

## 旧江戸川で見いだされた地震痕跡の再調査

島崎邦彦<sup>1)\*</sup>・原口 強<sup>2)</sup>・石辺岳男<sup>3)</sup>・中田 高<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 震災予防協会

<sup>2)</sup> 大阪市立大学大学院理学研究科

<sup>3)</sup> 東京大学地震研究所

<sup>4)</sup> 広島工業大学環境学部

## Resurvey of Possible Seismic Fissures in the Old-Edo River in Tokyo

Kunihiko Shimazaki<sup>1)\*</sup>, Tsuyoshi Haraguchi<sup>2)</sup>, Takeo Ishibe<sup>3)</sup> and Takashi Nakata<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Association for Earthquake Disaster Prevention

<sup>2)</sup> Graduate School of Science, Osaka City University

<sup>3)</sup> Earthquake Research Institute, University of Tokyo

<sup>4)</sup> Faculty of Environmental Studies, Hiroshima Institute of Technology

### Abstract

Geo-slicer sampling of riverbed strata, boring sampling of riverside strata, single-channel seismic reflection survey, and electric survey were carried out to understand the causes of ground fissures and ruptures with a vertical dislocation of 25 cm found by Shimazaki and others beneath the Old-Edo River in Tokyo in 1997. We concluded that fissures and ruptures were caused by gravity slumping due to liquefaction taking place near a paleo-valley, which was found by the reflection survey to run across the Old-Edo River. In the 1997 survey, at least two liquefaction and slumping events, probably corresponding to two large earthquakes, were identified from a Geo-slicer sample down to about 8 m in depth. Their ages were reported as after 1800 yBP and 2900-3700 yBP, respectively. Dating results for new samples obtained in this study are consistent with previous estimates.

**Key words:** Geo-Slicer, Liquefaction, slumping traces, the Old-Edo River

### 1. はじめに

計器観測が始まる以前に発生した地震像の解明には、史料地震学や地形、地質学に基づいた研究が必要不可欠である。日本では1000年以上にわたる被害地震記録が古文書に残されており(宇佐美, 2003), 例えば南海トラフ沿いでは684年白鳳地震以降少なくとも9回のプレート間巨大地震が発生したことが明らかにされる(石橋・佐竹, 1998)など、歴史地震に対する有効な資料となっている。一方、江戸時代以前の関東地方での古文書記録は京都付近に比べて格段に少なく、古文書記録の時空間的不均質性の問題がある(例えば, 小山, 1999)。

関東地方は陸のプレート下にフィリピン海プレートと太平洋プレートが沈み込む複雑なテクトニクス下であり、これらのプレートの境界や内部で発生する地震など様々な型の地震が発生する。関東平野周辺では、立川断層帯、三浦半島断層群、神縄・国府津-松田断層帯や伊勢原断層帯などが主要活断層帯とされており、今後30年間の発生確率が算出されている(地震調査研究推進本部, 2009)。これら震源断層が地表付近に達する「地表地震断層」の活動履歴は、トレンチ掘削調査などから議論が可能である(例えば, 山崎, 1978; 松田・他, 1988)。しかしながら、厚い沖積層に覆われた低地では伏在断層

\* e-mail: nikosh@eri.u-tokyo.ac.jp (〒108-8414 東京都港区芝 5-26-20)

の可能性が示されているものの（例えば、豊蔵・他、2008, 2009）、都市化による調査の困難さもありその実態は不明な点が多い。こうした中、伏在断層あるいはプレートの相互作用によって発生した地震履歴の推定には、液状化痕などの地震痕跡が有効な情報となる（例えば、寒川、1992）。

平成8年度に、東京都と千葉県の県境を流れる旧江戸川の河川内において、ジオスライサー（中田・島崎、1997；今泉・他、1997；原口・他、1998）を用いた調査が実施され、図1に示すような正断層状の割れ目あるいは断層が発見された（島崎・他、1997；原口・他、1997；島崎・他、1998）。また、河底から深さ8mまでの地層から少なくとも2回のイベントが同定され、その発生年代は放射性炭素年代から①1800年前以降、②2900～3700年前と推定された。しかし、この割れ目あるいは断層の成因については不明であった。

本文では、これらの地変を対象に実施した追加調査を踏まえ、地震痕跡の性状とその形成時期の検討結果について報告する。

## 2. 調査手法

調査地点は島崎・他（1998）の調査測線から2～3m程度離れ、割れ目あるいは断層を横切るように配置された10地点である（図2）。地変の性状を明らかにするためには定方位で面的な地層抜き取りを必要とすることから、ジオスライサーを用いた掘削調査を行った。採取した地層は、写真撮影、スケッチ、分析用試料採取と地層の保存と詳細観察のために剥ぎ取り標本を作成した。また、河川に沿って音波探査ならびに電気探査を、付近の江戸川小学校において長さ10mの機械ボーリング掘削調査を実施した。図3に、ボーリング掘削調査地点と旧江戸川河床におけるジオスライサー掘削調査地点の位置対応を示す。

## 3. 調査結果

ジオスライサー採取試料のコア写真を図4に、ジオスライサー柱状図から推定される旧江戸川河床の地層断面図を図5にそれぞれ示す。なお、これら柱状図については各試料の配列は島崎・他（1998）の調査測線に投影した場合の順番とし、各試料間の距離は等間隔とした。これらを島崎・他（1998）の地層断面図と比較すると、最上位のA層は今回の調査では確認されず、これは平成8年度以降の河岸工事によって削剥されたためと考えられる。これより下位のB層～E層については、今回の調査でも確認された。

B層は北から南にかけて、貝殻片を含む細粒砂混じりシルト～炭質物を含む細粒砂～極細粒砂混じりシルト～粗粒砂～中粒砂～砂質シルト（シルト混じり中粒砂～細粒砂のパッチを含む）へと側方変化する。一部試料（GS-32, GS-32+2.5, GS-32+3）では削剥により確認されなかった。C層は極細粒砂混じりのシルトおよび極細粒砂の薄層からなり、全体を通じて生物擾乱が激しい。最上部付近に明瞭な生痕がみられ、木片を含む炭質物の含有が認められる。平行葉理、ウェーブリップルが特に上半部で顕著に見られる。最下部にシルトとシルト混じり極細粒砂の薄層が挟在し、側方対比が可能である。D層は塊状の砂質シルトまたはシルトからなるが、最下部は細粒砂または極細粒砂混じりシルトからなる。多くの貝殻片や合弁二枚貝まれに木片を含み、下部において生痕が発達する。E層は、上部はシルト混じり細粒砂～極細粒砂からなり、貝殻片を多く含み生痕がみられる。中～下部は中粒砂～細粒砂からなり、生痕が顕著に発達する。貝殻片を含むものの、上部に比べるとその含有量は少ない。GS-32+6では中部にシルトが混じる。全体を通じてラミナ等の堆積構造は認められない。

