

計測震度と旧震度階の整合性に関する一考察

岐阜大学工学部 正会員 ○能島 暢呂
 岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 久世 益充
 岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 杉戸 真太
 岐阜大学工学部 三好 将斗

1. はじめに

震度計により求められる計測震度は、従来の気象庁震度階との整合性に配慮して定義されたものである。しかし近年、震度観測網の拡充に呼応するかのように、最大震度が6弱、6強、さらには7となる地震が頻発しており、計測震度と従来震度との乖離が指摘されている。震度を有効活用するには、予想される被害と関連付けた震度解釈が必要である。こうした背景のもとで、本研究ではまず、兵庫県南部地震以前の強震記録から算出した計測震度と気象庁震度階との関係から、両者の整合性について検証する。さらに近年の地震で観測された計測震度の拡がりや気象庁マグニチュードとの関係に基づいて、計測震度と旧震度階との関係を検証する。

2. 強震記録から算出した計測震度と旧震度階の関係

三好ら¹⁾は、1962年広尾沖地震から1995年兵庫県南部地震までの16地震で観測された延べ41地点の強震記録をもとに計測震度を算出し、各強震観測点から最も短距離(15km以内)の地点で発表された気象庁震度階(旧震度階)との関係を調べた。旧震度階は体感により定められた整数値であるため厳密には比較できないが、図1に示すように計測震度の方が大きな値をとる傾向は明白である。そこで旧震度階に「コンマゼロ」を付加することで等価な実数値とみなし、計測震度と旧震度階の差をとって集計した結果、平均0.58、標準偏差0.51となった。刻み幅0.5のヒストグラムにしたのが図2であり、差が0.5のレンジ(0.25~0.75)が最頻値となっている。

3. 震度曝露面積を用いた震度の拡がりによる考察

本研究では上記のような傾向が近年の地震で観測された計測震度についても現れるかどうかを検証することとした。具体的には、2000~2004年の間に地震観測網によって観測された計測震度に基づいて、等震度線で囲まれる震度曝露面積 AEX²⁾と気象庁マグニチュードとの関係式を導き、旧震度階を用いた同様の関係式と比較することによって、計測震度と旧震度階との整合性について検討した。分析対象としたのは、2000~2004年の間に震度6弱以上となった主要な13地震(2000年鳥取

県西部地震, 2001年芸予地震, 2003年三陸南地震, 2003年宮城県北部地震, 2003年十勝沖地震, 2004年新潟県中越地震およびそれらの前震・余震群)である。震度5弱以上を観測した地点の記録に基づいて、延べ653市区町村, 845個の計測震度をデータ化した。これらは気象庁による計測震度と、K-NET, KiK-net, 広島市地震情報ネットワークの加速度記録に基づく計測震度を統合利用したデータセットである。面積(km²)の集計については、2000年国勢調査による市区町村単位のデータを用いて、市区町村ごとの集計を基本とした。同一市区町村で複数の震度が得られている場合には、その地点数に応じて面積を等分割配分した。

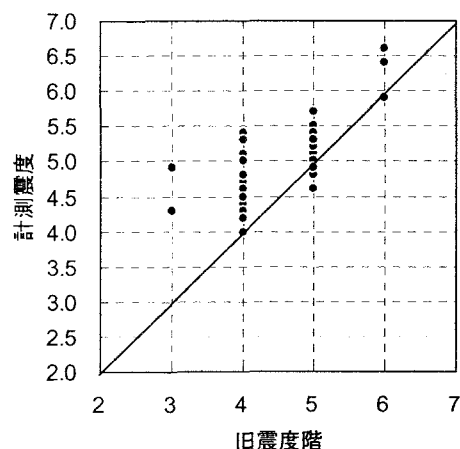


図1 計測震度と旧震度階の関係(図中の直線は1:1線)

