

メガスラスト直下のスラブ構成岩石：伊豆衝突帯 Composition of the subducted slab beneath Izu collision zone, Japan

石川 正弘^{1*}
ISHIKAWA, Masahiro^{1*}

¹ 横浜国立大学環境情報研究院

¹ Graduate School of Environment Information Sciences, Yokohama National University

フィリピン海プレートは本州の下に沈み込む。しかし、フィリピン海プレートの東縁には伊豆小笠原マリアナ弧が存在するために、フィリピン海プレートの沈み込みに伴う関東周辺のテクトニクスは複雑になっている。南関東の東部（房総半島や三浦半島周辺）では付加体が発達する一方、南関東の西部（丹沢山地等）では伊豆小笠原弧の地殻物質が大規模に衝突付加している（伊豆衝突帯）。フィリピン海スラブ上面は関東地震震源断層に相当する可能性が高く（Sato et al., 2005）、伊豆衝突帯は大正関東地震の震源域であったと推測されている。したがって、フィリピン海プレートと陸側プレートの接合部周辺の地殻の構成物質と物性を推測することは、首都直下地震を考察する上でも重要である。今回の発表では、岩石の弾性波速度実験と岩石の鉱物組み合わせの相平衡計算の結果に基づき、伊豆衝突帯直下のスラブ構成岩石を検討した。

フィリピン海プレート東縁に分布する伊豆小笠原弧の地殻構成は伊豆衝突帯の地殻構造を理解する上で重要な鍵となる。本研究では最初に弾性波速度測定実験から得られた丹沢山地等に産する深成岩類の P 波速度と Suyehiro et al. (1996) の北部伊豆小笠原弧の P 波速度構造を比較した。その結果、トータル岩の P 波速度は伊豆小笠原弧中部地殻の P 波速度と同程度であり、トータル岩が伊豆小笠原弧中部地殻の主要構成岩石であると推測した。また、角閃石はんれい岩とガブロンライトの P 波速度と伊豆小笠原弧で得られた P 波速度を比較すると、下部地殻上層の主要構成岩石として角閃石はんれい岩を、また、下部地殻の主要構成岩石として角閃石輝石はんれい岩やガブロンライトが推測された。伊豆小笠原弧の構成岩石モデルと Sato et al. (2005) の伊豆衝突帯の地殻構造を総合的に解釈すると、伊豆小笠原弧の下部地殻（角閃石はんれい岩等の苦鉄質岩石）は熱いスラブ（熱い下部地殻）として沈み込んでいると推測される。丹沢山地のはんれい岩の化学組成を用いて岩石の鉱物組み合わせの相平衡計算を Theriak-Domino を用いて計算した結果、熱いスラブの沈み込みに伴い含水鉱物である角閃石の脱水は 30 km 以浅で脱水してしまうと考えられる。スラブの脱水によって脱水脆性化を引き起こすと期待されるが、実際に丹沢山地下では微小地震が沈み込むスラブ内で発生している。一方、丹沢山地北部や関東山地ではスラブ内の微小地震がほとんど発生していないことも、脱水反応によってグラニュライトに相転移した非震性スラブとして解釈できる。

キーワード: 衝突帯, スラブ
Keywords: collision zone, slab

五ヶ所湾における安政東海地震津波 (1854) の津波高 Tsunami Heights of the 1854 Ansei-Tokai Earthquake Tsunami in Gokasho Bay Region, Mie Prefecture

鳴橋 竜太郎^{1*}; 佐竹 健治¹
NARUHASHI, Ryutaro^{1*}; SATAKE, Kenji¹

¹ 東京大学地震研究所
¹Earthquake Research Institute, Univ. Tokyo

The Kumano-nada Sea coastal area has been repeatedly attacked by tsunamis from the Nankai Trough subduction-zone earthquake. For historical tsunamis, since this area is close to Kinki region, many historical records exist. For the recent 1944 Showa-Tonankai earthquake tsunami and the 1854 Ansei-Tokai earthquake tsunami, not only historical records and monuments but also many folklores still remain. However, the 1944 Showa Tonankai earthquake tsunami has a comparatively small scale, and is unsuitable for examining the average scale about the tsunami from the Nankai Trough. Based on above-mentioned reason, we studied for the 1854 Ansei-Tokai earthquake tsunami.

