

## 牛首断層北東部地域の活動履歴調査（２）－大双嶺トレンチ調査結果－

### Paleoseismological study of the northeastern part of the Ushikubi fault on Toyama/Gifu prefectural border, central Japan － Trench excavation surveys at Ozorei site －

宮下由香里<sup>1</sup>・小林健太<sup>2</sup>・二階堂 学<sup>3</sup>・高瀬信一<sup>4</sup>・尾尻敏彦<sup>5</sup>

Yukari Miyashita<sup>1</sup>, Kenta Kobayashi<sup>2</sup>, Manabu Nikaido<sup>3</sup>, Nobukazu Takase<sup>4</sup> and Toshihiko Ojiri<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 活断層研究センター (Active Fault Research Center, GSJ, AIST, yukari-miyashita@aist.go.jp)

<sup>2</sup> 新潟大学大学院自然科学研究科 (Graduate School of Science and Technology, Niigata University)

<sup>3,4,5</sup> 株式会社ダイヤコンサルタント (Dia Consultants Co. Ltd.)

**Abstract:** Four hand-digging pit excavation surveys in Toyama City, Toyama Prefecture identified the latest surface-faulting event on the eastern part of the 54-km-long ENE-trending Ushikubi fault, northern central Japan. Radiocarbon measurements of humic soils trapped in the fault zone and those covering the fault zone date the latest event about 3,800-500 years ago or possibly 700-500 years ago. The estimated event age agrees with those on the western and the central parts of the Ushikubi fault, suggesting that the latest faulting event ruptured the entire Ushikubi fault.

**キーワード:** 活断層, 古地震学, 牛首断層, 富山県, 岐阜県, トレンチ調査

**Keywords:** active fault, paleoseismology, Ushikubi fault, Toyama Prefecture, Gifu Prefecture, trenching survey

#### 1. はじめに

牛首断層は、岐阜県大野郡白川村から富山県中新川郡立山町に至る、長さ 54 km の右横ずれ断層である (第 1 図)。牛首断層は、断層の平面分布に基づく吉岡ほか (2005) の区分によれば、全国で 8 番目に長い活動セグメントとされている。従って、本断層が引き起こす地震規模を予測する上で、どの範囲が一度に破壊したかを古地震から推定することは重要な要素となる。

産業技術総合研究所活断層研究センターでは、2002 年度より牛首断層の活動履歴調査を実施してきた。同断層の西部および中央部の 3 地点におけるトレンチ調査の結果、牛首断層の最新活動時期は約 1,000~500 年前であること、活動間隔は約 4,000~5,000 年であることが明らかとなってきた (宮下ほか, 2003a, b, 2004a, b)。しかし、断層東部についての古地震データは、これまで得られていなかった。

そこで、2004 年度は、断層東部の富山県の旧上新川郡大山町 (2005 年 4 月より富山県富山市) 大双嶺 (おおぞうれい) 地域において、人力によるピット掘削調査を実施した。その結果、牛首断層の最新活動時期は約 3,800~500 年前であり、約 700~500 年前に限定される可能性もあることが判明した。

#### 2. 調査地点の概要

ピット掘削調査地点は、富山県富山市大双嶺地域内の黒川上流部右岸枝沢の最上流部に位置する。本地点は尾根上の傾斜変換部にあたり、N80°E 方向に、長さ約 60 m、幅 1~2 m の直線的な溝状地形が存在する。溝状地形は東に流下する小沢となっており、底面には湿地性の堆積物が堆積している。また、南北方向に延びる尾根および小沢は、この直線谷を境に右横ずれを示す。当初、この直線谷沿いの 3ヶ所においてピットを掘削したが、いずれのピットにおいても断層は確認されなかった (第 2 図、淡灰色に塗色した部分)。

一方、地形測量によって作成した平面図には、直線谷最上部 (最東端) の北側に長さ約 10 m、幅約 3 m の小規模な平坦面が明瞭に示されていた (第 2 図)。この平坦面の北端は、比高 1~3 m の逆向き低崖となっており、その西側延長は鞍部に連続する。この逆向き低崖を横断するようにピットを掘削したところ、明瞭な断層面が露出した (第 2 図、濃灰色に塗色した部分)。このピットを大双嶺ピットと呼び、以下に記載する。

