

平成 23 年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への
地震動及び津波の影響に関する安全性評価のうち
天正地震に関する津波堆積物追加調査の結果について

平成 24 年 6 月

関西電力株式会社

目 次

1. まえがき.....	1
2. 追加調査の目的.....	2
3. ボーリング調査地点の選定.....	3
3.1 久々子湖東方陸域.....	3
3.1.1 坂尻地区（2 箇所）.....	3
3.1.2 早瀬, 久々子, 松原地区（6 箇所）.....	3
3.2 猪ヶ池（6 箇所）.....	3
4. 試料分析.....	5
4.1 分析の手順・方法.....	5
4.2 分析結果.....	5
4.2.1 坂尻地区(SK11-1).....	5
4.2.2 坂尻地区(SK11-2).....	6
4.2.3 早瀬, 久々子, 松原地区(KM11-1).....	8
4.2.4 早瀬, 久々子, 松原地区(KM11-2).....	9
4.2.5 早瀬, 久々子, 松原地区(KM11-3).....	11
4.2.6 早瀬, 久々子, 松原地区(KM11-4).....	11
4.2.7 早瀬, 久々子, 松原地区(KM11-5).....	12
4.2.8 早瀬, 久々子, 松原地区(HY11-1).....	12
4.2.9 猪ヶ池(No.1).....	14
4.2.10 猪ヶ池(No.2).....	15
4.2.11 猪ヶ池(No.3).....	16
4.2.12 猪ヶ池(No.4).....	18
4.2.13 猪ヶ池(No.5).....	19
4.2.14 猪ヶ池(No.6).....	20
5. 天正地震による津波に関する評価.....	22
6. 参考文献.....	23
(参考) その他の検討.....	24

1.まえがき

当社は、平成 18 年 9 月 19 日付けで原子力安全委員会により「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」が改訂されたことに伴い、原子力安全・保安院（以下「保安院」という。）による「「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」等の改訂に伴う既設発電用原子炉施設の耐震安全性の評価等の実施について」（平成 18・09・19 原院第 6 号 平成 18 年 9 月 20 日）に基づき、改訂された耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設の耐震安全性評価を実施している。

これまでに、活断層評価、基準地震動 S_s の策定及び主要な施設の耐震安全性評価については、平成 20 年 3 月 31 日に保安院に耐震安全性評価結果中間報告書を、平成 21 年 3 月 31 日に中間報告書（追補版）を提出し、国による審議を経て、平成 22 年 11 月 25 日に保安院に「耐震安全性評価結果（原子力安全・保安院での審議状況の反映）」を提出し、平成 22 年 11 月 29 日に「耐震安全性に係る評価について（基準地震動の策定及び主要な施設の耐震安全性評価）」を受領した。

その後、平成 23 年 3 月 11 日に発生した平成 23 年東北地方太平洋沖地震に伴い、保安院より「平成 23 年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価の実施について（指示）」（平成 23・11・02 原院第 4 号 平成 23 年 11 月 11 日）を受け、「平成 23 年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価 実施計画書」（以下、「計画書」という。）を平成 23 年 11 月 18 日に保安院に提出した。

一方、当社は、平成 23 年 3 月 25 日に開催された第 65 回福井県原子力安全専門委員会における指摘を踏まえ、若狭湾付近における津波痕跡に関する情報を蓄積することを目的とした津波堆積物調査を、日本原子力発電株式会社及び独立行政法人日本原子力研究開発機構と協調（以下、「3 社協調」という。）して、平成 23 年 10 月 24 日より実施している。

このうち、天正地震に関する津波堆積物調査結果については、計画書に基づき平成 23 年 12 月 21 日に、「平成 23 年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価のうち天正地震に関する津波堆積物調査の結果について」（以下、「既提出報告書」という。）を保安院に提出した。

保安院は、既提出報告書の内容について、平成 23 年 12 月 27 日の「地震・津波に関する意見聴取会」および平成 24 年 1 月 10 日の「現地調査」の結果を踏まえて、平成 24 年 1 月 25 日付『「若狭湾沿岸における天正地震による津波」に対する見解』（以下、「保安院見解」という。）を示した。

本報告書は、保安院見解を踏まえて、当社が 3 社協調して追加調査を実施した久々子湖東方陸域および猪ヶ池における結果のうち、天正地震に関する津波について検討した結果を取り纏めたものである。

2. 追加調査の目的

既提出報告書では、若狭湾沿岸において、津波痕跡の有無だけでなく、津波の遡上範囲や、到達標高が検討可能な地点として最も適している三方五湖周辺（久々子湖、菅湖、中山湿地）を選定し、ボーリングコアを採取の上、天正地震による津波に関する分析結果を報告した。

当該報告内容に関しては、意見聴取会での議論を踏まえた保安院見解において、「古文書に記載されているような天正地震による大規模な津波を示唆するものは無いと考えられるが、天正年間も含めてデータを拡充するために、津波堆積物について、さらなる追加調査を行う。」とされた。また、意見聴取会委員からは、三方五湖を調査するのは同意するが、久々子の東側の陸地および敦賀半島北東部の猪ヶ池において、更なる追加調査が必要であるとの指摘があった。

久々子湖の東側の陸地は、市街化や圃場整備により、表層の地層が人工改変によって乱されている可能性が高く、歴史時代の津波堆積物の検討には適さないこと、一方、猪ヶ池は、津波堆積物を捕らえる場所としては適切であるが、山地に囲まれており、遡上範囲の検討には適さないことなどから、当社は指摘箇所を調査地点に選択しなかった。

しかしながら、若狭湾における津波の痕跡に関する情報蓄積の観点からは、更なるデータ拡充も重要であると考え、当社は、意見聴取会委員の指摘箇所を含めた地点（坂尻、早瀬、久々子、松原の各地区（以下、「久々子湖東方陸域」という。）および猪ヶ池）における追加調査の実施を行った。調査地点位置図を第 2-1 図に示す。

3. ボーリング調査地点の選定

追加調査地点である久々子湖東方陸域および猪ヶ池において、ボーリング地点を選定した考え方は、それぞれ以下のとおりである。

3.1 久々子湖東方陸域

久々子湖東方陸域における調査位置を第 3-1 図に示す。

3.1.1 坂尻地区（2 箇所）

坂尻地区における調査位置および地形分類を第 3-2 図に示す。当該地区は、北方の浜堤で外洋と隔てられ、三方を山地に囲まれた後背湿地である。既往資料等^{1) 2)}によれば、この後背湿地は、かつては^{はたおりいけ}機織池と呼ばれる沼池であったが、埋め立てと圃場整備により、現在は水田として利用されている。

以上から、表層は圃場整備による人工改変の影響等が考えられ、津波が流入したとしても山地との地形境界が近く、仮に津波堆積物が確認された場合であっても遡上到達範囲による津波規模の推定は困難である。しかしながら、当該地は、かつて池であり、深部は津波堆積物が保存されやすい環境であると期待されることから、調査地点として、後背湿地中央部と浜堤背後の 2 箇所(SK11-1, SK11-2)を選定した。

3.1.2 早瀬、久々子、松原地区（6 箇所）

早瀬、久々子、松原地区における調査位置および地形分類を第 3-3 図に示す。久々子湖東方から耳川流域にかけては扇状地性の低地が分布し、一部は段丘化している。海岸線に沿って 2 列の浜堤が認められ、浜堤の背後には後背湿地が、堤間部には堤間低地が分布する。また、海側の浜堤は、寛文地震によって形成され、堤間低地は汀線付近の海底であったとの文献がある^{3) 4)}。浜堤及び扇状地性の低地の一部では市街化が進み、その他は圃場整備が進んでいる。

河川が存在する場所では、その中軸部に近いほど礫や砂といった粗粒な堆積物が厚く分布し、津波堆積物との判別が難しい上に、河川による津波堆積物の浸食が予想される。そのため、河川が存在するような場所で津波堆積物調査を実施する場合は、現河川及び旧河道の中軸部から距離をとる必要がある。

以上から、表層は圃場整備、市街化による人工改変の影響等が考えられるが、耳川など河川の氾濫による影響が少なく、陸域の中でも比較的静穏な堆積環境が期待される場所として、後背湿地、堤間低地および久々子湖に面した沖積低地が挙げられ、さらに、2 列の浜堤の形成過程と後背地の形成年代を確認できる可能性と、遡上範囲の検討に供する可能性を考慮し、調査地点は、後背湿地 (KM11-1, KM11-2)、堤間低地 (KM11-4, KM11-5)、沖積低地 (KM11-3, HY11-1) でそれぞれ 2 箇所ずつを選定した。

3.2 猪ヶ池（6 箇所）

猪ヶ池における調査位置図を第 3-4 図に示す。猪ヶ池は南北を山地に囲まれ、東側は砂州、西側は低地で海と隔てられており、西側の低地は改変されている。東側砂州の海側は海食崖となっており、砂礫層（礫は玉石）が露出している。基質の砂は中～粗粒で、

石英，長石を主とし，表面が褐色である。海岸は岸から幅約 20m が平坦であり，玉石が多く分布している。東側の砂州で今回実施した測量によると標高は約 4m～5m であり，改変前の測量結果によると西側低地の標高は約 3m～4m である。今回の調査にあたり深浅測量を実施したところ，池の水深は約 7m～8m であり，ほぼ平坦である。東側の砂州や西側の低地から津波の流入があれば，津波堆積物が保存されやすい環境であると期待される。調査地点としては，東側，西側からの津波の流入を想定し，約 40m 間隔で 6 箇所（No.1，No.2，No.3，No.4，No.5，No.6）の調査地点を選定した。

4. 試料分析

4.1 分析の手順・方法

津波堆積物の識別においては、定常的に形成される堆積物（特段の環境変化が無ければ通常堆積するもの）との違いが明瞭なことが重要である^{5) 6) 7)}。陸域で形成された地層中の津波堆積物の報告例は、砂や礫を主体とするものが殆どであることから、河川沿いや海浜など、定常的に砂や礫が堆積する場では、津波堆積物の識別は困難である。このため、本報告では、以下の流れに沿って分析を実施した。

採取したコアの肉眼観察により堆積物の層相を確認し、津波堆積物の識別性を検討した。また、放射性炭素年代（暦年代（ 2σ 範囲）で示す。以下、「 $14C$ 年代」という。）測定を実施し、天正年間（AD1573～AD1592）を含む可能性のある層準の特定を試みた。続いて、天正年間を含む可能性のある層準付近で X 線 CT 画像を併用した詳細な層相解析を実施し、堆積環境を検討した。

更に、微化石総合分析（有孔虫分析、貝形虫分析等）及び珪藻分析により、堆積物の供給源を検討した。また、帯磁率分析及び湿潤・乾燥重量測定等により、わずかな粒度等の層相変化の定量的把握を試みた。

以上の結果から、天正地震による津波痕跡の有無を検討した。

以下の記載における深度は、コアの膨張・収縮を考慮して補正した値を用いる。また、X 線 CT 画像の表示については、内部構造の視認性が高い設定（WL 値，WW 値：各画像に記載）を用いた。なお、猪ヶ池の堆積速度曲線については、池のほぼ中心に位置し、水深が最も深い No.3 地点を代表地点として $14C$ 年代で得られた年代値の信頼性を確認した。

4.2 分析結果

4.2.1 坂尻地区（SK11-1）

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-1 図に示す。深度 0cm～285cm 付近は、無秩序な礫混じり砂からなり、レンガ等の人工物が混入し表層を厚く覆うことから、人為的に運搬された盛土と判断した。深度 285cm～295cm 付近、深度 305cm～400cm 付近はシルトからなり、全体として有機質に富む。

深度 285cm～400cm 付近の堆積物はシルトからなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は可能であると判断した。

② 年代測定：

堆積速度曲線を第 4-2 図に示す。深度 290cm 付近の有機質土で Cal AD 1680-post 1950，深度 320cm 付近の有機質土で Cal AD 900-1020，深度 320cm 付近の木片で Cal AD 1400-1440，深度 340cm 付近の有機質土で Cal AD 340-430，深度 360cm 付近の有機質土で Cal BC 730-400，深度 380cm 付近の有機質土で Cal BC 1000-810，深度 390cm 付近の木片で Cal BC 750-400，深度 400cm 付近の有機質土で Cal BC

1370-1130, 深度 410cm 付近の有機質土で Cal BC 1430-1310, 深度 435cm 付近の有機質土で Cal BC 1740-1610, 深度 455cm 付近の有機質土で Cal BC 2880-2580, 深度 465cm 付近の有機質土で Cal BC 3330-2940, 深度 475cm 付近の有機質土で Cal BC 3500-3350 である。堆積速度曲線からは, 年代値の大きな逆転は認められず, 14C 年代の信頼性に問題はないと考えられる。また, 直線状の傾きが認められることから, コアに大きな欠損はなく, 連続した堆積を示唆する。年代値の逆転は, 木片試料の測定年代がやや新しく出たためと考えられる。

天正年間を含む可能性のある層準は, 深度 285cm～320cm 付近に当たる。

③ 詳細な層相解析：

コア写真及び X 線 CT 画像を第 4-3 図, 第 4-4 図に示す。対象深度は, 深度 270cm～365cm までとする。深度 285cm 付近以浅は盛土である。深度 285cm～295cm 付近, 深度 305cm～325cm 付近は, 相対的に CT 値が低く, 有機質で淘汰の良い細粒なシルトを主体とし, 中粒砂～粗粒砂を含む。本層は塊状である。深度 325cm～365cm 付近は相対的に CT 値が低く, 淘汰の良い細粒なシルトからなり, 全体として有機質に富むが, 深度 355cm～360cm 付近はやや有機質に乏しい。本層は塊状で, 一部に不鮮明なラミナが認められ, わずかな植物片, 生痕を含む。本層中に, 砂層や明瞭な削りこみは認められない。

以上の結果から, 堆積環境を検討する。深度 285cm～325cm 付近は下位層と同じ基質を持つが, より有機質に富み, 擾乱を受けた可能性を示す無秩序な砂の混入が見られる。また, 調査地周辺の住民からの聞き取りや, 地域の史料^{1) 2)}によれば, 調査地は, 以前は潟を利用した水田であり, その後圃場整備により盛土されたとされている。これらのことから, 本層は耕作土と解釈される。深度 325cm～365cm 付近はシルトからなり, 津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない。シルトは浮流により運搬されるため, 静穏な堆積環境が示唆される。陸成層の痕跡が認められず, 鉛直方向に静穏な環境が保たれていると考えられること, 生痕が見られること, 調査地が潟を埋積した低地をなすことから, 本層は潟湖の堆積物と解釈される。

天正年間を含む可能性のある層準は, 深度 320cm 付近以浅であり, 耕作土中と考えられることから, 本孔は天正地震を対象とした津波痕跡の評価に用いない。

4.2.2 坂尻地区 (SK11-2)

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-1 図に示す。深度 0cm～130cm 付近は, 無秩序な砂混じり礫からなり, 表層を厚く覆うことから, 人為的に運搬された盛土と判断した。深度 130cm～170cm 付近は砂混じりの有機質シルトを主体とし, 深度 150cm～160cm 付近に有機質シルト混じり細礫～中礫を挟む。深度 200cm～300cm 付近は砂混じりシルトを主体とし, 深度 270cm 付近に粘土を挟む。深度 300cm～400cm 付近はシルトからなり, 下部を除き有機質である。

深度 130cm 付近以深の堆積物はシルト・粘土を主体とすることから, 津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は可能であると判断した。

② 年代測定：

堆積速度曲線を第 4-2 図に示す。深度 140cm 付近の有機質土で Cal AD 1450-1640, 深度 165cm 付近の有機質土で Cal AD 1290-1410, 深度 205cm 付近の有機質土で Cal AD 780-970, 深度 215cm 付近の木片で Cal AD 900-1020, 深度 225cm 付近の有機質土で Cal AD 780-970, 深度 250cm 付近の有機質土で Cal AD 350-530, 深度 270cm 付近の有機質土で Cal BC 170-Cal AD 0, 深度 295cm 付近の有機質土で Cal BC 400-230, 深度 325cm 付近の有機質土で Cal BC 2110-1900, 深度 340cm 付近の有機質土で Cal BC 2860-2570, 深度 360cm 付近の有機質土で Cal BC 3310-2910, 深度 390cm 付近の有機質土で Cal BC 3970-3780 である。堆積速度曲線からは、年代値の大きな逆転は認められず、14C 年代の信頼性に問題はないと考えられる。また、直線状の傾きが認められることから、コアに大きな欠損はなく、連続した堆積を示唆する。上部で認められる年代値の逆転は、木片試料の測定年代がやや新しく出たためと考えられる。

天正年間を含む可能性のある層準は、深度 130cm～165cm 付近に当たる。

③ 詳細な層相解析：

コア写真及び X 線 CT 画像を第 4-5 図, 第 4-6 図に示す。対象深度は、深度 100cm～170cm までとする。深度 130cm 付近以浅は盛土である。深度 130cm～170cm 付近は、相対的に CT 値が低く、有機質で淘汰のやや悪いシルトを主体とし、細粒砂～中粒砂が混じり、中礫をまばらに含む。本層は塊状で、根痕や植物片を含む。深度 150cm～160cm 付近に、有機質シルト混じりの細礫～中礫が挟まれる。本層は塊状で淘汰が悪く、礫は亜角礫～亜円礫からなる。

以上の結果から、堆積環境を検討する。深度 130cm～170cm 付近を構成するシルトは浮流により運搬されるため、静穏な堆積環境が示唆される。根痕は陸成層の特徴である。陸上でこのような堆積物が形成される環境は、氾濫源や湿地である。以上のことから、本層は、河川の氾濫源や湿地の堆積物と解釈される。深度 150cm～160cm 付近の塊状で淘汰の悪い礫層は、土石流の特徴を示す。

④ 微化石分析等：

結果を第 4-7 図に示す。微化石総合分析によれば、有孔虫・貝殻片・ウニ・貝形虫は、分析した全層準で認められない。雲母・植物片は、分析した全層準で認められる。黄鉄鉱は、深度 255cm 付近で数は非常に少ないが認められる。珪藻分析によれば、深度 135cm 付近, 155cm～170cm 付近, 200cm～240cm 付近で僅かに海水性珪藻が認められるが、淡水性珪藻が分析した全層準で優勢である。帯磁率については、深度 130cm～170cm 付近では、礫が含まれており、Uチャンネルによるサンプリングが困難であることから、測定を実施していない。その他の層準では $10^1 \sim 10^2 \mu\text{SI}$ オーダーの範囲に収まり、急激な変化は認められないが、深度 275cm 付近にピークが認められ、それより上位では下位に比べ低くなる。また試料端部でピークが認められる。湿潤・乾燥重量に急激な変化は認められないが、深度 275cm 付近

に小さなピークが認められる。色調は、盛土を除き、 L^* 、 a^* 、 b^* がそれぞれ 25～40、-3～+3、-3～+5 の範囲に収まり、急激な変化は認められない。

以上の微化石分析等の結果、淡水性珪藻が分析した全層準を通して卓越し、雲母・植物片を伴うことから、陸源の碎屑物の連続的な堆積が示唆される。また、黄鉄鉱が含まれること、微量な海水性珪藻が含まれることを考慮すると、本コアの堆積環境は汽水～淡水域であったと考えられる。

⑤ 評価

本孔において、天正年間を含む可能性のある層準は深度 130cm～165cm 付近である。詳細な層相解析の結果、深度 150cm～160cm 付近に認められる礫層は土石流の特徴を示す。珪藻分析の結果、微量な海水性珪藻が認められるが、淡水性珪藻が優勢である。微化石総合分析の結果、有孔虫・貝形虫は認められない。以上から、天正年間を含む可能性のある層準に古文書に記載されているような大規模な津波を示唆する痕跡はないと考えられる。

4.2.3 早瀬，久々子，松原地区（KM11-1）

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-1 図に示す。深度 0cm～70cm 付近は細粒砂混じり有機質シルトを主体とし、部分的に有機質に富む。深度 70cm～100cm 付近は粗粒砂～細礫からなる。深度 100cm～110cm 付近は細礫混じり中粒砂～極粗粒砂からなる。深度 110cm～130cm 付近は粘土からなる。深度 130cm～230cm 付近では細礫混じり粗粒砂～極粗粒砂を主体とし、深度 170cm 付近で有機質な中粒砂・シルトを挟む。深度 230cm～245cm 付近は有機質シルトからなる。深度 245cm～280cm 付近は淘汰の悪いシルト混じり極細粒砂からなる。深度 280cm～290cm 付近は淘汰の良い粗粒砂混じりの中粒砂からなる。

深度 0cm～70cm 付近、深度 110cm～130cm 付近、深度 230cm～245cm 付近の堆積物はシルト・粘土からなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は可能であると判断した。

