3.1 断層帯の三次元的形状・断層帯周辺の地殻構造解明のための調査観測 c.神縄・国府津 - 松田断層帯北縁部(箱根火山 - 丹沢山地)の地震活動と構造 不均質の調査

- (1) 業務の内容
 - (a)業務題目 神縄・国府津 松田断層帯北縁部(箱根火山 丹沢山地)の地震活動と 構造不均質の調査

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
神奈川県温泉地学研究所	研究課長	明田川保
神奈川県温泉地学研究所	技師	本多一亮
神奈川県温泉地学研究所	技師	行竹 洋平
神奈川県温泉地学研究所	技師	原田 昌武
神奈川県温泉地学研究所	専門研究員	伊東博
神奈川県温泉地学研究所	次長	杉原 英和
神奈川県温泉地学研究所	所長	吉田 明夫

(c) 業務の目的

既存の温泉地学研究所の地震観測網および防災科学技術研究所等の基盤的観測網 のデータに基づき、箱根火山と丹沢山地でおこなわれている採石発破を利用して、震 源決定の精度を検討する。また、これまでの地震活動の震源・発震機構解再決定の予 備的解析を実施し、神縄・国府津 - 松田断層帯(以下、「本断層帯」)北縁帯に関す る概観的モデルを得る。

(d) 3 ヵ年の年次実施計画

1) 平成 21 年度:

既存の温泉地学研究所の地震観測網および防災科学技術研究所等の基盤的観測網 のデータに基づき、箱根火山と丹沢山地で行われている採石発破を利用して、震源決 定の精度を検討する。また、これまでの地震活動の震源・発震機構解再決定の予備的 解析を実施し、本断層帯北縁帯に関する概観的モデルを得る。

2) 平成 22 年度:

10点程度の機動的地震観測点を展開・維持するとともに、定期的にデータを回収し、 温泉地学研究所の地震観測網データとの統合処理をおこなう。機動的地震観測の一部 は、震源決定精度向上のため、採石発破の発破時間を同時に観測する。これらのデー タに基づいて過去データを含め、震源再決定等の再解析をおこなう。

3) 平成 23 年度:

前年度に展開した機動的観測を継続させ、採石発破や自然地震データを取得すると

ともに、当該年度中に観測機器を回収する。これまでに取得された全てのデータにも とづいて、高精度震源再決定、発震機構解析を行い、本断層帯北縁部内の分岐断層に おける地震活動およびその不均質さを明らかにする。

(e) 平成 22 年度業務目的

10 点程度の機動的地震観測点を展開・維持するとともに、定期的にデータを回収し、 温泉地学研究所の地震観測網データとの統合処理をおこなう。機動的地震観測の一部 は、震源決定精度向上のため、採石発破の発破時間を同時に観測する。これらのデー タに基づいて過去データを含め、震源再決定等の再解析をおこなう。

(2) 平成22年度の成果

- (a) 業務の要約
- 1)機動的地震観測点を展開・維持

本断層帯北縁部を挟んで、20点の機動的地震観測点を箱根山から丹沢山地に展開したことで、震源決定精度を向上させるためのデータを取得している。

2) 震源決定用の表層構造推定

表層の速度は、採石発破を用いたはぎ取り法の解析から推定した。第1層目の厚み は、0.15kmと薄く、その速度は2.5km/secとなった。第2層目の速度は、同解析方法 から推定された3.6km/secと決まった。また、足柄山地付近で観測された見かけ速度 から、第3層目は4.2~4.5km/secと推定できるが、厚みの情報は、今回の採石発破 観測からは得られなかった。

(b) 業務の成果

1)機動的地震観測点を展開・維持

本断層帯北縁部を挟んで、20点の機動的地震観測点を箱根山から丹沢山地に設置・ 維持している(図1および図2)。おおよそ月1回程度データを回収し、国立大学法 人東京大学地震研究所の地震観測網データとの統合処理をおこなっている。なお、観 測点が箱根地域に偏っているのは、防災科研との配置を調整した結果である。図3に は、丹沢や箱根で発生した地震の観測記録を示す。

2) 震源決定用の表層構造推定

本断層帯近傍の採石発破(2箇所)を用いて、震源決定用の表層構造を推定するため の観測を実施した。この観測には、上記に示した機動的観測(20点)だけでは、表層速 度構造を推定するには適していないので、採石発破用の臨時観測点を38点配置した。 また、2箇所の採石発破点間に数百m間隔で25点、採石発破点の北側と南側には、1 km 程度の間隔で10点配置した。発破時間は採石地点近傍(約10mと50m)に設置した地 震計記録を用いた。配置分布は図4の通りである。

