

福岡沖陸棚域の海底堆積物の層序と年代

Stratigraphy and age of shelf deposits off Fukuoka, Southwest Japan

西田尚央¹・池原 研¹

Naohisa Nishida¹ and Ken Ikehara¹

¹ 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

Abstract: Shelf deposits off Fukuoka (38-66 m water depth), Southwest Japan were investigated by using a vibrocorer. As a result, 1.5-4.9 m-long-core samples were obtained from 11 sites. These core samples are mainly characterized by poorly sorted muddy to sandy deposits with bioturbation in the lower/middle part and coarse-grained sandy and gravelly deposits containing shell fragments in the upper part. Radiocarbon dating results indicate these deposits have been formed in 9-10 ky BP and after 6 ky BP, respectively. In conjunction with the lithological features and the radiocarbon dating, shelf deposits in the area are interpreted to be composed of (1) transgressive embayment/tidal flat deposits formed during the last deglaciation and (2) highstand shelf deposits formed during Holocene. At some sites, (3) deposits formed before the last glacial maximum are also obtained.

Keywords: Fukuoka, Holocene, marine sediments, shelf, sedimentation, radiocarbon dating

要 旨

福岡沖陸棚海域（水深 38-66 m）を対象として、バイプロコアラを用いた柱状試料の採取による海底堆積物調査を行った。その結果、合計 11 地点から長さが 1.5-4.9 m のコア試料が採取された。これらは、下部／中部が主に生痕の卓越する淘汰の悪い泥質堆積物および砂質堆積物で構成され、上部が貝殻片を含む砂礫質堆積物で特徴づけられる。放射性炭素年代は、下部／中部で主に 9-10 ky BP の値を示し、上部では 6 ky BP 以降の値を示す。したがって、下部／中部は最終氷期最盛期以降の海進期に形成された内湾あるいは干潟堆積物と解釈される。また、上部は最終氷期最盛期以降の高海水準期の陸棚堆積物と解釈される。これらに加えて、下部の一部は、最終氷期最盛期より前に形成された堆積物と解釈される。

1. はじめに

日本周辺海域の陸棚は、主に波浪作用の影響が卓越することで特徴づけられる。一般に、このような条件では波浪作用の影響が水深とともに減少することにもなって、堆積物は細粒化の傾向を示す (Walker and Plint, 1992; Plint, 2010)。このため、内側陸棚や外側陸棚の堆積物は、主に細粒砂や泥によって構成される。一方、海流が卓越する地域においては、ベッドフォームの発達をともなうより粗粒な堆積物で構成されることが報告されている (例え

ば、大隅海峡) (Ikehara and Kinoshita, 1994)。従来、このような砂質な陸棚域では、主にグラブ採泥によって表層堆積物の分布様式について詳しく検討されてきた。一方、砂質堆積物の柱状試料の採取は困難な場合が多いため、日本周辺海域の陸棚堆積物の形成時期および形成プロセスについて検討した例は、ごくわずかに限られる。近年、能登半島周辺海域の砂質な陸棚域（水深 74-100 m）において、バイプロコアラを用いて柱状試料の採取が行われた (池原, 2010)。これにより、砂質な陸棚域で柱状試料を採取する場合のバイプロコアラの有効性が示された。

福岡沖海域は、陸棚外縁が沿岸から北方へおよそ 300 km の水深 160 m 付近に位置するため、比較的陸棚の幅が広いことが特徴である。陸棚表層には、砂質-砂礫質堆積物が広く分布する (池原, 2001)。これらは主に過去の低海水準期に形成された堆積物や、対馬海流の影響を受けて発達した最終氷期最盛期以降の堆積物であると考えられている (池原, 2001)。しかし、西山断層の延長部を対象とした近年の検討例 (例えば、阿部ほか, 2010) をのぞき、柱状試料の採取はほとんど行われていない。このため、この海域の陸棚堆積物の形成時期あるいは形成プロセスについて、必ずしも十分に理解されているとはいえない。特に、本海域には警固断層帯や前述の西山断層の海域延長部に相当する活断層が分布し (例えば、地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2007)、これらの活動度を検討するための基礎資料を得るためにも、陸棚堆積物の詳細な検討が必要不

可欠である。

本研究は、このような福岡沖海域の陸棚を対象に、スミスマッキンタイヤー式グラブ採泥器を用いた表層堆積物の採取およびバイプロコアラを用いた柱状試料の採取を行った。ここでは、主に柱状試料の岩相記載ならびに年代測定結果についてまとめる。また、これらの結果をふまえて、この海域に分布する陸棚堆積物の形成時期や堆積環境について議論する。

2. 調査・分析方法

本研究では、合計 11 地点で堆積物試料を採取した（第 1 図，第 1 表）。このうち、本海域南西部の福岡市沖の警固断層延長海域で 5 点（地点 1, 2, 3, 4, 11）、中部の相ノ島北方沖で 2 点（地点 5, 6）、宗像大島沖の西山断層延長海域で 2 点（地点 7, 8）、北東部の遠賀川河口沖で 2 点（地点 9, 10）を設定した。特に、福岡市沖の警固断層延長海域ならびに宗像大島沖の西山断層延長海域においては、従来の調査（例えば、地震調査研究推進本部地震調査委員会，2007；阿部ほか，2010）により報告されている断層の両側に採泥点を設定した。実際の採泥時に測定された各地点の水深は、地点 1 が 42 m、地点 2 が 43 m、地点 3 が 44 m、地点 4 が 46 m、地点 5 が 56 m、地点 6 が 38 m、地点 7 が 62 m、地点 8 が 66 m、地点 9 が 48 m、地点 10 が 54 m、地点 11 が 43 m であった。

採取地点の底質の確認のため、柱状試料の採取の前にスミスマッキンタイヤー式グラブ採泥器による表層堆積物の採取を行った。得られた表層堆積物について、現地で粒度や含まれる生物遺骸の特徴について確認した（第 1 表）。

柱状試料の採取は、バイプロコアラを用いて行った。一般に、本調査海域のように砂質堆積物が卓越する場合、ピストンコアラのような重力式コアラによる柱状試料の採取は困難である。また、水深 30 m を超える沖合域での海上ボーリングは困難で、時間と経費を必要とする。このため、比較的簡便で効率的に柱状試料を採取できるバイプロコアラ（池原，2010）を用いた。バイプロコアラは川崎地質株式会社所有のものを用いた。このコアラには、長さが 6 m のパイプの先端に振動を与えるバイブレータがついている（第 2 図）。また今回は、OSL 年代測定を行うことを想定して外径 8.8 cm の ABS 製遮光性インナーチューブを用いた。地点 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 では、位置をずらして合計 2 回ずつ採泥作業を行い、それぞれ採取コア長の長いものを採用した。

採取されたコア試料は、現地でできる限り露光を避けた状態で 1 m ごとに分割した。それぞれについて両端をキャップで密封し、乾燥を防ぐためにラッ

プで覆った状態で産業技術総合研究所に運搬した。運び込まれたコアは、暗室内でアクリルカッターを用いてインナーチューブを縦割りにし、テグスで内部の試料を半割した。半割したコア試料の片側を研究用（ワーキングハーフ）、もう一方を保存用（アーカイブハーフ）とした。このうち保存用のコア試料については、OSL 年代測定のため暗室でアルミホイルで包み、保管した。一方、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を行い、肉眼記載、生痕相解析を行った。また、貝殻やウニの殻などを対象に、放射性炭素年代測定を行った。年代測定用に採取した試料は、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純水中でおよそ 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)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。なお、本調査海域を含む日本海は氷期・後氷期で海洋環境が異なり（例えば、Oba et al., 1991）、それぞれにおける海洋リザーバー値は知られていない。したがってここでは暦年較正は行わず、測定値に同位体分別の効果の補正のみ行った放射性炭素年代値（conventional radiocarbon age）で議論する。さらに、一部の泥質堆積物を対象に、粒度分析、軟エックス線写真撮影、および走査型電子顕微鏡（SEM）を用いた粘土ファブリックの観察を行った。このうち、粒度分析はレーザー回折散乱式粒度分布測定装置（シーラス社製 CILAS 1064）を用いた。また、SEM 観察は、試料をオープン乾燥法（廣野ほか，2000）にしたがって乾燥処理し、白金-パラジウム蒸着をしたうえで日本電子社製 JSM-6390LV を用い、高真空条件で行った。

3. 結果

各地点から、長さが 1.5-4.9 m のコア試料が採取された（第 3 図；付図 1-11）。これらのコア試料について、はじめに、岩相の特徴や産出される貝類（付表 1）について、(1) 福岡市沖（警固断層延長海域）、(2) 相ノ島北方海域、(3) 宗像大島沖（西山断層延長海域）、(4) 遠賀川河口沖の 4 つの海域ごとにまとめる。次に、放射性炭素年代測定の結果についてまとめる。

