

1986年12月30日長野県北西部に発生した 地震 (M 5.9) の通信調査

— 震度分布の異方性 —

東京大学地震研究所

茅野 一郎
酒井 要
小林 勝
羽田 敏夫
橋本 信一
佃 為成

(平成2年12月26日受理)

1. はじめに

1986年12月30日9時38分頃長野県北西部に M5.9 (JMA) の地震が発生し、震央付近では若干の被害を伴った。佃ら (1989) によれば震央位置は 36.6201°N , 137.9352°E で、長野県北安曇郡美麻 (みあさ) 村、上水内郡小川村、信州新町の境界付近にあたり、震源の深さは 5.5 km であった。前震・余震を含む地震活動の詳細、発震機構、テクトニックな意義については佃ら (1989) に詳しい。

図1は気象庁による震度分布である。・は高山 (震度 0, 無感) の位置を示している。この地震について、通信調査を行った。

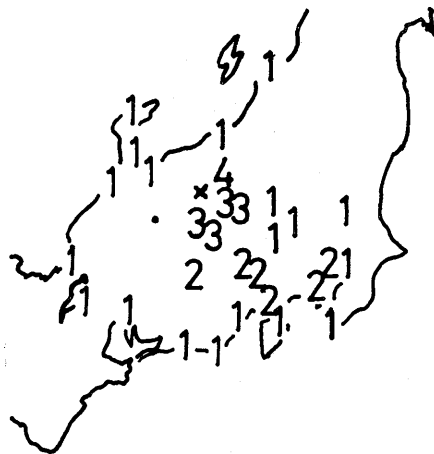


Fig. 1. Seismic intensity distribution (in JMA Scale, after JMA). Dot indicates Takayama where intensity was 0 (not felt). Cross symbol denotes the epicenter.

地震についての調査のお願い

去る12月30日午前9時38分頃長野県北西部に発生した地震により、震央周辺の地域では若干の被害を生じたと伝えられています。この地震の際の各地の状況、地震動の様子・強さ（震度）などにつき調査いたしたく存じますので、ご多忙中誠に恐れ入りますが、以下の調査票にご記入・ご回答下さるようお願い申し上げます。

東京大学地震研究所 担当者 茅野一郎
全信越地震観測所 所長 佃 為成

昭和61年12月30日午前9時38分頃長野県北西部に発生した地震の時の、あなたのお住居及びその付近の状況についてお答え下さい。他地区の状況が混じったり、新聞・テレビの報道によって書かないようご注意ください。

地震を感じなかったり、目立った現象がなかったということも、その土地の地震の時の状況を示す貴重な事実です。その様な場合も忘れずにご回答下さい。

調査票の最後の住所の欄には必ずご記入下さい。

- 地震を感じましたか。 感じた、 感じなかった。
- 次のような現象がありませんでしたか、気がついたものに○をつけて下さい。
- 立っていられなかった、立ち上がれなかった、歩けなかった。
 - タンス・戸棚等の家具（少数、かなり、たくさん）倒れた。
 - こけし・人形・位牌など（少数、かなり、たくさん）倒れた。
 - 花瓶・食器等（少数、かなり、たくさん）落ちた。
 - 建具 外れた、動き難くなった、障子が破れた、ガラスが割れた。
 - 壁 亀裂が出来た、（少し、たくさん）はがれ落ちた。
 - 瓦 ずれた、（少し、たくさん）落ちた。
 - 納屋・物置・倉庫（破損、傾斜、倒壊）したものがある。
 - 土蔵 亀裂が入った、壁が崩れた、移動した、倒壊した。
 - 池・プールの水 波立った、溢れた、漏ってしまった。
 - 石灯笼（少し、たくさん）倒れた。
 - 墓石（少数、たくさん）移動・回転した。
 - （少数、たくさん）転倒した。
 - 道路・堤防・土手（細い亀裂、大きな地割れ）ができた、崩壊した。
 - 石堀・ブロック堀（少し、かなり、たくさん）崩れた。
 - 石積み・石垣（少し、かなり、たくさん）崩れた。
 - 地鳴り 聞こえなかった、 東南
聞こえた → （ ） という音が 北西 の方から。

Fig. 2. Form of questionnaire card.

地震の前後に、地下水・井戸水・温泉などの変化や、動物の行動の異常等々、何か普段と違った現象に気が付きませんでしたか。地震前に気が付いた現象があったら、それを優先して書いて下さい。

○ いつ(何日何時頃、あるいは 何日何時間くらい前)

○ どこで(小字・集落名・川や沢の名前など出来るだけ詳しく)

○ 何が、どのくらい(量・程度)、どうしましたか。

○ それは、あなた自身が見聞されたことですか。

はい、いいえ→()から聞いた。

地震だと分かったとき何をしましたか。時間順に、二〜三書いて下さい。

その他になにか気がついたことがありますか。

あなたのご住所(必ず詳しくご記入下さい。さもないと、折角ご報告頂いてもどこのことをご報告下さったのか分からず、データとして活用できません。)

長野・岐阜

富山・新潟 県

郡

村大字

字

群馬

市

町

お名前

お年

お仕事

どうも有難うございました。この調査票が配付されたところへお届け下さい。

Table 1. Districts (cities, towns, villages or school districts) with numbers of answered questionnaire cards sent back, epicentral distances and mean seismic intensities.

県	郡市町村	中学校名	報告数	震央距離	震度
長野県	上水内郡小川村	小川 中学校	50	4	5.0
長野県	北安曇郡美麻村	美麻 中学校	34	5	5.0
長野県	上水内郡中条村	中条 中学校	38	9	5.0
長野県	上水内郡信州新町	信州新町 中学校	34	9	5.0
長野県	北安曇郡白馬村	白馬 中学校	38	10	4.7
長野県	上水内郡鬼無里村	鬼無里 中学校	40	10	4.3
長野県	北安曇郡八坂町	八坂 中学校	32	13	5.0
長野県	大町市	第一 中学校	38	13	4.7
長野県	長野市	信更 中学校	52	13	5.0
長野県	更級郡大岡村	大岡 中学校	47	14	5.0
長野県	大町市	仁科台 中学校	38	15	3.7
長野県	上水内郡戸隠村	戸隠 中学校	31	18	3.3
長野県	更埴市稲荷山	西 中学校	37	18	4.3
長野県	長野市	川中島 中学校	48	19	4.3
長野県	長野市	篠ノ井西 中学校	44	19	4.3
長野県	更埴市屋代	屋代 中学校	48	20	4.3
長野県	東筑摩郡麻績村	筑北 中学校	32	21	3.7
長野県	埴科郡上山田町	戸倉上山田 中学校	39	22	4.0
長野県	東筑摩郡生坂村	生坂 中学校	39	22	4.3
長野県	東筑摩郡坂井村	筑北 中学校	14	22	4.7
長野県	長野市	裾花 中学校	42	22	4.3
長野県	長野市	篠ノ井東 中学校	41	22	3.0
長野県	北安曇郡池田町	高瀬 中学校	32	23	4.3
長野県	北安曇郡松川町	松川 中学校	35	23	3.3
長野県	長野市	西部 中学校	62	23	4.0
長野県	埴科郡戸倉町	戸倉上山田 中学校	5	24	3.7
長野県	長野市	松代 中学校	42	24	4.3
長野県	長野市	更北 中学校	34	24	4.3
長野県	東筑摩郡本城村	聖南 中学校	17	25	3.3
長野県	東筑摩郡坂北村	聖南 中学校	16	26	4.3
長野県	長野市	東部 中学校	38	26	4.7
長野県	長野市	三陽 中学校	43	27	3.7
長野県	長野市	若穂 中学校	43	28	4.3
長野県	埴科郡坂城町	坂城 中学校	40	30	3.7
長野県	上水内郡牟礼村	飯綱 中学校	22	30	4.3
長野県	東筑摩郡明科町	明科 中学校	38	30	4.0
長野県	東筑摩郡四賀村	会田 中学校	40	30	3.7
長野県	南安曇郡穂高町	穂高 中学校	46	32	4.3
長野県	上水内郡信濃町	信濃 中学校	44	32	4.0
長野県	上水内郡豊野町	豊野 中学校	38	33	3.7
長野県	上水内郡三水村	飯綱 中学校	21	33	4.0

(to be continued)

Table 1. Continued

県	都市町村	中学校名	報告数	震央距離	震度
長野県	小県郡青木村	青木中学校	38	33	3.3
長野県	須坂市	墨坂中学校	40	33	4.7
長野県	上田市	川西中学校	49	34	3.3
長野県	須坂市	常盤中学校	56	34	3.7
長野県	南安曇郡豊科町		2	35	3.5
長野県	南安曇郡堀金村	堀金中学校	31	35	4.3
長野県	須坂市	相森中学校	39	35	2.7
長野県	上高井郡小布施町	小布施中学校	42	35	3.7
長野県	須坂市	東中学校	54	36	3.7
長野県	小県郡真田町	菅平小学校	34	37	3.0
長野県	上田市	塩田中学校	39	37	3.3
長野県	上田市	第一中学校	42	38	3.7
長野県	南安曇郡三郷村		1	39	3.5
長野県	下水内郡豊田村	豊田中学校	31	39	3.7
長野県	小県郡真田町	真田中学校	49	39	4.0
長野県	松本市	女鳥羽中学校	39	39	3.3
長野県	上高井郡高山村	高山中学校	36	39	2.3
長野県	中野市	中野平中学校	45	40	3.0
長野県	上田市	第五中学校	33	41	3.3
長野県	中野市	南宮中学校	42	41	4.0
長野県	中野市	高社中学校	49	42	3.0
長野県	南安曇郡梓川村	梓川中学校	47	43	2.3
長野県	小県郡丸子町	丸子北中学校	41	43	3.3
長野県	松本市	丸の内中学校	39	43	4.0
長野県	松本市	清水中学校	44	43	3.3
長野県	松本市	松島中学校	40	43	3.7
長野県	松本市	山辺中学校	34	43	2.3
長野県	松本市	鎌田中学校	48	44	3.3
長野県	松本市	高綱中学校	37	44	3.3
長野県	小県郡丸子町	丸子中学校	38	45	4.0
長野県	松本市	開成中学校	35	45	3.7
長野県	下高井郡山ノ内町	山ノ内中学校	6	45	3.0
長野県	小県郡武石村	依田窪南部中学校	13	46	4.0
長野県	松本市	信明中学校	42	46	3.3
長野県	東筑摩郡波田村	波田中学校	46	47	3.0
長野県	飯山市	第一中学校	18	47	4.0
長野県	飯山市	第二中学校	15	47	3.3
長野県	小県郡東部町	東部中学校	19	48	4.3
長野県	下高井郡野沢温泉村		3	49	3.5
長野県	下高井郡木島平村	木島平中学校	13	49	2.5
長野県	松本市	明善中学校	42	50	4.0
長野県	松本市	菅野中学校	43	50	3.0
長野県	小県郡長門町	依田窪南部中学校	11	50	4.7
長野県	南安曇郡安曇村	安曇中学校	47	50	3.7
長野県	北佐久郡立科町	立科中学校	5	50	3.5

(to be continued)

