

# AFRC



# NEWS

URL:<http://unit.aist.go.jp/actfault/activef.html>

Active Fault Research Center

## CONTENTS

### トピックス

2007年9月12日のスマトラ島南部の地震

学会、研究会参加報告

招待講演・セミナー

新聞、テレビ報道

地質情報展 2007 北海道

ミャンマーでの空中写真判読

対外活動報告 (2007年9月)



# 2007年9月12日のスマトラ島南部の地震

堀川晴央（地震災害予測研究チーム）

日本時間の2007年9月12日20時10分頃にスマトラ島の南部でマグニチュード8を超える巨大地震が発生した。この地震は、インド・オーストラリアプレートとユーラシアプレートとの境界であるスンダ海溝で発生したプレート境界地震である。スンダ海溝西部では、2004年12月にM9を超える巨大地震が発生し、引き続いて2005年3月にニアス島付近でMw8.6の地震が発生している（図1）。これらに続いて発生した今回の巨大地震は、この地域が活動期にあることを改めて印象づける。

今回の地震の余震分布（図2）から震源域を推定すると、マイクロアトール（サンゴの群体）から推定された上下変動を元に構築した1833年の震源断層（Natawidjaja *et al.*, 2006）の位置と良く一致しており、この9月に発生した巨大地震は、この1833年の地震の再来であることを示唆する。本小論では、今回の地震の性格を地震波から調べた結果を報告する。

破壊過程の概要を把握するため、まず長周期（150-400秒）の主として表面波部分を使って破壊の継続時間を調べた。点震源を仮定し、有限の破壊継

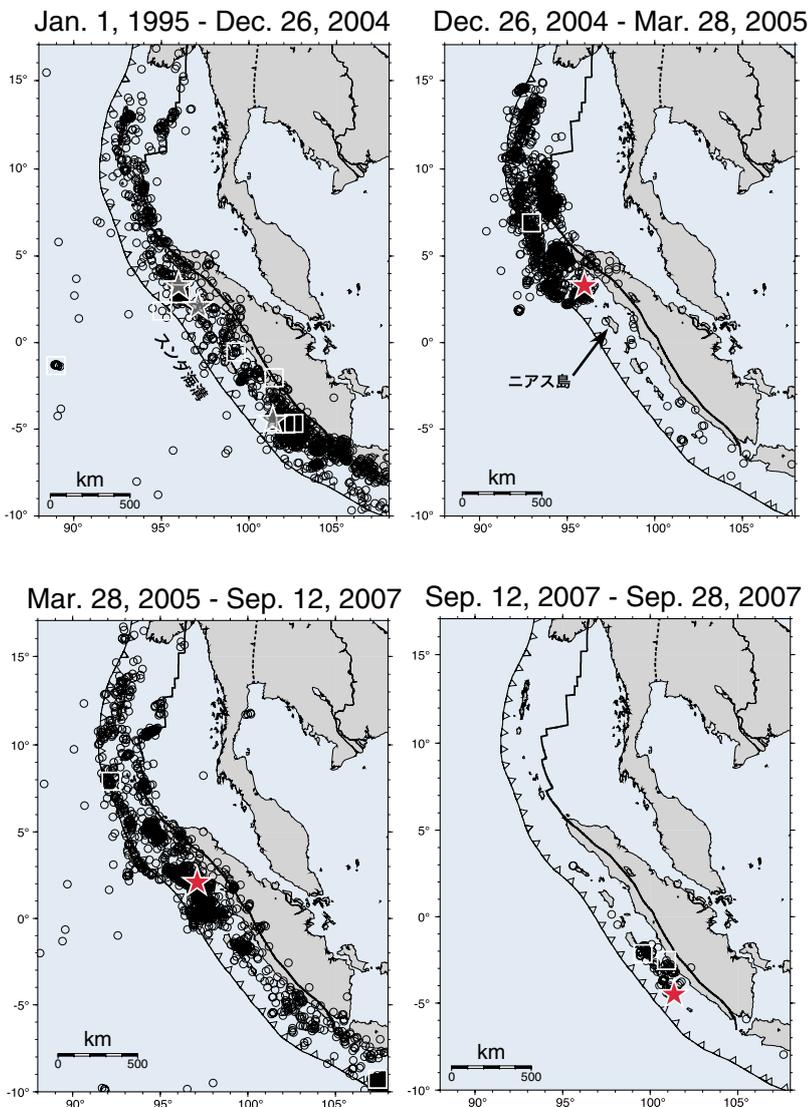


図1 震央分布。深さは100 kmより浅く、マグニチュードが4.5以上の地震を表示した。赤い星印はマグニチュードが8以上の地震の震央、白い四角はマグニチュードが7以上の地震の震央を示す。震源はUSGSのNEIC（National Earthquake Information Center）による、プレート境界はCoffin *et al.* (1998) によってコンパイルされたデータを使用した。

