

新淀川群列ボーリングコアの高精度解析に基づく 上町断層の完新世活動性評価

Holocene activity of the Uemachi fault in the Osaka Plain evaluated by
high-resolution analysis of the Shin-Yodo-gawa array boring cores

三浦健一郎¹・七山 太²・内海 実³・杉山雄一⁴
安原盛明⁵・横山芳春⁶・北田奈緒子⁷・竹村恵二⁸

Kenichiro Miura¹, Futoshi Nanayama², Minoru Uchiumi³, Yuichi Sugiyama⁴,
Moriaki Yasuhara⁵, Yoshiharu Yokoyama⁶, Naoko Kitada⁷ and Keiji Takemura⁸

¹元活断層研究センター-NEDO 養成技術者, 現所属: 基礎地盤コンサルタンツ株式会社 (Former NEDO fellow at Active Fault Research Center, GSJ/AIST, present affiliation: Kiso-jiban Consultant Co., Ltd., miura.kenichiro@kiso.co.jp)

^{2,4}活断層研究センター (Active Fault Research Center, GSJ/AIST, nanayama-f@aist.go.jp, sugiyama-y@aist.go.jp)

³基礎地盤コンサルタンツ株式会社 (Kiso-jiban Consultants Co., Ltd., uchiumi.minoru@kiso.co.jp)

⁵大阪市立大学大学院理学研究科 (Osaka City University, yassan@sci.osaka-cu.ac.jp)

⁶早稲田大学大学院理工学研究科 (Waseda University, yokoyama-y@ruri.waseda.jp)

⁷財団法人地域地盤環境研究所 (Geo-Reserch Institute, kitada@geor.or.jp)

⁸京都大学付属地熱学研究施設 (Institute for Geothermal Sciences, Kyoto University, takemura@bep.vgs.kyoto-u.ac.jp)

Abstract: Array boring survey revealed the Holocene activity of the Uemachi fault traversing Osaka City in the N-S direction. Three cores, 38.5m, 37.0m and 37.8m long, were obtained from the downthrown side, flexure-zone foot, and upthrown side of the fault, respectively, on the north bank of the Shin-Yodo-gawa River. The cores consist of seven sedimentary units: artificial fill F-1, Holocene Sy-1, Sy-2, Sy-3 and Sy-4, and Late Pleistocene Sy-5 and Sy-5'. More than 15 correlative horizons have been recognized based on the sedimentary facies, pollen and volcanic ash analyses as well as measurement of physical properties such as magnetic susceptibility, density, pH or electric conductivity. From the height distribution of these correlative horizons across the Uemachi fault, the minimum age of the last faulting event is estimated as ca. 9,000 cal. yBP, when the marine Sy-3 unit began to deposit.

キーワード: 上町断層, 完新世活動性, 群列ボーリング, 新淀川, 大阪平野

Keywords: Uemachi fault, Holocene activity, array boring, Shin-Yodo-gawa, Osaka plain

1. はじめに

上町断層は大阪の市街地を南北に縦断し, 千里丘陵の佛念寺山断層や泉北丘陵の坂本断層と共に, 長さ 40 km 以上に達する上町断層系を形成している (杉山, 1997; 大阪府, 1999). 上町断層系の完新世活動履歴については, 南部の住之江撓曲 (七山ほか, 1998, 2001a, b) を除いて, ほとんどデータが得られていない.

このため, 著者らの研究グループは, 上町断層の完新世活動履歴の解明を目的とする調査を平成 12 年度から開始し, 同年度には新淀川北岸において S 波反射法地震探査を実施した (第 1 図). 得られた反射断面から, 上町断層は完新統の中~上部にまで撓曲変形を及ぼしている可能性があるかと判断された (杉山ほか, 2001).

この結果を受けて平成 13 年度には, S 波反射法地

震探査の探査測線上において群列ボーリングを実施し, 高精度コア解析によって, 上町断層の完新世活動履歴の解明を目指した.

2. 調査手法

2.1 コアの採取地点, 採取方法および掘削長

今回の群列ボーリングは, 大阪市淀川区西中島 3 丁目~東淀川区柴山 1 丁目の新淀川北岸河川敷において実施した (第 1 図). 掘削地点は, 杉山ほか (2001) の S 波反射法地震探査測線上の, CMP (共通反射中点) no. 1250 地点 (Bor. 1: 下盤側), 同 no. 1020 地点 (Bor. 2: 下盤側, 撓曲下端部), および同 no. 750 地点 (Bor. 3: 上盤側) の 3 地点とした.

各地点では, “沖積層” 基底への到達を目標として, 掘削を行った. コア試料は径 86 mm のオールコアとし, 固定ピストン式シンウォールサンプラーとロー

タリー式三重管サンプラーを併用して採取した。

その結果, Bor. 1, Bor. 2 および Bor. 3 地点において, それぞれ掘削長 37.8 m, 37.0 m, 38.5 m, 延べ掘削長 113.3 m のコア試料を得た。以下, これらのコア試料を一括して「新淀川コア」と呼ぶ。

2.2 新淀川コアの解析手順

新淀川コアの層序と各層準の堆積年代および堆積環境を明らかにするため, 次の手順でコア解析を実施した。

1) コアの記載

コア試料は全て半割して写真撮影に供し, 片方を観察・保存用, もう一方を分析試料採取用とした。層相の記載に当たっては, 軟 X 線写真を参照し, 堆積構造, 粒度組成, 砕屑物組成, 貝化石群集組成, 貝形虫群集組成, 色調, 生物擾乱等に留意した。

2) ^{14}C 年代測定

コアから採取した陸上植物の材片および炭化物を用いて, ^{14}C 年代測定を実施した。なお, 測定試料のうち, 13 試料を AMS (Accelerator Mass Spectrometry) 法で, 1 試料を 法で実施した。得られた ^{14}C 年代値のうち, 暦年補正の可能なものは, INTCAL98 (Stuiver *et al.*, 1998) を用いて補正し, 1 の中央値と 2 の年代幅を求めた。

3) 花粉分析

Bor. 1 と Bor. 3 の標高 -19.3 m 以深の 13 層準から泥質試料を採取し, 花粉分析に供した。主要構成要素(タクサ)に着目して花粉ダイアグラムを作成し, Furutani (1989) を参照して堆積年代を推定した。なお, 花粉分析作業は川崎地質株式会社に依頼した。

4) 堆積物物性値の測定

古地磁気測定用の試料採取容器(容積 7 cc のポリカーボネートキューブ)を用いて, 10 cm 間隔で試料を採取し, 湿潤重量, 乾燥重量, 含砂量および帯磁率を測定した。含砂量は, 乾燥重量測定後のキューブ試料を用いて 63 μm および 250 μm の篩で水洗し, 再乾燥後, 電子天秤を用いて求めた。帯磁率測定には, MS-2 Magnetic Susceptibility System (Bartington 社製)を用いた。

5) 分光測色計による $L^*a^*b^*$ 表色系測定

$L^*a^*b^*$ 表色系の測定は, SPAD-503 型分光測色計(ミノルタ製)を用いて, コア試料を切断した直後に実施した。測定層準は, キューブ試料を採取した層準に対応させ, 基本的に 10 cm 間隔で実施した。

6) 電気伝導度および pH 測定

Bor. 1 の埋立土を除く全層準と Bor. 3 の砂礫層を除いた残りの層準において, 20~50 cm 間隔で実施した。電気伝導度測定には, Model SC82 型パーソナル SC メータ(横河電機製), pH 測定には Model PH81 型パーソナル pH メータ(横河電機製)を用いた。

なお各測定は, 粘土混濁水を作成した 1 時間後と 5 日後の 2 回実施した。

7) 火山灰分析

新淀川コアの火山ガラスが濃集した層準から試料を適量採取し, 火山ガラスの形状および屈折率を調べ, 広域テフラとの対比を行った。なお, 火山ガラスの同定は, 活断層研究センターの水野清秀氏に依頼した。

3. 結果

3.1 堆積ユニット区分

今回行った層相観察の結果に基づき, 新淀川コアを上位から F-1, Sy-1~Sy-5 および Sy-5' の 7 つの堆積ユニットに区分した(第 2, 3 図)。

1) F-1

F-1 は褐色を呈する淘汰不良の礫質な細粒砂~中粒砂より構成され, 人為的な埋立土層と認定される。

2) Sy-1

Sy-1 は砂層および砂質礫層を主とし, 厚さ 30~40 cm の有機質シルト層およびシルト層を挟む。全層にわたって淘汰不良かつ層相変化が激しいことから, 現在の淀川水系において形成された河川性堆積物と判断される。層厚は 2.4~3.0 m であり, 下位の Sy-2 とは明瞭な浸食面を介して接する。

電気伝導度と pH の測定結果によると, 本ユニットは淡水環境で生成された堆積物と判断される。

3) Sy-2

Sy-2 は粘土層を頻りに挟むシルト層と細粒砂層からなり, 下位の Sy-3 より引き続いて上方粗粒化シークエンスを構成する。層厚は 7.3~7.8 m であり, 海側に向かって緩やかに層厚を増す傾向が認められる。本ユニットは, Sy-2 上部と Sy-2 下部の 2 つのサブユニットに区分される。

