

「基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査」成果報告書 No.H17-3

## 六日町断層帯の活動性および活動履歴調査

平成 18 年 5 月

独立行政法人  
産業技術総合研究所

## 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
( 1 ) 野田地区 ( トレンチ調査 )	2
( 1 ) - 1  地形地質	2
( 1 ) - 2  トレンチ調査	3
( 2 ) 欠ノ上地区 ( トレンチ調査 , ボーリング調査 )	3
( 2 ) - 1  地形地質	3
( 2 ) - 2  トレンチ調査	4
( 2 ) - 3  ボーリング調査	4
( 3 ) 小栗山地区 ( ボーリング調査 )	6
( 3 ) - 1  地形地質	6
( 3 ) - 2  ボーリング調査	6
( 4 ) 石打地区 ( トレンチ調査 )	8
( 4 ) - 1  地形地質	8
( 4 ) - 2  トレンチ調査	8
3 . まとめ	10
3 . 1  断層帯の位置及び形態	10
( 1 ) 断層帯を構成する断層	10
( 2 ) 断層面の位置・形状	10
( 3 ) 変位の向き	11
3 . 2  断層帯の過去の活動	11
( 1 ) 平均変位速度	11
( 2 ) 活動時期	11
( 3 ) 1 回の変位量	12
( 4 ) 活動間隔	12
( 5 ) 活動区間	13

文 献

14

图 表

16

## 1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

新潟県南部に位置する六日町断層帯は、新発田 - 小出線（山下，1970）の南端部にあたり、六日町盆地の西縁に沿って北北東 - 南南西に走る西傾斜の逆断層である（図 1）。

青木ほか（1978）は、六日町盆地におけるボーリング資料と周辺の地質との関連を検討し、浦佐北方から石打南方にかけて、魚沼層を変位させる西側隆起の衝上断層が盆地西縁に存在することを指摘した。

加藤・山崎（1979）は、盆地南西縁（塩沢から石打にかけて）に西側隆起の活断層が存在することを見出し、縮尺 50 万分の 1 の活構造図にその分布を示した。

活断層研究会（1980）は、盆地南西縁（塩沢から石打にかけて）に分布する断層を「石打断層」と命名し、長さが 8 km であり、扇状地面に西側隆起の変位を与える活動度 B 級の逆断層であるとした。

宮内ほか（1998）は、「石打断層」を大和町浦佐から湯沢まで断層変位地形が連続する長さ 26 km の活断層であるとし、その平均変位速度（実変位速度）は 0.3 mm/年であり、完新世中位段丘に認められる比高 2 m の低断層崖が最終イベントを示すものと考えた。また、六日町盆地北東部の小出から破間川沿いに、扇状地面上を変位させる断層変位地形が部分的に認められることを指摘した。

金（2001）は、「石打断層」の北方延長が浦佐付近まで連続することを地形学的観察に基づき認定し、その長さが約 40 km であるとした。また、平均変位速度は断層南部で大きく、最大で 2.0 m/ka に達すると指摘した。

都市圏活断層図（鈴木ほか，2001；渡辺ほか，2001）では、六日町盆地からその北方にかけて分布する活断層が「六日町盆地西縁断層」と新称され、その北端は魚沼市（旧広神村）和田付近とされた。南端については、南魚沼市（旧塩沢町）君沢付近で地図が途切れており、その位置は不明である。

中田・今泉（2002）は、大和町浦佐付近から南魚沼市石打付近まで断続的に分布する西側隆起の活断層を図示した。この断層は段丘面や沖積面上に低断層崖や撓曲崖を形成し、その変位量については中位面で最大 10 m、低位面で最大 7 m、沖積面で最大 5 m の上下変位が見られるとされている。

池田ほか（2002）は、小出から湯沢まで約 30 km にわたって分布する西側隆起の断層を「六日町断層帯」と命名した。さらに、この断層の活動開始時期を魚沼層（鮮新世末～第四紀、最上部は約 0.7 Ma）堆積以降であり、六日町断層帯の活動に伴う魚沼丘陵の隆起量は最大で 2 km に達するとした。また、同断層帯の地下構造について、基本的に新第三系と基盤岩との不整合境界である新発田 - 小出構造線に沿った層面すべり断

層であり、地下では基盤岩中の水平なデタッチメントに連続すると考察している。

新発田 - 小出線に沿った北北東 - 南南西走向の谷地形は、六日町盆地からさらに北に延び、破間川右岸に連続する。この地域について白井 (1967) や Ota et al. (1973) は、断層および傾動によって高位段丘が変形していることを指摘している。

渡辺ほか (2001) は、上述の高位段丘に認められる変形のうち、西側隆起の断層がその北北東延長で低位段丘に変位を与えていることを見出し、この断層を「小平尾断層」と命名した。地図上に示されているこの断層の長さは約 6 km であるが、地図の範囲よりさらに北北東に続いていると推定される。

六日町断層帯の北端の小平尾付近では、2004 年新潟県中越地震 ( $M_{JMA}$  6.8) に伴って小規模な地表地震断層が生じた (鈴木ほか, 2004; 丸山ほか, 2005; Maruyama, et al., 2005)。さらに、地震発生直後から断層帯北部において地震観測網が展開され、余震の発生状況とその解析により、地下の断層構造に関する情報が多く得られた (岡田ほか, 2005 など)。

このほか、この断層帯周辺で発生した歴史地震としては、1898 年六日町付近の地震 ( $M6.1$ ,  $138.9^{\circ}$  E,  $37.0^{\circ}$  N), 1904 年六日町付近の地震 ( $M6.1$ ,  $138.9^{\circ}$  E,  $37.1^{\circ}$  N), 1933 年の小千谷付近の地震 ( $M6.1$ ;  $138^{\circ} 54.5$  E,  $37^{\circ} 17.1$  N) 等がある (宇佐美, 2003)。

## 2. 調査結果

六日町断層帯の活動履歴を明らかにするため、トレンチ調査ならびにボーリング調査を実施した。調査地点は、北から順に野田、欠ノ上、小栗山および石打の 4 地点であり、いずれも断層帯の中～南部に位置する (図 2)。

### (1) 野田地区 (トレンチ調査)

#### (1) - 1 地形地質

野田地区では、低位段丘面 (A2 面) と沖積低地との境界をなす低崖 (比高約 2 m) が、東北東 - 西南西方向に連続する (図 3)。この崖は丘陵縁辺と平行して連続しており、河川の浸食によってできたものとは考えにくく、断層崖である可能性が高い。また、A2 面と丘陵との地形境界に沿って認められる低崖は断層崖である可能性があり、丘陵縁辺の斜面は撓曲変形を表している可能性がある。

## (1)-2 トレンチ調査

A2 面と沖積低地との境界に沿って連続する撓曲崖の西端付近の畑地において、トレンチ掘削調査を実施した。

トレンチ壁面で観察された地層は、上位から順に、腐植土層、ローム質砂層、砂礫層に区分される。ここでは上位から順にⅠ～Ⅲ層と呼ぶ(図4)。Ⅰ層は、礫をほとんど含まない厚さ1m以下の腐植土層である。下限が不規則な形状をしていることから耕作による人工改変を受けていると判断される。この層の下限付近で採取した腐植土から1,740-1,600 calyBPの<sup>14</sup>C年代が得られた(図5,表2)。Ⅱ層は、レンズ状の砂礫層を挟むローム質砂層で、層厚は最大約2mであり、トレンチの南東側に向かって厚くなる。北東壁面のN8付近で採取した腐植混じりロームから5,460-5,310 calyBP、N22付近で採取された炭片から8,160-8,000 calyBPの<sup>14</sup>C年代が得られた(図5,表2)。Ⅲ層は径30cm以下の亜円～亜角礫からなる砂礫層で、細砂の薄層が挟まれる。トレンチの北西側の下部にレンズ状に挟まる細砂層で採取された試料から10,140-9,870 calyBPの<sup>14</sup>C年代が得られた(図5,表2)。

これらの各層は、南東へ向かって傾きを増す(図4)。トレンチの南東部ではⅡ層、Ⅲ層を変位させる西傾斜の断層と、Ⅲ層を変位させる東傾斜の断層が確認された(図5,図6)。これらの断層は撓曲崖基部に形成された副次的な断層であると解釈される。また、やや不明瞭であるが、Ⅲ層下部に挟まれる砂層の構造は上位層や地表面よりも南東への傾斜が急である可能性がある。

各層から得られた<sup>14</sup>C年代に基づくと、Ⅱ層が堆積した年代(8,160-8,000 calyBP および5,460-5,310 calyBP)以降に現在の地形をなす撓曲変形が生じたと考えられる。トレンチ南東部で観察された副次断層はⅡ層まで切っていることから、この最新活動に伴って生じたと推定される。さらに、Ⅲ層下部の構造が上位層よりも急であるならば、Ⅲ層下部が堆積した年代(10,140-9,870 calyBP)以降、Ⅱ層が堆積した年代(8,160-8,000 calyBP および5,460-5,310 calyBP)以前にも、断層活動による撓曲変形が生じた可能性がある。

## (2) 欠ノ上地区(トレンチ調査,ボーリング調査)

### (2)-1 地形地質

欠ノ上地区では、形成時代の異なる3段(M1, M2, L1)の段丘面を累積的に変形させる断層崖の存在が指摘されている(金,2001)。断層崖の走向は北東-南西方向で、西側隆起の変形を示す。各段丘面における断層崖の比高は、M1面で約45m、M2面で約20m、

L1 面で約 10 m である。ただし，M1 面，M2 面では断層の低下側に分布する地形面がより新しい時代の地形面である可能性が高い。

## (2) - 2 トレンチ調査

L1 面を切る断層崖基部においてトレンチを掘削した(図7)。トレンチでは，礫層が腐植土層に衝上する構造が観察された(図8)。

トレンチ壁面に現れた地層を，I 層から IV 層までに区分した。I 層は，表土および人工改変を受けていると思われる砂層～シルト層および腐植土層からなる。I 層から採取された試料から，1,560-1,410 calyBP，1,230-1,070 calyBP，1,055-960 calyBP(以上，北東面)，830-690 calyBP(南西面)の<sup>14</sup>C年代が得られた。II 層は主に黑色腐植土からなり，IIa 層と IIb 層に細分される。IIa 層は，断層崖の斜面上あるいは基部に堆積したと思われる礫混じりの腐植土層である。IIb 層は平坦な場所に堆積したと思われるシルト質腐植土とそれを開析する小流路に堆積したと思われる礫層からなる。IIa 層から 1,070-970 calyBP(北東面)，IIb 層から 2,845-2,750 calyBP から 4,810-4,530 calyBP までの<sup>14</sup>C年代がそれぞれ得られた(表3)。III 層は，ローム層と砂礫層との互層である。ローム層には砂質な部分とシルト質な部分とがある。IV 層は大礫を含む砂礫層であり，L1 面構成層にあたと推定される。

トレンチ壁面では，IV 層から IIa 層までを変位させる数条の西傾斜した断層が確認された(図9，図10)。これらの断層の傾斜は非常に低角(0~20°W)であり，おそらく，断層が活動した際に断層の上盤が前方へ移動してきた部分に生じたものであると思われる。北壁面では，断層により変位を受けている腐植土層(IIb 層)から得られた最も新しい年代は 2,845-2,750 calyBP である(図9)。一方，断層を覆う地層(IIa 層および I 層)から 1,560 calyBP から 960 calyBP の<sup>14</sup>C年代が得られており，最新の断層活動時期はこれらの年代値の間に限定される。南壁面では，断層に切られている IIb 層の試料から 2,955-2,855 calyBP，断層構造を覆う I 層の試料から 830-690 calyBP の年代値がそれぞれ得られた。

以上の結果を総合すると，欠ノ上トレンチで明らかにされた最新の断層活動時期は，2,845-2,750 calyBP 以降，1,560-1,410 calyBP 以前の間限定される。それ以前の断層活動を示す資料は，このトレンチでは得られなかった。

## (2) - 3 ボーリング調査

トレンチ孔を挟んで，断層の隆起側(Ku-1)，低下側(Ku-2)および断層崖斜面上(Ku-3)

でオールコアボーリングを掘削した。掘削深度は、Ku-1 で 30 m、Ku-2 で 20.7 m、Ku-3 で 24 m である。

Ku-1 コアでは、トレンチで観察された III 層、IV 層に対比される地層およびそれらの下位に V 層（腐植を伴うシルト層）、VI 層（シルトを多く含む淘汰の悪い砂礫層）を確認した（図 11）。深度 8 m 付近および深度 20 m 付近で確認された V 層から採取された試料の  $^{14}\text{C}$  年代は、それぞれ 19,810-19,550 calyBP（深度 7.95-8.00 m）ならびに 20,480-20,230 calyBP（深度 19.55-19.60 m）と近似した値を示す（表 3）。また、深度 12.22 m には、傾斜約 20 度の断層面が確認された。

Ku-2 コアでは、深度 5.7 m 付近ならびに 21 m 付近にシルト層が挟在している。両層準から採取された試料の  $^{14}\text{C}$  年代を測定し、10,180-9,820 calyBP（深度 5.70 m）と 12,855-12,800 calyBP（深度 20.93 m）の年代値が得られた。上下の礫層の層相およびそれぞれの年代値から推定すると、上位のシルト層は III 層にあたると思われる。一方、後者は Ku-1 で確認された V 層（下位）よりも深度が深いにもかかわらず、そこから得られた年代値は、V 層と比べて有意に新しい年代を示している。したがって、このシルト層は IV 層に挟在するものと判断される。

Ku-3 コアでは、III 層（層厚約 3 m）の下位に IV 層が連続する。III 層、IV 層ともに細粒堆積物を伴っておらず、年代測定試料を得ることができなかった。

以上のボーリング調査結果をトレンチ調査結果と比較し、欠ノ上地区における断層による地層変位とその平均変位速度、およびその活動時期について考察した。なお、以下に述べる解釈は、3 本のボーリングコアの解析結果のみに基づく推定であり、断層近傍における地層の塑性変形あるいは副次的な断層による変形等を考慮していない。そのため、構造の解釈や活動時期の推定にはまだ検討の余地があることに留意する必要がある。

まず、Ku-1 コアの深度 12.22 m で確認された断層面は、その傾斜角に基づくとトレンチ内で IV 層と III 層とを境していた西傾斜の断層に対応すると考えられる。この断層面の上下で観察された V 層のシルト層は、 $^{14}\text{C}$  年代が近接（19,810-19,550 calyBP ならびに 20,480-20,230 calyBP）しており、同一層準が断層により変位したものである可能性が高い。V 層上面の高度差は約 11.5 m であり、V 層基底の高度差は 13.0 m である。IV 層の層厚が断層の隆起側と低下側とで大きく異なることから、V 層上面は不整合である可能性があるため、V 層基底を対比する方が断層による上下変位量をより良く示していると考えられる。V 層基底の高度差と上述の年代を用いると、上下平均変位速度は約 0.6~0.7 m/ky（0.63-0.66 m/ky）と算出される。

さらに、上記の断層の両側における IV 層上面と III 層上面の高度を比較した。ここ



では、Ku-2 と Ku-3 における IV 層上面の高度を結んだ勾配をこれらの層準が堆積したときの原傾斜とみなした。これに基づき、IV 層上面と III 層上面のオフセット量を計測すると、それぞれ 8.5 m と 9 m と求まる。両層準から得られている年代を元に上下平均変位速度を算出すると、IV 層では約 0.7 m/ky (0.66 m/ky)、III 層では約 0.9 m/ky (0.88-0.91 m/ky) となる。