② 年代測定：

堆積速度曲線を第 4-2 図に示す。深度 40cm 付近の有機質土で Cal AD 1020-1160、深度 55cm 付近の有機質土で Cal BC 730-400、深度 110cm 付近の有機質土で Cal BC 2030-1890、深度 170cm 付近の有機質土で Cal BC 2560-2340、深度 235cm 付近の有機質土で Cal BC 5480-5360 である。堆積速度曲線からは、年代値の大きな逆転は認められず、 ^{14}C 年代の信頼性に問題はないと考えられる。

天正年間を含む可能性のある層準は、深度 40cm 付近以浅に当たる。

③ 詳細な層相解析：

コア写真及び X 線 CT 画像を第 4-8 図に示す。対象深度は、深度 0cm～75cm までとする。深度 0cm～45cm 付近は相対的に CT 値が低く、有機質で淘汰の悪いシ

ルトを主体とし、細粒砂～中粒砂が混じり、細礫を含む。本層は塊状で、根痕や植物片を含む。深度 45cm～70cm 付近は相対的に CT 値が低く、有機質で淘汰の良いシルトを主体とし、細粒砂～細礫をまばらに含む。本層は塊状で、根痕や植物片を含む。また、本層上部は、有機質に富む。深度 70cm～75cm 付近は相対的に CT 値が高く、円磨度の低い粗粒砂からなる。

以上の結果から、堆積環境を検討する。深度 45cm 付近以浅は有機質で擾乱されており、表層部を覆う。また地権者からの聞き取りによれば、調査地は過去水田で、現在は畑とのことである。これらのことから、本層は耕作土と解釈される。深度 45cm～70cm 付近はシルトからなり、津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない。シルトは浮流により運搬されるため、静穏な堆積環境が示唆される。根痕は陸成層の特徴である。有機質に富む層は、氾濫源や湿地で良く発達する。深度 70cm～75cm 付近に認められる粗粒砂は、円磨度が低いことから、河川の洪水時に形成された堆積物と考えられる。以上のことから、本層は、河川の氾濫源や湿地の堆積物と解釈される。

天正年間を含む可能性のある層準は、深度 40cm 付近以浅であり、耕作土中と考えられることから、本孔は天正地震を対象とした津波痕跡の評価に用いない。

4.2.4 早瀬、久々子、松原地区 (KM11-2)

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-1 図に示す。深度 0cm～5cm 付近は未分解の植物片からなる。深度 5cm～20cm 付近は有機質シルト混じり中粒砂～細粒砂からなり、細礫を含む。深度 20cm～90cm 付近は中粒砂～粗粒砂からなり、一部に細礫が混じる。深度 90cm～150cm 付近は全体に有機質の粘土・シルトを主体とし、部分的に有機質のレンズを挟む。深度 120cm 付近では細礫を挟む。深度 150cm～180cm 付近は極粗粒砂～細礫からなる。深度 180cm～190cm 付近は粘土からなる。深度 190cm～200cm 付近はシルト混じり極粗粒砂からなる。深度 200cm～210cm は細礫を含む粘土からなる。深度 210cm～270cm 付近は細礫、粗粒砂、極粗粒砂を主体とし、深度 220cm～225cm 付近は不淘汰な砂混じりシルトを挟む。深度 270cm～300cm 付近は粘土からなり、中粒砂～粗粒砂をわずかに含む。

深度 90cm～150cm 付近、深度 180cm～190cm 付近、深度 200cm～210cm 付近の堆積物は、粘土・シルトを主体とし、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は可能であると判断した。

② 年代測定：

堆積速度曲線を第 4-2 図に示す。深度 95cm 付近の有機質土で Cal BC 340-50, 深度 95cm 付近の木片で Cal BC 30-Cal AD 120, 深度 110cm 付近の有機質土で Cal BC 510-390, 深度 125cm 付近の木片で Cal BC 40-Cal AD 80, 深度 130cm 付近の木片で Cal BC 160-Cal AD 20, 深度 140cm 付近の木片で Cal BC 200-50, 深度 180cm 付近の植物片で Cal BC 760-410, 深度 230cm 付近の植物片で Cal BC 2140-1950, 深度 270cm 付近の植物片で Cal BC 5290-5060, 深度 280cm 付近の有

機質土で Cal BC 12100-11900 である。堆積速度曲線からは、年代値の大きな逆転は認められず、14C 年代の信頼性に問題はないと考えられる。

天正年間を含む可能性のある層準は、深度 95cm 付近以浅に当たる。

③ 詳細な層相解析：

コア写真及び X 線 CT 画像を第 4-9 図，第 4-10 図に示す。対象深度は、深度 0cm～120cm までとする。深度 0cm～5cm 付近は未分解の植物片からなる。深度 5cm～20cm 付近は、相対的に CT 値が高く、やや淘汰の悪い細粒砂～中粒砂を主体とし、有機質シルトが混じり、粗粒砂～細礫を含む。本層は塊状で、上方細粒化を示し、植物根を含む。深度 20cm～90cm 付近は淘汰の良い中粒砂～粗粒砂からなり、深度 30cm～40cm 付近に細礫が混じる。本層は塊状で、下部に不鮮明なラミナが認められる。深度 90cm～120cm 付近は相対的に CT 値が低く、有機質で淘汰の良いシルト・粘土を主体とし、細粒砂～中粒砂を含む。本層は塊状～一部層状で、根痕や植物片を含む。また、本層上部は有機質に富む。深度 120cm 付近は、塊状の細礫からなり、礫は亜角礫である。

以上の結果から、堆積環境を検討する。深度 5cm～20cm 付近は、下位の堆積物に比べ有機質に富み、淘汰が悪く、下位の堆積物が土壌化したものと考えられる。深度 20cm～90cm 付近は、水や風の流れによる分級が進んだ特徴を示す。このような堆積物は波浪の影響を受ける海岸沿いで一般的に見られるが、波浪により運搬される堆積物には、波力の強弱に応じた明瞭なラミナが発達するのに対して、本層にそのような特徴は認められない。従って、本層は浜浜から風によって運搬された堆積物の可能性が高い。調査地は浜堤近くの水田であり、この浜堤で本層と同様の堆積物が見られることから、本層は浜堤の堆積物と解釈される。下位の堆積物からの遷移は、浜堤の移動によるものと考えられる。深度 90cm～120cm 付近はシルト・粘土からなり、津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない。シルトは浮流により運搬されるため、静穏な堆積環境が示唆される。根痕は陸成層の特徴である。有機質に富む層は、氾濫源や湿地で良く発達する。深度 120cm 付近の細礫は、円磨度が低いことから、河川の洪水時に形成された堆積物と考えられる。以上のことから、本層は、河川の氾濫源や湿地の堆積物と解釈される。

④ 微化石分析等：

結果を第 4-11 図に示す。微化石総合分析によれば、有孔虫・貝殻片・ウニ・貝形虫は、分析した全層準で認められない。雲母は、深度 30cm 付近以浅、深度 60cm～110cm 付近で数は少ないが認められる。植物片は、深度 30cm 付近以浅、深度 95cm～110cm 付近で認められる。黄鉄鉱は、分析した全層準で認められない。珪藻分析によれば、淡水性珪藻は深度 75cm 付近を除いて分析した全層準で認められ、海水性珪藻は分析した全層準で認められない。帯磁率については、分析した全層準において礫混じりの粗粒な堆積物が含まれており、Uチャンネルによるサンプリングが困難であることから、測定を実施していない。湿潤・乾燥重量については、シルト・泥は粗粒部分に比べ、湿潤・乾燥重量が小さく、蒸発量が多いという層相と対応し

た変化が見られる。色調は、 L^* 、 a^* 、 b^* がそれぞれ 20~40, -6~+3, -2~+3 の範囲に収まり、深度 130cm 付近では緑色成分が増加する。

以上の微化石分析等の結果、淡水性珪藻が卓越し、雲母・植物片を一部に伴うこと、有孔虫・貝形虫・ウニ・海水性珪藻が、分析した全層準を通して認められなかったことから、本コアの堆積環境は淡水域であったと考えられる。

⑤ 評価

本孔において、天正年間を含む可能性のある層準は深度 0cm~95cm 付近である。詳細な層相解析の結果、深度 90cm 付近以浅に砂層が認められるが、浜堤の堆積物と解釈される。深度 90cm~95cm 付近に砂層は認められない。珪藻分析の結果、海水性珪藻は認められない。微化石総合分析の結果、有孔虫・貝形虫は認められない。以上から、天正年間を含む可能性のある層準に古文書に記載されているような大規模な津波を示唆する痕跡はないと考えられる。

4.2.5 早瀬，久々子，松原地区（KM11-3）

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-12 図に示す。深度 0cm~285cm 付近は無秩序な砂混じり礫ないし礫混じり砂からなり、人為的に運搬された盛土と判断した。深度 285cm~300cm 付近は極粗粒砂を主体とし、最上部のみ極細粒砂からなる。深度 300cm~320cm 付近は中粒砂を主体とし、粗粒砂が混じる。また、一部にシルトや極細粒砂の薄層を挟む。深度 320cm~340cm 付近は粗粒砂から中粒砂への上方細粒化を示す。深度 350cm~400cm 付近は淘汰不良の極粗粒砂からなり、下部は細礫を含む。深度 400cm~420cm 付近は中粒砂を主体とし、細礫の薄層を挟む。深度 420cm~435cm 付近は細礫混じりの極粗粒砂からなる。深度 435cm~490cm 付近は中粒砂から粗粒砂へ上方粗粒化し、細粒砂，極粗粒砂，細礫が混じる。

観察した全層準に亘って、砂あるいは礫からなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は困難であると判断した。

② 年代測定：

深度 215cm 付近の木片で modern，深度 230cm 付近の有機質土で modern，深度 255cm 付近の有機質土で modern，深度 270cm 付近の有機質土で Cal AD 1670-post 1950，深度 290cm 付近の木片で Cal AD 1640-post 1950，深度 290cm 付近の植物片で Cal AD 1660-post 1950 である。堆積速度曲線は作成していないが、どの深度でも現世，もしくは現世を含む年代値が得られており，深度と年代の関係は明瞭ではない。

全体に年代測定に供する有機物に乏しく，天正年間を含む可能性のある層準の特定は困難である。

①②の結果から，本コアは天正地震を対象とした津波痕跡の評価に用いない。

4.2.6 早瀬，久々子，松原地区（KM11-4）

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-12 図に示す。深度 0cm～55cm 付近は中粒砂からなり、わずかに細礫を含む。全体に植物根が含まれる。深度 55cm～90cm 付近は粗粒砂～極粗粒砂からなり、一部に中礫が混じる。深度 100cm～135cm 付近は中礫～中粒砂からなり、上方細粒化を示す。深度 135cm～155cm 付近は、中礫混じりの細礫～粗粒砂からなり、上方細粒化を示す。深度 155cm～190cm 付近は細礫～中礫混じりの極粗粒砂からなる。深度 190cm～195cm 付近は中粒砂からなる。深度 195cm～250cm 付近は細礫混じり極粗粒砂～細礫からなる。深度 250cm～265cm 付近は中粒砂混じり中礫からなる。

観察した全層準に亘って、砂あるいは礫からなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は困難であると判断した。

② 年代測定：

年代測定に供する有機物が得られなかったため、年代測定は実施していない。従って、天正年間を含む可能性のある層準の特定は困難である。

①②の結果から、本コアは天正地震を対象とした津波痕跡の評価に用いない。

4.2.7 早瀬，久々子，松原地区（KM11-5）

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-12 図に示す。深度 0cm～140cm 付近は無秩序な礫混じり砂からなり、表層を厚く覆うことから、人為的に運搬された盛土と判断した。深度 140cm～175cm 付近は細粒砂を主体とし、中粒砂を挟む。深度 200cm～295cm 付近は細粒砂～中粒砂を主体とし、深度 220cm～250cm 付近で中粒砂～粗粒砂を挟む。深度 300cm～320cm 付近は粗粒砂からなる。深度 320cm～350cm 付近は細粒砂からなる。深度 350cm～380cm 付近は極粗粒砂～粗粒砂からなり、二回の上方細粒化を示す。深度 380cm～390cm 付近は細粒砂を主体とし、極粗粒砂を挟む。深度 390cm～395cm 付近は細礫からなる。

観察した全層準に亘って、砂あるいは礫からなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は困難であると判断した。

② 年代測定：

年代測定に供する有機物が得られなかったため、年代測定は実施していない。従って、天正年間を含む可能性のある層準の特定は困難である。

①②の結果から、本コアは天正地震を対象とした津波痕跡の評価に用いない。

4.2.8 早瀬，久々子，松原地区（HY11-1）

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-12 図に示す。深度 0cm～285cm 付近は無秩序な砂混じり礫、ないし中礫～大礫からなり、表層を厚く覆うことから、人為的に運搬された盛土と判断した。深度 285cm～315cm 付近は有機質シルトからなる。深度 320cm

～370cm 付近は細礫混じり粘土からなる。深度 370cm～400cm 付近は有機質粘土からなる。

深度 285cm 付近以深の堆積物は粘土・シルトからなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は可能であると判断した。

② 年代測定：

堆積速度曲線を第 4-2 図に示す。深度 285cm 付近の有機質土で Cal AD 610-670, 深度 295cm 付近の有機質土で Cal AD 650-770, 深度 305cm 付近の有機質土で Cal AD 130-320, 深度 340cm 付近の炭化物で Cal BC 2910-2880, 深度 345cm 付近の有機質土で Cal BC 810-770, 深度 345cm 付近の木片で Cal BC 810-670, 深度 365cm 付近の有機質土で Cal BC 1400-1210, 深度 385cm 付近の有機質土で Cal BC 1520-1420, 深度 395cm 付近の木片で Cal BC 2870-2580 である。堆積速度曲線からは、年代値の大きな逆転は認められず、14C 年代の信頼性に問題はないと考えられる。また、直線状の傾きが認められることから、コアに大きな欠損はなく、連続した堆積を示唆する。深度 340cm 付近の逆転は、炭化物試料の測定年代が古く出たためと考えられる。

天正年間を含む可能性のある層準は、深度 295cm 付近以浅に当たる。

③ 詳細な層相解析：

コア写真及び X 線 CT 画像を第 4-13 図に示す。対象深度は、深度 275cm～315cm までとする。深度 285 cm 付近以浅は盛土である。深度 285cm～315cm 付近は相対的に CT 値が低く、有機質で淘汰の良いシルトからなる。本層は塊状で、パイプ状の生痕が認められる。本層の最上部は、盛土による擾乱を受けており、堆積構造の識別は困難である。この部分を除き、本層中に、砂層や明瞭な削りこみは認められない。

以上の結果から、堆積環境を検討する。深度 285cm～315cm 付近はシルトからなり、津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない。シルトは浮流により運搬されるため、静穏な堆積環境が示唆される。また、パイプ状の生痕は水底環境を示す。本孔の孔口標高は 0.63m であり、深度 285cm 付近は標高約 -2.2m に相当すること、調査地点が久々子湖縁辺にあることから、本層は湖の堆積物と解釈される。

④ 微化石分析等：

結果を第 4-14 図に示す。微化石総合分析によれば、有孔虫・貝殻片・ウニ・貝形虫は、分析した全層準で認められない。雲母・植物片は、分析した全層準で認められる。黄鉄鉱は、深度 300cm～310cm 付近、深度 325cm～350cm 付近で数は非常に少ないが認められる。珪藻分析によれば、深度 265cm～290cm 付近、深度 320cm 付近で僅かに海水性珪藻が認められるが、淡水性珪藻が分析した全層準において優勢である。帯磁率については、深度 200cm～285cm 付近の層準には、礫が含まれており、U チャンネルによるサンプリングが困難であることから、測定を実施していない。その他の層準では $10^1 \sim 10^2 \mu \text{ SI}$ オーダーの範囲に収まり、急激な変化は認め

られないが、深度 345cm 付近にピークが認められ、それより上位では下位に比べ高くなる。湿潤・乾燥重量に急激な変化は認められないが、深度 330cm 付近にピークが認められる。深度 345cm 付近でピークが認められた帯磁率に対応する変化は認められない。色調は、盛土を除き、L*, a*, b* がそれぞれ 25~40, -3~+3, -3~+3 の範囲に収まり、急激な変化は認められない。

以上の微化石分析等の結果、淡水性珪藻が分析した全層準を通して卓越し、雲母・植物片を伴うことから、陸源の碎屑物の連続的な堆積が示唆される。また、黄鉄鉱が度々含まれること、微量な海水性珪藻が含まれることを考慮すると、本コアの堆積環境は汽水～淡水域であったと考えられる。深度 345cm 付近の帯磁率のピークに湿潤・乾燥重量の変化が対応しない原因は、同じ深度でのコアの不均質により、湿潤・乾燥重量の測定用試料に粗粒物が多く含まれなかったためと考えられる。

⑤ 評価

本孔において、天正年間を含む可能性のある層準は深度 285cm~295cm 付近である。詳細な層相解析の結果、津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない。珪藻分析の結果、微量な海水性珪藻が認められるが、淡水性珪藻が優勢である。微化石総合分析の結果、有孔虫・貝形虫は認められない。以上から、天正年間を含む可能性のある層準に古文書に記載されているような大規模な津波を示唆する痕跡はないと考えられる。

4.2.9 猪ヶ池 (No.1)

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-15 図に示す。深度 0cm~105cm 付近は全体に腐植を主体とし、深度 30cm~40cm 付近に中～粗粒砂を、深度 90cm 付近で粘土（～シルト）の薄層を挟む。下部で炭化が進んでいる。

深度 0cm~105cm 付近までの堆積物は主に腐植からなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は可能であると判断した。

② 年代測定：

深度 15cm 付近の腐植で Cal AD 1020-1160、深度 25cm 付近の腐植で Cal AD 1220-1280、深度 40cm 付近の腐植で Cal AD 240-390、深度 45cm 付近の腐植で Cal AD 240-400、深度 85cm 付近の腐植で Cal BC 200-40、深度 90cm 付近の腐植で Cal BC 400-210 である。深度 15cm 付近と深度 25cm 付近で年代値の逆転が見られる。

天正年間を含む可能性のある層準は、年代値を保守的に考慮して深度 25cm 付近以浅に当たる。

③ 詳細な層相解析：

コア写真及び X 線 CT 画像を第 4-16 図に示す。対象深度は、深度 0cm~50cm までとする。深度 0cm~30cm 付近は粘土混じり腐植であり微細な植物片を主体とし

た堆積物である。砂粒子が散在して含まれるが、生物による擾乱を受け堆積構造は判然としない。深度 30cm～40cm 付近に中～粗粒砂を挟む。中～粗粒砂は黄色味を帯びた亜円（～亜角）形の石英粒子を主体とし、腐植を含み、淘汰は不良である。直下には生痕が発達している。砂粒子は上下の腐植中にも含まれ、上下方向に漸移的に減少している。深度 40cm～50cm 付近は腐植であり、微細な植物片が径 0.3～0.5mm 程度のペレット状を成して集積している。砂粒子が散在して含まれるが、生物による擾乱を受け堆積構造は判然としない。

以上の結果から、堆積環境を検討する。微細な植物片の腐植主体であることから、静穏な堆積環境が示唆され、湖の堆積物と解釈される。天正年間を含む可能性のある層準に砂層は認められない。コアの下部に砂層が認められるが、後述のとおり微化石分析の結果、有孔虫、貝殻片、貝形虫、ウニは認められず、海水性珪藻も認められない。また側方への広がりも認められない。

④ 微化石分析等：

結果を第 4-17 図に示す。微化石総合分析によれば、有孔虫・貝殻片・ウニ・貝形虫は、分析した全層準で認められない。雲母・植物片は、分析した全層準で認められる。黄鉄鉱は、分析した全層準で認められない。珪藻分析によれば、淡水性珪藻は分析した全層準で認められる。海水性珪藻は分析した全層準で認められない。帯磁率は、腐植ではほぼ一定、中～粗粒砂も腐植と同様。深度約 90cm 付近の粘土（～シルト）薄層ではやや高い。湿潤・乾燥重量は、腐植ではほぼ一定、中～粗粒砂及び粘土（～シルト）薄層では、湿潤及び乾燥重量が相対的に大きく、蒸発量が小さい。色調は、腐植では上部で明るく黄色がかかる変化が認められる。中～粗粒砂、粘土（～シルト）薄層の特徴も現れている。

以上の微化石分析等の結果、淡水性珪藻が卓越し、有孔虫・貝形虫・ウニ・海水性珪藻が、分析した全層準を通して認められなかったことから、本コアの堆積環境は淡水域であったと考えられる。湿潤・乾燥重量で蒸発量が小さいのは、中～粗粒砂及び粘土（～シルト）薄層において、腐植に比較して含水率が低いためであると考えられる。

⑤ 評価

本孔において、天正年間を含む可能性のある層準は深度 0cm～25cm 付近である。詳細な層相解析の結果、津波堆積物の指標となり得る砂層は（天正年間を含む可能性のある層準には）認められない。珪藻分析の結果、海水性珪藻は認められない。また、微化石総合分析の結果、有孔虫・貝形虫は認められない。以上から、天正年間を含む可能性のある層準に古文書に記載されているような大規模な津波を示唆する痕跡はないと考えられる。

