

ポスター会場（2日目） | 一般セッション：S04. テクトニクス

2019年9月17日(火) 17:00 ~ 18:30 | P会場 時計台国際交流ホールII・III

S04P

17:00 ~ 18:30

[S04P-01] S-net により推定された前弧上盤の海溝平行の速度異方性

*内田直希¹、中島淳一²、高木涼太¹、吉田圭佑¹、日野亮太¹、岡田知己¹、浅野陽一³、田中佐千子³ (1. 東北大学理学研究科、2. 東京工業大学理学院、3. 防災科学技術研究所)

17:00 ~ 18:30

[S04P-02] 南東太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形

*小館玲乃¹、中西正男² (1. 千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻、2. 千葉大学大学院理学研究院)

17:00 ~ 18:30

[S04P-03] GISを用いた沈み込む海洋プレート形状解析手法の検討

*塚本勇樹^{1,2}、岡田真介³、住田達哉²、川畑大作² (1. 東北大学大学院理学研究科、2. 産業技術総合研究所、3. 東北大学災害科学国際研究所)

S-net により推定された前弧上盤の海溝平行の速度異方性

Expansive trench-parallel shear-wave fast polarizations above a subducting plate based on S-net cabled ocean bottom seismometers

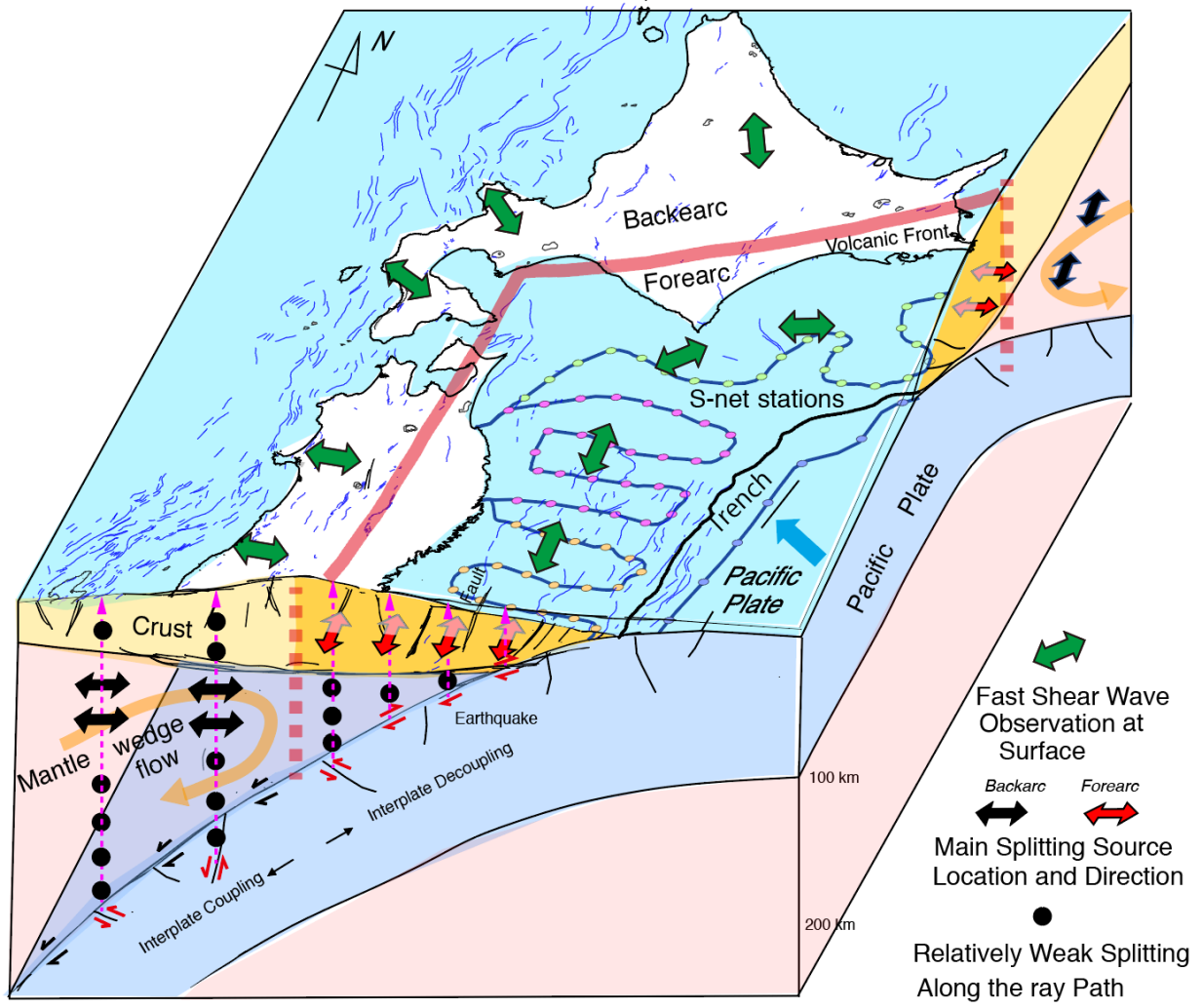
*内田 直希¹、中島 淳一²、高木 涼太¹、吉田 圭佑¹、日野 亮太¹、岡田 知己¹、浅野 陽一³、田中 佐千子³