次に、断層の活動時期について検討した。V 層基底の上下変位量と III 層、IV 層のそれとは 4~4.5 m の差があり、この間に断層活動があった可能性が高い。III 層と IV 層の上下変位量はほぼ同じである（厳密には逆転しているが、これは測定精度の誤差と判断される）ことから、これらの堆積時期の間には断層活動はなかったと推定される。V 層堆積時期と IV 層・III 層堆積時期の間に生じた上下変位量（4~4.5 m）が 1 回の断層活動で生じ、これが欠ノ上地区におけるこの断層の固有活動を示すとすれば、III 層堆積以降に 2 回の断層活動があったと判断される。そのうちの 1 回がトレンチで観察された断層活動だとすると、III 層堆積以降、トレンチで確認された IIb 層堆積以前、すなわち 10,180-9,820 calyBP 以降、4,810-4,530 calyBP 以前の期間に、もう一つの断層活動が存在したと推定される。ただし、これらの計測には多くの推定誤差が含まれている点に留意する必要がある。

### （3）小栗山地区（ボーリング調査）

#### （3）-1 地形地質

本地点では、段丘と沖積低地との境界に断層が通過する（図 12）。さらに、この地形境界より東側にも沖積低地を変位させる断層が存在すると推定されている（鈴木ほか、2001）が、大規模な農地整備が行われたため、現在、その位置を特定するのは困難である。

#### （3）-2 ボーリング調査

小栗山地区を通過する 3 本の断層トレース（鈴木ほか、2001）のうちの最も東側のトレースを横切るようにして、5 本のボーリング（KG-1~KG-5）を掘削した（図 13）。

KG-1 では、深度 7.90 m まで砂（7,440-7,320 calyBP の年代値を示す腐植質砂を含む）および砂礫層（10,580-10,300 calyBP の年代値を示す腐植質シルトを含む）が続く。さらに、その下位に急傾斜した葉理構造をもつ泥炭層が現れ、その最下部（深度 25 m 付近）に明瞭な断層構造が確認された。この泥炭層から採取した 3 試料の  $^{14}\text{C}$  年代は、いずれも 5 万年前以前の値を示す。深度 46.00 m~46.12 m では、細粒軽石層が確認さ

れた。この軽石は、スポンジ状に発泡した軽石型ガラス（屈折率  $n=1.510-1.513$ ）のほか、角閃石（屈折率  $n_2=1.673-1.680$ ）、斜方輝石（屈折率  $=1.701-1.707$ ）を多く含んでおり、これらの特徴に基づくと大山倉吉軽石（DKP；約 5.5 万年間以前）に対比される可能性が高い。

KG-2 では、細粒ガラス質火山灰が深度 22 m 付近および深度 25 m 付近に繰り返し現れており、断層による変位を示していると考えられる（図 14）。この火山灰は、軽石やスコリアを含まず、火山ガラスの屈折率が  $n=1.500-1.501$  であるという特徴から始良 Tn 火山灰（AT；約 2.6～2.9 万年前）に対比される。この火山灰層の直下から採取した腐植土の  $^{14}\text{C}$  年代（ $25,390 \pm 120$  yBP）は、この対比を支持している結果となっている。2 枚ある AT のうち下位の層準の層理面は、約 50 度傾斜している。また、上位の AT の約 3.5 m 上位（深度 18.67 m～18.75 m）には、細粒白色軽石が挟まれる。この軽石は、繊維状軽石型ガラス（屈折率  $n=1.501-1.504$ ）、斜方輝石（屈折率  $=1.704-1.709$ ）、磁鉄鉱、単斜輝石を多く含み、これらの特徴から、浅間山を起源とする浅間大窪沢テフラ群（As-0k1；約 1.7 万年前、As-0k2；約 1.6 万年前）、あるいは浅間草津テフラ（As-K；約 1.5～1.65 万年前）に対比される可能性が高い。この軽石の直上から採取された試料で測定した  $^{14}\text{C}$  年代は、その対比結果と矛盾しない値（ $16,090-15,700$  calyBP）となっている。

KG-3 では、表土の下限から深度 22 m 付近まで砂とシルトが繰り返し堆積しており、それより下位ではシルトおよび泥炭が深度約 40 m まで続く。深度 24.50 m～24.56 m に前述した浅間山起源の軽石が、深度 26.80 m～26.85 m に AT が、それぞれ確認された。浅間山起源の軽石より上位から採取された試料で測定した  $^{14}\text{C}$  年代は、上位から順に、 $4,525-4,425$  calyBP（深度 4.48 m）、 $7,490-7,330$  calyBP（深度 8.75 m）、 $9,130-9,010$  calyBP（深度 15.50 m）、 $14,350-14,060$  calyBP（深度 24.40 m：浅間山起源の軽石層の直上）の値を示す。

KG-4 では、深度 15 m 付近まで、砂、シルト、砂礫が繰り返し堆積する。これらの地層中の 3 層準から採取された腐植質シルトを測定した  $^{14}\text{C}$  年代は、上位から順に、 $3,560-3,440$  calyBP（深度 3.50 m）、 $5,580-5,320$  calyBP（深度 5.50 m）、 $7,420-7,310$  calyBP（深度 9.70 m）である。

KG-5 では、KG-1 と KG-2 の間の構造を明らかにするため、深度 21 m まで掘削した。層相は、シルト、砂、砂礫が繰り返し現れ、KG-1 あるいは KG-2 で確認された泥炭や火山灰は現れていない。これらの地層中の 3 層準から採取された試料について  $^{14}\text{C}$  年代測定を行い、上位から順に、 $9,700-9,550$  calyBP（深度 6.50 m）、 $10,200-9,930$  calyBP

(深度 8.50 m), 46,060 ± 600 yBP (深度 19.05 m) の年代値が得られた。

KG-1, 2, 3 および 5 では, コア中に断層面が認められた。これらのうち, 隣接するボーリングと連続すると思われるものは, KG-1 と KG-5 に認められる傾斜約 50 度の断層と, KG-1 と KG-2 に認められる傾斜 5 ~ 10 度の断層である (図 14)。後者は, KG-2 において AT を食い違わせており, その延長が KG-3 および KG-4 まで続いている可能性がある。しかし, 断層が通過すると推定される深度付近には, 層理面の傾斜がわずかに急になる傾向はあるものの, 断層面は認められない。

コアで観察された層理面の傾斜に着目すると, まず約 7,500 calyBP の年代を示す層準が現在の地形と比べて異常に傾いていることから, この層準が堆積した後に断層活動が生じた可能性が考えられる。また, この層準と約 9,000 ~ 10,000 calyBP の年代を示す地層との間に傾斜量の違いがみられることから, 両層準の間に断層活動が存在したと考えられる。さらに浅間山起源の軽石層(約 1.5-1.7 万年前)が約 9,000 ~ 10,000 calyBP の年代を示す上位の層準と比べて著しく傾いていることから, 両層準の堆積時期の間にさらに古い断層活動が生じた可能性がある。

#### (4) 石打地区 (トレンチ調査)

##### (4) - 1 地形地質

石打地区は, 六日町断層帯のほぼ南端部にあたる。本地区では, 低位段丘面およびそれを開析して分布する扇状地面上に, 南北に走る東側低下の低崖が, ほぼ直線的に連続して認められる (図 15)。

##### (4) - 2 トレンチ調査

石打地区では, 扇状地面上の撓曲崖を横切ってトレンチを掘削した。トレンチ壁面では, 河川性の礫と砂および旧表土からなる互層が観察された。これらの地層を, 層相, 堆積構造および  $^{14}\text{C}$  年代測定結果に基づき, I 層から VI 層までに区分した (図 16)。

I 層は表土に連続する黒色土壌であり, 層厚は最大で 1 m 程度である。I 層を構成する腐植土の最下部から, 2,120-1,990 calyBP の  $^{14}\text{C}$  年代が得られた。

II 層は, 礫・砂・ロームからなり, 層厚は最大で約 2 m である。この層は, 主に風成ロームからなる上位の IIa 層と砂礫からなる下位の IIb 層とに区分される。IIa 層から, 4,810-4,530 calyBP (腐植混じりローム) と 5,290-5,040 calyBP (木炭) の  $^{14}\text{C}$  年代が得られた。III 層は礫, 砂および腐植土からなり, IIIa ~ IIIc 層に細分される。IIIa

層は小礫を含む細砂層，IIIb 層は細礫を含む腐植土層，IIIc 層は小礫を中心とする砂礫層である．IIIc 層は西に向かって層厚が薄くなって消失し，IIIb 層の腐植土は下位の腐植土層（IVa 層）に収斂する．IIIb 層を構成する腐植土から，4,970-4,850 calyBP の  $^{14}\text{C}$  年代が得られた．

IV 層は礫・砂および腐植土で構成され，IVa～IVf 層に細分される．最上位の IVa 層は小～中礫を含む腐植土層で，層厚は壁面全体を通じて約 20～30 cm である．この腐植土から 5,430-5,070 calyBP，5,280-4,970 calyBP（以上，北面から採取した試料），4,980-4,860 calyBP，4,520-4,410 calyBP（以上，南面から採取した試料）の  $^{14}\text{C}$  年代が得られた．IVb 層は主に小～中礫からなる砂礫層で，トレンチ壁面全体を通じて層厚の変化が少なく，50 cm 前後である．IVc 層は，極細砂を主体とする細粒層で，中～粗砂および一部で礫を伴う．IVd 層は中～大礫を中心とする砂礫層であり，層厚はトレンチの東側（断層の低下側）で約 20～30 cm，西側で 50 cm 前後である．IVe 層は礫を含む極細砂からなり，層厚は全体的に均一で 20～40 cm である．この層を構成する極細砂の腐植質な部分を試料として  $^{14}\text{C}$  年代測定を行ったところ，9,250-9,020 calyBP の値が得られた．また，この層から採取された炭片から，9,130-8,990 calyBP の年代が得られた．IVf 層は主に中～小礫で構成される砂礫層であり，トレンチの東側（断層の低下側）に分布する．層厚は北面では 30 cm 以下，南面では約 1 m 以下である．

V 層は一部に礫を含む腐植土層であり，トレンチ全体を通じて層厚は約 20～30 cm で変化が少ない．この腐植土から 9,240-9,020 calyBP（北面），9,560-9,485 calyBP，9,430-9,250 calyBP，9,130-9,010 calyBP（以上，南面）の  $^{14}\text{C}$  年代が得られた．

VI 層は巨礫を含む砂礫層であり，細砂～シルトがレンズ状に挟まれる．層厚は 3 m 以上(下限は不明)である．南面の VI 層下部の腐植質シルトから 21,830-21,530 calyBP の  $^{14}\text{C}$  年代が得られた．

トレンチの南北両壁面では，主断層である西傾斜の逆断層と，主断層による変形に伴う副次的な断層が観察された．観察された断層の一部は，地層の褶曲構造から上方に向かって延びたり，上方に向かって変位量が減衰して消失するという逆断層に特有な小断層が含まれており，断層活動時期の認定には注意が必要である．

最新活動時期を示唆する断層構造は，北面のみで確認された（図 17）．最新活動を示す断層は，最上位の礫層（IIb 層）から生じて上方に向かって延びており，IIb 層および IIa 層を変位させ，I 層に覆われる．この断層は，IIb 層以下の層準にみられる折れ曲がり構造に伴って形成されたものと推定される．I 層および II 層から得られた  $^{14}\text{C}$  年代に基づくと，最新活動時期は 4,810-4,530 calyBP 以降，2,120-1,990 calyBP 以前の

間に限定される。南壁面では、トレンチ基底から上方に延びる連続性の良い西傾斜の逆断層が主断層として確認された（図 18）。この断層の断層面は、引き摺り構造を伴いながら乗り換え、上方では 4 本に分岐する。この断層により IIIa 層までが変位を受けていることが確認されたが、それより上位の地層との関係は、この層以上が断層付近で人工改変により受けていたため不明である。南面で断層変位を受けた地層の最も若い年代は、IVa 層から得られている 4,980-4,860 calyBP および 4,520-4,410 calyBP であり、断層活動時期はこれらが示す年代以降に限定される。

それ以前の断層活動時期は、V 層堆積直後であると推定される。V 層は IV 層以上と比べて変形の程度が大きい。さらに、V 層が全体に均一な層厚で分布するのに対し、IVf 層が変形構造の低下側のみ分布することから判断して、V 層堆積後以降、IVf 層堆積前以前であると推定される。IVe 層および V 層から得られた  $^{14}\text{C}$  年代に基づくと、この変形が生じた年代は、北面では 9,240-9,020 calyBP 以降、9,130-8,990 calyBP 以前の間、南面では 9,130-9,010 calyBP 以降、9,250-9,020 calyBP 以前の間限定される。ただし、IVe 層から採取された試料（炭片）は、V 層から崩落もしくは流出してきた可能性があり、その場合には断層活動時期は上記の年代よりも新しくなる可能性がある。

### 3. まとめ

#### 3.1 断層帯の位置および形態

##### (1) 断層帯を構成する断層

六日町盆地西縁では、盆地南西縁付近（湯沢から大沢にかけて）に石打断層（8 km）が知られていた（活断層研究会編，1980，1991）。その後、大縮尺空中写真を利用した詳細な地形判読や現地調査により、この断層の北東延長線上に新たな断層変位地形が確認された（宮内ほか，1998；金，2001）。さらに、鈴木ほか（2001）、渡辺ほか（2001）は、大沢付近から破間川右岸の和田付近にかけて分布する活断層を含め、六日町盆地西縁断層とした。

渡辺ほか（2001）は、六日町盆地西縁断層の北西に小平尾断層（長さ 6 km）を認めた。ただし、この断層は渡辺ほか（2001）に図示された区間よりも北東側に延長される可能性がある。

##### (2) 断層面の位置・形状

トレンチに露出した断層から、地表付近では低角度で西に傾斜する断層面を有しているものと考えられる。

### (3) 変位の向き

トレンチでの観察等から，西側隆起の逆断層であることが確認された．

## 3.2 断層帯の過去の活動

### (1) 平均変位速度

宮内ほか(1998)は欠ノ上および余川における平均実変位速度を 0.3 m/ky と算出した．一方，金(2001)によれば，地形面の上下変位に基づく平均変位速度は，断層北部で 0.8~1.0 m/ky 以上，断層中部で 0.8~1.6 m/ky，断層南部で 0.5~2.0 m/ky と算出されている．

今回実施した欠ノ上地区のボーリング調査では，V層(約 19,000~20,000 年前)下面で 13.0 m，同層上面で 11.5 m，IV層(約 12,000 年前)上面で 8.5 m，III層(約 10,000 年前)で 9 m の，上下変位がそれぞれ確認された．これらの上下変位量と地層の年代に基づくと，同地点においては，約 0.6-0.9 m/ky の上下平均変位速度が算出された．さらに，推定される断層面の傾斜角(約 20 度)を考慮すると，断層面に沿った方向への平均変位速度は 1.8~2.6 m/ky となる．

### (2) 活動時期

各調査地点で見出された最新活動時期は，野田地区では 5,460-5,310 calyBP 以降，欠ノ上地区では 2,845-2,750 calyBP 以降，1,560-1,410 calyBP 以前の間，小栗山地区では約 7,500 calyBP 以降，石打地区では 4,810-4,530 calyBP 以降，2,120-1,990 calyBP 以前の間である．各地点で得られた結果を総合的に判断すると，最新活動時期は約 2,900 年前から約 2,000 年前(2,845 calyBP 以降，1,990 calyBP 以前)の間であると推定される(図 19)．

