

波形相関を用いた深部低周波地震自動検出プログラムの開発から見えてきた発生メカニズム

The generation mechanism of deep low-frequency earthquakes revealed by detection program with waveform correlation

宇都宮 真吾^{1*}, 鎌谷 紀子¹

Shingo Utsunomiya^{1*}, Noriko Kamaya¹

¹気象大学校

¹Meteorological College

西日本下のプレート境界で発生していると考えられている深部低周波地震はS/N比が小さく、目視によって地震波の到達を検出するのは難しい。そこでBrown et al.(2008)の方法に幾つかの改良を加え、波形相関を用いた自動検出プログラムを作成し、四国西部・東海地域・長野県南部において深部低周波地震の検出を試みた。その結果、設定パラメータによっては取りこぼしがあれるものの、気象庁が検出しなかった深部低周波地震も検出することができた。

この自動検出プログラムによって推定された震央は、気象庁震源データの震源位置よりやや背弧側に分布する傾向がある。これは、気象庁の検出ではS波の到達時刻を使用して震源を求めているのに対し、自動検出プログラムでは連続地震波形のある他の部分と比較して相関が高いと検出された部分の最初の時刻、つまり大きい振幅のシグナルを発生させている部分をS波到達時刻としていることに起因していると考えられる。これは、一連の深部低周波地震イベントについて、破壊の始まる場所（気象庁震源データの震源位置、前弧側）と、大きい振幅のシグナルを発生させている場所（自動検出された震源の位置、背弧側）が異なっているためであると考えられる。さらに、自動検出プログラムのパラメータ調整時に深部低周波地震のスペクトルを調べたところ、2~5Hz付近と十数Hz付近にピークを持つことがわかった。このうち十数Hzの部分は、プレート境界の高間隙水圧帯によって破壊強度が下がりせん断破壊が起こったことで発生したものであり、2~5Hzの部分は、相転移による脱水反応によって発生した剛性率の小さい領域に、低周波の地震動がトラップされて発生したものであると考えられる。前述の震源位置も考慮に入れると、十数Hzを発生させるのが前弧側であり、2~5Hzを発生させるのが背弧側と考えることもできる。

また、東海地方では四国西部・長野県南部に比べ、相関係数を計算する際の閾値を低く設定する必要があった。これは、東海地方で発生する深部低周波地震のS/N比が他地域より小さいことを示唆している。このことから、東海地域では深部低周波地震を引き起こしている一つ一つの小さな固着域の固着の度合いが小さいか、または、固着域の面積が小さいため、そこから発生するシグナルが微弱になっている可能性があると考えられる。

長野県南部では、気象庁で検出された深部低周波地震の帯より約10km北に延長した部分まで深部低周波地震を検出することができた。それらはフィリピン海プレート上面の等深線 (Hirose et al., 2008a) を横切るように分布している。しかし、それより北側や東側では検出されなかった。豊後水道~愛知県までの深部低周波地震発生領域の圧力条件を考えると、深部低周波地震を発生させる潤滑油となる水がフィリピン海スラブ上面の海洋性地殻 (海洋底玄武岩) から放出される反応は、Hacker et al.(2003)の示した相平衡図のうち、緑簾石・角閃石相からゾイサイト・角閃石・エクロジャイト相への相転移によると考えることができ、その温度は約520°Cと推定できる。しかし、長野県南部では深部低周波地震の帯がフィリピン海プレート上面の等深線を横切っ

ていることと、海洋底玄武岩の相平衡図で脱水反応が起こる部分では傾きが負であることを考え合わせると、この地域では他の地域よりも深い場所で深部低周波地震が発生しており、Hirose et al.(2008b)が指摘したように、プレートの上面の温度が低い可能性がある。

さらに、この付近でモホ面の深さが約40kmと特に深くなっていること[Katsumata(2010)]や、フィリピン海スラブ上面の海洋性地殻における脱水反応で発生した水はマントルウェッジのかんらん岩によって吸収される[鎌谷・勝間田(2004)]ことを考慮に入れると、長野県南部では低温のため他の地域に比べて深い場所で脱水反応が起こるが、そこではまだマントルウェッジが存在しないため水が吸収されず、深い場所でも深部低周波地震が発生していると考えられる。さらに北の地域では発生した水がマントルウェッジに吸収されてしまい、東の地域ではさらに低温になっているので深部低周波地震が発生しないと考えることができる。今後は、他の検出方法と組み合わせることで、更に改良を加えることができると考えられる。また、気象庁の検出方法とこの自動検出プログラムを組み合わせることにより、深部低周波地震活動のより正確な把握ができるようになると期待される。

本論文の解析には、東京大学地震研究所の特定共同研究(A-1)による、全国地震観測システムデータおよび(独)防災科学技術研究所のホームページからダウンロードしたHi-netの連続地震波形を使用させていただいた。記して感謝する。

キーワード: 深部低周波地震, 深部低周波微動, 自動検出, 波形相関, 脱水, 相転移

Keywords: deep low-frequency earthquakes, deep low-frequency tremors, automatic detection, waveform correlation, dehydration, phase transition