

### 3. 3. 3 液状化痕等による首都圏の古地震の調査研究

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務の目的

地層記録として保存された液状化痕等の発生履歴を解明し、首都圏における古地震について調査研究を行う。液状化痕等と対応する可能性がある地震の被害との比較から、その地震の特定を試みるとともに考古遺跡の液状化痕データなどとあわせて、首都圏で発生した古地震年表を作成する。

##### (b) 平成 20 年度業務目的

三浦半島小網代湾など、首都圏においてジオスライサー掘削調査等により液状化痕や津波堆積物などの地質学的痕跡を解析し、過去の地震履歴の推定を行う。

##### (c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
東京大学地震研究所	教授	島崎邦彦	
東京大学地震研究所	教授	佐竹健治	
高知大学理学部	教授	岡村眞	
広島工業大学環境学部	教授	中田高	
高知大学理学部	准教授	松岡裕美	
大阪市立大学大学院理学系研究科	准教授	原口強	
東京大学地震研究所	特任研究員	石辺岳男	

#### (2) 平成 20 年度の成果

##### (a) 業務の要約

神奈川県三浦半島に位置する小網代湾の干潟において 3m 長ハンディジオスライサーを用いた津波堆積物調査を実施した。干潟で実施された調査からは 3 枚の津波堆積物が認定され、上位と中間の津波堆積物はそれぞれ大正、元禄関東地震と対応することが明らかになった。元禄関東地震の一つ前の関東地震によるものと考えられる最下の津波堆積物の年代と、史料による関東地震の候補との対比から、1293 年（永仁元年または正応六年）の地震〔石橋，1991<sup>1)</sup>〕が一つ前の関東地震であった可能性を示唆した。また、湾内の 3 カ所においてロングジオスライサーにより、堆積物を採取した。干潟のように津波堆積物は明白ではないが、一地点の深さ 2m までには、4 層のイベント層が認められ、上から 2 番目のイベント層は、元禄地震による津波堆積物の可能性が高い。さらに、上から 3 番目のイベント層は、ハンディジオスライサー調査から得られた最下層の津波堆積物に対応すると考えられ、1293 年関東地震による津波堆積物の可能性が高い。

三浦半島の南端に位置する江奈湾の入り江干潟において 1.5m 長ジオスライサーを用いた津波堆積物調査を実施した。得られた試料からは、非常に細粒なシルト層に挟まれて多数の貝殻片や砂を含む淘汰の悪い小礫層が 2 層、明瞭に認められた。

昨年度末に実施された旧江戸川小学校におけるボーリング調査について引き続き整理

し、東京低地の都市河川での高分解能音波探査を実施した。その結果、測線によってノイズの多い箇所もあるものの、確認された埋没谷地形の分布は東京低地に広がるゼロメートル地帯の分布域と関連していると推察された。

## (b) 業務の成果

### 1) 小網代湾干潟で実施されたハンディジオスライサー調査

元禄関東地震よりも前の関東地震の履歴解明を目的として、神奈川県三浦半島の南西端に位置する三崎町小網代湾で 3m 長のハンディジオスライサーを用いた掘削調査を実施した。得られた試料について、地層断面スケッチ・写真撮影・試料採取と剥ぎ取り作業を実施した。また、放射性炭素（以下では  $^{14}\text{C}$  と略記）年代測定、鉛・セシウム同位体分析、粒度分析ならびに珪藻分析を実施した。

図 1 に、小網代湾の位置ならびに掘削地点を示す。赤丸で示した地点が本年度に実施した地点である。また、掘削調査により得られたコアにおける柱状図ならびに試料の  $^{14}\text{C}$  年代値を図 2 に示す。図 2 に示すように、干潟の溺れ谷を埋める深さ 3m 程度の堆積物中から、貝殻片・砂層・小礫・粗粒砂からなる淘汰の悪いイベント層を 3 層、多数の地点において発見した（図 3）。以後、これらのイベント層を上から順番に T1、T2、T3 層（まとめて Tn 層）と呼ぶ。

これらの Tn 層を構成する雑多な堆積物は、その下位の泥質砂層を侵食し、また貝殻の並びから巻き上げられたような堆積構造を示すことから（図 4）、強い混濁流を伴い堆積したものであると考えられる。強い混濁流を伴い堆積する原因として洪水・高潮や津波などが考えられるが、小網代湾の集水域は狭く、干潟にはわずかな流量の小川が注いでいるに過ぎないため、陸域から多量の土砂が流入する可能性は低い。また、小網代湾を出ると相模トラフまで水深は増加しており、狭い浅水域での風による吹き寄せの効果は低い。したがって、これらのイベント層が洪水や高潮によるものである可能性は小さく、後述のように粒度分析や珪藻分析の結果がイベント間の沈降とイベントによる隆起を示唆することから、これらは関東地震による津波堆積物と推定される。

これら関東地震によると考えられる津波堆積物の発年代の特定には  $^{14}\text{C}$  年代測定を用いた。植物片などの  $^{14}\text{C}$  年代値から、T1 層、T2 層は過去 300 年間に発生した津波堆積物であると考えられるため、それぞれ 1923 年大正および 1703 年元禄関東地震によるものと推定した。元禄地震の一つ前の関東地震によるものと考えられる、最下位の T3 層の直下からは、西暦 1060–1260 年（ $2\sigma$ 、暦年補正済み）の  $^{14}\text{C}$  年代測定値が得られており、この年代は宍倉・他(2001)<sup>3)</sup> の大正型関東地震の発年代（西暦 1050 年前後）よりも新しい。また、T3 層の上の層からは西暦 1300–1430 年、1460–1650 年などの  $^{14}\text{C}$  年代値が得られた。

コア KOA-A～コア KOA-E について行った粒度分析（図 5）からは、イベント層内において粗粒砂が卓越すること、及びこれらイベント層の堆積後は上方に向かって徐々に細粒化する傾向が認められた。コア KOA-B2 で行った珪藻分析（図 6）からは、イベント層においてほとんど珪藻が存在しないこと、およびイベント層の間において浮遊性海水性の珪藻が徐々に増加する傾向が認められた。また、T1 層堆積後の堆積物は急激に潮間帯堆積物に変化し、その下において認められなかった淡水性の珪藻が見られるようになる。

小網代湾からすぐ南に位置する油壺湾の驗潮記録(図7)からは、1923年大正関東地震時に1.4mほど隆起し、大正関東地震発生後、現在に至るまで年間3.6mm程度の速度で沈降していることが明らかになっている。また、相模湾内の三浦半島沿岸では、離水海岸地形の調査分析から、1923年関東地震と1703年元禄地震の隆起量は同程度であったと推定されている(Matsuda et al., 1978<sup>4)</sup>; 宍倉, 2003<sup>5)</sup>)。T1層の津波堆積物の上から淡水性の珪藻が見られるようになることは、T1層の津波堆積物が急激な海水準変動(地殻変動)を伴い堆積環境が急激に陸化(隆起)したことを示しており、T1層が大正関東地震による津波堆積物であることを強く支持する。これら粒度分析や珪藻分析の結果は、地震時の隆起と地震間の沈降を敏感に反映しているものと考えられ、今後こういった分析を進めることで海水準変動を推定し、地殻変動を復元できる可能性がある。

延暦・貞観年間以降、宝永年間以前は「文献史学上の暗黒時代」と言われ、特に関東地方における被害地震記録の密度は京都付近に比べて格段に低いことが予想される(小山, 1999)<sup>6)</sup>。しかしながら、その中でも被害地震記録が史料に残されており、いくつかの被害地震が相模トラフ沿いで発生したプレート間大地震であった可能性が指摘されている。そこで、ここでは津波堆積物から推定された元禄関東地震より一つ前の関東地震の発生日代と、史料から明らかにされた関東地震の候補との対比を行う。

