

3. 1. 1. 2 首都圏南西部での地震発生過程の解明

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

首都圏南西部での MeSO-net を維持し、観測データを蓄積する。特に、フィリピン海プレートの沈み込み口である相模湾から、本州との衝突帯である丹沢にかけてのプレート構造と地震活動の解明を目的として、定常的な地震活動に加え、周辺で発生した中小規模の地震や低周波地震などの発震機構解の推定、詳細な震源分布などについての解析を行う。

(b) 平成 26 年度業務目的

- 1) 首都圏地震観測網（MeSO-net）のうち、神奈川県内に整備された 10 点について、設備を維持・管理し、引き続き自然地震観測を行う。必要に応じて、老朽化した一部設備の補修や移設を行う。
- 2) 国立大学法人東京大学地震研究所より送信される MeSO-net のデータと、神奈川県温泉地学研究所および神奈川県温泉地学研究所で監視している他機関の地震データの統合処理を行い、震源及びメカニズム解の決定を行う。
- 3) 首都圏南西部およびその周辺で発生した M5～7 クラスの地震の詳細な解析を継続する。また、これらの地震や同地域で発生する低周波地震も含めた震源域周辺の高解像度の速度構造を推定し、首都圏南西部のプレート構造モデルの精度向上を図る。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
神奈川県温泉地学研究所	所長	里村 幹夫	
	研究課長	竹中 潤	
	主任研究員	本多 亮	
	主任研究員	原田 昌武	
	技師	行竹 洋平	
	技師	道家 涼介	
	特別研究員	金 幸隆	

(2) 平成 26 年度の成果

(a) 業務の要約

- 1) 首都圏地震観測網（MeSO-net）のうち、神奈川県内に整備された 10 点について、設備を維持・管理し、引き続き自然地震観測を行った。必要に応じて、老朽化した一部設備の補修を行った。
- 2) 国立大学法人東京大学地震研究所より送信される MeSO-net のデータと、神奈川県温泉地学研究所および神奈川県温泉地学研究所で監視している他機関の地震データの統合処理を行い、震源及びメカニズム解の決定を行った。
- 3) 首都圏南西部およびその周辺で発生した M5～7 クラスの地震の詳細な解析を継続した。

また、これらの地震や同地域で発生する低周波地震も含めた震源域周辺の高解像度の速度構造を推定し、首都圏南西部のプレート構造モデルの精度向上を図った。

(b) 業務の成果

1) 観測点の管理

温泉地学研究所が維持管理を行う MeSO-net 10 観測点（表 1、P.27）のうち、平戸小学校からのデータが 7 月 9 日夕方より受信できなくなった。NTT への問い合わせにより保安器までの回線は正常であることが判明したため、ルータの電源異常と判断し現地調査を行った。現地調査の結果、ルータの電源コードの異常と判明したため、電源コードを交換した（写真 1、P.27）。さらに、再起動時に SD カードの異常ランプも点灯したため、予備の SD カードと交換した（写真 2、P.27）。作業後に正常にデータが送信されていることを確認した。

表 1 平成22年度までに設置した観測点（10箇所）

	所在地	学校名	住所
1	川崎市	有馬小学校	神奈川県川崎市宮前区東有馬 5-12-1
2	横浜市	北方小学校	神奈川県横浜市中区諏訪町 29
3	横浜市	奈良小学校	神奈川県横浜市青葉区奈良町 1541-2
4	座間市	栗原小学校	神奈川県座間市栗原 6-8-1
5	相模原市	根古屋小学校	神奈川県相模原市緑区根古屋 1580
6	相模原市	青根中学校	神奈川県相模原市緑区青根 1926
7	相模原市	青野原小学校	神奈川県相模原市緑区青野原 1250-1
8	相模原市	二本松小学校	神奈川県相模原市緑区二本松 2-9-1
9	相模原市	津久井中央小学校	神奈川県相模原市緑区三ヶ木 39-7
10	横浜市	平戸小学校	神奈川県横浜市戸塚区平戸町 542



