

研究種目：基盤研究 (A)  
 研究期間：2007～2010  
 課題番号：19253003  
 研究課題名 (和文) スマトラ北部におけるスマトラ地震の歪み回復過程とスマトラ断層の歪み蓄積過程の研究  
 研究課題名 (英文) Research on the strain re-accumulation process at the Sunda Trench and strain accumulation process at Sumatra fault system, Sumatra of Indonesia  
 研究代表者 木股 文昭 (KIMATA FUMIAKI)  
 名古屋大学・大学院環境学研究科・教授  
 研究者番号：10089849

研究代表者の専門分野：地震学

科研費の分科・細目：数物系科学 B・固体地球惑星物理学

キーワード：2004 年スマトラ地震，スマトラ断層，地震余効変動，断層歪み蓄積，GPS 観測，断層固着，電磁気探査，比抵抗構造

### 1. 研究計画の概要

インドネシアのスマトラは、その西方沖の住んだトレンチにおいてインドプレートが沈み込む巨大な海溝型地震が発生すると同時に、内陸では全長 1000km を超えるスマトラ断層で大地震が頻繁に発生する。しかし、同海溝におけるプレート沈み込み運動や内陸での歪み蓄積過程は明確でない。スマトラ北部で GPS 観測と地電位探査を実施し、これらの過程を明確にする。

#### 1) 超巨大地震だった 2004 年スマトラ地震における余効変動の解明

現在も継続する余効変動の状況を明らかにすると同時に、その余効すべりが進行するプレート境界の深さを検討する。

スマトラ断層における歪み蓄積過程の研究  
 変形地形学から推定される年間 3cm ほどの断層変位速度を実際の GPS 観測から検出し、断層における固着度、および断層での大地震発生頻度を明らかにする。

### 2. 研究の進捗状況

スマトラ北部において、2004 年スマトラ沖地震の歪み回復過程とスマトラ断層の歪み蓄積過程を解明するために、1) 連続観測を含む GPS 観測網を確立し、2) 断層周辺での比抵抗観測を行った。ともにスマトラではこれまで本格的な経験もなかった。たとえな、電力供給が保証されない地域での連続観測などかなりの工夫が必要だった。しかし、解析に耐える観測が実現できた。これらの観測の解析から同域における地殻変動と比抵抗構造を明らかにし、2004 年スマトラ沖地震の余効変動とスマトラ断層における歪み蓄積過程と固着状況、同断層における地震発生

ポテンシャルを検討した。

#### 1) 2004 年スマトラ沖地震の余効変動

地震発生から 5 年が経過するが、変動は緩やかに減少しながらも、現在も最大で年間 10cm の南西方向への変位が観測される。地震時に 2m をこえる変位が観測された観測域の北部で大きく、南部では 5cm/yr に達しない。地震時に大きな滑りを示した断層セグメントの周辺で大きな余効変動が生じていることを示す。滑りが生じる深さについては 2010 年度に検討を予定する。

#### 2) スマトラ断層における歪み蓄積過程と断層固着の検討

スマトラ北部で、現在もっとも支配的な地殻変動は 2004 年スマトラ沖地震の余効変動であるが、スマトラ断層周辺ではせん断歪み ( $4 \times 10^{-7}/\text{yr}$ ) が検出された。詳細に検討すると変形地形学から推定される断層の左ズレに対応し、年間 1-2cm の断層滑りが推定された。この地殻変動から断層滑りの深度は深さ 10km よりも浅いと推定される。比抵抗構造でも断層の地殻浅部で対照的な構造を示し、スマトラ断層は比抵抗構造にも影響を与えていると考えられる。

#### 3) スマトラ断層における地震発生ポテンシャルの検討

推定された断層すべり速度と最近の地震活動から、スマトラ断層北部では既に M6 クラスの地震発生に十分な歪みが蓄積していると推定される。

### 3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展していると考えられる。

なぜなら、アクセスの困難さや電力供給の不安定などスマトラでの観測環境は極めて

劣悪な条件でありながらも、観測を維持し、基礎的なデータを取得したことは大きな成果と考える。いかに困難かは地震後、継続した観測を実施する研究グループが国際的にもないことから明らかである、

また本研究を通して、インドネシアの現地で連続観測や臨時観測を自分たちで実施できるような人材が育ってきたことも今後の海外学術調査で大きな力になると考える。あとはこの成果をきちんとした論文にまとめることが大切である。

