

(1 0) 緊急研究

「神津島東方海域の海底下構造等に関する緊急研究」

H12年度予算額：1.2億円

研究体制：海上保安庁水路部・海洋科学技術センター他7機関

研究の概要・目標

1 何を目指すか

神津島東方海域等の地震活動について、当該海域の海底下構造のデータを中心に新たに取得し、応力源等を総合的に解明することで、6月末からの地震活動を体系的に検証する。

2 何を研究するか

- 地震活動域の海底下構造調査を実施し、海底下における応力源の位置、形状、及び実態を推定。
- 地殻変動・地震活動の精密観測を実施し、応力源の力学特性を解析。
- 以上の成果を総合的に解析。

3 何が新しいのか

- 活発な地震活動の原因と考えられているマグマ活動の推定領域について、マルチチャンネル音波探査・屈折法探査・海底岩石広域採取により、深さ5kmまでの詳細構造及び深部の地震波速度構造を、初めて総合的に探査すること。
- これまでにない新しい現象について、構造調査を実施するとともに、地震、GPS観測等の成果と合わせてこの地域における応力源の特性を解明すること。

諸外国の現状等

1 現状

活発な地震・火山活動が発生している領域について、高感度地震計、GPS、長周期地震計等により、応力源の予備的モデル設定がなされた領域の構造探査の例はない。

2 我が国の水準

伊豆半島東方沖に発生した群発地震活動及び地殻変動について、岩脈状のマグマの関与を想定した精密なモデルを構築するなど、群発地震活動についての、基礎研究レベルは、世界で最も高い。また、海底構造の調査・解析の能力も、世界で最も高いレベルにある。

研究進展・成果がもたらす利点

1 世界との水準の関係

群発地震活動域で、かつ過去に例をみないほどに活動が活発な時期において、海底下構造を調査し、明らかにすることは、世界的にも他の事例を見出すのは困難なほど貴重な成果となると考えられる。

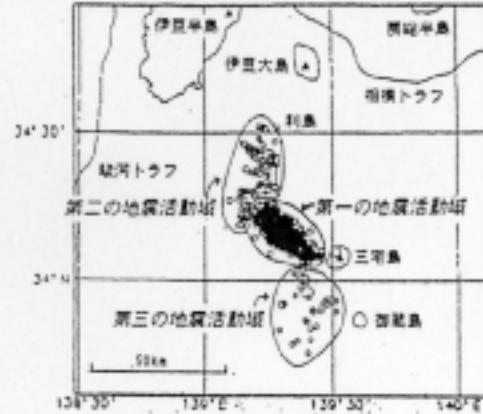
また、当該地域の海底下における応力源の位置、形状、及び実態を推定することは、当該地域に発生する群発地震活動の仕組みを解明する新しい技術となると考えられる。

2 波及効果

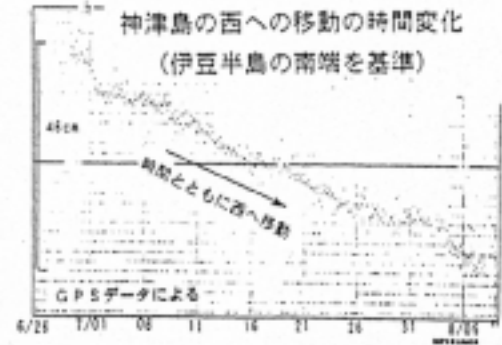
当該地域に発生する群発地震活動の仕組みを解明する技術は、島弧の活火山地域において、マグマ活動が起きた時に、地震活動の誘発の可能性を分析する技術の一般化に寄与できると考えられる。

