

「活断層の追加・補完調査」成果報告書 No.H19-5

中央構造線断層帯（和泉山脈南縁一金剛山地東縁）の  
活動性および活動履歴調査

平成 20 年 5 月

財団法人 地域 地盤 環境 研究所

## 目 次

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究	1
2. 調査結果	2
2. 1 登尾地区	2
(1) 登尾ボーリング調査	2
(2) 登尾トレンチ調査	3
2. 2 枇杷谷地区	4
(1) 枇杷谷ボーリング調査	4
(2) 枇杷谷Aトレンチ調査	4
(3) 枇杷谷B・Cトレンチ調査	8
(4) 枇杷谷トレンチによる活動時期解釈	11
(5) 枇杷谷Bトレンチでの変位量検討	13
2. 3 五条谷断層	14
(1) 竹尾トレンチ	14
(2) 竹尾トレンチ解釈	15
(3) 露頭調査	15
3. まとめ	16
3. 1 断層帯の位置及び形態	16
(1) 断層帯を構成する断層	16
(2) 断層面の位置・形状	17
(3) 変位の向き	17
3. 2 断層帯の過去の活動	17
(1) 平均変位速度	17
(2) 活動時期	18
(3) 1回の変位量	19
(4) 活動間隔	19
(5) 活動区間	19
文 献	20
図 表	22

## 1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

中央構造線断層帯は、奈良県香芝市から五條市、御所市、五條市、和歌山県の橋本市、かつらぎ町、紀の川市、岩出市、和歌山市、兵庫県南淡路市の南方海域を経て、徳島県鳴門市から愛媛県伊予市まで四国北部をほぼ東西に横断し、伊予灘に達している。断層はさらに西に延びるが、地震調査研究推進本部（2003）では、佐田岬北西沖付近よりも東側を、中央構造線断層帯として評価の対象としている。全体の長さは約360kmで、右横ずれを主体とし、上下方向のずれを伴う断層帯としている。なお、断層帯の最東端の奈良県香芝市から五條市に至る金剛山地東縁部は西側が相対的に隆起する逆断層としている。

中央構造線は、西南日本の中央部をほぼ東西に縦断する大断層で、北の領家帯と南の三波川帯との地質境界をなし、その延長は1000km以上にも達するが、この地質学的な中央構造線に沿って、第四紀にも活動を繰り返している段層群について、岡田（1973）により、「中央構造線活断層系」と名づけられた。

活断層の分布については、活断層研究会（1980, 1991）や岡田・東郷編（2000）は、本断層帯を構成する断層の位置や活動性について取りまとめ、図示している。また、地質調査所（1994）によるストリップマップや都市圏活断層図（岡田ほか, 1996a, 1996b, 1996c, 中田ほか, 1996）、中田・今泉編（2002）などにより、活断層の通過位置が示されている。

中央構造線断層帯の過去の活動については、金剛山地東縁の奈良県香芝市から五條市付近を経て和泉山脈南縁の和歌山市付近に至る区間では、佐竹ほか（1999）による金剛断層でのトレンチ調査から、1世紀以後、4世紀以前に最新活動があったと推定され、その平均的な活動間隔は約2000-12000年であったとしている。和歌山市付近ないしその西側の紀淡海峡から鳴門海峡に至る区間の最新活動は、水野ほか（1998）による上黒谷3トレンチにおいてAD 161年の地層が断層変位を受け、岡田ほか（1999）による仁王谷トレンチにおいてAD 304年の地層に覆われることから、最新活動時期は西暦161～304年と推定されている。平均活動間隔については、具体的な数値を示すデータは得られていないが、自信調査研究推進本部によって、平均変位速度と単位変位量より、約1400年間隔と推定されている。

個々の断層の連動性に関しては、検討の材料が不十分であるが、地震調査研究推進本部によると、金剛山地東縁から和泉山脈南縁の和歌山市付近に至る区間が活動すると、マグニチュード 8.0 程度の地震が発生する可能性があるとしている。また、今後 30 年間の地震発生確率については、ほぼ 0 から 5%と幅の広い

評価にとどまっている。

## 2. 調査結果

今回の調査では、図 1 に示す過去の調査結果および対象範囲の空中写真判読と現況の土地利用状況の踏査を行い、詳細調査地点を和歌山県紀の川市登尾・枇杷谷地区の根来断層と和歌山県かつらぎ町竹尾地区の五条谷断層の 2 箇所にとり、ボーリング調査およびトレンチ・ピット掘削、一部露頭調査を実施した。

### 2. 1 登尾地区

図 2 に示す登尾地区では、佃ほか (1998) によりトレンチ (長さ 15.7m×深さ 2.0m) およびボーリング (10m×3 孔) 調査を実施している (図 3)。トレンチ壁面に断層は確認されなかったが、ボーリングコアの花粉分析から深度 4m 以深の礫層以下を菖蒲谷層相当としている。また、調査地点南側の小山に露出する礫層を菖蒲谷層に対比しており、菖蒲谷層に高度差が生じることからトレンチ南側の道路直下に断層を推定している。本地点から西に約 1.5km に位置する近畿大学 (図 2) では、校舎の建設時に、明瞭な破碎帯が確認されており、空中写真の実態視や地形図による地形発達の検討を行った結果、枇杷谷地点の西側ではリニアメントが北よりと南よりの 2 条みられる。北側のリニアメントは枇杷谷集落付近で不明瞭となり、南側リニアメントは枇杷谷集落の谷の南北に分かれる。この分かれたリニアメントのうち北側のリニアメントは、北の山地と南の平野との境界に、南側のリニアメントは北側の東西性の谷と南側の分離丘との境界にそれぞれ引くことができる。これらのリニアメントの東側延長は図 3 に示すよう、河川の下流側が高まっているなど、地形境界として連続が確認できる。以上の解釈をもとに、登尾トレンチの掘削地点を設定した。

#### (1) 登尾ボーリング

トレンチ実施にあたり、詳細な掘削位置選定のためにボーリング調査を 4 地点実施 (B-1 : 12m, B-2 : 10m, B-3 : 4m, B-4 : 12m) した。

ボーリングのコア観察結果から、想定される活断層の通過位置において、図 4 に示す地質断面を作成した。周辺の地形などの状況を考慮して、2 段ある崖を双方掘削できる範囲を特定しトレンチ掘削を行なった。

## (2) 登尾トレンチ

図5は、登尾トレンチにおいて観察された地層について、NA1層、NA2層、NA3層、NB1層、NB2層、NB3層、NC層、ND1層、ND2層、ND3層、NE層に区分した。各層の層相は以下の通りである。

NA1層は、耕作土および埋土で地表面下20～40cmの層厚で分布する。

NA2層は、暗灰色の砂質シルトでトレンチの東西面のグリッド12～26付近に連続する。層厚は50cm前後で、人工盛土の可能性がある。

NA3層は暗灰色の弱腐植質シルトであるが、人工土の可能性が考えられる。この腐植層の下部から暦年補正值(1 $\sigma$ )1520-1390y.B.P.の年代値が得られた。

NB1層は暗灰色～淡灰褐色のシルトで西側法面のグリッド15～18、東側法面のグリッド14～23付近に分布する。東側法面のグリッド17付近で下位層によって形成された凹地を埋めて堆積している。層厚は最大で40cm程度である。

NB2層は東側法面に観察される暗褐色の弱腐植層で最大層厚10cm程度、グリッド16～18の間のみに見られる。

NB3層は風化砂岩礫を多く含む砂礫層で東側法面のグリッド14～19にかけてと、西側法面のグリッド15～19付近に見られる。層厚は最大60cm程度で下位層を削りこんでいる。

NC層は、やや風化した砂岩礫を含む砂礫層で東側法面のグリッド12～26、西側法面のグリッド12～20の間で確認された。マトリックスは砂質で一部に腐植層や粗粒砂も見られる。下位の地層を削り込み、地表で見られる約1.5mの段差を形成している。この地層中の腐植質シルトから暦年補正值(1 $\sigma$ )13,380-13,230y.B.P.の年代値が得られた。

ND1層はトレンチの南側法面、東側法面のグリッド0～13の間と西側法面のグリッド0～15に見られる。黄褐色シルトおよび砂岩礫主体の砂礫層との不規則互層からなる。砂礫層はマトリックスがシルト優勢で、小～中礫からなり下部には比較的淘汰の良い中粒砂層も見られる。

ND2層は東西の法面グリッド10～15の間に見られる中粒砂およびシルト層で黒褐色の強腐植層を挟在する。この腐植層から暦年補正值(1 $\sigma$ )14,940-14,160y.B.P.の年代値が得られた。

ND3層は巨礫を含む砂礫層でマトリックスは極めて砂質である。礫種は砂岩礫が多いが礫岩も含み。ほとんどが亜円～亜角礫となっている。層厚は1～2mで東側法面のグリッド10～25、西側法面のグリッド10～21にかけて連続する。この砂礫層は礫径が大きいこと、礫種が多様なことなどから十分な水量をもつ

た河川によって堆積した本流性堆積物であると判断される。グリッド 10～14 付近には大型の木片・植物片や腐植層が分布する。

NE 層はトレンチで見られる最も下位の地層であり、灰色シルトで風化した砂岩礫が点在する。東側法面のグリッド 18m 付近や西側法面のグリッド 14～15 にかけて腐植層が見られる。この腐植層から補正年代値  $36,010 \pm 1530 \text{y.B.P.}$  の年代値が得られた。

登尾トレンチでは、西側法面のグリッド 17～19 にかけて腐植層や砂礫層に局所的な地層の乱れが観察されるが、堆積構造によるものである。トレンチ掘削前に断層崖の可能性が高いと判断された崖地形は、NC 層堆積時の侵食および人工改変によって形成されたものであることが明らかとなった。登尾トレンチ解釈図を図 5 に、壁面写真を図 6 に示す。

## 2. 2 枇杷谷地区

### (1) 枇杷谷ボーリング

登尾トレンチにおいて、断層崖と想定していた崖が侵食崖であることが判明したため、改めて空中写真判読を行い、活断層の通過位置を検討した。しかし、人工改変の影響などで、地形情報のみでは、正確な断層通過位置を特定することができないと判断し、図 3 に示す範囲内で、ボーリング 5 本 (B-5 : 6m, B-6 : 8m, B-7 : 16m, B-8 : 10m, B-9 : 7m) を実施した。コアの観察の結果を図 4 の下段に示す。断層の北側で実施したボーリング B-8 および B-9 孔はそれぞれ深度 8.10m (B-8) , 深度 4.85m (B-9) で砂岩、泥岩からなる基盤岩に達し、南側に傾斜した基盤面が想定される。基盤上位を被覆する堆積物は基盤面の傾斜よりやや緩い傾斜を示しているものと想定される。

一方、断層南側で実施したボーリング B-7 孔は深度 5.55m 以深に硬質な青灰色シルトが層厚 10m 以上分布しており、深度 16m まで掘進したが基盤岩に到達しなかった。B-7 孔は深度 5.55m 以深に分布する硬質な青灰色シルトは、B-7 孔より南側で実施した B-5, B-6 孔にも連続して分布するものと判断する。したがって、ボーリング B-7, B-8 間に断層が存在することが想定されることから、トレンチ掘削 (枇杷谷 A トレンチ) を実施した。

### (2) 枇杷谷 A トレンチ

枇杷谷 A トレンチにおいて観察された地層を A1 層, A2 層, B4 層, B5 層,

B6層, C層, E1層, E2層, E3層, F1層, F2層, G1層, G2層, G3層, H1層, H2層, H3層, H4層, H5層, I1層, I2層, I3層, 未区分腐植層に区分した。各層の層相は以下の通りである。

A1層は、トレンチ法面の地表部分に20~50cmの層厚で連続する耕作土・埋土である。地表部の現耕作土の下位にも暗渠や盛土と判断される礫・シルトが見られる。これらは旧耕作土もしくは人工盛土によるものと考えられるが、時期については不明である。

A2層は西側法面のグリッド10~17, 北側法面および東側法面のグリッド15~17にかけて連続するシルト質細粒砂であるが人工改変による埋土の可能性もある。

B4層は暗灰色の弱腐植質の砂質シルトであり、層厚は最大40cm程度となっており、西側法面のグリッド14~16, 北側法面および東側法面のグリッド15~17にかけて連続する。下位層との境界が明瞭でこの地層も古い時代の人工改変を受けている可能性はある。

B5層は東側法面のグリッド7~8と西側法面のグリッド8~9にのみ見られる。層厚50cm前後の比較的淘汰の良い中粒砂からなり基底部には細礫も見られる。

B6層は枇杷谷Aトレンチでは東側法面のグリッド8~13にのみ観察される層厚10~20cmの暗灰褐色弱腐植質シルトである。

C層は東側法面のグリッド3~4にのみ見られる砂質シルト層で確認される層厚は10cm程度である。

E1層は東側法面のグリッド4~14にかけて断続的に見られる砂質シルトである。層厚は20cm前後となっている。

E2層は淡灰褐色のシルト層で径15cm程度の砂岩風化礫を含んでいる。東側法面のグリッド0~4と西側法面のグリッド0~4にかけて分布する。層厚は最大で80cmである。グリッド3付近の地表付近にはE2層を削り込む溝状の凹地に腐植層が堆積しておりこの腐植層から暦年補正值(1 $\sigma$ )2,120-1,990y.B.P.の年代値が得られた。

E3層は灰褐色の砂質シルトで下部に砂岩風化礫を伴う。層厚は20~30cm程度で東側法面のグリッド1~3, 西側法面のグリッド0~3にかけて分布する。

F1層は暗灰色の弱~中腐植層質シルトで東側法面のグリッド1~14と西側法面のグリッド4~6にかけて断続的に分布する層厚は10~20cmであるが、東側法面のグリッド3付近の断層面付近で大きく変形し、断層より南側では分布高度が低下している。西側法面では断層を境に、分布高度は東側と同様に低下す

る。また、東側法面のグリッド 3 付近では腐植層中に砂岩の風化礫が取り込まれており、同様の層相のものが断層間に挟まれる。この腐植層のうち断層北側に堆積しているものからは暦年補正值 ( $1\sigma$ ) 9,710-9,590y.B.P.の年代値が得られ、断層南側のものからは暦年補正值 ( $1\sigma$ ) 13,460-13,290y.B.P.の年代値が得られた。

F2 層は細礫混じりの砂質シルトで東側法面のグリッド 0~2、西側法面のグリッド 0~2 付近にのみ確認され下位層にアバットするが、東側法面では下位層を削り込むものの西側法面では、削り込みはほとんど見られない。

G1 層は砂岩の風化礫を含む砂質シルトで、トレンチのほぼ全域に連続して見られる。層厚は 80~100cm でほぼ一定であるが、断層東側の東側法面グリッド 3 より南では 1m を超す層厚となっている。また、東側法面のグリッド 8~10 付近と西側法面のグリッド 8~14 の間では下位層をガリ状に削り込んでいるのが観察される。これに対して東西法面のグリッド 3 以南では下位層をほとんど削り込むことがなく、基底面の分布高度も低下している。

G2 層は砂岩の風化礫を含む砂礫層および砂質シルト層からなる。層厚は 50~80cm で東側法面のグリッド 3~16 及び北側法面のグリッド 2~3、西側法面のグリッド 3~16 にかけて分布し下位層を明瞭に削り込む。地層上部の砂質シルト層中には白色の細粒火山灰がレンズ状に堆積していることが確認された。これを G3 層とする。この火山灰層は分析の結果から三瓶-浮舟火山灰に対比される。G2 層における北側での不連続区間は上位の G1 層によって削り込まれたために失われたものと考えられる。断層の南側グリッド 3 より南側では対応する地層が見られない。これは G2 層が、下位層をガリ状に削り込んで堆積したため、分布幅が狭い地層であることに起因する可能性が考えられる。

H1 層は砂岩の風化礫が点在する砂質シルト層で、上位層に削り込まれる部分で薄くなる以外は層厚 50~60cm で一定である。分布はトレンチ全体におよぶが東側法面のグリッド 0~3 ではわずかにラミナの発達が見られる。基底面の分布高度も断層より南側のグリッド 3 付近から南で低下している。

H2 層は東西の法面グリッド 0~3 に分布する細礫~小礫層でマトリックスは砂優勢である。層厚は 10~30cm と薄い炭化した細粒木片をふくんでいる。西側法面では断層の南側で断層に接して大きく変形した腐植層が見られる。この腐植層の層準は正確には判断できないが、H1 層と H2 層の間に挟まれる可能性が高い。この腐植層からは暦年補正值 ( $1\sigma$ ) 18,040-1,7770y.B.P.および 17,410-16,780y.B.P.の年代値が得られた。また H2 層中に見られる大型木片からは暦年補正值 ( $1\sigma$ ) 19,820-19,470y.B.P.の年代値が得られた。

H3 層は弱腐植質シルト層で東側法面のグリッド 5～10, 北側法面のグリッド 2～6 および西側法面のグリッド 7～13 にかけて分布する。層厚は 10～20cm 程度で下位層の凹部にのみ堆積しているが, グリッド 3 より南側ではラミナの発達する細粒砂部を伴い層厚も 50～70cm と厚くなり基底面の分布高度も低くなっている。

