

都立大学 正会員 宮野道雄 東京都 正会員 小泉敏一

1. はじめに 地震による人的被害(死者)の主な発生原因を概観すると、倒壊建物の下敷となり圧死する従来のパターンから比較的最近の1968年十勝沖地震、伊豆半島沖地震、伊豆大島近海地震などのように、そのほとんどが崩土と落石を原因とするパターンへと変遷しているように思われる。このほか、過去においては津波による死者も少なくない。また、地震に伴う火災の有無も死者発生の大きな要因として関与していることが考えられる。このような観点から筆者らは、我が国の主な被害地震における人的被害発生の要因分析を試みようとしているが、本報告では、内陸型地震でほぼ同等の規模(マグニチュード)を有し、相当の焼失家屋を生じた北丹後地震と福井地震をとりあげ、数理化理論にもとづく若干の検討を行うことにする。

2. 1977年北丹後地震および1948年福井地震

北丹後

地震(M7.5)は3月7日18時27分、また福井地震(M7.3)は6月28日17時14分に発生した。両地震による被害は、前者は全壊12584戸、焼失3711戸、死者2925人、後者は倒壊35420戸、焼失3491戸、死者3895人であった。上述したように、

地震による死者発生のパターンは時代とともに変遷する傾向がみられるが、倒壊建物による圧死が目立つのは福井地震までで、以後急減している。また、発生時刻に若干の差はあるが、いずれも就寝時間帯には入っており、両地震間の特性的な差はあまりないと考えることができる。図-1(a)は北丹後地震による死者数と住宅全壊戸数との関係である。同図を作成するに当り資料は文献(2)を使用した。この際後述する4種の地形区分を行う前のより細かい地形区分別の平均化を行っている。また、対数グラフのため0の値をプロットできないので、全壊、死者とも1の軸にプロットしたデータがある。図-1

(b)は福井地震について同様の関係を示したものである³⁾。両図によれば、死者数と全壊戸数との間には、かなり明瞭な相関があり、高い死者数を示す地域では火災を伴っている傾向があることがわかる。

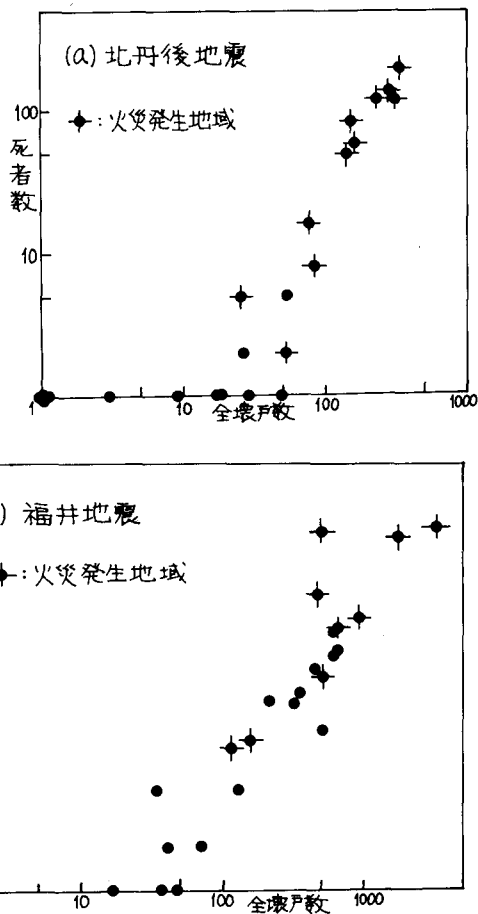


図-1 死者数と全壊戸数の関係

表-1 説明変量の組合せ

No.	変 量	No.	変 量
1	地形(A, B, C, D)	9	全壊率+地形
2	全壊率 X	10	焼失率+地形
3	焼失率 Y	11	震源距離+地形
4	震源距離 Z	12	全壊率+焼失率+地形
5	全壊率+焼失率	13	全壊率+震源距離+地形
6	全壊率+震源距離	14	焼失率+震源距離+地形
7	焼失率+震源距離	15	全壊率+焼失率+震源距離+地形
8	全壊率+焼失率+震源距離		

