

博士論文

水害被害推計手法の高度化
に関する研究

多田直人

目次

第 1 章	序論	1
1.1	本論文の目的と背景	1
1.2	本論文の構成	4
第 2 章	水害被害推計手法の概要と課題	7
2.1	水害被害推計手法の概要と変遷	7
2.1.1	水害被害推計手法の概要	7
2.1.2	水害被害推計手法の変遷	10
2.2	水害被害推計手法の課題	12
2.2.1	水害被害推計手法の課題の概要	12
2.2.2	建物被害の浸水深別被害率の設定における課題	15
2.2.3	建物の被害額推計に関する既往調査・研究	17
2.2.4	家庭及び事業所関連被害の浸水深別被害率の設定における課題	18
2.2.5	家庭及び事業所関連被害の被害額推計に関する既往調査・研究	20
2.2.6	貨幣換算が困難な被害項目に関する既往水害の事例	21
2.2.7	貨幣換算が困難な被害項目の既往調査・研究	25
2.3	被害額計上にあたっての前提条件の整理	27
2.3.1	被害額計上のために整理すべき前提条件	27
2.3.2	被災による地域経済構造変化の取り扱い	27
2.3.3	水害被害額に計上すべき対象と計上方法	30
2.3.4	時価評価額と再調達価格	31
2.4	本論文の研究方針	34
第 3 章	建物被害の推計手法の高度化	35
3.1	はじめに	35
3.1.1	概要	35
3.1.2	現行マニュアルにおける被害額算出方法	35
3.1.3	現行マニュアルの課題解決のための被害額推計手法の検討	38
3.1.4	住宅メーカー等への調査手法の概要	41
3.1.5	浸水に比較的弱い部位・材質の被害率	43

3.2	部位別・材質別の浸水被害	45
3.2.1	床	45
3.2.2	内壁	51
3.2.3	外壁	55
3.2.4	建具	61
3.2.5	天井	64
3.2.6	屋根	67
3.2.7	電気・配線設備	70
3.2.8	給排水設備等	73
3.2.9	基礎	74
3.2.10	軸組・主体構造部	77
3.3	建物の構造種別比と部位別構成比	81
3.3.1	浸水深別被害率の算出手法の概要	81
3.3.2	建物の構造種別比	82
3.3.3	建物の部位別構成比	84
3.4	建物被害の現地調査	92
3.4.1	調査票の改善	92
3.4.2	現地調査の実施	93
3.5	被害率の試算	95
3.5.1	被害率試算のための都市局調査の活用	95
3.5.2	浸水のみによる浸水深別被害率の試算	98
3.5.3	流体力等の物理的作用も考慮した浸水深別被害率の試算方法	103
3.5.4	被害率100%である建物割合の算出	104
3.5.5	浸水深別被害率の試算	105
3.5.6	被災者の受入補償額の調査	112
3.6	まとめと今後の課題	114
3.6.1	成果の概要	114
3.6.2	得られた知見と考察	115
3.6.3	今後の課題	116

第4章 家庭関連被害の推計手法の高度化 118

4.1	はじめに	118
4.1.1	概要	118
4.1.2	現行マニュアルにおける被害額算出方法	119
4.2	家財被害	121

4.2.1	家財を構成する品目の設定	121
4.2.2	家財被害の現地調査	124
4.2.3	被害率の試算	127
4.2.4	浸水のみによる床下被害率の試算	129
4.3	家庭における応急対策費用	135
4.3.1	家庭における清掃・解体費用	135
4.3.2	家庭における代替生活費用	138
4.3.3	家庭における応急対策費用の試算	143
4.4	まとめと今後の課題	147
4.4.1	成果の概要	147
4.4.2	得られた知見と考察	147
4.4.3	今後の課題	148

第5章 事業所関連被害の推計手法の高度化 149

5.1	はじめに	149
5.1.1	概要	149
5.1.2	現行マニュアルにおける被害額算出方法	149
5.2	各被害項目の相互関係の整理と現地調査	153
5.2.1	各被害項目の相互関係の整理	153
5.2.2	現地調査の概要	155
5.2.3	調査票の改善	161
5.2.4	被害率の試算	161
5.3	在庫試算被害	163
5.3.1	現地調査を踏まえた算出手法の見直し	163
5.3.2	被害率の試算	164
5.4	償却試算被害	166
5.4.1	現地調査を踏まえた算出手法の見直し	166
5.4.2	被害率の試算	170
5.5	営業停止・停滞損失額	172
5.5.1	現地調査を踏まえた算出手法の見直し	172
5.5.2	一人当たり付加価値額の見直し	175
5.5.3	被害率の試算	179
5.6	事業所における応急対策費用	183
5.6.1	現地調査を踏まえた算出手法の見直し	183
5.6.2	被害率の試算	185

5.7	事業所の床高分布を考慮した被害率	188
5.7.1	事業所の床高分布	188
5.7.2	床高分布を考慮した被害率の変換	189
5.8	まとめと今後の課題	192
5.8.1	成果の概要	192
5.8.2	得られた知見と考察	193
5.8.3	今後の課題	194

第6章 貨幣換算が困難なライフライン停止被害の定量化 196

6.1	はじめに	196
6.2	電力停止被害	199
6.2.1	電力供給の構造	199
6.2.2	戸建て住宅における電力の供給停止を判定するための基準	201
6.2.3	集合住宅における電力の供給停止を判定するための基準	202
6.2.4	電力停止による影響人口の定式化	203
6.2.5	電力停止被害に関する試算	205
6.3	ガス停止被害	207
6.3.1	ガス供給の構造	207
6.3.2	都市ガスの供給停止を判定するための基準	209
6.3.3	都市ガス停止被害に関する試算	210
6.3.4	LPガスの供給停止を判定するための基準	211
6.4	通信停止被害	212
6.4.1	通信サービス（固定電話）の構造	212
6.4.2	通信停止（固定電話）を判定するための基準	214
6.4.3	通信サービス（固定電話）停止被害に関する試算	215
6.4.4	通信サービス（携帯電話）の構造	215
6.4.5	通信停止（携帯電話）を判定するための基準	218
6.5	浸水したライフラインの復旧に要する期間	222
6.5.1	概要	222
6.5.2	電力	222
6.5.3	ガス	223
6.5.4	通信	224
6.6	まとめと今後の課題	226
6.6.1	成果の概要	226
6.6.2	得られた知見と考察	226

6.6.3 今後の課題	227
第7章 結論	229
付録	237
参考文献	267

第 1 章 序論

1.1 本論文の目的と背景

国土の 7 割を山地・丘陵地が占める我が国においては、利用できる土地の大半が氾濫のおそれがある沖積平野等であり、有史以来、洪水と戦いながら現在の国土を構築してきた。

戦後のカスリーン台風、伊勢湾台風をはじめ、全国各地で大規模な水害が発生したこと等も踏まえ、河川毎に目標とする安全度を設定し、堤防等の治水施設の整備を計画的に進めてきているものの、近年においても平成 12 年には東海豪雨水害、平成 16 年には福井豪雨により九頭竜川水系、新潟・福島豪雨により信濃川水系、台風 23 号により円山川水系、由良川水系において大水害が発生している。平成 23 年には紀伊半島豪雨により新宮川水系で、平成 24 年には九州豪雨により矢部川水系、白川水系、山国川水系等で甚大な被害が発生している。平成 25 年には台風 18 号で由良川水系、淀川水系で水害が発生している。

また、海外においても、2002 年ヨーロッパ水害、2005 年アメリカ・ハリケーン・カトリナ水害、2011 年タイ・チャオプラヤ川水害、2012 年アメリカ・スーパーストーム・サンディ（アメリカ北東部沿岸に上陸した時はスーパーストームと姿を変えているが、我が国では慣例的にハリケーン・サンディと呼ばれている。）、2014 年ヨーロッパ・バルカン半島水害等の大規模な水害が相次いで発生している。

これらの水害においては、被害額が数千億～10 兆円以上と推定されるとともに、1,000 名を超える死者・行方不明者や 100 万人を超える避難者、電気等のライフラインの長期間にわたる供給停止被害等が発生したこともあった。また、サプライチェーンが寸断されたことによる国内外への経済被害の波及、医療・社会福祉施設の入院患者・入所者をはじめとする災害時要援護者の孤立、地下施設への浸水による都市機能の麻痺等、新たな被害形態が見られるようになった。

また、河川氾濫による氾濫被害ではないが、平成 23 年東日本大震災による津波被害は浸水被害では最大のものであり、上記のほぼ全ての被害事項が発生している。

一方、水害被害額の定量的な推計手法として河川行政等で用いられている治水経済調査マニュアル（案）¹⁾（以下「現行マニュアル」と呼ぶ）は、平成 11 年度に策定された後、軽微な変更はなされたものの、被害額推計手法の抜本的な見直しはなされていない。さらに、被害額推計にあたっては浸水深別の被害率等を用いることとされているが、浸水被害を実際に受けた被災者からのアンケート調査等により設定されたものであり、浸水深と被害率との因果関係については解説されたものは存在しない。

また、河川・海岸事業の事業評価においては、マニュアルに基づく費用便益分析によって事業の投資効果を評価しているが、現在計上している便益は、治水事業の様々な効果のうち貨幣換算が可能な項目を被害軽減額として算出したものであり、治水事業の効果の一部の計上に留まっている。近年の水害被害の状況を踏まえると、今後の治水事業をより効果的・効率的に進めるためには、貨幣換算する精度の向上をはかるとともに、貨幣換算の

困難さ、便益の重複計上といった課題があり現時点で便益への計上を行っていない被害項目についても、定量的に推計することが必要である。

さらに、現行マニュアルについては、事業評価に用いられているのみならず、毎年の水害被害額を計測している唯一の統計である「水害統計」でも、その被害額の推計手法が援用されている。したがって、より精緻な統計を整備する観点からも、現行マニュアルで設定されている被害額推計手法の精度向上が求められていると言えよう。

19世紀半ばのフランスにおいて、フランス土木公団に所属していたデュピュイ、ナヴィエ、ミナールらが公共投資の経済学的な裏付けを理論的に説明し、その理論展開が後の公共経済学の礎を築くこととなったように^{2)・3)}、水害被害額推計手法を高度化し治水投資の効率性・効果を説明することは、水害に脆弱な国土を抱える我が国のインハウス・エンジニアの使命とも言える。

加えて、地球温暖化に伴う気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の第5次報告書では、第4次報告書よりも温暖化に対する警鐘は強いものとなっている。100年後の海面上昇の最大値は前回の 59cm から 82cm に引き上げられており、海面水温の上昇による台風の強度増加や豪雨頻度の増加を示唆している^{4)・5)}。このように増大する水害リスクへの対応としても、被害推計手法の高度化は喫緊の課題である。

IPCC の第5次報告と呼応するように、気候変動への適応策の検討に向け、水害被害額の推計やそれに基づいたリスク分析の研究が多く行われてきている。全国の治水施設の整備状況等に大胆な仮定を設けているといった課題はあるものの、温暖化による水害被害額の増加を推計しようとする試みが、風間他 (2014) ⁶⁾により行われており、そこでは被害額の推計については現行マニュアルに基づいて算出している。大楽・平野 (2013) ⁷⁾は、地域レベルでの気候変動への適応策検討を念頭に、過去の水害統計の被害額と罹災率との関係から首都圏の地域別水害リスクカーブを推定している。水害統計の被害額は現行マニュアルの被害率と現地調査結果を基に算出している。福林・沖 (2012) ⁸⁾は、水害統計を用いて我が国の水害リスク評価手法の提案を行っている。

このように、学術論文の多くが現行マニュアルに基づいており、被害額の推計手法を高度化しマニュアルを改定することは行政実務上の観点のみならず、学術上の様々な研究にとっても有益である。

このような問題意識から、国土交通省水管理・国土保全局において「河川事業の評価手法に関する研究会」(以下「研究会」という。)を平成23年9月に設置し、費用便益分析における便益(被害額)の精度を向上するとともに、便益に計上されていない被害項目の定量化することを目指した検討が行われてきた^{9)・10)・11)・12)}。筆者は、研究会の事務局として、水害被害を貨幣換算する精度を高めることで便益をより精確に算出すること、貨幣換算できない被害項目を可能な限り定量的に推計する手法を開発することの2点について検討を行った。その検討にあたっては、事業評価、水害統計で使用することを念頭にし、浸水シミュレーション等で算出された浸水深等の基本的な数量のみから推計することを試みると

第1章 序論

ともに、リスク評価への適用や反乱域居住者等が被害軽減策の検討等に使用できるよう、浸水深と被害率との因果関係を明らかにすることを試みた。

被害額推計の高度化については、マニュアルで規定されている被害項目のうち最も主要な3項目である建物被害、家庭関連被害（家財被害、家庭における応急対策費用）、事業所関連被害（在庫資産被害、償却資産被害、営業停止・停滞損失、事業所における応急対策費用）について、浸水深別被害率の考え方の背景や根拠を明らかにし、東日本大震災に伴う津波被害の事例を聞き取り調査する等により、津波被害の被害率を試算した。このことにより、河川洪水における被災地調査を増やした上で統計処理をすれば、河川洪水の被害率について被害率を設定できるようになっている。河川行政の実務上は、今後この考え方を基にして津波被害額を算出・公表するとともに、河川洪水の被災事例調査を実施し、現行マニュアルの改定を行うこととなろう。

貨幣換算が困難な被害については、本研究の成果を基に「水害の被害指標分析の手引き（H25 試行版）」¹³⁾として定量化手法をとりまとめたものを平成25年7月に公表し、平成25年度の直轄治水事業の事業評価においては、この手引きを適用した被害の定量化を試行的に実施している。本論文では、この手引きのうち、ライフライン途絶による被害の背景や根拠について明らかにし、具体的な計算事例結果も添付している。

以上のとおり、本論文は、現行マニュアルの課題を指摘し、被害額推計手法についてより実態に近く精緻化した手法を提案するとともに、貨幣換算が困難であるという理由でこれまで被害額として計上されてこなかった、ライフライン停止被害を定量化する手法を開発したものであり、それらの具体的な分析経緯と今後の課題をとりまとめたものである。

なお、本論文の内容は、「河川事業の評価手法に関する研究会」の資料及び「水害の被害指標分析の手引き（H25 試行版）」として公表されているものを含む一方、特に東日本大震災に伴う津波被害を対象とした被害率の算出を中心とした部分については、研究会において非公表資料として議論したものであり、国土交通省水管理・国土保全局が公式に決定・公表したものではない。その他、本論文全体の著述や分析については、筆者個人の見解であり国土交通省水管理・国土保全局の見解ではないことを予め断っておく。

1.2 本論文の構成

以下に本論文の構成を要約して示す。

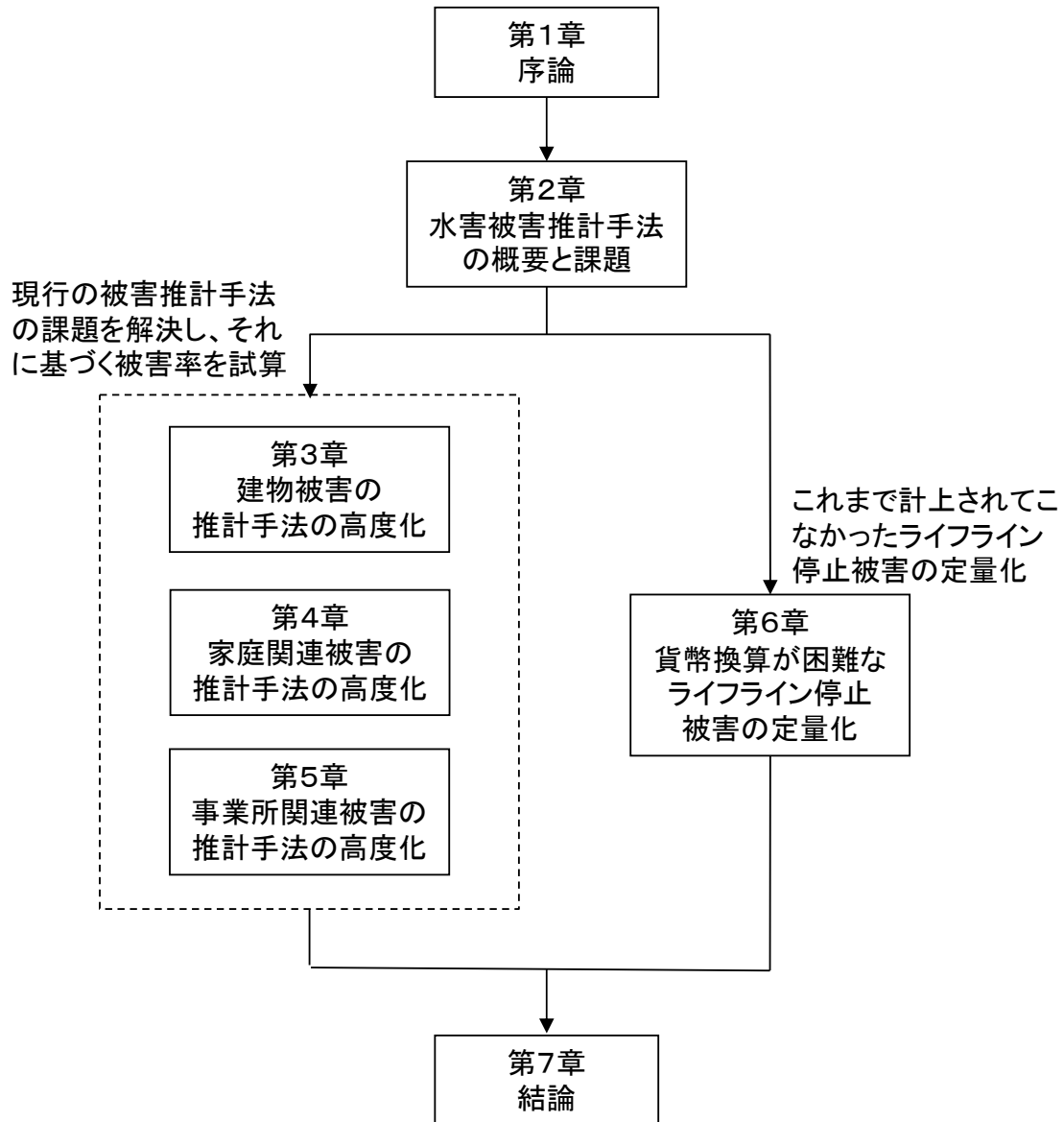


図-1 本論文における各章の関係

第1章では、近年の水害被害の概要を含む本論文の背景を述べ、本論文の全体構成について紹介した。

第2章では、国土交通省をはじめとする行政において広く水害被害の推計手法として用いられている現行マニュアルで計上することとされている水害被害項目の概要と、その策定に至るまでの水害被害推計の変遷、そして現行マニュアルが抱える課題について述べた。現行マニュアルの被害率設定方法では、建物の被害状況と補修状況を被災者から聞き取っ

第1章 序論

ているため、浸水と被害との因果関係が明確になっていないことや、被災者の建築知識や資金制約に依存した被害額となってしまうこと、撤去・清掃等に要する費用を考慮していないこと、自宅が復旧するまでの間の不便さを被害額として計上できていないため、被害額が過小となっているおそれがあることを指摘した。また、事業所関連の被害については、被災前の償却資産の簿価が修理費用・再調達価格と大きく乖離している事例が見られることや、応急対策費用については業務データの復旧や仮設事業所の設置費用等が盛り込まれていないことへの対処が必要であることを指摘した。さらに、貨幣換算することが困難であるため現行マニュアルにおいては被害額計上の対象とはなっていないものの、定量化が必要とされる被害項目として、ライフライン停止被害等があることを示した。また、現行マニュアルで規定された直接被害と間接被害の相互関係について、これまで明示的に整理した資料や論文がなかったが、これらの関係について整理を行うとともに、被害率設定にあたっての復旧需要の扱い方や、事業所償却資産の被害額にのみ新価を適用せず償却後の評価額を適用している理由についても、考察を行った。

第3章では、建物被害の推計手法について、現行マニュアルの被害率設定手法の課題を解決し高度化を試みるとともに、東日本大震災に伴う津波被災建物を対象に被害率の試算を行った。現行マニュアルの課題を解決するために、建物の部位・部材を、浸水のみにより損傷を受け、交換が必要となる部位・材質と、浸水のみでは損傷は軽微であり漂流物の衝突等の物理的作用により破壊されている部位・部材とに分類し、浸水に比較的弱い部位・材質については浸水深に応じた被害状況を定式化し、浸水に比較的強い部位・部材については被災建物を調査し統計的に算出することとした。さらに、被災した建物の復旧においては被災部位・材質の撤去・清掃・再設置という手順を採ることを踏まえ、復旧額をもって被害額とすることとした。このような考えに基づき、建物を木造・非木造等の構造別に分類し、各構造においては床、内壁、金属製建具等の部位・材質に細分化し、建物の構造種毎に標準的な建物構造を設定し、我が国における建物の構造種別比率から被害額を重み付け平均することによって浸水深別被害率を設定した。被害率算出にあたっては、住宅メーカーや設計事務所等の専門家への聞き取り調査と、津波被災建物の調査を実施した。

第4章では、家庭関連被害の推計手法について、現行マニュアルの課題を解決し被害率設定手法の高度化を試みるとともに、東日本大震災に伴う津波被災世帯を対象に被害率の試算を行った。現行マニュアルの被害率設定においては、詳細に家財を50品目にも分類したこともあり調査対象の被災世帯に大きな負担となっており、かえって調査精度を落としていたおそれもあることを指摘した。この事態を改善するために、標準的な家財を改めて設定し、訪問による聞き取り調査とすることで、調査対象の全世帯から回答を得て、浸水深別被害率を試算した。家財については特に建物内における家財配置が家庭によって異なり、標準的な配置を設定することが困難であるため、床下被害のみについては標準的な配置を設定し、被害率を定式化した。また、家財とともに家庭関連被害を構成する応急対策費用についても改善を試みた。住宅被災後から復旧までの間の生活の不便さを評価する項

第1章 序論

目として代替生活費用を、自動車の再調達に要するまでの不便さを評価する項目として代替車両費用を追加することとした。さらに、これまではどちらかを選択することとされていた清掃費用と建物解体費用について、現地調査において双方必要となっている事例があることから、被災者の状況に応じて両方を計上できることとした。

第5章では、事業所関連被害の推計手法について、現行マニュアルの被害率設定手法の課題を解決し被害率設定手法の高度化を試みるとともに、東日本大震災に伴う津波被災地帯を対象に被害率の試算を行った。まず、在庫資産被害については、これまで一括で聞いていたのを商品、材料、仕掛品の3項目に分離して聞くことで調査漏れを防ぐこととした。償却資産被害については、これまで税制に基づく簿価で被災前の償却資産の評価額を決定していた方法では、実態を反映せず過小評価となっているため、実使用年数に基づく減耗率によって減価させた国民経済計算の値を適用することとした。営業停止・停滞損失額については、停滞割合を計測する指標について考察し、復旧需要や被災地の経済構造の変化に左右されない当該事業所の生産能力・供給能力を指標とすべき理由を整理した。また、営業停止・停滞損失額算出の原単位となっている付加価値額について、その構成項目を見直し、被災していない償却資産の寄与分を加えることとし、そのための統計指標として国民経済計算の値を適用することとした。さらに、応急対策費用については、被災実態の調査結果から、取引先への連絡等の費用、データ等の復旧費用、仮設事業所の費用を追加することとした。最後に、事業所建物については床高が住宅と異なり低いものから高いものまで分散が大きいいため、実態に基づいて床高分布を設定し被害額を算出した。

第6章では、これまで貨幣換算が困難であるため計上されてこなかった被害項目について整理し、そのうち電力、ガス、通信のライフラインが途絶した場合の被害について定量的に被害を推計する手法を提案した。各ライフラインは、ネットワークが複雑に入り組んでおり利用者側に至るまで多重化されていることに加え、供給側に近いほど浸水等の災害に対して強い構造となっているため、利用者側に近く当該施設の機能停止が直接的にライフラインの機能停止に直結するような施設を抽出し、その施設がどの程度の浸水で機能停止するかを各ライフライン事業者へ聞き取り調査を行うことで、利用者への影響を推計した。また、上下水道も含めたライフラインについて、具体的な被災における復旧期間の事例を挙げた。

第7章では、本論文を総括し得られた成果の要約を記載した。

第2章 水害被害推計手法の概要と課題

2.1 水害被害推計手法の概要と変遷

2.1.1 水害被害推計手法の概要

国土交通省では治水事業の投資効果を計測するために、事業実施による被害軽減額に基づいて便益を算出している。また、国内で発生した水害については被災家屋数等を調査することで被害額を推計し、水害統計において毎年公表している。

費用便益分析における便益を算出する基となる被害額は、治水事業を実施する前に投資の効率性を判断するための重要な情報の一つである。この被害額は、浸水シミュレーションにより算出された浸水深別の被害家屋数等に、浸水深別被害率を乗じることで、被害を貨幣換算したものである。一方、水害統計においては、実績被害を取り扱う関係上、全壊や半壊といった外観上の判別基準から算出した被害額と、浸水深別の家屋被災棟数等に浸水深別被害率を乗じて被害を貨幣換算したものを足し合わせて、全ての被害額としている。このように、双方とも現行マニュアルで設定されている浸水深別被害率に基づいて被害額を算出している。

ここで、現行マニュアルを概観しておく。現行マニュアルにおいては、治水事業の効果をフロー効果とストック効果に大別している。フロー効果は事業に伴う支払等の金銭フローに着目した効果であり、被害額とは無関係である。一方、ストック効果は直接・間接の水害被害を防止する効果と、それに伴って将来的に発生する土地利用の高度化を示しており、表-1 のとおりとされている。このうち、黄色で着色された被害項目については、被害額を推計するための浸水深別被害率が設定されており、表-2 に示されている数式に基づいて被害額を算出することができる。ただし、公共土木施設等被害は、費用便益分析においては他の被害額に対して一定率を乗じる手法を採用しており、水害統計においては実際に用いられた復旧額をもって被害額としている。

家屋被害を例にとって浸水深別被害率を紹介する。家屋被害は表-3 のように数ランクに分類した浸水深に応じて被害率を設定している。浸水シミュレーションや浸水の実績値における浸水深に対応する浸水深別被害率と、家屋評価額を乗じることで、浸水被害に遭った家屋の被害額を推計する。なお、家屋被害については、浸水深以外にも地盤勾配と土砂堆積の2つの要素も考慮した被害率となっている。地盤勾配は流体力の大きさを簡易的に表現したものと捉えることができ、土砂堆積は土砂混入率の高さによる流体力の大きさと土砂堆積そのものによる損傷程度を表現したものと捉えることができる。

このように、治水事業の投資効果を計測するために被害防止額を算出する場合、または実際に生じた被害額を算出する場合、いずれの場合においても被害額の算出にあたっては現行マニュアルにおける浸水深別被害率が適用されることとされている。

第2章 水害被害推計手法の概要と課題

表-1 現行マニュアルにおける治水事業のストック効果

分類					効果(被害)の内容
被害防止便益	直接被害	資産被害抑止効果	一般資産被害	家 屋	居住用・事業用建物の被害
				家庭用品	家具・自動車等の浸水被害
				事業所償却資産	事業所固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害
				事業所在庫資産	事業所在庫品の浸水被害
				農漁家償却資産	農漁業生産に係わる農漁家の固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害
				農漁家在庫資産	農漁家の在庫品の浸水被害
			農産物被害		浸水による農作物の被害
			公共土木施設等被害		公共土木施設、公益事業施設、農地、農業用施設の浸水被害
		人身被害抑止効果			人命損傷
	間接被害	抑止効果 稼働被害	営業停止被害	家 計	浸水した世帯の平時の家事労働、余暇活動等が阻害される被害
				事 業 所	浸水した事業所の生産の停止・停滞(生産高の減少)
				公共・公益サービス	公共・公益サービスの停止・停滞
		事後的被害抑止効果	応急対策費用	家 計	浸水世帯の清掃等の事後活動、飲料水等の代替品購入に伴う新たな出費等の被害
				事業所	家計と同様の被害
				国・地方公共団体	家計と同様の被害および市町村等が交付する緊急的な融資の利子や見舞金等
			交通途絶による波及被害	道路、鉄道、空港、港湾等	道路や鉄道等の交通の途絶に伴う周辺地域を含めた波及被害
			ライフライン切断による波及被害	電力、水道、ガス、通信等	電力、ガス、上下水道、通信の供給停止に伴う周辺地域を含めた波及被害
			営業停止波及被害		中間製品の不足による周辺事業所の生産量の減少や病院等の公共・公益サービスの停止等による周辺地域を含めた波及被害
		精神的被害抑止効果	資産被害に伴うもの		資産の被害による精神的打撃
			稼働被害に伴うもの		稼働被害に伴う精神的打撃
			人身被害に伴うもの		人身被害に伴う精神的打撃
			事後的被害に伴うもの		清掃労働等による精神的打撃
			波及被害に伴うもの		波及被害に伴う精神的打撃
		リスク・プレミアム			被災可能性に対する不安
		高度化便益			

(表中の黄色は、治水経済調査マニュアル(案)で被害率や被害単価を明示した項目)

※地下街が浸水することによる被害等、その他の被害抑止効果も存在する。

表-2 現行マニュアルにおける被害額の算定式

① 家屋被害額	
=	浸水家屋延床面積 × 家屋1㎡当たり評価額 × 浸水深別家屋被害率
② 家庭用品被害額	
=	浸水世帯数 × 1世帯当たり家庭用品所有額 × 浸水深別家庭用品被害率
③ 事業所資産被害額	
=	浸水事業所従業者数 × (従業者1人当たり償却資産評価額 × 浸水深別事業所償却資産被害率 + 従業者1人当たり在庫資産評価額 × 浸水深別事業所在庫資産被害率)
④ 農漁家資産被害額	
=	浸水農漁家戸数 × (1戸当たり償却資産評価額 × 浸水深別農漁家償却資産被害率 + 1戸当たり在庫資産評価額 × 浸水深別農漁家在庫資産被害率)
⑤ 農作物被害額	
=	浸水水田・畑面積 × 平年収量 × 農作物価格 × 浸水深別農作物被害率
⑥ 公共土木施設等被害額	
=	一般資産被害額 × 公共土木施設等被害額の一般資産額被害額に対する比率
⑦ 家庭における応急対策費用	
=	浸水世帯数 × 1世帯当たり浸水深別清掃日数 × 1世帯1日当たり清掃労働単価 + 浸水深別被災世帯数 × 1世帯当たり浸水深別代替活動費
⑧ 事業所営業停止損失額	
=	浸水事業所従業者数 × (浸水深別営業停止日数 + 停滞日数 / 2) × 産業分類別従業者1人当たり付加価値額
⑨ 事業所における応急対策費用	
=	浸水事業所数 × 浸水深別1事業所当たり代替活動費

表-3 現行マニュアルにおける浸水深別の家屋被害率

<div> <div>浸水深</div> <div>地盤勾配</div> </div>	床下	床上					土砂堆積（床上）	
		50cm未満	50～99	100～199	200～299	300cm以上	50cm未満	50cm以上
Aグループ	0.032	0.092	0.119	0.266	0.580	0.834	0.43	0.785
Bグループ	0.044	0.126	0.176	0.343	0.647	0.870		
Cグループ	0.050	0.144	0.205	0.382	0.681	0.888		

A：1/1000 未満，B：1/1000～1/500，C：1/500 以上

本論文においては、表-2 の①～⑨のうち④～⑥を除いた項目の浸水深別被害率について、各項目が有する課題を解決しつつ東日本大震災の被災例により更新を試みた。

2.1.2 水害被害推計手法の変遷

水害被害額の推計については、明治 8 年より開始された内務省土木局統計年報が最も古い。戦後頻発した水害の実態調査を通じて水害被害調査の知見を蓄積し、浸水深別及び地盤勾配別に家屋被害率を設定する試みが建設省によって行われたのは、昭和 36 年のことである。昭和 36 年から 43 年までに実施した水害被害実態調査結果において被害率は毎年改定されていたが、それらの結果を集約した形で昭和 45 年に治水経済調査要綱（以下「要綱」という）が策定されている¹⁴⁾。要綱においては、家屋調査によって設定した浸水深別被害率を家庭用品、事業所資産、農漁資産のすべてに対して適用する手法を採用した。また、事業所の営業停止・停滞損失と公共土木施設被害については、その他の被害に一定率を乗じることによって算出していた。このようにいくつかの仮定をおきつつも、浸水深別に被害率を設定する手法は、昭和 45 年に策定された要綱において確立されたと言えよう。

さらに、平成 10 年度から建設省の予算を用いて実施される公共事業に対しては費用便益分析を含む事業評価の実施が義務づけることとされた。これは、公共事業への世論の批判の高まりや、北海道庁が平成 9 年に「時のアセスメント」を導入したこと等に伴い、建設、運輸、農水等の 6 省庁が事業評価制度を平成 10 年度から導入することになったためである。さらに、平成 14 年度から政策評価法が施行され、事業評価は同法に基づく政策評価の一つとして組み込まれることとなった。

このような時代背景の下、国費を投入する公共事業については費用便益分析を各事業で実施する必要が生じた。要綱の策定後も断続的に水害被害実態調査はなされていたものの、長年据え置かれたままであった浸水深別の被害率の改定をはじめ、被害推計手法を精緻化する必要が生じた。要綱を費用便益分析に適用可能なように発展させたものとして、平成 5

第2章 水害被害推計手法の概要と課題

～8年の水害被害実態調査結果を基に浸水深別被害率が改定され、現行マニュアルが平成11年度に策定され、それに伴い以下のことが規定された。

単に要綱の被害率を改定することに留まらず、事業評価の実施のために必要となる被害率等の更新・拡充が行われた。まず、家庭用品、事業所資産、農漁家資産にも家屋の被害率を適用していた方法を改め、家庭用品、事業所資産、農漁家資産についても個別に浸水深別被害率が設定された。さらに、一世帯あたりの家庭用品所有額については、昭和45年の国富調査を基準として消費仲率による補正する手法から、損害保険会社の調査データを基に設定する手法に変更された。事業所の営業停止・停滞損失については、家屋、家庭用品、事業所資産、農漁家資産の被害額の合計値である一般資産被害額に一定率を乗じて算出する手法から、浸水深別の停止・停滞日数を設定し、各産業一人あたりの付加価値額を乗じる手法に変更された。また、家庭と事業所のそれぞれについて、浸水深別の応急対策費用が新設された。

さらに、被害率以外についても費用便益分析を実施するための基準が定められた。費用便益分析を実施するために、評価期間を50年間として年平均期待被害軽減額により総便益を算出し、社会的割引率を4%として総費用と対比可能なように計算手法が整えられた。また、国勢調査によるメッシュ統計値を用い、破堤条件、浸水計算条件等の浸水シミュレーションによる解析手法が定められた。

以上のように、要綱からマニュアルに更新された際、被害項目の追加や算出手法の統一化がはかられたが、浸水深別被害率を適用するという基本的な考え方は変わっていない。なお、マニュアルは平成12年度、17年度に軽微な変更がなされたが、被害率を含む被害額算出方法については変更されていない。

2.2 水害被害推計手法の課題

2.2.1 水害被害推計手法の課題の概要

現行マニュアルの被害額推計手法の課題について考察するにあたり、まず被害額の定義について考える。

マニュアルによって算出される被害額は、災害の発生確率を乗じることにより期待値化され、さらに社会的割引率によって割り引かれた後に、便益として計上されるものである。したがって、被害額と呼んでいるものの、本来であれば費用便益分析における水害被害による被災者の効用変化を貨幣換算したもの、すなわち EV（等価的偏差）または CV（補償的偏差）でなければならない¹⁵⁾。被災者の効用変化が計測可能であるとの仮定を置いた場合の理論的研究は蓄積が進んでおり、例えば多々納・高木（2005）¹⁶⁾にまとめられている。さらに、経済成長理論の観点からは、被災による地域経済成長の鈍化がもたらす将来にわたっての効用低下を計測しなければならない。

しかし、現行マニュアルにおいて計測されている水害被害額は、水害により被害を受けた物的資産の再調達価格であったり、被害によって失われた営業利益を計上したものだったりする。これは費用便益分析においては、代替法と呼ばれる手法であり、被災者の効用変化を直接貨幣換算したものではない。

被災したものと全く同じものが平常時の価格で瞬時に調達可能であり、なおかつ被災による精神的な苦痛が一切ないと仮定できる場合には、被害を受けた物的資産の再調達価格をもって、代替法による被害額が効用変化を貨幣換算したものに相当すると言える。しかし、水害被害においては、復旧までには相当の期間を要し、復旧費用は復旧需要等の関係から平常時よりも高くなることが多いことは明らかである。しかも、写真やデータ等の個人所有のものや、骨董品のように市場に代替品がないもの、さらに電力をはじめとするライフラインのように価格が政策的に決定されており、緊急時における消費者の支払意思額と乖離しているものも被災するため、代替法では正確に効用変化を計測することはできない。

一方、効用変化を直接計測するには支払意思額あるいは受入補償額を聞き取るしかないのだが、それについては計測精度の課題が指摘されている¹⁷⁾。つまり、他に計測手法もないため代替法に依らざるを得ないのだが、その場合、平常時の価格体系をもって評価していることは、過小評価となっていることに留意が必要である。例えば、電力、ガス、通信、上下水道等のライフラインについては、需要と供給で価格が決まっているというよりは、むしろ政策的に決まっているため、その価格をもってライフラインの価値とすることは妥当ではない。一般企業であっても、他に代替品が少ない商品、すなわち価格弾力性の小さな商品を生産している企業が被災した場合は、その流通価格以上の被害をもたらすであろう。このような財は消費者余剰が極めて大きい財といえることができる。平常時に代替品が少ないということは、被災時にはなおさら短時間で他の企業等で代替品を生産できないと考えられる。中間投入財を生産する企業の被災によるサプライチェーンの寸断が良

い例である。交通網が被災している被災地においては、他の地域の小売店では当該地域の小売店を代替できないため、製造業に限らず小売業でもあてはまる。

以上のことから、被災者の効用変化を貨幣換算したものと、代替法による被害額との差は次のような事項があると考えられる。代替法で計測できない被害項目としては、被害を受けた物的資産が再調達できるまでの間には相当の期間を要するがその間の効用低下を評価できないこと、精神的な被害を評価できないこと、貨幣換算できない物的資産の被害もあること、政策的に低い価格体系となっているライフラインのようなサービスを正当に評価できないこと、代替品がほとんど存在しない場合には平常時の価格体系では評価できないこと等である。

さらに、大災害が発生した際の義援金やボランティア活動等の多さを考慮すると、復旧を少しでも早くすること、すなわち被災者の効用を被災前に少しでも早く元に戻すことに、被災者以外の者も効用を感じていると考えられるため、そのような利他的な効用も考慮する必要もあろう。また、被災者への生活再建支援制度の存在や、公共土木施設の災害復旧には費用便益分析が適用されていないという行政施策の背景を考慮すれば、被災者や被災地域に対しては、効率性の観点のみならず可能な限り被災者・被災地域への早期復旧を支援するという国民的なコンセンサスがあると思なすこともできよう。

以上のように、水害被害額の推計手法には根本的な課題が山積している。とはいえ、現実的には代替性を用いるしかなく、その前提に立ってもさらに細かな課題がある。代替法を前提とした現行マニュアルにおける被害額推計手法の課題を挙げると次のとおりとなる。

課題Ⅰ 治水事業によって国土の治水安全度が高まり、社会経済活動の高度化が達成されるが、その効果である高度化便益を計上できていない。

課題Ⅱ リスク・プレミアムを計上できていない。

課題Ⅲ 水害による被害は大規模なものとなれば、地域の社会経済構造そのものを破壊してしまう。その場合、復旧活動が正常に行えないことや、日常生活を送れないため被災地域外へ移転する被災者も存在し、元の状態に回復しないこともある。また、個々の被災世帯・事業所においても、流動性制約から、完全な復旧活動ができないことがある¹⁸⁾。しかし、現行マニュアルにおいては、壊滅的な水害は想定しておらず、どのような水害であっても被災後2ヶ月程度経過すれば全て元通りに回復するという設定になってしまっている。すなわち、カタストロフな被害が考慮されていない。

課題Ⅳ 被害額計測の対象項目が過不足ないのか、どのような定義により被害額を設定し被害率を算出しているのかが判然としていない。

課題Ⅴ 浸水深別に被害率が設定されているが、浸水深と被害率との因果関係については整理されておらず、被災者へのアンケート調査のみに依存しているため、その妥当性を検証するとともに、改善の余地がないか検討する必要がある。

課題Ⅵ 現行マニュアルの被害率設定に用いた水害データは既に17～20年前のものである。その後、家屋構造や経済構造が変化し、浸水に比較的弱い家電製品が普及する等、資産構成が大きく変わっているため、近年の資産及び被害の実態を踏まえたデータ更新が求められている。また、被害率設定手法に関して体系的に整理された資料が存在しないため、その妥当性を検証するとともに、改善の余地がないか検討する必要がある。

課題Ⅶ 被害のうち貨幣換算でき、なおかつ二重計算のおそれがないものに限り、被害額として計上しているため、被害の全容を把握できているわけではない。

このように治水経済調査マニュアルには実務レベルにおいてもまだ多くの課題が残されている。

このうち**課題Ⅰ**について取り組んだ既往研究としては、高度化便益を含め防災投資の経済学的考え方を不均衡と不確実性の概念で定式化したものとして上田（1997）¹⁹⁾、治水安全度の向上による土地利用の変化を組み込んだ空間モデルの構築をした高木他（1998）²⁰⁾、浸水リスクと地価との相関関係を分析した寺本他（2008）²¹⁾、矢部・村山（2000）²²⁾が挙げられる。このうち、上田（1997）、高木他（1998）については、公共経済学的観点から理論を整理した研究であり、実務に適用できるような段階ではない。寺本他（2008）については、東京と大阪で分析を実施しているが、浸水リスクと地価との相関が東京では統計的に有意とされる一方で、大阪では有意とは言えないといった結論となっており、矢部・村山（2000）では過去の浸水被害は地価に有意に影響を与えているものの、想定浸水リスクに対しては有意となっていないという結論となっており、この手法の技術的困難さが残されている。このように高度化便益については、治水安全度の向上が地域の発展にどのように貢献するかを定量的に予測したり、地価への便益帰着を分析したりすることが必要であるが、現在の土木計画学や経済学の知見では行政実務に供するに十分な精度を確保することは困難である。

課題Ⅱについては、家計の資産形成モデルで表現し、リスク・プレミアムを数式で示した横松・小林（2000）²³⁾が理論的な考察をしており、劉暉（2010）²⁴⁾はその考えに基づき地価データからリスク・プレミアムの抽出を試みている。しかし、災害に対する被災者個人のリスク・プレミアムをプロジェクト単位に集計できるか否かについては、経済学的には議論の余地がある²⁵⁾。さらに、四谷（2008）²⁶⁾が災害におけるリスク・プレミアム・パ

ズルとして分析し、損害保険等の顕示選好データからリスク・プレミアムを抽出しようとする場合、主観的確率の曖昧さとの分離が困難なことを指摘している。

課題Ⅲについては、カタストロフなリスクに対する防災投資によるリスク軽減と災害保険によるリスク分散との関係について論じた小林・横松（2000）²⁷⁾や横松（2011）²⁸⁾が挙げられるが、経済学的な理論考察であり、被害額推計等の実務面への展開には至っていない。実務的には、全水害に対して一律で設定している被害率の推計手法そのものを抜本的に変更しない限り解決しない課題であり、仮に水害規模別に被害率を設定するとした場合には膨大な調査数が必要となる。

以上のとおり、課題Ⅰ～Ⅲについてはその解決にはまだ充分な知見の蓄積が必要となるが、まだ十分になされていない。

本論文においては、課題Ⅳについては被害額の計測対象について整理し、課題Ⅴ、Ⅵについては浸水深別被害率の改定と被害項目そのものを見直すことにより、より実態に即した被害推計手法となることを目指すともに、課題Ⅶについて無理に貨幣換算するのではなく被害を定量的に推計することで被害の実態を把握することを試みる。

2.2.2 建物被害の浸水深別被害率の設定における課題

現行マニュアルにおいては、「家屋」とは一般家庭や事業所、役所等のあらゆる建物を包含した建築物の総称として使用されているが、紛らわしいため本論文では「建物」という名称で呼ぶこととする。

現行マニュアルに記載されている建物被害率は、平成5～8年に水害で被災した15自治体の被災建物を対象とした調査結果を統計処理したものである。

この時の調査は、「罹災申請の名簿から無作為に抽出された被災者に調査票を郵送した後、職員がその被災者宅を訪問し、回答内容を確認した上で調査票を回収する」という方法で行われている。調査票は、屋根、柱、床等の部位・材質毎の材料構成及び損害状況、浸水深等を被災者自身に記入してもらう様式となっている。新築費用の部位・材質別按分額を各部位・材質の被害額の上限として、調査結果に基づいて各部位・材質の被害額を建物全体で積み上げることで、建物全体の被害額を算出している。これと当該建物の総建築額との比率から被害率を求め、浸水深別に集計・整理している。

この調査方法の妥当性を検証するため、被災者宅への訪問による聞き取り調査（1件あたり30分～1時間程度）を試行的に50件実施した。

（東日本大震災の津波被災：宮城県石巻市・塩竈市，平成23年紀伊半島南部豪雨：和歌山県新宮市・那智勝浦町・三重県紀宝町，平成21年山口豪雨：山口県防府市）

その結果、被災者へのアンケート等のみにより建物の水害被害を調査する場合には、次の3つの課題があることが判明した。

課題① 被災者の建築知識等に依存しない調査方法が必要

内壁表面をはがしていないため「被害状況がわからない」等と回答した事例があった。これをそのまま集計してしまうと、内壁の被害は不明となってしまう。しかし、この手法では、浸水に比較的弱い断熱材が入っている内壁の浸水被害を客観的に評価したものとはならなくなる。すなわち、建築の専門家でない被災者の回答のみに依存すると、被害率は過小評価となるおそれがある。

課題② 被災者の資金制約等に依存しない調査方法が必要

「浸水したが資金がないのでそのままにしている」等と回答した事例があった。また、「家庭の事情から避難所生活ができないため、修理等せずに住み続けている」と回答した事例があった。すなわち、被災者が回答した復旧費用から単純に被害を推定してしまうと、被害率が被災者の資金制約や時間制約等に依存することとなり、過小評価となるおそれがある。



図-2 未復旧のままの内壁（訪問調査宅にて撮影）

課題③ 復旧費用を計測できる調査方法が必要

浸水被害からの復旧において、「床の撤去・再設置だけでなく、床下土砂を除去し、さらに消毒・乾燥・シロアリ対策を実施した」等と回答した事例があった。この場合、水害後の復旧費用には新築時には実施していない撤去・清掃費用等が含まれるため、新築費用の床相当分以上の復旧費用を要することとなる。すなわち、被災前の生活水準に戻すための費用を被害額として捉えた場合、新築費用の部位・材質別按分額を当該部位・材質被害額の上限值としている従来の被害率設定方法では、被害率が過小となっているおそれがある。



図-3 バキューム吸引による床下土砂の撤去（被災者提供写真）

2.2.3 建物の被害額推計に関する既往調査・研究

浸水による建物の被害内容の把握や、浸水深別被害率の調査については、平成 11 年度に浸水深別被害率が改定されてから、以下のような既往の実務調査や研究があるが、いずれも前節の課題に対応できるものとはなっていない。

まず、内閣府における災害の被害認定基準²⁹⁾については、災害救助法による応急修理や応急仮設住宅の供与、被災者生活再建支援法による被災者生活再建支援金、義援金の支給等の判定基準として使用されているものであり、昭和 43 年に初めて導入され、平成 13 年に改定されている³⁰⁾。被害認定基準においては、主要構造部位・材質（柱、耐力壁、基礎）の被害割合が 75%超となった場合は、他部位の被害状況にかかわらず「全壊」と認定することとされている。また、平成 16 年には当該年の相次ぐ水害被害の重大さに鑑み、被害認定基準の弾力的な運用を図るため、床上浸水による各部位・材質の機能損失について具体例を示したことに加え、「半壊であってもやむを得ず解体する場合、流入した土砂の除去や耐え難い悪臭のためやむを得ず住宅を解体する場合には全壊」とされた³¹⁾。さらに、平成 21 年には、設備類の部位・材質別構成比を 5%から 10%に引き上げたほか、「床下に堆積した汚泥を除去するため、床の一部（床板等）の取り外しが必要である」場合には、床の損傷程度を 75%とする等、近年における住宅の部位・材質別構成を反映するとともに、浸水被害からの復旧作業の実態を踏まえた改定がなされた³²⁾。このように、内閣府の被害認定基準は浸水深別被害率を設定する際の参考資料となるが、被害を受けた住家の被害程度を市町村職員が概略で判別するための基準であり、浸水シミュレーション等で得られた浸水深から被害額を推計することはできない。

(財)資産評価システム研究センターは、固定資産税算出の参考資料とするため建物の資産額評価手法を調査しており、平成 21、22 年には建物の面積あたりの評価額と標準的建物の部位・材質別構成比を調査している³³⁾、³⁴⁾。また、平成 23 年には、東日本大震災の津波で被災した建物の固定資産税評価を簡易に行うための参考資料として、各部位・材質の損

傷程度を想定し、それを加重平均することで浸水深別の被害率を設定するという調査も行っている³⁵⁾。浸水深別の部位・材質毎の被害率が設定されている数少ない研究であるが、現地調査等によって設定されているものではなく作成者の想定によって被害率が設定されているとともに、1階天井までの浸水深までしか被害率が設定されていないという課題がある。また、新築費用を部位・材質別に按分したものを各部位・材質の被害の上限値としているため、各部位・材質の復旧に必要な撤去・清掃・再設置等の復旧費用を考慮した被害とはなっていないという課題がある。

また、損害保険料率算定機構（2002）³⁶⁾、木村ら（2007）³⁷⁾は東海豪雨で被災した世帯を、加藤ら（2005）³⁸⁾は2004年台風16号の高潮被害を受けた世帯を、それぞれ対象としたアンケート調査を実施し、建物の浸水深別被害率を分析している。このような調査は浸水深に応じた水害被害の傾向を知るために貴重なものであるが、回答者が被害内容を把握しきれていないままでの回答となっていたり、回答者の資金制約に依存している回答となっていたりするおそれがある。また、鈴木他（2005）³⁹⁾は外観からの被害状況と浸水深との関係から、2004年の新潟豪雨水害の浸水深別被害率を算出しているが、建物の構造部材にのみ着目し、建物全体の被害状況を捉えたものではない。

日経BP社（2005）⁴⁰⁾、（社）日本ツーバイフォー建築協会（2012）⁴¹⁾は、床上浸水時における内壁等の部位・材質の被害状況を調査している。いくつかの部位・材質について浸水と被害との因果関係が調査されているが、特定の部位・材質・材質の事例的な調査に留まっているほか、浸水深と復旧費用との関係までは調査されていない。

なお、水害被害の被害実態を調査した事例として、民間の損害保険会社や補償コンサルタントにおける社外秘の調査データは存在することがヒアリングにより判明しているが、そのいずれもが非公表であるため、実質的に利用可能なデータではない。

2.2.4 家庭及び事業所関連被害の浸水深別被害率の設定における課題

家庭関連被害及び事業所関連被害の被害項目については、先に掲げた被災者への試行的な訪問調査等から、建物の課題に加え、現行マニュアルの被害額計上方法には次のような課題が見られることがわかった。

課題① 自宅が復旧するまでの間や自家用車を調達できるまでの間、生活環境が低下していることを被害額として計上することが必要

「トイレと台所などの修理が終わらず、家で生活できるようになるまでに5ヶ月かかった」、「車2台が被災を受けたため、車を調達するまでの約1ヶ月間は、自転車を使って移動せざるを得なかった」等と回答している事例があった。すなわち、元通りに復旧できていない自宅で不便な生活をしていたり、自家用車がない生活を甘受したりする被害については、現行マニュアルでは計上できるように

なっていない。言わば事業の営業停止・停滞損失額の家庭版を設けることが必要である。



図-4 電気が復旧するまで懐中電灯の灯りで生活

課題② 被災前の簿価（減価償却後の評価額）が，修理・再調達価格と大きく乖離している事例が見られるため，被災資産の評価方法を見直し，被害額を計上することが必要

「被災した設備・機器は，減価償却後の簿価では 300 万円程度に相当するが，中古品での再調達でも 3000 万円を要した」，「被災した設備・機器は，減価償却後の簿価では 7000 万円に相当するが，オーダーメイド設備であるため中古品はなく，再調達に 5 億 2000 万円かかった」等と回答している事例があった。このように，被災した設備・機器を修理・再調達するのに，簿価（減価償却後評価額）の 10 倍となるような事例も見られ，被災する前の状態に戻すためには，簿価を被害額の最大値とすることは適切ではないと考えられることから，現行マニュアルで設定されている被災資産の評価額の設定が適切かどうかを検証する必要がある。



図-5 オーダーメイドの生産用大型機械の被災

課題③ 事業所の応急対策費用については項目の漏れがあるため、被害項目を追加することが必要

「パソコンや書類関係はすべて流失または浸水した。書類で乾かせば読み取れそうな物は回収して整理したため、通常の仕事の合間にデータ・書類の復旧を行い、3人で1年ほどかかった」、「親戚が同業の工場を栃木県で営んでいたため、そちらで仮工場として従業者を派遣し一時的に作業させてもらったが、滞在費 300 万円がかかった」といった回答している事例があった。このように、応急対策費用には調査項目の漏れがあるため、見直す必要がある。



図-6 パソコンの被災によりデータが消失

2.2.5 家庭及び事業所関連被害の被害額推計に関する既往調査・研究

家庭関連被害及び事業所関連被害に関する被害内容の把握や、浸水深別被害率の調査については、平成 11 年度に浸水深別被害率が改定されてから、以下のような既往の実務調査や研究があるが、いずれも前節の課題に対応できるものとはなっていない。

損害保険料率算定機構（2002）は東海豪雨で被災した世帯を、加藤ら（2005）は 2004 年台風 16 号の高潮被害を受けた世帯を対象としたアンケート調査を実施し、建物とあわせて家庭用品の浸水深別被害率を分析しているが、家庭の応急対策費用については算出されていない。

木村ら（2007）は東海豪雨で被災した事業所を対象としたアンケート調査を実施し、事業所関連の被害率を分析しているが、現行マニュアルと同じ調査手法を踏襲したものであり、上記の課題に対応したものとはなっていない。

多々納ら（2006）⁴²⁾、中野ら（2007）⁴³⁾は、地震災害ではあるが、被災した事業所の経済損失について、フロー被害とストック被害の双方を総合的かつ体系的に概念を整理し、営業利益の減少額と復旧費用の総和により被害が過不足なく計上できることを示している。

しかし、そこで提案された手法を適用するには、被害の影響があると考えられるすべての事業所の営業利益と復旧費用について、時間的にも空間的にも影響のある範囲を調査する必要があり、実務上の適用は困難である。本論文内においてもアンケートと経済指標を用いて算出する手法を提案しているものの、その計測にあたっては営業利益の減少額を直接聞くのが困難であったため、利益率を一定とするという大きな仮定を置かざるを得なくなっている。

仲条他（2013）⁴⁴⁾は、東日本大震災で被災した製造業が復旧までに要した期間やその理由について、新聞等の公表資料を基に調査しているが、新聞等に記載されるような比較的規模の大きな製造業のみに調査対象が偏ってしまっている。

また、水害被害の被害実態を調査した事例として、建物被害と同様に家庭関連被害及び事業所関連被害についても、民間の損害保険会社や補償コンサルタントにおける社外秘の調査データは存在することがヒアリングにより判明しているが、そのいずれもが非公表であるため、実質的に利用可能なデータではない。

2.2.6 貨幣換算が困難な被害項目に関する既往水害の事例

水害被害のうちマニュアルに定量的な算出方法が記載されていない被害項目、すなわち貨幣換算が困難な被害には、例えば人的被害やライフライン停止の被害等、貨幣換算そのものが困難あるいはふさわしくない被害項目と、事業所の活動停止による被害域内外への波及被害や水害廃棄物の処理費用等、そのまま被害額に計上すると二重計上のおそれがあり精査が必要となる被害項目がある。

これらの被害の実態については、「水害の被害指標分析の手引き（H25 試行版）」に被害項目別にまとめてあり、その引用を中心に紹介する。

（1）人的被害

近年、世界各地で大規模な水害が発生し、多くの人命が失われている。2005 年に発生したハリケーン・カトリーナによる水害では、ニューオリンズ市においては人口の 75%にあたる約 36 万人（約 14 万戸）の住居が浸水し⁴⁵⁾、死者数はニューオリンズ市を含むルイジアナ州で 1,600 人弱、全米では 1,800 人以上と推定されている⁴⁶⁾。2010 年にパキスタンで発生した水害においては死者 1,980 人以上⁴⁷⁾、2011 年にタイで発生した水害では死者 815 人に及んでいる⁴⁸⁾。

我が国においても、カスリーン台風による水害では、河川の氾濫（利根川、渡良瀬川、桐生川）による死者は 364 人⁴⁹⁾、伊勢湾台風による水害では、死者・行方不明者約 5,098 人、負傷者 38,921 人に及んだ⁵⁰⁾。

ハリケーン・カトリーナによる水害では 6 万人に及ぶ住民が逃げ遅れて屋根の上などで孤立し、救助活動は約 1 ヶ月に及んだ⁵¹⁾。伊勢湾台風においては十数万人⁵²⁾、カスリーン台風では約 1 万 1 千名の孤立者が発生した⁵³⁾。

また、平成16年台風23号による死者（土砂災害によるものを除く）51人のうち28人を65歳以上の高齢者が占める等⁵⁴⁾、災害時要援護者は人的被害を受けるおそれが高い。

（2）交通途絶による波及被害

浸水による交通途絶は人流・物流の停滞や迂回交通の発生など大きな影響を及ぼす。平成12年に発生した東海豪雨水害では、多くの交通機関が不通となった。道路では、東名高速が約14時間、国道1号が約13時間通行止めとなったほか、鉄道では、東海道新幹線が約1日、東海道本線が約3日運行を停止した⁵⁵⁾。愛知県内では夕方のラッシュ時と大雨のピークが重なり、大量の帰宅困難者が発生するなど、JR東海だけで少なくとも約33万人に影響が出た。

平成24年10月にアメリカのニューヨーク都市圏を襲ったスーパーストーム・サンディによる高潮水害では、10日間以上にわたって運行休止した地下鉄やビルの地下施設が浸水し機能不全に陥る等の被害が生じた⁵⁶⁾。

（3）ライフラインの機能停止による波及被害

浸水によるライフラインの停止は、社会経済活動への直接的な影響に加え、被災後の復旧・復興の遅延にも影響を及ぼす。

2005年のハリケーン・カトリーナによる災害では、15基の火力発電所の内5基、変電所263箇所が浸水被害を受け、最大300万世帯が停電し、ニューオリンズ市内における復旧率は、3週間後で19%、4ヶ月後で95%だった⁵⁷⁾。電力と通信の途絶により、現金引き出しや、キャッシュカード等の取り扱いができなかったため、水、食料、ガソリン等が買えない状況となった。また、水没住宅からガス漏れが起こり、それが原因で火災が生じた⁵⁸⁾。

平成12年に発生した東海豪雨水害では、中部管内において最大約33万戸が約5日間停電、約5,700戸が最長7日間の都市ガス供給停止、約1,500世帯が最長4日間、固定電話が不通、携帯電話では基地局が最長12日間の停波となるなどのライフラインの被害が発生した³⁷⁾。

平成17年9月の台風14号による宮崎市の富吉浄水場の冠水では、約31,000世帯（約5万人）の給水に影響を与えるとともに、断水解消までに約45日を要した⁵⁹⁾。また、平成23年の東日本大震災では、東北地方の太平洋沿岸を中心に、下水処理場が120箇所被災し、48箇所が稼働停止、63箇所が施設損傷した。

（4）経済被害の域内・域外への波及被害

大規模な水害が発生した場合、被災地域の社会経済活動のみならず他地域へも影響が広く波及する。平成12年9月に発生した東海豪雨水害の場合、自動車産業を中心に、経済被害は東海地方だけでなく、全国へ波及した。例えば、トヨタ自動車は、関連会社を含む全国24工場で生産を停止し、完成車ベースで約17,000台の生産を先送りすることとなった⁶⁰⁾。

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災においては、自動車部品メーカーの生産拠点が多数壊滅的被害を受け 100 社以上が再開できない状況となったため、自動車各社の在庫部品は 3 月 25 日（被災から約 2 週間）までに底を突き、東日本以外のほとんどの生産拠点でも生産を停止した。部品供給の滞りの影響は、4 月には海外の生産工場にもおよび、数日間の生産停止や生産台数を 30～50%に引き下げるなどの影響が海外メーカーも含め拡大した^{61)・62)}。

平成 23 年 10 月のタイ王国のチャオプラヤ川洪水では、日系企業が進出しているタイ中部の工業団地で浸水被害が発生し、日系企業約 440 社が冠水し、多くの企業が操業停止となった⁶³⁾。特にサプライチェーン（供給網）が寸断されたことで、組立工場は浸水しなくとも、2 次、3 次サプライヤーの被災による供給停止で、操業できないなどの波及被害が顕在化した。トヨタ自動車は日本の 7～8 割、北米の 9 割の工場が稼働を停止し、タイ洪水に起因する 1 ヶ月間の減産台数は世界全体で 15 万台になった⁶⁴⁾。ホンダはタイ工場の浸水により、10 月 4 日から 3 月 25 日の 5 ヶ月半にわたって工場を閉鎖した。フル操業体制となるのは 4 月の見込みであり、洪水に備えた工場の増設等を今後実施する予定である⁶⁵⁾。ソニーはデジタル一眼カメラのボディを生産する唯一の工場が被災したため、発売予定だった新製品の発売時期を延長した⁶⁶⁾。

平成 24 年 10 月のスーパーストーム・サンディによる高潮水害では、ニューヨーク証券取引所が 2 日間閉鎖することにより、世界の金融市場に影響を及ぼした⁶⁷⁾。

（5）医療・福祉施設等の機能停止による波及被害

浸水による医療・福祉施設等の機能停止は、入院患者・入所者をはじめとする災害時要援護者に対して深刻な影響を及ぼす。また、被災により救急・救命医療が施せなくなると命に関わる事態となる。

平成 16 年の台風 23 号においては、兵庫県豊岡市の公立豊岡病院が浸水した。予定していた手術を 5 日間延期し、透析治療が不可能になったため患者 2 名を防災ヘリで他院へ転院させた⁶⁸⁾。

また、平成 17 年の台風 14 号においては、宮崎市の潤和会記念病院が 1.5m 浸水し、医療機器を始め 1 階館内各室、各設備、非常用電源などが水没し、ライフラインは途絶し、飲料水の確保も困難となった。完全な復旧までに 1 ヶ月半を要した⁶⁹⁾。

2005 年のハリケーン・カトリーナ水害においては、500 人の入院患者と 100 人の職員が孤立する病院が発生し、水と食料の分配を巡って暴動が起きる寸前となった。電力も通信手段も喪失し、病院内の温度は 43℃に上昇し、心肺維持装置は手作業で行うなど全て手作業となった⁷⁰⁾。

また、平成 23 年の東日本大震災においては、人工透析患者が避難所生活によって十分に透析を受けられなくなったことが原因で死亡したと考えられる例が確認されている⁷¹⁾。

(6) 防災拠点施設の機能停止による波及被害

市区町村役場、警察署、消防署等の防災拠点施設が機能停止した場合には、氾濫時の応急対策活動のみならず、復旧・復興活動においても影響を及ぼすことになる。

平成12年9月台風14号では、愛知県西枇杷島町の町役場庁舎の受電施設及び非常用発電機が水没し、防災機能に支障が生じた⁷²⁾。また、平成16年10月台風23号では、京都府大江町の町役場1階にある防災情報無線室が浸水し、町民に災害情報や避難を伝える機能を喪失するなど、自治体における防災機能が麻痺した。

(7) 地下空間の被害

地下空間が浸水した場合には、人的被害に直結し、排水や電源設備の被災などにより復旧に時間を要するなど、甚大な影響を及ぼす。特に大都市においては複雑に接続しあった地下空間が形成されているため、地下空間に収容されている施設の全容の把握や、氾濫水の進入・拡大経路の予測を困難としている。普段は使われておらず意識されていなくとも、ひとたび浸水が始まると物理的に接続されている地下空間を伝って浸水域が拡大し、広範囲にわたってビルの電気設備等が機能停止するおそれがある。

福岡水害では、福岡市地下鉄が浸水し、平成11年には約4時間の不通、平成15年には約23時間不通となった。また、平成12年の東海豪雨水害では、名古屋市営地下鉄4駅が浸水し、最大2日間不通となった⁵⁵⁾。

1992年、シカゴにおける河川での杭打工事に起因して、かつて石炭貨物用に用いられていた地下トンネルに水が浸入した。このトンネルはシカゴ市街地に張り巡らされ、電線等の収納空間として使用されていたため、当時世界一の高さであったシアーズタワー等の超高層ビルを含むビル群の地下の電気設備が機能を停止した。この浸水により約200棟が被害を受け、地下鉄、ATM等も使用できなくなった^{73),74)}。2001年には台湾で発生した洪水により、台北市に存在する6路線ある地下鉄のうち、5路線が浸水した⁷⁵⁾。2002年に発生したプラハの洪水では、地下鉄全線3路線が浸水し、18駅が水没し、復旧まで約半年を要した⁷⁶⁾。

(8) 文化財の被害

平成10年9月の高知水害では、高知県立美術館の一階展示コーナーや空調設備が浸水し、県展出典作品などと合わせ、約10億円の被害が発生した。再開まで約3ヶ月を要した。

平成15年7月の豪雨では、福岡県飯塚市にある国の登録有形文化財で江戸歌舞伎小屋様式の嘉穂劇場が浸水、1階の舞台や客席が壊滅的な被害を受けた。修復、再開まで約1年1ヶ月を要した。

(9) 水害廃棄物の発生

大規模な水害が発生した場合、一時に大量の廃棄物が発生する。被災地における早期の復旧・復興を実現するためには、水害廃棄物の収集、運搬、中間処理及び最終処分等を迅速かつ円滑に行う必要がある。しかし、被災直後は道路の通行止めが生じること、水害廃棄物は、水分を多く含んだ状態で排出されること等によって、平常時と同じ収集・運搬・処理は困難となる。

平成16年台風23号による兵庫県豊岡市の被災では、可燃ごみが約2万トン発生し、約7ヶ月の処理期間を要した⁷⁷⁾。

2.2.7 貨幣換算が困難な被害項目の既往調査・研究

このように、貨幣換算が困難な被害項目は多数あることが認識されているが、これまでの被害推計では貨幣換算の困難さから被害額として計上されてこなかった。これらの被害は被害額のみでは類推することができないことから、水害による被害をより実態に即して把握するためには、それぞれの被害の特徴に着目した被害の定量化が必要である。

前述したとおり現在の被害額に計上されていない被害項目は様々なものがあるが、特にライフライン停止被害については、既往研究があるものの本論文の狙いとしている浸水深等の情報のみにより定量的に被害を推計するような簡易な手法については、まだ提案がなされていない状況である。このような背景から、本論文ではライフライン停止被害に焦点を絞って分析を行う。

ライフラインは社会経済活動にとって必須の施設であり、なおかつ被災後の復旧には欠かせない。ライフライン停止被害を定量的に算出することができれば、水害被害の深刻さを判断するための重要な指標となる。特に電力途絶は、災害時の応急活動に支障が出ることや、医療機関等における患者の生命維持に関わる場合があるとともに、他のライフラインの供給に波及するおそれがある。しかし、現行マニュアルにおいては、事業所と同じ扱いで償却資産、在庫資産、営業停止・停滞損失、応急対策費用を算出することとされており、それでは上記のような被害実態を把握できるとは言い難い。また、これまでは水害によるライフライン停止被害を簡易に定量評価する手法がなかったため、リスク分析や事業評価においてはライフライン被害の定量評価が実務的に行われてこなかった。

泰・目黒(2002)⁷⁸⁾は、平成12年東海豪雨を事例として、配電用変電所の電力供給量の変動と浸水被害箇所との関係について分析を行い、電力供給量の低下量から配電用変電所の浸水区域を評価する手法を提案している。しかし、電力供給低下量の実績値に基づいて事後的に算出する手法であるため、浸水シミュレーションの結果等から事前に電力停止被害を定量的に推計することはできない。

また、中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会」⁷⁹⁾においては、河川管理者が利根川及び荒川の洪水氾濫の浸水シミュレーションにより計算地点毎(計算メッシュ毎)

の浸水深を示した上で、そのデータを基に各ライフライン事業者が個々の供給施設の機能停止の有無を確認し、さらに供給ネットワークを考慮した影響範囲を確認するという手法により、電力、ガス等のライフライン停止被害の推計が試みられた。しかし、この手法はライフライン事業者に多大な負担を課すこととなり、全国の河川・海岸管理者が事業評価等の際に簡易に算出することができないため、実務的な適用は困難である。中央防災会議の検討においては、各事業者の計算は半年以上を要したという。しかしながら、首都圏における大規模水害では、ライフラインの供給が停止するとともに、浸水継続時間が長期に及び孤立者の生活環境の維持が極めて困難となる地域が発生することも示唆されている。

このように、電力、ガス等のライフライン停止による影響を推定する既往の手法は、被害状況を事後的に把握するためのものや、ライフライン事業者に多大な労力を課すものであり、整備効果等を事前に評価するための簡易的な推計手法については、これまで十分に検討がなされてこなかった。

なお、ライフライン停止被害以外についても、人的被害については中央防災会議（2008）⁸⁰、池内他（2011）⁸¹、池内他（2011）⁸²によって推計手法が提案されている。交通途絶については戸田らの提案した手法がある。経済波及被害については、中央防災会議（2008）⁸³、中央防災会議（2013）⁸⁴で示されたような手法を適用することが考えられる。医療・福祉施設、防災拠点施設については、各建物・施設が使用できなくなる浸水深の閾値を設定すればよいが、それは概ね自動車が使用できなくなる条件、電気等のライフラインが使用できなくなる条件を参考に設定することができる。サプライチェーンの寸断については中野・多々納（2008）⁸⁵が、中間財、最終財それぞれが被害を受けた場合に経済全体が受ける影響を分析するモデルを提案している。地下被害については戸田他（2008）⁸⁶、中央防災会議（2008）⁸⁷、池内他（2012）⁸⁸に詳しい。文化財の被害については、施設毎に異なるため浸水深の閾値を一律に設定することは困難である。水害廃棄物については、環境省（2005）⁸⁹、平山・河田（2005）⁹⁰が詳しい。水害による精神的被害については、松島他（2007）⁹¹が平成16年の豊岡水害を事例にCVMで計測を試みており、その大きさは無視できるものではないことを示している。精神的被害についてはこの他にも高木他（2000）⁹²が試算している。

2.3 被害額計上にあたっての前提条件の整理

2.3.1 被害額計上のために整理すべき前提条件

本節では、被害額を計上するためにはいくつか整理が必要となる前提条件が存在する。まず、地域経済の疲弊や巨大な復旧需要、他の事業所が被災したことによるサプライチェーンの分断等、被災前からの地域経済構造の変化をどのように捉えるべきかという前提条件の整理が必要である。次に、被害額の計上対象とする項目が現行マニュアルのままで良いかという前提条件の整理が必要である。最後に、時価評価額と再調達価格のどちらで被害額を計測すべきかという前提条件の整理が必要である。上記の3つについて考察することで、被害額計上のための前提条件を整理する。

2.3.2 被災による地域経済構造変化の取り扱い

本章の冒頭で掲げた課題Ⅲについて、本論文での取り扱いを検討する。この課題は、壊滅的な被害を想定しないというものであるが、復旧可能な被害であったとしても一定程度以上の被害となった場合には、その復旧にかかる地域的な波及効果や復旧需要をどのように取り扱うかということが課題となってくる。

第5章の事業所関連被害における営業停止・停滞損失の節で紹介するが、津波被災地への現地調査結果において、被災地では操業不能や大規模被災による経済構造の変化が発生していることが明らかになった。これは各種報道や統計資料にも現れているとおりであるが、この状態をどのように捉えて被害額に反映するかを決める必要がある。

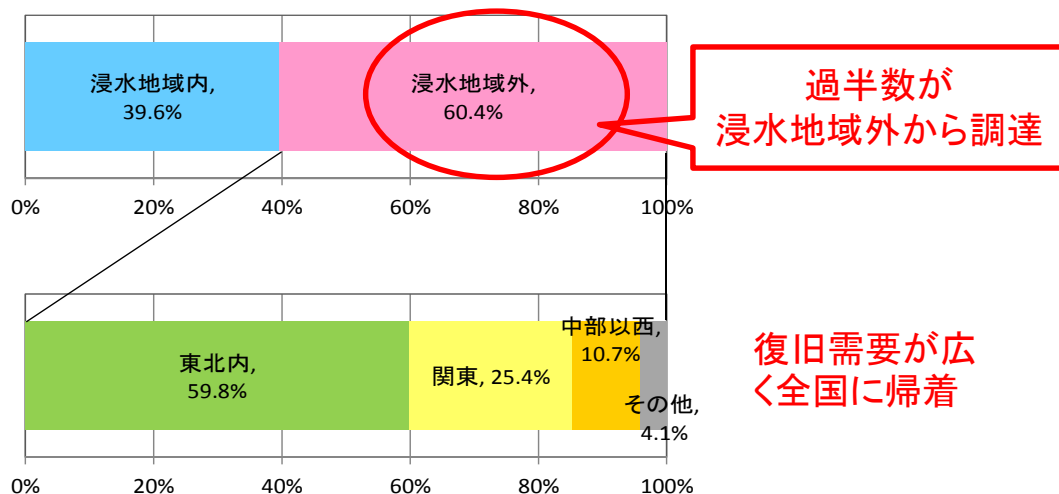


図-7 津波被災事業所の償却資産復旧の調達先

現行マニュアルにおける水害被害額の計上にあたっては、被災者の被害状況に応じて被災前の価格を適用している。大規模な被害においては、被災前後で経済構造と価格体系が変化しているが、この影響まで考慮して被害額を計算するためには、全国レベルの市場変化を時系列で把握することが必要となる。例えば、前図に示すとおり本論文における被災事業所への調査によれば、津波被災事業所においては償却資産の復旧にあたりその調達先は6割が浸水地域外となっており、その地域は全国に広がっている。

多々納他(2006)⁴²⁾、中野他(2007)⁴³⁾は復旧需要を取り込んだ経済被害額の計測手法を提案しており、営業利益の減少額と復旧費用の総和が、復旧需要の影響も考慮した被災事業所の経済損失額となることを示している。しかし、この手法を適用するには、時間的にも空間的にも被害の影響があると考えられるすべての事業所の営業利益と復旧費用を調査する必要がある、実務上の適用は困難である。

東日本大震災の津波被害にこの手法を適用しようとする、被害による人口変化や全国に拡散している復旧需要の影響を、復旧作業が収束するまでの期間にわたり、全国にわたって津波被害以外の他の経済動向等の影響を除去して抽出しなければならない。また、他の事業所が被災したことによりサプライチェーンが分断等されており、それにより被害を受けていない事業所においても影響が出ているはずであり、その影響も除去しなければならない。

まず、これをマクロ経済統計等の統計値から算出することが考えられるが、それは困難である。マクロ統計はある程度の時間と空間の広がりがないと統計値がまとめられないが、被災地はマクロ統計が対象としている地域と比較すると極めて限定的であるため、被災地のみの数値とすることは困難であるし、マクロ統計が対象とするような時空間的な長さでは他の経済要因の影響を排除できなくなる。

一方、聞き取り調査から算出する方法では調査対象の時空間範囲がかなり限定的になるという課題がある。後述する現地調査において被災事業所に利益等の変化について聞き取りを試みたが、売上の変化については回答してくれても利益や費用の変化についてはほとんど回答してもらえず、聞き取り調査等からも調査が困難であった。

このように、復興需要や経済構造の変化を捉えることは現実的に困難である。

また、通常、経済評価をする場合には、需要と供給が均衡している均衡経済を想定している。実務的にそうしないと計算が困難であり、需要側と供給側で評価額が異なる結果となってしまうからである。ところが、水害被害額を算定する際にはこの均衡の概念は通用せず、需要と供給が大幅に乖離しており（厳密には時々々の価格で局所的・瞬間的には均衡しているのだが）、その乖離が収束するまで、すなわち被災前の定常的な経済成長過程に戻るまで、需要と供給との乖離を埋めるべく市場が時空間的に急激に遷移していく。そのような状態では、均衡状態を想定した経済評価ではなく、不均衡状態を想定した経済評価を行うべきであり、時空間を可能な限り細かく分けて、

細分化された時空間毎に均衡を仮定して被害額を算出するという手法を採ることが考えられる。均衡状態ですら統計的に有意となるサンプル数を調査するのに相当苦勞するにもかかわらず、時空間単位で細分化されたそれぞれについて被害額を算出することは、さらに困難である。

そこで、均衡状態すなわち時空間を通じて需要と供給が均衡して一定であることを仮定して経済被害額を算出しているのが現状であるが、無理に均衡状態を想定しているため、どの時点、どの地点における量と価格で計測するのか、その量と価格は需要側で計測するのか、あるいは供給量で計測するのかにより、被害額が異なることとなる。需要側で計測する場合には、被災前の状態に戻すための受入補償額、または被災前に戻ったと仮定して被災を防ぐための支払意思額等が考えられる。一方、供給側で計測する場合には、被災で失われたものを再調達するための機会費用、または被災前に戻ったと仮定して被災を防ぐために必要となる施設等の調達に必要な機会費用が考えられる。

ここで、事業所関連被害以外の建物被害等の被害額の計測手法について見てみると、現行マニュアルでは供給側のアプローチを採用していることが分かる。事業評価においては基本的には供給側のアプローチを採用し、それが困難な場合にのみ CVM 等の需要側のアプローチを採ることとしていることが一般的であるためである。供給側から計測する方が計測条件等を客観的に示せるということもあるし、CVM 等の需要側の計測手法には誤差が大きいからであろう。

機会費用で計測するということは、被害額を平常時の再調達価格により評価するということである。どのような被害であっても、復旧需要が高まっていれば復旧額は平常時よりも高くなるが、これまでの被害額の計測においてはそのような手法は採られていない。被災後の真の機会費用は復旧需要も加味した再調達価格であるが、それを計測することはかなり難易度が高い。復旧需要を考慮するということは需要変化による価格変化や供給量の変化を考慮するということであるからである。実際の被災においては、被災による復旧需要の大きさや被災による供給能力の減少から一気に復旧がなされるのではなく、復旧の進捗と需給の不均衡状態の是正とは表裏一体で進んでいく。平常時と比較して被災後はかなりの価格高騰が起き再調達の速度は落ちることとなるが、復旧が進むにつれてその乖離が収束していく。この復旧過程の時系列の各断面及び空間的広がりすべて捉えなければならないが、それは実務上不可能であろう。

このように考えると、現在の被害額の計測手法はかなり過小に出ているおそれがある。この過小な評価を少しでも緩和するために、応急対策費用と営業停止・停滞損失額等の間接被害額を設定していると捉えることができる。なぜなら、即時に復旧できるのであれば、間接被害は計上する必要がないからである。これらの間接被害額は、均衡状態を仮定して算出している他の被害額とは切り離して、平常時の価格からの乖離相当分や、復旧にかかる期間に得ることのできなかった利益を算出することとして

いる。このように考えると、間接被害額とは直接被害額のための計測では過小となりがちで、不均衡経済の被害評価の補完であると捉えることもできる。

現地調査の結果からは水害被害によって経済構造の変化や復旧需要により不均衡な経済状態となっていることは明らかであり、その状態を評価する必要があるが、現実的な評価手段の困難性と、他の被害額の評価手法との関係から、本論文においても均衡状態を仮定し、供給側のアプローチを採り、被災前の価格体系により、事業所関連の被害額を算出することとする。

2.3.3 水害被害額に計上すべき対象と計上方法

次に、本章の冒頭で掲げた課題Ⅳについて、本論文での取り扱いを検討する。この課題は、どのような被害項目を計測対象にし、どのような定義による被害額なのかを判断としないというものである。

表-4 被害額として考えられる定義

	(a)水害により 損傷した物的資 本の評価額を貨 幣換算したもの	(b)復旧にあた り被災者が当面 必要とする資金 額	(c)被災者の効 用を全て被災前 に戻すための費 用（治水の費用 便益分析の便益 として見込むべ き費用）	(d)被災者の生 活水準、被災事 業所の財務水準 を従前の状態に 戻すために必要 な費用	(e)現行マニュアル の対象
建物被害	時価評価額	復旧費用	復旧費用	復旧費用	建物全体の再調 達価格を被災部 位の被害相当分 に按分したもの
家財被害	時価評価額	再調達価格	再調達価格	再調達価格	再調達価格
家庭における応急対策費用					
清掃費用		○	○	○	いずれかを計上
自宅解体費用		○	○	○	
代替活動支出費用		○	○	○	○
代替住居費		○	○	○	
代替車両費		○	○	○	
事業所の在庫資産被害	○		○	○	○
事業所の償却資産被害	時価評価額	再調達価格	時価評価額	時価評価額	時価評価額
営業停止・停滞損失額			○	○	
事業所における応急対策費用					
代替活動支出費用		○	○	○	○
取引先への連絡費用		○	○	○	
データ復旧費用		○	○	○	
仮設事業所費用		○	○	○	
被災者の精神的被害			○		
被災者への寄附、 ボランティア活動、 政府による所得再配分等			○		

ここで、被害額として考えられる定義を5つ検討し、その対象とする被害項目を整理した。記載している被害項目の詳細については、本論文において詳述している。

本来であれば、「（c）被災者の効用を全て被災前に戻すための費用（治水の費用便益分析の便益として見込むべき費用）」という定義で計測すべきところではあるが、

「被害者の精神的被害」，「被災者への寄付，ボランティア活動，政府による所得再配分等」を含めた被害項目を計測することは計測技術上の難易度が高いため，本論文では「（d）被災者の生活水準，被災事業所の財務水準を従前の状態に戻すために必要な費用」という定義で被害額を計測することとした．両者には計測対象項目に差があり，この差を埋めることが今後の課題となるであろう．

（d）の定義は，「（a）水害により損傷した物的資本の評価額を貨幣換算したもの」や「（b）復旧にあたり被災者が当面必要とする資金額」よりも計測範囲が広くなり，（a）や（b）の定義では被災者の生活水準等を被災前に戻すには不十分であることが分かる．さらに，「（e）現行マニュアルの対象」は（a）～（d）のどの定義とも異なっており，体系立って整理がなされていないことが分かる．

2.3.4 時価評価額と再調達価格

現行マニュアルにおいて，建物被害及び家庭関連被害の計上にあたっては再調達価格として新規購入を想定して計上している．一方，事業所関連被害については償却資産の項目において，減価償却後の評価額を被害額の最大値として，現行マニュアルでは取り扱っている．この違いについてもこれまで体系的に整理されたものがないため，ここで分析しておく．

まず，住宅について考察してみると，図-8によると，多くの世帯では持ち家の購入回数は1回であり，2回以上購入して建物を更新する割合が少ないことから，維持修繕は行いうがほぼ生涯利用できるものとして購入している世帯が多いことが分かる．

次に，表-5を見ると，新築を購入する世帯主は30歳代が43%を占めている一方で，住宅寿命を概ね30年とすると，その更新時期を迎える60歳代は7%に留まっている．住宅の耐用年数からすると60歳前後に2回目の更新時期のピークがあっても良さそうであるが，そういう調査結果にはなっていない．つまり，住宅の耐用年数は欧米諸国に比べると短いことが知られているが，所有者に着目してみると生涯に1回だけの購入となっていることがわかる．つまり，住宅は一代で一回の購入がほとんどを占め，事業所における償却資産と異なり，「耐用年数を経過すると更新される」という前提が考えにくい．



図-8 住み替え意向アンケートの結果⁹³⁾

第2章 水害被害推計手法の概要と課題

家計を主に支える者の年齢	割合
25 歳 未 満	0.5%
25 ～ 29歳	5.0%
30 ～ 34	19.3%
35 ～ 39	24.0%
40 ～ 44	16.9%
45 ～ 49	10.9%
50 ～ 54	6.9%
55 ～ 59	5.7%
60 ～ 64	4.3%
65 ～ 69	2.8%
70 ～ 74	1.7%
75 歳 以 上	2.0%
	100%

表-5 新築購入者の年齢割合⁹⁴⁾

加えて、損害保険は新価契約（新築建設費の保険金が見られる契約）がほとんどである。ある損害保険会社に聞き取り調査したところ、平成23年度の個人用火災総合保険（水害も対象）の総額の97%が新価契約であり、時価契約は3%に過ぎない。これは損害保険会社の経営戦略上の都合もあるが、住宅の経過年数とは無関係に被災した場合に新築するのに必要な保険料・保険金を世帯が求めていることの証左でもある。さらに、水害が発生した地域では、同時に周辺地域の住宅も被災している場合が多く、中古住宅を得ようとしても十分に無い状況が想定される。よって、被災前に所有している土地に、住宅を新築する方が一般的である。

また、家財についても同様であり、前述の損害保険会社における平成23年度の個人用火災総合保険（水害も対象）の総額の99%が新価契約であり、時価契約は1%に過ぎない。さらに中古市場は住宅以上に少ないと言えよう。

なお、中央防災会議等により公表されている東日本大震災、阪神大震災等の過去の被害額、及び南海トラフ地震、首都直下地震をはじめとする想定被害額のいずれについても新価を基本とした再調達価格で計算しており、上記の考え方と符合する。さらに、海外における被害額の推計においても、再調達価格が用いられていることが多いようである。2001年の9.11テロの被害額についてニューヨーク市とニューヨーク連邦銀行の両者ともに再調達価格を用いて算出しており、2005年のハリケーン・リタ及び2006年のハリケーン・カトリナの米国議会予算局による被害額算出にも再調達価格が用いられている⁹⁵⁾。