Sy-2 上部は, 炭化物, 材, 雲母など陸源砕屑物が多量に混入するシルト~シルト質細粒砂からなる。シルトの含有量は上方に向かって減少し, サブユニット最上部の厚さ 1~2 m の層準では, 均質もしくは細礫の混じる細粒砂層となる。本サブユニットにおいては生物擾乱が発達し, パカガイ類, キサゴを主体とする内湾砂底環境を示す貝化石群集が認められた。

Sy-2 下部は極細粒砂を多く含む砂質シルトを主体とする。全体に海生貝殻片が混入し, 生物擾乱も著しい。Sy-2 下部からは, 内湾泥底環境を示す貝化石群集が得られた。

電気伝導度と pH の測定結果に基づくと, Sy-2 ユニットは海水環境で生成された堆積物と判断される。また, 産出した貝形虫群集から, その堆積環境は湾沿岸部から河口~湾奥部と推定される。

4) Sy-3

Sy-3 は, 海生貝化石が多量に混入し, 生物擾乱が著しい砂質シルト~粘土層から構成される。下位の Sy-4 との境界深度は, Bor.1 と Bor. 2 では標高 -18.5~-18.8 m, Bor. 3 では標高 -18.3 m 付近であり, ほぼ同じ標高に認められる。本研究では, この境界層

準を Horizon A とする (第 3 図)。

Sy-3 の層厚は 7.3 ~ 8.2 m で、海側に向かって減少する。本ユニットは、Sy-3 下部と Sy-3 上部のサブユニットに区分され、その境界面は緩く海側に傾斜している。

Sy-3 上部は主にシルト質粘土からなり、厚さ 0.1 ~ 0.8 m のシルト層を数枚挟む。Sy-2 とのユニット境界付近には均質な粘土層が認められ、上位に向かって緩やかな上方粗粒化を示す。なお、Bor. 1 の標高 -12.35 ~ -13.56 m には、海生貝化石が特徴的に密集する層準が認められ、他孔との層序対比が可能である。産出する貝化石群集は、内湾泥底環境を示す。

Sy-3 下部は、顕著な上方細粒化を示す砂質シルト ~ 砂質粘土層からなる。全般に生物擾乱が著しいため、初生的な堆積構造はほとんど認められないが、レンズ状もしくは層状に細粒砂 ~ 中粒砂を頻繁に伴うことから、もとは砂泥互層であった可能性が高い。本ユニットは、陸側に向かって粒度が相対的に粗くなるとともに、海側に緩く傾斜している。

Sy-3 下部からは、内湾泥底群集のうち内湾停滞域群集に区分される貝化石群集が得られた。

顕微鏡観察によると、SY-3 ユニットには無色透明のパブルウォール型の火山ガラスが普遍的に含まれる。したがって、鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah: 約 7,300 暦年前に降灰; 福沢, 1995) の降灰層準が本ユニット中に存在する可能性が高いが、生物擾乱のため、降灰層準の特定は困難である。

電気伝導度と pH の測定結果によると、本ユニットは海水環境で生成された堆積物と判断される。さらに、産出した貝形虫群集に基づく、その堆積場は湾沿岸部から湾中央部と推定される。上位および下位のユニットとの比較から、Sy-3 は、完新世において最も海面の上昇した時期の堆積物と考えられる。

5) Sy-4

Sy-4 は、下位より上位に向けて細粒砂層、有機質粘土層、砂質シルト層と漸移する。下位の非海成層である Sy-5 とは細粒砂層基底の浸食面で境され、その標高は Bor. 1 と Bor. 2 において -22.1 m である。これに対し、Bor. 3 では -20.3 m と約 1.8 m の高度差が存在する。この層相境界を Horizon B とする (第 3 図)。

Sy-4 の層厚は 2.2 ~ 3.3 m で、下盤側が 1.0 m 程度厚い。本ユニットは総じて雲母、炭化物、材などの陸源碎屑物を多く含み、有機物の高含有量を反映して、灰 ~ 暗灰色を呈する。下底部の細粒砂層から有機質粘土層までは緩やかな上方細粒化シーケンスを示す。これに対し、有機質粘土層から上位の砂質シルト層までは上方粗粒化シーケンスを示す。

Sy-4 では、下底部の細粒砂層を除いて生物擾乱が発達する。貝化石の産出は稀であるが、ヌマコダキガイからなる感潮域群集が認められた。Bor. 2 では、径 4 ~ 10 mm の亜角礫が多量に混入し、有機質粘土やシルトをクラスト状に取り込む中粒砂 ~ 粗粒砂層

が認められる。

電気伝導度と pH の測定結果に基づく、Sy-4 ユニットは汽水環境で生成された堆積物と解釈される。

以上の分析・測定結果から、本ユニット下底面の Horizon B は本地域の海進面に相当すると判断される。

6) Sy-5

Sy-5 は主として、砂礫・砂・シルト・有機質粘土の互層および砂礫層から構成される。本ユニットの層厚は、Bor. 1 と Bor. 2 で 11.6 ~ 12.0 m、Bor. 3 では約 8m である。本ユニットは上部と下部に区分される。本研究では、この上部/下部境界を Horizon C とする (第 3 図)。

Sy-5 上部は、砂礫、中粒砂、シルト ~ 粘土への明瞭な上方細粒化シーケンスを示す。このうちシルト ~ 粘土層中には、斜交葉理の発達する厚さ 5 ~ 30 cm 程度の極細粒 ~ 中粒砂層が頻繁に認められる。また、Bor. 2 の標高 -23.2 ~ -24.0 m では藍鉄鉱の晶出が認められ、淡水環境の堆積物であることが分かる。

Sy-5 下部を構成する砂礫層は、全体に淘汰不良である。卓越礫径 2 ~ 50 mm、最大礫径 120 mm 程度の亜円 ~ 亜角礫を主体とする。礫種は、チャート、砂岩、珪質頁岩、礫岩、花崗岩類、石英などの亜円 ~ 亜角礫である。また、一部にひん岩と安山岩の礫を伴う。基質はシルト分を多く含んだ中粒砂 ~ 粗粒砂からなる。

Bor. 3 では、Sy-5 下部の標高 -23.9 ~ -28.3 m には有機質粘土 ~ シルト層の卓越部が認められる。全体に雲母、材、炭化物が多量に混入し、一部には炭化物の濃集層が形成されている。また、標高 -26.3 m 付近には、繊維質のガラスが濃集した厚さ 5 ~ 30 mm 程度の白色火山灰層が認められる。この火山灰は、水野清秀氏によって、鬱陵 隠岐火山灰 (U-Ok: 約 10,500 暦年前に降灰; 福沢, 1995) に同定された。

電気伝導度と pH の測定結果によると、本ユニットは淡水環境で生成された堆積物と判断される。

7) Sy-5'

Sy-5' は、Bor. 3 の標高 -28.3 ~ -34.8 m のみに分布する。本ユニットは砂礫層および礫質中粒砂 ~ 粗粒砂層を主体とし、明緑灰色を呈する粘土層を伴う。層相的には上位の Sy-5 の砂礫層との区別は難しい。また、Bor. 1 および Bor. 2 において Sy-5 とした厚い砂礫層の一部は、本ユニットに相当する可能性があるが、これらの砂礫層からは年代データが得られなかったため、詳細は不明である。

Sy-5' を構成する礫は、卓越礫径 5 ~ 20 mm (最大 100 mm) の亜円 ~ 亜角礫を主体とし、礫種はチャート、砂岩、頁岩、花崗岩類、石英などである。基質は主に中粒砂 ~ 細礫からなるが、一部ではシルト以下の細粒分も多く含み、総じて不淘汰である。

3.2 各堆積ユニットの年代データおよび堆積環境と標準層序への対比

今回の分析の結果に基づき、これらの堆積ユニットを大阪平野の上部更新統～完新統の標準層序（古谷，1978）に対比する（第2,3図）。

1) Sy-1

Bor. 1 の標高 -2.1 m より採取した材試料の ^{14}C 年代測定の結果，1 の中央値として 2,525 cal. yBP，2 の年代幅として 2,710-2,560, 2,540-2,350 cal. yBP の暦年代値（以下，前者の値の後に，後者の値を括弧付きで示す）が得られた。しかし，Sy-2 から得られている年代値と比べて，6 m ほど上位の層準から採取した試料であるにも関わらず，ほぼ同じ値を示すことから，再堆積の可能性がある。

Sy-1 はその層相から，現在の大阪平野表層を構成する淀川のデルタ頂置層と推定される。また層序学的には，沖積層上部層（海津，1994），および難波累層上部層（古谷，1978）に対比される。

2) Sy-2

Bor. 1 の標高 -7.9 m から採取した材試料から，2,920 (3,050-2,850) cal. yBP の暦年代値が得られた。この年代と層相から，Sy-2 は，完新世後期の高海面期に，淀川デルタの前進に伴って生成されたデルタ前置層～底置層と推定される。

層序学的には，Sy-2 上部は難波累層上部層，Sy-2 下部は難波累層中部層（Ma13 海成粘土層；古谷，1978）に対比される。

3) Sy-3

Bor. 1 から 2 試料，Bor. 3 から 1 試料の計 3 試料について ^{14}C 年代測定を行った。その結果，Bor. 1 から 8,805 (9,000-8,600) cal. yBP と 9,020 (9,120-9,000) cal. yBP，Bor. 3 からは 6,100 (6,250, 6,200-5,990) cal. yBP の暦年代値を得た。このうち 9,020 cal. yBP の値は，上下の地層の年代値を考慮すると，再堆積した材片の年代と判断される。

