

## 2021年ハイチ地震の複雑な発生機構を解明 ～横ずれ断層と逆断層の破壊をもたらしたプレートの斜め衝突～

2021年8月14日、ハイチ共和国南西部においてマグニチュード（M）7.2の大地震が発生し、建物の崩壊などにより2000人以上の犠牲者を含む、甚大な被害をもたらしました。カリブ海に位置するハイチ周辺は、カリブプレートと北アメリカプレートが、プレートの境界面に対して斜めに衝突しており、地震の発生領域として知られています。こうしたプレート運動は、ハイチを東西に貫く横ずれ断層帯を形成し、隆起や沈降を伴う急峻な地形をもたらしています。しかし、このように複雑なプレート運動が、被害的な大地震の発生やその破壊様式とどのように関係しているのかについては、よく分かっていませんでした。

本研究では、2021年ハイチ地震の震源過程を解析し、破壊様式の全く異なる逆断層と横ずれ断層によって構成される、極めて複雑な地震破壊が発生したことを明らかにしました。

2021年ハイチ地震の発生領域はハイチを東西に貫く主要な横ずれ断層帯に位置します。しかし、二つの地震破壊イベントは、どちらも既知の横ずれ断層帯から予想される断層の向きや断層の動きとは相容れない、お互いに全く異なる破壊様式を持つことを見出しました。さらに解析を進めた結果、形状の異なる複数の断層が破壊されることで、建物の崩壊や地すべりの発生につながる地震動を発生させたことが分かりました。

本研究により、衝突とすれ違いを伴う複雑なプレート運動が、複雑な断層セグメントを形成し、結果的に複雑な地震破壊をもたらすことが明らかになりました。断層形状や破壊様式の異なる複雑な地震破壊の発生は、地震による被害リスクを増大させる可能性があり、本研究成果はハイチにおける今後の地震被害を評価する上で重要な知見です。

### 研究代表者

筑波大学生命環境系／山岳科学センター

奥脇 亮 助教

## 研究の背景

カリブ海に位置するハイチ周辺では、カリブプレートと北アメリカプレートが斜めに衝突しており、地震の発生領域として知られています。こうしたプレート運動は、ハイチを東西に貫く大規模な横ずれ断層帯を形成し、また山地を形成するような隆起運動をもたらします。このような大地のダイナミックな変動により、地震を引き起こす断層が数多く発達していることが地質調査などで明らかになっています。

ハイチではこれまでも人々や社会に甚大な影響を及ぼす被害的な大地震が発生してきました。しかし、実際の地震時にどのような断層が破壊されるのか、そうした地震の破壊過程と複雑なプレート運動はどのように関係するのかが不明のままです。例えば2010年にハイチで発生したマグニチュード(M)7の大地震は、既知の横ずれ断層帯ではなく、今まで確認されてこなかった未知の逆断層で発生するなど、想定を超える複雑な破壊過程を持つことが報告されてきました。

今回、本国際研究チームは、2021年8月14日にハイチ共和国南西部で発生したM7.2の大地震(以下、2021年ハイチ地震)の発生機構を詳細に解析し、複雑なプレート運動によって直接駆動される特異な震源過程のイメージングに成功しました。

## 研究内容と成果

本研究の解析には、2021年ハイチ地震発生時に世界の約800地点で観測された地震波形データを使用しました。この地震は、カリブプレートと北アメリカプレートの境界付近、深さ30kmより浅部で発生しました。解析の結果、2021年ハイチ地震は、二つの破壊エピソード:1) 逆断層<sup>注1)</sup>破壊と2) 横ずれ断層<sup>注1)</sup>破壊の混在する、極めて複雑な地震発生機構を持つことが分かりました。それぞれの破壊エピソードは、時間的にも空間的にも分離しており、一つの地震において様式の全く異なる地震破壊が発生したことになります。そのうち震央付近で発生した逆断層破壊は、南北方向にかかる圧縮の力で駆動されたことが分かりました。これは、斜めに衝突するプレート運動の一部の成分が、南北方向に分解されたことによるものと考えられます。一方、横ずれ断層破壊は、ハイチを東西に貫く大規模な横ずれ断層帯ではなく、その断層の向きが横ずれ断層帯から約45度傾いた、全く異なる断層セグメントで発生したことが分かりました。また、二つの異なる破壊エピソードを囲むように、地震被害との相関性が高いとされる高周波地震波源<sup>注2)</sup>が分布していることも分かりました。

ハイチ南西部では、大規模な横ずれ断層帯が発達しており、被害的な大地震も、この横ずれ断層帯で生じることが予想されてきました。この予想に反して、本研究チームは今回、様式の全く異なる複数の未知の断層で生じた複雑な震源過程を明らかにしました。2021年ハイチ地震の破壊領域付近では、プレート同士の斜め衝突に伴い、プレート内部の変形により生じたマイクロプレートの存在が指摘されてきましたが、本研究で発見した横ずれ断層破壊は、このマイクロプレートの運動を直接的に反映した破壊挙動として説明することができます。

## 今後の展開

本研究では、地震波形データの解析から、複雑なプレート運動によって直接説明される地震発生機構のイメージングに成功しました。本研究成果は、地震の発生機構のイメージングによって複雑なプレート運動モデルを検証することを可能にするものです。また、地震発生の仕組みと、地球のダイナミックな変動を司るプレート運動、双方の理解を深める上で重要です。本研究結果は、断層形状や破壊様式の異なる複雑な地震破壊の発生によって、地震による被害リスクが増大する可能性も示唆しており、ハイチにおける今後の地震被害を評価する上で重要な知見と言えます。