GS-32付近において、C層/D層境界、およびD層/E層境界が20～30cm程度高くなる傾向がみられる。しかし、その他の試料間ではこれら境界は上下方向の大きな変動はなく側方対比される。島崎・他（1998）において推定された割れ目あるいは断層の周辺においても、上下方向の地層のずれを示す有意な差は認められない。

一方、周辺で実施された高周波音波探査（図6）からは、割れ目あるいは断層の直下において、深さ約60m付近に連続する明瞭な反射面（A-B）が確認された。この反射面は上流に向かって次第に深くなり、約100m上流で深さ約90mの谷地形を形成する。これは、杉山・遠藤（1993）によるマルチチャンネル音波探査から明らかにされたグラーベン状構造の浅部に対応するものと考えられる。また、音波探査記録の深さ10m付近の顕著な反射層は、推定された割れ目あるいは断層付近で不連続に消滅する。本調査地点のごく近傍に、杉山・遠藤（1993）によるグラーベン状構造周辺の小規模断層（E1）が位置するが（図7）、杉山・他（1995）はこれらが100m以浅では反射面の不連続や撓みとして認められるものの、より深い層準では断層として認識できないことを明らかにした。また、電気探査から付近の地下約10mに高電気伝導度領域が見出され、高含水状態となっていることが示唆される（図8）。

今回の調査結果と杉山・他（1995）から総合的に判断すると、島崎・他（1998）で認められた割れ目あるいは

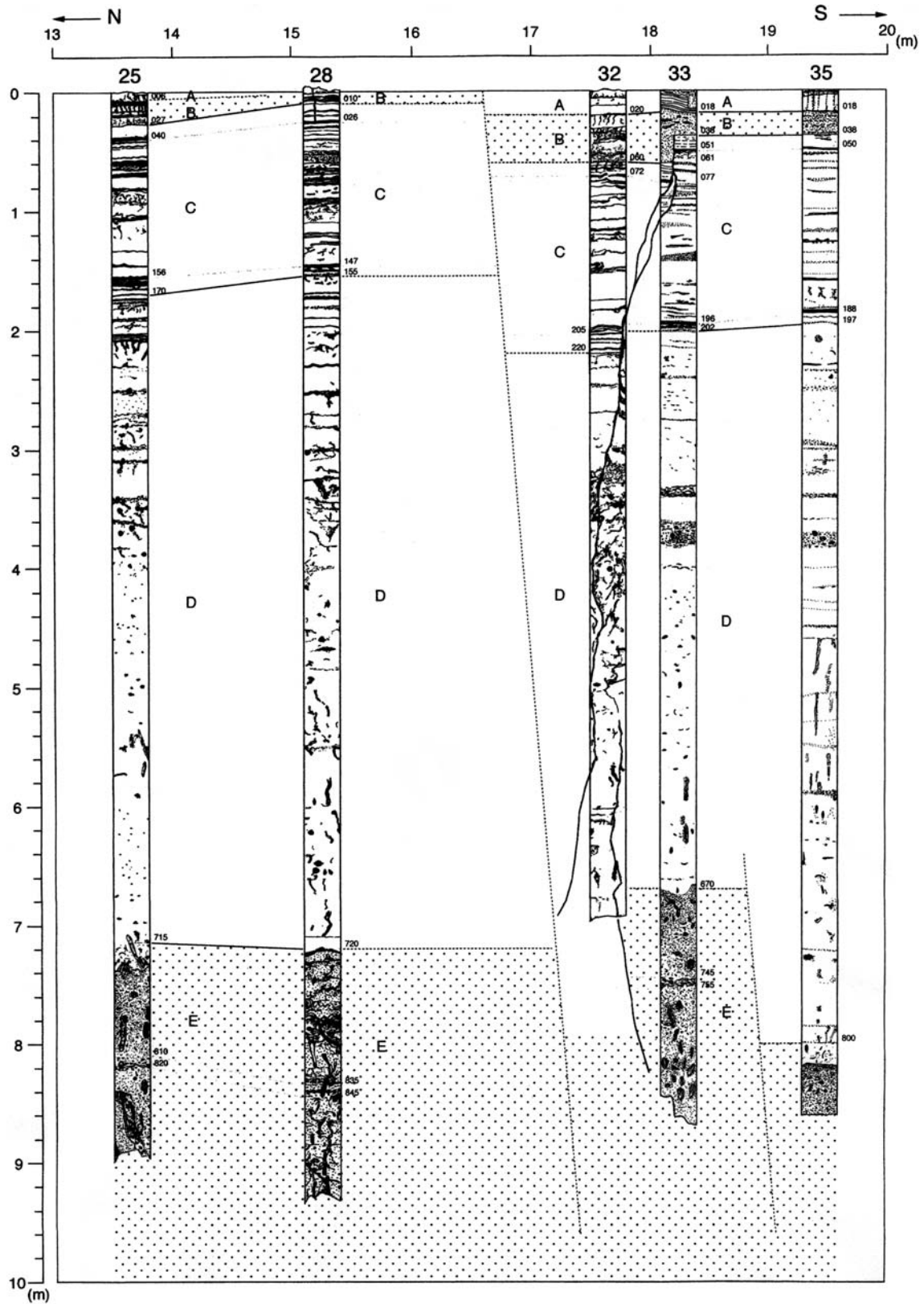


Fig. 1. Cross section of the Geo-slicer core in the survey of 1998 (from Shimazaki *et al.*, 1998).



