

立川断層の活動履歴調査：瑞穂町箱根ヶ崎におけるトレンチ及び ボーリング調査結果

The latest faulting event of the Tachikawa fault in Tokyo Metropolis: Results of trenching and boring surveys at Hakonegasaki, Mizuho Town

宮下由香里¹・田中竹延²・市川清士³

Yukari Miyashita¹, Takenobu Tanaka² and Kiyoshi Ichikawa³

¹ 活断層研究センター (Active Fault Research Center, GSJ, AIST, yukari-miyashita@aist.go.jp)

^{2,3} 株式会社阪神コンサルタンツ (Hanshin Consultants Co. Ltd.)

Abstract: Two trenching surveys and twenty-four boring surveys at Hakonegasaki in northwestern part of Tokyo Metropolis revealed that the latest surface-faulting event of the Tachikawa fault occurred between about 12,170 BC and 7,300 years ago. Silt layers of the paleo-Sayamagaike deposits from boring cores show no evidence for drastic environmental change caused by faulting event during their deposition.

キーワード: 活断層, 古地震学, 立川断層, 東京都, トレンチ調査

Keywords: active fault, paleoseismology, Tachikawa fault, Tokyo, trenching survey

1. はじめに

立川断層帯は、埼玉県入間郡名栗村から東京都青梅市、立川市を経て府中市に至る、長さ約 34 km の活断層である (吉岡ほか, 2005)。立川断層帯は、北西部の長さ約 10 km, N60°W 走向, 左横ずれを示す名栗断層と、南東部の長さ約 21 km, N40°W 走向, 北東側隆起を示す立川断層から構成される (第 1 図)。立川断層については、これまでに多くの古地震調査や地下構造探査が実施されてきた (たとえば, 東京都, 2000, 2004)。これらの調査結果に基づき、同断層の最新活動時期については、東京都 (2000) が「約 1900 年～1500 年前」としているのに対し、地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2003) は「約 2 万年前以降, 約 1 万 3 千年前以前」とする評価を出している。

そこで活断層研究センターでは、最新活動時期をはじめとする立川断層の活動履歴の解明を目的として、2004 年度より同断層の調査を開始した。2004 年度は、とくに最新活動時期を絞り込むことと、東京都 (2000) により 4 世紀前後の活動を示唆する堆積物が得られている旧狭山ヶ池堆積物を検証することを目的として、東京都西多摩郡瑞穂町箱根ヶ崎において、24 本のボーリング調査と 2ヶ所でのトレンチ調査を実施した。

その結果、トレンチにおける立川断層の最新活動時期は、約 14,000 年前以降, 約 7,300 年前以前である可能性が高いことが明らかとなった。また、旧狭

山ヶ池堆積物中に、断層活動イベントを示唆するような層相や地質構造は認められなかった。

2. 調査地点の概要

箱根ヶ崎を含む武蔵野台地西部は、山崎 (1978) によって、地形地質調査に基づく詳細な地形面区分がなされた。これらのうち、箱根ヶ崎地域には、Tc3 (青柳) 面と Tc2 (立川) 面 (それぞれ 15-20 ka, 20-30 ka; 貝塚ほか, 2000) が分布する。トレンチは、Tc3 面上の比高 2～3 m の断層崖を横断する 2ヶ所で掘削した。その結果、いずれのトレンチ壁面においても、明瞭な断層が露出した。ここで、北側のトレンチをトレンチ A, 南側のトレンチをトレンチ B と呼ぶ (第 2 図)。

3. トレンチ壁面の地層の記載

トレンチ A, B の各壁面に分布する地層および地質構造は、大局的には同じである。以下にそれらの概要を記載する。なお、トレンチ壁面から採取した試料の ¹⁴C 年代測定は、(株) 加速器分析研究所に、テフラ分析試料は、(有) 古澤地質調査事務所に依頼した。

3.1 トレンチ A

トレンチ A 壁面に露出した地層を、層相の差異と連続性に基づき、上位より、1 層から 3 層に区分した (第 3 および第 4 図)。

1層：現在の地表面とほぼ平行に分布する黒色腐植土層である。層厚は10～50 cmと変化に富むが、断層の隆起側と低下側で層厚の系統的な差異は認められない。本層の2試料からは4340～4040 BCおよび3960～3760 BCの¹⁴C年代（暦年較正值；以下同）が得られた。またトレンチ北西面の断層を挟んで2カ所の柱状試料から火山噴出物を検出した結果、双方において1層最下部からK-Ahテフラ(7.3 ka;町田・新井, 2003) 起源の火山ガラスが確認された。

2層：径1 cm以下のスコリアを含むローム層である。3層起源と考えられる礫を含む2b層と、礫を含まない2a層とに細分した。2a層の上面は現在の地表面にほぼ平行である。また、2a層の上位3分の1程度は細粒で褐色化しており、風成層と推定される。2a層の下位3分の2はスコリアを多く含む。2a層上部よりは粗粒であるが、これに移化している。2a層全体の層厚は、断層帯の隆起側で60 cm程度であるのに対し、低下側では150 cm以上と急激に厚くなる。2b層はローム基質中に中礫～中粒砂を含む。断層帯付近（斜面の肩の部分）でやや厚くなり、北西面の隆起側では消滅することから、後述する3層離水後に形成された斜面堆積物であると考えられる。本層上部からはUGテフラ(12-15 ka;町田・新井, 2003より推定)が検出された。

3層：小～中礫を主体とする砂礫層である。亜円～円礫から構成され、層理が発達する。また、層厚約10 cmの砂層を挟む。層相より、Tc3面構成層と判断される。

3.2 トレンチB

トレンチB壁面に露出した地層を、上位より1層から5層に区分した（第5～8図）。

1層：黒色土からなる耕作土である。

2層：現在の地表面とほぼ並行に分布する黒色腐植土である。層厚は20 cm程度とほぼ一定であるが、南東壁面の横軸1.2～3 m, 5.3～6.3 m付近では、3層上面の窪みを埋積するため厚くなる。本層からは、40 BC～AD 130, 3970～3770 BCの2つの¹⁴C年代が得られるとともに、K-Ahテフラ起源の火山ガラスが検出された。