#### 3. ピット壁面の地層の記載

大双嶺ピット壁面のスケッチを第 3~5 図に示す。

また、 $^{14}\text{C}$ 年代測定結果を第1表に示す。

ピット壁面では、V字形を示す2条の明瞭な断層面が認められた。ここで、北側の主断層をf1断層、南側の断層をf2断層と呼ぶことにする。f1断層の北側には主として基盤岩（流紋岩もしくは石英ヒン岩）が分布し、南側には堆積物が分布する。本研究では、f1断層の南側に分布する地層を上位より、1~8層に区分した。以下にそれらの概要を記載する。なお、トレンチ壁面から採取した試料の $^{14}\text{C}$ 年代測定は、(株)地球科学研究所を通じてBeta Analytic社に、テフラ分析は、(有)古澤地質調査事務所に依頼した。 $^{14}\text{C}$ 年代値について、以下の記載では、 $1\sigma$ の暦年較正值(cal yBP)を用いる。

1層：表土、炭焼き跡および炭焼きの際の人工改変と認定される地層である。本層は、表層の落葉や現世の植物根が密集する1a層、垂角礫が点在するシルト層からなる1b層、炭化木片を多く含む腐植質シルトで、赤褐色に焼けたシルト片を含む1c層、腐植混じりシルトからなり、基質の固結度が比較的高い1d層、炭化木片を含むシルト層からなる1e層、炭焼きによる炭化木片が密集し赤褐色のシルト片を含む1f層、腐植分を多く含むシルトからなる1g層に細分される。1a層からは、modernおよび280~0 cal yBPの $^{14}\text{C}$ 年代値が得られた。1b, 1c, 1e, 1fおよび1g層からは、300~150 cal yBPないし900~710 cal yBPにわたる $^{14}\text{C}$ 年代値が得られた。

2層：ごく少量の炭化木片を含み、褐色を呈するシルト層である。西壁面の横軸1.6~2.1 mのみに分布し、層厚は最大10 cmである。

3層：径0.5~1.5 cmの炭化木片を含み、不規則な形状の腐植質部を含むシルト層である。西壁面の横軸1.7~2.1 mのみに分布し、層厚は最大15 cm程度である。本層の下底面は上位の2層と異なり、断面では深い漏斗状を呈する。本層からは、720~660 cal yBP（腐植質部）および4,830~4,650 cal yBP, 5,270~4,980 cal yBP（炭化木片）の $^{14}\text{C}$ 年代が得られた。炭化木片の年代値が後述する4層に含まれるものとほぼ一致することから、本層は4層起源のシルトが、新しく形成された腐植質部と何らかの理由で混在したものであると考えられる。

4層：両壁面の中央部、2条の断層面に挟まれた部分に落ち込むように分布するシルト層である。層厚は最大で1 mに達する。本層には、径5 mm程度の炭化木片が全体に散在し、稀に径1 cm以下の基盤岩の角礫片が含まれる。本層からは、5,040~4,870 cal yBPないし5,310~5,080 cal yBP（いずれも炭化木片）にわたる $^{14}\text{C}$ 年代が得られた。テフラ分析の結果、本層下半部からは広く始良Tnテフラ(AT, 26-29 ka: 町田・新井, 2003)起源の火山ガラスが検出された。なお、ATは純層が下位の7層に挟まれており、本層に含まれる火山ガラスは再堆積相と考え

られる。

5層：地表付近で分岐したf1断層に挟まれて分布するシルト~砂混じりシルト層である。4層と後述する6層とが混在した層相を呈すること、固結度が著しく低いこと、f1断層に挟まれて分布することから、f1断層による擾乱部と考えられる。

6層：f1断層より北側に分布するシルト~シルト質砂層である。最大径2~3 cmの基盤岩起源の角礫が散在することや基質構成粒子の特徴から、基盤岩が強風化して生成された地層であると推定される。

7層：f2断層の南側に分布するシルト~粘土層である。層厚は最大50 cm程度である。最大径1 cmの基盤岩起源の垂角礫をわずかに含む。f2断層沿いの変形を被っている部分は、比較的粗粒で固結度が高いが、南側は細粒で固結度がやや低くなる。本層最下部には、ATからなる2~3 cmのレンズが散在する。テフラ分析の結果、同じ層準でAT起源ガラスの濃集が認められることから、本層最下部は、ATの降下層準と判断される。

8層：7層の下位に分布するシルト~粘土層である。層厚は1.2 m以上である。径0.5~5 cmの基盤岩起源の角礫~垂角礫を含む。本層は、礫の含有率および粒度の変化に富む。すなわち、f2断層近傍では粗粒で礫が多く、南側に向かってより細粒粘土質になる。横軸3 m以南では、上位7層との境界が不明瞭となる。テフラ分析の結果、本層中部からは、大山倉吉軽石(DKP,  $\geq 55$  ka: 町田・新井, 2003)が検出された。