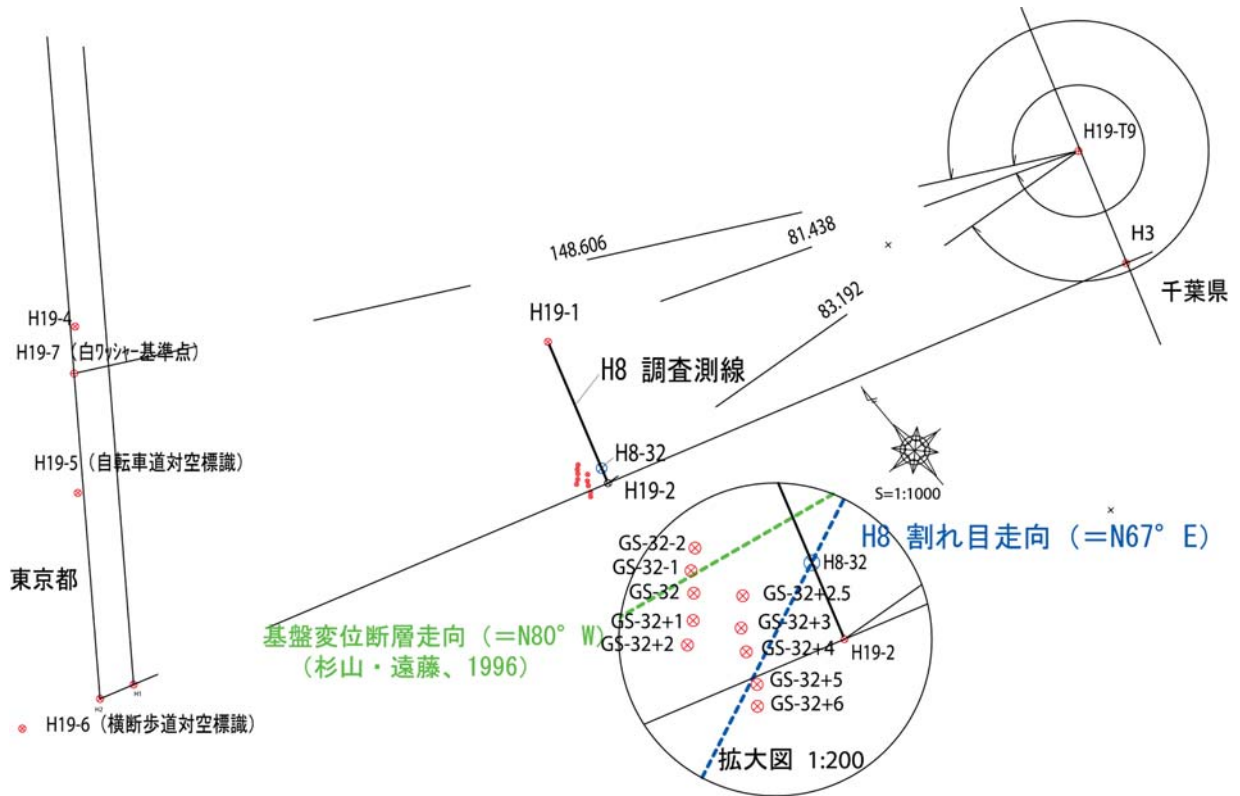


Fig. 2. Plan of survey points and datum. The blue and green dashed line indicate strike of fissure or fault by the Geo-slicer survey in 1998, and fault strike from Sugiyama and Endo (1996), respectively.

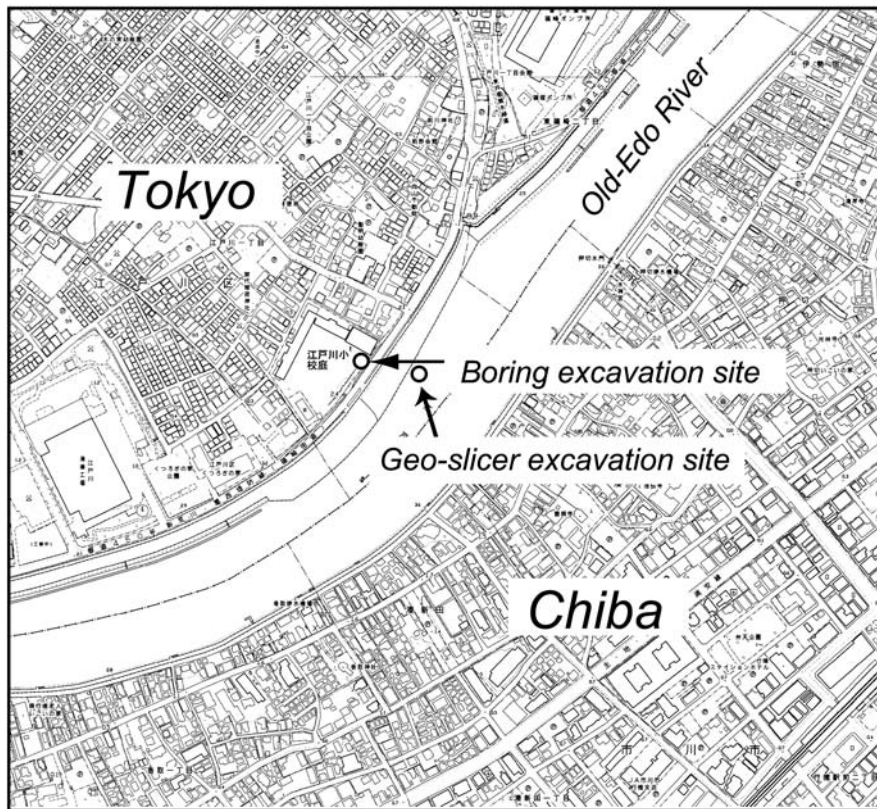


Fig. 3. Locations of Geo-slicer survey at riverbed of the Old-Edo River and boring survey at the Edogawa primary school.