以上を踏まえると、被災した資産と同等物の再調達価格を被害額とすることが適切かどうかは議論のあるところであるが、一方で減価償却等によって償却した値である時価を被害額とすることは相応しくないことが分かる。本論文では、このような問題意識に基づきつつも、再調達価格と時価の両者を比較した場合、再調達価格の方が被害額としてより適

切であるとの立場に立ち、再調達価格を被害額とする。

一方、事業所被害について考察する。各住宅や家財は所有すること自体で効用を得ているのに対し、償却資産は所有そのものには意味がなく、それを用いた営利活動で売上を計上していくことが目的である。つまり、事業活動に必要な一つの経費であるが、長期間使用が可能であるという点が消耗品と異なっているだけである。事業所は営利活動を実施するのに伴い、償却資産についてはその取得費用と耐用年数に応じて減価償却費を毎年計上し、経費を平準化している。このことを考慮すれば、被災前に計上した減価償却費については既に売上のための経費として処理されており、経済的な役割は終えてしまっていると見なせる。したがって、使用途中で被災した償却資産については、被災時点において減価償却をしていない残存分が、まだ使用できていない資産の価値と考えることができる。オーダーメイドであっても中古であっても、上記の考え方に則れば、償却後の評価額を被害額の最大値として良いこととなる。

2.4 本論文の研究方針

本章で概観したように、水害被害の調査、事業評価制度の導入というそれぞれの時代の要請に基づき、水害被害額の推計手法が逐次整えられていった。推計手法の根幹をなす被害率の設定にあたっては、その時々活用可能なデータを用いて設定されてきている。

本論文では、前述した課題を解決するための調査手法を開発し、その調査手法によって浸水深別被害率を改定し、被害額推計手法を高度化することを目指す。そして、その過程で、浸水深と被害率の関係等、水害被害の因果関係を明らかにしていく。

具体的には、建物被害、家庭関連被害（家庭用品被害、家庭における応急対策費用）、事業所関連被害（事業所の在庫資産、事業所の償却資産被害、事業所の営業停止・停滞損失）の被害項目について、先に掲げた課題を解決する。さらに、その知見を活用し、近年の大規模水害において最も被害が甚大であり、なおかつ現段階で調査可能な被害である東日本大震災における津波を対象として、被害率を試算する。

また、貨幣換算が困難な被害についても定量化するため、その代表事例として本論文ではライフライン被害に着目する。全国の河川・海岸管理者が事業評価等の際に簡易に算出可能なよう、浸水深のみによってライフライン機能の停止の有無を判別できる手法を開発することを目指す。

第3章 建物被害の推計手法の高度化

3.1 はじめに

3.1.1 概要

本論文は、近年の建築技術の知見を踏まえた浸水による建物の被害内容を把握し、それに基づく標準的な復旧方法・復旧費用について調査及び分析を実施することで、復旧費用から被害率を算出する手法を開発したものである。

本章では、浸水深別被害率のなかでも特に大きな部分を占める建物被害の浸水深別被害率の改定を目指し、文献調査、住宅メーカー等の専門家への聞き取り、現地の被災事例の調査を通じて、マニュアルにおける被害率推計手法の高度化をはかることとした。

また、近年の水害被害の実態を反映し、被害率で集計する範囲を拡張するとともに、被害額算出の基礎となる統計データをより適切なものに変更する等も検討することとした。

最後に、本論文で開発した手法の適用例として、東日本大震災に伴う津波被害における浸水深別被害率を試算した。

3.1.2 現行マニュアルにおける被害額算出方法

現行の治水経済マニュアル（案）における建物被害の算出手法は次のとおりである。

表-6 現行マニュアルにおける家屋被害額算出手法

<p>床面積に家屋 1 m²当たり評価額を乗じ家屋資産額を算定すること。</p> <p>メッシュ内の階数分布を用いて補正した資産額に浸水深に応じた被害率を乗じて家屋被害額を算定すること</p> <p>[解説]</p> <p>床面積に都道府県別家屋 1 m²当たり評価額を乗じて家屋資産額を算定する。</p> <p style="text-align: center;">家屋資産額＝床面積×都道府県別家屋 1 m²当たり評価額</p> <p>なお、床面積は世帯数に一世帯当たりの平均床面積を乗じた値を基本とすると、事業所の建物が評価されず、過小評価となるので、「固定資産の価格等の概要調書（総務省）」等をもとにした（財）日本建設情報総合センターの 100mメッシュデータによる建物の延床面積を用いる。</p> <p>家屋資産をメッシュ内の階数分布を用いて補正し、被害率を乗じて家屋被害額を算定する。</p> <p style="text-align: center;">家屋被害額＝補正後家屋資産額×被害率</p>

家屋の浸水深別被害率

浸水深 地盤勾配	床下	床上					土砂堆積(床上)	
		50cm 未満	50～ 99	100～ 199	200～ 299	300cm 以上	50cm 未満	50cm 以上
Aグループ	0.032	0.092	0.119	0.266	0.580	0.834	0.43	0.785
Bグループ	0.044	0.126	0.176	0.343	0.647	0.870		
Cグループ	0.050	0.144	0.205	0.382	0.681	0.888		

A : 1/1000 未満, B : 1/1000～1/500, C : 1/500 以上

(1) 被害率適用にあたっての留意事項

1) 床高の設定

居住用家屋, 事業所建物のそれぞれの特徴を勘案して床高を設定することとするが, 居住用財産については, 一般的には建築基準法等との整合からメッシュ水深が 45cm 以上を床上浸水とする。

2) 地盤勾配

地盤勾配で異なる被害率を適用するのは, 氾濫水の流体力の差を考慮したものである。地盤勾配は氾濫区域の地形的な特徴やメッシュ平均地盤高からメッシュごとに設定する。なお, メッシュ平均地盤高をもとに, 周辺メッシュとの比高差からメッシュ単位で機械的に勾配を設定すると, 周辺に比べて極端に勾配の異なるメッシュが得られることがあり, それが実際の地形を表現していない場合には, より広い範囲で平均する等の操作が必要である。

(2) 家屋資産額補正にあたっての留意事項

アパート・マンションについては, その建物の位置するメッシュの水深が床下に相当する場合, 2 階以上の住居についてはその被害を受けないことになるので所要の補正を行うこととする。

補正にあたっては, 浸水被害を受ける家屋資産を当該メッシュの建物の平均階数等を用いることが望ましい。一般的には浸水は高々数メートルであるので, 3 階以上の階数部分を見捨てるならば, 次のような補正を行うことも可能である。

また, 事業所資産についても階数による補正を行うこととする。

＜浸水被害を受ける家屋資産の補正の例＞

$$P = P_0 \times \gamma$$

P_0 はメッシュの家屋資産、 γ は補正係数でメッシュの建物の平均階数を f とするとき、

$$\begin{aligned} f < 3 \text{ のとき} & \quad \gamma = 1.0 \\ f \geq 3 \text{ のとき} & \quad \gamma = 2 / f \end{aligned}$$

建物の平均階数は現地の状況等を踏まえ、次の方法等により設定できる。

メッシュデータを用いる方法

国勢調査メッシュデータには、居住階数別世帯数のデータがある。このデータは階数ランクに応じた世帯数であるため、利用にあたっては一定の割り切りが必要であるが、例えば2階までの世帯を被害の対象とするなどにより補正率 γ を設定できる。

＜参考＞ 統計的な指標を用いる場合

(財) 日本建設情報総合センターの既往の調査事例によると、ある区域の建物の平均階数 f と人口および事業所従業員の密度 m には、 $f \approx f(m) \approx a + b \cdot m$ なる関係が認められている。このような簡便法で f が推定できる場合には、それを用いることもできる。

表-6 は、被害算出手法の基礎となるものであり、床面積あたりの単価に浸水深に応じた被害率を乗じて被害額を算出することを示している。また、一般的な床高を 45 cm と設定することや、通常の浸水では浸水深が到達しない 3 階以上の被害を捨象して補正する方法を示している。

本論文における被害率見直しにあたり、現行マニュアルの考え方を援用していく部分と、見直しをかける部分とに分ける。

まず、床面積あたりの単価に浸水深別の被害率を乗じるという基本的な考え方については、そのまま踏襲する。ただし、地盤勾配と土砂堆積による被害率の割り増しについては、今回の見直しでは津波被害を事例として考察を行ったため、ここではその違いについては分類しなかった。

3 階以上の建物については浸水することが非常にまれである。例えば荒川の氾濫により北千住付近が浸水する場合には我が国でも有数の浸水深となるが、それでも 6m 程度であり 3 階の床に到達するかどうかという程度である。そこで、本論文においても 2 階までの考察とすることとした。ただし、現行マニュアルで設定されている階数補正は、3 階以上の建物において 2 階以下がほぼ全壊となった場合にも 3 階以上はそのまま使用可能とするもので

あるが、通常は2階までがほぼ全壊となれば、建物全体を再築するが通常と考えられるため、この仮定については事例を収集することにより今後も被害実態を継続的に調査することが望ましいと考えられる。

床高については、建築基準法施行令第21条及び第22条において、直下の地面からその床の上面まで45cm以上とすることが定められていることや、基礎高は実態として30～40cmが34.6%、40cm以上が56.2%⁹⁶⁾、平均約44cm⁹⁷⁾となっており、床高はこれに土台の高さ、床厚が加わる。これらのことから、床高を50cmと設定した。事業所においては、建築基準法における床高の規制がないが、第5章で紹介するとおり筆者らが東日本大震災において被災した事業所92件の平均値が46cmとなっていることから、事業所においても50cmを適用することは妥当と考えられる。

なお、現行マニュアルでは特に規定されていないが、天井高、床厚を設定しておく。建築基準法施行令第21条及び第22条において、居室の天井高さが居室の床面から2.1m以上と定められていることから、天井の上の梁高、床厚を加えると最低でも2.5m以上と考えられる。居室の天井高の調査結果では2.3～2.5mの住宅が全体の約85%を占めていることや⁹⁶⁾、建築関係の専門家に聞き取りをしたところ1階天井と2階床までの間の梁高、床厚の合計は30cm程度であることから、1階床から天井までの間を240cm、階高（1階の床から2階の床までの高さ）を270cmと設定した。

3.1.3 現行マニュアルの課題解決のための被害額推計手法の検討

建物被害の従来の調査方法においては、前章で示したとおり、「被災者の建築知識等に依存しない調査方法が必要」、「被災者の資金制約等に依存しない調査方法が必要」、「復旧費用を計測できる調査方法が必要」との3つの課題があることから、被害率が過小となっているおそれがある。これらの課題は、被災者にアンケートやヒアリングをし、その結果を基に統計的に被害率を設定するという従来の方法では解決しない。

これらの課題を解決するために、以下の4つの仮説を立てその妥当性を検証することとした。

仮説① 水害によるこれまでの建物の被災事例を観察すると、漂流物やがれきの衝突等の物理的作用により破壊されている事例と、浸水そのものにより部位・材質が損傷を受けている事例がある。そこで、建物を構成する各部位・材質を浸水に対する耐久度で分類することができるのではないかと。

仮説② 浸水に比較的弱い部位・材質については、建築の専門家にヒアリング等することで、浸水深と被害との関係から、浸水深別の被害率を標準化して設定できるのではないかと。

仮説③ 浸水に比較的強い部位・材質については、漂流物の衝突等の偶発的な事象に起因することも多く、浸水深と被害との関係を標準化することは困難と考えられるため、これまでと同様に統計的な手法により、建物被害を設定することが適切ではないか。

仮説④ 建物を新築する場合と異なり、被災した建物の補修・復旧については、損傷部位・材質の撤去、残された建物の乾燥・清掃、部位・材質の再設置という手順を採らなければならない。しかも、撤去・再設置については損傷していないを残したままの作業となる。したがって、現行マニュアルにおける被害率設定手法のように建物全体の新築費用を部位・材質毎に按分した額を部位・材質毎の被害額の上限とする手法と比較すると、上記の復旧工程を適切に組み込んだ費用を各部位・材質の被害額とした場合の方が、より現実の復旧額に近いものとなっているのではないか。

(財)資産評価システム研究センター(2012)³⁵⁾は、東日本大震災の津波で被災した建物の簡易的な固定資産税評価を行うため、総務省が参考資料としているものであるが、その浸水深別被害率の実質的検討を実施した(財)日本不動産研究所システム評価部の平井主幹にヒアリングした結果、以下のとおり仮説で考えたこととほぼ同じコメントが得られた。

- ・ 建物の各部位・材質を浸水に比較的強いものと弱いものとに分類することは可能であると考えられる。
- ・ 床、内壁等の浸水に比較的弱い部位・材質については、浸水したか否かのみで被害程度が定まってくるため、理論的に被害率を設定することは可能であろう。例えば、2階建て木造建物の場合、2階床上浸水で一定程度の浸水深になったら全壊扱いすることになるだろう。すなわち、浸水のみによって被害が定まる部位・材質が多いため、部位・材質別に被害を標準化する手法を用いることで被害率の大部分は定まってくると考えられる。
- ・ 基礎、柱等の浸水に比較的強い部位・材質については、がれき衝突等の物理的作用により被害程度が定まると考えられる。
- ・ 建築分野においては、地震被害や火災に関する調査・研究は進んでいるものの、浸水被害に関する調査・研究はほとんどなされていない。固定資産税の浸水被害に関する減耗率算出等の実務を長年担ってきたが、学術的な研究はほとんど聞かないし、専門の研究

者もないと思われる。したがって、演繹的に被害率を求めるのであれば、浸水被害に遭った建物を復旧した住宅メーカーや工務店等に聞き取りするのが最も効果的かと思われる。

- ・ 固定資産税算出のための浸水深別の建物被害の考え方は、現行マニュアルと同様に、個別部材の被害を積み上げ、被害の上限を新築費用の部位・材質別按分額を被害の上限としている。つまり、補修費や復旧費用を積み上げたものとなっていない。部位・材質別の被害額を累計したものが新築費用相当額を超過しない限り、被害の上限を新築費用の部位・材質別按分額を被害の上限とする手法を適用することは妥当であると考えられるが、現実には復旧費用は新築相当額よりも高額になることが多いため、現行マニュアルで適用したような被害額の設定方法は適切ではない。しかし、復旧費用を積み上げるような手法で被害を定量化する調査・研究は知らない。

なお、この他にも内閣府において被害認定基準を設定している部署、その見直し作業に携わっている学識者、損害保険料率算定機構、民間損害保険会社にも聞き取り調査をしたが、概ね上記と同様の内容であった。

以上の聞き取り結果から、仮説を基に被害率の設定を進めることが妥当であると判断し、本論文においては次に掲げる方法を採用した。

1) 建物の部位・材質毎の浸水被害特性の把握

住宅メーカー等の建築関係の専門家に聞き取り調査をし、浸水による建物の部位・材質別の被害内容を把握し、浸水のみで交換等が必要となる部位・材質（以下、「浸水に比較的弱い部位・材質」と呼ぶ）と、浸水のみでは交換が必要になるほどの劣化・損傷は生じないが、流体力や漂流物の衝突、土砂混入等の物理的作用による損傷状況や、被災者の主観的な衛生観念等に依存して交換等の復旧内容が定まる部位・材質（以下、「浸水に比較的強い部位・材質」と呼ぶ）との2種類に分類した。

2) 浸水に比較的弱い部位・材質の被害率の設定方法

浸水に比較的弱い部位・材質については、浸水のみによって交換等が必要となるため、浸水深が与えられれば自動的に被害が定まる。この部位・材質については、住宅メーカー等からの聞き取りに基づき、浸水のみで交換等が必要となる閾値となる浸水深を設定した。さらに、被災建物を調査する際に、部位・材質の分類、浸水深の閾値等が実際の建物被害と整合していることを確認することで、その妥当性を検証した。この手法を採用することにより、被災者の建築知識や資金制約等に左右されずに被害率を標準化して設定することを可能とした。なお、2) と3) による被害率設定は互いに独立であり、両者を足し合わせることで全体の被害率となる。2) により設定される被害率は浸水のみに

より定まるものであるため、河川洪水であろうと、高潮であろうと、津波であろうと同様の被害となる。

3) 浸水に比較的強い部位・材質の被害率の設定方法

浸水に比較的強い部位・材質については、浸水のみでは被害の程度は定まらないため、被災建物を実際に調査し、統計的に設定するしかない。しかし、国土交通省におけるこれまでの被害率調査の経験から、河川洪水のみを対象にしていたのでは浸水深別被害率を統計的手法で求めるのに十分な事例がなかなか集まらないことが懸念されるため、東日本大震災における津波により被災した事例を調査することとした。津波は段波が襲ってくるため非常に強い流体力が作用することや、大量のがれきや土砂が混入していること等が河川洪水とは異なるが、この部分に相当する調査の方法そのものは同じアプローチを用いることができる。浸水に比較的弱い部位・材質の被害率と、浸水に比較的強い部位・材質の被害率を足し合わせれば、建物全体の被害率となる。浸水に比較的弱い部位・材質の被害率は流体力には関係なく決まるため、浸水に比較的強い部位・材質の被害率を物理的作用の強さに応じて変更すれば、津波であろうと河川洪水であろうと同じ調査方法で被害率を設定することができる。

4) 復旧費用による被害率の設定

各部位・材質の交換等に必要となる一般的な作業内容とその費用についても聞き取り調査し、部材等の撤去、清掃、再設置等の費用を積み上げることで、各部位・材質における標準的な復旧費用を設定した。標準的な費用の積算が困難な部位・材質については、新築費用に対する損耗程度を設定した。これにより、新築費用の部位・材質別按分額を当該部位・材質被害額の上限とすることで被害率が過小評価されてしまうという課題を解決した。

3.1.4 住宅メーカー等への調査手法の概要

住宅メーカー、設計事務所、工務店等の建築の専門家 10 法人に対し、聞き取り調査を計 16 回にわたり実施した。10 法人とは、栗林瓦店、斎藤工務店、スウェーデンハウス(株)、住友林業(株)、積水化学工業(株)、大成建設ハウジング(株)、(財)ツーバイフォー建築協会、(株)日東設計事務所、(財)日本不動産研究所、森野工務店であり、それらを選定した理由は表-7 のとおりである。

この聞き取り調査結果をとりまとめたのが、表-8 である。次節では、この表をまとめるにあたっての根拠となる事項を整理している。議論を簡単にするため、浸水深と被害額との関係はすべて 1 階部分のみを対象としている。2 階以上についても、当該階における床からの浸水深を基に適用すれば良い。なお、現行マニュアルにおいては、利用できる統計数

第3章 建物被害の推計手法の高度化

値の関係から、浸水シミュレーションによる計算メッシュ毎の浸水深とメッシュ内の建物延床面積から被害額を算出している。本論文の成果を今後マニュアルへ反映していくことを見据え、復旧費用についても建物の床面積あたりの単価に換算したものを設定することとした。

表-7 聞き取り調査を実施した法人名（五十音順）と選定理由

法人名	選定理由
栗林瓦店	在来工法の瓦に関する知見を有している
斎藤工務店	河川洪水被災地における建築復旧を数多く手がけている
スウェーデンハウス(株)	積雪慣例地域で普及している高気密・高断熱住宅に関する知見を有している
住友林業(株)	木造在来工法全般に関する知見を有している
積水化学工業(株)	木造・非木造全般に関する知見を有している
大成建設ハウジング(株)	非木造建築工法に関する知見を有している
(財)ツーバイフォー建築協会	ツーバイフォーをはじめとするプレファブ建築に関する知見を有している
(株)日東設計事務所	設計事務所として住宅に限らず事業所を含む全般的な見識を有している
(財)日本不動産研究所	先述したとおり不動産の固定資産税評価をする際の参考資料を作成している有識者が在籍しており、東日本大震災に伴う津波による不動産価値損耗の簡易推計手法も手がけている
森野工務店	津波被災地における建築復旧を数多く手がけている

表-8 浸水による脆弱性、復旧費用の積算可能性で分類した部位・材質

■木造										
部位	①床	②内壁	③外壁 サイディング系 モルタル・木質系	④建具 金属建具 木製建具	⑤天井	⑥屋根 (瓦などの 仕上材使用)	機器設備		⑨基礎	⑩軸組 (小屋組含む)
部位の被害額の考え方							⑦電気・ 配線設備	⑧給排水 設備		
○：標準的な補修費用から被害率を設定 ●：損耗程度を想定して被害率を設定	○	○	○	● ●	○	○	●	●	●	●
■非木造										
部位	①床	②内壁	③外壁 サイディング系 モルタル・木質系	④建具 金属建具 木製建具	⑤天井	⑥屋根 陸屋根 瓦などの 仕上材使用	機器設備		⑨基礎	⑩軸組・ 主体構造部
部位の被害額の考え方							⑦電気・ 配線設備	⑦空調 設備	⑧給排水 設備	
○：標準的な補修費用を設定 ●：損耗程度を想定して被害率を設定	○	○	○	● ●	○	○ ●	●	●	●	●
<div> <div>■(水色)：浸水に比較的弱い部位・材質</div> <div>■(黄色)：浸水に比較的強い部位・材質</div> <div>■(黄色/水色)：材質の違いにより、被災形態が異なる部位</div> </div>										

3.1.5 浸水に比較的弱い部位・材質の被害率

次節で述べる浸水に比較的弱い部位・材質の被害率を設定するにあたり、専門家から聞き取った浸水被害の内容と復旧作業の妥当性を確認するため、河川洪水や東日本大震災の津波により被災した建物計 280 件を訪問し、被災内容を調査した。

被災地調査にあたっての選定基準は次の通りである。

まず、過去 10 ヶ年程度に発生した水害を対象として、水害統計から被災棟数や浸水面積等を参考に規模の大きいと考えられる水害の候補を抽出する。次に、発生頻度の高い浸水深が浅い被災建物が多くなってしまうことから、浸水深 2m 以上の浸水被害がある箇所、特に全壊、半壊が多い箇所を調査の候補とする。当該調査は建物のみならず、他の水害被害調査を兼ねて実施したこともあり、ライフライン被害、交通機関被害が発生するなど、水害による社会的に影響が発生した地区を選定する。最後に、可能な限り特定の地方に偏らないように、調査対象箇所の候補を選定し、23 自治体 280 件で聞き取り調査を実施した。

その結果、専門家からの聞き取り内容と実際の被災事象との整合性を確認することができた。

なお、選定した調査の候補箇所について、自治体の水害統計担当者と連絡を取り、調査協力の可否を確認したが、以下の理由により協力が困難との回答になる場合があり、これらのことが、被害の実態調査を困難にしているとも言える。

- ・ 自治体等で既に詳細な被害の調査しており、住民からは度重なる調査と解されて調査の協力が得られにくいと考えられる場合。
- ・ 調査対象地区の地元が水害原因を巡って裁判で係争中等の場合
- ・ 復旧・復興の対応で多忙を極めており、調査が入ることができない場合
- ・ 新たな水害が発生した場合

第3章 建物被害の推計手法の高度化

表-9 建物被害に関する訪問調査を実施した自治体と調査件数

水害名			市町村名	件数
大分類	小分類	水系名		
河川洪水	平成 16 年台風 15 号	国領川水系	愛媛県新居浜市	7
	平成 16 年台風 23 号	由良川水系	京都府福知山市	18
			京都府舞鶴市	10
	平成 16 年新潟・福島豪雨	信濃川水系	新潟県長岡市	17
	平成 17 年台風 14 号	肱川水系	愛媛県大洲市	6
	平成 20 年岡崎豪雨	矢作川水系	愛知県岡崎市	3
	平成 21 年台風 9 号	天竜川水系	長野県諏訪市	25
	平成 22 年梅雨前線豪雨	厚狭川水系	山口県岩国市	14
			山口県美祢市	6
	平成 23 年台風 15 号	馬淵川水系	青森県南部町	22
平成 24 年九州豪雨	筑後川水系	大分県日田市	10	
	山国川水系	大分県中津市	11	
東日本大震災に伴う津波			岩手県釜石市	18
			岩手県宮古市	17
			宮城県石巻市	7
			宮城県塩竈市	9
			宮城県多賀城市	20
			宮城県岩沼市	9
			福島県相馬市	17
合計				280

3.2 部位別・材質別の浸水被害

3.2.1 床

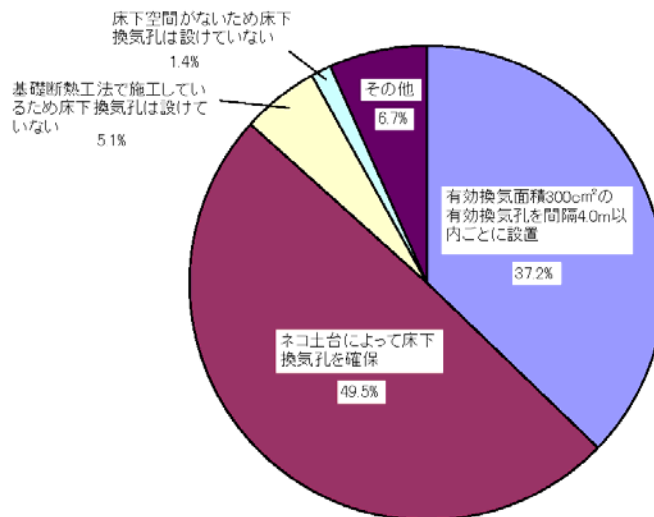
(1) 床の構造と材質

文献により，一般的な床の構造と材質を調査した．

建築基準法施行令第22条（居室の床の高さ及び防湿方法）においては，最下階の居室の床が木造である場合における床の高さ及び防湿方法は，以下のとおりとするように規定されている．

- ・ 床の高さは，直下の地面からその床の上面まで45センチメートル以上とすること．
- ・ 外壁の床下部分には，壁の長さ5メートル以下ごとに，面積300平方センチメートル以上の換気孔を設け，これにねずみの侵入を防ぐための設備をすること．（ただし，床下をコンクリート，たたきその他これらに類する材料で覆う場合及び当該最下階の居室の床の構造が，地面から発生する水蒸気によって腐食しないものとして，国土交通大臣の認定を受けたものである場合においては，この限りでない．）

住宅金融支援機構によると，平成14年度に融資を受けた新築物件における床下換気措置は，「ネコ土台によって床下換気孔を確保している」が49.5%を占めている．ネコ土台とは，基礎パッキン工法とも呼ばれ，基礎コンクリートの上にパッキンを設置して換気を確保する工法である．



調査対象：マイホーム新築融資（一般貸付け，特別貸付け）平成14年度

第1回～第4回申込物件【全国（沖縄を除く46都道府県）1万件

図-9 床下換気措置の内容別シェア⁹⁷⁾

坂本（2001）⁹⁸⁾や専門家への聞き取り調査によると、我が国の木造住宅における床下換気口には次のように変遷があった。

- ・ 建物の床下空間は、地盤からの湿気がこもりやすい。特に木造住宅においては、湿気により、腐朽菌やカビ、シロアリなどが発生し、土台や柱脚部、床束、1階床組みなどに重大な被害を及ぼしうる。これを防止するため、換気孔を設け適切な換気を行うことで湿気の排除を図るのが最も一般的である。
- ・ 旧来の日本家屋は、玉石や切石を用いた独立基礎で、床下は「吹きさらし状態」であることが大半であった。現在は独立基礎は使われていない。
- ・ コンクリートの布基礎の普及とともに、現在最も一般的な「床下換気孔」（布基礎の上部に凹字状に欠き取り、そこに換気孔部品（＝スクリーン、格子）をはめ込んで、モルタルで固定する構法）が普及した。
- ・ 当初、コンクリート布基礎に対しては、床下の通風換気の不具合よりも、コンクリート自体の湿度による木材の腐朽の方が懸念されており、基礎のコンクリートと木材を縁切りする構法として基礎パッキン工法が考え出された。一時は通常の換気孔部品の普及で廃れたが、^{かいもの}支物の材質として性能の高い樹脂製が発売されたところにより、コンクリートと木材の絶縁に加え、床下全周換気による換気能力の高さや布基礎の断面欠損がなく地震に対する構造的有利性が注目され普及することとなった。平成6年（1994）に住宅金融公庫の評価承認を受け、それ以降普及に拍車がかかった。
- ・ 床下工法については、水害よりもむしろ地震被害を軽減することを目的に次々と新たな工法が普及していつている。
- ・ 1階の床構造は、木造・非木造に関わらず一般的には、基礎の上に土台・根太などを置き、その上に床下地材・仕上げ材を張る構造となっている。住宅における仕上げ材は、木造・非木造ともに同じ木質系のものが用いられる。事業所等においては、床はコンクリート床板であることが多い。

以上により、住宅と事業所等に分類し、住宅については一般的な換気孔と基礎パッキン工法とに分けて調査することが必要であることがわかった。これらについて詳細を調査するため、住宅メーカー等の専門家に聞き取りを行った。

<住宅>

- ・ 住宅における換気孔の高さに関する統計値等は不明であるが、住宅の基礎のコンクリート高さは40cm前後であることが多い。
- ・ 10年程度前から耐震対策として増えてきている基礎パッキン工法については、隙間が基礎の上に存在する。
- ・ 建物全体が非木造であっても、住宅であれば床下空間を確保するために床は木造とする

ことが多い。

- ・ 床暖房設備をはじめ床下空間を設備等に利活用する工法が増えてきている。

<事業所等>

- ・ 事業所の場合は，床がコンクリート床板（スラブ）の場合が多く，換気の必要性が低い
ため，基には直径10cm程度の小さな換気孔しか存在しない。

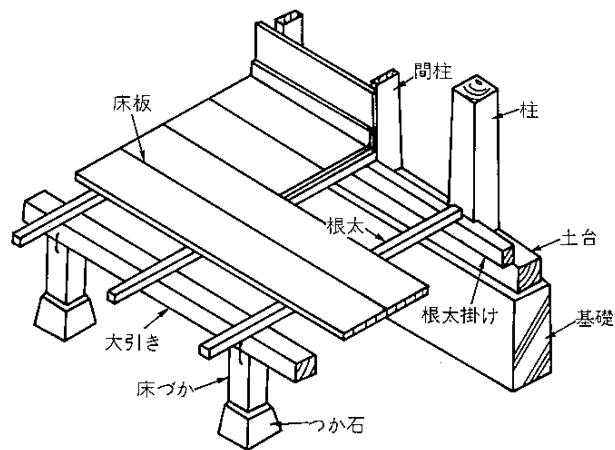


図-10 住宅の一般的な床構造⁹⁹⁾

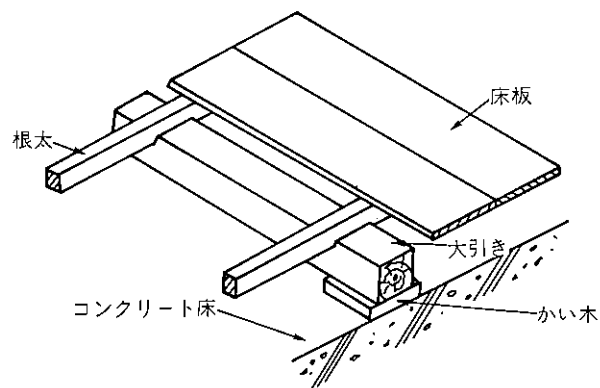


図-11 コンクリート床版の床構造⁹⁹⁾



図-12 一般的な床下換気孔の例（訪問調査宅にて撮影）



図-13 基礎パッキン工法（ネコ土台）による床下換気工法の例（新築住宅を撮影）

（2） 床の浸水被害と復旧方法

前述の調査結果を参考に、床の浸水被害の状況と復旧方法、復旧費用について、専門家から聞き取りを行った。

- ・ 床下換気孔に浸水深が到達すると、土砂混じりの氾濫水が床下に浸入し、床下に土砂が堆積する。

＜住宅＞

- ・ 住宅の場合は、臭気やカビなどの衛生面のほか、シロアリ発生などの構造部材の耐久性への影響があるため、床をはがして土砂撤去・消毒・防蟻処理・乾燥し、床を再設置すべきである。

＜事業所等＞

- ・ 基礎には直径10cm程度の小さな換気孔しか存在しない。
- ・ 鉄筋コンクリート構造でも、耐久性への影響は木造ほどではないが床下に泥が入った場

合は、臭い、カビ、湿気が発生する。コンクリートは、カビ等によっては構造的に影響を受けることはないが、通気性がないため数年間にわたって、臭い、カビ、湿気が収まらないと思われる。したがって、床下点検口から土砂の吸い出しを行うべきである。

- ・ 洗浄方法については、床下換気孔あるいは点検口に向けて高圧洗浄にて洗浄し、汚泥を搬出する方法となる。
- ・ 床は非木造のため腐食しないが、床上まで浸水した場合には、膨張・劣化・臭いがつくことや、コンクリート床版と床仕上げ材の間に水が入ると湿気が抜けないことから、床仕上げ材は剥がすべきである。なお、フローリングは水に浸かると自然と剥がれる。

(3) 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用

以上までの調査を基に、復旧が必要となる浸水深の閾値と、復旧内容と復旧費用を設定する。浸水深で復旧費用等を設定するのは、費用便益分析等で使用する場合には、浸水シミュレーションの結果から得られる浸水深のみによって被害率が定まるようにする必要があるためである。

建築基準法施行令第22条の規定により床下に45cm以上の空間が設けられることとなっている住宅と事業所等で場合分けをする。

まず、住宅は基礎のコンクリートの高さは40cm前後であることから、基礎パッキン工法を用いている場合は浸水深が40cm以上になると床下に土砂が流入するものと設定した。一般的な換気孔については、基礎コンクリートの上部を切り欠いて設けられているため、浸水深が20cm以上になると床下に土砂が流入するものと設定した。これらの閾値に達した場合の復旧費用を専門家からの聞き取りにより調査した結果、浸水した階の床（仕上げ材、下地材）を全て一度撤去して、床下の土砂撤去、乾燥、消毒、防蟻処理が必要となる。この場合、床撤去5,000円/㎡、土砂除去・消毒・防蟻処理4,000円/㎡、床再設置17,000円/㎡程度の費用を要し、処理期間は10～13日間程度（撤去2～3日、乾燥4～7日、施工2～3日）とした。

一方、事業所等の場合、床下に浸水した場合、床下の土砂撤去・清掃は床下点検口から高圧洗浄・バキュームによる撤去を行うものと設定した。なお、床構造は撤去しないものとし、この場合の費用は、専門家からの聞き取りにより調査した結果、1回あたりの高圧洗浄費用20,000円及び土砂撤去費用10,500円/㎡とした。床上浸水した場合は、仕上げ材の劣化などが生じるため、仕上げ材を撤去・交換するものとし、この場合の費用は、交換する床面積あたり22,000円/㎡とした。なお、1階の場合は、基礎内部の土砂撤去・洗浄のために、さらに、1回あたりの高圧洗浄費用20,000円及び土砂撤去費用10,500円/㎡がかかるものとした。

第3章 建物被害の推計手法の高度化

表-10 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用（床）

浸水範囲・被災要因		被害算定方法(交換内容・部位の損傷程度)	費用
床下・床上浸水		下地材・仕上げ材撤去(5,000円/㎡) 床下の土砂除去・防蟻処理(4,000円/㎡) 下地材・仕上げ材の再設置(17,000円/㎡)	床面積あたり26,000円/㎡
床下換気孔:敷地高から20cm以上の浸水			
基礎パッキン※:敷地高から40cm以上の浸水			
＜事業所等＞			
浸水範囲・被災要因		被害算定方法(交換内容・部位の損傷程度)	費用
床下浸水		床下点検口からの高圧洗浄・パキュムにより、 床下の土砂の吸い出し・清掃	高圧洗浄20,000円/回 +土砂吸い出し10,500円/m ³ (堆積土砂m ³ あたり)
床上浸水		上記に加え、仕上げ材を撤去・交換	上記費用 +仕上げ材交換22,000円/㎡

※費用はいずれも床面積あたり

(4) 被災建物への訪問調査による確認

以上で設定した被災状況や復旧内容の妥当性を、被災建物への訪問調査で確認した。

事例① 「(水を含んで) ブヨブヨとやわらかくなった」、「におい、泥がひどかった」、「時間が経っても砂がでてくる」、「臭いがとれない」、「変形していた」等、浸水と土砂・ヘドロの堆積による被害が発生しており、浸水による床の被災状況の妥当性は確認できた。



図-14 浮いて散乱し泥だらけとなった畳（被災者提供写真）

事例② 「床下の土砂・ヘドロは、畳を剥がしたところや、床下換気孔から手の届く範囲で取り出した」、「床をすべて取り外し、土砂を取って乾燥させてから入れ替えた」、「畳はフローリングに換えた」等、被災者の建築知識レベルや資金制約等から、必ずしも設定したとおりの復旧内容とはなっていないが、復旧内容の妥当性は確認できた。



図-15 床下土砂の撤去・洗浄（被災者提供写真）



図-16 柱と土台を残しすべて撤去した床（被災者提供写真）

3.2.2 内壁

(1) 内壁の構造と材質

床と同様に，専門家からの聞き取りにより，一般的な内壁の構造と材質を調査した．

- ・ 内壁の構造は，室内側より，仕上げ（クロス等），下地（石膏ボード，合板），胴縁（入っていない場合もある），断熱材，間柱（間柱の間，あるいは胴縁と間柱に挟まれた空間に断熱材がはいっている）で構成されているのが一般的であり，壁（屋内）の構造は，構造・工法・用途により大きな違いはない．
- ・ 内壁における石膏ボードの普及は進んでおり，使用率はほぼ100%となっている．
- ・ 断熱材は，鉱物系断熱材であるグラスウール等と，プラスチック系断熱材であるポリスチレンフォーム（スタイロフォーム），硬質ウレタンフォーム等がある．

第3章 建物被害の推計手法の高度化

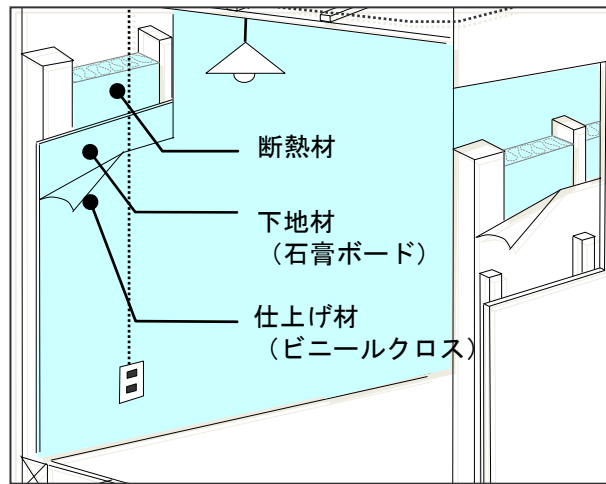


図-17 内壁構造イメージ（着色部分が内壁）



図-18 新築建物における内壁の断熱材の設置状況（新築住宅にて撮影）

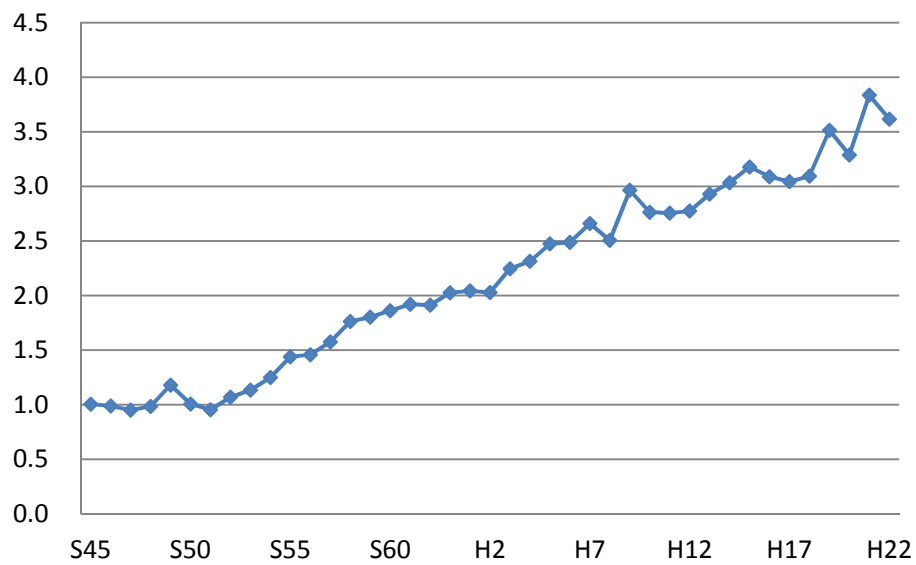


図-19 建築床面積 1 m²当たりの石膏ボード使用量 (m²) 100), 101)

(2) 内壁の浸水被害と復旧方法

前述の調査結果を参考に、内壁の浸水被害の状況と復旧方法、復旧費用について、専門家から聞き取りを行った。

- ・ 仕上げ材（ビニールクロス等）は、外観上切れ目なく壁全面を覆うべきものであることから、浸水範囲が少しであっても当該階を全交換するのが一般的である。
- ・ 石膏ボードが浸水した場合は、耐久性が著しく低下するため、浸水範囲を交換すべきである。
- ・ 鉱物系断熱材は、吸水すると機能が低下、膨張するなどするため交換が必要である。鉱物系断熱材については、浸水継続時間が長くなると水を吸って重くなり、ずり落ちてくることがあるため、浸水範囲を超えた交換が必要となる場合がある。プラスチック系断熱材は、水を吸わないが、汚れ、臭い、カビの問題が発生するおそれがあるため、撤去するのが望ましい。すなわち、いずれの材質であっても浸水範囲を交換することとなる。
- ・ 断熱材の交換費用は、材料費よりも手間賃が多くを占めるため、断熱材の種類による違いはほとんどない。
- ・ 床上 50cm～100cm 未満の浸水であれば、浸水した部位・材質のみ撤去・交換している事例がある。しかし、それ以上の浸水の場合は、壁内部の細部の乾燥を充分に行う必要があることや、手間賃がかかることから交換の範囲と復旧費が比例しなくなるため、浸水した階の内壁は全交換するのが望ましい。
- ・ 内壁を全交換する浸水深の閾値については、床上浸水深 80cm（階高の約 1/3）から 120cm（階高の約半分）まで、専門家によって意見が分かれた。費用面の他に、吸水による断熱材のずり落ちを考慮して、浸水部分よりも多めに交換するか否か等が、その理由として考えられる。
- ・ 間柱と胴縁は、柱のような建物を支える構造体ではなく、合板のように短時間の浸水で劣化する材質でもない。また、胴縁の内側にある断熱材（木造のためグラスウールが多い）は隙間から引っ張り出せるため、断熱材交換の際の撤去・再設置も不要である。よって、間柱と胴縁を撤去する必要はないと推察される。
- ・ 工法によっては、壁（屋内）を全て交換する際に天井も道連れ工事となる可能性もあるが、ほとんどの場合は壁と天井は縁切りされているため、内壁工事による天井の道連れ工事はほとんど必要ないと考えられる。

(3) 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用

以上までの調査を基に、復旧が必要となる浸水深の閾値と、復旧内容と復旧費用を設定する。

第3章 建物被害の推計手法の高度化

まず、仕上げ材は少しでも浸水した場合は、全面交換するものとした。

次に、部分的な補修は切り出し・撤去の手間がかかり、一定程度の浸水深以上であれば全面交換した方が割安になる場合があることから、交換費用を根拠に部分補修と全面補修の閾値となる浸水深を設定することとした。専門家に内壁の交換費用を聞き取りした結果、次のように整理した。部分交換①の費用について、仕上げ材以外は浸水深に応じて比例すると仮定し、面撤去・再設置②と費用が逆転する浸水深を10cm単位で求めると、床上120cmとなる。

表-11 内壁復旧の標準的な費用

内壁の交換費用 ＜単位：万円/㎡（床面積あたり）＞		①床上 50cm 程度まで を撤去・再設置（ただし、仕上げ材は全面交換）	②1階部分を全て撤去・再設置
撤去		0.15	0.56
清掃		0.08	0.24
再設置		0.86	1.09
内 訳	仕上げ材（交換）	(0.61)	(0.61)
	石膏ボード（交換）	(0.06)	(0.19)
	断熱材（交換）	(0.19)	(0.29)
合計		1.09	1.89

※新築時の価格は0.9万円/㎡（床面積あたり）

以上から、床上120cm未満の浸水では、断熱材（鉱物系・発泡プラスチック系等の種類に限らず）、および下地材は浸水した範囲のみ交換するものと判断し、その場合の費用は、床上10cm毎に床面積あたり960円/㎡で交換範囲に比例するものとした。さらに、仕上げ材は全面交換するものとして一律6,100円/㎡とした。また、床上120cm以上の浸水では、部分交換は割高になるとともに、断熱材の撤去や壁細部の乾燥のため、断熱材・下地材・仕上げ材ともに、浸水した階の全面を交換するものと判断し、この場合の費用は、床面積あたり18,900円/㎡とした。

数式で表現すると、内壁の復旧費用は次のように表すことができる。

床上浸水深120cm未満の場合

$$Ci = (96d + 610) \cdot A \quad \text{式 (1)}$$

床上浸水深120cm以上の場合

$$Ci = 18900A \quad \text{式 (2)}$$

ただし、 Ci ：内壁の復旧費用（円）、 d ：床上浸水深（cm）、 A ：床面積（㎡）

表-12 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用（内壁）

浸水範囲・被災要因	被害算定方法（交換内容・部位の損傷程度）	費用
床下浸水	被災なし。	—
床上120cm未満	床上50cmの浸水の場合、 仕上げ材全面積の交換（一式で6,100円/㎡） 下地材・断熱材の撤去（床上10cm毎に300円/㎡） 清掃（床上10cm毎に160円/㎡） 下地材・断熱材の再設置（床上10cm毎に500円/㎡）	仕上げ材交換費用：一式6,100円/㎡ +下地材・断熱材交換費用：床上10cm毎に 床面積あたり960円/㎡で浸水深に比例
床上120cm以上	仕上げ材・下地材・断熱材ともに全交換。 （部分的な撤去・交換の手間賃が高いため、壁高さの半分以上の浸水となると、全面交換の方が費用が割安となる。）	床面積あたり18,900円/㎡

※費用はいずれも床面積あたり

（4）被災建物への訪問調査による確認

以上で設定した被災状況や復旧内容の妥当性を、被災建物への訪問調査で確認した。

事例① 「カビが生えた」、「浸水したところまでボロボロになった」、「断熱材が水分を吸っていた」、「波の衝撃・水圧で1階の壁がすべて抜けた」等、被災者の建築知識レベルや資金制約等から、浸水による床の被災状況の妥当性は確認できた。



図-20 石膏ボードの撤去状況（訪問調査宅にて撮影）

事例② 「断熱材や壁内部の状況はわからない」、「内部も濡れているかもしれないが大工が忙しく作業に来てもらえない」、「金銭面から内壁の復旧は行わずに放置している」等、被災している可能性があっても放置している家があるなど、必ずしも設定したとおりの復旧内容とはなっていないが、復旧内容の妥当性は確認できた。

3.2.3 外壁

（1）外壁の構造と材質

文献により、一般的な床の構造と材質を調査した。

第3章 建物被害の推計手法の高度化

- ・ 平成16年（2004）に着工した全国の個人住宅（新築工事）を対象とした調査によれば、64.6%がサイディングを用いており、うち、51.4%が窯業系である。モルタル・リシン吹付、しっくい・スタッコ、木質系は合わせて20.0%である。
- ・ 昭和55年（1980）の外壁材に関する別の調査では、モルタル壁が60.9%大半を占めている。また、昭和58年（1983）ではモルタル壁が45.5%であり、サイディングの割合よりは多いものの、3年程度で15%程減少している。

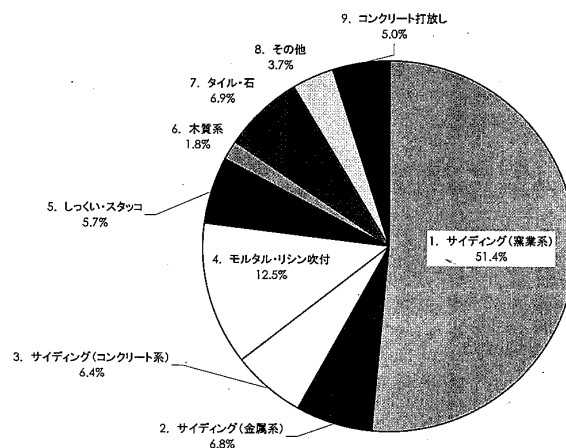


図-21 外壁仕上げ材の使用割合（平成16年）¹⁰²⁾

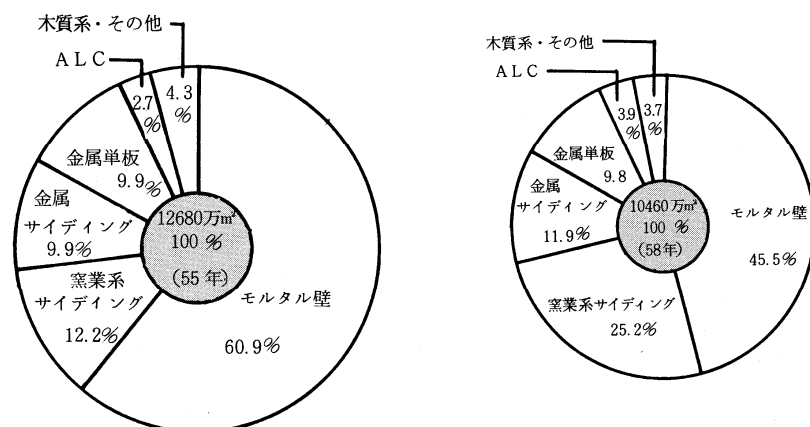


図-22 外壁仕上げ材の使用割合（昭和55年，58年）¹⁰³⁾

さらに、専門家からの聞き取りにより、一般的な外壁の構造と材質を調査した。

- ・ 外壁外装は、『サイディング・タイル・石』（以下「サイディング系」という）と『モルタル・木質・漆喰』（以下「モルタル系」という）の2種類に大別される。
- ・ 多くの住宅メーカーでは、基本的な仕様としてサイディング（窯業系がほとんど）を用いている。
- ・ モルタル系を採用しているのは木造住宅のみであると考えてよい。

- ・ モルタル系を採用している場合は、間柱と外装材の間に木質の下地板がある。雨からの浸水を防ぐために、下地材の外側には防水シートが上から重ね合わされている。

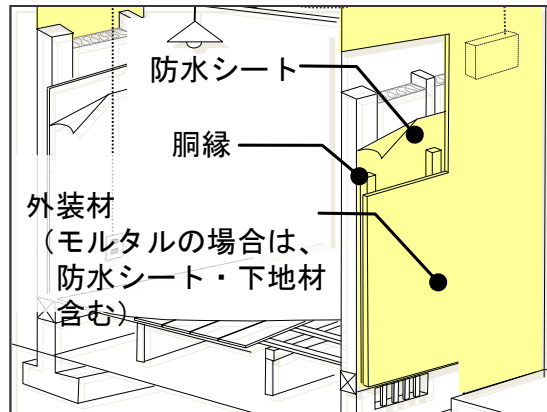


図-23 外壁構造イメージ (着色部分が外壁)

(2) 外壁の浸水被害と復旧方法

前述の調査結果を参考に、外壁の浸水被害の状況と復旧方法、復旧費用について、専門家から聞き取りを行った。

- ・ 土壁系は浸水すれば剥がれると推察される。
- ・ モルタル・木質系の外壁については、下からあがってくる水が、防水シートの隙間から入り込み、下地材に水がしみこんでふやけるおそれがあるため、浸水した範囲を交換すべきである。
- ・ サイディングは、浸水による汚れを洗浄することで復旧できる。サイディング系の外壁については、浸水のみで損傷するというのではなく、流体力や漂流物の衝突などの物理的作用により被災した場合に、補修・交換が必要となる。
- ・ 間柱、胴縁は柱のような建物を支える構造体ではなく、合板のように短時間の浸水で劣化する材質でもない。したがって、浸水のみでは交換は不要であり、がれきの衝突や流体力等の物理的作用によって交換等が必要になると推察される。

(3) 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用

以上までの調査を基に、復旧が必要となる浸水深の閾値と、復旧内容と復旧費用を設定する。

モルタル系とサイディング系に分けて考える。

『モルタル・木質・漆喰』は、浸水した範囲を交換するものとした。その場合、内壁と同様に、部分的な補修は切り出し・撤去の手間がかかり、一定程度の浸水深以上であれば

第3章 建物被害の推計手法の高度化

全面交換した方が割安になる場合があることから、交換費用を基に部分補修と全面補修の閾値となる浸水深を設定することとした。専門家にモルタル系の外壁の交換費用を聞き取りした結果、次のように整理できた。部分交換①の費用については、すべて浸水深に応じて比例すると仮定し、面撤去・再設置②と費用が逆転する浸水深を10cm単位で求めると、床上200cmとなる。

表-13 外壁（モルタル系）の標準的な復旧費用

外壁（モルタル系）の交換費用 ＜単位：万円/㎡（床面積あたり）＞		①床上 50cm 程度までを撤去・再設置	②1 階部分を全て撤去・再設置
撤去		0.09	0.38
清掃		0.07	0.24
再設置		0.29	1.27
内 訳	仕上げ材（モルタル新設）	(0.19)	(0.90)
	防水シート（交換）	(0.03)	(0.05)
	下地材（交換）	(0.07)	(0.32)
合計		0.45	1.89

以上から、床上浸水深200cm未満の場合の費用は、床上10cm毎に床面積あたり900円/㎡で交換範囲に比例するものとした。200cm以上の場合は1階部分が全面交換であれば、床面積あたり18,900円/㎡とした。

数式で表現すると、内壁の復旧費用は次のように表すことができる。

床上浸水深200cm未満の場合

$$Ce = 90d \cdot A \quad \text{式 (3)}$$

床上浸水深200cm以上の場合

$$Ce = 18900A \quad \text{式 (4)}$$

ただし、 Ce ：外壁の復旧費用（円）、 d ：床上浸水深（cm）、 A ：床面積（㎡）

『サイディング・タイル・石』は、浸水のみでは交換等の必要はなく、浸水深で一律に被害額を定めることは困難であるため、個々の被災建物の破壊状況に応じて設定する。個々の被災建物を訪問調査した結果、「浸水のみにより復旧を必要とする被災がなかった」、「清掃程度で済んだ」場合は、表面汚染や多少の劣化などによる損耗があるものとし、5～30%の被害率を設定した。

第3章 建物被害の推計手法の高度化

一方、被災建物を訪問調査した結果、『サイディング・タイル・石』が「物理的作用で被災した」場合は、床面積あたり 15,400 円/㎡のうち、被災した部分の割合を復旧費用として見込んだ。交換費用は、専門家に聞き取りした結果、次のように整理できた。

表-14 外壁（サイディング系）の標準的な復旧費用

外壁（サイディング系）の交換費用 ＜単位：万円/㎡（床面積あたり）＞		1 階部分を全て撤去・再設置
撤去		0.30
清掃		0.12
再設置		1.12
内訳	仕上げ材（サイディング再利用）	(0.75)
	防水シート（交換）	(0.05)
	下地材（交換）	(0.32)
合計		1.54

表-15 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用（外壁）

＜モルタル・木質系外装材＞

浸水範囲	被害算定方法（交換内容・部位の損傷程度）	費用
床下浸水	被災なし。	—
床上（浸水深2m未満）	浸水した範囲を交換。 床上10cm毎に、撤去（180円/㎡）、清掃（140円/㎡）、再設置（580円/㎡）	床上10cm毎に床面積あたり900円/㎡で浸水深に比例
床上（浸水深2m以上）	浸水階の全面交換（部分交換より割安）。 撤去（3,800円/㎡）、清掃（2,400円/㎡）、再設置（12,700円/㎡）	床面積あたり18,900円/㎡

＜サイディング・タイル・石の外装材＞

浸水範囲・被災要因	被害算定方法（交換内容・部位の損傷程度）	部位の損傷程度・費用
床下浸水	被災なし。	—
浸水した場合	氾濫水に含まれる細砂・有機物などにより外装材内部が劣化する可能性を考慮し、部位の損傷を見込む。	5～30%（外壁再調達価格に対して）
物理的作用により破壊された場合	被災した範囲を交換。 全面交換では、撤去（3,000円/㎡）、清掃（1,200円/㎡）、再設置（11,200円/㎡）	床面積あたり15,400円/㎡に、外壁面積に対する被災面積を乗じる

※費用はいずれも床面積あたり

（4）被災建物への訪問調査による確認

以上で設定した被災状況や復旧内容の妥当性を、被災建物への訪問調査で確認した。

事例① 「車があたって損傷した」、「ひびがはいった」、「柱と一緒に傾いていた」、「ヘドロが付着した」、「波の衝撃・水圧で1階の壁がすべて抜けた」等、流体力や漂流物等の外力がかかったことにより、外壁が被災した事例があった。



図-24 剥がれたサイディング（訪問調査宅にて撮影）

事例② 「清掃のみですんだ」、「高圧洗浄した」、「高圧洗浄でも油がとれず、シンナー等で除去した」、「塗り壁は全て塗りなおした」等の復旧事例があった。



図-25 被災した部分の交換（防水シート貼り）（被災者提供写真）



図-26 被災した部分の交換（サイディング）（被災者提供写真）

3.2.4 建具

(1) 建具の構造と材質

専門家からの聞き取りにより、一般的な建具の構造と材質を調査した。

- ・ 建具には、木製建具と金属製建具とに大別される。
- ・ 木製建具には、室内扉や障子、ふすまなどがある。
- ・ 金属製建具には、玄関、窓などがある。
- ・ 木製、金属製のシェアは不明であるが、両材質が使われている場所は、概ね室内が木製建具、室外が金属製建具となっている。ただし、事業所では、室内建具も金属製品である場合が多い。

(2) 建具の浸水被害と復旧方法

前述の調査結果を参考に、建具の浸水被害の状況と復旧方法、復旧費用について、専門家から聞き取りを行った。

- ・ 木製室内扉はフラッシュ戸（合板）を使用している場合が多く、浸水すると接着剤がとれて変形するおそれがあるため、交換すべきである。また、ふすま、障子などの紙類を用いている室内建具は交換が必要になる。
- ・ 金属建具は、浸水では交換が必要になるほどの劣化・損傷は生じないため、流体力や漂流物の衝突などの物理的作用により被災した場合に、補修・交換する。
- ・ 壁（屋内）の交換を行う際、施工上、建具は取り外して施工する。

(3) 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用

以上までの調査を基に、復旧が必要となる浸水深の閾値と、復旧内容と復旧費用を設定する。

木製（室内）建具については、浸水に比較的弱い材質であることと、内壁の道連れ工事を行う場合も考慮して、内壁と同じ交換条件（床上浸水深 120cm 以上）で全交換するものと判断した。床上浸水深 120cm 未満の場合については、木製建具のなかでも特に浸水に弱い障子、ふすまは全面交換となると考えられるが、これらの材質が木製建具のうちどの程度の構成比を占めるかは不明であるため、床上浸水深 120cm 未満の場合には、表面汚染や劣化などによる損耗があるものとし、浸水した建具に対し、10～30%の価値の減少を見込んだ。

金属建具は、流体力等が作用しない場合では、金属建具そのものの機能に支障は生じないものとした。ただし、接合部に細砂が混入、表面汚染、多少の劣化などによる損耗があるものとし、浸水した建具に対し、5～30%の価値の減少を見込んだ。

第3章 建物被害の推計手法の高度化

表-16 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用（建具）

＜木製建具＞（室内扉・障子・ふすま）

浸水範囲・被災要因	被害算定方法（交換内容・部位の損傷程度）	部位の損傷程度・費用
床下浸水	被災なし。	—
床上120cm未満	障子などの紙類の交換、また、部分的な合板の劣化などによる部位の損傷を見込む。	10～30% （浸水階の木製建具再調達価格に対して）
床上120cm以上	浸水した階の木製建具は全交換。（交換が必要となる閾値が不明であるため、階高の半分として設定）	100%（同上）

＜金属建具＞（玄関・サッシ・窓）

浸水範囲・被災要因	被害算定方法（交換内容・部位の損傷程度）	費用
浸水した場合	接合部への細砂混入、表面汚染等による部位の損傷を見込む。	5～30% （浸水階の金属建具再調達価格に対して）
物理的作用により破壊された場合	被災した金属建具は全交換とする。	100%（同上）

（4）被災建物への訪問調査による確認

以上で設定した被災状況や復旧内容の妥当性を、被災建物への訪問調査で確認した。

事例① 「壊れたものは交換」、「復旧費用が高額であるため、玄関はゆがんでいるがそのまま使用または放置している」、「ズレがあるが、資金面の制約があるため我慢している」等の事例があった。



図-27 汚れているが破損はしていないサッシ（被災者提供写真）

事例② 木製（室内）建具は、「引き戸、障子、襖などについては全面的に交換が必要となった」等、浸水や汚泥による被害が発生している事例があった。



図-28 外れた障子（被災者提供写真）



図-29 枠が変形し、開閉しにくくなった障子（被災者提供写真）

事例③ 金属建具は、汚れのみで破損しない事例がある一方、「玄関のガラスが割れた」、「玄関やサッシが壊れた、流された」、「壊れてはいないが開閉に支障がある」等、建具に外力がかかったことによる被害が発生した事例があった。

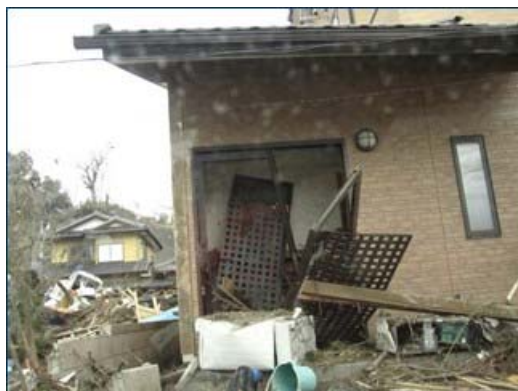


図-30 外れた玄関（被災者提供写真）

3.2.5 天井

(1) 天井の構造と材質

専門家からの聞き取りにより，一般的な天井の構造と材質を調査した．

- ・ 天井構造は，室内側から，「仕上げ材，下地材（石膏ボード），断熱材（最上階の天井のみに設置されている場合が多い），天井下地（骨組）」である．
- ・ 天井下地（天井をつる骨組）は，一般的にはつり木受け・つり木・野縁受け・野縁などで構成されるが，その構成方法は，天井の形状・仕上げの方法・重要によって異なる．

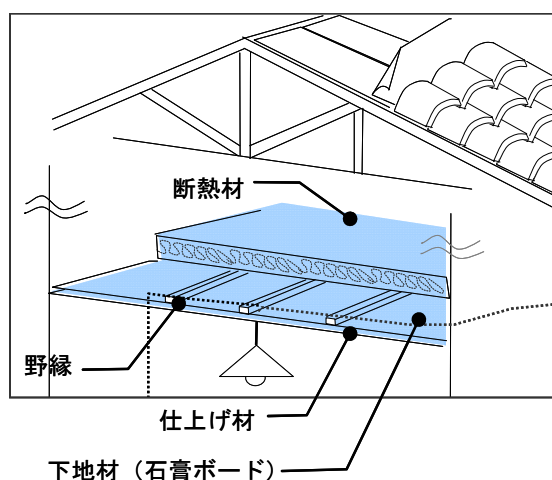


図-31 天井構造イメージ（着色部分が天井）

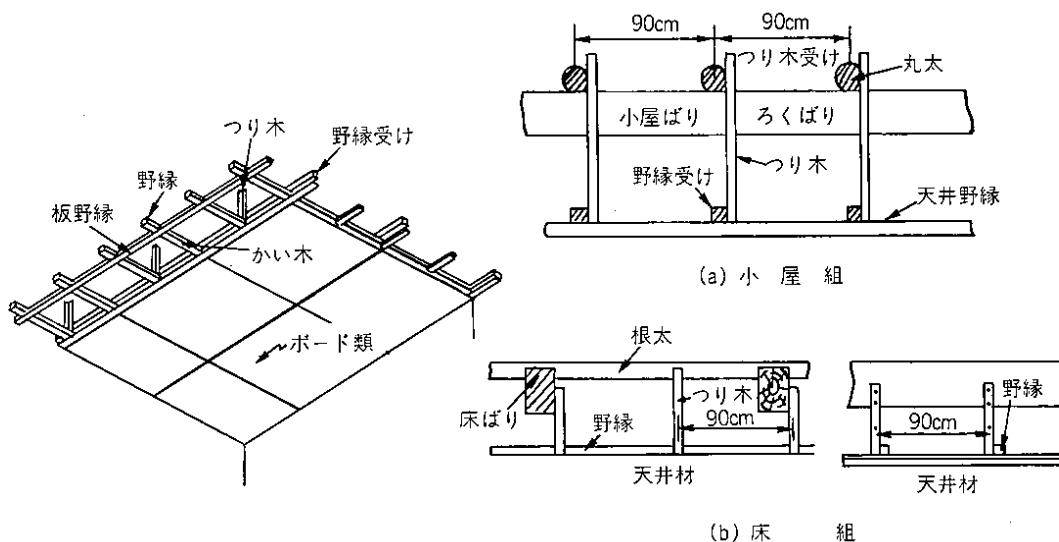


図-32 天井下地の構成⁹⁹⁾

(2) 天井の浸水被害と復旧方法

前述の調査結果を参考に、天井の浸水被害の状況と復旧方法、復旧費用について、専門家から聞き取りを行った。

- ・ 内壁の場合と同様、浸水した下地材（石膏ボード）・断熱材については交換が必要となる。その交換のためには、仕上げ材も交換せざるを得ない。
- ・ したがって、天井が浸水した場合には、仕上げ材・下地材（石膏ボード）・断熱材を撤去し、洗浄・乾燥させてから新たに作り直す。
- ・ 内壁の交換による道連れ工事例もあったが、一般化する程の事例が収集できなかったため、本研究においては考慮しなかった。

(3) 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用

以上までの調査を基に、復旧が必要となる浸水深の閾値と、復旧内容と復旧費用を設定する。

前述したとおり、1階の床から天井までの間は240cm程度であることから、床上浸水深が240cmとなった時点で、全面的に天井を交換するものとした。

交換費用は、専門家に聞き取りし紹介のあった文献をあたった結果、次のように整理できた。

表-17 天井の標準的な補修費用¹⁰⁴⁾

天井の交換費用 ＜単位：万円/m ² （床面積あたり）＞		1階部分を全て撤去・再設置
撤去		0.36
再設置		0.91
内 訳	天井下地（交換）	(0.60)
	断熱材（交換）	(0.06)
	石膏ボード（交換）	(0.10)
	仕上げ材（交換）	(0.15)
合計		1.27

以上から、天井の交換に要する費用は、床面積あたり12,700円/m²とすることとした。ただし、2階建以上の場合は、断熱材は屋根直下の天井のみに使用されている場合が多いため、屋根直下ではない1階などの天井の交換費用は、床面積あたり12,100円/m²とした。

表-18 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用（天井）

浸水範囲・被災要因	被害算定方法（交換内容・部位の損傷程度）	費用
最上階以外の天井水没	下地材・仕上げ材を交換。 撤去(3,600円/㎡) 仕上げ材再設置(1,500円/㎡) 石膏ボード再設置(1,000円/㎡) 天井下地再設置(6,000円/㎡)	床面積あたり12,100円/㎡
最上階の天井水没	上記に加え断熱材を交換(600円/㎡)。	床面積あたり12,700円/㎡

※費用はいずれも床面積あたり

（4）被災建物への訪問調査による確認

以上で設定した被災状況や復旧内容の妥当性を，被災建物への訪問調査で確認した．

事例① 「漂流物が当たって壊れた・穴が開いた」，「箆筒・冷蔵庫等の家具が浮いて，天井に穴が開いた」等，天井高まで浸水していなくても，漂流物により破壊された事例があった．また，内壁の工事のために，天井が道連れの的に工事せざるを得なかった事例もあった．



図-33 吸水・膨張している石膏ボード²⁹⁾

事例② 「すべて交換した」，「穴が開いたところのみ補修した」，「道連れ工事のため，また，衛生面のため，交換した方がよいと言われた」等の事例があった．



図-34 工事の際、天井断熱材も交換（訪問調査宅にて撮影）

3.2.6 屋根

(1) 屋根の構造と材質

専門家からの聞き取りにより，一般的な天井の構造と材質を調査した．

- ・ 屋根には，大きく分けて，瓦などの仕上げ材を用いる屋根と，「陸屋根」と呼ばれる傾斜のない平面状の屋根の2種類がある．
- ・ 木造建築は仕上げ材を用いた屋根，非木造建築は陸屋根を採用している場合が多い．
- ・ 仕上げ材を用いる屋根の場合，仕上げ材の下に防水シートが貼ってあり，その下に下地材がある．下から水があがってきた場合は，防水シートの隙間から水が浸入し，下地材が浸水して強度が低下する可能性がある．
- ・ 陸屋根の場合は，アスファルト防水やウレタン防水が施されているのが一般的であり，木質系の下地材は使用していない．

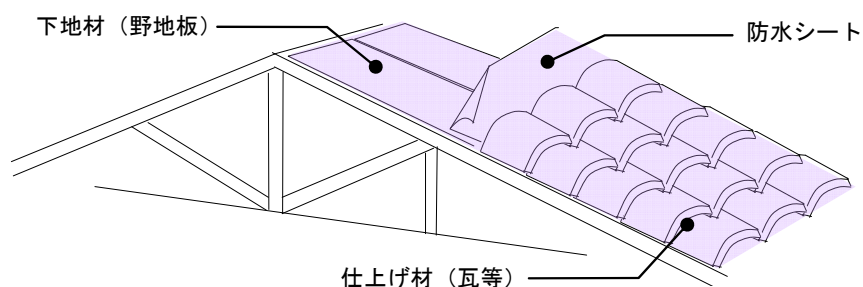


図-35 仕上げ材を用いた屋根構造イメージ（着色部分が屋根）



図-36 陸屋根イメージ（訪問調査宅にて撮影）

(2) 屋根の浸水被害と復旧方法

前述の調査結果を参考に、床の浸水被害の状況と復旧方法、復旧費用について、専門家から聞き取りを行った。

- ・ 仕上げ材を用いた屋根については、下からあがってくる水が防水シートの隙間から入り込み、下地材に水がしみこんで膨張・劣化するおそれがあるため、交換することとなる。
- ・ 瓦そのものは浸水で損傷することはないが、下地材交換の際には取り外す必要がある。瓦を再利用するために、瓦が壊れないように丁寧に釘を抜いたり、屋根から下ろして再設置時まで保存したりする等の費用が、瓦を購入するよりも高くなるため、通常は再利用しない。
- ・ 陸屋根は、アスファルト防水やウレタン防水が施されているため、浸水では交換が必要になるほどの劣化・損傷は生じず、流体力や漂流物の衝突などの物理的作用により被災した場合にのみ補修が必要となる。

(3) 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用

以上までの調査を基に、復旧が必要となる浸水深の閾値と、復旧内容と復旧費用を設定する。

和瓦、洋瓦、カラーベストの交換費用（平均値）については、専門家からの聞き取りにより、以下のように整理できた。

『瓦などの仕上げ材を用いる屋根』については、浸水した場合、瓦等の仕上げ材は撤去し、仕上げ材・防水シート・下地材を交換するものとし、この場合の費用は床面積あたり22,100 円/㎡とした。この費用については、屋根勾配4寸と仮定して単位床面積あたりの費用に換算することで算出した。「屋根全体の7割程度が浸水すると全面交換の方が安価となる」、「仕上げ材を用いる屋根の最上階天井からの高さは250～260cmである」との専門家からの意見から、最上階の天井から180cm以上浸水した場合は屋根を全交換するものと設

第3章 建物被害の推計手法の高度化

定した。180cm 未満の場合には、最上階の天井からの浸水深に応じて比例配分することとした。

一方、『陸屋根などの防水処理済みの屋根』については、浸水しただけでは汚れや傷がつくことで、表面汚染や多少の劣化などによる損耗があるものとし、最上階の階高を上回る浸水深となった場合には5～30%の被害率を設定した。

表-19 屋根（瓦等の仕上げ材を用いる屋根）の標準的な補修費用

屋根（和瓦，洋瓦，カラーベスト（スレート瓦））の交換費用 ＜単位：万円/m ² （床面積あたり）＞		屋根すべて撤去・再設置
撤去		0.61
清掃		0.22
再設置		1.38
内訳	仕上げ材（瓦材）	(1.01)
	ルーフィング（防水材料）	(0.05)
	下地材	(0.32)
合計		2.21

数式で表現すると、瓦等の仕上げ材を用いる屋根の復旧費用は次のように表すことができる。

屋根下端からの浸水深 180cm 未満の場合

$$Cr = 1230d \cdot A \quad \text{式 (5)}$$

屋根下端からの浸水深 180cm 以上の場合

$$Cr = 22100A \quad \text{式 (6)}$$

ただし、 Cr ：瓦等の仕上げ材を用いる屋根の復旧費用（円），
 d ：屋根下端からの浸水深（cm）， A ：床面積（m²）

第3章 建物被害の推計手法の高度化

表-20 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用（屋根）

<瓦などの仕上げ材を用いる屋根>

浸水範囲	被害算定方法(交換内容・部位の損傷程度)	費用
浸水範囲180cm未満	浸水した範囲を交換。 10cm毎に、撤去(340円/㎡)、清掃(120円/㎡)、再設置(770円/㎡)	浸水深10cm毎に床面積あたり1,230円/㎡で浸水深に比例
浸水範囲180cm以上	仕上げ材・防水材・下地材を全面交換 撤去(6,100円/㎡)、清掃(2,200円/㎡)、再設置(13,800円/㎡)	床面積あたり22,100円/㎡

<陸屋根(ろくやね)>

浸水範囲・被災要因	被害算定方法(交換内容・部位の損傷程度)	部位の損傷程度・費用
浸水した場合	氾濫水に含まれる細砂・有機物などにより防水加工や屋根構造内部が劣化する可能性を考慮し、部位の損傷を見込む。	5～30% (屋根再調達価格に対して)
物理的作用により破壊された場合	全交換とする。	100%(同上)

※費用はいずれも床面積あたり

(4) 被災建物への訪問調査による確認

以上で設定した被災状況や復旧内容の妥当性を、被災建物への訪問調査で確認した。

事例① 浸水したことによる被災に加え、「浸水深は敷地高から 100cm だが、漂流物があたって、1 階の屋根の一部を補修した」、「津波で電柱が倒れ、それが屋根にぶつかって破壊された」、「隣の家が流失し、衝突したため破壊された」等、漂流物があたって破壊された事例があった。

3.2.7 電気・配線設備

(1) 電気・配電設備の構造と材質

専門家からの聞き取りにより、一般的な電気・配電設備の構造と材質を調査した。

- ・ 一般的に、床から 20cm 程度の高さにコンセントがある。
- ・ 配線は、天井を這わせている場合が多く、配電盤が天井直下にある。
- ・ 非木造建物で、天井にビルトインされた空調設備が存在する場合がある。

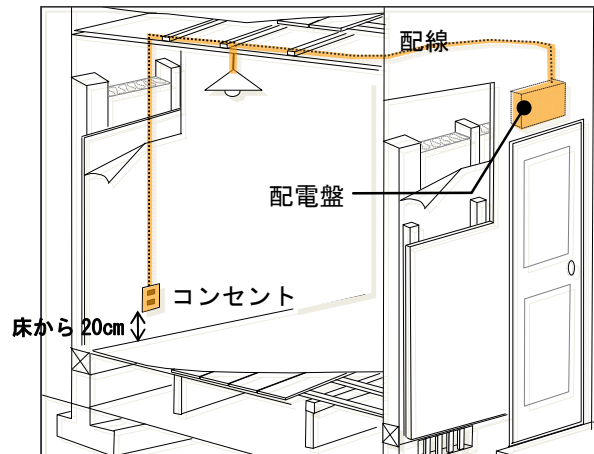


図-37 電気・配線設備のイメージ（着色部分が電気・配線設備）

（2） 電気・配電設備の浸水被害と復旧方法

前述の調査結果を参考に、電気・配電設備の浸水被害の状況と復旧方法、復旧費用について、専門家から聞き取りを行った。

- ・ 電気・配線設備は、浸水すると漏電・故障のおそれがあるため、交換すべきである。
- ・ 1階、2階の配線は、それぞれの階の天井に電気・配線設備があるため、1階天井が水没することにより2階の配線すべてが使用不能となるわけではない。しかし、配電盤が水没するため、ショートする可能性があり、全面交換をした方がよい。
- ・ 天井が浸水した時点で水没した階のビルトイン空調設備が漏電・故障するおそれがあるため、全交換すべきである。

（3） 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用

以上までの調査を基に、復旧が必要となる浸水深の閾値と、復旧内容と復旧費用を設定する。

まず、床から20cmの高さまで浸水した場合は、浸水した階のコンセントを全交換するものとした。天井まで浸水した場合は、浸水した階のコンセント・配線を全交換するものとした。

なお、電気・配線設備の復旧については、内壁等の復旧と併せて実施することが考えられるため、単独で撤去・清掃・再設置の積算を出すことは適切ではない。そこで、電気・配線設備については、建築物全体の部位・材質別価値構成比に応じた床面積あたりの再調達費用とすることとした。

表-21 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用（電気・配電設備）

浸水範囲・被災要因	被害算定方法(交換内容・部位の損傷程度)	部位の損傷程度・費用
床から20cm以上浸水	コンセントを全交換。	100%(浸水階のコンセント設備再調達価格に対して)
天井水没	コンセント・配線を全交換。	100%(浸水階の配線設備再調達価格に対して)

(4) 被災建物への訪問調査による確認

以上で設定した被災状況や復旧内容の妥当性を，被災建物への訪問調査で確認した．

事例① コンセントや配線は，業者に依頼して通電チェックを行い，問題があったので交換したという家が多く見られた．



図-38 天井工事と併せて，配線工事をしている事例（被災者提供写真）

事例② 内壁工事の道連れ工事による配線工事が必要だった家もあった．

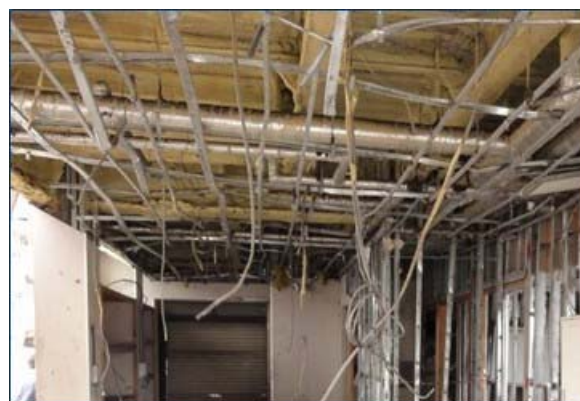


図-39 非木造建物において，屋根裏に換気用ダクト等を配し，天井にビルトインされている空調設備（訪問調査宅にて撮影）

3.2.8 給排水設備等

(1) 給排水設備等の構造と材質

専門家からの聞き取りにより，一般的な給排水設備等の構造と材質を調査した．なお，本論文における給排水設備等とは，建築物に存在する設備等のうち台所，洗面台，浴室，トイレ等の水回りの設備と，ガスボイラー等の設備を指すものとする．

- ・ 水回り設備については，その特性上，浸水では交換が必要になるほどの劣化・損傷は生じない．
- ・ 屋外据置型のボイラーについては，敷地地盤から 10cm 程度の架台に置いている場合が多く，さらに 10cm 程度上がったところに吸気口がある．

(2) 給排水設備等の浸水被害と復旧方法

前述の調査結果を参考に，給排水設備等の浸水被害の状況と復旧方法，復旧費用について，専門家から聞き取りを行った．

- ・ 水回り設備は，浸水のみによる交換の必要性は低いが，土砂混じりの水によって配管が詰まる等のことは想定される．また，機能上の損傷が軽微であっても，個人の衛生観念から設備を交換することも多い．
- ・ 屋外据置型のボイラーの吸気口が浸水した場合には，故障してしまうため交換が必要となる．

(3) 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用

以上までの調査を基に，復旧が必要となる浸水深の閾値と，復旧内容と復旧費用を設定する．

台所，洗面台，浴室，トイレ等の水回り設備については，浸水深と復旧状況を一意に決めることができないため，個々の訪問調査の結果によって決定することとした．被災者からの回答が「清掃程度で済んだ」という場合は，表面汚染や多少の劣化などによる価値の減少があるものとして 5%～30%，「一部修理した」という場合は 30～90%の価値の減少を見込むものとした．

また，屋外据置型のボイラーについては，敷地高から 20cm の高さまで浸水した場合は，全交換するものとした．

表-22 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用（給排水設備）

浸水範囲・被災要因	被害算定方法(交換内容・部位の損傷程度)	部位の損傷程度・費用
清掃後使用できる場合	表面汚染、劣化による部位の損傷を見込む。	5～30% (給排水設備再調達価格に対して)
故障して補修をした場合	補修費用を一律で見込む。	30～90% (同上)
交換した場合	交換費用を一律で見込む。	100% (同上)

(4) 被災建物への訪問調査による確認

以上で設定した被災状況や復旧内容の妥当性を，被災建物への訪問調査で確認した．

- ・ ボイラーや，トイレのウォシュレットなどの機械類の故障の他，部分修理で復旧できると思われるものでも，衛生面などから交換したという回答があった．
- ・ 一方で，同じ程度の浸水深であっても，清掃程度で済ませている（故障はしていない）という回答もあった．



図-40 破損した浴室のタイル（被災者提供写真）

3.2.9 基礎

(1) 基礎の構造と材質

専門家への聞き取りと文献調査⁹⁸⁾により，一般的な基礎の構造と材質を調査した．

- ・ 基礎は，大別すると直接基礎・杭基礎がある．
- ・ 昭和46年（1971）に，建築基準法施行令が改正され，鉄筋コンクリート造または無筋コンクリート造の布基礎の採用が規定された．
- ・ 無筋コンクリート造は，昭和60年（1985）に住宅金融公庫の仕様から削除され，平成12年（2000）の建築基準法改正により禁止となった．
- ・ 現在は一般的には直接基礎が用いられていることが多く，特に「連続基礎（布基礎）」が多い．このほか，建物の下面全体を一体の基礎とする「べた基礎」がある．伝統的な木造建築では，礎盤・礎石や玉石で支える「独立基礎」があるが現在は使われていない．

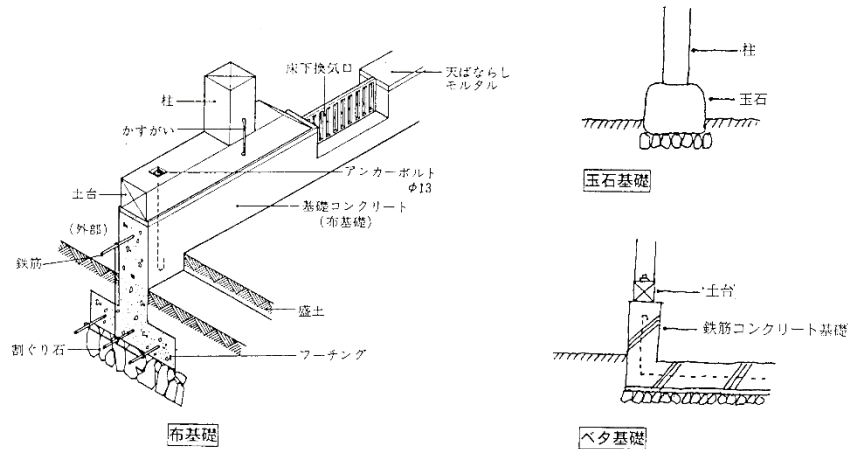


図-41 基礎の構造¹⁰⁵⁾

(2) 基礎の浸水被害と復旧方法

前述の調査結果を参考に、基礎の浸水被害の状況と復旧方法、復旧費用について、専門家から聞き取りを行った。

- ・ 杭基礎については浸水では被害は発生しない。
- ・ 直接基礎についても、流れの小さい浸水被害の場合は、ほとんど被害は発生しないと推察される。
- ・ 地盤が流失した場合は、部分的な破断、転倒、不同沈下が起こる可能性はある。

(3) 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用

以上までの調査を基に、復旧が必要となる浸水深の閾値と、復旧内容と復旧費用を設定する。

基礎については、浸水のみでは交換が必要になるほどの劣化・損傷は生じず、物理的作用がかかった場合にのみ交換するものとする。

訪問調査結果より、被災者からの回答が「浸水のみにより補修を必要とする被災がなかった」、「清掃程度で済んだ」という場合は、表面汚染や多少の劣化などによる価値の減少があるものとし、5～30%の価値の減少を見込むものとした。訪問調査結果より、被災者からの回答が「物理的作用で被災した」という場合は基礎の新築費用の75～90%を補修費用として見込むものとした。

表-23 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用（基礎）

浸水範囲・被災要因	被害算定方法(交換内容・部位の損傷程度)	部位の損傷程度・費用
浸水した場合	表面汚染や劣化などによる部位の損傷を見込む。	5～30% (基礎再調達価格に対して)
物理的な作用がかかり破壊された場合	補修費用を一律で見込む。	75～90%(同上)

(4) 被災建物への訪問調査による確認

以上で設定した被災状況や復旧内容の妥当性を、被災建物への訪問調査で確認した。

事例① 「地盤がえぐられた」、「亀裂が入った」、「地盤が沈下し、基礎のコンクリートが割れた」、「盛土部分が流された」等、流体力、漂流物の衝突、地盤が流失する等の外力がかかったために基礎が被災した建物があった。



