

駿河湾北岸浮島ヶ原の完新世における環境変化

Holocene environmental change in the Ukishima-ga-hara lowland, along the Suruga Bay, central Japan

藤原 治¹・入月俊明²・三瓶良和³・春木あゆみ⁴・友塚 彰⁵・阿部恒平⁶

Osamu Fujiwara¹, Toshiaki Irizuki², Yoshikazu Sampei³, Ayumi Haruki⁴,
Akira Tomotsuka⁵ and Kohei Abe⁶

¹ 活断層研究センター (Active Fault Research Center, GSJ/AIST, o.fujiwara@aist.go.jp)

^{2,3,5} 島根大学総合理工学部地球資源環境学科 (Department of Geoscience, Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University)

⁴ 島根大学大学院総合理工学研究科地球資源環境学専攻 (Department of Geoscience, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Shimane University)

⁶ 筑波大学大学院 生命環境科学研究科 (Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba)

Abstract: This paper discusses a Holocene environmental change of Ukishima-ga-hara lowland adjoining the plate boundary, Fujikawa-kako fault zone, central Japan. The lowland is located on the Philippine Sea plate that subducts beneath Southwest Japan Arc on Eurasian plate in northwestward direction. Estimation of environmental change and subsiding rate is based on 49 ¹⁴C ages and analyses of sedimentary facies and fossil assemblages of ostracodes and mollusks from two drilling cores (Core F-7 and F-8) obtained from the western part of the lowland. Measured data of total organic carbon, total sulfur and total nitrogen concentrations from Core F-7 were also used to reconstruct the depositional environments. The cores are represented by mud, sand and peat beds deposited in a bay-lagoon system. Results of core analyses suggest that environmental change from shallow inner bay to lagoon occurred around 5400-5200 BC. Tidal flat deposit around a period of 5300 BC, is distributed around -18.0~-17.0 meters underground. Average subsiding rate during the last 7300 years, 2.5~2.3 mm/y, is much higher than the subsiding rate obtained from leveling data during the period of 1895 to 1973 AD, about 1.0 mm/y. Excess subsidence evidenced by the Holocene tidal flat deposit probably indicates the accumulation of coseismic subsidence of the lowland during the last 7300 years.

キーワード: CNS 元素分析, 富士川河口断層帯, 地震沈降, 貝形虫化石, 完新世, ¹⁴C 年代, 浮島ヶ原

Keywords: Coseismic subsidence, CNS analyses, Fujikawa-kako fault zone, Holocene, ostracodes, radiocarbon age, Ukishima-ga-hara lowland

1. はじめに

駿河湾奥に広がる富士川低地や浮島ヶ原は、フィリピン海プレートの北縁部に位置しており(第1図), フィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に沈み込むのに伴って急速な沈降が生じている(Yamazaki, 1992)。羽田野ほか(1979)は多くのボーリングデータから、浮島ヶ原では表層を覆う泥炭層などの下に厚い砂礫層が分布し、その上面高度が西方の富士川河口断層帯へ向かって低下することを明らかにした。彼らはこの砂礫層がかつて海面付近で形成された砂州堆積物で、それが後年の沈降で埋没したと解釈し、浮島ヶ原が富士川河口断層帯へ向かって傾動沈降していると考えた。この砂礫層から直接得られた¹⁴C年代測定値は1点のみであるが、その年代値に基づいて羽田野ほか(1979)や国土地理院

(1983)は、この埋没砂礫州を縄文海進最盛期(6000~7000年前)の地形面に対応するものと考えた。

埋没砂礫州が示す過去6000~7000年平均での沈降速度は、測地データが示す過去100年程度の平均沈降速度よりも有意に大きく、特に浮島ヶ原西部では前者は2~3 mm/yに達し(羽田野ほか, 1979), 測地データの2倍以上である。このことは、浮島ヶ原では地震が起こっていない通常時の沈降以外に、別の沈降成分があることを意味し、それは富士川河口断層帯の活動に伴う下盤側プレートの沈降である可能性が高い(e.g. Yamazaki *et al.*, 2002; 藤原ほか, 2006, 2007)。

米倉ほか(1985)は、浮島ヶ原西部で掘削したボーリングコア(コアM83; 掘削深度45 m)の層相と化石分析結果に基づいて、浮島ヶ原における古海面高

度の変遷を復元した。この研究では標高 -15 m 付近に海水から汽水へ、-10 m 付近に汽水から淡水への環境変化を示す層準が推定され、湿地の沈降を示すものとされた。しかし、このコアから得られた ^{14}C 年代測定値は 8 個と少なく、一部は明らかに層序と逆転している。また、このコアの化石分析は 50~100 cm 間隔で行われており、これは時間間隔に直すと 60~100 年に 1 試料の割合であり、環境変遷と古地震との関係を解明する上では、必ずしも時間分解能が高いとは言えない。

松原 (1984, 1989) は、多くのボーリングデータと貝化石や有孔虫化石の分析結果などを元に、完新世における浮島ヶ原の地形発達を復元した。それによると、現在の砂礫州の陸側には 1~2 列の埋没砂礫洲が分布すること、一番内陸側の埋没砂礫洲は縄文海進最盛期よりやや前から形成され始めたこと、順次海側へ新しい砂礫州が形成されたこと、それにつれて浮島ヶ原が内湾、ラグーン、沼沢地へと変化したことなどが明らかにされた。そして砂礫州が西方および北方へ低くなることから、継続する傾動沈降が推定された (松原, 1989)。しかし、これらの研究でも年代測定値は米倉ほか (1985) などからの引用 (合計 15 試料) であり、沈降速度の推定には誤差が大きい。

以上のように浮島ヶ原に分布する沖積層は、富士川河口断層帯を含むフィリピン海プレート北縁部における地殻変動の履歴を記録していると考えられる。この地層について環境復元の精度や時間分解能を向上させ、何時どのくらい沈降したかを復元できれば、それを起こした断層運動の履歴の解明に繋がると期待される。

そのため、本研究ではまず、オールコアボーリングを行って浮島ヶ原の沖積層について詳しい層序と年代を解明することとした。本論では 2006 年度に掘削した 2 本のコア (コア F-7, F-8) について、層相や ^{14}C 年代測定結果など基礎的な情報を記載する。このコアの層相の概要と全体写真は藤原ほか (2007) に掲載したが、詳細な記載は未報告である。

本研究では、沈降履歴解明の手始めとして、海成層-陸成層の境界を含む層準に注目して詳細な化石と化学組成の分析を行った。その結果、地層の堆積環境の復元とともに、かつての海面高度を示唆する潮間帯堆積物を認定し、その年代と高度を基に沈降速度をより詳しく推定できたので報告する。

2. 調査地域

フィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に沈む込む境界は、南海トラフから駿河トラフを経て陸上の富士川河口断層帯へと続く (第 1 図)。浮島ヶ原 (第 1B 図) は、この沈み込みに関連してフィリピン海プレート北縁部に形成された沈降帯の一部

である (Yamazaki, 1992)。この低湿地に分布する完新統は、主に縄文海進で堆積した内湾性の泥層や砂礫層と、それを覆うラグーンや低湿地の地層 (有機物に富む泥層や泥炭層など) からなり、全体としてバリアーラグーンシステムを構成している (米倉ほか, 1985; 松原, 1984, 1989)。

浮島ヶ原の沖積層の分布については、公共工事などで得られた多くのボーリングコアの解析によって明らかにされている。沖積層の層厚は最大で 160 m 以上に達し (池田, 1964)、今回の調査地点周辺でも 45 m 以上である (米倉ほか, 1985)。また、沖積層はシルト層や泥炭層などの細粒堆積層を主体とするが、場所によっては砂礫層や砂層を挟む。

掘削地点は既存の分析データとの比較が可能で、かつ、化石分析や化学分析に適した泥質の地層が連続して厚く堆積していると考えられる 2 地点を選定した (第 2 図の F-7 および F-8 地点)。コア F-7 は M 83 地点 (米倉ほか, 1985) の約 200 m 南側の埋め立て地 (標高 4.78 m) で掘削した。F-7 地点では表層部の年代測定試料の採取と層相確認のために、数 m 離れた地点でコア F-7-2 (掘削深度 10 m) を掘削した。コア F-8 はさらに 750 m 南方の休耕田 (標高 2.46 m) で掘削した。各ボーリング地点の標高はレベル測量で求めた。

3. 試料採取・記載・分析の方法

3.1 ボーリング掘削とコアの保管

試料は機械式ボーリングでそれぞれ深度 40 m (コア F-7)、25 m (コア F-8)、10 m (コア F-7-2) まで採取した。コア径は F-7-2 と F-8 が 100 mm、F-7 が 86 mm である。各コアは掘削現場にて 1 m ごとに切断し、乾燥を避けるためにビニールで包装して蓋付きの塩ビパイプに封入した。

3.2 層相観察・色相計測・写真撮影

各コアを室内で半裁して切断面を平らに整形し、層相観察・色相計測・写真撮影を行った。酸化による色調変化の影響を出来るだけ抑えるため、整形後速やかに色相計測と写真撮影を行った。色相計測は Minolta 製分光測色計 CM-2600d を用いて、コアの深度方向に 2~3 cm 前後の間隔で測定した。色相計測値は $L^*a^*b^*$ 表色系で表現した。コアの粒度、色調、化石、基底面の形状など、堆積したプロセスや環境を示す特徴を記載し、それに基づいて層相を区分した。色調や層相の境界が幅 1~2 mm かそれ以下の場合には「境界が明瞭」、それ以上の場合には「漸移的」と表現した。

3.3 試料分取

上記の作業の後、半裁したコアの一方から各種の分析試料を採取した。半裁した残りのコアはラップ

で包装し、塩ビパイプに封入して保管した。化学分析および微化石分析試料は、層相観察と米倉ほか(1985)のデータを元に、コア F-7 の海成層と陸成層の境界を含むと考えられる区間(深度 30.0~18.0 m)について採取した。また、比較のためにコア F-8 で海成泥層を主体とする深度 24.85~23.10 m の区間からも微化石分析試料を採取した。微化石分析試料の採取間隔は原則として 10 cm としたが、泥質で堆積速度が遅いと判断される部分などでは 5 cm 間隔とした。1 試料の厚さは 2~3 cm であり、コア F-7 からは 118 試料、F-8 からは 30 試料を採取した。後述の年代測定値を参考にすると、試料の採取間隔(10 cm 間隔の場合)は時間に直すとコア F-7 では約 12 年、コア F-8 では約 6.5 年である。また、一つの試料が示すデータは、約 2.4 年間(コア F-7) および約 2 年間(コア F-8) の平均値である。

化学分析試料は、コア F-7 について微化石試料から一部を削り取り、計量してアルミ箔で包み測定まで保管した。年代測定試料は、生息場から大きくは動いていないと思われる貝化石、炭化物および植物の種実を採取した。試料採取後のコアは 0.5 cm 程度以下の細片に砕き、含まれる貝化石を採取・同定した。

3.4 試料処理

貝形虫化石の処理は全 148 試料について以下のように行った。まず、湿潤重量を測定した試料をビーカーに入れて熱湯を注ぎ、ホットプレートで約 1 時間煮沸して試料を分離させる。分離した試料を 250 メッシュ(63 μm) のふるい上で、シャワーを用いて泥分がなくなるまで水洗する。試料を 60°C に設定した乾燥器で 1, 2 日乾燥させ、双眼実体顕微鏡(約 30 倍) 下で貝形虫化石を計数・同定した。ここでは殻の左右をそれぞれ 1 個体、両殻は 2 個体とし、破片も 1 個体として数えた。

TOC, TN, TS 濃度の分析は、コア F-7 で微化石を分析した試料のうち含泥率が 50% 以上であったもの(計 101 試料)について行った。試料を乾燥させてからメノウ乳鉢で泥サイズにまで磨り潰し、そこから 8~12 mg を電子天秤で計り取り、1 N の塩酸処理で炭酸塩化合物を除去した後、島根大学汽水域研究センター所有の元素分析装置(EA1108; FISON 社製)で分析した。標準試料には BBOT を用い、10 試料おきに標準試料の測定を行った。TOC, TN, TS 濃度の分析精度は、それぞれ $\pm 0.03\%$, $\pm 0.03\%$, $\pm 0.04\%$ 以内、検出限界はそれぞれ 0.01%, 0.005%, 0.01% である。

^{14}C 年代測定は、(株)パレオ・ラボに委託して加速器質量分析計(コンパクト AMS: NEC 製 1.5SDH)で行った。暦年校正プログラムは OxCal3.10 (Bronk Ramsey, 1995, 2001) を使用し、校正データは INTCAL04 (Reimer *et al.*, 2004) と、海洋性試料については Marine04 (Huguen *et al.*, 2004) を使用した。

海洋リザーバ効果は不明なので、海洋の平均値(すなわち $\Delta R = \text{ゼロ}$) を用いた。測定に関する情報を第 1 表に示す。

4. コアの分析・解析結果

4.1 コアの層相

各コアの柱状図を第 3 図に示す。コア F-7 では深度 4.05~3.75 m の部分が欠如しているため、コア F-7-2 によってデータを補った。

1) コア F-7

区間 1 (深度 40.0~36.45 m)

礫質のシルト層と礫岩の互層で、灰色ないし茶灰色を呈する。礫は直径 1 cm 未満のことが多く、主に変質したスコリアと思われる。深度 40.0~38.90 m は亜角~亜円の中礫を含むシルト層からなり、深度 38.90~38.00 m は淘汰の悪い中礫岩からなり、炭化物や木片を含む。この礫岩には泥で壁を補強した“裏打ち構造”(Lining) を持つ生痕化石が見られる。深度 38.00~37.17 m は細粒砂や礫(直径 1 cm 未満)の薄層を頻繁に挟むシルト層からなり、炭化物や木片を含み生痕化石が見られる。深度 37.17~36.45 m は淘汰の悪い中礫岩で、級化構造を示す。

区間 2 (深度 36.45~35.85 m)

下位層を明瞭な境界で覆う粘土層からなり、生痕化石を含む。深度 36.45~36.17 m は淡緑灰色と紫灰色のラミナが発達し、上位ほど紫灰色のラミナが厚くなる。深度 36.17~36.05 m には極細粒砂のラミナを挟む。深度 36.05~35.85 m は有機質でチョコレート色ないし茶灰色を呈するが、最上部数 cm は明灰色である。

区間 3 (深度 35.85~34.95 m)

