

土木研究所資料

地震による資産別損害の分布性状に関する調査解析

昭和53年1月

建設省土木研究所

耐震研究室

目 次

は じ め に	1
1. 解 析 方 法	2
2. 解析に用いたデータ	7
2-1. 国 富	7
2-2. 被害地域の人口, 面積	8
2-3. 地 盤 分 類	18
2-4. 解析の対象とした地震	20
3. 解 析 結 果	21
4. 施設の種類ごとの損害率の比較	24
5. 結 論	31
6. 参 考 文 献	32
附 録	34

は　じ　め　に

地震による構造物・施設の被害が技術的な防御対策だけでは避けられないとすれば、将来発生するであろう地震による被害の大きさおよび分布をより正確に把握して、地震防災計画を立案することが必要となる。地震災害に対して脆弱な地域をあらかじめ知ることができれば、その地域内の構造物を補強する施設面の対策、地域地震危険度の程度を住民に理解させる等の啓蒙対策等を行なうことができる。さらに震後対策の立案においても、重点的に施設の被害の程度を把握し、復旧し、被災者を救援すべき地域を把握することができる。このように震災分布のより確かな予測は、震前対策、震後対策のいずれの場合についても、限られた資源、人員をより適切に配分する地震防災計画を樹て、効果的に事業を推進するために有効な事柄の一つである。

震害分布を定量的に予測するための調査研究の事例としてはつぎのようなものがある。まず第一に豊富なデータがある家屋の震害を取り扱った代表的事例として参考文献1)～4)がある。このほかに橋梁の被害を取りあつかったもの⁵⁾、地下埋設管の被害を解析したもの⁶⁾がある。これらの被害推計は、対象としている構造物を限定しているため、被害を表わす尺度も家屋の場合は倒壊率、橋梁・地下埋設管の場合はそれぞれ異なる指標を用いており、これらからすべての構造物の被害の総和を求めたり、異なる種類の構造物の震害分布を比較するのは難しい。総和あるいは比較の目的のためには被害をはかる統一的な尺度が必要になり、一般的にはこの尺度は被害を金額で表示すればよいと考えられる。

被害金額には明確な定義がなく、各々の調査機関がそれぞれの慣行に従って算出している場合が多く、財産の滅失した価値を評価しているもの、復旧費用をもって被害額としているもの、間接的な被害額を考慮に入れているもの、いないもの等、様々な方法で求めている。被害金額による被害の分析は、うえに述べたような理由から信頼性が低いという弱点はあるが、筆者らは被害金額は人的な被害を除くすべての被害を統一的に評価できることに着目して、過去の地震における被害金額で表示された震害の特性を解析した。

耐震研究室　室　長　栗　林　栄　一
研究員　田　崎　忠　行
市　川　秀　樹

1. 解析方法

単位面積当りに存在している資産を金額表示したものを w , このうち地震による被害額を ℓ とし, 損害率 $D = \ell/w$ を被害の指標とすることとした。損害率 D の分布は参考文献 3) の家屋の震害分布の解析例から, 地震のマグニチュード, 着目している地点までの震央距離およびその地点の地盤の種類によって決定されるとして次式で表わされると仮定した。

$$D_I = G_I 10^{\alpha M + \beta d} \quad (1)$$

$$D_{II} = G_{II} 10^{\alpha M + \beta d} \quad (2)$$

ここで添字の I, II は地盤の種類を示し, 各々以下のように定義する。

地盤 I : 洪積期以前の地盤

地盤 II : 沖積期以降の地盤

さらに, G_I, G_{II} : それぞれ地盤 I, 地盤 II における定数

M : 地震のマグニチュード

d : 震央距離 (Km)

α, β : 定数

である。

このように仮定すると損害率の分布は図-1(A)に示すように, 地盤 I と地盤 II の地域で各々異なった分布をすることになる。

一方, 資産はこれとは全く独立に図-1(B)に模式的に示すように分布している。したがって地震による被害は図-1(C)に示すように, 図-1(B)の資産額に図-1(A)の損害率を乗ずることにより求めることができる。しかしながら, 過去の地震に関する被害記録では, 市町村単位で被害額を求めているものは少なく, せいぜい都道府県単位で求めている程度である。このデータと, 都道府県単位の平均的な震央距離および地盤分類から式(1), (2)の定数の値を推計する方法では誤差が大きくなることが予想される。よって図-1(C)の図の体積にあたる被害額の総額を地震被害総額の推計値として, これと実際の被害総額が最もよく合うように各定数を試算によって求めることにした。

被害地域をいくつかのメッシュに分割し, 第 i メッシュの資産額を w_i , 損害率を $(D_I)_i, (D_{II})_i$, 被害額を ℓ_i , 全体の被害総額を L とすると, L は次式で表わされる。

$$L = \sum_i \ell_i = \sum_i \{ \delta_i (D_I)_i + (1 - \delta_i) (D_{II})_i \} w_i \quad (3)$$

ここで, $\delta_i = \begin{cases} 1 & i \text{ メッシュが地盤 I の場合} \\ 0 & i \text{ メッシュが地盤 II の場合} \end{cases}$

ここで各メッシュごとの資産額 w_i を求めるための資料は現在のところ見当たらないので, 他のデータから推定することとした。図-2 は昭和 45 年の国富調査⁷⁾における地方別の有形固定資産(粗資産額)と人口の関係を示したものである。これからわかるように, 地方別を単位とすれば, 資産額 (A_T) と人口 (P) の間に有意な関係が認められる。

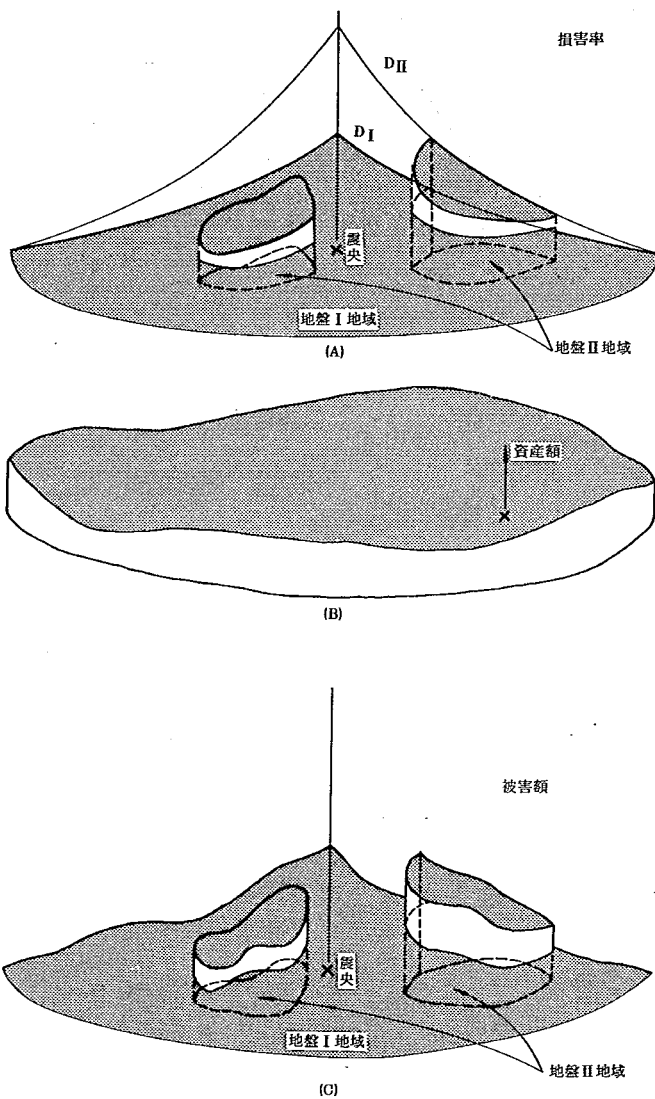


図-1. 地震による被害額算定の概念図

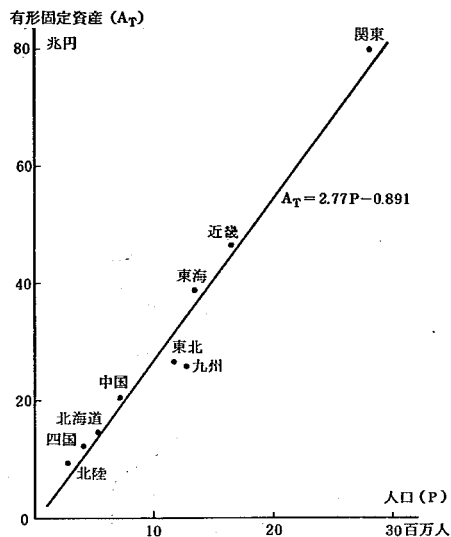


図-2 有形固定資産(粗資産額)と人口の関係

表-1. 人口と有形固定資産の関係

地 区	人 口(千人)*	有形固定資産 (10 億)
北 海 道	5,392	14,569
東 北	11,774	26,559
関 東	28,174	79,782
北 陸	2,785	9,444
東 海	13,408	38,808
近 畿	16,498	46,469
中 国	7,129	20,621
四 国	4,059	12,032
九 州	12,770	25,875
全 国	101,989	274,159

