

福岡沖陸棚域の海底堆積物

Sedimentology and stratigraphy of shelf deposits off Fukuoka, Southwest Japan.

西田尚央^{1*}・池原 研¹
Naohisa Nishida^{1*} and Ken Ikehara¹

Abstract: Shelf deposits distributed off Fukuoka (33-68 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 locations. These core samples are mainly characterized by bioturbated fine-medium sand in lower/middle part and coarse-grained sand and gravel containing shell fragments in upper part. Radiocarbon dating results indicate these deposits have been formed in 9-10 ky BP and after 6-8 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 locations, (3) coastal deposits formed before Last Glacial Maximum are also obtained.

Keywords: marine sediments, shelf, sedimentation, radiocarbon dating

要旨

福岡沖海域（水深 33-68m）を対象として、バイブ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 1.5-4.9m のコア試料が採取された。いずれの場合も、下部／中部が生痕の卓越する主に細粒-中粒砂で構成され、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 9-10ky BP の値を示すのに対して、上部では 6-8ky 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沿岸域で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より沖合へ減少することにと

もなって、堆積物の粒度も減少傾向を示す (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、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 74-100m）において、バイブ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ブプロコアラの有効性が示された。

福岡沖海域の陸棚は、陸棚外縁が沿岸から北方へおよそ 300km の水深 160m 付近に位置するため、比較的幅が広いことが特徴である。このような陸棚の表層には、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

* Correspondence

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, Institute of Geology and Geoinformation)

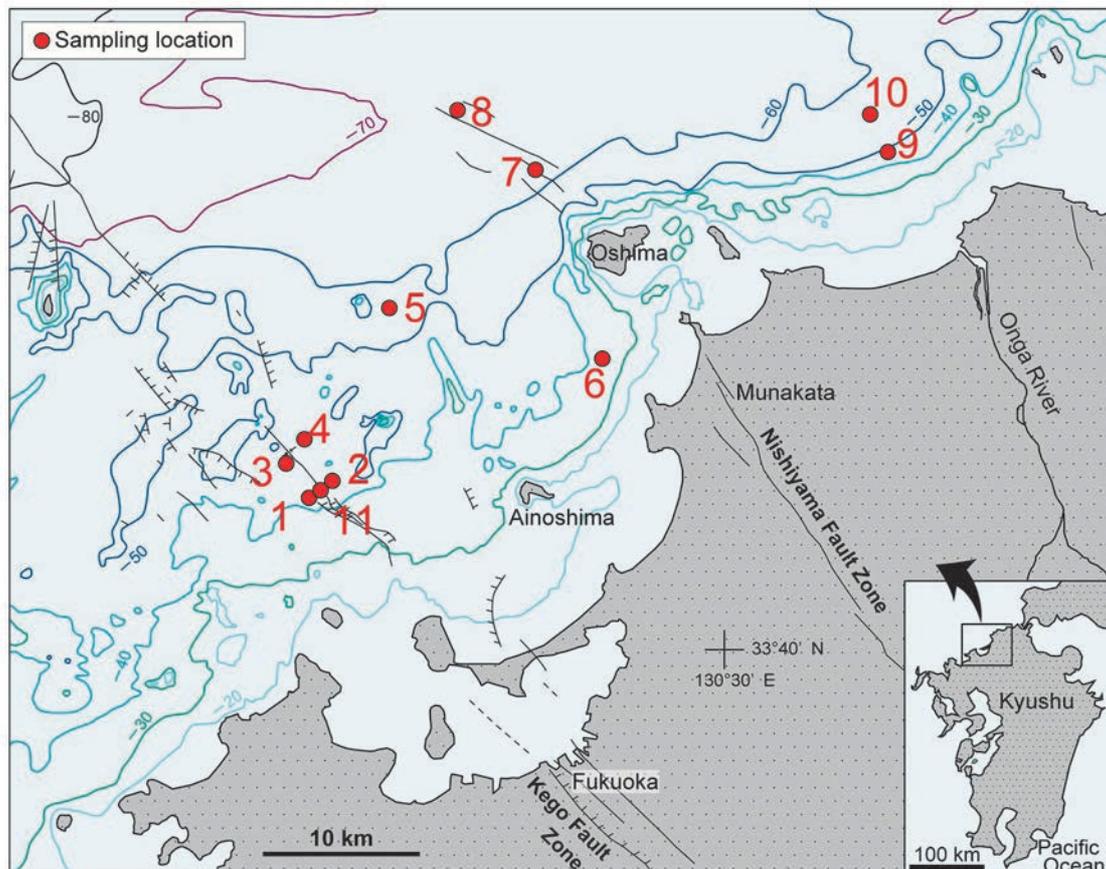
れた堆積物や、対馬海流の影響を受けて発達した最終氷期最盛期以降の堆積物と考えられている（池原，2001）。しかし、西山断層の延長部を対象とした近年の検討例（例えば，阿部ほか，2010）をのぞき、柱状試料の採取はほとんど行われてきていない。このため、この海域の陸棚堆積物の形成時期あるいは形成プロセスについて、必ずしも十分に理解されているとはいえない。特に、この海域には警固断層帯や前述の西山断層の延長部に相当する活断層が分布し（例えば，地震調査研究推進本部地震調査委員会，2007），これらの活動度を検討するための基礎資料を得るためにも、陸棚堆積物の詳細な検討が必要不可欠である。