それ以前の断層活動について，野田地区では，II層上部と下部との撓曲変形の程度の差異がみられることから，10,140-9,870 calyBP 以降，8,160-8,000 calyBP 以前に活動があった可能性がある．欠ノ上地区ではトレンチ調査とボーリング調査との結果を総合的に解釈すると 10,180-9,820 calyBP 以降，4,810-4,530 calyBP に断層活動があったことが推定される．小栗山地区では，7,500 calyBP 頃の年代を示す層準と約 9,000~10,000 calyBP の年代を示す層準との間に勾配の差異がみられることから，両層準が堆積した時期の間に最新活動より前の断層活動があったと推定される．石打地区では，

トレンチ調査の結果から 9,180 calyBP 以降, 9,020 calyBP 以前に最新活動に先行する活動が存在すると推定される。以上の各地点で得られた結果を総合すると, 最新活動に先行する断層活動は約 9,000 calyBP 以後, 約 8,000 calyBP 以前の間には発生したと推定され, 石打地区のトレンチ調査結果を信頼すれば, 約 9,200~9,100 年前の間である可能性が高い(図 19)。

上述のほか, 欠ノ上地区では, ボーリング調査の結果から, 約 19,810-19,550 calyBP 以降, 12,855-12,800 calyBP に断層活動が生じたと推定される。また, 小栗山地区では, ボーリングコアで観察された浅間山起源の軽石層(約 1.5-1.7 万年前)が, 上位の層準(約 9,000~10,000 calyBP)と比べて著しく傾いていることから, 両層準の堆積時期の間に断層活動が生じた可能性がある。

### (3) 1 回の変位量

野田地区において, 最新活動によって形成されたと推定される断層崖の比高は約 2 m である。欠ノ上地区では, V 層の上下変位量と III 層, IV 層のそれとは 4~4.5 m の差があり, これが 1 回の断層活動における上下変位量を示している可能性がある。石打地区では, トレンチ壁面で観察される IVa 層には, 断層を挟んで 3.5 m(北面)~4 m(南面)の高度差が認められる。これらの値には IVa 層の原傾斜による高度差が含まれている可能性があるが, 石打地区における最新活動における上下変位量の目安となるであろう。

### (4) 活動間隔

野田地区においては, 約 10,200 年前以降に 2 回の増傾斜運動および断層運動があったことがトレンチ調査により推定されていることから, 平均活動間隔は約 5,000 年である。

石打地区においては, トレンチ調査により, 最新活動が約 4,900~2,000 年前, その前の断層活動が約 9,200-9,100 年前頃と推定され, 断層活動間隔は約 4,300~7,100 年と算出される。

過去 2 回の活動においていずれも断層帯全体が同時に活動したと考えて総合的に解釈した活動時期の年代((2) 活動時期の項を参照)を用いると, 両活動間における六日町断層帯の活動間隔は約 6,200~7,200 年と推定される(図 19)。

( 5 ) 活動区間

調査結果からは、断層帯が複数の活動区間に区分されるような資料は得られていない。



## 文 献

- 青木 滋・茅原一也・寺川俊浩・藤田至則 (1978) 新潟県六日町盆地の地下地質．新潟大学理学部地盤災害研究施設研究年報，4，81-86．
- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編 (2002) 第四紀逆断層アトラス．東京大学出版会，254p.
- 加藤碩一・山崎晴雄 (1979) 20 万分の 1 信越地域活構造図，構造図 5，地質調査所．
- 活断層研究会編 (1980) 日本の活断層 - 分布図と資料 - ．東京大学出版会，363p.
- 活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層 - 分布図と資料 - ．東京大学出版会，437p
- 金 幸隆 (2001) 六日町盆地北西縁の活断層．第四紀研究，40，161-168．
- 丸山 正・伏島祐一郎・吉岡敏和・粟田泰夫，2005，平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震に伴い地表に現れた地震断層の性状．地質ニュース，607，9-12．
- Maruyama, T., Fusejima, Y., Yoshioka, T., Awata Y. and Matsu ura, T. (2005) Characteristics of the surface rupture associated with the 2004 Mid Niigata Prefecture earthquake, central Japan and their seismotectonic implications. Earth Planets Space, 57, 521-526.
- 宮内崇裕・渡辺満久・山口 哲 (1998) 六日町盆地西縁の活断層詳細位置図と第四紀後期の活動性評価．日本地震学会講演予稿集 1998 年秋季大会，P116．
- 中田 高・今泉俊文編 (2002) 活断層詳細デジタルマップ．東京大学出版会
- 岡田知己・海野徳仁・松澤 暢・中島淳一・内田直希・中山貴史・平原 聡・佐藤俊也・堀修一郎・河野俊夫・柳沼 直・長谷川昭・浅野陽一・Haijiang Zhang・Clifford H. Thurber (2005) 稠密余震観測データを用いたダブル・ディファレンシャル・トモグラフィー法による 2004 年新潟県中越地震の震源断層のイメージング．地震第 2 輯，58，283-295．
- Ota, Y., Machida, T., Ikeda, H., Shirai, T. and Suzuki, T. (1973) Active folding of the fluvial terraces along the Shinano River, central Japan. Japanese National Committee for Upper Mantle Project, Geological Survey of Japan, 121-129．
- 白井哲之 (1967) 魚野川下流地域の段丘地形からみた地盤変動について．東京教育大地理学研究報告，11，23-35．
- 鈴木康弘・東郷正美・渡辺満久・金 幸隆・佐藤尚登 (2001) 1:25,000 都市圏活断層図「十日町」，国土地理院技術資料 D・1-No. 388．

鈴木康弘・渡辺満久・廣内大助（2004）2004 年新潟県中越地震の地表地震断層．地学雑誌，113，861-870．

宇佐美龍夫（2003）最新版 日本被害地震総覧 [416]-2001．東京大学出版会，608p．

渡辺満久・堤 浩之・鈴木康弘・金 幸隆・佐藤尚登（2001）1:25,000 都市圏活断層図「小千谷」，国土地理院技術資料 D・1-No. 388．

山下 昇（1970）柏崎・銚子線の提唱．島弧と海洋，東京大学出版会，179-191．

図 表

表 1 六日町断層帯のまとめ

表 2 六日町断層帯野田トレンチから採取された試料の年代測定結果

表 3 六日町断層帯欠ノ上トレンチおよびボーリングコアから採取された試料の年代測定結果

表 4 六日町断層帯小栗山地区ボーリングコアから採取された試料の年代測定結果

表 5 六日町断層帯石打トレンチから採取された試料の年代測定結果

図 1 新潟県周辺における活断層分布

図 2 調査地点位置図

図 3 野田地区周辺に認められる断層トレース

図 4 野田トレンチの壁面写真

上：北面，下：南面

図 5 野田トレンチ北面のスケッチおよび<sup>14</sup>C年代  
年代は暦年較正した値（誤差幅は1シグマ）

図 6 野田トレンチ南面のスケッチ

図 7 欠ノ上地区周辺に認められる断層トレース

図 8 欠ノ上トレンチの壁面写真

上：北面，下：南面

- 図 9 欠ノ上トレンチ北東壁面のスケッチおよび  $^{14}\text{C}$  年代  
年代は暦年較正した値（誤差幅は 1 シグマ）
- 図 10 欠ノ上トレンチ南西壁面のスケッチ  $^{14}\text{C}$  年代  
年代は暦年較正した値（誤差幅は 1 シグマ）
- 図 11 欠ノ上地区で実施したボーリング調査結果に基づく推定地質断面  
年代は暦年較正した値（誤差幅は 1 シグマ）
- 図 12 小栗山地区周辺に認められる断層トレース  
断層線は鈴木ほか（2001）による．
- 図 13 小栗山地区ボーリング掘削地点  
基図は旧六日町市発行 1/2,500 都市計画図を使用．
- 図 14 小栗山地区のボーリング地質断面  
赤字の年代は暦年較正值（誤差幅は 1 シグマ）
- 図 15 石打地区周辺に認められる断層トレース
- 図 16 石打トレンチの壁面写真  
上：北面，下：南面
- 図 17 石打トレンチの北面スケッチおよび  $^{14}\text{C}$  年代  
年代値は暦年較正值（誤差幅は 1 シグマ）
- 図 18 石打トレンチの南面スケッチおよび  $^{14}\text{C}$  年代  
年代値は暦年較正值（誤差幅は 1 シグマ）
- 図 19 六日町断層帯中～南部における断層活動時期の比較

表 1 六日町断層帯のまとめ.

	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	六日町盆地西縁断層	鈴木ほか(2001), 渡辺ほか(2001)
(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)	北東端:北緯37° 19', 東経139° 00' 南西端:北緯36° 59', 東経138° 48'	
長さ	約42km	
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	
上端の深さ	0km	欠ノ上, 石打トレンチ壁面で断層を確認
一般走向	N30° E	
傾斜	西傾斜	断層露頭, ボーリングおよび変位地形による.
幅	不明	
(3)断層のずれの向きと種類	西側隆起の逆断層	欠ノ上, 石打トレンチ壁面で確認
2. 断層の過去の活動		
(1)平均的なずれの速度	0.6m/千年(上下方向) 金(2001, 2004)によれば0.5-2.0m/千年	欠ノ上ボーリングによる
(2)過去の活動時期	活動1(最新活動) 約2900年前以後, 約2000年前以前  活動2(1つ前活動) 約9200年前以後, 約9100年前以前	3地点のトレンチを総合
(3)1回のずれの量と平均活動間隔		
1回のずれの量	2m程度(上下成分) 断層長と1回変位量との関係からは約3.3mと推定	野田地区の低断層崖の比高を1回分の上下変位とした場合.
平均活動間隔	約6200-7200年	過去2回の活動時期から推定
(4)過去の活動区間	複数の活動区間に区分されることを示すようなデータは得られていない.	

表2 六日町断層帯野田トレンチから採取された試料の年代測定結果. 試料の分析は(株)加速器分析研究所に依頼した. 計測方法はすべてAMS法とし, 暦年較正にはReimer et al. (2004)の補正曲線を用い, OxCal v3.10 (Ramsey, 2005)で計算した.

unit	Sample	Material	Lab.No.	$\delta^{13}\text{C}$ (permil)	Conventional $^{14}\text{C}$ age (yBP)	Calibrated age (1 $\sigma$ ) (%)	cal yBP
I	Noda_a	black soil	IAAA-51485	-20.06 +/- 0.67	1,740 $\pm$ 40	240 AD - 350 AD	68.2 1,710-1,600
II	Noda_b	humic sand	IAAA-51486	-22.57 +/- 0.81	4,650 $\pm$ 40	3,510 BC - 3,420 BC 3,390 BC - 3,360 BC	58.0 5,460-5,310 10.2
II	Nd-0526-2	charcoal	IAAA-60070	-23.87 +/- 0.79	7,250 $\pm$ 50	6,210 BC - 6,130 BC 6,110 BC - 6,050 BC	38.4 8,160-8,000 29.8
III	Noda_c	humic sand	IAAA-51487	-17.29 +/- 0.80	8,840 $\pm$ 50	8,190 BC - 8,110 BC 8,090 BC - 8,070 BC 8,060 BC - 8,040 BC 8,000 BC - 7,820 BC	18.8 10,140-9,870 3.3 4.3 41.8

表3 六日町断層帯欠ノ上トレンチおよびボーリングコアから採取された試料の年代測定結果. 試料の分析は(株)加速器分析研究所に依頼した. 計測方法はすべてAMS法とし, 暦年較正にはReimer et al. (2004)の補正曲線を用い, OxCal v3.10 (Ramsey, 2005)で計算した.

unit	Sample	Material	Lab.No.	$\delta^{13}\text{C}$ (permil)	Conventional $^{14}\text{C}$ age (yBP)	Calibrated age (1 $\sigma$ )	(%)	cal yBP
I	kake_N17	humic soil	IAAA-51510	-18.85 +/- 0.73	1,130 $\pm$ 40	880 AD - 980 AD	68.2	1,070-970
I	kake_N19	humic soil	IAAA-51511	-19.61 +/- 0.70	2,680 $\pm$ 40	895 BC - 870 BC 850 BC - 800 BC	14.9 53.3	2,845-2,750
I	kake_N21	humic soil	IAAA-51512	-18.33 +/- 0.70	2,980 $\pm$ 50	1,300 BC - 1,120 BC	68.2	3,250-3,070
I	kake_N25	humic soil	IAAA-51513	-19.27 +/- 0.70	1,620 $\pm$ 40	390 AD - 460 AD 480 AD - 540 AD	37.1 31.1	1,560-1,410
I	kake_N26	silt	IAAA-51514	-24.82 +/- 0.77	1,090 $\pm$ 30	895 AD - 920 AD 940 AD - 990 AD	23.5 44.7	1,055-960
I	kake_N27	humic soil	IAAA-51515	-19.58 +/- 0.85	1,220 $\pm$ 40	720 AD - 740 AD 770 AD - 880 AD	8.4 59.8	1,230-1,070
I	Ku-S7	soil	IAAA-60067	-22.05 +/- 0.87	830 $\pm$ 40	1,180 AD - 1,260 AD	68.2	830-690
IIa	kake_N15	humic soil	IAAA-51508	-16.89 +/- 0.70	3,280 $\pm$ 50	1,620 BC - 1,500 BC	68.2	3,570-3,450
IIa	kake_N16	humic soil	IAAA-51509	-19.35 +/- 0.68	3,000 $\pm$ 40	1,370 BC - 1,360 BC 1,320 BC - 1,190 BC 1,180 BC - 1,160 BC 1,150 BC - 1,130 BC	1.5 60.1 2.6 4.0	3,320-3,080
IIb	kake_N01	humic soil	IAAA-51505	-16.94 +/- 40	4,080 $\pm$ 40	2,840 BC - 2,810 BC 2,680 BC - 2,560 BC 2,520 BC - 2,490 BC	10.9 51.5 5.8	4,790-4,440
IIb	kake_N06	humic soil	IAAA-51506	-21.33 +/- 0.85	3,880 $\pm$ 50	2,460 BC - 2,290 BC	68.2	4,410-4,240
IIb	kake_N09	humic soil	IAAA-51507	-14.72 +/- 0.77	4,110 $\pm$ 40	2,860 BC - 2,810 BC 2,750 BC - 2,720 BC 2,700 BC - 2,580 BC	17.3 7.7 43.2	4,810-4,530
IIb	Ku-S9	soil	IAAA-60068	-17.91 +/- 0.84	2,800 $\pm$ 40	1,005 BC - 905 BC	68.2	2,955-2,855
IV	ku-3_5.70	peaty silt	IAAA-52361	-14.69 +/- 0.87	8,910 $\pm$ 50	8,230 BC - 8,160 BC 8,120 BC - 7,870 BC	19.5 48.7	10,180-9,820
IV	ku-3_20.93	peaty silt	IAAA-52362	-18.65 +/- 0.81	10,790 $\pm$ 50	10,905 BC - 10,850 BC	68.2	12,855-12,800
V	ku-1_7.95-8.00	humic sand	IAAA-51800	-23.03 +/- 0.69	16,530 $\pm$ 80	17,860 BC - 17,690 BC 17,680 BC - 17,600 BC	47.2 21.0	19,810-19,550
V	ku-1_19.55-19.60	humic soil	IAAA-51801	-24.10 +/- 0.74	17,240 $\pm$ 80	18,530 BC - 18,280 BC	68.2	20,480-20,230

表4 六日町断層帯小栗山地区ボーリングコアから採取された試料の年代測定結果. 試料の分析は(株)加速器分析研究所に依頼した. 計測方法はすべて AMS 法とし, 暦年較正には Reimer et al. (2004) の補正曲線を用い, OxCal v3.10 (Ramsey, 2005) で計算した.

