

I-42 2000 年鳥取県西部地震における計測震度とアンケート震度

ロードテック（元・愛媛大学学生）正会員 ○圓井 洋介

愛媛大学工学部 フェロー 森 伸一郎

松江工業高等専門学校 正会員 河原 荘一郎

高松工業高等専門学校 正会員 向谷 光彦

1. はじめに

2000 年 10 月 6 日にマグニチュード 7.3 ($M_j = 7.3$) の鳥取県西部地震が起きた。この地震による被害を考える際に地震動と関連させて理解することが重要である。したがって、震源近傍の集落と震源の北に位置する米子や境港の地震動の大きさを調査することは有益である。

1995 年兵庫県南部地震以来、地震観測点の数は飛躍的に増加し、いまやこれらの地震観測網により得られる記録は被害地震を理解する上で重要な役割を果たしている。それでもなお、局所的な被害や被害分布をより詳細に理解するためには、さらに高密度な震度把握が望まれる。アンケートによる震度調査は長年行われ改良が加えられ、太田ら（1978）の方法はある程度確立したものと理解され、多くの調査で利用されているように高密度の震度把握に有効な方法である。

そこで、愛媛大学が中心となり 10～12 月に中国四国の一部でこの地震のアンケート震度調査を実施した。ここでは、アンケート震度調査の概要と計測震度との合致度に関する調査結果を報告する。

2. 調査方法

鳥取県西部の市町村の内、前述の被害地域である境港市、米子市、西伯町、日野町の全中学校（15 校）の生徒の家族（125 名/校）と米子市の安倍彦名団地、富益団地の住

表-1 アンケート調査の規模と回収結果

県	送付先	送付		回収		回収率		担当
		組織数	枚数	組織数	有効枚数	組織	有効回答	
鳥取県	中学校	15	2,000	15	1,304	100%	65%	愛媛大
	自治会	2	500	2	393	100%	79%	愛媛大
島根県	県立高校	43	5,375	27	1,847	63%	34%	愛媛大+松江高専
愛媛県	県立高校	57	6,875	44	3,604	77%	52%	愛媛大
香川県	県立高校	34	4,250	19	1,266	56%	30%	愛媛大+高松高専
徳島県	県立高校	40	5,000	19	1,331	48%	27%	愛媛大
合計		191	24,000	126	9,745	66%	41%	

民（250 枚/団地）に対してアンケート調査を実施した。また、四国の愛媛、香川、徳島の 3 県と島根県については、全ての県立高校の生徒の家族（125 名/校）に対してアンケート調査を実施した。表-1 にアンケートの規模と回収結果を示す。191 組織に個別に郵送して、記入回収の後、返信を依頼した。

アンケート調査は原則として太田ら（1979）の方法によるものとし、得られたアンケート震度を気象庁震度に変換した。計測震度の変換には高震度（4.5 以上）に対しては、太田ら（1998）の研究に基づき提案された小山・太田（1998）の補正式を用いた。太田らの方法によれば、アンケートの項目は 35 個あるが、感不感の問いが 1 問、場所・条件・属性に関するもの 12 問、揺れに関するもの 21 問、その他 1 問である。今回の調査では、揺れに関する質問で、液状化に関する項目を 1 問増やし 22 問とした。さらに 7 問については、震度 6 強から 7 などに相当する選択肢を増やした。アンケート震度 I_Q の算定は次のように行う。i 番目の質問に対して j 番目の選択肢を選んだときに割り当てられる、項目に対する震度を震度係数と k_{ij} する。また、新築の木造を規準として、構造種別、階高、新

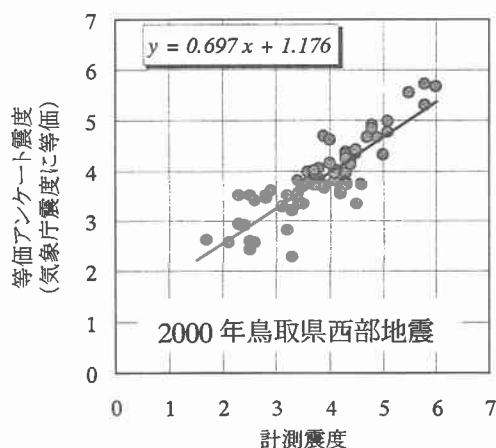


図-1 計測震度と等価アンケート

旧により 0.973~1.098 の範囲で与えられている揺れ易さを表す条件係数 α を考慮する。有効な回答が得られた質問数を N_e とすると、アンケート震度 I_Q は次式で表される。

