

# KSP の VLBI 観測網で検出された伊豆諸島の地震・火山活動による観測局変位について

通信総合研究所 小山泰弘、市川隆一、関戸衛、近藤哲朗、木内等、雨谷純、吉野泰造

## 1. はじめに

首都圏広域地殻変動観測計画 (Key Stone Project = KSP) では、1995年1月以来毎日もしくは隔日の極めて高頻度な測地VLBI観測を行って、鹿嶋局の局位置を基準として小金井局、三浦局、館山局の3つの VLBI 観測局の局位置を測定している。その結果、これら3つの観測局の位置は2000年6月まで一定の速度で変化している様子が明らかとなった。また、ここで得られた局位置変化は、北米プレートに対する太平洋プレートとフィリピン海プレートの運動の影響としてよく説明することができる。ところが、2000年6月末から7月はじめにかけて、館山局と三浦局の局位置がそれまでとは異なる変化を見せるようになった。図1にKSPのVLBI観測結果とともに、KSPの観測局に設置されたGPSアンテナによる観測と、国土地理院の電子基準点の連続GPS観測から得られた鹿嶋－館山基線と鹿嶋－三浦基線の基線長変化を示す。この図で示されるように、VLBIとGPSによる結果のすべてに共通して、2つの基線長が急激に変化した様子が明瞭にとらえられている。この変化は7月から8月中旬にかけてがとくに顕著で、その後徐々に収束しているように見える。また局位置の変動は館山局のほうが大きく明瞭で、三浦局の変動は館山局に比べて小さいことがわかる。

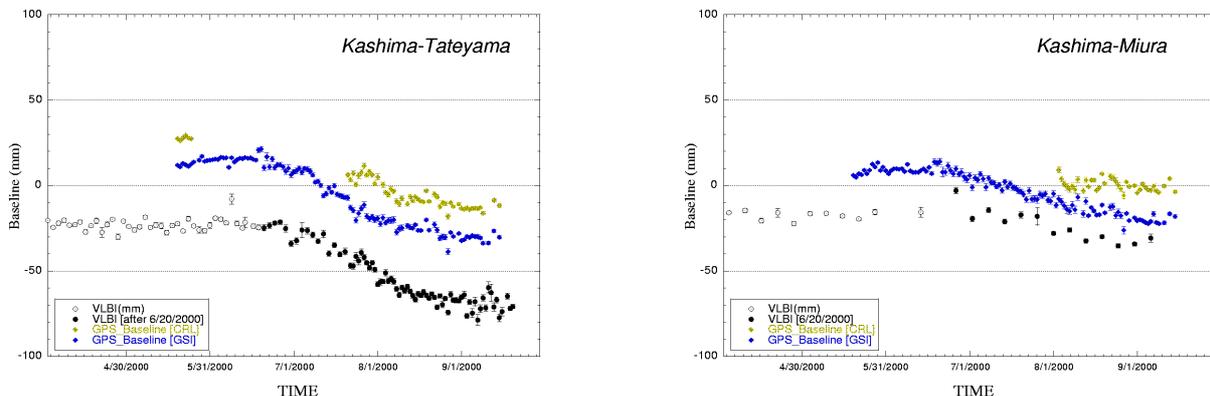


図1 鹿嶋－館山基線(左)と鹿嶋－三浦基線(右)の基線長変化。KSPのVLBI観測による結果とともに、KSPのGPS観測点による観測結果と国土地理院の電子基準点によるGPS観測結果を示している。3つの異なる観測による基線長の変化を比較するため、それぞれに対応したオフセットを加えている。GPSによる観測結果は2000年5月以降のデータについて示しているが、KSP観測局のGPSによる観測結果は、8月以前は欠測によりデータがない期間がある。また、三浦VLBI観測局は1999年5月以降リアルタイムVLBI観測を行うための高速データ回線が利用できなくなったため、鹿嶋－三浦基線のVLBI観測データは6日に1回実施されるテープベースVLBIによる結果である。

## 2. 地球物理的モデルと考察

まず、館山局と三浦局の局位置変動が始まった時期を特定するために、2001年1月から7月までの鹿嶋—館山基線の基線長データを使用して推定を行った。変動が始まった日をパラメタとして、その前後の基線長変化率が一定と仮定してそれぞれの区間で最小2乗推定を行い、全区間における残差の2乗平均の平方根(RMS)を計算した結果を図2に示す。図の中で、RMSの値が極小になるところが変動の開始日の最尤推定値となる。図2の結果では、6月25日から28日にかけてRMSが極小となっていることから、この期間中に変動が始まったものと推定される。