* 昭和 45 年 10 月 1 日現在

$$A_T = 2.77 \cdot P - 0.891$$

(4)

数 10 Km 単位というより細かいメッシュ単位でも資産額と人口に上記の相関があるものとして式 (3)をつぎのように書きかえた。

$$L = \sum_i \{ \delta_i (D_i)_i + (1 - \delta_i) (D_P)_i \} W \frac{P_i}{P} \quad (5)$$

W: 国全体の資産額, すなわち国富 (円)

P: 国全体の人口

P_i : i メッシュの人口

さらに i メッシュの人口 P_i は, 地震の被害地域の平均的な人口密度から求めて(5)式をつぎのように変形した。

$$L = \frac{W}{P} \frac{P_D}{A_D} \sum_i \{ \delta_i (D_i)_i + (1 - \delta_i) (D_P)_i \} a_i$$

$$= \frac{W}{P} \frac{P_D}{A_D} \sum_i \{ \delta_i G_i + (1 - \delta_i) G_P \} 10^{\alpha M_i + \beta A_i} a_i \quad (6)$$

P_D : 被害地域の人口

A_D : 被害地域の面積 (Km^2)

a_i : i メッシュの面積 (Km^2)

ここまで述べた被害総額を求める手順を図-3に示す。

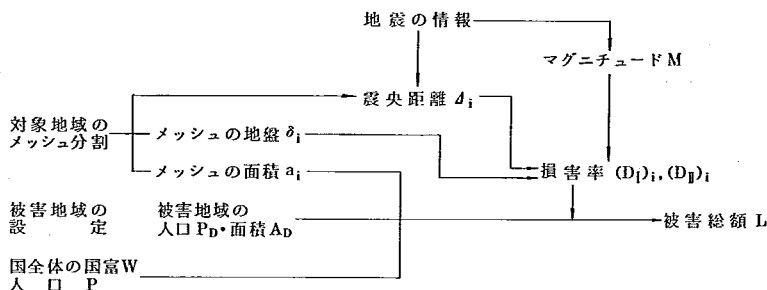


図-3. 被害総額を求めるフローチャート

式(6)において被害額を累計していくメッシュの範囲は、参考文献9)の被害の発生する範囲を示す次式の範囲とした。

$$\log R = 0.5 M - 1.5 \quad (7)$$

R: 解析の対象範囲 (km)

M: 地震のマグニチュード

単位メッシュの大きさは、緯度によって変化するが、ここでは各地震ごとに震央の緯度によって便宜上一律に定め、メッシュの大きさを表-2のように定めた。

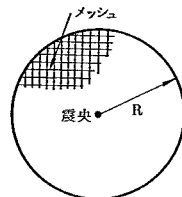


図-4 解析の対象範囲

式(5)の係数 G_1, G_2, α, β は地震 j における被害総額とその推計値を国富額で無次元化した $\left(\frac{LPA_j}{WPD_j}\right)$ と $\left(\frac{LPA_j}{WPD_j}\right)$ の対数の差の2乗和を最小とるように試算を繰り返すことによって各係数を定めた。

$$\sum_j \left(\log \left(\frac{LPA_D}{WPA_D} \right)_j - \log \left(\frac{LPA_D}{WPA_D} \right)_i \right)^2 \rightarrow \text{Min} \quad (8)$$

表-2 地震ごとのメッシュの大きさ

地震名	発生年月日	マグニチュード: M	最高震度	震央位置		メッシュの緯度方向の 一辺の長さ	メッシュの経度方向の 一辺の長さ
				λ	ϕ		
関 東	1923. 9. 1	7.9	6	131.1°E	30.6°N	単位: Km 9.243	単位: Km 11.41
北 但 島	1925. 5. 23	6.5	6	134.8°E	35.7°N	9.246	11.27
北 丹 後	1927. 3. 7	7.5	6	135°06'E	35°36'N	9.245	11.27
北 伊 豆	1930. 6. 26	7.0	6	139°00'E	35°06'N	9.245	11.42
静 岡	1935. 7. 11	6.3	5	138.4°E	35.0°N	9.243	11.41
男 鹿	1939. 5. 1	7.0	6	139.8°E	40.0°N	9.250	10.67
鳥 取	1943. 9. 10	7.4	6	134.2°E	35.5°N	9.243	11.41
南 海 (高知県)	1946. 7. 21	8.1	6	135.6°E	33.0°N	9.243	11.68
福 井	1948. 6. 28	7.3	6	136.2°E	36.1°N	9.246	11.27
今 市	1949. 12. 26	6.7	6	139.7°E	36.7°N	9.249	11.13
十 勝 沖	1952. 3. 4	8.1	6	143.85°E	42.15°N	9.255	10.36
日 向 灘	1961. 2. 27	7.0	5	131°51'E	31°36'N	9.240	11.81
宮 城 県 北 部	1962. 4. 30	6.5	5	141°08'E	38°44'N	9.255	10.83
新 潟 (新潟県)	1964. 6. 16	7.5	6	139°11'E	38°21'N	9.255	10.83
え び の	1968. 2. 21	6.1	6	130°43'E	32°01'N	9.240	11.81
十 勝 沖	1968. 5. 16	7.9	5	143°35'E	40°44'N	9.255	10.52
十勝沖 (北海道)	"	"	5	"	"	"	"
十勝沖 (青森県)	"	"	5	"	"	"	"
根 室 半 島 沖	1973. 6. 17	7.4	5	145°57'E	42°58'N	9.258	10.19
大 分 県 中 部	1975. 4. 21	6.4	5	131.4°E	33.2°N	9.243	11.68

2. 解析に用いたデータ

2-1 国 富

我国の国富調査は表-3のとおり昭和45年までに計12回実施されている¹⁰⁾。

表-3 我国の国富調査

調査年次	発表年次	実施機関	備 考
明治38年	不 明	日 本 銀 行	
" 43年	大正元年	"	
大正2年	" 10年10月	国 勢 院	
" 6年	不 明	日 本 銀 行	
" 8年	大正10年10月	国 勢 院	
" 13年	昭和3年2月	内閣統計局	
昭和5年	" 8年11月	"	実地調査 昭和7年12月
" 10年	" 23年10月	"	実地調査 昭和10年12月
" 30年	" 33年3月	経 済 企 画 庁	再生産可能有形資産のみを対象
" 35年	" 39年12月	"	
" 40年	" 42年8月	"	
" 45年	" 50年2月	"	

これらの調査は、調査年次が数年おきであるうえに、戦中戦後にかけて20年のブランクがある。これらのブランクを補間し、地震発生年の国富を推定するために、国民総生産¹⁰⁾との相関をとったものが図-5である。

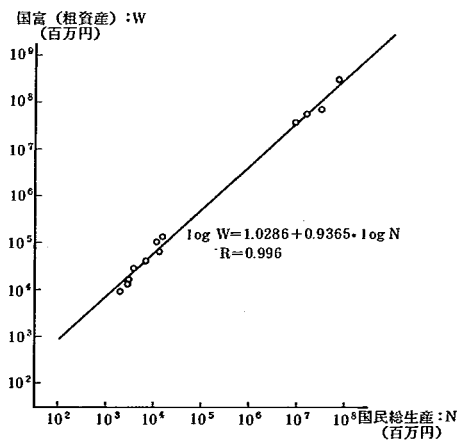


図-5. 国民総生産と国富の関係

表-4 国民総生産と国富の関係

年	国民総生産: N 単位: 百万円	国富(租資産): W 単位: 百万円
明治 38	2,000	9,030
" 43	2,757	12,904
大 正 2	3,030	15,020
" 6	3,527	28,605
" 8	6,384	42,044
" 13	12,904	63,824
昭和 5	10,636	105,211
" 10	14,532	132,073
" 30	8,633,600	37,987,000
" 35	15,499,200	57,602,000
" 40	31,956,400	68,420,000
" 45	70,730,900	302,219,600