今回、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、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

本調査では、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に対して交差する位置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 42m，地点 2 が 43m，地点 3 が 44m，地点 4 が 46m，地点 5 が 56m，地点 6 が 38m，地点 7 が 62m，地点 8 が 66m，地点 9 が 48m，地点 10 が 54m，地点 11 が 43m であった。

柱状試料の採取の前に採取地点の底質を確認するた



第 1 図 福岡沖海域におけるグラブ採泥ならびにバイプロコアの採取地点。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 locations 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 1 表 サンプル採取地点および表層堆積物の粒度.

Table 1 Sampling locations and surfacial grain size.

Core	Latitude		Longitude			Water depth (m)	Surfacial grain size	
	min.	sec.	min.	sec.	sec.			
FV10-01	33	44	49.380	130	13	32.470	42	very coarse sand
FV10-02	33	45	31.493	130	14	10.590	43	very coarse-coarse sand
FV10-03-2	33	46	30.310	130	12	4.350	44	very coarse sand
FV10-04	33	47	18.274	130	12	47.658	46	coarse sand
FV10-05	33	51	50.515	130	16	21.503	56	medium-fine sand
FV10-06-2	33	50	7.566	130	25	1.472	38	fine sand
FV10-07-2	33	56	38.335	130	22	16.153	62	coarse-medium sand
FV10-08	33	58	45.113	130	19	9.839	66	coarse-medium sand
FV10-09	33	57	23.818	130	36	39.539	48	medium-fine sand
FV10-10-2	33	58	44.701	130	35	26.552	54	medium-fine sand
FV10-11	33	45	20.023	130	14	0.163	43	coarse-medium sand

め、スミスマッキンタイヤー式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ことが知られている。また、水深 30m を超える沖合域での海上ボーリングは困難で、時間と経費がかかる。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 6m 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 8.8cm で ABS 製の遮光性インナーチューブを用いた。今回の採泥調査では、地点 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 について、位置をずらして合計 2 回ずつ採泥作業を行い、それぞれ



第 2 図 A : 柱状試料の採取に用いたバイプロコアラ。 B : バイプロコアラの先端部.

Fig.2 A: Vibrocooler used in this study. B: Lowermost part of the vibrocooler.

