

阿寺断層系中北部，下呂断層の古地震活動時期

廣内大助¹⁾，安江健一²⁾，奥村晃史³⁾，海津正倫¹⁾，内田主税¹⁾，平松孝晋¹⁾

1) 名古屋大学大学院環境学研究科地理学講座

〒464-8601 名古屋市千種区不老町 Tel, Fax : 052-789-2236

e-mail: a986102d@mbox.nagoya-u.ac.jp

2) 富山大学大学院理工学研究科生命環境科学専攻

3) 広島大学文学部地理学教室

1. はじめに

阿寺断層系は，中部日本に北西～南東走向に分布する左横ズレ変位の卓越した活断層系の一つである．本断層系は阿寺断層や小和知断層など複数の断層によって構成され，総延長は約 70 km に及ぶ(図 1)．断層に沿っては低断層崖や水系の屈曲などの変位地形が明瞭に認められ，第四紀後期における活動性は中部日本で最も高い断層系の一つである．

本断層系では，多数の地点においてトレンチ掘削調査が実施されており，古地震の平均再来間隔は阿寺断層を含む南部セグメントで約 4200 年，小和知断層など中北部セグメントでは約 1800 年と推定されている(遠田ほか，1995)．また 1586 年の天正地震時には断層系に沿って家屋倒壊等の被害が見られることから，天正地震が阿寺断層系の最新活動を示す可能性が高いとされている．さらにトレンチ調査の結果もこれに調和的であることから，天正地震時には阿寺，小和知，湯ヶ峰の各断層が活動したと考えられている(遠田ほか，1995)．

ところで小和知断層のトレンチ調査では，最新活動を断層によるいわゆる「切った覆った」の関係から認定しておらず，地震の発生自体をしめす確実な証拠は提示されていない．また湯ヶ峰断層でもイベントの誤差範囲が約千年と大きく，天正地震を示す確実な証拠とは断定できない．さらに歴史資料でも直接的な地変の記録はなく，阿寺断層系中北部セグメントが，天正地震時に活動したのかどうか，いまだ確定するには至っていないと考えられる．

従って本研究ではこれらの点を解決し，さらに阿寺断層系中北部セグメントの活動履歴を明らかにすることをめざして，阿寺断層系中北部の主要な断層の一つである下呂断層において，トレンチ掘削調査を実施した．

2. イベント決定の問題点と研究方法

本研究ではトレンチ法による調査を実施し，阿寺断層系下呂断層の活動履歴の解明を試みた．調査に際しては，重機を用いて断層に直交する長さ約 12 m，幅約 4 m，法面角約 60°の調査溝を掘削した．

ところで従来のトレンチ掘削調査における，最新活動時期の特定精度が低い理由として，一つには水田や畑を掘削しているために，最上位の自然地層が人工改変によって除去ないしは攪拌され，トレンチ壁面においてイベント層準を覆う地層が確認できず，年代幅を縮めることができなかったこと，また年代測定の誤差範囲が大きく，歴史記録に対応するような精密な議論に耐えないことなどがあげられる．

本研究では，これら問題点を解決すべく人工改変の及んでいない山間の低湿地において掘削を実施した．またサンプルの年代誤差を極力少なくするために，イベント層準において可能な限り木の実や落ち葉など，短い期間に生産され，かつ再堆積で残りづらい指標を