Sy-3 はデルタ底置層または内湾泥底堆積物と推定され，特に Sy-3 下部においては，河川の影響によって砂粒子が頻りに供給されていた状況が想定される。

Sy-3 は全般に海成泥質堆積物が卓越することから，沖積層中部層（海津，1994）および難波累層中部層に対比される。

4) Sy-4

Sy-4 からは，計 4 試料の ^{14}C 年代値が得られている。即ち，Bor. 1 から 9,185 (9,400-9,630, 9,310-9,020) cal. yBP，Bor. 3 から 9,135 (9,280-9,010) および 9,150 (9,290-9,020) cal. yBP の暦年代値を得た。花粉分析の結果，Bor. 1 の 1 試料および Bor.3 の 1 試料から，Furutani (1989) の P1 帯 a 亜帯に対比される花粉群集を得た。

Sy-4 は，汽水環境で堆積した地層であり，当時の大阪平野の古地理を考慮すると，最終氷期に生じた開析谷河口のエスチュアリー環境で生成された泥質堆積物（増田・宮原，2000）と考えられる。本ユニットは，上位の Sy-3 と同様に，沖積層中部層および難波累層中部層に対比される。

5) Sy-5

Sy-5 については，計 4 試料の ^{14}C 年代測定を行った。その結果，Bor.1 から 9,525 (9560-9490, 9540-9510) と 9,905 (10,160-9,560) cal. yBP，Bor.3 から 9,475 (9,520-9,420) と 10,170 (10,210-10,120, 10,070-9,940) cal. yBP の暦年代値を得た。また，花粉分析では，Bor. 1 の 2 試料および Bor. 3 の 3 試料から Furutani (1989) の P1 帯 a 亜帯に相当する花粉群集を得た。Sy-5 は，礫質堆積物を主体としており，当時の河川勾配を反映した網状礫質河川～扇状地堆積物および後背湿地堆積物と解釈される。本ユニットは沖積層下部層（海津，1994），および難波累層下部層（古谷，1978）に対比される。

6) Sy-5'

花粉分析の結果，Bor. 3 の 2 試料から Furutani (1989) の P2 帯 c 亜帯に対比される花粉群集を得た。Sy-5' は，礫質な粗粒堆積物を主体となしており，網状河川～扇状地系によって形成されたと考えられる。今回得られた 2 層準の花粉分析結果によると，本ユニットは天満累層（低位段丘相当層）に対比される可能性がある。しかし，対比を確実なものにするためには，今後，より詳しい検証が必要である。

3.3 堆積物物性値によるコア対比

1) 帯磁率

帯磁率測定は，Sy-2～Sy-5 の細粒相において実施した（第4図）。

【傾向】

新淀川コアの帯磁率は，全体に $5.0 \sim 60.0 \times 10^{-5}$ (SI) 程度の値を示す。そのうち Sy-4 以深では， $10.0 \sim 60.0 \times 10^{-5}$ (SI) と高い値を示し，その変動も大きい傾向が認められる。一方，Sy-3 以浅では，帯磁率は $5.0 \sim 10.0 \times 10^{-5}$ (SI) の間で上位に向かって徐々に増加する傾向を示し，Sy-2 の最上部付近で $10.0 \sim 20.0 \times 10^{-5}$ (SI) とやや高めの値をとる。

一般に，帯磁率の変動傾向は強磁性鉱物の含有量によって規定されることが知られている。Sy-4 以深ならびに Sy-2 の上部は，陸域から粗粒碎屑物が比較的多く供給される環境と考えられ，その中に磁性鉱物が多く含まれているものと推察される。実体鏡観察においても，Sy-4 の有機質粘土～シルト層中には酸化鉄が多く含まれることが確認された。

【対比】

測定結果に基づいて，Mag1～Mag8 の 8 つの対比面を認定した。

Mag1 と Mag2 は，Sy-4 から Sy-3 にかけて帯磁率が急減する層準に相当する。このうち Mag1 は，層相観察結果に基づいて認定された Horizon A に一致する。

Mag3～Mag8 は，帯磁率変動曲線のパターン変化に基づいて，明瞭な変曲点において Bor. 1～Bor. 3 の各層準に対比したものである。このうち Mag3 は，コア試料全体をとおして最も帯磁率が低い値を示す

層準である。

2) 乾燥かさ密度

密度測定は、Sy-2～Sy-5のうち、砂礫層を除いた各層準で実施した。今回の測定には、帯磁率測定時に用いたキューブ試料を利用し、基本的に10 cm間隔で実施した(第5図)。

【傾向】

湿潤重量は約11.0～14.0 g、乾燥重量は約7.0～13.0 gの値を示し、両者は調和的な変動傾向を示す。したがって、今回の試料に関しては、各物性値に対する圧密の影響はごく小さいものと考えられ、乾燥重量からかさ密度を算出した。

新淀川コアの乾燥かさ密度は、含砂量や粒度の垂直変化に規定されて1.0～1.8 g/cm³の範囲で変化する。数値の全体傾向としては、下位からSy-3の中部付近まで減少した後、上位に向かって増加傾向を示す。

【対比】

測定結果に基づいて、1～3の3つの対比面を認定した。

1は、Sy-4において、層相が中粒砂から有機質粘土、さらに有機質シルトへと変化するのに伴って、密度が減少から増加へと転じる層準である。ただし、Bor. 2では、この層準に中粒砂～粗粒砂層が挟まれているため、1に相当するピークは認められない。

2は、Sy-4において、1付近から始まる上方粗粒化シークエンスに伴い、乾燥かさ密度が増加傾向を示し、さらにピークをなす層準を対比したものである。この2を境として、かさ密度は上位に向かって緩やかな減少傾向を示す。

3は、Sy-3の中部付近において、密度が減少傾向から増加傾向へと転じる変曲点を対比している。このような乾燥かさ密度の減少傾向から増加傾向への変化は、縄文海進による海進期から海退期への移りかわりに伴った粒度組成の変化を反映していると考えられる。即ち、3層準は海面が最も上昇し、陸源砕屑物の供給が減少した最大海氾濫期に当たると考えられる。なお、大阪湾地域におけるこの完新世の高海水準期は、おおそ5,000暦年前であるとされている(増田・宮原, 2000)。

3) 含砂量

含砂量測定は、Bor. 1の標高-16.5 m～-25.3 mおよびBor. 3の標高-16.5 m～-22.4 m間において、10 cm間隔で実施した。これらの区間は、Sy-3下部～Sy-5に相当する。

【傾向】

含砂量は全体に層相変化に対応した変動傾向を示し、かさ密度の変動曲線とも良く一致する。概ね粘土層では0.0～2.0 g、シルト層では4.0～8.0 g、そして砂層では8.0～10.5 g程度の砂粒子を含む。実体鏡での観察によると、250 μm以上の粒子と63～250 μmの粒子とともに、主として花崗岩類やチャート、砂岩、頁岩などの古期堆積岩類の岩片および石英粒

子から構成される。Sy-3においては、これに加えて海生の生物遺骸や火山ガラスが多数認められる。

【対比】

測定結果から、Sd1およびSd2の2つの対比面を認定した。

Sd1はSy-4の中部に位置し、含砂量が最も少なくなる層準であり、Bor. 1の標高-20.81 mおよびBor. 3の標高-19.54 mに当たる。またSd2は、Sy-3最下部において中粒砂サイズの粒子が急増して、含砂量が増加傾向のピークを示す層準であり、Bor. 1の標高-18.70 mおよびBor. 3の標高-18.13 mに位置する。

3.4 L*a*b*表色系測定値によるコア対比

L*a*b*表色系測定は、Sy-6～Sy-2において実施し、帯磁率測定用キューブを採取した層準に対応させ、基本的に10 cm間隔で実施した(第6, 7図)。

【傾向】

新淀川コアにおいては、陸域から供給された有機質堆積物が多く含まれるSy-4以深において、粘土層やシルト層などの細粒な堆積物は灰～暗灰色を呈する傾向が認められる。一方、海成堆積物が主体をなすSy-3およびSy-2では、コア試料は全体に暗緑灰～(暗)オリーブ灰を呈する。L*a*b*表色系測定の結果は、このような色相の違いを反映して、Horizon Aを境として、その変動傾向が大きく異なる。

L*(明度)の値は25.0～45.0の範囲で変化する。特にSy-4以深において、前述した含砂量と良い相関を示す。一方、Sy-3以浅では、L*値は上位に向かって緩やかに減少し、砂分の増加するSy-2付近からやや増加傾向を示す(第6図)。

a*(+赤～-緑)の値は、-2.5～0.3の範囲で変動する。特にSy-4以深では、-1.0～0.3程度の範囲で上位に向かってやや減少する傾向を示す。さらにSy-3以浅では、-2.5～-0.7程度の値を示す(第7図)。

b*(+黄～-青)の値は、-1.0～4.0程度の範囲で変動する。b*値もL*値と同様に、基本的には粒度の増減に対応する変動傾向を示すが、対比に用いることのできる明瞭な変曲点は今回の測定では認められなかった。