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、現地地で行える限り露光を避けた状態で 1m 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縦割りにし、テグスで半割した。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℃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、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 X 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分光式粒度分析計 (シーラス社製 CILAS 6400) 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。

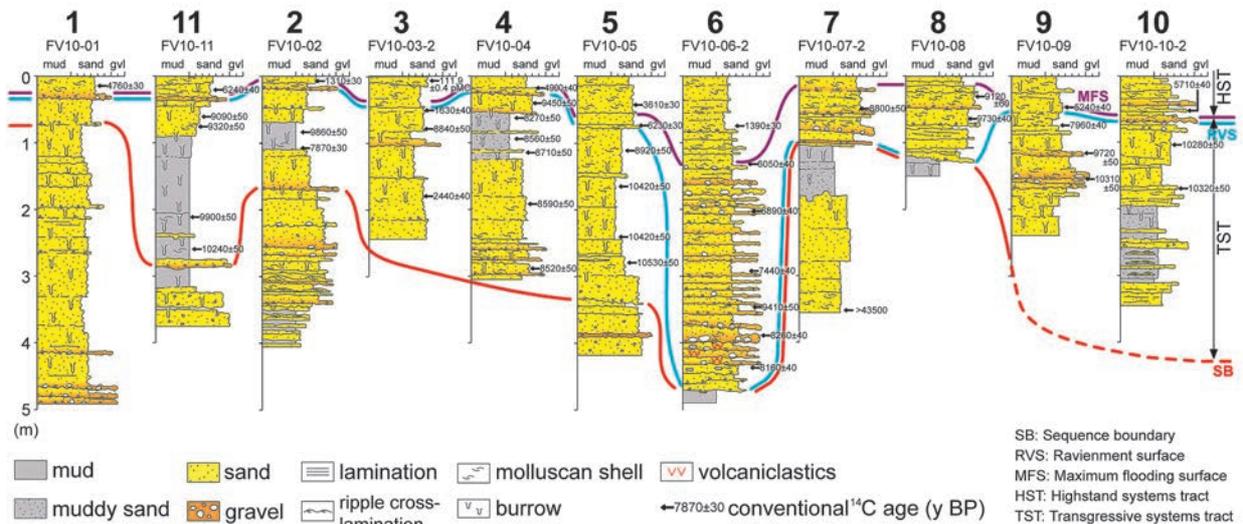
3. 結果

各地点から、長さが 1.5-4.9m のコア試料が採取された(第 3 図)。これらのコア試料について、はじめに、岩相の特徴についてまとめる。特に、(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、いずれも中部に生痕が発達した泥-細粒砂によって構成され、上部には貝殻片をとこなう砂礫質堆積物が重なる。一方、下部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 490cm である。コア深度が 73.5-490cm に相当する下部は、中礫をとこ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堆積物が引きずられたことを示すと考えられる変形構造が認められる。コア深度が 33-73.5cm に相当する中部は、*Thalassinoides isp.* など生痕の発達をとこなう淘汰の悪い主に中粒砂によって



第 3 図 各地点で得られたバイブコア試料の柱状図。コア採取地点は第 1 図を参照。

Fig.3 Columnar sections of vibrocore samples. See Figure 1 for sampling locations.

構成される。コア深度が 0-33cm 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 (*Pspbia 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 398.5cm である。コア深度が 169-398.5cm 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細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 31.5-169cm に相当する中部は、*Thalassinoides* isp. や *Psilochnus* isp. など生痕の顕著な発達をともなうシルト質泥—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 0-31.5cm 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 374.5cm である。コア深度が 286.5-374.5cm 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 34.5-286.5cm 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 0-34.5cm 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 242cm で、大きく下部と上部に分けられる。コア深度が 56-242cm 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 erythron*) などの貝殻片を含む。コア深度が 0-56cm に相当する上部は、イタヤガイやフクレユキ

