

# 群列ボーリングによる群馬県高崎市の深谷断層系の活動性調査

## Late Pleistocene to Holocene activity of the Fukaya fault system in Gunma Prefecture, Tokyo megalopolis, revealed by arrayed boring

水野清秀<sup>1</sup>・須貝俊彦<sup>2</sup>・杉山雄一<sup>1</sup>  
細矢卓志<sup>3</sup>・黒澤英樹<sup>4</sup>・吉田英嗣<sup>2</sup>

Kiyohide Mizuno<sup>1</sup>, Toshihiko Sugai<sup>2</sup>, Yuichi Sugiyama<sup>1</sup>,  
Takashi Hosoya<sup>3</sup>, Hideki Kurosawa<sup>4</sup> and Hideji Yoshida<sup>2</sup>

**Abstract:** The Fukaya fault system, having NW-SE trend, is a long active fault zone in the northwestern Tokyo megalopolis. The underground geology and geological structure around this fault system in Gunma Prefecture was revealed by seismic reflection, boring and trenching surveys in 1999. Precise faulting history, however, could not be clarified. We have conducted supplementary arrayed boring on two lines across the fault and obtained cores in length ranging from 12 m to 24 m at 11 sites. The cumulative vertical displacement of the mudflow deposits around 50 ka is inferred to be more than 13 m from the arrayed-boring-based geologic profiles across the fault. Fluvial gravels and silt dated 6500–7200 <sup>14</sup>C yBP are likely to have been deformed slightly, while fluvial fan deposits ca. 1900 <sup>14</sup>C yBP have not been displaced by the fault. We have obtained no data indicating ruptures on the Fukaya fault system during a large earthquake in A.D. 818.

**Key words:** Fukaya fault system, active fault, arrayed boring, fault activity, Gunma Prefecture

### 1. はじめに

深谷断層系は、埼玉県の深谷市付近を中心として、北西-南東方向に連続する大規模な活断層である。水野と須貝は、群馬県の高崎市南部から榛名町南部にかけて、この断層系に属する活断層が存在することを50万分の1活構造図「東京」第2版(杉山ほか, 1997)の中で初めて指摘し、平成11年度にこれらの活断層の本格的な調査を行った。反射法地震探査の結果は杉山ほか(2000)によって報告され、活断層の存在が明確に示された。また、須貝ほか(2000)や水野ほか(2000)は、ボーリング調査やトレンチ調査の結果から、高崎市付近で第四紀後期の地層が変形を受けていることを確認し、上下方向の平均変位速度が0.2 m/千年以上であることを明らかにした。

しかし、活断層の危険度評価に必要な最新活動時期や活動間隔などは明らかにすることができなかった。高崎地区における断層は、地表近くでは幅広い撓曲帯をなしていることがわかり、トレンチ調査により断層の活動時期を求めることは難しいと判断された。そこで平成12年度には、平成11年度に行った群列ボーリングの2測線に沿って、さらにボーリングを追加し、特定の地層の変形程度の違いから断層の活動時期の推定を試みた。

### 2. 群列ボーリングの概要

<sup>1</sup> 活断層研究センター (Active Fault Research Center)

<sup>2</sup> 東京大学 (University of Tokyo)

<sup>3</sup> 中央開発株式会社 (Chuo Kaihatsu Corporation)

<sup>4</sup> 応用地質株式会社 (OYO Corporation)

7月17日受付, 8月14日受理

ボーリング地点は高崎市根小屋地区であり、平成 11 年度の調査結果から、断層は南西側の丘陵地と北東側の平野部との境界付近を、上信電鉄の線路にほぼ平行に通過すると推定される。この線路にほぼ直交するライン A と平成 11 年度にトレンチ調査を行った地点を通過するライン B に沿って、群列ボーリングを行った（第 1 図）。ライン A の掘削地点のうち、A-2, 4, 8, 10, 12 は平成 11 年度の掘削地点であり、平成 12 年度には残りの 9 地点においてボーリングを行った。またライン B では、平成 11 年度に B-2, 3, 4, 5 の 4 地点でボーリングを実施し、平成 12 年度には B-1 と B-6 の 2 地点で追加ボーリングを行った。ボーリングの深度は 12~24m である。なお、反射法地震探査測線（杉山ほか、2000）近くの A-14 地点は、平成 11 年度に実施された深度 145m の層序ボーリング（須貝ほか、2000）の掘削地点である。ボーリング地点番号はすべて新しく付け直した。

