

火山変動監視観測網の最適化に関する研究（第3年次）

実施期間	平成 17 年度～平成 19 年度
地理地殻活動研究センター	
地殻変動研究室	水藤 尚 飛田 幹男 西村 卓也 小沢 慎三郎
研究管理課	植田 勲 兒玉 篤郎
測地部計画課	今給黎 哲郎
地理地殻活動研究センター	村上 亮

1. はじめに

国土地理院が全国に設置している GPS 連続観測網（GEONET）は、広域の地殻変動に感度が良く、火山活動の初期段階における深部の変動を検出するのに適している。一方、気象庁が火山体に密着して設置している GPS 観測点は、噴火直前に至る浅部の変動を検出するのに適している。火山活動の深部から浅部に至る地殻変動を連続的に追跡するためには、両者を単一の観測網として解析することが必要である。しかしながら、火山体に密着して設置されている気象庁の GPS 観測点は、1 周波型の GPS 受信機で、既存の手法では 2 周波型の GPS 受信機と同時に解析することができない。従って、単一の観測網として深部から浅部の活動の全貌を追跡するためには、異なった仕様の観測データを統合的に解析する適切な手法を開発する必要がある。

2. 研究内容

本研究では、火山活動の深部から浅部に至る地殻変動を連続的に追跡することを目的とし、1 周波型 GPS 受信機データと 2 周波型 GPS 受信機データとを統合的に解析する手法の開発、解析結果の精度評価、そして得られた解析結果に基づく力源モデルの信頼度の検討、力源の推定が有意であるかの判断基準の設定を行う。

本年度（平成 19 年度）は、昨年度までに開発し、試験運用を行ってきた 1 周波型 GPS 受信機データと 2 周波型 GPS 受信機データを統合的に解析するシステム（以下、「統合解析システム」という。）の定常運用に向けたシステム構築を行った。また、伊豆大島および伊豆東部火山群の 2 地区をモデル領域として、GEONET 観測点のみを使用した場合と気象庁の観測点（1 周波型・2 周波型）を加えた場合とで力源モデルの推定を行い、両者の比較から本システムの結果を用いることによる力源モデル推定精度の向上の有意性に関する検討を行った。

3. 得られた成果

3. 1 定常運用に向けたシステム構築

最終的に統合解析システムは、データの通信・変換を行う「データ通信管理ユニット」、観測データを解析する「GPS 解析ユニット」とデータ保存を行う「データ格納ユニット」の 3 ユニット構成となった（図-1）。データ通信管理ユニットでは、データの RINEX 変換、GPS 解析ユニットへの転送等を行う。GPS 解析ユニットは、3 つの機器で構成されている。観測データの取得、解析の前処理、測位解析、結果の表示・出力、データ保存等の機能を統括制御する「統合管理装置（1 台）」と測位解析を

実行する「GPS 解析装置（2 台）」である．解析に使用する観測データ，統合解析による解析結果ファイルはすべて統合管理装置を通して，最終的にはデータ格納ユニットの「データ格納装置」に保存される．

3. 2 力源モデルの推定

本研究で開発した統合解析システムの解析結果を用いて，伊豆大島および伊豆東部地区の 2 地区をモデル領域として，力源モデルの推定を行った．力源モデルとして，伊豆大島では等方圧力源（茂木モデル），伊豆東部地区では断層すべりとダイク貫入を仮定した．

3. 2. 1 伊豆大島

2007 年 2 月 1 日～10 月 1 日までの 8 ヶ月間のデータを用いて，茂木モデルを仮定して，この期間の伊豆大島の地下での体積変化量を，GEONET 観測点のみを用いた場合と，GEONET+JMA 観測点を用いた場合の 2 通りで推定した．観測値と計算値の比較を図-2 に，推定したパラメータを推定誤差とともに表-1 に示す．いずれのモデルでも観測値をうまく説明できているが，JMA 観測点のデータを加えることで，モデルの推定誤差が深さは 35%，体積変化量は 40%程度小さくなり，推定精度が向上した．