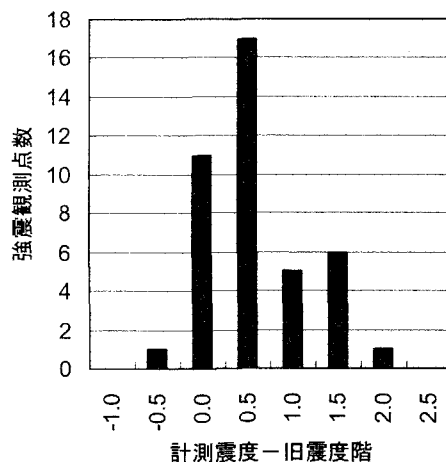


図2 計測震度と旧震度階の差のヒストグラム(横軸が"D"の欄には、差が"D±0.25"の範囲のデータ数を示す)

図3に震度曝露面積 AEX(km²)の比較を示す。震度5弱以上では十勝沖本震, 三陸南, 芸予, 鳥取県西部の順に大きく, 震度6弱以上では十勝沖本震, 新潟県中越本震, 三陸南, 新潟県中越最大余震の順に大きい。図4は震度曝露面積 AEX と気象庁マグニチュード M_j の関係を示す。ただし海域の十勝沖地震の本震・余震および M_w と M_j が大きくかけ離れた鳥取県西部地震を除く10個のデータを用いている。回帰分析の結果を式(1)~(3)に示す。

$$\text{震度5弱以上 } \log_{10} AEX_{4.5} = 1.09 M_j - 3.37 \quad (1)$$

$$\text{震度5強以上 } \log_{10} AEX_{5.0} = 1.11 M_j - 3.86 \quad (2)$$

$$\text{震度6弱以上 } \log_{10} AEX_{5.5} = 0.94 M_j - 3.24 \quad (3)$$

一方, 村松³⁾は1923年関東地震から1995年兵庫県南部地震までの17地震(主に内陸浅発地震)を対象として, M_j と震度5以上, 震度6以上および震度7の面積の関係を調べて推定式(4)(6)(8)を得た(注: 文献³⁾での表記は S_5 , S_6 , S_7 であるが, 本研究ではそれぞれ対応する計測震度の下限值を用いて $S_{4.5}$, $S_{5.5}$, $S_{6.5}$ と表記している)。

$$\text{震度5(弱)以上 } \log_{10} S_{4.5} = 1.10 M_j - 3.80 \quad (4)$$

$$\text{震度5強以上 } \log_{10} S_{5.0} = 1.18 M_j - 4.84 \quad (5)$$

$$\text{震度6(弱)以上 } \log_{10} S_{5.5} = 1.25 M_j - 5.87 \quad (6)$$

$$\text{震度6強以上 } \log_{10} S_{6.0} = 1.25 M_j - 6.38 \quad (7)$$

$$\text{震度7 } \log_{10} S_{6.5} = 1.25 M_j - 6.87 \quad (8)$$

式(5)および式(7)は本研究において, それぞれ式(4)と(6)の補間および式(6)と(8)の補間により求めたものである。

計測震度による震度5強以上の面積 $AEX_{5.0}$ の推定式(2)は, 旧震度階による震度5弱以上の面積 $S_{4.5}$ の推定式(4)とほぼ完全に一致している。また震度6弱以上の面積

$AEX_{5.5}$ の推定式(3)と震度5強以上の面積 $S_{5.0}$ の推定式(5)との対応をみると, 図4において両直線は $M_j = 6.6$ 付近で交叉し, その開きは小さく, 10個のデータは式(5)周辺に分布している。また震度6強以上の面積 $AEX_{6.0}$ については推定式を導くに至らなかったが, 5個のデータのうち4個については, 震度6弱以上の面積 $S_{5.5}$ の推定式(6)の付近もしくはその上部に分布していることがわかる。唯一の例外は震源が海域の三陸南地震である。