#### 4. 断層活動イベント層準の認定とその時期

ピット壁面では、V字形を示す2条の断層(f1およびf2断層)が認められた。f1断層は55°南傾斜、f2断層は80°北傾斜を示す。f2断層は、深さ約2.5 m地点でf1断層に収斂する。

f1断層は基盤岩、6層および5層と4層を境し、厚さ約10 cmの断層ガウジを伴う。f2断層は8層と7層および4層の途中までを変位・変形させている。8層のf2断層近傍の地層は、これに引きずられて急傾斜を示す。7層もf2断層に引きずられるようにして撓み込む分布形態を示す。4層はf1断層とf2断層によって変位を受け、両断層の間に挟まれて落ち込むように分布しており、その構造全体を人工の地層である1層が覆っている。したがって、4層堆積後、1層堆積前に少なくとも1回の断層活動があったことは確実である。

明らかに断層変位を受けた4層から得られた試料のうち、最も新しい年代は、西壁面下部から得られた3,840~3,710 cal yBPである。また、1層最下部の1g層からは、腐植土の年代として530~480 cal yBPが、炭化木片の年代として680~660 cal yBPが得られているが、炭化木片は炭焼きのために運ばれてきた木材の可能性があるので、ここでは腐植土の年代

を地層の形成年代とする。なお、東壁面の1f層から得られた年代値（900～710 cal yBP）は、同層から得られた木片の年代（640～540 cal yBP）と矛盾するため、ここでの年代議論からは除外した。以上の検討から、本ピットにおける最新活動イベントの年代は、3,840 cal yBP以降、480 cal yBP以前となる（第6図）。

なお、西壁面のみに分布する3層は、4層起源のシルトと、より時代の新しい腐植質層が混在した地層であり、この層が4層の上面を削り込んで堆積したとは非常に考えにくい。したがって、3層は4層の変形時もしくは変形直後に、すでにあった表層の腐植質層を巻き込んで堆積した4層起源の崩積堆積物の可能性が指摘できる。その場合、断層の最新活動時期は、3層の腐植質部から得られた年代から、720 cal yBP以降に限定されることになる。しかしながら、この腐植質部が上位の1層からの汚染や、人工による掘削跡の可能性は否定できない。

### 5. まとめと今後の課題

牛首断層北東部、富山市大双嶺において、人力によるピット掘削調査を実施した。その結果、当地域の牛首断層の最新活動イベントは、約3,800～500年前に生じたことが明らかとなった。また、3層をイベント時の崩積堆積物と考えると、イベント年代は約700～500年前に限定される可能性がある。これらの年代は、牛首断層南西部および中央部における最新活動時期（約1,000～500年前）の範囲に入る（第6図）。このことは、少なくとも最新活動としては、牛首断層全域が（地質学的に見て）同時期に活動したことを示唆する。今後は、単位変位量を明らかにすることと周辺に分布する活断層との連動性を明らかにすることが必要である。