写真 1 ルータの電源コード交換。



写真 2 ステータスインジケータ。

2) データの統合

国立大学法人東京大学地震研究所より送信されている MeSO-net データは、温泉地学研究所および温泉地学研究所で監視している他機関の地震データと統合処理され、震源決定に使用されている。通常発生する微小地震については、この処理によって初動押し引きによるメカニズム解のチェックを行った。

3) データ解析

温泉地学研究所の担当する研究課題である、首都圏南西部のプレート収束帯における地震発生メカニズム解明のためには、対象地域のテクトニクスや地下構造の理解が重要である。そこで温泉地学研究所では、MeSO-net 観測点、温地研・東京大学地震研究所・防災科学技術研究所・気象庁の常設観測点、および機動観測点のデータを用いて首都圏南西部の詳細な地震波速度構造解析を実施した。

温泉地学研究所では 2007 年から 2011 年まで実際された首都直下地震防災・減災プロジェクトの中でも、臨時観測点を含めた 122 の観測点のデータを用いて地震波速度構造解析を行っている（温泉地学研究所, 2012）¹⁾が、今回はさらに解像度を上げるために、217 の観測点で観測した、深部低周波地震 52 個を含むトータル 1236 個の地震を用いて解析を行った。図 1 (P.29) に伊豆半島東部の伊東から箱根中央火口丘を通過して、丹沢山地の西側へ抜ける測線の深さ断面図を示す（上から V_p 、 V_s 、 V_p/V_s を表示）。黒丸は地震の震源、赤丸は箱根の下部の深部低周波地震の震源を示す。丹沢山地の下では先ほどの高速度域が伊豆の下部地殻に相当する深さから地表付近まで伸びていることがわかる。丹沢山地下に見られる高速度域の上には、地表に伊豆の中部地殻に対応するトータル岩のほか一部斑レイ岩が見られ、これらの岩石の室内実験で得られた弾性波速度とトモグラフィーの結果はおおむね一致していることから、丹沢山地下の高速度域はこれらの深成岩帯の分布を反映したものと考えられる。丹沢山地の南から箱根にかけての領域ではくさび状の低速度域が分布し、伊豆と丹沢の衝突により形成されたトラフ充填物を反映していると考えられる。こうした特徴は先行研究(Arai *et al.*, 2009²⁾; Nakamichi *et al.*, 2007³⁾; Sato *et al.*, 2005⁴⁾)とよく一致する。

箱根火山の下では深さ 6 km より深い場所で低速度域が見られる。S 波については P 波よりも深い場所まで低速度域が分布しているように見える。 V_p/V_s で見ると、カルデラ内の群発地震が発生するエリアの下部で V_p/V_s が 1.6-1.7 程度の低い値を持ち、深さ 10km より深い場所で V_p/V_s が 1.8 程度の高い場所になる。この high V_p/V_s の領域は部分熔融したマグマであり、その上部の low V_p/V_s の領域は熱水やガスを多く含む領域であると考えられる。また、深部低周波地震について、改めて震源再決定を行って震源域と速度構造との関係を調べたところ、深部低周波地震は、箱根火山の北側の深さ 15km から 20km 付近、すなわち high V_p/V_s 領域よりもさらに深い部分で発生していることが分かった。低周波地震が観測される観測点が多くないことからどのようなソースによるものかは明らかにできなかったが、より深い部分にもマグマだまりがあり、そこからのガスの供給などによって発生している可能性がある。