3層：3a層は径1 cm以下のスコリアを含むローム層である。3a層の上面は現在の地表面にほぼ平行である。3a層の層厚は、断層帯の隆起側では10～20 cm程度と薄いですが、断層帯の低下側では1 mに達する。内部に成層構造は発達していない。3b層は火山灰質シルトと砂を基質とし、小～中礫を含む。3a層最上部からは、UGテフラが検出された。

4層：小～中礫サイズの亜円礫を主体とする砂礫層である。基質および基質/礫比の差異により、4a～4c層に細分した。4a層は細粒～中粒砂を基質とし、粗粒砂～細礫層を挟む。4b層は、細粒砂基質中に腐植分を含み、褐色を呈する。4c層は細粒～中粒砂を

基質とし、青灰色を呈する。各層とも層理が発達する。

5層：大礫を主体とする砂礫層である。成層構造が発達する。基質は粗粒砂を多く含み、全体的に4層より粗粒となっている。礫のインブリケーションは、南西から北東方向の古流向を示す。本層の断層帯直近の隆起側は、マンガン鉱物によってセメンテーションされ、固結している。

なお、層相の類似性および累重関係より、トレンチAの1層, 2a層, 2b層, 3層は、トレンチBの2層, 3a層, 3b層, 4層もしくは5層に、それぞれ対比されると考えられる。

4. 断層活動イベント層準の認定とその時期

トレンチAでは、主として2条の断層からなる幅約1 mの断層帯が観察された。いずれの断層面ともトレンチ下部ではほぼ垂直であるが、上部に向かって複数条に枝分かれし、それぞれの最前面のものが最も低角となる。主要な断層は、少なくとも2a層最下部までを変位・変形させ、1層に覆われる。したがって、2層最下部堆積後、1層堆積前に、少なくとも1回の断層活動イベントが認定される。本トレンチ壁面で認定されるイベントは、この層準のみであり、これが最新活動イベントとなる。3層中に挟まれる砂層の腐植質部3試料からは、15,600～15,050 BC, 14,100～13,450 BC, 12,170～11,710 BCの¹⁴C年代が得られたことから、このイベントの年代は、12,170 BC以降と推定される。また1層からは、断層を挟んで両側の最下部からK-Ahテフラ起源の火山ガラスが検出されていることから、K-Ahテフラは1層の形成開始に近い時期に降下した可能性が高いと考えられる。したがってこのイベントの時期は、12,170 BC以降、約7,300年前以前となる可能性が高い。

トレンチBにおいても、トレンチAと同様に、上方に向かって複数条に分岐する断層帯が確認された。断層帯は下部ではほぼ垂直から70°北東傾斜を示す。

上部では、隆起側に分岐した断層面は垂直から70°程度南西傾斜を示し、低下側に分岐した断層面は50°程度の北東傾斜を示す。これらのうち主要な断層は、少なくとも3a層基底までを変位・変形させ、2層に覆われる。従って、3b層堆積後、2層堆積前に、少なくとも1回の断層活動イベントが認定される。本トレンチ壁面で認定されるイベントは、この層準のみであり、これが最新活動イベントとなる。2層最下部からはK-Ahテフラ起源の火山ガラスが検出されていることから、トレンチAの1層に対比されると考えられるが、3層以下からは年代試料は得られておらず、本トレンチでのイベントの年代は、約7,300年前以前の可能性があるとしかねない。

なお、トレンチBの南東面では、断層の低下側を埋積するように分布する3a層の最上部でUGテフラが確認されている。これに対し、断層の隆起側では

礫層の直上に再堆積した UG テフラを含む層準が検出され、さらに本トレンチ隆起側約 20 m 延長部で掘削したボーリングコア (No. 5) では、礫層上面から 0.3 m 上のローム層中で UG が確認されている。これらのことから、3a 層は礫層上面の段差を埋めながら、低下側で厚く堆積した可能性がある。その場合、最新活動時期は UG テフラ (12-15 ka) 堆積以前に限定できることになる。

5. ボーリング調査の概要

ボーリング調査は、断層活動イベントによってもたらされた、あるいは、これに関連した環境変化を示す堆積物を確認することを目的として、トレンチ B 付近の断層崖上部から、狭山ヶ池を含む約 300 m × 600 m の範囲で実施した (第 2 図)。現在解析途中であるが、第 9 図にこれまでに得られた結果の断面図を示す。

大局的な層序は、上位より、腐植土層、ローム層、シルト層 (旧狭山ヶ池の堆積物) および砂礫層から構成される。シルト層は断層の低下側だけに分布し、腐植分を含み暗灰色を呈する下部と、青灰色を呈する上部とに大別される。両シルト層の色調変化は漸移的である。

暗灰色シルト層上面は、No. 13 および No. 25 コアの対比から (第 9 図には示していないが、No. 20, No. 22 コアも同様)、ほぼ水平 (標高約 136 m) であることが明らかとなった。また、本層は、No. 10 および No. 26 コアでは認められない。以上より、本層上面で規定される旧狭山ヶ池の広がり、上記 4 地点と現在の狭山ヶ池を含む範囲であったことが示唆される。本層中には粗粒堆積物や層相の急激な変化は認められない。

その上位を占める青灰色シルト層上面は、No. 12 を除くとほぼ水平 (標高約 137~138 m) であり、No. 8~3 および No. 8~4 コア中にも認められる (第 2 図)。以上より、本層上面で規定される旧狭山ヶ池の広がり、上述した暗灰色シルト層分布域よりもやや大きかったと推定される。なお、本層中にも粗粒堆積物や層相の急激な変化は認められない。

一方、下位の砂礫層上面の標高は、断層崖にほぼ平行な北西から南東に向かって、No. 4 で 136.2 m, No. 8~4 で 135.8 m, No. 25 で 133.9 m であり、現地表面の高低と対応している (第 2 図)。従って、上記シルト層は、砂礫層堆積後、最も標高の低い現在の狭山ヶ池付近を埋積し、徐々にその層厚を増しながら面積を拡大していったことが推定される。

