

山口県大原湖断層帯西部, 宇部東部断層のトレンチ調査

Trenching survey on the Ube-tobu fault, western part of the Oharako fault zone, Yamaguchi Prefecture, western Honshu, Japan

小松原 琢¹・水野清秀²・金折裕司³・小笠原 洋⁴・新見 健⁵・木下博久⁶

Taku Komatsubara¹, Kiyohide Mizuno², Yuji Kanaori³, Hiroshi Ogasawara⁴, Ken Niimi⁵
and Hirohisa Kinoshita⁶

^{1,2} 地質情報研究部門 (Institute of Geology and Geoinformation GSJ/AIST, komatsubara-t@aist.go.jp)

³ 山口大学理学部 (Faculty of Science, Yamaguchi Univ.)

^{4,5} 復建調査設計株式会社 (Fukken Co., Ltd.)

⁶ 日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター (Tono Geoscience Center, Japan Atomic Energy Agency)

Abstract: We carried out a trenching survey on the Ube-tobu fault, western part of the Oharako fault zone, Yamaguchi Prefecture, western end of Honshu Island. We divided geological units into Units 1 to 6, and recognized three reverse faults. Unit 6 is basement rock, and it threw up on Unit 4 by main fault. Unit 1 overlies the main fault with an unconformity. One fault cuts Unit 5, and is overlain by Unit 4 with an unconformity. Based on the historical records and radiocarbon ages of Unit 3 and Unit 1, the last event occurred between 11,460 BC and ca.1600 AD.

キーワード: 大原湖断層帯, 宇部東部断層, 活断層, トレンチ調査, 山口県

Keywords: Oharako fault zone, Ube-tobu fault, active fault, trenching survey, Yamaguchi prefecture

1. はじめに

大原湖断層帯は, 山口県中部を東北東-西南西に伸びる長さ約 50 km の断層帯である (第 1 図; 水野ほか, 2003). このうち断層帯西部を構成する 4 つの断層 (木戸山西方断層, 山口盆地北西縁断層, 下郷断層および宇部東部断層) のうち, 山口盆地北西縁断層を除く 3 つの断層では段丘面を南東落ちに変位させる断層崖や段丘堆積物を変位させる活断層露頭が存在することから, 第四紀後期に活動した活断層であると判断される (玉村・金折, 2001; 金折, 2003, 2004, 2005a,b; 水野ほか, 2003, 2004). 山口盆地北西縁断層では, 確実に第四紀後期の堆積物を変位させる露頭や変位地形は認められていないが, 近傍に段丘堆積物を変位させる活断層露頭があり, 第四紀後期に活動していた可能性が高い. 本断層帯の西端にあたる宇部東部断層では, 低位段丘面を南東落ちに変位させる断層崖が認められ (水野ほか, 2003), 大原湖断層帯西部の他の断層との連動性を解明することが防災上求められてきた. 筆者らは, この断層の活動履歴を解明することを目的としてトレンチ調査を行った.

2. トレンチ調査地点周辺の地形・地質

宇部東部断層は, 北西側の丘陵と南東側の中~低

位段丘面の境界付近に位置し, 中~低位段丘面を南東落ちに変位させる北東-南西走向の活断層である. この断層では断層崖地形が最も明瞭な山口市西部の佐山地区 (第 2 図) を対象として調査を行った. 調査地点近傍には, 低位段丘面を 1.5 m 南東落ちに変位させる低断層崖状の崖地形が連続する. 聞き取り調査により, この崖は明治時代の洪水に伴う砂礫層の堆積とその後の圃場整備によって若干改変されていることが明らかになった. しかし事前に行ったボーリング調査より, 崖基部の北西 (上) 側に位置する Bor. No. 2 では T.P.+16.6 m に基盤岩 (酸性脈岩類: 村上ほか, 1988) 上面が存在する一方, 崖基部の南西 (下) 側にあたる Bor. No. 3 では T.P.+11.0 m 以下まで未固結の砂礫主体の堆積物が分布することが確認された (第 3 図). このため, 崖の基部は洪水堆積物に覆われているものの, 活断層が存在する可能性が高いと判断し, その延長にあたる沖積面上でトレンチを掘削した. なお崖の上側にあたる Bor. No. 1 において, 基盤岩直上 (T.P.+17.4 m 付近) の腐植層から 11,850~11,200 BC の暦年補正年代値が得られた.

