

気象庁ナウキャスト地震情報で用いる震源・マグニチュード推定手法 その2 マグニチュードの推定

Focal parameters estimation method to be used in JMA Nowcast Earthquake Information -2- Magnitude estimation

上垣内 修[1], 大竹 和生[1], 野坂 大輔[2], 長谷部 大輔[3], 小高 俊一[4], 束田 進也[4], 芦谷 公稔[4], 佐藤 新二[4]

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

[1] 気象庁, [2] 気象庁・地震火山部, [3] 気象庁地震火山部, [4] 鉄道総研

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

主要動の到着前に、予想される揺れの程度や時刻を情報として提供することにより災害の軽減に資することを目的とした気象庁ナウキャスト地震情報処理で用いる予定の手法を紹介する。使用するデータは、回線の信頼性や伝送遅延量等を考慮して、当面気象庁の津波地震早期検知網の加速度波形データとする。

できるだけ時間的猶予を持って情報を提供するためには、その根拠となる震源パラメタの早期かつ高信頼度での算出が必要となる。そのうちマグニチュードについては、ナウキャスト地震情報の対象となるような規模の大きな地震ほど、最終規模を短時間で推定することは原理的に困難となると考え、P波検出から3秒後から推定を開始するものの、逐次更新される最新の震源情報及び最大振幅値を用いて、マグニチュードの値を逐次アップデートする方式とする。

最初の3秒間で得られる情報として、その時間内の最大振幅値とともに、エンベロープ波形への関数 $Bt \cdot \exp(-At)$ フィッティングにより得られるA値(Odaka et. al. (2002))がある。A値と最終規模との間には、B値と震央距離との間ほど明瞭な相関は見出されなかったが、対象とした32イベントに対する957波形のうち、A値が負となった67波形について最終マグニチュード値が6.0未満であったのは1例だけであった。従って、「Aが負」をもって、「最終M6以上の可能性大」と推定することとする。「Aが負」は「最初の3秒間において波形エンベロープが成長を続けた」ことを意味しており、M=6の地震の平均的破壊継続時間が5秒程度であることと整合している。

最大振幅値を用いたマグニチュード計算には、以下の形の式を用いる。

$$a1 \cdot M = \log(A_{max}) + \log R + a2 \cdot R + a3 \quad R: \text{震源距離 (km)}$$

内陸の地震の場合、S相の到着が比較的早い、海域の地震の場合、S相の到着まで待って情報は情報としての価値が失われるケースがある。従って、マグニチュード計算式としては、P相の最大振幅のみを用いるものと、すべての相の最大振幅を用いるものの2種類を用意し、最新の震源推定結果から予測される観測点毎のS相到着時刻との前後関係によって、2式を切り替えて使用する。なお、使用する成分を特定すると、記録される相の種類により振幅値に偏りが出るのを避けるため、最大振幅値は3成分ベクトル合成値を用いた。また、referenceとなるMは気象庁M(Mj)とした。

上記式の係数の決定にあたっては、最大振幅データが存在する距離範囲と地震規模との間の相関が係数決定に偏差を及ぼすのを避けるため、Joyner & Boore(1981)により提唱されたTwo step stratified法を用いた。なお、ナウキャストでは時間的制約から、比較的震源に近い観測点のデータのみから地震の規模についても推定する必要があるので、係数の決定に使用するデータの最大震央距離を500kmに制限した。

その結果、最大加速度振幅を用いた式としては以下のとおりとなった。

$$P \text{のみ} \quad 0.8027 \cdot M = \log A_{max} + \log R + 2.851E-3 \cdot R - 0.7510$$

$$\text{相すべて} \quad 0.9613 \cdot M = \log A_{max} + \log R + 3.376E-3 \cdot R - 0.3291$$

この結果は、速度ないしは加速度振幅を用いる場合のMの係数a1は1.0よりも小さくあるべきとする研究(Katsumata(2001))や、工学分野でMから最大加速度振幅を予測する式の係数としてa2がおおむね1~3E-3と求められていることと整合している。

ただし、最大加速度振幅を用いた上記方法では観測点毎のM値のばらつきが大きく、5点程度の観測点平均によるMがMjに比べて無視できないずれを示す事例が残ったため、加速度波形データを2階積分し、Mjの定義と整合するようなHighpassフィルター処理を施して得られる最大変位振幅に基づく式についても検討した。加速度振幅を用いた場合と比べ、観測点MのMjからのばらつきが約40%改善されたので、その結果も紹介する。

なお、今回紹介する手法はそのversion1であり、今後も改良を図る予定である。