#### 4. 今後の研究の推進方策

現在も年間 10cm ほどの余効変動が続き、一部の観測点ではまだ1年間のデータ取得しなく、最終年度の今年も観測を実施する。得た結果から次を検討する。

##### 1) プレート境界での地震時と地震後の最大滑り深度の解明

2004年スマトラ地震が3つほどのセグメントに別れることはすでに明確になっている。しかし、どの深さで大きな滑りが生じたかは明らかでない。また、地震時と地震後の滑りが同じ領域で発生しているかも明確でない。地震後も観測を継続する本研究しか解明できない課題ゆえにその責務があると考えられる。

##### 2) スマトラ断層での歪み蓄積過程と断層すべり速度の解明

これまでの成果からスマトラ断層では年間1cmを超える断層滑りが生じていると考えられる。その滑りの様子をより詳細に明らかにして、同断層における大地震発生ポテンシャルについて解明する。

##### 3) 現地の研究者の養成

観測が実施できるまで育ったスマトラの研究者を独自で研究に取り組めるまで養成すれば、共同研究も新たな段階を迎える。

#### 5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕(計7件)

木股文昭, 伊藤武男, E. Gunawan, Agustan, 田部井隆雄・他 2004年スマトラ地震津波から4年間のGPS観測で見えてきた地震余効変動とスマトラ断層での歪み蓄積, 名古屋大学環境学研究科 2004年北部スマトラ地震調査報告 V, P103-P108, 2009.

伊藤武男, 木股文昭・他 スマトラGPS観測網 (AGNeSS) のシステムの紹介, 名古屋大学全学技術センター(理学)装置開発系技術報告, 2009, 26-29

Takahashi M., S.Tanaka, R. Kimura, M. Umitsu, R. Tabuchi, T.Kuroda, M. Ando, F.Kimata, Restoration after the Sumatra Earthquake Tsunami in Banda Aceh: Based on the results of interdisciplinary research by Nagoya University, *Journal of Natural Disaster Science*, 29, No.2,

53-62, 2007

Agustan, D.Nugroho, L.Sumargana, I. Meilano, M.B.Daud, F.Kimata, et al., The water level changes of the Aneuklaot lake, weh island after the 2004 Sumatra-Andaman earthquake, *Advances in Geosciences 13: Solid Earth*, 203-213, 2007

木股文昭, 2004年スマトラ・アンダマン地震津波から3年: 地震学としての課題と展望, 2004年北部スマトラ地震調査報告 IV, 名古屋大学環境学研究科, 3-6, 2008

Ito T., Agustan, I.Meirano, T.Tabei and F. Kimata, The construction of new dense GPS observation network: AGNeSS (Aceh GPS Network for Sumatran Fault System, The 4th Investigation Report of 2004 Northern Sumatra Earthquake, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 83-88, 2008.

木股文昭・伊藤武男・太田雄策・メイラノイルワン・田部井隆雄, インドネシア国スマトラにおけるGPS観測のための予備調査—スマトラのGPS観測による2004年アチェ・アンダマン地震の滑り分布の推定—, 防災科学技術研究所研究資料, 304, 57-67, 2007

〔学会発表〕(計12件)

F Kimata, E Gunawan, T Ito, Agustan, T Tabei, and I. Meilano, et al., Post-seismic deformation of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake and strain accumulation along the Sumatran fault in 2005-2008, 2009 AGU Fall meeting, 2009.12. San Francisco

Nurhasan, D. S., Y. Ogawa, et al., Investigation of Sumatra fault based on magnetotelluric and GPS measurements, 11th IAGA General assembly, Sopron, Hungary, 2009.8.

Endra Gunawan; 伊藤武男; Agustan Agustan; 木股文昭・他 Ground Deformation Along the Sumatran Fault in Aceh, Sumatra, detect by AGNeSS GPS Network (Preliminary result)

Nurhasan, D.S., Y. Ogawa, et al., Magnetotelluric Imaging of Sumatra Fault, Indonesia, CA研究会、京都大学防災研究所、宇治、2009.2

〔その他〕

スマトラで観測する場合、観測終了後に現地のシアクラ大学の応用物理学講座において学生を対象とし、本研究の目的と背景、成果に関する講義を毎回実施する。