7-5 中部・近畿地方における地殻変動の運動学的モデリング

Kinematic modeling of crustal movements in the Chubu-Kinki districts

名古屋大学大学院環境学研究科

Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

中部・近畿地方は、東北日本と西南日本の間の短縮変形に加えて、南からフィリピン海プレートが沈み込むことにより、複雑な地殻変動が生じている地域である.これまで、GPS 観測データに基づく様々な変形モデルが提唱されてきているが、プレート沈み込みと内陸の短縮変形を合わせて扱った研究例は少なかった.我々は、McCaffrey(2002)のブロック断層モデルを用いて、この地域における GPS 観測データに基づく運動学的なモデリングを試みたので報告する.

McCaffrey (2002)の方法では、各ブロックの運動は球面上の剛体回転として表現され、ブロック境界における相互作用は、ブロック間の相対運動に対する係数として推定される.また、各ブロック内で一様な歪みを与えることができるといった特徴がある.

解析に用いたブロック分割を図1に示す.プレート境界,主要な活断層系やひずみ集中帯など を考慮して分割を行った.実際の解析においては,南海トラフだけを境界とする単純なモデルか た解析を始め,観測データとモデルによる計算値の残差を減らすよう徐々に分割を細かくしてい った.また,各モデルについて AIC を計算して AIC が最小となるモデルを最適解として選択す ることにより,不必要なブロック分割を行わないよう配慮した.

図2は解析に用いた GPS による地殻変動速度データを示す. ここでは 1996 年 4 月から 2000 年 3 月までの日座標値から推定した地殻変動速度を,水平成分についてはアムールプレートに対 する速度に,上下成分については,鳥取県智頭町に対する速度に換算して入力データとした.図 2に太線で記入してあるのが,最適モデルにおけるブロック分割である.伊勢湾付近で前弧域を 東西に2分割し,新潟-神戸ひずみ集中帯に対応するブロックおよび糸魚川-静岡構造線をブロッ ク境界として導入することで最適なモデルとなった.

最適モデルによるプレート境界のすべり欠損分布および各ブロックの並進ブロック運動を図3 (a)に、ブロック境界の固着率(すべり欠損量のブロック間の相対速度に対する割合)および各ブ ロック内の歪み速度を図3(b)に示す.南海トラフについては、東海・東南海地震の震源域におい て、深さ10-25km 程度の範囲がほぼ完全に固着している状態であると推定された.ただし、ブロ ック間の相対運動速度が海溝軸方向に変化するため、すべり欠損の値そのものは駿河湾と熊野灘 とで約2倍の違いがある.プレート境界の固着域そのものは、Ohta et al.(2004)による推定結果 と近いが、相対運動ベクトルの方向は北向き成分が大きくなった.これは東海地域の陸側ブロッ クの西向き並進運動(約22mm/年)の影響と考えられる.1944 年東南海地震の震源過程の解析 から、山中(2006)は主要なアスペリティが志摩半島の南東沖にあり、熊野灘ではあまりすべりが 見られないとしているが、今回の結果は熊野灘でも顕著なすべり欠損が見られており、Sagiya and Thatcher(1999)等の測地データに基づく震源過程解析の結果と整合的である.Obara(2002)によ り発見された深部低周波微動は、プレート境界のすべり欠損がちょうどゼロになる付近で発生し ており、プレート境界の固着域と深部の安定すべり領域との遷移域の下端付近に位置しているこ とが分かる.また、2000年から2005年にかけて長期スロースリップイベントが発生した浜名湖 周辺は、遷移領域の幅が周囲よりも広い場所であるように見える.

一方,本解析では、内陸部の主要な断層帯についてもブロック間の相対運動速度やすべり欠損 が推定されている.主な結果を表1にまとめた.これを見ると、各断層帯について、GPSの解析 により推定された相対運動速度が地質学的に推定された長期的な平均変位速度と驚くほど良く一 致していることが分かる.このことは、GPS 観測の期間は僅か数年間と短いが、その結果はより 長期にわたる地殻変動に関する情報を提供していると解釈できる.また、ひずみ集中帯に相当す るブロックでは、平均的な東西方向の短縮ひずみ速度として、6.6×10%年という値が得られた. この値を用いて Kostrov(1974)の関係式から地震モーメントの蓄積速度を計算すると、1.73× 10¹⁸N・m/年という値が得られる.1923年から2007年までの気象庁カタログに基づいて、この ブロック内で発生した地震によるモーメント解放量を計算すると、2.54×10²⁰N・mとなるが、 GPS データに基づくモーメント蓄積速度からは85年間での蓄積量が1.47×10²⁰N・mとなり、 ほぼ同程度の値となる.すなわち、GPSで観測されている内陸部の変形は基本的に弾性的な変形 であり、蓄積されたエネルギーの大部分は地震によって解放されていると考えられる.

このように、GPS 観測データの解析により、プレート境界および内陸の変形過程に関して重要 な知見を得ることができた.現在のモデルでは、図2に示すように、GPS の上下速度成分の、特 に近畿地方の内陸部における隆起を十分に説明できていない.この隆起を説明するためには、地 下の粘性的な変形等を考慮してプレート境界の大地震サイクルを考慮した解析が必要になるもの と考えており、上下変動まで含めてデータを解釈することが今後の課題である.

(小澤和浩・鷺谷威)

参考文献

Kostrov, V. V., Seismic moment and energy of earthquakes, and the seismic flow of rocks. Izv. Acad. Sci. SSR, Phys. Solid Earth, 1, 23-40, 1974.

McCaffrey, R., Crustal block rotations and plate coupling, Plate Boundary Zones (S. Stein and J. T. Freymueller eds.), Am. Geophys. Union, 101-122, 2002.

Obara, K., Nonvolcanic deep tremor associated with subduction in southwest Japan, Science, 296, 1679-1681, 2002.

Ohta, Y., F. Kimata, and T. Sagiya, Reexamiation of the interplate coupling in the Tokai region, central Japan, based on the GPS data in 1997-2002, Geophys. Res. Lett., 31, L24604, doi:10.1029/2004GL021404, 2004. Sagiya, T. and W. Thatcher, Coseismic slip resolution along a plate boundary megathrust: The Nankai Trough, southwest Japan, J. Geophys. Res., 104, 1111-1129, 1999.

山中佳子, 再考—1944年東南海地震—, 日本地震学会 2006年秋季大会, A19, 2006.



モデルのブロック分割を示す。





Fig.3 (a) Translation velocity of each block and slip deficit distribution of block boundaries. (b) Strain rate of each block and coupling ratio distribution of block boundaries.

表 1	主	要断層帯について推定されたブロック間の相対運動速度と長期間の平均変位速度の比較
Table	1	Comparison of calculated relative velocity at major fault zones and long-term
		average displacement rates.

Fault number	Fault name	Relative velocity (A)	Slip deficit (B)	Coupling ratio (B/A)	Long term average displasement rate
13	SuzukaToen	3.0-6.3mm/yr	0.3-2.8mm/yr	0.1-0.9	0.2mm/yr
14	Ikoma	2.7-3.1	2.2-2.8	0.8-0.9	0.5-1.0
15	MTL	3.8-7.9	1.5-3.9	0.3-0.5	1.8-3.5
17	Yoro	2.2-9.3	2.0-9.1	0.91-0.99	3.0-4.0
18	Northern ISTL	6.0-8.1	5.9-7.8	0.7-0.9	3.0-5.0
19	Middle ISTL	6.2-10	5.8-9.8	0.7-0.9	5.0-14
22	Isewan	7.8-11	2.8-7.9	0.3-0.9	0.1-0.2