

平成 27 年度原子力施設等防災対策等委託費
(野島断層における深部ボーリング調査) 事業

野島断層と有馬-高槻構造線断層帯の
破砕帯及び活動履歴調査

報 告 書

(3 / 6)

平成 29 年 3 月

国立大学法人京都大学

第 1 部

野島断層（小倉・大川）と有馬-高槻構造線断層帯の
破砕帯及び活動履歴調査

目次

1. 業務概要	1
1. 1. 件名	1
1. 2. 目的	1
1. 3. 業務内容	1
1. 4. 調査地点	1
1. 5. 工期	4
1. 6. 調査数量	4
2. 地質概説（野島地区）	5
2. 1. 地質の概要	5
2. 2. 地質各論	7
2. 3. 活断層調査	11
2. 3. 1. 六甲・淡路断層帯の概要	11
2. 3. 2. 野島断層の既存調査	14
3. トレンチ調査結果（野島地区）	20
3. 1. 小倉トレンチ	20
3. 1. 1. トレンチ調査地点	20
3. 1. 2. トレンチ掘削概要	23
3. 1. 3. トレンチ壁面の調査結果	26
3. 1. 4. 層序区分	31
3. 1. 5. 試料採取	33
3. 1. 6. 走向傾斜の測定	33
3. 2. 大川トレンチ	34
3. 2. 1. トレンチ調査地点	34
3. 2. 2. トレンチ掘削概要	37
3. 2. 3. トレンチ壁面の調査結果	41
3. 2. 4. 層序区分	48
3. 2. 5. 試料採取	49
4. 地質概説（有馬地区）	50
4. 1. 地質の概要	50
4. 2. 地質各論	52
4. 3. 六甲山地の災害	57
4. 4. 活断層調査	58
4. 4. 1. 有馬-高槻構造断層帯の概要	58
4. 4. 2. 既存調査結果	60
5. トレンチ調査結果（有馬地区）	77

5. 1. 船坂1トレンチ	77
5. 1. 1. トレンチ調査地点.....	77
5. 1. 2. トレンチ掘削概要.....	81
5. 1. 3. トレンチ壁面の調査結果.....	83
5. 1. 4. 層序区分	87
5. 1. 5. 走向傾斜の測定	88
5. 2. 船坂2トレンチ	89
5. 2. 1. トレンチ調査地点.....	89
5. 2. 2. トレンチ掘削概要.....	92
5. 2. 3. トレンチ壁面の調査結果.....	95
5. 2. 4. 層序区分	99
5. 2. 5. 試料採取	100
5. 2. 6. 走向傾斜の測定	100
5. 3. 淡河トレンチ.....	101
5. 3. 1. トレンチ調査地点.....	101
5. 3. 2. トレンチ掘削概要.....	105
5. 3. 3. トレンチ壁面の調査結果.....	109
5. 3. 4. 層序区分	113
5. 3. 5. 試料採取	114
6. まとめ.....	115
6. 1. 野島地区.....	115
6. 1. 1. 小倉トレンチ	115
6. 1. 2. 大川トレンチ	118
6. 2. 有馬地区.....	120
6. 2. 1. 船坂1トレンチ	120
6. 2. 2. 船坂2トレンチおよび船坂2 上部露頭.....	122
6. 2. 3. 第3地点（淡河）トレンチ	125
7. 引用文献.....	127

1. 業務概要

1. 1. 件名

平成 27 年度原子力施設等防災対策委託費（野島断層における深部ボーリング調査）事業

1. 2. 目的

原子力施設周辺の断層の活動性については、原子力施設の地盤や耐震安全性評価の基礎となる基準地震動の策定に大きく影響することから、その評価に当たっては、科学的な根拠に基づき活動年代を特定することが重要である。通常、断層活動性は、断層の上部に堆積した地層の年代に基づき特定あるいは推定する（以下、「上載地層法」という。）が多い。しかし、地域によってはそのような地層が欠如している等の理由により、“上載地層法”の適用が難しい場合もある。本事業では、“上載地層法”が適用できない場合に備えて、断層内物質試料を用いた活動性評価手法に関する適用条件・課題等を整理し、総合的な評価手法の確立を目指すものである。

1. 3. 業務内容

野島断層の通る調査地域（野島サイト、有馬高槻サイト）において、計 5 か所のトレンチ調査を実施する。

1. 4. 調査地点

野島サイト：兵庫県淡路市小倉、淡路市野島臺浦（図 1.4.1,2）

有馬高槻サイト：兵庫県西宮市山口町船坂、西宮市山口町中野、神戸市北区淡河町野瀬（図 1.4.3,4）



図 1.4.1 調査位置図 (20 万分の 1)

国土地理院ウェブサイト (<http://www.gsi.go.jp/index.html>) より引用、改変

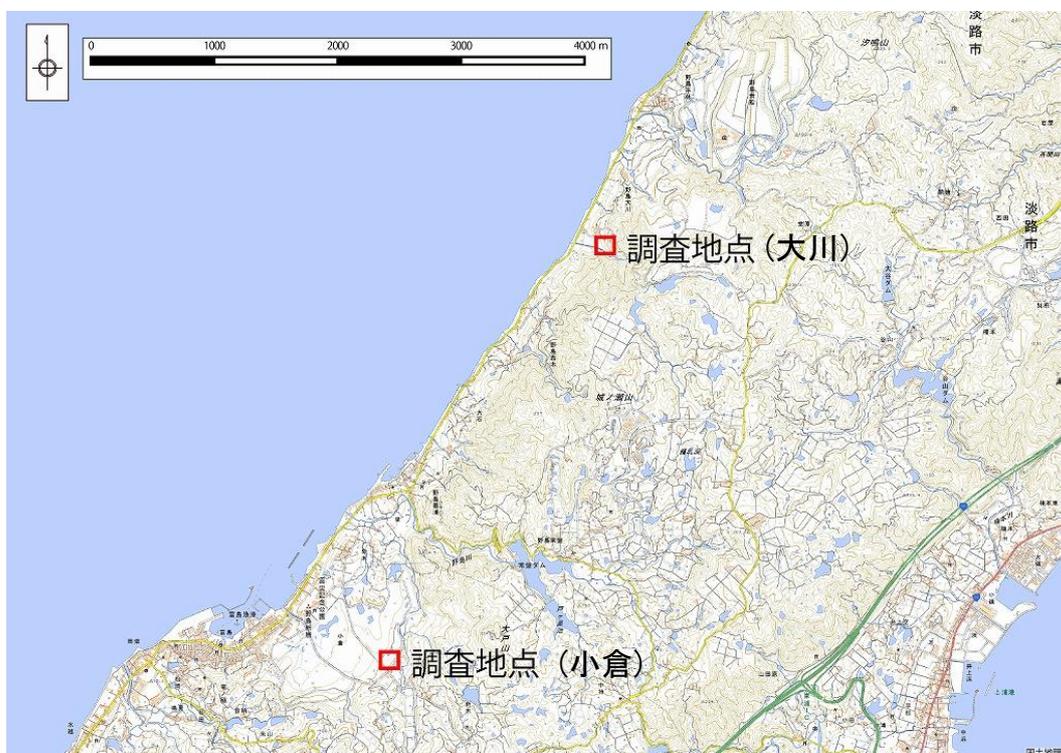


図 1.4.2 野島地域調査位置図 (2 万 5 千分の 1)

国土地理院ウェブサイト (<http://www.gsi.go.jp/index.html>) より引用、改変



図 1.4.3 山口町調査位置図 (2万5千分の1)

国土地理院ウェブサイト (<http://www.gsi.go.jp/index.html>) より引用、改変



図 1.4.4 淡河地域調査位置図 (2万5千分の1)

国土地理院ウェブサイト (<http://www.gsi.go.jp/index.html>) より引用、改変

1. 5. 工期

平成 27 年 9 月 1 日 ～ 平成 29 年 3 月 31 日

1. 6. 調査数量

本業務の調査数量を表に示す。

表 1.6.1 調査数量

項目	地点	数量
トレンチ掘削	小倉トレンチ	掘削土量 160 m ³
	大川トレンチ	掘削土量 230 m ³
	船坂 1 トレンチ	掘削土量 230 m ³
	船坂 2 トレンチ	掘削土量 60 m ³
	淡河トレンチ	掘削土量 130 m ³
壁面スケッチ	小倉トレンチ	58 m ² (3 面)
	大川トレンチ	82 m ² (4 面)
	船坂 1 トレンチ	80 m ² (3 面)
	船坂 2 トレンチ	29 m ² (4 面)
	淡河トレンチ	58 m ² (3 面)
測量	小倉トレンチ	625 m ² (25m×25m)
	大川トレンチ	625 m ² (25m×25m)
	船坂 1 トレンチ	1050 m ² (35m×30m)
	船坂 2 トレンチ	2250 m ² (50m×45m)
	淡河トレンチ	1750 m ² (50m×35m)

2. 地質概説（野島地区）

2. 1. 地質の概要

本地域は兵庫県淡路市に位置し、淡路島の北側の地域である。1995年の兵庫県南部地震で活動した野島断層が通り、現在でも同時に活動した地表地震断層の痕跡は随所に残されている。表 2.1.1 に地質構成を、図 2.1.1 に本調査地域の地質図を示す。本地域では主に白亜紀後期の花崗岩類が分布し、その上を神戸層群、大阪層群が被覆している。

表 2.1.1 地質構成

年代	名称	概要
約 1 万年前～現代	沖積層	新しい時代の未固結の堆積物。低地に分布。
約 2～10 万年前	段丘堆積物	河川によって運搬された堆積物。台地を作る。
約 10～200 万年前	大阪層群	海に堆積した地層。神戸層群を覆う。
約 1500～4400 万年前	神戸層群	海に堆積した地層。
約 6800～7500 万年前	花崗岩類Ⅲ	本地域の基盤岩。領家花崗岩に属する。 古いものに新しいものが貫入している。
約 7500～8500 万年前	花崗岩類Ⅱ	
約 8000～9000 万年前	花崗岩類Ⅰ	

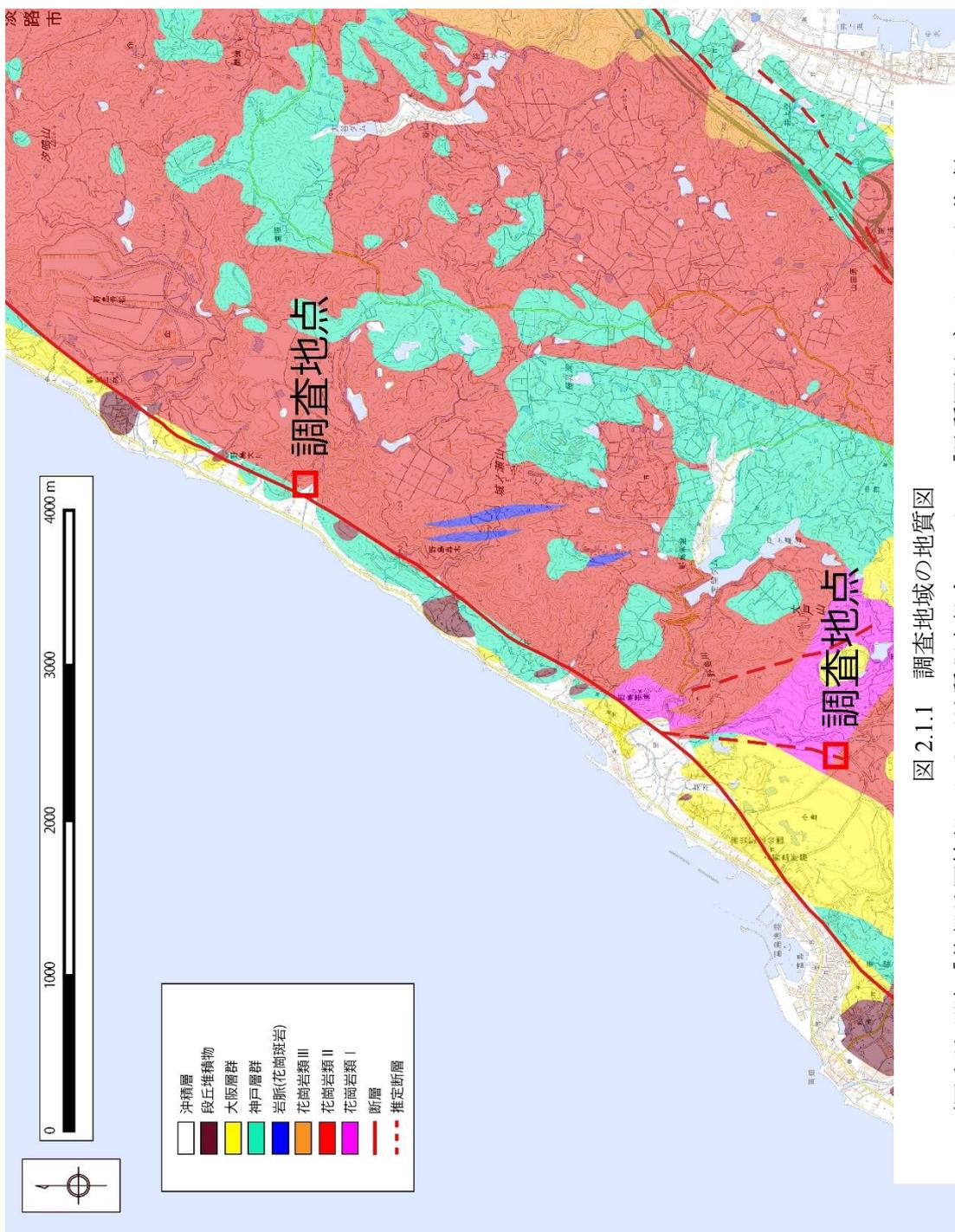


図 2.1.1 調査地域の地質図

(国土地理院「基盤地図情報」および地質調査総合センター「地質図類データ」から作成)

2. 2. 地質各論

(1) 花崗岩類

花崗岩類は、貫入時期から3つに区分される。これらは領家花崗岩とされているが、淡路島の領家帯は変成岩を欠くために識別が困難で、文献によって分類が異なる。地質調査所発行の「明石地域の地質」では、最も古い花崗岩類Ⅰは古期領家花崗岩、花崗岩類Ⅱと花崗岩類Ⅲは新規領家花崗岩に分類される。

①花崗岩類Ⅰ：都志川花崗岩

花崗岩類Ⅱの野島花崗閃緑岩の貫入を受け、一部で熱変成作用が見られる。調査地域内では、淡路市小倉、舟木～藁浦にかけて都志川花崗岩が分布する。トレンチ調査地点の採石場跡に露出する花崗岩は、都志川花崗岩である。

粗粒の黒雲母花崗岩、黒雲母の弱い定向配列が見られることもある。有色鉱物の含有量は7vol.%以下。捕獲岩は見られず、比較的均質。アルカリ長石、斜長石は灰白色を呈し、岩石としても灰白色の様相である。

②花崗岩類Ⅱ：野島花崗閃緑岩

この地域では最も広く分布し、調査地域周辺の花崗岩類の大半を占める。花崗岩類Ⅲの岩屋花崗岩、篝場山花崗岩の貫入を受けているが、その境界部に熱変成作用は見られない。花崗岩類Ⅰとは貫入時期に時間間隙があると考えられ、新規領家花崗岩に分類される。

中粒の角閃石黒雲母花崗閃緑岩、一部に有色鉱物の弱い定向配列が見られる。有色鉱物は5～25vol.%程度含まれる。長径数cmの苦鉄質包有物が見られることもある。黒雲母のK-Ar年代は 80.9 ± 4.0 Maである。

③花崗岩類Ⅲ：篝場山花崗岩

淡路島東端に分布する小岩体で、調査地域の東部に小規模に分布する。花崗岩類Ⅱとともに、新規領家花崗岩に分類される。

細粒～中粒の黒雲母花崗岩。比較的塊状均質で堅硬緻密なため、本岩の分布地域は急峻な高い地形を作っている。有色鉱物は乏しく、苦鉄質包有物も含まず、岩相の変化に乏しい。一部に微文象構造が見られる。

④貫入岩（ひん岩、花崗斑岩）

岩脈状に花崗岩内に貫入する。1～10m幅のものは随所で見られ、一部では幅50mに達するものも存在する。貫入面の主な走向はN-S系およびNE-SW系で、それぞれ急傾斜している。

ひん岩は斜長石、角閃石、輝石を含む暗灰色～淡黒色の細粒で堅硬緻密な岩石。花崗斑岩はアルカリ長石の乏しく、石英・斜長石・黒雲母の斑晶からなる。花崗岩の分布範囲全体にわたって見られる。

(2) 神戸層群

神戸層群は、明石海峡付近に分布する古第三紀の地層に対して与えられた名称であり、淡路島北部から神戸市、三田市まで分布する地層である。主に泥岩・砂岩・礫岩・凝灰岩などからなり、かつてこの地域に広がっていた巨大な湖の堆積物と考えられている。保存の良好な植物化石を産し、一部では動物化石も見られる。

淡路島北部では、神戸層群の岩屋累層が分布する。神戸市西部、三田盆地の神戸層群は古第三紀の堆積物であるのに対し、淡路島北部に分布する岩屋累層は新第三紀の堆積物である。そのため尾崎ほか（1996）では、岩屋累層は神戸層群から除くべきであるとされているが、本項では地質調査所発行の「明石地域の地質」の記述を踏襲する。

岩屋累層は淡路島北部の花崗岩類を不整合に覆い、更新世の大阪層群や段丘堆積物などによって不整合に覆われる。岩屋累層の模式地は淡路島北端の岩屋だが、本地域周辺では野島常盤で一連の地層が確認できる。図 2.2.1 に岩屋累層の模式柱状図を示す。層厚 100m 前後で、泥岩・角礫岩を挟む淘汰の悪い礫混じり砂岩からなる下部層、淘汰の良い砂岩及び礫岩からなる中部層、貝化石を含む海成泥岩・砂岩からなる上部層に区分される。

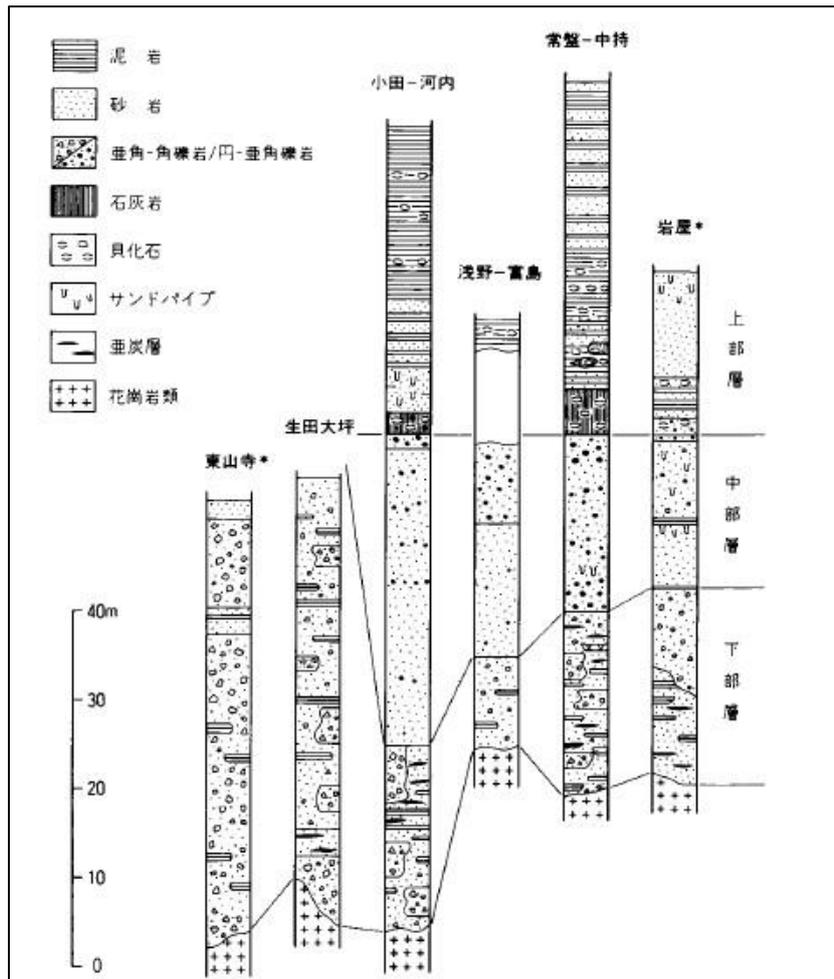


図 2.2.1 岩屋累層の模式柱状図（本文献より引用）

(3) 大阪層群

大阪層群は、新第三紀鮮新世末期～第四紀更新世後期（数10万～300万年前）にかけて堆積した内湾成～淡水成の地層である。関西地方の平野部に広く分布し、琵琶湖周辺の古琵琶湖層群、東海地方の東海層群などと対比される。同年代の地層は日本全国で見られるが、一般的には関西地方に分布するものが大阪層群と呼ばれる。

層相は、第四紀の気候変動および海水準変動を反映し、粘性土、砂、砂礫といった一定のサイクルを繰り返して変化している。主に砂礫層と粘土層の互層状の堆積層を示し、上部は海成粘土層が発達し、下部は非海成粘土層を挟む淡水成相が発達する。海成粘土層は内湾性の貝化石を産し、青色～暗灰色を呈する。大阪層群の地層中には多数の連続性の良い火山灰層が挟まれ、これらを鍵層とすることで層準の対比が可能である。特に、10～30cmの層厚の砂質安山岩質火山灰層である「アズキ火山灰層」は大阪層群の上部と下部の層序区分境界として広く用いられている。

本地域に分布する大阪層群は、北淡地域に分布する富島累層と東浦地域分布する仮屋累層である。これらは全て淡水成の地層からなり、その層準は大阪層群の中でも最下部である。図2.2.2に本地域の大阪層群の模式柱状図を示す。シルト-粘土層、砂層、礫層の互層からなり、全体としては礫層優勢な河川～湖沼成の堆積物である。

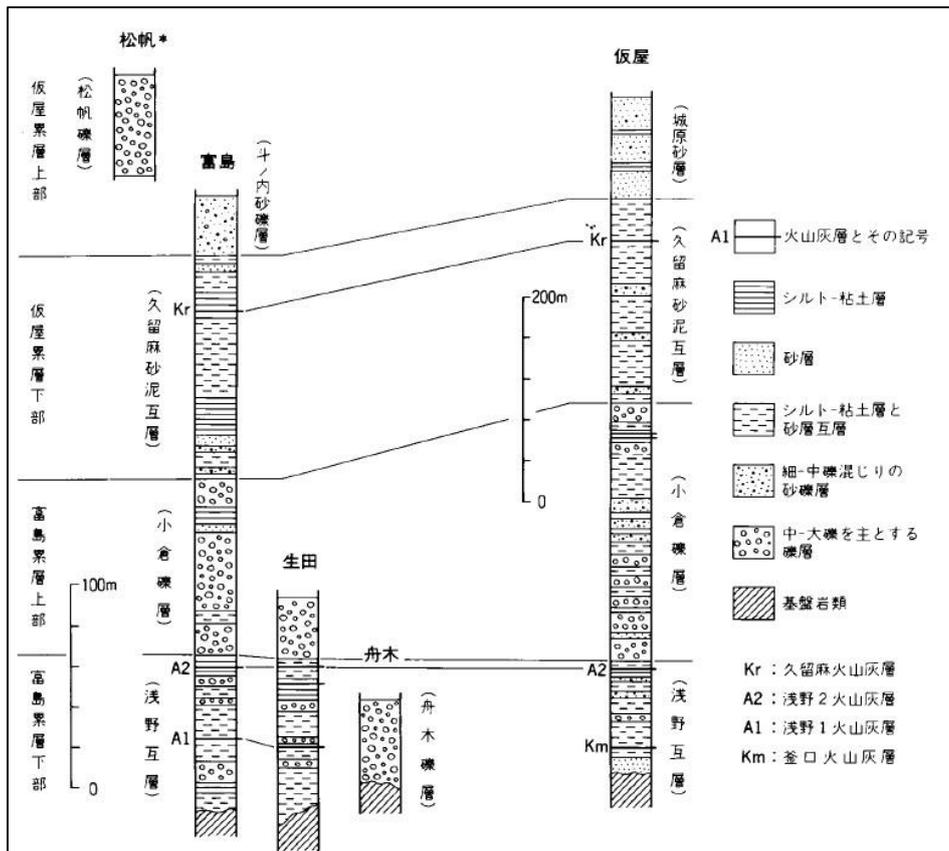


図 2.2.2 大阪層群の模式柱状図（本文献より引用）

(4) 段丘堆積物

本地域、淡路島北部の段丘は河川成であり、河川沿いや扇状地として形成されている。段丘は平らな段丘面と急な段丘崖からなる階段状の地形で、海水準変動と地殻変動、河川の浸食が絡み合って形成された地形である。海水準が相対的に停滞している時（変動が少ない時期）には平らな面が形成され、海水準が急激に低下する時（海面が下がるまたは陸地が上昇する時期）には平らな面が浸食されて崖ができる。これを繰り返すことで、複数の段丘面ができていく。段丘面は新しいものほど下方にできるため、高位の段丘面ほど古い時代のものである。これらは同じ高さの面同士で地形および形成年代の対比が可能である。

本地域の段丘面は古い方から、高位、中位、低位、最低位の4つに区分される。高位段丘面は標高170m付近の原山に小規模に分布する。中位段丘面は野島大川、斗ノ内～育波などに扇状地性の河岸段丘が分布する。低位段丘面は、富島・育波などで河川に沿って形成されている。野島平林・江崎では扇状地状に発達し、開析されていない段丘面が確認できる。最低位段丘面は富島川、育波川などの河道沿いに小規模に分布する。

2. 3. 活断層調査

2. 3. 1. 六甲・淡路断層帯の概要

六甲・淡路断層帯は、大阪府箕面市から兵庫県淡路市まで至る六甲・淡路断層帯主部と、洲本市から南あわじ市まで至る先山断層帯からなる。本項では、六甲・淡路断層帯主部について記す。

六甲・淡路断層帯主部は 1995 年の兵庫県南部地震で活動した断層であり、西宮市から淡路島にかけての全長約 30km の範囲の地下で活動し、淡路島西岸では明瞭な地表地震断層が出現した。表 2.3.1 に六甲・淡路断層帯の概要を、表 2.3.2 に将来の地震発生確率を示す。また、図 2.3.1 に六甲・淡路断層帯の位置図を示す。

表 2.3.1 六甲・淡路断層帯の概要
(地震調査推進本部, 2005 より引用)

項目	特性
構成する断層	六甲山地南縁～淡路島東岸 野畑断層、昆陽池陥没帯、伊丹断層、西宮撓曲、芦屋断層、 五助橋断層、岡本断層、諏訪山断層、元町撓曲、須磨断層、 横尾山断層、仮屋断層、楠本断層、東浦断層、野田尾断層、 仮屋沖断層 淡路島西岸区間 高磯断層、野島断層、水越撓曲、浅野断層
断層帯の長さ	約 71km (淡路島西岸区間は 23km)
一般的な走向	N50°E (全体) N60°E (淡路島西岸区間)
傾斜	50～70° (淡路島西岸区間は 80°)
幅	15～20km 程度 (※震源の深さが 15 km であることから推測)
変位方向	右横ずれ、北西側隆起の逆断層成分 (六甲山地南縁-淡路島東岸区 間) 右横ずれ、南東側隆起の逆断層成分 (淡路島西岸区間)
平均的な変位の速度	横ずれ：2m/千年、上下：0.4m/千年 (六甲山地南縁-淡路島東岸区 間) 横ずれ：0.7m/千年、上下：0.3m/千年 (淡路島西岸区間)
過去の活動	六甲山地南縁-淡路島東岸区間 活動①：16 世紀 活動②：約 3200 年前～6 世紀 淡路島西岸区間 活動①：1995 年 活動②：約 2000 年前～4 世紀 活動③：3700～5100 年前
平均活動間隔	900～2800 年程度 (六甲山地南縁-淡路島東岸区間) 1800～2500 年程度 (淡路島西岸区間)
将来の活動の規模	M7.1～7.9

表 2.3.2 六甲・淡路断層帯の地震発生確率
(地震調査推進本部, 2005 より引用)

区間	将来の地震発生確率	
六甲山地南縁-淡路島東岸区間	今後 30 年以内	ほぼ 0~0.9%
	今後 50 年以内	ほぼ 0~2%
	今後 100 年以内	ほぼ 0~5%
	今後 300 年以内	ほぼ 0~40%
淡路島西岸区間	今後 30 年以内	ほぼ 0%
	今後 50 年以内	ほぼ 0%
	今後 100 年以内	ほぼ 0%
	今後 300 年以内	ほぼ 0%

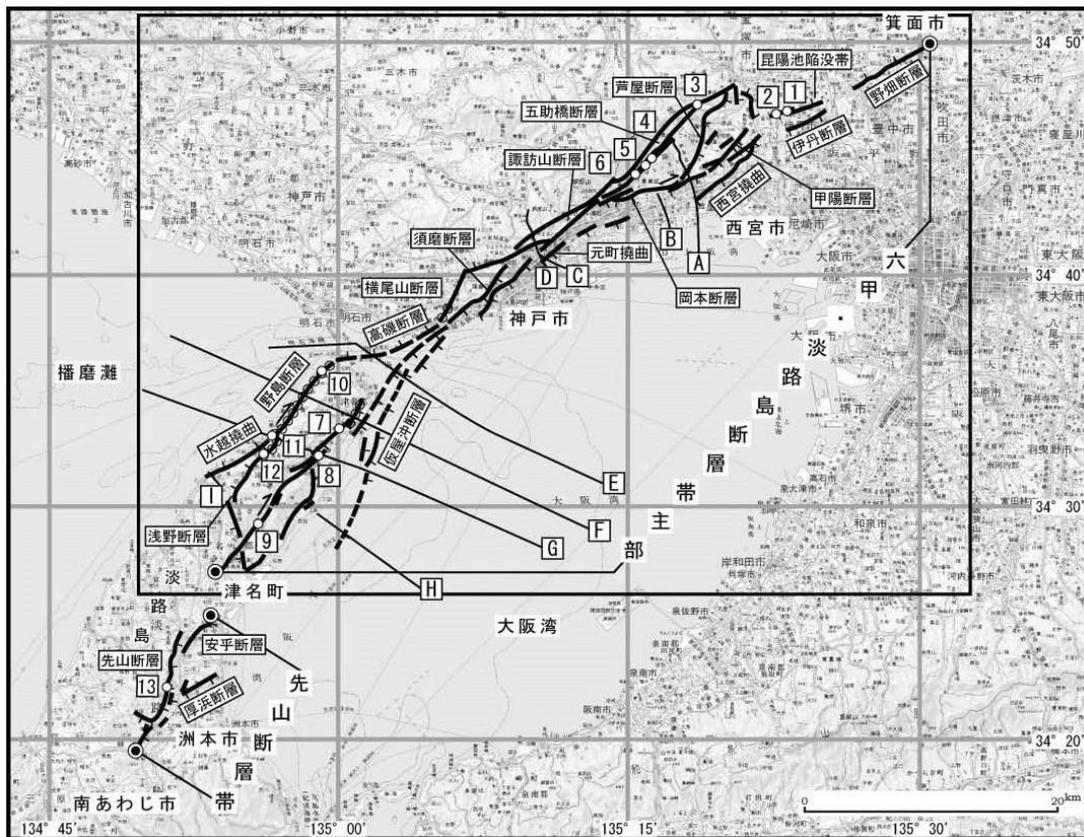


図 2.3.1 六甲・淡路断層帯の位置図
(地震調査推進本部, 2005 より引用)

2. 3. 2. 野島断層の既存調査

本調査の対象である野島断層は、六甲・淡路断層帯を構成する断層の一つで、淡路島北部の西岸を北東-南西方向に走る断層である。1995年の兵庫県南部地震で活動した断層の主要部分であり、地上に露出した地表地震断層としても広く知られている。震災当時の写真を図2.3.2に示す。淡路島北部の北淡町（現・淡路市）では、断層によって畑や道路、水路、住宅などに変位が生じるなど、大きな被害を受けた。

震災後は、地震を引き起こした断層として多くの調査・研究が行われた。断層の位置がある程度判明しているため、トレンチ調査や大深度のボーリング調査も複数行われている。



図 2.3.2 震災当時の北淡町梨本の状況
(野島断層 写真と解説 より引用)

(1) トレンチ調査

野島断層のトレンチ調査は震災直後から行われている。図 2.3.3 に北淡町梨本地区（現・淡路市野島暮浦）のトレンチ調査位置を示す。これらのトレンチは、野島断層の活動履歴を評価することを目的として地質調査所が実施した。この中でも、過去の活動履歴の確認された梨本 1 および梨本 3 トレンチの壁面スケッチを図 2.3.4 と図 2.3.5 に示す。

梨本 1 地点では、最新活動とそれに先立つ活動（1 つ前の活動）が確認される。V 層（約 2000 年前～2 世紀）を切る断層を IV 層（2-4 世紀）が覆うことから、その活動は 2000 年前～4 世紀の間と考えられる。梨本 3 地点では梨本 1 地点よりも古い堆積物が分布し、さらに前の活動（2 つ前の活動）が見出される。IV 層（約 4900～5100 年前）の落ち込みを III 1 層（約 2700～3900 年前）が覆うことから、その活動は 3700～5100 年前の間と考えられる。このことから、野島断層の活動周期は、約 2000 年と推測される。また、変位については、段丘面の変位とトレンチの観察から、上下変位速度が約 0.3m/千年、右横ずれ変位速度が 0.7m/千年と推定される。

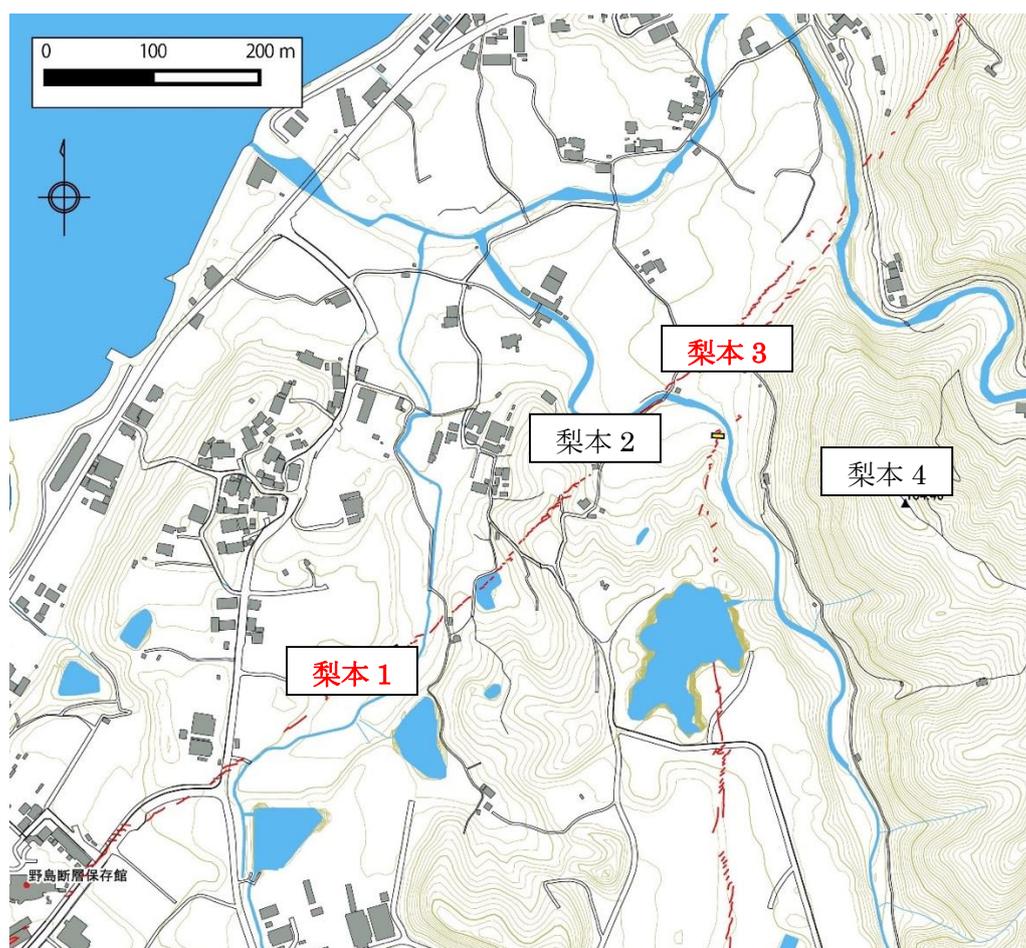


図 2.3.3 既存トレンチ位置図

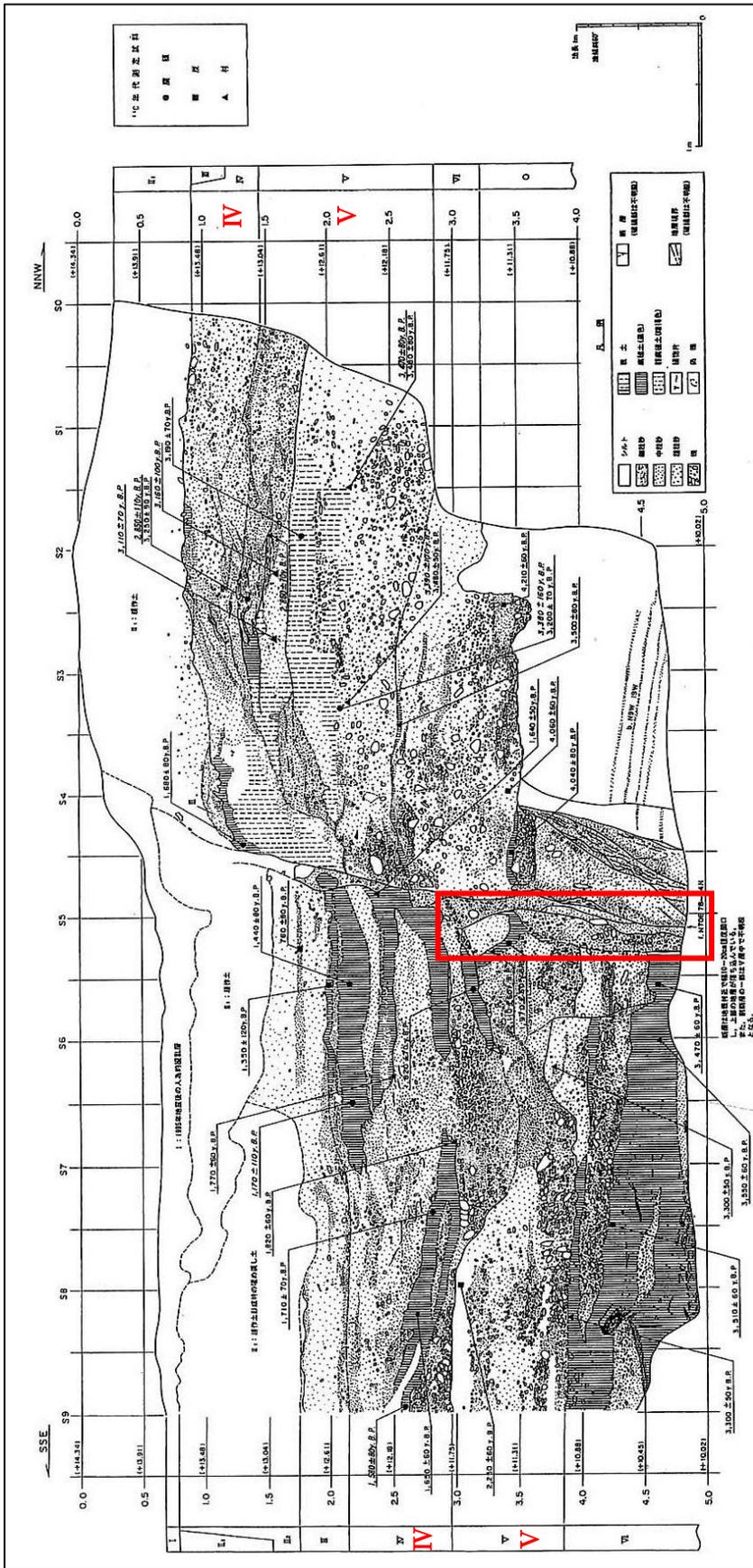


図 2.3.4 梨本 1 地点トレンチ壁面スケッチ (栗田・鈴木, 1996 より引用)
 V 層 (約 2000 年前～2 世紀) を切る断層を IV 層 (2～4 世紀) が覆う。
 →1 つ前の活動は 2000 年前～4 世紀の間

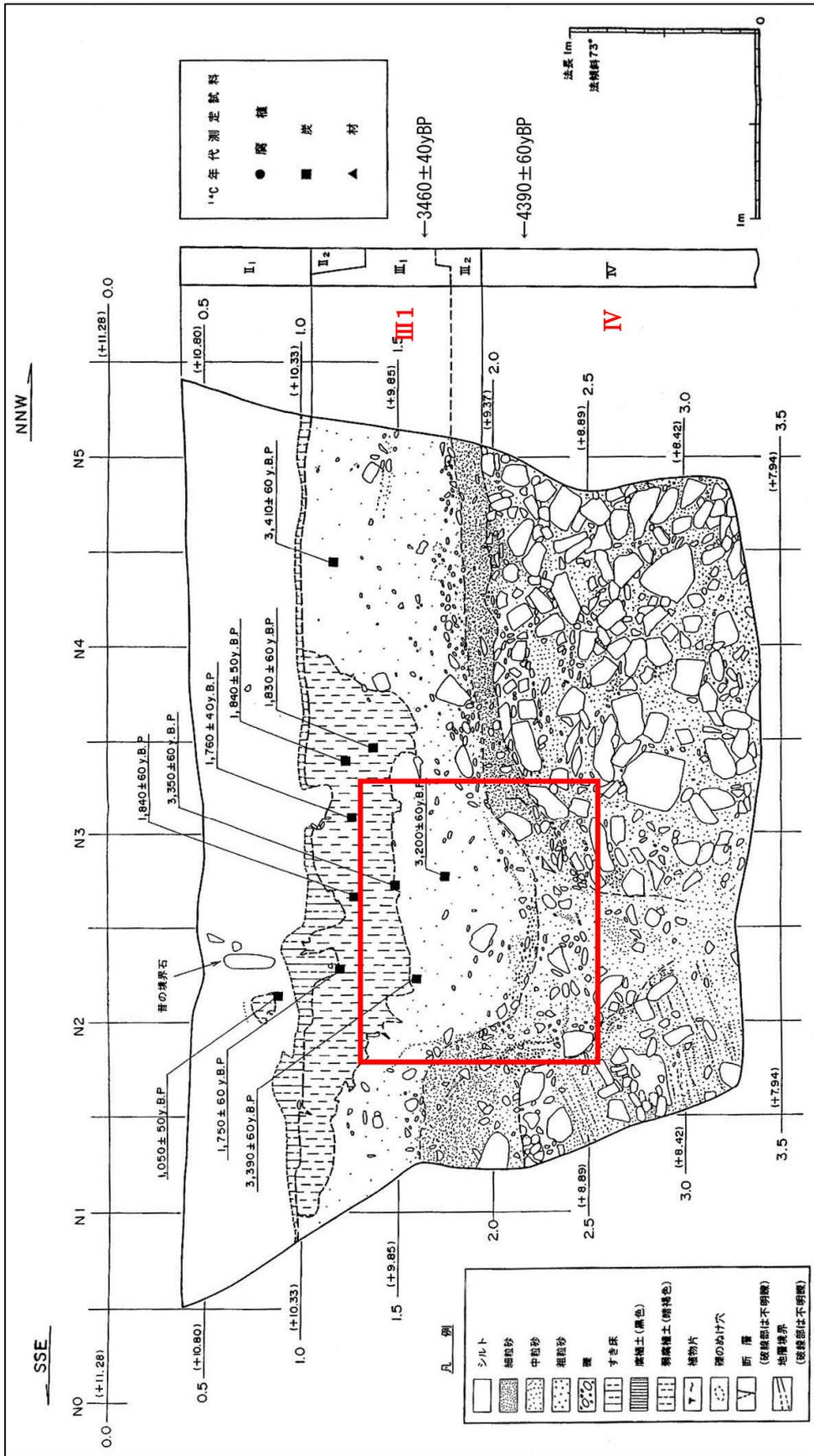


図 2.3.5 梨本3地点トレンチ壁面スケッチ (栗田・鈴木, 1996より引用)
 IV層 (約 4900~5100 年前) の落ち込みをIII層 (約 2700~3900 年前) が覆う
 →2つ前の活動は 3700~5100 年前の間

(2) ボーリング調査

野島断層の大深度ボーリングはいくつか行われているが、その中でも野島断層とその分岐断層（浅野断層）を対象としたボーリングが大学連合組織によって北淡町富島（現・淡路市野島墓浦～小倉）で行われている。図 2.3.6 にボーリング位置図を、図 2.3.7 にボーリング調査結果を示す。

500m 掘削孔は野島断層を対象とし、断層を貫くように斜め方向に約 60°の傾きで掘削を行っている。この調査によって、野島断層による上下方向の累積変位と断層の傾斜が詳細に把握された。上下方向の累積変位は約 230m 南東側隆起、断層の傾斜は 83°南東落ちである。断層の傾斜は地表で測定された 84°南東落ちとほぼ一致し、地下 400m 付近までは傾斜がほぼ一定であると考えられる。

800m 掘削孔および 1800m 掘削孔は分岐断層を対象として行っている。800m 掘削孔は観測機器の設置目的のため試料採取はほとんど行っていないが、1800m 掘削孔は深層のコアを採取している。また、地表では西傾斜の正断層の様相である分岐断層が、地下深部では傾斜が変化し、東傾斜の逆断層となることが明らかになった。分岐断層は東側隆起であり、地表の花崗岩と 500m 孔の花崗岩の出現深度から推測すると、約 150～200m 程度の上下方向の累積変位である。

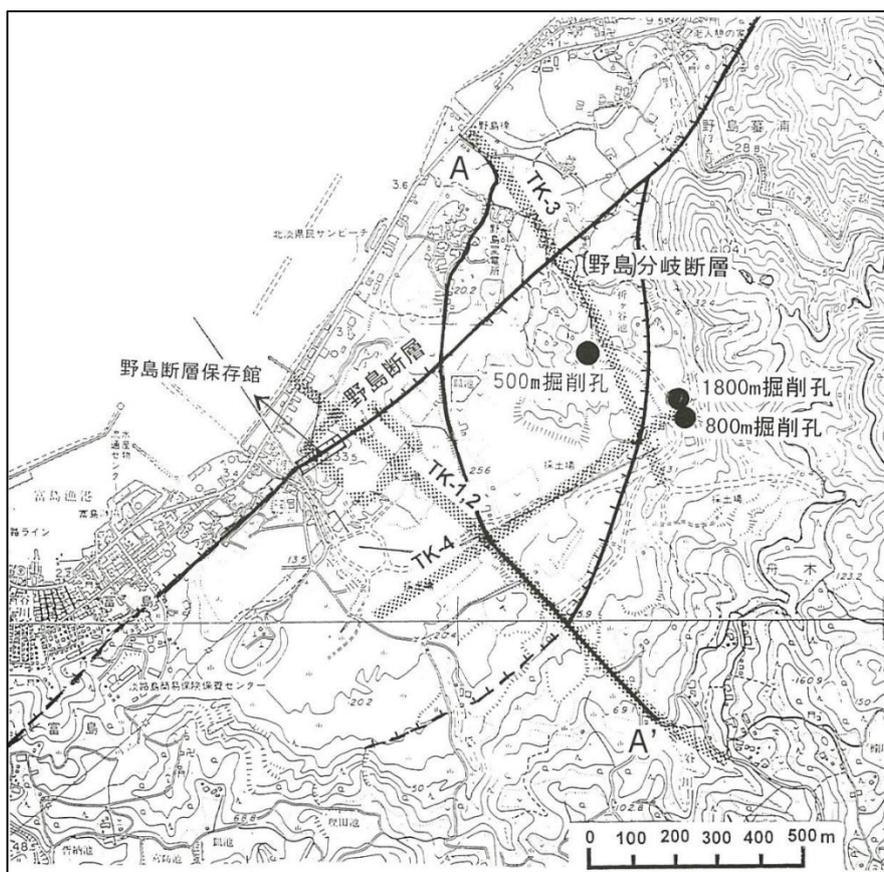


図 2.3.6 大深度ボーリング位置図
(野島断層 写真と解説 より引用)