ただし、戦前と戦後では国富調査の対象としている資産が異なり、戦前は土地、埋蔵鉱物などの天然資源も含めているのに対し、戦後は再生産可能な有形資産のみを対象としている。このほかにもおのおの調査は対象資産のとり方、推計方法などが異なるため、単純な比較はできないが、大略の値を戦後の調査結果と合致させるために、戦前の調査結果については、資産総額から土地、鉱山、樹木の項目を除いたものを国富として図-5を作成した。この結果から、国富は国民総生産と次式によって関係づけることができる。

$$\log_{10} W = 1.0286 + 0.9365 \log_{10} N \quad (\text{単位 } 100 \text{ 万円}) \quad (9)$$

2-2 被害地域の人口、面積

被害地域の人口および面積は、当該地域の資産額を推定するのに必要である。したがって、被害地域の各メッシュごとの人口と面積が求まることが望ましいが、既存のそのような資料が見当たらないので、震度Vの範囲をあらわす式(10)を用い¹²⁾、その範囲R(km)に入る行政区域の人口、面積を合計して求めた。ここではMは地震のマグニチュードである。

$$\log R = 0.5M - 1.85 \quad (10)$$

したがって求められた人口、面積はきわめて平均化された値となっている。また、人口は地震発生の年の値をとることが望ましいが、ここでは全国の人口Pとともに昭和45年現在の値¹³⁾を用いた。解析では被害地域の人口 P_D と全国の人口Pの比をとっているため、人口の国内移動が余り大きくないとして無視すれば大きい誤差はないと考えられる。解析の対象とした18の地震の震度分布および式(10)で示される範囲を図-6 a~rに、被害地域の人口、面積を表-5に示す。