採石発破の記録を図5と6に示す。この記録には、採石発破用の臨時観測点ならびに



図1 観測点分布図. 灰色線は、活断層の位置(活断層研究会、1991)を表す(同断層帯 の位置は太線にて表示). 点線矩形領域は、図9に示す領域に対応する。



図2 観測風景。

機動的地震観測点、温泉地学研究所と防災科学技術研究所の定常観測点で得られたデ ータも加えられている。採石発破(A)は、図5(上)に示すとおり採石発破点を中心 として南方向に約10km、北方向に約10km計20kmで、地震波が確認できた。見かけ速 度は採石発破地点の南側で2.2 km/sec、3.5~3.7km/sec、箱根山の観測点では4.8m/sec であった。北側で3.8 km/sec、丹沢山地の観測点では5.3km/secとなった図5(下)。 採石発破(B)は、図6(上)に示すとおり採石発破点を中心として南方向に約20km、 北方向に約20km計40kmで、地震波が確認できた。見かけ速度は採石発破地点の南側 で3.7km/secと4.6km/secであった。北側で見かけ速度は2.7 km/sec、3.7km/sec と5.7km/secなった図6(下)。なお、両採石発破に対して、断層に対応するような走 時の飛びは、明瞭には現れなかった。

採石発破AとBとの間には、数百m間隔で25観測点が配置されていることから、水平 2層構造を仮定し、はぎ取り法を用いて構造解析をおこなった。解析では、第2層目 に対応する見かけ速度はそれぞれ3.5と3.7km/secとほぼ同じ値であることから、真 の速度として3.6km/secとした。第1層目速度は2.5km/secと仮定した。その結果、 第1層目の厚みは、0.15kmと大変薄いことがわかった(図7)。

2) 震源決定(予備解析)

採石発破記録から得られた本断層帯北縁部の表層構造(図7)および平賀(1987) やArai et al. (2009)で得られた丹沢地域の速度構造結果を参考にし、本断層北縁 部周辺の速度構造として図8に示す一次元速度構造を仮定した。この1次元速度構 造を用いて、震源決定の予備解析を行った。ここでは、温泉地学研究所、防災科学 技術研究所 Hi-net および東京大学地震研究所の定常観測点で観測された地震波形 をもとに得られた、手動検測値を使用した。本断層帯北縁部周辺で、2000年10月 ~2008年5月までに発生した、約3500イベントを解析対象とした。この検測値お よび上記の速度構造を、Hypomh 法 (Hirata and Matsu'ura, 1987)に適用し、図9 に示す震源分布を得た。表層に低速度層を仮定しているため、震源の深さは温泉地 学研究所ルーチン処理で得られたものより、数kmほど浅くなることが分かった。

- (c) 結論ならびに今後の課題
 - 1)機動的地震観測点を展開・維持

機動的地震観測点を展開・維持することで、採石発破含む本断層帯近傍の地震デ ータを蓄積することができた。

2) 震源決定用の表層構造推定

ごく表層部の速度と厚みは推定できたが、3.6km / sec に想定する第2層目の厚み や、足柄山地付近で観測された見かけ速度4.2~4.5km / sec の真の速度や厚みは、 今回の採石発破観測からは得られなかった。 そのため、他研究例を参照し、この地 域の標準的な一次元速度構造を推定した。今後は、機動的地震観測点データとあわ せて、各観測点における観測点補正値を推定し、Yukutake et al., (2010)に示され ている震源決定およびメカニズム解決定手順をもとに、断層近傍の震源およびメカ ニズム解分布を精度良く求めることとする。



図3 臨時観測点で記録された波形例(左)箱根で発生した地震、(右)丹沢で発生した地 震。



図4砕石発破記録用に設置された臨時観測点分布(機動的観測点、定常観測点を含む)。



図6 採石発破(B)の記録と走時曲線。



図7(上)採石発破AとBの走時曲線、(下)はぎ取り法で推定した採石発破AとBの表層の速度構造。



図8 採石発破から得られた表層速度構造を基に作成した、一次元速度構造



図9 推定された一次元速度構造をもとに決定された本断層帯周辺の震源分布(2000年10月~2008年5月までに発生したものを示す)。

(d)引用文献

1) Arai, R., T. Iwasaki, H. Sato, S. Abe, and N. Hirata, Collision and subduction structure of the Izu-Bonin arc, central Japan, revealed by refraction/wide-angle reflection analysis, Tectonophysics, 475, 438-453, 2009.

2)活断層研究会、新編日本の活断層 - 分布図と資料 - 、東京大学出版会、437p.、1991.
3) 平賀士郎,箱根火山と箱根周辺海域の地震活動. 神奈川県温泉地学研究所報告, 18, 149-273, 1987.

4) Hirata, N., and M. Matsu 'ura, Maximum-likelihood estimation of hypocenter with original time eliminated using nonlinear inversion technique, Phys. Earth Planet. Interior, 47, 50-61, 1987.

5) Yukutake, Y., Tanada T., Honda, R., Harada, M., Ito, H., Yoshida, A., Fine fracture structures in the geothermal region of Hakone volcano, revealed by well-resolved earthquake hypocenters and focal mechanisms, Tectonophysics, 489, 104-118, 2010.

(3) 平成 23 年度業務計画案

平成22年度に展開した機動的観測を継続させ、採石発破や自然地震データを取得するとと もに、当該年度中に観測機器を回収する。これまでに取得された全てのデータにもとづい て、高精度震源再決定、発震機構解析を行い、本断層帯北縁部内の分岐断層における地震 活動およびその不均質さを明らかにする。