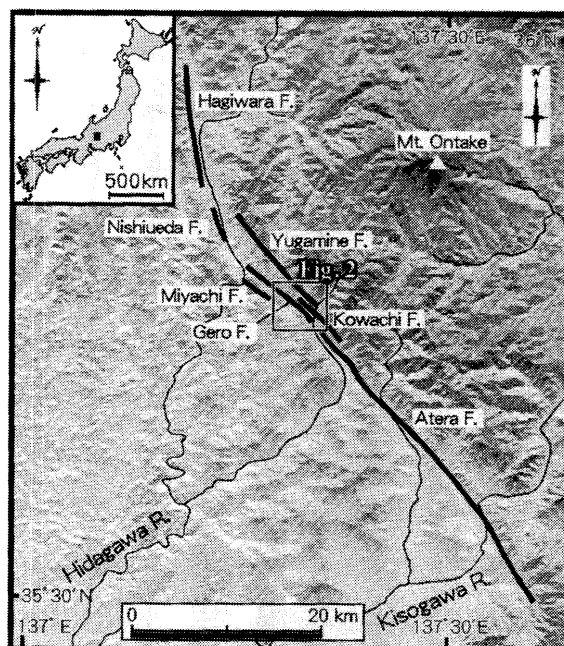


Fig. 1. Index map showing the Atera fault system.

Table 1 Radiocarbon date at the Gero fault trench site.

Sample No.	Sample No.	Labo. No.	Material	$\delta^{13}\text{C}$ PDB (‰)	^{14}C age yrBP $\pm 1\sigma$	Calibrated A.D./B.C. (cal BP)	Calibrated range A.D./B.C. (cal BP)	Probability
NW35	NW1d-1	NUTA2-4019		-29.05	2133 ± 46	171 B.C. (2120)	346-323 B.C. (2295-2272)	0.130
NW35-2	NW1d-2	NUTA2-4561		-27.98	217 ± 37	A.D. 1663 (287)	203-92 B.C. (2152-2041)	0.823
NW4	NW2b	NUTA2-4016	plant fragment	-29.03	998 ± 45	A.D. 1022 (928)	A.D. 1651-1673 (299-277) A.D. 1777-1800 (173-150) A.D. 1942-1946 (8-4)	0.418 0.405 0.087
SE51	SE1a-1	NUTA2-4024		-30.73	1202 ± 44		A.D. 999-1037 (951-913) A.D. 1144-1147 (806-803)	0.667 0.125
SE52	SE1a-2	NUTA2-4560		-23.89	2706 ± 34			
CSE78-3B	SE2a-1	NUTA2-4020		-28.57	648 ± 45	A.D. 1301 (649) A.D. 1371, 1379 (579, 571)	A.D. 1292-1326 (658-624) A.D. 1347-1392 (603-558)	0.396 0.604
CSE78-3C	SE2a-2	NUTA2-4562		-27.66	436 ± 36	A.D. 1443 (507)	A.D. 1435-1471 (515-479)	1.000
CSE89-2A	SE2b-1	NUTA2-4025	leaf	-29.85	1403 ± 45	A.D. 650 (1300)	A.D. 618-634 (1332-1316)	0.105
CSE89-2B	SE2b-2	NUTA2-4564		-28.81	570 ± 35	A.D. 1334, 1336 (616, 614) A.D. 1400 (550)	A.D. 1325-1349 (625-601) A.D. 1391-1412 (559-538)	0.561 0.439
CSE89-1A	SE2c	NUTA2-4563	berry	-28.96	6208 ± 40	5225 B.C. (7174) 5209 B.C. (7158) 5164, 5145 B.C. (7113, 7094) 5107, 5103, 5087, 5084 B.C. (7056, 7052, 7036, 7033)	5235-5217 B.C. (7184-7166) 5214-5197 B.C. (7163-7146) 5180-8136 B.C. (7129-7085) 5133-5065 B.C. (7082-7014)	0.106 0.093 0.055 0.309
Z2	SE3	NUTA2-4311	leaf	-28.81	5156 ± 41	3965 B.C. (5914)	3982-3956 B.C. (5931-5905)	0.437 0.782

All samples were analyzed by AMS at Nagoya University. calibration is carried by Stuiver et al. (1998)