ボーリング調査地域を含む箱根ヶ崎地域は、山崎 (1978) によると Tc3 面とされている。断層両側の砂礫層が、Tc3 面構成層であり同一時間面を表していると仮定すると、断面 1 北東側 (トレンチ B を含む) に分布するローム層と南西側に分布するシルト層は、

同時異相となる。No. 5 コアおよびトレンチ B のローム層が UG (12-15 ka) を挟むことと、No. 25 コアの暗灰色シルト層の ^{14}C 年代値 (19,150~9,230 BC) は、これと矛盾しない。

以上をまとめると、次のような古環境が復元される。1) 暗灰色シルトは最も標高の低い凹地を埋積するように堆積し、2) その周辺の陸上にはロームが堆積していた。3) 同じ時期、トレンチ A 地点は砂礫が堆積するような河床であった。4) その後、断層活動イベントが起こり、現在見られる崖地形を形成した。なお、旧狭山ヶ池堆積物と推定したシルト層分布の北東縁は、現在の立川断層の断層崖とほぼ平行であり、シルト層堆積時にはすでに崖地形が存在していたことが推定される。しかし、シルト層の堆積開始と崖地形を形成する断層活動との直接的な関係は不明である。

6. まとめと今後の課題

立川断層中部、瑞穂町箱根ヶ崎において、2 つのトレンチ調査と 24 本のボーリング調査を実施した。その結果、両トレンチで明瞭な断層が露出した。断層面は垂直から東傾斜を示し、上方に向かって複数条に分岐する。トレンチ壁面観察、 ^{14}C 年代測定およびテフラ分析より、断層の最新活動イベントは、12,170 BC 以降、約 7,300 年前以前である可能性が高いことが明らかとなった。ボーリング調査の結果、旧狭山ヶ池の堆積物であるシルト層中に、断層活動イベントを示唆するような粗粒な堆積物や、急激な環境変化は認められなかった。

今後は、東京都 (2000) が示すような歴史時代のイベントの有無を検証することも含めて、断層の最新活動時期をより限定すること、複数回のイベントを発掘し、断層活動間隔を求めること、変位の方向と変位量を見積もることが必要である。

謝辞 本調査を進めるにあたって、地権者の皆様のご協力を賜りました。UG テフラの年代に関しては、(株) ダイヤコンサルタントの小林 淳氏にご教示頂きました。また、トレンチ B 調査の際には、周辺住民の方々に、温かい励ましを頂きました。以上の方々に、深く感謝の意を表します。

文 献

- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2003) 立川断層帯の長期評価について。 <http://www.jishin.go.jp/main/index.html>
- 貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦編 (2000) 日本の地形 4 関東・伊豆小笠原。東京大学出版会, 349p.
- 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.

岸本清行 (2000) 海陸を合わせた日本周辺のメッシュ地形データの作成: Japan250m.grd. <http://www.gsj.jp/GDB/openfile/open2000j.html>
 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラス. 東京大学出版会, 336p.
 東京都 (2000) 平成 11 年度地震関係基礎調査交付金立川断層に関する調査成果報告書.
 東京都 (2004) 平成 15 年度関東平野 (東京都) 地下構造探査 (パンフレット).

山崎晴雄 (1978) 立川断層とその第四紀後期の運動. 第四紀研究, 16, 231-246.
 吉岡敏和・栗田泰夫・下川浩一・杉山雄一・伏島祐一郎 (2005) 全国主要活断層活動確率地図説明書. 構造図(14). 産総研地質調査総合センター, 127p.

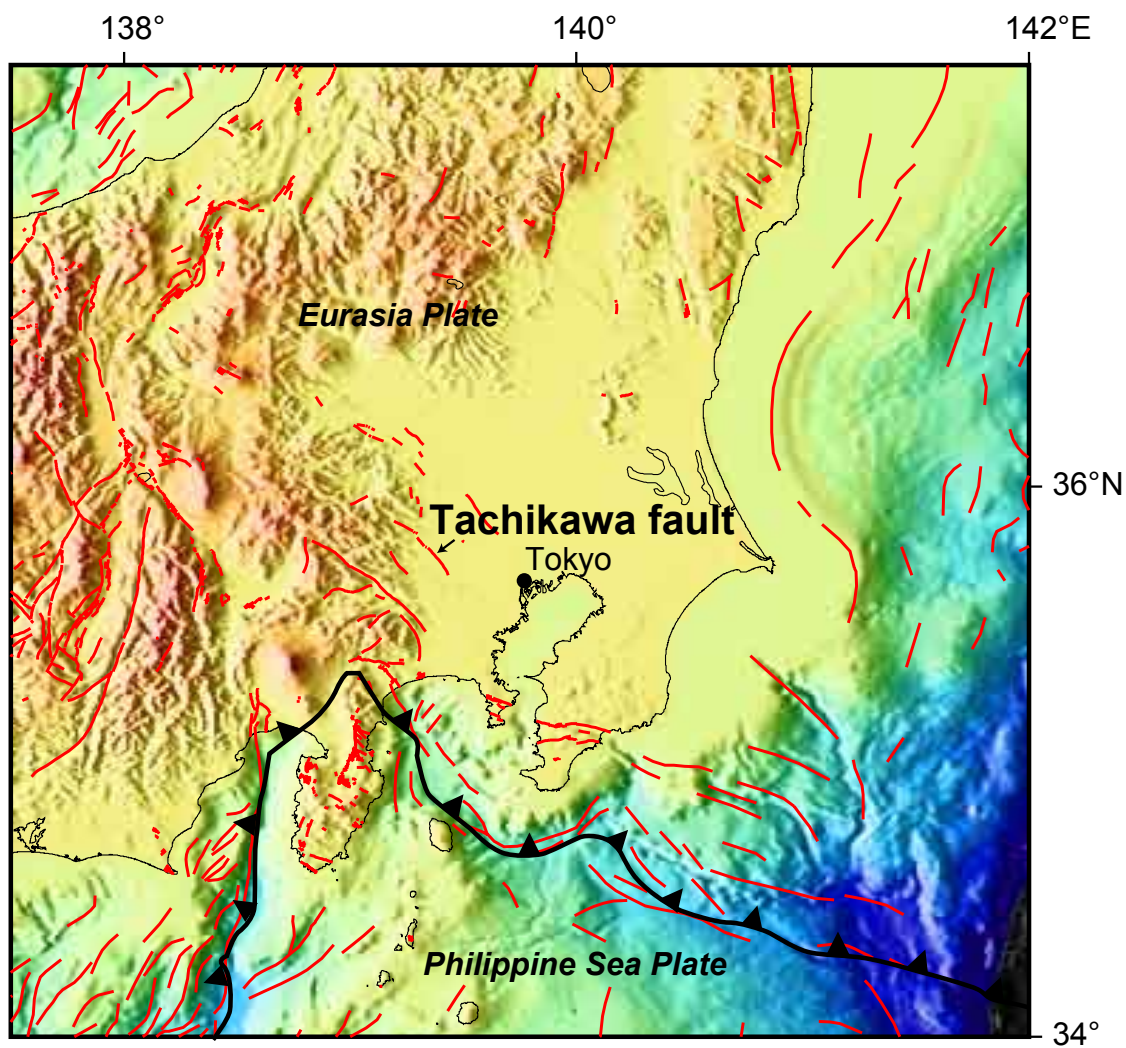
(受付: 2005 年 9 月 15 日, 受理: 2005 年 11 月 21 日)