神津島東方海域の海底下構造等に関する緊急研究 実施計画概要

8月6日までの地震活動（従来になく活発）



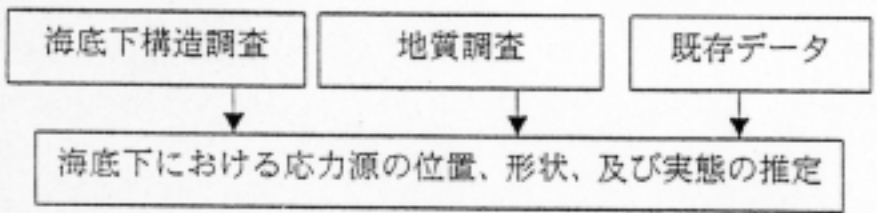
8月6日までの地殻変動（活発）



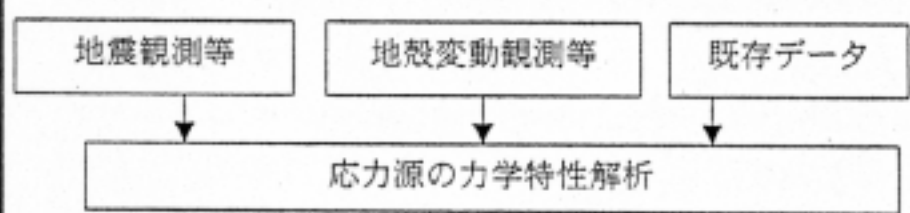
第一の地震活動域等に
応力源

研究実施

地震活動域の海底下構造調査による応力源の分布解析



地震活動等の精密観測による応力源の力学特性解析



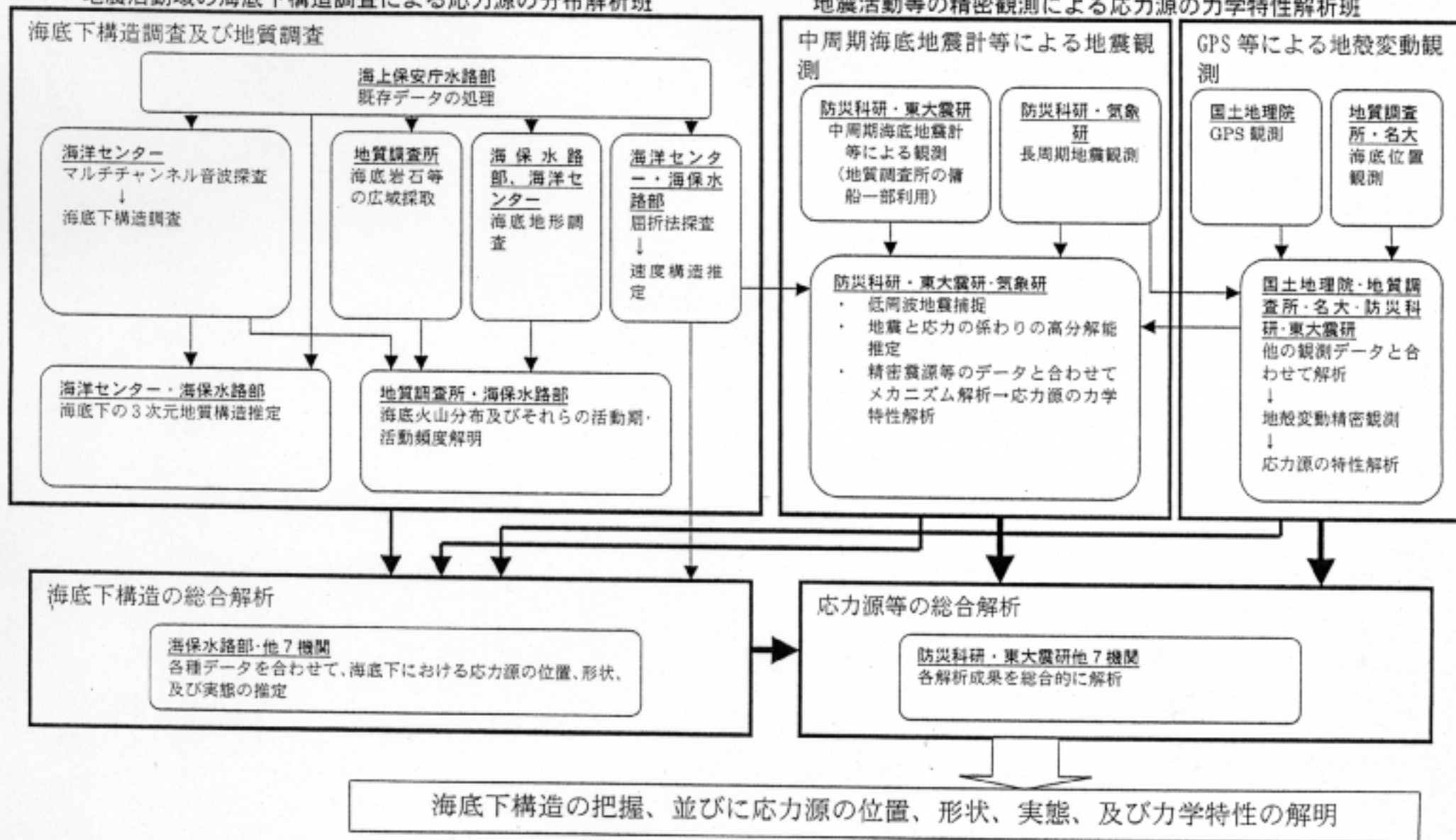
応力源等の総合解析

第一の地震活動域等の応力源の位置、形状、実態、及び力学特性を解明

「神津島東方海域の海底下構造等に関する緊急研究」の研究体制

地震活動域の海底下構造調査による応力源の分布解析班

地震活動等の精密観測による応力源の力学特性解析班



平成12年度科学技術振興調整費緊急研究
「神津島東方海域の海底下構造等に関する緊急研究」所要経費一覧

単位：千円

研究項目	研究担当機関	研究担当者	所要経費
1. 地震活動域の海底下構造調査による応力源の分布解析 (1) 海底下構造調査及び地質調査	科学技術庁研究開発局 海洋科学技術センター（委託） 通商産業省工業技術院地質調査所 海上保安庁水路部	三ヶ田 均 岡村 行信 加藤 幸弘	20,853 21,070 941
(2) 海底下構造の総合解析	海上保安庁水路部	加藤 幸弘	11,696
2. 地殻変動・地震活動の精密観測による応力源の力学特性解析 (1) GPS等による地殻変動観測	通商産業省工業技術院地質調査所 名古屋大学（委託） 建設省国土地理院 科学技術庁防災科学技術研究所 東京大学地震研究所（委託）	安藤 雅孝 村上 亮 織瀬 一起	8,599 12,363 7,560
