

品質確認を行った。統合処理を行うため、既存の基盤的地震観測網のデータおよび首都圏地震観測網 (MeSO-net) のデータ収集を行った。加えて、変動地形学的な調査観測に基づき活断層・変動地形の位置・分布・変位様式について検討を行った。また、断層帯の活動履歴と、特に変位様式を明らかにすることを目的とした巨大トレンチ調査を、旧日産自動車村山工場跡地にて実施し、立川礫層を切断するほぼ垂直な断層面を確認した。

3.5.8 ニュージーランド北島ヒクランギ沈み込み帯の研究

オーストラリア・プレート上にあるニュージーランド北島の下には、東から太平洋プレートが沈み込むことによって、Hikurangi 沈み込み帯が形成されている。特にこの地域は、関東地方と類似して陸域下での浅い沈み込みが進行し、プレート境界の物理特性と GPS や地震観測によって明らかにされているスラブの挙動との関係を明らかにする上で格好の地域である。

(1) 海陸統合地殻構造調査

当センターでは、2009 年度からニュージーランド GNS Science と共同で、北島南端部及びその周辺海域において制御震源地震探査を計画・実施してきた。2010 年に行われた海域部探査においては、地震研究所から 20 台の海底地震計を北島の東西海域に設置し、エアガン人工震源による発震～4000 発の地震波記録を行った。震央距離 100 km 以上まで初動を確認することができ、これの走時解析を行うことによって、北島東側海域下の沈み込み帯上盤側構造及び下に沈み込む厚さ 12.5 km に及ぶ Hikurangi 海台の地震波速度構造の詳細を求めた。その結果、Hikurangi 海台は平均的的海洋性地殻の構造を～1.8 倍厚く、また同時に形成したと考えられている Onton Java 海台をおよそ半分に薄くした構造をしていることが明らかとなった。また Hikurangi 海台の地殻上には隣接する Chatham Rise 上の堆積層が沈み込み方向に薄くなるような楔形上に存在し、海底面から少なくとも 8 km の深さまで Hikurangi 海台とともに沈み込んでいることが分かった。更に、海台下の上部マントルの見かけ速度が～9 km/s と異常に速いことを示唆する結果を得た。このような異常速度は、ニュージーランド北島の陸域南半分で行われた構造調査の南北測線上でも見られる。したがって、沈み込む前から沈み込んだ後までの広い範囲にわたる海台の地殻下に、異常に速い見かけ速度を持つ物質が存在することが分かった。現在、この異常高速度層の解釈について検討を行っている。2011 年には、Wellington-Wairarapa 地域下のプレート沈み込み構造及び断層構造解明のための陸域制御震源地震探査が行われた。日本側から 270 台の観測機材を持ち込み、約 80 km の測線上に合計 872 点の観測点を 50-100 m 間隔に設置し、12 のダイナマイトショットを記録した。得られた記録は良好で、初動は測線全体にわたって確認でき、地殻内及びプレート境界域からの反射波も観測されている。プレート境界域からの反射波は、特にプレート間の固着が弱くなる測線西側で顕著に確認できる。このデータに散乱法解析を適応し、探査測線下の不均質構造のイメージングを試みた。得られた結果からは、Tararua 山脈下の深さ 5-20 km には、Wairarapa 断層に対応すると解釈できる西傾斜の散乱体分布が、深さ 20-25 km には、沈み込む太平洋プレート上面に対応すると解釈できる西傾斜の散乱体分布が、それぞれ明瞭に確認することができる。

(2) 長期海底地震・圧力観測

ニュージーランド北島東方沖では、海溝軸近傍から海岸線より数十キロ沖合までの浅いプレート境界における固着強度が高いことが知られている。このプレート境界に沿った固着領域の下部では、およそ 2 年という短い周期を持ってスロースリップも発生していることが、陸上 GPS 観測よりわかっている。しかしながら、スロースリップ発生領域上端が海域に達しているために、その上端がどこに位置しているのか正確に求められていない。そもそも、ニュージーランド東方沖では海底地震観測も行われたことがないため、海域下の地震活動について、その正確な震源の位置もわかっていない。そこで我々は、2012 年 4 月より長期観測型海底地震計 4 台を用いて、およそ 1 年間の地震観測を開始した。このうちの 2 台は、海底の上下変動を観測するための精密海底圧力計を装備した広帯域海底地震計で、スロースリップが発生した場合に、その領域を精度よく決定することを目的として設置した。2012 年 9 月には、本観測域より北側海域で群発地震が発生しており、本観測記録からの解析結果が期待される。この 4 台の海底地震計は、2013 年 3 月に回収される予定である。

