

測地データのクラスター分析による全世界のプレート分割 Global distribution of tectonic plates revealed by cluster analysis of geodetic data

○岡崎智久・高橋温志・深畑幸俊

○Tomohisa OKAZAKI, Atsushi TAKAHASHI, Yukitoshi FUKAHATA

The surface of the Earth is divided into several rigid plates, which are in relative motions. We attempted to objectively estimate the distribution of plates using a cluster analysis of geodetically observed velocity data. Given that the Earth is spherical, we formulated a clustering algorithm in the angular velocity space. We found that each data can be represented as a straight line in that space, and that accumulation points correspond to the Euler vectors of tectonic plates. We developed a method to estimate accumulation points of lines, and then applied a hierarchical clustering to the accumulation points. This algorithm was applied to geodetic data measured from all over the world, and reproduced the distribution of major tectonic plates classified from geological knowledge.

1. はじめに

地球表面はいくつかの剛体的なプレートに分かれて互いに相対運動しており、地震や火山活動はプレートの境界付近に集中して発生する。宇宙測地技術の進展に伴い各地点の詳細な運動が明らかになると、より細かいプレート分割が提案されるようになってきた。しかし、プレートの分割数を増やせば増やすほどデータはよく説明されるが、果たしてどこまでの分割が優位なのかという問題は未解決のままである。そこで本研究はプレート運動の階層的な構造を捉えることでこの問題への解決策を提案する。

近年、多数の GNSS 速度データにクラスター分析を適用することで、ある地域での運動ブロックを抽出する研究が行われている (Simpson et al., 2012)。本研究は、独自に開発した測地データの表現をもとに階層型クラスター分析を行い、全球規模での階層的なプレート分割を行った

2. 定式化

広域を対象とすると、地球が球面であることから速度データをそのままクラスター分析の対象とすることができない。球面上の剛体運動は球の中心を通る軸回りの回転として表現できることが知られており、その軸回りの回転ベクトル (角速度) をオイラー・ベクトルと呼ぶ。本研究では、各地点の GNSS 速度データを角速度空間で表現するこ

とで、プレート運動のオイラー・ベクトルをクラスター分析する定式化を行った。

具体的には、各 GNSS 速度データは角速度空間で一意に定まらず、真のオイラー・ベクトルを通る一本の直線として表されることがわかった。つまり、同一プレート内の観測データに対応する直線群は、そのプレートのオイラー・ベクトル付近の値で交差すると期待される。そこで、直線の集積点を推定するアルゴリズムを考案し、推定された集積点データに対して階層型クラスタリングのアルゴリズムを適用することにより、プレート運動のオイラー・ベクトルを推定した。

3. 観測データへの適用

Altamimi et al. (2012) は、GNSS 等によって得られた世界 206 地点の速度データを地質学的知見に基づき 14 のプレートに分割している。この速度データをクラスター分析することで既知のプレート分割が再現されるかを実験した。

その結果、クラスター数 10 までは概ね整合的な結果が得られ、分割の順序をもとにプレート運動の比較や議論を行った。一方、クラスター数が 10 を超えると従来の知見に反する分割が見られた。これには各プレート上の観測点が少なく、集積点の推定が充分に行えなかった可能性が考えられる。