

## 2006 年度地震火山・防災研究センター年次報告会要旨

### 御嶽山における地震活動と火山活動の関連性およびその推移 ○山崎文人・山田 守

今年度は昨年度に引き続き、御嶽山山頂を含む長野・岐阜両県のテレメーター観測点データを含めた統合データ処理をすすめ、御嶽山直下およびその周辺域での地震活動とその分布、活動の推移を精度良く求め、それらの特徴の把握を主としてすすめた。年末から始まった火山性地震活動および火山性微動への対応は、処理能力の限界もあり、全データの統合処理を見直して対応をはかっている。

御嶽山の地震活動は、火山活動に由来すると考えられる、

- (1) 1979 年の御嶽山噴火に伴って発生した地震活動と同一のタイプの山体直下浅部での地震活動。
- (2) 御嶽山直下の地殻下部 20 km 付近でクラスター状に発生する地震群。
- (3) 上述の地震活動の下のマントル最上部で発生する低周波地震群。
- (4) 御嶽山山頂直下のごく浅部で発生している極微小地震群。これらの多くに他の火山で観測されている極浅発火山性地震と同様な特異的なコーダ波形が認められる。

および、火山活動とは直接的には関連性が認められていない、

(5) 山頂を取り囲むように分布している山麓での群発地震活動。クラスター状に分布する活動が目立つ。活動は 1976 年 2 月より、活動領域を拡大しつつ特異的に長期にわたって継続している。

(6) 群発地震発生域の中で生じた 1984 年長野県西部地震(M6.7)とその余震活動が発生している。

火山活動由来の地震活動と群発地震活動との関連性は、1979 年 10 月の噴火および 1991 年 5 月の小規模噴火の際には全く認められなかったが、今年度、解析をすすめるなかで、(2)及び(3)の活動と群発地震活動との間に相関が認められるという結果を得た。また、年末からの火山性の活動にともない、クラスター状の群発地震活動がめだって発生しているという傾向が認められた点は、今後の推移の中での解明課題と考えられる。

岐阜・長野両県からのデータ取得にあたっての不具合はこの間の監視体制の強化の中で改善がみられたが、震源決定とりわけ深さの精度向上に決定的な山頂での長期欠測の問題の解決が課題として残っている。

### 愛知県鳳来と旭における深部低周波微動のアレイ観測

○中道治久・渡辺俊樹・中村 祥(東大地震研)・相馬知征・柏木雅生・山脇輝夫・太田雄策・山田 守・山田功夫・鷲谷 威・山崎文人・田所敬一・伊藤武男・仮屋新一・村瀬雅之・利根川貴志・大園真子・大石 陽・山室友生・石川溪太・大石真紀子・安田 仁・猪飼憲一・岡本和之・小澤和浩・武藤大介

深部低周波微動の正確な震源とその移動を調べることは、その発生過程を解明するために重要である。1つの微動における震源の移動や複数の震源存在を検出するにはアレイ観測が有効である。そこで、愛知県内の鳳来と旭の2箇所にてアレイ地震観測を2006年の7月より12月まで実施した。今回は観測概要と予備解析の結果を報告する。

2006年6月28日と7月3日に鳳来Hi-net点周辺に地震計数11のアレイを設置した(鳳来アレイ)。この鳳来アレイでは2004年~2005年のアクロス信号観測アレイとほぼ同じ位置に観測点を展開したが、アレイを東西方向に広げるために1点は登山道沿いに設置した。7月7日と7月11日には旭Hi-net点周辺に地震計数8のアレイを設置した(旭アレイ)。全点で1秒地震計(L4C-V or LE-3Dlite)を用い、岩着にて設置

した。地震計の座標は GPS の Fast Static 測量にて誤差 1-2 m で決定した。地震計間隔は鳳来アレイが 200-2500 m で、旭アレイが 250-3000 m である。各点にて太陽電池 (26W) とバッテリー (33Ah) 駆動でデータロガー LS7000 (100Hz, GPS 校正 1 時間おき) で現地収録し、月 1 回の頻度でデータ回収作業を行ってきた。そして、旭アレイは 2006 年 11 月 20 日に、鳳来アレイは 2006 年 12 月 19 日に撤収した。波形データは整理して 1 つの HDD に納めた。

観測期間において SN 比が十分である大きな微動は観測することができなかった。しかし、比較的 SN 比が大きな微動について相互相関解析を行い、微動の波の到来方向とスローネスを推定したところ、相互相関係数が 0.6 以上の到来方向は両方のアレイともほぼ深部低周波地震の震央方向を向く。しかし、各ウインドウにおいて到来方向とスローネスにばらつきが大きい。

なお、この微動アレイ観測は機材準備から設置、撤収まで学生が関わっており学生の地震観測実習としての役割を十分果たせたといえる。そのため毎年何らかの形で実フィールドを対象とした地震観測を学生と共に進めたい。

## 中部地方プレート境界地震で観測される顕著な後続波 (2) ○山田功夫

昨年秋の地震学会において、中部地方のフィリピン海プレート上面に起こる地震では震央距離 150km 以上の観測点で、P 波初動から 7-8 秒付近に顕著な後続波が観測されることを報告した。この後続波はその走時から、プレート上面の海洋地殻にトラップされた波群またはプレート下面で反射した波と解釈した。その後検討した結果、これまでの解釈とは矛盾する観測事実も多く、調査を進めた。

