

## 第5回活断層研究センター研究発表会講演要旨及びポスター発表概要\*

### 研究発表会の趣旨とポイント

岡村行信<sup>1</sup>

連動型地震がもし日本で発生すると、阪神大震災クラスあるいはそれ以上の経済的・社会的ダメージを受ける可能性が高い。日本でどのような巨大地震が発生するのかを明らかにし、その被害を少しでも小さくするため、次の3つの視点から研究を進めることが重要である。

#### 1. なぜ連動するか?

いくつかのセグメントが連動するか、しないかを定める要因は、断層面の形態や配置、摩擦、応力状態、物性などの要因が考えられる。その原因を解明し、状況が検知できるようになれば、連動型地震の発生の時期や場所を予測できるようになるかもしれない。(関連講演:堀,加瀬)

#### 2. いつ連動するか?

連動型地震の発生間隔や最新イベントの年代が明らかになれば、次の連動型地震の発生時期を予測できることが期待され、地震や津波に対する対策を考えることができる。発生周期の長い連動型地震が地層や地質構造にどのように記録されているかを解き明かすことが重要になってくる。(関連講演:藤原,金田)

#### 3. 連動すると、何が起こるか?

連動型地震によって、どのような地震動や津波が発生するのかを予測することは、防災対策を考える上で最も重要な課題である。巨大津波は言うまでもなく、長周期地震動も都市地域にとって大きな脅威となる可能性がある。(関連講演:堀川,藤井)

また、科学的に重要なテーマとして、連動型地震の際にセグメントの滑り量が、単独で地震が発生する場合と同じなのか、大きくなるのかという問題がある。それぞれのセグメントが固有の最大滑り量を持つという固有地震の考え方が連動型地震にも適用出来るのかどうかを解明することが、連動型地震のメカニズムの理解や被害予測の精度向上に大きく貢献すると期待される。本日は、連動型地震研究の現状と課題を異なる視点から解説しますので、様々な立場の方から、私たちが考えている今後の方向性や目標について、ご意見を頂きたいと考えています。

(<sup>1</sup> 活断層研究センター)

Keywords: multi-segment earthquake, paleoseismology, simulation, earthquake hazard reduction

### 地層記録から見たプレート沈み込み帯の連動型地震

藤原 治<sup>1</sup>

プレート沈み込み帯で発生する地震の規模と再来間隔は必ずしも一定ではなく、一部の海溝沿いではまれにM9クラスの超巨大地震と津波も発生する。2004年スマトラ島沖地震はその最新の例である。このような超巨大地震は、海溝周辺で幾つかの震源が同時に連動して破壊することで発生するらしい。その際、断層面のすべり量が異常に大きくなり、通常の見積りとは異なる地殻変動や巨大津波を伴うこともあると考えられる。

地殻変動や津波堆積物の研究から、日本列島でも連動型地震の事例が見つかってきた。北海道東部太平洋岸では、17世紀の地層から歴史津波を大きく上回る遡上範囲を持つ津波堆積物が発見され、また、この地震の余効変動と考えられる海岸が隆起した痕跡も見つかっている。この巨大津波は、津波遡上シミュレーションとの比較から、十勝沖と根室沖の震源域が連動して破壊したためと考えられている。津波堆積物からは、このような超巨大津波が過去7,000年間に平均500年程度の間隔で発生したと推定される。

南海トラフで1707年に発生した宝永地震は、1854年東海・南海地震、1944年東南海地震、1946年南海地震の震源を含むエリアがほぼ同時に連動して破壊したと考えられている。ただし、異常に大きな津波や地殻変動を伴ったかどうかは明瞭でなく、今後の研究課題である。静岡県西部の海岸は、現在は隆起傾向にあるが、宝永地震を含む南海トラフで発生した歴史地震では沈降しており、地震間の隆起と地震時の沈降はほぼ釣り合っているように見える。しかし、この地域には海岸段丘が発達し、10万年程度の時間スケールでは隆起している。このような長期的な隆起に関与していると考えられる。通常の見積りとは異なる隆起イベントの痕跡が、1,000年以上前の海浜の地層から検出された。

(<sup>1</sup> 活断層研究センター)

Keywords: Subduction zone earthquake, multi-segment earthquake, crustal movements, Eastern Hokkaido, Nankai Trough, Tsunami deposits

### 陸上活断層による連動型大地震

金田平太郎<sup>1</sup>

陸上活断層においては、単独でM7クラスの地震を発

\*平成18年4月26日 東京都千代田区 秋葉原コンベンションホールにて開催

生しうる破壊単位(活動セグメント)が複数連動破壊することにより、M 7.5ないし8クラスの地震に発展することがある。長大活断層系(北アナトリア断層系)における事例、及び中・小規模活断層における事例(1891年濃尾地震、1992年ランダース地震)から、個々のセグメントの長さは15~40 km程度であり、破壊するセグメントの組み合わせや数は地震の度に大きく変化していることが明らかになってきた。つまり、次の地震における連動可能性を評価するためには、断層の幾何学的形態のみならず、それ以外の支配要素を考える必要がある。