試料はオールコアで採取し、層相記載と帯磁率測定を行い、また必要な層準については炭素同位体年代測定を実施した。各地点の地質柱状図を測線 A-A' 及び B-B' に投影して並べたものを第 2, 3, 4 図に示した。帯磁率測定結果や  $^{13}\text{C}$  補正を行った  $^{14}\text{C}$  年代測定値も併せて示した。

### 3. 地下地質区分

ボーリングによって明らかにされた地下の地層を、表土を除いて、上位から下位へ A 層から E 層までに細分した（第 2~4 図）。

A 層：現烏川に沿う沖積低地を構成する地層である。下部の河川成砂礫層（A2）と上部のシルト層（A1）からなる。年代測定値は、320~1600  $^{14}\text{C}$  yBP を示す。

B 層：沖積低地より 2~3m ほど高い平坦面を構成する地層である。下位より、河成砂礫層（B3）、南部の A-3, 4 付近にのみ確認される礫・砂混じりシルト層（B2）、軽石、スコリアを多量に含む粗粒砂~細礫層主体層（B1）に分けられる。年代測定値は 1900~2380  $^{14}\text{C}$  yBP を示す。

FD 層：ライン B のトレンチ地点付近に分布する小規模な扇状地成の礫層とこれを覆う砂礫混じりのシルト層~土壌からなる。年代測定値は 1160~1920  $^{14}\text{C}$  yBP である。年代値から A 層または B 層に相当すると推定されるが、連続性は不明である。

C 層：上信電鉄の線路付近から南に広がる低位段丘を構成する地層である。下位より、シルト混じり砂礫層（C3）、砂礫層を挟む腐植混じりシルト層主体層（C2）、シルト混じり砂礫とシルトの不規則な互層（C1）からなる。年代測定値は C2 が 5220~7170  $^{14}\text{C}$  yBP を示す。

D 層：地下に広く分布し、淘汰の悪い砂、礫混じりのシルト層を主体とし、部分的に腐植質である。河川成あるいは泥流堆積物様の砂礫層を挟み、便宜上、挟まれる砂礫層と腐植質シルトによって、上位より D1, D2, D3 に区分した。 $^{14}\text{C}$  年代値から、おそらく 45000 yBP より古いと推定されるが、その正確な年代については再検討を要する。本層は上位の A~C 層に不整合に覆われる。

E 層：安山岩礫を主体とし、軽石、シルトなどが混じった火山泥流堆積物である。調査地域全域の地下に分布する。A-14 地点の層序ボーリング（須貝ほか、2000）によると、厚さは 18m 程度に及ぶ。D 層とは整合関係にある。

### 4. 群列コアの帯磁率の連続測定

上述したコアの層序区分と対比結果をクロスチェックする目的で、コア試料の帯磁率の連続測定を行った。すなわち、半割したボーリングコアを対象として、ZH instruments 社製高感度 SM-20 携帯型帯磁率計を用いて、10cm 間隔で体積帯磁率を測定した。結果を第 5 図と第 6 図に示す。ライン A、ライン B とともに、E 層の帯磁率は約  $1.0 \times 10^{-3}$  (cgs) という相対的に高い値で一定している。これに対して D 層の帯磁率は、E 層より 2~3 桁も小さい。E 層と D 層の境界は帯磁率の急減によって容易に識別される。A~C 層の帯磁率は  $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times$

$10^{-3}$  (cgs) の間にあり、堆積物の粒度が大きいほど帯磁率が高くなる傾向にある。

ラインAでは、B1層の帯磁率が高値で安定している点が目立つ。ラインBでは、D層において、帯磁率と堆積物の粒径とが良く対応している。これに対して、D層を不整合に覆うC3層（礫層）の帯磁率は、深度方向に激しく変動している。これには、C3層が未固結な河成礫を主とするため、礫種によって帯磁率が異なることや、コアと帯磁率計の間に隙間が生じやすく、測定上の誤差が発生しやすいことなどが影響していると思われる。

#### 5. 地層の変形から推定される断層の活動性と活動時期

ラインA、Bとも、E層を構成する火山泥流堆積物の上面高度は南西方向に高くなっている。泥流堆積物には、軽石が含まれており、その鉱物組成は輝石だけのものと輝石のほかに角閃石を含むものがある。角閃石を含む軽石は榛名火山または赤城火山噴出物にみられ(町田・新井, 1992), 泥流堆積物がどちらかの火山から供給された可能性が高い。両火山の位置は調査地域の北西から北東方向に当たることから、この泥流堆積物の上面高度が給源方向とは反対の南西方向に高くなっていることは、断層運動に伴う変形のためと考えられる。ラインAでは、泥流堆積物の上面高度差がA-2～A-13間で13m以上ある。A-2やA-3では泥流堆積物の上面が浸食されていることを考慮すると、それ以上の上下変位があると推定される。この変位量は複数回の断層運動に伴う累積変位と考えられる。泥流堆積物の年代を仮に5万年前とすると、平均上下変位速度は0.25m/千年以上となり、長期的な変位速度0.2m/千年以上(須貝ほか, 2000; 水野ほか, 2000)とほぼ一致する。