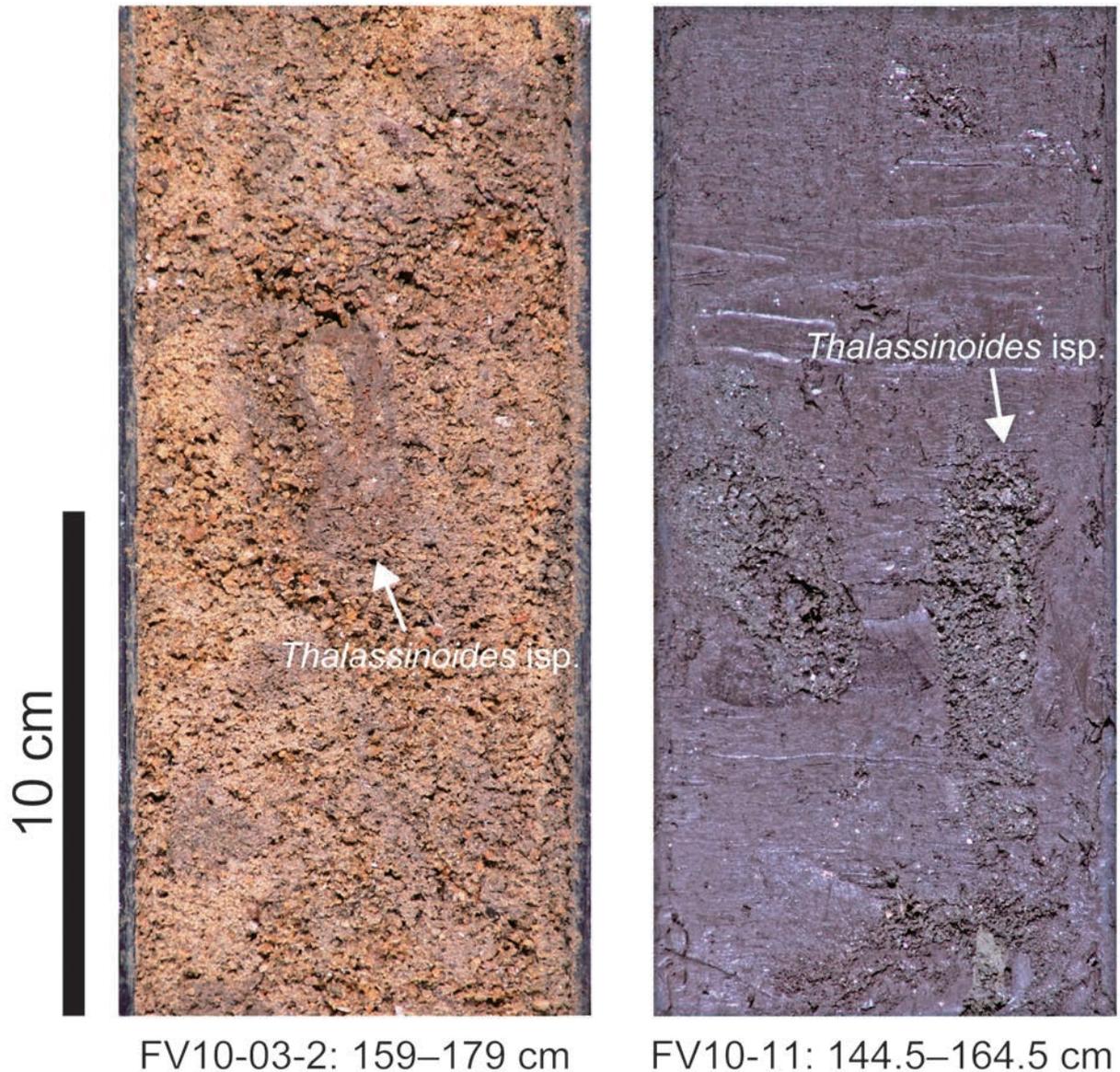
ミノガイ (*Limaria hakodatensis*) などの貝殻片をともなう主に中粒砂によって構成される (第 5 図)。一部は比較的淘汰がよく、弱いラミナが認められる。