1992年ランダース地震時に連動しなかった周辺の活断層における調査結果から、連動破壊を支配する他の要素として2つの可能性が指摘できる。1つは各セグメントの活動履歴で、隣接するセグメントが最近に活動していて応力蓄積が十分ではない場合、破壊がそのセグメントに伝播しにくいことが考えられる。もう1つは破壊開始点であり、同じセグメント配置であっても破壊開始点と破壊伝播方向によって、連動するセグメントの組み合わせや数が異なってくる可能性がある。今後は、断層の幾何学的特徴に加えて、こうした断層の応力状態に関連する情報を精度良く推定し、動的破壊モデルに取り込んでゆくことが望まれる。

連動する場合としない場合で各セグメント上の変位量が増えるのか否かという問題も、地震規模評価、強震動予測、地震発生確率評価などの観点から重要である。長大活断層系においては、連動の有無もしくは連動するセグメントの数に関わらず、各セグメントの変位量は大きくは変化しないとする観察事例が複数報告されているが、中・小規模活断層においては、変位量の安定性に関する良質なデータは得られていない。今後の更なる検証調査が必要であろう。

(<sup>1</sup>活断層研究センター)

Keywords: On-land active fault, behavioral segment, multi-segment rupture, rupture history, rupture starting point, characteristic slip

## 海溝型巨大地震の繰り返し発生とその多様性

—物理モデルにもとづくメカニズム解明と予測に向けた課題—

堀 高峰<sup>1</sup>

日本列島の太平洋側では、南海トラフ等に沿って海溝型巨大地震が繰り返し発生して、地震や津波の被害を引き起こして来た。こうした地震の多くは、陸側プレートと海側プレートとの境界で起こるプレート境界地震と考えられ、同一アスペリティの繰り返し破壊によって発生していることが地震波形等の解析で最近明らかになりつつある。同一のアスペリティが繰り返し破壊するというと、同一規模の地震が一定周期で起こることを期待するかもしれないが、海溝型巨大地震の規模や震源断層の広がり、再来間隔はいずれも

一定ではない。震源断層の広がりが一定でないことは、複数のアスペリティが同時に破壊して連動型地震となったり、そのうちの1つが単独の地震として発生したりすることで理解できるが、連動するかないかはどう決まるのであろうか? また、規模や再来間隔の多様性はなぜ生じるのであろうか? それらがランダムに起こるならば予測は確率モデルに依存するしかない。

我々は、複数のアスペリティ間やアスペリティ周辺の非地震性すべりを含めた相互作用の結果として必然的にこうした現象が生じているという仮説で研究を進めてきた。岩石実験から求められたすべり速度・状態依存摩擦則を用いて、現実的なプレート形状に基づく摩擦特性の不均質やプレート間相対速度を考慮した地震発生サイクル数値シミュレーションを行った結果、南海トラフ沿いで起こる巨大地震の発生間隔や規模、連動性の変化のパターンが再現された。ただし、仮定した物理的メカニズムが正しいとしても、今回の結果からそのまま将来の予測ができるわけではない。予測の実現に向けた課題としては、(1)過去の再現:履歴データの高精度化とその再現、(2)現在の再現:地震発生サイクルに伴う地殻変動データの取得(特に海底)とその再現、(3)摩擦則妥当性の検証:実験で求められた摩擦則のプレート境界巨大地震での妥当性検証等が挙げられる。

(<sup>1</sup>海洋研究開発機構・地球内部変動研究センター)

Keywords: subduction-zone earthquake, asperity, friction law, numerical simulation, earthquake cycle

## 動的破壊シミュレーションで見る連動型地震

加瀬祐子<sup>1</sup>

内陸活断層で発生する大地震の地形・地質学的観察からは、5 km規模の断層の不連続構造が起震断層区分の基準とされ、各断層上の変位量は連動破壊する場合としない場合でそれほど変わらないという結果が得られている。一方、破壊過程の動的シミュレーション手法の発達により、連動性や変位量を定量的に評価するための下地が整いつつある。そこで、比較的単純な断層モデルと応力降下量モデルを仮定し、シミュレーション結果から連動性や地表でのすべり量と断層長とのスケールリング則について考察した。

内陸活断層で発生する地震を念頭に、3次元半無限媒質中に鉛直な横ずれ断層がある場合について考える。断層モデルは、一辺15 kmの正方形のセグメントと、端に10°の屈曲を持つセグメントを基本単位とし、それらが不連続に1~7枚連なっているモデルと、連続して1~7枚つながっているモデルとを仮定した。応力場は、深さに比例するモデルと、フラクタル的なモデルとを用いた。

セグメントが不連続な場合には、屈曲のある断層モデルより屈曲のない断層モデルの方が、フラクタル的な応力場モデルよりも深さ依存性のみの応力場モデルの方が、連動

しやすい。連動するモデルについて、断層長と地表でのすべり量との関係を調べると、いずれの断層モデル、応力場モデルでも、すべり量は断層の長さとともに増える傾向があるが、断層長がある程度以上になると、すべり量は飽和する。すべり量の増加傾向は、断層が不連続なモデルよりも連続なモデル、屈曲のある断層モデルよりも屈曲のないモデル、フラクタル的な応力場モデルよりも深さ依存性のみの方のモデルの方が大きい。シミュレーション結果は、定性的には地形・地質学的観察を説明できてはいるが、定量的な評価のためには、更なるモデルの検討が必要である。

