

8 P波マグニチュードによる高精度震度予測に関する研究

上田竹寛・倉橋奨・正木和明・入倉孝次郎

1. はじめに

気象庁緊急地震速報を用いた震度予測方式では、P波初動の記録を用いて気象庁マグニチュード M_j を推定し、さらにモーメントマグニチュード M_w に変換した上で、この M_w をパラメーターとする最大速度距離減衰式(司・翠川、1999)を用いてS波速度 600m/s 相当の基準基盤上における最大速度を計算し、地盤増幅度を乗じて地表最大速度を求め、最終的に震度に変換している。震度を最大速度から求めるために、S波の最大変位振幅から定義される M_j を介して予測する手法は当然といえる。しかし、距離減衰式が M_w を変数としていることから、 M_j から M_w へ一度変換せざるを得ないこと、最大速度から震度へ変換していることなど多くの経験式を介して震度を予測していることなど、震度の精度向上に問題ある手法になっている。ターゲットは震度であり、マグニチュードや最大速度はパラメーターに過ぎない。P波の初動から少ないパラメーターや経験式で震度を予測できる手法が開発されれば、震度を精度よく予測できる可能性がある。本研究では、S波の最大振幅から定義される M_j に代わりにP波初動部から定義されるP波マグニチュード M_p を求め、この M_p を用いた震度の予測手法の開発を試みた。

2. P波マグニチュードの定義およびP波最大値と震度の関係

2.1 P波マグニチュードの定義

はじめに、P波初動の立ち上がりから3秒間の最大加速度(あるいは最大速度)と震源距離 r (km) の関数としてP波マグニチュード M_p を以下のように定義した。

$$\text{加速度の場合} : M_{p(Acc)} = \frac{1}{0.566} (\log P_{(Acc)} + \log r + 0.0061r + 0.508)$$

$$\text{速度の場合} : M_{p(Vel)} = \frac{1}{0.631} (\log P_{(Vel)} + \log r + 0.0049r + 2.021)$$

最大加速度から、あるいは最大速度から推定された M_p は、通常の中規模地震(低周波数地震などではないもの)について M_w と良い相関を示している(図1)。

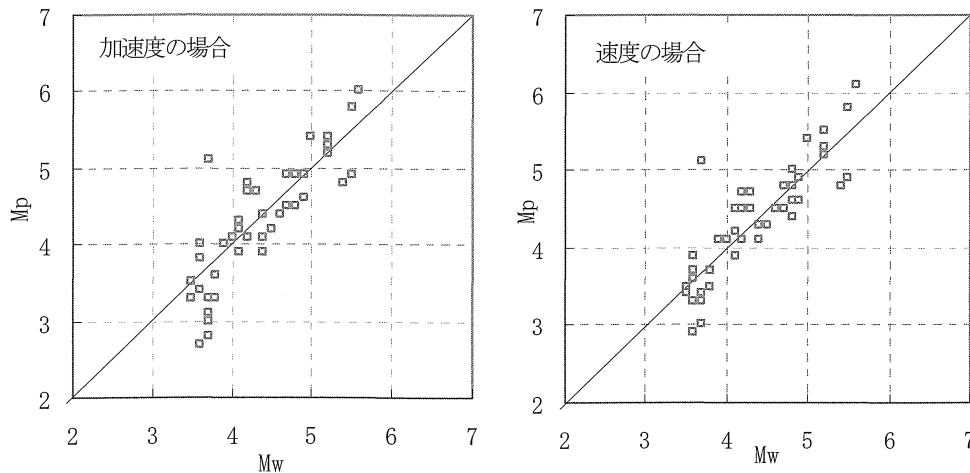


図1 M_w と M_p (左:加速度の場合、右:速度の場合) の相関関係

2.2 P波最大値と震度との関係

次に、P波最大加速度と震度との関係を図2に示す。両者は強い相関がみられ、P波最大加速度から震度を推定することが可能であることが分かった。最大速度を用いた場合も同様の結果が得られた。

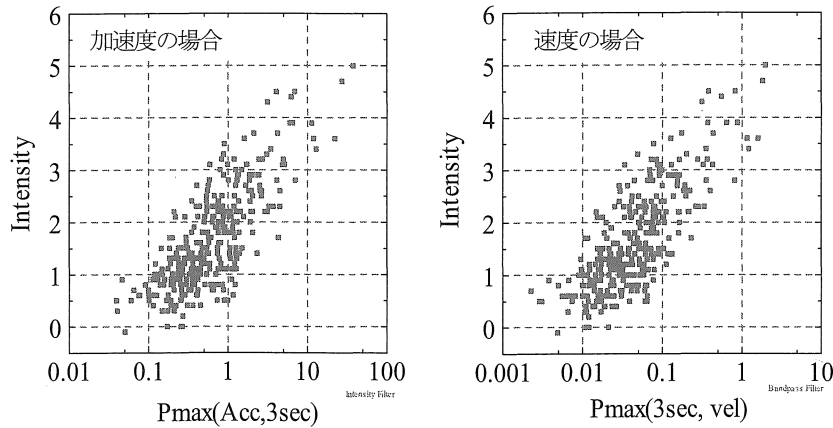


図2 P波初動3秒間の最大値（左：最大加速度、右：最大速度）と震度との相関関係

3. 本手法の検証事例

3.1 計算手法

P波マグニチュード M_p から、震度予測対象地点の震度は以下の手続きで推定される。

- (1) 震源近傍の観測点でのP波初動（3秒間）の最大値 (Pmax) と震源距離 (r) から M_p を計算。
- (2) M_p と r から (1) と同じ関係式から基準基盤におけるP波最大値 $P_{max,b}$ に地盤増幅度を乗じて対象地点の地におけるP波最大値 $P_{max,s}$ を計算。
- (3) $P_{max,s}$ と震度の関係式を用いて対象地点の震度を予測。