図-42 地盤がえぐられ浮いた状態の基礎（被災者提供写真）

事例② 「ジャッキアップした」、「亀裂をコーティングした」「えぐられた分をコンクリートで埋め戻した」等、被災の状況に応じて復旧がなされていた。

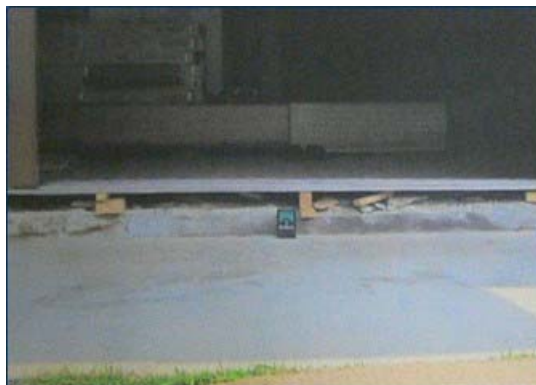


図-43 ずれた基礎を応急的に支えている添え木（被災者提供写真）

3.2.10 軸組・主体構造部

(1) 軸組・主体構造部の構造と材質

専門家からの聞き取りと文献調査^{99), 106)}により、一般的な軸組・主体構造部の構造と材質を調査した。

- ・ 建物の構造部は、主体構造と基礎からなる。主体構造は、木造（在来軸組構法）では「軸組」、「床組」、「小屋組」からなる。鉄骨造、鉄筋コンクリート造（ラーメン構造）では、「軸組」に相当する部分の材料が鉄骨・鉄筋コンクリートとなるが、ほぼ類似の構造である。鉄筋コンクリート造（壁式構造）では、鉄筋コンクリートによる壁部分を主体構造部と呼ぶ。
- ・ 在来軸組構法の「軸組」は、壁の骨組のことで、土台・柱・けた・胴差し・筋かいなどから構成される。「床組」は、床板・根太・はりなどから構成される。「小屋組」は棟木・母屋・垂木等で構成される。
- ・ 枠組壁工法の耐力壁は、「壁組（枠）」「壁下張り（面材）」に大別される。

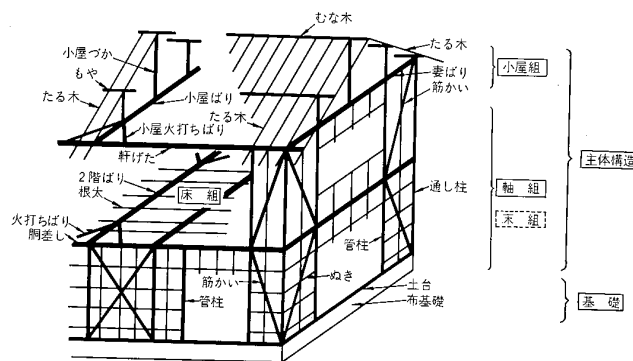


図-44 在来軸組構法の構成⁹⁹⁾

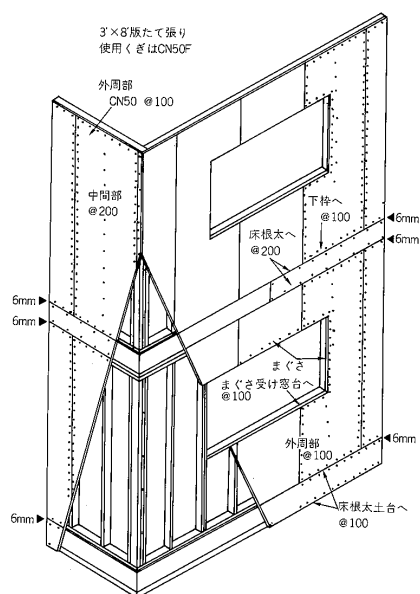


図-45 枠組壁工法の構成（構造用合板の張り方）^{99）}

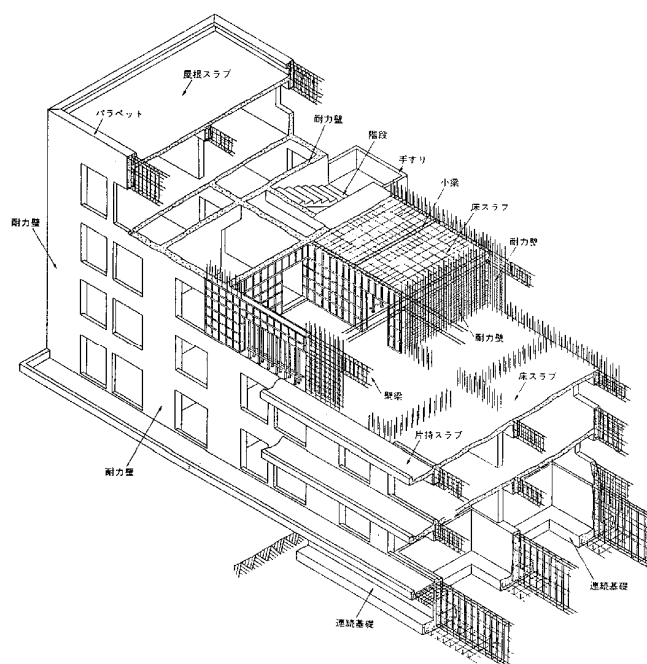


図-46 鉄筋コンクリート造（壁式構造）の構成¹⁰⁶⁾

(2) 軸組・主体構造部の浸水被害と復旧方法

前述の調査結果を参考に、基礎の浸水被害の状況と復旧方法、復旧費用について、専門家から聞き取りを行った。

- ・ 柱には、無垢材あるいは構造用集成材が用いられる。
- ・ 十分に乾燥できている木材は、短期間浸水しても内部まで水を吸収しない。
- ・ 柱は集成材を使用する場合もあるが、水にも強い接着剤を用いているので多少濡れても問題ない。一般的には乾燥と消毒のみすれば問題ない。

(3) 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用

以上までの調査を基に、復旧が必要となる浸水深の閾値と、復旧内容と復旧費用を設定する。

軸組・主体構造部については、浸水のみでは交換が必要になるほどの劣化・損傷は生じず、流体力や漂流物の衝突などの物理的作用により被災した場合に補修が必要となるものとし、各被災者の補修実態に基づいて補修内容を設定する。

訪問調査結果より、被災者からの回答が「浸水のみにより補修を必要とする被災がなかった」、「清掃程度で済んだ」という場合は、表面汚染や多少の劣化などによる価値の減少があるものとし、木質系（木造）の場合は10～30％、金属・コンクリート系（非木造（S・RC））の場合は5～30％程度の価値の減少を見込むものとした。

訪問調査結果より、被災者からの回答が「軸組・主体構造部が物理的作用で被災した」という場合には、基礎の新築費用の75～90％を復旧費用とした。

表-24 復旧が必要となる浸水深の閾値と復旧費用（軸組・主体構造部）

<軸組・主体構造部>

浸水範囲・被災要因		被害算定方法(交換内容・部位の損傷程度)	部位の損傷程度・費用
浸水した場合	木造家屋	表面汚染や劣化などによる部位の損傷を見込む。	10～30％(柱再調達価格に対して)
	非木造家屋		5～30％(柱・主体構造部再調達価格に対して)
物理的作用により破壊された場合		補修費用を一律で見込む。	75～90％(柱・主体構造部再調達価格に対して)

(4) 被災建物への訪問調査による確認

以上で設定した被災状況や復旧内容の妥当性を、被災建物への訪問調査で確認した。

事例① 「柱がゆがみ、家全体がゆがんで窓が開かなくなった」、「扉や窓、襖などを閉めた状態でも上下部に隙間ができた、開閉がスムーズにできなくなった、平衡感覚がおかしくなった」、「柱が傾いた」等、流体力が作用したり、漂流物が建物にぶつかるなど、浸水以外の外力がかかったりしたために、柱が被災した事例があった。

事例② 「ヒビが入ったところを直した」、「家ごと引っ張るなどして傾きを直した」等の復旧事例があった。

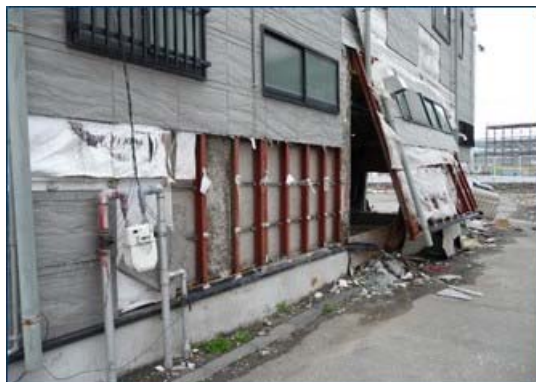


図-47 津波の波力により鉄骨ごと破壊された外壁（訪問調査宅にて撮影）



図-48 亀裂が入っている柱²⁹⁾

3.3 建物の構造種別比と部位別構成比

3.3.1 浸水深別被害率の算出手法の概要

建物の浸水深別被害率は次式で求めることができる。

$$D = \sum_s P^s \cdot D^s \quad \text{式 (7)}$$

$$D^s = \sum_m P_m^s \cdot RC_m / TC \quad \text{式 (8)}$$

$$s. t. \quad \sum_s P^s = 1 \quad \text{式 (9)}$$

$$\sum_m P_m^s = 1 \quad \text{式 (10)}$$

$$D \leq 1 \quad \text{式 (11)}$$

ここで、

D : 建物全般の浸水深別被害率

D^s : 構造種別 s の浸水深別被害率

P^s : 構造種別 s が全建物に占める比率 (構造種別比)

P_m^s : 構造種別 s の建物を構成する部位・材質 m の比率 (部位別構成比)

RC_m : 浸水深別の部位・材質 m の復旧費用

TC : 当該建物の再調達価格

構造種別比とは、平屋・2階建て、木造・非木造等の建物構造別に分類した建物が全建物数に占める比率を計算したものである。部位別構成比とは、当該建物全体の新築費用を床・内壁・外壁等の部位・材質毎に分解して比率で示したものである。つまり、浸水深別被害率とは、対象水位における部位・材質別の被害率を部位別構成比で重み付けし、さらに建物の構造種別比で重み付けることにより、算定されるものである。なお、現行マニュアルの被害率については、部位別構成比の考え方は適用されているが、木造・非木造等の構造種別比の割合は考慮されずに調査対象の構造種別の割合に依存している。

上記のように各建物の被害率を求めることができるが、費用便益分析に適用する等の目的で、平均的な浸水深別被害率を求める場合には、建物の種類が偏らないように多数のサンプルをとって平均することが必要となる。

この際、あらゆる水害のサンプルを採ることができればよいが、現実にはその調査労力は多大なものとなることや、大水害はまれにしか起きないため、深い浸水深の浸水深のサンプルが少なくなる等の課題がある。また、前節でみたように復旧費用は浸水深のみならず流体力にも依存するため、津波や急流河川の破堤口近くでは同じ浸水深であっても復旧費用は大きくなり、緩流河川の破堤口から離れた地点では小さくなるといったように、水害毎に異なる。

したがって、可能な限り多くの水害事例を対象に調査するか、特定の水害に限って調査してその水害に特有の被害率として設定するかを選択する必要がある。

以下、本節では構造種別比及び部位別構成比を設定するとともに、対象とする水害を東日本大震災の津波に特定して、その浸水深別被害率を算出することを試みる。

3.3.2 建物の構造種別比

現行マニュアルにおける「家屋の浸水深別被害率」は、木造・非木造を合成した値となっている。しかし、実態としては構造（木造（在来軸組構法・枠組壁工法）、非木造（鉄骨造（S）・鉄筋コンクリート造（RC））、用途（住宅・事務所）、階数（平屋・2階建て）などによって被災形態が異なる。そこで、建物構造等に関する統計的なシェアや、住宅メーカー等の専門家へのヒアリングで判明した一般的な建物構造等を仮定し、「モデル建物」として設定することとする。

モデル建物の構造・用途等の種類は、被災形態や補修内容が異なると考えられる構造・用途等を一般化することで設定する。被災形態や補修内容が異なるのは以下の12種となる。

- ・ 構造（工法）：「木造」、「非木造（S）」、「非木造（RC）」の3種類
- ・ 用途：「住家」と「事業所（非住家）」の2種類
- ・ 階層：平屋・2階建ての2種類

計12種

全国的に整備されている建物の構造・用途・階数別延床面積に関する情報は、土地・住宅統計調査、法人建物調査による都道府県別の統計情報のみである。そこで、これらの統計値を用いて、木造・非木造別、一般家屋・事業所別の比率を設定した（付録1）。

表-25 木造・非木造別、一般家屋・事業所別の比率

		総計※	平屋	2階建て以上	備考
一般家屋	木造	51.4%	5.0%	46.4%	平屋・2階建て以上のシェアは、平成20年住宅・土地統計調査第5表より、木造・非木造ともに、9.7:90.3とした。
	非木造（鉄骨造）	4.6%	0.4%	4.1%	
	非木造（その他）	19.2%	1.9%	17.3%	
事業所	木造	1.4%	0.1%	1.3%	法人建物調査において、木造は階層別建物数のデータがないため、一般家屋と同じシェア（9.7:90.3）と仮設定した。
	非木造（鉄骨造）	12.8%	4.7%	8.1%	
	非木造（その他）	10.6%	1.1%	9.5%	

※総計の一般世帯（木造・非木造）、事業所（木造・非木造）のシェアは、建築物ストック統計（平成23年1月1日現在）（一般家屋：住宅、事業所：法人の非住宅）の合計より算定。
さらに、総計の非木造（鉄骨造・その他）のシェアは、一般家屋：平成20年住宅・土地統計調査第4表の非木造、事業所：平成20年法人建物調査第33表の非木造より算定。
平屋・2階建て以上のシェアは、一般家屋：平成20年住宅・土地統計調査第5表、事業所：平成20年法人建物調査第33表より算定。

ここで、2階建てまでとしたのは、現行マニュアルにおいても浸水深の最大ランクを3m以上としているとともに、被害額算出の際には一般的には3階以上については被害を受けないとしているためである。全国の河川における氾濫シミュレーションにおいても6m程度が浸水深の上限である。津波被害においても、3階まで浸水するような場合はほぼ例外なく全壊となるため、妥当な設定であると言える。これら、建物の構造、用途、階数設定を組み合わせた12パターンのシェアは、建築物ストック統計、住宅・土地統計調査、法人建物調査から、設定した。被害率を算出する際には、各構造・用途・高さ毎のモデル建物で設定した被害率を、これらのシェアで重み付け平均することで算出する。

第3章 建物被害の推計手法の高度化

住宅における床下換気の手法別（床下換気手法が基礎パッキン工法，床下換気孔，吹きさらし）シェアは，基礎構造の普及開始年次等に関する情報から，住宅・土地統計調査を参考にしつつ，既存の建物ストックにおけるシェアを推計した．なお，事業所等の非住宅については，床下換気は採用していないものとした（付録2）．

表-26 床下換気の手法別シェア

基礎パッキン工法	床下換気孔	吹きさらし	=	11.6	:	82.4	:	5.9
----------	-------	-------	---	------	---	------	---	-----

外壁の被災程度を特徴づける外装材のシェアは，サイディングの普及開始年次等に関する情報から，住宅・土地統計調査を参考にしつつ，既存ストックにおけるシェアを推計した（付録3）．

表-27 外壁外装材の材質別シェア

サイディング系	モルタル・木質系	=	3	:	7
---------	----------	---	---	---	---

瓦等の仕上げ材を用いている屋根と陸屋根とのシェアについての統計値は見当たらないため，木造及び非木造のうち鉄骨造（以下「非木造（S）」という）については仕上げ材使用，鉄筋コンクリート等のその他の非木造（以下「非木造（RC）」という）については陸屋根使用として仮定することとした．

給排水設備については，設備メーカーのパンフレット¹⁰⁷⁾，¹⁰⁸⁾，¹⁰⁹⁾ や工務店への聞き取りを参考にしつつ，次のように設定することとした．

表-28 給排水設備の細部位の交換費用と設備全体に対する割合

細部位	全交換費用	設備全体に対する割合
台所	455,000 円	29.4%
洗面台	128,500 円	8.3%
浴室	309,000 円	19.9%
トイレ	205,000 円	13.2%
ボイラー・給湯器	452,250 円	29.2%

表-29 構造種別の比率

	構造種別比
木造 住家 平屋 床下換気孔 モルタル	3.1
木造 住家 平屋 床下換気孔 サイディング	1.3
木造 住家 平屋 基礎パッキン工法 モルタル	0.4
木造 住家 平屋 基礎パッキン工法 サイディング	0.2
木造 住家 2階建て 床下換気孔 モルタル	28.5
木造 住家 2階建て 床下換気孔 サイディング	12.2
木造 住家 2階建て 基礎パッキン工法 モルタル	4
木造 住家 2階建て 基礎パッキン工法 サイディング	1.7
木造 事業所 平屋 モルタル	0.1
木造 事業所 平屋 サイディング	0
木造 事業所 2階建て モルタル	0.9
木造 事業所 2階建て サイディング	0.4
非木造(S) 住家 平屋 床下換気孔 モルタル	0.2
非木造(S) 住家 平屋 床下換気孔 サイディング	0.1
非木造(S) 住家 平屋 基礎パッキン工法 モルタル	0
非木造(S) 住家 平屋 基礎パッキン工法 サイディング	0
非木造(S) 住家 2階建て 床下換気孔 モルタル	2.5
非木造(S) 住家 2階建て 床下換気孔 サイディング	1.1
非木造(S) 住家 2階建て 基礎パッキン工法 モルタル	0.4
非木造(S) 一般家屋 2階建て 基礎パッキン工法 サイディング	0.2
非木造(RC) 一般家屋 平屋 床下換気孔 サイディング	1.7
非木造(RC) 一般家屋 平屋 基礎パッキン工法 サイディング	0.2
非木造(RC) 一般家屋 2階建て 床下換気孔 サイディング	15.2
非木造(RC) 一般家屋 2階建て 基礎パッキン工法 サイディング	2.1
非木造(S) 非住家 平屋 モルタル	3.3
非木造(S) 非住家 平屋 サイディング	1.4
非木造(S) 非住家 2階建て モルタル	5.7
非木造(S) 非住家 2階建て サイディング	2.4
非木造(RC) 非住家 平屋 サイディング	1.1
非木造(RC) 非住家 2階建て サイディング	9.5
	100

3.3.3 建物の部位別構成比

(1) 現行マニュアルにおける部位別構成比の設定方法

部位別構成比とは、建物一棟全体の新築費用を、基礎、内壁、床等の部位別に割り当てたものである。

現行マニュアルにおける部位別構成比は、「保険価額調査の手引き」（社団法人日本損害保険協会、平成3年8月）や「固定資産（家屋）評価基準」（財団法人地方財務協会）等を基に平成7年に設定されたものである（付録4）。この部位別構成比は、部位・材質の被災形態の特徴に応じた分類になっていないことや、設定から10年以上経過しており、近年の部位の材質や構造の多様化を反映できていないこと、浸水に対する脆弱性を考慮した分類となっていないことから、新たに設定し直すこととする。

しかし、現行マニュアルの部位別構成比の設定根拠となっている文献を用いて、部位別構成比を再設定することは困難であることが判明した。

「保険価額評価の手引き」（社団法人日本損害保険協会、平成3年8月）は、設定値の転載等は了承が得られておらず、他の資料もあわせて平均化して設定するための1サンプルとしては使用可能とのことであるため、根拠資料として掲載することができない。「建築統

第3章 建物被害の推計手法の高度化

計年報」(建築統計調査会、平成4年度版)については、最新の年度版はあるが、部分別価値の情報は掲載されていない。「固定資産(家屋)評価基準」(財団法人地方財務協会)についても、最新の年度版はあるが、部位別構成比は掲載されていない。

表-30 現行マニュアルにおける部位別構成比

【木造建物】

基礎	柱	屋根・小屋組	外壁	内壁	造作	天井	床	建具	その他部品(設備)
6.6	10.9	17.4	13.8	7.3	11.8	4.5	7.4	8.1	12.2

【非木造建物】

基礎	主体構造部	外部仕上げ	内部仕上げ	床仕上げ	天井仕上げ	屋根仕上げ	造作	建具	電気設備	給排水・衛生設備	ガス設備	空調設備	防災	エレベーター
8.8	28.5	7.9	6.2	4.4	2.3	3.3	4.8	9.1	8.0	8.3		7.2		1.2

(2) 部位別構成比の更新のための参考資料

前述のように、現行マニュアルと同じ方法で部位別構成比を設定することは困難であるため、上記の資料に代わる情報として、以下を収集・整理した。

- 住宅メーカーアンケート結果

国土技術政策総合研究所水害研究室が平成21年度、22年度に実施した住宅メーカーやゼネコンへのヒアリング・アンケート結果であり、各社で主に扱っている建物構造の部位別構成比についての情報をまとめたものである。

- (財)資産評価システム研究センター資料¹¹⁰⁾

財団法人資産評価システム研究センターが、平成17年～平成20年に建築された木造専用住宅、鉄筋コンクリート造住宅、鉄骨造工場、鉄骨造事務所(小規模なもの・大規模なもの)のうち、いくつかの実際の建物データを抽出し、その各部分毎の評価割合(＝部位別構成比)を算出したものである。

- 民間大手シンクタンク資料(2008年度版)

民間大手シンクタンクが内部資料としてまとめた、構造別・用途別・部位別の新築費用事例集であり、資料提供元から企業名は秘匿することを条件に使用許可を得ているものである。

第3章 建物被害の推計手法の高度化

表-31 住宅メーカーアンケート結果

○木造住宅の部位別価値構成比												(単位: %)	
アンケート先	基礎	柱	床	内壁	外壁	建具	造作	天井	屋根・小屋組	設備	合計		
A社	8.6	11.3	11.0	4.8	12.9	11.2	11.7	2.0	13.1	13.4	100.0		
B社	5.0	17.5	7.3	7.4	16.2	9.1	4.1	3.4	17.5	12.5	100.0		
C社	9.6	10.6	9.2	14.2	13.7	9.3	6.8	3.1	11.2	12.4	100.1		
D社	8.7	19.0	8.4	4.3	8.7	14.6	2.6	1.0	7.5	25.1	99.9		
E社	8.8	24.9	2.5	1.9	8.8	11.8	6.8	1.6	14.3	18.6	100.0		

○鉄骨造専用住宅の部位別価値構成比														(単位: %)	
アンケート先	基礎	主体構造部	床仕上げ	内部仕上げ	外部仕上げ	建具	造作	天井仕上げ	屋根仕上げ	電気設備	給排水・衛生設備	ガス設備	空調設備	防災	合計
B社	5.1	26.0	8.6	10.8	13.5	8.7	3.4	3.0	9.3	2.7	6.8	1.3	0.7	0.1	100.0
F社	5.0	32.0	5.0	6.0	12.0	10.0	6.0	4.0	5.0	5.0	8.0	2.0	0.0	0.0	100.0
E社	6.6	27.1	3.7	4.6	27.7	1.1	4.3	2.9	6.7	3.3	11.9				99.9
G社	9.5	25.5	4.0	4.0	10.0	6.5	2.0	0.5	7.0	14.0	8.0		0.5	4.0	95.5
H社	8.5	30.2	1.7	5.6	10.6	7.2	1.6	0.9	13.1	13.8	4.8		1.0	1.0	100.0

○鉄骨造工場の部位別価値構成比														(単位: %)	
アンケート先	基礎	主体構造部	床仕上げ	内部仕上げ	外部仕上げ	建具	造作	天井仕上げ	屋根仕上げ	電気設備	給排水・衛生設備	ガス設備	空調設備	防災	合計
G社	9.5	25.5	4.0	4.0	10.0	6.5	2.0	0.5	7.0	14.0	8.0		0.5	4.0	95.5
H社	8.5	30.2	1.7	5.6	10.6	7.2	1.6	0.9	13.1	13.8	4.8		1.0	1.0	100.0

○耐火造共同住宅の部位別価値構成比																(単位: %)	
アンケート先	基礎	主体構造部	床仕上げ	内部仕上げ	外部仕上げ	建具	造作	天井仕上げ	屋根仕上げ	電気設備	給排水・衛生設備	ガス設備	空調設備	防災	エレベーター	合計	
G社	6.5	24.5	5.5	9.5	10.0	10.5	5.5	3.5	1.5	6.5	10.0	1.0	4.0	0.5	1.0	100.0	
H社	13.3	19.4	4.3	13.5	7.7	7.5	5.6	2.0	1.2	9.1	14.4	0.0	1.3	0.0	0.7	100.0	

○耐火造事務所の部位別価値構成比																(単位: %)	
アンケート先	基礎	主体構造部	床仕上げ	内部仕上げ	外部仕上げ	建具	造作	天井仕上げ	屋根仕上げ	電気設備	給排水・衛生設備	ガス設備	空調設備	防災	エレベーター	合計	
G社	6.5	26.5	3.0	7.5	8.0	12.0	3.0	3.0	1.5	9.0	5.0		12.5	1.0	1.5	100.0	
H社	18.5	22.2	3.3	1.8	3.3	5.0	9.1	1.6	2.0	6.8	7.8		17.4	0.0	1.4	100.2	

表-32 (財) 試算評価システム研究センター資料

○木造専用住宅の評価額割合 (単位: %)														
サンプル	基礎	柱	床	内壁	外壁	建具	造作	天井	屋根	建築設備	その他工事	合計		
A	7.03	7.58	13.05	12.00	11.12	8.83	3.53	5.27	4.77	17.92	8.90	100.00		
B	6.88	7.07	10.91	12.70	6.69	9.87	3.95	5.01	5.53	18.82	10.57	100.00		
C	5.40	8.33	11.82	15.46	10.42	8.14	3.25	4.61	6.03	20.79	5.75	100.00		
D	7.95	6.30	11.33	13.94	8.05	10.87	4.35	4.84	6.65	18.27	7.45	100.00		
E	4.36	14.91	11.74	5.33	6.49	11.91	5.52	5.58	9.61	16.43	8.12	100.00		
F	7.10	8.51	11.21	10.00	8.25	12.30	4.92	4.54	6.13	21.53	5.51	100.00		
G	3.51	41.67	5.13	1.04	2.17	5.00	7.51	10.89	2.43	0.39	0.00	100.00		
平均	6.63	8.92	11.49	12.07	8.06	9.99	4.10	4.96	6.49	18.59	7.70	100.00		

○鉄筋コンクリート造住宅の評価額割合 (単位: %)															
サンプル	基礎	主体構造	床仕上げ	間切り骨組	内部仕上げ	外周壁骨組	外部仕上げ	建具	天井仕上げ	屋根仕上げ	特殊設備	建築設備	仮設工事	その他工事	合計
A	3.33	31.79	4.82	1.36	5.32	0.00	3.05	9.72	1.91	0.68	2.54	28.22	4.41	2.85	100.00
B	0.68	39.35	4.63	2.80	3.79	0.00	8.53	9.90	2.48	0.48	0.00	21.82	3.76	1.78	100.00
C	13.11	30.66	5.47	1.23	6.26	0.00	7.12	8.48	2.02	1.10	0.00	20.76	1.99	1.80	100.00
D	8.85	38.69	5.06	3.59	1.57	3.53	6.34	9.82	2.06	0.62	0.00	14.05	3.51	2.31	100.00
E	2.62	39.53	3.71	1.73	5.91	0.00	5.78	9.63	1.98	0.45	0.64	21.56	2.79	3.67	100.00
F	3.51	41.67	5.13	1.04	2.17	5.00	7.51	10.89	2.43	0.39	0.00	19.55	3.56	2.15	100.00
G	5.80	33.32	5.75	2.01	1.23	0.00	7.77	10.41	1.92	0.55	0.00	25.97	3.14	2.13	100.00
平均	5.41	36.44	4.94	1.97	3.75	0.50	6.59	9.84	2.11	0.61	0.45	21.70	3.31	2.38	100.00

○鉄骨造工場の評価額割合 (単位: %)															
サンプル	基礎	主体構造	床仕上げ	間切り骨組	内部仕上げ	外周壁骨組	外部仕上げ	建具	天井仕上げ	屋根仕上げ	特殊設備	建築設備	仮設工事	その他工事	合計
A	5.98	50.92	2.69	2.47	4.24	0.00	1.49	3.15	9.86	6.47	0.12	7.85	2.85	1.91	100.00
B	8.52	30.80	5.25	0.47	4.23	0.00	10.43	5.55	3.82	7.18	0.00	19.06	2.48	2.21	100.00
C	0.49	38.94	2.57	0.89	7.82	0.00	9.78	8.70	4.63	8.05	0.00	11.30	5.12	1.71	100.00
D	0.61	42.15	2.32	2.03	3.90	13.71	5.46	10.87	0.00	6.82	0.00	8.14	2.25	2.15	100.00
E	13.25	26.32	2.84	0.00	4.41	8.51	0.78	10.87	3.92	12.50	0.00	12.20	4.12	2.18	100.00
F	1.76	57.28	1.92	0.00	3.97	0.00	12.54	7.91	2.84	4.10	0.20	1.94	1.86	1.78	100.00
G	6.77	31.96	10.58	0.40	8.57	8.06	2.37	9.87	3.23	5.16	0.00	8.47	2.73	1.83	100.00
平均	5.34	39.77	4.04	0.89	5.58	4.04	6.12	8.07	4.04	7.18	0.05	9.85	3.06	1.97	100.00

○鉄骨造事務所(小規模なもの)の評価額割合 (単位: %)															
サンプル	基礎	主体構造	床仕上げ	間切り骨組	内部仕上げ	外周壁骨組	外部仕上げ	建具	天井仕上げ	屋根仕上げ	特殊設備	建築設備	仮設工事	その他工事	合計
A	2.87	30.37	3.86	2.01	2.72	1.95	9.34	6.68	2.58	0.35	1.22	26.82	5.98	3.25	100.00
B	0.31	36.04	4.73	2.13	3.65	7.31	4.52	9.47	1.25	0.77	0.00	24.40	3.28	2.14	100.00
C	7.53	27.13	6.40	1.03	1.61	6.96	18.67	2.97	2.32	2.71	0.17	16.84	3.61	2.05	100.00
D	2.99	37.54	2.77	2.32	4.13	4.96	0.67	8.36	1.32	0.40	0.58	29.37	2.88	1.71	100.00
E	4.16	37.99	2.27	0.46	3.18	9.27	4.05	7.50	2.82	0.31	0.00	22.96	3.89	2.11	100.00
F	8.38	24.90	1.78	1.09	8.01	0.00	5.77	13.45	3.38	4.51	0.00	21.20	4.15	3.38	100.00
平均	4.37	32.33	3.64	1.51	3.88	4.91	7.17	8.07	2.28	1.51	0.33	23.59	3.97	2.44	100.00

○鉄骨造事務所(大規模なもの)の評価額割合 (単位: %)															
サンプル	基礎	主体構造	床仕上げ	間切り骨組	内部仕上げ	外周壁骨組	外部仕上げ	建具	天井仕上げ	屋根仕上げ	特殊設備	建築設備	仮設工事	その他工事	合計
A	1.39	41.31	4.22	1.51	2.85	2.00	4.60	9.04	2.19	0.70	0.00	24.87	3.11	2.21	100.00
B	1.42	35.46	6.12	3.12	2.65	2.40	6.32	6.20	2.22	0.54	0.50	26.46	4.05	2.54	100.00
C	2.26	47.29	3.03	1.28	0.80	4.86	4.44	2.63	0.91	0.91	0.00	25.48	4.61	1.50	100.00
D	19.40	27.29	3.91	2.23	1.28	0.00	11.94	2.97	2.07	2.99	0.36	20.82	3.07	1.67	100.00
E	5.49	30.79	7.83	1.62	2.88	0.00	12.24	3.06	2.75	0.39	5.44	22.17	3.05	2.49	100.00
F	2.64	28.18	6.60	2.70	3.01	0.00	9.99	8.87	3.60	1.09	0.00	27.19	3.44	2.69	100.00
G	6.79	42.33	1.63	1.72	1.21	1.47	4.89	3.60	1.82	0.78	0.00	26.16	4.67	2.93	100.00
平均	5.63	36.10	4.73	2.03	2.10	1.53	7.77	5.20	2.22	1.06	0.90	24.73	3.71	2.29	100.00

第3章 建物被害の推計手法の高度化

表-33 民間大手シンクタンク資料（2008年度版）

○木造家屋の部位別価値構成比

用途・種類	基礎	軸組	床	内壁	外壁	建具	造作	天井	屋根	小屋組	設備	合計
専用住宅	4.5	18.1	5.3	7.8	10.8	11.5	4.9	3.1	8.7	5.9	19.6	100.0
専用住宅二世帯住宅	4.4	13.8	4.9	8.5	7.3	10.0	6.2	2.1	4.7	6.4	31.6	99.9
専用店舗	5.0	14.4	3.9	7.2	9.1	7.6	11.4	3.6	6.0	10.0	21.9	100.1
工場・倉庫	20.3	8.3	2.7	2.5	9.9	3.8	3.5		9.4	23.8	15.8	100.0

用途・種類	基礎	壁体	床	内壁	外壁	建具	造作	天井	屋根	設備	合計
専用住宅 枠組壁(ツーバイフォー)工法	4.1	17.1	4.3	5.1	7.1	13.2	13.0	1.8	9.8	24.4	99.9

○鉄骨造家屋の部位別価値構成比

用途・種類	基礎	躯体	床仕上げ	内部仕上げ	外部仕上げ	建具	造作	天井仕上げ	屋根仕上げ	配線設備	給排水設備	空調設備	エレベーター	その他	合計
専用住宅	10.3	30.3	4.2	7.0	6.6	7.6	13.4	2.9	5.3	4.5	5.4	2.9			100.4
専用店舗	9.3	27.3	3.8	6.8	6.5	5.5	11.3	4.5	4.6	4.6	7.7	8.5			100.4
店舗併用住宅	10.2	28.9	3.8	6.8	6.6	6.7	12.0	3.8	4.5	4.5	6.6	5.9			100.3
事務所	8.9	23.9	3.3	5.7	14.1	4.8	1.3	2.8	1.5	13.6	4.8	10.6	4.5		99.8
工場	8.4	30.9	3.9	5.4	9.5	5.1	1.5	3.7	4.3	11.4	4.3	8.8	3.0		100.2
軽量鉄骨造工場・倉庫	9.7	28.7	4.8	4.5	11.1	5.8	2.2	3.5	9.1	13.3	7.2				99.9

○鉄筋コンクリート造家屋の部位別価値構成比

用途・種類	基礎	躯体	床仕上げ	内部仕上げ	外部仕上げ	建具	造作	天井仕上げ	屋根仕上げ	配線設備	給排水設備	空調設備	エレベーター	その他	合計
個人住宅	8.7	22.8	7.0	6.6	12.6	12.0	5.4	3.1	8.1	4.1	6.9	2.6			99.9
独身寮	7.7	19.6	4.8	8.0	10.6	8.8	1.6	2.8	2.6	8.7	11.2	7.2		6.4	100.0
共同住宅	6.6	21.8	6.4	9.0	10.7	10.9	3.9	5.2	2.6	6.8	11.9	2.5	1.7		100.0
鉄骨鉄筋コンクリート造共同住宅	6.4	24.7	4.4	7.4	7.0	11.9	1.4	2.8	1.7	5.1	16.9	8.8	1.6		100.1
専用店舗	5.4	19.9	8.4	6.9	8.3	7.2	9.6	1.3	3.1	10.4	8.0	10.4			99.9
事務所	12.7	24.8	3.7	3.7	13.5	8.4	2.9	2.6	2.2	6.0	5.0	10.6	3.9		100.0
鉄骨鉄筋コンクリート造事務所	11.9	29.1	3.4	3.4	12.3	7.8	2.7	2.4	1.4	8.9	5.0	10.6	3.2		100.1
工場	5.9	34.2	6.0	3.6	8.1	4.7	4.8	2.6	5.0	8.3	6.1	6.1	4.7		100.1
鉄骨鉄筋コンクリート造ホテル	4.9	24.1	4.7	8.0	4.6	7.0	2.2	2.6	1.5	10.3	15.8	9.1	3.4	1.6	99.8

各調査結果と現行の部位別構成比とを比較し考察した結果を、図-49、図-50 に示す。なお、現行の部位別構成比と部位・材質区分が異なる場合は、関係すると考えられる部位に統合した。

- ・ 現行の部位別構成比に比べ、各資料から設定される部位別構成比は、木造では機器設備、柱の割合が増加している。また、屋根の割合は減少している。
- ・ 非木造では、構造・用途によっては主体構造部や外壁仕上げの割合が大きいものもあるが、全体的に現行の値と同等の値を示している。
- ・ 現行の部位別構成比においては小屋組と屋根とを同一区分としているが、浸水に対する脆弱性を考慮すると、浸水に比較的強いと考えられる小屋組と、浸水に対して比較的弱い屋根とを分離すべきであり、材質の類似性から小屋組は柱に区分すべきである。なお、「住宅メーカーアンケート結果」の「屋根」は小屋組を含んでいる。「(財) 資産評価システム研究センター資料」は小屋組が屋根・柱のいずれに含まれているか不明である。小屋組・柱の区分が明確にできるのは、会社名を秘匿するという条件付で提供された「民間大手シンクタンク資料（2008年度版）」のみである。
- ・ 浸水に対する脆弱性から、非木造の機器設備は、配線設備、給排水設備、空調設備の割合が必要である（木造については、後述するように「(財) 経済調査会資料」を参考にすることができる）。しかし、「(財) 資産評価システム研究センター資料」はこれらの機器設備の区分けがされていない。

以上のとおり、浸水に対する脆弱性の程度に応じて分類した部位別及び材質別において、部位別構成比が読み取れるようなデータ整理がなされていることが必要であり、それらが

第3章 建物被害の推計手法の高度化

わかる資料は「民間大手シンクタンク資料（2008年度版）」のみである。よって、今回の試算にあたって適用する部位別構成比として、「民間大手シンクタンク資料（2008年度版）」を使用することとした。

図-49 部位別構成比に関する調査結果と現行値との比較（木造）

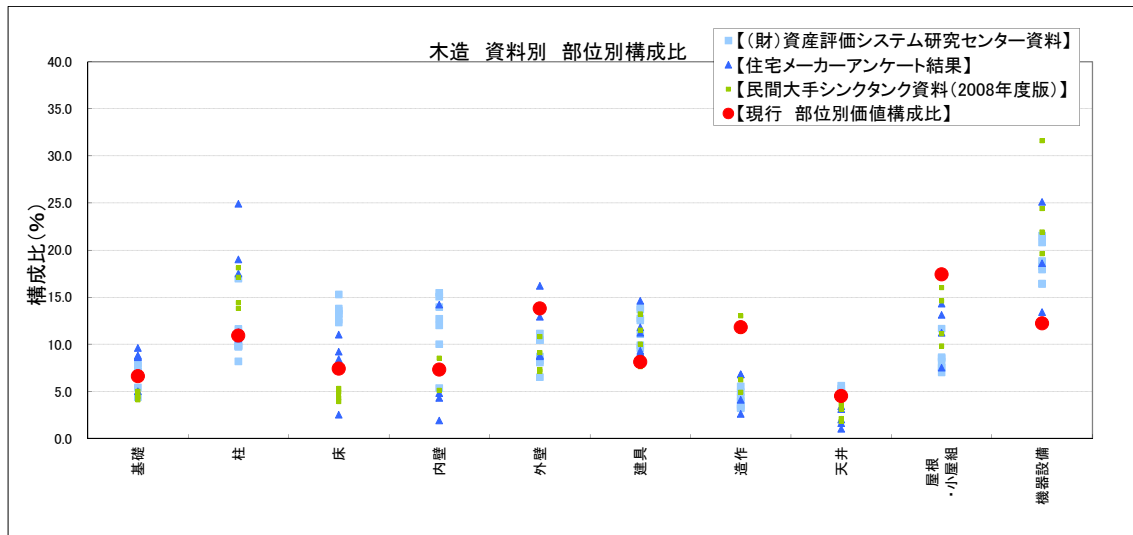
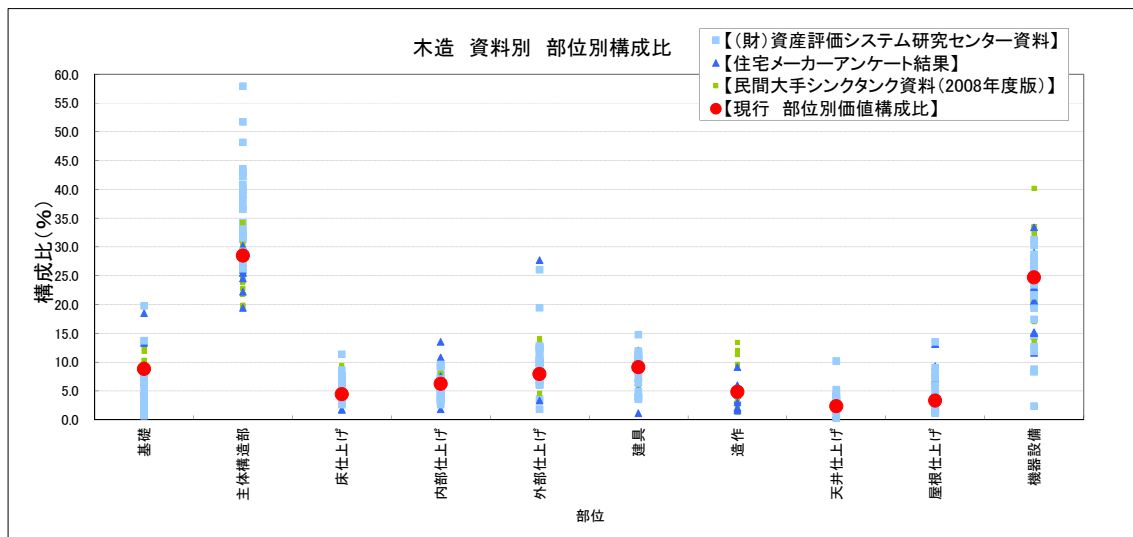


図-50 部位別構成比に関する調査結果と現行値との比較（非木造）



(3) 部位別構成比の更新

前項の分析を踏まえ、各部位の材料費・工費を含む部位別構成比について、「民間大手シンクタンク資料（2008年版）」を参考に値を更新することとする。

なお、最新の知見を踏まえ部位別構成比の区分を以下の通り再編することとした。

第3章 建物被害の推計手法の高度化

木造（在来軸組構法）の「小屋組」は、現行では屋根（屋根仕上げ材）と同区分になっているが、建物全体の構造に影響することなどから、軸組と同様の被災形態であると言える。よって、「軸組」と同区分とした。

ツーバーフォーをはじめとする枠組壁工法の「耐力壁」は、在来軸組工法の「軸組」とは被災形態が異なるが、この違いは補修費用の設定で反映するものとし、部位別構成比としては「軸組」と同区分とした。

「造作」は、建具周りの鴨居、敷居などの装飾なども指すが、近年の住宅においては装飾が少なくなってきたおり、実質的に「ふすま、障子、室内戸」などの建具の枠組みのみを指す場合も多い。よって、「建具」と同義であると判断し、「造作」と「建具」は同区分とした。

「建具」は、「金属建具」と「木製建具」で被災形態が異なる。よって、木造建物については（財）経済調査会 WEB サイト¹¹¹⁾、非木造建物については住宅メーカーへのアンケートを参考に、「建具」の部位別構成比を以下のとおりとした。

表-34 建具の金属製と木製の部位別構成比

＜木造建物＞	金属建具	：	木製建具	=	9.1	：	8.7
＜非木造建物＞	金属建具	：	木製建具	=	10.9	：	4.2

非木造の「機器設備」のうち、「ガス設備」は部位別構成比が小さいため、他の設備に配分した。また、「防災設備」や「エレベーター」は、特殊な設備であり一般的な建物での普及率は低いと想定し、対象外とした。なお、木造建物の「配線設備」・「給排水設備」は、（財）経済調査会 WEB サイトを参考に、「機器設備」の部位別構成比を以下のとおりとした。

表-35 機器設備の部位別構成比

＜木造建物＞	配線設備	：	給排水設備	=	6.9	：	15.3				
＜非木造建物＞	配線設備	：	給排水設備	：	空調設備	=	7.0	：	8.6	：	6.4

第3章 建物被害の推計手法の高度化

事例1：首都圏における標準的な在来軸組工法2階建てに当会の調査単価を併用したモデル事例

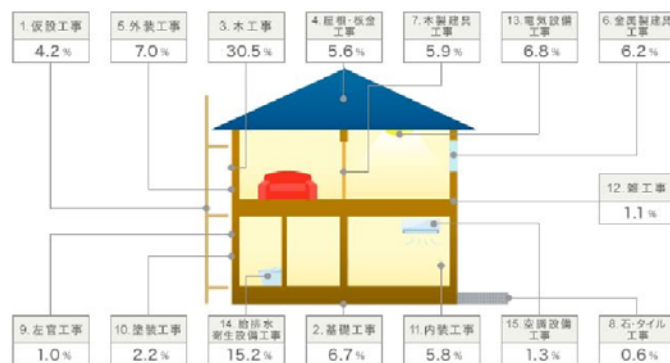


図-51 (財) 経済調査会 WEB サイト「すまいの建築費用」における例¹¹¹⁾

以上により，設定し直した部位別構成比が，表-36，表-37 である．また，部位別構成比について現行値と今回設置値とを比較するために，現行値の部位別構成比区分を補正し，比較したものが表-38 である．近年の建物は，システムキッチン，多機能な浴室システム，ウォシュレット付きトイレなど，機器設備の高度化・高級化により，機器設備費用の割合が多くなっており，木造建物の機器設備は，現行の 12.2%から 22.2 (6.9+15.3) %に増加している．

表-36 新たに設定し直した部位別構成比【木造】

基礎	軸組・耐力壁	床	内壁	外壁	建具		天井	屋根	機器設備		合計
					金属建具	木製建具			配線設備	給排水設備	
4.6	23.0	4.8	7.5	9.6	9.1	8.7	3.0	7.5	6.9	15.3	100.0

表-37 新たに設定し直した部位別構成比【非木造】

基礎	軸組・主体構造部	床	内壁	外壁	建具		天井	屋根	機器設備			合計
					金属建具	木製建具			配線設備	給排水設備	空調設備	
8.7	26.5	4.8	6.6	8.8	10.9	4.2	3.3	4.2	7.0	8.6	6.4	100.0

第3章 建物被害の推計手法の高度化

表-38 部位別構成比に関する調査結果と現行値との比較

■木造

部位分類:H7設定	基礎	屋根・小屋組	柱	床	内壁	外壁	建具	造作	天井	機器設備	合計
現行(H7設定) 部位別価値構成比	6.6	17.4	10.9	7.4	7.3	13.8	8.1	11.8	4.5	12.2	100.0

合算

部位分類:今回設定	基礎	屋根	小屋組	軸組・耐力壁	床	内壁	外壁	建具		天井	機器設備		合計
								金属 建具	木製 建具		配線 設備	給排水 設備	
現行(H7設定) 部位別価値構成比	6.6	17.4	10.9	7.4	7.3	13.8	19.9	4.5	12.2	100.0			
今回設定 部位別価値構成比	4.6	7.5	23.0	4.8	7.5	9.6	9.1	8.7	3.0	6.9	15.3	100.0	

■非木造

部位分類:H7設定	基礎	屋根仕上げ		主体構造部	床仕上げ	内部仕上げ	外部仕上げ	建具	造作	天井仕上げ	電気設備	給排水・衛生設備	ガス設備・空調設備	防災・エレベーター	合計
現行(H7設定) 部位別価値構成比	8.8	3.3		28.5	4.4	6.2	7.9	9.1	4.8	2.3	8.0	8.3	7.2	1.2	100.0
	+0.1	+0.1		+0.1	+0.1	+0.1	+0.1			+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	÷11	

合算
+0.1

部位分類:今回設定	基礎	屋根		軸組・主体構造部	床	内壁	外壁	建具		天井	機器設備			端数加算	合計
								金属 建具	木製 建具		配線 設備	給排水 設備	空調 設備		
現行(H7設定) 部位別価値構成比	8.9	3.4		28.6	4.5	6.3	8.0	14.0	2.4	8.1	8.4	7.4		100.0	
今回設定 部位別価値構成比	8.7	4.2		26.5	4.8	6.6	8.8	10.9	4.2	3.3	7.0	8.6	6.4	100.0	

3.4 建物被害の現地調査

3.4.1 調査票の改善

被害率を算出するにあたっては、浸水に比較的弱い部位・材質と、浸水に比較的強い部位・材質のそれぞれの被害率の両方を算出して合算することが必要である。浸水に比較的弱い部位・材質については前述のとおり復旧費用等を設定することができるが、浸水に比較的強い部位・材質については流体力等の物理的作用でどの程度損傷するかを実態に基づいて設定しなければならない。そのために、浸水被害にあった建物の現地調査により、調査することが必要である。

一方、第2章で示したとおり、過去実施された郵送によるアンケート調査では、回答内容が矛盾していても確認が困難であったり、被災者感情等から激甚な被害を受けた被災者からはほとんど回答を得られなかったりする等の課題がある。また、建築の専門家ではない被災者から、建物の部位・材質別の被災状況を精確に回答してもらう困難さがある。このことから、被災建物の調査方法をアンケート調査から訪問による聞き取り調査へと変更し、被災者と対話しながら聴取することで、調査対象者の理解度に合わせて質問、説明することが可能とし、激甚な被害をうけた被災者からも詳細な被災状況を把握することとした。付録5に見直した建物被害の聞き取り調査票を示す。

聞き取り調査で使用する調査票は、以下の点に留意し、見直しを行っている。

- ・ 回答者が被害状況を思い出しやすいようにしたこと

被災者への聞き取りは水害発生後早くても数ヶ月後以上経過している場合が多く、場合によっては1年以上経過していることもある。したがって、既に補修を済ませていることもあり、回答者自身が思い出やすくする工夫が必要である。そこで、始めに「居住に支障がでるような構造部材の損傷や外見で分かるような被害が発生したか」を把握し、被害状況の大まかな全容をつかむため、「基礎・柱・外壁」についての被害を質問することとした。その後、浸水により交換が生じる可能性が高い部位がどの程度被災したかを聞くため、「内壁・床・建具」についての質問を入れた。また、1階水没以上で初めて被災する可能性のある「天井・屋根」についての質問はその次に入れた。最後に、設備関係として、交換する可能性の高い「電気・配線設備」「給排水設備」「空調設備」の順に質問し、最後に事業所建物・共同住宅では設置されている可能性がある「運搬設備」「セキュリティ設備」についての質問を入れた。

- ・ 回答内容を単純にしたこと

実際の各部位の被害状況については、被災の状況は回答者が専門家でなく精確にわからない場合が多いため、「清掃の有無」「一部の損傷（例：穴があく、吸水により変形する等、一部の補強・修繕で済む程度）」「大部分の損傷（ほぼ全て取り替え）」程度とした。

- ・ 建築の専門家でなくてもわかる平易な言葉で、被害状況が把握できるようにしたこと
「損傷」という抽象的な言葉でなく、「ズレ、はがれ、ひび、傾き、折れ、穴、吸水による変形、歪み」等の考えられる具体的な損傷状況についてのコメントを調査票に記し、回答しやすさに配慮した。

なお、聞き取り調査票はあらゆる角度から被害率を出すための問となっており、結果的に被害率の算出に用いなかった問が大半となっている。よって、調査票のうち、これから論ずる被害率の試算に直結している部分は一部である。以降は、被害率の試算に直結する部分のみについて取り上げる。

3.4.2 現地調査の実施

浸水深別被害率を算出するには、水害による被災事例を調査し、その調査結果を統計的に処理することとなるが、その調査対象の抽出にあたっては浸水深の大きさの偏りと流体力等の大きさの偏りを可能な限り少なくする必要がある。今回は東日本大震災に伴う津波被災地を対象とすることで、これらの課題が持つ問題点を少しでも軽減できることを以下に示す。

- ・ 浸水深の大きさの偏り

通常の水害被害の調査では、浸水深が大きい建物の調査が困難となる。これは、深い浸水深で被害が甚大な建物は被災総数が限られていることに加え、被災者感情から調査への協力が得られにくいいため、どうしても調査数が少なくなってしまうからである。その点、津波被害については国土交通省都市局が被災建物の全数調査を実施し、そのサンプル数は24万棟にも及び3m以上の浸水深の被害についても十分にサンプル数を確保することができる。

- ・ 流体力等の大きさの偏り

一般に、破堤箇所に近い建物は強い流体力を受けており、それに伴い被害率が上昇することになる。つまり、破堤箇所に近い場合、浸水深と被害率の相関関係よりも、流体力と被害率の相関関係の方が卓越してくる。この関係を踏まえて被害率を算出するためには、水害毎に浸水深と流体力と被害率の相関関係を分析しなければならない。例えば、自治体による被害認定基準による全壊、大規模、半壊等の判定結果と浸水深との関係、及びそれらと現地調査による各建物との被害率との関係を分析することも考えられるが、自治体は被害判定結果の詳細を公表していない。一方、津波被害については国土交通省都市局が、被害認定基準と同様の基準により全壊、大規模半壊、半壊等の被災程度に分類していることに加え、浸水深との関係も整理している。

以上のことから、本論文においては、東日本大震災における津波被害を受けた建物を対象として、試行的に浸水深別被害率を算出することとした。前項で見直した調査票を用いて、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う津波による被災地域を対象に調査した。また、訪問調査によるサンプルの少なさを補間するため、後述する都市局が実施した建物の損壊状況調査を用いて、浸水深と物理的作用との相関を算出することとした。

<調査概要>

- ・ 訪問調査により、被災者から浸水深、部位毎の被災状況、交換・補修範囲、補修額（見積、実額）等を聞き取った（1箇所あたり、30分～1時間程度）。
- ・ 対象地域は岩手県宮古市・釜石市、宮城県石巻市・塩竈市・多賀城市・岩沼市、福島県相馬市（建物被害調査サンプル総数97件）

表-39 建物被害調査対象サンプル数

サンプル数(木造・非木造)	
全壊(流出)	7
全壊(再利用困難)	11
全壊(1階天井以上浸水)	24
大規模半壊	37
半壊(床上浸水)	13
一部損壊	5
合計	97

3.5 被害率の試算

3.5.1 被害率試算のための都市局調査の活用

水害による被害率は、浸水による被害と流体力等の物理的作用による被害との組み合わせで決まる。

表-8 において水色で示した部位は、浸水に比較的弱い部位であり、流体力等の物理的作用には無関係に浸水深のみによって被害率が定まる。浸水に比較的弱い部位・材質については、浸水深に応じて被害率を設定することができる。ただし、流体力等の物理的作用が非常に強く働いた場合には、浸水による損壊よりも物理的作用による損壊が上回るため、浅い浸水深であっても当該部位の被害率が非常に高くなる。一方、表-8 において黄色で示した部位は、浸水に比較的強い部位であり、流体力等に依存して被害の程度が定まるものであるため、浸水深のみで設定することはできない。建物に働く流体力等の浸水深以外の物理作用については、浸水深と緩やかな相関があるものの、水害毎の被災建物と破堤箇所との距離、被災建物が立地する地形、氾濫継続時間等によって変化する。

すなわち水害毎、地域ごとに被害率は異なったものとなるため、本論文においては試算例として前述の通り東日本大震災に伴う津波で被災した建物に限定して調査を実施し、被害率を設定することとする。

平成23年3月11日に発生した東日本大震災に伴う津波被害については、国土交通省都市局が青森県、岩手県、宮城県、福島県（ただし原発福島原発事故に係る警戒区域内を除く）、茨城県、千葉の6県62市町村における津波被災地の建物（239,685棟）について、全数調査しており、浸水深別、建物損壊状況別、建物構造別に整理されている¹¹²⁾。本論文ではその調査結果（以下「都市局調査」という）を活用することとする。

都市局調査においては、すべての被災建築物を、「全壊（流失）」、「全壊（再利用困難）」（この損壊状況区分は都市局調査では単に「全壊」とされているが「全壊（流失）」と区別するために、本論文ではこう呼ぶ）、「全壊（1階天井以上浸水）」、「大規模半壊」、「半壊（床上浸水）」、「一部損壊（床下浸水）」の6種類の損壊状況別に区分している。この6種類の損壊状況区分は、都市局から調査業務を請け負った建設コンサルタントが現地踏査し、外見上の被災程度に応じて分類したものであり、内閣府における災害の被害認定基準における呼称・定義とは必ずしも一致しないことに留意が必要である。

この損壊状況区分については、建物内部まで調査したものではないものの、外観の損壊状況から流体力等の物理的作用の影響度合いによって区分したものであるため、被害率を求めるにあたっては、この区分を最大限に活用することとする。

図-54 に示されているように、都市局調査においては浸水深と建物損壊状況と建物構造の3者の相互関係が明確に整理されているため、損壊状況区分に応じて、木造・非木造（S）・非木造（RC）の別で流体力による影響を設定し、それを浸水深別に被害率に変換することとする。

区分	全壊 (流失)	全壊 (再利用困難) ※1	全壊 (1 階天井以上浸水)
主な建物状況	基礎だけ残して、建物が完全に流されている	主要構造が損壊しており補修により元通りに再使用することが困難	1 階天井以上浸水しており、大規模修繕等による再使用も可能
サンプル写真			
棟数※2	92,509 棟	34,048 棟	9,438 棟
区分	大規模半壊	半壊 (床上浸水)	建物被災状況 (イメージ) 
主な建物状況	床から概ね 1m 以上 (天井未満) 浸水している	床から概ね 1m 未満の 床上浸水 (一部補修により 再利用可能)	
サンプル写真			
棟数※2	39,062 棟	43,145 棟	
区分	一部損壊 (床下浸水)	棟数合計	
主な建物状況	床下の泥を取り除けば再利用可能	被災建物 総計	
サンプル写真			
棟数※2	21,483 棟		

「東日本大震災からの津波被災市街地復興手法検討調査のとりまとめについて」(都市局調査)

<http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi-hukkou-arkaibu.html>

(注) 福島原発事故に係る警戒区域内については、建物被災状況の調査は実施していない。

(注) 被災地の条件等により、現地踏査によらず、自治体からの提供資料による把握を含む。

※1 都市局調査では単に「全壊」とされているが、他の全壊区分と区別するため、「全壊(再利用困難)」とした。

※2 都市局調査において損壊状況区分が「不明」とされている建物棟数については、50 cm 区分で最もシェアが多い区分の損壊状況棟数に計上している。

図-52 国土交通省都市局による津波被災状況調査(概要)

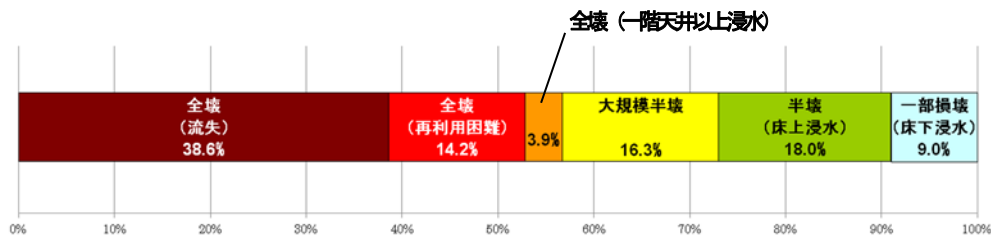


図-53 国土交通省都市局による津波被災状況調査（損壊状況別）

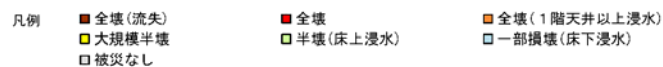


図-54 国土交通省都市局による津波被災状況調査（建物構造別）

浸水深別の被害率を算出するには、次のような手順を踏む。まず、浸水のみによる被害率を算出する。次に、流体力等の物理的作用による被害率を算出する。ただし、都市局調査を活用することから、物理的作用による被害率については、都市局調査における損壊状況別の被害率を算出し、それを浸水深別の被害率への変換することとなる。浸水のみによる浸水深別被害率と、物理的作用による浸水深別被害率とを重複なしに足し合わせることで、総合的な浸水深別被害率を算出することになる。

なお、損壊状況別の被害率から浸水深別の被害率へと変換する方法は次のようなものである。

例) 浸水深 100～150cm における建物被害率の算定方法

100～150cm 浸水した木造建物について，都市局調査結果を用いて損壊状況別の戸数割合を抽出する．損壊状況別被害率とかけ合わせて合算したものが，100～150cm の浸水深別の被害率となる．（他の浸水区分についても同様に算定する）

損壊状況	損壊状況別被害率	浸水深 100～150cm の 損壊状況別戸数割合
全壊（流出）	d_1	r_1
全壊（再利用困難）	d_2	r_2
全壊（1階天井以上浸水）	d_3	r_3
大規模半壊	d_4	r_4
半壊（床上浸水）	d_5	r_5
一部損壊	d_6	r_6

浸水深 100～150cm の浸水深別被害率は次のようになる

$$D_{100\sim150} = \sum_s d_s \cdot r_s \quad \text{式 (12)}$$

3.5.2 浸水のみによる浸水深別被害率の試算

まず，浸水のみによる被害率を算出する．

浸水に比較的強い部位・材質については，流体力等の作用程度や，浸水による汚損によって，被災程度に差異が生じる．そこで，前節では幅を持った被害率を設定していたが，以下のとおり被害率をその幅の下限值として仮定することとした．

なお，聞き取り調査を実施した住宅メーカーの一つから協力を得て提供を受けた調査データにおける建物面積は，平屋住宅の面積は 89.82 m²，2 階建て住宅については 133.4 m²（1 階 54%，2 階 46%）であった．一方，平成 20 年の住宅・土地統計調査によると，津波被災 3 県（岩手県，宮城県，福島県）の持ち家の 1 住宅あたり延べ床面積は 144.97 m²であった．住宅以外の面積に関する統計は見当たらなかったため，平屋の面積は 89.82 m²とし，2 階建てについては，延べ床面積は 144.97 m²（1 階 54%，2 階 46%）とすることとした．

・外壁（サイディング系）

浸水深が外壁に到達した時点で，当該階の外壁が5%汚損されるものとする．すなわち，浸水深50cm以上で，平屋であれば5%，2階建てであれば，2.7%（＝5×0.54）の被害を外壁が受けるものとし，浸水深320cm（1階床高50cm＋階高270cm）以上で，2階建ての外壁は5%の被害を受けるものとし，建物の再調達費用に外壁（サイディング系）の部位別構成比率を乗じて，補修額とする．

・金属製建具

建具のうち金属製建具とは玄関、窓等であり、床上まで浸水が達する前から汚損が始まる。そこで、浸水深30cm以上で、平屋であれば5%、2階建てであれば2.7% ($=5 \times 0.54$) の被害を金属製建具が受けるものとし、浸水深320cm (1階床高50cm+階高270cm) 以上で、2階建ての金属製建具は5%の被害を受けるものとし、建物の再調達費用に金属製建具の部位別構成比率を乗じて補修額とする。なお、木製建具については、床上浸水120cm以上 (浸水深170cm以上) で全交換となるが、床上浸水が始まってからそれまでの間は、金属製建具の倍の被害率、すなわち平屋であれば10%、2階建てであれば5.4%汚損されるものとする。

・陸屋根

浸水深が陸屋根に到達した時点で、5%汚損されるものとする。すなわち、平屋であれば浸水深320cm (1階床高50cm+階高270cm) 以上で、2階建てであれば浸水深590cm (1階床高50cm+階高270cm+階高270cm) 以上で、陸屋根は5%の被害を受けるものとし、建物の再調達費用に陸屋根の部位別構成比率を乗じて、補修額とする。

・電気・配線設備

この部位は浸水に比較的弱い部位であるが、床上20cmで交換が必要となるコンセントの交換費用と、床上240cmで交換が必要となる配線設備の交換費用との比率を設定することが必要である。専門家からの聞き取り調査を基に、1:10として設定した。すなわち、電気・配線設備の部位別構成比のうち、1/11をコンセント相当分と見なし、残りを配線設備相当分と見なすこととする。

・給排水設備 (付録5の「1. 基本情報等調査票」Q09と「3. 家屋被害調査票」Q35)

ボイラー・給湯器については、屋外据置型が多く、前述のとおり浸水深20cm程度で交換が必要となるため、浸水深20cm以上で100%の被害を受けるものとした。それ以外の台所、洗面台、浴室、トイレについては、床上浸水深から汚損が始まるものとし、浸水深50cm以上で5%の被害を受けるものとした。これらの設備については、浸水深によって被害程度が定まるものではなく、被災者の衛生観念等によって交換の有無等が定まる。そこで、被災者の財政状況に依存するという課題があるものの、被災者への聞き取り結果を基に、各細部位を交換した被災者の数が交換せずに清掃で済ませた被災者の数を上回る閾値となる浸水深を、各細部位の交換が必要となる浸水深として設定した。その結果、浸水深200cm以上で台所とトイレが、浸水深240cm以上で洗面台が、浸水深260cm以上で浴室が、交換されることとなるため、100%被害と見なすこととした。

第3章 建物被害の推計手法の高度化

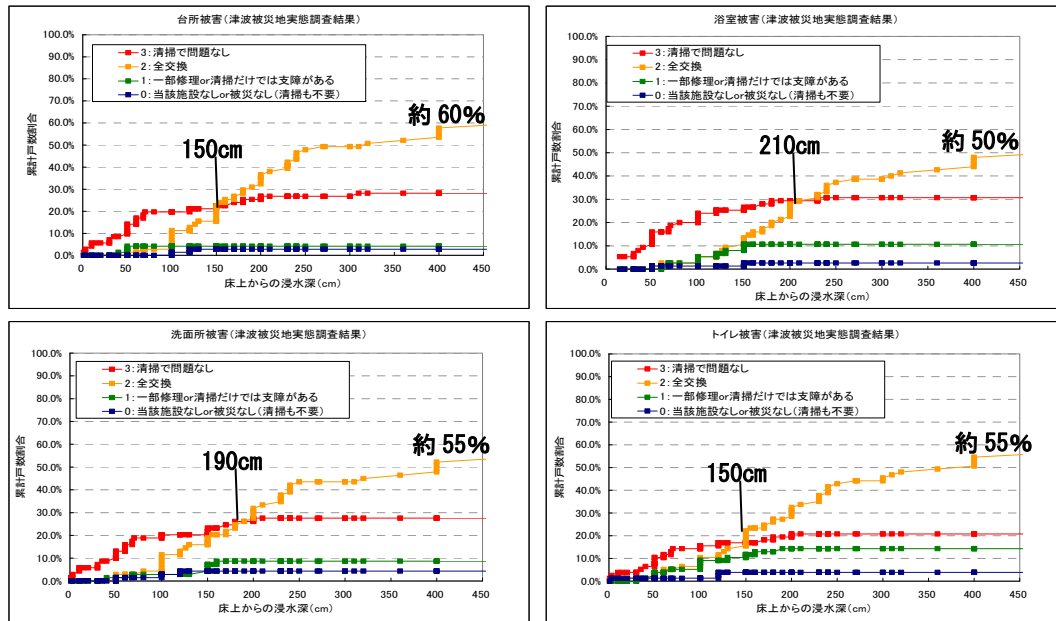


図-55 給排水設備の交換が必要となる浸水深（現地調査結果の集計）

・基礎

基礎については床下浸水から汚損が始まるため、浸水深0cm以上で5%の被害を受けるものとし、建物の再調達費用に基礎の部位別構成比率を乗じて、補修額とする。

・軸組・主体構造部

軸組・主体構造部については床上浸水から汚損が始まるが、木造と非木造で被害の程度に差があると考えられる。そこで、浸水深50cm以上で、木造については10%、非木造については5%の被害を受けるものとし、建物の再調達費用に軸組・主体構造部の部位別構成比率を乗じて、補修額とする。

以上により、流体力等の物理的作用に関係なく浸水のみによる浸水深別被害率を求めるための素材はそろった。

表-3の現行マニュアルのとおり、浸水深を6段階に分け、表-29の30の構造種別に浸水深別の被害率を算出したものが表-40である。さらに、表-29で被害率を重み付けすることにより、木造・非木造（S）・非木造（RC）にまとめたものが表-41である。なお、前述したとおり床高を50cmとしたため、現行マニュアルでは床上からの浸水深によって分類しているが、本論文では敷地からの浸水深で表記を統一することとする。表-40、表-41は流体力による被害を全く考慮していないものであるため、表-3の地盤勾配が最も緩い「地盤勾配A」の被害率と比較すると、「①0～50cm」，「②50～100cm」，「③150～200cm」の浸水深ランクの被害率が約2倍になっている。これは、床下土砂の除去、内壁の浸水被害という被災形態

第3章 建物被害の推計手法の高度化

を明らかにし、それを被害に見込んだことが大きい。一方で、「④150cm～」の浸水深ランクでは現行マニュアルよりも被害率が小さくなっている。これは、流体力等の物理的作用を全く見込んでいないためである。

2階建ての木造住家を例にとりて、浸水深に応じてどのような被害が生じるかを模式的に示したものが図-56である。

表-40 流体力等を考慮せず浸水のみにによる構造種別・浸水深別被害率（％）

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
木造 住家 平屋 床下換気孔 モルタル	14.8	33.3	40.4	59.0	81.7	98.0
木造 住家 平屋 床下換気孔 サイディング	14.8	31.7	35.0	48.0	66.6	83.3
木造 住家 平屋 基礎パッキン工法 モルタル	7.4	33.3	40.4	59.0	84.9	99.4
木造 住家 平屋 基礎パッキン工法 サイディング	7.4	31.7	35.0	48.0	69.8	84.9
木造 住家 2階建て 床下換気孔 モルタル	9.5	21.8	25.6	37.1	56.1	84.0
木造 住家 2階建て 床下換気孔 サイディング	9.5	20.9	22.7	31.2	47.8	70.0
木造 住家 2階建て 基礎パッキン工法 モルタル	5.5	21.8	25.6	37.1	56.1	84.0
木造 住家 2階建て 基礎パッキン工法 サイディング	5.5	20.9	22.7	31.2	47.8	70.0
非木造(S) 住家 平屋 床下換気孔 モルタル	13.8	29.2	35.6	48.7	67.2	79.5
非木造(S) 住家 平屋 床下換気孔 サイディング	13.8	27.8	30.6	38.6	53.4	65.6
非木造(S) 住家 平屋 基礎パッキン工法 モルタル	6.4	29.2	35.6	48.7	67.2	79.5
非木造(S) 住家 平屋 基礎パッキン工法 サイディング	6.4	27.8	30.6	38.6	53.4	65.6
非木造(S) 住家 2階建て 床下換気孔 モルタル	8.4	18.0	21.5	29.3	44.6	69.7
非木造(S) 住家 2階建て 床下換気孔 サイディング	8.4	17.2	18.8	23.9	37.0	57.0
非木造(S) 住家 2階建て 基礎パッキン工法 モルタル	4.4	18.0	21.5	29.3	44.6	69.7
非木造(S) 住家 2階建て 基礎パッキン工法 サイディング	4.4	17.2	18.8	23.9	37.0	57.0
非木造(RC) 住家 平屋 床下換気孔 サイディング	12.9	26.6	29.6	37.8	54.9	63.3
非木造(RC) 住家 平屋 基礎パッキン工法 サイディング	6.1	26.6	29.6	37.8	54.9	63.3
非木造(RC) 住家 2階建て 床下換気孔 サイディング	7.9	16.5	18.1	23.2	38.1	59.5
非木造(RC) 住家 2階建て 基礎パッキン工法 サイディング	4.2	16.5	18.1	23.2	38.1	59.5
木造 非住家 平屋 モルタル	3.7	30.8	37.9	56.5	79.1	95.9
木造 非住家 平屋 サイディング	3.7	29.3	32.4	45.4	64.0	80.8
木造 非住家 2階建て モルタル	3.5	20.5	24.2	35.8	55.4	82.6
木造 非住家 2階建て サイディング	3.5	19.6	21.3	29.8	47.1	68.6
非木造(S) 非住家 平屋 モルタル	2.7	26.7	33.1	46.1	64.6	76.9
非木造(S) 非住家 平屋 サイディング	2.7	25.3	28.1	36.0	50.8	63.1
非木造(S) 非住家 2階建て モルタル	2.4	16.7	19.9	27.8	43.8	68.2
非木造(S) 非住家 2階建て サイディング	2.4	15.9	17.4	22.5	36.3	55.6
非木造(RC) 非住家 平屋 サイディング	2.7	24.2	26.9	34.9	52.0	60.4
非木造(RC) 非住家 2階建て サイディング	2.4	15.3	16.8	21.9	37.4	58.2

表-41 流体力等を考慮せず浸水のみにによる浸水深別被害率（％）

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
木造	9.3	22.6	26.1	37.3	55.9	81.1
非木造(S)	4.0	19.7	23.2	31.6	47.4	67.3
非木造(RC)	6.0	17.1	18.7	24.1	39.5	59.3
合計	7.4	20.4	23.4	32.4	49.5	72.2

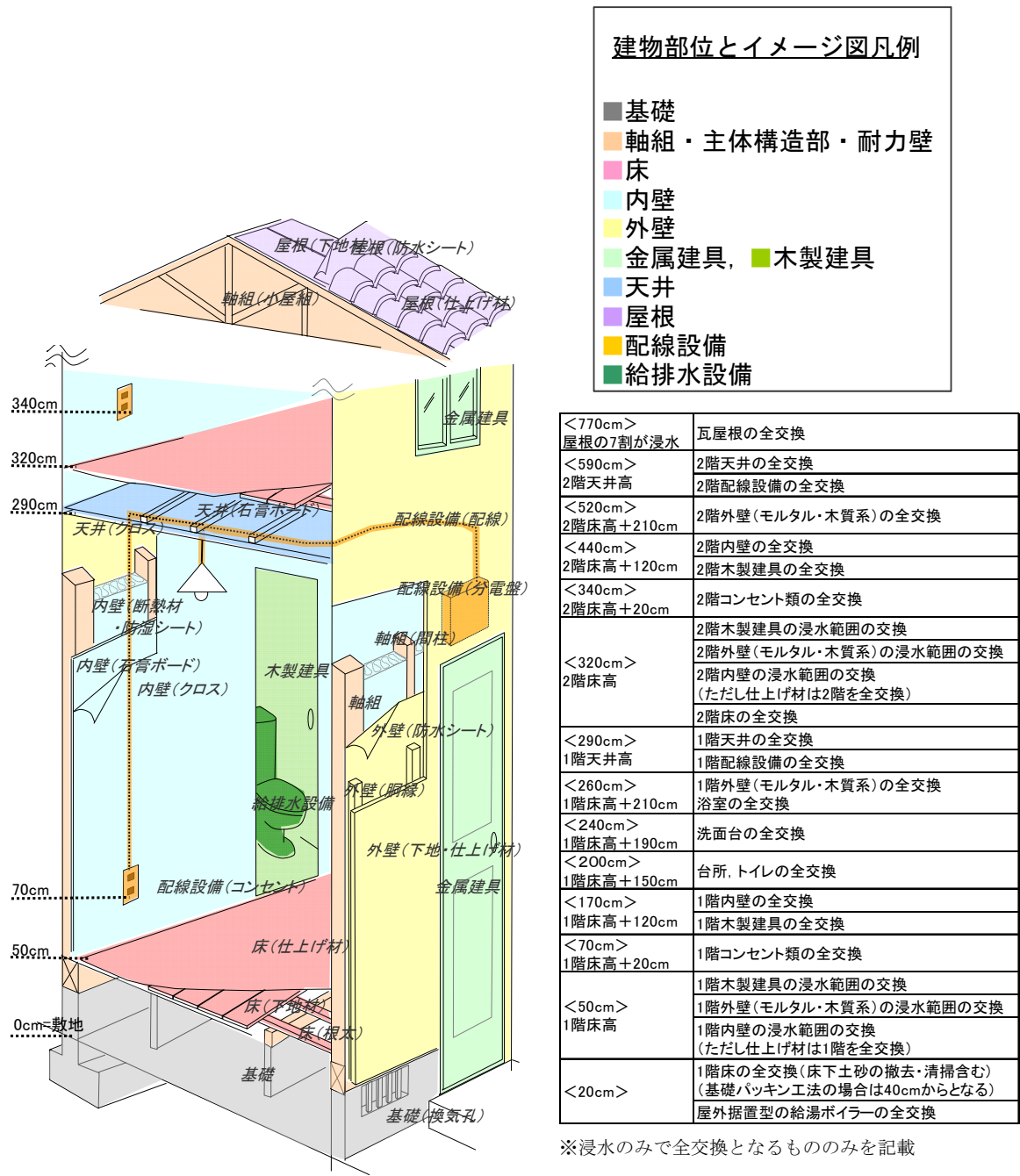


図-56 2階建ての木造住家の浸水深別の被害（流体力等の物理的作用を考慮せず）

3.5.3 流体力等の物理的作用も考慮した浸水深別被害率の試算方法

前節で試算した浸水のみによる被害率に、物理的作用による被害率を重複なく加えることで、総合的な浸水深別被害率を算出する。

図-54 のとおり、被害を受けた建物のうち、「全壊（流失）」及び「全壊（再利用困難）」とされた建物の割合は、半数以上にも及ぶ。（「全壊（1階天井以上浸水）」とされた建物については、大規模修繕により再使用が可能であるため、被害率100%とは限らない。）つまり、津波の流体力等により、半数以上は被害率100%となっているため、これを考慮する必要がある。

また、建物を構成する部位のうち、屋外に配置されている外壁、金属製建具、屋根と、建物の構造を支えている軸組・主体構造部、基礎については、浸水のみによる被害はほとんど受けず、漂流物の衝突や氾濫流による流体力等の物理的作用による被害が卓越する部位である。これら5つの部位については、流体力等の物理的作用の大きさによってどの程度の被害を受けたのかを整理する必要がある。

上記の2つの観点から、流体力等の物理的作用の影響を算出し、浸水のみによる被害率と合成することとする。算出のおおよその流れは次のとおりであり、木造、非木造（S）、非木造（RC）の3つの構造種別にそれぞれ求める。

- 1) 都市局調査を活用し、「全壊（流失）」及び「全壊（再利用困難）」とされた建物（流体力による被害率100%）の割合と、それ以外の損壊状況に判定された建物（流体力による被害率が100%とならない建物）の割合とを、浸水深別に算出する。
- 2) 「全壊（流失）」及び「全壊（再利用困難）」以外の建物について被害率を算出するため、津波被災地97件の現地調査結果を、「全壊（1階天井以上浸水）」、「大規模半壊」、「半壊（床上浸水）」、「一部損壊」の損壊状況別に分類する。4つの損壊状況別に、外壁、金属製建具、屋根、軸組・主体構造部、基礎の5つの部位毎の被害率を算出する。
- 3) 図-54で、木造、非木造（S）、非木造（RC）の3つの構造種別に、損壊状況と浸水深との関係が整理されていることから、2)で求めた5つの部位毎の損壊状況別の被害率を浸水深別被害率へと変換する。
- 4) 表-41の浸水のみによる被害率のうち、外壁、金属製建具、屋根、軸組・主体構造部、基礎の5つの部位の浸水深別被害率と、3)で求めた5つの部位毎の流体力等による浸水深別被害率と組み合わせることで、この5つの部位について、流体力等による物理的作用と、浸水のみによるものと双方の被害を反映した浸水深別被害率を算出する。これに他部位の浸水のみによる被害率を組み合わせることにより、流体力のみで被害率

100%とならなかった建物の浸水深別被害率を算出する。

- 5) 1) で求めた被害率100%の建物の割合と、4) で求めた被害率と合成することで、津波による浸水深別の被害率を算出する。

3.5.4 被害率 100%である建物割合の算出

都市局調査を基に、損壊状況別の割合について、木造、非木造（S）、非木造（RC）の3つの構造種別にそれぞれ求めたものが、表-42～表-44 である。構造が不明な被災建物については除外し、「軽量鉄骨造(プレハブ)・土蔵・ブロック造等」については、「非木造（S）」に含めることとした。

さらに、これらから被害率 100%となる建物割合を構造種別・浸水深別に求めたものが、表-45 である。これによると、東日本大震災に伴う津波で被災した建物については、例えば木造で敷地からの浸水深が 100～150cm の場合には、9.8%の建物が流体力等の物理的作用により被害率 100%となっており、残りの 90.2%が被害率 100%ではないが、何らかの被害を受けたということが分かる。

表-42 損壊状況別棟数（木造）

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
全壊(流失)	194	291	472	2,700	6,750	52,989
全壊(再利用困難)	389	649	1,426	7,545	7,925	7,158
全壊(1階天井以上浸水)	79	234	444	1,417	1,395	1,436
大規模半壊	1,340	5,758	8,571	9,085	1,285	1,318
半壊(床上浸水)	7,770	11,943	6,359	3,308	1,085	343
一部損壊	8,821	4,800	2,053	1,060	153	65
合計	18,593	23,675	19,325	25,115	18,593	63,309

表-43 損壊状況別棟数（非木造（S））

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
全壊(流失)	23	35	48	166	431	4,183
全壊(再利用困難)	61	76	172	846	834	2,365
全壊(1階天井以上浸水)	20	42	129	582	746	1,603
大規模半壊	211	889	1,627	2,529	549	468
半壊(床上浸水)	1,720	2,979	1,587	832	310	114
一部損壊	1,229	712	267	166	14	12
合計	3,264	4,733	3,830	5,121	2,884	8,745

表-44 損壊状況別棟数（非木造（RC））

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
全壊(流失)	0	2	4	13	13	375
全壊(再利用困難)	3	6	13	82	90	599
全壊(1階天井以上浸水)	6	12	35	168	203	791
大規模半壊	26	104	209	473	163	183
半壊(床上浸水)	227	441	256	186	40	26
一部損壊	290	138	62	39	19	7
合計	552	703	579	961	528	1,981

表-45 構造種別・浸水深別の被害100%建物数の割合(%)

		① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
木造	被害率100% (全壊(流失)+全壊(再利用困難))	3.1	4.0	9.8	40.8	78.9	95.0
	その他の損壊状況	96.9	96.0	90.2	59.2	21.1	5.0
非木造(S)	被害率100% (全壊(流失)+全壊(再利用困難))	2.6	2.3	5.7	19.8	43.9	74.9
	その他の損壊状況	97.4	97.7	94.3	80.2	56.1	25.1
非木造(RC)	被害率100% (全壊(流失)+全壊(再利用困難))	0.5	1.1	2.9	9.9	19.5	49.2
	その他の損壊状況	99.5	98.9	97.1	90.1	80.5	50.8

3.5.5 浸水深別被害率の試算

(1) 現地調査に基づく外壁、金属製建具、屋根、軸組・主体構造部、基礎の損壊状況別被害率の算出

表-39 は、津波被災地 97 件の被災建物への訪問による聞き取り調査結果を損壊状況別に分類したものである。ここで、「全壊（流失）」及び「全壊（再利用困難）」については流体力等により被害率が 100%となることが自明であるため、分析の対象とはしない。残された「全壊（1 階天井以上浸水）」、「大規模半壊」、「半壊（床上浸水）」、「一部損壊」の 4 つの損壊状況について、外壁、金属製建具、屋根、軸組・主体構造部、基礎の 5 つの部位毎に、流体力等の物理的作用も含まれた被害率を算出する。各部位の被害率については、次のような基準で設定した。

・外壁（付録 5 の「1.基本情報等調査票」Q09 と「3.家屋被害調査票」Q11）

聞き取り調査の結果、物理的作用によって損壊し交換が必要と判断される場合には、外壁全体に占める補修が必要とされる割合に応じて床面積あたりの外壁の補修費用を計上し、外壁全体の再調達価格との比率から被害率を設定する。

・金属製建具（付録 5 の「1.基本情報等調査票」Q09 と「3.家屋被害調査票」Q22）

金属製建具については補修費用の算出が困難であることから、被害割合をもって被害率とした。聞き取り調査の結果、「ほぼ全て被災した場合」は、被災階面積/総床面積の100%（全交換）、「一部被災した場合」は被災階面積/総床面積の50%の被害を受けるものとした。

・屋根（付録 5 の「1.基本情報等調査票」Q09 と「3.家屋被害調査票」Q26）

聞き取り調査の結果、物理的作用によって損壊し交換が必要な場合には、屋根の補修額を計上し、屋根全体の再調達価格との比率から被害率を設定する。陸屋根の場合には補修費用の算出が困難であることから、被害割合をもって被害率とした。

・基礎（付録5の「1.基本情報等調査票」Q09と「3.家屋被害調査票」Q07）

基礎が被災した場合には耐震性能等が損なわれている場合が多いと考えられ、高額な補修費用が必要となるはずであるが、被災者の財政制約等により被災程度の調査すらしていない場合も多く、適切な補修費用の算出が困難である。そこで、聞き取り調査の結果、流出または解体等が生じた場合は100%、何らかの修繕を行った場合、あるいは「傾いた」、「ずれた」等の外観上わかるほどの異常が発生している場合は75%の被害を受けるものとした。

・軸組・主体構造部（付録5の「1.基本情報等調査票」Q09と「3.家屋被害調査票」Q07）

軸組・主体構造部の被災についても、基礎と同様に補修費用の算出が困難である。そこで、聞き取り調査の結果、流出または解体等が生じた場合は100%、何らかの修繕を行った場合、あるいは浸水により外観上わかるほどの異常が発生している場合は75%の被害を受けるものとした。

上記の考え方により、損壊状況別に5つの部位について被害率を算出する。今回の訪問による聞き取り調査は調査数が限られているため、平均値ではなく中央値を代表的な統計値として、損壊状況別の被害率とした。その結果が表-46である。本来であれば、平屋と2階建てとの違い、木造と非木造との違い等、建物構造の違いを考慮する必要があるが、調査数の少なさから同一の被害率とした。

なお、これらの値は浸水のみによる汚損等の被害を考慮していない、すなわち浸水のみによる被害率の部分は含んでいないため、後で合算する必要がある。

外壁は津波の流体力を受けた面に被害が集中していることから、結果的に被害率はさほど高くない。金属建具は外壁ほど強度が高くないこともあり、被害率は多少高くなっている。屋根まで浸水するような場合には、「全壊（流失）」及び「全壊（再利用困難）」となっている場合が多いと考えられ、「全壊（1階天井以上浸水）」以下の損壊状況では被害が出ていない。基礎及び軸組・主体構造部については、流体力がかかると何らかの被害が生じている場合が多いため、結果として高い被害率となっている。

