊建物から救出された平均的な時間が2~4時間、積雪期には除雪の後に倒壊建物からの救出となるので1時間を加算することになる。雪の影響度として1.3~1.5倍となる。クラッシュ症候群では4時間前後の



圧迫で罹患するとされ、負傷者3万6千のうち、370例余が罹患し、約1%の罹患率となる。雪に閉じ込められた場合、1.5～2時間の生存時間と言われ、このことから、多数の犠牲者が出ることになる。

但し、次に掲げる PCPS ( Percutaneous Cardiopulmonary Support System, 経皮的心肺補助装置) は低温となっている血液を一度体外に出し、温めてから体内に戻す手法であり、低体温症に有効である。医学的には、大腿動静脈から経皮的に挿入したカテーテルより送脱血を行なうことにより、部分体外循環を行う装置である。重篤な循環不全(心筋梗塞、心筋炎、広範囲肺塞栓、血栓弁、不測の心停止等)、および呼吸不全が原因で心停止またはそれに近い状態に陥った場合(溺水、低温環境下での長期曝露、窒息、喘息重積発作等)に、経皮的穿刺と簡単な装置を用いて速やかに対応出来る。適用する場合には、心肺機能不全が悪循環となり MOF ( Multiple Organ Failure, 多臓器不全)、心肺停止による植物状態への遷延や脳幹死に陥る前に開始することが重要である。

PCPS の有効性に関して自治医科大学附属大宮医療センターは治療成績を以下のホームページ <http://www.jichi.ac.jp/ocvs/2001/index.html> に公開している。1991～2000年において、PCPS 適応例は年平均して十数例、救命率は4割前後である。このことから、PCPS 例を想定した医療設備の充実が、特に災害拠点病院では不可欠となる。とは言え、PCPS を扱う場合、心臓外科領域の経験が必要となり、医師の中に占める割合は1割にも満たないのが実情である。

### 低体温症

PCPS の項で述べたように、同治療法は低体温症に適応されるが、全ての医療機関に備えているわけではない。現実問題として積雪寒冷期に地震が発生して被災者が建物の下敷きや雪に埋まった場合、一番懸念されるのが低体温症である。ただ、病院前対策として、一般市民が適切な措置を講じて医療機関に引き継ぐことが出来る。低体温症はアウトドアレジャーに携わる人にとっては常識であるが、一般には馴染みが薄い。人的被害抑止の意味から、低体温症への対策法を知ることは防災担当者にとっては不可欠な事項であるので、ここで取り上げることにする。

基本的には寒さで意識レベルの低い人を救出した場合、急激に温めるのではなく、新聞紙等で全身を覆い、ゆっくり温めることがコツである。したがって、手足のマッサージを行うこと、低体温症の人が覚醒して手足を動かすことは厳禁で、これ等の運動によって急激な体温上昇を来す。これは冷えた末梢部血液が体内深部で温度がある程度保持されている血液と混合することにより、却って循環器系へダメージを与え、ショック状態となりかねないことを意味している。積雪寒冷期に発生した災害においては、低体温症に留意することが必要であり、山岳・スキー関係者のみならず、防災担当者や消防職員、警察関係、豪雪地帯に居住する住民向けに定期的に講習会を開催する必要がある。なお、低体温症の鑑別・対処法、防災担当者必携のノウハウを網羅した情報を付録に掲載する。

以上の点から本節としては、以下の事項を提案する。

雪を考慮すると、かんじき、滑り止めを施した靴(磯釣り等の岩場で使用する形態)、携帯カイロ、厚手のタオル(頸椎頸部が直接寒気に当たると血圧上昇等を引き起こし、体調を崩す原因となり、頸椎頸部の保護に使用)、各種防寒対策用品の備蓄が必要となる。

各種障害とともに、疾患を考慮し、特に積雪寒冷期には低体温症に留意する。防災担当者を初めとする住民向けの講習会を定期的に関催し、危機管理能力の向上を目指す。

緊急時にも対処出来るだけの体力の保持と生活習慣病の予防に向けた啓発活動の強化。

これ等の提案事項を踏まえると、各層に応じた実践的な防災教育・実技が不可欠となる。そこで以下の節では積雪寒冷期地震に特化した教育と、実際の防災施策に生かすための方策を検討する。

## 8.5. 積雪寒冷期地震防災に関する啓発活動と情報発信

### 1) 積雪寒冷を考慮した危機管理教育

高齢化が進展する昨今にあっては、一層、防災対策の充実が必須となるが、防災計画を策定する自治体担当者に対する教育が不可欠となる。

例えば、米国で FEMA( Federal Emergency Management Agency )が EMI( Emergency Management Institute ) とカリフォルニア州 OES ( Governor's Office of Emergency Services ) が CSTI( California State Training Institute )、英国では CCU ( Crisis Contingency Unit ) が EMC ( Emergency Management College ) という危機管理担当者育成のための専門の研究・教育機関を国、若しくは州レベルで整備し、行政職員や民間人に対して ICS( Incident Command System ) の概念に準拠した標準的な危機管理システムの教育研修( 災害時を想定したロールプレイングによる災害対策本部の設置や救急法から、各種法規等を講義 ) を実施している。その教材として各種研修コースプログラム、研修テキスト、視聴覚教材が多数開発されている。その質は高く、我が国での危機管理分野における人材育成を考えるための貴重な資料となっている。中央防災会議に人材育成・活用に関する専門調査部会が設置される等、人材育成に関する社会的な関心が高まっているが、標準的な研修プログラムはなく、試行錯誤で教育・研修が行われている。欧米の教育システムと比較検討する中で、県から町村レベルに応じ、各地域の事情を考慮した危機管理能力を持つ人材育成の方法を提案することが課題となっている。

ここに示した欧米諸国の事例はマスメディアでも取り上げられ、例えば自衛隊では該当隊員をマスコミに派遣して研修の機会を設ける等、自衛隊の危機管理能力の底上げには役立つが、これを一層確実なものとするため、マスコミ関係者に対する研修も 1990 年代後半以降、実施されるようになってきている。朝日新聞社会部では防衛記者会への所属の有無を問わず、防衛研究所が実施する研修に参加出来る機会を与えている。ここでは大規模災害取材経験者が大半で、参加時の年齢は 30 代後半から 40 代前半に集中している。逆に、危機管理を担う自衛隊隊員に対しては司法記者クラブ、方面回りの経験を約 5 週間かけて実施している。ただ、双方で研修に参加する記者・隊員は幹部候補生であり、豪雪地帯での勤務経験のある者は全体の 1 割にも満たない。このため、雪害に対する関心は総じて高まらない構図となる。

### 2) 積雪寒冷を考慮した危機管理策に関する情報発信

( 社 ) 日本技術士会北海道支部、北海道技術士センター防災研究会は、積雪期を考慮した地震防災対策に関する提言を 1997 年 5 月にまとめている<sup>7・8)</sup>。90 名近い技術士の分担執筆の労作であり、技術士の専門領域は建設・応用理学・水道・電気・衛生工学・農業・林業・水産等、多岐に及ぶ。この防災研究会で扱っている事項と設置されている研究会は、

- ・情報系 ( 通信、インフラの耐震化、GIS の活用等 )
- ・地盤系 ( 活断層調査、液状化のメカニズム、アレー観測等 )
- ・交通系 ( 道路整備、ITS、災害弱者の搬送法等 )
- ・都市系 ( ライフラインの整備等 )
- ・水工系 ( 河川、海岸、ダム施設の耐震、津波、スロッシング等の解析 )

である。各グループの成果が以下の項目として盛り込まれている。

災害情報の共有化に向けて  
地震による地盤災害の予防を目指して  
災害に強い交通ネットワークへの提言  
積雪・寒冷地における安全・安心なまち（都市）づくり...都市防災機能とサステナブルコミュニティーを視点としたまち（都市）づくり（自律）コミュニティー区の創造  
北海道における巨大地震と河川総合防災のあり方

都市系、水工系で積雪・寒冷地における防災対策を提言しており、特に搬送、ならびに緊急輸送路の確保が課題である点を述べている。

（社）日本技術士会北海道支部、北海道技術士センター防災研究会の2冊の報告書で言及されている負傷者や緊急物資の搬送を円滑化させるには道路管理が不可欠となる。この点に関しては2章の既往研究レビューで取り上げたが、ここで対象となっているのは冬期路面管理であり、雪情報の活用法に焦点を当てている。これに加え、交通事故の軽減、歩行者に配慮した道路づくりも懸案となり、都市計画における他部門間の連携策を模索する動きが、上記に示した技術士会を中心に、出始めている。

これ等の取り組みでは、社会資本整備に重点が置かれ、緊急時を想定した具体的な対応について、特に路面管理と河川災害に備えているものの、積雪寒冷期を想定した病院前対策、ならびに医療体制についての言及が少ない。積雪寒冷期の被害で被災者が建物の下敷き、雪に埋まった場合に罹患が懸念される低体温症についても各方面で殆ど認識がないのが実情である。日本雪氷学会では毎年、会員・スキー場関係者・建設コンサルタント向けの雪崩対策講習会を開催し、低体温症に対する諸地方を講義している。新田隆三 信州大学農学部教授は米国でのレスキュー活動の実態や北欧で実施されている積雪寒冷期の集団災害対応に係る訓練内容を紹介し、低体温症の鑑別・対処法を解説している。低体温症患者は仮死状態である場合が多く、知らないと諦めて放置される危険性が高い。通常、37℃の体温では心肺停止からの蘇生限界時間は5分程度とされているが、低体温の場合、30分から1時間以上の心肺停止から蘇生するケースがある。そこで重要となるのが、新聞紙等で包むことで全身を徐々に温めることであり、付録に示すような具体的な応急処置について実技を含めた教育が行われている。ホームページにも低体温症やPCPSで検索すると当該箇所が見付かるが、一般的には認知度が低く、日本集団災害医学会を除けば、話題になることはない。また、日本集団災害医学会の医師会員は日本救急医学会、日本外傷学会が開催する講習会への参加等で忙殺され、臨床の場で遭遇する機会が少ない低体温症に関する認識が高まらない構図となっている。

今後の積雪期寒冷期地震防災に向け、日本雪氷学会が開催する雪崩対策講習会の普及、日本医学会を初めとする医療系学会での関心を高揚させる努力が期待される。同時に、低体温症罹患には糖尿病等の基礎疾患を有することで罹患率が高まるので、7章で言及した生活習慣病予防に係る啓発活動も必要となる。こうした公衆衛生施策に加え、地震発生に際しての初動体制が必須となることから、兵庫県南部地震時に建物被害の同定に威力を発揮したりリモートセンシング技術<sup>9)</sup>、空撮ハイビジョンカメラ<sup>10)</sup>、斜面災害等の広範囲な地域を一括して被害状況把握に役立った衛星画像<sup>11)</sup>等、GIS技術の高精度化が課題となる。特に雪に覆われていることで、搜索に手間取ることを勘案すれば、地表面粗度の解像力に優れた空撮ハイビジョンカメラ、前述した桜井・城（1993）による低空での航空写真技術、衛星画像を組み合わせ早期の被害推定につなげることが課題である。

表 8・10：衛星画像の種類と防災対策上の活用例

衛星画像の種類	衛星の概要と利用法
赤外画像(IR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>雲が出す赤外放射を観測。そのエネルギーの大きさから温度を推定する。推定された温度を輝度温度、若しくは相当黒体温度と呼ばれる。陸地や海面の相当黒体温度は、実際の観測値がない場合の近似値として扱い、雲の相当黒体温度は雲頂の高さを求めるのに用いられる。このことから、メソスケールでの気象擾乱の把握に有用。</li> <li>赤外線は常に放出しているので、昼夜を問わず観測出来る。輝度温度の低い雲、即ち高い雲ほど白く表現される。</li> <li>このことから、雪雲や CB 等の雲の性状判定に有利となり、冬期の気象予報にも活用。また、積雪分布の推定に基づく路面管理や雪情報の発信手段としても検討可能。</li> </ul>
水蒸気画像(WV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>対流圏中上層の水蒸気量を観測。</li> <li>水蒸気が多いほど白く表現する。</li> <li>画像のパターンから対流圏上層の流れの様子を推定することが出来る。</li> <li>このことから、高層気象観測と長期予報に有用となる。</li> </ul>
可視画像(VIS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>昼間しか見えない。</li> <li>日射をよく反射する厚い雲や新しい雪氷ほど白く見える(積雪分布の推定に利用)。</li> <li>見た目に近い(赤外画像ではわかりにくい霧等も見る事が出来る)。</li> </ul>

ここに示した項目は既往研究、各種防災対策の中で殆ど論じられることがなく、盲点となっている。この関係で近年、発展が目覚ましいリモートセンシング技術の可能性を考慮して検討したが、より具体的な情報を得るには緊急通報システムの導入が視野に入る。特に高齢者の安否情報の確認からテレビ電話や無線 LAN による高齢者の定点チェックがあるが、プライバシーとの兼ね合いを克服すれば、当該箇所の積雪状態の情報入手が可能となる<sup>12)</sup>。但し、防災対策に生かすための雪情報を得る目的で情報通信機器を導入するには公的な支援が不可欠となり、当該自治体の予算との関係で検討することが前提となる。そこで、以下の節では新潟県の予算の概略と雪対策との関係について整理する。

### 3) 積雪期地震防災を含む雪対策の予算の位置付け

先ず、新潟県の予算の年次推移を表 8・11 に示す。

表 8・11：新潟県予算の年次推移

年度	当初予算規模	対前年度比
平成 4 年度	10,948.0 億円	(7.0%)
平成 5 年度	11,217.0 億円	(2.5%)
平成 6 年度	12,172.0 億円	(2.3%)
平成 7 年度	11,949.6 億円	(▲1.8%)
平成 8 年度	12,741.5 億円	(6.6%)
平成 9 年度	12,602.8 億円	(▲1.1%)
平成 10 年度	12,599.5 億円	(▲0.0%)
平成 11 年度	13,506.5 億円	(7.2%)
平成 12 年度	13,403.0 億円	(▲0.8%)
平成 13 年度	13,420.5 億円	(0.1%)
平成 14 年度	13,003.2 億円	(▲3.1%)
平成 15 年度	12,847.9 億円	(▲1.2%)

昨今の公共投資の減少や緊縮財政の影響から、県予算が縮小傾向にあることが分かる。ただ、新潟県は全域が豪雪地帯に指定されていることから、雪関連予算が充実し、県の予算全体が約 1 兆円のうち、平成 14 年度が 965 億円、平成 15 年度は 913 億円余である。雪関連予算のうち、地域住民が快適な生活を送るための施策が全体の 3 割で、社会資本整備に係る 4 割と拮抗していることが特筆される。特に積

雪期の地震防災対策や高齢者の安否に係る防災関連施策にも2割近くが計上され、全体として雪を考慮した危機管理体制が構築されている。しかしながら、住民に対する防災訓練の実施や防災教育に関する取り組みは始まったばかりであり、今後の進展が期待される。この住民参画型の取り組みを深化させるには行政担当者の意識改革と、実践的な政策に直結する防災研究予算の計上が望まれ、学会と行政、住民との連携策を模索するための機運づくりが課題であると言える。また、自治体の中には雪氷関連学会の賛助会員から脱退する例も散見され、研究者・実務者による社会還元が不可欠となる。

この実践例として、幅広い層で構成される土木学会では学会誌において雪関連のトピックスを特集している。自治体の取り組みの紹介、冬期路面管理、融雪槽の開発、雪氷災害を考慮した社会資本整備の在り方が網羅され<sup>13, 14)</sup>、各方面で評価されている。この企画特集では危機管理に結び付けることを目的に展開されているが、より地域に根ざした情報であれば、防災担当者に対して説得力を高めることが出来る。その意味ではこの特集の果たした役割を教訓に、雪氷防災関連研究の進展が課題となる。

以上の点を要約すると、本節においての提案事項は以下のようになる。

**積雪寒冷期特有の疾患，健康管理に関する関係者と市民向けの講習会の定期的な開催。**

**各種リモセン技術の組み合わせによる積雪期の被害状況の推定と効率的な救出体制の構築。**

**ハード技術を支えるための雪関連予算の計上が不可欠となり、予算配分における雪氷防災の位置付け、ならびに当該自治体の事情を考慮した災害リスクの定量化に向けた調査研究の進展が不可欠となる。**

本論文では上記に示した諸課題を克服するための基礎的な土台をつくることを目的としているが、特に疾病構造を考慮した積雪寒冷期の病院防災に関するデータを盛り込むことが出来た。今後は雪の量に応じた搬送計画に向けた地域防災対策の検討を行うことが課題となる。

