

角田山東縁断層における高精度浅層反射法地震探査と群列ボーリング調査

High resolution seismic reflection profiling and borehole drillings across the Kakudayama thrust, central Japan

石山 達也 [1]; 佐藤 比呂志 [2]; 今泉 俊文 [3]; 鈴木 毅彦 [4]; 戸田 茂 [5]; 越後 智雄 [6]; 小池 太郎 [7]; 鎌滝 孝信 [8]
Tatsuya Ishiyama[1]; Hiroshi Sato[2]; Toshifumi Imaizumi[3]; Takehiko Suzuki[4]; Shigeru Toda[5]; Tomoo Echigo[6]; Taro Koike[7]; Takanobu Kamataki[8]

[1] 東北大学; [2] 東大・地震研; [3] 東北大・理・地理; [4] 首都大・都市環境; [5] 愛教大・地学; [6] 地域地盤; [7] ジオシス; [8] 応用地質

[1] Tohoku University; [2] ERI, Univ. Tokyo; [3] Geography Sci., Tohoku Univ.; [4] Dept. of Geography, Tokyo Metropolitan Univ.; [5] Earth Sci., AUE; [6] GRI; [7] Geosys; [8] none

1. はじめに

東頸城丘陵縁辺に分布する長岡平野西縁断層帯は、日本海東縁部から東北日本背弧域に分布する地質学・測地学的な高速変形帯を構成する主要な陸域活構造である。全長 80 km 強にわたる長岡平野西縁断層帯の北部を構成する角田山東縁断層は、地表地質・石油探鉱などから下部更新統の上下変位量が 3000 m におよび、最大級の内陸活断層であるとされる。しかし、断層のすべり速度を推定するために必要な、後期更新世-完新世における上下平均変位速度や浅層地下地質構造等の基本的情報が未だ不明である。このような諸点を解明するべく、筆者らは文部科学省「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」の一環として、角田山東縁断層において高精度浅層反射法地震探査と群列ボーリング調査を行った。以下ではその結果について概要を報告する。

2. 角田山東縁断層の変動地形

角田山東縁断層の変動地形について空中写真判読などによる再検討をおこなった。角田山東縁断層については、東傾斜の逆断層が角田山・弥彦山東麓部に伏在することが指摘されてきた（例えば小松，1990）。角田山東麓部基部には、東に急傾斜し沖積低地面に没する浜堤列や山地側に傾動する更新世段丘面などの新期の変位地形が断続的に分布する。一方、越後平野の地下には MIS7 の海成層が深度 190-270 m 付近に確認されており（卜部ほか，2006）、角田山東縁断層による東落ちの断層変位が進行してきたことを示唆する。

3. 高精度浅層反射法地震探査

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。測線は上記の傾動する浜堤列と沖積低地の地形境界から推定される断層の地表における概略位置を横断するように、新潟市西蒲区下山地内～同角田浜地内までの約 4.0 km 区間で設定した。主なデータ取得パラメータは以下の通りである：受振・発振点間隔：5 m，スイープ長：24 sec，スイープ周波数：10-80 Hz，地震計固有周波数：10 Hz，チャンネル数：240，記録長：3 sec，サンプリング間隔：2 msec，平均垂直重合数：5-7，平均水平重合数：120。観測にあたり、水平重合数を上げるために稠密発振・受振を採用した。走時記録では、断層下盤側では表層近傍の低速度層に起因する信号の急速な減衰が認められたが、測線の西側に移動するにつれて、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。解析の結果、角田山東縁断層による地下 1km までの下部～上部更新統の変形構造のイメージが取得できた。断層上盤側では角田山を構成する新第三系火山岩類の上面に対比される東傾斜の強い反射波群が連続的に分布しており、褶曲構造の東翼部をなす。これに西山層以下に対比される鮮新・更新統がオンラップし、変形を受けて東に傾斜する様子がわかる。東傾斜する鮮新・更新統は重合測線の間中あたりで水平な反射面群と交差しており、この付近に向斜軸を有する単斜構造を呈するものとみられる。今後は変動地形・表層地質・ボーリング層序・既存の反射断面などを併用して、角田山東縁断層帯の浅層地質構造について詳細な解析を進める。

4. 群列ボーリング調査

角田山東縁断層が位置する越後平野北西部は顕著な沈降域であり、平野下には厚さ 150 m を超える沖積層（白根層）が伏在する（小林，1996）。一方、下川ほか（1999）が 2 本のボーリング（掘削深度）を掘削し、沖積層に東落ち変位の可能性を指摘している。このほか、鎧漕コア（掘削深度 150 m）における完新統の層序・年代・堆積環境の解析結果（田辺ほか，2006）や収集した既存のボーリングデータを考慮して、新潟市西蒲区鎧漕から同竹野町までの区間で 4 本のオールコアボーリング（HZMK-1-4）を掘削した。採取されたコアについて地層の岩相・堆積構造を詳細に記載した結果、いずれのコアも多くの炭質物を含む砂・泥で構成され、下位より塩水湿地・ラグーン・塩水湿地・氾濫原・チャンネル堆積物が累重すると解釈される。既存コアの 14C 年代とあわせて検討すると、上記の堆積相は年代値による対比線と斜交しており、中部完新統で 30m 程度の上下落差が見積もられる。今後は、これらの層相記載と堆積構造に基づき、放射性炭素同位体年代測定や地層に挟まれる火山灰分析を実施してコア間の詳細な対比を行い、完新世中期以降の上下平均変位速度について明らかにする。また、高精度浅層反射法探査の結果や大深度探査の結果を考慮して、断層のすべり速度を明らかにする予定である。