4.2.10 猪ヶ池 (No.2)

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-15 図に示す。深度 0cm～95cm 付近は全体に腐植からな

り、下部で炭化が進んでいる。

深度 0cm～95cm 付近までの堆積物は腐植からなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は可能であると判断した。

② 年代測定：

深度 45cm 付近の腐植で Cal AD 900-1020, 深度 85cm 付近の腐植で Cal AD 80-240 である。年代値の大きな逆転は認められず、14C 年代の信頼性に問題はないと考えられる。

天正年間を含む可能性のある層準は、深度 45cm 付近以浅に当たる。

③ 詳細な層相解析：

コア写真及び X 線 CT 画像を第 4-18 図に示す。対象深度は、深度 0cm～50cm までとする。深度 0cm～50cm 付近は粘土混じり腐植からなり、微細な植物片を主体とした堆積物である。砂粒子が散在して含まれるが、生物による擾乱を受け堆積構造は判然としない。

以上の結果から、堆積環境を検討する。微細な植物片の腐植主体であることから、静穏な堆積環境が示唆され、湖の堆積物と解釈される。天正年間を含む可能性のある層準に砂層は認められない。

④ 微化石分析等：

結果を第 4-19 図に示す。微化石総合分析によれば、有孔虫・貝殻片・ウニ・貝形虫は、分析した全層準で認められない。雲母・植物片は、分析した全層準で認められる。黄鉄鉱は、分析した全層準で認められない。珪藻分析によれば、淡水性珪藻は分析した全層準で認められる。海水性珪藻は分析した全層準で認められない。帯磁率は、全層準でほぼ一定である。湿潤・乾燥重量は、ほぼ一定であるが、深度約 10cm 付近ではやや蒸発量が小さい。色調は、上部で明るく黄色がかかる変化が認められる。

以上の微化石分析等の結果、淡水性珪藻が卓越し、有孔虫・貝形虫・ウニ・海水性珪藻が、分析した全層準を通して認められなかったことから、本コアの堆積環境は淡水域であったと考えられる。深度 10cm 付近で、湿潤・乾燥重量で蒸発量がやや小さいのは、碎屑性物質がやや多い可能性がある。

⑤ 評価

本孔において、天正年間を含む可能性のある層準は深度 0cm～45cm 付近である。詳細な層相解析の結果、津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない。珪藻分析の結果、海水性珪藻は認められない。また、微化石総合分析の結果、有孔虫・貝形虫は認められない。以上から、天正年間を含む可能性のある層準に古文書に記載されているような大規模な津波を示唆する痕跡はないと考えられる。

4.2.11 猪ヶ池 (No.3)

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-15 図に示す。深度 0cm～95cm 付近は全体に腐植からなり、下部で炭化が進んでいる。深度 5cm 付近で粘土の薄層を挟む。

深度 0cm～95cm 付近までの堆積物は腐植からなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は可能であると判断した。

② 年代測定：

堆積速度曲線を第 4-20 図に示す。深度 2cm 付近の腐植で Cal AD 1500-1660, 深度 10cm 付近の腐植で Cal AD 1480-1650, 深度 20cm 付近の腐植で Cal AD 1410-1450, 深度 40cm 付近の腐植で Cal AD 900-1030, 深度 60cm 付近の腐植で Cal AD 780-970, 深度 85cm 付近の腐植で Cal AD 240-400, である。本地点の堆積速度曲線からは、年代値の大きな逆転は認められず、14C 年代の信頼性に問題はないと考えられる。また、直線状の傾きが認められることから、コアに大きな欠損はなく、連続した堆積を示唆する。

天正年間を含む可能性のある層準は、深度 20cm 付近以浅に当たる。

③ 詳細な層相解析：

コア写真及び X 線 CT 画像を第 4-21 図に示す。対象深度は、深度 0cm～50cm までとする。深度 0cm～50cm 付近は粘土混じり腐植からなり、微細な植物片を主体とした堆積物である。砂粒子が散在して含まれるが、生物による擾乱を受け堆積構造は判然としない。深度 5cm 付近に腐植質で灰オリーブ色の粘土の薄層を挟む。この薄層は粘土が集積しているが、生物による擾乱を受けて不規則・不連続になっている。

以上の結果から、堆積環境を検討する。微細な植物片の腐植主体であることから、静穏な堆積環境が示唆され、湖の堆積物と解釈される。天正年間を含む可能性のある層準に砂層は認められない。

④ 微化石分析等：

結果を第 4-22 図に示す。微化石総合分析によれば、有孔虫・貝殻片・ウニ・貝形虫は、分析した全層準で認められない。雲母・植物片は、分析した全層準で認められる。黄鉄鉱は、深度 25cm～35cm で数は少ないが認められる。珪藻分析によれば、淡水性珪藻は分析した全層準で認められる。海水性珪藻は分析した全層準で認められない。帯磁率は、腐植ではほぼ一定、深度 5cm 付近の粘土薄層ではやや高い。湿润・乾燥重量は、ほぼ一定であるが、深度 5cm 付近の粘土薄層付近ではやや蒸発量が小さい。色調は、上部で明るく黄色がかかる変化が認められる。

以上の微化石分析等の結果、淡水性珪藻が卓越し、有孔虫・貝形虫・ウニ・海水性珪藻が、分析した全層準を通して認められなかったことから、本コアの堆積環境は淡水域であったと考えられる。

⑤ 評価

本孔において、天正年間を含む可能性のある層準は深度 0cm～20cm 付近である。詳細な層相解析の結果、深度 5cm 付近に粘土の薄層を挟むが、津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない。珪藻分析の結果、海水性珪藻は認められない。また、微化石総合分析の結果、有孔虫・貝形虫は認められない。以上から、天正年間を含む可能性のある層準に古文書に記載されているような大規模な津波を示唆する痕跡はないと考えられる。

4.2.12 猪ヶ池 (No.4)

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-23 図に示す。深度 0cm～95cm 付近は全体に腐植からなり、下部で炭化が進んでいる。

深度 0cm～95cm 付近までの堆積物は主に腐植からなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は可能であると判断した。

② 年代測定：

深度 45cm 付近の腐植で Cal AD 1040-1220、深度 85cm 付近の腐植で Cal AD 220-380 である。年代値の大きな逆転は認められず、14C 年代の信頼性に問題はないと考えられる。

天正年間を含む可能性のある層準は、深度 45cm 付近以浅に当たる。

③ 詳細な層相解析：

コア写真及び X 線 CT 画像を第 4-24 図に示す。対象深度は、深度 0cm～50cm までとする。深度 0cm～50cm 付近は粘土混じり腐植からなり、微細な植物片を主体とした堆積物である。砂粒子が散在して含まれるが、生物による擾乱を受け堆積構造は判然としない。

以上の結果から、堆積環境を検討する。微細な植物片の腐植主体であることから、静穏な堆積環境が示唆され、湖の堆積物と解釈される。天正年間を含む可能性のある層準に砂層は認められない。

④ 微化石分析等：

結果を第 4-25 図に示す。微化石総合分析によれば、有孔虫・貝殻片・ウニ・貝形虫は、分析した全層準で認められない。雲母・植物片は、分析した全層準で認められる。黄鉄鉱は、分析した全層準で認められない。珪藻分析によれば、淡水性珪藻は分析した全層準で認められる。海水性珪藻は分析した全層準で認められない。帯磁率は、腐植ではほぼ一定、深度 10cm 付近以浅ではやや高い。湿潤・乾燥重量は、ほぼ一定である。色調は、上部で明るく黄色がかかる変化が認められ、最上部はやや暗色となる。

以上の微化石分析等の結果、淡水性珪藻が卓越し、有孔虫・貝形虫・ウニ・海水性珪藻が、分析した全層準を通して認められなかったことから、本コアの堆積環境は淡水域であったと考えられる。

⑤ 評価

本孔において、天正年間を含む可能性のある層準は深度 0cm～45cm 付近である。詳細な層相解析の結果、津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない。珪藻分析の結果、海水性珪藻は認められない。また、微化石総合分析の結果、有孔虫・貝形虫は認められない。以上から、天正年間を含む可能性のある層準に古文書に記載されているような大規模な津波を示唆する痕跡はないと考えられる。

4.2.13 猪ヶ池 (No.5)

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-23 図に示す。深度 0cm～95cm 付近は全体に腐植からなり、最下部で炭化が進んでいる。

深度 0cm～95cm 付近までの堆積物は主に腐植からなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は可能であると判断した。

② 年代測定：

深度 2cm 付近の腐植で modern, 深度 5cm 付近の腐植で modern, 深度 45cm 付近の腐植で Cal AD 1030-1210, 深度 85cm 付近の腐植で Cal AD 260-420 である。年代値の大きな逆転は認められず、14C 年代の信頼性に問題はないと考えられる。

天正年間を含む可能性のある層準は、深度 45cm 付近以浅に当たる。

③ 詳細な層相解析：

コア写真及び X 線 CT 画像を第 4-26 図に示す。対象深度は、深度 0cm～50cm までとする。深度 0cm～50cm 付近は粘土混じり腐植からなり、微細な植物片を主体とした堆積物である。砂粒子が散在して含まれるが、生物による擾乱を受け堆積構造は判然としない。深度 30cm 付近に植物片を含んでいる。深度約 5cm に色調のやや明瞭な境界が認められる。

以上の結果から、堆積環境を検討する。微細な植物片の腐植主体であることから、静穏な堆積環境が示唆され、湖の堆積物と解釈される。天正年間を含む可能性のある層準に砂層は認められない。

④ 微化石分析等：

結果を第 4-27 図に示す。微化石総合分析によれば、有孔虫・貝殻片・ウニ・貝形虫は、分析した全層準で認められない。雲母・植物片は、分析した全層準で認められる。黄鉄鉱は、分析した全層準で認められない。珪藻分析によれば、淡水性珪藻は分析した全層準で認められる。海水性珪藻は深度 30cm～50cm 付近で数は少ないが認められる。帯磁率は、腐植ではほぼ一定、深度約 10cm 付近以浅ではやや高い。湿潤・乾燥重量は、ほぼ一定である。色調は、上部で明るく黄色がかかる変化が認められ、最上部はやや暗色となる。

以上の微化石分析等の結果、淡水性珪藻が卓越し、有孔虫・貝形虫・ウニは分析

した全層準を通して認められない。海水性珪藻が、深度 30cm～50cm 付近で僅かに認められたが、堆積物の層相、帯磁率、色調等に変化は無く、本コアの堆積環境は淡水域であったと考えられる。

⑤ 評価

本孔において、天正年間を含む可能性のある層準は深度 0cm～45cm 付近である。詳細な層相解析の結果、津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない。微化石総合分析の結果、有孔虫・貝形虫は認められない。また、珪藻分析の結果、腐植中の一部の層準で海水性珪藻が僅かに含まれることがあるが、淡水性珪藻が非常に卓越しており、堆積物の層相、帯磁率、色調等にも変化は無く、海水が多量に流入したとは考えにくい。以上から、天正年間を含む可能性のある層準に古文書に記載されているような大規模な津波を示唆する痕跡はないと考えられる。

4.2.14 猪ヶ池 (No.6)

① 堆積物の層相：

コア写真・柱状図を第 4-23 図に示す。深度 0cm～90cm 付近は全体に腐植からなる。深度約 5cm 付近で粘土の薄層を挟む。

深度 0cm～90cm 付近までの堆積物は主に腐植からなり、津波堆積物の指標となり得る砂層の識別は可能であると判断した。

② 年代測定：

深度 5cm 付近の腐植で Cal AD 1030-1210、深度 10cm 付近の腐植で Cal AD 1280-1400、深度 45cm 付近の腐植で Cal AD 1430-1480、深度 85cm 付近の腐植で Cal AD 1190-1270 である。これらには年代値の逆転が見られる。

天正年間を含む可能性のある層準は、年代値を保守的に考慮して深度 45cm 付近以浅に当たる。

③ 詳細な層相解析：

コア写真及び X 線 CT 画像を第 4-28 図に示す。対象深度は、深度 0cm～50cm までとする。深度 0cm～50cm 付近は粘土混じり腐植～粘土質腐植からなり、微細な植物片を主体とした堆積物である。砂粒子が散在して含まれるが、生物による擾乱を受け堆積構造は判然としない。深度 5cm 付近に灰白～灰オリーブ色の粘土の薄層を挟む。この薄層は生物擾乱により虫食い状呈し、その生物痕が下方の腐植層中に伸びて発達している、下方の腐植層では上方暗色化し、灰オリーブ色粘土で充填された径 3mm 以下の生痕が発達している。

以上の結果から、堆積環境を検討する。微細な植物片の腐植主体であることから、静穏な堆積環境が示唆され、湖の堆積物と解釈される。天正年間を含む可能性のある層準に砂層は認められない。

④ 微化石分析等：

結果を第 4-29 図に示す。微化石総合分析によれば、有孔虫・貝殻片・ウニ・貝形虫は、分析した全層準で認められない。植物片は、分析した全層準で認められる。雲母は、深度 10cm～20cm 付近以外で認められる。黄鉄鉱は、分析した全層準で認められない。珪藻分析によれば、淡水性珪藻は分析した全層準で認められる。海水性珪藻は深度 30cm～50cm 付近で数は少ないが認められる。帯磁率は、腐植ではほぼ一定、深度約 10cm 付近以浅ではやや高い。湿潤・乾燥重量は、ほぼ一定である。色調は、ほぼ一定である。

以上の微化石分析等の結果、淡水性珪藻が卓越し、有孔虫・貝形虫・ウニは分析した全層準を通して認められない。海水性珪藻が、深度 30cm～50cm 付近で僅かに認められたが、堆積物の層相、帯磁率、色調等に変化は無く、本コアの堆積環境は淡水域であったと考えられる。

⑤ 評価

本孔において、天正年間を含む可能性のある層準は深度 0cm～45cm 付近である。詳細な層相解析の結果、深度 5cm 付近に粘土の薄層を挟むが、津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない。微化石総合分析の結果、有孔虫・貝形虫は認められない。また、珪藻分析の結果、腐植中の一部の層準で海水性珪藻が僅かに含まれることがあるが、淡水性珪藻が非常に卓越しており、堆積物の層相、帯磁率、色調等にも変化は無く、海水が多量に流入したとは考えにくい。以上から、天正年間を含む可能性のある層準に古文書に記載されているような大規模な津波を示唆する痕跡はないと考えられる。

5. 天正地震による津波に関する評価

久々子湖東方陸域の 8 箇所および猪ヶ池の 6 箇所においてボーリング調査を実施し、以下の分析を行った。

採取したコアの肉眼観察により堆積物の層相を確認し、津波堆積物の識別性を検討した。また、 ^{14}C 年代測定を実施し、天正年間を含む可能性のある層準の特定を試みた。続いて、天正年間を含む可能性のある層準付近で X 線 CT 画像を併用した詳細な層相解析を実施し、堆積環境を検討した。

更に、微化石総合分析（有孔虫分析、貝形虫分析等）及び珪藻分析により、堆積物の供給源を検討した。また、帯磁率分析及び湿潤・乾燥重量測定等により、わずかな粒度等の層相変化の定量的把握を試みた。

久々子湖東方陸域の 8 箇所のコアについては、肉眼観察と ^{14}C 年代測定の結果、5 箇所（SK11-1, SK11-2, KM11-1, KM11-2, HY11-1）において、天正年間を含む可能性がある層準に粘土・シルトが含まれ、津波堆積物の識別性を有すると判断した。これら 5 箇所について詳細な層相解析を実施した結果、天正年間を含む可能性がある層準は、それぞれ SK11-1: 耕作土, SK11-2: 氾濫原・湿地の堆積物, KM11-1: 耕作土, KM11-2: 氾濫原・湿地の堆積物・浜堤堆積物, HY11-1: 湖の堆積物からなることが確認された。このうち自然堆積物を含むと考えられる 3 箇所（SK11-2, KM11-2, HY11-1）では、各調査地点の堆積環境に応じた堆積物が認められた。これら 3 箇所について微化石分析等を実施した結果、SK11-2, HY11-1 は、僅かに海水性珪藻が認められるが、淡水性珪藻が優勢である。KM11-2 は海水性珪藻が認められず、淡水性珪藻のみが認められる。有孔虫、貝形虫、ウニは、SK11-2, KM11-2, HY11-1 いずれにも認められない。

一方、猪ヶ池の 6 箇所のコアについては、肉眼観察と ^{14}C 年代測定の結果、全箇所において天正年間を含む可能性がある層準の定常時堆積物は腐植層からなり、津波堆積物の識別性を有すると判断した。これら 6 箇所について詳細な層相解析を実施した結果、天正年間を含む可能性のある層準には津波堆積物の可能性のある砂層は認められない。またこれら 6 箇所について微化石分析等を実施した結果、天正年間を含む可能性のある層準では有孔虫、貝形虫、ウニは全く含まれず、一部で僅かに海水性珪藻が認められるが、淡水性珪藻が優勢である。

以上から、追加調査の結果においても、古文書に記載されているような大規模な津波を示唆する痕跡はないと考えられ、「古文書に記載されているような天正地震による大規模な津波を示唆するものは無いと考えられる」とする従来の評価と整合的であると評価する。

6. 参考文献

- (1) 美浜町, 2001, わかさ美浜町誌『写されたわかさ美浜』(写真編), 441p.
- (2) 井上 脩, 2005, 敦賀・美浜の今昔―保存版―. 郷土出版社, 146p.
- (3) 小牧實繁, 1936, 氣山津の變遷. 石橋博士還暦記念論文集, 地理論叢, No.8, 155-177.
- (4) 網谷克彦, 1995, 松原遺跡の発掘調査. 敦賀論叢, No.10, p.11-23, 敦賀女子短期大学.
- (5) Sugawara, D., Minoura, K. and Imamura, F., 2008, Chapter three, Tsunamis and tsunami sedimentology. In Shiki, T., Tsuji, Y., Yamazaki, T. and Minoura, K., eds., *Tsunamiites Features and Implications*, Elsevier, 9-49.
- (6) 松本 弾・増田富士雄, 2004, 浅海・深海の厚層理津波堆積物. 地質学論集, 58, 99-110.
- (7) 藤原 治, 2004, 津波堆積物の堆積学的・古生物学的特徴. 地質学論集, 58, 35-44.