Sample	Material	Lab.No.	$\delta^{13}\text{C}$ (permil)	Conventional $^{14}\text{C}$ age (yBP)	Calibrated age (1 $\sigma$ )	(%)	cal yBP
kg-1-20(3.90)	humic sand	IAAA-52656	-29.59 $\pm$ 0.73	6,490 $\pm$ 40	5,490 BC - 5,460 BC 5,450 BC - 5,370 BC	25.2 43.0	7,440-7,320
kg-1-28(7.36)	humic silt	IAAA-52657	-26.54 $\pm$ 1.10	9,290 $\pm$ 60	8,630 BC - 8,450 BC 8,370 BC - 8,350 BC	66.8 1.4	10,580-10,300
kg-1-30(7.95)	humus	IAAA-52658	-29.64 $\pm$ 0.81	>53,800			
kg-1-40(21.90)	humus	IAAA-52659	-30.04 $\pm$ 0.86	>53,970			
kg-1-50(22.30)	humus	IAAA-52660	-27.68 $\pm$ 0.88	>53,400			
kg-2-10(5.05)	humus	IAAA-52661	-32.70 $\pm$ 0.91	6,350 $\pm$ 40	5,470 BC - 5,450 BC 5,380 BC - 5,290 BC 5,250 BC - 5,230 BC	3.3 62.1 2.7	7,420-7,180
KG-2-20(6.50)	wood	IAAA-52662	-31.12 $\pm$ 0.93	6,750 $\pm$ 40	5,705 BC - 5,685 BC 5,675 BC - 5,625 BC	15.6 52.6	7,655-7,575
kg-2-30(12.25)	humus	IAAA-52663	-29.42 $\pm$ 0.73	8,840 $\pm$ 50	8,190 BC - 8,110 BC 8,090 BC - 8,070 BC 8,060 BC - 8,040 BC 8,000 BC - 7,820 BC	18.8 3.3 4.3 41.8	10,140-9,770
kg-2-60(18.65)	humus	IAAA-52664	-28.92 $\pm$ 0.82	13,390 $\pm$ 60	14,140 BC - 13,750 BC	68.2	16,090-15,700
kg-2-70(22.40)	humus	IAAA-52665	-26.79 $\pm$ 1.07	25,390 $\pm$ 120			
kg-2-80(38.20)	humus	IAAA-52666	-28.59 $\pm$ 0.76	47,470 $\pm$ 670			
kg-3-20(4.48)	humus	IAAA-52667	-22.30 $\pm$ 1.04	4,010 $\pm$ 40	2,575 BC - 2,510 BC 2,505 BC - 2,475 BC	47.8 20.4	4,525-4,425
Kg-3-40(8.75)	wood	IAAA-52668	-25.11 $\pm$ 1.03	6,520 $\pm$ 50	5,540 BC - 5,460 BC 5,440 BC - 5,420 BC 5,410 BC - 5,380 BC	57.6 2.4 8.2	7,490-7,330
Kg-3-50(15.50)	humus	IAAA-52669	-29.06 $\pm$ 1.09	8,140 $\pm$ 50	7,180 BC - 7,060 BC	68.2	9,130-9,010
Kg-3-70(24.40)	humus	IAAA-52670	-20.32 $\pm$ 0.76	12,310 $\pm$ 60	12,400 BC - 12,110 BC	68.2	14,350-14,060
Kg-4-10(3.50)	humus	IAAA-52671	-24.79 $\pm$ 0.85	3,270 $\pm$ 40	1,610 BC - 1,490 BC	68.2	3,560-3,440
kg-4-20(5.50)	humus	IAAA-52672	-25.66 $\pm$ 0.88	4,710 $\pm$ 40	3,630 BC - 3,590 BC 3,530 BC - 3,490 BC 3,440 BC - 3,370 BC	17.9 15.9 34.4	5,580-5,320
kg-4-30(9.70)	humus	IAAA-52673	-22.26 $\pm$ 0.99	6,420 $\pm$ 40	5,470 BC - 5,360 BC	68.2	7,420-7,310
kg-5-10(6.50)	humus	IAAA-52674	-23.62 $\pm$ 0.84	8,700 $\pm$ 50	7,750 BC - 7,600 BC	68.2	9,700-9,550
kg-5-20(8.50)	wood	IAAA-52675	-28.82 $\pm$ 0.78	8,940 $\pm$ 50	8,250 BC - 8,170 BC 8,120 BC - 7,980 BC	29.3 38.9	10,200-9,930
kg-5-40(19.05)	wood	IAAA-52676	-25.08 $\pm$ 0.72	46,060 $\pm$ 600			



表5 六日町断層帯石打トレンチから採取された試料の年代測定結果。試料の分析は(株)加速器分析研究所に依頼した。計測方法はすべてAMS法とし、暦年較正にはReimer et al. (2004)の補正曲線を用い、OxCal v3.10 (Ramsey, 2005)で計算した。

Unit	Sample	Material	Lab.No.	$\delta^{13}\text{C}$ (permil)	Conventional $^{14}\text{C}$ age (yBP)	Calibrated age (1 $\sigma$ )	(%)	cal yBP
I	Iu_N10	humic soil	IAAA-52359	-23.64 +/- 1.00	2,080 $\pm$ 40	170 BC - 40 BC	68.2	2,120-1,990
IIa	Iu_N11	humic soil	IAAA-52360	-24.29 +/- 0.79	4,110 $\pm$ 40	2,860 BC - 2,810 BC 2,750 BC - 2,720 BC 2,700 BC - 2,580 BC	17.3 7.7 43.2	4,810-4,530
IIa	Is_N2	charcoal	IAAA-60066	-25.18 +/- 0.77	4,480 $\pm$ 40	3,340 BC - 3,210 BC 3,190 BC - 3,150 BC 3,130 BC - 3,090 BC	45.2 11.1 11.9	5,290-5,040
IIIb	Iu_N6	humic soil	IAAA-52358	-17.17 +/- 1.00	4,350 $\pm$ 40	3,020 BC - 2,900 BC	68.2	4,970-4,850
	Is_S01	charcoal	IAAA-51748	-22.23 +/- 0.96	4,000 $\pm$ 40	2,570 BC - 2,510 BC	46.1	4,520-4,420
IVa	Is_N01	humic soil	IAAA-51745	-20.67 +/- 0.91	4,570 $\pm$ 40	3,490 BC - 3,470 BC 3,380 BC - 3,320 BC 3,220 BC - 3,180 BC 3,160 BC - 3,120 BC	5.5 30.6 16.7 15.3	5,430-5,070
IVa	Is_N03	humic soil	IAAA-51747	-21.02 +/- 0.89	4,450 $\pm$ 40	3,330 BC - 3,210 BC 3,180 BC - 3,160 BC 3,120 BC - 3,020 BC 2,500 BC - 2,470 BC	31.9 3.4 32.9 22.1	5,280-4,970
IVa	Is_S02	charcoal/soil	IAAA-51749	-20.08 +/- 0.89	3,980 $\pm$ 40	2,570 BC - 2,510 BC 2,500 BC - 2,460 BC	40.5 27.7	4,520-4,410
IVa	Is_S04	humic soil	IAAA-51751	-20.24 +/- 0.85	4,370 $\pm$ 40	3,030 BC - 2,910 BC	68.2	4,980-4,860
IVe	Is_S4	humic soil	IAAA-60064	-20.96 +/- 0.72	8,180 $\pm$ 50	7,300 BC - 7,270 BC 7,260 BC - 7,220 BC 7,200 BC - 7,070 BC	7.1 10.8 50.3	9,250-9,020
IVe	Is_N1	charcoal	IAAA-60065	-24.50 +/- 0.83	8,100 $\pm$ 50	7,180 BC - 7,040 BC	68.2	9,130-8,990
V	Is_N02	humic soil	IAAA-51746	-28.61 +/- 1.04	8,170 $\pm$ 50	7,290 BC - 7,270 BC 7,260 BC - 7,220 BC 7,190 BC - 7,070 BC	3.9 7.9 56.4	9,240-9,020
V	Is_S03	humic soil	IAAA-51750	-19.76 +/- 0.84	8,140 $\pm$ 50	7,180 BC - 7,060 BC	68.2	9,130-9,010
V	Is_S1	humic soil	IAAA-60062	-20.49 +/- 0.69	8,300 $\pm$ 50	7,480 BC - 7,300 BC	68.2	9,430-9,250
V	Is_S2	humic soil	IAAA-60063	-20.83 +/- 0.76	8,560 $\pm$ 60	7,610 BC - 7,535 BC	68.2	9,560-9,485
VI	Is_C1	humic silt	IAAA-60061	-20.14 +/- 0.61	21,670 $\pm$ 150	19,880 BC - 19,580 BC	68.2	21,830-21,530

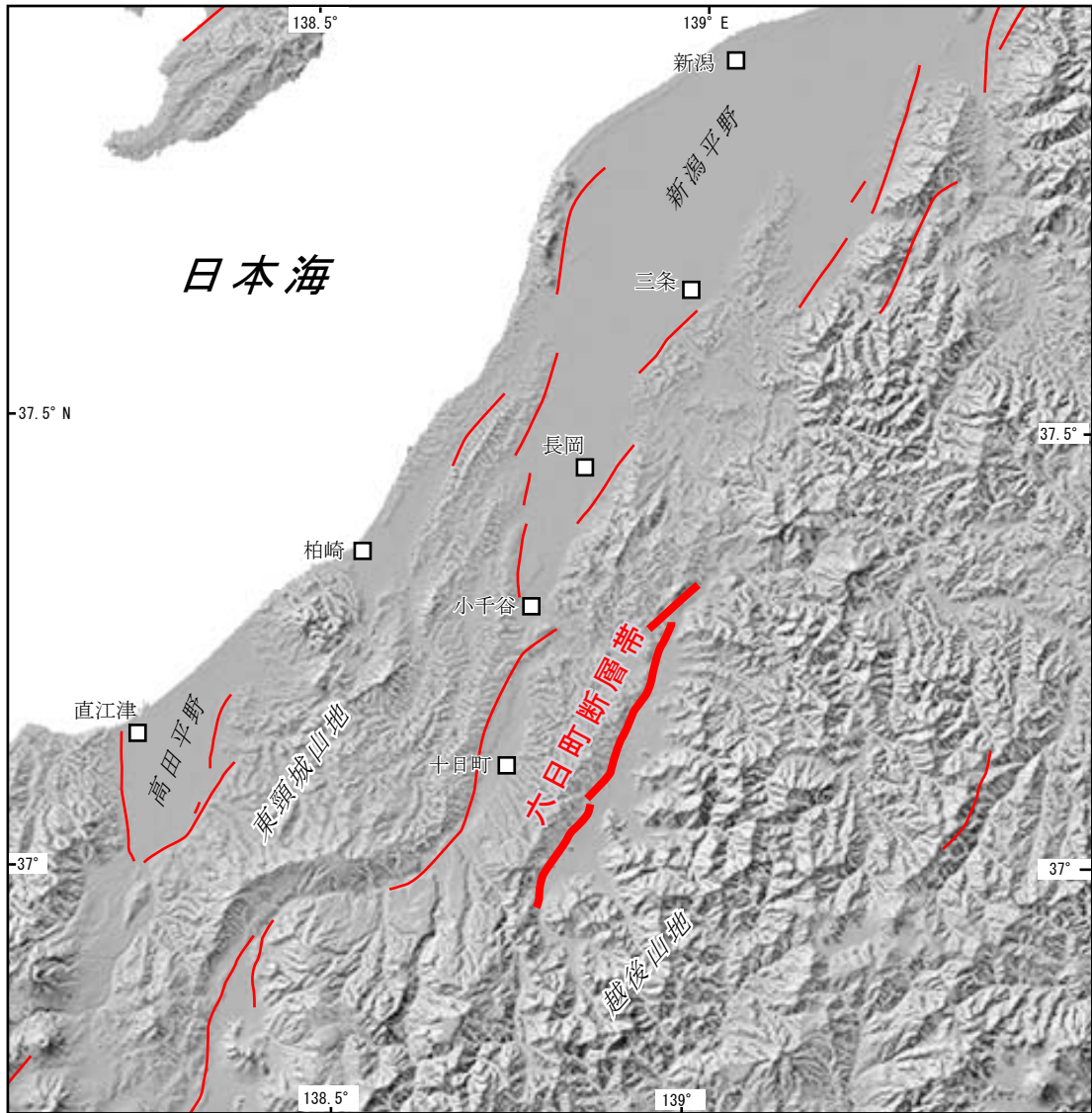


図1 新潟県周辺における活断層分布.

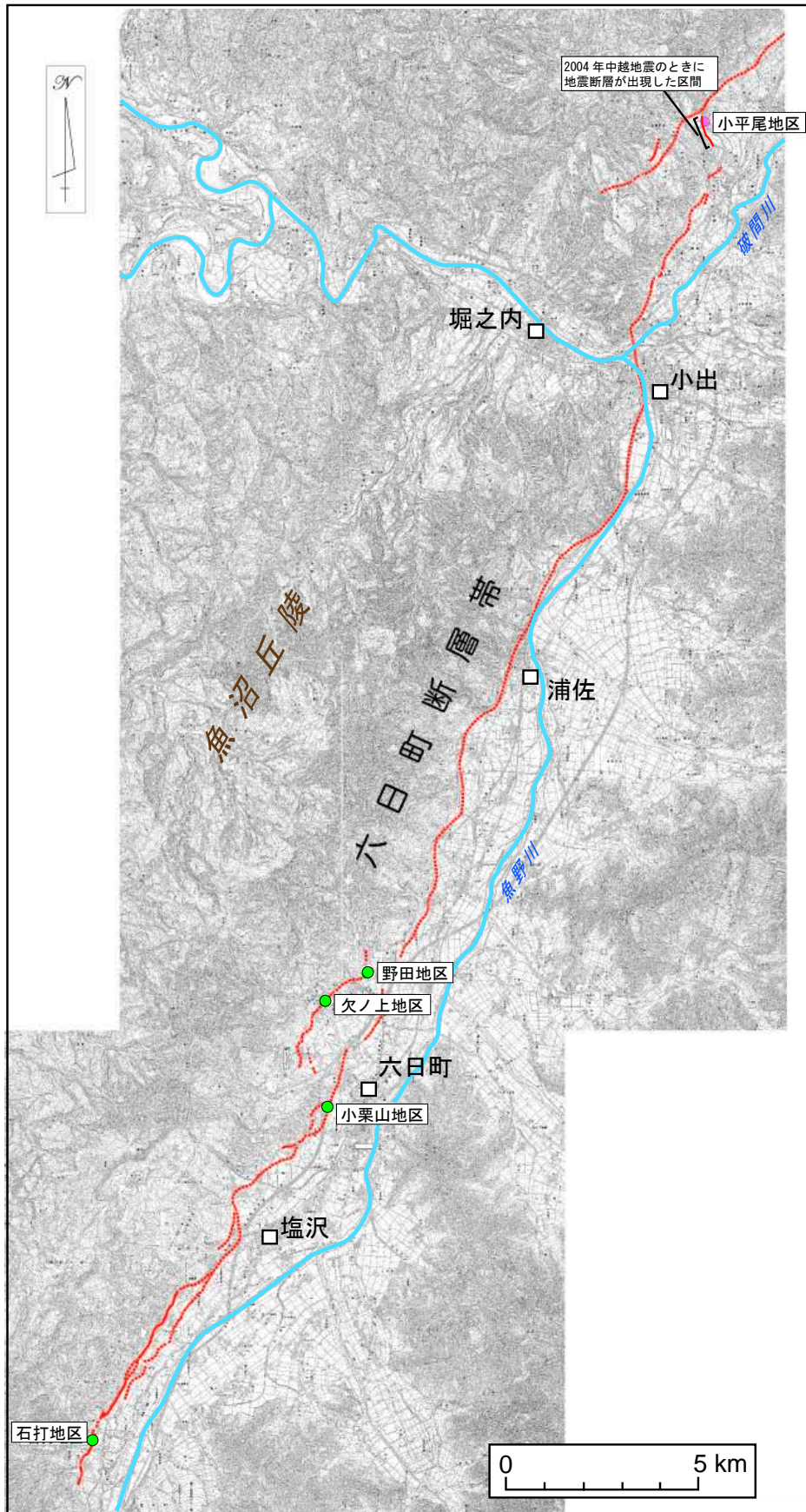


図2 調査地点位置図.