3. トレンチ壁面の観察結果

トレンチ壁面の観察結果を第 4 図に, ¹⁴C 年代測定結果を第 1 表に示す. ¹⁴C 年代測定は (株) 加速器分

析研究所に依頼した。トレンチの形状は長さ 13 m、幅 4 m、深さ最大 3 m である。なお第 4 図は鉛直面に投影した状態を示している。

3.1 堆積物の記載

トレンチ壁面に出現した地層は、層相と連続性、変形状態の差異などによって、上位から順に耕作土とユニット 1～ユニット 6 に分けられる。各ユニットの特徴は下記のとおりである。

ユニット 1：斜交層理が発達する砂礫を主体として、中部に連続的な粘土層を挟む。上部からユニット 1a (トラフ型斜交層理の発達する細礫～粗砂と細砂の互層)、ユニット 1b (木片を含む灰色粘土層)、ユニット 1c (中～粗砂主体の薄い砂層)、ユニット 1d (トラフ型斜交層理の発達する径 10～最大約 100 mm の垂角礫と粗砂の互層) に細分できる。ユニット 1b 中に含まれる木片からは 1520～1950 AD および 1650～1950 AD の暦年補正年代値 (1 σ , 以後同じ) が得られた。この年代値は本層が明治の洪水による堆積物であることを示唆する。

ユニット 2：北側壁面の東部にのみ、10 cm 程度の厚さで挟在する木片を少量含む細礫まじりの有機質砂層。本層中の木片より 1440～1620 AD および 1490～1640 AD の暦年補正年代値が得られた。

ユニット 3：北面の断層帯中には、主断層 (F3) に沿って断層に平行する方向に伸びた不規則な形の腐植質泥層からなるブロックが数個、ユニット 5 中に点在する (第 5 図)。この腐植質泥層からなるブロックをユニット 3 とする。ユニット 3 からは 11,460～11,210 BC, 11,880～11,530 BC および 11,850～11,200 BC の 3 つの暦年補正年代値が得られた。ユニット 3 は、ユニット 5 中に取り込まれるように入っているものの、ユニット 5 の上位にあたるユニット 4 から得られた年代値より新しい年代を示す。本ユニットの成因については後に考察する。

ユニット 4：断層の東側に分布する青灰色シルト質砂～粘土層。全体として上方に細粒化する。上部からユニット 4a (直立した植物根化石を含む均質な粘土層)、ユニット 4b (上方に細粒化する砂質シルト～細砂層、下部では多量のバブルウオール型火山ガラスを含む)、ユニット 4c (細礫まじり砂層) に細分できるが、それぞれの境界は漸移的である。ユニット 4a 中の植物片から 1,490～1,640 AD の暦年補正年代値が、ユニット 4b 中の木片から 19,870±110 yBP および 22,260±100 yBP (ともに暦年補正なし) の年代値が得られているが、ユニット 4a の植物片の年代は地層堆積後に侵入した植物根の年代を示す可能性が高い。

ユニット 5：斜交層理をもつ砂層と礫層の互層。トレンチ両面の断層の東側底面付近に広く分布するほか、主断層 (F3) 断層沿いおよび北面では断層西側で基盤岩を覆って薄く分布する。礫層は径 5～

80 mm 程度の角～垂角礫を主体とし、砂層は粗砂を主とする。トラフ型斜交層理が発達する。

ユニット 6：破碎された基盤岩。村上ほか編 (1985) によると白亜紀の酸性脈岩類に区分されている。断層近傍 1 m 程度の範囲は指で崩すことができる程度まで強く破碎され、主断層 (後述の F3) と平行方向の小断層が多数認められる。

3.2 地質構造の記載

トレンチでは東から順に F1～F3 の 3 つの断層が確認された。

F1: ユニット 5 の礫を再配列させるほか、ユニット 4b および 4c を急傾斜させている。

F2: ユニット 5 の礫の再配列から確認できる断層。少なくとも南面においてはユニット 5 中の礫を再配列させるものの、ユニット 4b 基底には明瞭な変位を与えていない。

