

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

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

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.

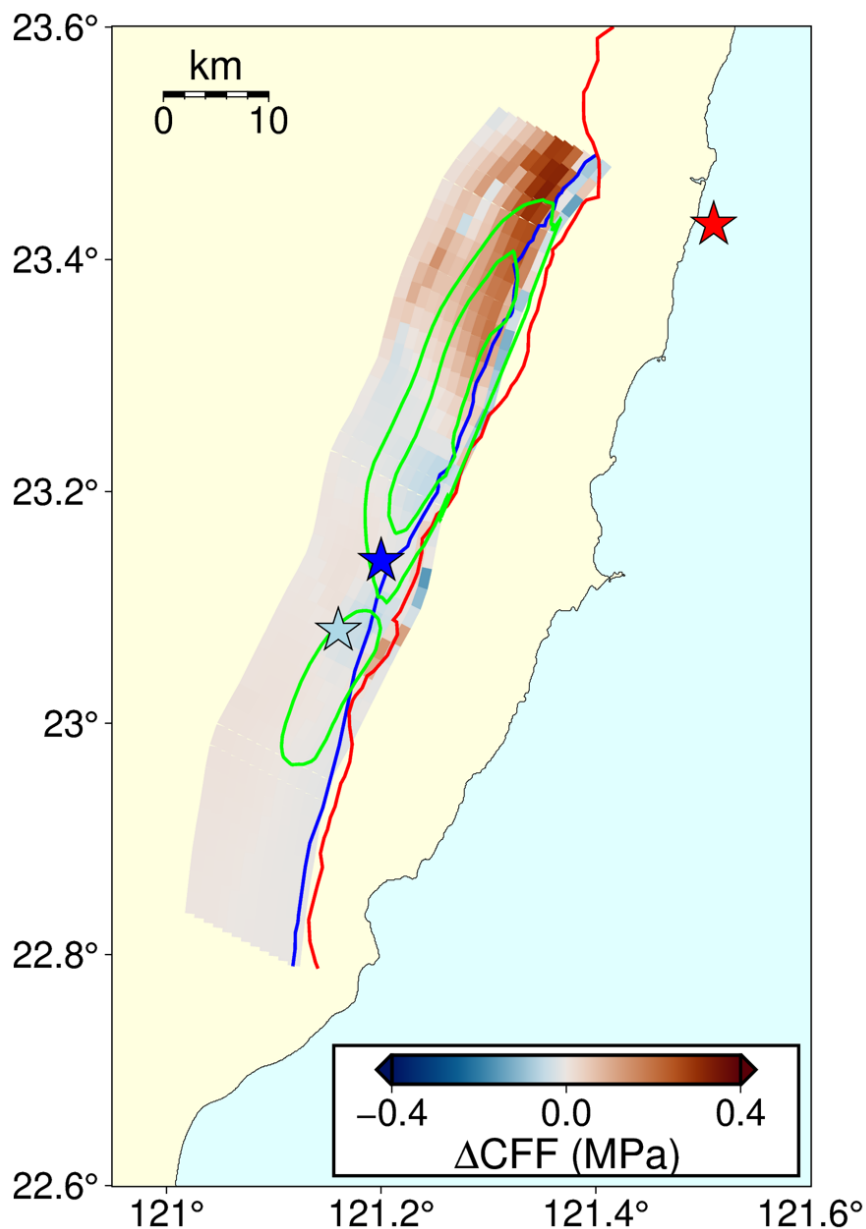


図1. 2022年Yuli地震に伴うCRF上の ΔCFF . CRFの各パッチのすべり角は, Tang et al. (2023) によって推定されたChihshang地震時のすべり角を用いた. 見かけの摩擦係数 μ' は0.4とした (Hsu et al., 2010; Tang et al., 2023). 赤, 水色, 青の星はそれぞれYuli地震, Guanshan地震, Chihshang地震の震源を示す. 赤線と青線はそれぞれLVFとCRFの地表トレースを示す (Styron et al., 2010). 緑色の等値線は, Tang et al. (2023) によって推定されたGuanshan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