長崎県島原半島に分布する更新統北有馬層の 堆積相と貝化石相

中 尾 賢 一*

九州北西部、島原半島に分布する下部～中部更新統北有馬層の貝化石について、堆積相との関係に注目して調査した。その結果、潮汐低地、潮汐流路、河口、内湾の4つの堆積相が識別され、これらは少なくとも2回の堆積サイクルを示す。また、(1)ヒラタヌマコダキガイを主体とし、潮汐流路相に伴う貝化石群、(2)アワジチヒロ、スミノエガキ、サルボウなどからなり、礫層より産出する貝化石群、(3)マクラガイ、スミスシラゲ、シロバトガイなどからなり、内湾相に伴う貝化石群の3種類の貝化石群を確認した。この中には、有明海準特産種とされる貝類のうちの5種が含まれる。そのうち、アワジチヒロとチリメンユキガイは加津佐層に次いで古く、スミノエガキは最古の記録である。しかし、ホソウネモミジボラとウミタケは鮮新世の陸棚堆積物中に現れている暖流系種であり、これまでしばしばいわれていたような中国大陸沿岸系の内湾種と考える理由はない。

キーワード：口之津層群、北有馬層、潮汐堆積物、大陸沿岸系遺存種

I. はじめに

長崎県島原半島南部から熊本県天草諸島北部にかけての地域には、鮮新—更新統口之津層群が広く分布している(大塚, 1970)。口之津層群の多くは陸成層であるが、模式地の島原半島南部には4枚の海成層(下位より加津佐層上部、南串山層の一部、西正寺層、北有馬層)がある(大塚ほか, 1995)。このうち、下部更新統加津佐層上部と下部～中部更新統北有馬層からは、貝化石が多産する(図1, 図2)。

有明海にはウミタケ *Barnea dilatata* (Souleyet)、ハイガイ *Tegillarca granosa* (Linnaeus) などの準特産種(以下、有明海準特産種という)が近年まで豊富に生息していた(佐藤・田北, 2000)。これらの種の多くは、中国大陸から朝鮮半島沿岸に同一種やごく近縁な種が分布しており、大陸沿岸系遺存種(福田, 2004)、大陸沿岸性遺存種(佐藤・田北, 2000)、大陸系強内湾性種群(下山, 2000)とよばれている。この概念は、宮地ほか(1953)が南からの暖流要素とも北からの寒流要素とも異なる要素として、“大陸沿岸系要素”を提唱したのが始まりであ

る。最近になって生物地理学的立場から、その意味や定義を見直す必要があると指摘されている(福田, 2004; 山下, 2004)。

さて、口之津層群は、国内では中国大陸や朝鮮半島に最も近い場所に分布する鮮新更新統であり、地層の分布域は有明海の南部地域にある。したがって口之津層群の貝化石相は、更新世における干潟～内湾性貝類相の成立過程を考える上で、重要な意味を持つ。筆者は、先に加津佐層上部の貝化石群集を報告し、大陸沿岸系遺存種(正確には有明海準特産種)であるアワジチヒロ *Volachlamys hirasei* (Bavay) およびチリメンユキガイ *Meropesta capillacea* (Reeve) の最古の化石が産出することを明らかにした(中尾, 2006)。現時点では、これ以外に口之津層群の貝化石相に関する詳しい報告はない。

本論では、北有馬層から多産する大型の貝化石を中心に、その産出状況、堆積環境との関連および加津佐層の貝化石相との異同を述べる。これに加えて、北有馬層から産出が確認された「有明海準特産種」について、それぞれの種ごとに時間的・空間的な分布状況を明らかにし、地史的な位置づけを行いたい。

2006年7月28日受付。2007年5月14日受理。

* 徳島県立博物館 〒770-8070 徳島市八万町向寺山。E-mail: nakao-kennichi-1@mt.tokushima-ec.ed.jp

図1 調査地の位置

国土地理院発行 1/25,000 地形図「須川」「口之津」の一部を使用。

地 層 名	岩 相	放 射 年 代
阿蘇4火砕流堆積物	非溶結の軽石質凝灰岩	
大 江 層	砂礫層と貝殻密集層	$0.24 \pm 0.06^*$ (岡口・大塚, 1980)
竜 石 層	角閃石安山岩質の凝灰角礫岩	$0.25 \pm 0.05^*, 0.28 \pm 0.05^*$ (Sugiyama et al., 1986)
塔ノ坂安山岩	複輝石安山岩質凝灰角礫岩・溶岩	$0.5 \pm 0.2^{**}$ (中田・鎌田, 1988)
諏訪池玄武岩	かんらん石玄武岩	$0.6 \pm 0.3^{**}$ (中田・鎌田, 1988)
北 有 馬 層	海成の砂質シルト・砂泥互層	
西 正 寺 層	浅海性の砂層・泥層・砂泥互層	1.0^{**} (大塚ほか, 1995)
南 串 山 層	火山砕屑岩主体、一部に海成層	$1.43 \pm 0.27^*$ (岡口・大塚, 1980)
加 津 佐 層	陸成砂層主体、最上部に海成層	$1.45 \pm 0.09^{**}$ (横瀬ほか, 1999)
大屋層上部層	陸成層と火山砕屑岩	$1.42 \pm 0.08^{**}$ (中田・鎌田, 1988)
大屋層下部層	陸成層と火山砕屑岩	$1.76 \pm 0.22^*$ (岡口・大塚, 1980)
	陸成の礫層・砂層・泥層	$2.0 \pm 0.3^*, 2.0 \pm 0.4^*$ (Horie, 1986)
		$2.6 \pm 0.5^*, 4.3 \pm 0.6^*, 4.8 \pm 0.9^*$ (Horie, 1986)

*: FT age (Ma), **: K-Ar age (Ma)

図2 島原半島南部の層序表

大塚ほか(1995)をもとに中尾(2006)に加筆。

II. 北有馬層に関するこれまでの研究

1. 層序および年代

北有馬層は口之津層群の最上部を占め、主として砂層、シルト層、砂質シルト層～シルト質砂層およびこれらの互層からなる(大塚ほか, 1995)。また北有馬層は、西正寺層最上部の大峰玄武岩を不整合に覆い、諏訪池玄武岩および塔ノ坂安山岩(高峯安山岩)に不整合に覆われる(大塚ほか, 1995)。

