

NEWS

URL:http://unit.aist.go.jp/actfault/activef.html

Active Fault Research Center





トルコ・北アナトリア断層の地形・地質学的調査

-1942 年 Niksar-Erbaa 地震断層のトレンチ掘削調査速報-

近藤久雄 (日本学術振興会特別研究員)

地震テクトニクス研究チームでは、複数の活断層 やプレート境界を1つの地震発生システムとみな し、断層間の相互作用や広域地殻変動を考慮した地 震予測手法を開発することを目指しています. その 中で過去に起きた個々の大地震がどのような断層を 震源とし、どのように繰り返し発生してきたかを解 明することは、システム全体を構成する断層群の挙 動を理解するために基礎的な情報となります. 今回 のトピックスでは、平成19年度に実施したトルコ・ 北アナトリア断層の1942年 Niksar-Erbaa 地震断層 におけるトレンチ掘削調査の予察的成果を紹介しま す. なお、この調査はトルコ鉱物資源開発調査総局 (MTA) との共同研究の一部です.

北アナトリア断層は、ユーラシアプレートおよびアナトリアマイクロプレートを限るトランスフォーム型プレート境界断層で、その総延長は 1200 km を越える世界で最も長大な活断層系の 1 つです(図 1). 最近の研究による測地学的なすべり速度および地質学的な横ずれ速度は $20\sim25 \text{ mm/y}$ 程度と考えられています(例えば、McClusky et al., 2000; Hubert-Ferrari et al., 2002). 20 世紀には、北アナトリア断層主部を震源として多数の大地震が連鎖的に発生したことが知られており、1939 年から 1999 年までの間に M 7 クラスの大地震 8 個が連鎖的に生じました(例えば、

Barka, 1996; Stein et al., 1997). 1999 年 Izmit 地震および Duzce 地震は約 2 ヶ月の時間差で生じて甚大な被害を引き起こしたことは記憶に新しいところです。また,イスタンブールにほど近いマルマラ海周辺および断層系東部の Erzincan 東方では,近い将来に大地震を発生する可能性が高いと考えられています(例えば,Hubert-Ferrari et al., 2000; Parsons, 2004).

今年度に実施した調査では、 北アナトリア断層の 中東部に位置し、1942年 Niksar-Erbaa 地震 (M7) を生じたおよそ 47 km の断層区間でトレンチ掘削調 査を実施しました(図1). 調査を実施した Ayvaz 地 点は、1942年地震断層の中東部にあたる Niksar 盆 地の北西縁辺部に位置します.調査地点周辺では, 地震に伴って約2mの右横ずれ変位が地表に生じた ことが明らかにされており (Barka, 1996), 地元住 民への聞き取り調査では 1939 年 Erzincan 地震でも 少なからず地変が生じたことがわかりました.また、 調査地には比高約 0.2 m のわずかな段差と 1942 年地 震に伴って形成されたとみられるモールトラック状 のプッシュアップや断層凹地が現存しています(図 2). 周辺の地形地質環境から判断して、調査地点が 扇状地面の末端付近に位置し沖積層が連続的に堆積 する環境であること, 断層を境に下流側が相対的に

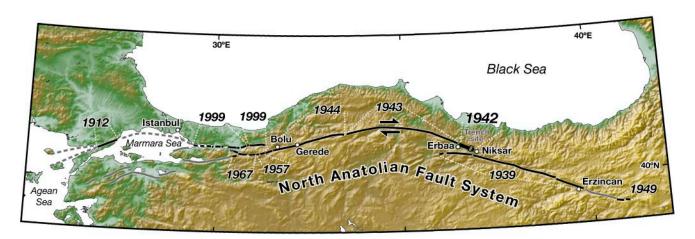


図1 北アナトリア断層と20世紀に発生したM7クラスの大地震.



隆起しているため凹地内に細粒な堆積物がトラップ されていること、断層の走向が扇状地面の傾斜方向 にほぼ直交するため、横ずれ量を復元するチャネル (流路) 堆積物が分布していることが予想され、ト レンチ掘削をおこなうことにしました.

トレンチは過去の断層活動時期と地震に伴う横ず



図2 トレンチ掘削地点の断層変位地形. 写真は北西から南東方向を撮影.