例えば、この顕著な後続波はプレートの存在が重要としたが、岐阜—滋賀県境付近 (琵琶湖東) や愛知県西部の地震では、プレートの存在が確かではない琵琶湖西方に伝播した地震波においても観測される。そこで、この後続波が観測された方向の震源断面図を作ってみると、活動は低いが、岐阜—滋賀県境付近から西に沈み込む地震活動が確認された。いずれの地震の場合も震源は、急傾斜で潜り込む地震面でおこっており、プレートの存在と深く関係することが確かめられた。

ところが、北陸地方の 1 観測点から見たプレート上面に起こる地震の記録を並べると、この後続波の見かけ速度は 8km/s 程度になり、プレートにトラップされた波では説明できないことが分かる。また、この時の P 波初動の見かけ速度は 8km/s であり、太平洋側から下り勾配のプレートを北に伝播した地震波の P 波初動の見かけ速度 (約 8km/s) と調和的ではない。これらの観測を説明するには北陸地方で地震波速度の遅い上部マントルと、高速度のプレートが必要である。

今回は後続波だけでなく初動付近の走時も含めて、プレートの形状との関係を考察した結果を報告する。

## 大都市圏強震動総合観測ネットワーク：2006 年の観測状況とデータ利用例

○飛田 潤、福和伸夫、高橋広人

大都市圏強震動総合観測ネットワークは、東海地域の様々な機関による強震観測ネットワークを統合したスーパーネットワークであり、主に 2000 年以降の強震記録をデータベース化している。参加機関は自治体 (計測震度ネットや防災用)、ライフライン機関、大学などである。

今年は、新たに愛知工業大学 (西三河を中心に 100 地点)、静岡県の計測震度計ネットワーク (各自治体に 1 台ずつ計 78 地点)、名古屋高速道路公社 (高架道路と周辺地盤 18 地点) などを加えて地点数が大幅に増大し、オフライン回収地点を含めると全体で約 600 地点になっている。2006 年 1-12 月には、愛知・岐阜・三重・静岡のいずれかで震度を観測した 89 地震で、のべ 2237 記録が得られた。ちなみに、同期間・

同範囲（東海4県）のK-NETは約1000記録、KiK-netが約500記録であり、それらの倍近い数の記録を蓄積していることになる。

ここでは観測の現状をまとめ、システムの構築の要点、得られた記録の特徴などについて説明する。また、このような高密度の地震観測記録の活用例として、深部地盤構造を考慮した観測地点間の補間による平野内地震動分布の推定、経験的グリーン関数法による東海・東南海地震の強震動予測などについて述べる。

## 観測点廃止と地電位観測の今後 ○山田 守

2005年度に大仁、戸田観測点が廃止され、そのため2006年3月に両観測点と南伊豆観測点の伊豆系地電位観測はすべて廃止した。戸田、南伊豆については電極及び電線関係もすべて撤去した。なお戸田の衛星アンテナ及びテレメータ装置は撤収、南伊豆はIP化されたが衛星アンテナは残っている。

2006年12月に衛星テレメータ配信停止（臨時観測点等は一部使用中）に伴い水見色、中川根が廃止になり、水見色の地電位観測が観測中止になった。宇賀溪も移転に伴い廃止された。

以上を整理してみると5点が観測中止になり、菊川が移転し新しい電極を作り観測を始める予定で、すべて縦穴を持つ板取、高山、焼岳、付知、佐久間、新野、それに3本の縦穴の掛川、新菊川の8観測点となった。

この中で佐久間は以前、飯田線の電車の動きが分かる程だったのが、現在はノイズが高くなり記録できなくなった。新野の高感度地電位観測と立体的に地電位観測が出来る掛川、併せて新しい菊川も上下2段の面で記録が取れると期待される。等々魅力的な観測点の集まる御前崎周辺は今後が楽しみな地域で解析方法も、高知大の村上氏が精力的に行っている。焼岳は上高地周辺で起きるM3以上の地震では記録でき火山と地電位の関係が捉えられるかも知れない点である。

地電位観測の現状を報告すると共に、今後の観測及びデータ公開を含めどの用に進めるかを考えたい。併せて観測点廃止の現状等も報告する。

## 長野盆地西縁断層帯の地震時地表変位の再現性 ○杉戸信彦

活断層において大地震がどのように繰り返すか、変位量や活動区間にどの程度の再現性があるかは、大地震予測の根幹となる重要な問題のひとつである。とりわけ、逆断層型の活断層に関する変動地形学的・地震地質学的検討事例はあまり報告されてこなかった。

長野盆地西縁断層帯は長さ約58kmの逆断層帯である。その最新活動は西暦1847年の善光寺地震とされており、これに伴っては本断層帯のほぼ全域が破壊して多くの地点で地表地震断層が出現したらしい。