(参考) その他の検討

1. 猪ヶ池 No.1 地点に関する詳細検討

本地点で認められた深度 30cm～40cm 付近の砂層及び深度 90cm 付近の粘土（～シルト）の薄層について津波堆積物の可能性について検討を行った。

なお、14C 年代の結果、深度 30cm～40cm 付近の砂層は上位で Cal AD1220-1280、下位で AD240-400、深度 90cm 付近の粘土（～シルト）の薄層は上位で Cal BC200-40、下位で BC400-210 であり、どちらも天正年間の堆積物ではないことを確認している。

① 深度 30cm～40cm 付近の砂層について

この砂層は、中～粗粒砂で黄色味を帯びた亜円（～亜角）形の石英粒子を主体とし、腐植を含み、淘汰は不良である。形状から海岸で円磨された砂の可能性が高い。

砂層における珪藻分析の結果、海水性珪藻は認められない。また、微化石総合分析の結果、有孔虫・貝形虫は認められない。

砂層の堆積年代については、砂層の上下層の 14C 年代値は砂層を挟んで約 1,000 年異なり、砂層が堆積時に下位を削り込んだ可能性がある。このため堆積年代は砂層上位の 14C 年代 Cal AD1220-1280 の少し前と考えられる。隣接する No.2, No.3 地点の同層準の位置には砂層は全く認められず、有孔虫、貝形虫、ウニは全く含まれず、海水性珪藻も認められない。

帯磁率は上下の腐植と同じで変化しない。磁鉄鉱が含まれていないと考えられる。または、砂粒子は黄色味を帯びており、風化を受けていることから、元々含まれていたはずの磁鉄鉱が風化し、褐鉄鉱や赤鉄鉱に変化したため帯磁率が低い可能性もある。

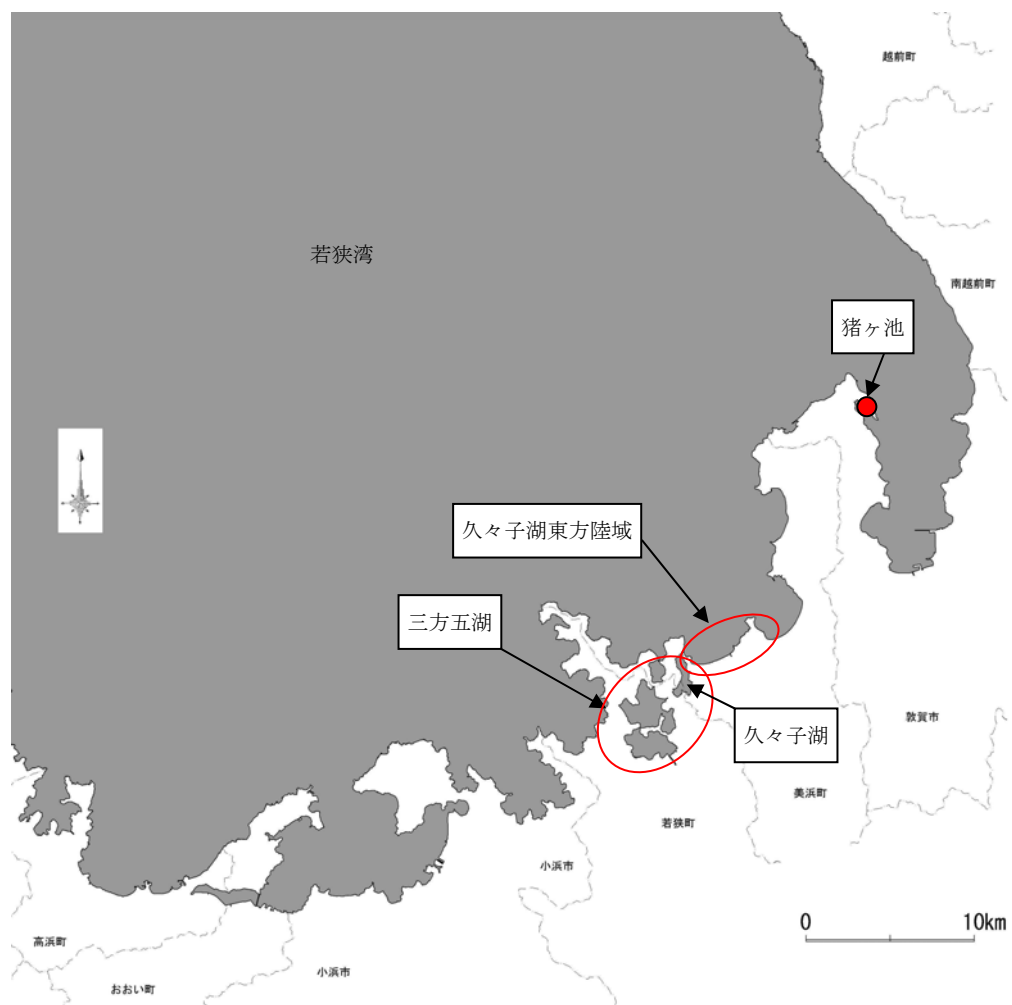
この砂層が津波により海から直接運ばれたものであれば、海水性の微化石を含むはずであること、帯磁率に変化が見られるはずであること、No.1 地点だけではなく他の地点にも広がりを持つはずであるが、そのような傾向は見られないことから、本地点の砂層が津波堆積物である可能性は低いと考えられる。なお、砂層の供給起源は、No.1 地点が現世の砂州斜面の基部に位置（第 3-4 図）することから、東側の砂州表層部を構成していた風化した砂層が小規模に崩壊し腐植中に堆積した可能性も考えられる。

② 深度 90cm 付近の粘土（～シルト）薄層について

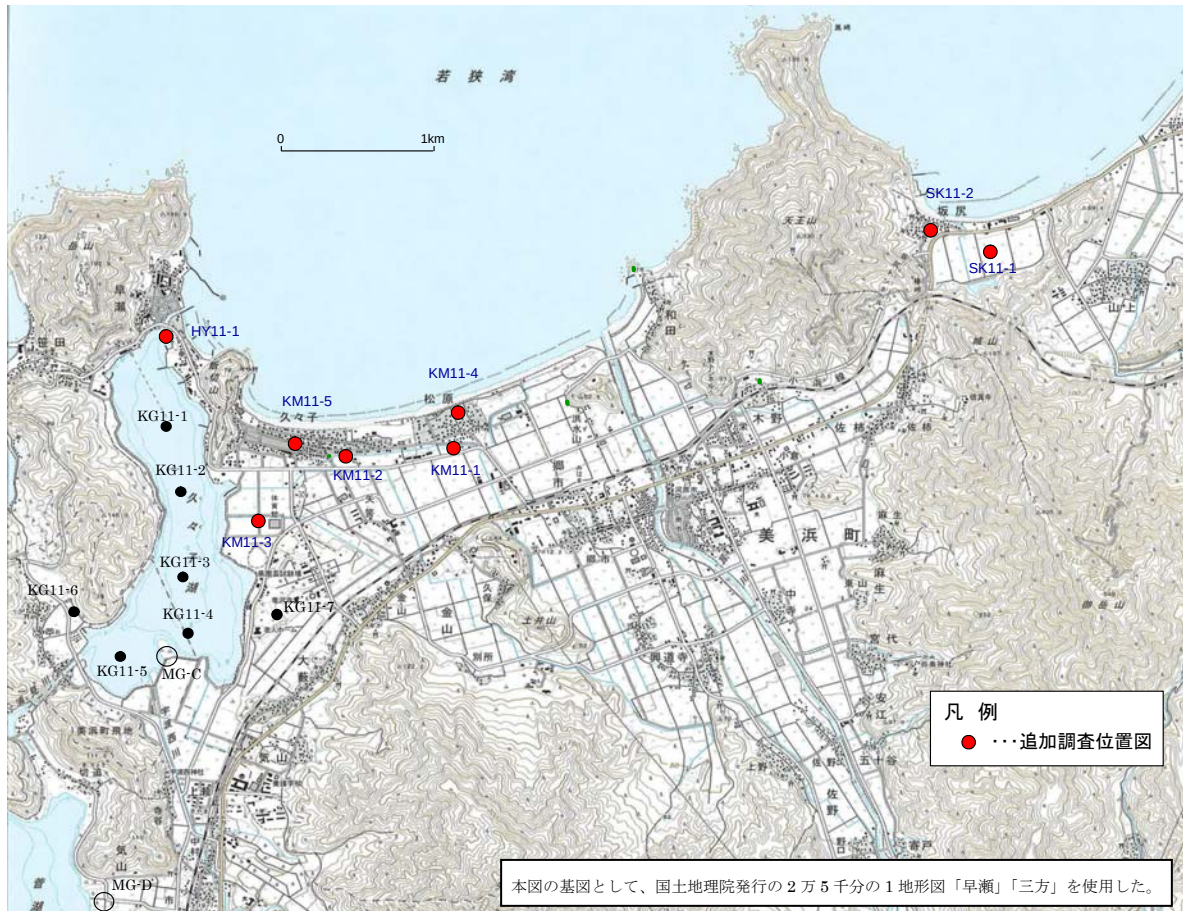
粘土（～シルト）の薄層における珪藻分析の結果、海水性珪藻は認められない。また、微化石総合分析の結果、有孔虫・貝形虫は認められない。

