

11 - 3 2023 年トルコ・シリア地震の震源過程

Source processes of the 2023 Türkiye-Syria earthquake doublet

筑波大学生命環境系 奥脇 亮

Ryo Okuwaki (Institute of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba)

2023年2月6日、トルコ南東部にて2つの内陸大地震が発生した。これらの地震による強い揺れは、トルコ及びシリアに大きな被害をもたらした。これら2023年トルコ・シリア双子地震の発生領域を含む東アナトリア断層帯の南西端周辺では、アナトリアプレート、アラブプレート、アフリカプレートの三つが交わり、断層の曲がりや段差、枝分かれなどを擁する複雑な断層ネットワークが形成されている。一般に断層幾何の複雑性は破壊伝播の速度や進行方向を制御することが知られている。また最近の研究により、断層幾何の複雑性に起因する高速な超せん断破壊現象や異なる断層セグメントの連動的な破壊、さらには破壊進行方向の反転現象など、破壊成長様式の隠された複雑性が報告され始めている¹⁾。そこで我々は、最近開発されたポテンシー密度テンソルインバージョン(PDTI)法^{2,3)}を用いて、2023年トルコ・シリア双子地震の震源過程を解析した⁴⁾。PDTI法は、断層形状に関する仮定を必要とせず、断層形状の情報と破壊伝播過程を同時推定することを可能とした新手法である。こうした柔軟な震源過程モデリングは、2023年トルコ・シリア双子地震のように、幾何的に複雑な断層ネットワークで発生しており、予め断層形状の詳細な仮定を行うのが困難な地震の震源過程解析に不可欠である。我々は本手法を2つの地震の遠地実体波P波(一つ目の地震に対して39観測点、二つ目の地震に対して37観測点)に適用した。

解析の結果、一つ目の地震(Mw 7.9)は、主要な断層帯である東アナトリア断層帯ではなく、その東側で鋭角に枝分かれした小断層で地震破壊が開始し、震源から両方向におよそ10秒間伝播した(第1図破壊エピソードE1)。その後、破壊開始15秒から35秒ほどの間、破壊は東アナトリア断層へと乗り移り、断層帯に沿って曲がりながら、部分的に超せん断速度で高速に伝播するエピソードを伴いつつ、南西へとブーメランのように逆方向に伝播した(第1図破壊エピソードE2)。東アナトリア断層の北東部分では、E2の破壊タイミングと重複しながらさらに別の破壊エピソードが進行したこともわかった(第1図破壊エピソードE3)。破壊開始から45秒後、東アナトリア断層の南西部ではさらに大きな領域を破壊するイベントが続き、破壊開始から75秒後に地中海付近において破壊が停止した(第1図破壊エピソードE4)。その約9時間後、東アナトリア断層帯から西に枝分かれするスルグ断層帯において、二つ目の地震(Mw 7.6)が発生した。この地震破壊は、曲がりを持つ断層に沿って、東西両方向へと伝播した。特に西方向の破壊は、超せん断速度で高速に伝播したが、断層の曲がりによって、破壊開始後15秒ほどの短時間に破壊が停止したことが特徴である。

断層形状の情報と破壊伝播過程を同時推定する新しい手法で、2023年トルコ・シリア地震の震源過程を解析した結果、断層の曲がりや段差、枝分かれを含むセグメント化された断層ネットワークが、極めて複雑な破壊過程を駆動したことが分かった。一つ目の地震における見かけ上の逆伝播様式は、主要断層から枝分かれした断層における小さな破壊が、その後の主要断層における大きな破壊へと階層的にスケールアップした過程で、結果的に発生していることがわかった。二つ目の地震では、断層の曲がりやが、破壊の成長と停止の両面をコントロールし、結果的にコンパクトな高速破壊をもたらした可能性があることがわかった。

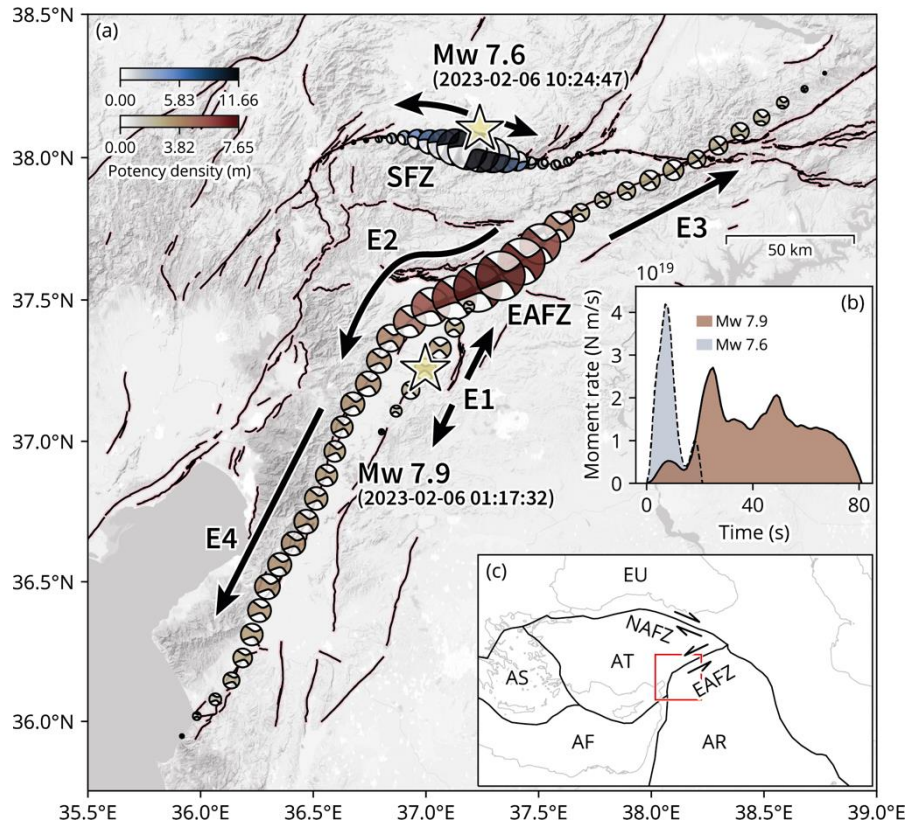
(奥脇 亮)
OKUWAKI Ryo

謝辞

解析に使用した地震波形データは EarthScope Consortium Web Services (<https://service.iris.edu/>) を利用してダウンロードしました。

参考文献

- 1) Yagi et al. (2023), *Sci. Rep.*, **13**, 1107. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27384-y>
- 2) Shimizu et al. (2020), *Geophys. J. Int.*, **220**, 1055-1065. <https://doi.org/10.1093/gji/ggz496>
- 3) Yamashita et al. (2022), *Geophys. J. Int.*, **231**, 91-107. <https://doi.org/10.1093/gji/ggac181>
- 4) Okuwaki et al. (2023), *Geophys. Res. Lett.*, **50**, e2023GL103480. <https://doi.org/10.1029/2023GL103480>



第 1 図 2023 年トルコ・シリア地震の震源過程の概略図。赤系統の色で一つ目の Mw 7.9 の地震，青系統の色で二つ目の Mw 7.6 の地震の解析結果を示す。矢印は破壊の進行方向を示す。

Fig. 1 Overview of the Source processes of the 2023 Türkiye-Syria earthquake doublet. The arrow represents the estimated rupture directions.