以上より, 震度5弱以上の領域においては, 計測震度と旧震度階との間に約0.5の差があると結論付けられる。

4. むすび

本研究では, (1)強震記録による計測震度と旧震度階との比較, (2)計測震度による震度曝露面積 PEX および旧震度階による等震度面積 S と気象庁マグニチュード M_j の関係の比較, という2つの異なった方法によって検討した結果, 計測震度と旧震度階には概ね0.5の差があり, 連続性が保たれているとは言いがたいことを明らかにした。

なお三好ら¹⁾によって, 地震動継続時間が長い記録ほど両者の乖離が小さい傾向にあることと, 計測震度算定の時間パラメータ $\tau (=0.3\text{sec})$ を長くとると差が縮小することが示されていることを付記しておく。

謝辞: 本研究では計測震度の算出のため, K-NETおよびKiK-netの強震記録を利用した。記して謝意を表す。

参考文献 1) 三好将斗・杉戸真太・能島暢呂・前田具彦: 地震動強度指標としての気象庁計測震度と強震動継続時間との関係について, 第23回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, pp.53-54, 2004.9. 2) 能島暢呂・杉戸真太・久世益充: 2000~2003年の主な地震による震度曝露人口の比較, 第23回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, pp.63-64, 2004.9. 3) 村松郁栄: 震度分布と震源との関係, 地震II, 第53巻3号, pp.269-272, 2001.

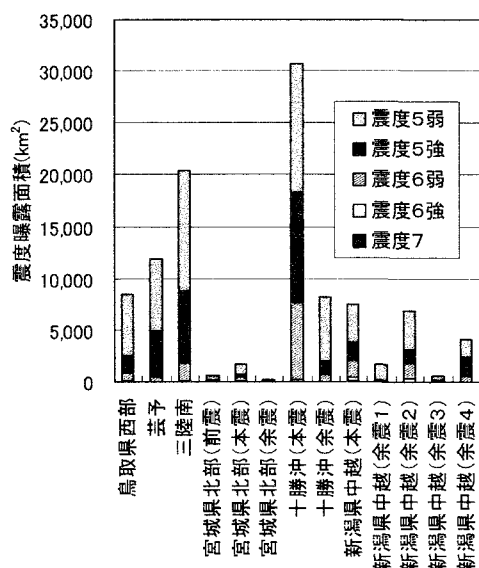


図3 震度曝露面積 AEX の比較

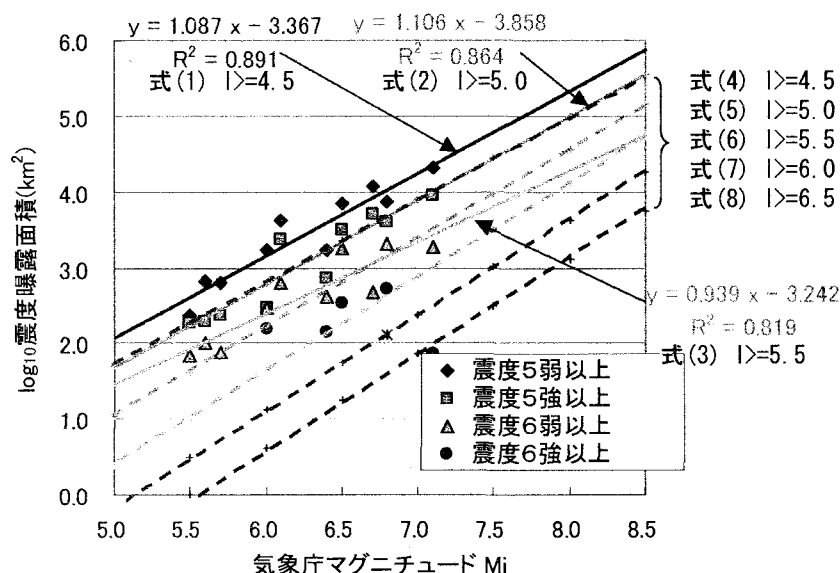


図4 震度曝露面積 AEX と気象庁マグニチュードとの関係