地点 4 のコア試料 (FV10-04) は長さが 302.5cm で、大きく下部と上部に分けられる。コア深度が 25-302.5cm 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 0-25cm 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 37.2m 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 423.5cm である。コア深度が 334.5-423.5cm 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 78.5-334.5cm 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. が認められる。コア深度が 0-78.5cm 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 488cm である。コア深度が 473-488cm に相当する下部は、シルト質泥によって構成される。コア深度が 86-473cm に相当する中部は、厚さがおよそ 10-20cm で基底に細礫をともなう淘汰の悪い主に中粒



第 4 図 各地点のコア試料の下部-中部に多く認められる生痕の発達をともなう泥質砂-砂質泥堆積物の例。

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

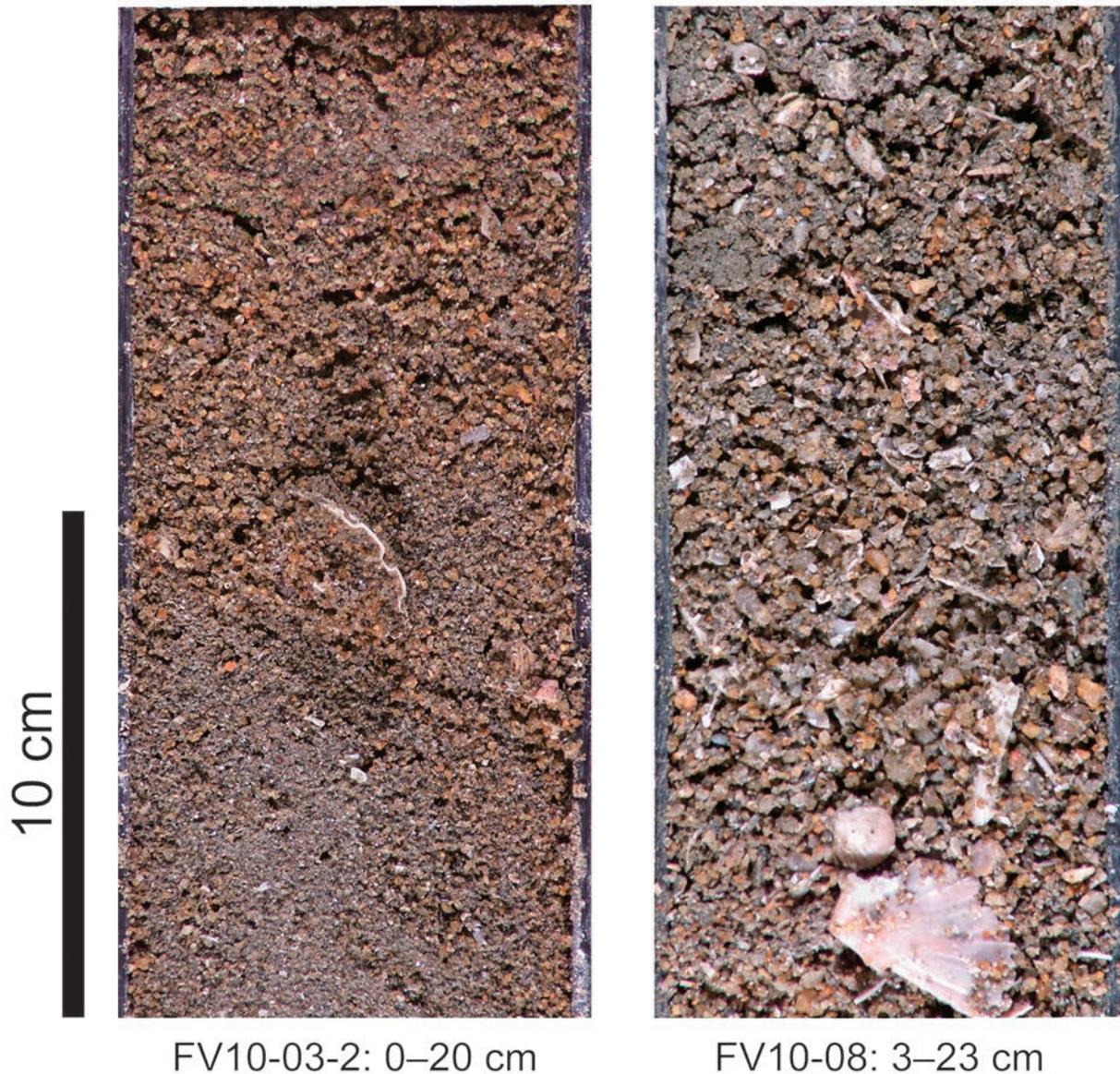
一細粒砂からなるユニットがくり返すことで特徴づけられる。特に、下位のユニットは、中礫や一部でカキ類 (ostreids) が付着した大礫が認められる。一部では、変質した火山起源と考えられる碎屑物粒子が認められる。最下部には炭質物を含む。また、ニッコウガイ類 (telinids), トリガイ, サツマアカガイ, イワガキ (*Crassostrea nippona*), カモジガイ (*Lutraria arcuata*), アラウメノハナガイ (*Pillucina yokoyamai*), アデヤカヒメノコアサリの貝殻片をともなう。上位のユニットには、トリガイ, ヌノメアサリ (*Protothaca 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 0-86cm 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もなって貝殻片を多く含む砂礫質堆積物が重なる。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 364cm である。コア深度が 105-364cm に相当する