F3: ユニット 6 (基盤岩) とユニット 5 の境をなす主断層。トレンチ底面付近の走向・傾斜は N40°E, 65～70°N の高角逆断層。ユニット 5 を切断し、北面においてその下面を 1.3 m 以上南落ちに変位させるとともにユニット 4a と 4b を急傾斜させている。F3 はユニット 1d に水平に覆われる。

4. ユニット 3 (ユニット 5 中に点在するブロック状腐植質泥層) の成因に関する考察

先に述べたように、ユニット 3 より得られた 3 試料の年代は、いずれもユニット 5 の上位のユニット 4b から得られた年代よりも明らかに新しいことから、ユニット 3 はユニット 5 に偽礫として取り込まれたものではなく、ユニット 5 の堆積後に、異なる環境で形成されたものが、何らかの理由でユニット 5 中に取り込まれたものと考えられる。露頭観察では、ユニット 3 が地割れや生物擾乱によって、ユニット 5 をかく乱して堆積したことを示す構造は認められない。むしろユニット 3 が F3 に概ね平行して点在することや、トレンチ壁面に直行方向に掘り込んだ結果断層と平行する方向に伸びるブロックの形状を示すことが確認されたこと、断層帯中にのみ認められることから考えて、断層の活動に伴って周囲から断層帯中にもみ込まれた可能性が高いと判断した。なおボーリング Bor.No.1 では、ユニット 3 よりも 1～2 m 高い地点にほぼ同年代を示す腐植層が存在することから、ユニット 3 はこれに由来する可能性が高いと考えられる。

5. 断層活動時期に関する考察

以上の観察結果から、本トレンチでは次の断層活動イベントを読み取ることができる。

イベント 1: F3 断層によりユニット 5 およびユニット 4 が変形し、ユニット 1 に水平に覆われることから、

ユニット4堆積後, ユニット1堆積前に少なくとも1回の断層活動があったことが確実である. これをイベント1とする. さらに, 上述のように, このイベントに伴ってユニット3がユニット5に取り込まれたものと考えれば, このイベントの年代は, ユニット3から得られた11,460 BC以降に限定できる. なお, 文献史料では近世以降に当地域で大きな被害地震は生じていない(宇佐美, 2003)ことから, 近世以降に断層活動が行われた可能性は否定できる.

イベント2: ユニット5中の礫の再配列として推定されるF2が, 少なくとも南面においてユニット4bの基底に明瞭な変位を与えていないことから, ユニット5堆積後, ユニット4b堆積前に断層活動が推定される. これをイベント2とする. イベント2の年代は, ユニット4bの年代から約20,000~22,000 yBP以前と考えられる.

大原湖断層帯西部を構成する下郷断層の最新活動は約3,500~4,500年前(金折, 2004), 木戸山西方断層の最新活動期は $4,310 \pm 40$ yB.P. ないし $3,560 \pm 40$ yBP以降(金折, 2005aの資料による)と考えられている. これらの断層と宇部東部断層が同時に活動するかどうかは大きな問題であるが, 本トレンチでは最新活動時期を十分に限定できなかったため, この問題に言及することはできない.

6. まとめと今後の課題

宇部東部断層狭山地区トレンチ調査によって以下のことが明らかになった.

1. 宇部東部断層は南東落ちの逆断層であり11,460 BC以降~1600 AD以前(イベント1)と, 約20,000~22,000 yBP以前(イベント2)の複数回の活動が確認された.

2. 宇部東部断層と大原湖断層帯西部の他の断層の活動同時性については明らかにすることができなかった. この問題については, 別の地区でトレンチ調査を行うことにより再検討することが望ましい.

謝辞 山口市総務部総務課の岡崎 剛氏および山口県消防防災課の吉松 保氏, 榎田智章氏にはトレンチ用地交渉など様々な面で多くのご配慮・ご支援を賜った. 地権者の皆様からは快く用地の借用を許可いただいた. 山口大学大学院の松尾征二氏には現地でも有益な議論を賜った. 以上の方々に厚く感謝します.