3.1 岩相の特徴

3.1.1 福岡市沖（警固断層延長海域）

福岡市沖（警固断層延長海域）に位置する地点 1, 2, 3, 4, 11 のコア試料は、いずれも主に淘汰が悪く生痕が発達する泥-細粒砂とその上位に重なる貝殻片を含む砂礫質堆積物によって構成される。一方、これらの下位の岩相は地点による違いが認められた。

地点 1 のコア試料 (FV10-01) は、長さが 490 cm

である。コア深度が 73.5-490 cm に相当する下部は、中礫をともなう淘汰の悪い細粒-極粗粒砂によって主に構成される。また、このほかの地点のコア試料に比べ、赤褐色-褐色系の色調を示すのが特徴である。一部で、コア採取時にインナーチューブの内壁に引きずられてきたと考えられる堆積物の変形が認められる。コア深度が 33-73.5 cm に相当する中部は、*Thalassinoides isp.* など生痕の発達をともなう淘汰の悪い主に中粒砂によって構成される。コア深度が 0-33 cm に相当する上部は、中粒-粗粒砂によって構成される。イタヤガイ (*Pecten albicans*)、アケガイ (*Psphia vernicosa*) およびザルガイ (*Vasticardium burchardi*) の貝殻片を含む。

地点 2 のコア試料 (FV10-02) は、長さが 398.5 cm である。コア深度が 169-398.5 cm に相当する下部は、極細粒砂と泥の互層から細礫をともなう粗粒砂に上方粗粒化する傾向を示す。砂泥互層を構成する極細粒砂には、リップル葉理の発達が認められる。また、一部で炭質物を含む。より上位の砂質堆積物には、*Thalassinoides isp.* や *Skolithos isp.* などの生痕が認められる。コア深度が 31.5-169 cm に相当する中部は、*Thalassinoides isp.* や *Psiloichnus isp.* など生痕の顕著な発達をともなう粘土質シルト-細粒砂によって構成される。一部の生痕中にキタノフキアゲアサリ (*Gomphina neastartoides*) やハイガイ (*Tegillarca granosa*) の貝殻片が認められる。コア深度が 0-31.5 cm に相当する上部は、細粒-中粒砂によって構成される。イタヤガイ、マルヒナガイ (*Dosinorbis troscheli*) の貝殻片を含む。

地点 11 のコア試料 (FV10-11) は、長さが 374.5 cm である。コア深度が 286.5-374.5 cm に相当する下部は、極粗粒砂-細礫と、著しく生物擾乱を受けた粗粒砂、ならびに一部で植物根を含む黒色泥質堆積物によって構成される。コア深度が 34.5-286.5 cm に相当する中部は、基底に粗粒砂-細礫をともなう下部に対して侵食的に重なる。主に *Thalassinoides isp.* による生痕が発達する泥-細粒砂によって構成される (第 4 図)。一部は著しく生物擾乱を受ける。色調は主にオリーブ黒色系で特徴づけられる。また、アサリ (*Ruditapes philippinarum*) やウミニナ (*Batillaria multiformis*) の貝殻片を一部で含む。コア深度が 0-34.5 cm に相当する上部は、イタヤガイやサツマアカガイ (*Paphia amabilis*) などの貝殻片を含む主に中粒砂によって構成される。

地点 3 のコア試料 (FV10-03-2) は長さが 242 cm で、大きく下部と上部に分けられる。コア深度が 56-242 cm に相当する下部は、福岡市沖 (警固断層延長海域) におけるほかの地点のコア試料の中部と同様な特徴を示す。すなわち、*Thalassinoides isp.* などの生痕の発達をともなう細粒-中粒砂によって構成される (第 4 図)。また、クチベニガイ (*Solidicorbula erythrodon*) などの貝殻片を含む。コア深度が 0-56

cm に相当する上部は、イタヤガイやフクレユキミノガイ (*Limaria hakodatensis*) などの貝殻片をともなう主に中粒砂によって構成される (第 5 図)。一部は比較的淘汰がよく、弱いラミナが認められる。

地点 4 のコア試料 (FV10-04) は長さが 302.5 cm で、大きく下部と上部に分けられる。コア深度が 25-302.5 cm に相当する下部は、福岡市沖 (警固断層延長海域) におけるほかの地点のコア試料の中部と同様な特徴を示す。すなわち、*Thalassinoides isp.* あるいは *Ophiomorpha isp.* などの生痕の発達をともなう細粒-中粒砂と、これに重なる *Thalassinoides isp.* などの生痕が顕著に発達する泥質極細粒砂によって構成される。細粒-中粒砂には、一部でチゴバカガイ (*Mactra nipponica*) やカシパンウニの殻を含む。泥質極細粒砂には、イタヤガイ、チゴバカガイ、ならびにチョウセンハマグリ (*Meretrix lamarcki*) などの貝殻片を含む。コア深度が 0-25 cm に相当する上部は、イタヤガイなどの貝殻片を含む中粒砂によって構成される。

3.1.2 相ノ島北方沖海域

相ノ島北方沖海域に位置する地点 5 および地点 6 のうち、地点 5 のコア試料は福岡市沖 (警固断層延長海域) のものと類似する特徴を示す。一方、地点 6 は水深が 37.2 m とほかの地点に比べ最も浅く、コア試料の特徴もほかの地点とは大きく異なる。

地点 5 のコア試料 (FV10-05) は、長さが 423.5 cm である。コア深度が 334.5-423.5 cm に相当する下部は、一部で中礫を含む主に中粒砂-細礫によって構成される。コア深度が 78.5-334.5 cm に相当する中部は下部に対して侵食的に重なり、*Thalassinoides isp.* など生痕の発達をともなうシルト質極細粒砂-細粒砂によって構成される。一部では著しい生物擾乱を受ける。また、最下部にはアナジャコ (*Upogebia major*) の棲管の特徴を示す *Psilonichnus isp.* (市原ほか, 1996) が認められる。コア深度が 0-78.5 cm に相当する上部は、貝殻片を多量に含む主に中粒砂によって構成される。ここで認められる貝殻片には、イタヤガイ、アケガイ、ゲンロクソデガイ (*Saccella confuse*)、モモノハナガイ (*Moerella jedoensis*)、アデヤカヒメカノコアサリ (*Veremolpa minuta*)、トリガイ (*Fulvia mutica*) およびシラスナガイ (*Oblimopa japonica*) によるものが含まれる。

一方、地点 6 のコア試料 (FV10-06-2) は、長さが 488 cm である。コア深度が 473-488 cm に相当する下部は、粘土質シルトによって構成される。コア深度が 86-473 cm に相当する中部は、基底に細礫をともなう淘汰の悪い中粒-細粒砂からなり、厚さが 10-20 cm のユニットがくり返すことで特徴づけられる。特に、下位のユニットは、砂岩や石灰岩ならびに結晶片岩の中礫や一部でカキ類 (ostreids) が付

着した大礫が認められる。一部では、火山起源と考えられる変質した砕屑物粒子が認められる。最下部には炭質物を含む。また、ニッコウガイ類 (telinids), トリガイ, サツマアカガイ, イワガキ (*Crassostrea nippona*), カモジガイ (*Lutraria arcuata*), アラウメノハナガイ (*Pillucina yokoyamai*), アデヤカヒメノコアサリの貝殻片をとまなう。上位のユニットには、トリガイ, ヌノメアサリ (*Protothaca euglypta*), イタヤガイ, スダレモシオガイ (*Nipponocrassatella nana*), アケガイなどの貝殻片を含む。コア深度が 0-86 cm に相当する上部は、極細粒砂によって構成され、中部に比べ全体に細粒であることで特徴づけられる。イタヤガイ, トリガイ, サツマアカガイ, アケガイの貝殻片を含む。

3.1.3 宗像大島沖 (西山断層延長海域)

宗像大島沖に位置し、西山断層の延長海域に相当する地点 7 ならびに地点 8 のコア試料は、いずれも下部に泥質堆積物が発達し、上部には明瞭な侵食面をとまなう。このような特徴は、同様に西山断層の延長部を対象として行われた近年の調査結果 (阿部ほか, 2010) とも一致する。

地点 7 のコア試料 (FV10-07-2) は、長さが 364 cm である。コア深度が 105-364 cm に相当する下部は、下位 (コア深度 178-364 cm) の淘汰の悪い主に極細粒砂-細粒砂と、これから漸移的に変化する上位の砂質泥-泥によって構成される。ここで認められる砂質泥-泥は青灰色系の色調を示し、福岡市沖 (警固断層延長海域) の各地点のコア試料の中部を特徴づけるオリブ黒色の泥質堆積物とは色調が異なる。全体に生痕が著しく発達するのが特徴である。また、一部にはコア採取時に形成されたと考えられる変形構造が認められる。最下部にハタウネフミガイ (*Megacardita coreensis*) やイタヤガイの貝殻片を含む。コア深度が 24-105 cm に相当する中部は、下部に対して侵食的に重なる。基底部に細礫-中礫や貝殻片を多量に含むユニットをとまなう淘汰の悪い主に粗粒砂によって構成される。貝殻片は、イタヤガイ, アケガイ, スダレモシオガイ, ハタウネフミガイ, サツマアカガイ, シラスナガイ, ネズミノテガイ (*Plicatula simplex*), ユキミノガイ (*Limaria basilanica*) ならびにツノガイ類 (scaphopods) の殻によって構成される。また、一部でサンゴ骨格片 (*Acropora*) を含む。コア深度が 0-24 cm に相当する上部は、基底にイタヤガイなどの貝殻片を含む主に淘汰の悪い中粒-粗粒砂によって構成される。