第5図 各地点のコア試料の上部を構成する貝殻片をともなう粗粒な堆積物の例。

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

下部は、下位（コア深度 178-364cm）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泥質堆積物とは異なる。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やイタヤガイの貝殻片を含む。コア深度が 24-105cm 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も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 0-24cm 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。

地点 8 のコア試料 (FV10-08) は、長さが 149.5cm である。コア深度が 121-149.5cm に相当する下部は、*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。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 24-121cm 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もなって重なる。コア深度が 0-24cm 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)。基底層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 239cm で、大きく下部と上部に分けられる。コア深度が 54-239cm 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もなう。コア深度が 0-54cm 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 347cm で、大きく下部と上部に分けられる。コア深度が 81-347cm 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-シルト質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 0-81cm に相当する上部は、基底層に礫や貝殻片を含むユニットをともない、全体に貝殻片を含む主に細粒砂によって構成される。基底層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 9-10ky BP の値を示し、上部では 6-8ky 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

353cm から産出したハタウネフミガイの殻(試料番号 F30)は、全測定試料中で最も古い 43.5ky BP を超える年代値を示す。また、一部では同じ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 182cm 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 78cm 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 62cm から 295cm 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 ± 50 から 8710 ± 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 38cm 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 429.5cm 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 391m 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 345m 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。