D層はE層と同様な分布高度の変化を示すことから、E層とほぼ同量の変形を受けていると推定される。B-3およびB-4地点では、D層が40～10度程度の傾斜で傾いていることが報告されている(水野ほか, 2000)。これに対してC層から上位の地層では明瞭な変形は認められない。ただし、C層の基底高度をみると、ラインBではD層とE層の明瞭な変形帯に当たるB-2～B-3間で不連続を示し、1m程度の高度差が生じている。ラインAではさらに不明瞭であるが、A-2～A-3間でC2層基底に数10cmの高度差がある。このようなC層基底の高度分布から、C層が堆積後に断層変形を受けた可能性が考えられる。またラインBでは、FD層は全く変形を受けていないと判断される。したがって、約1900  $^{14}\text{C}$  yBP以降は断層活動はなかったと考えられる。

調査地域周辺では、西暦818年(弘仁9年)に噴砂や地割れなどを伴う大規模な地震があったことが知られている(堀口, 1997など)。しかし、この地震が調査地域の深谷断層系の活動によるものであるという証拠は、平成11年度のトレンチ調査などと同じく、平成12年度のボーリング調査でも得られなかった。

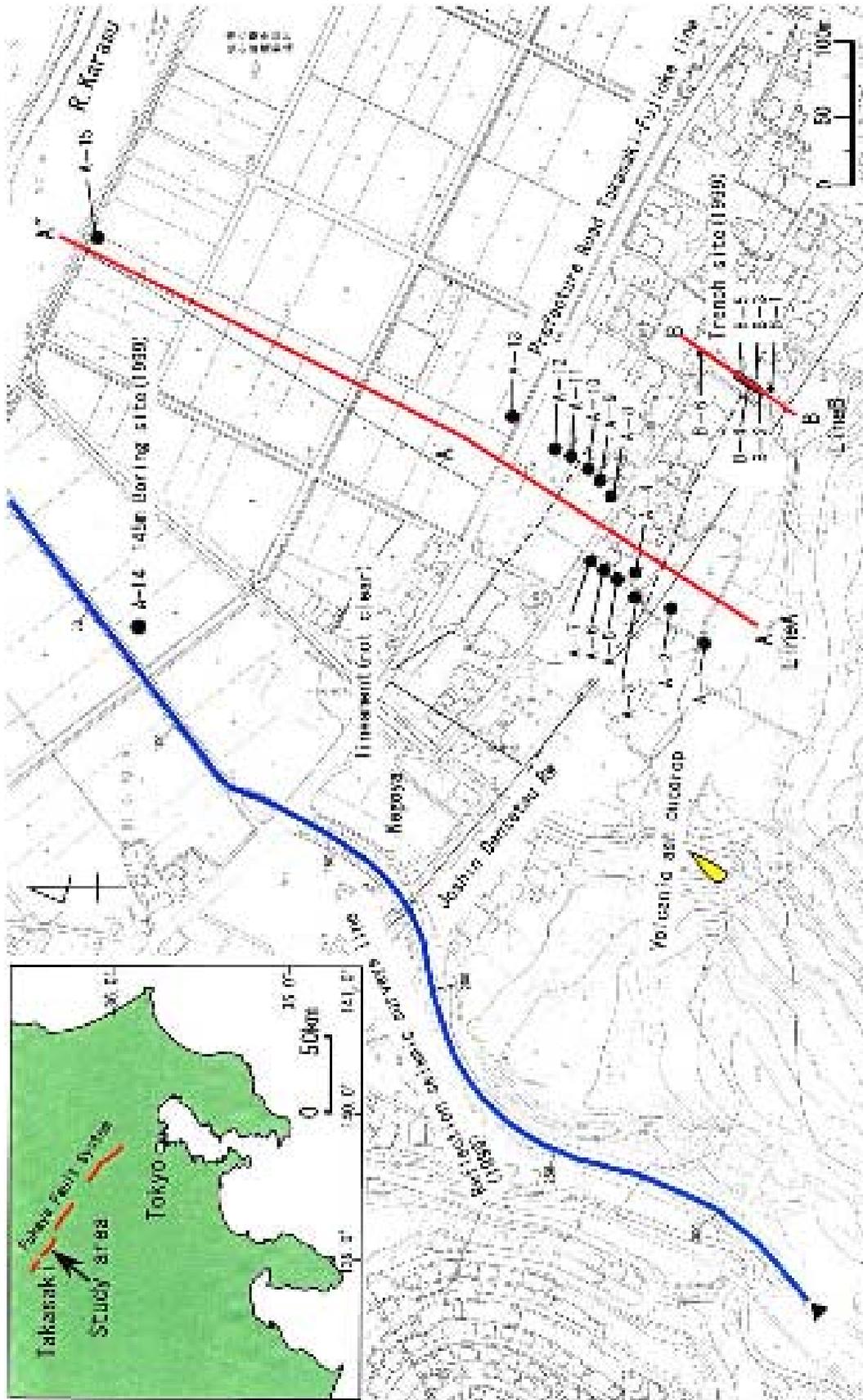
#### 6. まとめ

深谷断層系の活動性や活動時期を明らかにする目的で、平成11年度にトレンチ調査やボーリング調査を実施した高崎市根小屋地区において、群列ボーリング調査を追加実施した。調査の結果は以下のようにまとめられる。

- 1) 5万年ほど前に堆積したと推定される火山泥流堆積物が13m以上、上下に変位していることが確認された。平均上下変位速度は0.25m/千年以上と見積もられる。
- 2) 6500～7200 yBPの $^{14}\text{C}$ 年代が得られている礫層及びシルト層は、1m～数10cm程度の上下変位を被っている可能性がある。
