

九州地方の GNSS 速度場のクラスタ解析 Clustering of GNSS Derived Velocity Field of Kyushu

○高橋 温志・橋本 学

○Atsushi TAKAHASHI, Manabu HASHIMOTO

Simpson et al. (2012) applied cluster analysis to the dense GNSS velocity field in California and successfully identified crustal blocks. The method is to organize data objectively according to their geometrical distance in a velocity space. We extended this method and applied to the GNSS velocity field in Kyushu. As a result, we could identify seven spatially coherent segments in Kyushu based on our evaluation function. The obtained cluster boundaries form very complicated trace. We verified relative motions between clusters and suggested a possible reason. The boundaries may be formed by compression from E-W and extension to N-S since boundaries are compatible with double couple forces in the area.

1. はじめに

GNSS 速度場にクラスタ解析を適用し、地殻変動の時空間的な分類を行う試みがアメリカ西海岸でなされて大きな成果を上げている。Simpson et al. (2012)と、Savage and Simpson (2013)は、それぞれアメリカ・カリフォルニア州のサンフランシスコ・湾岸地域、モハーベ砂漠の GNSS 速度場データにクラスタ解析を適用し、地殻ブロックの運動境界を推定した。クラスタ解析とは、ある位相空間上での評価関数を最適化するように、位相空間上の要素をグループ化する手法である。得られた境界決定結果は、既存の断層系とよい対応関係を示し、地殻ブロックを定量的な基準で決定する方法を示した。

2. 九州地方への適用

これらの先行研究は、横ずれすべりの卓越するカリフォルニアのデータであるため、断層のジオメトリは単純である。一方、日本列島は、海洋プレートの沈み込みに伴う固着によるシグナルやスロースリップイベント、大規模な海溝型地震に伴う余効変動等、様々な時間的・空間的なスケールでの地殻変動が存在する。このため、クラスタ境界、つまり速度境界がただちに断層に対応するわけではない。

本研究では先行研究の手法を九州地方に適用し、日本列島においての適用した場合の効果を検証した。本研究ではクラスタ解析のアルゴリズムに階層型凝集クラスタリング (Hierarchical Agglomerative Clustering) アルゴリズムを採用し、クラスタ・ヒエラルキーに応じた速度場の分類を行った。

階層凝集型アルゴリズムとは、位相空間上の構成要素 (以下データと呼ぶ) を、幾何学的な距離に応じて順番に凝集していく手法である。まず、初期データ数を N 個用意し、初期クラスタとする。次に、

データ間の距離を計算し、もっとも距離の近いデータを選び、その重心に新たなデータを作成する。選ばれたデータをクラスタの構成要素 (以下メンバーと呼ぶ) に追加し、そのデータを削除する。この処理をデータが最後の一つになるまで繰り返す。本研究では GNSS 速度場の水平成分を解析に用いた。

階層型クラスタリングアルゴリズムは、データの結合アルゴリズムであり、いくつのクラスタがその地域の主要な運動を示しているか決定することはできない。そこで我々は、新たにクラス内・クラス間分散の比を利用した評価関数を、最適なクラスタ数の決定に使用し、主要な運動をしている地域の決定を試みた。

3. 適用結果とその解釈

評価関数に基づいてクラスタ分割した結果、九州は7つのセグメントに分類された。特筆すべきことに、地理的な拘束条件を課していないにもかかわらず、地域的に相関をもって分類され、一部の境界は既存の断層系とよい対応をしめした。

得られた境界は北部と中部で複雑な形状を示し、南部では先行研究 (Seno et al 1999, Nishimura and Hashimoto 2006) と調和的な結果が得られた。九州地方の中央部では右ずれ成分を持つ NE-SW 走向の境界と、左ずれ成分をもつ NW-SE 走向の境界が得られ、互いに阿蘇山の近傍で交差する様子が考察された。境界での相対運動から、この複雑な境界は、東西圧縮、南北伸長をしめすダブルカップルに対応する運動像を示していることが示唆された。

断層や地形と対応している境界と、対応しない境界が得られた。前者はブロック運動由来のもので、後者は沈み込みによる変形によるものであることが考察された。