さらに海岸に分布する堆積物は砂礫であり、この粘土（～シルト）の薄層とは粒度は全く異なっている(参考-1 図)。

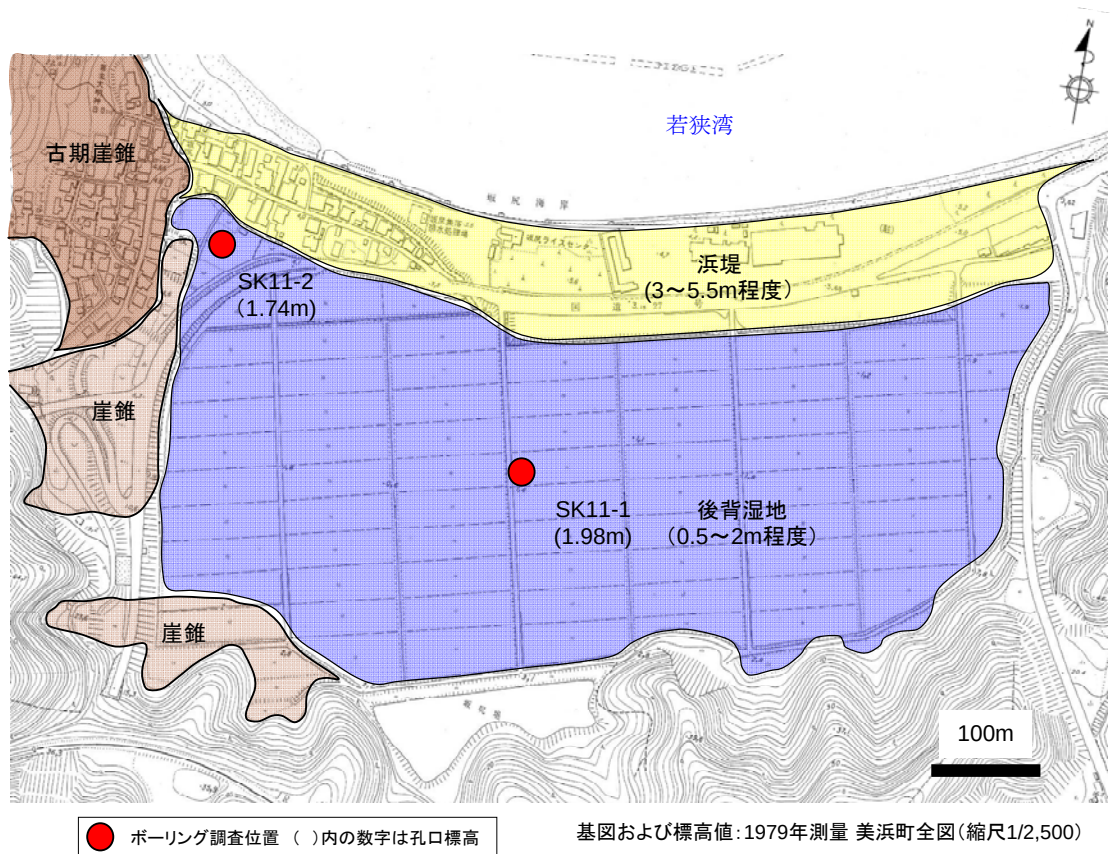
従って、粘土（～シルト）の薄層は、津波堆積物である可能性は低いと考えられる。



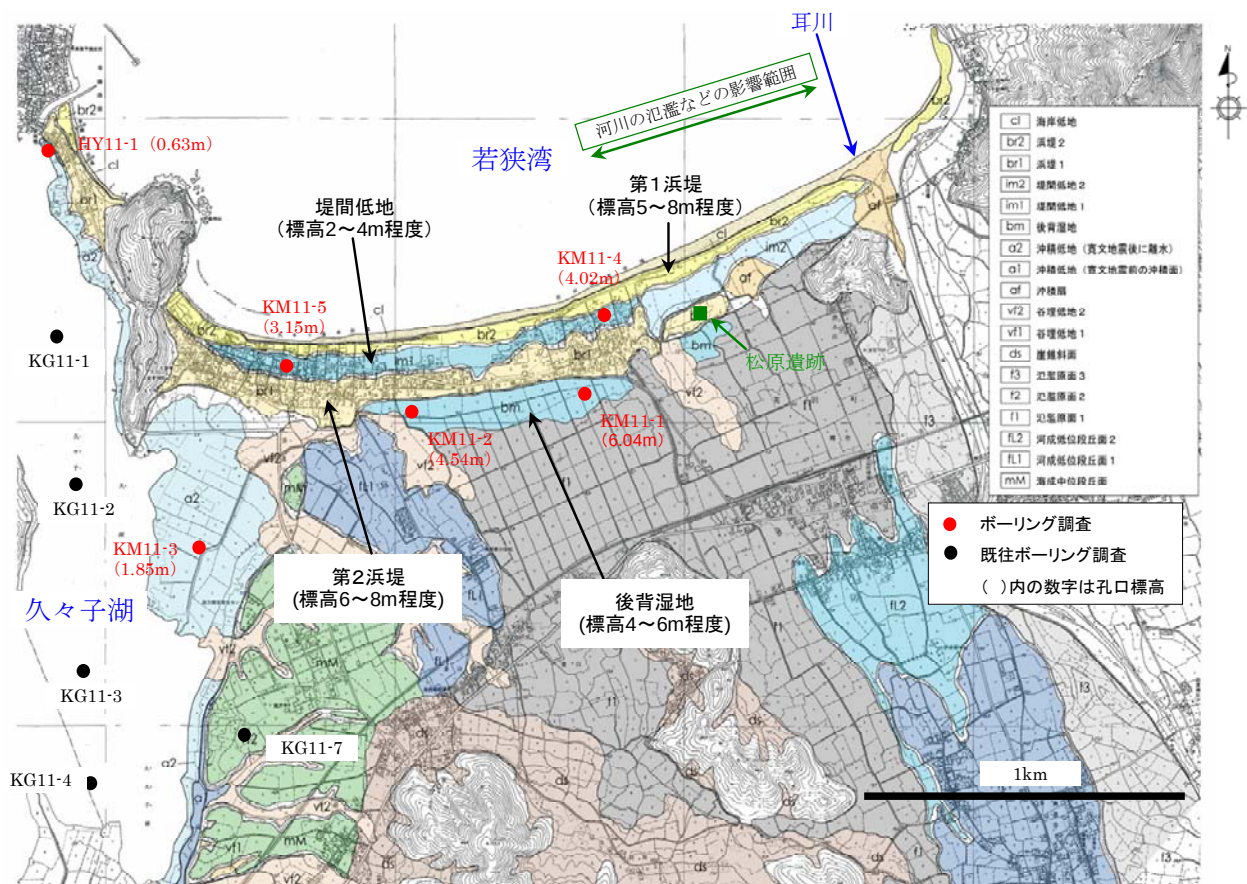
第 2-1 図 調査地点位置図



第3-1図 久々子湖東方陸域における調査位置

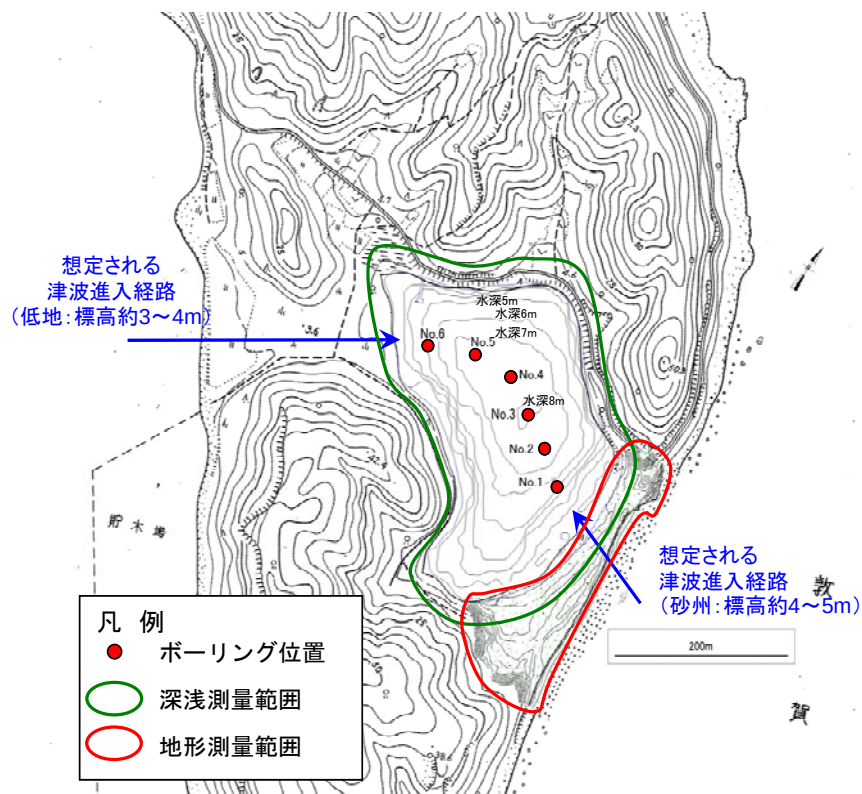


第3-2図 久々子湖東方陸域（坂尻地区）における調査位置と地形分類



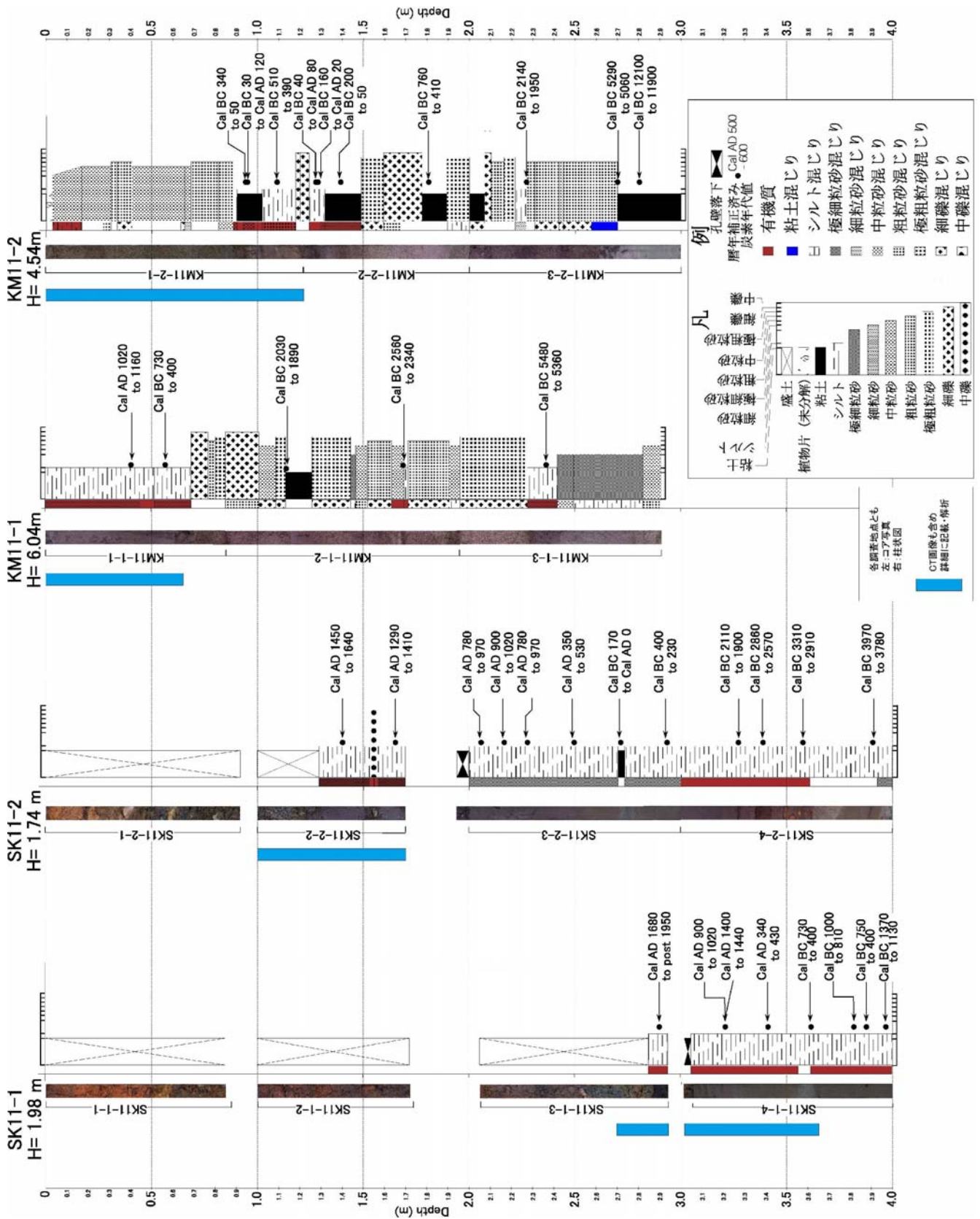


基図：国土地理院発行の2万5千分の1地形図（河野，杉津）

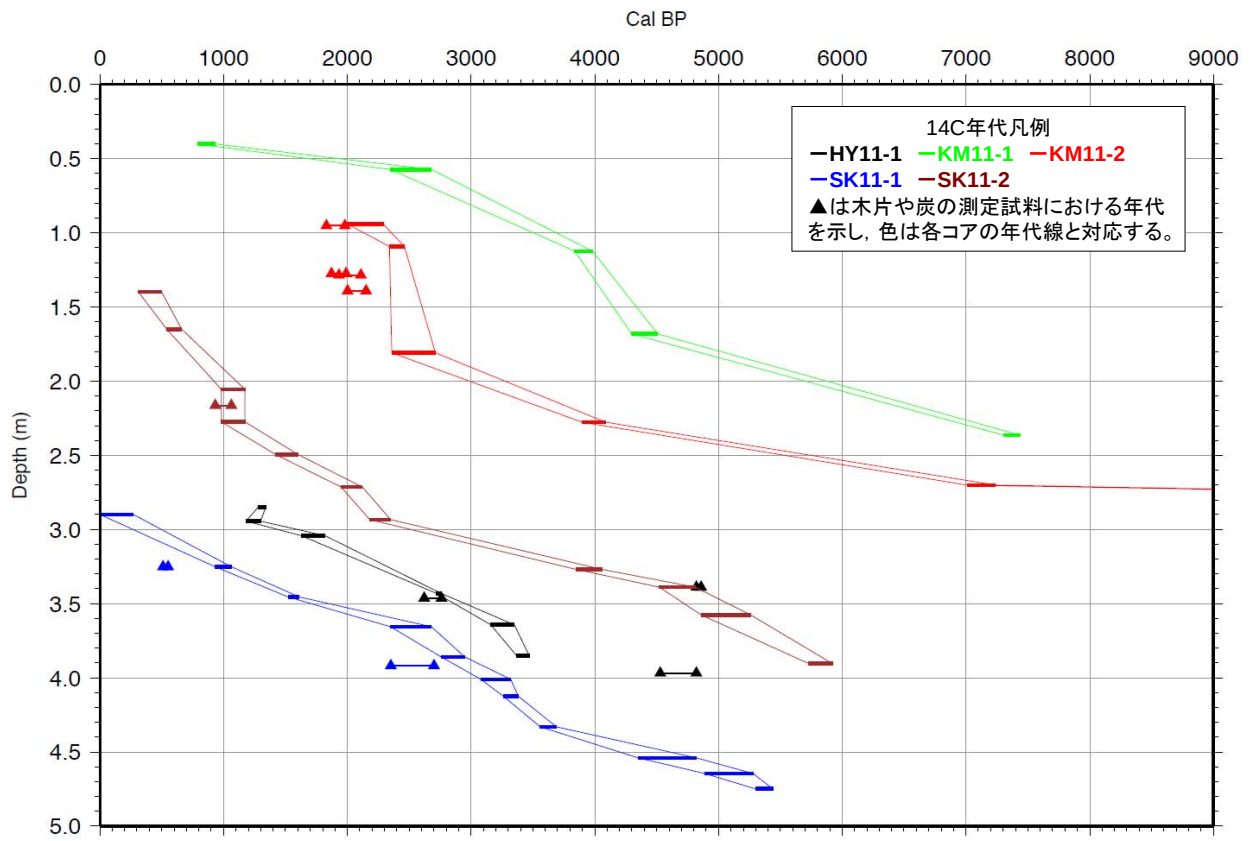


基図：日本原子力発電株式会社作成の人工改変前の地形図に同社が今回実施した深浅測量結果及び地形測量結果を追記

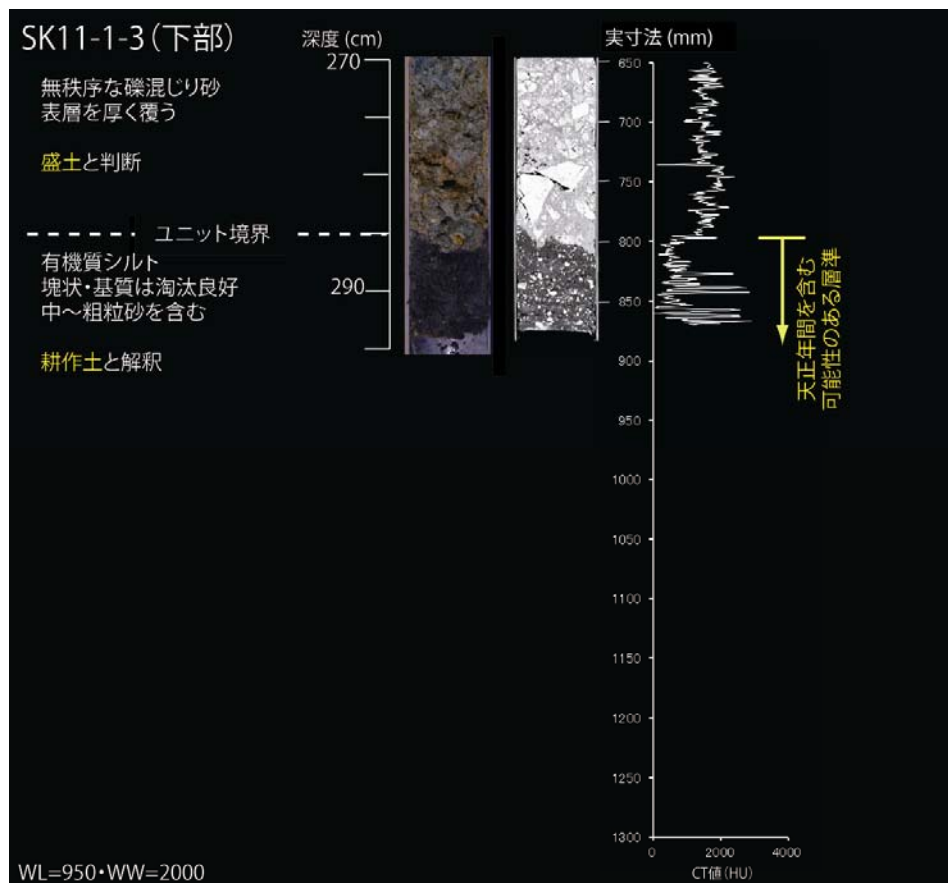
第3-4図 猪ヶ池における調査位置



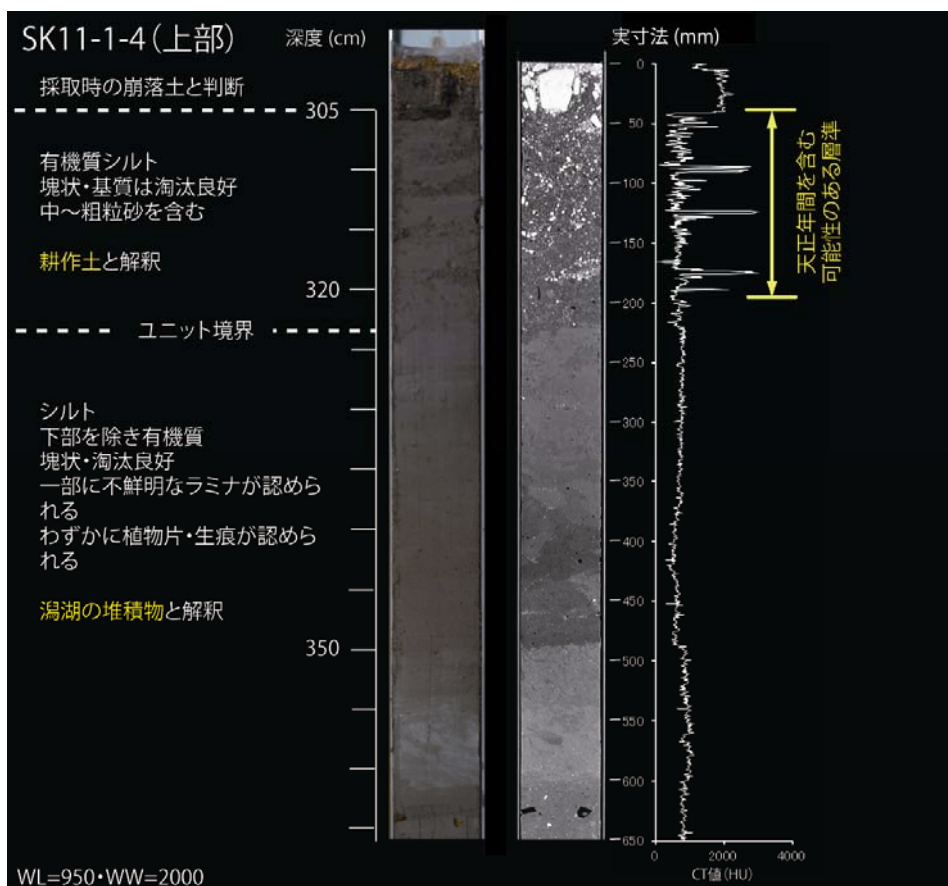
第 4-1 図 坂尻、久々子、松原地区のコア写真と柱状図



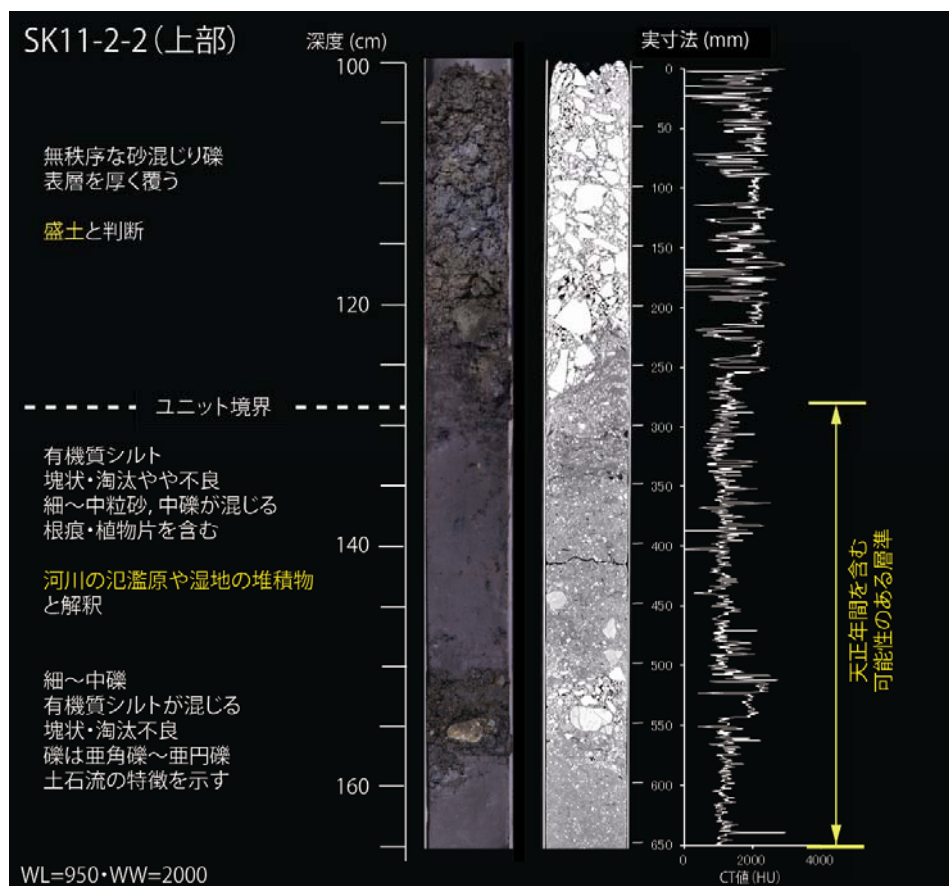
第 4-2 図 坂尻，早瀬，久々子，松原地区の堆積速度曲線



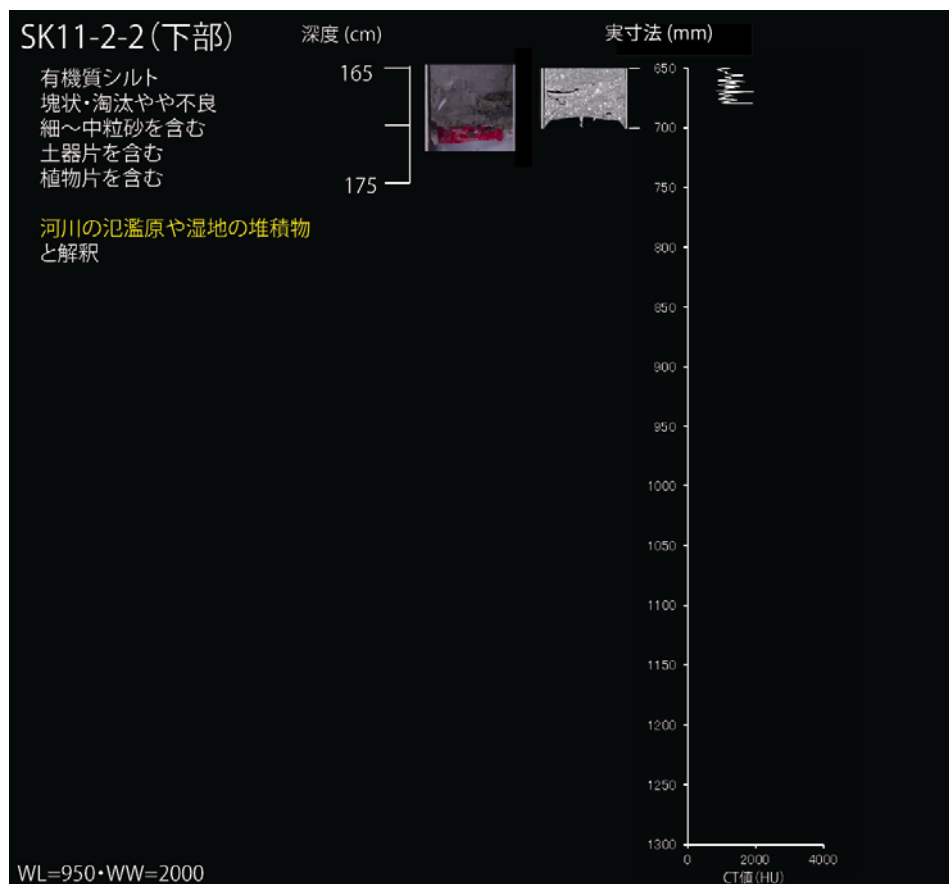
第 4-3 図 コア写真及び X 線 CT 画像 (SK11-1)



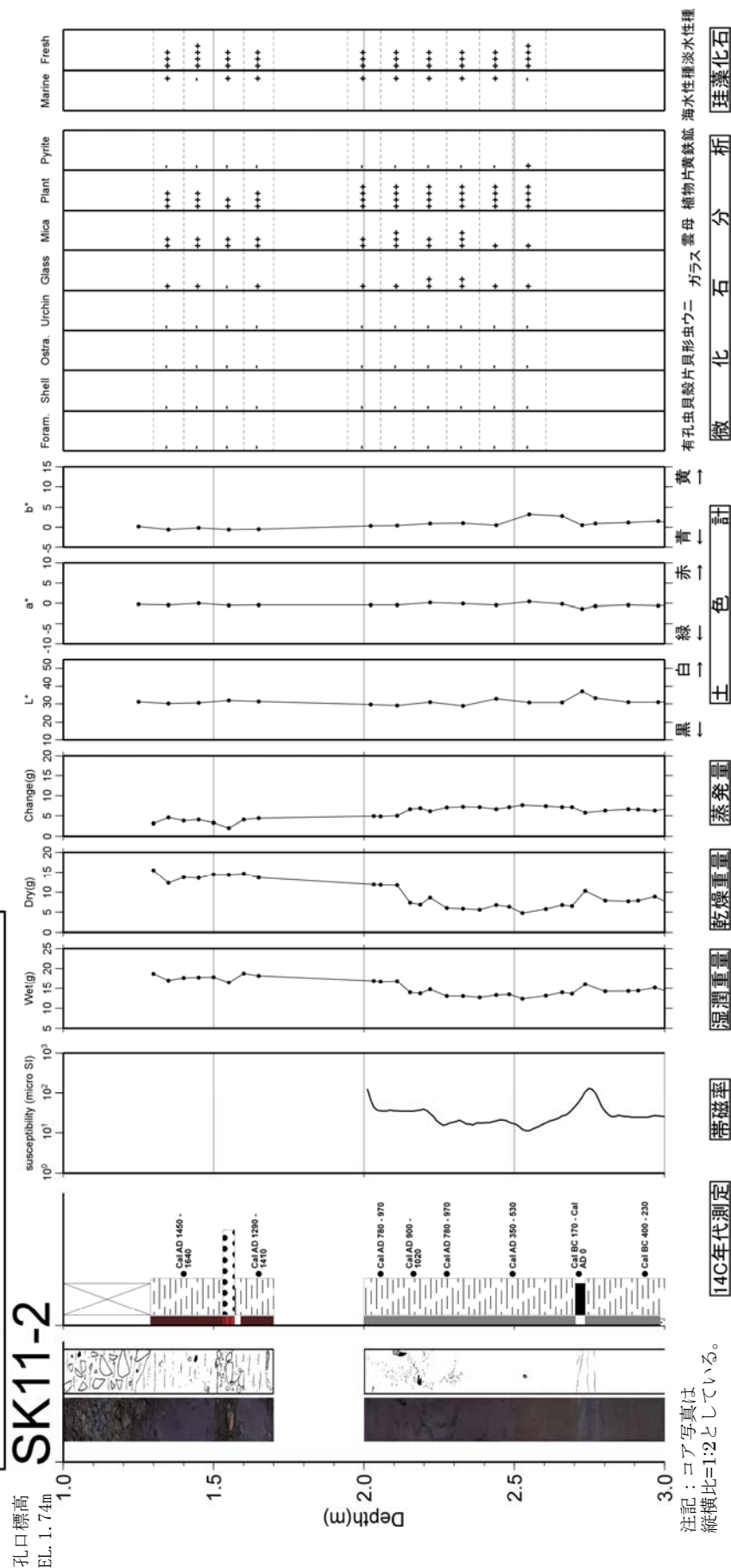
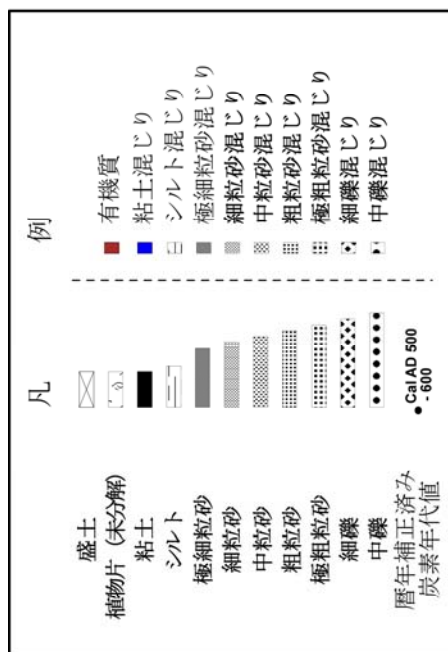
第 4-4 図 コア写真及び X 線 CT 画像 (SK11-1)



第 4-5 図 コア写真及び X 線 CT 画像 (SK11-2)

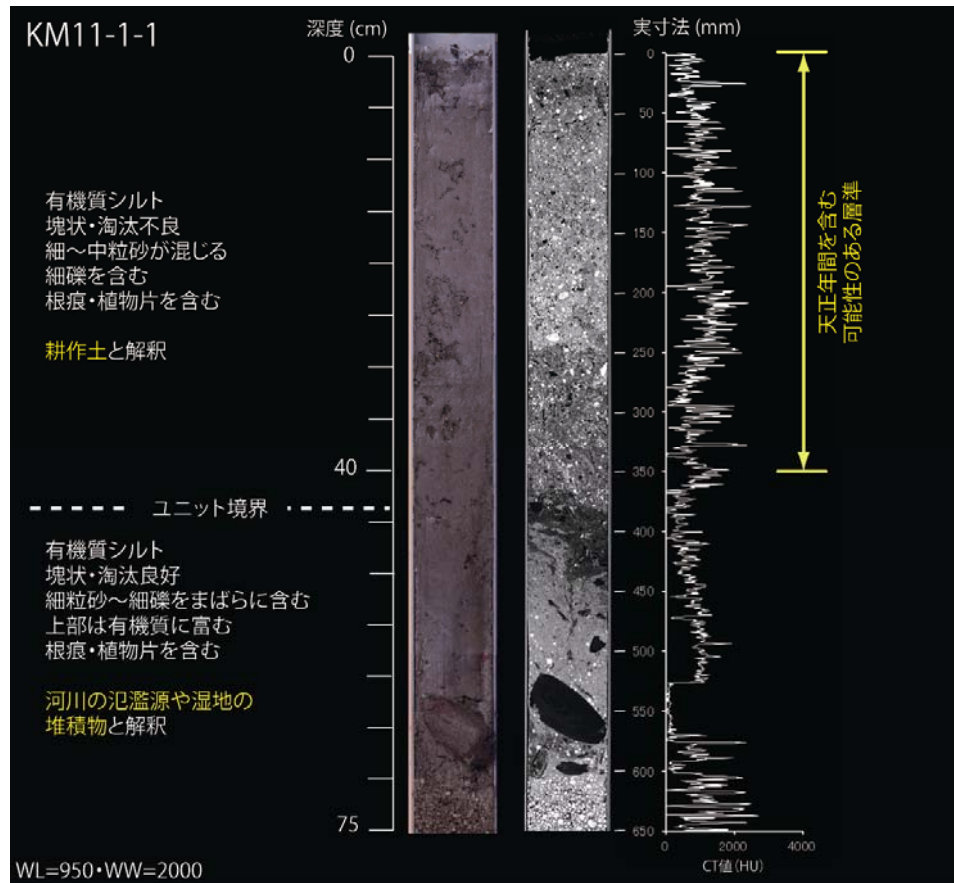


第 4-6 図 コア写真及び X 線 CT 画像 (SK11-2)