- 3) 約1900  $^{14}\text{C}$  yBP以降の地層は断層活動による変位・変形を受けていないと判断される。
- 4) 西暦818年に調査地域周辺で発生した大地震が本断層系の活動に対応する証拠は得られなかった。

文 献

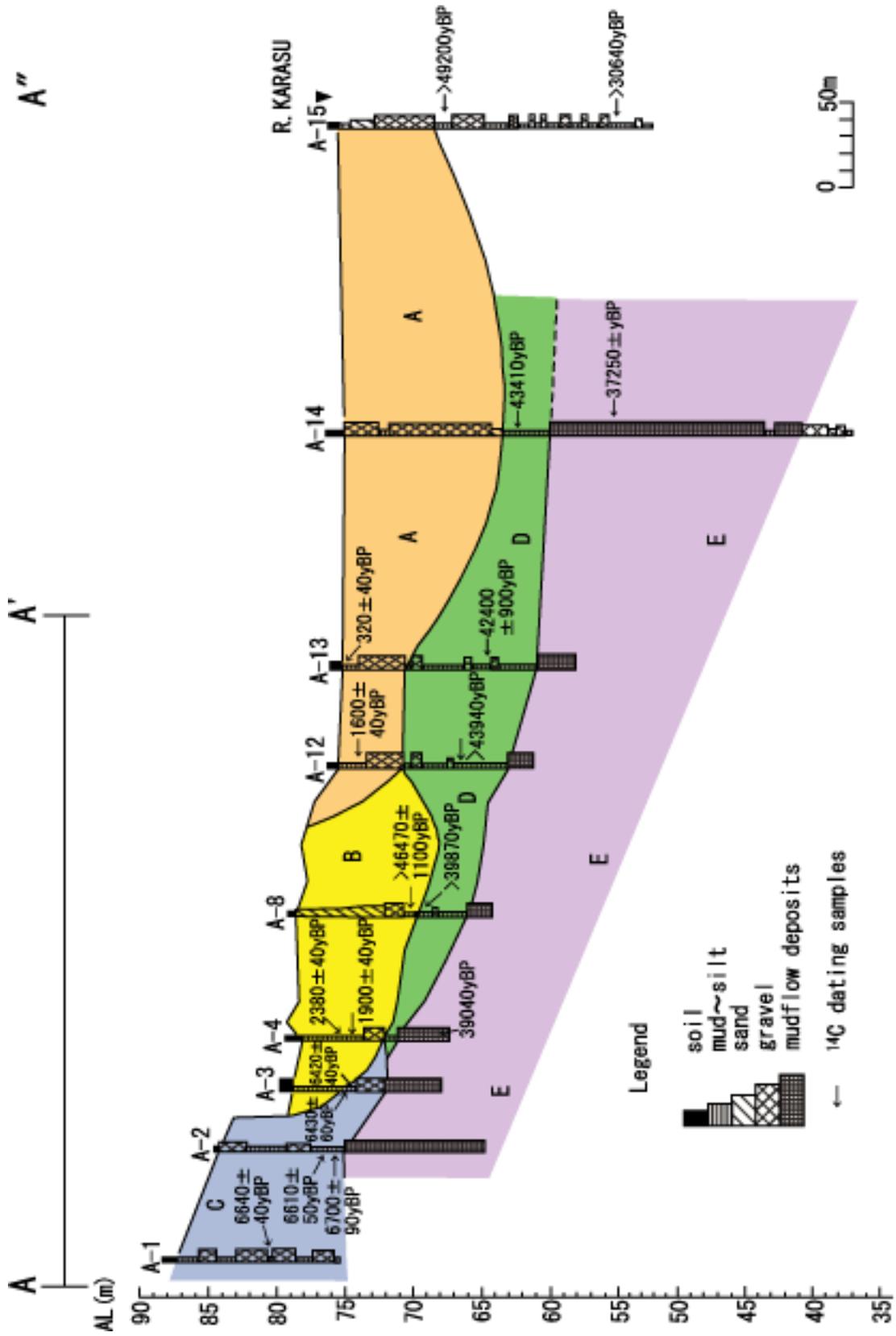
- 堀口萬吉 (1997) 利根川中流低地の変動と古代地震．地球科学，**51**，40-50．
- 町田 洋・新井房夫 (1992) 火山灰アトラス [ 日本列島とその周辺 ]．東京大学出版会，276p．
- 水野清秀・須貝俊彦・杉山雄一 (2000) 群列ボーリングとトレンチ掘削による深谷断層系 ( 群馬県域 ) の活動性調査．地質調査所速報，no. EQ/00/2 ( 平成 11 年度活断層・古地震研究調査概要報告書 )，77-87．
- 須貝俊彦・水野清秀・杉山雄一 (2000) 深度 145m ボーリング ( GS-TK1 ) に基づく群馬県高崎市における深谷断層系の活動性評価．地質調査所速報，no. EQ/00/2 ( 平成 11 年度活断層・古地震研究調査概要報告書 )，61-76．
- 杉山雄一・佐竹健治・駒澤正夫・須貝俊彦・井村隆介・水野清秀・遠藤秀典・下川浩一・山崎晴雄・石田瑞穂・広島俊男・長谷川功・村田泰章 (1997) 50 万分の 1 活構造図「東京」 ( 第 2 版 ) 説明書．活構造図 8，地質調査所，34p．
- 杉山雄一・水野清秀・須貝俊彦・伏島祐一郎・遠藤秀典・宮下由香里・山崎晴雄・山口和雄・伊藤久夫 (2000) 群馬県下における深谷断層系の反射法地震探査．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 )，43-59．