『北條九代記』には、「四月十三ママ(十二か)日寅刻大地震、・・人家多顛倒、死者不知其数、大慈寺丈六堂以下埋没、寿福寺顛倒、巨福山顛倒、乃炎上、所々・・死者二萬三千二十四人」と1293年(永仁元年または正応六年)早朝に大地震が発生し、多大な被害が発生した記録が残されている。また、『醍醐寺日記』には「十四日天晴、猶小地震時々刻々無間斷、・・浜邊遊覧、死人鳥居邊百四十人之由人申之云々」とあり、この地震が津波を伴った可能性を示唆している。石橋(1991)<sup>1)</sup>は史料に基づいて、1293年(永仁元年または正応六年)の地震が、相模トラフ沿いで発生したプレート間大地震である可能性を指摘している。また、1433(永享五)年に相模(現在の神奈川県の中東部を除く大部分)で発生した大地震(マグニチュード7.0以上(宇佐美, 2003<sup>7)</sup>による))では「大山仁王の首落ち、鎌倉で社寺被害多い。」とされる被害地震を記録した史料が残されており、「利根川の水逆流。当時、利根川は東京湾に注いでいた」(宇佐美, 2003<sup>7)</sup>)と津波が発生した可能性も考えられる。石橋(1994)<sup>8)</sup>は、この1433年(永享五年)の地震も相模トラフ沿いのプレート間大地震であった可能性を指摘している。

本報告で明らかにされた、津波堆積物から推定される元禄関東地震よりも一つ前の関東地震の発生日代は、1060-1260年以降、1300-1430年代以前であると推定される。元禄関東地震の一つ前の関東地震は、年代測定試料が再堆積した可能性もあり、1433年(永享五年)の地震の可能性も完全には否定できないが、これら史料による関東地震の候補と対比すると、1293年(永仁元年または正応六年)の地震であった可能性を示唆する。

## 2) 小網代湾内におけるロングジオスライサー調査

平成19年度に実施された小網代湾内の音波探査結果からは、海底下約3mの反射層を始めとして、多数の反射層が認められ、より古い多数の津波堆積物の存在が示唆された。このため、図8に示す湾内3カ所でロングジオスライサーにより、堆積物を採取した(図9)。抜き取り作業手順はハンディジオスライサー調査と同様である。すなわち、コノ字状

のサンプルトレイと開放面を覆うふた（シャッタープレート）の2つに分割したサンプラーを、2段階に分けて地盤に打ち込み、地下で併合させ同時に引き抜くことで、トレイ内側に挟み込まれた地層を抜き取ることで試料を得た。地層の採取方向は、定方位（南にサンプルトレイが開く方向）とした。

得られた試料の写真を図10に示す。また、ジオスライサー柱状図をもとに小網代湾海底の推定地層断面図を作成した。採取した計6試料のうち、Station 1-W、Station 2-N、Station 3-Nについて図11に、Station 1-S、Station 2-S、Station 3-Sについては図12に、それぞれ示した。縮尺は縦1:25、横1:1,000とし、各試料間の水平距離は実距離とした。各地点における層相の概要を以下に述べる。

#### ・ Station 1-W

上位から下位に向けて、①極細粒砂（シルト・貝殻混じり、生痕を含む）、②極細粒砂（細礫～中粒砂・シルト混じり）、③細粒砂～極細粒砂（シルト・貝殻混じり、生痕を含む）、④極細粒砂（シルト・貝殻混じり、生痕を含む）、⑤細粒砂～極細粒砂（中粒砂・貝殻混じり、生痕を含む）、⑥垂円礫～垂角礫、⑦火山礫凝灰岩、⑧シルト岩（火山礫凝灰岩を挟在する）に区分される。このうち①～⑥については、約1.8-2万年前の最終氷期最寒期（LGM）以降～現在にかけての海成堆積物（沖積層）、不整合面をはさんで下位の⑦、⑧については、新第三系基盤岩類（三浦層群）と推定される。

#### ・ Station 1-S

上位から下位に向けて、①極細粒砂（シルト・貝殻混じり、生痕を含む）、②細粒砂～極細粒砂（シルト・貝殻混じり）、③細粒砂～極細粒砂（細礫・シルト・貝殻混じり）、④極細粒砂（シルト・貝殻混じり）、⑤細粒砂～極細粒砂（シルト・貝殻混じり）、⑥砂礫（貝殻混じり）、⑦凝灰岩、⑧粗粒砂岩（凝灰質シルト岩をはさむ）に区分される。このうち①～⑥については、約1.8-2万年前の最終氷期最寒期（LGM）以降～現在にかけての海成堆積物（沖積層）、不整合面をはさんで下位の⑦、⑧については、新第三系基盤岩類（三浦層群）と推定される。

#### ・ Station 2-N

上位から下位に向けて、①極細粒砂（貝殻混じり）、②極細粒砂（貝殻・細粒砂混じり、生痕を含む）、③細粒砂～極細粒砂（貝殻混じり、生痕を含む）、④細粒砂（中礫・貝殻混じり、生痕を含む）、⑤細粒砂～極細粒砂（貝殻混じり、生痕を含む）、⑥中粒砂～細粒砂（貝殻・中礫混じり）、⑦砂礫（貝殻混じり）、⑧シルト岩に区分される。このうち①～⑦については、約1.8-2万年前の最終氷期最寒期（LGM）以降～現在にかけての海成堆積物（沖積層）、不整合面をはさんで下位の⑧については、新第三系基盤岩類（三浦層群）と推定される。

#### ・ Station 2-S

上位から下位に向けて、①極細粒砂（貝殻混じり、生痕を含む）、②細粒砂（貝殻混じり、生痕を含む、弱い葉理、最下部に円礫）、③砂質シルト岩（貝殻片、円礫混じり）に区分される。このうち①、②については、約1.8-2万年前の最終氷期最寒期（LGM）以降～現在にかけての海成堆積物（沖積層）、不整合面をはさんで下位の③については、新第三系基盤岩類（三浦層群）と推定される。

#### ・ Station 3-N

上位から下位に向けて、①細粒砂～極細粒砂（貝殻混じり）、②極細粒砂（貝殻混じり、生痕を含む）、③中粒砂～細粒砂（貝殻混じり、弱い葉理）、④細粒砂（貝殻混じり、弱い葉理、下半部に生痕を含む）、⑤中粒砂～細粒砂（貝殻混じり）、⑥極細粒砂（貝殻混じり、生痕を含む）に区分される。全層準を通じて約 1.8-2 万年前の最終氷期最寒期（LGM）以降～現在にかけての海成堆積物（沖積層）と思われ、Station 1-W その他で確認された基盤岩類は、当該地点ではより下位に存在すると推定される。

#### ・ Station 3-S

上位から下位に向けて、①細粒砂～極細粒砂（貝殻混じり）、②極細粒砂（貝殻混じり）、③中粒砂～細粒砂（貝殻混じり、生痕を含む）、④細粒砂（貝殻混じり、生痕を含む、一部に弱い葉理）、⑤中粒砂～細粒砂（貝殻混じり、一部に弱い葉理）、⑥極細粒砂（貝殻混じり、生痕を含む）に区分される。全層準を通じて約 1.8-2 万年前の最終氷期最寒期（LGM）以降～現在にかけての海成堆積物（沖積層）と思われ、Station 1-W その他で確認された基盤岩類は、当該地点ではより下位に存在すると推定される。

以上をもとに全体的な層相の概略についてまとめると、以下の通りとなる。沖積層は細粒砂～極細粒砂を主体とし、一部層準に中礫、細礫～中粒砂が混じる（もしくはパッチ状に挟在する）。貝殻片が全体的に混じり、生痕が多く観察される。Station-3N、Station 3S の一部層準で弱い葉理が観察されるものの、塊状無層理の層相が大半である。これは、生物擾乱によって堆積構造が破壊されたためであると思われる。各地点間で区分された層相の細かな対比は、現時点では困難である。新第三系基盤岩類（三浦層群）は凝灰岩、火山礫凝灰岩、シルト岩、および粗粒砂岩から主に構成される。最終氷期最寒期（LGM）における削剥の影響と地層の傾斜のため、各地点間での層相の側方への対比は困難である。