また、活動間隔は平均して約950年とされており、国内外の逆断層の平均的な活動間隔と比べて非常に短い可能性がある。上記問題を検討するうえで絶好の調査対象といえる。

### 1. 地震時変位量の再現性

微小規模の変動地形を記載し、北・中央・南のすべてのセグメントについて、主な地点で断面測量を行って変動崖の比高を計測した。この中には、善光寺地震の地表地震断層も含まれている。調査結果に基づくと、浸食基準面が対象とする期間にほぼ一定であり低下側の埋積が地震サイクルごとに浸食基準面まで進むと仮定した場合、地点ごとに固有の量を示す隆起が少なくとも2回繰り返した可能性が高い。このことから、地点ごとに固有の量を示す上下変位が少なくとも2回繰り返して発生した可能性が指摘される。

## 2. 各セグメントの活動時期と相互関係

中野市草間・長野市篠ノ井小松原段ノ原において実施したトレンチ掘削・ボーリング調査結果、および既存資料の整理と再解釈を行った。その結果、1847年善光寺地震に先立つ活動時期は、北・中央セグメントではおそらく同時（AD690-AD1160）、南セグメントではBC350-AD1650と推定された。

以上のことから、地点ごとの変位量と活動区間が最近2回の活動で同じであった可能性が指摘される。すなわち固有地震モデルに適合する可能性がある。今後、南セグメントの活動履歴をさらに詳しく調査する必要がある。

## 糸静線活断層中北部（松本～岡谷）に見出された広域的横ずれ変位とその意義

—塩尻ギャップ(7km)は存在しない—

○鈴木康弘・渡辺満久（東洋大）・杉戸信彦・糸静線活断層変動地形研究グループ

糸魚川—静岡構造線活断層は左横ずれ活断層と考えられているが、従来、その明瞭な証拠が認められている地域は、松本付近の牛伏寺断層沿い(約5km)と茅野周辺(数km)程度のみで、非常に限定的であった。今回、入手可能なすべての航空写真(米軍撮影、国土地理院撮影、独自撮影)の詳細な写真判読、および一部の地域のLiDAR計測等により精査し、松本～岡谷間にはほぼ連続的に横ずれ変位が認められることが判明した。

新たに発見された最も明瞭な断層トレースは、塩尻峠北方数キロの地点から岡谷市街地にかけて延び、岡谷市街地が載る完新世の扇状地面をも変位させている。塩尻峠北方1.5kmの地点ではトレンチ調査を実施し、1,730yBP～1,440yBPに左横ずれを伴う最新活動があったことが判明した。

この結果、横ずれを主体とする糸静線本体のトレースが明確になると同時に、塩尻付近の約7kmの範囲に想定されていた「塩尻ギャップ」(土木学会,2004)が否定され、牛伏寺断層と岡谷以南の断層が同時に活動し得ることが明確となった。また、推本の活断層評価においても、牛伏寺断層の最新イベントの時期に比べて岡谷付近の最新活動時期が古い(1,700yBP以前)ことが疑問視され、別々に活動した可能性も示されてきたが、新たに発見されたトレースが最新活動に対応していると考えれば时期的な矛盾はないことになる。

以上の新知見は、平成17年度から4ヶ年計画で実施中の糸静線重点観測の成果として、活断層GISとしてデータ整備されるとともに、地点ごとのスリップレートをグラフ化し、起震断層の範囲推定や、アスペリティ推定の根拠を提示することになる。(1):渡辺満久(東洋大)・澤 祥(鶴岡高専)・廣内大助(愛知工大)・隈元 崇(岡山大)・松多信尚・田力正好(東大)・谷口 薫(地震予知総合研究振興会)他)

## 被災体験の体系的収集による災害実態の解明と教訓伝承に関する研究

○林 能成・木村玲欧・藤田哲也・阪野智啓・安藤雅孝

我々は、1945年三河地震のインタビュー調査に2004年から取り組み「隠された大災害」の様子を明らかにするための活動を進めてきた。この研究では、明らかになった被災実態や後世に伝えるべき教訓を伝承するための手法開発も並行して進め、さらに地域において普及広報活動の実践にも取り組んでいるのが特徴である。今年度は以下のように研究対象の拡大を図った。

### 1) 三河地震の調査の継続および地域防災力向上のための地域協力

安城市および蒲郡市に加え、西尾市においてもインタビュー調査に着手した。西尾市では疎開学童が被

災した寺院などで調査を進めている。

安城市歴史博物館の企画展示「三河地震」、および西尾市岩瀬文庫で開催された「三河地震の被災体験絵画展」について、その企画段階から関与して絵画パネル等の貸し出しを行った。社会福祉協議会や生涯学習課が主催する企画にも協力した。

## 2) 東南海地震の被災体験収集への展開

これまでの研究で確立してきた手法を用い、東南海地震の津波被災体験調査に着手した。調査は三重県・三重大学・名古屋大学の共同で実施することとなり、三重県から三重大学に委託された研究を分担する形で調査を進めている。2007年1月に1回目のインタビュー調査を紀北町紀伊長島区名倉集落で実施し、そこで作成した絵画は2月に開催された文部科学省・三重県主催の地震防災セミナーにて披露している。

## 3) スマトラ沖巨大地震・津波の被災体験収集への展開

未曾有の大災害であるスマトラ沖巨大地震津波の被災体験収集にも着手し、2006年11月および2007年2月の2回、スマトラ島バンダアチェにおいてインタビュー調査を行った。ジャクアラ大学のディディック講師とプトゥリさん、ナニさん、ボーイ君という3人の学生の協力・通訳により、30人以上の被災体験を収集することができた。これまでの調査により、海岸付近における津波被災の実態、バンダアチェ中心部に浸入した津波の挙動、海上における津波の様子などが明らかになった。

