

駿河湾北部沿岸域の海底堆積物の特徴とその堆積プロセス

Spatial variation of coastal marine sediments of the northern Suruga Bay, central Japan and their depositional processes

西田尚央¹・池原 研¹
Naohisa Nishida¹ and Ken Ikehara¹

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

Abstract: Suruga Bay is characterized by narrow shelves, steep slope and complicated sea-floor physiography, because that is a structural bay formed in relation to the tectonic movements. Therefore, earthquakes often occur in the bay (e.g., 2009 the Suruga Bay Earthquake), and amount of sediments are supplied directly from adjacent high mountains. In previous studies, only a few core samples have been collected from coastal area (~50m water depth), thus it is unclear that the influences of earthquakes and flood discharges from rivers on formation of marine sediments in the bay. This study collected core samples with surface sediments from the coastal area. As a result, surface sediments were collected from 20 sites on shelf to slope (28~850m water depth) by using a grab sampler and G.S.-type surface sediment sampler (Ashura). Core samples with their core lengths of 31~331cm were also collected from 8 sites on shelf to slope by using gravity (SC3-2, 4, 7, 12, 19 and 19-2), vibro- (SC2, 3, and 11), and piston corers (SC5). Radiocarbon dates and sediment lithology reveal that the most of collected core samples are interpreted to be the Holocene highstand sediments. Overall, depositional processes inferred from the lithofacies are variable due to the distinguished physiography and location of river mouths, although all the sites for core samples are on coastal area within only 5km of coastline. In particular, some sediments are likely to be episodic-event origins. For instances, core samples collected from the Senoumi Basin are characterized by fine-grained turbidites, which are interpreted to have been originated from the 2009 Suruga Bay earthquake. In addition, a gravity core sample collected from the Fuji River mouth is characterized by plant-rich sediments supplied from flood discharges. Therefore, earthquakes and flood discharges have important roles for sediment transport from coastal areas directly to deep seas in the bay.

Key words: marine sediments, radiocarbon dating, seismo turbidite, flood deposit

要 旨

駿河湾は、狭い陸棚と急峻な斜面を特徴とする構造性の湾である。特に、地震活動が活発であるとともに、堆積物を大量に供給する河川が流入していることが特徴である。しかし、従来、駿河湾の沿岸域においては、コア試料がほとんど採取されてこなかったため、地震や洪水流が湾内での堆積層形成に与える影響は、必ずしも十分に理解されていない。このため、本研究では、主に海岸線からの距離が 5km 以内の沿岸域において、グラブ採泥器を用いた表層採泥及びグラビティコアラー、パイプロコアラー、ピストンコアラーを用いた柱状採泥を行った。その結果、水深 28 ~ 850m の陸棚-斜面の 20 地点から表層堆積物が採取された。また、そのうち 8 地点から長さ 31 ~ 331cm のコア試料が得られた。これらのコア試料は、放射性炭素年代測定値

や岩相の特徴をふまえると、主に完新世の高海水準期に形成された堆積物と考えられる。また、それらの堆積物は、水深や河口との位置関係に対応して、多様なプロセスで形成されていることが明らかとなった。特に、石花海海盆から採取されたコアは細粒タービダイトで特徴づけられ、2009 年駿河湾地震により形成された可能性がある。また、大雨にともなう台風の通過直後に採取された富士川河口沖のコア試料は、植物を多量に含み、洪水起源の堆積物である。これらのことは、地震や洪水は、陸棚が狭く急峻な斜面からなる駿河湾内において、沿岸域から深海域まで堆積物を輸送する重要な役割を担っていることを示している。

1. はじめに

静岡県東部の太平洋に面した駿河湾は、狭い陸棚と

急峻な斜面を特徴とし、最深部の水深が 2,500m に達する日本で最も水深が深い構造性の湾である（佐藤, 1985）。特に、駿河湾周辺はユーラシアプレートとフィリピン海プレートの境界に位置し、東海地震の予想震源域の一部を含む（例えば、中央防災会議・東海地震に関する専門調査会, 2001）など活発な地震活動が存在する。実際に、近年では、2009 年に駿河湾地震が発生し、海底地形の変化が生じたことが報告されている（例えば、Baba *et al.*, 2012）。一方、富士川や安倍川に代表される流入河川は、山間部から堆積物を供給し、河口域でファンデルタやデルタを形成している（例えば、Soh *et al.*, 1995）。このため、特に、狭い陸棚と急峻な斜面で特徴づけられる駿河湾においては、陸域から深海底に堆積物が直接供給される可能性があり、通常時と地震や大雨の洪水時の堆積物輸送の解明は堆積層形成や海域での物質循環の解明の上でも重要である。従来、駿河湾に分布する海底堆積物の特徴は、海上保安庁 (1978)、松本・木下 (1978)、大塚 (1980, 1985)、池谷・北里 (1980)、Ikehara *et al.* (1999) などによって報告されている。しかし、駿河湾の沿岸域では、これまでにコア試料がほとんど採取されておらず、地震や大雨にともなう湾内での堆積物形成の特徴は必ずしも明らかにされていない。このため、本論では、沿岸域を中心として 20 地点で採取された表層堆積物試料及びそのうちの 8 地点で採取されたコア試料の堆積プロセスについて検討し、湾内での地震や洪水が堆積物形成に及ぼす影響について明らかにする。

なお本論は、地質調査総合センター速報 No. 65 で概要を報告し（西田・池原, 2014）、その後データ等の追加及び考察を行い、海陸シームレス情報集として取りまとめたものである。

2. 調査地域概略

駿河湾の海底地形の特徴について、佐藤 (1985) にしたがってまとめる。駿河湾はフォッサマグナの南端に位置する構造性の湾で、海岸線から湾中央部の駿河トラフに向かって急峻で複雑な海底地形が発達している。陸棚の幅は全体的に狭いのが特徴である。すなわち、御前崎東方では陸棚外縁の水深が 80m で、陸棚の幅は約 9km である。陸棚の幅は湾奥に向かって減少し、焼津沖では約 1km である。焼津沖からさらに湾奥の富士川河口沖にかけては陸棚外縁の水深が 50 ~ 80m で、陸棚の幅は 2 ~ 6km である。また、富士川河口沖から東側では基本的に陸棚の発達に乏しいが、湾奥東端に位置する内浦湾では陸棚が発達しており、陸棚外縁水深が 140 ~ 150m で陸棚の幅は最大約 8km である。一方、駿河トラフを境として東側は陸棚の発達が弱い。陸棚外縁の水深は 120 ~ 200m で、陸棚の幅はおよそ 3km である。

駿河湾の海底地形は主に陸棚外縁と斜面によって分

類される。斜面の平均勾配は、御前崎沖から焼津沖までの範囲で約 11°, 焼津沖から蒲原沖までの範囲で約 8.5°, 内浦湾沖から伊豆半島西岸松崎沖までの範囲で 7 ~ 11° である。

斜面域では海底谷が発達している。これらは、主に水深 1,600 ~ 2,200m で湾中央部の駿河トラフに接続する。水深 800 ~ 1,000m で後述する石花海海盆に開口する海底谷もあるが、これらも合流して石花海堆の北側の海底谷を通じて駿河トラフに接続する。谷は直線状だけでなく、蛇行あるいは樹状に分岐や合流し、多様な形状である。このうち大規模な谷は、谷幅が 500m 以上ある。一方、斜面域中腹で消失する中規模な谷及び陸棚外縁付近のみに発達する小規模な谷は、谷幅がそれぞれ 100 ~ 500m, 100m 未満である。

湾中央部の駿河トラフ西側には、石花海堆が存在する。最も浅い部分は水深 32m で、頂部は平坦である。この西方には、駿河湾西岸の陸棚との間に、最深部が水深 925m の凹地である石花海海盆が発達している。石花海海盆の西側の斜面では、この地域を震源とする 2009 年駿河湾地震によって、海底地すべりが発生したと考えられている (Baba *et al.*, 2012; Matsumoto *et al.*, 2012)。

3. 調査・分析方法

本研究では、コア試料を含めた堆積物試料の採取が従来ほとんど行われてこなかった範囲を対象に、合計 20 点の採泥点を設定した。すなわち、安倍川河口沖から三保半島沖に至る湾西部で 5 地点、由比沖から田子の浦沖に至る湾奥中央部で 10 地点、湾奥東部の内浦湾の 5 地点である（第 1 図、第 1 表）。このうち湾奥中央部の 4 点については、富士川河口断層帯にともなう入山断層及び入山瀬断層の海域延長部（例えば、地震調査研究推進本部, 2010）をそれぞれ挟むように設定した。

全ての採泥点では、スミス・マッキンタイヤー式採泥器（第 2 図 A）による表層堆積物の採取を行った。得られた表層堆積物試料について、船上で 20×6×5cm の角柱状のプラスチックケース（有田式）を用いてグラブ採泥器から柱状試料（以下サブコア試料とよぶ）を 2 本採取した。また、湾西部の石花海海盆の地点 14 及び 15 の 2 点では、G.S. 型表層採泥器（アシュラ）（第 2 図 B）を用いた不攪乱表層堆積物試料を採取した。このアシュラは、長さ 60cm で内径 8.2cm のアクリルパイプ 3 本に同時にコア試料を採取できる。

表層採泥を行った 20 地点のうち、13 地点で柱状採泥を実施した。このうち 8 地点からコア試料が得られた。5 地点では主に底質の状態が原因で試料を得ることができなかった。柱状採泥は、底質や水深ならびに海底地形の状況に応じて、グラビティコアラ、ピストンコアラ、パイプロコアラを使い分けた（第 2

図 C, D, E). すなわち、泥から比較的砂質な堆積物までが採取可能なグラビティコアラを基本とし、表層採泥の結果から底質が特に泥質でより長い試料が見込まれた場合にはピストンコアラを用いた。一方、表層採泥の結果から底質がより砂質であった場合は、バイプロコアラを用いた。このうち、グラビティコアラは、バレル長 5m あるいは 3m でインナーチューブ内径 114mm, ピストンコアラは、バレル長 8m でインナーチューブ内径 75mm, バイプロコアラはバレル長 6m でインナーチューブ内径 88mm のものをそれぞれ使用した。採泥作業は川崎地質株式会社に依頼し、作業船挑洋丸 (268 トン, 金谷繁樹船長) を使用して 2013 年 9 月 8 日から 18 日にかけて実施した。なお、9 月 16 日には台風 18 号の通過にともなう調査海域を含む周辺地域では大雨が降った。例えば、静岡市葵区井川の 9 月 16 日の降水量は 371.0mm に達したのをはじめ、15 ~ 16 日の総降水量は駿河湾沿岸域から流入河川の上流部までの範囲で 100 ~ 300mm であった (気象庁, 2014)。

採取された堆積物試料のうち、コア試料は現地で 1m ごとに分割したのち、バイプロコアとピストンコア試料については川崎地質株式会社が半割したうえで産業技術総合研究所に運搬した。また、グラビティコア試料については、1m ごとに分割して運搬した。運搬された試料のうち、表層堆積物試料のサブコア試料 2 本については、1 本は包丁で分割し、整形後に写真撮影、肉眼記載、軟エックス線写真撮影、及び表層から深度 3cm までの範囲で最上部を構成する堆積物の粒度分析を行った。このうち粒度分析は、試料を 1wt% ヘキサメタリン酸ナトリウム溶液中で超音波洗浄機を用いて 5 分攪拌させたのち、レーザー回折式粒度分析装置 (Horiba LA960, 産業技術総合研究所設置) を用いて実施した。サンプル濃度は、半導体レーザー (赤) で 80 ~ 90%, LED (青) で 70 ~ 90% の範囲内になるようにした。また、屈折率は基本的に 1.65-0.0i (1.33) とし、粗粒な砂を主体とする St. 6 の試料のみ 1.55-0.0i (1.33) とした。サブコア試料の残りの 1 本は保存用とした。表層堆積物のうち G.S. 型表層採泥器で採取されたコア試料は、同じ地点で採取された 3 本のうち 1 本を記載用に半割にした。また、1 本は深度 1cm 毎にスライスし、株式会社地球科学研究所に依頼してセシウム 137 の分析を行った。残りの 1 本は保存用とした。

一方、コア試料については、グラビティコア試料のみ実験室で半割した。これを含めいずれのコア試料についても、半割したコア試料の片側を研究用、もう一方を保存用とした。このうち研究用のコア試料については、半割面を整形後に写真撮影、肉眼記載及び軟エックス線写真撮影を行った。軟エックス線写真の撮影は、40 kV, 2 mA で 10 秒程度照射する設定で、綜研ソフトロン社製 STA-1005 (産業技術総合研究所設置) を使用した。なお、貝殻片を多数ともなう地点 2 の