3.6 火山噴火予知研究センター

教授

武尾実 (センター長), 中田節也, 森田裕一 (兼)

准教授	大湊隆雄(兼), 上嶋 誠(兼)
助教	及川純, 金子隆之, 市原美恵, 青木陽介, 小山崇夫, 前野深
特任研究員	鈴木由希, 相澤広記, 田寛之
外来研究員	長岡優
大学院生	宮林佐和子 (D3), 長竹宏之 (D1), 鎌田林太郎 (M2), 増田孔明 (M1)

火山センターでは、火山やその深部で進行する現象の素過程や基本原理を解き明かし、火山噴火予知の基礎を築くことを目指し、火山や噴火に関連した諸現象の研究を行っている。その基本的な研究方針は、2009年5月にまとめられた地震研究所の将来計画におけるサイエンスプランと、2008年7月に出された「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の推進について(建議)」に基づいている。地震・火山付加予知研究計画に浅間山、霧島山、伊豆大島にセンターの火山観測所や施設がある他、富士山、三宅島に常設観測網を持ち重要な観測拠点となっている。伊豆大島と浅間山では、近年、地震観測網、地殻変動観測網の高精度化を行っている。また、火山噴火予知計画の重要プロジェクトとして、火山体構造探査および集中総合観測の全国共同研究を、地震研に設置されている地震・火山噴火予知研究協議会や客員教員制度を活用して組織している。本センターでは2004年度に作成した「火山観測の将来構想」に基づき観測体制の整備を実施しそれによる観測研究を続けた。すなわち、a) 観測網を強化し研究成果を上げるべき火山として、浅間山、伊豆大島、b) 研究成果が短期的には大きく望めないが、将来のために観測を継続・改良すべき火山として、三宅島、富士山、霧島山。c) 他機関が既に観測網を整備している等の理由で基本的には撤退する火山として草津白根火山を挙げ、この方針について全国の火山噴火予知研究コミュニティで了解を得て、順次整備を進めている。さらに、2010年度以降は、観測所等の施設は観測開発基盤センターに移管されたが、同センターの火山担当教員との協力・共同の元に研究方針に沿った整備を進めている。2011年1月26日に開始した霧島連山・新燃岳における約300年ぶりの本格的な準プリニー式噴火を契機に、我々は霧島山における観測体制の見直しを進め、全国の火山噴火予知研究者との協力の下に霧島山における観測網の整備を行ってきた。新燃岳噴火から2年経過した、その活動は落ち着きつつあるが、まだ活動は終焉しておらず、引き続き観測を継続している。以下に主な研究を紹介する。

3.6.1 浅間山

日本で最も活動的な火山の一つである浅間山において、東京大学地震研究所では2002年以降、浅間山周辺での広帯域地震観測網、地殻変動観測網の整備を進めると同時に、気象庁の地震観測網とのデータ交換を進め、稠密な観測体制を構築してきた。この時期の2004年9月1日午後8時に21年ぶりの中規模噴火が発生した。その後、9月14日から18日にかけての連続したストロンボリ噴火と4回の中規模噴火、幾つかの小規模噴火を繰り返した。この2004年噴火活動に伴う地殻変動及び震源分布の解析により、浅間山西麓海面下約1kmをトップとする貫入マグマが火道直下まで移動して上昇してくるという、浅間山浅部のマグマ供給系が明らかになった。また、2005年夏頃から浅間山西麓へのマグマ供給を示す地殻変動、地震活動は停滞していたが、2008年7月頃より新たなマグマ供給を示す活動が観測され、2008年8月の微噴火、2009年2月の小噴火へとつながった。2008年7月から2009年2月の小噴火に至る地殻変動も、浅間山西麓でのダイク貫入を示しており、これらの一連の活動は2004年噴火の解析で求められた浅間山浅部マグマ供給系が保持されていることを示している。さらに、2006年10月に実施された人工地震探査及び2005年度に実施した浅間山周辺の電磁気探査に基づいて、現在のマグマ供給系と地下構造との関連を明らかにした論文を公表した(Aoki et al., JVGR, 2009, Aoki et al., Geology, 2012)。