それぞれの地点で採取されたジオスライサーの柱状図、断面図スケッチならびに粒度分析（図 13～15）からは、干潟のように津波堆積物は明白ではないものの、コア 1-S の深さ 2m までには、4 層のイベント層が認められた。上から 2 番目のイベント層には、径 10cm 程度の垂円礫が含まれ、上部にはフジツボが付着している。フジツボの付着は或る水平面以下にはなく、この面より上が海水中にあったと考えられる（図 16）。内湾性の泥質極細粒砂中のこの礫は、津波の強い引き波によって運ばれたものと考えられ、この礫が海中に堆積後フジツボが付着したものである。このフジツボの  $^{14}\text{C}$  年代は  $710\pm 30\text{yBP}$  で、小網代湾で元禄関東地震によって隆起したと考えられるノッチから得られた穿孔貝の  $^{14}\text{C}$  年代 [Shishikura et al., 2007<sup>10)</sup>]  $620\pm 40$ ,  $610\pm 40$ ,  $670\pm 40$ ,  $690\pm 40\text{yBP}$  とほぼ等しい。年代が逆転しているものの、誤差を考慮するとフジツボの付着した垂円礫は元禄関東地震による津波堆積物の可能性が高い。また、上から 3 番目の層内の合弁貝殻の  $^{14}\text{C}$  年代値として、西暦 1230-1400 年が得られ、これは小網代湾ハンディジオスライサー調査から得られた T3 層の発生年代と調和的である。湾奥干潟におけるハンディジオスライサー掘削調査、及び湾内におけるロングジオスライサー掘削調査の結果を史料と対比させると、1293 年の地震が元禄関東地震の一つ前の関東地震であった可能性が高い。また、コア 3-S の深さ 3m よりも下においてもいくつかのイベント層が認められ、 $^{14}\text{C}$  年代測定によるイベント年代の特定を試みている。

### 3) 神奈川県三浦半島江奈湾におけるハンディジオスライサー調査

江奈湾は図 17 に示すように小網代湾と同様に三浦半島に位置しており、前浜干潟と入り江干潟が存在する。空中写真（図 18）が示すように、平成 6 年 10 月に松輪漁港の一部が漁港施設用地取得のために公有水面が 0.8ha ほど埋め立てられた他は、大きな地形変化を伴う開発は行われておらず、過去の津波堆積物をそのまま保存していると期待される。そこで、2009 年 1 月 31 日～2 月 1 日に、江奈湾の入り江泥干潟において 1.5m 長ハンディジオスライサーを用いた予備掘削調査を実施し（図 19）、得られた試料について地層断面スケッチ・写真撮影・試料採取を実施した。

本調査における掘削地点を図 20 に示す。得られたコアからは、非常に細粒なシルト層に挟まれて、多数の貝殻片や砂を含む淘汰の悪い小礫層が 2 層、明瞭に認められた（図 21）。江奈湾泥干潟に注ぎ込む田鳥川は、流路延長約 2km の農業用排水路であり、これらの非常に細粒なシルト層は明らかに陸起源の堆積物である。これらのシルト層に挟まれた淘汰の悪い小礫層は、多数の貝殻・貝殻片を含んだ海起源の堆積物であり、イベント堆積物の可能性を強く示唆する。また、これらの層の上下で明瞭な粒径変化を視認することができ、この前後に何らかの堆積環境の変化があったことが推察される。

#### 4) 東京都江戸川区江戸川小学校におけるボーリング調査

平成 8 年度に旧江戸川において認められた割れ目及び地層の不連続は、平成 19 年度に実施されたジオスライサー掘削調査（島崎ほか 2008<sup>11)</sup>）から、旧江戸川と東西に交差する埋没谷と思われる構造に起因した地震痕跡の可能性が高く、重力性の地すべり的な動きを伴った可能性がある」と結論付けた。これらの地震痕跡の発年代が特定されれば、古地震の履歴解明に向けて役立つことが期待される。平成 8 年度調査時の最上位層がその後の人工改変（と思われる）によって消失していたために、これらのイベント発年代の更なる絞込みを目的として平成 19 年度末にジオスライサー掘削調査地点付近の江戸川小学校において長さ 10m の機械ボーリング掘削調査を実施し、本年度は昨年度に採取したボーリング試料について引き続き整理し、取り纏めた。

図 22 に、ボーリング掘削調査地点および平成 19 年度に報告した旧江戸川河床におけるジオスライサー掘削調査地点を示す。また、図 23 にコアの写真及び断面図スケッチを示す。得られたコアの層相は以下に示す通りである。

0.00-0.095m：灰～黄灰色の表土（細粒砂混じり極粗粒砂）

0.095-0.30m：褐灰色の礫（ガラ）混じり砂質シルト（盛土）。礫径 10mm-30mm

0.30-0.495m：灰白色の極碎石（ガラ）

0.495-0.635m：灰白～褐灰色の礫（ガラ）混じり細粒砂～砂質シルト（盛土）。礫径 5mm-30mm

0.635-0.815m：黄褐～褐色の礫混じりローム質シルト（旧表土）。植物根を含む。礫は亜角礫。礫径 5mm-15mm

0.815-1.00m：黒灰色の礫混じり中粒砂～細粒砂。礫は亜角礫。礫径 5mm-40mm

1.00-1.03m：褐灰色のシルト混じり極粗粒砂～粗粒砂

1.03-1.11m：灰白色の凝灰質シルト混じり極粗粒砂

1.11-1.22m：黒～黒灰色（褐色混じり）の礫混じり粗粒砂～中粒砂。礫は亜円礫。礫径 10mm-30mm

- 1.22-1.50m : 暗灰色(褐灰色混じり)の粗粒砂～中粒砂。塊状である。140cm に垂円礫(径15mm)を含む。145-146cm に木片を含む
- 1.50-1.52m : 黒(褐色混じり)有機質砂質シルト
- 1.52-1.82m : 灰緑色の砂質シルト。塊状である。170-172cm、174-176cm にオリーブ灰色シルトのパッチを含む。176-180cm はシルト勝ち。180-182cm に極細粒砂が混じる
- 1.82-2.16m : 褐灰色のシルト混じり細粒砂～極細粒砂。182-188cm にシルトの薄層をレンズ状にはさむ。シルトをパッチ状にはさむ。
- 2.16-2.47m : 暗灰色の細粒砂。220cm 付近にシルトのパッチを含む。221-222cm に灰白色凝灰質粗粒砂(1-2mm 厚)をはさむ。224-226cm 付近に弱い平行葉理がみられる。230-234cm 付近に弱い斜交葉理?がみられる。237-247cm 付近にシルトのパッチ(生痕?)を含む。
- 2.47-2.59m : 暗灰色の細粒砂混じりシルト。252-255cm 付近に細粒砂のパッチを含む。254-258cm 付近に斜交葉理がみられる。
- 2.59-4.41m : 暗灰色の中粒砂～細粒砂。弱い平行葉理がみられる。260-266cm 付近に生痕(シルト)を含む。277-281cm、282-283cm に灰白色凝灰質粗粒砂(1-3mm 厚)をはさむ。300-320cm はシルト混じり。313-316cm に灰白色凝灰質(?)粗粒砂(パッチ状)をはさむ。314-316cm 付近にシルトのパッチ(生痕?)を含む。325-330cm 付近に弱い平行葉理がみられる。335-358cm に平行葉理がみられる(傾斜している)。358-372cm に平行葉理がみられる(ほぼ水平)。359cm に灰白色凝灰質(?)粗粒砂(2-3mm 厚)をはさむ。364-365cm に灰白色凝灰質(?)粗粒砂(10mm 厚)をはさむ。374-380cm はシルト混じり。376-378cm に灰白色凝灰質(?)粗粒砂(パッチ状)をはさむ。382-387cm は粗粒砂混じり。407-412cm 付近に弱い平行葉理がみられる。420-430cm に平行葉理がみられる。430cm 以深に粗粒砂が混じる。430-440cm に斜交葉理がみられる。
- 4.41-4.53m : 暗灰色(灰白色混じり)の粗粒砂～中粒砂。弱い葉理がみられる。443-444cm、445-446cm、450-451cm に灰白色極粗粒砂～粗粒砂(1-2mm 厚)をはさむ。
- 4.53-5.74m : 暗灰色の中粒砂～細粒砂。塊状である。464-480cm、516-524cm、533-538cm 付近はシルト混じり。532-534cm にシルトの薄層をはさむ。540-552cm に粗粒砂が混じる(546-552cm に灰白色極粗粒砂～粗粒砂が混じる)。564-574cm に平行葉理がみられる(傾斜している)。
- 5.74-5.835m : 暗灰色の粗粒砂～中粒砂。弱い葉理がみられる。574-577cm に灰白色極粗粒砂～粗粒砂をはさむ。
- 5.835-6.00m : 暗灰色の砂質シルト。塊状である。584cm、586cm、588cm に木片を含む。592-598cm はやや有機質である(シルトのパッチを含む)。595cm に植物片を含む。
- 6.00-6.02m : void。
- 6.02-6.14m : 暗灰～黒灰色の砂質シルト。605cm、606-607cm、609-610cm はやや有機質である。

