

中央構造線活断層系三野断層の最新活動時期

森野道夫¹⁾ 岡田篤正²⁾ 中田高³⁾
松波孝治⁴⁾ 日下雅義⁵⁾ 村田明広⁶⁾
水野清秀⁷⁾ 能見忠歳¹⁾ 谷野宮恵美¹⁾
池田小織¹⁾ 吉田堯史¹⁾ 原郁夫¹⁾

Latest Rupture Event of the Mino Fault, the Median Tectonic Line Active Fault System, in East Shikoku, Southwest Japan

Michio MORINO¹⁾, Atsumasa OKADA²⁾, Takashi NAKATA³⁾, Koji MATSUNAMI⁴⁾, Masayoshi KUSAKA⁵⁾, Akihiro MURATA⁶⁾, Kiyohide MIZUNO⁷⁾, Tadatoshi NOUMI¹⁾, Emi TANINOMIYA¹⁾, Saori IKEDA¹⁾, Takafumi YOSHIDA¹⁾ and Ikuo HARA¹⁾

Abstract

The Median Tectonic Line (MTL) active fault system is one of the most active intraplate faults in Japan. The fault system, which is more than 300 km long, is a right-lateral strike-slip fault with an average slip rate of 5-10 mm/y in east Shikoku. The 13.5-km-long Mino fault of the MTL active fault system is located at the western part of Tokushima Prefecture in east Shikoku. We carried out trench excavation surveys of the Mino fault at Ueno in Mino Town and Ikenoura in Mima Town. Both sites are situated at fault depressions formed on the middle and lower terrace surfaces by the activity of the Mino fault. Fault depression deposits consist of younger and finer grained layers with abundant ¹⁴C dating samples. We inferred the dates of faulting events from upward fault terminations on the trench walls.

At Ueno, it is recognized that the latest rupture event occurred between 1,295-1,390 cal A.D. and 1,660-1,950 cal A.D. (190 ± 50 years B.P.). Multiple faulting events are also suggested after K-Ah ash fall (about 5,200 B.C.), because the ash layer steepens to near vertical. At Ikenoura, the latest rupture event is estimated to have occurred after 1,525-1,660 cal A.D.

Taking account of the previous reports on the eastern extension at Chichio and Zunden

¹⁾ 応用地質株式会社

²⁾ 京都大学理学研究科地球物理学教室

³⁾ 広島大学文学部地理学教室

⁴⁾ 京都大学防災研究所

⁵⁾ 徳島文理大学文学部

⁶⁾ 徳島大学総合科学部物質科学教室

⁷⁾ (独) 産業技術総合研究所活断層研究センター

¹⁾ OYO Corporation

²⁾ Department of Geophysics, Kyoto University

³⁾ Department of Geography, Hiroshima University

⁴⁾ Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

⁵⁾ Faculty of Literature, Tokushima Bunri University

⁶⁾ Faculty of Integrated Arts and Sciences, University of Tokushima

⁷⁾ Active Fault Research Center, AIST-GSJ

faults, we conclude that the MTL active fault system in east Shikoku ruptured in the 16th century A.D. or later. The liquefactions, which occurred between the latter half of the 16th century A.D. and the beginning of the 17th century A.D., are recognized at archaeological sites at Maruyama and Ogaki in the western part of Tokushima Prefecture. These sites are located immediately south of the Mino fault and the Ikeda fault to the west. This fact suggests that the liquefactions were caused by faulting of the MTL active fault system in east Shikoku.

Key words : the Median Tectonic Line, active fault, Mino fault, trench excavation survey, K-Ah ash

キーワード：中央構造線，活断層，三野断層，トレンチ調査，鬼界アカホヤ火山灰

I. はじめに

中央構造線活断層系（以下、MTL 活断層系と略称）は日本列島の陸上部で最も活動的で長い右横ずれ断層である。中部地方から九州に至る活断層系全体のうち、四国から紀伊半島西部にかけての部分が最も活動性が高い（岡田，1992）。その右横ずれ平均変位速度は、四国中央部～東部で5～10 m/千年（岡田，1968，1970，1973 など）、紀伊半島西部で1～3 m/千年（岡田・寒川，1976；斉藤ほか，1997）と推定されている。

四国の MTL 活断層系について、地方自治体（愛媛県・徳島県）や大学などの各種機関によりトレンチ調査が行われ、活動履歴、分布形状、地下構造などに関するデータが整いつつある。四国東部の MTL 活断層系は東より、鳴門、鳴門南、板野、神田、父尾、三野および池田の各断層から構成される（図1；岡田，1973，1992；水野ほか，1993）。徳島県の活断層調査（徳島県地域活断層調査委員会，2000）では、鳴門南、板野および三野断層で合計5地点のトレンチ調査が行われた。森野ほか（2001）はこれらのトレンチ調査結果と既存データに基づき、四国東部から和歌山平野にかけての MTL 活断層系の活動履歴を検討した。その結果、少なくとも三野断層から鳴門南断層までの区間を1つの活動区（四国東部セグメント）とみなし、その最新活動時期を16世紀以降、1つ前の活動時期を紀元前後と推定した。また、後藤ほか（2001）

は、四国西部～中央部の伊予、岡村および池田断層でトレンチ調査およびジオスライサー調査を行い、これらの調査結果と既存データより、四国における MTL 活断層系の「活動の集中期」を提案した。彼らは14～18世紀の約500年間に四国の MTL 活断層系全体が活動したと推定している。

このように、トレンチ調査による活動履歴のデータが蓄積されてきたことにより、活動区や広い範囲に及ぶ断層活動の時期が議論されるようになった。しかし、トレンチ調査でのイベント認定の確実性やイベント時期の年代幅などは、十分に精度よく解明されているとは必ずしもいえない。今後もトレンチ調査により、確実性の高いデータを蓄積していく必要がある。

森野ほか（2001）は、鳴門南および板野断層のトレンチ調査について詳しい記載を行ったが、三野断層についてはイベントの時期だけを示し、トレンチ調査の記載や考察などを行っていない。本論文は徳島県地域活断層調査委員会（2000）としてまとめた報告書に基づいて、三野断層のトレンチ調査結果について、さらに考察と分析を加えて報告したものである。関係者各位に厚く御礼申し上げます。

なお、この結果の概要は岡田ほか（2000a）で一部発表し、三野町上野トレンチ壁面の地層と断層の写真は、地質学雑誌，Vol.106，No.11，XXIII-XXIVに口絵として示した（岡田ほか，2000b）。

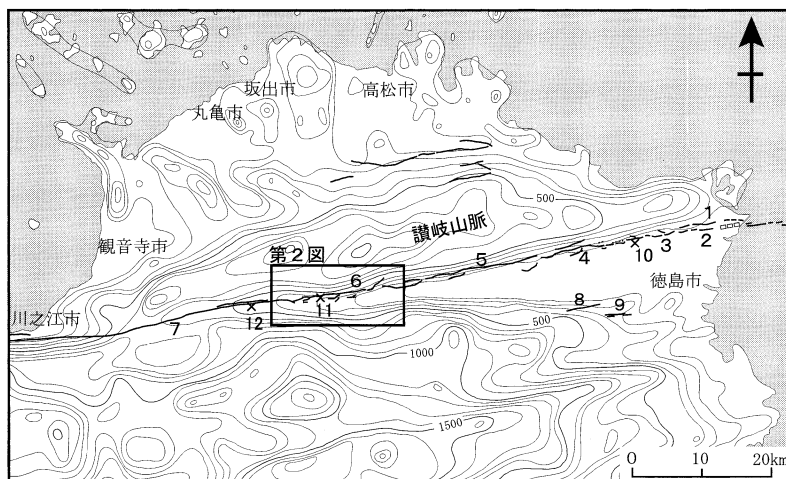


図 1 四国東部における中央構造線活断層系。

接峰面図は岡山 (1988) による。1. 鳴門断層, 2. 鳴門南断層, 3. 板野断層, 4. 神田断層, 5. 父尾断層, 6. 三野断層, 7. 池田断層, 8. 上浦断層, 9. 西月ノ宮断層, 10. 黒谷山古城遺跡, 11. 丸山遺跡, 12. 大柿遺跡

Fig. 1 The Median Tectonic Line active fault system in east Shikoku.

Summit level map is after Okayama (1988). 1. Naruto fault, 2. Naruto-minami fault, 3. Itano fault, 4. Zunden fault, 5. Chichio fault, 6. Mino fault, 7. Ikeda fault, 8. Kamiura fault, 9. Nishitsukinomiya fault, 10. Kurodanikawafurushiro archaeological site, 11. Maruyama archaeological site, 12. Ogaki archaeological site

II. 三野断層の概要

徳島県西部の三野町から美馬町にかけての吉野川北岸の地質概要を図2に示す。この地域には中生代後期白亜紀の和泉層群を基盤岩として、鮮新世～中期更新世の土柱層、後期更新世の中位および低位段丘堆積物、完新世の沖積層が分布している。また、美馬町吉永には大規模な地すべり移動体がみられる。

三野断層は三野町芝生から美馬町坊僧に分布する延長 13.5 km の断層である。三野断層より西方の池田断層は、東北東-西南西走向で直線的な形状をなす断層であるが、東端部の三野町太刀野付近では東西方向に走向を変える。断層は河内谷川を挟んで北方へ約 600 m ステップしており、三野断層に移行する。両断層の境界付近には、北東-南西方向へ派生する断層が3条発達している。池田および三野断層は左雁行配列をなし、圧縮性の境界になっている。三野断層の東端部は、美馬町坊僧

付近で北ないし北東方向に大きく屈曲している。野村谷川付近では約 1 km のギャップが認められ、東方の父尾断層との境界になっている。屈曲部を除くと、三野断層と父尾断層は左雁行配列をなし、両断層の境界は圧縮性の境界と考えられる。

本地域では、和泉層群より構成される山地の南麓に、土柱層よりなる丘陵地が点在し、さらにその南方に中位および低位段丘面が発達している。三野町芝生付近では、三野断層は山地と丘陵地の地形境界をなす。その東方の三野町上野より美馬町坊僧にかけては、三野断層は主に山地中を通っているが、三野町上野および美馬町池ノ浦付近では中位および低位段丘面上を通る。また、三野町加茂野宮では沖積扇状地を横切っている。

三野断層の変位地形については、岡田 (1970, 1977, 1978) が詳しい記載を行っている。三野町太刀野では、低位段丘面上に比高 10～12 m の低断層崖が形成されている。三野町芝生の北方より加茂野宮にかけては、河谷や尾根の右横ずれ屈曲

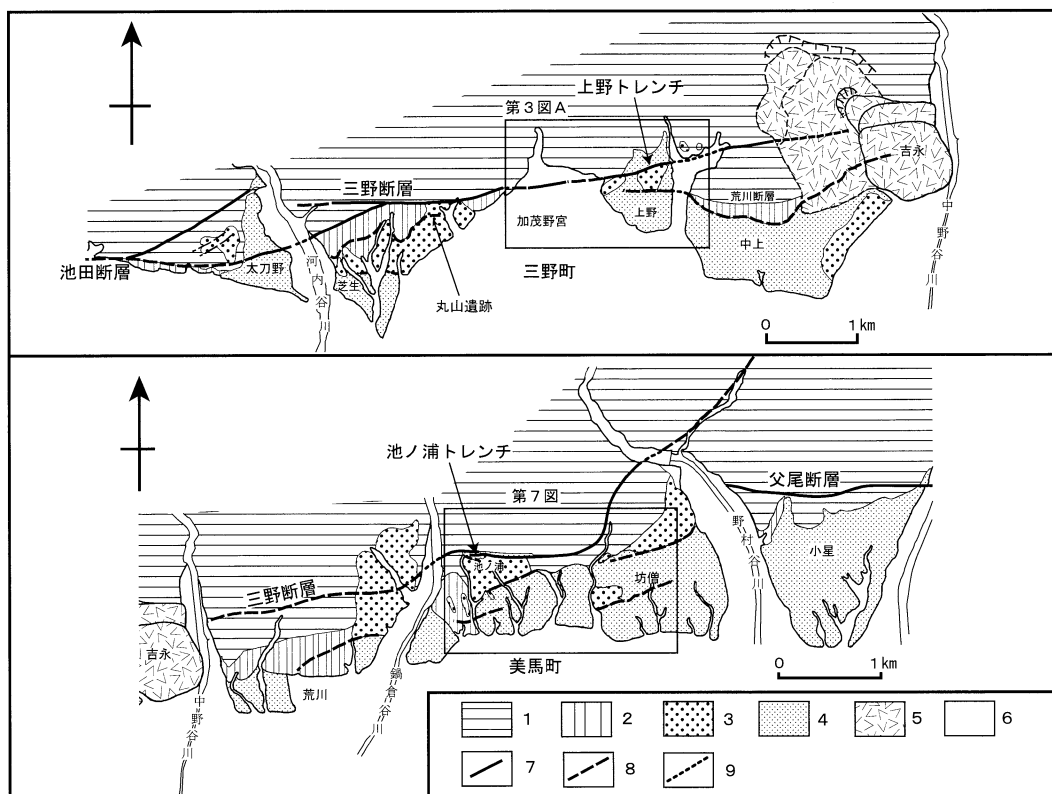


図 2 徳島県三野町～美馬町の地質概要。

活断層の位置は後藤ほか（1999）および中田ほか（1999）に加筆。1. 和泉層群, 2. 土柱層, 3. 中位段丘堆積物, 4. 低位段丘堆積物, 5. 地すべり移動体, 6. 沖積層, 7. 活断層, 8. 活断層（位置不明瞭）, 9. 活断層（伏在）

Fig. 2 Simplified geological map along the Median Tectonic Line active fault system from Mino Town to Mima Town.