謝辞 本調査を進めるにあたって、旧大山町役場農林課のご協力を賜りました。ここに記して、深く感謝の意を表します。

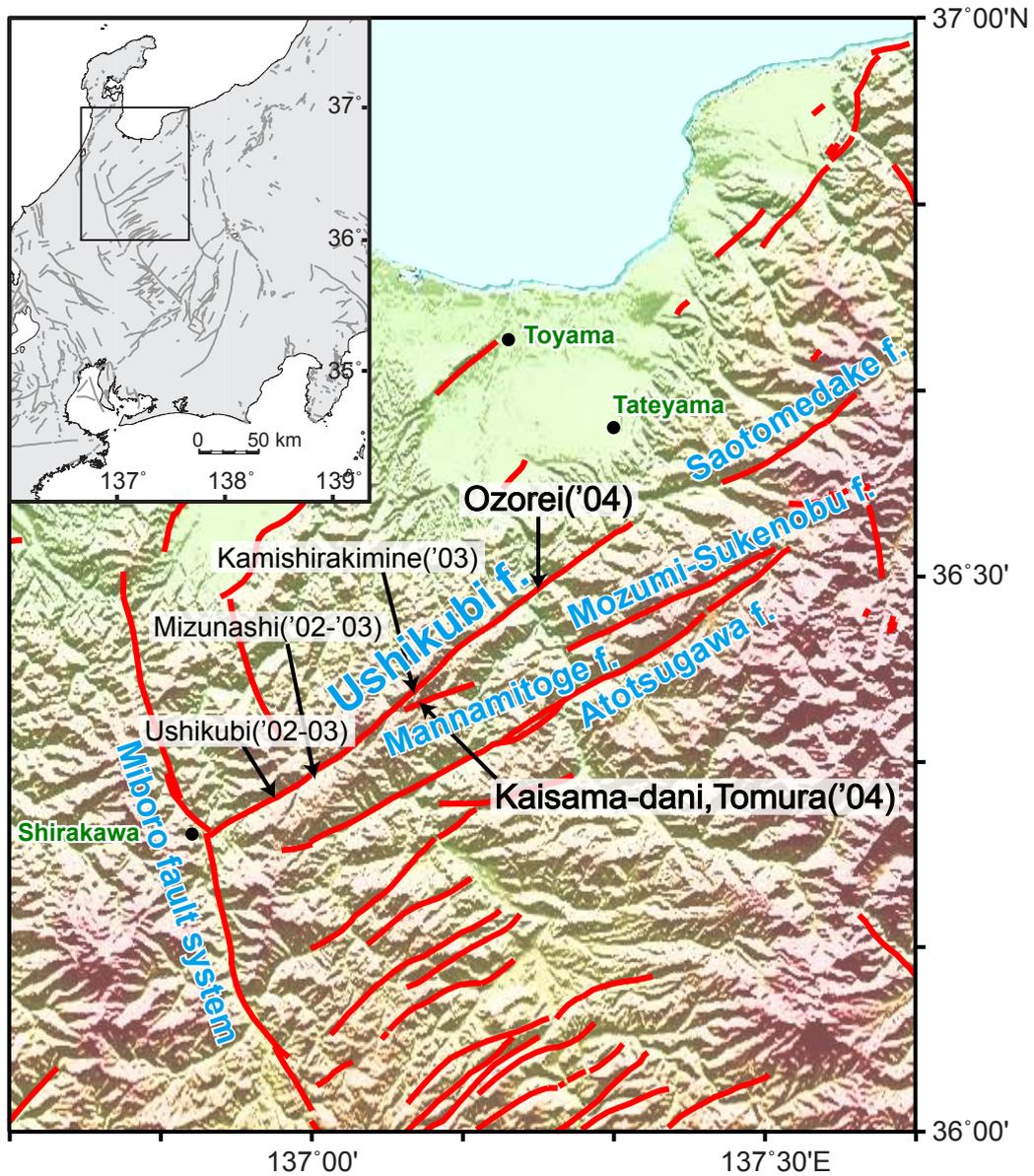
### 文 献

町田 洋・新井房夫（2003）新編火山灰アトラス。東京大学出版会，336p。  
 宮下由香里・吉岡敏和・桑原拓一郎・荻谷愛彦・松浦一樹・吉村実義・高瀬信一（2003a）牛首断層南西部地域の活動履歴調査（1）－地形地質調査結果－。活断層・古地震研究報告，No. 3，p. 47-62。  
 宮下由香里・吉岡敏和・桑原拓一郎・荻谷愛彦・藤田浩司・千葉達朗（2003b）牛首断層南西部地域の活動履歴調査（2）－トレンチ調査結果（速報）－。活断層・古地震研究報告，No. 3，p. 63-71。  
 宮下由香里・吉岡敏和・桑原拓一郎・齊藤 勝・小林健太・荻谷愛彦・藤田浩司・千葉達朗（2004a）牛首断層南西部地域の活動履歴調査（3）－牛首，水無トレンチ調査結果－。活断層・古地震研究報告，No. 4，p. 113-130。  
 宮下由香里・吉岡敏和・二階堂学・高瀬信一・橘徹（2004b）牛首断層北東部地域の活動履歴調査－上白木峰トレンチ調査結果－。活断層・古地震研究報告，No. 4，p. 113-130。  
 吉岡敏和・栗田泰夫・下川浩一・杉山雄一・伏島祐一郎（2005）全国主要活断層活動確率地図説明書。構造図（14）。産総研地質調査総合センター，127p。

（受付：2005年9月29日，受理：2005年11月21日）

第1表. 大双嶺ピットの<sup>14</sup>C年代測定結果一覧表。  
 Table 1. Radiocarbon dating results from the Ozorei pit.

