

## 反射法地震探査による東北日本奥羽脊梁山地の地殻構造

Deep seismic reflection profiling across the Ou backbone range in northern Honshu, Japan

# 佐藤 比呂志 [1], 平田 直 [1], 岩崎 貴哉 [1], 蔵下 英司 [2], 井川 猛 [3]

# Hiroshi Sato [1], Naoshi Hirata [1], Takaya Iwasaki [2], Eiji Kurashimo [3], Takeshi Ikawa [4]

[1] 東大・地震研, [2] 東大地震研, [3] 地科研

[1] ERI, Univ. Tokyo, [2] ERI, Tokyo Univ., [3] ERI, Univ. of Tokyo, [4] JGI

地震発生層における震源断層の形状を明らかにする目的で、1997年と1998年に東北日本の奥羽脊梁山地を横断して、深部地殻反射法地震探査が実施された。反射法地震探査の結果、下部地殻はlaminated lower crustを形成すること、脊梁山地の両端に位置する逆断層が地殻中部まで追跡され、両側の断層は、約12km程度の地震発生層の下限周辺で連結もしくは交差することが明らかになった。幅約30kmの隆起帯をなす脊梁山地は、ほぼ地震発生層に相当する上部地殻を断ち切る両側の逆断層の運動により、押し上げられて形成されたpop-up structureを呈する。

はじめに：東北日本の中央部に位置する奥羽脊梁山地は、その両端を逆断性の活断層で限られた隆起帯をなす。地表の活断層から延長される地震発生層の形状を明らかにすることは、被害想定や地震の発生メカニズムを解明していく上で重要である。第7次地震予知研究の一環として1997年から秋田・岩手両県の中央部で大規模な地殻構造探査・自然地震観測が、全国の大学研究者を中心とした横断的な研究グループによって実施されてきた。地殻構造探査としては、1997年の日本海から太平洋にいたる東北横断屈折法地震探査の他、千屋断層を横切る奥羽脊梁山地西部の反射法地震探査（1997年）、北上河谷帯西縁断層系を横断する脊梁山地東部の反射法地震探査（1998年）が実施された。本講演では、1997年と98年に実施された奥羽脊梁山地を横断する深部地殻反射法地震探査の結果を紹介する。

深部地殻反射法地震探査：1997年秋の東北日本の合同実験では、1896年の陸羽地震の地震断層である千屋断層を横切って脊梁山地の西側に約20kmの測線が、98年には奥羽脊梁山地東縁の北上河谷帯西縁断層系のイメージングを目的として約15kmの測線が設定された。測線沿いには50mおきに1グループ18個づつの地震計が設置され、このラインに沿って、約200～300mおきにパイプロサイズ4台による発震が行われた。同時に実施された屈折法地震探査のための発破も、この密に展開された地震計によって記録された。これらのダイナマイトのショット記録では、地殻下部やマントル最上部からの反射波も観測されている。

反射データは通常の間接点重合法によって、処理した。パイプロサイズによって得られた反射記録の重合断面をもとに作成したラインドローイングを図に示す。測線が位置する奥羽脊梁山地の地表は、新第三系下部の火山碎屑岩類が広く分布し、下位の上部地殻は、白亜紀の花崗岩やジュラ紀の付加堆積岩から構成される。複雑な地質状況を反映して、重合断面においては連続性の良好な反射面にとぼしい。しかし、反射層は領域ごとに系統的な傾斜を示しており、得られた重合断面は基本的な地質構造を反映している。とくに真昼山地東方の奥羽脊梁山地から北上河谷帯にいたる部分では、往復走時で4.5秒前後から水平方向に連続性のよい顕著な反射層が現れる。同様の下部地殻からの反射面はダイナマイトによるショットでも見いだされており、4.5秒より深い地殻中下部は、大陸地域と同様に反射層に富むlaminated lower crustを構成している可能性が高い。

地表の活断層の地下延長については反射層の傾斜パターンと地表地質の情報から推定した。また、反射法地震探査測線上で実施したダイナマイトによるショット記録では、地表の千屋断層に連続する反射層が認められ、波線追跡法により反射層の形状を推定することができる。千屋断層については独立の手法で推定した断層の地下形状がそれぞれほぼ一致している。

奥羽脊梁山地西縁の千屋断層は、第三紀の堆積岩中でデタッチメントを形成し緩傾斜となるが、1秒前後から急傾斜となり、3秒前後で再び緩傾斜となる。98年の脊梁山地東縁の測線は、97年の測線と南北方向にシフトし直接は連続しない。しかし、98年測線の4.5秒付近から現れる東に緩く傾斜した一群の反射面は、千屋断層の延長である可能性が高い。

1896年の陸羽地震の際に、千屋断層と同時に変位を生じた川舟断層では、隆起側の真昼山地に低下側より若い地層が分布する。隆起側に若い地層が分布するような地質構造は、地震波速度からも明瞭である。このことは、川舟断層がかつて正断層として形成され、その後、逆断層として反転したことを示している。

測線周辺の地震発生層の下限は、ほぼ12km前後に推定されており、連続性のよい緩傾斜の反射面が現れる深度と概ね一致している。北上河谷帯西縁断層系の深部延長も、ほぼ地震発生層の下限付近で千屋断層と連結もしくは交差すると判断される。総じて、両端を逆断層によって限られた幅約30kmの隆起帯をなす脊梁山地は、ほぼ地震発生層に相当する上部地殻を断ち切る両側の逆断層の運動により、押し上げられて形成されたことになる。このようなpop-up構造を形成するためには、突き上げられたブロック（ここでは地震発生層）底面でのすべりが幾何学的に要請される。千屋断層の下部延長部に存在する明瞭な緩傾斜の反射面群は、こうした滑りが下部地殻の比較的幅の狭い塑性剪断帯によって賄われてる可能性を示唆する。