H4 層はトレンチのほぼ全域に連続する細礫～粗粒砂層である。炭化物や大型の木片を多量に含み炭化物細片によるラミナの発達が顕著である。層厚は 50cm 前後でほぼ一定であり, 比較的広い範囲に分布する可能性が考えられる。グリッド 3 以南では上面の高度が 1m 程度低下している。

H5 層は F4 層の直下に連続する黒色の強腐植層である。層厚は 5～20cm で東側法面のグリッド 3～11, 北側法面のグリッド 3～7 および西側法面のグリッド 3～14 の間に連続する。グリッド 3 以南では低下側に位置するため同層は確認されていない。この地層からは暦年補正值 (1 $\sigma$ ) 22,310-21,480y.B.P.の年代値が得られた。

I1 層砂質シルトからなり砂岩の風化礫や炭化木片が点在する。東側法面のグリッド 3～15, 北側法面および西側法面のグリッド 3～14 にかけて連続する。層厚は 10～50cm である。

I2 層は巨礫を含む砂礫層で, 亜円～亜角礫によって構成される。マトリックスは砂優勢であり, 礫種は多様で礫岩礫を含んでいることからこの砂礫は堆積に十分な水量を持った河川の影響が考えられる本流性堆積物であると推定される。層厚は 80cm 以上 (基底は未確認) で東側法面のグリッド 3～14, 北側法面の一部と西側法面のグリッド 3～15 にかけて観察されるが, 東側法面のグリッド 9～14 および北側法面では巨礫を含まない細礫層となっている。

I3 層は東西法面のグリッド 10 付近でのみ観察される礫混じりの腐植質シルトである。層厚は 30cm 以上で基底は確認されていない。炭化物片や木片を含み細礫～粗粒砂のラミナも見られる。この地層に含まれる木片からは暦年補正值 (1 $\sigma$ ) 23,960-23,430y.B.P.の年代値が得られた。

東側法面のグリッド 0～1 および西側法面のグリッド 3 付近には著しく変形した黒色の強腐植層が見られるが, 地層の連続が確認されず他に対比される地層が不明なため未区分腐植層とした。

枇杷谷Aトレンチ解釈図を図7に, 壁面写真を図8に示す。

### (3) 枇杷谷B・Cトレンチ

枇杷谷 B・C トレンチでは層序区分を共通とし、観察された地層を A1 層, A2 層, B1 層, B2 層, B3 層, B4 層, B5 層, B6 層, C1 層, C2 層, C3 層, C4 層, C5 層, C6 層, D 層, H4 層, I3 層, 未区分腐植層に区分した。

#### 枇杷谷 B トレンチ層序記載

枇杷谷 B トレンチでは A1 層, B2 層, B3 層, B4 層, B5 層, B6 層, C1 層, C2 層, C3 層, C4 層, C5 層, D 層, H4 層, I3 層, 未区分腐植層が出現する。各層の層相は以下の通りである。

A1 層は耕作土および盛土でトレンチの地表部分に見られ、層厚は 20cm 前後である。

B2 層は砂質シルトでトレンチ法面上部に連続する。層厚は 30cm 前後でほぼ一定である。

B3 層は暗灰色シルト層で 20～30cm の層厚でトレンチ法面上部に連続する。

B4 層は暗灰褐色の弱腐植質シルト層でトレンチ全域に連続する、層厚は 10～30cm で層厚の変化はほとんど見られない。この腐植層からは暦年補正值 (1 $\sigma$ ) 1,320-1,290y.B.P.の年代値が得られた。

B5 層は局部的に細礫を含む比較的淘汰の良い粗粒砂からなり、層厚の大きい部分ではラミナの発達が見られる。トレンチの南側では S-S 面のグリッド 9～10 にかけて下位層をガリ状に削り込んでいることが確認された。層厚は 5～50cm でトレンチの西側では分布せず、レンズ状の分布や風化礫に置き換わっている部分も見られる。

B6 層は暗灰色～黒色の中～強腐植層であり、トレンチ法面のほぼ全域に連続するが西側では (W-W 面) では連続が確認されない。層厚は 10～15cm でほぼ一定である。この腐植層からは暦年補正值 (1 $\sigma$ ) 1,720-1,540y.B.P.の年代値が得られた。

C1 層は暗灰色～灰褐色シルト層であり、層厚 5～30cm でトレンチの全域に分布しているが、南西側でやや厚い、C2 層はシルト質の細粒砂からなり、トレンチの南側のみにレンズ状に分布している。C3 層は暗灰色腐植質中粒砂である。層厚は 5～40cm で砂岩の風化礫が点在する。基底面は下位層の凹凸を埋める部分も見られトレンチの北東側および南西側で厚くなっている。

C4 層は砂岩の風化礫を含むシルト層から砂礫層からなる。層厚は 5～30cm で西側から南西側で厚くなっている。この地層では西側法面においてやや腐植質

となった部分が認められ、ここから暦年補正值 ( $1\sigma$ ) 1,320-1,290y.B.P.の年代値が得られた。

C5層砂質の中腐植層で大型の木片・植物片を含んでいる。層厚は最大で30cm、分布はトレンチ南西部と北東側に限られ、下位層の低下部分に厚くなっていることが認められる。この地層からはトレンチ東側のEW面において腐植層中の木片から暦年補正值 ( $1\sigma$ ) 1,260-1,140y.B.P., 1360-1300y.B.P.の年代値が得られた。

D層はBトレンチでのみ確認された砂礫層で、トレンチの南西側と北東側に分布が限られる。マトリックスが砂優勢の砂礫層で、砂岩礫が主体となっているが礫自体は垂角礫～垂円礫で比較的新鮮な礫が多い。砂礫層中には植物片や比較的大きい木片が取り込まれている。層厚は20cm前後で最大でも40cmである。この中に含まれるやや大型の木片から暦年補正值 ( $1\sigma$ ) 1,370-1,300 y.B.P., 1,360-1,300 y.B.P., 1,690-1,650 y.B.P., 1,640-1,560 y.B.P. (SS面), 1,340-1,290 y.B.P. (NN面), 1,360-1,300 y.B.P. (EW面)の年代値が得られた。

H4層は細礫～粗粒砂層である。炭化物や大型の木片を多量に含み炭化物細片によるラミナの発達が見られる。D層よりも分布の幅は広いが、トレンチの南西部および北東部に偏在する。層厚は北東部で最大40cm、南西部では60cm以上となっている。この地層に含まれる木片から暦年補正值 ( $1\sigma$ ) 19,530-19,350y.B.P.の年代値が得られた。

I3層はトレンチの南西部を除く部分に連続する砂岩の風化礫を含むシルト層である。層厚は1m以上であり分布の上面はトレンチの北西側と南東側で高くなっている。トレンチの北西側には細粒砂～砂質シルト層であり、大型の木片を含み部分的に弱腐植層となっている。

トレンチの東側 (E-W面, E-面) では後述する断層付近に引きずり変形を受けた腐植層が見られるが、連続および対比は不明であるため未区分腐植層とした。

枇杷谷Bトレンチ解釈図を図9に、壁面写真を図10に示す。

### 枇杷谷 C トレンチ層序記載

枇杷谷 C トレンチでは A1 層, A2 層, B1 層, B2 層, B3 層, B4 層, B5 層, B6 層, C1 層, C2 層, C3 層, C4 層, C5 層, H4 層, I4 層, 未区分腐植層が出現する。各層の層相は以下の通りである。

A1 層は耕作土・盛土でトレンチの地表部分に見られ、層厚は 10～50cm である、A2 層は耕作土の直下に連続する砂混じりシルトであり層厚は 10～30cm で人工改変を受けている可能性が高い。

B1 層はシルト質細粒砂で層厚 10～20cm、B2 層は砂質シルトで層厚は 10～30cm でほぼ一定であり、いずれもトレンチ法面上部に連続する。B3 層は暗灰色シルト層で 10～20cm の層厚でトレンチ法面上部に連続する。

B4 層は暗灰褐色の弱腐植質シルト層でトレンチ全域に連続する、層厚は 10～30cm で北西側に向かって層厚を増している。B5 層は局部的に細礫を含む比較的淘汰の良い粗粒砂からなり、層厚の大きい部分ではラミナの発達が見られる。西側法面 (W-W 面) のグリッド 3 付近から東側法面 (W-E 面) および南側トレンチの S-N 面, S-E 面にかけては下位層をガリ状に削り込んでいることが確認された。

B6 層は暗灰色～黒色の中～強腐植層であり、トレンチ法面のほぼ全域に連続する。層厚は 10～30cm でトレンチの北東側で厚くなっているが、分布高度は西側に向かって僅かに低下し、トレンチ南側 (S-S 面, S-E 面) では分布が認められない。

C1 層は暗灰色～灰褐色シルト層であり、層厚 10～30cm でトレンチの北西側に分布している。

C2 層はシルト質の細粒砂からなり、トレンチ北側の N-N 面から W-E 面の C1 層中にレンズ状に堆積している。

C3 層は C1 層と同様にトレンチの西から北西側に分布が限られる暗灰色腐植質中粒砂である。層厚は 5～40cm で基底面は下位層の凹凸を埋める部分も見られる。

C4 層は砂岩の風化礫を含むシルト層から砂礫層からなる。トレンチの南側から西側にかけて分布し層厚は最大で 80cm、南東側で厚く部分的に下位層を削り込んでいる。トレンチ北側の N-S 面のグリッド 7～8 にも C4 層が堆積している。

C5 層は砂質の中腐植層で大型の木片・植物片を含んでいる。層厚は最大で 25cm、分布はトレンチ西部から南東部に限られ、西側で厚く、下位層の低下部分にのみ認められる。この腐植層からは暦年補正值 (1 $\sigma$ ) 1,400-1,340y.B.P., 含まれる

木片から暦年補正值 ( $1\sigma$ ) 1,230-1,210, 1,190-1,060y.B.P.の年代値が得られた。

C6層はCトレンチのみに確認される風化岩点在のシルト層から最大径20cmの亜角礫を含む砂礫層からなる。砂礫部分ではマトリックスが砂優勢部からシルト優勢部へと側方変化が大きい。層厚は最大で70cmであるが北東部にはほとんど分布せず、南西部側で厚くなっている。また、堆積頂面は西側法面で凹地状となっており、この部分に上位のC4, 5層の堆積が厚い。

H4層はトレンチの北側に分布する細礫～粗粒砂層である。炭化物や大型の木片を多量に含み炭化物細片によるラミナの発達が見られ、西側の法面W-W面、W-E面では細粒～中粒砂によって構成される部分も見られる。この地層に含まれる木片からは暦年補正值 ( $1\sigma$ ) 21,200-20,510y.B.P., 炭化物からは20,330-19,970y.B.P.の年代値が得られた。

I3層はトレンチの南側のみに分布する砂岩の風化礫を含むシルト層である。トレンチの西部法面(W-W面、W-E面)には後述の断層面が2条確認されているが、これに接するように黒色の腐植層および、木片を含む腐植層が観察されるが、これらの腐植層は連続や対比が不明瞭であるため未区分腐植層とした。このうち南側の断層面に接する木片からは暦年補正值 ( $1\sigma$ ) 19,890-19,540y.B.P.の年代値が得られた。

枇杷谷Cトレンチ解釈図を図11に、壁面写真を図12に示す。

#### (4) 枇杷谷トレンチによる活動時期解釈

枇杷谷で実施したトレンチ調査のうちAトレンチでは4回の断層活動が確認された。

イベントⅠはAトレンチで確認された最も新しい断層活動はAトレンチに分布するE2層の堆積に起こったものである。この断層は枇杷谷Aトレンチ東側法面ではC層に覆われている可能性がある。

イベントⅡはF1層堆積後、E2・E3層堆積以前に起こったものと考えられる。これは、断層を横断して層厚変化のないF1層が断層によって変形し、その上位のE2・E3層が低下側に厚く堆積していること、E2・E3層が南側に派生する断層面に切られていないことから認定できる。

イベントⅢは以下の観察から認定される。断層を横断して分布するG1層は、トレンチの西側法面において大きく変形し、断層の南側で基底高度が低下している。これに対してこの上位のF2層は断層によって低下した南側のみにG1層を覆い、低地を埋める様に堆積している。これに加えて、トレンチの西側法面

では断層の南側に見られる H1 層とこれに接する未区分腐植層が著しい変形を受けていることが観察される。この変形形状は上位の G1 層に見られる変形形状と大きく異なる。このことからこの地層間 (F2 層-H1 層) に断層の活動履歴に差があるものと判断される。G1 層と H1 層の間に堆積している G2 層は断層の南側には分布していない。これは G2 層がガリ状の侵食を伴う堆積物であるため、分布の幅が狭く、この断層が横ズレ主体の断層であるために、断層の南側のトレンチ内には分布しないことが考えられる。しかしながら同様にガリ状の侵食を伴う G1 層は断層を横断して確認されることから、G1 層と G2 層の間には断層活動の履歴に差がある可能性がある。この場合、イベント層準は G1 層-G2 層間となる。

イベントIVは以下の観察から認定される。トレンチの下部に連続する H3・H4 層はその層相から比較的広い範囲に連続する堆積物と考えられるが、断層を横断して層厚、層相が変化している。断層の低下側では H4 層の基底が確認されていないが、少なくとも H3 層の層厚は増している。また断層の南側に分布する H2 層は断層の北側には分布していない。断層近傍での H4 層内の変形構造が上位の地層と比較して激しい。これらのことより、H3 層とその直下の H4 層の間に断層活動があり、H2, H3 層を厚く堆積させるか、もしくは H2 層を差別的に堆積させる場を形成した。

枇杷谷トレンチ B では、トレンチ西側で確認された断層面は D 層、H4 層および I3 層を切って少なくとも C4 層に覆われている。トレンチの東側では、南側の f a 断層が D 層、I3 層を切って C5 層に覆われている。したがって、このトレンチで確認される最も新しい断層活動は D 層堆積後 C5 層堆積以前である。これに対して fb 断層は I3 層および未区分の腐植層を切って D 層もしくは H4 層に覆われている。このことから、この fb 断層の断層活動時期は fa 断層の活動時期と明らかに異なるものと判断できる。

枇杷谷 C トレンチではトレンチ西側において 2 条の断層面を確認した。この断層面は H4 層および I3 層を切って C6 層に覆われている。従って C トレンチで特定されるイベント層準は C6 層と H4 層の間である。

枇杷谷 B,C トレンチでは地層の対比が可能で統一地層名としている。枇杷谷 B, C トレンチで確認される最新イベント層準は C6 層と D 層の間である。これは A トレンチのイベント I に対応する。それ以前のイベント層準は H4 層と I3 層の間である。

枇杷谷地区における<sup>14</sup>C年代測定結果表2と枇杷谷Aトレンチイベント層準を

図13に、枇杷谷Bトレンチの層準を図14示す。

#### (5) 枇杷谷Bトレンチでの変位量検討

枇杷谷 B トレンチに分布する D 層は、分布範囲が限られており、イベント I のみの変位を受けているので、D 層の変位量を求めることにより、単位変位量を求めることができる。

枇杷谷 B トレンチを追加掘削することにより、単位変位量の検討を行った。

その結果、断層の北側に分布する D 層の分布範囲と、断層の南側に見られる D 層の分布範囲には最大で約 4m 程度のズレが読み取れた (図 15)。

断層の北側と南側の地質分布状況を検討するために、断層の北側および南側において走向方向の地質断面図を作成した (図 16)。

断層の北側断面によると枇杷谷 A トレンチではトレンチ底部の標高 90m 付近で約 2 万年前 (I2, H4 層)、地表面下 1m 程度の標高 93m 付近で約 1 万年前の堆積物 (G2 層) が分布しているが、枇杷谷 B, C トレンチでは約 1, 300 年前以降の堆積物 (B 層, C 層) が分布している。

一方、南側断面の枇杷谷 B トレンチ東側底部には I3 層が分布しており、東側に向かって分布標高が高くなっている。枇杷谷 C トレンチにおいて、底部に I3 層が分布しているが、B トレンチ東端よりも I3 層上面の分布標高が低くなっていることから、枇杷谷 B, C トレンチ間に I3 層の高まりが推定される。

断層南側の B・C トレンチ間の I3 層の高まりは、断層北側では B, C 層が分布する C トレンチ東端部より東側に位置すると推定される。この場合、I3 層の高まりの横ずれ量は 13m 以上となる。

また、I3 層の高まりは A トレンチの I2 層よりも高くなることから、I3 層の高まりの東端は A トレンチよりも西側に限定され、この場合の横ずれ量は 32m 以下となる。

I3 層は枇杷谷 A トレンチにおける年代測定結果から、23000~24000 年前の堆積物である。枇杷谷地点においては I3 層堆積後 5 回の地震イベントが推定されていることから、5 回の地震イベントによる横ずれ量は 13m 以上 32m 以下であると想定される。

枇杷谷Bトレンチより推定される最新イベントの単位変位量である右横ずれ 4mは、5回の地震イベントによる総横ずれ量が13m以上32m以下であるということからも妥当な数字である。