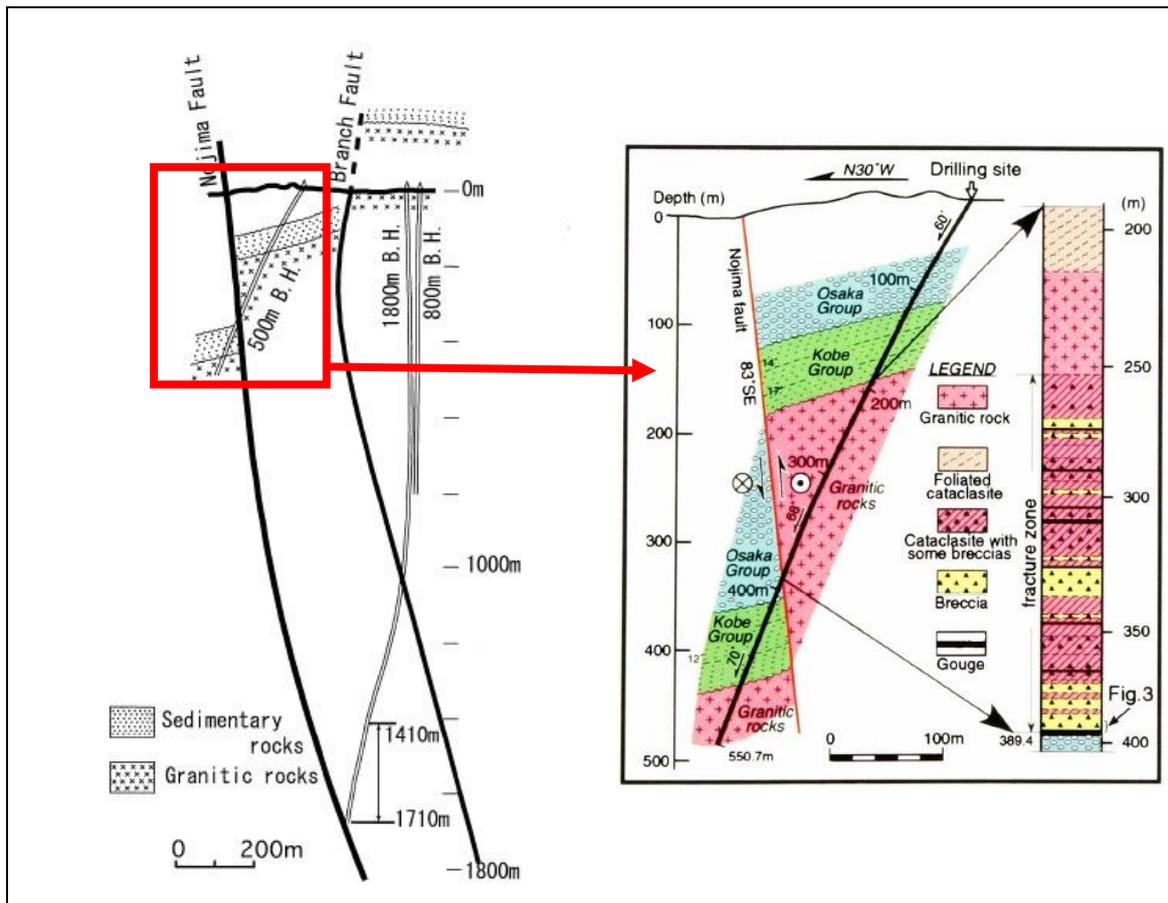


図 2.3.7 ボーリング断面図

(新井ほか, 2003 および林ほか, 1999 より引用)

3. トレンチ調査結果（野島地区）

野島地区で実施した小倉トレンチ、大川トレンチ各調査の結果を述べる。

3. 1. 小倉トレンチ

3. 1. 1. トレンチ調査地点

図 3.1.1 に本調査地点位置図を示す。小倉トレンチは淡路市小倉に位置し、大戸山（標高 224m）の西方 850m、北淡震災記念公園の東南東 720m 付近の切土造成地である。この地点周辺では、1995 年の震災時に地表で断層による右横ずれを伴う地割れが確認されている。現在、地表面からは断層は見出せないが、トレンチ地点の北東に断層露頭を確認することができる（図 3.1.2、図 3.1.3）。

図 3.1.4 に標高段彩図を示す。地形的には、東方の丘陵地から西方に緩く傾斜する標高 20～50m 程度の緩斜面であるが、本地点は先述の通り切土造成地であり、もともとは標高 30～70m 程度の丘陵地であった。

図 3.1.5 に周辺の地質図を示す。調査地域には丘陵地を形成する花崗岩～花崗閃緑岩と、低地を形成する堆積岩類が分布し、調査地はその境界に位置する。

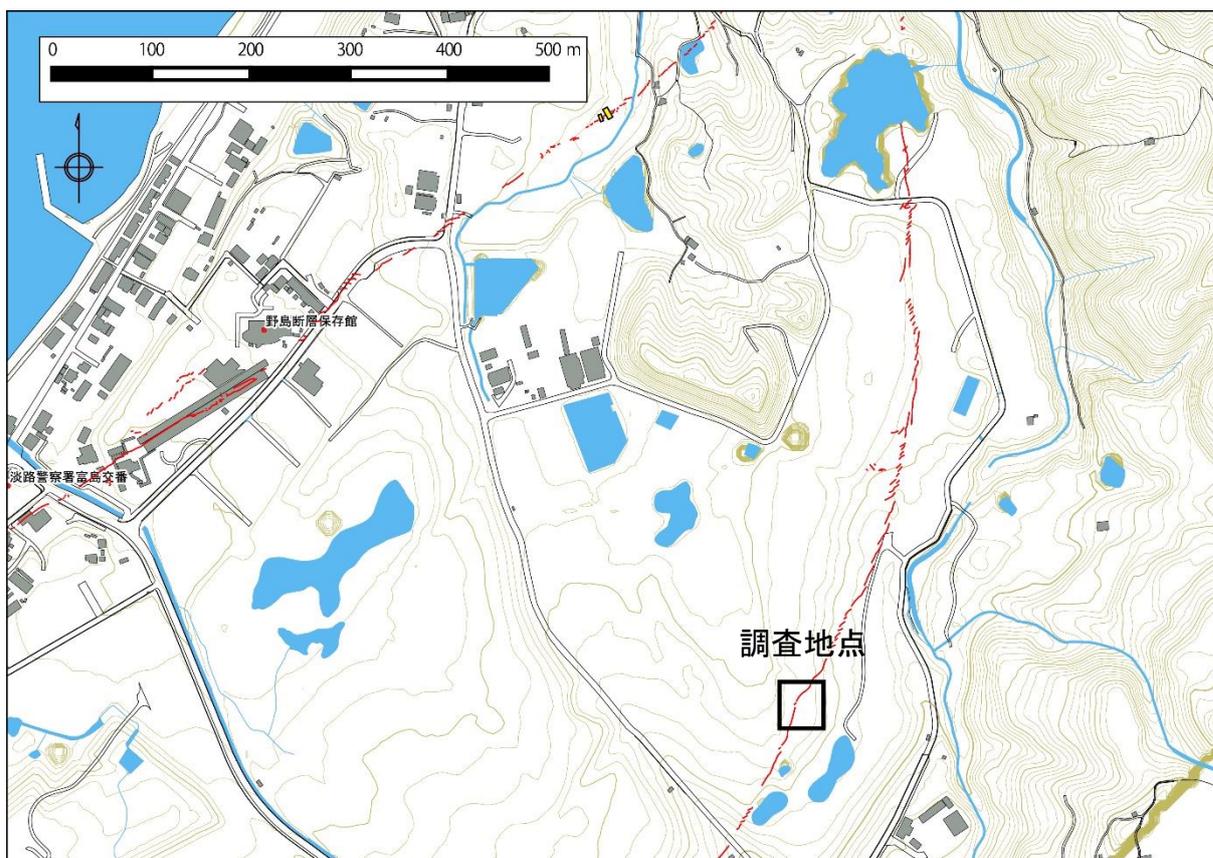


図 3.1.1 調査地域位置図（国土地理院「基盤地図情報」から作成）

赤線は 1995 年震災時の断層位置のトレース



図 3.1.2 1996年8月5日時点の断層露頭（「野島断層 写真と解説」より引用）



図 3.1.3 2015年11月時点の断層露頭

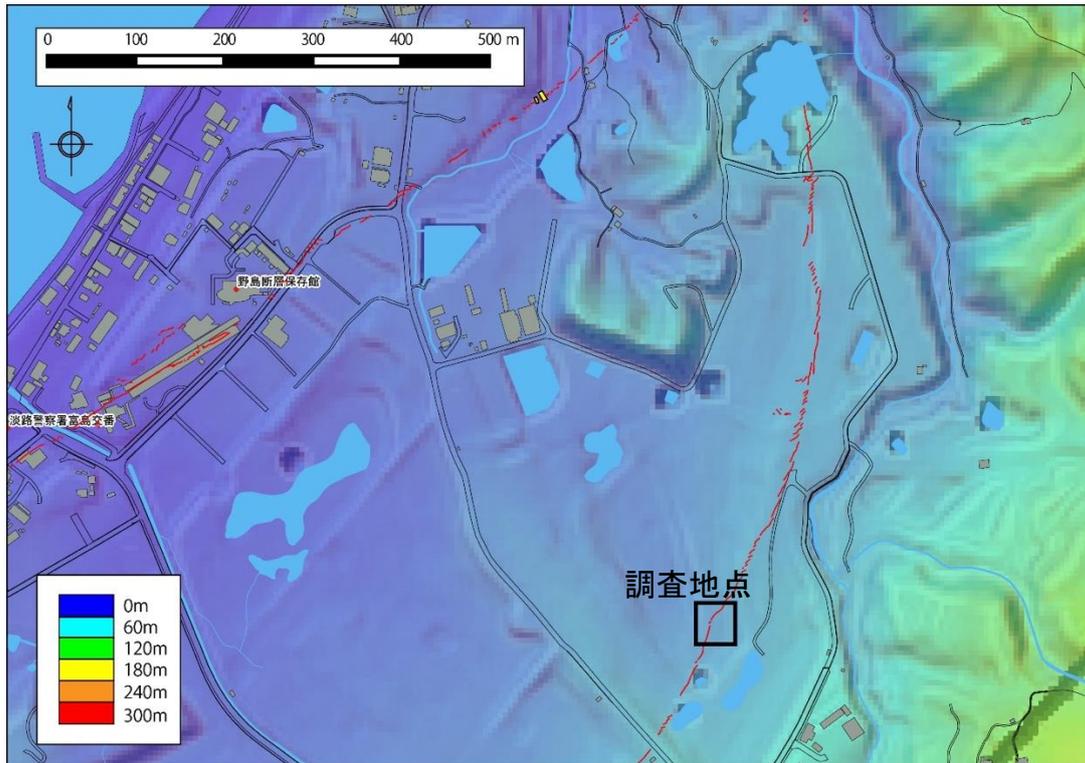


図 3.1.4 調査地域標高段彩図 (国土地理院「基盤地図情報」から作成)

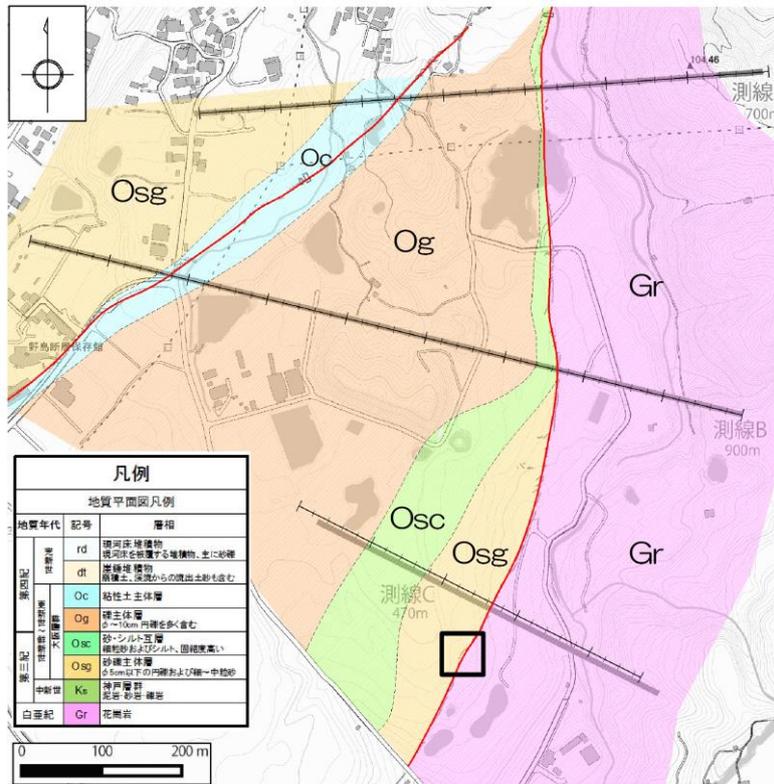


図 3.1.5 調査地域地質図

(ベースマップは国土地理院「基盤地図情報」を使用)

3. 1. 2. トレンチ掘削概要

掘削は、概ね西傾斜の緩斜面を北西・南東方向に長軸をとって長さ 15.0m、幅 2.5~5.0m、深さ 1.5~3.0m のトレンチを掘削した後に、断層の分布の連続性を確認するため、トレンチ北東壁の一部を断層沿いに掘削した。土量は概算で 160m³ 程度である。

図 3.1.6 に概要図を、図 3.1.7 に調査地点の平面図 (1/200) を示す。測定の精度は、公共測量における 3~4 級基準点測量および地形・応用測量と同等である。掘削にはバケットの大きさが 0.2~0.3m³ 程度のバックホウを使用した (図 3.1.8)。掘削残土はトレンチ周辺の空き地に置き、崩壊の無いように積み上げた。

トレンチ調査の終了後は、掘削した土砂を転圧しながら埋め戻して原状復帰を行った。(図 3.1.9)。

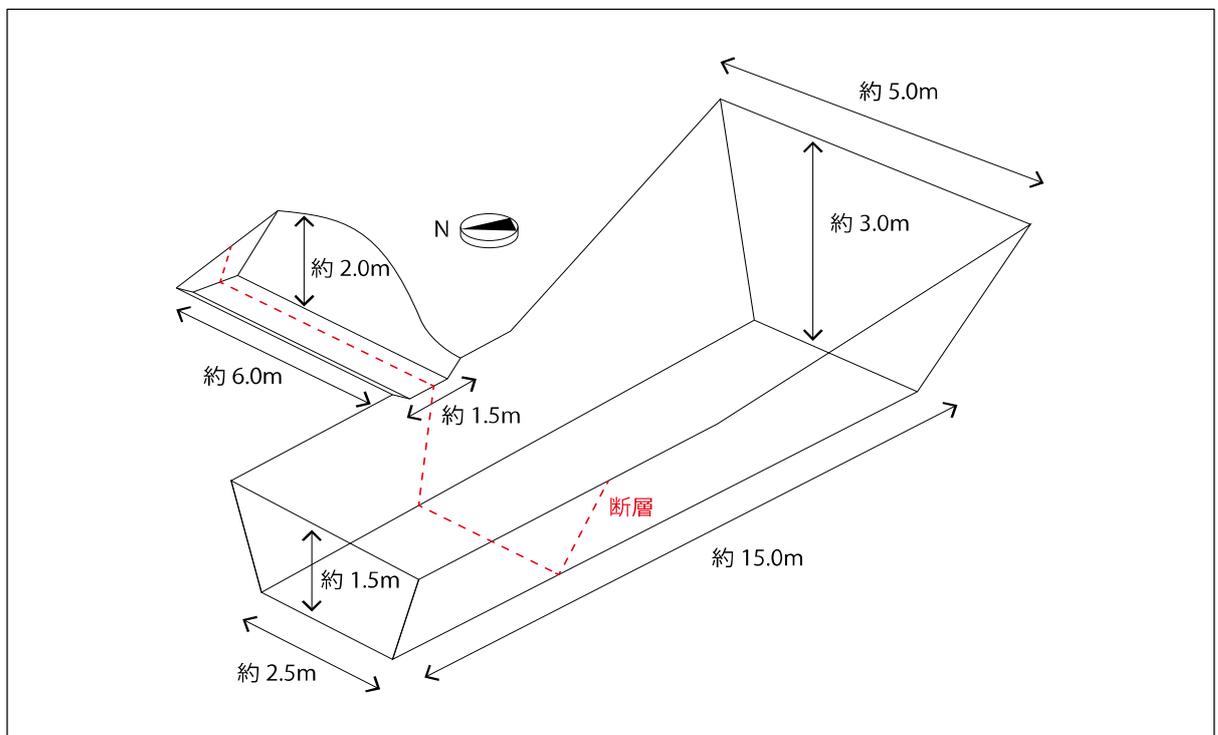


図 3.1.6 トレンチ概要図

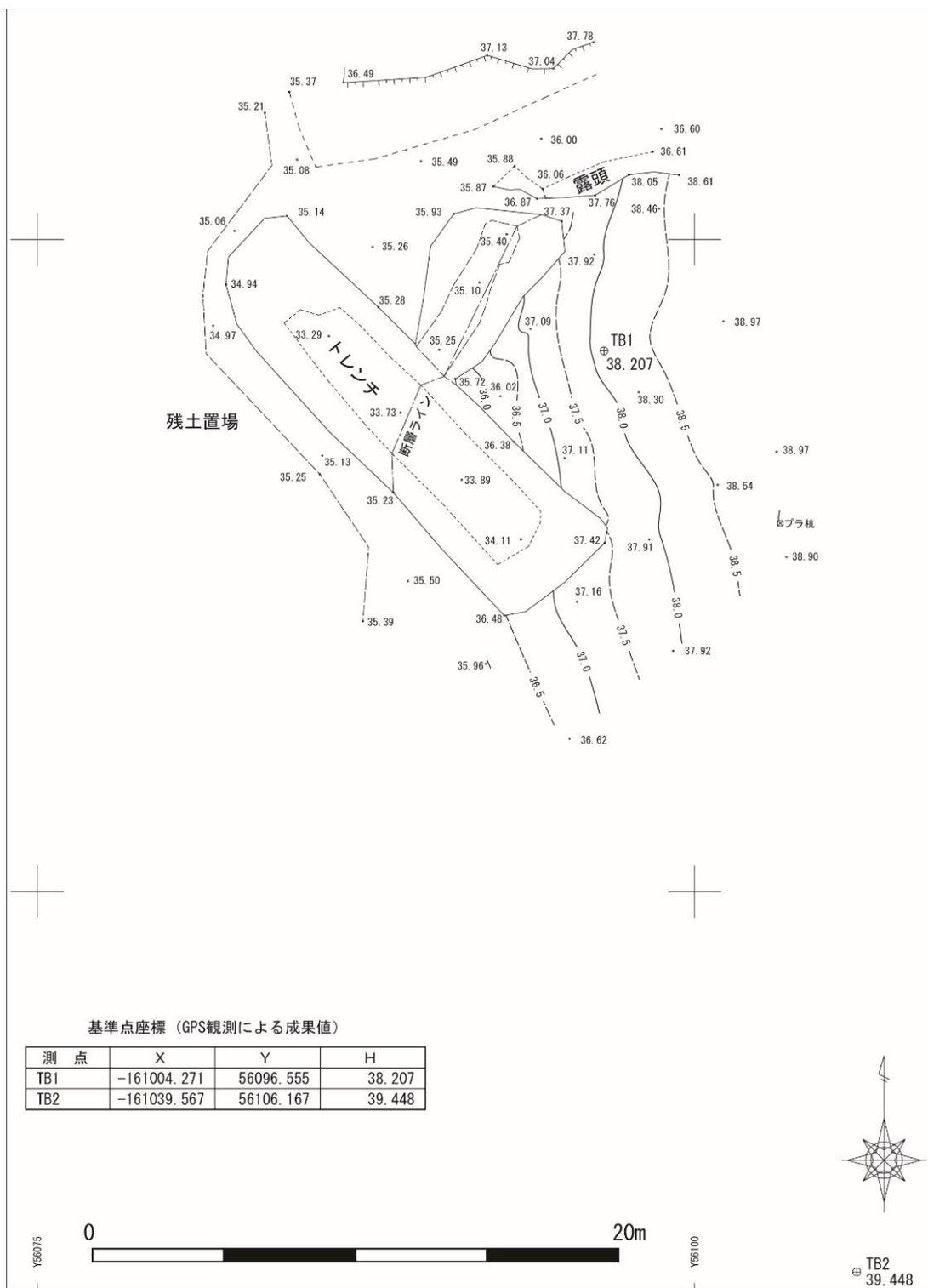


図 3.1.7 調査地点の平面図



図 3.1.8 バックホウによる掘削の状況



図 3.1.9 埋め戻し後

3. 1. 3. トレンチ壁面の調査結果

図 3.1.10 に小倉トレンチ N 面の壁面スケッチ、図 3.2.11 に小倉トレンチ N 面の壁面写真を、図 3.2.12 に小倉トレンチ S 面の壁面スケッチ、図 3.2.13 に小倉トレンチ S 面の壁面写真を、図 3.2.14 に小倉トレンチ E 面の壁面スケッチ、図 3.2.15 に小倉トレンチ E 面の壁面写真を、図 3.2.16 に小倉トレンチ拡張部の底面スケッチ、図 3.2.17 に小倉トレンチ拡張部の底面スケッチをそれぞれ示す。小倉トレンチのスケッチは、小倉トレンチ拡張部の底面スケッチは 1/10 スケール、その他は 1/20 スケールで作図した。

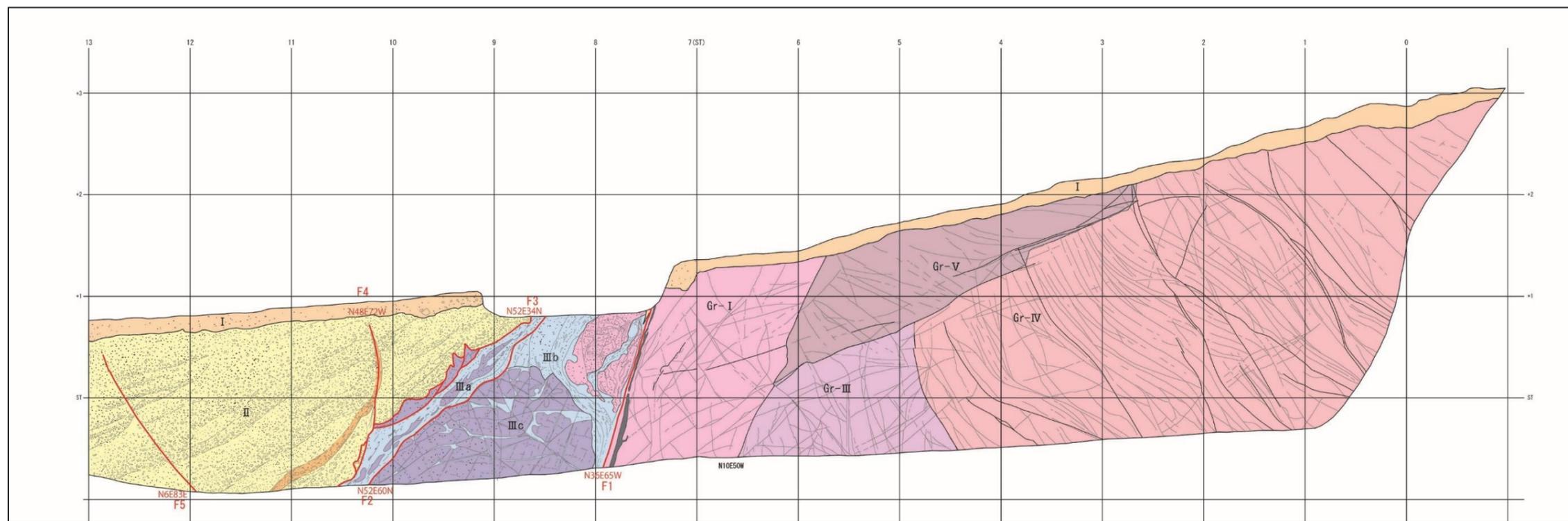


図 3.1.10 小倉トレンチ N 面壁面スケッチ

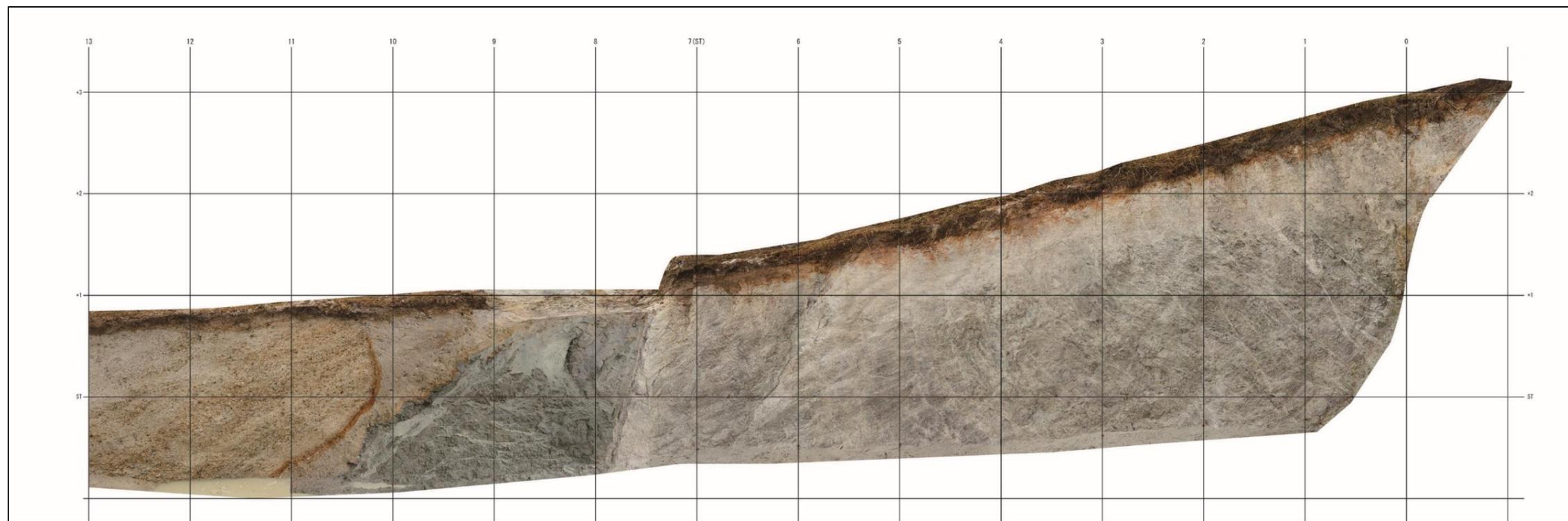


図 3.2.11 小倉トレンチ N 面壁面写真

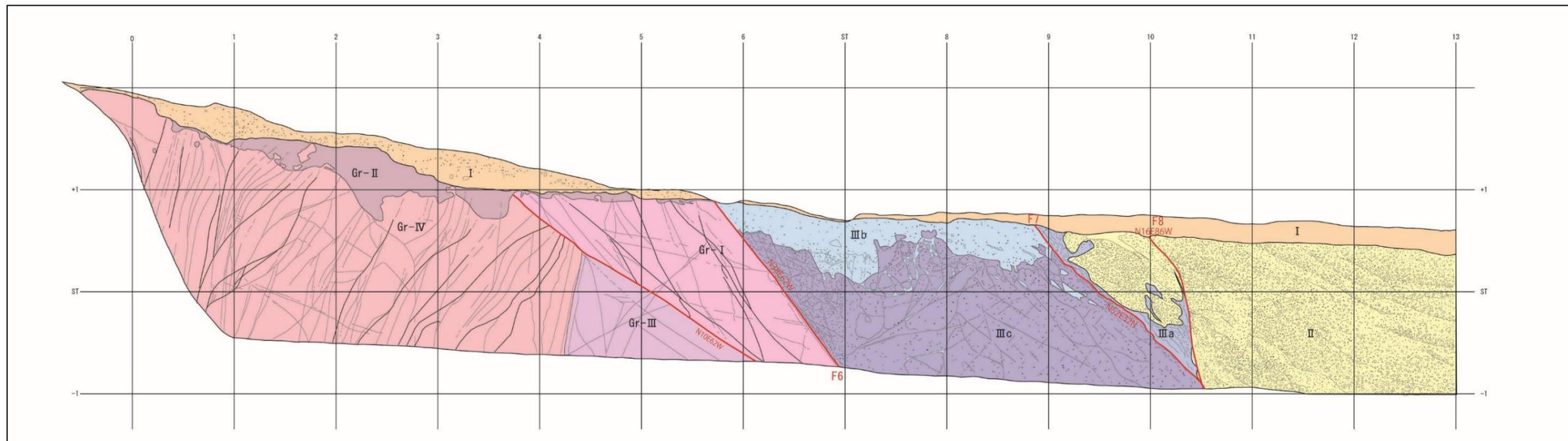


図 3.1.12 小倉トレンチ S 面壁面スケッチ



図 3.2.13 小倉トレンチ S 面壁面写真

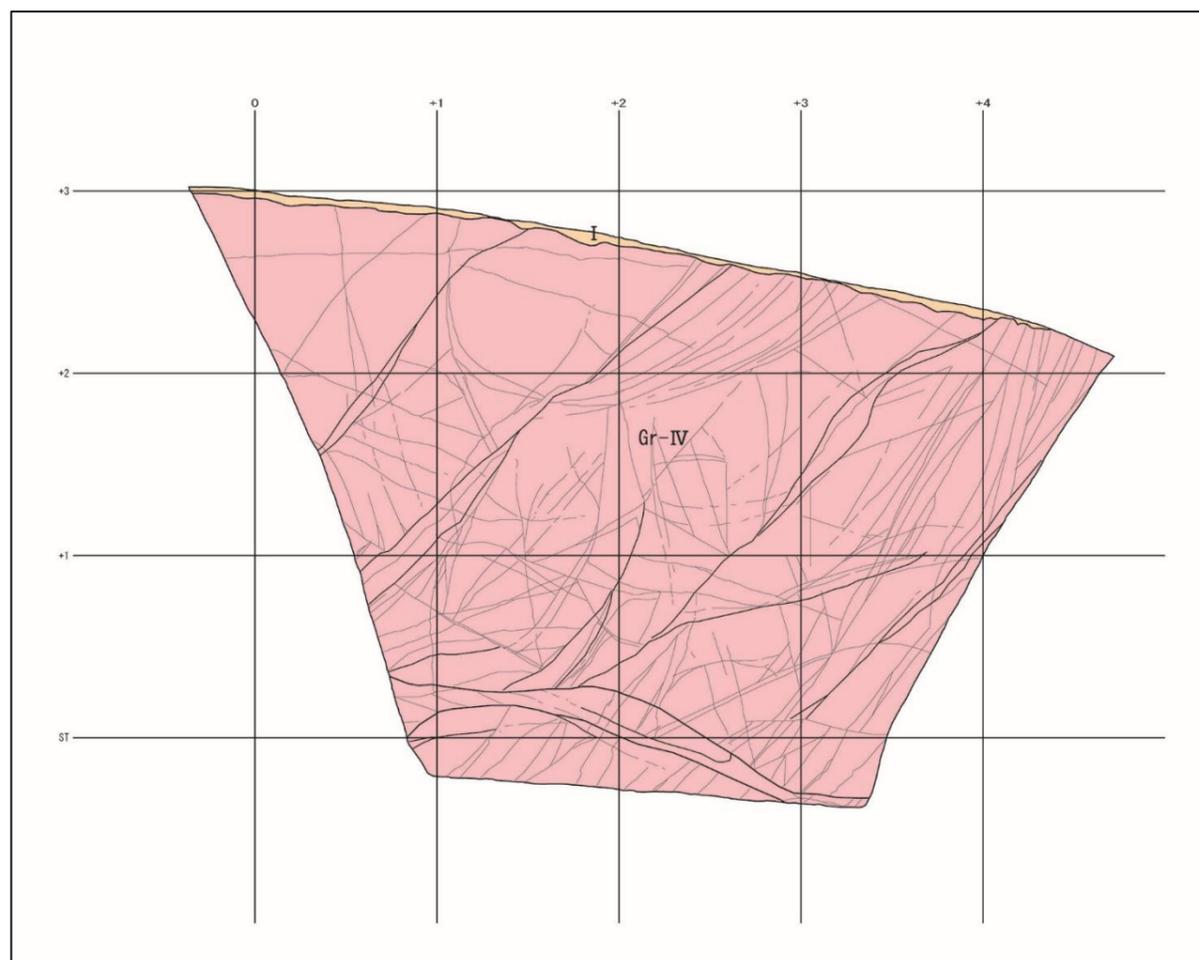


図 3.1.14 小倉トレンチ E 面壁面スケッチ

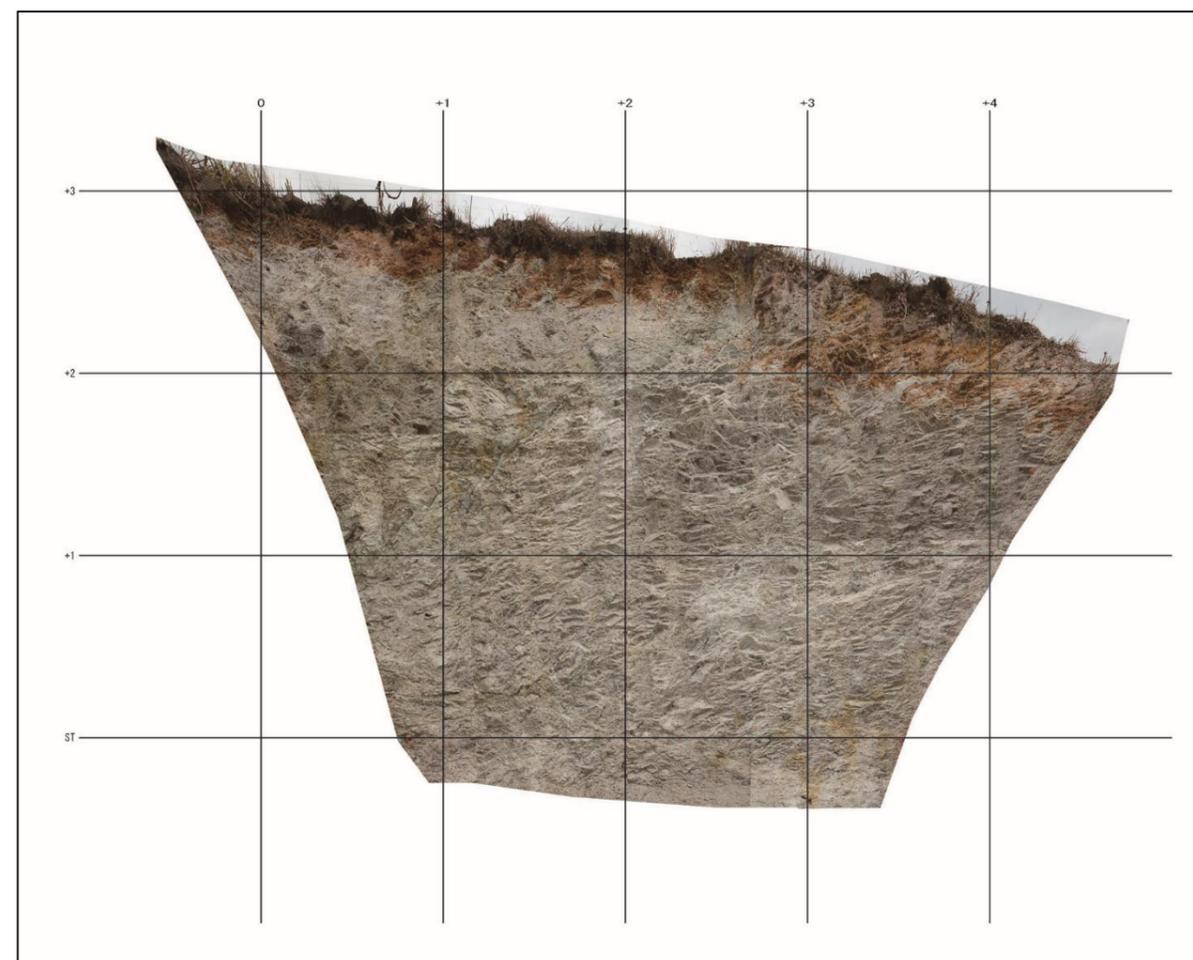


図 3.2.15 小倉トレンチ E 面壁面写真

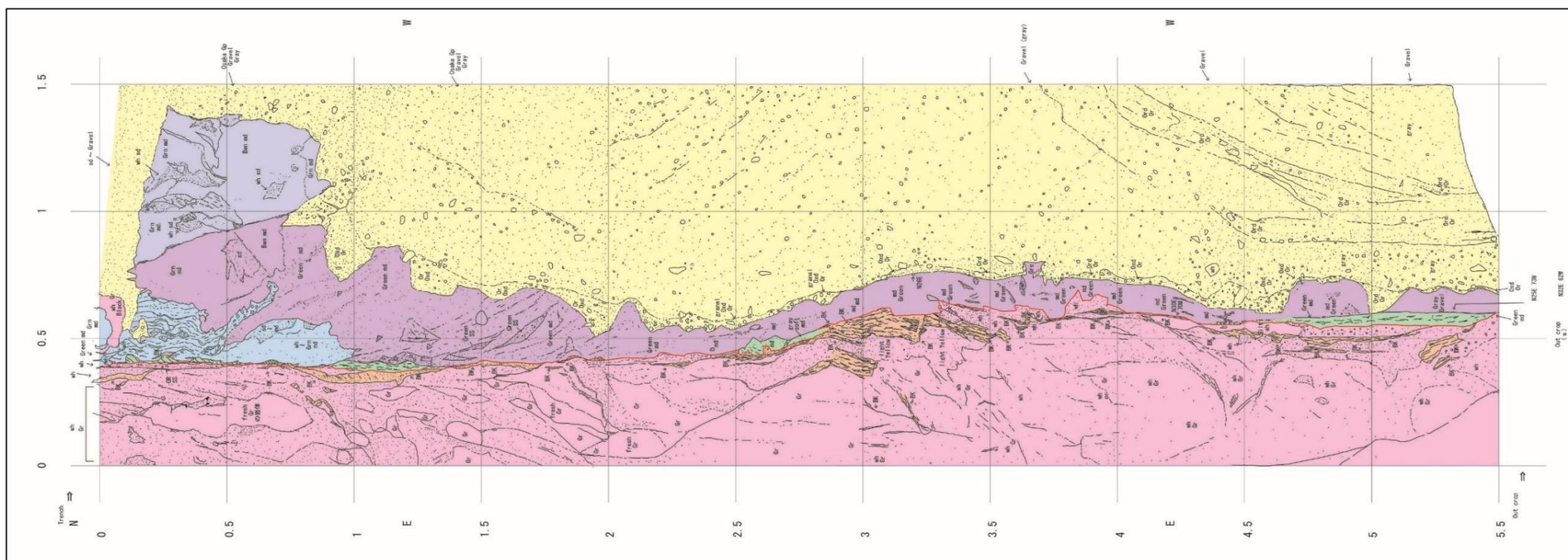


図 3.1.16 小倉トレンチ拡張部底面スケッチ (1/10 スケールで作図)

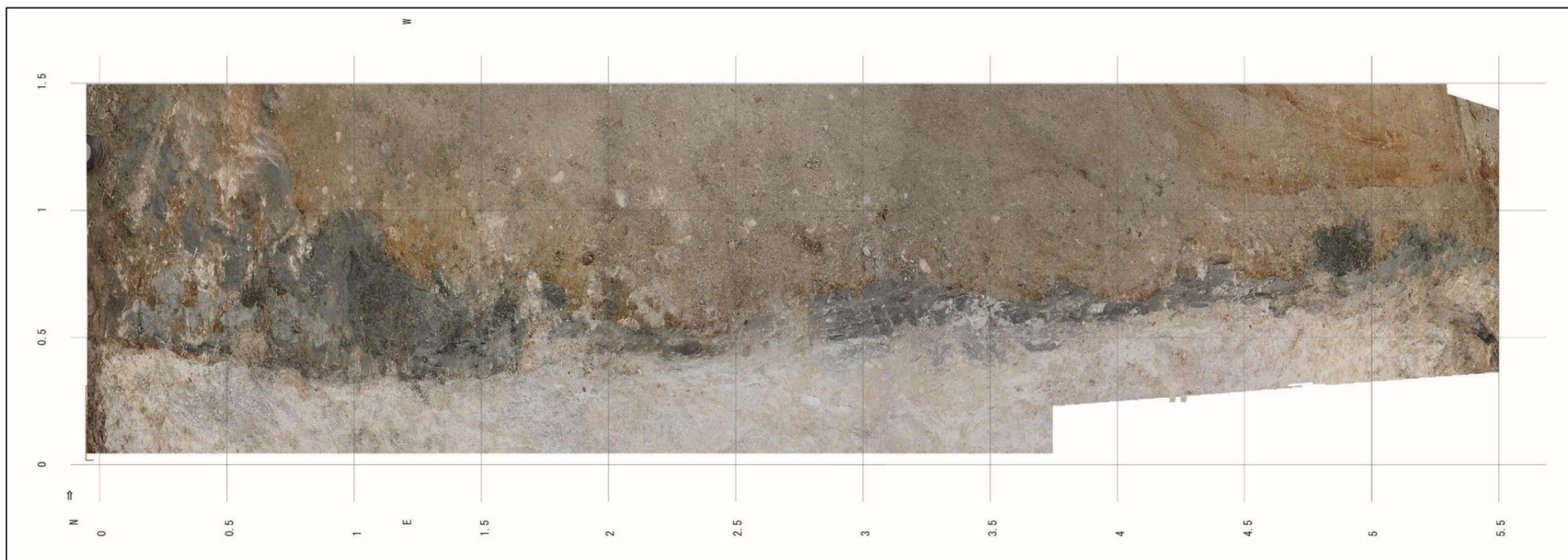


図 3.1.17 小倉トレンチ拡張部底面写真

3. 1. 4. 層序区分

小倉トレンチの各層序について、以下に記す。

(1) I層：表土（暗褐灰色礫混じり砂）

調査地の最表層部に5～20cm程度の厚さで分布する表土。暗褐灰色を呈する礫混じりシルト質砂からなる。礫は2～50mmの円礫～角礫からなる。礫種は花崗岩を主体とし、泥岩、砂岩を含む。本地層は下位の砂岩礫岩互層及び花崗岩風化物したものを主体とする。N面では7～8付近に分布する断層に沿って、表土がくさび状に20cm程度入り込む。

(2) II層：褐色砂岩礫岩互層

調査地の断層より西側、トレンチにおいてはN面およびS面の9～13付近に分布する、含礫砂岩と砂質礫岩の級化を繰り返す互層である。比較的風化が進み固結度低く、容易に掘削することが可能である。礫はΦ2～100mmの円～垂円礫、礫種は花崗岩、堆積岩（泥岩・砂岩）からなる。砂は中～粗粒砂主体、細粒分乏しく孔隙が多い。S面10～12の下部では、淘汰の良い中粒砂層が分布する。また、一部では炭化木片が含まれる。

層理面は全体としてトレンチ東側（9～11付近）では40°程度西傾斜であるが、西側ほど緩くなり、トレンチ西側（12～13付近）では10°程度西傾斜に変化する。また、本地層に含まれる礫の伸長方向も、層理面の傾斜方向と概ね一致する。

N、S両面とも9～10付近で砂混じり粘土・シルト層と明瞭な断層で接し、特にS面においては断層によって分断された本層が粘土中にブロック状に包有される。

またN面では10付近及び12～13付近の堆積構造に鉛直方向のずれた構造が認められ、10付近ではこの構造に沿って幅5mm程のシルト～細粒砂が挟在する。

(3) III層：シルト岩

N面8～10付近、S面6～10付近に分布する灰緑色の塊状シルト岩および脈状～不定形の緑灰色粘土。砂岩礫岩互層のような堆積構造は認められないが、それぞれが断層や割れ目などで様々な構造を持つ。構造や様相から3つの部分に区分される。

IIIa：断層部（砂岩礫岩互層境界）

砂岩礫岩互層との境界部の2本の断層に挟まれる部分。緑灰色の粘土が主に見られる。S面では、分断された褐色の砂岩礫岩互層ブロック（φ1m程度）が、緑灰色粘土中に包有される。N面ではやや小さな砂岩礫岩互層のブロックおよびシルト岩のブロックが、緑灰色粘土中に包有される。粘土は軟らかく粘性が高く、比較的均質である。粘土には断層に沿って引き伸ばされた構造が見られる。

IIIb：軟質粘土

IIIaおよびIIIcで見られる緑灰色の粘土からなる部分。N面では花崗岩との境界の断

層部に見られ、断片化した $\phi 300\sim 700\text{mm}$ 程度の花崗岩ブロックを包有する。S 面では IIIc 層の上部に見られ、断層による構造などは見られず、一部で酸化して褐色を呈する。粘土は IIIa 層同様に、軟らかく粘性が高く、均質である。N 面では、包有する花崗岩ブロックの周囲の粘土に、下方へ引きずり込まれる構造が見られる。

IIIc : 灰緑色シルト岩

シルト岩の主部。塊状均質な灰緑色シルト岩中に、緑灰色粘土脈が縦横無尽に入る。N 面では特に顕著で、幅数 $\text{mm}\sim 4\text{cm}$ 程度の粘土脈が明瞭に認識できる。粘土は軟らかく粘性がある一方で、シルト岩は良く締まり、鎌で削るのがやや困難である。花崗岩との境界は非常に明瞭な断層で、断層沿いには $5\sim 20\text{mm}$ 程度の粘土が挟まれる。

(4) 花崗岩

本トレンチの東側に分布する花崗岩。一部の表層付近 $5\sim 50\text{cm}$ 程度は酸化によって褐色を呈すものの、全体としては無色鉱物が卓越して灰白色を呈する。変質度、割れ目の傾向、硬軟から 4 つに区分される。岩石としては同一岩相で、中～粗粒の優白色花崗岩である。シルト岩とは明瞭な断層で接する。亀裂が発達し、一部には幅数 mm の黒色脈を伴う。

Gr- I : 中～強変質部

変質度高く、割れ目が網目状に入る。断層から 50cm 程度は変質によって軟質化し、鎌で削れ、一部は爪で容易に削れる程度である。断層から遠ざかるにしたがって変質度が低下し、比較的硬質な岩盤となる。断層付近は原岩の構造は残るが有色鉱物は変質によって失われ、白色を呈する。断層から離れた部分は石英粒子が目立つ灰白色の変質花崗岩である。

Gr- II : 中変質部

N 面では全体的に白色を呈し、原岩構造は不明瞭。S 面では褐色酸化し、2 付近では湧水が流下する。割れ目は不明瞭なものが多く、Gr-IV のような定方向性も見られない。やや軟質で、鎌で削ることができる。鉱物は変質しているが、石英は容易に判別できる。

Gr-III : 硬質部

周囲よりもやや堅硬な部分。ハンマーで破碎できるが、鎌で削れない。Gr- I、Gr- II との境界は明瞭、Gr-IV との境界はやや不明瞭だが、硬軟の違いで認識できる。割れ目は網目状で、不規則に入る。

Gr-IV : 弱風下部

風化度低く、断層から離れるにしたがって堅硬に変化する。断層から 20m 程度離れ

たトレンチ外では非常に堅硬で、重機での掘削が困難となる。北東傾斜の割れ目が卓越する傾向がある。

Gr-V：中変質部

地表面に近い部分。Gr-Iとの境界はN10E50W程度の明瞭な割れ目(あるいは地質断層)である。Gr-IIIおよびIVとは色調・変質度・割れ目の傾向の違いが見られるが、境界部はやや不明瞭である。

(5) 断層（地質境界）

N面6～STおよびS面6～STに、明瞭な地質境界をなす断層が確認される。変質し軟質化した白色の花崗岩と緑色のシルト岩が接する。境界部には2～4cm程度の暗緑灰色の粘土が見られる。花崗岩側では変質して軟質化しているが、原岩の構造は破碎されていない。N面のシルト岩側では、花崗岩ブロックを包有し、脈状の軟質粘土が入り、岩盤が断片化した様相を呈する。断層面の床面観察からは、どちら側にも断層面に向かって収斂するような割れ目や流動化構造が見られる。