第 1 表. 箱根ヶ崎トレンチの ^{14}C 年代測定結果一覧表.
 Table 1. Radiocarbon dating results of Hakonegasaki trenches.

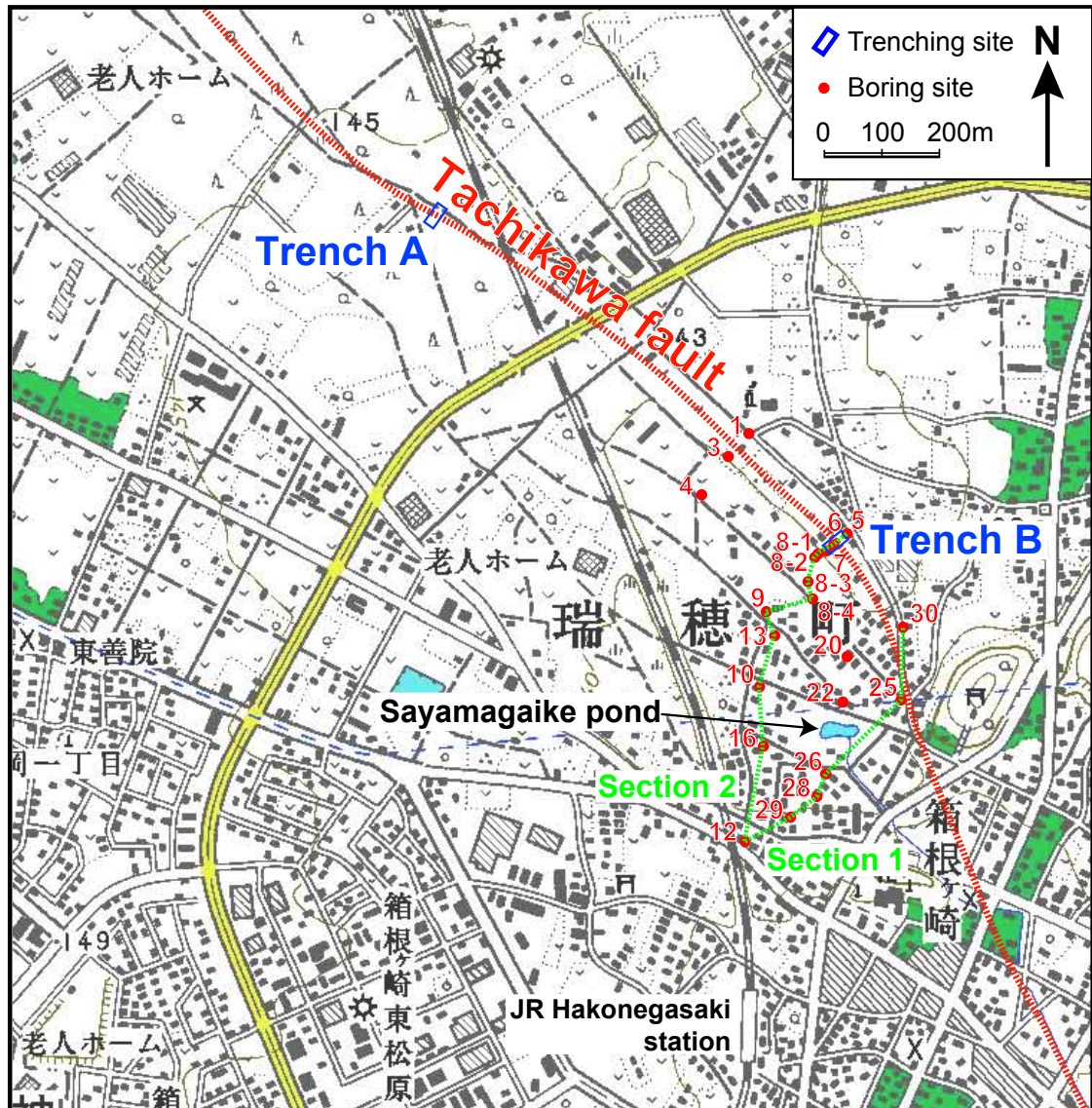
Sample No.	Code No. (IAA-)	Trench / wall	Unit	Method	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Conventional ^{14}C age (yBP)	Calibrated age (Cal AD/BC; $\pm 1\sigma$)
2W-C1	669	A/NW	1	β	-21.3	5050 \pm 90	3960 BC - 3760 BC
2W-C2	670	A/NW	1	β	-21.6	5390 \pm 120	4340 BC - 4040 BC
2E-C1	41950	A/SE	4	AMS	-22.5	11950 \pm 60	12170 BC - 11710 BC
2E-C2	41951	A/SE	4	AMS	-23.1	14410 \pm 70	15600 BC - 15050 BC
2E-C3	41952	A/SE	4	AMS	-23.4	13080 \pm 70	14100 BC - 13450 BC
1N-3C	667	B/NW	2	β	-18.1	1950 \pm 60	40 BC - AD 130
1S-4C	668	B/SE	2	β	-17.0	5060 \pm 90	3970 BC - 3770 BC

第 2 表. ボーリング調査の ^{14}C 年代測定結果一覧表.
 Table 2. Radiocarbon dating results of boring surveys.