基底には下位層を削り込んで覆う緑灰色で石英粒に富む中~細粒砂層(層厚約 10 cm)が見られる。この砂層は粘土礫を含み、上方へ細粒化して紫灰色のシルト層へ漸移する。シルト層は上方細粒化して灰色の粘土層に漸移する。粘土層の最上部は有機質で暗灰色を呈する。この区間には全体に生痕化石が発達する。

区間 4 (深度 34.95~31.12 m)

この区間は基底の侵食面から始まり、全体として上方へ粗粒化し、生痕化石が発達する。基底には下位層を削り込んで覆う暗灰色の中~細粒砂層(層厚約 25 cm)が見られる。この砂層は級化~逆級化構造が発達するが、全体として上方へ細粒化を示し、上部にはリップル葉理が見られる。砂層の構成粒子は石英が目立ち、粘土礫や炭化物を多く含む。また、“裏打ち構造”を持つ生痕化石が見られる。砂層の上には粘土層が漸移的に重なり、明灰色と紫灰色のラミナが見られる(第 4A 図)。深度 34.00 m 付近より上位はシルト層からなり、灰色と紫灰色のラミナ

が発達し、極細粒砂の薄層を時折挟む。深度 33.65 m より上位は紫灰色の極細粒砂質シルト層からなり、弱い葉理が見られる。

深度 33.08~32.75 m は緑灰色（一部灰白色）のシルト層からなり、部分的にラミナが見られる。深度 33.08 m 付近より上位ではしばしばリップル葉理が見られる。33.00 m~32.94 m 付近に植物片を多く含む。32.75~32.49 m は灰白色の粘土層で、暗灰色で雲母に富む極細粒砂の薄層を繰り返し挟む。深度 32.49~32.30 m は淡灰色のシルトと暗灰色の極細粒砂の細互層、32.30~32.12 m は淡灰色の粘土薄層を繰り返し挟む灰色の極細粒砂層からなる。深度 32.12~31.78 m は暗灰色または暗緑灰色の成層した黒雲母に富む細粒砂層で、この砂層は下位層を削り込んで覆い下部に粘土礫や植物片を含む。砂層の内部にはリップル葉理が見られ、しばしばマッドレイブがそれを覆う。深度 31.78~31.12 m は紫灰色または茶灰色のシルト層と、黒灰色または暗緑灰色で黒雲母に富む細粒一極細粒砂層の互層からなる。一部の砂層は逆級化構造を示す。シルト層には極細粒砂のラミナを挟む。深度 31.38 m 付近より上位は他の区間に比べて有機質でコア全体が茶色がる。

区間 5（深度 31.12~28.55 m）

基底には下位層を削り込んで覆う黒灰色で細礫混じりの中一細粒砂層が見られる。この砂層は逆級化一級化構造を持ち、上面を暗灰色のシルト層に覆われる。その上位は粘土層、シルト層、黒雲母と石英に富む砂層からなる。深度 31.01~30.80 m は暗緑灰色の中一極細粒砂層で、直径 1 cm 未満の円礫や木片を含み、上方細粒化し上部にはラミナが見られる。深度 30.80~30.60 m は細粒砂とチョコレート色のシルトの細互層からなる。深度 30.60~28.55 m は灰色の粘土層を主とする。この粘土層は上位ほど暗色になる。深度 30.80~29.00 m 付近には生痕化石が発達する。深度 28.85~28.65 m にかけて、コアを横切る砂脈（緑灰色の細粒砂）が見られる。

区間 6（深度 28.55~25.23 m）

この区間は下位層から色調変化が明瞭で、下位の茶灰色の粘土層を灰白色の粘土層が覆う。また、全体として上方粗粒化する。基底から深度 27.96 m までは、灰白色またはオリーブ色の粘土層を主とし、緑灰色の極細粒砂の薄層を時折挟む。深度 27.96~26.95 m は極細粒砂層とシルト層の互層からなり、植物片を時折含む。砂層は暗灰色で層厚数 cm 程度のことが多く、ラミナが発達し上位のシルト層へ漸移する。シルト層は灰色または灰白色で極細粒砂のラミナを挟むことがある。

深度 26.95~26.40 m は灰白色の粘土層と灰色または黒灰色の細粒砂層の互層からなる。深度 26.78~26.68 m を占める砂層は、比較的淘汰が良く明瞭な逆級化を示す。この砂層は内部に粘土の薄層（マッドレイブ）を繰り返し挟む。深度 26.40~26.25 m は

灰白色のシルト質粘土層からなる。深度 26.25~26.05 m を占める砂層は *Rhinoclavis (Proclava) kochi* (カニモリガイ) の化石を含む。深度 26.25~25.23 m はシルト層と細粒一極細粒砂層の細互層からなる。砂層は灰色または暗灰色で、ラミナが発達することもある。深度 25.86~25.68 m を占める砂層は級化や逆級化が見られる。シルト層は 25.35 m 付近から上位へ色調が暗くなり、茶褐色を呈する。深度 27.30 m~26.95 m、および深度 26.60 m より上位の区間には生痕化石が発達する。

区間 7（深度 25.23~21.82 m）

この区間は基底の侵食面から始まり、全体として上方へ粗粒化を示し、生痕化石が発達する。基底に下位層を削り込んで覆う暗灰色で泥質の極粗粒一中粒砂層が見られる。この砂層は級化する単層が何枚か重なった構造を持ち、多量の粘土礫や *Batillaria zonalis* (イボウミニナ)、*Corbicula japonica* (ヤマトシジミ)、*Ostrea* sp. などの貝化石を含む。砂層の上位に重なるシルト層（深度 24.81~24.57 m）は、茶灰色で炭質物に富み、黒灰色の細粒砂層の薄層を頻繁に挟む。深度 24.74~24.64 m は砂質で、貝殻片を含む。深度 24.57~22.79 m は茶灰色ないしオリーブ色の粘土層を主とし、深度 23.42 m 付近より上位では緑灰色の細一極細粒砂の薄層を時折挟む。

深度 22.79~21.82 m は生物擾乱でラミナが乱れている部分もあるが、淡い焦げ茶色のシルト層と黒灰色の極細粒砂層がリズムカルな細互層をなす（第 4B 図）。深度 22.18 m~21.95 m 付近にかけて *Batillaria zonalis* などの貝化石を含む。この細互層は上部でシルト分が多くなる。

区間 8（深度 21.82~18.83 m）

下位層から漸移し、深度 21.82~21.56 m は主にチョコレート色で貝殻片を含む粘土層からなる。この粘土層の最上部の数 cm は暗オリーブ色である。深度 21.56~21.03 m は貝殻片や植物片を含む暗オリーブ色のシルト層で、黒灰色の極細粒砂のラミナを頻繁に挟む。上部の約 10 cm はコア全体がチョコレート色で、植物片の含有量が多い。深度 21.03~20.24 m は、下部の緑灰色で粘土質ラミナが発達する極細粒砂から生痕化石が発達するシルト層を経て、上部の緑灰色粘土層へと上方細粒化する。深度 20.67 m より上位では強い生物擾乱のために砂とシルトが混ざり、コア全体が緑灰色と茶灰色の斑模様を呈する。

深度 20.24~20.12 m は緑灰色で雲母に富む極粗粒砂層である。この砂層は級化を示し、内部にマッドレイブを繰り返し挟み、植物片を含む。深度 20.12~19.98 m はオリーブ色のシルト層である。深度 19.98~19.67 m は青灰色で雲母に富む極細粒砂層と茶灰色のシルト層の細互層で、生物擾乱を強く受けている。深度 19.67~19.50 m は暗オリーブ色のシルト層で、暗灰色の極細粒砂のラミナが見られる。深度 19.50~19.18 m はオリーブ色の粘土層、深度 19.18

～18.83 mは暗オリーブ色のシルト層を主とし、明灰色の粘土の薄層を繰り返し挟む。深度19.25～19.00 m付近にかけて *Cerithidea* (*Cerithideopsis*) *djadjariensis* (カワアイ), *Semelangulus tokubeii* (コメザクラガイ) などの貝化石を含む。深度19.00 m付近から上方へ色調が暗色になる。

区間 9 (深度 18.83～17.13 m)

下位層との境界は明瞭で、基底から深度18.69 mまではオリーブグレイまたは茶がかかったオリーブ色のシルト層と、暗灰色で雲母に富む細粒砂層の細互層からなる。砂層の一部にはリップル葉理が見られる。深度18.69～18.27 mは暗茶灰色の極細粒砂とシルトの細互層で、上位ほどシルト分が多くなる。深度18.52 m付近に *Corbicula japonica* が離弁状態で含まれる。深度18.27～17.85 mは茶灰色またはオリーブ色の極細粒砂質のシルト層を主とする。深度18.14～17.97 mはチョコレート色の粘土質シルト層からなり、灰色の粘土からなるラミナが発達する。

深度17.85～17.13 mは下部のシルト層から上部の粘土層へと細粒化し、暗緑灰色または茶灰色の細粒砂や極細粒砂の薄層を時折挟む。深度17.49～17.40 mを占める細粒砂層は下位層を削り込んで覆い、逆級化一級化構造を持ち、内部に粘土のラミナを繰り返し挟む。深度17.90～17.80 m付近では根痕が見られる。この区間には全体に生痕化石を含む。

区間 10 (深度 17.13～16.09 m)

基底には下位層を削り込んで覆う焦げ茶色の細粒一極細粒砂層が見られる。この砂層は層厚約10 cmで、粘土礫を含み上方へ細粒化する。深度17.03～16.90 mは焦げ茶色の極細粒砂質シルト層からなる。深度16.90～16.09 mは植物片を含む粘土層からなり、下部ではオリーブ色と明灰色のラミナが発達する。この粘土層は上位へと色調が茶がかり、最上部では茶灰色を呈する。この区間には生痕化石が見られる。

区間 11 (深度 16.09～15.44 m)

下位層との境界は色調変化が明瞭で、下位の茶灰色の粘土層を淡緑灰色の粘土層が覆う。この区間は生痕化石や植物片を含む粘土層およびシルト質粘土層からなり、上方へ粗粒化する。下部の緑灰色から上部の茶がかかったオリーブ色へと色調が暗色化する(第4C図)。

区間 12 (深度 15.44～13.59 m)

下位層との境界は明瞭で、下位の茶オリーブ色の粘土層を淡緑灰色の粘土層が覆う。基底から深度15.25 mまでは灰色、緑灰色、黒灰色などの粘土の互層からなる(第4C図)。深度15.25～15.09 mは青灰色のシルト層と黒灰色の極細粒砂層の細互層からなる(第4C図)。深度15.09～14.40 mはオリーブ色の粘土層とそれを覆う焦げ茶色のシルト層からなり、茶灰色の極細粒砂のラミナを時に挟む。深度14.40～13.59 mはスコリア(砂サイズ)を含む暗焦げ茶～黒灰色のシルト層からなり、細粒一中粒砂サイズのス

コリアの薄層を時折挟む。深度14.80 m付近より上位では根痕や木片が見られる。この区間には生痕化石が発達する。

区間 13 (深度 13.59～11.13 m)

基底には下位層を削り込んで覆うスコリア質で暗焦げ茶色の粗粒一細粒砂層が見られる。この砂層は、級化構造を示す層厚数cm～30 cmの単層が何層も重なったもので、全体の層厚は約87 cmである。個々の単層は淘汰が悪く、細礫混じりで植物片に富み、クルミの実を含む。深度12.76～12.00 mは植物片を含む粘土層からなる。深度12.76 m～12.40 mにかけて赤紫灰色とオリーブグレイのラミナが発達するが、それより上位では生物擾乱でラミナが乱れ、コア全体に赤紫灰色とオリーブグレイの斑模様が見られる。深度12.40～11.51 mは焦げ茶色で植物片に富むシルト層を主とし、深度11.68 mにスコリアの薄層を挟む。このシルト層の上位は暗色で有機質になりラミナが発達する。深度11.51～11.13 mはチョコレート色またはアズキ色の粘土層で、中部に植物片に富むシルト層、上部には灰色の粘土の薄層を挟む。

基底部の砂層と深度12.00～11.51 mのシルト層を除いて生痕化石が見られる。また、深度11.8 m付近より下位では根痕が見られる。

区間 14 (深度 11.13～9.20 m)

基底には下位層を削り込んで覆うスコリア質で暗紫灰色の粗粒一細粒砂層が見られる。この砂層は層厚約25 cmで、下部に亜円礫(径1 cm未満)を含み、級化構造を示し、上部にはラミナが発達する。深度10.88～10.35 mはアズキ色のシルト層で、スコリア質の細粒一極細粒砂の薄層を時折挟む。深度10.60～10.54 mを占める砂層は、下位層を削り込んで覆い、逆級化一級化構造を示し上部は植物片に富む。

深度10.54～10.35 mはラミナの発達したアズキ色のシルト層で、植物片に富む。深度10.35～9.20 mは薄茶色の粘土層と泥炭層の互層からなる(第4D図)。粘土層は下位の泥炭層(最下部では有機質のシルト層)を明瞭な境界で覆い、上位へは泥炭層へ漸移する。この粘土層と泥炭層のセットは明瞭なものが5回認められる。一番下のセットは深度10.35～9.91 mで、粘土層は植物片に富み生痕化石が見られる。2番目のセットは深度9.91～9.83 m、3番目のセットは深度9.83～9.50 mを占め、深度9.64～9.63 mに白色の軽石層(中粒砂サイズ)を挟む(第4D図)。4番目のセットは深度9.50～9.30 mで、中部にスコリアの薄層(細粒砂サイズ)を挟む。5番目のセットは深度9.30～9.20 mで、基底に層厚約4 cmのスコリア質の細粒砂層を挟む。

区間 15 (深度 9.20～8.15 m)

下位層との境界は明瞭で、下位の泥炭層を茶がかかったオリーブ色の粘土層が覆う(第4D図)。基底から深度8.90 mまではラミナの発達した粘土層からなる。この粘土層は色調が数cm毎に変化し、灰色、

茶がかかったオリーブ色、焦げ茶色の縞模様をなす。深度 8.90~8.81 m はシルト層で、緑灰色、焦げ茶、黒色などのラミナが発達する。

深度 8.81~8.50 m は紫灰色の細粒一極細粒砂層からなる。この砂層は級化構造や逆級化構造を持つ砂の単層が何層か重なった構造をもつ。深度 8.58~8.50 m を占める砂層は、斜交層理が発達する。深度 8.50~8.43 m までは紫灰色の粘土層で、黒色と淡灰色のラミナが発達する。深度 8.43~8.15 m は紫灰色の極細粒砂質シルト層で、植物片に富む。深度 8.85 m 付近より上位では根痕を含む。

区間 16 (深度 8.15~7.05 m)