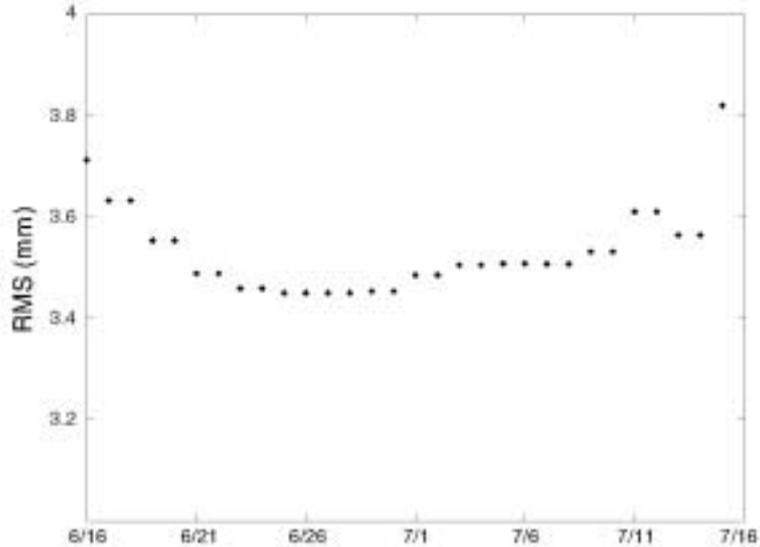


図2 変動が始まった日付を変化させたときの鹿嶋—館山基線の基線長残差のRMS(mm)。

つぎに、観測局位置の変化について、2000年6月以前の平常時の局速度と2000年6月15日から9月15日までの3ヶ月間の局位置変位とを図3に示す。

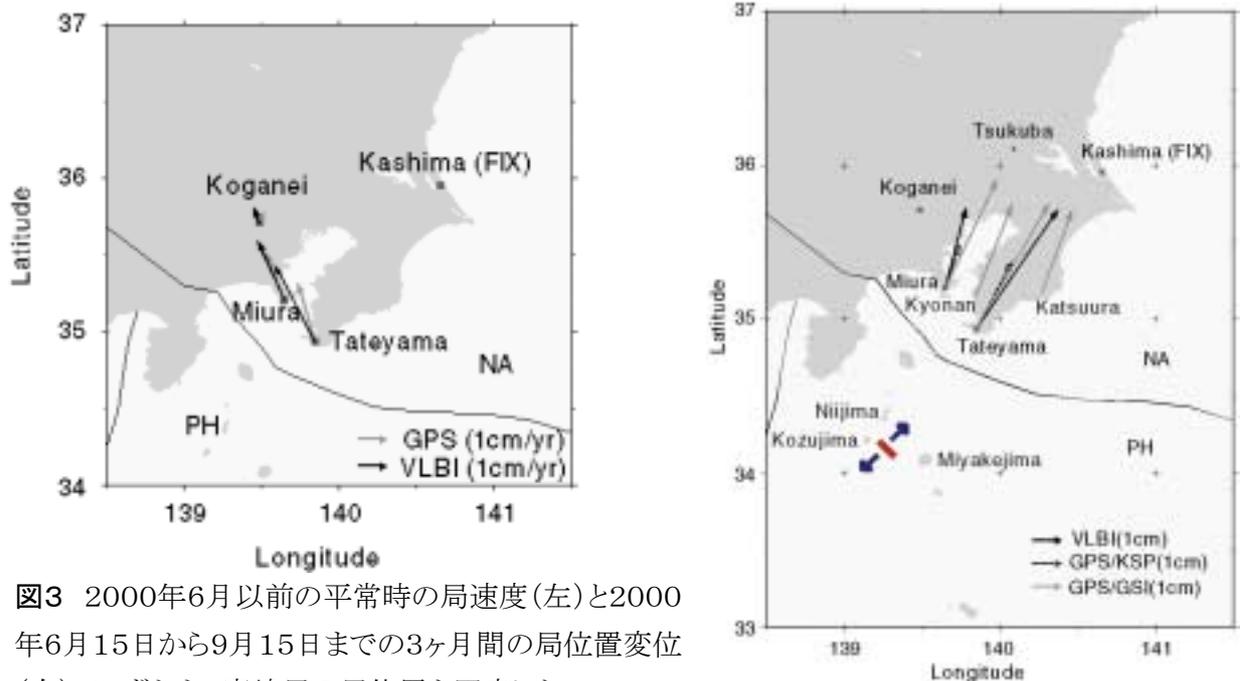


図3 2000年6月以前の平常時の局速度(左)と2000年6月15日から9月15日までの3ヶ月間の局位置変位(右)。いずれも、鹿嶋局の局位置を固定した。

図3の2000年6月以降の局位置変位を示す図では、KSPの観測結果以外にも、国土地理院の電子基準点におけるGPS観測結果も一部示している。この図に示されているように、館山局と三浦局に見られる局位置の変化は、房総半島から三浦半島にかけて広範囲にわたる地殻変動の結果としてとらえられたものであることがわかる。同様に、伊豆半島や伊豆諸島におけるGPS観測結果にも急激な位置変化が観測されており、一連の広域地殻変動は、神津島と三宅島間の地域の地下にマグマの貫入(ダイク)が生じたことによるものとして説明することができる。地殻変動が始まったと推定される6月25日から28日にかけての時期は、三宅島の火山活動と神津島周辺の群発地震が活発になった時期と一致しており、広域にわたる地殻変動は伊豆諸島の火山・地震活動によって引き起こされたものであると考えられる。三宅島の火山活動は、6月26日にマグマの上昇にともなう火山性地震が活発になり、その後雄山山頂の陥没、数回にわたる噴煙、火山性ガスの発生を経て現在に至っている。雄山山頂の陥没は、いったん上昇したマグマが後退した結果引き起こされたものと考えられるが、その発生と同時に群発地震の震源は三宅島から神津島の方へ移動し、ダイクの成長が始まって広域な地殻変動が引き起こされたものとして一連の現象を理解することができる。図4には、名古屋大学のグループによって提唱されているダイクと断層の組み合わせモデルの一部のパラメータを変化させて得た地表における位置変動の分布を示す。

