

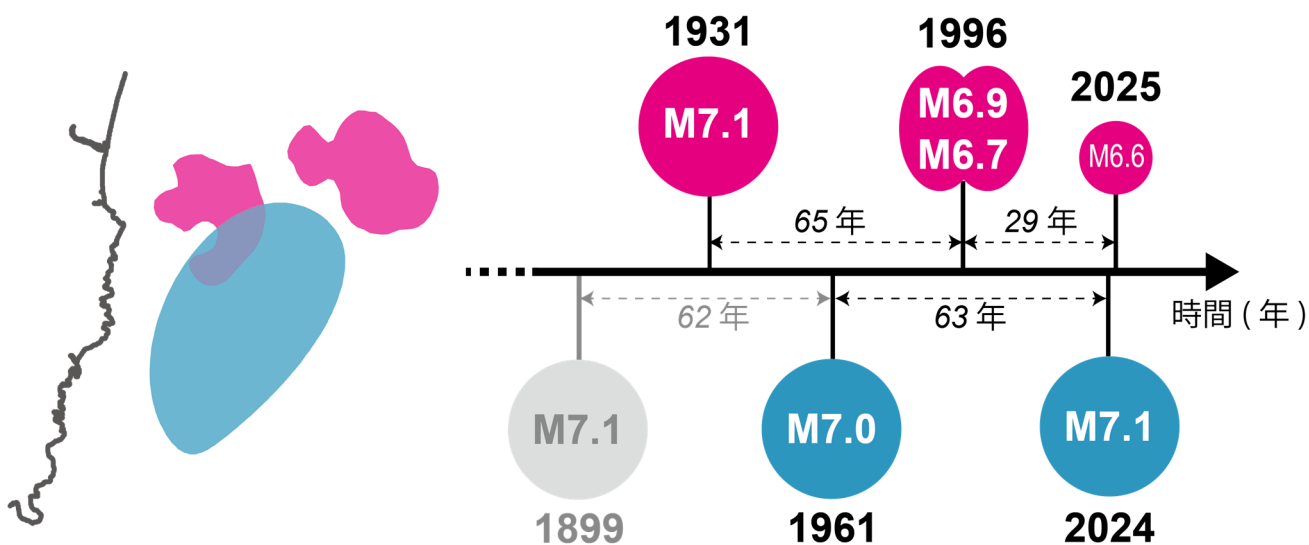
日向灘南部における大地震の多様な発生様式

—2024 年・2025 年の地震から新たに増えてきた特徴と今後の課題—

概要

宮崎公立大学地域連携・防災研究センターの山下裕亮准教授（前、京都大学防災研究所宮崎観測所・助教）と、海洋研究開発機構地震津波予測研究開発センターの堀高峰 センター長は、2024 年と 2025 年に発生した日向灘の地震に関する観測研究結果をふまえ、日向灘南部における大地震の発生間隔や規模の変化などの発生様式に関する新たな見解を発表しました。日向灘南部では、「同じ場所で 30 年ごとに M7 級の地震が起きる」と考えられていましたが、2024 年の地震により約 60 年間隔で活動する 2 つの震源域が、30 年ずれて活動しているとみられることが明らかとなりました。2024 年の地震による震源域でのすべり量は、震源域周辺の非地震性すべりレートの解析結果から期待される約 60 年分のすべり遅れの蓄積量と調和的であることが示されました。一方、プレートの沈み込みから期待される約 60 年分のすべり遅れの蓄積量に対しては半分程度と見積もられます。地震で解消し切れていない残りのすべり遅れは、余効すべりやスロー地震などで解消されている可能性があります。階層アスペリティモデルに基づく考察から、長期的かつ広域的に蓄積されたひずみが、1662 年日向灘地震のような M8 級の巨大地震を引き起こす可能性についても言及しました。さらに、日向灘における研究をさらに進めていくための課題についても多角的な視点からまとめました。

