

## 早期地震検知における震央距離とマグニチュードの新しい推定法(2) 気象庁津波地震早期検知網データへの適用

### A New Method of Estimating Epicentral Distance and Magnitude for Early Earthquake Detection: (2) Application of JMA data

# 束田 進也[1], 小高 俊一[1], 芦谷 公稔[1], 佐藤 新二[1], 大竹 和生[2], 野坂 大輔[3]

# Shin'ya Tsukada[1], Toshikazu Odaka[1], Kimitoshi Ashiya[1], Shinji Sato[1], Kazuo Ohtake[2], Daisuke Nozaka[3]

[1] 鉄道総研, [2] 気象庁, [3] 気象庁・地震火山部

[1] RTRI, [2] JMA, [3] SVD, JMA

単独の地震観測点で捉えた地震波を用いて、「極めて初期の段階で地震の大小及び遠近を判断し、強震動が到達すると予測される地域に警報を出す」ための新しい推定法を気象庁の津波地震早期検知網データへ適用した結果について講演する。地震波形の初動部に簡易な関数  $y = bt \exp(-at)$  をフィッティングした結果、マグニチュードが4以上で比較的近い震央距離(おおよそ200km以内)の地震に関しては、パラメータ  $b$  と震央距離には負の相関関係が見られ、この  $b$  の値を用いて震央距離を求めた後、別のパラメータ  $a$ 、あるいは振幅の絶対値を用いれば非常に短時間(2~5秒)にマグニチュードを推定可能であることが分かった。

#### 1) はじめに

単独の地震観測点で捉えた地震波を用いて「極めて初期の段階で地震の大小及び遠近を判断し、強震動が到達すると予測される地域に警報を出す」というアイディアは、萌芽的なアイディアまで含めれば19世紀半ば頃から繰り返し提案されている。実用システムとしては、例えばエレベータの地震時管制運転や地震時のコンピュータプロセス停止装置、またより大規模なシステムの適用例としてUrEDAS(ユレダス)が鉄道分野で、P波初動部分でマグニチュードを決定する  $M_p$  算出処理が気象庁で、既に利用されている。

ところで、この早期地震検知は極めてわずかな時間での判断を求められること、またかなりの安全率を見込んだ判断をしていることなどから、情報の精度の点においては厳密性を追求しにくく、基本となる「極めて初期の段階で地震の大小及び遠近を判断」する原理に関しては、多種多様なものがこれまで十分検討、議論されて来たとは言えない状況にある。近年盛んになったリアルタイム地震学は、処理としてはより後段の地震の震源や発震機構、破壊過程、あるいは強震動予測の早期決定処理に開発の重点が置かれており、地震後数秒以内に地震の被害発生可能性を予測する分野は十分検討が進んでいない領域の一つでもある。本「早期地震検知における震央距離とマグニチュードの新しい推定法」の講演では(1)でその原理を、また(2)で気象庁津波地震早期検知網データへの適用を紹介する。

#### 2) 本手法の気象庁津波地震早期検知網データへの適用

今回は1994年10月から1996年10月までに気象庁の津波地震早期検知網で得られた短周期速度型地震計(固有周期1秒、20bit、100HzでA/D変換)のデータから、マグニチュード、深さ、震源位置に偏りがないように14個の地震を選択して解析を行った。なおこの期間のデータには北海道東方沖地震(M8.1)、三陸はるか沖地震(M7.5)、兵庫県南部地震(M7.2)等が含まれている。解析の手順は、

(1) 時系列(地震波)データからオフセットを取り除いた後、絶対値を求める、

(2) この絶対値の最大値の時間変化曲線を求める、

(3) ノイズ部分の振幅の標準偏差を求め、この標準偏差と地震波データを時間的に比較し、あらかじめ決められた比以上(例:5倍)の振幅のデータが現れた時、地震波を検出したと考える、

(4) 地震波を検出したサンプルを基準に、「(2)の曲線」と、「地震波の立ち上がりの鋭さとその振幅の減衰状況を表す関数  $y=bt \cdot \exp(-at)$ 」とを、最小二乗法を用いて  $n$  秒間( $n$ は0.5~5)フィッティングして係数  $a$ 、 $b$  を求める、

である。この  $a$ 、 $b$  と震央距離やマグニチュードの関係について考察を行った。また同時に速度波形を微分し、加速度波形として同様の解析を行っている。

#### 3) 結果と考察

解析の結果、係数  $a$  と  $b$  には次のようないくつかの特徴が現れた。

(1) 現在の観測条件の下、マグニチュードが4以上で、比較的近い震央距離(おおよそ200km以内)の地震に

関しては、 $\log b$ と震央距離には負の相関関係が見られる。つまり  $\log b$ を用いると震央距離をおおまかに推定することが出来る。この関係はマグニチュードにはほとんど依存しない。

(2) 振幅が大きくなり続ける場合、つまり破壊がフィッティング時間中も継続・拡大していくような場合、 $a$ は負になる。逆にフィッティング時間中に振幅が減少に転じる、つまり地震の規模が小さい場合に $a$ は正になり、 $t=1/a$ で極値を持つ。

(3) この $a$ と $b$ の変化の傾向は加速度波形を解析した場合と速度波形を解析した場合でほとんど同じである。このことから $b$ の値を用いて震央距離を求めた後、 $a$ 、あるいは振幅の絶対値を用いれば非常に短時間(2~5秒)に、

$$M = A \log A_{\max} + B f(b) + C \quad (A_{\max} : \text{解析時間中の最大絶対振幅値、} f(b) : b \text{に関する諸量})$$

の式からマグニチュードを推定することが出来る。この他に、本手法は、

- ・ 先験的に大地震の波形を想定しフィッティング関数の形を決めているため、地震波形と異なる時系列データが入力した時には、係数 $a$ 、 $b$ の値が「大きくて近い地震」とは異なる。つまりノイズリダクションは比較的容易である。

- ・ 近地の比較的小さな地震や、深発地震のようにP波初動部がパルス形状をしている地震は $a$ の値が正となるため、早期警報を出すべき近地の比較的大きな地震とは区別がしやすい。

という利点がある。