

# 阿寺断層系湯ヶ峰断層の古地震活動と<sup>14</sup>C年代

廣内大助<sup>1)</sup>, 安江健一<sup>2)</sup>, 内田主税<sup>3)</sup>, 平松孝晋<sup>1)</sup>

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

現所属)核燃料サイクル開発機構 幌延深地層研究センター

3) 名古屋大学大学院環境学研究科地理学講座

現所属)玉野総合コンサルタント

## 1. はじめに

湯ヶ峰断層は、阿寺断層系を構成する北西～南東走向、長さ約 10 km の活断層である(佃ほか, 1993)(Fig.1). 本断層は下呂断層や小和知断層と共に、阿寺断層系中北部を構成する活断層の一つであり、河川や尾根の系統的屈曲から左横ずれ変位が認められる。一方、阿寺断層系の主な垂直変位方向とは反対の南西側隆起を示すこと、断層線のほぼ中央に湯ヶ峰流紋岩(0.1-0.12Ma)が分布することなど、同断層系でも特異な断層である。

湯ヶ峰断層の古地震活動に関する研究は、岡田ほか(1987)が、三ツ石地区での調査から約 7 千年前以降 4 回の断層活動を推定し、最新活動を約 1120yr.B.P.以降としている。また岡田ほか(1987)が報告した調査地点の近傍で実施されたトレンチ調査では、L2 段丘構成層と上位の沖積層を変位させる断層が、L2 段丘形成以降少なくとも 2 回の活動を示しており、最新活動は約 1000 年前(980yr.B.P., 1020yr.B.P.)以降とされる(佃ほか, 1993)。

しかしながら、湯ヶ峰断層の活動周期や活動時期は、個々の活動時期の推定誤差範囲が大きく不明確である。また阿寺断層系の他の断層活動と正確に対比することも難しい。

これを解決するために本研究では、岐阜県下呂町大林においてトレンチ調査と地震イベントに関わる地層の<sup>14</sup>C年代測定を実施し、湯ヶ峰断層の最新活動を含めた古地震活動時期の高精度での解明をめざした。

## 2. 調査研究方法

本研究では阿寺断層系湯ヶ峰断層においてトレンチ掘削調査を実施した。調査地の選定にあたっては、最新活動時期の高精度な認定を可能とするために、人為改変がほとんど及ばず自然堆積した地層が残存する山地内の小凹地を掘削地点として選定した。調査で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°～70°の調査溝を掘削した。掘削した調査溝の両側壁面を整形し、断層や地層の変形構造をスケッチした後、地層と断層の関係からイベント解釈を行った。また各層準から年代測定試料を採取した。試料は実験室に持ち帰り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CO<sub>2</sub>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<sup>14</sup>C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<sup>14</sup>C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 Table 1 に示した。

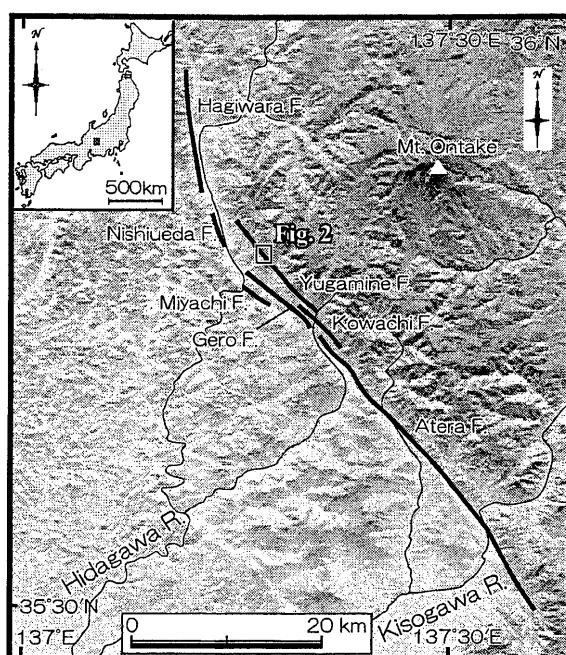


Fig. 1. Index map showing the Atera fault system.