本研究の成果は、2025 年 9 月 10 日に日本地震学会の学術誌「地震 第 2 輯」に掲載されました。



日向灘南部における地震発生パターン

1. 背景

九州東方に位置する日向灘は、フィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に沈み込む場所で、数十年に一度の頻度で M7 級の海溝型地震が発生します。日向灘南部（宮崎市～日南市沖）においては、1931 年 M7.1、1961 年 M7.0、1996 年 10 月 M6.9 & 12 月 M6.7（2 つ合わせると M7.0 相当 [Yagi et al. (1999)]）と、約 30 年ごとに同一の領域で M7 級のプレート境界地震が繰り返し発生しており、2024 年 8 月 8 日に発生した M 7.1 の地震も、この約 30 年間隔で発生してきた活動の 1 つと考えられました。2024 年の地震では、南海トラフ地震臨時情報が初めて発表され、社会的にも大きな話題となりました。今後も日向灘で発生する地震がきっかけとなって南海トラフ地震臨時情報が発表される可能性は高く、日向灘における地震活動の特徴をあらかじめ理解しておくことは重要です。本研究では、日向灘南部における地震活動の特徴について整理をおこない、大地震の発生間隔や規模の変化など発生様式に関する考察・議論を行いました。

2. 研究成果

・2024 年 M7.1 の地震と過去の地震との関係

2024 年の地震については、すでに既往研究による地殻変動や N-net 南海トラフ海底地震津波観測網を活用した震源過程解析・震源域推定の結果が公表されています [例えば、Itoh (2025), Kubota et al. (2025)]。しかし、これらの結果は手法やデータの違い、さらに分解能の問題で必ずしも一致するとは限りません。本研究では、大学の臨時観測点を加えた余震解析を行い、既往研究とは独立に得られた結果と合わせて解釈を行った結果、2024 年の地震の震源域は、1 つ前の 1996 年の地震の震源域とは互いに重ならないことを示しました。

検討を重ねていく中で、2024 年と 1961 年の地震における、油津、細島、土佐清水での津波観測波形が、非常によく似ていることを見いだしました。気象庁・福岡管区気象台 (2025) は、雲仙岳・阿蘇山での強震波形も同様に 2024 年と 1961 年の地震で非常によく似ていることを示しており、被害の様相の特徴なども考慮すると、2024 年の地震は 1961 年の地震の再来であった可能性が高いと結論づけました。

・2025 年 M6.6 の地震と過去の地震との関係

2025 年の地震についても、既往研究による震源過程解析の結果が公表されていますが、地震の規模自体が小さく、分解能の限界もあり十分な議論がなされていませんでした。この地震についても、本研究では大学の臨時観測点を使用した余震解析を行い、さらに同様の手法で 1996 年の地震の余震に関しても再解析を行って比較しました。その結果、2025 年と 1996 年の地震の余震分布はよく似ていることがわかりました。1996 年の地震は M6.9（10 月）と M6.7（12 月）で 2 回発生しています、宮崎市内では 2 度強い揺れを体感しており、2025 年の地震では 2 つの震源域を 1 回の地震で破壊したものと考えられます。

・大地震の繰り返しと階層アスペリティモデルによる解釈

日向灘南部において、同一震源域が約 30 年間隔で繰り返し破壊するという考え方は、大局的に見ると間違っていないものの、2024 年の地震によって細かく見ると間違っていたことがわかりました。2024 年の地震は 1996 年の地震の再来ではなく、1961 年の地震の再来であり、この間は約 60 年となります。1996 年の 1 つ前の地震は、震源位置の近さや前震活動を伴っていたなど共通点が多い 1931 年だ

った可能性があり、この間も約 60 年となります。つまり、実際には同一震源域が約 60 年間隔で繰り返し破壊しており、それが約 30 年ずれていたため、全体としては約 30 年に 1 度という間隔で繰り返しているように見えていたとみられます。

この約 60 年という数字を、すべりの収支の観点で見えていきます。この領域で小繰り返し地震を用いて推定されている非地震性すべりレート [Yamashita et al. (2012)] から推定される震源域での 60 年分のすべり遅れ量は、2024 年の地震の解析で得られている値 [Kubota et al. (2025)] と大きく変わりません。一方、約 60 年の間に蓄積されるすべり遅れ量に対し、地震によって解消されるすべり量は半分程度です。つまり、約 60 年の間隔で繰り返し破壊される震源域では「周囲のすべりレートに対するすべり遅れ分を解消している」と解釈することができます。

