

精密重力変化による神津島北島部の急激な膨張変動（1998年11月-2000年3月）

Rapid Inflation of Northeast Kozu Island Confirmed by Temporal Changes in Precise Gravity (Nov. 1998 - March 2000)

小林 茂樹[1], 奥田 隆[2], 宮島 力雄[3], 木股 文昭[3], 大久保 修平[4]

Shigeki Kobayashi[1], Takashi OKUDA[2], Rikio Miyajima[3], Fumiaki Kimata[4], Shuhei Okubo[5]

[1] 宇宙開発事業団, [2] 名大・理・地震火山センター, [3] 名大・理・地震火山, [4] 東大・地震研

[1] EORC, NASDA, [2] SV Center Sci.Nagoya Univ, [3] Nagoya Univ, [4] Res. Center Seis. & Volcanology, School of Sci., Nagoya Univ., [5] Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo

1998年11月以降2000年3月まで、ほぼ4ヶ月ごと5回に渡って、神津島内のGPS観測点に対応した12個所で、精密重力測定を継続実施した。測定にはシントレックス自動重力計を用い、測定精度を統計学的に厳密に評価した。測定精度は概ね2 - 4 μgal で、5 μgal を越えることがまずなかった。観測された相対重力は、神津島北東部を中心に最大で-30 $\mu\text{gal}/\text{year}$ の減少を示す。このパターンは、名古屋大学他によるGPS観測から推定される膨張モデル（深さ約2km、体積変化 $\sim 10^6 \text{ m}^3$ ）と極めてよい一致を示す。かなり低密度の物質が膨張変動を引き起こしている。

1. はじめに

神津島では、1995年に国土地理院、1996年に名古屋大学がそれぞれGPS連続観測を開始し、他の伊豆諸島に比べてプレート運動予測から大きく外れた動きが観測された。その後名古屋大GPS観測点がほぼ全島に配置されるようになり、島内で年間数cmレベルの膨張変動が進行していることが明らかになった（木股ほか、1999）。そこで、我々はさらに精密重力やSARなどの最新測地技術の統合運用による総合モニタリング体制の強化を計った。1998年11月に、島内のGPS点に対応した精密重力点を設け、以後1999年3月、7月、12月、2000年3月の5回、シントレックス重力計による精密測定を実施した。SAR観測では、JERS-1運用停止（98年10月）後もERS-2による観測を35日ごとに継続し、干渉条件が厳しいCバンドによる活火山モニタリングのポテンシャルを評価している。GPSと干渉SARとで表面変位の時間的・空間的変動の詳細を抑え、さらに精密重力変動を島内の多点で定期的に観測することで地殻内流体の移動による地下質量移動の検出・可視化が可能になるはずである。

2. シントレックス自動重力計による測定精度と測定ノウハウ

現在まで継続的にデータの得られている観測点は、神津島港、めいし海岸、赤碕、返浜、天上山N、天上山NE、天上山W、開発センター、ヘリポート、空港、高処山、三浦漁港の12ヶ所である。測定にはシントレックスS228（名古屋大学）を用いた。海洋島であるため、あらゆるノイズレベルに対処しながら、120秒のフィールドモード測定を合計8~12回程度（のべ計測時間20分前後は必要）繰り返す手法（詳細は、小林ほか1999年秋測地学会）を最適化した。神津島では観測点間の移動時間が短いためか、顕著なヒステリシス（中井1997年秋測地学会）が起きにくい。そのため1ヶ所での複数回測定データのうち、（弱い）ヒステリシスの収まった後半部分の測定値だけを選んで、最小2乗法による網平均計算で相対重力値とドリフト係数を算出した。相対重力値の標準偏差は概ね2 - 4 μgal である。原則2往復の測定を行い、再現性の誤差もクロスチェックした。同じ条件で移動・測定を繰り返す限り、ドリフトの直線性は極めてよい。ただし、朝1番の測定時にドリフトが過渡的な振る舞いをしやすいことなどに注意が必要である。

3. 相対重力の時間変化とGPS水平動に基づく膨張変動モデル

重力変動とGPS観測の結果とを比較した。以下の特徴が読み取れる。

(1)GPS水平動ベクトルから、

・島の北東部、深さ2kmに膨張ソース（体積変化 $\sim 10^6 \text{ m}^3$ ）が推定される。

(2)相対重力変化から、

・神津島港以南の地域では顕著な相対重力変化は見られない。

・島の北東部で同心円状の相対重力値の減少パターンが明瞭である。（膨張ソース真上近くに位置する）天上山NEでは、（神津島港に対して）30 $\mu\text{gal}/\text{year}$ 程度の大きな重力減少が定期的に観測されている。

以上のように、相対重力変化のパターンとGPS観測から推定される島内北東地点を中心とした隆起変動モデルとはきわめて調和的である。しかし、モデルから予想される鉛直変動と重力変化量とを単純に比較すると、重力変化/高さ変化の割合がかなり大きくなる。これは単純な茂木モデルによる重力変化では説明できない。検潮記録から神津島港自体が年数cmの速度で隆起していることが観測されており、単純な1つのソースによる隆起変動ではないのかもしれない。いずれにせよ、かなり低密度の物質が膨張変動を引き起こしている可能性が強い。99年3/14に神津島のすぐ北側で発生したM4.7の地震以降も、99年7-12月の重力観測で、天上山NEにおいてほぼ同じ率（4ヶ月で10 μgal ）の重力減少が継続していることが確認されている。2000年1月には木股らにより、膨張ソースの真

上を通る水準測量が実施され、今後鉛直変動の実測結果との比較が期待される。

4．干渉 SAR による火山島モニタリング

ERS2 の C バンド干渉 SAR による火山変動の検出は、国内の火山では植生や地形勾配のために十分な干渉性が得られにくい（例えば、岩手山の事例：小林ほか 2000）。我々は、まず比較的ドライな神津島・新島、三宅島、伊豆大島について ERS2 データを片っ端から軌道解析・干渉解析を試みている。神津島の場合、島内南西部の集落地帯から東海岸中部付近が比較的干渉しやすいこと、フォアショートニングがきついことなどが特徴で、画像再生段階のフォーカシングの工夫やより干渉しやすい新島も含めて軌道を推定する工夫などが必要である。神津島は天上山の上を除けば植生も著しいのでコヒーレンスはかなり低い。しかし、重力と GPS とで検出された島内変形は、C バンド干渉 SAR で十分に検出可能な大きさである。