大塚・古川(1988)は、長鼻類化石やフィッシュン・トラック年代にもとづき、口之津層群の年代を詳しく論じた。彼らは従来の口之津層群の長鼻類化石による生層序学分帯(Kamei and Otsuka, 1981)を再検討し、口之津層群全体を下位から *Stegodon cf. insignis* 帯, *Stegodon akashiensis* 帯, *Mammuthus armeniacus proximus* 帯の3帯に再区分し、北有馬層下半部を *Mammuthus armeniacus proximus* 帯とした。そして、北有馬層最上部からアケボノゾウ *Stegodon aurorae* が産出することを除けば、口之津層群における長鼻類化石の変遷は大阪層群の変遷史とよく一致すると述べた(なお、現在は *S. cf. insignis* と *S. akashiensis* は、それぞれ *S. miensis* と *S. aurorae* のシノニムとされている)。また、北有馬層下部と最上部は正帯磁だが、中部に逆帯磁の層準があること、大屋層上部層に挟まれる大屋火砕流堆積物が正帯磁していることを示した(大塚・古川, 1988)。以上の結果に、大屋火砕流堆積物(大屋層上部層)から得られている 1.76 ± 0.22 Ma の FT 年代値(岡口・大塚, 1980)をふまえて、北有馬層下部の正帯磁した層準をハラミヨイイベントに、北有馬層最上部から上位をブリュース正磁極期にあたるとした。この年代論は、基本的には大塚ほか(1995)でも踏襲されている。これとは別に、Horie(1986)は大屋層上部から 2.0 ± 0.3 Ma および 2.0 ± 0.4

Ma, 大屋層下部から 2.6 ± 0.5 Ma, 4.3 ± 0.6 Ma, 4.8 ± 0.9 Ma の FT 年代値 (図 2) を報告し、口之津層群の堆積時期が鮮新世に始まることを示した。また最近になって、長谷川ほか (2004) は北有馬層から珪藻、石灰質ナンノ化石について層序学検討を行い、北有馬層の年代を石灰質ナンノ化石 *Gephyrocapsa parallela* の産出から 0.95 Ma 以降、珪藻化石 *Fragilariopsis doliolus* の産出から 2.0 Ma より新しいとした。

2. 貝化石、微化石および堆積環境

北有馬層の貝化石に関しては、種名の一覧と簡単な産状の記載があるのみで、Yokogawa and Nakao (2007) を除いて、現在に至るまで詳しい分類学的、古生物学的検討は行われていない。また、微化石および堆積環境に関しては概要が明らかになっているものの、公表された報告は少数であり、調査地点や層準、産出化石リストなど詳細の多くは不明である。

大塚 (1931) は島原半島産貝化石に言及し、海成層である「凝灰質の砂質粘土層」より 11 種の貝化石を報告した。岩相および貝化石の構成から、この地層は北有馬層と考えられる。また、「島原半島北有馬」から産出した “*Chlamys yagurai* Makiyama” を図示し、島原半島の「凝灰質粘土層」と “*Chlamys yagurai* Makiyama” の模式産地である神戸の舞子貝層との関連を示唆した。早田 (1964) は産地、産状、産出種の簡単な報告を行った。大塚 (1966) は口ノ津 (口之津) 層群全体の層序を示す中で、加津佐層および北有馬層の貝化石産出表を示し、北有馬層の 9 地点から 41 種の貝化石を報告している。Yokogawa and Nakao (2007) は日本産の現生および化石 *Volachlamys* 属二枚貝を再検討し、加津佐層・北有馬層で従来ヤグラニシキ *Volachlamys yagurai* (Yagura) とされてきた種は、現生種アワジチヒロに同定されることを明らかにした。なお、ヤグラニシキは Makiyama (1923) が *Pecten yagurai* という学名で新種記載した種であるが、矢倉 (1922) が同じ種について *Pecten yagurai* を先行して導入しており、学名は *Volachlamys yagurai* Yagura, 1922 となることが最近の研究で確認された (Yokogawa et al., 2007)。

一方、微化石および堆積環境については以下の研究がある。早田 (1969) は 30 種の有孔虫を検出し、その特徴から田平地域の北有馬層を暖海水〜内湾性堆積物であるとした。高橋・浜田 (1972) は、北有馬層では *Quercus*, *Pinus* が優勢で、上位になるにしたがって *Fagus*, *Rhus*?, *Sapium*, *Chenopodiaceae* などが増えるとしたが、気候変化については言及していない。岩崎 (1987) は、北有馬

町西田平周辺から産出した 48 種内外の貝形虫化石の種構成を現在の有明海・八代海における貝形虫遺骸群と比較して、水深 30~40 m のデルタの前置層で堆積した可能性が大きいとした。長谷川ほか (2004) は、3 つの調査ルートで底生有孔虫群集を用いて北有馬層の古環境解析を行った。東部・中央ルートでは下部から上部に向かって沿岸域から内湾域に変化すること、西側ルートでは常に外洋水の影響下にあり、中下部に 1 回の海退があること、東南側から埋積が進行したと述べた。河野・入月 (2005a, b) は、北有馬層の堆積相と貝形虫化石にもとづいて古環境の復元を行い、北有馬層中に 2 回の相対的海水準の変動があること、下位の浅海化イベントにおいて貝形虫化石が産出し、そこでは外洋水の影響下にある群集から湾奥部の特徴的な群集へ変化していると述べている。

III. 調査方法

北有馬層は全般的に露頭状況が悪いが、南島原市北有馬町轟川〜田平にかけての東西 1.8 km、南北最大 1.7 km の地域では露出が比較的良好で、同一層準を側方に追跡することができる (図 3)。本報告の調査は、この地域の 22 地点 (ルート) で行った。主要な 12 地点の柱状図を図 3 に示す。

貝化石のうち、大型の種は野外で個体ごとに採集した。これとは別に、可能な限り多くの岩塊を採集して室内に持ち帰り、室内で割って小型種を摘出した。どの露頭でも、貝化石の正確な個体数を出すことは困難だったので、定量的な解析は行っていない。また、これらの貝化石相の調査に加え、化石となった貝の生息場所や地層の堆積場所を具体的に知るために、堆積相解析もあわせて行った。

調査地付近の北有馬層は、同一層準を追跡すると、数度〜1 度未満の角度で南東に緩傾斜しているが、露頭ではほぼ水平に見える。しかし、調査地東部を南北に流れる大手川の東岸・西岸では、周囲と比較して著しく非調和な走向・傾斜を示す露頭が数カ所ある。これらの露頭では、“層理面” は北に向かって 30° ~ 60° 程度の角度で急傾斜することが多く、ほぼ直立しているように見える露頭 (Loc. A1) もある。また、これらの“地層” は側方に連続しない。このような露頭のうち、金蔵寺北方 (Loc. A2) では住宅地造成工事に伴って一時的に大規模な露頭が現れ、急傾斜を示す“地層” の特徴を詳しく観察することができた。その結果、これらの“地層” はブロック化した長さ数 m 規模の岩塊であること、それらのブロッ

図 3 北有馬層の柱状図
露頭番号は図 1 に対応。

クは亀石層の上位にのし上がっていること、ブロック間およびブロック内部に液状化が起こっていること、一部のブロックの内部に塑性変形が生じていることが観察された。したがって、これらの異常な走向・傾斜を示す露頭は、すべて亀石層の形成途中または形成後に、北方から移動してきた地すべり地塊の末端部分であると判断し、今回の考察の対象から除外した。