(<sup>1</sup> 活断層研究センター)

Keywords: multi-segment rupture, dynamic rupture simulation, slip-length scaling law

### 海溝型巨大地震の津波シミュレーション

藤井雄士郎<sup>1</sup>

海溝型巨大地震の発生場所や規模、メカニズムの推定は最近の研究により可能になってきた。断層パラメータ(断層の位置や大きさ、震源メカニズム、すべり分布など)が分かれば、適切な海底及び陸上の地形データを利用した津波シミュレーションにより、沿岸部での津波到達時刻や津波波高、浸水域の予測が可能である。逆に、観測された津波の記録を使って、インバージョンにより津波波源域を推定することができる。

2004年スマトラ-アンダマン地震は、グローバルな観測網が整備されてから初めて発生した海溝型巨大地震である。その津波波源域を明らかにすることは、海溝型巨大地震と巨大津波の発生様式を解明し、将来の発生予測と防災対策を講じる上で重要である。以上のような観点から本研究では、津波波形記録及び人工衛星の海面高度データを用いたインバージョンにより、同地震の津波波源モデルを構築した。

人工衛星データのみを使用したインバージョンの結果、津波波源域はアンダマン諸島までのび、その長さは1,400 kmに達する。この津波波源モデルから計算されるインド東岸の津波波形は検潮記録に比べて過大評価となる。一方、津波波形記録のみ、または津波波形記録と人工衛星データの両方を用いたインバージョンの結果、津波波源域の長さは約900 kmである。後者の場合、最大すべり量はスマトラ島北西部の沖合で13~25 mに達する。次にすべりの大きな領域はニコバル諸島付近に位置し、そのすべり量は約7 mである。

(<sup>1</sup> 建築研究所 国際地震工学センター)

Keywords: Tsunami simulation, 2004 Sumatra-Andaman earthquake, Tsunami source, Tide gage data, Satellite data

### 巨大地震による長周期地震動

堀川晴央<sup>1</sup>

震源モデルから地盤まで様々な要素が地震動に影響を及ぼすが、本講演ではその全てに触れるのではなく、平野内で観測される地震動を特徴づけるものとして地盤構造に触れ、震源モデルに関する話題として、巨大地震の震源モデルの改良法を紹介する。

平野内で観測される長周期地震動の定性的な理解はかなり進み、この地震動は主として表面波からなると考えられている。この表面波が平野内部で重複反射を起こし、揺れの継続時間は長くなる。また、揺れの卓越周期は、同じ平野内でも場所ごとに異なり、一般に堆積層が厚いほど長い。堆積層の厚さや速度、その水平分布などの平野の特徴に波の伝播が大きく依存する以上、平野内を伝播する波を定量的に予測するためには、平野の特徴を反映させた地盤構造モデルが重要である。

現行の震源モデルでは、背景領域と称するすべり量が小さい領域に、アスペリティが点在し、破壊伝播速度は断層面全体で一定と仮定することが多い。南海地震を対象に、このような型の震源モデルを作成し、その震源スペクトルを計算したところ、長周期地震動予測で重要な帯域(2秒~20秒)が過小評価となる可能性があることがわかった。関口・吉見(2006, 月刊地球)は、すべり分布、破壊伝播速度それぞれに揺らぎを与えた。具体的には、アスペリティの空間サイズよりも小さい円形パッチを与え、パッチ内部ではすべり量や破壊伝播速度を一定量増減させる。そして、このパッチの大きさを変えて階層性を持たせ、震源スペクトルの落ち込みの解消に成功した。このことは、アスペリティの空間サイズよりも小さいスケールの不均質が、我々が着目している帯域の地震動に影響を与えうることを示している。アスペリティ内部の微細構造を知ることは難しい以上、階層性を持った震源モデルを乱数を使って複数作成し、パラッキとともに計算結果を示すのが最良と考えられる。

(<sup>1</sup> 活断層研究センター)

Keywords: long-period ground motion, multi-scale heterogeneity, subsurface structure, source model, sedimentary basin



[ポスター発表]

全国主要活断層活動確率地図の出版

吉岡敏和<sup>1</sup>・栗田泰夫<sup>1</sup>・下川浩一<sup>2</sup>・  
杉山雄一<sup>1</sup>・伏島祐一郎<sup>1</sup>

産業技術総合研究所では、全国の主要活断層の将来の活動確率を表示した「全国主要活断層活動確率地図」を刊行した。この地図は、全国の長さ10 km以上の活断層を一定の基準のもとに活動セグメントに区分し、そのそれぞれについて既存のデータを再整理して今後30年間の活動確率を求め、その高低を色分け表示したものである。この地図は、今後予想される多様な目的に応じた活断層評価に対応するためのプロトタイプの一つとして、活用されることが期待される。