Table 1. Continued

県	郡市町村	中学校名	報告数	震央距離	震度
長野県	小県郡和田村	和田 中学校	18	51	2.7
長野県	飯山市	第三 中学校	8	51	3.5
長野県	塩尻市	丘 中学校	18	52	4.0
長野県	小諸市	芦原 中学校	3	54	3.0
長野県	北佐久郡望月町	望月 中学校	20	56	4.0
長野県	塩尻市	塩尻 中学校	18	57	3.0
長野県	北佐久郡浅科町	浅科 中学校	19	57	2.7
長野県	小諸市	小諸東 中学校	23	57	4.3
長野県	塩尻市	西部 中学校	20	57	4.3
長野県	南安曇郡安曇村	大野川 中学校	35	59	2.3
長野県	岡谷市	北部 中学校	4	60	3.0
長野県	諏訪郡下諏訪町	下諏訪社 中学校	5	61	3.0
長野県	諏訪郡下諏訪町	下諏訪 中学校	23	62	3.0
長野県	北佐久郡御代田町	御代田 中学校	15	62	4.0
長野県	佐久市	浅間 中学校	18	62	3.5
長野県	塩尻市	両小野 中学校	7	63	3.3
長野県	佐久市	東 中学校	21	64	2.7
長野県	佐久市	中込 中学校	15	65	3.0
長野県	諏訪市	上諏訪 中学校	13	65	2.0
長野県	上伊那郡辰野町	両小野 中学校	9	65	3.5
長野県	諏訪市	諏訪 中学校	19	67	4.3
長野県	北佐久郡軽井沢町	軽井沢 中学校	8	67	3.0
長野県	南佐久郡白田町	白田 中学校	22	68	2.7
長野県	茅野市	永明 中学校	17	71	3.0
長野県	茅野市	北部 中学校	12	71	3.0
長野県	下水内郡栄村	栄 中学校	18	71	2.0
長野県	上伊那郡辰野町	辰野 中学校	20	72	2.0
長野県	茅野市	長峯 中学校	19	73	3.0
長野県	木曾郡木祖村	木祖 中学校	12	77	3.0
新潟県	中頸城郡妙高々原町	妙高 中学校	25	37	4.3
新潟県	糸魚川市	西海 中学校	34	44	3.0
新潟県	中頸城郡妙高村	妙高 中学校	36	44	2.0
新潟県	糸魚川市	下早川 中学校	48	46	2.3
新潟県	西頸城郡青海町	青海 中学校	44	46	4.0
新潟県	糸魚川市	糸魚川 中学校	39	47	4.0
新潟県	糸魚川市	第二 中学校	30	48	2.7
新潟県	新井市	新井南 中学校	17	49	3.0
新潟県	中頸城郡中郷村	中郷 中学校	19	49	3.0
新潟県	新井市	新井 中学校	9	53	1.0
新潟県	西頸城郡能生町	能生 中学校	17	54	2.3
新潟県	西頸城郡能生町	磯部 中学校	19	58	2.0
新潟県	中頸城郡板倉村	板倉 中学校	20	58	2.7
新潟県	上越市	城西 中学校	21	61	2.0
新潟県	西頸城郡名立町	名立 中学校	10	61	2.0

(to be continued)

Table 1. Continued

県	郡市町村	中学校名	報告数	震央距離	震度
新潟県	上越市	谷浜 中学校	4	62	2.0
新潟県	中頸城郡清里村	清里 中学校	18	63	2.3
新潟県	上越市	高士 中学校	16	64	2.0
新潟県	上越市	八千浦 中学校	7	72	2.0
群馬県	吾妻郡嬭恋村	東 中学校	5	56	2.5
群馬県	吾妻郡長野原町	西 中学校	18	60	2.5
群馬県	吾妻郡草津町	草津 中学校	14	60	2.5
群馬県	吾妻郡長野原町	東 中学校	17	65	1.0
富山県	下新川郡宇奈月町	宇奈月 中学校	33	43	1.0
富山県	下新川郡入善町	舟見 中学校	13	45	2.0
富山県	下新川郡朝日町	朝日 中学校	47	48	1.5
富山県	黒部市	桜井 中学校	15	50	0.0
富山県	中新川郡上市町	上市 中学校	48	51	2.0
富山県	中新川郡立山町	上東 中学校	47	51	1.0
富山県	魚津市	西部 中学校	43	51	1.0
富山県	下新川郡入善町	入善 中学校	18	51	1.0
富山県	魚津市	東部 中学校	39	52	1.0
富山県	黒部市	鷹施 中学校	11	52	2.0
富山県	滑川市	早月 中学校	22	53	0.0
富山県	滑川市	滑川 中学校	24	54	2.0
富山県	上新川郡大山町	上滝 中学校	36	57	1.0
富山県	富山市	水橋 中学校	10	57	0.0
富山県	中新川郡船橋村		1	57	0.0
富山県	富山市	北部 中学校	15	63	2.5
富山県	上新川郡大沢野村	大沢野 中学校	23	63	0.0
富山県	婦負郡細入村	楡原 中学校	16	63	1.5
富山県	富山市	岩瀬 中学校	10	64	2.0
富山県	富山市	南部 中学校	18	65	2.0
富山県	富山市	芝園 中学校	15	66	1.0
富山県	富山市	西部 中学校	21	66	2.0
富山県	婦負郡婦中町	速星 中学校	11	68	2.0
富山県	婦負郡八尾町		3	70	0.0
富山県	婦負郡婦中町	城山 中学校	19	71	1.0
岐阜県	吉城郡上宝村	栃尾 中学校	16	55	1.7
岐阜県	吉城郡上宝村	本郷 中学校	20	63	2.0
岐阜県	吉城郡神岡町	神岡 中学校	19	65	1.5
岐阜県	大野郡丹生川村	丹生川 中学校	18	75	1.0
岐阜県	大野郡高根村	高根 中学校	21	76	1.0
岐阜県	高山市	東山 中学校	30	78	0.0
岐阜県	大野郡朝日村	朝日 中学校	18	79	1.0
岐阜県	高山市	日枝 中学校	35	80	2.3
岐阜県	高山市	中山 中学校	30	81	1.0

2. 通信調査の概要

震央からほぼ 80 km の範囲の中学校 200 校を対象とし、震央からほぼ 50 km 以内の 100 校には 50 枚づつ、その外の 100 校には 20 枚づつ、ただし高山市内の 4 校には 30 枚づつ、総計 7000 余枚の調査票を配付した。162 校から 5000 枚弱の回答が得られた。回収率は従来の同種の調査にくらべてやや高いが、一般に長野県下は他県下より回収率が高い。反面、1 町村に 2 校あるのだが 2 校とも回答が得られなかった町村があったことはたいへん残念であった。

調査を行ったのが 2 月で、地震後だいぶ時間が経っており、あまり細かいことを聞いても確実な回答が得られないと考えられたので、調査票は簡単にした。従って、余り細かい議論をすることは出来ないであろう。調査票を図 2 に示す。この種の調査票にたいして含まれる“電灯が揺れた”という項目を入れなかったのも上述の理由による。

回答者は大部分が生徒であったが先生方を含む場合や全て教職員だった学校もいくつかあった。

データは、まず、学校単位に整理したが、最終的には地震の時にいた場所に従って、市町村別に分け、1 市町村に公立中学校が 2 校以上ある場合は通学区（校区）別に整理した。休暇中であったから、通学区以外にいた人も少なくなかったし、先生たちは通学区以外に住んでいる人の方が多い。長野市などの都市部では、ある場所がどこの学校の通学区に属するか不詳である場合もあったが、最寄りの学校の通学区に属するものであると解釈した。また、長野県下には、2 ケ市町村の組合立という学校がいくつかあるが回答者が地震の時にいた場所に従ってそれぞれの市町村に分けた。

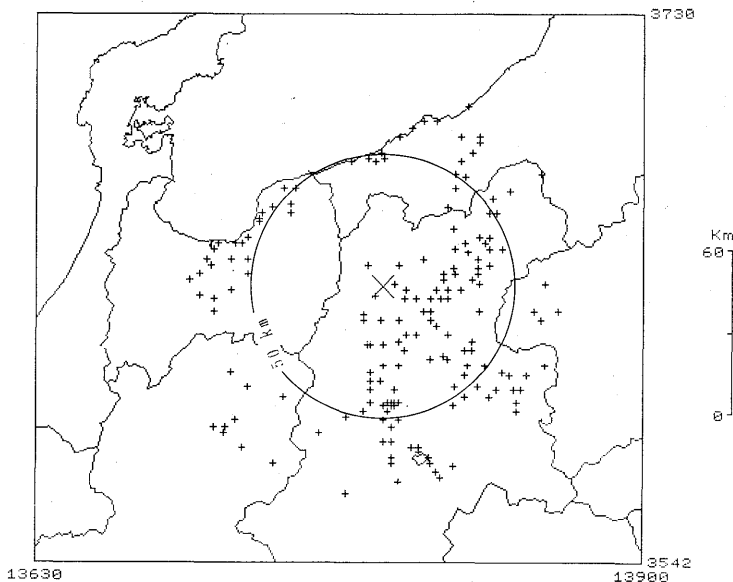


Fig. 3. Distribution of places surveyed. Large cross denotes the epicenter.

報告地点の位置は X-Y リーダーを用いて、原則として20万分の1地勢図上で読み取ったが、都市部では大縮尺の図も参照して位置を確認した。個々の報告者が地震の時にいた場所の記載が不十分で位置を特定できない場合は、報告校毎に同一であると見なした。

地区別(市町村別、1市町村に2校以上ある場合は学校別)の、震央距離、報告数、平均震度を示したものが表1である。報告数が1とか2というのは、残念ながらその地区の学校から回答がなく、他地区の学校からの回答中その地区にいた人の回答のみの場合である。震央距離は、学校またはその地区の中心、詳しくいえば人口の重心と考えられる地点までの距離である。位置は緯度・経度1'単位で入力しているので都市部では同じ位置になっている場合もあるが、図にプロットするにあたって記号が重なってしまうところでは、相対的位置関係をなるべく乱さないように若干位置をずらして記号が識別できるようにした。ここでいう位置はあくまでもその地区の代表点の位置であり、都市部の学校では通学区の広がりや1km程度と考えてもよいだろうが、町村部では広がりや10kmあるいはそれ以上の場合もあることを注意しておきたい。

各地区の代表点の分布を示したものが図3である。震央を中心とする半径50kmの円を描いておいた。震央距離からみると、富山・岐阜県下の各地点(震央距離43~81km、それより近いところは山地であって報告地点がない)に相当するのは、長野県中部(調査範囲の南部)、新潟県上越地方の東部と長野県最北西端部・群馬県西部(調査範囲の北東部から東部)である。

3. 各現象の報告された割合とその分布

調査票1枚ごとに震度を算出し、それを適当な地区毎に平均するというのが従来普通に採られてきた整理方法であるが、ここではグループ法通信調査(茅野, 1990)に準じて、次のようにした。

地区毎に各項目について、“ない”、“少し”、“たくさん”と答えた人の数を集計し、次のような割合を算出する。

[...]は、...と答えた人の数を表わすとして、

$$P(\%) = \frac{0.5 \times [\text{少し}] + [\text{たくさん}]}{[\text{ない}] + [\text{少し}] + [\text{たくさん}]} \times 100 \quad (1)$$