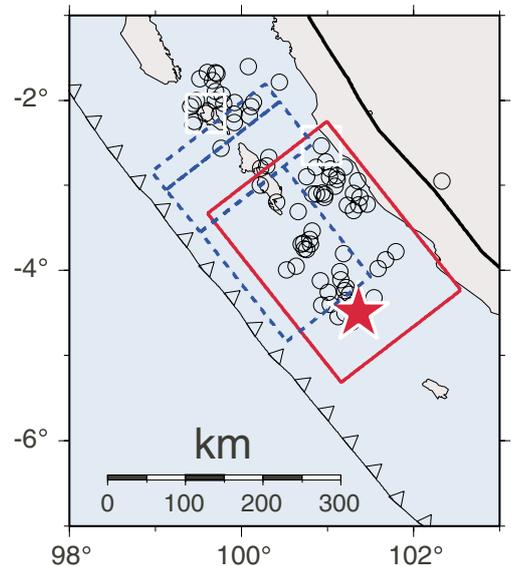


図2 2007年9月の地震の余震域を図1の右下と同じ条件で拡大して表示したもの。赤の実線は実体波を使った解析で仮定した断層面を地表に投影したもの。青の破線はNatawidjaja *et al.* (2006)の1833年の地震の断層面を地表に投影したもの。いずれの断層面も海溝軸側が浅い。

続時間を考慮して合成した波形を観測波形と比較したものを図2に示す。破壊の継続時間が長くなるにつれて、短周期成分が少なくなるとともに、レイリー波群（図では R1, R2 とラベルが振ってある）が不明瞭になることがわかる。これから、200秒近い破壊継続時間は考えにくく、100秒程度であることがわかる。過去の地震に照らすと、この破壊継続時間は、地震規模に見合ったものであるので、ゆっくり地震のような異常な地震ではないと判断できる。

実際の震源は、有限の大きさを持つ断層面であるが、ここでは、面ではなく、簡単のため線として震源を表現して破壊伝播の効果が長周期の波に現れる影響を見てみる。破壊の伝播が波形に及ぼす影響は *directivity* 効果と呼ばれるが、この影響は破壊が伝播する方向（あるいは180度反対方向）において顕

著である。その条件に近い観測点での結果を図4に示す。今回の地震の震源域を拡大して表示した余震分布（図2）からは、北西へ向かって破壊が伝播したことが示唆され、断層の長さは400km近くあるようにも見えるが、その長さを仮定すると、R1とR2の波形の振幅の違いが観測値よりも大きくなりすぎることがわかる。したがって、断層の長さはもう少し短いことが示唆される。そこで、いくつか長さを変えて調べてみたところ、200km程度とすると、観測されたR1とR2との比に近いものが得られることがわかった。

次に、遠地（震源域から遠い場所）の実体波を使って断層面上でのすべり量分布を調べた。震源域を囲むよう22観測点を選び、これらの観測点の広帯域地震計で収録されたP波をデータとした。