Distribution of active faults is modified from Goto *et al.* (1999) and Nakata *et al.* (1999). 1. Izumi Group, 2. Dochu Formation, 3. Middle terrace deposits, 4. Lower terrace deposits, 5. Landslide mass, 6. Alluvium, 7. Active fault, 8. Inferred active fault, 9. Concealed active fault

が明瞭である。また、加茂野宮の沖積扇状地には低断層崖が認められる。三野町上野および美馬町池ノ浦では、中位および低位段丘面上に溝状凹地が形成されている。凹地は三野断層の右横ずれ運動により形成された変位地形と推定され、凹地の東部には現在でも、自然地形として閉ざされた池がある。池ノ浦付近では河谷の右ずれ屈曲が明瞭である。

岡田（1970, 1977）は、加茂野宮の沖積扇状地に変位地形が形成されていることから、三野断層

の最新活動時期を数千年前以降のごく新しい時期と推定した。

III. トレンチ地点の選定

三野断層は主に山地中あるいは山地と丘陵地の地形境界付近を通っている。そのため、断層に沿って沖積層の発達が悪く、活動履歴の解明を目的とするトレンチ調査に適した場所が少ない。また、新しい地質時代の堆積物でも、扇状地を構成するような粗粒な砂礫層では断層や変形構造がわかり

にくく、 ^{14}C 年代測定を試料も少ない。トレンチ地点として、細粒分に富み、年代測定試料を多く含む粘土やシルトが分布する場所を選定する必要がある。

三野町上野および美馬町池ノ浦では、中位および低位段丘面上に溝状凹地が形成されており、新しい時代の地層が堆積し、年代測定試料が得られると予想した。この凹地の堆積物と断層の切断・被覆などの関係により、活動履歴を把握できると考え、上野および池ノ浦の両地点で、溝状凹地南縁の北向き低断層崖を横切ってトレンチを掘削した。

IV. 三野町上野トレンチ

1) トレンチ地点周辺の変位地形

図3に上野トレンチ地点周辺の詳細地形(A)と地質断面図(B)を示す。上野北方の台地は開析扇状地性の低位および中位段丘面に相当すると考えられるが、この段丘面は起伏に富んだ特異な地形をなしている。トレンチ調査を行った標高200~210m付近には、東北東-西南西方向にのびる溝状の凹地が発達しており、その東側には池がある。凹地の南縁には最大比高約10mの北向きの低断層崖(逆向き低断層崖)があり、その崖麓を三野断層が通ると推定される(岡田, 1970)。低断層崖の南側には、凹地に平行な隆起軸をもつ地形的な高まりがある。これは中位段丘面に形成された変位地形であり、プレッシャーリッジと考えられる。その南方斜面は傾斜約 15° のやや急な斜面であり、約300m南方で平坦な地形になる。斜面の南端は急斜面になっており、撓曲崖であり、地形境界付近に活断層が推定される。撓曲崖の高さは、低位段丘1面では2~3mであるが、中位段丘面では10m程度であり、上下変位の累積性が認められる(図3A)。この断層は、中田ほか(1999)が中上から吉永にかけて三野断層の南方に推定している断層の西方延長に当たる(図2)。中上北西には和泉層群と土柱層の境をなす断層露頭があり(須鎗・阿子島, 1978)、水野ほか(1993)は荒川断層と図示している(図2)。しかし、荒川断層沿いには変位地形は認められない。中上から吉永にかけて

の地域では、土柱層からなる丘陵地と低位段丘との境界部付近に撓曲崖が断続的に認められる。後期更新世に活動的な断層は荒川断層の南方を通るものと考えられる。

図3Bの地質断面図に示すように、三野断層とその南方に推定される活断層に挟まれた中位段丘面は、高瀬谷川現河床の勾配が約 $4^\circ\sim 7^\circ$ であるのに対して、 8° 以上急な勾配になっている。中位段丘を構成する礫層の粒径や礫形は現河床の堆積物とほぼ同じであり、勾配の差は気象条件では考えられないので、圧縮による傾動地形と推定される(中田ほか, 1999)。このように、上野地区の特異な地形は、三野断層とその南方に分布する活断層の活動により形成された変位地形と考えられる。

なお、上野西方の低位段丘1面の構成層にAT火山灰(約25,000yBP)が挟まれているので(水野ほか, 1993)、その離水時期は最終氷期最寒冷期の約2万年前頃と推定される。

2) トレンチ壁面の地層とその編年

図4に上野トレンチの詳しい位置を示す。池の南岸に推定される三野断層の西方延長部で、南北方向にトレンチを掘削した。トレンチの大きさは長さ12m、幅10m、深さ4mである。調査は平成11年11月下旬から翌年1月中旬にかけて行った。図5に上野トレンチ壁面のスケッチ展開図を示す。また、図6に西側および東側壁面の詳細スケッチを示す。

トレンチ壁面で得られた試料で ^{14}C 年代測定および花粉分析を行った。 ^{14}C 年代測定は株式会社地球科学研究所に、花粉分析はパリノ・サーヴェイ株式会社に委託した。

^{14}C 年代測定はAMS法(加速器質量分析法)であり、半減期として5,568年を用いた。表1に ^{14}C 年代測定結果を示す。年代値は $\delta^{13}\text{C}$ 値により補正した年代(conventional age)とStuiver and Reimer(1993)により較正した年代(calibrated age)を示す。誤差は $\pm 1\sigma$ (68%)である。年代の較正は1万年前までであり、これより古い年代は行っていない。トレンチ壁面のスケッチや文中では、1万年前までは較正年代(暦年でcal ADまたはcal BC, 1950年から遡った年数でcal yBP)で、

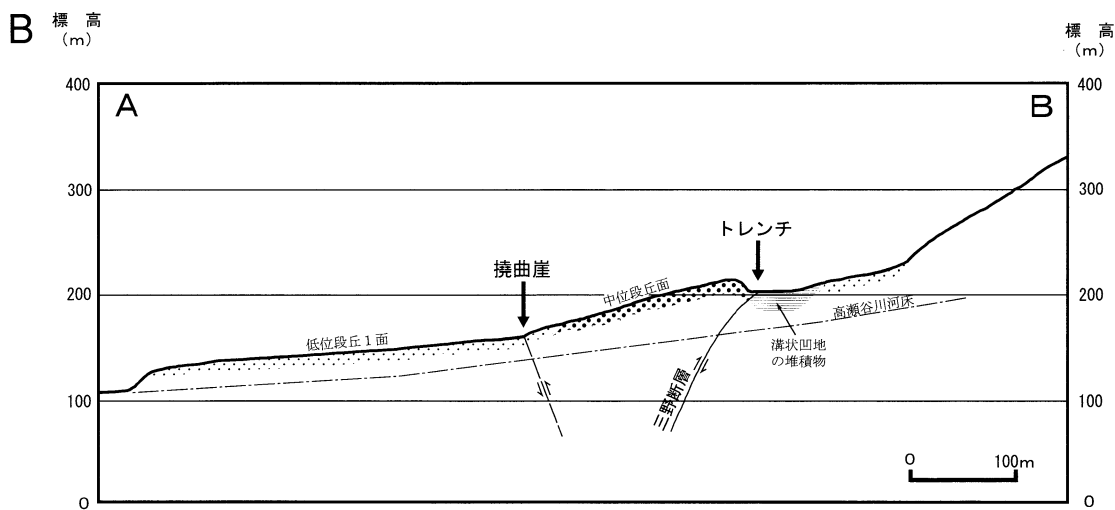
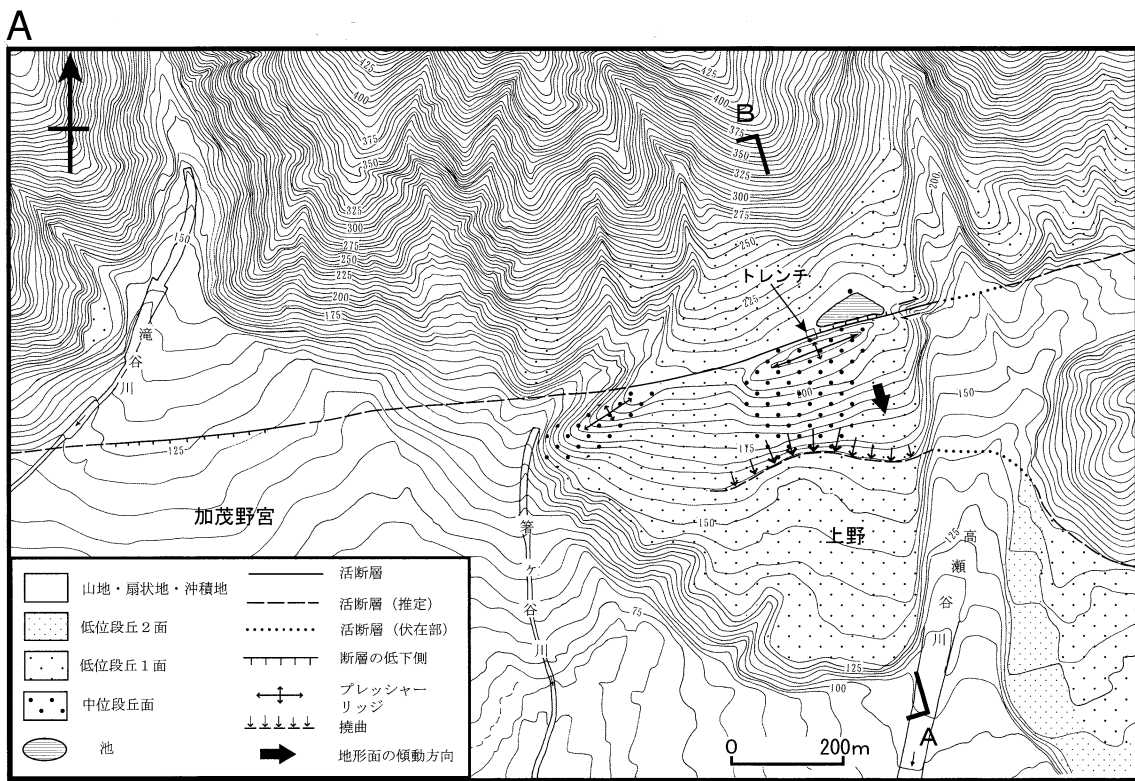


図 3 三野町上野付近の変位地形。A：詳細地形図，B：地質断面図。

Fig. 3 Fault topography around Ueno, Mino Town. A: Detailed map, B: Geological profile across the Mino fault.