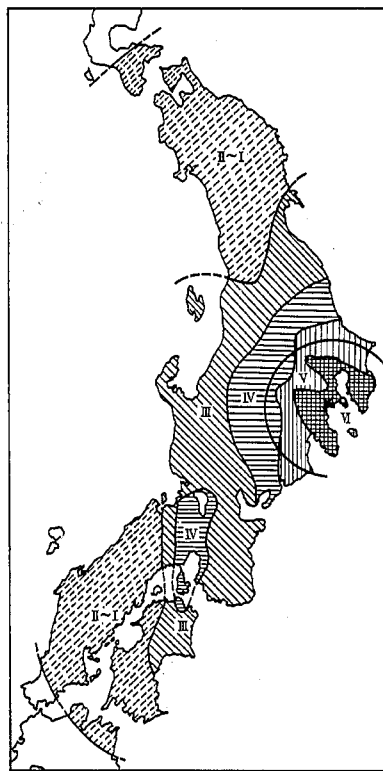


図-6 a 関東大地震(1923)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

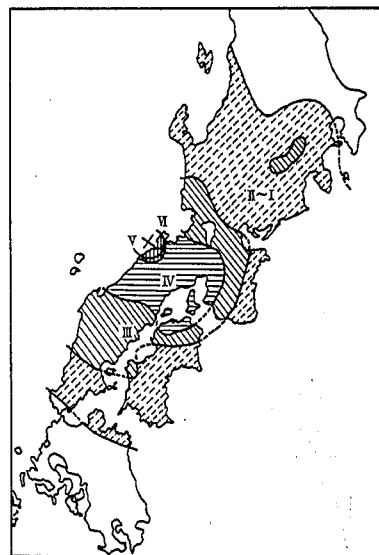


図-6 b 北但馬地震(1925)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

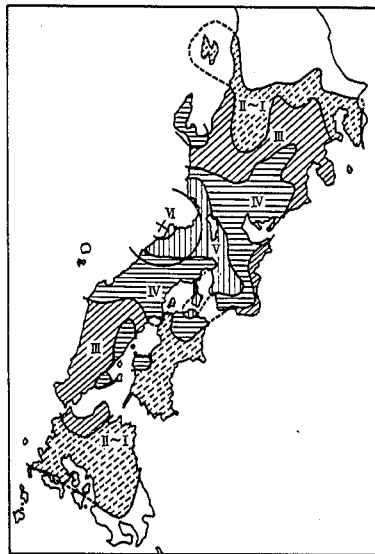


図-6c 北丹後地震(1927)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

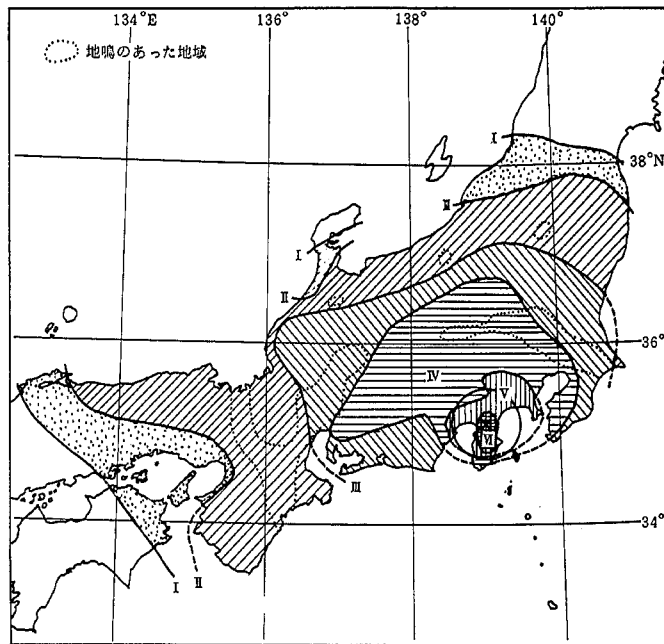


図-6d 北伊豆地震(1930)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

5/5

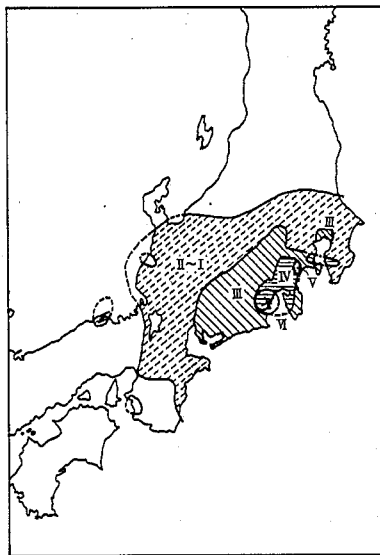


図-6 e 静岡地震(1935)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

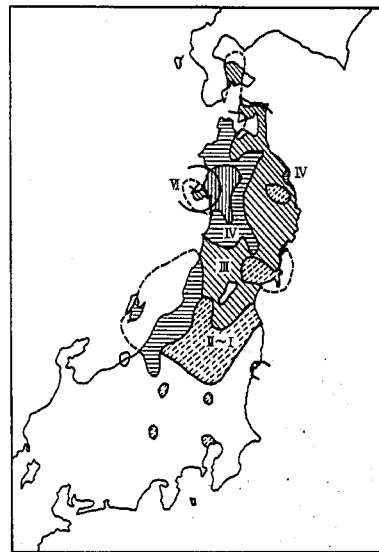


図-6 f 男鹿地震(1939)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

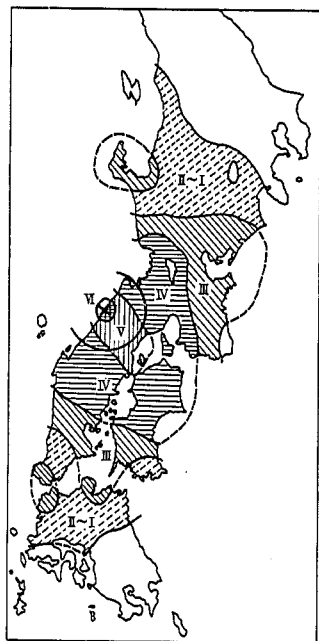


図-6 g 鳥取地震(1943)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

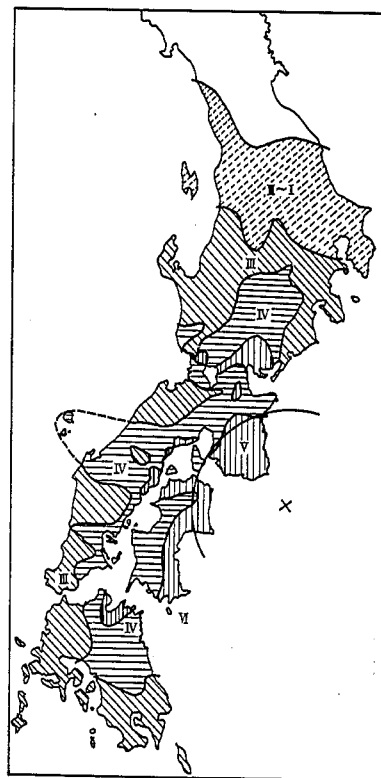


図-6 h 南海地震(1946)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

467

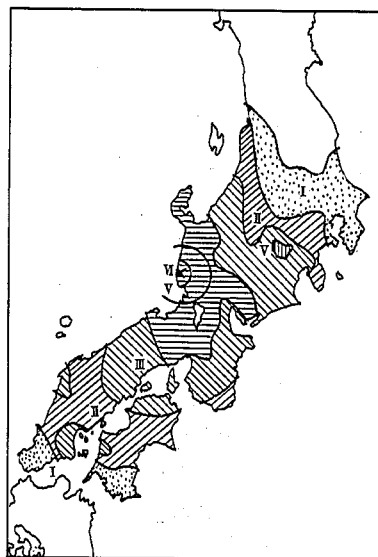


図-6 i 福井地震(1948)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

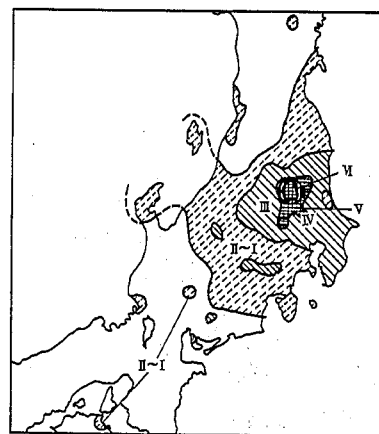


図-6 j 今市地震(1949)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

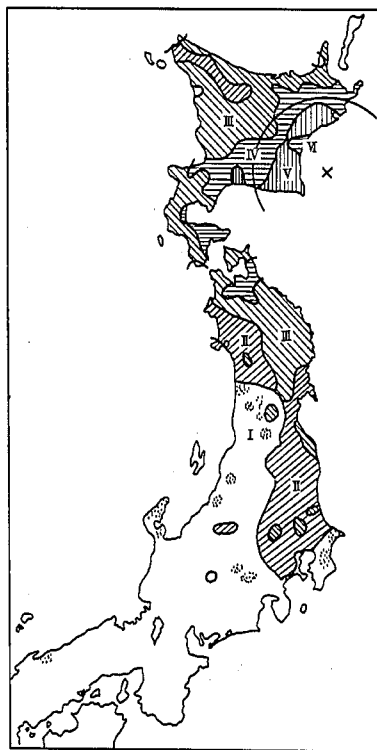


図-6 k 十勝沖地震(1952)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

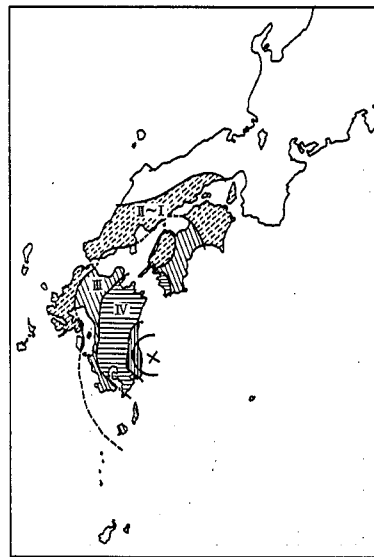


図-6 l 日向灘地震(1961)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

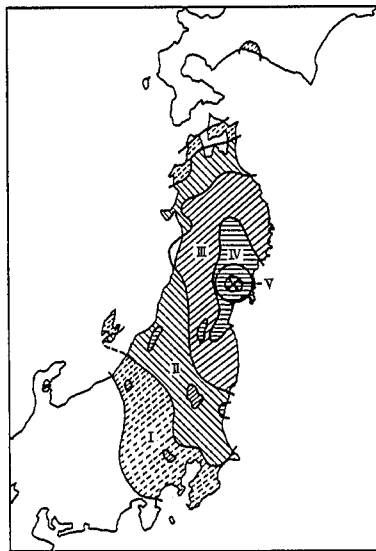


図-6 m 宮城県北部地震(1962)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

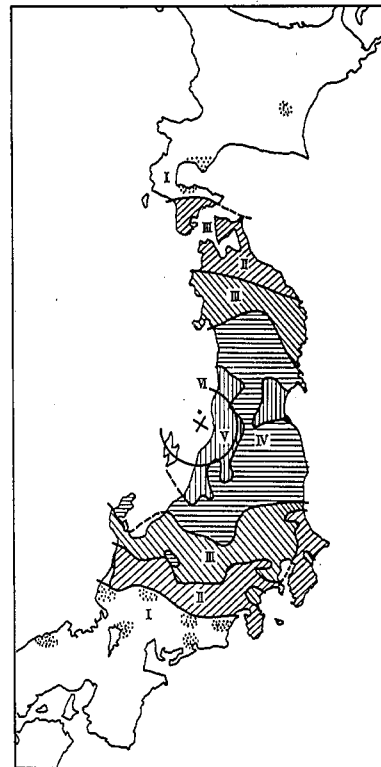


図-6 n 新潟地震(1964)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

679

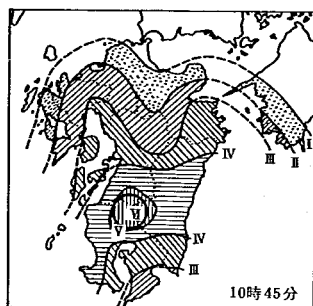


図-6 o えびの地震(1968)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

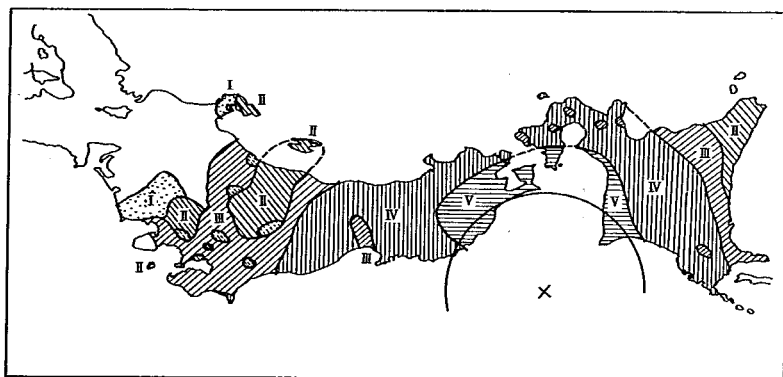


図-6 p 十勝沖地震(1968)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

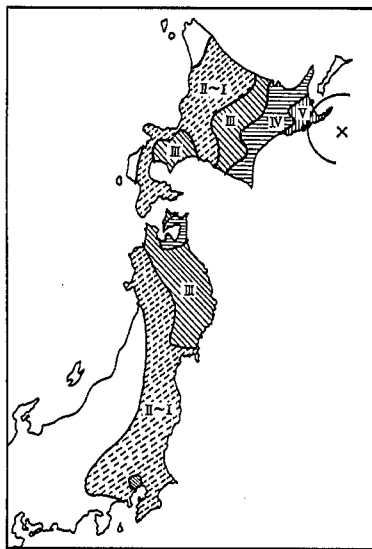


図-6 q 根室半島沖地震(1973)の震度分布(宇佐美¹²⁾による)