*Naoki Uchida¹, Junchi Nakajima², Ryota Takagi¹, Keisuke Yoshida¹, Ryota Hino¹, Tomomi Okada¹, Youichi Asano³, Sachiko Tanaka³

1. 東北大学 理学研究科、2. 東京工業大学 理学院、3. 防災科学技術研究所

1. Graduate School of Science Tohoku University, 2. School of Science, Tokyo Institute of Technology, 3. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

Shear-wave splitting observed in cabled ocean bottom seismometers of “Seafloor observation network for earthquake and tsunamis along the Japan Trench” (S-net), provides the first constraints on the shear-wave anisotropy in the offshore forearc area in northeastern Japan. Waveforms of 606 local interplate earthquakes observed by 83 S-net stations are analyzed. They show trench parallel fast direction and delay times of ~ 0.1 seconds for the area above the subducting plate (depths of 0 - 50 km) (Figure). The splitting parameters show no correlation with the source depth (plate boundary depth) and similar to those reported for intraslab earthquakes at on-land forearc stations where the subducting plate is located at $\sim 50 - 100$ km depth. The offshore shallow (depth < 35 km) earthquakes mainly occurring in the crust of the overlying plate also show similar trends of splitting parameters. These results suggest that the forearc mantle wedge is less anisotropic and most of forearc splitting occurs in the shallow part of the crust in the overlying plate (Figure).



南東太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形

Bending-Related Topographic Structures of the Subducting Plate in the Southeastern Pacific Ocean

*小舘 玲乃¹、中西 正男²

*Reno Kotate¹, Masao Nakanishi²

1. 千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻、2. 千葉大学大学院理学研究院

1. Chiba University Graduate School, Science and Engineering, Division of Earth and Environmental Sciences, Department of Earth Sciences,, 2. Chiba University Graduate School Faculty of Science

海溝付近では、海側のプレートは沈み込む前に屈曲する。この屈曲によって、海溝軸付近の海溝海側斜面には正断層起源の崖や高まりなどの直線的に伸びている地形（以下、断層地形）が発達する。断層地形から海側のプレート内部に侵入した水分は、プレート境界付近の地震活動などに影響を与えると考えられている（例えば、Moore and Saffer, 2001; Rüpke et al., 2002）。海溝軸付近の断層地形には、沈み込みによる屈曲で新しく発達した断層地形と海洋底拡大起因の構造的弱線であるアピサルヒルや断裂帯が再活動してできる断層地形がある(Kobayashi et al., 1995, 1998)。中西(2017)は、太平洋の海溝付近の断層地形について以下の特徴を示した。

1. 千島海溝西部から伊豆・小笠原海溝北部における断層地形の存在範囲は、海溝軸から80 km程度であり、太平洋東縁の海溝に比べて存在範囲が広い。

2. 海洋底拡大に起因する構造的弱線が再活動するのは、それと海溝軸のなす角度が30度以内の場合である。30度より大きい場合は、海溝軸に平行な断層地形が新たに形成される。

3. 海溝軸が大きく歪曲しているところや、海山や海台などをつくる火成活動の影響を受けた海洋プレートが沈み込んでいる海溝付近では上記の規則が成り立たない場合がある。

中西(2017)では、太平洋東縁の海溝における断層地形の落差と存在範囲についての検討が不十分であった。今回の研究では、太平洋東縁の海溝である中米海溝、ペルー海溝、ペルー・チリ海溝の海溝軸付近で発達する断層地形の存在範囲と落差をまとめ、断層地形の発達要因と沈み込むプレートの年代による、断層地形の存在範囲と落差の違いを検討した。

沈み込むプレートの年代は、中米海溝では0~25Ma、ペルー海溝では30~40Ma、ペルー・チリ海溝では、南緯20度付近で最も古い50Maであり、南部に行くほどプレート年代は新しくなり、南緯45度付近では0~10Maである(Müller et al., 2008)。

