

1999年トルコ・イズミット(コジャエリ)地震 に伴う地震断層の緊急調査

吉岡 敏和¹⁾・栗田 泰夫¹⁾・佃 栄吉¹⁾・加藤 碩一²⁾・オメール エムレ³⁾
タメール Y. ドウマン³⁾・タウフィック エルカル³⁾・アーメット ドアン³⁾

1. はじめに

1999年8月17日の未明に発生したマグニチュード7.4(米国地質調査所による)のイズミット(コジャエリ)地震は、トルコ北西部一帯に大きな被害をもたらし、死者は1万7千人以上(10月14日現在、トルコ危機管理センターによる)に達した。

地震発生直後から、トルコ鉱物資源調査開発総局(MTA)では緊急の現地調査を開始し、この地震に伴って長さ100km以上にわたる地表地震断層が出現していることを確認した。地質調査所ではMTAと連絡を取り合い、現地情報を収集するとともに、共同での現地調査の実施に向けて調整を行い、地震から約1ヶ月後の9月13日から22日までと、10月18日から11月7日までの2回に分けて現地調査を行った。

2. トルコの活断層と地震活動

トルコは日本と同じようにプレートの境界部に位置し、これまでも繰り返し大地震に見舞われている。なかでも国土の北部を東西に縦断する北アナトリア断層は、ユーラシアプレートとアナトリアマイクロプレートの境界にあたり、全長1,000km以上に及ぶ非常に活動的な断層として知られている。



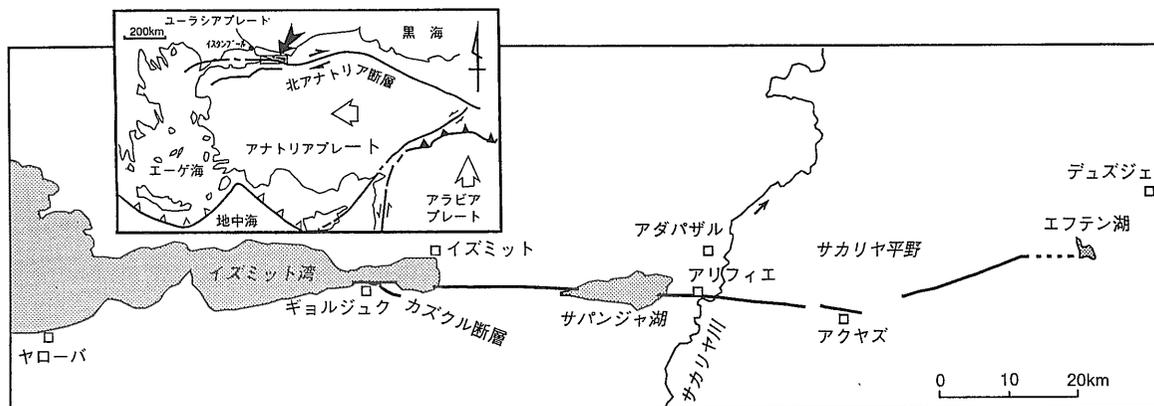
第1表 地名表記一覧。

アクヤズ	Akyazı
アダパザル	Adapazarı
アリフィエ	Arifiye
イズミット	İzmit
エフテン(湖)	Eften
エルジンジャン	Erzincan
カズクル	Kazıklı
ギョルジュク	Gölcük
コジャエリ	Kocaeli
サカリヤ(平野)	Sakarya
サパンジャ(湖)	Sapanca
デュズジェ	Düzce
ヤローバ	Yalova

写真1 アクヤズ西方の牧草地に現れた地震断層。ここでの変位量は右横ずれ2.2m。

キーワード：イズミット(コジャエリ)地震、北アナトリア断層、トルコ、地震断層

1) 地質調査所 地震地質部
2) 地質調査所 次長
3) トルコ鉱物資源調査開発総局(MTA):
06520 Ankara Turkey



第1図 8月17日の地震に伴って出現した主要な地震断層の分布。

この北アナトリア断層では、1939年に東部のエルジンジャン付近でマグニチュード7.8の地震が発生して以来、大地震が東から西に向かって数年から十数年おきにほぼ連続して発生し、その度に多くの被害をもたらしてきた。しかし、1967年に今回の震源域の南東で起きた地震以来、その西側を残したままマグニチュード7以上の地震は発生しておらず、この地域は地震発生の空白域として多くの研究者によって注目されていた。その間、トルコでは耐震基準の強化等の対策がとられたが、その効果が追いつかないほどに、トルコ(とりわけ今回被災したトルコ北西部)では急速に近代化・都市化が進んだため、今回の地震でそれまでにトルコが経験したことのない都市型震災を被ることとなった。