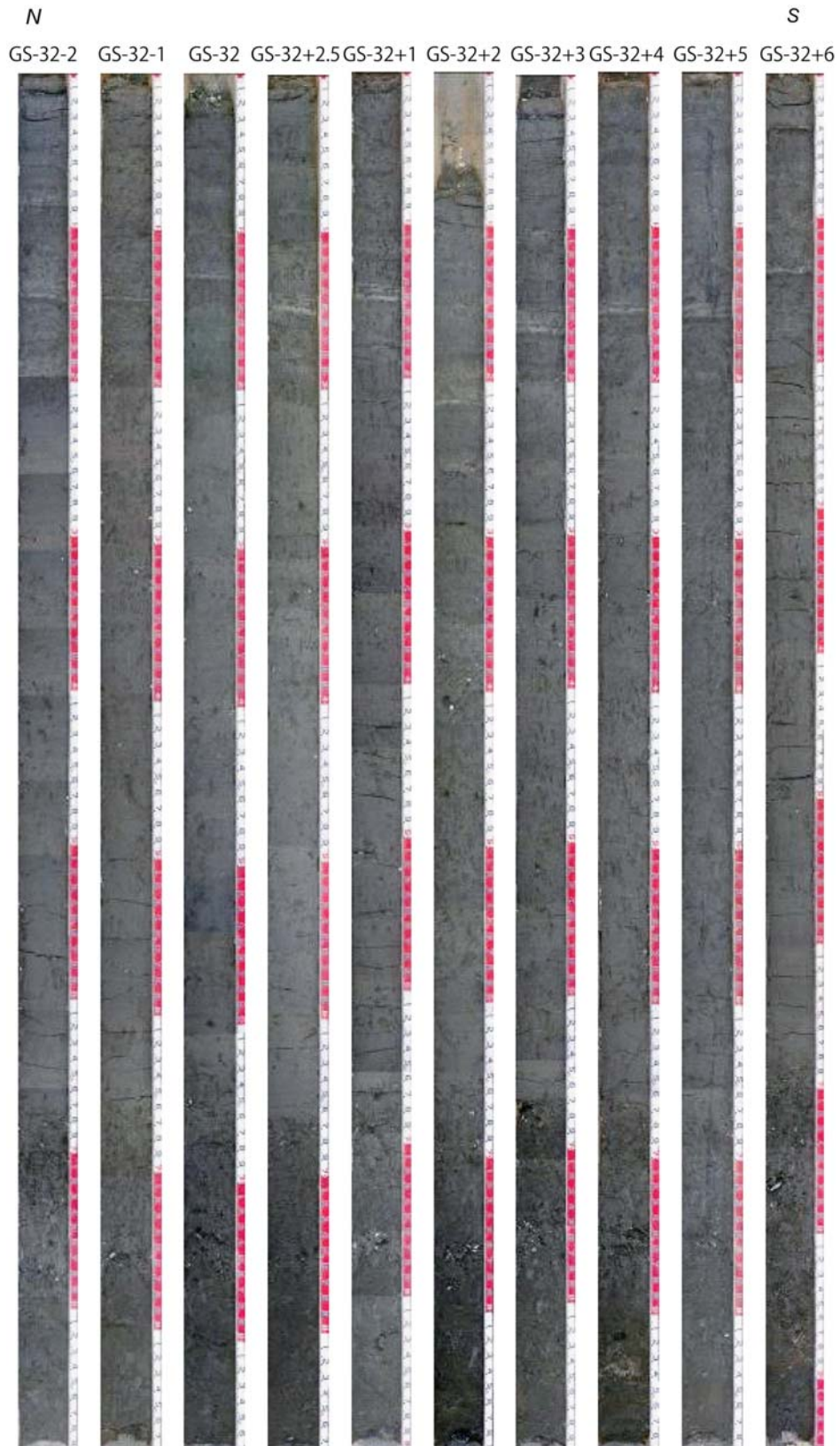


Fig. 4. Photograph of Geo-slicer samples.



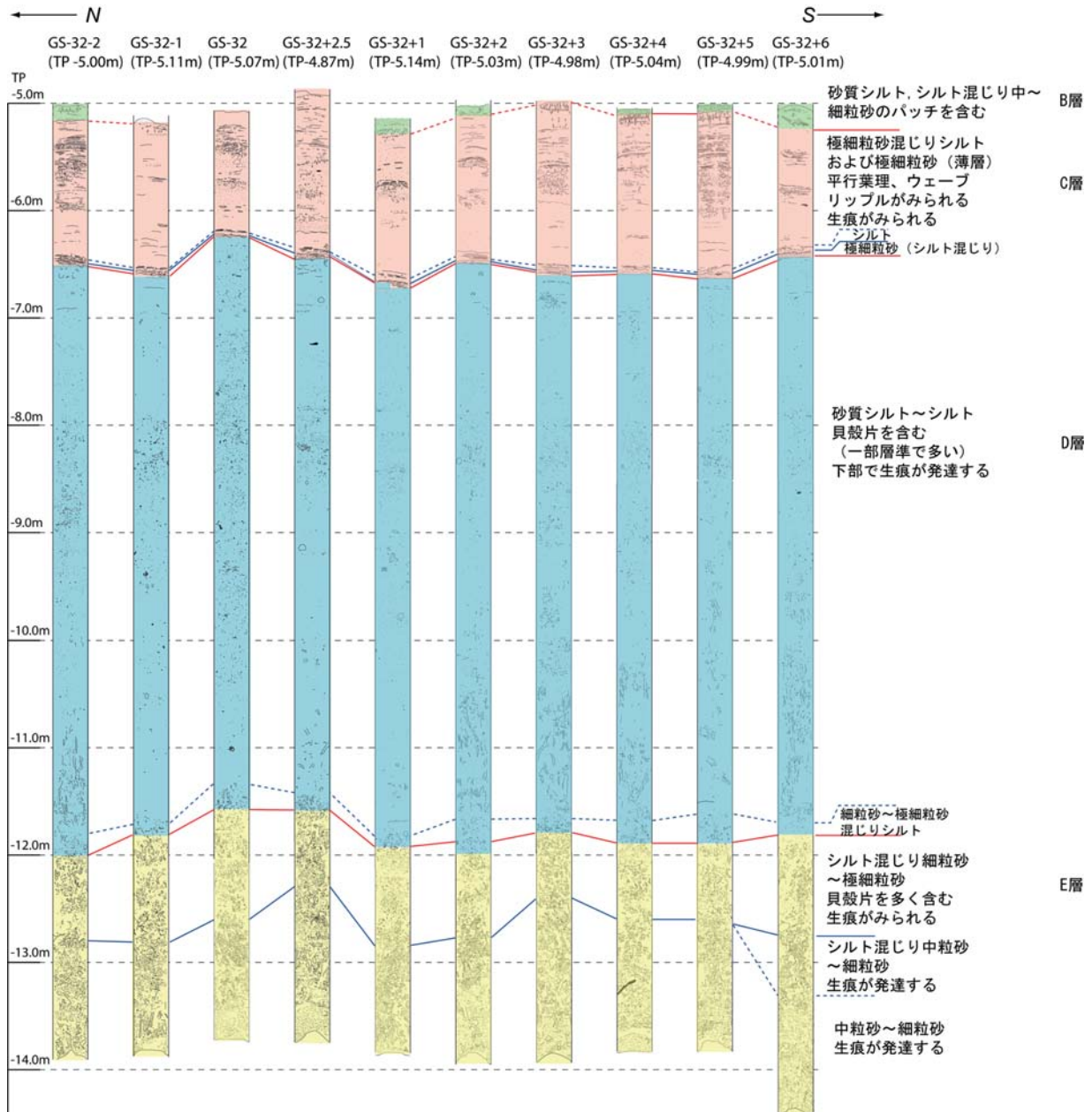


Fig. 5. Estimated cross section at the riverbed of the Old-Edo River based on the Geoslicer survey.

断層は、旧江戸川と東西にほぼ直交するグラベン状構造に起因した地震痕跡の可能性が高く、重力性の地すべり的な動きを伴った可能性がある。したがって、これらの地震痕跡の発生年代を特定することができれば、古地震の履歴解明に役立つことが期待される。島崎・他(1998)におけるA層は削剝により消失したため、これらのイベント発生年代の特定を目的として、ジオスライサー掘削調査地点付近の江戸川小学校において長さ10mの機械ボーリング掘削調査を実施した。得られたコア写真及び断面図スケッチを図9に、コアの層相を表1に

それぞれ示す。

ボーリングコアは、0.00-0.82mが盛り土、0.82-2.59mが砂とシルトの互層、2.59-5.84mが中粒砂～細粒砂、5.84-7.28mが砂質シルト～シルト(極細粒砂をはさむ)、7.28-10.00mが砂質シルト～シルト(貝殻片を含む)から構成される。江戸川小学校でのボーリングコアと旧江戸川河床でのジオスライサーコア(GS-32+5)の層相の対比を図10に示す。ジオスライサーコアでのB層/C層境界は、ボーリングコアの深度5.84mに対比され、またC層/D層境界はボーリングコアでの深度7.28mに対比さ