断層地形の発達要因について、北緯11度付近の中米海溝、南緯6度までのペルー海溝、南緯20~36度のペルー・チリ海溝では、プレート屈曲によって新しく海溝軸と平行な断層地形が発達する。北緯17度付近の中米海溝、南緯6~20度のペルー海溝では、構造的弱線であるアピサルヒルが再活動することで断層地形が発達する。また、南緯36度より南部のペルー・チリ海溝の海溝軸付近では、断層地形の存在は確認されなかった。ペルー・チリ海溝南緯36度付近では、15km以上離れた海底には、海溝軸と平行な断層地形とアピサルヒルが存在する。南緯40~45度の地域では、海溝軸から50km以内では断層地形の存在は確認されなかったが、海溝軸か

ら50km以上離れた地域ではアビスルヒルのみが存在する。南緯40～45度のペルー・チリ海溝の堆積層の厚さは500～600mであり、他の地域の堆積層の厚さ100～200mと比べて厚い。このことから、南緯36度より南部のペルー・チリ海溝では、海底拡大起因のアビスルヒルが堆積物によって覆われたために、断層地形の落差が小さくなり、海溝軸付近で存在が確認されなかったと考えられる。

プレートの屈曲によって断層地形が新しく発達する範囲は、中米海溝、ペルー海溝、ペルー・チリ海溝の海溝軸から60km程度であり、海溝ごとに新しく発達する断層地形の存在範囲に大きな違いは確認されなかった。構造的弱線が再活動する範囲は、中米海溝では最大135km、ペルー海溝では75km以上海溝軸から離れた地点であり、構造的弱線が再活動した断層地形の方が、プレートの屈曲によって新しく発達する断層地形よりも存在範囲が広いことが判明した。

断層地形の落差は、新しく発達した断層地形と構造的弱線が再活動した断層地形で大きな違いはなく、中米海溝、ペルー海溝における断層地形の落差は100～200m程度であり、ペルー・チリ海溝では250～500m程度である。沈み込むプレートの年代はペルー・チリ海溝の方が古いことから、沈み込むプレートの年代が古いほど、屈曲によって発達する断層地形の落差は大きいと考えられる。

今回の研究で、構造的弱線が再活動した断層地形の方が、新しく発達する断層地形よりも存在範囲が広いことが判明した。また、沈み込むプレートの年代が古いほど、海溝軸付近で発達する断層地形の落差が大きいことが判明した。これらは、断層地形の発達要因と沈み込むプレートの年代が、断層地形の落差や存在範囲と関係していることを示唆する。

GISを用いた沈み込む海洋プレート形状解析手法の検討

An Analytical Method for the Shape of Subducting Oceanic Plate by using GIS

*塚本 勇樹^{1,2}、岡田 真介³、住田 達哉²、川畑 大作²

*Yuki Tsukamoto^{1,2}, Shinsuke Okada³, Tatsuya Sumita², Daisaku Kawabata²

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 産業技術総合研究所、3. 東北大学災害科学国際研究所

1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. AIST, Tohoku University, 3. IRIDeS

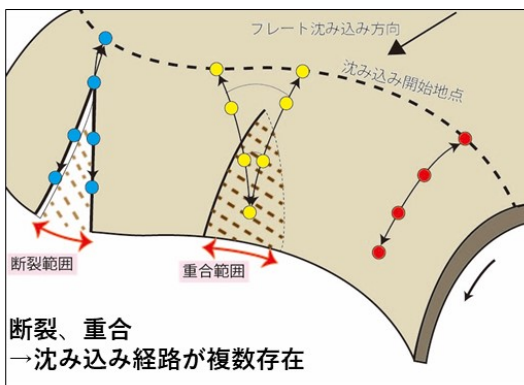
はじめに 変動帯である日本列島には、太平洋プレートとフィリピン海プレートが沈み込んでおり、沈み込む海洋プレートの形状が、島弧地殻で発生する火山活動や地震活動・活断層およびそれに伴う地殻変動等に大きな影響を与えていると考えられる。西南日本弧に沈み込むフィリピン海プレートには、プレートの断裂や重合などの複雑な変形が生じており、これまでも火山活動や地殻変動との関連が指摘されている。例えば、山岡ほか(1997)では、富士山付近の火山活動を伊豆半島付近から北西方向に沈み込んだ海洋プレートの断裂と関連付けて解釈している。また、Iidaka et al. (2017)では、根尾谷断層周辺は、浅く沈み込んだフィリピン海プレートと島弧の下部地殻が接することによりひずみが蓄積しやすい環境であることを指摘している。沈み込んだプレートの形状は、プレート上面で発生する地震の震源分布や地震波速度構造解析等の地震学的手法によりモデル化が行われている。しかし一方で、これらの沈み込む海洋プレートの形状は、地球上を取り囲む球殻の沈み込みとして考えられるが、この観点からプレート形状を解析した例はほとんどない。そこで本研究では、GISを用いて地形に沿った最短経路を求め、沈み込む海洋プレートに対する形状解析を行う手法について検討した。

