



近藤 久雄 Kondo Hisao

産業技術総合研究所 地質調査総合センター 主任研究員
2023年～24年 J-RAPID 研究代表者

地層の調査や過去の文献から古い地震を探り当てる古地震学。産業技術総合研究所地質調査総合センターの近藤久雄主任研究員は、2023年の地震発生前から東アナトリア断層系に着目し、研究を進めてきた。今回の研究では、14年に同震源断層で掘削した場所を再度調査し、地震前後で断層がどのように変化したのかを検証。世界でも例のないデータを採取した。地震発生前の予測と実際の地震像を比較し、長期予測の妥当性を検証することで、地震ハザードの評価に生かしたいと近藤さんは語る。

特集
OVERVIEW

断層のズレから活動周期を割り出す

歴史地震の痕跡を確認する 10年前にトレンチ調査実施

活断層のズレが地震を引き起こす。マグニチュード7.3・震度7を観測し、関西地方を中心に甚大な被害を引き起こした「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」で活断層の存在が注目を浴びて以来、その危険性が広く知れ渡るようになった。普通の断層と違い、活断層は過去に繰り返し大地震とそれに伴うズレを生じ、未来にも起こり得ることから、研究対象としての価値があると語るのは、産業技術総合研究所地質調査総合センターの近藤久雄主任研究員だ。

過去に生じた活断層のズレと歴史地震の記録を重ね合わせれば、ズレの周期や発生年の間隔がわかる。それを基に将来の地震発生確率を算出し、長期予測に結び付けるのだ。今回のJ-RAPIDで近藤さんを代表とする共同研究チームは、カフラマンマラシュ地震を引き起こした活断層のズレを調査し、その長期予測手法の妥当性を検証した。活断層のズレは、「トレンチ調査」という手法を用いて調べる。活断層に対して直交する方向に幅5メートル程度の溝を深さ3メートル程度で掘り、地層面に現れ

るズレを観察するのだ。

掘削後は各地層で木片や木炭などを採取。試料中にある放射性炭素の量を測定し、標準物質と比較する「放射性炭素同位体年代測定法」によって試料の客観的な年代を推定する。算出した年代が歴史地震と重なれば、ズレと歴史地震が結び付く。今回調査対象とした活断層は東アナトリア断層系。カフラマンマラシュ地震の本震の震源断層だ。被害の大きかった都市、カフラマンマラシュの東方約25キロメートルの地点で、トレンチ調査を実施した(図1)。

実はここは、共同研究のパートナーであるトルコ鉱物資源調査開発総局と共に2014年にトレンチ調査を実施していた地点でもある。その時に掘削し一度は埋め戻した溝をそのまま掘り返した。「当時は、1114年や1513年の歴史地震を引き起こした原因が東アナトリア断層系のズレであるという仮説のもと、その痕跡を見つける狙いでした」と近藤さん

は振り返る。2014年の掘削では、ズレの存在による地震の発生は確認できたものの、年代の推定には至らなかった。近藤さんはその原因について、試料を十分に採取できなかったためと語る。

この調査以降、共同研究は一時中断となっていた。しかし、新型コロナウイルス感染症による自宅待機期間に過去の研究を振り返った近藤さんは、もう一度この場所で調査を行う必要があると考え、研究再開に向けて動き出したという。「2022年11月にトルコまで出向き、23年10月に同じ地点を掘り返すという方針でトルコ側と合意しました」。しかし、再調査を目前にカフラマンマラシュ地震が発生したのである。