一方、地点 8 のコア試料 (FV10-08) は、長さが 149.5 cm である。コア深度が 121-149.5 cm に相当する下部は、*Thalassinoides* isp. など生痕の発達をとまなう泥質堆積物によって構成される。この泥質堆積物は、FV10-07-2 で認められたものと同様に、青灰

色系の色調を示すのが特徴である。コア深度が 24-121 cm に相当する中部は、ハタウネフミガイやアケガイなどの貝殻片を多量に含む主に粗粒砂によって特徴づけられる。下部とは明瞭な侵食面をとまなう。コア深度が 0-24 cm に相当する上部は、貝殻片を含む淘汰の悪い主に細粒-粗粒砂によって構成される (第 5 図)。基底部は貝殻片を含む粗粒砂-細礫である。イタヤガイ, ネズミノテガイ, シラスナガイなどの貝殻片を含む。

3.1.4 遠賀川河口沖

遠賀川河口沖に位置する地点 9 ならびに 10 のコア試料は、基本的には福岡市沖 (警固断層延長海域) から得られたコア試料と類似した特徴を示す。

地点 9 のコア試料 (FV10-09) は長さが 239 cm で、大きく下部と上部に分けられる。コア深度が 54-239 cm に相当する下部は、全体に *Thalassinoides* isp. あるいは *Ophiomorpha* isp. などの生痕が認められる主に極細粒-細粒砂によって構成される。一部で礫やカキ類, チョウセンハマグリ, スダレモシオガイおよびトリガイの貝殻片を含む粗粒なユニットをとまなう。コア深度が 0-54 cm に相当する上部は、主に細粒-中粒砂によって構成される。イタヤガイ, ミツカドカタビラガイ (*Myadora fluctuosa*) の貝殻片を含む。

地点 10 のコア試料 (FV10-10-2) は長さが 347 cm で、大きく下部と上部に分けられる。コア深度が 81-347 cm に相当する下部は、炭質物や雲母を多く含む主に極細粒砂ならびに *Thalassinoides* isp. や *Skoites* isp. などの生痕が顕著に発達する細粒砂によって構成される。一部の極細粒砂は、泥質堆積物の挟在が認められるのが特徴である (第 6 図)。コア深度が 0-81 cm に相当する上部は、基底部に礫や貝殻片を含むユニットをとまない、全体に貝殻片を含む主に細粒砂によって構成される。基底部に認められる貝殻片は、イタヤガイ, ザルガイ, チョウセンハマグリ, シラスナガイ, ネズミノテガイ, タマキガイ (*Glycymeris vestita*), ツノガイ類のものを含む。また、より上位の層準には、シラスナガイやサツマアカガイ, ならびにブンブクウニの殻片が認められる。

3.2 放射性炭素年代測定

放射性炭素年代測定の結果は、各地点のコア試料における下部-中部で主に 9-10 ky BP の値を示し、上部では 6 ky BP 以降の値を示す傾向が認められる (第 2 表)。また、地点 7 のコア (FV10-07-2) の深度が 353 cm から産出したハタウネフミガイの殻 (試料番号 F30) の年代値は、全測定試料中で最も古い 43.5 ky BP を超える年代を示す。また、一部では同じ地点のコア試料の中で年代値が上下で逆転している場合が認められる。このうち、地点 3 のコア

(FV10-03-2)の深度が182 cmから産出した貝殻(試料番号F06)の年代値は、 2440 ± 40 y BPを示すが、より上位のコア深度が78 cmから産出したウニの殻(試料番号F07)は、 8840 ± 50 y BPを示し、逆転が認められる。また、地点4のコア(FV10-04)の深度が62 cmから295 cmまでの層準から産出した貝殻(試料番号F10-F14)などの年代値は、 $8270 \pm 50-8710 \pm 50$ y BPを示すが、層準間での逆転が認められる。また、コア深度が38 cmから産出した貝殻片(試料番号F15)は、 9450 ± 50 y BPを示し、より下位の5つの試料よりも古い。さらに、地点6のコア(FV10-06-2)の深度が429.5 cmから産出した貝殻(試料番号F23)の年代値は 8160 ± 40 y BP、コア深度が391 cmから産出した貝殻(試料番号F24)は 8260 ± 40 y BPを示す一方で、より上位のコア深度が345 cmから産出した貝殻(試料番号F25)は 9410 ± 50 y BPを示し、年代値の逆転が認められる。

4. 考察：福岡沖陸棚堆積物の形成年代と堆積環境

4.1 最終氷期最盛期以前の堆積物

各地点から得られたコア試料のうち、地点3, 4, 9ならびに10をのぞく地点のコアの下部を構成する堆積物は、粒度や色調、化石の有無、あるいは放射性炭素年代値が得られたより上位の堆積物との境界面の特徴に基づくと、最終氷期最盛期(およそ26-19 ka)(Clark et al., 2009)以前に形成されたと考えられる。このため、これらの堆積物と上位の堆積物の境界は、シーケンス境界(Plint and Nummedal, 2000)と考えられる。それぞれの堆積物の堆積環境は、地点により違いがあると考えられる。

地点1のコア(FV10-01)は、深度が73.5-490 cmに相当する下部が、淘汰の悪い細粒-極粗粒砂で構成される。特に、赤褐色-褐色系の色調を示し、貝類の化石を全く産出しないことが特徴である。年代値は得られていないが、1つの可能性として、最終氷期最盛期あるいはそれ以前の陸域で形成された堆積物、あるいは風化作用の影響を受けた堆積物が考えられる。

地点11のコア(FV10-11)は、深度が286.5-374.5 cmに相当する下部が、極粗粒砂-細礫と、著しく生物擾乱を受けた粗粒砂、ならびに一部で植物根を含む黒色泥質堆積物によって構成される。特に、植物根を含む黒色泥質堆積物は、陸域で形成されたと考えられる。

地点2のコア(FV10-02)は、深度が169-398.5 cmに相当する下部が、極細粒砂と泥の互層から細礫をともなう粗粒砂に上方粗粒化する傾向を示す。また、砂泥互層を構成する極細粒砂には、リップル葉理の発達を認められる。これらの堆積物の特徴は外浜堆積物を示唆する。この堆積物の年代値は得られてい

ないが、最終氷期最盛期以前の外浜堆積物である可能性がある。

地点5のコア(FV10-05)は、深度が334.5-423.5 cmに相当する下部は、一部で中礫を含む主に中粒砂-細礫によって構成される。これらの特徴のみから堆積環境を推定するのは困難だが、上位の生痕が卓越する細粒堆積物との境界は、明瞭な侵食面で特徴づけられる。後述するように上位の堆積物は海進期の堆積物と解釈されることから、最終氷期最盛期より前に形成された堆積物の可能性が高いと考えられる。

地点7のコア(FV10-07-2)は、最下部に認められた貝殻片の年代値(試料番号F30)が、43.5 ky BPを超える年代値を示す。この貝殻片を含む砂質堆積物の上位には、整合的に泥質堆積物が重なり、さらにその上位にラグ堆積物をともなう明瞭な侵食面を境界として、後述するように完新世の堆積物が重なる。したがって、最下部の砂質堆積物とその上位の泥質堆積物は、最終氷期最盛期以前の堆積物と考えられる。このことは、阿部ほか(2010)による放射性炭素年代測定の結果からも支持される。すなわち、地点7の近傍の水深が58 mの地点(NY3-2)から、全体の長さがおよそ3 mの柱状試料が採取されている。このうち下部は、厚さがおよそ0.2 mの礫をともなう粗粒砂堆積物とこれに重なる厚さがおよそ0.7 mの泥質堆積物で、上部は、厚さがおよそ2 mの貝殻片を含む粗粒砂堆積物によってそれぞれ構成される(阿部ほか, 2010)。このような岩相の特徴は、FV10-07-2と類似する。さらに、下部の泥質堆積物に含まれる植物片は、43.5 ky BPを超える放射性炭素年代値を示す(阿部ほか, 2010)。このことは、FV10-07-2の下部の上位を構成する泥質堆積物が、同様に最終氷期最盛期より前に形成されたことを示唆する。ただし、FV10-07-2で認められる堆積物は、一部でコア試料の採取時に堆積物が内壁に引きずられて変形したと考えられる構造が認められ、岩相の特徴から堆積環境を推定するのは困難である。