という値を求める。

以下、簡単のため、(1)式のPを“何々の現象の割合”、“項目百分率”等と呼ぶことにする。

生徒が地震を感じたかどうかという項目では、感じた生徒の数を、感じた生徒数と感じなかった生徒数の合計で割ったものを用いる。この項目では、求められた百分率は、直接地震を感じた生徒の割合の推定値になっている。

しかし、一般には、必ずしもその現象の発生率そのものを表わすわけではなく、その現象がその地区で一般的に認められた割合を表わす一種の指標であることに注意する必要がある。例えば、家具の転倒の項でこの値が90%になったということは、ほとんど全ての家具が転倒したという意味ではなくて、その地区のほとんど全ての家で3個程度以上の家具

1986年12月30日長野県北部の地震の通信調査の結果のご報告

県都市町村 長野県□□□□町

学校名 ○○中学校

有効報告数 32

* を付した項目に"少数"と答えた方、**の項目に"細い亀裂"と答えた方は0.5として計算してあります。

○地震を 感じなかった人	0	○池やプールの水	
感じた人	32	波立った	1
地震を感じた人の割合	100.0 %	溢れた・漏った	1
○立っていられなかった人	0	異常の見られた割合	6.3 %
立ち上がれなかった人	4	○納屋等 破損した	1
歩けなかった人	6	傾斜した	0
行動に困難を感じた人の割合	31.3 %	倒壊した	0
○こけし・人形・位牌等		被害を生じたと報告した人の割合	3.1 %
少数倒れた	13	○土蔵 亀裂が入った	0
かなり倒れた	4	壁が崩れた	0
多数倒れた	0	移動した	0
倒れたと報告した人の割合*	32.8 %	倒壊した	0
○棚などの花瓶・食器等		被害を生じたと報告した人の割合	0.0 %
少数落ちた	7	○石燈籠 少し倒れた	2
かなり落ちた	2	たくさん倒れた	0
多数落ちた	0	倒れたと報告した人の割合*	3.1 %
落ちたと報告した人の割合*	17.2 %	○道路 細い亀裂が入った	1
○タンス・戸棚等の家具		大きい地割れが出来た	1
少数倒れた	7	崩壊した	0
かなり倒れた	1	被害を生じたと報告した人の割合**	4.7 %
多数倒れた	0	○墓石 少数 移動・回転した	2
倒れたと報告した人の割合*	14.1 %	多数 移動回転した	1
○建具 外れた	1	移動・回転したと報告した人の割合*	6.3 %
動き難くなった	1	少数 転倒した	0
障子が破れた	0	多数 転倒した	0
ガラスが割れた	0	転倒したと報告した人の割合*	0.0 %
異常を生じたと報告した人の割合	6.3 %	移動・回転と転倒の合計の割合*	6.3 %
ガラスが割れたと報告した人の割合	0.0 %	○ブロック塀・石塚	
○壁 亀裂が入った	0	少し崩れた	1
少し剥がれ落ちた	2	かなり崩れた	1
たくさん剥がれ落ちた	0	たくさん崩れた	0
剥がれ落ちたと報告した人の割合	6.3 %	崩れたと報告した人の割合*	4.7 %
亀裂が入ったも含めた割合	6.3 %	○石垣・石積	
○瓦 ずれた	0	少し崩れた	1
少し落ちた	1	かなり崩れた	1
たくさん落ちた	0	たくさん崩れた	0
落ちたと報告した人の割合*	1.6 %	崩れたと報告した人の割合*	4.7 %
御地の震度は、気象庁震度階で ほぼ	4.3		

と判定されます。

Fig. 4. A sample of regional summary.

が転倒した、家具の転倒がほぼ全般的に認められたという意味である。

ここで扱っている量Pが現象の発生率とどのような関係をもっているかについては、茅野(1990)に若干の検討がある。

ある現象を報告している人の割合が98%(正確にいえば97.5%)以上であるということは、40人程度のサンプルを調べていることを考えれば、1人だけ報告していない人がいるということであって、実質的には全ての人が報告していると考えて差し支えない。

回答のあった学校に対しては、図4に示すような様式でその地区の集計結果を報告した。各現象が報告された割合の分布を図5~24に示した。

これらの図を見ると、各現象の割合が中部山地の東(長野県・新潟県・群馬県)と西(岐阜県・富山県)とで違うことが一目瞭然である。例えば、図5の感じた人の割合を見

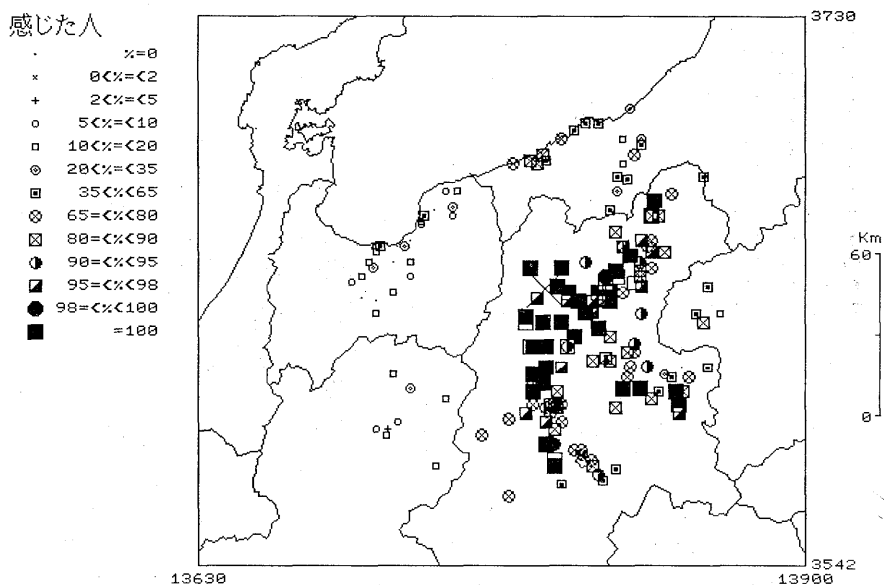


Fig. 5. Distribution of relative frequency of persons who felt the shock.

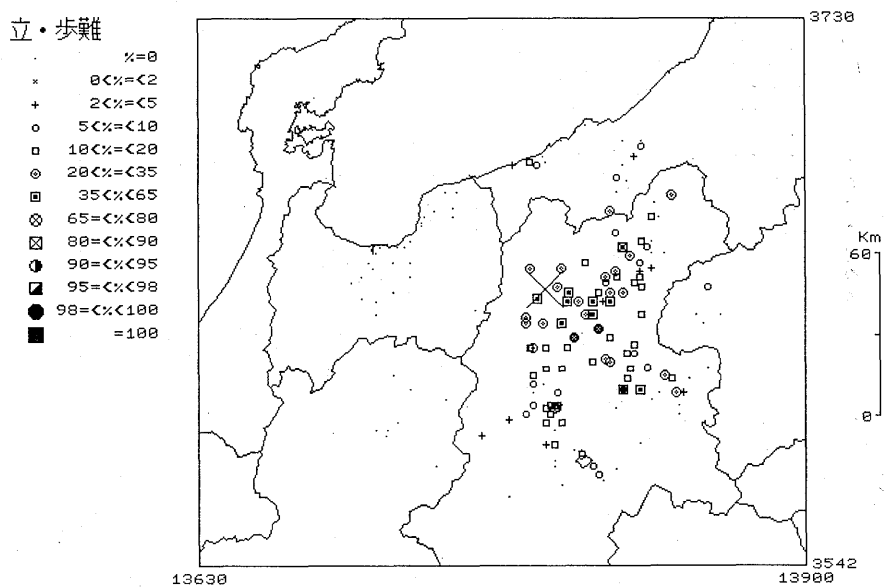


Fig. 6. Distribution of relative frequency of persons who felt it difficult to stand up, to keep standing or to walk.

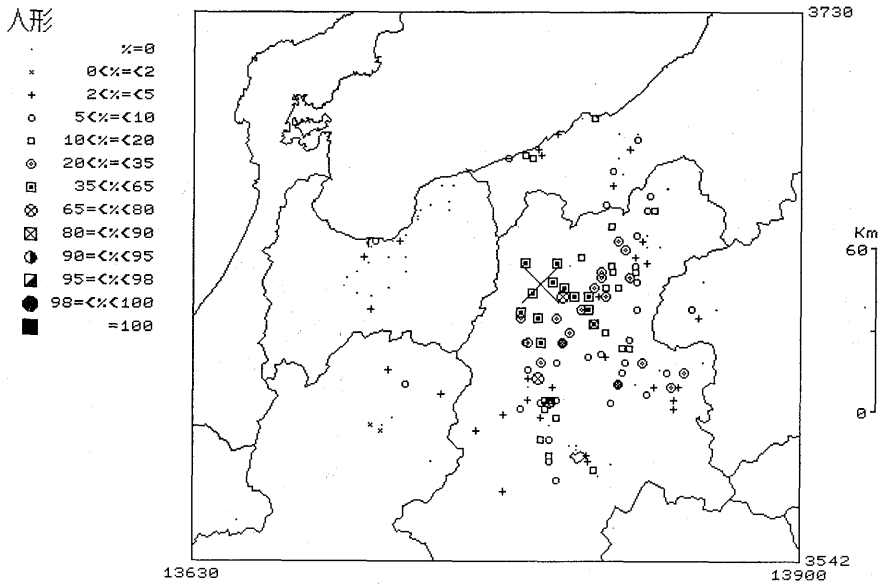


Fig. 7. Distribution of relative frequency of dolls overturned.

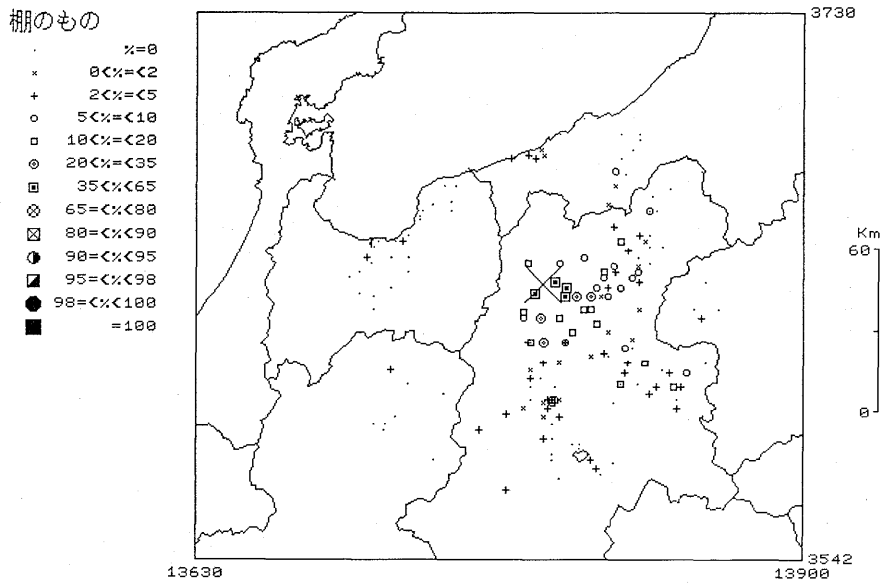


Fig. 8. Distribution of relative frequency of objects which fell from shelves.