(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>地質調査情報センター)

Keywords: active fault, rupture probability, map, Japan, behavioral segment, evaluation

2005年パキスタン地震で出現した地表地震断層

金田平太郎<sup>1</sup>・近藤久雄<sup>1</sup>・栗田泰夫<sup>1</sup>・  
中田 高<sup>2</sup>・堤 浩之<sup>3</sup>・杉戸信彦<sup>3</sup>・  
W. Khattak<sup>4</sup>・S. S. Akhtar<sup>4</sup>・A. M. Khan<sup>4</sup>・  
A. A. Awan<sup>4</sup>

2005年パキスタン地震(M 7.6)に伴って出現した地表地震断層の緊急現地調査を、広島工業大学、京都大学、パキスタン地質調査所と共同で2006年1月及び3月に実施した。計20日間の現地調査の結果、既存の活断層にほぼ沿う形で、延長約70 kmにわたって地表地震断層が出現していることが確認された。大部分の区間では逆断層成分が卓越し、上下変位は最大で約7 mに達していた。

(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>広島大学,<sup>3</sup>京都大学,<sup>4</sup>パキスタン地質調査所)

平成16年(2004年)新潟県中越地震に伴い出現した地震断層の古地震調査

丸山 正<sup>1</sup>・吾妻 崇<sup>1</sup>・吉岡敏和<sup>1</sup>・  
家村克敏<sup>2</sup>・佐藤 賢<sup>2</sup>・宮脇理一郎<sup>2</sup>

新潟県中越地震に伴い小平尾地区おびろうに出現した地震断層の活動履歴解明を目的として、地震断層を横切るトレンチ掘削調査を実施した。その結果、鮮新-更新世の魚沼層と

それを不整合で覆う後期更新世-完新世の段丘堆積物、氾濫堆積物、旧表土、現耕作土壌を明瞭に変位させる西傾斜の逆断層が出現し、地震断層はこの逆断層の地表延長にあたることが確認された。また、断層と地層の切断・被覆関係、地層の変形程度の違いなどから過去約8,000年前以降、中越地震に先立ち2回のイベントが認定された。更に、断層により食い違った地層の復元から、これら2回のイベントに伴う断層沿いの変位量はいずれも1.5 m以上であることが明らかにされた。この変位量は、新潟県中越地震に伴う変位量(10 cm程度)より明らかに大きい。

(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>株式会社阪神コンサルタンツ)

Keywords: paleoseismology, surface rupture, 2004 Mid-Niigata Prefecture earthquake, thrust fault, rupture behavior

けご  
警固断層の活動履歴調査:福岡県大野城市上大利トレンチ調査結果速報

宮下由香里<sup>1</sup>・吾妻 崇<sup>1</sup>・岡崎和彦<sup>2</sup>・  
二階堂学<sup>2</sup>・是石康則<sup>2</sup>・山岡 博<sup>2</sup>・  
橘 徹<sup>2</sup>・松浦一樹<sup>2</sup>

福岡県西方沖地震(2005.3.20, MJMA7.0)により、隣接する警固断層の地震発生確率が高まったことが指摘された。この確率は、警固断層の最新活動時期や活動間隔の値によって大幅に変化することから、これらの値を正確に求めることを目的として、断層南部の表題地域においてトレンチ調査を実施した。その結果、同断層の最新活動時期は、約1万2千年前(1万年前に限定される可能性あり)以降、7千5百年前以前であることが判明した。また、一つ前の活動を認定できる可能性がある。

(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>株式会社ダイコンサルタント)

Keywords: active fault, paleoseismology, trench, Kego fault, 2005 West Off Fukuoka Prefecture Earthquake, probability of earthquake, Fukuoka Prefecture

文部科学省委託による基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査

吉岡敏和<sup>1</sup>・吾妻 崇<sup>1</sup>・丸山 正<sup>1</sup>・  
松浦旅人<sup>1</sup>・遠田晋次<sup>1</sup>・石山達也<sup>1</sup>・  
近藤久雄<sup>1</sup>・水野清秀<sup>2</sup>・小松原 琢<sup>2</sup>

産業技術総合研究所では、文部科学省からの委託を受け、基盤的調査観測対象断層帯(主要98断層帯)の追加・補完調査を実施した。平成17年度の調査対象は、新規追加断層帯の調査として、サロベツ断層帯、六日町断層帯、高田平野断層帯、曾根丘陵断層帯、魚津断層帯、人吉盆

地断層帯の6断層帯、補完調査として、山形盆地断層帯、橈形山脈断層帯、境峠・神谷断層帯、伊那谷断層帯の4断層帯の、計10断層帯である。

(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>地質情報研究部門)

Keywords: active fault, fundamental survey, Sarobetsu fault zone, Muikamachi fault zone, Takadaheiya fault zone, Sone-kyuryo fault zone, Uozu fault zone, Hitoyoshi-bonchi fault zone, Yamagata-bonchi fault zone, Kushigata-sanmyaku fault zone, Sakaitoke-Kamiya fault zone, Inadani fault zone