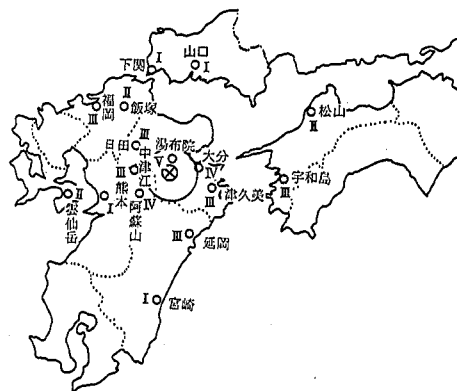


図-6 r 大分県中部地震(1975)の震度分布

表-5. 被害地域の人口，面積

地 震 名	年	被害地域の人口*	被害地域の面積
		単位:千人	単位:Km ²
関 東	1923	28,545	28,397
北 但 島	1925	141	943
北 丹 後	1927	1,247	10,130
北 伊 豆	1930	1,744	4,005
静 岡	1935	661	1,426
男 鹿	1939	225	1,392
鳥 取	1943	1,035	9,264
南 海 (高知県)	1946	787	7,105
福 井	1948	1,310	6,115
今 市	1949	590	2,139
十 勝 沖	1952	713	25,528
日 向 灘	1961	27	295
宮 城 県 北 部	1962	535	1,955
新 潟 (新潟県)	1964	1,203	4,886
え び の	1968	102	970
十 勝 沖	1968	2,040	23,410
十勝沖 (北海道)	1968	277	6,880
十勝沖 (青森県)	1968	953	6,504
根 室 半 島 沖	1973	66	846
大 分 県 中 部	1975	144	1,149

* 昭和45年10月1日現在

2-3 地 盤 分 類

各メッシュについて、参考文献¹⁴⁾の地形分類図から低地部、埋立地を地盤Ⅱ、それ以外を地盤Ⅰとした。分類結果の一例を図-7に示す。

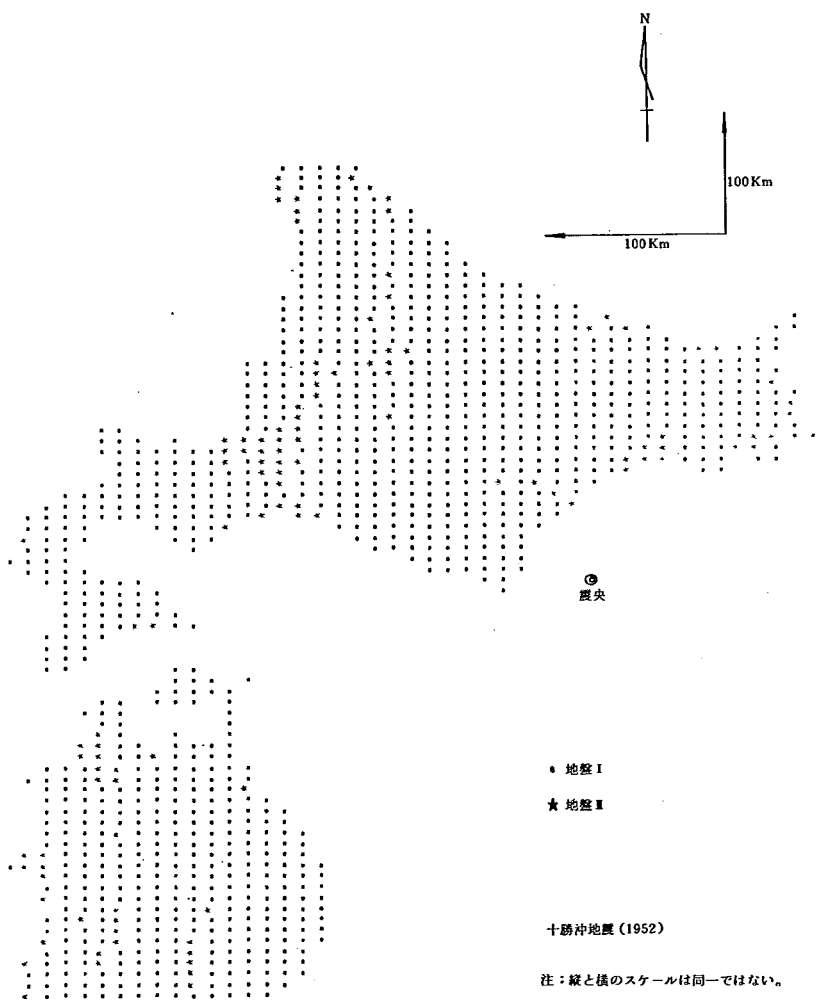


図-7. 地盤分類の一例

2-4 解析の対象とした地震

解析の対象とした地震は18であり、その被害総額は参考文献15)～32)によると表-6の通りとなっている。それぞれの金額は物価変動による補正をせず、発表された値そのままを用いている。

表-6 地震による被害総額

地 震 名	年	マグニチュード	被 害 総 額 (単位:百万円)	推定した国富 (単位:百万円)
関 東	1923	7.9	5,500	77,000
北 但 島	1925	6.5	89	78,000
北 丹 後	1927	7.5	82.18	68,000
北 伊 豆	1930	7.0	25.46	63,000
静 岡	1935	6.3	10.32	96,000
男 鹿	1939	7.0	7.73	182,000
鳥 取	1943	7.4	160	337,000
南 海 (高知県)	1946	8.1	2,792	2,206,000
福 井	1948	7.3	305,000	11,120,000
今 市	1949	6.7	3,500	13,860,000
十 勝 沖	1952	8.1	15,183	24,200,000
日 向 灘	1961	7.0	163	70,380,000
宮 城 県 北 部	1962	6.5	4,049	77,500,000
新 潟 (新潟県)	1964	7.5	130,000	103,700,000
え び の	1968	6.1	8,876	178,200,000
十 勝 沖	1968	7.9	58,395	178,200,000
十勝沖 (北海道)	1968	7.9	11,356	178,200,000
十勝沖 (青森県)	1968	7.9	47,039	178,200,000
根 室 半 島 沖	1973	7.4	3,925	365,400,000
大 分 県 中 部	1975	6.4	4,493	482,700,000

3. 解析結果

解析の結果、式(1)、(2)の回帰式はつぎのとおりとなった。

$$D_I = 7.9 \times 10^{-7} \times 10^{0.62 M - 0.0028 J} \quad (1)$$

$$D_{II} = 1.9 \times 10^{-6} \times 10^{0.62 M - 0.0028 J} \quad (2)$$

$$6.1 \leq M \leq 8.1$$

次式による重相関係数は 0.82 であった。

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_j \left\{ \left(\frac{LPA_D}{WP_{Da}} \right)_j - \widehat{\left(\frac{LPA_D}{WP_{Da}} \right)} \right\}^2}{\sum_j \left\{ \left(\frac{LPA_D}{WP_{Da}} \right)_j - \widehat{\left(\frac{LPA_D}{WP_{Da}} \right)} \right\}^2}} \quad (3)$$

$\widehat{\left(\frac{LPA_D}{WP_{Da}} \right)}$: すべての地震の損害率の平均値

$\widehat{\left(\frac{LPA_D}{WP_{Da}} \right)}_j$: 式(1)、(2)によって求められた地震 j の損害率の推計値

D_I 、 D_{II} の値をプロットしたものを図-8、9 に、実際の被害総額から求めた $\left(\frac{LPA_D}{WP_{Da}} \right)_j$ とその推計値 $\widehat{\left(\frac{LPA_D}{WP_{Da}} \right)}_j$ の関係を図-10 に示す。

重相関係数の値および図-10をみると、推計式は被害総額をほぼ説明していると考えられる。関東地震のところに付してある矢印は、関東地震による被害額に諸説があるため、その範囲を示したものである。また福井地震の被害額とその推計値が大幅に異なるのは、この時期が戦争直後で十分な精度の調査結果が得られなかったことも一因と考えられる。

図-11は参考文献(3)における木造家屋の家屋震害率*の分布図である。図-11を図-8、9と比較すると、損害率とマグニチュード、震央距離の関係は傾向としてはほぼ一致している。しかし木造家屋の被害率の値自体は一般に資産額の損害率の値より大きい。損害率の震央距離による減少率は木造家屋の場合の方が大きく、マグニチュードによる減少率はほぼ両者とも同じである。