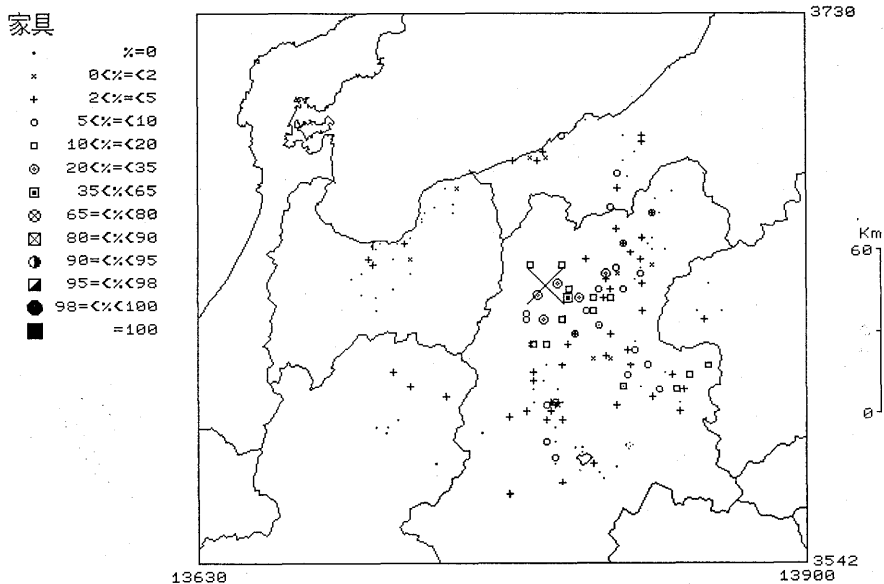


Fig. 9. Distribution of relative frequency of furnitures displaced or overturned.

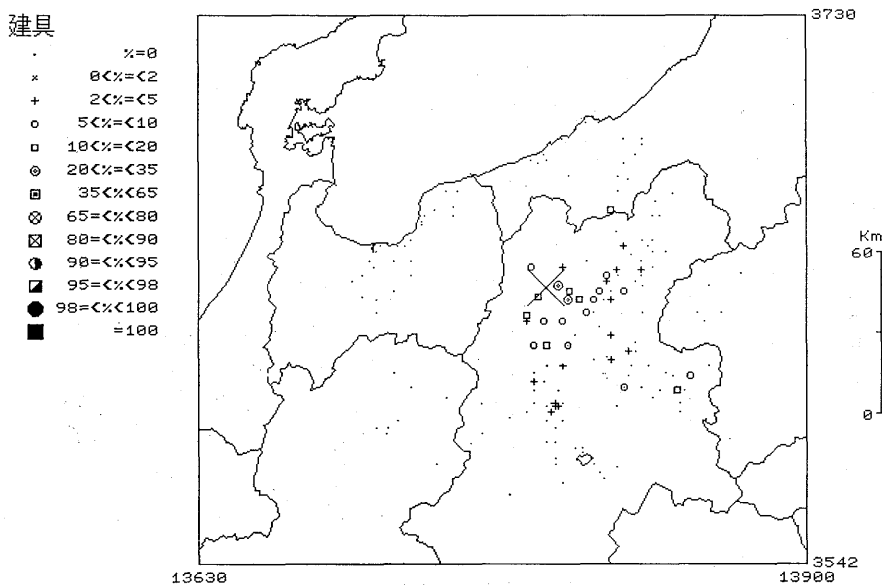


Fig. 10. Distribution of relative frequency of windows, doors and screens damaged.

ガラス割

- ・ % = 0
- × 0 < % < 2
- + 2 < % < 5
- 5 < % < 10
- 10 < % < 20
- ⊙ 20 < % < 35
- ⊠ 35 < % < 65
- ⊗ 65 < % < 80
- ⊞ 80 < % < 90
- ⊟ 90 < % < 95
- ⊠ 95 < % < 98
- 98 < % < 100
- = 100

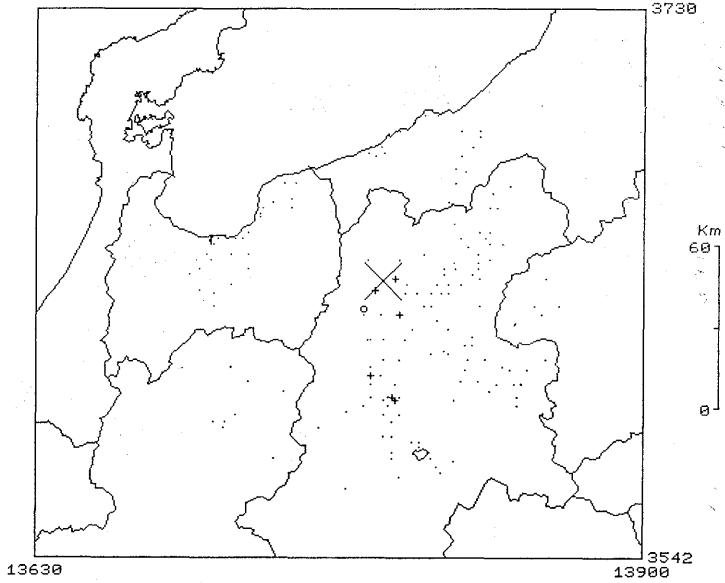


Fig. 11. Distribution of relative frequency of window panes crashed.

壁剥落

- ・ % = 0
- × 0 < % < 2
- + 2 < % < 5
- 5 < % < 10
- 10 < % < 20
- ⊙ 20 < % < 35
- ⊠ 35 < % < 65
- ⊗ 65 < % < 80
- ⊞ 80 < % < 90
- ⊟ 90 < % < 95
- ⊠ 95 < % < 98
- 98 < % < 100
- = 100

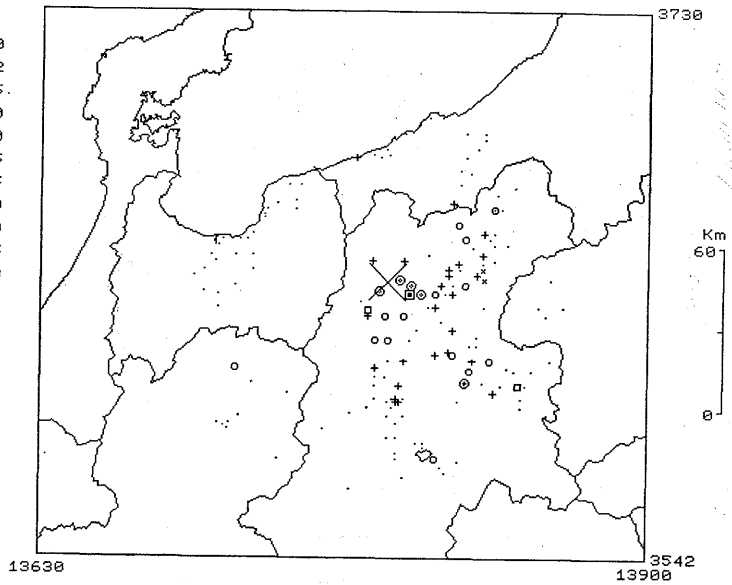


Fig. 12. Distribution of relative frequency of walls peeled off.

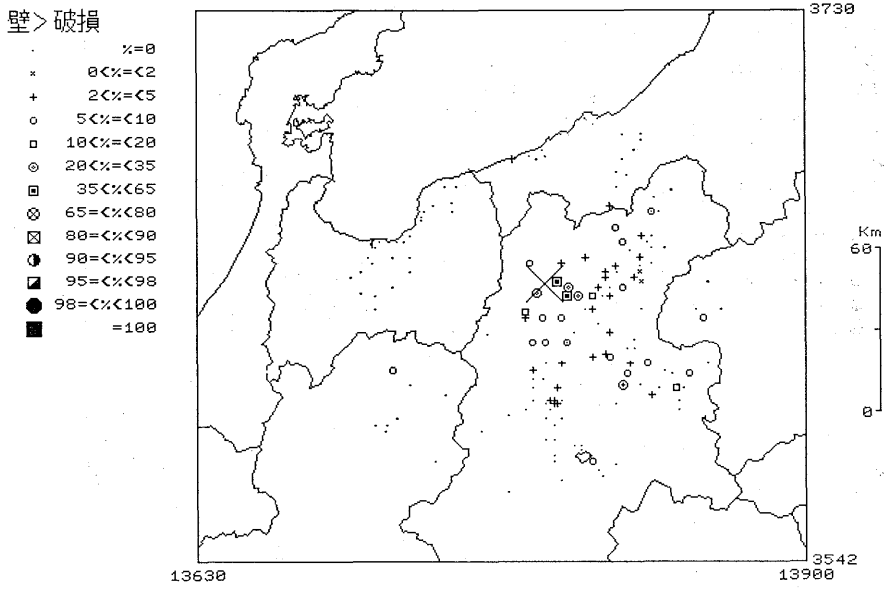


Fig. 13. Distribution of relative frequency of walls cracked or peeled off.

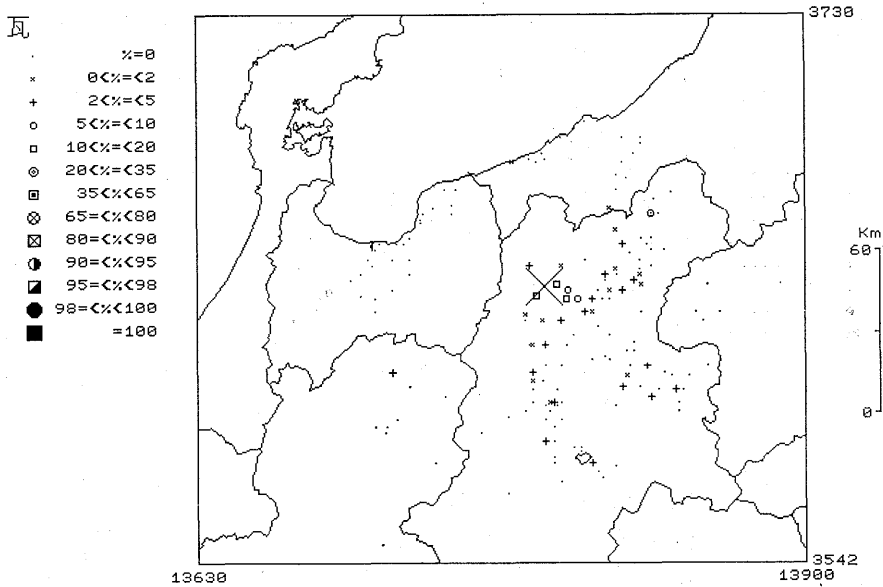


Fig. 14. Distribution of relative frequency of roof tiles which fell.

