

台湾東部で誘発地震の促進メカニズムを発見

～ハの字型構造をなす断層のずれる「向き」の重要性～

ポイント

- ・台湾東部で発生した玉里地震による地面の動きを衛星観測で捉え、地震時の断層の動きを推定。
- ・ハの字型構造をなす2断層系では、片方の断層のずれる方向が他方の地震の誘発に強く影響。
- ・特に片方で逆断層型の地震が発生すると、他方の断層で地震が誘発されやすくなることを発見。

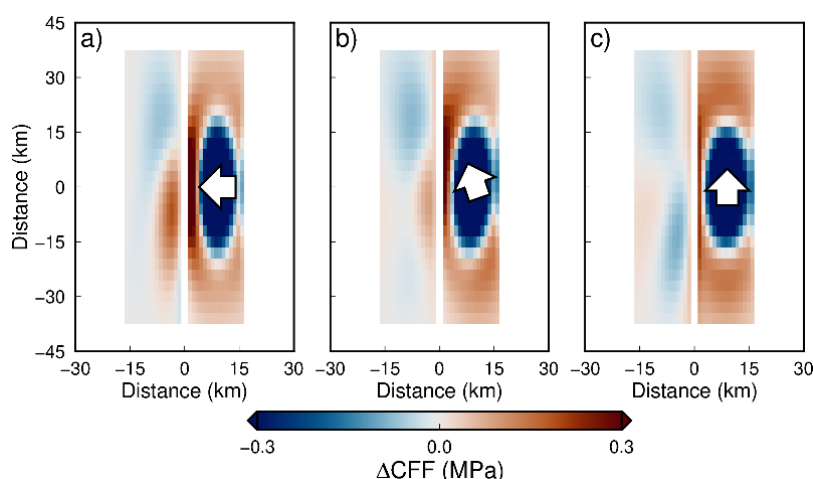
概要

北海道大学大学院理学研究院の高田陽一郎准教授と同大学大学院理学院博士後期課程の石丸雄理氏らの研究グループは、台湾東部に存在する「台東縦谷断層」と「中央山脈断層」における地震の誘発メカニズムを解明しました。これらの断層は隣接しており、互いに反対方向に傾くハの字型の構造をしています。従来、これらの断層の片方で地震が発生すると、もう片方の地震活動が抑制されると考えられていました。しかし、2022年に台東縦谷断層で玉里地震（マグニチュード6.7）が、中央山脈断層で池上地震（マグニチュード7.0）が相次いで発生し、従来の説の再検討が必要となりました。そこで、これら2断層間の相互作用を調べて、誘発地震を理解するための枠組みを再構築しました。

まず、人工衛星「だいち2号」とGNSS^{*1}のデータを用いて玉里地震による地面の変形を高解像度で検出しました。その結果、玉里地震の断層運動が逆断層^{*2}型（鉛直方向のずれ）であったことが明らかになりました。また、玉里地震の断層運動によって、隣接する中央山脈断層に加わる力が変化し、池上地震の際にずれが大きかった場所では断層が動きやすい状態になっていたことを示しました。

さらに、ハの字型の2断層系における数値シミュレーションを行い、片方の断層のずれる「向き」が、もう一方の断層での地震の誘発を促す重要な要因であることを明らかにしました。特に、玉里地震のように断層が鉛直方向にずれる場合には、もう一方の断層での地震を促進する力が働きますが、水平方向にずれる場合は抑制する力が働くことを示しました。この結果は、逆断層型の地震後には隣接する断層での地震活動に注意が必要であることを示唆します。さらに、断層がずれる向きによる効果を考慮して、台湾東部における1900年以降の地震活動の活発化と静穏化を説明しました。

なお、本研究成果は、2025年7月10日（木）公開のJournal of Geophysical Research: Solid Earth誌にオンライン掲載されました。



ハの字型構造をなす2断層系における、断層のずれる向きと加わる力の関係（論文中の図9を改変）。各図の右側の断層で（a）逆断層型、（b）逆断層+左横ずれ型、（c）左横ずれ型の地震が起きた場合に、断層に加わる力の変化を示す。赤い領域は断層をずれやすくする力が、青い領域はずれにくくする力がかかっていることを意味する。