図 2 (P.29) に伊豆半島東部から真鶴半島を通り丹沢山地東部に至る測線の断面図を示す。

この断面図では図 1 (P.29) で示した深さ 10km 付近まで続くくさび状の低速度域は確

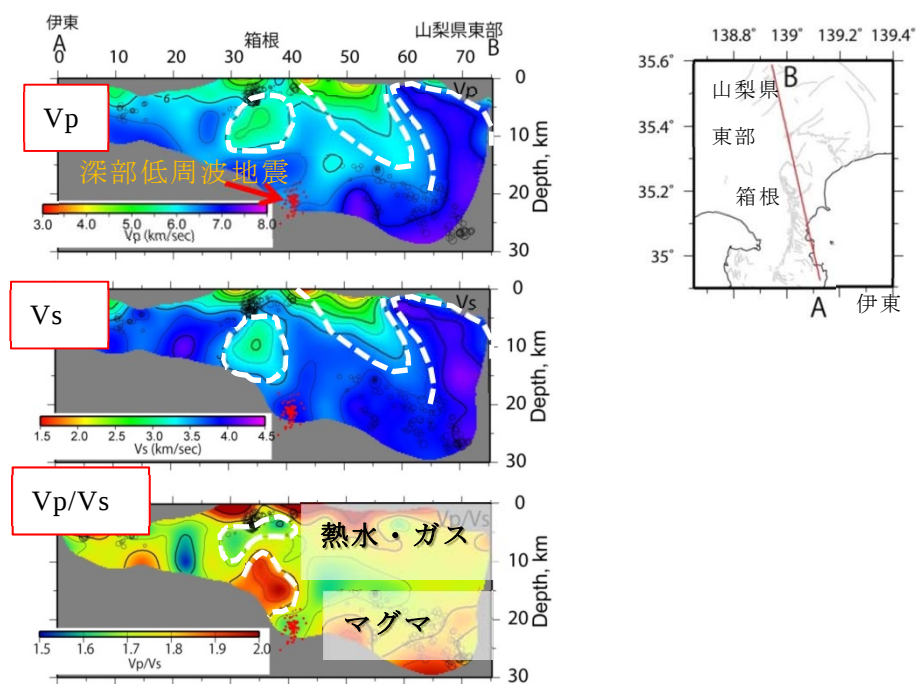


図 1 地震波速度構造の南北断面(A-B)。(左上段) P 波速度構造。(左中段) S 波速度構造。(左下段) V_p/V_s 。(右) 断面の位置。

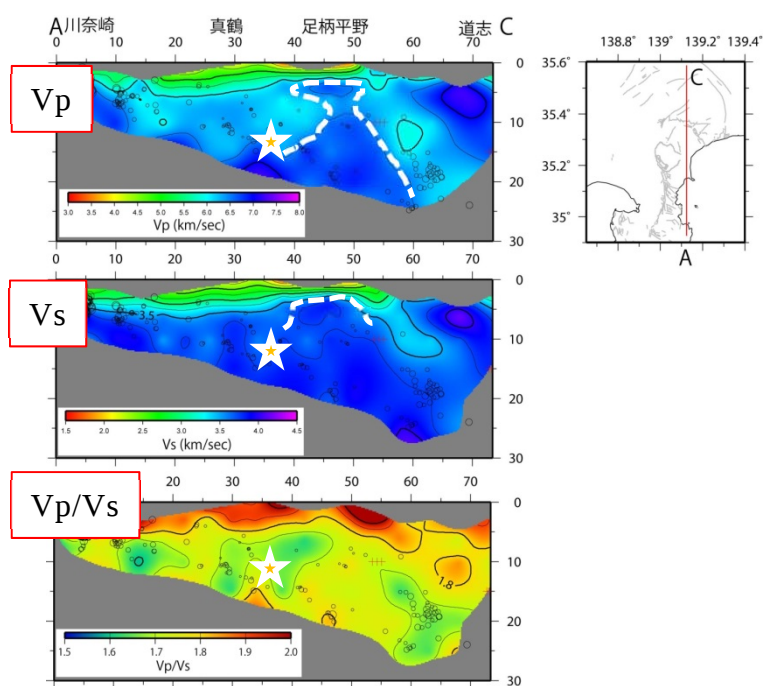


図 2 地震波速度構造の南北断面(A-C)。(左上段) P 波速度構造。(左中段) S 波速度構造。(左下段) V_p/V_s 。(右) 断面の位置。

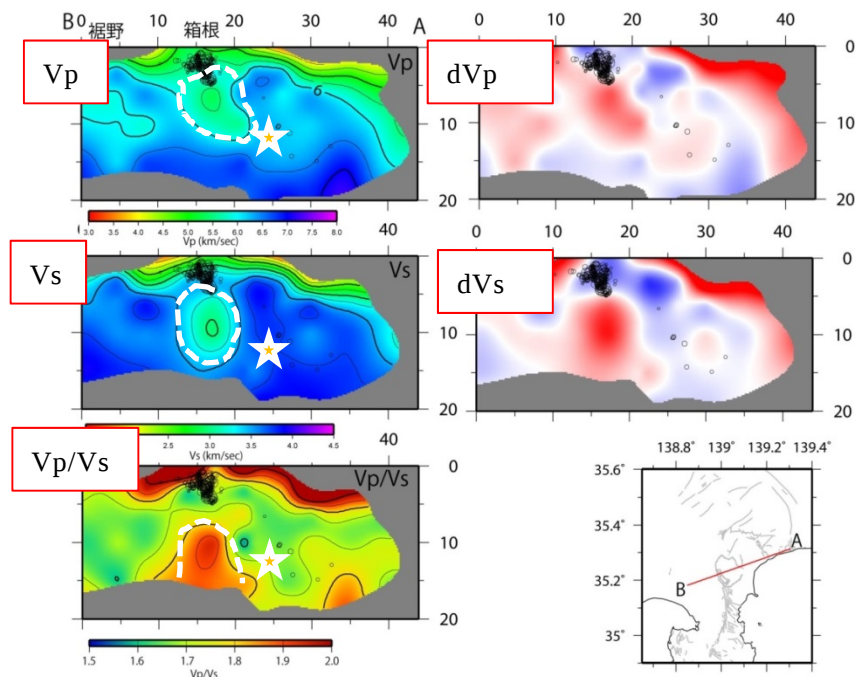


図3 地震波速度構造の東西断面。(左上段) P波速度構造。(左中段) S波速度構造。(左下段) V_p/V_s 。(右上段) P波速度のパータベーション。(右中段) S波速度のパータベーション。(右下段) 断面の位置。★印は、2007年に発生した M4.9 の地震の震源位置を示す。

認できない。また、箱根の下に見られた低速度域も確認できない。特徴的な構造として、箱根東部、真鶴半島から足柄平野にかけて、標準的な伊豆上部地殻と比較して速い $V_p=6.5\text{km/s}$ の領域が浅部に伸びている。ただし、地質図上にはこの部分に該当する領域は見られないことから、この岩体は地表まで露出していないと考えられる。