表-46 流体力等による外壁等の部位別・損壊状況別被害率（%）

	一部損壊	半壊(床上浸水)	大規模半壊	全壊(1階天井以上浸水)
外壁	0	0	0	15
金属製建具	0	0	27	53
屋根	0	0	0	0
基礎	0	0	0	75
軸組・主体構造部	0	0	0	75

(2) 現地調査に基づく外壁，金属製建具，屋根，軸組・主体構造部，基礎の浸水深別被害率の算出

前項で求めた損壊状況別被害率を浸水深別被害率に変換する．木造，非木造（S），非木造（RC）の3つの構造種別の損壊状況別棟数である表-42～表-44において，被害率100%となる「全壊（流失）」及び「全壊（再利用困難）」を除いた損壊状況別の棟数で，重み付け平均することによって変換する．

「⑥350cm～」の浸水深ランクでは，木造の方が非木造よりも被害率が小さいことが矛盾しているようにも見えるが，これは，非木造は木造と比較して「全壊（流失）」及び「全壊（再利用困難）」となっている割合が少なく，「全壊（1階天井以上浸水）」にとどまっているからである．

表-47 流体力等による外壁等の部位別・浸水深別被害率（木造）（%）

	① 0～50cm	② 50～100cm	③ 100～150cm	④ 150cm～250cm	⑤ 250cm～350cm	⑥ 350cm～
外壁	0.1	0.2	0.4	1.4	5.2	6.7
金属製建具	2.2	7.4	14.6	21.5	27.8	35.4
屋根	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
基礎	0.3	0.8	1.9	7.1	26.7	34.1
軸組・主体構造部	0.3	0.8	1.9	7.1	26.7	34.1

表-48 流体力等による外壁等の部位別・浸水深別被害率（非木造（S））（%）

	① 0～50cm	② 50～100cm	③ 100～150cm	④ 150cm～250cm	⑤ 250cm～350cm	⑥ 350cm～
外壁	0.1	0.1	0.5	2.1	6.8	10.8
金属製建具	2.1	5.7	14.0	24.1	33.7	44.6
屋根	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
基礎	0.5	0.7	2.7	10.6	34.6	54.7
軸組・主体構造部	0.5	0.7	2.7	10.6	34.6	54.7

表-49 流体力等による外壁等の部位別・浸水深別被害率（非木造（RC））（%）

	① 0～50cm	② 50～100cm	③ 100～150cm	④ 150cm～250cm	⑤ 250cm～350cm	⑥ 350cm～
外壁	0.2	0.3	0.9	2.9	7.0	11.6
金属製建具	1.9	4.9	13.3	25.0	35.8	46.7
屋根	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
基礎	0.8	1.3	4.7	14.5	35.8	58.9
軸組・主体構造部	0.8	1.3	4.7	14.5	35.8	58.9

(3) 流体力を考慮した浸水深別被害率の算出（全壊割合は未考慮）

以上で求めた外壁等の部位別・浸水深別被害率については，流体力等の物理的作用による被害のみを捉えたものであり，浸水による汚損等は考慮していない．浸水による汚損等を考慮するために，部位毎に浸水のみによる被害率と合成することとする．この合成方法は次式に示すように，流体力のみによる被害率を適用し，流体力によって被害を受けなかった部分には浸水による汚損等の被害率を適用することで，当該部位の浸水深別被害率を算出するというものである．

$$D_m^s = FD_m^s + (100 - FD_m^s) \cdot ID_m^s \quad \text{式 (13)}$$

ここで、

D_m^s : 構造種別sの部位mの浸水深別被害率 (%)

FD_m^s : 流体力のみによる構造種別sの部位mの浸水深別被害率 (%)

ID_m^s : 浸水のみによる構造種別sの部位mの浸水深別被害率 (%)

外壁等の5つの部位について、上記により浸水深別被害率を設定し直し、表-40の浸水のみによる被害率から置き換えると、次のようになる。この段階ではまだ「全壊（流失）」及び「全壊（再利用困難）」となっている建物の割合が考慮されていないことに留意が必要である。

表-41と表-51を比較すると、流体力を考慮したことにより⑤250cm～350cm及び⑥350cm～の浸水深ランクで被害率が上昇しており、特に非木造において顕著であることが分かる。これは、部位別構成比からも明らかなように、非木造は木造と比べて浸水に比較的強い部位・材質を用いている割合が高いためである。

表-50 流体力等を考慮した構造種別・浸水深別被害率（全壊割合は未考慮）(%)

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
木造 住家 平屋 床下換気孔 モルタル	15.1	34.1	42.2	62.7	90.5	100.0
木造 住家 平屋 床下換気孔 サイディング	15.1	32.6	36.8	51.8	76.2	95.6
木造 住家 平屋 基礎バッキン工法 モルタル	7.7	34.1	42.2	62.7	93.6	100.0
木造 住家 平屋 基礎バッキン工法 サイディング	7.7	32.6	36.8	51.8	79.3	97.1
木造 住家 2階建て 床下換気孔 モルタル	9.8	22.6	27.4	40.9	65.3	95.2
木造 住家 2階建て 床下換気孔 サイディング	9.8	21.8	24.5	35.0	57.5	82.2
木造 住家 2階建て 基礎バッキン工法 モルタル	5.8	22.6	27.4	40.9	65.3	95.2
木造 住家 2階建て 基礎バッキン工法 サイディング	5.8	21.8	24.5	35.0	57.5	82.2
非木造(S) 住家 平屋 床下換気孔 モルタル	14.2	30.0	38.0	54.7	81.9	100.0
非木造(S) 住家 平屋 床下換気孔 サイディング	14.2	28.6	33.0	44.8	69.0	89.6
非木造(S) 住家 平屋 基礎バッキン工法 モルタル	6.8	30.0	38.0	54.7	81.9	100.0
非木造(S) 住家 平屋 基礎バッキン工法 サイディング	6.8	28.6	33.0	44.8	69.0	89.6
非木造(S) 住家 2階建て 床下換気孔 モルタル	8.8	18.8	23.9	35.5	59.8	88.2
非木造(S) 住家 2階建て 床下換気孔 サイディング	8.8	18.1	21.2	30.2	52.7	75.8
非木造(S) 住家 2階建て 基礎バッキン工法 モルタル	4.8	18.8	23.9	35.5	59.8	88.2
非木造(S) 住家 2階建て 基礎バッキン工法 サイディング	4.8	18.1	21.2	30.2	52.7	75.8
非木造(RC) 住家 平屋 床下換気孔 サイディング	13.4	27.6	32.7	45.5	71.2	83.6
非木造(RC) 住家 平屋 基礎バッキン工法 サイディング	6.6	27.6	32.7	45.5	71.2	83.6
非木造(RC) 住家 2階建て 床下換気孔 サイディング	8.4	17.5	21.1	31.0	54.5	79.6
非木造(RC) 住家 2階建て 基礎バッキン工法 サイディング	4.7	17.5	21.1	31.0	54.5	79.6
木造 非住家 平屋 モルタル	4.0	31.7	39.6	60.1	87.9	100.0
木造 非住家 平屋 サイディング	4.0	30.1	34.2	49.2	73.6	93.0
木造 非住家 2階建て モルタル	3.7	21.3	26.0	39.5	64.6	93.9
木造 非住家 2階建て サイディング	3.7	20.5	23.1	33.7	56.7	80.8
非木造(S) 非住家 平屋 モルタル	3.0	27.5	35.4	52.1	79.3	100.0
非木造(S) 非住家 平屋 サイディング	3.0	26.1	30.4	42.2	66.4	87.0
非木造(S) 非住家 2階建て モルタル	2.8	17.5	22.3	34.0	59.0	86.7
非木造(S) 非住家 2階建て サイディング	2.8	16.7	19.8	28.8	52.0	74.4
非木造(RC) 非住家 平屋 サイディング	3.1	25.1	29.9	42.6	68.3	80.7
非木造(RC) 非住家 2階建て サイディング	2.9	16.3	19.8	29.7	53.8	78.3

表-51 流体力等を考慮した浸水深別被害率（全壊割合は未考慮）（％）

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
木造	9.6	23.4	27.9	41.1	65.2	92.0
非木造(S)	4.4	20.5	25.6	37.8	62.6	87.2
非木造(RC)	6.5	18.0	21.8	31.9	55.8	79.5
合計	7.8	21.3	25.7	37.8	62.0	87.5

(4) 全壊割合・流体力を考慮した浸水深別被害率の算出

前項で求めた浸水深別被害率は、「全壊（流失）」及び「全壊（再利用困難）」と判定された建物以外の建物についての被害率である。これに、表-45の被害率100%となる全壊割合を考慮すると、次のようになる。表-51と表-53を比較すると、全壊を考慮したことにより④150～250cm、⑤250～350cm及び⑥350cm～の浸水深ランクで被害率が上昇しており、特に木造において顕著である。これは、木造建物の全壊率の高さを反映したものである。

表-53において、①0～50cmの浸水深ランクで非木造（S）の被害率が非木造（RC）の被害率を若干下回っているが、これは表-25で示されているとおり非木造（S）の住家割合が低く床下浸水の被害が出にくいためである。

表-52 全壊割合・流体力を考慮した構造種別・浸水深別被害率（％）

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
木造 住家 平屋 床下換気孔 モルタル	17.8	36.7	47.9	77.9	98.0	100.0
木造 住家 平屋 床下換気孔 サイディング	17.8	35.3	43.0	71.5	95.0	99.8
木造 住家 平屋 基礎バッキン工法 モルタル	10.6	36.7	47.9	77.9	98.7	100.0
木造 住家 平屋 基礎バッキン工法 サイディング	10.6	35.3	43.0	71.5	95.6	99.9
木造 住家 2階建て 床下換気孔 モルタル	12.6	25.7	34.6	65.0	92.7	99.8
木造 住家 2階建て 床下換気孔 サイディング	12.6	24.9	31.9	61.5	91.0	99.1
木造 住家 2階建て 基礎バッキン工法 モルタル	8.7	25.7	34.6	65.0	92.7	99.8
木造 住家 2階建て 基礎バッキン工法 サイディング	8.7	24.9	31.9	61.5	91.0	99.1
非木造(S) 住家 平屋 床下換気孔 モルタル	16.4	31.7	41.6	63.7	89.8	100.0
非木造(S) 住家 平屋 床下換気孔 サイディング	16.4	30.3	36.9	55.7	82.6	97.4
非木造(S) 住家 平屋 基礎バッキン工法 モルタル	9.2	31.7	41.6	63.7	89.8	100.0
非木造(S) 住家 平屋 基礎バッキン工法 サイディング	9.2	30.3	36.9	55.7	82.6	97.4
非木造(S) 住家 2階建て 床下換気孔 モルタル	11.2	20.7	28.3	48.3	77.4	97.0
非木造(S) 住家 2階建て 床下換気孔 サイディング	11.2	20.0	25.7	44.0	73.4	93.9
非木造(S) 住家 2階建て 基礎バッキン工法 モルタル	7.3	20.7	28.3	48.3	77.4	97.0
非木造(S) 住家 2階建て 基礎バッキン工法 サイディング	7.3	20.0	25.7	44.0	73.4	93.9
非木造(RC) 住家 平屋 床下換気孔 サイディング	13.9	28.4	34.6	50.8	76.8	91.7
非木造(RC) 住家 平屋 基礎バッキン工法 サイディング	7.1	28.4	34.6	50.8	76.8	91.7
非木造(RC) 住家 2階建て 床下換気孔 サイディング	8.9	18.4	23.4	37.8	63.3	89.6
非木造(RC) 住家 2階建て 基礎バッキン工法 サイディング	5.3	18.4	23.4	37.8	63.3	89.6
木造 非住家 平屋 モルタル	7.0	34.4	45.5	76.4	97.5	100.0
木造 非住家 平屋 サイディング	7.0	32.9	40.6	69.9	94.4	99.6
木造 非住家 2階建て モルタル	6.8	24.5	33.3	64.2	92.5	99.7
木造 非住家 2階建て サイディング	6.8	23.6	30.7	60.7	90.9	99.0
非木造(S) 非住家 平屋 モルタル	5.5	29.2	39.1	61.6	88.4	100.0
非木造(S) 非住家 平屋 サイディング	5.5	27.8	34.4	53.7	81.1	96.7
非木造(S) 非住家 2階建て モルタル	5.3	19.4	26.8	47.0	77.0	96.7
非木造(S) 非住家 2階建て サイディング	5.3	18.7	24.4	42.9	73.0	93.6
非木造(RC) 非住家 平屋 サイディング	3.7	26.0	32.0	48.3	74.5	90.2
非木造(RC) 非住家 2階建て サイディング	3.4	17.2	22.2	36.6	62.8	89.0

第3章 建物被害の推計手法の高度化

表-53 全壊割合・流体力を考慮した浸水深別被害率 (%)

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
木造	12.4	26.5	34.9	65.1	92.7	99.6
非木造(S)	6.9	22.4	29.9	50.1	79.0	96.8
非木造(RC)	7.0	19.0	24.1	38.6	64.4	89.6
合計	9.8	23.5	30.8	54.6	81.9	96.1

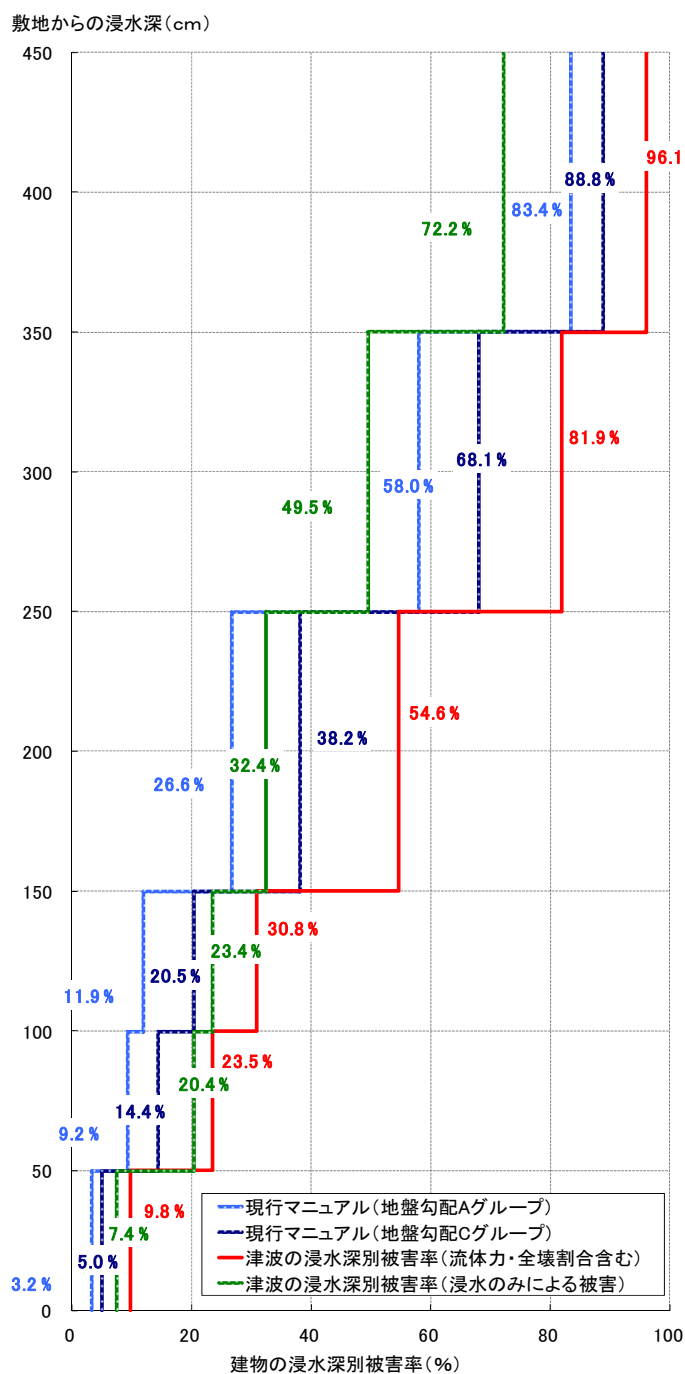


図-57 津波の浸水深別被害率

また、現行の治水経済調査マニュアル（地盤勾配 A と C グループ）と津波の浸水深別被害率（浸水のみ被害率と流体力・全壊割合を含む被害率）との被害率とを比較したものが図-57 である。地盤勾配 C グループは地盤勾配 1/500 以上のものであり、現行マニュアルにおいて最も流体力が強く出ている被害率であるが、津波の被害率のうち浸水深 150cm 未満にあつては、浸水のみによる被害であつてもさらにそれを上回る被害率となっている。浸水深が深くなると浸水のみによる津波被害率は現行マニュアルよりも低くなるが、流体力・全壊割合を含む津波被害率は終始マニュアル値を上回る。特に 50cm 未満の低い浸水深では、流体力・全壊割合を含む津波被害率は現行マニュアルの地盤勾配 C グループの 2 倍、A グループの 3 倍の被害率となっている。このように浸水深が深くなるほど流体力の大きさによる被害率の差は大きくなるが、津波以外の他の洪水においても、ある程度の流体力が働き、流木や浮遊した乗用車等が衝突するため、現行マニュアルの値と同程度以上となるであろうと考えられる。

さらに、これを住家・非住家の別、平屋・2 階建ての別、床下換気孔・基礎パッキン工法の別、外壁のモルタル・サイディングの別に分類して、傾向を分析する。

平屋・2 階建て別では、当然ながら平屋の方が被害率が高くなるが、①0～50cm と⑥350cm への浸水深ランクではさほど差が見られない。これは、①0～50cm の浸水深ランクでは、非住家の場合には土砂が床下に入り込まず両者ともに被害率が下がり、⑥350cm への浸水深ランクでは全壊割合が高まり両者ともに被害率が上がるため、違いが現れにくくなっていると考えられる。

住家・非住家別では、①0～50cm の浸水深ランクで特に差が大きい。これは、非住家の場合には土砂が床下に入り込まないためである。④150～250cm、⑤250～350cm の浸水深でも差が大きくなっているが、これは木造の割合が大きい住家では全壊割合も大きいと考えられる。

さらに、住家に限った分析として、床下換気孔・基礎パッキン工法の別を比較すると、当然のことながら①0～50cm の浸水深ランクのみで床下換気孔の被害率が高くなっている。

また、外壁材質としてモルタルとサイディングの違いを比較すると、②50～100cm 以上の浸水深ランクで数%ではあるが、モルタルの方が被害率が高くなっている。なお、非木造（RC）はモルタルを用いていないと考えられるため、この比較においては木造及び非木造（S）のみを対象としている。

表-54 平屋・2 階建て別の浸水深別被害率（%）

	① 0～50cm	② 50～100cm	③ 100～150cm	④ 150cm～250cm	⑤ 250cm～350cm	⑥ 350cm～
平屋	11.1	31.5	40.2	63.6	88.1	97.6
2階建て	9.7	22.3	29.4	53.2	80.9	95.9

表-55 住家・非住家別の浸水深別被害率（％）

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
住家	11.6	24.4	31.9	57.5	84.6	96.9
非住家	4.6	20.9	27.5	46.0	73.7	93.7

表-56 床下換気孔・基礎パッキン工法別の浸水深別被害率（％）

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
床下換気孔	12.1	24.4	31.9	57.5	84.6	96.9
基礎パッキン工法	7.9	24.4	31.9	57.5	84.6	96.9

表-57 外壁材質のモルタル・サイディング別の浸水深別被害率（％）

	① 0～ 50cm	② 50～ 100cm	③ 100～ 150cm	④ 150cm ～250cm	⑤ 250cm ～350cm	⑥ 350cm ～
モルタル	11.1	25.7	34.6	62.6	90.1	99.3
サイディング	11.1	24.9	31.7	58.5	87.5	98.0

3.5.6 被災者の受入補償額の調査

第2章で述べたように、被害率・被害額については代替法を用いて算出されており、被災者の効用変化を直接計測したものではない。この致命的な欠点を解決するためには、実際に受けた被害に対する受入補償額、また被害を受けないための支払意思額を聞き取る必要がある。調査する場合には実際に受けた被害を受忍するのに十分な受入補償額を聞くことになる。受入補償額を聞くことができれば、被災者の効用変化を貨幣換算したこととなり、それが真の被害額と捉えることができる。この場合、CVMのように調査の仕方に工夫が必要であるが、そのような研究はないため聞き取り調査において実施してみた。

聞き取り調査の最後に「これまでに伺った、家屋被害、家庭用品被害、ライフライン停止による労力、清掃労力、代替活動支出、精神的被害、恐怖感など、災害により被ったものを額で表すとしたら、あなたが感じる『被害額』はいくらくらいですか」という質問をした。しかし、この間に対しては、「この苦しみをお金で表すことなんてできない」、「いくらもらったとしても災害を受け入れることはできない」等の回答が調査を始めて数人の段階で相次ぎ、定量化できる見込みがつきそうになかったため、この間の継続調査を断念した。

このことは、物的被害を補修するための手間や精神被害を計測することは、難易度が非常に高いことを示している。従来、CVMでは様々なバイアスが知られており、その多くは仮想的な評価であるが故に生じるバイアスである¹¹³⁾。一方、この調査は、実際に被災者の身に生じた被害について質問していることがCVMとは異なっていることから、CVMで知られるバイアスのうち追従バイアス（質問者や調査機関が喜びそうな回答を回答するバイ

アス) 以外のバイアスについては生じないはずである。しかし、今回の調査では回答が得られなかった理由としては、受入補償額があまりにも巨額であるということ、これまで経験したことのない苦しみであるためこれまでの生活における金銭感覚では貨幣換算することの難易度が高いということ等が考えられる。本論文では詳しい分析はできていないが、今後は被害状況と受入補償額との関係を調査・研究することも課題であろう。

3.6 まとめと今後の課題

3.6.1 成果の概要

本章では、建物の浸水被害状況について、建築に関する専門知識の不足や予算制約等といった被災者の個人属性に依存した回答を用いることで被害を過小評価していた現行マニュアルの現場調査手法の課題を解決するため、以下の方法を開発した。

まず、住宅メーカー、設計事務所、工務店等、水害で被災した建物の補修実績を豊富に有する専門家に対して聞き取り調査をすることで、建物の部位・材質のうち浸水のみにより交換等の必要が生じる部位・材質とそれ以外の部位・材質に分類した。浸水のみにより交換等の必要が生じる部位・材質については、浸水深に応じた被害内容及び復旧内容を明らかにし、実際の被災建物への訪問調査により、それらの妥当性を確認した。

次に、各部位の被害額の上限を新築費用の按分相当としていることにより、被害率が過小となっていた従来方法の課題を解決するため、標準的な材質等と復旧方法を設定し、各部位の撤去・清掃・再設置等に必要となる費用を積算した復旧費用を被害額と定義し、それにより被害率を算出する方法を開発した。この過程で、建物の部位・材質毎に浸水深と被害額・被害率との因果関係を明らかにした。

最後に、建物に関する統計資料に基づき建物構造を30種に標準化し、東日本大震災の津波被害を事例に現地調査結果に基づく浸水深別被害率を試算した。被害率算出にあたっては、建物を構成する床、外壁等の部位毎の復旧費用を積み上げ、その額と建物全体の再調達価格とを比較することにより、建物の被害率とした。さらに、流体力の考慮の有無等の違いによる被害率の違い、現行マニュアルの値との比較、建物の構造種による被害率の違い等について分析を行った。

その結果、現行マニュアルの課題を解決するとともに、水害による建物被害率を建物の構造種別、部位別に分解して分析することを可能とした。本論文は、これまで被災者へのアンケート等により設定していた建物の浸水被害の調査手法について、浸水深と建物被害実態との関係を具体部位・材質別に明らかにし、その成果を用いることで、被災者の個人属性への依存を可能な限り抑えた手法を開発した初めての研究である。また、東日本大震災に伴う津波被害を対象に被害率を試算した結果、低い浸水深における現行マニュアルの被害率が過小となっていることも明らかにした。本論文で開発された調査方法に基づき河川洪水や高潮等の他の水害被害の実態調査を蓄積することで、統計的にも頑健な浸水と建物被害との因果関係を構築し、より実態に近い建物被害率に改定することが可能となるであろう。

なお、統計的には有効数字は2桁程度と考えられるが、現行マニュアルとの比較のため、被害率については小数点第1位まで算出している。

3.6.2 得られた知見と考察

建物の浸水被害について以下の知見が得られた。

建物構造については浸水に比較的強い順に並べると非木造（RC）、非木造（S）、木造となる。また、建物を構成する部位・材質に関しては、一般に金属系の方が木質系よりも浸水に弱くなる。

建物が浸水した場合には、被害がないように見えても、床下に土砂が堆積し、後々になってシロアリ被害が発生したり、内壁の耐久性が落ちていたりするため、専門的知見に基づく復旧が必要である。専門家からの聞き取り結果によると、低い浸水深だからといって補修せずに放置してしまい、数年後にシロアリ被害が発生したことがあったこともままあるようであり、住宅メーカー、行政、損害保険業者等は、浸水被害を受けた被災者に対してこのようなことを周知すべきであろう。

床下換気工法については、一般に用いられている換気孔よりも基礎パッキン工法を採用した方が、氾濫水が床下に入り始める浸水深が高くなるため床下浸水の被害を軽減できる。なお、専門家からの聞き取りによると、床下換気工法については耐震対策をはじめとする浸水以外に対する観点を重視して変遷してきており、浸水被害に対してはさほど考慮されていない。その典型的な最近の事例として、床下空間に床下暖房設備を設置した建物も増えてきており、そのような建物が普及していくと床下浸水の被害はより深刻になっていくであろう。今後は耐震性だけではなく、耐水性も考慮した床下換気工法や床下空間の活用方法を誘導すべきである。

内壁についても、耐火性能を有する石膏ボードや断熱材が普及しているが、浸水してしまえば剥がして補修しなければならず、耐水性を考慮した材質の技術開発が必要である。床下土砂の撤去と内壁の補修に関しては、被災者が十分に補修の必要性を理解していないため、補修しないままとしている被災者が数多くいたため、この観点についても周知が必要である。

外壁や屋根については建物全体との調和により材質が選ばれることが多いであろうが、外壁についてはモルタル系よりもサイディング系の方が浸水被害を軽減でき、屋根については瓦等の仕上げ材を用いたものよりも陸屋根の方が浸水被害を軽減できる。

建物内の設備類については、配置を少し工夫するだけで浸水被害をかなり軽減できるものもある。給排水設備のうち屋外据置型ボイラーや、電気コンセントについては、配置高さを上げれば上げるほど被害を軽減することができる。

このように、建物の部位・材質毎に浸水深と水害被害との因果関係を明らかにしたことにより、浸水被害を軽減するための具体的な方策を明確にした。

また、床下浸水被害や床上浸水深 200cm 未満については流体力等の物理的作用が全くなく浸水のみ被害であっても、現行マニュアルの最も地盤勾配が緩い、すなわち物理的作用が最も働いていない被害率よりも、高くなることが判明した。特に床上浸水深 100cm 未満に限れば、被害率は 2 倍以上となっている。これは、現行マニュアルの被害率の設定手

法の問題点を改善したことによる。このことにより、これまでは軽微と考えられてきた浅い浸水の被害であっても、その被害率が倍以上ということになれば、治水の優先順位等の見直しが必要となる可能性がある。

以上のように、研究過程で得られた知見は、建築の専門家や個々の建物所有者が浸水被害への対策をとる際には重要な基礎資料になるであろう。

3.6.3 今後の課題

本論文で扱うことのできなかった課題、今後研究を精緻化するために留意すべき点等を列記すると以下のとおりである。

- ・ 今後、追加調査等によりデータ数を充実させ、本論文で試算した被害率をより統計的に頑健性の高いものに更新すべきである。その際には、例えば、変動係数の確認、排除すべき異常値の検討、平均値と中央値との比較等に留意すべきである。この課題は第4、5章にも共通である。なお、本論文ではサンプルが浸水深や損壊状況の観点から偏りがないようにし、平均値で被害率を試算している。
- ・ 本論文では典型的な構造の存在割合を設定し、被害率を算出したが、地下室やピロティ等の特殊な構造については考慮していない。今後、現地調査のサンプル数を増やしていく際には、特殊な構造の存在割合や被災実態の調査をするとともに、統計データに基づいた構造種別、用途別と同程度の割合で、現地調査の対象とする建物を抽出すべきである。
- ・ 平屋と2階建てで部位別構成比は異なると考えられることから、さらなる被害率の精緻化のためには両者を分離する方が望ましい。
- ・ 第5章で示すように、筆者が別途現地調査したところでは、非住家の床高は平均では50cm程度ではあるが、分散が非常に大きく、20cm未満の事業所数が約3割を占めることがわかっている。さらに被害率を精緻化するためには、非住家の床高の分布を考慮して、被害率を設定すべきである。
- ・ 浸水のみによる被害率はどのような水害でも一定と仮定しているが、土砂混入量が多かったり、津波のように塩分を含んでいたりとすると、流体力が作用せずとも被害率が上昇する可能性がある。今後、多様な水害被害を調査すべきである。

- 本論文では浸水継続時間については考慮していない。現行マニュアルにおいても、農作物被害については継続時間が考慮されているが、その他の被害項目については継続時間は無関係なものとして扱われている。浸水継続時間は一定程度は被害率に影響すると考えられるため、被害の精緻化のためには調査が必要である。
- 流体力の大きさについては、現行マニュアルでは地盤勾配で表現しているが、浸水深別被害率を更新する際にはどのような指標で表現するか、検討が必要である。
- 流体力等の物理的作用による被害率についても建物の構造パターン別に設定することが望ましく、そのためには調査サンプル数をさらに多くすることが必要である。
- 現段階では普及率が高く、多くの建物において一般的に使用されている部位・材質に限って、撤去・再設置の積算による補修額を設定しているが、今後さらに精緻に被害率を算出するには、これ以外の部位について補修額を設定することが必要である。
- 流体力は基礎や軸組等にものみ作用するものではなく、例えば外壁が破壊された場合には内壁も同程度の被害を受けていると考えられる。被害率の精緻化のためには、流体力が各部位にどのように作用しているのか、実態調査を充実させて明らかにしていくことが必要である。
- 本論文では、給排水設備は専門家への聞き取りを実施しておらず、被災者の衛生観念のみに依存した調査とした。より精緻な被害率とするためには、給排水設備の被災メカニズムを調査する必要がある。
- 近年急速に普及が進んでいる床暖房や自家発電・蓄電池といった設備類について、普及が進んだ段階でこれらの被害を見込む必要がある。
- 現行マニュアルとの比較のため、浸水深ランクの閾値を変更しなかったが、2階の床上浸水となる浸水深等、被害が急激に増加する浸水深が存在する可能性がある。今後はより適切な区分が可能か検討する余地がある。
- 精神的被害を含めた被災者の効用変化を計測する調査手法の開発が求められているが、本論文では受入補償額で計測することを試みたものの、統計処理に堪え得るような回答を得ることはできなかった。今後は、この計測のため新たな手法を開発する必要がある。

第4章 家庭関連被害の推計手法の高度化

4.1 はじめに

4.1.1 概要

第3章においては建物被害の被害率算出について現行マニュアルにおける手法を抜本的に見直し、近年の建築技術の知見を踏まえた浸水による建物の被害内容を把握し、それに基づく部位・部材別の標準的な復旧方法・復旧費用について調査及び分析を実施することで、復旧費用から被害率を算出する手法を開発した。

表-1 に示したとおり、建物以外についても浸水深別被害率は設定されている。本章では家庭関連の被害率の推定手法の改善について提案する。家庭関連の被害については、家庭用品被害と、家庭における応急対策費用とに大別される。本論文においては、これらの家庭関連の被害について、これまでの算出手法を大部分において踏襲しつつも一部において新たな概念を追加することとし、近年の水害被害の実態を反映し、被害率で集計する範囲を拡張することとした。また、被害額算出の基礎となる統計データをより適切なものに変更すること等も検討することとした。最後に、本論文で開発した手法の適用例として、東日本大震災に伴う津波被害における浸水深別被害率を試算した。

建物の被害率推計手法と比較すると、抜本的な変更を行った箇所は限定的であるため、変更を行った箇所を中心に論を進める。

4.1.2 現行マニュアルにおける被害額算出方法

現行の治水経済マニュアル（案）における家庭用品被害の算出手法は次のとおりである。

(1) 家庭用品の被害額算出手法

表-58 現行マニュアルにおける家庭用品被害額算出手法

<p>世帯数に1世帯当たり家庭用品評価額を乗じ、家庭用品資産額を算定すること。</p> <p>メッシュ内の階数分布を用いて補正した資産額に浸水深に応じた被害率を乗じ、家庭用品被害額を算定すること。</p> <p>[解説]</p> <p>世帯数に1世帯当たり家庭用品評価額を乗じて家庭用品資産額を算定する。</p> $\text{家庭用品資産額} = \text{世帯数} \times \text{1世帯当たり家庭用品評価額}$ <p>1世帯当たり家庭用品評価額</p> <p>平成25年評価額 14,696千円／世帯</p> <p>建物被害と同様にメッシュ内の階数分布を用いて補正し、被害率を乗じて家庭用品被害額を算定する。</p> $\text{家庭用品被害額} = \text{補正後家庭用品資産額} \times \text{被害率}$ <p style="text-align: center;">浸水深別被害率</p> <table border="1"> <tr> <th rowspan="2">浸水深</th><th rowspan="2">床下</th><th colspan="5">床上</th><th colspan="2">土砂堆積 (床上)</th></tr> <tr> <th>50cm 未満</th><th>50～ 99</th><th>100～ 199</th><th>200～ 299</th><th>300cm 以上</th><th>50cm 未満</th><th>50cm 以上</th></tr> <tr> <td>被害率</td><td>0.021</td><td>0.145</td><td>0.326</td><td>0.508</td><td>0.928</td><td>0.991</td><td>0.50</td><td>0.845</td></tr> </table>									浸水深	床下	床上					土砂堆積 (床上)		50cm 未満	50～ 99	100～ 199	200～ 299	300cm 以上	50cm 未満	50cm 以上	被害率	0.021	0.145	0.326	0.508	0.928	0.991	0.50	0.845
浸水深	床下	床上					土砂堆積 (床上)																										
		50cm 未満	50～ 99	100～ 199	200～ 299	300cm 以上	50cm 未満	50cm 以上																									
被害率	0.021	0.145	0.326	0.508	0.928	0.991	0.50	0.845																									

(2) 家庭における応急対策費用の被害額算出手法

表-59 現行マニュアルにおける家庭における応急対策費用算出手法

世帯数に清掃労働対価評価額等乗じ、家庭における清掃労働対価及び代替活動等に伴う支出増を算定すること。

[解説]

(1) 清掃労働対価

世帯数に一日当たり一般世帯清掃労働対価評価額乗じ、浸水深に応じた清掃所要延べ日数を乗じて家庭における浸水被害の修復等の清掃労働に要する費用（清掃労働対価）の被害額を算定する。

なお、清掃・後片付けは家庭用品の浸水被害の修復等が主であるが、居住地周辺の清掃、マンション等の自治会全体での活動を考慮し補正は行わない。

$$\text{清掃労働対価} = \text{世帯数} \times \text{労働対価評価額} \times \text{清掃延日数}$$

なお、家屋の半壊や全壊が多数想定される場合には、損害保険会社の契約約款において浸水被害家屋の撤去・処理に要する費用は新築家屋の10%程度とされていることから、家屋資産の10%を清掃労働対価とすることもできる。

清掃延日数（日）

浸水深	床下	床上				
		50cm 未満	50～ 99 cm	100～ 199 cm	200～ 299 cm	300cm 以上
日数	4.0	7.5	13.3	26.1	42.4	50.1

一日当たり一般世帯清掃労働対価評価額 平成25年評価額 10,357 円／日

(2) 代替活動等に伴う支出増

世帯数に浸水深に応じた代替活動等に伴う支出負担単価乗じて飲料水の購入、通勤等の代替活動等に要する費用等の代替活動等に伴う支出増額を算定する。

代替活動等支出負担単価（千円／世帯）

浸水深	床下	床上				
		50cm 未満	50～ 99 cm	100～ 199 cm	200～ 299 cm	300cm 以上
単価	82.5	147.6	206.5	275.9	326.1	343.3

4.2 家財被害

4.2.1 家財を構成する品目の設定

現行マニュアルにおける家庭用品とは、家庭が保有している資産のうち不動産と金融資産を除いたものであり、自動車、家具、衣服、書籍等が該当する。自動車のように高額な資産も含んでおり、家庭用品と呼ぶよりはむしろ家財と呼んだ方が適切であると考えられるため、以下、家財と呼ぶこととする。

家財を構成する品目は多岐に及んでいるため、過去の調査においては約50品目に家財を分類したアンケート調査用紙を被災世帯に留め置きし、回答してもらった後に調査者が回収に行くという手法を採用していた。これは建物被害の調査方法とほぼ同様である。家財品目を細分化した調査手法は調査結果の精度を高めるためであるが、全ての項目を回答していない調査世帯の割合が3割を超える等の事態を招いており、かえって精度低下を招いていると考えられる。さらに、被害が大きい世帯ほど回答が煩雑となり、回答拒否や回答に不備があるため無効サンプルとなる傾向があると推察され、現行の被害率は下方にバイアスがかかっているおそれがある。

回答者の負担を軽減するとともに、回答精度を向上させるために次のような対策をとった。まず、対象品目の基となる情報は、できる限り近年の家財品目の多様化を反映したものとする。そのうえで、回答者が所有状況・被災状況を思い出しやすいよう、分類を主に用途で区分する。さらに、冷蔵庫や洗濯機等をまとめて「家事用電化製品」とするなど、各分類中の品目について配置や種類が同じものは一括りにし、一式の合計金額をその一括りにした品目群の再調達価格とした。このように、家財を構成する各品目については、用途や材料等により次のとおり大別した。

- ① 冷蔵庫・洗濯機等の「家事用電化製品」
- ② たんす等の「一般家具」
- ③ カーテン・寝具等の「布製品」
- ④ 仏壇・高額人形等の「装飾品」
- ⑤ テレビ等の「家庭用電化製品」
- ⑥ エアコン・ストーブ等の「冷暖房器具」
- ⑦ 楽器・スポーツ用品等の「教養娯楽用品」
- ⑧ 普段着・装飾品・靴・かばん等の「被服・履物」
- ⑨ 茶碗・皿・鍋等の「食器・調理器具」
- ⑩ 車・バイク・自転車等の「乗り物」

さらに、各分類中の品目について、例えば電子レンジ・トースター・炊飯器等を「調理用家電」として一括りにするなど、配置や種類が同じものは一括りにし、一式の合計金額あるいは平均値をもってその評価額とした。合計値とするか平均値とするかは、標準的な家庭がその家財を複数持っていると考えられるか、それとも何か一つ持っていると考え

かによって決定した。例えば、電子レンジ等の「調理用家電」の再調達価格は、電子レンジ、オーブン、トースター、ホットプレート、炊飯ジャー、ガステーブルの合計値とした。

なお、実際に購入する場合には、中古品を購入する場合も考えられるが、保険の評価においても新価を用いる場合が多く参考となる資料がないことや、乗り物以外の家財は中古市場が大きくなく、統計的な費用が整理できないこと、中古車は査定により価格が設定されるために新車価格のように車種別の費用から統計的に費用の整理をするのが困難であること等、中古品の標準的な再調達価格の設定が困難なため、再調達価格は新価を対象とした。現行マニュアルにおける「1世帯当たり家庭用品評価額」は主に「火災保険ハンドブック 共通ルール編」((株)損害保険ジャパン)中の「家財簡易評価表」及び「国勢調査」(総務省)をもとに算出されており、本論文においても洋服、乗り物類以外の家財の単価設定にあたっては、同じ資料を参考にしている。

以下、家財を構成する各品目について、単価の設定方法を述べる。

衣服については、1人あたりの所有額を単価とするため、「(社)日本衣料管理協会報告書から求めた洋服・靴の所有額」のうち、父親・母親・学生の洋服・靴の合計値の平均値106万円を用いた。

表-60 (社)日本医療管理協会報告書から求めた洋服・靴の所有額(円)¹¹⁴⁾

	父親	母親	学生	合計
洋服	1,045,900	1,143,500	616,100	2,805,500
靴	115,600	155,400	108,300	379,300
平均				1,061,600

自動車については、現行マニュアルの設定方法と同様に、「初度登録年別自動車保有車両数」及び「自動車保険車両標準価格表」より、普通乗用車、小型乗用車、軽乗用車の平均価格を保有台数で加重平均して算定し、308万円とした。

表-61 自動車の価格設定

	保有台数(台)	価格(万円)	保有台数×価格
普通乗用車(自家用)	16,790,700	578	9,705,024,600
小型乗用車(自家用)	23,093,958	221	5,103,764,718
軽乗用車	18,002,807	168	3,024,471,576
計	57,887,465		17,833,260,894
		平均	308

バイク・スクーターについては、近年の調達価格を整理したものがないため、バイクの再調達価格は、「水害被害の訪問調査に基づく一般資産の被害率率の推定 H7.3 土木研究所」よ

り187,000円とした。これについては、今後整理し更新する必要がある。

各世帯における家財別の保有数は、後述する訪問調査により集計した。ただし、回答者負担や聞き取り時間の関係で、所有数量を確認できていない品目が少数ではあるが存在する。そこで、過大評価とならないよう、所有数が不明の場合は被服・履物、寝具一式、タンスについては世帯人数分を所有していると仮定した。

さらに、各世帯における家財の品目別の保有数を訪問調査結果より集計し、それらに単価を乗じて、1世帯あたりの家財資産額を試算した（付録7）。その結果、家財資産額は14,347,419円となり、現行マニュアルの平成25年時点の値である14,696,000円と比較して、その差は微少となった。

ただし、現地調査の結果では希少価値の高いもの（骨董品や高額な楽器類など）等、貨幣換算が困難な家財が被災した家庭もあるが、これらの希少価値の高いものについては評価額の設定が困難であることや、これらの費用を含めた場合には所有額が平均的な1世帯当たり家財評価額と乖離する可能性がありそれらの被災有無で被害率が大きく左右される可能性があることから、このような希少価値の高い家財は除外しており、家財の総額には含めていない。今後はこれらの価値についてもCVM等により貨幣換算を試みることが求められよう。被災者への聞き取り調査時に判明した貨幣換算が困難な家財の被災事例は次のようなものがあった。

事例① ほとんどの家財は浸水すれば廃棄されているが、信仰対象物である仏壇は、浸水した場合でも廃棄率は65%程度と家財全体で最も低くなっている。



図-58 浸水したが廃棄せずに使用し続けている仏壇（被災者提供写真）

事例② 勲章、表彰状（年代物）等の市場取引がなされないもの、古美術品（屏風、鎧、陶磁器）など明らかに高額だが価格が設定できないものが被災した。

事例③ 家族の記念映像を記録したホームビデオなども被災した。



図-59 被災したホームビデオ（被災者提供写真）

4.2.2 家財被害の現地調査

前項において家財の標準的な構成を設定した。建物と同じようにモデル的な家財構成を設定するというアプローチを取るのであれば、家財がどのような高さに配置されているかについても標準的なケースを設定し、そこから浸水深別被害率を導き出すことが考えられる。しかし、ここでは被災者への聞き取り調査に基づいて家財の被害率を設定することとした。その理由としては、標準的な配置を定めることが困難なことに加え、浸水するか否かだけでは被害を決めることができないような事例が調査によって判明したからである。その事例については以下のとおりである。

事例① 1階が水没し、壁が抜けて柱のみが残った状態となったため、家は撤去することとした。建物の撤去前に、2階にあったために浸水していない衣類は取り出すことができたが、ベッドなどの大きい家具は取り出して移転先に持っていくことができず、やむを得ず廃棄した。

事例② 1階が流出して柱のみになり、2階の重みで家が傾いた。近寄るのも危険とされ、本人も家に入ることを許されず、2階に残っていたものも手をつけられなかった。

事例③ 早く復旧したいために家財をすぐに廃棄した。

事例④ 被災直後は精神的にも混乱しており全て廃棄してしまった。



図-60 浸水により混乱した建物内（被災者提供写真）

被害額の推計にあたっては、「廃棄した家財については、生活再建のために必要となる費用である再調達価格をもって被害額として計上する」という現行マニュアルと同様の考え方とすることとした。

建物被害のように個別の家財について交換・修理費用を設定することは困難であるため、機能低下の程度に応じた価値の低減量を設定し、被災数量と再調達価格に乘じることとした。また、機能低下の程度は、浸水による個々の製品の機能低下の程度を精確に把握・設定することは困難であるため、浸水した家財について、以下のいずれの対応をしたかによって各品目の被害率を設定するという手法を採用した。

表-62 被災状況と被害率との関係

被災状況	清掃・確認して 問題なし	清掃のみでは一 部支障があるが やむなく使用	一部・部分修理	廃棄
被害率	10%	50%	75%	100%

表-63 各被災状況のイメージ

	
<p>清掃・確認して問題なし (サイドボード) (訪問調査宅にて撮影)</p>	<p>清掃のみでは一部支障があるがやむなく使用 (たんす) (訪問調査宅にて撮影)</p>
	
<p>一部・部分修理 (ソファ) 出典：(株)ダニエル</p>	<p>廃棄 (電子レンジ) (被災者提供写真)</p>

なお、過去に実施された郵送によるアンケート調査では、回答内容が矛盾していても、確認が困難であったり、激甚な被害を受けた被災者からの回答が少なかったりする等の課題があったことから、訪問による聞き取り調査に変更し、被災者と対話しながら聴取することで、激甚な被害をうけた被災者からも詳細な被災状況を把握することを試みた。

聞き取り調査票は付録 8 のとおりである。これを用いて、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う津波による被災地域を対象に、家財被害の調査を実施し、浸水深別被害率の試算を行った。なお、先の調査結果事例で見たとおり、建物の損壊程度が深刻な場合には、それに連動して家財被害も大きくなっているように考えられることから、都市局が実施した建物の損壊状況調査を用いて、損壊状況別の被害率を算出した後に、浸水深別に変換することとした。

家財被害の調査数が建物被害の調査数より少ない理由は、一般家庭以外の事業所の建物についても、建物調査では対象にしているためである。

＜調査概要＞

- ・ 建物被害の訪問調査にあわせ、被災者から浸水深、家財の被災前所有状況、被災状況等を聞き取った（建物被害の調査時間とあわせて、1箇所あたり30分～1時間程度）。
- ・ 対象地域は岩手県宮古市・釜石市、宮城県石巻市・塩竈市・多賀城市・岩沼市、福島県相馬市（家財被害調査サンプル総数86件）

表-64 家財被害調査対象サンプル数

サンプル数	
全壊（流出）	6
全壊（再利用困難）	10
全壊（1階天井以上浸水）	23
大規模半壊	32
半壊（床上浸水）	10
一部損壊	5
合計	86

4.2.3 被害率の試算

建物における被害率算出方法と同様に、都市局調査における損壊状況に応じた被害率を一度算出し、それから損壊状況と浸水深との関係を用いて、浸水深別被害率を算出する。最初に損壊状況別の被害率を以下の式にて算定することとした。

$$\text{家財被害率} = \sum \{ (\text{損壊状況別の棟数}) \times (\text{損壊状況別の被害率}) \} \quad \text{式(14)}$$

家財の品目別被災割合とその再調達価格を乗じることで1世帯あたりの被害額とした。それを被災者が保有する品目別所有数量に品目別再調達価格を乗じた資産額で除して被害率に換算し、これを調査対象の建物の損壊状況判定別に平均化し、損壊状況別被害率を算定した。

損壊状況毎に平均化した被害率の分布を以下に示す。

第4章 家庭関連被害の推計手法の高度化

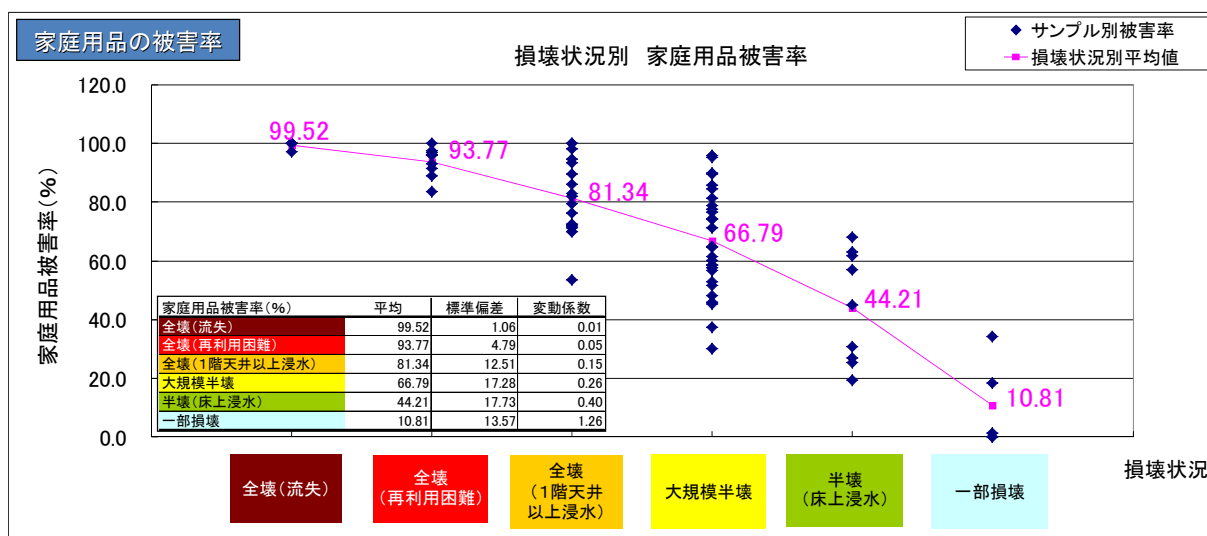


図-61 建物の損壊状況別に分類した家財被害率

さらに、建物被害の場合と同様に、損壊状況別の建物数と浸水深別の建物数との関係を用いて、損壊状況別から浸水深別へと被害率を変換した。

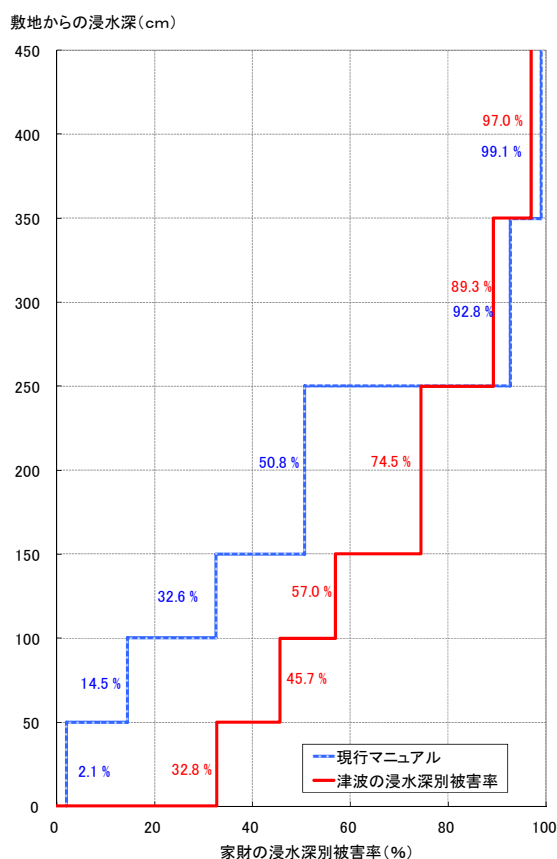


図-62 家財の浸水深別被害率

ここで、自動車被害について確認しておく。自動車は移動が可能な資産であるため、調査対象者のうち避難等に自動車を用いている人の割合が多いと、自動車が被災しなかった分だけ被害率が下がることとなる。そこで、念のため自動車の被害状況を確認した。被災地での訪問調査の結果では自動車を廃棄した割合は52%である一方、統計資料を用いて算出すると被災3県で被害にあった自動車の廃棄率は概ね55%となり、両者は概ね一致している。したがって、調査対象サンプルの自動車廃棄割合は被災地全体と比較して偏りがないうことが確認できた。

表-65 統計資料から求めた自動車の廃棄率

都道府県名	被災台数 (H23.3~H24.2) ①	推定浸水域にかかる 世帯数(世帯) ②	(被災台数*自家用車の割合) /浸水域内の世帯数 ③	世帯あたり 普及台数 ④	各県の自動車の 被害率 ⑤=③/④	自動車の被害率 重み付け平均 ⑥
岩手県	24,023	39,673	0.60	1.360	44.3%	55.0%
宮城県	90,801	116,758	0.77	1.282	60.4%	
福島県	12,698	22,847	0.55	1.513	36.6%	

- ①：国土交通省自動車局調べによるもので、自動車検査の抹消登録時において「被災車両」と記録されている車両数を計上したもの
- ②：総務省資料¹¹⁵⁾
- ③：このうち被災台数は、一般財団法人 自動車検査登録情報協会 資料における普通車、小型車、軽自動車の自家用と営業用の割合から算出したもの¹¹⁶⁾
- ④：一般財団法人 自動車検査登録情報協会 資料¹¹⁷⁾

表-66 訪問調査で把握した保有台数に対する被災台数の割合

保有台数	流出台数	流出割合
147	77	52%

4.2.4 浸水のみによる床下被害率の試算

図-62 では、現行マニュアルの値と本論文における津波被害の値は、浸水深が深くなるにつれて漸近していくが、浅い浸水深では大きく異なる。この理由としては、現行マニュアルの調査方法では被害が過小に出るバイアスがかかりやすいこと、津波の流体力が大きく働いたことの2つが考えられる。そこで、津波の流体力の作用による影響を除去し、調査方法を改めたことによる影響を抽出することを試みる。

家財については、世帯によって設置場所等が異なるため、建物被害のように浸水深によって標準的な被害率を設定することは難しいが、床下浸水被害に限れば、対象が自動車、バイク、エアコン室外機等に限られるため、設定することが容易である。これを踏まえ、床下浸水被害については、流体力等の物理的作用がなく浸水のみでどれほどの被害が出るかを試算した。これにより、現行マニュアルと津波被害との浅い浸水深での被害率の差を

一定程度説明することが可能である。

床下浸水で被害を受ける家財は、自動車、自転車、バイク、履物、エアコン室外機が想定される。これらの家財が被害を受ける浸水深を設定する。

(1) 自動車

まず、自動車ディーラーへの聞き取り調査により、自動車の浸水深別の被害率を設定する。以下、質問内容と回答である。

問：自動車が故障または使用不能となる浸水深とその原因

答：50cm(タイヤの上)くらいになると、エンジンルームに浸水し、電気系統が故障する。

50cm というのは軽自動車でも一般的な普通車でも同じと考えてよい。故障しても、動かさずディーラーに持っていけば修理は可能である。エンジン自体が故障し始めるのは70～80cm くらいと考えられる。

問：海水と真水（ただし土砂混入水）で被害の違いはあるのか。

答：短期的に見た場合には違いはない。長期的には海水の方が錆びやすい。

さらに、水没車の修理診断サービスを行っている自動車整備工場のウェブサイト¹¹⁸⁾によると、浸水深によって次のように保険金の支払いの可能性を分類できるようである。

- ・シートの上まで冠水した場合：

およそ 50 万円～車両保険金 100%（全損）で保険金が支払われる

- ・シートの下まで水に浸かった場合：

25 万円～車両保険 90% ぐらいの幅で保険金が支払われる

- ・フロアカーペットまで水に浸かった場合：

5 万円～車両保険金の 80% ぐらいまでの幅で保険金が支払われる

- ・水没車は修理することも可能だが故障しやすくなり、カビや臭いが発生することもある。

以上、ディーラーへの聞き取り結果等を踏まえ以下の通り設定する。

- ・敷地高から 30cm～50cm(自動車のフロア面～フロア面+20cm 程度)：

「浸水し、清掃のみでは一部支障があるがやむなく使用(被害率：50%)」とする。すなわち、フロア面に浸水した時点で被害が発生し始めると考える。ここでの被害とは、浸水することによるカビや菌の発生や臭いが発生するなどの被害を想定し、敷地高から 50cm 程度までは、故障等の被害は発生しないことを踏まえ設定した。

- ・敷地高から 50cm～70cm(自動車のフロア面+20cm～シート面程度)：

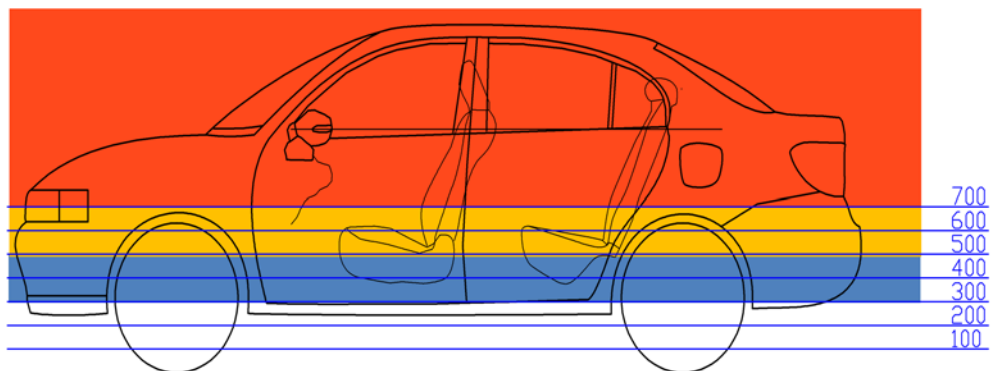
「一部・部分修理(被害率：75%)」とする。すなわち、敷地高から 50cm 程度を超えると、電気系統に故障する被害が発生し、修理自体は可能であることを踏まえ設定した。

- ・敷地高から 70cm～(自動車のシート面程度以上)：

「廃棄(被害率:100%)」とする。敷地高から70cm以上となると、エンジン自体も故障し、シートの大部分も浸水する。保険の適用も全損となることを踏まえ設定した。

表-67 浸水深別の自動車の被害率

浸水範囲	被災内容	部位の損傷程度
■ 70cm～浸水 (自動車のシート面程度以上)	エンジンの故障、シートの大部分が浸水。 保険の適用も全損となる。	100%
■ 50cm～70cm浸水 (自動車のフロア面+20cm～シート面程度)	電気系統が故障するが、修理による再利用が可能。 シートから臭いがとれなくなる。	75%
■ 30cm～50cm浸水 (自動車のフロア面～フロア面+20cm程度)	フロア面が浸水し、カビや菌、臭いが発生。 しかし、機械類の故障等は発生しない。	50%

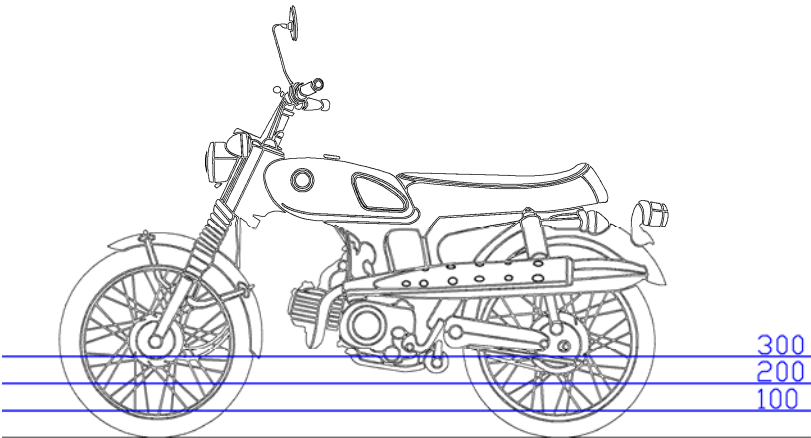


※青線は100mm ピッチであり、一番上が70mm

図-63 自動車寸法図

(2) バイク

バイクは、以下の図の通りマフラーの一般的な高さが20cmと考えられるため、20cmよりも浸水深が高くなったら被災することとした。なお、マフラーが浸水してもすぐに、廃棄するまでの故障となるとは考えにくいため、30cmの時には、「清掃のみでは一部支障があるがやむなく使用(被害率50%)」、40cmの時には「一部・部分修理(被害率75%)」、50cmの時には「廃棄(被害率100%)」とした。



※一番上の青線が高さ 300mm

図-64 バイク寸法図

(3) 自転車

下図のとおりチェーンの半分が浸水する高さは、24 インチで 30cm であるため、30cm より高くなったら被災することとした。なお、自転車は浸水しても錆びによる動作不良程度の被害と考えられるため、被害は 30～50cm の高さで、「清掃のみでは一部支障があるがやむなく使用(被害率 50%)」とした。

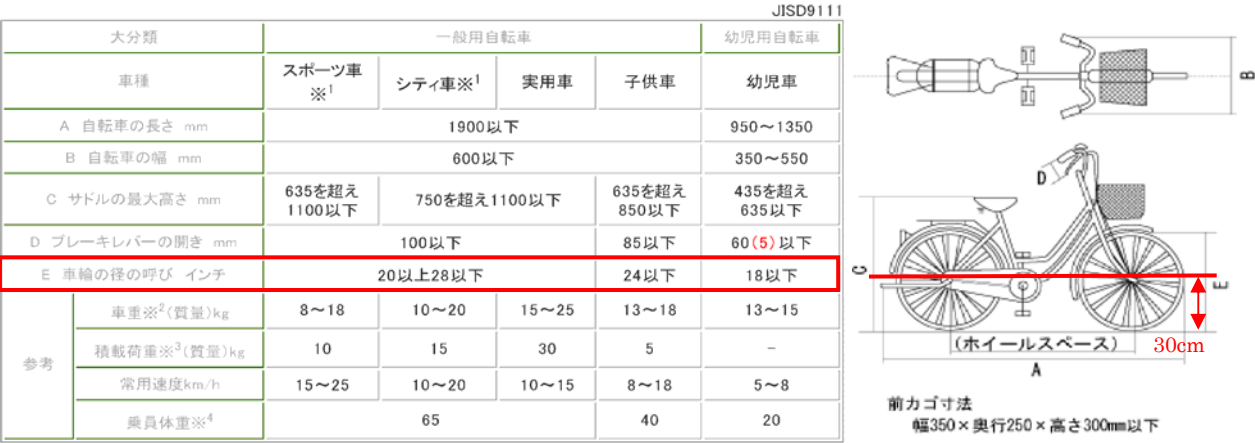


図-65 自転車寸法図¹¹⁹⁾

(4) 履物

履物は、玄関に置いていたもののみ被災することとした。玄関の高さは、玄関の外に 15cm の段差が 2 段あることとし、30cm よりも浸水深が高くなったら履物が被災することとした。

(5) エアコン室外機

エアコンの室外機は地面への直置きが多いため、15cm 程度の土台の高さを少し超えた、浸水深 20cm で被災することとした。

以上から、床下浸水に対するモデル的な家財の被害率を推定する。

次のようなモデル家庭を設定する。

自動車、バイク、自転車は各 1 台所有とし、全て屋外にあるものとした。

履物の多くは靴箱にしまわれていることが想定され、玄関に置かれていたもののみの被害となると考えられ、全履物のうち 2 割が廃棄、8 割が被害なしとした。

床下浸水でエアコン室外機が被害を受けるエアコンについては、1 台所有しその 1 台が被害に遭い廃棄することとした。これは、エアコン本体自体は被害がない場合でも、室外機に被害がある場合には、本体とセットでの交換となるためである。

なお、上記で被害が発生する品目については、床下浸水深毎に被害の有無が異なるため、以下の通り浸水深 10cm ごとに設定した

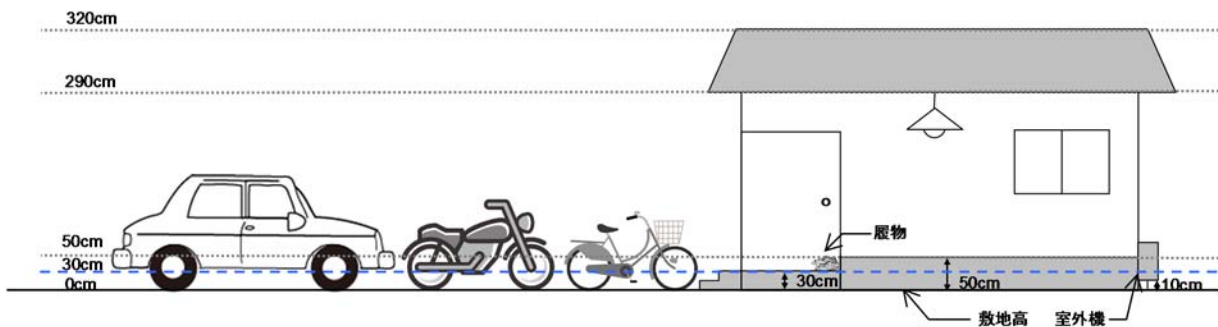


図-66 床下浸水設定イメージ図

表-68 浸水深別の家財の被害率

浸水深	浸水深別被災品目
50cm	室外機，自動車，バイク，自転車，履物
40cm	室外機，自動車，バイク，自転車，履物
30cm	室外機，自動車，バイク，自転車
20cm	室外機
10cm	被害無し

第4章 家庭関連被害の推計手法の高度化

以上を基に床下浸水の被害率を算出すると11.1%となった。すなわ、流体力等の物理的作用がなく浸水のみによる被害であっても、床下浸水被害は現行マニュアルと比較して大幅な被害率上昇となることが確認できた。

表-69 床下浸水の家財被害率の比較

現行マニュアル	津波の被害率	浸水のみによる被害率
2.1%	32.8%	11.1%

4.3 家庭における応急対策費用

4.3.1 家庭における清掃・解体費用

家庭における応急対策費用とは、水害被害に遭った際の家庭における間接被害のことであり、家庭における応急対策費用は大きく分けて清掃労働対価と代替活動支出費用とに分類されている。現行マニュアルにおいては、建物や家財といった被災時点で所有していたものが物理的に使用不能になる被害を直接被害と呼び、被災後に生じる被害を貨幣換算したものを間接被害と呼んでいる。

まず、清掃労働対価について改善を試みる。

清掃労働対価については現行マニュアルにおいて、単純明快な算定方法となっており、現行マニュアルの被害率を設定するための調査は平成7、8年に実施されており、当時は災害ボランティアが現在ほど一般的ではなかったため、調査はすべて被災世帯自身が清掃することを前提にしている。また、表-59のとおり、清掃労働対価については、浸水深別の清掃人・日に労働単価を乗じて算定する手法をとるか、建物資産額の1割とするかを選択することが可能となっている。

しかし、東日本大震災における津波被災地を訪問調査した結果では、ボランティアによる清掃補助や業者への委託も相当数あることが判明した。さらに、建物の解体と清掃の両方を実施している世帯もあった。

現地訪問調査で判明した、現行マニュアルでは計上されることのない被害実態についての事例は次のとおりである。

事例① 清掃業者へ委託して片付けを行った。

事例② 2ヶ月間にわたり、家族や親戚、ボランティア（8回ほど）等、延べ300人・日で清掃を行った。



図-67 ボランティアが床下の泥を撤去（被災者提供写真）

事例③ 家族6人で10日間及び4回に分けてボランティア延べ200人に来てもらい、清掃を行った。



図-68 大勢のボランティアによる片付け作業（被災者提供写真）

事例④ 建物を解体せざるを得ない状況であったが、使える家財を選別するために、解体前に清掃した。

この調査結果を踏まえ、清掃労働対価は世帯による労働だけではなく、委託業者やボランティアによる清掃補助、及び別に解体費用を要している場合にはそれも加算する必要がある。そこで本論文では、清掃・解体費用として定義し直すこととする。

(1) 清掃費用

清掃に要する費用は、業者委託に要した費用と、世帯自身及びボランティア等の世帯外の人による清掃費用とを足し合わせることにする。

清掃業者への委託費用については、多賀城市での訪問調査において、実際に清掃業者に床の清掃を委託した際の単価を採用することとし、業者への委託費用は一律30,000円とした。

業者ではなく、世帯構成員自ら及びボランティア等の世帯外の人、すなわち個人による清掃費用については、現行マニュアルの設定手法と同じ方法を採用することとした。

$$\text{清掃費用} = \text{労働対価} \times \text{清掃に要した人・日} \quad \text{式(15)}$$

労働対価は、現行マニュアルの設定方法と同じく、「治水経済調査マニュアル(案)各種資産評価単価及びデフレーターH26.2」¹²⁰⁾における「1日当りの一般世帯清掃労働対価評価額」のH25評価額を用いることとする。この単価は「港湾荷役作業員」と「ビル清掃員」の1日当たりの給与を用いて設定されている。これについては全職業の平均労働給与を用いるべきとも考えられるが、清掃を行っている人については、高齢者や学生等の非生産年

年齢層が含まれていることなどから、控えめな価格に設定することが適切であるとも考えられるため、このような設定になっていると解釈できる。なお、H25 評価額は 10,357 円である。

表-70 清掃費用の単価

清掃手段	単価
個人・ボランティアによる清掃	10,357円/人・日 (治水経済調査マニュアル(案)各種資産評価単価およびデフレーター H25年評価額)
業者委託による清掃	30,000円/軒 (実際に清掃を業者委託した際の実費)

清掃日数については、1 週間以上となった場合には、毎日清掃していることは考えにくい
ため、1 週間のうち 5 日間清掃したこととした。さらに、2 週間目以降については、5 日間
フルタイムで清掃していることは考えにくい
ため、5 日間うち半日程度清掃行ったこととした。すなわち計算式は次のとおりとなる。

- ・清掃日数 N が 5 日未満の場合

$$\text{清掃日数} = N \quad \text{式 (16)}$$

- ・清掃日数 N が 5 日以上の場合

$$\text{清掃日数} = (5 + \{ (5N/7 - 5) / 2 \}) \quad \text{式 (17)}$$

(2) 建物解体費用

現行の清掃費には、浸水深に応じた清掃延日数による労働対価を計上するか、全壊が多
く見込まれる場合には建物の解体費用として建物資産の 10%を計上するか、いずれかを選
択することとされている。しかし、前述のとおり、清掃と建物解体の双方を行っている場
合が見られたため、両者を独立して計上し合算することとする。なお、建物の解体費用に
ついては、建物の被害率には計上されていないため二重計上とはならない。

実際に建物の解体を行ったサンプル、及び建物が流失したサンプルについては、建物の
解体費を見込むこととした。建物が流出した場合には実態としては行政が解体・処分して
いるため家庭の支出とはならないが、行政によるこのような処理費用を別途に水害被害額
として計上していないことから、流出した場合についても解体費を見込むこととした。な
お、本来であれば、流出した建物の瓦礫の撤去費用は行政の応急対策費用として別途見込
むことが必要と考えられる。

訪問調査先で建物を解体した被災世帯は 10 件であったが、解体費用不明または自治体が
実施したため無料という回答のみであった。今回の調査から解体費用を設定することは困
難であるため、現行の治水経済調査マニュアルのとおり、建物資産の 10%を計上する方法

で試算した。

$$\text{建物の解体費用} = \text{建物の再調達価格} \times 10\% \quad \text{式(18)}$$

なお、建物が流失した場合、残っているのは基礎のみであり、上屋が残っている状態における解体費用よりも安価で済むはずであるから、基礎解体費と躯体・上屋解体費を区分して算出する方法も考えられるが、基礎の解体費用が不明であるため、今後はその調査分析が必要となる。

4.3.2 家庭における代替生活費用

現行マニュアルにおいては「飲料水の購入、通勤等の代替活動等に要する費用等の代替活動等に伴う支出増額」を「家庭における代替活動支出費用」として定義している。しかし、東日本大震災に伴う津波被災地の調査では、自宅の再建までの間は明らかに生活の質が落ちていたり、代表的な家財である自動車の被災により不便を強いられたりといった事例があり、現行マニュアルでは捉え切れていない被害を計上する必要があることがわかった。

現地訪問調査で判明した、現行マニュアルでは計上されることのない被害実態についての事例は次のとおりである。

事例① 病気療養中の家族がいるため、建物補修中も自宅の2階で生活していた。自宅は電力の復旧が遅かったため、夜は真っ暗だった。

事例② 自宅が全壊したため、半壊だった祖父母の家を修繕し、祖父母の家で生活させてもらっている。

事例③ 生活の水準を少しでも被災前に戻すためにアパートを借りた。家賃4ヶ月分が余分にかかった。

事例④ トイレ、台所などの修理が終わらず、家で生活できるようになるまでに5ヶ月かかった。

第4章 家庭関連被害の推計手法の高度化



図-69 台所が使えない（被災者提供写真）

事例⑤ 1階の修繕のみで住める状態に戻せるが、近所も全壊した世帯が多く、町内会も解散し、地域が元通りになる目処もたたないため、復旧に踏み切れずにいる。



図-70 壊滅した地域（訪問調査先にて撮影）

事例⑥ 車が被災したため、移動は常に誰かと相乗りして移動した



図-71 車が被災（被災者提供写真）

事例⑦ 車2台とも被災したため、車を調達するまでの約1ヶ月間は、自転車を使って移動せざるを得なかった。

事例⑧ 車が2台とも被災したため、バスに乗ってコインランドリーに通った。

特に、今回の津波は災害規模が広範囲かつ深刻であったため、業者の繁忙さ、作業人員不足、資材不足、まちづくり計画の策定長期化等が重なり、建物の復旧に長時間を要している。また、自動車の再調達にも一定の期間を要している。そこで、建物と自動車の復旧に要する期間の生活の不便さを解消するために必要な費用を代替活動支出費用に加え、代替生活費用として再定義することとする。本来であれば車両以外の家財が使用できない不便さも貨幣換算すべきであるが、貨幣換算する手法が困難であるため、ここでは車両のみを計測対象とする。なお、損害保険においても、特約で臨時生計費として代替住居費用が支払われたり、代替車両の費用まで支払われたりするため、被害項目としては妥当だと考えられる。

家庭における代替生活費用

$$= \text{代替活動支出費用} + \text{代替住居費用} + \text{代替車両費用} \quad \text{式(19)}$$

(1) 代替活動支出費用

現行マニュアルで代替活動支出費用として定義されている飲料水の購入費用や通勤費用等の追加的支出については、今回の現地訪問調査では計上することができなかった。なぜなら、店舗を含む地域全体が被災し、被災者は購入活動もできずに救援物資や行政による給水車などを活用し、実費を伴っていない事例がほとんどであったためである。

つまり、実費を計上するという現行マニュアルの手法では、被害が広範囲で深刻であればあるほど実費が伴わなくなり、被害額が小さくなるという矛盾が生じることとなる。この問題を回避するためには、行政やボランティアによる支援を貨幣換算することが必要となる。すなわち、「行政による応急対策費用」といったような項目を新たに設け、その計測手法を研究すべきであろう。

(2) 代替住居費用

前述したとおり、被災者が元通りに復旧できていない自宅で不便な生活をしていたり、避難先や親戚宅での生活が長引いていたりする事例が見られたが、現行マニュアルにおける応急対策費用には見込まれていなかった。そこで、生活水準が被災前から低下している被害を間接被害と捉え貨幣換算するために、今回新たに設定する。

自宅が使用できないことによる生活水準が低下している期間については、避難していた期間が該当すると考えられる。しかし、自宅が復旧していない状態でも避難先から家に戻

っている場合もあり，単純に家に戻るまでの避難日数だけでは，被災前と同等に自宅を使用できないことに対する負担を評価できないと考えられる．したがって，自宅が使用できないことによる生活水準が低下している期間については，避難日数に加えて，自宅の復旧までの期間と，ライフライン復旧までの期間を考慮することとし，「避難」「自宅復旧」「ライフライン停止」のすべてが完了するまでにかかった期間とみなすこととする．

当該期間に日割住居費を乗じることで代替住居費用として貨幣換算する．日割住居費にはホテル等の宿泊施設の利用料を充てることも考えられるが，宿泊施設は長期間にわたり生活するためのものではないため，本論文においては賃貸住宅の賃料から算出することとし，『各県の1㎡当たり平均家賃×使用できなかった自宅の部屋面積』とする．

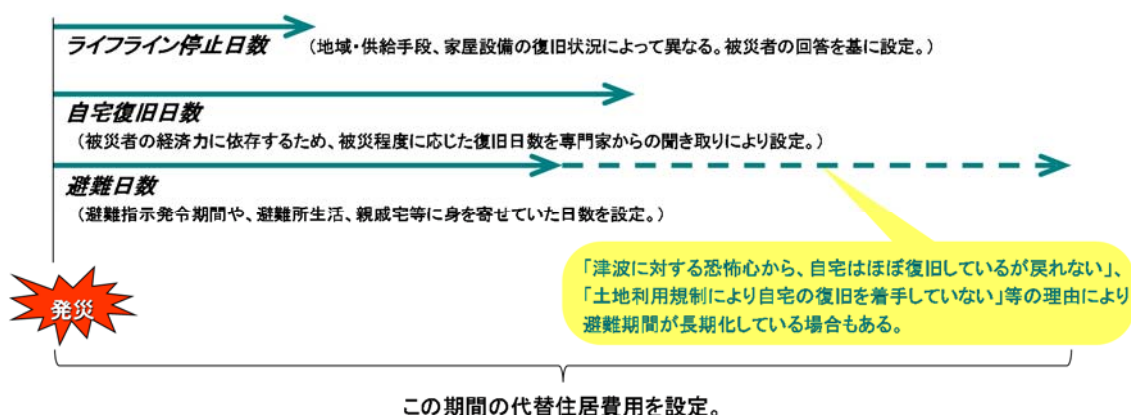


図-72 代替住居費を見込む期間の概念図

代替住居費用

$$= \text{MAX} \{ (\text{避難日数}), (\text{自宅復旧日数}), (\text{ライフライン停止日数}) \} \\ \times (\text{世帯あたり平均居住面積}) \times (1 \text{ m}^2 \text{ あたり平均家賃})$$

式 (20)

対象期間の日数のうち，避難日数（自宅に戻るまでの日数）及びライフライン停止日数については，訪問調査により把握した．平成24年4～6月の調査時点においても，県などが借り上げたアパート等に住んでいるなど，自宅に戻ることができていない事例が複数あった．いつになったら自宅に戻ることができるかを見通すことは困難であるため，調査時点でも自宅に戻っていない場合の避難日数は，平成24年6月末までと設定した．これについては，復旧・復興が収束した時点で再調査する必要がある．

一方，自宅復旧日数については，被災者の経済力に依存するところが大きく，訪問調査による回答をそのまま適用することは適切ではない．そこで，自宅の被害状況に応じて，復旧までに要する日数を住宅の専門家への聞き取り結果を基に設定した．なお，住宅の専門家への聞き取り結果から設定した「自宅復旧までに要する日数」は平常時における日数

であるため、建物復旧の需要が集中したことに伴う復旧遅延については考慮できていない。復旧遅延の程度が地域によって大きな幅があり一般化が困難だったため、このような設定としているが、今後の再調査で精緻化することが望まれる。

表-71 浸水深に応じた自宅復旧日数（専門家からの聞き取りにより設定）

敷地からの浸水深	復旧日数
①50cm 未満	約 13 日
②100cm 未満 (1F 床上 50cm 未満)	約 15 日
③150cm 未満 (1F 床上 100cm 未満)	約 18 日
④300cm 未満 (1F 天井水没程度)	約 21 日
⑤400cm 未満 (2F 床上 80cm 未満)	約 26 日
⑥600cm 程度 (屋根水没程度)	約 30 日

次に、使用できなかった自宅の部屋面積を設定する。

代替住居費用で用いる面積は、訪問調査先の総床面積を用いることとする。ただし、自宅復旧日数を用いる場合には、浸水深が2階床上未満であれば1階床面積とし、それ以上であれば総床面積とする。なぜなら、建物被害が1階だけであれば、修理をしながら住むことも可能であり、訪問調査先にそのような事例があったためである。各県の1m²当たり平均家賃は、統計資料¹²¹⁾より設定した。

(3) 代替車両費用

津波被災地においては、被災した自動車の再調達までに一定の期間を要しており、その間、不便な生活をしている事例が見られた。そこで、車両を調達できない期間の不便さを、間接被害として捉え貨幣換算する。

自家用車が浸水により使用不能となった場合、再調達までに要した期間、代替車両を使用していたものとして、代替車両費用を以下の通り設定する。

代替車両費用 ＝

$$\begin{aligned}
 & (\text{自動車を再調達できるまでの期間}) \times (\text{世帯あたり被災台数}) \\
 & \times \{ (\text{自動車の平均再調達価格} + \text{平均車検費用}) \} \div (\text{平均使用期間})
 \end{aligned}$$

式 (21)

被災台数は、家財被害の調査結果を使用することとする。

平均使用年数は、国内で新規(新車)登録されてから抹消登録されるまでの期間の平均年数を採用し、12年間¹²²⁾とする。

期間あたりの単価については、レンタカー費用を用いることも考えられるが、レンタカーはせいぜい借りても数日間の使用を想定したものであり、1ヶ月程度も借りることは通常なく、この単価を適用することは過大となるおそれがある。これは、代替住居費の単価としてホテル等の宿泊施設料金を適用しないのと同じ理由である。自動車の平均的な新車の再調達価格とその車検費用を使用期間で除することで、期間あたりの単価を算出することとする。車検費用は車両に乗る距離に関わらず保有すること自体に要する費用であり、それを見込んだ費用を支払うほどの価値を被災者が自家用車保有に見出していると考えられるため、車検費用を再調達価格に足している。自動車の平均再調達価格は、家財被害の節で示したとおり308万円とする。車検代は大手ガソリンスタンド店における車検代行価格の平均値から算出し、12年間保有するために必要となる36万円とする。

次に、自動車を再調達できるまでの期間を設定する。

自動車を再調達できるまでの期間は、調達しようとする意思があっても調達できないような状態が解消される時点とする。聞き取り調査等により実際に再調達した期間を採用した場合、被災者の経済力に依存することになってしまうため、このような設定としている。被災地における自動車の新規登録台数を時系列で整理することで、震災後の被災地における自動車の再調達時期の把握を試みた。時系列の整理結果は付録9の通りであり、着色箇所は震災前の同月比で新規登録台数が増加しているところである。宮城県や岩手県では、平成23年3月末時点の登録台数は22年度と比べ半分以上となっているが、4月末時点で22年度よりも新規登録台数が多くなっている。このことから、遅くとも震災1ヶ月後には自動車を調達できるようになったと推定できる。

以上から、車両調達に必要な期間は1ヶ月と設定した。

4.3.3 家庭における応急対策費用の試算

家庭における応急対策費用は、清掃費用、建物解体費用、代替活動支出費用、代替住居費用、代替車両費用を足し合わせることで算出する。試算にあたっては、建物被害、家財被害と同様、津波被災地を対象とした。ただし、代替活動支出費用については、前述のとおり被災者から回答が得られなかったため、計上していない。

家庭における応急対策費用

$$\begin{aligned} &= \text{清掃費用} + \text{建物解体費用} \\ &\quad + \text{代替活動支出費用} + \text{代替住居費用} + \text{代替車両費用} \end{aligned}$$

式(22)

第4章 家庭関連被害の推計手法の高度化

表-72 家庭における応急対策費用推計手法の改善点

	現行の治水経済調査マニュアル における算定方法	本研究における算定方法	備考
清掃 費用	・ 清掃費 = (労働対価) × (清掃日数) × (清掃人数) あるいは、	・ (労働対価) × (清掃日数) × (清掃人数) + (業者委託費)	・ 家屋を解体する場合であっても、解体前に清掃をして家財や思い出の品などを取り出す作業をしている被災者がいたため、「 清掃費 」と「 家屋解体費 」ともに発生した世帯については、両方を見込むこととした。
自宅解体 費用	・ 家屋解体費 = (再調達価格) × 10% のいずれかを計上	・ (家屋の再調達価格) × 10%	
代替活動 支出費用	・ 飲料水の購入、通勤等の代替活動等に要する費用(実費)	(計上できなかった)	・ 地域全体が被災し、被災者は購入活動もできずに救援物資や行政による給水車などを活用し、実費を伴っていない事例がほとんどであったため、「実費」が計上できなかった。
代替住居 費用	(計上していない)	・ MAX { (家屋復旧日数)、 (ライフライン停止日数)、 (避難日数) } × (世帯あたり平均居住面積) × (1㎡当たり平均家賃)	・ 自宅やライフライン、車を使えない期間については、被災前と比較して著しく不便な生活を強いられているが、それらの被害を定量化できていなかった。
代替車両 費用	(計上していない)	・ (車を調達できるまでの期間) × (世帯あたり被災台数) × { (車両の平均調達価格 + 平均車検費用) } ÷ (平均使用年数)	・ 自宅やライフラインが使用できない状況を「 代替住居費 」、車が使用できない状況を「 代替車両費 」として、被害額に見込む手法を新たに設定した。

これに基づき作成した調査票（付録 10）を用いて、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う津波による被災地域を対象に、家庭における応急対策費用の調査を実施し、浸水深別被害率の試算を行った。なお、建物被害、家財被害、家庭における応急対策費用の順に聞き取り調査を行ったため、調査途中での回答者疲労等で調査を打ち切ったりした場合があります。家財被害よりもサンプル数が少なくなっている。訪問調査によるサンプルの少なさを補間するための悉皆調査として、建物被害、家財被害の場合と同様に、都市局が実施した建物の損壊状況調査を用いることとした。

<調査概要>

- ・ 建物被害の訪問調査にあわせ、被災者から浸水深、応急対策費用を算出するために必要な情報を聞き取った(建物被害の調査時間とあわせて、1箇所あたり 30 分～1 時間程度)。
- ・ 対象地域は岩手県宮古市・釜石市、宮城県石巻市・塩竈市・多賀城市・岩沼市、福島県相馬市（被害調査サンプル総数 70 件）