選択的に採取し、年代誤差の短縮に努めた。トレンチ壁面で採取されたこれら試料は、超音波洗浄機で水洗した後、酸-アルカリ-酸処理を施した。これをバイコール管に CuO とともに真空封入し、900 °C で加熱した。発生した気体を真空ライン中で精製し、得られた CO₂ から、Kitagawa *et al.*(1993)の水素還元法により、グラファイトターゲットを作成した。ターゲットの ¹⁴C 濃度を名古屋大学タンデロン加速器質量分析計 2 号機によって測定した。測定結果から Libby の半減期 5568 年を用いて ¹⁴C 年代を算出し、さらに CALIB4.3 (<http://depts.washington.edu/qil/>) を用いて暦年補正したものを表 1 に示した。

3. 調査の概要

今回掘削を実施した下呂断層は、断層系中北部、岐阜県下呂町市街付近から加子母村北部舞台峠までの長さ約 7 km にかけて分布する断層であり、明瞭な水系の左屈曲や低断層崖などが多数報告されている(佃ほか, 1993; 安江ほか, 2001)。特に御厩野の竹原川右岸では、1 万年前以降に形成された L3 面で、約 26-28 m の左横ずれ変位が報告されている(安江・廣内, 2002)。トレンチの掘削地点は下呂町御厩野、竹原川西方の山林内で、M2 段丘と接する山地の基部を下呂断層が通過する地点である(図 2)。トレンチは断層に沿って分布する狭長な低湿地を横切る形で実施した。

4. 調査結果

トレンチ壁面には明瞭な高角度の断層が数本出現し(F1-3)、全体としてグラベン状の構造を呈する。NW 側壁面と SE 側壁面のスケッチを図 3 に示す。

トレンチ壁面には M2 面構成礫層(6 層)を覆って、より新しい青灰色の砂礫層(5 層)、腐植土層(2 層)などが認められ、これら地層を南西側上がりに変位させる明瞭な断層(F1,F2)が認められた。また SE 壁面では腐植層(2 層)の下部付近から鬼界アカホヤテフラ(K-Ah)に対比される火山ガラス層がパッチ状に産出した。両壁面の詳細な記載は別稿にゆずるが、本トレンチでは F1,F2 断層から少なくとも 3 回の地震イベントが認定された。個々の地震発生年代について、以下に示す。地震イベントを挟む地層の補正後の ¹⁴C 年代は、たとえ probability が低くても、イベントの下限には最も古い年代値を、イベントの上限には最も新しい年代値を採用している。

- ・ イベント 1 (最新活動) : 658cal.BP (A.D.1292) 以降 (515cal.B.P (A.D.1435) 以降の可能性が高い)

最新活動は F1 断層の活動で、黒色腐植層(1d)を切り、湿地性堆積物(1a)に覆われる。1d の年代は無いが、下位の 2a の年代は A.D.1292, A.D.1435 年であり、ラストイベントはこれ以降である。イベント上限の 1a の年代は modern であった。この年代は、1586 年の天正地震を含む範囲であり、下呂断層の最新活動は天正地震の可能性が高い。

- ・ イベント 2 : 1332-803cal.BP (A.D.618-A.D.1147)

NW 壁面の Z 層はブロック状に崩落した破碎プリズムが、2b 層に取り込まれた堆積物である。また SE 面では 2b 層下部や 2c 層(腐植土層)が、断層近傍で大きく変形することから、Z 層以前の 2b 層堆積中に少なくとも 1 回の活動が認められる。イベント年代は、SE 壁面における Z 層直下の 2b 層の年代 A.D.618 年以降であり、NW 壁面の Z 層より上位の 2b 層年代 A.D.1147 以前が上限となる。