納屋

- $x=0$
- $0 < x < 2$
- + $2 < x < 5$
- $5 < x < 10$
- $10 < x < 20$
- ⊙ $20 < x < 35$
- ▣ $35 < x < 65$
- ⊗ $65 < x < 80$
- ⊠ $80 < x < 90$
- ⊕ $90 < x < 95$
- ▣ $95 < x < 98$
- $98 < x < 100$
- = 100

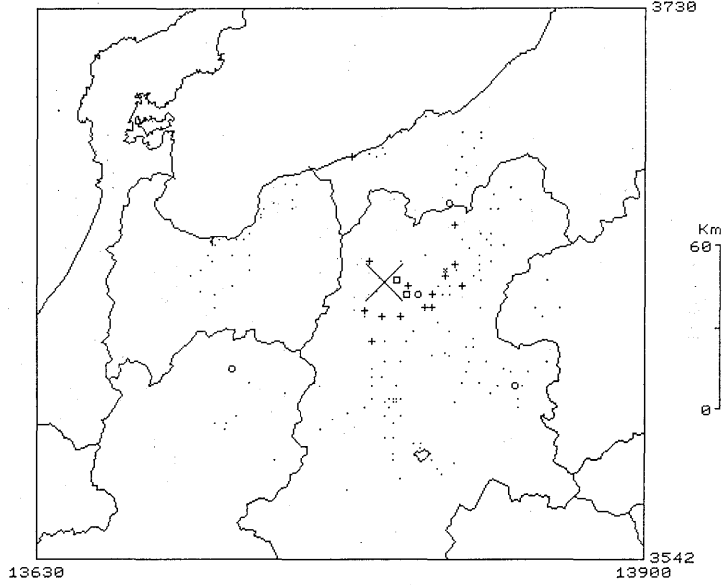


Fig. 15. Distribution of relative frequency of outhouses damaged.

土蔵

- $x=0$
- $0 < x < 2$
- + $2 < x < 5$
- $5 < x < 10$
- $10 < x < 20$
- ⊙ $20 < x < 35$
- ▣ $35 < x < 65$
- ⊗ $65 < x < 80$
- ⊠ $80 < x < 90$
- ⊕ $90 < x < 95$
- ▣ $95 < x < 98$
- $98 < x < 100$
- = 100

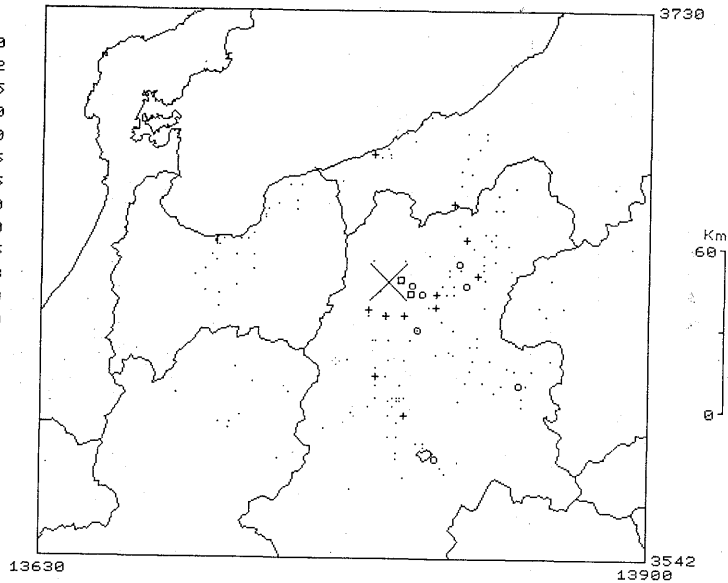


Fig. 16. Distribution of relative frequency of mud storehouses damaged.

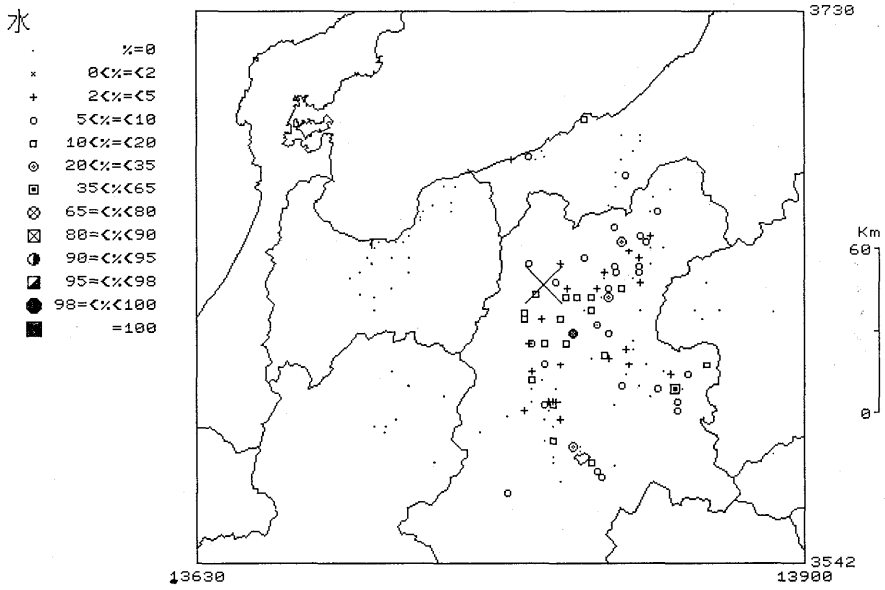


Fig. 17 Distribution of relative frequency of water in ponds or pools disturbed.

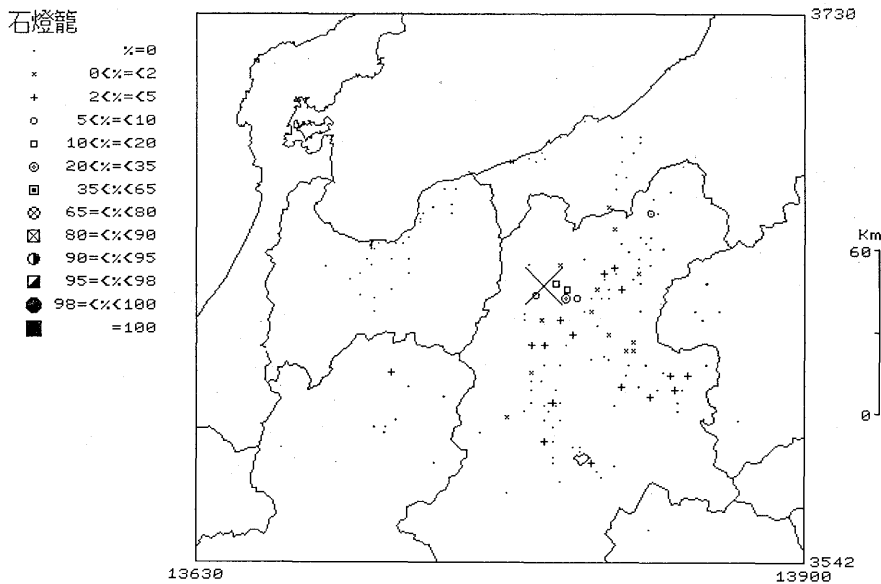


Fig. 18. Distribution of relative frequency of stone lanterns overturned.

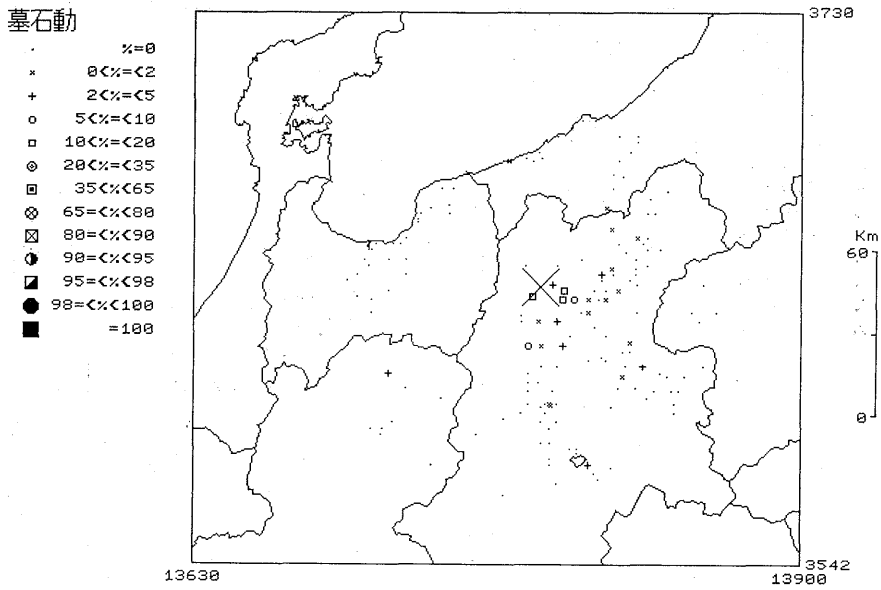


Fig. 19. Distribution of relative frequency of grave stones displaced.

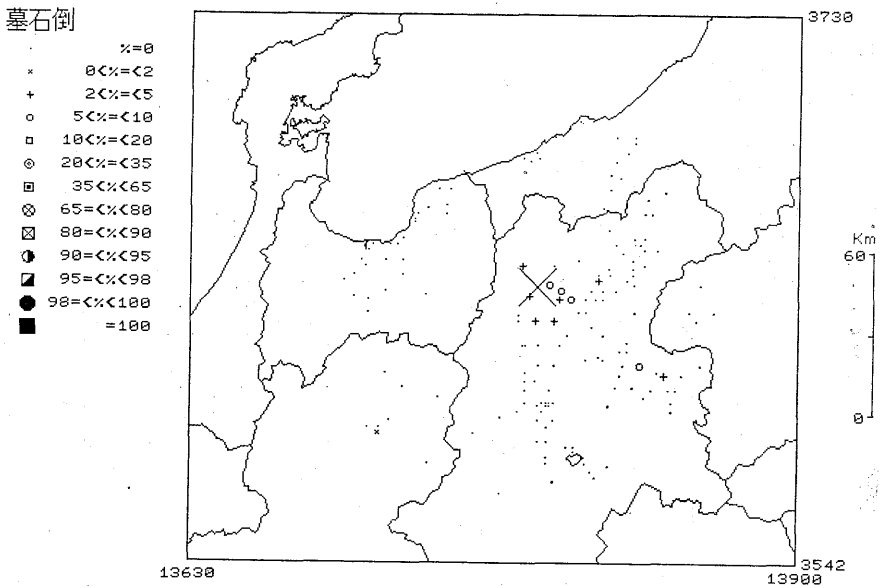


Fig. 20. Distribution of relative frequency of grave stones overturned.