文 献

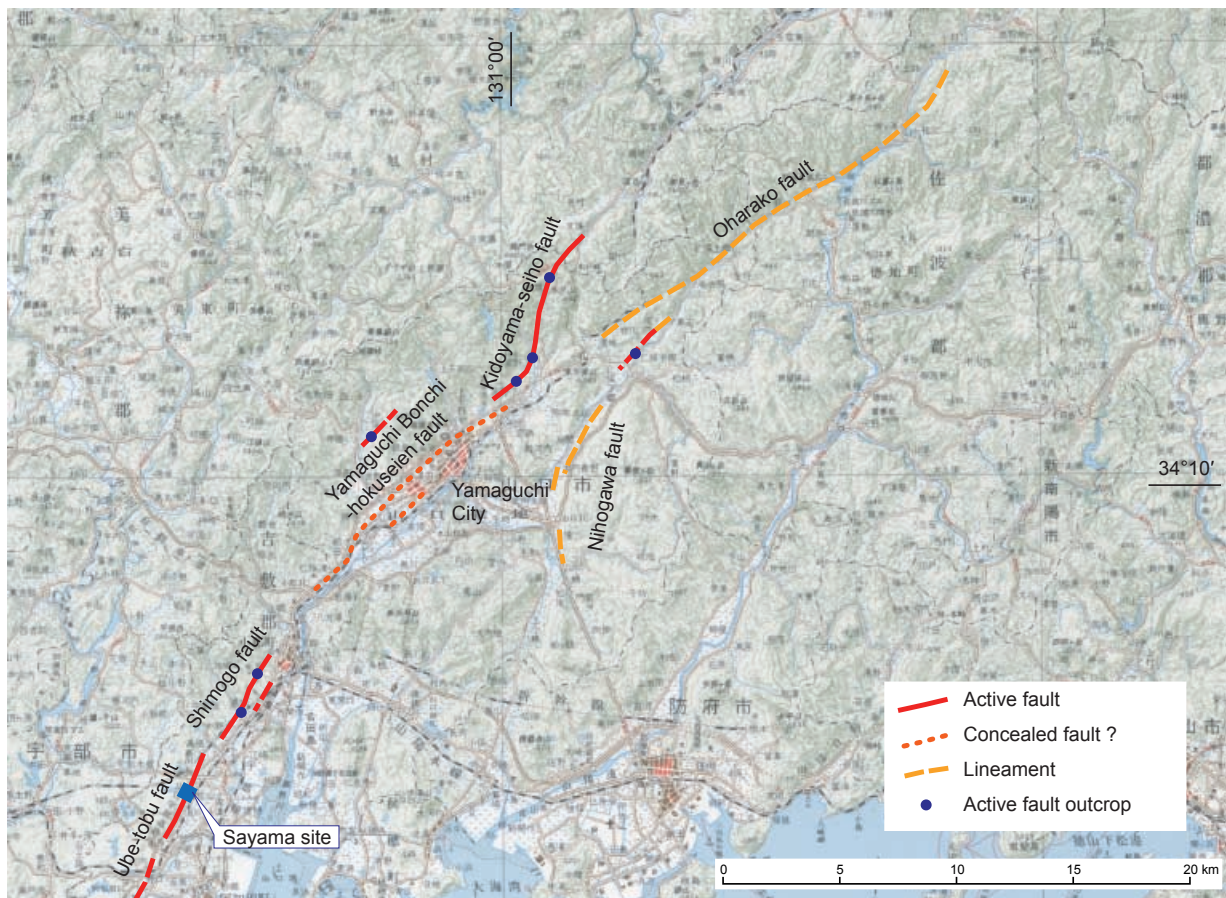
- 金折裕司(代表)(2003)平成14年度原子力安全基盤調査研究(原子力安全基盤調査研究(地質断層の再活動性と地震テクトニクスに関する研究))に関する報告書. 山口大学, 72p.
- 金折裕司(代表)(2004)平成15年度原子力安全基盤調査研究(原子力安全基盤調査研究(地質断層の再活動性と地震テクトニクスに関する研究))に関する報告書. 山口大学, 41p.
- 金折裕司(代表)(2005a)平成16年度原子力安全基盤調査研究(原子力安全基盤調査研究(地質断層の再活動性と地震テクトニクスに関する研究))報告書. 山口大学, 136p.
- 金折裕司(2005b)山口県の活断層—地震災害の減災をめざして—. 近未来社, 119p.
- 水野清秀・下川浩一・佃 栄吉・小松原 琢・新見 健・井上 基・木下博久・松山紀香・金折裕司(2003)山口県大原湖断層帯の活動性に関する地質調査(序報). 活断層・古地震研究報告, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, No. 3, 175-184.
- 水野清秀・小松原 琢・下川浩一・金折裕司・森野道夫・三輪敦志・信岡 大(2004)山口盆地地下の伏在断層調査. 活断層・古地震研究報告, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, No. 4, 221-230.
- 村上允英・西村祐二郎・宇多村 讓・橋本恭一(1988)山口県地質図. 山口地学会.
- Stuvier, M., P.J.Reimer, E.Bard, J.W. Beck, G.S.Burr, K.A.Hughen, B.Kromer, F.G.Mccormac, J.van der Plicht and M.Spur(1998) INTCAL 98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. Radiocarbon, 40, 1041-1083.
- 玉村修司・金折裕司(2001)山口盆地北縁部を構成するリニアメントと活断層. 日本応用地質学会研究発表会論文集, 2001, 19-22.
- 宇佐美龍夫(2003)最新版日本被害地震総覧[416]-2001. 東京大学出版会, 605p.