## 2. 3 五条谷断層

調査地点は図 17 および図 18 に示した地点である。竹尾地域に想定される五条谷断層は、紀伊半島の中央構造線のうち、前述の登尾・枇杷谷地域に想定される根来断層と奈良県金剛山東縁に分布する南北方向の金剛断層の間に位置する断層である。したがってこの地点で断層活動の履歴や様式を明らかにすることは、中央構造線断層帯のセグメント評価に重要である。これらを明らかにするため竹尾地区でトレンチ調査を実施した。

調査位置の選定に際しては、空中写真判読と現地踏査の結果から、竹尾集落の南西に位置する鞍部横の水田で実施した。

### (1) 竹尾トレンチ

竹尾トレンチにおいて観察された地層を A1 層, A2 層, B 層, C 層, D1 層, D2 層, D3 層, D4 層, E1a 層, E1b 層に区分した。各層の層相は以下の通りである。

A1 層はトレンチの地表部分に連続する現耕作土である。A2 層は淘汰の良い褐色の中粒砂層であるが、人工的に盛られた可能性がある。B 層は礫が点在する黄褐色のシルト層で西側法面のグリッド 5~16, 東側法面のグリッド 0~16 にかけて連続する。層厚は 5~20cm で北側に向かってやや厚い。

C 層はトレンチ南側のみに観察される堆積物で下層を大きく削りこんだ凹地に堆積している。主に細礫~粗粒砂で構成され、礫岩・砂岩の大礫もまれに含まれ明瞭なラミナが発達する。ラミナの一部は灰色のシルトとなっており植物片・木片が取り込まれており、暦年補正值(1 $\sigma$ )670-650y.B.P.および1300-1280y.B.P.の年代値が得られた。上位を B 層に覆われるのがトレンチで観察されるが、他の地層との前後関係は不明であるため得られた年代値から層序区分を行った。この C 層は人工的に掘削された水路等を埋積した堆積物の可能性がある。

D1 層は暗灰色の砂質シルト層で細礫および炭化物細片が点在する。東側法面のグリッド 6~16 および西側法面のグリッド 5~16 に連続する。層厚は 5~60cm で北側に向かって厚くなっているが、グリッド 10 より北側では層厚変化が少ない。

D2 層は礫混じりのシルト層で西側法面のグリッド 4~5, 6~9 にかけてと、東側法面のグリッド 6~12 にかけて分布する。層厚は 10~40cm でやや変化が大きく、特に東側法面のグリッド 7 付近では下位を削りこんだ凹地を埋める様に堆積している。

D3層は東側法面のグリッド11～15, 西側法面のグリッド11～16に連続する, マトリックスが黒色の強腐植質シルトからなる細礫層で, 炭化木片が高密度で分布している. 層厚は10～20cmでほぼ水平に分布している. これらの地層のうちD1層に含まれる炭化木片から暦年補正值(1 $\sigma$ ) 970-930y.B.P., D3層の腐植質シルトから1,050-950y.B.P.の年代値が得られた.

E1層は礫および大型の木片が点在するシルト層となっている. 無層理の堆積物で層厚は50～150cm, 東側法面のグリッド7～16 および西側法面のグリッド6～16にかけて分布している.

E2層はシルト混じりの礫層で, 礫の最大径は10cmを超える. 礫種は砂岩・泥岩であり亜角～亜円礫で構成される. 層厚は20～30cmであるが, グリッド10以南では礫径が小さくなり上下の地層との境界が不明瞭なものとなっている. E3層は東側法面のグリッド10～12, 西側法面のグリッド9～11で観察されるシルト層で亜円礫が点在する. 層厚など詳細は不明である. これらの地層のうちE1層中の腐植物から暦年補正值(1 $\sigma$ ) 3,330-3,210y.B.P., およびグリッド13～14にかけての位置に見られる大型の木片から4,780-4,770, 4,580-4,520, 4,460-4,450y.B.P.の年代値が得られた.

F層はトレンチの南側に見られる泥岩でグリッド4～7にかけては土砂状破砕部・角礫状破砕部が混在している.

竹尾地区におけるトレンチ解釈図を図19に, 壁面写真を図20に示す.

## (2) 竹尾トレンチ解釈

竹尾トレンチでは観察結果および得られた年代値から, 少なくとも1回の活動が確認することができ, その活動時期はE1層～E3層を切りD2層に覆われる. D3層は断層との直接関係が不明であるが, 断層の北側に生じた低地にのみ分布する可能性が高いことから断層を覆う地層に区分できると判断した.

以上から, 竹尾トレンチにおいて確認された断層活動時期は3,300y.B.P.以降, 950y.B.P.以前である.

竹尾地区における<sup>14</sup>C年代測定結果を表3に示す.

## (3) 露頭調査

五条谷断層の性状を明らかにするため, 地表踏査を実施した. 地表踏査は1/2, 500～1/5,000の地形図を使用し, 空中写真判読によって抽出されたリニアメント周辺のルートマップを作成した.

地表踏査の結果から、五条谷断層では断層破碎帯、未固結粘土を伴う断層面などが、いくつかの地点で確認されたが、このうち第四紀層に関わる露頭地点としては、図 17 および図 21 に示す Iw386 がある。

Iw386 地点は、中央構造線が、根来断層から五条谷断層に乗り変わる地域に位置している。Iw386 周辺には低位段丘（L3 段丘）と沖積段丘が分布している。Iw386 地点では断層面とこれを覆う段丘堆積物が確認された。この段丘堆積物は巨礫を含む砂礫層からなり堆積頂面は現河床から 5～10m の高さにある。この堆積物中では段丘堆積物の堆積時期を示す年代測定試料は得られなかった。やや下流域において、断層面を覆う段丘よりやや低い沖積段丘面上に分布する扇状地堆積物の露頭（Iw586）で、腐植質シルトから暦年補正值 920-790y.B.P.の年代値を得た。したがって、根来断層と五条谷断層の連絡部は、少なくともこの年代以降の断層活動は起こっていないと考えられる。

### 3. まとめ

#### 3. 1 断層帯の位置及び形態

##### （1）断層帯を構成する断層

活断層研究会編（1991）によれば、北から金剛断層帯の当麻断層、山口断層、金剛断層、山田断層、中央構造線断層帯の五条谷断層、桜池断層、根来断層、磯ノ浦断層、和歌山北断層からなる。

本断層帯は、全体としてほぼ東北東－西南西方向に延びる断層帯であるが、東端の奈良県五條市付近で屈曲して10数km北に延び、金剛山地の東縁に沿って山田断層、金剛断層の中北部、山口断層及び当麻断層がほぼ南北走向で分布し、北端は奈良県香芝市に達している。金剛断層は五條市付近で西南西方向に屈曲し、和泉山脈の南縁に沿って東北東－西南西方向に延びる五条谷断層に連なる。和泉山脈の南縁では、さらに西へ向かって桜池断層、根来断層、根来南断層が一部で互いに並走しながら全体としてほぼ一直線上に延びて和歌山平野に達する。和歌山平野の北端には磯ノ浦断層が分布し、その南側の和歌山平野下には和歌山北断層が伏在している。

本断層帯の活動セグメントについては、地震調査研究推進本部（2003）によると、当麻断層－根来断層、もしくは当麻断層－磯ノ浦断層及び和歌山北断層の2つの活動を想定している。既存の調査結果と本調査結果を図22に示す。

## (2) 断層面の位置・形状

断層の位置については、岡田ほか(1996b)による都市圏活断層図「粉河」および岡田・東郷編(2000)によって示されている位置から、北に50~60m程度の地点でトレンチ調査を実施した結果、根来断層の過去の活動に伴う地層の変形を確認した。枇杷谷A, B, Cトレンチにおいて確認された断層面は、ほぼ80~90°で僅かに北に傾いている。

五条谷断層の竹尾地区では、断層面はN70°Eの走向で連続しほぼ垂直からやや北傾斜となっている

## (3) 変位の向き

和泉山脈南縁の東西走向の断層は、変位地形の特徴から右横ずれ変位を主体と考えられる。枇杷谷Bトレンチにおいても、最新活動に伴い河道が約3.7m右横ずれしていることが確認された。根来断層および五条谷断層においても複数個所で系統的な右横ずれ変形を確認することができる。金剛山地東縁の南北走向の断層については、顕著な横ずれ変位を示唆する地形は認められず、逆断層によると思われる崖地形が認められることから、中央構造線断層帯の北側ブロックが東に変位した際、屈曲点から北側は、逆断層変位を伴う変形が生じると考えられる。

## 3. 2 断層帯の過去の活動

### (1) 平均変位速度

岡田・寒川(1978)は、和歌山県那賀郡粉河町から和歌山市付近に分布する3つの低位段丘のうち中位の面から得た<sup>14</sup>C年代値から、この面の形成年代を約2.5-3万年前と推定し、これをもとに、他の2つの面のうち古い方の面の年代を約5-6万年前、若い方の面の年代を約1-1.5万年前と推定して、これらを刻む河谷の根来断層による右ずれ屈曲量を多くの箇所でも求め、この付近の平均右横ずれ変位速度を0.9-3.1m/千年とした。また、形成年代を10±2万年前頃及び20-30万年前頃と推定した段丘面を刻む河谷の屈曲量から求めた平均右横ずれ変位速度もほぼ同じ値になるとしている。その後、斉藤ほか(1997)は、岡田・寒川(1978)が2.5-3万年前とした段丘を構成する礫層の下部に始良-Tn火山灰が認められたことから、段丘面の離水期を約2万年前と岡田・寒川(1978)よりも若く見積もり、岡田・寒川(1978)求めた変位量のうち精度が高いと推定したもののみを

用いて、根来断層の平均右横ずれ変位速度を約1.8-3.5m/千年とした。

本調査の枇杷谷Bトレンチにおいて、枇杷谷で実施した3箇所のトレンチの地層の対比から、Bトレンチで認められるI3層の高まりは、AトレンチとCトレンチの間に伏在していると考えられ、オフセットは13-32mが見込まれる。I3層は、約2万年前の年代値を得ていることから、0.7-1.6m/千年の平均変位速度が見込まれる。これは、最新活動による3.7m/4000～5000年から算出した0.7-0.9 m/千年と調和的といえる。

## (2) 活動時期

登尾・枇杷谷地区で実施したトレンチ調査の結果、明らかとなったイベント層準は以下のとおりである。なお、年代値は暦年補正の1 $\sigma$ の値である。

### ① 枇杷谷イベント I

認定層準：D層の堆積後 C6層の堆積以前

活動時期：1,340-1,290y.B.P. (B トレンチ D層) 以降 1,260-1,140y.B.P. (B トレンチ C5層) 以前

### ② 枇杷谷イベント II

認定層準：F1層堆積後、E2・E3層堆積以前

活動時期：13,460-13,290 y.B.P. (A トレンチ F1層) 以降

### ③ 枇杷谷イベント III

認定層準：H1層堆積後、F層堆積以前であるが、G1層堆積後、G2層堆積前の可能性が高い

活動時期：18,040-17,770 y.B.P. (A トレンチ HA層) 以降：  
13,460-13,290y.B.P. (A トレンチ F1層) 以前

### ④ 枇杷谷イベント IV

認定層準：H4層堆積後、H3層堆積以前

活動時期：21,770-20,930y.B.P.(B トレンチ H4層)以降 19,820-19,470 y.B.P.  
(A トレンチ H2層) 以前

### ⑤ 枇杷谷イベント V

認定層準：I3層堆積後、H4層堆積以前

活動時期：23,960-23,430y.B.P.(A トレンチ I3層)以降 19,530-19,350y.B.P.  
(B トレンチ H4層) 以前

### (3) 1回の変位量

根来断層の枇杷谷Bトレンチより、右横ずれ約3.7mという結果を得た。

### (4) 活動間隔

根来断層の枇杷谷 A トレンチからは、約 23,000～24,000 年前以降 5 回の地震イベントが推定され、枇杷谷 B トレンチからは約 1300 年前の最新イベント時期が推定された。この結果から、5,000～6,000 年の繰り返し活動間隔が見積もることができる。

### (5) 活動区間

中央構造線断層帯のうち根来断層では約 1300 年前の最新活動時期、約 5,000～6,000 年の活動間隔、横ずれ約 4m の単位変位量が明らかとなった。

五条谷断層は竹尾地区におけるトレンチ調査の結果、少なくとも 1 回の地震イベントが認定され、その発生時期は 3,300y.B.P.以降、950y.B.P.以前となる。

本調査における中央構造線活断層帯のイベント総括表を図 23 に示す。

本調査結果と既存の文献情報を総合的に判断すると、平均活動間隔はこれまでの推定（例：独立行政法人産業技術総合研究所における根来活動セグメントの平均活動間隔 1.4 千年）にくらべて 2～3 倍程度長く、四国における 2 千年前後の平均活動間隔にくらべても長い。五条谷断層のイベント認定年代の分解能が低く、根来断層との連動は現時点では否定できない。

ただし、金剛断層における地震イベント（佐竹ほか 1999 名柄地区）の対比の結果、最新イベント発生時期は金剛断層と根来断層では明らかに異なっていることから、最新の活動については、金剛から根来断層が一連で活動した可能性はないと考えられる。

## 文 献

- 地質調査所(1994)中央構造線活断層系(近畿地域)ストリップマップ 1:25,000,  
2sheets
- 活断層研究会(1980)『日本の活断層—分布図と資料』,東京大学出版会,363p.
- 活断層研究会(1991)『新編日本の活断層—分布図と資料』,東京大学出版会,  
437p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2003)中央構造線断層帯(金剛山地東  
縁—伊予灘)の長期評価について.
- 水野清秀・寒川 旭・佃 栄吉(2000)中央構造線活断層系・根来断層の活動  
履歴に関する補備調査—上黒谷 No.4 トレンチ調査—,地質調査所速報,  
no.EQ/00/2(平成 11 年度活断層・古地震研究調査概要報告書),  
p.207-220.
- 水野清秀・佃 栄吉・宮地良典(1998)和歌山平野伏在活断層のボーリング調  
査(補備調査).地質調査所速報, no.EQ/98/1(平成 9 年度活断層・古  
地震研究調査概要報告書), 179-188.
- 中田 高,今泉俊文,岡田篤正,奥村晃史,小田切聡子,隈元 崇,佐々木達  
哉,下山奈緒,鈴木康弘,高田圭太,千田 昇,堤 浩之,東郷正美,  
松田時彦,宮内崇裕,三輪敦志,吉兼理説,渡辺満久(2002)活断層  
詳細デジタルマップ, 60, 1 Map, 2 DVD-ROM, 東京大学出版会
- 中田 高・岡田篤正・鈴木康弘・渡辺満久・池田安隆(1996)1:25000都市圏  
活断層図「大阪東南部」,国土地理院技術資料, D・1-No.333.
- 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・千田 昇・中田 高(1996a)1:25000都市圏活断層図「五條」,国  
土地理院技術資料, D・1-No.333.
- 岡田篤正・千田 昇・中田 高(1996b)1:25000都市圏活断層図「粉河」,国  
土地理院技術資料, D・1-No.333.
- 岡田篤正・千田 昇・中田 高(1996c)1:25000都市圏活断層図「和歌山」,  
国土地理院技術資料, D・1-No.333.
- 岡田篤正・松井和夫・遠藤 理・有吉道春・斉藤 勝(1999)中央構造線活断  
層系根来断層の性状と最新活動—和歌山市今滝(仁王谷)でのトレン  
チ調査—,活断層研究, 18, p.37-54.

- 岡田篤正・寒川 旭（1978）和泉山脈南麓域における中央構造線の断層変位地形と断層運動. 地理学評論, 51, 385-405.
- 岡田篤正・東郷正美編（2000）『近畿の活断層』. 東京大学出版会, 395p
- 斉藤 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 T n 火山灰と根来断層の平均変位速度. 第四紀研究, 36, 277-280.
- 佐竹健治・寒川 旭・須貝俊彦（1997）金剛断層系の総合調査, 平成 8 年度活断層研究調査概要報告書, 地質調査所研究資料集, 303, p.63-72.
- 佐竹健治・須貝俊彦・寒川 旭・柳田 誠・横田 裕・岩崎孝明・小俣雅志・石川 玲（1999）奈良県金剛断層系の構造と最新活動時期, 地震 第 2 輯, 52, 1, p.65-79.
- 佃 栄吉・水野清秀・宮地良典・寒川 旭（1998）中央構造線活断層系・根来断層のトレンチ調査, 地質調査所速報, no.EQ/98/1（平成 9 年度活断層・古地震研究調査概要報告書）, p.161-177.
- 和歌山県（1999）中央構造線断層帯（和泉山脈南縁－金剛山地東縁）に関する調査, 平成 10 年度地震関係基礎調査交付金成果報告書, 121pp.