2005年～2007年にかけて実施された浅間山周辺の稠密地震観測網のデータと周辺のHi-Net地震観測網等のデータを用いた常時微動の地震波干渉法による解析で、浅山の西方約8～10kmの海面下5～10kmの上部地殻内に周辺よりもS波速度で約20%も低速度の領域が存在することを明らかにした。この領域は、2009年2月2日の噴火の直後に減圧した貫入ダイク領域の直下に位置しており、浅間山の上部地殻内部に存在するマグマ溜りであることが明らかになった(Nagaoka et al., 2012)。これらの研究成果により、浅間山では、上部地殻から火口直下までどの様な経路でマグマが上昇してくるかが明らかになったので、2012年から、上部地殻内のマグマ溜まりへのマグマ蓄積の状況をより精度良く把握するため、浅間山西方のGPS観測網の整備を進めている。また、2008年微噴火を挟む2006年から2009年にかけての浅間山直下の速度構造変化を、S波コーダー波干渉法により調べた結果、2008年微噴火に先行して約1.5%のS波速度の低下と回復を検出することに成功した(Nagaoka et al., GRL, 2010)。この速度変化は微噴火前の浅間山西麓へのダイク貫入に先行して発生しており、今後、その要因を解明することが課題としてあげられる。

2004年中規模噴火以前から発生する長周期パルスの成因を明らかにするために、2008年秋から2009年春にかけて浅間山山頂部における稠密広帯域地震観測を実施した。それらのデータを地動並進成分と傾斜成分を同時に逆解析にかける新たな解析手法を用いて解析した結果、長周期パルスが火道浅部の北側に位置する傾斜したクラックと管への急激なガス流入と緩慢な放出により発生していることを明らかにし、2編の論文として国際誌に公表した(Maeda et al., GJI, 2010; Maeda and Takeo, GJI, 2011)。さらに、2008年10月から浅間山東麓に2009年秋からは北麓にリアルタイムの宇宙線ミュオン観測点を設置し観測を開始した結果、浅間山の火口底浅部の密度分布をとらえることに成功し、この成果は国際誌(Tanaka et al., GRL, 2009; Tanaka et al., JGR, 2010)に公表されている。この密度分布から長周期パルスの震源付近から火口底直下までは低密度領域が広がっていることが明らかになり、長周期パルスの緩慢なガス放出が、空隙率が大きいと推定される低密度領域の存在に起因していることも判明した。

浅間山の火山ガス観測は、東京大学大学院理学系研究科、産業技術総合研究所地質調査総合センターと共同で進めている。火山ガス観測データとVLP活動を比較することにより、地震活動と火山ガス放出に関する定量的な関係を求め(Kazahaya et al., GRL, 2011)、その関係を用いて2009年微噴火前後の脱ガス機構が変化した可能性を明らかにした。2010年9月以降は浅間山山頂における火山ガス成分の自動繰り返し観測を、2011年7月からは浅間火山観測所でのSO₂自動観測を開始した。

さらに、2008年、2009年微噴火に先行して火口と浅間観測所の基線長の短縮が観測され、微噴火直前には山頂の広帯域地震計に傾斜変動が記録されるなど、火口近傍における地殻変動観測が噴火の直前予測に極めて有効であることが観測データから示された。そこで、2010年秋に火口東、釜山東の両観測点に、2011年夏には前掛観測点に簡易ボアホール型傾斜計の設置を行い、噴火過程の解明に向けた観測網の整備を進めた。2011年秋には、釜山火口の北1.2kmの天明溶岩流の上に新たな地震観測点を設置し、火口周辺での地震の震源決定精度の向上を図った。

また、浅間山東麓にイタリアのフィレンツェ大学と共同で低周波の空振観測アレイを配置すると同時に、浅間山火口近傍においても2008年8月から空振の観測を続けており、2009年2月2日の噴火以降の空振活動の解析を行った。特に、火口近傍の空振と地震動の相互相関により火口活動をモニターできることを観測と理論的考察から明らかにし、霧島山・新燃岳噴火の観測でも同手法が有効であることを示した(Ichihara et al., 2012)。この手法は従来、風のノイズ等で解析が困難とされてきた定常的な火口活動に伴う微弱な空振データを有効に活用できることを示したもので、今後の噴火活動のモニターに有力なツールを与えたものと言える。火口近傍で観測される超長周期地震・火口映像・ガス観測等と比較することにより、半開き状態の火道からガスが放出される過程が理解されつつある。