【背景】

台湾はフィリピン海プレートとユーラシアプレートの衝突により形成され、現在も世界で最も急速な造山運動が進行しています。衝突境界にあたる東部の台東縦谷では、東に傾斜する台東縦谷断層と西に傾斜する中央山脈断層が近接して並走し、活発な地震活動を引き起こしています。これらの断層の断面はハの字型の構造を呈し、これを「ダブルバジェンス構造」と呼びます。

これらの断層は近接しているため、力学的な相互作用を理解して誘発地震のリスク評価を行う必要があります。従来、片方の断層で地震が発生すると、他方の断層の地震活動が抑制されると考えられていました。しかし、2022 年 3 月に台東縦谷断層で玉里地震（マグニチュード 6.7）が、同年 9 月に中央山脈断層で池上地震（マグニチュード 7.0）が発生し、既存の説を再検討する必要性が生じました。

【研究手法】

JAXA が打ち上げた人工衛星「だいち 2 号」の合成開口レーダー^{*3}画像と GNSS 観測点のデータを用いて、玉里地震に伴う地表の動きを検出しました。この地表の動きから玉里地震による断層のずれを逆推定し、さらにこの断層運動によって周囲に加わる力の変化を数値計算により求めました。また、二つの断層がハの字型をなす構造において、片方の断層で地震が発生した際のずれの向きと他方の断層面に加わる力の変化との関係を系統的に調べました。

【研究成果】

台東縦谷断層で発生した玉里地震は、ほぼ純粋な逆断層型（鉛直方向のずれ）であったことが明らかになりました。この断層のずれによって、近接する中央山脈断層に加わる力が変化し、池上地震でずれが大きかった場所において断層が動きやすい状態になっていたことを示しました（図 1）。

さらに、ハの字型の断層系では一方の断層がずれる「向き」が、他方の断層での地震の誘発を左右する重要な要因であることを数値計算により明らかにしました（P1 概要図）。例えば、玉里地震のように断層が鉛直方向にずれる場合には、もう一方の断層では誘発地震を促進する力が働きますが、水平方向にずれる場合は抑制する力が働くことを示しました。また、断層がずれる向きによる効果を考慮して、台湾東部における 1900 年以降の地震活動の活発化と静穏化を説明することに成功しました。

【今後への期待】

台湾東部では、ハの字型という比較的シンプルな幾何学的配置での断層の相互作用の理解を進めることができました。また「だいち 2 号」を用いることで、観測機器が設置されていない山中や海岸部でも地表の動きを検出することができました。台湾東部で得た理解を発展させ、「だいち 4 号」のデータも用いることで、より複雑な断層系における力学的な相互作用への応用が期待されます。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費 JP17K05622、JP22K03770 の助成を受けたものです。また、本研究は東京大学地震研究所共同利用（2024-B-02）の援助を受けました。本研究で用いた PALSAR-2 データは PIXEL（PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface）において共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と PIXEL との共同研究契約に基づき JAXA から提供されたものです。PALSAR-2 データの所有権は JAXA にあります。

論文情報

論文名 Strong Fault Interaction in Double-Vergence Structure: Lessons From the 2022 Yuli Earthquake and the 2022 Chihshang Earthquake, Eastern Taiwan (ダブルバージェンス構造における強い断層間相互作用：台湾東部で発生した 2022 年玉里地震及び 2022 年池上地震からの教訓)

著者名 石丸雄理¹、高田陽一郎²、景 國恩³、張 午龍⁴ (¹北海道大学大学院理学院、²北海道大学大学院理学研究院、³国立成功大学測量及空間情報学科、⁴国立中央大学地球科学学科)

雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth (固体地球物理学の専門誌)

D O I 10.1029/2025JB031225

公表日 2025 年 7 月 10 日 (木) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院理学研究院 准教授 高田陽一郎 (たかだよういちろう)

