

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と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 27 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) 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。

(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	ryou@onken.odawawa.kanagawa.jp
神奈川県温泉地学研究所	研究課長	竹中 潤	
神奈川県温泉地学研究所	主任研究員	本多 亮	
神奈川県温泉地学研究所	主任研究員	原田昌武	
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	道家涼介	

(2) 平成 27 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なった。必要に応じて、老朽化した一部設備の補修や移設を行なった。
- 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なった。
- 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した。

(b) 業務の成果

1) 観測点の管理

神奈川県温泉地学研究所が維持管理を行う MeSO-net の 10 観測点（表 1）のうち、青根学校からのデータが 9 月 16 日 16 時 31 分ごろより受信できなくなった。N T T 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。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	根小屋小学校	神奈川県相模原市緑区根小屋 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ケ木 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

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) データの解析

首都圏南西部においては、足柄平野付近を震源とする M7 クラスの地震が繰り返し発生しており、小田原地震と呼ばれるこれらの地震の震源モデルとして、西相模湾断裂モデル（例えば、石橋,1988¹⁾）が提案されている。このモデルでは、フィリピン海プレートを二つの領域（伊豆半島を乗せる浮揚性地殻と、相模トラフから北北西に沈み込む非火山性のスラブ）に分ける境界が存在するとし、その境界を「西相模湾断裂」と呼称する。この断裂の位置は、真鶴半島の沖合から初島の東側を通して伊東沖付近まで続く、海底の急峻な

崖地形に対応する。このような直下型地震の震源像を表すためのモデルは他にもいくつか考えられているものの、実態はいまだ不明な点も多い。

温泉地学研究所は、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、対象地域の詳細な地震波速度構造や中規模地震の震源過程、震源メカニズムの推定などを行ってきた。本年度は、GNSS データを用いて対象地域の地震や火山活動の影響を除いた定常的な地殻変動を検出し、首都圏南西部のテクトニクスについて考察した。定常的な地殻変動を検出するために、首都圏南西部周辺に展開された国土地理院の観測網 (GEONET) の他、温泉地学研究所の独自観測網の 12 点を用いた。温泉地学研究所独自の観測網を同時に観測することにより、空間的に解像度の高い地殻変動の推定が可能である。図 1 (P.30) に対象範囲のベクトルの各成分を東西の断面に投影した変位速度プロファイルを示す。GEONET 函南観測点を横軸の距離 0 とした。また北伊豆断層帯の位置を点線で示してある。この変位速度プロファイルは、火山活動や地震等のない期間のデータのみを使用しており、この地域の定常的な変位速度を示している。上段が北向きの変位速度成分、下段が東向きの変位速度成分であり、函南観測点から 0~20km 付近で、北向き変位速度が大きく変化しているのが分かる。東の観測点ほど北向きの変位速度が大きいということは、この区間で南北方向に剪断する変形が生じていることを示している。GNSS のデータを空間的に補間し (道家ほか, 2014²⁾)、最大せん断歪の分布を計算したものが、図 2 (P.31) である。この図から、伊豆半島から丹沢山地まで、ほぼ南北方向の最大せん断歪が卓越する領域が存在することがわかる。伊豆半島東部にせん断歪の集中する領域のせん断歪は、0.2~1ppm/yr である。北伊豆断層の東側のブロックは、東伊豆から丹沢山地までプレートの沈み込みによって引きずられ、西側では丹沢山地と衝突しているとすれば、この歪の集中帯はフィリピン海プレートの衝突と沈み込みのギャップに起因し生じていると考えられる。