* 家屋震害率 = $\frac{\text{全壊戸数} + 0.5 \times \text{半壊戸数}}{\text{総戸数}}$

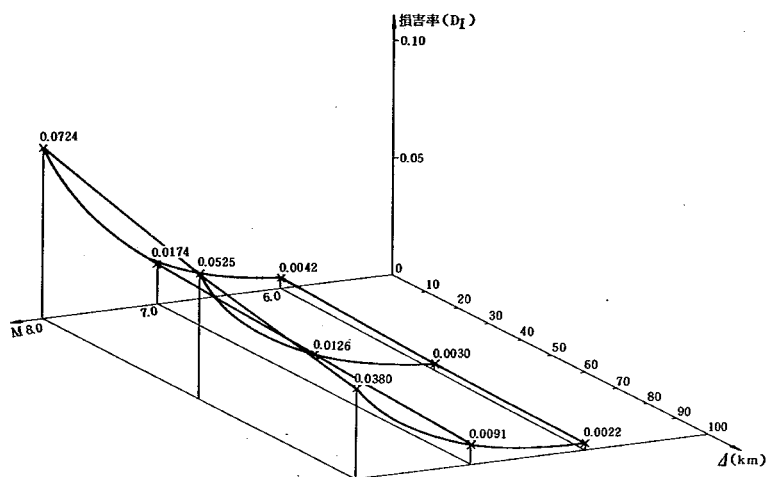


図-8. 資産額の損害率とマグニチュード、震央距離の関係（地盤Ⅰ）

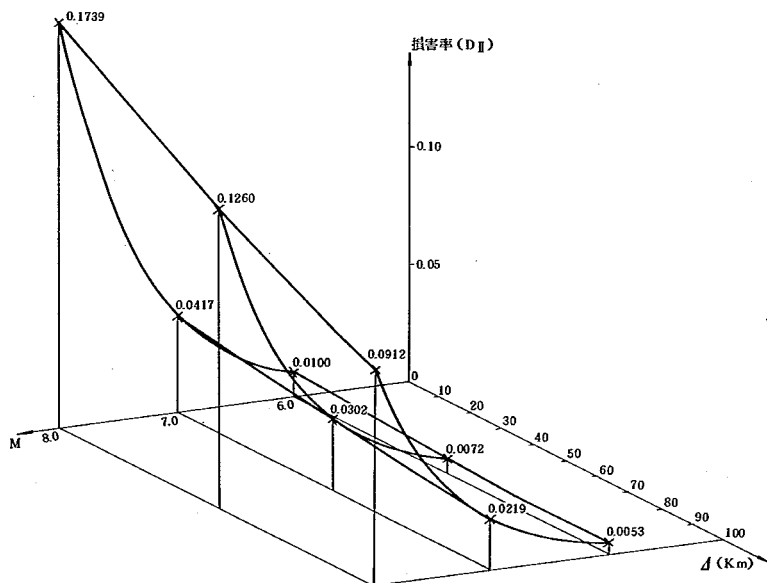


図-9. 資産額の損害率とマグニチュード、震央距離の関係（地盤Ⅱ）

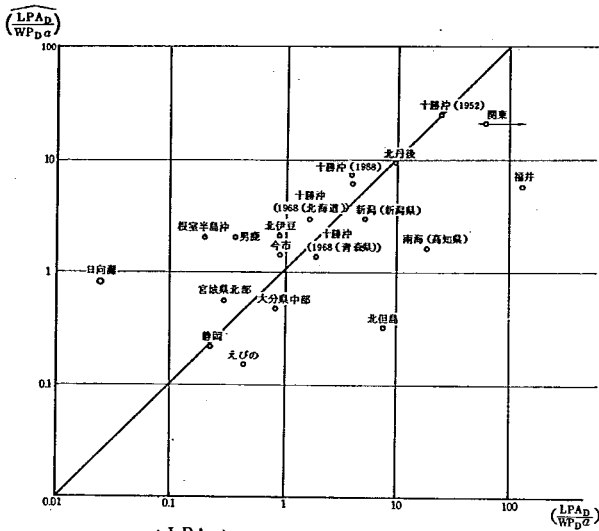


図-10 $\left(\frac{LPA_D}{WPD_a}\right)$ とその推計値の関係

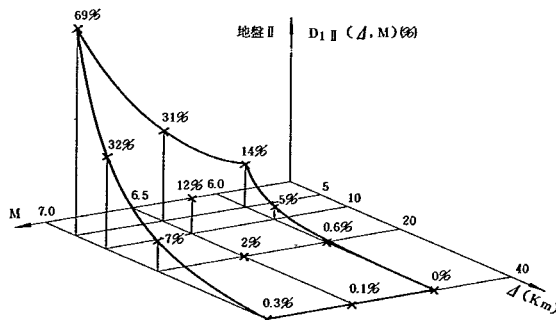
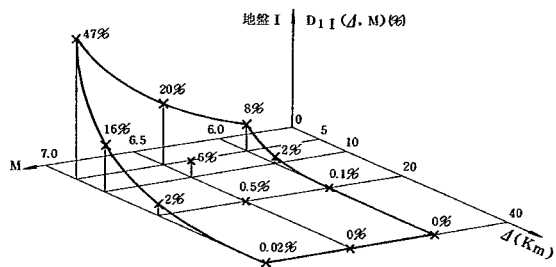


図-11 家屋震害率とマグニチュード、震央距離の関係³⁾

4. 施設の種類の損害率の比較

図-12は昭和45年国富調査における社会資本の構成を示したものである。おのおのの施設の資産額の国富総額に対する比率が昭和45年以前10年間一定であると仮定して、昭和36年以降昭和45年以前の8個の地震について各施設ごとの損害率を次式により求めた。

$$\text{損害率} = \frac{L_k \cdot P}{W_k \cdot P_D} \quad (14)$$

L_k : 施設kの被害額

W_k : 施設kの資産額

=地震発生年における国富

$$\times \frac{\text{昭和45年の施設kの資産額}}{\text{昭和45年の国富}}$$

表-7にその結果を、また2-4に示した被害総額と各施設のおおのの損害率の関係を図-13~20に示す。

施設の種類によって損害額の算出方法は必ずしも一律ではないため、施設の被害額相互の単純な比較は困難であるが、比較が可能であるものとして被害総額と各施設の損害率の関係を示したものが図-13~20である。これらの図から建物、道路施設と被害全体の損害率はほぼ同じであり、農林水産施設、治山治水施設、港湾施設はやや高く、電気施設、通信施設、水道施設はやや低い傾向にある。また電気施設、通信施設、水道施設のように損害率が被害全体の損害率により小さいものでも、損害率が大きくなるにしたがって被害全体の損害率に近づく傾向にある(図-21)。

<社会資本の内容> (82兆7,150億円)	
公益企業資産 32兆8,762億円 % (39.7)	運輸 (44.2)
	電気 (24.7)
	通信 (14.8)
	水道 (13.7)
	ガス (2.6)
社会サービス資産 21兆827億円 (25.5)	教育 (49.4)
	各種団体 (16.6)
	宗教 (12.4)
	医療 (11.0)
公共資産 20兆9,863億円 (25.4)	道路 (38.7)
	農林漁業 (26.5)
	治山治水 (19.9)
	港湾 (9.9)
	その他 (5.0)
政一資 府般産 (9.4) 7兆7,698億円	中央 (29.8)
	地方 (70.2)

社会保険・福祉
(2.5)

図-12 昭和45年国富調査における社会資本の構成⁷⁾

579

表-7. 施設の種類ごとの損害率

被害総額、国富：単位 百万円

地震名	被害総額：L	国富：W	$\frac{L}{W} \frac{P}{P_D}$	建物 被害額：L _D	建物 資産額：W _D	$\frac{L_D}{W_D} \frac{P}{P_D}$	道路施設 被害額：L _H	道路施設 資産額：W _H	$\frac{L_H}{W_H} \frac{P}{P_D}$
日向灘	163	70,384,000	0.009097						
宮城県北部	4,049	77,507,000	0.01021	1,304	10,922,000	0.02333	145	2,083,000	0.01360
新潟(新潟県)	130,000	103,708,000	0.1091	20,373	14,615,000	0.12132	3,808	2,787,000	0.1189
えびの	8,876	178,266,000	0.05086						
(宮崎県)				2,616	"	0.37624	150	"	0.1129
十勝沖	58,395	178,266,000	0.01681	7,805	25,121,000	0.01594	2,355	4,790,000	0.02523
(北海道)	11,356	"	0.02405	226	"	0.003397	548	"	0.04320
(青森県)	47,039	"	0.02899	7,579	"	0.03314	1,807	"	0.04143
根室半島沖	3,925	365,407,000	0.01715	411	51,493,000	0.01275	124	9,819,000	0.01731
大分県中部	4,493	482,787,000	0.006753	1,327	68,034,000	0.01415	322	12,973,000	0.01800