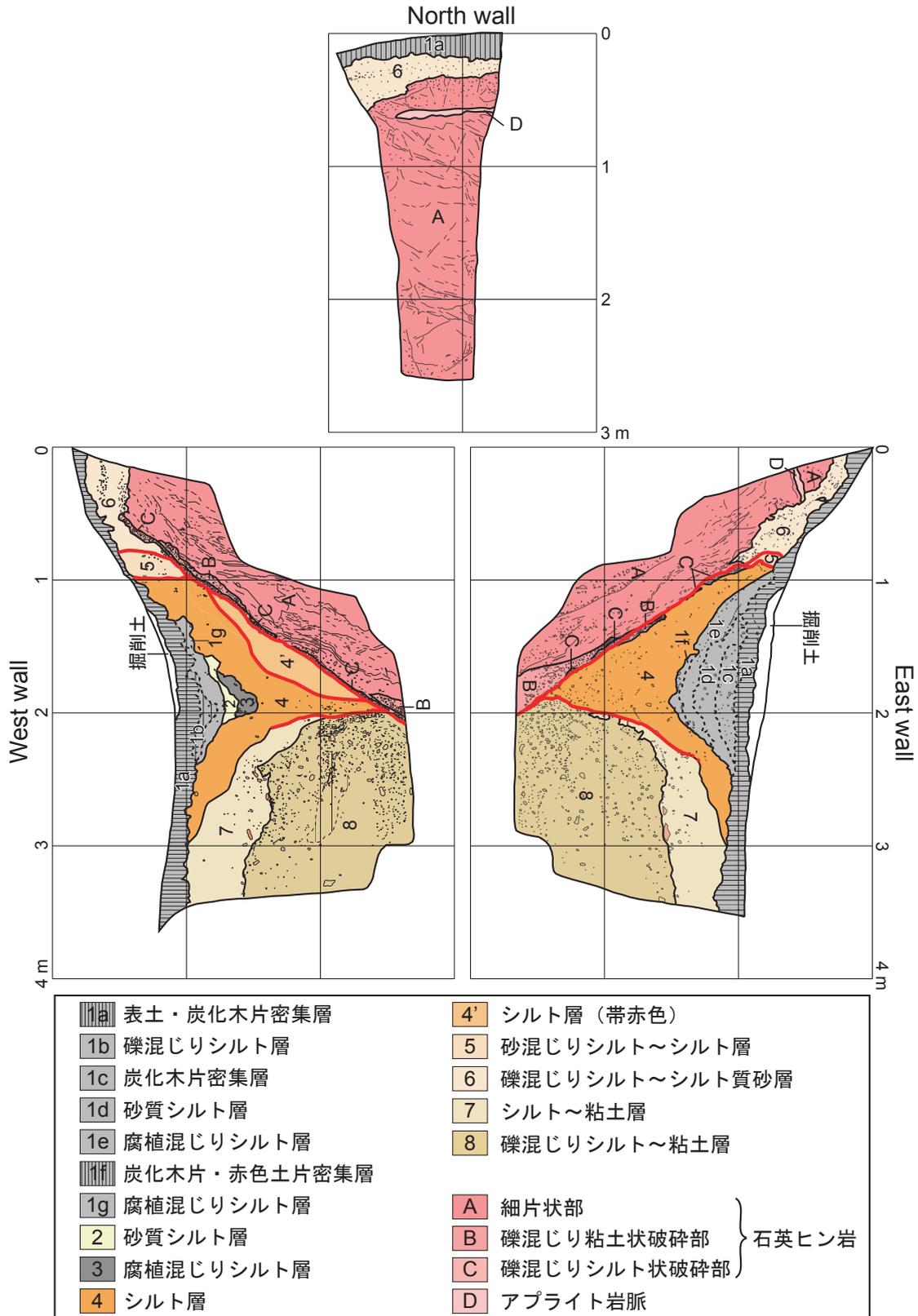
Sample No.	Lab No. (Beta-)	Trench wall	Unit	Material	Method	Measured <sup>14</sup> C age (y BP)	δ <sup>13</sup> C (‰)	Conventional <sup>14</sup> C age (yBP)	Calibrated age (cal yBP; ±1σ)
OSR-14	200016	W	1a	humic soil	β	30±60	-25.4	30±60	Modern
OSR-15	199199	W	1a	charcoal	AMS	180±40	-26.7	150±40	280-0
OSR-16	199200	W	1b	humic soil	β	240±40	-25.5	230±40	300-150
OSR-18	199202	W	1g	humic soil	β	440±60	-24.7	450±60	530-480
OSR-04	196398	W	1g	charcoal	AMS	720±40	-25	720±40	680-660
OSR-20	199204	W	3	humic soil	β	770±60	-25.2	760±60	720-660
OSR-03	196397	W	3	charcoal	AMS	4210±40	-25.6	4200±40	4830-4650
OSR19	199203	W	3	charcoal	AMS	4490±40	-26.9	4460±40	5270-4980
OSR-22	198282	W	4	organic sediment	AMS	3500±40	-24.6	3510±40	3840-3710
OSR-21	198281	W	4	charcoal	AMS	4420±40	-26.5	4400±40	5040-4870
OSR-05	199192	E	1a	humic soil	β		-26.7		Modern
OSR-06	199195	E	1c	charcoal	AMS	450±40	-26.6	420±40	510-470
OSR-08	199193	E	1d	humic soil	β	470±60	-25.3	470±60	540-490
OSR-09	199197	E	1d	charcoal	AMS	620±50	-25.9	610±50	650-540
OSR-02	196396	E	1f	charcoal	AMS	590±40	-24.1	600±40	640-540
OSR-11	199198	E	1f	humic soil	β	880±60	-25.7	870±60	900-710
OSR-13	198280	E	4	charcoal	AMS	4420±40	-25.8	4410±40	5040-4880
OSR-01	195889	E	4	charcoal	AMS	4450±40	-26	4430±40	5050-4960
OSR-10	198278	E	4	charcoal	AMS	4460±40	-26.5	4440±40	5220-4970
OSR-12	198279	E	4	charcoal	AMS	4580±40	-27	4550±40	5310-5080