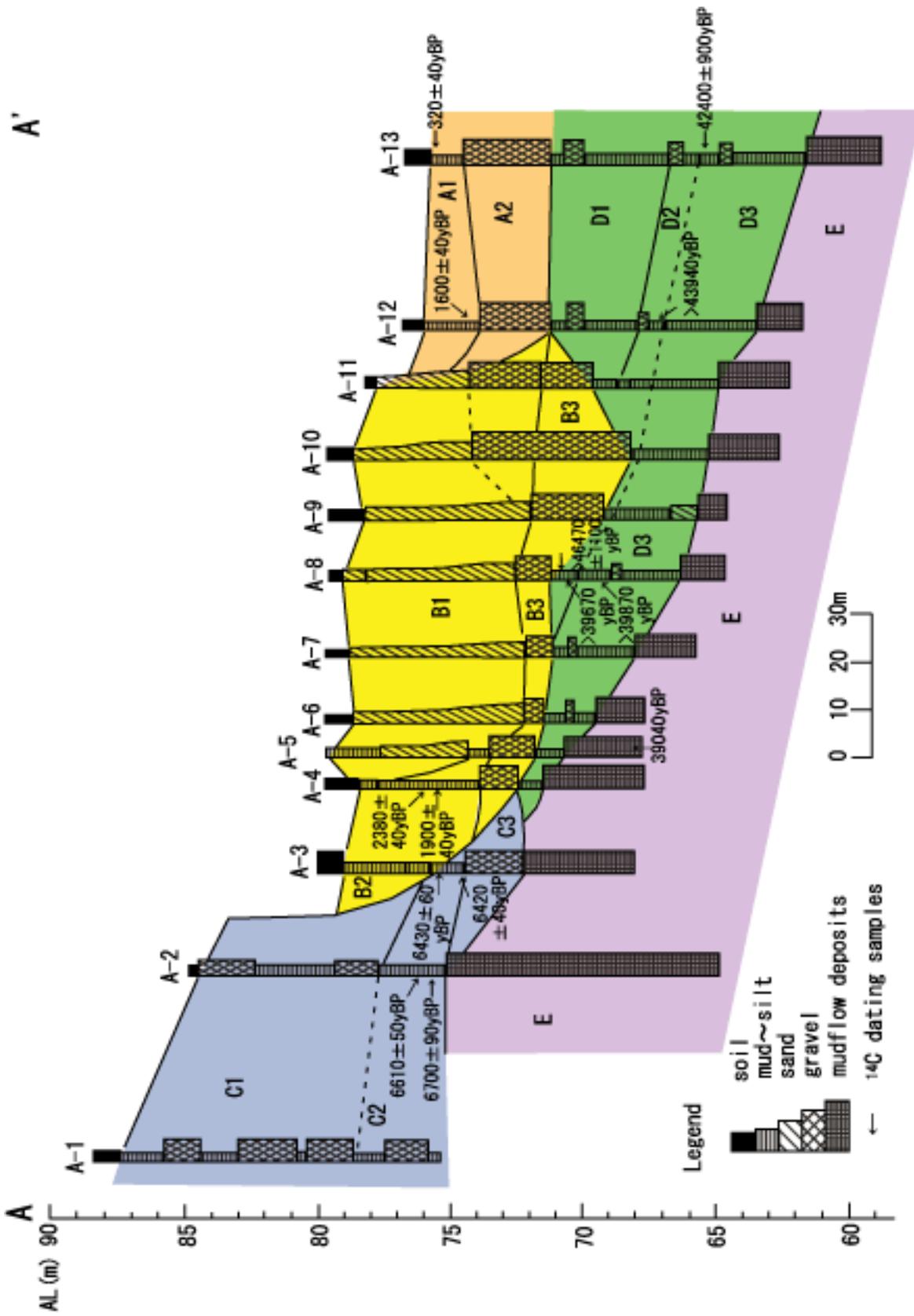
第1図. 深谷断層系と調査地点の詳細位置図.