(受付: 2005年8月19日, 受理: 2005年11月7日)

第1表. 試料の¹⁴C年代測定結果一覧. 分析は株式会社加速器分析研究所による.
年代値は半減期を5568年として計算. 暦年較正はOxCal v3.9による.

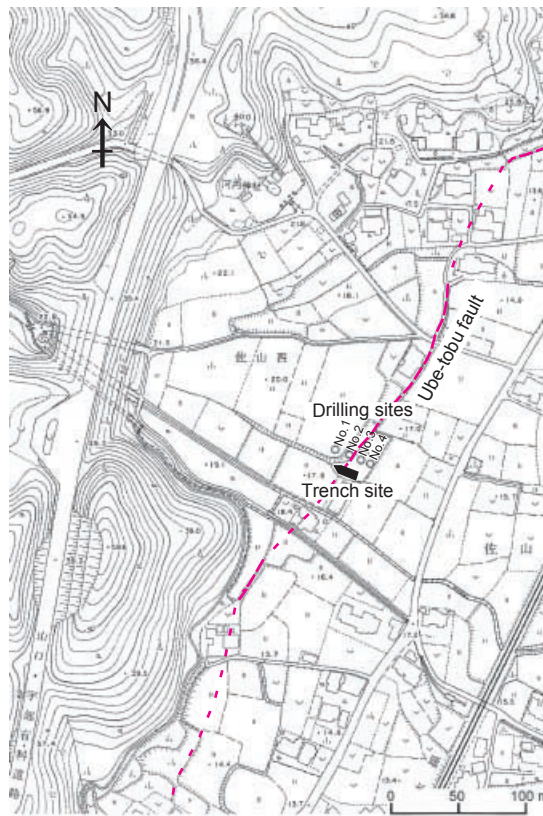
Table 1. List of the radiocarbon dates.