表-73 家庭における応急対策費用の調査対象サンプル数

サンプル数	
全壊(流出)	5
全壊(再利用困難)	10
全壊(1階天井以上浸水)	17
大規模半壊	25
半壊(床上浸水)	8
一部損壊	5
合計	70

損壊状況毎に平均化した被害率の分布を以下に示す。

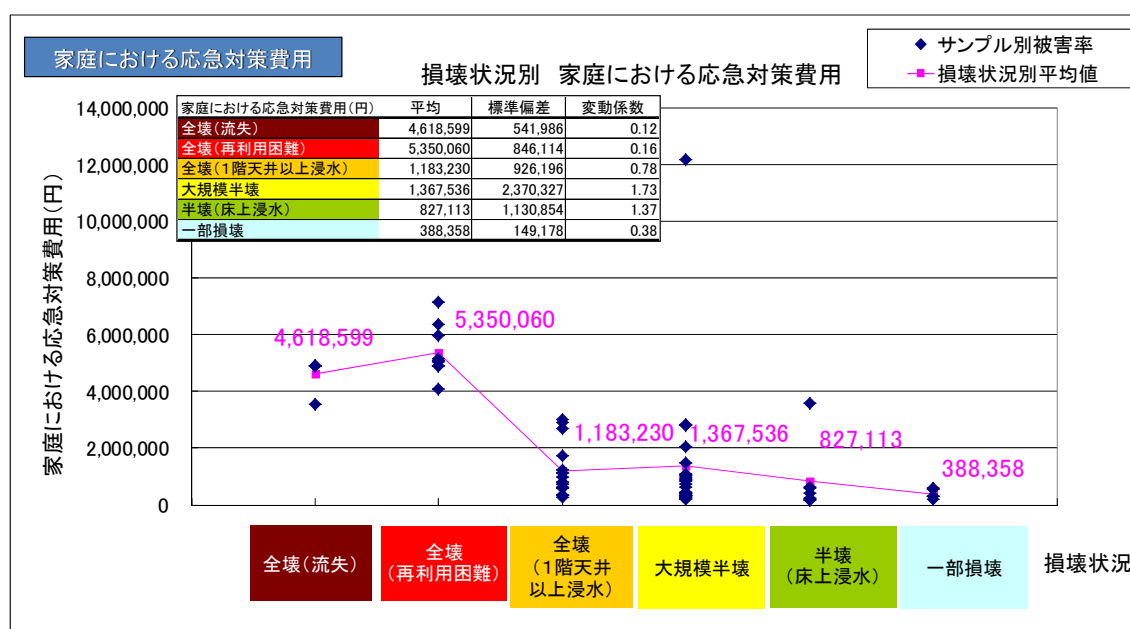


図-73 建物の損壊状況別に分類した家庭における応急対策費用

さらに、建物被害、家財被害の場合と同様に、損壊状況別の建物数と浸水深別の建物数との関係を用いて、損壊状況別から浸水深別へと被害率を変換する。

津波被害では長期避難が目立ったものの、調査対象者の避難日数が長期にわたるものが多かったため、代替住居費用の支配的要因となっているのは、ライフライン復旧日数や建物復旧日数ではなく、避難日数である。避難日数は、1週間以内（避難なしを含む）の被災者が25%を占めるものの、半年以上に及ぶ被災者が35%を占めている。なお、参考までに、ライフライン被害（電気、ガス、上水道、下水道）の復旧期間は、15日～1ヶ月要したという回答が最も多い結果となっている。

ここで調査対象に長期避難者が偏って存在していないかを確認しておく。原発事故の影

第4章 家庭関連被害の推計手法の高度化

響を排除するために、岩手県と宮城県に限って統計データを整理する。復興庁が調査したところによると、被災後から半年を経過した9月12日時点であっても、岩手県及び宮城県には15万8119人の避難者がいる¹²³⁾。また、総務省によると、推定浸水区域内人口は岩手県及び宮城県で43万9405人とされている¹²⁴⁾。両データから、半年以上の避難者数割合は36%となり、調査対象に偏りが無いことが確認できた。

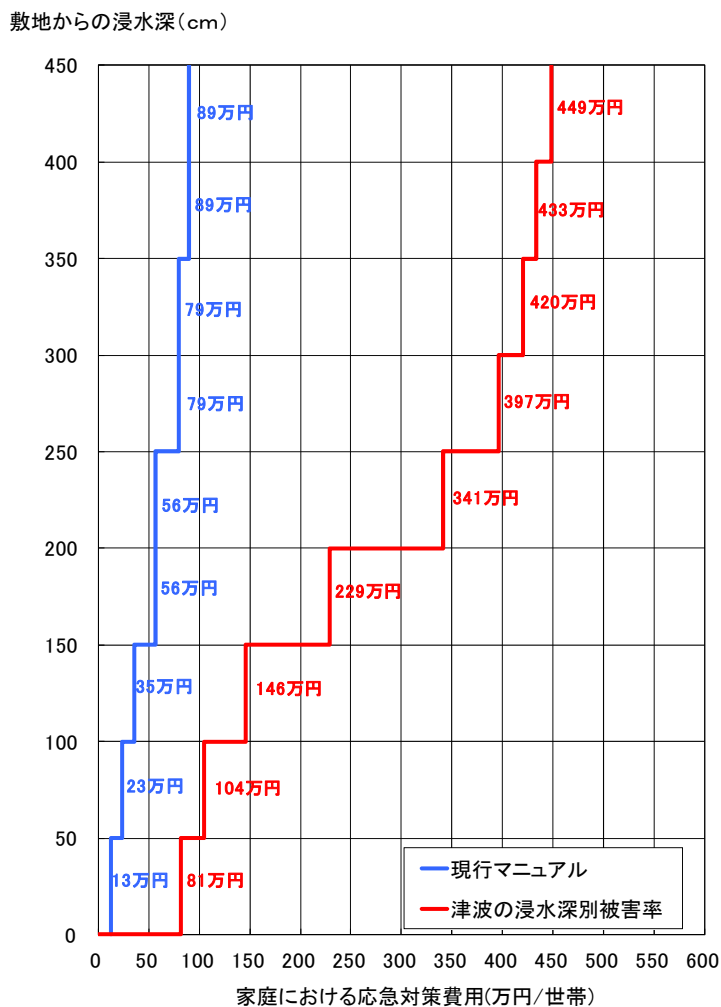


図-74 浸水深別の家庭における応急対策費用（万円／世帯）

4.4 まとめと今後の課題

4.4.1 成果の概要

本章では、家庭関連の浸水被害である家財被害と家庭における応急対策費用について、現行マニュアルの改善を提案した。

家財被害については、現行マニュアルの被害率設定においては、家財を50品目にも詳細に分類したこともあり調査対象の被災世帯に大きな負担となっており、回収率は3割程度であった。そこで、複雑になっていた調査票を見直し、簡略化をはかる一方で家財全体の評価額との整合をとった。そして、建物被害と同様に東日本大震災に伴う津波被害について現地調査を実施し、浸水深別の被害率を試算した。さらに、家財は配置場所が世帯によって異なるが、床下浸水時に被災するのは乗り物と履物、エアコン室外機に限られることから、床下浸水のみについては流体力等の物理的作用が働かない状況、すなわち浸水のみによる被害率を算出した。その結果、浸水のみによる被害であっても現行マニュアルの値の5倍以上となった。

家庭における応急対策費用については、現行マニュアルにおいては、清掃費用または建物解体費用のいずれかを計上し、さらにそれに代替活動支出費用を足していたものとしていた。本論文においては、津波被災地の現地調査において、清掃と建物解体の双方を実施している事例があったことから、その実態にあわせて、両方を実施している場合には両方を計上できることとした。また、被災してから自宅が復旧し再び住めるようになるまでの期間の不便さを評価する費用として、住めなくなった期間に賃貸住宅相当の費用を乗じた代替住居費用という新たな被害項目を提案した。同様に自家用車を再調達するまでの不便さを評価する費用として、再び自家用車を調達できるようになるまでの期間に車両の耐用年数から算出した相応の費用を乗じることで、代替車両費用という新たな被害項目を提案した。

本論文では津波被災地を対象に被害率を試算したが、河川洪水によっても同様の考え方・算出手法が適用でき、本論文で開発された調査方法に基づき河川洪水を中心に現地調査を継続すれば、浸水と家庭関連被害との因果関係に基づき、より実態に近い家庭関連の被害率に改定することが可能になる。

4.4.2 得られた知見と考察

家財被害のうち床下浸水については、流体力等の物理的作用を考慮せず浸水のみによる被害率についても算出した結果、現行マニュアルの5倍以上にも達することを明らかにした。これは現行マニュアルの被害率設定手法においては、家財が壊れたかどうか、修理に出したかどうか等を被災者の主観にのみ依存した調査を実施していたことによると考えられる。浸水深が比較的深くなっていくと、現行マニュアルの被害率と見直した被害率との差は縮まることを明らかにした。

家庭における応急対策費用のうち代替活動支出費用については、津波被災地は商業施設を含むあらゆるものが東日本大震災に伴う津波により被害を受けていたため、代替活動のための支出をしようにもできないという状態であることが判明した。これについては、行政における応急対策費用として、今後のマニュアル見直しの際には考慮すべきであろう。

4.4.3 今後の課題

本章で扱うことのできなかった課題、今後研究を精緻化するために留意すべき点等を列記すると以下のとおりである。

- ・建物解体費用は、損害保険の約款を参考にして新築価格の10%を充てるという現行マニュアルの手法を踏襲したが、建築の専門家等への聞き取りにより設定し直すことが望ましい。
- ・津波被害は被災後3年が経過しても収束しておらず、未だに多くの避難者が存在し、住宅の復旧も途上であるため、復旧収束後に自宅復旧期間を再調査し、代替住居費用を算定し直す必要がある。
- ・現地調査のサンプル数を増やしていく際には、復興庁等の網羅的な統計データによる避難日数等と比較して偏りがないようにすべきである。
- ・代替車両費は、車両購入費と車検費用のみとしたが、自動車税や自賠責保険、任意保険等の費用も生じると考えられる。これらも加算して算定するか、月単位のリース契約費を計上するか、検討が必要である。
- ・激甚な被災地では小売店等が壊滅しており消費活動そのものが当面不可能となっているため、代替活動支出費用が計上できないことが判明した。しかし、実際は行政が生活必需品等を配給する等により、不可能となった消費活動を代替しており、それを評価するためには行政の応急対策費用を別途設けるべきである。
- ・自宅の撤去費用については、行政が費用負担している場合もあるため、今後の被害項目体系の見直しを実施し「行政の応急対策費用」等を設ける場合には、どちらに計上するかを検討すべきである。
- ・家財が使用できない間の被害も間接被害として計上できるよう、今後研究を進めていくべきである。

第5章 事業所関連被害の推計手法の高度化

5.1 はじめに

5.1.1 概要

前章までにおいて、建物被害、家財被害、家庭における応急対策費用を算出した。本章においては、事業所関連の被害率の改善について提案する。また、近年の水害被害の実態を反映し、被害率で集計する範囲を拡張するとともに、被害額算出の基礎となる統計データをより適切なものに変更すること等も検討することとした。最後に、本論文で開発した手法の適用例として、東日本大震災に伴う津波被害における浸水深別被害率を試算した。

5.1.2 現行マニュアルにおける被害額算出方法

現行の治水経済マニュアル（案）における建物被害の算出手法は次のとおりである。

（1）事業所償却・在庫資産の被害額算出手法

事業所が営業活動をするために所有している生産用機械、オフィス用品等の償却資産と、原材料や在庫等の金銭価値を有する資産とが、浸水により受ける被害を算出するものである。

表-74 現行マニュアルにおける事業所償却・在庫資産被害額算出手法

産業分類ごとに、従業者数に1人当たり償却資産及び在庫資産評価額を乗じ、事業所償却・在庫資産を算定すること。

メッシュ内の階数分布を用いて補正した資産額に浸水深に応じた被害率を乗じて事業所償却・在庫資産被害額を算定すること。

〔解説〕

産業分類ごとに、従業者数に産業分類別事業所従業者1人当たり償却資産評価額及び在庫資産評価額を乗じて事業所償却・在庫資産額を算定する。なお、事業所メッシュ統計の分類と産業分類の中分類が整合しない場合には大分類をベースとしてよい。事業所従業者数は、事業所メッシュ統計の産業分類別従業者数を用いる。

$$\text{事業所償却・在庫資産額} = \text{従業者数} \times \text{従業者1人当たり償却資産評価額及び在庫資産評価額}$$

事業所償却・在庫資産額をメッシュ内の階数分布を用いて補正し、被害率を乗じて事業所償却・在庫資産被害額を算定する。

$$\text{事業所償却・在庫資産被害額} = \text{補正後事業所償却・在庫資産額} \times \text{浸水深別被害率}$$

事業所償却・在庫資産の浸水深別被害率

水深 資産	床下	床上					土砂堆積 (床上)	
		50cm 未満	50～ 99	100～ 199	200～ 299	300cm 以上	50cm 未満	50cm 以上
償 却	0.099	0.232	0.453	0.789	0.966	0.995	0.54	0.815
在 庫	0.056	0.128	0.267	0.586	0.897	0.982	0.48	0.780

(2) 営業停止・停滞損失

事業所が浸水被害により営業活動が完全に停止してしまうこと、及び完全停止から被災前の状態に復旧するまで停滞することによる被害を算出するものである。

表-75 現行マニュアルにおける営業停止・停滞損失

従業者数に営業停止・停滞による延べ損失日数及び1人1日当たりの付加価値額を乗じて営業停止損失を算定すること。

[解説]

産業大分類別産業毎の従業者数に営業停止・停滞日数及び1人1日当たりの付加価値額を乗じ、産業毎の営業停止損失額（D）を求めその総和を算定する。なお、事業所の営業停止は当該事業所の浸水の有無のみによらず、地域の浸水状況等にも影響されるため、補正は行わない。

$$D_i = M_i \times (n_0 + n_1 / 2) \times p_i$$

i : 産業大分類, M : 従業者数, p : 付加価値額 (円 / (人・日)) ,

n_0, n_1 : それぞれ浸水深に応じた営業の停止日数・停滞日数

注) 産業大分類 (日本標準産業分類 (平成5年10月改訂) による。)

D 鉱業 , E 建設業 , F 製造業 , G 電気・ガス・水道・熱供給業

H 運輸・通信業 , I 卸売業・小売業 , J～M サービス業・その他

浸水深別の営業停止・停滞日数

浸水深	床下	床上				
		50cm未満	50～99	100～199	200～299	300cm以上
停止日数	3.0	4.4	6.3	10.3	16.8	22.6
停滞日数	6.0	8.8	12.6	20.6	33.6	45.2

(3) 事業所における応急対策費用

事業所が浸水被害を受けた際に応急的に必要となる費用を算出するものである。

表-76 現行マニュアルにおける事業所における応急対策費用

事業所数に代替活動等支出負担単価を乗じ事業所における代替活動等に伴う支出増を算定すること。

[解説]

事業所数に浸水深に応じた代替活動等に伴う支出負担単価を乗じ、代替活動等に伴う被害額を算定する。

浸水深別の代替活動等支出負担単価（千円／事業所）

浸水深	床下	床上				
		50cm 未満	50～ 99 cm	100～ 199 cm	200～ 299 cm	300cm 以上
単価	47.0	92.5	1,714	3,726	6,556	6,619

（参考）清掃労働対価について

一般の事業所では従業者を清掃労働に充てるものと考えられるが、この場合清掃労働によって生み出された付加価値とその対価としての支出額とが相殺されることになる。清掃労働の間の営業停止・停滞に伴う被害は別途営業停止損失として算定していることから、被害の重複評価を避けるため、ここでは事業所の清掃労働対価は算定しない。

5.2 各被害項目の相互関係の整理と現地調査

5.2.1 各被害項目の相互関係の整理

家庭関連の被害においては、現行マニュアルには含まれていなかった代替住居費用と代替車両費用を新たに組み込んだが、現行マニュアルにおける事業所関連の被害には、同様の関節被害の概念として営業停止・停滞損失が既に含まれている。これは事業所が復旧するまでの間、営業活動が満足に実施できないという間接被害を金銭換算しようとするものである。家庭関連ではこれまでそのような項目はなかったが、前章で論じたとおり本論文において代替住居費用、代替車両費用として新たに概念を導入した。

現行マニュアルの被害額計上範囲については、経済学的に体系立てて整理されたものがないため、直接被害と間接被害が過不足なく網羅されているか否かが不明瞭であった。そこで、直接被害と間接被害の関係について整理することで、現行マニュアルの被害額計上範囲が適切であることを明らかにしておく。

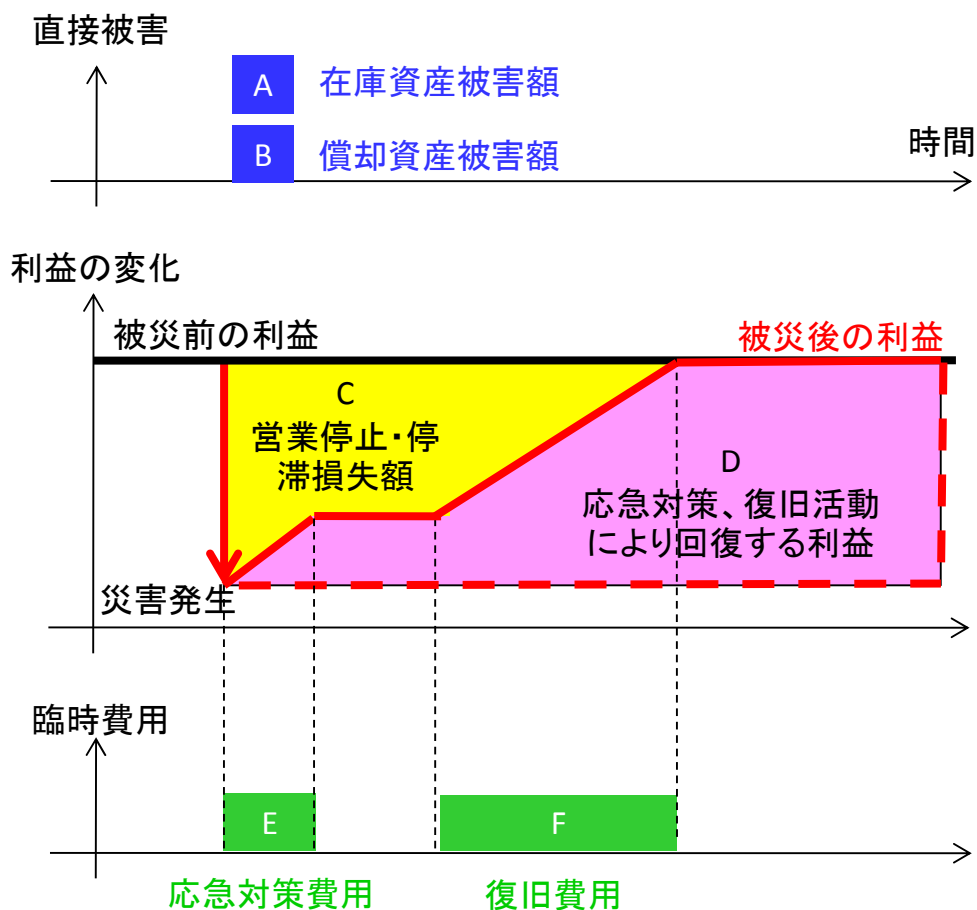


図-75 事業所被害を構成する各項目

仮に、被災後まったく応急対策や復旧活動をしなければ、利益の低下による被害額は次のようになる

$$\text{利益低下被害額} = C + D \quad \text{式 (23)}$$

利益低下は償却資産の被災によりもたらされているため、式 (23) に償却資産被害額 (B) を足してしまうと、被害額の二重計上になってしまう。

一方、式 (23) は被災後の恒常的な被害であり、被災時点で所有していた在庫等の被害は別途存在するため、在庫資産被害額 (A) は式 (23) に足してもよい。

これらを踏まえると、事業所の被害額は次のようになる。

$$\text{総被害額} = A + C + D \quad \text{式 (24)}$$

現実には、利益を回復させるために応急対策や復旧活動を実施する。すなわち、応急対策費用 (E) や復旧費用 (F) は、それを支出しない場合に失われる利益の累積額よりは安価なはずである。

$$D \geq E + F \quad \text{式 (25)}$$

よって、式 (24) と式 (25) より

$$\text{総被害額} \geq A + C + E + F \quad \text{式 (26)}$$

ここで、復旧費用 (F) については、代替法として償却資産被害額 (B) を計上する手法も考えられる。すると、被害額は次のようにまとめることができる。

$$\begin{aligned} \text{総被害額} \geq & \text{在庫資産被害額 (A)} \\ & + \text{償却資産被害額 (B) または復旧費用 (F)} \\ & + \text{営業停止・停滞損失額 (C)} \\ & + \text{応急対策費用 (E)} \end{aligned} \quad \text{式 (27)}$$

これにより、現行マニュアルの考え方が事業所被害を過不足なく捉えていることが示されたとともに、償却資産被害額については復旧費用で計測することも可能であることが整理できた。

5.2.2 現地調査の概要

これまでと同様に東日本大震災の津波被災地で調査を実施する。

事業所関連の被害については、調査サンプルが産業種類と浸水深の双方に偏りが無いことが必要とされる。さらに、事業所の営業関連の込み入ったことまで聞き取り調査をする必要があるため、調査に協力的な事業所を調査対象に選ぶ必要がある。これらの条件を満たそうとすると、膨大な量の調査が必要となってしまう、現実的ではない。そこで、調査をアンケート調査と訪問による聞き取り調査の2段階とし、アンケート調査結果の内容を基に聞き取り調査に協力してくれそうな事業所の判断をつけ、産業別と浸水深別に偏りが無いように、訪問による聞き取り調査の対象先を選定することとした。

アンケートの調査対象として、信用調査会社の企業情報データベースから、2012年8月現在で営業が確認できている青森・岩手・宮城3県の全企業住所リストを入手し(約19,000件)、それに国交省都市局調査の5mメッシュ津波浸水深を重ね合わせ、津波浸水エリア内企業を抽出した(2,393件)。さらに、新聞記事等から調査した被災事業所のリスト(1,365件)からも同様に、津波浸水エリア内事業所を抽出し、信用調査会社の企業情報データベースとの非重複分を選定した(225件)。両者を合計した事業所リストから、住所・電話番号・経営者(代表者)のマッチングを行い、重複分を除外するとともに、公社等も除外し、最終的な調査対象2,484件を選定した。

この2,484事業所にアンケートを送付した結果、回答があったのは1,048事業所である。アンケート調査に回答してくれた事業所のうち、質問項目に漏れなく回答してくれた事業所を抽出し、さらに産業別と浸水深別、地域の偏りを避けて選別した結果、92事業所に訪問による聞き取り調査を実施した。

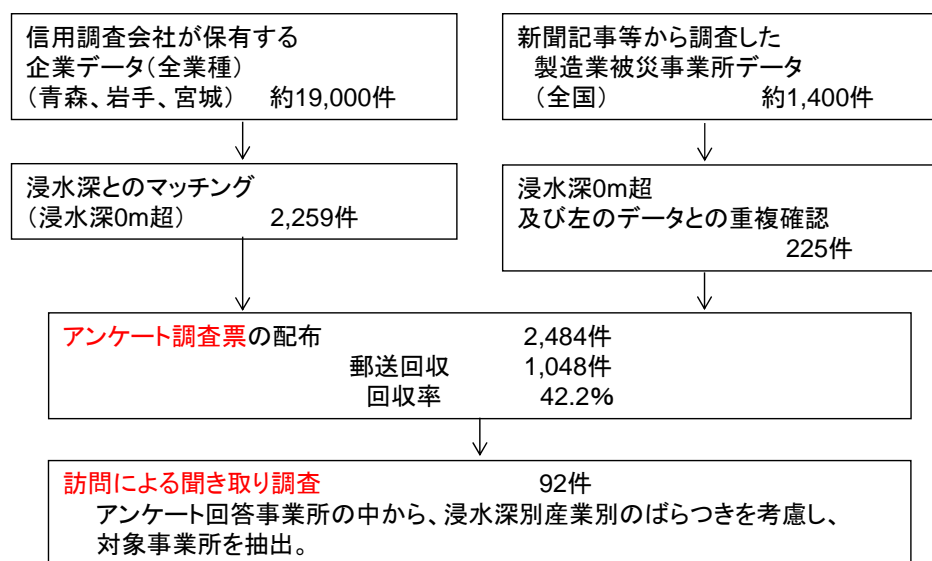


図-76 アンケート調査対象事業所の選定フロー

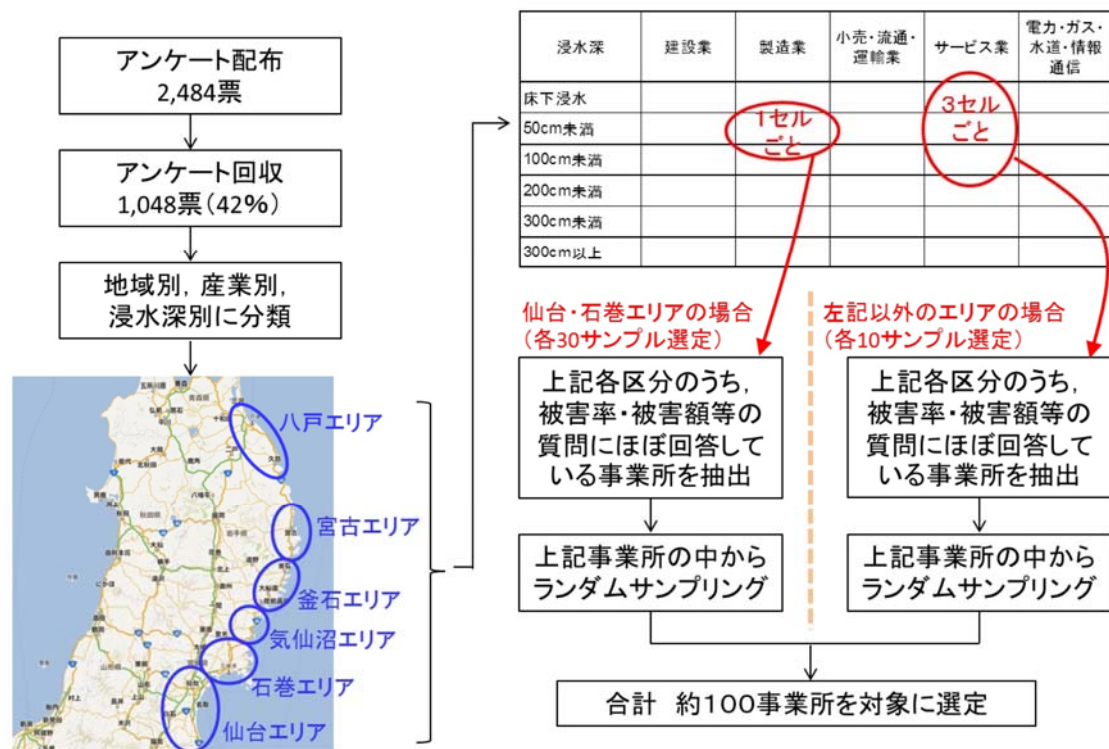


図-77 アンケート調査対象事業所の選定フロー

<アンケート(郵送)>

被災状況(浸水深)
棚卸資産被害額
応急対策費用
復旧費用(実費)
復旧過程(停止期間のみ)

調査時点までの最低限の被害額は算定可能

<訪問面接調査>

復旧過程(売上, 供給能力, 期間)
復旧費用(今後, 見込み)
生産費用変化
被災状況-詳細 償却資産簿価, 被害率
復旧過程-詳細 資産, 雇用, 建物, 実売上との関係

難解な調査項目はヒアリングで把握する

復旧過程を詳細調査(今後予定を含む)
営業停止損失の詳細分析可能
復旧費用と償却資産毀損額との比較分析
各被害額項目の精度向上

図-78 アンケート調査と訪問調査との役割分担

第5章 事業所関連被害の推計手法の高度化

日本産業分類（19 区分）のうち、農林水産業および公務を除いた 16 区分が現行マニュアルにおける事業所関連被害の算定対象である。訪問調査のサンプル数が 92 件であることから、16 区分を 5 区分に集約して、産業別、損壊状況別、浸水深別の 3 者全ての観点でデータの偏りが無いことを確認した。

表-77 産業分類の集約

▼日本産業分類	▼5分類に集約
産業分類	産業分類
A 農業、林業	建設業
B 漁業	C 鉱業、採石業、砂利採取業
C 鉱業、採石業、砂利採取業	D 建設業
D 建設業	製造業
E 製造業	E 製造業
F 電気・ガス・熱供給・水道	小売・流通・運輸業
G 情報通信業	H 運輸業、郵便業
H 運輸業、郵便業	I 卸売り業・小売業
I 卸売り業・小売業	サービス業
J 金融業、保険業	J 金融業、保険業
K 不動産、物品賃貸業	K 不動産、物品賃貸業
L 学術研究、専門、技術サービス業	L 学術研究、専門、技術サービス業
M 宿泊業、飲食サービス業	M 宿泊業、飲食サービス業
N 生活関連サービス業、娯楽業	N 生活関連サービス業、娯楽業
O 教育、学習支援業	O 教育、学習支援業
P 医療、福祉	P 医療、福祉
Q 複合サービス事業	Q 複合サービス事業
R サービス業（他に分類されないもの）	R サービス業（他に分類されないもの）
S 公務（他に分類されるものを除く）	電気・ガス・水道・情報通信
	F 電気・ガス・熱供給・水道
	G 情報通信業

表-78 アンケート調査の対象事業所（損壊状況別）

浸水深	産業別アンケート回収数					計
	建設業	製造業	小売・流通・運輸業	サービス業	電力・ガス・水道・情報通信	
全壊（流失）	46	29	77	25	0	177
全壊（撤去）	26	30	56	17	0	129
全壊（条件付き再生可）	56	58	94	40	1	249
大規模半壊	58	40	110	63	0	271
半壊（床上浸水）	34	23	35	35	2	129
一部損壊（床下浸水）	7	8	11	11	0	37
特に津波による被害はなかった	4	3	7	10	0	24
無回答	8	5	12	7	0	32
計	239	196	402	208	3	1048

第5章 事業所関連被害の推計手法の高度化

表-79 アンケート調査の対象事業所（浸水深別）

浸水深	産業別アンケート回収数					計
	建設業	製造業	小売・流通・運輸業	サービス業	電力・ガス・水道・情報通信	
床下浸水	7	8	11	11	0	37
50cm未満	2	5	8	13	0	28
100cm未満	22	8	27	19	1	77
200cm未満	64	26	84	41	1	216
300cm未満	39	34	78	43	0	194
300cm以上	105	115	194	81	1	496
計	239	196	402	208	3	1048

表-80 訪問による聞き取り調査の対象事業所（損壊状況別）

浸水深	産業別ヒアリング回収数					計
	建設業	製造業	小売・流通・運輸業	サービス業	電力・ガス・水道・情報通信	
全壊（流失）	4	2	4	1	0	11
全壊（撤去）	1	4	4	1	0	10
全壊（条件付き再生可）	6	5	3	4	0	18
大規模半壊	4	9	4	8	0	25
半壊（床上浸水）	4	9	2	4	2	21
一部損壊（床下浸水）	1	2	1	3	0	7
特に津波による被害は無かった	0	0	0	0	0	0
無回答	0	0	0	0	0	0
計	20	31	18	21	2	92

表-81 訪問による聞き取り調査の対象事業所（浸水深別）

浸水深	産業別 ヒアリング実施箇所数					計
	建設業	製造業	小売・流通・運輸業	サービス業	電力・ガス・水道・情報通信	
床下浸水	1	3	1	3	0	8
50cm未満	0	1	1	2	0	4
100cm未満	1	1	3	2	1	8
200cm未満	5	10	2	3	1	21
300cm未満	4	4	5	5	0	18
300cm以上	9	12	6	6	0	33
計	20	31	18	21	2	92

第5章 事業所関連被害の推計手法の高度化

訪問調査を行った津波被災事業所の建物損壊状況をみると、浸水深別の建物損壊率は、国土交通省都市局の悉皆調査における「鉄筋コンクリート造」及び「鉄骨造」建築物の分布と類似している。住宅と比較して事業所建物は木造の比率が低いことを踏まえると、概ね事業所全体を偏りなく反映している調査サンプルであると言える。

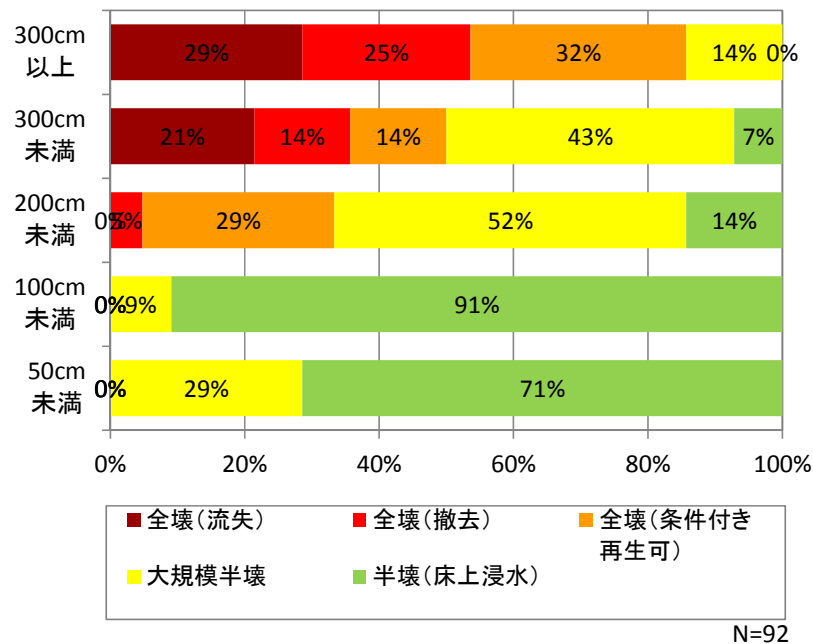


図-79 調査対象事業所の損壊状況別サンプル数

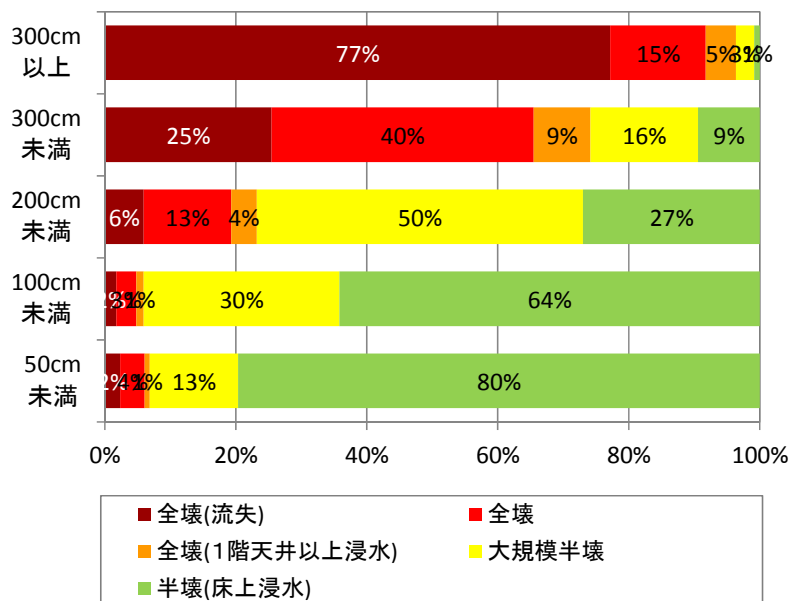


図-80 都市局調査の損壊状況別建物数（全数）

第5章 事業所関連被害の推計手法の高度化

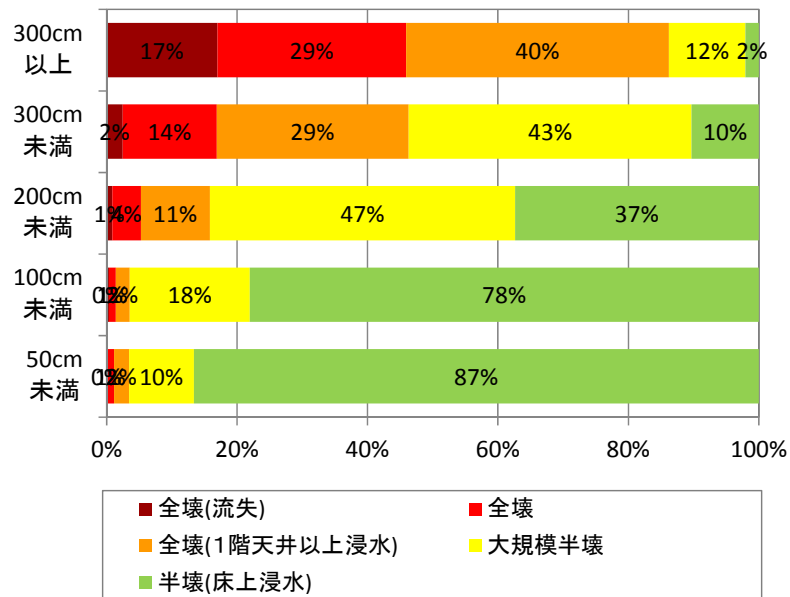


図-81 都市局調査の損壊状況別建物数（鉄筋コンクリート造建築物）

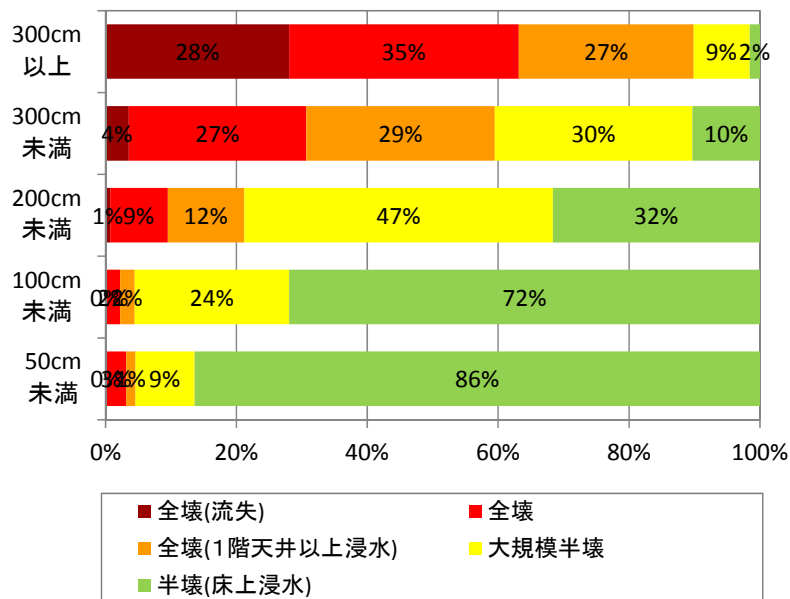
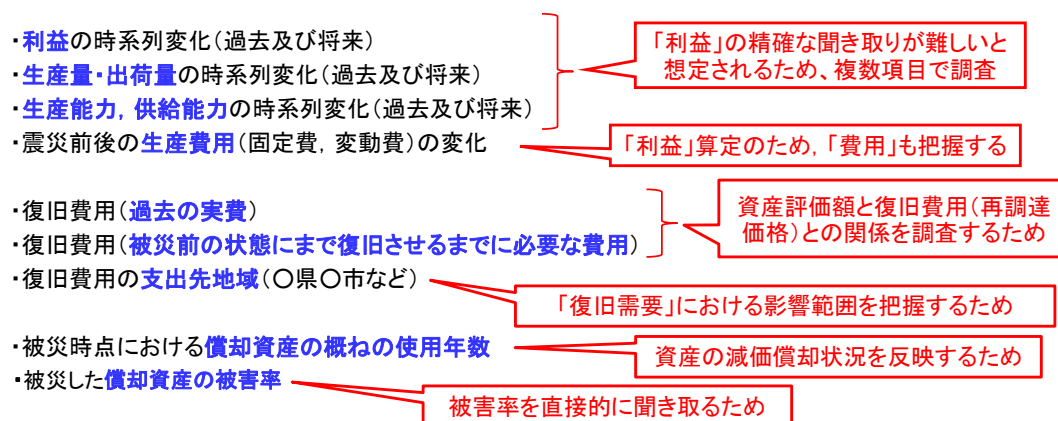


図-82 都市局調査の損壊状況別建物数（鉄骨構造建築物）

5.2.3 調査票の改善

前節で分析したように現行マニュアルにおける被害項目を再定義したことや、調査を2段階にしたことから、現行マニュアルの被害率設定に用いた調査票を改善する必要がある。また、過去の調査と異なり、今回の調査対象災害である津波被害は未だに復旧が完了していないことから、被害が未収束であることを前提にした調査票を作成する必要がある。

このような課題に対応するため、複数の指標から被害を捉えることができるようにした(付録11, 付録12)。例えば、営業停止・停滞損失額と償却資産被害を捉えるために次のような様々な項目で被害の様相を聞くようにした。



このような調査方法の工夫により、被災実態を多角的に把握することができ、後述するように現行マニュアルの課題を解決し、被害推計手法を改善することができた。

また、産業別に細か過ぎる項目を聞いている現行マニュアルの調査方法では、家財被害と同様にかえって調査精度を落としていたと考えられ、その課題を解決するために調査票を簡略化した。例えば、業種毎に設問も細かく分けており、食品製造業では「生菓子専用窯」、「最中皮焼機」等の所有数、単価、被災浸水深、被災程度をアンケートで聞いていたが、今回の調査では、在庫資産、償却資産ともに全体の所有額と被災程度を回答するのみとしている。

5.2.4 被害率の試算

建物被害においては、浸水深別に「全壊(流失)」が占める割合が浸水深別の被害率に大きな影響を及ぼすと考えられたため、ひとまず損壊状況別の被害率を算出した後に浸水深別に変換するという手順を採った。家庭関連被害においても、住家は木造の割合が高く「全壊(流失)」の影響を強く受けると考えられることや、現地調査から建物被害と相関が強いと考えられるため、建物被害と同様に損壊状況別に算出した後に浸水深別に変換する手順を採った。

一方、事業所関連被害においては、前掲のデータのとおり非木造の割合が高く、「全壊（流失）」等の建物の損壊状況の影響は家庭関連被害と比較すると弱いと考えられる。そこで、損壊状況別と浸水深別の双方を算出し、変動係数の大きさによってどちらを採用するかを判断することとする。

以下、被害項目毎に被害率を試算する。可能な限り多数のサンプルでの被害率推定が好ましいことから、アンケートで十分な精度のデータを採取することができた被害項目についてはアンケート調査結果を基に被害率を算出することとしたが、アンケート調査結果のみから浸水深別被害率等を試算できたのは営業停止日数と応急対策費用のみであった。それ以外の被害項目である在庫資産被害、償却資産被害、営業停滞日数については、訪問による聞き取り調査の結果、被災事業者がアンケートだけでは多くの質問内容を十分に理解できていないことが判明したため、聞き取り調査を用いた。

5.3 在庫試算被害

5.3.1 現地調査を踏まえた算出手法の見直し

在庫試算被害額の算出式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{在庫資産被害額} &= \text{被災事業所従業者数} \times \text{従業者1人当たり在庫資産評価額} \\ &\times \text{浸水深別在庫資産被害率} \end{aligned}$$

式(28)

在庫資産被害を算出するためには、まず在庫資産評価額を設定しなければならない。現行マニュアルにおいては、製造業では「経済センサス-活動調査 産業別集計（製造業）「産業編」」（経済産業省）における在庫資産額から、卸売・小売業では「平成24年経済センサス-活動調査 卸売業・小売業に関する集計」（経済産業省）における商品手持額から、上記以外では「平成24年度 法人企業統計年報特集」（財務省：財政金融統計月報より）における棚卸資産額から、従業者一人当たり在庫資産評価額を設定している。

現行マニュアルの被害率設定においては、「材料・原料・半完成品・製品・商品等の在庫品の被害額」として一つの設問で調査していた。しかし、東日本大震災に伴う津波被災地の調査では、材料、原料等のそれぞれが相当額の被害を受けているため、調査漏れや混同がないように各項目別に被害を計上することが必要であることが分かった。

事例① 水産物を漁獲時期にあわせて1年分を大量に仕入れ、冷凍庫で保管し、注文に応じて加工・出荷している。震災当日は原材料が冷凍庫に満杯に近い状態であった。製品在庫の被害は1億2000万円であったが、冷凍庫も被災したことで原材料は2億7000万円が全損となった。



図-83 冷凍庫が被災し屋外へあふれ出した魚（被災者提供写真）

事例② 顧客の受入検査を受ける直前の現場が被災した。引き渡し前であったため、約 8000 万円の未完成工事すべてが当社負担の損失となった。

この調査結果を踏まえ、調査方法を次のとおり改善することとする。調査範囲そのものは現行マニュアルと同様とするが、回答漏れを防ぐために、企業会計における「棚卸資産」の区分と整合をとることとし、調査項目を細分化することとする。すなわち、「棚卸資産」の会計区分に応じて、①製品または商品、②原材料・貯蔵品、③仕掛品（未完成製品・未完成工事）の3つに分類して被害率を調査することとする。

なお、塩水であったために被害が拡大した事例は、聞き取り調査を実施した 92 件中、在庫資産被害の 1 件のみであった。その 1 件は、金属加工業を営んでいる事業所であり、鉄製の一部の在庫・原材料が津波に浸水したものである。淡水であれば洗えば使えるが、塩水であったため錆びて使えなくなったということであった。同じ金属加工業でも、精密機器を扱っている事業所では、塩水か淡水かに関わらず水や土砂に浸かったものは商品にならないという事例もあり、上記のように「塩水ならではの被害」は全体からみると希な被害事例だと考えられる。その他の事業所の在庫資産や償却資産については、製造業であれば電気系統やモーター、内燃機関を有していたり、サービス業であれば書類やOA機器であったり、塩水か淡水かに関わらず水と土砂によって損傷を受けるようなものであったためであろう。

5.3.2 被害率の試算

前述のとおり、現行マニュアルにおける在庫資産の被害率設定においては、「材料・原料・半完成品・製品・商品等の在庫品の被害額」として一つの設間で調査していたが、今回の調査においては、回答漏れを防ぐために企業会計における「棚卸資産」の区分と整合をとることとし、「①製品または商品」、「②原材料・貯蔵品」、「③仕掛品（未完成製品・未完成工事）」の3つに調査項目を細分化した。

平成 22 年度の法人企業統計（財務省）によると、全産業の在庫資産割合は、①製品または商品 56%、②原材料・貯蔵品 16%、③仕掛品 28%となっているため、この構成比で各被害率を加重平均し、在庫資産の被害率を算定した。

損壊状況別と浸水深別の双方で在庫資産被害率を算出する（付録 11 の問 3）。

損壊状況別と浸水深別のデータを比較すると、浸水深別の方が変動係数は大きいがその差は微小である。後述するように他の被害項目のほとんどにおいて、浸水深別の方が変動係数が小さい。事業所関連の各被害項目において、損壊状況別と浸水深別で統一しない場合、データの取り扱いの一貫性に欠けることや、被害項目のほとんどが浸水深別の被害率の方が変動係数が小さいことから、事業所関連被害の全被害項目で、浸水深別の被害率を採用することとする。

浸水深別では床上浸水～床上 300cm 未満の被害率が, 現行マニュアルより上昇している.

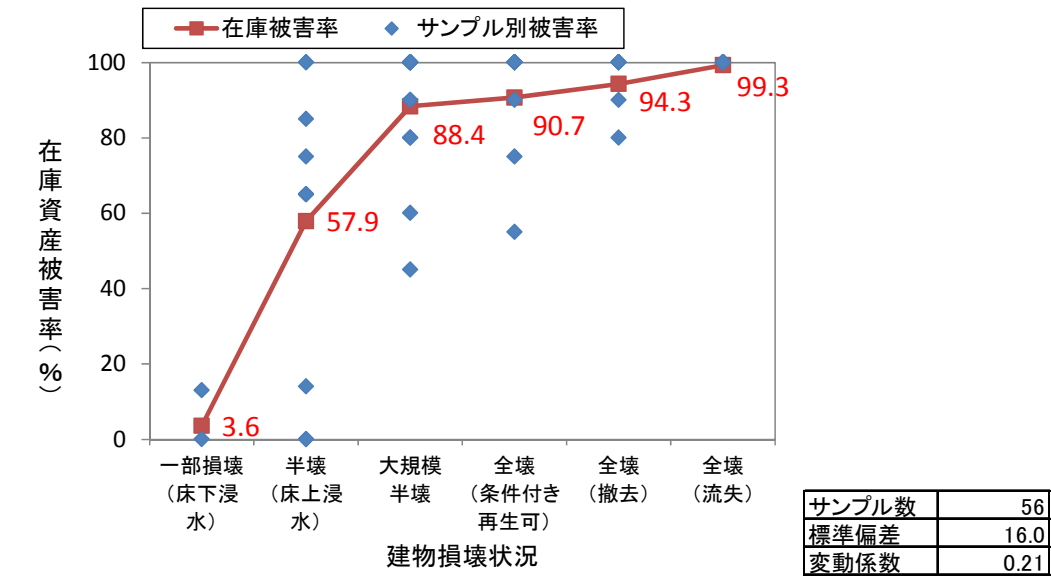


図-84 損壊状況別の在庫資産被害率 (%)

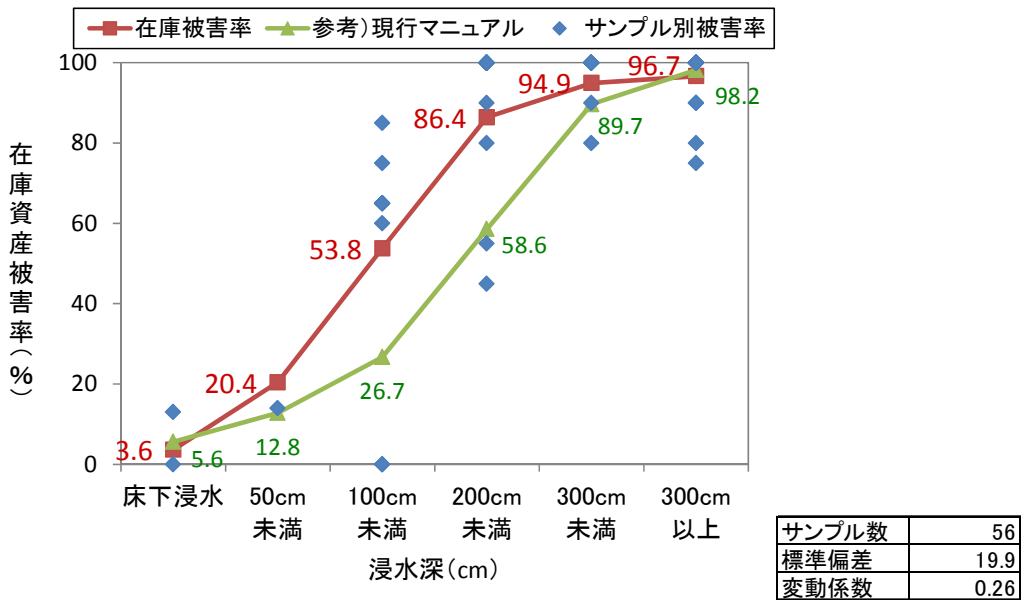


図-85 浸水深別の在庫資産被害率 (%)

5.4 償却試算被害

5.4.1 現地調査を踏まえた算出手法の見直し

償却試算被害額の算出式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{償却資産被害額} &= \text{被災事業所従業者数} \times \text{従業者1人当たり償却資産評価額} \\ &\times \text{浸水深別被害} \end{aligned}$$

式 (29)

現行マニュアルにおいては、製造業では「平成24年経済センサス-活動調査 産業別集計（製造業）「産業編」（経済産業省）」における有形固定資産額から、非製造業では「平成24年度 法人企業統計年報特集」（財務省：財政金融統計月報）における有形固定資産額から、一人当たり償却資産評価額を設定している。しかし、東日本大震災に伴う津波被災地の調査では、このように設定された償却資産評価額と比較して、その復旧に要する補修額または再調達価格の方が多額になる場合が多いことが判明した。

事例① 被災した設備・機器は、減価償却後の簿価では300万円程度に相当するが、中古品での再調達でも3000万円を要した。仮に新品で再調達すると約1億円かかる。



図-86 工場内の生産用設備が全損（被災者提供写真）

事例② 被災した設備・機器は、減価償却後の簿価では7000万円に相当する。オーダーメイド設備であるため中古品はなく、再調達に5億2000万円かかった。



図-87 オーダーメイドの生産用機械が全損（被災者提供写真）

（1）一人当たり償却資産評価額の設定

上記の調査結果を踏まえると、現行マニュアルにおける償却資産の評価額については過小評価となっているおそれがあるため、その評価額算出手法を見直すこととする。

現行マニュアルにおける償却資産評価額の算出方法では経済センサスと法人企業統計を基にしているが、これらの統計値は各事業所が自らの帳簿（貸借対照表等）を参照して回答している結果を集計したものである。各事業所の帳簿は税制上の減価償却を適用していると考えられる。税制によりこれらの統計値は影響を受けることとなるが、水害被害の算定根拠となる償却資産評価額は納税制度の影響を受けるべきものではないため、経済センサスと法人企業統計の統計値を採用して償却資産評価額を設定することは不適切である。

企業税制においては、例えば「国際的な競争条件の確保」や「設備投資の促進」等の理由から平成19年度に減価償却制度の抜本的見直しが実施されているが、これにより残存価額10%と償却可能限度額5%の制度を廃止し、1円まで償却可能となった（付録13）。すなわち、新制度適用後ではどのような高額設備であっても償却後には1円の被害しかないこととなる。これでは実態の被害とあわないことは明白であり、同じ水害被害であっても新制度の適用前後で被害額が異なるという不自然なことになってしまう。そもそも平成19年の減価償却制度の改正は、国際的な競争条件の確保と設備投資の促進等にあり、事業所の実態を反映させようとするものではない。

しかも、平成19年度以外にも減価償却制度の改正は度々行われており、主なものでも次表のとおりとなっている。

表-82 これまでの減価償却制度の主な変遷

大正7年度	・減価償却制度が確立し、残存価額10%とされた
昭和39年度	・償却可能限度額が規定され、取得価格の95%まで償却が可能となった
平成19年度	・残存価額が廃止され償却可能限度額100%となった (備忘価額1円) ・250%定率法の導入 ・法定耐用年数の一部見直し
平成20年度	・耐用年数の改正とともに、設備種類390区分だったのを業種毎に55区分に集約
平成23年度	・平成19年度に導入した250%定率法を200%に変更

水害被害額算定用の資産評価額の基礎となる統計値は、事業所の償却資産の使用実態を可能な限り反映したものでなければならない。そのような統計値としては、「国民経済計算（SNA）ストック編 固定資本ストックマトリックス」（内閣府）における有形固定資産額がある。

国民経済計算においては、昭和45年に調査が終了している国富調査を基礎として、その償却資産の所有割合、償却率等を平成23年度に変更するまでの間ずっと使用してきた。しかし、平成7年の経済企画庁経済研究所からの「節税目的のための減価償却引当金は、投資額に影響を与えようという意図でまったく恣意的な方法で著しく操作されることがしばしばあり、多くの場合まったく無視しておくのが最もよい。したがって、資本ストックの推計との関連において、固定資本減耗の独立の推計値を作成することを勧告する。」という勧告¹²⁵⁾を反映した考え方を平成23年度から導入し、固定資本減耗の考え方を大きく変更している。

その変更とは、税制に影響を受けた減耗の考え方から、実耐用年数に基づく減耗の考え方の導入である。国民経済計算を構成する統計の一つであり平成18年度から実施している「民間企業投資・除却調査」において、民間企業が除却した固定資本の実使用年数を調査しており、平成23年度以降の固定資本減耗には、この結果を基に固定資本別の実耐用年数を設定し、定率で減耗させる考え方を導入している。

ただし、民間企業投資・除却調査における固定資本の除却理由としては、耐用年数を経過した以外にも、災害や事故により除却した場合や、企業の倒産や事業所の閉鎖・移転により除却した場合、競争力向上のための戦略的な設備更新により除却された場合が含まれる等、あらゆる要因による除却を考慮したものとなっているため、物理的な耐用年数よりも短く算出されているおそれがあることに留意が必要である。

このように一部の留意点があるものの、固定資本の実使用年数調査に基づいた減耗率を適用している国民経済計算は、事業所の償却資産の使用実態を最も的確に反映し

た統計であると考えられる。したがって、国民経済計算による固定資本ストックを償却資産評価額の算定基礎資料として採用することとする。

その結果、従業者一人当たり償却資産評価額は、現行マニュアルの手法による評価額 491 万円から、国民経済計算を用いた評価額 642 万円となった。これらの値は、全産業部門の従業者数で重み付け平均した償却資産の評価額であり、別途被害額を算出している建物については控除して算出した。現在でも現行マニュアルと国民経済計算の2つの償却資産評価額には乖離があるが、平成19年度の税制変更の影響が出始める数年後にはさらに差が広がっていくと考えられる。

表-83 1人あたり償却資産額の見直し¹²⁶⁾

日本産業 分類コード	産業	現行マニュアル	新たな統計値 (国民経済計算-固 定資本ストック)
		1人あたり 償却資産額 (万円)	1人あたり 償却資産額 (万円)
C	鉱業、採石業、砂利採取業	1,279	4,821
D	建設業	141	288
E	製造業	437	1,330
F	電気・ガス・熱供給・水道	11,429	12,497
G	情報通信業	567	1,480
H	運輸業、郵便業	564	1,277
I	卸売り業・小売業	196	180
J	金融業、保険業	462	274
K	不動産、物品賃貸業	2,377	1,044
L～R	サービス業	462	282
	就業人口別加重平均	491	642

(2) 償却資産被害の調査方法

償却資産被害の調査においては、2つのアプローチが存在する。図-75におけるB（被害率を聞く方法）とF（復旧費用を聞く方法）のどちらを採るかである。Bは保有する償却資産のうち損壊した割合を聞き取ることで「浸水深別被害率」を直接算出する手法であり、Fは過去と将来の復旧費用を聞き取り、「事業所が保有する償却資産評価額」で割ることで「浸水深別被害率」を算出する手法である。

Bについては、数割の損壊でも設備全体の再調達が必要となることがある等、資産評価額の損壊割合が、再調達価格と同じになるとは限らないという課題がある。一方、Fについてはその算出にあたり必要となる「保有する償却資産評価額」は通常は税制上の償却率を適用したものしか各事業所は把握しておらず、適切な資産評価額とするためには、事業所の

所有する全ての償却資産を実耐用年数に基づいて評価し直さなければならないという課題がある。さらに、現地調査の結果、将来の復旧費用については、「見積もりをとっていない」等、回答できなかった事業所が多数存在した。

以上のことから、F（復旧費用を聞く方法）については統計処理する難易度が高いことから、B（被害率を直接聞く方法）のアプローチを採ることとする。

5.4.2 被害率の試算

償却資産被害については、これまでは被災した償却資産の割合（被害率）を被災事業所より調査し、被災前の償却資産保有額（簿価）に乗じて、被害額を算定していた。この「従業者1人当たり償却資産評価額」は、前述したとおりこれまで企業会計の簿価から原単位を設定しており、税制上の減価償却を適用した数値となっている。これについては、民間企業が除却した固定資本の実使用年数調査に基づいた減耗率（償却率）により資本ストックを減耗（償却）させている国民経済計算（SNA）を採用することとする。

また、被害率については、被害率を聞く方法と復旧費用を聞く方法があるが、統計処理の難易度から被害率を聞く方法を採用することとする。

償却資産被害率は、損壊状況別と浸水深別の双方で算出する。（付録12の間10）

損壊状況別と浸水深別のデータを比較すると、浸水深別の方が変動係数は小さい。よって、浸水深別の方が被害率の分類に適していると考えられる。浸水深別被害率では、床上100cm未満では現行マニュアルより上回っているが、それを超過すると逆に下回っている。

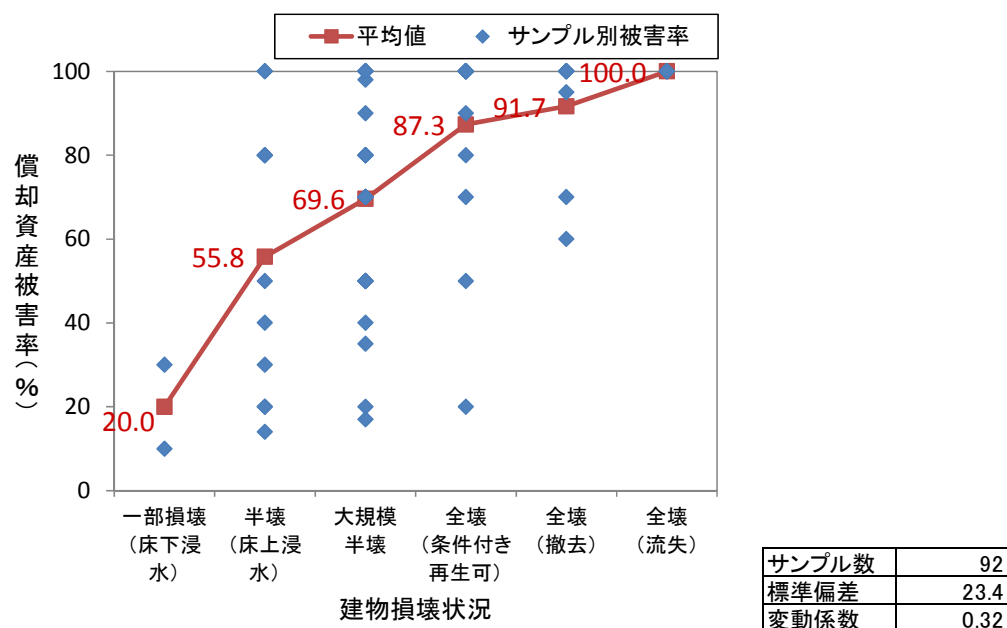


図-88 損壊状況別の償却資産被害率 (%)

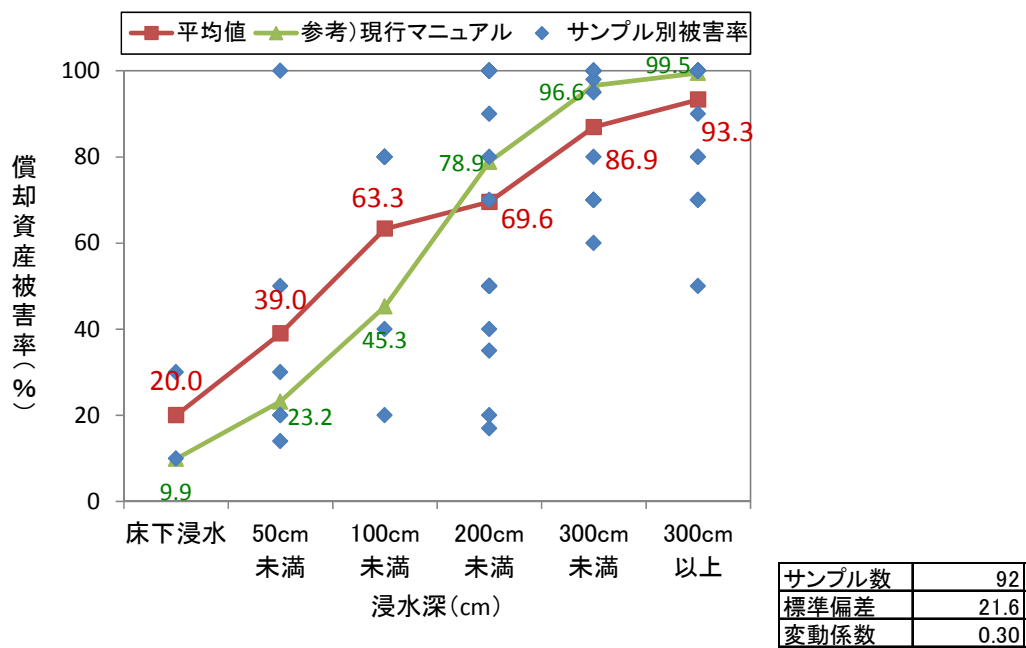


図-89 浸水深別の償却資産被害率 (%)

5.5 営業停止・停滞損失額

5.5.1 現地調査を踏まえた算出手法の見直し

営業停止・停滞損失額の算出式は次のとおりである。

営業停止・停滞損失額

$$= (\text{浸水深別営業停止日数} + 0.5 \times \text{浸水深別営業停滞日数}) \times \text{従業員1人当たり付加価値額} \times \text{被災事業所従業員数}$$

式(30)

償却資産が被災した場合にはその再調達には時間を要するため、完全復旧するまでの間は生産・営業能力が落ちたまま事業活動を行うこととなる。このような間接被害を営業停止・停滞損失と呼んでいる。現行マニュアルにおいては、浸水深別に営業停止日数を設定し、その期間の従業員1人あたり付加価値額を乗じることで、営業停止損失額を計上している。同様に、営業停滞期間（営業再開から被災前の操業レベルに回復するまでの期間）を浸水深別に設定し、その期間は図-90にあるとおり直線的に営業レベルが回復していくものとの仮定により、付加価値額の半額を営業停滞損失額として計上している。過去の調査結果を基にして、表-75にあるとおり営業停止日数の倍の日数を営業停滞日数としている。この営業停止・停滞日数は現行マニュアルにおいては被災事業所にアンケート調査をして設定している。

東日本大震災に伴う津波被災地の調査では、そもそも営業を再開せず倒産してしまった事業所や、周囲の復旧・復興の遅れから営業停滞期間が長期化している事業所がある一方、逆に復旧需要により早期に営業再開を果たした事業所もあることが判明したため、改めて営業停止・停滞日数の考え方を整理しておく。

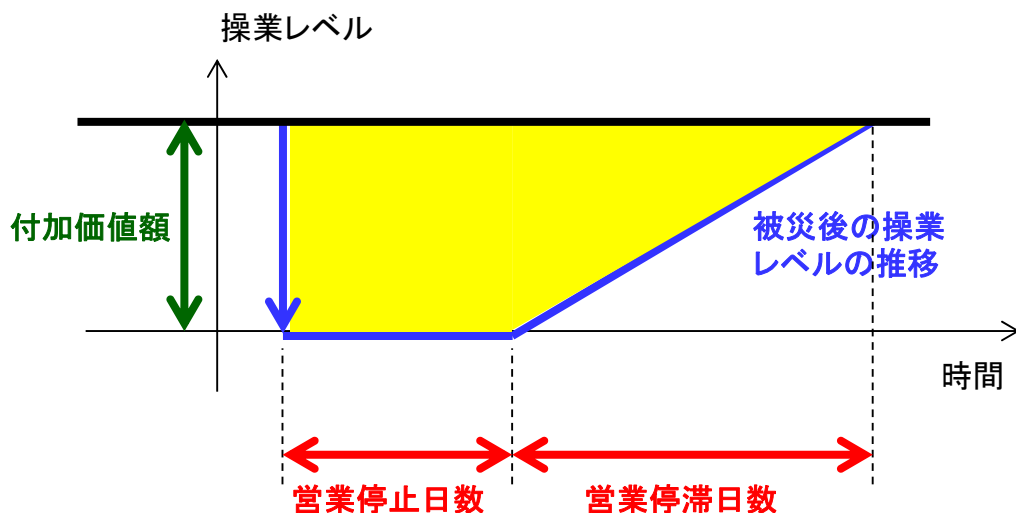


図-90 営業停止日数及び営業停滞日数の概念図

事例① 平成23年10月完成予定で第3工場を建設中だったが、震災後はその建設用地を臨時ガレキ置き場として、市に無償提供した。その結果、第3工場の完成が6ヶ月遅れの平成24年4月となり、震災がなければ第3工場が生産していたであろう6ヶ月分の製品売上約1億円が入ってこなかった。

事例② 3m浸水で商品の薬剤がすべて流失し、調剤用レセプトコンピュータも被災した。残った倉庫を改装し営業を再開したが、顧客が戻ってこないこともあり、調剤部門の再建を断念し事業規模を縮小した。



図-91 被災した医薬品

事例③ スポーツ用品店が全壊となり仮設店舗を開設しているが、売上がゼロに近い。お客さんの数そのものが少なくなったのと、スポーツ用品などの趣味関係よりも生活再建のための支出を優先しているからだと思われる。本店舗での再操業の目処は立っていない。

事例④ 震災前に受注していた工事の復旧工事をはじめ多くの復旧工事を依頼され、仕事量は大幅に増加した。ただし、従業者数は震災前とは変わらず、設備・機器も被災したため、外注を多用して業務に対応している状況である。新たに倉庫も借りたので、経費は嵩んでいる。

事例⑤ 現在は仮設工場で操業している。今後、本格操業するため工場を新築するつもりであるが、建設単価が上がっており、先日の見積では震災直後に比べ、1.5倍ほどになっていた。最終的に復旧費がいくらかかるかまだ見通せない状況にある。

事例⑥ 複数の倉庫等を運営していたが、倉庫・事務所の全ての施設が流失または全壊した。2億円の建設費をかけて完成間近であった低温倉庫も全壊した。投資余力が無く、再建を断念した。

事例⑦ 震災直後は、事業所の周辺一帯がガレキで埋め尽くされ、立ち入りできなかった。道路の啓開が終わり、事業所に立ち入れるようになって初めて、被害状況の把握ができ、復旧に向けての対策を行った。

第2章で論述したとおり、本論文における被害額の計測においては、復旧需要の影響を排除し、供給側のアプローチを採用することとする。この前提に立った場合、どのような調査手法を採るべきかを検討する。

営業の停滞度を計測する手法としては次の4つが考えられ、それぞれの手法について被災事業所に対する現地調査を行ったが、このうち計測上の課題がなく、復旧需要を排除するという本論文の被害額計測手法の考え方と一致する「d.生産能力・供給能力」を用いて、営業停止・停滞損失を計測することとする。

a. 営業利益

- ・「決算」による数値。

→ 1年間を通じてはじめて算出可能となることや、この設問への回答に協力してくれる事業所が少なかったため、停滞日数を詳細に把握することが困難であることから、不採用とする。

b. 売上

- ・震災後の経済状況下において、実際に実現した売上。

→ 復旧需要による影響や避難等による人口減少の影響を内包する数字である。さらに、例えば病院に食料や燃料を納めている事業所の場合、操業停止・停滞するわけにいかない状況があり、通常よりもコストや労働力を多く投入して操業した事例も確認できており、このような場合は、売上としては被災前レベルに達しているが利益はあがらない。このような課題があるため、不採用とする。

c. 売上（復旧需要除き）

- ・復旧需要を除いた場合の売上の推移

→ 各企業側の「推測」による部分もあるが、復旧需要の影響は排除できる。しかし、売上が戻っても利益が減少しているような事例には対処できない。よって不採用とする。

d. 生産能力，供給能力

- ・ 需要側の要因にとらわれず，当該事業所が被災前の生産能力（生産設備など）にまで回復できるまでの期間を計測
- 仮に震災前レベルの需要があったとしても，生産能力が落ちた状況だと十分な供給ができないため，機会損失が発生することとなる．これを被害とする考え方であり，本論文の被害額計測手法の考え方と一致するため，これを採用する．

5.5.2 一人当たり付加価値額の見直し

現行マニュアルにおける営業停止・停滞損失額は，営業停止・停滞日数に一人当たり付加価値額を乗じて算出している．

この営業停止の原単位として採用すべきものは何であるかを考察してみる．営業できない限りは売上がないわけであるから，営業停止時の機会費用として，被災後に固定して動かせない費用，いわゆる固定費用を営業停止損失額の原単位として採用すれば良い．被災後の営業していない間は中間投入財の仕入れを止めることができるから，それは固定費用ではなく変動費用として捉えて良い．しかし，それ以外の費用は被災しても売却等できるわけではないため，被災していない償却資産に相当する減価償却費は固定費として扱うことが妥当であろう．

ところが，現行マニュアルにおける付加価値額は，財務省の法人企業統計を基に設定されており，法人企業統計には減価償却費が含まれていない．したがって，減価償却費を含んだ付加価値額を設定する必要がある．法人企業統計においては減価償却費が統計値として別に調査されているため，それを適用することも考えられるが，先の償却資産被害額のところで論じたとおり，税制を前提とした減価償却費を調査しているため，経済被害額の基礎資料とすることは不適切である．また，法人企業のみが調査対象であり個人事業主は調査の対象外となっているが，実際の水害被害においては多くの個人事業主も被災しているという問題もある．そこで，他の主要統計値を含め比較したところ，内閣府の国民経済計算で調査されている付加価値額が，最も営業停止・停滞損失額の算出原単位として相応しいことがわかった．国民経済計算の付加価値額は，人件費，支払利息等，動産・不動産賃貸料，租税公課，減価償却費，利益が含まれている売上から，材料費等の中間投入額を差し引いたものとして定義されている．

表-84 各統計にみる付加価値額の定義

	「付加価値額」の算出式	「付加価値額」への「減価償却費」の計上	備考
①財務省『法人企業統計』	利益＋人件費＋賃借料＋租税公課	×	法人企業のみが調査対象であり、個人事業主は対象外 (現行マニュアルで採用)
②内閣府『国民経済計算(SNA)』	売上－(材料費などの中間投入額)	○	国際基準に合致し、国全体の経済動向を把握する統計 (本論文で採用)
③日本銀行『主要企業経営分析』、『企業規模別経営分析』	利益＋人件費＋支払利息等 ＋賃借料＋租税公課＋減価償却費	○	平成7年版を最後に統計調査廃止
④中小企業庁『中小企業実態基本調査』	売上－材料費－商品仕入原価 －外注費	○	従業員100～300人以下の中小企業に限定した調査
⑤経済産業省『工業統計』	売上－材料費－減価償却費 －製品に係る消費税	×	製造業のみの統計調査

※各統計により用語には若干の相違があるが、比較のため標準的な用語に統一している

前表における各統計の算出方法では、人件費や材料費等の中間投入額を売上から引いている場合と、利益に足している場合があるが、両者は概念的には同じである。以下でそれを示す。

被災前後で売上、変動費、固定費が次のように変化したとする。

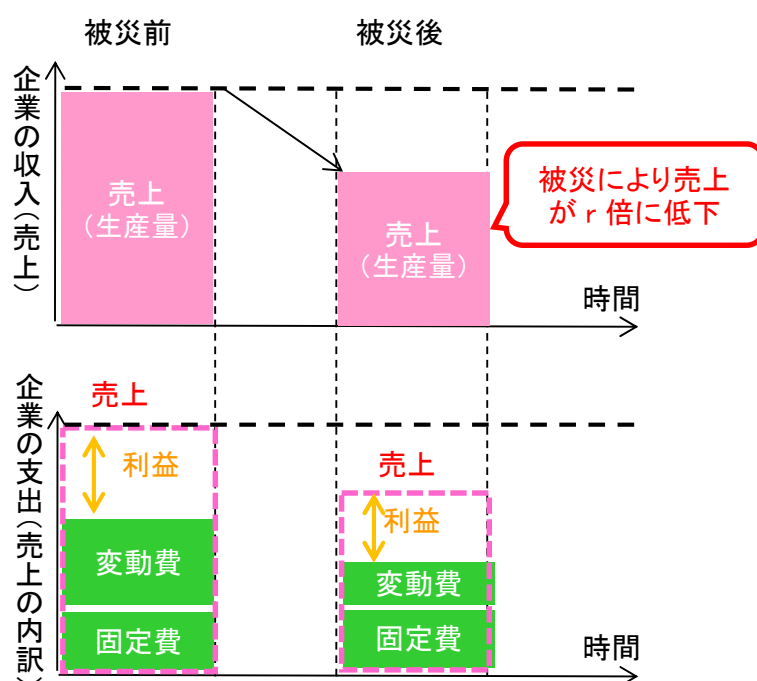


図-92 営業停止・停滞損失額の考え方

$$\text{売上 (a)} = r \times \text{売上 (b)} \quad \text{式 (31)}$$

$$\text{変動費 (a)} = r \times \text{変動費 (b)} \quad \text{式 (32)}$$

$$\text{固定費 (a)} = \text{固定費 (b)} \quad \text{式 (33)}$$

ここで、

r : 被災割合 ($0 < r < 1$)

b : 被災前を表す添え字

a : 被災後を表す添え字

支出（売上）を変動費と固定費に分類する。

被災後から復旧に至るまでの間に変動させることのできる経費、すなわち支出を抑えられる経費は、生産・営業活動を一時停止することによる中間投入財の仕入れ額が考えられる。被害規模が経済全体に比べて十分に小さい場合、中間投入財は被災事業所に納入されずとも、全国の他の事業所に納入されたり、短期的な在庫調整により対処したりすることで有効活用することができるため、機会費用は発生しない。ただし、被害規模が極端に大きかったり、生産量が少なかったり等、市場での調整が期待できない場合には機会費用が発生するため、中間投入財も固定費用となることに留意が必要である。

一方、人件費、支払利息、動産・不動産賃貸料、租税公課、減価償却費については、生産・営業活動が十分に再開されていなくとも必要となる経費、すなわち固定経費である。生産・営業活動がなされていない間は、それらを生み出したはずの活動ができない状態となっており、被災事業所以外で有効活用等することができない、すなわち機会費用が発生している。これらについては処分等をするわけでもない限り遊休資産として眠っているわけであるから、固定費用として扱うことが妥当であろう。

なお、今回の津波のように大規模な災害の場合は、解雇等が行われることもあるため、人件費を入れるべきではないという意見もあると考えられる。被災事業所への現地調査 92 件のうち、一時的に従業者を解雇した事業所は 14 件（15%）であるが、12 件は再雇用しているため、実質的に解雇している事例は 2 件（2%）となっている。つまり、そのほとんどは解雇していないし、仮に解雇していたとしても労働市場が混乱していることや、通勤可能な範囲の事業所で雇用を増やすとは考えにくいことから、その労働力は別事業所に有効活用されているとは考えづらい。よって、人件費をそのまま固定費用として見なして良いと考えられる。

$$\text{被害額} = \text{被災前後の付加価値額の差分} \quad \text{式 (34)}$$

$$= (\text{被災前の利益}) - (\text{被災後の利益}) \quad \text{式 (35)}$$

$$= (\text{売上 (b)} - \text{変動費 (b)} - \text{固定費 (b)}) \\ - (\text{売上 (a)} - \text{変動費 (a)} - \text{固定費 (a)}) \quad \text{式 (36)}$$

$$= (1 - r) \times (\text{売上 (b)} - \text{変動費 (b)}) \quad \text{式 (37)}$$

$$= (1 - r) \times (\text{利益 (b)} + \text{固定費 (b)}) \quad \text{式 (38)}$$

以上により、国民経済計算を用いる方法であっても、これまで用いてきた法人企業統計の値と本質的には異ならず減価償却費の部分だけが異なっており、また調査対象が個人事業主も含めているという違いがある。

よって、国民経済計算の付加価値額を適用した原単位を採用することとするが、この値と現行マニュアルにおける付加価値額とを参考までに比較する。

表-85 産業分類別の従業者1人1日あたりの付加価値額（円/人日）¹²⁶⁾

日本産業 分類コード	産業	現行マニュアル		新たな統計値 SNA付加価値(国内総生産)	
		1人1日あたり 付加価値額 (円/人日)	1人1日あたり 減価償却費 (円/人日)	1人1日あたり 付加価値額 (円/人日)	1人1日あたり 減価償却費 (円/人日)
C	鉱業、採石業、砂利採取業	83,696	13,897	19,987	15,298
D	建設業	20,155	1,357	18,738	1,645
E	製造業	28,561	5,401	28,768	7,860
F	電気・ガス・熱供給・水道	110,016	62,507	20,629	56,529
G	情報通信業	37,305	7,979	48,413	9,653
H	運輸業、郵便業	22,382	3,448	19,275	7,243
I	卸売り業・小売業	24,978	1,608	22,704	2,209
J	金融業、保険業	19,600	5,449	45,665	8,380
K	不動産、物品賃貸業	50,576	13,124	131,528	9,957
L～R	サービス業	20,228	1,363	16,899	3,948
	就業人口別加重平均	24,491	3,208	24,829	5,079

表-86 従業者1人1日あたりの付加価値額（円/人日）のまとめ

	法人企業統計	国民経済計算(SNA)
付加価値額 (減価償却費を含めない)	24,491	24,829
減価償却費	3,208	5,079

現行マニュアルにおける「付加価値額」

今回調査値における「付加価値額」
(ただし減価償却費については、このうち
被災していないものに限って計上する)

※付加価値額、減価償却費は、産業分類別の就業人口による加重平均値
※国民経済計算については、不動産部門から住宅の減価償却費を除いている

ここで、住宅の減価償却費の控除について説明する。

国民経済計算においては、賃貸住宅のみならず、周辺の家賃等から持ち家の帰属家賃を推定し、住宅の付加価値額を算出し、全住宅の付加価値額を「不動産業」の住宅部門とし

て計上している。付加価値額のうち、住宅の減耗率をもって減価償却率とし、残りの額を人件費と利益を含む混合所得として整理している。この混合所得には、住宅に住み続けるための様々な管理費用が含まれている。

まず、「不動産業」の付加価値額のうち減価償却費を除いた部分（人件費等の混合所得）については、住宅部門を控除せずに残したままとする。賃貸住宅については、被害により貸し借りが滞ったり、復旧のために契約関係を見直したり等の事態が発生するが、その間業務に携わっていた従業者が生み出していた付加価値額がなくなることを反映するためである。

次に、「不動産業」の住宅部門における減価償却費については控除することとする。住宅部門の減価償却費相当については、住めない期間の不便さを計測するための仮想的な費用として、家庭関連の応急対策費用に計上した代替住居費を減価償却費と同様の概念で計上しているからである。

以上より、現行マニュアルの付加価値額は減価償却費を含めない 24,491 円/人日である一方、国民経済計算を適用して見直した場合には、被災していない減価償却費を含む次式となる。

$$\begin{aligned} \text{1日1人あたり付加価値額} &= 24,829 \text{ 円/人日} \\ &+ (100\% - \text{償却資産被害率}\%) \times 5,079 \text{ 円/人日} \end{aligned}$$

式 (39)

5.5.3 被害率の試算

現行マニュアルにおける営業停止・停滞損失については、法人企業統計を基にして算出した付加価値額に営業停止日数、営業停滞日数を乗じることとしているが、前項の議論を踏まえ、被災していない償却資産の減価償却費を含めた付加価値額とするために、国民経済計算による付加価値額を採用することとする。

損壊状況別と浸水深別の双方で営業停止・停滞日数を算出する。（営業停止日数について付録 11 の問 6、営業停滞日数については付録 12 の問 2）

損壊状況別と浸水深別のデータを比較すると、営業停止については浸水深別の方が変動係数は小さいが、営業停滞については逆の結果となっている。ここで、営業停止・停滞日数が被害区分に応じてどの程度増加していくかについてみておく。

営業停止については損壊状況別と浸水深別の両者ともに、被害が大きくなる区分につれてなめらかに営業停止日数が推移している。それに対し、営業停滞については損壊状況別では営業停滞に数の推移が不連続的であるが、浸水深別ではなめらかに推移している。このことから、営業停滞についても浸水深別の方が実態を反映していると言える。浸水深別被害率では、営業停止、営業停滞ともに現行マニュアルの値より大きく上回っている。

る。

ただし、これらの結果については、被災からの再建途中である事業所も多数含んでおり、将来の見込みで回答されている数値も多い。また、営業を再開できた事業所のみを対象とし、倒産してしまった事業所については調査対象となっていないため、過小になっている。精確な数値を算出するためには、被害からの再建が完了した後に調査を実施し、操業不能（倒産）事業所についても考慮する必要がある。

その際、倒産事業所の停止・停滞日数をどのように算出するかについては、慎重な取り扱いが必要となる。営業停止・停滞損失額は倒産を決定するまでの間を調査することで統計処理すれば良いと考えられるが、倒産後に労働者が即座に転職するための労働市場が機能していない可能性も高く、そうであれば倒産後も労働市場が機能回復するまでの間、付加価値額を計上する必要がある。