(2) 中周期海底地震計等による地震観測	科学技術庁防災科学技術研究所 東京大学地震研究所（委託） 気象庁気象研究所	井上 公 平田 直 石川 有三	8,402 18,182 7,593
3. 応力源等の総合解析	科学技術庁防災科学技術研究所 東京大学地震研究所（委託）	平田 直○	3,642
4. 研究推進	科学技術庁研究開発局		292
所要経費合計			121,193

○は研究リーダー

研究目標の概要・成果の概要

課題名（研究代表者）：神津島東方海域における海底下構造等に関する緊急研究
（平田直）

【研究目標の概要】

平成12年6月末以降に発生した三宅島の火山活動及び三宅島から神津島周辺海域の地震活動は、1年経過してもなお継続した。一連の活動には震度6弱の地震が含まれる等、その継続期間及び規模については、過去伊豆北部の海域で観測されたことのない現象であった。これらの地震活動はマグマの活動を原因とすると考えられているが、今回の活動を含め、過去の同海域のマグマ活動を示す直接的資料は得られていない。マグマの活動と地震活動が密接に関連することは、今回の活動に限定されるわけではなく、将来、他の地域でも発生する可能性がある。神津島東方海域のマグマ活動の実態を把握することは、同様な自然災害が発生した際の活動現状評価、推移の見積もりなどに貢献することが期待される。

そこで、研究目標として、第1に、今回の活動領域においてマグマの活動の実態を把握するために、海底下構造探査及び地質調査を実施するとともに、得られたデータと同海域の各種既存地球物理データを解析し、海底表層から深部までの海底下構造を解明することとした。第2に、島嶼におけるGPS、地震観測等と、海底における地震観測等を実施して、当該地域の地殻活動の実態を解明し、特に、その応力状態を推定し、神津島東方海域の群発地震活動の原因となった応力源の解明を研究目標とした。さらに、第1の目標である海底下構造と、第2の目標である地殻活動とを総合して、より実証的に地殻活動のメカニズムを解明することを目指した。