## 図 表

表 1 中央構造線断層帯（和泉山脈南縁一金剛山地東縁）のまとめ

表 2 登尾・枇杷谷地区における放射性炭素同位体年代測定結果

表 3 五条谷断層における放射性炭素同位体年代測定結果

図 1 中央構造線断層帯の金剛山地東縁一金剛山地南縁における断層分布と調査位置図

国土地理院発行 1/200,000 地勢図「和歌山」を使用，活断層位置は，中田・今泉（2000）による

図 2 登尾・枇杷谷地区調査位置図

国土地理院発行 1/25,000 地形図「岩出」を使用

図 3 登尾・枇杷谷地区詳細調査位置

図 4 登尾・枇杷谷地区ボーリング柱状断面

図 5 登尾トレンチ スケッチ図

図 6 登尾トレンチ壁面写真

図 7 枇杷谷 A トレンチ スケッチ図

図 8 枇杷谷 A トレンチ 壁面写真

図 9 枇杷谷 B トレンチ スケッチ図

図 10 枇杷谷 B トレンチ 壁面写真

図 11 枇杷谷 C トレンチ スケッチ図

図 12 枇杷谷 C トレンチ 壁面写真

図 13 枇杷谷 B トレンチ年代試料採取地点

図 14 枇杷谷 B トレンチ年代試料採取地点図

図 15 枇杷谷 B トレンチの横ずれ検討図

図 16 枇杷谷 B トレンチの地層対比検討および累積横ずれ検討図

図 17 五条谷断層ルート調査範囲および詳細調査地点位置図

国土地理院発行 1/25,000 地形図「粉河」「橋本」「岩湧山」「富貴」「五條」を使用

図 18 竹尾地区詳細調査位置図

図 19 竹尾地区ピット掘削 スケッチ図

図 20 竹尾地区ピット 壁面写真

図 21 Iw586 露頭位置の地形分類図

図 22 断層帯調査結果取りまとめ図

国土地理院発行 1/200,000 地勢図「和歌山」を使用，活断層位置は，中田・今泉（2000）による

図 23 中央構造線断層帯 金剛山地東縁－和泉山地南縁の活動履歴 時空間分布図

表 1 中央構造線断層帯（和泉山脈南縁－金剛山地東縁）のまとめ.

	従来評価	今回調査を含めた結果	備考
1. 断層帯の位置・形態 (1) 断層帯を構成する断層	当麻断層, 山口断層, 金剛断層, 山田断層, 五条谷断層, 桜池断層, 根来断層, 磯ノ浦断層, 和歌山北断層	当麻断層, 山口断層, 金剛断層, 山田断層, 五条谷断層, 桜池断層, 根来断層, 磯ノ浦断層, 和歌山北断層	変更なし
(2) 断層帯の位置・形状 地表における断層帯の位置・形状 断層帯の位置(両端の緯度・経度)	(東端)北緯34° 32', 東経135° 41' (西端)北緯34° 14', 東経135° 04'	(東端)北緯34° 32', 東経135° 41' (西端)北緯34° 14', 東経135° 04'	変更なし
長さ	約66-74km	約66-74km	変更なし
地下における断層面の位置・形状	地表での長さ・位置と同じ	地表での長さ・位置と同じ	変更なし
上端の深さ	0km	0km	変更なし
一般走向	N70° E (金剛山地東縁はN-S)	N70° E (金剛山地東縁はN-S)	変更なし
傾斜	金剛山地東縁: 西傾斜15-45° (深さ300m以浅) 和泉山脈南縁: 北傾斜15-45° (深さ1km以浅)	金剛山地東縁: 西傾斜15-45° (深さ300m以浅) 和泉山脈南縁: 北傾斜15-45° (深さ1km以浅) (トレンチでは北傾斜高角度)	変更なし
幅	20-60km	20-60km	変更なし
(3) 断層のずれの向きと種類	右横ずれ断層(上下方向のずれを伴う) (金剛山地東縁は西側隆起の逆断層)	右横ずれ断層(上下方向のずれを伴う) (金剛山地東縁は西側隆起の逆断層)	変更なし
2. 断層の過去の活動 (1) 平均的なずれの速度	金剛山地東縁: 0.1-0.6m/千年(上下成分)  和泉山脈南縁: 1.8-3.5m/千年程度(右横ずれ成分)	金剛山地東縁: 0.1-0.6m/千年(上下成分)  和泉山脈南縁: 0.7-1.6m/千年程度(右横ずれ成分)	枇杷谷BトレンチにおけるI3層のオフセットより推定
(2) 過去の活動時期	活動1(最新活動) 1世紀以後, 4世紀以前	金剛山地東縁: 活動1(最新活動) 1世紀以後, 4世紀以前  和泉山脈南縁: 活動1(最新活動) 約7世紀以後, 9世紀以前 活動2 約13000年前以後 活動3 約18000年前以後, 約13000年前以前 活動4 約22000年前以後, 約19000年前以前 活動5 約24000年前以後, 約19000年前以前	登尾・枇杷谷地区トレンチ調査結果による
(3) 1回のずれの量と平均活動間隔 1回のずれの量	金剛山地東縁: 1m以上(上下成分) 和泉山脈南縁: 不明	金剛山地東縁: 1m以上(上下成分) 和泉山脈南縁: 約3.7m(右横ずれ成分)	枇杷谷Bトレンチより推定
平均活動間隔	約2000-12000年	金剛山地東縁: 不明 和泉山脈南縁: 5000-6000年程度	登尾・枇杷谷地区トレンチ調査結果による
(4) 過去の活動区間	全体で1区間	最新活動時期には金剛山地東縁と和泉山脈南縁は別々に活動	

表2 登尾・枇杷谷地区における放射性炭素同位体年代測定結果。

地点名	トレンチ名	サンプル番号	詳細層序	Beta-	測定年代	13C/12C	補正年代	No.	Analysis	Material	Pretreatment	Intercept of radio carbon age	Cal BP (1σ)	Cal BP (2σ)
根来	登尾トレンチ	NO-E-01		236985	1570 ± 40	-26.4	1550 ± 40	32304	AMS-Advance	organic sediment	acid washes	1410	1520 — 1390	1530 — 1350
	登尾トレンチ	NO-E-02		236986	11470 ± 60	-26.2	11450 ± 60	32305	AMS-Advance	organic sediment	acid washes	13290	13380 — 13230	13430 — 13190
	登尾トレンチ	NO-E-03		236987	12480 ± 100	-26.7	12450 ± 100	32306	Radiometric-Priority	organic sediment	acid washes	14570	14940 — 14160	15050 — 14070
	登尾トレンチ	NO-E-04		236988	36090 ± 1540	-29.9	36010 ± 1530	32307	Radiometric-Priority	organic sediment	acid washes	14510	—	—
根来	枇杷谷Aトレンチ	BwW-007	BA	238602	2050 ± 40	-23.3	2080 ± 40	32651	AMS-Standard	organic sediment	acid washes	2040	2120 — 1990	2150 — 1940
	枇杷谷Aトレンチ	BwW-005	F1	238600	11530 ± 60	-23.8	11550 ± 60	32649	AMS-Advance	organic sediment	acid washes	13380	13460 — 13290	13580 — 13260
	枇杷谷Aトレンチ	BwW-006	F1	238601	8840 ± 40	-25.1	8840 ± 40	32650	AMS-Standard	organic sediment	acid washes	9910	9930 — 9880	10160 — 9710
	枇杷谷Aトレンチ	BwW-008	F1	238603	8710 ± 40	-24.6	8720 ± 40	32652	AMS-Standard	organic sediment	acid washes	9680	9710 — 9590	9880 — 9840
根来	枇杷谷Aトレンチ	BwA-010	G2	241527	16250 ± 100	-24.3	16260 ± 100	33112	Radiometric-Standard	wood	acid/alkali/acid	19450	19510 — 19280	19760 — 19710
	枇杷谷Aトレンチ	BwW-002	HA	238597	14320 ± 70	-26.1	14300 ± 70	32646	AMS-Advance	organic sediment	acid washes	17070	17410 — 16780	17520 — 16690
	枇杷谷Aトレンチ	BwW-004	HA	238599	14780 ± 50	-25.5	14770 ± 50	32648	AMS-Standard	organic sediment	acid washes	17970	18040 — 17770	18070 — 17680
	枇杷谷Aトレンチ	BwW-001	H2	238596	16470 ± 100	-25.7	16460 ± 100	32645	Radiometric-Priority	wood	acid/alkali/acid	19540	19820 — 19470	19880 — 19430
	枇杷谷Aトレンチ	BwW-003	H5	238598	18490 ± 210	-27.2	18460 ± 210	32647	Radiometric-Priority	organic sediment	acid washes	22090	22310 — 21480	22480 — 21150
	枇杷谷Aトレンチ	BwE-001	I3	238604	19800 ± 130	-25.2	19790 ± 130	32653	Radiometric-Standard	wood	acid/alkali/acid	23740	23960 — 23430	24130 — 23250
	枇杷谷Bトレンチ	Bw2-NS-001	B4	239660	1370 ± 40	-23.7	1390 ± 40	32802	AMS-Priority	organic sediment	acid washes	1300	1320 — 1290	1350 — 1270
	枇杷谷Bトレンチ	Bw2-NS-002	B6	239661	1660 ± 80	-21.7	1720 ± 80	32803	Radiometric-Priority Expanded Counting	organic sediment	acid washes	1620	1720 — 1540	1830 — 1420
	枇杷谷Bトレンチ	BwB-020	C4	240875	1370 ± 40	24.0	1390 ± 40	33021	AMS-ADVANCE	organic sediment	acid washes	1300	1320 — 1290	1350 — 1270
	枇杷谷Bトレンチ	BwB-003	C5	240870	1230 ± 40	-24.2	1240 ± 40	33016	AMS-ADVANCE	wood	acid/alkali/acid	1180	1260 — 1140	1280 — 1060
	枇杷谷Bトレンチ	BwB-016	D	240873	2240 ± 40	-24.8	2240 ± 40	33019	AMS-ADVANCE	organic sediment	acid washes	2310	2330 — 2300	2340 — 2150
	枇杷谷Bトレンチ	BwB-021	D	240876	2130 ± 40	-25.9	2120 ± 40	33022	AMS-ADVANCE	charred material	acid/alkali/acid	2120	2150 — 2040	2300 — 2260
	枇杷谷Bトレンチ	BwB-005	D	240871	1460 ± 40	-26.2	1440 ± 40	33017	AMS-PRIORITY	peat	acid/alkali/acid	1330	1360 — 1300	1400 — 1290
	枇杷谷Bトレンチ	BwB-013	D	240872	1450 ± 40	-27.7	1410 ± 40	33018	AMS-ADVANCE	wood	acid/alkali/acid	1300	1340 — 1290	1370 — 1280
	枇杷谷Bトレンチ	BwB-017	D	240874	1750 ± 40	-27.4	1710 ± 40	33020	AMS-ADVANCE	plant material	acid/alkali/acid	1610	1690 — 1650	1710 — 1530
	枇杷谷Bトレンチ	BwB-018	D	241530	1410 ± 50	-23.1	1440 ± 50	33115	Radiometric-Standard	plant material	acid/alkali/acid	1330	1370 — 1300	1410 — 1280
枇杷谷Bトレンチ	BwB-019	D	241531	1520 ± 50	-30.6	1430 ± 50	33116	Radiometric-Standard	plant material	acid/alkali/acid	1320	1360 — 1300	1400 — 1280	
枇杷谷Bトレンチ	BwB-009	H4	241528	17150 ± 90	-27.9	17100 ± 90	33113	AMS-Standard	peat	acid/alkali/acid	20230	20380 — 20040	20470 — 19970	
枇杷谷Bトレンチ	BwB-010	H4	241529	18020 ± 160	-24.8	18020 ± 150	33114	Radiometric-Standard	plant material	acid/alkali/acid	21310	21770 — 20930	22070 — 20750	
枇杷谷Bトレンチ	BwB-023	H4	240877	16340 ± 100	-27.0	16300 ± 100	33023	Radiometric-Priority	wood	acid/alkali/acid	19470	19530 — 19350	19790 — 19680	
根来	枇杷谷Cトレンチ	BwC-001	B4	241532	1290 ± 40	-24.2	1300 ± 40	33117	AMS-Standard	organic sediment	acid washes	1270	1280 — 1230	1300 — 1170
	枇杷谷Cトレンチ	BwC-002	B6	241533	1440 ± 40	-24.0	1510 ± 40	33118	AMS-Standard	organic sediment	acid washes	1390	1410 — 1350	1520 — 1320
	枇杷谷Cトレンチ	BwC-003	C5	240878	1490 ± 40	-25.2	1490 ± 40	33024	AMS-ADVANCE	organic sediment	acid washes	1370	1400 — 1340	1490 — 1470
	枇杷谷Cトレンチ	BwC-004	C5	240879	1230 ± 50	-26.0	1210 ± 50	33025	Radiometric-Priority	wood	acid/alkali/acid	1160	1230 — 1210	1270 — 1050
	枇杷谷Cトレンチ	BwC-012	H4	240882	16590 ± 90	-24.6	16600 ± 90	33028	Radiometric-Priority	wood	acid/alkali/acid	19810	19880 — 19540	19970 — 19490
	枇杷谷Cトレンチ	BwC-005	H4	240880	17620 ± 150	-23.2	17650 ± 150	33026	Radiometric-Priority	wood	acid/alkali/acid	20820	21200 — 20510	21380 — 20390
根来	枇杷谷Cトレンチ	BwC-006	H4	240881	17060 ± 100	-26.6	17030 ± 100	33027	AMS-ADVANCE	organic sediment	acid washes	20150	20330 — 19970	20420 — 19900
	ボーリングB-4	B-4-360		242731	27420 ± 190	-27.1	27390 ± 190	33234	AMS-Standard	organic sediment	acid washes	20150	20330 — 19970	20420 — 19900
	ボーリングB-9	B-9-200		242732	22650 ± 120	-22.0	22700 ± 120	33235	AMS-Standard	organic sediment	acid washes	20150	20330 — 19970	20420 — 19900

表3 五条谷断層における放射性炭素同位体年代測定結果.

地点名	トレンチ名	サンプル番号	詳細層序	Beta-	測定年代	$^{13}C/^{12}C$	補正年代	No.	Analysis	Material	Pretreatment	Intercept of radio carbon age	Cal BP (1 $\sigma$ )	Cal BP (2 $\sigma$ )
五条谷	五条谷踏査	IW586		240864	910 $\pm$ 40	-23.2	940 $\pm$ 40	33010	AMS-ADVANCE	organic sediment	acid washes	910 850 830	920 - 790	930 - 750
五条谷	竹尾トレンチ	TKE-001	C	240865	1380 $\pm$ 40	-25.7	1370 $\pm$ 40	33011	AMS-ADVANCE	organic sediment	acid washes	1290	1300 - 1280	1340 - 1260
	竹尾トレンチ	TKW-001	C	240868	730 $\pm$ 40	-27.4	690 $\pm$ 40	33014	AMS-ADVANCE	wood	acid/alkali/acid	660	670 - 650	690 - 630 600 - 560
	竹尾トレンチ	TKE-003	D1	240866	1010 $\pm$ 40	-23.3	1040 $\pm$ 40	33012	AMS-PRIORITY	charred material	acid/alkali/acid	940	970 - 930	1050 - 1030 1000 - 920
	竹尾トレンチ	TKE-004	D3	240867	1060 $\pm$ 40	-23.2	1090 $\pm$ 40	33013	AMS-ADVANCE	organic sediment	acid washes	970	1050 - 950	1070 - 930
	竹尾トレンチ	TKW-004	E1	240869	4070 $\pm$ 40	-25.3	4070 $\pm$ 40	33015	AMS-ADVANCE	charred material	acid/alkali/acid	4530	4780 - 4770 4580 - 4520 4460 - 4450	4800 - 4760 4700 - 4670 4650 - 4430
	竹尾トレンチ	TKW-005	E4	241228	3040 $\pm$ 40	-25.0	3040 $\pm$ 40	33077	AMS-Advance	organic sediment	acid washes	3260	3330 - 3210	3360 - 3150