## 水準測量データで見た東海地域のプレート間カップリングの時空間変動と 1944 年東南海地震 ○鷲谷 威

来るべき東海・東南海大地震に備えるため、大地震の震源域となる現実のプレート境界について、現時点における力学的状態や過去の大地震発生サイクル中における挙動の時間変化を明らかにすることは大変重要である。

我々は「地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）」の課題「東海・東南海地震の震源域のプレート間カップリング解明とプレート間巨大地震の発生予測」の一環として、東海地域の過去の水準測量データの解析によってプレート間カップリングの時空間的な変化の解明を試みた。

沼津～名古屋間における過去120年間の水準測量データを整理した結果、現在の上下変動パターンが1944年東南海地震発生前と非常に似通っていることが明らかになった。ただし、2001-2005年に発生したスロースリップの影響を除くとパターンが異なるため、2001年から発生した大規模なスロースリップが過去にも大地震間に繰り返し発生していた可能性が示唆される。

一方、明治時代に測量が開始された直後の1885年から15年間程度の変動パターンは、他のどの時期とも異なり、全域であまり大きな変動が見られない。この時期は1854年安政東海地震から30年程度しか経過しておらず、M8.4と規模が大きかった安政東海地震後の余効変動が数十年にわたって継続していた可能性がある。

一方、1944年東南海地震の際には、静岡県西部で最大20cm近くの隆起が検出されている。最近、神田・他(2003)や山中(2004)は、東南海地震の震源域の東端が、従来浜名湖付近とされていたよりも東の御前崎付近ではないかと主張している。浜名湖より東のプレート境界に断層すべりを与えると陸上で検出された隆起を説明することができないが、袋井、掛川の直下でプレート境界から派生したやや高角の逆断層が活動したとすれば、説明は可能である。この断層は、構造探査によって検出された顕著な地殻内反射面に対応している可能性もある。

背弧拡大は、プレートの沈み込みによって引き起こされる現象の1つであるが、その形成過程については、明らかにされていない点が多い。本研究は、拡大が起きている南西諸島域とマリアナ諸島域をテストフィールドとし、GPS 地殻変動速度場、地震モーメントテンソルデータ、有限要素法による数値シミュレーションに基に、背弧拡大に対する理解を深めることが目的である。

南西諸島域では、GPS 速度場および地震モーメントテンソルデータから、琉球海溝でのプレート間カップリングが低いこと、また、南西諸島が沖縄トラフの拡大により、剛体的に琉球海溝側へ1~7cm/yr で変位していることが明らかとなった。マリアナ諸島域では、GPS 速度場から、マリアナ諸島がマリアナトラフの拡大に伴い、1~5 cm/yr でマリアナ海溝方向へ変位していること、それらの変位速度が、北に向うにつれて減少してゆくことを確認した。さらに、マリアナ諸島が3.5~6.2 mm/yr で南北に伸張していることを明らかにした。最後に、背弧拡大のメカニズムを推定するために、2次元有限要素法による数値シミュレーションを行った。本研究では、スラブプルに伴う海溝の後退モデルを出発点とし、一般的な密度差や粘性構造を仮定した上で、GPS 速度場から推定される島弧やプレート収束運動の再現性の検証を行った。この結果、拡大に対して、南西諸島域では、海溝の後退による寄与が小さいこと、また、マリアナ諸島域では、海溝の後退による寄与が大きいことが明らかとなった。

## 周波数領域のARモデリングを用いたイベント解析法

○羽佐田葉子

アクロスの観測データから時間領域での波の到着を検出する手法として、存否イベント解析法を開発してきた。時系列解析の存否法は、データに含まれる雑音を定常な白色雑音と仮定している。しかし存否イベント解析では、扱うデータが周波数領域であるため、一般にノイズの分散が周波数に依存し、厳密には時系列を同じ扱いはできない。このようなノイズあるいは測定誤差の周波数依存性を考慮した解析アルゴリズムを新たに考案した。アクロスでは、各周波数におけるデータを誤差付きで測定できるので、その誤差をもとにデータに重みをつけて存否法の解析を行う。自然地震を扱う場合には、その観測点の平時のノイズレベルから重みを計算する。合成データを用いた数値テストで、この方法の有効性を確認した。また、アクロスの観測データ、自然地震記録の両方にこの手法を適用した。これらの実データの場合、一般に観測データ自体に含まれる周波数依存性の影響が大きいと思われるので、誤差の不均一への対応の効果はそれほど大きくはないが、理論的にはより正確な推定値を得ることができるようになった。

## 弾性波アクロス震源の三河観測所への設置と東海監視計画への役割

○渡辺俊樹・生田領野・山岡耕春（東京大）・藤井直之（静岡大）

東海地域の地殻構造の解明、スロースリップや深部低周波微動などの変動現象の理解、および、プレート間カップリングの時間変化の監視を目的とする東海監視計画 (Kasahara, et al., 2004) において、弾性波アクロスは大きな役割を果たすと期待される。今年度、岐阜県各務原市に設置されていた4台の弾性波アクロス震源装置のうち、2台を愛知県豊橋市にある三河地殻変動観測所の敷地内に移設した。