高崎市発行の2,500分の1都市計画図を使用.

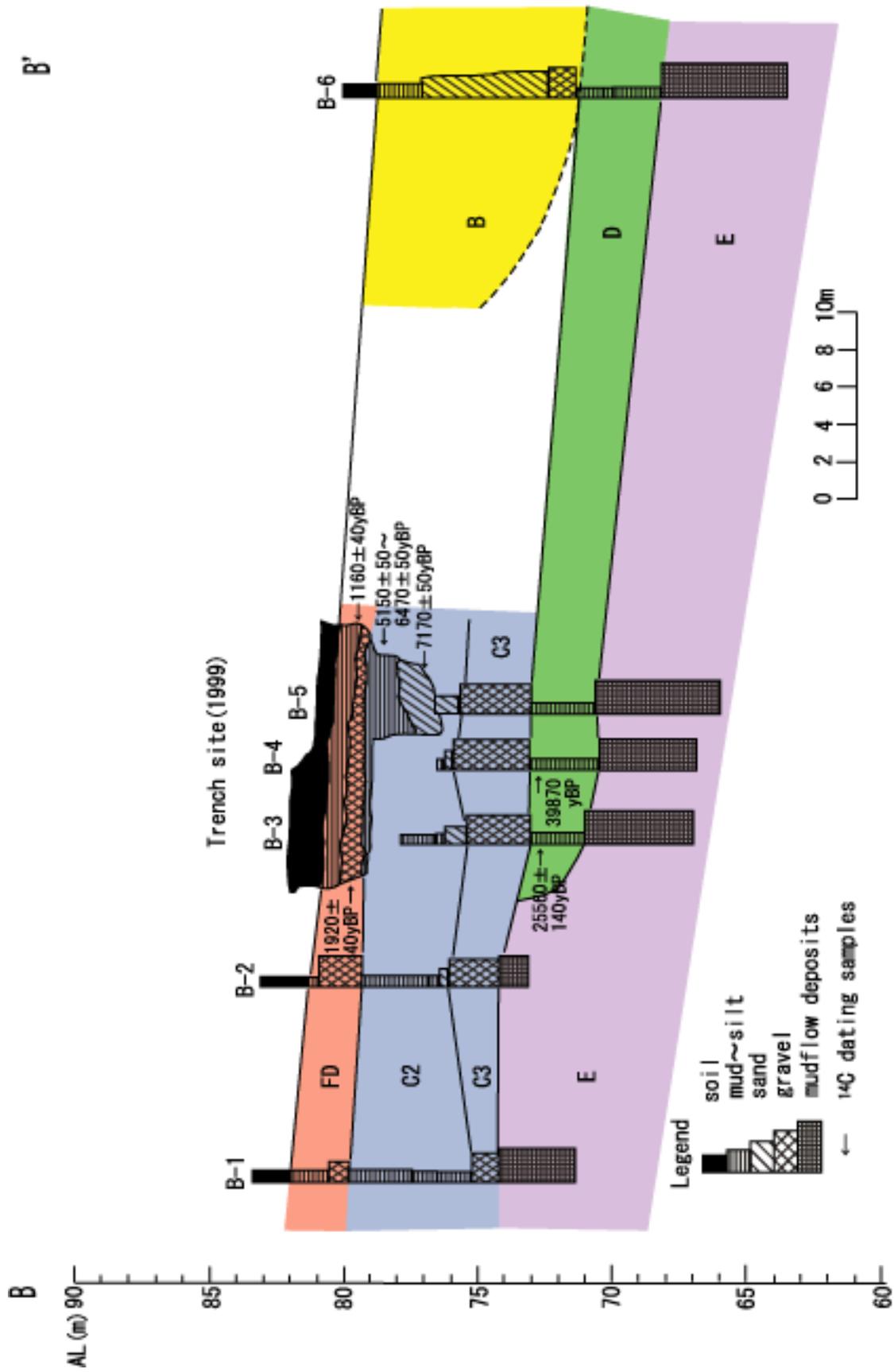
Fig.1. Map showing the Fukaya fault system and detailed location of survey sites at Negoya in Takasaki City.