3. 1. 5. 試料採取

小倉トレンチでは、トレンチ壁面及び底面の剥ぎ取りを5箇所で行った。

3. 1. 6. 走向傾斜の測定

小倉トレンチでは、岩盤内の亀裂および断層の走向傾斜の測定を実施した。

3. 2. 大川トレンチ

3. 2. 1. トレンチ調査地点

図 3.2.1 に本調査地点位置図を示す。大川トレンチは淡路市野島大川に位置し、東の山から西の海へ流れる大川川の右岸側である。この地点では、1995 年の震災時に地表で断層による破壊が確認されている（図 3.2.2 および 3.2.3）。この地点では地表の破壊のみで、断層面や岩盤は確認されていない。現在は修復され、のり面が破壊された部分には擁壁が設置されている。調査地点の畑は現在休耕中であり、雑草が繁茂している。

図 3.2.4 に標高段彩図を示す。地形的には、大川川に沿った扇状地であるが、調査地点の位置する標高 20～40m 付近に遷緩線があり、低地側と山地側で明確な地形的差異が認識される。既存研究及び 1995 年の震災時の調査では、この遷緩線付近に野島断層が位置すると推測されている。

図 3.2.5 に周辺の地質図を示す。調査地域は扇状地性の河川の堆積物が分布し、野島大川の集落付近では神戸層群、斜面側には花崗岩類が分布する。大川川の現場近傍の河床および集落の東側の林道では花崗岩の露出が確認される。



図 3.2.1 調査地域位置図（国土地理院「基盤地図情報」から作成）

赤線は 1995 年震災時の断層位置のトレース

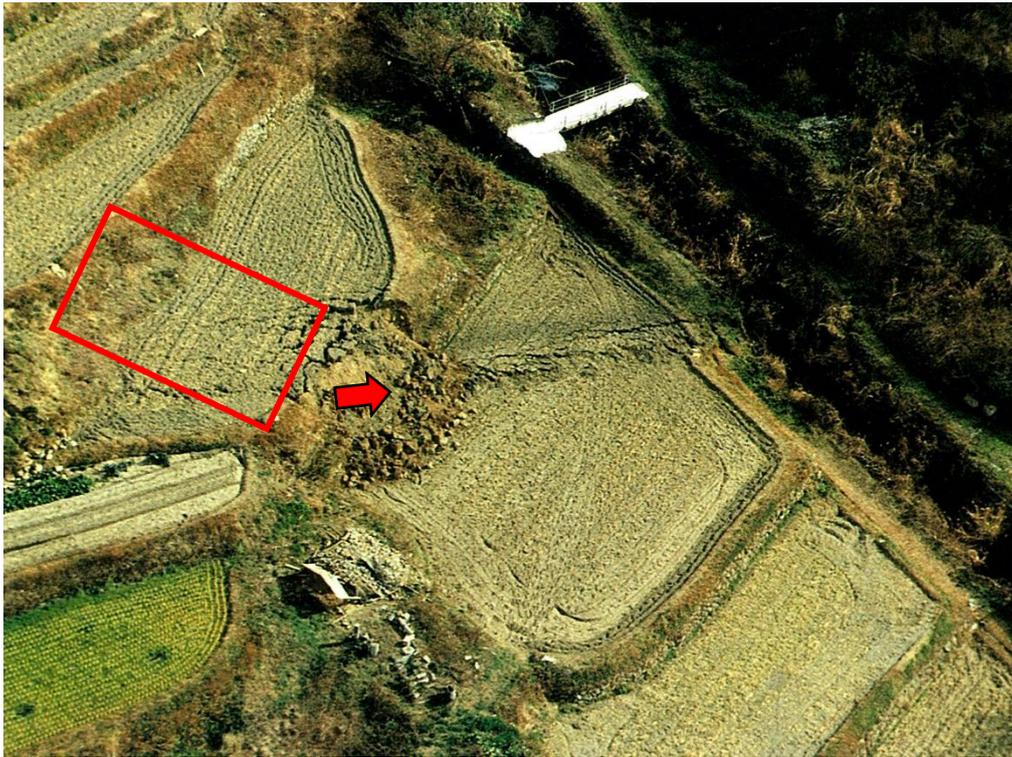


図 3.2.2 1995 年の震災時の状況（「野島断層 写真と解説」より引用）
赤枠部が本調査のトレンチ地点。矢印は図 3.2.3 の撮影方向。



図 3.2.3 1995 年の震災時の状況（「野島断層 写真と解説」より引用）
図 3.2.2 の矢印の方向から撮影したもの

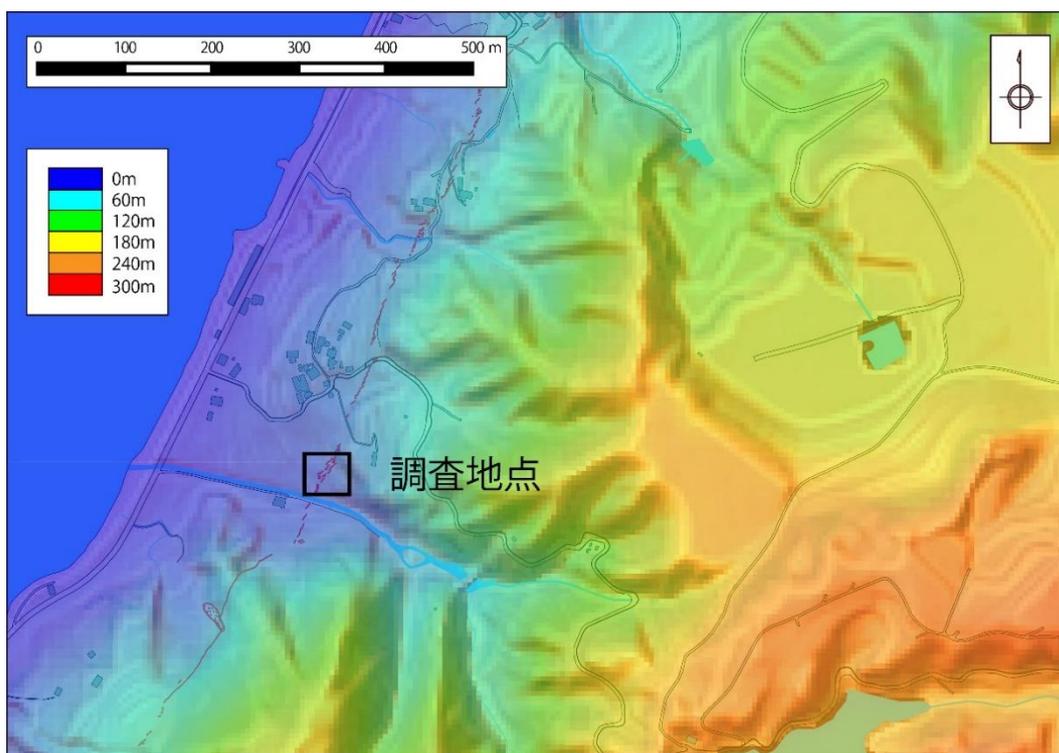


図 3.2.4 調査地域標高段彩図（国土地理院「基盤地図情報」から作成）

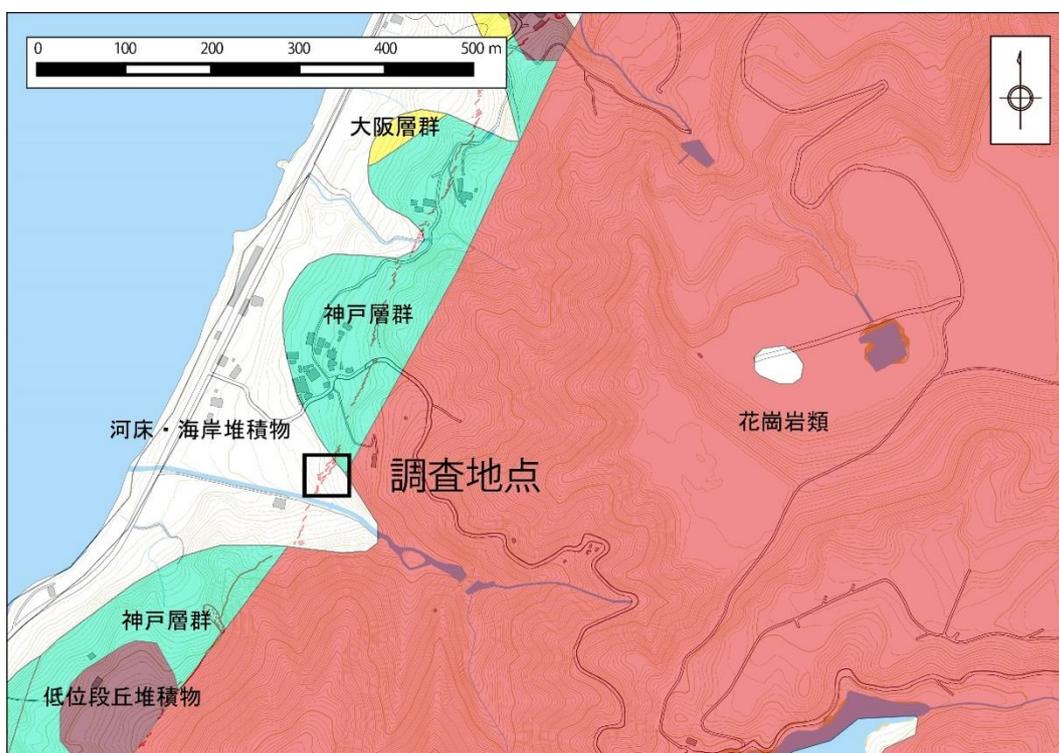


図 3.2.5 調査地域地質図

（国土地理院「基盤地図情報」および地質調査総合センター「地質図類データ」から作成）

3. 2. 2. トレンチ掘削概要

掘削は、平らな面を長さ 8m、幅 5m、深さ 2~2.5m、斜面側を長さ 7m、幅 5m、深さ 4~5m で実施した。図 3.2.6 に概要図を示す。土量は概算で 230m³程度である。図 3.2.7 に調査地点の平面図 (1/200) を示す。測定の精度は、公共測量における 3~4 級基準点測量および地形・応用測量と同等である。掘削にはバケットの大きさが 0.2~0.3m³程度のバックホウを使用した (図 3.2.8)。掘削残土はトレンチ周辺の空き地に置き、崩壊の無いように積み上げた。

また、この地域は淡路市の遺跡の指定地のため、教育委員会の立会いの下で試掘を行い、遺物が無いことを確認した (図 3.2.9)。

トレンチ調査の終了後は、掘削した土砂を埋め戻して転圧し、原状復帰を行った。掘り込んだ崖には石垣を設置し、斜面の崩壊が起こらないように処置を施した (図 3.2.10)。

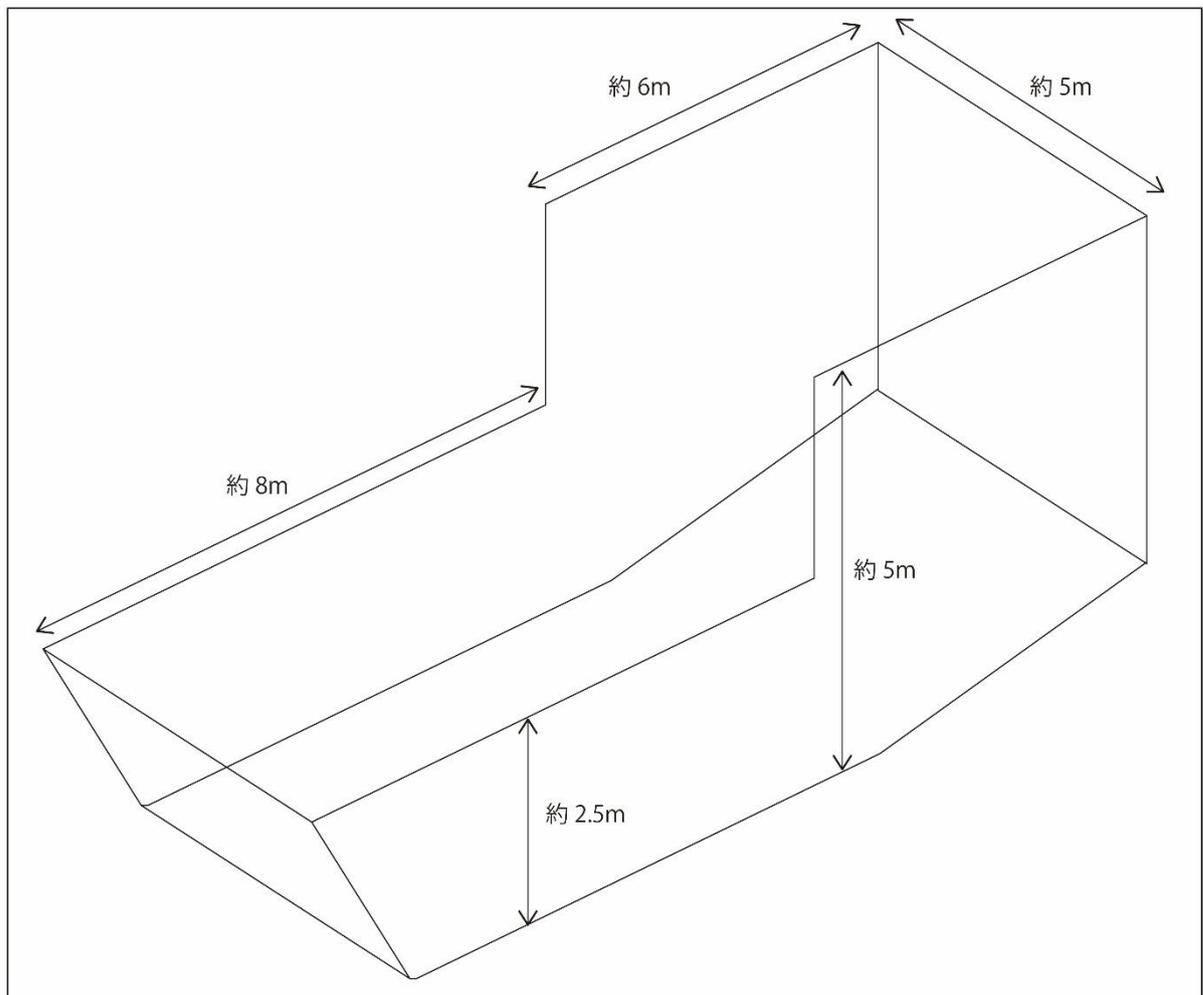


図 3.2.6 トレンチ概要図

実際には斜面側の巨礫によって、いびつな形状である。

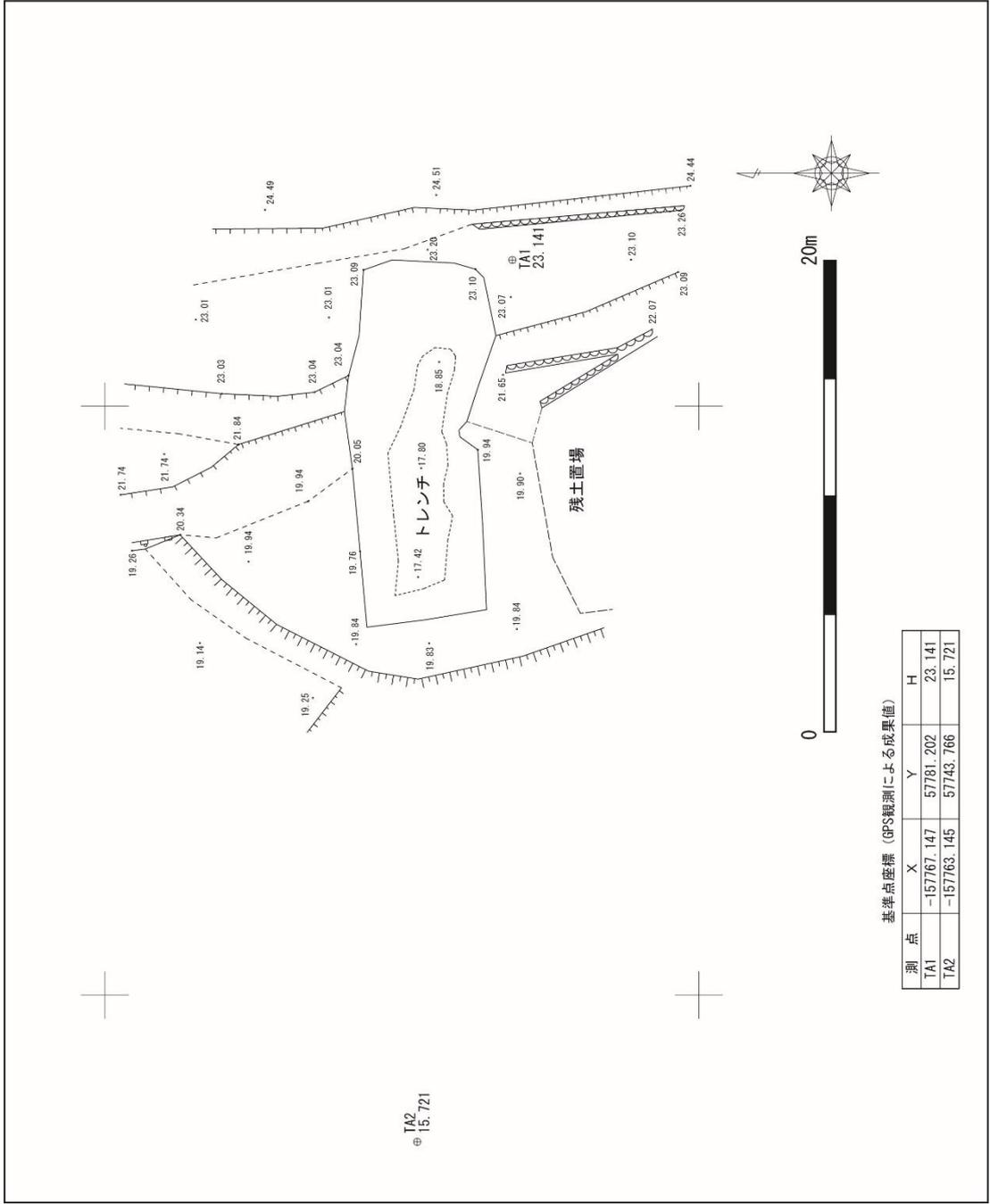


図 3.2.7 調査地点の平面図



図 3.2.8 バックホウによる掘削の状況



図 3.2.9 教育委員会による試掘の状況



図 3.2.10 石垣の修復状況

3. 2. 3. トレンチ壁面の調査結果

図 3.2.11 に大川トレンチ N 面の壁面スケッチ、図 3.2.12 に大川トレンチ N 面の壁面写真を、図 3.2.13 に大川トレンチ S 面の壁面スケッチ、図 3.2.14 に大川トレンチ S 面の壁面写真を、図 3.2.15 に大川トレンチ E 面の壁面スケッチ、図 3.2.16 に大川トレンチ E 面の壁面写真を、図 3.2.17 に大川トレンチ W 面の壁面スケッチ、図 3.2.18 に大川トレンチ W 面の壁面写真をそれぞれ示す。大川トレンチのスケッチは、全て 1/20 スケールで作図した。

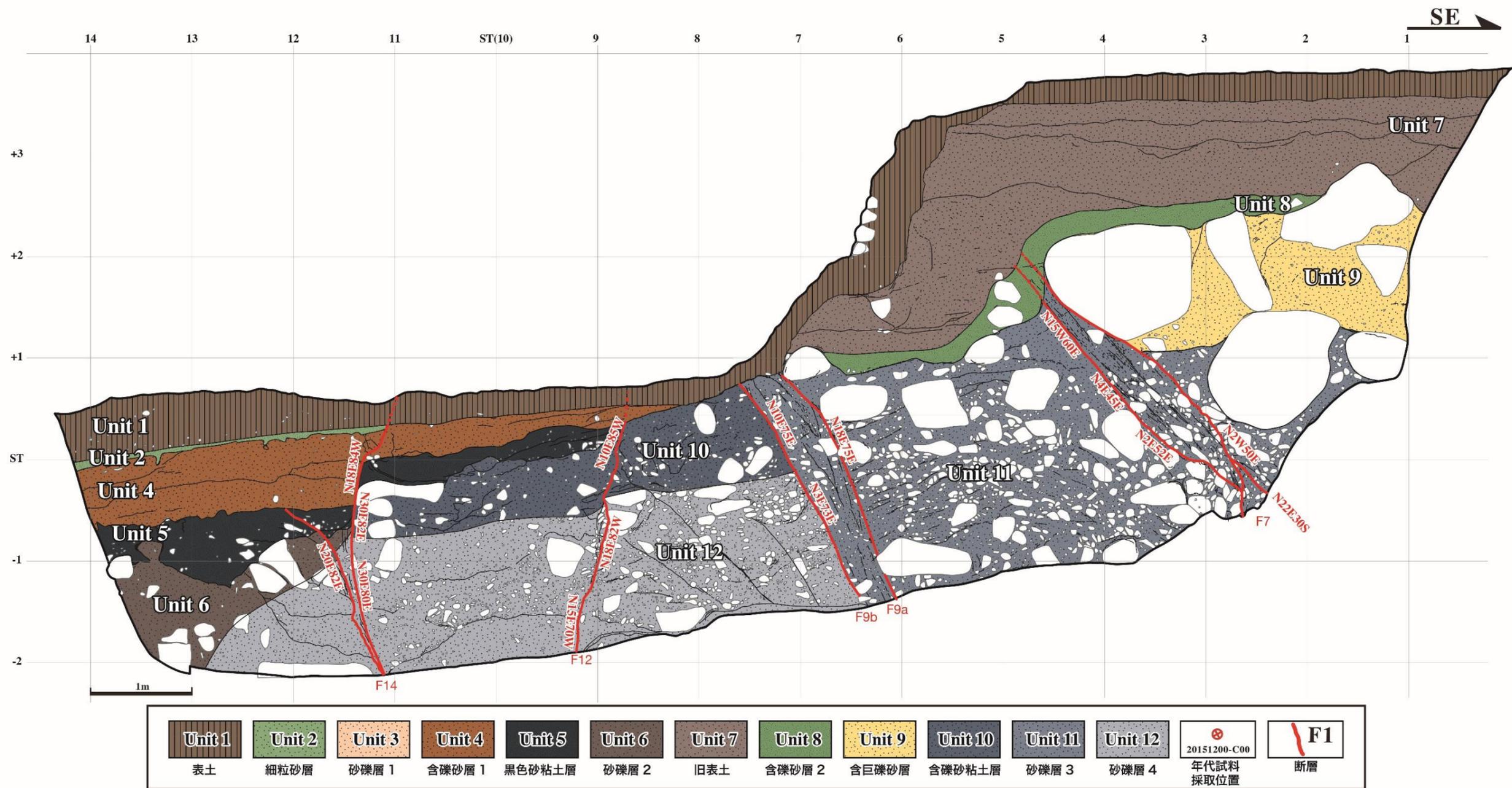


図 3.2.11 大川トレンチ N 面壁面スケッチ

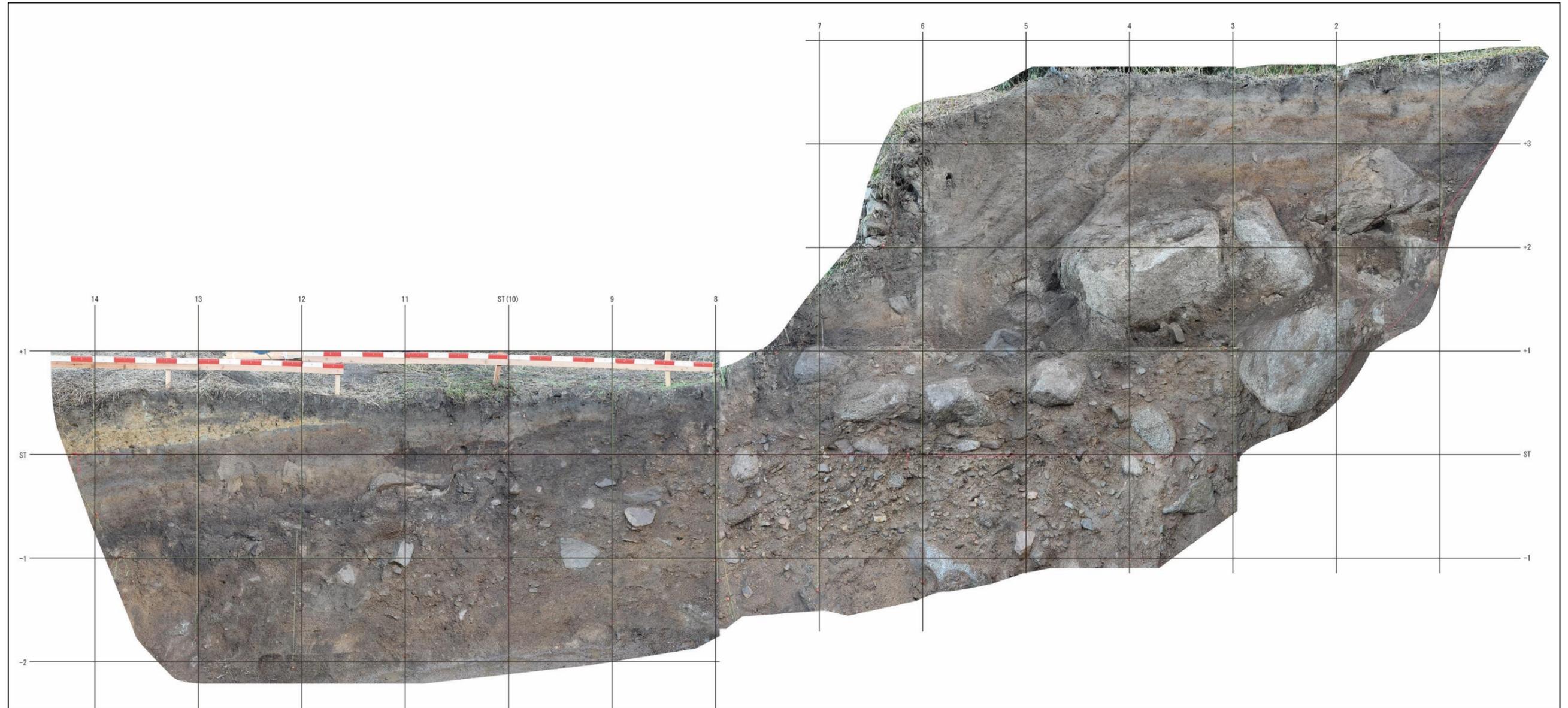


図 3.2.12 大川トレンチ N 面壁面写真

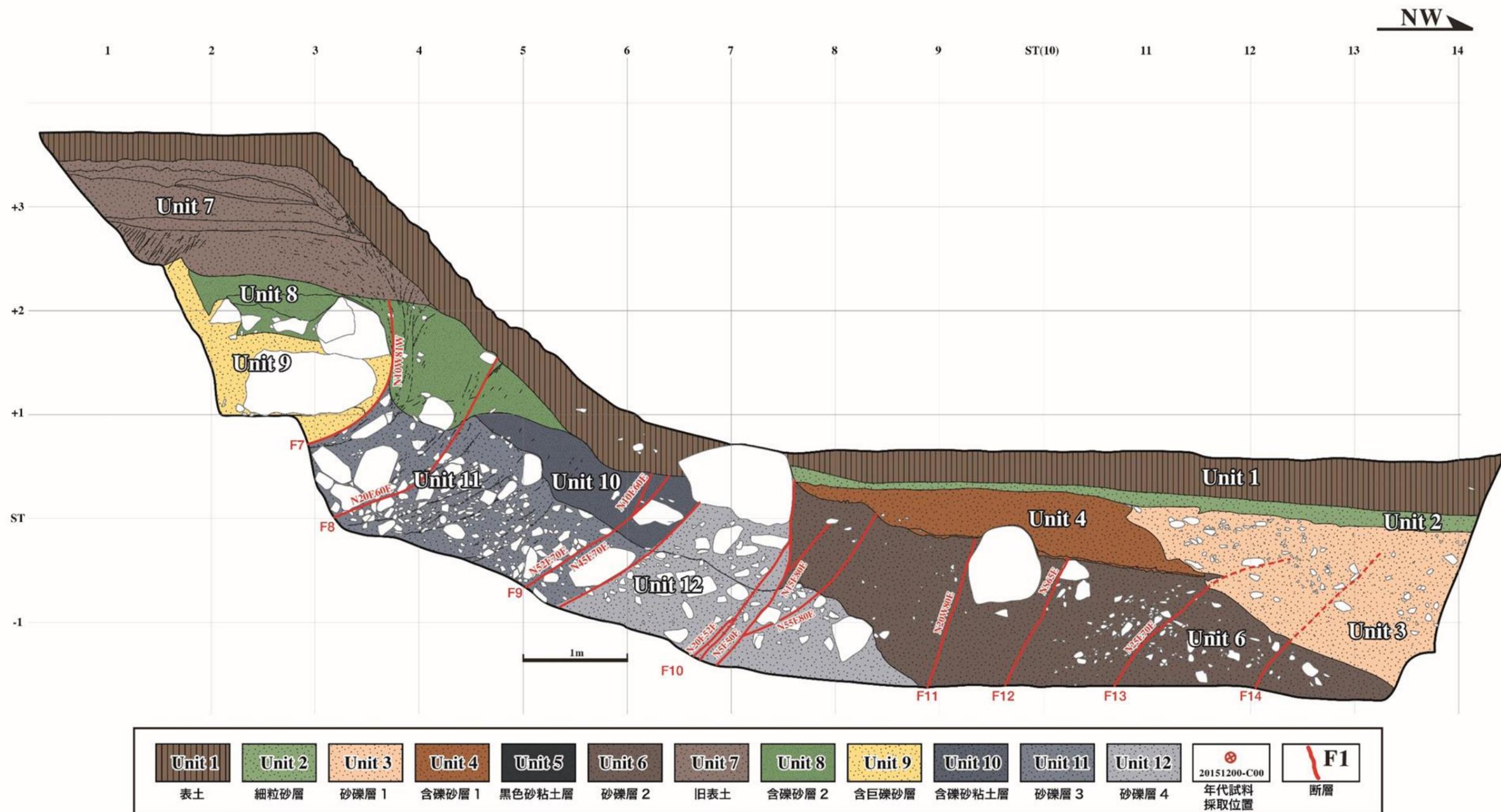


図 3.2.13 大川トレンチ S 面壁面スケッチ

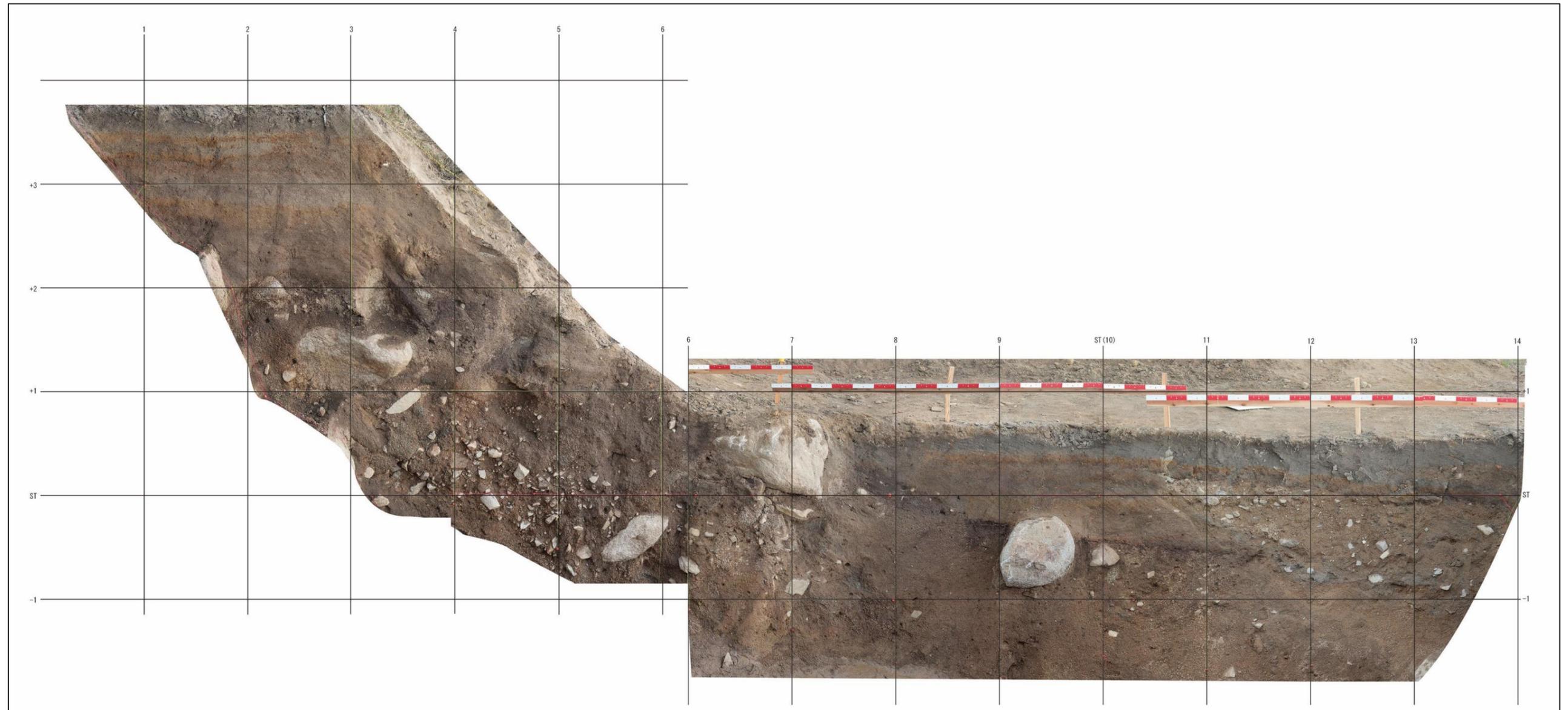


図 3.2.14 大川トレンチ S 面壁面写真
 グリッド 6 部分には壁面の屈曲により、30cm 程度の空間あり

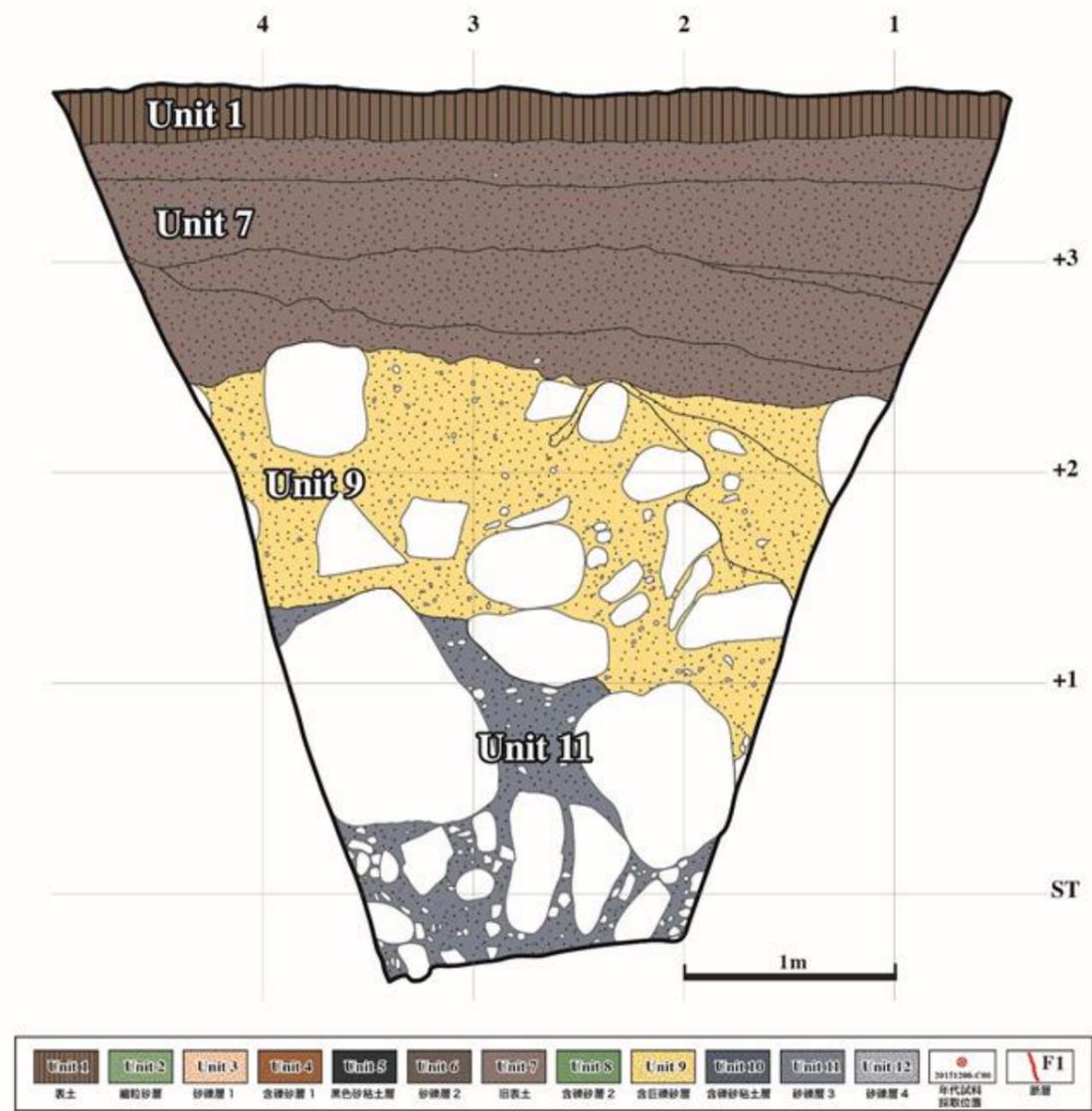


図 3.2.15 大川トレンチ E 面壁面スケッチ

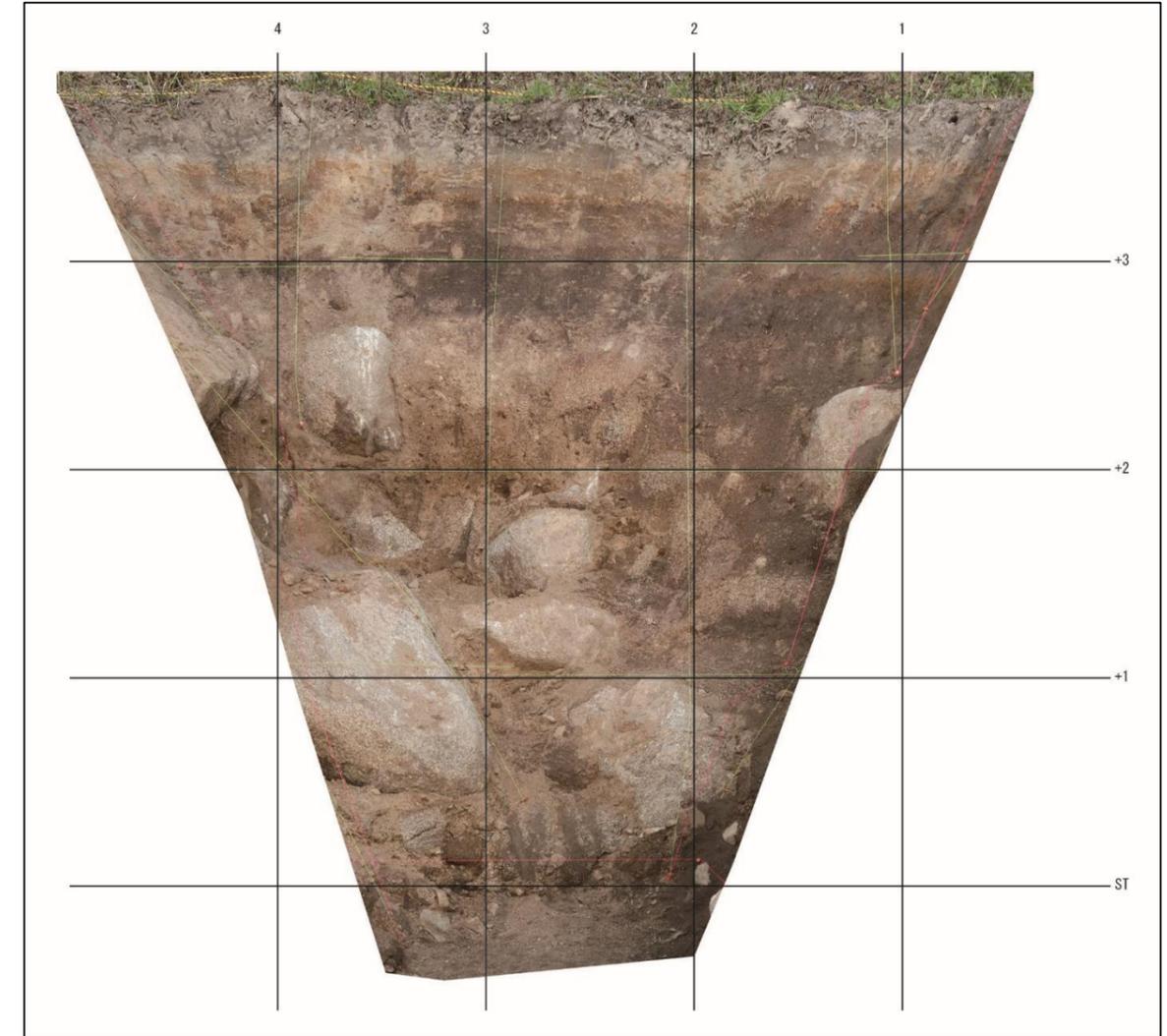


図 3.2.16 大川トレンチ E 面壁面写真

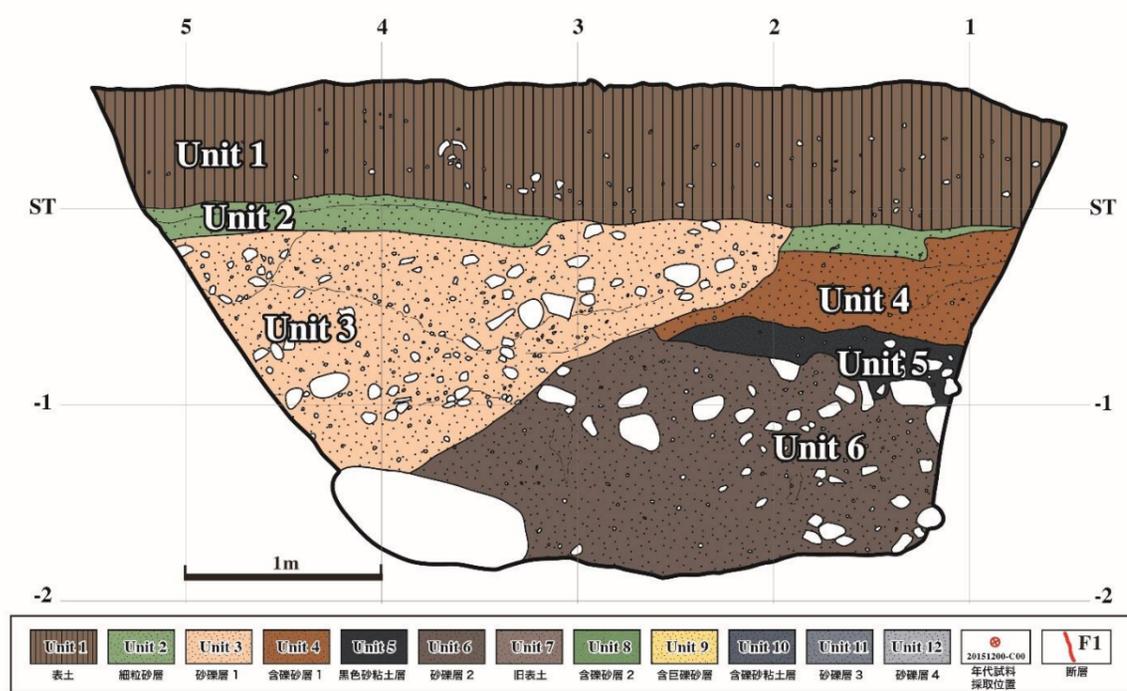


図 3.2.17 大川トレンチ W 面壁面スケッチ

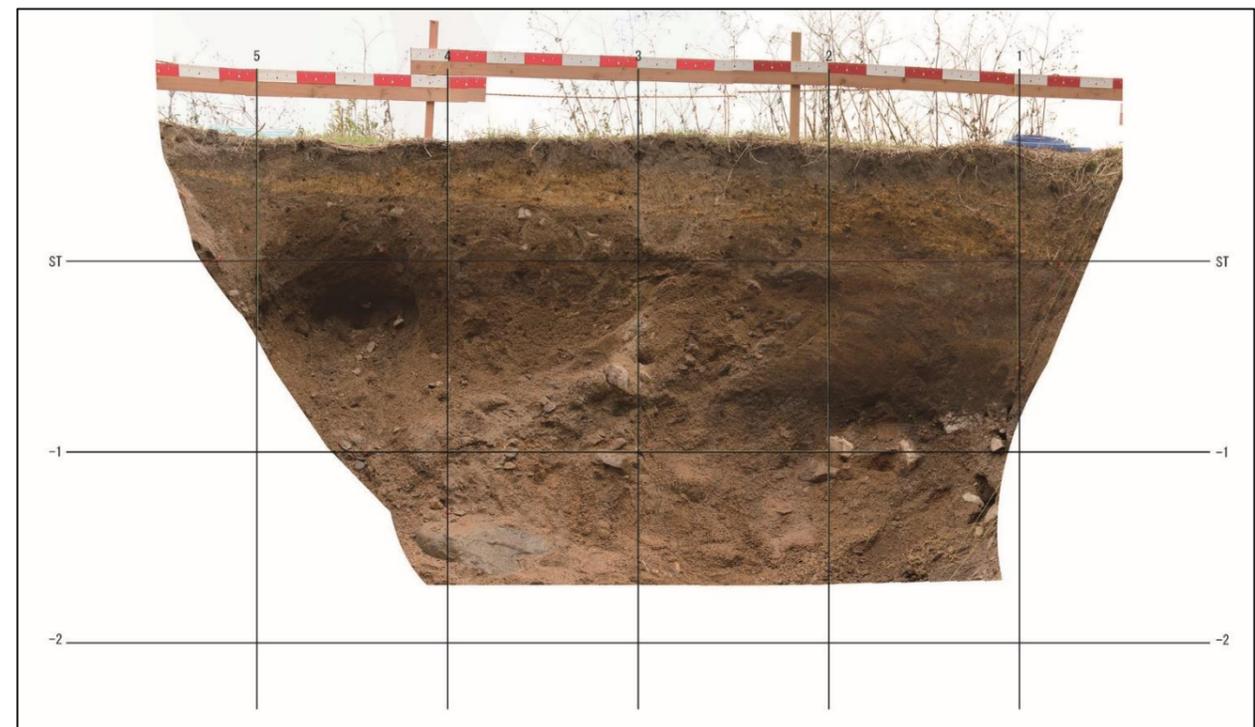


図 3.2.18 大川トレンチ W 面壁面写真

3. 2. 4. 層序区分

大川トレンチの各層序について、以下に記す。

(a) Unit1：表土（灰色～灰褐色砂質シルト、明褐色砂礫、褐灰色礫混じりシルト質砂）
トレンチの西側の平坦面を掘削した部分に分布する。1995年以降の表土であり、震災時に沈下した地盤を埋めたものである。これらの中には赤色のレンガ片が点在し、現世の埋め土と認識できる。

(b) Unit2：細粒砂層（淡赤褐色砂質シルト、暗褐色砂質シルト）
トレンチ西側の平坦面を掘削した部分に分布する。旧表土の土壌で、赤褐色を呈する薄層とその直下の暗褐色層からなる。暗褐色層は腐植質だが、その上位の赤褐色層と同様の性状である。