丹沢山地で発生する地震は、北伊豆断層をほぼ北に延長した線を境界に、東西のブロックに分かれる (図 3、P.31)。このブロックの東側で発生する地震は、低角逆断層タイプが多く 1923 年関東地震のメカニズムに近い、いわゆるプレート境界型の地震である。一方西側で発生する地震のメカニズム解は、さまざまなタイプがあり、衝突による複雑な構造と応力場を反映していると考えられる (Yukutake et al., 2012³⁾)。この東側ブロックでは深さ 20-25km 付近に地震が発生し、そこから伊豆半島の伊東に向かって地震の分布が浅くなっていく。地震波速度構造で見ると P 波速度が 6.5km/s よりも速い領域で地震が発生している。このような領域は丹沢山地の下から伊豆半島まで連続しており、伊豆の下部地殻に相当する領域であると考えられる (Yukutake et al., 2015⁴⁾)。また、丹沢山地の西側ブロック、丹沢山地の東側ブロックから真鶴半島付近にかけての地震活動と、東伊豆の地震活動を比較してみると、丹沢の東側ブロックと東伊豆との間には地震の活動度に相関があるように見える。一方で、西側の活動は他の 2 つの領域の活動度とは関係がなさそうに見える (図 4、P.32)。以上のことは、フィリピン海プレートの衝突と沈み込みのギャップによって歪の集中帯が生じているとする考え方と調和的である。

(c) 結論ならびに今後の課題

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、本年度は首都圏南西部の GEONET および温泉地学研究所の高密度 GNSS 観測網のデータの解析から、首都圏南西部

の定常的な地殻変動を推定した。その結果、北伊豆断層付近を境界として、東にいくほど北向きのベクトルが大きくなることが分かった。これはフィリピン海プレートが伊豆半島北縁部の東側で沈み込み、西側で陸側プレート衝突しているためと解釈できる。このようなプレートの運動によって、北伊豆断層を西端とする幅 20km ほどの **shear zone** が存在することが明らかとなった。この **shear zone** の北端部は、関東地震と同様のメカニズムをもった地震が発生する丹沢山地の東側ブロックにつながり、GNSS の解析結果と調和的である。伊豆半島東部と丹沢山地の東側ブロックの地震活動には相関があるようにみえることから、**shear zone** 全体が一つのブロックとして変形を受けていると考えられる。

今後の課題として、上記の解析結果を説明できるようなプレート衝突帯の具体的なテクトニクスモデルの構築が挙げられる。そのためには、時間的・空間的により広い領域でのフィリピン海プレートの運動を視野に入れて考えていく必要があると考えられる。そのために、これまで考えられてきた地質、地震、古地磁気などをベースとしたモデルと本報告で得られた解析結果との比較や、より広域の地殻変動も視野に入れた検討が必要である。

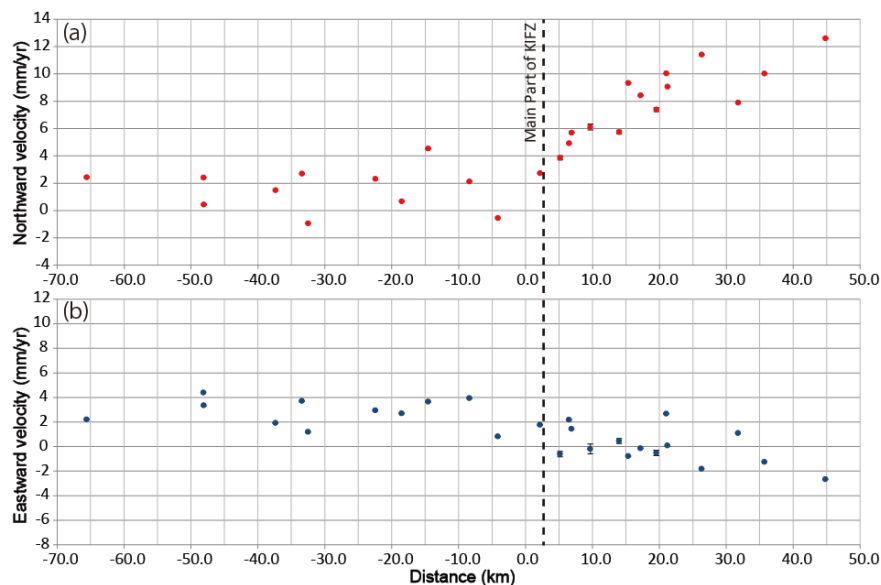


図1 各観測点における、北向き速度ベクトルの大きさ（上段）と東向き速度ベクトルの大きさ（下段）。横軸は、GEONETの函南観測点からの東西方向の距離。KIFZは北伊豆断層帯。