移設場所選定の理由として、

- ・土岐-森町が2次元の測線であるのに対して、豊橋に震源を設けることによって面的な観測が可能になる。
- ・プレート進行方向に沿う土岐-森町の測線に対し、プレート走向方向の測線を可能にする。
- ・スロースリップ域や深部低周波微動域をターゲットとした観測が可能である。

・既存の観測所の建物や施設、観測の環境を有効活用でき、設置の資金と労力も抑えることができる。などが上げられる。

2005年から設置候補地の調査を開始、場所選定後は、地盤調査、設計、震源設置と周辺の土木工事と震源の設置、電源および制御系の設置と調整を行い、移設工事が完了し連続運転が可能になった。2007年2月に新型GPS同期FM制御装置の設置、調整を行い、精密制御転が可能になる予定である。最大周波数25Hz、最大発生力 $1.0 \times 10^5 \text{N}$ のもの2台をほぼ東西に約30m離して設置した。2台の震源を用いて指向性を制御する実験を予定している。観測範囲は50km以内を想定しており、すでに連続運転を行っている東濃および森町の震源と干渉しない震源の運転が設計されている(國友, 2006)。

震源近くの定常観測点として、名大の三河観測点(NU.MIK)、約3kmにHi-net豊橋北(N.THNH)、約10kmにHi-net三ヶ日(N.MKBH)がある。今後、これらの観測点での連続記録を解析して、震源の性能評価を行う。

## デジタル式2連地殻活動総合観測装置の開発(菊川地殻変動観測点の移設) ○山内常生

本年度は以下の4項目の機器開発を推進した。

- ・表題の観測装置の開発(分類は地殻変動のコア観測)。
- ・微弱電波利用の双方向データ伝送ユニットの改良(地震予知研究外の外部資金)。
- ・充電式歪計の開発(分類は地震予知計画のプロジェクト)。
- ・地震観測用のタイムベースの補正方法の検証(自己裁量の運営交付金)。

1) 菊川観測点の移設に当たり、500mのボーリング孔の孔底500m深度と、その上部400m深度にデジタル式の地殻活動総合観測装置を設置(1月22日)及び、設置予定(2月20日)である。両地点とも、水平4成分、垂直2成分(感度を変えてある)の歪計と、傾斜計2成分、水晶温度計の構成で、22ビット相当の50Hzサンプリングデータが得られる。最大のポイントは、新規開発のFRPロッドを新規開発の400m深度の中空構造の装置内部を貫通させることである。同じボーリング孔の2カ所で地殻変動の観測ができることから、ボーリング孔の掘削経費節減に貢献するはずである。設置に先立ち、プロジェクトの目的である初期応力測定を実施した。

2) デジタル式地殻活動総合観測装置では、データ伝送用に、ボーリング孔内の電源線である同軸ケーブルを用いて、微弱電波利用の双方向データ通信ユニットを利用している。このユニットを改良すれば、地表から地下へ1.2キロビット/秒の制御データ、地下から地表に115.2キロビット/秒のデータ伝送と9.6キロビット/秒のデータ伝送ができることを確かめた。しかも、データ送受信部は同じ同軸ケーブルに10個程度まで装備可能である。1.2キロビット波は $20 \mu \text{A}$ の待機電流でDCから1.2キロまでの応答をする。このため、複数の地点の観測システムを自在にウエイクアップすることができ、観測システムの低消費電力化に有用である。ボーリング孔や海底での多点観測だけでなく、地表における観測にも多用される事になるはずである。何とか、大型の外部資金を獲得して製品化をしたいと考えている。

3) 充電式歪計は、今年度は、エレクトロニクスの心臓部に当たるA/D変換部、及び、メモリー部を製作した。今後、順次、センシング部、充電部等、部品を整えつつ、東濃地震科学研究所との共同研究として完成させる予定である。

4) 地震観測用のタイムベースの補正方法は、自宅や瑞浪観測点での実験を行いつつ、長期間でどの程度の精度でタイムベースが補正できるかの検証を続けている。現時点で得られているデータを解析した結果から、海底に設置した場合には、年間で $\pm 5 \text{ msec}$ 程度の精度で絶対時刻の補正ができそうである。

## 地殻変動連続観測データのコンパイル及びデータ処理解析システムの整備と成果

○仮屋新一・伊藤武男・山内常生

1960年代に開始した地殻変動連続観測記録の整理を実施した。観測記録及び観測機器に関する資料を整理し、1993年以降～現在までの記録のコンパイルが完了した。しかしながら、整理した観測結果に系統的な食い違いが見られたり、観測システムの不具合が疑われるデータが見つかっており、解決すべき課題も多く残されている。

2004年12月に瑞浪観測点で実験的に開始した地震動帯域での実験観測を経て（2004年度年次報告会）、2006年度にIP観測網によるデータ収録への切り替えを実施した（地殻コアグループ）。主な変更点は、「伸縮計以外の観測（水管傾斜計、ラドン、水温など）はすべて廃止」、「1～50Hz サンプリング取得」、「データ流通に適したwin形式による収録」の3点である。観測された記録は計算機で処理され、使いやすい形でユーザーに提供される（今年度末に新しい計算機環境へ移行予定）。観測データを使った解析支援プログラムの組み込みにより、ルーチン解析処理の半自動化も進めている。