地震の前後、同じ地点を比較 運良く残っていた座標で把握

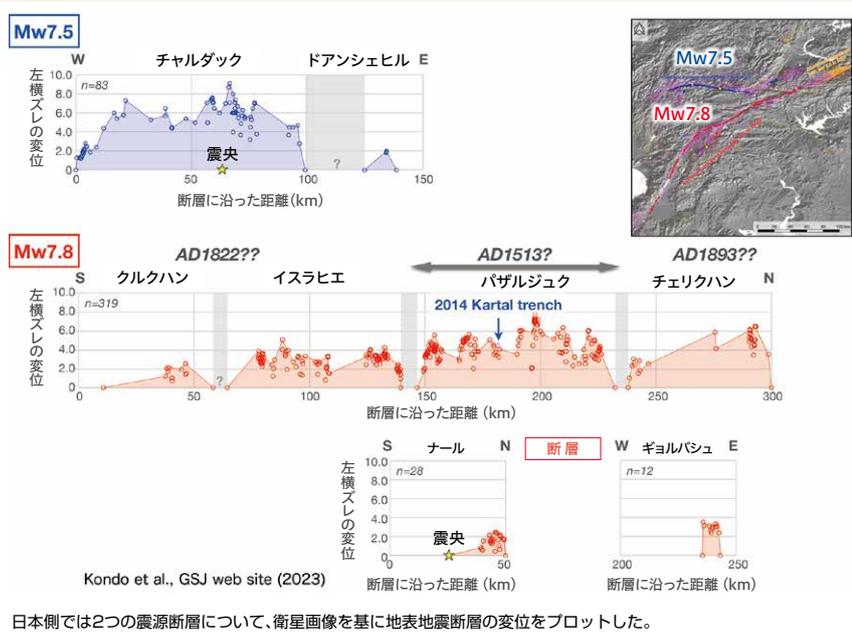
地震発生後すぐに、近藤さんらは現地の研究者と連絡を取り合い、ト

図1 トレンチ調査実施地点



2023年の地震では、斜面に対して地面が盛り上がり、断層のズレが地上に達したことが目に見える地形でわかるようになっていた(左)。上空からの写真(右)。14年のトレンチ調査で掘削した溝(T1、T2)を再掘削することで、どの程度のズレが発生したのかを調査した。

図2 衛星画像による断層変位(ズレ)のプロット結果



トルコ側で現地調査を始める一方で、日本側では衛星画像を基に活断層のズレをプロットする作業を開始した(図2)。互いの情報を共有して検討した結果、当初の方針通り同じ地点を掘削することを決めた。近藤さんは「同じ地点を掘削することで地震前後の違いを比較でき、それによりカフラマンマラシュ地震を起こした活断層が歴史地震を起こしてきたものと同じものなのか検討できます。繰り返しのズレとなれば、一定の周期を伴うことを前提に長期予測も可能です」と解説する。

近藤さんらが現地調査の計画を立てている同時期にJ-RAPIDの公募が

開始。機動性を上げて現地調査に取り組むために、近藤さんらは応募を決めた。採択後、実際に現地で掘削を始めると、運良く2014年の掘削時に地層面に釘と糸で構成した1メートル四方の座標がそのまま残っていた。この座標を参考にすれば、3次元の動きまで容易に把握できる。地震前後の同一の断層をここまで完全な形で比較できる例は世界でも初めてだと近藤さんは話す(図3)。

地震を生じた断層のズレが地表にまで到達し、目に見える形でわかるものを「地表地震断層」と呼ぶ(図1左)。この断層は時間が経つと、雨水に洗われたり人の手が加わったりして消えてしま

うことがあるが、今回は地震発生から半年程度で調査を始められたことから、地表地震断層が残っていた。「そのおかげで、カフラマンマラシュ地震は

歴史地震と同一の活断層でズレが生じたために起きたものであると明確にわかったのです」と近藤さんは振り返る。

年代推定に必要な試料を採取 長期予測の確率モデル構築へ

今回の調査では、地表地震断層を確認できたとともに、カフラマンマラシュ地震やこれまでの歴史地震での活断層のズレの量やズレが起きた年代も明らかになった。「前回と違って、年代の推定に必要な試料を十分に採取できたことで評価が可能になりました」と近藤さん。解析の結果、活断層の活動間隔は推定650～690年と割り出せた。「歴史地震は1114年と1513年ですから、周期は約400年。おおむね調和的な年数と確認できました」。

地震発生確率でいえば、地震発生前の段階の30年で最大35パーセント。前回も算出できないことはなかった確率だが、根拠が弱かった。ある程度の発生確率データが手に入れば、対策を講じることができ、突然起きる地震に備えることができる。今回の検証により、自信をもって妥当性を主張できるようになったことは大きいと近藤さんは話す。トルコ側の研究者も、ハザード評価や防災対策の提言などに展開可能だ。

では、日本側では得られた成果をどのように生かすのか。近藤さんが目下、突き詰めようとするのは、活断層のズレが連続して巨大地震を生じる連動型地震の長期予測手法である。「活断層の活動間隔と、歴史地震などの最後の地震からの経過時間を踏まえた確率モデルを構築し、東アナトリア断層系で検証したいと考えています」。手法がある程度確立できれば、日本の断層にも適用できると近藤さんは話す。日本で最も地震発生可能性が高いとされる糸魚川—静岡構造線断層帯の内陸地震や南海トラフ地震など今後の発生が想定されている地震への展開も期待される。

図3 地震前後の掘削結果の比較

左が2014年の調査、右の2枚が23年の調査。赤い矢印の部分で同一の活断層のズレが生じている。同時に、新たな断層はほとんど生じていないこともわかった。