第1図. 牛首断層位置図. 断層線の位置は新編『日本の活断層』による. これまでの調査地域および調査年を示した. 陰影図の作成には国土地理院発行の国土数値情報 50 m メッシュ (DEM) を使用.

Fig. 1. Active faults in northern central Japan. The Ushikubi fault is 54-km-long right-lateral strike-slip fault, which composed of the Atotsugawa fault system. The letter along the fault shows surveyed sites and years. Topography from 50 m digital elevation model compiled by the Geographical Survey Institute. Faults from maps compiled by Research Group for Active Faults of Japan (1991).

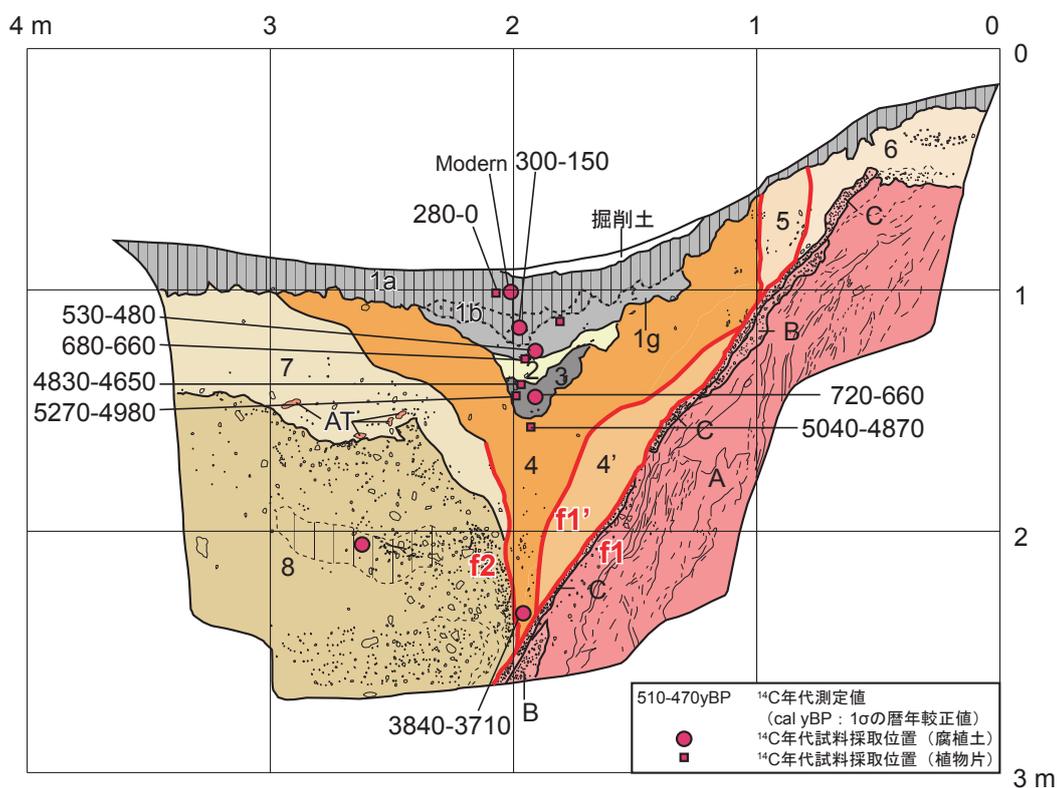




第3図. 大双嶺ピット各壁面スケッチの展開図.