また、2009年2月の微噴火に伴う噴煙の動きを衛星画像から解析すると同時に、噴出物の分析も進め論文として公表した(金子 他, 火山, 2010; 前野 他, 火山, 2010)。

3.6.2 伊豆大島

火山噴火の前兆現象を系統的に理解し、それが噴火開始にどのように結びつくか、次に起こる噴火の規模や様式にどのように関与するかを解明することは、火山学としても興味ある研究であると同時に火山噴火予知の実用化のために重要である。伊豆大島は、前回の噴火から約20年が経過し、平均的な噴火周期(約40年)から、今後20年以内に次回の噴火が起こると予想され、噴火前兆現象を研究する上で最適のフィールドである。本センターでは、2003年以降伊豆大島の地震・地殻変動・電磁気観測網の高度化・高精度化を進めた。これにより、地震観測網は平均約2km間隔、GPS観測網は約3km間隔となり極めて稠密な連続観測網が出来上がった。2010年には三原山山頂火口から約1kmにある三原西観測点に孔井式地震計、傾斜計、広帯域地震計を設置し観測の一層の高度化に努めた。さらに、連続的に比抵抗構造をモニターするためのアクティブ観測網の送信極をカルデラ東部に新設し、三原山山頂周辺の比抵抗変化のモニター精度が向上を図った。さらに、火山活動に伴う様々なシグナルを捉えるための観測網の整備、活動が開始した後の観測網の展開、観測体制を念頭に置いた整備を計画的に進める準備をしている。

これらの観測網の整備によって、現在は静穏に見える伊豆大島において火山浅部でのマグマの移動に起因すると考えられる間欠的な山体の膨張及び収縮が2?3年周期に発生し、それと同期してvolcano-tectonicな地震の活動度が変化することが、これまでの観測から明らかになっている。この起源を解明し火山直下のマグマ蓄積過程を解明するために、伊豆大島直下の構造探査を行った。2009年には、伊豆大島をほぼ東西に横切る、伊豆半島沖から房総半島沖に至る約70kmの測線で人工地震による地震波構造探査を、2010年-2011年には地下比抵抗構造探査を行い、伊豆大島直下のマグマ供給系の姿を明らかにしつつある。

3.6.3 富士山

現在運用されている観測網は、2000年から2001年にかけて発生した深部低周波地震活動の活発化を受けて整備されたものである。特に、山体北東山腹の低周波地震発生領域の直上には3か所のボアホールを用いた3次元アレイが構築されており、深部低周波地震のメカニズムとマグマ活動の関連の解明を目指した観測が進められている。現在10点の常設地震観測点を用いて地震活動の観測を行なっているが、そのうち8点では広帯域地震観測を行っており、5点が地表設置型広帯域地震計、3点がボアホール型広帯域地震計である。先に述べた3次元広帯域地震計アレイは、ボアホール内の広帯域地震計と坑口付近に設置された地表設置型広帯域地震計により構成されている。また、ボアホール観測点2ヶ所の内1ヶ所にボアホール型3成分歪計および高感度温度計、1ヶ所に傾斜計が設置されており観測を継続している。その他、山体北東の標高1800m付近においてプロトン磁力計による全磁力観測を行っている。また、データ伝送の手段を改良し、これまでの無線による一方向データ伝送を、携帯電話のモバイルデータ伝送に切り替え、双方向通信を可能とした。

また、富士山直下の速度構造をより詳細に解明するため、2002年度から2005年度まで行った富士山臨時稠密地震観測で得られた遠地地震波形データを使ったレシーバ関数法により、富士山直下の速度構造の不連続の解明を進めた。その結果、富士山の下をフィリピン海プレートは通り過ぎて北まで潜り込んでいる事、その富士山の下には深部低周波地震の直下のところに広がるような速度の不連続がある事が判ってきた。より深部の速度構造の解明と合わせて速度不連続の実態を解明し、岩石学的に推定されている深さ約20kmのマグマ溜りの確認とマグマ供給系の解明が、今後の課題である。