## 8.6.まとめ

本章では各章の分析で得られた項目を踏まえ、積雪寒冷期地震防災に係る新たな提案を行った。降積雪量の影響とともに、豪雪地帯の地域特性を考慮し、高齢者・身体障害者に対する防災施策を述べた。これを受けて疾患別に捉え、生活習慣病が腎疾患罹患に与える影響評価、低体温症への対処法を論じ、寒冷環境を考慮した医療体制、ならびに啓発活動の方向性に言及した。

この結果、高齢者や身体障害者理解により、緊急時にも対応出来ることが示され、そのための地域住民と福祉関係者との連携が不可欠であることが浮き彫りとなった。この関係で各種疾病に対する予防も重要となり、日頃からの健康管理に係る啓発、ならびに積雪寒冷期特有の低体温症に対する認識を向上させるためには行政や医療関係者の協力が必要であることを提案した。こうした意識を維持するには定期的な防災教育・実技による体験型教育が注目され、これにより、積雪寒冷期を想定した備蓄品・医薬品の整備につながることを指摘し、提案として掲げた。

これ等の事項を検討している過程で、改めて危機管理が課題として浮上し、社会資本整備の在り方と、特に雪に覆われている条件下でのリモートセンシング技術の可能性を考察した。航空機や気球等にカメラを付けた事例、衛星画像による被害同定の精度に関し、実測値と乖離せず、実用段階に達していることに触れ、今後のリモセン技術の方向性を提示した。このことから、将来的な研究展望、実践的な危機管理策について提案することが出来た。これを推進するための技術者側の役割として、気象観測・現地

調査・各種統計資料の解析を含め、現場に即した研究が、実際の計画策定に寄与し得るとの結論を得た。また、研究の進展に際しての予算配分において、行政担当者の理解が得られるための努力として、研究成果の公開と社会還元を行うことが今後の重点項目として浮き彫りとなった。

## 参考文献

- 1) 今西伸行, 西村浩一, 森谷武男, 山田知充: 地震動の観測による雪崩の研究, 雪氷. 66 巻 1号. pp. 3 - 10. 2004.
- 2) T. Nakamura, Y. Nohguchi, T. Kobayashi, Y. Yamada, K. Ohtani and S. Takada: The Reduction of Earthquake Energies on Buildings by Snow on Their Roofs, Proc. of The Third International Conference on Snow Engineering (ICSE). A.A Balkema Rotterdam. pp.193- 200. 1996.
- 3) 森田勲, 山口明彦, 須田力: ショベル除雪と筋力・筋パワーについて, 雪氷. 64 巻 6号. pp.631- 639. 2002.
- 4) 桜井修次, 城攻: 屋根上積雪深測定への空中写真測量の応用に関する基礎的研究, 日本建築学会構造系論文集. 第 450 号. pp.25- 35. 1993.
- 5) 細川和彦, 山形敏明, 苫米地司: 積雪条件を考慮した避難施設に関する基礎的研究, 日本建築学会技術報告集. 第 7 号. pp.135- 138. 1999.
- 6) 大坂谷吉行: 室蘭圏 3 市における高齢者対応施設の需要予測, 日本建築学会技術報告集. 第 8 号. pp.201 - 206. 1999.
- 7) (社)日本技術士会北海道支部 防災研究会 編:『技術士からの提言 地震災害に備えて』.全 248 頁.1997.
- 8) (社)日本技術士会北海道支部 防災研究会 編:『地震災害に備えて 技術士からの 27 の提言』.全 32 頁. 1997.
- 9) 青木久, 松岡昌志, 山崎文雄: 空撮画像を用いた地震による被害建物の抽出, 写真測量とリモートセンシング. Vol.40. No. 4. pp.22- 36. 2001.
- 10) 長谷川公忠, 山崎文雄, 松岡昌志: 空撮ハイビジョン映像を用いた兵庫県南部地震による建物被害の目視判読, 土木学会論文集. No.682 / . 56. pp.257- 265. 12001.
- 11) 河邑眞, 辻野和彦, 辻子裕二: 複数のセンサーによる衛星画像を用いた斜面崩壊検出手法, 写真測量とリモートセンシング. Vol.39. No. 6. pp.13- 21. 2000.
- 12) 栗原隆, 勝田高之, 栗原修一, 竹林芳久, 岡建雄: 高齢者住宅へのリモートケア適用性の検討, 日本建築学会技術報告集. 第 14 号. pp.187- 192. 2001.
- 13) 土木学会誌編集委員会 編:「シリーズ雪」, 土木学会誌. Vol.88. No. 2. pp.64- 72. 2003.
- 14) 土木学会誌編集委員会 編:「シリーズ雪」, 土木学会誌. Vol.88. No. 3. pp.66- 73. 2003.

## 第9章 結 論

---

## 第9章 結 論

本研究では積雪寒冷期を考慮した地震防災対策に関する分析を行い、実際の防災対策に結び付けることを目的に展開した。この過程で、先行研究で行われている被害調査や災害医療体制の視点に加え、気象状況別に防災対策を考慮した点で、本研究の位置付けを示すことが出来た。特に、当該地域が抱える疾病構造にまで踏み込むことで、稀な事象である積雪寒冷期地震に伴う諸問題と新たな提案を示すことにつながったと言える。一連の分析・考察を通じ、以下の事項が明らかとなった。

**1章**では本研究の位置付けと論文構成を示した。兵庫県南部地震以降、被災者対応や災害弱者対策に係る研究が活発化した点に触れたが、高齢化に係る検討が主であることが明らかとなり、その意味では積雪寒冷期の視点を含めて防災研究に着手したことは、従来においては盲点となっていた事項であり、本研究の意味付けが出来た。

**2章**では雪氷工学を中心に、建築・土木・地盤工学といった社会新本整備に係る工学と医療体制を含む公衆衛生領域、さらには雪や寒さの影響を捉えるための指標として疫学・生気象学分野についても網羅した。その結果、以下の点が浮き彫りとなった。

既往研究のレビューから、積雪寒冷期地震防災に関する研究が殆ど行われず、周辺領域から、雪害予防に係る検討、高齢化を踏まえた災害弱者に関する成果に占められ、その意味で、本論文は萌芽的である。

兵庫県南部地震以降、防災研究では工学・公衆衛生・社会科学の視点を有する学際領域の色彩が濃くなっているが、積雪寒冷を考慮し、双方の視点で論じる研究は極めて少ないことが示された。

こうした状況を踏まえ、複合災害である積雪寒冷期地震を捉える目的で、**3章**では都道府県別に見た積雪寒冷期地震の発生頻度の分析と、これに基づく地震防災の現状、さらには実被害例から雪や寒さが復旧や被災者に及ぼした影響を考察した。ただ、各地震の整理は出来たものの、雪が与える影響を評価することに結び付けるには、あるパラメータを設定する必要があるが、ここでは建物種別の被害形態を一つの指標として捉えて分析を試みた。

被害地震に占める冬期地震の割合を計算したところ、地震カタログによる相違は見られなかったものの、全都道府県を一括して分析すると3割を超えるのに対し、豪雪地帯の冬期に絞った場合、全被害地震に占める割合は15%であった。これを受け、県別の地域防災計画における積雪寒冷期地震防災、ならびに雪害予防策を抽出したところ、東北や北陸の一部の地域で積雪寒冷期地震防災対策が盛り込まれているが、大半の自治体は雪害予防として、概論的な記載にとどまる程度であった。建物種別の被害形態をパラメータと捉えた場合、一般住宅と納屋や土蔵等の非住居建物ごとに分け、被害棟数と全壊率について気象庁マグニチュードとの関係で分析を行った。これは戦後の各地震では積雪深は一部の地震を除いて十数センチ程度であることから、分析に適さないと判断した。結果的には季節を考慮しない全被害地震を一括した分析と比較して、積雪期地震では建物被害で気象庁マグニチュードの増減に影響されることが分かった。



我が国は南北に長く、地域によって気象状況が大きく異なることから、当該地域の状況を加味した防災対策が前提となる。**4章**では新潟県内で積雪寒冷期に発生した被害地震を網羅し、地震ごとに異なる被害状況を示し、雪と寒さが与える影響を分析した。この過程で、他の季節に発生した既往地震が冬期に発生した場合のシナリオを考察することで、より積雪寒冷期地震の位置付けを示すことが出来た。

被害地震の現地調査、ヒアリングから、新潟県内では過去に複数回、地震が発生しているにも関わらず、地震への備えや積雪期の避難訓練に向けた機運が醸成されていない面が見られた。

一方、季節別の地震被害の特徴では、他の季節で見られる建物被害や地盤被害、津波に加え、無積雪で乾燥した冬期では消防用水の凍結、海岸部では冬期に強風傾向となり、火災の延焼、積雪期であれば雪崩の発生、地盤被害同定の困難さが加わり、復旧の遅延、避難行動に支障を来すことが被害地震の検討と現地調査から改めて浮かび上がった。しかしながら、稀な事象であれば防災面に直結し難い状況となる。この状況を鑑みて、糸魚川・静岡構造線断層帯での地震発生確率に雪の確率を考慮した場合の積雪期地震の危険度評価を試みた。結果的には推本が示す今後 30 年以内に M 8 クラスの地震が発生する確率、14%よりは小さくなるものの、同断層帯に含まれる糸魚川の雪の状況は年降雪深合計で 3 m 以上、最大積雪深でも 1 m 前後に達する確率が高いことが分かった。

積雪寒冷期地震に対する意識を持つには当該地域の気象状況を把握することが前提となる。**5章**では全国に占める新潟県の気象状況の位置付けを示すとともに、新潟県内各地での降積雪状況、ならびに海岸部では冬期に強風傾向となることを示した。この関係で、県内で発生している雪害状況を整理し、特に雪の量の年変動幅（COV）を考慮した防災対策の考え方と関連付けて解析した。

冬期の地震を考える際、気象条件の相違により、被害の様相や対応が異なることを勘案し、新潟県内各地の気象特性に着目し、基本統計量とヒストグラムによる分析を行った。その結果、新潟市等の海岸部に位置する自治体では相対的に雪の量は少ないものの、冬期に強風傾向となることが分かった。一方、十日町市等の特別豪雪地帯では雪の量のばらつきは小さい傾向にある。

近年の温暖化に着目すると、従来では見られなかった 1～2 月の厳冬期に融雪期地すべりの現象が生起し、表層雪崩と異なる全層雪崩に見舞われる機会が増加している点分かる。また、雪崩災害とともに、地震とは関係なく、雪による人的被害（転倒やスリップ事故等）も深刻化している。

新潟県は他県と比較して雪のばらつきが大きく、県内でも地域によって雪の状況が大きく異なる。こうした冬期の気象特性を考慮した防災対策については、既往研究では殆ど検討・分析されていないのが実情である。**6章**ではアンケート・ヒアリング・現地調査から得られた積雪寒冷期地震防災対策の現状を取り上げ、特に懸案となっている積雪期の防災訓練の事例と高齢化の進展を踏まえての災害弱者対策について焦点を当てた。その結果、以下の事項が明らかとなった。

新潟県内の自治体へのアンケート調査から、積雪期の避難訓練実施には関心があるものの、検討課題として位置付け、実施した自治体では、避難路確認に終始し、高齢者の搬送といった実践的な内容は含まれていなかった。上越市ではライフラインの点検を行い、十日町市では消火や災害対策設置訓練が組み入れられ、住民自らが危機管理意識を高めるための内容であった。

一方、県内の各自治体が策定する地域防災計画を用いて、少雪地地域と多雪地地域別に比較を行った。その結果、除雪体制とともに、雪処理に係るボランティアの組織化を掲げ、海岸部の自治体では寧ろ、風水害対策にシフトしていることが分かった。共通事項として、災害弱者対策が懸案となり、東京都と新潟県の対比からも、高齢者や身体障害者に対する対応を課題としていることが示された。

**7章**では今までの分析を踏まえ、雪と寒さが地域住民に与える影響を分析し、ここで得られた結果を踏まえた防災施策の考え方に言及した。この過程で、病院防災が課題であることが如実に示され、内外の地震被害調査に基づく比較を行うとともに、気象状況に応じた防災対策について考察した。

降積雪量の変動により、人身事故（人身雪害）が多いことを仮定し、分析したところ、事故発生件数との間には相関が認められた。ただ、受診行動に関しては強い相関は得られず、自動車による移動、疾病ごとに異なるものと推定され、さらなる解析が必要となった。ただ、当該地域の疾病構造の把握に際しては受診行動を分析することの有用性が示唆された。

一方、日常生活での事故を鑑み、災害医療を含めた救急医療体制への期待が高まるものの、透析治療では病院間で濃淡があり、日頃からの健康管理が重要であることが明らかとなった。

季節に応じた病院防災対策について示すことが出来て、冬期には雪道での転倒や医療用水の凍結防止が不可欠であることを指し示すとともに、建物の耐震化、ライフライン系統の点検の必要性に触れた。これ等の一連の作業を通じ、気象状況に応じた防災施策を示し、防災施策に含まれる各項目は相互に関連性が高いことを指摘し、さらには高齢者や観光客等の属性に応じた対応が必須となる。

7章までの分析・検討を通じ、先行研究では殆ど触れていない雪と寒さが地震被害、ならびに日常生活に与える影響を、特に公衆衛生の観点から網羅することが出来た。このプロセスを通じ、**8章**では今後の防災対策に反映させることを念頭に、積雪寒冷期地震防災対策に係る新たな提案を行った。

まず、積雪寒冷期地震防災を認識することが大前提となり、雪の量が地震災害に与える影響について、他の季節に発生した地震との比較を行った。これを踏まえ、雪と寒さが被災者に与える影響評価を行う過程で、豪雪地帯で進展する高齢化の現況に着目し、障害別に応じた防災対策の実施が今後の課題である点を述べた。この関係で、各種疾病に罹患する可能性が生じることを勘案し、季節に応じた健康管理の進め方について提案を行った。当該地域の疾病構造を考慮することで、災害時の医療需要の抑制に寄与し得る点について、腎疾患を例に分析結果を示し、基礎疾患としての生活習慣病を有することで、重篤な臨床症状に発展する可能性があることを指摘した。

この流れに沿い、冬期の気象状況を考慮した防災対策が不可欠である点に言及し、災害発生時には被害推定のためのリモートセンシング技術の有効性を考察した。一方、人的被害抑制に関しては寒冷環境下で発生が懸念される低体温症を取り上げ、処置法を含めた緊急時対応の留意事項に触れた。これを踏まえて、行政や救急関係、医療・福祉機関、住民向けの防災教育が定期的で開催されることの必要性を述べた。特に雪氷関係者の中で実施されている危機管理に係る講習会・実技を参考事例として検討を加え、医療体制の充実に結び付けること提案した。

以上、雪と寒さが地震被害や地域住民に与える影響を分析し、新たな提案を行った。この過程で、先行研究では複合災害である積雪寒冷期地震を扱った事例が少ないことに気付き、学際領域での連携とともに、防災担当者や技術者、住民を交えた取り組みが今後の防災研究に必須であることが示された。

## 謝辭・論文目錄一覽

---

# 謝 辞

本博士論文をまとめるうえで、耐震工学を初めとする防災工学全般にわたり、貴重なコメントをして戴いた主査である神田順 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授には、ご多忙中に大変なお手数をおかけしたにも関わらず、並々ならぬご高配を賜り、その懇切丁寧なご指導に衷心より厚くお礼申し上げます。副査を務めて下さいました高田毅士 同大学院工学系研究科教授、崔恒 同大学院新領域創成科学研究科助教授、長澤泰 同大学院工学系研究科教授、春山成子 同大学院新領域創成科学研究科助教授に深甚なる謝意を表します。

本研究では豪雪地帯における防災対策を進展させることを目的としているが、これに関連し、災害弱者対策の策定に際して各地域が抱える疾病構造を考慮した医療環境整備について議論して戴いた長澤教授、医療環境整備に係る先行研究をまとめるうえで示唆に富むご意見を出して下さいました及川清昭 立命館大学教授、深澤大輔 新潟工科大学教授にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