コア (SC2) 及びその他のコアの礫で構成される部分は、スラブ試料の採取が困難であったため軟エックス線写真撮影は行っていない。以上に加えて、二枚貝、巻貝、ウニの殻及び植物片を対象に、放射性炭素 (^{14}C) 年代測定を行った。このうち二枚貝の試料は、ほぼ離弁で破片化したものであった。これらについて、超音波洗浄機を用いておよそ 15 分洗浄後、40°C に設定した乾燥器で十分に乾燥させた。その後、株式会社地球科学研究所を通じて Beta Analytic 社の加速器質量分析法を用いて分析を行った。得られた年代値について、ソフトウェア CALIB 6.0 (Stuiver *et al.*, 2010) により、MARINE09 データセット (Reimer *et al.*, 2009) を用いて暦年較正を行った。海洋リザーバー効果の補正には、駿河湾と同様に太平洋側に位置する三浦半島で得られた 7 つの海洋リザーバー値 (Shishikura *et al.*, 2007) の平均値 $\Delta R = 133 \pm 16 \text{ yr}$ を用いた。本報告では、誤差のレンジは 2σ とし、暦年の確率分布中央値を用いる。

4. 結果

全 20 地点でグラブ採泥による表層堆積物試料が採取された (第 3 図, 第 4 図)。このうち 2 地点からはアシユラによってコア試料が採取された (第 5 図)。また、8 地点からは、長さが 31 ~ 331cm のコア試料が採取された (第 6 図)。ここでは、はじめにアシユラによるコア試料を含む表層堆積物試料の特徴についてまとめる。次に、 ^{14}C 年代測定の結果を含むコア試料の特徴についてまとめる。

4.1 表層堆積物

4.1.1 湾西部：安倍川一三保半島沖

安倍川河口沖の斜面上の地点 1 (水深 386m) からは、長さ 8.2cm のサブコア試料 (SG1) が得られた (第 3 図 A)。このうち下部の 3.7cm は最大径 2.8cm の中礫をともなう粗粒砂-細礫によって構成される。最上部の 4.5cm はラミナが認められない塊状のシルトで構成され、平均粒径は 19.1 μm である (第 4 図 A)。

安倍川河口沖の陸棚上の地点 2 (水深 33m) からは、長さ 9cm のサブコア試料 (SG2) が得られた (第 3 図 A)。この SG2 は、一様に淘汰の良い極細粒砂で特徴づけられ、平均粒径は 119.4 μm である (第 4 図 A)。

安倍川河口沖の石花海盆に位置する地点 14 (水深 774m) からは、長さが 11.1cm のサブコア試料 (SG14) が得られた (第 3 図 B)。砂層と泥層の互層から構成されるのが特徴である。このうちコア深度 11.1 ~ 8.3cm は主に淘汰の良い極細粒砂で、上部に向かって細粒化を示し、最上部はシルト質極細粒砂である。この上位のコア深度 8.3 ~ 4.5cm は、生物擾乱がまれでラミナが認められない塊状のシルトである。さらに上位のコア深度 4.5 ~ 1.1cm は、淘汰の良い極細粒砂で、軟エックス線写真では弱いラミナが認められる。下位

のシルトとの境界は生物擾乱をともなう。最上部のコア深度 1.1 ~ 0cm は粘土質シルトで平均粒径は 24.7 μm である (第 4 図 B)。下位の極細粒砂との境界は明瞭である。

地点 14 からは、アシュラによるコア (SA14-2) も採取された (第 5 図)。全長 15.5cm の試料のうち、コア深度 15.5 ~ 8.0cm は黒色の淘汰のよい極細粒砂で、その上位の 8.0 ~ 5.5cm は塊状のシルト、5.5 ~ 2.5cm は淘汰のよい黒色の極細粒砂で、最上部の 2.5 ~ 0.8cm には再びシルトが重なる。ただし、最表層の 0.8cm は砂質シルトからなる点のみサブコア試料と異なる。1cm スライス試料では、粗粒部をのぞいてセシウム 137 が下部から上部にかけて検出された (第 5 図)。

地点 14 と同様に石花海盆に位置する地点 15 (水深 850m) からは、長さが 9.1cm のサブコア試料 (SG15) が得られた (第 3 図 C)。下部が砂で上部が砂層を挟在するシルトで構成されるのが特徴である。このうちコア深度 9.1 ~ 5.3cm は、淘汰の良い砂で、下部の細粒-粗粒砂から上部のシルト質極細粒砂に上方細粒化を示す。この上位のコア深度が 5.3 ~ 0cm は下位の砂と明瞭な境界面をもつ塊状の粘土質シルトで、平均粒径は 22.1 μm である (第 4 図 B)。下部にはレンズ状のシルト質極細粒砂が認められる。また中部には、植物片をともなうシルト質極細粒砂が挟在する。この砂層の直下には、極細粒砂で充填される生痕が複数認められる。

アシュラにより地点 15 から採取された全長 28cm のコア (SA15-2) の岩相 (第 5 図) は、コア深度 10.5cm 以下は極細粒砂-粗粒シルトのパッチが散在する砂質シルトからなる。この岩相はサブコア試料には認められない。この上位の 10.8 ~ 8.0cm は弱い上方細粒化を示す極細粒砂であり、これは厚さ 2.5cm (深度 8.0 ~ 5.5cm) の生物擾乱を伴うシルトに覆われる。このシルト層は、厚さ 0.5cm (深度 5.5 ~ 5.0cm) の植物片を伴う薄い黒色の極細粒砂-粗粒シルト層に覆われ、その上位を塊状のシルト層が覆う。最表層の 0.5cm には表面酸化層が認められる。同じ地点の別のコア (SA15-5; 全長 18.5cm) もほぼ同じ特徴を示すが、最下部の岩相 (深度 18.5 ~ 10.5cm) は粗粒砂-細礫が散在する黒色の細粒砂からなる点が異なる (第 5 図)。これより上位は、深度 10.5 ~ 9.0cm に極細粒砂、9.0 ~ 7.0cm に生物擾乱を伴うシルト、7.0 ~ 6.5cm に植物片を含む粗粒シルト、6.5cm 以上に塊状シルトが認められ、試料表面に表面酸化層が確認される。SA15-5 の 1cm スライス試料を対象としたセシウム 137 の測定結果では、粗粒部をのぞいて下部から上部にかけていずれもセシウム 137 が検出された (第 5 図)。

安倍川河口東部に位置する三保半島沖の地点 3 (水深 56m) からは、長さ 12.2cm のサブコア試料 (SG3) が得られた (第 3 図 A)。全てが生物擾乱の影響を受けるシルト質極細粒砂で、一部で弱いラミナや貝殻

片をともなう。平均粒径は 92.8 μm で、主モードが 124.3 μm 、副モードが 9.4 μm のほぼバイモーダルな粒度分布を示す (第 4 図 A)。

4.1.2 湾奥中央部：由比一田子の浦沖

湾奥西部の興津川河口沖に位置する地点 16 (水深 120m) からは、長さ 12.4cm のサブコア試料 (SG16) が得られた (第 3 図 C)。一部に生物擾乱が認められる一様な砂質シルトで特徴づけられる。平均粒径は 51.5 μm であるが、主モードが 9.4 μm 、副モードが 94.5 μm のほぼバイモーダルな粒度分布を示す (第 4 図 B)。

由比沖の地点 4 (水深 90m) からは、長さ 10.8cm のサブコア試料 (SG4) が得られた (第 3 図 A)。一様に生物擾乱の影響を受けるシルトで特徴づけられる。平均粒径は 42.5 μm で、主モードが 9.4 μm 、副モードが 72.7 μm のほぼバイモーダルな粒度分布を示す (第 4 図 A)。

地点 4 に近接する地点 5 (水深 84m) からは、長さ 13cm のサブコア試料 (SG5) が得られた (第 3 図 A)。全体に生物擾乱の発達した粘土質シルトからなる。平均粒径は 56.0 μm で、主モードが 9.4 μm 、副モードが 82.4 μm のほぼバイモーダルな粒度分布を示す (第 4 図 A)。一部に植物片が認められる。また、最下部には径 1.8cm の礫が 1 個認められる。

湾奥富士川河口沖の東に位置する地点 6 (水深 28m) からは、長さ 12.5cm のサブコア試料 (SG6) が得られた (第 3 図 A)。全体が中粒-粗粒砂によって構成され、一部には弱いラミナが認められる。平均粒径は 663.0 μm である (第 4 図 A)。

地点 6 に近接する地点 7 (水深 48m) からは、長さが 8.8cm のサブコア試料 (SG7) が得られた (第 3 図 A)。このうちコア深度 8.8 ~ 6.8cm は中粒砂-細礫によって構成される。この上位のコア深度 8.8 ~ 0.3cm は、塊状のシルト質極細粒砂で下部に厚さ 0.2cm の粗粒-極粗粒砂層を挟在する。最上部のコア深度 0.3 ~ 0cm はシルトで、下位の砂層との境界には生物擾乱をともなう。平均粒径は 72.5 μm で、第 1 モードが 9.5 μm 、第 2 モードが 124.2 μm の少なくとも 2 つ以上のモードをもつ粒度分布を示す (第 4 図 A)。

富士川河口沖の斜面に位置する地点 8 (水深 400m) からは、長さ 6cm のサブコア試料 (SG8) が得られた (第 3 図 B)。このうちコア深度 6.0 ~ 2.2cm は下部が中礫をともなう粗粒砂-細礫で、上方に細粒化して上部が細粒-中粒砂である。この上位のコア深度 2.2 ~ 0cm は、肉眼では堆積構造や生物擾乱が認められないシルトだが、軟エックス線写真では、弱いラミナや最表層部から掘り込んだ一つの生痕が認められる。平均粒径は 40.8 μm である (第 4 図 A)。下位の砂層との境界はシャープで明瞭である。なお、サブコアが採取された採泥作業の直前の採泥作業では、長径およそ 5cm の円礫が 2 個採取された。これらが採泥器の可動部に挟ま

って隙間がある状態で揚収されたため、その他の試料は得られなかった。したがって、SG8 の特徴との関係は不明だが、後述する SG9, 10 と同様に、礫は SG8 として得られた堆積物のより下位に存在している可能性が高い。

富士川河口沖の斜面に位置する地点 9 (水深 600m) からは、長さ 4cm のサブコア試料 (SG9) が得られた (第 3 図 B)。このうちコア深度 4.0 ~ 2.0cm は、粗粒砂-中礫で構成される。この上位のコア深度 2.0 ~ 1.5cm は堆積構造や生物擾乱が認められないシルトである。上下の砂層との境界は明瞭である。さらに上位のコア深度 1.5 ~ 0.4cm は細粒-中粒砂で一部に生痕が認められる。最上部のコア深度 0.4 ~ 0cm は下部と同様な塊状シルトで、平均粒径は 44.6 μm である (第 4 図 A)。下位の砂層との境界は一部に生痕があるものの明瞭である。なお、サブコア試料としては採取できなかったが、コア深度 4.0cm より下位は、長径が最大 10cm の円礫で構成されている。

富士川河口沖の斜面に位置する地点 10 (水深 800m) からは、長さ 3.4cm のサブコア試料 (SG10) が得られた (第 3 図 B)。このうちコア深度 3.4 ~ 0.4cm は、下部に中礫をともなう細粒砂で、上方細粒化の傾向が認められる。この上位のコア深度 0.4 ~ 0cm は、生物擾乱や堆積構造の認められないシルトで、平均粒径は 23.2 μm である (第 4 図 A)。下位の砂層との境界は明瞭である。なお、サブコア試料としては採取できなかったが、コア深度 3.4cm より下位は、長径が最大 10cm の円礫で構成されている。

富士川河口沖の西に位置する地点 11 (水深 52 m) からは、長さ 10.2cm のサブコア試料 (SG11) が得られた (第 3 図 B)。このうちコア深度 10.2 ~ 7.2cm はシルト質極細粒砂で、ラミナなどの堆積構造は認められない。この上位のコア深度 7.2 ~ 5.4cm は生痕をともなうシルトである。さらに上位のコア深度 5.4 ~ 3.9cm は生物擾乱を受けた極細粒-細粒砂である。上下の泥層との境界は生物擾乱をともなう。最上部のコア深度 3.9 ~ 0cm は生物擾乱を受けた砂質シルトで、平均粒径は 60.7 μm である。ただし、主モードが 82.6 μm 、副モードが 10.8 μm のほぼバイモーダルな粒度分布を示す (第 4 図 B)。下位の砂層との境界には生物擾乱をともなう。