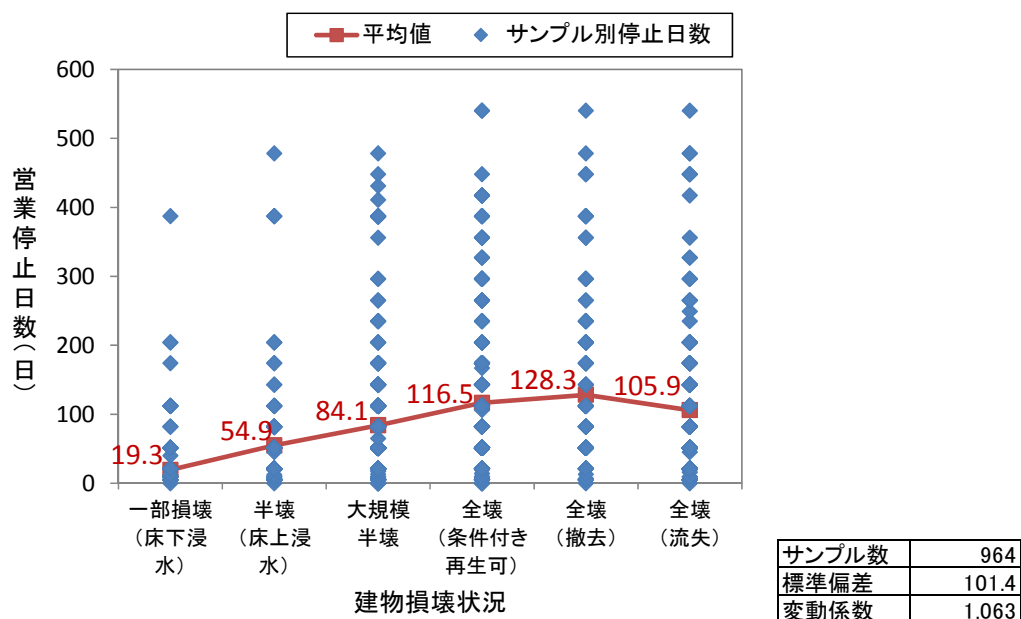


図-93 損壊状況別の営業停止日数（日）

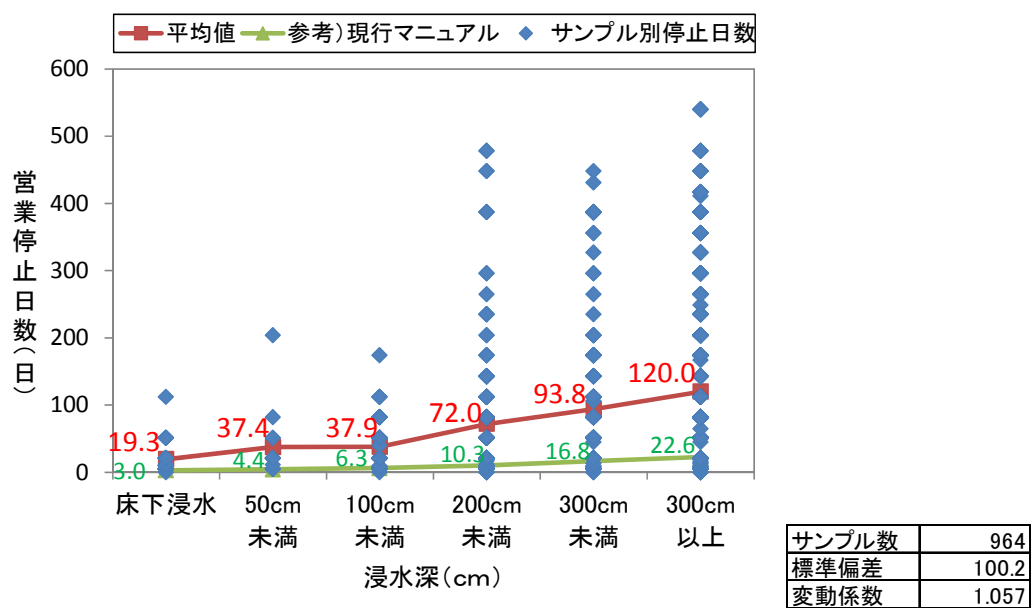


図-94 浸水深別の営業停止日数（日）

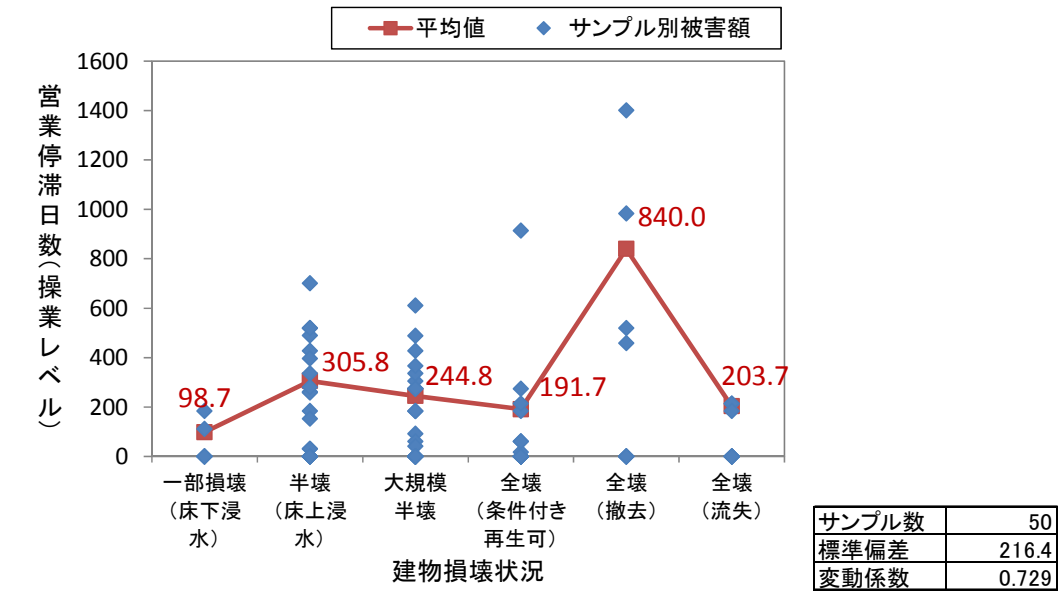


図-95 損壊状況別の営業停滞日数（日）

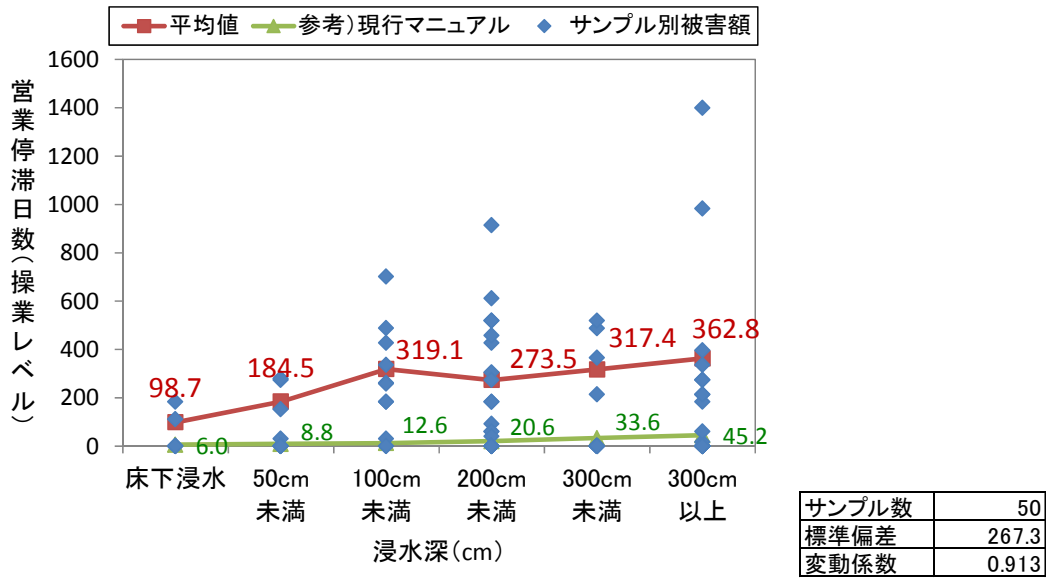


図-96 浸水深別の営業停滞日数（日）

5.6 事業所における応急対策費用

5.6.1 現地調査を踏まえた算出手法の見直し

事業所における応急対策費用の算出式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{事業所における応急対策費用} &= \text{被災事業所数} \\ &\times \text{浸水深別の1事業所当たり代替活動費} \end{aligned} \quad \text{式(40)}$$

水害に遭った後、償却資産の復旧や再調達に要する費用以外にも、清掃、消毒、廃棄物処理、燃料調達、職員滞在費等、様々な応急対策費用がかかっている。これを計上しているのが、事業所における応急対策費用である。現行マニュアルにおいては、浸水を防ぐための防水シート等の購入、従業者の安全を保つための救命胴衣の使用、清掃のための臨時的雇用、廃棄物処理費用、被災前より高い原料の購入、通勤費の増加等の臨時的な応急費用の実費をアンケートにより聞き取り、それを統計処理することにより浸水深別の費用として設定していた。

しかし、東日本大震災に伴う津波被災地の調査では、上記以外にも顧客データ等のデータ類の復旧費用や取引先への連絡・説明に加え、仮設事業所の設置費用も要しており、これらの費用を計上する必要があることが判明した。例えば、後述するとおり、被災事業所へのアンケート結果によれば、仮設事業所等を設置して仮操業した事業所の割合は34%にも上る。

事例① 食品を扱う工場内に津波の泥が堆積し、工場内の泥の排出と清掃に従業者200人で1ヶ月弱かかった。さらに、消毒を専門業者に委託し、約100万円の支出があった。



図-97 工場内に堆積した泥（被災者提供写真）

事例② 危険物を積載している車両は、許可をとっている場所にしか駐車できないことになっている。事業所が水没し、駐車場も使用できなかったため、盛岡市や秋田市の当社事業所にドライバーと車両を派遣した。

ドライバーは長期のホテル住まいとなり、滞在費などが必要となった。

事例③ 東京に置いてある全社サーバーに記録していたデータは無事であったが、当工場にあったローカルサーバーに記録していたデータが消失してしまった。職員が2ヶ月くらいかけてデータを修復した。



図-98 被災したパソコン（被災者提供写真）

事例④ キズ等の不具合が発生する原因を記録した約20年分のデータ・サンプルを格納してあったパソコンが流失してしまった。年間150万個を生産する部品の不良品率が上がってしまうため、データをそろえ直すまでに約4500万円の損失が発生するおそれがある。

事例⑤ 親戚が同業の工場を栃木県で営んでいたため、そちらで仮工場として従業者を派遣し一時的に作業させてもらったが、滞在費300万円がかかった。親戚の厚意で工場や設備の使用料を免除してもらわなければ、もっと経費がかかっていたと考えられる。

事例⑥ 工場が流失したため市内に仮設事業所を借りている。平成23年6月から毎月15万円の賃料を負担している。被災前の土地は自社所有地なので、いずれはそこに工場を再建したいと考えているが、まだ見通しが立っていない。

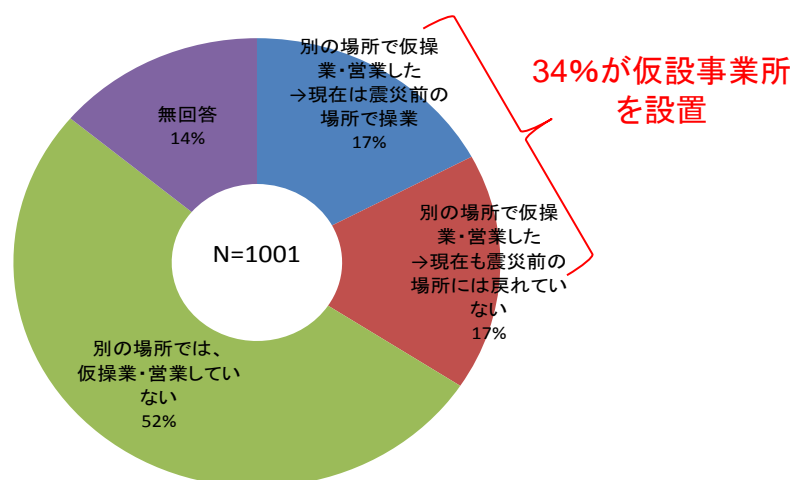


図-99 津波被災事業所への仮操業に関するアンケート結果

この調査結果を踏まえ、事業所における応急対策費用の調査範囲を拡充することとする。具体的には現行マニュアルでも調査対象としていた以下の①～③に加え、④～⑥を対象として追加することとする。

- ①清掃・片付け費用
(通常の勤務人数・時間を超過した費用のみを計上)
- ②従業員の生活支援(災害一時金, 飲食品, 宿泊費, 交通費)
- ③被災商品等の廃棄処理費
- ④取引先への連絡・説明等(通信費, 燃料費)
- ⑤データ等の復旧費用
- 仮設事業所の土地, 建屋の費用

5.6.2 被害率の試算

現行マニュアルでは清掃・片付け費用, 従業員の生活支援費, 被災商品等の廃棄処理費を対象としていたが, これらに加え仮設事業所費用やデータ復旧費, 取引先への連絡費用等を加えることとする。

しかし, 現行マニュアルの定義式により浸水深別の被害額を算出すると次表のようになり, 変動係数が大きく, 特に浸水深が大きい区分のばらつきが非常に大きくなってしまった。これについては, 被災した事業所には従業員が多いところもあれば少ないところもあるにもかかわらず, それを考慮することになっていないのが原因ではないかと考え, 従業員一人当たりで算出してみると, 損壊状況別, 浸水深別の双方でなめらかに被害額が推移する結果となった。そこで, 算出方法を見直し, 従業員一人当たりの代替活動費を原単位

とすることとする。

$$\begin{aligned} \text{事業所における応急対策費用} &= \text{被災従業者数} \\ &\times \text{浸水深別の従業者1人当たり代替活動費} \end{aligned}$$

式(41)

表-87 訪問による聞き取り調査の対象事業所（浸水深別）

浸水深	事業所あたり応急対策費用 (万円/事業所)	
	今回調査	現行マニュアル
床下浸水	136	47
50cm未満	257	93
100cm未満	278	171
200cm未満	390	373
300cm未満	6,669	656
300cm以上	3,367	662
標準偏差	24,947	
変動係数	8.46	

損壊状況別と浸水深別の双方で応急対策費用を算出する（付録12の問4，7）。

損壊状況別と浸水深別のデータを比較すると、損壊状況別の方が変動係数はわずかながら小さいが、ほとんど差がない。他の被害項目で浸水深別の被害率を採用していることから、応急対策費用についても浸水深別の方を採用することとする。浸水深別被害額では、すべての浸水深区分において現行マニュアルより上回っている。

なお、図-101については、H22 法人企業統計より全産業平均の1事業所当たりの従業者数1.67人で現行マニュアルの値を変換したものを参考に記載している。

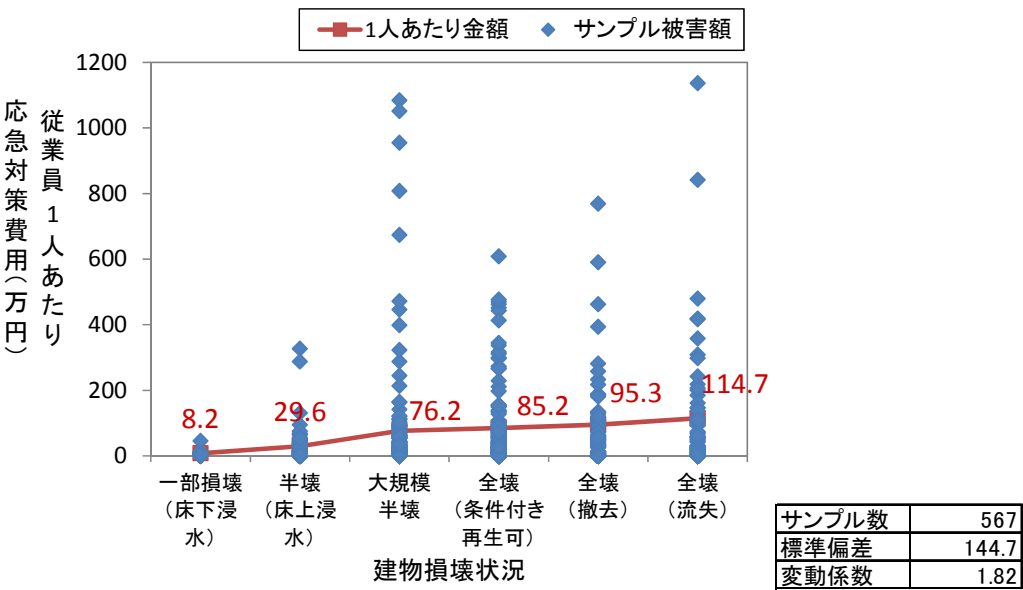


図-100 損壊状況別の従業者 1 人当たり代替活動費 (万円／人)

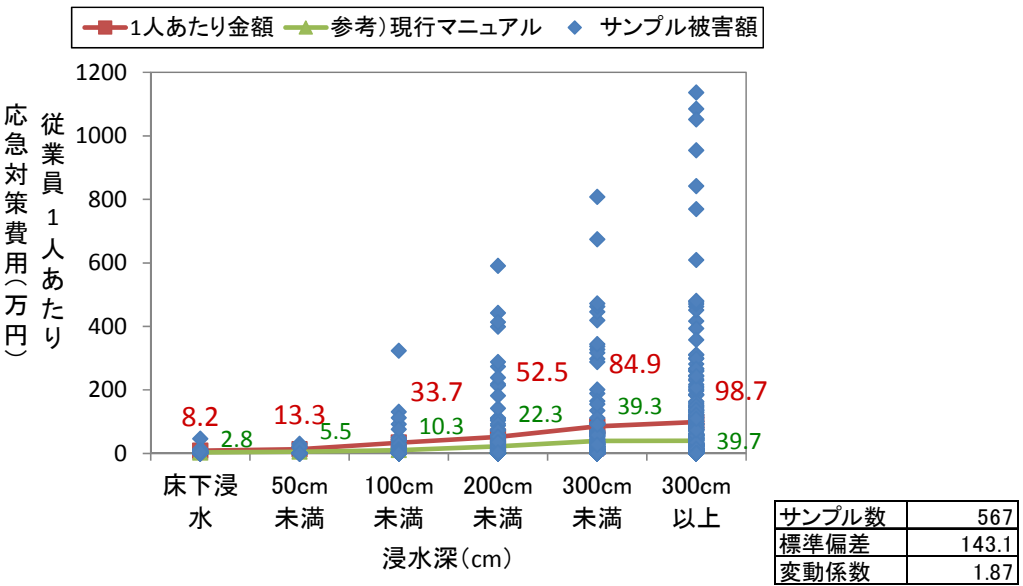


図-101 浸水深別の従業者 1 人当たり代替活動費 (万円／人)

5.7 事業所の床高分布を考慮した被害率

5.7.1 事業所の床高分布

前節までにおいては、津波被害の現地調査結果により、浸水深別の被害率を設定したが、床上浸水の被害率については床上からの浸水深である。そこで、事業所の一般的な床高を設定することにより、被害率を地盤面からの浸水深別へと変換することとする。

訪問調査を実施した津波被災事業所の床高分布は次のとおりである。

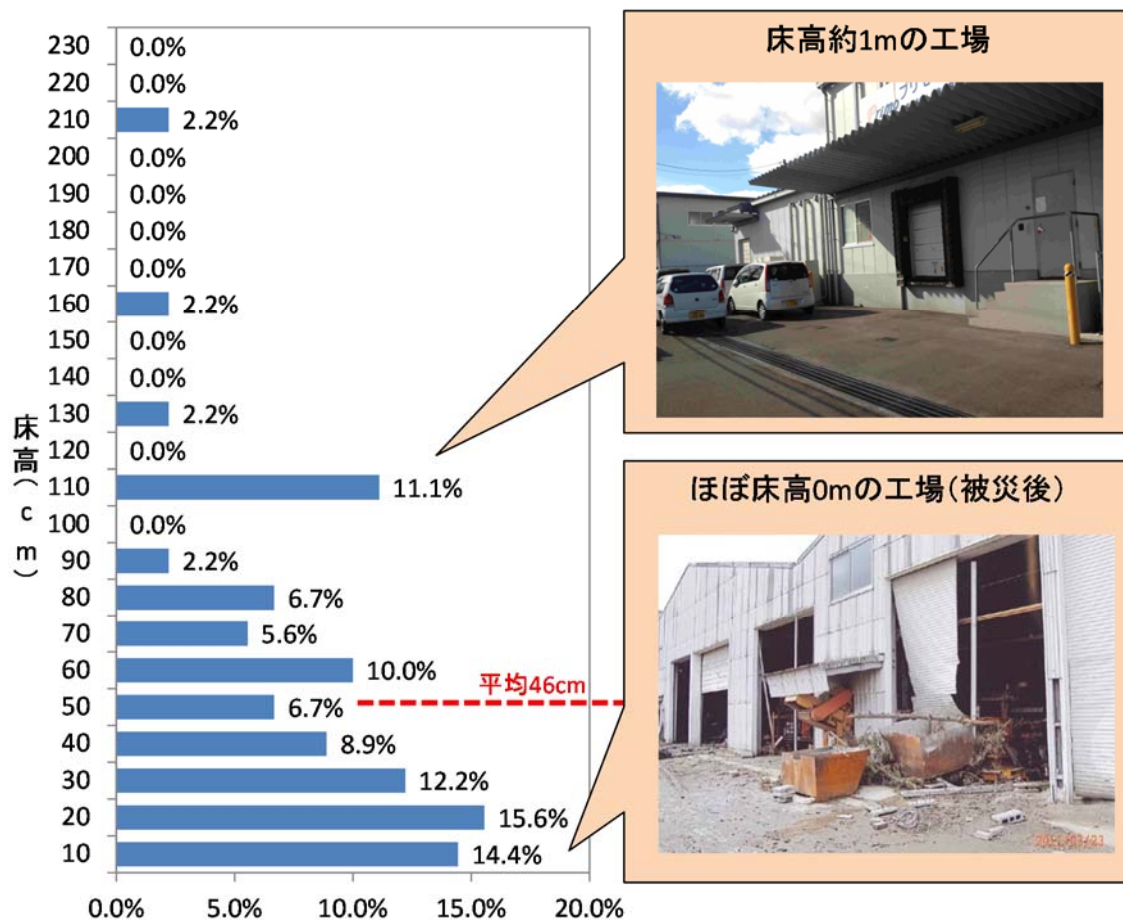


図-102 床高別の被災事業所の割合

5.7.2 床高分布を考慮した被害率の変換

現行マニュアルでは事業所の床高について具体的数値を示していないため、費用便益分析等の実務で用いる浸水シミュレーションでは、個別の事業所の床高を設定するのではなく、全ての事業所について住家と同様に平均的な床高を45cmと設定していることが多い。これは、建築基準法施工令第22条に規定されている「床高45cm以上」が非住家には適用されないため、事業所建物の床高を標準的に設定することが困難なためである。本研究においては、訪問調査を実施した津波被災事業所92件については各事業所の床高を現地で実際に調査しているため、その調査値を用いて床高を設定することとする。

表-88 現行マニュアルにおける床上浸水深の区分

床下 浸水	床上浸水深				
	50cm 未満	100cm 未満	200cm 未満	300cm 未満	300cm 以上

「地盤から45cm未満浸水」の事業所には、この被害率を適用していた

「地盤から345cm未満浸水」の事業所には、この被害率を適用していた

現地調査では前図のような分布となっており、平均では46cmであるが幅広く分布し床高20cm未満の事業所数が約3割を占めている。この分布表を用いて重み付け平均することにより、前項で算出した浸水深別被害率について、床上からの浸水深を適用したものから、地盤面からの浸水深を適用したものに変換する。その結果、床高を45cmと設定するのと比較して、特に低い浸水深区分において被害率が上昇するとともに、特に営業停滞日数の被害区分間の推移がより滑らかとなった。このことは、事業所関連被害については、床上からの浸水深よりも地盤からの浸水深の方が適合性をもっているということであると解釈できよう。

第5章 事業所関連被害の推計手法の高度化

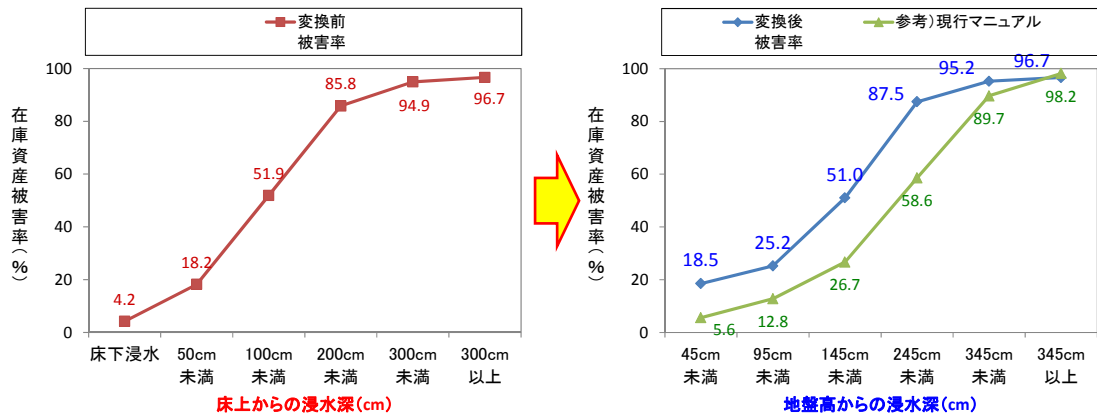


図-103 在庫資産被害率 (%) の変換

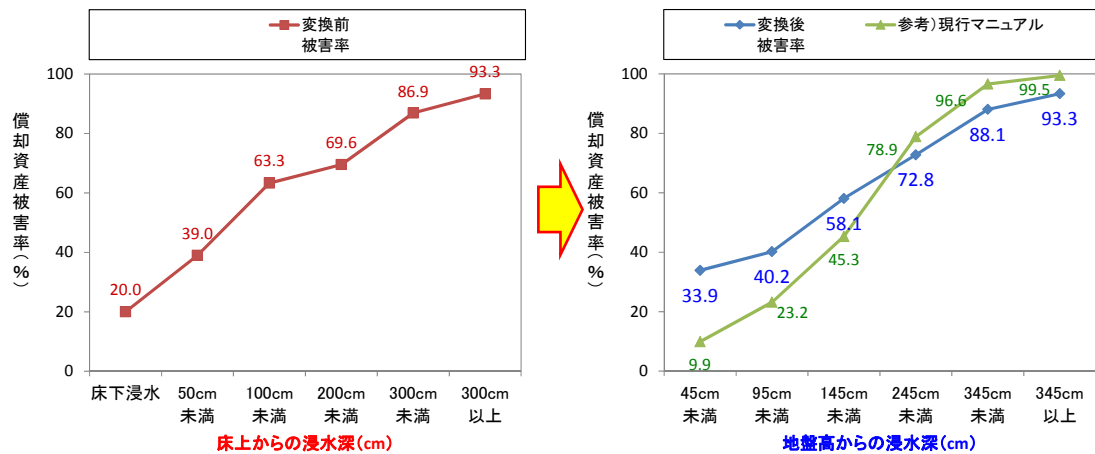


図-104 償却資産被害率 (%) の変換

第5章 事業所関連被害の推計手法の高度化

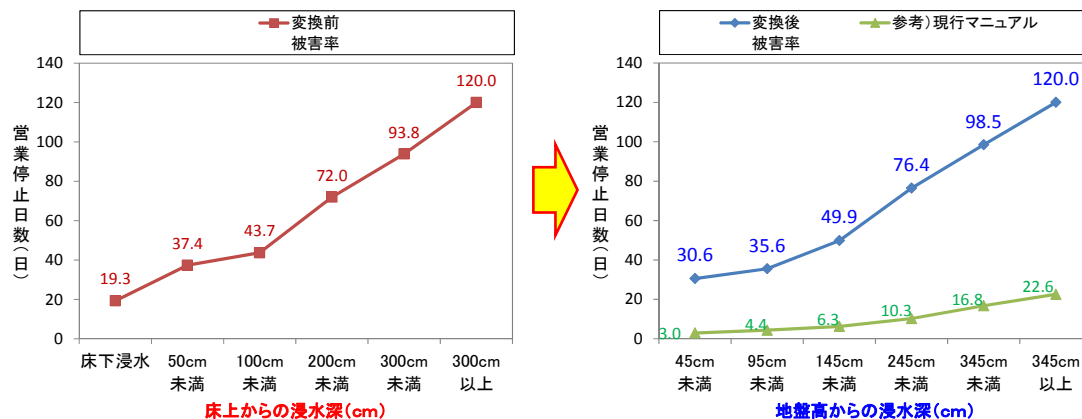


図-105 営業停止日数（日）の変換

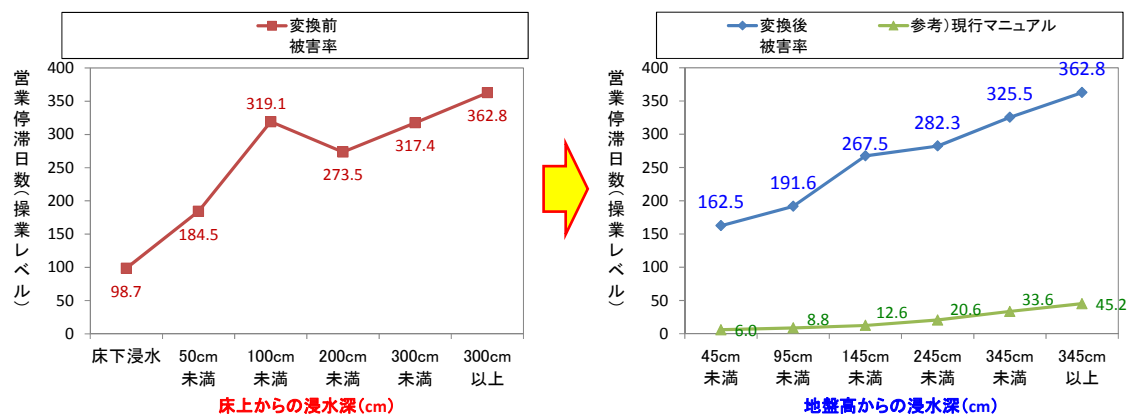


図-106 営業停滞日数（日）の変換

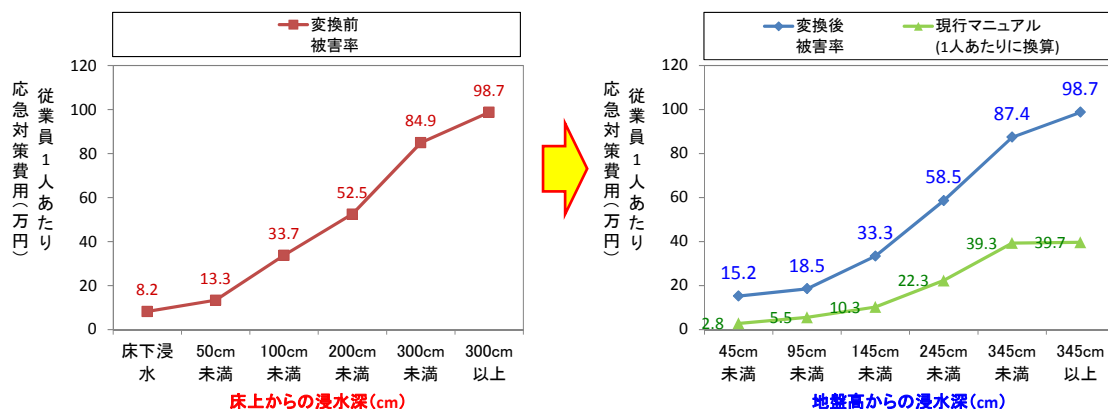


図-107 従業者1人当たり代替活動費用（万円／人）の変換

5.8 まとめと今後の課題

5.8.1 成果の概要

本章では、事業所関連の浸水被害である在庫試算被害、償却資産被害、営業停止・停滞費用、事業所における応急対策費用について、現行マニュアルの改善を提案した。

具体的には以下のとおりである。

これまで明示的に整理されていなかった事業所関連被害を構成する各被害項目の相互関係を体系的に整理し、現行マニュアルで規定されている各被害項目を計測すれば、過不足なく事業所関連被害を捉えられることを示した。

在庫資産被害については、これまで被災者の回答漏れがあったとしてもそれを確認する手段がなかったが、今回の調査においては在庫資産を構成する製品、原材料、仕掛品のそれぞれについて被害状況を聞き取ることで、回答漏れを防ぐこととした。

償却資産被害については、これまで資産評価額を企業税制に基づく減価償却率を適用した簿価としていたため、このままでは平成19年度の税制大改正の影響で簿価が大幅に減少し、それに伴い償却資産評価額も大きく減価するおそれがあることを明らかにした。このように償却資産の評価額については実態を反映せず過小評価となっているため、実使用年数に基づく減耗率によって減価させた国民経済計算の値を適用することを提案した。その結果、従業者一人当たり償却資産評価額は現行マニュアルの手法による評価額491万円から、国民経済計算を用いた評価額642万円となった。また、現地調査の状況に鑑みて、復旧費用を聞いて算出する方法ではなく、被害率を被災事業所に直接聞く方法を採用した。

営業停止・停滞損失については、地域経済構造の変化による影響を排除するとともに、被災事業所が回答しやすいように、営業利益、売上から計測するのではなく、生産能力・供給能力の時系列変化を聞き取ることにより、営業停止・停滞期間を計測することとした。さらに、従業者一人当たりの付加価値額には、被災していない償却資産の減価償却費が現行マニュアルでは計上されていなかったという課題を指摘するとともに、その課題を解決するため、国民経済計算の統計値を適用した計測手法を採用した。

応急対策費用については、これまで計測していた清掃費用、従業者の生活支援費用、被災商品等の廃棄処理費に加えて、取引先等への連絡費用等、データ等の復旧費用、仮設事業所の費用も計測することとした。

以上の被害項目について、都市局による津波被災地調査を活用した損壊状況別の被害率と、浸水深別の被害率の両方を算出したが、多くの被害項目において浸水深別の方がより滑らかに被害率が推移し変動係数も小さかったため、浸水深別の被害率を採用することとした。

最後に、現地調査した事業所の床高平均は約46cmであり、現在実務上で用いている45cmとほぼ同値であるが、床高20cm未満の事業所が約3割を占めていることから、現地調査に基づく事業所の床高分布を考慮し、床上からの浸水深で整理した浸水深別被害率を、地盤

高からの浸水深で整理し直した。その結果、低い浸水深では被害率が大きく上昇することを示し、現行マニュアルのように事業所の床高を45cmとすることは過小評価になっていることを明らかにした。

なお、本論文で開発された調査方法に基づき河川洪水を中心に現地調査を継続すれば、浸水と事業所被害との因果関係に基づき、より実態に近い事業所関連の被害率に改定することが可能になる。

以上をまとめると、今回の被害率等の試算における改善点は次のようになる。

表-89 本論文における事業所関連被害推計手法の改善点

	現行マニュアル	本研究における改善点
全般	・郵送アンケート調査	・事前郵送アンケート調査 ・訪問調査 ・地盤高からの浸水深で表現
在庫資産被害額	・①製品又は商品在庫、②仕掛品、③原材料・貯蔵品の毀損額を産業別従業員1人あたりで原単位化	・対象項目はそのままであるが、項目毎の被害実態を調査することで回答漏れを防止
償却資産被害額	・被災した償却資産の割合を被災事業所に調査 ・被災前の償却資産総額(税制の減価償却率を適用した評価額)を100%として、浸水深に応じた被害率を乗じる。	・被災前の資産評価額については、実使用年数調査に基づいて減耗(償却)させている国民経済計算(SNA)の統計値を採用
営業停止・停滞損失額	・営業停止及び停滞日数に被災前の付加価値額を乗じて被害額を計上 ・付加価値額には法人企業統計の統計値を採用 ・浸水深別の停止期間・停滞期間を設定 ・営業停滞期間は営業停止期間の2倍と設定	・付加価値額には国民経済計算(SNA)の統計値を採用 ・付加価値額の構成項目に、被災していない償却資産の減価償却費を追加 ・停止期間とは独立に停滞期間を設定
応急対策費用	・清掃費や原材料費の高騰等を計上 ・浸水別事業所1箇所あたりの費用を原単位化	・清掃費等に加え、仮設事業所設置費用、データ復旧費用等を計上 ・浸水深別従業員1人あたりの応急対策費用として原単位化

5.8.2 得られた知見と考察

損壊状況別の被害率よりも浸水深別被害率の方が当てはまりが良いということは、流体力等の物理的作用が働くかどうかには依存せずに、浸水深に依存するということである。これは、河川洪水であっても津波被害であっても被害率に大きな差がない可能性が高いことを示唆していると捉えることができよう。ちなみに、塩水による影響も92件の聞き取り調査中1件しか確認できなかった。

浸水深別被害率については、本論文で調査した東日本大震災に伴う津波被害は現行マニュアルと比較して大幅に上昇しており、全浸水区分において営業停止期間は6～7倍、営業停滞期間は9～24倍、応急対策費用で2～3倍の被害率となった。在庫資産については、床下浸水では若干の逆転が見られるものの、床上浸水深100cm未満と200cm未満の浸水区分については1.5～2倍程度の被害増となった。償却資産については、深い浸水深ではデータの統計処理の影響からか逆転が見られるものの、床上浸水深100cm未満では1.5～2倍の被害増となった。前述のとおり、事業所関連被害については建物の損壊状況よりも、浸水深

の方が当てはまりが良いことから、この被害増については津波の流体力に由来するものではなく、現行マニュアルの課題を解決したためであると言えよう。しかしながら、営業停止・停滞損失が現行マニュアルよりも長期化しているのは、いくら復旧需要等の地域経済構造の変化の影響を排除するように聞き取り調査をしたとは言え、津波被害による壊滅的な被害状況に影響を受けているとしか考えられず、この部分については可能な限り多様な災害規模の水害調査を実施することが必要である。

被害率を床高から地盤高に変換した結果、従来は床下浸水として扱っていた地盤高浸水深 50cm 未満の被害区分の被害率が、全ての被害項目で上昇し、1.5～4 倍にもなった。さらに、特に営業停滞日数については被害区分に応じた停滞日数の推移がより滑らかとなる等、全般的に床高からの浸水深よりも地盤高からの浸水深で整理した方が当てはまりが良いことが判明した。このことは、事業所の被害率設定にあたっては事業所の床高分布を考慮する必要があることを示唆している。

5.8.3 今後の課題

本章で扱うことのできなかった課題、今後研究を精緻化するために留意すべき点等を列記すると以下のとおりである。

- ・ 事業所については産業種別が多いため、可能であればさらに多くの調査を実施した上で被害率を設定すべきである。また、床高についても多くの調査結果をもって設定すべきである。
- ・ 被災事業所に対しては行政から各種の支援策がなされおり、それにより復旧が早まることがあるため、行政による応急対策費用といった被害項目を設ける等、その計上方法について検討すべきである。
- ・ 償却資産被害率については、最終的には所有している資産の被害割合を聞き取ること設定したが、建物被害の考え方と整合を図る上では復旧費用から算出する方法も引き続き追求すべきである。そのためにも多数の調査が必要となる。
- ・ 今回の現地調査においては厳密に調査ができていないが、リース物品を貸し方、借り方のどちらで被害額を計上するかを明確にしておく必要がある。リース物品の被災の有無を確認できる借り手側で統一的に計上することが望ましいであろう。

- ・ 被災直後においては不均衡経済であるにもかかわらず、本論文においてはこれまでの考え方を踏襲して平常時の機会費用を適用した被害額算出とした。このことで、全般的に被害額は過小評価となっており、そのなかでも特に事業所関連の被害については過小となっていると考えられる。例えば、中間投入財を生産する事業所が被災した場合には、その財を用いて生産活動を行っている事業所の経済活動も停止・停滞することとなる。あるいは、最終財を生産する事業所が被災すれば中間投入財を生産している事業所の経済活動にも影響が出る。このような経済被害については、産業連関分析を用いることで計測可能であるが、水害被害関連ではそのような手法は未だに定式化されていない。この他にも不均衡経済であることを考慮することによる被害を概算であっても評価できるような手法を検討すべきである。
- ・ 操業不能（倒産）事業所の被害をどのように扱うかという課題が残されている。信用調査会社による調査によると、東日本大震災の津波浸水で直接被災した事業所のうち被災を理由とした倒産は平成26年2月末現在で133件であり、震災後1年目55件、2年目45件、3年目33件と減少傾向にはあるが、未だに収束していない¹²⁷⁾。収束に何年を要するか不明であるが、操業不能（倒産）については被害収束後に実態を再調査して被害を計上する必要がある。調査により各浸水区分における操業不能（倒産）事業所の割合を確定させれば、浸水深別被害率への適用が可能であるが、各被害項目への反映をどのようにすべきであるかという課題が残されている。それについては、次のとおりとすることが望ましいと考えられる。まず、在庫資産、償却資産被害については被害率100%とする。従業者1人あたり応急対策費用については、調査結果をそのまま適用することとなる。営業停止日数については、発災から倒産に関する手続きをとった日付までの期間を計上することとし、営業停滞日数は計上しないようにすることを基本とするが、いったん営業を再開した後に倒産手続きをとった事業所についてはその実態を反映させる。このように、操業不能（倒産）についても被害率算出の対象とすべきである。
- ・ 事業所の復旧見通しが立たないと、従業者の給与の見通しも立たず、被災地域の住民の生活設計にまで影響を及ぼしているおそれがある。このように生活設計に不確実性をもたらした影響を表現できる推計手法を検討すべきである。

第6章 貨幣換算が困難なライフライン停止被害の定量化

6.1 はじめに

治水事業の事業評価においては、現行マニュアルに基づく費用便益分析によって事業の投資効果を評価している。しかし、現在計上している便益は、治水事業の様々な効果のうち貨幣換算が可能な項目であり、かつ二重計上のおそれがないものに限って被害軽減額として算出したものであり、治水事業の効果の一部の計上に留まっている。便益に計上されている被害項目の精緻化を行ったのが、前章までの分析である。

なお、第2章で概観したとおり、これまで貨幣換算されてこなかった被害項目のうちライフライン以外のものについては、既往の調査研究によって既に推計手法の基礎となるものがまとめられていたり、他の被害項目の推計手法の類推から比較的簡易に推計手法を設定できたりするものである。これらについては、筆者が事務局の中心となってまとめた「水害の被害指標分析の手引き（H25 試行版）」に、その推計手法を記載している（付録14）。本論文では未だに被害額に計上されていない被害項目のうち、特にこれまで検討が不十分と考えられ、その設定に技術的困難さを伴うライフライン被害に焦点を絞って論じることとする。

まず、ライフライン被害が現行マニュアル（案）でどのように扱われているかを確認する。他の事業所被害と同様、電力会社、ガス会社等のライフライン事業者の営業停止・停滞損失については、事業所被害に計上されている。しかし、その被害額の計上手法は平常時における付加価値額を基にしたものであり、供給停止という非常事態における消費者の支払意思額を反映したものではない。

例えば、総務省家計調査によると平成23年における世帯あたりの平均電気料金は月8,188円であるが¹²⁸⁾、この額を支払って通常どおりの電気使用をするか、料金を支払わずに1ヶ月間電気のない生活にするか、いずれを選ぶかについてアンケート調査等したと仮定しよう。議論の余地もないことであろうが、ほぼすべての世帯でこの金額を支払って電気を使用する生活を選ぶであろう。

この思考実験から容易に想像できるように、総括原価方式により政策的に決定されている平常時の価格をもって、非常事態の被害額を論ずることは適切ではない。停電という非常事態における消費者の支払意思額あるいは受入補償額を計測することなしには、その被害を精確に把握することはできないのである。そして、その支払意思額等を計測するにはCVM等の精度が粗い調査手法を頼らざるを得ないこと、供給停止期間の長さに影響して単価が変わると想像されること、震災後の計画停電で明らかになったようにごく短時間の停電であっても影響を受ける人（電気により生命維持をしている人）や、業種が存在すること等、計測は著しく困難であると考えられる。そこで、本論文では、被害額を追求するのではなく、その前段階である停電世帯数等のライフラインの供給に支障が出る世帯数を求めることとした。

なお、上記の議論が成立するのは、ライフラインのように地域限定的なサービスであり代替性が非常に乏しいからであり、ライフライン以外については一時的にその財が品薄になることがあったとしても、一定程度の時間経過後は被災していない他の地域から輸送等することにより代替可能である。したがって、ライフライン以外のサービスや経済活動については、現行マニュアルで規定されているとおり、営業停止・停滞損失を計上することで被害をある程度捉えることが可能であろう。

さて、前述したとおり、本章の目的は、ライフラインの機能停止被害について全国の河川管理者が簡易な計算により推計できるような手法を開発することである。現行の現行マニュアルでは、被害を規定するインプットとして浸水深のみを用いていることから、ライフライン停止被害も浸水深のみで推計できるようにする必要がある。

浸水想定とライフライン停止被害との関係を具体的に検討した調査・研究は、中央防災会議（2010）⁷⁹⁾ 以外には見当たらないため、内閣府において利根川、荒川の洪水氾濫によるライフライン停止被害の影響を検討した東京電力、東京ガス、NTT 東日本、NTT ドコモ、東京都水道局、東京都下水道局、埼玉県保険医療部、埼玉県下水道局に聞き取り調査をすることとした。さらに、事業連合会等を通じて他の地域の事業者にも間接的に確認をとるとともに、LP ガスについては釜石ガスやガス修理事社、携帯電話の機能停止被害についてはKDDI、ソフトバンクにも直接聞き取り調査を実施した。

聞き取り調査から、ライフライン被害の簡易な推計には次の2つの課題があることが判明した。

- ・ ライフラインは供給源から利用者まで様々な施設を経由して供給されている。各施設についてはある程度の浸水対策がとられているが、その基準等が明確に決められているわけではないため、膨大な量の施設の一つ一つについて、機能が停止する浸水深の閾値を調査する必要がある。中央防災会議（2010）⁷⁹⁾ においては、各施設の浸水対策の調査に半年間かかった。
- ・ ライフラインは供給源から利用者まで複雑なネットワークが構成されており、どこか一部分が損傷を受けたとしても、他の施設によってバックアップがとれるように施設配備がなされている。したがって、浸水被害により一部の施設が機能停止したとしても、その影響がどのように利用者に及ぶかを調査するには非常に労力を要する。ネットワークを精緻に分析するには、個々のライフライン事業者の支援が必要であり、簡易な推計手法の確立を目的とする本論文の趣旨にそぐわない。

これらの課題を解決するため、以下の仮説を立てライフライン事業者を確認することにより、その妥当性を検証することとした。

仮説① ライフライン供給源から利用者までをつなぐ経路のうち、利用者側に極めて近い施設（例えば建物そのもの）のうち、経路の多重化がなされておらず、浸水した場合には全体のネットワーク構成にかかわらずライフライン供給停止に直結するような施設が存在する

仮説② 供給源から利用者までの経路を構成する各施設は、利用者側に近いほど浸水に対して脆弱である。

仮説①については利用者側に極端に近いと経路を多重化する物理的な余裕がないと想像されることから、**仮説②**についてはライフライン経路の利用者側に近いほど、その施設が浸水被害で機能停止した場合の影響が小さいため、浸水に比較的弱いであろうとの推測から、設けたものである。この2つの仮説が成り立てば、各ライフラインにおいて経路の多重化がなされておらず、他の施設と比較して浸水に脆弱な施設が利用者側に存在することとなり、その施設が機能停止する浸水深の閾値を設定することができるはずである。そうすれば、ライフライン停止被害を簡易かつ定量的に推計することが可能となる。

以下、これらの仮説が各ライフライン施設で成立するか否かを検証し、成立する場合、利用者に近く多重化されていない施設は何であり、その機能が停止する浸水深の閾値はいくらかを分析していく。本論文においては、ライフライン停止被害の被害を定量化するにあたり、代表的な指標としてライフライン停止による影響人口を居住人口から推計することとする。

なお、本論文において対象とするライフラインは、電力、ガス、通信とする。一般には上下水道もライフラインに含まれるが、筆者が東京都、埼玉県の上下水道管理者に聞き取り調査をした結果、電力等の他のライフラインと異なり、元々水を扱っている施設であり耐水性能が高いため利用者側施設で供給停止することが少なく、供給者側施設の被災条件は個別施設によってまちまちであり、耐水化の有無等によって大きく異なるためである。

6.2 電力停止被害

6.2.1 電力供給の構造

電力供給システムは図-108 のとおりとなっており、多数の供給施設を経由するとともに、中間施設は互いにネットワーク化されている。浸水により停電が生じる要因としては、大きく分けて発電所や変電所等の供給側施設の浸水によるものと、住宅やビル等の利用者側施設の浸水によるものの2つが考えられる。

東京電力をはじめとする電力事業者に聞き取り調査をし、前述した2つの仮説の妥当性を検証する。まず、電力事業者からの聞き取りにより確認できた事項は次のとおりである。

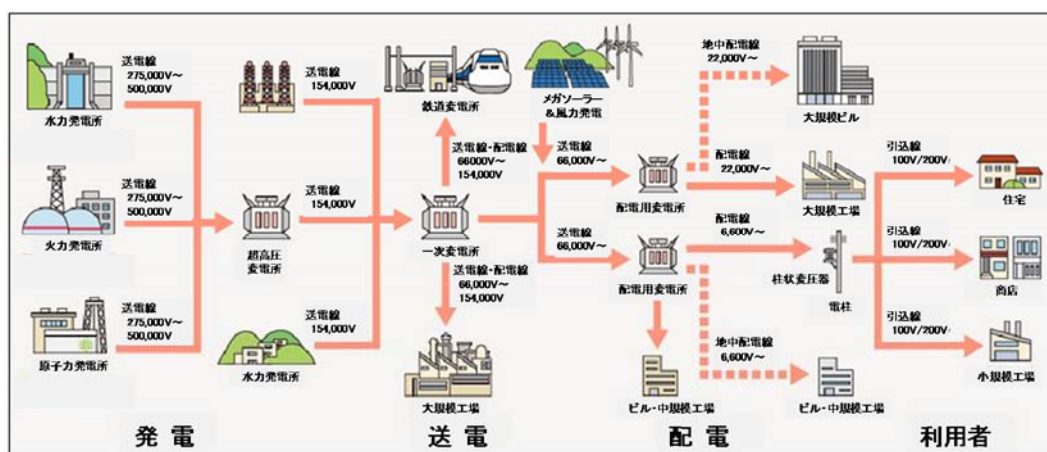


図-108 電力供給のネットワーク¹²⁹⁾

- ・供給源である発電所は嚴重な自然災害対策がなされており、水害被害の影響を受けにくい。
- ・変電所については、供給源に近いほど浸水被害を受けにくい場所に立地していることに加えて浸水対策がより強固になされており、最も利用者側に近い配電用変電所においてさえ、基本的に入り口等の高さを近隣河川の計画高水位以上になるように浸水対策をしている。配電用変電所については、遠方の大規模河川の氾濫までを想定しているわけではないので浸水被害のおそれが全くないとは言えないが、100cm程度の浸水では機能に支障が出るようなことはない。なお、このような浸水対策は行政指導等ではなく、電力事業者が自主的に行っているものである。
- ・発電所から変電所までの送電網等については、仮にどこか1カ所の施設が機能停止しても周囲の送電系等からバックアップが可能であり、利用者側にとっては何の影響も生じない。このように、電力供給側施設の機能が停止した場合の影響範囲の設定にはシステム全体の相互補完関係の把握が必要になるが、その全容の把握は困難を極める。

- ・ 変電所から利用者への配電形態は、大きく分けて2系統が存在する。
- ・ 一つ目は、集合住宅やビル、工場等の比較的大容量の電力を消費する建物に対して、変電所から直接電力を供給し、6,600V以上の高圧でいったん電力を建物内に引き込んだ後、建物内において使用電圧まで電圧を降下させる方式である。この方式の場合、高圧で受電した電気を使用に適した電圧まで降下させるための設備として、受変電設備が各建物の棟毎に地上または屋上に設置されている。受変電設備が地上に設置されている場合は、比較的低い浸水深で機能停止し始める。
- ・ 二つ目は、配電側で100Vまで降下させた電圧を一般住宅等に供給する方式である。この方式においては配電方法として、架空線による場合と地中線による場合がある。架空線による配電とは、いわゆる電柱に開閉器（送電線の「入」「切」を制御する設備）を設置した配電形態であり、7m以上浸水しないと機能停止しない。一方、大都市部に限定的な配電形態であるが地中線による配電も存在する。この場合、歩道上に路上開閉器が設置されており、比較的低い浸水深で機能停止する。
- ・ 送電の末端部である各家庭内のコンセントは、床上からすぐのところに配置されている場合が多く、発送電経路のなかで最も浸水に弱い箇所である。



図-109 路上開閉器



図-110 受変電設備

このように、供給側施設からのアプローチでは、施設の全体像の把握に多大な労力を要するのに加え、計算にあたりバックアップ・システムを考慮した複数の条件設定が必要になる。一方、発送電経路を構成する施設のうちコンセント、路上開閉器、受変電設備の3設備については、利用者側の直近の設備であり経路の多重化がなされておらず、比較的低い浸水深で機能停止することが確認できた。すなわち、仮説①、②ともに充分成立し得るものであることが判明した。

そこで、この3施設に焦点を絞るとともに、電力停止の影響を計測する代表的な指標として影響を受ける居住人口を推計することとし、以下からは住宅の停電に議論を絞り、電力供給停止を判定するための基準を検討する。上記の3つの設備に着目して、各設備の機能が停止する浸水深、機能停止による影響範囲等を電力事業者から聞き取りした。その結果は次のとおりである。

- ・ 床上20cm程度の浸水深でコンセントに達し、漏電遮断器（ブレーカ）が作動する。この場合、戸建て住宅においては建物全体が停電する。集合住宅においては、1階世帯のコンセントに浸水したとしても、漏電ブレーカは世帯毎に設置されているため、他の階の世帯には影響を及ぼさない。
- ・ 地中線による配電方式で設置されている路上開閉器は、電力会社毎の仕様によって機能停止となる浸水深に多少の違いがあると考えられるが、一般的には100cm程度と考えて良いのではないかと。
- ・ 受変電設備については、近年の電力消費量の増加に伴い大型化されており、保守点検上有利な地上階に設置されることが多い。しかし、都市部においては地上階を有効に活用するために屋上に設置されていることもある。地上に設置されているものについては、100cm程度の浸水深で機能停止すると考えられる。
- ・ 受変電設備、路上開閉器といった配電系統の設備が浸水した場合には、上位の配電線にまで影響が及び、一時的にその配電系統から供給されているエリアが停電することになる。しかし、直後に変電所の「保護リレー」（事故発生区間を迅速かつ確実に遮断して、他の安定状態にある設備を保護する装置）が動作し、遠隔操作もしくは現地作業により配電ルートの切り替えがなされる。基本的には配電網1系統につき3つの配電ルートを確認しており、すぐに配電ルートを切り替え、浸水していない区域への送電を再開することができる。この配電ルートの切り替えによって停電範囲は約10棟単位で調整可能であるため、受変電設備、路上開閉器といった配電系統の設備が浸水して機能停止しても、その影響範囲は浸水区域内に限定される。

6.2.2 戸建て住宅における電力の供給停止を判定するための基準

前項で整理した電力事業者からの聞き取り結果を基に、戸建て住宅と集合住宅に分けて分析する。

第3章で設定したとおり、建築基準法施行令第22条第1項により、居室の床の高さは45cm以上とすると定められており、一般的な戸建て住宅における床高は50cm程度と考えられる。

コンセントの高さに関する統計値は見当たらなかったが、気事業者からの聞き取りによると、床から20cm程度が標準的であると考えられ、筆者が実際の戸建て住宅で計測しても同様の結果が得られた。

戸建て住宅は配電側で100Vまで降下させた電圧を受電しており、受変電設備は有していないことから、受変電設備の停止条件を考慮する必要はない。また、架空線（7m以上の浸水深で機能停止）、地中線（路上開閉器が100cm以上の浸水深で機能停止）のいずれの配電方式であっても、70cmの浸水深で先にコンセントに浸水して停電することとなる。

以上のことから、戸建て住宅においては70cm以上の浸水深で電力が使用できなくなるものと設定した。

余談ではあるが、海外諸国の政府関係者との意見交換時に筆者がこのことを伝えたところ、ある国においてはコンセントの高さを法令によって床上から1m程度確保するように義務づけられているとのことであった。我が国においては、電力普及初期における畳の上に座る生活様式にあわせて、コンセントの高さが自然と床上20cm程度に決まっていたのではなかろうかと推察される。

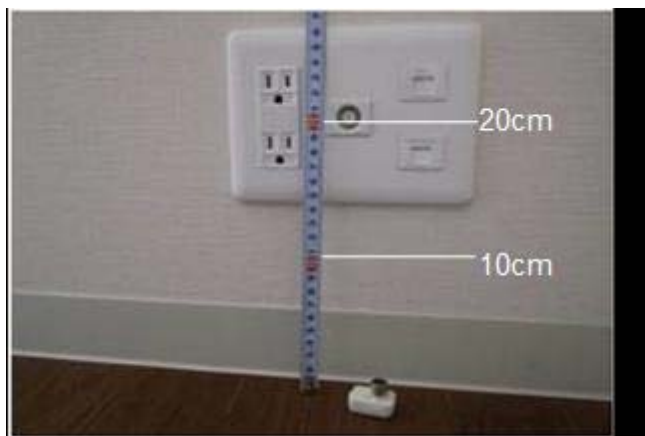


図-111 コンセントの高さ

6.2.3 集合住宅における電力の供給停止を判定するための基準

戸建て住宅と同様に、集合住宅においても70cmの浸水深で1階のコンセントが浸水するため、1階に居住する世帯は停電することとなる。しかし、2階以上に居住する世帯がどのような浸水条件で停電するかについては、電力事業者からの聞き取りのみでは判断がつかない。そこで、100cm程度の浸水深で機能停止する受変電設備と地中線が、集合住宅において使用されている割合を調査することとした。これらの割合について公表されている統計は見当たらなかったため、東京電力にその割合の調査を依頼した。

まず、集合住宅において受変電設備が屋上に設置されている割合については、「大都市部」（埼玉県浦和地区を代表地点として調査）で約 3 割、「その他地域」（栃木県黒磯地区を代

表地点として調査) で約1割という結果であった。

次に、架空線と地中線の配電割合についても調査を依頼したが、詳細なデータが存在せず、改めての調査も困難とのことであった。しかし、地中線の配電形態をとるのは「大都市部」の中心地域が大部分を占めることが確認できた。

そこで、簡易に推計する手法を開発するという本論文の趣旨に鑑み、「大都市部」においては2/3程度が地中線で配電され、「その他地域」では全て架空線で配電されていると仮定した。東京電力にこの仮定の妥当性を確認したところ、感覚的に大きな違和感はないとのことであった。

この仮定に基づくと、受変電設備の設置場所（地上または屋上）、配電形態（架空線または地中線）の組み合わせ4通りのうち「受変電設備が屋上に設置され」、かつ「架空線から配電される」場合のみ、浸水深が100cm以上であっても、2階以上の世帯は浸水の影響を受けずに電力を使用できることになる。その割合は「大都市部」、「その他地域」とともに1割となる。すなわち、全国どの地域であっても浸水深100cm以上で集合住宅全体が停電する割合は9割となり、簡便に推計することが可能となる。

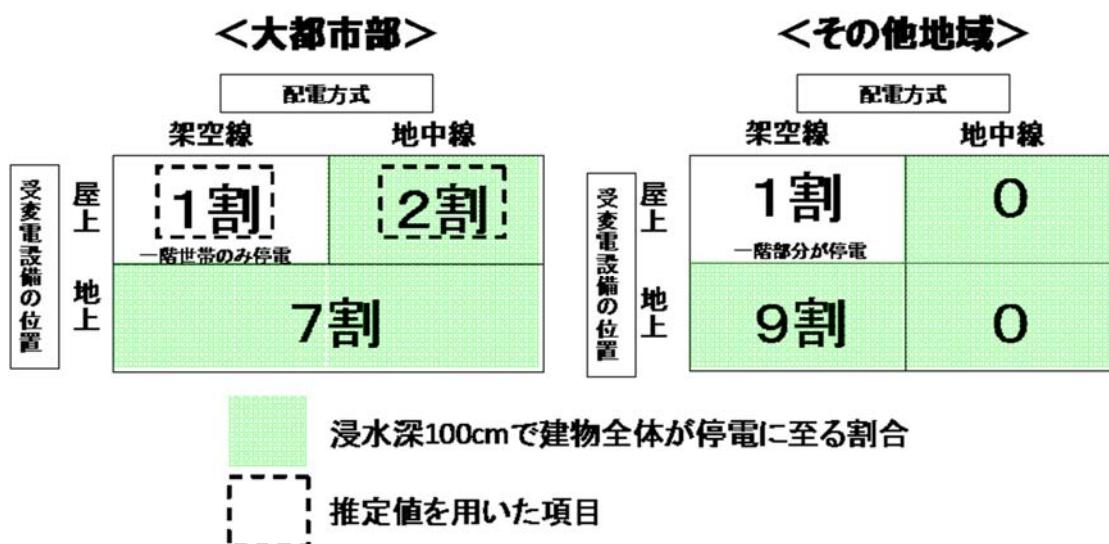


図-112 受変電設備と配電方式の割合

6.2.4 電力停止による影響人口の定式化

前項までの分析に基づき、浸水シミュレーションにおける計算メッシュ単位で停電による影響人口を算出する式を立案した。電力事業者からの聞き取り結果から、受変電設備、路上開閉器が浸水したことによる停電範囲は10棟単位程度にとどまることが分かっている。浸水シミュレーションにおける計算メッシュを超えないと考えられる。したがって、計算メッシュ毎に求められた浸水深とメッシュ内の居住人口から、停電による影響人口を求めることができる。

- ・浸水深 70～100cm の計算メッシュにおける影響人口

$$P_e = \sum P \cdot \{\alpha + (1 - \alpha) \cdot 1/f\} \quad \text{式 (42)}$$

- ・浸水深 100～340cm の計算メッシュにおける影響人口

$$P_e = \sum P \cdot \{\alpha + (1 - \alpha) \cdot (1/f + (1 - 1/f) \cdot \beta)\} \quad \text{式 (43)}$$

ここで、

P_e : 電力停止の影響を受ける居住人口

P : 当該浸水深に居住する計算メッシュ内人口

f : 当該メッシュにおける集合住宅の平均階数

α : 全住宅に対する戸建て住宅（長屋を含む）の棟数割合

β : 浸水深 100cm 以上で棟全体が停電となる集合住宅の棟数割合
(前述の考察から 9 割と設定)

式 (42) については、戸建て住宅は浸水深 70cm 以上で全て停電し、それ以外の住宅形式すなわち集合住宅については 1 階部分のみが停電することを示している。式 (43) については、集合住宅において 2 階以上の階も全て停電する条件である β (9 割) を示した項が、式 (42) に加わった形となっている。両式の間を関係図で示したのが図-113、図-114 である。

第 3 章で整理したとおり一般的な階高が 270cm であることから、床高 50cm、コンセント高 20cm を合計した 340cm 以上の浸水深では、2 階のコンセントにまで浸水することとなる。さらに、270cm 加算して 610cm 以上の浸水深では 3 階のコンセントまで浸水することとなる。河川洪水は大規模なものであっても 8m を超えるようなものは見受けられないから、ここまでの浸水深の判定式で充分であろう。この 2 つの場合の判定式は次のようになる。

- ・浸水深 340～610cm 以上の計算メッシュにおける影響人口

$$P_e = \sum P \cdot \{\alpha + (1 - \alpha) \cdot (2/f + (1 - 2/f) \cdot \beta)\} \quad \text{式 (44)}$$

- ・浸水深 610cm 以上の計算メッシュにおける影響人口

$$P_e = \sum P \cdot \{\alpha + (1 - \alpha) \cdot (3/f + (1 - 3/f) \cdot \beta)\} \quad \text{式 (45)}$$

なお、 α 、 f は「住宅・土地統計調査」¹³⁰⁾ の「第 5 表 住宅の建て方(4 区分)、構造(5 区分)、階数(9 区分)、建築の時期(13 区分)別住宅数—全国」を用いるものとするが、市町村等の資料があれば、それを活用することも考えられる。



図-113 浸水深70～100cmにおける停電条件

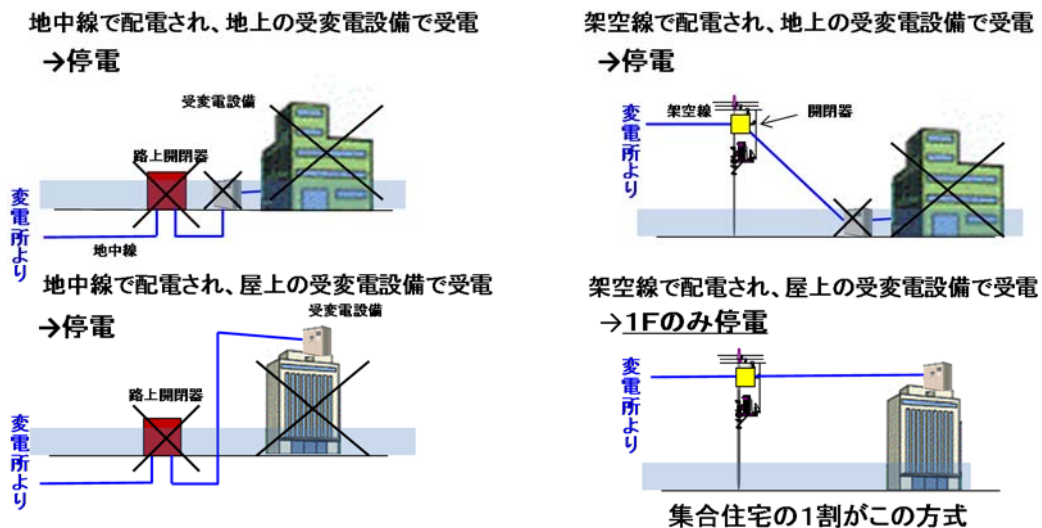


図-114 浸水深100～340cmにおける停電条件

6.2.5 電力停止被害に関する試算

以上を基に、実在の河川を例として浸水シミュレーションによる試算をする。事業評価に実際に使用することを想定し、当該河川の河川整備計画に規定された事業の実施前後の電力停止被害の軽減効果を試算した。

河川整備計画の対象規模洪水に対して効果が出るのは当然であるが、基本方針の対象規模洪水に対して、河川整備計画の実施前と比較して浸水面積は1/4程度しか減少しないにもかかわらず、浸水深が浅くなるため、影響人口はほぼ半減する効果があることが分かる。

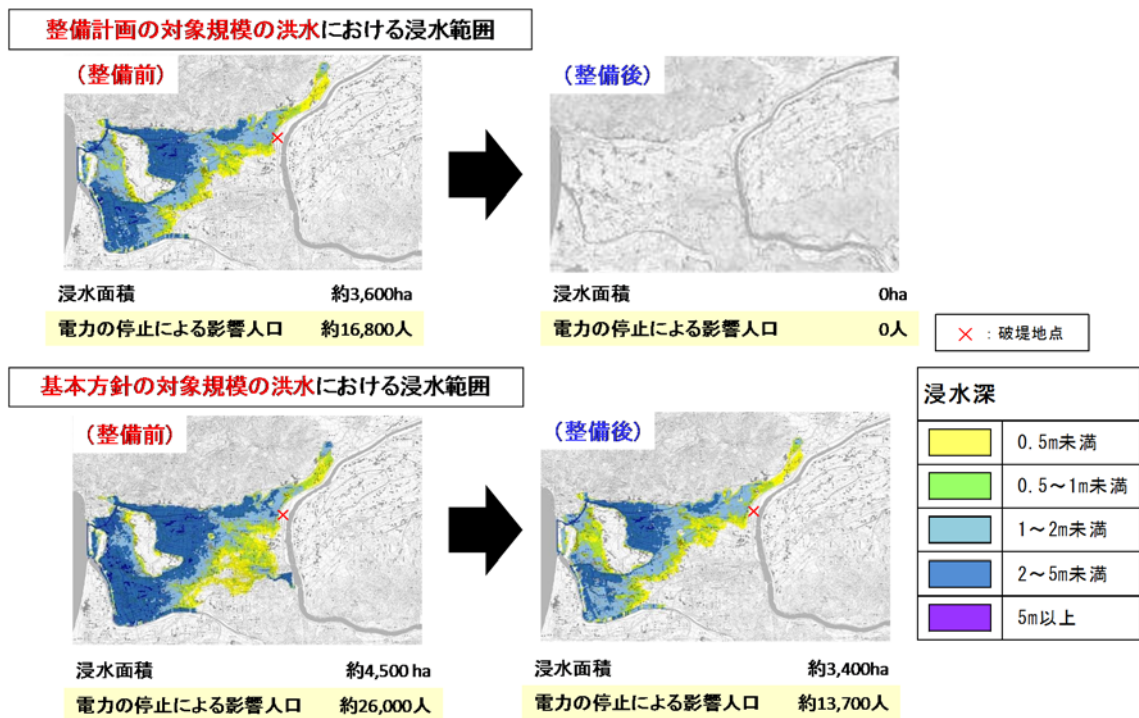


図-115 電力停止被害への河川整備計画の実施効果の試算

6.3 ガス停止被害

6.3.1 ガス供給の構造

電力と同様に、「ガス停止による影響」の代表的な指標として、浸水によりガスが使用不能となる住宅の居住者数を推計することを考える。

都市ガス供給システムは図-116 のとおりとなっており、電力と同様に多数の施設を経由して供給されている。ガスが利用できなくなる要因としては、タンク等の供給側施設の浸水によるものと、住宅の利用者側施設の浸水によるものとが考えられる。

供給側施設と利用者側施設の浸水による影響を把握するために、ガス事業者への聞き取りを行い、停止条件の設定を行った。確認できた事項は次のとおりである。

東京ガスをはじめとするガス事業者への聞き取り調査により、前述した 2 つの仮説がガスにおいても妥当性を有するかを検証する。まず、ガス事業者からの聞き取りにより確認できた事項は次のとおりである。

都市ガスの供給システム

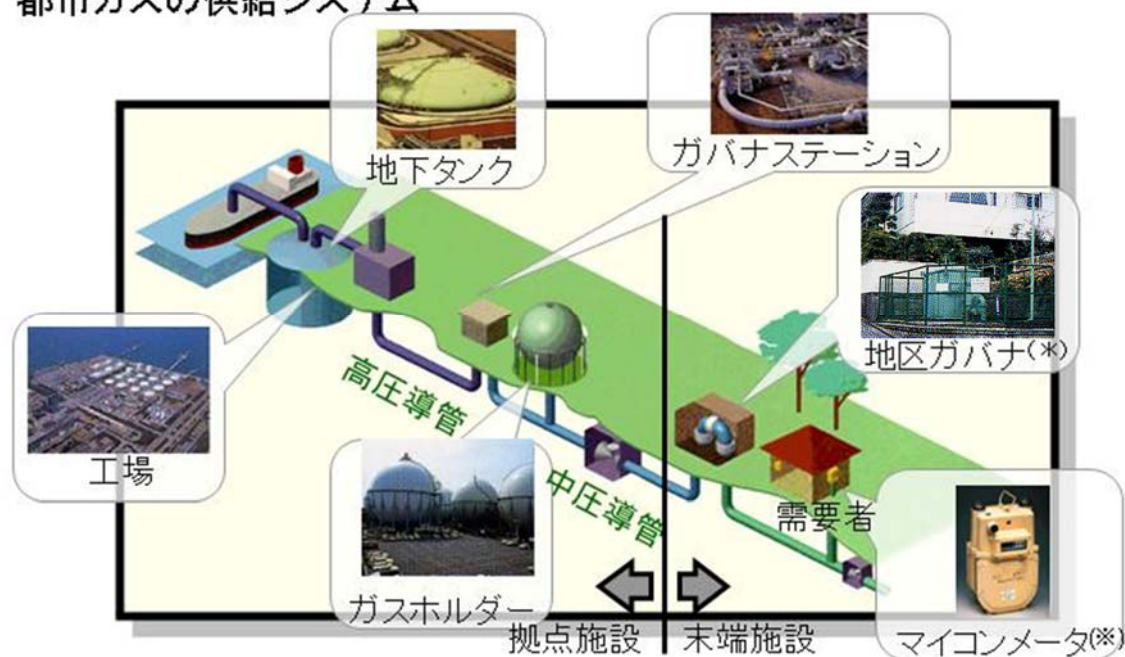


図-116 都市ガス供給のネットワーク¹³¹⁾

- ・ 都市ガスの供給側施設のうちタンクや地下の導管等は水密構造となっていることに加え、ガスそのものを圧力で送る仕組みのため、浸水や停電の影響を受けにくい。
- ・ 供給側施設の中でも地区ガバナ（利用者へ送るガスの圧力を調整する設備）は大気圧を基準にガス圧を調整する施設であり、浸水による影響を比較的受けやすい。

- ・ 地区ガバナは1基あたり2,000～3,000戸をカバーしており、互いの地区ガバナは独立した地域へ供給しているため、停止した地区ガバナが受け持つ地域へのガス供給を、被災していない地区ガバナから実施することはできない。
- ・ 地区ガバナでは、ガスを圧送する際の圧力は大気圧を基準に管理している。大気圧を測定している管に浸水すると、供給圧力が高まってしまうことから、危険を回避するために供給を停止する仕組みになっている。供給停止は弁が作動するが、機械の動作によるもので電気を必要としない。
- ・ 利用者側施設では、マイコンメータ（ガス使用量を計測するとともに、ガス漏れ、地震発生時などの緊急時に自動的に供給を遮断する安全装置を備えたガスメーター）が浸水すると、ガスの使用ができなくなる。
- ・ マイコンメータはバッテリーで作動しているので、停電が原因となってガスが遮断されることはない。

以上から、電気と同様にガスにおいても供給側ではなく需要側からのアプローチを採用すれば、供給施設のネットワーク構成を気にすることなく、比較的低い浸水深で機能停止することが確認できた。すなわちガス供給においても、仮説①、②ともに充分成立し得るものであることが判明した。

そこで、地区ガバナ及びマイコンメータに着目することとし、各設備の機能が停止する浸水深、機能停止による影響範囲等を都市ガス事業者から聞き取りした。その結果は次のとおりである。

- ・ 大気圧を測定している管への浸水が起こる浸水深は一概には言えないが、浸水深200cmになれば、管への浸水により供給が止まると考えてよい。平成12年の東海豪雨時においても、200cm程度の浸水深で地区ガバナの機能が停止している。また、内閣府の大規模水害対策専門調査会で計算した際にも、浸水深200cmを供給停止の目安としている。つまり、地区ガバナは浸水深200cm程度で大気圧を検知する機能に支障を来し始め、適切な圧力で安全にガスを供給することができなくなる。
- ・ 一般家庭では、高さが100cm程度の位置にマイコンメータがあり、浸水するとメータが破損する。集合住宅では1階に全ての階のマイコンメータを設置している場合もあるが、一般には階毎にマイコンメータを設置しているため、100cm程度の浸水深で機能停止するのは1階のマイコンメータのみとなる。

- ・ さらに、もう数十cm浸水し、ガスコンロの上10cm程度まで浸水すると、ガスコンロのガス噴出口より家庭用のガス管に水が入り、ガスの圧力が減少する。水はガス管から容易には抜けず、復旧にはさらに時間を要する。



図-117 都市ガスのマイコンメータ

6.3.2 都市ガスの供給停止を判定するための基準

以上を踏まえ、浸水による都市ガスの停止の推計方法を次のように設定した。

地区ガバナの個々の位置とカバーエリアを把握することには多大な労力を要するため、地区ガバナは計算メッシュ毎に存在し、そのカバーエリアについても計算メッシュと同一であると仮定し、計算メッシュ毎に地区ガバナの浸水による影響人口を算出することとする。加えてマイコンメータの浸水により、計算メッシュ毎の戸建て・集合住宅、階数構成を考慮して、影響人口を算出する。また、聞き取り結果から停電によりガスが停止することはないことがわかっているため、停電との被害とは独立して推計を行うものとする。

浸水深 200cm 未満では、地区ガバナは浸水しないが、図-117 に示したとおり、地上 100 cm程度にある都市ガスのマイコンメータが浸水するため、戸建て住宅全体と集合住宅の 1 階が使用不能となるものと設定する。

浸水深 200cm 以上となると、地区ガバナも浸水するため、戸建て、集合住宅ともに使用不能となるものと設定した。

- ・ 浸水深 100～200cm の計算メッシュにおける影響人口

$$P_g = \sum P \cdot \{\alpha + (1 - \alpha) \cdot 1/f\} \quad \text{式 (46)}$$

- ・ 浸水深 200cm 以上の計算メッシュにおける影響人口

$$P_g = \sum P \quad \text{式 (47)}$$

ここで、

P_g : ガス停止の影響を受ける居住人口
 P : 当該浸水深に居住する計算メッシュ内人口
 f : 当該メッシュにおける集合住宅の平均階数
 α : 全住宅に対する戸建て住宅（長屋を含む）の棟数割合

式（46）については、戸建て住宅は浸水深 100cm 以上で全てガス供給が停止し、それ以外の住宅形式すなわち集合住宅については 1 階部分のみがガス供給停止となることを示している。式（47）については、集合住宅においても全てガス供給が停止することを示している。

6.3.3 都市ガス停止被害に関する試算

以上を基に、実在の河川を例として浸水シミュレーションによる試算をする。事業評価に実際に使用することを想定し、当該河川の河川整備計画に規定された事業の実施前後の都市ガス停止被害の軽減効果を試算した。基本方針の対象規模洪水と、大規模洪水（基本高水の 1.2 倍相当の洪水）を対象として算出した。

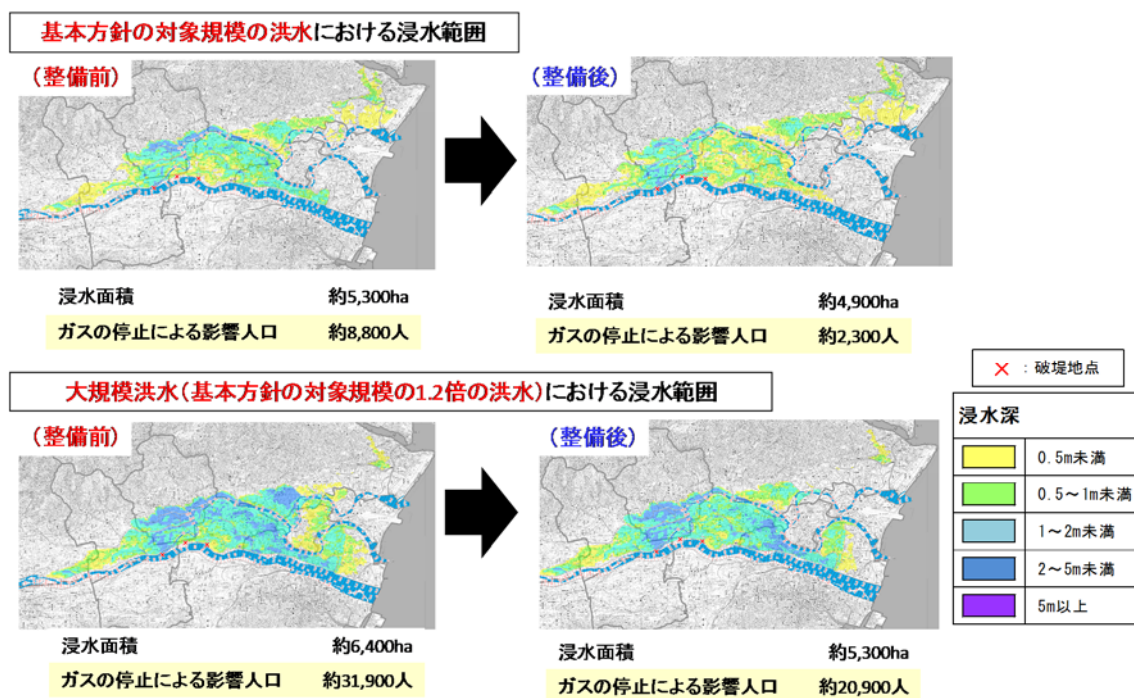


図-118 都市ガス停止被害への河川整備計画の実施効果の試算

基本方針の対象規模洪水に対しては、河川整備計画の実施前と比較して浸水面積は 1 割程度しか減少しないにもかかわらず、浸水深が浅くなるため、影響人口は 3/4 程度も軽減されることが分かる。一方、大規模洪水に対しては、浸水面積は 1/6 程度しか減少しない

が、影響人口は1/3も軽減される。大規模洪水についても効果が出ているが、基本方針の対象規模の洪水と比較すると軽減率が小さくなっている。大規模洪水は基本方針の対象規模洪水と比較して浸水深が深いため、河川整備計画の実施により浸水深が浅くなったとしても、ガス停止条件となる浸水深の閾値を下回る地域が限られてしまうことが、被害軽減の差につながったと考えられる。

6.3.4 LP ガスの供給停止を判定するための基準

都市ガスの他にLP ガスによってもガスは供給されているため、津波や水害により被害した釜石ガス等のLP ガス事業者に取り組み調査を実施し、停止条件の設定を行った。

図-119 に示したとおり、LP ガスのマイコンメータは140cm 前後の高さに設置されていることが一般的である。したがって、浸水深 140cm 以上となると、マイコンメータが浸水・故障するため、戸建て、集合住宅ともに使用不能となるものと設定した。集合住宅等も同様に使用不可となるとしたのは、LP ガスは容器の屋外設置が義務づけられており、設置・交換の利便性から全ての階のLP ガスが1階に設置されていることがほとんどであるためである。

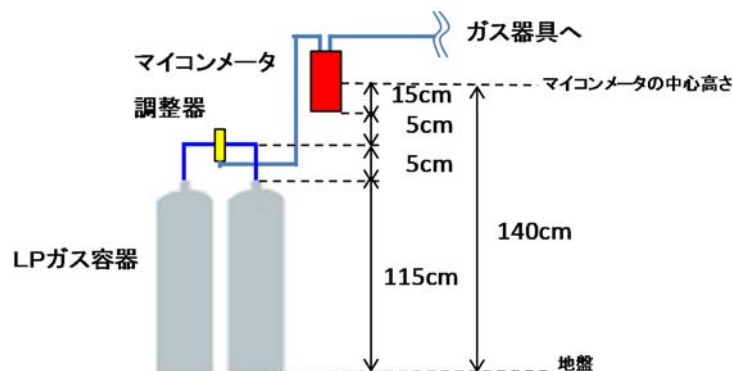


図-119 LP ガスのマイコンメータ¹³²⁾

・ 浸水深さ 140cm 以上の計算メッシュにおける影響人口

$$P_g = \sum P \quad \text{式 (48)}$$

6.4 通信停止被害

6.4.1 通信サービス（固定電話）の構造

通信については固定電話と携帯電話の2つに分けて考える。

まず、固定電話については、通信（固定電話）停止による影響」の代表的な指標として、電力、ガスと同様に「浸水により通信（固定電話）が使用不能となる住宅の居住者数を推計することを考える。

固定電話のサービス供給システムは図-120 のとおりとなっており、電力、ガスと同様に多数の施設を経由して供給されている。固定電話が利用できなくなる要因としては、供給側施設の浸水によるものと、住宅の利用者側施設の浸水によるものとが考えられる。

NTT 東日本をはじめとする固定電気通信事業者への聞き取り調査により、前述した2つの仮説が固定電話においても妥当性を有するかを検証する。供給側施設と利用者側施設の浸水による影響を把握するために、事業者への聞き取りにより確認できた事項は次のとおりである。

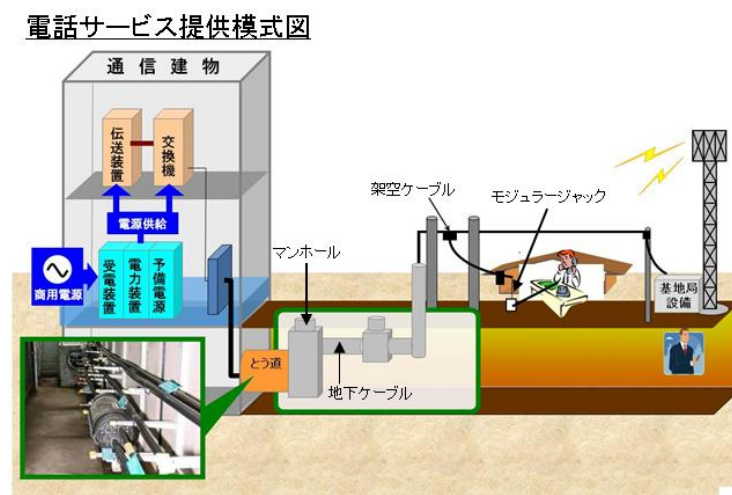


図-120 固定電話の供給システム（NTT 東日本より提供）

- ・ 例えば、NTT東日本の管内には通信ビルは3,000点あり、他にも中継ビルが多数ある。これらの供給側施設については、一定の浸水対策及び停電対策が講じられている。特に基地局（携帯電話端末の電波を送受信する施設）や交換機（基地局間の相互接続を行う機械）等が収納されている通信拠点ビルについては、通信事業者が管理する建物内に設置されており、既往水害や自治体が策定するハザードマップ等を参考に浸水対策を実施している。

- ・ 需要側施設については、戸建て住宅や集合住宅のコンセント及びモジュージャック、集合住宅に設置された主配線盤があり、これらはいずれも比較的低い浸水深から機能停止が始まる。主配線盤とは、集合住宅、オフィスビル等に設置されている通信線路の集線盤であり、光ファイバ等のブロードバンド施設、ケーブルテレビ等も配線されていることが多く、MDF (Main Distributing Frame)とも呼ばれる。

以上から、電気、ガスと同様に固定電話においても供給側ではなく需要側からのアプローチを採用すれば、供給施設のネットワーク構成を気にすることなく、比較的低い浸水深で機能停止することが確認できた。すなわち固定電話においても、2つの仮説が充分成立し得るものであることが判明した。

そこで、コンセント、モジュージャック、主配線盤に着目することとし、各設備の機能が停止する浸水深、機能停止による影響範囲等を電気通信事業者から聞き取りした。その結果は次のとおりである。

- ・ 一般的なモジュージャックの高さはコンセントとほぼ同じであり、70cmの浸水深でモジュージャック及びコンセントに浸水する。
- ・ かつては黒電話を電話台に置いて使用することが多かったため、モジュージャックは床から1m程度の高さに設置されることが標準的であった。近年になり、インターネットの普及等の生活様式の変化や配線の効率性から、コンセントと同じ高さに設置されることが多くなった。したがって、古い住宅ではモジュージャックがコンセントより高い位置にある場合があり、コンセントに浸水しても、モジュージャックには浸水していない状態も考えられる。その場合には、停電対応型の電話機を用いれば電話線から供給される電力によって通話できることがあるが、極めて少数と考えられる。
- ・ 集合住宅の主配線盤はほとんどが地上に設置されており、100cm程度の浸水深で機能停止すると考えられる。



図-121 地盤から 1m 程度に設置されている主配線盤

6.4.2 通信停止（固定電話）を判定するための基準

以上を踏まえ、浸水による固定電話の機能停止の推計方法を次のように設定した。

戸建て住宅及び集合住宅の 1 階においては 70cm 以上の浸水深でモジュージャックに浸水するため、固定電話が使用できなくなるものとした。事業者からの聞き取りのとおり、モジュージャックが高いところに設置され、なおかつ停電対応型の電話機を設置している住宅においては、70cm の浸水であっても固定電話を使用し続けることが可能であるが、そのような条件を満たした住宅の統計データは存在せず、極めて少数と考えられるため、一律 70cm 以上の浸水深で機能停止するものとした。