表-2 各種説明変量の組合せ別の実験式係数と相関係数

	北丹後地震									福井地震								
No.	a	b	c	d	A	B	C	D	R	a	b	c	d	A	B	C	D	R
1	—	—	—	—	—	2.917	1.958	5.577	0.71	—	—	—	—	—	3.786	7.789	5.190	0.81
2	0.695	0.879	—	—	—	—	—	—	0.94	1.055	0.496	—	—	—	—	—	—	0.82
3	4.780	—	0.800	—	—	—	—	—	0.81	7.942	—	0.289	—	—	—	—	—	0.86
4	31.483	—	—	-1.527	—	—	—	—	0.67	18.572	—	—	-0.907	—	—	—	—	0.84
5	1.207	0.649	0.314	—	—	—	—	—	0.92	1.615	0.453	0.206	—	—	—	—	—	0.89
6	2.298	0.679	—	-0.571	—	—	—	—	0.91	2.305	0.438	—	-0.430	—	—	—	—	0.83
7	12.079	—	0.511	-0.719	—	—	—	—	0.88	17.616	—	0.203	-0.665	—	—	—	—	0.88
8	2.062	0.606	0.207	-0.345	—	—	—	—	0.94	2.308	0.428	0.182	-0.224	—	—	—	—	0.89
9	0.677	0.893	—	—	—	0.990	1.178	0.888	0.94	1.059	0.495	—	—	—	1.000	1.264	0.862	0.81
10	4.768	—	0.795	—	—	1.034	0.904	1.055	0.81	8.444	—	0.334	—	—	0.812	1.775	0.793	0.87
11	30.566	—	—	-1.507	—	0.958	0.660	1.428	0.72	17.125	—	—	-0.848	—	0.817	1.154	1.039	0.83
12	1.177	0.663	0.316	—	—	1.024	1.168	0.870	0.91	1.770	0.447	0.258	—	—	1.072	1.488	0.743	0.91
13	2.250	0.685	—	-0.564	—	0.995	1.046	0.969	0.91	2.087	0.447	—	-0.379	—	1.029	1.152	0.897	0.82
14	12.588	—	0.482	-0.756	—	1.013	0.808	1.168	0.87	14.437	—	0.258	-0.465	—	0.850	1.491	0.860	0.88
15	1.954	0.618	0.216	-0.320	—	1.016	1.095	0.920	0.95	1.754	0.448	0.259	0.006	—	1.072	1.491	0.742	0.91

3. 実験式の作成 両地震における死者発生に関連する要因として、本報告では地形、住家全壊率、同焼失率、震源距離を考え、こゝらを単独または組合せて用いて説明変量とする実験式を作成する。表-1はこゝら説明変量の組合せを示したものであるが、このうち地形のみが「質的変数」になっている。地形区分はA(山地、丘陵地)、B(台地)、C(砂礫礫沖積平野、海岸平野)、D(砂泥礫沖積平野、緩斜面、微高地)の4種としたが、両地震の被災地域には地形Aはほとんどないため、実験上種の区別である。実験式は(全壊+焼失)100人当りの死者数Pを目的変量、全壊率X、焼失率Y、震源距離Z、地形(A, B, C, D)を説明変量とする下式を想定した。

$$P = a X^b Y^c Z^d \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \end{bmatrix} \quad (1)$$

(1) 式は数量化I類の拡張理論にもとづき係数も決定することができるが、ここでは太田・後藤^(4,5)の手法によった。表-2は、このようにして決定した両地震毎ケースの実験式の係数の値と相関係数Rを示したものであり、No.1は表-1の説明変量の組合せのNo.に対応している。北丹後地震の結果によれば、Xを含む式の相関係数は他に比べていすゝも高く、係数自体の重みからも死者発生にかなり強く関与していることうかがえる。一方、福井地震の方は、係数の重みからすればやはりXの影響は大きいと思われるが、Yを含む式の相関性がいすゝも比較的高い。故に、死者発生に対する火災の影響は両地震の間では、福井地震の方がより強かったとみることもできよう。また、地形の重みは両地震ともC, B, Dの順で小さくなる。図-2(a), (b)は両地震のNo.15の実験式による計算値と原資料の観測値との関係を示したものである。

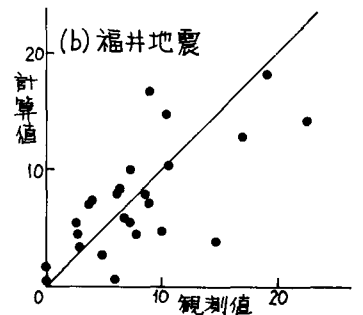
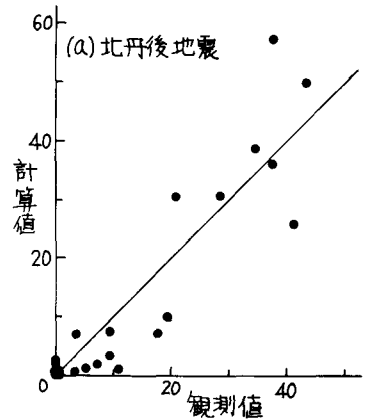


図-2 両地震の実験式(No.15)による計算値と観測値の関係

【文献】1) 東京文台：理科年表，1981，2) 谷口忠：丹後地震における建築物の被害について，電研年報，23号，1927，3) 福井県：福井震災誌，1949，4) 太田裕・後藤典俊：波速度も他の土質的諸指標から推定する試み，物理探査，29巻，243号，1976，5) 太田裕・後藤典俊：地震工学的資料の整理(2)，地震学会論文，1982。