### 山形盆地断層帯における完新世地震イベントとセグメンテーション

遠田晋次<sup>1</sup>・吉岡敏和<sup>1</sup>・小俣雅志<sup>2</sup>・  
郡谷順英<sup>2</sup>・小村寿夫<sup>2</sup>・岩崎孝明<sup>3</sup>

全長60 kmの逆断層である山形盆地断層帯の北部大石田町と南部山辺町でトレンチ調査を実施した。その結果、過去1万年間に北部で6~7回、南部で1回の地震イベントを見いだした。断層分布幾何だけではなく、地震履歴からも同断層帯は2つのセグメントに分割できる。北部区間の最新活動時期は約1,600~2,800年前で、30年地震発生確率は3~14%と算定される。

(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>株式会社アイ・エヌ・エー,<sup>3</sup>アイ・エー・エス地質調査)

Keywords: paleoseismology, active fault, fault segmentation, Yamagata-bonchi fault zone, earthquake probability

### 曾根丘陵断層帯の古地震調査

丸山 正<sup>1</sup>・斉藤 勝<sup>2</sup>・高瀬信一<sup>2</sup>

甲府盆地南縁に分布する曾根丘陵断層帯の活動性評価のための情報を得ることを目的として、最も活動的と推定される前縁断層を対象に群列ボーリング、トレンチ掘削調査を実施した。その結果、(i)断層帯西部の上野地区では、群列ボーリングにより約11,000万年前以降に形成された扇状地面が落差10 m程度の撓曲変形している可能性が高いこと、(ii)断層帯西部の大塚地区では、トレンチ調査により、約10,000年前以降にバルジを成長させる変形イベントが存在したことが示された。一方、断層帯中部の高部、東部の上曾根両地点でのトレンチ・ボーリング調査では、堆積物の変形を確認することができなかった。

(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>株式会社ダイヤコンサルタント)

Keywords: Sone-kyuryo fault zone, active fault, paleoseismology, Yamanashi Prefecture

### 伊那谷断層帯の完新世活動履歴と活動性

近藤久雄<sup>1</sup>・吉岡敏和<sup>1</sup>・奥村晃史<sup>2</sup>・  
松島信幸<sup>3</sup>・黒澤英樹<sup>4</sup>・三輪敦志<sup>4</sup>・  
向山 栄<sup>5</sup>・佐々木寿<sup>5</sup>

文科省委託調査の一環として、伊那谷断層帯においてトレンチ掘削調査、航空レーザ計測による変位地形調査及びピット掘削調査を実施した。断層帯北部の前縁断層では、約12,000年前以降に3回の活動を見いだすことができ、最新の活動時期は約600年前以降と推定された。発表では、断層帯北部の境界断層における上下平均変位速度、断層帯南部の前縁断層における航空レーザ計測結果を加味し、伊那谷断層帯の活動性について議論を行う。(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>広島大学,<sup>3</sup>飯田市美術博物館,<sup>4</sup>応用地質株式会社,<sup>5</sup>国際航業株式会社)

Keywords: Inadani Valley fault zone, active fault, trench excavation, tectonic geomorphology, airborne laser scanning, paleoseismology

### サロベツ断層帯の活動性調査

石山達也<sup>1</sup>・平川一臣<sup>2</sup>・奥村晃史<sup>3</sup>・  
安江健一<sup>4</sup>・黒澤英樹<sup>5</sup>・鎌滝孝信<sup>5</sup>・  
高田圭太<sup>6</sup>・市原季彦<sup>6</sup>・五十嵐厚夫<sup>6</sup>・  
古澤 明<sup>7</sup>・須田茂幸<sup>8</sup>

文科省委託調査として、サロベツ断層帯の分布・変位速度・地下構造を明らかにするために、以下の調査を行った: ①後期更新世以降の変形が生じているか否かを明らかにするために、主に火山灰層序に基づく海成段丘面の形成年代を検討する、②サロベツ原野において、ボーリング・ジオスライサー調査により、後期更新世以降の変形を明らかにする、③既存反射断面の再解析により、断層帯の地下構造を解明する。本発表では調査の概要について報告する。(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>北海道大学,<sup>3</sup>広島大学,<sup>4</sup>日本原子力研究開発機構,<sup>5</sup>応用地質株式会社,<sup>6</sup>復建調査設計株式会社,<sup>7</sup>古澤地質調査事務所,<sup>8</sup>株式会社地球科学総合研究所)

Keywords: Sarobetsu fault zone, marine terrace, active fold, blind thrust, tephrochronology

### 六日町断層帯の活動履歴

吾妻 崇<sup>1</sup>・丸山 正<sup>1</sup>・金 幸隆<sup>2</sup>・  
宮脇理一郎<sup>3</sup>・家村克敏<sup>3</sup>・百瀬 貢<sup>3</sup>・  
佐藤 賢<sup>3</sup>・宮脇明子<sup>3</sup>