Fig. 3. Logs of the Ozorei pit. Grid intervals are one meter. Unit 1 is surface soil, humic soil and artificial soil, unit 2 is sandy silt, unit 3 is humic silt, unit 4 is silt, unit 5 is sandy silt-silt, unit 6 is pebbly silt-silty sand, unit 7 is silt-clay and unit 8 is pebbly silt-clay. A is fault breccia, B and C are fault gouge of basement rocks (rhyolite-Qtz porphyry), D is aplite dike. The faults are shown by red solid lines (f1 and f2).

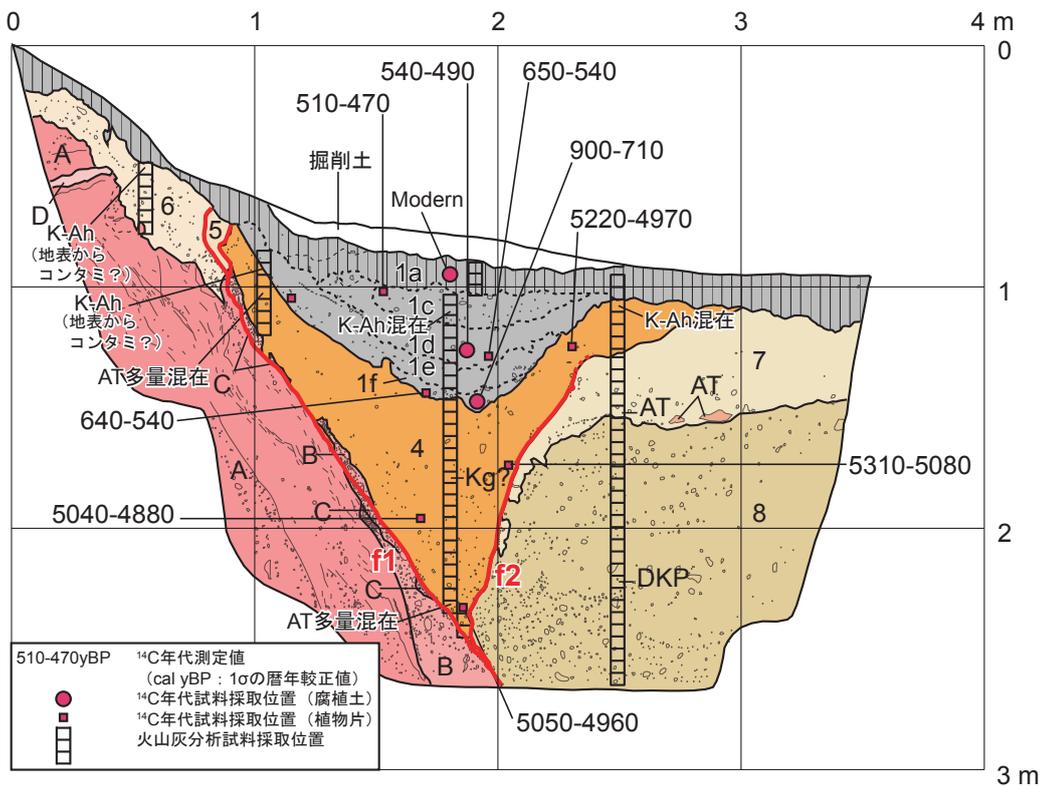
## West wall



第4図. 大双嶺ピット西壁面のスケッチと<sup>14</sup>C年代値.