海底下構造調査では、本地震活動の原因と推定されているマグマ活動に関係する構造の検出を目標とした。つまり、地下のマグマによって熱変成を受けた地殻の地震波速度異常、マグマ溜りの境界面からの反射波の検出によって、地震活動の原因となる現象の実体の解明を目指した。海底地形・地質には、今回及び過去の当該地域の地殻活動の影響が表れているので、あわせて精査することとした。地殻構造の地震波速度分布を精密に求めることは、当該地域で発生している地震の震源精度、メカニズム解の精度の向上に寄与できるので、研究目標の一つとした。

新島・神津島付近から三宅島付近にかけての海域の地殻変動・地震活動の応力源の位置及び特性を解析するために、新規に地殻変動観測点を設け、その応力を直接反映していると考えられる地殻変動を精度良く押さえることを目指した。これらの結果と、従来から行われている地殻変動観測データを合せて解析することにより、当該海域における地殻変動を精密に捉え、地下の応力源の力学特性解析を行う。

中周期の自己浮上式海底地震計等を設置し、マグマ活動に伴い海底下に発生する低周波地震を捕捉することを試みた。また、地震発生域を取り囲む観測を行う

研究成果公表等の状況

課題名（研究代表者）：神津島東方海域における海底下構造等に関する緊急研究
 （平田 直、東京大学地震研究所）

【研究成果発表等】

	原著論文による発表	左記以外の誌上発表	口頭発表	合計
国内	8（1）件	5 件	35 件	49 件
国外	2 件	0 件	7 件	9 件
合計	10（1）件	5 件	42 件	58 件

（注：既発表論文について記載し、投稿中の論文については括弧書きで記載のこと）

【主要雑誌への研究成果発表】

Journal	Impact Factor	サブテーマ 1	サブテーマ 2	サブテーマ 3	合計
水路部研究報告		2			2
月刊地球		1	2		3
東京大学地震研究所彙報			1		1
地学雑誌			4		4
Geophysical Research Letters	2.72		1		1
地震			1		1
Science	23.87		1		1
地震学会ニュースレター			1		1
地震ジャーナル			1		1
京都大学防災研究所研究集会			1		1
主要雑誌小計					
発表論文合計		3	13		16

ことで、発生している地震と応力の係わりを分解能高く推定する。さらに、従来からの、主として精密な震源決定のための自己浮上式海底地震計等の観測結果及び、これらのデータと既存の島嶼部における観測データと合わせ、応力の向き等の把握に有効なメカニズム解析を行う。これにより、当該海底下で発生している現象の応力源の力学特性解析を行うことを目指した。

【研究成果の概要】

地震活動域の海底下構造に関して海洋科学技術センターがエアガン-海底地震計による屈折法地震探査と、マルチチャンネル反射法地震探査とを行い、三宅島西方と神津島と新島間の地形的な高まりの根の部分で速度が数%遅くなっていることと、神津島と新島の間、及び三宅島の西方から神津島方向に広がる反射面が存在することを見いだした。更に、水路部によって神津島東方海域の地震発生域における浅部の屈折法探査も行われ、地震発生域の南東端で周辺よりも速度が遅くなっていることが明らかにされた。

本研究で行われた、東京大学地震研究所等の海底地震観測データを用いた精密な震源分布の研究によって、神津島東方と三宅島間の海域で発生した群発地震は、鉛直に立った薄い板状の震源分布をしていることが分かった。これらの地震の発震機構解は、北西-南東に圧縮軸、北東-南西に引長軸を持つ横ずれ断層が多い。つまり、震源の板状分布の走向と個々の地震のメカニズム解から推定される断層の走向は、一致せずに約45度傾いている。圧縮軸-引長軸の方向は、当該地域の広域応力場と調和的である。島嶼部で実施されたGPSや重力測定結果と総合すると、三宅島火口の下にあったマグマが、少なくともその一部が、西方-北西方向に移動し、マグマ活動の先端部が神津島近海にまで及んだことを強く示唆する。