新潟県南部に位置する六日町盆地の西縁に沿って北北

東-南南西に走る六日町断層帯の活動履歴を明らかにするため、トレンチ調査並びにボーリング調査を実施した。調査地点は、断層帯の中-南部にかけて、北から順に野田、欠ノ上、小栗山及び石打の4地点である。トレンチ調査ではいずれの地点においても完新世に1回ないしは2回の断層活動があったことが確認され、どちらの活動についても上記調査地点の範囲では同時期に断層が動いた可能性がある。(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>東京大学地震研究所,<sup>3</sup>株式会社阪神コンサルタンツ)

Keywords: Muikamachi fault zone, trenching survey, Niigata Prefecture

### 高田平野断層帯の断層活動時期と地下構造

吾妻 崇<sup>1</sup>・廣内大助<sup>2</sup>・岩崎悦夫<sup>3</sup>・  
宇佐美光宣<sup>3</sup>・今吉 隆<sup>4</sup>・長尾英孝<sup>4</sup>

新潟県南西部に位置する高田平野の東西両縁に沿って分布する活断層について、その活動時期と地下構造を明らかにするための調査を行った。平野南部の2地点(小出雲、宮内)で行ったトレンチ調査では、それぞれ1回ずつの断層活動を確証した。平野東縁(青野)で実施した反射法地震探査では、沖積面に撓曲変形が認められる地域の地下に、東傾斜の断層構造が存在することが確認された。(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>愛知工業大学,<sup>3</sup>株式会社ダイヤコンサルタント,<sup>4</sup>株式会社阪神コンサルタンツ)

Keywords: Takada-heiya fault zone, trenching survey, seismic reflection survey, Niigata Prefecture

### 魚津断層帯の第四紀断層運動と地下地質

松浦旅人<sup>1</sup>・吉岡敏和<sup>1</sup>・宮脇理一郎<sup>2</sup>・  
横田 裕<sup>2</sup>・古澤 明<sup>3</sup>

魚津断層帯において、これまで不明であった埋没段丘面の断層変位量を求め、真の平均鉛直変位速度を把握するために、群列ボーリング及びP波反射法地震探査を実施した。また、ボーリングにより得た試料のテフラ分析、<sup>14</sup>C年代測定を行った。断層帯最前列の断層の平均鉛直変位速度は、0.1 m/ky程度、断層帯東側の断層は0.2~0.4 m/kyと算出されるので、断層帯全体の平均鉛直変位速度は、0.3~0.5 m/kyとなる。断層帯最前列の断層は、反射断面から判断して、45°前後で東方傾斜する逆断層と推定され、中新統・鮮新統に変位をあまり累積させていない。(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>株式会社阪神コンサルタンツ,<sup>3</sup>古澤地質調査事務所)

Keywords: Uozu fault zone, buried terrace, tephra, <sup>14</sup>C age, arrayed boring, seismic reflection survey

### 橿形山脈断層帯・加治川断層の活動履歴調査

小松原琢<sup>1</sup>・吉岡敏和<sup>1</sup>・斎藤 勝<sup>2</sup>

橿形山脈断層帯は越後平野北東縁付近を北北東-南南西に走る断層群である。この断層群のうち、最も明瞭な変位地形をもつ加治川断層について2箇所トレンチ調査を実施した。

新発田市貝屋では、縄文時代晩期の遺物包含層を変位させ平安時代前期の遺物包含層に覆われる断層(F1)、7,950±40 yBPの年代を示す地層を変位させ4,780±40 yBPの年代を示す地層に覆われる断層(F2)、及び9,540±40 yBPの年代を示す腐植質層と7,950±40 yBP~8,020±130 yBPの年代を示す地層の傾斜不整合、が確認された。

新発田市金山では、3,400±60 yBPの年代を示す地層が0.7 m上下変位撓曲変位するが、2,570±60 yBPの年代を示す地層に変位は認められない。また、5,920±40 yBPの年代を示す地層は撓曲帯をはさむ両側の比高が1.8 mを若干上回る程度であるが、4,890±60 yBPの年代を示す地層は、この撓曲帯にアバットする。

以上から、加治川断層の最新活動時期は約3,200~2,800年前であり、活動間隔は約2,800~4,100年、上下変位量は最新活動で約0.7 m、その1回前の活動では1.1 mを若干上回ると見積もられる。

(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>株式会社ダイヤコンサルタント)  
Keywords: Active Fault, Niigata Prefecture, Kushigata Fault zone, Trenching Survey, Paleoseismology

### 航空レーザ計測による松本市街地周辺地域の詳細活断層分布とプリアパート構造

近藤久雄<sup>1</sup>・遠田晋次<sup>1</sup>・奥村晃史<sup>2</sup>・  
高田圭太<sup>3</sup>・千葉達朗<sup>4</sup>

長野県松本市とその周辺地域は、糸魚川-静岡構造線断層帯の松本盆地東縁断層と牛伏寺断層の境界付近に位置し、左横ずれを行う両断層の左ステップに伴うプリアパート盆地である可能性が指摘されている。しかし、市街地では密集する建築物と人工改変によって、微細な変位地形の抽出が困難であった。そこで、航空レーザ計測による、建築物を除去した地盤高の抽出と細密DEMの作成及び現地調査を実施した。その結果、牛伏寺断層の北延長にプリアパート盆地の東縁とみられる低断層崖を抽出することができた。更に既存の地形地質データを考え併せ、糸静線中・北部のセグメント区分について検討を行う。