れ量を復元するため、断層走向に直交する3条のトレンチ、それらに連結し断層に平行なトレンチ2条、横ずれ量を計測するための平面掘削を行いました(図3,4). 断層に直交するトレンチは、長さ約10 m、幅約3 m、深さ約2 m、断層に平行するトレンチは長さ約40 m、幅約4 m、深さ約2 mと、かなり大規模に掘削することができました。都市化が進んだ日本では用地制限などのためなかなか難しいことですが、幸いにもこの土地は牛に水浴びをさせるために村が所有する牧草地で、自由に掘削させて頂くことができました。

断層に直交するトレンチ壁面には、地表付近からトレンチ底までに土壌、沼池性堆積物、洪水堆積物などの地層を切断するほぼ垂直な断層が確認できました(図 5). 地表のプッシュアップと調和的に、横ずれ断層に典型的なポジティブフラワー構造が明瞭に認められます. 地層と断層の切断・被覆関係や変形の程度の差異などをもとに、1942 年地震とそれに先行する顕著な断層活動を識別することができます. 今後、放射性炭素年代測定を実施し、先行するイベントの発生時期を詳細に検討しますが、既知の歴史地震によれば調査地周辺の北アナトリア断層は西暦 1668 年に M 8 クラスの巨大地震を発生させたことが知られており(Ambraseys and Finkel, 1988)、このイベントとの関連が注目されます.

断層に平行なトレンチの壁面にはユニークなチャ

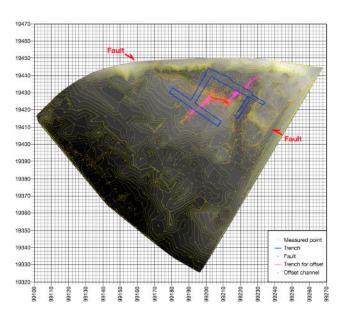


図3 トレンチ掘削地点周辺の断層変位地形とトレンチ掘削位置. 等高線間隔は 0.05 m.



図4 トレンチ全景の写真。写真は北西から南東方向を撮影。



図5 低断層崖とモールトラックおよび壁面に露出したポジティブフラワー構造.



ネル堆積物が露出し、かつ断層を挟んだ両側の壁面 に存在することが確認できました. 断層から離れた 箇所でチャネル堆積物の上面まで平面的に掘削を 行ったところ, いずれも断層の走向にほぼ直交して いるチャネルであることがわかりました(図3). つ まり、このチャネル堆積物を堆積させた小河川の流 路は、本来は断層を横断して直線的に流れていたこ とになります. ところが, 断層を挟んだ両側のチャ ネルの位置は、平面図上では1942年地震の横ずれ 量よりは大きく離れており、断層が繰り返し横方向 にずれ動いたために現在の平面位置がオフセットし ていることがわかります. このずれ量をより詳しく 検討するため, 断層近傍の横ずれが生じている付近 を平面的に掘削して, 断層とチャネル堆積物の上面 を露出させました (図6). さらに仔細な検討を加え る必要がありますが、このチャネル堆積物は最近2 回の顕著な断層活動を経験しているため、横ずれは 20世紀の大地震とそれに先立つ地震サイクルの活動 によって形成された可能性があります. 今後, 上述 の年代測定などに加え再掘削を実施して, より古い イベントの発生時期やずれ量を詳細に検討し、大地 震に伴う断層変位量の時空間的な変動を具体的に検 討していく予定です.