なお調査範囲のほぼ中央部には、国指定史跡「日野江城跡」があり、貝化石を産出する露頭の一部 (Locs. 10, 13, 14) はこの中に位置している。これらの露頭での化石採集および現状変更を伴う露頭観察はできなかったので、貝化石の同定および産出個体数の計数は現地で見視により行い、露頭観察も現状で可能な範囲にとどめた。

IV. 堆 積 相

調査地域の北有馬層の堆積相を、次に示す I～IV の堆積相に区分した。また、堆積相 II と IV についてはそれぞれ 2 つの亜相に、堆積相 III については 3 つの亜相に細分した (図 4)。

1. 堆積相 I

フレーザー層理、波状層理、レンズ状層理を示す粘土、シルトおよび中粒～細粒砂の互層。泥層および砂層の厚さは、1 mm 以下から数 cm まで頻繁に変わる。カレントリップルは、しばしば 2 方向の異なる古流向を示す。また、一部に生物擾乱が認められることがある。

堆積環境：フレーザー層理、波状層理、レンズ状層理は、潮流の周期的な発生と停滞によって形成される潮汐堆積物であり、しばしば潮汐低地によく発達する (Dalrymple, 1992; 坂倉, 2004)。したがって、本堆積相は泥質～砂泥質の潮汐低地の堆積相である。

2. 堆積相 II

堆積相 II a：大型のトラフ型斜交層理を示す淘汰のよい中粒～細粒砂からなり、マッドドレイプ (ときに 2 枚セット) を伴う。それぞれの斜交層理砂層の厚さは 1 m 前後であり、部分的にリップアップクラストを含む。異なる向きの斜交層理が互層することがある。また側方への連続性が悪く、堆積層 I と互層し、頻繁に堆積層 I に置き換わる。生痕化石はほとんどない。

図 4 北有馬層の堆積相と露頭写真

堆積相 I : 波状層理を示す砂泥互層 (Loc. 3, 層準 3-1), 堆積相 II a : 大型のトラフ型斜交層理を示す淘汰のよい砂層 (Loc. 3, 層準 3-2), 堆積相 II b : 貝化石およびマッドクラストを伴う粗粒～中粒砂層と泥層の薄層の互層 (Loc. 13, 層準 13-1), 堆積相 III a : 礫支持礫層 (Loc. 1, 層準 1-2), 堆積相 III b : スミノエガキ密集層 (Loc. 16, 層準 16-1), 堆積相 III c : 小規模なトラフ状斜交層理を伴う礫混じり粗粒砂層 (Loc. 15, 層準 15-1), 堆積相 IV a : シルト層～極細粒砂層互層 (Loc. 3, 層準 3-3), 堆積相 IV b : 淘汰不良な砂質シルト層 (Loc. 15, 層準 15-3).

堆積相 II b : 砂層と泥層の薄層の互層で、ヒラタヌマコダキガイ *Potamocorbula cf. laevis* Hinds を中心とする多数の貝化石 (貝化石群 A) と顕著なリップアップクラストを挟む。Loc. 10 の層準 10-2 では、堆積相 II b が堆積相 II a へと側方変化し、Loc. 13 の層準 13-1 では堆積相 II a の直上に堆積相 II b が累重する。

堆積環境 : 堆積相 II a は堆積相 I と互層すること、2枚セットのマッドレイブ、およびリップアップクラスト

の存在から、潮汐低地内での潮汐流路の堆積相と考えられる。堆積相 II b に見られる泥の薄層は、堆積相 II a のマッドレイブによく似ている。リップアップクラストの存在は堆積相 II a と共通している。これらの共通点および堆積相 II b から II a への漸移関係の存在から、堆積相 II b は堆積相 II a に大量の貝化石が付加されて形成されたと考えられる。ヒラタヌマコダキガイの生息場所は、このような推定と矛盾しない。

3. 堆積相Ⅲ

堆積相Ⅲa: 径数 cm の礫からなる礫支持礫層である。連続性が高く、1 層準の礫層を東西 1.2 km, 南北 1.5 km の範囲にわたって追跡できる。基底は軽微な浸食面であることが多いが、稀に下位の粗粒砂層(堆積相Ⅲc)から逆級化し、漸移することがある。一見して無構造であることが多いが、Locs. 5, 6 など数カ所の露頭では、層厚数 0.1~1 m 程度で上方に細粒化する薄い礫層~砂層(以下、単層)の累重からなっている。アワジチヒロ、サルボウ *Scapharca kagoshimensis* (Tokunaga), スミノエガキ *Crassostrea ariakensis* (Wakiya) などからなる貝化石(貝化石群 B)を含む。複数の単層から貝化石を産出する露頭では、単層ごとに貝化石の有無、産出種の比率、貝化石の破片化の程度が異なる。たとえば Loc. 1 の層準 1-1 では、ほとんどすべての貝化石が同定困難なほどに細かく破片化しているのに対し、その直上の層準 1-2 では離弁状になったアワジチヒロが密集して産出する。

堆積相Ⅲb: 細礫を伴うスミノエガキの密集層で、側方および上方に堆積相Ⅲa に漸移する。貝殻はすべて離弁で、礫として堆積したことを示している。

堆積相Ⅲc: 小規模なトラフ状斜交層理を伴う細礫混じりの粗粒砂層。全体として見ると淘汰が悪い。上方に堆積相Ⅲa またはⅢb に置き替わる。生痕化石は非常に少なく、貝化石は産出しない。

堆積環境: 堆積相Ⅲa から多産する貝化石(貝化石群 B)の最も重複する生息深度は、潮間帯~水深数 m 程度の潮下帯である。チリメンユキガイのほとんどの個体は、後述のように生息姿勢と考えられる姿勢で産出する。この種は有明海では干潟に生息する(石井, 1999)。アワジチヒロおよびナミマガシワ *Anomia chinensis* Philippi の一部個体も両殻揃った状態で産出する。この 2 種は表生二枚貝である。一般に、表生二枚貝は死後すみやかに殻が外れてしまうため、急に埋まらない限り両殻揃ったまま保存されることは少ないと考えてよい(近藤, 1999)。また、堆積相Ⅲa に見られる単層の存在および単層ごとに異なる貝化石の産状は、この礫層が間欠的なイベントのくり返しにより堆積したことを示している。これら貝化石の産状および最大層厚 10 m 以上に達する粗粒堆積物である点から、本堆積相は潮間帯~潮下帯上部における河口付近の堆積物と考えられる。一方、堆積相Ⅲc については情報が少ないが、必ずⅢa またはⅢb に伴って出現し、漸移するケースもあることから、堆積相Ⅲa, b と同様の堆積環境で形成されたと考えられる。