(c) Unit3：砂礫層 1
トレンチ南西部分、S面の西側およびW面にのみ分布し、溝状に埋める堆積物である。他の層とは明瞭に異なり、砂質優勢で礫が多数含まれる。細粒分乏しく、流水で容易に崩れる。砂は中～粗粒砂主体、礫径は $\Phi 100\sim 300\text{mm}$ が支配的、礫率は20~30%程度である。

(d) Unit4：含礫砂層 1
トレンチ西側の平坦面を掘削した部分に分布する。塊状の細粒な斜面堆積物。砂を含み、ややボソボソし、 $\Phi 5\sim 10\text{mm}$ 程度の花崗岩風化物起源の礫が散在する。よく締まり、乾燥するとより固結度が高くなる。

(e) Unit5：黒色砂粘土層
Unit4とUnit6の境界部に挟在する黒色層。性状はUnit4と大きく変わらず、一部で礫を含む。N面及びW面では腐植質の様相だが、S面ではマンガンや鉄のような地下水から湧出した成分によって暗色を呈する様相である。

(f) Unit6：砂礫層 2
トレンチ西側にのみ分布する細粒な斜面堆積物。Unit4と酷似した様相で、花崗岩風化物を含む。礫は少量点在、斜面から転動した巨礫が上部にいくつか見られる。

(g) Unit7：旧表土
トレンチ東側の斜面上段の面に分布する。1995年以前の表土であり、基本的にはUnit1同様の灰色～灰褐色砂質シルト主体である。酸化した部分は淡赤褐色を呈する。水平の構造を示すが、これは堆積構造ではなく盛土の形成時にできたものである。

(h) Unit8 : 含礫砂層 2

トレンチ東側の斜面上段の面に分布する。斜面に残る旧表土の土壌で、盛土形成前に斜面を構成していたものである。やや暗色を呈して腐植質だが、性状は Unit1 同様のやや締まる砂質シルトである。

(i) Unit9 : 含巨礫砂層

トレンチ東側にのみ分布し、斜面から崩落した巨礫を多数包有する。Φ1000mm 以上のものが散見する。基質は Unit4 や Unit6 と同様、花崗岩風化物を含み良く締まる砂質シルト。礫は花崗岩主体。丸みを帯びているが周囲に風化縁があり、現在残っているものは同心円状に風化した残留核である。これは他の層に含まれる巨礫も同様である。

(j) Unit10 : 含礫砂粘土層

不淘汰で堆積構造が不明瞭。基質は Unit4 や Unit6 と大きく変わらない砂質シルト。礫種は花崗岩が大半、花崗斑岩や閃緑斑岩も散見する。礫径は Φ300~500mm 主体。亜角～角礫、円礫は見られない。礫率は W 面では 20~30%程度だが東側ほど増加し、N 面及び S 面の東側では 50~70%程度となる。

(k) Unit11 : 砂礫層 3

トレンチ東側の E 面と N 面および S 面の一部に分布する砂礫層。境界は不明瞭、Unit9 の礫が覆い被さるように入る。基質は Unit4 や Unit6 と大きく変わらない砂質シルト。礫種は花崗岩が大半、花崗斑岩や閃緑斑岩も散見する。礫率が高く 60~70%程度。礫径は Φ100~600mm 程度、最大 Φ700mm 程度。

(l) Unit12 : 砂礫層 4

トレンチ中央部、N 面と S 面にのみ分布する堆積物層。不淘汰で堆積構造が不明瞭。基質は Unit4 や Unit6 と大きく変わらない砂質シルト。礫種は花崗岩が大半、花崗斑岩や閃緑斑岩も散見する。礫径は Φ300~500mm 主体。亜角～角礫で、円礫は見られない。

3. 2. 5. 試料採取

本地点では、年代測定試料の採取を行った。年代測定試料は全て炭素同位体年代測定のための試料で、植物片や腐植質、それらを含む土壌の採取を行った。大川トレンチでは、58 試料の採取を行った。

4. 地質概説（有馬地区）

4. 1. 地質の概要

本地域は有馬-高槻断層帯の一部である六甲断層が通り、異なる地質が複雑に接している。表 4.1.1 に地質構成を、図 4.1.1 に本調査地域の地質図を示す。南側の六甲山地は主に白亜紀の深成岩体である六甲花崗岩からなり、その上を第四紀の大阪層群、段丘堆積物が被覆している。北側は白亜紀の火砕流堆積物や溶岩などの火山性の岩石からなる有馬層群を基盤とし、その上を新第三紀の神戸層群が被覆している。第四紀の堆積物は船坂川沿いに見られ、段丘堆積物、沖積層が確認される。

表 4.1.1 地質構成

年代	名称	概要
約 1 万年前～現代	沖積層	新しい時代の未固結の堆積物。低地に分布。
約 2～10 万年前	段丘堆積物	河川によって運搬された堆積物。台地を作る。
約 10～200 万年前	大阪層群	海に堆積した地層。神戸層群を覆う。
約 1500～4400 万年前	神戸層群	海に堆積した地層。
約 7500 万年前	六甲花崗岩	山地を構成する花崗岩。この地域の基盤となる地質。
約 7500 万年前以前	有馬層群	火山噴出物からなる岩石。この地域の基盤となる地質

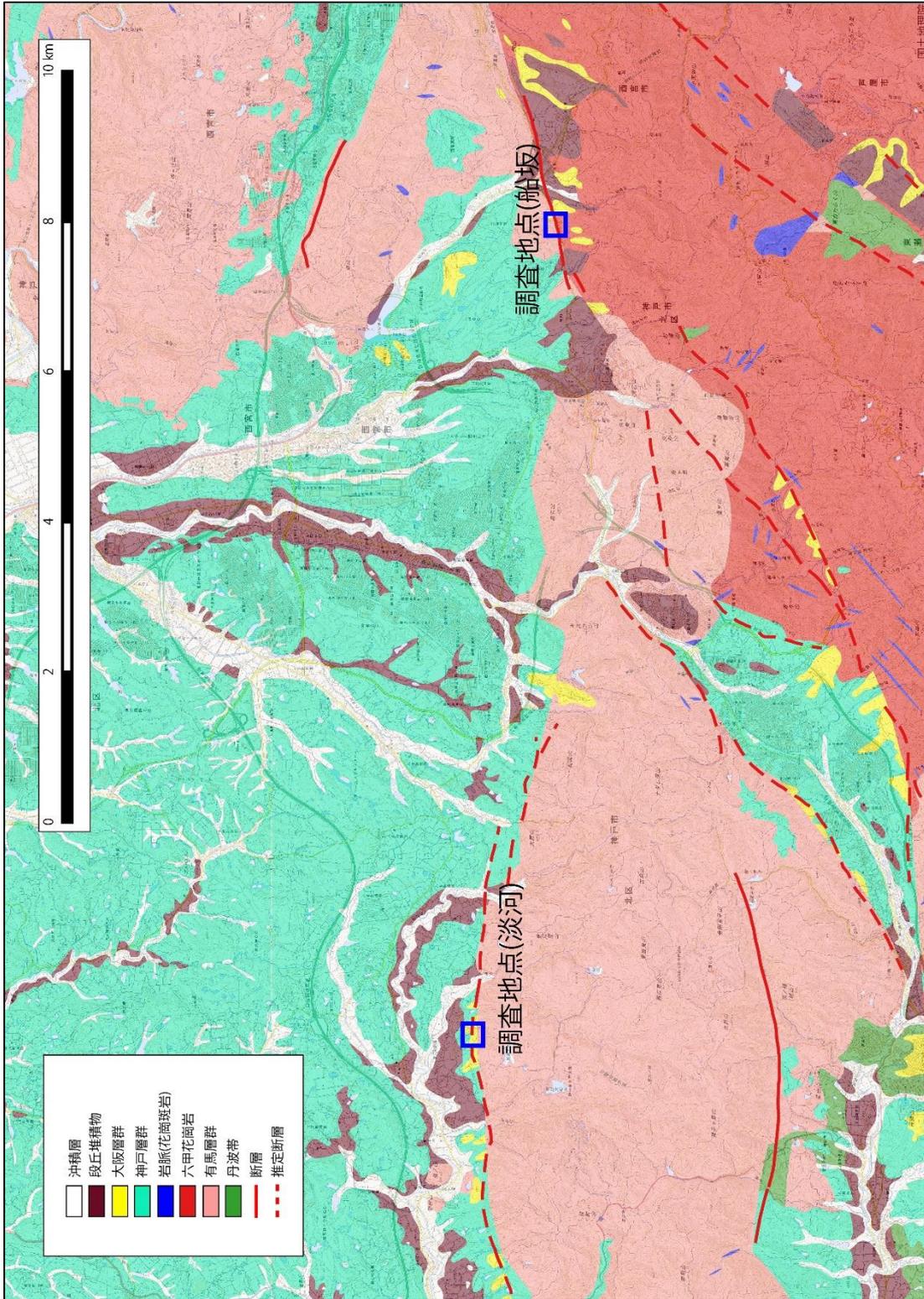


図 4.1.1 調査地域の地質図
 (国土地理院「基盤地図情報」および地質調査総合センター「地質図類データ」から作成)

4. 2. 地質各論

(1) 有馬層群

有馬層群は、六甲山地の北側に分布する火砕岩、凝灰岩、溶岩などの流紋岩類の総称であり、西南日本内帯に分布する酸性火山岩類の一つである。これと対比されるものとして、兵庫県中央部の生野層群、兵庫県南西部の相生層群があげられる。表 4.2.1 に有馬層群の層序を示す。

ジュラ紀の丹波帯の堆積岩類を覆う火山噴出物であり、その積算層厚は 2000m にも達する。有馬層群は緩傾斜の構造を持ち、有馬-高槻構造線の北側の有馬山地や北摂山地を構成している。調査地域周辺でも同様に、断層によって六甲花崗岩と接している。

有馬層群は活動の休止期を挟み、3 つのステージに分けることができる。下部の火砕岩の活動期をステージⅠ、中部の結晶質凝灰岩をステージⅡ、上部の溶結凝灰岩をステージⅢとし、それぞれで岩石記載が行われている。本地域では、ステージⅡの玉瀬結晶質凝灰岩が主に分布し、石質岩片を多く含む溶結凝灰岩が見られる。

表 4.2.1 有馬層群の層序

ステージ	名称	概要
ステージⅢ	佐曾利凝灰角礫岩	石質な凝灰岩層。
	境野溶結凝灰岩	主に溶結凝灰岩からなり、一部に溶岩が見られる。
	玄能池砂質凝灰岩	砂岩・泥岩などの水底堆積層。
ステージⅡ	長尾川溶岩	玉瀬結晶質凝灰岩に挟まれる。流理構造の発達した流紋岩溶岩。
	玉瀬結晶質凝灰岩	数 mm～数 cm の石質岩片を含む流紋岩～デイサイト質溶結凝灰岩。複数の火砕流のユニットが認められる。
	僧川凝灰質泥岩	層理の発達した凝灰質砂岩、泥岩、火山礫凝灰岩。
ステージⅠ	武田尾火砕岩類	溶岩、凝灰岩からなる。

本地域周辺には玉瀬結晶質凝灰岩が分布する。

(2) 六甲花崗岩

六甲山地の大部分を構成する花崗岩体。優白色の黒雲母花崗岩、花崗岩類の分類では狭義の花崗岩に分類される。山陽帯に分布し、チタン鉄鈹系列の花崗岩である。六甲花崗岩は結晶の粒径から細粒（1mm 以下）、中粒（1～3mm）、粗粒（3mm 以上）の3つの岩相に区分される。細粒と中・粗粒の岩相の区分は、岩石の形成過程や風化のしやすさとは密接な関係があり、崩壊地形との関連を含めて重要と考えられている。一方、中粒と粗粒の区分はあまり有意ではないと考えられている。（藤田・笠間，1982）

鈹物組み合わせを表 4.2.2 に示す。石英・アルカリ長石が多く、斜長石はやや少ない。細粒岩相は有色鈹物を黒雲母のみ含み、普通角閃石を含まない。中粒・粗粒岩相は細粒岩相よりも有色鈹物が少ないが、普通角閃石を少量含むものも見られる。副成分鈹物は燐灰石、緑れん石、白雲母、ジルコンを含み、中粒・粗粒岩相では褐れん石も含まれる。

全岩化学組成を表 4.2.3 に示す。SiO₂はどの試料も高く、多くは K₂O を多く含み、Fe₂O₃、FeO、MnO、MgO は全体的に乏しい。これらの組成は鈹物組み合わせと矛盾しない。この組成と鈹物組み合わせから、西南日本内帯では、中国地方の山陽側に分布する広島花崗岩と対比されている。

年代測定は K-Ar 法で行われ、7200～7500 万年前の値が出され、中生代白亜紀後期に形成されたと考えられる。

有馬層群との関係は、調査地域周辺では断層で接しているが、有馬南方の射場山では有馬層群中への貫入が確認され、有馬層群形成以後の花崗岩であると言える。

本地域では、主に中粒・粗粒岩相が分布し、風化と崩壊が顕著である。

表 4.2.2 六甲花崗岩の鈹物組み合わせ

鈹物	細粒岩相	中粒・粗粒岩相
石英	35～40%	30～45%
アルカリ長石	30～40%	20～50%
斜長石	20～25%	12～28%
黒雲母	4～8%	1～5%
普通角閃石	なし	0～1%
副成分鈹物	燐灰石・緑れん石・白雲母・ ジルコン	燐灰石・褐れん石・緑れん石・ 白雲母・ジルコン

（藤田和夫・笠間太郎（1982）公表値）

表 4.2.3 六甲花崗岩の全岩化学組成

	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	72.94	74.91	75.44	74.58	75.05	74.98
TiO ₂	0.27	0.04	0.03	0.06	0.07	0.08
Al ₂ O ₃	13.77	13.87	14.73	14.92	15.20	15.64
Fe ₂ O ₃	0.51	0.68	0.61	1.43	0.90	0.63
FeO	1.92	1.42	0.18	0.40	0.33	0.22
MnO	0.04	0.05	—	—	0.01	0.02
MgO	0.30	0.28	0.01	0.01	—	0.22
CaO	1.84	0.94	0.25	0.44	0.53	0.19
Na ₂ O	4.19	2.10	2.41	3.39	3.53	1.11
K ₂ O	3.27	4.05	4.58	3.88	4.06	2.52
P ₂ O ₅	0.06	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01
H ₂ O	1.03	1.46	2.45	1.76	1.10	4.26
Total	100.14	99.90	100.70	100.88	100.79	99.88

(藤田和夫・笠間太郎 (1982) 公表値)

(3) 神戸層群

神戸層群は、明石海峡付近に分布する古第三紀の地層に対して与えられた名称であり、淡路島北部から神戸市、三田市まで分布する地層である。主に泥岩・砂岩・礫岩・凝灰岩などからなり、かつてこの地域に広がっていた巨大な湖の堆積物と考えられている。保存の良好な植物化石を産し、一部では動物化石も見られる。

神戸層群の層序区分は淡路島北部、神戸市西部と三田盆地でそれぞれなされている。泥岩・砂岩・礫岩などの碎屑岩層と多数の白色の凝灰岩層を一つの層序単位として、これらの繰り返しのサイクルが認められる。図 4.2.1 に神戸市西部、三田盆地の神戸層群の層序対比を示す。

本地域では、最下位の層準である有野累層が主に分布する。流紋岩（一部で花崗岩）の角礫～亜角礫を含む淘汰の悪い礫岩が主体で、有馬層群の結晶質凝灰岩と比較するといくらか固結度が低い。上位は礫径が小さくなり、粗粒砂岩優勢に変化する。

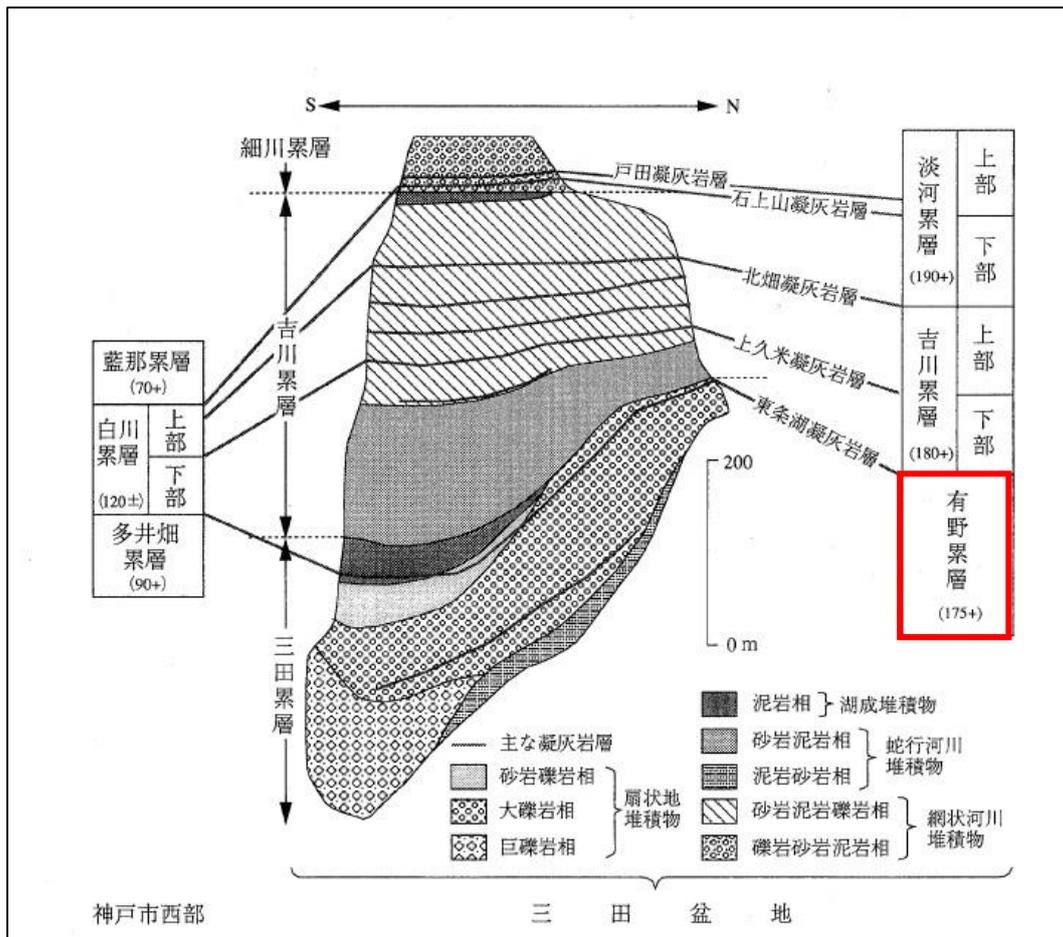


図 4.2.1 神戸層群の層序対比 (赤枠が本地域に分布する層準)

(尾崎ほか, 1996 より引用)

(4) 大阪層群

大阪層群は、新第三紀鮮新世末期～第四紀更新世後期（数10万～300万年前）にかけて堆積した内湾成～淡水成の地層である。関西地方の平野部に広く分布し、琵琶湖周辺の古琵琶湖層群、東海地方の東海層群などと対比される。同年代の地層は日本全国で見られるが、一般的には関西地方に分布するものが大阪層群と呼ばれる。図4.2.2に関西地方の簡易地質断面を示す。

層相は、第四紀の気候変動および海水準変動を反映し、粘性土、砂、砂礫といった一定のサイクルを繰り返して変化している。主に砂礫層と粘土層の互層状の堆積層を示し、上部は海成粘土層が発達し、下部は非海成粘土層を挟む淡水成相が発達する。海成粘土層は内湾性の貝化石を産し、青色～暗灰色を呈する。大阪層群の地層中には多数の連続性の良い火山灰層が挟まれ、これらを鍵層とすることで層準の対比が可能である。特に、10～30cmの層厚の砂質安山岩質火山灰層である「アズキ火山灰層」は大阪層群の上部と下部の層序区分境界として広く用いられている。また、第四紀には大阪湾の沈降と六甲山地の隆起も起きているため、大阪平野には大阪層群が1000m以上の厚さで堆積している可能性がある。

六甲山周辺にも分布し、本地域周辺では六甲花崗岩を被覆して小規模に分布する。

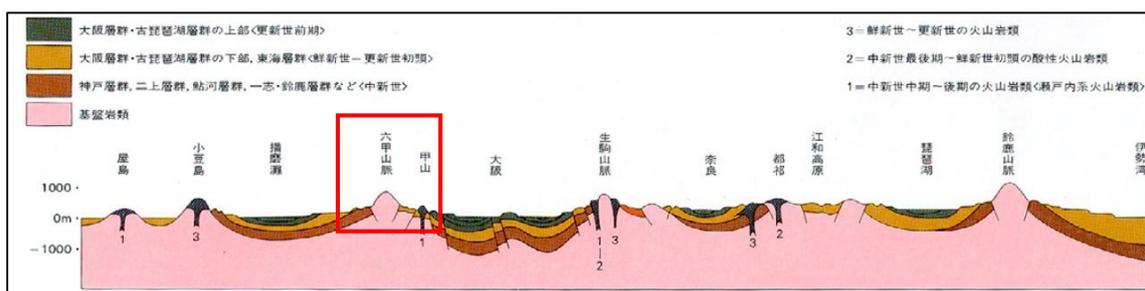


図 4.2.2 伊勢湾～関西地方の簡易地質断面（赤枠部が本地域周辺）
（市原，1975 より引用）

(5) 段丘堆積物

本地域で見られる段丘は、主に河岸段丘である。段丘は平らな段丘面と急な段丘崖からなる階段状の地形で、海水準変動と地殻変動、河川の浸食が絡み合って形成された地形である。海水準が相対的に停滞している時（変動が少ない時期）には平らな面が形成され、海水準が急激に低下する時（海面が下がるまたは陸地が上昇する時期）には平らな面が浸食されて崖ができる。これを繰り返すことで、複数の段丘面ができていく。段丘面は新しいものほど下方にできるため、高位の段丘面ほど古い時代のものである。これらは同じ高さの面同士で地形および形成年代の対比が可能である。

本地域周辺では、巨礫を多く含む高位段丘礫層が標高 400m 付近またはそれよりも上位に、中位段丘礫層が標高 350m 付近に分布する。前者は上ヶ平面、後者は船坂面と呼ばれる。山口町船坂では、六甲断層によって段丘礫層が切られる露頭も確認され、南側の花崗岩体が礫層状に衝上する。

4. 3. 六甲山地の災害

花崗岩の風化残留物であるマサは斜面崩壊や土石流といった地質災害を頻繁に引き起こすことで知られている。中国地方～九州では花崗岩の崩壊に伴う災害（たとえば平成 26 年の広島県の土砂災害）が多いが、六甲花崗岩からなる六甲山地も同様である。

土砂災害は多量の雨が引き金となって引き起こされ、地質的には風化して崩壊しやすい花崗岩が要因の一つである。新鮮な花崗岩は堅硬な岩石だが、粗粒な花崗岩は風化して粒子が剥落しやすく、割れ目や断層などの弱部があればその周辺から変質・風化して軟弱となる。六甲花崗岩は前述したように中～粗粒の岩相が見られ、この岩相が分布する地域は風化しやすく、斜面崩壊のような災害が繰り返している。このような要因から、多量の雨が降ると斜面に溜まったマサや風化して不安定になった岩塊などは流動を開始し、斜面崩壊や土石流を引き起こす。

六甲山地では、昭和 13 年に発生した土石流災害が広く知られ、調査地域周辺の山口町船坂でも土石流による被害の記録がある。特にこの地域では有馬-高槻断層帯によって花崗岩が破砕されているため、斜面の崩壊はより顕著に発生している（図 4.2.3）。六甲山地はこのような災害が多発していることから、水源山地の植林、崩壊山腹の改復、砂防堰堤の設置などが全国に先駆けて行われた地域である。

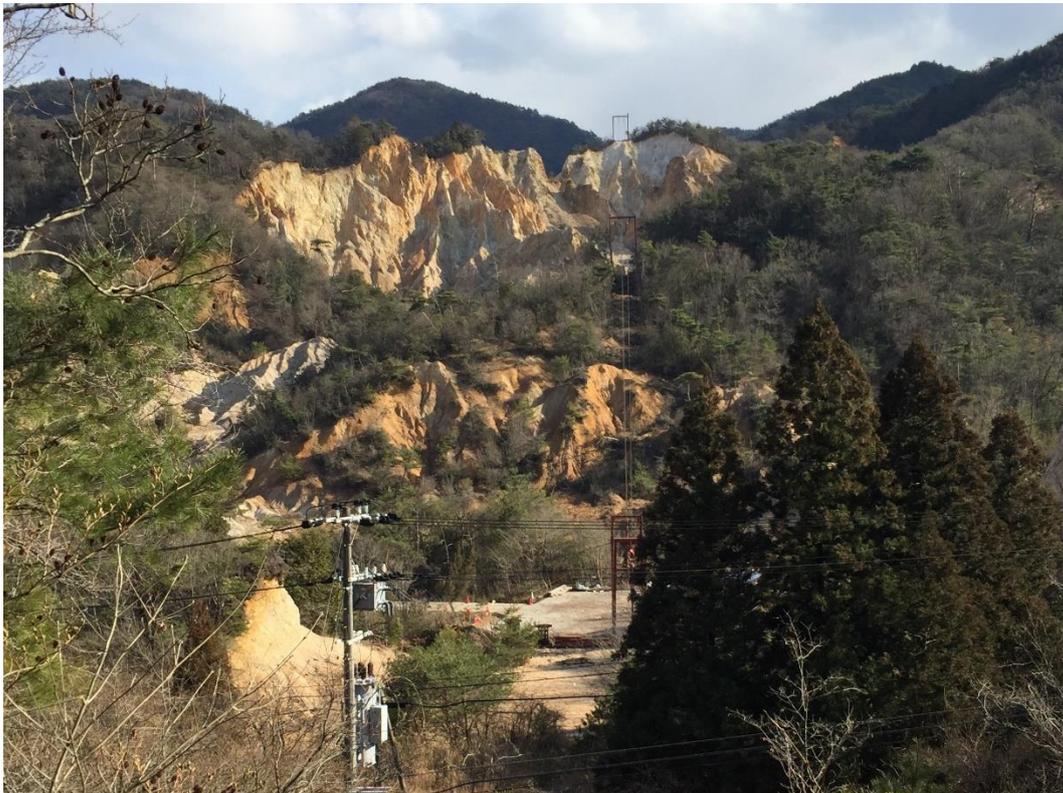


図 4.2.3 有馬-高槻構造断層帯の南側の崩壊斜面（北側から撮影）

4. 4. 活断層調査

4. 4. 1. 有馬-高槻構造断層帯の概要

有馬-高槻構造断層帯は、北摂山地と大阪平野、六甲山地の境界部に位置する断層帯であり、1596年の慶長伏見地震を起こした地震断層と推定されている。総延長は約55kmとなり、西端の兵庫県神戸市北区有馬町から、兵庫県宝塚市、兵庫県川西市、大阪府池田市、大阪府箕面市、大阪府茨木市を通り、東端の大阪府高槻市まで至る。いくつかの並走または分岐する断層からなる断層帯であり、多くは東西方向（N80°E）の断層である。断層帯の概要を表4.4.1に示す。また、図4.4.1に有馬-高槻断層帯の分布範囲を示す。

表 4.4.1 有馬-高槻構造断層帯の概要

(地震調査研究推進本部，2001：有馬-高槻断層帯の評価より引用)

項目	特性
構成する断層	有馬温泉より西側 有野-淡河断層 、柏尾谷断層、古々山断層、湯槽谷断層 有馬温泉より東側 六甲断層 、清荒神断層、花屋敷低地帯北縁の断層、 花屋敷低地帯南縁の断層、五月丘断層、如意谷断層、坊島断層、 真神断層、安威断層、高槻-天王山間の断層
断層帯の長さ	約55km
一般的な走向	N80°E
傾斜	高角で北傾斜
幅	不明
変位方向	右横ずれ、上下変位を伴う
平均的な変位の速度	1.5m/千年（横ずれ）
過去の活動	活動①：1596年慶長伏見地震 活動②：奈良時代～鎌倉時代の間 活動③：約紀元前1000年
平均活動間隔	1000～2000年程度
将来の活動の規模	M7.5±0.5
将来の地震発生確率	今後30年以内 ほぼ0～0.02% 今後50年以内 ほぼ0～0.04% 今後100年以内 ほぼ0～0.2% 今後300年以内 ほぼ0～9.0%

調査地域には六甲断層、有野-淡河断層が分布する。

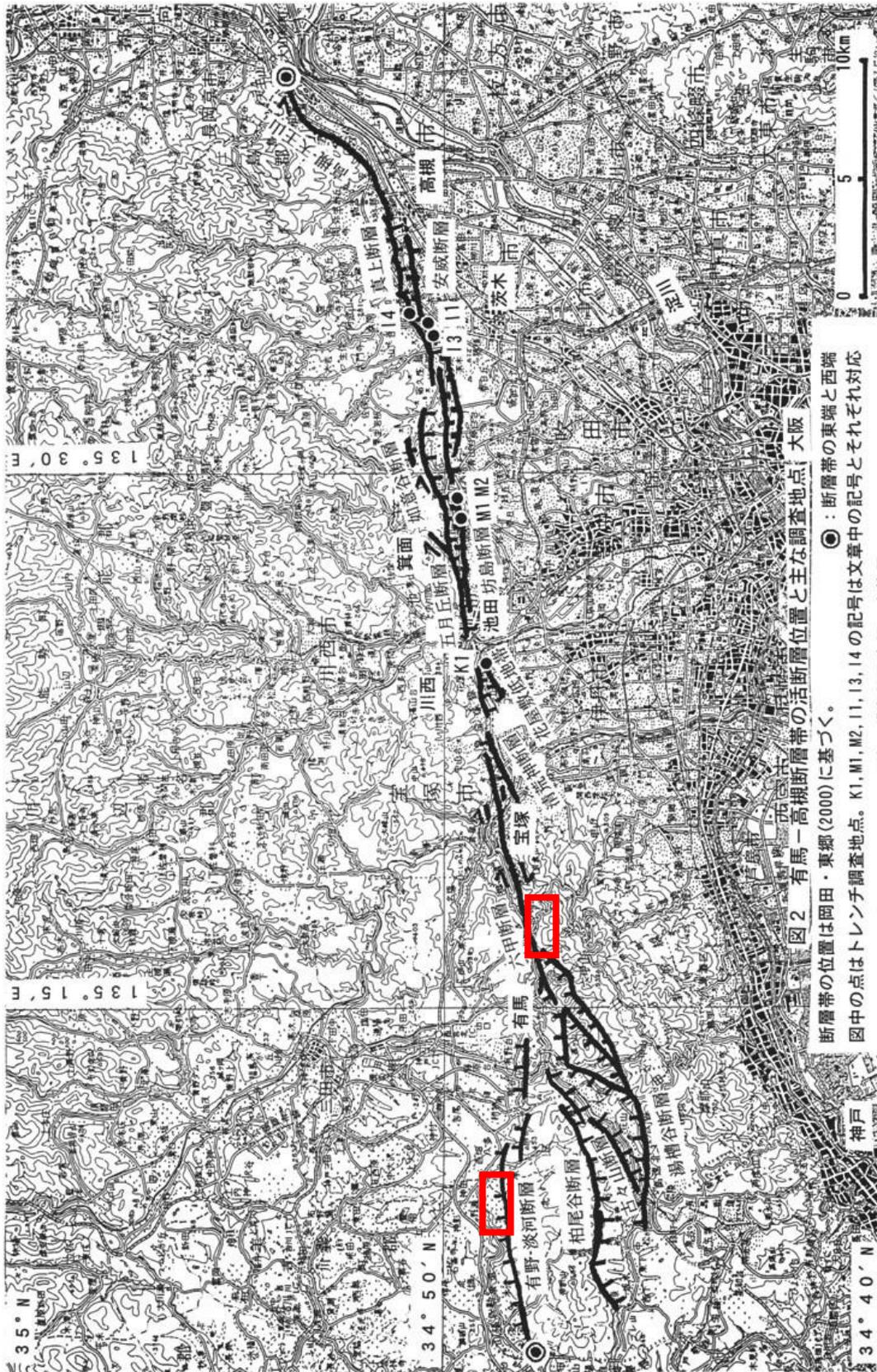


図 4.4.1 有馬-高槻構造断層帯の分布範囲 (赤枠が調査地域)
 (地震調査推進本部 (平成 13 年) より引用)

4. 4. 2. 既存調査結果

(1) 地質図幅「大阪西北部」

北摂山地の南縁、直線的にはほぼ東西に延びる断層系を有馬-高槻構造線と呼び、その中でも六甲山地との境界部分、有馬と宝塚を結ぶ断層を六甲断層と呼ぶ。南側の花崗岩体は著しく破碎され、有馬～船坂にかけては、南側の花崗岩が断層の破碎によって脆弱となり、崩壊した地形が顕著である（白水峡・蓬莱峡）。

西宮市船坂では段丘面が約 10m 程度変位し、南側の花崗岩がより新しい礫層の上に乗っている。白水峡の北側では、有馬層群と六甲花崗岩の接触部が確認され、白色の花崗岩と青灰色の凝灰岩が接する（図 4.4.2）。六甲花崗岩の破碎は顕著だが、有馬層群の凝灰岩は破碎の度合いが小さく、比較的堅硬である。断層沿いには幅 10 cm 程度の断層粘土が見られる。

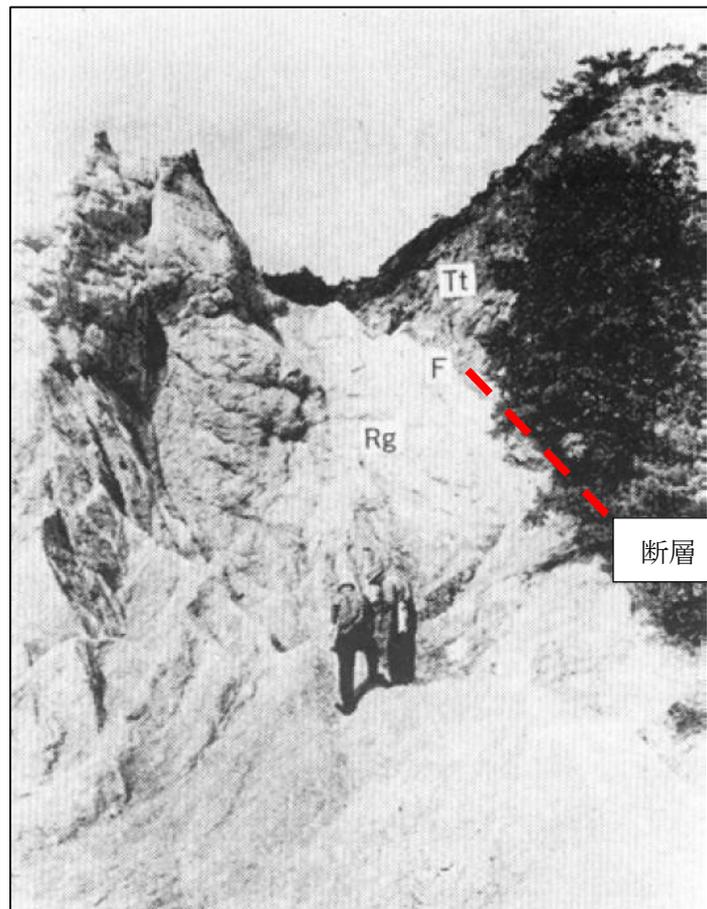


図 4.4.2 白水峡に見られる断層露頭（左側は六甲花崗岩、右側は有馬層群）
（大阪西部地域の地質，1982 より引用）

(2) 地震調査推進本部「有馬-高槻断層帯の評価」

主に断層の東側（宝塚市以東）の調査をし、断層の活動性の評価を行っている。その結果は前述した表 4.4.1 の通りである。調査は断層帯東部の川西市、箕面市、茨木市でトレンチ調査を実施し、それぞれの結果を総合し、複数回の断層の活動履歴を見出している。新しい順に、活動時期 1 は安土桃山時代～江戸時代の間（1596 年の慶長伏見の地震）、活動時期 2 は奈良時代～鎌倉時代、活動時期 3 は縄文時代晩期（約 3000 年前）である。川西市、箕面市、茨木市のトレンチ壁面スケッチおよびそこから読み取った断層の活動を図 4.4.3～図 4.4.5 に示す（図面は本文献より引用）。

川西市のトレンチ壁面（図 4.4.3）では、安土桃山時代の遺物を含む地層が断層によってずれているが、それを覆う江戸時代の遺物を含む地層にはずれや変形が見られない。このことから、活動時期 1 は安土桃山時代～江戸時代の間であることが分かる。さらに、歴史文書の記述から、この地震は 1596 年の慶長伏見の地震であると推定される。

その 1 つ前の活動時期 2 は、箕面市のトレンチ壁面（図 4.4.4）から見いだされる。川西市同様の活動時期 1 の断層が目を引き、その右側に地層が乱されている部分が見られる。この部分では、古い耕作土である M6 層（鎌倉時代）が、変形した M5 層（奈良時代）を覆い、変形があった後に土地をならして耕作地にした形跡が読み取れる。このことから、奈良時代～鎌倉時代に断層の活動があったことが認識される。

確認された中で最も古い活動時期 3 は、茨木市のトレンチ壁面（図 4.4.5）に見られる。この地点は他よりもやや古い時代の地層が分布する。3000～10000 年前の地層である M3 層が断層によって切られるものの、それを覆う縄文時代晩期～弥生時代の M4 層にずれや変形が見られない。このことから、3000 年前～縄文時代晩期に断層の活動があったと推測される。

これらの各トレンチの調査結果から、断層の 1 回のずれの量は、上下方向は 0.2～0.5m 程度、水平方向は 1.5m 程度と考えられる。活動間隔は、活動時期 1～2 は 300～900 年程度、活動時期 2～3 は 1700～2300 年程度、活動時期 1～3 は 2600 年程度であり、平均すると活動間隔は 1300 年程度となる。

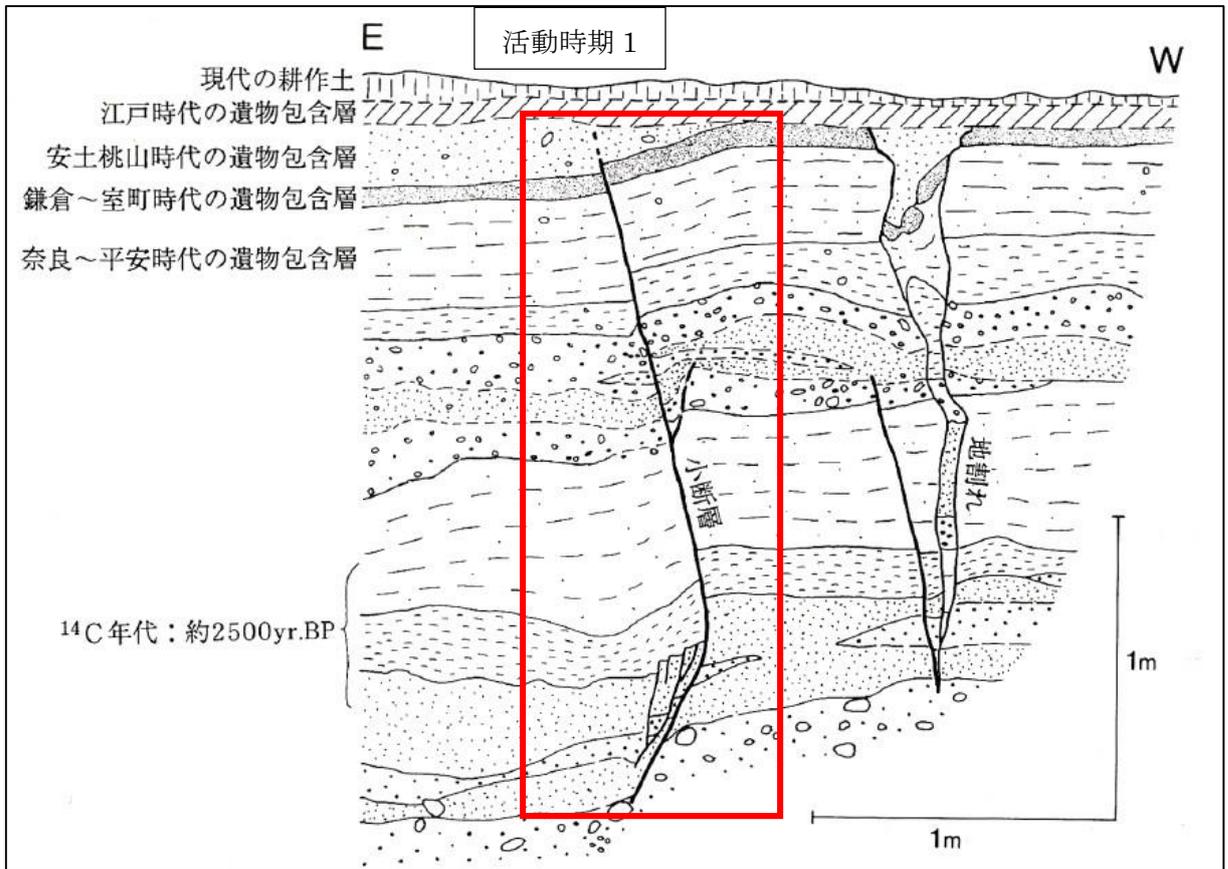


図 4.4.3 川西市のトレンチ壁面スケッチ（本文献より引用）

活動時期 1：江戸時代の地層は切っていないが、安土桃山時代の地層を切っている
→江戸時代以前、安土桃山時代以降に断層が活動

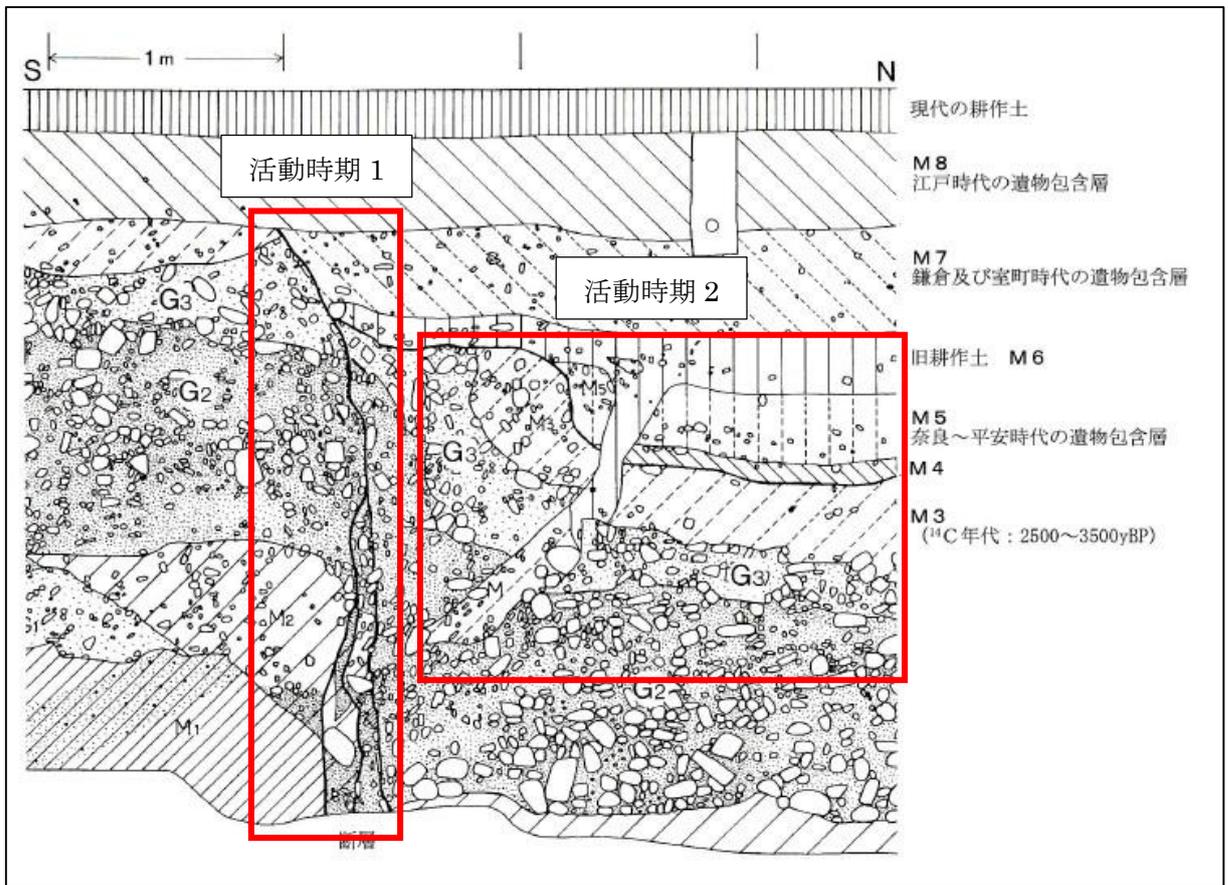


図 4.4.4 箕面市のトレンチ壁面スケッチ (本文献より引用)

活動時期 1 : 鎌倉～室町時代の地層を断層が切るが、江戸時代の地層は切っていない

活動時期 2 : 古い耕作土である M6 層がそれ以前の変形した層を覆っている

→M6 層以前に断層による変形があり、その後に土地をならした (奈良時代～鎌倉時代)

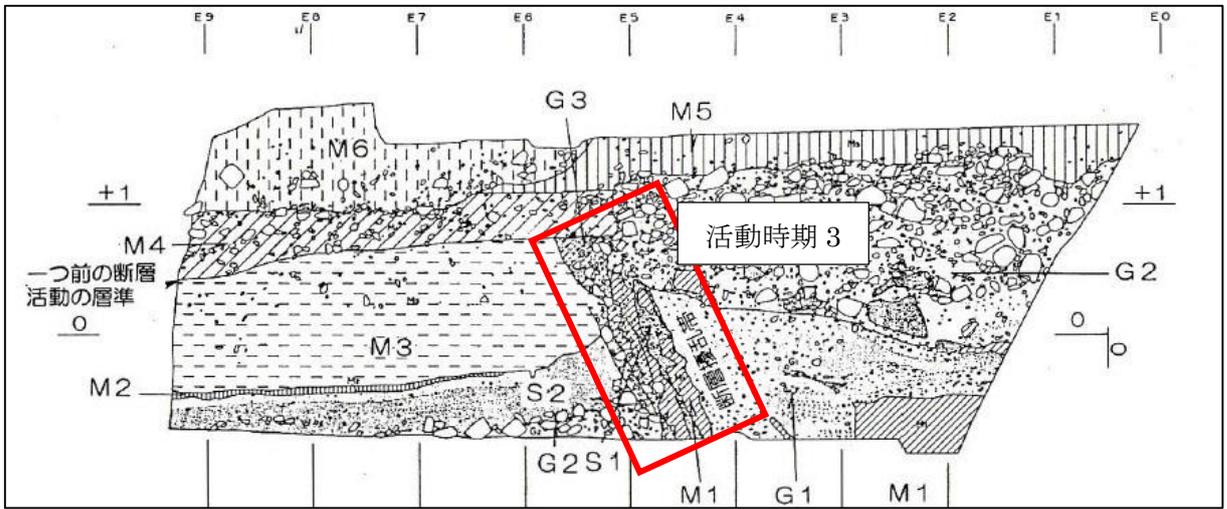


図 4.4.5 茨木市のトレンチ壁面スケッチ（本文献より引用）

活動時期3：M3層（3千～1万年前の地層）を切り、

M4層（縄文～弥生時代）を切っていない

→M4層のできる前（3千年前～縄文時代晩期）に断層が活動

(3) 平成 14 年度 兵庫県「六甲淡路島断層帯に関する調査成果報告書」

この調査では、六甲断層・塩尾寺断層を対象に反射法地震探査、ボーリング調査、トレンチ調査を実施した。調査地域周辺では、西宮市山口町船坂でボーリング調査、トレンチ調査を実施し、既存調査で欠いていた有馬-高槻断層帯の西部である六甲断層の活動性の評価を行っている。また、段丘の区分を詳細に行い、ボーリング・トレンチの調査結果とともに見直しを行っている。図 4.4.6 に地形区分図を示す。断層は県道に沿うように東西方向に走っている。