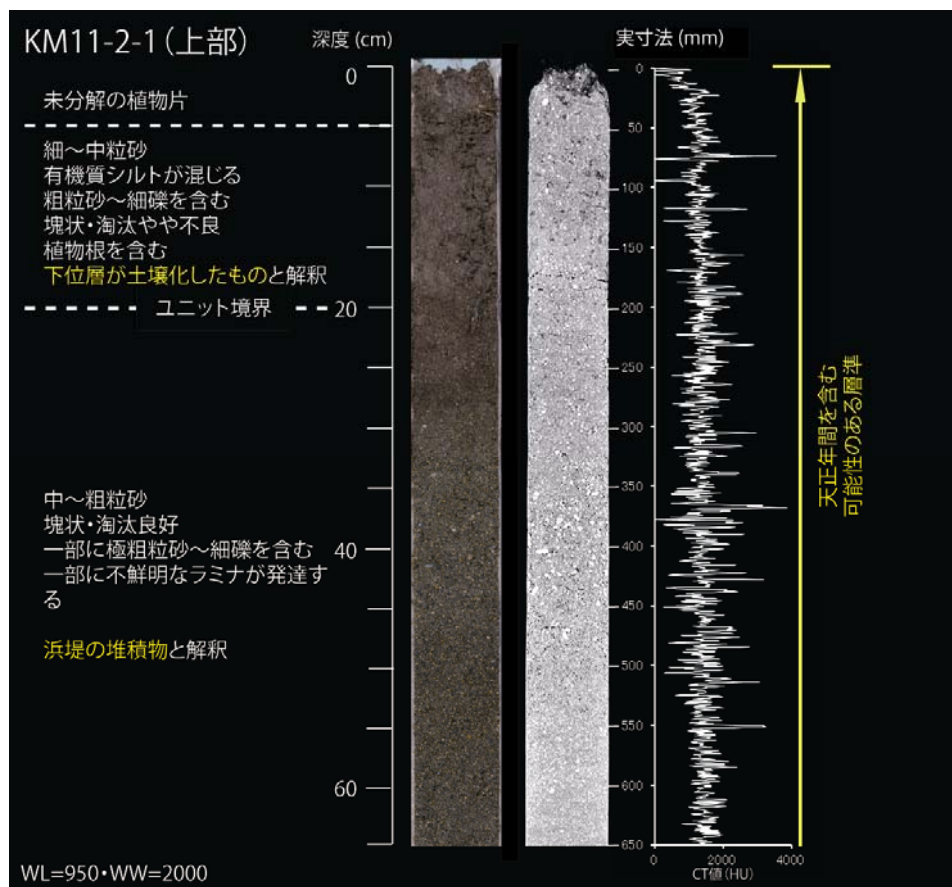


注記：コア写真は
縦横比=1:2としている。

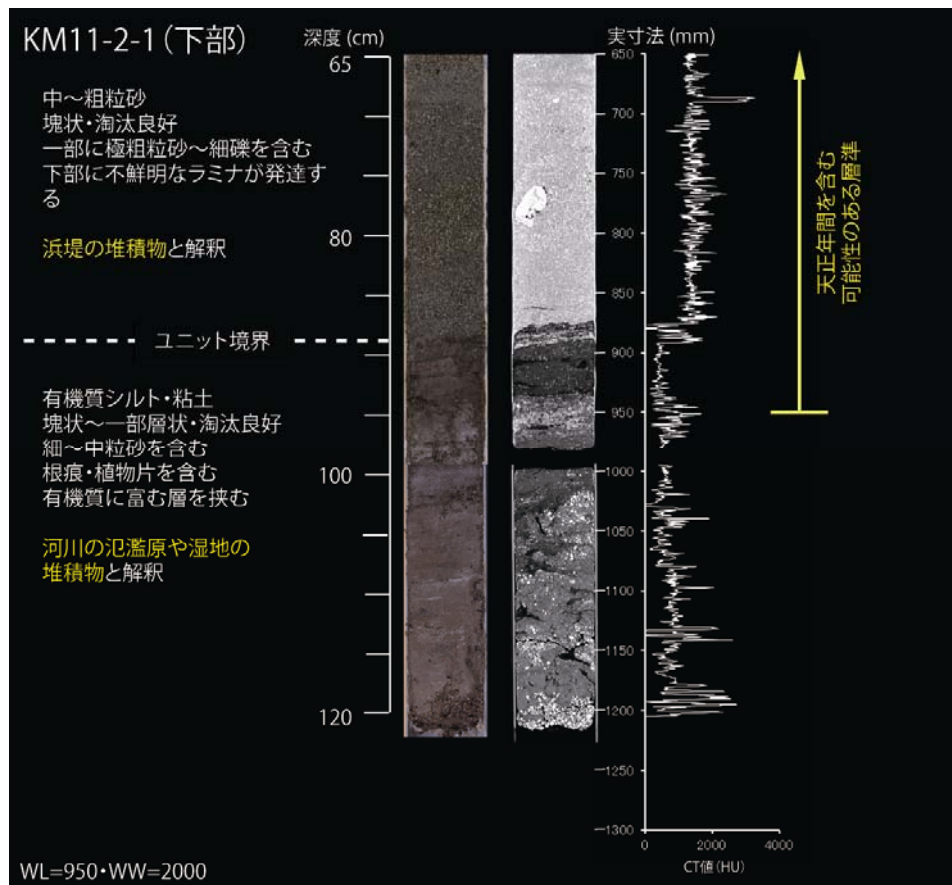
第 4-7 図 試料分析結果 (SK11-2)



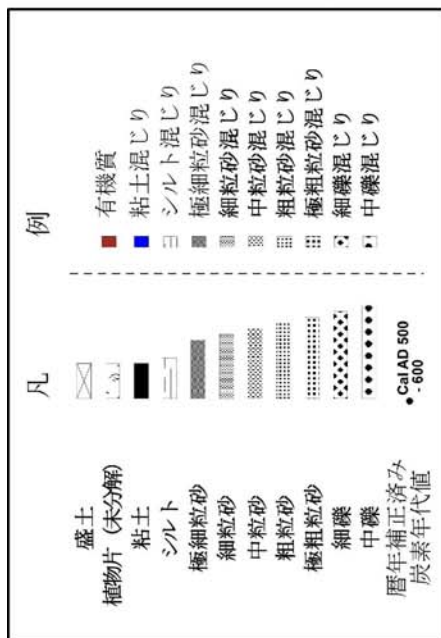
第 4-8 図 コア写真及び X 線 CT 画像 (KM11-1)



第 4-9 図 コア写真及び X 線 CT 画像 (KM11-2)



第 4-10 図 コア写真及び X 線 CT 画像 (KM11-2)



例

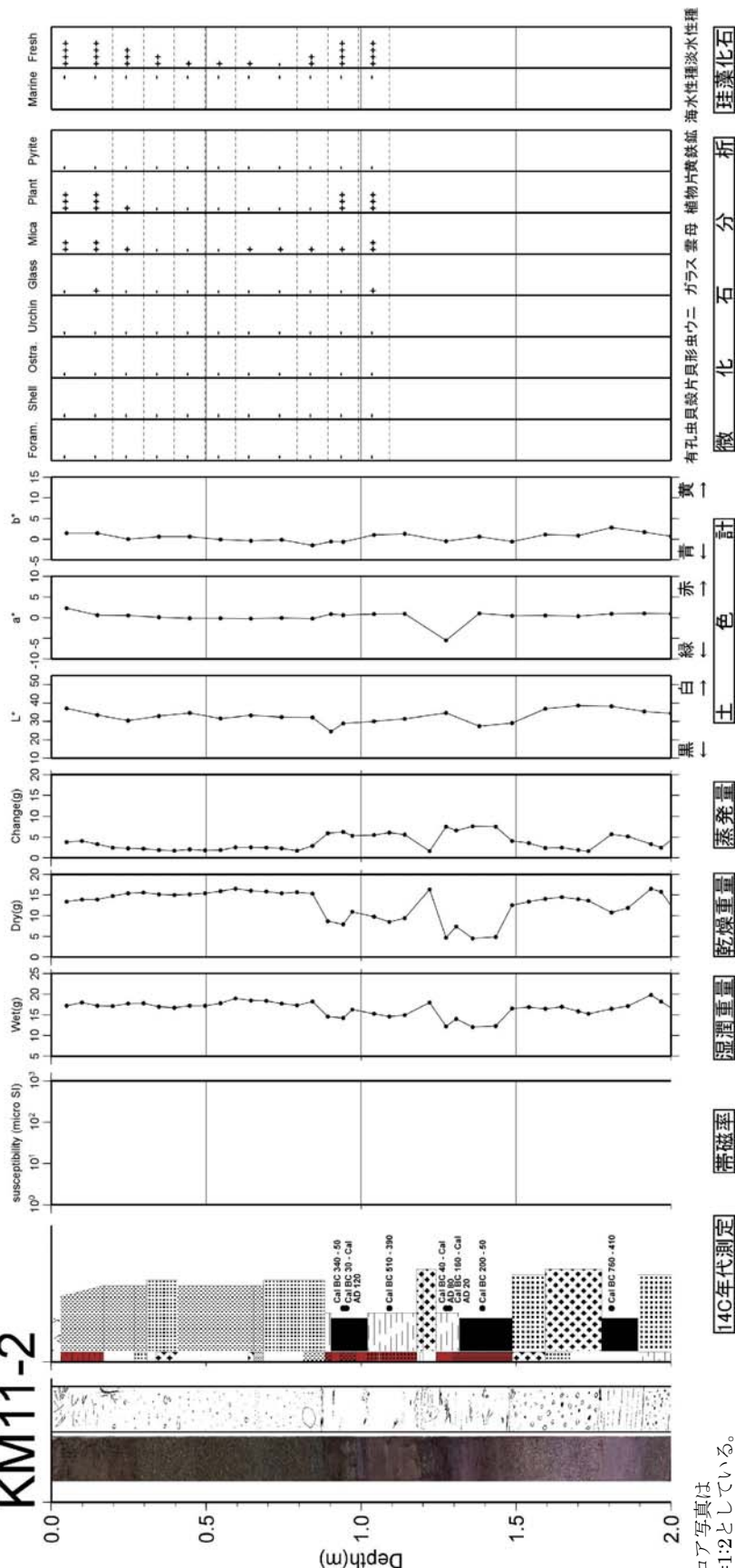
微化石総合産出頻度

一：検出されず
+：非常に少ないが検出される
++：少ないが検出される
+++：検出される
++++：多く検出される

一：全視野(プレパラート3ライン)に全く存在しない
+：プレパラート3ライン中に1~5殻存在
++：プレパラート3ライン中に6~20殻存在
+++：プレパラート3ライン中に21~50殻存在
++++：プレパラート3ライン中に51殻以上存在

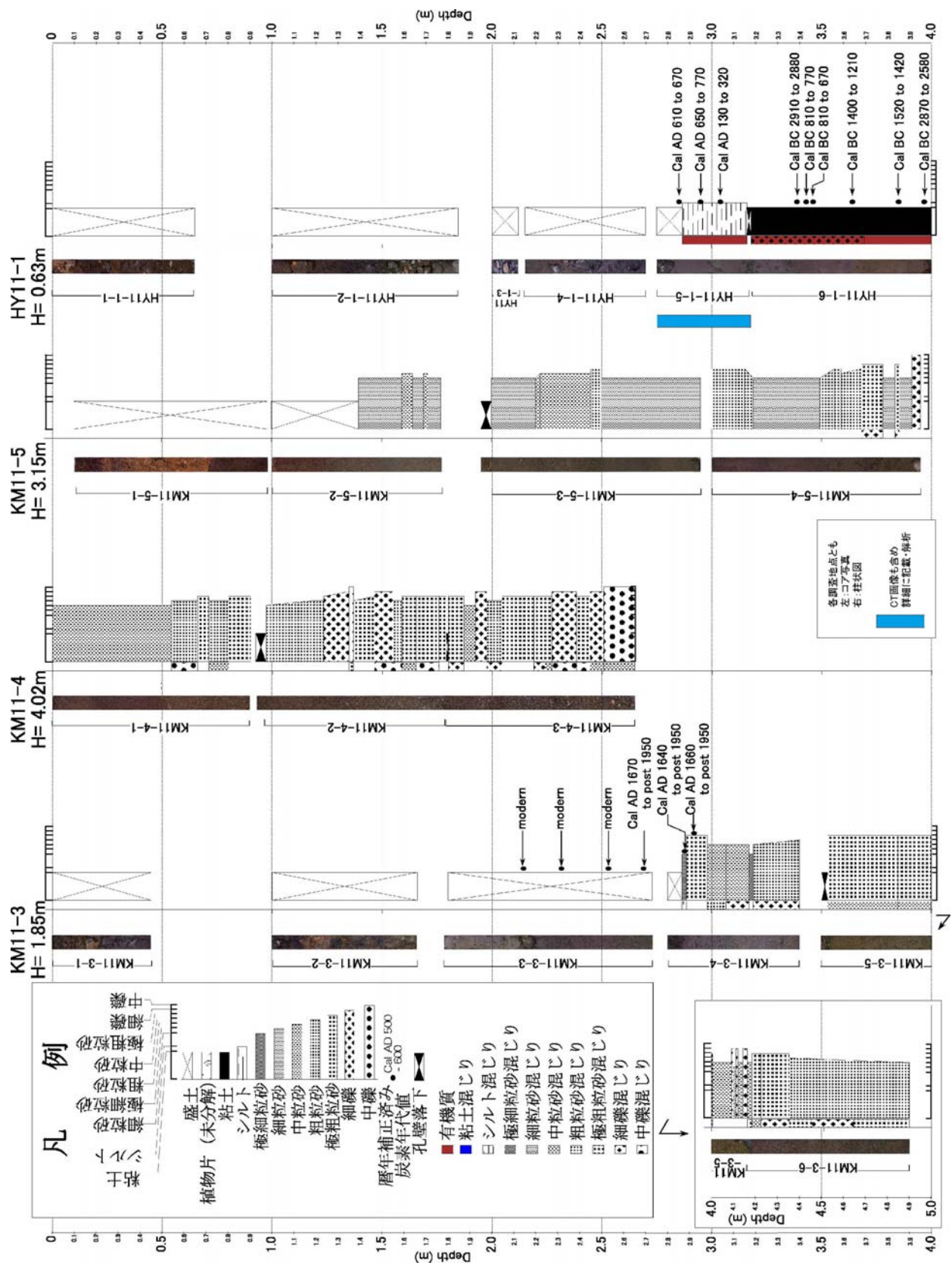
孔口標高
EL. 4.54m

KM11-2

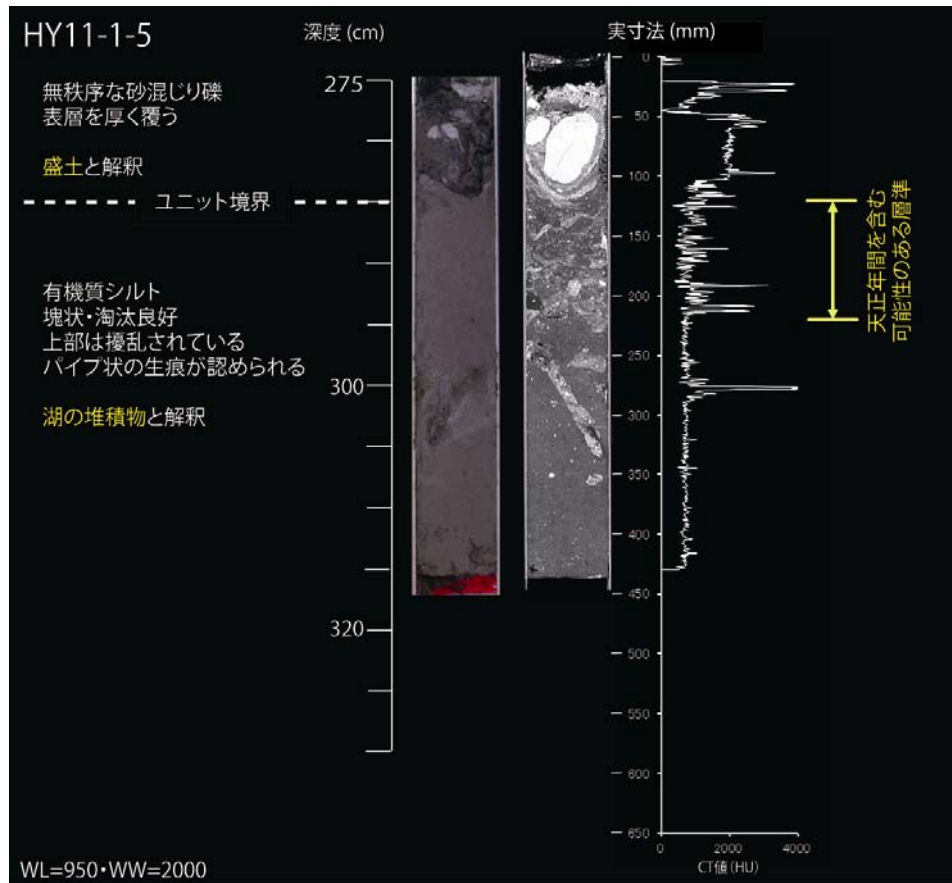


注記：コア写真は
縦横比=1:2としている。

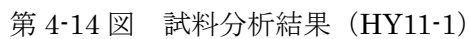
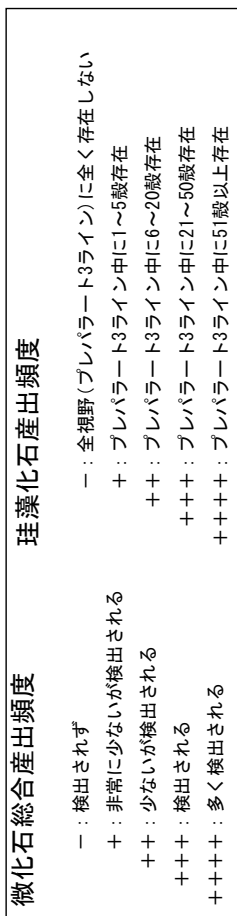
第 4-11 図 試料分析結果 (KM11-2)

