

Frequent observation of identical onsets of large and small earthquakes

*Satoshi Ide¹

1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo

どんな巨大地震でも、その始まりは小さな岩盤の破壊である。その破壊が複雑な断層システム上で次々に広がっていけば小地震から中規模地震、超巨大地震になることもある。このような破壊成長プロセスの予測可能性は地震発生物理学の長年の問題であり、緊急地震速報などの可能性に関わる問題である。Okuda and Ide (2018)は那珂沖の約M5の地震の始まりが、M3の地震の始まりとよく似ていることを発見した。これまでも統計的に地震の始まりが自己相似的だという報告であったが、特定の地域の地震について、多数の観測点でほぼ同じ地震波形が同定されたことは初めてである。この発見がどの程度珍しいのか、もしくはむしろ普遍的なのか、北海道から関東までの沈み込み帯について網羅的に調査したのが本研究である。

約15年の気象庁カタログから、解析地域において約2000個のM4.5以上の地震（大地震）を抽出し、個々の大地震の付近10 km以内で発生したM4未満の地震（小地震）とのペアを作る。国内の地震観測点（防災科学技術研究所、気象庁、北海道大学、東北大学、弘前大学、東京大学、青森県、東京都、海洋研究開発機構）のうち大地震から近い順に10点を選び、上下動P波の立ち上がり最初0.2秒を比較する。2つの波形のうち大きいほうのRMS振幅で規格化した相互相関係数の10点での平均を最大化するように、相関係数を比較する範囲を決定する。同じような操作をUchida and Matsuzawa (2013)の繰り返し地震カタログに含まれる繰り返し地震のペアについて行くと、最大化した相互相関係数CCmaxの平均は0.85になるところ、大小地震の組み合わせでは、80ペア（57地震）でCCmax>0.9、356ペア（200地震）でCCmax>0.8以となる。ほとんどは低角逆断層の海溝型地震であり、それ以外のメカニズムのものは少ない。またこのようなペアは主に陸地に近いところに検出されるのは減衰の影響であろう。

海溝型の地震のペアの時間間隔は様々で10年以上になるものも多いが、それ以外の地震は前震や余震としてしか似た小地震を見つけることができない。それでも数時間以内の直前前震は海溝型でない地震により多く観察される。これは両タイプの地震発生準備過程の違いを示唆する。

この大小地震の始まりの類似性は、プレート境界に永続的に存在する階層的な構造不均質を示唆する。ある時はその小階層しか破壊しないが、別の時には小階層から大階層までを破壊することが起きると考えると理解しやすい。その違いが震源近傍のわずかな物理条件の違いに依存するとすると、破壊の最終サイズの予測可能性は大幅に制限されるだろう。