2006年8月稲武にSTS-1が設置され（地震コアグループ）、広帯域地震計と伸縮計による比較観測が旭、豊橋を含む3観測点で可能となった。2007年2月に発生した深部低周波微動活動では、広帯域地震計と伸縮計の両方で、微動活動に伴う記録が観測されていることを確認した。報告会では深部低周波微動活動に対応した記録、歪地震動記録及び歪ステップ等の調査結果についても紹介する。

### GPSを用いた地球潮汐解析

○伊藤 武男

地球潮汐は太陽と月と地球の位置関係で生じる引力により地球が変形する現象である。そのため、地球潮汐は極めて「正確に制御された力源」による地球のレスポンスと見なすことができるであろう。このような極めて正確に制御された力源によるレスポンスを捉えるという意味では地球潮汐を観測することは一種のアクティブモニタリングといえるだろう。

#### 解析について

本研究では、GEONETで観測された2006年4月～7月の約3ヶ月に渡る日本全国の30秒サンプリングのGPSデータのPPPキネマティック解析を実施した。通常GPS解析では地球潮汐等を推定して除くプロセスを行うが、本解析では地球潮汐の応答の時空間的な変化を見るためにあえて補正は行っていない。また解析ソフトはGpsTools ver. 0.6.3を用いた。この解析の結果、地球潮汐をGPS観測により観測することができた。GPS解析から得られた観測値を検証するためにGOTIC2を用いた検証をおこなった。GOTIC2は地球潮汐だけでなく、海洋潮汐応答も求めることが出来るため、より観測値に近い理論値を求める事ができる。GOTIC2による予測値と観測値との位相の違いを求めるために、GOTIC2の予測値と観測値との相互相関関数を用いてLagを観測点毎に求めた。また、各分潮に対しての位相差と振幅差を調べることを実施した。

#### 結果

求めたGOTIC2による予測値と観測値とのLagの空間分布のばらつきは30分以内程度であった。また空間分布から、このLagは緯度と経度に依存している可能性があり、潮汐モデルの改良のデータとして貢献できる可能性がある。いっぽう、各分潮での振幅比はほぼ安定しており、0.9倍から1.1倍程度の範囲にほとんど収まっている事が分かった。これらの空間的な特徴は、地質的構造と相関が高く、地下構造の非弾性的な性質を反映している可能性が高い。特に、ひずみ集中帯などとの相関が高く、地下の粘性構造などの推定に役立つと思われる。

## 測地学的手法から火山噴火準備過程へのアプローチ -100年間耐えるデータを残そう-

○木股文昭

1988年雲仙火山噴火以降、火山噴火時に限ればかなりの時空間分解能でマグマ供給システムが議論できるようになってきた。しかし、その噴火準備過程でのマグマ供給システムについてはいまだに明確になっていない。噴火準備過程のマグマ供給は、より深部に供給も多くないことから、地殻変動で考えれば、噴火時よりも一桁や二桁も小さなシグナルが考えられるだけに検出が困難である。すなわち、そのためにはより高分解能な観測手法を確立すると同時に安定した観測を長期にわたり継続することが必要である。その一環として、村瀬君が学位論文として20年間にわたる伊豆東部火山群、100年間にわたる浅間火山におけるマグマ供給システムの解明に取り組んだ。そして、その観点から、私たちは御岳火山、神津島火山、浅間火山で今後100年の議論に耐えるデータを残すために水準測量に取り組んでいる。その取り組みの中から、神津島火山と浅間火山でダイク貫入に関連すると考える上下変動を検出している。ダイク近傍のデータとなれば、モデルの考察にも重要なデータになりうると考える。

## スマトラ災害文化育成プロジェクト～『超巨大地震がやってきた』出版とその後の展望

○木村玲欧・安藤雅孝・木股文昭・田中重好・黒田達朗・海津正倫・高橋 誠・

田淵六郎・伊藤武男・林 能成・伍 国春・林 良嗣

本プロジェクトは、安藤雅孝先生の呼びかけによってはじまり、1) 名大スマトラ沖地震津波調査団結成・調査報告書発行にはじまり、2) 国際貢献を目指した現地共同セミナー、3) 日本人を対象とした一般啓発書出版、そして将来においては、4) 現地インドネシアにおける一般啓発書および初等・中等教育者向け指導要領本出版を目指して進行している。

### 1) 名大スマトラ沖地震津波調査団の結成・調査報告書発行

2004年12月26日スマトラ沖地震津波災害において、安藤雅孝先生の呼びかけに応ずるかたちで環境学研究科有志による文理融合調査団が結成された。「環境学研究科は文理融合の学際研究科であり、社会科学・自然科学の双方の災害学理究明の成果を報告書のようなかたちで適宜発行しながら、文理融合型の調査研究のあり方、第三世界への国際貢献のあり方について広く世に問おう」という決意のもとに、2005年2月の第1次調査団をはじめとしてこれまでに数度にわたる調査団を派遣し、計3冊の報告書を発行している。