(c) 結論ならびに今後の課題

本年度は首都圏南西部における地震発生メカニズム解明に向けて、詳細な地震波速度構造の推定を行った。その結果、箱根火山直下のマグマの存在、中規模地震の震源域とマグマとの位置関係、足柄平野下の高速度領域の存在、などが明らかとなった。

このような特徴的な低速度域あるいは高速度域の存在は周辺での地震発生メカニズムに影響を及ぼす可能性がある。例えば、箱根周辺で発生した中規模地震の震源域に注目すると、2007年10月に発生した M4.9 の地震の震源（図3の★印、P.30）は、このマグマと考えられる領域の東側に位置することがわかる。バックプロジェクション法による震源過程解析の結果（本多・他，2013）⁵⁾によれば、破壊は震源から西北西および西南西に進み、マグマが存在すると考えられる箱根火山の外輪山付近で停止している。このことから、箱根火山直下にある部分溶融したマグマの存在が断層破壊の西側への広がりを制限している可能性が考えられる。

小田原をはじめとした首都圏南西部地域は、小田原地震や関東地震などによって 80 年

に一度程度の頻度で地震災害が発生している地域である。こうした地震の発生メカニズムを解明するためには、首都圏南西部におけるプレート収束帯のテクトニクスを理解することが重要である。本年度までの研究成果として高精度の地震波速度構造が得られ、箱根火山と中規模地震の断層破壊領域との関係が明らかとなってきたが、今後は GPS により観測される地殻変動、変動地形なども考慮して首都圏南西部のテクトニクスモデルを構築していく必要がある。

