

InSARとGNSSを用いた台湾東部における断層間相互作用の推定：2022年Yuli地震の例

Estimation of Fault Interaction in Eastern Taiwan Using InSAR and GNSS: Case of the 2022 Yuli Earthquake

*石丸 雄理¹、高田 陽一郎²、景 國恩³、張 午龍⁴

*Yuri Ishimaru¹, Youichiro Takada², Kuo-En Ching³, Wu-Lung Chang⁴

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、4. 国立中央大学

1. Hokkaido University, Graduate School of Science, 2. Hokkaido University, Faculty of Science, 3. National Cheng Kung University, 4. National Central University

台湾東部はフィリピン海プレートとユーラシアプレートの衝突境界に位置し、世界で最も急速な造山運動が進行する地域の一つである (Chai, 1972; Takada et al., 2007). 衝突の境界には、台東縦谷断層 (Longitudinal Valley Fault, LVF) と中央山脈断層 (Central Range Fault, CRF) の2つの活断層が並行して存在するが (Shyu et al., 2006; Lee et al., 2023), これらの断層の力学的相互作用はほとんど解明されていない. 本研究では、まず2022年3月22日にLVFで発生したYuli地震 (Mw 6.7) による地殻変動をInSARとGNSSを用いて面的かつ高精度に検出し、断層面上のすべり分布を求めた. さらに、Yuli地震の断層すべりに伴うCRF上での応力変化量を計算することで、2022年9月18日にCRFで発生したChihshang地震 (Mw 7.0) への影響を調べた.

はじめに、ALOS-2のInSAR画像とGNSSデータを用いて、半無限弾性体のグリーン関数 (Okada, 1985) によるジョイントインバージョン解析を行い、Yuli地震に伴うLVF上でのすべり分布を推定した. InSAR画像の誤差は空間的に相関を持つため、共分散成分を指数関数でモデル化した (Lohman & Simons, 2005; Fukushima et al., 2005). 推定されたすべりベクトルは逆断層成分を示し、断層すべりは深さ約10 kmから30 kmの範囲に集中した. 最大すべり量は約60 cm、モーメントマグニチュードは6.8であった.

次に、Coulomb 3.3 (Toda et al., 2011) を用いて、LVFで発生したYuli地震の断層すべりに伴うCRF上のクーロン破壊関数の変化 (ΔCFF) を計算した. その結果、Chihshang地震の震源北部の主破壊域においてCFFが約0.3 MPa増加したことが明らかになった (図1). これは、Yuli地震がChihshang地震の破壊域を北側に広げる役割を担ったと解釈できる. また、この ΔCFF をCRFの長期的な応力蓄積速度で割ることで、Yuli地震がChihshang地震の発生を約50年早めた可能性を示した.

一方で、1951年にLVFで発生した台東縦谷地震や、2022年にCRFで発生したChihshang地震では、向かい合う断層面上に負の ΔCFF を引き起こす (Tang et al., 2023). このような ΔCFF の正負の違いをもたらす原因を解明するために、震源断層面でのすべり角を90°から0°まで系統的に変化させて ΔCFF を計算した. その結果、震源断層面でのすべり角が90°の場合にはレシーバー断層面上の ΔCFF は正の値となるが、0°に近づくにつれて負の ΔCFF が現れることが明らかになった. LVFとCRFの位置関係はハの字型に向かい合っているため、LVFで発生した地震がCRF上にもたらす応力変化だけでなく、逆の場合についても同様の結果が得られる.

さらに、この地域の過去の地震記録を調べた結果、上記で明らかにしたように、震源断層のすべり角の違いによって、他方の断層面上において地震活動が活発化・静穏化する事例を見出した. 以上より、台湾東部の2つの断層での地震発生間隔は、他方の断層で発生する地震によって大きく変化し、その影響の大きさは断層のすべり角に強く依存すると結論付けた.

謝辞：本研究は東京大学地震研究所共同利用 (2024-B-02) の援助をうけた. 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. PALSAR-2データの所有権はJAXAにある.