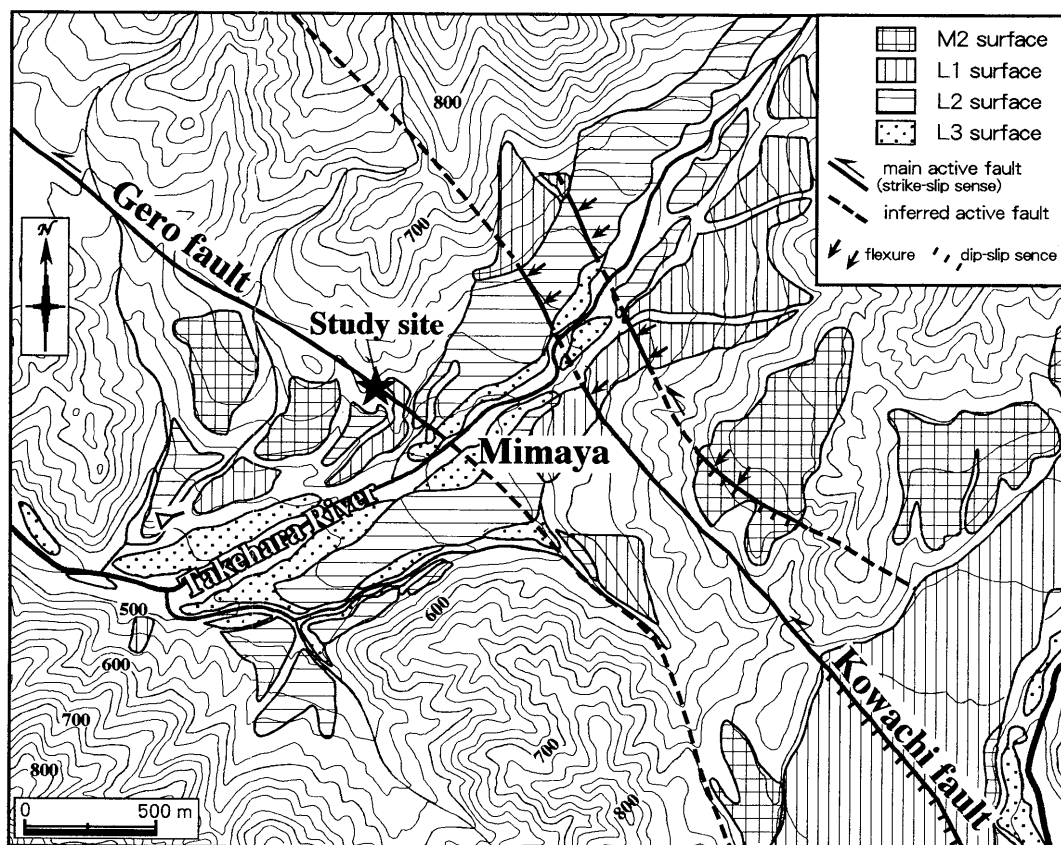


Fig. 2. Geomorphological map around the trench site of Mimayano district.