地点8のコア(FV10-08)は、深度が121-149.5 cmに相当する下部が、*Thalassinoides* isp. など生痕の発達をともなう泥質堆積物によって構成される。岩相の特徴から、FV10-07-2の中部に認められる泥質堆積物に対比される。このことから、このような泥質堆積物は、最終氷期最盛期以前の堆積物と考えられる。

4.2 最終氷期最盛期以降の海進期の堆積物

各地点から得られたコア試料のうち、地点1, 2, 5, 11のコアの中部、地点3, 4, 9, 10のコアの下部を構成する堆積物は、粒度や生痕化石の特徴ならびに放射性炭素年代測定の結果に基づくと、最終氷期最盛期以降の海進期に形成された内湾/干潟堆積物と解釈される。また、このような海進期に形成され

たとえられる堆積物と上位の堆積物との境界はラビンメント面 (Nummedal and Swift (1987) の wave ravinement surface) と考えられ、この直上の厚さ 1-5 cm の粗粒な堆積物はラビンメント堆積物と考えられる。一方、地点 6, 7, 8 のコアでは内湾/干潟堆積物は認められず、最終氷期最盛期より前に形成された堆積物の直上にラビンメント堆積物 (これらの地点のコアの中部に相当) が比較的厚く発達するのが特徴である。特に、地点 6 のコアでは、ラビンメント堆積物の上位に海進期のサンドシート堆積物と解釈される砂礫質堆積物が重なる。これらについて、以下に理由をまとめる。

地点 1, 2, 5, 11 のコアの中部および地点 3, 4, 9, 10 のコアの下部は、いずれも主に生痕が発達する淘汰の悪い泥質堆積物や砂質堆積物によって特徴づけられる。このような堆積物は、一部でチゴバカガイやイタヤガイあるいはチョウセンハマグリなど沿岸一浅海生種 (波部, 1977) の貝殻片をとまなうことや、*Thalassinoides* isp. あるいは *Ophiomorpha* isp. が卓越することが特徴である。また、放射性炭素年代値はおよそ 9-10 ky BP を示す傾向がある。したがって、これらは、最終氷期最盛期以降の海進期に形成された内湾/干潟堆積物と解釈される。特に、本海域の等水深線は、宗像大島を境界とする南西側と北東側で、それぞれ現在の海岸線の形状と類似して陸側に凸の形態を示す。過去 1 万年間の構造運動はこれらの大局的な地形を大きく変えるほどではないと考えられるので、海進期にはこの海域に広く内湾/干潟環境が発達したことが示唆される。このことは、従来、対馬海峡における 9-10 ky BP の相対的海水準が現在よりも 30-40 m 低いと見積もられていること (Nakada et al., 1991) と矛盾しない。特に、地点 1 ならびに地点 2 は水深がいずれも 43 m であり、コア深度を考慮しても干潟環境であった可能性が高い。一方、地点 3, 4, 5, 9, および 10 では、岩相の特徴から内湾/干潟堆積物と解釈される層準の年代値 (8.2-10.5 ky BP) における対馬海峡の相対的海水準 (Nakada et al., 1991) と現在の各地点の水深 (44-56 m) を比較すると、堆積時の水深は 10-25 m と見積もられる。したがって、これらの地点の中部あるいは下部は、主に内湾環境で形成された堆積物の可能性が考えられる。ただし、地点 5 のコア深度がおよそ 280 cm の部分には、前述のようにアナジャコによる棲管 *Psilonichnus* isp. が認められることから、地点 5 の最下部は干潟環境で形成された堆積物と考えられる。なお、一部では年代測定値が上下で逆転する場合が認められるが、測定対象とした試料はいずれも再堆積したものと考えられることがその要因の可能性がある。

福岡市沖 (警固断層延長海域) でみると、このような海進期に形成された内湾/干潟堆積物の厚さは、地点 1 のコア (FV10-01) で 40.5 cm、地点 11 の

コア (FV10-11) で 252 cm、地点 2 のコア (FV10-02) で 137.5 cm で、近接する 3 地点間で顕著な違いが認められる。高分解能音波探査の結果、これらの地点周辺ではフラワー構造状の地質構造が発達していることが明らかとなった (松本, 2013)。したがって、内湾/干潟堆積物の厚さの違いは、断層活動にともなう沈降量の違いを反映していると考えられる。特に、本研究による年代測定の結果から見積もられる断層活動は、およそ 10-9 ky BP の間に 2 m の垂直変位をとまなうものであったと解釈される。このことは、従来の研究によって推定された陸域での警固断層の活動履歴 (例えば、宮下ほか, 2007) とも矛盾しない。

地点 10 のコア (FV10-10-2) の下部に注目すると、極細粒砂と泥質堆積物の互層で特徴づけられる。特に、このような泥質堆積物には次のような特徴が認められる。(1) 上下の砂層と明瞭な境界面を持つ。(2) 厚さは 2-5 mm である。(3) 最も厚い部分 (コア深度 308 cm) の中央粒径は、16.9 μm である。(4) 内部にラミナや生痕は認められない。(5) 炭質物や一部で植物片を含む。(6) 粘土ファブリックは粒状構造の発達で特徴づけられる。このうち、上下の砂層との境界面が明瞭なことや、基本的に塊状であることは、1 枚の泥層が速い堆積速度で形成されたことを示す。さらに、粒状構造を示す粘土ファブリックが観察されることは、fluid mud の堆積によって形成されたことを示す (Nishida et al., 2013)。特に、炭質物や一部で植物片を含むことから、陸源性であると考えられる。したがって、このような fluid mud の形成をもたらす高濃度のサスペンションの供給プロセスとして、洪水流による影響が示唆される。なお、このような泥質堆積物を挟在する極細粒砂は、泥質堆積物と同様に炭質物をとまなうラミナが認められ、生痕の発達も一部に限られる。したがって、これらの砂質堆積物についても、fluid mud 堆積物と考えられる泥質堆積物と同様に洪水流を起源として形成された可能性が考えられる。

地点 6 のコア (FV10-06-2) の中部は、厚さがおよそ 10-20 cm で基底に細礫をとまなう淘汰の悪い中粒-細粒砂によるユニットがくりかえし重なることで特徴づけられる。このような砂礫質堆積物は、ベッドフォームの移動にともなって形成された可能性が考えられる。また、潮間帯や潮下帯が生息水深の一部であるイワガキ、カモジガイ、ヌノメアサリならびにスダレモシオガイ (波部, 1977) が含まれることは、生息水深のより深い種が卓越する上部に比べ、堆積時の水深が浅いことを示す。さらに、このような特徴を示す FV10-06-2 の中部に含まれる貝殻片の放射性炭素年代値は、上下の層準で逆転が認められるものの 9.4-6.1 ky BP を示す。一方、後述のように、FV10-06-2 を含む各コアの上部を構成する粗粒な堆積物は、岩相の特徴や貝殻片が示す水深から高海水

準期に形成されたと考えられる。また、このような上部の堆積物に含まれる貝殻片などの放射性炭素年代は、6 ky BP 以降の値を示し、FV10-06-2 の中部のものより新しい。したがって、このような岩相の特徴や、堆積時の水深ならびに放射性炭素年代値をふまえると、FV10-06-2 の中部の砂礫質堆積物は、最終氷期最盛期以降の海進期に形成されたサンドシート堆積物と解釈される。地点 6 の北東には、宗像大島と九州本土との間にできた倉良瀬戸が存在し、潮流が観測されている（第七管区海上保安本部海洋情報部, 2002）。ここでの潮流は、最大で 1.3-1.4 kt（第七管区海上保安本部海洋情報部, 2002）と比較的ゆっくりとした流れだが、現在よりも水深の浅い最終氷期最盛期以降の海進期に、より速い流れが発達していた可能性も否定できない。FV10-06-2 のサンドシート堆積物と解釈される粗粒な堆積物は、このような流れの影響を受けて形成された可能性が考えられる。

なお、地点 3 のコア (FV10-03-2) の下部は、岩相の特徴からはほかの地点と同様に内湾／干潟堆積物と解釈されるが、コア深度が 182 cm から産出した貝殻（試料番号 F06）の年代値が、2440 ± 40 y BP を示すこととは整合しない。このような年代値が得られたこと理由は現時点では不明である。