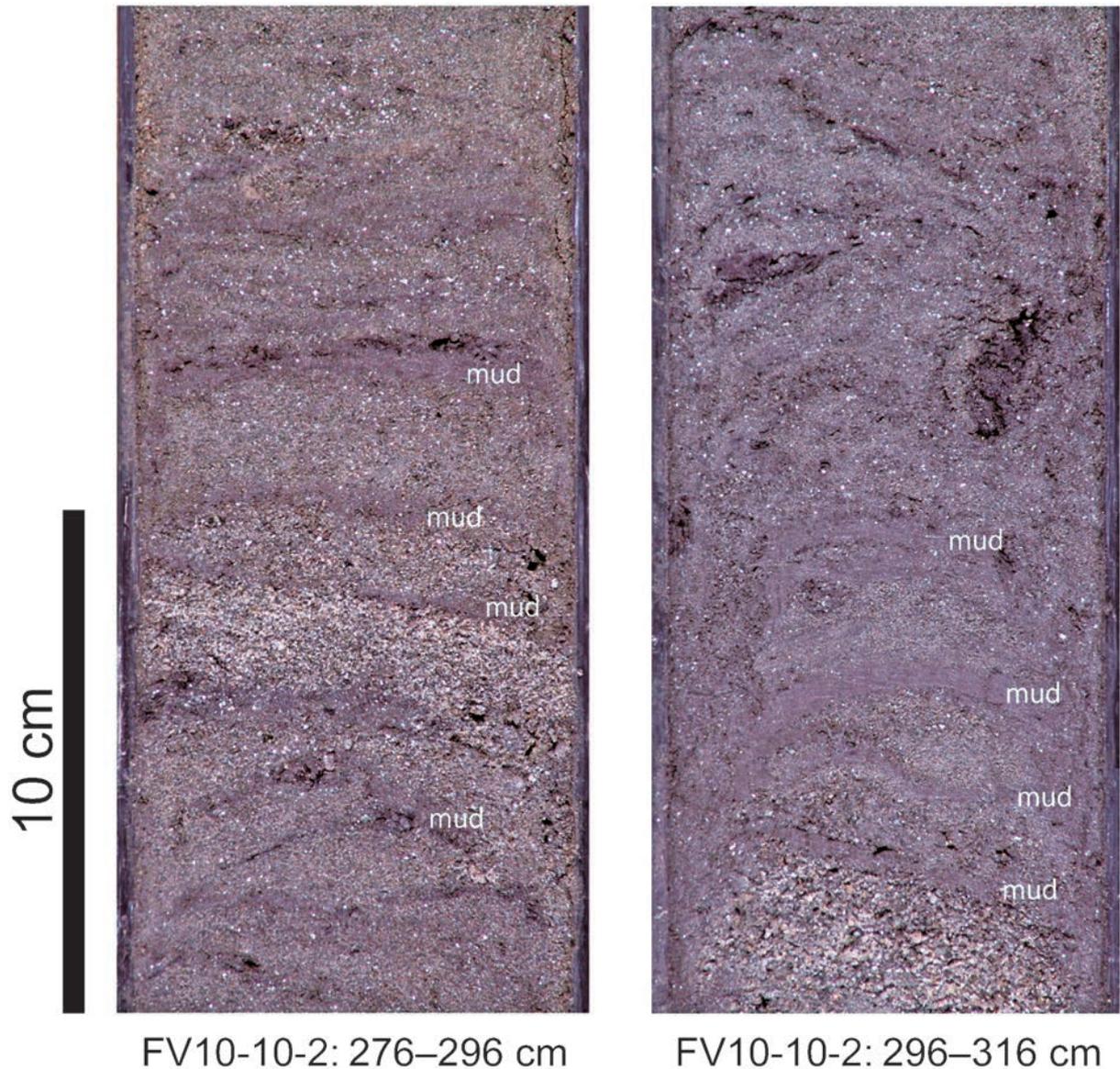
4. 考察：福岡沖陸棚堆積物の形成年代と堆積環境

(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 26-19ka)(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)に相当すると考えられる。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 463-490cm 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。この堆積物の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、特に、砂丘堆積物が考えられる。

地点 11 のコア(FV10-11)は、深度が 286.5-374.5cm に相当する下部が、極粗粒砂-細礫と、著



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。

Fig.6 Muddy deposits interbedded with very fine sand which are characterizing the lower part of a core sample from Location 10 (FV10-10-2).