群発地震の震源分布と、地下構造探査によって得られた反射面の位置から、神津島と新島間の海底下深さ10から15kmにマグマ溜まりの上面があり、そこから、一部のマグマが浅部へ供給されたことが推定できた。水路部は既存データ（海底地形、シングルチャンネル反射法地震波探査、海上磁気、海上重力）を再解析し、神津島東方海域の地震発生域で、北西-南東方向の正断層群及び同方向の海山列を発見した。さらに、磁気基盤形状と正断層の分布に相関があることが判明した。地質調査所（現産業総合技術研究所）は、海底地形調査などで明らかになった北西-南東走向を有する海底火山から岩石を採集し、神津島から南東に延びる海底火山列は極めて新しい活動であることを示した。今回の活動で、マグマが海底に噴出した可能性を示すデータは得られなかったが、当該地域の精密な海底地形図は、過去にも、今回と同様な火成活動が発生し、それに伴う海底火山列が形成されたことを示している。

一方、群発地震活動を引き起こした応力源の解析のために行われた研究では、次のような成果があがった。国土地理院は独立運用型のGPS連続観測装置をこれまで観測密度の低かった新島北部に設置し、2001年10月中旬から観測を行った。本研究実施地域においては、神津-新島間の距離の伸張、三宅島の緩やかな収縮および沈降が進行したことが分かった。神津島・新島間の距離の顕著な伸張は、

この海域でのマグマの貫入現象に伴うとするモデルで定量的に説明できた。当該地域では、マグマ貫入現象の他に、新島周辺でM6クラスの地震が発生した。活動の開始時点から最近までいくつかの期間に分けて地殻変動の時空間パターンを説明するダイクと断層からなるモデルを構築した。

東京大学地震研究所は、神津島周辺の岩礁にGPS観測点を新たに設置した。データを時間分割して逆解析を施すことにより、ダイク貫入が想定される地殻変動が、地震活動とともに西に移動することを明らかにした。また、三宅島での重力観測によれば、島の西部で重力が一定の割合で増えた。これは、三宅島西方海域へのマグマの移動モデルと調和的である。一方、島の南部から南東部では、重力が増加し、島の中央部の重力では減少した。これらは、主に山頂陥没による地形効果で説明できた。