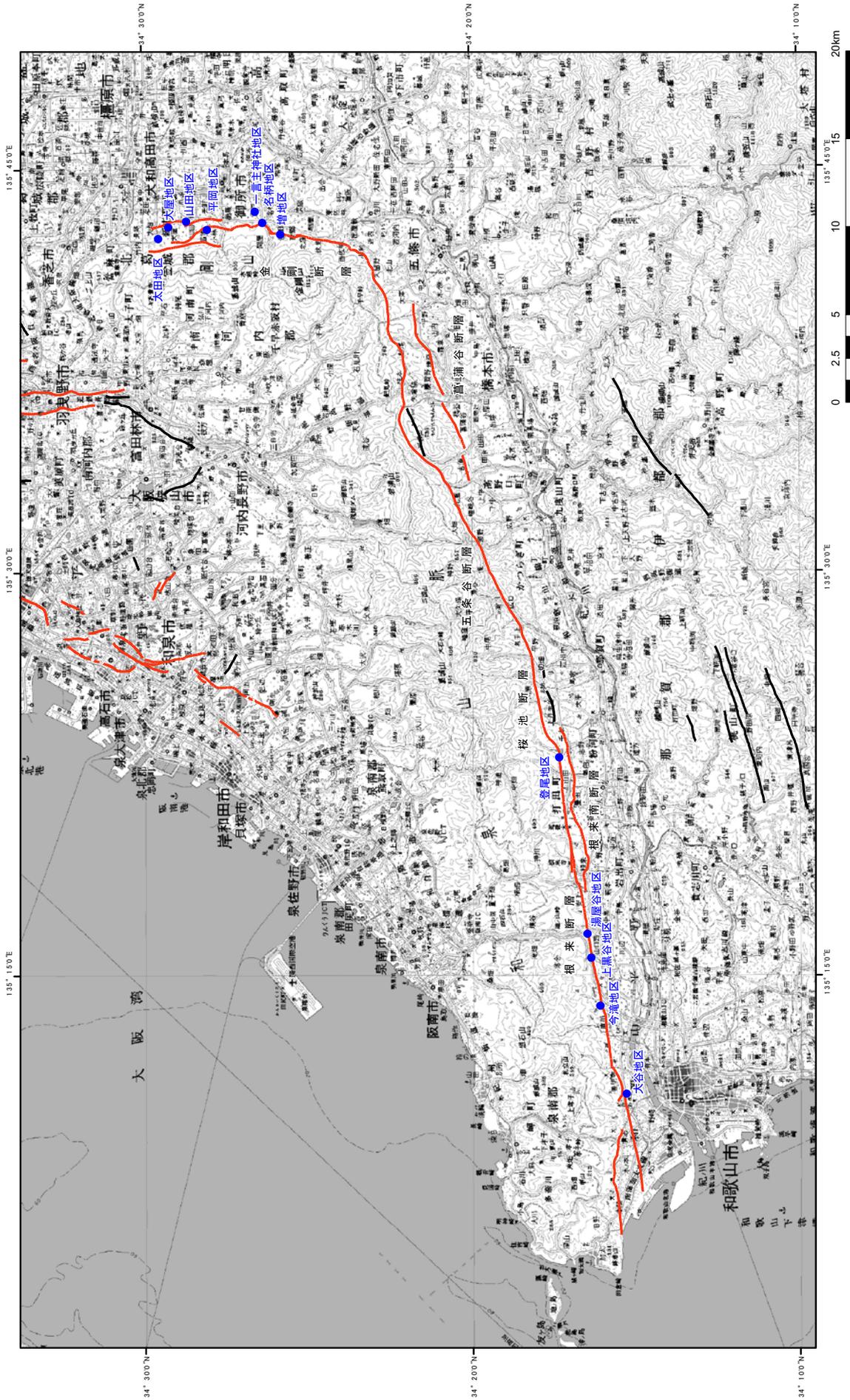


図1 中央構造線断層帯の金剛山地東縁一和泉山脈南縁における断層分布と調査位置図。国土地理院発行 1/200,000地勢図「和歌山」を使用、活断層位置は、中田・今泉（2000）による。

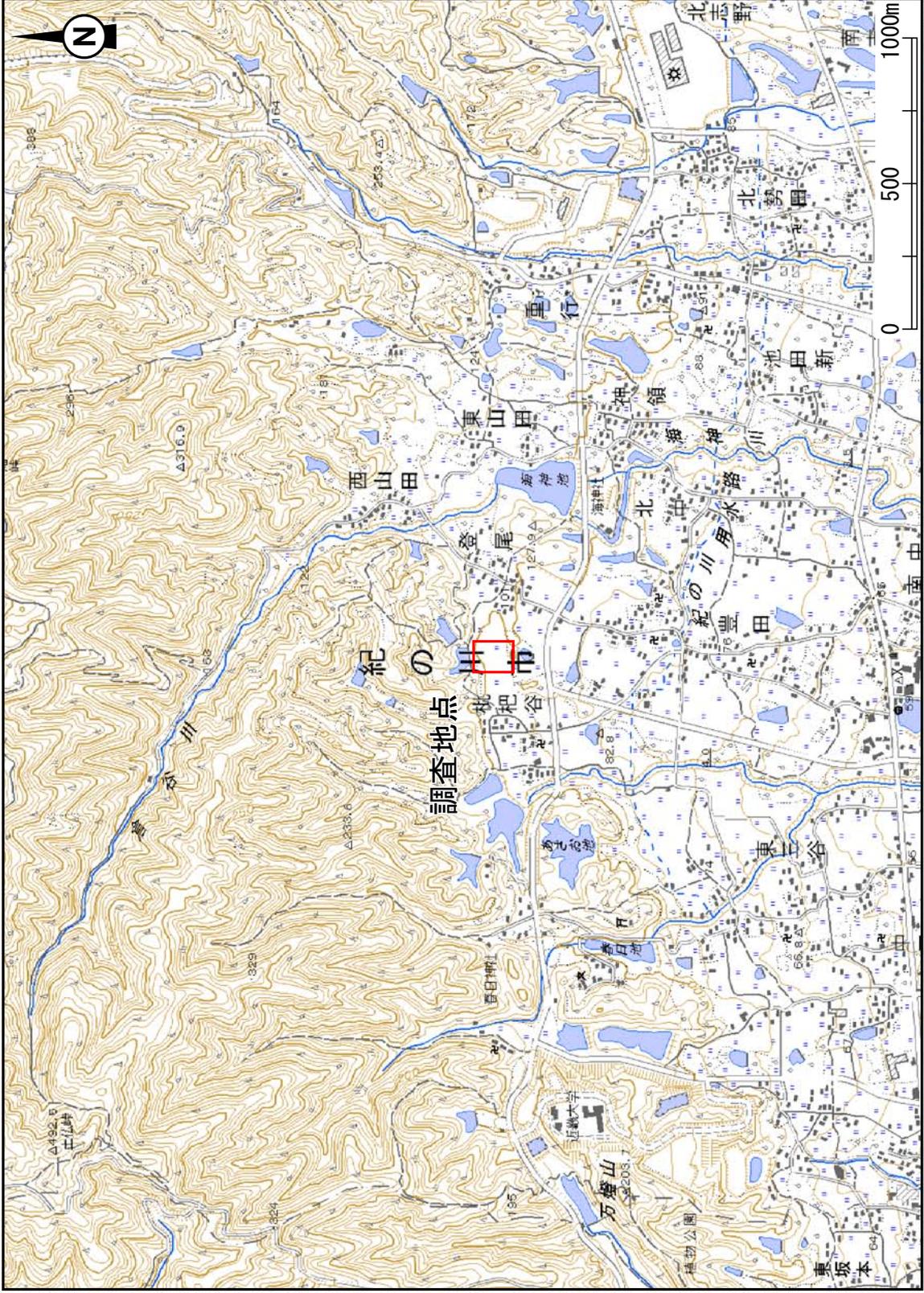


図2 登尾・枇杷谷地区調査位置図. 国土地理院発行 1/25,000 地形図「岩出」を使用.

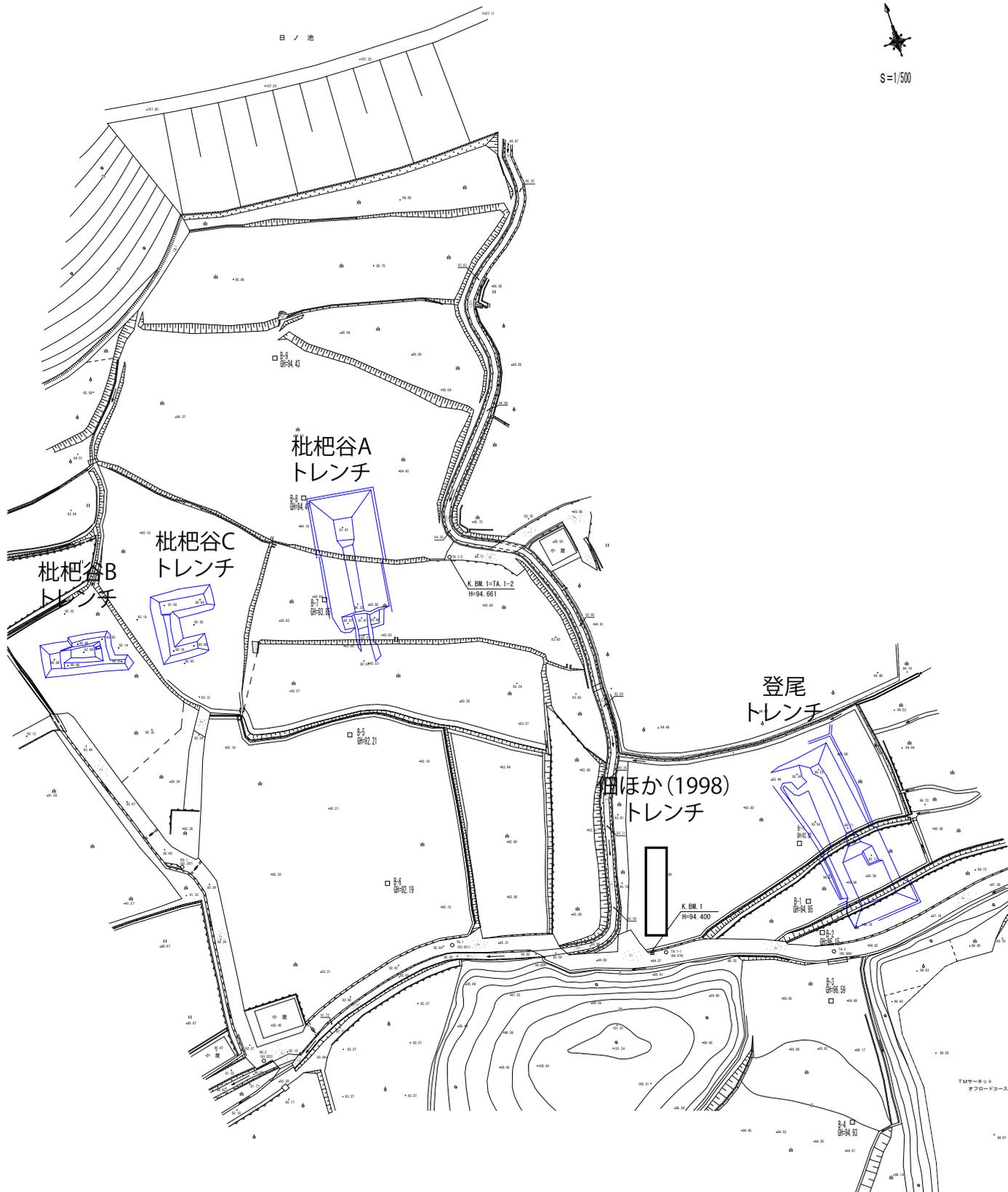


図3 登尾・枇杷谷地区詳細調査位置.

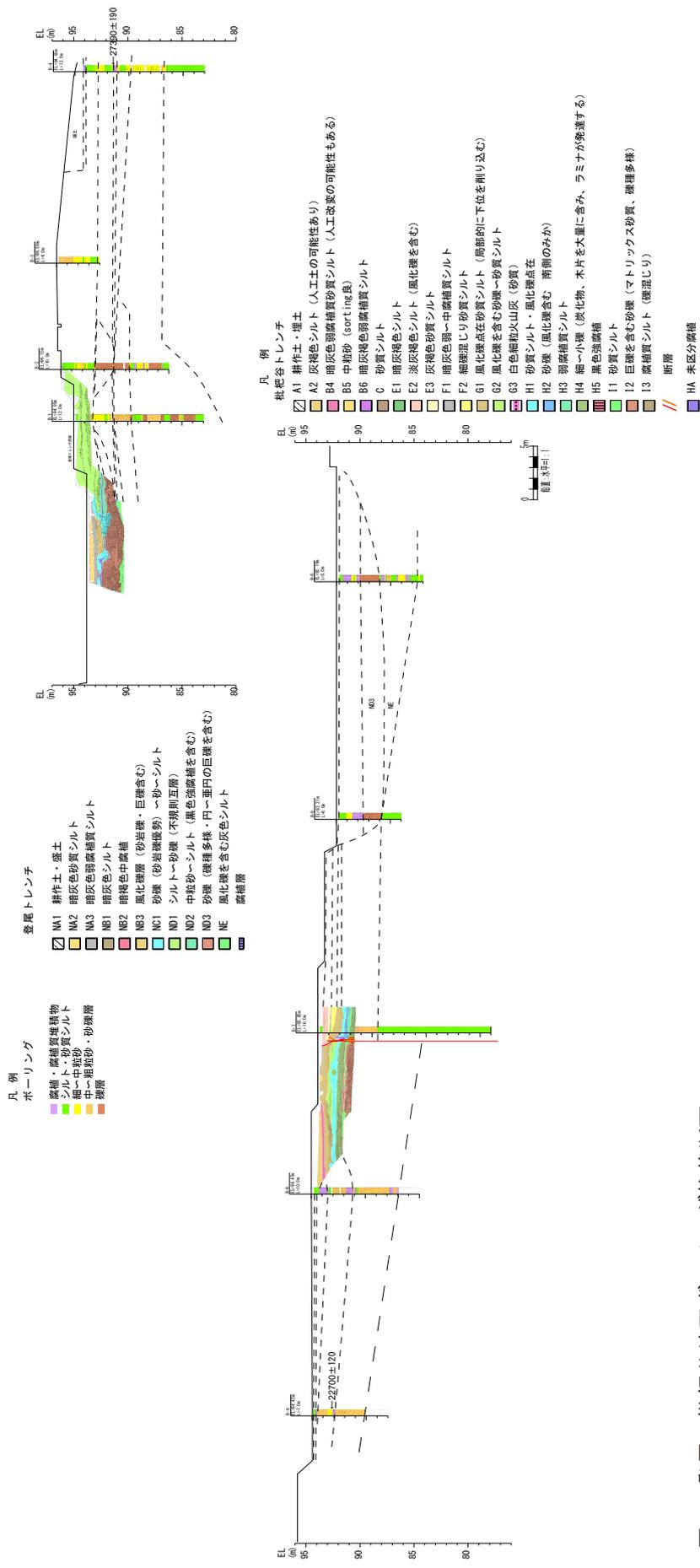


図4 登尾・枇杷谷地区ボーリング柱状断面。

凡例

- MA1 耕作土・盛土
- MA2 暗灰色砂質シルト
- MA3 暗灰色弱腐植質シルト
- NB1 暗灰色シルト
- NB2 暗褐色中腐植
- NB3 風化礫層 (砂岩礫・巨礫含む)
- NC1 砂礫 (砂岩礫優勢) ~ 砂~シルト
- ND1 シルト~砂礫 (不規則互層)
- ND2 中粒砂~シルト (黒色強腐植を含む)
- ND3 砂礫 (礫種多様・円~亜円の巨礫を含む)
- NE 風化礫を含む灰色シルト
- 腐植層

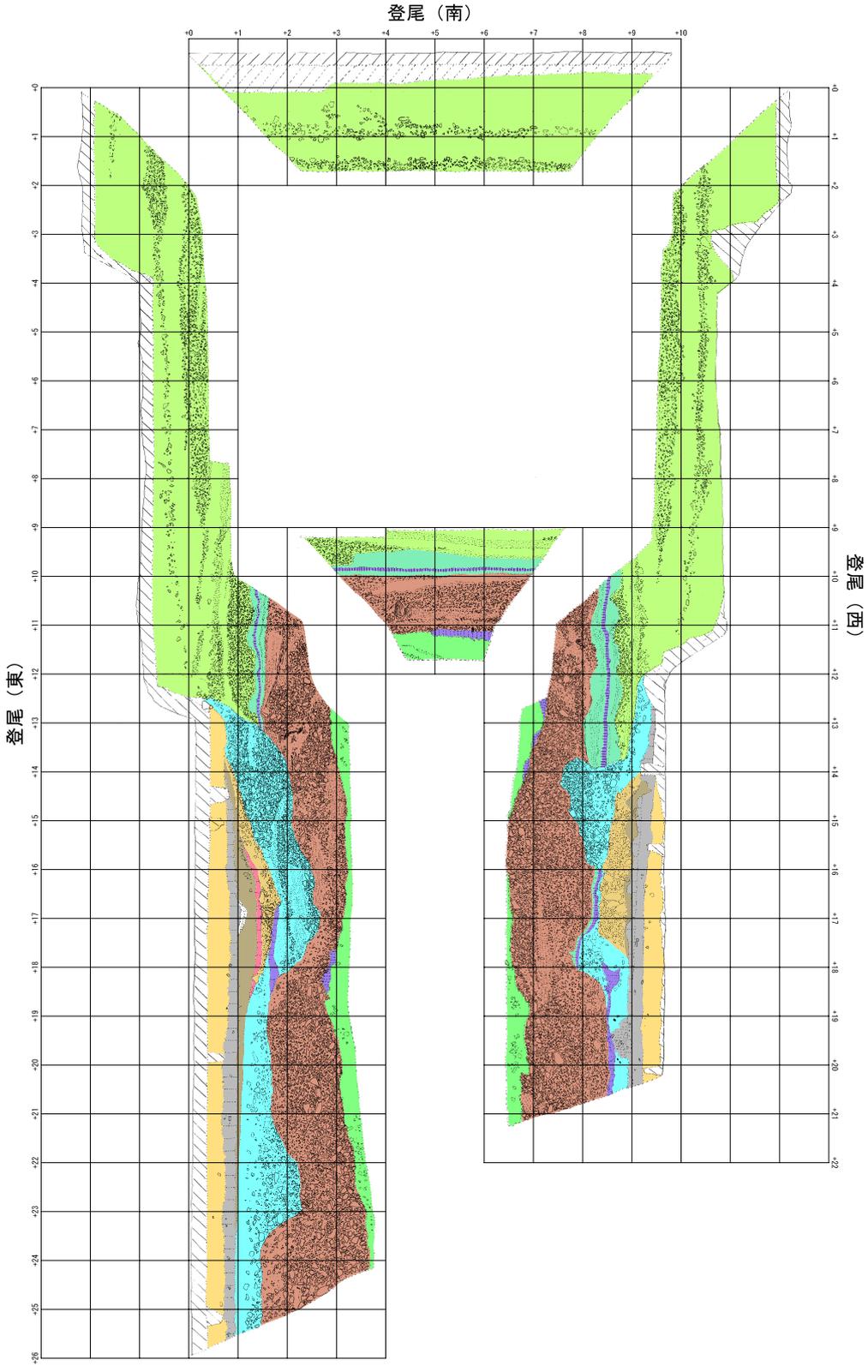


図5 登尾トレンチ. スケッチ図.



