

# 緊急地震情報における震度マグニチュードの提案

## Proposal of Intensity Magnitude for the Earthquake Early Warning

# 堀内 茂木[1]; 山本 俊六[1]

# Shigeki Horiuchi[1]; Shunroku Yamamoto[1]

[1] 防災科研

[1] NIED

### 1. はじめに

防災科学技術研究所は気象庁と共同で、緊急地震速報実用化のためのシステム開発を行っており、複数の地震が同時に発生した場合等を除き、信頼性の高い震源パラメータが即時的に推定できるようになった。緊急地震速報の最終目的は、大きい揺れが到着する前に、各地域での揺れの強さを予測するためのパラメータを提供することであるが、この報告では、震度を正確に推定するための新しい指標について論ずる。

### 2. 震度マグニチュードの提案

震度の推定は、震源とマグニチュードを即時的に求め、司・翠川(1999)他による距離減衰式を用いて行われている。しかし、マグニチュードは、中周期変位型地震計の最大震幅で定義されているが、震度は、加速度と速度との中間的値から定義される物理量であり、両者は別の物理量である。震度を正確に見積もるには、計測震度と同じ物理量で定義される新しい指標(震度マグニチュード)が必要であると思われる。計測震度は、

$$I=2\log(a)+0.94 \quad (1)$$

で表される量で、 $I$  は震度、 $a$  は、フィルターされて加速度波形が、0.3 秒以上、ある値以上となる場合の最大値で定義されている。 $a$  は、

$$a=M(1/r)\exp(3.14fT/(2Q)) \quad (2)$$

で近似できるとする。ここに、 $r$ ,  $f$ ,  $T$ ,  $Q$  は震源距離、周期、走時、減衰の  $Q$  値である。また、 $M$  は、震源での  $a$  である。気象庁によるマグニチュードと同様に、震度マグニチュードが 1 増えると、 $M$  が 10 倍となるよう震度マグニチュード( $M_i$ )を定義すると、 $M$  は

$$M=C10M_i \quad (3)$$

と表せる。(2), (3)式を(1)式に代入すると、震度マグニチュードは、計測震度を用いて

$$M_i=I/2+\log(r)+3.14fT/(2Qb)+c \quad (4)$$

と表せる。ここに、 $b=\ln(10)$ ,  $c$  は  $M_i$  と気象庁マグニチュードとが近い値になるようにするための定義である。減衰項の、 $f$ ,  $Q$  は、3Hz, 300 と仮定した。(4)式から明らかなように、 $M_i$  は、震度の測定値、幾何減衰式、及び、非弾性による減衰項で表されており、実際の地震の  $M_i$  の推定は、各観測点での(4)式の平均値を用いて求める。逆に、 $M_i$  を用いて震度の空間分布を求める場合には、実際に観測された震度の内挿、あるいは外挿で求めることとほぼ等価になる。気象庁マグニチュードを用いて震度を推定する場合には、震源時間関数等の違いによる影響を受けるが、(4)式を用いる場合には、その影響が含まれなく、精度の高い震度推定が可能であると思われる。

### 3. 結果

2002 年以降に発生した、大きい地震 56 個を用いて  $M_i$  を求め、 $M_i$  が震度推定にどの程度有効であるか調べた。気象庁マグニチュードと震度マグニチュードとが一致するという条件から、 $a=3.0$  と求められた。両者のマグニチュードの比較から、マグニチュードが大きくなると、長周期成分がより卓越するようになり、大きい地震の場合には、 $M_i$  が気象庁マグニチュードに比べ小さくなる傾向がある。震度マグニチュードから推定される震度の推定誤差は、気象庁マグニチュードから推定されるその約半分であり、 $M_i$  を用いる場合の震度の平均的ばらつきは、0.3 程度である。この結果は、震度マグニチュードが、震度推定に極めて有効なパラメータであることを示している。