田子の浦沖東の斜面に位置する地点 17 (水深 280m) からは、長さ 14cm のサブコア試料 (SG17) が得られた (第 3 図 C)。全体に生物擾乱の影響を受けた粘土質シルトで構成され、平均粒径は 29.3 μm である (第 4 図 B)。一部に有機物起源と考えられる黒色部分が認められる。

4.1.3 湾奥東部：内浦湾

内浦湾北西の斜面に位置する地点 12 (水深 721m) からは、長さ 12.6cm のサブコア試料 (SG12) が得られた (第 3 図 B)。全体に生物擾乱の発達した粘土質シ

ルトで特徴づけられ、一部に有機物起源と考えられる黒色のパッチが認められる。平均粒径は 21.8 μm である (第 4 図 B)。

内浦湾北西の斜面に位置する地点 18 (水深 474m) からは、長さ 12.7cm のサブコア試料 (SG18) が得られた (第 3 図 C)。主に生物擾乱の発達したシルト質粘土特徴づけられ、平均粒径は 24.0 μm である (第 4 図 B)。一部には植物片や、有機物起源と考えられる黒色のパッチが認められる。

内浦湾北西の斜面に位置する地点 19 (水深 476m) からは、9 月 15 日と 17 日の 2 回の表層採泥作業によって、それぞれ SG19 及び SG19-2 が採取された (第 3 図 C)。SG19 は、長さが 13.2cm で、全体に生物擾乱の発達した粘土質シルトで特徴づけられる。平均粒径は 24.7 μm である (第 4 図 B)。一部に貝殻片や有機物起源と考えられる黒色部が認められる。一方、SG19-2 は、長さが 13.1cm で、全体に生物擾乱の発達した粘土質シルトで特徴づけられる。一部に、有機物起源と考えられる黒色部が認められる。

内浦湾の陸棚上に位置する地点 13 (水深 130m) からは、長さ 12.6cm のサブコア試料 (SG13) が得られた (第 3 図 B)。一様に生物擾乱の影響を受けた極細粒-中粒砂で特徴づけられる。平均粒径は 141.9 μm で、第 1 モードが 243.4 μm 、第 2 モードが 10.8 μm の少なくとも 2 つ以上のモード径をもつ粒度分布を示す (第 4 図 B)。全体に貝殻片が散在する。

内浦湾の陸棚上に位置する地点 20 (水深 102m) からは、長さが 12.3cm のサブコア試料 (SG20) が得られた (第 3 図 C)。全体に内部構造に乏しいシルト質極細粒-中粒砂で特徴づけられる。軟エックス線写真では、下部にラミナが認められる。平均粒径は 103.0 μm で、主モードが 186.5 μm 、副モードが 9.5 μm のほぼバイモーダルな粒度分布を示す (第 4 図 B)。また、一部には貝殻片が認められる。

4.2 コア試料

4.2.1 湾西部：安倍川-三保半島沖

安倍川河口沖の陸棚上の地点 2 (水深 33m) からは、バイプロコアラールによって長さ 121cm のコア試料 (SC2) が採取された。このコア試料は、下部、中部、上部の 3 つのユニットで構成される。コア深度 121 ~ 69cm の下部は、泥で充填された生痕や貝殻片をともなう極細粒-細粒砂である。コア深度 69 ~ 24cm の中部は、淘汰の良い極細粒-細粒砂で構成され、弱いラミナが認められ、最下部に中礫が 1 個ある。下位のユニットとの境界は明瞭である。コア深度 24 ~ 0cm の上部は、生物擾乱の発達した極細粒-細粒砂で構成され、貝殻片をともなう。下位のユニットとの境界は、生物擾乱の影響で不明瞭である。

三保半島沖の地点 3 (水深 56 m) からは、バイプロコアラールとグラビティコアラールによって、それぞれ

長さ 103cm と 263cm のコア試料が採取された。パイプロコアの試料 (SC3) は、下部と上部の 2 つのユニットによって構成される。コア深度 89.0 ~ 61.5cm の下部は、主に生痕をともなう泥質極細粒砂からなり、厚さが 0.5 ~ 1cm の泥層の挟在が認められる (第 7 図)。この泥層の上下の砂質堆積物との境界はいずれも明瞭で、内部にラミナなどの堆積構造は認められない。コア深度 61.5 ~ 0cm の上部は、生物擾乱をともなう泥質極細粒砂である。一部で貝殻片や植物片が認められる。一方、グラビティコアの試料 (SC3-2) は、下部と上部のユニットによって構成される。コア深度 263.0 ~ 43.0cm の下部は、主に生物擾乱を受けた砂質シルトである。貝殻片や植物片も認められるとともに、一部には、厚さが 0.5 ~ 1.3cm の淘汰の良い極細粒一細粒砂や、レンズ状の極細粒砂やより粒度の細かいシルトを挟在する。コア深度 43.0 ~ 0cm の上部は、生物擾乱を受けたシルト質極細粒砂である。下位のユニットとの境界は明瞭だが、生物擾乱を受けている。一部で貝殻片が認められる。

4.2.2 湾奥中央部：由比一田子の浦沖

由比沖の斜面に位置する地点 4 と 5 は、入山断層の海域延長部 (地震調査研究推進本部, 2010) を挟むように設定された。地点 4 (水深 93m) からは、グラビティコアラーによって長さ 105cm のコア試料 (SC4) が採取された。このコア試料は、最下部に最大 6cm の礫をともない、これ以外は下部から上部を通じ生物擾乱の発達したシルト質粘土で構成される。一部には、貝殻片や材片が認められる。

地点 5 (水深 69m) からは、ピストンコアラーによって長さ 215cm のコア試料 (SC5) が採取された。このコア試料は全体に生物擾乱の発達したシルトで構成される。一部にはシャープな上下の境界をもつより細粒なシルト-粘土を挟在するとともに、貝殻片や植物片が認められる。

富士川河口沖の西に位置する地点 6 と 7 は、入山断層の海域延長部 (地震調査研究推進本部, 2010) を挟むように設定されたが、地点 6 からはコア試料が得られなかった。一方、地点 7 (水深 55m) からグラビティコアラーによって採取されたコア試料 (SC7) は、長さが 31cm である。コア深度 31.0 ~ 8.0cm は主に植物片で構成され、細粒-粗粒砂をともなう。コア深度 8.0 ~ 3.0cm は植物片を含む極細粒-中粒砂からなる。コア深度 3.0 ~ 0cm はシルト質粘土で植物片や材片をともなう。これらの特徴は、表層堆積物試料と大きく異なる。

富士川河口沖東に位置する地点 11 (水深 54m) からは、パイプロコアラーによって長さ 331cm のコア試料 (SC11) が採取された。岩相は、全体に生物擾乱が発達するのが特徴である。コア深度 331.0 ~ 75.0cm は、シルト質粘土で構成され、極細粒砂で充填された生痕が

散在する。一部に厚さ 1cm 程度の極細粒砂層を挟在する。また、貝殻片も認められる。コア深度 75.0 ~ 3.0cm は、生物擾乱をともなう砂質シルトで構成され、一部に植物片や貝殻片が認められる。最上部のコア深度 3.0 ~ 0cm は、極細粒砂である。

4.2.3 湾奥東部：内浦湾

内浦湾北端の陸棚外縁から南西方向に発達する海底谷に位置する地点 12 (水深 722m) からは、グラビティコアラーによって、長さ 174cm のコア試料 (SC12) が採取された。岩相は、下部が礫をともなう泥で上部は生物擾乱の発達した泥で特徴づけられる。すなわち、下部のコア深度 174 ~ 107cm は、最大径 5cm の淘汰の悪い礫及び摩耗した貝殻の薄片を含む生物擾乱の発達したシルト質粘土によって構成される。このうちコア深度 119 ~ 107cm は、淘汰が悪く軽石質な粗粒砂-細礫で、マッドクラストや植物片をともなう。なお、この基底はコア深度 108 ~ 119cm にわたって下位の粘土を侵食しているようにみえるが、コアリング時の変形の影響も否定できない。一方、上部のコア深度 107 ~ 0cm は生物擾乱の発達したシルト質粘土で主に構成される。下部の粗粒砂層とは明瞭な境界をもつ。コア深度 73.5 ~ 72cm に厚さ 1.5cm の中粒-粗粒砂を挟在する。色調に注目すると、土色帳ではいずれもオリーブ黒であるが、コア深度 61.5 cm を境界として下位は上位よりも明るい。この色調の変化に対応して、上位のより暗色部では、植物片が認められる。特に、コア深度 29 ~ 21cm にわたって、比較的大きい植物片が認められる。

内浦湾沖の斜面谷部に位置する地点 19 (水深 477m) では、9 月 15 日と 17 日の 2 回の採泥作業を実施し、グラビティコアラーによってそれぞれ SC19 及び SC19-2 が採取された。このうち SC19 は、長さが 134cm である。岩相は、基底が礫でそれより上位は生物擾乱の発達する泥で特徴づけられる。すなわち、コア深度 134.0 ~ 113.0cm は細礫-中礫である。最大径 5cm の礫を含み、円磨度は主に亜角礫である。また、一部に貝殻の薄片が認められる。コア深度 113.0 ~ 0cm は生物擾乱の発達したシルト質粘土である。一部で貝殻片や材片が認められる。一方、SC19-2 は、長さが 131cm である。岩相は、基底が礫で、それより上位は生物擾乱の発達する泥で特徴づけられる。すなわち、コア深度 131.0 ~ 121.0cm は、基質が泥で最大径 1.6cm の中礫が発達する。コア深度 121.0 ~ 0cm は、生物擾乱の発達するシルト質粘土である。全体に比較的黑色系で、一部に貝殻の薄片や材片が認められる。

4.2.4 放射性炭素年代測定

最も古い年代値は SC5 のコア深度 187cm の貝殻片 (試料番号 SRG-28) から得られた 5,318cal yr BP である (第 6 図, 第 2 表)。したがって、年代値が得られ

たコア試料はいずれも完新世の堆積物と考えられる。多くの試料は現在の値を示すが、一部の年代値については取り扱いに注意を要する。例えば、SC11 のコア深度 292.5cm の貝殻片（試料番号 SRG-30）は、現在の値を示す。しかし、同じコアで年代値が得られた層準との間隔がおおよそ 250cm とほかのコア試料に比べギャップがあり、SC11 全体が現在の値を示すのか確認できていない。また、SC19-2 のコア深度 99cm の植物片（試料番号 SRG-26）は、現在の値を示す。しかし、同じ地点から採取された SC19 のコア深度 66.5cm の貝殻片（試料番号 SRG-24）が 497cal yr BP を示す。岩相の特徴はいずれのコアもほぼ同様であるため、SRG-24 は再移動したものである可能性がある。また、年代値の上下の逆転も認められる。SC2 では、コア深度 58cm の貝殻片（試料番号 SRG-3）が現在の値を示す。一方、これより上位のコア深度 29cm の貝殻片（試料番号 SRG-4）は 953cal yr BP を示し、逆転している。このため、SRG-4 の試料は再移動したものである可能性がある。

5. 考察：海底堆積物の形成プロセス

各地点から得られた表層堆積物やコア試料の特徴及び放射性炭素年代測定の結果に基づいて、それぞれの堆積物形成プロセスについて考察する。

5.1 湾西部：安倍川－三保半島沖

地点 1 の表層堆積物 (SG1) は、下部が礫質砂で、明瞭な境界面をもってシルトが重なる。特に、シルトには内部構造が認められず、塊状なことが特徴である。地点 1 のごく近傍では、1997 年の旧地質調査所による GH97 調査航海によって、表層堆積物が採取されている（地点 63, 水深 610m）。この表層堆積物は、長さが 21cm で、主にオリブ黒色のシルトである (Ikehara *et al.*, 1999)。この特徴は、同程度の水深の斜面堆積物の一般的な特徴といえる。一方、SG1 の特徴はこれと異なる。このことは、後述する駿河湾地震と関連する可能性があるが、同地点でのコア試料の採取など今後のより詳細な検討が必要である。

地点 2 のコア試料 SC2 は、主に生物擾乱の発達した細粒砂質堆積物で特徴づけられ、表層堆積物 (SG2) の特徴と一致する。SC2 の最下部に近いコア深度 110cm における二枚貝の年代値は、2,735cal yr BP 以降を示す。また、地点 2 は水深 33m で安倍川河口沖の陸棚上に位置する。したがって、SC2 の堆積物は、完新世の陸棚堆積物と考えられる。

石花海盆に位置する地点 14 は、2009 年駿河湾地震により海底地形（水深）が変化したとされる場所 (Matsumoto *et al.*, 2012) のうち、水深が浅くなった、すなわち新たな堆積が生じた場所に位置する。今回採取された試料の表層にはいずれも淘汰のよい極細