図 6 平面掘削によるチャネル堆積物の横ずれ変位。

参考文献

- Ambraseys, N. N. and C. F. Finkel, The Anatolian earthquake of 17 August 1668, *Historical Seismograms and Earthquakes edited by W.H.K. Lee, H. Meyers, K. Shimazaki*, Academic Press, 173-180, 1988.
- Barka, A. A., Slip distribution along the North Anatolian fault associated with the large earthquakes of the period 1939 to 1967, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 86, 1238–1254, 1996.
- Hubert-Ferrari, A., A. Barka, E. Jacques, S. S. Nalbant, B. Meyer, R. Armijo, P. Tapponnier and G.C.P. King, Seismic hazard in the Marmara Sea region following the 17 August 1999 Izmit earthquake, *Nature* 404, 269-273, 2000.
- Hubert-Ferrari, A., R. Armijo, G. King, B. Meyer and A. Barka, Morphology, displacement, and slip rates along the North Anatolian Fault, Turkey, *J. Geophys. Res.* **107** (B10), 2235, doi:10.1029/2001JB000393, 2002.
- McClusky, S., *et al.*, Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus, *J. Geophys. Res.*, 105, 5695–5719, 2000
- Parsons, T., 2004, Recalculated probability of $M \ge 7$ earthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey, *J. Geophys. Res.* 109 (B05304), 2004.
- Stein, R. S., A. A. Barka, and J. H. Dieterich, Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake triggering, *Geophys. J. Int.*, *128*, 594–604, 1997.

フィールド、トレンチ情報



2007年10月15日-11月3日

北アナトリア断層・1942年地震断層の地形地質調査

近藤久雄

トルコ共和国北東部・Niksar 周辺において1942 年地 震断層の地表踏査・トレンチ掘削調査を実施した. 大地 震発生 (M7.0) から 60 年以上経過した今でも, 微細な 変位地形をもとに地震断層位置を比較的容易に特定でき る. トレンチ調査を実施した Ayvaz 地点では, 1970 年 代撮影の空中写真および地表踏査によって, 比高約 0.2 m の逆向き低断層崖とモールトラックが現存することを確 認した. 同地点は扇状地面上に位置し, 断層に直交して 流下した埋没チャネル堆積物の存在が期待できた. そこ で, 過去の断層活動時期と横ずれ量を復元するため, 三 次元的なトレンチ掘削調査を実施した. その結果, 1942 年地震および先行するイベントが認められ, 各イベント に伴う横ずれ量を復元することができた. 今後, 年代測 定や追加調査を実施し, より詳細な断層活動および大地 震発生史を解明する.

2007年10月26日-10月30日

森本断層のジオスライサー調査

松浦旅人

文部科学省委託の活断層の追加・補完調査の一環として,石川県森本断層利屋地区において群列ジオスライサー調査を実施した.東郷先生(法政大),石渡先生(金沢大),平松先生(金沢大),理学部学生が現場を訪れ,変位地形・堆積物を見学・意見交換を行った.今後,ボーリング掘削などの追加調査と年代測定等を実施し,地震イベントの発生時期などを詳細に検討する予定である.



2007年11月11日-16日

石巻平野(旭山撓曲)のジオスライサー調査

宍倉正展・藤野滋弘・行谷佑一

JNES の地震・地震動評価のうち伏在断層の評価手法の検討業務の一環として、旭山撓曲の活動性評価を目的としたジオスライサー調査を行った.

旭山丘陵の東側,石巻平野西部の地下には伏在断層の存在が知られており,2003年宮城県北部地震の震源にもなった。本調査では、この伏在断層の過去の活動に伴う広域な地表変形をとらえるため、断層に直交する方向で平野を東西に延びる浜堤沿いに長さ約7kmの測線を設け、5カ所で深度6mまでの地層を抜き取った。このほか2mのハンディジオスライサーを用いて4カ所でも掘削を行った。

いずれのコアも潮間帯の環境を示す前浜堆積物が観察された.特に測線西端(隆起側)のコアでは、下位より、 貝殻片を含んだ斜交ラミナの発達する上部外浜堆積物、 平行ラミナの発達する前浜堆積物が分布し、これらを泥 炭が覆う様子が観察された.この泥炭層中には津波堆積物と思われる砂層が3枚挟まれていた.

各コア間で前浜堆積物を指標に高度を比較すると,平 野西部で高く,東部で低くなる傾向が見られ,地下の伏 在断層に伴う上下変位を反映していると考えられる.

調査期間中は東北大の今泉俊文氏と石山達也氏が学生 巡検を兼ねて見学に来られ、いろいろと意見をもらった.



ジオスライサー調査の様子.