$$I_Q = \frac{1}{\alpha N_e} \sum_i^N k_{ij} \quad (1)$$

k_{ij} は太田ら (1978) ¹⁾ によって示されている。その多くは 0.3~7.7 の範囲にばらついている。この調査では、太田らによる震度係数をそのまま採用し、条件係数は考慮しなかった。 I_Q は次式により気象庁震度と等価な値に変換する ¹⁾。

$$I_{JMA} = 2.958 \times (I_Q - 1.456)^{0.547} \quad (2)$$

得られた I_{JMA} が 4.5 以上のときにはさらに次式により補正する ³⁾。このようにして求められる気象庁計測震度と等価な震度 I_M をここでは等価アンケート震度と言う。

$$I_M = 1.684 \times e^{0.220 \times I_{JMA}} \quad (3)$$

3. 調査結果と考察

この等価アンケート震度の精度を調べる。図-1 に今回のアンケート震度調査の対象である中四国において得られた気象庁 (22 箇所)、K-Net・消防 (48 箇所) の地震計の計測震度とそれら地震計のある場所 (大字もしくは市町村) のアンケート震度の関係を示す (森・圓井, 2001)。震度 4 より小さい領域でばらつきが多く、線形回帰をすると切片が約 1.2 で傾きが約 0.7 となるが、震度 4.5 以上では両者の合致度はよい。地震計の設置されていた日野町根雨の日野町役場では、EW が 1482 cm/s²、NS が 675 cm/s²、震度は 6.3 であった。また、この役場の裏にある墓場における墓石の転倒率は 224/290=0.77 であり、金子・林 (2000) の転倒率曲線によれば墓石震度は 6.4 となる。一方、

日野町根雨の等価アンケート震度は 6.1 であり、三者はよく一致する。また、西伯町法勝寺の計測震度は 5.9 であったが、等価アンケート震度も 5.9 であった。その他、表-1 で計測震度の得られている場所の (等価アンケート, 計測震度) を示すと、日南町 (5.5, 5.5)、溝口町 (6.2, 5.7)、江府町 (5.7, 5.8)、会見町 (6.3, 5.9)、倉吉市 (4.3, 4.5) であり、両者は比較的良好に一致している。

ところで、気象庁や K-Net で得られた観測記録に基づいて、水平加速度と震度の関係を図-2 に示す。今回の地震では、震度に対して加速度が大きい。

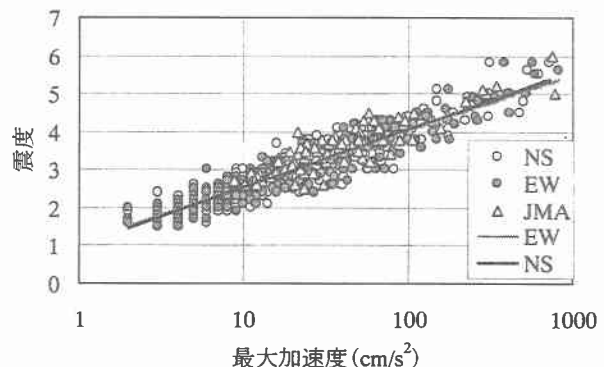


図-2 最大加速度と震度

4. 結論

アンケート震度調査により得られた等価アンケート震度は地震計で観測された記録から得られる計測地震計にほぼ比例していた。震度アンケート調査の有効性と震度算定の精度を確認することができた。

謝辞：アンケート調査においては、地震後の大変な折りにも関わらず、文中に記した鳥取県の各市町村の教育委員会と中学校および生徒のご家族、島根県、愛媛県、香川県、徳島県の教育委員会と県立高校および生徒のご家族、米子市の2団地の自治会の協力を得ました。記して深謝します。

参考文献

- 1) 太田 裕, 後藤 典俊, 大橋 ひとみ: アンケートによる地震時の震度の推定, 北海道大学工学部研究報告, 第 92 号, pp. 117-128, 1979.
- 2) 太田 裕, 小山 真紀, 中川 康一: アンケート震度算定法の改訂-高震度領域-, 自然災害科学, 16-4, pp. 307-323, 1998.
- 3) 小山 真紀, 太田 裕: アンケート震度の気象庁震度への略算変換式, 自然災害科学, 17-3, pp. 245-247, 1998.
- 4) 森 伸一郎・圓井 洋介: 2000 年鳥取県西部地震における震源地付近のアンケート震度, 第 36 回地盤工学研究発表会, 2001 (投稿中)
- 5) 金子美香, 林康裕: 剛体の転倒率曲線の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第 536 号, pp. 55-62, 2000.10.