基底には下位層を削り込んで覆う亜円の中礫層が見られ、木片を含む。この礫層は深度 8.10~8.00 m の部分でコアが崩れており上位層との境界は不明である。深度 8.00~7.05 m は泥炭層とシルト層の互層からなる。粘土層は下位の泥炭層を明瞭な境界で覆い、根痕や生痕化石を含み、上位へは泥炭層へ漸移する。この粘土層と泥炭層のセットは明瞭なものが 3 回認められる。一番下のセットは深度 7.96~7.75 m で、極粗粒砂サイズのスコリアの薄層や極細粒砂の薄層を挟む。中部のセットは深度 7.75~7.28 m で、深度 7.45~7.40 m 付近に中粒砂サイズのスコリアを疎らに含む。最上部のセットは深度 7.28~7.06 m で、深度 7.28~7.25 m に木片を挟む。深度 7.25~7.13 m は茶灰色でラミナが発達する粘土層、それより上位は暗茶灰色の粘土質シルト層からなる。

区間 17 (深度 7.05~3.75 m)

基底には下位層を削り込んで覆うスコリア質で礫混じりの粗粒砂層が見られる。深度 7.04~7.00 m の部分でコアが欠落しているため、上位層との境界は不明である。深度 7.00~6.20 m は主に暗焦げ茶色~暗紫灰色で炭質物を含むシルト層からなり、スコリア(中-極粗粒砂サイズ)や中粒砂層の薄層を挟む。深度 6.85~6.62 m を占める砂層はラミナが発達し、上方粗粒化を示す。

深度 6.20~6.00 m は淘汰の悪い礫層で、上方へ細粒化する。礫は亜角~亜円の中礫で、マトリックスは泥質砂である。深度 6.00~5.65 m は暗灰色で炭質物に富む泥質の極細粒一細粒砂層、深度 5.65~5.35 m は淘汰の悪い中礫層からなる。この礫層は亜円~円礫が主で上方へ細粒化し、木片を含む。深度 5.35~4.55 m は主に成層した黒灰色~暗紫灰色の砂層で、中礫一細礫の薄層を時折挟む。砂層には根痕が見られる。深度 4.55~3.75 m は、主に黒灰色の細粒一極細粒砂層と焦げ茶色のシルト層の互層からなる。深度 4.20 m 付近より上位は暗色になり、泥炭層へ漸移する。深度 4.15~4.00 m には亜円中礫層(礫径は 0.5~1 cm が主)を挟む。

区間 18 (深度 3.75~2.0 m)

基底のスコリア層と、それを覆うシルト層と泥炭質シルト層の互層からなる。スコリア層は深度 3.75

~3.64 m を占め、直径 5 mm 前後で角張ったスコリアからなり、クラストサポートである。

シルト層は下位の泥炭層を明瞭な境界で覆い、根痕や生痕化石を含み、上位の泥炭質層へ漸移する。このシルト層と泥炭質層のセットは明瞭なものが 4 回認められる。一番下のセットは深度 3.52~3.40 m で、直径 5 mm 前後の亜円礫を含み弱いラミナが見られる。2 番目のセットは深度 3.40~2.78 m で、基底の細粒砂層は下位層を削り込んで覆う。3 番目のセットは深度 2.78~2.20 m で、基底の砂礫層は下位層を削り込んで覆う。最上部のセットは深度 2.20~2.00 m で、下位層を明瞭な境界で覆う砂質シルト層から始まり、その上に有機質シルト層が重なる。

深度 2.00~1.85 m は耕作土、深度 1.85 m より上位は盛土である。

2) コア F-8

区間 1 (深度 24.90~22.00 m)

この区間は全体として上方粗粒化が顕著である。深度 24.90~24.80 m は灰色の粘土層で、暗灰色の細粒砂の薄層を時折挟み、*Tegillarca granosa* (ハイガイ) などの貝化石を含む。深度 24.80~24.26 m はオリーブグレイまたは茶灰色のシルト層で、*Batillaria zonalis* などの貝化石を含む。深度 24.26~24.14 m は明灰色の粘土層である。深度 24.14~23.65 m はオリーブ色または灰色のシルト層で、暗緑灰色の極細粒一細粒砂のラミナをしばしば挟み、深度 23.90 m 付近から上位には径 1~2 cm の亜円礫を含む。このシルト層は *Batillaria zonalis*, *Batillaria multififormis* (ウミニナ), *Corbicula japonica*, *Anomalocardia (Anomalodiscus) squamosa* (シオヤガイ) などの貝化石を含む。深度 24.90~23.65 m の区間には生痕化石が発達する。

深度 23.65~23.40 m はラミナが発達した淘汰の良い暗緑灰色の細粒砂層からなる。深度 23.40~22.00 m は中程度に淘汰された石英質で暗緑灰色の中一細粒砂層で、20 cm 前後に成層しており、平行葉理や低角斜交層理が見られる。この砂層はカキなどの貝殻片を疎らに含むほか、深度 22.70~22.80 m 付近に亜円の細礫を層状に挟む。

区間 2 (深度 22.00~20.81 m)

基底には下位層を明瞭な境界で覆う暗灰色の泥質中一細粒砂層(層厚約 40 cm)が見られる。この砂層は弱く成層し石英粒子が目立ち、亜円の細礫を含む。この砂層には *Batillaria zonalis*, *Batillaria multififormis*, *Cerithidea (Cerithideopsilla) djadjariensis*, *Umbonium costatum* (キサゴ) などの貝化石や、裏打ち構造を持つ生痕化石が含まれる。深度 21.60~21.10 m は灰色の粘土層で、灰白色のラミナが見られる。深度 21.10 m より上位は、灰色で雲母に富む極細粒砂と灰白色のシルトのリズミカルな細互層からなり、リップル葉理が見られる。

区間 3 (深度 20.81~19.73 m)

基底は明瞭な侵食面である。深度 20.81~20.39 m は暗緑灰色の砂層・礫層の互層からなり、一部には斜交層理が見られる。礫は径 2 cm 未満の亜角~亜円礫が多い。深度 20.55~20.39 m に挟まる礫層は逆級化一級化構造を持ち、*Cerithidea* ? sp., *Ruditapes philippinum* (アサリ)、カキなどの貝化石（一部は破片）を含む。その上位を暗緑灰色の中粒砂層 (20.39~19.73 m) が漸移的に覆う。この砂層は亜円の細礫を含む中程度に淘汰された石英粒子が目立ち、裏打ち構造を持つ生痕化石を含む。

深度 19.73~19.34 m は緑灰色で亜円~亜角の細礫が混じる中~細粒砂層で、灰色の泥のラミナが見られる。この砂層は生痕化石や *Batillaria* sp. などの貝化石を含む。深度 19.34~19.18 m は暗灰緑色の極細粒砂層と炭化物に富む暗灰色のシルト層との細互層からなり、*Corbicula japonica* などの化石を含む。

区間 4 (深度 19.18~18.28 m)

下位層との境界は明瞭で、暗緑灰色で石英粒子に富む粗粒~中粒砂層 (深度 19.18~18.32 m) とそれを覆う灰色のシルト層 (深度 18.32~18.28 m) からなる (第 4E 図)。砂層は上方細粒化する層厚数 cm~20 cm の砂の単層が何枚か重なった構造を持つ。各単層は粘土礫や亜角~亜円の細礫を含み、ラミナが発達する。深度 18.80~18.60 m 付近を占める砂層は比較的淘汰が良く、*Corbicula japonica* の化石や裏打ち構造を持つ生痕化石を含む。

区間 5 (深度 18.28~17.10 m)

基底に下位層を明瞭な境界で覆う暗緑灰色の中粒砂層が見られる (第 4E 図)。この砂層は層厚約 5 cm で比較的淘汰が良く、石英粒子に富み、級化を示す。深度 18.23~18.10 m は細礫や粘土礫を多く含む極粗粒砂層で級化を示し、上面を淡灰色のシルト層が覆う。深度 18.08~17.85 m は極細粒~細粒砂層で、シルトのラミナが頻繁に見られるが、多くは生物擾乱を受けている。深度 17.85~17.10 m はオリーブ色のシルト層で、暗緑灰色の極細粒~細粒砂のラミナをしばしば挟み、全体に生痕化石が発達する。深度 17.70~17.60 m 付近と 17.23~17.10 m は粘土質である。深度 17.34 m 付近より上位では *Cyclina sinensis* (オキシジミ)、*Ruditapes philippinarum* などの貝化石 (多くは破片) を含む。

区間 6 (深度 17.10~15.91 m)

基底に下位層を削り込んで覆う粗粒~中粒砂層 (層厚約 66 cm) が見られる。この砂層は比較的淘汰が良く、上方細粒化する層厚 10~30 cm の砂の単層が何枚か重なった構造を持つ。構成粒子は石英粒子が目立ち、粘土礫や亜角~亜円の中礫 (径 2 cm 未満が多い) を含む。砂層には貝殻片や裏打ち構造を持つ生痕化石が見られる。

深度 16.44~16.32 m を占める粘土層は生痕化石が発達し、*Batillaria* sp. の化石を含む。深度 16.32~

15.91 m を占める細粒砂層は、暗灰色ないし暗緑灰色で雲母に富み、上部ではシルトのラミナを頻繁に挟む。この砂層は径 1 cm 未満の亜円礫のほか、*Batillaria* sp., *Corbicula japonica*, *Macoma* sp. などの破片を含む。コア F-8 では深度 16.00 m が貝化石の産出上限である。

区間 7 (深度 15.91~14.10 m)

下位層から漸移し、生痕化石が発達したシルト層と粘土層からなり、暗緑灰色の細粒砂の薄層を稀に挟む。全体にオリーブ色を呈するが、明色の区間と暗色の区間が交互に現れる。暗色から明色の区間への境界は明瞭で、明色から暗色の区間へは漸移する。明色と暗色の区間のセットは少なくとも 3 回見られる。一番下のセットは深度 15.91~15.45 m を占める。2 番目のセットは深度 15.45~14.90 m で、暗緑灰色の細粒~中粒砂の薄層を時折挟む。一番上のセットは 14.90~14.10 m で、深度 14.30 m 付近より上位では有機質で茶灰色を呈する。

区間 8 (深度 14.10~12.34 m)

下位層との境界で色調が明瞭に変化し、下位の茶灰色の有機質粘土層を灰色のシルト層が覆う。極細粒砂質で相対的に粗粒な区間 (深度 13.80~13.70 m 付近および 13.35~12.75 m) と、粘土質で細粒な区間 (深度 13.57~13.46 m および 12.59~2.46 m) が繰り返し見られる。この区間は生物擾乱を強く受けている。

区間 9 (深度 12.34~10.62 m)

下位層との境界は漸移的であるが、中粒砂サイズでガラス質のスコリアを多量に含むことで区別される。下部はスコリア質のシルト層で上方へ細粒化し、深度 12.10 m 付近より上位は粘土層が重なる。粘土層には深度 11.38 m 付近と 10.74 m 付近に、細粒砂サイズのスコリア層を挟む。この粘土層は色調が数 cm から 30 cm 毎に変化し、明灰色、オリーブ色、赤紫色などのバンド状に見える。深度 10.73 m より上位では有機質である。

区間 10 (深度 10.62~9.18 m)

粘土層と茶色の有機質粘土層の互層からなる。粘土層は下位の有機質粘土層を明瞭な境界で覆い、上位へは有機質粘土層へ漸移する。この粘土層と有機質粘土層のセットは明瞭なものが 3 回認められる。

一番下のセットは深度 10.62~10.03 m で、粘土層は灰白色でラミナが発達する。有機質粘土層は層厚数 cm~15 cm ごとに色調が変化し、黄灰色、オリーブ色、アズキ色などのバンド状に見えるが、全体としては上方へ暗色になる。2 番目のセットは深度 10.03~9.75 m を占める。3 番目のセットは深度 9.75~9.18 m を占め、下部はオリーブ色や灰白色のバンド状を呈する粘土層で、上方へ次第に暗色 (暗オリーブ色や焦げ茶色) になる。深度 9.33~9.30 m にかけて白色の軽石層 (中粒砂サイズ) を挟む。

区間 11 (深度 9.18~7.66 m)

下位層とは色調が明瞭に変化する。色調が異なる粘土層とシルト層が数 cm~20 cm 毎に互層をなし、バンド状 (灰白色, 灰色, オリーブグレイ, チョコレート色など) に見える (第 4F 図)。全体にラミナが発達し, 紫灰色または緑灰色の極細粒砂の薄層が時折見られる。深度 7.70 m 付近の粘土層中には径約 4 cm の亜円礫を含む。

区間 12 (深度 7.66~5.60 m)

下位の粘土層とは粒度が粗く色調が暗いことで容易に識別されるが, コアの継ぎ目で僅かながら地層が欠落しているため, 下位層との直接の境界は確認できない。下部のシルト層 (深度 7.66~6.64 m), 中部の粘土層 (深度 6.64~6.20 m), 上部の有機質シルト層と泥炭層の互層 (深度 6.20~5.60 m) からなり, スコリアや細粒砂の薄層を時折挟む。下部のシルト層は焦げ茶色または茶がかかったオリーブ色で, 深度 7.45~7.08 m にかけて細礫~中粒砂サイズのスコリアを, 深度 6.77 m 付近には径 1~3 cm の亜円礫や木片を含む。深度 7.30 m 付近より下位では生痕化石が見られる。中部の粘土層はチョコレート色で木片を含み, 深度 6.34 m から上位では明灰色の粘土などのラミナが発達する。上部の有機質シルト層と泥炭層の互層では, 有機質シルト層は下位の泥炭層を明瞭な境界で覆い, 上位の泥炭層へ漸移する。この有機質シルト層と泥炭層のセットは 2 回認められる。一つ目のセットは深度 6.20~5.85 m, 二つ目のセットは深度 5.85~5.60 m で, 深度 5.75 m 付近に径 1~2 cm の亜円礫を含む。

区間 13 (深度 5.60~4.38 m)

深度 5.60~5.49 m はスコリア層で, スコリアは直径 5 mm 前後で角張っており, クラストサポートである。深度 5.49 m より上位は, 明色の粘土層またはシルト層と, 暗色の有機質シルト層の互層からなる。明色層と下位の暗色層の境界は明瞭で, 上位へは暗色層へ漸移する。この明色層と暗色層のセットは明瞭なものが 3 回認められる。一番下のセット (深度 5.42~5.08 m) は, 下位層を削り込んで覆う砂礫層 (層厚約 5 cm) とそれを覆う暗黄灰色~オリーブ色のシルト層からなる。2 番目のセット (深度 5.08~4.63 m) は, 下部の明灰色の粘土層と, それを覆う生物擾乱を受けた緑灰色と明灰色のシルト層の細互層からなり, 深度 4.80~4.77 m 付近に亜円の中礫を層状に含む。一番上のセット (深度 4.63~4.38 m) は赤紫色と緑灰色のラミナが発達する粘土層から始まり, 上位へ次第に粗粒で暗色になる。