本研究では降積雪量や高齢化に係る各種データを統計的に解析し、これに基づき、実際の防災計画・対策に生かすことを命題として進めた。北浦勝 金沢大学工学部教授が代表を務められた文部科学省の科研費報告書(北浦勝 編:『超高齢化社会に突入した豪雪地帯の地震防災まちづくりに関する企画調査』、平成 14 年度文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(C)(1)企画調査)研究成果報告書・課題番号:14608016・全 78 頁・2003.)作成に携わる機会を与えて戴き、豪雪地帯における避難・誘導に係る議論を交えた。また、日本雪工学会を含め、公私にわたるご指導に深く感謝致しております。さらに、研究成果を明晰に伝えることの必要性とともに、図表を含め、本論文のチェックにおいて細部にわたりコメントして戴いた三橋博巳 日本大学理工学部教授、岩崎良二 東京大学大学院工学系研究科助手、公聴会等で有益なご意見を下さった磯部雅彦・味埜俊・清家剛の各先生(東京大学大学院新領域創成科学研究科)に心より感謝申し上げます。

積雪寒冷期地震防災対策を検討する過程で、建物の耐震診断、荷重理論の考え方が重要となるが、この点については6章で述べたように、経済的な事情から、全てを耐震化することは不可能である。この救済策として、建物の改修や、破壊時を考慮したりサイクル容易な材料・工法が注目され、近年では維持管理に係る動向に関心がシフトしている。この意味で、日本郵政公社の南一誠 博士の論文は参考となり、三橋博巳教授を通じて議論させて戴く機会を得た。ここに、三橋・南両博士に感謝の念を示します。土構造物の維持管理も防災対策の前提となるが、近年では山岳道路の延伸により、斜面災害に遭遇する危険性が高まっている。これを受け、実務的な知見をご教示下さった(株)千代田コンサルタントの技術士である橋本隆雄 博士、山本仁志 新潟大学農学部教授にお世話になった。また、土壌の酸性化、酸性降水物による各種構造物への影響評価に関しては田口洋治 新潟大学工学部教授の見識が役立ち、総合的な地震防災を進展させる観点から極めて有益であった。これ等の方々に改めて謝意を表します。

本研究では各種事故統計、受診行動、地域住民の防災意識調査で得られたデータに基づいて論述している。各種医療データを提供して下さいました新潟県の担当者、各医療機関の関係者に深甚なる謝意を示します。気象データは新潟地方気象台がインターネット(<http://www.data.kishou.go.jp/>)に公開しているデータを閲覧したことを付記します。これ等のデータ入手、被害調査への参画に便宜を図って戴き、本博士論文の作成において常に協力を惜しまず、的確なご教示を賜った青山清道 新潟大学積雪地域災害研究センター教授、土質実験を巡り多くの情報を提供して下さいました福田誠 長岡高専教授、気象と雪崩の関係性で示唆に富むコメントを頂戴した北村直樹 前橋工科大学教授に深謝致します。

地域住民の意識調査においては調査対象となった自治体の担当者，新潟県消防防災課のご協力とともに，アンケートに回答して下さった住民の方々に厚くお礼申し上げます。

こうした多数の方々のご協力により，本研究を遂行することが出来たが，本論文で扱っている気象データや各種社会指標の整理を快く引き受け，論文概要として示した英文・中文要旨の校閲をして戴いた元東京大学大学院新領域創成科学研究科の研究生（現：野村不動産）である王韜さんに感謝します。

本論文では降積雪量と高齢化に関する各種指標を随所で示している。これに関連し，新潟県企画調整部統計課 編：『新潟県 100 の指標』（各年版），北陸地方建設局が長年にわたって観測したデータをまとめた『北陸の雪 2000』（雪センター発行），医療関係では厚生統計協会から刊行されている『国民衛生の動向』（各年版），『患者調査の年次推移』（2001 年版），『医療供給に関する統計の地域別年次推移』（2001 年版）を参照し，これ等のデータについて，統計的な計算を行ったことを付記します。また，独居老人の割合に関する考察では鈴木庄亮・久道茂 編：『シンプル衛生公衆衛生学 2002』（南江堂）を参考にしましたことを申し添えます。さらに，新潟県内の各自治体の地理的解説では浮田典良・中村和郎・高橋伸夫 監修：『日本地名地図館』（小学館）の記述に負うところが大きい。

このように，本論文を作成するうえで，多数の方々の支えによって完成したと言っても過言ではない。被害調査の手法から報告書のまとめ方に至るまで手ほどきを戴いた宮島昌克 金沢大学大学院自然科学研究科教授を始め，土木学会地震工学委員会地震被害調査小委員会の方々，筆者は 2001 年 6 月に発生したペルー南部（Atico）地震の被害調査に同行する機会を得たが，この時の調査団員，さらには地盤災害調査に関連して大川秀雄 新潟大学工学部教授から有益なコメントを戴き，改めて感謝申し上げます。

研究論文を執筆すること自体，何のための，誰のための，何をどうしたら良いのか，といった根源的な問いかけが原点となっている。東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻の講義で，『防災工学原論』において，技術者の説明責任や役割，災害時の緊急対応の流れを過去の事例に遡り，先人の築いた知恵を再考する温故知新を旨とする姿勢に接することが出来た。講義での議論に立ち返り，本研究を何度も推敲し，既往地震のもたらす社会的意味付けを常に見つめる眼を涵養するうえで羅針盤となられた東原紘道 東京大学地震研究所教授，社会情勢に応じた防災計画の重要性を常に熱く語られた堀内孝英 名城大学名誉教授には大変お世話になり，本論文の完成に至ることが可能となった。

最後に，本研究に対して長期にわたり，ご協力を賜り，多大なるご理解を示して下さい下さった小林俊一 新潟大学積雪地域災害研究センター教授，ならびに（財）雪センターと北陸建設弘済会の要職に就かれています和田惇 博士，降積雪データの供与や観測法の解説に時間を割いて戴いた（財）雪センター北陸支部長の永田伸之様，さらに雪氷防災を軸に，低体温症の対処法を含めた危機管理全般についてご教示下さった新田隆三 信州大学農学部教授を初めとする日本雪氷学会の会員の方々にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。また，物心両面でのサポートでは両親，防災研究への情熱を堅持するうえで，常に激励して戴いた朝日新聞社の川原潮子 記者（神戸支局経験者）に謝意を表します。

3年以上を費やして取り組んだ本研究は若鮎が躍り，紫陽花が夢見がちに咲き始めた水無月の候となっても，未だに完成されたものとは言い難く，関係各位におかれましては今後とも，ご指導，ご鞭撻の程，賜りますよう，お願い申し上げますとともに，積雪寒冷期地震防災に係る研究をさらに進め，社会情勢を考慮しての実践的な内容にして参りたい所存です。

2004 年 弥涼暮月  
若葉萌ゆる桜桃の候にて  
木村 智博

# 論文目録一覧

## 本博士論文に関する国際会議論文

- 1) JI. KIMURA, J. KANDA, H. MIHASHI and S. KOBAYASHI: Study on Earthquake Disaster Mitigation Based on Fluctuation of Snowfalls and Snow Depth at Niigata Prefecture in Japan Proc. of The 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability ( ICASP ). Vol. 2 . Milpress Science Publishers . pp.1501- 1509. 2003 .

## 本博士論文に関する査読付き論文

- 1) 木村智博, 青山清道: 豪雪地帯の地震防災マネージメントの方向性, 土と基礎 . Vol.47 . No. 1 . pp.31 - 34 . 1999 .
- 2) 木村智博: 実務教育を通じた地盤工学分野における国際協力, 土と基礎 . Vol.51 . No. 1 . pp.11- 13 . 2003 .
- 3) 木村智博, 青山清道, 福田誠: 降積雪量の違いを考慮した豪雪地帯の地震防災対策, 土と基礎 . Vol.51 . No.10 . pp. 8 - 10 . 2003 .
- 4) 木村智博, 神田順, 三橋博巳, 青山清道: 降積雪量の変動に基づく事故の相関分析と今後の防災対策, JCOSSAR ' 03 論文集 . 日本学会議 . pp.213- 218 . 2003 .
- 5) 木村智博, 神田順, 三橋博巳, 青山清道: 新潟地域における積雪期地震を考慮した病院防災に関する事例分析, 建築学会総合論文誌 . 第2号 . pp.82- 87 . 2004 .

## 本博士論文に関する総説

- 1) 青山清道, 木村智博, 後藤恵之輔: 積雪期地震を想定した医療環境整備, 土木学会誌 . Vol.88 . No.12 . pp.67- 71 . 2003 .

## 日本積雪連合研究助成 ( 2001 ~ 2002 年度 ) 最終報告書執筆

青山清道 編: 『積雪寒冷地域における地震防災対策の確立に向けた研究- 特に高齢者対策の観点を踏まえた調査を中心として -』 . 2003 . ( 約 140 頁の内, 100 頁余を執筆, 全体の編集レイアウトと校正刷りのチェック, 各研究者間の連絡調整を担当, 問合せ先: 新潟県庁 )

## 付録（アンケート調査集計結果等）

---

## 付録 - 1 ( 1章に関連 )

新井市立図書館所蔵の雪文庫 ( <http://www.city.arai.niigata.jp/toshokan/yuki.html#top> )

新井市は全国有数の豪雪地です。

そのため、図書館では克雪や利雪、融雪に関する資料を多数収集してきました。それらの資料をまとめて「雪文庫」と称し、コーナーを設けて公開しています。

付表：新井市立図書館に所蔵の雪関連書籍の一覧

内容	資料名	編著者	備考
まつり	雪まつり	札幌市教育委員会文化資料室  編	
まちづくり	雪国の町おこし	星野 行男著	
雪国生活考	地理 12 VOL.29 №12		
雪国未来考	地理 2 VOL.30 №2		
雪活用	雪はじゃまものか	鈴木 哲著	
文化事情・風俗	雪国の視座	雪国の視座・ゆきつもる国から 編集委員会編	
行政	雪と生活 雪国生活における得失の検討		
行政	豪雪対策の現状と課題		
行政	スノーネットワーク № 1	建設省   編	
行政	スノーネットワーク 臨時増刊号	建設省   編	
行政	ゆき 創刊号		
地方行政	第6回 日本雪工学会大会 福井雪シンポジウム	福井 全国雪シンポジウム実行委員会事務局	
雪問題	豪雪地帯の現状と対策		
克雪・利雪	克雪・利雪技術研究 1986		
克雪・利雪	克雪・利雪技術研究 1987		
各国の克雪・利雪	雪寒地帯におけるニュータウン開発	日本システム開発研究所   編	
利雪	雪国新時代	とやまの雪研究会編著	
克雪・利雪	克雪・利雪技術研究 1988		館内閲覧のみ
民俗習慣	雪の民俗 とこどところ	高橋 実   [他] 著	
民俗習慣	続 雪の民俗 とこどところ	阪本 英一   [他] 著	
民俗習慣	雪国と暮らし	中保 正義 写真	
民俗誌	新・北越雪譜	辺見 じゅん 著	
民俗習慣	雪国はなったらし風土記	無明舎出版 編	
民俗習慣	雪と生活	吉野 正敏 編著	
民俗誌	[校註]北越雪譜	鈴木 牧之   著	
民俗誌	雪を読む 北越雪譜に沿いながら	高田 宏著	
民俗誌	函説雪形	斎藤 義信著	
民俗誌	雪国大全	佐藤 国雄著	
科学史	南極の氷	鳥居 鉄也著	
気象学	豪雪譜 雪と人間の闘いの記録		
気象学	雪に魅せられた人びと	小林 禎作   著	
気象学	雪氷学実験		
気象学	研究年報 第1号		
気象学	研究年報 第2号		
気象学	研究年報 第3号		
気象学	北陸の雪		
気象学	雪の科学と生活	栗山 弘   著	
気象学	雪の話・氷の話	木下 誠一 著	
気象学	雲	倉嶋 厚 著	
気象学	基礎雪氷学講座 1 雪氷の構造と物性	前野 紀一 編	
気象学	日本の雪崩	高橋 喜平 著	
写真集	雪と氷	高橋 喜平 著	
気象学	雪の文様	高橋 喜平 著	
気象学	豪雪	富山地学会 編	
気象学	雪と氷の世界から	樋口 敬二 著	
気象学	雪国情報資料集 1986	日本システム開発研究所   編	館内閲覧のみ
気象学	明日の天気がわかる本	中村 繁   著	
気象学	ペラポーにふる雪のはなし		
気象学	いわぼが走った		
気象学	雪と氷のはなし	木下 誠一 編著	



気象学	気象の教室	斎藤 鍊一   著	
気象学	たのしい気象の実験室	木村 竜治   著	
気象学	スキーヤーのための 雪の科学	黒岩 大助   著	
気象学	南極の科学 4	国立極地研究所   編	
気象学	雪の結晶	小林 禎   著	
気象学	雑学お天気おもしろ読本	主婦と生活社   編	
気象学	雪華図説 復刻版	小林 禎   著	
気象学	雪	中谷 宇吉郎   著	
気象学	NHK最新気象用語ハンドブック	日本放送協会   編	
気象学	低温とくらし	北海道大学放送教育委員会   編	
気象学	天気図の四季	松本 幹   著	
気象学	雪と生活	吉野 正敏   編著	
気象学	気象と気候	高橋 浩一郎   著	
気象学	雪花譜   自然の造形美と不思議の世界	高橋 喜平   (他)   著	
気象学	最新雪崩学入門   雪山最大の危険から身を守るために	北海道雪崩事故防止研究会   編	
気象学	雪はじゃまものが新・雪国物語	鈴木 哲   著	
気象学	雪氷防災 改訂第2版 明るい雪国を創るために	高橋 博   (他)   編	
気象学	雪氷関連用語集	雪センター   編	
気象学	雪と氷の自然観察	日本自然保護協会   編	
雪氷学	雪と氷の世界	若浜 五郎   著	
雪氷学	基礎雪氷学講座 1 雪氷の構造と物性	前野 紀一   編	
雪氷学	雪の話・氷の話	木下 誠一   著	
雪氷学	雪氷辞典	日本雪氷学会   編	
雪氷学	雪氷調査法	日本雪氷学会北海道支部   編	
植物誌	雪国の植物誌	小川 清隆   著	
植物学	雪国の四季と草木と人間と	高橋 八十八   著	
動物学	雪国動物記	高橋 喜平   著	
雪国の鳥類	雪国のスズメ	佐野 昌男   著	
研究法	雪と地すべり 研究30年のあゆみ	建設省土木研究所新潟試験所   編	
学術雑誌	ゆき 1991 No.2		
学術雑誌	ゆき 1991 No.3		
学術雑誌	ゆき 1991.7 No.4		
学術雑誌	ゆき 1991.10 No.5		
学術雑誌	ゆき 1992.1 No.6		
建築工学	土木学会誌 1986・2		
建築工学	克雪と地域づくり		
土木力学	土と基礎 1991.VOL.3 9 No.3 Ser. No.398		
環境工学	雪と対策 92年~93年		
建築学	克雪住宅の開発と普及研究調査報告書		
建築構造	雪と寒さと生活 1 発想編	日本建築学会   編	
建築構造	雪と寒さと生活 2 事例編	日本建築学会   編	
住宅建築	克雪住宅ガイドブック 第1版	克雪・利雪技術研究会   著	
産業政策	雪国からの提言	星野 行男   著	
森林保護	雪に強い森林の育て方	豪雪地帯林業技術開発協議会   編	
森林工学	砂防学講座 第8巻		
素描、描画	雪国の民家 春	早津 剛   著	
素描、描画	雪国の民家 夏	早津 剛   著	
素描、描画	雪国の民家 秋	早津 剛   画	
素描、描画	雪国の民家 冬	早津 剛   画	
写真集	雪国	浅野 喜市   写真	
陸上競技	雪道はこう走れ	新潟工業短期大学雪道走行研究会   編	
スキー	スキ・発祥思い出アルバム	レルビの会   編	
スポーツ	雪と氷のスポーツ百科	高橋 幸一   編 野々宮 徹   編	
雪国の物語	雪の降る国	田崎 与喜衛   著	
日本の文学	ゆきのまち幻想文学賞・小品集5	高田 宏   (他)   撰 杉山 陸子   (他)   編	
紀行	雪国のくらし	遠藤 一夫   著	児童向け
気象学	冬のお天気	根本 順吉   著	児童向け
繊維工学	雪の中のきれ	石崎 忠司   著	児童向け
気象学	あらいの雪	新井市教育委員会・新井市学校教育研究会   編	新井市に関するもの
地方行政	新しい雪国都市新井をめざして		新井市に関するもの
気象学	新井・頸南の雪		新井市に関するもの
作文	作文集 子供が夢見る雪国あらい		新井市に関するもの