(<sup>1</sup>活断層研究センター,<sup>2</sup>広島大学,<sup>3</sup>復建調査設計株式会社,<sup>4</sup>アジア航測株式会社)

Keywords: Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, Gofukuji fault, active fault, tectonic geomorphology, airborne laser scanning



## 最大変位量10 mを有する断層セグメントの詳細構造 — 1931年 Fuyun地震断層の調査から

栗田泰夫<sup>1</sup>・Fu Bihong<sup>2</sup>

地震断層の変位量は断層長が100 km程度以上で飽和することが知られている。この経験則のメカニズムを解明するために、世界最大規模の変位量を持つ中国北西部の1931年Fuyun地震断層の再調査に着手した。これまでに、最大約10 m位量を持つセグメントの長さが40 km程度に過ぎないことを発見した。

(<sup>1</sup>活断層研究センター, <sup>2</sup>中国科学院地質・地球物理研究所)

Keywords: 1931 Fuyun earthquake, surface faulting, characteristic displacement, scaling of fault

## 仙台平野中南部における巨大津波の浸水履歴

澤井祐紀<sup>1</sup>・岡村行信<sup>1</sup>・宍倉正展<sup>1</sup>・  
Than Tin Aung<sup>1</sup>・小松原純子<sup>1</sup>・藤原 治<sup>1</sup>・  
佐竹健治<sup>1</sup>・松浦旅人<sup>1</sup>・藤井雄士郎<sup>2</sup>・  
高田圭太<sup>3</sup>

仙台平野中南部において、地質学的証拠から過去の巨大津波の浸水履歴を読み取る目的で調査を行った。地形判読とボーリング調査の結果、西暦869年に発生した貞観津波は当時の海岸線から少なくとも2 kmは遡上していることが分かった。また、貞観津波を示す津波堆積物より古い地層から、少なくとも2層の津波堆積物が広域に観察され、西暦869年以前にも巨大な津波が本地域を襲来していたと考えられた。

(<sup>1</sup>活断層研究センター, <sup>2</sup>建築研究所, <sup>3</sup>復建調査設計株式会社)

Keywords: tsunami deposit, Sendai, Japan trench, Jogan tsunami

## 静岡県西部沿岸で発見された津波堆積物

小松原純子<sup>1</sup>・藤原 治<sup>1</sup>・澤井祐紀<sup>1</sup>・  
Than Tin Aung<sup>1</sup>・鎌滝孝信<sup>2</sup>・高田圭太<sup>3</sup>

南海トラフで起きた津波の履歴を地質記録から明らかにするため、静岡県湖西市の沿岸低地においてジオスライサーを用いて湿地の堆積物を採取した。得られた地層試料には最大7層のイベント堆積物が確認された。うち1層は堆積構造から明らかに津波堆積物と考えられ、年代測定の結果から、1605年の慶長地震に対比される可能性が高い。それ以外のイベント堆積物については少なくとも3層は津波堆積物であると推定している。

(<sup>1</sup>活断層研究センター, <sup>2</sup>応用地質株式会社, <sup>3</sup>復建調査設計株式会社)

Keywords: Nankai Trough, tsunami, tsunami deposits, Shizuoka Prefecture

## アンダマン諸島地殻変動・古地震2006年調査

宍倉正展<sup>1</sup>・佐竹健治<sup>1</sup>・池田安隆<sup>2</sup>・  
茅根 創<sup>2</sup>・越後智雄<sup>3</sup>・J.N. Malik<sup>4</sup>・  
S.R. Basir<sup>5</sup>・G.K. Chakraborty<sup>5</sup>

2004年スマトラ-アンダマン地震により、アンダマン諸島は隆起・沈降を伴ったことが2005年3月の調査で明らかになった。2006年調査ではその後の余効変動について調べ、その結果、隆起域では地震から数か月で急速に沈降していったことが明らかになった。また、2004年以前にも隆起を伴うイベントが繰り返し生じていたことが離水サンゴ礁や海成段丘の調査から推定される。

(<sup>1</sup>活断層研究センター, <sup>2</sup>東京大学, <sup>3</sup>地域地盤環境研究所, <sup>4</sup>インド工科大学, <sup>5</sup>インド地質調査所)

Keywords: Andaman Islands, 2004 Sumatra-Andaman earthquake, post-seismic movement, emerged coral reef, marine terrace

## ミャンマー西海岸における古地震調査

Than Tin Aung<sup>1</sup>・岡村行信<sup>1</sup>・佐竹健治<sup>1</sup>・  
Win Swe<sup>2</sup>・Tint Lwin Swe<sup>3</sup>・Hla Saw<sup>4</sup>・  
Soe Thura Tun<sup>5</sup>