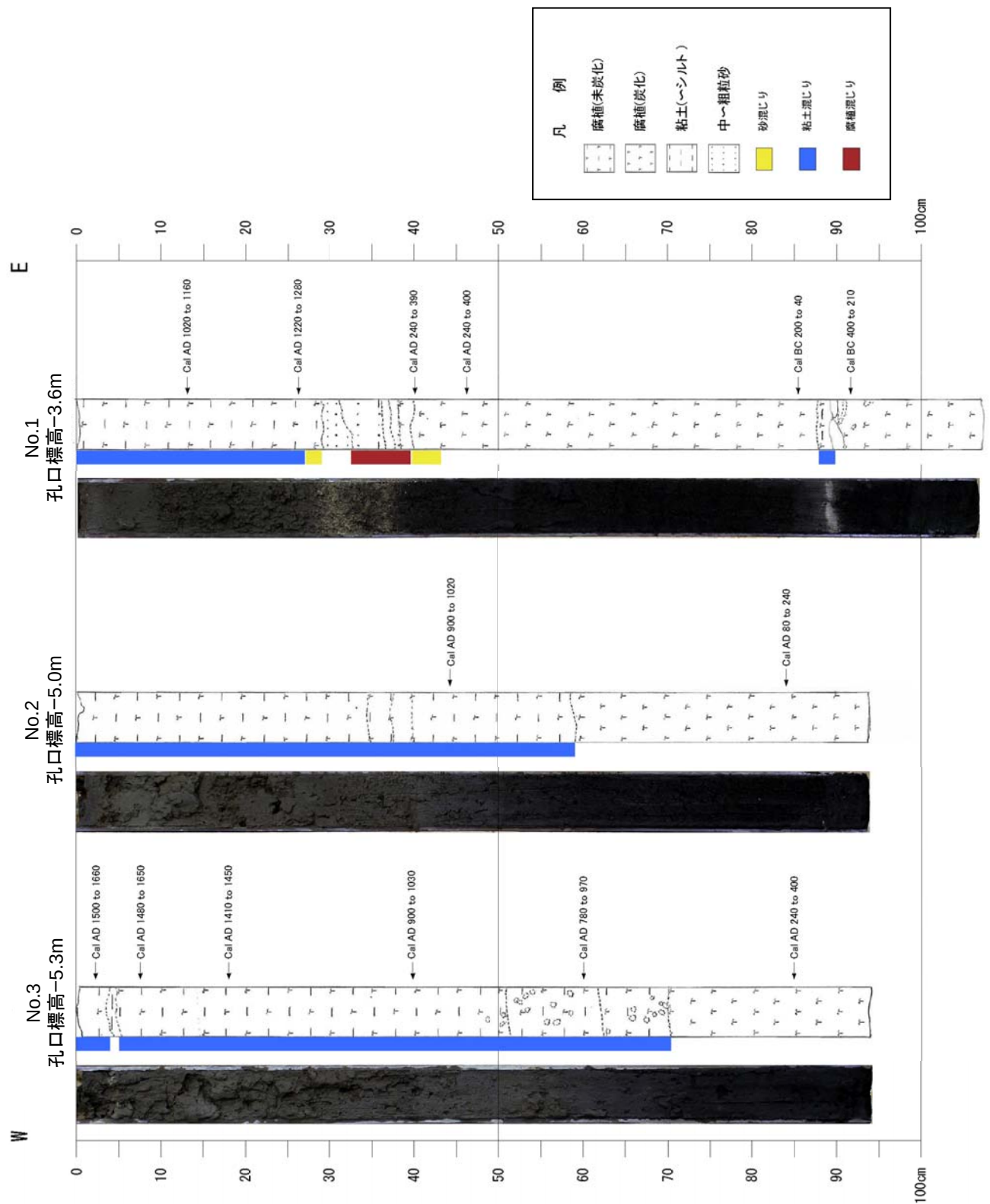


第 4-12 図 早瀬, 久々子, 松原地区のコア写真と柱状図

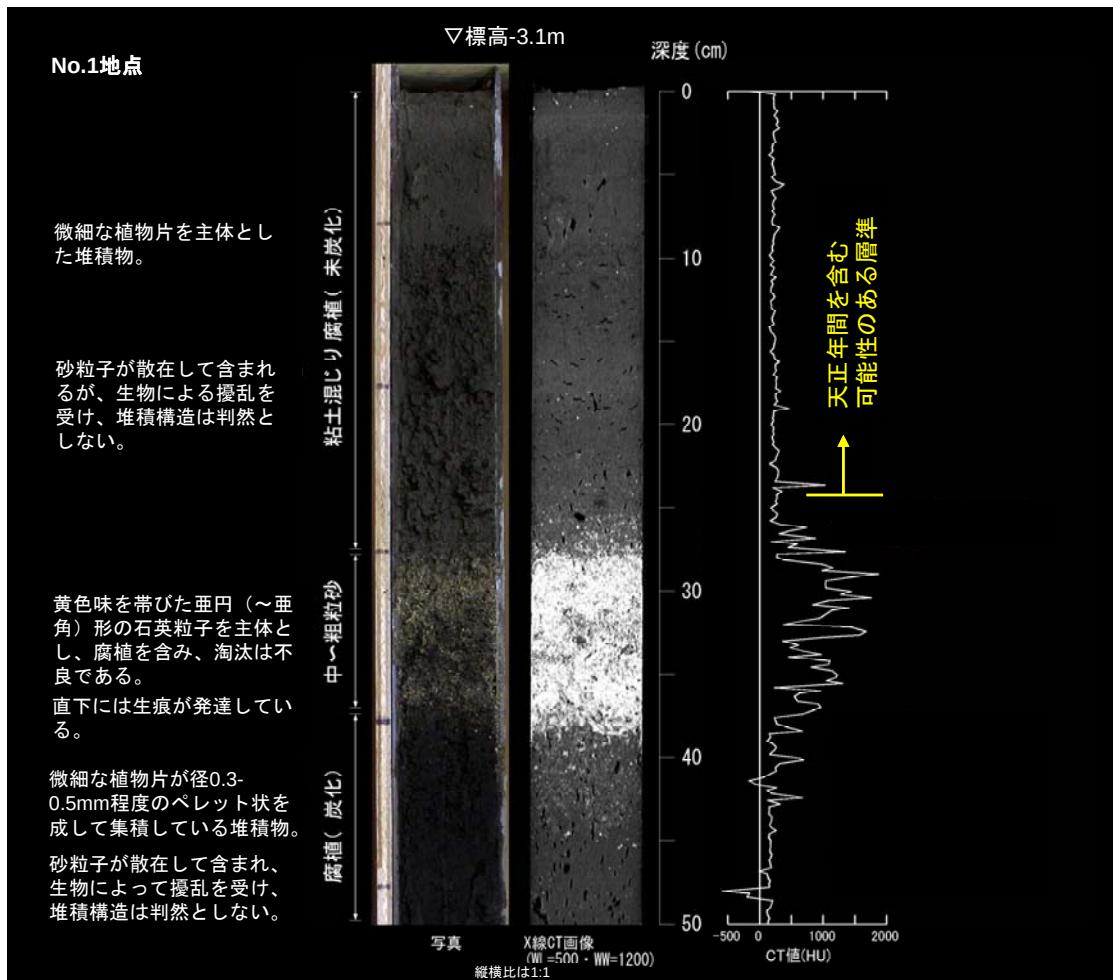


第 4-13 図 コア写真及び X 線 CT 画像 (HY11-1)

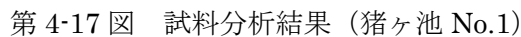


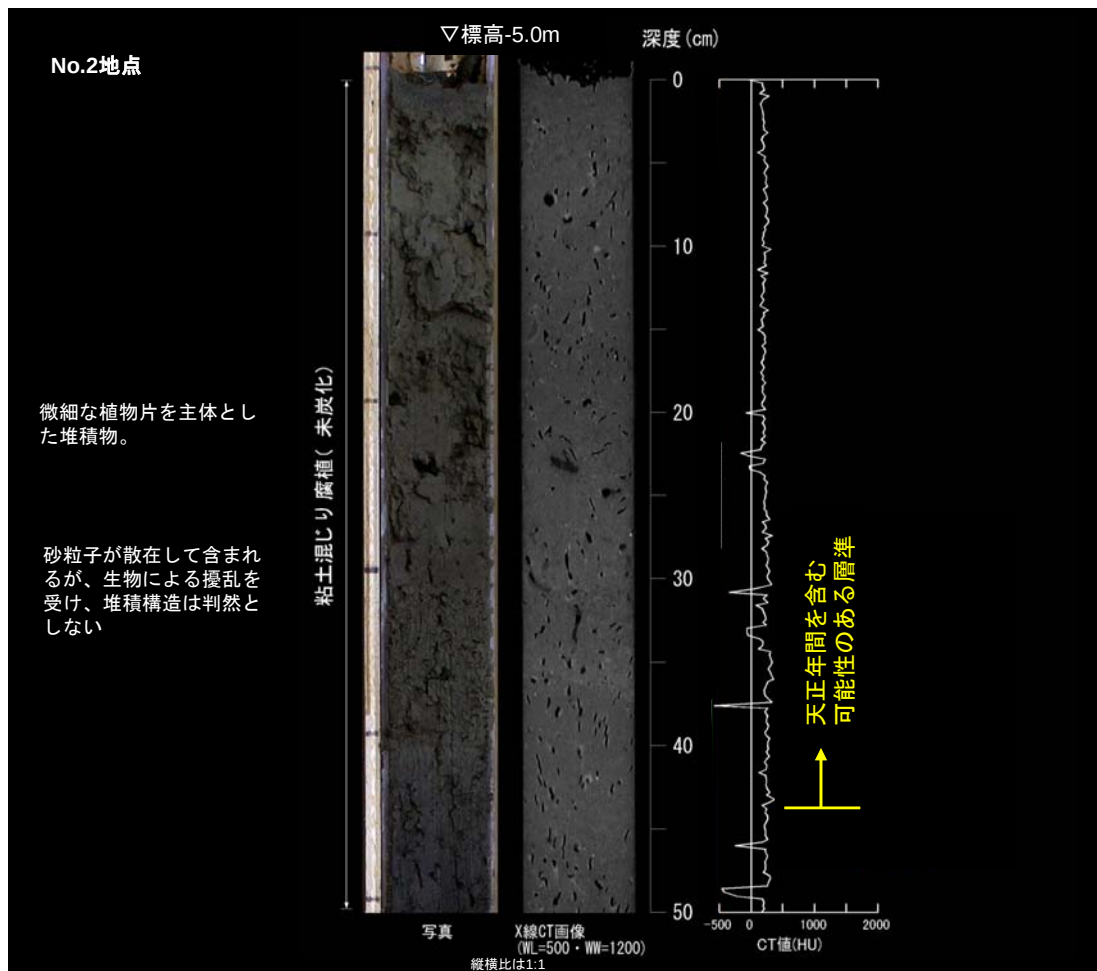


第 4-15 図 猪ヶ池コア写真・柱状図

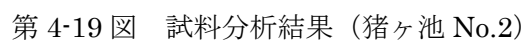


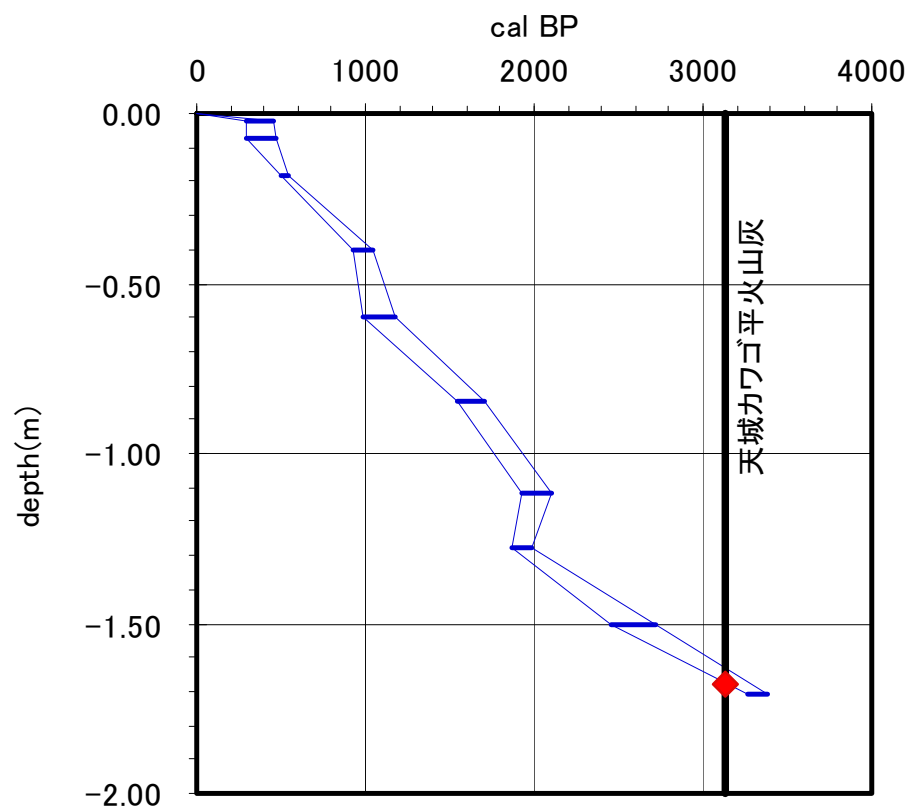
第 4-16 図 コア写真及び X 線 CT 画像（猪ヶ池，No.1）



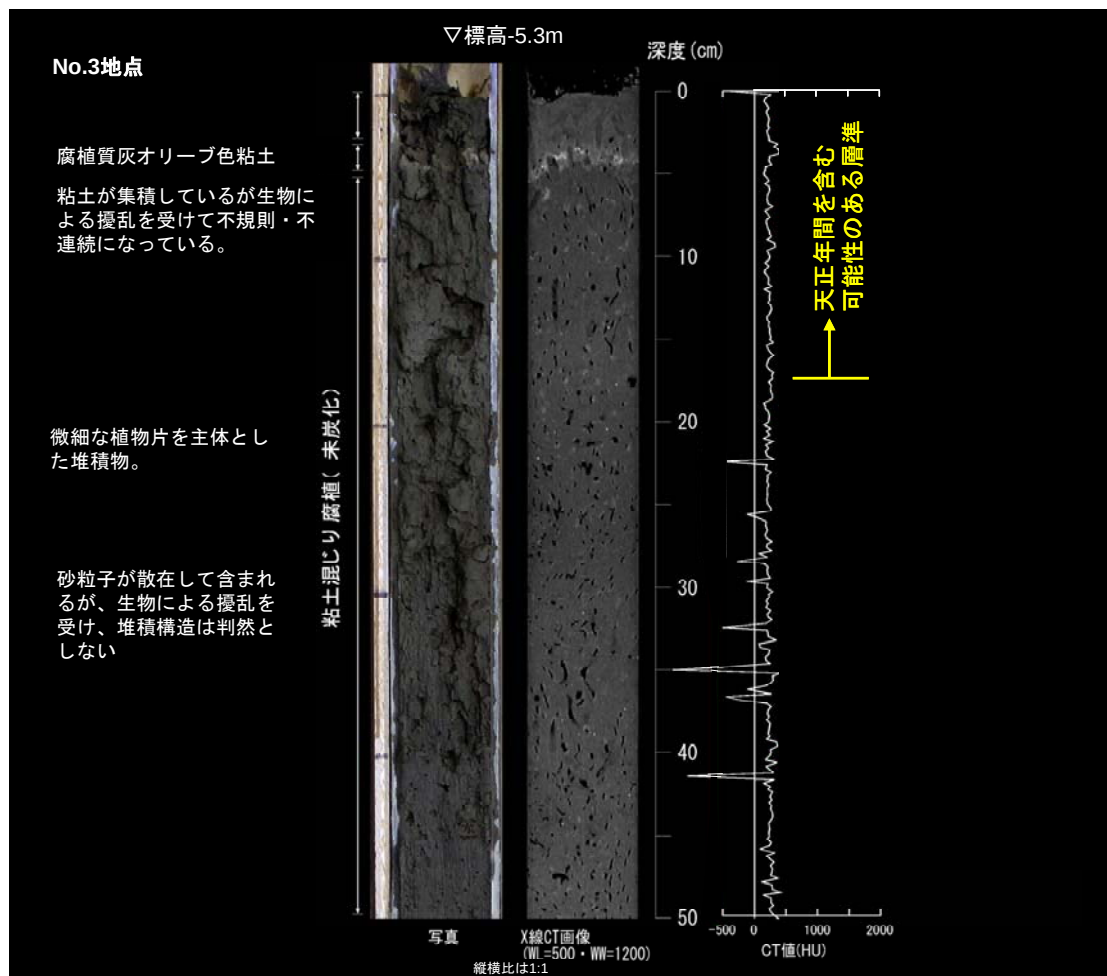


第 4-18 図 コア写真及び X 線 CT 画像（猪ヶ池，No.2）

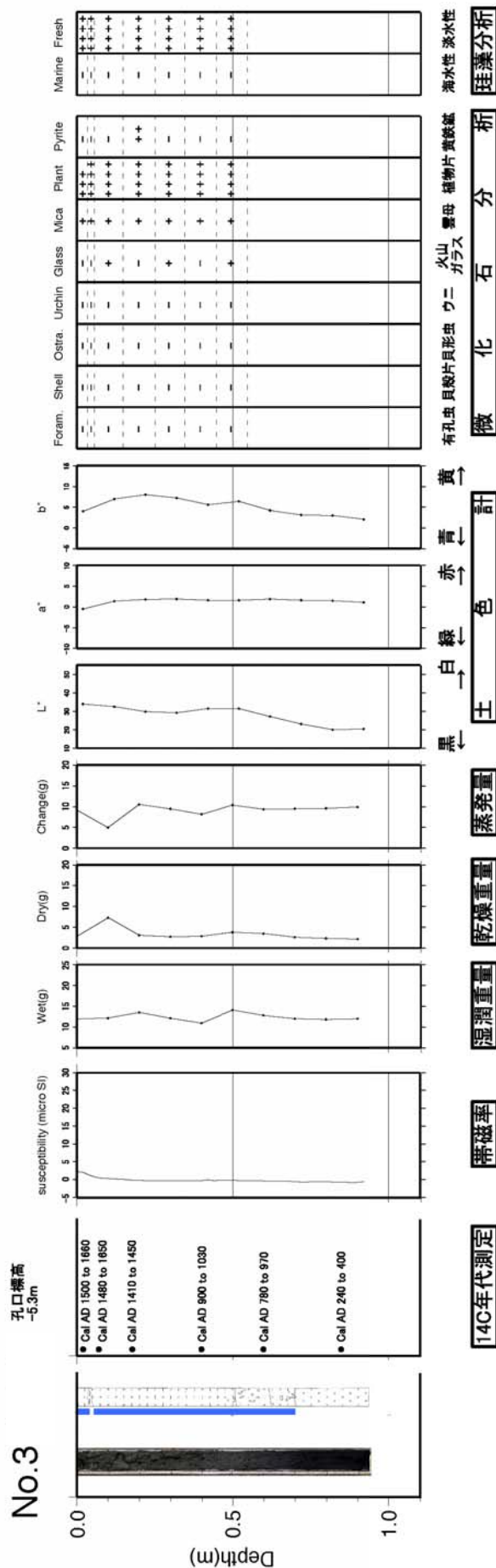
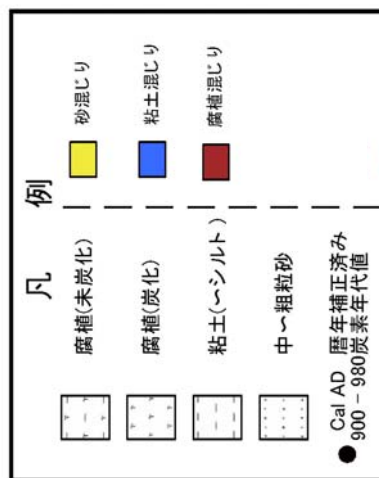




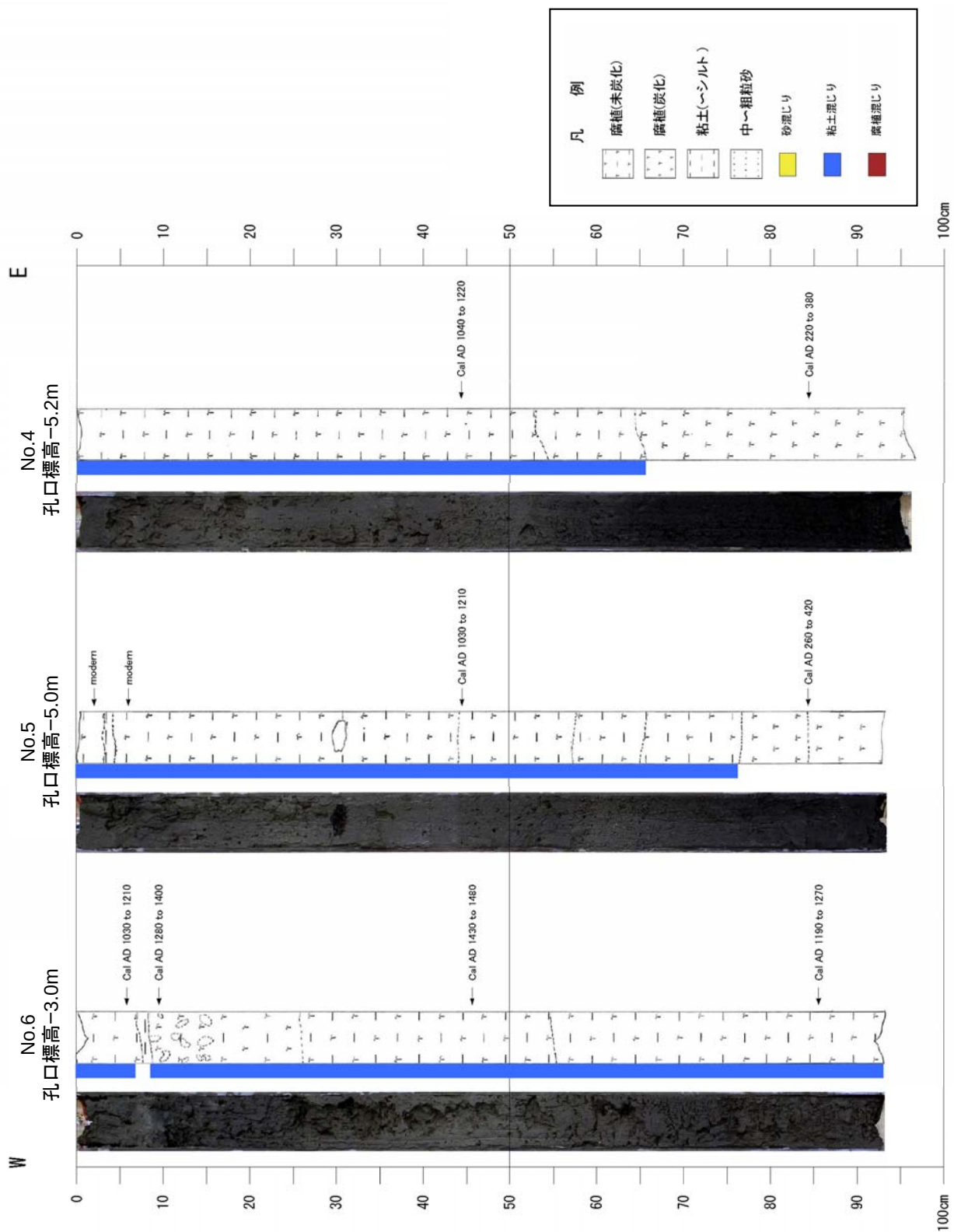
第 4-20 図 猪ヶ池の堆積速度曲線 (No.3 地点)