## 付録 - 2 ( 4章に関連 )

地震調査研究推進本部が公開する活断層データ ( <http://sparc1038.jishin.go.jp/main/yosan/chousa/96augitoshizu/> )

平成 8 年 9 月 1 1 日  
地震調査研究推進本部  
地震調査委員会

### 糸魚川 - 静岡構造線活断層系の調査結果と評価について

#### ・検討の経緯と評価の概要

本報告は、第 8 回地震調査委員会 (平成 8 年 2 月 7 日) に地質調査所から提出された資料に基づき、既存資料と合わせて、糸魚川・静岡構造線活断層系の過去および将来の活動について検討し、その評価をとりまとめたものである。

当該活断層系は、日本列島のほぼ中央部に位置する、全長 140 ~ 150km の活断層系である。当該活断層系についての平均変位速度、過去の活動履歴、1 回の地震に伴う変位量、歴史地震等の調査結果から、過去及び将来の活動について評価した。以下は、その評価の概要である。

#### 過去の活動について

##### (最新の活動について)

当該活断層系は、約 1200 年前に白馬から小淵沢までの区間 (約 100km) で活動し、その地震の規模は M 8 程度 (M 7 3/4 ~ 8 1/4) であった可能性が高い。歴史地震としては、762 年の地震 (美濃・飛騨・信濃) が、この地震に該当する可能性がある。

##### (過去の活動について)

牛伏寺断層を含む区間では、約千年おきに、M 8 程度の規模の地震が発生してきた可能性が高い。具体的な活動区間と規模は、毎回約 1200 年前の活動と同様 (M 7 3/4 ~ 8 1/4) であった可能性と、牛伏寺断層と同時に活動した断層区間が活動毎に変化し、地震の規模も M 7 1/2 ~ 8 1/2 の範囲でその都度異なっていた可能性とが考えられる。

#### 将来の活動について

牛伏寺断層を含む区間では、現在を含めた今後数百年以内に、M 8 程度 (M 7 1/2 ~ 8 1/2) の規模の地震が発生する可能性が高い。しかし、地震を発生させる断層区間 (場所) がどこまでかは判断できない。

なお、M の大きさは 1/4 刻みで評価している。

#### ・糸魚川・静岡構造線活断層系の調査結果と評価

##### 1. 断層系の概要

糸魚川・静岡構造線活断層系は、日本列島のほぼ中央部に位置する、全長 140 ~ 150km の活断層系であり、北部では東側が隆起する逆断層成分、南部では西側が隆起する逆断層成分、中部では左横ずれ成分が卓越している。

ここでは、北部、中部、南部の区分は以下の通りとする。

北部：	神城断層，松本盆地東縁断層
中部：	牛伏寺断層，岡谷断層群，諏訪断層群，釜無山断層群
南部：	白州断層，下田井断層，市之瀬断層群

##### 2. 調査結果のまとめ

調査結果は、地質調査所から提出された資料及び既存の文献からの引用である。

##### 2.1. 平均変位速度 (地形調査等による)

北 部：	約 3 m / 千年 (上下成分)
牛伏寺断層：	5 ~ 14 m / 千年 (水平成分)
中部 (牛伏寺以外)：	3 ~ 10 m (水平成分)，約 2 m / 千年 (上下成分)
南 部：	1 ~ 2 m / 千年 (上下成分)

( ) 北部、南部での実際の平均変位速度は、断層面の傾きを考慮すると、上記の値よりも大きくなる。

##### 2.2. 過去の活動履歴 (活動間隔、最新活動時期) (8ヶ所のトレンチ調査による)

	活動間隔	最新活動時期
北 部：	約 2 千年	約 1500 年前以降 (白馬)，1000 ~ 1500 年前 (大町)
牛伏寺断層：	約 千年	700 ~ 1500 年前 (松本)
中部 (牛伏寺以外)：	3 ~ 5 千年	約 1500 ~ 1700 年前 (岡谷)
		約 1100 ~ 1300 年前 (茅野)
		約 1200 年前以降 (小淵沢)
南 部：	未解明	未解明

##### 2.3. 1 回の地震に伴う変位量 (トレンチ調査による)

牛伏寺断層 (松本)：	6 ~ 9 m (最新活動における値)
釜無山断層群 (茅野)：	6 m 程度 (最新活動における値)

## 2・4．歴史地震（新編日本被害地震総覧(宇佐美，1987)による）

当該活断層系付近に発生したと思われる歴史地震は以下のとおりである。

発生年(西暦)	場所	規模
762年	美濃・飛騨・信濃	M7.0以上
841年	信濃(松本付近?)	M6.5以上
1714年	信濃小谷村	M6 1/4
1725年	伊那・高遠・諏訪	M6.0～6.5
1791年	松本	M6 3/4
1841年	信濃	?
1858年	信濃大町	M5.7±0.2
1858年	信濃諏訪(疑わしい)	?
1890年	犀川流域	M6.2
1918年	長野県大町付近	M6.1, M6.5<大町地震>

## 3．評価

### 3・1．過去の活動について

#### 3・1・1．最新の活動について

当該活断層系は、約1200年前に白馬から小淵沢までの区間(約100km)で活動し、その地震の規模はM8程度(M7 3/4～8 1/4)であった可能性が高い。歴史地震としては、762年の地震(美濃・飛騨・信濃)が、この地震に該当する可能性がある。

#### <説明>

最新活動時期は調査された上記区間内の6地点のうち3地点(大町、松本、茅野)で約1200年前に求められ、残りの地点でもそう考えて大きな矛盾はない。また、この時期の活動に伴う変位量は6～9mであった。この2つのことから、1回の地震に伴う変位量、活動区間の長さ、地震の規模の平均的な関係に基づいて、地震の規模をM8程度と考えた。

762年の地震以外の歴史地震は、841年の地震を含めて、上記の地震規模(M8程度)に比べて規模が小さい。米762年の地震について、歴史資料(續日本紀)は以下のように記述している。

「天平寶字六年五月己卯朔、丁亥、美濃、飛騨、信濃等國地震、賜被損者穀家二斛」

(天平寶字6年5月9日(西暦762年6月9日)、美濃、飛騨、信濃の国で地震があり、被災者には1戸につき穀物2斛(1斛は現在の1石の約4割)を賜った)

#### 3・1・2．過去の活動について

牛伏寺断層を含む区間では、約千年おきに、M8程度の規模の地震が発生してきた可能性が高い。具体的な活動区間と規模は、毎回約1200年前の活動と同様(M7 3/4～8 1/4)であった可能性と、牛伏寺断層と同時に活動した断層区間が活動毎に変化し、地震の規模もM7 1/2～8 1/2の範囲でその都度異なっていた可能と考えられる。

#### <説明>

牛伏寺断層の活動間隔(平均約千年)と平均変位速度(千年あたり8m前後)から、1回の地震に伴う変位量は最新活動(6～9m)とほぼ同程度であったと推定される。1回の地震に伴う変位量と地震の規模との平均的な関係に基づいて、地震の規模をM8程度と考えた。

トレンチ調査結果による活動間隔が調査地点毎に異なっていたことを考慮し、活動毎に活動区間が異なる可能性も考えた。

### 3・2．将来の活動について

牛伏寺断層を含む区間では、現在を含めた今後数百年以内に、M8程度(M7 1/2～8 1/2)の規模の地震が発生する可能性が高い。しかし、地震を発生させる断層区間(場所)がどこまでかは判断できない。

#### <説明>

将来の活動については、基本的に過去の活動の延長線上にあると考えて評価した。牛伏寺断層では前回の活動(約1200年前)からすでに平均的な活動間隔年数(約千年)を過ぎているが、活断層の活動間隔のばらつきを考慮して、次回の活動時期を標記のように評価した。

また、過去の活動を考慮すると、地震を発生させる断層区間(場所)と規模の詳細は判断できない。

## 4．今後に向けて

当該活断層系についての調査資料は比較的多く、上記のように重要な知見が得られた。今後、過去及び将来の地震活動についてよりの確な評価をするため、各断層区間での複数のトレンチ調査、地震観測、測地測量、構造調査等を行うなど、さらに調査研究を進める必要がある。

## 5．参考

「3．評価」の補足及びそれ以外の可能性についての活断層分科会における議論の要点及び、当該活断層系付近の最近の地震活動と地殻変動の状況を参考に記す。

### 5・1．過去の活動について

### 5・1・1．最新の活動について

当該活断層系は、約1200年前に白馬から小淵沢までの区間(約100km)で活動し、その地震の規模はM8程度(M7<sup>3</sup>/<sub>4</sub>～8<sup>1</sup>/<sub>4</sub>)であった可能性が高い。歴史地震としては、762年の地震(美濃・飛騨・信濃)が、この地震に該当する可能性がある。

岡谷の最新活動時期(約1500～1700年前)は、標記で推定した最新活動時期(約1200年前)とやや異なっている。しかし、地層の年代決定精度、地層の記録不完全性、地表断層の不連続性・選択性を考慮すると、大きな矛盾とは考えられない。

1回の地震に伴う変位量Dと地震の規模について、D・M対応式を用いると、D=6～9mはM8程度(M7.9～8.3)に相当する。その不確かさの幅を±1/4程度と考えた。また、活動区間の長さLと地震の規模について、L・M対応式を用いた場合、最大規模はM8<sup>1</sup>/<sub>4</sub>(M8.2)に相当する。

標記では最新活動時期(約1200年前)に1回の大きな地震が生じたと考えたが、現在の年代決定精度では、いくつかの活動区間に分かれて別々に動いた可能性も否定できない。

最新活動時期(約1200年前)の歴史地震として、762年の地震のほかに841年(信濃)の地震がある。841年の地震は、以下のことから約M7以下と考えられる。

1. 被害が同年の伊豆の地震より軽いこと。
2. 余震の記述が地震直後の夜だけであること。
3. 京都において有感の記述がないこと。

762年の地震(美濃・飛騨・信濃)については、震央についてこれ以上の資料はない。したがって、当該活断層系で発生したと断定することはできない。

なお、地震の規模については、0.1の精度で推定することは難しいので分数表示とした。

(注) 使用した対応式は、以下のとおりである。

D・M対応式	$\text{Log } D(\text{m}) = 0.6M - 4$	(松田, 1975)
L・M対応式	$\text{Log } L(\text{km}) = 0.6M - 2.9$	(松田, 1975)

### 5・1・2．過去の活動について

牛伏寺断層を含む区間では、約千年おきに、M8程度の規模の地震が発生してきた可能性が高い。具体的な活動区間と規模は、毎回約1200年前の活動と同様(M7<sup>3</sup>/<sub>4</sub>～8<sup>1</sup>/<sub>4</sub>)であった可能性と、牛伏寺断層と同時に活動した断層区間が活動毎に変化し、地震の規模もM7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>～8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>の範囲でその都度異なっていた可能が考えられる。

牛伏寺断層の平均変位速度については、千年あたり7.6～9.6mと4.9～13.8mという値が得られているので、おおむね8m前後であった可能性が高い。最新活動より前の地震については、1回の地震に伴う変位量Dが求められていないが、牛伏寺断層の活動間隔(平均約千年)と平均変位速度から、Dは最新活動(6～9m)とほぼ同程度であったと推定した。

活動区間と規模の詳細は標記のように2つの可能性が考えられるが、地層の記録不完全性、地表断層の不連続性・選択性を考慮すると、どちらの可能性が高いかは判断できない。

活動間隔にも1回の地震に伴う変位量にも、一般に平均の半分から1.5ないし2倍以内のばらつきがあると言われているので、規模の推定には、そのことを留意しておく必要がある。ただし、糸静線の全長(約140km)を考慮すると、その上限はM8.5程度と考えられる。

なお、歴史地震調査によれば、18世紀以降にも当該活断層系付近で被害地震が発生している。しかし、それらの規模は小さいと考えられ、上で述べたような大きな地震の発生間隔や規模の評価には大きな影響を与えない。

なお、南部については活動履歴が解明されていない。

### 5・2．将来の活動について

牛伏寺断層を含む区間では、現在を含めた今後数百年以内に、M8程度(M7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>～8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>)の規模の地震が発生する可能性が高い。しかし、地震を発生させる断層区間(場所)がどこまでかは判断できない。

活断層の活動間隔には、一般に平均間隔の半分から1.5ないし2倍以内のばらつきがあると言われていることから、次の活動時期について標記のような幅を持たせた。

なお、18世紀以降の歴史地震に現れているようなM6.0～M6.5程度の地震については、活断層調査による評価は困難である。

### 5・3．当該活断層系付近の最近の地震活動

過去数十年間の地震観測によれば、断層線に沿う地震活動は特別活発なものではない。

微小地震の震源は、主に、北部では断層系の東側に、諏訪湖以南では西側に分布し、両者の中間部である牛伏寺断層付近では断層付近に分布する。震源の深さは北部で浅く(0～10km程度)、南部で深い(10～20km程度)という特徴が見られる。震源分布の断面図からは断層面の形状を推定できるような特徴的な分布は明瞭ではない。

発震機構解はかなりばらついているが、大局的な傾向は北部は逆断層、諏訪湖以南は横ずれか逆断層で、その中間の牛伏寺断層付近は十分なデータがなく、確定的なことは言えない。

### 5・4．当該活断層系付近の最近の地殻変動

全国スケールで過去約100年の測地測量結果や最近のGPS観測結果を見ると、大局的にはこの断層系の両側で変動量に差があり、この地域で地殻歪が蓄積していると推定される。

この断層系の北部から信濃川地域の一帯では概ね西北西・東南東から北西・南東方向に圧縮されている。その中では、この断層系付近よりも信濃川地域の方が歪量が大きい。また、断層系の諏訪湖以南では歪量は小さい。





#### 車いす操作や避難経路確認

阪神大震災から丸九年の十七日、広島市安佐南区川内一丁目の特別養護老人ホーム「川内の里」と地元の下中調子町内会自主防災会は、災害相互応援協定を結んだ。

ホームで火災などが起きた場合、住民が入所者やショートステイ利用者たち百三十人の避難誘導や初期消火、救助に当たる。地域で災害が発生した時は、ホームを住民の一時的な避難場所とする。

ホームであった締結式には、職員や自主防災会のメンバーたち約百五十人が出席。木阪信子施設長（52）と自主防災会の土井幸一会長（69）が協定書に署名した。住民は車いすの扱い方を学び、非常階段の場所や避難経路を点検して回った。

土井会長は「阪神大震災を忘れずに、日ごろから危機管理の意識を持ち続けたい。消防署と連携し、防災活動に努める」と気を引き締めていた。

【写真説明】車いすに乗り、職員から操作方法を教わる自主防災会のメンバーたち

#### 秋田市桜小で雪国防災訓練 / 炊き出し、たき火も体験

秋田市の桜小学校（高橋等校長，769人）で21日、震度6の地震発生を想定した「雪国防災訓練」が行われた。児童たちはみぞれが降る中、落ちていてグラウンドに避難。5、6年生は暖を取るためにたき火を燃やし、炊き出しも行った。



午前10時に地震の発生を知らせるサイレンが鳴ると、児童たちは机の下に隠れ、揺れが収まるのを待ってからグラウンドに避難した。担任教師を先頭に整然と行動し、避難開始から7分ほどでグラウンドに集合した。

5、6年生の244人はその後、町内会ごとに分かれて、暖をとるためのたき火を燃やしたり、日赤奉仕団の指導を受けながら、ビニール袋に米と水を入れてお湯で炊く非常用の炊き出しにも取り組んだ。給食では炊き出したご飯と一緒に、カンパンやカシューナッツなどが用意され、防災給食を味わった。

6年生の佐藤千夏さん（12）は「もし災害が起きたときは、みんなと力を合わせて乗り越えていきたい」と話していた。

<写真：担任教師を先頭に整然とグラウンドに避難する児童たち＝秋田市桜小>

（2004/01/22 09:33）秋田魁新報

## 付録 - 4 ( 6 章に関連 )

付表：年間の斜面災害件数（砂防技術地すべりセンター 編：土砂災害の実態調査より）

年度	斜面災害の総数	地震による斜面災害件数	融雪による斜面災害件数
1989	656	5	13
1990	1,270	2	29
1991	3,600	-	26
1992	4,322	-	16
1993	3,872	34	9
1994	1,063	5	16
1995	893	89	23
1996	413	4	32
1997	1,154	117	19