ここで、地震によって解消し切れていないすべり遅れはどのような形で解消されているのかが大きな問題になります。多くのすべり遅れ分は、地震後の余効すべりやスロー地震で解消されている可能性があります。仮にわずかなすべり遅れが生じていた場合、長期的かつ広域的にこのすべり遅れを蓄積し、将来的に巨大地震で解消するというシナリオも考えられます。日向灘では、1662 年日向灘地震が M8 級巨大地震であった可能性を示唆する結果がでており [Ioki et al. (2023)]、この地震の発生メカニズムを考える上でも重要です。このように、局所的に固着している領域が、プレートの沈み込みよりも遅い周囲のすべりからの遅れを解消する地震を繰り返し起こすとともに、より長い繰り返し時間間隔で、プレート沈み込みから遅れている周囲の部分と固着域を含めて、より大きな規模の地震を起こす現象は、「階層アスぺリティモデル」で説明ができます [Hori and Miyazaki (2011)]。

この階層アスぺリティモデルに基づくと、2025 年の地震が本来想定されていた 1996 年の地震と同程度の M7.0 相当ではなく、M6.6 (Mw6.7~6.8) と半分程度になった理由も説明ができます。2025 年の地震は 1996 年から約 29 年で発生しており、約 60 年の繰り返し間隔に対して半分程度です。つまり、蓄積されたすべり遅れ量も半分程度であったため、発生した地震の規模も半分程度で収まったと考えられます。

3. 波及効果、今後の予定

本研究の成果は、日向灘における地震研究を行う上での基礎的資料となり、今後発生する M7 級の地震や、将来発生する可能性がある M8 級巨大地震に関する研究およびそれらの理解の深化につながると考えられます。より定量的な評価が必要ですが、日向灘南部における M7 級プレート境界地震の発生様式に関する知見が深まったことで、地震活動の長期評価の改訂や、南海トラフ地震臨時情報のより現実的な運用などにつながることが期待されます。長期評価においては、日向灘は現在北部と南部をひとくくりとして考えられており、プレート境界地震とプレート内地震の区別もされていません。日向灘南部においては、三陸沖の宮城県沖地震のような扱いを将来的には検討してもよいかもしれません。

一方、日向灘における地震活動をさらに理解する上で、重要な問題点も浮かび上がってきました。まず、過去の大地震の震源域に関する研究が十分ではなく、特に 1931 年と 1961 年の地震の震源域を特定することが不可欠です。震源域を推定する上で、震源位置に関しても現代の知見を活用した再解析が必要です。また、プレート境界におけるすべり遅れと解消の関係について明らかにしていく必要があり、陸上および海域からのモニタリングをさらに強化することが重要です。さらに、日向灘で発生する様々なすべり現象の数値シミュレーションによる包括的な再現・検討を進め、より長期的な観点で地震活動の

特徴を明らかにすることが必要です。

<参考文献>

- Hori, T. and S. Miyazaki, 2011, A possible mechanism of M 9 earthquake generation cycles in the area of repeating M 7~8 earthquakes surrounded by aseismic sliding, *Earth Planets Space*, 63 (7), 773-777, <https://doi.org/10.5047/eps.2011.06.022>.
- Ioki, K., Y. Yamashita, and Y. Kase, 2023, Effects of the tsunami generated by the 1662 Hyuga-nada earthquake off Miyazaki Prefecture, Japan, *Pure Appl. Geophys.*, 180 (6), 1897-1907, <https://doi.org/10.1007/s00024-022-03198-3>.
- Itoh, Y., 2025, Coseismic slip and early afterslip of the 2024 Hyuganada earthquake modulated by a subducted seamount, *Geophys. Res. Lett.*, 52, e2024GL112826, <https://doi.org/10.1029/2024GL112826>.
- 気象庁 福岡管区気象台, 2025, 九州地方とその周辺の地震活動 (2024 年 5 月~10 月), 地震予知連絡会会報, 113, 358-420.
- Kubota, T., H. Kubo, and T. Saito, 2025, Reliable fault modeling of an Mw 7.1 earthquake in Hyuganada Sea on 8 August 2024 by offshore tsunami data from new seafloor network N-net and onshore GNSS data, *Geophys. Res. Lett.*, 52, e2025GL115391, <https://doi.org/10.1029/2025GL115391>.
- Yagi, Y., M. Kikuchi, S. Yoshida, and T. Sagiya, 1999, Comparison of the coseismic rupture with the aftershock distribution in the Hyuga-nada earthquake of 1996, *Geophys. Res. Lett.*, 26, 3161-3164, <https://doi.org/10.1029/1999GL005340>.
- Yamashita, Y., H. Shimizu, and K. Goto, 2012, Small repeating earthquake activity, interplate quasi-static slip, and interplate coupling in the Hyuga-nada, southwestern Japan subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 39 (8), L08304, <https://doi.org/10.1029/2012gl051476>.