Sample No.	Code No. (IAA-)	Boring No.	Method	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Conventional ^{14}C age (yBP)	Calibrated age (Cal AD/BC; $\pm 1\sigma$)
Hk-12-1.05	42245	12	AMS	-27.9	13380 \pm 70	14400 BC - 13850 BC
Hk-12-1.95	42246	12	AMS	-26.3	13650 \pm 70	14690 BC - 14190 BC
Hk-12-3.70	42247	12	AMS	-31.7	30970 \pm 180	29210 BC - 28840 BC
Hk-12-3.90	42248	12	AMS	-32.0	38370 \pm 340	36800 BC - 36050 BC
Hk-12-4.10	42249	12	AMS	-32.4	45350 \pm 770	44300 BC - 42600 BC
Hk-12-4.30	42250	12	AMS	-33.0	47150 \pm 890	46200 BC - 44300 BC
Hk-12-4.50	42251	12	AMS	-34.0	45190 \pm 670	44000 BC - 42500 BC
Hk-12-4.70	42252	12	AMS	-33.8	38730 \pm 370	37200 BC - 36400 BC
Hk-12-4.90	42253	12	AMS	-33.9	41530 \pm 530	40200 BC - 39000 BC
Hk-20-1.45	42254	20	AMS	-25.7	3920 \pm 50	2470 BC - 2300 BC
Hk-20-3.15	42255	20	AMS	-26.1	8740 \pm 50	7940 BC - 7650 BC
Hk-20-3.95	42256	20	AMS	-26.4	16430 \pm 90	18000 BC - 17300 BC
Hk-25-1.75	42257	25	AMS	-18.8	4100 \pm 40	2860 BC - 2570 BC
Hk-25-2.97	42258	25	AMS	-18.8	6410 \pm 50	5470 BC - 5320 BC
Hk-25-3.45	42259	25	AMS	-25.8	9870 \pm 70	9390 BC - 9230 BC
Hk-25-3.95	42260	25	AMS	-28.0	17410 \pm 100	19150 BC - 18400 BC
Hk-25-4.18	42261	25	AMS	-27.6	17430 \pm 90	19150 BC - 18450 BC
Hk-25-4.85	42262	25	AMS	-24.3	17110 \pm 80	18750 BC - 18050 BC
Hk-28-0.90	42263	28	AMS	-19.3	1970 \pm 40	40 BC - AD 80
Hk-28-3.10	42264	28	AMS	-33.4	21850 \pm 130	20040 BC - 19760 BC
Hk-28-4.10	42265	28	AMS	-31.3	43990 \pm 670	42800 BC - 41300 BC
Hk-29-2.35	42266	29	AMS	-31.3	22110 \pm 130	20300 BC - 20020 BC
Hk-29-2.70	42267	29	AMS	-27.7	23700 \pm 140	21900 BC - 21610 BC
Hk-29-3.08	42268	29	AMS	-27.2	30760 \pm 230	29050 BC - 28580 BC



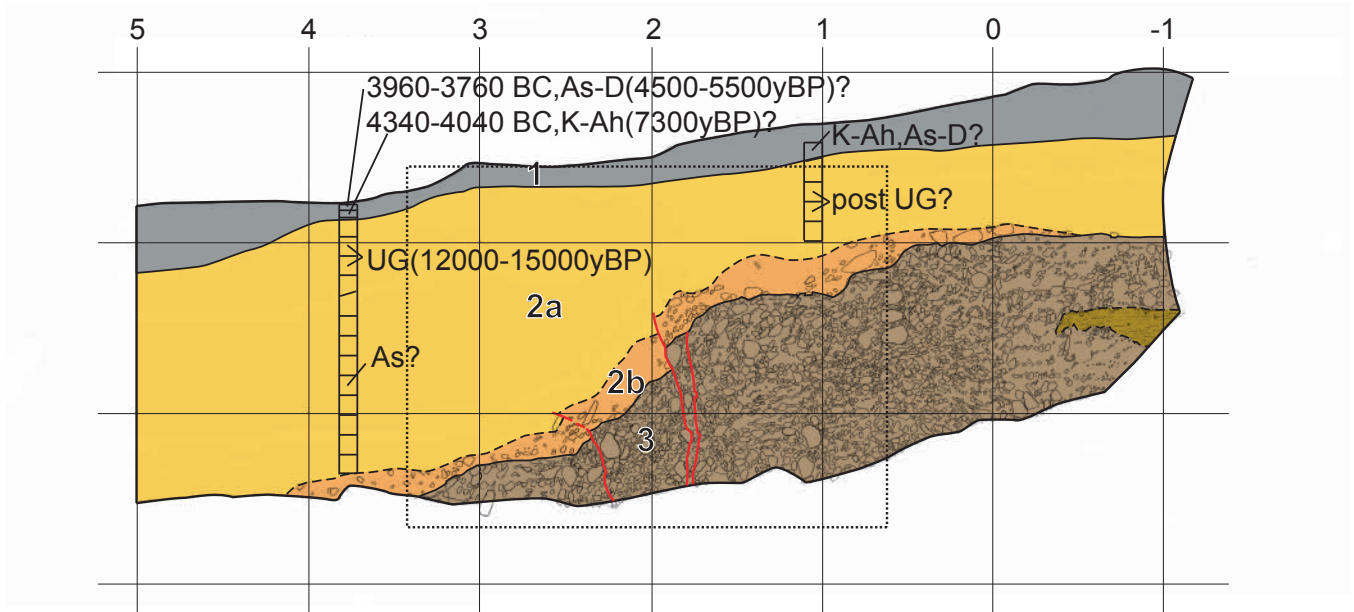
第1図. 立川断層位置図. 断層線の位置は活断層研究会編(1991)による. 陰影図の作成には, 岸本(2000)を使用.
Fig. 1. Active faults in and around the Kanto region. The Tachikawa fault extends from the western edge of the Kanto Plain toward the SE direction. Topography from 1km digital elevation model compiled by Kishimoto (2000). Faults from maps compiled by Research Group for Active Faults of Japan (1991).