3.6.4 霧島山

2008年8月22日から始まった新燃岳での小規模な噴火活動は、2010年に入り微噴火活動が活発化し7月までに7回の微噴火を観測した。この様な活動の活発化に伴い、霧島火山観測所に新たに傾斜計を設置すると同時に、鹿児島大学と共同でGPSデータの解析を進める体制を整備した。また、全国の大学と協力して火山体の比抵抗構造を解明するためのMT観測も実施した。その後、2009年12月から韓国岳西方を南北に挟む基線長の急速な伸びが始まり、2011年1月26日の準プリニー式噴火に至った。その後、2回の準プリニー式噴火と新燃岳火口へのマグマ上昇・蓄積が続き、活発なブルカノ式噴火を2011年5月まで繰り返した後、2011年6月以降はマグマ水蒸気爆発の活動へと推移している。この間、火山センターでは、「平成23年霧島山新燃岳噴火に関する緊急研究」と科学研究費補助金突発災害の経費により、全国の研究者と連携して、霧島山周辺の観測体制の整備と観測研究を推進してきた。

緊急研究では、これまでの霧島山周辺の観測網でかけていた地殻変動源(新燃岳の約10km北西)も含む広域の地震・空振観測網の整備を実施し、新に10箇所の広帯域地震観測点と6箇所の空振観測点を設置して、火口活動をモニターする手法の開発を行った。この手法で噴火前の新燃岳火口の活動を評価すると、噴火数日前からの火口活動の活発化を捉えた。霧島山西部での震源決定精度が向上し、マグマ活動に関連する地震が精度良く決められるようになった。地震観測データはリアルタイムで気象庁に送られ霧島山の火山活動監視に役立てられている。さらに、無人ヘリによる火口近傍での機器設置、空中磁気測量、映像撮影などの観測を実施し、火口周辺3km以内への地震観測装置、GPS観測装置の設置・回収に成功すると同時に、新燃岳火口内及び周辺の状況の把握、火口周辺の磁化構造の推定に成功した。地震計からは噴火で失われた定常観測点を補う地震データが得られ、震源決定精度が向上することが確かめられた。GPS受信機から回収されたデータの解析を開始したが、1-2cm程度の解析誤差を超える変動を検出するためにはある程度の期間、観測を継続することが必要である。さらに、噴火の初期に火口近傍で観測された広帯域地震計、傾斜計のデータを解析することにより、準プリニー式噴火、マグマ湧出期、ブルカノ式噴火の異なる火山活動に伴う火道浅部に起因する傾斜変動を捉え、それらの特徴から、これらの火山活動に関連する火道浅部のプロセスに関する知見が得られた。また、空振データと地震データの相互相関、桜島昭和火口の爆発的噴火を利用した空振・地震の変換効率の定量的評価などを行うことで、1月26日～27日に掛けて発生した3つの準プリニー式噴火のトリガー機構の違いについての知見も得られつつある。

科研費突発災害では、鹿児島大学他の全国の研究者と連携して、霧島連山山体での稠密なGPS観測網を展開し、山体近傍での詳細な地殻変動をモニターできる体制を整備し、2012年夏頃から観測された上部地殻内へのマグマ供給の停止状況について、火口近傍からマグマ溜まりに至るまでの時間・空間的な変化としても捉えることに成功した。さらに、主な噴火で噴出した火山灰等の噴出物を採取・分析し、噴火活動の推移の把握に努めている。

3.6.5 そのほかの研究活動

(1) 無人ヘリを活用した火口近傍観測システムの開発

無人ヘリコプターの噴火観測への適用に関する研究を、千葉大学環境リモートセンシング研究センター、京都大学防災研究所火山活動研究センター、地球ダイナミクス部門及びヤマハ発動機(株)と共同で進めている。これまでに空中磁気観測システムの開発に成功し、2008年に実施した伊豆大島のカルデラ内部の広域における空中磁気測定により、詳細な磁化強度分布を初めて明らかにすることができた。特に、伊豆大島周辺の応力場から期待される貫入ダイクの伸展方向に調和的な高磁化構造と、山頂火口付近噴気地帯に対応する低磁化構造が見出されたことは、今後の割れ目噴火位置を推定する上で、貴重な情報になると考えられる。2009年度、2010年度及び2011年度には、2006年の昭和火口の活動再開後活発に爆発的噴火を繰り返す桜島をターゲットとする空中磁気探査を行い、データ解析を進めている。また、北海道大学、北海道開発局との樽前山における繰り返しの空中磁気測量による風山活動の把握を目指した共同研究として、2011年度と2012年度の2回にわたり観測を実施した。