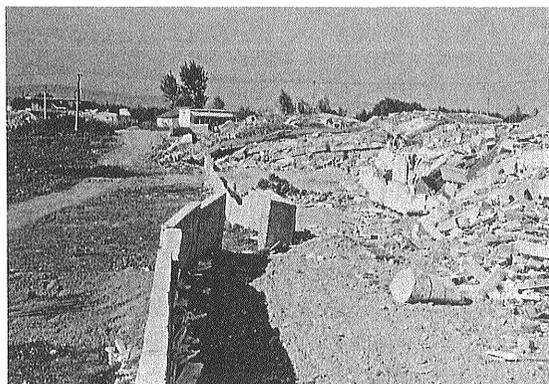


写真2 イズミット南西におけるアパート建築中のパンケーキ状崩壊と塀の右横ずれ。アパートは6~7階建てで、完成間近であった。塀の右横ずれ量は2.7m。

3. これまでの研究協力

地質調査所では、1980年代初頭から、トルコの地質調査所にあたる鉱物資源調査開発総局(MTA)と、活断層調査に関して研究協力を継続してきた。まず、1982年から1984年の3年間、ITITプロジェクトとして「地震断層、活断層及び地震予知に関する研究」を、1985年から1987年にかけては、同じくITITプロジェクトとして「第四紀地殻変動及び地震予知に関する研究」を実施した。この間、数名の研究者がそれぞれ相手国を訪問し、多くの研究成果をあげるとともに、地質調査所とMTAとの間に組織としての信頼関係を築くに至った。その後、1989年からはJICA専門家派遣として、1996年までほぼ毎年1~2名の地質調査所研究者がトルコを訪問し、北アナトリア断層中・東部の5地点においてトレンチ掘削による断層の活動履歴調査を行った。(吉岡ほか, 1991; 奥村ほか, 1993など)これらのトレンチ調査により、北アナトリア断層は概ね200~300年間隔で大地震を発生させていることが判明し、それまでほとんど解明されていなかった北アナトリア断層の活動履歴について貴重なデータをもたらすものとなった。

4. 緊急現地調査とその成果

この緊急現地調査の目的は、今回の地震のように長大な活断層の一部が活動して発生した地震について、その断層変位の詳細な記録を取ることにあり、トルコのみならず、我が国の長大活断層から

発生する地震の評価に役立てるためである。そのため、現地調査においては主に、陸域に出現した地震断層の分布の詳細な把握と、変位量の正確な計測を行った。変位量の計測箇所は約300地点に及んだ。調査にあたっては最新の2万5千分の1の地形図と、地震後に撮影された約1万6千分の1の航空写真を使用した。トルコでは地形図や空中写真は軍事上の理由から一般には公開されておらず、政府機関のみが使用できるものである。したがって、今回のような詳細な調査も、MTAとの国立研究機関同士としての交流があってこそ可能となったと言える。

地表地震断層は、イスタンブールの東約170kmにあたるデュズジェの南西方から西に延び、アクヤズ、アリフィエ付近を通って、断層沿いの構造湖であるサパンジャ湖に至り、さらに西に延びてイズミットの南でマルマラ海(イズミット湾)に達していた(第1図)。また、その西方延長にあたるイズミット湾南岸のギョルジュク付近では、右横ずれを示す主断層と、それに斜交する方向に延びる正断層(カズクル断層)が確認された。主断層が陸上部で確認できたのはこの地点までであるが、さらに西方のヤローバ東方においても副次的なものと考えられる地震断層が確認され、今回の地震で活動した断層の総延長は140km以上に及ぶことが明らかになった。主断層の断層線はきわめて直線的で、とくにアクヤズ付近では平野を横切って延びている。断層変位は、副次的な断層を除いてほとんどの地点で右横ずれが卓越する。最大変位量は、今回の地震で最大級の被害を受けたアダパザルの南にあたるアリフィエで、右横ずれ4.9mに達した。変位量は断層の区間によって系統的に異なっており、今回の地震では複数の断層活動セグメントが活動したことが推定される。以下に東から順に地震断層の主な特徴を記載する。

地表地震断層の東端はデュズジェ南西方のエフテン湖南岸付近で、この付近から西へ約8kmにわたっては、山麓に沿って断続的に数cmの上下変位を伴う開口割れ目が見られたのみである。その西で地震断層は方向を西南西-東北東方向に変え、山岳地域内を河谷に沿って約20kmにわたって延びる。この区間の変位量は右横ずれ1~2m程度である。地震断層は山岳地域から平野(サカリヤ

