

## 最大振幅値出現までの時間を利用した簡易マグニチュード推定方法の検証 Examination of a simple method to estimate earthquake magnitude by using the timing of maximum amplitude

野田 俊太<sup>1\*</sup>, 山本 俊六<sup>1</sup>, 是永 将宏<sup>1</sup>, 岩田 直泰<sup>1</sup>, 伊藤 賀章<sup>1</sup>

NODA, Shunta<sup>1\*</sup>, YAMAMOTO, Shunroku<sup>1</sup>, KORENAGA, Masahiro<sup>1</sup>, IWATA, Naoyasu<sup>1</sup>, Yoshiaki Ito<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 公益財団法人鉄道総合技術研究所

<sup>1</sup> Railway Technical Research Institute

### 1. はじめに

地震の規模は、緊急地震速報などのリアルタイム警報や津波警報、早期の被害推定などにおいて基本となる重要な情報である。この値を推定する方法として、一般的には $M_j$ の算出などに代表されるように短周期波形の振幅の大きさを用いることが多いが、この方法では大地震の $M$ の値が飽和し、正確な規模を求めることは難しい。大地震の規模をより正確に求めるために長周期波形の解析から $M_w$ を求める方法が利用されているが、原理的に数十秒から数百秒の周期のデータを用いるため、長周期まで計測可能な機器と十分なデータ長が必要になり、簡易に短時間で規模を求めることは困難である。

これらの問題を解決するため、野田・他(2011, 日本地震学会秋季大会)は、地震波の初動の到達から最大振幅値が出現するまでの時間と $M_w$ との相関性を利用した $M_w$ の簡易推定方法を提案した。上記の研究では、K-NETの近地加速度記録を使用して数Hz以上の高周波側の帯域のデータを用いた場合に推定 $M_w$ の精度が高くなることを示したが、 $M_w$ が大きいイベントのデータが少なく、巨大地震の検証が不十分であった。一方、Hara(2007)やLomax & Michelini(2009)などの結果から、大地震の遠地での直達P波部分の速度記録に対し1Hzから高周波のフィルター処理を行ったデータは、変換波などの影響をほぼ受けることなく震源から直接放出されたエネルギーの時間的推移に関する情報を概ね保持していると考えられる。そこで本研究では、巨大地震の遠地波形記録を用いて、野田・他(2011)による簡易 $M_w$ 推定方法の追加検証を行った。

### 2. データと解析方法

ここでは、1994年から2010年の間に発生した $M_w$ 7.6から9.3の13イベントにおいて、震央距離が30~85度の観測点で記録されたIRIS DMCのBHZチャンネルの波形データを用いた。この際、イベントは可能な限り発生地域や地震のタイプに偏りが生じないように選択している。はじめに各イベントのデータに対し手動でP波初動の到達時刻の読み取りを行い、1イベントあたり平均で約42個の到達時刻のデータを得た。次に、Hara(2007)に従い波形データに2-4Hzのバンドパスフィルターを施し、P波の到達時刻から振幅の絶対値が最大となるまでの時間を求めた。なお、最大値を求める範囲は、P波の到達時刻から $1.1 \cdot \log(\quad)$ までの時間とした。ここで $\quad$ はKanamori & Brodsky(2004)で示された破壊継続時間である。

### 3. 結果と議論

はじめに、同一イベントのデータに対してP波の到達時刻から最大絶対振幅値が出現するまでの時間( $T_{maxA}$ )の距離依存性を調べたところ、明瞭な依存性は認められなかった。これは、Hara(2007)の結果と調和的であり、以下の解析では距離の補正は行わない。

次に得られた $T_{maxA}$ をイベント毎に対数平均し、野田・他(2011)との比較を行った。その結果、遠地で記録された大地震のデータから求めた $T_{maxA}$ も、野田・他が提案した $M_w$ と $T_{maxA}$ の関係式で概ね説明可能であることが分かった。従って、本研究および野田・他で得られた結果の一致は、巨大地震に対する野田・他で提案された関係式の妥当性を支持する。

提案された方法を用いれば波形記録に適切なフィルター処理を行うことにより、遠地や近地などのデータの種別を問わず、またどのようなシステムにおいても簡易に $M_w$ を推定できる。この方法は、地震動の継続時間から $M$ を推定する方法に破壊のスケーリング則から想定される性質を適用し、それを発展させたものと言えるが、Lomax & Michelini(2009)は地震動の継続時間のバラツキが推定精度に大きく影響を及ぼすことを指摘しており、本研究で得られた $T_{maxA}$ の結果も同様にある程度のバラツキが見られる。これは、構造やディレクティビティ、破壊開始点とアスペリティの位置関係などの様々な影響が複合したものであり、より安定した推定結果を得るためには、カバレッジのよい複数観測点のデータを用いることが望ましいと考えられる。また、特に $M$ が小さくなると地震波の初動の到達時刻の読み取り誤差の影響が相対的に大きくなるため、推定の精度が低下する恐れがある。そのような地震まで対象にする場合は、振幅の大きさも推定式に用いる方法(Hara, 2007)などを使用することにより、精度がより向上すると考えられる。

### 4. 謝辞

# Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS40-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月21日 13:45-15:15

本研究では、IRIS DMCの地震波形記録を使用させていただきました。記して感謝いたします。

キーワード: 緊急地震速報, 津波警報, 早期地震警報, リアルタイム地震防災, マグニチュード, モーメントマグニチュード  
Keywords: earthquake early warning, tsunami warning, real-time seismology, magnitude, moment magnitude