研究手法 地球表面を移動するプレートは球殻とみなせるが、Yamaoka et al.(1986)は、沈み込む海洋プレートに対しても、面積が変化しない、裂けや重合を伴う球殻の変形として表現できることを見出した。この説に基づくと、沈み込んだプレート上面のある点を始点として、沈み込み開始地点(海溝)までの地形に沿った最短経路を定めることができる。通常は、プレート上面の点と沈み込み開始地点との対応関係に連続性を見いだせるが、連続性が崩れる地点が見られた場合には、沈み込んだプレートにおいて断裂や重合といった変形が起きていることが想定できる(図1)。以上のことから、プレート上の任意の点とプレートの沈み込み開始地点との間の最短経路を明らかにすることで、プレートの断裂や重合などの変形を評価できる。そこで、地理空間座標や地形に沿った距離演算等の取り扱いに優れるGISを用いて形状解析を行った。本研究では、プレートが滑らかに沈み込む場合、断裂を起こした場合、重合を起こしている場合の3種のプレート形状を球殻の組み合わせによって再現し、これらのプレート形状に対して最短経路の解析を行うことにより、プレート形状の変化を評価できるか検討した。解析範囲を1000 km四方として4 km間隔のプレート形状データを作成した。沈み込み開始地点には4 km毎に点を配置した。解析では、まず、1つの沈み込み開始地点からプレート上面の全ての点までの、地形に沿った最短経路の距離解析を行い、この作業を4 km毎に設定した全ての沈み込み開始地点から実施した。次に、プレート上面の1地点に着目し、最短経路をもつ沈み込み開始地点を検索し、その距離値および対応する沈み込み開始地点を記録した。最後に、得られた最短経路の距離値の分布を確認した後に、記録しておいた沈み込み開始地点毎に最短経路を分類してプレート上面を着色した。

結果と考察 3種の理想的な沈み込みプレート形状に対して最短経路の解析を行った結果、以下のことが明らかになった。プレートが滑らかに沈み込む形状では、プレート上の点と沈み込み開始地点が一对の関係となった。プレートが断裂した形状では、断裂が想定される範囲の近傍において、プレート上の複数の点の最短経路が同一の沈み込み開始地点に集中する様子が見られた(図2)。これはプレートが地下で断裂している事を示しているものと考えられる。ただし、断裂が起きていると想定される範囲とGISを用いた解析による断裂範囲は、正確には一致しなかった。プレートが重合した形状では、最短経路値が扇状に分布し、重合部付近に

収束する様子が確認された。これらの結果から、理想的な沈み込みプレート形状では、断裂や重合を示す形状について、最短経路を用いた形状解析により評価できることが分かった。なお、GISでは、最短経路をDEM点周囲8方位に沿って求めるために、最短経路の計算結果に方位依存が生じていることが確認された。プレートの解析においても、この特性を考慮したうえで解析結果を判断する必要があることが分かった。また今後は、実際の沈み込むプレートにも最短経路を用いた形状解析手法を適用し、本研究で得られた形状解析結果のパターンと比較することで、プレート形状の評価を行う予定である。

引用文献： Iidaka T., et al., 2017, Receiver function images of the distorted Philippine Sea slab contact with the continental crust: Implications for generation of the 1891 Nobi earthquake (Mj 8.0), *Tectonophys.*, 717, 41-50. Yamaoka, K., et al., 1986, Spherical shell tectonics: Effects of sphericity and inextensibility on the geometry of the descending lithosphere, *Reviews of Geophysics*, 24, 1, 27-53. 山岡耕春・西原真仁, 1997, 中部地方の火山活動と沈み込んだフィリピン海プレートの形状, *火山*, 42, 131-138.



↑ 図1：本研究の概念図。

沈み込んだ海洋プレート上の任意の点は、それぞれ対応する沈み込み開始地点をもち、最短経路を通り現在の位置に沈み込んでいる。

プレート上の地点と沈み込み開始地点との間の最短距離とその対応関係を求めることで、断裂や重合などのプレートの変形を評価できる。

↓ 図2：断裂が起きている場合での解析結果。1000 km四方の範囲を想定してデータを作成し、4 km 間隔で沈み込み開始地点を設置した。白点群は沈み込み開始地点を示す。プレート上面の色は、それぞれの色が最短経路を示している。GISで計算した断裂範囲は、同一の色の広がりとして認識できるが、(図中の黄緑部分)、想定した断裂範囲と正確には一致していない。