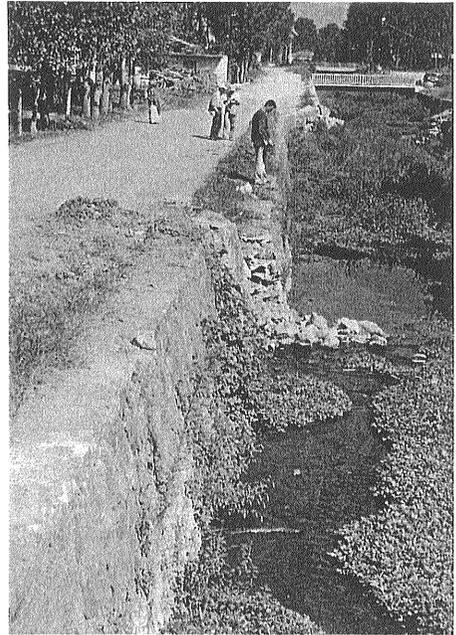


写真3 イズミット南方の河川の護岸の右横ずれ。写真の手前と奥の2ヶ所で右横ずれが見られる。トータルの変位量は2.5m。

平野)に出ると再び方向をほぼ東西に変えるが、アクヤズ付近までの約10kmは変位量が小さく、断層を連続的に追跡することは困難であった。アクヤズ西方(写真1の地点付近)からは右横ずれの変位量が段階的に増大し、約20km西のアリフィエ付近(口絵1, 2)では4m以上(最大4.9m)に達する。主断層はその西ではサパンジャ湖の中軸部を通過すると思われるが、湖の南岸にも数cmから十数cmの上下変位を持つ正断層が確認された。サパンジャ湖とイズミット湾の間の約20kmの区間では(写真2, 3)、地震断層はほぼ一定の右横ずれ変位量(3m弱)を保持して直線的に延びている。イズミット湾南岸のギョルジュクでは、市街地北西部に約4mの右横ずれ変位を持つ地震断層が出現した。また、市街地東部から南東方向に出現した正断層成分の大きなカズクル断層(口絵3, 写真4)は約3kmにわたって連続することが確認でき、最大の変位量は上下成分で約2.5mに達する。この断層の低下側(北側)の沿岸部は広範囲にわたって沈降し、イズミット湾に水没した(口絵4)。

イズミット湾内やサパンジャ湖域の水底の地震断

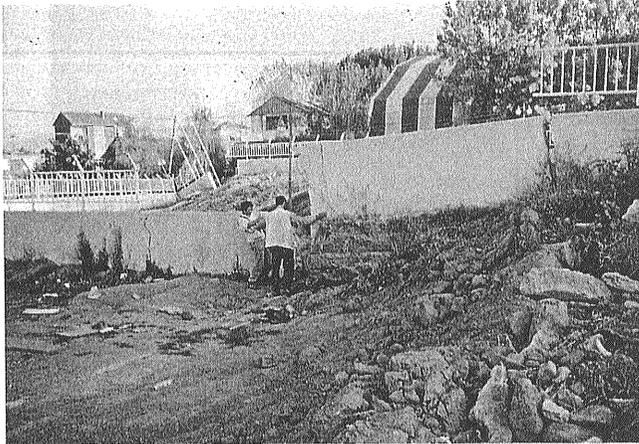


写真4

ギョルジュク東部カズクルのスポーツ施設敷地内に現れたカズクル断層。変位量は上下成分1.6m, 右横ずれ成分0.9m, 開口成分0.6mである。

層については今のところ情報がないが、地質調査所では、科学技術振興調整費緊急研究「1999年トルコ北西部の地震に関する緊急研究」の一環として、高知大学等と共同で陸域の詳細調査と併せて水域の調査を実施し、地震断層の全体像を明らかにしたいと考えている。この地震断層の詳細な記録は、断層のセグメント構造に関する研究においてきわめて重要な情報となるものと期待される。また、長さ100km以上にわたる長大な断層の破壊による地震の発生機構を解明する上でも貴重なデータとなり、日本の中央構造線や糸魚川-静岡構造線で将来起こりうる地震の想定にも大いに役立つものである。

追記：なお、この地震から約3ヶ月後の1999年11月12日、8月の地震の震源域の東にあたるデュズジェ付近を震源とするマグニチュード7.2の地震が発

生じた。MTAでは、8月の地震以後の調査研究で、断層が未破壊の部分が残っていたデュズジェ付近における新たな地震の危険性を指摘していたが、十分な対策をとる時間もないままに再び地震による被害がでたことは非常に残念である。この地震に伴う地震断層についてもMTAによって緊急調査が行われている。

文 献

- 吉岡敏和・奥村晃史・KUSCU, İ (1991): 北アナトリア断層のトレンチ発掘調査。地質ニュース, no.440, p.60-67.
奥村晃史・吉岡敏和・KUSCU, İ (1993): エルジンジャン盆地の北アナトリア断層。地質ニュースno.471, p.26-33.

YOSHIOKA Toshikazu, AWATA Yasuo, TSUKUDA Eikichi, KATO Hirokazu, Ömer EMRE, Tamer Y. DUMAN, Tevfik ERKAL and Ahmet DOĞAN (2000): Survey on the surface ruptures associated with the 1999 İzmit (Kocaeli) earthquake in northwestern Turkey.

<受付: 1999年12月6日>