4. 堆積相Ⅳ

堆積相Ⅳa: 厚さ 1 mm 以下の極細粒砂層の薄層を挟むシルト層~極細粒砂層シルト層互層で、しばしば生物擾乱されている。極細粒砂層はごく薄いカレントリップルを伴っていることがある。

堆積相Ⅳb: 淘汰不良な砂質シルト~シルト質砂層。著しく生物擾乱されており、マクラガイ *Oliva mustelina* Lamarck, シロバトガイ *Abrina lunella* (Gould), スミスシラゲ *Indomitrella yabei* (Nomura) などを中心とした多様度の高い貝化石群(貝化石群 C)を含む。また、有孔虫、貝形虫、海綿骨針などの微化石および火山ガラスを多く含む。側方および上方に堆積相Ⅳa に漸移する。

堆積環境: 波浪による堆積構造を含まないこと、上方および側方に堆積相Ⅰおよび堆積相Ⅱに変化すること、著しく生物擾乱され、内湾性貝化石を産出することから、内湾堆積物である。

V. 貝化石相

北有馬層から産出する貝化石のうち、約 150 種を種または属レベルで同定することができた。貝化石のほとんどは現生種であり、既知の絶滅種を含まない。また、干潟から内湾域、上部浅海帯に生息する種を多く含むが、ウミナナ類 *Batillaria* spp., ヘナタリ類 *Cerithidea* spp., ハイガイなど、更新世中期後半から完新世にかけて、西日本の干潟で堆積した地層から普遍的に産出する一部の貝化石の産出が確認されていない。

調査地域から産出した貝化石のうち、多産種および古環境を考察する上で、重要と考えられる大型種を表 1 に示す。

これらの貝化石について、北有馬層から産出する貝化石群(fossil assemblage: 鎮西・近藤, 1995)を、貝化石を含む地層の岩相によって 3 種類に区分した。

貝化石群 A

堆積相Ⅱb 中の貝化石群で、多数のヒラタヌマコダキガイからなり、コマメウラシマ *Ringiculina oehlertiae* (Morlet) やサルボウなどを伴う。しかし、この化石群を産出する露頭はすべて国指定史跡「日野江城跡」内にあり、化石の採集ができないため、その詳細は現時点では不明である。露頭で確認できた範囲では、ほとんどの貝化石は破片化しており、二枚貝はすべて離弁だった。ヒラタヌマコダキガイは有明海湾奥の河口干潟に密集して生息することが知られている(石井, 1995; 佐藤, 2000)。

貝化石群 B

表 1 北有馬層から産出した主要な貝化石

貝化石地点および層準	1-1	6-1	6-2	7-1	10-1	10-2	10-3	12-1	13-1	15-2	15-3	16-1	16-2	17-1
貝化石群	B	B	B	B	B	A	B	C	A	B	C	B	C	C
ハナツメタ <i>Glossaulax reiniana</i> (Dunker)	R							R			R		R	F
ミヤコボウ <i>Bufo naria rana</i> (Linnaeus)	R		R										C	F
アカニシ <i>Rapana venosa</i> (Valenciennes)		R	R							R				R
ハッキガイ <i>Siratus pliciferoides</i> (Kuroda)	R													F
スミスシラゲ <i>Indomitrella yabei</i> (Nomura)			R					C			A		A	A
オガイ属の一種 <i>Cantharus</i> sp.		R	F							R	F		C	C
ナガニシ <i>Fusinus perplexus</i> (A. Adams)	R							R						R
マクラガイ <i>Oliva (Musteloliva) mustelina</i> Lamarck		R	R								R		R	A
クダマキガイ <i>Lophiotoma leucotropis</i> (Adams et Reeve)			R					R			F		R	F
ホソウネモミジボラ <i>Inquisitor pseudoprincipalis</i> (Yokoyama)	R													C
ユメイモ <i>Asprella comatosa</i> (Pilsbry)											R		R	C
イボヒメトクサ <i>Granuliterebra bathyraphe</i> (Smith)											R			C
コマメウラシマ <i>Ringiculina oehlertiae</i> (Morlet)						F			F				C	R
ヤカドツノガイ <i>Dentalium octangulatum</i> Donovan								F			A		A	A
アカガイ <i>Scapharca broughtonii</i> (Schrenck)														R
サルボウ <i>Scapharca kagoshimensis</i> (Tokunaga)		F	C	R		R			F					R
マルミエガイ <i>Didimarcia tenebrica</i> (Reeve)	A												F	F
ヨコヤマミエガイ <i>Arcopsis interplicata</i> (Grabau et King)											F		F	R
アワジチヒロ <i>Volachlamys hirasei</i> (Bavay)	A	A	A	A	R		R	F		R		R	R	C
カズウネイタヤ <i>Pecten naganumanus</i> Yokoyama														F
ナミマガシワ <i>Anomia chinensis</i> Philippi		C	A	C		R			R			R	A	R
スミノエガキ <i>Crassostrea ariakensis</i> (Wakiya)					R			R		F				
イタボガキ <i>Ostrea denselamellosa</i> Lischke	R	C	F	C										R
ネコノアシガキ <i>Talonostrea talonata</i> Li et Qi						R	R							
スタレモシオ <i>Eurassatella nana</i> (A. Adams et Reeve)			R					F						A
ホクロガイ <i>Oxyperas (Oxyperas) bernardi</i> (Pilsbry)			R				R					R		
チリメンユキガイ <i>Meropesta capillacea</i> (Reeve)		R	R	R										
クモリザクラ <i>Angulus vestalioides</i> (Yokoyama)														R
オオモモハナ <i>Macoma praetexta</i> (Martens)	F													
シロバトガイ <i>Abrina lunella</i> (Gould)	R										R		R	A
カガミガイ <i>Phacosoma japonica</i> (Reeve)			R											F
アサリ <i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams et Reeve)		C	C	C								R		R
オオスタレガイ <i>Paphia schnelliana</i> (Dunker)		R		R										
クシケマスオ <i>Venatomya truncata</i> (Gould)														R
ヒラタヌマコダキガイ <i>Potamocorbula cf. laevis</i> Hinds						A			A					
ナミガイ <i>Panopea japonica</i> A. Adams			R										R	R
ウミタケ <i>Barnea dilatata</i> (Souleyet)											R		R	R
ヒロカタビラ <i>Myadorea fluctuosa</i> Gould											R		R	A

A: abundant(50個体以上) C: common(20個体以上50個体未満) F: frequent(10個体以上20個体未満) R: rare(9個体以下)