16年1月28日付朝刊より（室蘭民報）

### 室蘭市が除雪車出動基準見直しへ

室蘭市は行政改革で除雪車の出動基準を見直す方針で、今シーズンから試行している。現行の降雪深5センチから他都市並みの10センチに見直した場合、出動回数の減少で年間5,000万円の除雪費削減を見込んでいる。

室蘭市が除雪車を出動させる基準は、車や歩行者の通行に「影響が出始める」といわれる降雪深5センチ以上。通行が「困難になる」という10センチ以上で全車出動する態勢になっている。

室蘭市の除雪は民間に委託しており、市所有の除雪車9台を貸与、民間所有の除雪車が65台ある。全74台が一齐に出動した場合、除雪費は1回当たり1,200万円に上るといふ。

平成14年度の除雪費は3億3,600万円で、10センチ以上の全車出動は3回、5—9センチの出動は6回だった。

市の調べによると、登別、苫小牧、函館、釧路など太平洋沿岸部の自治体の除雪基準は10センチ。他都市並みの基準に合わせ、さらに融雪剤の散布量1割削減を実施することで、年間5,000万円の除雪費削減を見込む。今シーズンの試行を経て、年度内に新しい基準を定める。

吹きだまりや雪質などによる路面状態の悪化は、降雪深にかかわらず除雪車の出動基準になっている。市土木課は「一般的な出動基準の見直しであり、道路パトロールにより路面状態に応じた道路管理を進めたい」としている。

融雪期地すべりに関連し、全国各地で発生している地すべりの原因別集計表を提示した。新潟県では融雪期に集中するのに対し、全国的に見ると近畿から四国地方にかけて破砕性地すべり、一部地域に見られる火山性すべりが含まれ、全般的には風水害によるものが多い。既往の地すべり災害の調査を通じ、雪が関わる場合、多くの自治体関係者は雪崩対策に関心がシフトし、防雪柵・スノーシェッド・流雪溝の整備と維持管理を進めることが文献1)の調査結果から明らかとなっている。また、少雪地域では凍上災害が深刻化し、埋設管の盤ぶくれによる破損、管路水の凍結による体積膨張に起因する漏水等、無積雪期の厳冬期特有の問題が生じ、自治体の対策として、凍結深度以下に埋設するように指導していることが分かった。なお、凍上や雪氷災害の要因には気象条件が大きく作用し、過去半世紀にわたる気象データを用いた温暖化を含めた気象擾乱の特質については文献2)で触れている。

ここまでの文面で扱っている地域は北陸が主であるが、東北地方でも融雪期地すべりが深刻化している。特に農林関係で把握している統計資料を用い、過去30年以上のデータを基に、気象条件、斜面長、斜面角度、地質状況、地下水位等との相関分析に基づく雪が関係する地すべり発生の予測を行った試みもあり、地域防災の観点から社会の安全性向上に寄与した例として注目される(文献3を参照)。また防災研究の性格上、技術対策に直結させることが前提となり、橋本(2001)は宅地の危険度判定情報に基づく効率的な復旧戦略に焦点を当てた研究を行い、地盤工学会・土木学会でその成果が注目されている(文献4を参照)。

### 参考文献

- 1) 橋本隆雄, 木村智博: 雪害を考慮に入れた宅地地盤被害とその対策に関する考察, 土と基礎. Vol.48. No.11. pp.5-8. 2000.
- 2) 橋本隆雄, 木村智博: 地球温暖化による宅地地盤災害の変質, 土と基礎. Vol.49. No.1. pp.9-12. 2001.
- 3) T. ITOH: Snow Induced Landslide in Japan, Proc. of IS-SHIKOKU (Slope Stability Engineering). Vol.2. A.A Balkema Rotterdam. pp.1223-1228. 1999.
- 4) 橋本隆雄: 中・大地震に対応する宅地防災対策に関する研究, 金沢大学大学院自然科学研究科提出博士論文. 全241頁. 2001.

## 付録 - 5 ( 7章に関連)

### 文部科学省が実施する主な統計調査の概要

( [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/001/022/tk0022.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/022/tk0022.htm) ) に公開

#### 平成 1 2 年度体力・運動能力調査結果について

「平成 1 2 年度体力・運動能力調査」の概要

##### 1. 目的

国民の体力・運動能力の現状を明らかにするとともに、体育・スポーツの指導と行政上の基礎資料を得る。

##### 2. 調査内容及び対象

( 1 ) <調査対象> 小学生 ( 6 ~ 11 歳 )

<テスト項目> 1 握力 2 上体起こし 3 長座体前屈 4 反復横とび 5 20m シャトルラン ( 往復持久走 ) 6 50m 走 7 立ち幅とび 8 ソフトボール投げ

( 2 ) <調査対象> 中学生 ~ 大学生 ( 12 ~ 19 歳 )

( 中学生 12 ~ 14 歳 , 高校全日制 15 ~ 17 歳 , 高校定時制 15 ~ 18 歳 , 高等専門学校 ( 男子 ) 18 ・ 19 歳 , 短期大学 ( 女子 ) 18 ・ 19 歳 , 大学 18 ・ 19 歳 )

<テスト項目> 1 握力 2 上体起こし 3 長座体前屈 4 反復横とび 5 持久走 6 20m シャトルラン ( 往復持久走 ) 7 50m 走 8 立ち幅とび 9 ソフトボール投げ

持久走と 20m シャトルラン ( 往復持久走 ) は選択実施

( 3 ) <調査対象> 成年 ( 20 ~ 64 歳 )

<テスト項目> 1 握力 2 上体起こし 3 長座体前屈 4 反復横とび 5 急歩 6 20m シャトルラン 7 立ち幅とび

急歩と 20m シャトルラン ( 往復持久走 ) は選択実施

( 4 ) <調査対象> 高齢者 ( 65 ~ 79 歳 )

<テスト項目> 1 ADL 2 握力 3 上体起こし 4 長座体前屈 5 開眼片足立ち 6 10m 障害物歩行 7 6 分間歩行

##### 3. 調査実施期間

平成 12 年 5 月 ~ 10 月 ( 小・中・高校生は 5 月 ~ 7 月 )

##### 4. 調査票回収状況

区分	標本数	回収数	回収率	区分	標本数	回収数	回収率
小学校	13,536	12,718	94.0%	短期大学 ( 女子 )	600	560	93.3%
中学校	8,460	7,943	93.9%	大学	2,400	2,295	95.6%
高等学校 ( 全日制 )	7,614	7,243	95.1%	成年	38,070	34,370	90.3%
高等学校 ( 定時制 )	1,504	1,076	71.5%	高齢者	5,640	5,362	95.1%
高等専門学校 ( 男子 )	600	590	98.3%	合計	78,424	72,157	92.0%

#### 調査結果の概要について

加齢に伴う体力要素の傾向

加齢に伴う各体力要素の向上あるいは低下の割合については、それぞれの体力要素で異なっているが、その傾向は昨年度とほぼ同様の結果であった。

・握力 ( 筋力 )

男女とも 30 歳代でピークを迎え、以降加齢に伴い低下する。他の体力要素と比べて、ピーク時に達する時期が遅い。

・上体起こし ( 筋力・筋持久力 )

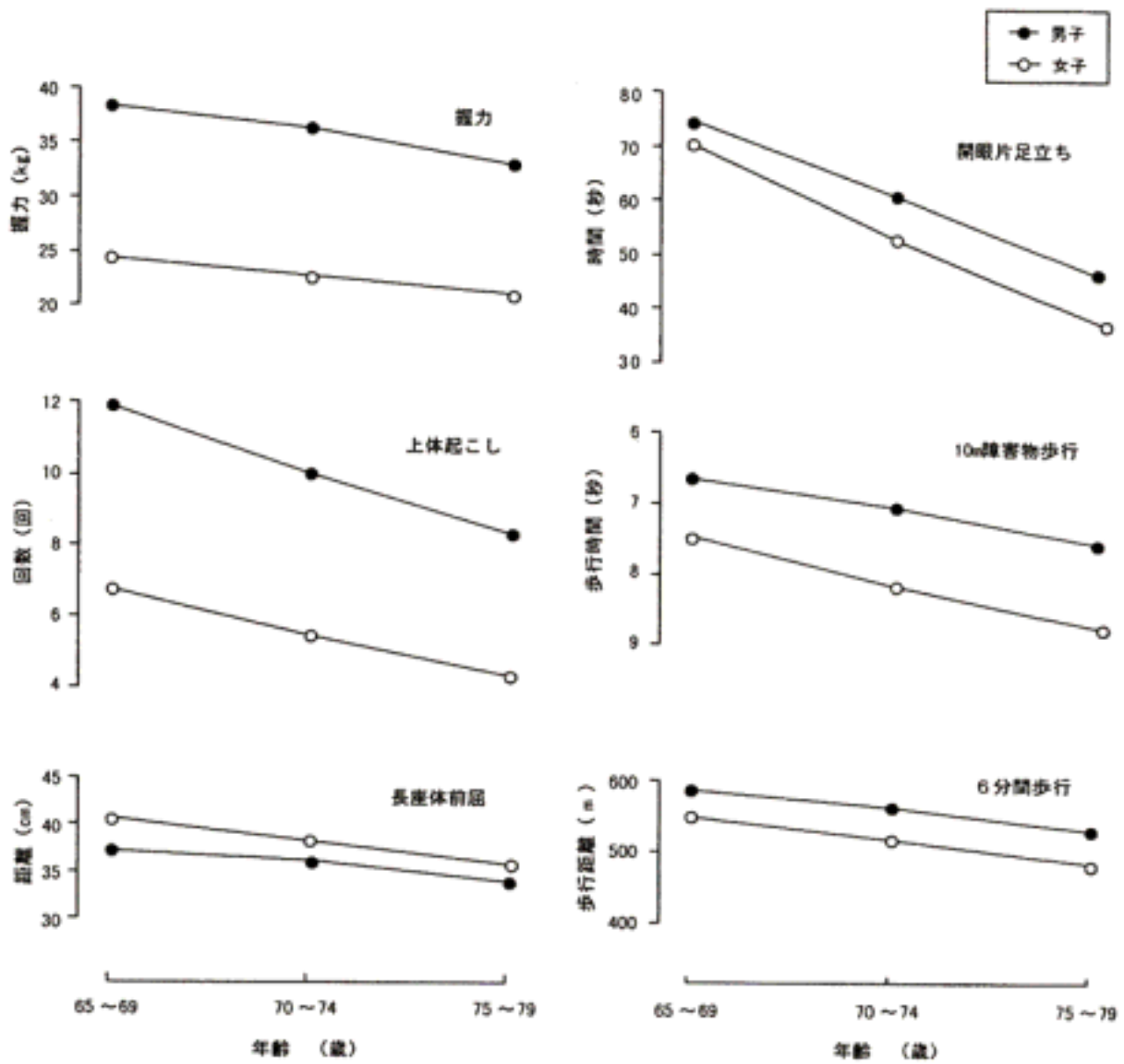
男子は 17 歳、女子は 13 歳でピークを迎え、その後は加齢に伴い、急激な低下を示す。

・長座体前屈 ( 柔軟性 )

男子は 16 歳、女子は 17 歳でピークを迎えるが、ピーク時以降は緩やかな低下を示す。他の体力要素と比べて加齢に伴う変化の幅が小さい。

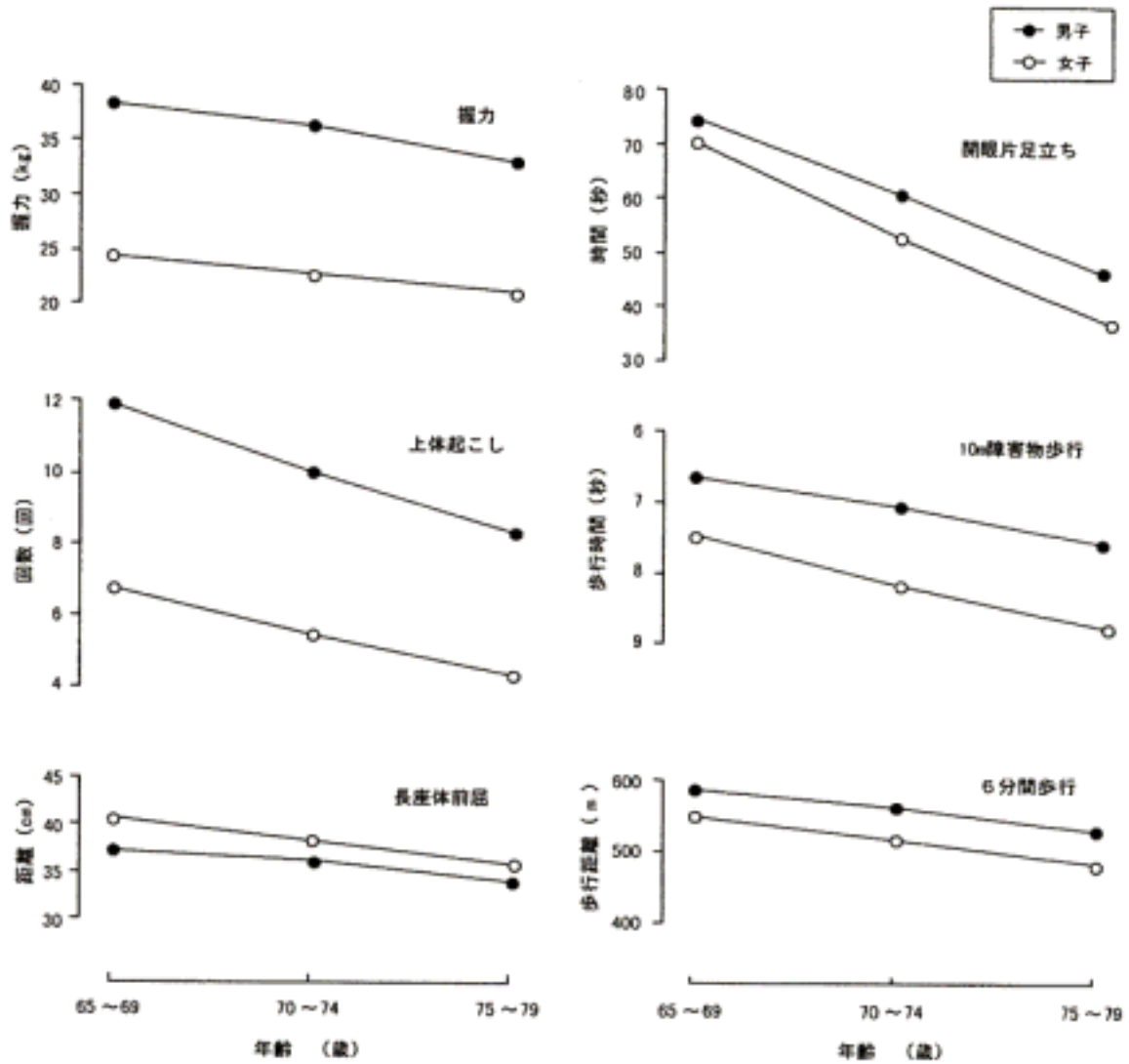
高齢者では、筋力、歩行能力、柔軟性など、日常生活に直結した体力要素の低下率は比較的小さいが、上体起こし、バランス能力など、日ごろの積極的な運動習慣が深く関係すると思われる体力要素の低下率が大きいことがうかがわれる。

高齢者のテスト項目の加齢に伴う変化





高齢者のテスト項目の加齢に伴う変化



図：各項目別に見た高齢者の体力（文部科学省，平成12年度 体力・運動能力調査結果）

## 付録 - 6 , 付録 - 7 の脚注と本論文 7 章で言及したアンケート調査の概要

### アンケート調査法の選択理由について

通常，社会調査では標本調査に基づく無作為抽出法を採用し，特に階層ごとの意識が異なる世論調査においては層別サンプリングを施した層化無作為抽出法を用いるが，本論文の 7 章で取り上げたアンケート調査はすべて，有意抽出法を採用している。一般的なアンケートでは誰もが回答可能な質問内容で構成されているが，積雪期地震防災に関連する事項では，当該地域に居住し，なおかつ，地震災害を初めとする各種災害に対する関心と防災対策に対する意識がないと回答出来ないものと判断した。この背景として，積雪期地震に対する考え方を探るうえで，「よくわからない」「その他」の回答が増加することを懸念した。以上の理由から，有意抽出法を採用した。

