

建設省 正員 佐藤 若
 東京大学 正員 片山 恒雄
 東京大学 正員 久保慶三郎

1. 研究の目的と手法 近年の都市大規模化に伴い都市防災の重要性が増々高まる中で、都市における地震災害を他の自然災害との間で位置づけることは有益である。この目的のため本研究では主要災害として火災、水害、震害を取り上げ、図1に示す14都市を対象に過去の被害を調査した。その結果に基づき各災害の性質を明らかにすると共に、震害については地震発生資料を用いて全国的な都市震害年平均評価を行った。さらに各災害を定量的に比較することにより相互の位置づけを試みた。尚、金額データはデフレーターを用いて昭和50年価格に換算し、又、被害は全て当該都市人口等で除すことにより正規化して解析に用いた。



2. 火災及び水害の傾向 図2は火災及び水害の被害額と都市歳出額との比の経年変化図で、歳出額を社会的負担力として捕えること両災害の実質的被害程度は減少して来ていると言える。次に両災害による人口当り死者数の経年変化を図3に示す。水害が火災より1桁小さく、都市水害の約40%が内水被害であり人命の危険が小さいことを表わしている。又、火災死者数は近年のビル火災増加を反映し、増加傾向にあるのが分る。

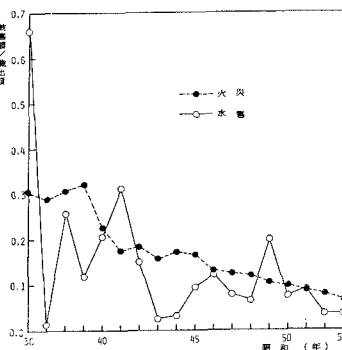


図2 (被害額/歳出額)経年変化

3. 各災害と都市規模との相関 水害、火災について最近18年間の各都市被害平均を人口に対してプロットしたのが図4、5である。水害(図4)の場合、大都市程有利な傾向があり、都市人口が大きくなればそれに見合う出費で狭い地域の防災を行える為、小災害に対しては有利なことを表わす。水害の被害額もこれと同様の傾向を示す。次に図5の火災被害額と歳出額の比では、人口100万人~200万人の都市で極小となっている。人口が多くなれば多数の消防力保有が可能で火災時にはそれを集中して使える為有利となるが、さらに都市増大が進むと家屋密集等により不利となる為、最適都市規模が存在するものと考えられる。火災死者数では都市によらず、ほぼ一定値であった。

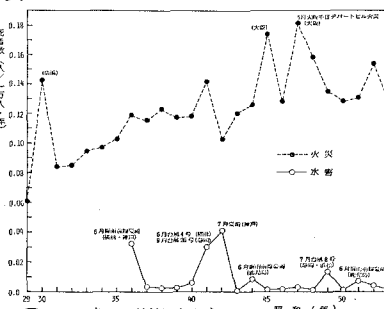


図3 人口当り死者数、経年変化

4. 都市震害年平均評価 過去地震発生データは、全国緯度、経度0.5°おその格子点、約400個を中心に表1に示す規模及び震央距離別に5x5=25区に分し年平均発生率として整理されている²⁾。この各区分の地震に対応する被害を震害データから推定するため中間パラメータとして水平最大加速度 A_{max} と補正被害棟数 D_h (全壊棟数 + $1/2$ 半壊棟数 + $1/10$ 部分壊棟数) を用いた。

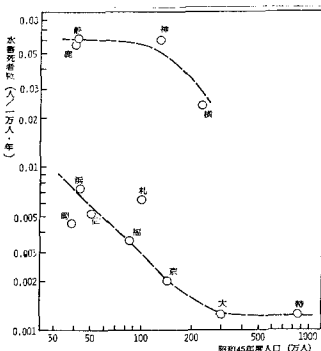


図4 水害死者数-都市規模相関

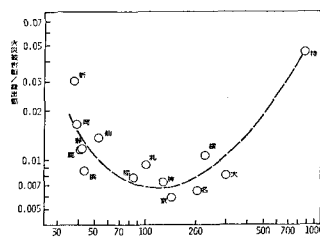


図5 (火災被害額/歳出額)-都市規模相関

Attenuation 式は片山^{3),4)}が求めた(1), (2)式を震央距離により使い分けた。

$$\begin{cases} \Delta \geq 50 \text{ km} \cdots \cdots A_{\max}^{(gal)} = 32.1 \times 10^{0.254M} \times \Delta^{-0.757} & (1) \\ \Delta < 50 \text{ km} \cdots \cdots A_{\max}^{(gal)} = 203.3 \times 10^{0.412M} \times (R+30)^{-1.637} & (2) \end{cases}$$

(Δ : 震央距離(km), R : 震源距離(km), M : マグニチュード)

震害データから $A_{\max}$ と D_h との相関を求めたのが図6で、回帰式は

$$D_h = 10^{-12.6} \times A_{\max}^{6.06} \quad (D_h: \text{棟/千世帯}, A_{\max}: gal) \quad (3)$$