### 2) 国際貢献を目指した現地共同セミナーの開催

調査団は数度の現地調査を行うなかで「災害調査を防災に生かすためには、単なる学術的研究にとどまらず、調査研究の知見を被災地の市民に還元することが必要だ」という結論に至った。そこで津波から約1年後の2005年11月30日に現地シアクラ大学でセミナーを開催し、200人を超える一般市民・学生・研究者が集まった。セミナーは安藤雅孝先生の基調講演を皮切りに8時から17時まで計12本の基調講演・発表が行われたが、各講演に対して参加者との質疑応答がとぎれず、終了したのは予定を2時間近く経過した19時前であった。

### 3) 日本人を対象とした一般啓発書出版

調査団はセミナーを通じて「スマトラ沖地震津波の知見と教訓を、わかりやすいかたちで文章にまとめ、広く一般市民に広めることが個々人および地域防災力を向上させるためには必要である」ことを実感するようになった。そこで、日本における津波災害事例・今後の津波防災のあり方も含めて、1. 一般向けもしくは中高生向けとして「です・ます調」で平易に書く、2. 理系・文系両方の研究者が、図や写真を多用し

ながらわかりやすく解説する、3. 津波災害の教訓がどのように日本の防災に活かせるのかについても触れる、の3点に留意して原稿を執筆し、2006年11月に『超巨大地震がやってきたスマトラ沖地震津波に学べ』を時事通信社から出版した。

#### 4) 被災地インドネシアでの災害文化の育成 スマトラ災害文化育成プロジェクト

調査団は日本での書籍出版だけでは不十分であると考えている。被災地であるバンダアチェやインドネシア国内において出版することで、はじめて被災地への地震津波災害の知見・教訓の還元が行われる。これらが「災害文化」として地域に根ざし継承されていくことで、個々人や地域全体の防災力向上が完成する。

そのため、インドネシアのコミュニティリーダーなどの知識層に読んでもらうための「一般啓発書」、初等・中等教育を行う教育者が児童・生徒に対して地震津波の原理や災害・防災について授業を行うための「指導要領本」の双方の出版を現在計画中である。

安藤雅孝先生の呼びかけによって種がまかれ、そして多くの分野の人々の力によって、本プロジェクトはここまで花開くこととなった。今後、安藤先生の意志を継いでいきながら、災害研究・防災研究・国際貢献のあり方について深く広く提案していきたい。

## **Two years GPS Campaign in Aceh: postseismic deformation and slip along the Sumatra Fault Zone (SFZ)**

○Irwan Meilano

The 2004 earthquake ruptured the boundary between the Indo-Australian plate, and the southeastern portion of the Eurasian plate. Along the west coast of Sumatra the oblique convergence is partitioned into subduction at trench, which is nearly perpendicular to the arc and arc-parallel motion of forarc along the Sumatran Fault (McCaffrey, 1987).

The result of campaign-style GPS measurements gives a first order indication of heterogeneities in slip distribution of the coseismic displacement. The latitudinal variation of geodetic displacement shows two distinct regions, region 1 around 4.0 - 4.50 and region 2 around 4.50-5.50. Average displacement at region 1 is 1.7m while at region 2 is 2.6m. Sudden discontinuities was detected at 4.50. Surface displacement discontinuities constrains width and distribution of the rupture area.

Such physical discontinuities or interruptions to the fault surface may halt or interrupt rupture propagation, and the resulting stress increase at the fault ends may trigger rupture on the adjacent segment. In a way, we speculate that Sumatra-Andaman earthquakes consists of multiple smaller earthquakes where several segments have been triggered sequentially.

A model of frictional afterslip explains to first order the evolution of postseismic deformation. Although its spatial distribution is poorly resolved, afterslip seems to have occurred over about the same width of the megathrust as coseismic slip

## **海底地殻変動-精度向上のために-**

○奥田 隆

どのような観測であっても当然ではあるが、海底地殻変動観測においても、精度の向上を図るためには、質の良いデータを多く取得することと、優れた解析手法を開発することが必要である。海底地殻変動観測

システムは陸上と船をつなぐGPSシステムとトランスデューサーを介して海底局をつなぐ音響システムに分けられる。ここでは主に熊野灘での観測について、データの質と音響測距回数を増やして、解析の際の誤差要因軽減を図るため、トランスデューサーの設置方法の改良の試みについて述べる。

熊野灘観測は、三重県の水産研究部調査船「あさま」の協力を得て、実験を行っている。今回は「あさま」がドックへ入ったのを利用して、あらたに舷側へのトランスデューサーと作業時の労力軽減のための電動ウィンチを設置を行った。当初トランスデューサーは、解析を考慮して、位置決定用GPSアンテナときわめて近い位置である船尾に設置した。

船尾には推進用の主プロペラあり、大きなノイズ源となるため、通常はトランスデューサーを設置しないが「あさま」の場合は、小型のプロペラを2基装備しており、設置前の予備実験では、ノイズが小さいことが確かめられたので、それが可能となった。しかし実際の観測では波や風の強さ、またそれらの到来方向によって必ずしもS/Nのよい信号が取れるわけではないことがわかってきた。そこで、プロペラから比較的遠い、舷側へもトランスデューサーを設置して海況に応じて両者を切り替えて、観測出来るようにしようと考えた。同時に、今までは人力のみで行っていた作業を、電動ウィンチが使用できるようにした。これらの改装の内容と実験結果を紹介する。