【対比】

測定結果に基づいて、Co1～Co3の3つの対比面を認定した(第6, 7図)。

Co1はSy-4の中部層準に位置し、L*値が減少から増加へ転じる変曲点である。また、本対比面は、密度測定による対比面1、含砂量測定による対比面Sd1と一致する。

Co2は、Sy-4からSy-3にかけてa*値が急減する層準に相当し、Horizon Aおよび帯磁率測定による対比面Mag1と一致する(第10図)。

Co3は、Sy-4においてL*値が急激な増加から緩やかな減少傾向へと移りかわる変曲点である。

3.5 電気伝導度およびpHによるコア対比

電気伝導度および pH 測定は, Bor. 1 の表土や砂礫層を除く全層準と Bor. 3 の Sy-3 以深の砂礫層を除いた層準で, 20~50 cm 間隔で実施した(第 8, 9 図)。

【傾向】

新淀川コアの電気伝導度は, 層準により 0.02~0.85 mS/cm と大きく変動する。大局的には下位から Sy-3 の中部付近まで増加した後, 上位に向かって減少する傾向を示す。これは, 各ユニットの堆積時における海水と淡水の量比の反映と解釈される。

pH の値も堆積ユニットごとに大きく変動し, 陸成層(Sy-1 と Sy-5)と汽水成層(Sy-4)の pH は 5.10~7.32 とほぼ中性の値を示すのに対し, 海成層(Sy-2 と Sy-3)では 7.02~8.24 と弱アルカリ性の値を示す。

【対比】

電気伝導度については SC1~SC3 の 3 つの対比面, pH については pH1~pH2 の 2 つの対比面をそれぞれ認定した(第 8, 9 図)。

SC1 は, 電気伝導度が 0.06~0.08 mS/cm 程度の負のピークを示し, 上位に向かって減少から増加へと転じる変曲点を対比している。本対比面は Horizon B に相当する。

SC2 と SC3 は, 電気伝導度が 0.31~0.33 mS/cm および 0.170~0.210 mS/cm と, それぞれ正と負のピークを示し, 上位に向かって値の傾向が増加から減少, 減少から増加へと転じる層準を対比したものである。

pH1 は, Sy-4 で pH がやや酸性傾向のピークを示す層準で対比している。pH2 は Horizon A に相当する。

4. 考察

4.1 上町断層の最新活動時期

今回の新淀川コアの解析結果(第 10 図)に基づいて, 上町断層の完新世活動履歴の考察を行う。

Horizon A は, エスチュアリー堆積物である Sy-4 とデルタ底置層~内湾成堆積物である Sy-3 のユニット境界であり, ^{14}C 年代測定結果から, その年代は約 9,000 暦年前と推定される。

Horizon B は, 網状礫質河川堆積物である Sy-5 と エスチュアリー堆積物である Sy-4 のユニット境界, 即ち縄文海進面に相当し, その年代は約 9,500 暦年前と推定される。さらに, Horizon B より上位の Sy-2~Sy-4 は, 海進期~高海面期にデルタの前進によって連続的に形成された堆積ユニットであり, これらユニット内の各対比面はほぼ同時期面を示すと判断される。

このうち, Horizon B の高度は, 下盤側の Bor. 1 と上町断層による撓曲下端部の Bor. 2 ではほとんど差がなく, 両地点と上盤側の Bor. 3 との間では, 1.8 m の差が認められる。そして, 下盤側の Bor. 1 および Bor.2 と上盤側の Bor. 3 との間の対比面の高度差は, Horizon B から上位に向かって徐々に減少し, Horizon A では 0.5 m, その上位の Sy-3 下部サブユニット下半中の対比面では 0.5 m 以下となる(第 10 図)。こ

のような対比基準面の高度差の減少は, 下盤側における上盤側を上回る堆積による断層崖・撓曲崖の埋積過程と考えられる(三浦ほか, 2001)。

Sy-3 下部サブユニット上半部~Sy-2 ユニット中の対比面は, Bor. 1~Bor. 2 間および Bor. 2~Bor. 3 間とも, 東側のボーリング地点が 0.5~1 m ほど高くなっている。このような対比面の高度分布は上町断層の活動に伴う撓曲変形では説明が困難である。これらの堆積ユニットが淀川デルタの前置層~底置層であることを考慮すると, 対比面の Bor. 1 側への高度低下はデルタ内部のフォアセット面の反映と考えられる。

以上のような新淀川コアの解析結果に基づくと, 上町断層の最新活動は, 少なくとも, 約 9,000 暦年前の Horizon A の形成より前に生じたと判断される。また, この時の上下変位量は, 約 1.8 m ないしこれ以上に達したと推定される。

また, Sy-5 中の Horizon C は Bor. 1~Bor. 2 間では高度差がなく, Bor. 2~Bor. 3 間では約 2.8 m の高度差がある。したがって, Horizon C が Bor. 2~Bor. 3 間で初生的にほぼ水平であったとすれば, 上町断層の最新活動は約 9,500 暦年前の Horizon B の形成より前に生じ, その時の上下変位量は約 2.8 m に達した可能性がある。Horizon C は砂礫層の堆積上面であり, Bor. 2~Bor. 3 間では Horizon C より下位の Sy-5 下部の層相が大きく異なっている。このため, 両ボーリング間での Horizon C の初生水平性については不確実性が残る。よって, 現時点では, 上町断層の最新活動時期を Horizon B の形成より前に限定することは難しい。

4.2 S 波反射法地震探査結果の再検討

杉山ほか(2001)は, 平成 12 年度の S 波反射法地震探査の結果(第 11 図)から, 上盤側の標高 -5 m 付近にまで撓曲変形が及んでいる可能性を指摘した。今回の新淀川コアの解析結果によると, 杉山ほか(2001)が撓曲変形とみなした反射面の傾斜は, デルタ前置層のフォアセットの傾斜を反映している可能性が高い。

また, Sy-3 に対応する深度の反射面群の傾斜は, Bor. 1~Bor. 2 間では各対比面の高度から推定される傾斜より小さく, Bor. 2~Bor. 3 間では逆に大きい。これは, Bor. 2 周辺の深さ 10 m 程度までの S 波速度がデータ解析に用いた速度よりも実際には遅いことを示唆する。今後, 反射法地震探査データの再解析が必要である。

5. 結語

平成 12 年度に実施した S 波反射法地震探査の測線上において, 群列ボーリングを実施し, 詳細なコア解析とこれに基づく高精度層準対比を行うことによって, 上町断層の完新世活動履歴を検討した。そ

の結果，上町断層の最新活動時期は少なくとも約9,000 暦年前以前，その時の上下変位量は1.8 m 以上と推定された。

上町断層の中期～後期更新世の平均上下変位速度は，0.40 m/千年程度と推定されている（大阪府，1999 年など）。上町断層が完新世にも，この平均変位速度を保って地殻歪を蓄積しているとすると，最新活動後の経過時間（約9,000 年以上）から，将来の活動に伴う上下変位量は3 m を超える可能性がある。

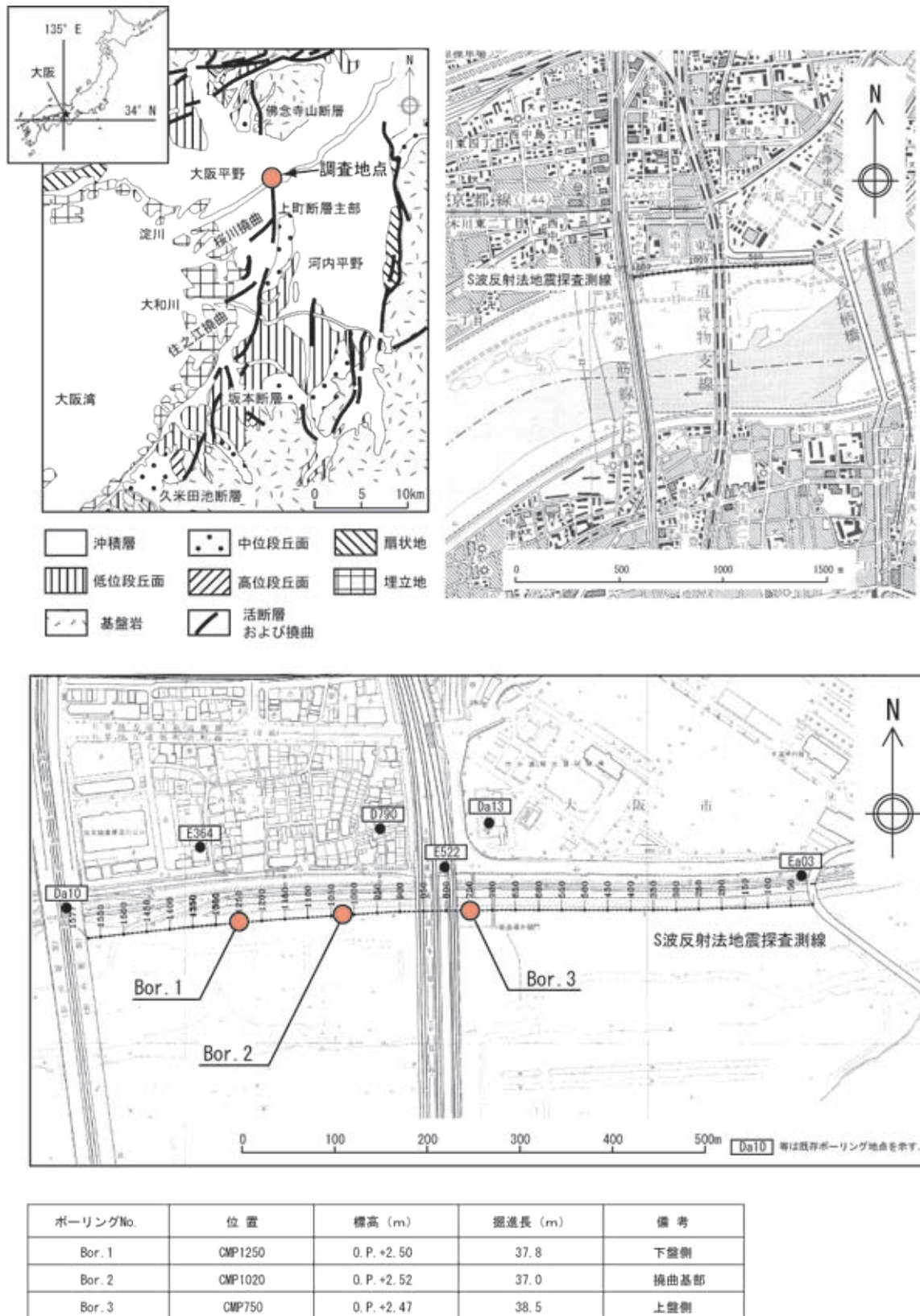
上町断層を主構成要素とする上町断層系は，大阪市街地を南北に縦断しており，本断層系から1995 年兵庫県南部地震のような直下型地震が発生した場合，その被害は兵庫県南部地震を上回る甚大なものとなる。上町断層系については，M7 クラスの都市直下型地震を引き起こす可能性を持つ重要活断層として，今後もそのより詳細な活動履歴の解明を目指した調査の実施が必要と考える。