図6 登尾トレンチ壁面写真.

凡例

- A1 耕作土・埋土
- A2 灰褐色シルト (人工土の可能性あり)
- B4 暗灰色弱腐植質砂質シルト (人工改変の可能性もある)
- B5 中粒砂 (sorting良)
- B6 暗灰褐色弱腐植質シルト
- C 砂質シルト
- E1 暗灰褐色シルト
- E2 淡灰褐色シルト (風化礫を含む)
- E3 灰褐色砂質シルト
- F1 暗灰色弱～中腐植質シルト
- F2 細礫混じり砂質シルト
- G1 風化礫点在砂質シルト (原礫的に下位を削り込む)
- G2 風化礫を含む砂礫～砂質シルト
- G3 白色細粒火山灰 (砂質)
- H1 砂質シルト・風化礫点在
- H2 砂礫 (風化礫含む 南側のみか)
- H3 弱腐植質シルト
- H4 細～小礫 (炭化物、木片を大量に含む、ラミナが発達する)
- H5 黒色強腐植
- I1 砂質シルト
- I2 巨礫を含む砂礫 (マトリックス砂質、礫種多様)
- I3 腐植質シルト (礫混じり)
- 断層
- HA 未区分腐植

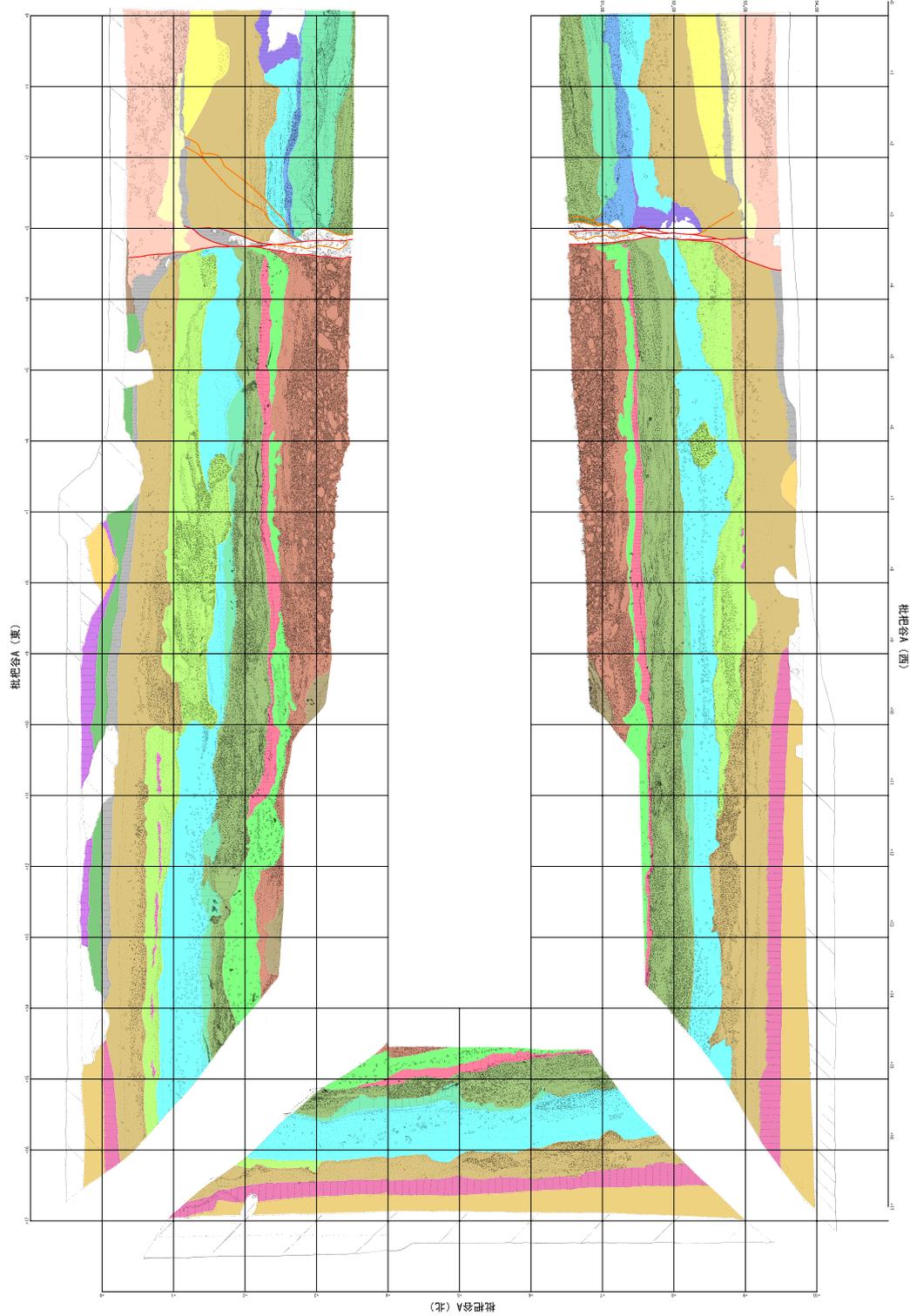
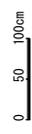


図7 枇杷谷A トレンチ. スケッチ図.



図8 枇杷谷Aトレンチ、壁面写真.

凡 例

- |   |                            |  |                               |
|---|----------------------------|--|-------------------------------|
|  | A1 耕作土・埋木                  |  | D 砂礫 (マトリックス砂質・木片・植物片を含む)     |
|  | A2 砂混りシルト (盛土?)            |  | H4 砂礫 (マトリックスやシルト質・木片・植物片を含む) |
|  | B1 シルト質細粒砂                 |  | I3 砂質シルト-細粒砂 (風化礫を含む)         |
|  | B2 砂質シルト                   |  | 未区分腐植層 (断層周辺)                 |
|  | B3 暗灰色シルト                  |  | 断層                            |
|  | B4 暗灰褐色弱-中腐植               |  |                               |
|  | B5 細礫-粗粒砂 (ガリ状侵食-ラミナ発達)    |  |                               |
|  | B6 暗灰色-黒色中-強腐植             |  |                               |
|  | C1 細粒砂 (Bのみレンズ状)           |  |                               |
|  | C2 暗灰色-灰褐色シルト              |  |                               |
|  | C3 暗灰褐色腐植質中粒砂 (風化礫点在)      |  |                               |
|  | C4 風化礫点在 (円礫多・マトリックス砂質シルト) |  |                               |
|  | C5 砂質中腐植 (木片・植物片を含む・大型木片)  |  |                               |
|  | C6 砂質シルト-φmax 15cmの砂礫垂円-角礫 |  |                               |

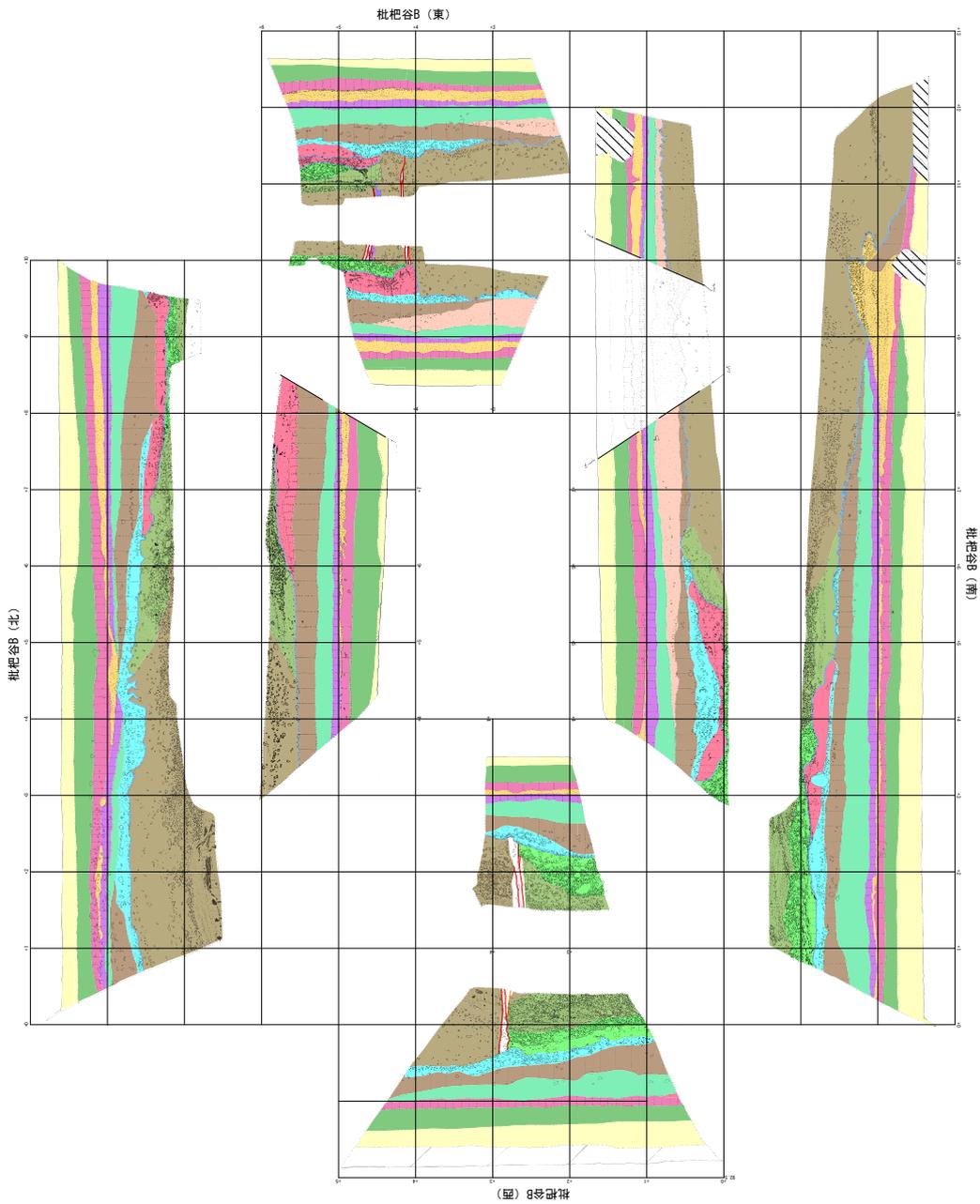


図9 枇杷谷B トレンチ. スケッチ図.



図 10 枇杷谷 B トレンチ. 壁面写真.

凡例

- A1 耕作土・埋木
- A2 砂混りシルト (盛土?)
- B1 シルト質細粒砂
- B2 砂質シルト
- B3 暗灰色シルト
- B4 暗灰褐色弱〜中腐植
- B5 細礫〜粗粒砂 (ガリ状昆虫食〜ラミナ発達)
- B6 暗灰色〜黒色中〜強腐植
- C1 細粒砂 (Bのみレンズ状)
- C2 暗灰色〜灰褐色シルト
- C3 暗灰褐色腐植質中粒砂 (風化礫点在)
- C4 風化礫点在 (円礫多・マトリックス砂質シルト)
- C5 砂質中腐植 (木片・植物片を含む・大型木片)
- C6 砂質シルト-φmax 15cmの砂礫型円〜角礫



最新イベント層準

- D 砂礫 (マトリックス砂質・木片・植物片を含む)
- H4 砂礫 (マトリックスややシルト質・木片・植物片を含む・細粒砂部ラミナ発達)
- I3 砂質シルト-細粒砂 (風化礫を含む)

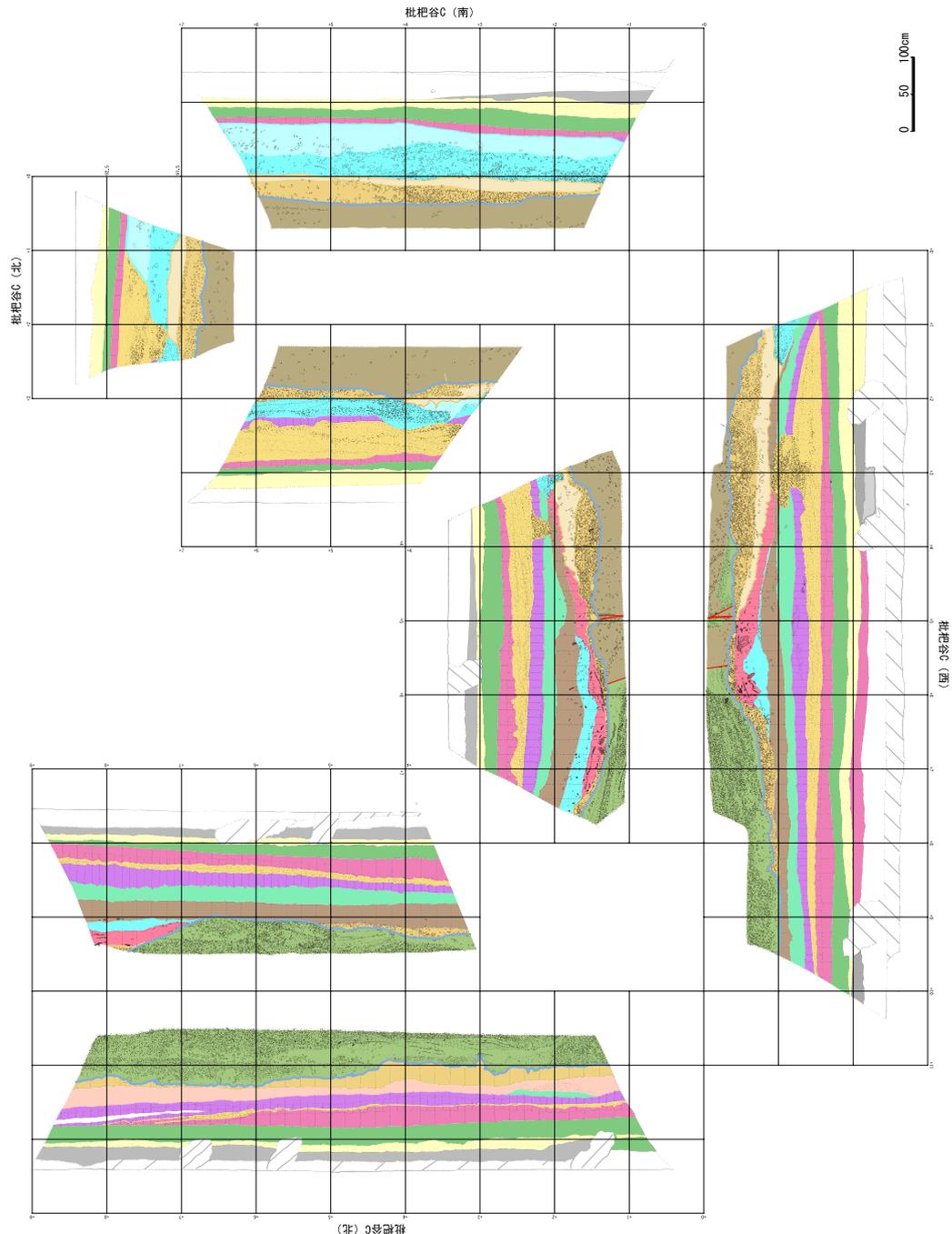


図 11 枇杷谷 C トレンチ. スケッチ図.