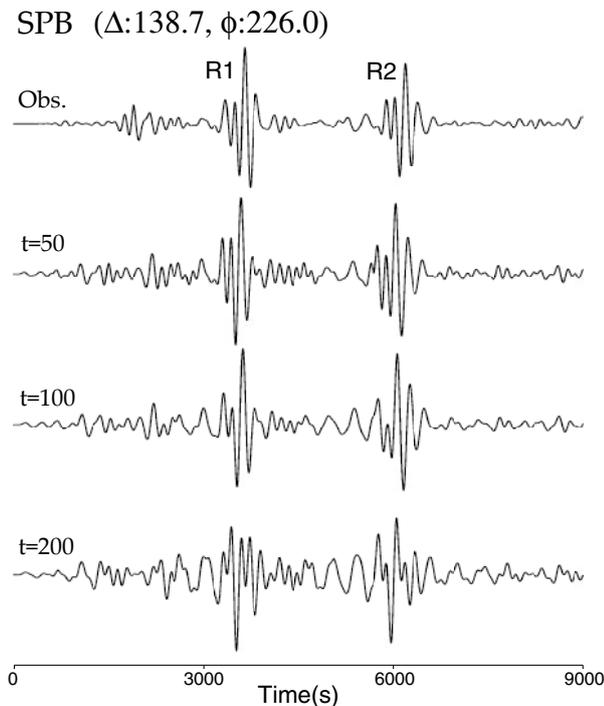


図3 点震源を仮定して計算した速度波形と観測波形との比較（上下動成分）。最上段が観測波形で、以下、破壊継続時間を変えて計算した波形を並べた。各波形の最大振幅が同じになるようにしてある。波形合成では Global CMT で得られた best double couple の発震機構（走向327度、傾斜角12度、すべり角：114度）を使用した。Δとφはそれぞれ左上に示した観測点の震央距離（度）と震源から観測点の方位を示す。

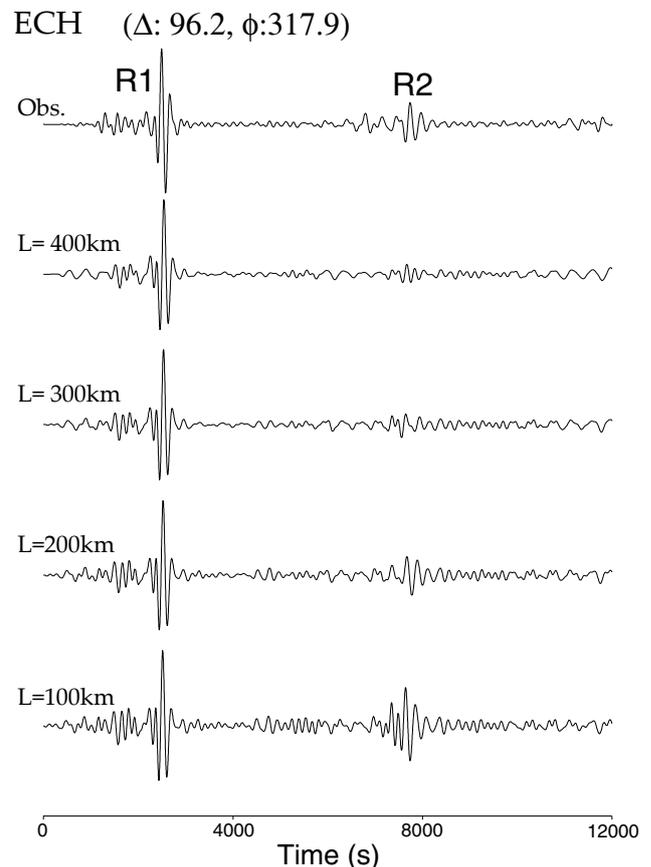


図4 観測波形（最上段）と海溝軸に沿って北西（正確にはN322E）に伸びた線震源から放射されたときの合成波形との比較（上下動成分）。Lは線震源の長さで、破壊伝播速度はいずれも2.5 km/s。各波形の最大振幅が同じになるようにしてある。Δとφはそれぞれ左上に示した観測点の震央距離（度）と震源から観測点の方位を示す。