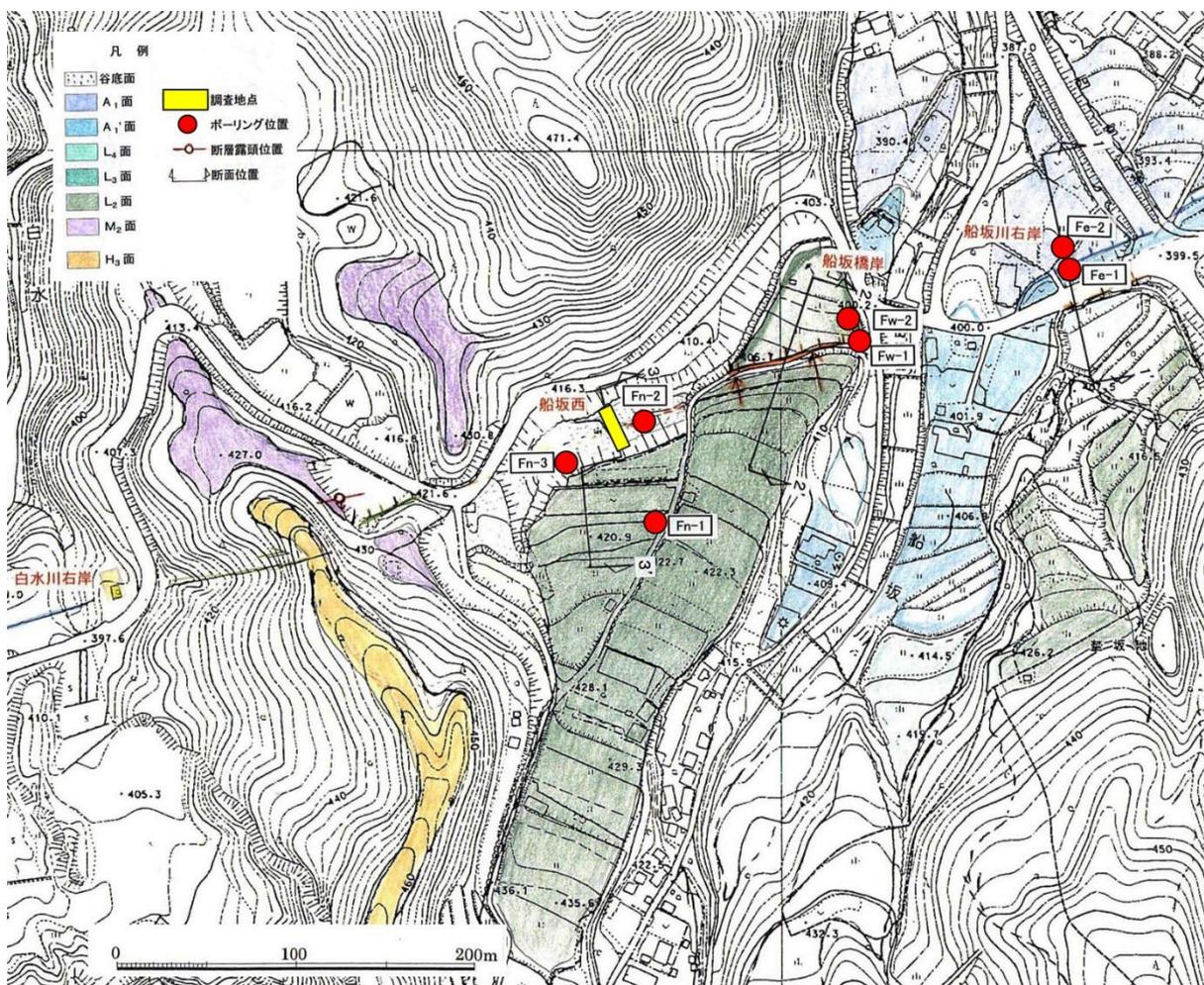


図 4.4.6 周辺の地形区分図（本文献より引用）

Fe-2 および Fe-1 地点の近傍には、現在コンビニエンスストアが建っている。

①ボーリング調査結果

本地域では、複数ヶ所でボーリング掘削を実施している。図 4.4.7 に Fe-1 および Fe-2 地点、図 4.4.8 に Fw-1 および Fw-2 地点のボーリング簡易断面図を示す。

Fe-1 と Fe-2 は低崖を挟んで両側で掘削を行った。ボーリング結果を見ると、2つのボーリング孔で基盤岩の底面が 11m 以上、礫層の底面が約 9.5m の高度差があり、両者の間に断層の存在が認識される。

Fw-1 と Fw-2 では2つのボーリング孔に有意な差が無く、断層はこの地点の南側にあると推測される。また、Fw-1 孔の試料から年代測定を行ったところ、0.9m 付近に約 2.8 万年前の火山灰である始良-丹沢テフラが確認されている。このことから、Fw 孔の掘削を行った面の堆積物が、約 2.8 万年前以前のものであると考えられる。

Fn はトレンチ調査地点の決定のために行ったボーリングであり、断層の両側で実施している。

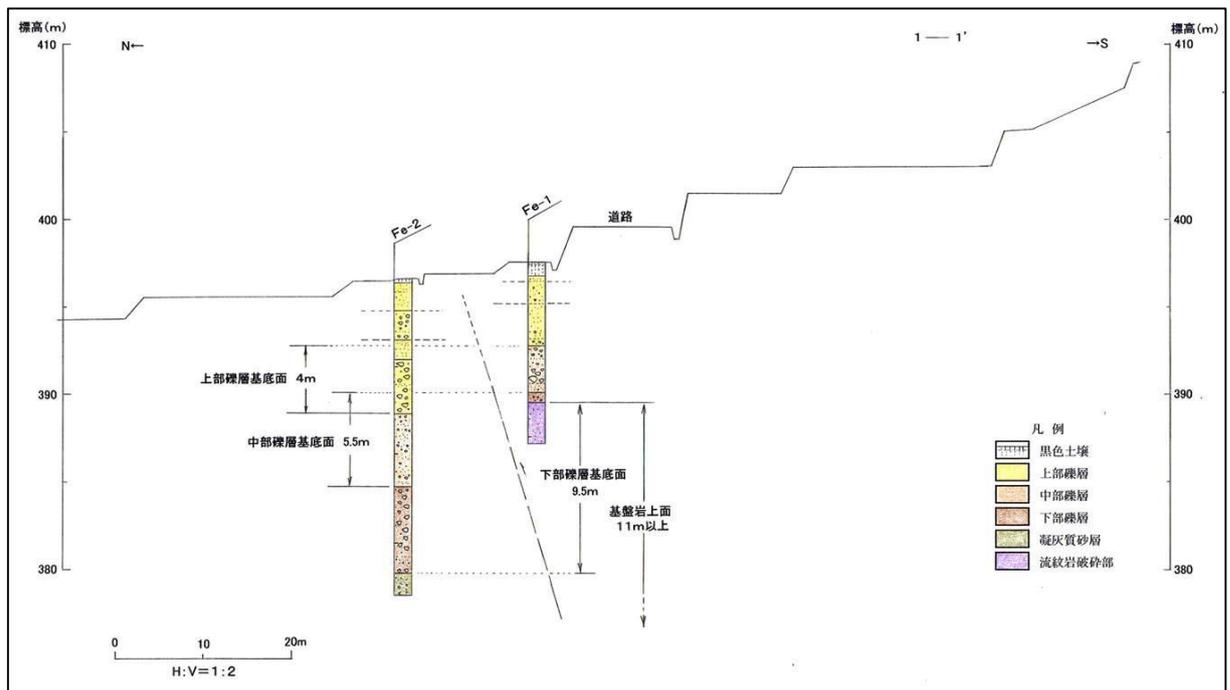


図 4.4.7 ボーリング (Fe) 簡易断面図 (本文献より引用)
2つの間で堆積物が明確に異なり、断層の存在が認識される。

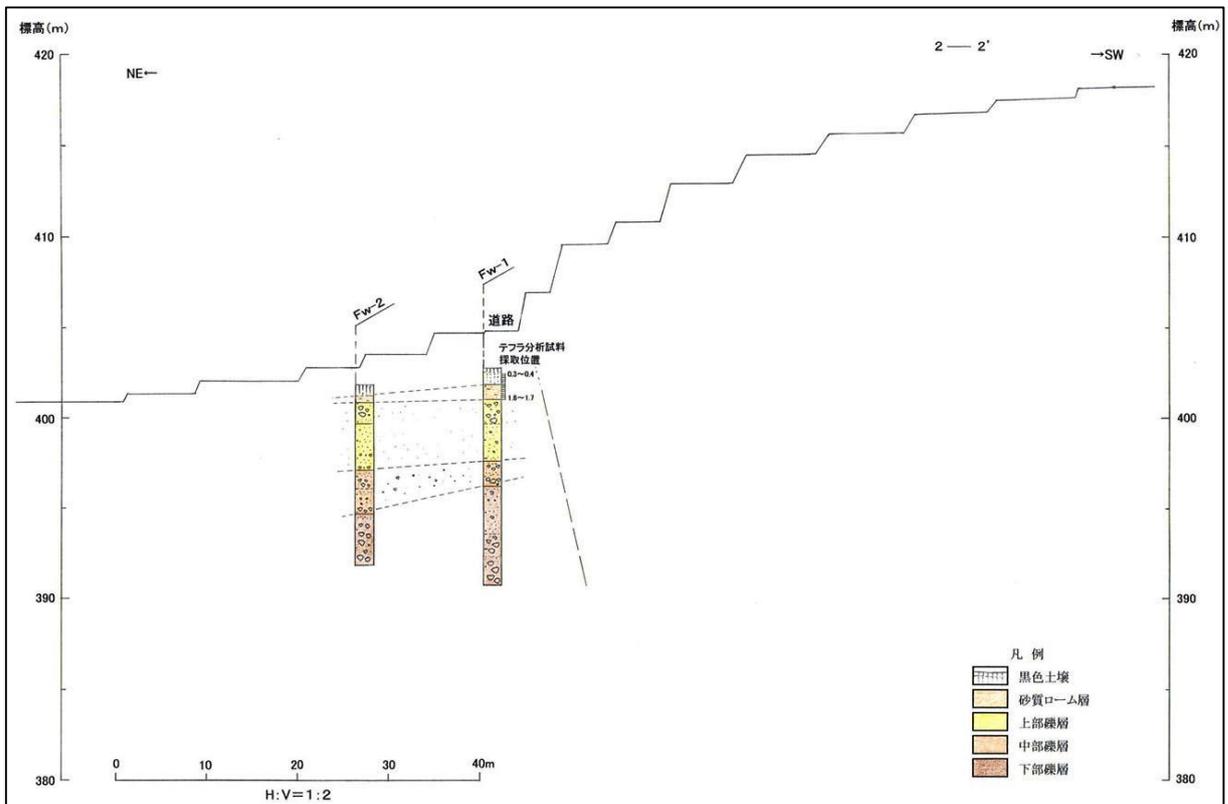


図 4.4.8 ボーリング (Fw) 簡易断面図 (本文献より引用)
 2つの間で堆積物是对比され、断層はこの位置の南側にあると考えられる。

② トレンチ調査

トレンチ調査は、断層に対して直交方向に6か所で行っている(図2.4.9)。ほとんどのトレンチで断層が確認できている。代表的なものとして、第4トレンチの壁面写真を図4.4.10に、壁面スケッチを図4.4.11に示す。低位段丘面であるL2面を構成する堆積物が高角度で接し、断層の存在が明確に認識できる。VIb層は約28000~36000年前、VIc層は45000年前以前に形成された地層であり、地層の年代からも断層が存在することが支持される。

トレンチ調査結果を表7に示す。変位量は1回あたりの大きさではないと思われるが、複数回の活動で1.5~4mの上下変位が確認される。過去の活動は、約300~700年前のものが確認され、これが最新の活動と考えられる。この活動は1596年の年慶長伏見の地震である可能性が高く、有馬-高槻断層帯の他の地域同様に、六甲断層もこの時に活動したことが推測される。

その前の活動に関しては、堆積物を欠くために、約7300~15000年前の活動しか認識されていない。活動間隔に関しては情報が不足するが、1596年の慶長伏見の地震で動いた可能性が高いため、有馬-高槻断層帯と連動する可能性がある。その場合、活動間隔は有馬-高槻断層帯同様に1000~2000年に1回であり、切迫度は高くないと考えられる。

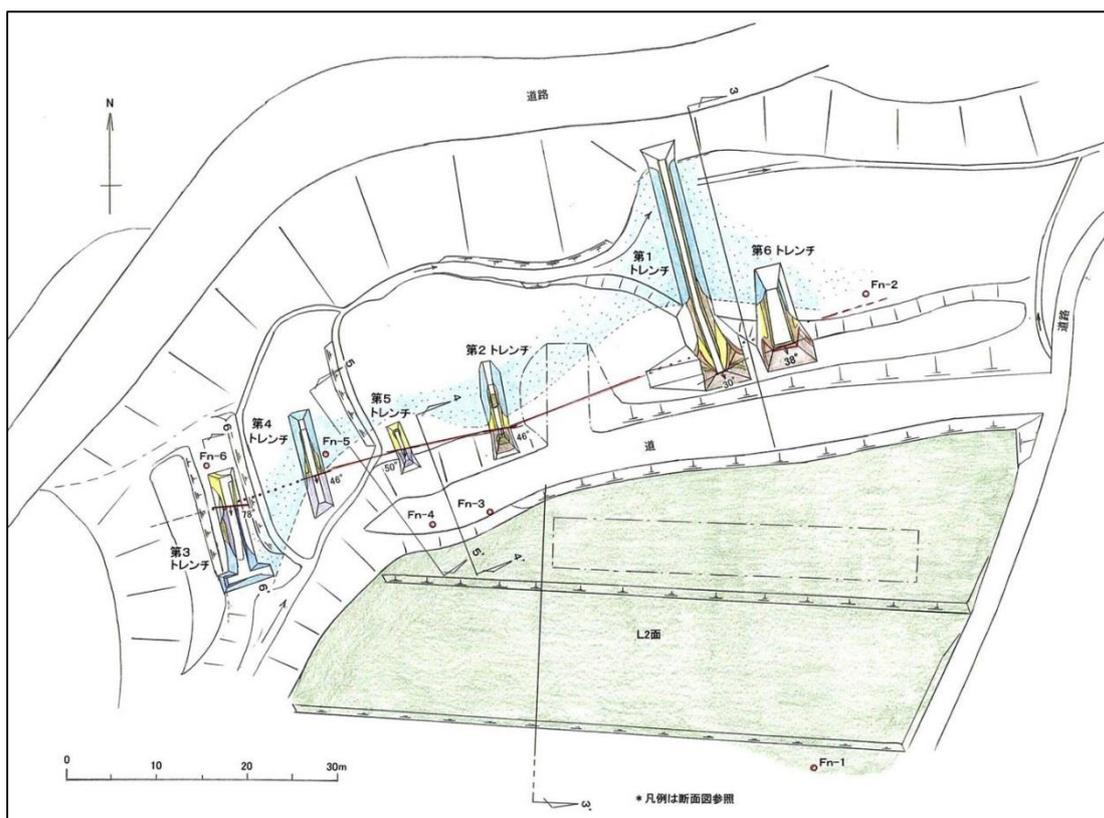


図 4.4.9 トレンチ周辺平面図 (本文献より引用)

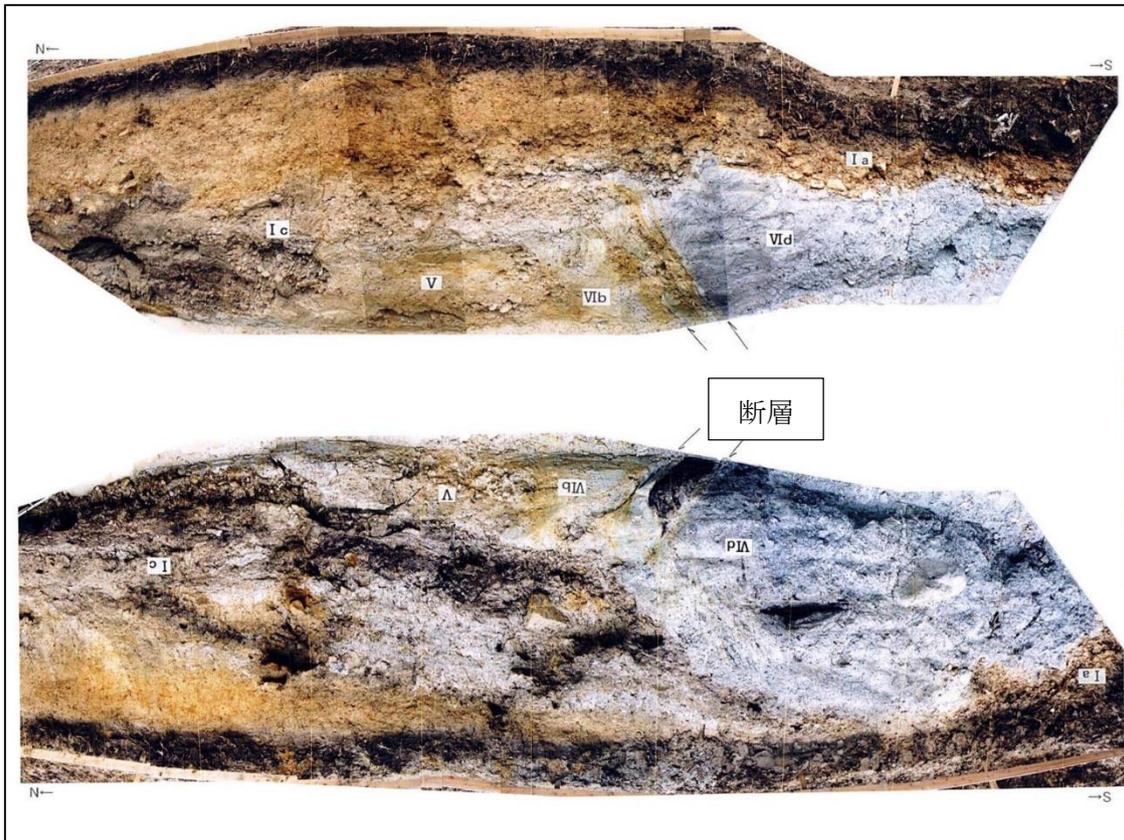


図 4.4.10 トレンチ壁面写真 (本文献より引用)

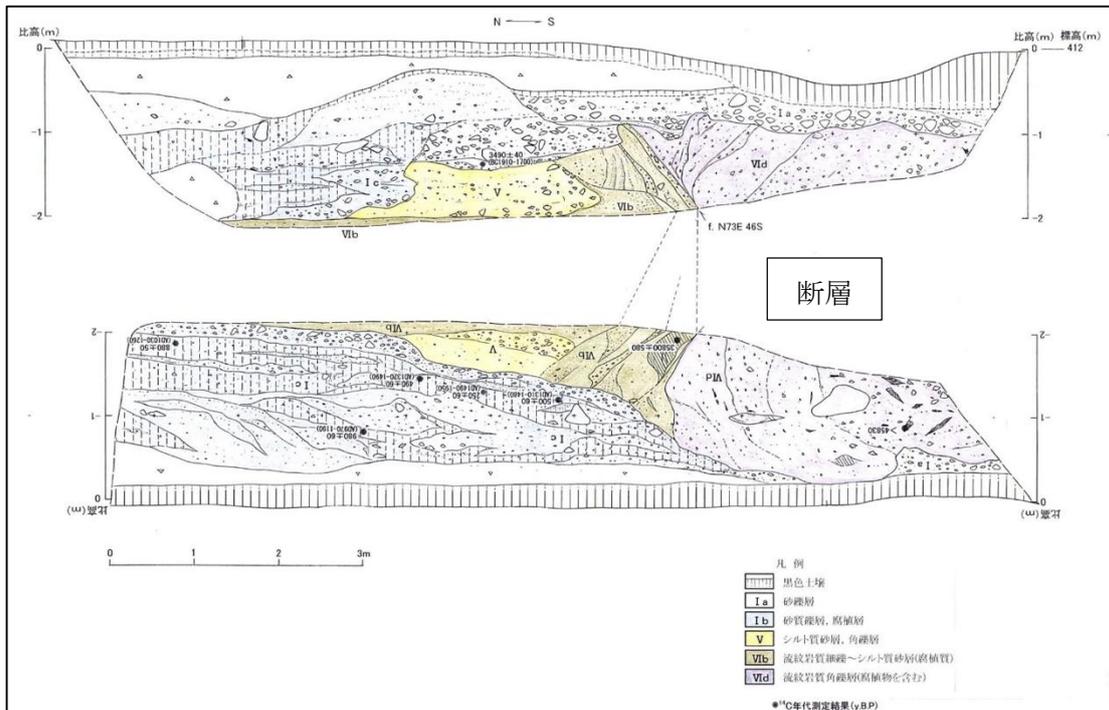


図 4.4.11 トレンチ壁面スケッチ (本文献より引用)

表 4.4.2 調査結果のまとめ

項目	内容
断層の性状	南側傾斜の逆断層（ $\angle 35\sim 50^\circ$ ）、横ずれ成分もあり
変位量（上下）	VI層：2.5～3.5m（VIb層：1.5～4m）
過去の活動	①約 300～700 年前（慶長伏見の地震） ②約 7300～15000 年前の間
平均活動間隔	1000～2000 年（有馬-高槻断層帯と連動する場合）
将来の活動の規模	M7.5 \pm 0.5（有馬-高槻断層帯と連動する場合）
将来の地震発生確率	今後 30 年以内 ほぼ 0～0.02% 今後 50 年以内 ほぼ 0～0.04% 今後 100 年以内 ほぼ 0～0.2% 今後 300 年以内 ほぼ 0～9.0% （※有馬-高槻断層帯と連動する場合）

(4) 平成 15 年度 兵庫県「六甲淡路島断層帯に関する調査成果報告書」

この調査では、淡河断層、柏尾谷断層、古々山断層を対象に反射法地震探査、ボーリング調査、トレンチ調査を実施した。この内、淡河断層に関しては神戸市北区淡河町中山においてボーリング調査、トレンチ調査を行い、断層の活動性の評価を行っている。図 4.4.12 にストリップマップを示す。

①ボーリング調査

図 4.4.13 に調査位置図を示す。ボーリング調査はトレンチ調査に先行し、断層の位置を明らかにすることを目的として実施した。鉛直方向のボーリングを 6 孔と 45°傾斜のボーリングを 1 孔実施し、トレンチ調査位置を決定した。

図 4.4.14 にボーリング簡易断面図を示す。OG-4 と OG-6 間で基盤岩が明確に変化し、OG-4 側は白亜紀の有馬層群、OG-6 側は中新世の神戸層群であり、地質境界がこの位置に存在する。基盤岩だけでなく、それを覆う河成段丘礫層の基底面の深度にも約 2m の落差が認められる。45°傾斜で掘削した OG-7 孔では、神戸層群と有馬層群の境界が確認され、境界部には約 1cm の脈状の粘土が見られた。

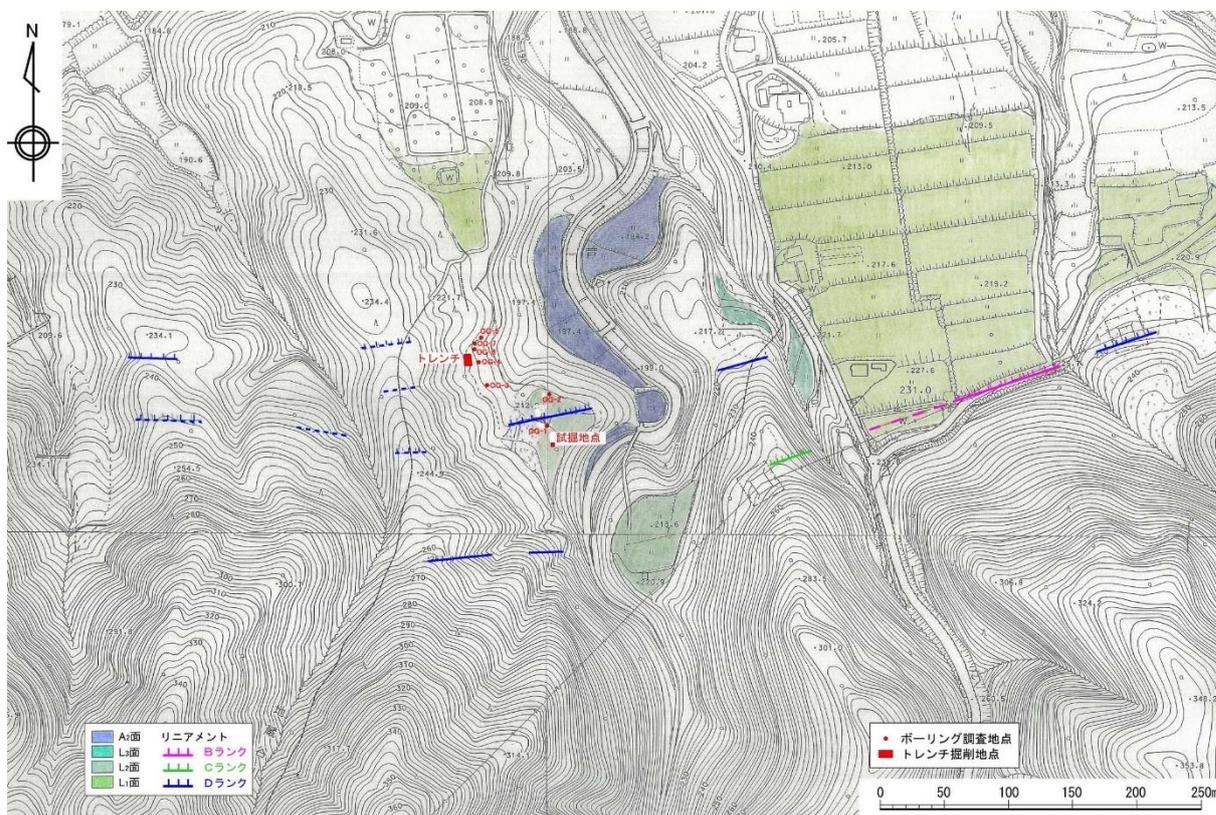


図 4.4.13 調査位置図（本文献より引用）

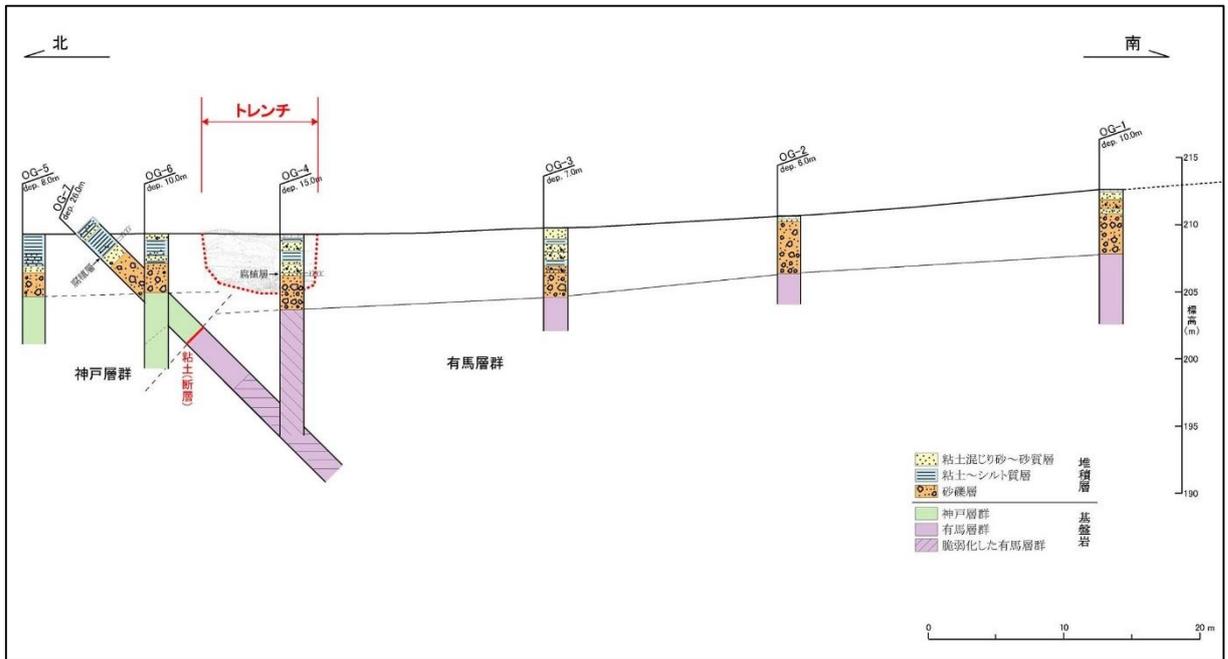


図 4.4.14 ボーリング簡易断面図 (本文献より引用)

②トレンチ調査

ボーリング調査の結果から、OG-4 と OG-6 の間でトレンチ調査を実施した。図 4.4.15 にトレンチ東面の壁面スケッチ及び壁面写真を示す。

トレンチでは、基盤岩を覆って約 4m 程度の堆積物が分布する。堆積物は、約 90000 年前の阿蘇 4 テフラが被覆する I 層～約 40000 年前の三瓶池田テフラを含むIV層までは断層による構造の乱れや変位が認められる。これらを覆う V 層は 15000～16000 年前の阪手テフラおよび約 7300 年前の始良-丹沢テフラを挟み、断層の活動はそれ以前と考えられる。断層は複数認識され、III層とIV層の構造差、II層を切りIII層に覆われる断層も認められる。I 層では、上面にII層がアバットし、南側で厚く堆積していることから、I 層堆積後～II層堆積前の活動が認識される。さらに、I 層中の断層および I 層と有馬層群の境界の断層も、I 層内の礫層に覆われていることが確認される。

図 4.4.16 にトレンチとボーリング結果をまとめた断面図を示す。また、調査結果を表 2.4.3 に示す。I 層には有馬層群と神戸層群の地質境界の断層による変位は見られず、トレンチで見られた断層は有馬層群中のものである。断層は、東面では N86E62S、西面では N84W70S の走向傾斜である。有馬層群と I 層の境界部には幅 10cm 程度の粘土質ガウジが見られる。断層の両側でIII層やIV層の層相・層厚が異なるため、断層の変位は水平成分が卓越すると考えられる。上下方向の変位量は、ボーリングの調査結果から約 2m である。

断層の最新活動はIV層堆積以降、V層堆積前であり、その年代は約 15000～40000 年前である。それ以前の活動については、III層の堆積後～IV層堆積前、II層堆積後～III層堆積前、I 層堆積後～II層堆積前、I 層堆積中（2回）の断層活動が認識される。

以上のことから、確実・不確実なものを合わせて 6 回の断層活動が推定される。この場合、段丘堆積物の年代が阿蘇 4 テフラ降灰期（約 90000 年前）と推測されることから、活動間隔は約 15000 年となる。

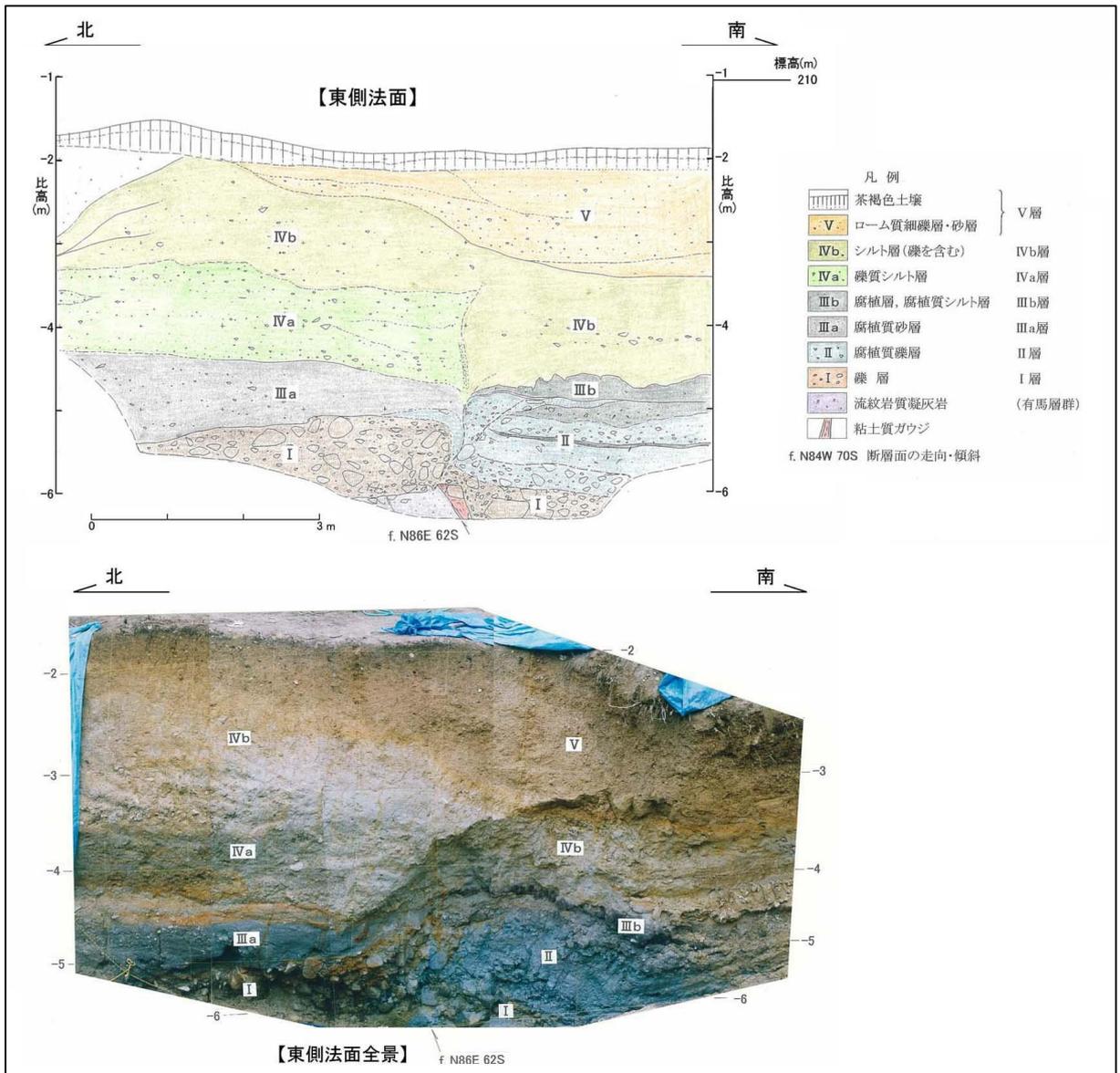


図 4.4.15 トレンチ東面の壁面スケッチおよび壁面写真（本文献より引用）

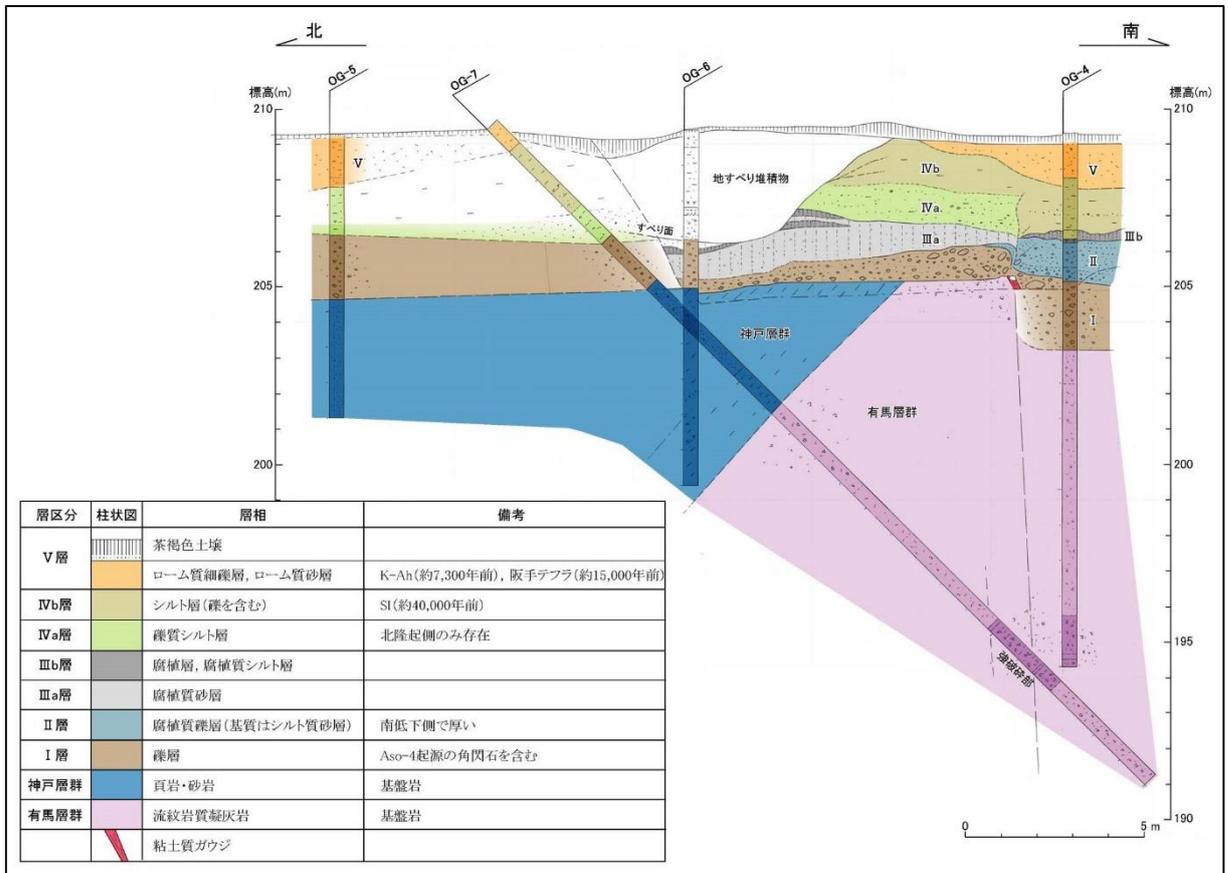


図 4.4.16 調査地域断面図 (本文献より引用)

表 4.4.3 調査結果のまとめ

項目	内容
断層の性状	南側傾斜の逆断層 (∠62~70°)、横ずれ成分もあり
変位量 (上下)	約 2m (I層基底)
過去の活動	<ul style="list-style-type: none"> ① 15000~40000 年前 (IV層堆積後~V層堆積前) ② III層の堆積後~IV層堆積前 ③ II層堆積後~III層堆積前 ④ I層堆積後~II層堆積前 ⑤ I層堆積中 (I層内の礫層に覆われる) ⑥ I層堆積中 (有馬層群との境界、I層内の礫層に覆われる)
平均活動間隔	15000 年

5. トレンチ調査結果（有馬地区）

5. 1. 船坂1 トレンチ

5. 1. 1. トレンチ調査地点

船坂1 トレンチは、兵庫県西宮市船坂市街地周辺の断層露頭において実施した(図 5.1.1)。今回の調査前の露頭の状況を図 5.1.2 に示す。この露頭は既存調査(たとえば Maruyama and Lin, 2002 など)にも報告されており、段丘堆積物を切る露頭として記載されている(図 5.1.3)。

図 5.1.4 に標高段彩図を示す。有馬-高槻構造線のリニアメント上は谷地形を示し、国道 51 号線はそれに沿って走っている。本調査地点のリニアメント周辺には断層変位地形が連続して分布している。調査地点東側の県道のカーブ付近は谷中分水嶺となっており、河川の頭部が他の河川に争奪された「載頭河川」の地形が認められる(河川の水量に対して、谷幅が広い)。

図 5.1.5 に調査地域周辺の地質図を示す。本調査地点では段丘堆積物(※地質調査総合センターの地質図では大阪層群となっている)が花崗岩と接するが、調査地点東側の道路沿いの露頭では、花崗岩と有馬層群の凝灰岩が接している(図 5.1.6)。この露頭では断層の正確な位置がやや不明瞭だが、本調査地点から断層を延長すると、概ね地質境界の付近を通る(図 5.1.7)

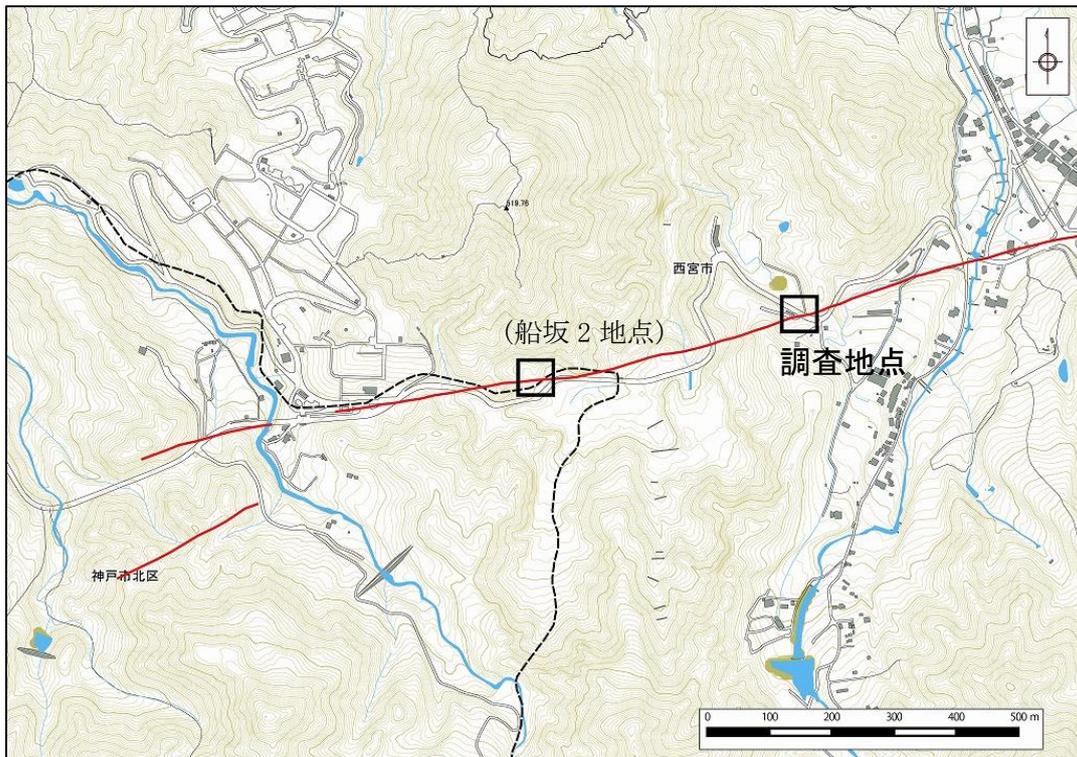


図 5.1.1 調査地域位置図(国土地理院「基盤地図情報」から作成)

赤線は活断層詳細デジタルマップより引用。



図 5.1.2 トレンチ調査前の露頭状況（赤枠部に断層）

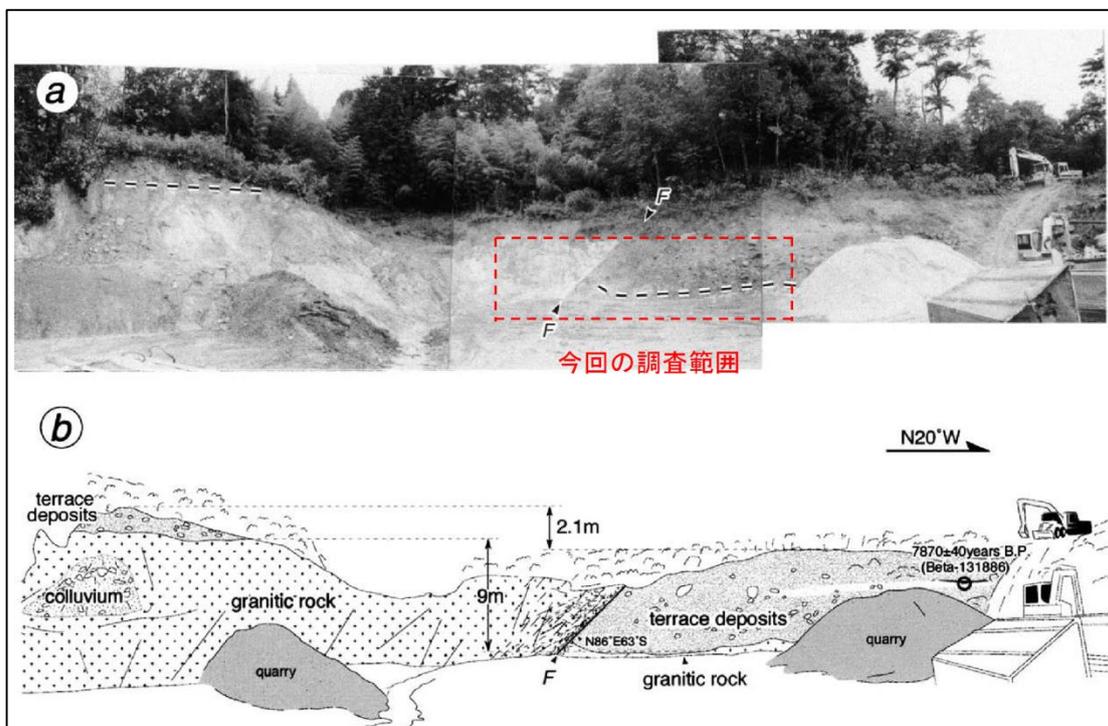


図 5.1.3 既存文献の壁面記載（Maruyama and Lin, 2002 より引用）

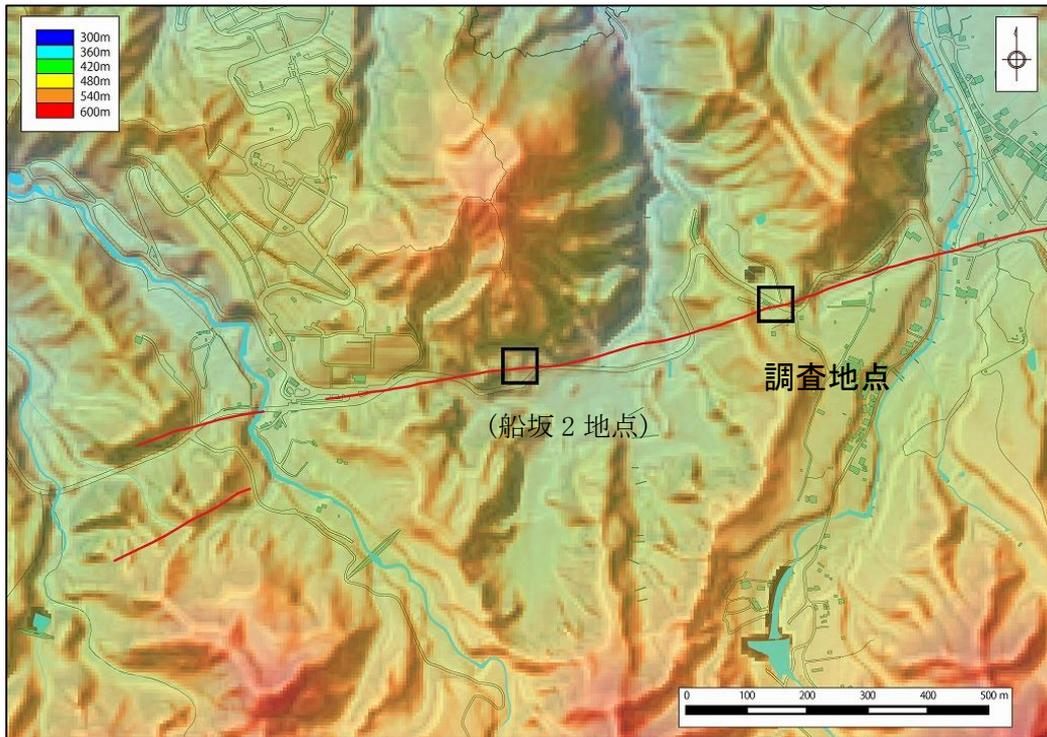


図 5.1.4 調査地域標高段彩図 (国土地理院「基盤地図情報」から作成)