謝辞 本研究を実施するにあたり，大阪府庁，大阪市役所，国土交通省近畿地方整備局淀川工事事務所ならびに財団法人河川環境管理財団大阪事務所の皆様には，現地作業にあたって多数のご配慮を頂いた。当センターの下川浩一チーム長には，本研究にあたり多数のご配慮を賜った。大阪市立自然史博物館の中条武司博士には，デルタ堆積物の堆積相についてご教授いただいた。また，当センターの水野清秀氏には火山灰の同定をお願いした。海洋資源部門の山崎俊嗣博士には，帯磁率測定作業の際，便宜を図っていただいた。以上の皆様に深謝申し上げる。

文 献

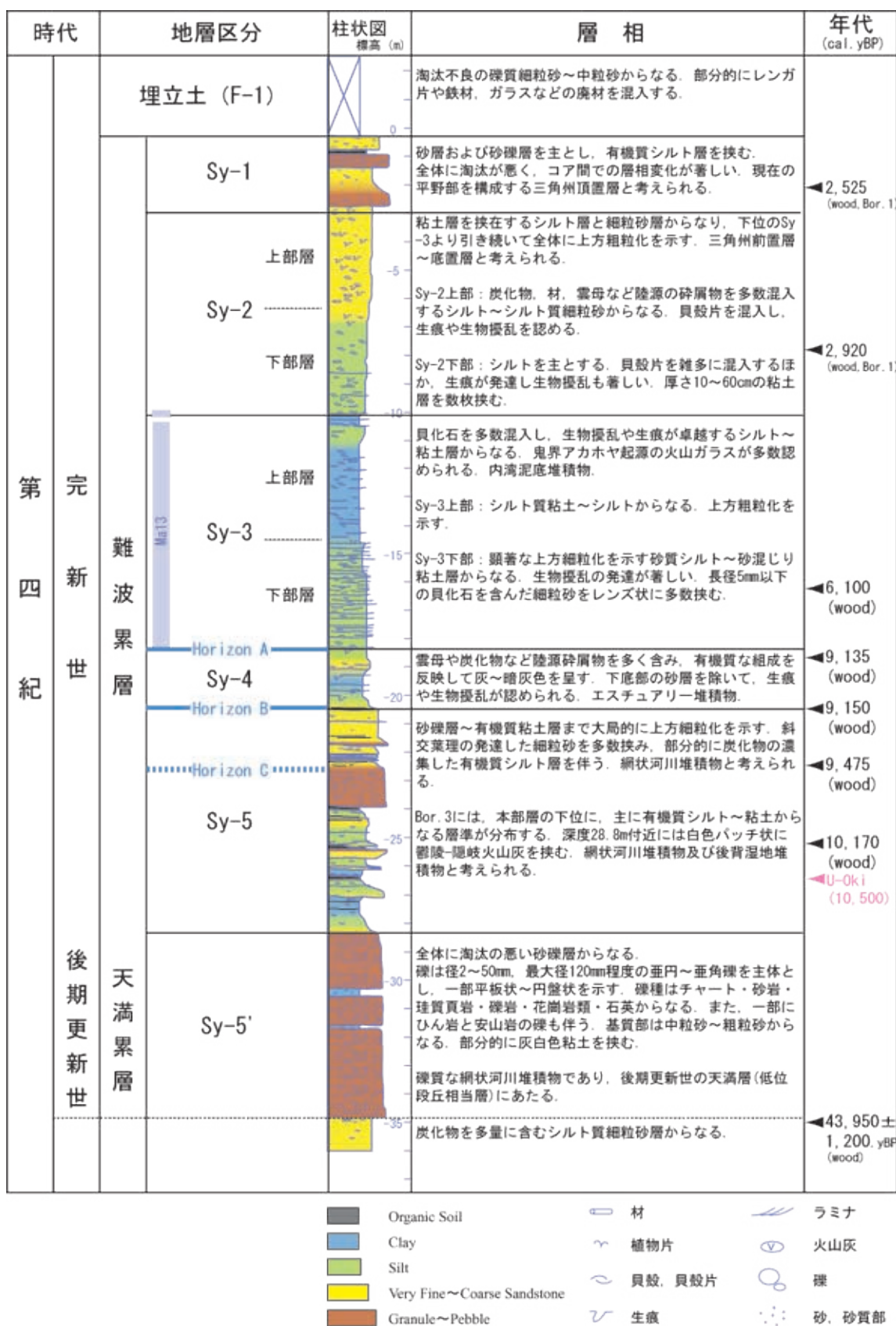
福沢仁之（1995）天然の「時計」・「環境変動検出計」としての湖沼の年縞堆積物．第四紀研究，**34**，135-149．
 古谷正和（1978）大阪平野西部の上部更新統．地質学雑誌，**84**，341-358．
 Furutani, K. (1989) Stratigraphical subdivision and Pollen zonation of the Middle and Upper Pleistocene

in the Coastal Area of Osaka Bay, Japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, **32**, 53-83.
 増田富士雄・宮原伐折羅（2000）大阪湾地域の完新統海成粘土層の特徴と形成過程．第四紀研究，**39**，349-355．
 三浦健一郎・七山 太・大塚一広・杉山雄一・佃 栄吉（2001）地震被害軽減のための浅海底活断層の活動履歴研究（ ）- 研究手法概説 - ．地質ニュース，no. 568，13-28．
 七山 太・土井康裕・北田奈緒子・竹村恵二（2001a）過去 13 万年間にわたる大阪湾東部沿岸地域の層序，堆積シーケンスと堆積環境．地質学雑誌，**107**，179-197．
 七山 太・土井康裕・北田奈緒子・竹村恵二・杉山雄一（2001b）大阪平野西部，上町断層系住之江撓曲の活動度評価とこれに基づく過去 1 万年間の海水準変動．地質学雑誌，**107**，215-221．
 七山 太・北田奈緒子・竹村恵二・杉山雄一（1998）群列ボーリングおよび S 波反射法地震探査による上町断層系住之江撓曲の活動履歴調査．地質調査所速報，no. EQ/98/01（平成 9 年度活断層・古地震研究調査概要報告書），137-149．
 大阪府（1999）平成 10 年度地震関係基礎調査交付金 上町断層帯に関する調査成果報告書（概要版）．39p.
 Stuiver, M, P. J. Reimer, E. Bard, J. W. Beck, G. S. Burr, K. A. Hughen, B. Kromer, G. McCormac, J. van der Plicht and M. Spurk (1998) INTCAL 98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon*, **40**, 1041-1083.
 杉山雄一（1997）上町断層系の反射法弾性波探査．地質調査所研究資料集，no. 303, 105-113．
 杉山雄一・七山 太・北田奈緒子・横田 裕（2001）大阪市内における上町断層の S 波反射法地震探査．活断層・古地震研究報告，no. 1，143-151.
 海津正倫（1994）沖積低地の古環境学．古今書院，270p.
 （受付：2002 年 7 月 4 日，受理：2002 年 8 月 19 日）