Gokasho Bay is a blockade inner bay which has typical ria coasts and drowned valleys. It is located in central Kii Peninsula and faced with the Nankai Trough. In this bay area, measurement points of the tsunami height for the 1854 Ansei-Tokai earthquake tsunami and the data on height were mainly based on historical records and oral traditions. In particular, in Konsa district, it is based on the words of the Bon festival dance currently kept in there called "Shongai kudoki" or "Tsunami kudoki". Tsunami heights were measured by level measurement using laser range finder TruPulse360 and a hand level on the basis of the spot elevation given by 1/2500 topographical maps.

As a result, a total of 40 points of tsunami height were obtained in Gokasho Bay region. The average inundation height of whole bay area was approximately 4 - 5 m.

In Konsa, located in the most closed-off section of the bay, dendritic valley plains which have small-sized rivers spread. According to distribution of both inundation and run-up points by this research, it is supposed that tsunami ran-up to every valleys of those. Tsunami heights in Konsa ranged 4 - 11 m, and were higher than those in other districts. The maximum run-up height was 11.5 m in the valley of Ushirogochi.

キーワード: 五ヶ所湾, 安政東海地震津波, 津波高, 遡上高, 浸水高

Keywords: Gokasho Bay, 1854 Ansei-Tokai Earthquake Tsunami, tsunami height, run-up height, inundation height

JUNEC 初動メカニズム解カタログの公開 Publication of the Japan University Network Earthquake Catalog of First-Motion Focal Mechanisms (JUNEC FM²)

石辺 岳男^{1*}; 鶴岡 弘¹; 佐竹 健治¹; 中谷 正生¹
ISHIBE, Takeo^{1*}; TSURUOKA, Hiroshi¹; SATAKE, Kenji¹; NAKATANI, Masao¹

¹ 東京大学地震研究所

¹ Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

国立大学観測網地震カタログ (JUNEC) の P 波初動ならびに HASH (Hardebeck and Shearer, 2002) に修正を加えたプログラムを用いて、1985 年 7 月から 1998 年 12 月までに日本で発生した 14,544 個の地震のメカニズム解を推定し、JUNEC 初動メカニズム解カタログ (JUNEC FM²) として公開した。JUNEC は東京大学地震研究所による ftp サイト (<ftp://ftp.eri.u-tokyo.ac.jp/pub/data/junec/hypo/>) に、初動メカニズム解カタログは (<ftp://ftp.eri.u-tokyo.ac.jp/pub/data/junec/mech/>) にそれぞれ公開されている。東京大学地震研究所は、1985 年 7 月から 1998 年 12 月まで国立大学により運営されてきた地震予知観測情報ネットワークで得られた検測データを統合処理し、JUNEC を公開してきた。その地震数は約 190,000 個に及ぶ。

このカタログは稠密地震観測網・自動波形データ転送システムの発展前の期間に発生した微小地震 (M2.0 以上) に対するメカニズム解を豊富に含むため、当時の起震応力場の解明などに有効な情報となり、また近年の地震のメカニズム解と併せることで時空間的な起震応力場の不均質を議論することが可能になると考えられる。豊富な数から統計的な解析にも有用であろう。ただし、推定されたメカニズム解の分布は、観測網の展開ならびにそれぞれの観測点における初動報告率 (初動報告数 / 検測数) を反映して、時空間的に不均質であることに留意する必要がある。本研究で推定されたメカニズム解は、防災科学技術研究所で決定された F-net モーメントテンソル解や、気象庁による初動メカニズム解と大局的に調和的であるが、顕著に異なる地震も若干見られる。