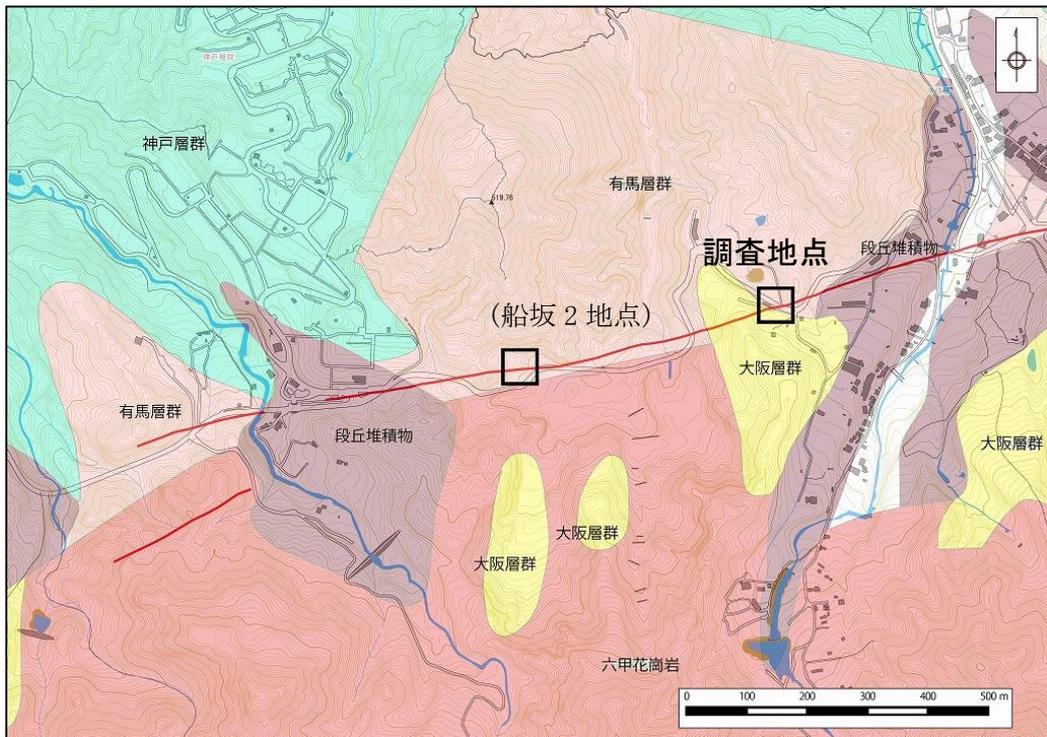


図 5.1.5 調査地域地質図

(国土地理院「基盤地図情報」および地質調査総合センター「地質図類データ」から作成)



図 5.1.6 調査地点東側の道路沿いの露頭
地質境界の正確な位置はやや不明瞭である。

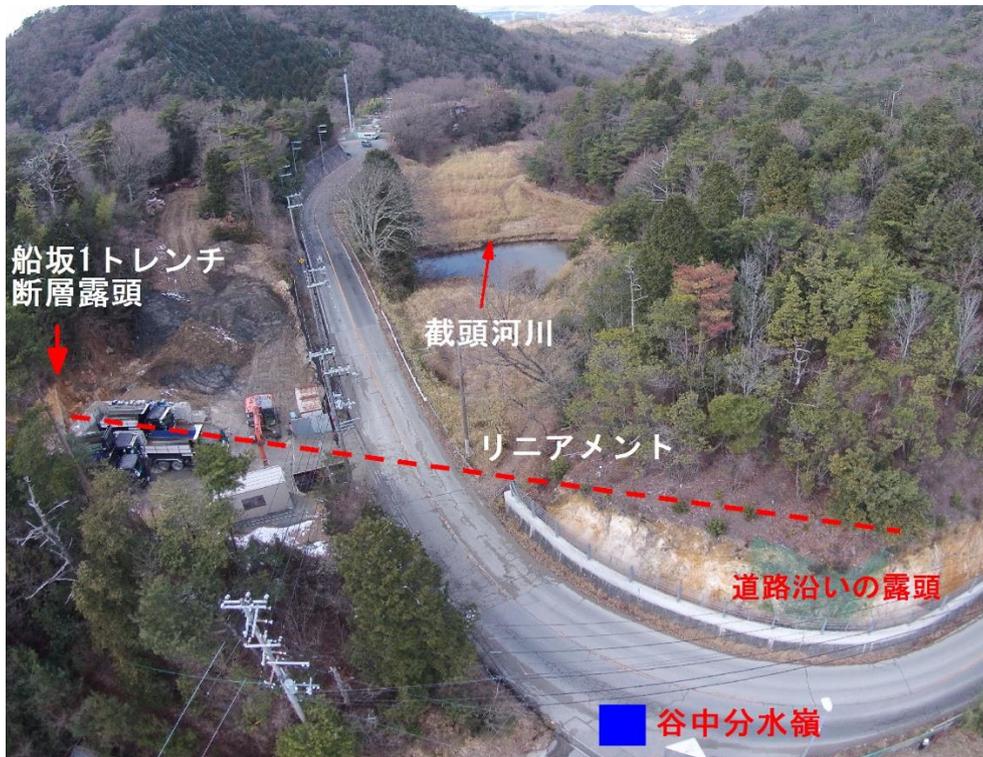


図 5.1.7 調査地東側の道路沿いの露頭（ドローンで撮影）
調査地点の断層の走向を延長すると、概ね露頭の地質境界を通る。

5. 1. 2. トレンチ掘削概要

掘削地点は、道路から建設会社敷地内を 50mほど入った突き当りの場所で、露頭の走向は、断層を横断する北西南東方向を示す。

トレンチの掘削は、露頭壁面の表面を削った露頭表面掘削部と底面掘削部に分けて行った。図 5.1.8 にトレンチ概要図を、図 5.1.9 に調査地点の平面図を示す。露頭表面掘削部は、長さ 20m 幅 1m 程度を露頭に平行して掘り込みを行った。底面掘削部は露頭の直下を長さ 20m 幅 5m 深さ 2.5m 程度掘り込み、床面でも断層が観察できる状況にした。掘削土量は概算で 230m³程度である。トレンチの掘削にはバケットの大きさが 0.3m³程度のバックホウを使用して行ったが、露頭前にはコンクリートブロックが設置してあるなど、可動範囲が限られていたため、露頭の南側、北側から重機を入れるなど慎重に掘削を行った。掘削は、露頭表面の強風化部、露頭を覆う土壌や崩積土、埋土を除去した新鮮な岩盤が露出するまで行った。

また、本トレンチでは、凍結融解の影響や掘削後の雨の影響で壁面の崩壊が生じ、トレンチ底面の一部が埋まったことから、底面掘削部では長さ 10m 幅 3m 深さ 1.5m 程度の再掘削を行い、トレンチ底面を露出させた。再掘削の土量は概算で 30m³程度である。

本トレンチ掘削は安全対策を万全とした。調査地点は建設会社の私有地内であり、現在稼働している現場であったため、作業中は、土地所有者と十分打合せを行いながら行い、建設会社の作業に支障が無いように配慮した。また、元々急崖である場所を掘削したため、極力崖下で作業を行わない、作業を行う場合は他の作業員が落石の監視を行う等の安全対策を実施した。

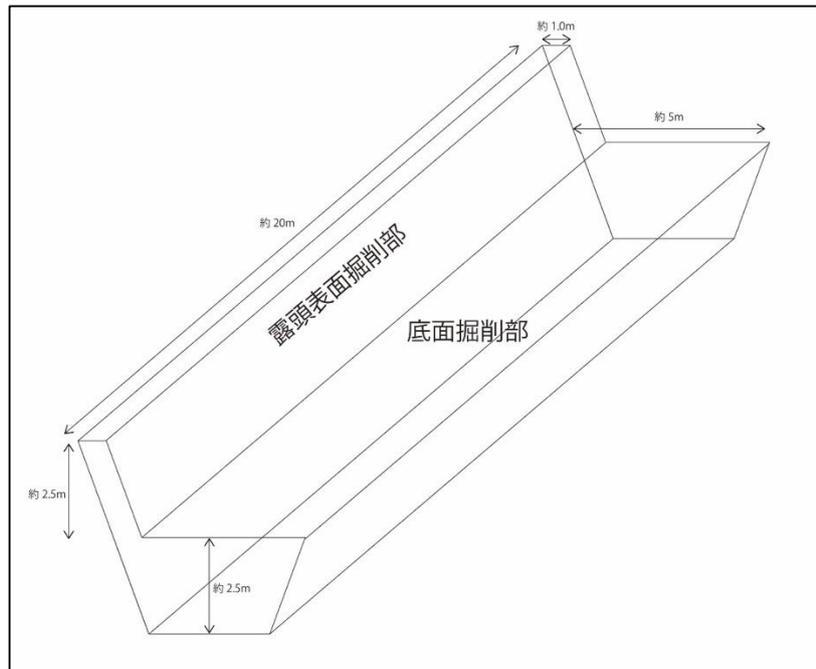


図 5.1.8 トレンチ概要図

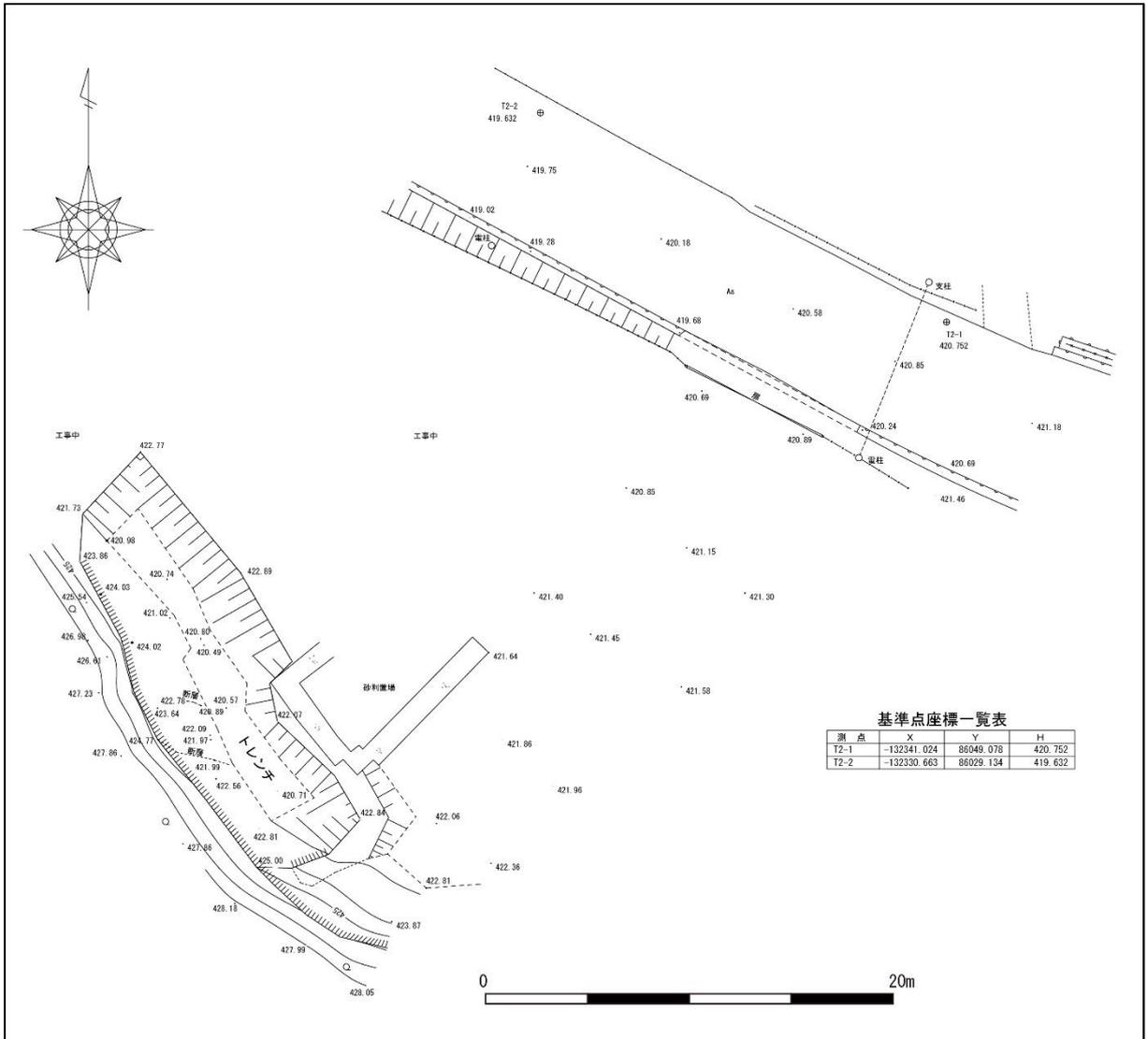


図 5.19 トレンチ平面図

5. 1. 3. トレンチ壁面の調査結果

船坂1 トレンチでは、掘削した露頭壁面（長さ 20m 高さ 5m 程度）、トレンチ上方の追加掘削した部分（断層延長部）、底面の断層が露出した部分（底面延長部）の観察を行った。

図 5.1.10 に船坂1 トレンチの壁面スケッチ、図 5.1.11 に船坂1 トレンチ壁面写真を、図 5.1.12 に船坂1 トレンチ断層延長部スケッチ、図 5.1.13 に船坂1 トレンチ断層延長部写真を、図 5.1.14 に船坂1 トレンチ底面延長部スケッチ、図 5.1.15 に船坂1 トレンチ底面延長部写真をそれぞれ示す。船坂1 トレンチ壁面および断層延長部のスケッチは 1/20 スケール、船坂1 トレンチ底面延長部は 1/10 スケールで作図した。

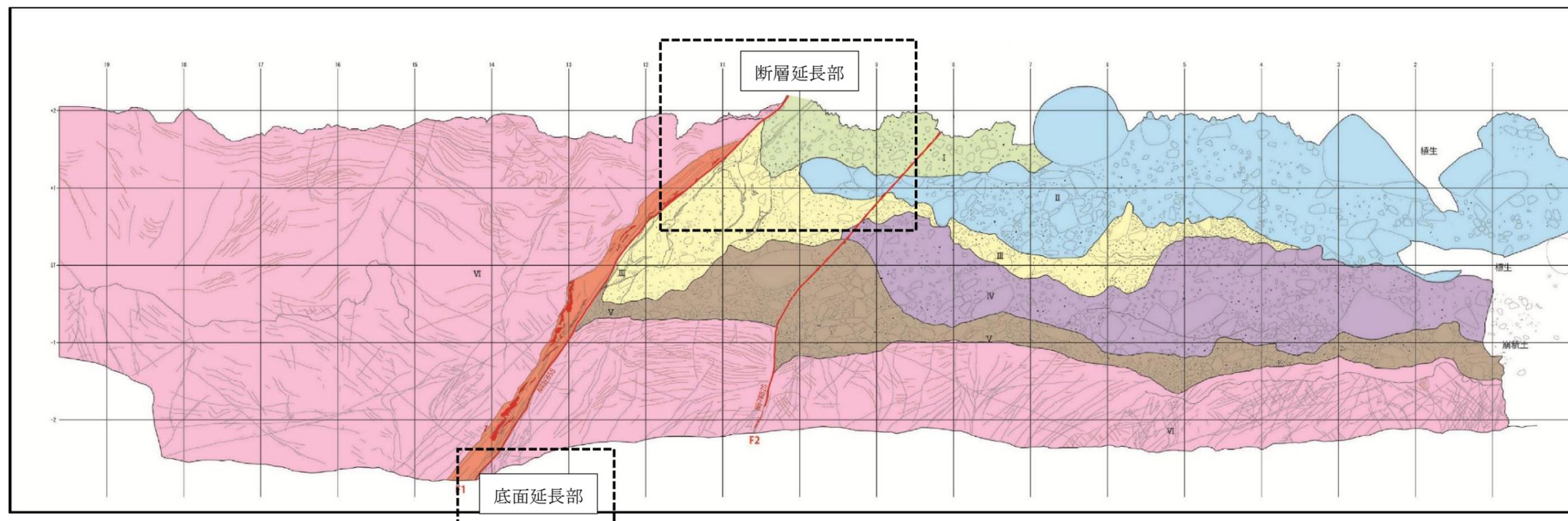


図 5.1.10 船坂 1 トレンチ壁面スケッチ

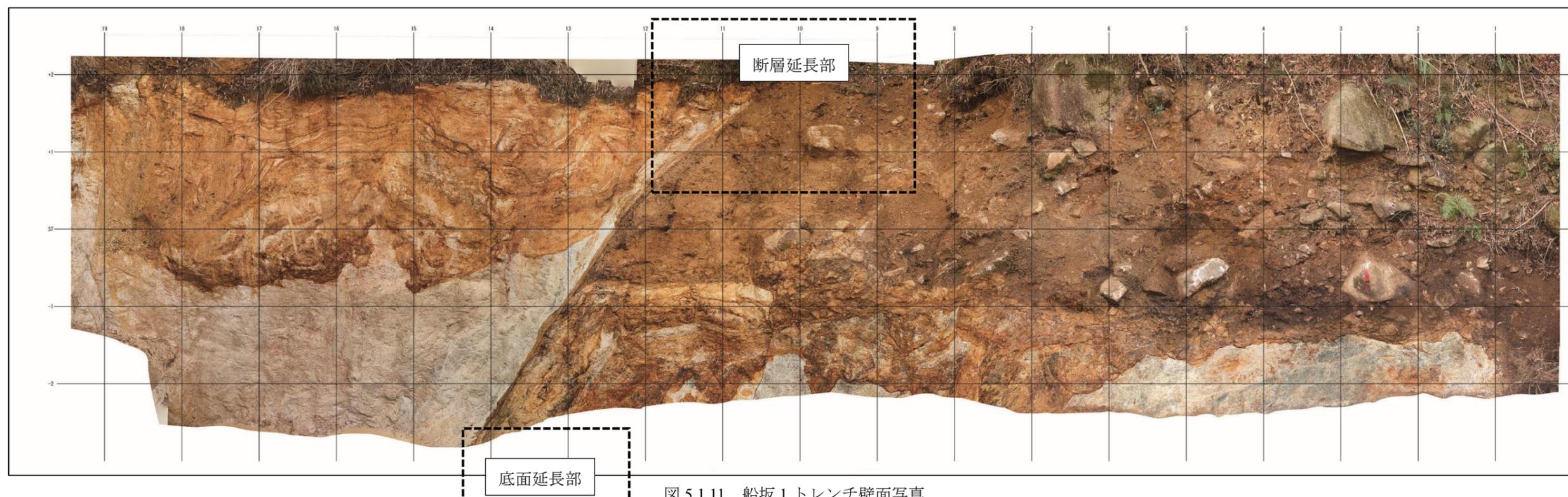


図 5.1.11 船坂 1 トレンチ壁面写真

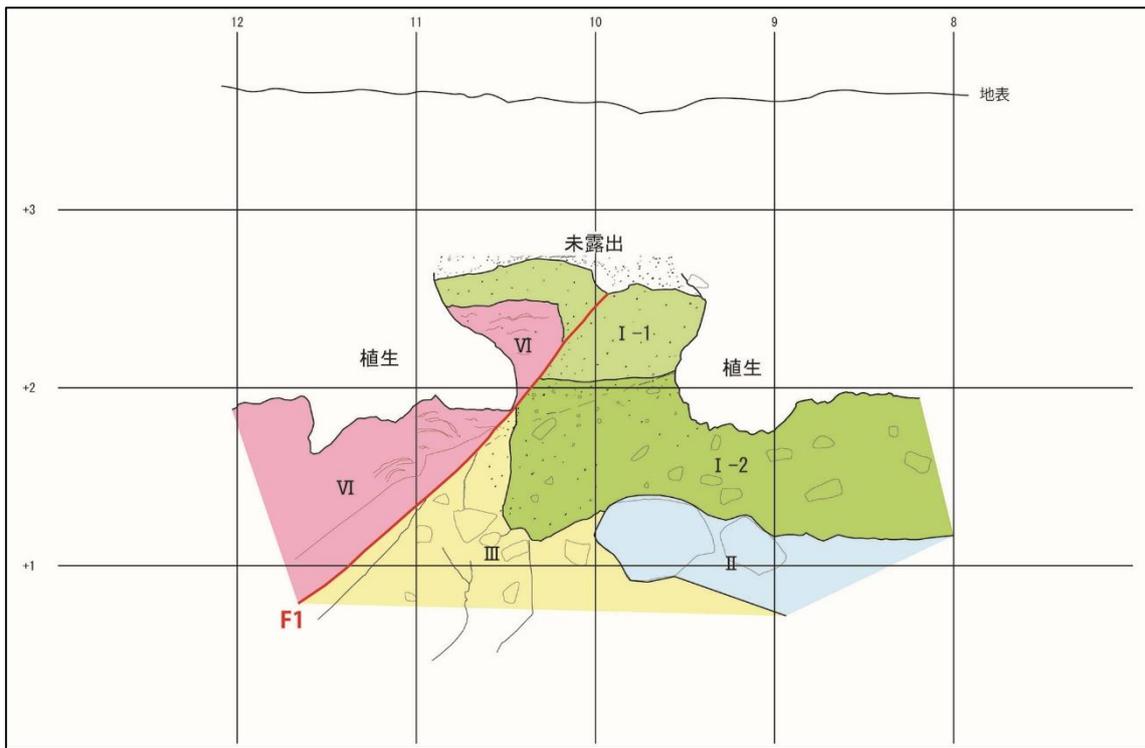


図 5.1.12 船坂 1 トレンチ断層延長部スケッチ

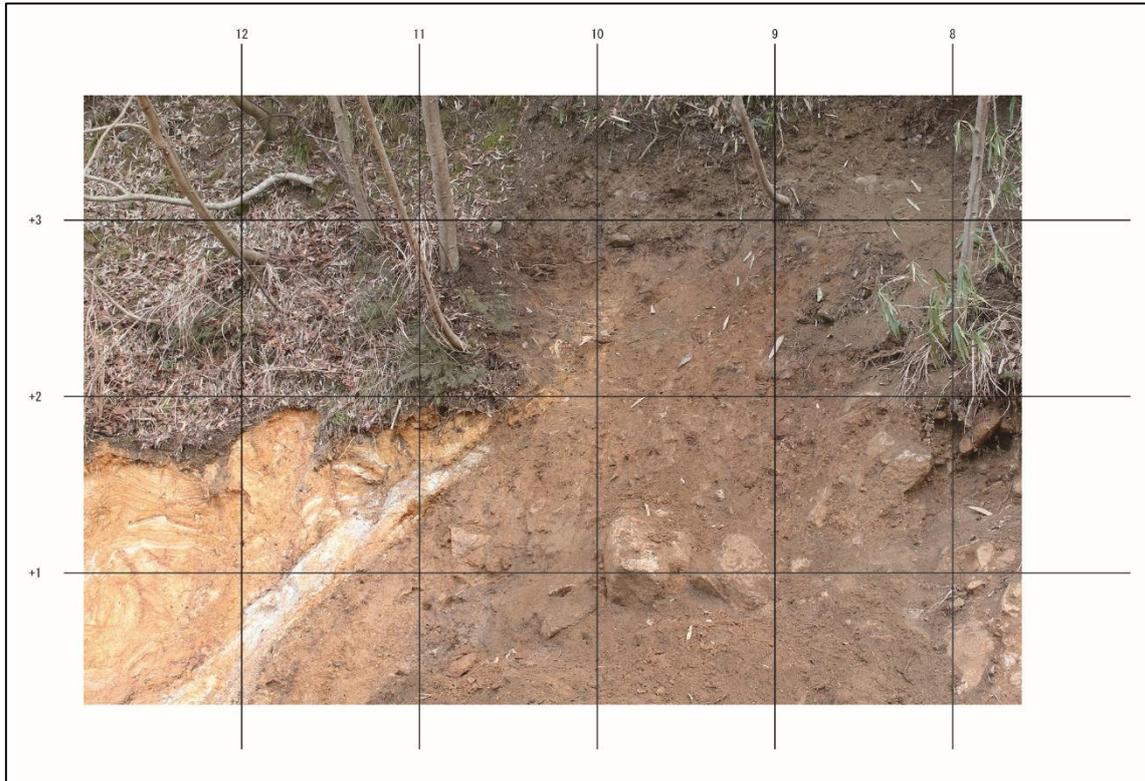


図 5.1.13 船坂 1 トレンチ断層延長部写真

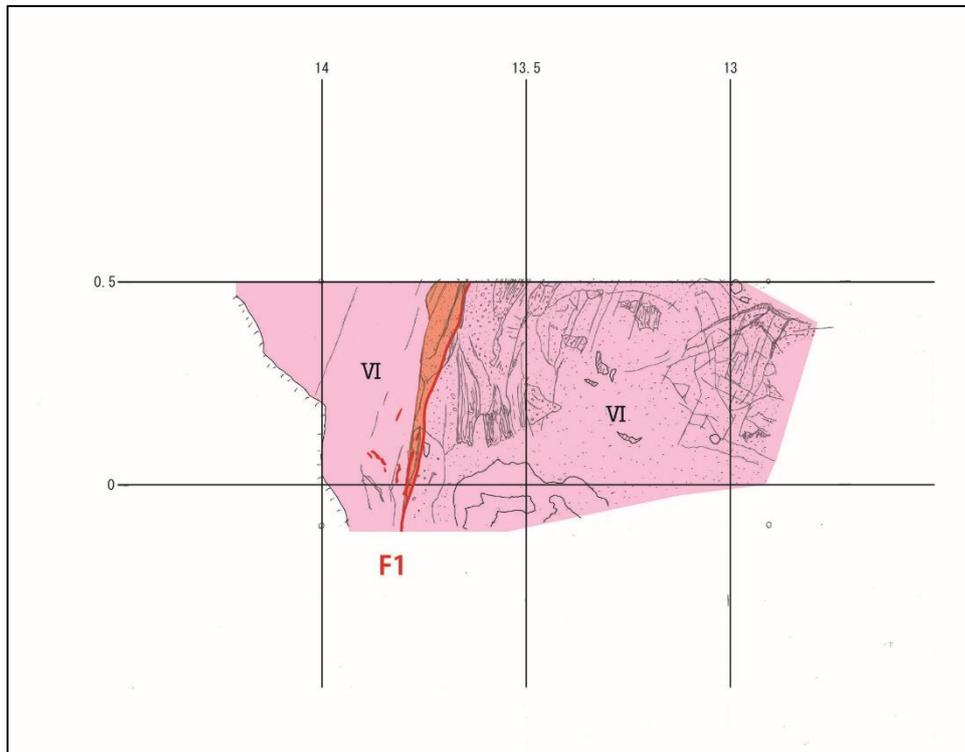


図 5.1.14 船坂 1 トレンチ底面延長部スケッチ (1/10 スケールで作図)

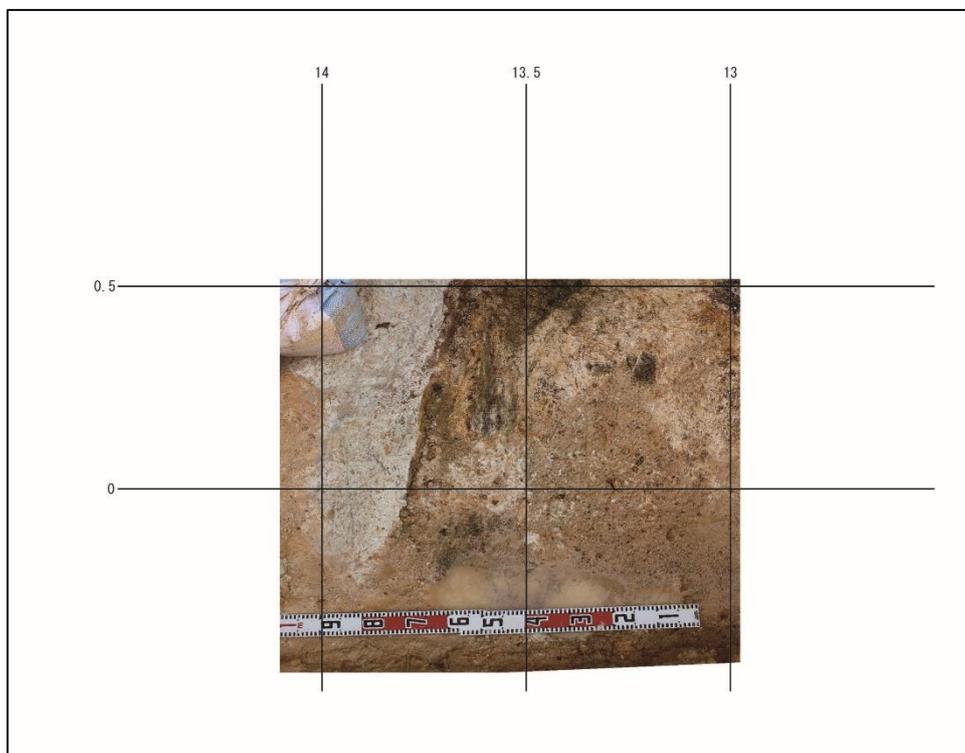


図 5.1.15 船坂 1 トレンチ底面延長部写真

5. 1. 4. 層序区分

本トレンチは段丘の砂礫、基盤岩の花崗岩が認められた。船坂1トレンチの各層序について、以下に記す。

(1) I層：黄褐色シルト混じり砂礫

断層部の直上及び、断層付近の下盤側付近のみ分布する。礫径はφ30～100mm程度、亜円～亜角礫を主体とする。礫率50%程度、シルトはローム質で全体的に非常に締りが悪く崩れやすい。堆積構造は不明瞭。

(2) II層：黄褐色砂礫

断層付近の下盤側のみ分布する。礫径はφ100～500mm程度、亜円～亜角礫を主体とする。礫率70%程度、礫種は花崗岩のみ確認される。上位および下位層と比べて礫率が高く、礫径が大きな礫を主体する特徴がある。

(3) III層：赤褐色礫混じり砂

礫径φ50～500mm程度、亜角～亜円礫を主体とする。礫率30%程度、礫種は花崗岩のみ確認される。砂は粗粒砂を主体とし、シルト分を含む。堆積構造は不明瞭。砂はネジリガマでも容易に削ることが可能で、締りは良くない。断層部付近は上下方向の構造が乱れ、黒色のマンガンの濃集部が認められる。断層分付近はシルト分が多くやや粘性がある。

(4) IV層：暗灰～赤褐色砂礫

礫径φ50～1,000mm程度、亜円～亜角礫主体。礫率は50%程度、礫種は花崗岩のみ確認される。マンガンの濃集が認められ、全体的に黒色を呈している。礫の風化度は低く堅硬。基質は全体的にやや固結している。

(5) V層：赤褐色砂礫

礫径φ100～300mm程度、亜角～亜円礫主体。礫率70%程度、礫種は花崗岩のみ確認される。基質が非常に固化しており、ブロック状に割れやすい。礫は強風化し、鎌で削ることができ、叩くとボロボロと崩れる。礫径が比較的均質で、巨礫を含まない。

(6) VI：花崗岩（基盤）

全体的に風化・破碎をした花崗岩。主断層より北側はやや新鮮な花崗岩からなり、人力での整形が難しい。五寸釘が容易に刺さらない程度の硬さである。一方、主断層の南側は、ネジリガマで削れる程度の硬さで重機での掘削は容易である。全体的に塊状で元々の構造は不明瞭であるが、上部と下部とでやや形状が異なる。上部は、赤褐色を呈し、水平～波打ったような細かい模様が発達する。この模様は風化による2次的な要因による可能性が高い。一方、下部は白～青灰色を呈し、上部のような縞模様の発達は良くない。

5. 1. 5. 走向傾斜の測定

船坂1トレンチでは、岩盤内の亀裂および断層の走向傾斜の測定を実施した。

5. 2. 船坂2トレンチ

5. 2. 1. トレンチ調査地点

図 5.2.1 に本調査地点位置図を示す。地点2 トレンチは西宮市山口町中野に位置し、六甲山（標高 931.3m）を源流として概ね北に流下する十八丁川と船坂川に挟まれた、六甲山の北北東 2.75km の場所にある。周辺は大規模に風化花崗岩が露出しており（図 5.2.2）、トレンチ地点でも高さ 10m、幅 30m 程度の風化花崗岩の露頭を見ることができる（図 5.2.3）。

図 5.2.4 に標高段彩図を示す。地形的には、南方の六甲山を源流として北に流下する複数の河川と、それに概ね直行して東北東-西南西に伸びる有馬高槻構造線の2方向に卓越する構造が認められ、標高 400~800m 程度のピークが複数点在する複雑な地形を形成している。特に調査地の南方は風化花崗岩が露出する大規模な悪地が広がっており、砂防工事が進められている（上述の図 5.2.2）。

図 5.2.5 に周辺の地質図を示す。調査地域には東西走向の断層を境に、概ね南側に花崗岩が、北側東部に流紋岩、北側西部に神戸層群の堆積岩類が分布する。花崗岩は上述の通り断層によって顕著に破碎、風化し、脆くなっている。

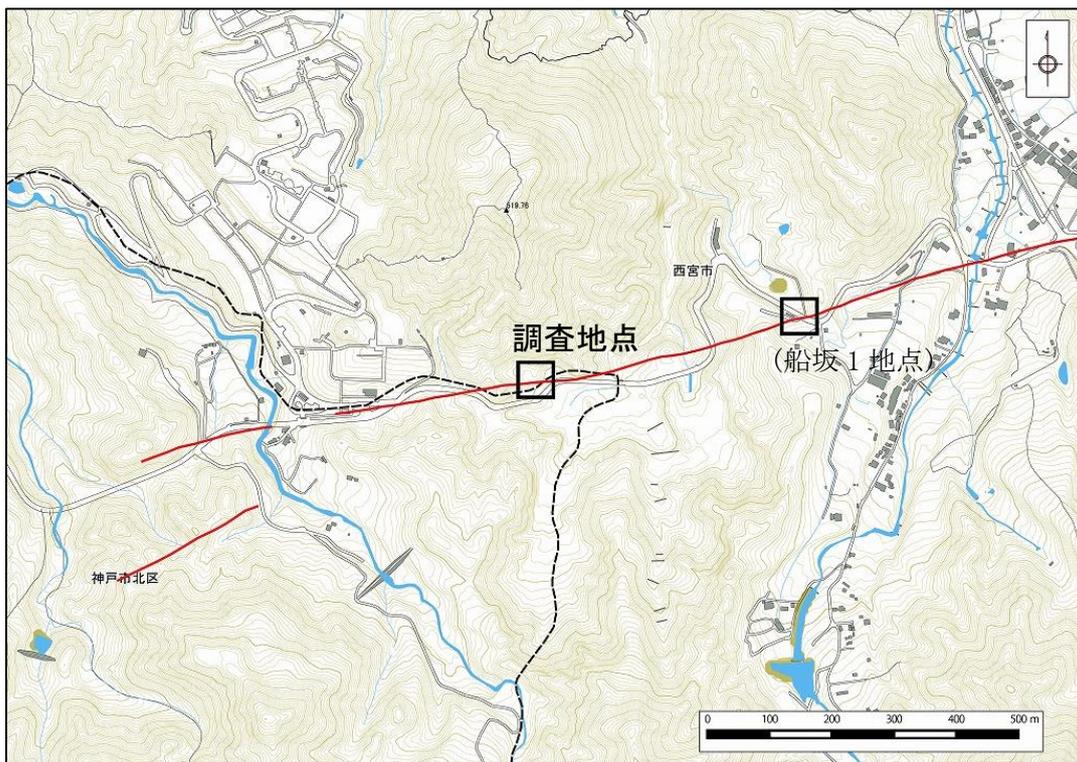


図 5.2.1 調査地域位置図（国土地理院「基盤地図情報」から作成）
赤線は活断層詳細デジタルマップより引用



図 5.2.2 地点 2 の南方に分布する大規模な花崗岩露出地帯（白水峡）



図 5.2.3 地点 2 の風化花崗岩露頭

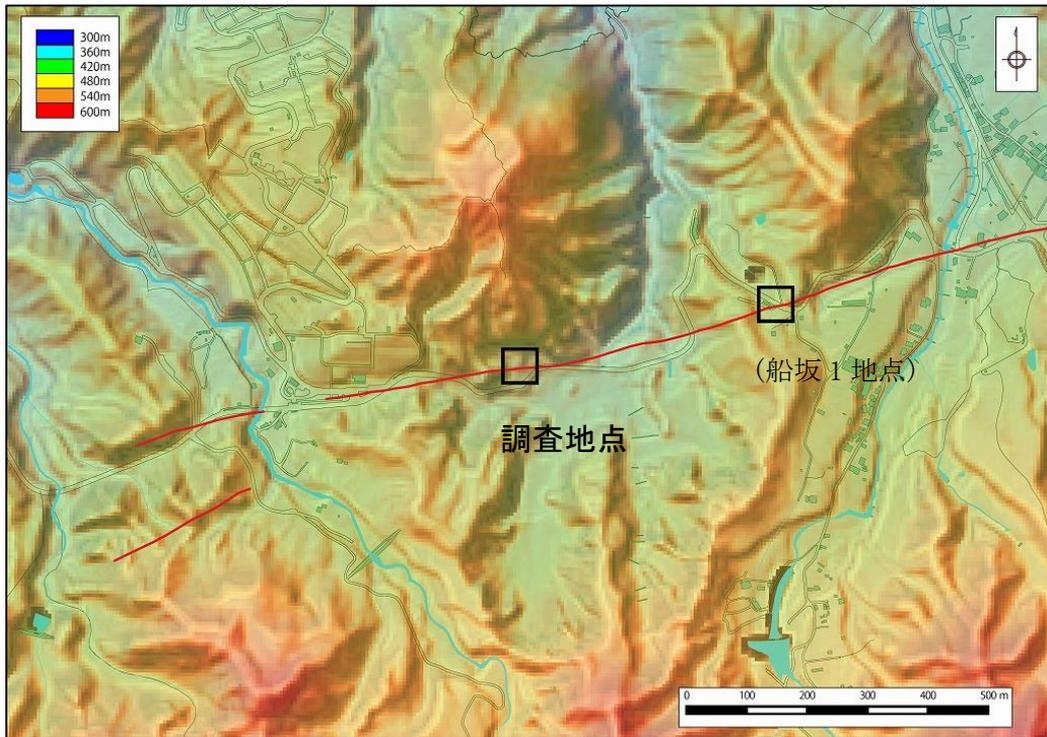


図 5.2.4 調査地域標高段彩図
(国土地理院「基盤地図情報」から作成)

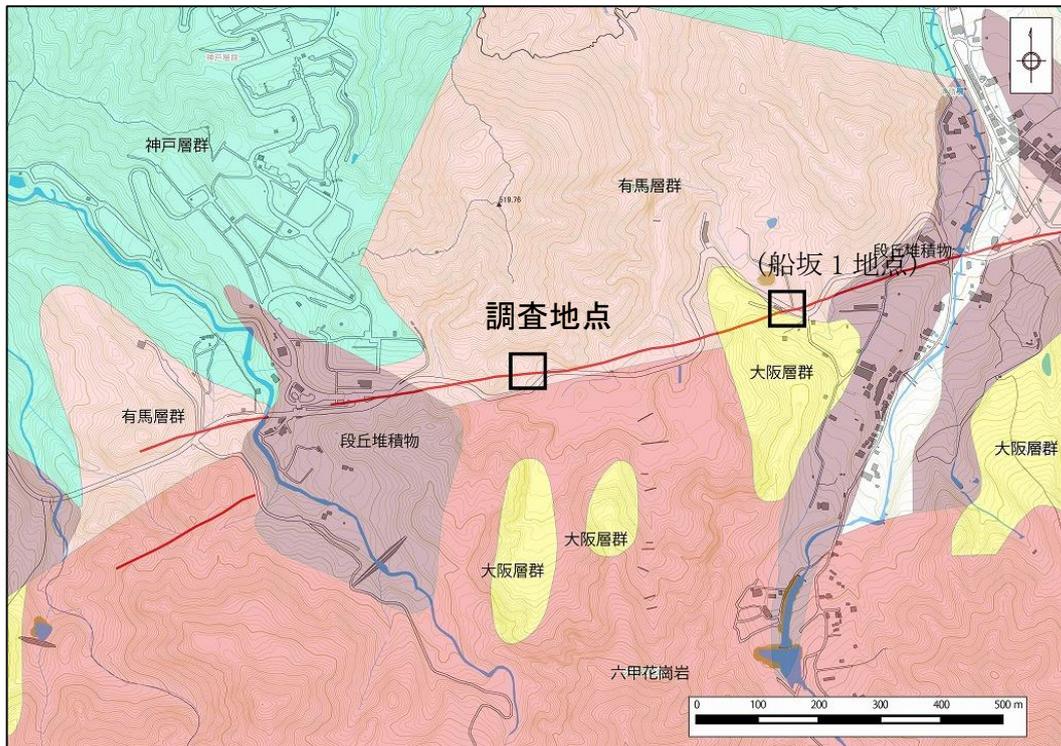


図 5.2.5 調査地域地質図
(国土地理院「基盤地図情報」および地質調査総合センター「地質図類データ」から作成)

5. 2. 2. トレンチ掘削概要

本地点では、事前の調査において、2つの明瞭な断層を確認している。1つは、花崗岩露頭の壁面をほぼ鉛直に貫くもので、断層に沿って1~10cm程度の幅で粘土が挟在している。もう1つは露頭上段で見られ、幅5~10cm程度の粘土を境に花崗岩と流紋岩の地質境界にもなっている。

前者では他地点と同様に重機によってトレンチ掘削を行うこととしたが、後者は重機の搬入が困難であることから、電動ピックやスコップ等を用いて人力で露頭の拡張作業を行った。以下、前者を「船坂2 トレンチ」、後者を「船坂2 上部露頭」と呼ぶ。

船坂2 トレンチの掘削は、露頭下部の表層風化部を掘り込んだうえで、露頭手前側に、断層の走向方向に長軸をとって長さ6.5m、幅2.5~3.0m、深さ1.5~2.5mのトレンチを掘削した。土量は概算で60m³程度である。

船坂2 上部露頭の掘削は、断層を中心として幅3.5m、高さ2mの範囲について表層風化部の除去、樹木の伐採を行うとともに、断層の走向方向の連続性を確認するため、底面を長0.5~1.0m、幅3.5m、深さ0.2m程度掘削した。

図5.2.6に各掘削の概要図を、図5.2.7に調査地点の平面図(1/200)を示す。測定の精度は、公共測量における3~4級基準点測量および地形・応用測量と同等である。トレンチの掘削にはバケットの大きさが0.1m³程度のバックホウを使用した(図5.2.8)。掘削残土はトレンチ及び露頭周辺の空き地に置き、崩壊の無いように積み上げた。

トレンチ調査の終了後は、掘削した土砂を転圧しながら埋め戻して原状復帰を行った。(図5.2.9)。

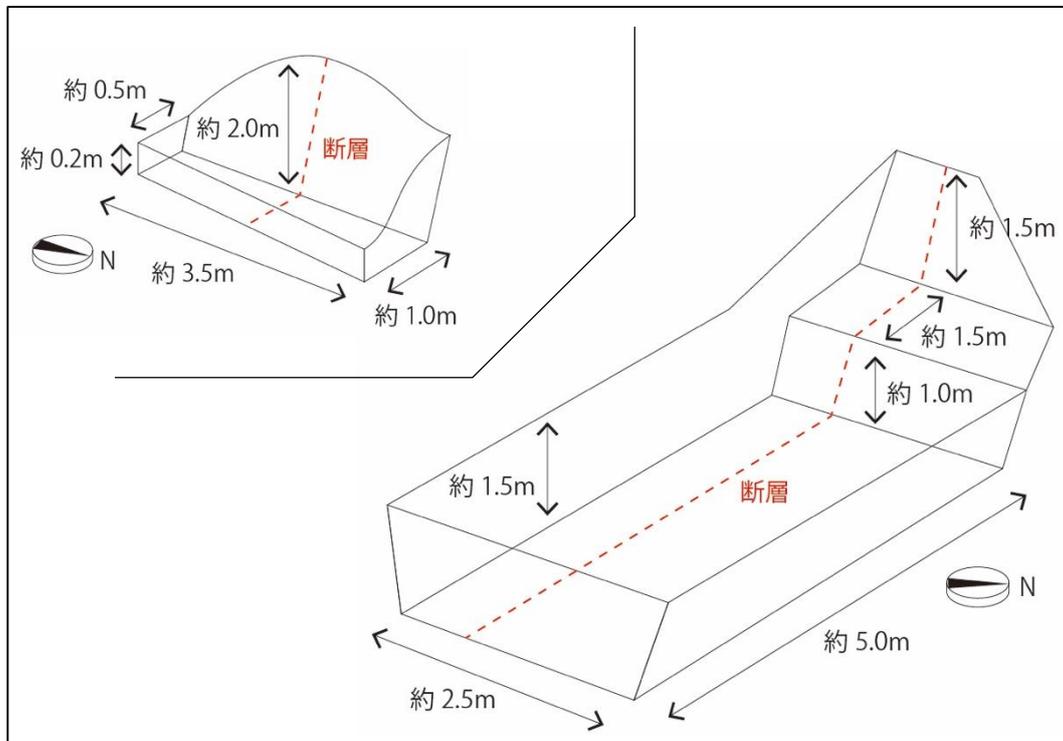


図 5.2.6 トレンチ概要図 (右下：船坂2 トレンチ、左上：船坂2 上部露頭)

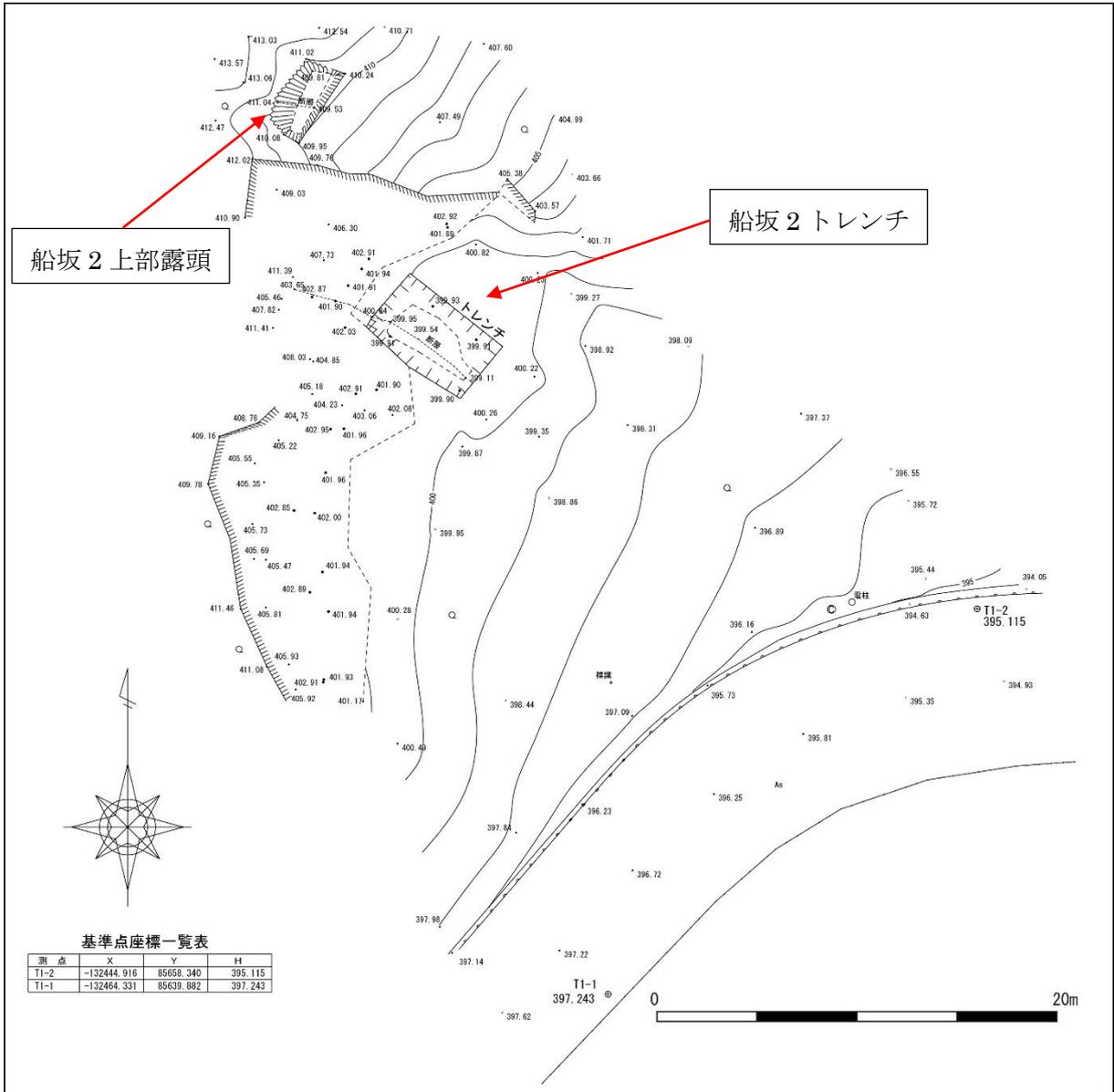


図 5.2.7 調査地点の平面図



図 5.2.8 バックホウによる掘削の状況



図 5.2.9 埋め戻し状況

5. 2. 3. トレンチ壁面の調査結果

図 5.1.10 に船坂 2 トレンチの壁面スケッチ、図 5.2.11 に船坂 2 トレンチ壁面写真を、図 5.2.12 に船坂 2 トレンチ底面スケッチ、図 5.2.13 に船坂 2 トレンチ底面写真を、図 5.2.14 に船坂 2 上段露頭壁面及び底面スケッチ、図 5.2.15 に船坂 2 上段露頭壁面及び底面写真をそれぞれ示す。船坂 2 トレンチのスケッチは 1/20 スケール、船坂 2 上部露頭のスケッチは 1/10 スケールで作図した。