堆積相Ⅲa およびⅢb (河口堆積物) の貝化石群。2 層準ある礫層の双方に見られる。

アワジチヒロ、サルボウ、スミノエガキなどからなる。産出する種の多くは潮間帯中下部～水深数 m 程度の干潟～内湾域に生息する。露頭や層準により、産出する種の構成や殻の破片化の程度および産状にかなりの変異があるが、アワジチヒロとナミマガシワ、スミノエガキ、イタボガキ *Ostrea denselamellosa* Lischke、サルボウ、アサリ *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve) が離弁で、散在状に産出することが多い。殻には目立った摩耗は見られない。アワジチヒロの一部個体 (Loc. 6 の層準 6-1 でランダムに採集した全アワジチヒロ個体のうち 6%) は両殻揃っている。離弁で産出するアワジチヒロの殻の外側には、ニュージーランドガキ *Saccostrea glomerata* (Gould) やフジツボ、サンゴ、コケムシなどの付着生物が多く見られるが、内側に付着生物が付着し

た殻は少ない。ナミマガシワの一部個体は礫に付着し、両殻揃った状態で産出する。サルボウとアサリにも両殻揃った個体が認められる。アサリの一部は生息姿勢を示すが、生息姿勢のサルボウは未確認である。チリメンユキガイの多くの個体は、前縁～前腹縁を下にしてほぼ直立した姿勢で産出する。チリメンユキガイの生息姿勢は現生個体では報告されたことがないが、完新統 (石井, 1999)、下部更新統加津佐層 (中尾, 2006) でも同様の姿勢で産出することから、生息姿勢である可能性が高い。現地性の産状を示すスミノエガキの個体は北有馬層では確認されていない。

下位の礫層のうち、最上部付近から産出する化石群は、貝化石群 C との中間的な組成を示すことがある (Loc. 6 の層準 6-2)。

上位の礫層は史跡内にはのみ分布しており、詳細な調査ができないために情報が少ないが、ネコノアシガキ *Tal-*

onostrea talonata Li et Qi を含む点で、下位の礫層のいずれの露頭とも貝化石群の構成がやや異なる。

貝化石群 B を構成する種の組み合わせは、アワジチヒロ、サルボウを多く含む点で、南島原市加津佐町津波見の加津佐層上部の砂層より産出する貝化石群集(中尾, 2006)に似ているが、礫層から産出する点、スミノエガキおよびアサリを多産する点が異なっている。また、アワジチヒロの形態も北有馬層と加津佐層ではやや異なっている。たとえば、放射肋数は北有馬層産個体で右殻・左殻とも平均約 21 本であるのに対し、加津佐層産個体では約 18 本である(Yokogawa and Nakao, 2007)。

貝化石群 C

堆積相 IVb から産出する貝化石群で、2 層準ある礫層のうち下位の礫層直上、層厚数 m の範囲に見られる。貝化石の種数・個体数とも非常に多い。多産する種にマクラガイ、スミスシラゲ、シロバトガイ、オガイ属の未定種 *Cantharus* sp. などがある。この貝化石群の組み合わせは、潮下帯～水深数 10 m 程度の深度を示す。アカガイ *Scapharca broughtonii* (Schrenck), チヨノハナガイ *Raetellops pulchella* (Adams et Reeve) などの内湾種のほか、マクラガイ、ユメイモ *Asprella comatosa* (Pilsbry), カズウネイタヤ *Pecten naganumanus* Yokoyama などの暖流域に分布する多数の種を伴う。カガミガイ *Phacosoma japonica* (Reeve), ウミタケおよびナミガイ *Panopea japonica* A. Adams などの深く潜る二枚貝は生息姿勢を保持している。下部の礫層直上ではミヤコボラ *Bufonaria rana* (Linnaeus), マクラガイなどの大型の種が多く、上位に向かって貝化石の産出頻度が減少し、シロバトガイ、スミスシラゲ、ヨコヤミエガイ *Arcoopsis interplicata* (Grabau et King) などの小型種が相対的に多くなる。Loc. 18 では、ウミタケおよびイボヒメトクサ *Granuliterebra bathyraphe* (Smith) は礫層最上部から約 10 m 上位の、貝化石をほとんど含まない層準に散在する。

VI. 考 察

1. 堆積相の特徴

北有馬層で識別された 4 つの堆積相は、本層が干潟から内湾までの環境下で形成されたことを示している。また、波浪によって形成される堆積構造は確認できなかったため、静穏時および暴浪時波浪限界水深を用いた深度区分は北有馬層では適用できない。

調査地では堆積相 I または堆積相 II に始まり、堆積相 III, 堆積相 IV, 堆積相 I (または堆積相 II) の順に累重す

る少なくとも 2 回の堆積サイクル(以下、下位よりサイクル 1, サイクル 2)が認められる(図 3)。すなわち、北有馬層は、波浪の影響のきわめて少ない内湾から河口域にかけての環境で、2 回以上の海進海退サイクルにまたがる期間に形成された地層である。とくに、サイクル 1 で見られる礫層からシルト質砂層～シルト層への変化は、相対的な海水準の顕著な上昇を貝化石と堆積相の両方の側面で示している。

なお、サイクル 1 の中部には、連続性のよい軽石密集層があり、ほぼ同時代面を示していると考えられる。これとは別に、このサイクルの中上部では堆積相 IVa 中に堆積相 I または堆積相 II が挟まれる。両者の層準は一致せず、軽石密集層は Locs. 3, 13, 18 では堆積相 IVa 中に、Locs. 10, 20 では堆積相 I または II 中にある(図 3)。軽石密集層を含む堆積相と各露頭の位置との関連は、少なくとも情報量の多い東西方向では認められない。また Locs. 10, 13 では軽石密集層が現れる地点間の水平距離は約 150 m であり、かなり近い位置にある。したがって、軽石密集層と堆積相との不一致は、軽石堆積当時の北有馬層の形成場所において内湾域と干潟からなる複雑な地形があったことを示している。サイクル 1 の中上部、堆積相 IVa に挟まれて出現する堆積相 I または堆積相 II は、内湾域での局地的な浅海化を見ていると考えたい。

2. 北有馬層から産出する有明海準特産種

北有馬層から産出した貝化石のうち、ホソウネモミジボラ *Inquisitor pseudoprincipalis* (Yokoyama), アワジチヒロ, スミノエガキ, チリメンユキガイ, ウミタケは、佐藤・田北(2000)が示した有明海準特産種であり、従来、“大陸沿岸系”とされてきた貝類である。以下、この 5 種の時間的・空間的分布を述べる。

ホソウネモミジボラ *Inquisitor pseudoprincipalis* (Yokoyama)

本種は Yokoyama (1920) によって、神奈川県の中郡更新統長沼層より新種として記載されたクダマキガイ科の巻貝である。大塚(1931)は、島原半島の砂質粘土層中から小林学士によって採集された貝化石の 1 つとして、本種をあげている。産出化石から見て、この砂質粘土は北有馬層で、本論の堆積相 IVb に相当する。

現生個体は国内では有明海(波部・田中, 1959; 岡本, 1977), 山口県西部(福田ほか, 1990)から報告があるが、稀産である(福田, 2000)。国外では中国大陸沿岸(Li, 2004)および黄海韓国沿岸(山下, 2004)に分布している。このような現生の分布パターンから、本種は内湾性

1. ホソウネモミジボラ
Inquisitor pseudoprincipalis, 殻口面,
TKPM-GFI4919, Loc. 17, 層準 17-1.
2. アワジチヒロ *Volachlamys hirasei*,
左殻外面, TKPM-GFI4873-1, Loc. 6,
層準 6-2.
3. スミノエガキ *Crassostrea ariakensis*,
右殻外面, TKPM-GFI4861-2, Loc. 16,
層準 16-1.
- 4a, 4b. チリメンユキガイ
Meropesta capillacea, 左殻外面および内面,
TKPM-GFI4881-1, Loc. 6, 層準 6-2.
5. ウミタケ *Barnea dilatata*,
合弁個体右殻側外面, TKPM-GFI3637,
Loc. 16, 層準 16-2.