2007年11月25日-27日

山崎断層帯, 三木断層トレンチ調査

吉岡敏和

文部科学省委託の「活断層の追加・補完調査」の一環 として山崎断層帯の活動履歴調査を実施しているが、そ のうちの三木断層について、兵庫県小野市市場地区にお いてトレンチを掘削した。

トレンチは低断層崖と推定される崖の延長上の谷底で掘削したが、谷底の砂礫層が予想以上に厚く、これまでのところ断層を確認するには至っていない。トレンチ南西部には斜面を埋めるように分布する礫混じりシルト層が分布するが、この斜面が段丘崖なのか低断層崖なのかについてはさらに検討が必要である。



トレンチの南東側壁面.

2007年11月26日-11月29日

仙台・石巻平野の古地震調査

宍倉正展・小松原純子・行谷佑一・Pailoplee Santi

文部科学省の委託による宮城県沖地震における重点的調査観測の一環として、仙台・石巻平野においてハンディジオスライサーを用いた海浜堆積物の掘削調査を行った. 本調査の目的は、過去1000年以内に離水したと思われる地点での前浜堆積物の検出とその高度測定から、最近の測地による沈降傾向がいつまで遡ることができるのかを解明することである.

調査の結果、石巻平野西部の東松島市において4地点、仙台平野中南部の亘理町において1地点で、良好な柱状 試料を得た。また、これらの地点の標高を計測するため の測量調査を併せて行った。



ハンディジオスライサー掘削の様子.

学会, 研究会参加報告



2007年11月24日-25日

討論会「日本海沿岸褶曲・断層帯の形成・成長と 地震活動」

岡村行信

地質学会構造地質部会の主催による標記シンポジウムとプレ巡検が2日間にわたって実施された.24日は長岡からバスとレンタカーで鳥越断層を観察した後,魚沼層,灰爪層,西山層,椎谷層,寺泊層の標準的な岩相を観察した(写真).25日は新潟大学で15の講演と14のポスター発表が行われた.内容は中越沖地震の最新データに基づいた余震分布から,日本海沿岸域の地質構造発達史や断層岩まで多様で,地質学会らしい幅広い関連する研究内容が紹介された.



2007 年 11 月 7 日 -9 日 第 54 回海岸工学講演会参加

行谷佑一

11月7日から9日までの間、宮崎県宮崎市の宮崎観光ホテルにおいて第54回土木学会海岸工学講演会が開催された。これは、土木学会の海岸工学分野に関する研究発表会であり、その内容は現象解明といった物理的なものから、災害対策・被害算定といった政策的なものまで多岐にわたっている。とくに、津波に関する発表は数多くあり、津波伝播計算の精度を上げる研究、津波が陸上遡上した際の船や車などの漂流物の応答、津波来襲にともなう土砂移動、および沿岸に存在する樹木による津波浸入軽減などの幅広い研究例が発表された。会全体としては聞くところによると600名程度の参加者があり、大変な盛況ぶりであった。

招待講演、セミナー



2007年10月13日

産総研四国センター一般公開

寒川旭

産総研四国センターの一般公開で、科学教室「巨大地 震がやってくる」を担当した. 四国に関連が深い南海地 震について、発生の仕組み、香川県の過去と将来の被害 について、イラストを中心にして説明した. また、液状 化現象について、エキジョッカー・エッキーを使った実 習を行った.

2007年10月19日

第2回全国文化遺産防災サミット

寒川旭

第2回全国文化遺産防災サミットが大阪市で開催され、各県から事例報告がなされた.この、会議で「列島に迫り来る地震災害〜地震考古学の視点から」という基調講演を行った.各地の埋蔵文化財から地震の痕跡が見つかり地震の歴史を考えることに役立つ.見方を変えれば、様々な文化財が地震の被害を受けてきたことを示唆する、という内容を話した.

2007年10月23日

四条畷市市民講演

寒川 旭

大阪府四条畷市公民館において、一般市民対象の講演会が実施され「大阪を襲う21世紀の大地震」という講演を行った。南海地震の歴史や大阪での被害、歴史時代の内陸地震などを紹介し、将来の地震に対する備えを話した。

2007年11月4日

山武市津波ハザードマップ作成ワークショップ

宍倉正展

千葉県が県内各市町村で実施している津波ハザードマップ作成ワークショップは、今回は山武市で行われた. 山武市は昨年、九十九里浜北東部にある山武町、成東町、松尾町、蓮沼村が合併して誕生した市であり、今回のワークショップは海岸に面する旧成東町と旧蓮沼村を対象に、5地域の住民の代表者およそ50~60人が参加した. 筆者の千葉県の地震・津波に関する講義の後、参加者は市民防災研究所の細川氏の指導の基にハザードマップを作成した.