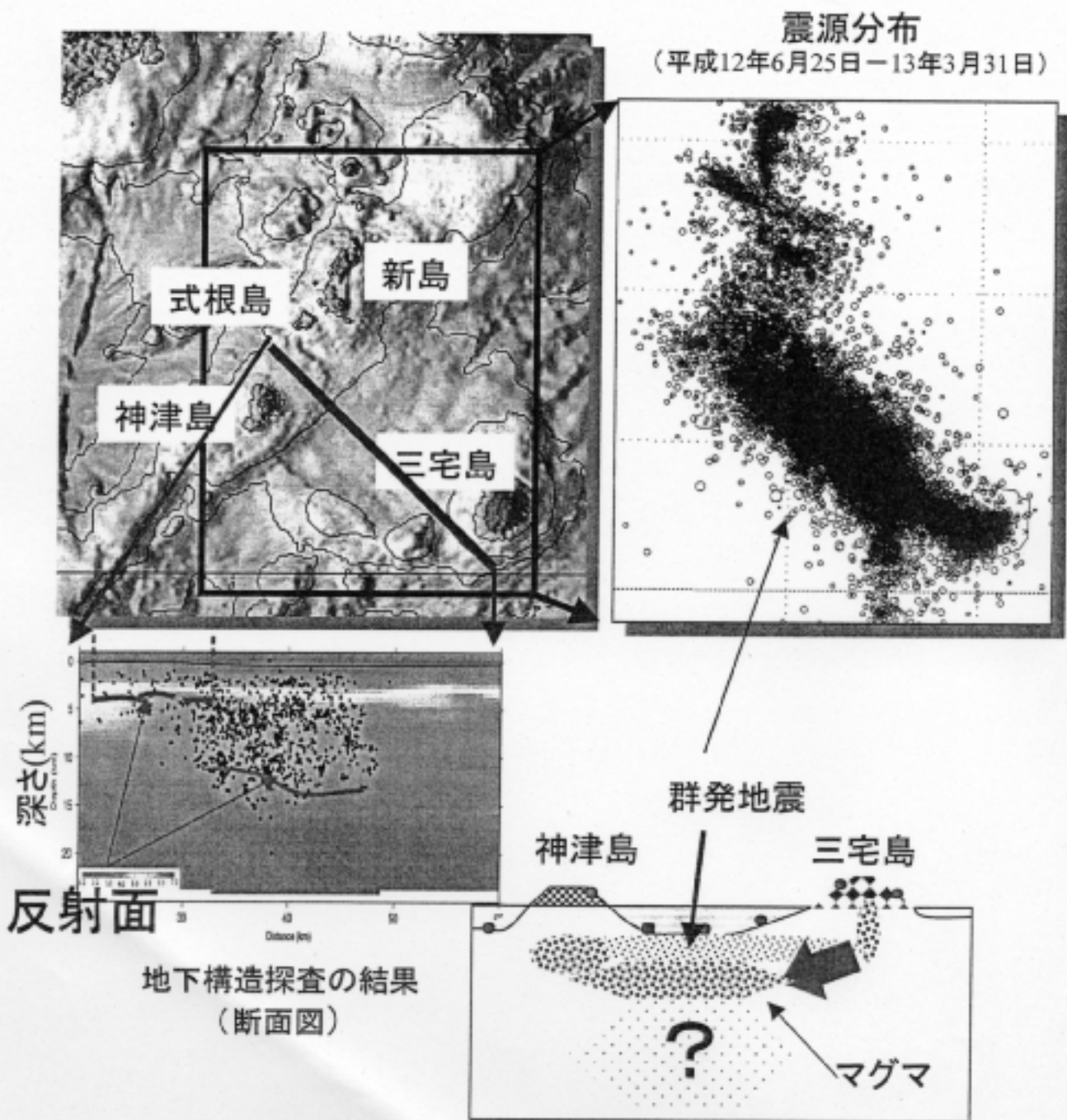
神津島東方海域の群発地震ではマグニチュード4ないし5クラスの中規模地震が異例に多く、それらの記録を用いて地震波減衰構造のトモグラフィ解析を行った。その結果、神津島東方海域の活動域において、地震波を強く減衰する区域を見出した。また、三宅島の南部でも減衰が大きいことが読み取れた。これらは、マグマの移動、貫入現象による岩石の高温化、あるいは、熱水の循環によって高減衰域が出現したと考えると説明できる。

7月から8月にかけて三宅島の山頂で発生したカルデラの形成に伴い、防災科学技術研究所の広帯域地震観測網および東京大学地震研究所の三宅島の臨時観測点で、長周期の地震波が1日に1回から2回定常的に観測された。これらの地震波形の特徴を説明するモデルとして、マグマ溜りからのマグマの流出に伴い、火道にある固体の物質がピストンのように振る舞い間欠的にマグマ溜りに沈降するというモデルが考えられた。このモデルによって定量的に考察を行った結果、観測された長周期地震波の特徴が再現できることが分かった。またカルデラ形成と長周期の地震波の発生時期がほぼ同期していることもこのモデルは矛盾無く説明する。

防災科学研究所は、長周期地震波の観測を目的として平成12年10月～13年3月の間、神津島南西部においてSTS2型広帯域地震計によるテレメータ観測を実施した。また、海底でも、東京大学地震研究所は、中周期海底地震計によって長周期～中周期地震動を観測したが、いずれも、観測期間中は三宅島を震源とする長周期地震波は観測されなかった。火口カルデラ形成活動の終息後に長周期地震波が観測されなかったという事実は、上記モデルと調和的である。また、この時期に海底地震計によっても、海域で中周期（低周波）地震は観測されなかった。

以上を総合して考察を行った。その結果、平成12年6月から13年にかけて活動した神津島東方海域における群発地震は、三宅島の島下で生じたマグマが西方から北西方向に移動することによって地殻に応力を集中させることによって発生したと考えられた。

神津島東方海域における海底下構造等に関する緊急研究



地震活動とマグマの分布の概念図(東西断面図)