さらに，無作為抽出法では回答拒否が多く，マスコミが実施する世論調査では調査票の回収率が平均して 7 割，政府機関が実施するものでも 6 割前後で，研究者が実施するものについては 5 割を下回ることも珍しくない。この結果，標本の偏りによる誤差が問題となり，回答にバイアスがかかるので統計的に有意であるか疑問が生じる。このように，特定のテーマを無作為抽出法に準拠して行うことは，調査協力と質問の意図に対する正確な理解度の点で非常に困難であり，得られた回答自体の統計的な信頼性も問題となってくる。

### アンケートの概要と実施理由

本論文で取り上げるアンケート調査はいずれも自治体からの協力が得られ，町内会を通じて配布した。

安塚町・大島村調査（1998 年 12 月～1999 年 1 月実施・A 調査）	345 票
上川村調査（1998 年 12 月～1999 年 1 月実施・B 調査）	512 票

両調査とも，特別豪雪地帯（1962 年に制定された豪雪地帯対策特別措置法で指定された地域のうち，1970 年に新たに制定された行政区分であり，過去 30 年間の累年平均積雪積算値が 15,000cm・日以上の地域が当該自治体の 2 / 3 以上等である道府県，または市町村）に位置し，A 調査は 1998 年 2 月 21 日の新潟県中部地震，B 調査については上川村を含めた福島県境を震源とする地震（1998 年 12 月 25 日）を扱い，多くの問題点が存在することを考慮した。また，両調査を実施した自治体は全人口に占める 65 歳以上の人の割合を意味する高齢化率が 30% 超と高く，雪と災害弱者対策を策定する際の参考資料に供することを目的に行った。

## 付録 - 6 ( 7章に関連)

# 地震防災に関するアンケート調査 (安塚町, 大島村)

1. 積雪期の地震の経験はお持ちでしょうか。

経験した	144 票( 41.7% )
経験していない	98 票 ( 28.4% )
よく覚えていない	96 票 ( 27.8% )
その他	7 票 ( 2.1% )
  
2. 日頃から近隣の人達と災害について話し合い, 緊急時の連絡方法などを考えておられますか。

災害について話し合い, 緊急時の連絡方法も考えている	27 票 ( 7.8% )
災害について話し合うが, 緊急時の連絡方法までは考えつかない	93 票 ( 27.0% )
話し合う必要性は感じつつも, 何を話し合ったらよいかわからないので結局, 話し合わない	148 票 ( 42.9% )
話し合う必要性を考えたことがないので, まったく話し合わない	68 票 ( 19.7% )
その他	9 票 ( 2.6% )
  
3. あなたは避難所に指定されている場所をご存知ですか。

知っている	145 票( 42.0% )
知らない	194 票( 56.2% )
無回答	6 票 ( 1.8% )
  
4. ( 避難所を知っている方に ) お宅から避難所まで歩かれましたか。

歩いた	129 票( 89.0% )
歩いていない	14 票( 9.7% )
無回答	2 票( 1.3% )
  
5. ( 避難所まで歩かれた方に ) 雪がある時に歩かれましたか。

歩いた	90 票 ( 69.8% )
歩いていない	32 票 ( 24.8% )
歩かなければならないと考えている	5 票 ( 3.9% )
機会があれば歩きたい	0 票 ( 0.0% )
その他	2 票 ( 1.5% )
  
6. 積雪期の地震防災対策が施された場合, 自治体などに対して, 安心して頼れると思いますか。

頼れる	88 票 ( 25.5% )
頼れない	65 票 ( 18.8% )
自分の身は自分で守る	171 票( 49.6% )
その他	21 票 ( 6.1% )
  
7. お宅では日頃から地震に対して備えていますか。

備えている	40 票 ( 11.6% )
備えていない	178 票( 51.6% )
今後, 備えようと思う	119 票( 34.5% )
その他	8 票 ( 2.3% )
  
8. ( 備えている, 今後, 備える予定のある方に ) 具体的に, どんな備えを行いますか。( 複数回答 )

非常持ち出し品の点検	106 票 ( 30.7% )
家具などの転倒防止	90 票 ( 26.1% )
家の周りの除雪	65 票 ( 18.8% )
避難訓練などに参加する	51 票 ( 14.8% )
高いところに物を置かない	66 票 ( 19.1% )
災害に備えてお金を積み立てている	10 票 ( 2.9% )
地震保険などに加入	32 票 ( 9.3% )
その他	5 票 ( 1.4% )

<b>9. 積雪期の地震防災対策で、国や自治体に行ってほしいことは何ですか。(複数回答)</b>	
具体的な防災計画を定める	142 票( 41.2%)
雪崩防止策, 消雪パイプなどの雪対策	121 票( 35.1%)
克雪住宅に建て替える場合の費用の公的支援	109 票( 31.6%)
地震に強いまちづくりの調査・研究	92 票( 26.7%)
地震予知に向けた研究	106 票( 30.7%)
高齢者や災害弱者対策の充実	207 票( 60.0%)
雪に備えた備品の整備, 避難所の暖房完備	132 票( 38.3%)
その他	5 票( 1.4%)
<b>10. 最近の降積雪の状態はいかがでしょう。</b>	
相変わらず雪に閉ざされる	11 票( 3.2%)
近年は雪が少なくなった	322 票( 93.3%)
その他	12 票( 3.5%)
<b>11. 雪がある時はない時に比べて歩く時間はどうでしょう。</b>	
2 倍ぐらい時間がかかる	237 票( 68.7%)
3 倍ぐらい時間がかかる	35 票( 10.1%)
それ以上	12 票( 3.5%)
その他	61 票( 17.7%)
<b>12. 雪がある時はない時に比べ、音の聞こえ方はどうでしょう。</b>	
雪がない時と変わらないと思う	27 票( 7.8%)
雪があると聞こえにくい	229 票( 66.4%)
意識したことがないので、よくわからない	85 票( 24.6%)
その他	4 票( 1.2%)
<b>13. それでは景色の見え方はいかがでしょう。</b>	
雪がない時と変わらないと思う	39 票( 11.3%)
まぶしくて見えにくい	162 票( 47.0%)
意識したことがないので、よくわからない	103 票( 29.9%)
その他	41 票( 11.8%)
<b>14. お宅から避難所までの距離はどれくらいありますか。</b>	
1 km ぐらい	114 票( 33.0%)
2, 3 km ぐらい	7 票( 2.0%)
4, 5 km ぐらい	1 票( 0.3%)
5 km から 10 km ぐらい	3 票( 0.9%)
よくわからない	110 票( 31.9%)
その他	110 票( 31.9%)
<b>15. 雪がない時に、お宅から避難所まで歩いてどれくらいですか。</b>	
10 分から 20 分ぐらい	79 票( 22.9%)
20 分から 30 分ぐらい	11 票( 3.2%)
30 分から 40 分ぐらい	2 票( 0.6%)
それ以上	0 票( 0.0%)
10 分とかからない	78 票( 22.6%)
よくわからない	91 票( 26.4%)
その他	84 票( 24.3%)
<b>16. 雪による生活上の不便さにはどのようなものがありますか。(複数回答)</b>	
歩きにくい	255 票( 73.9%)
雪道で転んだりした	165 票( 47.8%)
車に乗っていてこわい思いをした	222 票( 64.3%)
看板などが見えにくい	149 票( 43.2%)
その他	17 票( 4.8%)

17. 地震についてご意見をお聞かせ下さい。(複数回答)

いつ,地震が起こるか分からないので不安	227 票 (65.8%)
雪がある時の地震に対する不安がある	217 票 (62.9%)
村で避難訓練,特に積雪期に実施してほしい	81 票 (23.5%)
地震に関する講演会を実施してほしい	52 票 (15.1%)
高齢者に関する情報の把握が大切	132 票 (38.3%)
その他	13 票 (3.8%)

18. 安塚地震は冬に起きましたが,その時のことで当てはまるものに を付けて下さい。

ひどく揺れて恐ろしかった	91 票 (26.4%)
親などから当時の様子を聞いたことがある	21 票 (6.1%)
よく覚えていない	178 票 (51.6%)
その他	55 票 (15.9%)

あなたの性別,年齢をお聞かせ下さい。

18. 性別

男性	161 票 (46.7%)
女性	131 票 (38.0%)
無回答	53 票 (15.3%)

19. 年齢

19 歳以下	15 票 (4.3%)
20 代	23 票 (6.7%)
30 代	43 票 (12.5%)
40 代	65 票 (18.8%)
50 代	87 票 (25.2%)
60 歳以上	110 票 (31.9%)
無回答	2 票 (0.6%)

あなたの住まわれている集落名をお書き下さい

( )

ご協力有難うございました。  
新潟大学積雪地域災害研究センター 木村智博, 青山清道  
T E L : 025-262-7053 , F A X : 025-262-7050

## 地震防災に関するアンケート調査 (上川村)

新潟大学積雪地域災害研究センター

木村智博、青山清道

1. 積雪期に地震が起こると思っていましたか。

思っていた	198 票( 38.7% )
思っていなかった	156 票( 30.5% )
考えたことがなかった	152 票( 29.7% )
その他	6 票( 1.1% )
  
2. 日頃から近隣の人達と災害について話し合い、緊急時の連絡方法などを考えておられますか。

災害について話し合い、緊急時の連絡方法も考えている	33 票( 6.5% )
災害について話し合うが、緊急時の連絡方法までは考えつかない	145 票( 28.4% )
話し合う必要性は感じつつも、何を話し合ったらよいかわからないので結局、話し合わない	223 票( 43.6% )
話し合う必要性を考えたことがないので、まったく話し合わない	97 票( 19.0% )
その他	14 票( 2.5% )
  
3. あなたは避難所に指定されている場所をご存知ですか。

知っている	78 票( 15.3% )
知らない	430 票( 84.1% )
無回答	4 票( 0.6% )
  
4. (避難所を知っている方に) お宅から避難所まで歩かれましたか。

歩いた	47 票( 25.1% )
歩いていない	140 票( 74.9% )
  
5. (避難所まで歩かれた方に) 雪がある時に歩かれましたか

歩いた	25 票( 16.3% )
歩いていない	95 票( 62.1% )
歩かなければならないと考えている	20 票( 13.1% )
機会があれば歩きたい	11 票( 7.2% )
その他	2 票( 1.3% )
  
6. 積雪期の地震防災対策が施された場合、自治体などに対して、安心して頼れると思いますか。

頼れる	124 票( 24.3% )
頼れない	94 票( 18.4% )
自分の身は自分で守る	262 票( 51.3% )
その他	32 票( 6.0% )
  
7. お宅では日頃から地震に対して備えていますか

備えている	50 票( 9.8% )
備えていない	318 票( 62.2% )
今回の地震を機に備えようと思う	134 票( 26.2% )
その他	10 票( 1.8% )

8. (備えている, 今後, 備える予定のある方に) 具体的に, どんな備えを行いますか。(複数回答)
- |                  |               |
|------------------|---------------|
| 非常持ち出し品の点検       | 165 票 (32.3%) |
| 家具などの転倒防止        | 94 票 (18.4%)  |
| 家の周りの除雪          | 96 票 (18.8%)  |
| 避難訓練などに参加する      | 38 票 (7.4%)   |
| 高いところに物を置かない     | 85 票 (16.6%)  |
| 災害に備えてお金を積み立てている | 20 票 (3.9%)   |
| 地震保険などに加入        | 39 票 (7.6%)   |
| その他              | 6 票 (1.2%)    |
9. 積雪期の地震防災対策で, 国や自治体に行ってほしいことは何ですか。(複数回答)
- |                      |               |
|----------------------|---------------|
| 具体的な防災計画を定める         | 246 票 (48.1%) |
| 雪崩防止策, 消雪パイプなどの雪対策   | 189 票 (37.0%) |
| 克雪住宅に建て替える場合の費用の公的支援 | 144 票 (28.2%) |
| 地震に強いまちづくりの調査・研究     | 123 票 (24.1%) |
| 地震予知に向けた研究           | 153 票 (29.9%) |
| 高齢者や災害弱者対策の充実        | 285 票 (55.8%) |
| 雪に備えた備品の整備, 避難所の暖房完備 | 216 票 (42.3%) |
| その他                  | 14 票 (2.5%)   |
10. 最近の降積雪の状態はいかがでしょう。
- |              |               |
|--------------|---------------|
| 相変わらず雪に閉ざされる | 168 票 (32.9%) |
| 近年は雪が少なくなった  | 306 票 (59.9%) |
| その他          | 38 票 (7.2%)   |
11. それでは地震が起こった時, あなたの家の周りの積雪状態をお聞かせ下さい。
- |               |               |
|---------------|---------------|
| 雪はほとんど積もっていない | 194 票 (38.0%) |
| うっすらと積もっていた   | 76 票 (14.9%)  |
| 2, 30cm ぐらい   | 63 票 (12.3%)  |
| それ以上          | 135 票 (26.4%) |
| その他           | 44 票 (8.4%)   |
12. 雪がある時はない時に比べて歩く時間はどうでしょうか。
- |              |               |
|--------------|---------------|
| 2 倍ぐらい時間がかかる | 295 票 (57.7%) |
| 3 倍ぐらい時間がかかる | 103 票 (20.2%) |
| それ以上         | 40 票 (7.8%)   |
| その他          | 74 票 (14.3%)  |
13. 雪がある時はない時に比べ, 音の聞こえ方はどうでしょうか。
- |                      |               |
|----------------------|---------------|
| 雪がない時と変わらない          | 23 票 (4.4%)   |
| 雪があると聞こえにくい          | 417 票 (81.4%) |
| 意識したことがないので, よくわからない | 52 票 (10.1%)  |
| その他                  | 22 票 (4.1%)   |
14. それでは景色の見え方はいかがでしょう。
- |                      |               |
|----------------------|---------------|
| 雪がない時と変わらないと思う       | 69 票 (13.5%)  |
| まぶしくて見えにくい           | 198 票 (38.7%) |
| 意識したことがないので, よくわからない | 153 票 (29.9%) |
| その他                  | 92 票 (17.9%)  |
15. お宅から避難所までの距離はどれくらいありますか。
- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| 1 km ぐらい          | 79 票 (15.5%)  |
| 2, 3 km ぐらい       | 11 票 (2.2%)   |
| 4, 5 km ぐらい       | 8 票 (1.6%)    |
| 5 km から 10 km ぐらい | 6 票 (1.2%)    |
| よくわからない           | 141 票 (27.6%) |
| その他               | 267 票 (51.9%) |

16. 雪がない時に、お宅から避難所まで歩いてどれくらいですか。
- |             |             |
|-------------|-------------|
| 10分から20分ぐらい | 47票(9.1%)   |
| 20分から30分ぐらい | 10票(2.0%)   |
| 30分から40分ぐらい | 6票(1.2%)    |
| それ以上        | 2票(0.4%)    |
| 10分とかからない   | 51票(10.0%)  |
| よくわからない     | 126票(24.7%) |
| その他         | 270票(52.6%) |
17. 雪による生活上の不便さにはどのようなものがありますか。(複数回答)
- |                |             |
|----------------|-------------|
| 歩きにくい          | 398票(77.9%) |
| 雪道で転んだりした      | 158票(30.9%) |
| 車に乗っていて怖い思いをした | 255票(49.9%) |
| 看板などがみえにくい     | 173票(33.9%) |
| その他            | 18票(3.5%)   |
18. 地震についてご意見をお聞かせ下さい。(複数回答)
- |                      |             |
|----------------------|-------------|
| いつ、地震が起こるかかわからないので不安 | 343票(67.1%) |
| 雪がある時の地震に対する不安がある    | 286票(56.0%) |
| 村で避難訓練、特に積雪期に実施してほしい | 152票(29.7%) |
| 地震に関する講演会を実施してほしい    | 87票(17.0%)  |
| 高齢者に関する情報の把握が大切      | 199票(38.9%) |
| その他                  | 18票(3.5%)   |
19. 今回の地震でご使用中のストーブはいかがでしたか。
- |           |             |
|-----------|-------------|
| 自動的に消えた   | 43票(8.4%)   |
| 燃え続けていた   | 245票(47.9%) |
| 自分達で消した   | 111票(21.7%) |
| 使用していなかった | 66票(12.9%)  |
| その他       | 47票(9.1%)   |
20. あなたの性別、年齢をお聞かせ下さい。
- |       |             |
|-------|-------------|
| 男性    | 271票(53.0%) |
| 女性    | 147票(28.8%) |
| 無回答   | 94票(18.2%)  |
| 19歳以下 | 0票(0.0%)    |
| 20代   | 7票(1.4%)    |
| 30代   | 33票(6.5%)   |
| 40代   | 99票(19.4%)  |
| 50代   | 93票(18.2%)  |
| 60歳以上 | 271票(53.0%) |
| 無回答   | 11票(1.5%)   |