2004年スマトラ-アンダマン地震が発生したスンダ海溝の北側の延長に当たるミャンマー西海岸では、地震履歴に関する研究が十分に行われていないため、沿岸域で古地震調査を開始した。1750年と1762年に発生した地震はミャンマー西海岸で津波や海岸隆起を伴ったという記録があるので、これらを含む、過去の地震の地形・地質学的な証拠を探すのが目的である。調査の結果、3段の海岸段丘を発見し、その古地震学的な意味を検討中である。(<sup>1</sup>活断層研究センター, <sup>2</sup>ミャンマー地質科学学会, <sup>3</sup>ヤンゴン工科大学, <sup>4</sup>ミャンマー気象水文局, <sup>5</sup>ミャンマー地震委員会)

Keywords: Western coast of Myanmar; Paleoearthquake evidence; Marine terrace, Coral; 1762 Bengal earthquake

## The Orphan Tsunami of 1700 みなしご元禄津波

Brian F. Atwater<sup>1</sup>・六角聡子<sup>2</sup>・佐竹健治<sup>2</sup>・  
都司嘉宣<sup>3</sup>・上田和枝<sup>4</sup>・David K. Yamaguchi<sup>4</sup>

元禄十二年に日本で記録された津波が、北米西海岸沖で発生した巨大地震によるものであったことが、日米の共

同研究によって明らかになった。この科学的な謎解きの詳細について一般向けに解説した本が、米国地質調査所・ワシントン大学から出版された。

(<sup>1</sup>U.S.Geological Survey, <sup>2</sup>活断層研究センター, <sup>3</sup>東京大学地震研究所, <sup>4</sup>University of Washington)

Keywords: Orphan Tsunami, Cascadia Subduction Zone, paleoseismology, Japan-U.S. collaboration, Earthquake

## 断層運動に伴う表層地盤のDEM変形シミュレーション

竿本英貴<sup>1</sup>・吉見雅行<sup>1</sup>・国松 直<sup>1</sup>

逆断層運動や横ずれ断層運動に伴う表層地盤の変形を予測することを目的として、DEM (Discrete Element Method)を用いたコンピュータ・シミュレーションを実施した。

シミュレーション結果は、既存の砂箱実験の結果と整合的であり、応力やせん断面の発達過程など、実験だけでは得ることができない情報を取得することができた。

(<sup>1</sup>活断層研究センター)

Keywords: DEM (Discrete Element Method), ground surface, deformation, shear band

## 大阪地域での高周波エンベロープの特性化

堀川晴央<sup>1</sup>・関口春子<sup>1</sup>・吉見雅行<sup>1</sup>・吉田邦一<sup>1</sup>

現在我々が進めている大阪地域の地震動予測に関する研究の一環として、大阪盆地内及びその周辺域の地中地震観測記録を用いて、S波部分の高周波数成分のエンベロープの特性化を行った。本研究では、Saito *et al.* (2002, JGR)によるエンベロープを、観測波形の2乗平均平方根(RMS)エンベロープにフィットさせ、エンベロープの特性を抽出する。この式は、速度構造の不均質を表す自己相関関数がガウス型あるいはvon Karman型で短波長成分が少ない場合に成立し、エンベロープの時間幅に対応するパラメータ $t_M$ だけでエンベロープの形状を記述できる特徴がある。まず、各記録ごとに $t_M$ を推定する。周波数帯域は1~2

Hz, 2~4 Hz, 4~8 Hz, 8~16 Hzの4つである。次に、 $t_M$ の距離依存性、マグニチュード依存性を検討した。その結果、距離依存性は理論的な予想と異なることがわかった。その原因として、理論で仮定されている前方散乱が強いという条件が破れていることが考えられる。なお、本研究では、(独)防災科学技術研究所で運営している基盤強震観測網(KiK-net)で収録された地震記録を使用した。

(<sup>1</sup>活断層研究センター)

Keywords: stochastic Green's function, envelope, high-frequency component, Osaka area

## 2004年新潟県中越地震の被害甚大地区の地質・地形調査

吉見雅行<sup>1</sup>・小松原琢<sup>2</sup>・宮地良典<sup>2</sup>・中澤 努<sup>2</sup>・中島 礼<sup>2</sup>・稲崎富士<sup>3</sup>

中越地震で家屋全壊率が特に高かった川口町田麦山地区にて、地形・地質調査を実施した。背後の丘陵から削られた砂や泥から成る扇状地堆積物が厚く堆積している場所に被害が集中したことが判明した。

(<sup>1</sup>活断層研究センター, <sup>2</sup>地質情報研究部門, <sup>3</sup>土木研究所)

Keywords: 2004 Mid-Niigata prefecture earthquake, strong ground motion, fan deposit, site amplification, Tamugiyama

## 大阪堆積盆地を対象とした想定南海地震の地震動予測

吉見雅行<sup>1</sup>・関口春子<sup>1</sup>・吉田邦一<sup>1</sup>・堀川晴央<sup>1</sup>

近い将来の発生が確実視されている南海地震の、大阪堆積盆地における地震動の予測計算を行った。大阪湾岸の堆積層地盤では、場所により差はあるものの、卓越周期5~9秒で継続時間300秒ほどの地震動が予測された。

(<sup>1</sup>活断層研究センター)

Keywords: Ground motion prediction, Osaka basin, Long-period ground motion, finite-difference method