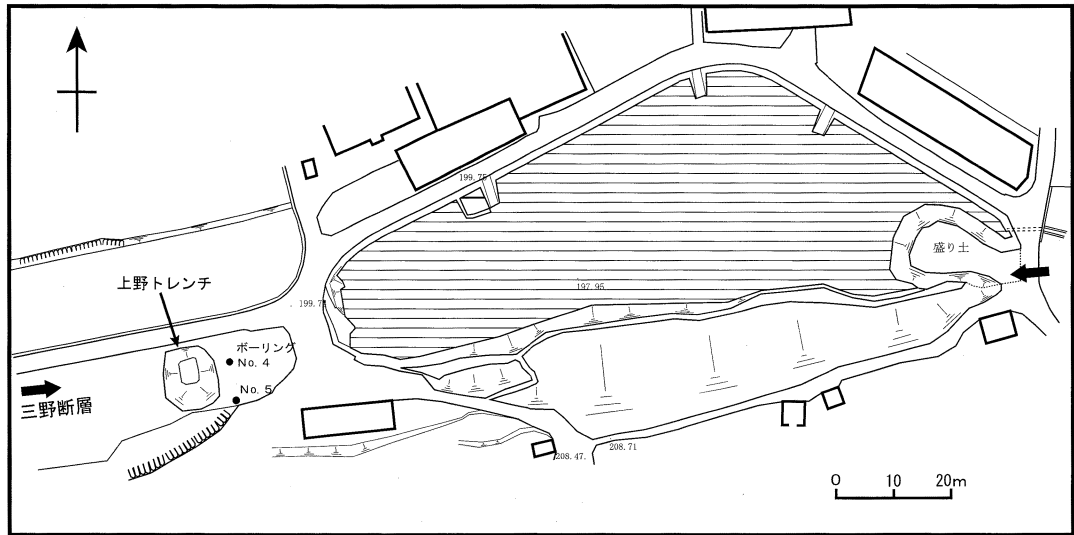


図 4 三野町上野トレンチの詳細位置。

Fig. 4 Detailed location map of the trench site at Ueno, Mino Town.

1万年より古い年代は較正していない年代 (yBP) で表示している。

トレンチ壁面の地層は、上部層 (1～6層) と下部層 (I～VII層およびA～H層) に大きく区分される。両者は不整合の関係にある。

(1) 上部層

上部層は耕作土および土石流堆積物であり、上位より1層～6層に細分される。本層は礫を含むやや粗粒な堆積物である。礫はすべて和泉層群に由来し、亜角礫ないし亜円礫で構成されているので、北側の讃岐山脈より供給された支流性の扇状地堆積物と考えられる。

1層：現在の耕作土である。黒褐色を呈する腐植質砂質土で、細礫を多く含む。畑地の耕作土であり、土壌化の程度は弱い。

2層：黄褐色を呈する砂礫層であり、土石流堆積物と考えられる。東側壁面では下位の3層との境界は北側に緩く傾斜しており、北側ほど層厚は厚くなる。下位の3層とともに、F1およびF5断層を覆っている。礫の最大径は6cm程度であり、径1cm以下の細礫が多い。層厚は東側壁面で30～40cm程度である。

3層：黒褐色を呈する腐植質砂礫層であり、旧耕作土と考えられる。東側壁面ではF1およびF5断層を覆って分布している。地層は北側へ緩く傾斜している。礫は径1cm以下の細礫を主体とする。層厚は10～15cm以下である。本層中の炭化物の¹⁴C年代値は1,660～1,950 cal AD (較正前の¹⁴C年代値で190 ± 40 yBP, 測定番号137965) である。東側壁面北側のCUE-5 (140550) は下位の4層からの再堆積と考えられる。

4層：黄褐色を呈するシルト質礫層ないし礫混じりシルト層である。土石流堆積物と考えられる。東側壁面ではF1断層に切られる。西側壁面ではF2断層に切られ、その北側に分布している。後述するように、F2断層は南側隆起・北側沈降の上下変位を示す正断層状の断層であり、北側に凹地を形成している。4～6層は、この凹地を埋めるように分布している。

礫の最大径は10cm程度であるが、礫の含有量は少ない。層厚は30～60cmである。東側壁面では炭化物が多く含まれており、その¹⁴C年代値は965～1,235 cal AD (140547～140549) である。

5層：西側壁面でF2断層に切られ、その北側に

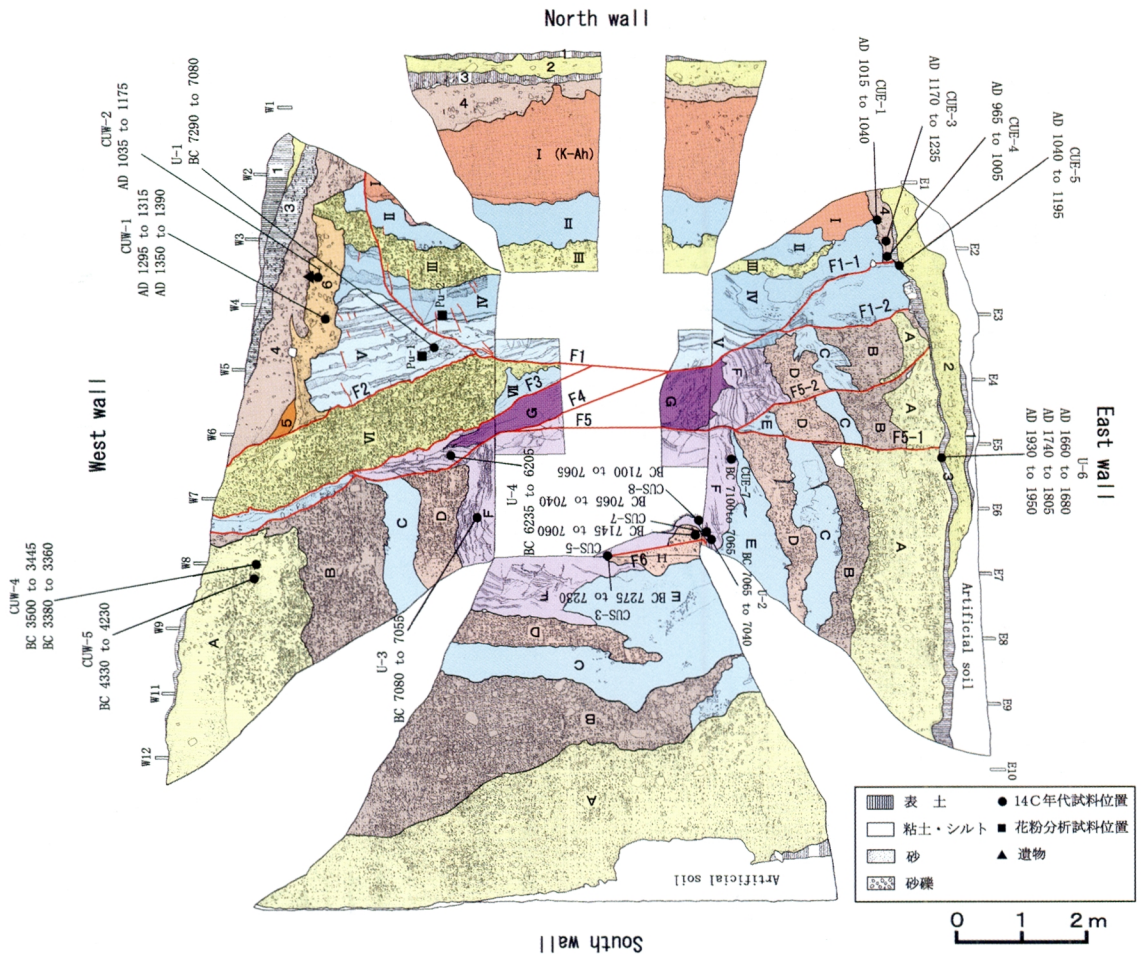


図 5 三野町上野トレンチ壁面のスケッチ展開図。

Fig. 5 Log of all walls of the trench at Ueno, Mino Town.

分布している。北側に傾斜した弱い堆積構造がみられ、低断層崖基部の崩積土と推定される。黄褐色を呈する砂質シルト層であり、細礫を含む。

6層：西側壁面でF2断層に切られ、その北側に分布している。充填物が粘土質の礫層であり、土石流堆積物ないし小規模な水路の堆積物と考えられる。基質部は灰白色を呈する粘土であり、和泉層群起源の砂岩および頁岩の亜角礫ないし亜円礫を含む。礫の最大径は4～5cmである。層厚は50～70cmである。本層中に含まれる木片および炭化物の¹⁴C年代値は、1,035～1,175 cal AD

(140543)および1,295～1,390 cal AD(140542)である。

なお、西側壁面の6層とこれを直接覆う4層の境界から土製羽釜の破片を産出している。この羽釜は、徳島県埋蔵文化財センターにより、14～15世紀以降に作製されたものと鑑定されている。

(2) 下部層

下部層は腐植質粘土層、シルト層、シルト・砂互層および砂礫層で構成される。細粒分に富んだ地層であり、池ないし湖沼の堆積物と考えられる。この地層に含まれる礫もすべて和泉層群起源であ

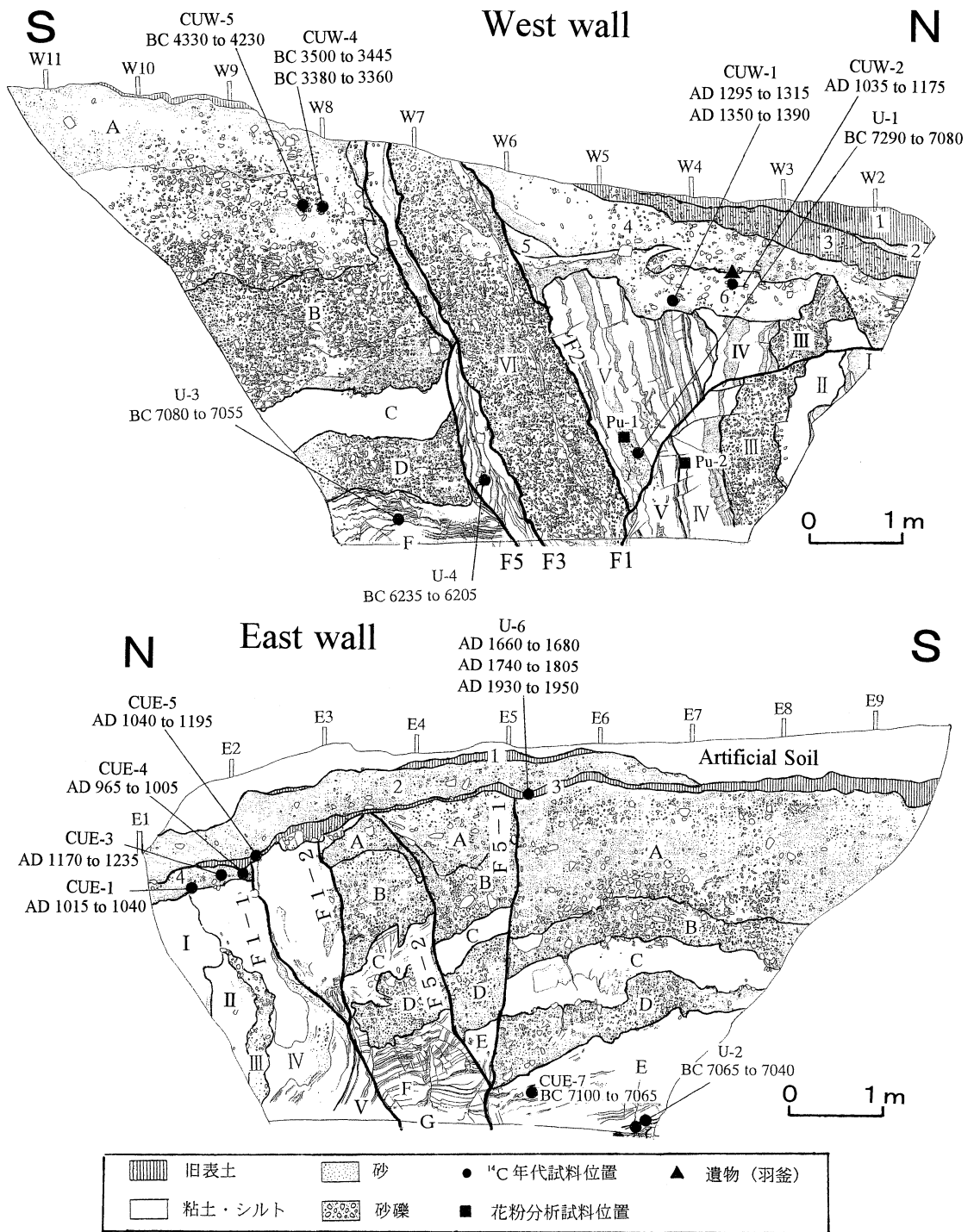


図 6 三野町上野トレンチ西側および東側壁面の詳細スケッチ。上：西側壁面 下：東側壁面。

Fig. 6 Detailed log of the west and east walls of the trench at Ueno, Mino Town.