Wall or Bor.No.	Location		Unit	Material	Method	Measured ¹⁴ C age (1σ, yBP)	δ ¹³ C	Conventional ¹⁴ C age (1σ, yBP)	Calibrated age (1σ, cal. yrs.)	Lab. No.
	Horizontal	Vertical								
Bor.No. 1	—	GL-1.15~1.29m	3(?)	Soil	AMS	11,500±70	-26.87±0.77	11,530±70	11,850-11,750BC 11,600-11,350BC 11,300-11,200BC	IAAA-40574
N	6.94	-0.90	1b	Wood	AMS	210±30	-26.64±0.64	230±30	1,650-1,680AD 1,760-1,810AD 1,930-1,950AD	IAAA-41388
N	5.20	-0.74	1b	Wood	AMS	250±40	-30.87±0.58	250±40	1,520-1,560AD 1,630-1,680AD 1,770-1,800AD 1,940-1,950AD	IAAA-41389
N	0.55	-1.45	2	Wood	AMS	380±30	-29.42±0.60	460±30	1,450-1,520AD 1,590-1,620AD	IAAA-41393
N	0.70	-1.45	2	Wood	AMS	340±30	-14.59±0.85	170±30	1,490-1,530AD 1,550-1,640AD	IAAA-41394
N	3.70	-1.30	3	Soil	AMS	11,310±60	-25.42±0.66	11,320±60	11,460-11,210BC	IAAA-41390
N	3.70	-1.30	3	Soil	AMS	11,470±60	-26.69±0.93	11,500±60	11,850-11,800BC 11,500-11,200BC	IAAA-42243
N	3.60	-1.35	3	Soil	AMS	11,710±60	-26.28±0.89	11,730±60	11,880-11,820BC 11,730-11,530BC	IAAA-41391
N	1.60	-1.80	4a	Wood	AMS	330±40	-30.66±0.68	420±40	1,490-1,640AD	IAAA-42242
N	3.35	-2.25	4b	Wood	AMS	19,870±110	-29.22±0.58	19,940±110	—	IAAA-41392
S	2.85	-2.30	4b	Wood	AMS	22,260±100	-30.55±0.84	22,350±100	—	IAAA-41396



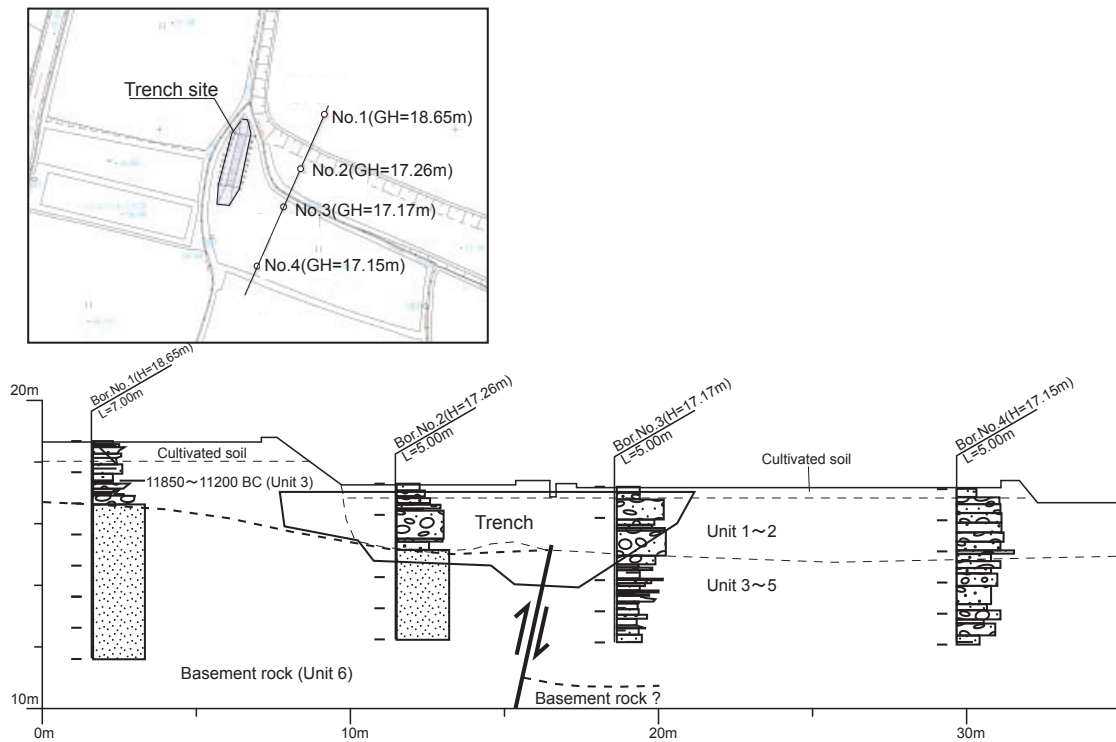
第1図. 大原湖断層帯のリアメント・活断層の分布と活断層露頭及びトレンチ位置. 国土地理院発行の20万分の1地勢図「山口」を使用. 水野ほか(2003)に加筆.