- 6.14-6.17m : 暗灰色の極細粒砂。斜交葉理が発達する。614-615cm はやや有機質である。
- 6.17-6.19m : オリーブ灰色のシルト。617-618cm はやや有機質である。
- 6.19-6.38m : 暗灰～オリーブ灰色の砂質シルト～シルトと極細粒砂（シルト混じり）の互層。斜交葉理が発達する。
- 6.38-6.43m : 暗灰色のシルトと極細粒砂の互層。
- 6.43-6.52m : 暗灰色の砂質シルト～シルト混じり極細粒砂。塊状である。
- 6.52-6.62m : 暗灰色の砂質シルトと極細粒砂の互層。斜交葉理がみられる。659-660cm はやや有機質である。
- 6.62-6.83m : 暗灰色の砂質シルト。弱い葉理がみられる。
- 6.83-6.97m : 暗灰色の砂質シルト～シルト。691-692cm はやや有機質である。
- 6.97-7.00m : void。
- 7.00-7.16m : 暗灰色の砂質シルト。極細粒砂の薄層をはさむ。710cm 以深で生痕が発達する。711-712cm はやや有機質である。
- 7.16-7.20m : 暗灰～オリーブ灰色の砂質シルト～シルト。生痕が発達する。719-720cm は極細粒砂とシルトの互層（葉理が発達）。
- 7.20-7.23m : オリーブ灰色のシルト。植物片を含む。
- 7.23-7.26m : 暗灰色（褐色混じり）のシルト（やや有機質）。葉理がみられる。炭質物、極細粒砂パッチ（生痕）を含む。
- 7.26-7.28m : 暗灰色の極細粒砂。平行葉理がみられる。
- 7.28-8.00m : 暗灰色の砂質シルト。生物擾乱を受ける。730-736cm に弱い平行葉理がみられる。736cm 以深に貝殻小片を含む。770cm 付近に貝殻小片を密に含む。
- 8.00-8.05m : void。
- 8.05-8.69m : 暗灰色の砂質シルト～シルト。塊状である。貝殻小片を散在する。
- 8.69-9.30m : 暗灰色の極細粒砂混じりシルト。塊状である。貝殻小片をやや多く含む。885-890cm、891-892cm、913-916cm に二枚貝（合弁）を含む。
- 9.30-10.00m : 暗灰色の砂質シルト～シルト。塊状である。貝殻小片を散在する。930cm 以深で貝殻片の含有量がやや少なくなる。987-990cm に貝殻片を含む。

上記の層相を要約すると、0.00－0.815m が盛り土、0.815－2.590m が砂とシルトの互層、2.59－5.835m が中粒砂～細粒砂、5.835－7.28m が砂質シルト～シルト（極細粒砂をはさむ）、7.28－10.00m が砂質シルト～シルト（貝殻片を含む）となる。

江戸川小学校でのボーリングコアと、平成 19 年度調査で得られた旧江戸川河床でのジオスライサーコア（GS-32+5）の層相を対比すると（図 24）、ジオスライサーコアでの B 層／C 層境界は、ボーリングコアの深度 GL-5.835m に対比される。同じく、C 層／D 層境界はボーリングコアでの深度 GL-7.28m に対比される。したがって、旧江戸川河床においては削剥により確認できなかった上部層は、ボーリングコアでの GL0.00m～GL-5.835m 間の地層に相当する。

島崎ほか（1998）<sup>12)</sup>では 2 つのイベントを同定しており、最新イベントが 14C 年代で 1800 年前以降に、もう一つは 2900 年～3700 年前に起こったと推定している。最新イベントは B 層／C 層境界を食い違わせており、少なくとも C 層が堆積した後に生じたものと考えられる。江戸川小学校ボーリング調査によって B 層／C 層境界の直下に位置する深度

584cm, 暗灰色の砂質シルト中から得られた木片の<sup>14</sup>C年代測定値として2240±30yBPが、また深度588cmのコア中に埋蔵されていた木片の<sup>14</sup>C年代測定値として2030±30yBPが得られた。したがって、ボーリング調査から推定される最新イベントの発生時期は2030±30yBP以降であると推定される。これは、1998年調査時に得られた1800年前以降というイベント年代値と調和的であるものの、その発生時期の更なる絞込みとまでは至らなかった。

#### 5) 東京低地の河川で実施された高分解能音波探査調査

首都圏河川域において液状化痕等の地震痕跡の調査を目的として音波探査を実施した。音波探査機器はSyQwest社製のStrataBox(3.5KHzタイプ)を使用し、GPS装置と連動させ同時に測位した。図25に都市河川での調査における音波探査測線を示す。

得られた音波探査断面図と国土地理院発行の5mメッシュ数値標高モデル、沖積層基底分布(遠藤ほか1983<sup>13)</sup>・1988<sup>14)</sup>)、東京都土木技術センター発行のボーリングコアによるN値情報などの情報を、Interactive Visualization Systems社製のソフトウェア、Fledermaus上にコンパイルし3次元的に観察した。その結果、地表面標高の低いゼロメートル地帯の地下には音波反射面から埋没谷構造が存在することが判明した(図26)。この埋没谷状構造は沖積層基底の埋没谷分布とは必ずしも一致せず、より深い地下構造と関連していることが推測される。この結果と、平成19年度の旧江戸川での知見を踏まえると、埋没谷構造の境界部では地震時に重力性の地すべりの動的な動きを伴う地震痕跡、すなわち層内断層として地震痕跡が保存される可能性が高い。したがって今後、これら層内断層の発生年代を特定することで古地震の履歴を解明することが可能であると期待される。

#### (c) 結論ならびに今後の課題

首都直下型地震の活動期は関東地震の80-90年前から始まる。したがって、関東地震の履歴を解明することで、次の首都直下型地震がいつ活動期に入るかを推測することができると考えられる。しかしながら、相模トラフ沿いで発生したプレート間大地震として知られているのは1923年大正関東地震と1703年元禄関東地震のみである。それ以前の関東地震については、史料から1293年(正応六年または永仁元年)の地震(石橋、1991<sup>1)</sup>)や、1433年(永享五年)の地震(石橋、1994<sup>8)</sup>)などが候補として挙げられているものの、結論は得られていない。また、地形学的には岩井低地の離水海岸地形から、大正型関東地震の発生年代として西暦1050年前後が推定されているが(宍倉・他、2001<sup>3)</sup>)、史料からの裏付けは欠いている。現在、大正関東地震の平均再来間隔は200年から400年程度と見積もられているが〔地震調査研究推進本部、2004<sup>15)</sup>〕、この平均再来間隔は2つの関東地震の発生年に強く依存している。したがって、関東地震の履歴を解明することは次の関東地震の発生ならびに首都直下型地震の活発化時期を予測するために必要不可欠である。

そこで、元禄関東地震より前の関東地震の履歴解明を目的として、小網代湾奥の干潟においてハンディジオスライサー掘削調査を、湾内でロングジオスライサー掘削調査を実施した。これらの掘削試料からは元禄関東地震の一つ前の関東地震によるものと考えられる津波堆積物が認められ、その発生年代と史料による関東地震の候補との対比から、1293(正応六年または永仁元年)年の地震が一つ前の関東地震であった可能性が高いと結論した。

これは関東地震の履歴解明に対して重要な成果である。しかしながら、関東地震の更なる履歴解明のためには小網代湾のみならず、広範な沿岸域における津波堆積物調査を実施し、史料についても再調査を実施することが必要である。そこで、平成 21 年度においては、本年度の予備調査でイベント層の存在が強く示唆された江奈湾の入り江干潟を中心にハンディジオスライサー掘削調査を実施する。