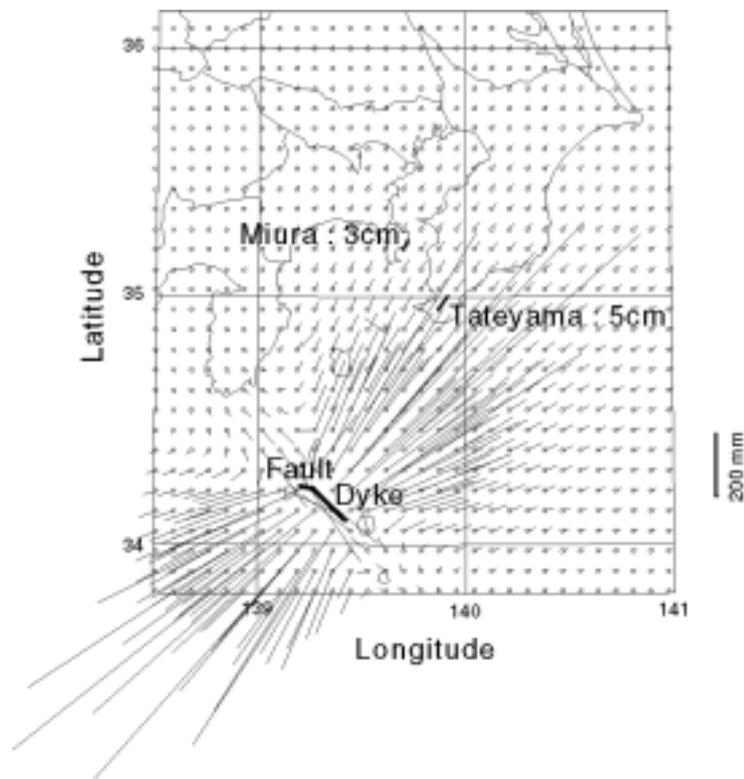


図4 ダイクと横ずれ断層の組み合わせモデルによる地表の位置変動分布。ダイクは上面までの深さが3kmで、水平方向に20km、鉛直方向に12kmにわたって5mの厚さをもつと仮定した。また、断層面は上面までの深さが3kmで、水平方向に10km、鉛直方向に5.9kmにわたって4mのずれを伴っていると仮定した。ダイクと断層の位置およびパラメータは名古屋大学のグループによって提唱されたモデルをもとにした。また、地表の位置変動の分布は、気象研究所によって開発されたソフトウェア(MICAP-G)によって計算した。

図4で示されるモデルは、館山局と三浦局でそれぞれ5cmと3cmの位置変動をよく説明することができる。群発地震の震源の領域から館山局と三浦局までの距離はそれぞれ約100kmと約120kmであり、地殻変

動の影響がこれほど長距離に及んだという事実は、ダイクが地下深くにまで分布していることを示しており、KSPによる観測結果は一連の現象をよりよく理解するために重要なデータを提供したといえる。

### 3. 今後の計画

KSPは、当初5年間の計画として開始され、2000年末をもって計画を終了して館山局と三浦局の運用を終了することが予定されていた。ところが、その後このような地殻変動現象が発生し、館山局については1年間運用を延長し、引き続いて隔日の高頻度な観測を継続することとなった。測地VLBIの観測によって、このような地殻変動の様子をその始めから詳細にとらえた例はほかになく、非常に貴重なデータであるといえる。今後、鹿嶋、小金井、館山の3観測局による高頻度観測を継続し、今回の現象がどのように収束するのかを調べる予定である。

### 謝辞

館山局の運用を延長する決定に際しては、岐阜大学と国立天文台の関係者の多大なご協力をいただき、また国際VLBI事業評議会長の **Wolfgang Schluter** 氏をはじめ国内外の多数の研究者や機関から支援をいただきました。また、地表の位置変動分布のモデル計算には、気象研究所で開発されたソフトウェアと、名古屋大学のグループによって提唱されたモデルを使用しました。ここに深く感謝いたします。