

(142) 既往地震での被害額とその要因に関する検討

応用地質株式会社 正員 山田敏博
 同上 正員 山本明夫
 同上 正員 金子史夫

1. はじめに

近年、首都圏をはじめとして、サイスマック・マイクロゾーニング調査が実施され、地震防災対策を考へるうえでの基礎的な資料として利用されてきている。こうした調査では、地震動、液状化をはじめとして、建築物、土木構造物、ライフラインといったものの被害量や人的被害を、主要な予測対象としているが、これらの様々な被害項目は、各々異なる指標によって表現されることが多く、個々の被害の比較、あるいは総合化が難しいのが現状である。一方、地震防災対策を効果的かつ効率的に推進するためには、これら様々な被害を総合的に評価する必要がある。

このような観点から、栗林ら¹⁾は、過去の地震による被害総額を当時の国富(国の資産の合計)で正規化し、これによって震害の特性を解析している。また、片山²⁾は、1964年新潟地震の新潟市、1978年宮城県沖地震の仙台市、および1983年日本海中部地震による能代市の被害額を調べて、被害総額と一般会計歳出額との関係を述べている。

本報では、このような背景のもとに、被害の全体像を把握する方法として被害額に着目し、その総額と、それに影響を与える要因について検討を行った。すなわち、地震による被害額は、被災地域の被害程度と、その地域の人口の関数で表わせるものとし、被害程度は、当該地域の地震外力、時代背景、および、それを受ける地域の社会・産業構造等の地域特性の関数として表わせるものと仮定した。

以下では、まず、被害総額がわかる地震データを抽出した。続いて、被害程度に影響を与えられ考えられる各要因について検討を加え、最後に被害総額とその要因の関係を検討した。

表-1 過去の地震被害額一覧表

2. 過去の地震の被害額

被害額といっても、地震ごとにデータの整理方法は様々であり、被害額の定義そのものも、場合によって異なっている。今回は1923年関東地震以後に起った地震の資料から、直接的な被害額として計上されたものを取りあげ、表-1に、整理して示した。

地震によっては、総額しかわからないものから、項目別に被害額が分けられているものまである。ここでは、

No.	地震名	発生日月	マグニチュード(M)	当時の被害総額(円/戸)	項目別被害額の比率(%)								
					家屋	土木	鉄道	ライフライン	商工業	農林水産業	民生	文教	その他
1	関東地震	1923. 9. 1	7.9	5,500	23.4	5.8	—	—	36.1	2.9	1.0	(30.8)	
2	北相模地震	1925. 5. 23	6.5	89	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	北丹後地震	1927. 3. 7	7.5	82	—	—	—	—	—	—	—	—	
4	北伊豆地震	1930.11.26	7.0	25	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	静岡地震	1935. 7. 11	6.3	10	—	—	—	—	—	—	—	—	
6	男鹿地震	1939. 5. 1	7.0	8	—	—	—	—	—	—	—	—	
7	鳥取地震	1943. 9. 10	7.4	160	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	南海地震	1946.12.21	8.1	2,801	26.5	32.0	0.3	0	19.1	17.2	2.6	2.3	
9	福井地震	1948. 6. 28	7.3	45,029	18.8	7.1	2.1	7.8	29.7	29.4	4.6	0.5	
10	今市地震	1949.12.26	6.4	3,500	—	—	—	—	—	—	—	—	
11	十勝沖地震	1952. 3. 4	8.1	15,183	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	宮城県北部地震	1962. 4. 30	6.5	4,052	55.8	20.1	0	0.3	5.3	13.2	5.2	0.1	
13	新潟地震	1964. 9. 16	7.5	130,001	13.7	18.2	5.8	9.7	25.2	12.6	2.6	10.9	
14	えびの地震	1968. 2. 21	6.1	8,876	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	十勝沖地震	1968. 5. 16	7.8	47,040	16.1	11.3	10.7	2.5	20.0	26.4	11.7	1.3	
16	根室半島沖地震	1973. 6. 17	7.4	3,939	10.7	31.2	25.0	1.2	13.3	16.4	1.7	0.5	
17	伊豆半島沖地震	1974. 5. 9	6.9	8,546	5.3	22.4	0	0.5	48.4	21.9	1.5	—	
18	大分県中部地震	1975. 4. 21	6.4	10,443	43.1	12.4	0.5	2.1	3.2	29.5	0.9	8.3	
19	伊豆大島近海地震	1978. 1. 14	7.0	38,709	15.1	37.1	3.9	1.4	21.7	17.9	2.9	—	
20	宮城県沖地震	1978. 6. 12	7.4	268,133	29.4	10.5	2.4	2.7	35.7	6.4	4.4	8.5	
21	湘南沖地震	1982. 3. 21	7.1	10,710	8.8	21.1	7.9	1.1	13.4	36.8	1.6	9.3	
22	日本海中部地震	1983. 5. 26	7.7	217,427	18.2	35.9	1.1	1.1	10.2	25.8	7.7	—	
23	長野県西部地震	1984. 9. 14	6.8	46,798	0.3	25.8	0.1	6.7	1.8	64.8	0.5	0	