地震名	農林水産施設 被害額：L _A	農林水産施設 資産額：W _A	$\frac{L_A}{W_A} \frac{P}{P_D}$	治山治水施設 被害額：L _R	治山治水施設 資産額：W _R	$\frac{L_R}{W_R} \frac{P}{P_D}$	通信施設 被害額：L _T	通信施設 資産額：W _T	$\frac{L_T}{W_T} \frac{P}{P_D}$
日向灘	22	1,297,000	0.06580				1	1,131,000	0.003458
宮城県北部	534	1,428,000	0.07311	671	1,073,000	0.1223			
新潟(新潟県)	12,570	1,910,000	0.5726	4,804	1,435,000	0.2914	7,000	1,667,000	0.3655
えびの	2,397	3,284,000	0.7455				13	2,865,000	0.004577
(宮崎県)				425	2,467,000	0.6228			
十勝沖	14,032	3,284,000	0.2193	2,461	2,467,000	0.05120	1,087	2,865,000	0.01948
(北海道)	1,678	"	0.1929	768	"	0.1175	330	"	0.04349
(青森県)	12,354	"	0.4133	1,693	"	0.07541	757	"	0.02904
根室半島沖	353	6,731,000	0.08301	44	5,056,000	0.01380	10	5,872,000	0.002729
大分県中部	1,316	8,893,000	0.1074	50	6,680,000	0.05453	5	7,759,000	0.0004962

地震名	電気施設 被害額：L _E	電気施設 資産額：W _E	$\frac{L_E}{W_E} \frac{P}{P_D}$	水道施設 被害額：L _W	水道施設 資産額：W _W	$\frac{L_W}{W_W} \frac{P}{P_D}$	港湾施設 被害額：L _P	港湾施設 資産額：W _P	$\frac{L_P}{W_P} \frac{P}{P_D}$
日向灘	5	1,894,000	0.01234		✓				
宮城県北部		2,086,000		12	1,155,000	0.002097			
新潟(新潟県)	2,011	2,791,000	0.06269	2,231	1,545,000	0.1257	12,177	712,562	1.487
えびの	38	4,798,000	0.008124	67	2,656,000	0.02646			
(宮崎県)									
十勝沖	414	4,798,000	0.004432	747	2,656,000	0.01443	2,247	1,224,839	0.09415
(北海道)	52	"	0.004058	72	"	0.01025	465.2	1,224,839	0.1434
(青森県)	363	"	0.008308	674	"	0.02790	1,781.8	1,224,839	0.1598
根室半島沖	2	9,835,000	0.0003781	533	5,443,000	0.01562	699	2,510,651	0.4444
大分県中部	4	12,994,000	0.0002263	25	7,192,000	0.002472			