第2図. 箱根ヶ崎調査地点位置図. 基図には国土地理院発行の数値地図25000(地図画像)青梅を使用. 緑色の破線(Section 1, 2)は第9図の断面線の位置.

Fig. 2. Survey sites in the Hakonegasaki area located on the middle part of the fault. Fault trace is gently curved around the Sayamagaike pond. The estimated fault trace is shown by thicker solid line, and dashed lines show the section traces in Fig. 9. The NE part of the fault has relatively uplifted. Based digital map is 1:25000 'Ome' by Geographical Survey Institute.

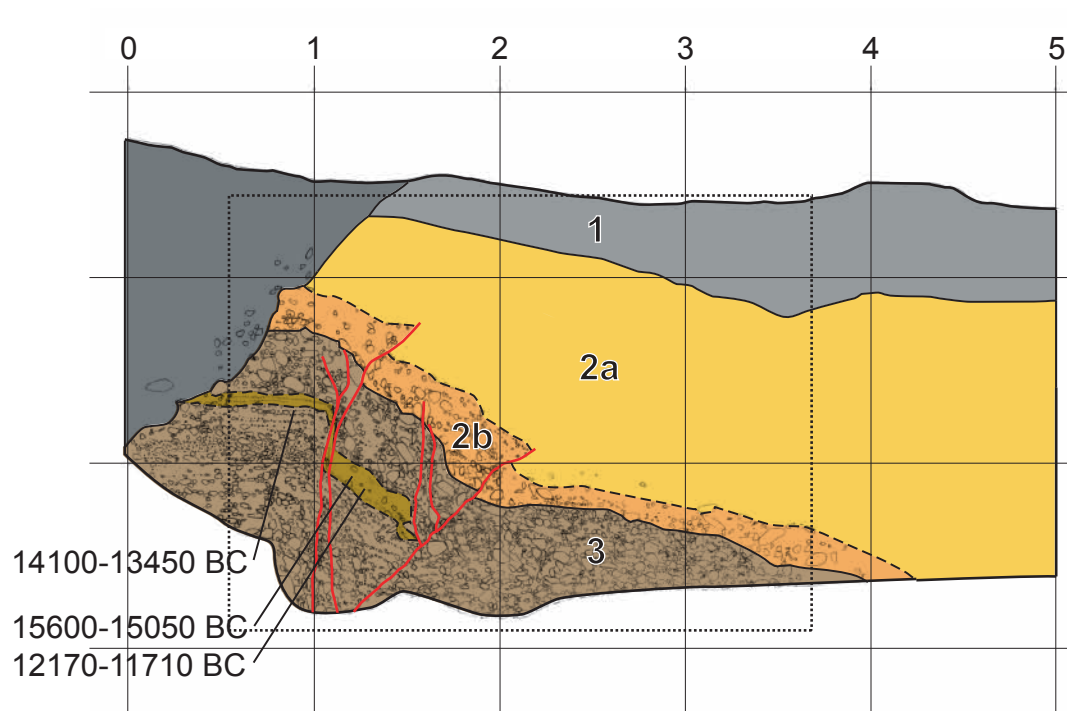
Trench A (NW wall)



第3図. 箱根ヶ崎 A トレンチ北西壁面のスケッチと写真. スケッチには ^{14}C 年代とテフラ検出層準をあわせて示した.

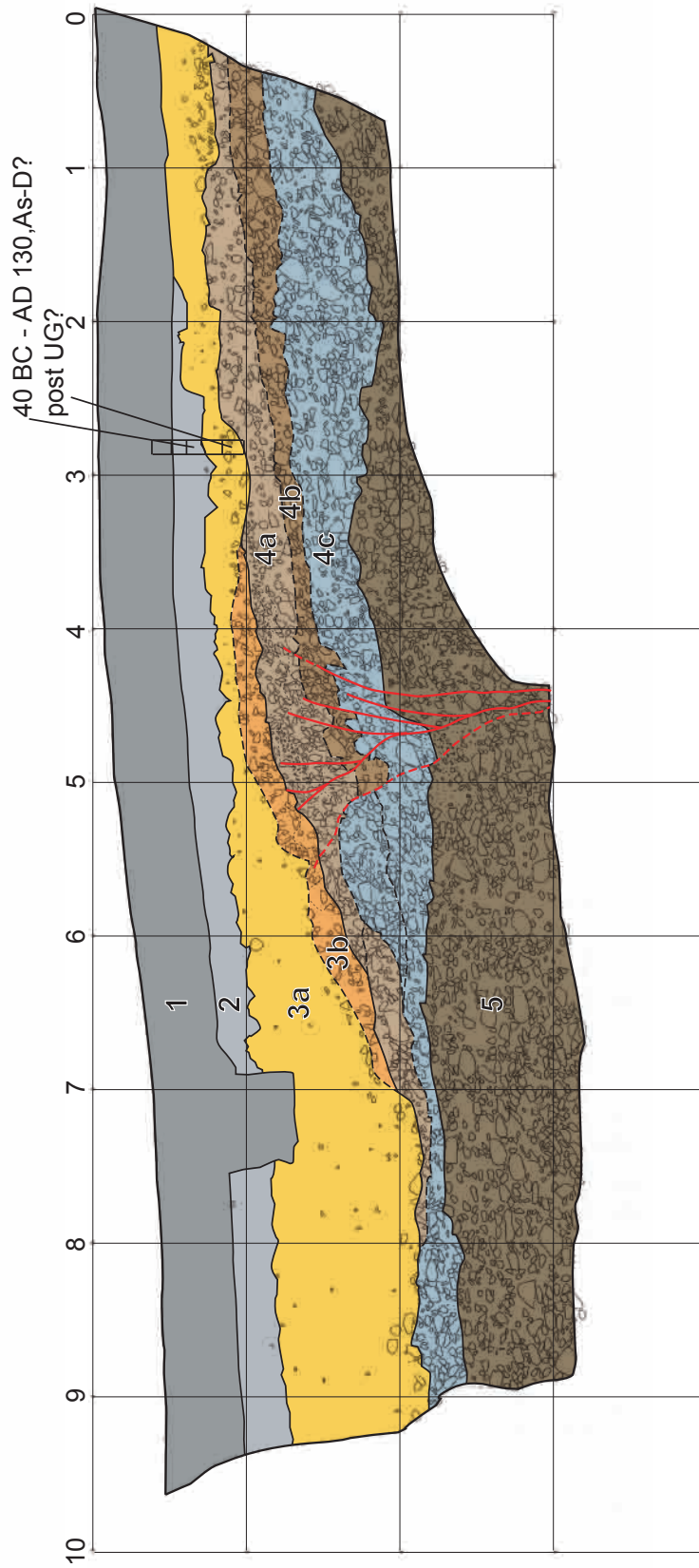
Fig. 3. A log and a photograph of trench A (NW wall). Grid interval is one meter. The locations and estimated ages (^{14}C and tephra yBP: calendar calibrated age) of samples are also shown. Unit 1 is humic soil, unit 2 is loam and unit 3 is gravel. As-D, K-Ah and UG are tephras showing about 4.5-5.5 ka, 7.3 ka and 12-15 ka, respectively. The faults, shown by red solid lines, displace unit 3, 2b and the bottom of 2a, and are certainly covered by unit 1 (dated 4340-4040 BC and containing 7.3 ka K-Ah tephra).