区間 14 (深度 4.38~2.54 m)

下位層を削り込んで覆う黒灰色あるいは黒褐色の礫層と砂礫層の互層からなる。礫層は淘汰が悪いが級化や逆級化構造が見られ, 全体として上方へ細粒化する。礫は亜円~亜角で, 中礫サイズが多く稀に大礫や粘土礫を含む。マトリックスは黒灰色の砂ま

たは泥質砂で, スコリア片を多く含む。

区間 15 (深度 2.54~2.08 m)

下位層を漸移的に覆う暗茶灰色のシルト層で, 下部には砂粒子や直径 1 cm 前後の円礫を含む。深度 2.50~2.20 m にかけて暗茶灰色と茶灰色の部分が斑状に分布する。深度 2.20 m 付近より上位へ暗焦げ茶色の泥炭質シルト層になり, 根跡や生痕化石が見られる。

区間 16 (深度 2.08~0.50 m)

下位層を削り込んで覆う黒灰色~黒褐色で成層した淘汰の悪い礫層と砂礫層からなる。礫は亜円~亜角で中礫サイズが多く, 稀に大礫や粘土礫を含む。マトリックスは黒灰色のスコリア質の砂または泥質砂で, 植物片を含む。深度 0.50 m より上位は盛土である。

4.2 年代測定結果と堆積速度

コア F-7 と F-8 について試料の年代測定値と深度との関係を第 3 図にプロットした。層序関係と明らかに矛盾する試料を除くと, 何れのコアでも年代測定値は滑らかな曲線 (堆積曲線) に載る。浮島ヶ原では幾つかの指標テフラが報告されている (藤原ほか, 2006, 2007) ので, 堆積曲線の作成にはそれらのテフラも用いた。テフラの降灰年代はカワゴ平軽石 (KgP) が 3126~3145 cal BP, 神津島天上山テフラ (Iz-Kt) が AD838 (町田・新井, 2003) で, 大淵スコリア (ObS) は 6 世紀頃と推定される (藤原ほか, 2006 のレビュー参照)。

有意に古い年代を示す試料は, 何れもシルト層などに挟まる砂礫層や砂層から得られたものである。これは再堆積による影響と考えられる。コア F-7 と F-8 では, 指標テフラと年代測定値は整合的である。以後の年代論では堆積曲線から推定した堆積年代を用いる。

4.3 色相計測結果

本稿では地層の研究でよく用いられる L^* 値について取り上げる。これは明度を数値化したもので 0 (黒)~100 (白) で表現される。 L^* 値の深度方向の変化を第 5 図に示す。

1) コア F-7

まず, 深度 15.44 m 付近で L^* 値が急減する (暗色になる) ことが注目される。すなわち深度 15.44 m より下位では L^* 値は 30~35 で推移し, 30 を下回ることには少ない。一方, 15.44 m より上位では L^* は 30~20 の間で推移し, 30 を超えることは稀である。深度 7.80 m 付近より上位ではさらに全体に暗色になり, L^* 値は 25 前後で推移する。

植物片などの有機物含有量が少ないにも拘わらず L^* 値が急激に落ち込むピーク (暗色のピーク) が時折見られ, 主なものを第 5 図に●印で示した (深度

34.90~34.70 m, 31.77~31.70 m, 31.10~30.80 m, 27.90~27.80 m, 25.23~25.06 m, 18.83~18.72 m, 17.45~17.40 m, 13.60~12.80 m, 11.10~10.90 m, 6.75~6.65 m, 5.65~5.30 m, 4.70~4.65 m, 4.15~4.10 m). これらの層準は砂層や礫層(多くはスコリア質)に当たり、 L^* 値の落ち込みは有色鉱物やスコリアの影響によると解釈される。また、深度 36.45 m より下位では変質したスコリアに富むため全体に L^* 値が小さい。深度 38.90 m より下位で相対的に L^* 値が大きいのは地層が酸化してコアが全体に黄色を帯びているためである。また、 L^* に見られるピーク(第5図の×印)のうち 22.80 m と 10.68 m 付近は白色粘土の薄層、13.02 m 付近はコアの継ぎ目での変色の影響である。

こうした極端に暗色や明色の地層の影響を除外すると、深度 11.10 m 付近より下位では L^* にはおよそ層厚 1~2 m ごとに変動の繰り返しが認められる。具体的には第5図で○印で示した層準に明瞭な L^* 値の極大期(明色のピーク)が認められる(36.45~36.40 m, 34.68~34.50 m, 33.08~32.53 m, 30.60~29.80 m, 28.55~28.21 m, 26.95~26.78 m, 24.49~24.38 m, 19.35~19.30 m, 17.97~17.60 m, 16.77~16.70 m, 16.09~15.70 m, 15.44~15.30 m)。12.75 m 付近でも L^* 値の急増が認められる。

多くの場合、 L^* 値は極小期(暗色のピーク)から極大期へは急に変化し、極大期から変動しつつ次第に小さくなり極小期へ至る鋸歯状の変化を示す。極小期から極大期への遷移は、間に砂層を挟んで起こることがしばしばある。

深度 12.3 m より上位でも砂層などによる異常値を除外すると、 L^* 値には 0.2~1 m ごとに変動の繰り返しがある。ここでも多くの場合、 L^* 値は極大期から変動しつつ極小期を迎え、極小期から極大期へは急激に変化する。比較的明瞭なものを第5図に▲印で示した(10.50~9.90 m, 9.83~9.50 m, 9.50~9.30 m, 7.96~7.75 m, 7.75~7.30 m)。深度 7.80 m 付近より上位では、区間全体が暗色であることと、しばしば挟まる礫層による削り込みが多いため、下位の層準に比べて L^* 値の変動パターンが不明瞭である。

2) コア F-8

コア全体を通じた L^* 値の推移を見ると、11.00 m, 7.66 m, 4.38 m 付近で不連続があり、これらの境界で L^* 値が段階的に小さくなる。深度 11.00 m より下位では L^* 値は 30~35 で推移し、後述の砂層を除いて 30 を下回ることは殆んどない。一方、11.00 m より上位では L^* は 30 前後、深度 7.66 m 付近より上位では 30~25 で推移する。4.38 m より上位ではさらに全体に暗色になり、 L^* 値は 20~25 前後で推移する。

暗色の砂層、礫層、スコリア層による影響で L^* 値が急激に落ち込むピークがあり、主なものを第5図に●印で示した(深度 23.65~21.60 m, 20.81~

20.35 m, 19.18~18.40 m, 17.10~16.50 m, 12.34~12.15 m, 11.37~11.30 m, 5.60~5.33 m, 4.38~2.54 m)。また、深度 11.55~11.25 m での落ち込みは、赤紫色の粘土層のためである。また、 L^* に見られるピーク(第5図の×印)のうち、深度 6.29 m と 8.68 m 付近は白色の粘土の薄層、7.71 m はコアの継ぎ目での変色の影響である。

これらの極端なピークを除外すると、11.55 m より下位では L^* にはおよそ層厚 1~1.5 m ごとに変動の繰り返しが認められる。明瞭な L^* 値の極大期を第5図に○印で示した(24.26~24.14 m, 21.6~21.10 m, 16.44~16.35 m, 14.90~14.75 m, 12.05~11.85 m)。深度 14.10 m でも L^* 値の急増が認められる。また、17.85~17.17 m の区間は全体に L^* 値が大きい。コア F-7 と同様に、 L^* 値は鋸歯状の変化を示し、極小期から極大期への遷移は間に砂層を挟むことが多い。

深度 11.55 m より上位でも砂層などによる異常値を除外すると、 L^* 値には 0.5 m 前後の間隔で極大期から極小期への変動の繰り返しが認められる。比較的明瞭なものを第5図に▲印で示した(11.15~10.62 m, 10.62~10.03 m, 10.03~9.75 m, 9.75~9.18 m, 9.18~8.00 m, 8.00~7.66 m, 6.32~5.85 m, 5.85~5.60 m, 5.08~4.63 m, 4.63~4.38 m)。ここでも多くの場合、 L^* 値は鋸歯状の変化を示す。深度 4.38 m 付近より上位では礫層による削り込みが多いため、 L^* 値の変動パターンが不明瞭である。

4.4 貝形虫分析結果

貝形虫の産出は何れのコアでも少ない。コア F-7 では産出は 25.15~24.79 m の区間と深度 22.04~22.02 m および 21.98~21.96 m に限られ、7 試料から 11 属 16 種が同定された(第2A表)。コア F-8 では貝形虫化石の産出は深度 24.85~23.65 m にかけて認められ、11 試料から 6 属 7 種が同定された(第2B表)。

コア F-7 では 25.15~24.79 m の区間の上下で種構成が若干異なる(第2A表)。25.15 m および 24.93 m では *Aurila corniculata*, *Pontocythere subjaponica*, *Trachyleberis scabrocuneata* などが共通して産するが、上位の深度 24.89 m および 24.79 m では、*Spinileberis quadriculeata*, *S. furuyaensis*, *Bicornucythere bisanensis* などが多い。深度 22.03 m では *S. quadriculeata* と *S. furuyaensis* のみが、深度 21.97 m では *S. furuyaensis* のみが僅かに産出した。

コア F-8 では殆んどが *S. quadriculeata* で、*Loxoconcha uranouchiensis* が若干随伴する。他の種は産出が僅かである。

4.5 化学分析結果

TOC, TN, TS 濃度、および TOC と TN の重量比(C/N比)、TOC と TS の重量比(C/S比)について層序変化を第6図に示す。TOC・TN 濃度と C/N 比は相

互に類似した変動を示す。すなわち TOC 濃度は最下部の深度 29.94~27.97 m では 0.7~1.0 % で推移し、変動幅は小さい。その上位の深度 27.58 m 付近で減少しはじめ、深度 24.71 m まで 0.4 % 前後で推移する。その上位では再び C/N 比が上昇し、0.7~1.0 % で安定している。深度 21.92 m 付近より上位では急激に上昇してしばしば 1.0 % を超え、1.5 % 以上の値も見られ変動幅も大きい。

TN 濃度は最下部の深度 29.94~27.97 m まで安定し、0.1 % 前後で推移する。深度 27.97 m 付近から減少しはじめ、深度 24.71 m 付近まではやや低く、0.07 % 前後で推移する。その上位では再び 0.1 % 前後で安定する。TN 濃度は深度 21.92 m 付近で急激に増加し、以降は 0.1~0.2 % 前後で推移し、変動幅も大きい。

C/N 比も同様に、最下部の深度 29.94~27.97 m にかけては安定し、8 前後を保つ。深度 27.97 m より上位では若干減少し、変動幅が大きくなる。深度 24.83~21.92 m では再び 8 前後で安定し、深度 21.92 m より上位で増加し始め、深度 20.55 m でピーク（約 13.5）を迎えた後、変動幅が大きいものの全体的に上位へ向けて減少する。また、TOC・TN 濃度および C/N 比の一時的な極大期も数層準で見られる。

TS 濃度の全体的な変動パターンはやや他と異なる。すなわち TS 濃度は深度 29.94~28.87 m までは 0.5 % 前後で安定しているが、それより上位で急激に減少し、深度 27.43 m まで 0.2 % 前後と低い値をとる。深度 27.25 m より再びやや増加し、全体的に増加傾向が認められる。特に、深度 21.92 m より上位では 1 % を越える高い値が見られ、変動幅も大きい。

C/S 比は最下部の深度 29.94~27.43 m までは 1 を超え、比較的高い値をとる。特に深度 28.62~27.58 m では数値が高くしばしば 3 を越え、時に 5 を上回り最大ピークは 14 に達する。C/S 比はそれより上位で急減し、深度 27.25~24.93 m までは 1 以下とそれ以上が繰り返す。深度 24.89~21.07 m の区間の C/S 比はおおよそ 1~3 前後で推移し、幾つかあるピークでも 5 を越えることはない。深度 20.45 m 付近より上位では C/S 比が相対的に低く、殆どの層準で 1 未満である。

5. 考察

上記の分析結果からコアの堆積環境を復元する。またその結果と地層の年代に基づいて沈降速度を試算する。

5.1 化学分析結果から示唆される堆積環境

TOC・TN 分析ではラグーン外から運び込まれた有機物（陸上植物の遺体など）と、ラグーン内で生産された有機物（プランクトンなど）の総和が測定される。両者の比率の推定には C/N 比が良い指標となる（中井ほか、1982；三瓶ほか、1997；Sampei

and Matsumoto, 2001）。一般に C/N 比はプランクトン起源の有機物では 6~9 程度、陸源有機物では 15 より大きい（Bordowskiy, 1965a, b；Hedges, *et al.*, 1986；三瓶ほか、1997；Sampei and Matsumoto, 2001）。浮島ヶ原の堆積物の C/N 比はおおよそ 6~10 の間で変動するので、有機物の多くはラグーン内で生産されたプランクトンに由来し、若干の陸源有機物も混じっていると考えられる。さらに C/N 比は生物生産量の変化、それらの分解量などにも影響を受ける（Müller, 1977）。

深度 27.97~24.71 m までは TOC・TN・C/N 比の値がともに低いので、有機物の総供給量が少なく、有機物総量に占める陸源有機物の割合も小さかったと推定される。この区間には C/N 比が高い泥質砂層や泥層が深度 26.73 m 付近や 25.30 m 付近に認められ、陸源有機物を多く含むことから、洪水による堆積物と推定される。また、深度 24.28 m でも TOC と C/N 比が高い泥層が認められ、陸源有機物の一時的な増加を示している。洪水イベントが考えられる。深度 21.92 m 付近では TOC や TN 濃度が急激に増加し、有機物の供給量が増加した。同時に C/N 比も増加している。有機物総量に対する陸源有機物の割合が増加したと推定される。

TS 濃度は海や汽水湖では主として黄鉄鉱およびその他の硫化鉄である（*e.g.* Berner, 1984；三瓶, 1997；Sampei *et al.*, 1997）。通常の海水~汽水域堆積物中では、鉄硫化物の形成には有機物、硫酸塩、鉄鉱物の供給量のほか、底層水の酸素濃度が大きく影響し（Berner, 1984）、堆積速度も関係している。また、淡水湖でも海水が侵入して汽水化することで黄鉄鉱が形成される（福沢ほか、1995）。深度 27.12 m 付近の TS 濃度の急激な上昇は、硫酸塩を多量に含む海水の侵入と底質の貧酸素環境が推定される。