粒砂層の上に生物擾乱を持たない塊状のシルト層のセットが認められ、細粒タービダイトの特徴（例えば、Talling *et al.*, 2012）と類似する。このような表層堆積物の存在は、2009 年の駿河湾地震にともなうイベント的堆積作用を示唆する。また、地点 14 では、その下位にもタービダイトと考えられる極細粒砂が存在し、これにも生物擾乱は認められない。したがって、この下位のタービダイトも 2009 年のイベント堆積物の可能性がある。このことは、SA14-2 の粗粒部をのぞく下部から上部にかけてセシウム 137 が検出され、1950 年代以降の堆積を示すことと矛盾がない。地点 15 では、粗粒砂や細礫が散在する細粒砂あるいは極細粒砂－粗粒シルトのパッチが散在する薄い砂質シルトが生物擾乱を持つシルト層を挟んで下位に存在する。このような砂質層の岩相上の特徴は、これらの堆積物が水中土石流堆積物である可能性を示唆する。このため、地点 14 と同様に 2009 年の駿河湾地震を起源として形成された可能性を示す。このことは、SA15-5 についても粗粒部をのぞく全体から放射性セシウム (^{137}Cs) が検出され、1950 年代以降の堆積を示すことと矛盾がない。一方、挟在するシルト層に生物擾乱が認められることは、上位と下位の砂質層の堆積に底生生物が活動するだけの時間間隙の存在を示している。特に、生物擾乱をとまなうシルト層の上位で植物片が認められることは、洪水流にともなう陸域から供給された堆積物の可能性を示唆する。今後、周辺地点から追加の試料を採取しこれらの堆積物の空間分布の特徴について検討するとともに、地球化学的検討などによって洪水起源堆積物を識別することで、2009 年駿河湾地震起源の堆積物の分布がより明確になると考えられる。なお、1950 年代以降に駿河湾内では地震は発生していないが、周辺を含めると 1965 年に静岡市付近また 2011 年に富士宮市付近が震源の地震が発生している（マグニチュードはそれぞれ 6.1, 6.4）（地震調査研究推進本部, 2015）。これらの影響についても合わせて検討の余地があると考えられる。

地点 3 のコア試料 SC3 及び SC3-2 は、いずれも主に生物擾乱の発達した砂質シルト－細粒砂質堆積物で特徴づけられ、表層堆積物 SG3 の特徴と一致する。このうちコア試料は、いずれも堆積速度が大きいことが特徴である。特に、SC3-2 は、コア長 263cm の最下部（コア深度 247.5cm）で 516cal yr BP の年代値が得られている。地点 3 は水深 57m で三保半島沖合の陸棚－陸棚外縁に位置する。また、地点 3 周辺は、北東向きの沿岸流が発達するとともに安倍川や有度丘陵からの堆積物供給量が多いため、砂嘴状の三保半島や海岸線のトンボロが形成されている (Yoshikawa and Nemoto, 2010)。したがって、SC3 及び SC3-2 の堆積物は、完新世の陸棚堆積物で、特に、生物擾乱の影響を受けながらも多量の堆積物供給のある条件で形成されたと考えられる。ところで、SC3 は下部に特徴的な泥層を挟

在する。すなわち、コア深度 94 ~ 62cm において厚さが 0.5 ~ 1cm 程度で上下の砂層と明瞭な境界面を持ち、ラミナや生物擾乱が認められない塊状泥層として観察される。また、このような泥層は、SC3 と水深が同じでごく近傍に位置する SC3-2 からは認められないため、側方への連続性は悪い。このような岩相や空間分布の特徴は、fluid mud 堆積物と類似する（西田・伊藤，2009）。一般に、fluid mud は、潮汐作用の卓越するエスチュアリーやデルタ、あるいは洪水流による多量のサスペンションの流出によって形成される（西田・伊藤，2009）。現在の地点 3 の周辺では潮汐作用の影響は相対的に小さく、また、コア試料中にも潮汐作用を示す特徴は認められない。このため、SC3 の fluid mud 堆積物と考えられる泥層は、洪水流による多量のサスペンションの流出によって形成された可能性が考えられる。特に、地点 3 付近は北東向きの沿岸流の影響を強く受けることから、より西側に位置する河川（例えば、安倍川）を起源とする高濃度のサスペンションによって形成された可能性が考えられる。

5.2 湾奥中央部：由比一田子の浦沖

湾奥西部の興津川河口沖に位置する地点 16（水深 120m）から得られた表層堆積物（SG16）は、一部に生物擾乱が認められる一様なシルト質極細粒砂で特徴づけられる。興津川の河口域は、海側に前進するデルタ状の堆積様式で特徴づけられることが、音波探査によって明らかにされている（佐藤・荒井，2016）。地点 16 は興津川河口からおおよそ 1.5km 沖合に位置し、そのデルタ（プロキシマルプロデルタ）上にある。したがって、SG16 は、プロキシマルデルタ堆積物と考えられる。地点 16 は水深が 120m あり、SG16 には波浪作用の影響は認められない。一方で、河口のごく近傍に位置するため、SG16 は基本的には河川から堆積物供給を受けて形成されたと考えられる。

地点 4, 5 のコア試料 SC4 ならびに SC5 は、いずれも主に生物擾乱の発達した泥質堆積物で特徴づけられる。このような特徴は、表層堆積物とも一致する。コア試料の年代値は、SC5 で 5,318cal yr BP 以降の値が得られている。また、地点 4 と 5 はそれぞれ水深 90m と 84m で斜面に位置する。したがって、SC4 及び SC5 は、いずれも完新世の高海水準期の斜面堆積物と考えられる。特に、一部に植物片が認められることは、陸域から堆積物の供給を受けていることを示唆する。なお、SC5 は上部で堆積速度の減少が認められる。すなわち、少なくとも見かけ上は 5,318 ~ 4,566cal yr BP の間にコア深度 187 ~ 51cm までの堆積が生じて、それ以降で 51cm のみが堆積したと考えられる。ここで、各コアの採取地点は入山断層の海域延長部（地震調査研究推進本部，2010）を挟むよう設定されたが、それらは佐藤・荒井（2016）による背斜構造の両翼に位置する。音波探査断面においては、地点 4 および地点 5 の

周辺は、基盤が海底面近くまで盛り上がり、堆積層が薄いことで特徴づけられる（佐藤・荒井，2016）。したがって、SC5 の上部に比較的新しい年代の堆積物が認められないことは、このような地形的特徴を反映している可能性がある。

富士川河口近傍に位置する地点 6 と 7 は、表層堆積物の特徴が異なる。すなわち、SG6 は弱いラミナが認められる中粒～粗粒砂なのに対して、SG7 は主にシルト質極細粒砂で、最上部はシルトである。このような粒度の違いは、地点 7 の方がより富士川河口に近く、河川から流出する細粒堆積物の影響を受けやすいことを反映している可能性が考えられる。地点 6 からはコア試料が採取されなかったが、地点 7 からは台風 18 号の通過後の 9 月 17 日にコア試料 SC7 が採取された。主に多量の植物を含む砂質堆積物と、最上部の泥質堆積物で特徴づけられる。これらは台風通過前の 9 月 11 日に得られたサブコア試料 SG7 には認められない。このような違いは、大雨にともなう富士川からの洪水流の流出の影響が考えられる。実際に、17 日のコア試料採取作業の際には、富士川河口から浮遊する材片をともなった濁度の高い水の流出が認められた（第 8 図）。したがって、SC7 は洪水堆積物と考えられる。この SC7 の重なり様式からは、洪水流の流出にともなって、はじめに多量の植物と粗粒砂が堆積し、次に細粒懸濁物や比重の小さい材片が堆積したことがわかる。

富士川河口沖に位置する地点 8, 9, 10 の表層堆積物 SG8, 9, 10 は、いずれも下部が中礫で、中部の礫質砂から最上部のシルトにかけて上方細粒化するユニットとして特徴づけられる。SG9 のみこのユニットが鉛直方向に 2 回繰り返す。このうちシルト層の厚さは、SG8, 9, 10 それぞれで 2.2, 0.4, 0.4cm で、水深が浅く富士川河口により近い SG8 が最も厚い。この傾向は、地点 8 よりさらに水深が浅く河口に近い地点 7 から得られた SG7 において、上部のシルト質砂とシルトを合計した厚さが 8.8cm であることと矛盾しない。SG8 も含めたいずれの場合も、ユニット最上部のシルトは生物擾乱が認められず、塊状なことが特徴である。すなわち、短期間で堆積した可能性が考えられる。より水深が浅いほど厚い傾向も合わせると、これらのシルト層が河口起源で急速に堆積したことを示唆する。富士川河口域は、ファンデルタの発達で特徴づけられる（Soh *et al.*, 1995）。このうち地点 8, 9, 10 が位置する下部斜面（lower slope）周辺の地点（水深おおよそ 700 ~ 800m）からは、SG8, 9, 10 と類似した堆積物試料が得られている（大塚，1980）。それらはいずれも洪水流にともなう重力流や、海底地滑りの堆積物と解釈されている（大塚，1985；Soh *et al.*, 1995）。このため、ファンデルタの下部斜面には、河川起源の堆積物が広く堆積していると考えられる。

地点 11 のコア試料 SC11 は、主に生物擾乱の発達した泥質堆積物で特徴づけられる。このような特徴は、

表層堆積物とも一致する。コア試料の年代値は、上部の砂質シルト層から現在の値が得られている。また、地点 11 は、富士川河口近傍の水深 52m の陸棚—陸棚外縁に位置する。したがって、SC11 は現在の陸棚—陸棚外縁堆積物と考えられる。前述のように富士川河口域はファンデルタの発達で特徴づけられる。SC11 は下部から中部にかけてシルト質粘土、上部が砂質シルト、最上部が極細粒砂で、全体に上方粗粒化の傾向を示す。したがって、SC11 はファンデルタの前進にともなって形成されたと考えられる。

5.3 湾奥東部：内浦湾

内浦湾北西の斜面に位置する地点 12 のコア試料 SC12 は、下部に礫をともなう主に生物擾乱の発達する泥質堆積物で特徴づけられ、表層堆積物 SG12 の特徴と一致する。年代値はコア下部で 3,588cal yr BP と上部で現在の値が得られている。地点 12 は水深 721m の南西方向に延びる海底谷に位置する。このため、下部の礫は谷底あるいは谷壁上のラグ堆積物、それ以外の泥質堆積物は、完新世の斜面（谷）堆積物と考えられる。一方、コア深度 73.5～72.0cm には中粒—粗粒砂が挟在する（厚さ 1.5cm）。この砂質堆積物は、下位の泥質堆積物に対して明瞭な境界をもち、上位の泥質堆積物との境界は生物擾乱をともなう。上位の泥層からの生物擾乱の影響で内部構造等の特徴は観察できないが、重力流堆積物の可能性が考えられる。従来、狩野川から流出した堆積粒子は内浦湾には堆積せずに、北西向きの沿岸流によって輸送されたと考えられている（松本・木下、1978）。SC12 に重力流堆積物の可能性がある砂層が挟在することは、沿岸流によって輸送された堆積粒子の一部が重力流にともなってより深海域へともたらされることを示唆する。

内浦湾北西の斜面に位置する地点 18 の表層堆積物 SG18 は、主に生物擾乱の発達した粘土質シルトで特徴づけられる。このため、静穏時のゆっくりとした堆積によって形成されたと考えられる。

内浦湾北西の斜面に位置する地点 19 のコア試料 SC19 及び SC19-2 は、いずれも基底部に礫をともなう主に生物擾乱の発達した泥質堆積物で特徴づけられ、それぞれ表層堆積物 SG19、SG19-2 の特徴と一致する。コア試料の年代値は、SC19 の中部で 497cal yr BP と SC19 及び SC19-2 の上部で現在の値が得られている。また、地点 19 は水深 476～477 m の斜面、とくに谷上に位置する。下部の礫は谷底あるいは谷壁上のラグ堆積物と考えられる。また、それ以外の泥質堆積物は、完新世の斜面（谷）堆積物と考えられる。なお、SC19 と SC19-2 は、台風 18 号通過の前後に採取された。しかし、岩相の特徴や採取長はほぼ同様で、今回の台風通過の影響は確認できない。

内浦湾の陸棚に位置する地点 20 の表層堆積物地点 SG20 は、全体に内部構造に乏しいシルト質極細粒—

中粒砂で特徴づけられる。軟エックス線写真において一部でラミナが認められることから、堆積後に生物擾乱の影響を受けたと考えられる。ただし、これ以上の情報に乏しいため、堆積プロセスについては不明である。