4.3 最終氷期最盛期以降の高海水準期の堆積物

各地点から得られたコア試料は、上部の 30-100 cm のうちラビンメント堆積物よりも上位が貝殻片を含む粗粒な堆積物によって構成される点で共通する。特に、ここで認められる貝殻片は、生息水深が主に 10-80 m の浅海生種（波部, 1977）のもので、現在の陸棚環境の水深とおおよそ等しい。一方、このような貝殻片が示す放射性炭素年代は、6.2 ky BP 以降の値を示す。これらは、およそ 6 ky BP 以降の対馬海峡の相対的海水準が、それ以前に比べわずかな上昇傾向を示して現在に至ること（Nakada et al., 1991）と矛盾しない。さらに、地点 7 および 8 の周辺では、比高がメートルオーダーの非対称ベッドフォームと考えられる地形的高まりの発達が明らかとなっている（松本, 2013）。類似の海底地形は、宗像大島沖に広く発達している（佐藤・伊藤, 2011）。したがって、このような上部の粗粒な堆積物は、最終氷期最盛期以降の高海水準期の陸棚堆積物で、一部は流れの影響を受けて発達したものと解釈される。ただし、このような高海水準期の陸棚堆積物の堆積速度は、下位の海進期の堆積物に比べ小さい傾向を示す（第 7 図）。したがって、碎屑粒子の供給が少ない条件下で堆積物の形成が行われていると考えられる。なお、一般に、沿岸－浅海堆積環境で形成された堆積物から高海水準期体の基底である最大海氾濫面を認定するのは困難である。このため、地点 6 をのぞいた各地点のコアでは、ラビンメ

ント面直上のラビンメント堆積物と解釈される粗粒な堆積物の上面を便宜的に最大海氾濫面とした。また、地点 6 は、サンドシート堆積物と解釈される中部の砂礫質堆積物とより細粒で主に極細粒砂によって構成される上部との境界を最大海氾濫面とした。

本調査海域を含む福岡沿岸域では、表層の粗粒な堆積物が海底面の平坦な地形上に分布する傾向がある（池原, 2001）。これらは、最終氷期最盛期以降に氷河性海水準が段階的に上昇することによって形成されたと考えられている（池原, 2001）。一方、本研究による高海水準期の陸棚堆積物の放射性炭素年代値は、試料が得られた層準の高度（コア深度と水深の和）との相関に注目すると、必ずしもそれらが大きいほど古い値を示すわけではない。このことは、年代測定に用いた貝殻片などがいずれも破片化して粗粒な堆積物に含まれ、一部で再堆積の可能性のあることを反映していると考えられる。ただし、このような高海水準期の陸棚堆積物の年代値で最も古いのは、地点 11 のコア深度 22.0 cm における 6,240 ± 40 y BP である。したがって、相対的海水準の上昇にともなって、この時期には流れの影響を受けた堆積物の形成が開始されていた可能性が示唆される。

5. まとめ

水深が 38-66 m の福岡沖の陸棚域において、バイプロコアラを用いた柱状試料の採取を行った。その結果、合計 11 地点から長さが 1.5-4.9 m のコア試料が得られた。このようなコア試料は、岩相の特徴や放射性炭素年代測定の結果をふまえると、次のような形成時期ならびに堆積環境が考えられる。すなわち、本調査海域の陸棚堆積物は、(1) 8-6 ky BP 以降に形成された完新世の陸棚堆積物、(2) 主に 9-10 ky BP の最終氷期最盛期以降の海進期に形成された内湾／干潟堆積物、(3) 最終氷期最盛期より前に形成された堆積物によって構成されることが明らかとなった。

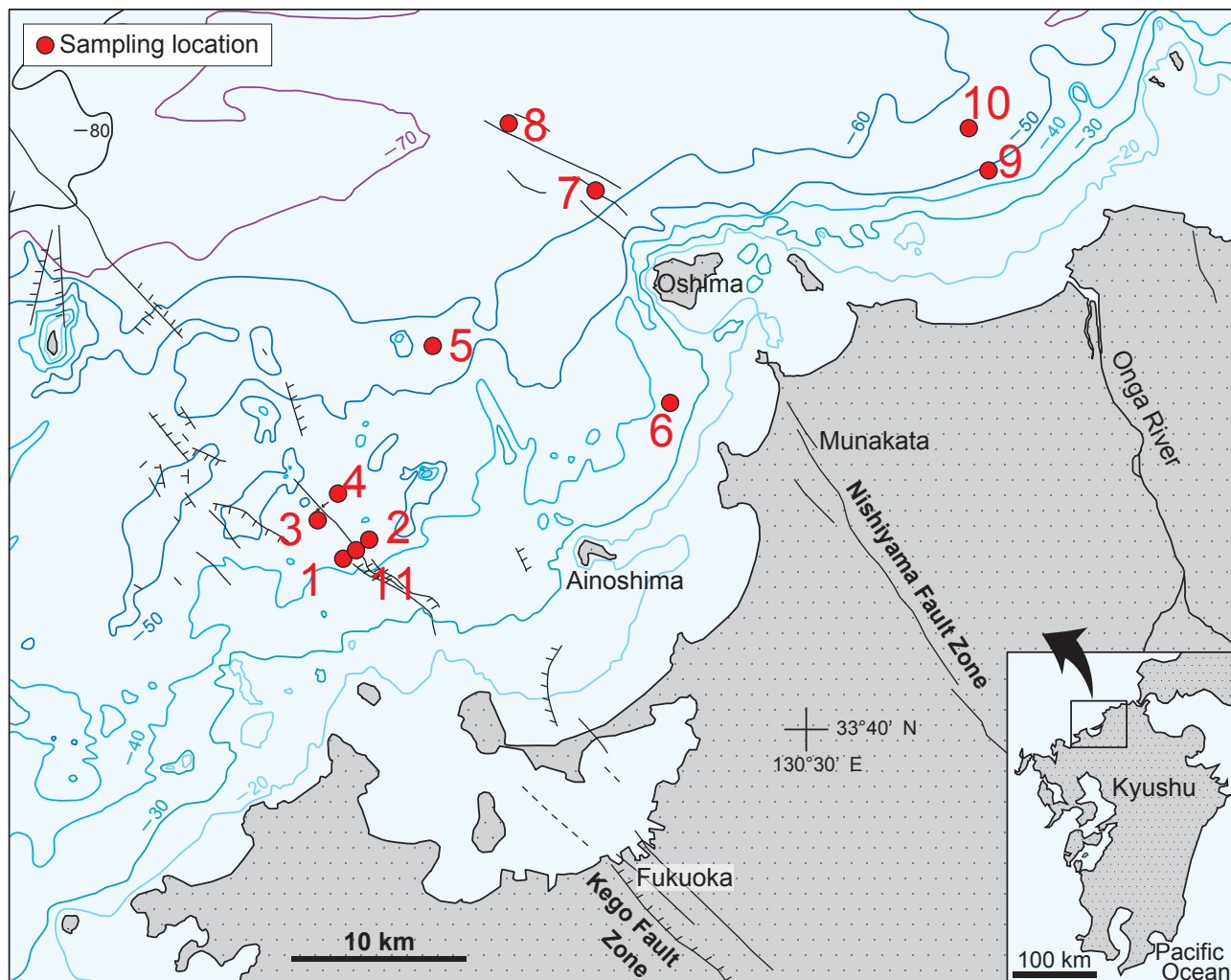
謝辞 調査海域でのバイプロコアラを用いた堆積物採取は、半場康弘氏、久保尚大氏、加藤 勲氏、一井直弘氏（川崎地質株式会社）および堤 正光氏（ツツミ地研）に行っていただいた。また、作業船挑洋丸の乗組員の方々には調査全般を通じてお世話になった。生痕化石ならびに貝類の同定について、市原季彦氏（株式会社復建調査設計）にたいへんお世話になった。以上の方々にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