C/S 比は一般に海水・淡水成堆積物を識別する指標として用いられるが（*e.g.* Berner, 1984；Berner and Raiswell, 1984）、汽水~海水成の場合には、酸化還元度もある程度議論が可能である。C/S 比が 5 以上では淡水成堆積物、3 前後は通常の酸化的な海底泥質堆積物（Berner and Raiswell, 1984）、1 前後は湖底が貧酸素となり易い汽水から内湾堆積物（Terashima *et al.*, 1983；三瓶ほか、1997；Sampei *et al.*, 1997）を示す。C/S 比からは次のような堆積環境が推定される。

深度 29.94~28.51 m：やや酸化的な安定した汽水~海水環境（C/S 比が 1~3 前後で推移）。

深度 28.43~27.58 m：淡水の影響が強い環境（C/S 比が 5 前後で推移）。

27.53~24.93 m：閉鎖的な汽水~内湾の環境と酸化的な環境が繰り返す（C/S 比がほぼ 1 未満と 1 以上が繰り返す）。

24.89~21.07 m：酸化的もしくは塩分の薄い環境（C/S 比が 1~3 前後で推移）。特に、深度 21.92 m 付近より上位では陸源有機物の供給が増加。

20.75 m 付近より上位：閉鎖的で還元的な汽水～内湾の環境 (C/S 比がほぼ 1 未満で推移)。

5.2 貝形虫化石から示唆される堆積環境

貝形虫の各種の生息環境については Ishizaki (1968), Hanai *et al.* (1977), Ikeya and Hanai (1982), 池谷・塩崎 (1993), Ikeya *et al.* (1995), Irizuki *et al.* (2008) などを参考にした。

コア F-7 の深度 25.15～24.79 m : *Loxoconcha optima* は湾口～外洋沿岸の砂底, *Loxoconcha uranouchiensis* は外洋水の影響を受ける湾内の泥質砂底, *Pontocythere subjaponica* は外洋水の影響下にある水深 10 m 以浅の細粒砂底に多い。一方, *Trachyleberis scabrocuneata* は内湾中央部泥底, *Bicornucythere bisanensis* は水深 5～9 m の内湾中央部泥底, *Spinileberis quadriaculeata* は内湾奥部泥底に, *S. furuyaensis* は水深 1～2 m の潮汐低地に生息し塩分の変動に対しても耐性が高い。

この区間に含まれる貝形虫群集は、沿岸の様々な場所から履き寄せられた異地性の群集である。この群集を含む砂層は、下位層を削り込み礫や貝殻混じりで上方細粒化する。化石群集や層相からは、この砂層は津波や高潮のような突発的なイベントで堆積したと判断される。

コア F-7 の深度 22.04～22.02 m : *S. quadriaculeata* と *S. furuyaensis* のみが僅かに産出した。Ikeya *et al.* (1995) によると、これらの両種が混在する場合は塩分の変動が激しい潮間帯、すなわち潮汐低地が考えられる。

コア F-8 : 卓越種である *S. quadriaculeata* は、池谷・塩崎 (1993) によると水深 2～7 m, 塩分濃度 20～30 ‰ の内湾奥部泥底に生息するとされる。随伴する *L. uranouchiensis* は外洋水の影響を受ける湾内の泥質砂底上に生息する種である。潮汐低地に優先し、コア F-7 でも多く産出した *S. furuyaensis* が全く産出しないことから、コア F-8 では水深の浅い湾奥であるが、低潮位よりは深い環境が推定される。

5.3 コアにみられる環境変化

上記の分析結果に堆積相の重なり方も考慮して堆積環境の変遷を復元する。化石組成や化学分析結果から推定した堆積環境、堆積曲線から推定した年代を柱状図に併記して第 7 図に示す。なお、貝類化石からの環境推定は、現世種のデータ (波部, 1977 ; 奥谷, 2000) に基づく。

コア F-7

区間 1 から 4 : 具体的な堆積環境を復元するデータに欠けるが、コア M 83 ではコア F-7 の区間 1 から 4 に相当する深度に層相の類似した地層が見られ、化石分析の結果から内湾最奥部で淡水の影響を強く受けて堆積したと考えられている (米倉ほか, 1985)。コア F-7 の区間 1 から 4 も内湾最奥部の堆積

物と推定される。

区間 5 から 7 : 一時的に淡水の影響が強まる時期などがあるものの、主に内湾の浅海域で堆積した地層である。区間 7 上部の深度 22.79～21.82 m に発達するシルトと極細粒砂のリズミカルな細互層は、上げ潮や下げ潮の流れで砂が移動し、干満が入れ替わる潮の停滞時に浮遊していた泥粒子が沈殿して形成された潮汐堆積物 (e.g. 増田ほか, 1988 ; Dalrymple *et al.*, 1991 ; 坂倉, 2004) と考えられる。貝類化石や貝形虫化石の特徴も考慮すると、この地層は潮間帯堆積物と解釈される。

区間 8 より上位 : 主にラグーンおよび湿地の堆積物と考えられる。内湾からラグーンへの変化は 5300～5200 BC 頃である。

コア F-8

区間 1 : 下部の泥層は低潮位よりも深い内湾底で堆積したが、その後次第に砂の堆積が卓越するようになった。砂層は貝形虫化石が産出せず貝化石も疎らで破片が多いことも考慮すると、区間 1 の上部では湾が砂で埋め立てられて浅くなり、生物が棲みにくい環境になったと考えられる。

区間 2 から 3 : 主に内湾の潮間帯付近で堆積した地層と考えられる。区間 2 上部 (深度 21.10 m より上位) に見られる極細粒砂と灰白色のシルトのリズミカルな細互層は、潮汐堆積物と考えられる。区間 3 の上部 (深度 19.34 m より上位) は有機質で *Corbicula japonica* を含み、汽水域の堆積物である。

区間 4 より上位 : 主にラグーンおよび湿地の堆積物と考えられる。内湾からラグーンへの変化は 5400～5200 BC 頃である。

両コアのラグーンおよび湿地堆積物は、有機物に富む暗色層と相対的に有機物の含有量が少ない明色層の繰り返しからなる。これと良く似た泥炭層と明色の粘土層の繰り返しは浮島ヶ原西部で広く認められる (藤原ほか, 2006, 2007 ; 小松原ほか, 2007)。藤原ほか (2006, 2007) は、過去 1500 年間の花粉化石や珪藻化石の分析結果から、泥炭層から粘土層への急変は湿地の水位上昇によって生じたことを明らかにした。この水位上昇の原因としては、湿地の地震沈降も考えられるが (藤原ほか, 2006, 2007)、降水量の変化や湾口の閉塞による湖水位の上昇の可能性もあり、更なる検討を要する。

5.4 沈降速度

コア F-7 では深度 22.79～21.82 m (標高 -18.01～-17.04 m) 付近に潮間帯堆積物が見られ、5300 BC 頃の海面高度を示す (第 7 図)。これを指標に沈降速度を試算した。5300 BC 頃の海面高度には地域差があるが、ここでは佐藤 (2008) が播磨灘沿岸で行った研究を参考にした。それによれば、当時の海面は現在とほぼ同程度と推定されている。この潮間帯堆積物は、5300 BC 以降に現在の標高まで沈降したと推

定されるので、平均沈降速度は約 2.5~2.3 mm/年と計算される。この値は羽田野ほか (1979) が埋没砂礫州の深度から推定した値と整合的である。

なお、沈降速度の計算には地層の圧密補正が必要である。須貝・杉山 (1999) は、濃尾平野のコア試料について、未固結で細粒砂混じりシルトより細粒な地層の湿潤密度と埋没深度との関係を求めており、それによれば層厚 15 m につき圧縮率が約 7% 増加する (山口ほか, 2003)。これに見合う分だけ沈降速度は見かけ上増加するが、ここで試算した沈降速度への影響は大きくはないと判断される。

6. まとめと課題

駿河湾奥の浮島ヶ原西部で掘削したコア F-7 と F-8 について、層相と色調などに基づいて層序区分を行った。また、コア下部の海成層-陸成層の境界を含む層準に注目して貝化石、貝形虫化石、化学組成の分析を行い、堆積環境の変遷を復元した。さらに、¹⁴C 年代測定値に基づいて堆積曲線を作成した。その結果、以下のことが明らかになった。

1. 両コアとも、下部は泥層や砂層を主とする内湾堆積物、上部は粘土層と泥炭 (質) 層の互層を主とするラグーンおよび湿地の堆積物からなる。内湾からラグーンへと変化した時期は、コア F-7 で 5300~5200 BC 頃、コア F-8 で 5400~5200 BC 頃である。

2. コア F-7 では深度 22.79~21.82 m (標高 -18.01~-17.04 m) に潮間帯堆積物が認められ、その年代は約 5300 BC である。この潮間帯堆積物の高度と年代からは、2.5~2.3 mm/y の平均沈降速度が推定される。この値は測地的に求められた値より 2.5 倍程度も大きい。

3. ラグーンおよび湿地の堆積物には、有機物に富む暗色層と有機物が少ない明色層との繰り返し認められる。この明色層と暗色層の繰り返しは、浮島ヶ原における水域の拡大・縮小や水位変化を反映していると考えられる。この環境変化の原因解明は今後の課題である。

謝辞 ボーリング用地の借用には、個人地主の方々にお世話になった。活断層研究センターの澤井祐紀博士による査読コメントによって、本稿は改善されました。

文 献

- Berner, R.A. (1984) Sedimentary pyrite formation: An up-date. *Geochim. Acta*, 48, 605-615.
- Berner, R.A. and Raiswell, R. (1984) C/S method for distinguishing fresh water from marine sedimentary rocks. *Geology*, 12, 365-368.
- Bordowskij, O.K. (1965a) Source of organic matter in marine basins. *Marine Geology*, 3, 5-31.
- Bordowskij, O.K. (1965b) Accumulation of organic matter in bottom sediments. *Marine Geology*, 3, 33-82.
- Bronk Ramsey, C. (1995) Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: The OxCal Program. *Radiocarbon*, 37, 425-430.
- Bronk Ramsey, C. (2001) Development of the radiocarbon program OxCal. *Radiocarbon*, 43, 355-363.
- Dalrymple, R.W., Makino, Y. and Zaitlin, B.A. (1991) Temporal and spatial patterns of rhythmic deposition on mud flats in the macrotidal Cobequid Bay-Salmon River Estuary, Bay of Fundy, Canada. In Smith, D.G., Reinson, G.E., Zaitlin, B.A. and Rahamani, R.A., eds., *Clastic tidal sedimentology*, Canadian Society of Petroleum Geologist. *Memoir*, No. 16, 137-160.
- 藤原 治・小松原純子・澤井祐紀 (2006) 静岡県浮島ヶ原の湿地堆積物に見られる層相変化と南海トラフ周辺の地震との関係 (速報). *活断層・古地震研究報告*, No.6, 89-106.
- 藤原 治・澤井祐紀・守田益宗・小松原純子・阿部恒平 (2007) 静岡県中部浮島ヶ原の完新統に記録された環境変動と地震沈降. *活断層・古地震研究報告*, No.7, 91-118.
- 福沢仁之・小泉 格・岡村 真・安田喜憲 (1995) 水月湖細粒堆積物に認められる過去 2,000 年間の風成塵・海水準・降水変動の記録. *地学雑誌*, 104, 69-81.
- 波部忠重 (1977) 日本産軟体動物分類学二枚貝綱 / 掘足綱. 図鑑の北陸館, 372p.
- Hanai, T., Ikeya, N., Ishizaki, K., Sekiguchi, Y. and Yajima, M. (1977) Checklist of ostracode from Japan and its adjacent seas. University of Tokyo Press, 119p.
- 羽田野誠一・津沢正晴・松島義章 (1979) 駿河湾北岸の完新世地殻変動と測地的上下変動. *地震予知連絡会会報*, 21, 101-106.
- Hedges, J.I., Clark, W.A., Quay, P.D., Ricihey, J.E., Devol, A. H. and Santos, U de M. (1986) Compositions and fluxes of particulate organic material in the Amazon River. *Limnol. Oceanogr.* 31, 717-738.
- Hughen, K.A., Baillie, M. G. L., Bard, E., Beck, J. W., Bertrand, C.J.H., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G.S., Cutler, K.B., Damon, P. E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Ramsey, C.B., Reimer, P.J., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J. R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J., Weyhenmeyer, C.E. (2004) Marine04 marine radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, 46, 1059-1086.