Trench A (SE wall)



第4図. 箱根ヶ崎 A トレンチ南東壁面のスケッチと写真. スケッチには ^{14}C 年代をあわせて示した.
Fig. 4. A log and a photograph of trench A (SE wall). Grid interval is one meter. The locations and estimated ^{14}C ages of samples are also shown. Unit grouping and tephra abbreviations are the same as Fig. 3. The upper left part of the SE wall is excavated trace by power shovel. The faults displace unit 3 (dated 15,600-11,710 BC), 2b and at least up to the bottom of unit 2a.

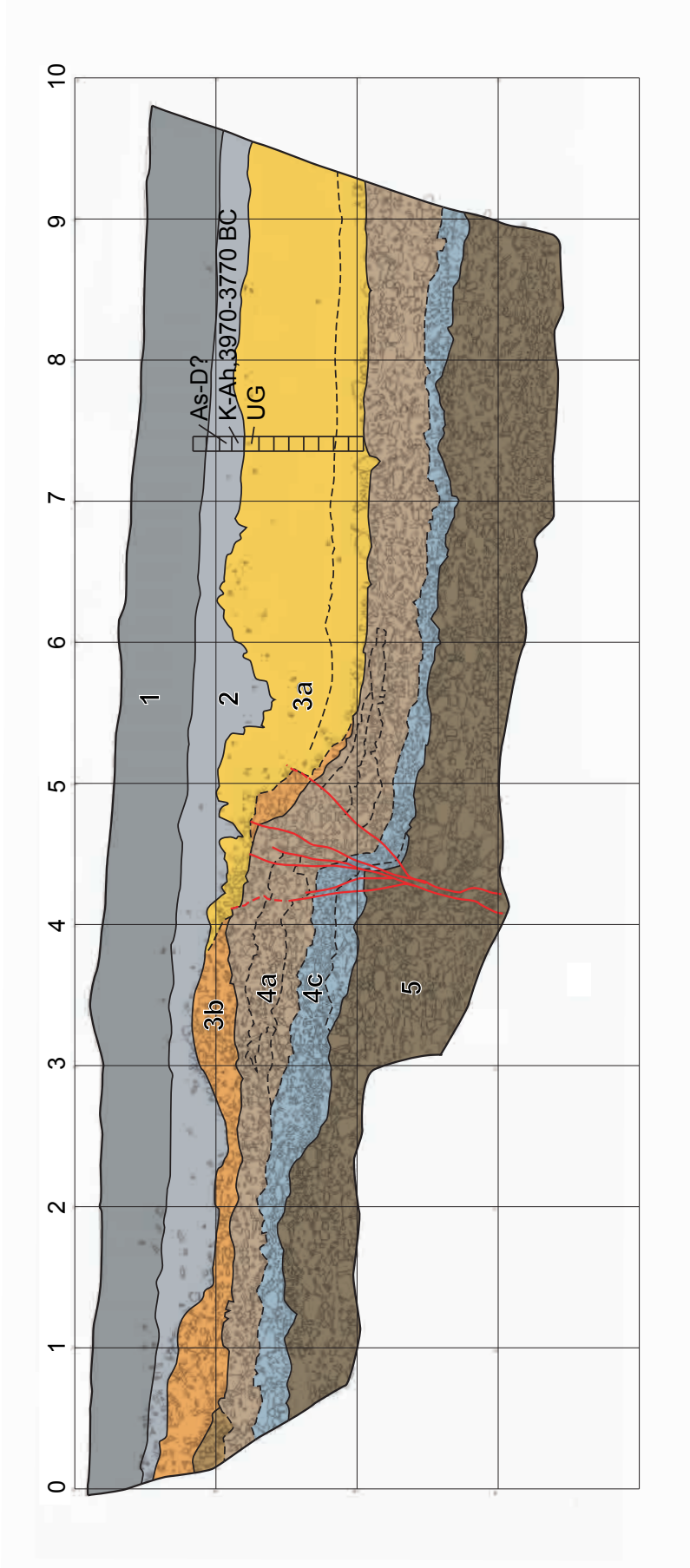
Trench B (NW wall)



第5図．箱根ヶ崎 B トレンチ北西壁面のスケッチ．スケッチには ^{14}C 年代とテフラ検出層準をあわせて示した．

Fig. 5. A log of trench B (NW wall). Grid interval is one meter. The locations and estimated ages (^{14}C and tephra yBP: calendar calibrated age) of samples are also shown. Unit 1 is artificial fill, unit 2 is humic soil, unit 3 is loam soil, unit 4 and 5 are gravel. As-D, K-Ah and UG are tephra showing about 4.5-5.5 ka, 7.3 ka and 12-15 ka, respectively. The faults, shown by red solid lines, show spray like form toward the upper direction and displace unit 5, 4c-4a, 3b and the bottom of unit 3a. The faults are certainly covered by unit 2 (dated 40 BC-AD 130).