文 献

阿部信太郎・荒井良祐・岡村行信（2010）西山断層

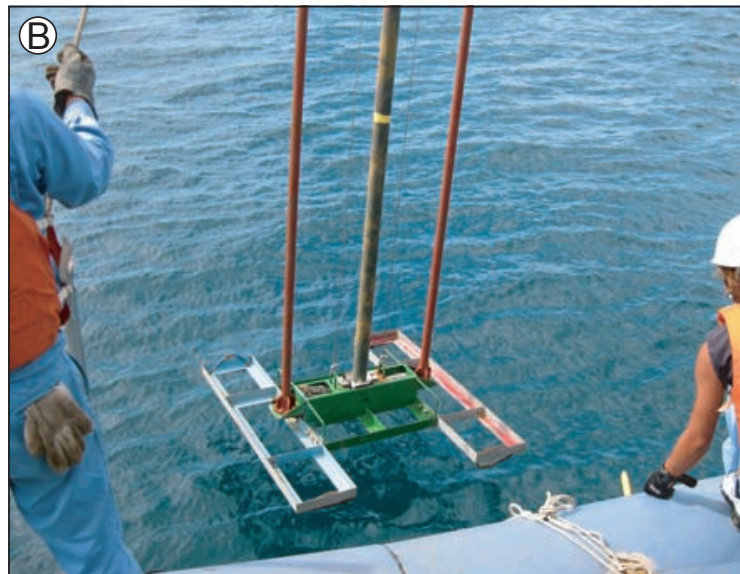
- 帯海域延長部における断層分布と活動性について. 活断層・古地震研究報告, no. 10, 119-148.
- Clark, P.U., Dyke, A.S., Shakun, J.D., Carlson, A.E., Clark, J., Wohlfarth, B., Mitrovica, J.X., Hostetler, S.W. and McCabe, A.M. (2009) The Last Glacial Maximum. *Science*, **325**, 710-714.
- 第七管区海上保安本部海洋情報部 (2002) 平成 14 年度九州北岸 (倉良瀬戸付近) 潮流観測報告. 18p.
- 波部忠重 (1977) 日本産軟体動物分類学二枚貝綱／掘足綱. 図鑑の北隆館, 東京, 372p.
- 廣野哲朗・塩野正道・小川勇二郎・坂本竜彦・中嶋悟・小泉 格 (2000) 走査型電子顕微鏡観察による含水未固結粘土の凍結乾燥法後およびオープン乾燥後の微細組織の比較. 地質学雑誌, **106**, 909-912.
- 市原季彦・高塚 潔・下山正一 (1996) 生痕層序. 地質学雑誌, **102**, 685-699.
- 池原 研 (2001) 響灘表層堆積図及び説明書. 海洋地質図, no. 56, 28p.
- 池原 研 (2010) 能登半島北方沖沿岸・陸棚域 20 万分の 1 表層堆積図及び説明書. 海陸シームレス地質情報集, 「能登半島北部沿岸域」. 数値地質図 S-1, 地質調査総合センター.
- Ikehara, K. and Kinoshita, Y. (1994) Distribution and origin of subaqueous dunes on the shelf of Japan. *Marine Geology*, **120**, 75-87.
- 岩淵 洋 (1996) 九州北岸, 大島沖の海底活断層. 地質学雑誌, **102**, 271-274.
- 岩淵 洋・西川 公・田賀 傑・宮寄 進 (1998) 福岡湾付近の断層分布, 水路部技法, **16**, 95-99.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2007) 警固 (けご) 断層帯の長期評価について. 32p.
- 海上保安庁水路部 (1996) 福岡湾付近の断層分布, 地震予知連絡会会報, **58**, 657-661.
- 活断層研究会 (1991) 新編日本の活断層一分布図と資料. 東京大学出版会, 437p.
- 松本 弾 (2013) 福岡県沿岸域 20 万分の 1 海底地質図説明書. 海陸シームレス地質情報集, 「福岡沿岸域」, 数値地質図 S-3, 地質調査総合センター.
- 宮下由香里・吾妻 崇・二階堂学・岡崎和彦 (2007) 警固断層の活動履歴—大野城市上大利トレンチ調査結果—. 月刊地球, **29**, 133-138.
- Nakada, M., Yonekura, N. and Lambeck, K. (1991) Late Pleistocene and Holocene sea-level changes in Japan: implications for tectonic histories and mantle rheology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **85**, 107-122.
- Nishida, N., Ito, M., Inoue, A. and Takizawa, S. (2013) Clay fabric of fluid-mud deposits from laboratory and field observations: Potential application to the stratigraphic record. *Marine Geology*, in press.
- Nummedal, D. and Swift, D.J.P. (1987) Transgressive stratigraphy at sequence-bounding unconformities: Some principles derived from Holocene and Cretaceous examples. In Nummedal, D., Pilkey, O.H. and Howard, J.D. eds., *Sea-level fluctuation and coastal evolution*. SEPM Special Publication no. 41, 241-260.
- Oba, T., Kato, M., Kitazato, H., Koizumi, I., Omura, A., Sakai, T. and Takayama, T. (1991) Paleoenvironmental changes in the Japan Sea during the last 85,000 years. *Paleoceanography*, **6**, 499-518.
- Plint, A.G. (2010) Wave- and storm-dominated shoreline and shallow marine systems. In James, N.P. and Dalrymple, R.W. eds., *Facies models 4*. Geological Association of Canada, 167-199.
- Plint, A.G. and Nummedal, D. (2000) The falling stage systems tract recognition and importance in sequence stratigraphic analysis. In Hunt, D. and Gawthorpe, R.L. eds., *Sedimentary responses to forced regressions*. Geological Society Special Publication no. 172, 1-17.
- 佐藤勝彦・伊藤弘志 (2011) 福岡県沖玄界灘における海底地形調査速報. 海洋情報部研究報告, no. 47, 61-65.
- Walker, R.G. and Plint, A.G. (1992) Wave- and storm-dominated shallow marine systems. In Walker, R.G., and James, N.P. eds., *Facies models: Response to sea level change*. Ontario, Geological Association of Canada, 219-238.

(受付:2011年9月16日,受理2012年12月20日)

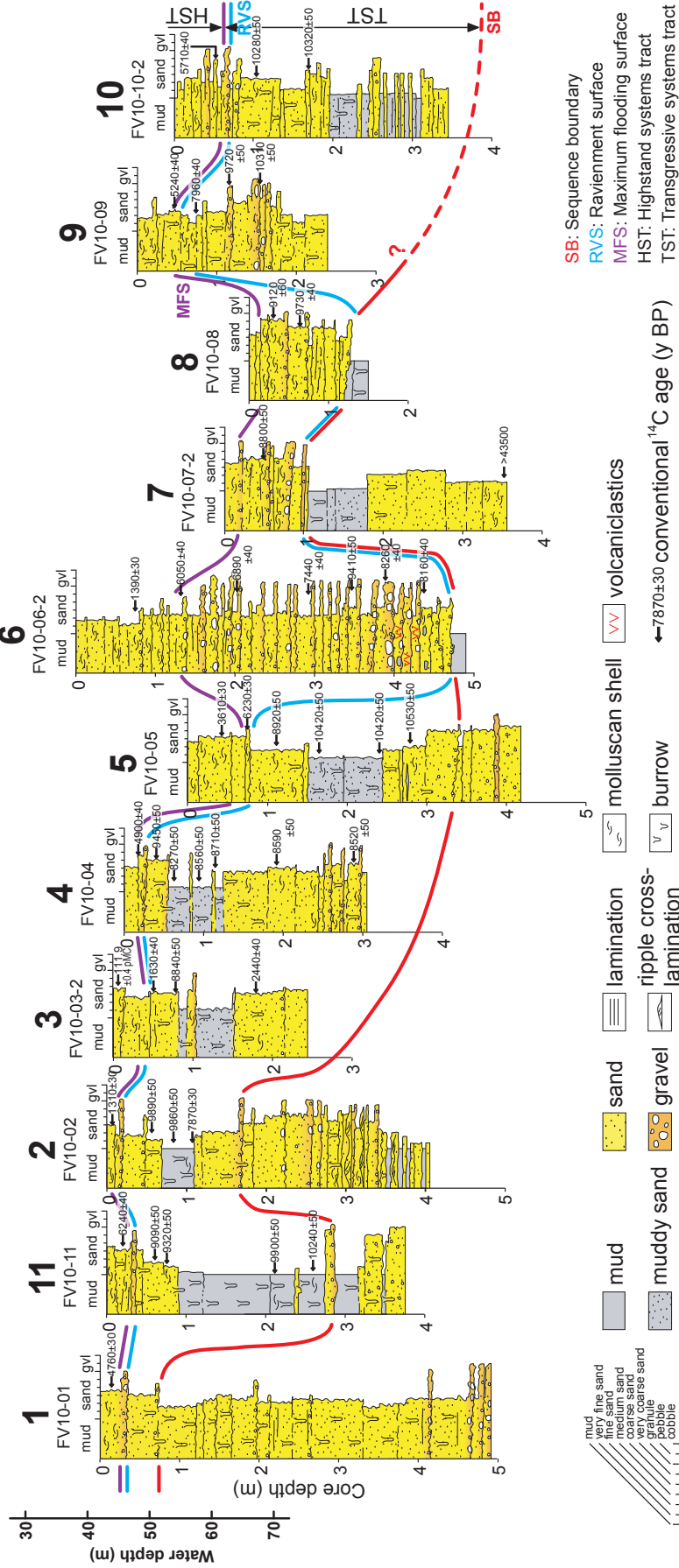


第1図 福岡沖陸棚海域におけるグラブ採泥ならびにバイブロコアの採取地点。断層の分布は、活断層研究会 (1991), 海上保安庁 (1996), 岩淵 (1996), 岩淵ほか (1998), 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2007) に基づく。