## 熊野灘および駿河湾における海底地殻変動観測

○田所敬一・安藤雅孝・奥田 隆・渡部 豪・杉本慎吾・安田 仁

我々は、熊野灘に3カ所、駿河湾に4カ所からなる海底ベンチマーク網を設置し、観測を行っている。2004年からは同一海底ベンチマークの繰り返し観測を行っている。本年度は、熊野灘・駿河湾ともに5回の繰り返し観測を行った。観測日は下記の通りである。

熊野灘：6月27～30日，7月25～28日，8月29～9月1日，9月20～22日，10月25～27日

駿河湾：5月24～25日，6月21～22日，7月26～27日，10月25～26日，11月21～22日

熊野灘では、昨年度までの繰り返し観測から、KMS観測点における観測精度は、水平各成分約3cmであることが分かっている。本年度は、これとは異なるKMN観測点において繰り返し観測を行い、観測精度が水平各成分約2～3cmであることを確認した。

駿河湾では、KGPS測位精度が悪い（フロート解の割合が20%以上）などの理由から、誤差が大きいと判断できる結果を除くと、変位ベクトルの各成分は、西方向に約3cm，南方向に約1cmとなる。これは、GEONETの観測による結果と調和的である。

## 地震・火山観測とともに40年

○宮島 力雄

愛知県犬山市の山中に1965年に創設された犬山微小地震観測所の技官として翌年から勤務した。以来40年、今日まで一貫して地震予知や火山噴火予知研究の支援業務に携わってきた。犬山観測所に着任した当時は、地震観測網を増設中で新しい観測点に設置する増幅器等の機器作りと、地震の読み取りが主な仕事であった。慣れぬ手つきでトランジスターなどの電子部品を基板に組み込んだ観測機器を観測車に積み、新しい地震の観測点作りを行った。各地で起きる被害地震の余震観測などにも研究者と出かけた。絶え間なく地震が起きる中、地震計や観測機器を設置する作業の緊迫感。苦勞して設置した観測システムが地震を捉えた、あの充実感は今でも忘れない。

犬山観測所が1989年に地震火山観測地域センターへ統合された後は、雲仙普賢岳や神津島・御嶽山などの火山地域におけるGPS測量・水準測量に出向いた。有珠山や岩手山では、測量中に噴火や大きな地

震に遭遇し、貴重な体験をした。また、火山噴火や地震時での地下水温の僅かな変化を捉える高精度な温度計の製作を研究者の指導で行った。開発した温度計は、温度センサ I C 方式（アナログ出力）と水晶温度センサ方式（デジタル出力）の 2 方式である。どちらの温度計も低消費電流で作動し、地下水温の連続観測が可能である。これらを、振り返る。

## 海底地殻変動観測が必要とされる日本列島周辺の海域 ○安藤雅孝

### 1. はじめに

一般に、琉球海溝沿いには「巨大地震が発生しない」と考えられている。じっさい、歴史的にも、広域に被害を与える巨大地震や巨大津波が発生したとの記録は残されていない。しかし沈み込みに伴う巨大地震は、本当に琉球海溝で発生しないだろうか？“過去に起きていない”というだけで否定して良いだろうか？

### 2. アンダマン・スマトラ地震の発生

この地震が発生するとは誰も予測していなかった。その主な理由は、①過去に起きた地震の規模が小さい、②プレートの沈み込みの速度が小さい、③海洋プレートの年齢が 6Ma 以上で古い、④背弧海盆拡大が進行して伸張場と考えられていた、などが挙げられる。これらは、この地に超巨大地震が発生しない、との考えを支持するものであった。地球科学的“常識”が働かなかった例である。

### 3. 南西諸島プレート境界地震

仮に、南西海溝プレート境界に固着域が存在し、バックスリップが1000年間累積したら、80mのすべり量に相当する歪みが蓄積されていることになる。もしもここに地震が発生したら、海溝付近の浅いすべりのため、ゆっくりすべりを伴った巨大津波地震となる可能性が高い。じっさい、琉球海溝にこのようなマグニチュード9の地震が起きる可能性があるのだろうか？上記の疑問を解明するには、沖縄本島沖での海底地殻変動観測を実施する必要がある。この目的には、広域の海底地殻変動観測に適した、キネマテックGPSと音響測距を組み合わせた手法を採用すると良い。

### 4. 日本列島で特に必要とされる海域

名大が現在行っている海域以外では、下記の海域での調査が望まれる。

- ① 1896年三陸沖地震発生源：三陸沖プレート境界が固着をしているか確認
- ② 宮城県沖地震のさらに沖合：海溝付近浅部に固着域が存在するか否か解明
- ③ 福島沖：プレート境界に固着域が存在するか否か解明
- ④ 日向灘：プレート境界に固着域が存在するか否か解明
- ⑤ 沖縄トラフ：背弧海盆拡大の確認

### 5. 新しいシステムの開発

名大の KGPS・音響測距海底位置決定精度は5cm程度であるが、今後改善が必要である。さらに、海底地殻変動観測を、日本列島から世界に展開するには、新手法の開発も不可欠である。