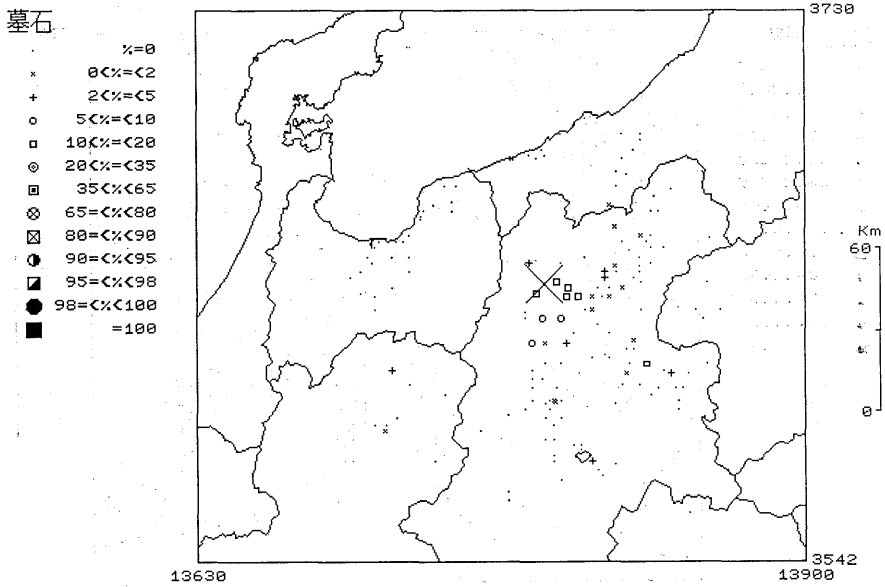


Fig. 21. Distribution of relative frequency of grave stones displaced or overturned.

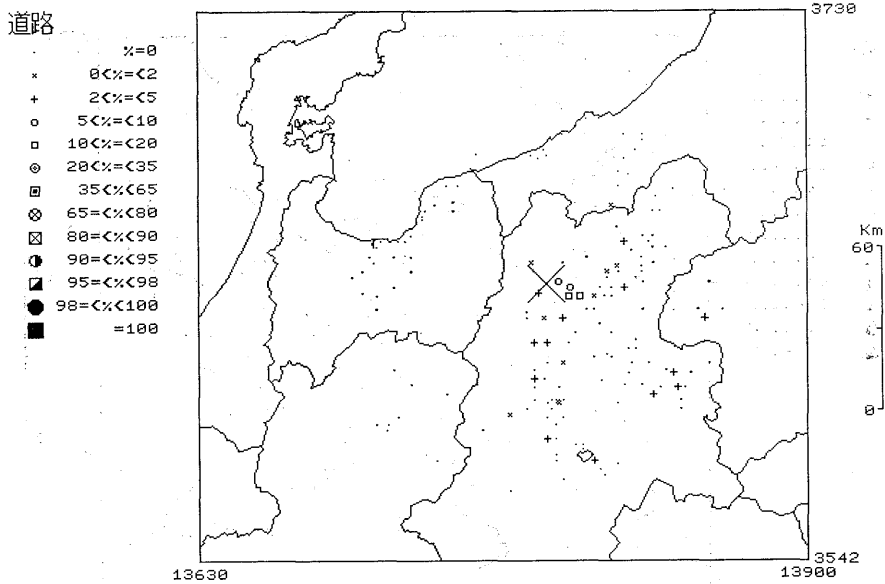


Fig. 22. Distribution of relative frequency of roads cracked or collapsed.

ブロック塀

- $\% = 0$
- × $0 < \% < 2$
- + $2 < \% < 5$
- $5 < \% < 10$
- $10 < \% < 20$
- ⊙ $20 < \% < 35$
- ⊠ $35 < \% < 65$
- ⊗ $65 < \% < 80$
- ⊞ $80 < \% < 90$
- ⊟ $90 < \% < 95$
- ⊠ $95 < \% < 98$
- $98 < \% < 100$
- = 100

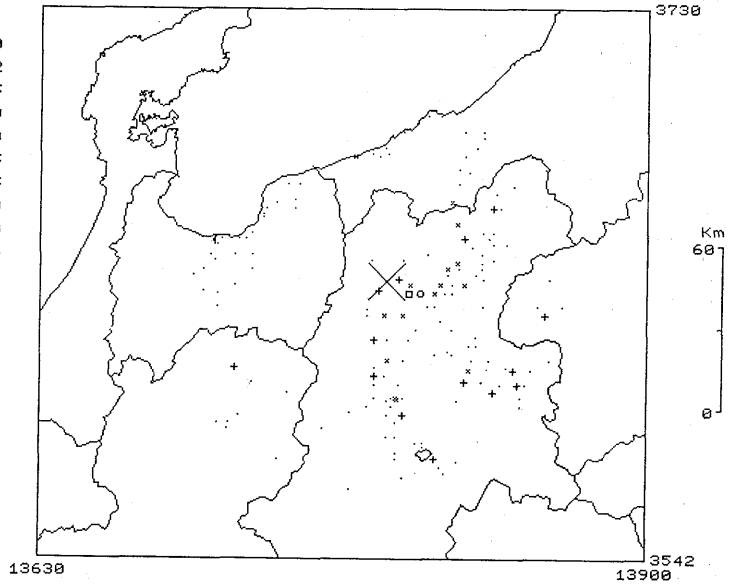


Fig. 23. Distribution of relative frequency of concrete block walls collapsed.

石垣

- $\% = 0$
- × $0 < \% < 2$
- + $2 < \% < 5$
- $5 < \% < 10$
- $10 < \% < 20$
- ⊙ $20 < \% < 35$
- ⊠ $35 < \% < 65$
- ⊗ $65 < \% < 80$
- ⊞ $80 < \% < 90$
- ⊟ $90 < \% < 95$
- ⊠ $95 < \% < 98$
- $98 < \% < 100$
- = 100

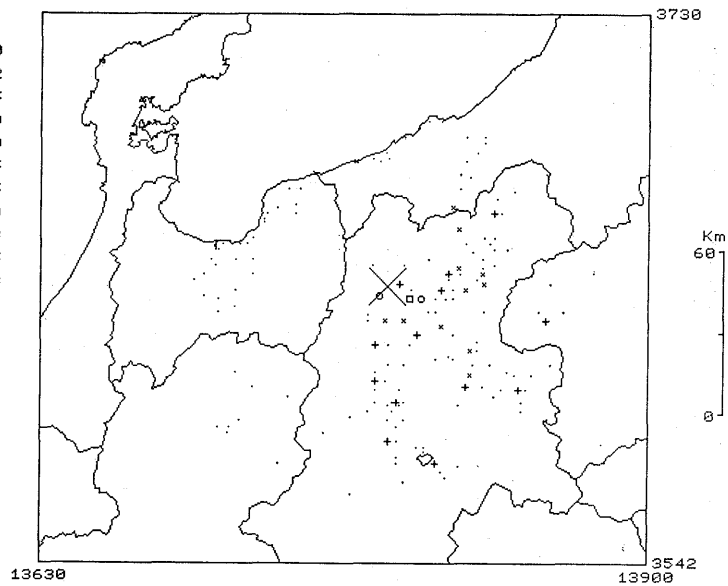


Fig. 24. Distribution of relative frequency of stone walls collapsed.

ると、富山・岐阜県下では地震を感じた人が35%を超える地区は富山湾沿岸に2点あるに過ぎないが、長野県中部では50%を切るところは少数で、100%に達するところもかなりある。長野県北部では、100%のところが多く、特に、長野県西部で北東—南西に伸びている地域で大きい。長野県東部では幾分小さくなっている。

高山では、気象庁によれば無感であったが、この調査によれば、3つの中学校で地震を感じた人が3~11%いることが分かる。これは、茅野(1990)でも述べたように、震度の小さいところで詳しい地震時の状況の差異、ひいては震度の細かな違いを調べようとすれば、多数のサンプルを採って調べる必要があるということの一例である。

立っていること・立つこと・歩くことが出来なかった・困難であったと答えている人は、図6に示すように富山・岐阜両県下では皆無であるが、長野県中部では20%を超えるところもある。

人形などの転倒(図7)では、富山・岐阜両県下に、5~10%の点が1点づつある他は5%以下であり、特に富山県下ではほとんどの点で0%であるが、長野県中部では20%を超える点もある。

棚のものの落下(図8)は、富山・岐阜県下では、2~5%の点が3点あるだけである。

富山・岐阜両県下では、建具の破損・外れ(図9)、ガラスの割れ(図10)、道路の被害(図22)、水の噴出など(図17)、土蔵の被害(図16)、石垣の被害(図24)は、1件も報告されていない。

富山・岐阜両県の内、岐阜県の一番北の地点(神岡町)のみで、瓦の被害(図15)、壁の剥落(図12)、納屋の被害(図15)、墓石の移動(図19)、石灯笼の転倒(図18)、ブロック塀の崩壊(図23)があったと報告している人が1人だけいるが、詳しい事情は分からない。局地的に地震動の強いところがあったことを否定はできないが、若干疑問(報告者が地震の時

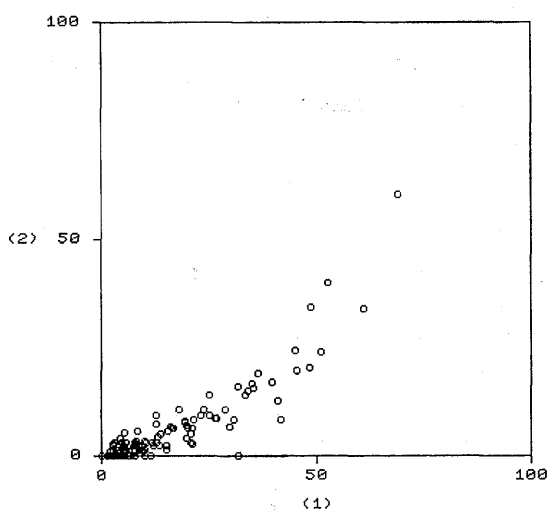


Fig. 25. Correlations between relative frequencies of (1) dolls overturned and (2) objects which fell from shelves.

かの地区にいたなど)があるのではないかと考えられる。

図25には2現象の相関の例として、人形などの転倒と棚のものの落下の割合の相関を示す。前者が50%以下のところでは、後者は前者の半分程度であるが、それより大きいところでは傾斜が変わり、100%-100%の点に向かって伸びて行くようにみえる。

図5~24から分かるように、震央距離のほぼ同じ所を比較すると、中部山地の東と西とでは各現象が報告された割合に非常に顕著な差がある。そこで、中部山地の東と西とで記号を変えて、震央距離と各現象の割合をプロットしたものが図26~28(a)、震央距離5km毎に区切って平均した各現象の報告された割合を示したものが図26~28(b)である。

地震を感じた人の割合(図26(a))を見ると、中部山地以東では、震央距離70kmのあたりまで90%を超える地点があるが、以西では震央距離40kmを超える辺りから報告地点があるにも拘らず高々50%強である。

5km毎の平均(図26(b))で見ると、中部山地以東では、30km以内ではほぼ100%に近く、それを過ぎると急速に小さくなり、50kmを越えると50%を割る。75kmまではほぼ40%台である。一方、中部山地以西では、40kmから85kmまで5~20%である。中部山地以東と以西の相異は極めて顕著である。

他の現象でも同様の傾向がみられるが、もともとそう大きい地震ではなかったので、震央距離40kmを超えるところでは各現象の出現割合が5km毎の平均をとると中部山地以東でもあまり大きくないため、それほど目立たない。