## 参考図

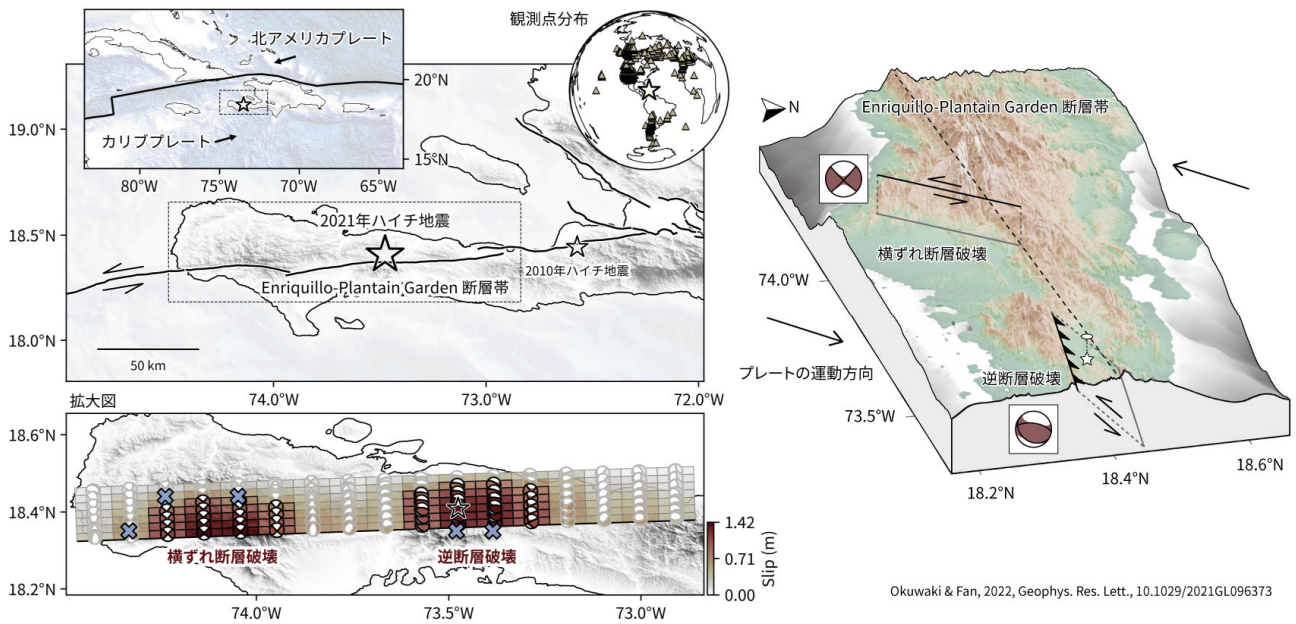


図 本研究成果のまとめ

世界各地の地震観測網が捉えた2021年ハイチ地震の地震波形データを使い、断層すべりと高周波地震波源(X印)の時空間分布を推定しました。震央(星印)から西に向かって破壊が伝播し、その過程で互いに様式の全く異なる逆断層破壊と横ずれ断層破壊が発生したことを明らかにしました。特に横ずれ断層破壊エピソードは、当初予想されていたハイチを東西に貫く大規模な横ずれ断層帯(Enriquillo-Plantain Garden断層帯)ではなく、プレートの斜め衝突運動を直接的に反映するような、断層の向きが斜め45°傾いた断層セグメントで発生したことが分かりました。

## 用語解説

### 注1) 逆断層、横ずれ断層

地震は地下で起きる岩盤の「ずれ」運動で発生する。このずれが発生する岩盤の境界を断層面という。断層面が傾いている場合、断層面を境として浅い側の岩盤が深い側の岩盤に対してずり上がる場合を「逆断層」、ずり下がる場合を「正断層」と呼ぶ。両側の岩盤が水平方向に動く時は「横ずれ断層」と呼ぶ。

### 注2) 高周波地震波

地震によって発生する地震波のうち、高周波側(1 Hz 周辺)の波は、地震時の破壊進展の急変によって励起されることが理論的な研究やシミュレーションによって知られており、地震時の破壊過程を理解する上で重要な情報となる。こうした高周波による地震動は、地震被害との相関性が高いとされ、地震波の高周波成分は、今後起こり得る大地震の地震動やそれに伴う被害を予測する上で重要な情報である。

## 研究資金

本研究は、研究大学強化促進事業(国際テニユアトラック制度)などの支援で実施されました。

## 掲載論文

【題名】 Oblique convergence causes both thrust and strike-slip ruptures during the 2021 M 7.2 Haiti earthquake (プレートの斜め衝突がもたらした 2021 年ハイチ地震時の逆断層破壊と横ずれ破壊)

【著者名】 Okuwaki, R. (奥脇 亮)<sup>1,2,3</sup>, & Fan, W.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学山岳科学センター、<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系、<sup>3</sup> University of Leeds、<sup>4</sup> Scripps Institution of Oceanography, UC San Diego

【掲載誌】 Geophysical Research Letters

【掲載日】 2022 年 1 月 18 日 (オンライン先行公開)

【DOI】 10.1029/2021GL096373

## 問合わせ先

【研究に関すること】

奥脇 亮(おくわき りょう)

筑波大学生命環境系/山岳科学センター 国際テニユアトラック助教

(英国・リーズ大学に滞在中)

TRIOS: <https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000004310>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報室

TEL: 029-853-2040

E-mail: [kohositu@un.tsukuba.ac.jp](mailto:kohositu@un.tsukuba.ac.jp)