図 5 北有馬層から産出した有明海準特産種

種とみなされている(福田, 1996; 山下, 2004). ところが化石の分布を見ると, 鮮新統では掛川層群(Yokoyama, 1926; Makiyama, 1927; Ozawa *et al.*, 1998; 延原・田中, 1999), 唐ノ浜層群(Nomura, 1937), 宮崎層群(Shuto, 1961), 島尻層群(Nomura and Zinbô, 1936), 台湾の苗栗層(Nomura, 1935), 更新統では模式地の長沼層のほか大桑層(Ogasawara, 1977), 仲尾次層(MacNeil, 1960; Noda, 2002), 完新統では燃島貝層(Shuto, 1965)などから報告がある. これらの地層の多くは暖流系貝化石を多産し, 波浪の卓越する海浜～陸棚の堆積相を含んでいる. したがって, 上記の化石記録は少なくとも更新世までの本種が中国大陸起源の内湾性種ではなく, むしろ陸棚に生息する外洋性の暖流系種であることを強く示唆している.

山下(2006)は, ホソウネモミジボラの模式標本と, 韓国・中国・有明海に現生する「ホソウネモミジボラ」とでは形態的な特徴が異なり, 両者は別種かもしれないと述べている. 今後, 本種に関しては化石も含めた詳細な再検討が必要になるだろう.

アワジチヒロ *Volachlamys hirasei* (Bavay)

各地の中部～上部更新統および完新統から産出する. 下部更新統では産出が少なく, 本種の北有馬層からの産

出は, 現時点では加津佐層からの報告(中尾, 2006)に次ぐ古い化石記録である. なお大塚ほか(1995)によれば, 口之津層群南串山層からも「ヤグラニシキ」が産出する. これらの個体も, 加津佐層や北有馬層同様, アワジチヒロである可能性がある.

スミノエガキ *Crassostrea ariakensis* (Wakiya)

本種はマガキ *Crassostrea gigas* (Thunberg) によく似た中～大型のカキであるが, 放射肋が注じず, やや扁平である(稲葉, 2003; 稲葉・鳥越, 2004). また, 殻が一般に薄く, 成長脈が板状になる(速水, 2000). 現生種は紀伊半島, 大阪湾, 瀬戸内海, 有明海, 大村湾, セレベス海, 南シナ海, 東シナ海, 台湾, 黄海, 渤海(Karasawa *et al.*, 1994) および不知火海北部(山下, 2004)に分布する.

Nomura(1933)によれば, 台湾の苗栗層より本種とマガキが産出する. しかし, この2種の形態上の識別点は明記されていない. 今回, これにかかわる東北大学理学部自然史標本館所蔵のすべての苗栗層産スミノエガキ標本(11地点から産出した31個)を観察した. これらのほとんどは断片的な標本であるが, 3地点から産出したIGPS no. 42440, 42442, 42445の4個(42445は4個体のうち2個体)の標本は比較的保存がよく, 全体の形態を

詳しく観察することができた。その結果、成長した個体は大型になり細長く伸長すること、殻がきわめて厚質になること、右殻はほぼ平らで左殻は非常によく膨らむこと、表面の放射肋は弱いこと、右殻および左殻表面の成長脈は不規則で弱いことを確認した。また、これ以外の断片的な個体でも、上記個体と共通の形質を示す個体が多く見られた。これらの観察結果はNomura (1933)の記載に一致する。しかし、速水(2000)、稲葉(2003)、稲葉・鳥越(2004)が示したスミノエガキの形質とは、放射肋が目立たないことを除いて一致しない。以上により、台湾産標本はスミノエガキに同定することはできない。

中尾(1993)は、宮崎県の更新統通山浜層産貝化石リストの中で、*Crassostrea ariakensis*? が産出すると示した。しかし、速水(2000)、稲葉・鳥越(2003, 2004)の同定基準に従うと、この通山浜層産の標本は別種のカキの誤同定であると思われる。下山(2000)は島原半島南部の上部更新統大江層(下山ほか, 1999)から本種が産出すると記述し、スミノエガキと思われる放射肋を欠き、成長脈が板状になった大型カキ化石の産状写真を図示した。

以上まとめると、現時点でスミノエガキの化石記録としては北有馬層が最も古く、大江層がこれに次ぐ。

チリメンユキガイ *Meropesta capillacea* (Reeve)

本種は、後期更新世および完新世の内湾性の地層から産出する(石井, 1999)ほか、下部更新統加津佐層の泥質砂層からも産出する(中尾, 2006)。北有馬層からの本種の産出は、加津佐層に次ぐ古い化石記録である。

ウミタケ *Barnea dilatata* (Souleyet)

房総半島以南、瀬戸内海、日本海、黄海、渤海、南シナ海、中国、東南アジアに分布する二枚貝で、水深5~10 mの泥質砂に生息する(Higo *et al.*, 1999)。

本種は従来から、有明海の湾奥部を代表する二枚貝として、その地理的分布の特異性が強調されてきた(たとえば菅野, 1981)。しかし、鮮新世以降の化石記録を見ると、内湾性の地層だけではなく、波浪の卓越する沿岸~陸棚性の地層から産出することも多い。

鮮新統では、竜の口層(Nomura, 1938)、魚沼層群下部(安井, 1988)、掛川層群(Ozawa *et al.*, 1998)、唐ノ浜層群(田島・近藤, 2003)、宮崎層群(間嶋, 1996)、台湾北部の錦水層(Chinshui Formation: Masuda and Huang, 1994)などの地層から産出が報告されている。これらの多くは、暖流の影響がある沿岸~陸棚域で形成された地層である。