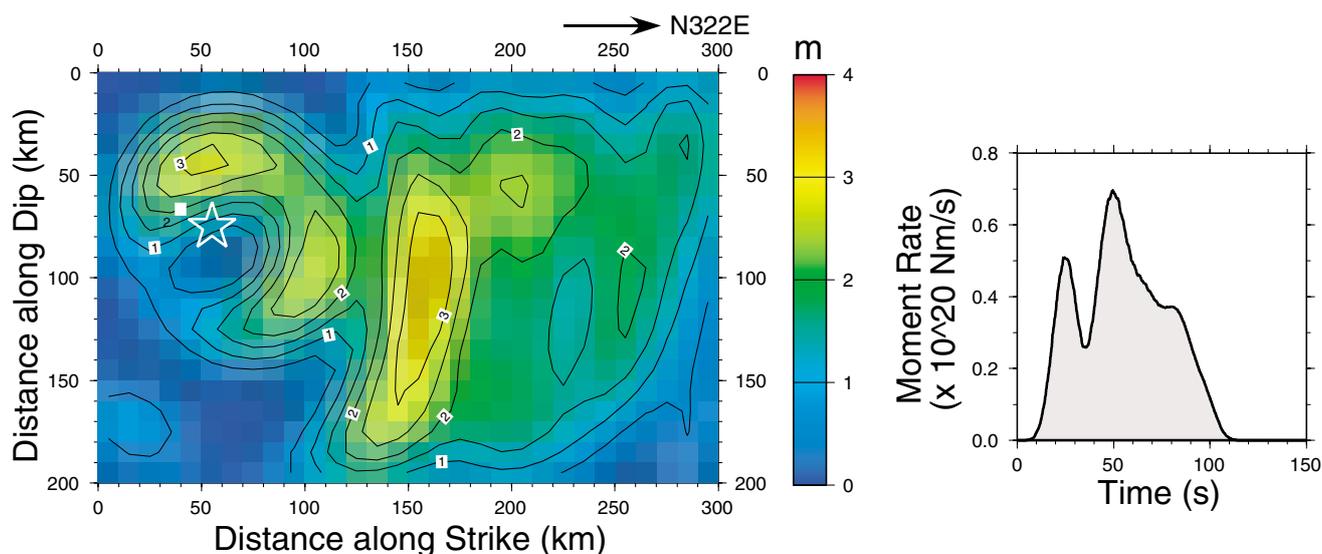


図5 (左) 実体波解析で得られたすべり量分布. 断層の走向, 傾斜角はそれぞれ 322 度, 12 度. すべり角は 114 度を仮定. すべり量のコンターは 0.5 m 間隔. 星印は破壊開始点を示す. (右) 震源時間関数.

仮定する震源断層の大きさは, 上記の表面波解析の結果も考慮して, 長さ 300 km, 幅 200 km とした. 利用した USGS の震源情報では, 震源の深さは精度よく決まっているとは言えないため, 深さを変えて波形解析を行った. また, 破壊伝播速度は一定とするが, その速度を変えて解析を行った. 調べた範囲では, 震源の深さが 25 km, 破壊伝播速度が 2.8 km/s のときに残差が最小となり, これをここでの解として採用した.

得られた結果を図 5 に示す. 地震モーメントは  $3.5 \times 10^{20}$  Nm (Mw8.3), 平均すべり量は 1.4 m, 最大すべり量は 3.5m である. 図 5 右の震源時間関数を見ると, 破壊の継続時間は 100 秒程度で, 表面波を使った概算と調和的である. 20 秒付近で 1 度モーメント解放のピークを迎えた後, 50 秒付近で再度ピークに達し, その後, モーメント解放が小さくなり, 破壊が終息することがわかる.

すべり分布 (図 5 左) を見ると, 破壊開始点近傍にすべりが大きい領域が円弧状に広がっている. この形状は, 1) 破壊伝播速度が一定と仮定, 2) 遠地の実体波だけを使用, 3) すべり分布が滑らかであ

るという波形解析の際に導入した拘束条件, という 3 つが影響している可能性が高く, 実際にこのような形で分布していることを必ずしも意味するわけではない. しかし, 破壊開始点の近くに大きなすべりが生じたことだけは言える. また, 長さ方向の 150 km 付近に山の尾根筋のようにすべり量が大きいところが見られる. これもゆるくカーブしているのは, 上記の影響と考えられる. ただ, この尾根筋上に大きなすべりが生じたことは動かないと思われる. 震源域の北東側では, すべり量が平均値以上のところが一面に広がっているが, 北東深部だけはすべり量が小さい領域が広がっている. この領域は M7.9 の余震が生じたところに重なる.

謝辞 IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology) で公開されている広帯域地震記録および USGS が電子ファイルで公開している震源データを使用した. プレート境界のデータは Coffin *et al.* (1998) によるデジタルデータを使用した. 以上, 記して感謝いたします.