一方、無人ヘリを用いた火口近傍観測システムの一つとして、火口近傍への地震計設置システムの開発に着手した。無人ヘリから地震計を設置目標地点に安全に降下させるウインチシステムと、携帯電話通信網を用いたデータ転送機能を持つ軽量地震観測モジュールの開発を行い、2009年度、2010年度の2回に亘り、桜島山頂の活動的な火口である南岳と昭和火口から1 km以内の極近傍に地震観測点を設置することに初めて成功した。これらの実績をベースに平成23年霧島山新燃岳噴火に関する緊急研究」では、無人ヘリによる火口近傍への機器設置・観測が新燃岳で実施され、上記の項に示したような成果が得られた。さらに、2011年11月には再度、新燃岳近傍及び桜島昭和火口近傍での観測機器回収・設置実験を行い、同観測技術を確立させた。2012年度も桜島昭和火口近傍、桜島山頂部などアクセスの不可能な地点への地震計、GPS観測機材の投入・回収を行い、活動的な火山の火口近傍における貴重な観測データを得ることに成功している。加えて2012年度には空振観測装置を昭和火口付近に投入するなど、新しい観測項目の展開も進めている。

(2) 海外の火山における噴火活動の研究

北マリアナ諸島アナタハン火山は2003年5月に有史初の噴火(準プリニー式噴火)を起こした。2008年夏まで大きく4回の噴火活動が起き、グアムやサイパンの住民のみならず、航空機の飛行に大きな支障を与えた。地震研究所では九州大学や高知大学およびサイパン危機管理局と協力し、2003年の噴火以降8回の現地調査を実施した。2005年8月末には活発な噴煙活動を上空から観測し、マグマ水蒸気爆発によって発生した低温火砕サージを確認した。また、2007年からは科学研究費海外研究としてアナタハンを含む、北マリアナ諸島の造構場とマグマ活動に関するプロジェクトを開始し、北マリアナ島を縦断するGPSの臨時観測を実施して北マリアナ・トラフの拡大に伴うプレートの動きを明らかにした。また、北マリアナ諸島火山島におけるマグマ供給系について岩石学的な検討を進めている。

さらに、2010年8、9月に噴火したインドネシア・シナブン火山の地質学的調査を京都大学と協力し、JST-JICA地球規模課題対応国際科学技術協力事業「インドネシアにおける地震火山の総合防災策」の一環として、インドネシア火山地質災害センターと共同で行った。また、同年10、11月のメラピ火山の噴火に際しては、インドネシア大統領からの要請により火山地質学者が火山センターから1名派遣され、噴火の情報把握に務めた。

(3) 微動・空振発生機構の解明

四国西部から紀伊半島・東海地域にかけて発生する深部低周波微動の発生メカニズムを明らかにするため、その周波数構造を平均散逸スペクトル法という新たに開発した時系列解析手法を用いて解析した。その結果、深部低周波微動は1Hzから5Hzの帯域に0.5Hz間隔で卓越する周波数が存在する特異な周波数構造を持っていることを明らかにし、その研究成果を国際誌に公表した(Nakamura and Takeo, GJI, 2009)。

浅間山において2004年中規模噴火に先行して発生した非線形な振動特性を持つ長周期地震・長周期微動の非線形ダイナミクスの解析を進めた結果、両者は同じ非線形ダイナミクスを持つ発生機構により励起されている可能性が高いことを明らかにした。現時点で判明している励起システムはやや複雑な形態であるため、その簡素化を進め励起システムの本質を解明することが今後の課題である。また、2011年11月下旬から12月初めに掛けて41個のN型地震が集中して発生した。山頂近傍の地震観測網が整備されたため、これらの地震の震源を精度良く決定することができ、さらに、火口近傍の観測データから、これまで把握されていなかった特徴も明らかにされた。