6. まとめ

駿河湾沿岸域を対象として表層採泥及び柱状採泥を行った。その結果、水深 28～850m の陸棚—斜面の 20 地点から表層堆積物が採取された。また、このうち 8 地点から長さ 31～331cm のコア試料が得られた。これらのコア試料は、岩相の特徴や放射性炭素年代測定の結果をふまえると、いずれも完新世の高海水準期に形成された堆積物であると考えられる。このうち石花海盆から採取されたコア試料は細粒タービダイトで特徴づけられ、2009 年駿河湾地震が起源の可能性が考えられる。また、富士川河口沖のコア試料は、洪水を起源とする植物を多量に含む堆積物で特徴づけられる。したがって、地震や洪水は、湾内における沿岸域から深海域まで直接的な堆積物輸送をもたらす重要な役割を担っていると考えられる。このように、各地点は海岸線からの距離が 5km 以内に位置する「沿岸域」であるものの、急峻で複雑な海底地形や主要な堆積物供給源となる河川との位置関係に対応して、多様なプロセスで堆積物が形成されることが明らかとなった。

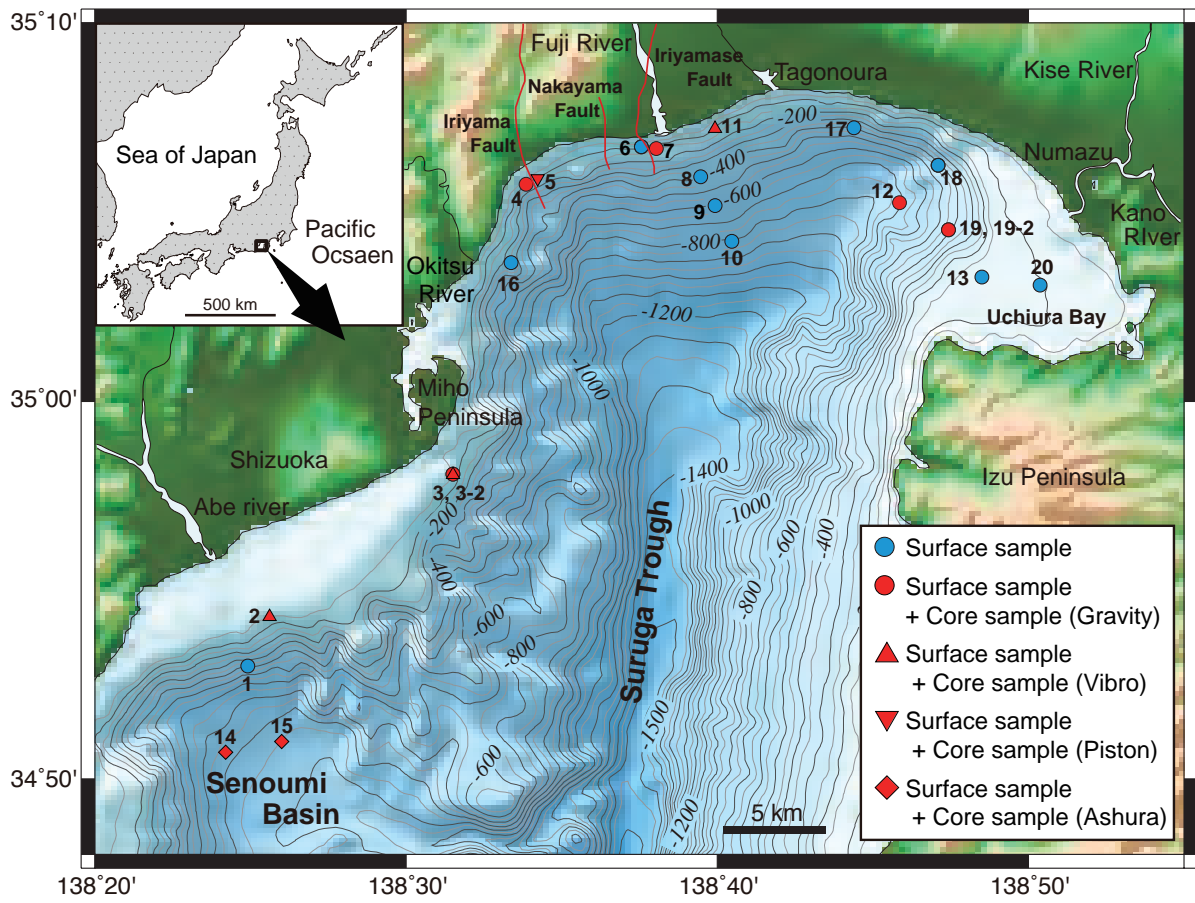
謝辞：本調査は静岡県、静岡県漁業協同組合連合会ならびに内浦、大井川港、小川、静浦、清水、田子の浦、沼津我入道、戸田、南駿河湾、焼津、由比港の各漁業協同組合のご理解、ご協力のもとで遂行することができた。調査海域での採泥作業は、川崎地質株式会社に行っていただいた。また、作業船挑洋丸には調査全般を通じてお世話になった。片山 肇氏には地元説明をはじめ調査準備段階から試料採取、処理、解析にあたってたいへんお世話になった。佐藤智之氏と荒井晃作氏には調査結果について有益なご議論をいただいた。七山 太氏には粒度分析装置の使用にあたってご支援いただいた。以上の方々には厚くお礼申し上げます。

文献

- Baba, T., Matsumoto, H., Kashiwase, K., Hyakudome, T., Kaneda, Y. and Sano, M. (2012) Micro-bathymetric evidence for the effect of submarine mass movement on tsunami generation during the 2009 Suruga earthquake, Japan. In Yamada, Y., Kawamura, K., Ikehara, K., Ogawa, Y., Urgeles, R., Mosher, D., Chaytor, J. and Strasser, M. (Eds.), *Submarine Mass Movements and Their Consequences. Advances in Natural and Technological Hazards Research* 31, Springer, 485-

495.
中央防災会議・東海地震に関する専門調査会 (2001) 東海地震に関する専門調査会資料, <http://www.bousai.go.jp>.
- Ikehara, K., Katayama, H., Saito, Y., Komiya, M., Ishizuka, O., Yuasa, M. and Nakasone, T. (1999) Surface sediment characteristics and sedimentology off Tokai Region. *Geological Survey of Japan Cruise Report* **24**, 101-125.
- 池谷仙之・北里 洋 (1980) 駿河湾より採取した底質試料. 静岡大学地球科学研究報告, **5**, 17-22.
- 地震調査研究推進本部 (2010) 富士川河口断層帯の長期評価の一部改訂について. 54p.
- 地震調査研究推進本部 (2015) 地震動予測地図ウェブサイト全国版, 静岡県. http://www.jishin.go.jp/main/yosokuchizu/chubu/p22_shizuoka.htm
- 海上保安庁 (1978) 沿岸の海の基本図 (5 万分の 1) 駿河湾北部. 海上保安庁, 東京.
- 気象庁 (2014) 災害時気象速報: 平成 25 年台風第 18 号による 9 月 15 日から 17 日にかけての大雨, 暴風及び突風.
http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/saigaiji/saigaiji_2014_01.pdf
- 松本英二・木下泰正 (1978) 駿河湾における海底堆積物. 公害特別研究報告集, **56**, 35-76.
- Matsumoto, H., Baba, T., Kashiwase, K., Misu, T. and Kaneda, Y. (2012) Discovery of submarine landslide evidence due to the 2009 Suruga bay earthquake. In Yamada, Y., Kawamura, K., Ikehara, K., Ogawa, Y., Urgeles, R., Mosher, D., Chaytor, J. and Strasser, M. (Eds.), *Submarine Mass Movements and Their Consequences. Advances in Natural and Technological Hazards Research* **31**, Springer, 549-559.
- 西田尚央・池原 研 (2014) 駿河湾沿岸域の海底堆積物と堆積プロセス. 平成 25 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 産業技術総合研究所地質調査総合センター速報, no.65, 13-27.
- 西田尚央・伊藤 慎 (2009) Fluid mud 堆積物の特徴とその地層解析における役割. 地質学雑誌, **115**, 149-167.
- 大塚謙一 (1980) 駿河湾における研究船淡青丸の KT-77-7 及び KT-78-19 次航海で採取されたピストンコア試料について. 静岡大学地球科学研究報告, **5**, 23-30.
- 大塚謙一 (1985) 活動的トラフの埋積過程と堆積相—相模トラフ北端域及び駿河とラフ北端域の上部第四系—. 静岡大学地球科学研究報告, **11**, 57-117.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Burr, G.S., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guiderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.K., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M. and Van der Plicht, J., Weyhenmeyer, C.E. (2009) INTCAL09 and MARINE09 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **51**, 1111-1150.
- 佐藤 武 (1985) 駿河湾. 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編, 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学出版会, 429-437.
- 佐藤智之・荒井晃作 (2016) 20 万分の 1 駿河湾北部沿岸域海底地質図及び説明書. 海陸シームレス地質情報集, 「駿河湾北部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-5, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Shishikura, M., Echigo, T. and Kaneda, H. (2007) Marine reservoir correction for the Pacific coast of central Japan using ^{14}C ages of marine mollusks uplifted during historical earthquakes. *Quaternary Research*, **67**, 286-291.
- Soh, W., Tanaka, T. and Taira, A. (1995) Geomorphology and sedimentary processes of a modern slope-type fan delta (Fujikawa fan delta), Suruga Trough, Japan. *Sedimentary Geology*, **98**, 79-95.
- Stuiver, M., Reimer, P.J. and Reimer, R.W. (2010) Calib. 6.0. WWW program and documentation, <http://calib.qub.ac.uk/calib/>
- Talling, P.J., Masson, D.G., Sumner, E.J. and Malgesini, G. (2012) Subaqueous sediment density flows: Depositional processes and deposit type. *Sedimentology*, **59**, 1937-2003.
- Yoshikawa, S. and Nemoto, K. (2010) Seasonal variations of sediment transport to a canyon and coastal erosion along the Shimizu coast, Suruga Bay, Japan. *Marine Geology*, **271**, 165-176.

(受付: 2014 年 12 月 15 日; 受理: 2015 年 4 月 2 日)



第1図 調査海域における採泥点の位置図。

断層の分布は、地震調査研究推進本部 (2010) に基づく。

Fig.1 Map showing sampling sites in the Suruga Bay, central Japan.

Distribution of faults is based on Headquarters for Earthquake Research Promotion (2010).



第2図 本研究で用いた採泥器.

A: スミス・マッキンタイヤ式Grab採泥器. 全ての地点で使用した.

B: G.S.型表層採泥器 (アシュラ). 地点 14, 15 で使用した.

C: バイブコアラ. 地点 2, 3, 6, 11, 13 で使用した. ただし, 地点 6, 13 では試料を採取できず.

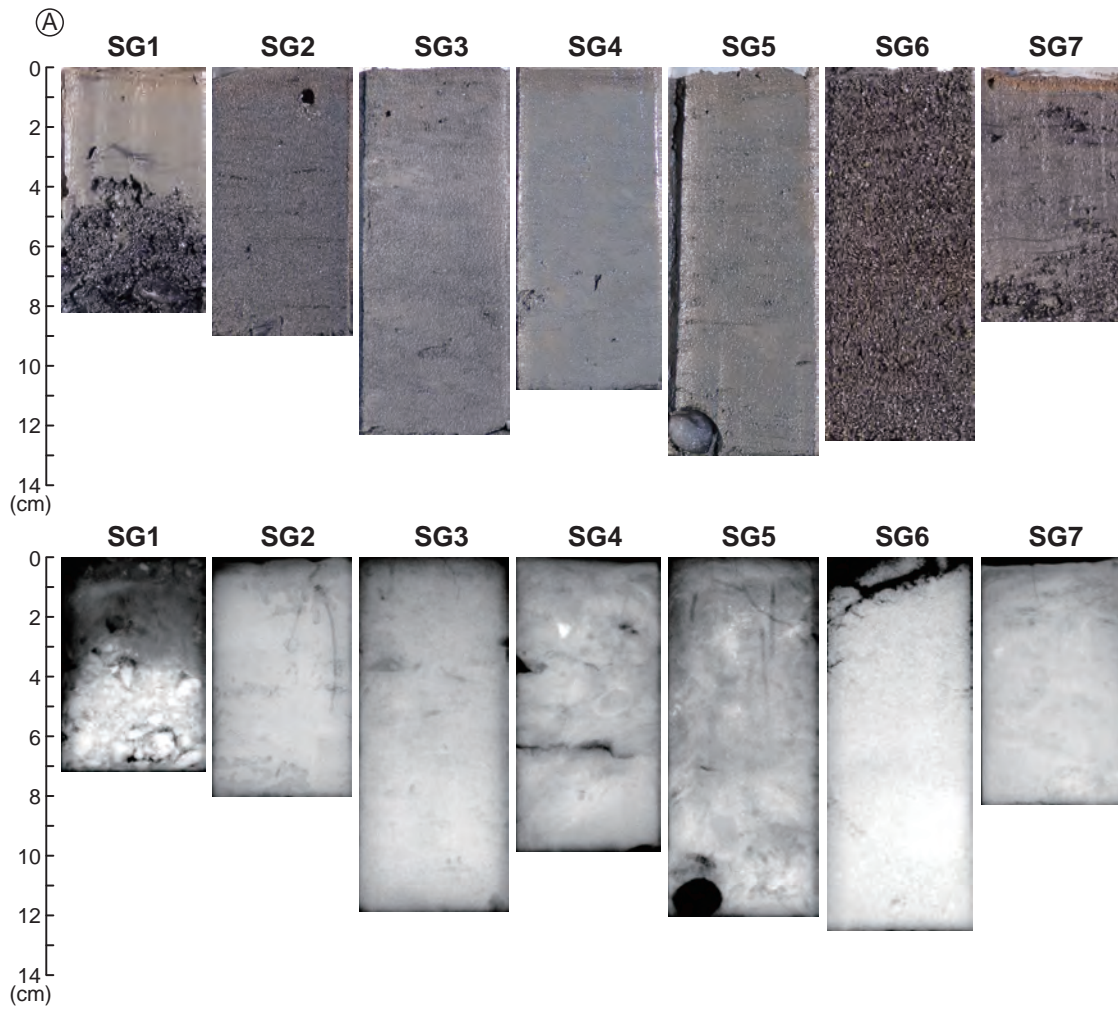
D: グラビティコアラ. 地点 1, 3-2, 4, 7, 8, 9, 12, 19 で使用した. ただし, 地点 8, 9 では試料を採取できず.

