

11 - 1 第 244 回地震予知連絡会重点検討課題「トルコ・シリア地震」の概要

2023 Türkiye–Syria earthquakes

汐見勝彦（防災科学技術研究所）

SHIOMI Katsuhiko (NIED)

2023 年 2 月 6 日、トルコ共和国南東部の東アナトリア断層周辺において Mw7.8 (USGS) の地震が発生した。この地震の主破壊は、プレート境界でもある東アナトリア断層で発生した。この断層帯では、過去、各々のセグメントで M6 - 7 程度の地震が発生したとされており、次の地震の発生が危惧されていた地域でもある。今回の地震は分岐断層で始まった破壊が東アナトリア断層の複数のセグメントを連鎖破壊し、結果的に長大かつ複雑な震源断層を形成するに至った。また、その 9 時間後には、東アナトリア断層の北西側に位置するチャルダック断層を震源とする地震を誘発した。現地での調査や地震観測、地殻変動観測データ解析に基づき、この複雑な断層運動やそれがもたらす地震動に関する理解を深めるとともに、事前あるいは逐次的に得られるデータから将来発生する地震及び地震動の予測可能性について検討することは重要である。本課題では、地質、地震波解析、地殻変動解析、強震動、地震活動推移の観点から 5 件の報告を受け、断層のセグメントを把握することの重要性や国外の事例を踏まえた日本の地震発生長期評価への教訓等について議論を行った。

1. 2023 年トルコ・シリア地震と東アナトリア断層系：長大活断層の連動確率評価と検証

2014 年に産業技術総合研究所とトルコ地質調査所の国際共同研究により調査したトレンチが 2023 年の地震によって変位したこと、2023 年 10 月に同トレンチの再掘削調査を実施し、2023 年の地震に伴う地層のずれと断層の進展を確認したことについて報告があった。今回の調査結果と歴史地震による平均再来間隔および最新の地震からの経過時間から今回の地震発生前の 30 年発生確率を算出した結果、35% と高かったことが示された（産業技術総合研究所・近藤久雄 主任研究員）。

2. 2023 年トルコ・シリア地震の震源過程

断層すべりと断層形状の時空間分布を同時に推定する波形インバージョン（ポテンシー密度テンソルインバージョン）を遠地実体 P 波に適用し、震源過程の解析を行った。その結果、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、極めて複雑な断層破壊を駆動したことが分かった。また、破壊の終端部では非ダブルカップ成分を含むメカニズム解が求まり、断層の走向の変化が破壊の停止に寄与したことを示唆することが報告された（筑波大学・奥脇亮 助教）。

3. SAR が捉えた地殻変動からみる断層運動

衛星 SAR（だいち 2 号）の画像データ解析から、広大な範囲の地殻変動を面的に捉えた結果について報告があった。1 回目および 2 回目の地震の断層長はそれぞれ約 350 km、約 150 km であること、深さ 10 km 以浅で左横ずれすべりが卓越し、最大すべり量は 10 m に及んでいること、2 回目の地震は 1 回目の地震に伴う応力場の変化により促進された可能性があることが分かった。これまでに蓄積されたモーメントと今回の地震で解放されたモーメントの収支に不整合があることから、より精度の高いエネルギー収支に関する分析には、歴史地震の正確な発生位置、年代、規模の

推定が不可欠であることが指摘された（国土地理院・小林知勝 宇宙測地研究室長）。

4. 2023 年トルコ南東部地震の被災地域の地震動特性と地盤増幅について

今回の地震によってトルコ建国以来最悪の地震被害が生じたこと、東アナトリア断層での 1 回目の地震は事前に想定されていたが、想定規模は小さかったことについて報告があった。被災地域の主要な都市では、断層破壊をもたらす長周期パルスと平野部の地盤増幅効果によって大きな地震動が観測されたこと、周期 1 秒程度の地盤増幅が大きく被害の拡大に寄与した可能性があることが分かった。また、深部地盤も地震動特性に影響を及ぼすが、トルコでは十分な調査がなされていないことから、今後の検討が必要であることが指摘された（東京工業大学・山中浩明 教授）。

5. M7 地震と M8 地震のトリガリング効率・ストレスシャドウの違い

2023 年のトルコ・シリア地震による周辺横ずれ断層へのクーロン応力変化を求めた結果について報告があった。最初の地震（パザルジュック地震）の 9 時間後に発生したエルビスタン地震は、断層を押さえつける圧力の減少（法線応力の増加）により誘発された可能性が高いこと、破壊域の広域で応力降下に伴う地震活動低下が見られたこと、余震減衰がはやく継続期間も短いことが示された。このような広域の応力低下は長大断層系で発生する巨大地震に見られる特徴であることが報告された（東北大学災害科学国際研究所・遠田晋次 委員）。

今回、トルコ・シリア地震に対して、詳細な調査に基づく地震発生前の地震発生確率や複雑な断層系における断層破壊の特徴と周辺の地震活動推移への影響、地盤構造調査の重要性等についてまとまった報告を頂いた。特に、今回の議論で、「セグメント」と呼ばれる活断層の区間が、長大な活断層の活動に重要な役割を果たしていることが明らかになった。今後、活断層のセグメントをどのように評価、あるいは設定するのかといったことが論点になることを確認した。また、今後の活断層の評価において、活断層の詳細な位置、断層モデルや古地震のデータの精度を上げていくことの重要性が認識された。