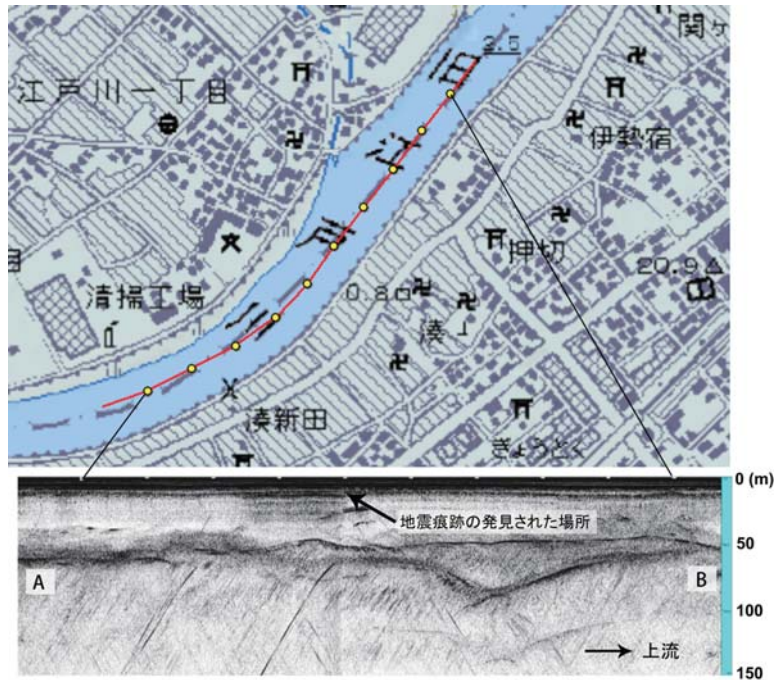


Fig. 6. Cross section due to the single-channel seismic profiling survey.



Fig. 7. Lines of multi-channel seismic profiling survey (A-B and C-D) and location of graben structure. E1-E3 and N1-N3 indicate the location of faults (from Sugiyama and Endo, 1993).

れる。したがって、旧江戸川河床において確認されなかったA層は、ボーリングコアでの0.00～5.84 m間の地層に相当する。

島崎・他（1998）では、新しいイベントが放射性炭素年代で1800年前以降に、古いイベントが2900年～3700年前に起こったと推定されている。新しいイベントはB層/C層境界を食い違わせているため、少なくともC層堆積後に発生したものと考えられる。B層/C層境界の直下に位置する深度5.84 m、暗灰色の砂質シルト中から得られた木片の放射性炭素年代として2240±30 yBP。が、また深度5.88 mのコア中に埋蔵されていた木片から2030±30 yBP。がそれぞれ得られた。したがって、江戸川小学校ボーリング調査から推定される新しいイベントの発生時期は2030±30 yBP以降と推定され、これは島崎・他（1998）と調和的であるが、A層内において適当な放射性炭素年代試料を得ることができなかったため発生年代の更なる絞り込みには至らなかった。今後の課題である。

#### 4. おわりに

旧江戸川の河床で見出された、ほぼ河川に直交する方向に延びる割れ目あるいは断層（上下ずれ量約25 cm）についての追加調査を行い、既に得られている結果とあわせこのずれが埋没谷周辺部で発生した地震痕跡の可能性が高いと結論した。



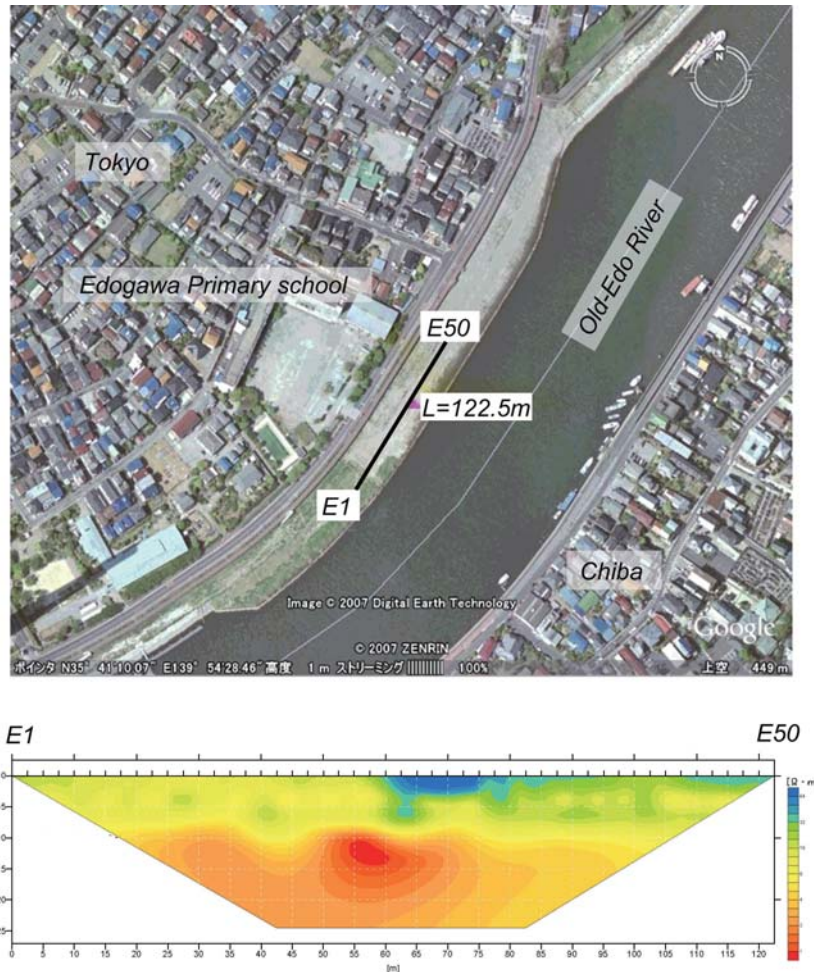


Fig. 8. Result of electric survey.

音波探査で認められた深さ約 60 m 付近の反射面は地震痕跡の直下で不連続ではなく、上流に向かって次第に深くなり約 100 m 上流で深さ約 90 m に達する谷地形を形成する。音波探査で見られる深さ 10 m 付近の顕著な反射層は、地震痕跡付近で消滅する。電気探査から付近の地下約 10 m に高電気伝導度領域が見出され、高含水状態（液状化や地すべりに関連する水の存在）が示唆される。このような不安定な地盤条件で地震動を受けるとすべりが発生し易い。したがって、すべりの発生年代から地震の年代が特定可能となる。島崎・他（1998）では河底から約 8 m の地層から、少なくとも二つのイベントを認め、その発生年代は放射性炭素年代で 1800 yBP. 以降および 2900-3700 yBP. と推定されている。発生年代の絞り込みが、今後の課題である。

関東地震の発生前後に、被害地震が頻発したことが報告されている（今村, 1929; 津村, 1974; 中央防災会議, 2004）。遺跡発掘調査などで発見された液状化痕（例えば、高浜・大塚, 2001）などの地震痕跡から推定される