- 池田俊雄 (1964) 東海道における沖積層の研究. 東北大学地質学古生物学教室邦文報告, No. 60, 1-85.
- Ikeya, N. and Hanai, T. (1982) Ecology of recent ostracodes in the Hamanako region, the Pacific coast of Japan. In Hanai, T., ed., Studies on Japanese Ostracoda. Bull. Univ. Mus. Univ. Tokyo, no. 20, 15-59.
- Ikeya, N., Shimura, K. and Iwasaki, Y. (1995) Ecology and adaptation of the genus *Spinileberis* in the North Pacific. In Riha, J. ed., Ostracoda and Biostratigraphy, 389-397, Balkema, Rotterdam.
- 池谷仙之・塩崎正道 (1993) 日本沿岸内湾性介形虫類の特性—古環境解析の指標として—. 地質学論集, No. 39, 15-32.
- Irizuki, T., Seto, K. and Nomura, R. (2008). The impact of fish farming and bank construction on Ostracoda in Uranouchi Bay on the Pacific coast of southwest Japan – Faunal changes between 1954 and 2002/2005 –. Paleontol. Res., 12, 283-302.
- Ishizaki, K. (1968) Ostracodes from Uranouchi Bay, Kochi Prefecture, Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd Ser. (Geol.), 40, 1-45.
- 国土地理院 (1983) 南関東・東海地域広域変動地形調査. 国土地理院技術資料 D・1-No.243, 15p.
- 小松原純子・宍倉正展・岡村行信 (2007) 静岡県浮島ヶ原低地の水位上昇履歴と富士川河口断層帯の活動. 活断層・古地震研究報告, No. 7, 119-128.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 東京大学出版会, 336pp.
- 増田富士雄・中山尚美・池原 研 (1988) 茨城県行方郡北浦内宿の更新統にみられる 9 日間の潮流によって形成された斜交層理. 筑波の環境研究, 11, 91-105.
- 松原彰子 (1984) 駿河湾奥部沖積平野の地形発達史. 地理学評論, 57, 37-56.
- 松原彰子 (1989) 完新世における砂州地形の発達過程—駿河湾沿岸低地を例として. 地理学評論, 62, 160-183.
- Müller, P.J. (1977) C/N ratios in Pacific deep-sea sediments: Effect of inorganic ammonium and organic nitrogen compounds sorbed by clays. Geochim. Cosmochim. Acta, 41, 765-776.
- 中井信之・太田友子・藤澤 寛・吉田正夫 (1982) 堆積物コアの炭素同位体比, C/N 比および FeS₂ 含有量からみた名古屋港周辺の古気候, 古海水準変動. 第四紀研究, 24, 167-177.
- 奥谷喬司 (2000) 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 1173p.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand, C.J.H., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G.S., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Ramsey, C.B., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C.E. (2004) IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. Radiocarbon, 46, 1029-1058.
- 坂倉範彦 (2004) 潮汐環境の堆積物: 日本の干潟の理解に向けて. 化石, 76, 48-62.
- 三瓶良和・倉門由紀子・清水 紋・高安克己・石田 聖 (1997) サロマ湖・網走湖底質の有機炭素・窒素・イオウ濃度. Researches in organic geochemistry, 12, 51-60.
- Sampei, Y. and Matsumoto, E. (2001) C/N ratios in a sediment core from Nakaumi lagoon, southwest Japan – usefulness as an organic source indicator –. Geochim. Jour., 35, 189-205.
- Sampei, Y., Matsumoto, E., Kamei, T. and Tokuoka, T. (1997) Sulfur and organic carbon relationship in sediments from coastal brackish lakes in the Shimane Peninsula district, southwest Japan. Geochim. Jour., 31, 245-262.
- 佐藤裕司 (2008) 瀬戸内海東部, 播磨灘沿岸域における完新世海水準変動の復元. 第四紀研究, 47, 247-259.
- 須貝俊彦・杉山雄一 (1999) 深層ボーリング (GS-NB-1) と大深度地震探査に基づく濃尾傾動盆地の沈降・傾動速度の総合評価. 平成 10 年度活断層・古地震研究調査概要報告書, 77-87.
- Terashima, S., Yonetani, H., Matsumoto, E. and Inouchi, Y. (1983) Sulfur and carbon contents in recent sediments and their relation to sedimentary environments. Bull. Geol. Surv. Japan, 34, 361-382.
- 山口正秋・須貝俊彦・藤原 治・大森博雄・鎌滝孝信・杉山雄一 (2003) 濃尾平野ボーリングコア解析にもとづく完新統の堆積過程. 第四紀研究, 42, 335-346.
- Yamazaki, H. (1992) Tectonics of a plate collision along the northern margin of Izu Peninsula, central Japan. Bull. Geol. Surv. Japan, 43, 603-657.
- Yamazaki, H., Shimokawa, K., Mizuno, K. and Tanaka, T. (2002) Off-fault paleoseismology in Japan: with special reference to the Fujikawa-kako fault zone, central Japan. Geographical Reports of Tokyo Metropolitan Univ., no. 37, 1-14.
- 米倉伸之・池田安隆・鹿島 薫・松原彰子 (1985) 駿河湾周辺の海岸低地における沖積層掘削調査. 昭和 58・59 年度東京大学特定研究費成果報告書「最終氷期以降の自然環境の変動」(研究代表者: 阪口 豊), 35-80.

(受付: 2008 年 8 月 19 日, 受理: 2008 年 11 月 22 日)

第1表. ^{14}C 年代測定データ.
Table 1. ^{14}C age determination data.

測定番号	コア番号 (深度: cm)	試料の種類	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	暦年較正用年代 (yrBP \pm 1 σ)	^{14}C 年代 (yrBP \pm 1 σ)	^{14}C 年代を暦年時代に較正した年代範囲	
						1 σ 暦年代範囲	2 σ 暦年代範囲
PLD-7867	F-7(343)	炭化材	-30.5 \pm 0.22	1178 \pm 17	1180 \pm 15	780AD(5.7%)790AD 810AD(62.5%)890AD	770AD(95.4%)900AD
PLD-7868	F-7(455)	炭化材	-31.19 \pm 0.18	1698 \pm 19	1700 \pm 20	260AD(6.7%)280AD 330AD(61.5%)390AD	250AD(19.0%)300AD 320AD(76.4%)410AD
PLD-7869	F-7(573)	炭化物	-31 \pm 0.24	1772 \pm 23	1770 \pm 25	230AD(31.8%)260AD 280AD(36.4%)325AD	130AD(95.4%)340AD
PLD-7870	F-7(677)	材	-24.86 \pm 0.26	2152 \pm 17	2150 \pm 15	350BC(16.6%)320BC 210BC(51.6%)170BC	360BC(30.5%)290BC 210BC(60.2%)150BC 140BC(4.8%)110BC
PLD-7871	F-7(725-730)	材	-25.95 \pm 0.22	2451 \pm 18	2450 \pm 20	740BC(27.7%)680BC 550BC(21.9%)500BC	750BC(30.1%)680BC 670BC(9.3%)640BC 600BC(55.9%)410BC
PLD-7872	F-7(818)	植物遺体	-27.73 \pm 0.19	2455 \pm 20	2455 \pm 20	750BC(29.9%)680BC 670BC(9.0%)640BC 560BC(21.4%)500BC	760BC(30.5%)680BC 670BC(12.5%)610BC 600BC(52.4%)410BC
PLD-7832	F-7(923)	炭化材	-32.73 \pm 0.23	2623 \pm 24	2625 \pm 25	810BC(68.2%)790BC	825BC(95.4%)775BC
PLD-7833	F-7(1008-1011)	植物遺体	-29.06 \pm 0.24	3253 \pm 28	3255 \pm 30	1610BC(17.0%)1570BC 1540BC(44.0%)1490BC 1480BC(7.2%)1460BC	1610BC(95.4%)1450BC
PLD-7834	F-7(1069)	葉	-30.35 \pm 0.34	3485 \pm 28	3485 \pm 30	1880BC(26.9%)1840BC 1830BC(41.3%)1750BC	1890BC(95.4%)1730BC
PLD-7835	F-7(1168)	植物遺体	-29.57 \pm 0.21	3619 \pm 25	3620 \pm 25	2025BC(30.0%)1990BC 1985BC(38.2%)1940BC	2040BC(95.4%)1890BC
PLD-7836	F-7(1244)	植物遺体	-27.75 \pm 0.18	3822 \pm 25	3820 \pm 25	2295BC(68.2%)2200BC	2410BC(2.5%)2380BC 2350BC(90.2%)2190BC 2170BC(2.7%)2140BC
PLD-7837	F-7(1298)	種実:クルミ	-29.97 \pm 0.22	4129 \pm 31	4130 \pm 30	2860BC(18.9%)2800BC 2760BC(14.9%)2720BC 2710BC(34.4%)2620BC	2880BC(95.4%)2580BC
PLD-7838	F-7(1456-1460)	植物遺体	-27.97 \pm 0.25	4601 \pm 27	4600 \pm 25	3490BC(30.8%)3460BC 3380BC(37.4%)3350BC 3210BC(1.6%)3190BC	3500BC(46.4%)3430BC 3380BC(47.4%)3330BC 3210BC(1.6%)3190BC
PLD-7839	F-7(1555)	種実	-18.57 \pm 0.18	4972 \pm 32	4970 \pm 30	3785BC(68.2%)3705BC	3910BC(4.3%)3870BC 3800BC(91.1%)3650BC
PLD-7840	F-7(1683)	植物遺体	-31.32 \pm 0.20	5385 \pm 33	5385 \pm 35	4330BC(33.2%)4280BC 4270BC(31.2%)4230BC 4190BC(3.8%)4180BC	4340BC(73.6%)4220BC 4210BC(13.3%)4150BC 4130BC(8.5%)4060BC
PLD-7841	F-7(1828)	植物遺体	-30.66 \pm 0.16	5865 \pm 34	5865 \pm 35	4785BC(68.2%)4705BC	4830BC(92.9%)4670BC 4640BC(2.5%)4610BC
PLD-7842	F-7(1948)	炭化材	-25.06 \pm 0.23	6033 \pm 33	6035 \pm 35	4990BC(60.0%)4890BC 4870BC(8.2%)4850BC	5020BC(95.4%)4830BC
PLD-7706	F-7(2097)	材	-30.49 \pm 0.13	6162 \pm 26	6160 \pm 25	5210BC(53.9%)5090BC 5080BC(14.3%)5050BC	5220BC(95.4%)5030BC
PLD-7664	F-7(2202)	イボウミナ	2.30 \pm 0.22	6895 \pm 31	6895 \pm 30	5500BC(68.2%)5425BC	5530BC(95.4%)5370BC
PLD-7665	F-7(2286)	葉	-32.79 \pm 0.11	6311 \pm 31	6310 \pm 30	5320BC(32.4%)5290BC 5270BC(35.8%)5225BC	5360BC(95.4%)5210BC
PLD-7666	F-7(2505)	ヤマトシジミ	-2.75 \pm 0.16	7532 \pm 33	7530 \pm 35	6440BC(68.2%)6390BC	6460BC(92.3%)6350BC 6290BC(3.1%)6260BC
PLD-7667	F-7(2608)	カニモリガイ?	1.70 \pm 0.21	7168 \pm 31	7170 \pm 30	5715BC(68.2%)5640BC	5760BC(95.4%)5610BC
PLD-7668	F-7(2716)	材	-32.72 \pm 0.2	7156 \pm 32	7155 \pm 30	6055BC(68.2%)6005BC	6075BC(95.4%)5985BC
PLD-7669	F-7(2870)	材	-31.78 \pm 0.17	7159 \pm 32	7160 \pm 30	6055BC(68.2%)6005BC	6075BC(95.4%)5985BC
PLD-7707	F-7(2978)	炭化材	-30.15 \pm 0.18	7104 \pm 28	7105 \pm 30	6015BC(53.9%)5980BC 5945BC(14.3%)5925BC	6050BC(68.5%)5970BC 5960BC(26.9%)5910BC
PLD-7708	F-7(3146)	材	-29.73 \pm 0.13	7452 \pm 32	7450 \pm 30	6390BC(29.1%)6330BC 6320BC(39.1%)6250BC	6400BC(95.4%)6230BC
PLD-7709	F-7(3294)	材	-32.57 \pm 0.13	7498 \pm 31	7500 \pm 30	6430BC(64.7%)6360BC 6290BC(3.5%)6270BC	6440BC(74.6%)6340BC 6320BC(20.8%)6250BC
PLD-7710	F-7(3492)	材	-26.31 \pm 0.12	7909 \pm 29	7910 \pm 30	6820BC(68.2%)6680BC	7030BC(7.5%)6960BC 6920BC(6.5%)6880BC 6840BC(80.1%)6650BC
PLD-7711	F-7(3645)	植物遺体	-30.50 \pm 0.13	7958 \pm 30	7960 \pm 30	7030BC(33.6%)6930BC 6920BC(15.4%)6870BC 6860BC(15.2%)6800BC	7040BC(91.3%)6740BC 6730BC(4.1%)6690BC
PLD-7712	F-7(3745)	材	-28.19 \pm 0.15	7986 \pm 29	7985 \pm 30	7040BC(44.4%)6910BC 6890BC(23.8%)6820BC	7050BC(93.4%)6800BC 6790BC(2.0%)6770BC
PLD-7713	F-7(3826)	材	-30.20 \pm 0.14	8057 \pm 29	8055 \pm 30	7080BC(64.5%)7020BC 6880BC(3.7%)6860BC	7090BC(81.3%)6910BC 6890BC(14.1%)6820BC

駿河湾北岸浮島ケ原の完新世における環境変化

第1表. つづき.
Table 1. Continued.

測定番号	コア番号 (深度: cm)	試料の種類	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	暦年校正用年代 (yrBP \pm 1 σ)	^{14}C 年代 (yrBP \pm 1 σ)	^{14}C 年代を暦年代に校正した年代範囲	
						1 σ 暦年代範囲	2 σ 暦年代範囲
PLD-8048	F-8(220)	材	-26.80 \pm 0.28	781 \pm 24	780 \pm 25	1220AD(68.2%)1270AD	1215AD(95.4%)1275AD
PLD-8049	F-8(457)	葉	-27.93 \pm 0.35	931 \pm 28	930 \pm 30	1030AD(12.7%)1060AD 1070AD(55.5%)1160AD	1020AD(95.4%)1170AD
PLD-8061	F-8(570)	材	-28.91 \pm 0.22	1846 \pm 19	1845 \pm 20	130AD(45.0%)180AD 185AD(23.2%)215AD	90AD(2.5%)110AD 120AD(92.9%)240AD
PLD-8062	F-8(686-691)	材	-22.67 \pm 0.28	2235 \pm 20	2235 \pm 20	380BC(16.2%)350BC 290BC(51.0%)230BC	390BC(23.7%)340BC 320BC(71.7%)200BC
PLD-8063	F-8(773)	材	-30.66 \pm 0.20	2903 \pm 21	2905 \pm 20	1130BC(68.2%)1045BC	1200BC(95.4%)1010BC
PLD-8064	F-8(855)	炭化材	-26.89 \pm 0.21	2787 \pm 20	2785 \pm 20	975BC(23.0%)950BC 945BC(45.2%)900BC	1010BC(92.9%)890BC 870BC(2.5%)850BC
PLD-8065	F-8(992)	炭化材	-26.89 \pm 0.25	3200 \pm 21	3200 \pm 20	1495BC(68.2%)1445BC	1510BC(95.4%)1425BC
PLD-8066	F-8(1045)	種実: ヒシ属	-27.48 \pm 0.20	3394 \pm 21	3395 \pm 20	1740BC(36.4%)1705BC 1700BC(31.8%)1665BC	1750BC(95.4%)1630BC
PLD-8067	F-8(1185)	植物遺体	-26.35 \pm 0.19	3883 \pm 20	3885 \pm 20	2460BC(68.2%)2340BC	2470BC(95.4%)2290BC
PLD-8301	F-8(1261)	材	-29.70 \pm 0.17	4455 \pm 23	4455 \pm 25	3320BC(34.6%)3230BC 3110BC(13.5%)3080BC 3070BC(18.2%)3020BC	3330BC(46.8%)3210BC 3190BC(7.1%)3150BC 3130BC(41.5%)3020BC
PLD-8302	F-8(1419)	炭化物	-23.76 \pm 0.16	5083 \pm 24	5085 \pm 25	3960BC(12.8%)3930BC 3880BC(55.4%)3800BC	3960BC(33.0%)3890BC 3880BC(62.4%)3790BC
PLD-8303	F-8(1554)	材	-29.36 \pm 0.15	5571 \pm 24	5570 \pm 25	4450BC(30.0%)4415BC 4405BC(38.2%)4360BC	4455BC(95.4%)4355BC
PLD-8304	F-8(1764)	葉	-30.67 \pm 0.16	6166 \pm 23	6165 \pm 25	5210BC(7.3%)5190BC 5180BC(48.5%)5090BC 5080BC(12.4%)5060BC	5220BC(95.4%)5040BC
PLD-8305	F-8(1841)	材	-24.94 \pm 0.15	6228 \pm 26	6230 \pm 25	5300BC(29.4%)5240BC 5230BC(19.6%)5200BC 5170BC(13.0%)5110BC	5300BC(57.7%)5200BC 5180BC(37.7%)5070BC
PLD-8306	F-8(1917)	ヤマトシジミ	-4.71 \pm 0.16	6766 \pm 27	6765 \pm 25	5710BC(20.4%)5685BC 5675BC(47.8%)5635BC	5715BC(95.4%)5630BC
PLD-8307	F-8(2188)	イボウミナ	3.01 \pm 0.17	7138 \pm 27	7140 \pm 25	5690BC(68.2%)5625BC	5720BC(95.4%)5600BC
PLD-8308	F-8(2368)	エガイの一種	1.50 \pm 0.15	7281 \pm 27	7280 \pm 25	5835BC(68.2%)5745BC	5880BC(95.4%)5710BC
PLD-8309	F-8(2433)	イボウミナ	4.30 \pm 0.22	7290 \pm 27	7290 \pm 25	5845BC(68.2%)5750BC	5890BC(95.4%)5720BC