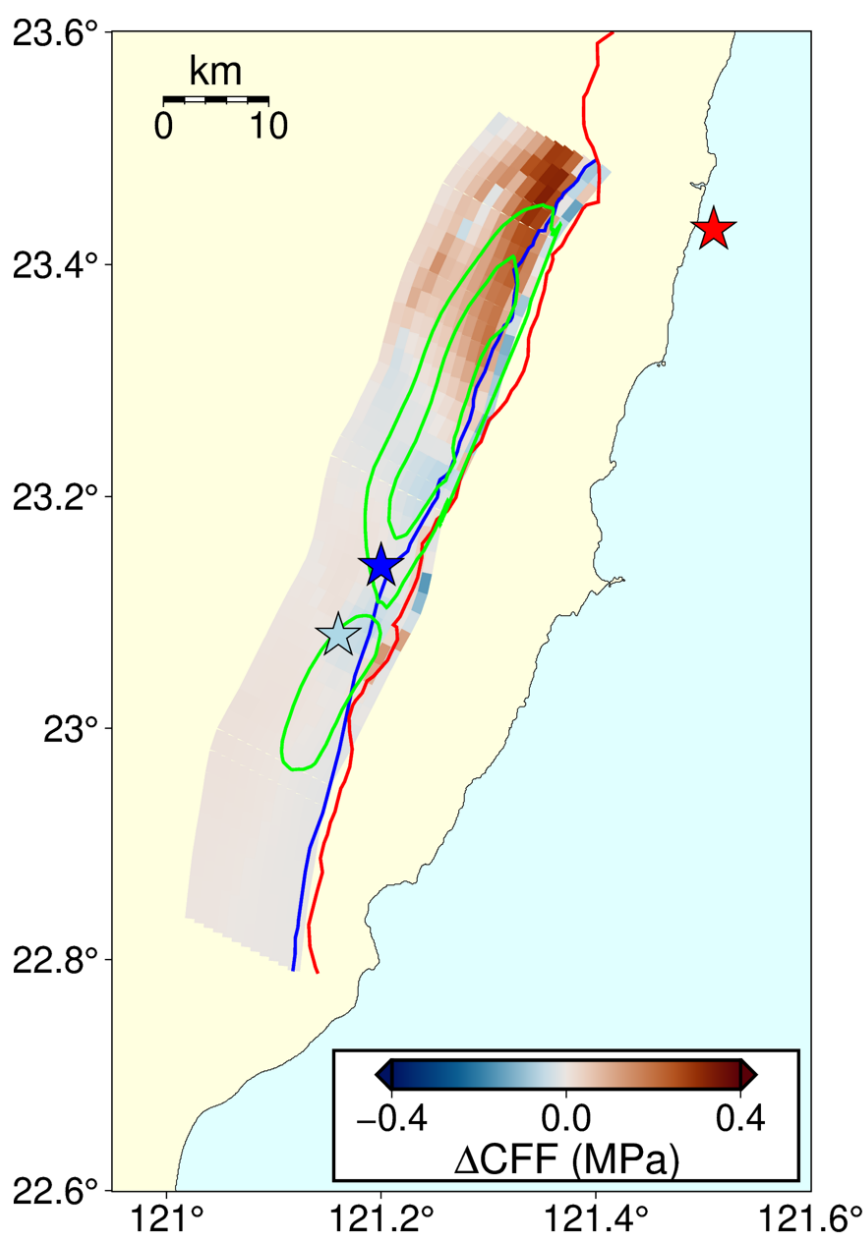


図1. 2022年Yuli地震に伴うCRF上の ΔCFF . CRFの各パッチのすべり角は、Tang et al. (2023) によって推定されたChihshang地震時のすべり角を用いた。見かけの摩擦係数 μ' は0.4とした (Hsu et al., 2010; Tang et al., 2023). 赤, 水色, 青の星はそれぞれYuli地震, Guanshan地震, Chihshang地震の震源を示す. 赤線と青線はそれぞれLVFとCRFの地表トレースを示す (Styron et al., 2010). 緑色の等値線は、Tang et al. (2023) によって推定されたGuanshan地震 (南側, 50 cm間隔) とChihshang地震 (北側, 100 cm間隔) の地震時すべり分布を示す. ΔCFF はChihshang地震の主破壊域北部で0.3 MPaに達する.