本種は下部更新統では大桑層から(Ogasawara, 1977; 北村・近藤, 1990)、中部~上部更新統では大阪層群(深草団体研究会, 1962; 西山団体研究グループ, 1967)、魚沼層群上部(小林ほか, 1995; 魚沼層堆積環境研究グループ, 1996)、長沼層(Yokoyama, 1920)、渥美層群(Hayasaka, 1961)などから、完新統では有明海北岸の有明粘土層(下山ほか, 1994)、熊本平野南部緑川流域の沖積層(田村・堀川, 1988)、徳島県徳島平野および那賀川平野の沖積層(中尾, 1995; 奥村・濱田, 1996)などから報告がある。このうち中部~上部更新統および完新統の多くは、暖流の影響下にある内湾的環境で堆積した地層である。一方、大桑層中部の堆積サイクル4上部では、本種は泥がちな細粒~極細粒砂層から、暖流系種のキヌガサガイ *Onustus exutus* (Reeve) とともに多産しており(Kitamura, 1991)、本種がかならずしも内湾性の貝類とは言い切れない産状を示している。

以上まとめると、本種は鮮新世から完新世までの浅海域で堆積した地層からしばしば産出するものの、現在の有明海湾奥部に類似した内湾性の泥質堆積物に産出が限定されているわけではない。

VII. お わ り に

本研究で、以下のことが判明した。

1. 南島原市北有馬町轟川~田平地区に露出する北有馬層から、河口~干潟から内湾にかけての堆積環境に対応する堆積相が識別された。
2. (1) ヒラタヌマコダキガイからなり潮汐流路堆積物中に産出する貝化石群A, (2) 河口堆積物中に産出し、おもにアワジチヒロ、サルボウ、スミノエガキからなる貝化石群B, (3) 淘汰の悪いシルト質砂~砂質シルトからなる内湾堆積物中に産出し、マクラガイ、スミスシラゲ、シロバトガイ、オガイ属の未定種などからなる貝化石群Cを識別した。
3. 2回の堆積サイクルは、このような環境下での相対的海水準の周期的な変動を記録したものと考えられる。
4. ホソウネモミジボラ、スミノエガキ、アワジチヒロ、チリメンユキガイ、ウミタケの5種の産出を確認した。これらは現在の有明海準特産種であり、しばしば“大陸沿岸系遺存種、大陸沿岸性遺存種、大陸系強内湾性種群”とされてきた。このうち、アワジチヒロとチリメンユキガイは加津佐層に次いで古い記録であり、スミノエガキは最古の化石記録である。中国大陸沿岸や現在の有明海を含む東シナ海の内湾域にこれらの種の起源と分

布の中心があったと考えてよい。ところが、ホソウネモミジボラとウミタケはともに鮮新世の暖流域にはすでに現れており、内湾ではなく陸棚堆積物から産出する事例もある。したがって、この 2 種は南からの暖流系要素であり、中国沿岸に起源を持つ大陸沿岸系種と考える理由はない。

謝辞 上越教育大学・兵庫教育大学連合学校教育研究科の天野和孝准教授にはご指導をいただいた。本研究は筆者の卒業研究を参照しており、岩崎泰頼熊本大学名誉教授には機会あるごとにご助言をいただいた。島根大学の河野重範氏との意見の交換は、本研究を進める上で有益だった。九州大学の下山正一博士、復興調査設計株式会社の市原季彦博士、長崎大学の長岡信治博士とは現地で討論していただいた。東北大学の佐藤慎一博士には、“大陸沿岸系遺存種”について重要なコメントをいただき、また台湾産カキ化石借用の際には根本 潤技官にもご尽力いただいた。横川浩治博士にはアワジチヒロ類について、広島大学の鳥越兼治教授には北有馬層産スミノエガキについて、徳島大学の西山賢一博士には地すべり堆積物についてご教示いただいた。これらの方々に、心よりお礼申し上げます。

引 用 文 献

- 鎮西清高・近藤康生 (1995) 化石の産状記載と化石群集の認定。平成 5・6 年度文部省科学研究費補助金総合研究 (A) 成果報告書「新生代化石底生動物群集カタログ—化石底生動物群の群集構造：その安定性と変革」(代表者：鎮西清高)，2-3。
- Dalrymple, R.W. (1992) Tidal depositional systems. Walker, R.G. and James, N.P. (eds.) Facies models response to sea level change: 195-218, Geological Association of Canada.
- 深草団体研究会 (1962) 近畿地方の新期新生代層の研究 I—京都東南、深草付近の新生代層一。地球科学, 63, 1-5。
- 福田 宏 (1996) 腹足綱。WWW Japan サイエンスレポート, 3, 11-52, pls. 1-11。
- 福田 宏 (2000) 巻貝類 I—総論。佐藤正典編「有明海の生きものたち 干潟・河口域の生物多様性」: 100-137, 海游舎。
- 福田 宏 (2004) 貝類相の“破片”，“放浪”，そして“混乱”：有明海に代表される内湾棲貝類相の惨状。化石, 76, 100-106。
- 福田 宏・土田英治・堀 成夫・鹿野康裕・三時輝久 (1990) 山口県産貝類の研究—1. 河本コレクションにおける注目すべき貝類の再検討 (1) 腹足類。山口県立山口博物館研究報告, 16, 1-46。
- 波部忠重・田中弥太郎 (1959) 有明海の貝類相—I。西海区水産研究所有明海研究報告, 5, 9-18。
- 長谷川四郎・川村奈々子・田中裕一郎・渡辺真人 (2004) 長崎県島原半島南部，更新統北有馬層の微化石年代と有孔虫化石群集にもとづく古環境復元。日本古生物学会第 153 回例会予稿集, 53。
- 速水 格 (2000) イタボガキ科。奥谷喬司編「日本近海産貝類図鑑」: 925-927, 東海大学出版会。
- Hayasaka, S. (1961) The geology and paleontology of the Atsumi Peninsula, Aichi Prefecture, Japan. Science Reports of the Tohoku University, 2nd Ser. (Geology), 33, 1-103, pls. 1-12。
- Higo, S., Callomon, P. and Goto, Y. (1999) Catalogue and bibliography of the marine shell-bearing mollusca of Japan. 749 p, Elle Scientific Publications。
- Horie, S. (1986) Fission-track dating data on freshwater sediments for the study of land connection between the Asiatic Continent and Lake Biwa through the Seto Inland Sea. Proceedings of the Japan Academy, Series B, Physical and Biological Sciences, 62, 377-380。
- 稲葉明彦 (2003) 世界のカキ (1) 総論。西宮市貝類館研究報告, 2, 59+20。
- 稲葉明彦・鳥越兼治 (2004) 世界のカキ (2) 各論。西宮市貝類館研究報告, 3, 63+9, 13 pls。
- 石井久夫 (1995) 汽水の貝 ヌマコダキガイのなかま (2)。Nature Study, 41, 123-125。
- 石井久夫 (1999) 軟体動物 (貝類)。豊中市教育委員会編「穂積遺跡 第 14 次・15 次発掘調査報告—豊中市南部における縄文海進期の基礎的調査—」: 83-95, 豊中市教育委員会。
- 岩崎泰頼 (1987) 島原半島の更新統・ロノ津層群産貝形虫。日本古生物学会 1987 年年会講演予講集, 57。
- Kamei, T. and Otsuka, H. (1981) The Plio-Pleistocene stratigraphy of Japan in relation to proboscidean evolution. Proceedings of the Field Conference, Neogene/Quaternary Boundary, India, 1971 ; 83-88。
- Karasawa, H., Nishino, H., Okumura, Y. and Tanaka, T. (1994) The status of *Ostrea pestigris* Hanley, 1846 and *Ostrea rivularis* Gould, 1861 (Bivalvia : Ostrei-