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169-398.5cm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細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が認められる．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-

423.5cm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解釈するのは困難であるが，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 (試料番号F30) が，43.5ky 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

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 (cm)	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	

述する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近傍の水深が58mの地点(NY3-2)から、全体の長さがおおよそ3mの柱状試料が採取されている(阿部ほか, 2010)。このうち、下部は、厚さがおおよそ0.2mの礫をともなう粗粒砂堆積物とこれに重なる厚さがおおよそ0.7mの泥質堆積物で、上部は、厚さがおおよそ2m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。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、43.5ky 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解釈するのは困難である。

地点8のコア(FV10-08)は、深度が121-149.5cm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。

(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、粒度や生痕相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考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に相当)と考えられ、この直上の厚さ1-5cm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ない。すなわち、地点6のコアでは、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発達し、地点7と8では、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が比較的厚く発達するのが特徴である。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-浅海生種(波部, 1977)の貝殻片をともなうことや、*Thalassinoides* isp. あるいは*Ophiomorpha* isp. が卓越することが特徴である。また、年代測定の結果はおおよそ9-10ky 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。一部では年代測定の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と考えられる。

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/干潟堆積物と解釈される泥質堆積物の厚さは、地点11のコア(FV10-11)では252cmで、ごく近傍に位置する地点1のコア(FV10-01)の40.5cm、地点2のコア(FV10-02)の137.5cmと比較して、より大きいことがわかる。このような厚さの違いは、断層活動の影響を反映している可能性が考えられる。すなわち、警固断層の延長では、断層の西側、東側、中央の順に沈降が大きかった可能性がある。

また、地点10のコア(FV10-11)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2-5mmである。(3)最も厚い部分の中央粒径は、16.9 μ m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(西田・伊藤, 2009)。特に、炭質物や一部で植物片を含むことから、

陸源性であることが考えられる。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。

地点 6 のコア (FV10-06-2) の中部は、厚さがおおよそ 10-20cm で基底に細礫をとも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 9.4-6.1ky 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、6-8ky 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。

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内湾/干潟堆積物と解釈されるが、コア深度が 182cm から産出した貝殻 (試料番号 F06) の年代値が、 2440 ± 40 ky BP を示すことは整合しない。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。

(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 30-100cm のうち、前述のラビンメント面直上のラビンメント堆積物よりも上位が、貝殻片をともなう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 10-80m 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、このような貝殻片の放射性炭素年代は、6-8ky BP 以降の値を示す。年代測定に用いた貝殻片などの試料は、いずれも破片化して粗粒な堆積物に含まれることから、再堆積が考えられる。このため、得られた年代値はいずれも下限で、実際には現在

にかけてのより新しい年代に形成された堆積物の可能性も考えられる。したがって、これらの堆積物は、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海進期の堆積物と高海水準期の堆積物の境界、すなわち最大海汜濫面を厳密に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汜濫面とした。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汜濫面とした。

各地点のコア試料の上部を構成するこのような高海水準期の陸棚堆積物は、年代値に違いが認められる。特に、水深が大きいほど比較的年代値が古い傾向にあるといえる。例えば、水深が 54m の地点 10 ならびに水深が 56m の地点 5 の各コアでは、それぞれ 5.7ky BP および 3.6ky BP の年代値が得られているのに対して、水深が 38m の地点 6、水深が 41m の地点 1、ならびに水深が 43m の地点 2 の各コアでは、それぞれ 1.4ky BP、4.7ky BP、1.3ky BP の値が得られている。水深によるこのような年代値の違いは、これらの堆積物の形成時期の違いを示していると考えられる。現在の本調査海域を含む響灘海域には、一部でベッドフォームが認められ、対馬海流の影響を受けて発達したと考えられている (池原, 2001)。したがって、高海水準期の陸棚堆積物の形成時期の違いは、氷河性海水準の上昇にともなう対馬海流の流入時期の違いを反映している可能性が考えられる。

5. まとめ

水深が 38-66m の福岡沖の陸棚域において、パイプ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 1.5-4.9m 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) 8-6ky BP 以降に形成された完新世の陸棚堆積物、(2) 主に 9-10ky 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

調査海域でのパ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。以上の方々は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, 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.
- 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.
- 池原 研（2001）響灘表層堆積図及び説明書。海洋地質図，no. 56，地質調査所，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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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*. Geological Association of Canada, 219-238.