#### (d) 引用文献

- 1)石橋克彦：1293 年永仁鎌倉地震と相模トラフ巨大地震の再来間隔，地震学会 1991 年秋季大会講演予稿集，251，1991.
- 2)中田高，島崎邦彦：活断層研究のための地層抜き取り装置 (Geo-slicer)，地学雑誌，106，59-69，1997.
- 3)高田圭太，中田高，宮城豊彦，原口強，西谷義数：沖積層調査のための小型ジオスライサー(Handy Geoslicer)の開発，地質ニュース，579，12-18，2002.
- 3)宍倉正展，原口強，宮内崇裕：房総半島南西部岩井低地の完新世離水海岸地形からみた大正型関東地震の発生年代と再来間隔．地震第 2 輯，53 巻 4 号，357-372，2001.
- 4) Matsuda, T., Y. Ota, M. Ando and N. Yonekura: Fault mechanism and recurrence time of major earthquakes in southern Kanto district, Japan, as deduced from coastal terrace data, Geological Society of America Bulletin, V.89, 1610-1618, 1978.
- 5)宍倉正展：変動地形からみた相模トラフにおけるプレート間地震サイクル，地震研究所彙報,Vol.78, 245-254，2003.
- 6)小山真人：日本の史料地震学研究の問題点と展望—次世代の地震史研究に向けて—．地学雑誌，108，346-369，1999.
- 7)宇佐美龍夫：日本被害地震総覧 [416]-2001，東京大学出版会，605pp，2003.
- 8)石橋克彦：大地動乱の時代—地震学者は警告する—，岩波書店，234p，1994.
- 9)今泉俊文，原口強，中田高，奥村晃史，東郷正美，池田安隆，佐藤比呂志，島崎邦彦，宮内崇裕，柳博美，石丸恒存：地層抜き取り装置とボーリング調査による糸静線活断層系・神城断層のスリッププレートの検討，活断層研究，16，35-43，1997.
- 10)Shishikura, M., T. Echigo, and H. Kaneda: Marine reservoir correction for the Pacific coast of central Japan using  $^{14}\text{C}$  ages of marine mollusks uplifted during historical earthquakes, Quaternary Research, 67, 286-291, 2007.
- 11) 島崎邦彦，原口強，石辺岳男，中田高：旧江戸川で見いだされた地震痕跡，日本地球惑星科学連合大会予稿集 (S141-P010).
- 12) 島崎邦彦ほか：江戸／東京下町被害地震の特定，平成 8 年度科学研究費補助金基盤研究 (B) (2) 研究成果報告書，55p，1998.
- 13) 遠藤邦彦，関本勝久，高野司江遠ほか：関東平野の“沖積層”，アーバンクボタ no21，26-43，1983.
- 14) 遠藤邦彦，小杉正人，菱田量：関東平野の沖積層とその基底地形，日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」，23 号，p37-48，1988.
- 15) 地震調査研究推進本部：相模トラフ沿いの地震活動の長期評価について，31p，2004.
- 16) 環境省：干潟生態系に関する環境影響評価技術ガイド，155p，2008.

## (e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果	発表者氏名	発表場所	発表時期	国際・国内の別
三浦半島小網代湾干潟の津波堆積物（口頭）	島崎邦彦・金幸隆・千葉崇・石辺岳男・都司嘉宣・岡村眞・松岡裕美・行谷佑一・佐竹健治・今井健太郎・泊次郎	第25回歴史地震研究会（産業技術総合研究所共用講堂）	2008年9月13日～9月15日	国内
三浦半島小網代湾干潟の津波堆積物から推定される12世紀以降の関東大地震（口頭）	島崎邦彦・金幸隆・千葉崇・石辺岳男・都司嘉宣・岡村眞・松岡裕美・行谷佑一・佐竹健治・今井健太郎・泊次郎	第7回アジア国際地震学連合総会・2008年秋季大会合同大会B11-05.（つくば国際会議場）	2008年11月24日	国内
Kanto Earthquakes Inferred From the Formation Process of Tidal Flat, Miura Peninsula, Central Japan (口頭)	Shimazaki K., H. Kim, T. Chiba, T. Ishibe, Y. Tsuji, M.. Okamura, H. Matsuoka, Y. Namegaya, K. Satake, K. Imai, J. Tomari.	AGU Fall Meeting T51C-03, San Francisco California, U.S.A..	15-19 Dec., 2008,	国際
Pre-Genroku Kanto Tsunami Deposit Found in Koajiro Bay, Miura Peninsula, Japan. (ポスター)	Shimazaki K., H. Kim, T. Chiba, T. Ishibe, Y. Tsuji, M.. Okamura, H. Matsuoka, Y. Namegaya, K. Satake, K. Imai, J. Tomari.	4th International Workshop on the Kanto Asperity Project. (Auditorium at the Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japan.)	7-9, Jan. 2009.	国際

学会誌・雑誌等における論文掲載

なし

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果	対応者氏名	報道・掲載機関	発表時期	国際・国内の別
関東地震は間隔2通り	島崎邦彦	東京新聞、千葉日報、静岡新聞、東奥日報、新潟日報、高知新聞、愛媛新聞など。	2008年9月14日	国内
13世紀に関東大震災級	島崎邦彦	朝日新聞	2008年11月18日	国内
関東地震調査	島崎邦彦	NHK首都圏ネットワーク	2008年12月1日	国内
関東大震災級、13世紀末にも	島崎邦彦	神奈川新聞	2008年12月14日	国内

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1)特許出願

なし

2)ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

### (3) 平成 21 年度業務計画案

関東地震を中心とした過去の地震履歴を解明するために、引き続き三浦半島小網代湾で得られた津波堆積物の分析を行う。また、同半島江奈湾などでジオスライサー掘削等の地質学的痕跡の調査を実施する。

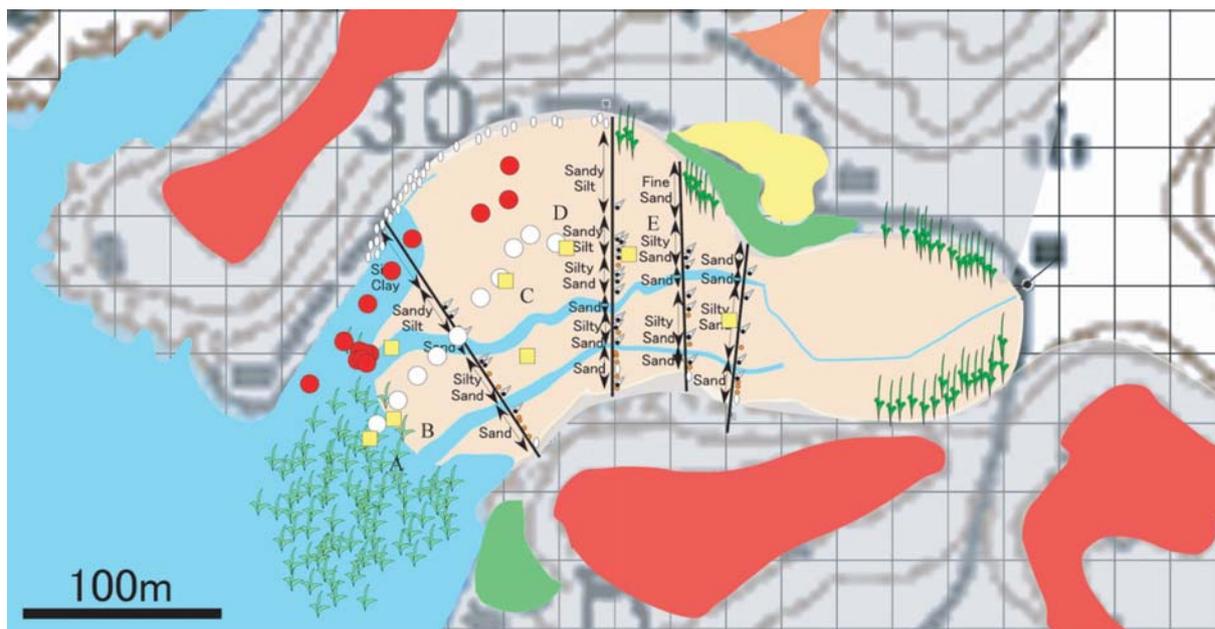
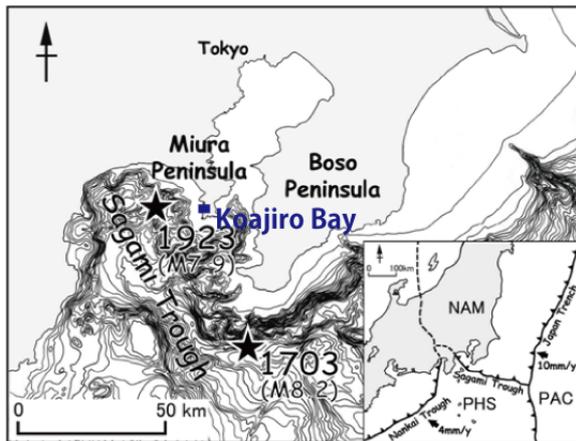