なお、集合住宅の 2 階以上については主配線盤が浸水する浸水深である 100cm 以上で、固定電話が使用できなくなるものとした。

- ・ 浸水深 70～100cm の計算メッシュにおける影響人口

$$P_t = \sum P \cdot \{\alpha + (1 - \alpha) \cdot 1/f\} \quad \text{式 (49)}$$

- ・ 浸水深 100cm 以上の計算メッシュにおける影響人口

$$P_t = \sum P \quad \text{式 (50)}$$

ここで、

P_t : 固定電話機能停止の影響を受ける居住人口

P : 当該浸水深に居住する計算メッシュ内人口

f : 当該メッシュにおける集合住宅の平均階数

α : 全住宅に対する戸建て住宅（長屋を含む）の棟数割合

6.4.3 通信サービス（固定電話）停止被害に関する試算

以上を基に、実在の河川を例として浸水シミュレーションによる試算をする。事業評価に実際に使用することを想定し、当該河川の河川整備計画に規定された事業の実施前後の通信サービス（固定電話）停止被害の軽減効果を試算した。都市ガスと同様に、基本方針の対象規模洪水と、大規模洪水（基本高水の1.2倍相当の洪水）を対象として算出した。

当該河川については、河川整備計画の実施により、基本方針の対象規模洪水に対しては被害が解消される。一方、大規模洪水に対しては、浸水面積は1/4程度軽減するが、影響人口は1割強しか軽減しない。これも先ほどの都市ガスの場合と同様に、大規模洪水は基本方針の対象規模洪水と比較して浸水深が深いため、河川整備計画の実施により浸水深が浅くなったとしても、通信サービス（固定電話）停止となる浸水深の閾値を下回る地域が限られてしまうことが、被害軽減の差につながったと考えられる。

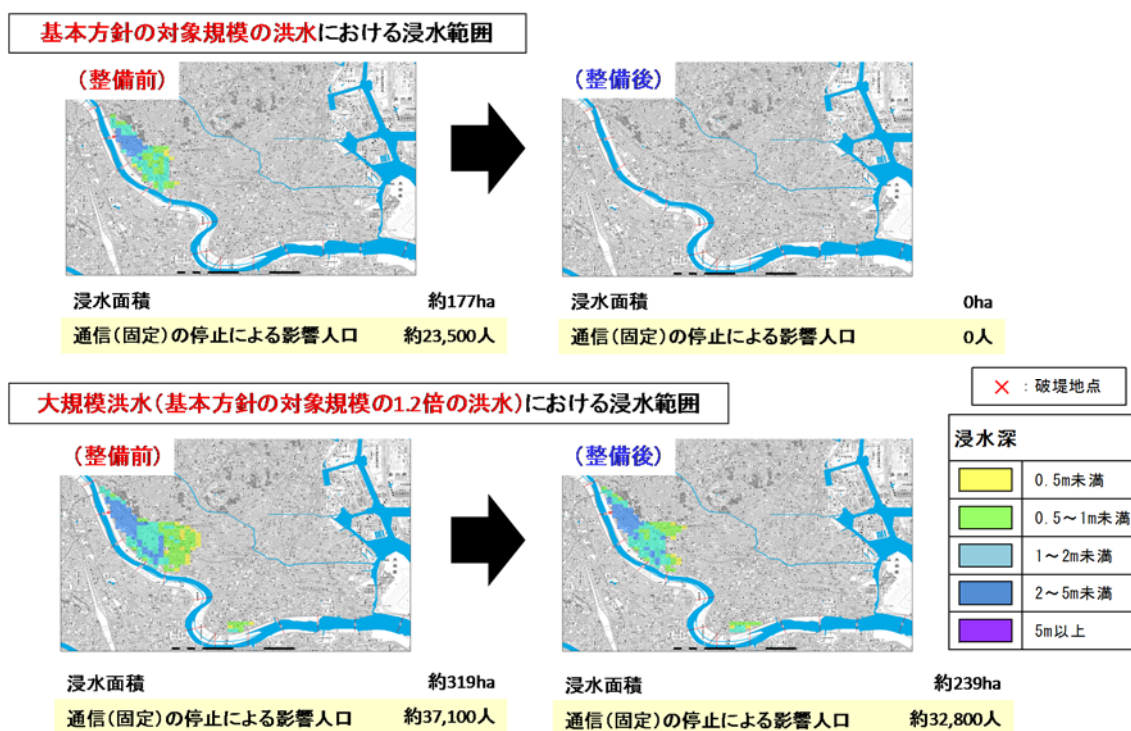


図-122 通信サービス（固定電話）停止被害への河川整備計画の実施効果の試算

6.4.4 通信サービス（携帯電話）の構造

次に、携帯電話について分析する。

需要者側施設である携帯電話の端末は移動させることができ、しかも防水加工されている機種が多いため、浸水による被害を受けにくいと考えられる。停電状況下においてもソーラーパネル等の携帯式充電器や、避難先等において電源確保が可能と考えられる。した

がって、携帯電話端末への浸水の影響を精確に予測することは困難である。

よって、通信（携帯電話）への影響が想定される原因については、供給側施設の停止のみに着目し推計することとする。

NTTdocomoをはじめとする電気通信事業者に聞き取り調査をし、供給側施設の実態を確認した結果、携帯電話のサービス供給システムは図-123のとおりとなっている。

その他、電気通信事業者からの聞き取りにより確認できた事項は次のとおりである。

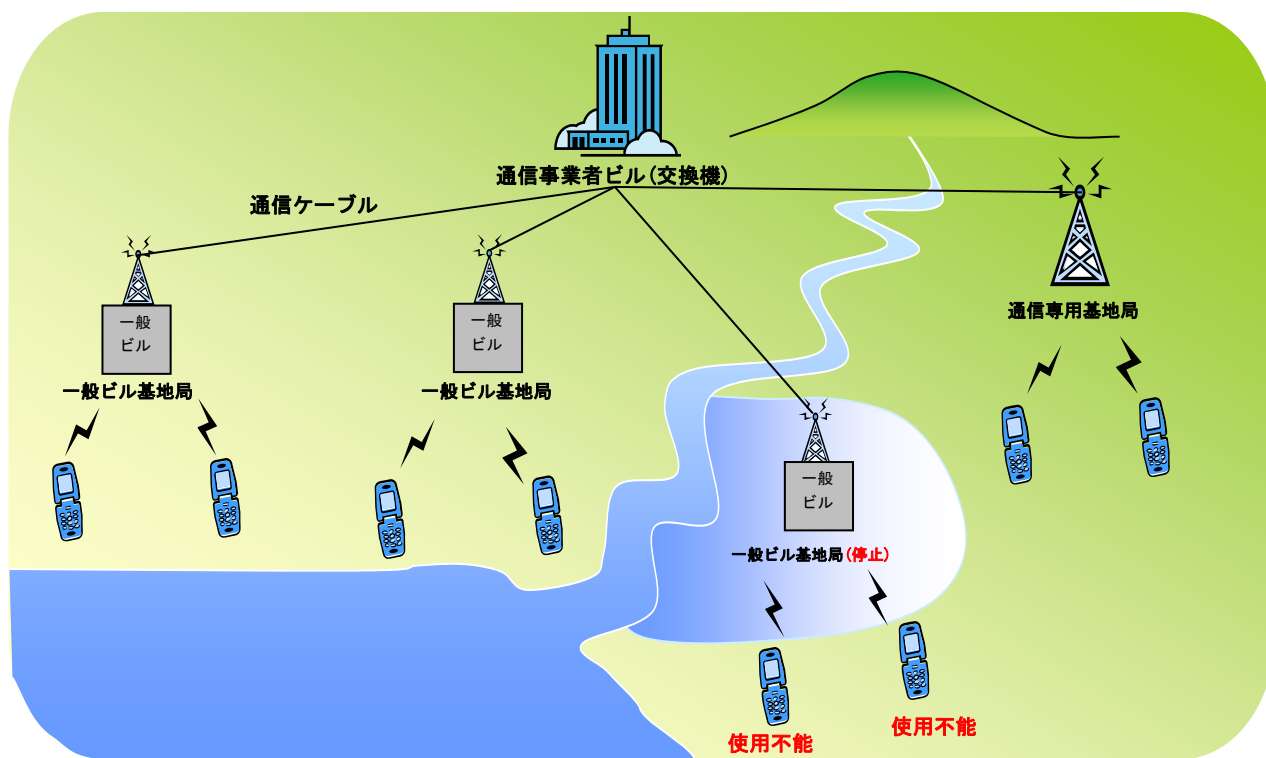


図-123 携帯電話の供給システム

- ・ 交換機は、通信事業者自身が管理する建物内に設置されており、浸水対策が講じられている。
- ・ 通信ケーブルには地下ケーブルと架空線がある。地下ケーブルについては水密構造となっており、架空線は地上7mに設置されているため、浸水による影響を受けにくい。
- ・ 基地局には、一般の民間企業が所有しているビルに基地局を設置しているもの（以下：一般ビル基地局）と、通信会社が通信専用として建設した鉄塔等の建物に基地局を設置しているもの（以下：通信専用基地局）とが存在する。

- ・ 通信専用基地局は浸水対策が講じられていることが多く、一般ビル設置基地局は浸水対策が講じられていないことがほとんどである。
- ・ 一般ビル基地局では、受変電設備等を通じて電力の供給を受けていることが多いため、浸水対策を実施していない受変電設備等が浸水した場合は、停電による影響を受ける。
- ・ 基地局設備を設置している建物内にある通信設備、配電盤、補助電源などは基本的には水につからない場所に設置しており、防水対策も行っているため水による故障は考えにくい。
- ・ 基地局のカバーエリアは地域によって幅があり100m～数kmであり、停止する基地局数が少ない場合には、近隣の基地局等でバックアップすることが可能であるが、電波が届きにくくなる。基地局数は携帯電話事業者1社だけでも全国で7万局以上と膨大であり、基地局機能停止の影響範囲を詳細に把握することは極めて困難である。
- ・ 通信建物が停電しても、発電機やバッテリー等の予備電源により数時間～数日程度の運転が可能である。予備電源による稼働継続時間内に燃料補給やバッテリー交換等を実施できなければ、基地局機能が停止することとなる。予備電源の稼働継続時間に関する統計データは存在しない。
- ・ 前述したとおり、受変電設備は1m程度の浸水深で機能停止する。

以上から、供給側施設である交換機、通信ケーブル、基地局のうち、最も低い浸水深で機能停止するのは最も需要側に近い施設である基地局であり、その被災で影響を受ける範囲は交換機と通信ケーブルと比較しても特定しやすいことが確認できた。さらに、基地局が機能停止する原因は、通信設備が浸水し故障する場合と、通信設備に電力を供給する受変電設備が浸水し故障する場合があるが、受変電設備の浸水が主要因と考えられることも確認できた。

つまり、携帯電話端末を除けば、ここでも前述の仮定は成立していることが分かった。

一般ビル基地局と通信専用基地局とで浸水対策が異なることから、両者の設置数割合と浸水対策の差を調査することが必要となる。このことについて、電気通信事業者からの聞き取りにより確認できた事項は次のとおりである。

- ・ 都市部は一般ビル基地局がほぼ100%を占める。例えば東京23区に通信専用基地局はないと考えて良い。

- ・ 一般的には、一般ビル基地局は浸水対策がさほどなされておらず、通信専用基地局は浸水対策がなされている場合が多い。
- ・ 一般ビル基地局であってもビルの受変電設備を経由せずに電力会社から架空線によって基地局設備に直接受電している基地局もあることから、一般ビルが停電したからといって基地局機能が停止するとは限らない。
- ・ 通信専用基地局でも受変電設備が地上に設置されており1m程度の浸水深で機能停止する場合もあるが、その統計的な資料はない。年に数回程度、通信専用基地局でも浸水被害は発生しており、例えば平成23年の紀伊半島や平成22年の奄美でも被害が起きている。
- ・ 一般ビル基地局数と通信専用基地局数の割合については、前者が約3割、後者が約7割程度であるが、受け持ち人口の比で比較した資料はない。受け持ち人口比では半々くらいという感覚である。

6.4.5 通信停止（携帯電話）を判定するための基準

以上を踏まえ、浸水による通信（携帯電話）の機能停止の推計方法を次のように設定した。

まず、交換機及び通信ケーブルについては浸水による影響を受けないものとし、基地局の機能が停止することで携帯電話に影響が生じる影響を推計する。基地局のカバーエリアは地域によって大きな幅があるため、計算メッシュと同一として設定し、推計を行うこととする。基地局のバックアップ機能については、その効果を定量化することが困難であるため、停止した基地局が受け持つ在圏者数をそのまま影響人口として推計することとする。なお、携帯電話普及率については、総務省公表値より 100%¹³³⁾ として設定する。これらの設定により、計算メッシュ毎の浸水深に応じて基地局の停止を判断し、当該のメッシュ人口を計上すれば、影響人口を推計することができることとなる。各基地局の場所や、その機能停止の影響範囲を特定することは極めて困難であることから、浸水・停電するメッシュの居住人口を影響人口として算定することとする。

ここで、基地局が機能停止する場合について考察する。

前述した事業者からの聞き取り結果を踏まえると、都市部と地方部で様相が異なるようであるが、浸水に対する脆弱性という観点で統計的に処理したデータは電気通信事業者も有していなかった。

通信（携帯電話）の機能停止条件を分析するためには、一般ビル基地局と通信専用基地局の地理的分布、浸水対策の差、受け持ち人口比のそれぞれを調査する必要があるが、そのためには電気通信事業者に統計データを整備してもらわなければならない。この労力は

非常に大きく現実的ではないため、一般ビル基地局と通信専用基地局の受け持ち人口比を 5 割ずつと仮定して、分析を進めることとする。また、両者によって浸水対策については差があることが分かっているが、定量的な浸水対策程度について統計的データが存在しないため、通信専用基地局はすべて浸水対策がなされていると仮定し、一般ビル基地局は通常のビルと同程度の浸水対策であると仮定することとする。これらの仮定について電気通信事業者に確認したところ、大きな違和感はないとのことであった。

これらの仮定により、先に設定したとおり通常のビルにおいては浸水深 100cm 以上で 9 割が停電するため、一般ビル設置基地局については浸水深 100cm で 9 割が機能停止するものとして設定する。

ここで、基地局における予備電源の影響について考察する。基地局の予備電源には、自家発電によるものとバッテリーによる 2 つのパターンがあるが、ともに備蓄している燃料、電池を消費してしまうと、自動車による燃料補給、バッテリー交換が必要となる。30cm 以上浸水している場合は、自動車の排気管を通じてエンジンに浸水したり、トランスミッションが浸水したりするため、自動車による通行が困難となる¹³⁴⁾。したがって、備蓄燃料、電池を消費した時点で 30cm 以上浸水している地域においては、燃料補給、バッテリー交換ができなくなるため、基地局の機能は停止することとなる。

また、予備電源の継続時間数については、電気通事業者からの聞き取りでは数時間から数日程度と幅がある回答であり統計データも存在しないとのことであった。そこで、東日本大震災における携帯電話基地局の停波局数の推移（図-124）を見てみると、各通信事業者の基地局は 6 時間程度から停波局数が増加し始め、24 時間程度に全事業者の停波局数が最大となっていた。このグラフは、予備電源の電力が停止したことで予備電源への燃料補給等とのバランスにより決まっているものであるが、予備電源の継続時間は長くても 24 時間と解釈することができる。統計データもないことから、このグラフを基に 24 時間を予備電源の容量として設定することとする。

以上から、浸水深 100cm を超えてから 24 時間を経過した後も 30cm 以上の浸水が続く地域においては、基地局の機能が停止し、携帯電話の使用が不可能になると設定する。

よって、携帯電話の機能停止による影響人口は次のように求めることができる。

- ・ 浸水深 100cm 以上となってから 24 時間を経過した後も浸水深 30cm 以上の浸水が続く計算メッシュにおける影響人口

$$P_m = \sum P \cdot \beta \cdot \gamma \quad \text{式 (51)}$$

ここで、

P_m : 携帯電話停止の影響を受ける居住人口

P : 浸水深 100cm となってから 24 時間を経過した後も浸水深 30cm 以上の浸水が続く計算メッシュ内人口

β : 浸水深 100cm 以上で棟全体が停電となる一般ビル基地局の棟数割合

(前述の考察から 9 割と設定)

γ : 全基地局のうち浸水対策を講じていない基地局の割合

(前述の考察から 5 割と設定)

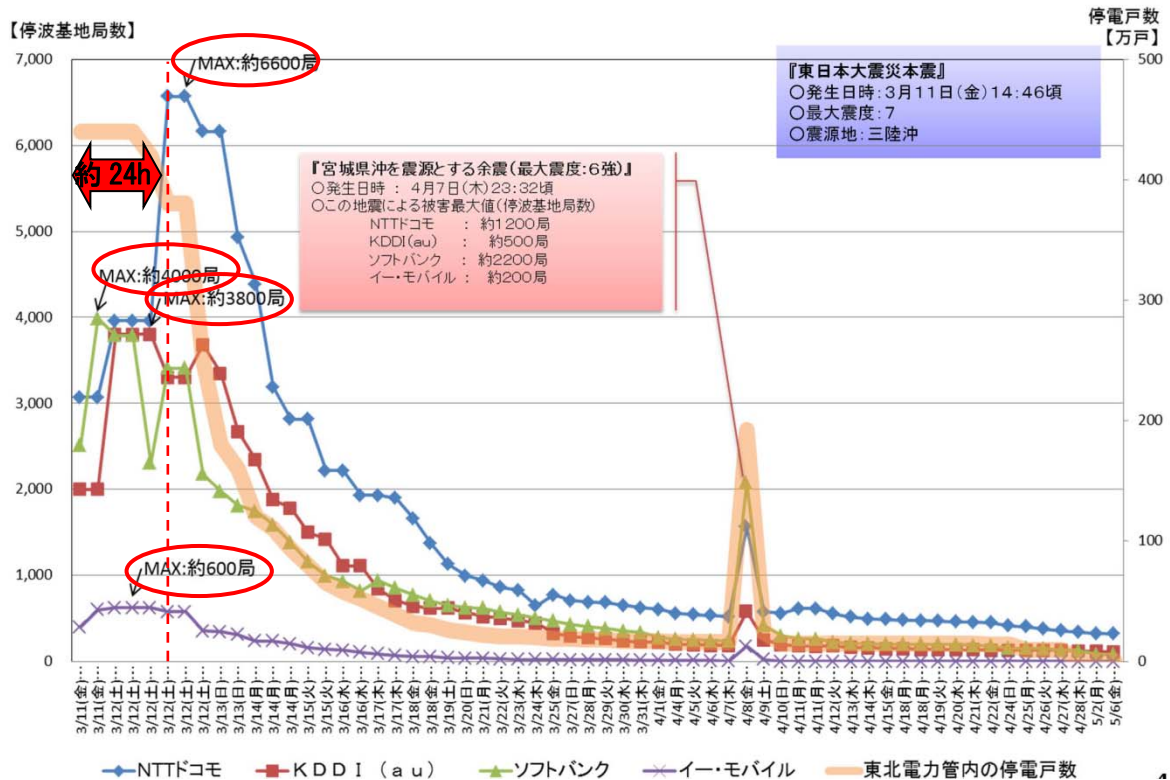


図-124 東日本大震災時における携帯電話基地局の停波局数の推移¹³⁵⁾

6.4.6 通信サービス（携帯電話）停止被害に関する試算

以上を基に、実在の河川を例として浸水シミュレーションによる試算をする。事業評価に実際に使用することを想定し、当該河川の河川整備計画に規定された事業の実施前後の通信サービス（携帯電話）停止被害の軽減効果を試算した。基本方針の対象規模洪水と、大規模洪水（基本高水の 1.2 倍相当の洪水）を対象として算出した。

河川整備計画の実施により、基本方針の対象規模洪水に対しては、浸水面積は 1 割程度にまで軽減し、影響人口は 1/30 にまで軽減する。一方、大規模洪水に対しては、浸水面積は 1/20 程度しか軽減しないが、影響人口は 2 割近い軽減をもたらす。これは前述までのケースと異なり、通信サービス（携帯電話）停止となる浸水深の閾値は他のライフラインと比較して深い浸水深が継続する地域に限定され、河川整備計画の実施によりそれらの地域の浸水深が浅くなることによるものと考えられる。

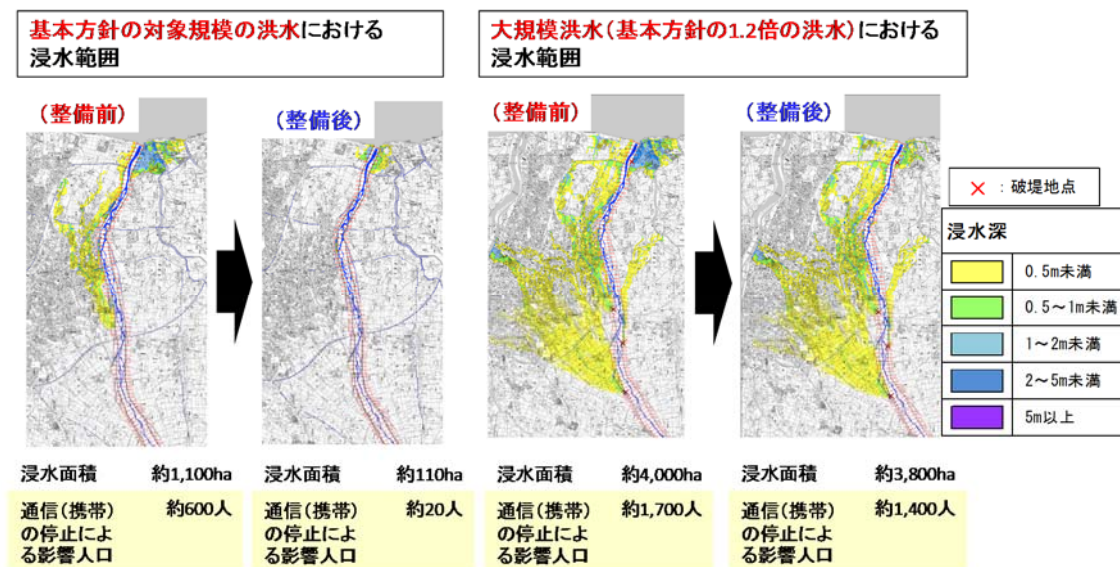


図-125 通信サービス（携帯電話）停止被害への河川整備計画の実施効果の試算

6.5 浸水したライフラインの復旧に要する期間

6.5.1 概要

これまでライフラインの機能停止条件を分析してきたが、復旧に要する期間についても施設被害や波及被害等の大きさを示す上で重要な事項である。しかし、本論文においては、の復旧に要する期間の事例を、筆者が中心となってまとめた「水害の被害指標分析の手引き（H25 試行版）」から引用に、多少の加筆をして紹介するにとどめる。

第5章で扱った被害項目の一つである事業所における営業停止・停滞損失において、事業所全般の復旧期間を定めており、ライフラインについても一般の民間事業所と同等としているが、ライフラインを構成している施設は受注生産であることが多く、部品調達には長期間を要することが多いため、一般の事業所と比較して復旧には長期間を要すると考えられる。

6.5.2 電力

電力事業者からの聞き取り調査によると、路上開閉器が浸水した場合には洗浄または交換してから使用することとなり、約2日間を要する。変電所については、被災箇所が少数であれば、変圧器を備えた車両により2日程度で応急的な代替機能を確保することは可能である。しかし、変電所の本格的な復旧については、損傷がなくても洗浄に約2週間を要し、機器の取替が必要な場合には復旧期間は在庫状況等に依存し、長期化するおそれがある。

また、需要者への通電再開の際には漏電有無の確認等を個別に行う必要がある。

事例① 2005年8月のハリケーン・カトリーナ来襲時には、最大で300万世帯が停電した⁵⁸⁾。ニューオーリンズ市内における復旧率は、3週間後で19%、4ヶ月後で95%だった⁵⁷⁾。



図-126 変電所の浸水

事例② 平成12年9月の東海豪雨では、変電所の冠水や配電線の断裂などにより、中部管内で最大約33万件が停電した。完全復旧には約5日間を要した¹³⁶⁾。



図-127 変電所の浸水（中部電力提供）

事例③ 2012年10月のスーパーstorm・サンディでは、ニューヨーク市やニュージャージー州に大きな被害をもたらし、東部一帯で最大約800万件が停電した¹³⁷⁾。また、地下トンネルへの浸水による交通麻痺及び地下変電施設の浸水による停電等により、災害を原因とするものでは27年ぶりとなるニューヨーク証券取引所の2日間の閉鎖等、社会経済活動の中核に大きな影響を及ぼした。

6.5.3 ガス

ガス事業者からの聞き取り調査によると、マイコンメータが浸水により故障した場合、都市ガス、LPガス双方ともに交換が必要となる。1軒あたり数十分程度で交換可能であるが、ガス管に水が浸入した場合には復旧作業に1軒あたり半日程度を要する。供給再開時には戸別に需要者の立ち会いが必要である。都市ガスの地区ガバナが浸水、停止した場合は、復旧に3～6日¹²⁵⁾程度要した事例がある。都市ガスの製造設備が損傷した場合は復旧に3～4ヶ月必要であるが、そうであれば1台あたり約300軒をカバーしている移動式のガス発生装置を用いて1ヶ月半～2ヶ月で応急的には復旧可能である。地区ガバナと利用者とを結ぶ導管にまで浸水した場合にはさらに日数を要する。

事例① 平成23年3月11日に発生した東日本大震災においては、仙台市ガス局管内においては約36万戸へのガス供給が停止した。4月16日までには東部沿岸地区等、津波被害が甚大で復旧作業ができなかった地区や、避難勧告区域などを除き、都市ガスの供給を再開した¹³⁸⁾。



図-128 ガス供給施設の被害¹³⁹⁾

- 事例②** 東日本大震災において被災した釜石ガスへの聞き取り調査によると、6%の LP ガス容器が流出し、簡易ガス事業のガス供給施設も被災した。移動式のガス供給施設を借り受け、被災後半月経過した 3 月 27 日から可能な地域に仮供給を開始し始めることができた。ガス供給施設の仮復旧が完了したのは被災からちょうど 1 ヶ月後の 4 月 11 日であり、5 月中にすべての被災地域に仮供給ができるようになった。その後、順次仮供給から本式のガス管からの供給に切り替えている。水が浸入したガス管の交換が完了したのは、平成 24 年 1 月である。
- 事例③** 平成 23 年紀伊半島豪雨で浸水した地域の LP ガス事業者への聞き取り調査によると、被災地域の顧客のうち 1/4 のガス容器が流出した。また、3 割程度の顧客がガス管内に水が浸入した。ガス管への浸水により火力が弱くなってしまっているため、調理等の使用であれば問題ないものの、風呂の湯沸かし等の大きな火力を必要とする場合には満足に使用できないこともある。各戸のガス施設の復旧作業には半日を要する。地域にガス事業者が 1 社しかいないため、地域全体の完全な復旧までは約 3 年を要する見込みである。
- 事例④** 2005 年 8 月のハリケーン・カトリーナ来襲時には、水没した住宅からガス漏れ及びそれによる火災が発生する等の大きな被害が出た。ニューオーリンズ市内における復旧率は 3 週間後で 36%、4 ヶ月後で 81%だった¹⁴⁰⁾。

6.5.4 通信

通信事業者からの聞き取り調査によると、浸水により通信拠点ビルの電源設備等が故障した場合は、部品の調達に時間を要するため、復旧までに 1 ヶ月以上を要することがある。

事例① 東日本大震災においては、地震で発生した津波等により、約 150 万回線が被災した。原発エリアと避難エリアを除き復旧まで約 50 日を要した¹⁴¹⁾。



図-129 通信基地局の被害

事例② 東海豪雨においては、携帯電話が 12 日間停波となった。

6.6 まとめと今後の課題

6.6.1 成果の概要

本章では、これまで貨幣換算されていなかったライフライン停止被害について、定量的に推計するための手法を開発した。手法の開発にあたっては、浸水シミュレーションから簡易に算出することを目指し、ライフライン事業者からの聞き取り調査を実施し、ライフライン供給サービスが機能停止する閾値になる浸水深を設定した。

その分析過程において、ライフライン供給源から利用者に至るまでのネットワークを構成する施設を把握するとともに、それらの各施設の浸水に対する脆弱性を分析し、供給源に近い供給施設よりも利用者側施設や末端部の供給施設の方が、より浅い浸水深で機能停止することを明らかにした。それを踏まえ、電力、ガス、通信において、利用者側施設や末端部の供給施設の浸水深をライフライン停止の閾値として設定することで、複雑な供給ネットワークの影響を排除し、浸水シミュレーションから算出される浸水深だけで影響人口を推計できる手法を開発した。また、具体的な被災における復旧期間の事例を挙げた。

本章でライフライン停止被害の算出手法を開発したことで、全国の河川管理者及び自治体の職員等が簡易にライフライン被害を算出することを可能とした。平成25年度より全国の直轄河川事業の事業評価において、本論文で開発した推計手法を用いた被害指標分析を適宜実施することとしており、これまで事業評価において便益に計上されてこなかった項目についても、河川事業の効果として定量的に評価することが可能となった。さらに、供給停止の閾値や供給停止の因果関係を明らかにしたことで、浸水対策を講じるために必要な事項を整理した。

本章は、これまで研究がなされてこなかった浸水深とライフライン停止との因果関係について、定式化し、浸水シミュレーション結果から簡易に算出する手法を開発したものである。このような推計手法はその検討が緒に就いたばかりであり、各所に推計の根拠となる設定に粗さがあることは否めないが、ライフライン停止と浸水との関係を定式化第一歩となるものである。

6.6.2 得られた知見と考察

浸水によるライフライン停止被害について以下の知見が得られた。

電力については、コンセントが最も低い浸水深から浸水し始め、それにより停電するため、各建物においてコンセント位置を高くする取り組みが推奨される。また、受変電設備や路上開閉器については放熱のために完全に遮水することは不可能ではあるが、例えば換気孔を最上部に取り付ける等の工夫をすれば多少は浸水に強くなる。受変電設備を高所に上げたり、浸水に備え換気孔を閉じられるようにしたりするということも考えられる。

ガスについては、マイコンメータを高所に設置し直したり、浸水対策を施したりする等の工夫が考えられる。マイコンメータは放熱する設備ではないため、防水性にすることは

可能であろう。また、ガスコンロのガス噴出口から浸水した場合にはガス管内部まで浸水し復旧に時間を要するため、床上浸水し始めた時点でガス噴出口を塞ぐだけでも相当の被害軽減が可能である。さらに、供給側施設の末端にある地区ガバナについても、大気圧を検知する開口部を浸水前に塞ぐ等の手立てを講じれば、早期の復旧が可能になると考えられる。

通信（固定電話）については、まず電力を確保する必要があるが、それに加えモジュラージャックを高くする等の対策が考えられる。通信（携帯電話）については、多数の基地局の浸水対策を進めるとともに予備電源等の確保が必要である。

なお、深い浸水深で広範囲の浸水被害が生じた場合には、供給側施設も多数被災するが、その部品はある程度の備蓄があるとは言え特殊なものであるため、水害規模が大きくなるにつれ復旧期間は指数関数的に増加すると考えられる。このような事態を防ぐために、交換用の備品を一定数備蓄する等の対応が考えられる。

また、例えばコンセントの床上 20cm という高さは、水害被害に対して脆弱となっているだけでなく、埃がコンセントにつきやすく火災の原因の一つとなっている。一方で、この高さは規制等で定められているわけでもなく、電気が普及し始めた時代の生活様式の名残と考えられ、より高い位置に設置した方が安全性を高めるだけでなく、近年の生活様式に合致しており生活利便性も高まると考えられる。このように、新たな施設が普及する時の生活様式等の名残により、ほとんど合理性なく慣習として高さが決まっている場合もあるため、コンセントを含め水害の弱点となっている部分については、高さを統一的に上げていくといった取り組みをしていくことが望まれる。海外ではコンセントの高さを一定以上に規制している国もあるようである。

以上のように、本論文過程で得られた知見は、ライフライン事業者や個々の建物所有者、行政等がライフラインの浸水対策を進める上で、重要な参考資料になるであろう。

6.6.3 今後の課題

本章で扱うことのできなかった課題、今後研究を精緻化するために留意すべき点等を列記すると以下のとおりである。

(1) 電力停止被害

- ・ さらに精緻化するためには、大都市部における受変電設備の設置位置について、高所にある場合と地上に置かれている場合の割合を調査する必要がある。
- ・ 東日本大震災に伴う津波によって福島第一原子力発電所が機能停止したことや、平成23年の新潟・福島豪雨によって新潟県、福島県で阿賀野川水系・信濃川水系に存する東北電力の水力発電所合計29カ所（最大出力で合計133万kWであり東北電力の全水力発

電所の最大出力242万kWの半分以上)が被害を受け運転を停止したこと等、発電所そのものが被災した事例が存在する。供給側施設が機能停止した場合には、需要側施設が被災していなくとも影響が及ぶこととなるため、供給側施設の機能停止条件及びその影響範囲の特定方法を分析する必要がある。この分析にはかなりの労力を要することとなるため、本論文においては需要側施設のみを分析対象としたが、さらに精度を高めるためには、供給側施設に関する分析が必要となる。

(2) ガス停止被害

- ・ LPガスについては、洪水流の流速が大きな場合においてはマイコンメータに浸水深が至る前にLPガス容器が流出するおそれがある。今回は浸水深のみで停止条件を設定しているが、流速が大きければ浸水深が低くとも停止する場合があることを考慮し、その分析を進める必要がある。
- ・ 都市ガスとLPガスに大別して分析しているが、この2つ以外にも、LPガスを一定数集めてボンベ室でガスを発生させ、一施設あたり70戸以上にガス管でガスを供給する、簡易ガスと呼ばれるガス供給形態がある。今後は、簡易ガス事業についてもボンベ室の床高等を調査し、その機能停止条件を設定することが望ましい。

(3) 通信停止被害

- ・ 通信については固定電話と携帯電話以外にもインターネット、ケーブルテレビ、無線等があるが、そのサービス供給構造等について分析が必要である。
- ・ 固定電話については、停電時においても使用可能な電話で、なおかつモジュージャックが床上20cmより高い位置に設置されている割合が判明すれば、機能停止条件をさらに詳細に設定することができる。
- ・ 携帯電話については、一般ビル基地局と通信専用基地局の配置数割合、そしてそれぞれの浸水対策の状況が判明すれば、機能停止条件をさらに詳細に設定することができる。なお、これらの条件については、地域や電気通信事業者毎によって異なると考えられる。

第7章 結論

本論文では、現行マニュアルで設定されている被害項目のうち、最も主要な3項目である建物被害、家庭関連被害（家財被害、家庭における応急対策費用）、事業所関連被害（在庫資産被害、償却資産被害、営業停止・停滞損失、事業所における応急対策費用）に着目し、その被害額算出手法の課題を指摘するとともに、専門家や被災者に聞き取り調査を実施し、浸水深と被害状況との因果関係を明らかにすることで、その課題を克服し、被害額算出手法を高度化する方法を開発した。加えて、新たに開発した被害推計手法により、東日本大震災に伴う津波被害を対象として被害率を試算したが、今後さらに多くのサンプルを確保することができれば、統計的な頑健性をより備えたものとなるであろう。

また、貨幣換算が困難なためこれまで算出されてこなかった被害のうち、住民生活や産業に最も影響の大きいと考えられるライフライン被害について、事業者への聞き取り調査結果を分析することで、浸水深のみで簡易に被害を定量化する手法を開発した。

本研究の成果、得られた知見と分析、今後の課題については、各章において既に論じているところであるため、特筆すべき成果のみを以下にまとめて記す。

（1）被害額計上の前提条件の整理

大規模な災害における地域経済構造の変化や復旧需要の捉え方について分析を行うとともに、間接被害とは即時復旧が不可能である現状の被害実態を反映させるためのものと定義できることを明らかにした。被害額として計上すべき被害項目の整理をし、減価償却の取り扱いについても考察した。

（2）建物被害の推計手法の高度化

建物の浸水被害状況について、建築に関する知識不足や予算制約等といった被災者の個人属性に依存した回答を用いることで被害を過小評価していたと考えられる点が、現行マニュアルの調査手法の課題であることを明らかにした。さらに、その課題を解決するため、建築知識や資金量等の被災者の個人属性に対して、可能な限り依存しない調査手法を開発するとともに、建物を構成する部位・材質を浸水による脆弱性で分類し、部位・材質毎に浸水被害の因果関係を分析し、それに基づく推計手法を開発した。このような推計手法の開発を行った研究は、これまでに存在しない。

また、この推計手法に基づいて推計した被害率では、床下浸水被害や床上浸水深 200cm 未満については流体力等の物理的作用が全くない浸水のための被害であっても、現行マニュアルの最も地盤勾配が緩い、すなわち物理的作用が最も働いていない被害率よりも、高くなることを明らかにした。特に床上浸水深 100cm 未満に限れば、被害率は2倍以上となった。これは、これまで被害者の個人属性への依存を控除し、建築の専門家からの聞き取り等を基にして建物を構成する部位・材質の特性から被害率を設定したことによるものである。これまでは軽微と考えられてきた浅い浸水の被害であっても、本論文ではその被害率

第7章 結論

が倍以上ということを明らかにしたため、上下流や左右岸バランスや投資水準、治水事業の優先順位等の見直しが今後必要となる可能性がある。

床下換気工法については耐震対策という観点を重視して変遷してきており、浸水被害についてはさほど考慮されていない。その典型的な事例として、床下空間に床下暖房設備を設置した建物も増えてきており、このような建物が普及していくと床下浸水の被害はより深刻になっていくであろう。今後は耐震性だけではなく、耐水性も考慮した基礎工法や床下空間の活用がなされるよう誘導していくことが必要である。

内壁についても、耐火性能を有する石膏ボードや断熱材が普及しているが、浸水してしまえば剥がして補修するしかなく、耐水性を考慮した材質の技術開発が必要である。

表-90 本論文における建物被害のまとめ

2階建ての木造住家の被害状況 (浸水のみで全交換となるもののみを記載)		浸水深別被害率		
		地盤高からの浸水深	現行マニュアル被害率 上段: 地盤勾配1/500以上 下段: 地盤勾配1/1000未満	本論文で試算した被害率
<770cm> 屋根の7割が浸水	瓦屋根の全交換	350cm～	88.8% 83.4%	96.1% (72.2%)
<590cm> 2階天井高	2階天井の全交換			
	2階配線設備の全交換			
<520cm> 2階床高+210cm	2階外壁(モルタル・木質系)の全交換			
<440cm> 2階床高+120cm	2階内壁の全交換			
	2階木製建具の全交換			
<340cm> 2階床高+20cm	2階コンセント類の全交換	250～ 350cm	68.1% 58.0%	81.9% (49.5%)
<320cm> 2階床高	2階木製建具の浸水範囲の交換			
	2階外壁(モルタル・木質系)の浸水範囲の交換			
	2階内壁の浸水範囲の交換 (ただし仕上げ材は2階を全交換)			
	2階床の全交換			
<290cm> 1階天井高	1階天井の全交換			
	1階配線設備の全交換	150～ 250cm	38.2% 26.6%	54.6% (32.4%)
<260cm> 1階床高+210cm	1階外壁(モルタル・木質系)の全交換			
	浴室の全交換			
<240cm> 1階床高+190cm	洗面台の全交換			
<200cm> 1階床高+150cm	台所、トイレの全交換			
<170cm> 1階床高+120cm	1階内壁の全交換			
	1階木製建具の全交換	100～ 150cm 50～ 100cm	20.5%	30.8%
<70cm> 1階床高+20cm	1階コンセント類の全交換		11.9%	(23.4%)
			14.4%	23.5%
<50cm> 1階床高	1階木製建具の浸水範囲の交換	0～ 50cm	5.0% 3.2%	9.8% (7.4%)
	1階外壁(モルタル・木質系)の浸水範囲の交換			
	1階内壁の浸水範囲の交換 (ただし仕上げ材は1階を全交換)			
	1階床の全交換(床下土砂の撤去・清掃含む) (基礎バッキン工法の場合は40cmからとなる)			
<20cm>	屋外据置型の給湯ボイラーの全交換			

()内は浸水のみによる被害率

建物内の設備類については、配置を少し工夫するだけで浸水被害をかなり軽減できるものもある。例えば、給排水設備のうち屋外据置型ボイラーや、電気コンセントについては、配置高さを上げれば上げるほど被害を軽減することができる。

さらに、床下土砂の撤去と内壁の補修に関しては、被災者に十分に補修の考え方が行き渡っていない実態があり、低い浸水深だからといって補修せずに放置してしまうと、数年後にシロアリ被害が発生することもあるため、住宅メーカー、行政、損害保険業者等は、浸水被害を受けた被災者に対してこのようなことを周知すべきである。

(3) 家庭関連被害の推計手法の高度化

家財被害については、床下浸水時に被災する家財は乗り物と履物、エアコン室外機に限られることに着目し、床下浸水のみについては流体力等の物理的作用が働かない状況、すなわち浸水のみによる被害率を算出した。浸水のみによる被害率であっても、現行マニュアルの値の5倍程度となり、詳細な質問票を用いることでかえって調査精度を落としている現行マニュアルの調査手法に課題があることを明らかにした。

表-91 本論文における家財被害のまとめ

		浸水深別被害率		
		地盤高からの浸水深	現行マニュアル被害率	本論文で試算した被害率
浸水のみによる床下浸水の被害状況		350cm～	99.1%	97.0%
		250～350cm	92.8%	89.3%
		150～250cm	50.8%	74.5%
		100～150cm	32.6%	57.0%
		50～100cm	14.5%	45.7%
		0～50cm	2.1%	32.8% (11.1%)
50cm	エアコン室外機、自動車、バイク、自転車、履物	0～50cm	2.1%	32.8% (11.1%)
40cm	エアコン室外機、自動車、バイク、自転車、履物			
30cm	エアコン室外機、自動車、バイク、自転車			
20cm	エアコン室外機			
10cm	被害なし			

()内は浸水のみによる被害率

家庭における応急対策費用については、被災してから自宅が復旧し再び住めるようになるまでの期間の不便さを評価する費用として、住めなくなった期間に賃貸住宅相当の費用を乗じた代替住居費用という新たな被害項目を提案した。さらに、同様に自家用車についても代替車両費用という新たな被害項目を提案した。一方、代替活動支出費用については、津波被災地は商業施設を含む地域経済全般が東日本大震災に伴う津波により壊滅的被害を受けたため、代替活動をしようにもできないという状態であることが判明した。今後のマニュアル見直しの際には、このような事態については行政における応急対策費用として被害額を計上すべきであると考えられる。

表-92 本論文における家庭における応急対策費用推計手法の改善点

	現行の治水経済調査マニュアル における算定方法	本研究における算定方法	備考
清掃 費用	・ 清掃費 = (労働対価) × (清掃日数) × (清掃人数) あるいは、 ・ 家屋解体費 = (再調達価格) × 10% のいずれかを計上	・ (労働対価) × (清掃日数) × (清掃人数) + (業者委託費)	・ 家屋を解体する場合であっても、解体前に清掃をして家財や思い出の品などを取り出す作業をしている被災者がいたため、「 清掃費 」と「 家屋解体費 」ともに発生した世帯については、 両方を見込むこととした。
自宅解体 費用		・ (家屋の再調達価格) × 10%	
代替活動 支出費用	・ 飲料水の購入、通勤等の代替活動等に要する費用(実費)	(計上できなかった)	・ 地域全体が被災し、被災者は購入活動もできずに救援物資や行政による給水車などを活用し、実費を伴っていない事例がほとんどであったため、「実費」が計上できなかった。
代替住居 費用	(計上していない)	・ MAX { (家屋復旧日数), (ライフライン停止日数), (避難日数) } × (世帯あたり平均居住面積) × (1㎡当たり平均家賃)	・ 自宅やライフライン、車を使えない期間については、被災前と比較して著しく不便な生活を強いられているが、それらの被害を定量化できていなかった。
代替車両 費用	(計上していない)	・ (車を調達できるまでの期間) × (世帯あたり被災台数) × { (車両の平均調達価格 + 平均車検費用) } ÷ (平均使用年数)	・ 自宅やライフラインが使用できない状況を「 代替住居費 」、車が使用できない状況を「 代替車両費 」として、 被害額に見込む手法を新たに設定した。

表-93 本論文における家庭における応急対策費用 (万円/世帯)

地盤高からの 浸水深	現行マニュアル 費用	本論文で試算 した費用
400～450cm	89万円	449万円
350～400cm		433万円
300～350cm	79万円	420万円
250～300cm		397万円
200～250cm	56万円	341万円
150～200cm		229万円
100～150cm	35万円	146万円
50～100cm	23万円	104万円
0～50cm	13万円	81万円

(4) 事業所関連被害の推計手法の高度化

現行マニュアルにおける事業所関連被害の各被害項目を計測すれば、被害を過不足なく推計できることを理論的に整理するとともに、償却資産被害については復旧費用で計測することも可能であることを示した。

償却資産被害については、これまで資産評価額を企業税制に基づく減価償却率を適用した簿価としており過小評価となっている課題を指摘し、その課題を解決するため、実使用年数に基づく減耗率によって減価させた国民経済計算の値を適用すべきことを提案した。

営業停止・停滞損失については、従業者一人当たりの付加価値額には、被災していない償却資産の減価償却費が現行マニュアルでは計上されていなかったという課題を指摘し、

第7章 結論

その課題を解決するため、国民経済計算の統計値を適用した計測手法を提案した。

応急対策費用については、これまで計測していた清掃費用、従業員の生活支援費用、被災商品等の廃棄処理費に加えて、取引先等への連絡費用等、データ等の復旧費用、仮設事業所の費用も計測することとした。

全体として損壊状況別の被害率よりも浸水深別の被害率の方が当てはまりが良かったが、そのことは、事業所被害については流体力等の物理的作用が働くかどうかには依存せずに、浸水深に依存するということを示唆している。これは、河川洪水であっても津波被害であっても被害率に大きな差がない可能性が高いと捉えることができよう。

表-94 本論文における事業所関連被害推計手法の改善点

	現行マニュアル	本研究における改善点
全般	・郵送アンケート調査	・事前郵送アンケート調査 ・訪問調査 ・地盤高からの浸水深で表現
在庫資産被害額	・①製品又は商品在庫、②仕掛品、③原材料・貯蔵品の毀損額を産業別従業員1人あたりで原単位化	・対象項目はそのままであるが、項目毎の被害実態を調査することで回答漏れを防止
償却資産被害額	・被災した償却資産の割合を被災事業所に調査 ・被災前の償却資産総額(税制の減価償却率を適用した評価額)を100%として、浸水深に応じた被害率を乗じる。	・被災前の資産評価額については、 <u>実使用年数調査に基づいて減耗(償却)させている国民経済計算(SNA)</u> の統計値を採用
営業停止・停滞損失額	・営業停止及び停滞日数に被災前の付加価値額を乗じて被害額を計上 ・付加価値額には法人企業統計の統計値を採用 ・浸水深別の停止期間・停滞期間を設定 ・営業停滞期間は営業停止期間の2倍と設定	・付加価値額には <u>国民経済計算(SNA)</u> の統計値を採用 ・付加価値額の構成項目に、 <u>被災していない償却資産の減価償却費を追加</u> ・停止期間とは <u>独立に停滞期間を設定</u>
応急対策費用	・清掃費や原材料費の高騰等を計上 ・浸水別事業所1箇所あたりの費用を原単位化	・清掃費等に加え、 <u>仮設事業所設置費用、データ復旧費用等</u> を計上 ・ <u>浸水深別従業員1人あたり</u> の応急対策費用として原単位化

表-95 本論文における事業所関連被害の被害率

地盤高からの浸水深	在庫資産被害率(%)			償却資産被害率(%)			営業停止日数(日)			営業停滞日数(日)			従業員1人当たり代替活動費(万円/人)		
	現行マニュアル	本論文での試算 床高45cm	本論文での試算 床高分布考慮	現行マニュアル	本論文での試算 床高45cm	本論文での試算 床高分布考慮	現行マニュアル	本論文での試算 床高45cm	本論文での試算 床高分布考慮	現行マニュアル	本論文での試算 床高45cm	本論文での試算 床高分布考慮	現行マニュアル	本論文での試算 床高45cm	本論文での試算 床高分布考慮
350cm～	98.2%	96.7%	96.7%	99.5%	93.3%	93.3%	22.6日	120.0日	120.0日	45.2日	362.8日	362.8日	39.7万円	98.7万円	98.7万円
250～350cm	89.7%	94.9%	95.2%	96.6%	86.9%	88.1%	16.8日	93.8日	98.5日	33.6日	317.4日	325.5日	39.3万円	84.9万円	87.4万円
150～250cm	58.6%	85.8%	87.5%	78.9%	69.6%	72.8%	10.3日	72.0日	76.4日	20.6日	273.5日	282.3日	22.3万円	52.5万円	58.5万円
100～150cm	26.7%	51.9%	51.0%	45.3%	63.3%	58.1%	6.3日	43.7日	49.9日	12.6日	319.1日	267.5日	10.3万円	33.7万円	33.3万円
50～100cm	12.8%	18.2%	25.2%	23.2%	39.0%	40.2%	4.4日	37.4日	35.6日	8.8日	184.5日	191.6日	5.5万円	13.3万円	18.5万円
0～50cm	5.6%	4.2%	18.5%	9.9%	20.0%	33.9%	3.0日	19.3日	30.6日	6.0日	98.7日	102.9日	2.8万円	8.2万円	15.2万円

浸水深別被害率については、どの被害項目においても現行マニュアルと比較して2倍程度の増加となる浸水区分がある等、大幅に上昇することとなった。前述のとおり、事業所関連被害については建物の損壊状況には依存せずに浸水深に依存していることから、この被害増については津波の流体力に由来するものではなく、現行マニュアルの課題を解決したためということが言えよう。しかしながら、営業停止・停滞損失が現行マニュアルより

も長期化しているのは、いくら復旧需要等の地域経済構造の変化の影響を排除するように聞き取り調査をしたとは言え、津波被害による壊滅的な被害状況に影響を受けているとしか考えられず、マニュアルの被害率を更新する場合においては、この部分については可能な限り多様な災害規模の水害調査を実施することが必要である。

さらに、事業所の建物については、平均的な床高は住宅とは違いがなかったが、住宅と異なり低いものから高いものまで分布しており、分散が大きかったため、実態に基づいた床高分布を設定し被害額を算出した。その結果、低い浸水深では被害率が大きく上昇することとなり、現行マニュアルのように事業所の床高についても45cmとしていることは過小評価になっていることを明らかにした。従来は床下浸水として扱っていた地盤高浸水深50cm未満の被害率が、全ての被害項目で上昇し、現行マニュアルの値の1.5～4倍にもなった。さらに、全般的に床高からの浸水深よりも地盤高からの浸水深で整理した方が当てはまりが良いことが判明し、特に営業停滞日数については被害区分に応じた停滞日数の推移がより滑らかとなった。このことは、事業所の床高分布を考慮した被害率設定の方が、一律に床高を45cmと設定するよりも、被害実態をより反映していることを示唆していると考えられる。

一方で、被災事業所に対しては行政から各種の支援策がなされおり、それにより復旧が早まることがあるため、行政による応急対策費用といった被害項目を設けて検討すべきであるといったことや、操業不能（倒産）事業所の取り扱い等について、今後のマニュアル見直しの際には考慮すべきであると考えられる。

(5) ライフライン停止被害の定量化

ライフライン停止の被害額については、普段の使用料を基準に設定することは過小評価となることを指摘した。

ライフライン供給源から利用者に至るまでのネットワークを構成する施設を把握するとともに、それらの各施設の浸水に対する脆弱性を分析し、供給源に近い供給施設よりも利用者側施設や末端部の供給施設の方が、より浅い浸水深で機能停止することを明らかにした。それを踏まえ、電力、ガス、通信において、利用者側施設や末端部の供給施設の浸水深をライフライン停止の閾値として設定することで、複雑な供給ネットワークの影響を排除し、浸水シミュレーションから算出される浸水深だけで、影響人口を推計できる方法を開発した。

また、分析過程において、ライフライン停止被害を防止・軽減するための方策についても提案した。

電力については、各建物においてコンセント位置を高くする取り組みが推奨される。コンセントの床上20cmという高さは、電気普及期における生活様式から決まっており、現在では何ら合理性のないものであり、水害被害に対して脆弱となっているだけでなく、埃がコンセントにつきやすく火災の原因の一つとなっているため、高さを上げていくことが望

まれる。また、受変電設備や路上開閉器については、例えば換気孔を最上部に取り付けたり、受変電設備を高所に上げたり等の工夫をすることも考えられる。

ガスについては、マイコンメータを高所に設置し直したり、浸水対策を施したりする等の工夫が考えられる。また、ガスコンロのガス噴出口から浸水した場合にはガス管内部まで浸水し復旧に時間を要するため、床上浸水し始めた時点でガス噴出口を塞ぐだけでも、相当の早期復旧が可能である。さらに、供給側施設の末端にある地区ガバナについても、大気圧を検知する開口部を浸水時には塞ぐ等の手立てを講じれば、早期の復旧が可能になると考えられる。

通信（固定電話）については、電気コンセントの高さを確保する必要があるが、それに加えモジュラージャックを高くする等の対策が考えられる。通信（携帯電話）については、多数の基地局の浸水対策を進めるとともに予備電源等の確保が必要である。

さらに、深い浸水深で広範囲の浸水被害が生じた場合に備え、交換用の備品を一定数備蓄する等の対応が必要である。

表-96 本論文におけるライフライン停止被害のまとめ

地盤高からの浸水深	電力停止	ガス停止		通信停止	
		都市ガス	プロパンガス	固定電話	携帯電話
610cm～	<3階コンセントへの浸水> 戸建て住宅 + 集合住宅の1～3階 + 集合住宅2階以上の9割	<地区ガバナへの浸水> 全ての住宅	<マイコンメータへの浸水> 全ての住宅	<主配線盤への浸水> 全ての住宅	<受変電設備、路上開閉器への浸水> 浸水深100cmを超えてから24時間を経過した後の30cm以上の浸水深が続く地域の住宅のうち45%
340～610cm	<2階コンセントへの浸水> 戸建て住宅 + 集合住宅の1, 2階 + 集合住宅2階以上の9割				
200～340cm	<受変電設備、路上開閉器への浸水> 戸建て住宅 + 集合住宅の1階 + 集合住宅2階以上の9割				
140～200cm					
100～140cm					
70～100cm	<1階コンセントへの浸水> 戸建て住宅 + 集合住宅の1階	被害なし	被害なし	<モジュラージャックへの浸水> 戸建て住宅 + 集合住宅の1階	被害なし
0～70cm	被害なし			被害なし	

< >内は、ライフライン停止の直接的な原因

(6) まとめ

以上のように、本論文は、被害推計手法を高度化したことに留まらず、水害被害の因果関係を明らかにし、被害額推計手法及びライフライン被害の定量化の根拠を体系立てて整理した、先駆的な研究である。

第3～5章では、現行マニュアルの課題を解決し、浸水深別被害率の設定手法の高度化を

図った。さらに、東日本大震災に伴う津波被害を対象として被害率の試算を行った。この結果に、農業関連被害や公共土木関連被害を加えれば、東日本大震災の津波被害額を算出することが可能である。また、本論文で開発した被害率設定手法を用い、本論文で津波被害を対象に調査した手法を河川洪水被害に適用すれば、現行マニュアルの被害率をより精緻化して更新することが可能である。第6章で論じたライフライン停止被害の定量化手法については、「水害の被害指標分析の手引き（H25 試行版）」として既に成果は実用化されており、平成25年度からの国土交通省の直轄河川分野の事業評価において試行的に算出されているところである。

本論文の成果は、このままでも既に実用に供されているものや、追加調査により実務に反映することが可能なものとなっている。さらに、本論文の成果は、より実態に近い水害被害を把握するための重要な基礎資料になるとともに、流域が抱える水害リスクについて定量的に評価・分析することも可能とするものである。この成果を基に、より効果的な治水事業や警戒避難態勢の整備等の危機管理対策の検討が進むことや、水害統計や事業評価に活用することにより治水事業のアカウンタビリティを高めること等が期待される。

筆者は、卒論と修論では社会資本整備の経済評価に関する論文を執筆し、国土交通省に奉職してからその多くの期間において、直接的・間接的に治水事業の事業評価、水害被害額の推計等に携わってきた。特に、本論文の執筆の直接的な契機となった「河川事業の評価手法に関する研究会」の事務局を務めた時が最も深く事業評価に携わったが、その際に痛感したことが水害被害推計手法に関する理論研究と実務との乖離である。現行マニュアルでは実務的な推計手法が既に設定されているが、理論的な設定根拠等は明らかにされていない。一方、自然災害の被害に関する純粋な理論研究は多くの蓄積があるが、実務上も使用可能な被害推計手法に関して、学術的な設定根拠を網羅的に示した研究はこれまで存在しない。理論研究と実務との間を埋め、水害被害推計手法の理論的根拠を明らかにするとともに、理論に裏打ちされた推計手法の高度化を図ること、それが本研究の最大の目的であり、以前から筆者がインハウス・エンジニアの使命であると考えていることでもある。

本論文の冒頭で述べたように、水害被害の経済評価とは、そもそもは被害者の効用変化を捉えたものでなければならず、利他的な効用を認める場合には、被害に遭わなかった人たちの効用変化も計測しなければならない。さらに、経済成長理論を適用すれば、水害による経済成長の鈍化がもたらす将来にわたっての効用低下の計測も必要である。しかし、実務的にはそのようなことは困難であり、様々な仮定を設けて代替法で計測しているのが現状である。そのような現状を前提として、効用変化を可能な限り反映するような代替法はどのようにあるべきかという視点で、被害推計手法を構築していかなければならない。

本研究は、そのような視点を持ちつつ、被害推計手法の高度化を図り、理論研究と実務の双方の要請に応えた研究である。今後の水害被害推計の理論研究及び実務の双方の発展に寄与できることができれば、筆者の望外の喜びである。

付録

付録１ 建物構造・用途等のシェアの設定根拠

建築物ストック統計平成23年1月1日現在
住宅延べ床面積(竣工年代・構造・用途別)

構造	木造				非木造				非木造（鉄骨造）	非木造（その他）
	一戸建・長屋	共同住宅	その他	計	一戸建・長屋	共同住宅	その他	計	計	計
床面積(万㎡)	355,850	12,621	700	369,172	32,832	136,869	922	170,623		
割合				51.4%				23.8%	4.6%	19.2%

建築物ストック統計平成23年1月1日現在
法人等の非住宅延べ床面積(竣工年代・構造・用途別) 【構造不詳除く】

構造	木造				非木造				非木造（鉄骨造）	非木造（その他）
	事務所・店舗	工場・倉庫	その他	計	事務所・店舗	工場・倉庫	その他	計		
床面積(万㎡)	2,348	2,977	5,063	10,388	54,836	75,569	37,274	167,680		
割合				1.4%				23.4%	12.8%	10.6%

木造：非木造(鉄骨造)：非木造(その他) ＝ 53：17：30
住宅：事業所 ＝ 75：25

平成20年住宅・土地統計調査

第4表 住宅の種類(2区分)、構造(5区分)、建築の時期(13区分)別住宅数—全国

住宅の種類	構 造 (非木造)		
	鉄骨造	鉄 筋・鉄 骨 コンクリート造	その他
全国住宅総数	3,935,700	16,277,400	152,100
割合	19.3%	79.9%	0.7%
	鉄骨造	鉄骨造以外	
割合	19.3%	80.7%	

平成20年住宅・土地統計調査

第5表 住宅の建て方(4区分)、構造(5区分)、階数(9区分)、建築の時期(13区分)別住宅数—全国

	1階建	2階建以上							
全国住宅総数（構造「その他」除く）	4,808,800	44,655,600							
割合	9.7%	90.3%							
構造、階数	一戸建								
	1階建	2	3階建以上						
全国住宅総数	4,370,100	22,137,200	943,000						
構造、階数	長屋建								
	1階建	2	3階建以上						
全国住宅総数	429,200	863,500	37,100						
構造、階数	共同住宅								
	1階建	2	3	4	5	6 ～ 7	8 ～ 10	11 ～ 14	15階建以上
全国住宅総数	9,500	5,700,100	2,977,700	2,386,000	2,864,900	2,025,600	2,087,400	2,060,100	573,000

平成20年法人建物調査

第33表 建物所在地（55区分）、建物の構造（6区分）・建物の構造（3区分）、階数（9区分）別建物数<工場敷地以外の建物>—全国

構造		構 造 (非木造)									
		鉄骨鉄筋コン クリート造	鉄筋コンクリ ート造	鉄 骨 造	コンクリート ブロック造	そ の 他					
建物所在地 全国計		87 540	184 540	339 260	4 720	5 150					
割合		14.1%	29.7%	54.6%	0.8%	0.8%					
		鉄骨造		鉄骨造以外							
割合		54.6%		45.4%							
構造、階数		鉄骨鉄筋コンクリート造									
		1 階	2 階	3 階	4 ～ 5 階	6 ～ 9 階	10～15階	16～20階	21～30階	31階以上	
総数		9 700	23 260	13 490	13 760	18 590	6 290	390	330	200	
構造、階数		鉄筋コンクリート造									
		1 階	2 階	3 階	4 ～ 5 階	6 ～ 9 階	10～15階	16～20階	21～30階	31階以上	
総数		18 770	52 720	44 380	47 050	17 650	1 690	70	70	40	
構造、階数		非木造その他（鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄筋コンクリート造）									
		1 階	2階建以上								
総数		28 470	239 980								
割合		10.6%	89.4%								
構造、階数		鉄 骨 造									
		1 階	2 階	3 階	4 ～ 5 階	6 ～ 9 階	10～15階	16～20階	21～30階	31階以上	
総数		123 460	143 940	42 220	18 570	6 300	860	120	150	70	
割合		36.8%	42.9%	12.6%	5.5%	1.9%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	
		1 階	2階建以上								
総数		123 460	212 230								
割合		36.8%	63.2%								

付録2 床下換気の手法別シェアの設定根拠

構造、建築の時期	総数(単位：均等割)	現状	木造		耐火木造	鉄骨		鉄骨造、建築の時期
			昭和25年以前	昭和25年～35年	昭和25年以前	昭和25年～35年	昭和25年以前	
昭和25年以前	1,796,300	1,796,300	1,494,400	302,900	1,796,300	1,796,300	1,796,300	昭和25年以前
昭和25年～35年	1,024,100	1,024,100	741,300	282,800	1,024,100	1,024,100	1,024,100	昭和25年～35年
昭和36年～45年	2,802,800	2,802,800	1,771,500	1,032,300	2,802,800	2,802,800	2,802,800	昭和36年～45年
昭和46年～55年	5,866,700	5,866,700	3,142,500	2,724,200	5,866,700	5,866,700	5,866,700	昭和46年～55年
昭和56年～平成2年	3,214,900	3,214,900	2,472,900	742,000	3,214,900	3,214,900	3,214,900	昭和56年～平成2年
平成3年～7年	1,820,100	1,820,100	948,700	871,400	1,820,100	1,820,100	1,820,100	平成3年～7年
平成8年～12年	3,131,900	3,131,900	912,900	2,219,000	3,131,900	3,131,900	3,131,900	平成8年～12年
平成13年～15年	1,310,700	1,310,700	694,900	615,800	1,310,700	1,310,700	1,310,700	平成13年～15年
平成16年～17年	451,400	451,400	154,200	297,200	451,400	451,400	451,400	平成16年～17年
平成18年～19年	315,700	315,700	112,100	203,600	315,700	315,700	315,700	平成18年～19年
平成20年～2021年	110,000	110,000	39,000	71,000	110,000	110,000	110,000	平成20年～2021年
合計	27,094,000	27,094,000	14,944,000	12,150,000	27,094,000	27,094,000	27,094,000	合計
昭和25年以前	1,796,300	1,796,300	1,494,400	302,900	1,796,300	1,796,300	1,796,300	昭和25年以前
昭和25年～35年	1,024,100	1,024,100	741,300	282,800	1,024,100	1,024,100	1,024,100	昭和25年～35年
昭和36年～45年	2,802,800	2,802,800	1,771,500	1,032,300	2,802,800	2,802,800	2,802,800	昭和36年～45年
昭和46年～55年	5,866,700	5,866,700	3,142,500	2,724,200	5,866,700	5,866,700	5,866,700	昭和46年～55年
昭和56年～平成2年	3,214,900	3,214,900	2,472,900	742,000	3,214,900	3,214,900	3,214,900	昭和56年～平成2年
平成3年～7年	1,820,100	1,820,100	948,700	871,400	1,820,100	1,820,100	1,820,100	平成3年～7年
平成8年～12年	3,131,900	3,131,900	912,900	2,219,000	3,131,900	3,131,900	3,131,900	平成8年～12年
平成13年～15年	1,310,700	1,310,700	694,900	615,800	1,310,700	1,310,700	1,310,700	平成13年～15年
平成16年～17年	451,400	451,400	154,200	297,200	451,400	451,400	451,400	平成16年～17年
平成18年～19年	315,700	315,700	112,100	203,600	315,700	315,700	315,700	平成18年～19年
平成20年～2021年	110,000	110,000	39,000	71,000	110,000	110,000	110,000	平成20年～2021年

付録 3 外壁外装材の材質別シェアの設定根拠

構造・建築の時期										総数		総数値面（均等割）		サイディング （窯業系、金網系、コ コ付、しっくい、スタン ンクリート系）		モルタル・石		その他	
昭和 25 年 以 前		木造		耐火木造															
昭和 25 年 以 前		1,493,400		302,900		1,796,300		0.00		84.60		6.90		3.50		23.5		建築基準法 第61条、外観・軒高は既存構造とする（これにより、モルタルが普及	
昭和 26 年 ～ 35 年		741,200		286,800		1,028,100		0.00		84.60		6.90		3.50		それ以前は、木質系・しっくい为主だったが、2004年の調査結果割合で一定であると仮定		全体が95%（コンクリート打ち込み0%除く）となるように（その他）で調整	
1951		102,310				102,310		0.00		84.60		6.90		3.50					
1952		102,310				102,310		0.00		84.60		6.90		3.50					
1953		102,310				102,310		0.00		84.60		6.90		3.50					
1954		102,310				102,310		0.00		84.60		6.90		3.50					
1955		102,310				102,310		0.00		84.60		6.90		3.50					
1956		102,310				102,310		0.00		84.60		6.90		3.50					
1957		102,310				102,310		0.00		84.60		6.90		3.50					
1958		102,310				102,310		0.00		84.60		6.90		3.50					
1959		102,310				102,310		0.00		84.60		6.90		3.50					
昭和 36 年 ～ 45 年		2,803,380		1,032,300		1,771,080		0.00		84.60		6.90		3.50					
1961		280,380				280,380		0.00		84.60		6.90		3.50					
1962		280,380				280,380		0.00		84.60		6.90		3.50					
1963		280,380				280,380		0.00		84.60		6.90		3.50					
1964		280,380				280,380		0.00		84.60		6.90		3.50					
1965		280,380				280,380		0.00		84.60		6.90		3.50					
1966		280,380				280,380		0.00		84.60		6.90		3.50					
1967		280,380				280,380		0.00		84.60		6.90		3.50					
1968		280,380				280,380		0.00		84.60		6.90		3.50					
昭和 46 年 ～ 55 年		5,406,700		2,703,200		5,406,700		0.00		84.60		6.90		3.50					
1971		546,670				546,670		0.00		84.60		6.90		3.50					
1972		546,670				546,670		0.00		84.60		6.90		3.50					
1973		546,670				546,670		0.00		84.60		6.90		3.50					
1974		546,670				546,670		0.00		84.60		6.90		3.50					
1975		546,670				546,670		0.00		84.60		6.90		3.50					
1976		546,670				546,670		0.00		84.60		6.90		3.50					
1977		546,670				546,670		0.00		84.60		6.90		3.50					
1978		546,670				546,670		0.00		84.60		6.90		3.50					
1979		546,670				546,670		0.00		84.60		6.90		3.50					
昭和 56 年 ～ 平成 2 年		5,409,700		3,214,800		5,409,700		0.00		84.60		6.90		3.50					
1981		549,070				549,070		22.72		62.03		6.90		3.50				外装材料の現状と今後の見通し	
1982		549,070				549,070		23.72		60.88		6.90		3.50				（特種カワツマ・セメントボード）	
1983		549,070				549,070		24.87		59.73		6.90		3.50				（窯業系、金網系）とモルタル・木質系の割合は、タイル・石の0.9%、その他、7%の残りの割合に占し、22.10：66.20の比率で区分した	
1984		549,070				549,070		25.87		58.58		6.90		3.50				外装材料の現状と今後の見通し	
1985		549,070				549,070		26.87		57.43		6.90		3.50				（特種カワツマ・セメントボード）	
1986		549,070				549,070		27.87		56.28		6.90		3.50				（窯業系、金網系）とモルタル・木質系の割合は、タイル・石の0.9%、その他、17%の残りの割合に占し、37.10：46.20の比率で区分した	
1987		549,070				549,070		28.47		55.13		6.90		3.50					
1988		549,070				549,070		30.62		53.98		6.90		3.50					
1989		549,070				549,070		31.77		52.83		6.90		3.50					
平成 3 年 ～ 7 年		2,768,400		1,820,100		2,768,400		32.92		51.68		6.90		3.50					
1991		549,070				549,070		33.92		50.53		6.90		3.50					
1992		549,070				549,070		34.92		49.38		6.90		3.50					
1993		549,070				549,070		35.92		48.23		6.90		3.50					
1994		549,070				549,070		36.94		47.08		6.90		3.50					
1995		549,070				549,070		41.50		43.10		6.90		3.50					
平成 8 年 ～ 12 年		3,133,000		2,291,000		3,133,000		44.07		40.53		6.90		3.50					
1996		626,780				626,780		46.83		37.97		6.90		3.50					
1997		626,780				626,780		47.83		36.82		6.90		3.50					
1998		626,780				626,780		48.83		35.67		6.90		3.50					
1999		626,780				626,780		49.83		34.52		6.90		3.50					
2000		626,780				626,780		50.83		33.37		6.90		3.50					
平成 13 年 ～ 15 年		1,808,000		1,313,700		1,808,000		56.90		27.79		6.90		3.50					
2001		494,300				494,300		57.87		26.64		6.90		3.50					
2002		494,300				494,300		58.87		25.49		6.90		3.50					
2003		494,300				494,300		59.87		24.34		6.90		3.50					
平成 16 年		403,400				403,400		60.87		23.19		6.90		3.50					
2004		403,400				403,400		61.87		22.04		6.90		3.50					
平成 17 年		403,400				403,400		62.87		20.89		6.90		3.50					
2005		403,400				403,400		63.87		19.74		6.90		3.50					
平成 18 年		403,400				403,400		64.87		18.59		6.90		3.50					
2006		403,400				403,400		65.87		17.44		6.90		3.50					
平成 19 年		403,400				403,400		66.87		16.29		6.90		3.50					
2007		403,400				403,400		67.87		15.14		6.90		3.50					
平成 20 年		403,400				403,400		68.87		14.00		6.90		3.50					
平成 21 年		403,400				403,400		69.87		12.85		6.90		3.50					
平成 22 年		403,400				403,400		70.87		11.70		6.90		3.50					
平成 23 年		403,400				403,400		71.87		10.55		6.90		3.50					
平成 24 年		403,400				403,400		72.87		9.40		6.90		3.50					
平成 25 年		403,400				403,400		73.87		8.25		6.90		3.50					
平成 26 年		403,400				403,400		74.87		7.10		6.90		3.50					
平成 27 年		403,400				403,400		75.87		5.95		6.90		3.50					
平成 28 年		403,400				403,400		76.87		4.80		6.90		3.50					
平成 29 年		403,400				403,400		77.87		3.65		6.90		3.50					
平成 30 年		403,400				403,400		78.87		2.50		6.90		3.50					
平成 31 年		403,400				403,400		79.87		1.35		6.90		3.50					
平成 32 年		403,400				403,400		80.87		0.20		6.90		3.50					
平成 33 年		403,400				403,400		81.87		0.05		6.90		3.50					
平成 34 年		403,400				403,400		82.87		0.00		6.90		3.50					
平成 35 年		403,400				403,400		83.87		0.00		6.90		3.50					
平成 36 年		403,400				403,400		84.87		0.00		6.90		3.50					
平成 37 年		403,400				403,400		85.87		0.00		6.90		3.50					
平成 38 年		403,400				403,400		86.87		0.00		6.90		3.50					
平成 39 年		403,400				403,400		87.87		0.00		6.90		3.50					
平成 40 年		403,400				403,400		88.87		0.00		6.90		3.50					
平成 41 年		403,400				403,400		89.87		0.00		6.90		3.50					
平成 42 年		403,400				403,400		90.87		0.00		6.90		3.50					
平成 43 年		403,400				403,400		91.87		0.00		6.90		3.50					
平成 44 年		403,400				403,400		92.87		0.00		6.90		3.50					
平成 45 年		403,400				403,400		93.87		0.00		6.90		3.50					
平成 46 年		403,400				403,400		94.87		0.00		6.90		3.50					
平成 47 年		403,400				403,400		95.87		0.00		6.90		3.50					
平成 48 年		403,400				403,400		96.87		0.00		6.90		3.50					
平成 49 年		403,400				403,400		97.87		0.00		6.90		3.50					
平成 50 年		403,400				403,400		98.87		0.00		6.90		3.50					
平成 51 年		403,400				403,400		99.87		0.00		6.90		3.50					
平成 52 年		403,400				403,400		100.87		0.00		6.90		3.50					
平成 53 年		403,400				403,400		101.87		0.00		6.90		3.50					
平成 54 年		403,400				403,400		102.87		0.00		6.90		3.50					
平成 55 年		403,400				403,400		103.87		0.00		6.90		3.50					
平成 56 年		403,400				40													

付録 4 現行マニュアルにおける部位別構成比の算出手法

以下の資料を参考に①～⑤の手順で設定されている。

- ・「保険価額評価の手引き」（社団法人日本損害保険協会，平成 3 年 8 月）
 - ・「建築統計年報」（建築統計調査会，平成 4 年度版）
 - ・「固定資産（家屋）評価基準」（財団法人地方財務協会）
- ① 「保険価額評価の手引き」掲載の建物標準新築費表より，建物種類（専住，店舗等）ごとの新築単価・部位別構成比を抽出する。
 - ② 建物種類ごとに部分別価値＝新築単価×部位別構成比を計算する。
 - ③ 「建築統計年報平成 4 年度版」の用途別棟数を用いて，新築単価・部位別構成比を以下のように評価し，平均（その 1）とする。
(ア)新築単価＝(建物種類毎の新築単価×建物種類毎の棟数)の合計÷棟数合計
(イ)部位別構成比＝建物種類毎の部位・材質別新築単価÷建物種類の新築単価合計
 - ④ さらに「固定資産（家屋）評価基準」（財団法人地方財務協会）から，③と同様に新築単価・部位別構成比を採用し，平均（その 2）とする。
 - ⑤ 平均（その 1）と平均（その 2）の新築単価・部位別構成比を平均化する。

付録5 建物被害の聞き取り調査票

調査者:		NO.	
調査日時:		年 月 日 ()	: ~ :

1. 基本情報等調査票

■ 基本情報

氏名 ()
 電話番号 ()
 住所 ()
 世帯(同居者)構成 ()

Q.01 建物の用途
☐ 専用住宅 ・ ☐ 併用住宅 ・ ☐ 事務所 ・ ☐ 店舗 ・ ☐ 工場、作業所
☐ その他 ()

Q.02 被災した建物の構造・工法
☐ 木造 工法: ☐ 不明 ・ ☐ プレハブ ・ ☐ 2×4 ・ ☐ 従来工法
☐ 非木造 工法: ☐ 不明 ・ ☐ 鉄骨造 ・ ☐ 鉄筋コンクリート ・ ☐ 鉄筋鉄骨コンクリート ・ ☐ コンクリートブロック造
☐ その他 ()

Q.03 住まいの階層
☐ 一戸建の場合: 地上 () 階建て
☐ 地下 () 階建て
☐ 共同住宅の場合: () 階に居住
☐ その他の場合: 地上 () 階建て

Q.04 地下室の用途
 (共同住宅の共用部分の場合は、回答者個人でなく、管理者の事業所家屋資産として整理)
☐ 地下室なし
 ありの場合、用途: ☐ 居住・事務所スペース ・ ☐ 倉庫・物置・設備室・貯水槽設置等 ☐ 駐車場
☐ その他 ()

Q.05 建物(共同住宅の場合は、住まいの階の居住範囲)の床面積
 (住宅地図・GISデータ等での代替も可)

1階・共同住宅 () (単位: 坪・m²・間×間・その他 ())
 2階 () (単位: 坪・m²・間×間・その他 ())
 3階 () (単位: 坪・m²・間×間・その他 ())
 3階以上 () (単位: 坪・m²・間×間・その他 ())

Q.06 水害にあった時点での築年数/中古での購入時点からの年月
 (購入後、リフォーム・増改築等があった場合は、その他に記入)
☐ 建築年(もしくは、築年数) () 年 増築年 () 年 リフォーム () 年
☐ 中古での購入時点から () 年 購入時の築年数 () 年
☐ その他 ()

Q.07 建物の床面の高さ
☐ (一戸建)地上1階 敷地から () cm 道路面から () cm
☐ (共同住宅)住まいの階層 敷地から () cm 道路面から () cm
☐ 地下1階 敷地から () cm

Q.08 床から天井までの高さ
☐ 居室の床から天井まで () cm
☐ 居室の天井高と異なる場合、天井が高い箇所の床から天井まで () cm

■ 浸水状況

Q.09 浸水深
☐ 床下浸水 () cm
☐ (地上部)1階床上浸水 () cm (共同住宅は住まいの床面から)
☐ (地上部)2階床上浸水 () cm
☐ (地下部)床上浸水 () cm

Q.10 浸水時間
 (床上浸水の場合のみ質問する。(2)。(3)は見ていた人のみ。)
 (1) 何日・何時間後に水がひいたか ()
 (2) 床上浸水がはじまって、最高水位になるまでの時間 ()
 (3) 最高水位になってから、床上から水が完全にひくまでの時間 ()

Q.11 建物が流出した場合、床面積に対する割合
 (すべて流出した場合は、以下の設問不要。『家庭用品被害調査票』へ)
 () 割合が流出

Q.12 土砂・ヘドロのようなゴミの堆積状況と土砂の内容
 (ヘドロ、油、砂、土、ゴミ、流木など、内容を確認 また、堆積量は数値で)
☐ 土砂等の堆積なし (砂をはらう程度で済んだ)
☐ 床下堆積 () cm
☐ (地上部)床上堆積 () cm (共同住宅は住まいの床面から)
☐ (地下部)床上堆積 () cm
 堆積物の内容: ()

Q.13 水の勢い、浸水の仕方など
 (流体力の程度。床下したからじわじわ上昇したのか、横からの圧がかかったのか、流速が早かったのか。)

■ 地下が浸水した場合の排水方法、費用、時間

Q.14 地下で浸水があった場合は、どのように排水を行ったか、かかった費用・時間等

3. 家屋被害調査票①

■ 家屋修繕費・家屋部分別損傷程度・修繕内容

Q. 市町村による罹災証明の結果
☐ 罹災証明受領していない・☐ 全壊・☐ 大規模半壊・☐ 半壊・☐ 床上・☐ 床下 (□一損(理由:))
☐ その他 ()

Q.01 すでに修繕を行ったか(見積りをとったか)、全体の修繕費は?
 (見積り・修繕費の内訳資料がある場合は、図表・借用できないか。図表の場合はデジカメ撮影。)

☐ 未修繕(見積りもまだ) (いずれかに○)
☐ 未修繕(見積りのみあり) 請負業者名() (最低限の修繕・元の質に戻す修繕)
☐ 最低限修繕の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
☐ もとの質に戻す修繕の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
☐ 修繕済み 請負業者名() (最低限の修繕・元の質に戻す修繕)
☐ 最低限修繕の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
☐ もとの質に戻す修繕の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)

以下、○のある項目を質問。△は優先度低。

【断熱材の使用状況】

○ ○ ○ Q.02 断熱材を使用している場合、どこに取り付けているか。

☐ 断熱材は不使用
☐ 不明
☐ 断熱材を(基礎・壁・床・天井・屋根)に使用

【土砂撤去・床下の排水等】

○ ○ ○ Q.03 土砂撤去や床下の排水をどのように実施したか。

☐ 床をはがさず、点検孔から床下のよごれを清掃した。または、床上のよごれを清掃した。
☐ 床をはがして床下の排水・乾燥をした 費用: () (全て・一部) (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
☐ 床をはがして床下の土砂撤去をした 費用: () (全て・一部) (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
☐ 床下については手当てしていないが、床の張替えのために床をはがした
☐ その他 ()

【基礎・柱】

○ ○ ○ Q.04 基礎、床下換気口
 基礎: ☐ (布基礎(土)・べた基礎(Go)) ☐ その他() ☐ 不明
 床下換気口: ☐ (床下換気口・ねこ土台(=基礎パッキン工法)・全面換気・なし(密閉)) ☐ その他() ☐ 不明
 床下換気口高: 敷地から()cm

○ ○ ○ Q.05 基礎に関する修繕費用

☐ 最低限修繕の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
☐ もとの質に戻す修繕の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
☐ 部位単独の修繕費は不明

○ ○ ○ Q.06 柱に関する修繕費用

☐ 最低限修繕の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
☐ もとの質に戻す修繕の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
☐ 部位単独の修繕費は不明

○ ○ ○ Q.07 被災当時、修繕前の状況

(いずれかに○ ⇒ 浸水による損傷・土砂堆積による損傷・漂流物があつたことによる損傷)

☐ 清掃も不要だった
☐ 床下・柱を個人(ボランティア等含む)で清掃
☐ 我慢(理由:)
☐ 問題なし(見ずに判断・見て判断)
☐ 基礎: 居住に支障が生じるほど被害が生じた
 基礎のズレ ()m
 基礎が傾いた 状況:
☐ 柱: 居住に支障が生じるほど被害が生じた
 柱が傾いた ()本中()程度が傾いた
 柱にひびがはいった ()本中()程度でひびがはいった
 柱が折れたり・損傷した ()本中()程度で折れたり損傷した
☐ 基礎・柱の被災状況(業者等による判定内容)
☐ その他(被災後生活時の不快感・気づいた点等)

○ ○ ○ Q.08 基礎・柱の修繕内容

(柱に損傷がないか、壁紙を剥がすなどして確認したか、地盤改良、基礎のみ修復したなど。
 上屋をふくめて全て建て直した場合は、被害率100%とする。)

【壁(屋外部分)】

○ ○ ○ Q.09 壁(屋外部分)に関する修繕費用
☐ 最低限修繕の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
☐ もとの質に戻す修繕の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
☐ 部位単独の修繕費は不明

△ △ △ Q.10 修繕前の壁(屋外部分)(損傷部分)の材質

(損耗率と修繕費の比較検証を行うために可能であれば回答いただく)

☐ モルタル塗・☐ 板張り・☐ 漆壁(土壁)・☐ スレート
☐ タイル・石張・☐ サイディング(窯業系、木質系、金属系、樹脂系)
☐ その他 () ☐ 不明

○ ○ ○ Q.11 被災当時、修繕前の状況

(いずれかに○ ⇒ 浸水による損傷・土砂堆積による損傷・漂流物があつたことによる損傷)

☐ 清掃も不要だった
☐ 壁(屋外部分)を個人(ボランティア等含む)で清掃
☐ 我慢(理由:)
☐ 問題なし(見ずに判断・見て判断)
☐ 一部分がはがれる、穴が開く、吸水により変形などした。一部の補強、修繕で(すみ程度・我慢)(全ての部屋・一部の部屋)
 ・2階以上の壁(屋外部分)全体面積に対して () 割程度
 ・浸水範囲(基礎上からの高さ) () cm程度
☐ 大部分がはがれる、穴が開く、吸水により変形などした(ほぼすべて取り替えが必要な程度)(全て・一部)
☐ その他 気づいた点等

○ ○ ○ Q.12 壁(屋外部分)の修繕内容

(壁(屋外部分)一部張替え、全面取替え等。防水シートを使用しているか?
 壁を剥がして、防水シートから壁内に水が入っていないか確認したか。)

3.家屋被害調査票②

【壁(屋内部分)】

〇〇 Q.13 壁(屋内部分)に関する修繕費用

☐ 最低限修理の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修理)

☐ もとの質に戻す修理の見積額 総額 ()

☐ 部位単独の修繕費は不明

△△△ Q.14 修繕前の壁(屋内部分(損傷部分))の材質

☐ 塗壁(モルタル・漆喰・土壁等)・☐ 板・合板・テクス等ボード類・☐ タイル・石張

☐ その他 () ☐ 不明

〇〇〇 Q.15 被災当時、修繕前の状況

(いずれかに○⇒ 浸水による損傷・土砂堆積による損傷・漏れ物があつたことによる損傷)

☐ 清掃も不要だった

☐ 壁(屋内部分)を他人(ボランティア等含む)で清掃

☐ 我慢(理由:)

☐ 問題なし(見ずに判断・見て判断)

☐ 一部分がはがれる、穴が開く、吸水により変形などした。一部の補強、修繕で(すむ程度・我慢)(全ての部屋・一部の部屋)

・2階以上の壁(屋内部分)も含む全体面積に対して () 割程度 で我慢

・浸水範囲(床面からの高さ) () cm程度 (断熱材・防水シート・クロス)

☐ 大部分がはがれる、穴が開く、吸水により変形などした(ほぼすべて取り替えが必要な程度)(全ての部屋・一部の部屋)

☐ その他 気づいた点等

〇〇 Q.16 壁(屋内部分)の修繕内容

(壁(屋内部分)一部張替え、全面取替え等)

【床(床仕上げ)】

〇〇 Q.17 床に関する修繕費用

☐ 最低限修理の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修理)

☐ もとの質に戻す修理の見積額 総額 ()

☐ 部位単独の修繕費は不明

△△△ Q.18 被災した床について、修繕前の床(損傷部分)の面積・材質

☐ 廊下 () m (畳・ 板張り・ タイル・石貼・ 他) ⇒材質変更()(理由:)

☐ リビング () 畳 (畳・ 板張り・ タイル・石貼・ 他) ⇒材質変更()(理由:)

☐ ダイニング () 畳 (畳・ 板張り・ タイル・石貼・ 他) ⇒材質変更()(理由:)

☐ 台所 () 畳 (畳・ 板張り・ タイル・石貼・ 他) ⇒材質変更()(理由:)

☐ 居室 () 畳 × () 部屋 (畳・ 板張り・ 他) ⇒材質変更()(理由:)

☐ 居室 () 畳 × () 部屋 (畳・ 板張り・ 他) ⇒材質変更()(理由:)

☐ その他 () 畳 × () 部屋 (畳・ 板張り・ 他) ⇒材質変更()(理由:)

〇〇〇 Q.19 被災当時、修繕前の状況

(いずれかに○⇒ 浸水による損傷・土砂堆積による損傷・漏れ物があつたことによる損傷)

☐ 清掃も不要だった

☐ 床を他人(ボランティア等含む)で清掃

☐ 我慢(理由:)

☐ 問題なし(見ずに判断・見て判断)

☐ 一部分がはがれる、ゆがむなどした。一部の補強、修繕で(すむ程度・我慢)(全ての部屋・一部の部屋)

・2階以上の床面も含む全体面積に対して () 割程度

材質ごとにわかれれば、何の材質が何割程度か ()

☐ 大部分がはがれる、穴が開く、吸水により変形などした(ほぼすべて取り替えが必要な程度)(全ての部屋・一部の部屋)

☐ その他 気づいた点等

〇〇 Q.20 床の修繕内容

(床一部張替え、全面取替え等 床下の土砂を撤去するために床をはがしたか、あるいは、畳の交換の際や、床下の点検口・床下収納から土砂除去できたなど、床をはがす必要はなかったか)

【建具(出入り口扉・窓・それらの枠含む)】

〇〇 Q.21 建具に関する修繕費用

☐ 最低限修理の見積額 総額 () (業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修理)

☐ もとの質に戻す修理の見積額 総額 ()

☐ 部位単独の修繕費は不明

〇〇〇 Q.22 被災当時、修繕前の状況

(いずれかに○⇒ 浸水による損傷・土砂堆積による損傷・漏れ物があつたことによる損傷)

☐ 清掃も不要だった

☐ 建具を他人(ボランティア等含む)で清掃

☐ 我慢(理由:)

☐ 問題なし(見ずに判断・見て判断)

☐ 一部分がはがれる、ゆがむなどした。一部の補強、修繕で(すむ程度・我慢)(全ての部屋・一部の部屋)

・2階以上の建具も含む全体数量に対して () 割程度

・被災したもの(玄関・小窓・大窓・ふすま・障子・部屋内ドア・引き戸・下駄箱(作り付け)等)

☐ 大部分がはがれる、ゆがむなどした(ほぼすべて取り替えが必要な程度)(全ての部屋・一部の部屋)

☐ その他 気づいた点等

〇〇 Q.23 建具の修繕内容

(建具一部補修、全面取替え等。【防水シートを貼っている場合】防水シートを使用しているか? 建具を取り外して、防水シートから壁内に水が入っていないか確認したか?)