あなたの住まわれている集落名をお書き下さい  
( )

ご協力有難うございました。  
新潟大学積雪地域災害研究センター 木村智博、青山清道  
T E L : 025-262-7053, F A X : 025-262-7050



## 付録 - 8 ( 7章に関連 )

災害医学抄読会，2001年1月19日 <http://plaza.umin.ac.jp/~GHDNet/circle/01/1119gaku.html>

### クラッシュ症候群

西村明儒，吉岡敏治ほか編・集団災害医療マニュアル・へるす出版・東京・2000年・pp.85-102 (担当：菊池)

#### 【クラッシュ症候群】

クラッシュ症候群とは，受傷機転として，長時間四肢が圧迫を受けるか窮屈な肢位を強いられた後に救出されている場合に発症する。クラッシュ症候群はこのような得意な外因によって，引き起こされる循環不全や急性腎不全などの様々な全身症状を呈する疾患を言う。

#### 【病因】

本症候群の病因を考えるうえで，骨格筋の崩壊がなぜ生じるのかが重要なポイントである。この場合，四肢圧迫中の変化と，圧迫解除後の変化について考える必要がある。

##### (1) 四肢圧迫中の変化

圧迫中では虚血による障害と筋細胞膜の進展による損傷が考えられる。この2つが起こることにより，体液シフト，損傷筋細胞内容の流出 (Mb, K) また，後者と，体液シフト，損傷筋細胞内容の流出によって，コンパートメント，筋浮腫が起こってくる。

##### (2) 圧迫解除後の変化

進展や虚血によって損傷を受けた筋細胞が，圧迫の解除によって急速に浮腫を形成し，次第に壊死に陥っていく。すなわち虚血後再還流障害が生じる。

虚血中の変化と再還流により豊富に流入してきた酸素により，活性酸素種を産生し，細胞障害を引き起こされる。また，白血球も活性化され，活性酸素種を産生し，筋細胞膜の障害が生じる。さらに白血球と血管内皮細胞の接着も増強し，微小血管が閉塞され微小循環障害が生じ，筋細胞は再び虚血状態となる。この結果，血管透過性の亢進と白血球の浸潤が起こり，局所では強い間質性浮腫と炎症反応が生じる。

#### 【全身状態に及ぼす作用】

##### (1) 体液シフトと高カリウム血症

血管透過性の亢進と細胞膜の障害により再還流後，局所の浮腫と K の細胞外への流出が生じるため，低容量性ショックと高 K 血症を生じる。

##### (2) 急性腎不全発症の病態

体液シフトからくる脱水による腎血流量の低下と尿細管虚血，ミオグロビン，アシドーシス，高尿酸血症や高リン血症，腎神経の緊張などの複数の要因が関与している。

#### 【診断】

集団災害では，その発生現場からトリアージをして対処するのが原則である。クラッシュ症候群患者の全身状態は，一般には意識清明で血圧も保たれており重篤感に乏しいので注意を要する。

##### (1) 検査所見

血液検査においてクラッシュ症候群患者に認められる特徴的な異常所見は，代謝性アシドーシス，ヘマトクリット値の上昇 (血液濃縮)，高ミオグロビン尿，CPK 値の上昇，高 K 血症，血清 Ca 値の低下とリン酸の上昇などである。

また，心電図では T 波の増高が見られる。尿所見は赤褐色のミオグロビン尿，さらに，尿量が時間とともに減少する。

#### 【治療】

クラッシュ症候群の急性期の治療は，全身管理と局所療法に大別される。

##### (1) 全身管理

高 K 血症に加えてアシドーシスが急速に進行すると，心室性不整脈や心停止を来すため，早急に治療を開始する必要がある。まず静脈路を確保し，炭酸ナトリウムやグルコン酸カルシウムの投与，あるいはグルコース・インスリン療法を行う。また，即効性はないが，消化管へのイオン交換樹脂の投与も有用である。これらの方法で対処できない場合や腎不全の明らかな場合は血液透析を行う。

輸液療法の目的は hypovolemia の是正と末梢循環の回復，ならびに腎不全の予防である。クラッシュ症候群では局所および全身の浮腫の増強，他部位での出血，あるいは乳酸や傷害された細胞から放出されるメディエーターによる血管拡張，さらに救出前後における脱水などのために循環血液量は減少している。輸液開始が遅れた場合や十分な輸液が行われなかった場合には低容量性ショックに陥り，ショックに陥れば筋細胞から遊離したミオグロビンの毒性と相まって容易に腎不全となる。

##### (2) 局所管理

局所管理では，筋組織内圧が 30 ~ 40mmHg 以上あれば筋膜切開の適応となるという意見もあるが，感染の危険性が増すこと，体液管理が難しくなることなどから，重症例にしか適応しないほうがいいだろう。

#### 【考察】

クラッシュ症候群は非常に診断の難しい疾患だと思った。運動，知覚麻痺はあるので脊椎損傷と診断されてから，後に腎不全が明らかになりクラッシュ症候群と判断されたという症例もあり，受傷状況の把握と，クラッシュ症候群を疑うということは忘れてはいけないことだと思った。



<http://www.asahi.com/national/update/0420/032.html>

## 震災直後、被災地入りの応援医師不足 中央防災会議試算

首都圏で阪神大震災級の地震が起きた場合、全国から発生直後に被災地入りできる医師が政府の想定を大幅に下回っているという試算が20日、中央防災会議（会長・小泉首相）で報告された。災害医療については、医師が自衛隊機に同乗して被災者を各地の医療施設へ運ぶ「広域医療搬送」が救命対策の柱とされており、政府は派遣態勢の整備を急ぐ。

試算によると、阪神大震災並みの地震で6,500人前後の死者が出ると想定した場合、広域医療搬送が必要な患者は約490人と推定。その際、発生から4時間以内に被災地入りが必要とされる医師は、約100人と算出した。

政府は当初、派遣医師は国立病院や国立大学病院、日本赤十字病院で確保できると想定していた。しかし、実態調査の結果、発生直後に派遣可能なのは、20人程度にとどまることが判明。輸送には自衛隊機が充てられる見通しだが、勤務先の病院と自衛隊基地が離れていることなどが原因だった。

内閣府は、東海地震や東南海・南海地震などでも同様の事態が想定されるとして、厚労省を通じて、公立、民間病院にも協力を求める方針だ。

(04/20 20:14) 2004年

## 大災害時の救命能力に地域差 学会・厚労省推計

地震など大災害が起きた直後、救命治療ができる人数の上限（救命能力）は都道府県ごとにみると、6人から162人と地域差の大きいことが、日本救急医学会と厚生労働省研究班の共同チームの推計でわかった。発生時に地域内だけで対応できるのか、他の地域へ運ぶ必要があるのかを自治体などが判断するうえで、貴重なデータになりそうだ。内閣府は今後、これを基に巨大地震時の医療搬送計画を立てる。

共同チームは、重傷者のうち、大やけど 複数の骨や内臓が傷つく多発外傷 がれきなどに筋肉が押しつぶされて起きるクラッシュ症候群——の三つをできるだけ早い治療が必要な「最優先病態」とした。そのうえで、災害直後、この病態で最初に病院に運ばれる「第一陣患者」について、都道府県ごとの救命救急センターや災害拠点病院が収容、治療できる最大人数を推計した。推計は拠点病院数などのほか、熱傷治療室や血液浄化など特殊な救急医療設備の数を基にしたという。

その結果、受け入れられる人数は東京が162人で最多。大阪（84人）や北海道（65人）、福岡（53人）など、通常の救急医療体制が整う大都市圏や、東海地震が予想される愛知（60人）と静岡（53人）で、他地域からの収容も可能とされる50人を超えていた。一方で兵庫（48人）と広島（39人）、長野（37人）などは50人を切り、10人以下は3県。最少は佐賀の6人だった。全国の総計は1,466人。

災害発生時にその地域でどれだけ救急患者を救えるかは、これまでデータがなかった。推計研究の背景には、91年の雲仙・普賢岳火砕流災害や95年の阪神大震災で、地域の対応力を超す重傷者が同時に多発したのに、他地域へ運ばなかったため、救えた命を失ったという反省がある。

推計をまとめた国立病院機構災害医療センター（東京都立川市）の大友康裕・救命救急センター長は「大災害が起きるのはまれなので、全地域を大都市並みに整備する必要はないが、この結果を踏まえ、近隣地域と広域搬送計画を整えておくことが重要」と話している。

(04/21 03:12) 2004年

## 付録 - 10 に示した低体温症に関する情報を複数取り上げた事由

### 防災研究は政策論に直結する事情

本論文は積雪寒冷期地震防災対策に反映させることを目的に執筆し、特に雪と寒さに起因する特有の問題として低体温症に注目することが不可欠であるとの判断による。

発災後に雪や家屋に閉じ込められた場合、1～2時間で寒さと湿気のため傾眠状態となり、結果的に低体温症となる。この場合、被災者を発見した場合、徐脈と意識レベルの低下による仮死状態であることから、心肺蘇生は無理との誤判断になりかねず、諦めてしまう場合がある。通常、心肺停止状態が5分以上継続すると蘇生困難、若しくは予後が悪い結果となるが、低体温症では深部温度が低いことで、各種代謝が抑制されるため、循環器系が受けるダメージは徐々に進行する。このことから、仮死状態でも適切な処置を行えば蘇生する確率が高いことに対する理解が必要となる。

一方で、山岳関係者は遭難事故に対する知識から低体温症へのある程度の認識は有しているが、処置において患者に対するマッサージや急速に温めるといった誤った方法で行われることへの懸念が生じる。医療機関では体外循環による血液を直接に加温出来る装置により、心肺補助装置の管理下で治療が可能となるが、医療機器がない場所でマッサージ等を行うと、末梢部の冷却された血液が循環器系へ運ばれ、却って症状を悪化させることになる。したがって衣服や新聞紙で徐々に温めながら医療機関に搬送することがカギとなる。

このように、間違った知識を是正することで、尊い人命を守ることにつながり、殊に防災担当者、消防・警察関係者にとっては必須の知識である。以上の点から、複数の情報を取り上げることにした。

### 市民が日常生活で出来る危機管理

人間は水温5℃の中に1時間前後漬かり続けると生命に危険を及ぼすと言われている。雪や家屋に閉じ込められた場合、閉鎖空間内で動きが取れば、互いに眠らないように励まし合うことで低体温症を回避することにつながる面がある。また、救出活動においても相手に対して呼び続ける等することで、睡魔に克服する契機となり、低体温症・凍死を防ぐことになる。医療機器がない場所では励まし合い、徐々に温め、安静を保ちながら医療機関に搬送することが鉄則である。

こうした知識を持つことで低体温症への理解につながり、災害時の危機管理に寄与する。これ等の基本事項は市民が認識することで、適切な処置につながり、尊い人命を救うことが可能となる。防災対策上、啓発活動の中に盛り込むことが不可欠であるが、現状では救急・消防、山岳関係者の間での認識にとどまっている状況を鑑み、8章の新たな提案の中で言及した。より、幅広い理解を得る目的から、専門家の執筆による低体温症に関する情報と対処法、治療法に係る事項を網羅した。

## 付録 - 10 ( 8 章に関連 )

<http://avalanche.shinshu-u.ac.jp/chishiki/taion.html> ( 信州大学農学部 新田隆三教授の情報発信 )

### 低体温症—正しい処置を 危ない手足のマッサージや急激な加温

#### 雪崩から救助—内臓ゆっくり温めて

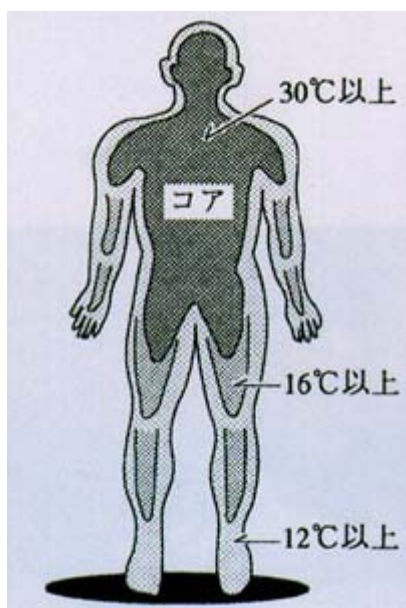
雪崩の中から 4 時間後に救い出した人の手足を、医師のテキパキとした指示により、温めたタオルでマッサージする・・・

雪崩でつぶれた家屋から 20 時間後に救出された人が、暖かい部屋のなかで「しっかりして！」と懸命に手足や心臓のマッサージを受ける・・・

結果は、冷たい手足の血が約 20 も温かい内臓の血液に混じり、心臓はショックを受け、心室細動 (Vf) による急死である。心臓から肺臓に血が送られなくなるからだ。

わが国では、運よく雪崩による窒息を免れて生きのびても、「低体温症」に無知な医師や救助隊、仲間の善意にみちた誤処置のハードルはなかなか越えられない。低体温症とは体のコア ( 深部 ) にある臓器の温度が下がり、内臓の生理機能が衰えることだ。コア温度が 32 以下では重症の低体温症であり、これが進めば凍死である。今日まで冬山遭難や水難の場で、いかに多くの救助段階での誤処置による死亡「レスキュー・デス」が、疲労衰弱凍死などの名のもとに繰り返されてきたか。まさに寒けがするではないか。

雪崩に埋まると、体温は一般に 1 時間に 3 くらいの割合で冷える。ぬれた雪であればもっと急速に体温は奪われる。しかし、大切な内臓が冷えないように、血液循環のショートカットが行われ、「囷」のように、手足は冷えても命にかかわる内臓はかなり高温に防衛される。命に別条のない手足の凍傷は、こうした凍死防衛反応の犠牲的な結果ともみなされよう。



#### 雪崩の中から救出されたときなどにみられる体温分布状態の一例

低体温症の治療は、なによりも内臓をゆっくりと温めることであり、マウス・ツー・マウスの温湿な人工呼吸もいいし、乾いた衣類、温かい寝袋、添い寝、そして腋 ( わき ) やそけい部に湯たんぽをあてて温めるのも有効だ。これに対し、手足のマッサージ、急激な加温、心停止していない場合の心臓マッサージは厳禁。冷たい末端の血と温かいコアの血が混ざる行為 ( 手荒な搬出や歩行 ) もいけない。

病院での治療は容易かつ多様であり、しばしば低体温症のホームレスの人々が救急車でかつぎ込まれる米国ニューヨーク市立病院の治療体制は有名だ。1970 年代の半ばに、欧米で確立され常識化している低体温症の治療法がなぜか日本では知られず、普及していない。少なくとも山国、雪国、北国の救命救急関係者、自治体防災関係者、登山界、スキー場安全管理者の常識となっていて当然のことではなかろうか。

私が指導する雪崩防災講習会や研修会 ( 例えば日本雪氷学会主催、TEL:03 3261 2339 ) では、専門家に低体温症の症状や診断法についても触れてもらい、低体温症対策を重要課題のひとつとしている。



## 低体温症 (Hypoxia)

低体温症 (軽症:深部体温32 以上, 重症:深部体温32 未満)