図 1. 小網代湾の位置（上、宍倉他 2001 に加筆）とジオスライサー掘削位置図（下）

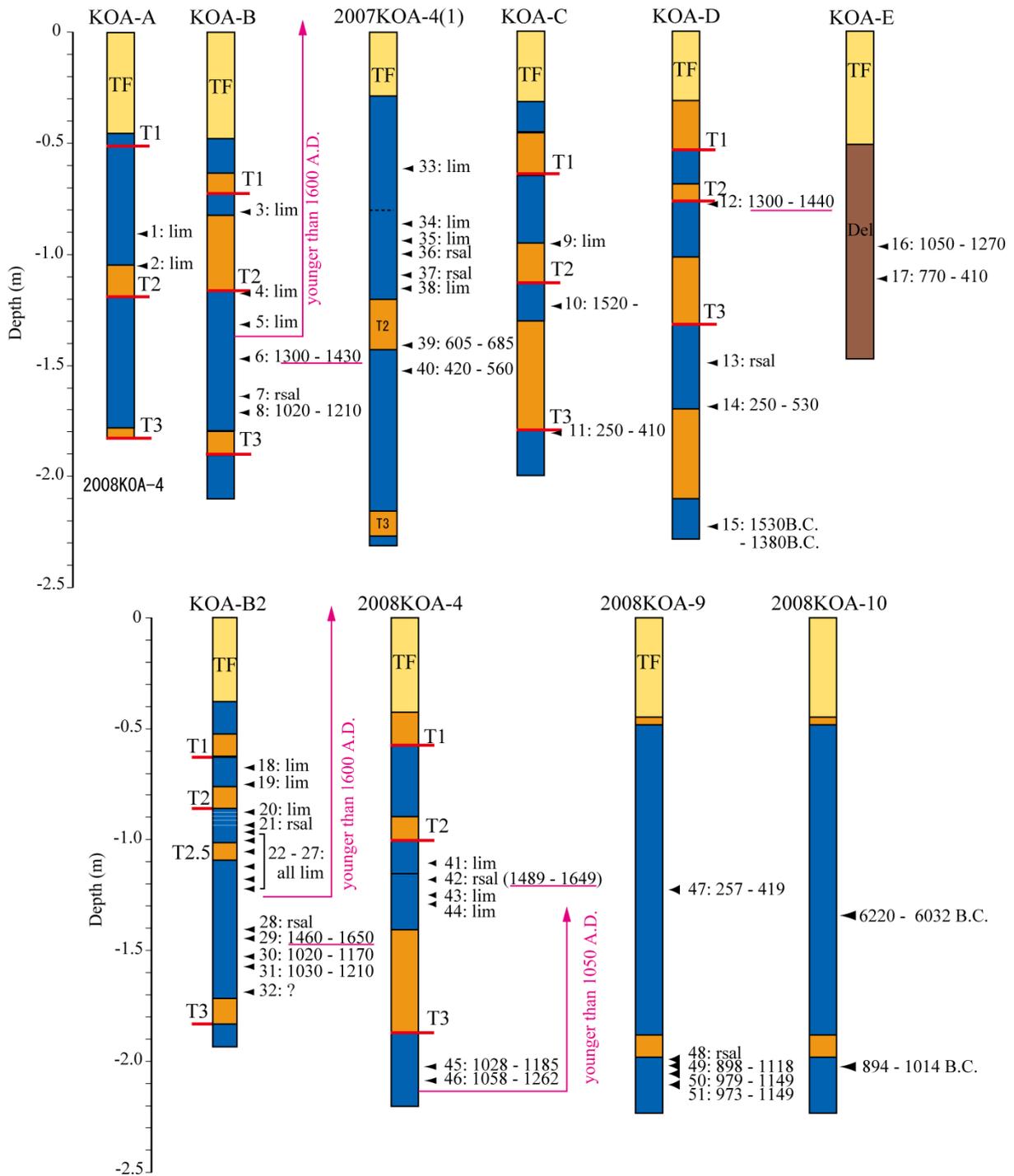


図 2. ジオスライサー柱状図と放射性炭素年代測定結果

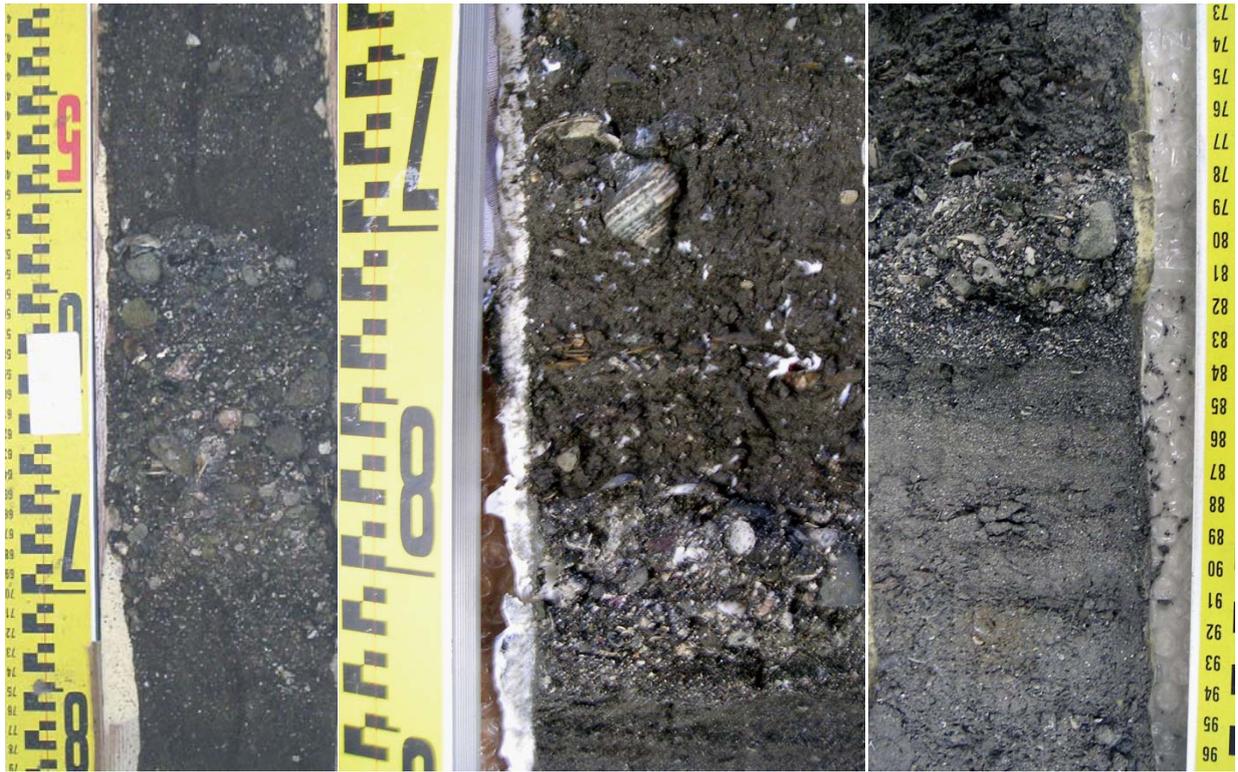


図 3. 泥質砂層堆積物中に挟まれた、貝殻片・砂層・小礫・粗粒砂からなる津波堆積物