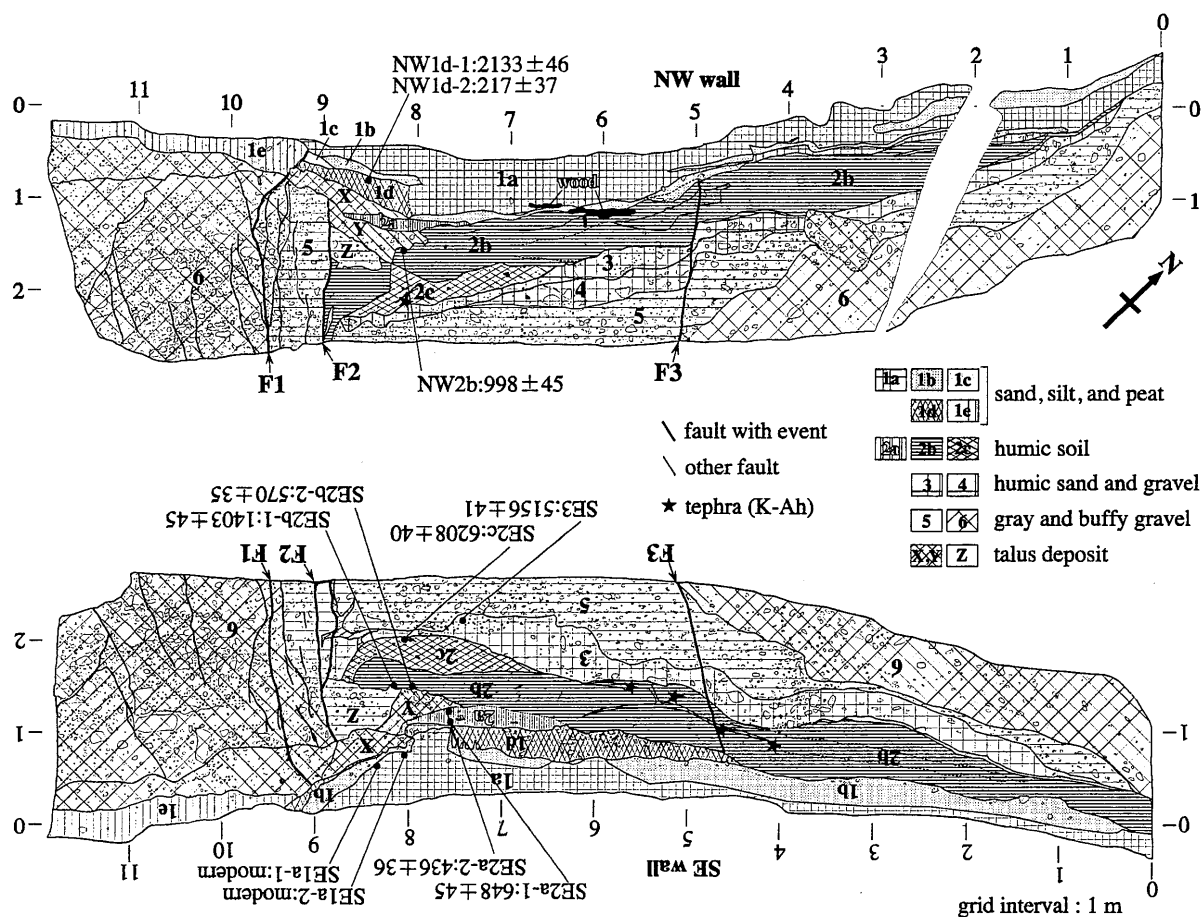


Fig. 3. Sketch of trench walls and carbon 14 dating.
Unit of carbon 14 dating : cal yBP

・ イベント 3 : 7014cal.BP (5065B.C.) 以前 (約 1 万年前?以降) に 1 回以上活動

2 層 (腐植層) の存在から, 局所的に湿地を形成する環境が 2 層の基底年代以前に形成されたと考えられ, これが下呂断層の活動に伴う崖の形成と関係している可能性が高い. 2c 層基底の年代が, 5065B.C.であることから, イベント発生時期はそれ以前, 5 層 (砂礫層) 堆積期以降に少なくとも 1 回の活動が考えられる. 5 層の下位の 6 層は, M2 面構成層相当の堆積物であり, 堆積年代は 5 万年前程度と考えられる. また 5 層は新鮮な堆積物であり, 堆積年代は恐らく完新世で, 約 1 万年前以降と推定される. この場合イベント 3 の年代は, 1 万年前以降と考えられる.

5. おわりに

今回 ^{14}C 年代を用いて, 下呂断層の古地震発生時期を高精度で特定することに成功した. 今後は小和知断層など阿寺断層系全体の古地震活動と, 下呂断層の活動履歴がどのような関係にあったのかを議論する必要がある.

* 謝辞

名古屋大学年代測定総合研究センターの中村俊夫先生をはじめとするスタッフの皆さまには, 測定を依頼し, また前処理などでも随所でご指導賜った. トレンチ掘削調査では, 名古屋大学, 富山大学, 京都大学の院生, 学生諸氏にご協力頂いた. 地権者の河原勇氏には用地の借用においてご協力頂いた. 謹んで感謝の意を表します.

