

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

大規模活断層システムにおける長期地殻歪みの蓄積過程の解明

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

オ. 地震発生サイクルと長期地殻ひずみ

(4) その他関連する建議の項目：

(5) 本課題の5か年の到達目標：

本課題では、これまで個別的な理解にとどまっていた活断層をより広い島弧単元でのシステムと捉え、その長期的なひずみ蓄積過程の解明から地震発生様式の理解に新しい視点を与えることを目的としている。対象地域は、東北地方南部と金沢平野東縁断層帯である。東北日本南部については、現在、東北日本の日本海側で実施されている「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」と相補的に、奥羽山脈から太平洋側の活断層帯について検討し、島弧スケールでの長期ひずみの実態を定量的に明らかにする。金沢平野東縁断層帯を代表とする北陸地域の逆断層帯は、日本海東縁の逆断層帯の南方延長にあたり、大規模な変形構造を有するものの、地下形状が不明なまま残されている。本計画では、これらの断層群に対して地震研究所の反射法地震探査システムを用いた浅層反射法地震探査を行うとともに、地形・地質情報を併せて、長期的なひずみ速度を求める。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

平成 21 年度は、会津盆地・郡山盆地などの東北中南部周辺地域の活断層帯において、探査の具体的計画を立案するための地質・地形調査・資料収集を行う。

平成 22 年度は、平成 21 年度の調査に基づいた反射法地震探査（1 測線）を実施する

平成 23 年度は、金沢平野東縁断層帯などの北陸地域の活断層帯において、探査の具体的計画を立案するための地質・地形調査・資料収集を行う。

平成 24 年度は、平成 23 年度の調査に基づいた反射法地震探査（1 測線）を実施する

平成 25 年度は、探査結果に基づき、大規模活断層システムの震源断層モデルの構築・長期地殻ひずみの蓄積過程の解明に向けた成果の取りまとめを行う。

(7) 計画期間中（平成 21 年度～25 年度）の成果の概要：

平成 22・24 年度に地震研所有の反射法探査システムを利用した反射法地震探査を、会津盆地西縁断層帯および越後山地東縁断層帯でそれぞれ実施した。東北日本南部背弧域の山地・丘陵は東北日本弧の地殻変動像を知る上で非常に重要であり、その重要な構造要素である越後山地の東側を限る逆断層帯でありながらその地下構造がよく分かっていなかった会津盆地西縁断層帯の地下構造を探る目的で、高精度浅層反射法地震探査を行った。本実験では、東京大学地震研究所所有のマルチチャンネル陸上反射法地震探査システム GDaps-4（（株）地球科学総合研究所製）および小型バイブレーター震源 T-15000（IVI 社製）を用いた。測線は会津坂下町青木から喜多方市高郷町大田賀の約 7.3 km 区間である。測線

周辺のノイズレベルは非常に低く、その結果ほぼ全てのショット記録において S/N 比の高い良好な記録が得られた。この観測記録を用いて、Super-XC（（株）地球科学総合研究所製）を使用した共通反射点重合法に基づくデータ解析を行った結果、結果、会津盆地および同西縁断層帯の上盤側に発達する非対称背斜構造の、往復走時 1.5-2.0 秒までのイメージが取得できた。会津盆地の地下にはほぼ水平な高周波の連続的な反射面群が往復走時約 1.5 秒まで分布しており、盆地を埋積する鮮新・更新統に対応するとみられる。一方、断層の上盤側では更新統に対比される反射面群が東側に傾斜していることがわかる。両者の間に存在する西傾斜の向斜軸の地表延長は、完新世段丘の分布位置におおよそ対応している。

平成 24 年度は、背弧域の顕著な沈降域と越後山地を境する笹神丘陵を横断する約 8km 区間で高分解能反射法地震探査を行った。震源は大型バイプロサイズ 1 台を使用した。受振点間隔は 10m で計 812 チャンネルの固定展開でデータを取得した。受振システムはオフラインレコーダ（GSR-1）と JGI 製 MS2000 を用いた。得られたデータに関して反射法地震探査は共通反射点重合処理法により解析を行った結果、測線東部では基盤の花崗岩類を覆う堆積層が約 30 度の西傾斜で分布し、月岡断層はこの反射面群と平行に位置し、層面滑りによって形成されていることが分かった。測線西部の 1.5km 以浅ではやや緩傾斜になるが堆積層は、同様に西傾斜を示す。一方、測線中央部から西部の深さ約 2.5 km 付近の領域では、やや凸型を示す反射面が卓越する。阿賀野川沿いの深部反射のイメージと合わせて検討すると、月岡断層は、越後山地西縁の東傾斜の逆断層である主要断層とともにウエッジスラストを形成していると推定される。従って、東傾斜の逆断層が震源断層として重要であり、二次的な断層である月岡断層よりも変位量が大きいものと推定される。