発生履歴と、古文書による被害地震記録をあわせて古地震年表を作成することで、被害地震の発生頻度の長期的な変化が読み取れ、過去の関東地震の発生履歴を議論することも可能である。したがって今後とも調査を継続し、地震痕跡から推定される古地震の発生履歴を解明していくことが重要である。

#### 謝 辞

調査にあたっては、江戸川区教育委員会および江戸川区立江戸川小学校の皆様のご協力を頂いた。東京大学地震研究所、原田智也博士による査読ならびに指摘によって本稿は大幅に改善された。また東京大学地震研究所、佐竹健治教授には、原稿に対して有益なコメントを頂いた。この場を借りて御礼申し上げる。なお、本調査は、平成 19, 20 年度文部科学省委託「首都直下防災・減災特別プロジェクト①首都圏周辺でのプレート構造調査、震源断層モデル等の構築等」における「液状化痕等による首都圏の古地震の調査研究」の経費を用いて実施された。



旧江戸川で見いだされた地震痕跡の再調査

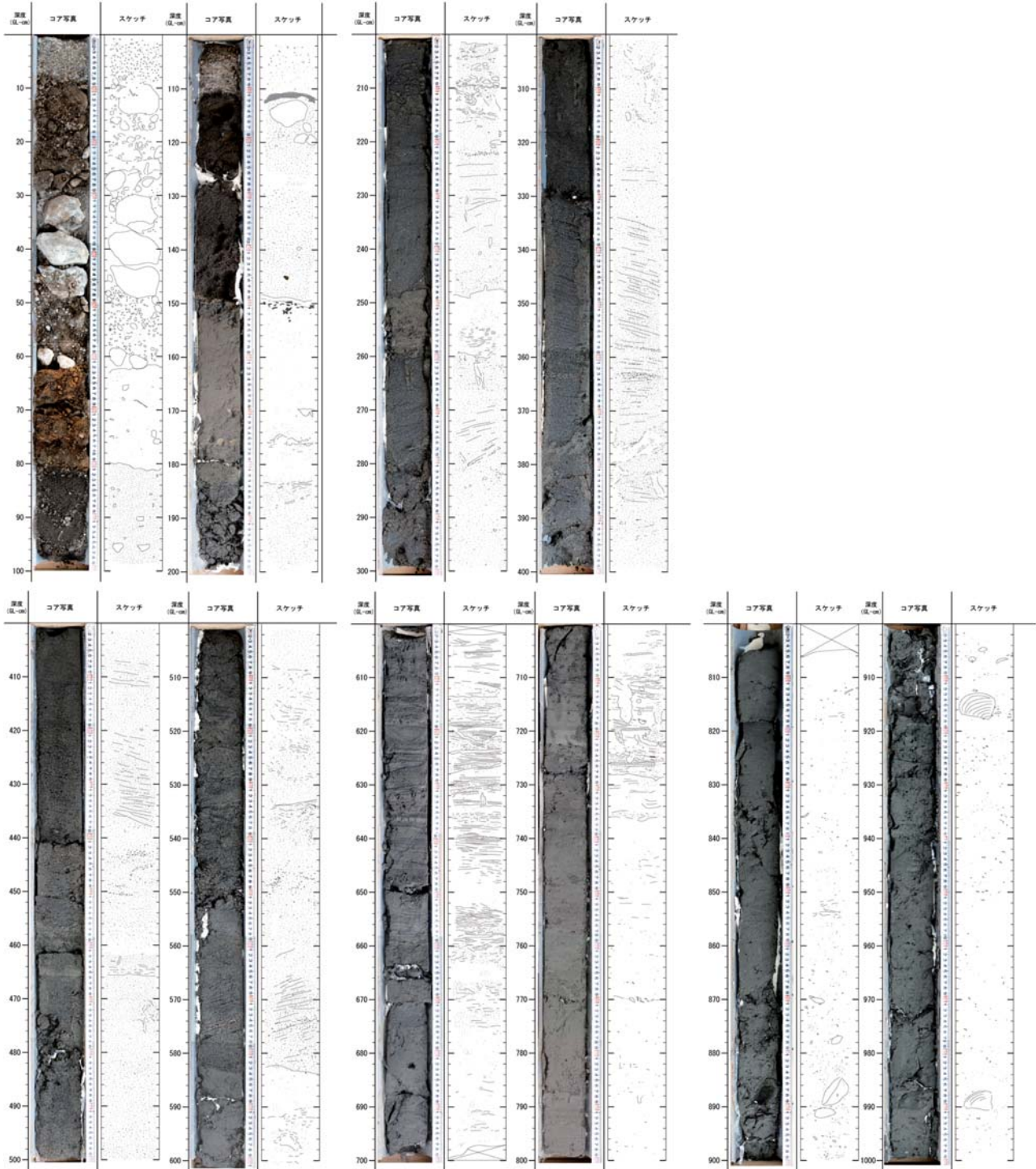


Fig. 9. Photograph and sketch of boring core samples at the Edogawa primary school.

Table 1. Characteristics of boring core samples at the Edogawa primary school.