4. 研究プロジェクトについて

本研究は、JSPS 科研費 JP20K14579 (代表：山下裕亮) 基盤研究(C)「過去データを活用した地震活動モニタリングシステムの構築：次の日向灘地震に向けて」、JP23K03537 (代表：伊尾木圭衣) 基盤研究(C)「日向灘 M8 級巨大地震の正体は？融合的アプローチによる地震発生様式の解明」、および文部科学省・災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 (第 3 次) によって実施されました。

<用語解説>

・震源と震源域

地震は断層を境に岩盤がずれる（すべる）現象です。震源とは、岩盤のずれが始まった場所（点）で、地震が発生した際に気象庁から発表される情報です。震源域は、岩盤のずれが生じた範囲（面）です。M7 級の地震になると、数十 km 四方の領域で岩盤がずれます。

・プレート境界地震

プレート境界は 2 枚のプレート同士がぶつかっている場所です。日向灘は、ユーラシア大陸プレートの九州地域の下に、フィリピン海プレートが年に 5～7 cm の速度で沈み込んでいる場所です。プレート境界地震は、プレート境界の一部にひずみ（力）が長い年月をかけて蓄積され、このひずみが解放されることで発生します。日向灘で発生する地震の半数程度はプレート境界地震です。南海トラフ沿いの巨大地震や 2011 年東北地方太平洋沖地震も同様のメカニズムの地震です。

・非地震性すべり

地震波を出さずに岩盤がゆっくりとすべる現象です。

・階層アスぺリティモデル

震源断層面上での不均質性を表す概念モデルのひとつです。大地震を起こす領域は、普段は強く固着していて、あるとき急激にずれて地震波を放出しますが、周囲に比べて特にずれの量が多い領域のことをアスぺリティと呼びます [地震本部 HP より]。階層アスぺリティモデルは、複数のサイズのアスぺリティが階層的に存在するモデル（大きなアスぺリティの中に中小のアスぺリティが存在する）です。小さなアスぺリティが、プレートの沈み込みよりも遅い周囲のすべりからの遅れを解消する地震を繰り返し起こすとともに、より長い繰り返し時間間隔で、プレート沈み込みから遅れている周囲の部分（大きなアスぺリティ）と小さなアスぺリティを含めて、より大きな規模の地震を起こすことができます。

・余効すべり

ある程度の規模の地震になると地震発生後に観測される非地震性のすべりで、地震時のすべり領域（震源域）の周辺領域が、地震後に震源域でのすべりに追いつくようにゆっくりとすべる現象です。

<論文タイトルと著者>

タイトル：日向灘南部における大地震の多様な発生様式

著者：山下 裕亮、堀 高峰

掲載誌：地震 第2輯 (<https://doi.org/10.4294/zisin.2025-2S>)

<著者情報>

・山下 裕亮 宮崎公立大学 人文学部 国際文化学科 地域連携・防災研究センター 准教授
(当時：京都大学防災研究所 地震災害研究センター 宮崎観測所 助教)

・堀 高峰 国立研究開発法人 海洋研究開発機構 海域地震火山部門
地震津波予測研究開発センター センター長 (上席研究員)

<問い合わせ先>

【研究に関すること】

山下 裕亮 (やました ゆうすけ)