日本では、1995 年兵庫県南部地震 (気象庁マグニチュード 7.3) 以降に高感度地震観測網 (Hi-net) が展開され、豊富な初動メカニズム解が推定されるようになった。また 1997 年以降、広帯域地震観測網 (F-net) の展開ならびにデータ転送システムの向上によって防災科学技術研究所によりモーメントテンソル解が決定・公開されている。これらのメカニズム解は断層構造や地域的な起震応力場の理解に活用されている。一方で、これらの地震観測網が展開される前に発生した地震に対するメカニズム解カタログは非常に限られる (例えば Ichikawa, 1961, 1971)。2011 年東北地方太平洋沖地震 (気象庁によるモーメントマグニチュード 9.0) の発生後に、特に震源域およびその周辺においてメカニズム解分布が顕著に変化したことが報告されており、このことは起震応力場が時間的に変化した可能性を示唆する。したがって、可能な限り遡って地震のメカニズム解を決定し、カタログ化することは中長期的かつ時空間的なメカニズム解あるいは起震応力場の不均質を解明するうえで重要である。

謝辞: メカニズム解の推定には HASH (Hardebeck and Shearer, 2002) に修正を加えたものを使用させて頂いた。また、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学地震研究所、名古屋大学、京都大学防災研究所、高知大学、九州大学、鹿児島大学の観測網で観測された検測値、ならびに防災科学技術研究所、気象庁が決定したメカニズム解を使用させて頂いた。ここに記して感謝申し上げる。なお、本研究の一部は科学技術振興費「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」の一環として実施された。

キーワード: 初動メカニズム解, 国立大学観測網地震カタログ (JUNEC)

Keywords: first-motion focal mechanism solution, Japan University Network Earthquake Catalog (JUNEC)

首都圏の地震発生予測モデルの構築に向けて：地震カタログの下限マグニチュードの評価
Three-dimensional earthquake forecasting model for the Kanto district: Completeness magnitude of earthquake catalogs

横井 佐代子¹; 鶴岡 弘^{1*}; 平田 直¹
YOKOI, Sayoko¹; TSURUOKA, Hiroshi^{1*}; HIRATA, Naoshi¹

¹ 東京大学地震研究所

¹ Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

関東地方は本州弧の地殻内からフィリピン海スラブ、太平洋スラブに関連した浅発および稍深発地震の活動が活発であり、地震発生頻度の高い「深さ」が存在する。そこで私達は、地震活動の評価に基づく地震発生予測検証実験の「関東領域」で扱われている二次元地震発生予測モデル（地震の経度・緯度を予測）を発展させ、地震の経度・緯度・深さを精度よく予測する三次元地震発生予測モデルを構築することを目的として 2012 年から研究を開始した。Relative Intensity モデル（以下、RI モデルとする。Nanjo, 2011）は、地震活動の評価に基づく地震発生予測検証実験の 3 ヶ月予測実験において良い成績を示したので三次元予測モデルの土台とした。RI モデルは過去の地震活動から将来の地震活動を予測する統計モデルなので、予測は使用するデータ（地震カタログ）の質の影響を受ける。マグニチュードが大きい地震の予測精度を向上させるためには長い期間のカatalogを必要とするが、過去にさかのぼるほどCatalogの時空間的不均質性の問題が生じる（例えば、楠城ら、2009）。よって、震源の深さ分布を考慮して地震Catalogの品質評価を行った。関東地方を収録している地震Catalogとして、宇津Catalog（宇津、1979 および 1982）（使用期間：1885 年から 1923 年）、防災科学技術研究所が作成した地震Catalog（収録期間：1979 年から 2003 年）、気象庁地震Catalog（収録期間：1923 年から 2013 年）を使用した。各Catalogにおける震源データの下限マグニチュード（以下、 M_c とする）を Maximum curvature 法（Wiemer and Wyss, 2000）により求めた。例えば、収録期間の最も長い気象庁地震Catalogにおいては 1923 年から 1970 年半ばまで M_c は 3.7 ± 0.4 （平均±標準偏差）となり、1970 年半ばから 2000 年にかけては観測網の整備に伴い M_c の減少が見られた。また、1980 年台から M_c の深さ依存性が議論できるようになった。2000 年から 2010 年における浅い予測領域（深さ 0 から 30km）の M_c (0.25 ± 0.14) は、深い領域（60 から 100km）の M_c (0.67 ± 0.10) より小さい値を示した。本発表では、三次元予測空間における地震予測の精度向上のために、これらの地震Catalogをどのように使用していくべきか議論する。気象庁地震Catalogおよび防災科学技術研究所の地震Catalogを使用しました。記して感謝します。なお本研究は文部科学省受託研究「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」の一環として行われています。