過去の震害資料のまとめ方を参考に、被害項目を、家屋被害、土木関係被害、鉄道被害、ライフライン被害（上下水道、電力、ガス、通信）、商工業被害、農林水産業被害、民生・文教被害、およびその他の被害の8項目とし、震害資料からそれぞれの項目に相当する被害額を整理した。この項目別の被害額を、表-1では、被害総額に対する比率（%）で示している。

3. 被害程度に関する要因の検討

1) 地震外力の検討

地震外力として、一般には、加速度、速度、変位、あるいは震度といった地震動、および、地盤の液状化、津波が上げられる。また、二次的な現象ではあるが、地震火災をこれに含めることも考えられる。

このうち、津波は、過去の地震において、多数の死傷者を出す原因となった場合も多いが、影響した範囲等不明な点も多く、現時点では、その評価が難しい。したがって、以下の検討では、地震外力として、まず、地震動、液状化、地震火災を考慮することにした。また、地震動については、前述のように様々な指標が考えられるが、過去の地震について資料が整備されている点から、震度を用いることにした。

2) 時代背景の検討

貨幣の価値や、資産の状況は、各時代によって異っている。したがって、地震ごとの被害総額を比較検討するためには、何らかの補正が必要となる。この補正のための指標としては、様々なものがあるが、これらの中から、卸売物価指数、小売物価指数、消費者物価指数と、国家予算、GNP、国富（ここでは、有形資産のうち、在庫、および、住宅、構築物、機械器具等の純固定資産を対象とした。）を選び、その経年変化を、1934~1936年を基準として、図-1、図-2に示した。また参考として、全国の人口の変化も合わせて示した。同図によれば、1920~1985年にかけて、各物価指数は、千倍程度上昇しており、一方、国家予算、GNP、国富は、二万倍程度上昇していることがわかる。また、両者とも1945~1950年にかけて、二桁近い急激な上昇を示しているのが特徴である。

ここでは、被害総額を物価補正した値、および、被害を資産の減少としてとらえ、被害総額を各時代の一人当たりの国富によって基準化した値（これを、被害指数 I_d と定義する。）を、図-3に示した。なお、この被害指数 I_d は、被害総額が当時の何人分の資産に相当するかを表わしている。

前者では、関東地震の値が際立って大きく、他の比較的被害の大きかった南海地震、福井地震、新潟地震、宮城県沖地震、および、日本海中部地震と比べても、一桁以上の差がある。