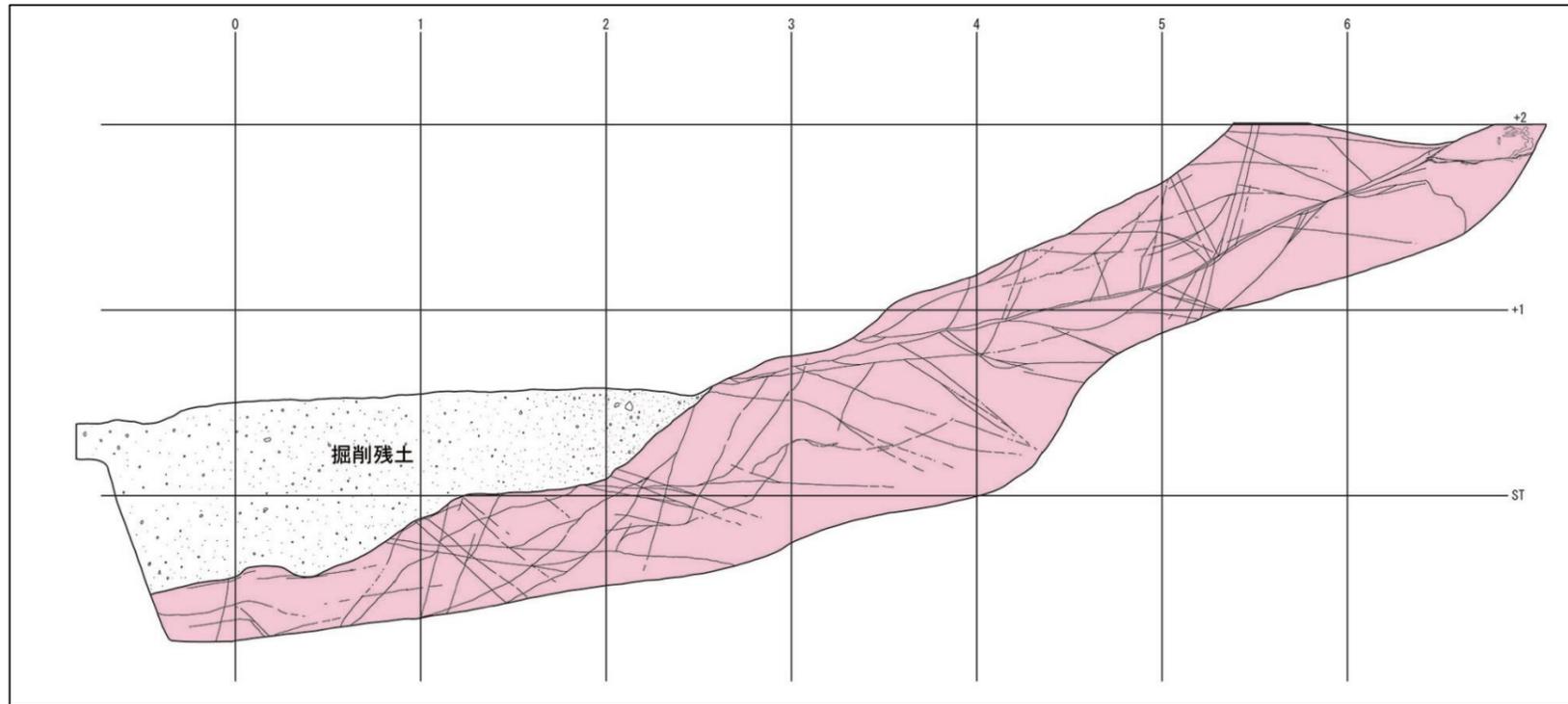


図 5.2.10 船坂 2 トレンチ壁面スケッチ

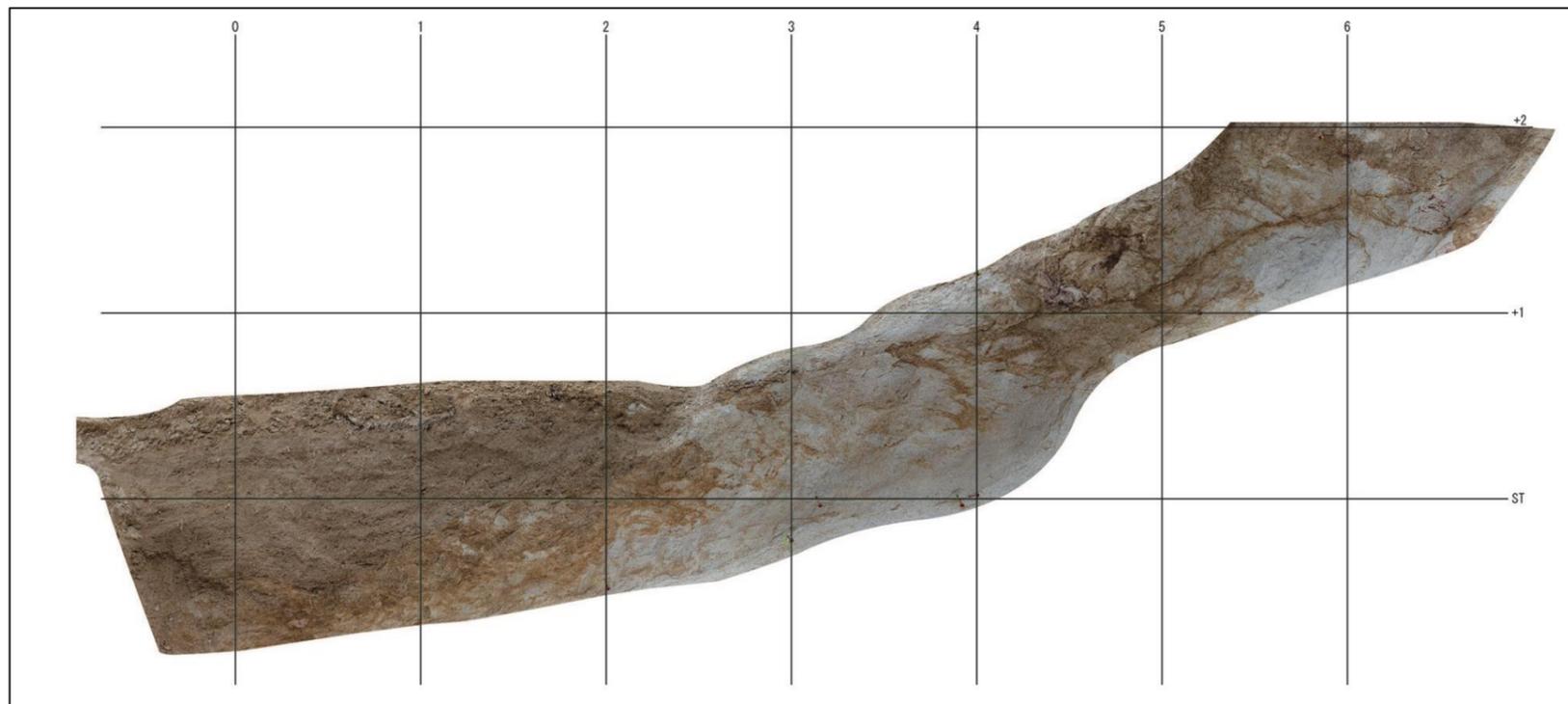


図 5.2.11 船坂 2 トレンチ壁面写真

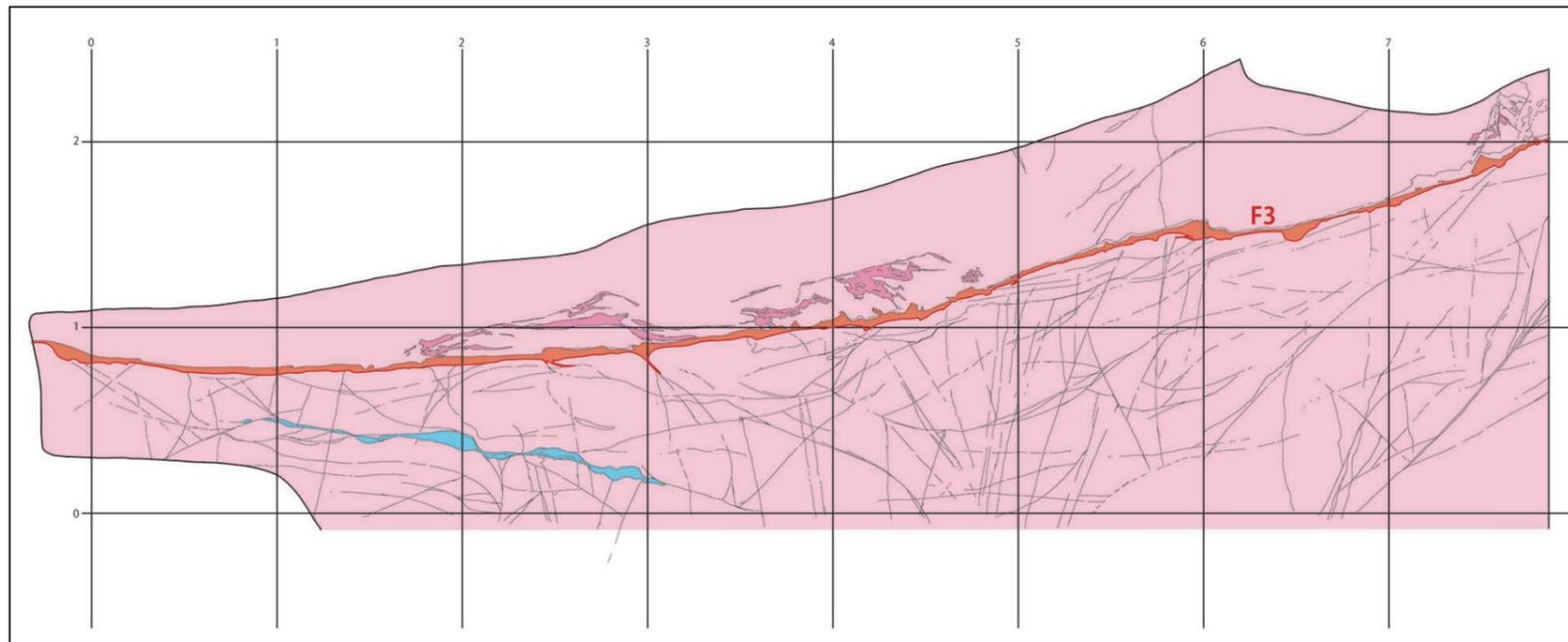


図 5.2.12 船坂 2 トレンチ底面スケッチ

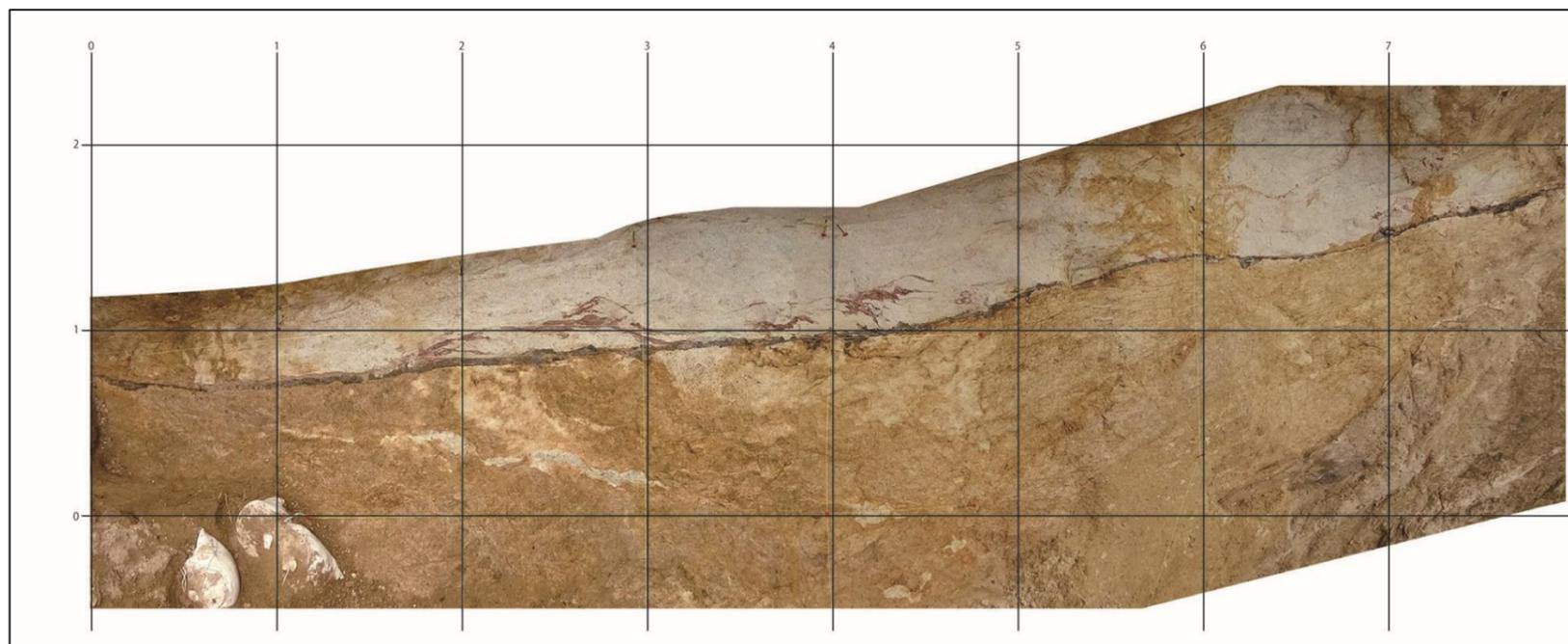


図 5.2.13 船坂 2 トレンチ底面写真

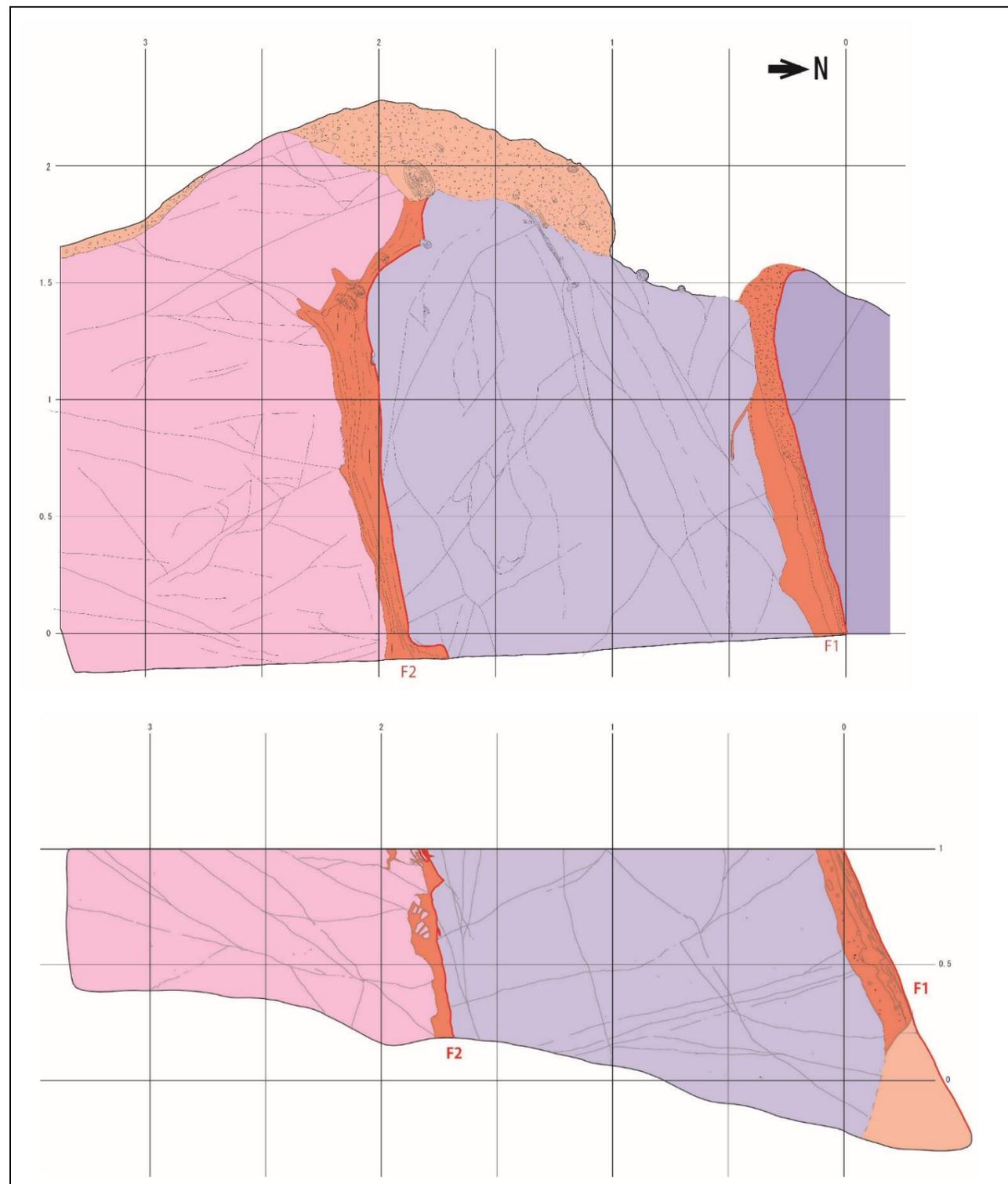


図 5.2.14 船坂 2 上部露頭壁面及び底面スケッチ
(1/10 スケールで作図)



図 5.2.15 船坂 2 上部露頭壁面及び底面写真

5. 2. 4. 層序区分

①船坂2トレンチ

船坂2トレンチの各層序について、以下に記す。

(1) 崩積土（褐灰色礫混じりシルト質砂）

下位の花崗岩起源の礫混じりシルト質砂から構成される未固結の崩積土。褐灰色を呈す。塊状で堆積構造は認められない。礫は 2～50mm 程度の垂角礫主体。下位の花崗岩との境界は明瞭である。

(2) 花崗岩（褐灰～褐色砂混じり礫-礫質砂互層）

崖錐堆積物の下位に分布する花崗岩。無色鉱物が殆ど目立たず、酸化による褐色部を除いて白色を呈す。褐色部は、表層付近や亀裂沿いの一部と、トレンチ底面に縦断して分布する粘土を伴う断層の北側で全体に見られる。全体として岩盤は、トレンチ掘削直後はねじり鎌でなんとか削れる程度に軟質化していたが、日が経つに連れて夜間の気温低下によって岩盤が凍結融解を繰り返したこともあり、軟質化が進行し、ねじり鎌でも比較的容易に削れるようになった。

トレンチ底面においては、北西-南東走向で幅 5～10cm 程度の粘土を伴う断層が顕著に認められる。粘土と周囲の花崗岩との境界は明瞭で、波を打つように不規則な形状を成している。粘土は締まり良く、爪で削れるが指圧では変形しない。

この断層の南側には、断層と平行するように赤灰色部が分布する。これ以外にこの範囲では全体に白色を呈し、亀裂を識別することは困難である。

一方、断層の北側は全体に褐色を帯び、比較的容易に亀裂を識別することができる。このうち、粘土を伴う断層に緩く斜交するように、指圧で変形する程度に軟質化した白灰色変質部が連続的に分布する。

トレンチ壁面においては、見かけほぼ水平～20°傾斜の低角度亀裂と、60～80°傾斜の比較的高角度な亀裂が卓越する。亀裂のほとんどは夾雑物のない密着した亀裂だが、トレンチ壁面西側では、見かけ 10～20°程度東側に傾斜する 2 本の亀裂が 2～5cm 間隔で平行して分布し、その間はやや軟質化している。

②船坂2 上部露頭

船坂2 上部露頭の層序について、以下に記す。

(1) 崩積土（暗褐灰色砂礫）

調査地の表層を覆い、下位の流紋岩及び花崗岩起源の砂礫と植物片からなる崩積土。堆積構造は認められず、また淘汰悪い。礫は2～60mm程度の亜角礫～角礫からなる。下位の岩盤との境界は、一部で岩盤風化部から漸移し、やや不明瞭な部分もあるが、概ね明瞭である。

(2) 流紋岩（淡青灰～青灰色流紋岩）

露頭中央を概ね鉛直に貫く粘土を伴う断層の右側（北側）に分布する。流紋岩中の右端付近には、もう1本の粘土を伴う断層が貫いている。

流紋岩層の内、上記2本の断層に挟まれた範囲は、全体に変質が進行して軟質化している。この範囲の概ね右半分は、見かけ60～80°程度右側に傾斜する亀裂に富み、特に軟質であり、ねじり鎌でも削れる。一方、左半分は比較的亀裂が少なく、変質の程度も小さいため、ねじり鎌で削るのはやや困難である。

また、流紋岩層の内、右端付近を貫く断層の右側（北側）部分は、変質をほとんど受けておらず、比較的堅硬な流紋岩が分布する。

(3) 花崗岩（淡褐灰色花崗岩）

露頭中央部を貫く断層の左側（南側）に分布する。全体に無色鉱物に乏しく、比較的新鮮な部分は白色を呈すが、全体に弱く風化しており、淡褐灰色を呈す。流紋岩のように連続性のある顕著な亀裂は少ない。また亀裂の多くは、見かけ左（南）に10～30°程度緩く傾斜する。岩片はハンマーによる打撃で比較的容易に割れ、流紋岩と比較すると変質の程度は小さいと思われる。

5. 2. 5. 試料採取

地点2 トレンチでは、船坂2 トレンチの底面及び船坂2 上段露頭壁面で、剥ぎ取りをそれぞれ1箇所ずつ行った。

5. 2. 6. 走向傾斜の測定

船坂2 トレンチ、船坂2 上部露頭および周辺の露頭壁面では、岩盤内の亀裂および断層の走向傾斜の測定を実施した。

5. 3. 淡河トレンチ

5. 3. 1. トレンチ調査地点

図 5.3.1 に本調査地点位置図を示す。淡河トレンチの調査は神戸市北区淡河町野瀬地区で行った。淡河断層は、有馬高槻構造線の延長部に位置し六甲山地の北縁を東西方向に区切る断層である。

図 5.3.2 に周辺の地質図を示す。淡河断層は南側の帝釈山地を構成する白亜紀の火山噴出物である有馬層群と、三田盆地に広く分布する新第三紀中新世の神戸層群との地質境界断層として位置付けられている。

図 5.3.3 に標高段彩図を示す。本調査地点は谷の出口であり、断層を境に南側の山地と北側の低地で明瞭に地形が変化する。また、調査地点の東側では鞍部地形が見られ、鞍部の南側では有馬層群の凝灰岩、北側では神戸層群の砂岩の露頭が確認される（図 5.3.4 および図 5.3.5）。また、本調査地点は、平成 15 年度に兵庫県が調査を行った地点の東方約 1 km 程度の地点であり、既存調査のストリップマップでは、変位地形が連続する地点である（図 5.3.6）。

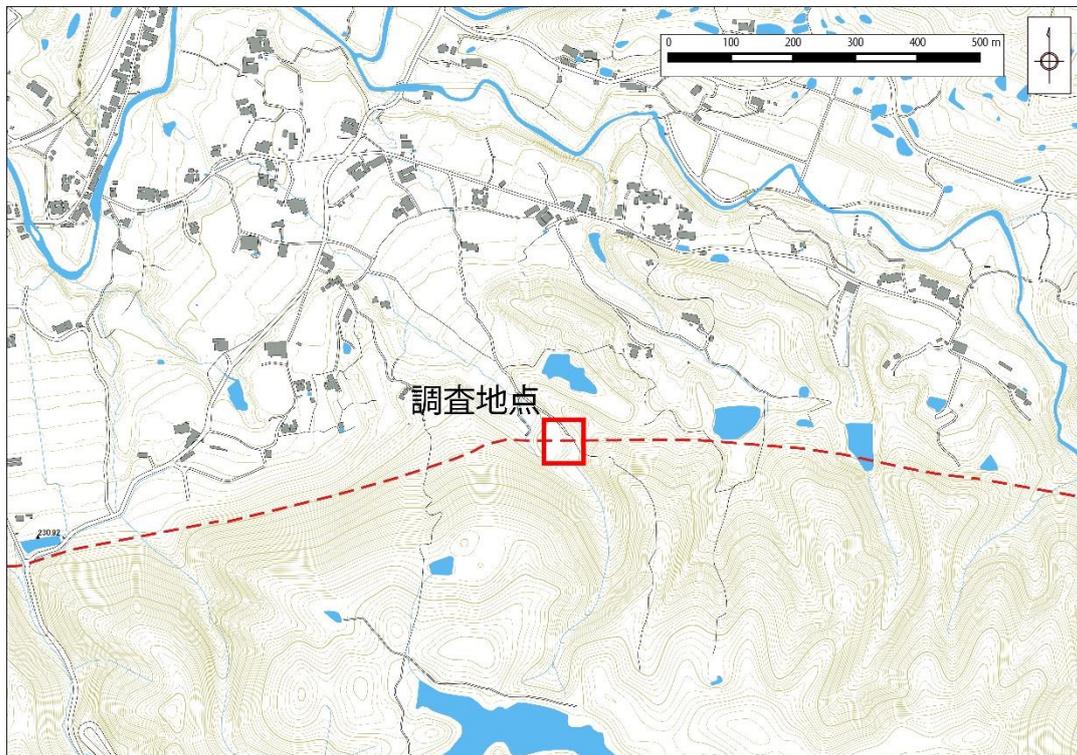


図 5.3.1 調査位置図（国土地理院「基盤地図情報」から作成）

赤線は活断層デジタルマップより引用した断層線



図 5.3.2 調査地域地質図

(国土地理院「基盤地図情報」および地質調査総合センター「地質図類データ」から作成)

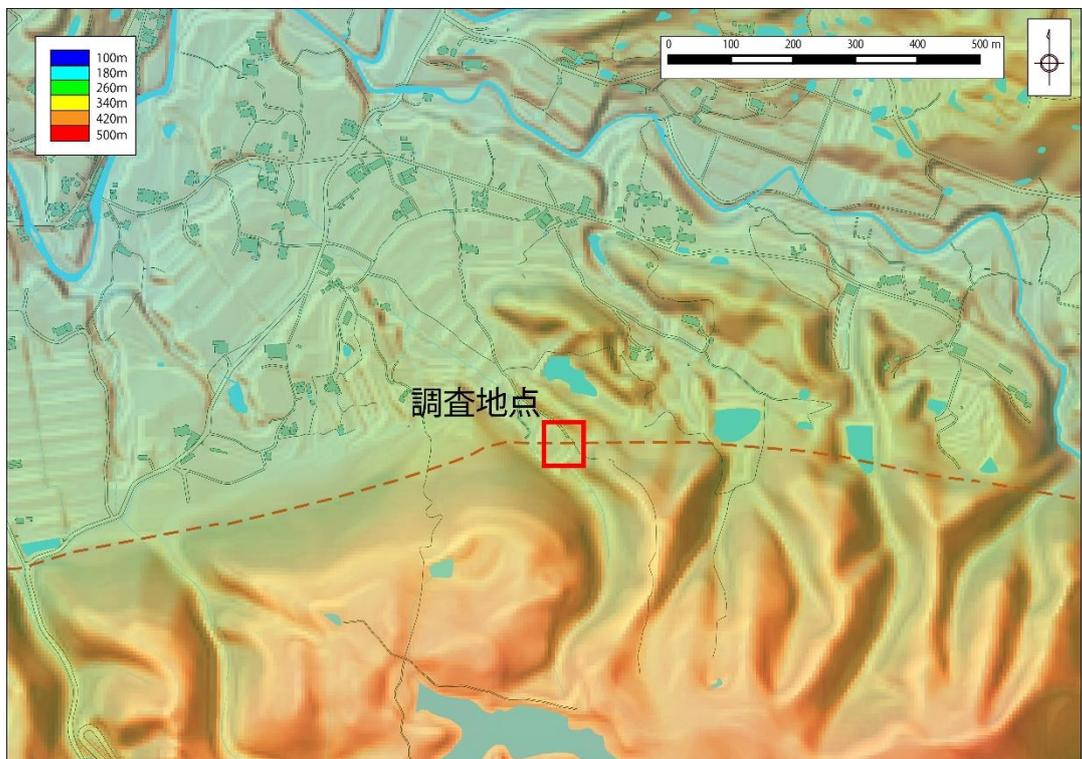


図 5.3.3 調査地域標高段彩図 (国土地理院「基盤地図情報」から作成)



図 5.3.4 断層鞍部北側の凝灰岩露頭（有馬層群）



図 5.3.5 断層鞍部南側の砂岩露頭（神戸層群）

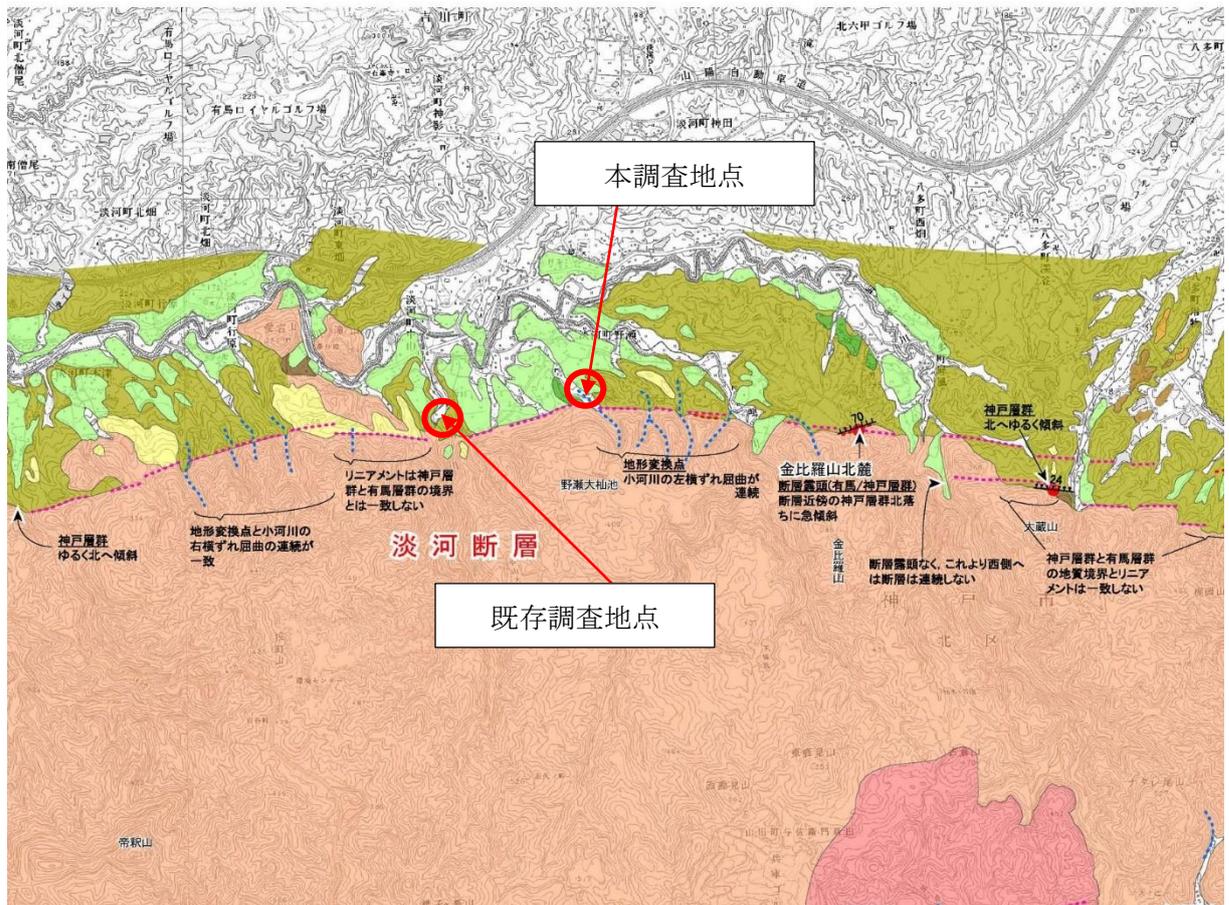


図 5.3.6 既存調査のストリップマップ (図 4.4.12 の拡大)
 (平成 15 年度 兵庫県「六甲淡路島断層帯に関する調査成果報告書」から作成)

5. 3. 2. トレンチ掘削概要

調査地点内の掘削位置は、空中写真判読結果と既存文献から決定した。図 5.3.7 に調査開始前の状況を示す。掘削地点は造園用の植樹がなされている土地のため、地権者と協議して植樹を依頼した。

掘削は、長さ 13m、幅 5m、深さ 2.5m 程度で実施した。図 5.3.8 に概要図を示す。土量は概算で 130m³ 程度である。図 5.3.9 に調査地点の平面図 (1/200) を示す。測定の精度は、公共測量における 3~4 級基準点測量および地形・応用測量と同等である。

トレンチ掘削時は、まず表面の耕作土を剥ぎ取り、礫質な掘削残土と混ざらないように仮置きした (図 5.3.10)。詳細なトレンチ位置や、掘削深度を決めるために、幅 1m 程度の溝状に試掘を行った (図 5.3.11)。また、トレンチ南端部の底面付近では基盤岩が認められたため、スケッチ前に基盤岩がスケッチに反映できるように整形・堀増しを行った。

掘削にはバケットの大きさが 0.1~0.3m³ 程度のバックホウを使用した。掘削残土はトレンチ周辺の空き地に置き、崩壊の無いように積み上げた。調査地点の入口にはトラロープ、鉄ピン等で調査範囲の明示および注意喚起の表示を設置し、第三者の不用意な侵入を防止した。



図 5.3.7 調査開始前の状況
推定されるリニアメントから位置を決定した。

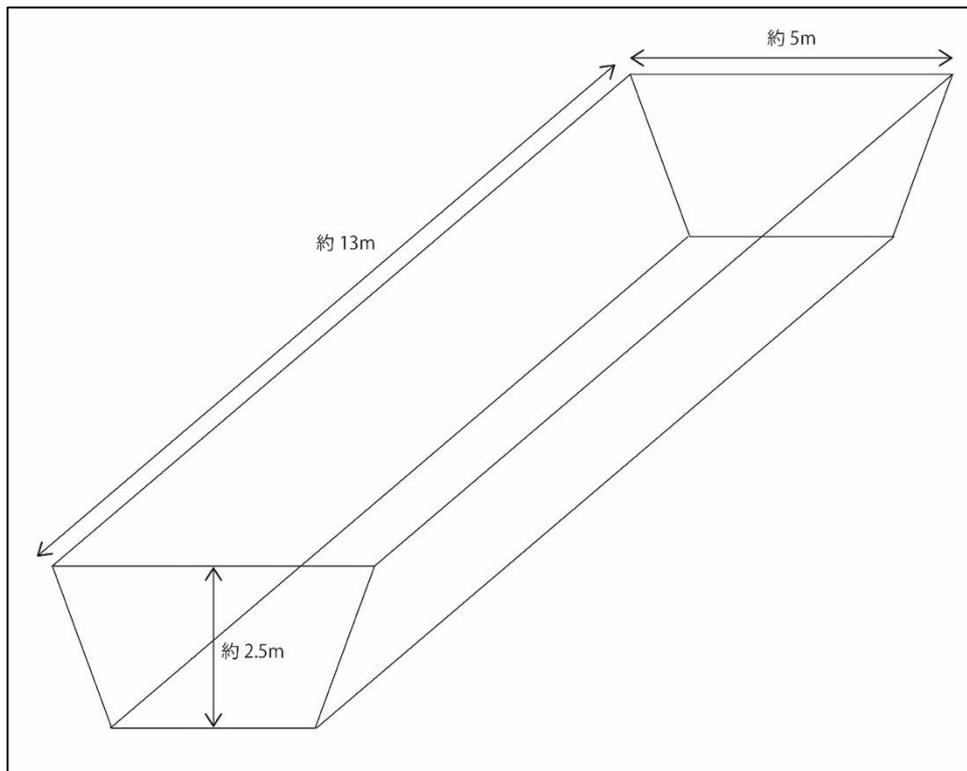


図 5.3.8 トレンチ概要図

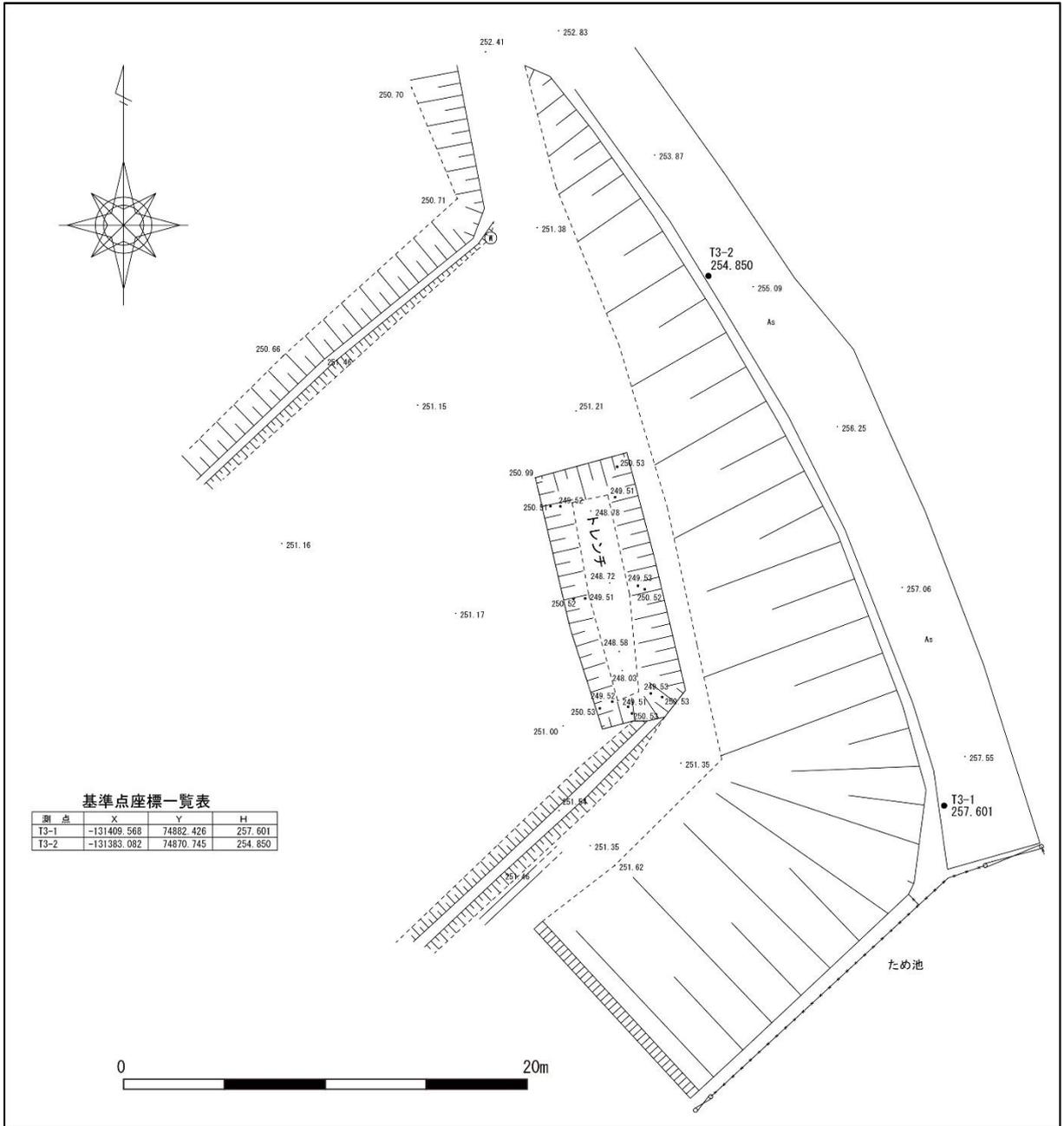


図 5.3.9 調査地点の平面図



図 5.3.10 耕作土剥ぎ取り状況



図 5.3.11 試掘状況

5. 3. 3. トレンチ壁面の調査結果

図 5.3.12 に淡河トレンチ E 面の壁面スケッチ、図 5.3.13 に淡河トレンチ E 面の壁面写真を、図 5.3.14 に淡河トレンチ W 面の壁面スケッチ、図 5.3.15 に淡河トレンチ W 面の壁面写真を、図 5.3.16 に淡河トレンチ S 面の壁面スケッチ、図 3.2.17 に淡河トレンチ S 面の壁面写真をそれぞれ示す。淡河トレンチのスケッチは、全て 1/20 のスケールで作成した。