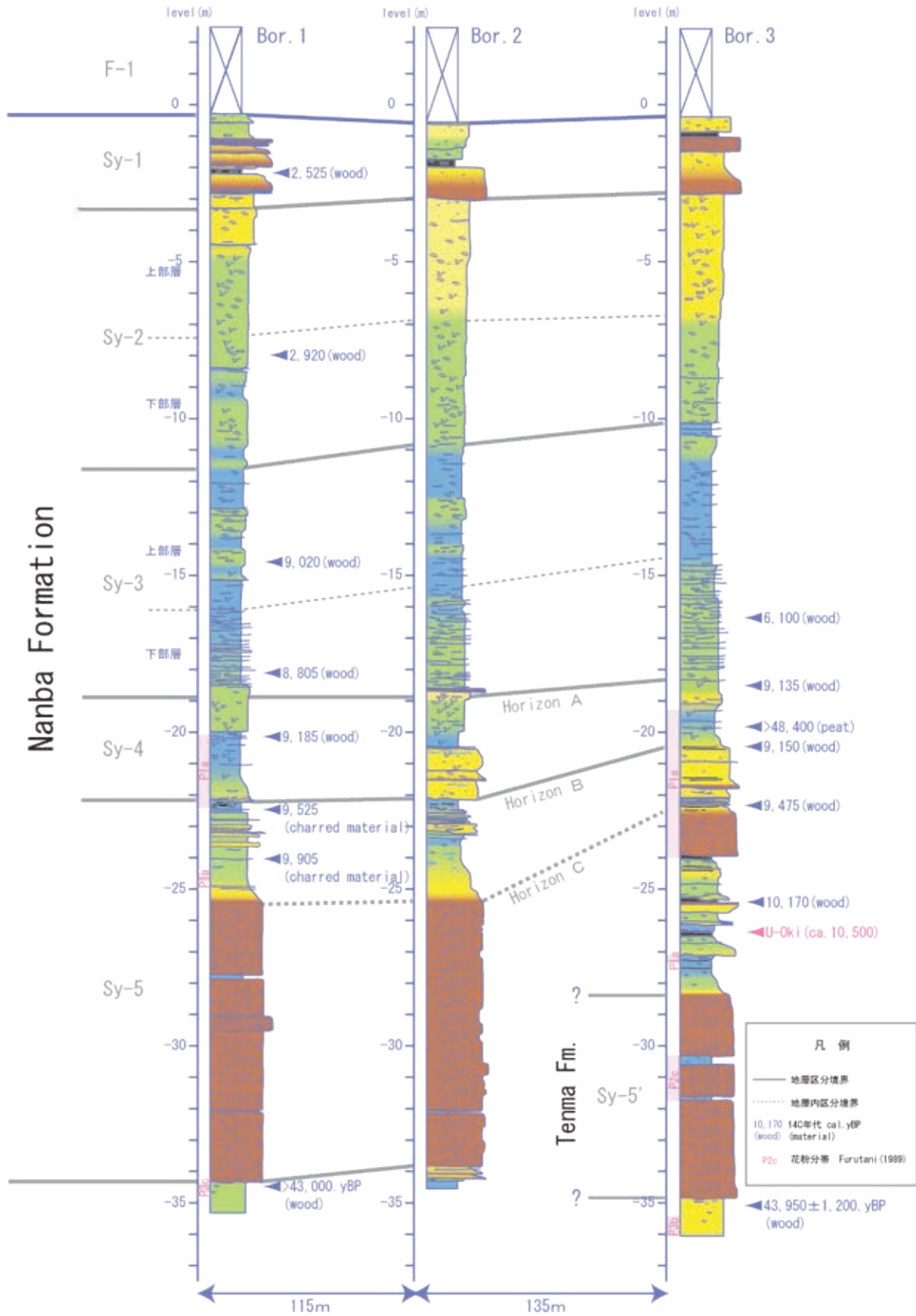


第1図. 大阪市新淀川河川敷におけるS波反射法地震探査測線(杉山ほか, 2001)および群列ボーリング掘削地点. 国土地理院発行2.5万分の1地形図大阪東北部, 大阪西北部を使用.

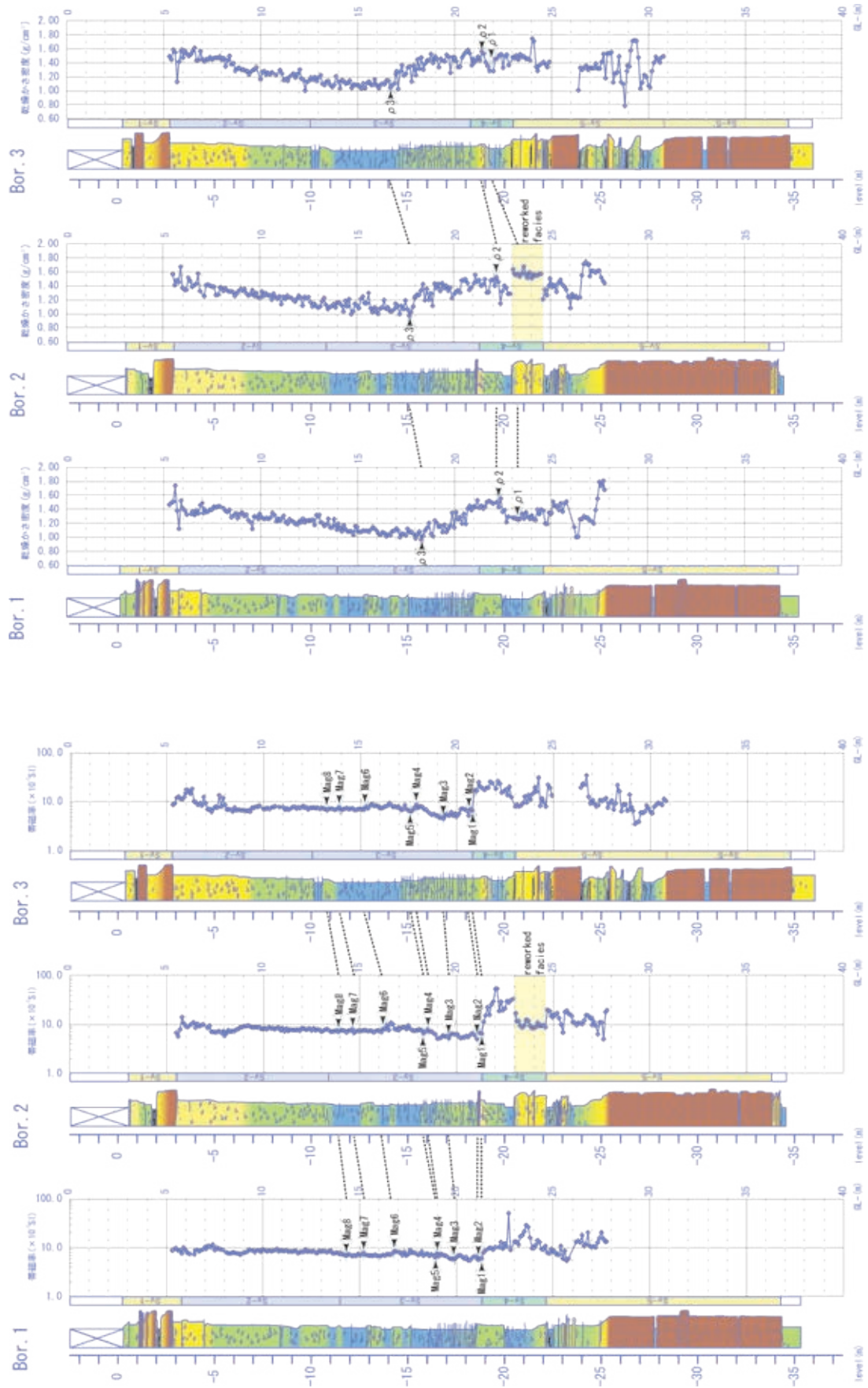
Fig. 1. Location map of S-wave reflection survey line (Sugiyama et al., 2001) and arrayed boring sites on the north bank of the Shin-Yodo-gawa River, Osaka City.



第2図. 新淀川コアの層序総括図.
Fig. 2. Stratigraphic summary of the Bor. 3 core.



第3図. ボーリング地質柱状図 (Bor. 1 - Bor. 3) .
 Fig. 3. Geologic columnar sections of boring cores from Bor. 1 - Bor. 3.