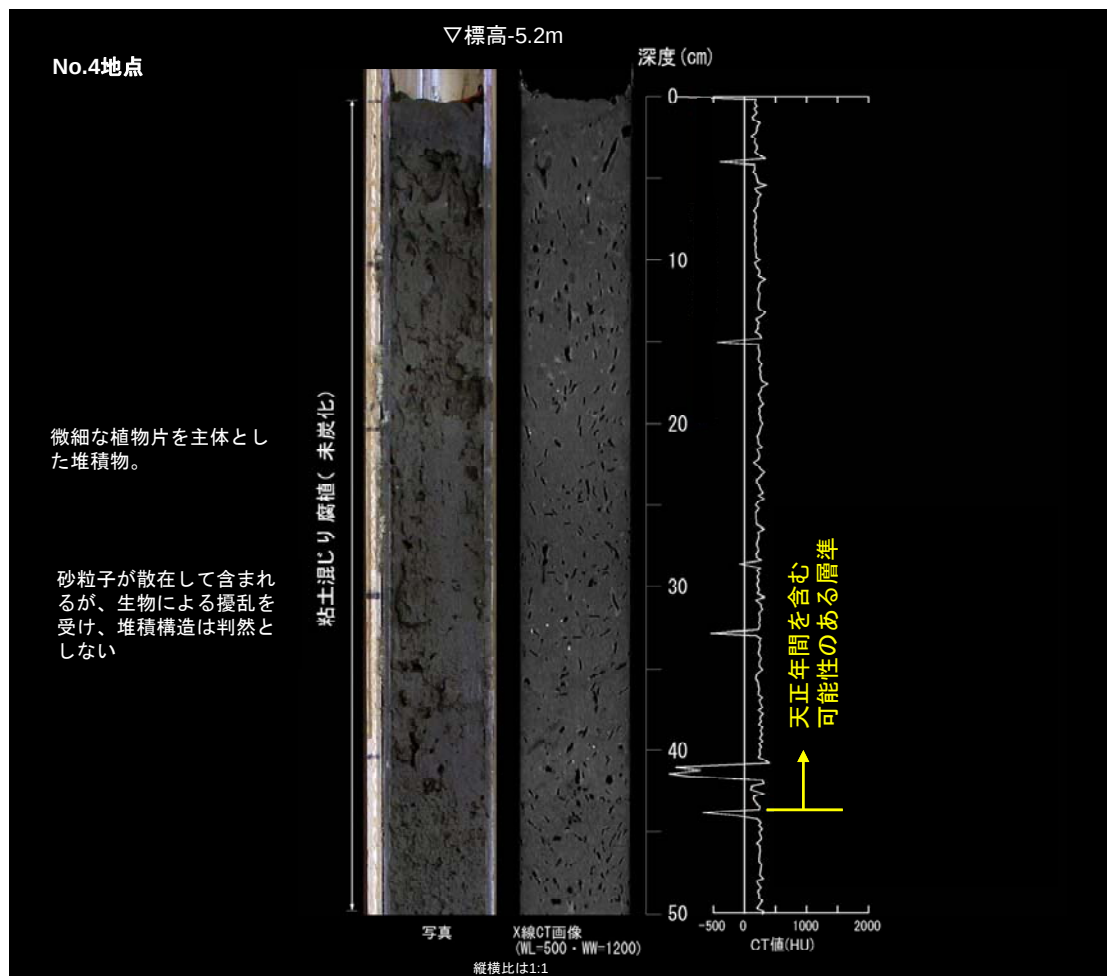
第 4-21 図 コア写真及び X 線 CT 画像（猪ヶ池，No.3）



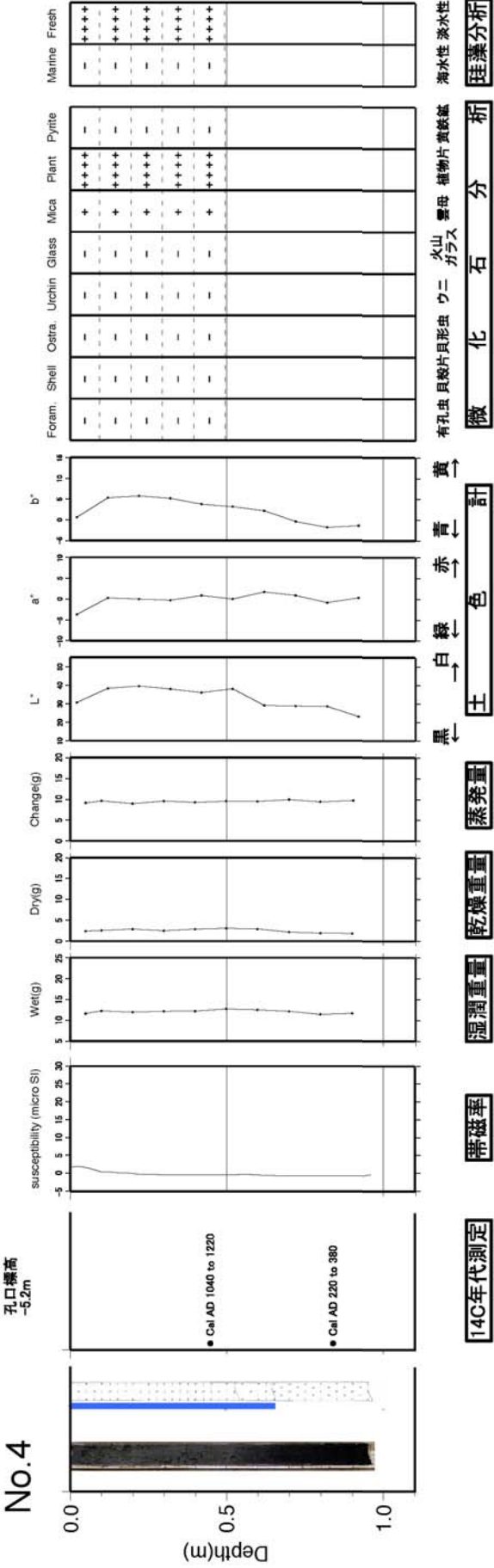
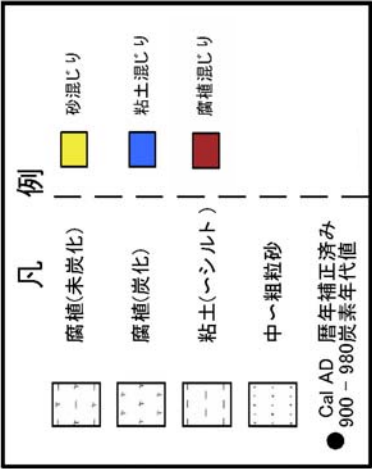
第 4-22 図 試料分析結果 (猪ヶ池 No.3)



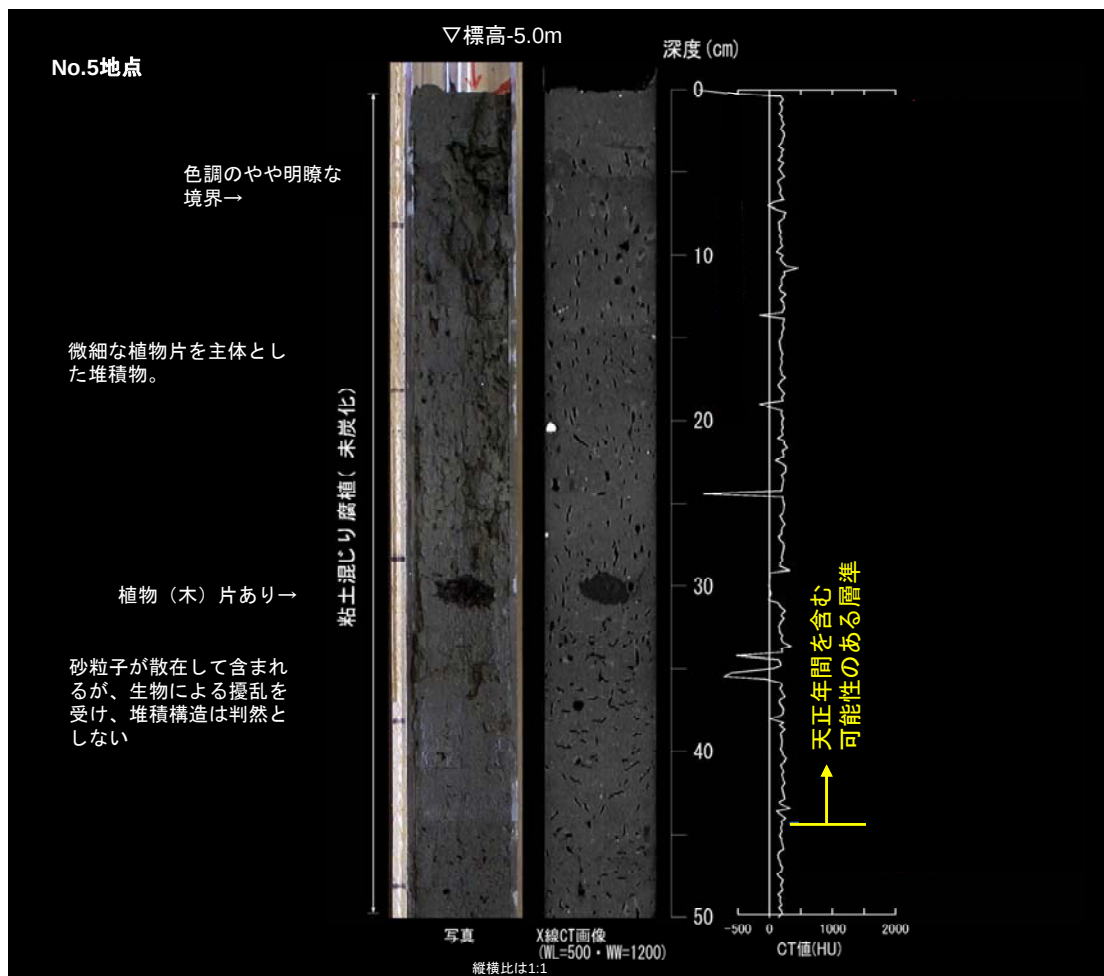
第 4-23 図 猪ヶ池コア写真・柱状図



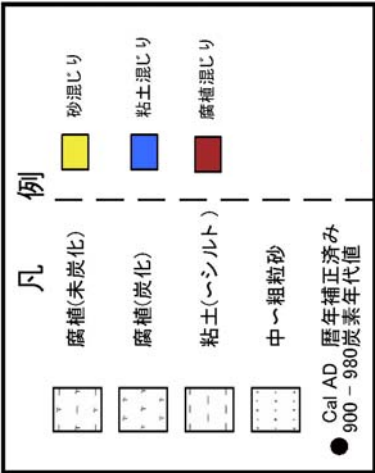
第 4-24 図 コア写真及び X 線 CT 画像 (猪ヶ池, No.4)



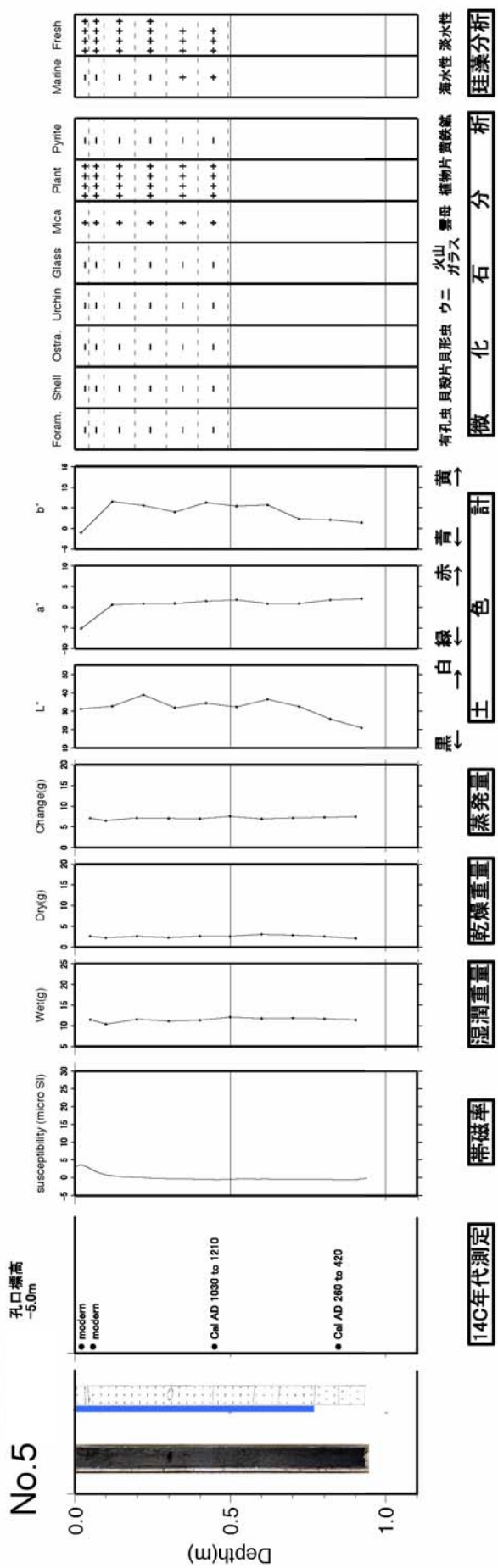
第 4-25 図 試料分析結果 (猪ヶ池 No.4)



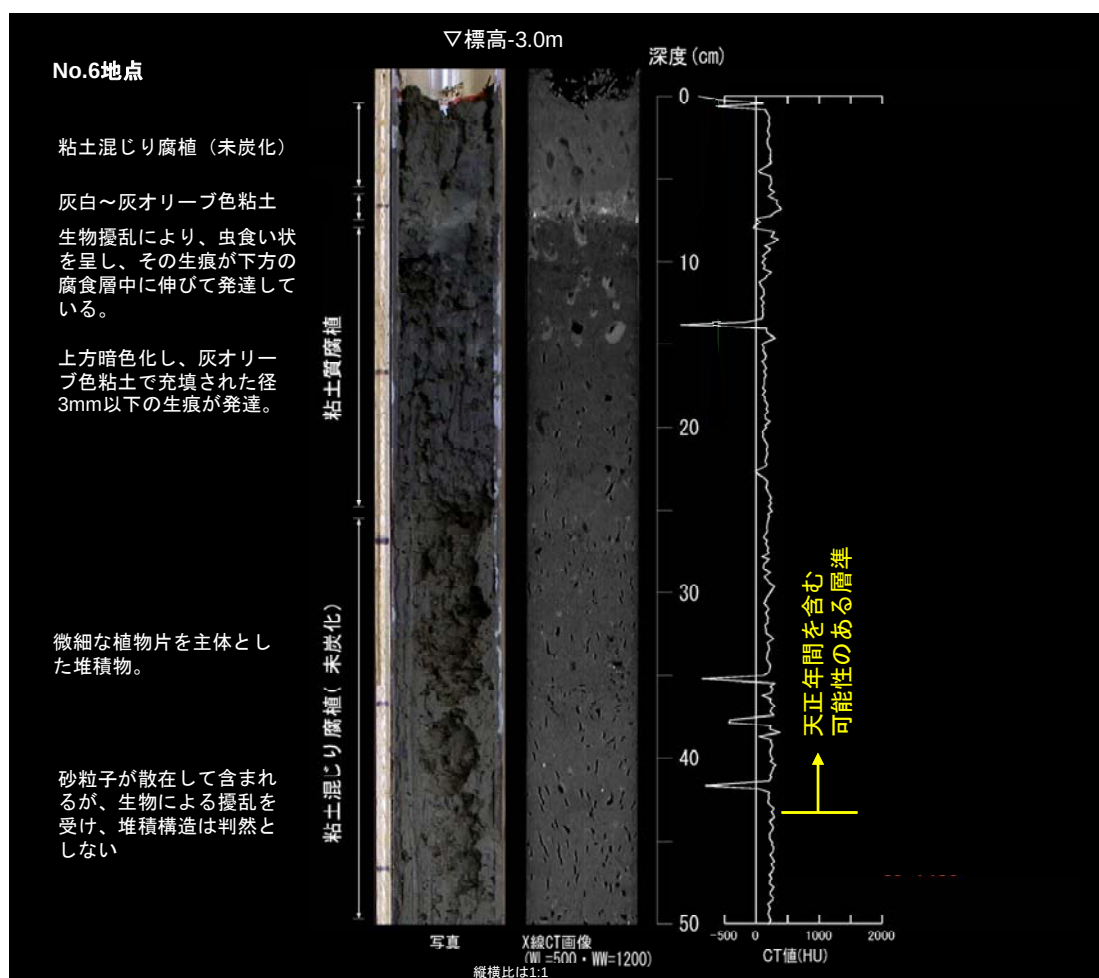
第 4-26 図 コア写真及び X 線 CT 画像（猪ヶ池，No.5）



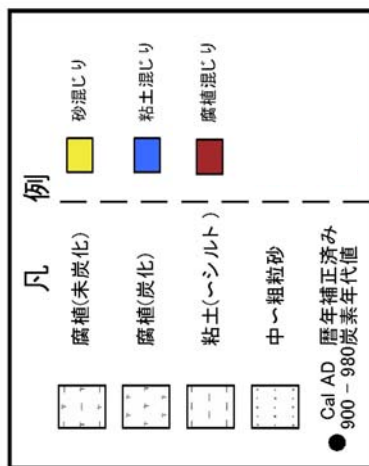
微化石総合産出頻度		珪藻化石産出頻度	
－：検出されず	－：全視野(プレパレート3ライン)に全く存在しない	－：全視野(プレパレート3ライン)に全く存在しない	
＋：非常に少ないが検出される	＋：プレパレート3ライン中に1～5殻存在	＋：プレパレート3ライン中に1～5殻存在	
++：少ないが検出される	++：プレパレート3ライン中に6～20殻存在	++：プレパレート3ライン中に6～20殻存在	
+++：検出される	+++：プレパレート3ライン中に21～50殻存在	+++：プレパレート3ライン中に21～50殻存在	
++++：多く検出される	++++：プレパレート3ライン中に51殻以上存在	++++：プレパレート3ライン中に51殻以上存在	



第 4-27 図 試料分析結果 (猪ヶ池 No.5)

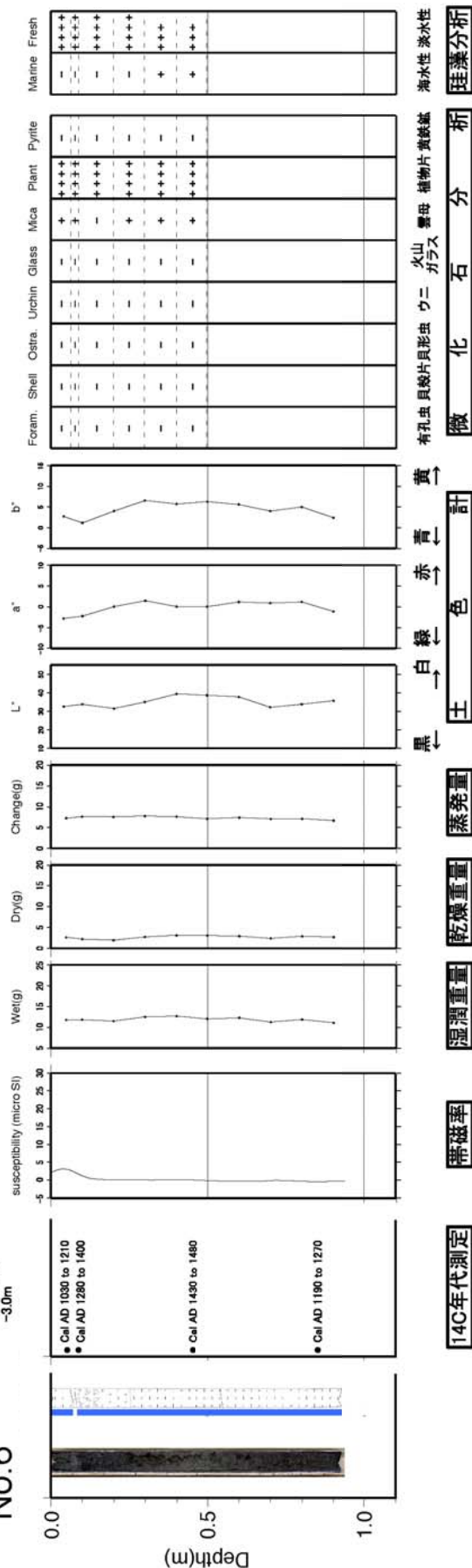


第 4-28 図 コア写真及び X 線 CT 画像 (猪ヶ池, No.6)



No.6

孔口標高
-3.0m



第 4-29 図 試料分析結果 (猪ヶ池 No.6)



参考-1 図 海岸に分布する堆積物（東側砂州前面）