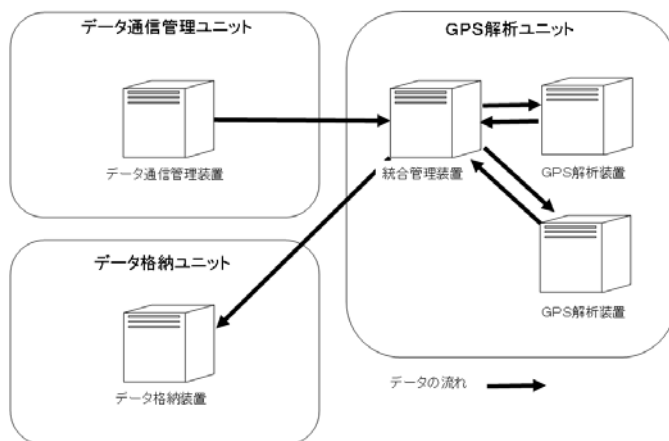


図-1 統合解析システムの構成概念図

表-1 推定した力源モデル（等方圧力源）のパラメータ

	GEONET 観測点のみ	GEONET+JMA 観測点
深さ (km)	8.1	7.3
推定誤差	1.7	1.1
体積変化量 ($\times 10^6 \text{m}^3$)	11.9	9.6
推定誤差	5.7	3.4

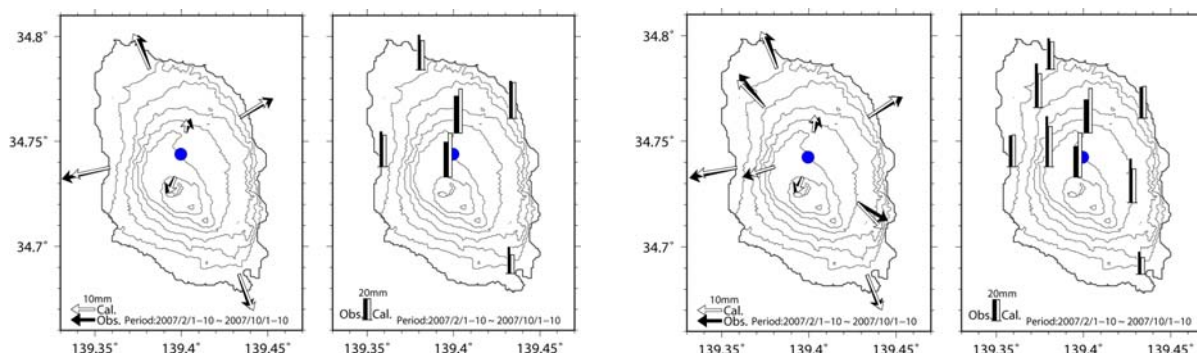


図-2 伊豆大島における力源モデル（等方圧力源）による計算値と観測値の比較．黒矢印・線は観測値，白矢印・線は計算値．青丸は仮定した等方圧力源の位置．（左図）GEONET 観測点のみを用いた結果．（右図）GEONET+JMA 観測点を用いた結果．

3. 3. 2 伊豆東部地区

2006年4月1日～5月31日までの2ヶ月間のデータを用いて、断層すべりとダイクの貫入を仮定して、この間の伊豆東部地区における断層すべり量、ダイクの開口量を、GEONET観測点のみを用いた場合と、GEONET+JMA観測点を用いた場合の2通りで推定した。観測値と計算値の比較を図-3に、推定したパラメータを推定誤差とともに表-2に示す。いずれのモデルでも観測値をうまく説明できている。JMA観測点を追加することで、モデルパラメータの推定誤差が大きくなっている。この原因は、観測点が力源の片側にしかないためモデルパラメータの拘束が難しく、観測データが増えたことで、推定誤差が大きくなってしまったと考えられる。推定誤差は大きいものの、JMA観測点が力源に近い場所に位置していることや、震源分布と力源モデルの位置の比較から、JMA観測点のデータを加えた推定結果の方が信頼度が高いと考えられる。