表 1 上野トレンチの¹⁴C年代測定結果.

Table 1 Radiocarbon dates of the samples in Ueno trench.

試料名	測定番号(Beta-)	層序	試料種	$\delta^{13}\text{C}$ 値(permil)	¹⁴ C年代(yBP)	較正年代($\pm 1\sigma$)	
U-1	137960	V	木片	-26.7	8,180 \pm 50	BC 7,290 to 7,080	BP 9,240 to 9,030
U-2	137961	F	植物片	-30.2	8,040 \pm 40	BC 7,065 to 7,040	BP 9,015 to 8,990
U-3	137962	F	植物片	-27.8	8,100 \pm 40	BC 7,080 to 7,055	BP 9,030 to 9,005
U-4	137963	(G)	木片	-25.5	7,360 \pm 40	BC 6,235 to 6,205	BP 8,185 to 8,155
U-6	137965	3	炭化物	-24.1	190 \pm 40	AD 1,660 to 1,680	BP 290 to 270
						AD 1,740 to 1,805	BP 210 to 145
						AD 1,930 to 1,950	BP 20 to 0
CUE-1	140547	4	炭化物	-26.2	980 \pm 30	AD 1,015 to 1,040	BP 935 to 910
CUE-3	140548	4	炭化物	-26.2	850 \pm 40	AD 1,170 to 1,235	BP 780 to 715
CUE-4	140549	4	炭化物	-27.4	1,070 \pm 40	AD 965 to 1,005	BP 985 to 945
CUE-5	140550	3	炭化物	-26.5	900 \pm 40	AD 1,040 to 1,195	BP 910 to 755
CUE-7	140810	E	木片	-27.6	8,120 \pm 40	BC 7,100 to 7,065	BP 9,050 to 9,015
CUW-1	140542	6	木片	-27.2	640 \pm 30	AD 1,295 to 1,315	BP 655 to 635
						AD 1,350 to 1,390	BP 600 to 560
CUW-2	140543	6	炭化物	-26.5	920 \pm 40	AD 1,035 to 1,175	BP 915 to 775
CUW-4	140545	A	炭化物	-25.2	4,630 \pm 40	BC 3,500 to 3,445	BP 5,450 to 5,395
						BC 3,380 to 3,360	BP 5,330 to 5,310
CUW-5	140546	A	炭化物	-26.9	5,410 \pm 50	BC 4,330 to 4,230	BP 6,280 to 6,180
CUS-3	140818	H	植物片	-27.3	8,180 \pm 40	BC 7,275 to 7,230	BP 9,225 to 9,180
						BC 7,195 to 7,080	BP 9,145 to 9,030
CUS-5	140819	H	植物片	-28.1	8,120 \pm 50	BC 7,145 to 7,060	BP 9,095 to 9,010
CUS-7	140820	G	木片	-30.4	8,040 \pm 40	BC 7,065 to 7,040	BP 9,015 to 8,990
CUS-8	140821	F	木片	-29.7	8,120 \pm 40	BC 7,100 to 7,065	BP 9,050 to 9,015
U.B4-1	140552	10.57	木片	-28.5	8,440 \pm 40	BC 7,555 to 7,505	BP 9,505 to 9,455

り、亜角礫ないし亜円礫より構成されており、北側の讃岐山脈より供給された支流型堆積相を示す。トレンチ壁面にはF1～F6断層が分布しており、F3およびF4断層（東側壁面ではF1断層に切られる）を境として、南北で地質構造が異なる。北側の下部層は北へ急傾斜しているのに対して、南側の下部層はほぼ水平に近い構造をなす。北側と南側の地層の対比が困難であるため、前者をI～VII層に、後者をA～H層に細分した。〈断層より北側の下部層〉

I層（鬼界アカホヤ火山灰）：北側壁面に分布する。黄褐色を呈する砂質土であり、砂粒のほとんど（90%以上）は火山ガラスよりなる。火山ガラスの形態は大半がバブルウォール型で、屈折率は1.507～1.511（中央値1.509）である。これらの

特徴から、本層は鬼界アカホヤ火山灰（K-Ah：約BC 5,200年）と同定される。北側壁面ではこの地層はほぼ直立して分布している。層厚は明らかでない。

II層：白色～灰白色を呈するシルト層である。層厚は約60cmである。

III層：褐灰色を呈する砂礫層であり、礫の径は1～2cm程度である。層厚は西側壁面では約60cmであるが、東側壁面では薄くなり、トレンチ上部で消滅している。

IV層：主にシルト層であり、砂層を挟む。下位のV層を削り込んで堆積している。層厚は50cm程度である。

V層：シルト層が優勢なシルト・砂の互層であり、ラミナが顕著である。西側壁面ではシルト層

の厚さは数 10 cm であり、砂層の厚さは数 cm 程度である。層厚は約 1.8 m である。本層の下底部付近は腐植質シルトないし砂であり、炭化物や木片を多く含む。その¹⁴C年代値は 7,290 ~ 7,080 cal BC (137960) である。

IV層およびV層の花粉分析(試料採取位置は図6のスケッチに■印で示す)によると、両者とも花粉構成はコナラ属コナラ亜属が卓越し、エノキ属-ムクノキ属を高率に伴う。そのほかにクマシデ属-アサダ属、ブナ属、ニレ属-ケヤキ属、イチイ科-イヌガヤ科-ヒノキ科、マツ属などを伴う。

このような花粉化石群集から考えて、IV層およびV層堆積当時の古植生は、コナラ属を主体とする落葉広葉樹林(ナラ林)であり、また、エノキ属-ムクノキ属を多産することから、暖温帯落葉広葉樹林と推定される。

前田(1977)によると、大阪湾沿岸地域では約 15,000 ~ 7,500 年前には落葉広葉樹林が広く発達しており、約 9,000 年前までコナラ亜属が卓越し、これ以降にエノキ属-ムクノキ属が増加している。トレンチの試料ではコナラ亜属が卓越し、エノキ属-ムクノキ属を多産することから、約 9,000 ~ 7,500 年前頃の時期が推定される。V層の較正前の¹⁴C年代値は 8,180 ± 50yBP(137960) であり、花粉分析から推定される時期とはほぼ一致している。

VI層: 黒褐色を呈する砂礫層であり、薄い粘土層を挟む。層厚は約 1 m である。礫の最大径は 9 cm, 平均径は 2 ~ 5 cm 程度である。

VII層: 灰白色を呈するシルト層である。本層下部には炭化物が多く含まれる。層厚は明らかでない。

〈断層より南側の下部層〉

A層: 上部は黄褐色を呈する砂礫層で、下部はシルト質礫層である。礫の大きさは最大径 7 ~ 8 cm, 平均径 2 ~ 5 cm である。層厚は 1.4 m 程度である。本層中の炭化物の¹⁴C年代値は 4,330 ~ 3,360 cal BC (140545, 140546) である。

B層: 黄褐色~黒褐色を呈する砂礫層である。礫の大きさは 5 ~ 6 cm 程度である。層厚は 1.3 m 程度である。

C層: 灰白色を呈するシルト層である。層厚は約 50cm である。

D層: 上部は褐色を呈する砂礫層であり、下部はシルト質礫層である。礫の最大径は約 10 cm であり、平均径は 1 ~ 3 cm である。層厚は約 60 cm である。

E層: 白色を呈するシルト層である。下位のF層とは漸移している。層厚は 60 ~ 70 cm である。西側壁面には分布していない。本層に含まれる炭化物の¹⁴C年代値は 7,100 ~ 7,065 cal BC (140810) である。

F層: 粘土とシルトの細互層であり、ラミナが顕著である。薄い砂層を挟むところもある。層厚は約 50 cm である。木片や植物片を多く含む。その¹⁴C年代値は 7,100 ~ 7,040 cal BC (137961, 137962, 140821) である。

G層: 黒灰色を呈する腐植質粘土層である。層厚は 20 ~ 30 cm 程度である。炭化物や木片を多く含む。その¹⁴C年代値は 7,065 ~ 7,040 cal BC (140820) である。

H層: 南側壁面の底面付近に分布している。黄褐色を呈する砂礫層であり、径 1 ~ 2 cm 程度の重円礫を含む。層厚は明らかでない。本層に含まれる植物片の¹⁴C年代値は 7,275 ~ 7,060 cal BC (140818, 140819) である。

なお、トレンチ掘削に先立って行ったボーリング U-4 (位置は図4に示す)によると、深度 12.1 m まで腐植質粘土~シルトなどの細粒分に富んだ地層からなる。その下位は締まった砂礫層であり、段丘礫層と考えられる。深度 10.57 m の腐植質粘土層に含まれる木片の¹⁴C年代値は、7,555 ~ 7,505 cal BC (140552) である。今回の調査では、池の堆積物の広がりや広い範囲での地質構造は明らかにできなかったが、約 1 万年前以降に断層池が形成され、細粒分に富む地層が堆積したものと推定される。

3) トレンチ壁面で認められる断層

トレンチ壁面には F1 ~ F6 断層が認められる(図5)。トレンチ底面の水平面で見ると、地層の引きずり変形より、これらの断層はいずれも右横ずれと推定される(岡田ほか, 2000b)。しかし、

壁面で観察される上下方向では、複雑な変位・変形構造を示す。

各断層の記載は次のとおりである。

F1 断層：断層の走向は $N75^{\circ}E \sim E-W$ であり、南側に傾斜している。上下成分では南側隆起の逆断層を示す。トレンチ底面中央に設けた釜場（図5）の東側および西側壁面の観察によると、F1断層はF3およびF4断層を切断している。

西側壁面の下部では約 40° 南側に傾斜しているが、中部から湾曲し、先端部はほぼ水平になる。湾曲部ではほぼ水平な派生断層を多く伴う。北側に急傾斜した下部層をさらに切断し、変位させている（図6上）。先端部は多くの小断層に分岐しており、上部層との切断・被覆関係は明らかでない。

東側壁面では高角度で南側に傾斜した逆断層をなす。断層北側では急傾斜した下部層を北側に転倒させるような変形を与え、さらに上部層の4層を切り、3層に覆われている（図6下）。

F2 断層：西側壁面にのみ分布している。F1断層との関係については、考察で述べる。下部層のV層とVI層を境する断層であり、その上部ではVI層と上部層の4層～6層の境界をなす。北東-南西走向で北側に約 65° 傾斜し、見かけ上正断層状を呈している。上部層の5層は低断層崖基部に堆積した崩積土と考えられるので、F2断層は5層および6層堆積前から低断層崖を形成していたものと推定される。断層近傍では4層～6層は正断層状の変位を示す弱い引きずり変形がみられることから、4層堆積後も活動した可能性が高い。しかし、この上部の地表付近が人工改変で削り取られており、地層と断層の切断・被覆関係は明らかでない。

F3 断層, F4 断層：走向 $N50^{\circ} \sim 60^{\circ}E$ で、北側に急傾斜した断層である。F1およびF5断層とは斜交している（図5）。西側壁面で断層より南側のA層～F層はほぼ水平な構造をなすが、断層近傍で上方に引きずられており、北側隆起で南側沈降の逆断層状の変形を示す。トレンチ底面では、F4断層北側の腐植質粘土層（G層）の層理面は北東-南西走向であり、F4断層とやや斜交しているが、断層に近づくにつれ断層とほぼ平行になっているので、右横ずれの引きずり変形を示す（岡田

ほか, 2000b)。

西側壁面ではこれらの断層を境にして、北側で下部層が急傾斜している。東側壁面ではF1断層に切られているが、この断層を境として北側の下部層が急傾斜している。F3およびF4断層は、北側の下部層を急傾斜させた構造運動に関わる断層と考えられる。