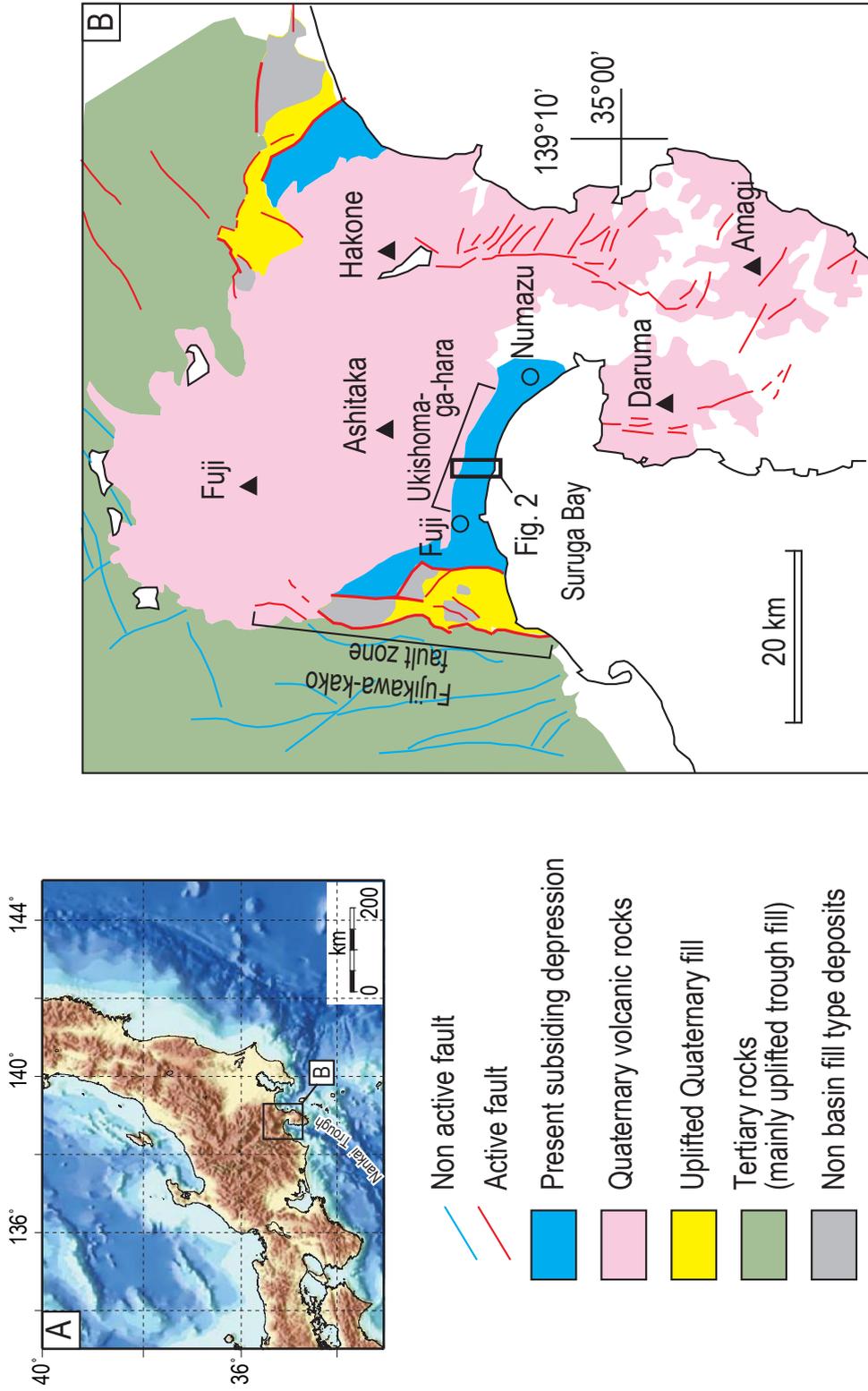
第2表. 貝形虫化石のリスト. A : コア F-7. B : コア F-8. I.I. および u.I. はそれぞれ試料の下限, 上限.
Table 2. List of ostracode assemblage obtained from Core F-7 (A) and F-8 (B). I.I and u.I indicate the lower and upper limits of the samples, respectively.

Table 2A

Ostracoda in the F-7 core	u.I. (m)		25.14	25.02	24.92	24.88	24.78	22.02	21.96	Sum.
	I.I.(m)		25.16	25.04	24.94	24.90	24.80	22.04	21.98	
<i>Aurila corniculata</i> Okubo			2		4					6
<i>Bicornucythere bisanensis</i> (Okubo)						21	1			22
<i>Callistocythere japonica</i> Hanai						2				2
<i>Coquimba</i> sp.							2			2
<i>Cytheromorpha acupunctata</i> (Brady)						5				5
<i>Hemicytherura tricarinata</i> Hanai						2				2
<i>Loxococoncha optima</i> Ishizaki			3			1				4
<i>Loxococoncha uranouchiensis</i> Ishizaki			10			7				17
<i>Pistocythereis bradyformis</i> (Ishizaki)			2			4	1			7
<i>Pontocythere kashiwarensis</i> (Hanai)					1					1
<i>Pontocythere miurensis</i> (Hanai)				1	1	6				8
<i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)			2		12	27				41
<i>Pontocythere</i> sp.						1				1
<i>Spinileberis furuyaensis</i> Ishizaki and Kato						23	7	2	4	36
<i>Spinileberis quadriaculeata</i> (Brady)			2		2	40	6	2		52
<i>Trachyleberis scabrocuneata</i> (Brady)			10		3	16				29
Number of valves			31	1	23	155	17	4	4	235
Number of species			7	1	6	13	5	2	1	16

Table 2B

Ostracoda in the F-8 core	u.I.(m)		23.65	23.70	23.75	23.80	23.85	23.90	23.95	24.00	24.05	24.32	24.82	Sum.
	I.I.(m)		23.68	23.73	23.78	23.83	23.88	23.93	23.98	24.03	24.08	24.35	24.85	
<i>Hemicytherura tricarinata</i> Hanai					1									1
<i>Loxococoncha uranouchiensis</i> Ishizaki	1	2	2	4					1					10
<i>Pistocythereis bradyi</i> (Ishizaki)								1					1	2
<i>Pontocythere subjaponica</i> (Hanai)				2										2
<i>Pontocythere</i> sp.	1													1
<i>Sinoleberis</i> ? sp.					1									1
<i>Spinileberis quadriaculeata</i> (Brady)	36	76	95	56	28	28	45	12	9	12	24	42	24	421
Number of valves	38	78	101	60	28	28	46	13	9	12	25	43	25	438
Number of species	3	2	5	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	7



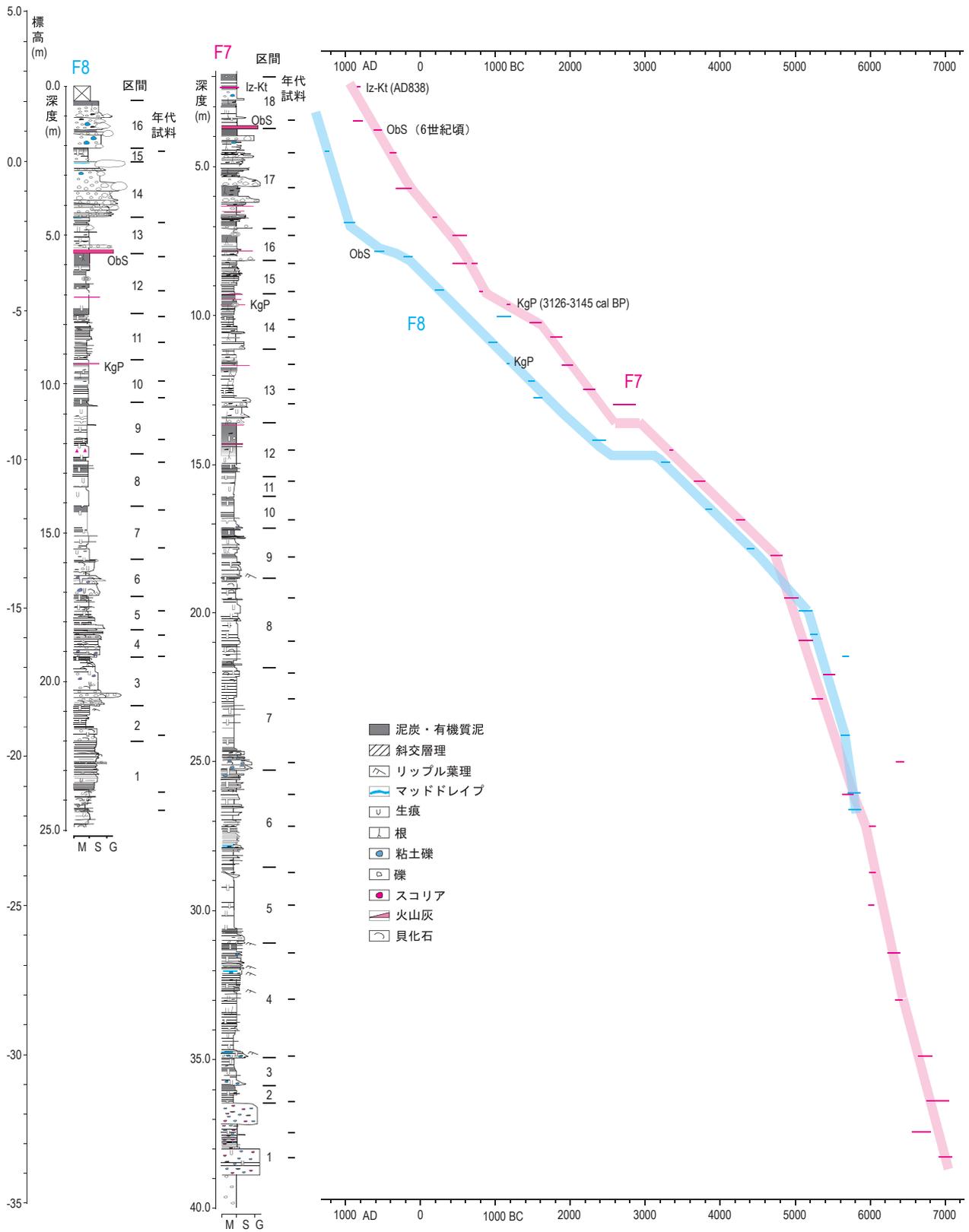
第1図. 調査地域. Bの地質図はYamazaki (1992)を改変.
 Fig. 1. Index map. Geological map (B) was modified from Yamazaki (1992).



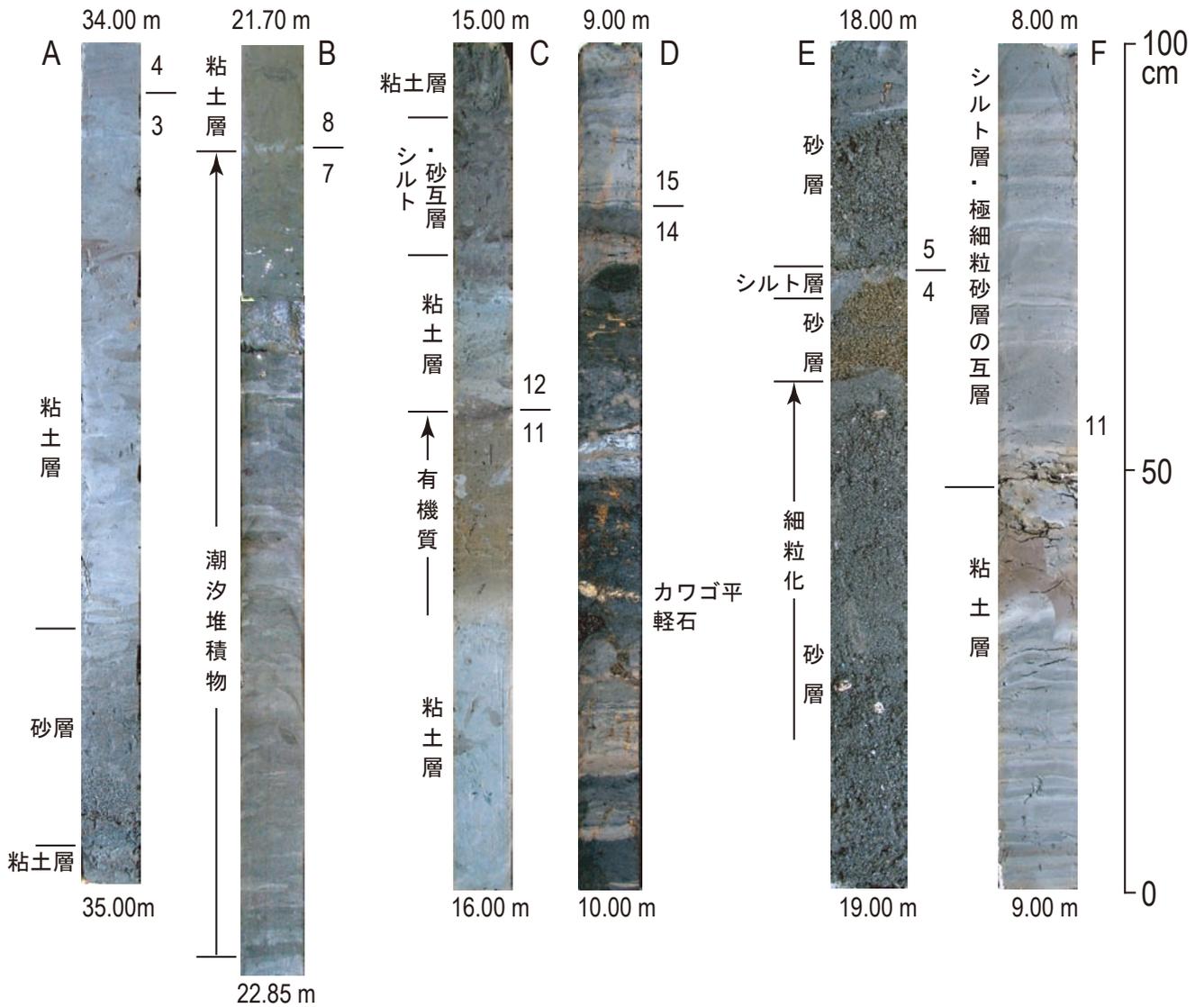
第2図. 掘削位置図. M83 は米倉ほか (1985) による掘削地点. 1/2.5 万地形図「沼津」および「吉原」を使用.

