

全国を対象とした客観的な相似地震の抽出 Objective Repeating-earthquake Analysis beneath Japan

溜淵 功史^{1*}, 中村 雅基¹, 山田 安之¹
Koji Tamaribuchi^{1*}, Masaki Nakamura¹, Yasuyuki Yamada¹

¹ 気象庁地震火山部

¹JMA

同程度の規模の地震が準周期的に繰り返し発生する固有地震は、その周期性から発生時期や規模を中長期的にある程度予測できる数少ない地震である。気象庁では、このような同程度の規模の地震が準周期的に発生する活動を見出すために、同一観測点において観測波形が酷似する相似地震の抽出を行ってきた(気象庁, 2010, 中村・他, 2010)。これまでに、釧路沖(M4.8; 佐鯉・他, 2010)、種市沖(M 6.1 と M 6.0; 気象庁, 2009a)、いわき沖(M 5.7; 気象庁, 2009a)、沖永良部島西方沖(M 5.3 と M 5.2; 気象庁, 2009b, 溜淵・他, 2009)、宮古島近海(M 5.1; 溜淵・他, 2010)など、全国各地でこのような地震群を抽出したが、これらの作業は全て手作業で波形の類似性を確認したり、コヒーレンスを計算する際の帯域を任意に設定したりするなど、必ずしも客観的かつ網羅的に調査してこなかった。そこで、1988年10月以降全国に展開された87型強震計および95型震度計の加速度波形を用いて、全国を対象とした網羅的な相似地震の検出を試みた。これらの加速度波形を使うメリットは、多くの速度計では測定範囲外となる1Hzより長周期側の波形を見ることができる点と、1988年10月以降の比較的長期間にわたって全国の広い範囲でデジタル波形記録が存在している点である。デメリットは、概ね震度3以上の地震に対してのみ波形を蓄積しており、規模の小さな地震や陸地から離れた海域の地震を検出できない点である。また、1997年4月~1999年3月までは震度4以上を観測した場合にのみ収集するなど、震度3以上の地震についても必ずしも全て収集されているとは言えない。

抽出を行う際の手順は以下の通りである。まず、理論P波到達時の1秒前から40秒間の加速度波形を用いて、0.1~10Hzの帯域でコヒーレンスが高い周波数帯を網羅的に調査した。その際、計算する帯域の上限(f_{upper})は、計算する帯域の下限(f_{lower})の4倍とした(すなわち、 $f_{upper} = 4 * f_{lower}$)。これは、 $2 * f_{lower}$ を対象周波数と考えた場合、その倍から半分の周波数帯でコヒーレンスが高いことを意味する。この事前調査で得られたMとコヒーレンスが高い周波数帯の関係式は、 $\log f_{lower} = \log a - b M$ (ただし、 $a=22.4, b=0.86$)である。この関係式を基に、Mに応じてコヒーレンスを計算する周波数帯域を決定した。具体的な値としては、M4.0で0.7-2.8Hz, M5.0で0.3-1.2Hz, M6.0で0.12-0.5Hzの帯域で計算した。なお、上記で示した係数a, bは、暫定的な事前調査によるものであり、今後わずかながら修正される可能性がある。次に、理論P波到達時の1秒前±2秒間から40秒間の波形を用い、各成分(NS, EW, UD)のコヒーレンスを計算した。各成分(NS, EW, UD)の中央値を観測点コヒーレンスとし、比較した観測点コヒーレンスのうち半数以上で0.95を超えた場合、相似地震とした。最後に、クラスター分析(ウォード法)を用いてこれらの相似地震のペアをグルーピングした。

今回抽出された相似地震グループの特徴は以下の通りである。ほとんどのグループは北海道から関東の日本海溝沿いのプレート境界に分布し、浦河沖や最大震度5弱の地震を含む千葉県北東部など、集中して相似地震活動が見られる地域がある。また、十勝沖や三陸沖などのM7~8クラスのアスペリティが存在すると考えられる領域では抽出されていない。このことは、東海から日向灘にかけてのM7~8クラスのアスペリティがある南海トラフ沿いでも同様である。一方、時間的に近接して発生した地震でも一部相似地震として抽出された例がある。これらの地震が同じアスペリティの破壊によるかは考えにくく、今回抽出された相似地震が、同じアスペリティを繰り返し破壊する繰り返し地震であるかについては、震源再解析等、別の側面からのアプローチによって確認する必要がある。

今回、最大震度5強の地震を含むいくつかの相似地震が検出されたが、これらの地震はその規模から発生間隔が比較的長期間となる。1988年10月以降のデジタル化された加速度波形だけでは期間、観測点数ともにサンプルが少なく、必ずしも信頼度の高い結果が得られるとは限らない。これまでに気象庁が抽出してきた上記の地震群(気象庁, 2010, 中村・他, 2010)も今回抽出されているが、これら以外の地震についても個別に過去にさかのぼって波形の調査をすることができれば、M5~6クラスの固有地震の検出につながるものと期待される。また、今後は解析対象をより小さな地震にまで広げ、高感度地震計による観測波形を用いた解析も進める予定である。

参考文献

気象庁, 2009a, 予知連会報, 82, 84-90.

気象庁, 2009b, 予知連会報, 82, 417-422.

気象庁, 2010, 予知連会報, 83, 613-632.

中村・他,2010, 連合 2010 年大会,SSS013-P05.
溜淵・他,2009, 連合 2009 年大会,S149-P005.
溜淵・他,2010, 地震 2,62,193-207.
佐鯉・他,2010, 地震学会 2010 年秋季大会予稿集,D11-06.