F5 断層：走向は $N88^{\circ}E$ で、ほぼ鉛直な断層である。東側壁面では上部で2つの断層に分岐している（図6下）。トレンチ底面東側では、断層より北側の腐植質粘土層（G層）の層理面は北東-南西走向を示すが、断層に近づくにつれ東西走向となり、断層とほぼ平行になっているので、F5断層は明瞭な右横ずれの引きずり変形を示す（岡田ほか, 2000b）。東側壁面の上下成分では北側隆起、南側沈降の変位を示す。断層の上方先端部は上部層の3層に覆われている。

F6 断層：トレンチ底面の南側壁面付近に認められる（図5）。走向は東北東-西北西方向であり、北側に傾斜した正断層状を呈する。下部層のG層までを切断し、F層に覆われる。

4) 腐植質粘土層の注入構造

東側壁面下部では、F1断層とF5断層に挟まれたG層の腐植質粘土層が、上部のF層に注入（貫入）している（図6下）。これは地震時に腐植質粘土層の間隙水圧が上昇し、上部に注入したものと推定される（岡田ほか, 2000b）。

5) イベントの時期

トレンチ壁面から読みとれるイベントの時期は以下のとおりである。なお、ここではトレンチ壁面で認められた1回毎の断層活動をイベントと呼ぶ。

イベント1：東側壁面では、F1断層は上部層の4層を切断し、3層に覆われる。また、西側壁面ではF2断層は4層から6層を切断している。

3層は1,660～1,950cal ADの ^{14}C 年代値（較正前の ^{14}C 年代値で $190 \pm 40yBP$ ）を示し、最新イベントの時期はこれより前と推定される。しかし、3層は旧耕作土と考えられ、人為的に改変されているので、この ^{14}C 年代値は有意でない可能性もある。

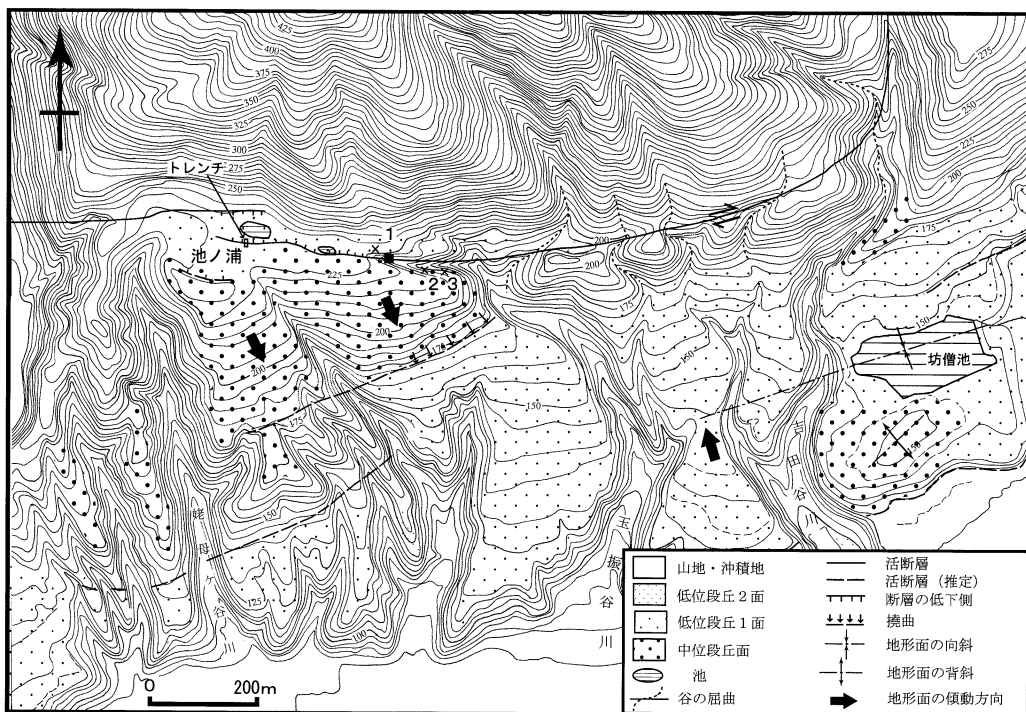


図 7 美馬町池ノ浦付近の変位地形。

×は年代試料採取地点。1は岡田・堤（1990）、2は岡田（1970）、3は水野ほか（1993）による。■は岡田・堤（1990）による三野断層の断層露頭。

Fig. 7 Fault topography around Ikenoura, Mima Town.

× shows the locations of ^{14}C dating samples. 1 is after Okada and Tsutsumi (1990), 2 is after Okada (1970), and 3 is after Mizuno *et al.* (1993). ■ shows an outcrop of the Mino fault after Okada and Tsutsumi (1990).

東側壁面の4層は965～1,235 cal ADの ^{14}C 年代値を示す。西側壁面の6層は1,035～1,175 cal ADおよび1,295～1,390 cal ADの ^{14}C 年代値である。このように、4層と6層はほぼ同じ ^{14}C 年代値であるが、一部年代が逆転している。4層の年代試料は6層より再堆積したものであり、4層はこれより新しい年代である可能性がある。また、西側壁面の4層と6層の境界には14～15世紀以降に作製されたと考えられる羽釜の遺物を出土している。これらのことから、4層および6層の最も新しい ^{14}C 年代値を4層の年代とすると、最新イベントの時期は1,295～1,390 cal AD以降と推定される。

その他のイベント：F3, F4 および F5 断層は南

側の下部層（A～G層）のすべてを切断している。A層の ^{14}C 年代値より、3,500～3,360 cal BC以降にイベントが推定される。また、北側の下部層は地層がほぼ直立するような変形を受けている。I層は鬼界アカホヤ火山灰（約BC5,200年）であり、本層堆積以降、繰り返し断層活動があったものと推定される。しかし、イベントの回数や年代に関する詳しい情報は得られなかった。

V. 美馬町池ノ浦トレンチ

1) トレンチ地点周辺の変位地形

図7に美馬町池ノ浦付近の変位地形を示す。池ノ浦の集落は標高220～230 m付近の段丘面上に位置している。その北縁には東西方向にのびる細

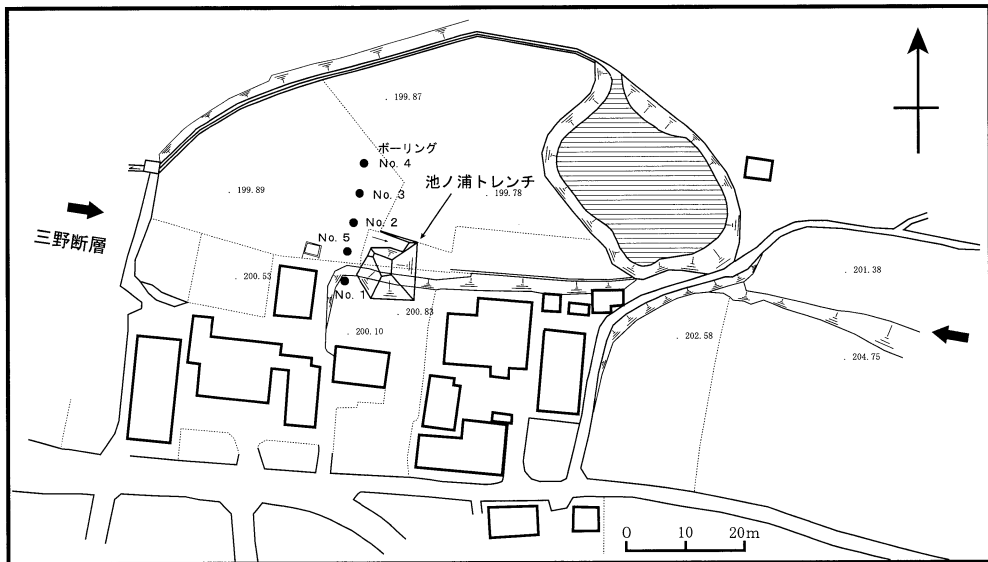


図 8 美馬町池ノ浦トレンチの詳細位置。

Fig. 8 Detailed location map of the trench site at Ikenoura, Mima Town.

長い溝状の凹地が発達しており、凹地には2つの池がある。凹地は深さ2～4m、南北幅20～35mで、250m以上の長さで東西方向にのびている。これは三野断層の右横ずれ運動により形成された変位地形と考えられ、その北縁と南縁に低断層崖が発達している(岡田, 1970)。なお、池ノ浦の溝状凹地南縁の一部は数年前に盛り土されている。盛り土前には、トレンチ地点付近での低断層崖の高さは3～4m程度であった。

池ノ浦付近の段丘面は現河床からの比高は70～80mであり、露頭では段丘堆積物は風化した礫層よりなることから、中位段丘面に相当すると考えられる。しかし、岡田・堤(1990)によると、トレンチ地点より東方の沢部において、角礫層に挟まれる腐植土層の ^{14}C 年代値は $14,650 \pm 1,200 - 1,040 \text{ yBP}$ (図7の試料採取地点×1, 測定番号HR-544)である。さらにその東方で岡田(1970)は、礫層中の砂層に含まれる材化石で $27,100 \pm 410 \text{ yBP}$ (×2, TK-58)の ^{14}C 年代値を得ている。また、水野ほか(1993)はそのすぐ東側で、 $35,000 \pm 2,200 \text{ yBP}$ (×3, I-17,040)の ^{14}C 年代値を報告している。このように、池ノ浦付近の中位段丘

面は、北側の讃岐山脈より供給された新期の扇状地堆積物で覆われており、溝状凹地に沿って低位段丘1堆積物に相当する地層が発達している。

池ノ浦の溝状凹地より南東は急な斜面であり、傾動地塊と推定される。その南方の低位段丘1面との地形境界に撓曲崖がみられ、活動的な断層が推定される。池ノ浦より東方では、三野断層に沿った河谷の右横ずれ屈曲が明瞭である(図7)。断層は坊僧池の北西付近より北東ないし北へ大きく屈曲している。

2) トレンチ壁面の地層とその編年

図8に池ノ浦トレンチの詳細な位置、形状およびボーリング調査地点を示す。トレンチは溝状凹地南縁の低断層崖を横切って掘削された。トレンチの大きさは長さ10m、幅10m、深さ約5mである。調査は平成11年12月上旬から翌年の2月にかけて行われた。

図9にトレンチ壁面のスケッチ展開図、図10に西側および東側壁面の詳細スケッチを示す。また、トレンチ壁面で得られた試料の ^{14}C 年代測定結果を表2に示す。測定方法などは上野トレンチと同じである。

トレンチ壁面の地層は、砂礫層や粘土質礫層などのやや粗粒な地層が主体をなす。これらの地層を構成する礫は、すべて和泉層群起源の砂岩および頁岩であり、亜角礫ないし亜円礫よりなるので、支流性の扇状地堆積物と考えられる。

トレンチ壁面にはF1とF2の2条の断層が認められる。そのうち、F1断層を境にして北側と南側で地層の性状が異なる。F1断層より北側は礫の含有量が少なく、やや細粒分に富む。南側は礫層を主体としており、細粒な地層をほとんど含まない。南北の地層の対比が難しいため、トレンチ壁面のスケッチでは北側の地層を1～6層、南側の地層をA～C層に区分した。

予備調査でのボーリング調査とトレンチ掘削結果に基づいて作成した地質断面図を図11に示す。これによると、F1断層より南側（上盤側）は地表部より粗粒な砂礫層からなる。A、B層は崩積土および旧表土であるので、C層が段丘礫層である。その¹⁴C年代値は $15,740 \pm 50$ yBPであり、低位段丘1堆積物に相当する。一方、F1断層より北側は、1～4層はシルト層や砂層などの細粒分に富む地層であるのに対し、5、6層より下位は砂礫層や粘土質礫層などの粗粒な地層よりなる。5、6層はC層と層相がほぼ同じであり、段丘礫層と考えられる。1～4層が溝状凹地の堆積物である。凹地中央における溝状凹地の堆積物は、腐植土、腐植質粘土、シルト、シルト質礫層よりなり、層厚は1～2 mである。その基底部は緩く北側へ傾斜しており、北側ほど層厚が厚く、細粒な地層よりなる。

耕作土：低断層崖北側の耕作土は水田土壌であり、黒灰色を呈する腐植質粘土である。南側の上盤側では最上部の30～50 cm程度が畑の耕作土である。また、低断層崖の斜面には厚さ30～80 cm程度の腐植土が分布している。