以上の成果に加えて、ひずみ集中帯プロジェクトを中心とした精力的な地殻構造調査により、長期間地殻変動に重要な寄与をする活断層の浅部から深部にかけての構造が明らかになりつつある。さらに、変動地形学・第四紀地質学による活構造の理解についての進展と第四系層序データが蓄積され、新たな活構造の抽出やひずみ速度の推定が可能になってきた。そこで、平成 25 年度は、東北日本南部（富山トラフ～阿武隈山地）の島弧横断方向における活断層の浅部から深部構造と地表で求められる滑り速度に基づくひずみ速度分布を求めた。活断層における地質学的ひずみ速度は角田-弥彦断層で最大となり、いずれも 10-8/yr オーダーであり、従来の歴史地震や第四紀断層に基づく見積の 10 から 100 倍となる。活断層による地質学的ひずみ速度は、背弧域で大きくなり前弧域で小さくなる。また、2011 年東北地方太平洋沖地震前の測地学的なひずみ速度はこれよりも一桁程度大きく、測地学・地質学的時間スケールのひずみ速度の乖離は太平洋側ほど大きい。なお、阿武隈山地南部では 2011 年福島県浜通りの地震に代表される正断層が分布するが、これらの平均変位速度は概して小さく、ひずみ速度は 10-9～10-10/yr オーダーと考えられる。これらの東北日本南部の活断層の殆どは、中新世に形成された正断層の再活動である。背弧域の逆断層は中新世の背弧拡大の中心であったことを反映して、大規模な地殻の薄化に寄与する正断層および副次的な正断層と、形成された地溝を埋積する厚い堆積物およびその構造に支配され、断層関連褶曲・薄皮構造やデタッチメント褶曲や分岐断層を伴う複雑な褶曲衝上断層帯を形成する。対象的に、前弧域では比較的単純かつ構造的落差の小さい半地溝を形成する西傾斜の正断層群の再活動である。一方、活断層・活褶曲による上下変動の成分を除去した長波長地殻変動は、佐渡海峡から新潟平野にかけて最大となり 3 mm/yr 程度の沈降となる。それ以外は波長 50 km 程度の隆起域がみられ、隆起速度は 0.3 mm/yr 程度と沈降速度の絶対値に比べてかなり小さい。陸棚斜面から海溝にかけては、若干の沈降域となる。このようなほぼ陸域をカバーする長波長の波状変形を伴う隆起、背弧域での急速な沈降と変形の集中は、非対称な地殻の座屈が生じていることを示している。このような、(1) 長波長の高速な沈降運動が第四紀から現在まで長時間続くこと、(2) 隆起速度に比べて沈降速度が圧倒的に大きいこと、といった長期間地殻変動の特徴は、地殻の座屈に加えてリフト形成時の苦鉄質岩の卓越する領域とリフト形成時前の珪長質の大陸地殻との境界部に形成されたスラストウェッジの存在を考慮することで説明される。

（８）平成 25 年度の成果に関連の深いもので、平成 25 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

石山達也・加藤直子・佐藤比呂志・蔵下英司・越谷 信・豊島剛志・小林健太、2013、長野盆地西縁・飯山断層における高分解能反射法地震探査、ひずみ集中帯の重点的調査観測研究 平成 24 年度報告書、269-273。加藤直子・石山達也・佐藤比呂志・戸田 茂・豊島剛志・小林健太・飯塚弦奨・品田航也・入谷正人、2013、月岡断層を横切る高分解能反射法地震探査、ひずみ集中帯の重点的調査観測研究 平成 24 年度報告書、274-278。佐藤比呂志・岩崎貴哉・石山達也・蔵下英司・加藤直子、2013、飯山-小谷測線地殻構造探査、ひずみ集中帯の重点的調査観測研究 平成 24 年度報告書、228-268。

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

東京大学地震研究所 地震火山噴火予知研究推進センター 佐藤比呂志

他機関との共同研究の有無：有

東北大学大学院理学研究科 今泉俊文 石山達也

千葉大学理学部 宮内崇裕

岩手大学工学部 越谷 信

愛知教育大学 戸田 茂

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：東京大学地震研究所 地震火山噴火予知研究推進センター

電話：03-5841-5737

e-mail：satow@eri.u-tokyo.ac.jp

URL：

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：佐藤比呂志

所属：東京大学地震研究所 地震火山噴火予知研究推進センター