## 学会，研究会参加報告



2007年9月3日-5日

## Workshop on Numerical Modeling of Earthquake Source Dynamics

加瀬祐子

スロバキア・ブラチスラバ郊外で開かれた，震源動力学のシミュレーションに関するワークショップに参加した．数値計算による震源過程の研究，および，波動伝播と強震動に関する研究を対象を絞った集会で，参加者数51名，発表数41件（うち，口頭発表25件，ポスター発表16件）という小規模なものではあったが，その分，密度の濃い集会となった（口頭発表は1件あたり30分，ポスター発表に費やした時間は延べ6時間半）．この分野の最近の流行を反映して，S波速度以上で伝播する破壊や，断層の両側で媒質が異なる場合の破壊伝播，地震サイクルのシミュレーション，地震の動力学モデル構築とそれを利用しての地震波形の再現などの発表が目立った．活断層研究センターからは，加瀬がセグメントを考慮した断層長とすべり量のスケーリング則についてのシミュレーション結果を報告した．この話題については，他に，アスペリティを考慮したモデルでのシミュレーション結果が報告され，有意義な情報交換ができた．

前回（2003年）に引き続き，会場（兼，宿泊施設）はスロバキア科学アカデミー所有のお城（写真）で，天候に恵まれなかったこともあって，まさに「缶詰め」状態で，密度の濃い時間を過ごすことができた．



2007年9月6日

## ETH（スイス連邦工科大学）訪問

加瀬祐子

スロバキアのワークショップの帰り道，チューリヒにあるスイス連邦工科大学を訪れた．アスペリティを考慮したモデルでの断層長とすべり量のスケーリング則についてシミュレーションをおこなっている Martin Mai 氏と，スロバキアに引き続きの議論をした後，Luigi Burlini 氏に高温高压剪断試験機（写真）を見せていただいた．実験に使用する試料やシーリングの仕方なども見ることができ，とても参考になった．



スイス連邦工科大学の高温高压剪断試験機．

2007年9月7日

## Glarus Thrust 巡検

加瀬祐子

スロバキアのワークショップの帰り道，チューリヒの南東約60 kmにある Glarus Thrust の巡検に出かけた．Schwanden の町外れでは，異なる物質が厚さ1 cmもある gauge を挟んで接している路頭が見られた（写真1, 2）．Elm からは，遠景に，山の斜面に現れた変形集中ゾーン（らしきもの）を見ることができた（写真3）．Linthal から少し山を登ったところにある滝の裏側では，鏡面のようになったすべり面を見ることができた（写真4, 5）．このあたりは地元の観光スポットらしく，GeoPark として整備されている（写真6）．



写真1 Schwanden の露頭．



写真2 Schwanden の露頭の gauge ．



写真3 Elmから見える変形集中ゾーン。



写真4 Linthalの露頭。



写真5 鏡面ようになったすべり面。



写真6 GeoParkの看板。

## 招待講演, セミナー



2007年9月10日-11日

## 花輪東断層帯の2007年度調査報告

松浦旅人

秋田県鹿角市商工会において、地元住民の方々を対象に、2006年度文科省委託調査として実施した花輪東断層帯の調査結果を報告した。まず、室内での調査報告と質疑応答を行い、その後、マイクロバスで現地研修を行った。当日は天候にも恵まれ、参加者の方々には断層変位地形や地下探査測線を確認していただいた。

## 新聞, テレビ報道



2007年8月6日 朝日新聞 朝刊9(科学)面:大阪版 科学面の「波」にイラストとコラムを掲載

## 地震考古学 過去を記録する地震計

寒川 旭

飛鳥美人で知られる高松塚古墳と隣接するカヅマヤマ古墳には地震による亀裂・地滑り跡がみられる。南海トラフの巨大地震によるが、後者は、前後の盗掘の年代から14世紀の地震によることがわかった。一方、高槻市の今城塚古墳は伏見地震によって墳丘の大半が崩れ落ちた。

## 地質情報展 2007 北海道

2007年9月7日-9月9日

吉田邦一・宮本富士香

毎年地質学会に合わせて開催されている地質情報展が2007年9月7~9日に札幌市の北海道大学クラーク会館で開催された。今回の地質情報展では、さまざまな体験コーナーや、最新の研究成果を紹介するブース、札幌市内で発見されたサッポロカイギュウの化石標本などを一般向けに展示した。活断層研究センターからは、北海道の活断層調査の報告や活断層データベースの紹介、津波シミュレーション、長周期地震動シミュレーションの結果の紹介など計7つを出展した。