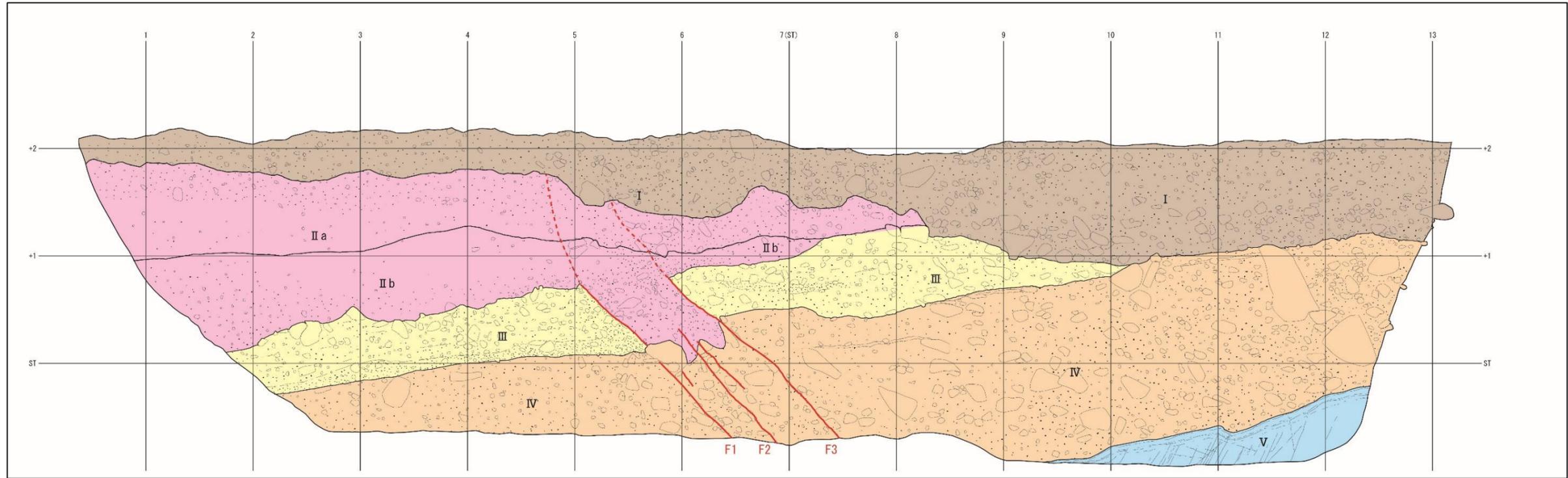


図 5.3.12 淡河トレンチ E 面壁面スケッチ

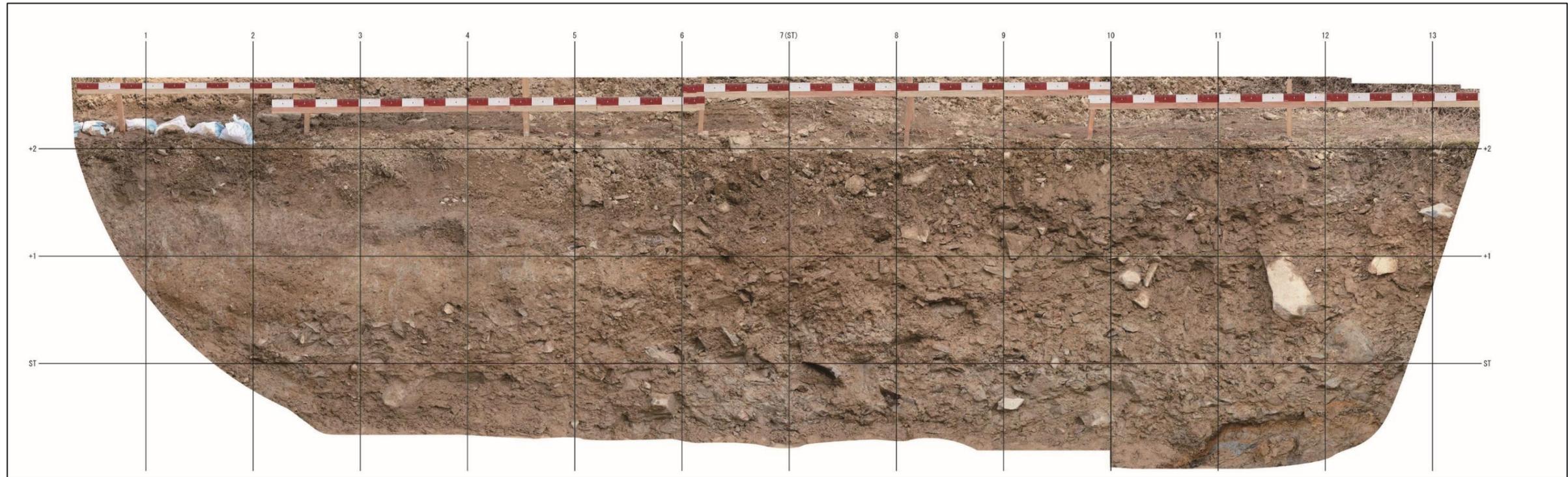


図 5.3.13 淡河トレンチ E 面壁面写真

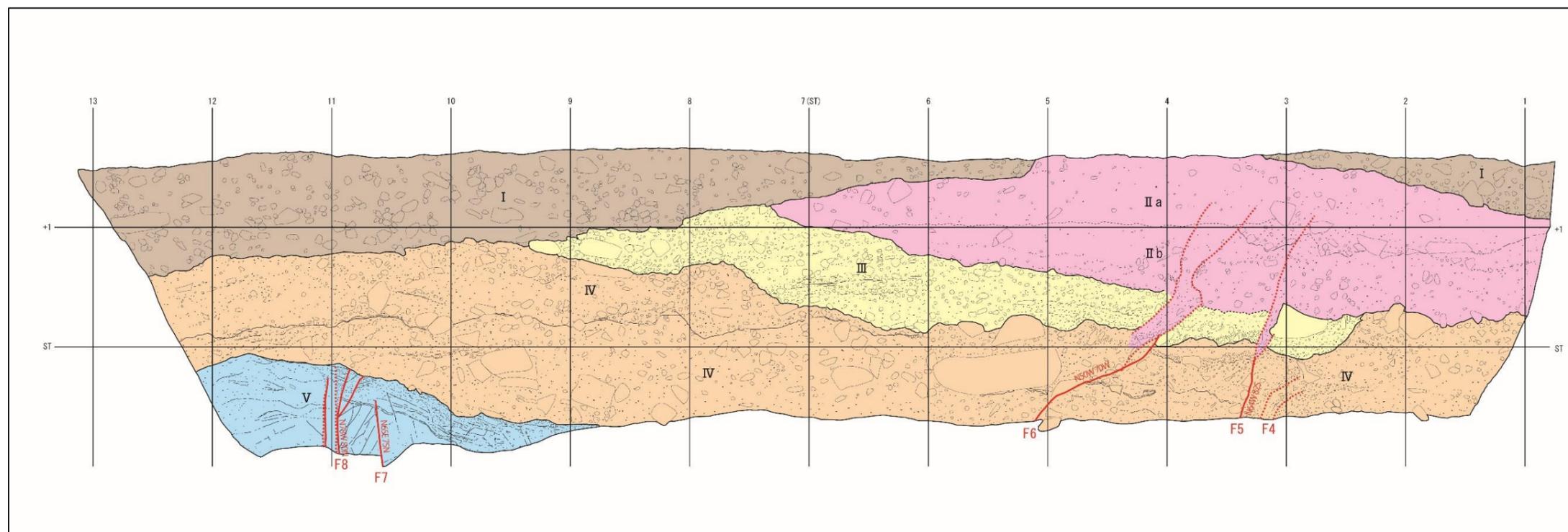


図 5.3.14 淡河トレンチ W 面壁面スケッチ

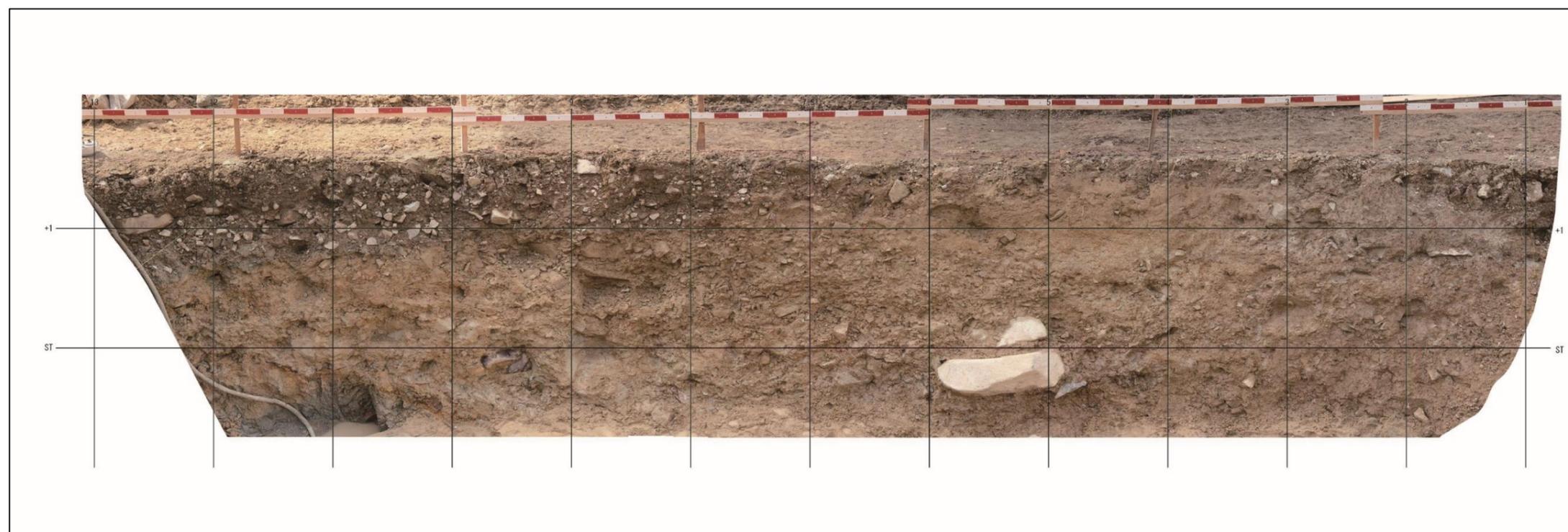


図 5.3.15 淡河トレンチ W 面壁面スケッチ

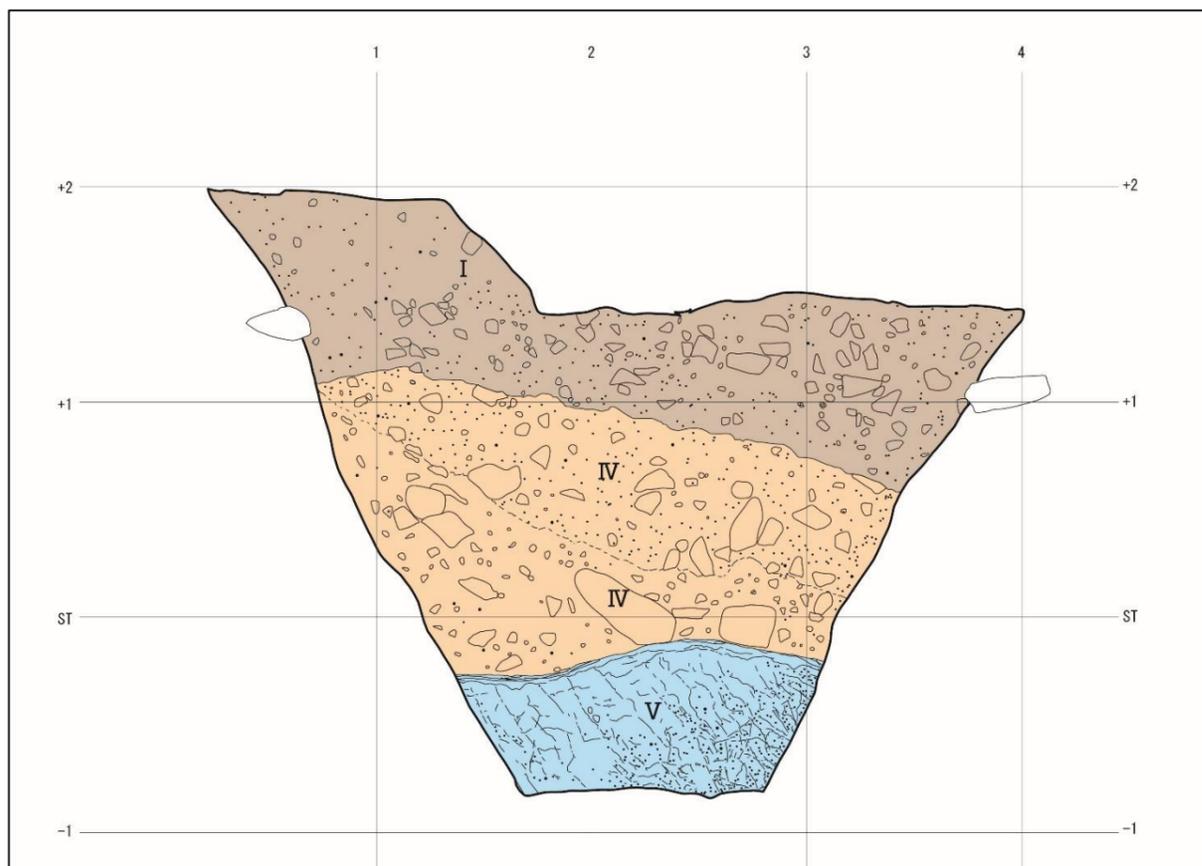


図 5.3.16 淡河トレンチ S 面壁面スケッチ

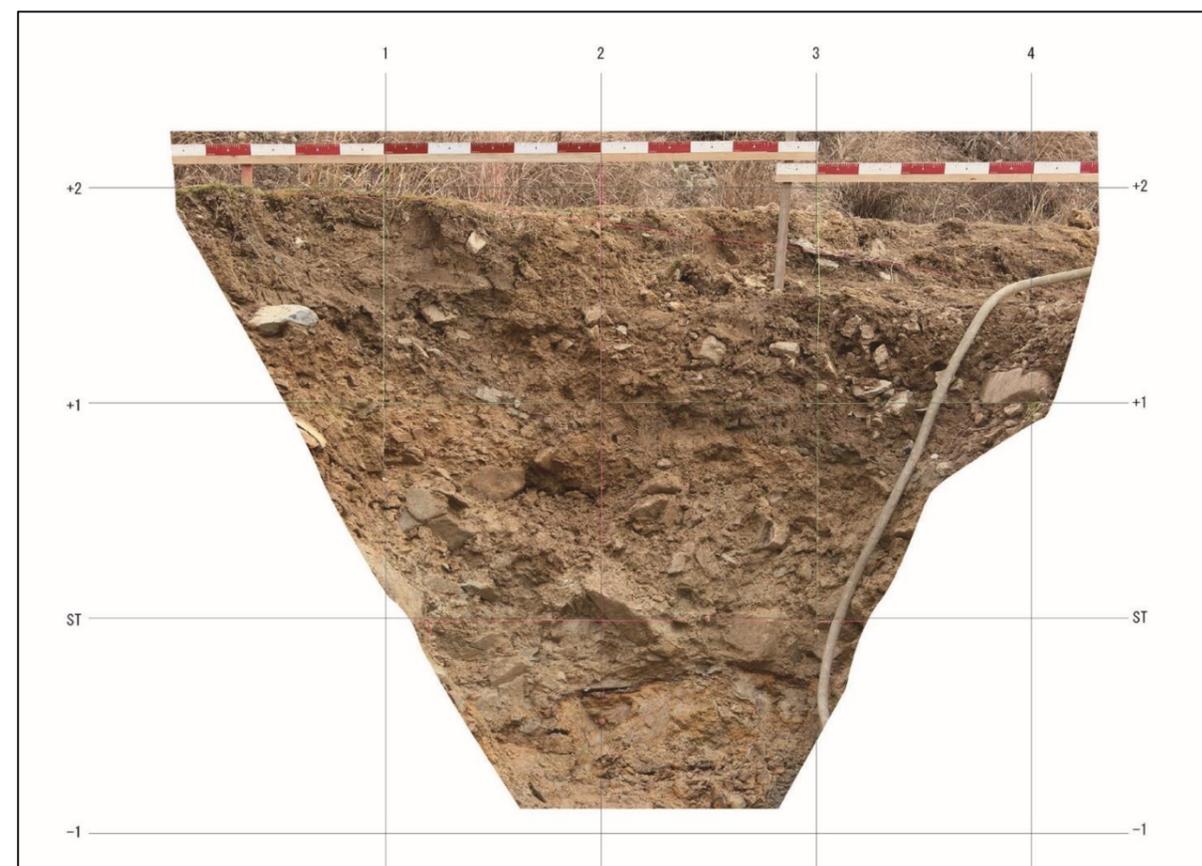


図 5.3.17 淡河トレンチ S 面壁面写真

5. 3. 4. 層序区分

淡河トレンチの各層序について、以下に記す。

(1) I層：埋め土（砂礫）

φ50～200 mm程度の角礫を主体とする。礫率は80%程度、基質に暗褐色の粘土を含む。非常に締りが悪く崩れやすい。トレンチの両端部（南端、北端部）に数十cmの厚さで分布している。W-10～20の底部とD層の境界部に旧耕作土（青灰色粘土）を挟む。

(2) II a層：青灰～暗褐色粘土～シルト

II層の上部を構成し、全体的に細粒な粘土～シルトを主体とする。自然堆積物の最上部に分布し、圃場整備の関係でトレンチの北側半部のみ認められる。厚さは100 cm以下である。堆積構造は不明瞭で塊状に分布する。一部はやや腐植質で静かな環境下での堆積を伺わせる。下部のW-2～W3付近にはφ100～200 mm程度の亜角礫を含む。下位のII b境界との境は不明瞭でほぼ+1のライン付近が境界となっている。

(3) II b層：青灰～赤褐色砂混じりシルト

B-2層は全体的に細粒で所々φ20～50 mm程度の礫を挟在する。礫率は5%程度である。II a層の下位に位置し、II a層同様にトレンチの北側半分のみ認められる。層厚100 cm以下。III層との境界は5°程度北側に傾斜しているため、北側ほどやや厚さを増す。下部ほど砂質優勢で礫率が高くなる。堆積構造は不明瞭である。

(4) III層：暗褐色～赤褐色砂礫

礫はφ50～100 mm程度で、亜角礫を主体とする。礫率80%程度である。礫率が非常に高く、全体的に礫径が均質であることが特徴である。層厚は50 cm程度で、W面の2～9に分布する。不明瞭であるが、水平からやや北側に傾斜した構造が認められる。上位境界との境界部は比較的明瞭であるが、下位境界は凹凸があり、不連続である。

(5) IV層：淡青灰～赤褐色シルト混じり砂礫

砂礫層の下部を構成し、φ50～800 mm、礫率は50%程度で、礫種は流紋岩礫を主体とする。青灰色のシルトを基質に含みφ300～800 mm程度の巨礫を所々に認められる特徴がある。全体的に上位のIV a層と比べ基質は締まっており、トレンチの再下部を構成する礫層となっている。堆積構造は不明瞭であるが、所々黒色のマンガンが帯状に濃集しており、マンガン濃集層の傾斜は10°程度北側に傾いている。

(6) V層：青灰～淡緑灰泥岩

泥岩を主体とし、ブロック状～鱗片状に割れやすい。基本的には、15～20°程度北側に傾斜した構造が発達し、所々断層により切られている。F7、F8断層は明瞭で堆積構

造を明瞭に切った高角度の断層が認められる。特に、F8断層は最も明瞭で、幅3cm程度の破碎帯を持つ。本トレンチでは、トレンチの南端（E面およびW面9～13）の底部にのみ認められる。

5. 3. 5. 試料採取

本地点では、年代測定試料の採取を行った。年代測定試料は全て火山灰同定による相対年代判別のための試料で、壁面の高さ10cmごとに連続採取を行った。

6. まとめ

本章では、野島・有馬地区のトレンチ内に確認された断層などの特徴をまとめる。

6. 1. 野島地区

6. 1. 1. 小倉トレンチ

小倉トレンチは、1995年の兵庫県南部地震の際に生じた地表地震断層の内、山側で変状が確認された「浅野断層」上に位置する。トレンチ内での断層は、花崗岩および大阪層群中に認められる。図 6.1.1 に小倉トレンチの N 面断層部を示す。

(1) 確認された断層の特徴

①主断層 (F1 および F6)

既存露頭の延長部であり、主断層と考えられる。断層の走向はN36°E程度で、既存文献にプロットされていたリニアメントの走向と概ね整合的である。

主断層の東側に分布する花崗岩中には壁面全体に渡って副断層及び断層に伴う亀裂が多数認められた。掘削の際は、掘削範囲内全体において、ブロック状でなく、砂状での掘削が可能であったことから、範囲全体において激しく破砕を受けていることが確認された。副断層は東傾斜が卓越し、見かけ上逆断層となっている。

②大阪層群中

主断層の西側の大阪層群中にも断層が観察された。シルト岩と砂岩礫岩互層を分かち断層 (F2、F3、F7、F8) は複雑にシルト岩中を寸断し、流動化して割れ目を脈状に充填する粘土などが見られる。シルト岩中には、断層による破砕によって花崗岩や大阪層群をブロック状に包有する部分も見られる。砂岩礫岩互層中にも堆積構造を切る断層が確認される。

(2) 主断層の特徴

- ・花崗岩と大阪層群の泥岩が 60~65°程度で接している。
- ・主断層の東側数cmの花崗岩中に主断層に沿って黒色のガウジが発達する。
- ・断層粘土の厚さは 2~5 cm程度で、不連続的に分布する。

主断層の走向は、N36°E~N°38E、62~65°Wの傾斜で、見かけ上は正断層の様相。

- ・断層の西側にも花崗岩のブロック (上下方向に 100 cm、幅 30 cm程度) が認められ、激しく変質を受けている。
- ・断層に接した大阪層群のシルト岩中には網目状の構造が認められ (IIIc 層)、網目状の割れ目中を粘土が充填している。

(3)大阪層群中の断層の特徴

- ・大阪層群中には、砂礫層とシルト岩の境界部に 2 条の断層 (N 面は F2 および F3、S

- 面は F7 および F8) が認められ、いずれも西傾斜の断層となっている。
- ・砂礫とシルト岩は 1 面の断層ではなく、正断層的なすべり面が連続して認められる。
 - ・大阪層群の砂礫を切る高角の断層も認められる (F4、F5)。

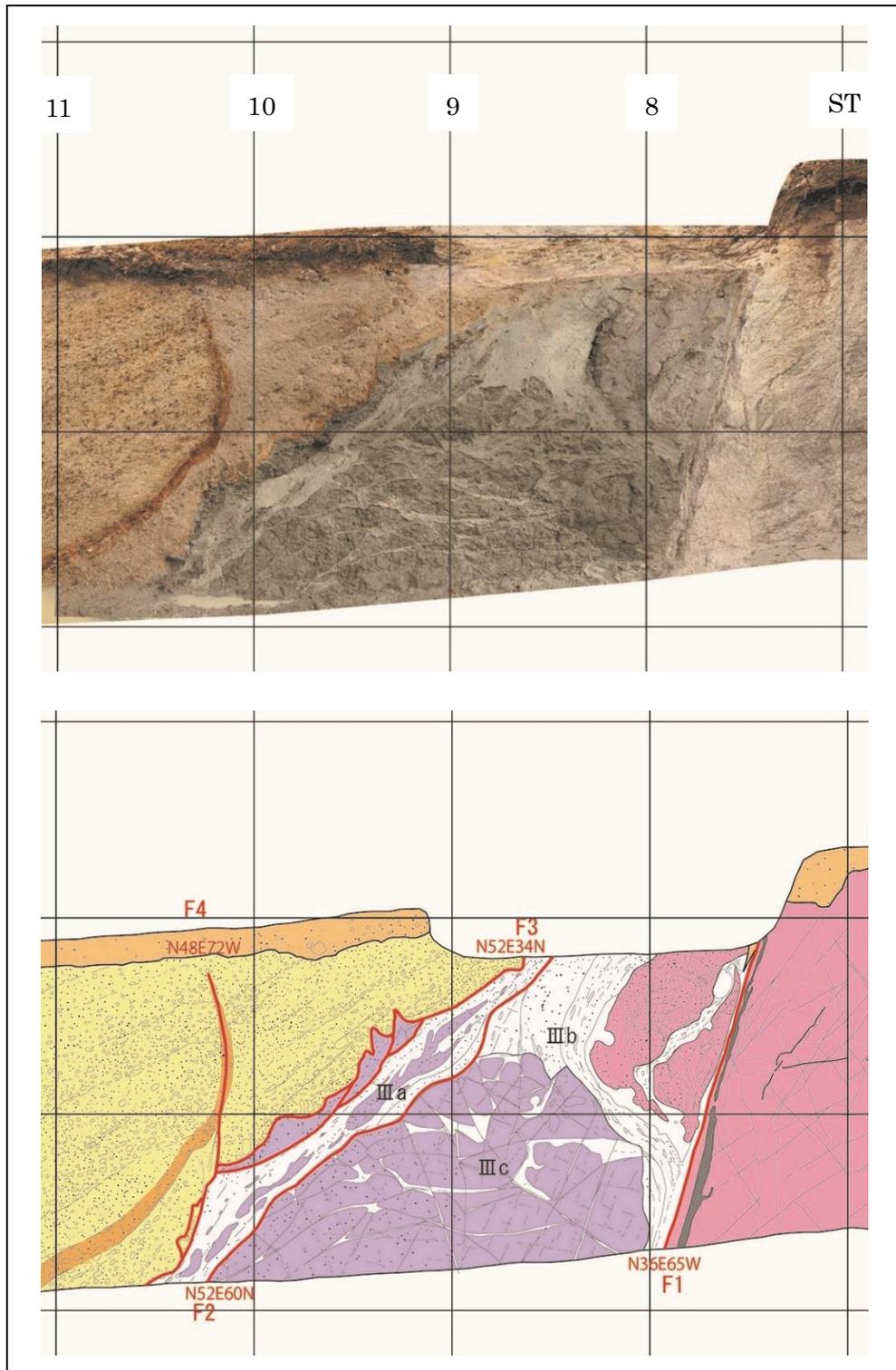


図 6.1.1 小倉トレンチ N 面断層部

F1 が主断層。シルト岩中の割れ目は、脈状の粘土が充填している。

6. 1. 2. 大川トレンチ

大川トレンチは、大川地区を東西に流れる大川の左岸側に位置し、1995年の兵庫県南部地震の際に生じた地表地震断層上を掘削している。ここでは、トレンチの壁面に断層や地層の不連続部、堆積構造の乱れが確認された。図 6.1.2 に大川トレンチの N 面のスケッチを示す。

(1) 1995年の断層

比較的明瞭な堆積物の変位は、N 面の N11~12 (F14) に認められる。この部分は1995年の兵庫県南部地震の際の断層と推測され、N 面では砂礫層の上位の堆積物が寸断されている。また、N9 付近にも不明瞭ながら上方へ延びる構造が確認され (F12)、1995年の活動で複数の断裂が生じた可能性が考えられる。

(2) トレンチ東側の構造

大川地区の東側は野島断層の活動によって急崖をなし、トレンチはその縁に位置する。トレンチ東側の崖部分は砂礫層が卓越するが、その中に過去の断層活動の痕跡が存在する可能性が推測される。トレンチ東端部分 (N1~5 および S1~5) では、大川の扇状地堆積物と考えられる Unit11 と巨礫からなる Unit9 が接している。その境界部 (F7) は不明瞭ながら約 40~50°程度の傾斜をなし、それに沿った礫の配列も認識される。また、S 面では、砂礫層を被覆する堆積物である Unit8 が F7 と F8 の間で垂れ下がる様相を呈することから、断層による影響を受けた可能性が考えられる。

(3) その他の構造

堆積物中は構造が不明瞭だが、色調や粒度の違い、礫の配列などから、地層の不連続部や上方へ延びる構造が見られる。堆積物に明瞭な変位を与えているものは前述した F12 および F14 のみだが、これらも断層の活動による影響を示唆している可能性がある。

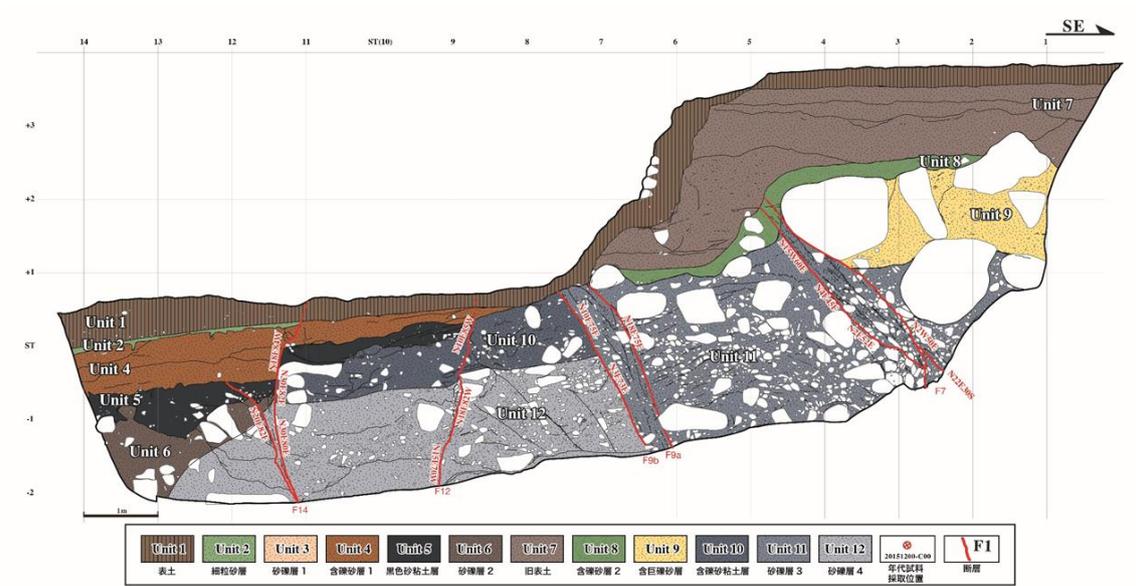


図 6.1.2 大川トレンチ N 面
 F5 および F6 以外は不明瞭だが、F1 のような構造も見られる。

6. 2. 有馬地区

6. 2. 1. 船坂1トレンチ

船坂1トレンチは既存文献でも知られる露頭であり、明瞭な断層が確認される。図6.2.1に船坂1トレンチの断層部を示す。

(1) 出現した断層の特徴

船坂1トレンチは、段丘堆積物を数m変形させる主断層と、基盤の花崗岩と段丘堆積物を切る副断層が認められる。どちらも、南側の山地を構成する六甲花崗岩が砂礫層からなる段丘堆積物の上に乗上げる逆断層である。

(2) 主断層の特徴

断層はトレンチ中央部(10~15)の花崗岩中に認められ、断層面は65°程度の南傾斜で、南側が北側よりも相対的に上昇する逆断層の形態を示す。断層面は、地表部に向けてやや傾斜が緩くなっており、段丘礫層を直線的に断っている。花崗岩側(南側)には、断層に沿って黒色のガウジが認められ、断層の段丘砂礫層側は、断層により大きく変形をしているのが観察できる。

段丘堆積物では特にⅢ層で変形が明瞭に認められ、断層部で堆積物が引きずられた影響で、堆積物の上下関係が逆になっている様子が観察できる。変形をしている砂礫層は段丘面を形成する礫層であると考えられる点、断層部には非常に新鮮な断層粘土を含む点、既存調査である兵庫県(2002)の調査で認められた断層の延長部である点などから、1596年の慶長地震の際にこの断層も活動した可能性が推測される。

(3) 副断層の特徴

副断層は主断層より3m程度北側、グリッド9~11間に位置する。断層面の走向はN87W、傾斜は82Sとなっており、主断層と概ね同様の傾向を示す。副断層は花崗岩中には1~3cm程度の断層粘土を含み、花崗岩と段丘礫層の境界部では数10cm程度の上下方向の変位(南側の上昇)が認められる。

この副断層は、締りが良い下部の段丘礫層(Ⅴ層)は明瞭に変位を与えているが、やや締りが悪い上部の礫層(Ⅲ層およびⅣ層)には、明瞭な変位や変形が認識されない。

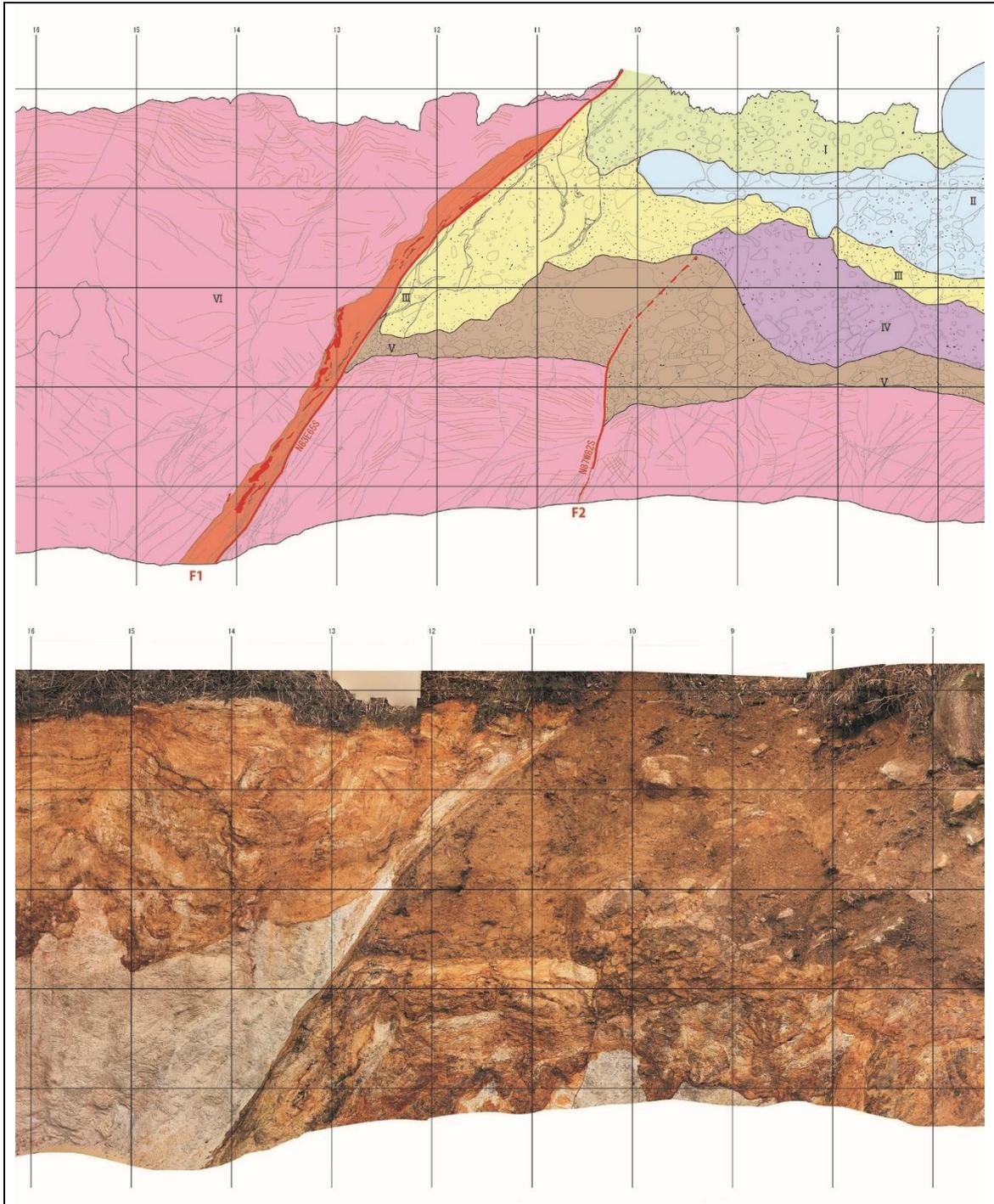


図 6.2.1 船坂 1 トレンチ断層部
 岩盤と堆積物を切る 2 つの断層が確認される。

6. 2. 2. 船坂 2 トレンチおよび船坂 2 上部露頭

船坂 2 トレンチ周辺は既存文献に記載があり、有馬層群と六甲花崗岩が断層を境に接する露頭が確認される。図 6.2.2 に船坂 2 トレンチ底面、図 6.2.3 に船坂 2 上部露頭を示す。

(1) 船坂 2 トレンチの断層の特徴

船坂 2 トレンチは、岩盤壁面上に確認される露頭の断層延長で掘削を実施しており、トレンチの底面部に明瞭に断層が認められる (F3)。連続性が良く、露頭部からトレンチ底面まで水平方向には少なくとも 10m 程度の連続が認められる。断層粘土は黒色を呈し、幅は 5~10 cm 程度で、全体的にネジリガマで削れる程度の硬さで、やや締りが良い。断層粘土周辺には赤褐色を呈する粘土も見られる。赤褐色の粘土は断層粘土部の南側に分布し、不定形に引き伸ばされた構造をなす。

船坂 2 トレンチ底面に見られる F3 断層の走向は N40~55°W 程度であり、既存で報告されている有馬-高槻構造断層帯の走向とはやや斜交し、北西-南東方向に延びる。

(3) 船坂 2 上部露頭の断層の特徴

トレンチ北側に位置する船坂 2 上部露頭には、露頭中央部と露頭北端の 2 ヲ所に断層が認められる。中央部の断層 (F2) は、六甲花崗岩と有馬層群の地質境界部に認められ、幅 10 cm、走向は N78°E 程度、傾斜は 70°S 程度を示す。中央部の断層は露頭壁面では明瞭なものの、下部へ向かって層厚が漸減し、露頭底面では連続が不明瞭となる。

一方、露頭北端に認められる断層部 (F1) は有馬層群の流紋岩 (凝灰岩) 中に分布しており、幅 10~20 cm、走向 N83~87°W 程度である。断層部の北側はハンマーで火花が散る堅硬な岩盤であるが、断層南側はネジリガマでも削れる程度に軟質であり、断層を境に岩盤の硬さが明確に変化している。

この露頭北側の粘土の特徴は、指圧で容易にへこむ程度軟らかいこと、やや腐植質な様相を呈するなどの特徴があり、船坂 2 地区では最も新しい活動を記録していると考えられ、1596 年の慶長地震の際にこの断層も活動した可能性が推測される。

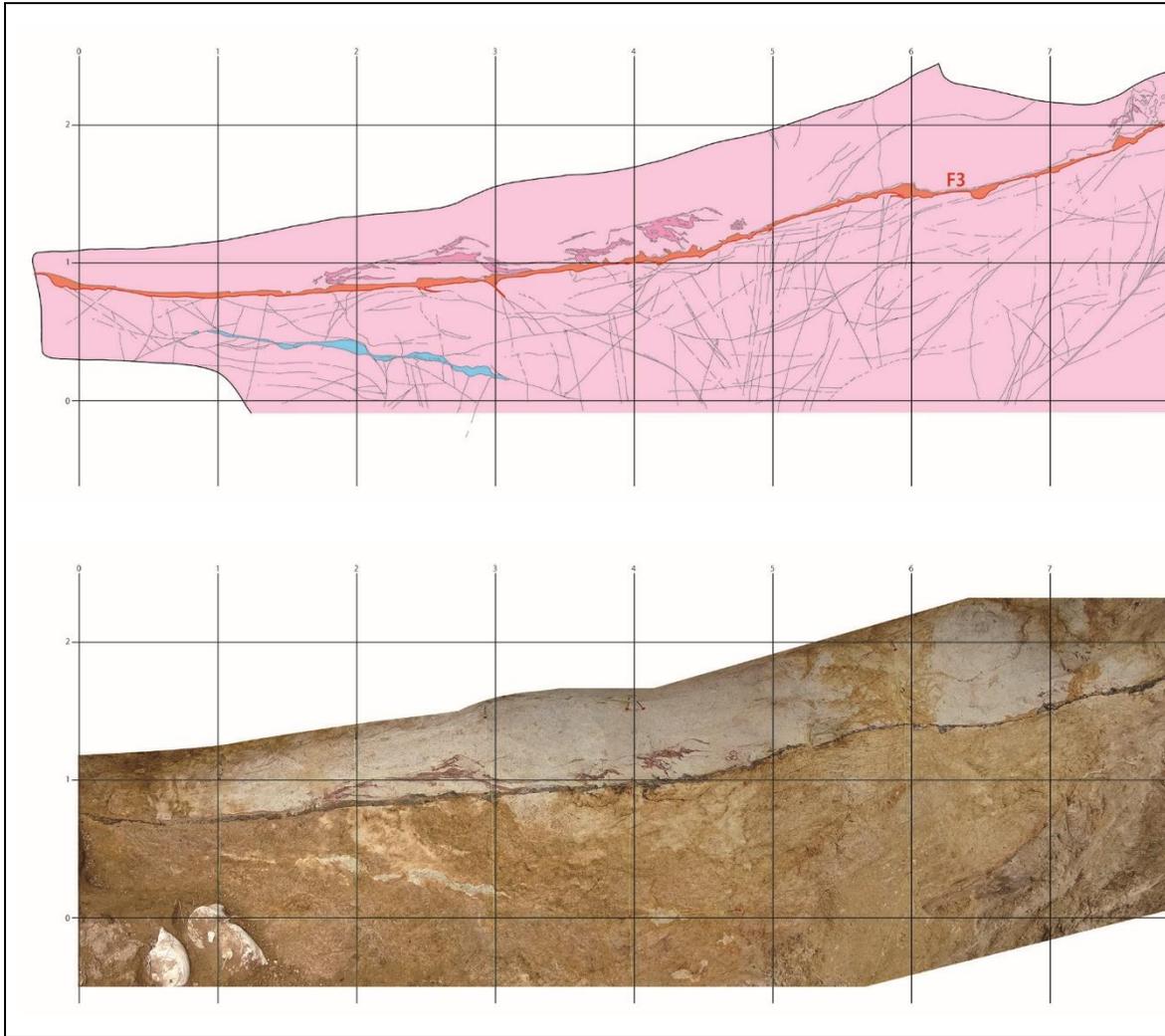


図 6.2.2 船坂 2 トレンチ底面
 F3 は連続性がよく明瞭、走向は北西-南東方向である。

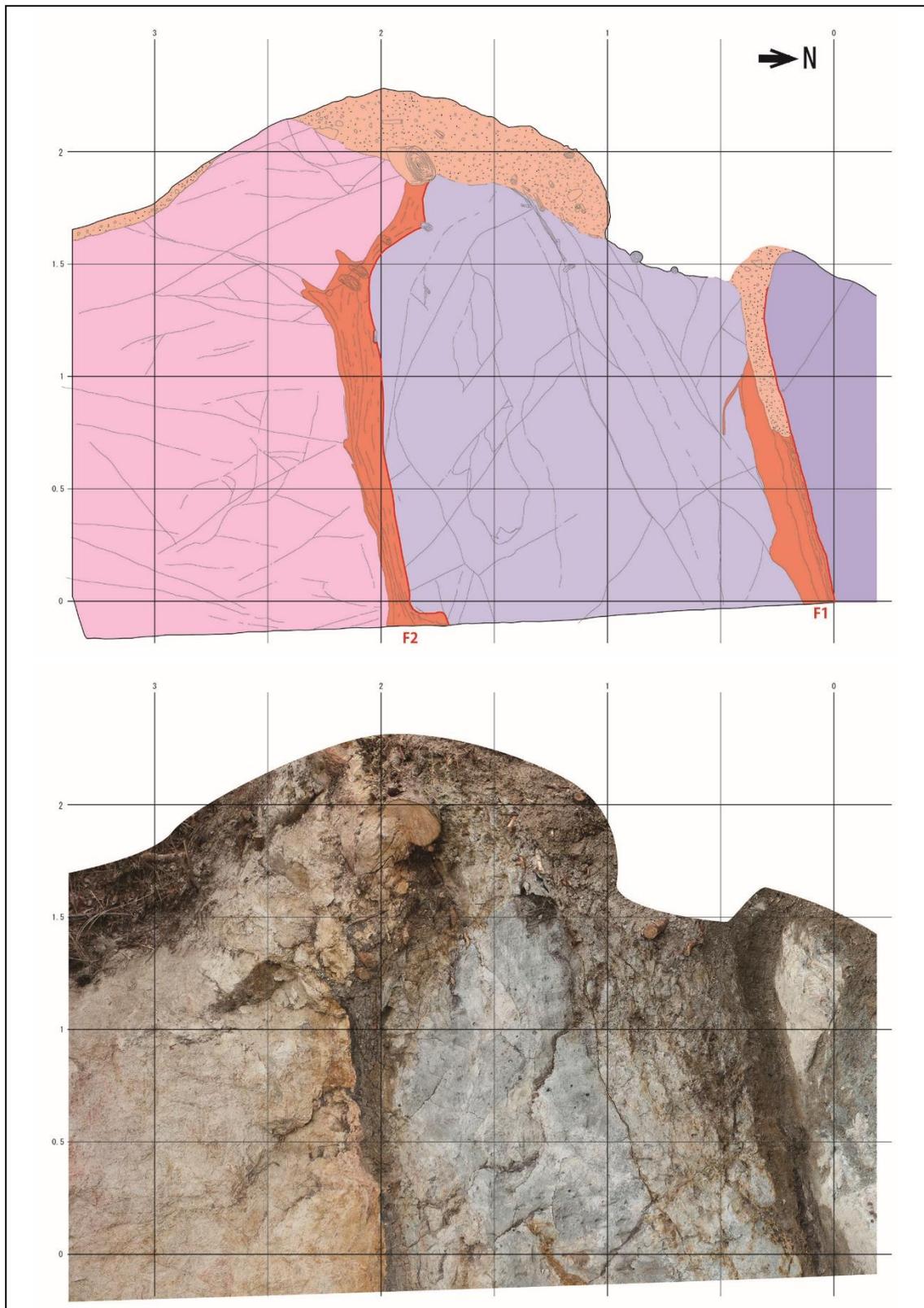


図 6.2.3 船坂 2 上部露頭壁

F2 が底面で不明瞭となる一方で、F1 は連続性が良い。

6. 2. 3. 第3地点（淡河）トレンチ

淡河トレンチは、谷部の堆積物を対象に掘削を行っており、堆積物を対象とした活断層のトレンチとなっている。図 6.2.4 に淡河トレンチ面を示す。

(1) トレンチ内の断層の特徴

淡河トレンチ壁面では、トレンチ南端部の基盤岩中に明瞭な断層が認められる（F7 および F8）。トレンチ内の堆積物は不淘汰でゆるい砂礫のため不明瞭だが、礫の配列や堆積物の乱れなどが一部で見られる（F1～6）。

(2) 基盤岩中の断層の特徴

基盤岩中の断層は、泥岩の北方向にゆるく傾斜した堆積構造を切る方向に延び、走向は東西方向、傾斜は 75～80°北傾斜である。この走向傾斜は、既存に知られている淡河断層の走向（N86E62S）とやや斜交する。W 面の W11 付近に認められる F8 は最も明瞭に認められる断層で、泥岩と凝灰質な泥岩が直立して接している様子が観察できる。

(3) 堆積物中に認められたトレンチの特徴

E 面では、E5～7 付近に上方へ向かう礫の配列や堆積物の乱れが、不明瞭ながら認識される。礫の配列は F1、F2、F3 の並行した 3 列が見られ、断層の活動による再配列の可能性が示唆される。また、F1～F3 を上方に延長した範囲では、II 層および III 層内の礫が乱されたような様相を呈し、II 層中まで断層によって変形した可能性が考えられる。

W 面では、W3～5 付近に E 面同様の上方へ向かう礫の配列や堆積物の乱れが、不明瞭ながら認識される。F5 は N64°W 程度、F6 は N50°W 程度の走向を示し、どちらも 70～80°南西傾斜である。E 面同様に、F5 および F6 は礫の配列の上方延長部分で、II 層および III 層内の礫が乱されたような様相を呈し、断層の活動による変形が推測される。W 面では II 層が厚く、F5 および F6 の構造の連続性が認識できないが、E 面同様に II 層中まで変形を及ぼしている可能性が考えられる。

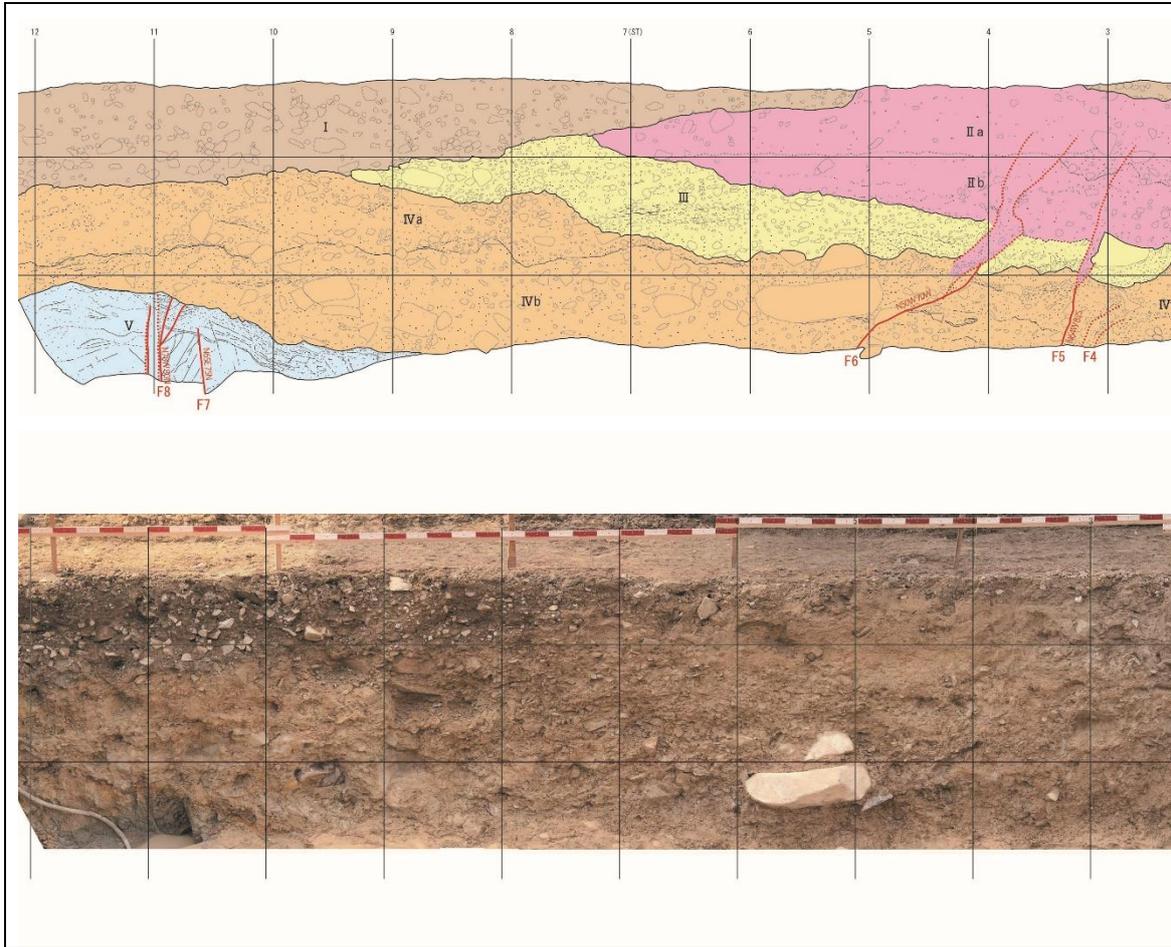


図 6.2.4 淡河トレンチ W 面
 基盤岩内の断層は、堆積物中には連続しない。

7. 引用文献

- ・新井崇史・塚原弘昭・森清寿朗（2003）：カルサイトの炭素・酸素同位体比から見た野島断層浅部破碎帯のシール過程の解明. 地学雑誌, 112, 915-925.
- ・栗田泰夫・鈴木康弘（1996）：1995年兵庫県南部地震を生起した野島断層系の活動履歴及び活動性調査. 地質調査所研究資料集, No.259, 1-5.
- ・地震調査研究推進本部（2005）：六甲・淡路島断層帯の評価.
- ・小林健太・福地龍郎・長谷部徳子・林 愛明・丸山 正・松田達生・村田明広・重富素子・島田耕史・竹村恵二・田中秀実・田中菜摘・富田直人・豊田宗則・宇田進一・山北 聡（1999）：野島断層 1800m 掘削コアに見られる破碎帯外縁部の産状. 地質学雑誌, 105, XIX-XX.
- ・林 愛明・福地龍郎・長谷部徳子・樋口孝幸・小林健太・小坂和夫・丸山 正・宮田隆夫・村田明広・重富素子・竹村恵二・田中秀実・宇田進一・山北 聡・嶋本利彦・安藤雅孝（1999）：野島断層 500m 掘削コアに見られる断層ガウジ帯の産状と組織構造, 地質学雑誌, 105, XI-XII.
- ・水野清秀・服部 仁・寒川 旭・高橋 浩（1990）：明石地域の地質. 地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）, 地質調査所, 90p.
- ・中田 高・岡田篤正（1999）：野島断層【写真と解説】. 東京大学出版, 208p.
- ・藤田和夫・笠間太郎（1982）：大阪西北部地域の地質. 地域地質研究報告（5万分の1図幅）, 地質調査所, p112.
- ・兵庫県（2002）：「平成13年度地震関係基礎調査交付金 六甲・淡路島断層帯に関する調査」. 成果報告書, 53p.
- ・兵庫県（2003）：「平成14年度地震関係基礎調査交付金 六甲・淡路島断層帯に関する調査」. 成果報告書, 109p.
- ・兵庫県（2004）：「平成15年度地震関係基礎調査交付金 六甲・淡路島断層帯に関する調査」. 成果報告書, 87p.
- ・市原 実（1975）：大阪層群と大阪平野. アーバンクボタ, 11, 26-29.
- ・地震調査研究推進本部（2001）：有馬-高槻断層帯の評価.
- ・尾崎正紀・松浦浩久・佐藤喜男（1996）：神戸層群の地質年代. 地質学雑誌, 102, 73-83.
- ・Tadashi Maruyama, Aiming Lin（2002）：Active strike-slip faulting history inferred from offsets of topographic features and basement rocks: a case study of the Arima Takatsuki Tectonic Line, southwest Japan Tectonophysics, 344, 81-101.