E: ピストンコアラ. 地点 5 で使用した.

Fig.2 Sediment samplers used in this study.

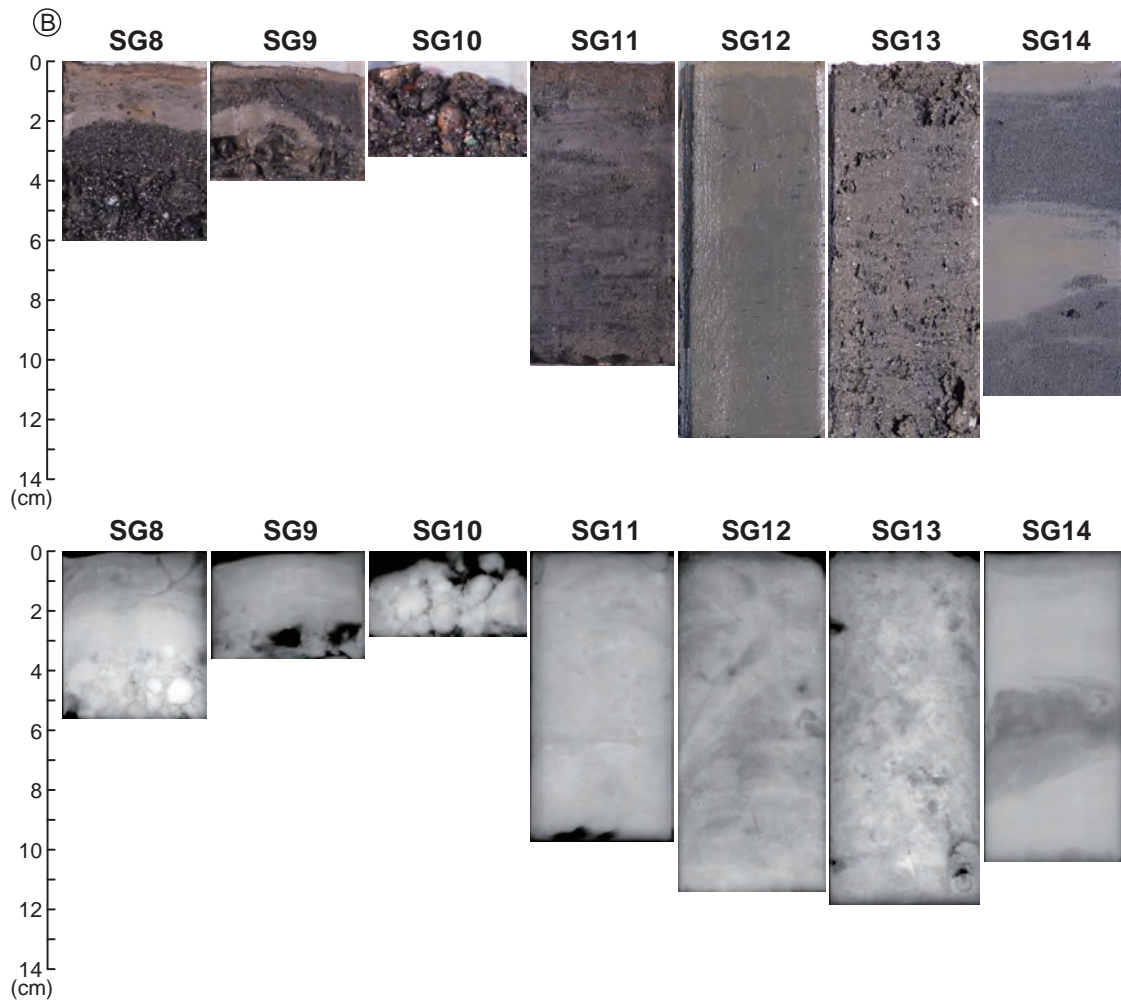
A: Smith-McIntyre Grab sampler. B: G.S.-type surface sediments sampler (Ashura).

C: Vibrocorer. D: Gravity corer. E: Piston corer.

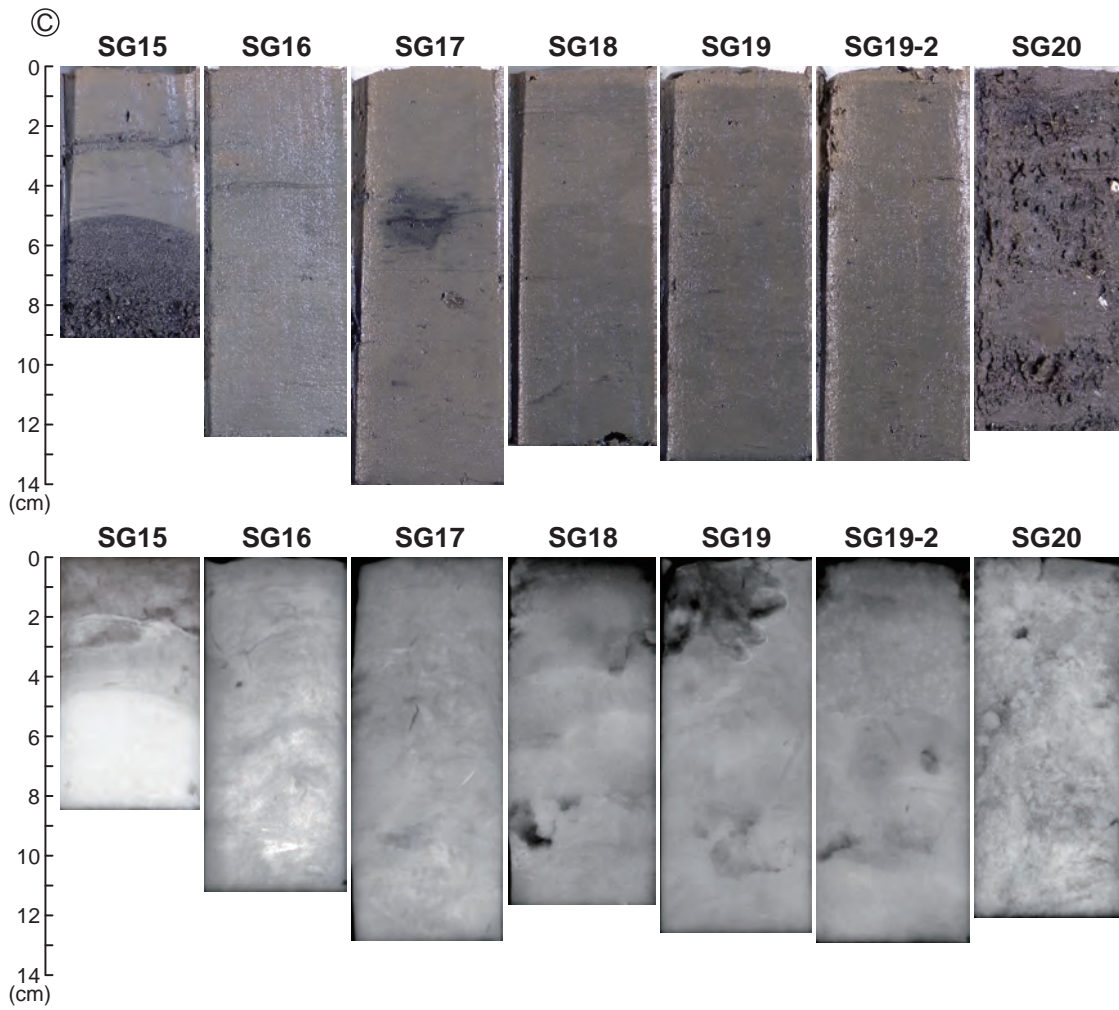


第3図 グラブ採泥によって採取された表層堆積物試料のサブコア試料の写真（上段）と軟エックス線写真（陰画）（下段）. A: 地点1～7.

Fig.3 Images of sub-core samples with their X-radiographs (negative).
A: Site 1～7.

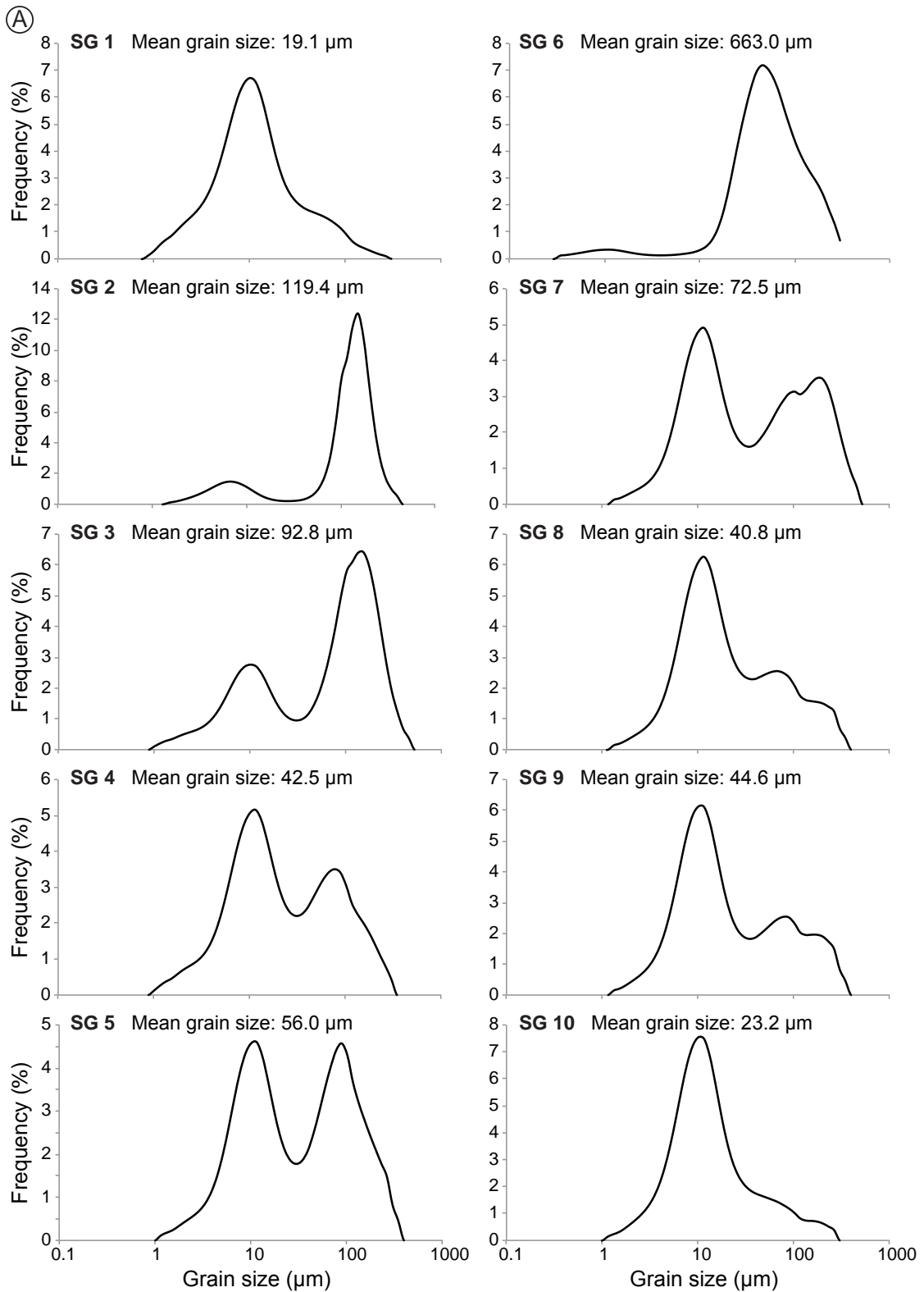


第3図 グラブ採泥によって採取された表層堆積物試料のサブコア試料の写真（上段）と軟エックス線写真（陰画）（下段）。B: 地点8～14。
Fig.3 Images of sub-core samples with their X-radiographs (negative).
B: Site 8 ~ 14.