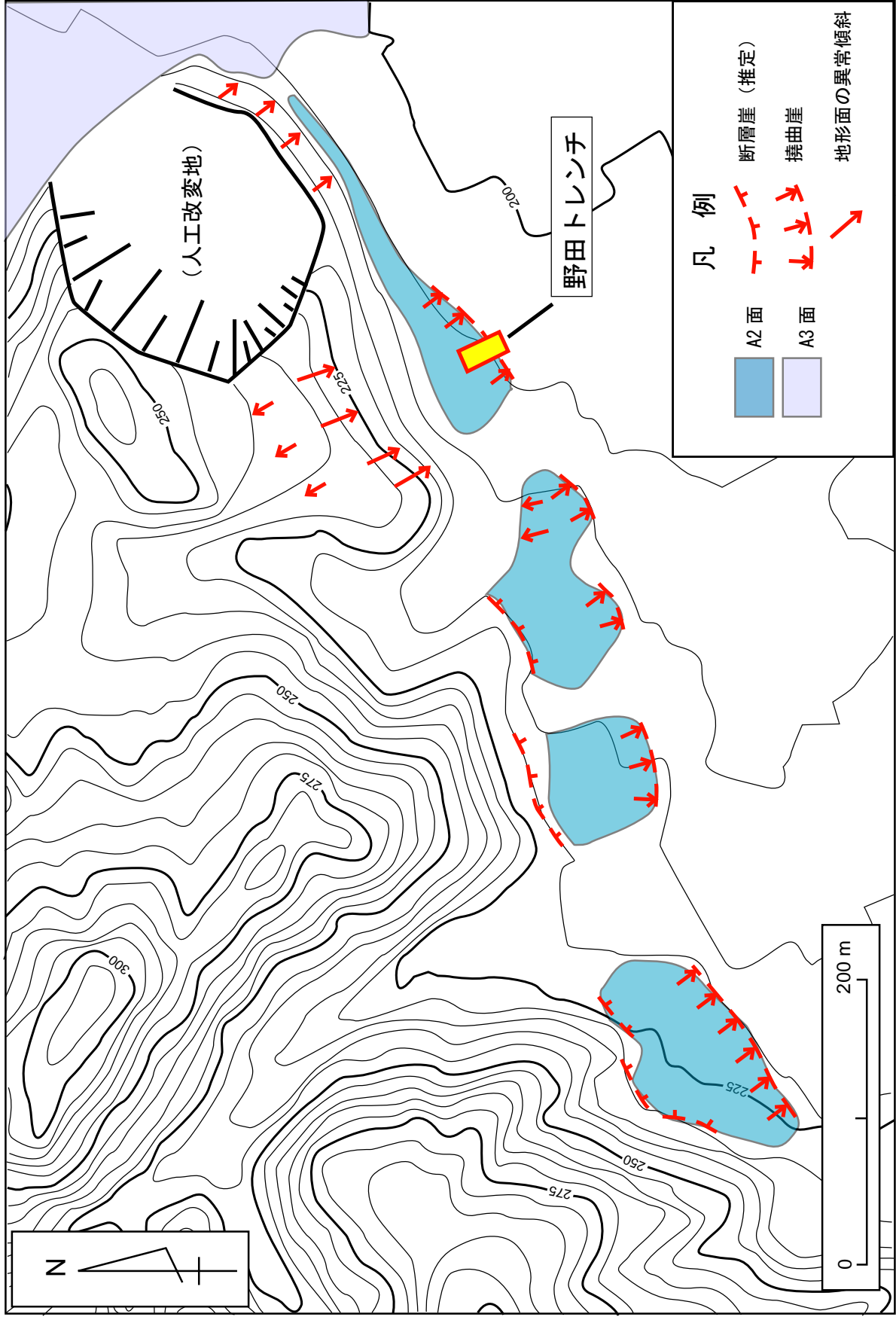


図3 野田地区周辺に認められる断層トレース。



図 4 野田トレンチの壁面写真. 上: 北面, 下: 南面.

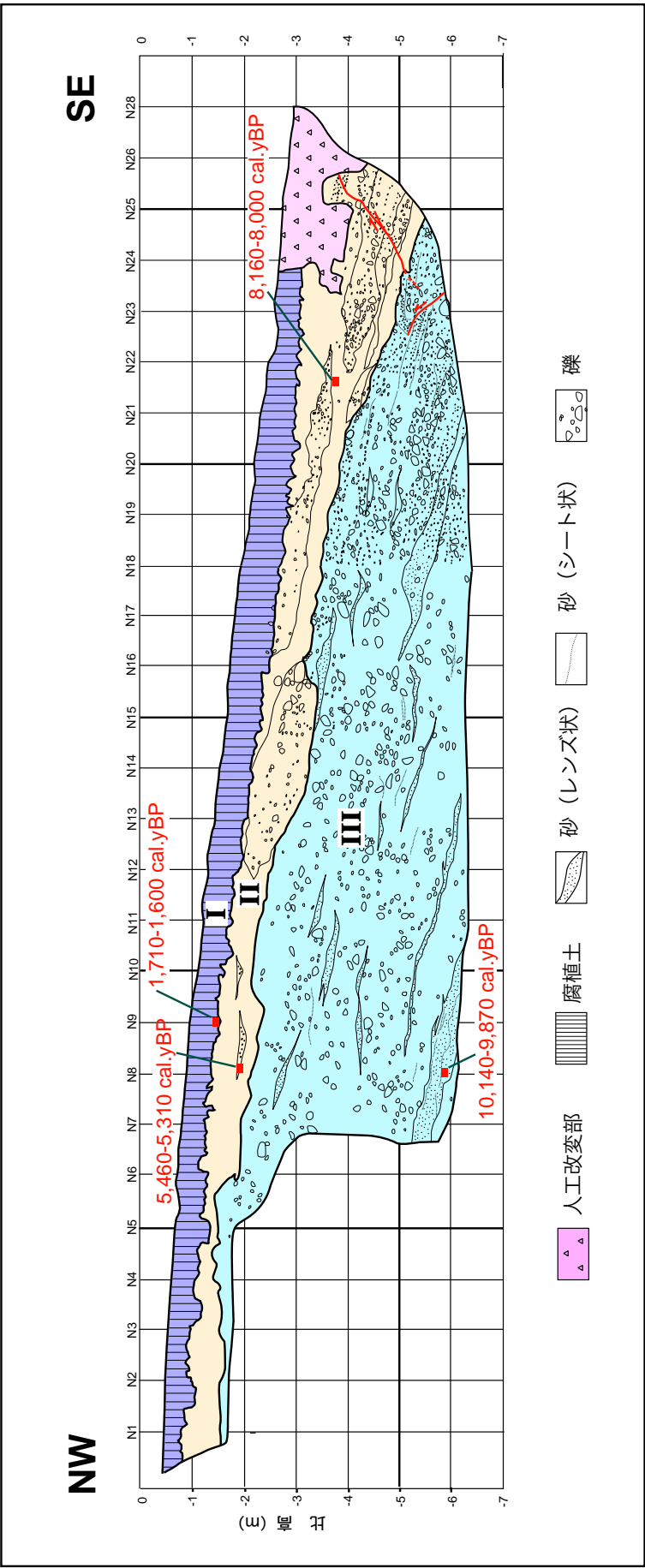


図5 野田トレンチ北面のスケッチおよび<sup>14</sup>C年代. 年代は暦年校正した値 (誤差幅は1シグマ).

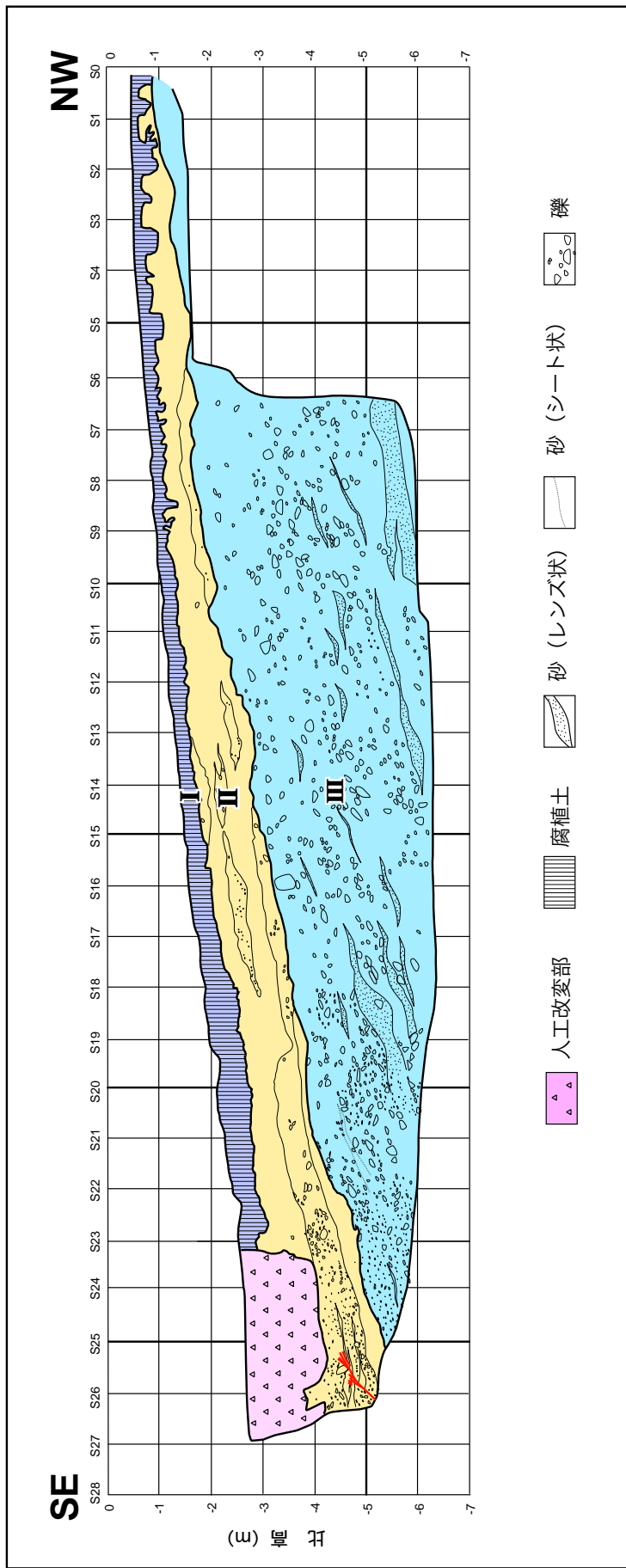


図6 野田トレンチ南面のスケッチ.