である。次にこの D_h と被害額 D との相関を求めたのが図7で、回帰式は

$$D = 0.1556 \times D_h^{1.041} \quad (D: \text{億円/万人}, D_h: \text{棟/千世帯}) \quad (4)$$

となる。 $D_h > 1000$ で(4)式を外挿すると実被害データ領域を大きく越えるのでこの領域では

便宜上 $D = 206.44$ (一定)とした。図6及び7の両回帰式から D_h を消去すると $A_{\max}$ - D の関係が求まり、表1の各範疇中央値と(1)及び(2)式を用いて各区分の $A_{\max}$ を求め、この $A_{\max}$ - D の関係式へ代入すれば各区分の地震に対応する人口当り被害額が求まることになる。そこで各区分毎に対応する被害額と発生率を乗じた後、全ての区分で合計すれば注目地点の年平均被害額が求まり、全ての格子点で同様に計算をすれば、全国的な都市年平均被害額評価が行えることになる。死者数評価の場合も全く同様である。

以上の方法で評価した結果を図8及び9に示す。本評価では震害は人口に比例すると仮定しており、注目都市の人口を乗じれば当該都市の年平均被害が求まる。過去実被害や、二・三の被害想定結果と比較すると東京、新潟等大震災に見舞われた都市ではほぼ一致するが、その他大部分の都市で過大評価となる。これは発生率を計算する際ベイズ事後確率定理より観測回数に1を加えてから観測年数で除して求めているのが原因である。しかし巨視的に見れば日本のどの地域でも大地震の危険が潜在的にあると考えられ、却って合理的な結果であり、防災計画上の一つの目安となり得ると言える。

5. 各災害の比較 被害額を総合平均で比較すると火災と水害はほぼ等しく1万人当り年約1千万円、しかもに震害評価値でその約15倍、実被害でも約5倍であった。又、死者数で比較しても水害の1万人当り年0.01人に対し、火災ではその10倍以上の0.13人、震害実被害ではさらに火災の10倍の1.37人に昇る。避難計画、地震予知を含めた地震防災が極めて重要なことが、本結果より明らかにされた。

参考文献

1) 建設省都市局: 総合都市防災対策調査報告書, 1980年

2) T. KATAYAMA: Proc. of 5th Japan Earthquake Eng. Sym., 1978年

3) 佐伯, 片山, 岩崎: 第32回年次学術講演会
オ1部

4) T. KATAYAMA: 生産研究, 第26巻1号, 1974年

項目	範 疇	中央値
地震規模 (M)	M1 4.5 ≤ M < 5.4	4.95
	M2 5.4 ≤ M < 6.1	5.75
	M3 6.1 ≤ M < 6.7	6.40
	M4 6.7 ≤ M < 7.5	7.10
	M5 7.5 ≤ M	7.75
震央距離 (Δ)	D1 0 ≤ Δ < 20	10
	D2 20 ≤ Δ < 60	40
	D3 60 ≤ Δ < 120	80
	D4 120 ≤ Δ < 200	160
	D5 200 ≤ Δ < 350	275

表1 規模及び距離分類

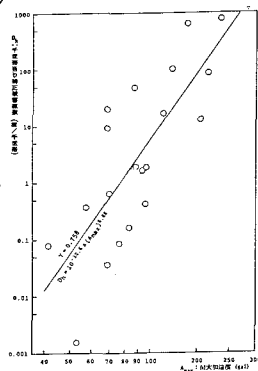


図6 $A_{\max}$ と D_h の関係

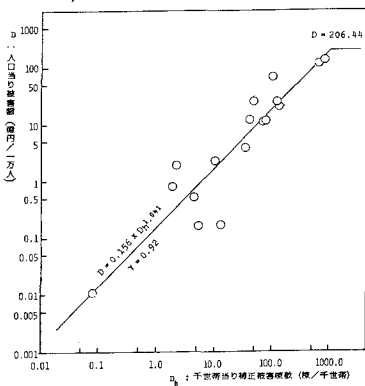


図7 D_h と D の関係

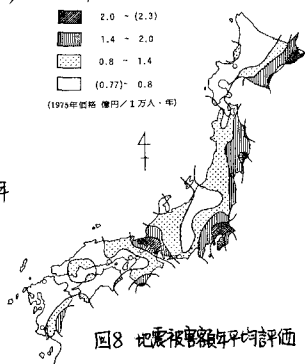


図8 地震被害額年平均評価

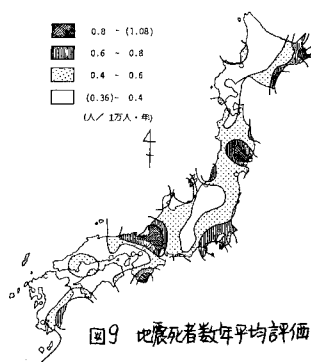


図9 地震死者数年平均評価