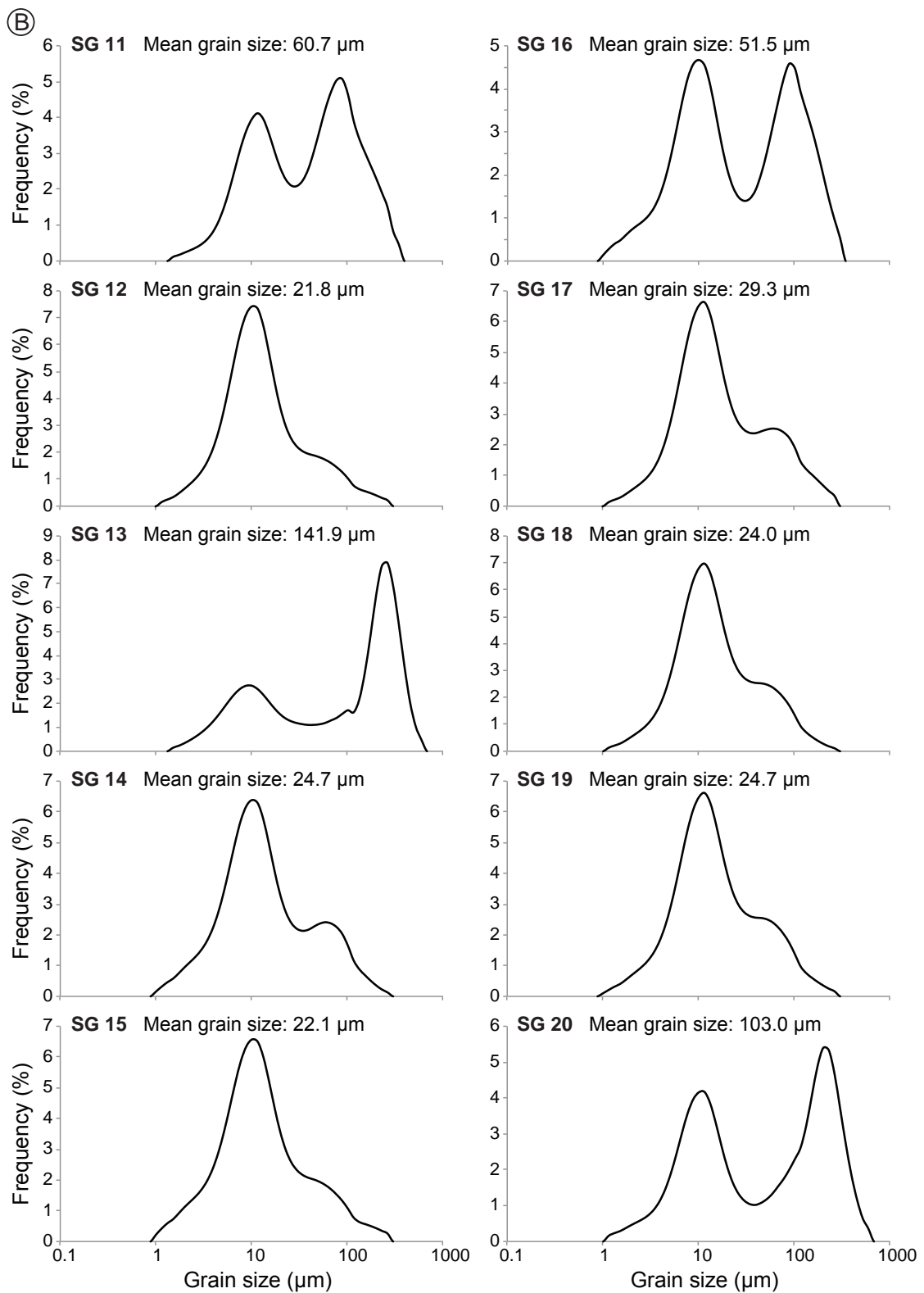


第3図 グラブ採泥によって採取された表層堆積物試料のサブコア試料の写真（上段）と軟エックス線写真（陰画）（下段）. C: 地点 15 ~ 20.

Fig.3 Images of sub-core samples with their X-radiographs (negative).
C: Site 15 ~ 20.

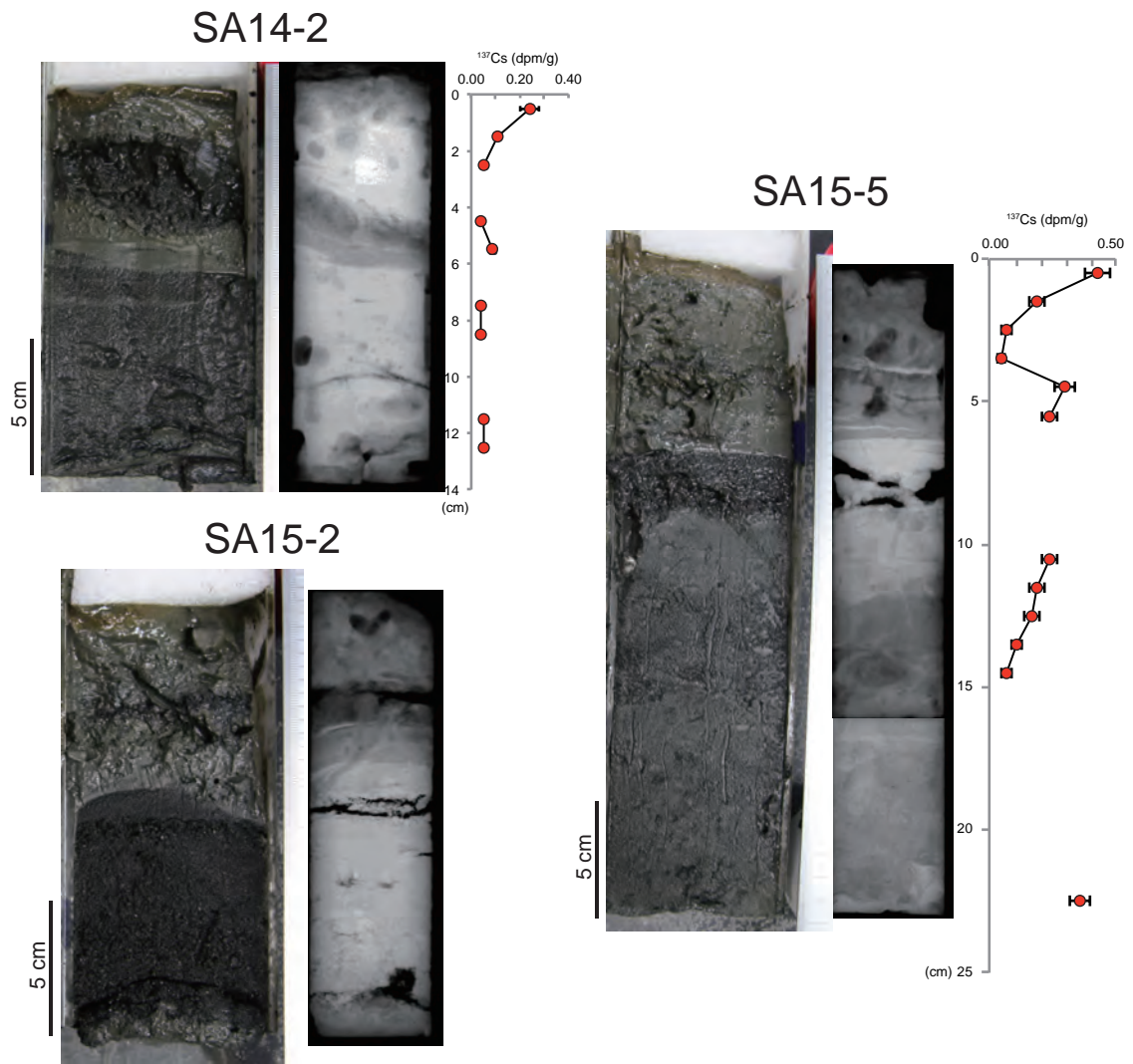


第4図 表層堆積物試料の粒度分布. A: 地点1～10.
 Fig.4 Grain-size distributions of surface sediments. A: Site 1～10.



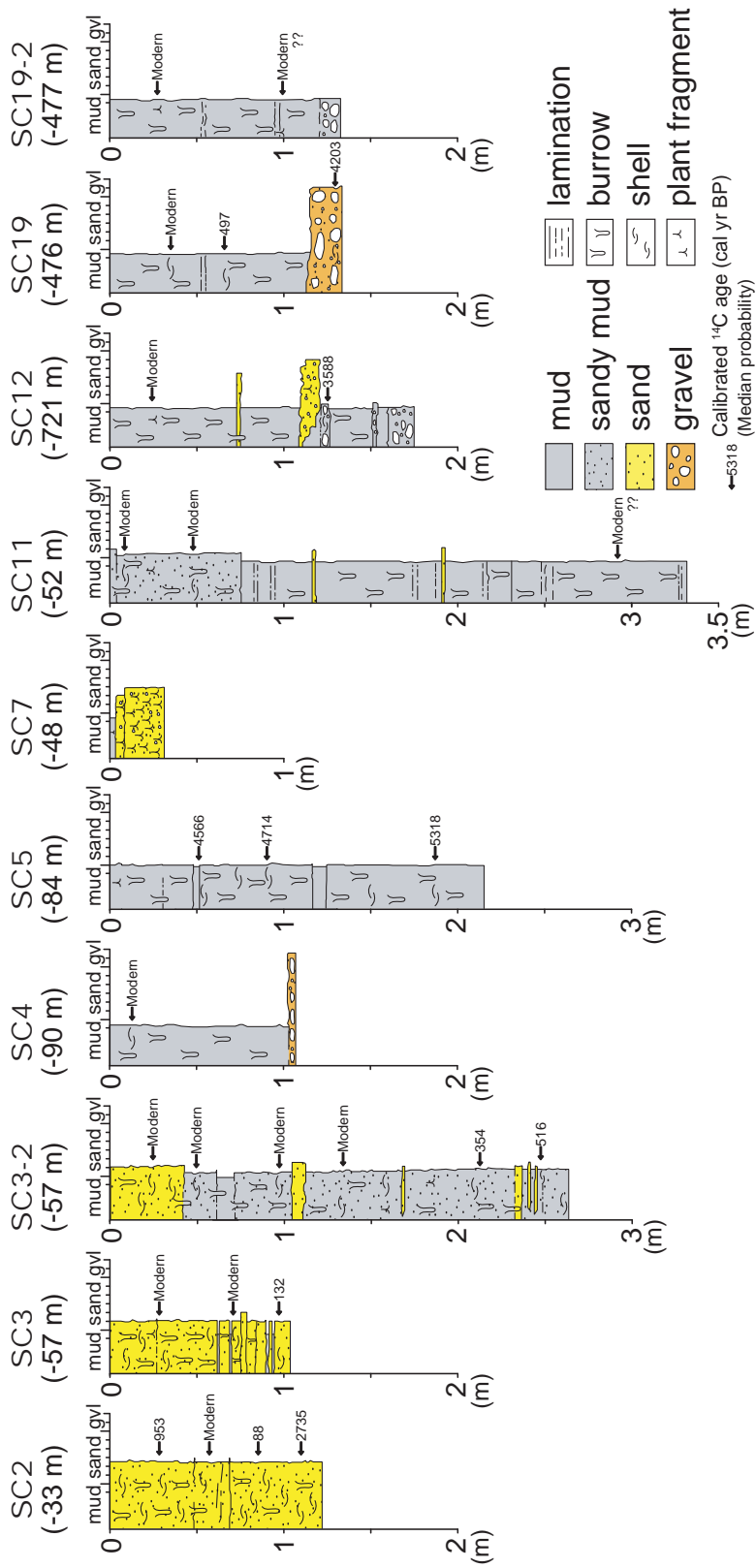
第4図 表層堆積物試料の粒度分布. B: 地点 11 ~ 20.