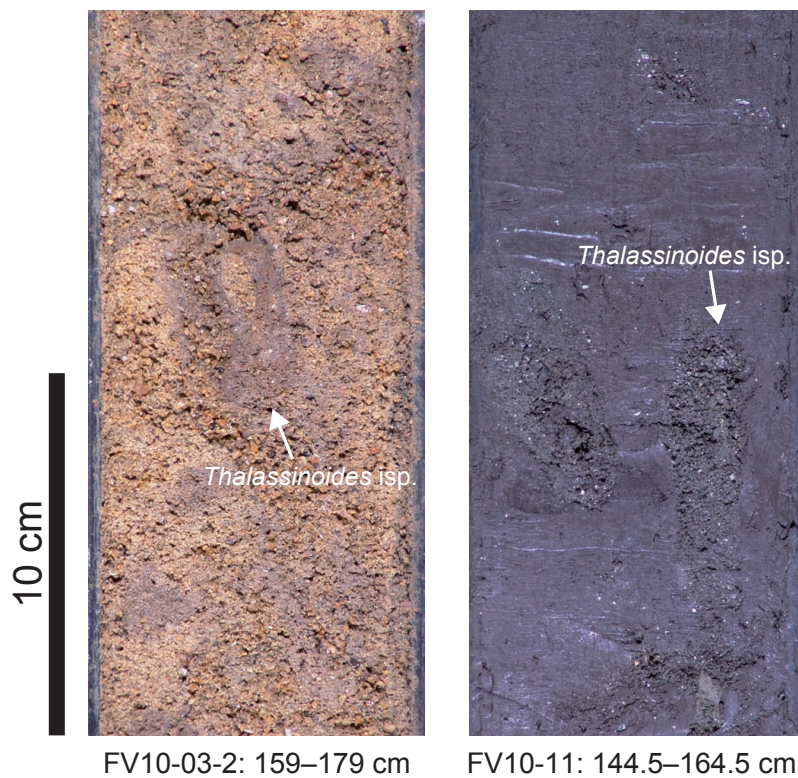
Fig. 1 Map showing sites for grab sampling and vibrocoreing off Fukuoka, Southwest Japan. Distribution of faults is based on Research Group for Active Faults of Japan (1991), Maritime Safety Agency (1996), Iwabuchi (1996), Iwabuchi et al. (1998), and Headquarters for Earthquake Research Promotion (2007).



第2図 A : 柱状試料の採取に用いたパイブコアラー. B : パイブコアラーの先端部.
Fig. 2 A: Vibrocorer used in this study. B: Lowermost part of the vibrocorer.

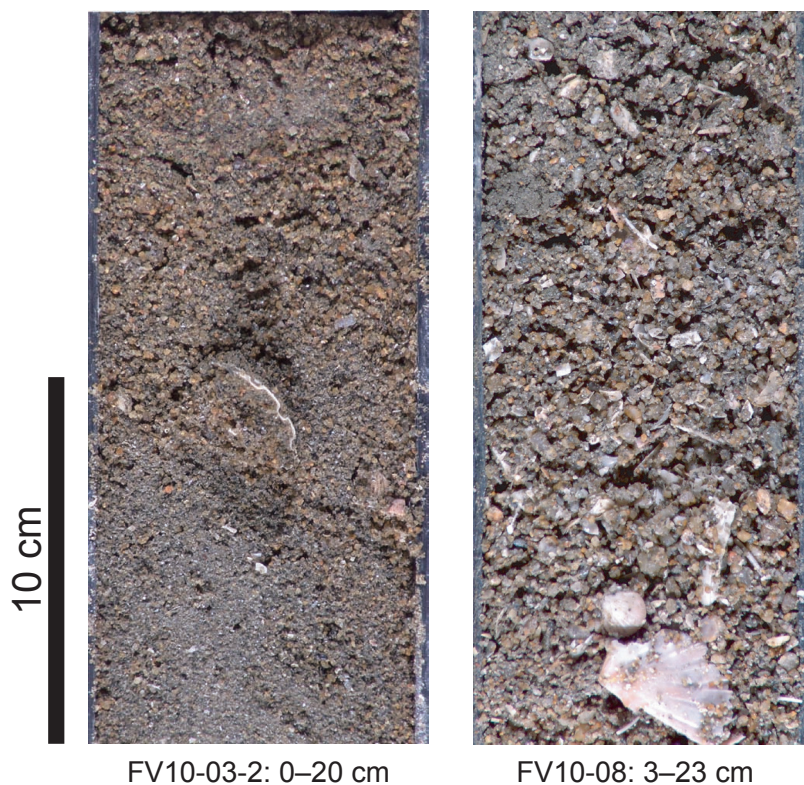


第3図 各地点で得られたバイブコア試料の柱状図。コア採取地点は図1を参照。
 Fig. 3 Columnar sections of vibrocore samples. See Figure 1 for sampling sites of each core.



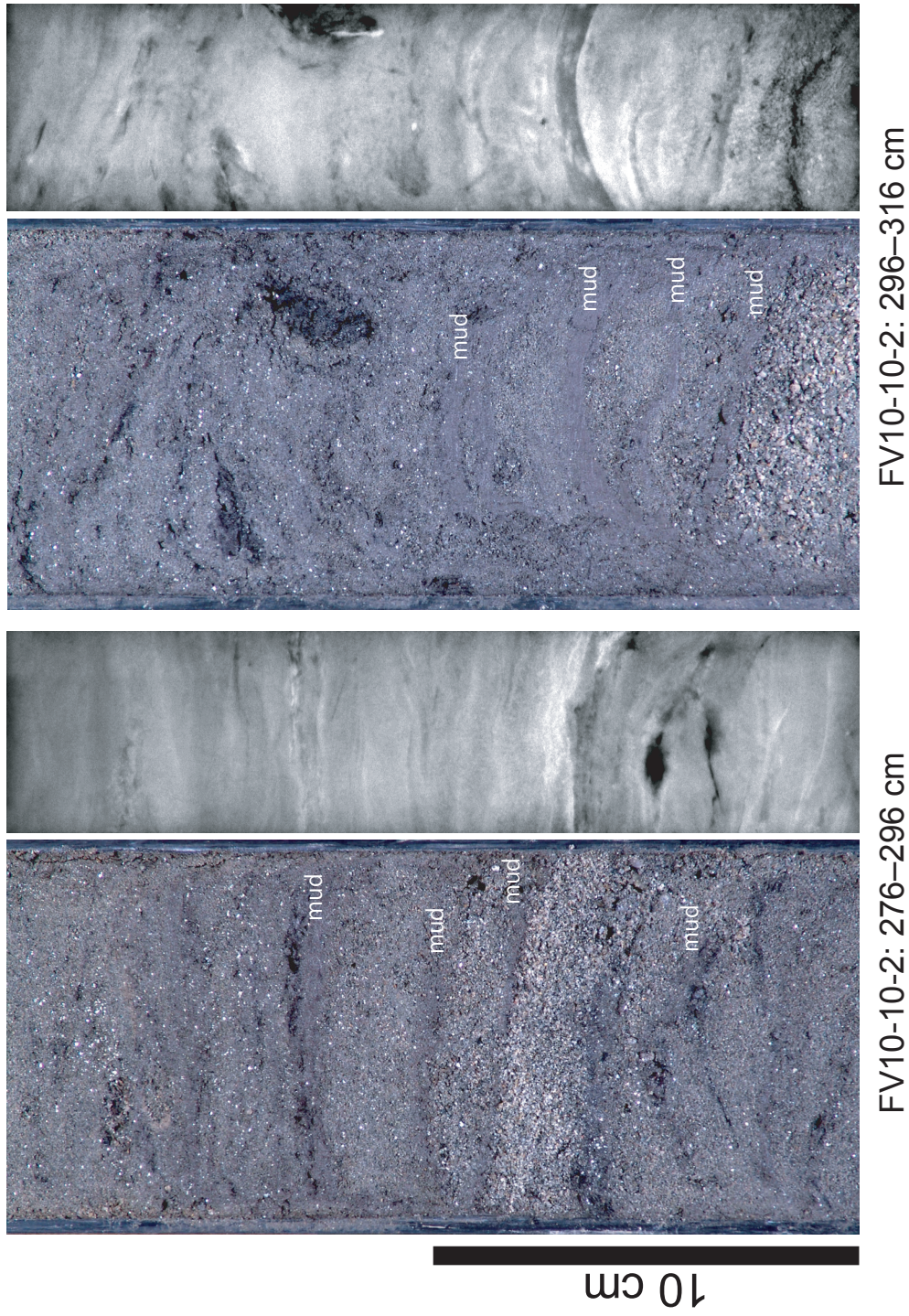
第4図 生痕の発達をともなう泥質砂—砂質泥堆積物。地点3 (FV10-03-2) および地点11 (FV10-11) のコア試料の下部—中部。

Fig. 4 Muddy sand and sandy mud deposits with burrows characterizing the middle or lower part of each core sample.