期間中、台風の影響による悪天候や平日であることも重なり、初日は来場者が少なかったが、土日となった2, 3日目は天候も回復し多くの方が来場した。結局3日間で1200人以上の方が来場した。ブースの中でも、定番の水理実験、岩石割りなどの体験型・実験型の展示は人気があった。また、カイギュウの展示も、その迫力から人気があったようだ。

活断層センター関連のブースでは、パネル展示とシミュレーション映像による展示を行い、宮本と吉田が説明に当たった。シミュレーション動画による展示は、来

場者に解説しながらの展示を行うことで、小学生程度から興味を持ってもらえるようであった。また、活断層データベースの実演も、さまざまな方が興味を示されていた。パネル展示では、活断層調査の報告について熱心に読まれる方もいた。



## 出張報告

2007年9月5日-9月12日

### ミャンマーでの空中写真判読

#### 宍倉正展

文科省科振費「スマトラ型巨大地震・津波被害の軽減策」におけるテーマ「地震・津波の理解と将来予測」の調査研究の一環として来年1月に予定されるミャンマー西海岸における古地震調査に先立ち、調査地候補の選定と地形分類図作成を目的とした空中写真判読の作業をミャンマーの共同研究者たちとともに実施した。

ミャンマー西海岸は2004年スマトラアンダマン地震の震源域の北方延長にあたり、将来の地震発生が危惧される地域である。歴史記録からも1762年に海岸隆起を伴う地震があったことが明らかになっている。本研究では、過去の地震に伴う隆起の痕跡を検出し、その高度と年代の推定から、将来の地震発生長期予測の基礎データを取得することを目的としている。このため空中写真判読による海岸段丘の分布と形状の把握が必要不可欠であるが、ミャンマーの空中写真は国外への持ち出しが禁止されており、その判読作業はミャンマー国内において行わなければならない。

宍倉はヤンゴンにある Myanmar Engineering Society (MES) のオフィスにおいて6日間、空中写真判読を行った。また別件でサガイン断層の変動地形の空中写真判読のため、広島大の奥村晃史氏と京都大の堤 浩之氏も同じ期間に同じオフィスで作業を行った。

今回見たミャンマーの空中写真は1/20,000あるいは1/25,000のモノクロで、段丘面区分には十分な品質であった。判読の結果、最も海溝に近い Manaung (Cheduba)

島では、少なくとも4段(場所により6段)もの完新世と思われる段丘が発達していることを確認した。その規模は房総半島南部に匹敵するものであり、今回の調査の有力な候補地である。

なお、滞在期間中にMESからの要請でセミナー発表を行い、宍倉が房総半島の海岸段丘の紹介とミャンマー西海岸との比較について話し、奥村氏が2007年中越沖地震と原発立地に関して話題提供を行った。特に聴衆に工学系の方が多かったせいか、奥村氏の話は興味を引いたようである。



空中写真の判読結果についてミャンマーの研究者と議論をしている様子。

### 活断層研究センター活動報告 (2007年9月)

2007年9月5日

地震動予測地図高度化WG(杉山・佐竹出席/東京)  
九州地域の試作版について議論した。

2007年9月5日

地震調査委員会強震動評価部会(杉山出席/東京)  
福岡市域のボーリングデータに基づく浅部地盤構造等について議論した。

2007年9月10日

9月定例地震調査委員会(杉山出席/東京)  
中越沖地震、8月の九十九里浜付近の地震活動等について審議した。

2007年9月12日

中越沖地震における原子力施設に関する調査・対策委員会(岡村出席/東京)  
柏崎・刈羽原子力発電所のIAEA調査団の報告書の報告、発電所の今後の点検計画、などについて議論した。

2007年9月26日

9月定例長期評価部会(杉山出席/東京)



独立行政法人

産業技術総合研究所 活断層研究センター

〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第7 事業所

Tel: 029-861-3691 Fax: 029-861-3803

URL: <http://unit.aist.go.jp/actfault/activef.html>

2007 年 10 月 18 日発行

AFRC NEWS No.71 / 2007 年 9 月号

編集・発行 独立行政法人 産業技術総合研究所  
活断層研究センター

編集担当 黒坂朗子