Fig.4 Grain-size distributions of surface sediments. B: Site 11 ~ 20.

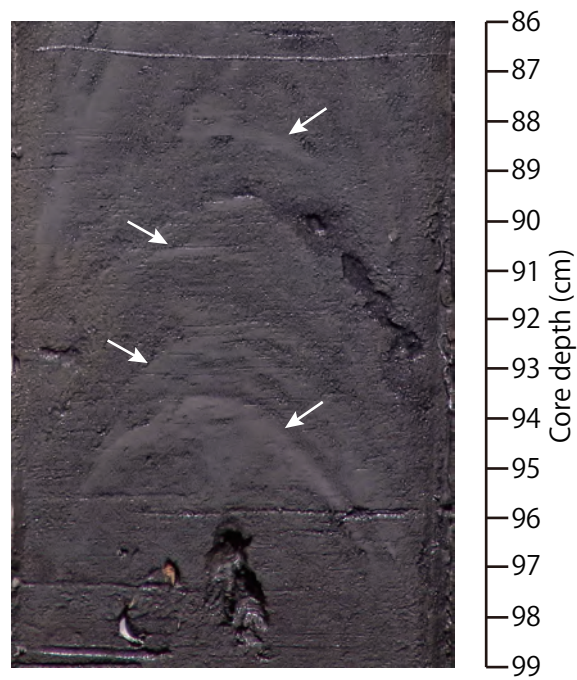


第5図 G.S. 型表層採泥器（アシュラ）によって採取されたショートコア試料と放射性セシウム (^{137}Cs) の測定結果. 測定限界は X dpm/g.

Fig.5 Images of short-core samples obtained by G.S.-type surface sediments sampler (Ashura) with the results of measurements radioactive cesium (^{137}Cs).

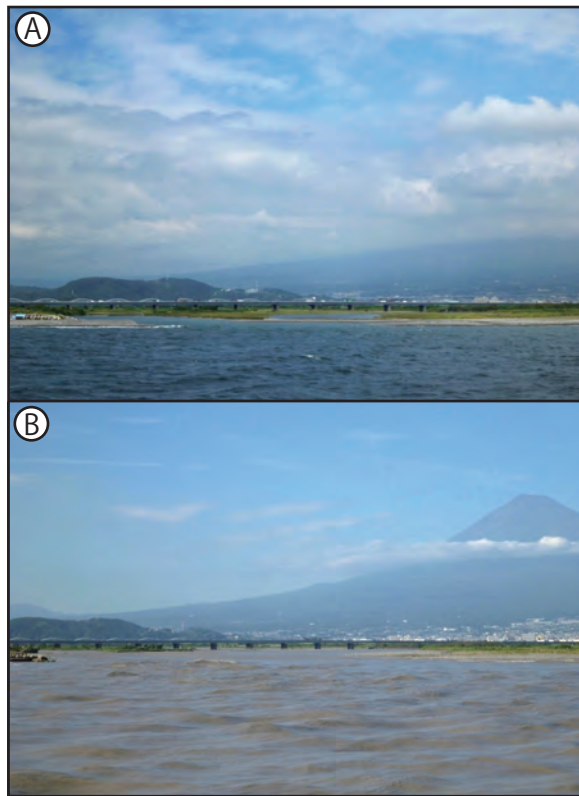


第6図 コア試料の柱状図及び放射性炭素 (^{14}C) 年代測定の結果. gvl: gravel.
 Fig.6 Columnar sections of core samples with the results of radiocarbon (^{14}C) dating.
 See Fig. 1 for sampling locations of each core. gvl: gravel.



第7図 SC3の最下部の泥質極細粒砂と挟在する塊状泥層（コア深度：99～86cm）.
コアリングの際の変形の影響を受けている。

Fig.7 Image showing the lower most part of SC3 (core depth: 99～86cm).
Massive mud layers (arrowed) are intercalated with muddy very fine sand.
Note these sediments are affected by a coring deformation.



第 8 図 台風通過前後の富士川河口付近. A: 9 月 11 日. B: 9 月 17 日. 表層水は著しく懸濁している.
Fig.8 Images showing near the Fuji River mouth before and after attacking of typhoon #18.
A: September 11th. B: September 17th. Surface water had been muddy.

第 1 表 サンプル採取地点の位置と水深.
Table 1 Sampling locations and water depths.

| Site | Latitude | Longitude | Water depth (m) | Sample (Sample name) |
|------|--------------|---------------|-----------------|--|
| 1 | 34°53'00.0"N | 138°24'55.0"E | 388 | Surface sample (SG1) |
| 2 | 34°54'18.7"N | 138°25'36.6"E | 33 | Surface sample (SG2), Core sample (Vibro) (SC2) |
| 3 | 34°58'04.1"N | 138°31'29.6"E | 57 | Surface sample (SG3), Core sample (Vibro) (SC3) |
| 3-2 | 34°58'04.0"N | 138°31'29.9"E | 56 | Core sample (Gravity) (SC3-2) |
| 4 | 35°05'44.0"N | 138°33'50.9"E | 90 | Surface sample (SG4), Core sample (Gravity) (SG4) |
| 5 | 35°05'52.0"N | 138°34'13.0"E | 84 | Surface sample (SG5), Core sample (Piston) (SC5) |
| 6 | 35°06'43.9"N | 138°37'33.8"E | 25 | Surface sample (SG6) |
| 7 | 35°06'40.3"N | 138°38'02.2"E | 48 | Surface sample (SG7), Core sample (Gravity) (SC7) |
| 8 | 35°05'56.0"N | 138°39'28.4"E | 403 | Surface sample (SG8) |
| 9 | 35°05'09.9"N | 138°39'56.0"E | 596 | Surface sample (SG9) |
| 10 | 35°04'13.6"N | 138°40'27.8"E | 796 | Surface sample (SG10) |
| 11 | 35°07'12.9"N | 138°39'56.0"E | 52 | Surface sample (SG11), Core sample (Vibro) (SC11) |
| 12 | 35°05'15.1"N | 138°45'51.1"E | 721 | Surface sample (SG12), Core sample (Gravity) (SC12) |
| 13 | 35°03'17.4"N | 138°48'29.8"E | 129 | Surface sample (SG13) |
| 14 | 34°50'42.0"N | 138°24'11.9"E | 776 | Surface sample (SG14), Core sample (Ashura) (SA14-2) |
| 15 | 34°51'00.0"N | 138°25'59.9"E | 849 | Surface sample (SG15), Core sample (Ashura) (SA15-2, 15-5) |
| 16 | 35°03'40.0"N | 138°33'22.1"E | 120 | Surface sample (SG16) |
| 17 | 35°07'14.0"N | 138°44'23.9"E | 437 | Surface sample (SG17) |
| 18 | 35°06'14.4"N | 138°47'06.1"E | 474 | Surface sample (SG18) |
| 19 | 35°04'31.9"N | 138°47'25.6"E | 476 | Surface sample (SG19), Core sample (Gravity) (SC19) |
| 19-2 | 35°04'32.0"N | 138°47'25.3"E | 477 | Surface sample (SG19-2), Core sample (Gravity) (SG19-2) |
| 20 | 35°03'04.1"N | 138°50'22.6"E | 102 | Surface sample (SG20) |

駿河湾北部沿岸域の海底堆積物の特徴とその堆積プロセス

第2表 放射性炭素年代測定結果. $\Delta R = 133 \pm 16$ yr (三浦半島; Shishikura *et al.*, 2007).

SRG-14, 16, 17, 23 は試料が少量であったため、測定できなかった。

Table 2 Results of radiocarbon age determination. $\Delta R = 133 \pm 16$ yr (Miura Peninsula; Shishikura *et al.*, 2007).

SRG-14, 16, 17, and 23 are too small samples for the dating.

| Sample# | Core# | Section | Position (cm) (below the core top) | Core depth (cm) | Material | Weight (mg) | Conventional age | $\delta^{13}\text{C}$ (‰) | cal yr BP | cal yr BP (median probability) |
|---------|--------|---------|---------------------------------------|--------------------|----------------|----------------|---------------------|---------------------------|-----------|-----------------------------------|
| SRG-1 | SC2 | CC | 3.0 | 110.0 | bivalves | 1119 | 3090 | +2.4 | 2677–2814 | 2735 |
| SRG-2 | SC2 | 1 | 61.0 | 85.0 | bivalves | 263 | 610 | +2.9 | 0–150 | 88 |
| SRG-3 | SC2 | 1 | 34.0 | 58.0 | gastropods | 133 | 550 | +2.2 | Modern | Modern |
| SRG-4 | SC2 | 1 | 5.0 | 29.0 | bivalves | 87 | 1540 | +1.4 | 887–1046 | 953 |
| SRG-5 | SC3 | 1 | 83.0 | 97.0 | bivalves | 91 | 640 | +0.3 | 42–244 | 132 |
| SRG-6 | SC3 | 1 | 57.5 | 71.5 | bivalves | 71 | 490 | +1.4 | Modern | Modern |
| SRG-7 | SC-3 | 1 | 15.0 | 29.0 | bivalves | 354 | 510 | +0.4 | Modern | Modern |
| SRG-8 | SC3-2 | CC | 13.5 | 247.5 | gastropods | 50 | 1040 | +3.0 | 462–570 | 516 |
| SRG-9 | SC3-2 | 1&2 | 80.0 | 212.0 | bivalves | 65 | 840 | +0.1 | 278–433 | 354 |
| SRG-10 | SC3-2 | 1&2 | 2.0 | 134.0 | bivalves | 109 | 540 | +2.1 | Modern | Modern |
| SRG-11 | SC3-2 | 3 | 62.5 | 96.5 | bivalves | 25 | 480 | +0.8 | Modern | Modern |
| SRG-12 | SC3-2 | 3 | 15.0 | 49.0 | gastropods | 20 | 420 | +2.6 | Modern | Modern |
| SRG-13 | SC3-2 | 4 | 24.0 | 24.0 | bivalves | 11 | 109 | -0.9 | Modern | Modern |
| SRG-14 | SC4 | CC | 24.5 | 97.5 | echinoids | 3 | | | | |
| SRG-15 | SC4 | 1 | 12.5 | 12.5 | echinoids | 14 | 490 | -2.1 | Modern | Modern |
| SRG-16 | SC5 | 1 | 59.0 | 174.0 | foraminifera? | 1 | | | | |
| SRG-28 | SC5 | 1 | 72.0 | 187.0 | bivalves | 60 | 5100 | 0 | 5208–5447 | 5318 |
| SRG-29 | SC5 | 2 | 75.0 | 90.0 | bivalves | 22 | 4640 | -0.9 | 4586–4812 | 4714 |
| SRG-17 | SC5 | 2 | 60.0 | 75.0 | bivalves | 5 | | | | |
| SRG-18 | SC5 | 2 | 36.0 | 51.0 | bivalves | 16 | 4540 | -0.8 | 4419–4719 | 4566 |
| SRG-30 | SC11 | 1 | 73.0 | 292.5 | bivalves | 15 | 100 | -0.8 | Modern | Modern |
| SRG-19 | SC11 | 3 | 27.0 | 48.0 | bivalves | 48 | 111 | -0.2 | Modern | Modern |
| SRG-20 | SC11 | 4 | 8.0 | 8.0 | bivalves | 2733 | 113 | +0.2 | Modern | Modern |
| SRG-21 | SC12 | 1 | 74.5 | 125.5 | bivalves | 222 | 3810 | +2.8 | 3477–3686 | 3588 |
| SRG-22 | SC12 | 2 | 24.0 | 24.0 | Plant fragment | 35 | 134 | -28.0 | Modern | Modern |
| SRG-23 | SC19 | CC | 33.0 | 130.0 | bivalves | 6 | | | | |
| SRG-31 | SC19 | CC | 33.0 | 130.0 | bivalves | 46 | 4270 | +1.1 | 4070–4357 | 4203 |
| SRG-24 | SC19 | 1&2 | 66.5 | 66.5 | echinoids | 148 | 1010 | -0.4 | 441–546 | 497 |
| SRG-25 | SC19 | 1&2 | 35.5 | 35.5 | gastropods | 5 | 530 | NA | Modern | Modern |
| SRG-26 | SC19-2 | 1&2 | 99.0 | 99.0 | Plant fragment | 7 | 105 | -26.6 | Modern | Modern |
| SRG-27 | SC19-2 | 1&2 | 27.0 | 27.0 | Plant fragment | 11 | 121 | -29.1 | Modern | Modern |