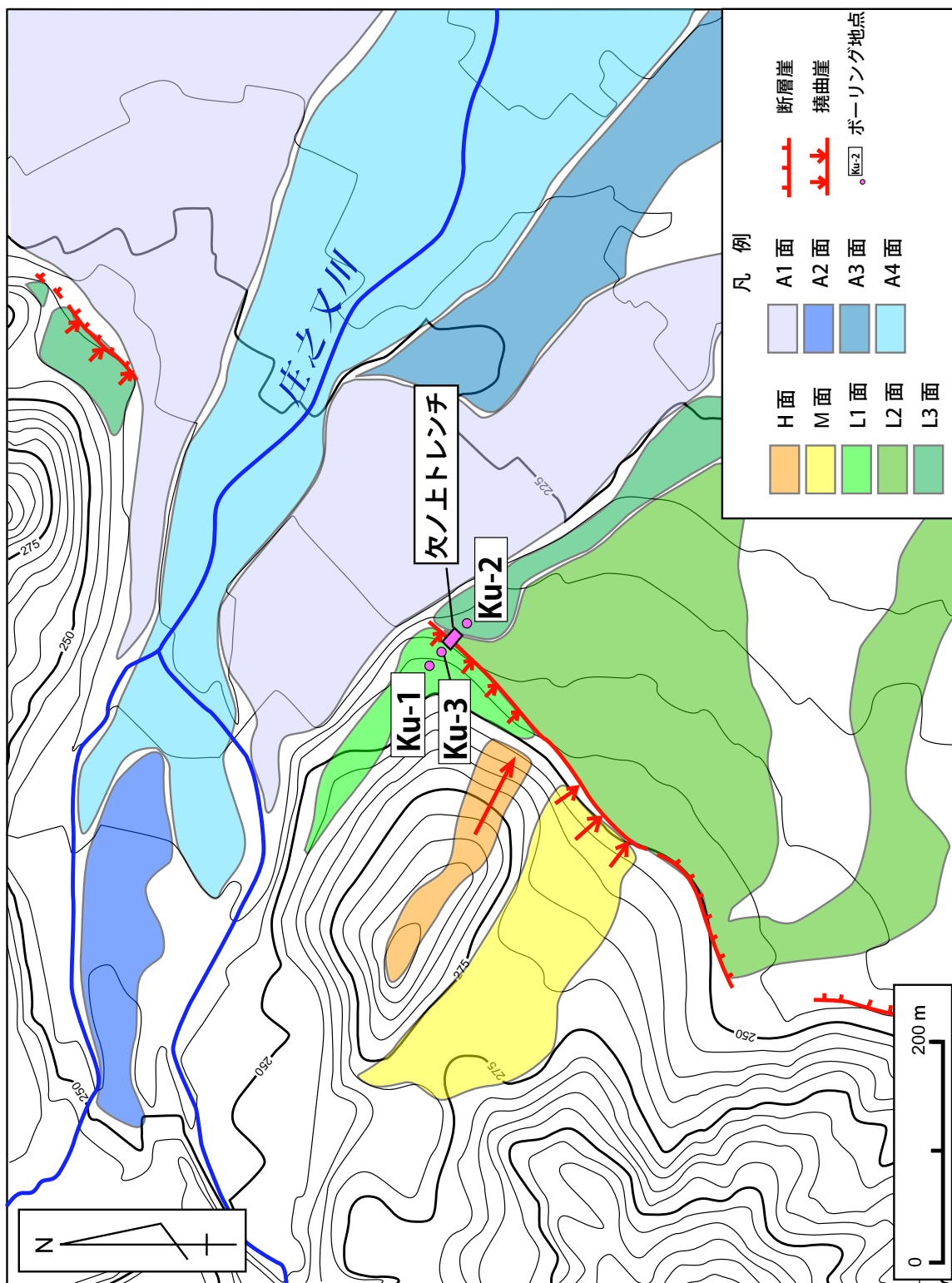


図7 欠ノ上地区周辺に認められる断層トレース。



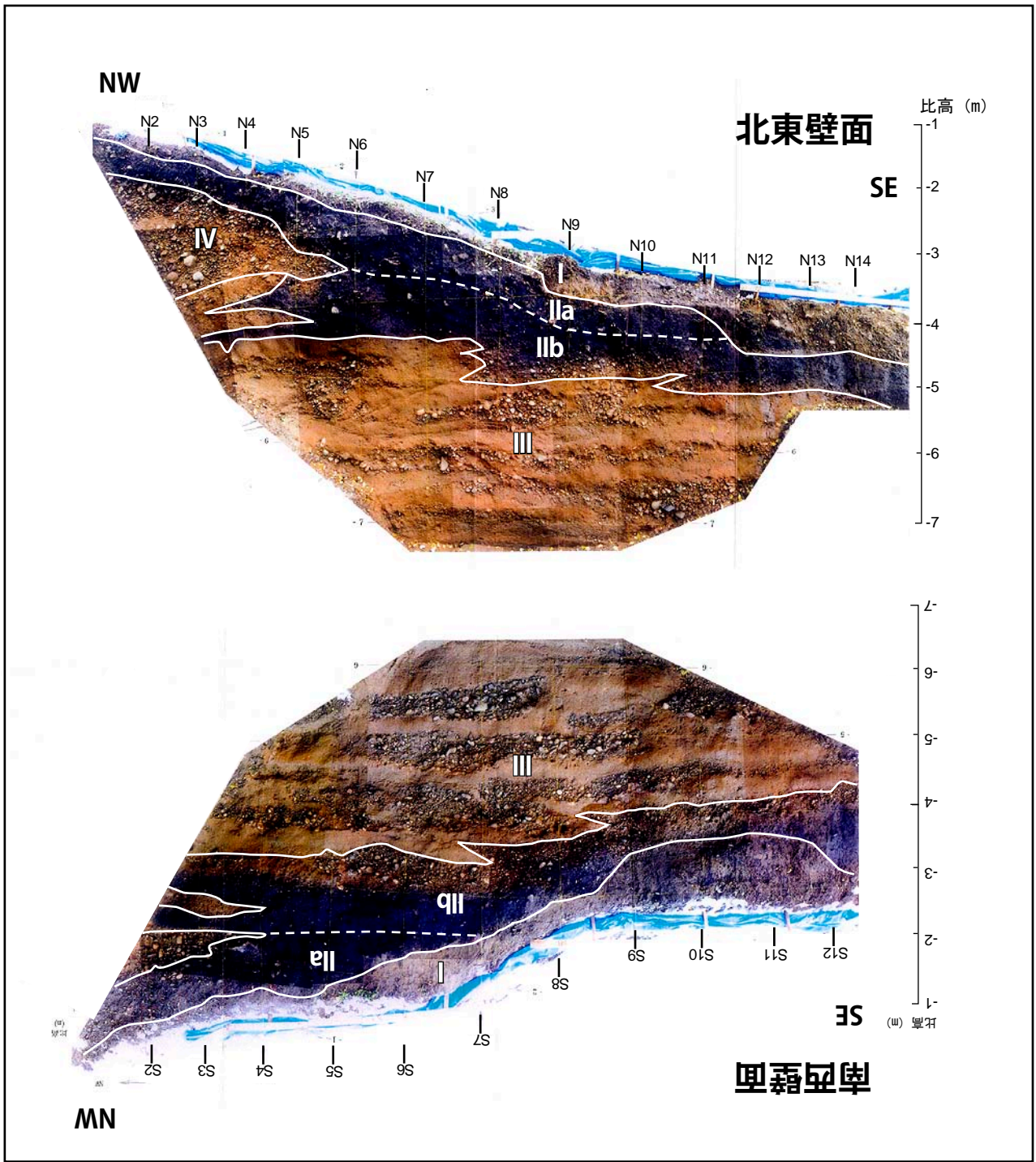


図8 欠ノ上トレンチの壁面写真。上：北面，下：南面。

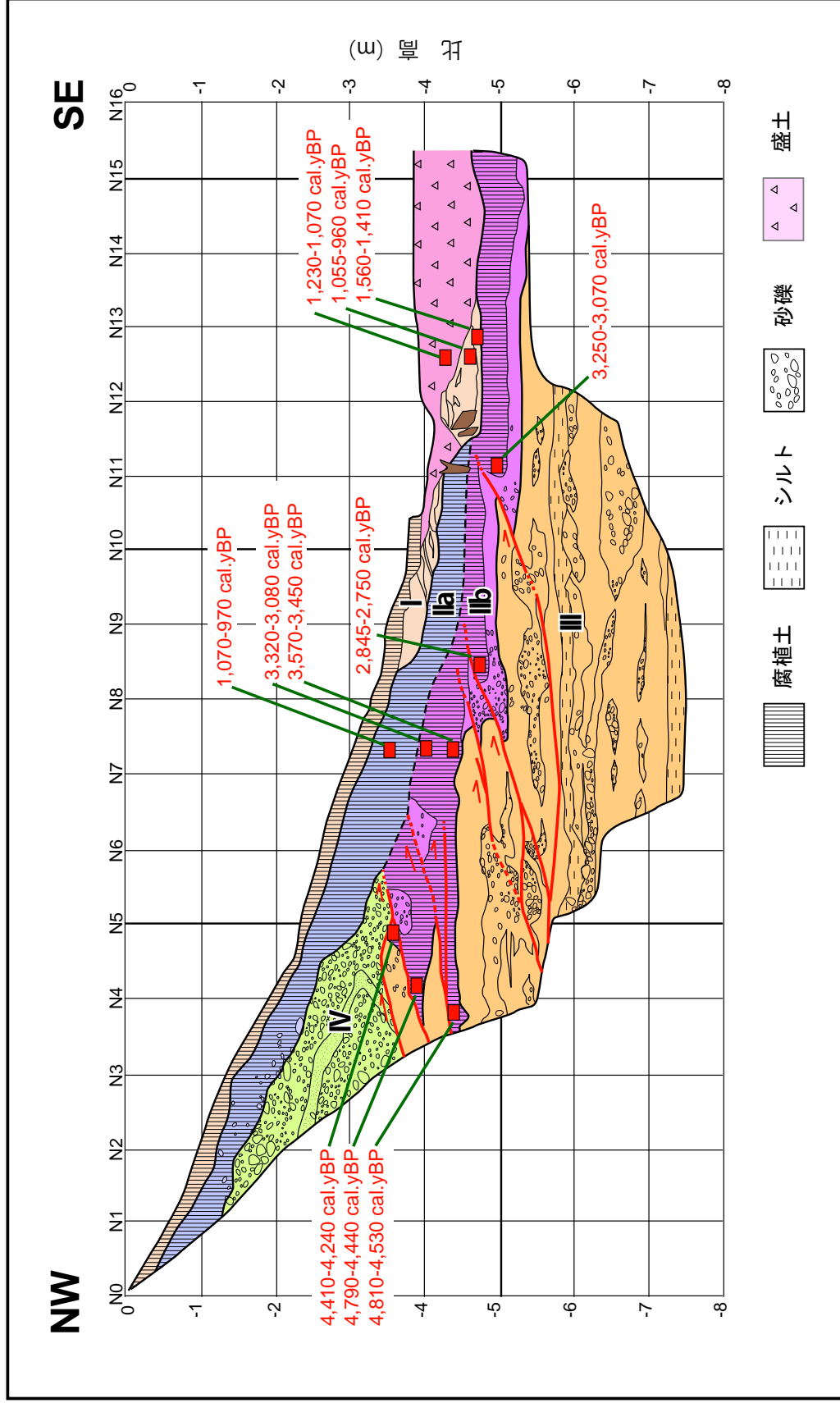


図9 穴ノ上トレンチ北東壁面のスケッチおよび<sup>14</sup>C年代. 年代は暦年較正した値 (誤差幅は1シグマ).

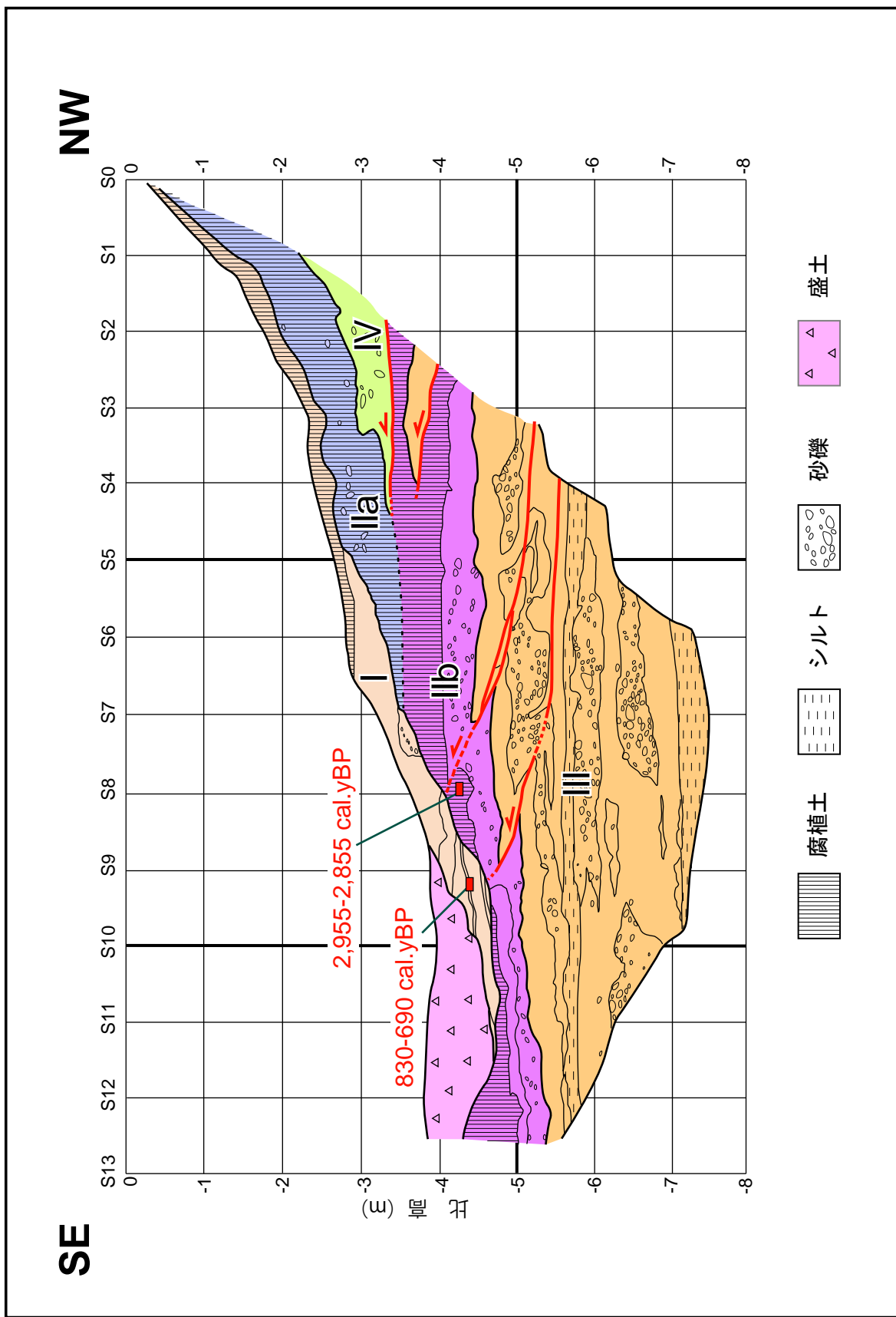


図10 矢ノ上トレンチ南西壁面のスケッチ<sup>14</sup>C年代. 年代は暦年較正した値 (誤差幅は1シグマ).