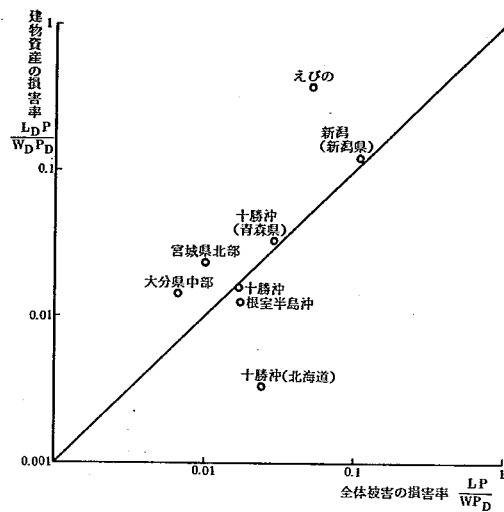


図-13. 全体被害と建物の被害の損害率の関係

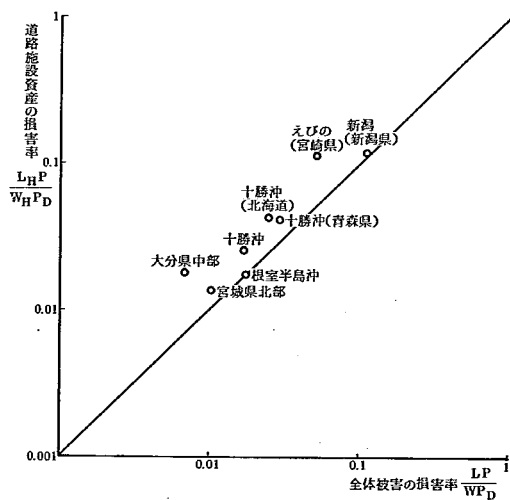


図-14. 全体被害と道路施設被害の損害率の関係

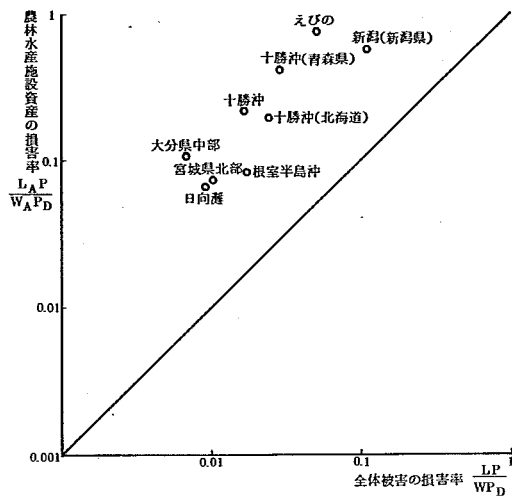


図-15. 全体被害と農林水産施設被害の損害率の関係

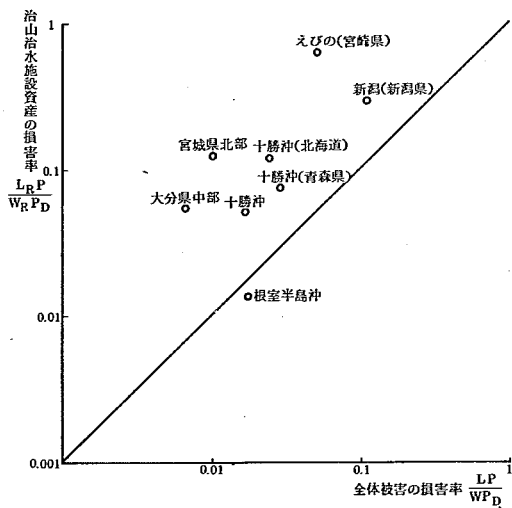


図-16. 全体被害と治山治水施設被害の損害率の関係

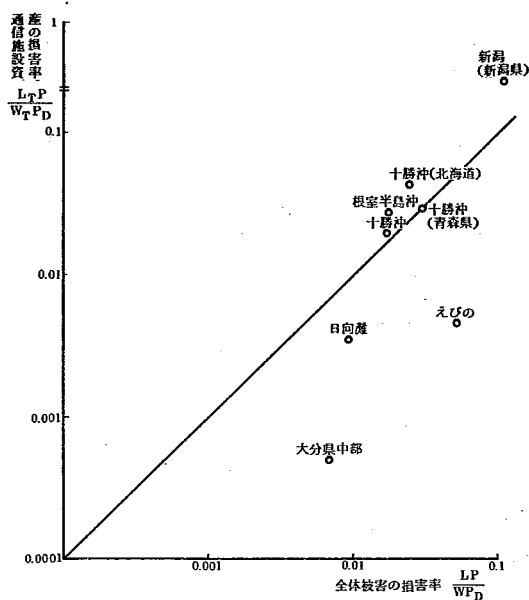


図-17. 全体被害と通信施設被害の損害率の関係

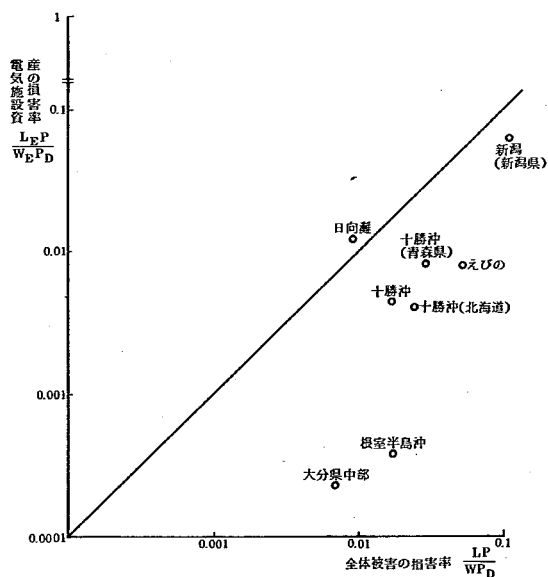


図-18. 全体被害と電気施設被害の損害率の関係

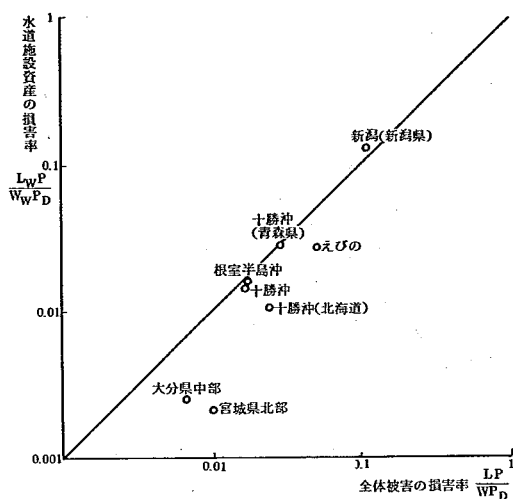


図-19. 全体被害と水道施設被害の損害率の関係

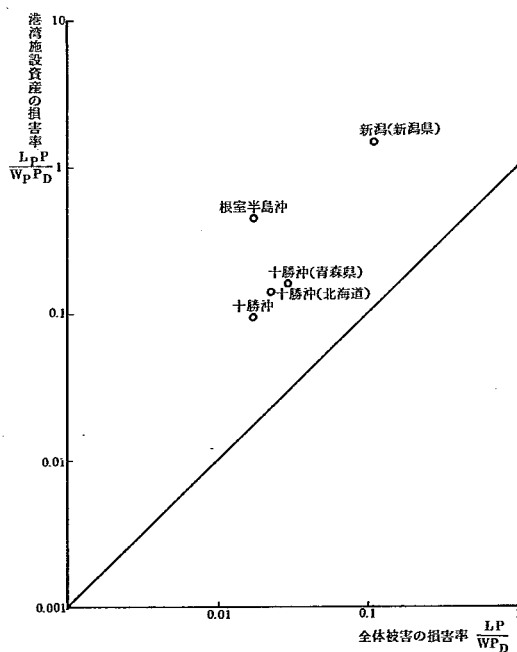


図-20. 全体被害と港湾施設被害の損害率の関係

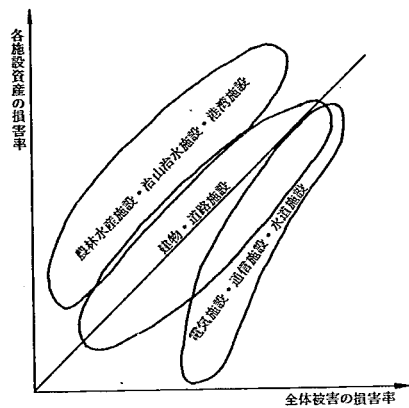


図-21. 各施設の損害率と全体の損害率の関係

5. 結 論

うえにのべた解析の結果、つぎのような結論がえられた。

- (1) 地震による被害額は、被害の指標として使うことが可能である。
- (2) 地震による被害額は、地震のマグニチュード、震央距離、地盤の種類によって影響を受ける。
- (3) 地震による被害額から求めた損害率は、木造家屋の倒壊率から求めた被害率より小さい。
- (4) 建物、道路施設の損害率は、被害総額から求めた被害率にはほぼ等しい。

農林水産施設、治山治水施設の損害率は、被害総額から求めた損害率よりやや高い。

電気施設、通信施設、水道施設、港湾施設の損害率は、被害総額から求めた損害率よりやや低い。

6. 〔参考文献〕

- 1) 河角 広：東京の震害分布と地盤について，建築雑誌 № 773，1951.
- 2) 表俊一郎・宮村棋三：横浜市並びに名古屋市の震害分布と地盤の関係，建築雑誌 № 773，1951.
- 3) 栗林・羽立他：福井・えびの・伊豆半島沖地震における被害の分析に関する調査解析，土木研究所資料第 1106 号，昭和 51 年 3 月
- 4) 栗林・羽立他：木造家屋震害分布および地震時出火率の推定法に関する研究，土木研究所資料第 1256 号，昭和 52 年 5 月
- 5) 片山恒雄：橋の耐震性判定の方法，季刊カラム
- 6) 久保慶三郎・片山恒雄他：地下埋設管震害の定量的解析，第 4 回日本地震工学シンポジウム講演集，1975.
- 7) 経済企画庁：昭和 45 年国富調査
- 8) 国土庁計画調整局総務課国土情報整備室：国土情報整備事業のあらまし，昭和 52 年 6 月
- 9) 勝又 護：地震の規模と被害のおよぶ範囲，昭和 52 年度地震学会春季大会講演予稿集
- 10) 経済企画庁経済研究所：日本の国富調査，昭和 51 年 3 月
- 11) 経済統計年鑑，昭和 50 年版，東洋経済新報社
- 12) 宇佐美龍夫：資料 日本被害地震総覧，東京大学出版会
- 13) 新日本分県地図，昭和 47 年版，国際地学協会
- 14) 土地分類図，経済企画庁総合開発局，国土庁土地局
- 15) 震災予防調査会報告第 100 号丙上，p 57.
- 16) 震災予防調査会報告第 101 号
- 17) 京都府：奥丹後震災誌，昭和 2 年 3 月
- 18) 中央气象台：昭和 5 年 11 月 26 日北伊豆地震報告，昭和 5 年 12 月
- 19) 西・鮫島：静岡地震報告，土木学会誌 21 卷，昭和 10 年
- 20) 秋田県：男鹿地方震災誌，昭和 17 年 4 月
- 21) 鳥取県震災小誌，p 9，鳥取県，昭和 19 年
- 22) 建設院第一技術研究所概報第 16 号，南海地震調査報告，昭和 23 年 6 月
- 23) 南海大震災誌，高知県
- 24) 建設省土木研究所報告第 78 号，北陸震災調査報告，昭和 24 年 3 月
- 25) 岡本・久保：昭和 24 年 12 月 26 日 今市地震による土木施設の被害について，土木学会論文集第 10 号，昭和 26 年 12 月
- 26) 土木研究所報告第 113 号，日向灘地震災害の調査報告，昭和 36 年 10 月
- 27) 多田・松野・山村・栗林：東北地震震害調査(Ⅰ)，土木技術資料 4-10，1962
- 28) 新潟地震の記録，昭和 40 年 6 月，新潟県
- 29) えびの地震の記録，昭和 44 年 4 月，宮崎県

- 30) 1968 年十勝沖地震調査委員会：1968 年十勝沖地震調査報告，昭和 44 年 1 月
- 31) 1973 年 6 月 17 日根室半島沖地震調査報告，昭和 48 年度文部省科学研究費，自然災害特別研究(I) 802029.
- 32) 大分県中部地震の被害概況，1975 年 6 月，応用地質調査事務所
- 33) 河口至商：多変量解析入門，森北出版

附 録

災害による被害額の算定方法について

本報告に用いられた地震による被害額は、主として都道府県の防災関係部局から発表されたものであるが、この被害額の算定方法はすべての施設について共通なものではなく、大きく2つに分類される方法によって求められている。

第1は被害を受けた資産の時価価格を、災害発生時点で評価し、これに被害率を乗じて被害額とするものである。

$$(\text{被害額}) = (\text{時価価格}) \times (\text{被害率})$$

この算定方法は主として私有財産で、災害復旧に対する公的補助の対象とならないものに適用される。すなわち、建物（文教施設などの公的施設を除く）、農作物、養殖物がこれに該当する。

第2の算定方法は、被害を受けた施設を原型に復旧するのに必要な金額を被害額とする方法で、この方法は主として災害復旧に対する公的補助のある施設、又はこれに準ずる施設に適用される。したがって、この方法では災害復旧事業の査定額が被害額となる。この分類に属する施設としては衛生関係施設（上下水道等）、文教関係施設、農業施設、農業用施設（農道等）、土木関係施設、林業関係施設、水産関係施設、電力施設、通信施設、鉄道施設がある。

おのおのの分類のなかでも算定方法は必ずしも同一とはいえない。例えば第1の分類で、時価価格の評価は被害額に大きな影響を与えるが、この算定方法は建物の場合の固定資産税の台帳のような、基準となるものもあるが、主として担当者の判断で決められることが多いようである。第2の分類においても、施設ごとの災害復旧事業の採択基準は必ずしも同一の水準とはいえない。

このように被害額の算定は施設の種類によって異なっているが、一般的には第2の分類による被害額の方が、資産の減価率を考慮しないため、第1の分類に比較して大きめの値が出る傾向にある。

本項については、千葉県総務部消防防災課の御協力を頂いた。