Table 1 Radiocarbon date at the Yugamine fault trench site.

Sample No.	Sample No.	Labo. No.	$\delta^{13}\text{C}$ PDB (‰)	$^{14}\text{C}$ age yrBP $\pm 1\sigma$	Calibrated A.D./B.C. (cal BP)	Calibrated A.D./B.C. range (cal BP) 1 $\sigma$ (68.3%)	Probability
X-4		NUTA2-5441	-26.1	2564 $\pm 30$	790 B.C. (2739)	800-761 B.C. (2749-2710) 679-670 B.C. (2628-2619) 607-601 B.C. (2556-2550)	0.846 0.106 0.048
X-6		NUTA2-5442	-24.5	9124 $\pm 37$	8289 B.C. (10238)	8425-8425 B.C. (10374-10374) 8411-8396 B.C. (10360-10345) 8379-8372 B.C. (10328-10321) 8358-8353 B.C. (10307-10302) 8324-8269 B.C. (10273-10218)	0.007 0.185 0.062 0.050 0.696
X-10		NUTA2-5443	-26.6	2871 $\pm 29$	1014 B.C. (2963)	1125-1123 B.C. (3074-3072) 1113-1097 B.C. (3062-3046) 1090-1057 B.C. (3039-3006) 1054-997 B.C. (3003-2946)	0.018 0.113 0.227 0.642
X-12		NUTA2-5449	-27.2	572 $\pm 28$	1334, 1337 A.D. (616, 613) 1400 A.D. (550)	1323-1350 A.D. (627-600) 1390-1411 A.D. (560-539)	0.566 0.434
X-15		NUTA2-5444	-24.0	740 $\pm 28$	1280 A.D. (670)	1264-1289 A.D. (686-661)	1.000
X-17		NUTA2-5450	-29.0	339 $\pm 29$	1519 A.D. (431) 1593 A.D. (357) 1622 A.D. (328)	1493-1526 A.D. (457-424) 1556-1602 A.D. (394-348) 1610-1631 A.D. (340-319)	0.319 0.470 0.211
NWZ-11		NUTA2-5451	-26.8	916 $\pm 28$	1066, 1083 A.D. (884, 867) 1124, 1137 A.D. (826, 813) 1157 A.D. (793)	1040-1099 A.D. (910-851) 1116-1141 A.D. (834-809) 1152-1161 A.D. (798-789)	0.635 0.264 0.101
NWZ-13		NUTA2-5452	-25.4	4382 $\pm 32$	3013 B.C. (4962) 2981, 2959, 2953, 2927 B.C. (4930, 4908, 4902, 4876)	3019-3004 B.C. (4968-4953) 3003-2923 B.C. (4952-4872)	0.147 0.853

All samples were analyzed by AMS at Nagoya University.  
Calibration is carried by Stuiver *et al.* (1998) method B

### 3. 調査地点の地形とトレンチ壁面の層序

調査地点は笹平沢左岸の L1 段丘面を湯ヶ峰断層が横切る地点であり (Fig.2), 分岐した断層の間に小凹地を形成する. 南西側の断層に沿って pressure ridge や低崖が連続し, この低崖を横切るトレンチを掘削した. トレンチでは北東傾斜の明瞭な正断層 (F1,F2) が認められ, 隆起側には破碎した濃飛流紋岩 (基盤岩) (7) と L1 構成礫層 (6 層) が分布する (Fig.3). 一方, 低下側基底には巨礫を含む褐色崖錐性堆積物 (4, 5 層) が分布し, これを覆って礫混じり黒色腐植土層 (1 ~ 3 層) が分布する. このうち 2b 層より下位の地層は, いずれも断層近傍で南西側へ向かって増傾斜する.

### 4. 湯ヶ峰断層の活動時期

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  $^{14}\text{C}$  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た.