第2図. ラインA (A-A'') に沿った群列ボーリングの地質柱状図.  
Fig. 2. Geologic columnar sections along A-A'' in Fig. 1.

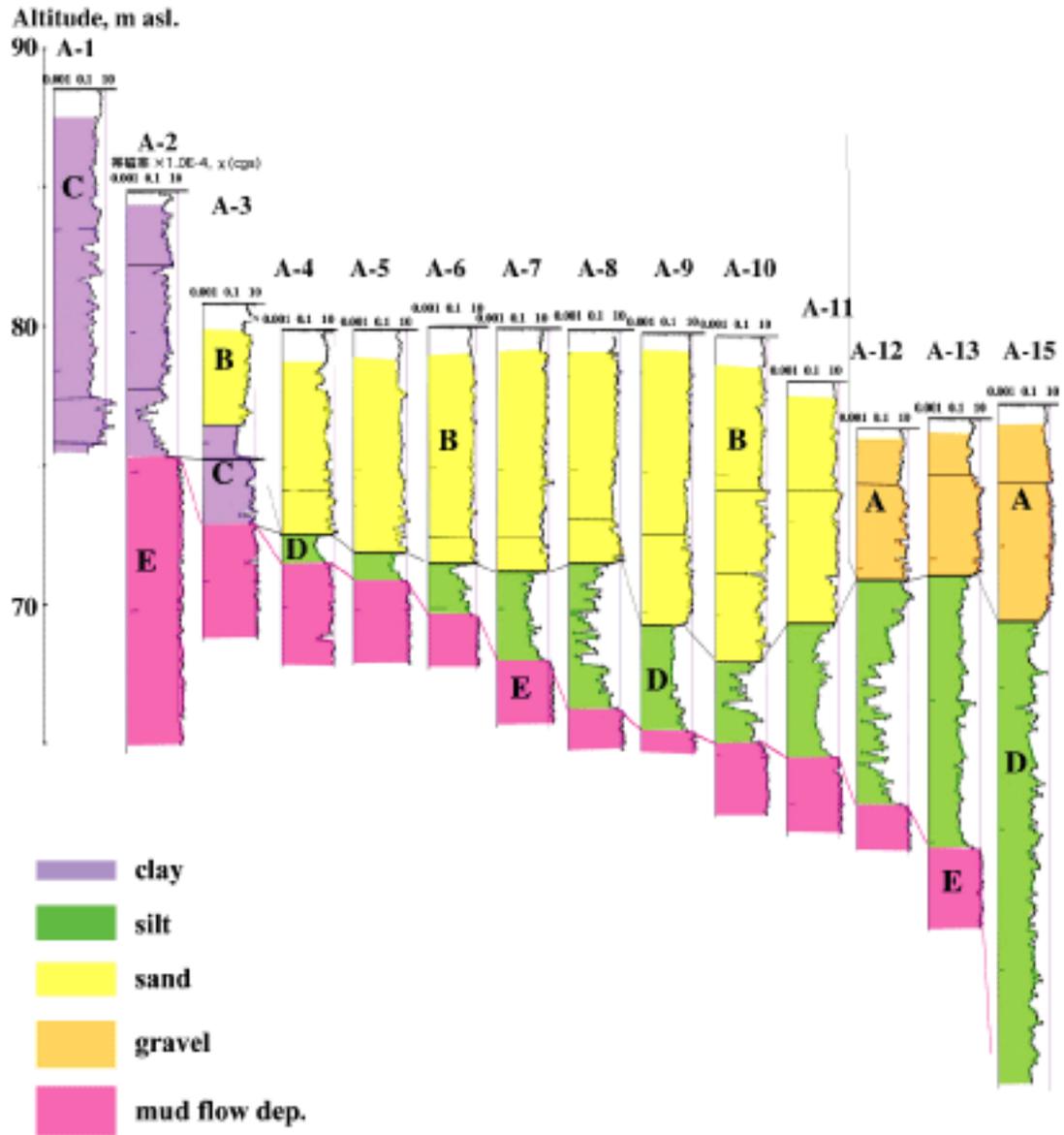


第3図. ラインA (A-A') に沿った群列ボーリングの詳細地質柱状図.  
Fig. 3. Detailed geologic columnar sections along A-A' in Fig. 1.

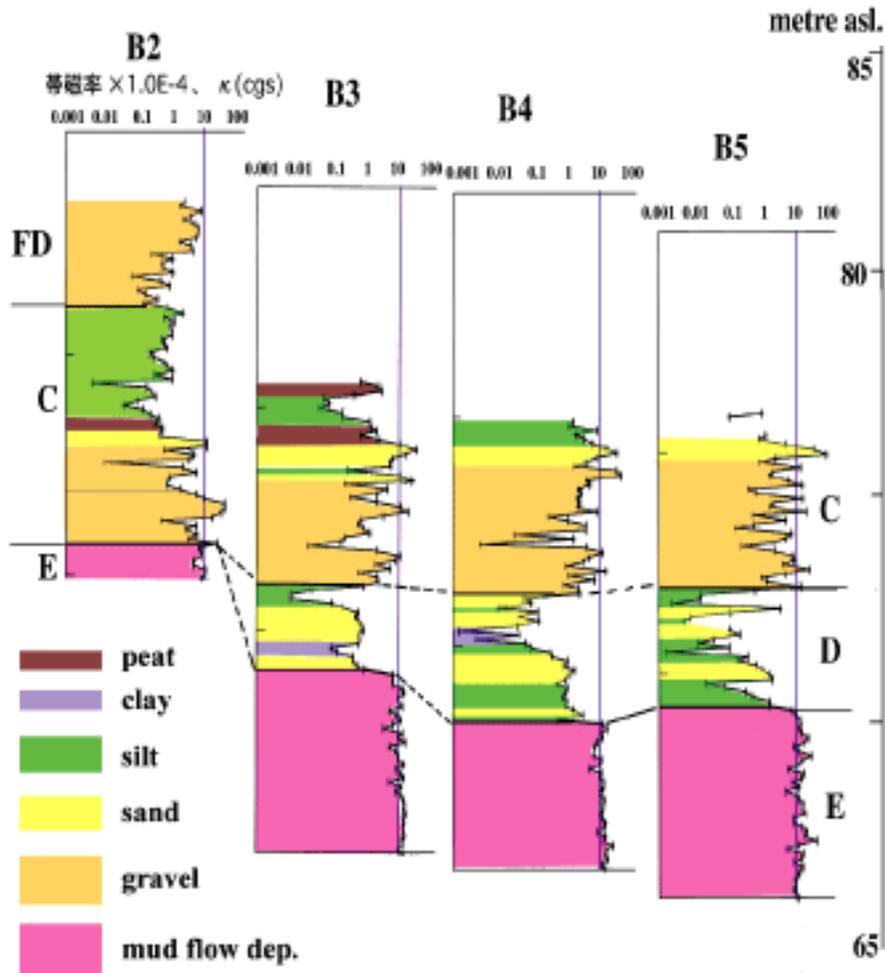


第4図. ラインB (B-B') に沿った群列ボーリングの地質柱状図とトレンチの簡略スケッチ.

Fig. 4. Geologic columnar sections and simplified sketch of the trench along B-B' in Fig. 1.



第5図. ラインA (A-A') に沿った群列ボーリングコアの帯磁率.  
 Fig. 5. Magnetic susceptibility of the boring cores, A-1 to A-14, along A-A' in Fig. 1.



第6図. ラインB (B-B') に沿った群列ボーリングコアの帯磁率と粒径分布.  
 Fig. 6. Magnetic susceptibility and grain size of the boring cores, B-2 to B-5, along B-B' in Fig. 1.