Fig. 1. Distribution of lineaments and active faults composing the Oharako fault zone, and location of fault outcrops and trenching survey sites.

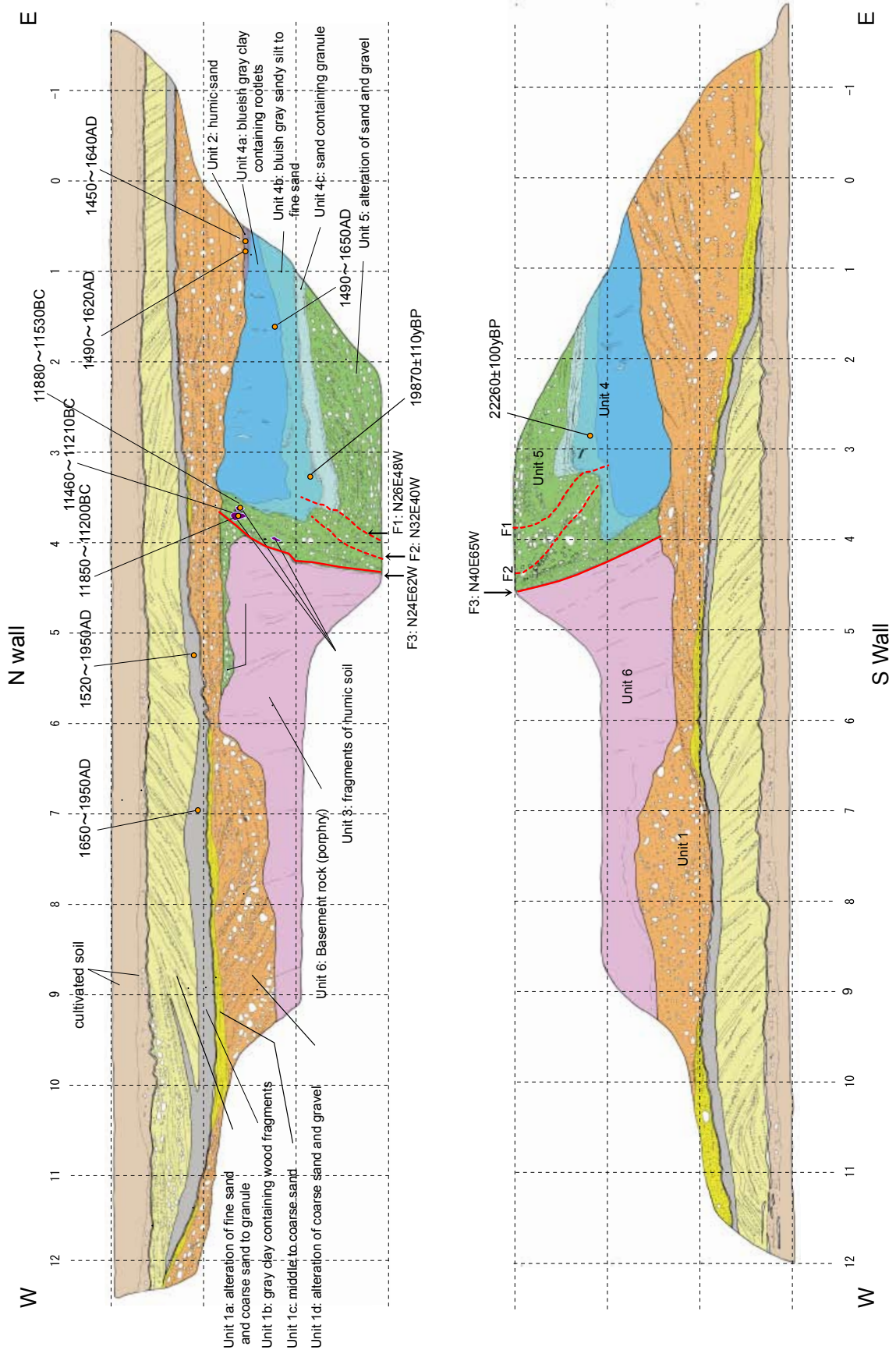


第2図. 佐山地区の地形と調査位置. 山口市都市計画図 (縮尺 1/2500) を使用.