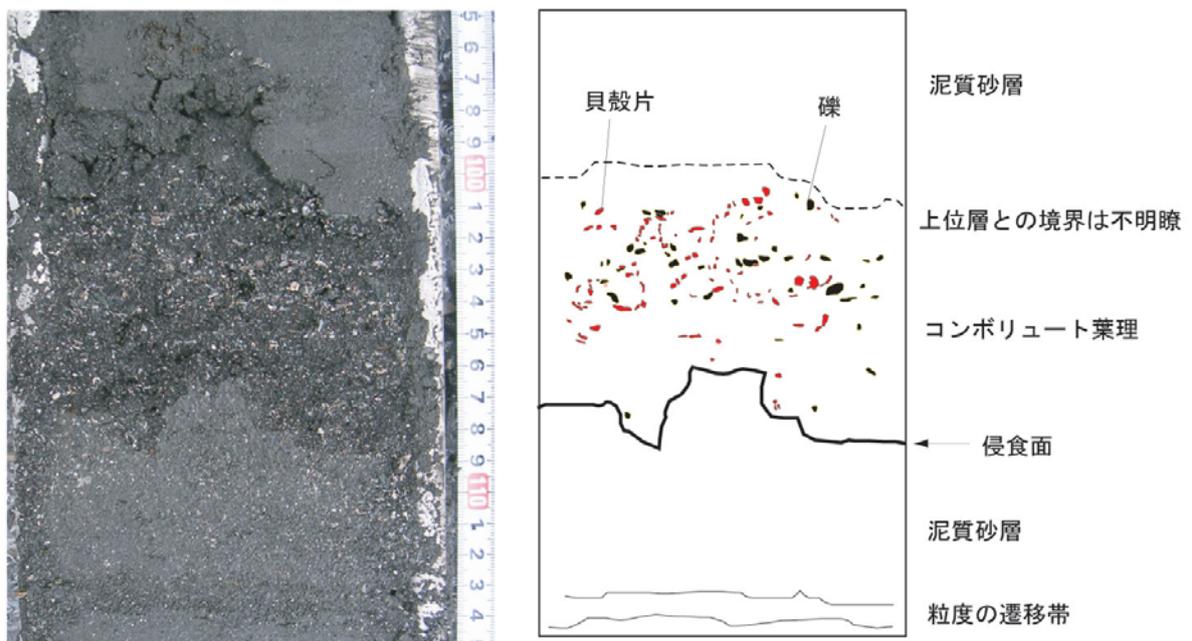


図 4. 強い流れを示す津波堆積物の特徴

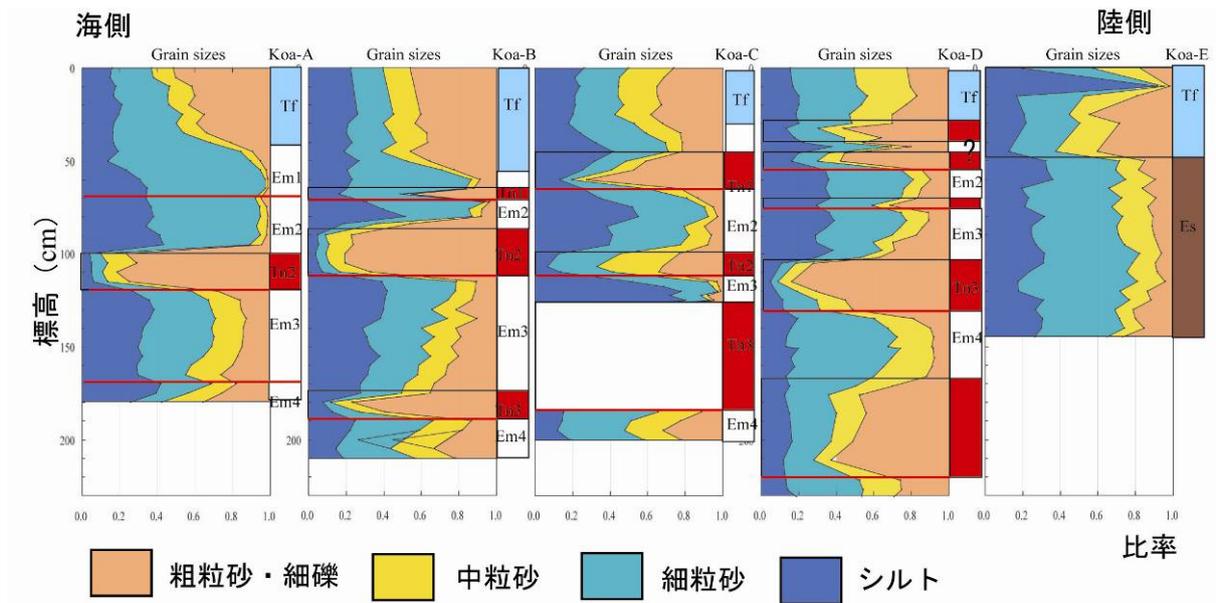


図 5. 粒度分布に基づいた層序区分. 左欄は粒度、右欄は層序.

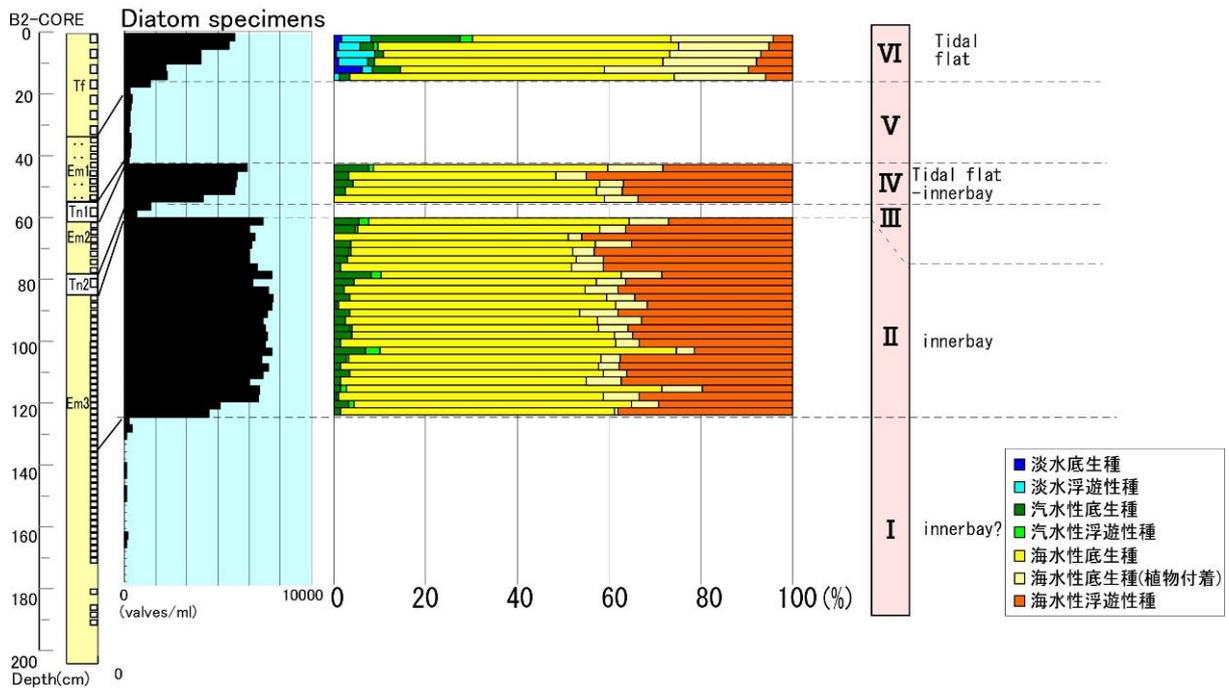


図 6. B-2 コアにおける珪藻分析と層序区分. 左のヒストグラムは殻数を表し、右の棒グラフは環境種の百分率を表す.