T E L 011-706-3526 メール takaday@sci.hokudai.ac.jp

U R L <https://geodynamics.sci.hokudai.ac.jp/geodesy/>

配信元

北海道大学社会共創部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

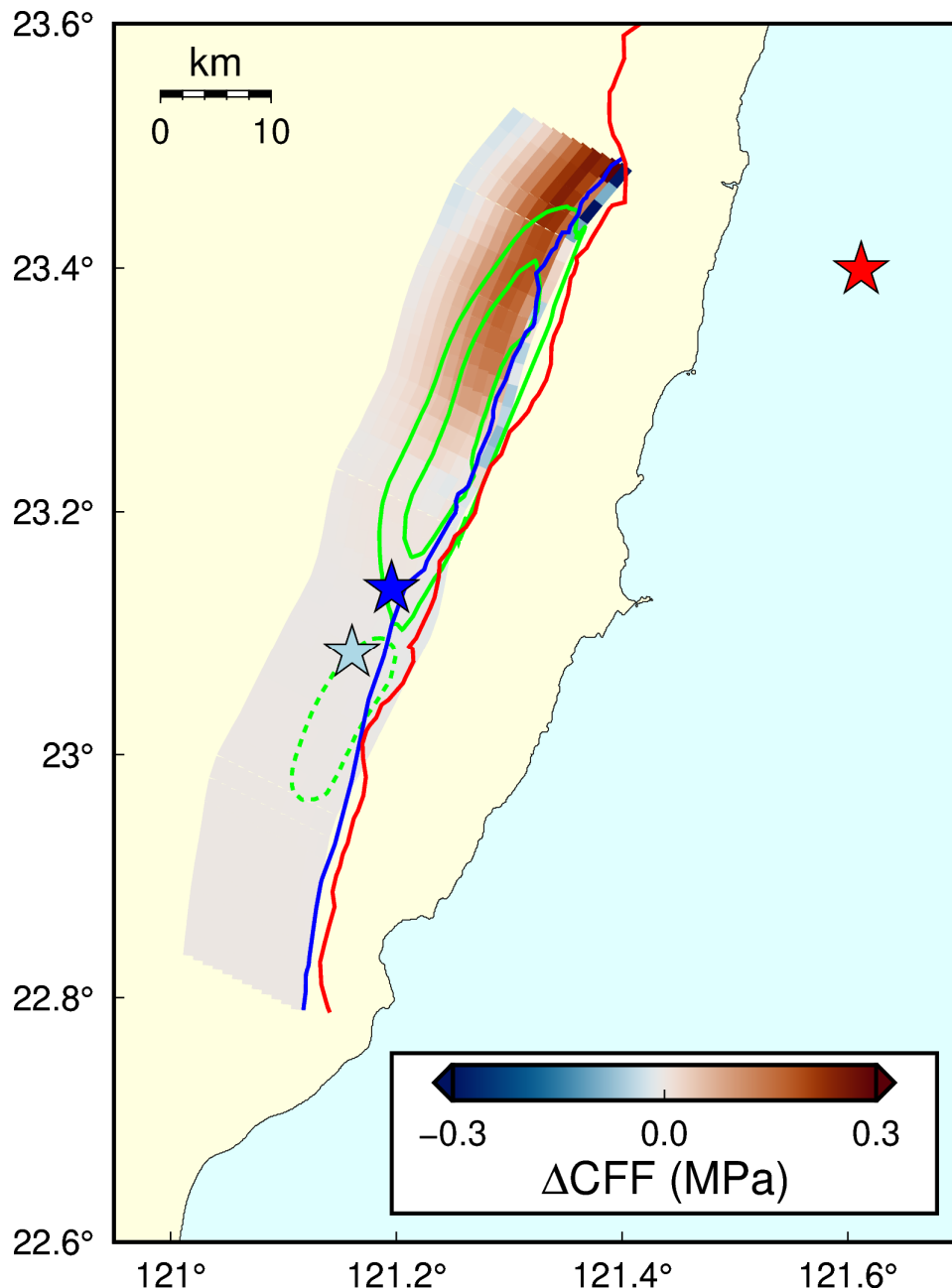


図 1. 台東縦谷断層で発生した玉里地震に伴う、中央山脈断層に加わる力の変化(論文中の図 8 を改変)。
赤、水色、青の星はそれぞれ玉里地震、関山地震(池上地震の前震)、池上地震の震央を示す。赤線と青線は、それぞれ台東縦谷断層と中央山脈断層の地表での位置を示す。緑の等値線は、関山地震(破線、50 cm 間隔)と池上地震(実線、100 cm 間隔)による断層のずれの大きさを示す。赤い領域は断層をずれやすくする力が、青い領域は断層をずれにくくする力がかかっていることを意味する。

【用語解説】

- *1 GNSS … 地球上の位置を測定する衛星測位システムの総称。GPS をはじめとする複数の衛星システムが含まれる。
- *2 逆断層 … 水平方向に圧縮されて、一方の岩盤がもう一方の上にずり上がった断層のこと。
- *3 合成開口レーダー … 人工衛星から地表にレーダーを照射して高解像度の画像を得る手法。2 回撮像することで地表の動きを計測できる。