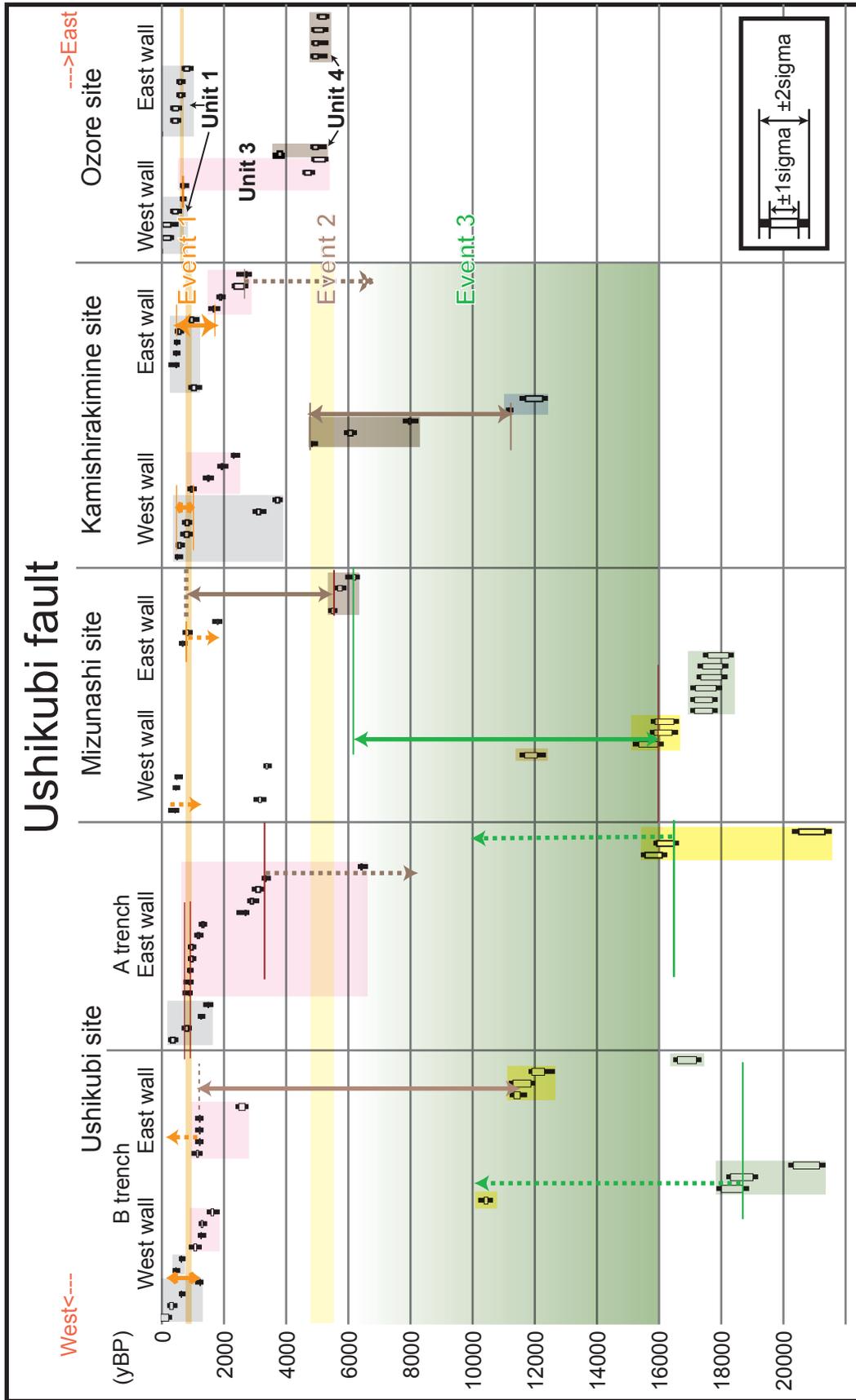
Fig. 4. A log and a photograph of west wall of the Ozrei pit. Unit grouping is the same as Fig. 3. The locations and estimated <sup>14</sup>C ages (cal yBP: calendar calibrated age: 1 sigma) of samples are also shown. Red solid circles show sampling points of humic sediments and red solid squares show those of charcoals for <sup>14</sup>C dating.

## East wall



第5図. 大双嶺ピット東壁面のスケッチと<sup>14</sup>C年代値.

Fig. 5. A log and a photograph of east wall of the Ozorei pit. The locations and estimated ages (<sup>14</sup>C and tephra yBP: calendar calibrated age) of samples are also shown. Unit grouping and tephra abbreviations are the same as Fig. 3. Kg, K-Ah, AT and DKP are tephras showing about 3.1 ka, 7.3 ka, 26-29 ka and 55 ka, respectively.



第6図. 大双嶺ピット、牛首A、Bトレンチ、水無トレンチ、上白木峰トレンチから推定されるイベント時期。  
 Fig. 6. Timings of faulting events estimated from the Ozorei pit, Ushikubi A, B, Mizunashi and Kamishirakimine trench analysis.