* 引用文献

- Kitagawa, H., Masuzawa, T., Nakamura, T. and Matsumoto, E. 1993 : A batch preparation method for graphite targets with low background for AMS ^{14}C measurements. Radiocarbon, 35, 295-300.
- 佃 栄吉・栗田泰夫・山崎晴雄・杉山雄一・下川浩一・水野清秀 (1993) : 2.5 万分の 1 阿寺断層系ストリップマップ説明書. 構造図 (7), 地質調査所, 39p.
- 遠田晋次・井上大栄・久保内明彦・高瀬信一・二階堂 学 (1995) : 阿寺断層系の活動と 1586 年天正地震 : 小郷地区, 青野原地区, 伝田原地区トレンチ掘削調査. 地震第 2 輯, 48, 401-421.
- 安江健一・廣内大助・内田主税 (2001) : 阿寺断層系中部の変動地形と断層露頭. 2001 年地球惑星関連学会合同大会, SI-P013, CD-ROM.
- 安江健一・廣内大助 (2002) : 阿寺断層系中北部の第四紀後期における活動性と構造発達様式. 第四紀研究, 41, 347-359..

Paleoseismicity of the Gero fault constituting the north-central part of the Atera Fault System

**Daisuke HIROUCHI (1), Ken-ichi YASUE (2), Koji OKUMURA (3),
Masatomo UMITSU (1), Chikara UCHIDA · Takahiro HIRAMATSU (1)**

- (1) Department of Geography Nagoya Univ.
(2) Department of Earth Science Toyama Univ.
(3) Department of Geography Hiroshima Univ.

The Atera fault system runs NW-SE for about 70 km in the eastern part of southwest Japan. Its activity is among the highest in this area. The fault system mainly consists of left-lateral strike-slip faults with NE-side-up reverse component. The 7 km long Gero fault, the target of this study, is located in the north-central part of the fault system between Gero town and northern Kashimo village through Butai-toge pass. Distinctive fault topography of systematically deflected stream channels, fault saddles, and fault scarplets along the Gero fault indicates its recent activity (Tsukuda *et al.*, 1993; Yasue and Hirouchi, 2002). However, there is little information on the timing and magnitude of past earthquakes as well as the slip rate of Gero fault. We have studied the Late Quaternary activity of the Gero fault through the trenching survey.

We have excavated a trench in a swamp in trees on the western bank of the Takehara river. Layers of humic sand/silt/clay and fluvial gravels were exposed on trench walls with patches of Kikai-Akahoya tephra (K-Ah) near the bottom of the humic deposits. The Gero fault cut through these layers to form a linear depression on its NE side. From the structural evidence along the fault plane, we recognize at least three faulting events in this trench.

event 1: After 658cal.BP (A.D.1292)

The uppermost termination of the fault plane is covered only by the most recent deposit (unit 1a). This may indicate the last event have occurred after the deposition of the humic soil (unit 2a) which indicated at 658cal.BP.

event 2: 1332-803cal.BP (A.D.618-A.D.1147)

The next youngest event is represented by colluvial wedge (unit Z) overlying faulted humic soil layers (unit 2b, 2c). The age of this colluvial wedge (unit Z) is constrained to be older than middle part of unit 2b (NW wall: dated at 803cal.BP), and younger than the lower part of unit 2b (dated at 1332cal.BP).

event 3: Before 7014cal.BP (5065B.C.)

We can reveal at least one faulting event since the deposition of the gravel (Unit 5). The age of the gravel is assumed to be older than the bottom of unit 2c (dated at 7014cal.BP).

学会・学会誌への発表論文等

1. 廣内大助・安江健一・奥村晃史・内田主税・平松孝晋・中村洋介・杉戸信彦・堀川博紀・ハスバートル・畠本和也・谷口薫(2003): 阿寺断層系中北部, 下呂断層の古地震活動時期. 2003 年日本地理学会春季大会 (発表予定)