

主成分分析とモード回転の繰り返し適用により得られる日本列島変位場の時空間的特徴

Displacement field in the Japanese islands revealed by combining mode rotation procedure with principal component analysis

河村 将 [1]; 山岡 耕春 [2]

Masashi Kawamura[1]; Koshun Yamaoka[2]

[1] 名大・環境; [2] 東大・震研

[1] Env., Nagoya Univ; [2] ERI, Univ. Tokyo

地球物理学の分野において得られる膨大な量の観測データには、さまざまなイベントの時空間構造に関する情報が含まれており、その中には単純なモデルでは再現できない構造も含まれる。2000年三宅・神津イベントと2001年東海スロースリップイベントの発生時期がほぼ重なり、お互いを明瞭に分離して表現できないという問題は、その1例と言える。このような問題に対処する有効な統計的方法として主成分分析 (Principal Component Analysis: PCA) が挙げられる。しかし、PCAのみの適用では、しばしば1つのモードに複数のイベントによる影響が混入して物理的解釈が困難になる。そこで Kawamura and Yamaoka (2005) は、このような問題に対処し、さらにはこれまでの地球物理学的解釈に対し新しい知見を得るべく PCA にさらなる解析過程 (「モード回転法」と命名) を組み合わせる手法を開発した。

今回、この開発手法を国土地理院により日本全国に設置された GPS 観測点 (使用観測点総数 575) の変位データ (水平 2 成分) へ適用した。日本全国を 3 つの領域に分割し、それぞれ西日本 (観測点総数 200・固定点大湯)・東日本 (観測点総数 226・固定点岩崎)・北日本 (観測点総数 149・固定点大湯) とした。適用時期は 1996 年 2 月下旬から 2002 年末までとした。トレンド・周期成分からのずれに関する情報を探るため、定められた期間についてそれらの成分を評価し各観測点全時系列から除去した。

西日本に対する PCA の結果、予想通り多くのモードに複数のイベントに伴う影響が混入した。この結果は、PCA の適用のみではイベントの物理的解釈が困難であることを示している。開発手法の適用により、上記主要イベント間の分離が進み、各モードの物理的解釈が可能になった。第 1 モードとして 2000 年鳥取県西部地震、第 2 モードとして 2001 年芸予地震、第 3 モードとして 1996 年種子島近海地震・1996 年日向灘地震、第 4 モードとして 1996 年豊後水道スロースリップイベント・1997 年鹿児島県北西部地震が分離された。豊後水道スロースリップイベントがはっきり認識できる形で抽出されたのは注目に値する。第 3 モード中のイベント分離が不十分なのは、2 つのイベントに伴う階段状ステップの時間的近接性 (1996 年 10 月 18 日と 19 日) による。第 4 モード中のイベント分離が不十分なのは、鹿児島県北西部地震による変動の検出空間範囲がせまく時間モード中のステップとして振幅にほとんど寄与しなかったことによる。この他にも特に物的被害をもたらした地震で、M5 クラス以下の単発イベントはすべて、M6 クラスでも深さや位置などによって検出空間範囲が狭いものは独立したモードの形で抽出できなかった。

東日本 (関東・東海地域を時間・空間的に包含) に対する PCA の結果、第 1 モードと第 2 モードは物理的解釈が可能であるが、それより下位のモードは解釈困難な結果であった。提案手法の適用により、第 1 から第 3 モードとして三宅・神津イベントの 2000 年 6 月・7 月・8 月・9 月にそれぞれ対応する変動、第 4 モードとして伊豆半島東方沖群発地震 (1996 年・1997 年・1998 年)、第 5 モードとして東海スロースリップイベント (2000 年より継続中) による変動を表すモードが得られた。ちなみに、三宅・神津イベントが東海スロースリップイベントに先行する結果が得られたことは、長い間議論となってきた問題に関連して注目すべきであろう。この他に検出ステップの振幅が小さいか、検出空間範囲が狭いイベントが、独立したモードの形で抽出できなかった点は西日本と同様であった。

北日本に対する PCA の結果も多くのモードに複数のイベントにともなうシグナルが混在した。提案手法の適用により、第 1 モードとして 1998 年以降の北海道を中心とした広域変動・東北部の 1994 年三陸はるか沖地震による余効変動、第 2 モードとして有珠山噴火イベント、第 3 モードとして 1998 年岩手山火山活動・岩手県内陸北部地震に関係したモードが得られた。三陸はるか沖地震による余効変動が抽出されたのは、1996 年 3 月以降も変動が継続したことを反映している。北海道を中心とした広域変動は、プレートの動きと関係があるのかもしれない。岩手県内陸北部地震に対応するステップが時間モード中ではっきり見られなかったのは、検出空間範囲の狭さも含めた複合的影響が考えられる。その他に、検出振幅の小さい及び検出空間範囲が狭いイベントが、独立したモードの形で抽出できなかった点は西日本・東日本と同様であった。

開発手法の有効性は、日本全国 GPS 変位データへの適用においても示された。しかし、同時にイベント検出の限界についての知見も得た。今後、手法の改良と異種データへの適用を並行しながら進める計画である。