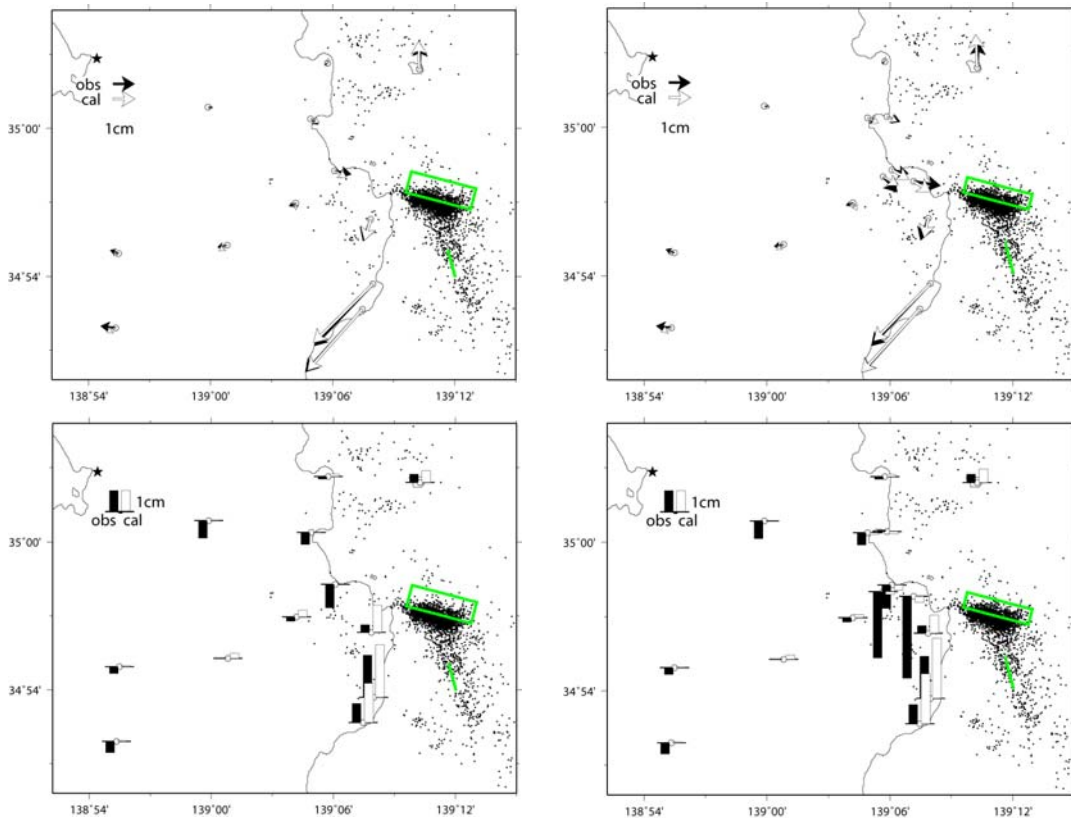


図-3 伊豆東部地区における力源モデル（断層すべりとダイク）による計算値と観測値の比較。黒矢印・線は観測値，白矢印・線は計算値。緑線は断層，緑線の矩形領域はダイクの地表への投影面。黒丸は、2006年4月10日～4月30日までの震央分布（気象庁一元化震源より）。（左図）GEONET観測点のみを用いた結果。（右図）GEONET+JMA観測点を用いた結果。

表-2 推定した力源モデル（断層すべりとダイク）のパラメータ

	緯度 (度)	経度 (度)	深さ (km)	幅 (km)	滑り量 (m)	滑り量 (m)	開口量 (m)
					走向方向	傾斜方向	
断層すべり	34.900	139.200	0.6	5.7	0.5	-0.49	-
推定誤差	0.3	0.3	17.8	27.0	0.5	0.4	
ダイク	34.971	139.165	4.1	10.4	-	-	0.35
推定誤差	0.2	0.2	2.9	3.0	-	-	0.11
断層すべり	34.902	139.201	4.0	3.4	1.54	-0.73	-
推定誤差	0.3	0.3	17.8	27.0	10.9	5.2	
ダイク	34.966	139.163	4.5	7.4	-	-	0.44
推定誤差	0.3	0.3	4.3	4.5	-	-	0.22

断層すべりの走向，傾斜，長さはそれぞれ，-15度，90度，2.0kmに固定した．また，ダイクの走向，傾斜，長さもそれぞれ，105度，81度，5.0kmに固定した．上段は GEONET 観測点のみを使用した場合．下段は GEONET+JMA 観測点を使用した場合．

4. 今後に向けて

本研究で開発したシステムは，平成20年度から測地観測センターにおいて定常運用が開始される．平成19年度末時点で，定常解析を実施している火山は，関東4火山（伊豆大島，伊豆東部，浅間山，草津白根山），九州4火山（阿蘇山，霧島，九重山，桜島）の合計8火山である．システム上，解析対象とする火山（観測点）数は，計算機資源にのみ依存し，制限がない．今後，関係機関との協議の上，解析対象とする火山（観測点）数を増やし，少しでも多くの火山において地殻変動の監視業務が行われていくことが望ましい．