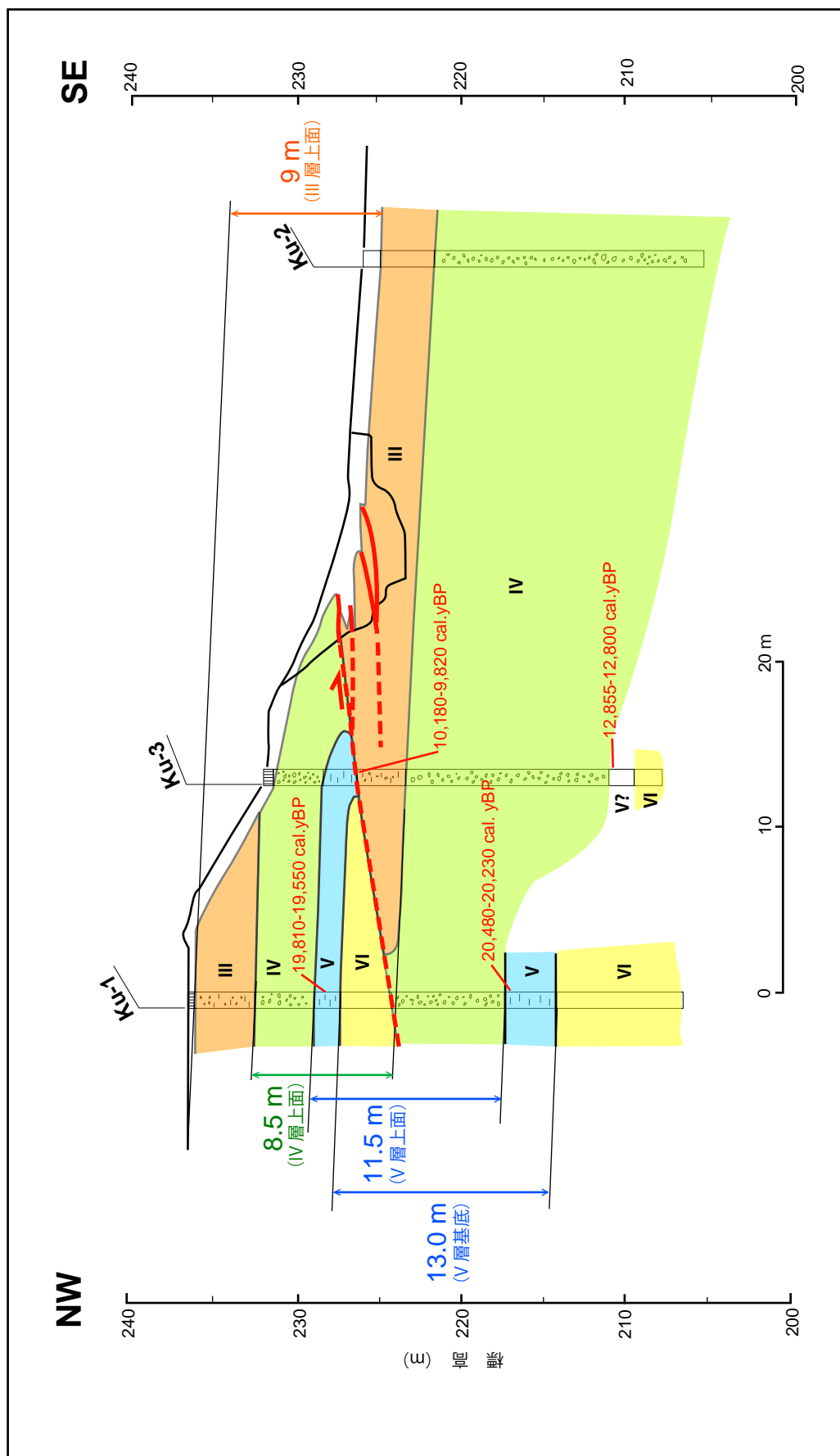


図 11 欠ノ上地区で実施したボーリング調査結果に基づく推定地質断面。年代は暦年較正した値（誤差幅は1シグマ）。

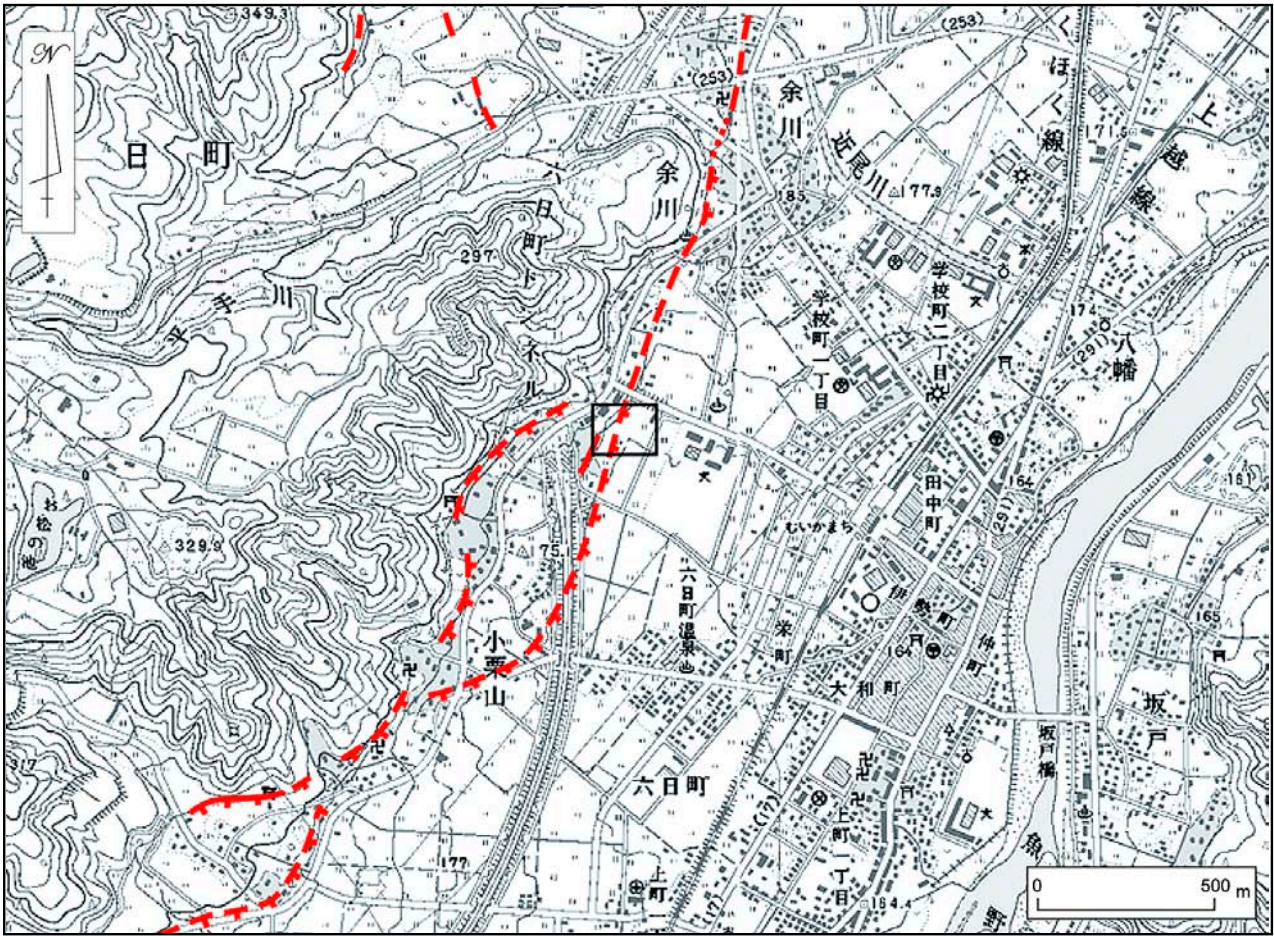


図 12 小栗山地区周辺に認められる断層トレース。断層線は鈴木ほか（2001）による。

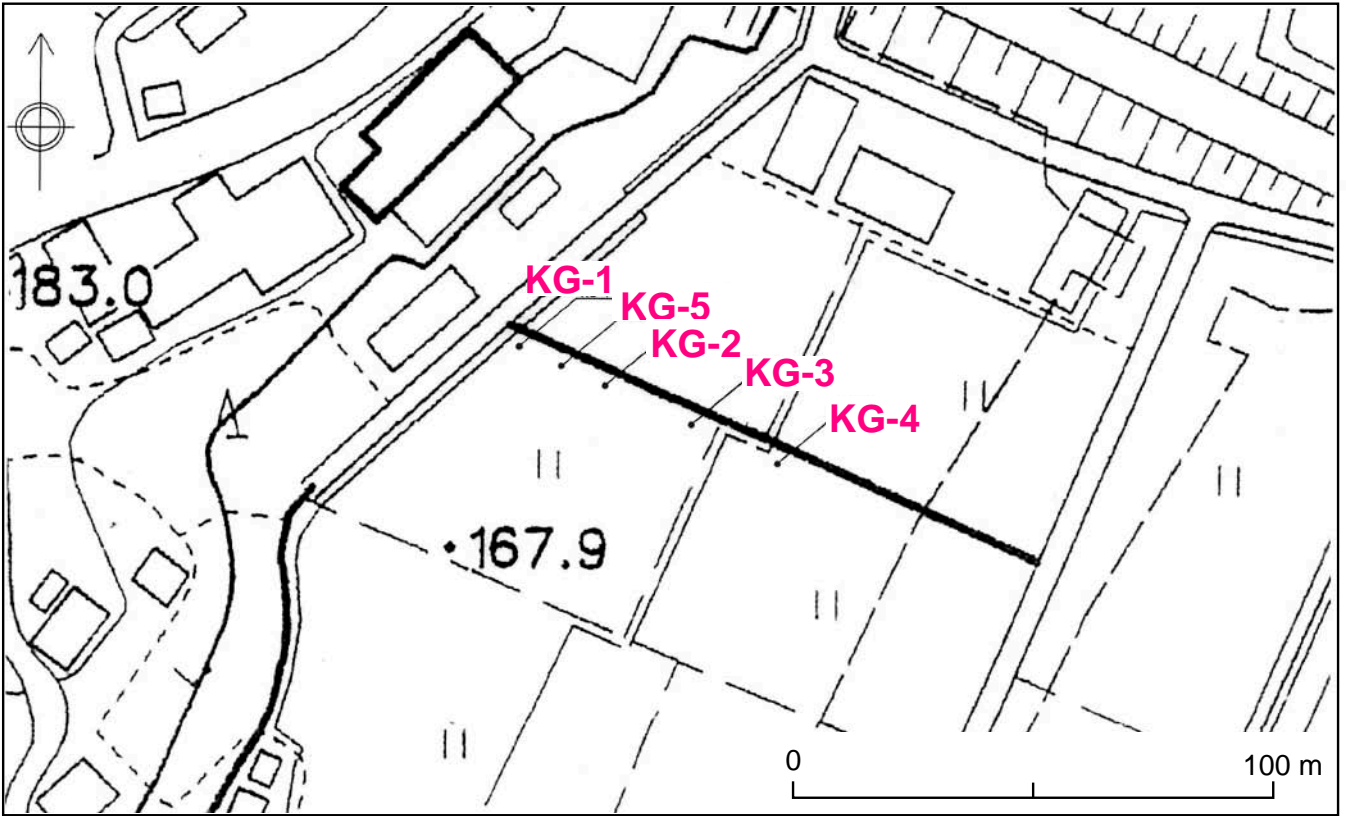


図 13 小栗山地区ボーリング掘削地点。基図は旧六日町市発行 1/2,500 都市計画図を使用。

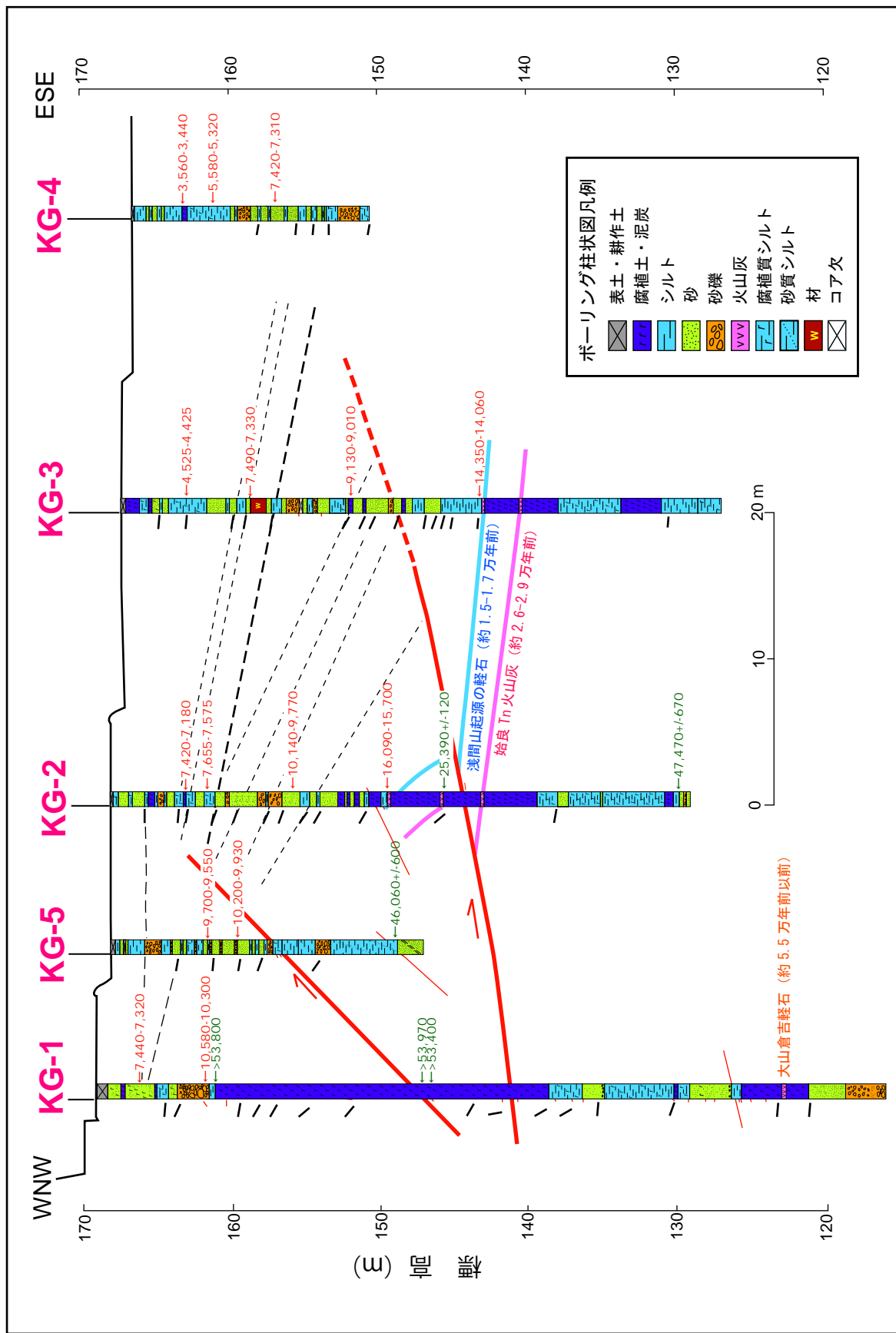


図 14 小栗山地区のボーリング地質断面。赤字の年代は暦年較正值 (誤差幅は 1 シグマ)。柱状図脇の黒線は層理面の傾斜角 (方向は不明) を示す。

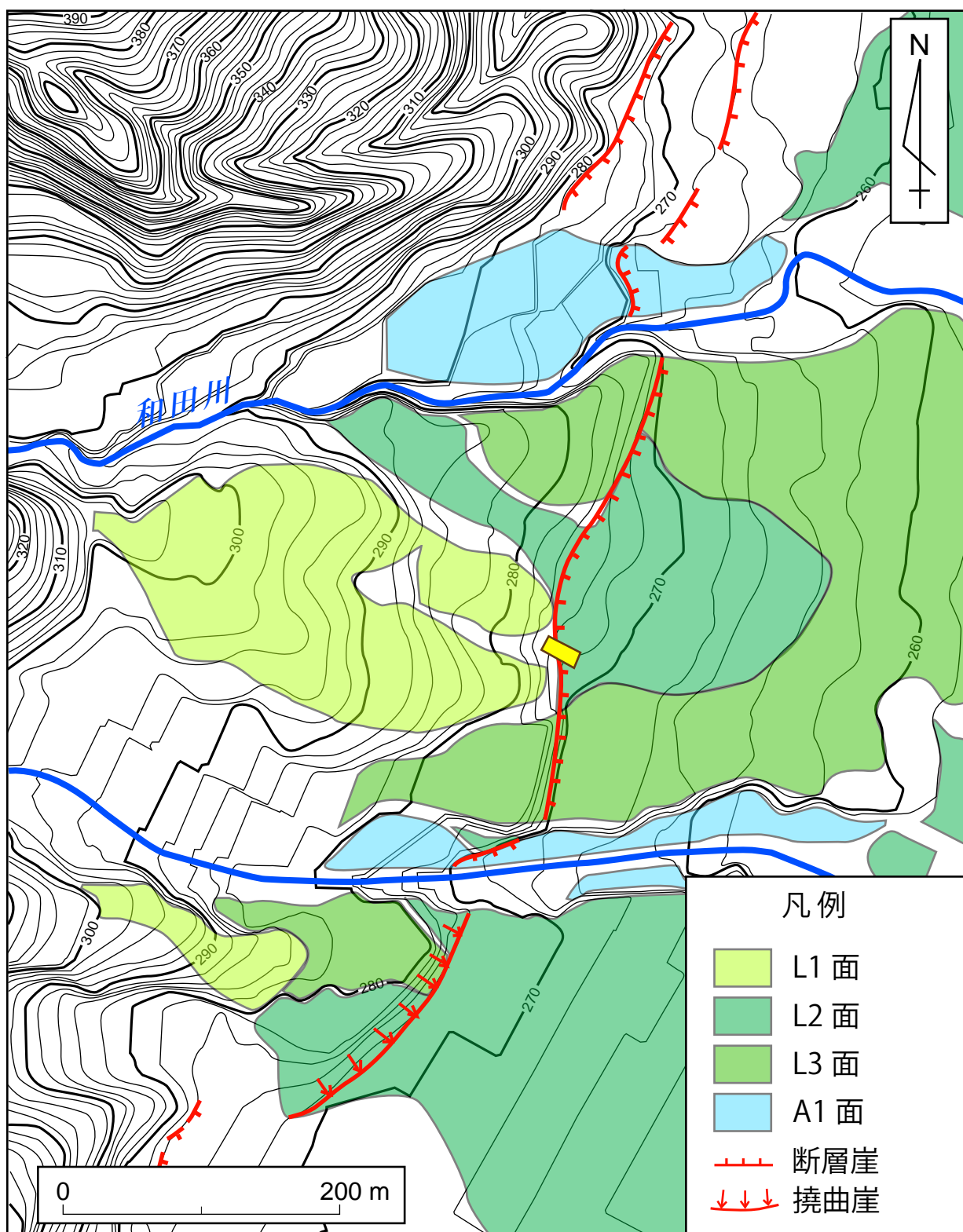


図 15 石打地区周辺に認められる断層トレース.