Trench B (SE wall)



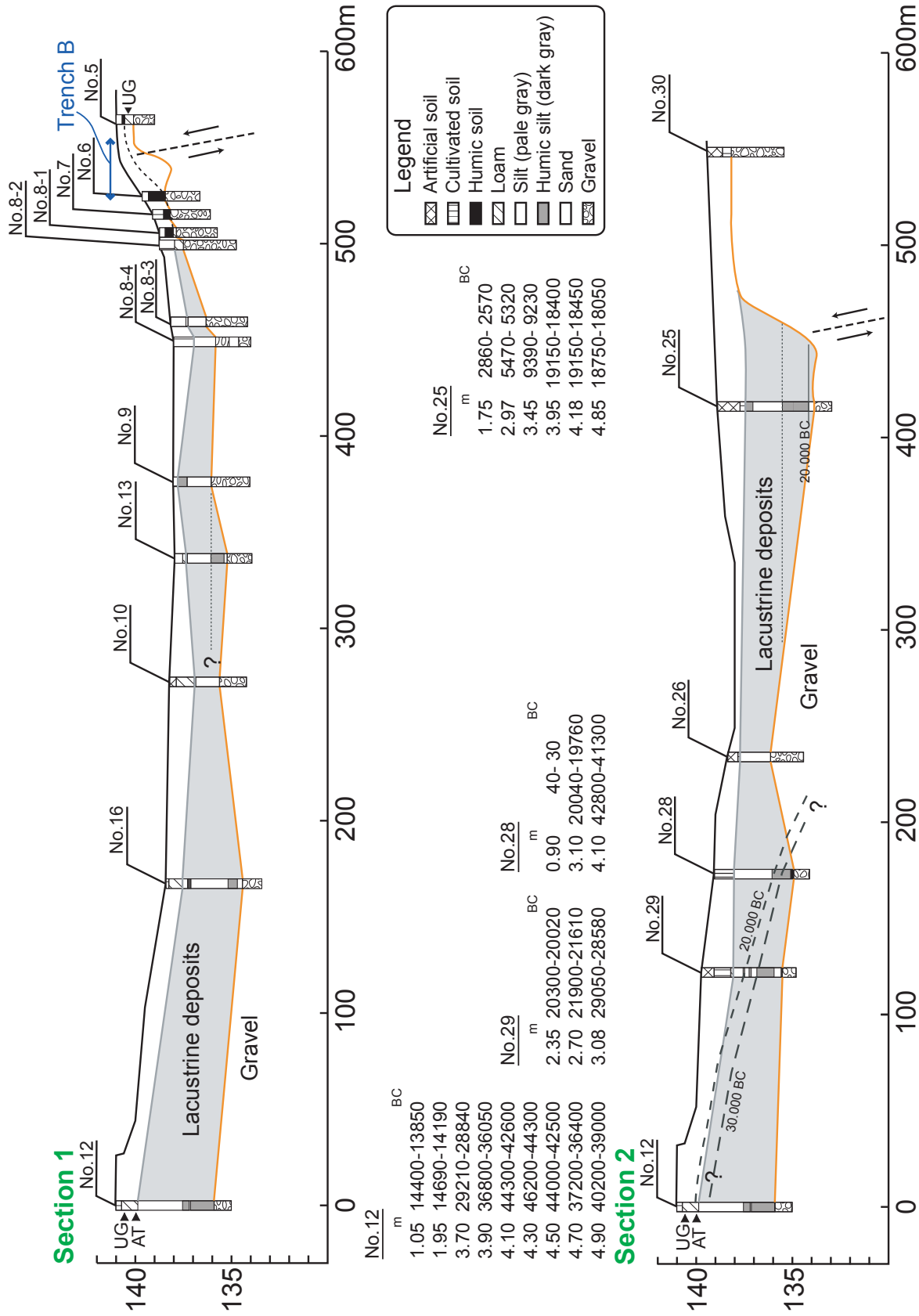
第6図. 箱根ヶ崎Bトレンチ南東壁面のスケッチ. スケッチには¹⁴C年代とテフラ検出層準をあわせて示した.
 Fig. 6. A log of trench B (SE wall). Grid interval is one meter. The log of the SE wall is flipped over horizontally to compare with the NW wall. The locations and estimated ages (¹⁴C and tephra yBP; calendar calibrated age) of samples are also shown. Unit grouping and tephra abbreviations are the same as Fig. 5. The faults show spray like form toward the upper direction and displace unit 5, 4c-4a, 3b and lower part of unit 3a. The faults are certainly covered by unit 2 (dated 3970-3770 BC and containing 7.3 ka K-Ah tephra).



第7図．箱根ヶ崎 B トレンチ北西壁面断層部の写真.
Fig. 7. A photograph of fault zone of trench B (NW wall).



第8図．箱根ヶ崎 B トレンチ南東壁面断層部の写真.
Fig. 8. A photograph of fault zone of trench B (SE wall).



第9図. 狭山ヶ池周辺のボーリング柱状図および地質断面図。
 Fig. 9. Topographic and geologic cross-sections across the fault around the Sayamagaikae pond. Schematic stratigraphy, from top to bottom, is artificial soil, humic soil, loam, silt, humic silt, and gravel. The silt and humic silt, that are lacustrine deposits of the paleo-Sayamagaikae pond, are continuously deposited. There is no evidence indicating the drastic environmental changes from boring cores.