宮崎公立大学 人文学部国際文化学科 地域連携・防災研究センター 准教授

E-mail : yamac@miyazaki-mu.ac.jp

【取材・報道に関すること】

宮崎公立大学 地域連携・防災研究センター

TEL: 0985-20-4772

E-mail: mmurrc@miyazaki-mu.ac.jp

国立研究開発法人 海洋研究開発機構

海洋科学技術戦略部 報道室

お問い合わせフォーム https://www.jamstec.go.jp/j/form/contact_press/

< 参考図表 >

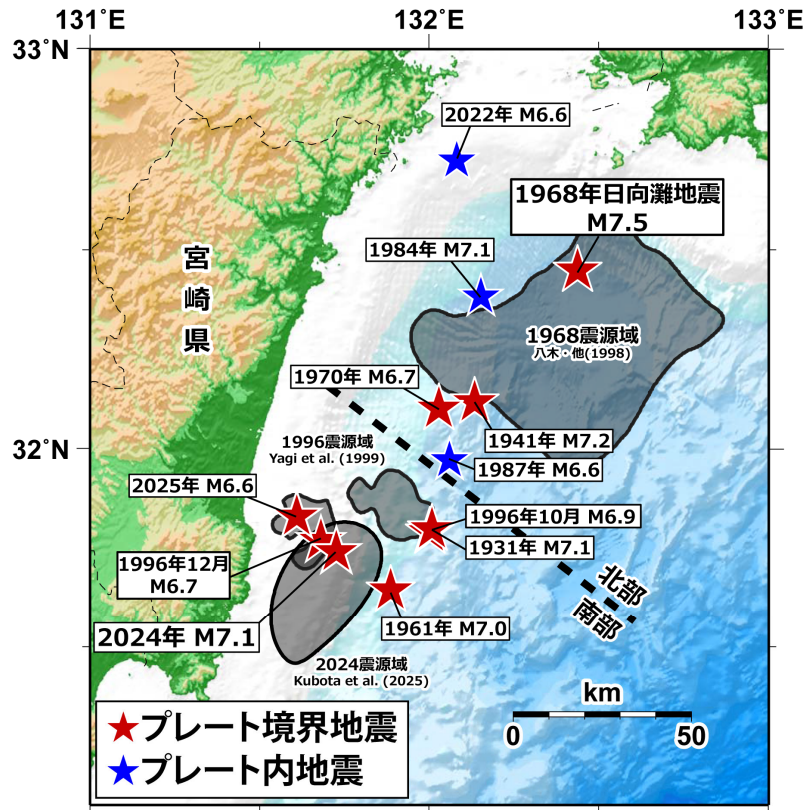


図 1. 日向灘における大地震活動と震源域 (グレイ領域) (山下 (2025 日本地震学会広報誌「なみふる」) を一部改変). 震源データは気象庁一元化カタログを使用している.

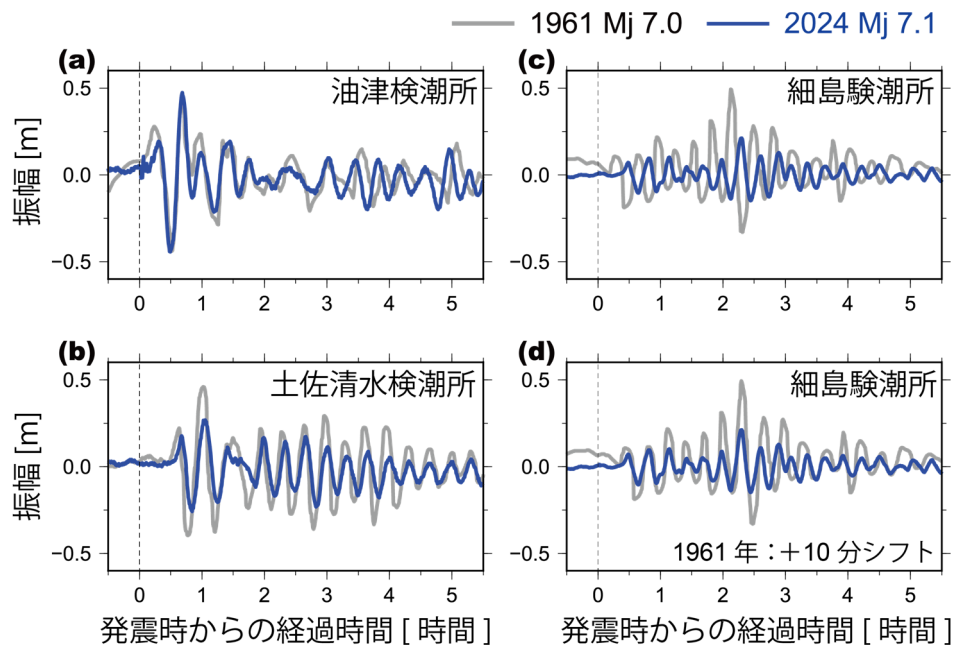


図 2. 1961 年 M7.0 と 2024 年 M7.1 の津波観測波形の比較. (c)と(d)は細島験潮所で同じ波形だが、(d)は 1961 年の波形を +10 分シフトしている. 発震時から津波到達までの時間は油津・土佐清水では 1961 年も 2024 年も同程度であるが、細島では 1961 年が 2024 年よりも 10 分早い. 1961 年当時の細島験潮所の時計が 10 分ほど進んでいたと仮定して波形を並べると (図 2(d)), 両者の特徴はよく一致する.