キーワード: 三次元地震発生予測モデル, 関東地方, 地震活動の評価に基づく地震発生予測検証実験, 地震Catalog

Keywords: Three-dimensional forecasting model, Kanto district, Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability, earthquake catalogs

構造物即時被害予測のためのスパースモデリングに基づく地震動分布推定アルゴリズムの開発 Sparse Modeling to Estimate Spatial Distribution of Ground Motion Required for Rapid Prediction of Structural Damages

水迫 覚信^{1*}; 長尾 大道¹; 廣瀬 慧²; 加納 将行³; 堀 宗朗¹
MIZUSAKO, Sadanobu^{1*}; NAGAO, Hiromichi¹; HIROSE, Kei²; KANO, Masayuki³; HORI, Muneo¹

¹ 東京大学地震研究所, ² 大阪大学大学院基礎工学研究科, ³ 京都大学理学研究科

¹Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, ²Graduate School of Engineering Science, Osaka University, ³Graduate School of Science, Kyoto University

大地震発生時、構造物の即時被害予測は二次災害を防ぐために重要であり、観測される地震波形から構造物直下の地震動を推定するプロセスと、推定された地震動を入力として、構造物の損傷を予測するプロセスからなる。構造物の損傷をより精度良く予測するためには、地震動観測データから空間的に圧倒的に密に分布した構造物における地震波形を推定するための手法を創出する必要がある。近年、首都圏地震観測網 (MeSO-net) に代表される空間的に高密度な地震観測網が整備されたことを背景に、発表者らは地震観測網で得られるデータから高空間分解能を持つ地震動分布を推定するための統計学的手法の開発を行っている。

水迫 [2013, 卒業論文] では、テイラー展開に基づく手法を考案した。東北地方太平洋沖地震時に MeSO-net で得られた観測データに本手法を適用した結果、約 0.15Hz 以下の地震動分布を精度良く推定することが可能であることを示した。しかし、一般的な構造物の固有周波数は 1.0~10Hz であるため、本手法を実用化するためには、0.15Hz 以上の高周波成分を含む地震動分布を精度良く推定する必要がある。水迫 [2013] では、恣意的にテイラー展開を一次で打ち切り、近傍の 5 観測点のデータから、テイラー展開における微分係数を決定したが、このような打ち切り次数と観測点の組み合わせ (以降、クラスタと称する) が、最も精度の良い推定結果を与えるとは言い切れない。逆に、打ち切り次数とクラスタを最適化することで、0.15Hz 以上の周波数成分を含む地震動分布を推定することが可能になることが期待される。

以上を踏まえ、本研究では、地震動分布を推定するために適した打ち切り次数とクラスタを提示するためのスパースモデリングに基づく手法の開発に取り組んでいる。特に本研究では、スパース推定をする際、L1 ノルムを正則化項とする lasso (least absolute shrinkage and selection operator) を採用する。微分係数の推定に lasso を適用することで、多数の微分係数から有効な項のみが選択される。さらに、3次元のベクトル量である地震動データを解析する際、異なる成分の同階数の微分係数を同時に選択するために group lasso を実装している。講演においては、本手法によって得られた初期結果について、水迫 [2013] による結果と比較しながら報告する。

キーワード: スパースモデリング, lasso, 都市災害, 首都圏地震観測網

Keywords: Sparse modeling, lasso, urban disaster, MeSO-net