(d) 引用文献

- 1) 温泉地学研究所, 伊豆衝突帯の地震活動調査によるプレート構造調査研, 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト平成 23 年度成果報告書, pp.65-74, 2012.
- 2) Arai, R., Iwasaki, T., Sato, H., Abe, S. and Hirata, N.: Collision and subduction structure of the Izu-Bonin arc, central Japan, revealed by refraction/wide-angle reflection analysis, Tectonophysics, Vol. 475 No.3-4, pp. 438-453, 2009.
- 3) Nakamichi, H., Watanabe, H. and Ohminato, T.: Three-dimensional velocity structures of Mount Fuji and the South Fossa Magna, central Japan, J. Geophys. Res., Vol.112, No.B3, doi:10.1029/2005jb004161, 2007.
- 4) Sato, H., Hirata, N., Koketsu, K., Okaya, D., Abe, S., Kobayashi, R., Matsubara, M., Iwasaki, T., Ito, T., Ikawa, T., Kawanaka, T., Kasahara, K. and Harder, S.: Earthquake Source Fault Beneath Tokyo, Science, Vol.309(5733), pp.462-464, 2005.
- 5) 本多亮, 行竹洋平, 原田昌武, 宮岡一樹, 道家涼介, 里村幹夫: フィリピン海プレート沈み込み帯付近で発生した二つの中規模地震について, 日本地震学会講演予稿集, pp216, 2013.

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別
箱根火山から丹沢山地にかけての地震波速度構造（口頭）	行竹洋平・本多亮・原田昌武・里村幹夫・松原誠	日本地球惑星科学連合 2014 年大会（横浜市）	2014 年 5 月	国内
大正関東地震最大余震の震源過程に関する考察（ポスター）	本多亮・木村尚紀・笠原敬司・行竹洋平・原田昌武・道家涼介・宮岡一樹	日本地球惑星科学連合 2014 年大会（横浜市）	2014 年 5 月	国内

GPS データによる伊豆 衝突帯北東縁の地殻変 動 (ポスター)	道家涼介・原田 昌武・里村幹 夫・宮岡一樹	日本地球惑星科 学連合 2014 年大 会 (横浜市)	2014 年 5 月	国内
過去三回の関東地震の 発生履歴と地殻変動の 蓄積との関係ー三浦半 島南部の谷底低地の微 地形分析からの考察- (口頭)	金 幸隆・萬年 一剛・熊木洋 太・松島義章	日本地理学会 (富山大学)	2014 年 9 月	国内
関東地震の最近三回の 履歴と地殻変動の蓄 積：三浦半島南部の谷底 低地の形成過程から (口頭)	金 幸隆・萬年 一剛・熊木洋 太・松島義章	日本第四紀学会 (千葉・東大柏の 葉キャンパス)	2014 年 9 月	国内
三浦半島における関東 地震の発生間隔と残留 変位 (口頭)	金 幸隆・萬年 一剛・熊木洋 太・松島義章	日本地震学会秋 季大会 (新潟市)	2014 年 11 月	国内
スタッキング手法を用 いた群発地震活動のモ ニタリング (ポスタ ー)	原田昌武・宮岡 一樹・道家涼 介・本多亮・行 竹洋平・板寺一 洋・竹中潤・里 村幹夫	日本地震学会秋 季大会 (新潟市)	2014 年 11 月	国内
GPS データによる伊豆 衝突帯北東縁の剪断変 形帯 (口頭)	道家涼介・原田 昌武・里村・幹 夫・宮岡一樹	日本地震学会秋 季大会 (新潟市)	2014 年 11 月	国内
ノイズを効率的に抑制 するセンブランス係数 の計算手法を用いた 2007 年中越沖地震の震 源イメージ (ポスタ ー)	本多亮・蓬田清	日本地震学会秋 季大会 (新潟市)	2014 年 11 月	国内

学会誌・雑誌等における論文掲載

なし

マスコミ等における報道・掲載

なし

(f) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 27 年度業務計画案

- 1) 首都圏地震観測網（MeSO-net）のうち、神奈川県内に整備された 10 点について、設備を維持・管理し、引き続き自然地震観測を行う。必要に応じて、老朽化した一部設備の補修や移設を行う。
- 2) 国立大学法人東京大学地震研究所より送信される MeSO-net のデータと、神奈川県温泉地学研究所および神奈川県温泉地学研究所で監視している他機関の地震データの統合処理を行い、震源及びメカニズム解の決定を行う。
- 3) 地殻変動や S 波の偏向異常、震源メカニズム分布などの解析を進め、これまでに得られた高解像度の地震波速度構造モデルをベースに、首都圏南西部のテクトニクスについて検討する。