3.2 適用事例

図3に、2007年三重県中部地震について、P波マグニチュード（加速度、速度）を用いた予測震度と、予測地点における実測震度との比較を示す。加速度を用いた場合も、速度を用いた場合も同等に良い一致が見られた。

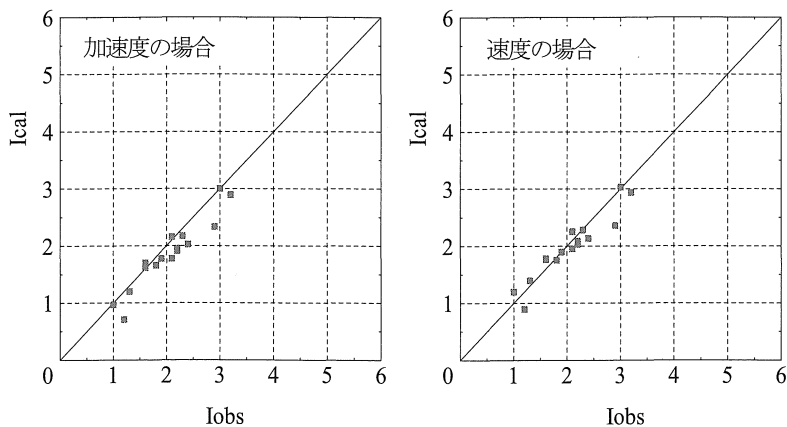


図3 三重県中部地震についての実測・予測震度

図4は愛知県内のK-net観測点における予測震度と実測震度の関係についてMp(加速度)を用いた場合(左)、Mp(速度)を用いた場合(中)、緊急地震速報を用いた場合(右)を示したものである。Mp(加速度)よりも、Mp(速度)を用いた方が相関は良い。また、緊急地震速報を用いた場合に比べ、Mp(速度、加速度)を用いた方が良い相関が見られる。

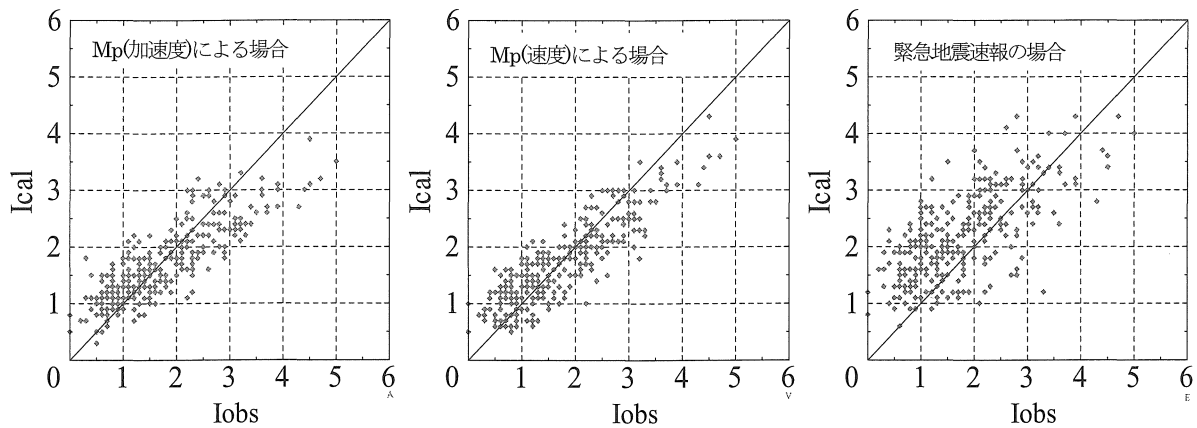


図4 予測・実測震度(左: Mpによる予測(加速度)の場合、中: 速度場合、右: 緊急地震速報の場合*)
 注) 緊急地震速報の場合*: 適用範囲は震度4以上である。比較のため適用範囲外も示している。

4. 結論

気象庁マグニチュードとは定義が異なり、P波最大値から定義される新しい概念のマグニチュードであるP波マグニチュードを提案した。このマグニチュードを用いて対象地点のP波最大値を算出し、震度を予測する方法を試みた。この手法によれば、緊急地震速報を用いた方法より精度良く予測できることを示した。ただし、これまで解析に用いた地震は、Mjが6以下の中規模地震に限られる。Mjが6より大きい地震に対しては、記録の周期範囲、解析時間などの検討が必要であると思われる。

- 1) 上田竹寛, 倉橋奨, 正木和明, 入倉孝次郎:P波マグニチュードによる高精度震度予測に関する研究、大学連携国際ワークショップ、愛知工業大学、2008年3月1日