	症状	対応
軽症	<p>震えが発生する。(ただし, アルコールや低血糖, 高所の低酸素状態では振るえが起こりにくい)思考力低下, 判断力がにぶくなる。</p> <p>無気力・不機嫌になる。協調性がなくなる。体を暖めること以外, 何も考えなくなる。動作がぎこちなくなる。つまずきやすくなる。</p>	<p>それ以上冷えないようにする。乾いた服に着替える。乾いた服がない時は, 濡れた衣類を絞って着せ直す。シート・シュラフなどで保温する。暖かい物を飲ませる。(アルコールは有害)</p> <p>お湯の入ったびんで鼠径部(首, 脇の下, 足の付け根など)を暖める。もう一人シュラフに入って体で暖める。お湯に体をつける。(ただし, 軽症の場合のみ)</p> <p>眠ると体の震えが止まるので, 体が温められるまで, 許してはいけない。諦めたり悲観的になると, よけい体温の生産量が低下することが知られている。最後まで明るくすることが必要。</p>
重症	<p>震えが止まる。防寒に無関心。(帽子・ミトンをつけない)錯乱, 失見当識(時間, 場所, 現在の状況, 自分が誰であるか正しく認識できなくなる) 衣服を脱ぎ捨てる。わけの分からない事をしゃべる。目が見えなくなる。(1時間位前)筋肉の硬直。</p> <p>傾眠(刺激がないと眠る)・し眠(強い刺激がないと眠る)・昏睡。(刺激しても覚醒しない) 猿手(手が垂れ下る, 正中神経の麻痺)立っていられなくなる。尿でよごれる。果物のようなアセトン臭。皮膚は血の気がなく, 少し青みをおびる。</p> <p>不整脈。(心拍数が1分間20回程度まで下がり不規則になる。期外収縮。心室細動)心室細動を起こすと2~3分以内で死亡。ただし死んだように見えても生きている場合がある。あきらめない。</p>	<p>体を動かさない。(手足の低温・低酸素、高カリウム)の血液が心臓に流れ込み, 心室細動がおこる) 野外での加温はしない。(急激な加温による血圧の低下→加温によるショックが発生する)</p> <p>体が冷やされ続けていれば, 数時間~数日生き続ける場合がある。(代謝の冷蔵庫)心臓を刺激しない。できるだけ慎重に取り扱い, 早急に救急病院に収容する。加温・加湿した空気が酸素で治療する。</p> <p>心室細動の治療は除細動と呼ばれる電気ショックにより行なう。点滴により血圧を上げる。(病院の救急治療室でも, 重症の低体温症の死亡率は50~80%にも達する)</p> <p>病院に収容できない場合には, 胴体だけをきわめてゆっくりと温める。マウスツーマウスも効果がある。</p>

特に糖尿病, 動脈硬化質の人は要注意。

### 低体温が及ぼす生理学的影響

区分	深部体温( )	症 状
軽度	36	基礎代謝率の増大
	35	戦慄による熱産生が最大
	34	健忘、講音障害
	33	運動失調
中等度	32	混迷, 酸素消費量25%減少
	31	戦慄による熱産生が消失
	30	心房細動, 不整脈出現, 心拍量1/3減少, 筋硬直出現
	29	瞳孔散大
高度	28	心室細動発生の危険性
	27	筋硬直が消失
	26	反射, 痛覚が消失
	25	脳血流が2/3減少
	24	著しい低血圧
	23	角膜反射消失
超低体温	22	心室細動発生の危険性最大
	20	脳波が平坦化
	18	心臓の不全収縮発生
	16	救命しえた成人の最低体温
	15.2	救命しえた新生児の最低体温
10	酸素消費量92%減少	
9	救命しえた人為的最低体温	

## 体温と脳酸素消費量の関係

体温 ( )	酸素消費量 (%)	循環停止許容時間
37	100	4 分
32	75 ~ 80	10 分
30	60 ~ 70	15 分
27	50	30 分
23	35	1 時間
20	25	1 時間 30 分
15	15	2 時間

<http://www.nms.co.jp/qq/qq.html> (医療関係者向け情報, 仙台オープン病院救急マニュアル)

### 【低体温症】

#### A) 概説

低体温症は中心体温(直腸温)が 35 以下になる状態で、死亡率が高い(20~90%)重篤な疾患である。海や山の遭難だけでなく、都会でもみられ、また状況によっては夏でも起こりうる。都会での低体温症では、その大部分で重篤な基礎疾患があり、致命率の高さはこの基礎疾患の存在と関連していることに留意し、治療にあたるのが大切。

#### B) 原因

- 1) 海や山での遭難による強制的な寒冷への暴露。
- 2) 都会での低体温症では、寒冷に暴露されたときにそこから避難できなかった理由と低体温になりやすい誘因(基礎疾患)が存在するのが普通。
  1. 寒冷から避難できなかった理由
    - a) 意識障害をきたす疾患: アルコール中毒, 脳血管障害, 頭部外傷, 低血糖, 糖尿病性昏睡, 薬物中毒など
    - b) 衰弱して動けない: 肺炎, 膵炎, 消化管出血, 重症感染症, 低栄養など
    - c) 浮浪生活者
  2. 低体温になりやすい誘因
    - a) 体温を失いやすい: 老人, 新生児, 皮膚疾患など
    - b) 熱産生の低下: 低栄養, 下垂体機能低下, 粘液水腫など
    - c) 体温調節機能の低下: アルコール, 老人, 薬物中毒, 脳血管障害など

#### C) 症状

- 1) 中心体温低下に対する代償性反応として皮膚の血管の収縮と震えが出現。
- 2) 中心体温が 32 以下になると震えは消失し、筋肉の硬直が出現する。さらに、分時換気量、心拍数、心拍出量、血圧が徐々に低下する。また心筋の興奮性の亢進と心内伝導およびインパルス形成の抑制により、種々の不整脈や伝導障害が出現する。中枢神経系は抑制され、組織アノキシアによる代謝性アシドーシスがみられることが多い。
- 3) 中心体温が 26 以下になると死人のように冷たく、脈を触れず、意識なく、呼吸も極めて浅くなる。
- 4) 成因に低体温が深く関与している合併症として、肺炎、膵炎、急性腎不全、消化管出血、低血糖など。

#### D) 治療: 再加温, 強力な支持療法, 基礎疾患や合併症の治療が中心となる。

##### 1) 再加温

##### 1. 方法

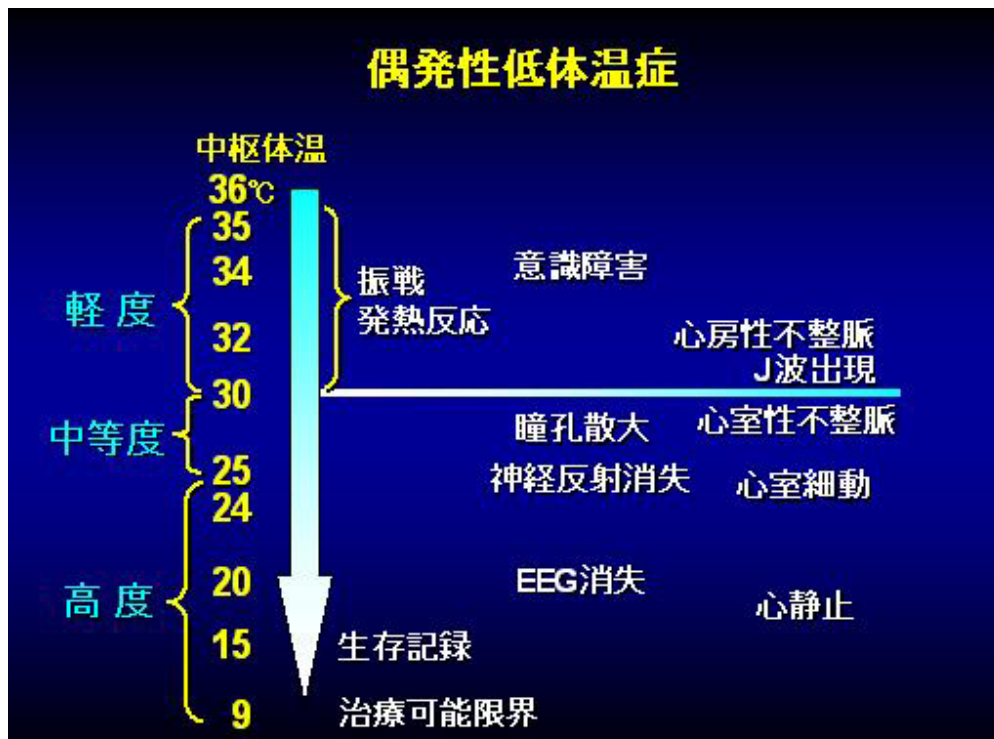
- a) 受動的再加温法: 毛布などで患者を外環境から絶縁し、患者の内因性の熱産生によって再加温するもの。中心体温が 30 以下では代謝率が低下しており無効。
- b) 積極的外部再加温法: 単純に外部から電気毛布やお湯などで患者の体表面に熱を与える方法であるが、受動的再加温法より死亡率が高く、急性浸水性低体温症の場合を除き避けるのが無難。
- c) 積極的中心再加温法: 外熱を身体内部に与える方法で、技術的にやや難はあるが、再加温法としては極めて有効な方法である。吸入再加温法, 加温腹膜灌流法, 体外血液再加温法などがある。

##### 2. 選択

- a) 循環動態が安定している場合: 毛布による受動的再加温法と、加温した酸素や輸液により加温。
- b) 循環動態が不安定な場合(持続性血圧低下や重篤な不整脈など): 積極的中心再加温法が適応となる。加温した透析液(40~45 )による腹膜灌流が有効。加温血液透析や心肺バイパス法も用いる。
- c) 心拍停止を伴った場合: 救急蘇生と同時に迅速に腹膜透析を行って中心加温を行うことが不可欠である。可能であれば心肺バイパス法を用いる。低体温症の患者では、低体温が中枢神経系に保護的に作用するため、心肺蘇生術をあきらめずに行うべきである。

##### 2) 支持療法

1. モニタリング: ICUまたはそれに準じた態勢での心電図, 血圧などの注意深いモニタリングは必須であるが、スワンガンツカテーテルの挿入にあたっては、温度の低下した心臓では心室細動を起こしやすいので慎重に。血液ガスの分析値は患者の体温で補正して解釈する。
2. 加温・加温酸素吸入: 40 に加温した酸素を与える。必要に応じ人工呼吸を行う。
3. 循環管理: 低体温患者では末梢血管の収縮や心拍出量の低下のため血圧は測定不能でも、重要臓器の血液循環は代謝の需要も低下しているのが多い。再加温に伴い急激な血圧低下が見られた場合は昇圧剤の使用と容量負荷が必要。代謝低下状態にあるので、すべての薬剤は維持量が少なめとする。25 以下では徐脈になるがベisingはかえって血行動態を悪化させることが多いので、原則として行わない。
4. 輸液: 輸液は原則として 40 に加温して使用する。代謝性アシドーシスは必要に応じメイロンで補正。
5. その他
  - a) 約半数の例でアミラーゼが上昇するが、特別な治療なしに 2~3 日で軽快することが多く、膵炎が治療上問題となることは少ない。
  - b) 腹痛が見られたら、胃潰瘍の穿孔や消化管出血に注意する。
  - c) インスリンは 30 以下では殆ど作用しないとされ、体温の回復とともに急に効果がでてくることがあるので、頻回に血糖をモニターしながら使用する。



体温の低下によっても色々な生体障害が起こります。体温が低下する状態を低体温症と言いますが、治療目的でなく偶発的に起こる『偶発性低体温症』は必ずしも冬季や寒冷地で起こるとは限りません。飲酒して、あるいは睡眠薬を服用し長時間発見されずに外気に曝されていたり、外傷や疾患脳梗塞・脳出血など)によって動けずに長時間低温の環境におかれると発生します。

正確な体温(中枢温)を測定するには、食道や膀胱に直接温度センサーを挿入して食道温や膀胱温を測定する方法や赤外線センサーによって鼓膜温を測定する方法があります。

寒冷に曝されると、末梢細動脈が収縮し皮膚血流を低下させて熱の放散を抑えるとともに、振戦(shivering)などの発熱反応が起こりますが、体温が30以下に低下しますと、発熱反応も起こらなくなり加速度的に体温は低下し続けます。

体温が32~3以下になると、精神活動は低下して傾眠傾向となり、25近くになると応答はなくなり種々の神経反射も消失してきた、いわゆる『仮死』状態になります。体温が20を切ると脳波も消失します。

体温の低下とともに心拍数は減少し徐脈となります。体温が30前後になると、QTの延長、J波の出現、心房性不整脈が出現し始め、25では心室細動となり、20以下では心静止となります。

## 偶発性低体温症: 治療のポイント

1. 復温するまで蘇生を諦めない。  
(長時間たっても蘇生の可能性高い)
2. 深部体温をモニターすることが大切
3. 急速復温(rapid rewarming)が最優先される  
加温法
  - 体表加温法  
ウォーマーマット、温浴、電気毛布
  - 深部加温法  
加温輸液、加温換気  
体腔灌流(胃内、膀胱、胸腔、腹腔)  
体外循環

低体温症では、すべての細胞の代謝が低下していますので、例え心停止していても心肺脳蘇生の可能性が高く、蘇生を諦めてはなりません。

治療では、何よりも速く体温を復温させることが大切です。体温のモニターが必要です。食道温、膀胱温、鼓膜温、深部体温計などによる深部体温のモニターを行いつつ、急速復温を行います。

高度な(重症の)偶発性低体温症では、できるだけ早く32以上に復温する必要があります。復温しないと心拍の再開が得られなかったり、心室細動が続きます。最も効果的な急速復温の方法は体外循環による血液加温ですが、すぐに可能でなければ体腔内加温などその他の加温方法を行い、一刻も早く復温することが大切です。

体外循環による加温では、最近 PCPS(percutaneous cardiopulmonary support)と呼ばれる方法が簡単に行われるようになりました。

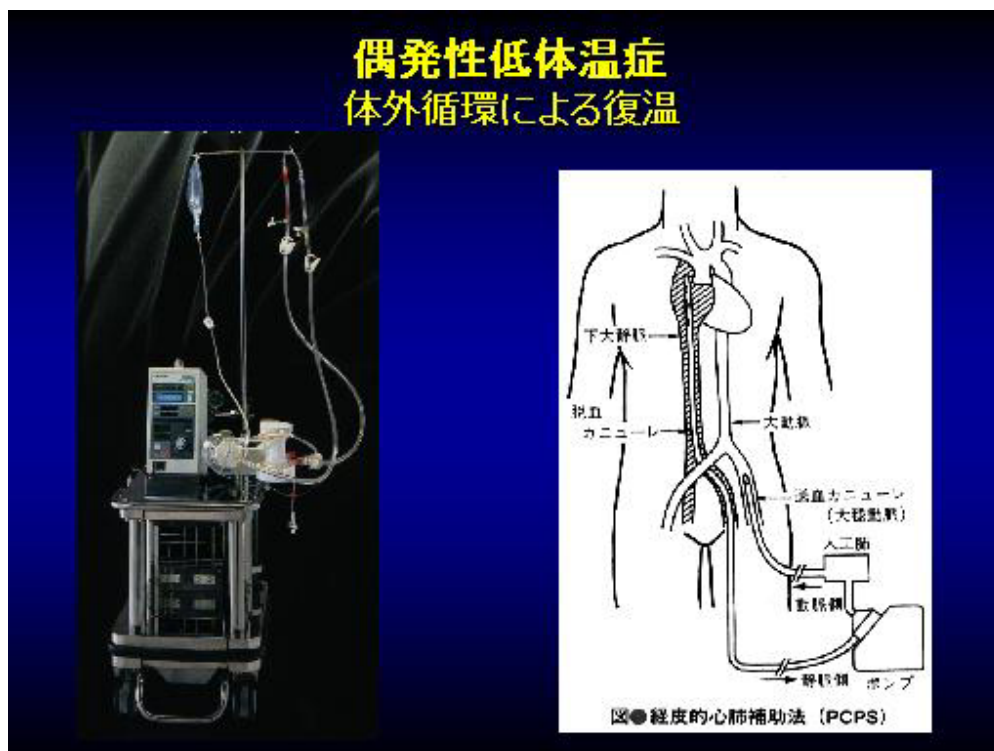




これは温浴槽による急速復温の例です。来院時 24.8 の重症低体温で心室細動のため心停止となっていました。心肺蘇生法により心拍は再開しましたが、復温のため温浴槽による加温を行い、意識も正常に回復しました。



これは胸腔および腹腔の還流による急速復温の様子です。プールで溺水し、心停止であるとともに低体温で、急速復温が必要なので開胸シンマッサージを行いながら胸腔を温生食で加温し蘇生しました。



これが PCPS の装置です。要するに人工心肺装置ですが、ご覧のようにコンパクトで、救急外来でも回すことができるようになってきました。経皮的にカテーテルを大腿静脈から下大静脈に挿入し、脱血してポンプによって人工肺や加温器を通して、大腿動脈に挿入されたカテーテルから返血する仕組みになっています。

直接血液を加温しますので、最も効率がよく速く復温できる方法です。