\* Event1 最新活動 :  $916 \pm 28\text{yr.B.P.} \sim 2871 \pm 29\text{yr.B.P.}$

(A.D.1161 ~ B.C.1125) (789cal.B.P. ~ 3074cal.B.P.)

緩やかに傾斜する 2d 層を 2a 層がフラットに覆う傾斜不整合が認められることから, Event1 の発生時期は 2d 層 ( $2871 \pm 29\text{yr.B.P.}$ ) 堆積後, 2a 層 ( $916 \pm 28\text{yr.B.P.}$ ) 堆積以前である.

\* Event2 :  $2564 \pm 30\text{yr.B.P.} \sim 4382 \pm 32\text{yr.B.P.}$

(B.C.601 ~ B.C.3019) (2550cal.B.P. ~ 4968cal.B.P.)

断層 F2 は 3a 層の基底を変位させ, 崖錐 W に覆われることから, Event2 は 3a 層堆積中と考えられる. また断層 F1 近傍のオープンクラックの形成も同時と考えられることから F1 断層も活動した可能性が高い. 崖錐 W を覆う 3a 層上部 ( $2564 \pm 30\text{yr.B.P.}$ ) が Event2 の上限年代であり, F2 の変位を受ける 3b 層 ( $4382 \pm 32\text{yr.B.P.}$ ) が下限となる. ただし, 上位の 2d 層と年代が逆転していることから, 他のサンプルを用いた年代の再測定が必要である.

\* Event3 :  $9124 \pm 37\text{yr.B.P.} \sim \text{L1 面 (20-30ka) 形成以降に少なくとも 1 回}$

(B.C.8269 ~) (10218cal.B.P. ~)

3b 層を堆積させるために, 3b 層堆積以前に堰き止め状の崖地形を形成した活動が少なくとも 1 回存在する. 発生年代の下限は最終氷期極相期 (20-30ka) の L1 段丘堆積層 (6 層) であることから, Event3 の発生時期は 6 層堆積以降, 3a 層堆積 ( $9124 \pm 37\text{yr.B.P.}$ ) 以前である.

### \* その他のイベント

隆起側の破碎帯が断層運動による急激な隆起に伴って崩落し, 形成される破碎プリズムの存在から, 4 層堆積中と 6b 層堆積中にイベントを読むことができる. しかし, これらのイベント発生年代は決定できていない.

### 5. おわりに

$^{14}\text{C}$  年代の測定によって, 湯ヶ峰断層大林地区における古地震活動時期を高精度で明らかにすることができた. 今後, 湯ヶ峰断層三ツ石地区との活動時期の対比や, 断層系全体での活動時期の比較について, 稿を改めて議論していく. また Event2 に関係する年代の逆転を解消するために, さらに別サンプルの追加測定も実施する必要がある.

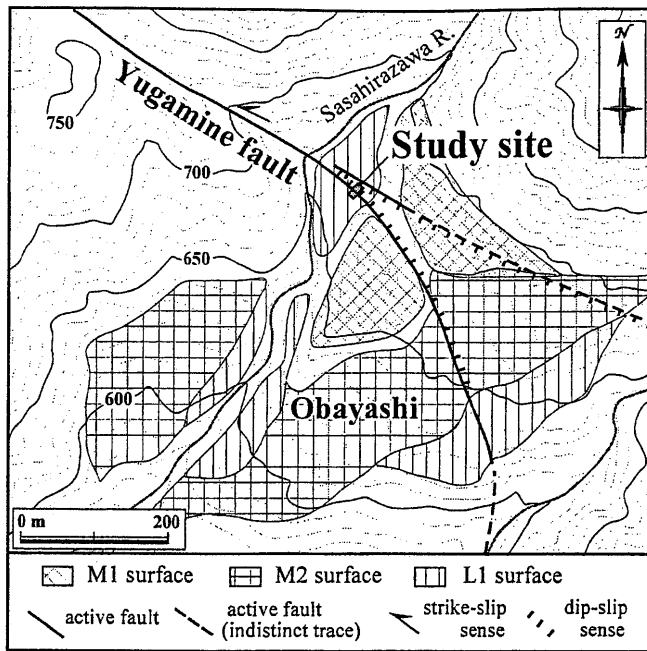


Fig. 2. Geomorphological map around the trench site of Obayashi district.