深度 (m)	層相
0.00-0.10	灰～黄灰色の表土 (細粒砂混じり極粗粒砂)
0.10-0.30	褐灰色の礫 (ガラ) 混じり砂質シルト (盛土). 礫径 10 mm-30 mm
0.30-0.50	灰白色の極碎石 (ガラ)
0.50-0.64	灰白～褐灰色の礫 (ガラ) 混じり細粒砂～砂質シルト (盛土). 礫径 5 mm-30 mm
0.64-0.82	黄褐～褐色の礫混じりローム質シルト (旧表土) で植物根を含む. 礫は垂角礫. 礫径 5 mm-15 mm
0.82-1.00	黒灰色の礫混じり中粒砂～細粒砂. 礫は垂角礫. 礫径 5 mm-40 mm
1.00-1.03	褐灰色のシルト混じり極粗粒砂～粗粒砂
1.03-1.11	灰白色の凝灰質シルト混じり極粗粒砂
1.11-1.22	黒～黒灰色 (褐色混じり) の礫混じり粗粒砂～中粒砂で礫は垂円礫. 礫径 10 mm-30 mm
1.22-1.50	暗灰色 (褐灰色混じり) の粗粒砂～中粒砂で塊状である. 140 cm に垂円礫 (径 15 mm), 145-146 cm に木片を含む
1.50-1.52	黒 (褐色混じり) 有機質砂質シルト
1.52-1.82	灰緑色の砂質シルトで塊状である. 170-172 cm, 174-176 cm にオリーブ灰色シルトのパッチを含む. 180-182 cm に極細粒砂が混じる
1.82-2.16	褐灰色のシルト混じり細粒砂～極細粒砂. 182-188 cm にシルトの薄層をレンズ状に挟む. シルトをパッチ状に挟む.
2.16-2.47	暗灰色の細粒砂. 220 cm 付近にシルトのパッチを含む. 221-222 cm に灰白色凝灰質粗粒砂 (1-2 mm 厚) を挟む. 224-226 cm 付近に弱い平行葉理がみられる. 230-234 cm 付近に弱い斜交葉理がみられる. 237-247 cm 付近にシルトのパッチを含む.
2.47-2.59	暗灰色の細粒砂混じりシルト. 252-255 cm 付近に細粒砂のパッチを含む. 254-258 cm 付近に斜交葉理がみられる.
2.59-4.41	暗灰色の中粒砂～細粒砂で弱い平行葉理がみられる. 260-266 cm 付近に生痕 (シルト) を含む. 277-281 cm, 282-283 cm に灰白色凝灰質粗粒砂 (1-3 mm 厚) を挟む. 300-320 cm はシルト混じり. 313-316 cm にパッチ状の灰白色凝灰質粗粒砂をはさむ. 314-316 cm 付近にシルトのパッチを含む. 325-330 cm 付近に弱い平行葉理がみられる. 335-372 cm に平行葉理がみられる. 359 cm に灰白色凝灰質粗粒砂 (2-3 mm 厚) を挟む. 364-365 cm に灰白色凝灰質の粗粒砂 (10 mm 厚) をはさむ. 374-380 cm はシルト混じり. 376-378 cm にパッチ状の灰白色凝灰質の粗粒砂を挟む. 382-387 cm は粗粒砂混じり. 407-412 cm 付近に弱い平行葉理がみられる. 420-430 cm に平行葉理がみられる. 430 cm 以深に粗粒砂が混じる. 430-440 cm に斜交葉理がみられる.
4.41-4.53	暗灰色 (灰白色混じり) の粗粒砂～中粒砂で弱い葉理がみられる. 443-444 cm, 445-446 cm, 450-451 cm に灰白色極粗粒砂～粗粒砂 (1-2 mm 厚) を挟む.
4.53-5.74	暗灰色の中粒砂～細粒砂で塊状である. 464-480 cm, 516-524 cm, 533-538 cm 付近はシルト混じり. 532-534 cm にシルトの薄層を挟む. 540-552 cm に粗粒砂が混じる (546-552 cm に灰白色極粗粒砂～粗粒砂が混じる). 564-574 cm に平行葉理がみられる.
5.74-5.84	暗灰色の粗粒砂～中粒砂で弱い葉理がみられる. 574-577 cm に灰白色極粗粒砂～粗粒砂を挟む.
5.84-6.00	暗灰色の砂質シルトで塊状である. 584 cm, 586 cm, 588 cm に木片を含む. 592-598 cm はやや有機質である (シルトのパッチを含む). 595 cm に植物片を含む.
6.00-6.02	空洞
6.02-6.14	暗灰～黒灰色の砂質シルト. 605 cm, 606-607 cm, 609-610 cm はやや有機質である.
6.14-6.17	暗灰色の極細粒砂で斜交葉理が発達する. 614-615 cm はやや有機質である.
6.17-6.19	オリーブ灰色のシルト. 617-618 cm はやや有機質である.
6.19-6.38	暗灰～オリーブ灰色の砂質シルト～シルトと極細粒砂 (シルト混じり) の互層で斜交葉理が発達する.
6.38-6.43	暗灰色のシルトと極細粒砂の互層.
6.43-6.52	暗灰色の砂質シルト～シルト混じり極細粒砂で塊状である.
6.52-6.62	暗灰色の砂質シルトと極細粒砂の互層で斜交葉理がみられる. 659-660 cm はやや有機質である.
6.62-6.83	暗灰色の砂質シルトで弱い葉理がみられる.
6.83-6.97	暗灰色の砂質シルト～シルト. 691-692 cm はやや有機質である.
6.97-7.00	空洞
7.00-7.16	暗灰色の砂質シルトで極細粒砂の薄層を挟む. 710 cm 以深で生痕が発達する. 711-712 cm はやや有機質である.
7.16-7.20	暗灰～オリーブ灰色の砂質シルト～シルト. 生痕が発達する. 719-720 cm は極細粒砂とシルトの互層 (葉理が発達).
7.20-7.23	オリーブ灰色のシルトで植物片を含む.
7.23-7.26	暗灰色 (褐色混じり) のシルト (やや有機質) で葉理がみられる. 炭質物, 極細粒砂パッチ (生痕) を含む.
7.26-7.28	暗灰色の極細粒砂で平行葉理がみられる.
7.28-8.00	暗灰色の砂質シルトで生物擾乱が激しい. 730-736 cm に弱い平行葉理がみられる. 736 cm 以深に貝殻小片を含む. 770 cm 付近に貝殻小片を密に含む.
8.00-8.05	空洞
8.05-8.69	暗灰色の砂質シルト～シルトで塊状である. 貝殻小片を散在する.
8.69-9.30	暗灰色の極細粒砂混じりシルトで塊状である. 貝殻小片をやや多く含む. 885-890 cm, 891-892 cm, 913-916 cm に二枚貝 (合弁) を含む.
9.30-10.00	暗灰色の砂質シルト～シルトからなり塊状である. 貝殻小片が散在する. 930 cm 以深で貝殻片の含有量がやや少なくなる. 987-990 cm に貝殻片を含む.