Fig. 2. Map showing the drilling sites. Site M83 is drilling site by Yonekura *et al.* (1985). Modified from 1/25,000-scale topographic maps of Geographical Survey Institute, “Numazu” and “Yoshiwara”.

駿河湾北岸浮島ヶ原の完新世における環境変化

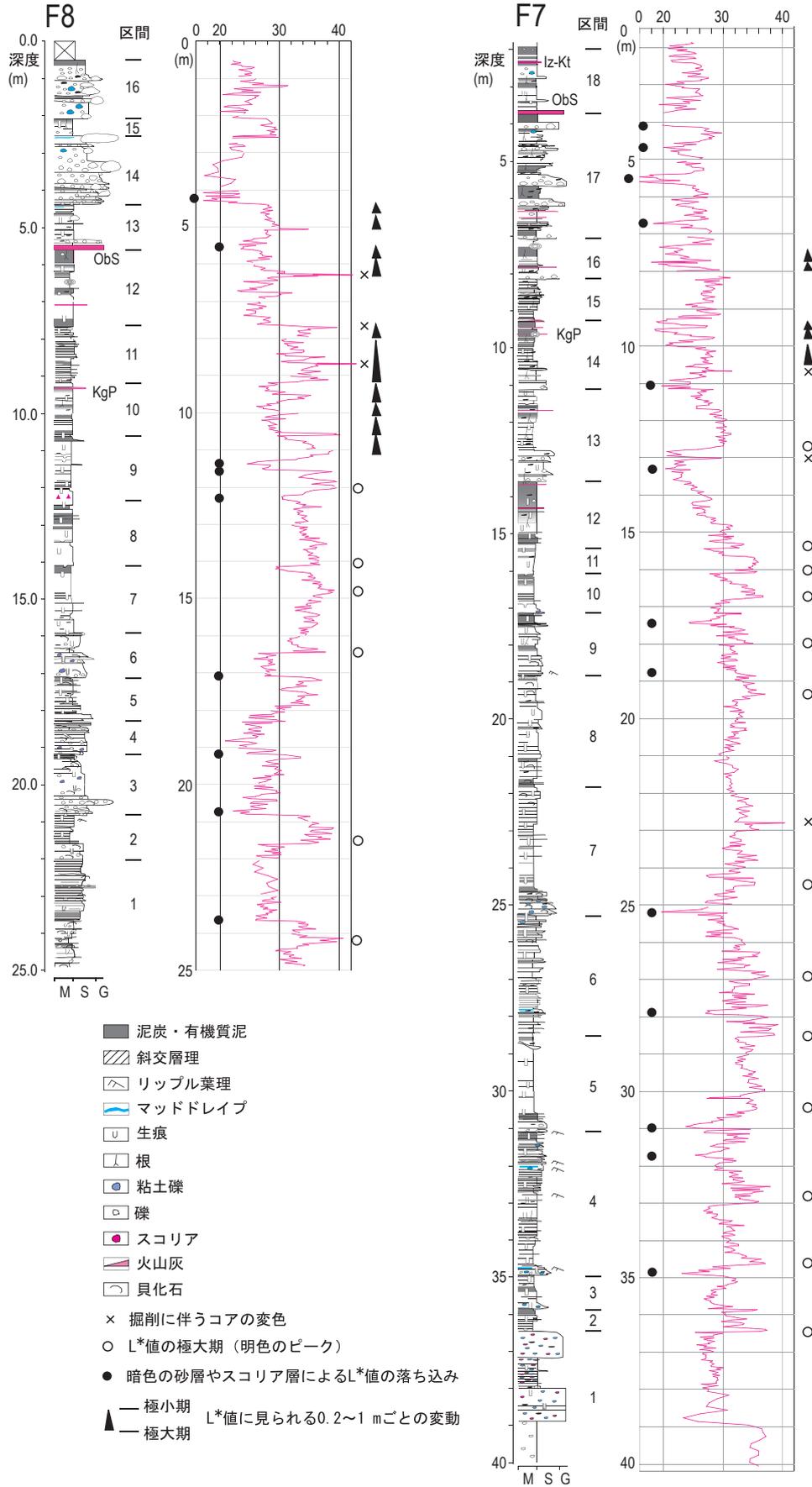


第3図. コア F-7, F-8 の柱状図と堆積曲線. 暦年代の範囲は2 σ .
 Fig.3. Columnar sections and sediment accumulation curves for Cores F-7 and F-8.
 Each calibrated radiocarbon age covers 2 σ age range.



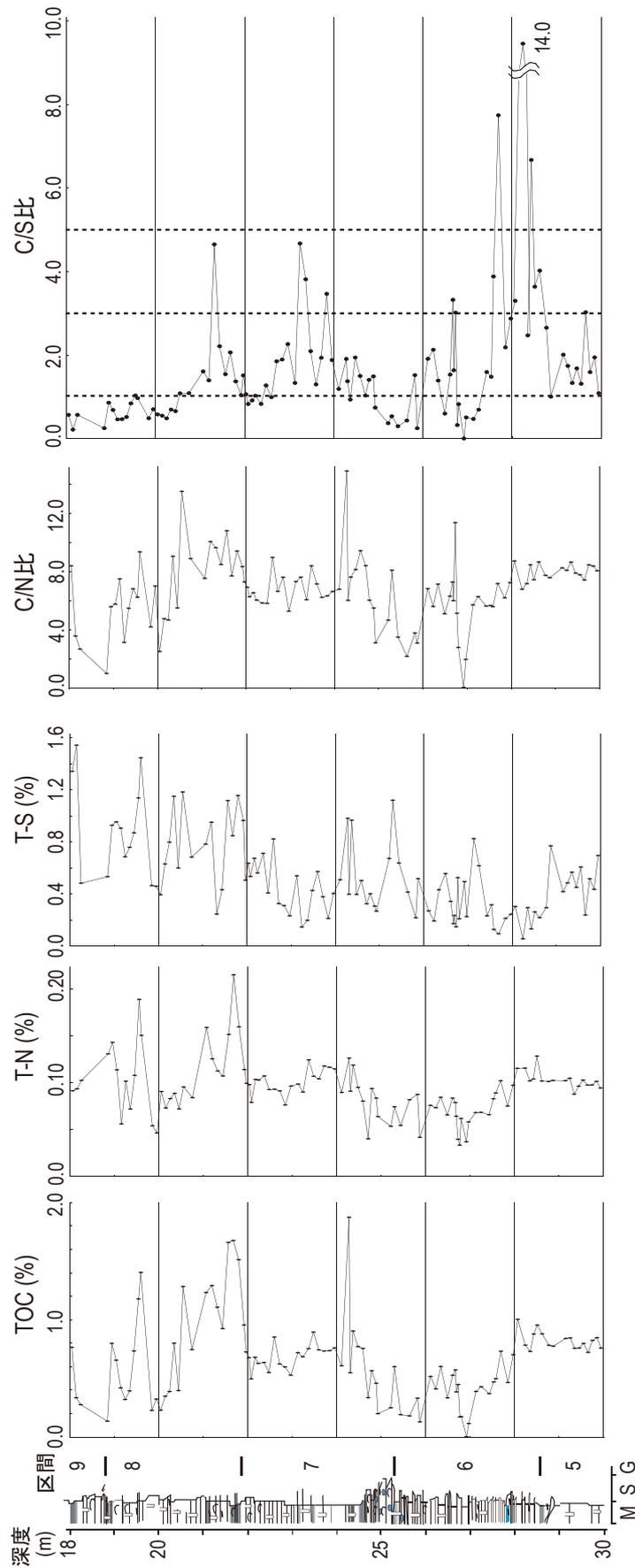
第 4 図. 主要な層相の写真. A : コア F-7 の深度 35~34 m の区間. B : コア F-7 の深度 22.85~21.70 m の区間: 潮汐堆積物の上部には *Batillaria zonalis* (イボウミニナ) などの貝化石を含む. C : コア F-7 の深度 16.0~15.0 m の区間. D : コア F-7 の深度 10.0~9.0 m の区間. E : コア F-8 の深度 19.0~18.0 m の区間: 下部の砂層には *Corbicula japonica* (ヤマトシジミ) などの貝化石を含む. F : コア F-8 の深度 9.0~8.0 m の区間. コアに添えた番号は, 柱状図に記した区間番号.

Fig. 4. Photographs of representative depositional facies. A: 35-34 m depth in Core F-7. B: 22.85-21.70 m depth in Core F-7. *Batillaria zonalis* occurs in the upper part of the section. C: 16.0-15.0 m depth in Core F-7. D: 10.0-9.0 m depth in Core F-7. E: 19.0-18.0 m depth in Core F-8. *Corbicula japonica* occurs in sand bed in the lower part of the section. F: 9.0-8.0 m depth in Core F-8. Additional numerals indicate the number of the intervals shown in the columnar sections.

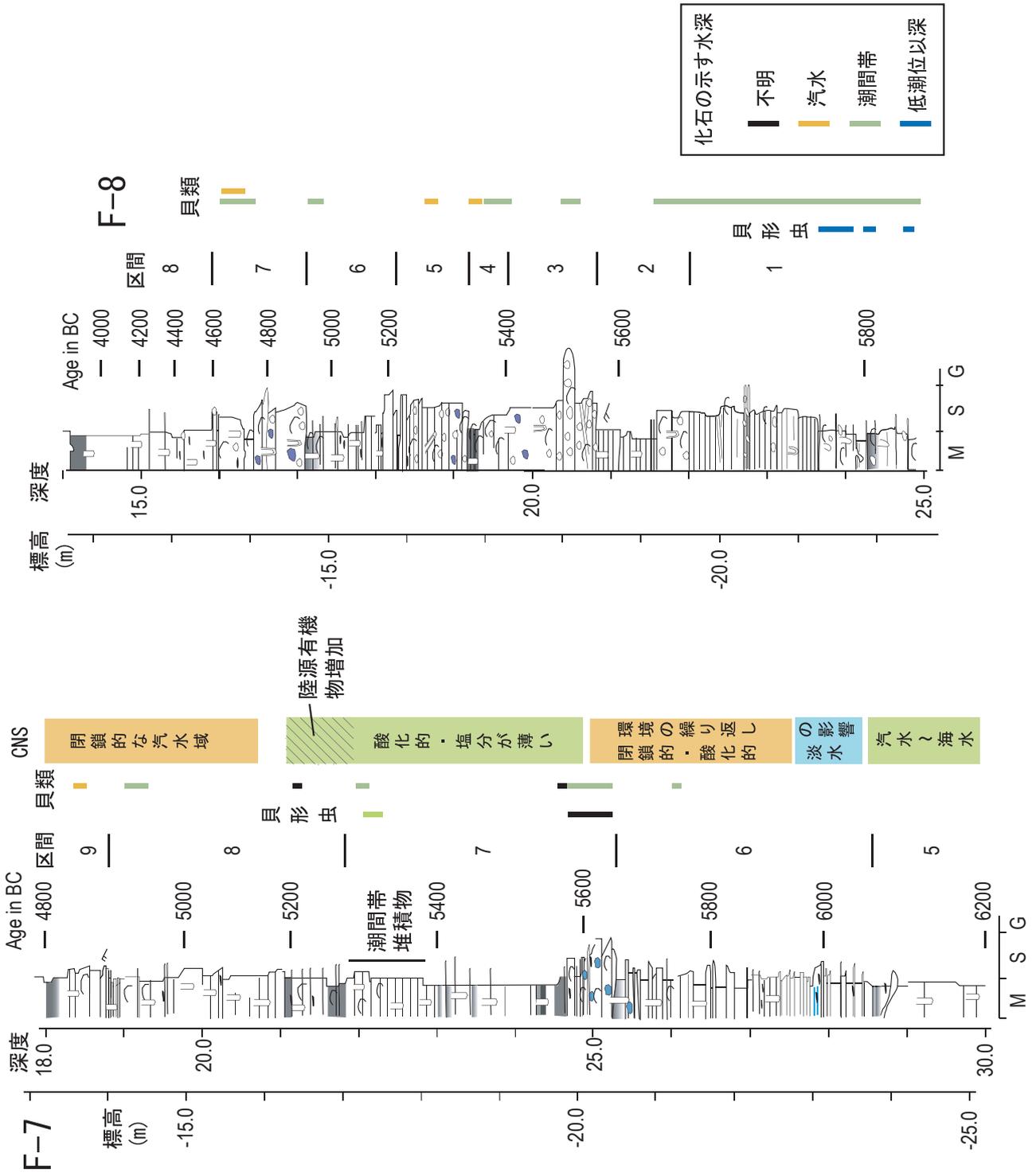


第5図. 色相測定結果 (L* 値).

Fig. 5. Vertical distribution of L* value in Cores F-7 and F-8.



第6図. コア F-7 の化学分析結果.
Fig. 6 Result of CNS analyses from Core F-7.



第7図. 復元されたコアの古環境.
Fig. 7. Reconstructed paleoenvironment in Cores F-7 and 8.