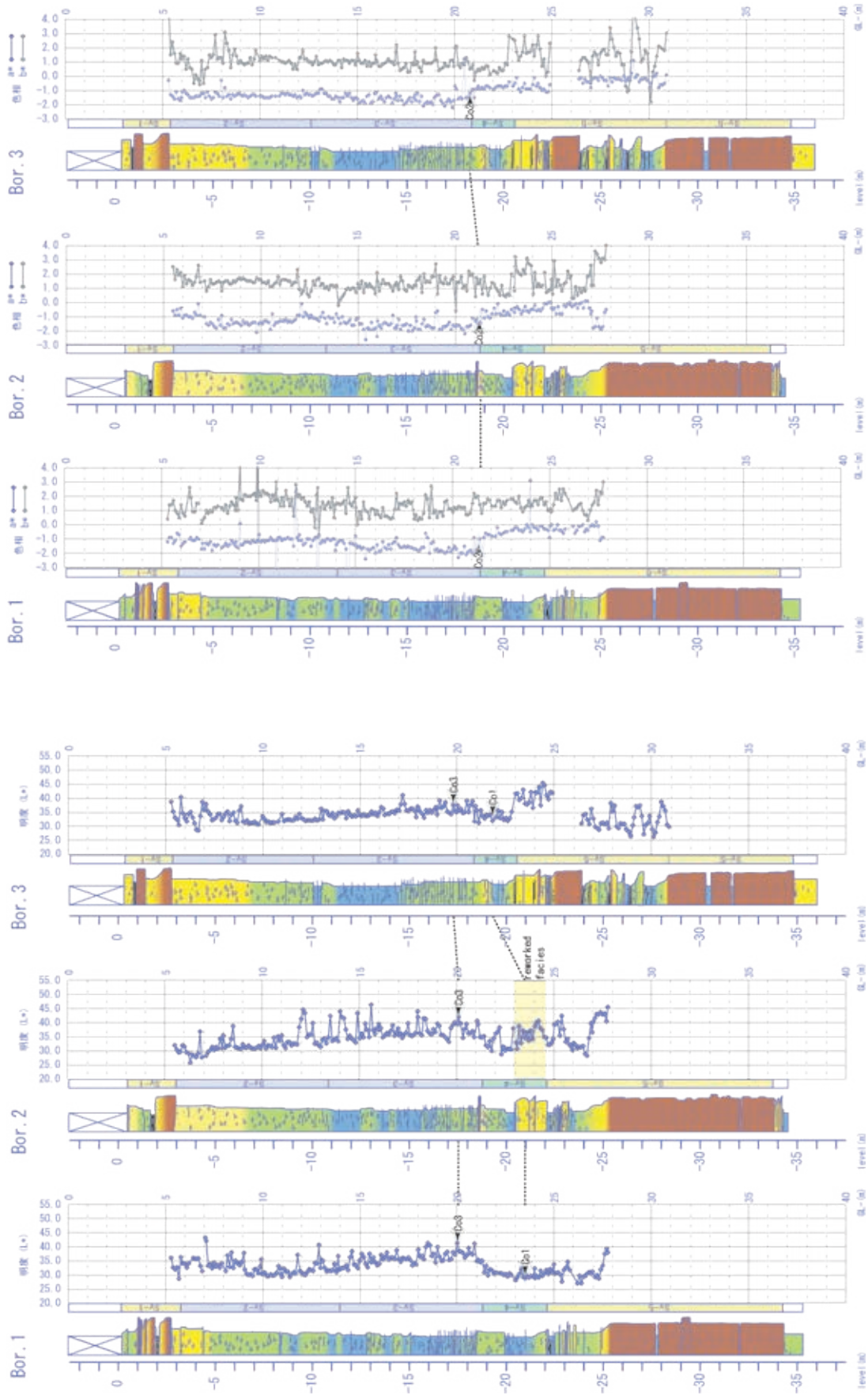


第4図. 帯磁率測定結果とこれに基づく対比基準面 (Mag1 - Mag8).

Fig. 4. Magnetic susceptibility measurement results and correlative horizons (Mag1 - Mag8).

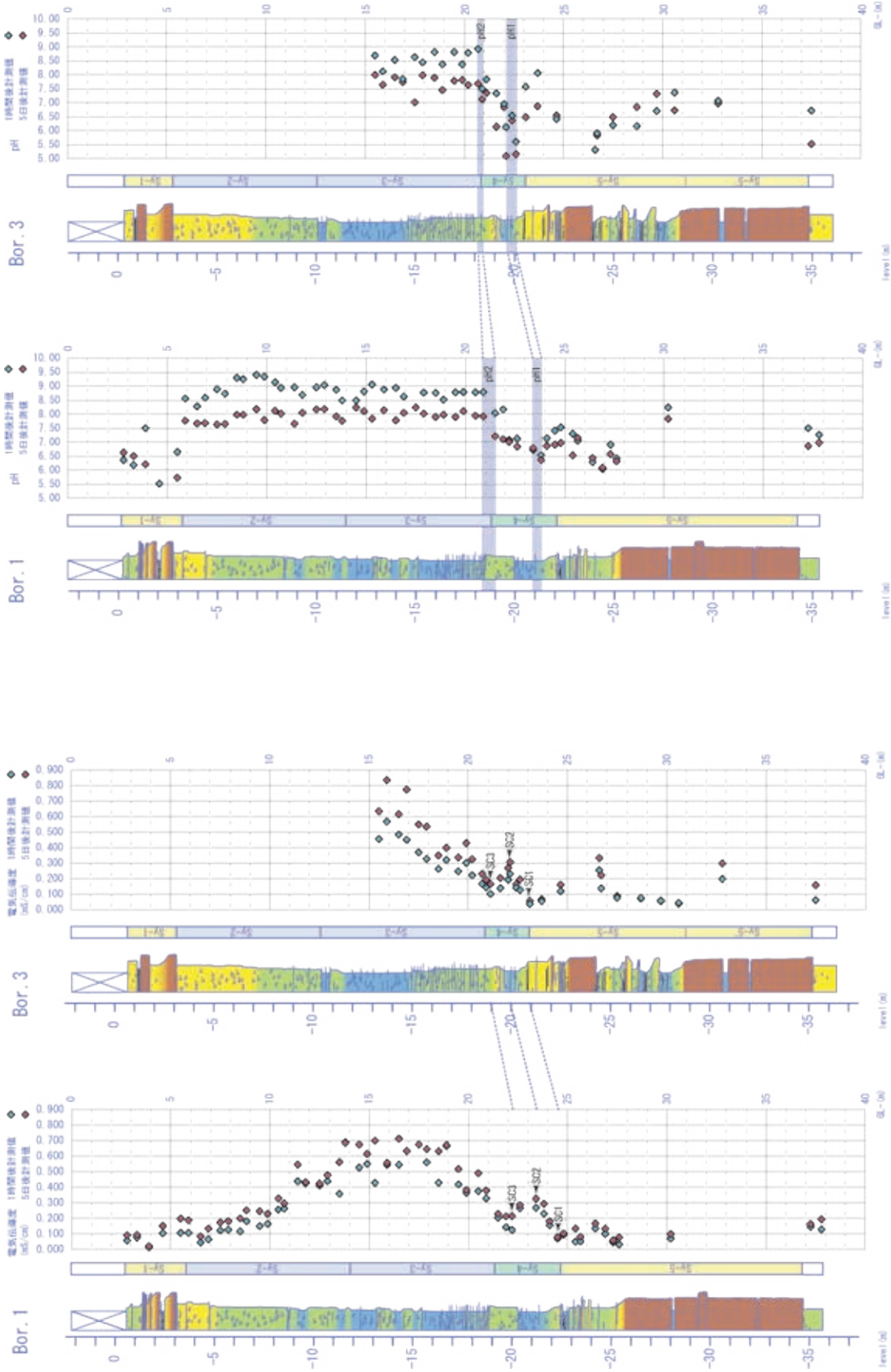
第5図. 乾燥かさ密度測定結果とこれに基づく対比基準面 ($\rho 1 - \rho 3$).

Fig. 5. Dry bulk density measurement results and correlative horizons ($\rho 1 - \rho 3$).

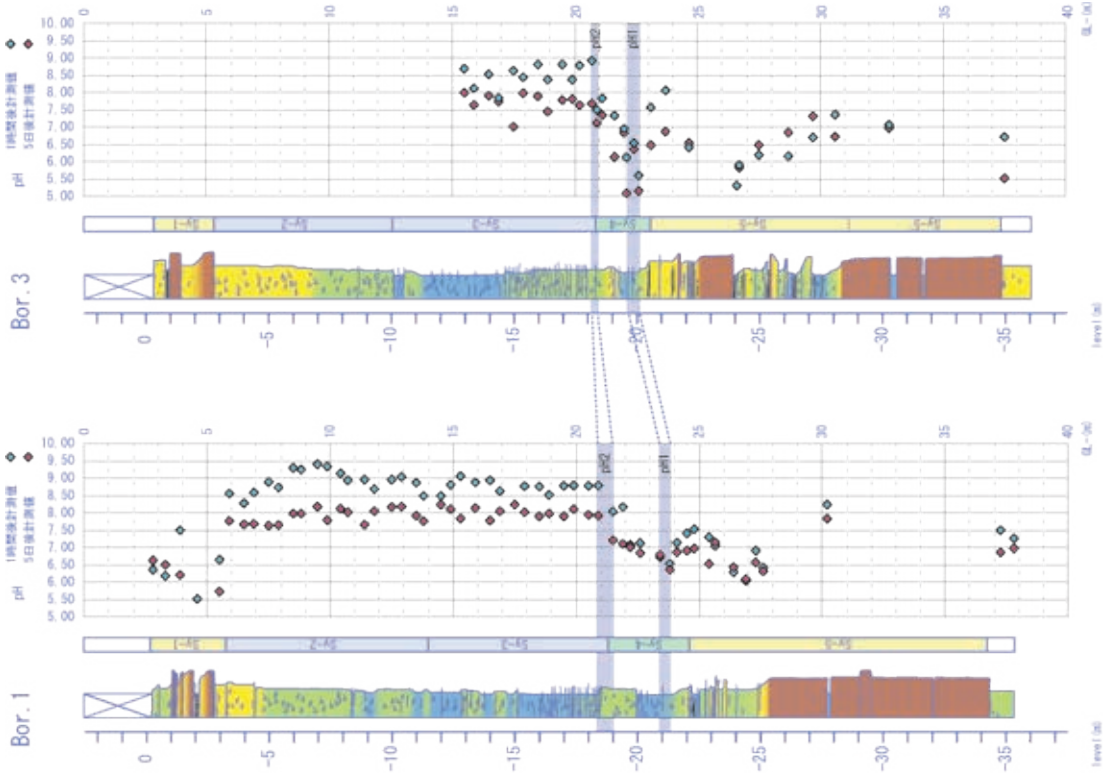


第6図. 明度 (L*) 測定結果とこれに基づく対比基準面 (Co1 と Co3).
Fig. 6. Brightness measurement results and correlative horizons (Co1 and Co3).