3.家屋被害調査票③

【屋根】

〇〇 Q.24 屋根に関する修繕費用

<input type="checkbox"/> 最低限修繕の見積額	総額	()	(業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
<input type="checkbox"/> もとの質に戻す修繕の見積額	総額	()	
<input type="checkbox"/> 部位単独の修繕費は不明			

△△△ Q.25 修繕前の屋根(損傷部分)の材質

☐ 不明

☐ 瓦ぶき・☐ 亜鉛鉄板ぶき(トタン)・☐ スレート・アスファルトシングルぶき・☐ まきぶき

☐ その他 ()

〇〇〇 Q.26 被災当時、修繕前の状況

(いずれかに○⇒ 浸水による損傷・土砂堆積による損傷・漏れ物があつたことによる損傷)

☐ 清掃も不要だった

☐ 屋根を個人(ボランティア等含む)で清掃

☐ 我慢(理由:)

☐ 問題なし(見ずに判断・見て判断)

☐ 一部分がはがれる、穴が開くなどした。一部の補強、修繕で(すみ程度・我慢)(全ての部屋・一部の部屋)

・屋根全体面積に対して ()割程度

☐ 大部分がはがれる、穴が開くなどした(ほぼすべて取り替えが必要な程度)

☐ その他 気づいた点等

()

〇〇 Q.27 屋根の修繕内容

(屋根一部張替え、全面取替え等)

【天井(天井上げ)】

〇〇 Q.28 天井に関する修繕費用

<input type="checkbox"/> 最低限修繕の見積額	総額	()	(業者通常価格・業者値引価格・自分・家族で修繕)
<input type="checkbox"/> もとの質に戻す修繕の見積額	総額	()	
<input type="checkbox"/> 部位単独の修繕費は不明			

△△△ Q.29 修繕前の天井(損傷部分)の材質

☐ 不明

☐ 板・合板・テックス等ボード類・☐ 塗天井

☐ その他 ()

〇〇〇 Q.30 被災当時、修繕前の状況

(いずれかに○⇒ 浸水による損傷・土砂堆積による損傷・漏れ物があつたことによる損傷)

☐ 清掃も不要だった

☐ 天井を個人(ボランティア等含む)で清掃

☐ 我慢(理由:)

☐ 問題なし(見ずに判断・見て判断)

☐ 一部分がはがれる、穴が開く、吸水により変形などした。一部の補強、修繕で(すみ程度・我慢)(全ての部屋・一部の部屋)

・2階以上の天井も含む全体面積に対して ()割程度

材質ごとわかれば、何の材質が何割程度か ()

☐ 大部分がはがれる、穴が開く、吸水により変形などした(ほぼすべて取り替えが必要な程度)(全ての部屋・一部の部屋)

☐ その他 気づいた点等

()

〇〇 Q.31 天井の修繕内容

(天井一部張替え、全面取替え等)

【配線設備】

※「配線設備」には、コンセント、配線、スイッチ、TV・TEL配管・チャイム・配電盤・電源設備

オール電化設備、機械式駐車場、エネファーム(ガス)等家庭用燃料電池等を含む

〇〇〇 Q.32 被災当時、修繕前の状況

※家屋内の各設備全体 に対する割合を記載	当該設備 なし	清掃・ チェックして 問題なし	清掃のみでは 一部支障があるが やむなく使用	一部・部分修理	全交換	備考 (「2階にあって無事」等の 配置や被災状況の詳細)
コンセント						
配線						
オール電化設備						
その他()						

〇〇 Q.33 配線設備に関する修繕費用

☐ 修繕費 ↓ 該当の回答内容に額を記入

	・最低限修繕の見積額	・もとの質に戻す修繕の見積額
総額		
コンセント		
配線		
オール電化設備		
その他()		

☐ 部位単独の修繕費は不明

〇〇 Q.34 電気設備の修繕内容

(交換する際に量をはかす必要があった等)

3.家屋被害調査票④

【給排水・衛生設備】

※「給排水・衛生設備」には、台所、洗面台、浴室、便所、洗濯用給排水衛生器具等、エコキュート(電気)等の給湯設備を含む

○ ○ ○ Q.35 被災当時、修繕前の状況

※家屋内の各設備全体 に対する割合を記載	当該設備 なし	清掃・ チェックして 問題なし	清掃のみでは 一部支障があるが やむなく使用	一部・部分修理	全交換	備考 (「2階にあって無事」等の 配置や被災状況の詳細)
台所						
食洗機(ビルトイン)						
洗面台						
浴室						
便所						
ボイラー						
エコキュート						
その他()						

○ ○ Q.36 給排水・衛生設備に関する修繕費用

☐ 修理費 ↓ 該当の回答内容に額を記入

	・最低限修繕の見積額	・もとの質に劣る修繕の見積額
総額		
台所		
食洗機(ビルトイン)		
洗面台		
浴室		
便所		
ボイラー		
エコキュート		
その他()		

☐ 部位単独の修繕費は不明

○ ○ Q.37 給排水・衛生設備の修繕内容

【空調設備(冷暖房・換気)】

※「空調設備」には、家屋購入時に付属していた換気扇、ダクト、ガス引込配管、床暖房を含む

【エアコン・室外機は家庭用品に含む】

○ ○ ○ Q.39 被災当時、修繕前の状況

※家屋内の各設備全体 に対する割合を記載	当該設備 なし	清掃・ チェックして 問題なし	清掃のみでは 一部支障があるが やむなく使用	一部・部分修理	全交換	備考 (「2階にあって無事」等の 配置や被災状況の詳細)
換気扇						
ダクト						
ガス引込配管						
床暖房						
浴室乾燥機						
その他()						

○ ○ Q.38 空調設備に関する修繕費用

☐ 修理費 ↓ 該当の回答内容に額を記入

	・最低限修繕の見積額	・もとの質に劣る修繕の見積額
総額		
換気扇		
ダクト		
ガス引込配管		
床暖房		
浴室乾燥機		
その他()		

☐ 部位単独の修繕費は不明

○ ○ Q.40 空調設備の修繕内容

【運搬設備】

※「運搬設備」には、エレベーター、エスカレーターを含む

○ ○ ○ Q.41 被災当時、修繕前の状況

※家屋内の各設備全体 に対する割合を記載	当該設備 なし	清掃・ チェックして 問題なし	清掃のみでは 一部支障があるが やむなく使用	一部・部分修理	全交換	備考 (「2階にあって無事」等の 配置や被災状況の詳細)
エレベーター						
エスカレーター						
その他()						

○ ○ Q.42 運搬設備に関する修繕費用

☐ 修理費 ↓ 該当の回答内容に額を記入

	・最低限修繕の見積額	・もとの質に劣る修繕の見積額
総額		
エレベーター		
エスカレーター		
その他()		

☐ 部位単独の修繕費は不明

○ ○ Q.43 運搬設備の修繕内容

付録6 訪問調査結果から集計した1世帯当たりの品目別所有数

家庭用品 品目	回答者数	所有数 平均値	所有数 最小値	所有数 最大値	所有数 標準偏差
冷蔵庫	79	1.3	1.0	4.0	0.6
調理用家電(電子レンジ、オーブン、トースター、ホットプレート等)	79	1.1	0.2	4.0	0.6
洗濯機	79	1.1	1.0	3.0	0.3
掃除機	79	1.3	1.0	4.0	0.7
食洗機(ビルトインor外付け)	65	0.4	0.0	2.0	0.5
家具 / 一般家具 /					
たんす	79	4.4	0.0	14.0	2.6
椅子・机(ダイニングテーブル、学習机、ソファ等含む)	79	1.1	0.0	5.0	0.6
本棚・サイドボード	79	1.6	0.0	10.0	1.5
家具 / 布製品・寝具 /					
カーテン	79	4.3	1.0	24.0	5.6
じゅうたん、カーペット、ホットカーペット	79	1.7	0.0	18.0	2.4
寝具一式(布団、掛け布団、枕、毛布等)	79	5.3	1.0	37.0	4.5
座布団	25	9.0	0.0	50.0	12.5
マットレス	70	0.5	0.0	2.0	0.6
ソファ	25	1.0	0.0	2.0	0.5
ベッド、介護ベッド	79	1.3	0.0	6.0	1.2
家具 / 高額家具・装飾品 /					
仏壇、仏具、神棚等	79	1.0	0.0	5.0	0.7
高額人形(雛人形、五月人形、こいのぼり)	79	1.0	0.0	5.0	0.9
家庭用電化製品					
テレビ	79	2.2	1.0	7.0	1.5
ビデオデッキ・DVDプレーヤー	79	1.4	0.0	5.0	0.8
パソコン・周辺機器	79	1.2	0.0	6.0	0.7
ステレオ(携帯用ラジカセ含む)	79	1.1	0.0	3.0	0.6
カメラ・ビデオカメラ	79	1.6	0.0	8.0	1.4
ゲーム機	79	1.0	0.0	4.0	0.8
通信機器(電話、FAX、携帯電話等)	79	1.2	1.0	4.0	0.5
理美容・健康用品(ドライヤー、ヘルスメーター)	79	1.1	0.0	4.0	0.5
家庭用電化製品 / 冷暖房器具 /					
エアコン・室外機	79	1.5	0.0	5.0	1.2
ファンヒーター・ストーブ(石油・電気)	79	2.5	0.0	8.0	1.9
電気こたつ	79	1.2	0.0	3.0	0.5
扇風機	79	1.7	0.0	7.0	1.2
空気清浄機、イオンコンディショナー、加除湿機	79	0.9	0.0	3.0	0.7
電気毛布	79	1.2	0.0	5.0	1.1
教養娯楽用品 /					
音楽・映像・ゲーム・パソコン用ソフト(CD、DVD等)	79	36.1	0.0	600.0	97.0
書籍	79	46.3	1.0	500.0	88.1
スポーツ用品(ゴルフ用具、スキー用具等、ランニングマシン、釣具等)	79	1.8	0.0	20.0	3.3
趣味用品・楽器(ピアノ・エレクトーン・ギター・三味線等)	79	0.9	0.0	3.0	0.7
リラクゼーション機器(マッサージチェア等)	79	0.8	0.0	3.0	0.6
被服・履物・装飾品 / 被服・履物 /					
普段着、下着、帽子・ネクタイ・腕時計等の装飾品【計】	79	3.6	1.0	9.0	1.9
食器・調理器具					
茶碗、皿、箸、スプーン等の食器類【岩沼市のみ】	9	5.2	3.0	9.0	2.4
鍋、フライパン等の調理器具【岩沼市のみ】	7	0.8	0.1	1.0	0.3
乗り物					
自動車	79	1.8	0.0	9.0	1.5
バイク・スクーター	79	0.7	0.0	3.0	0.8
自転車	79	1.6	0.0	7.0	1.6

付録 7 訪問調査結果から集計した 1 世帯当たりの品目別所有額

家庭用品 品目	単価	所有額 平均値	所有額 最小値	所有額 最大値	所有額 標準偏差
冷蔵庫	90,000	117,342	90,000	360,000	56,750
調理用家電(電子レンジ、オーブン、トースター、ホットプレート等)	95,000	107,266	19,000	380,000	53,375
洗濯機	54,000	59,468	54,000	162,000	18,645
掃除機	27,500	36,551	27,500	110,000	18,629
食洗機(ビルトインor外付け)	50,000	20,769	0	100,000	26,305
家具 / 一般家具 /					
たんす	78,700	345,682	0	1,101,800	207,093
椅子・机(ダイニングテーブル、学習机、ソファ等含む)	272,700	308,082	0	1,363,500	170,826
本棚・サイドボード	45,900	72,046	0	459,000	68,808
家具 / 布製品・寝具 /					
カーテン	3,800	16,282	3,800	91,200	21,206
じゅうたん、カーペット、ホットカーペット	36,750	63,731	0	661,500	87,135
寝具一式(布団、掛け布団、枕、毛布等)	40,200	213,213	40,200	1,487,400	181,056
座布団	2,100	18,816	0	105,000	26,269
マットレス	10,500	4,800	0	21,000	5,857
ソファ	10,500	10,080	0	21,000	4,875
ベッド、介護ベッド	49,300	62,405	0	295,800	57,665
家具 / 高額家具・装飾品 /					
仏壇、仏具、神棚等	1,019,000	993,203	0	5,095,000	752,122
高額人形(雛人形、五月人形、こいのぼり)	288,000	288,000	0	1,440,000	254,228
家庭用電化製品					
テレビ	74,000	161,114	74,000	518,000	110,636
ビデオデッキ・DVDプレーヤー	23,500	33,911	0	117,500	19,551
パソコン・周辺機器	265,000	315,316	0	1,590,000	195,984
ステレオ(携帯用ラジカセ含む)	30,900	33,638	0	92,700	20,035
カメラ・ビデオカメラ	81,000	128,165	0	648,000	115,614
ゲーム機	30,000	29,241	0	120,000	24,162
通信機器(電話、FAX、携帯電話等)	63,200	72,800	63,200	252,800	28,947
理美容・健康用品(ドライヤー、ヘルスメーター)	40,000	44,810	0	160,000	21,906
家庭用電化製品 / 冷暖房器具 /					
エアコン・室外機	113,800	168,539	0	569,000	136,933
ファンヒーター・ストーブ(石油・電気)	21,250	53,528	0	170,000	40,631
電気こたつ	16,000	19,038	0	48,000	8,178
扇風機	6,300	10,925	0	44,100	7,762
空気清浄機、イオンコンディショナー、加除湿機	3,200	2,997	0	9,600	2,209
電気毛布	10,700	13,003	0	53,500	11,262
教養娯楽用品 /					
音楽・映像・ゲーム・パソコン用ソフト(CD,DVD等)	6,550	236,297	0	3,930,000	635,479
書籍	4,200	194,641	4,200	2,100,000	369,975
スポーツ用品(ゴルフ用具、スキー用具等、ランニングマシン、釣具等)	177,750	325,250	0	3,555,000	589,411
趣味用品・楽器(ピアノ・エレキギター・三味線等)	140,000	122,278	0	420,000	91,259
リラクゼーション機器(マッサージチェア等)	150,000	115,823	0	450,000	83,475
被服・履物・装飾品 / 被服・履物 /					
普段着、下着、帽子・ネクタイ・腕時計等の装飾品【計】	1,061,600	3,789,509	1,061,600	9,554,400	1,975,652
食器・調理器具					
茶碗、皿、箸、スプーン等の食器類【岩沼市のみ】	7,300	38,122	21,900	65,700	17,798
鍋、フライパン等の調理器具【岩沼市のみ】	12,400	10,097	620	12,400	4,336
乗り物					
自動車	3,080,000	5,536,203	0	27,720,000	4,699,907
バイク・スクーター	187,000	139,658	0	561,000	141,955
自転車	52,500	81,741	0	367,500	85,281
計		14,347,419	4,668,100	34,802,900	7,072,322

※当該調査時点においてヒアリング対象としていなかった家財については、平均値等には計上していない(家財毎に母数が異なるため、家財所有額平均値の合計値と、サンプル毎所有額合計値の平均は、値が異なる)

※回答者数は、各品目毎に個数を回答した人の数。家財全体の被災割合のみで回答した人についてはここでは除外

付録 8 家財被害の聞き取り調査票

2. 家庭用品(家財)被害調査票

Q.01 家財が以下の被災状態になったのは家財全体の何割程度(数量)ですか

最初に聞いてみる⇒その後Q02を聞いた結果

・浸水したが修理・清掃して使用

・流出・廃棄した

()

割

・(Q02を聞いた結果) ()

割

()

割

・(Q02を聞いた結果) ()

割

Q.02 解答欄Aの①～⑩(「品名例」に該当するような家財)について、被災状態(A)は各分類毎の所有品数の何割程度ですか

(①～⑩のくりが考えにくい場合は、品名別に。ただし、⑧は衣類全体で回答)

家庭用品 品目		【割合】					備考欄 (2階にあったなど、配置について) (助かった数など)		
		持っ てな い ⇒ -	清掃・ チェックして 問題なし 【割合】 (数)	清掃のみで は一部支障 があるがやむな く使用 【割合】 (数)	一部・部分 修理 【割合】 (数)	廃棄 【割合】 (数)	1階高所 (助かる)	2階 (助かる)	その他
家財用電化製品 / 床置き・据付使用家電 /									
①	冷蔵庫								
	調理家電(電子レンジ、オーブン、トースター、ホットプレート等)								
	洗濯機・乾燥機								
	掃除機								
	食洗機(ビルトインor外付け)								
家具 / 一般家具 /									
②	たんす								
	食卓・机・椅子(ダイニングテーブル、学習机等含む)								
	本棚・サイドボード								
下駄箱(作り付けは【建具】で)									
家具 / 布製品・寝具 /									
③	カーテン								
	じゅうたん、カーペット、ホットカーペット								
	寝具一式(布団、掛け布団、枕、毛布等)								
	座布団								
	ソファ								
ベッド、介護ベッド									
家具 / 高級家具・装飾品 /									
④	仏壇、仏具、神棚等								
	高級人形(雛人形、五月人形、日本人形、こいのぼり)								
家電用電化製品									
⑤	テレビ								
	ビデオデッキ・DVDプレーヤー								
	パソコン・周辺機器								
	ステレオ(携帯用ラジカセ含む)								
	カメラ・ビデオカメラ								
	ゲーム機								
	通信機器(電話、FAX、携帯電話等)								
理美容・健康用品(ドライヤー、ヘルスメーター)									
家電用電化製品 / 冷暖房器具 /									
⑥	エアコン・室外機								
	ファンヒーター・ストーブ(石油・電気)								
	電気こたつ								
	加湿機								
	空気清浄機、イオンコンディショナー、加湿器								
電気毛布									
教養娯楽用品 /									
⑦	音楽・映像・ゲーム・パソコン用ソフト(CD、DVD等)								
	書籍								
	スポーツ用品(ゴルフ用具、スキー用具等、ランニングマシン、釣具等)								
	趣味用品・楽器(ピアノ・エレクトーン・ギター・三味線等)								
リラクゼーション機器(マッサージチェア等)									
被服・履物・装飾品 / 被服・履物 / 食器									
⑧	洋服着、下着								
	帽子・ネクタイ・制服・スーツ・上着								
	腕時計等の装飾品								
	履物・かばん類								
	茶碗、皿、箸、スプーン等の食器類								
鍋、フライパン等の調理器具									
高級商品(貴金属、宝石、高級時計、ブランド品、陶磁器・磁器類、絵画、貴族品、和服・帯、掛け軸、屏風など)									
⑨									
美り物									
⑩	自動車								
	バイク・スクーター								
	自転車								
その他									

Q.03 上記の家財道具について、必要な分だけ買いなおすとしたら、また、すべて買いなおすとしたらいくらかになりますか。

(1) 必要な分のみ買い替え(もらった分はおおよそいくらかのものかを想定で可)

(2) すべて買いなおすとしたらいくらか

付録

付録9 被災地における新規登録台数の推移

新規登録件数(平成23年度)

	青森	八戸	岩手	宮城	福島	いわき	水戸	土浦	合計
23年3月末	2,220	1,519	2,607	4,174	3,571	899	4,762	5,070	24,822
23年4月末	1,313	1,196	3,045	9,115	2,930	1,132	3,020	2,731	24,482
23年5月末	1,402	1,129	3,010	8,663	2,991	1,030	2,968	3,213	24,406
23年6月末	1,945	1,509	3,585	10,392	4,031	1,348	4,021	4,179	31,010
23年7月末	2,166	1,604	3,614	10,231	4,019	1,437	3,901	4,184	31,156
23年8月末	1,750	1,389	3,160	8,334	3,841	1,240	3,446	3,604	26,764
23年9月末	2,216	1,610	3,783	10,360	4,936	1,628	4,575	4,741	33,849
23年10月末	2,086	1,467	3,378	9,269	4,506	1,546	3,778	4,022	30,052
23年11月末	1,766	1,429	3,324	8,984	4,621	1,492	3,882	4,105	29,603
23年12月末	1,360	979	2,814	7,979	3,809	1,317	3,441	3,579	25,278
24年1月末	1,726	1,318	2,651	8,637	4,172	1,593	3,586	3,908	27,591
24年2月末	1,936	1,555	3,159	9,442	4,938	1,997	4,249	4,804	32,080
合計	21,886	16,704	38,130	105,580	48,365	16,659	45,629	48,140	341,093

単位: 件

新規登録件数(平成22年度)

	青森	八戸	岩手	宮城	福島	いわき	水戸	土浦	合計
22年3月末	3,410	2,105	5,166	11,032	7,256	2,206	7,262	7,641	46,078
22年4月末	1,995	1,619	3,030	6,215	4,155	1,319	4,479	4,685	27,497
22年5月末	1,693	1,186	2,555	6,018	3,574	1,173	4,239	4,674	25,112
22年6月末	2,214	1,532	3,137	7,292	4,675	1,591	5,290	5,608	31,339
22年7月末	2,632	1,761	3,526	8,156	5,179	1,622	5,414	6,059	34,349
22年8月末	1,857	1,369	2,918	7,130	4,433	1,560	4,733	5,458	29,458
22年9月末	2,178	1,537	3,197	7,494	4,791	1,637	5,059	5,361	31,254
22年10月末	1,642	1,300	2,419	5,847	3,352	1,180	3,496	4,057	23,293
22年11月末	2,874	1,223	2,388	5,507	3,597	1,077	3,622	4,106	24,394
22年12月末	1,424	871	2,035	4,732	2,998	1,004	3,546	3,678	20,288
23年1月末	1,201	1,023	1,789	5,716	2,926	1,127	3,599	3,927	21,308
23年2月末	1,669	1,250	2,189	6,261	3,817	1,304	4,473	4,767	25,730
合計	24,789	16,776	34,349	81,400	50,753	16,800	55,212	60,021	340,100

単位: 件

新規登録数(本年度/昨年度)

着色: 100%以上のところであり、22年度と比べ23年度の方が新規登録台数が多いところ

	青森	八戸	岩手	宮城	福島	いわき	水戸	土浦	合計
23年3月末	65%	72%	50%	38%	49%	41%	66%	66%	54%
23年4月末	66%	74%	100%	147%	71%	86%	67%	58%	89%
23年5月末	83%	95%	118%	144%	84%	88%	70%	69%	97%
23年6月末	88%	98%	114%	143%	86%	85%	76%	75%	99%
23年7月末	82%	91%	102%	125%	78%	89%	72%	69%	91%
23年8月末	94%	101%	108%	117%	87%	79%	73%	66%	91%
23年9月末	102%	105%	118%	138%	103%	99%	90%	88%	108%
23年10月末	127%	113%	140%	159%	134%	131%	108%	99%	129%
23年11月末	61%	117%	139%	163%	128%	139%	107%	100%	121%
23年12月末	96%	112%	138%	169%	127%	131%	97%	97%	125%
24年1月末	144%	129%	148%	151%	143%	141%	100%	100%	129%
24年2月末	116%	124%	144%	151%	129%	153%	95%	101%	125%
合計	88%	100%	111%	130%	95%	99%	83%	80%	100%

単位: %

付録 10 家庭における応急対策費用の聞き取り調査票

◎ **Q.03** ライフラインの停止・停止期間（個々の家ではなく、住居地域・周辺）
 ↓※停止したものにチェック

<input type="checkbox"/> 電気	自宅・事業所で使用できるようになった時期	()
停止理由(推測で可)		()
<input type="checkbox"/> ガス・プロパン	自宅・事業所で使用できるようになった時期	()
停止理由(推測で可)		()
<input type="checkbox"/> 上水道	自宅・事業所で使用できるようになった時期	()
停止理由(推測で可)		()
(市町村営・組合・山(溪流)採水・井戸・その他)		
<input type="checkbox"/> 下水道	自宅・事業所で使用できるようになった時期	()
停止理由(推測で可)		()
(下水道・合併浄化槽・その他)		
<input type="checkbox"/> 固定電話	自宅・事業所で使用できるようになった時期	()
停止理由(推測で可)		()
<input type="checkbox"/> 携帯電話	自宅・事業所付近で使用できるようになった時期	()
停止理由(推測で可)		()

◎ **Q.04** 被災した自宅の清掃日数等 ・ 長期化した場合の理由
 ・期間 () or (月 日 ~ 月 日)
 ・人数 () (家族・親戚・業者・従業員・ボランティア)
 ・費用 () ※ 道具などを購入した場合、業者委託した場合

◎ **Q.05** 自宅の復旧が完了した(全て元通りでなくても、予定していた工事が終了した) 時期 ・ 長期化した場合の理由

◎ **Q.06** 車が被災した場合やガソリン不足などで使用できなかった期間 ・ 長期化した場合の理由

◎ **Q.07** 避難日数 ・ 長期化した場合の理由

	自宅(2階など)	避難所	仮設住宅	その他(
期間(月日～月日)				
同居人のうち、避難人数				

◎ **Q.08** 概ね元通りの生活に戻ったと感じたのは、いつくらいか。あるいは、どのくらいかかっているか。

◎ **Q.09** 余分な出費、被災していなければ発生しなかった出費
 ※復旧費用除く。遠方の避難所と自宅・戦場の行き来のためのガソリン代、銭湯など

[]

付録 11 事業所関連被害のアンケート調査票

東日本大震災の津波被害に関するアンケート ～お答えいただける範囲でご記入ください～

I. 東日本大震災の津波被害について

問1 津波による浸水被害の状況について、ご回答ください。

当てはまるもの1つに○をつけて下さい。

※判定基準は下記の「建物損壊状況判定基準」を参照して下さい。

※建物が複数ある場合は、主な建物についてお答えください。

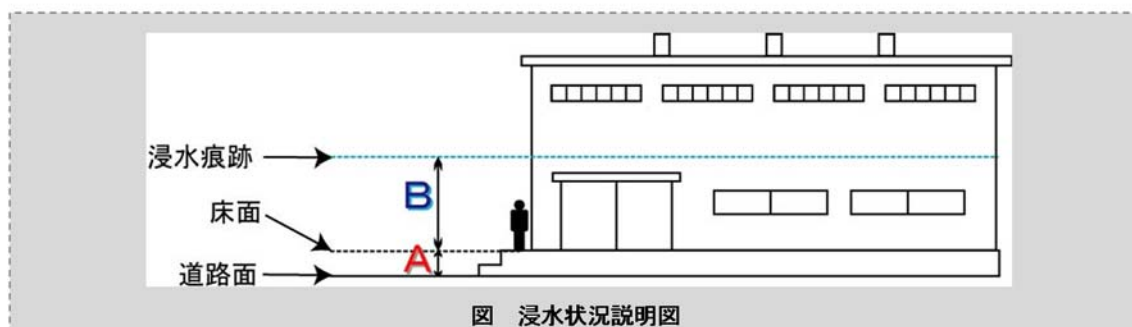
1. 全壊（流失）
2. 全壊（撤去）
3. 全壊（条件付き再生可）
4. 大規模半壊
5. 半壊（床上浸水）
6. 一部損壊（床下浸水）
7. 特に津波による被害は無かった。 ⇒ 本アンケートの対象外となります。
(以降、質問はございません)

表 建物損壊状況判定基準

区分	被害内容	写真
1. 全壊（流失）	・基礎だけ残して建物が完全に流失。	
2. 全壊（撤去）	・2 階の床以上まで浸水。 ・主要な柱が曲がっている。 ・建て直した方が早い状況。	
3. 全壊 （条件付き再生可）	・概ね 1 階天井まで浸水。 ・壁は損傷しているが、柱や梁などの残存部分は健全で再利用可能。	
4. 大規模半壊	・床から概ね1m 以上（天井未満）浸水している状況。 ・壁の一部は損傷しているが、建物の躯体は健全で、大規模補修で再利用可能。	
5. 半壊 （床上浸水）	・床から概ね1m 未満の床上浸水。 一部補修により再利用可能。	
6. 一部損壊 （床下浸水）	・軽微な補修、または、床下の泥の除去等で再利用が可能。	-

※浸水深はあくまでも目安です。

低い浸水深であっても激しく損壊している場合は、それを基準に判断してください。



問2 床上以上の浸水被害を受けた方にお聞きします。

上図「浸水状況説明図」の、**A**で示す道路面から床面までの高さは何 cm くらいですか？

約 _____ c m

上図「浸水状況説明図」の、**B**で示す床面から浸水面までの高さは何 cm くらいでしたか？

建屋 _____ 階の床面から、約 _____ c m

津波が引いた後、土砂やガレキ等が建屋内に堆積していましたか？

1. 堆積していた。

2. 堆積していなかった。

堆積した土砂やガレキの高さは最大何 cm くらいでしたか？

【土 砂】： 建屋 _____ 階の床面から、約 _____ c m

【がれき】： 主な種類 _____

建屋 _____ 階の床面から、約 _____ c m

Ⅱ. 津波被害の金額・労力について

問3 棚卸資産の被害額について、下記の各問にご回答ください。

- (1) 震災前の製品又は商品在庫は総額いくらくらいお持ちでしたか？
その被害割合は何%でしたか？

震災前保有の製品・商品在庫 約 _____ 万円

※震災前に保有していた製品又は商品在庫が通常通り出荷・販売できた時の金額

上記の内、被災した割合 約 _____ %

※直接被災していなくても、何らかの理由で出荷できなくなった場合も含まれます。

- (2) 震災前の原材料・貯蔵品は総額いくらくらいお持ちでしたか？
その被害割合は何%でしたか？

震災前保有の原材料・貯蔵品 約 _____ 万円

※震災前に保有していた原材料・貯蔵品の調達価格でお答えください。

上記の内、被災した割合 約 _____ %

※直接被災していなくても、何らかの理由で使えなくなった場合も含まれます。

- (3) 震災前の仕掛品(未完成製品・未完成工事)は総額いくらくらいお持ちでしたか？
その被害割合は何%でしたか？

震災前保有の未完成製品・工事 約 _____ 万円

※震災前の仕掛品の作成にかかった費用をお答えください。

上記の内、被災した割合 約 _____ %

※直接被災していなくても、何らかの理由で使えなくなった場合も含まれます。

- (4) 被災して消失した、現金・預金はいくらくらいですか？

※現金，小切手，定期預金，金銭信託等のうち，再発行できず失われたもの。

約 _____ 万円

- (5) 震災により回収できなくなってしまった売掛金はいくらくらいですか？

※売掛金：納品したが、請求書がなくなった等のため、顧客からの支払いが滞っている金額

約 _____ 万円

問4 次に、震災後の一時的に発生した費用と人手について、下記の各間にご回答ください。

(1) 貴事業所の清掃・がれき処理にはどのくらいの労力がかかりましたか？

※人日：労力を表す単位。1人が1日労働すると1人日、4人が2日労働すると8人日です。

※貴事業所以外の人手：他支社やグループ企業、取引企業、ボランティア等の人手を指します。

貴事業所以外の人手：約 _____ 人日

専門業者への外注費：約 _____ 万円

(2) 震災直後、以下にあげるような特別な支出はありましたか？

当てはまるものすべてに○をして下さい。

1. 通常発生しない交通費
2. 従業員の宿泊費（自宅被災または出張先から帰宅できない等の理由）
3. 残業代（復旧に向けた活動のための貴事業所職員の残業代）
4. 生活支援費（従業員の飲食料品・衣料支給など）
5. その他 _____



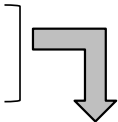
上記の金額を合計するといくらくらいになりますか？

約 _____ 万円

(3) 被災により、一時的に別の場所で仮操業・営業等を行いましたか？

※完全に操業・営業場所を移転した場合（元の場所に戻らない予定の場合）は「3.」を選択

1. 別の場所で仮操業・営業した→現在は震災前の場所で操業
2. 別の場所で仮操業・営業した→現在も震災前の場所には戻れていない



仮設事務所・工場の設立費用はいくらでしたか？

約 _____ 万円

3. 別の場所では、仮操業・営業していない

(4) その他、操業・営業再開の初期に、業務執行に支障が出た（または、何かを我慢して業務を再開した）ことはありましたか？ ご自由にお書きください。

例) 自動車が被災（または燃料不足）し、自転車で客先まわりを行い、終わるまでに期間を要した。

例) 空調設備（エアコン等）の買替・修理に期間を要し、その間、職員は我慢して業務を遂行した。

問5 現在までに支出した復旧費用について、下記にご回答ください。

(1) 土地や建物の復旧費用として、今までに支出した費用の総額はいくらくらいですか？

約 _____ 万円

(2) 生産用機械や設備、または事務所用設備等の修理・買換えにかかった費用の総額はいくらくらいですか？

※設備等：製造機器、レジ、クーラー、営業車、OA機器など

約 _____ 万円

(3) 現時点までの復旧投資により、生産設備・事務所環境は何%程度に戻りましたか？

現時点で 約 _____ %（震災前を 100%としたとき）

(4) 現時点で、売上・生産量は何%程度に戻りましたか？

現時点で 約 _____ %（震災前を 100%としたとき）

(5) 震災前および現時点の営業利益に変化はありましたか？

※【営業利益】＝【売上】－【売上原価（原材料費、人件費等）】－【販売費及び一般管理費】

※ご記入いただいた数字は統計的に処理します。個別の企業情報を外部に出すことはありません。

震災前 営業利益 _____ 万円

現時点 営業利益 _____ 万円

（赤字の場合は、マイナス表記してください）

(5) 上記の(3),(4),(5)でお答えいただいた数字のギャップが生じた理由として、あてはまるものすべてに丸をつけてください。

※ギャップの意味：設備は復旧できたが売上は震災前に戻らない、または、設備は戻っていないが売上が増加している、など。

1. 資金制約により、十分な設備復旧ができず、生産性が低下した。
2. 周辺地域の人口が減少したため。
3. 販売先が被災したため、顧客が減少した。
4. 原材料の入荷先が被災し、調達ができない、もしくは調達コストが増加した。
5. 復旧需要により、売上（利益）が増加した。
6. その他 _____

Ⅲ. 操業・営業再開の状況について

問6 震災直後、全く操業・営業ができない時期はありましたか？

1. <u>操業・営業ができない時期があった</u>	2. 震災直後から操業・営業できた
----------------------------	-------------------

いつごろ操業・営業を再開できましたか？

操業・営業再開時期 _____ 年 _____ 月 頃

問7 震災前と現在の社員数について、教えてください。

※役員（常勤、非常勤）、正規職員、非正規職員（派遣、パート、アルバイト）の総数

震災前（平成 22 年 1～12 月の平均的な人数）：	_____人
現在（最新的人数）	： _____人

Ⅳ. ご担当者様のご連絡先

ご回答いただいた内容に対して、後日電話等で確認をとらせていただく場合がございます。
下欄に、ご担当者様のご連絡先をご記入ください。

項目	回答欄
会社・事業所名	
部署名	
ご担当者氏名	
ご連絡先	電話番号 ： _____ F A X ： _____ メール ： _____

アンケートは以上です。ご回答誠にありがとうございました。

付録 12 事業所関連被害の聞き取り調査票

東日本大震災の津波被害に関する詳細ヒアリング

I. 営業利益や生産量、設備の復旧状況について

問1 下記のA社の事例と右下の記入例を参考に、営業利益の復旧過程を教えてください。

また、このうち復旧需要による利益(※2)がなかった場合を教えてください。

割合は直感で結構です。営業利益が分からない場合は、生産量(売上)でもかまいません。



時期／水準	回答欄 (※3)		A社の例	
回答の項目	営業利益 生産量 (売上)		営業利益 生産量 (売上)	
	実際の数字	復旧需要がなかった場合	実際の数字	復旧需要がなかった場合
震災直後	%	%	0 %	0 %
現在	%	%	80 %	40 %
操業再開時	%	%	20 %	10 %
	月頃	月頃	H23. 6月頃	H23. 9月頃
20%	月頃	月頃	H23. 6月頃	H23. 9月頃
40%	月頃	月頃	H23. 9月頃	H23. 12月頃
60%	月頃	月頃	H23. 9月頃	H23. 12月頃
80%	月頃	月頃	H23. 10月頃	H24. 3月頃
100%	月頃	月頃	H25. 3月頃	H25. 12月頃

※1 営業利益:売上高から売上原価、販売費および一般管理費を差し引いた額です。

※2 復旧需要による利益:

復旧活動から生じた購買量等の一時的な増加により、明らかに増加している利益(生産量・売上)

例) 震災後復興事業に関わる建設作業員が毎日食事に来ている。

家具工場の設備は完全復旧していないが、現在、震災後の家具の買替えが集中し、発注が通常の3倍になっている。

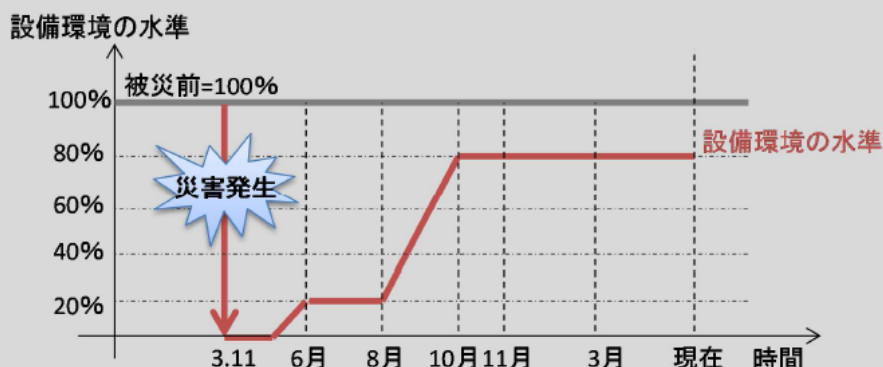
住宅の再築が集中し、既存の瓦屋根の製造が平常時の50%増となっている。

※3 復旧が80%、100%等に至っていない場合は、到達予想を記述して下さい。

問2 次に、生産(営業)に関わる設備環境の復旧過程を教えてください。

【例：A社の設備環境復旧の推移】

3月11日 : 津波で事業所が浸水。1ヶ月間生産不能。
 6月頃 : 事業所内の清掃等により一部生産が可能。(設備環境は被災前の20%程度)
 8月頃 : 被災した設備機材の修理、買換えを開始。
 10月頃 : 設備の修理・買換えはほぼ終了。
 現在 : 営業車の納車とエアコン修理が遅れ、当面はレンタカー等で代替(80%程度)
 : 復旧のための設備投資を行えず、震災前の状況に戻っていない。



時期／水準	回答欄	A社の例
震災直後	%	0 %
現在	%	125 %
操業再開時	%	20 %
	月頃	H23.6月頃
20%	月頃	H23.6月頃
40%	月頃	H23.9月頃
60%	月頃	H23.9月頃
80%	月頃	H23.10月頃
100%	月頃	H23.11月頃

※ここでいう完全復旧(100%)とは、生産・営業に関わる設備機器やデータ類、さらに直接的には生産・営業に関わらない職場環境などの状況が完璧に震災前と同じ水準に回復することを指します。

問3 震災前後における生産・営業費用に変化はありましたか？

下記の欄に、売上を100%としたときの数字でお答えください。

① 変動費(原材料費など)

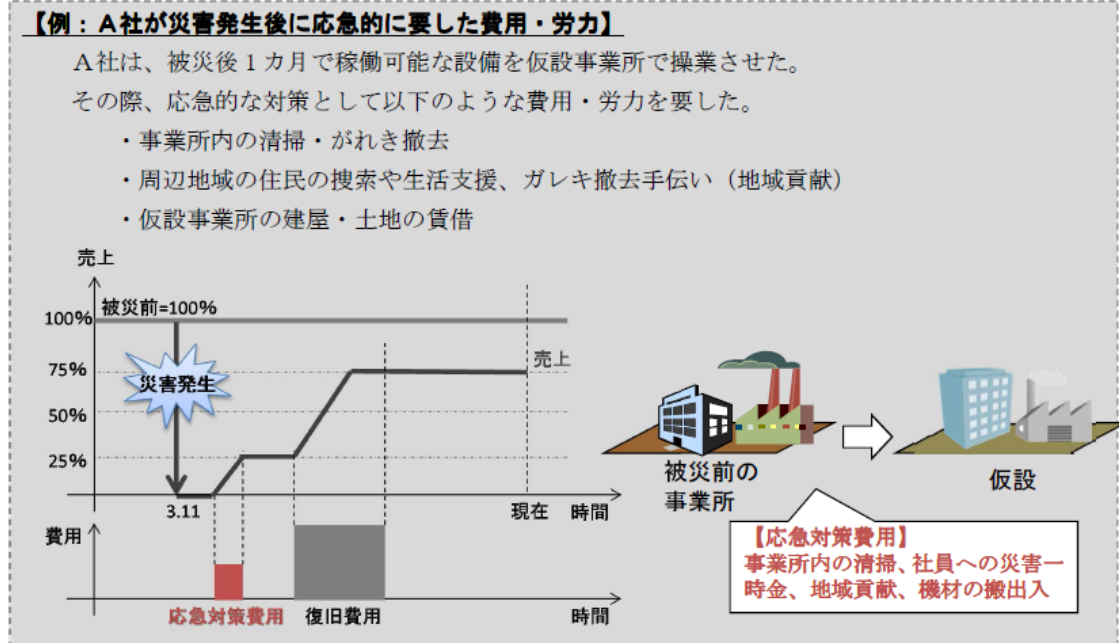
震災前 : 震災後 (売上を100%としたとき)

② 固定費(人件費、地代・家賃など)

震災前 : 震災後 (売上を100%としたとき)

Ⅱ. 応急的な対策費用について

問4 下記のA社の事例を参考に、災害発生後一時的に要した応急対策費用について、教えてください。



(1) 事前にお答えいただいたアンケート結果の確認：
記載していない応急対策費用の項目とその金額

① 応急対策費用の内容 _____ 金額 _____ 万円

② 応急対策費用の内容 _____ 金額 _____ 万円

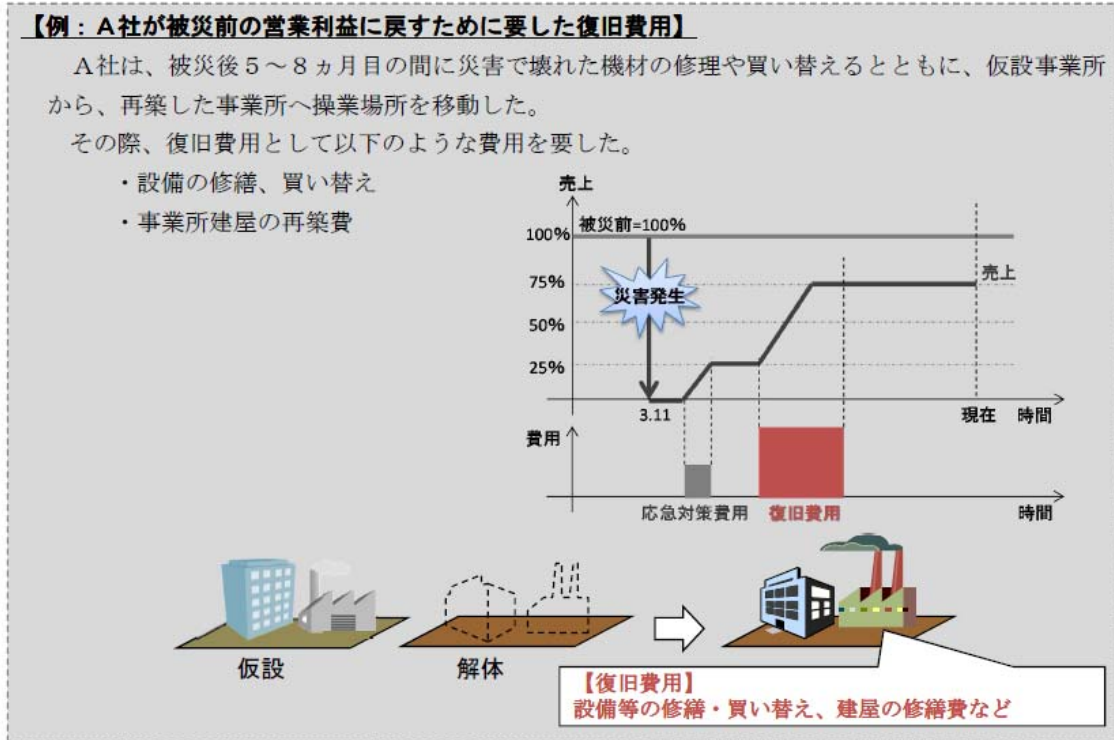
(2) 仮設工場・事務所等で営業された方にお聞きます。

仮設工場・事務所等の設置費用について、金額及び支払先企業等の所在地を教えてください。

項目			費用
仮設 操業 (営業) の場合	建屋・土地の 費用	賃貸の 場合	【月額】 約 _____ 万円 【賃貸期間】 約 _____ か月 【支払先企業等の所在地】 _____ 都・道・府・県 _____ 市・町・村
		新規 土地購 入、建 設の場 合	【土地購入費】 約 _____ 万円 【建屋建設費】 約 _____ 万円 【建設費支払先企業等の所在地】 _____ 都・道・府・県 _____ 市・町・村

Ⅲ. 復旧費用について

問5 次に、事前のアンケートでご回答頂いた復旧費用(土地、建屋、その他主な設備機器)について、その支払先企業等の所在地および業種について教えてください。



項目	費用
復旧費用額 (アンケート結果 の確認)	土地・建物：約 _____ 万円 設備・機器：約 _____ 万円
土地・建物	発注先企業等の所在地： _____ 都・道・府・県 _____ 市・町・村 発注先の業種： _____ (例：建設業など)
主な設備機器 名称 ()	発注先企業等の所在地： _____ 都・道・府・県 _____ 市・町・村 発注先の業種： _____ (例：業務用機器製造業など) 被災時の使用経過年数 _____ 年
主な設備機器 名称 ()	発注先企業等の所在地： _____ 都・道・府・県 _____ 市・町・村 発注先の業種： _____ (例：業務用機器製造業など) 被災時の使用経過年数 _____ 年

問6 今後、復旧費用として、支出する予定が決まっているものについて、前問と同様に下表にお答えください。

項目	費用
今後の予定 復旧費用額	土地・建物：約 _____ 万円 設備・機器：約 _____ 万円
土地・建物	発注先企業等の所在地： _____ 都・道・府・県 _____ 市・町・村 発注先の業種： _____ (例：建設業など)
主な設備機器 名称()	発注先企業等の所在地： _____ 都・道・府・県 _____ 市・町・村 発注先の業種： _____ (例：業務用機器製造業など) 被災時の使用経過年数 _____ 年
主な設備機器 名称()	発注先企業等の所在地： _____ 都・道・府・県 _____ 市・町・村 発注先の業種： _____ (例：業務用機器製造業など) 被災時の使用経過年数 _____ 年

問7 今回の災害では、予算の都合上、最低限の設備修理にとどめ被災前の設備機器に及ばない水準で復旧を終えた事例も見られます。

また、パソコンが流出したことにより、顧客データや貴重な設計データなどが失われ、事業の回復に支障をきたしたなど、市場価格だけでは価値を表現しきれない設備、土地・建物等が破損した事例も見られます。

このような事例を踏まえ、被災前と完全に同じ水準の設備環境、事務所環境、生産環境、営業環境に戻すとすると、いま仮に予算の制約がないとした場合、あとどれくらいの額が必要だと考えられますか？

完全復旧までに必要な残りの額		回答例
土地・建物費	約 _____ 万円	約 3, 0 0 0 万円
設備・機器等の 費用	約 _____ 万円	約 3 0 0 万円

【例】

- 被災前と同条件の土地・建物を購入するための費用を想定。
- 被災前と同等の性能の設備を買い替える費用を想定。

問8 震災直後に、予算の制約なく土地・建物、設備機器の復旧ができるとした場合、いつ頃、生産(営業)に関わる設備環境を完全に被災前の水準に戻せそうだとお考えですか？

約_____年_____月頃

問9 被災した償却資産(設備・機器)の減価償却後の評価額(簿価)はいくらですか？

約_____万円

問10 被災した償却資産(設備・機器)は、全体の償却資産の何%くらいでしたか？

約_____%

問11 震災後の従業員の雇用等の状況について教えてください。

例) 震災後、職員のうち数名は自宅被災の関係で退職。震災6ヶ月後頃に欠員分を中途採用した。

問12 今回の震災において、操業・営業再開を果たすために、ネックとなった問題は主にどのようなものがありましたか？

問 13 今回の震災を踏まえ、大規模震災に対して被害を軽減するための対策として、どのようなものが
必要だと思いますか？

問 14 もし仮に、資金力豊かな世界的な災害基金が存在し、今回の震災・津波被害(前問までに伺った、土地・建物・資産などすべての被害)に対して、金銭が支払われるとしたとき、その金額がいくらであれば、納得できると考えられますか？

約_____万円

問 15 工場・事務所等の被災状況等を撮影した写真がありましたら、主なものをご提供ください。

ご協力、誠にありがとうございました。

付録 13 平成 19 年度の減価償却制度の抜本的見直し¹⁴²⁾



減価償却制度

減価償却制度の抜本的見直し

① 償却可能限度額及び残存価額の廃止

ポイント

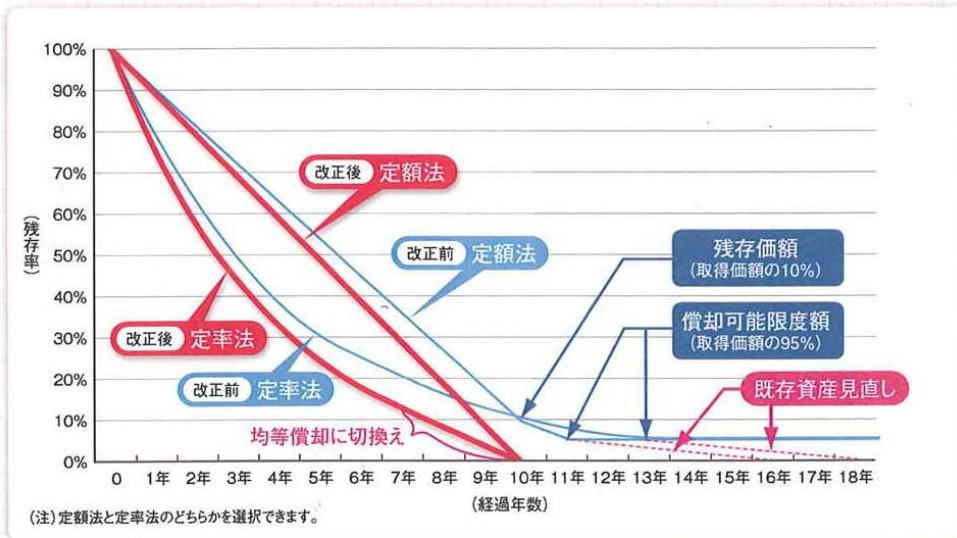
国際的なイコールフットイングを確保し、投資の促進を図ります。

☑平成19年4月1日以後に取得する新規取得資産について償却可能限度額(減価償却をすることができる限度額)と残存価額(耐用年数経過時に見込まれる処分価額)を廃止し、耐用年数経過時に1円(備忘価額)まで償却できるようにするとともに、定率法の算定方法として、250%定率法を導入します。

※250%定率法とは、まず、定額法の償却率(1/耐用年数)を2.5倍した率を償却率とする定率法により償却費を計算し、この償却費が一定の金額(残存年数による均等償却の償却費)を下回る事業年度から残存年数による均等償却に切り換えて、耐用年数経過時に1円まで償却する方法をいいます。

☑平成19年3月31日以前に取得した既存資産について、償却可能限度額まで償却した後、5年間で1円まで均等償却ができるようにします。

《耐用年数10年の機械・装置の場合の償却カーブ》



② 法定耐用年数の見直し

以下の3つの設備について、法定耐用年数を短縮します。

	改正前	改正後
フラットパネルディスプレイ製造設備	10年	5年
フラットパネル用フィルム材料製造設備	10年	5年
半導体用フォトレジスト製造設備	8年	5年

付録 14 水害の被害指標分析の手引き（H25 試行版）において再整理した
治水経済調査マニュアル（案）の「治水事業のストック効果」

評価項目		定量化指標
直接被害		
資産被害		
一般資産被害	家屋	居住・事業用の建物の浸水被害
	家庭用品	家具・自動車等の浸水被害
	事業所固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害	
	事業所在庫資産	事業所在庫品の浸水被害
	農漁家償却資産	農漁業生産に関わる農漁家の固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害
農産物被害	農漁家在庫資産	農漁家の在庫品の浸水被害
		浸水による農作物の被害
公共土木施設等被害		公共土木施設、公益事業施設、農地、農業用施設の浸水被害
人的被害		
人的被害	<ul style="list-style-type: none"> ・浸水区域内人口 ・災害時要援護者数 ・死者数 ・孤立者数 ・避難者数 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・浸水区域内人口 ・浸水区域内の災害時要援護者数 ・想定死者数 ・最大孤立者数 ・3日以上孤立者数 ・10年あたり避難回数 ・10年あたり総避難者数 等
間接被害		
稼働被害		
営業停止被害	家計	浸水した世帯の生活環境の悪化
	事業所	浸水した事業所の生産の停止・停滞（生産高の減少）
応急対策費用	公共・公益サービス	浸水した公共・公益施設サービスの停止・停滞
	家計	浸水世帯の清掃等の事後活動、飲料水等の代替品購入に伴う新たな支出
	事業所	家計と同様の支出
	国・地方公共団体	家計と同様および市町村等が交付する緊急的な融資の利子や見舞金等の支出
社会機能低下被害		
医療・社会福祉施設等の機能低下による被害	医療施設、社会福祉施設等	入所者の人的被害、救急医療等への影響など、医療・社会福祉施設等が浸水により機能低下し、医療・福祉サービスの水準が低下することにより生じる被害
防災拠点施設の機能低下による被害	役所、警察、消防等の防災拠点施設	被災者救護の停滞、危機管理対応への影響など、役所、警察、消防等の防災拠点施設が浸水により機能低下し、公的サービスの水準が低下することにより生じる被害

波及被害			
交通途絶による波及被害	道路、鉄道、空港、港湾等	道路や鉄道等の交通の途絶に伴う周辺地域を含めた波及被害	<ul style="list-style-type: none"> ・途絶する主要な道路 ・道路途絶により影響を受ける交通量 ・道路途絶(交通迂回)により増加する走行時間・経費等 ・途絶する主要な鉄道 ・鉄道途絶により影響を受ける利用者数 等
ライフラインの停止による波及被害	電力、水道、ガス、通信等	電力、ガス、水道等の停止に伴う周辺地域を含めた波及被害	<ul style="list-style-type: none"> ・電力の停止による影響人口 ・ガスの停止による影響人口 ・上水道の停止による影響人口 ・下水道の停止による影響人口 ・通信(固定)の停止による影響人口 ・通信(携帯)の停止による影響人口 等
経済被害の域内・域外への波及被害	事業所	中間産品の不足による周辺事業所の生産量の減少に伴う域内・域外への波及被害	<ul style="list-style-type: none"> ・産業連関分析等の経済モデルを用いた経済波及被害額 ・高い市場占有率を有する企業の被災に伴うサプライチェーンへの影響 ・浸水により被災する上場企業数 ・浸水により被災する事業所の従業者数 等
精神的被害			
被災の影響による精神的打撃			
その他			
地下空間の被害		地下鉄、地下街等の地下施設の浸水被害、複雑に接続された地下空間内の浸水拡大に伴う逃げ遅れ被害、都市機能の麻痺、及びその波及被害等	<ul style="list-style-type: none"> ・浸水する地下鉄等の路線、駅等 ・地下鉄等の浸水により影響を受ける利用者数 ・浸水する地下街・地下施設 ・地下街・地下施設の浸水により影響を受ける利用者数 等
文化施設等の被害		文化施設等の被害	・浸水する文化施設等 等
水害廃棄物の発生		水害廃棄物の仮置き場所・処分場の不足や、衛生環境上の問題発生等の被害	<ul style="list-style-type: none"> ・水害廃棄物の発生量 ・水害廃棄物の処理費用 等
リスクプレミアム			
被災可能性に対する不安			
水害により地域の社会経済構造が変化する被害		水害の規模が大きくなると地域全体が壊滅的な被害を受けると地域全体の社会構造の変化をもたらす、被災前の状態に復旧しない被害	水害により地域の社会経済構造が変化する被害
高度化便益			

※高潮に対する便益計上手法について検討が必要

- 従前より便益として計上している項目
- 追加・修正を行った項目
- 定量化指標として検討を行った項目
- 従前より便益として計上されておらず、今回も定量化をできなかった項目

参考文献

- 1) 国土交通省河川局：治水経済調査マニュアル（案），2005.
- 2) 栗田啓子：公共事業と国家の経済的介入 フランス土木公団のエンジニア・エコノミスト，商学討究，37(1/2/3)，pp. 123-150，1987.
- 3) 栗田啓子：公共事業と経済学：フランスの土木エンジニアは古典をどう読んだか，一橋大学社会科学古典資料センター年報 23，pp. 1-10，2003.
- 4) 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）：第5次報告書 WG I 報告書，2013.
- 5) 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）：第5次報告書 WG II 報告書，2014.
- 6) 風間聡，川越清樹，横尾善之，鈴木武，浅井正，有働恵子，牛山素行，沖一雄：沿岸・防災リスクの推定と全国リスクマップ開発，環境省環境研究総合推進費 戦略研究開発領域 S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 2014 報告書，2014.
- 7) 大楽浩司，平野淳平：東京都市圏における水害リスク評価手法の開発，土木学会論文集 B1(水工学) Vol. 69, No. 4, I_1555-I_1560，2013.
- 8) 福林奈緒子，沖大幹：日降水量に基づく日本全体の内水被害リスク推定，土木学会論文集 B1(水工学) Vol. 68, No. 4, I_1075-I_1080，2012.
- 9) 国土交通省水管理国土保全局：河川事業の評価手法に関する研究会 第2回資料，2011.
- 10) 国土交通省水管理・国土保全局，河川事業の評価に関する研究会 第3回資料，2012.
- 11) 国土交通省水管理・国土保全局，河川事業の評価に関する研究会 第4回資料，2012.
- 12) 国土交通省水管理・国土保全局，河川事業の評価に関する研究会 第5回資料，2013.
- 13) 国土交通省水管理国土保全局：水害の被害指標分析の手引き（H25 試行版），2013.
http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/pdf/higaisihyou_h25.pdf
- 14) 末次忠司：治水経済史 ―水害統計及び治水経済調査手法の変遷―，土木史研究第18号，pp. 603-618，1998.
- 15) 森杉壽芳：便益評価の基礎理論と便益帰着構成表，森杉壽芳編著「社会資本整備の便益評価 一般均衡理論によるアプローチ」第2章，勁草書房，1997.
- 16) 多々納裕一，高木朗義：「防災の経済分析 リスクマネジメントの施策と評価」，勁草書房，2005.
- 17) 小林潔司：安全性の評価，中村英夫編著「道路投資の社会経済評価」第11章，東洋経済新報社，1997.
- 18) 小林潔司，湧川勝己，大西正光，伊藤弘之，関川裕己：世帯の復旧資金の調達と流動性制約，土木学会論文集 D, Vol. 63, No. 3, pp. 328-343，2007.
- 19) 上田孝行：防災投資の便益評価―不確実性と不均衡の概念を念頭に置いて―，土木計画学研究・論文集，No. 14, pp. 17-34，1997.
- 20) 高木朗義，大野栄治，森杉壽芳，沢木真次：治水事業の経済効果計測に関する研究，土木計画学研究・論文集，No. 11, pp. 191-198，2008.
- 21) 寺本雅子，西澤諒亮，市川温，立川康人，椎葉充晴：地価分析を用いた水災害リスクに対する住民意

- 識の評価に関する研究, 水工学論文集, 第52巻, pp. 457-462, 1998.
- 22) 矢部浩規, 村山雅昭: 札幌市北部の治水評価と洪水災害情報, 河川技術に関する論文集, 第6巻, pp. 221-224, 2000.
- 23) 横松宗太, 小林潔司: 防災投資による物的被害リスクの軽減便益, 土木学会論文集 No. 660/IV-49, pp. 111-123, 2000.
- 24) 劉暉: 地価データを用いた水害リスクプレミアムの推計に関する方法論的研究, 京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻, 修士論文, 2010.
- 25) 国土交通省大臣官房: 第1回公共事業評価手法研究委員会について, 議事録, 2009.
- 26) 四谷朋子: 大災害リスクのプレミアム・パズルについて, 大阪大学経済学 57(4), pp. 177-. 188, 2008.
- 27) 小林潔司, 横松宗太: カタストロフ・リスクと防災投資の経済評価, 土木学会論文集 No. 639/IV-46, pp. 39-52, 2000.
- 28) 横松宗太: カタストロフリスクのリスクプレミアム, 自然災害科学 J. JSNDS 30-2 211-217, 2011
- 29) 内閣府(防災担当): 災害に係る住家の被害認定基準運用指針 参考資料, 平成22年3月.
- 30) 内閣府政策統括官(防災担当): 災害の被害認定基準について, 平成13年6月28日府政防第518号.
- 31) 内閣府政策統括官(防災担当): 浸水等による住宅被害の認定について, 平成16年10月28日府政防第842号.
- 32) 内閣府(防災担当): 災害に係る住家の被害認定基準運用指針, 平成21年6月.
- 33) (財)資産評価システム研究センター編: 家屋に関する調査研究 ―m²単価方式に関する調査研究―, 2010.
- 34) (財)資産評価システム研究センター編: 家屋に関する調査研究 ―m²単価方式に関する調査研究―, 2011.
- 35) (財)資産評価システム研究センター編: 家屋に関する調査研究 ―大規模災害に係る被災家屋の評価について―, 2012.
- 36) 損害保険料率算定機構: 東海豪雨水災被害アンケート調査による住宅被害分析, 2002.
- 37) 木村秀治, 石川良文, 片田敏孝, 浅野和広, 佐藤尚: 都市型水害における事業所被害の構造的特質に関する研究, 土木学会論文集 D, Vol. 63 No. 2, pp. 88-100, 2007.
- 38) 加藤史訓, 福濱方哉, 野口賢二: 高潮による浸水被害の実態調査, 海岸工学論文集, 第52巻, pp. 1321-1325, 2005.
- 39) 鈴木進吾, 越村俊一, 原田賢治, 岡本学, 福留邦洋, 菅麿志保, 河田恵昭: 2004年7月新潟豪雨水害の災害調査による家屋被害関数の構築, 水工学論文集, 第49巻, pp. 439-444, 2005.
- 40) 日経BP社: 日経ホームビルダー2005年2月号記事, pp. 53-55.
- 41) (社)日本ツーバイフォー建築協会編: 東北地方太平洋沖地震ツーバイフォー住宅被害状況報告書, 2011.
- 42) 多々納裕一, 藤見俊夫, 梶谷義雄, 土屋哲, 中野一慶: 総合的な災害リスク管理施策評価のための被害計量化の考え方, 第1回防災計画研究発表会講演集, pp. 1-11, 2006.
- 43) 中野一慶, 多々納裕一, 藤見俊夫, 梶谷義雄, 土屋哲: 2004年新潟県中越地震における産業部門の経

- 済被害推計に関する研究, 土木計画学研究・論文集 No24, pp. 289-298, 2007.
- 44) 仲条仁, 藤井琢哉, 石川良文: 東日本大震災における製造業の生産停止被害に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 69, No. 5 (土木計画学研究・論文集第 30 巻), 2013.
- 45) McCarthy, K., Peterson, D. J., Sastry, N. and Pollard, M.: The Repopulation of New Orleans After Hurricane Katrina, Rand Gulf States Policy Institute, pp. 11, 17, 2006.
- 46) Graumann, A., Houston, T., Lawrimore, J., Levinson, D. Lott, N., McCown, S., Stephens, S. and Wuertz, D.: Hurricane Katrina - A Climatological Perspective - Pre-liminary Report, NOAA's National Climatic Data Center, p. 3, 2005.
- 47) NDMA: Pakistan Floods 2010 Learning form Experience, 2010.
- 48) Emergency Operation Center for Flood ウェブサイト: Storm and Landslide.
<http://disaster.go.th/dpm/flood/flood.html>
- 49) (独) 防災科学研究所 HP: カスリーン台風 60 年企画展.
<http://dil.bosai.go.jp/disaster/1947kathleen/003.html>
- 50) 伊勢湾台風 30 年事業実行委員会: 次世代にひきつぐあの教訓伊勢湾台風.
- 51) U.S. Senate Committee on Homeland Security and Governmental Affairs: : Hurricane Katrina - A Nation Still Unprepared, p. 331, 2006.
- 52) 中部日本新聞社: 伊勢湾台風の全容, 1959.
- 53) 埼玉県: 昭和 22 年 9 月埼玉県水害誌, 1950.
- 54) 牛山素行: 2004 年台風 23 号による人的被害の特徴, 自然災害科学, Vol. 24, No. 3, 2005.
- 55) (社) 中部建設協会: 忘れない, 東海豪雨 東海豪雨から 10 年, 2010.
- 56) 国土交通省・防災関連学会合同調査団: 米国ハリケーン・サンディに関する現地調査報告書 (第一版), 平成 25 年 5 月.
- 57) The Brookings Institution: Katrina Index, 2006. 12.
- 58) Federal Financial institutions Examination Council :
Lessons Learned From Hurricane Katrina, 2006.
http://www.ffiec.gov/pdf/katrina_lessons.pdf
- 59) 宮崎市総務部危機管理室: 平成 17 年 台風 14 号災害の概要.
<http://www.city.miyazaki.miyazaki.jp/www/contents/1280990692829/activesqr/common/other/4c5a5f68002.pdf>
- 60) 日本経済新聞: 平成 12 年 9 月 13 日朝刊
- 61) 産経新聞 ウェブサイト: [経済・IT ニュース]「カンバン方式」限界 工場の部品調達深刻, 中古車急騰, 生活再建の足かせ 新車の代替需要増, 不足する下取り, 平成 23 年 3 月 24 日.
<http://sankei.jp.msn.com/economy/news/110324/biz11032421350028-n1.htm>
<http://sankei.jp.msn.com/economy/news/110424/biz11042408020003-n1.htm>
- 62) 読売新聞 ウェブサイト: 経済 トヨタ, 海外大幅減産, 平成 23 年 4 月 20 日.
<http://www.yomiuri.co.jp/atmoney/news/20110420-0YT1T01050.htm>

- 63) 日本貿易振興機構 (JETRO) HP : 緊急特集 タイ洪水に関する情報, 平成 23 年 12 月 26 日時点.
<http://www.jetro.go.jp/world/asia/th/flood/complex.html>
- 64) ロイター通信 ウェブサイト : 平成 23 年 11 月 8 日午後 7 時現在.
<http://jp.reuters.com/article/businessNews/idJPJAPAN-24051720111108>
- 65) 時事通信 ウェブサイト : ホンダ, タイの自動車工場再開, 平成 23 年 3 月 26 日.
<http://www.jiji.com/jc/zc?key=%a5%db%a5%f3%a5%c0&k=201203/2012032600305>
- 66) ロイター通信, 平成 23 年 10 月 21 日午後 8 時現在.
<http://jp.reuters.com/article/idJPJAPAN-23752020111021>
- 67) 国土交通省・防災関連学会合同調査団 : 米国ハリケーン・サンディに関する現地調査報告書 (第一版), 平成 25 年 5 月.
- 68) 原田玻璃美, 小畑美紀枝, 森本七重, 山崎由美子 : 台風 23 号 病院を遅う 床上浸水した公立豊岡病院のその時, 看護管理, Vol. 15 , No. 2, 2005.
- 69) 日本災害看護学会 HP : 災害経験 台風 14 号による病院被災体験と現在の取組み.
http://www.jsdn.gr.jp/news_backno13.html
- 70) U.S. House of Representatives : A Failure of Initiative, 2006.
<http://www.gpoaccess.gov/katrinareport/mainreport.pdf>
- 71) 読売新聞 ウェブサイト : 社会 避難所生活の人工透析患者 2 人死亡, 平成 23 年 4 月 2 日.
<http://www.yomiuri.co.jp/national/news/20110402-OYT1T00309.htm>
- 72) 国土交通省河川局 HP : 災害列島 2000.
http://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/bousai/saigai/2000/home.html
- 73) John Wren : THE GREAT CHICAGO FLOOD, 2007.
- 74) Hanania stories for the Houston Chronicle 1992.
- 75) Compton, Ermolieva, Linnerooth-Byer : Integrated Flood Risk Management for Urban Infrastructure.
- 76) 京都大学防災研究所巨大災害研究センター, 建設技術研究所 : 欧米先進国における水害に対する総合減災システムの調査, 2002.
- 77) 豊岡市 ウェブサイト : 台風 23 号の被害と対応.
<http://www.city.toyooka.lg.jp/www/contents/1140145261640/>
- 78) 泰康範, 目黒公郎 : 2000 年東海豪雨における電力供給量の変動と浸水被害の関係, 土木学会第 57 回年次学術講演会, 2002.
- 79) 中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会」: 報告資料, 2010.
- 80) 中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会」: 第 9 回専門調査会 資料 1, 2008.
- 81) 池内幸司, 越智繁雄, 安田吾郎, 岡村次郎, 青野正彦 : 大規模水害時の氾濫形態の分析と死者数の想定, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 67, No. 3, 133-144, 2011.
- 82) 池内幸司, 越智繁雄, 安田吾郎, 岡村次郎, 青野正彦 : 大規模水害時における孤立者数・孤立時間の推計とその軽減方策の効果分析, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 67, No. 3, 145-154, 2011.

- 83) 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」：第34回専門調査会資料5，2008.
- 84) 中央防災会議「防災対策推進検討会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ」：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告），資料3，2013.
- 85) 中野一慶，多々納裕一：産業間の相互依存性を考慮した自然災害による経済被害の統合的評価方法，土木計画学研究・論文集，Vol. 25，No. 1，pp. 255-266，2008.
- 86) 戸田圭一，川池健司，深草新，山本大介：地上・地下を統合した都市水害モデルによる神戸市の地下街浸水解析，地下空間シンポジウム論文・報告集，Vol. 13，pp. 225-230，2008.
- 87) 中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会」：第13回専門調査会 資料1～8，2009.
http://www.mlit.go.jp/road/ir/hyouka/plcy/kijun/bin-ekiH20_11.pdf
- 88) 池内幸司，越智繁雄，安田吾郎，岡村次郎，青野正彦：大規模水害時における地下鉄等の浸水想定と被害軽減方策の効果分析，土木学会論文集B1（水工学），Vol. 68，No. 3，136-147，2012.
- 89) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：水害廃棄物対策指針，2005.
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=6839&hou_id=6059
- 90) 平山修久，河田恵昭：水害時における行政の初動対応からみた災害廃棄物発生量の推定手法に関する研究，環境システム研究論文集，Vol. 33，2005.
- 91) 松島格也，湧川勝己，大西正光，伊藤弘之，小林潔司：水害による被災家計の精神的被害の経済評価，土木計画学研究-論文集，Vol. 24，No. 2，pp. 263-272，2007.
- 92) 高木朗義，大國哲，阪井宣行：洪水による精神的被害の構造分析とその金銭的評価に関する実証的研究，河川技術に関する論文集，Vol. 6，pp. 225-230，2000.
- 93) リクルート住まい研究所(株)：首都圏在住者への住み替え意向アンケート，2007.
- 94) 総務省：平成20年 住宅・土地統計調査結果.
<http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2013/tyousake.htm#1>
- 95) 上野山智也，荒井信幸：巨大災害による経済被害をどう見るか ―阪神・淡路大震災，9/11 テロ，ハリケーン・カトリナを例として―，内閣府経済社会総合研究所，ESRI Discussion Paper Series No. 177，2007.
- 96) 住宅金融公庫監修・豊かな住生活を考える会編著：「図解日本の住宅がわかる本」，pp. 119，141，PHP 研究所，1994.
- 97) 住宅金融支援機構：平成14年度 公庫融資住宅の仕様について.
http://www.jhf.go.jp/about/research/tech_h14_spec.html
- 98) 坂本功監修：「日本の木造住宅の100年」，（社）日本木造住宅産業協会，2000.
- 99) （独）雇用・能力開発機構 職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター編：
「三訂 建築〔Ⅱ〕木質構造・建築材料・仕様・積算編」，1997.
- 100) （社）石膏ボード工業会 ウェブサイト：石膏ボード製品の生産推移，
<http://www.gypsumboard-a.or.jp/statistics/index.html>
- 101) 国土交通省：建築統計年報

- 102) (財) 建設物価調査会総合研究所：「個人住宅工事費のマクロ的価格傾向に関する研究調査報告書」，2005.
- 103) 板垣博一：外装材料の現状と今後の見通し，地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場，林産誌だより 1985 年 10 月特集カラマツ・セメントボード，1985.
- 104) (財) 経済調査会：「積算資料ポケット版 リフォーム 2012」，2012.
- 105) 内田祥哉，吉田倬郎，深尾精一，瀬川康秀，大野 隆司：「建築構法」，市ヶ谷出版社，2007.
- 106) 日本建築学会編：「構造用教材 改訂第 2 版」，丸善出版，1995.
- 107) (株) LIXIL ウェブサイト：<http://sunwave.lixil.co.jp/catalog/>
- 108) TOTO (株) ウェブサイト：<http://www.toto.co.jp/products/groom/index.htm>
- 109) (株) NORITZ ウェブサイト：<http://www.noritz.co.jp/product/kyutoki.html>
- 110) (財) 資産評価システム研究センター編：家屋に関する調査研究，2009.
- 111) (財) 経済調査会 HP すまいの建築費用
<http://www.kentiku-hiyou.com/details/>
- 112) 国土交通省都市局 HP：東日本大震災からの津波被災市街地復興手法検討調査のとりまとめについて.
<http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi-hukkou-arkaibu.html>
- 113) 栗山浩一：「公共事業と環境の価値 CVM ガイドブック」，築地書館，1997.
- 114) 損害保険料率算出機構：家財の地震被害予測手法に関する研究（その 1）家財の所有・設置状況に関する調査. 2007.
http://www.nliro.or.jp/disclosure/q_kenkyu/13.html.
- 115) 総務省：東日本太平洋岸地域のデータ及び被災関係データ～「社会・人口統計体系（統計でみる都道府県・市区町村）」より～
<http://www.stat.go.jp/info/shinsai/>
- 116) (一財) 自動車検査登録情報協会 HP：車種別（詳細）保有台数.
<http://www.airia.or.jp/number/index.html>
- 117) (一財) 自動車検査登録情報協会 HP：自家用乗用車の世帯当たり普及台数（都道府県別）.
<http://www.airia.or.jp/number/mycar.html>
- 118) 川田自動車 ウェブサイト：<http://www.g-kawada.com/news/suigai.html>
- 119) (株) ニチプレ ウェブサイト：http://www.nichipure.co.jp/rack/r_size.html
- 120) 国土交通省：治水経済調査マニュアル(案) 各種資産評価単価及びデフレーター，2014.
- 121) 総務省：統計でみる都道府県のすがた 2012，H 居住.
http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&tcID=000001036889&cyc1eCode=0&requestSender=search
- 122) (一財) 自動車検査登録情報協会 HP：車種別の平均使用年数推移表.
<http://www.airia.or.jp/number/index2.html>
- 123) 復興庁 ウェブサイト：

- <http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat2/sub-cat2-1/20130823093330.html>
- 124) 総務省：東日本太平洋岸地域のデータ及び被災関係データ～「社会・人口統計体系（統計でみる都道府県・市区町村）」より～
<http://www.stat.go.jp/info/shinsai/>
- 125) 経済企画庁経済研究所国民所得部：1993年改訂 国民経済計算の体系 上巻，pp.166，1995.
- 126) 内閣府経済社会総合研究所：2010（平成22）年度国民経済計算，固定資本ストックマトリックス.
http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kakuhou/files/files_kakuhou.html
- 127) 帝国データバンク：「東日本大震災関連倒産」（発生から3年）の内訳と今後の見通し：帝国データバンク ウェブサイト.
<http://www.tdb.co.jp/report/watching/press/pdf/p140301.pdf>
- 128) 総務省統計局：家計調査，平成23年
- 129) 東京電力 ウェブサイト：
http://www.tepco.co.jp/solution/power_equipment/generation/index-j.html
- 130) 総務省統計局：住宅・土地統計調査 統計表一覧. <http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/kekka.htm>
- 131) 中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会」：第4回専門調査会 資料3，2007.
- 132) 経済産業省原子力安全・保安院，高压ガス保安協会：液化石油ガス設備工事施工管理マニュアル（設備工事管理者編）.
- 133) 総務省 HP：電気通信サービスの加入契約数等の状況.
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban03_02000122.html
- 134) 国土交通省水管理国土保全局：水害の被害指標分析の手引き（H25 試行版），2013.
http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/pdf/higaisihyou_h25.pdf
- 135) 情報通信審議会 情報通信政策部会：第37回資料 37-1-10，2011.
- 136) 中部地方整備局：中部の水害 2000年9月東海豪雨
- 137) ロイター通信：10月31日
<http://jp.reuters.com/article/topNews/idJPTYE89T0A220121031>
- 138) 仙台市ガス局：仙台市ガス事業震災復興プラン
http://www.gas.city.sendai.jp/top/info/uploads/gas_restoration_plan.pdf
- 139) 経済産業省：総合資源エネルギー調査会都市熱エネルギー部会ガス安全小委員会災害対策ワーキンググループ（第1回）
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/toshinetsu/saigai_taisaku_wg/001_02_02.pdf
- 140) The Brookings Institution:Katrina Index，2006.12.
- 141) NTT 東日本 ウェブサイト：東日本大震災における復旧活動の軌跡.
http://www.ntt-east.co.jp/info/detail/pdf/shinsai_fukkyu.pdf
- 142) 財務省 ウェブサイト：
<http://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1022127/www.mof.go.jp/jouhou/syuzei/zeisei07/01/>

謝辞

本論文は、国土交通省水管理・国土保全局河川計画課に席を置く筆者が、平成 23 年 10 月から平成 25 年 7 月まで「河川事業の評価手法に関する研究会」の事務局の中心として開発・提案した内容を基にしつつも新たな考察を加え、平成 26 年 7 月に東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻へ博士論文として提出したものです。

本論文の執筆にあたりお世話になった方々に対し、ここに記すことにより感謝申し上げます。

主査の目黒公郎先生には、本論文の書き始めから完了まで終始ご指導いただき、推論の途中を端折っていたり説明不足となっていたりする部分への指摘をはじめ、大所高所からのご意見をいただきました。進捗が滞りがちであり、論文を簡略化しようとするきらいのある筆者を幾度となく叱咤激励して下さいました。復旧需要と被害との関係の考察や、第 4 章の家庭関連被害、第 5 章の事業所関連被害については当初割愛しようとしていたのを、「この論文が想定する読者にとって必要と考えられる内容は盛り込んでおくべき」と博士論文の意義を説諭して下さいたことで、本論文に記載すべき項目については漏れなく網羅することができたと思っています。

副査の小林潔司先生、小池俊雄先生、沖大幹先生、大原美保先生にも多くのご指導をいただきました。

京都大学経営管理大学院の小林先生には副査としてだけではなく、「河川事業の評価手法に関する研究会」の座長として、筆者が研究会事務局を担当することとなった平成 23 年 10 月から論文完成までの間、特に事業所関連被害の部分を中心に多くのご指導、ご示唆をいただきました。さらに、そのご指導にあたっては、本来であれば筆者が京都まで出向くべきところを、先生の東京出張の際の空き時間を優先的に割り当てて下さりました。

小池先生には、調査結果の統計処理についての論述が不十分だった点についてご指摘、ご指導をいただきました。

沖先生には、学術論文としての論理構成や記述の不備について、多数ご指摘、ご指導していただきました。また、平成 24 年の年末頃から始めた沖先生との勉強会において、論文執筆にあたって参考となる有意義なご意見をいただきました。

(独) 土木研究所の大原先生には、先生が東京大学に在籍されていた時から論文執筆の相談を始めたこともあり、論文執筆に何かと不慣れな筆者に対し、進捗状況管理や論文の書き方等、多くの助言を下されました。

「河川事業の評価手法に関する研究会」の委員である NKSJ リスクマネジメント(株)の中嶋秀嗣先生、東京大学大学院情報学環の田中淳先生、京都大学大学院工学研究科の戸田圭一先生、名城大学都市情報学部の大野栄治先生、群馬大学大学院工学研究科の清水義彦先生、京都大学防災研究所の多々納裕一先生、東京大学社会科学研究所の松村敏弘先生に、

研究会開催前に個別にいただいたご指導や、会議の場でいただいたご意見が、本論文の随所に反映されています。

筆者の上司である池内幸司氏、廣瀬昌由氏には、研究会開催の資料作成の度に、方向性の示唆と多くのご助言、ご指導をいただきました。お二人には筆者が論文指導を受けに行くために度々休暇を取得することとなるにもかかわらず、研究会の内容を基に博士論文として執筆することにご理解をいただき強く後押ししてくださりました。筆者とともに研究会の事務局を務めた栗林孝典氏、猿渡広邦氏、池田剛司氏、小田桐篤氏、松崎香織氏には、被災地への訪問調査、専門家への聞き取り調査、データの取りまとめにご協力をいただきました。国土技術政策総合研究所水害研究室の伊藤弘之氏、久保田啓二郎氏、大浪裕之氏には、筆者らと共同で被災地への訪問調査を実施していただきました。

浅見ユリ子氏、仲条仁氏をはじめとするパシフィック・コンサルタンツ（株）、（株）KCSの方々には、研究会事務局の補佐として被災地への訪問調査等にご協力いただいたことに加え、各種の統計データの整理や、私の考えを練り上げる際の議論相手となっただけではありません。代表としてお二人のお名前を挙げさせていただきますが、被災地への訪問調査に対して、両社は文字通り社を挙げてのご協力をいただきました。

天満知生氏には草稿段階でご覧いただき、内容だけでなく文章表現についても多くの指摘をいただきました。

一人ひとりのお名前を挙げることは控えますが、聞き取り調査を実施し、論文としてまとめることができたのは、調査にご協力いただいた方々のお陰です。特に、被災地の方々はお自身がつらい状況であるにもかかわらず、調査に全面的にご協力していただきました。また、（一財）日本不動産研究所の平井敏彦氏をはじめとする建築の専門家の方々、ライフライン事業者の方々には、本研究にとって多くの有益な示唆をいただきました。

妻の真州美と長女の初寧は、週末の多くを執筆作業に費やすこととなった筆者を温かく見守ってくれました。

お世話になった方々全てのお名前を記すことはできませんが、多くの方々にご理解とご協力、ご指導とご助言をいただいたおかげで、本論文を執筆することができました。深く感謝申し上げます。

最後になりましたが、東日本大震災において亡くなられた方々のご冥福をお祈りするとともに、被災された方々にお見舞い申し上げます。

本論文が今後の水害被害を少しでも軽減することにつながることを願ってやみません。

平成26年7月

多田直人