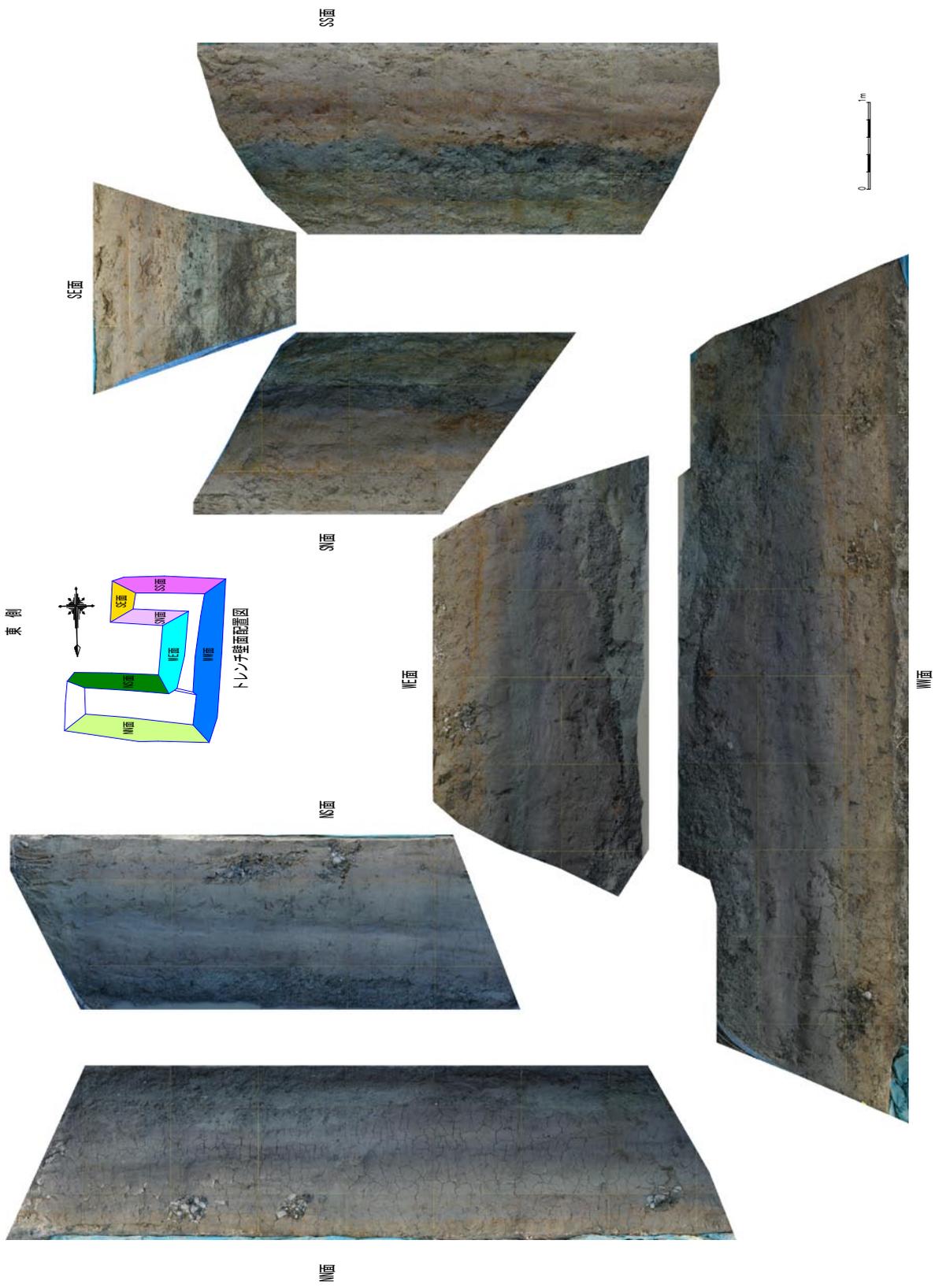


図 12 枇杷谷 C トレンチ，壁面写真。

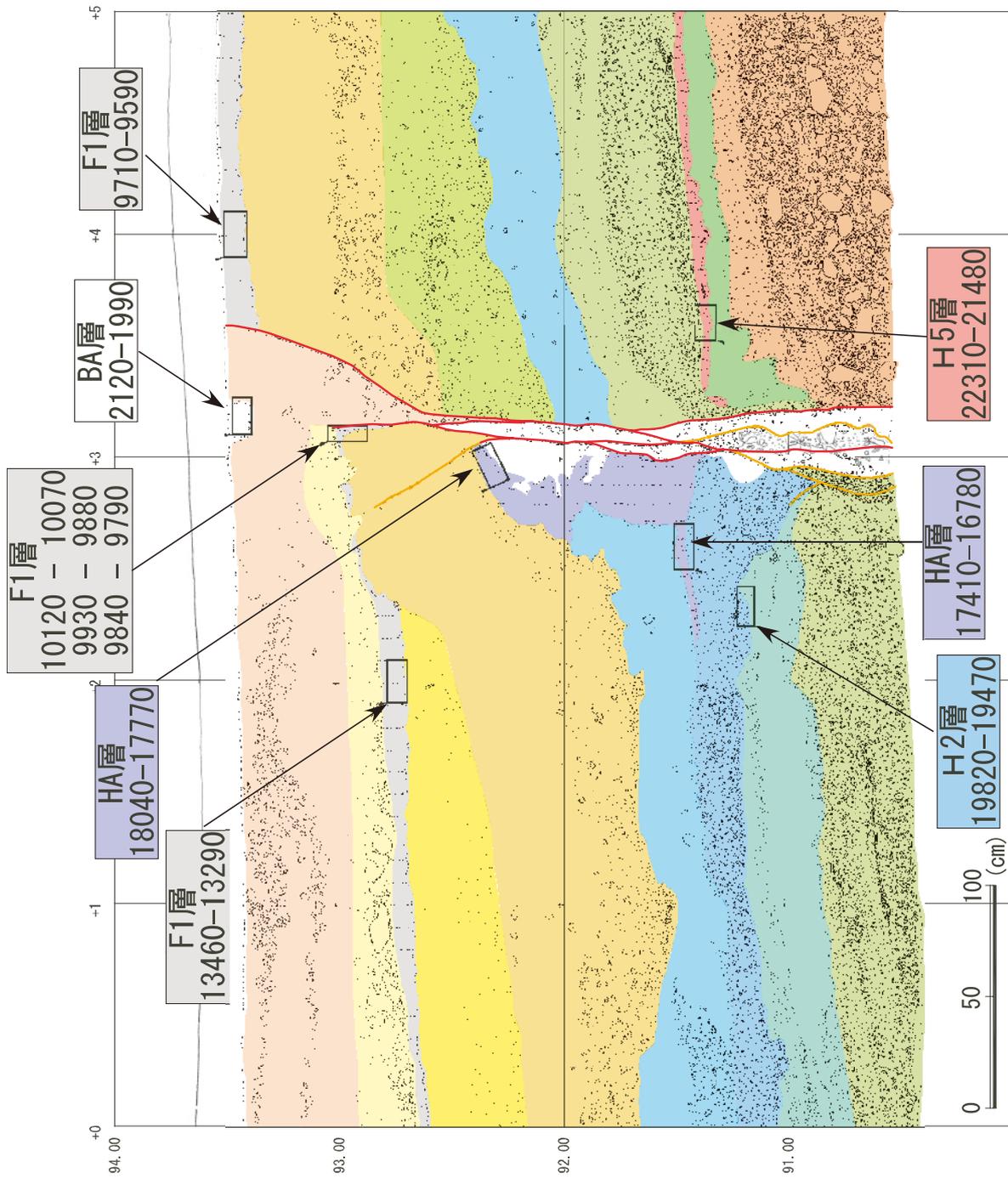


図 13 枇杷谷 B トレンチ年代試料採取地点.

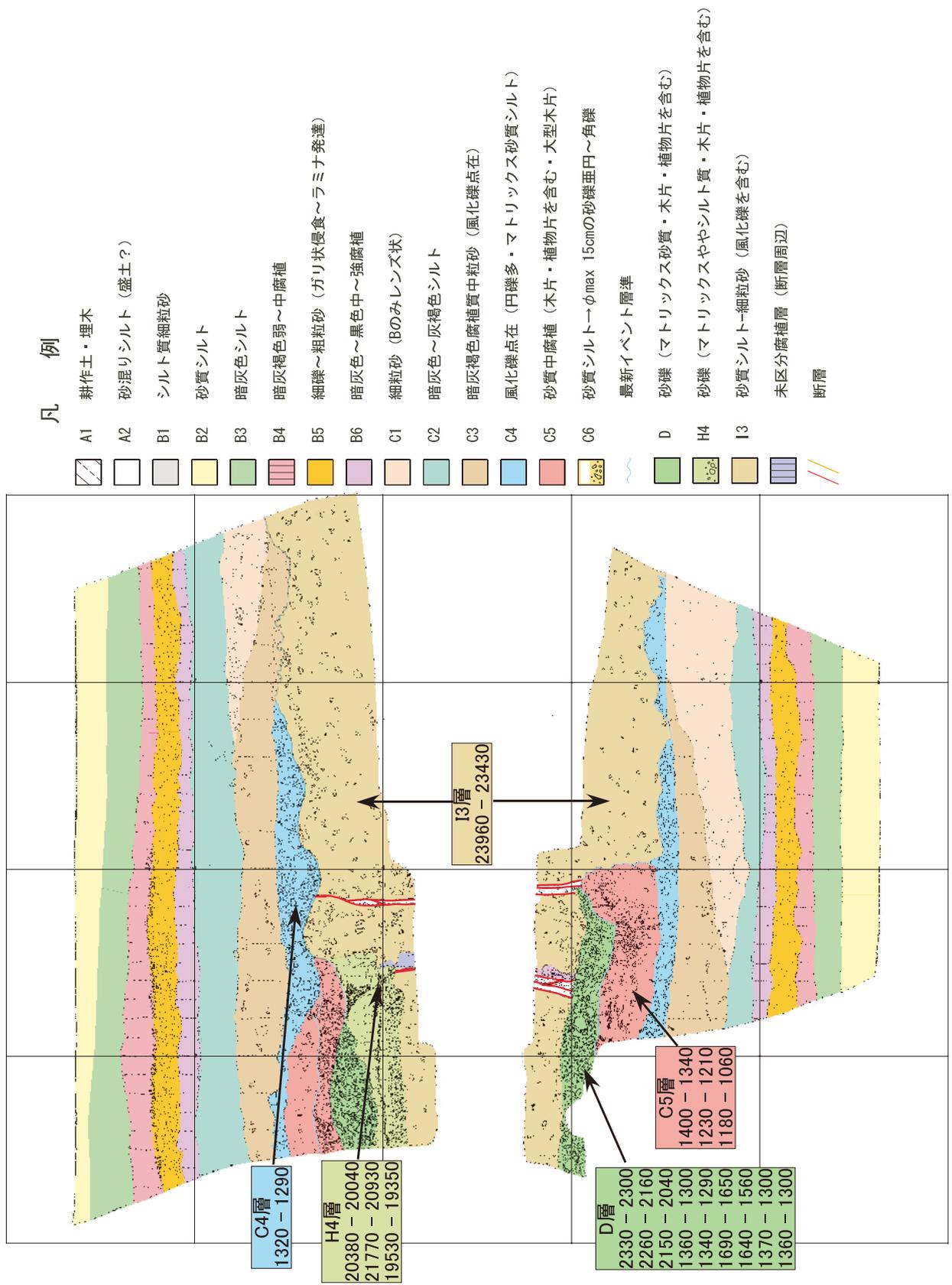


図 14 枇杷谷 B トレンチ年代試料採取地点図.

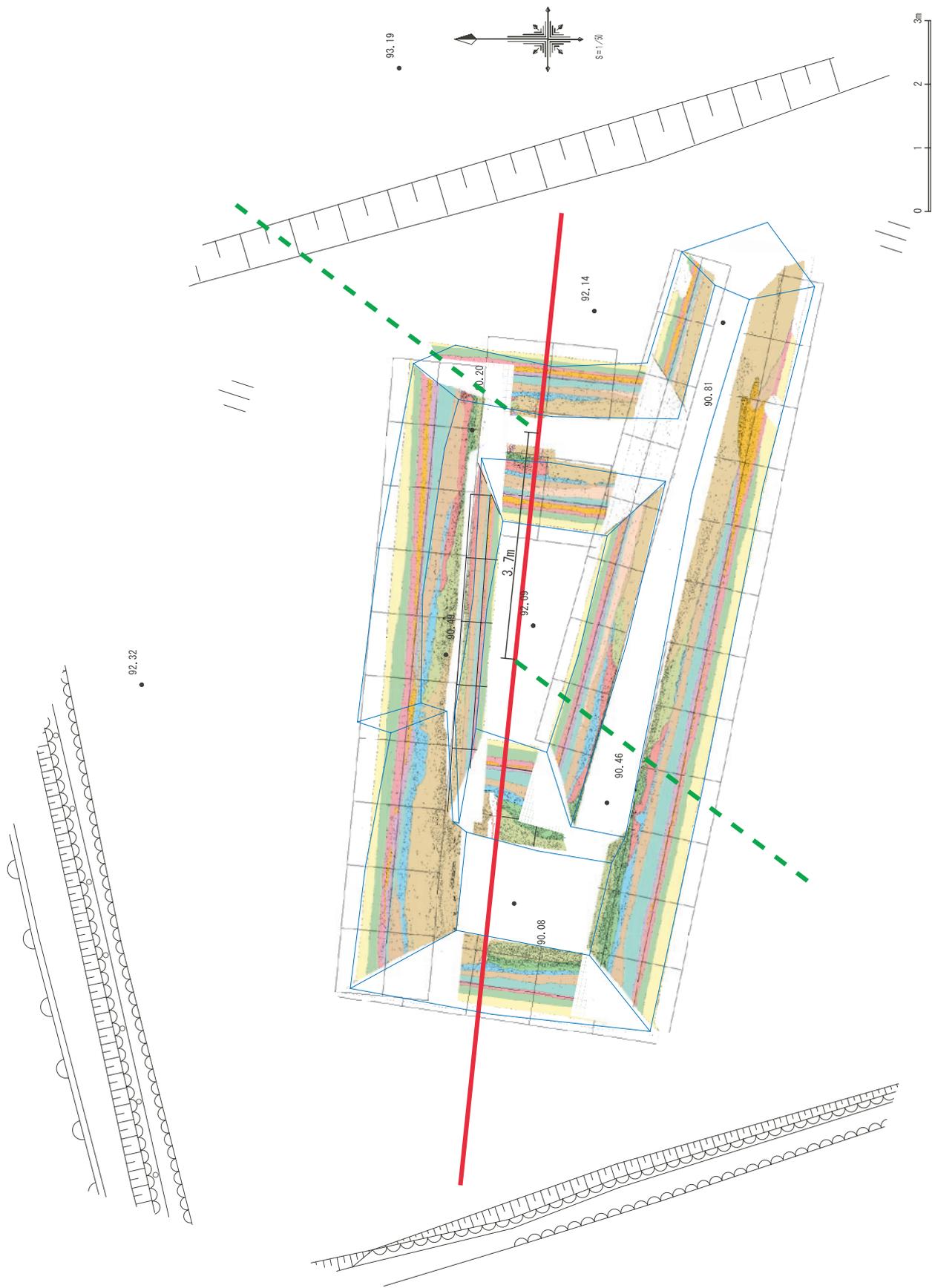


図15 枇杷谷Bトレンチの横ずれ検討図.



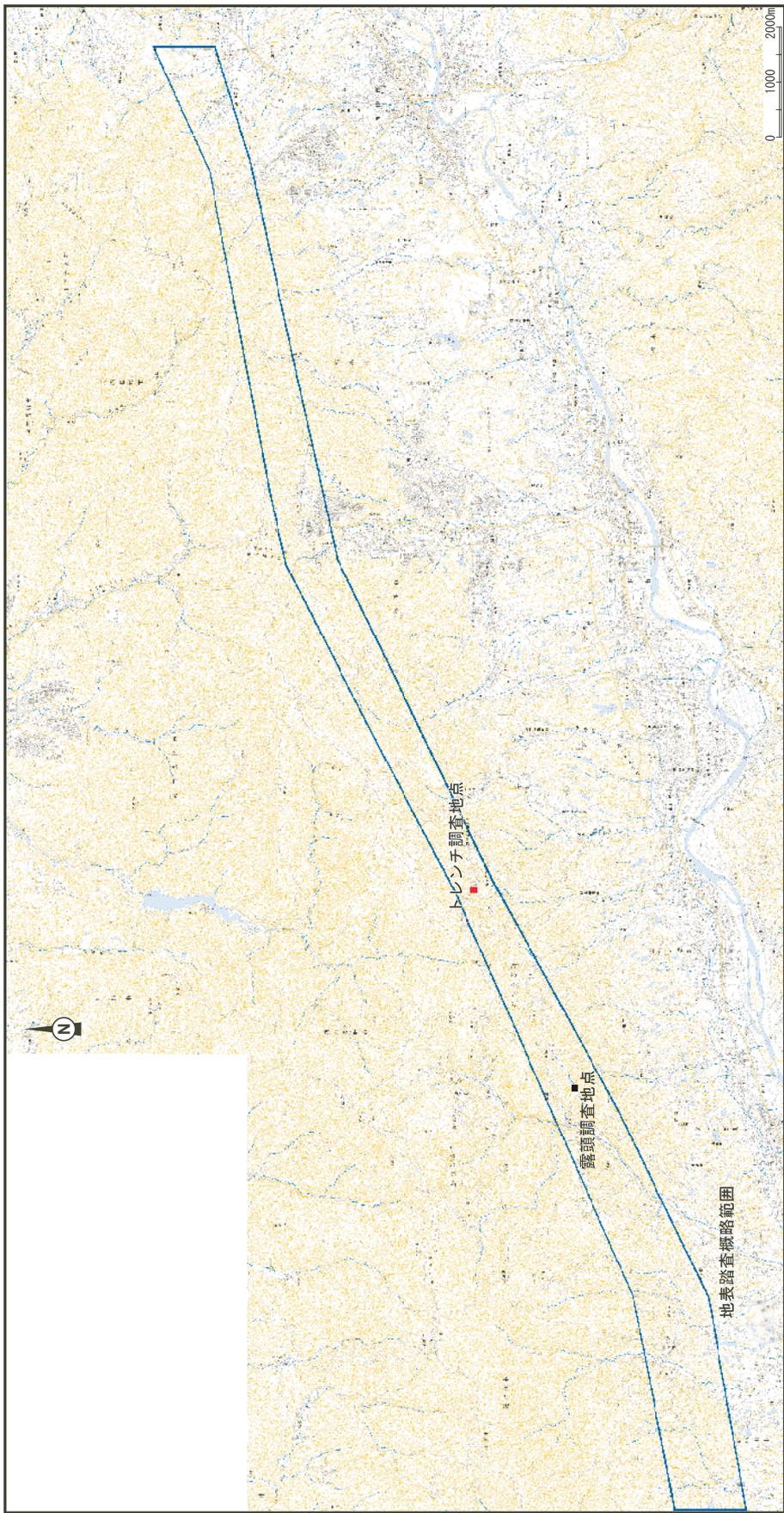


図 17 五条谷断層ルート調査範囲および詳細調査地点位置図. 国土地理院発行 1/25,000 地形図「橋本」「岩湧山」「富貴」「粉河」「五條」を使用.