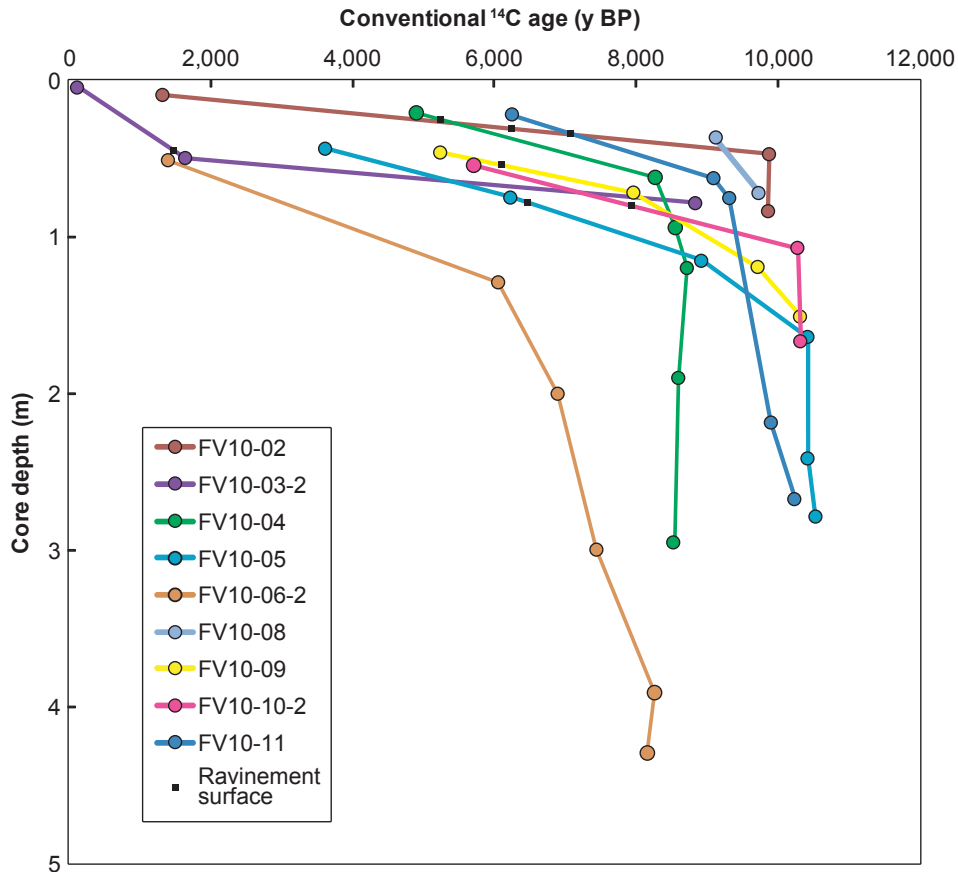
第5図 貝殻片をともなう砂礫質堆積物。地点3 (FV10-03-2) および地点8 (FV10-08) のコア試料の上部。

Fig. 5 Coarse-grained deposits with shell fragments characterizing the upper part of each core sample.



第6図 地点10のコア試料(FV10-10-2)の下部に認められる主に極細粒砂に挟在する泥質堆積物(各左). 軟エックス線写真(各右)では, 泥質堆積物の上下の砂質堆積物との境界面が明瞭なことがわかる.

Fig. 6 Muddy deposits intercalated with very fine sand, which are characterizing the lower part of a core sample from Site 10 (FV10-10-2). Soft-X radiographies indicate part of the muddy deposits have sharp bounding surfaces with sandy deposits.



第7図 各地点のコア試料の堆積曲線。測定試料が2個未満の地点をのぞく。また、同じ地点のコア試料の上下で年代値が著しく逆転している場合は、堆積速度の変化の傾向が最も適切と考えられるものを採用した。

Fig. 7 Sedimentation rate of core samples except for those from sites not obtained radiocarbon age data more than two. Note some age data are not adopted, because those are likely to be sampling errors.

第1表 サンプル採取地点および表層堆積物の粒度。
Table. 1 Coring sites and surficial grain size.

Core	Latitude	Longitude	Water depth (m)	Surficial grain size
FV10-01	33° 44' 49.380" N	130° 13' 32.470" E	42	very coarse sand
FV10-02	33° 45' 31.493" N	130° 14' 10.590" E	43	very coarse-coarse sand
FV10-03-2	33° 46' 30.310" N	130° 12' 04.350" E	44	very coarse sand
FV10-04	33° 47' 18.274" N	130° 12' 47.658" E	46	coarse sand
FV10-05	33° 51' 50.515" N	130° 16' 21.503" E	56	medium-fine sand
FV10-06-2	33° 50' 07.566" N	130° 25' 01.472" E	38	fine sand
FV10-07-2	33° 56' 38.335" N	130° 22' 16.153" E	62	coarse-medium sand
FV10-08	33° 58' 45.113" N	130° 19' 09.839" E	66	coarse-medium sand
FV10-09	33° 57' 23.818" N	130° 36' 39.539" E	48	medium-fine sand
FV10-10-2	33° 58' 44.701" N	130° 35' 26.552" E	54	medium-fine sand
FV10-11	33° 45' 20.023" N	130° 14' 00.163" E	43	coarse-medium sand

第2表 放射性炭素年代測定結果.
Table. 2 Results of radiocarbon age determination.

Sample ID	Accession#	Core#	Core depth	Material	Conventional ^{14}C age	Notice
F01	Beta-291745	FV10-01	11.5	shell (bivalves)	4,760 ± 30	
F02	Beta-291746	FV10-02	109.0	shell (bivalves)	7,870 ± 30	in a burrow
F03	Beta-291747	FV10-02	83.5	shell (bivalves)	9,860 ± 50	in a burrow
F04	Beta-291748	FV10-02	47.0	echinoids	9,890 ± 50	in a burrow
F05	Beta-291749	FV10-02	9.0	shell (bivalves)	1,310 ± 30	
F06	Beta-291750	FV10-03-2	182.0	shell (bivalves)	2,440 ± 40	
F07	Beta-291751	FV10-03-2	78.0	echinoids	8,840 ± 50	
F08	Beta-291752	FV10-03-2	49.5	shell (bivalves)	1,630 ± 40	
F09	Beta-291753	FV10-03-2	4.0	shell (bivalves)	111.9 ± 0.4 pMC	
F10	Beta-291754	FV10-04	295.0	shell (bivalves)	8,520 ± 50	in a burrow
F11	Beta-291755	FV10-04	190.0	shell (bivalves)	8,590 ± 50	
F12	Beta-291756	FV10-04	119.5	shell (bivalves)	8,710 ± 50	
F13	Beta-291757	FV10-04	94.0	echinoids	8,560 ± 50	in a burrow
F14	Beta-291758	FV10-04	62.0	shell (bivalves)	8,270 ± 50	
F15	Beta-291759	FV10-04	38.0	shell (bivalves)	9,450 ± 50	
F16	Beta-291760	FV10-04	20.5	shell (bivalves)	4,900 ± 40	
F17	Beta-291761	FV10-05	278.5	shell (bivalves)	10,530 ± 50	
F18	Beta-291762	FV10-05	241.5	shell (bivalves)	10,420 ± 50	
F19	Beta-291763	FV10-05	164.0	shell (bivalves)	10,420 ± 50	
F20	Beta-291764	FV10-05	115.0	shell (bivalves)	8,920 ± 50	
F21	Beta-291765	FV10-05	74.5	shell (scaphopods)	6,230 ± 40	
F22	Beta-291766	FV10-05	43.5	shell (bivalves)	3,610 ± 30	
F23	Beta-291767	FV10-06-2	429.5	shell (gastropods)	8,160 ± 40	
F24	Beta-291768	FV10-06-2	391.0	shell (gastropods)	8,260 ± 40	
F25	Beta-291769	FV10-06-2	345.0	shell (bivalves)	9,410 ± 50	covered by minerals or recrystallization ?
F26	Beta-291770	FV10-06-2	300.0	shell (bivalves)	7,440 ± 40	
F27	Beta-291771	FV10-06-2	200.0	shell (bivalves)	6,890 ± 40	
F28	Beta-291772	FV10-06-2	129.0	shell (bivalves)	6,050 ± 40	
F29	Beta-291773	FV10-06-2	51.0	shell (bivalves)	1,390 ± 30	articulated
F30	Beta-291774	FV10-07-2	353.0	shell (bivalves)	> 43,500	
F31	Beta-291775	FV10-07-2	51.0	shell (bivalves)	8,800 ± 50	
F32	Beta-291776	FV10-08	72.0	shell (bivalves)	9,730 ± 40	
F33	Beta-291777	FV10-08	36.5	shell (bivalves)	9,120 ± 60	
F34	Beta-291778	FV10-09	150.0	shell (bivalves)	10,310 ± 50	
F35	Beta-291779	FV10-09	119.0	shell (bivalves)	9,720 ± 50	
F36	Beta-291780	FV10-09	72.0	shell (bivalves)	7,960 ± 40	
F37	Beta-291781	FV10-09	46.0	shell (bivalves)	5,240 ± 40	
F38	Beta-291782	FV10-10-2	166.5	shell (bivalves)	10,320 ± 50	weathered
F39	Beta-291783	FV10-10-2	107.0	shell (bivalves)	10,280 ± 50	
F40	Beta-291784	FV10-10-2	54.0	shell (bivalves)	5,710 ± 40	articulated
F41	Beta-291785	FV10-11	267.5	shell (gastropods)	10,240 ± 50	
F42	Beta-291786	FV10-11	218.5	shell (gastropods)	9,900 ± 50	
F43	Beta-291787	FV10-11	75.0	shell (gastropods)	9,320 ± 50	
F44	Beta-291788	FV10-11	62.0	shell (bivalves)	9,090 ± 50	in a burrow
F45	Beta-291789	FV10-11	22.0	shell (bivalves)	6,240 ± 40	