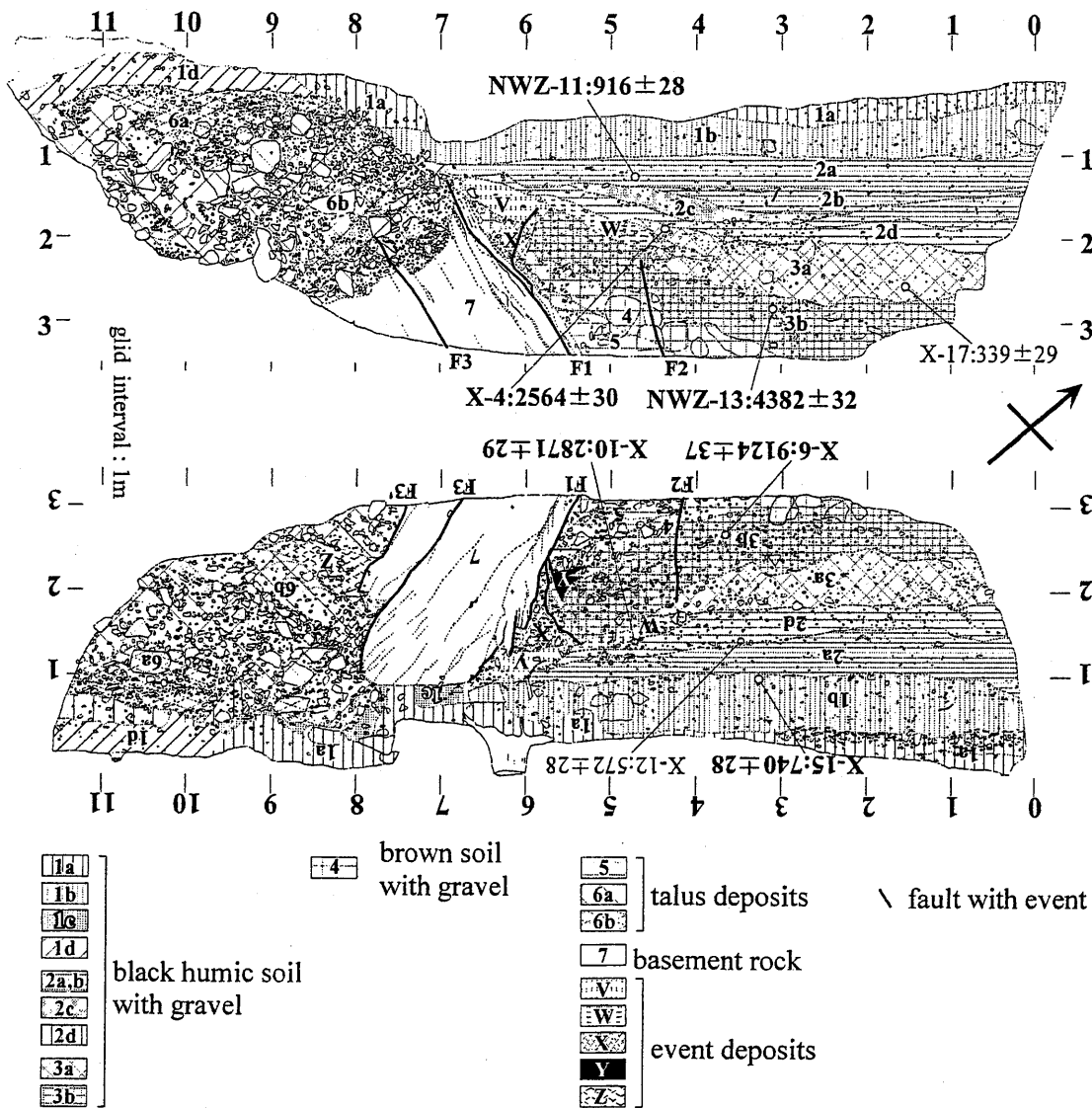


Fig 3. Sketch of trench walls and carbon 14 dating. Unit of carbon 14 dating : yr. B.P.