東側壁面で耕作土下底部の凹みに含まれていた炭化物の¹⁴C年代値は、1,675～1,940 cal AD (140540)を示す。しかし、これは耕作土に含まれる炭化物の¹⁴C年代値であり、参考データとして、イベント時期の検討では用いていない。

〈断層より北側の地層〉

1層：灰白色を呈する細礫を主体とする砂礫層である。礫の最大径は3～4 cmである。本層の下底面は北側に傾斜している。層厚は最も厚いところで約30 cmである。

2層：灰白色を呈する砂質シルト層である。少量の新鮮な細礫やクサリ礫を含む。後述するように、南側のB層は旧表土と考えられ、その直下のC層は強風化し、礫はクサリ礫になっている（図10）。本層に含まれるクサリ礫は、低断層崖を形成するC層から崩落し、再堆積したものと考えられる。層厚は50～60 cmである。F1-2断層に切られる。数mm～5 mm程度の大きさの炭化物を多く含む。その¹⁴C年代値は、西側壁面で1,435～1,480 cal AD（測定番号140536）、東側壁面で1,525～1,660 cal AD（140539）である。IKW-12（140537）は古い年代値を示しており、下位層準からの再堆積と考えられる。

3層：黄褐色を呈するシルト質礫層であり、礫の大部分はクサリ礫よりなる。礫の最大径は12 cm程度である。低断層崖基部の崩積土であり、クサリ礫はC層の二次的な堆積物と推定される。層厚は約20 cmである。F1-3断層を覆い、F1-2断層に切られる。数mm程度の大きさの炭化物を多く含む。その¹⁴C年代値は1,745～1,510 cal BC（140815、140816）である。

4層：青色を呈するシルト質礫層であり、礫の径は4～5 cm程度である。クサリ礫を多く含んでいる。クサリ礫は2層～3層と同様に低断層崖をなすC層より崩落し、再堆積したものと推定される。F1-3断層に切られる。層厚は10～15 cmである。本層中の炭化物の¹⁴C年代値は3,340～2,690 cal BC（140813、140814）である。

5層：青色ないし青緑色を呈するシルト質礫層である。本層の上部にはクサリ礫を含むが、下部では少なくなり、大部分は新鮮な礫になる。礫の大きさは3～5 cmである。本層の下部はF1断層より南側のC層と層相が似ており、低位段丘1堆積物に相当するものと考えられる（図11）。しかし、¹⁴C年代値が得られていないので、詳しい堆積時期は明らかでない。F1-3断層による引きずり変形が明瞭である。

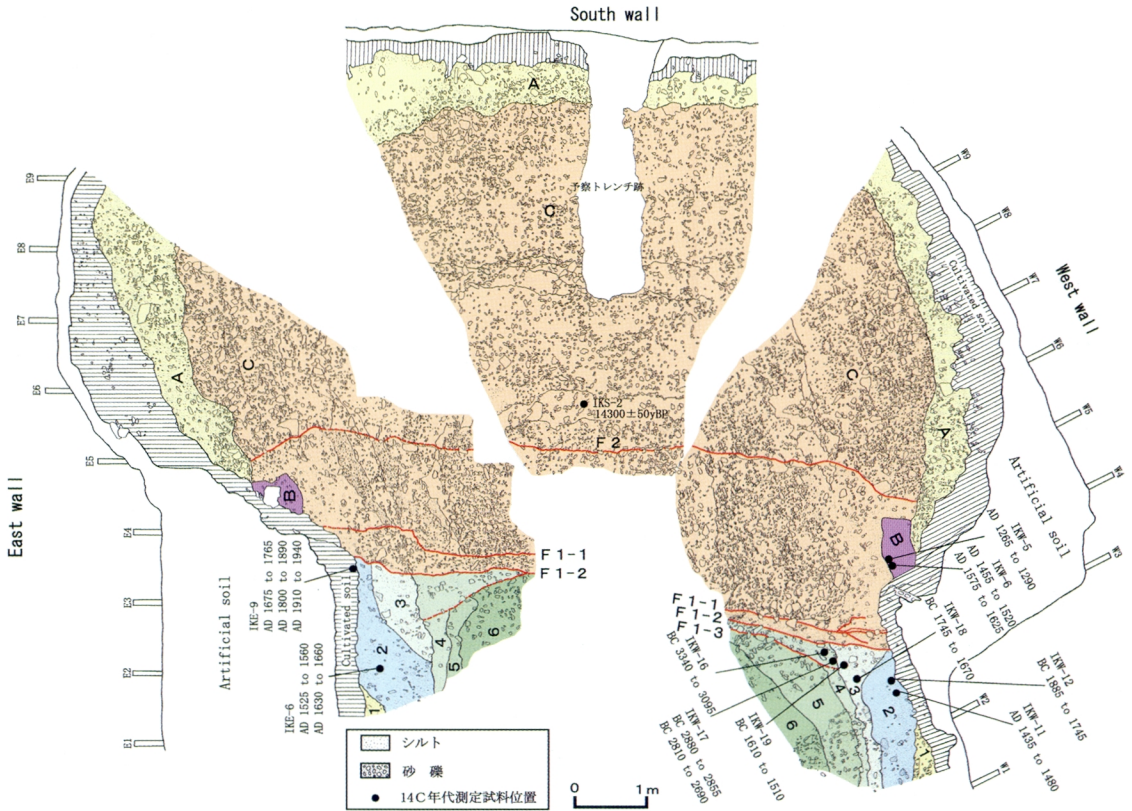


図 9 美馬町池ノ浦トレンチ壁面のスケッチ展開図。

Fig. 9 Log of all walls of the trench at Ikenoura, Mima Town.

6層：青色ないし青緑色を呈する砂礫層である。礫の最大径は12cm程度であり、径1cm以下の細礫を多く含む。層相からC層に対比され、低位段丘1堆積物に相当するものと考えられる。

〈断層より南側の地層〉

A層：黄褐色を呈するルーズな砂礫層であり、南側の上盤側より低断層崖の上部を覆う崩積土である。礫の最大径は8～9cmである。層厚は最大70～80cmである。西側壁面のW4とW5の中間付近のB層との境界よりやや上部で、破損が著しい土製羽釜の破片を産出している。

B層：暗褐色ないし茶褐色を呈する腐植質の砂質シルト層であり、A層に覆われている。色調や層相が現在の表土とほとんど同じである。また、

本層直下の砂礫層は黄褐色を呈し、50～60cmの厚さで風化しており、礫はクサリ礫になっている。これらのことから、本層はA層が堆積する以前の旧表土と推定される。本層中に含まれる炭化物より、1,265～1,290 cal AD (140534) および1,455～1,625 cal AD (140535) の¹⁴C年代値が得られている。

C層：扇状地性の礫層である。砂礫層を主体とする地層であり、礫の最大径は15～20cm程度である。壁面上部は風化しており、黄褐色を呈し、礫もやや風化している。壁面下部では還元状態であり、地層全体が青味を帯びており、礫も新鮮である。礫径、細粒分の挟み、マトリックスの種類(砂質あるいは粘土質)、色調などから、5～6層に細

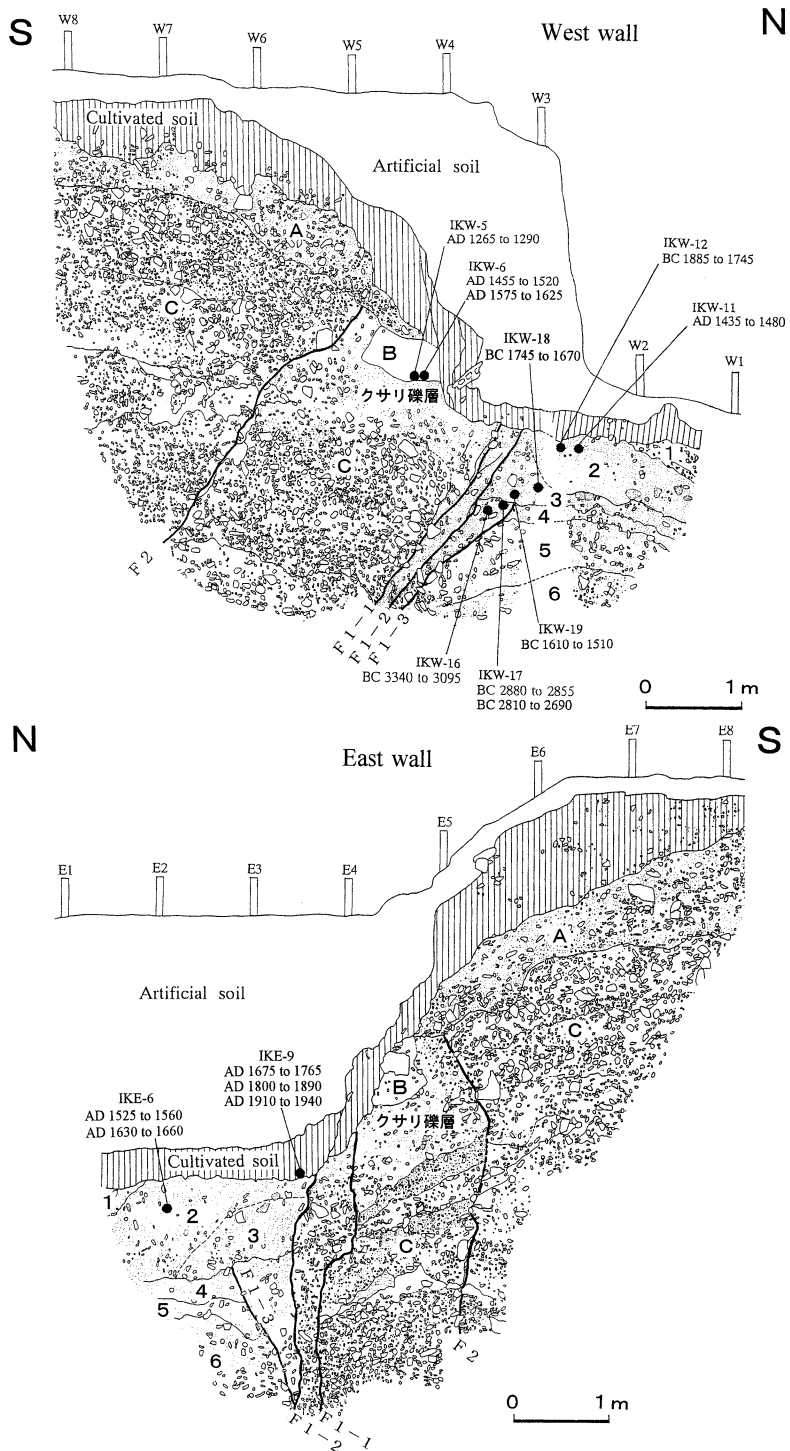


図 10 美馬町池ノ浦トレンチ西側および東側壁面の詳細スケッチ。上：西側壁面 下：東側壁面。

Fig. 10 Detailed log of the west and east walls of the trench at Ikenoura, Mima Town.

表 2 池ノ浦トレンチの¹⁴C年代測定結果.

Table 2 Radiocarbon dates of the samples in Ikenoura trench.