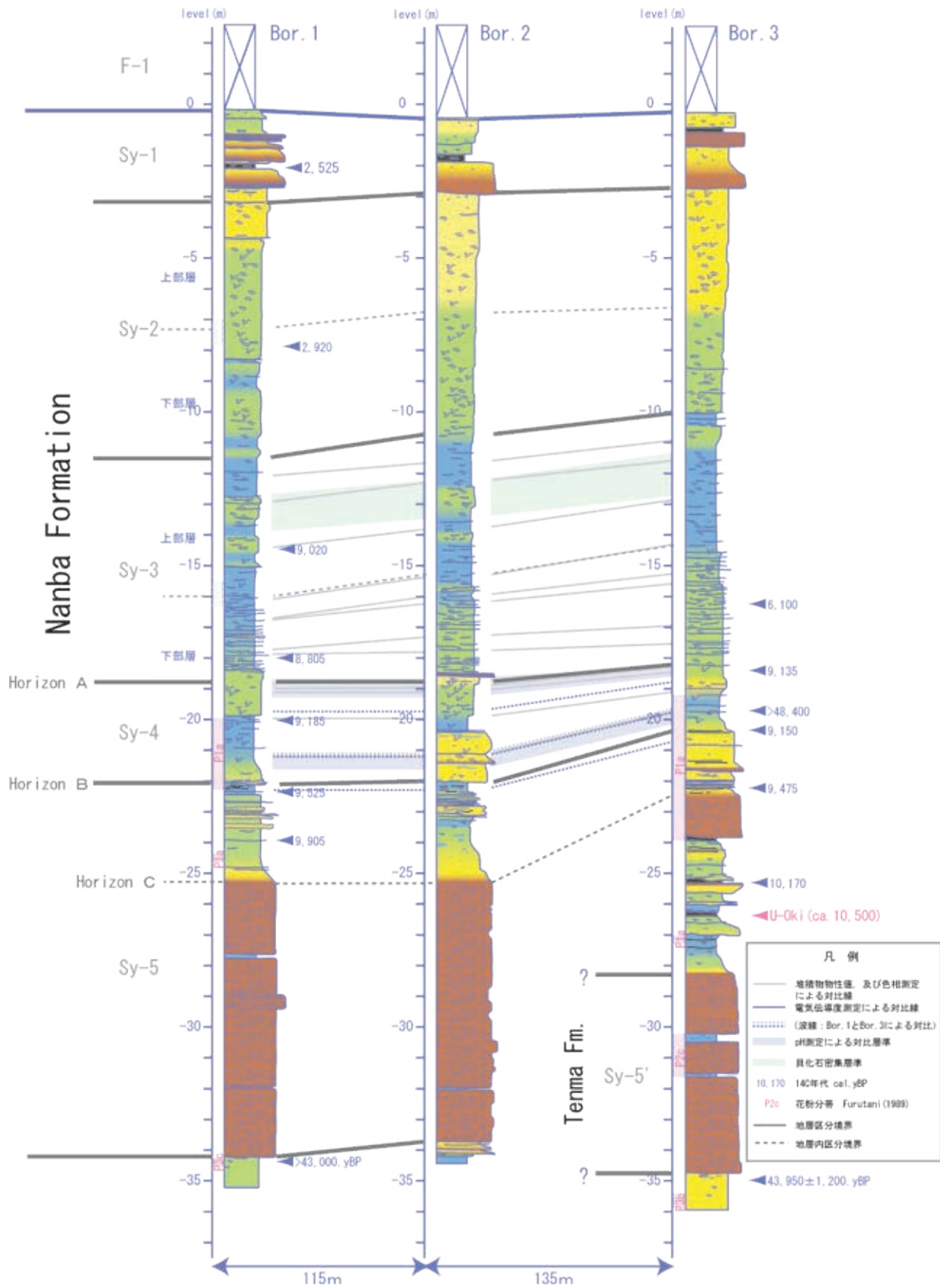
第7図. 色相 (a*b*) 測定結果とこれに基づく対比基準面 (Co2).
Fig. 7. Hue measurement results and correlative horizons (Co2).



第8図. 電気伝導度測定結果とこれに基づく対比基準面 (SC1 - SC3).
Fig. 8. Electric conductivity measurement results and correlative horizons (SC1 - SC3).

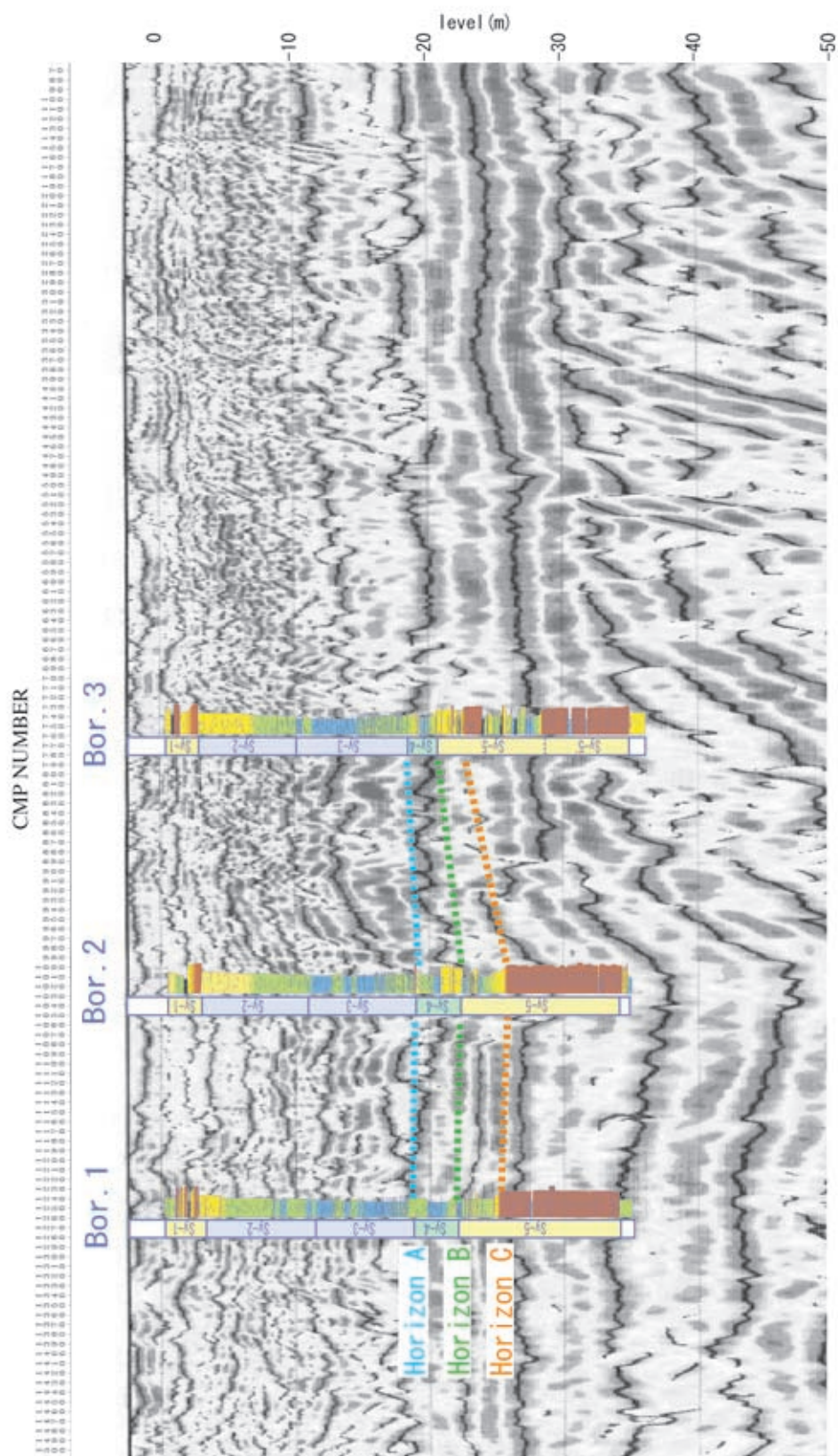


第9図. pH測定結果とこれに基づく対比基準面 (pH1 と pH2).
Fig. 9. pH measurement results and correlative horizons (pH1 and pH2).



第10図. 各ボーリングコアの層準対比面の総括図 (Bor. 1 - Bor. 3).

Fig. 10. Summarized correlation of boring cores from Bor. 1 - Bor. 3.



第 11 図. S 波反射法地震探査断面 (杉山ほか, 2001) と新淀川ボーリングコアとの対比.
Fig. 11. Correlation of the boring data with S-wave seismic reflection profile (Sugiyama et al., 2001).