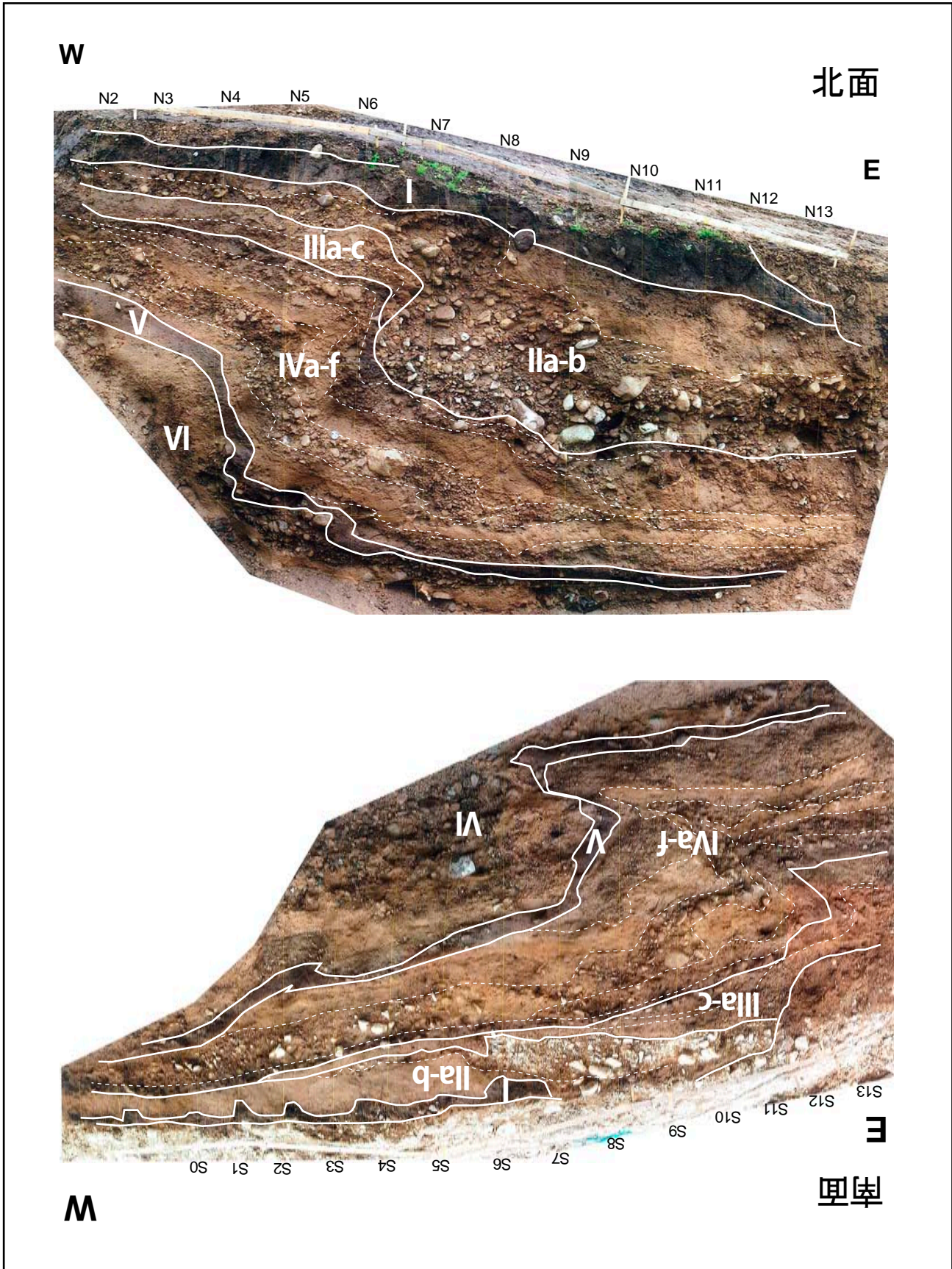


図 16 石打トレンチの壁面写真。上：北面，下：南面。

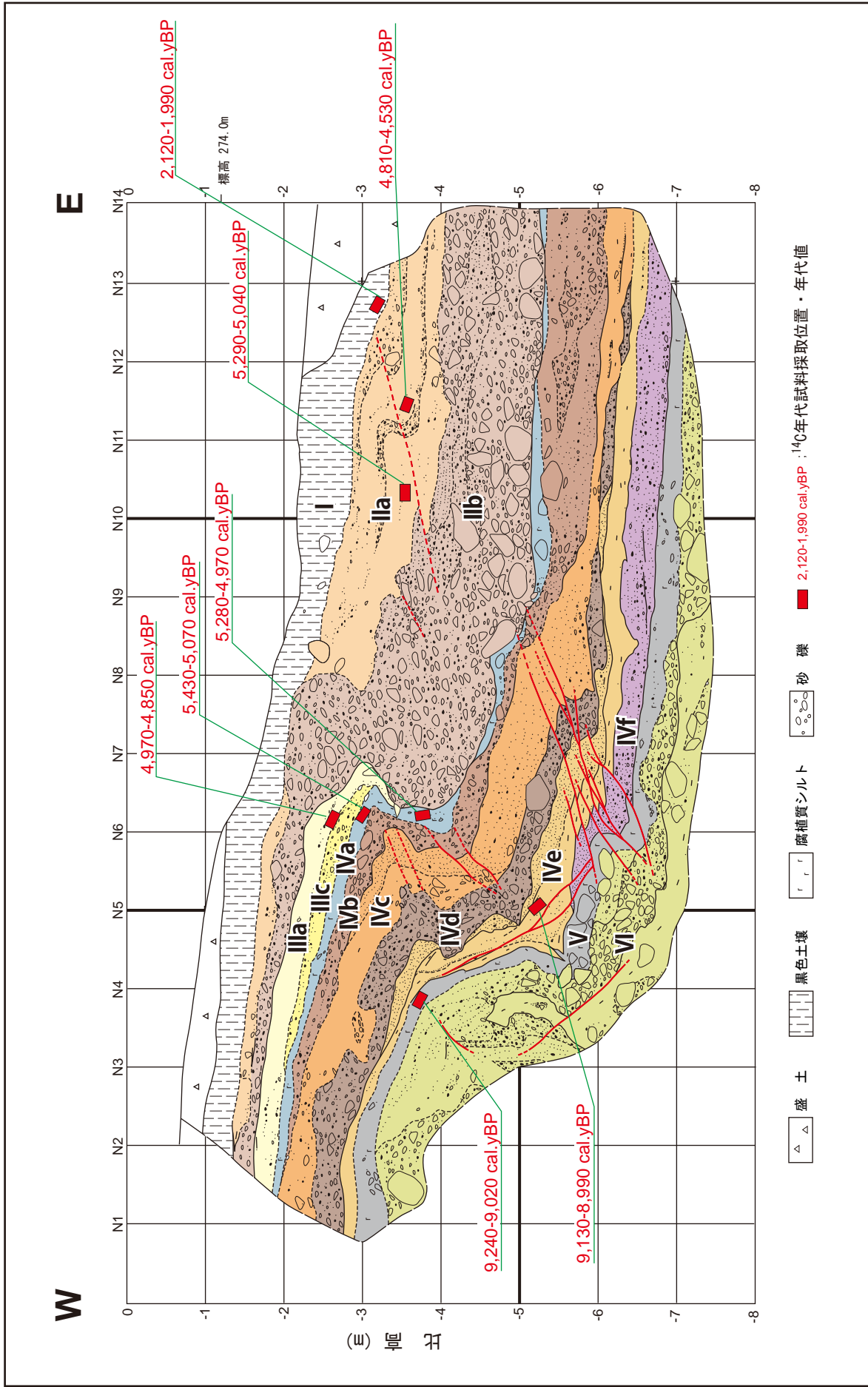
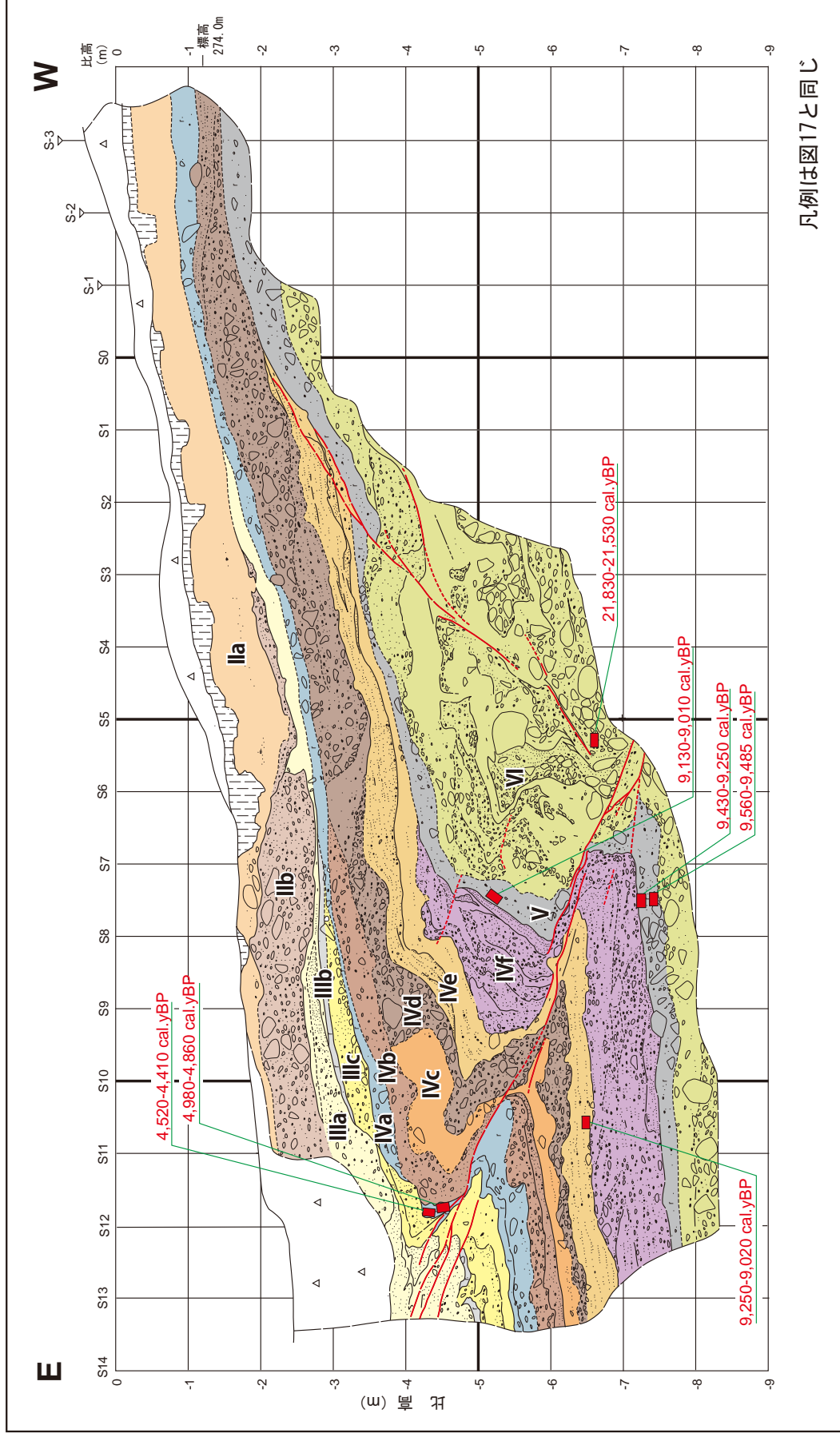


図 17 石打トレンチの北面スケッチおよび <sup>14</sup>C年代. 年代値は暦年較正値 (誤差幅は1シグマ).



凡例は図17と同じ

図 18 石打トレンチの南面スケッチおよび<sup>14</sup>C年代. 年代値は暦年較正值 (誤差幅は1シグマ).

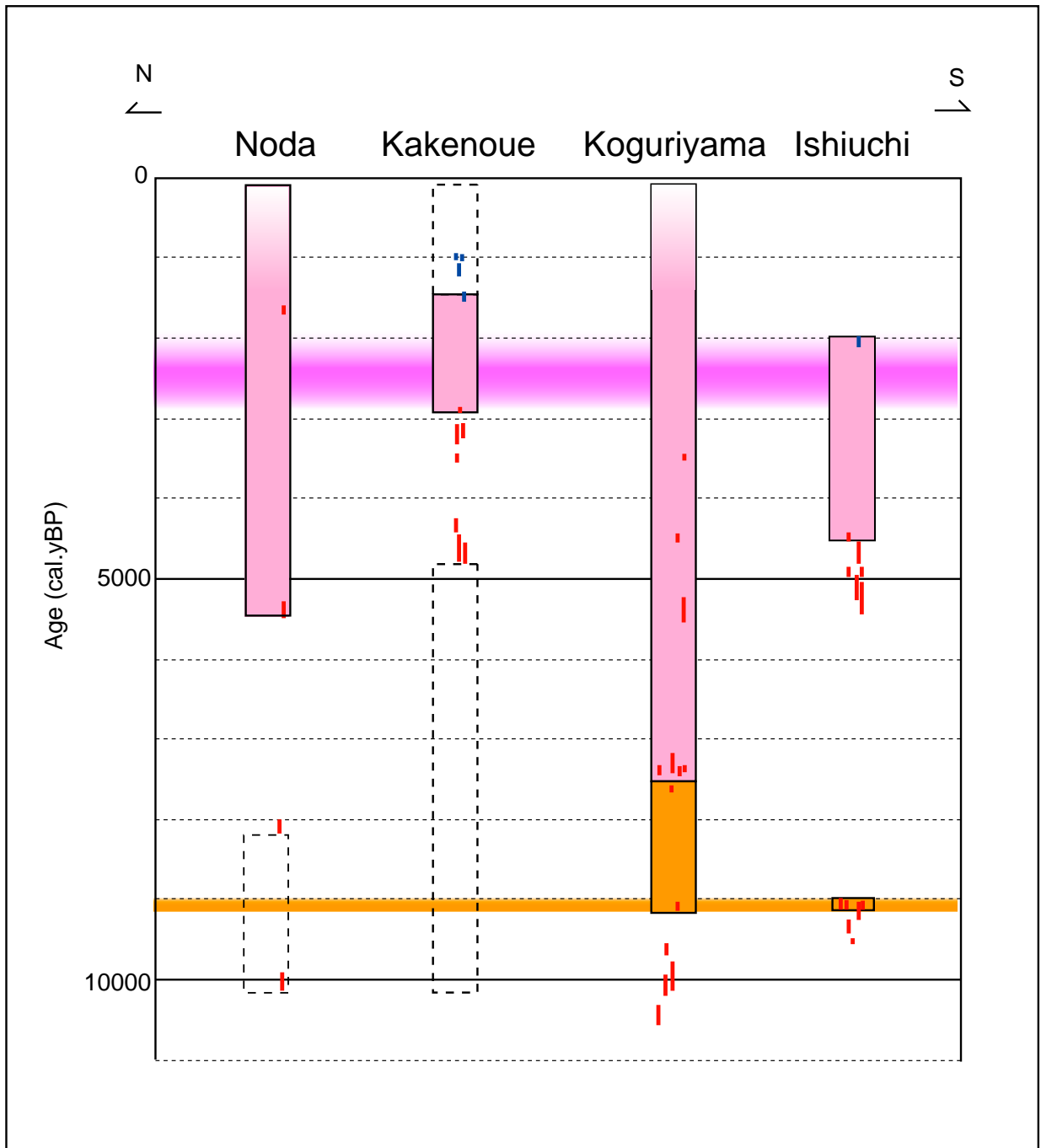


図 19 六日町断層帯中～南部における断層活動時期の比較.