4. 震度の算出と震度分布

ここで採り上げた各種の現象の割合と震度との関係は未詳である。各種の震度階において、諸現象と震度の関係は、感じた人などでやや量的な表現がある他は、定量的に定義されていない。特に日本で一般に用いられている気象庁震度階級との関係については、未だ明らかではなく、よるべきデータもほとんどないが、震度階級表及びこれまでの調査結果を参照して、暫定的に図29のような関係を仮定して、震度を算出した。この妥当性については今後の研究課題である。過去の調査結果を見直し、また、新しい調査を実施して、順次改善して行きたい。

なお、12階級震度階を用いた場合の試みについては、茅野(1990)にある。

図29の関係に基づいて、各地区の、現象毎の震度(項目震度)を算出し、その大きい方から5個の平均をとってその場所の地区震度とした。震度の小さいところでは、回答された項目、つまり観察された現象が、5つにならない場合が少なくないが、その場合はもちろん回答のあった3項目なり4項目の平均をとる。従って、地点震度は多くの場合0.2刻みで算出されており、ときに0.33刻みや、0.25刻み、0.5刻みの値が出ることになる。

以上のようにして求めた震度(気象庁震度階級による)の分布を図30に示す。

図5~24に示した各現象の報告された割合の中には、稀に周囲の状況と極めてかけ離れた異常な値が出ている場合がある。数十人の報告者の内、大部分の人がとりたてていような現象がなかったとしているのに対し、1人だけ著しい現象があったと報告しているような場合、局地的に震度が大きいところがあったということを否定は出来ないが、震度の

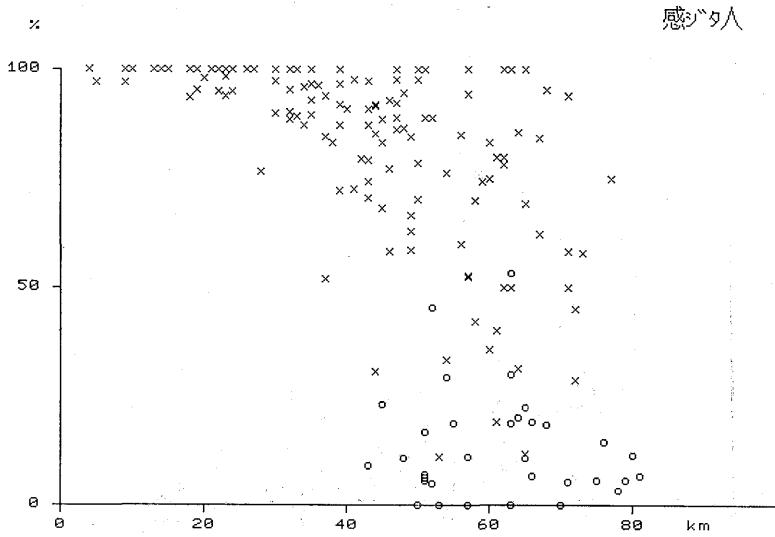


Fig. 26(a). Relative frequencies of persons who felt the shock in places east(x) and west(o) to central mountainous region of Honshu, against epicentral distances.

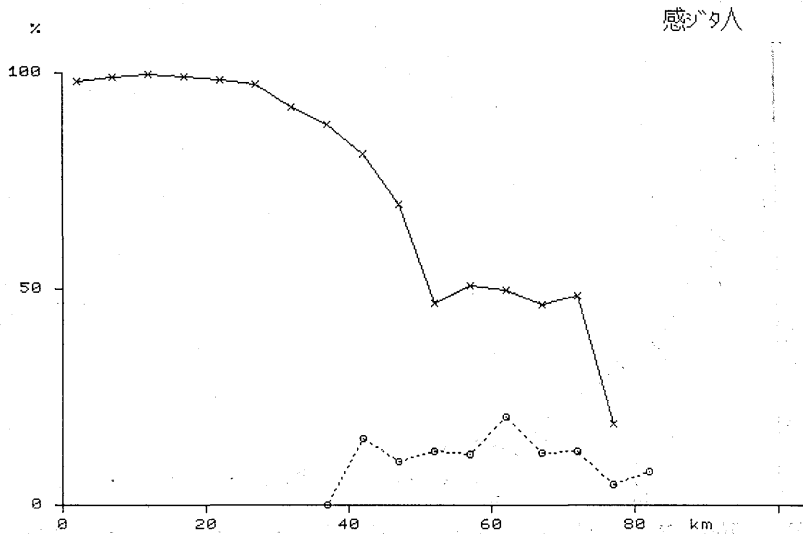


Fig. 26(b). Mean relative frequency of persons who felt the shock in every 5 km range of epicentral distance in areas east(x) or west(o) to central mountainous region of Honshu.

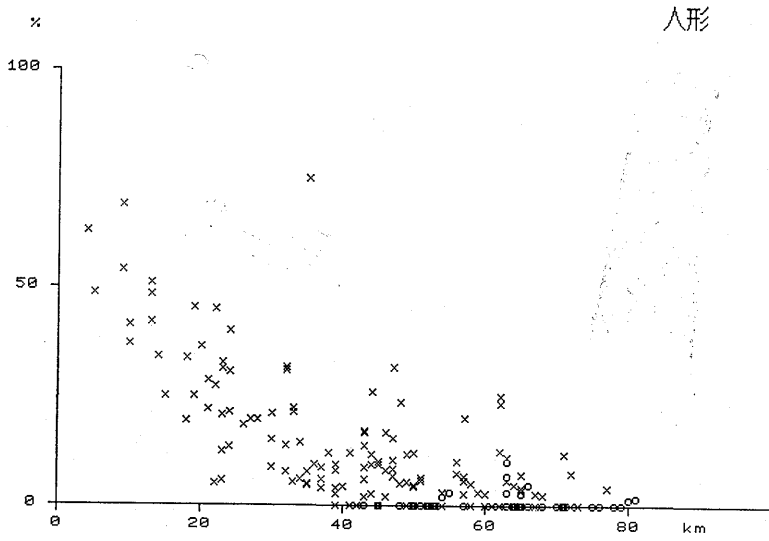


Fig. 27(a). Relative frequencies of dolls overturned in places east(x) and west(o) to the central mountainous region of Honshu, against epicentral distances.

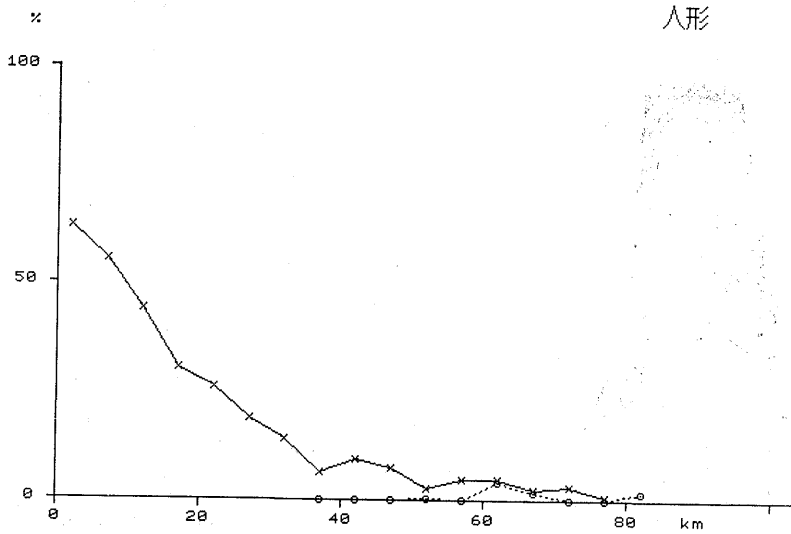


Fig. 27(b). Mean relative frequency of dolls overturned in every 5 km range of epicentral distance in areas east(x) or west(o) to the central mountainous region of Honshu.

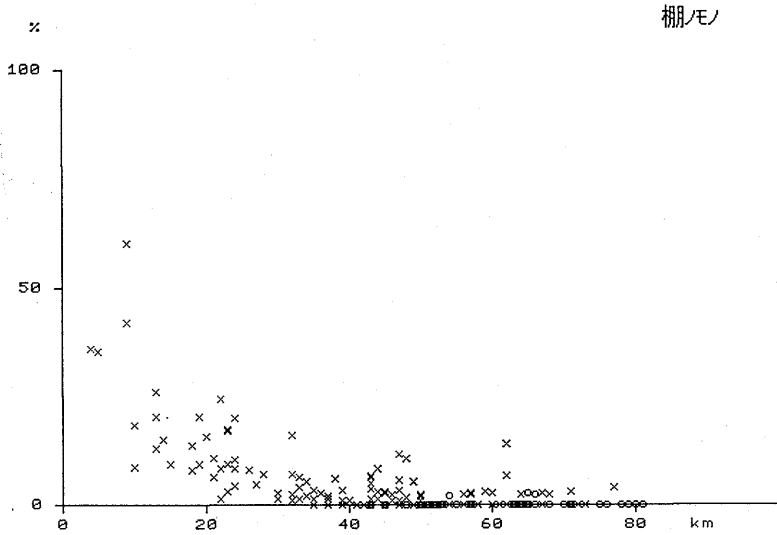


Fig. 28(a). Relative frequencies of objects which fell from shelves in places east(x) and west(o) to the central mountainous region of Honshu, against epicentral distances.

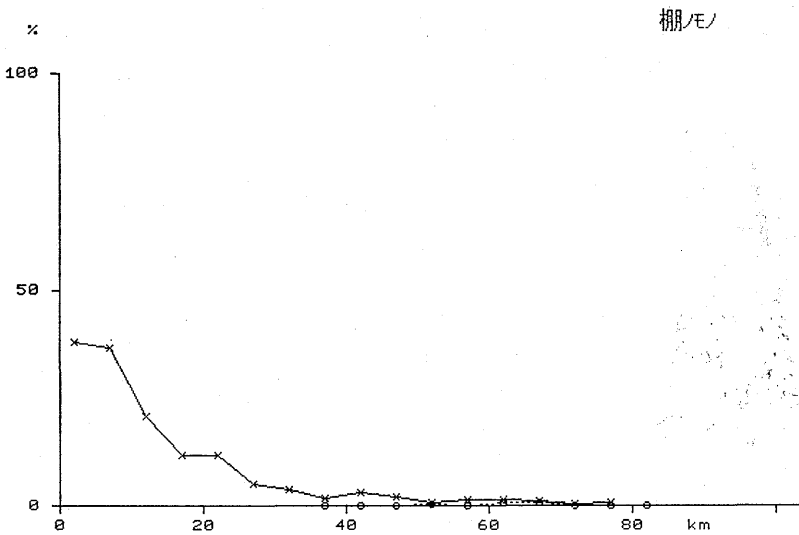


Fig. 28(b). Mean relative frequency of objects which fell from shelves in every 5 km range of epicentral distance in areas east(x) to west(o) to the central mountainous region of Honshu.