2007年11月11日

高槻市現代的課題学習講座

寒川 旭

高槻市立富田公民館における一般市民対象の「現代的課題学習講座」において「地震 遺跡からのメッセージ」という講演を行った。南海地震の発生史や伏見地震に関わる被害などを話したが、高槻市に分布する大型前方後円墳である今城塚古墳(真の継体大王稜)の墳丘の大半が伏見地震で崩れ落ちたことを詳しく説明した。

2007年11月25日

九十九里町・大網白里町津波ハザードマップ作成 ワークショップ

宍倉正展

千葉県主催の津波ハザードマップ作成ワークショップは、今回は1703年元禄地震で特に大きな浸水被害を受けた地域である九十九里町と大網白里町の2つの町の合同で開催された。参加者はこれまでで最大であり、会場となった九十九里町立片貝小学校の体育館の全面を使ってハザードマップ作りが行われた。また参加者は各自治会の区長や消防団のほか、学校の先生も加わっており、このワークショップを通じて、今後各地域の子供からお年寄りまで幅広く津波防災の啓蒙が進むことが期待される。

新聞,テレビ報道



2007年11月2日 毎日新聞 夕刊 11(文化)面 文化遺産の防災「サミット」から

寒川 旭

10月19~20日に大阪で第2回全国文化遺産防災サミットが開催されて基調講演した内容が掲載された.遺跡や古墳に残された地震痕跡から過去の地震がわかり,文化財が集中する関西圏では、南海トラフの巨大地震や、活動期の内陸地震に対する備えが必要である.

2007 年 11 月 17 日 毎日新聞 朝刊 27 (社会) 面 大坂平野 5000 年前は海

寒川 旭

毎月掲載の「知ってなるほど地震学」で、最近5千年間の大坂平野の古地理と地盤の関係を紹介している.かって河内潟が存在した地域の地盤が軟弱で、遺跡調査でも地震痕跡が見つかることが多く、将来の地震に対する対策も必要である.

見学訪問対応



2007年11月4日

山崎断層帯琵琶甲断層トレンチ調査地元説明会

吉岡敏和

兵庫県加西市において実施している山崎断層帯琵琶甲断層のトレンチ調査現場において、地元琵琶甲町の住民の方を対象に現地説明会を開催した。当日は他の地域行事と重なっていたにもかかわらず、町内25世帯のうち約20名の方に参加していただいた。見学者の方からは多くの質問をいただき、中には学会の見学会かと思えるような専門的な質問もあり、町内の方の関心が非常に高いことがうかがえた。



活断層研究センター活動報告(2007年11月)

2007年11月6日

第2回新しい総合的かつ基本的な施策に関する専門委員 会(杉山出席/東京)

気象庁,国土地理院,海保,消防庁のヒアリングを行った.

2007年11月12日

11 月定例地震調査委員会(杉山出席/東京)

東北地方太平洋岸の地震活動低下等について議論した.

2007年11月22日

地盤耐震意見聴取会(杉山・岡村出席/東京)

2007年11月27日

第3回新しい総合的かつ基本的な施策に関する専門委員会(杉山出席/東京)

産総研、JAMSTEC, 防災科研のヒアリングを行った.

2007年11月28日

長期評価部会 (杉山出席/東京)

■ お問い合わせ AFRC ⇔



独立行政法人

産業技術総合研究所 活断層研究センター

〒 305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第7事業所

Tel: 029-861-3691 Fax: 029-861-3803 URL: http://unit.aist.go.jp/actfault/activef.html

2007年12月7日発行

AFRC NEWS No.73 / 2007年11月号

編集・発行 独立行政法人 産業技術総合研究所

活断層研究センター

編集担当 黒坂朗子