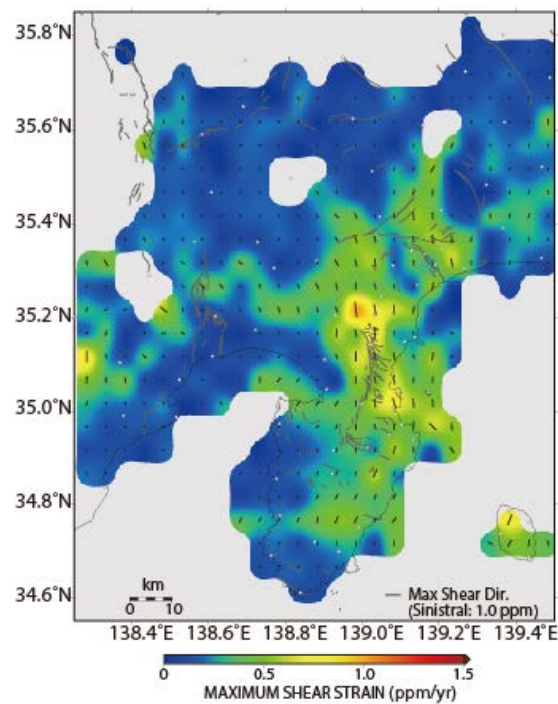


図2 観測された速度ベクトルを空間的に補間したのち推定した、最大せん断歪の分布。色と棒の大きさで、ひずみの大きさを示し、棒の向きで歪の向きを示す。

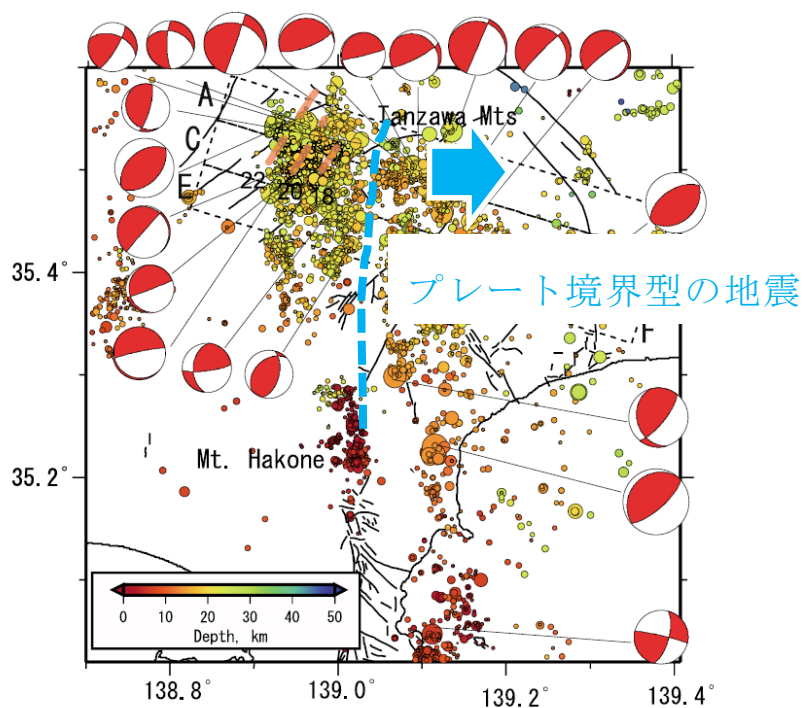


図3 伊豆衝突帯の震源分布とメカニズム解。青の点線で示した位置よりも東側で、プレート境界型の地震が卓越する。

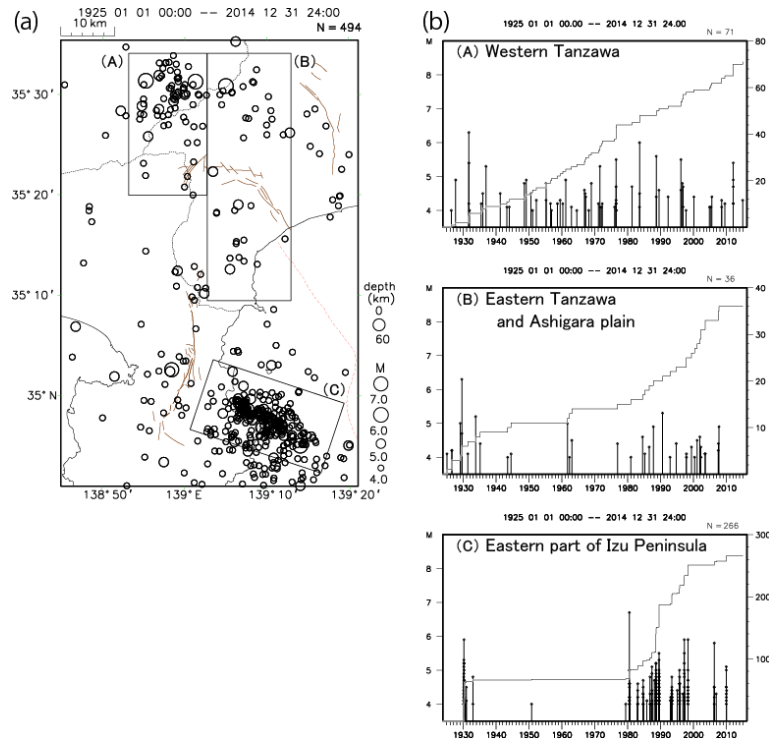


図 4 (a)伊豆衝突帯の震源分布と、(b)3つの領域の地震の活動度の比較。

(d) 引用文献

- 1) 石橋克彦, “神奈川県西部地震”と地震予知 I, 科学, 58, pp.537-547, 1988.
- 2) 道家涼介, 原田昌武, 里村幹夫: 空間的に均質な歪場の推定手法 - Nearest Neighbor 法による試み -, 温泉地学研究所研究報告, Vol.46, pp.21-26, 2014.
- 3) Yukutake, Y., Takeda, T., Honda, R., Yoshida, A., Seismotectonics in the Tanzawa Mountains area in the Izu-Honshu collision zone of central Japan, as revealed by precisely determined hypocenters and focal mechanisms. Earth Planets Space, 64, pp.269-277, 2012
- 4) Yukutake, Y., R. Honda, M. Harada, R. Arai, and M. Matsubara, A magma-hydrothermal system beneath Hakone volcano, central Japan, revealed by highly resolved velocity structures, J. Geophys. Res. Solid Earth, 120, doi:10.1002/2014JB011856, 2015.

(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
箱根地域で観測された異方性強度の時空間分布（ポスター）	本多亮・行竹洋平（温地研）・酒井慎一・森田裕	日本地震学会秋季大会（神戸）	2015 年 10 月	国内

	一（東大地震研）・道家涼介・原田昌武（温地研）			
--	-------------------------	--	--	--

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所 （雑誌等名）	発表時期	国際・国内の別
A magma-hydrothermal system beneath Hakone volcano, central Japan, revealed by highly resolved velocity structures	Yukutake, Y., R. Honda, M. Harada, R. Arai, and M. Matsubara	Journal of Geophysical Research: Solid Earth	2015 年 4 月	国際

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 28 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) 首都圏南西部で発生するさまざまなタイプの地震について総括し、地殻変動の解析などから推定された伊豆衝突帯のテクトニクスと比較しつつ、この地域での地震発生のメカニズムについての知見を得る。