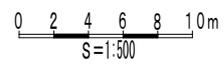
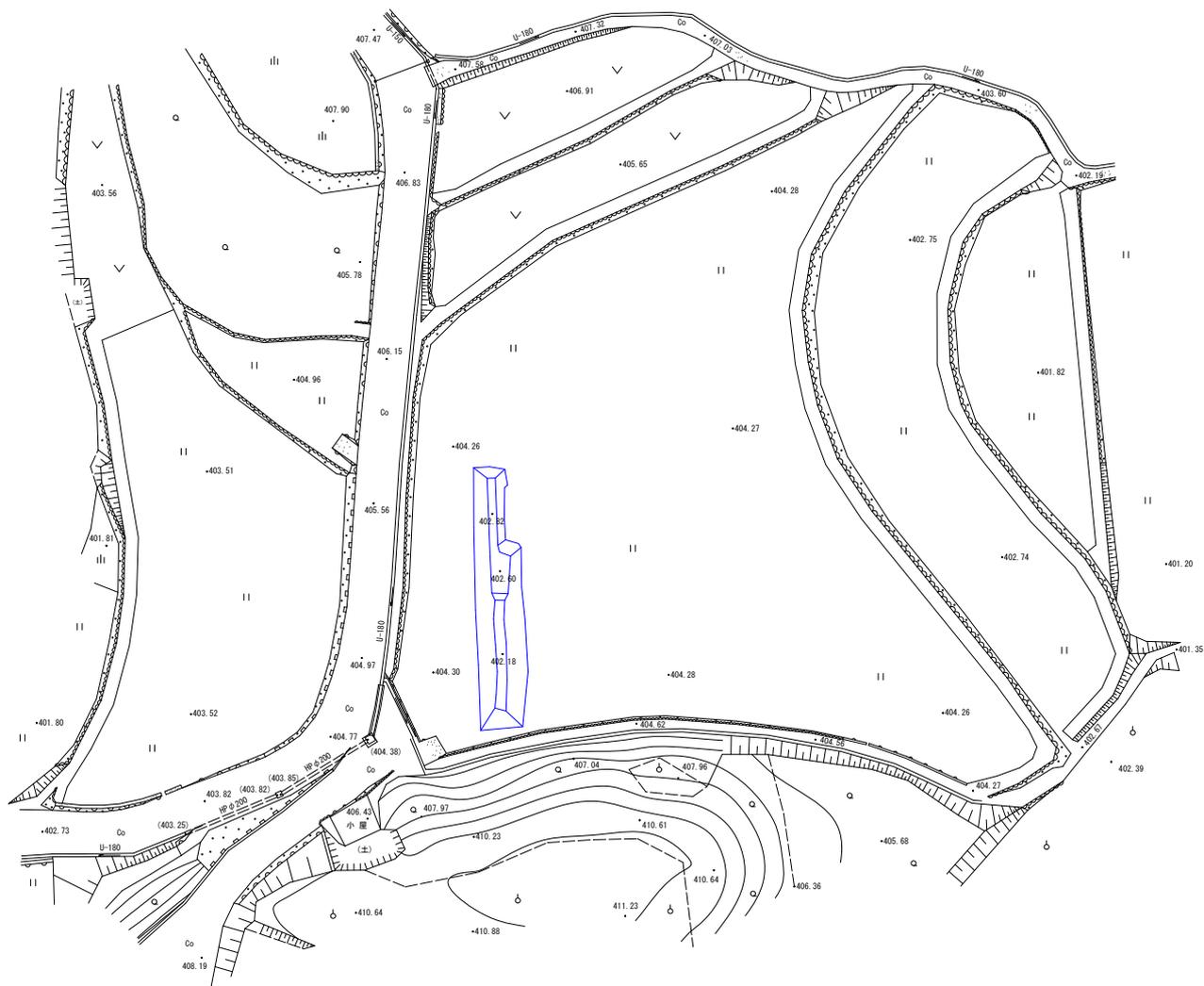


图 18 竹尾地区詳細調査位置図.

- 凡 例
- A1 耕作土
  - A2 褐色中粒砂 (盛土?)
  - B 微点在シルト
  - C 細礫-シルト・細粒砂 (ラミナ集塊)
  - D1 暗灰色砂質シルト (炭化物細片点在)
  - D2 細礫点在シルト
  - D3 黒色腐植砂礫
  - E1 微点在シルト
  - E2 シルト混じり礫
  - E3 円礫点在シルト
  - F (注岩および凝砕部)

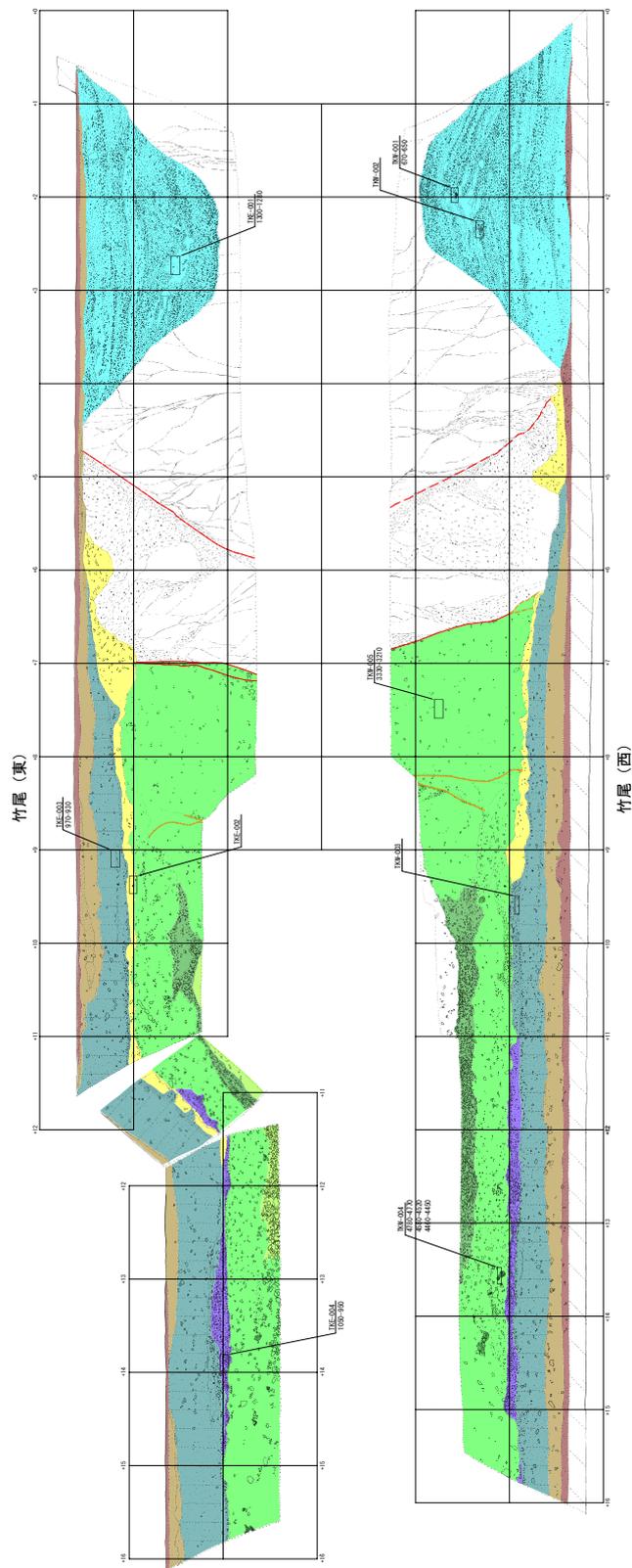


図 19 竹尾地区ピット掘削. スケッチ図.

西側壁



西側壁



図 20 竹尾地区ピット、壁面写真。

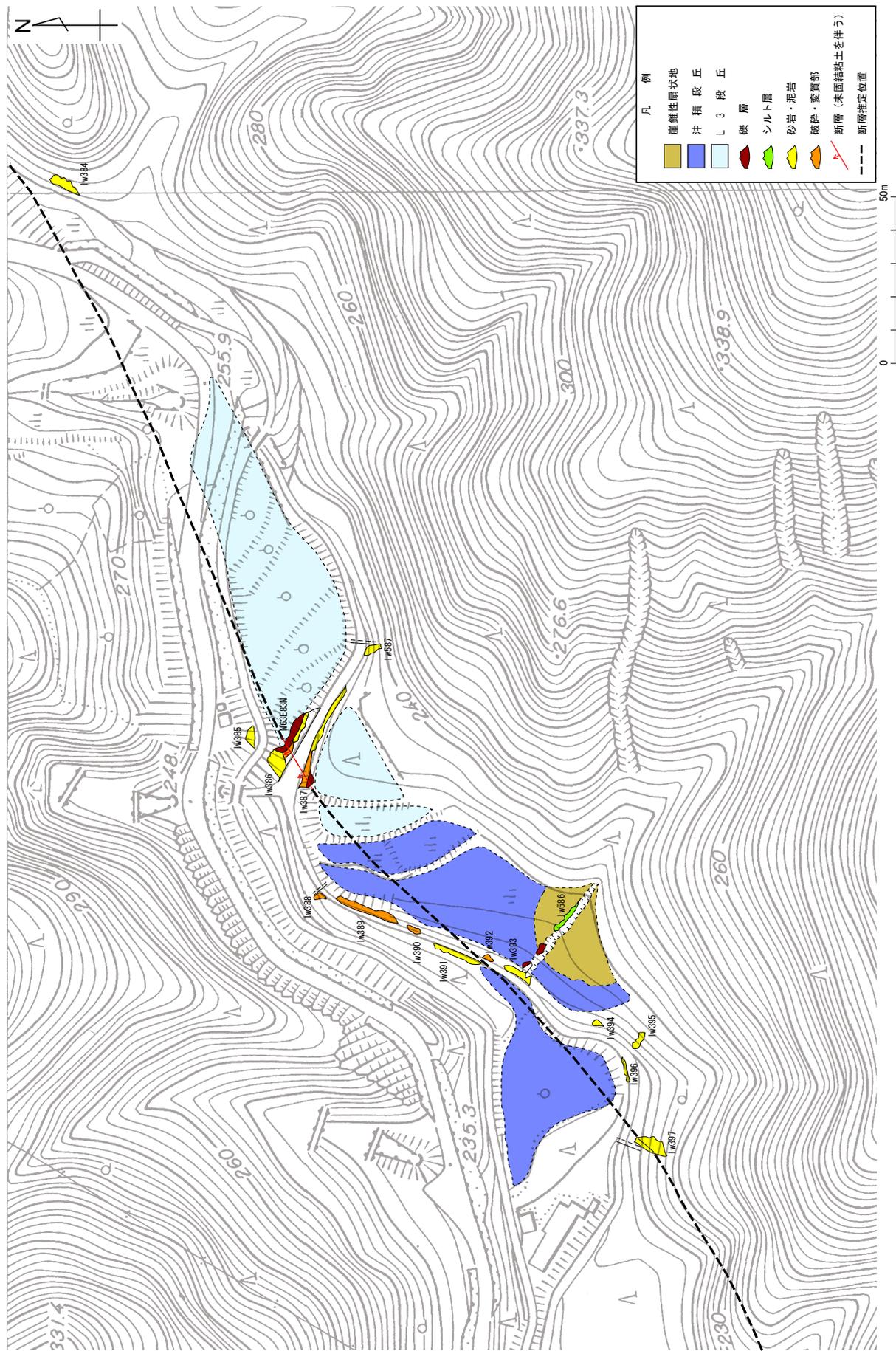


図 21 lw586 露頭位置の地形分類図.



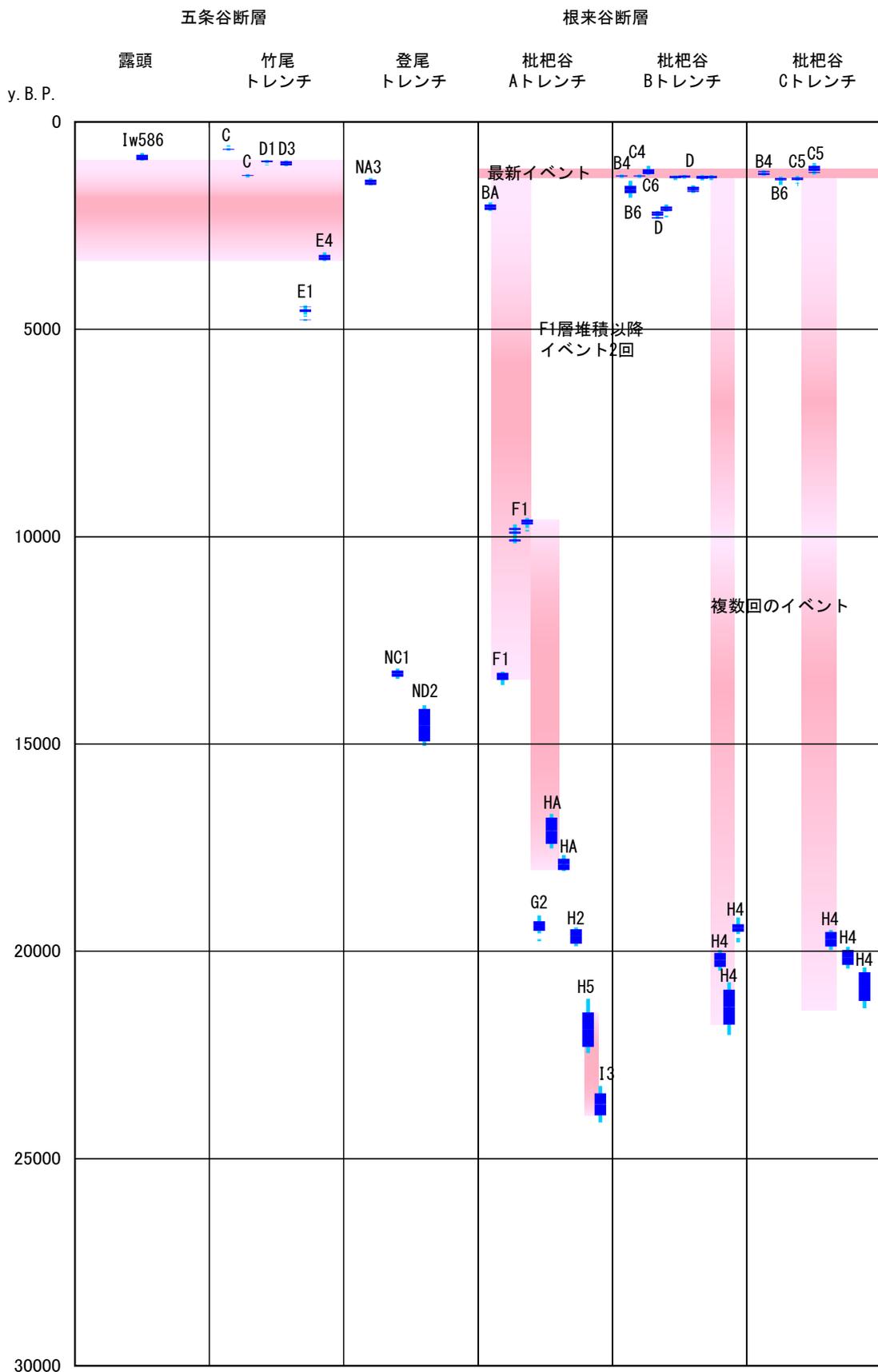


図 23 中央構造線断層帯、金剛山地東縁-和泉山地南縁の活動履歴 時空間分布図。