さらに、火山において空振を発生するメカニズムとしてマグマ中の泡の振動や火道の気体部分の振動を想定し、両者をカップルさせた室内実験を行った。その結果を数値計算結果と比較することにより、空振のスペクトル構造を支配するメカニズムを明らかにした。

(4) マグマ破壊の脆性度

流動するマグマの破壊の脆性度を定量化するパラメータを理論的考察に基づいて提案し、マグマ破碎のモデル実験 (Kameda, Kuribara, Ichihara, JGR, 2008) の結果に適用し、その有用性を示した (Ichihara and Rubin, JGR, 2010). また、大変形過程において、固体と流体を連続的に矛盾無くつなぐ物質モデルは非常に複雑であるが、剛性率が大きく、弾性歪みがあまり大きくなれないというマグマの特徴を考慮して近似を行い、その精度を評価した (Rubin and Ichihara, JGR, 2010).

(5) 衛星技術を活用した火山活動の把握

火山センターは、生産技術研究所、ロンドン大学キングスカレッジと協力し、Terra/Aqua MODIS および MTSAT の衛星データを利用した準リアルタイム観測システムを開発し、東アジアの 147 の活火山のモニタリングを行っている。MTSAT については受信設備を地震研究所内に設置し、データの直接受信と処理を行っている。観測結果は、ホームページを通じて広く一般に公開している (<http://vrsserv.eri.u-tokyo.ac.jp/REALVOLC>)。米国テラ・アクア衛星搭載の MODIS、我が国の MTSAT による東アジア活火山のリアルタイム観測を継続して行っており、カムチャッカ半島、インドネシア、パプアニューギニア等で多くの噴火を観測することができた。ジャワ島中部のメラピ火山の 10 月に始まった噴火では、噴火規模の割に熱異常が小さかったことがわかった。一方 JAXA と共同で、2014 年度打ち上げ予定の GCOM-C1 衛星の火山観測への応用について、研究を進めている。

さらに、ALOS 衛星によって撮影された SAR 画像を解析し、2006 年から 2009 年までの三宅島の地殻変動を時系列解析により求めた。この期間の地殻変動は、2000 年噴火により形成された陥没カルデラおよびその周辺に集中している。変動は時間的に定常的であり、時間と共に変動速度は減速している。変形は鉛直成分に卓越しており、その速度は陥没カルデラ内部で最大 150 mm/yr に及ぶ。観測された変動場は、球形圧力源の減圧では説明できず、海面下 500 メートル付近の水平のシル状の圧力源の減圧により、よりよく説明できる。物理的には、2000 年噴火にともない落下し破碎された火道の圧密過程を見ていると考えられる。また、アイスランド Eyjafjallajokull 火山 2010 年 3 月に約 180 年ぶりに噴火し、それに先行する地殻変動が ALOS 衛星により観測された。噴火に先行する地殻変動は、視線距離変化にして最大 500mm に及ぶ。他の SAR 衛星でも同様の変動は観測されたが、観測された地域は ALOS ほど広くない。観測された地殻変動は海面下 5km 付近に貫入したシルにより説明できる。1994 年および 1999 年の貫入イベントも同様なシルにより説明できることから、2010 年の噴火にともなうマグマ供給スタイルは過去の貫入と類似していることを示唆する。ただ、2010 年噴火にともない貫入したマグマの量は約 50 万 m³ と 1994 年および 1999 年貫入イベントの 2 倍から 3 倍であり、そのためにシルの過剰圧がより大きくなり噴火に至ったと考えられる。

3.7 海半球観測研究センター

教授	川勝均 (センター長), 歌田久司
准教授	清水久芳, 塩原肇, 竹内希, 山野誠
助教	馬場聖至, 一瀬建日, 西田 究, 綿田辰吾
客員教員	吉澤 和範
学術振興会特別研究員	石瀬素子
特任研究員	GERASKIN Alexey, 堀 久美子, 川田佳史, 張 羅磊 (ZHANG Luolei)
技術支援員	横山景一
外来研究員	濱元栄起, 川村喜一郎, 多田訓子
大学院生	入谷良平 (D3), 竹尾明子 (D2), 梁 朋飛 (LIANG Pengfei)(M1)

3.7.1 地球の内部構造と内部過程の解明

(1) 海底機動観測による地球内部構造の解明 (ふつうの海洋マントル計画)