また、後者では、関東地震が際立って大きいのは同様であるが、前者に比べ、最近の地震ほど、相対的に小さく評価される傾向が見られる。これは、建築物や土木構造物などの

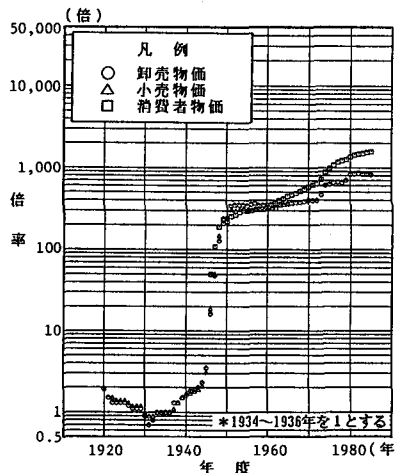


図-1 卸売物価、小売物価、消費者物価の経年変化

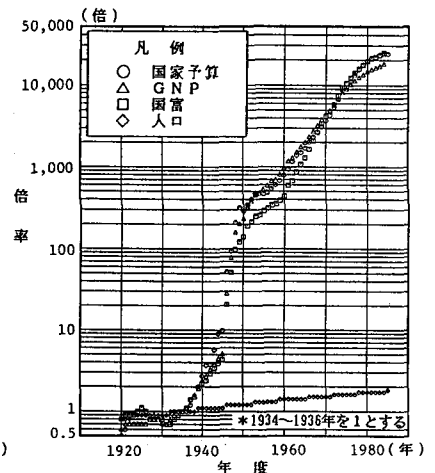


図-2 国家予算、GNP、国富、人口の経年変化

ただし、 I_d : 被害指数, 当時の被害総額を当時の一人当たりの国富で基準化した値 (人)

$\alpha_1 \sim \alpha_6$: 係数, β : 定数項 (人)

p_1 : 火災地域の被災人口 (人), p_2 : 液状化地域の被災人口 (人)

p_3 : 震度Ⅵ地域の都市部の被災人口 (人), p_4 : 震度Ⅵ地域のその他地域の被災人口 (人)

p_5 : 震度Ⅴ地域の都市部の被災人口 (人), p_6 : 震度Ⅴ地域のその他地域の被災人口 (人)

まず、表-1の全データを用いて解析した結果をケース1として、表-2に示す。重相関係数は高くなっているが、これは、関東地震の被害額が桁違いに大きいことに起因しており、ここではあまり本質的な問題ではなく、むしろ、式の性格上、負の相関を示している項目がある点が問題となる。したがって、次に、この原因について検討した。その結果、北丹後、北伊豆、伊豆大島近海地震において、被害額に比べ、被災人口が多いこと、一方、南海地震、1952年十勝沖地震において、被害程度に比べ、被害額が大きいことがわかった。一般に震度Ⅴに対応する被害の範囲は広く、構造物等の破損が始まる程度から、かなりの被害が発生する程度までを含んでいるが、こうしたことによるデータ精度の問題も、良好な重回帰係数を得られない一因と考えられる。このため、ここでは、これらの地震データを除く17のデータを用いて、再度解析を試みた。その結果を表-2にケース2として示す。同ケースでは負の係数がなく、係数相互の関係が改善されている。ケース2の結果からわかることは、次の通りである。被害総額に対して、地震火災の影響が最も大きく、次いで、液状化の影響が大きい。また、震度ⅤとⅥの地域の間では、被害程度に明らかな差があり、都市部以外の地域では被害額の比で

約20倍程度の差がある。さらに、震度Ⅴの地域では、都市部とその他の地域の間にも、被害額に4倍程度の差が見られる。この原因は、都市部への資産の集中、あるいは、vulnerability (被害の受け易さ)の差によるものと思われる。

表-2 重回帰分析の結果一覧表

ケース	火災	液状化	震度Ⅵ		震度Ⅴ		定数項 β	重相関係数
			都市部	その他	都市部	その他		
	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6		
1	1.570	0.460	-0.674	0.014	-0.012	0.002	29.662	0.999
2	1.615	0.466	-	0.353	0.060	0.015	4.359	0.994

5. あとがき

以上から、今回の検討で明らかになった点をまとめると次のようになる。

- 1) 被害総額の時代背景による影響を検討した結果、被害額を資産の減少としてとらえ、一人当たりの国富によって基準化する方が、物価補正より時代の変化を反映することがわかった。
- 2) 被害の内訳を検討した結果、被害総額の内訳は被災地域の社会・産業構造を反映していることがわかった。
- 3) 被害総額の要因について分析した結果、被害総額に対して、地震火災の、液状化の順で影響が大きいことがわかった。また、震度ⅤとⅥの地域の間、都市部とその他の地域の間被害額の面から見た被害程度の差も捉えることができた。

今後も、被害総額と被害状況の因果関係の解明に努め、被害を総合的に評価する方法について検討して行きたい。

参考文献

- 1) 栗林栄一, 田崎忠行(1978): 地震による資産別損害の分布性状に関する調査解析, 天然資源の開発利用に関する日米会議, 耐風耐震構造専門部会
- 2) 片山恒雄(1984): EERI, US JAPAN Workshop on Urban Earthquake Hazards Reduction
- 3) 宇佐美龍夫(1975): 資料 日本被害地震総覧, 東京大学出版会