試料名	測定番号(Beta-)	層序	試料の種類	δ^{13} 値(permil)	¹⁴ C年代(yBP)	較正年代($\pm 1\sigma$)	
IKE-6	140539	2	炭化物	-28.7	270 \pm 50	AD 1,525 to 1,560	BP 425 to 390
IKE-9	140540	耕作土 下底部	炭化物	-26.2	130 \pm 40	AD 1,630 to 1,660	BP 320 to 290
						AD 1,675 to 1,765	BP 275 to 185
						AD 1,800 to 1,890	BP 150 to 60
IKW-5	140534	B	炭化物	-25.8	730 \pm 40	AD 1,265 to 1,290	BP 685 to 660
						AD 1,455 to 1,520	BP 495 to 430
IKW-6	140535	B	炭化物	-25.5	370 \pm 40	AD 1,575 to 1,625	BP 375 to 325
						AD 1,435 to 1,480	BP 515 to 470
IKW-11	140536	2	炭化物	-27.1	420 \pm 40	AD 1,435 to 1,480	BP 515 to 470
IKW-12	140537	2	炭化物	-26.4	3,490 \pm 40	BC 1,885 to 1,745	BP 3,835 to 3,695
IKW-16	140813	4	炭化物	-25.4	4,490 \pm 30	BC 3,340 to 3,095	BP 5,290 to 5,045
IKW-17	140814	4	炭化物	-25.8	4,190 \pm 40	BC 2,880 to 2,855	BP 4,830 to 4,805
						BC 2,810 to 2,690	BP 4,760 to 4,640
IKW-18	140815	3	炭化物	-26.8	3,410 \pm 40	BC 1,745 to 1,670	BP 3,695 to 3,620
IKW-19	140816	3	炭化物	-25.6	3,280 \pm 40	BC 1,610 to 1,510	BP 3,560 to 3,460
IKS-2	140817	C	炭化物	-27.7	14,300 \pm 50		
IK.B1-1	140554	13.60	腐植土	-23.4	15,740 \pm 50		

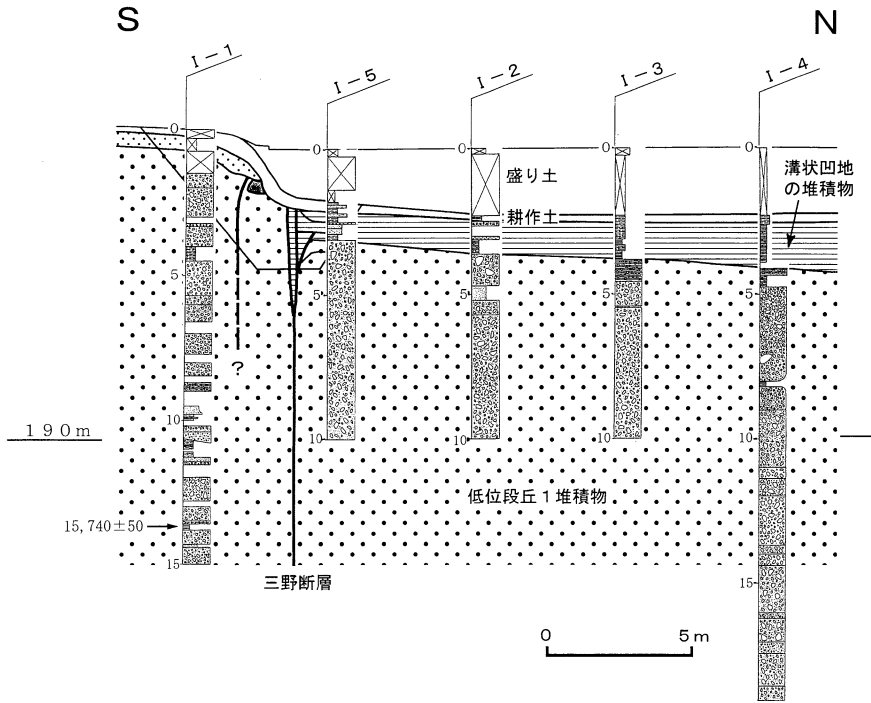


図 11 美馬町池ノ浦トレンチ付近の地質断面図.

Fig. 11 Geological profile near the trench site at Ikenoura, Mima Town.

分できるが、スケッチではC層として一括して示している。

ボーリングI-1(調査位置は図8に示す)によると、F1断層より南側の上盤側では、地表部より深度15mまですべて礫層から構成される(図11)。トレンチ南側壁面下部で礫層中の粘土質部に含まれる炭化物は、 $14,300 \pm 50$ yBP(140817)の ^{14}C 年代値を示す(図9)。

3) トレンチ壁面で認められる断層

トレンチ壁面にはF1とF2の2条の断層が認められ、F1断層はF1-1からF1-3に分岐している(図10)。

F1断層は低断層崖のほぼ基部に位置している。断層面はほぼ鉛直であり、南側隆起を示す。西側壁面では南傾斜のようにみえるが、これは断層と壁面が斜交しているため、見かけ上傾斜しているようにみえるだけである。断層を挟んだ南北の地層はいずれも断層側に傾斜しており、F1-1、F1-2およびF1-3断層は下方に収斂するフラワー構造を呈する。これより、F1断層は横ずれ成分が卓越する断層と考えられる。F1-1とF1-2断層は耕作土を除くすべての地層を切断している。一方、F1-3断層は4層を切り、3層に覆われる。これから、F1-3断層はF1-1およびF1-2断層と活動時期が異なるものと推定される。

F2断層もほぼ鉛直な断層であるが、地表付近では傾斜が緩くなり、南傾斜になる。B層は旧表土と考えられ、その直下に分布する砂礫層は著しく風化しており、50～60cmの厚さでクサリ礫層になっている。このクサリ礫層は部分的に地層の層準が逆転し、F2断層直近ではクサリ礫層がB層を覆っている。このような構造はF2断層の活動による地層の引きずり変形と推定される。なお、F2断層の活動により、低断層崖上部は低下側に崩れて、A層がB層とC層を覆うようになったと推定される。

4) イベントの年代

イベント1:F1-1およびF1-2断層は2層と3層を切断している。また、F2断層はB層を変形させている。2層の最も新しい ^{14}C 年代値は1,525～1,660 cal ADで、B層は1,455～1,625 cal AD

である。これらの ^{14}C 年代値から、最新イベントは16世紀以降と推定される。

イベント2:F1-3断層は4層を切り、3層に覆われている。これらの地層の ^{14}C 年代値は、4層で3,340～2,690 cal BC、3層で1,745～1,510 cal BCである。3,340～1,510 cal BCに最新イベントに先行する別のイベントが発生したと推定される。

なお、2層と3層の間は年代にギャップがあり、約1,500 cal BC～1,400 cal ADの地層が欠けているので、この間のイベントは検討できない。

VI. 考 察

1) 三野断層の活動による変位地形の形成

三野町上野と美馬町池ノ浦には、三野断層沿いに逆向き低断層崖、溝状凹地、段丘面の傾動などの変位地形が形成されている。ここでは、変位地形の形成機構について考察する。

(1) 三野町上野

図3のように、三野町上野には北向きの低断層崖(逆向き低断層崖)とその北側に溝状凹地が発達しており、三野断層は南側隆起・北側沈降の上下変位を示す。また、低断層崖南側はやや急な斜面であり、約300m南方の低位段丘1面との地形境界には撓曲崖が発達しており、活断層が推定される。ここでは、この推定活断層を三野南断層と仮称する。

上野トレンチ壁面にはF1～F6断層が認められた。各断層の切断関係でみると、F1断層はF3およびF4断層を切断している。F2断層はF1断層により切られているようにみえるが、F1断層の活動に伴い、地層境界に沿って変位した分岐断層と考えられる。断層の上下成分に着目すると、F1およびF2断層は南側隆起・北側沈降の変位を示す断層である。一方、F3、F4およびF5断層は北側隆起・南側沈降の変位を示す。トレンチ地点は溝状凹地の南縁に位置しており、北向き低断層崖が発達しているため、F1およびF2断層がこの変位地形を形成した断層と推定される。

このように、三野断層を構成する断層群のうち、最も新しい時期の活動を示すのは、南傾斜で逆断

層成分をもつ断層である。一方、三野南断層は南側低下の撓曲崖を形成しており、北側に傾斜した逆断層と推定される。上野の段丘面を隆起・傾動させた構造運動は、両断層の活動によるものと考えられる。

断層の平面形態では、西方の加茂野宮の沖積扇状地では三野断層はN85°E走向であるが、上野の北西部で北側へ約10°屈曲し、N75°E走向になる(図3)。三野断層は基本的に右横ずれ断層であるので、北側への屈曲は圧縮性のバリヤを形成する。三野断層の屈曲に伴い、局所的な圧縮応力が増加することにより、その増分を解消するために、南方に逆断層である三野南断層が形成されたものと推定される。後藤(1998)は、父尾断層や神田断層において(図1)、断層の走向が一般走向に対して北側(反時計回り)に斜交している場合と、断層の走向が北側へ大きく屈曲する場合に、その南方に逆断層が形成されることを指摘し、これを前縁逆断層と呼んだ。三野南断層も、三野断層の屈曲に伴い南方に発達した逆断層といえる。

これらの地質構造より推定した上野の変位地形形成の概念図を図12に示す。上野では三野断層と三野南断層に挟まれた段丘面が断層活動により圧縮され、隆起・傾動したものと考えられる。段丘面の北端が隆起し、南側へ傾動することにより、北側が相対的に沈降し、溝状凹地が形成されたものと推定される。傾動する前の段丘面の勾配を高瀬谷川の河床勾配と同じと仮定すると、段丘面北端のプレッシャーリッジにおける隆起量は約30mになる。なお、傾動の開始時期は中位段丘面の離水以降と考えられるが、その詳しい時期は明らかでない。

(2) 美馬町池ノ浦

図2のように、美馬町池ノ浦西方の鍋倉谷川付近では三野断層は東北東-西南西走向から北側へ屈曲している。また、坊僧北側では、三野断層は北方へ大きく屈曲している。また、三野断層と父尾断層の断層線は左雁行配列をなしている。これらはいずれも圧縮性のバリヤをなしており、池ノ浦周辺は、三野断層が一般的な走向を示す地域よりも強く圧縮されている部分と考えられる。池ノ

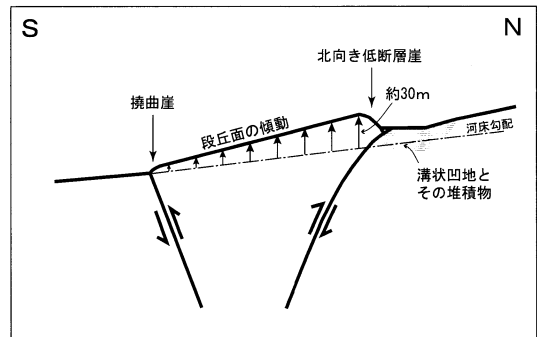


図 12 三野町上野における変位地形形成の概念図。

Fig. 12 Schematic cross-section of tectonic landform at Ueno, Mino Town.

浦南方の断層や坊僧北方の断層は、三野断層の屈曲に伴い、その南方に形成された逆断層と推定される。このように、池ノ浦周辺地域は全体的に圧縮場になっているが、トレンチ地点付近に限って、三野断層は南方にステップしている(図7)。これは右雁行配列であり、引張性のバリヤである。池ノ浦の溝状凹地は、圧縮場における局所的な引張により形成されたごく小規模なプリアートベイズであると推定される。

2) 三野断層の最新活動時期

トレンチ調査の結果で述べたように、三野断層の最新イベントの時期は、三野町上野トレンチでは1,295～1,390 cal AD以降、1,660～1,950 cal AD以前である。また、美馬町池ノ浦トレンチでは1,525～1,660 cal AD以降である。これらの調査結果より、三野断層は16世紀から17世紀前半に活動したものと推定される。

父尾断層では市場町上喜来^{かみぎらい}でトレンチ調査が行われている(岡田, 1992; Tsutsumi and Okada, 1996; 岡田・堤, 1997)。ここでは、断層の横ずれ運動により沖積層の最上部に形成されたV字状の落ち込み部の中に、16世紀の仏具を作った鋳型の破片が旧水田土壌と思われるシルト層中に含まれていたため、最新イベントの時期は16世紀以降と推定された。神田断層では土成町^{となり}の熊谷寺^{くまたてら}東南と溝状凹地の2地点でトレンチ調査が行われている(岡田ほか, 1993a, b; Tsutsumi and Okada,

1996)。そのうち熊谷寺東南トレンチでは、断層は中世に使用された土器片を含む地層を切っており、神田断層の最新活動時期は12～13世紀以降と推定された。これらのトレンチ調査により、岡田(1992)およびTsutsumi and Okada(1996)は、父尾断層から鳴門断層にかけてのMTL活断層系の最新活動時期を16世紀以降と考えた。また、西方の三野および池田断層も同時に活動した可能性があると指摘した。さらに、16世紀以降でMTL活断層系近隣で発生した大地震は1596年慶長伏見地震だけであり、この地震でMTL活断層系も活動した可能性が大きいと推定した。