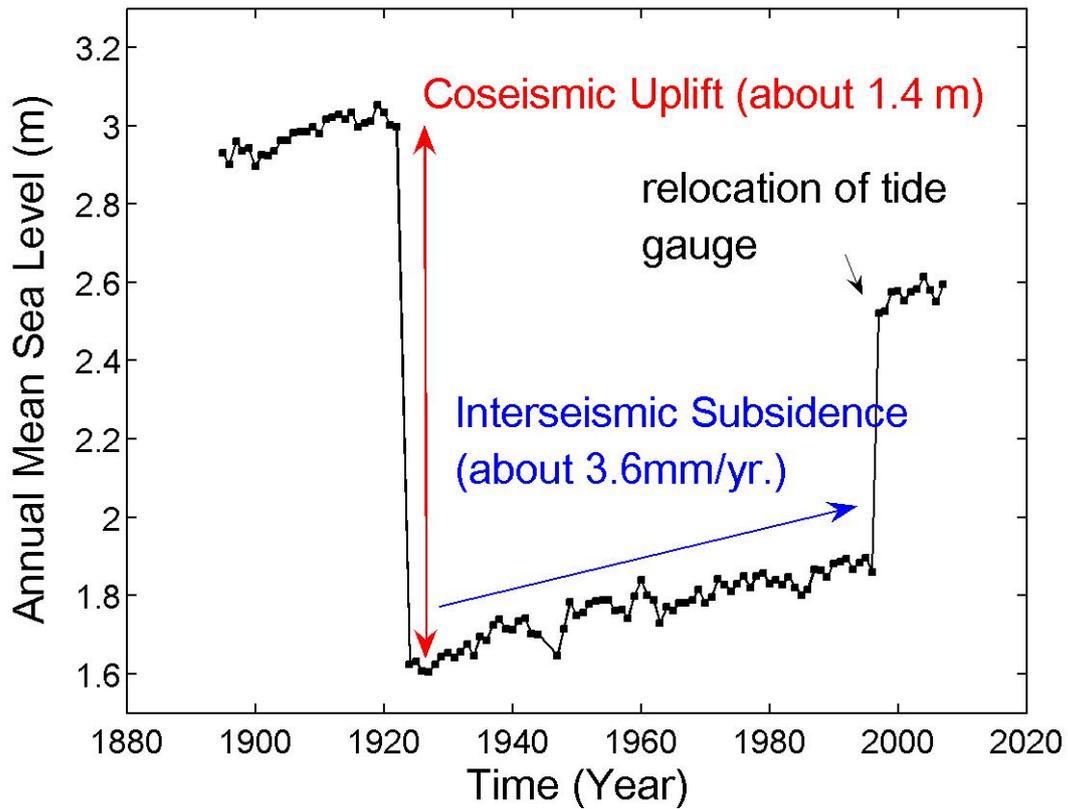


図 7. 油壺験潮記録による 1923 年大正関東地震時の隆起と地震後の沈降。1923 年大正関東地震時には 1.4m の隆起（平均潮位の相対的な低下）が、地震後には年間 3.6mm の速度での沈降（平均潮位の相対的な上昇）がそれぞれ観測されている。

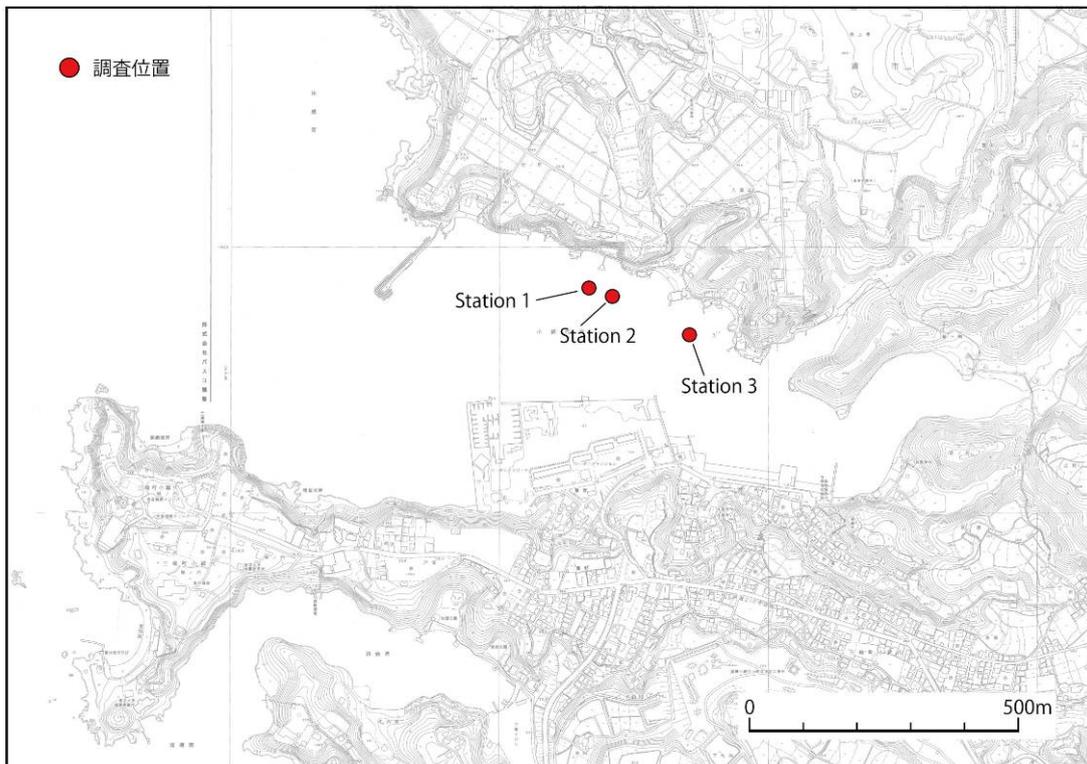


図 8. ロングジオスライサー調査地点位置図（三浦市発行 1/2500 都市計画図に加筆）

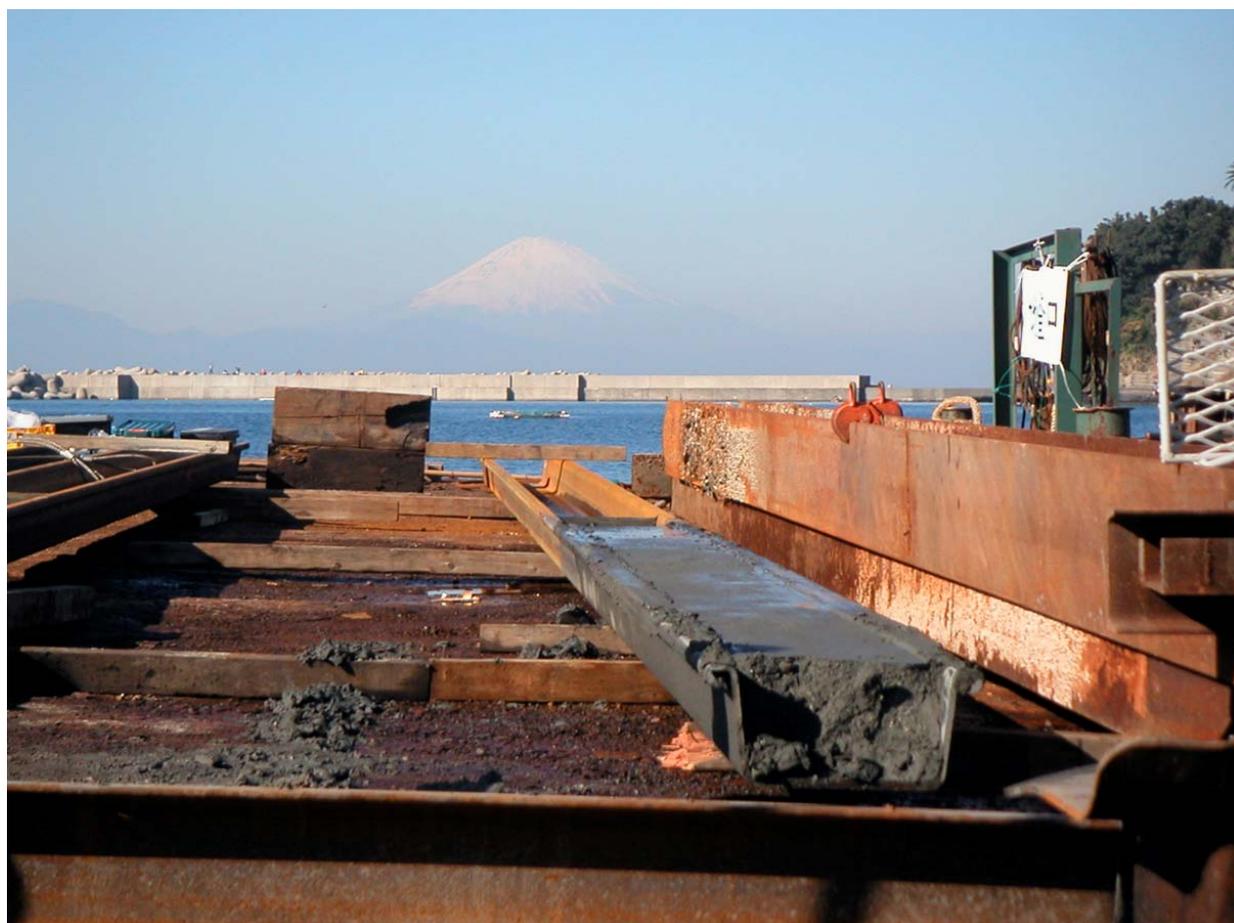


図 9. (上) ジオスライサー掘削作業風景 (下) 採取された試料