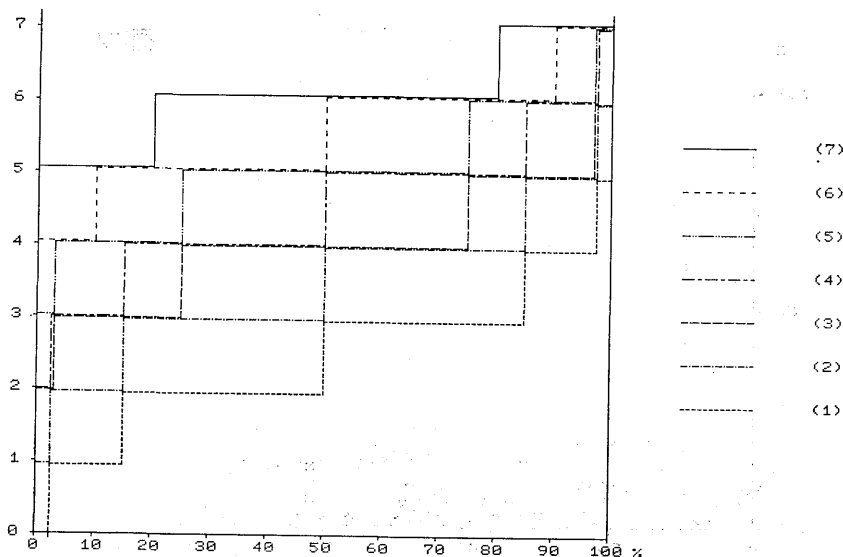


Fig. 29. Relation between relative frequency of various phenomena and seismic intensity. (1) persons who felt the shock, (2) persons who felt it difficult to stand, to keep standing or to walk, and objects which fell from shelves, (3) dolls overturned, (4) furnitures displaced or overturned, windows, doors and screens damaged, and walls cracked, (5) window panes crashed, walls peeled off and outhouses damaged, (6) roads cracked or collapsed, water in ponds or pools disturbed, roof tiles which fell, grave stones displaced, stone lanterns overturned, concrete block walls collapsed and stone walls collapsed, (7) mud storehouses damaged and grave stones overturned.

算出にあたっては、その地区の代表的な震度を求めるという立場から、この様ないささか疑問のある値は除いて平均してある。

震央付近では震度5に達しており、いろいろな現象の出現頻度(ひいては震度)の大きい範囲は震央のやや東よりを中心とし、北東-南西に延びた分布をしている。長野市、松本市、諏訪市及び下諏訪町の各地区の震度を見ると、長野、松本、諏訪の気象台・測候所の震度と平均としてはほぼ一致しており、ほとんど全て±1の範囲に含まれる。松代地区の震度は4.3で、松代の気象庁地震観測所の3より大きいが、前者は主として平野にある松代地区の状況を表わすものであり、後者は岩山にあることを考えれば妥当な差といえよう。富山市の地区別震度の平均はほぼ2で、富山気象台の震度1より大きい。高山測候所では震度0と報告されているが、この調査によれば、少数ずつではあるが各地区で地震を感じている人があり、震度1と見るのが妥当であろう。

中部山岳の西方では震央距離に比して、震度が著しく小さい。中部山地の東と西とに分けて、震央距離と震度の関係を図31(a)に、震央距離5km毎の震度の平均との関係を図31(b)に示した。中部山岳以東では、震度は震央距離20km以遠では宇津(1984)の(11)式とほぼ一致するが、震央距離17km以近では約1大きい。中部山岳以西では、震度は宇津(1984)の(11)式で表わされる値より著しく小さい。

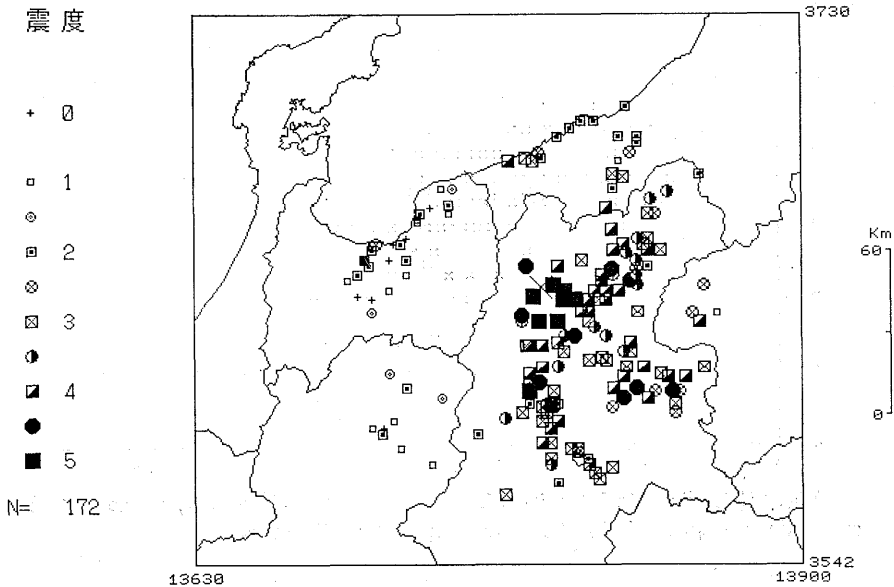


Fig. 30. Seismic intensity distribution obtained by the present survey (in JMA scale)

図5~24と図30にみられるように、震央距離の同じところで比較して、中部山岳(北アルプス、飛騨山脈)の東と西とでは、全ての現象の出現割合、ひいては震度に大きな違いがあることが明らかになった。以前から、中部山岳を越えると地震波、特に短周期の地震波の減衰が大きく、従って震度の減衰が著しいといわれてきた(佐藤泰夫との談話でしばしば言及されたが論文にはなっていないようである、近年地震波動の減衰に関して述べたものに、例えば、YAMAOKA, 1981; 溝上ほか, 1983; 河野ほか, 1985; 勝俣ほか, 1990等がある)が、それが極めて明瞭に示された。

5. ま と め

1986年12月30日に長野県北西部に発生し、若干の被害をともなった地震(M5.9)について通信調査を行なった。震央からほぼ80km以内の公立中学校200校に調査票を配布し、約5000枚の回答を得た。震央付近の震度は5.0に達し、震度の大きいところは北東-南西にやや伸びた分布をしている。中部山地を越えた西方では、東方に比べて、同じ震央距離の所をとると、著しく震度が小さいことが明らかになった。

謝 辞

調査にご協力下さった各学校の先生ならびに生徒の皆様に厚く御礼申し上げます。

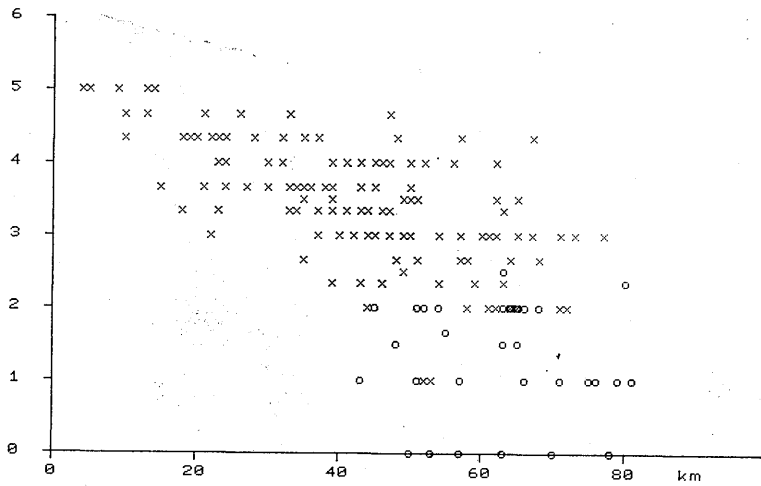


Fig. 31(a). Seismic intensities in places east(×) and west(○) to the central mountainous region of Honshu against epicentral distances.

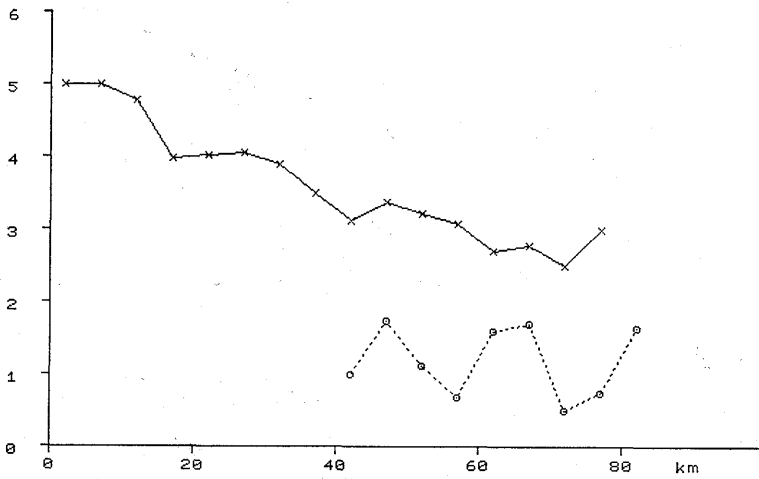


Fig. 31(b). Mean seismic intensity in every 5 km range of the epicentral distance in areas east(×) or west(○) to the central mountainous region of Honshu.

文 献

- 茅野一郎, 1990, 地震に伴う諸現象・被害・震度などのグループ法による通信調査, 地震研究所集報, **65**, 463-519.
- 勝俣 啓, 卜部 卓, 溝上 恵, 1990, 飛騨山脈下の地震波減衰特性, 地震学会講演予稿集, No. 2, 103.
- 河野芳輝, 金井伸二, 和田博夫, 溝上 恵, 藤井 巖, 1985, 飛騨山脈下を伝わる地震波の異常な減衰とその原因(講演要旨), 火山, **2**, **30**, 114.
- 溝上 恵, 羽田敏夫, 橋本信一, 中村 功, 勝間田明男, 横田 崇, 1983, 飛騨山脈直下での地震波の異常減衰—北信微小地震観測所の検知能力評価による—地震学会講演予稿集, No. 2, 198.
- 佃 為成・酒井 要・小林 勝・橋本信一・羽田敏夫, 1989, 広義の前震・余震活動を伴った1986年長野県北西部大町付近の地震(M 5.9)の震源過程と地震テクトニクス, 地震研究所集報, **64**, 433-456.
- 宇津徳治, 1984, 震度—震央距離—マグニチュードの関係 その1. 東日本太平洋岸沖合を除く日本の浅発地震, 地震研究所集報, **59**, 219-233.
- YAMAOKA, K., 1981, Focal mechanism and seismic attenuation in the Hida mountain range, Honshu, Japan, Graduation thesis, Nagoya University, Aichi, Japan.

*Questionnaire Survey of the Effects and Seismic Intensity
of the Earthquake (M 5.9) which Occurred on December
30, 1986, in the Northwestern Part of Nagano
Prefecture, Central Honshu, Japan*

Ichiro KAYANO, Kaname SAKAI, Masaru KOBAYASHI,
Toshio HANEDA, Shin'ichi HASHIMOTO and Tameshige TSUKUDA

Earthquake Research Institute

A questionnaire survey was carried out for an earthquake of magnitude 5.9 which occurred in the northwestern part of Nagano Prefecture, which is situated in the northern part of central Honshu, Japan. About 5000 questionnaire cards were returned with answers from public junior high schools located within 80 km of the epicenter. Relative frequency of various phenomena and seismic intensity were calculated and plotted on distribution maps. Seismic intensities were found to be remarkably small in areas west to the central mountainous region of Honshu, when compared with those in areas east to that.