上述のように、三野断層の最新活動時期は、岡田(1992)およびTsutsumi and Okada(1996)による父尾および神田断層の最新活動とほぼ同じ時期になった。父尾断層の上喜来トレンチと神田断層の熊谷寺東南トレンチは、地層に含まれる遺物により最新イベントの時期が推定されている。一方、上野および池ノ浦トレンチで認められた最新イベントの時期は、地層に含まれる年代試料の¹⁴C年代値より推定された。このように、これらの断層の最新活動時期は遺物と¹⁴C年代測定の方法により推定されたものであり、その確実性は高いといえる。森野ほか(2001)は、これらのトレンチ調査結果により、少なくとも鳴門南断層から三野断層までの区間が1つの活動区(四国東部セグメント)をなし、その最新の断層活動を16世紀以降と推定している。

最近の遺跡発掘調査によると、三野町の丸山遺跡と三好郡三好町の大柿遺跡(図1, 図2)で、16世紀後半～17世紀初頭に生じた液状化跡が検出されている(小泉, 1999; 栗林, 1999)。丸山遺跡は中位段丘面上に位置しており、三野断層南方に推定される断層のすぐ南側の遺跡である(図2)。ここでは砂や礫が幅20～30cmで、長さ約6mにわたって上面が遺構面をなす土壤に貫入した液状化跡が認められた。液状化跡は弥生時代の遺構面を切り、さらに16世紀の土器を含む地層を切っている(小泉, 1999)。また、その1つ前の液状化跡も推定されている。大柿遺跡は吉野川の自然堤防および後背湿地に位置している(図1)。ここで

は水田遺構に砂脈が認められた。水田土壤から16世紀後半の陶器や土器を出土しており、液状化の時期は16世紀後半～17世紀初頭と推定されている。また、古墳時代後期の住居跡や水田遺構を貫く砂脈も検出されている。

寒川ほか(1990)によると、板野郡板野町の黒谷川古城遺跡(図1)では、16世紀末～17世紀初頭の限られた時期に生じた液状化跡が認められ、この時期に液状化を発生させた可能性のある地震は、1596年慶長伏見地震と1605年慶長南海地震のいずれかであるとしている。

寒川(2001)は、慶長南海地震は地震動が小さい津波地震であり(宇佐美, 1996)、これらの液状化跡はMTL活断層系の活動による可能性が高いとしている。丸山遺跡は三野断層のすぐ南側の中位段丘面に位置しており(図2)、砂や礫が貫入した規模の大きい液状化跡である。板野断層(図1)の川端Aトレンチでも、11～13世紀以降に発生したと考えられる大規模な液状化跡が認められた(森野ほか, 1999, 2001)。これらの液状化跡は遠方の海域を震源とする南海地震によるものとは考えにくい。四国東部におけるMTL活断層系の1つ前の活動時期は、紀元前後と推定されている(岡田・堤, 1997; 森野ほか, 2001)。丸山遺跡や大柿遺跡で認められる1つ前の液状化跡は、これらの断層活動による可能性もある。

このように、少なくとも四国東部のMTL活断層系は16世紀以降に活動したものと考えられる。しかし、地震被害についての記録が徳島県域に全くないことから、歴史地震との明確な対応づけができない。古文書の発見がこれからの課題である。また、遺跡などで検出される液状化跡は、MTL活断層系の活動履歴を検討する上で重要な情報になる。MTL活断層系に近接した地点で、南海地震による地震動が比較的小さいと考えられる場所での液状化跡を再検討する必要がある。

VII. まとめ

1) 三野断層を対象として、三野町上野および美馬町池ノ浦の2地点でトレンチ調査を行った。両地点は中位および低位段丘1面上の溝状凹地に位

置しており、断層と凹地の堆積物との切断・被覆関係より、イベントを推定し、併せて溝状凹地の成因を検討した。

2) 上野トレンチで認められた最新イベントの時期は、1,295～1,390 cal AD以降、1,660～1,950 cal AD (190 ± 40 yBP) 前と推定される。また、鬼界アカホヤ火山灰 (約 BC 5,200 年) が直立するような変形を受けており、本層堆積以降、繰り返し断層活動を受けているものと考えられる。

3) 池ノ浦トレンチでは、低断層崖基部に断層が発達しており、断層はトレンチ壁面のすべての地層を切断している。最新イベントの時期は、1,525～1,660 cal AD 以降と推定される。また、より古いイベントとして、3,340～1,510 cal BC のイベントも認められた。

4) これらのトレンチ調査の結果から、三野断層の最新活動時期は 16 世紀以降と推定される。父尾および神田断層の最新活動時期も 16 世紀以降と考えられており、これらの調査結果を総合すると、四国東部の MTL 活断層系は 16 世紀以降に活動したものと推定される。

5) 最近の遺跡発掘調査によると、徳島県西部の丸山遺跡や大柿遺跡で、16 世紀後半～17 世紀初頭の液状化跡が認められている。これらの液状化跡の時期は、トレンチ壁面で認められたイベントの時期と一致しており、MTL 活断層系の活動により発生した可能性が高い。また、遺跡で検出されている 1 つ前の液状化跡も、MTL 活断層系の活動による可能性がある。南海地震の影響が小さいと考えられる地域での液状化跡を再検討する必要がある。

6) 三野町上野の溝状凹地は、三野断層とその南方の断層に挟まれた段丘面が隆起し、北側が相対的に沈降することにより形成されたものと考えられる。美馬町池ノ浦の溝状凹地は、局所的な引張バリヤに形成されたごく小規模なブルアパートベイズンと考えられる。

謝 辞

本論文は (独) 産業技術総合研究所活断層研究センターに NEDO 養成技術者として在籍中にまとめたものであ

る。活断層研究センターの杉山雄一副センター長には、原稿を読んでいただき、有益な助言をいただいた。匿名の査読者には、貴重な意見をいただき、これにより論文はおおいに改善された。調査に当たっては、徳島県環境生活部消防防災安全課の照井光孝課長、中井忠良課長補佐並びに谷 寛文主事 (いずれも当時) にはたいへんお世話になった。トレンチ調査中には、土地所有者である三野町上野の馬場博明さん並びに美馬町池ノ浦の長江幸子さんには、毎日たいへん温かいもてなしを受けた。ここに厚くお礼を申し上げます。

文 献

- 後藤秀昭 (1998): 吉野川北岸における中央構造線活断層系の再検討. 第四紀研究, **37**, 299-313.
- 後藤秀昭・中田 高・岡田篤正・堤 浩之・丹羽俊二・小田切聡子 (1999): 1:25,000 都市圏活断層図「池田」. 国土地理院.
- 後藤秀昭・中田 高・堤 浩之・奥村晃史・今泉俊文・渡辺トキエ (2001): 中央構造線活断層系 (四国) の最新活動時期からみた活断層系の活動集中期. 地震 II, **53**, 205-219.
- 小泉信司 (1999): 丸山遺跡における地震の痕跡. 古代学研究, **145**, 34-35.
- 栗林誠治 (1999): 大柿遺跡における地震の痕跡. 古代学研究, **145**, 30-33.
- 前田保夫 (1977): 大阪湾の自然史一潜函でとらえた海と森の変遷一. 科学, **47**, 514-523.
- 水野清秀・岡田篤正・寒川 旭・清水文健 (1993): 2.5 万分の 1 中央構造線活断層系 (四国地域) ストリップマップ及び説明書. 構造図 8, 地質調査所.
- 森野道夫・能見忠歳・竹野恵美・池田小織 (1999): 中央構造線活断層系鳴門断層近傍の沖積扇状地堆積物・土器包含層にみられる粘土脈を伴うクラック. 日本地質学会関西支部・西日本支部合同四国例会講演要旨・学会記事, 関西支部会報 No.125 西日本支部会報 No.113 (合併号), 19p.
- 森野道夫・岡田篤正・中田 高・村田明広・水野清秀・能見忠歳・谷野宮恵美・池田小織・原 郁夫 (2001): 徳島平野における中央構造線活断層系の活動履歴. 地質学雑誌, **107**, 681-700.
- 中田 高・後藤秀昭・岡田篤正・堤 浩之・丹羽俊二・小田切聡子 (1999): 1:25,000 都市圏活断層図「脇町」. 国土地理院.
- 岡田篤正 (1968): 阿波池田付近の中央構造線の新时期断層運動. 第四紀研究, **7**, 15-26.
- 岡田篤正 (1970): 吉野川流域の中央構造線の断層変位地形と断層運動速度. 地理学評論, **43**, 1-21.
- 岡田篤正 (1973): 四国中央北縁部における中央構造線の第四紀断層運動. 地理学評論, **46**, 295-322.
- 岡田篤正 (1977): 中央構造線中央部における最新の断層運動—沖積世の変位地形・変位量・地震との関係について—. MTL, **2**, 29-44.
- 岡田篤正 (1978): 讃岐山脈南麓域の中央構造線に沿う

- 新期断層地形と断層運動—須鎗・阿子島氏の反論に対する回答(その2)および断層変位地形の補遺. *MTL*, **3**, 25-35.
- 岡田篤正(1992): 中央構造線活断層系の活動区の分割試案. *地質学論集*, **40**, 15-30.
- 岡田篤正・寒川 旭(1976): 和泉山地南縁における中央構造線活断層系の活動様式と断層変位速度. *MTL*, **1**, 37-47.
- 岡田篤正・堤 浩之(1990): 四国中・東部における中央構造線の断層露頭と地形面の編年に関する資料. *活断層研究*, **8**, 31-47.
- 岡田篤正・堤 浩之(1997): 中央構造線活断層系父尾断層の完新世断層活動—徳島県市場町でのトレンチ調査—. *地学雑誌*, **106**, 644-659 および口絵 I.
- 岡田篤正・森野道夫・中田 高・村田明広・水野清秀・能見忠歳・谷野宮恵美・池田小織・原 郁夫(2000a): 中央構造線活断層系三野断層の最新活動時期. *日本第四紀学会講演要旨集*, **30**, 44-45.
- 岡田篤正・森野道夫・中田 高・村田明広・水野清秀・能見忠歳・谷野宮恵美・池田小織・原 郁夫(2000b): 中央構造線活断層系三野断層のトレンチ調査. *地質学雑誌*, **106**, 口絵XXIII-XXIV.
- 岡田篤正・四国縦貫自動車道中央構造線調査委員会(1993a): 中央構造線活断層系の完新世活動史—徳島県土成町熊谷寺東南トレンチ調査—. *地球惑星科学関連学会 1993 年合同大会予稿集*, 268.
- 岡田篤正・四国縦貫自動車道中央構造線調査委員会(1993b): 断層溝状凹地の形成と中央構造線活断層系の活動史—徳島県土成町土成の溝状凹地南北両側断層のトレンチ調査—. *地球惑星科学関連学会 1993 年合同大会予稿集*, 268.
- 岡山俊雄(1988): 日本列島の接峰面及び 1:1,000,000 日本列島接峰面図. 古今書院.
- 齊藤 勝・佃 栄吉・岡田篤正・古澤 明(1997): 和歌山市北部における低位段丘堆積物中の始良 Tn 火山灰と根来断層の平均変位速度. *第四紀研究*, **36**, 277-280.
- 寒川 旭(2001): 徳島県の遺跡で検出された地震の痕跡と大型地震について. *徳島地理学会論文集*, **4**, 43-49.
- 寒川 旭・大西浩正・福家清司(1990): 徳島県古城遺跡で認められた地震跡. *地震Ⅱ*, **43**, 451-452.
- Stuive, M. and Reimer, P.J. (1993): Extended ^{14}C data base and revised CALIB3.0 ^{14}C age calibration program. *Radiocarbon*, **35**, 215-230.
- 須鎗和巳・阿子島 功(1978): 四国島の中央構造線の諸問題(その3)—吉野川流域のネオテクトニクスの再検討—. *徳島大学教養部紀要(自然科学)*, **11**, 51-69.
- 徳島県地域活断層調査委員会(2000): 徳島県活断層調査報告書—中央構造線断層帯(讃岐山脈南縁)に関する調査—. 徳島県環境生活部消防防災安全課.
- Tsutsumi, H. and Okada, A. (1996): Segmentation and Holocene surface faulting on the Median Tectonic Line, Southwest Japan. *J. Geophys. Res.*, **101**, 5855-5871.
- 宇佐美龍夫(1996): 新編日本被害地震総覧(増補改訂版). 東京大学出版会.

(2001年12月19日受付, 2002年6月17日受理)