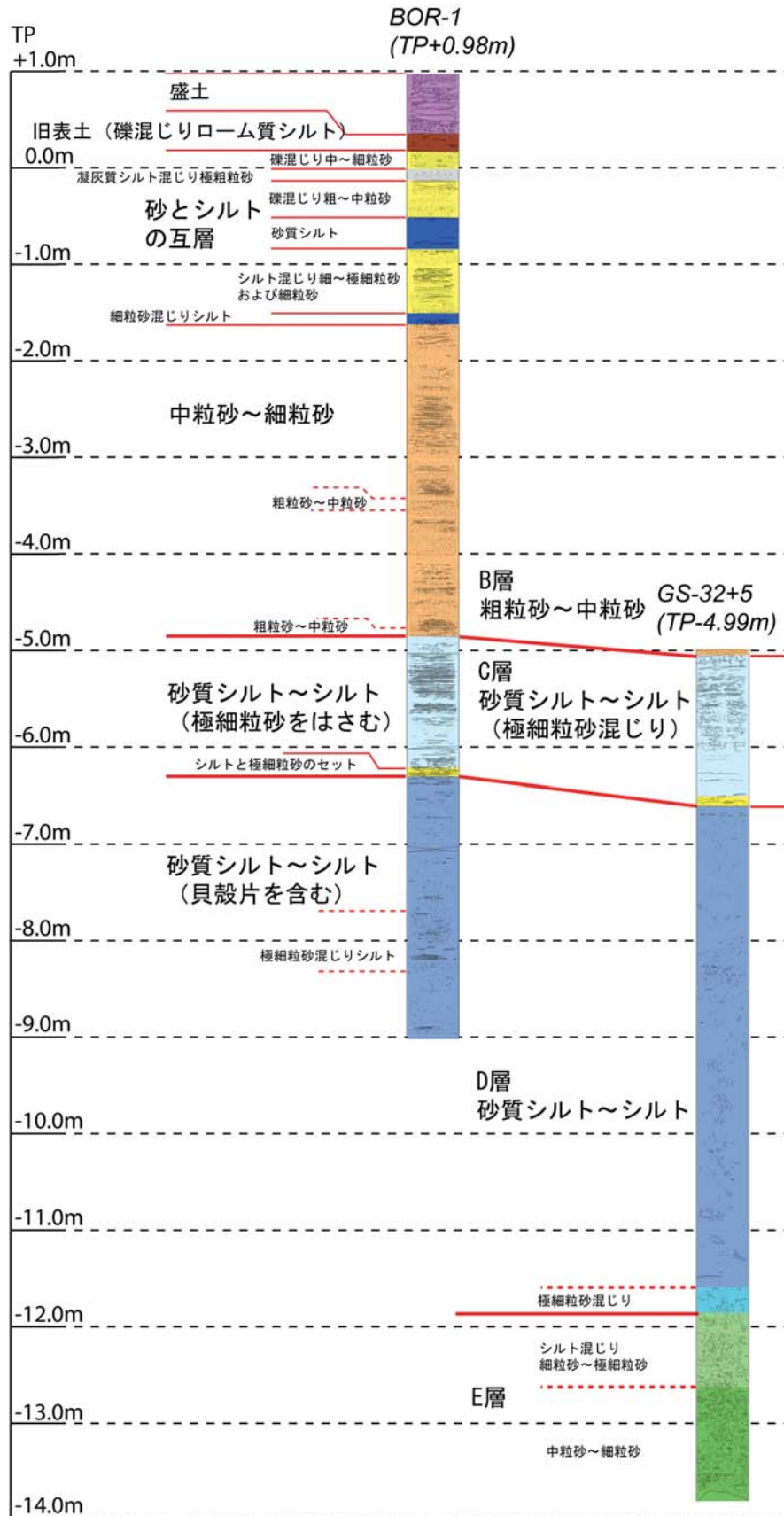


Fig. 10. Comparison between boring core at the Edogawa primary school and the Geo-slicer sample at the riverbed of the Old-Edo River.

参考文献

- 中央防災会議, 2004, 「首都直下地震対策専門調査会(第12回)」, 地震ワーキンググループ(平成16年11月17日)報告書, 26 pp.
- 原口 強・小島圭二・島崎邦彦・岡村 眞・松岡裕美・中田高・北村精男・宮内崇裕・今泉俊文, 1997, 未固結堆積物の定方位連続地層採取法の開発と旧江戸川河底下の地震イベント, 日本応用地質学会平成9年度研究発表会講演論文集, 217-220.
- 原口 強・島崎邦彦・小島圭二・北村靖男・中田 高・松岡裕美, 1998, 地層抜き取り装置による軟弱地盤における定方位連続地層採取方法, 土と基礎, **46** (2), 24-26.
- 今泉俊文・原口 強・中田 高・奥村晃史・島崎邦彦・佐藤比呂志・宮内崇裕・池田安隆・東郷正美・石丸恒存, 1997, 地層抜き取り(矢板方式)による活断層調査, 日本地震学会講演予稿集, 1997, No. 2, P 112.
- 今村明恒, 1929, 関東並に近畿地方に於ける地震活動の循環と大震前の諸現象とに就て, 地震, **1**, 4-16.
- 石橋克彦・佐竹健治, 1998, 古地震研究によるプレート境界巨大地震の長期予測の問題—日本付近のプレート沈み込み帯を中心として—, 地震, **50**, 別冊, 1-21.
- 地震調査研究推進本部, 2009, 「全国地震動予測地図」の公表について, 20 pp.
- 小山真人, 1999, 日本の史料地震学研究の問題点と展望—一次世代の地震史研究に向けて—, 地学雑誌, **108**, 346-369.
- 松田時彦・由井将雄・松島義章・今永 勇・平田大二・東郷正美・鹿島 薫・松原彰子・中井信之・中村俊夫・松岡数充, 1988, 伊勢原断層(神奈川県)の試錐による地下調査—過去約7000年間の堆積環境と元慶2年地震の変位—, 東京大学地震研究所彙報, **63**, 145-182.
- 中田 高・島崎邦彦, 1997, 活断層研究のための地層抜き取り装置(Geo-slicer), 地学雑誌, **106**, 59-69.
- 寒川 旭, 1992, 地震考古学—遺跡が語る地震の歴史—, 中央公論社, 251 pp.
- 島崎邦彦・岡村 眞・松岡裕美・原口 強・中田 高・今泉俊文・宮内崇裕・佐藤比呂志, 1997, 旧江戸川河底の地震イベント, 日本地震学会講演予稿集, 1997, No. 2, C60.
- 島崎邦彦・岡村 眞・額綱一起・佐藤比呂志・上田和枝・原口強・松岡裕美・中田 高・今泉俊文・宮内崇裕・伊藤純一, 1998, 江戸/東京下町被害地震の特定, 平成8年度科学研究費補助金基盤研究(B)(2)研究成果報告書, 55 pp.
- 杉山雄一・遠藤秀典, 1993, 音波探査により発見された首都圏の潜在活断層, 地質ニュース, **466**, 33-41.
- 杉山雄一・遠藤秀典・廉澤 宏・下 泰彦, 1995, 音波探査による首都圏の伏在活断層調査, 物理探査, **48**, 490-503.
- 杉山雄一・遠藤秀典, 1996, 首都圏における平野部伏在活断層の反射法弾性波探査, 地質調査所研究資料集, **259**, 47-55.
- 高浜信行・大塚富男, 2001, 群馬県烏川中流域の第四紀末期の液状化履歴と変動史, 地球科学, **55** (4), 217-226.
- 豊蔵 勇・青砥澄夫・川田明夫・須藤 宏・福井謙三・松崎達二・渡辺平太郎・島崎邦彦・山崎晴雄・中山俊雄, 2008, 東京山手台地中央部付近の推定伏在断層について, 日本活断層学会2008年秋季学術大会講演予稿集, 35-36.
- 豊蔵 勇・青砥澄夫・川田明夫・須藤 宏・福井謙三・松崎達二・渡辺平太郎・島崎邦彦・山崎晴雄・中山俊雄, 2009, 東京山手台地中央部付近に推定される伏在断層について(その2), 日本活断層学会2009年秋季学術大会講演予稿集, 31-32.
- 津村建四朗, 1974, 関東地方の地震活動—微小地震活動を中心として—, 垣見俊弘・鈴木尉元編「関東地方の地震と地殻変動」ラティス刊, 227-249.
- 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, 605 pp.
- 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.

(Received November 16, 2009)

(Accepted February 23, 2010)