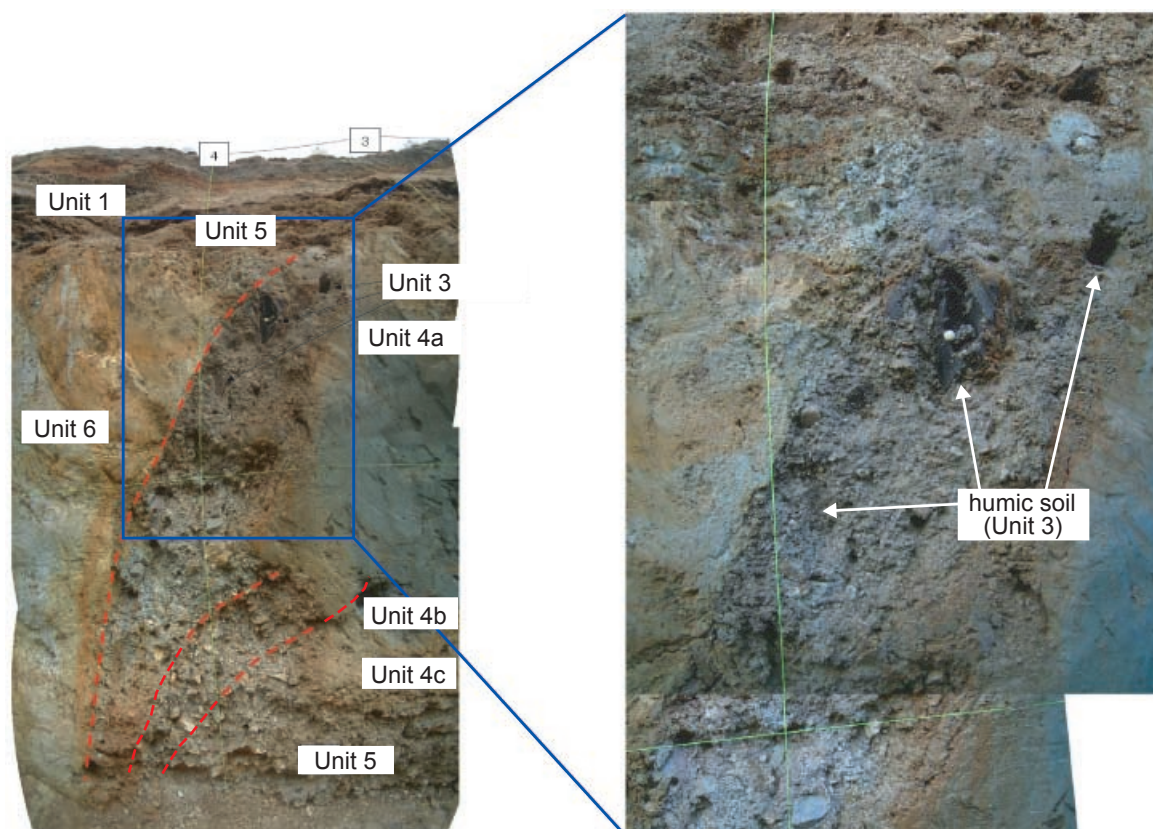
Fig. 2. Topographical map around the Sayama trench site.



第3図. トレンチ地点位置図と地質断面図
Fig. 3. Location of trench site and geologic section.



第4図. トレンチ壁面のスケッチと¹⁴C年代値. ¹⁴C年代値はOxCalv3.9により暦年較正をした値を示す。
 Fig. 4. Logs of trench walls and radiocarbon ages.



第5図. 断層主部（北面）の写真.
Fig. 5. Close-up photograph of the main fault in the north wall.