\* 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、測定をお願いし、また前処理でも随時ご指導賜った。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。地権者である今井建設の今井喜六会長には、調査の趣旨をご理解いただき、用地の借用や作業全般において、多大なご協力、ご支援を賜った。謹んで感謝の意を表します。

本研究には、笹川科学研究助成金(研究番号:14-264, 代表者: 廣内大助)を用いた。

\* 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  $^{14}\text{C}$  measurements. Radiocarbon, 35, 295-300.
- 岡田篤正・栗田泰夫・奥村晃史・東郷正美(1987) : トレンチ発掘調査による阿寺断層系萩原断層の活動時期と間隔の解明. 地学雑誌, 96, 322-325.
- 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.

## Paleoseismicity of the Yugamine fault constituting the Atera Fault System

Daisuke HIROUCHI (1), Ken-ichi YASUE (2), Chikara UCHIDA (3),  
Takahiro HIRAMATSU (1)

(1) Graduate school of Environmental Studies, Department of Geography, Nagoya University

(2) Graduate school of Science and Engineering, Toyama University

(Present address: Horonobe Underground Research Center, Japan Nuclear Cycle Development Institute)

(3) Graduate school of Environmental Studies, Department of Geography, Nagoya University

(Present address: Tamano Consultants Co., Ltd.)

The Yugamine fault, 10 km in length is in the north-central part of the Atera fault system. We studied the Late Quaternary activity of the Yugamine fault through the trenching survey.

We excavated a trench across the scarplet on the L1 terrace at Obayashi district. Some humic Layers and fluvial gravels are exposed on the trench walls. The Yugamine fault cut through these layers to form a linear depression on its NE side. From the structural evidence along the fault plane and angular unconformity, we recognize at least three faulting events in this trench.

Event 1:  $916 \pm 28\text{yr.B.P.} \sim 2871 \pm 29\text{yr.B.P.}$  (A.D.1161  $\sim$  B.C.1125)

We can find the angular unconformity between unit 2d and unit 2a on the both walls. This possibly shows that the last event occurred after the deposition of unit 2d ( $2871 \pm 29\text{yr.B.P.}$ ) and before the deposition of unit 2a ( $916 \pm 28\text{yr.B.P.}$ ).

Event 2:  $2564 \pm 30\text{yr.B.P.} \sim 4382 \pm 32\text{yr.B.P.}$  (B.C.601  $\sim$  B.C.3019)

The F2 fault plane cut a bottom of unit 3a and the uppermost termination of F2 fault plane is covered by a colluvium (unit W) which located middle part of unit 3a. The age of this colluvium (unit W) is constrained to be older than upper part of unit 3a (dated at  $2564 \pm 30\text{yr.B.P.}$ ), and younger than the upper part of unit 3b (dated at  $4382 \pm 32\text{yr.B.P.}$ ).

Event 3: Before  $9124 \pm 37\text{yr.B.P.}$  (B.C.8269  $\sim$ )

We can reveal at least one faulting event since the deposition of the gravel (Unit 6). The age of the gravel is assumed to be older than the bottom of unit 3b (dated at  $9124 \pm 37\text{yr.B.P.}$ ).

学会・学会誌への発表論文等

- ・ 廣内大助・安江健一・金田平太郎・杉戸信彦・谷口薫・内田主税・平松孝晋・畠本和也  
(2003) : 阿寺断層系湯ヶ峰断層の古地震活動時期. 2003年日本地震学会秋季大会.
- ・ 廣内大助・安江健一(2004) : 阿寺断層系中北部における断層活動時期の比較.  
2004年地球惑星科学関連学会合同大会(発表予定)