- dae). Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, 21, 63-70.
- 河野重範・入月俊明 (2005a) 長崎県更新統口之津層群北有馬層の堆積相と貝形虫化石群集. 日本古生物学会 2005 年講演予講集, 53.
- 河野重範・入月俊明 (2005b) 長崎県北有馬町田平周辺における貝形虫化石群集の垂直変化. 長崎県地学会誌, 69, 37-38.
- Kitamura, A. (1991) The stratigraphic distribution of the molluscan fossil species in the cycles of the middle part of the Omma Formation, central Honshu, Japan. The Science Reports of Kanazawa University, 36, 31-47.
- 北村晃寿・近藤康生 (1990) 前期更新世の水河性海水準変動による堆積サイクルと貝化石群集の周期的変化—模式地の大桑層中部の例—. 地質学雑誌, 96, 19-36.
- 小林巖雄・栗田義隆・加藤正明 (1995) 前期更新世の古日本海パルネア海進. 平成 5・6 年度文部省科学研究費補助金総合研究 (A) 成果報告書「新生代化石底生動物群集カタログ—化石底生動物群の群集構造: その安定性と変革」(代表者: 鎮西清高), 69-74.
- 近藤康生 (1999) 急速埋没によって形成されたセンサス化石群とその認定: 内生二枚貝類の「逆転姿勢」をおもな手がかりとして. 地質学論集, 54, 85-98.
- Li, X. (2004) Family Turridae. Qi, Z. (ed.) Seashells of China: 110-113, China Ocean Press.
- MacNeil, F.S. (1960) Tertiary and Quaternary Gastropoda of Okinawa. 148 p, 19 pls., Geological Survey Professional Paper, 339, United States Government Printing Office.
- 間嶋隆一 (1996) 高鍋層 (鮮新統) における貝化石の産状の研究. 間嶋隆一・池谷仙之著「古生物学入門」: 56-85, 朝倉書店.
- Makiyama, J. (1923) Some Pliocene mollusks from Maiko, near Kobe. Japanese Journal of Geology and Geography, 2, 19-26, pl. 1 (IV).
- Makiyama, J. (1927) Molluscan fauna of the lower part of the Kakegawa Series in the Province of Totomi, Japan. Memoirs of the College of Science, Kyoto Imperial University, Ser. B, 16, 75-93, pls. 4-7.
- Masuda, K. and Huang, C. (1994) Pliocene shallow marine mollusks of the Chinshui and Choulan Formations in the Miaoli area, northern Taiwan. Journal of the Geological Society of China, 37, 385-405.
- 宮地伝三郎・黒田徳米・波部忠重 (1953) 日本近海の生物地理区について. 生物科学, 5, 145-148.
- 中田節也・鎌田浩毅 (1988) 島原半島南部に分布する玄武岩・安山岩類の成因関係. 火山第 2 集, 4, 273-289.
- 中尾賢一 (1993) 宮崎平野の更新統・通山浜層の貝類群集の分布と変遷. 第四紀研究, 32, 157-170.
- 中尾賢一 (1995) 那賀川平野の沖積層産貝類化石—古環境と ^{14}C 年代—. 徳島県立博物館研究報告, 5, 11-43.
- 中尾賢一 (2006) 長崎県島原半島に分布する下部更新統加津佐層の貝化石相. 第四紀研究, 45, 113-121.
- 西山団体研究グループ (1967) 京都盆地南西部, 西山山麓の大阪層群—近畿地方の新規新生代層の研究, その 7—. 地球科学, 21, 1-10.
- 延原尊美・田中貴也 (1999) 静岡県の上部鮮新統大日層から産出したハイエナイモガイの新亜種. Venus, 58, 129-143.
- Noda, H. (2002) Molluscan fossils from the Ryukyu Islands, Southwest Japan—Part 4, Gastropoda and Pelecypoda from the Nakoshi Formation in the Motobu Peninsula, Okinawa-jima. Science Reports of the Institute of Tsukuba, Sec. B (Geological Section), 23, 53-116.
- Nomura, S. (1933) Catalogue of the Tertiary and Quaternary mollusca from the Island of Taiwan (Formosa) in the Institute of Geology and Palaeontology, Tōhoku Imperial University, Sendai, Japan, Part I, Pelecypoda. The Science Reports of the Tōhoku Imperial University, 2nd Ser. (Geology), 16, 1-108, pls. 1-4.
- Nomura, S. (1935) Catalogue of the Tertiary and Quaternary mollusca from the Island Taiwan (Formosa) in the Institute of Geology and Palaeontology, Tōhoku Imperial University, Sendai, Japan. Part 2, Scaphopoda and gastropoda. The Science Reports of the Tōhoku Imperial University, 2nd Ser. (Geology), 18, 1-108, pls. 6-10.
- Nomura, S. (1937) The molluscan fauna from the Pliocene of Tosa. Japanese Journal of Geology and Geography, 14, 67-90, pl. 6.
- Nomura, S. (1938) Molluscan fossils from the Tatanokuti Bed exposed at Gōroku Cliff in the western border of Sendai. The Science Reports of the Tōhoku Imperial University, 2nd Ser. (Geology), 19, 235-275, pls. 33-36.

- Nomura, S. and Zinbô, N. (1936) Molluscan fossils from the Simaziri Beds of Okinawa-Zima, Ryûkyû Islands. The Science Reports of the Tôhoku Imperial University, 2nd Ser. (Geology), 8, 229-266, pl. 11.
- Ogasawara, K. (1977) Paleontological analysis of Omma Fauna from Toyama-Ishikawa area, Hokuriku Province, Japan. The Science Reports of the Tôhoku University, 2nd Ser. (Geology), 47, 43-156, pls. 1-12.
- 奥村 清・濱田美穂 (1996) 徳島市および鳴門市から産出した徳島平野地下の完新世貝類遺骸群集. 徳島県立博物館研究報告, 6, 97-127.
- 岡口雅子・大塚裕之 (1980) ロノ津層群における凝灰岩層および竜石層中の安山岩のフィッシュ・トラック年代. 第四紀研究, 19, 75-85.
- 岡本正豊 (1977) 福岡県産貝類目録訂補資料 (未定稿). 25 p, 自費出版.
- 大塚裕之 (1966) ロノ津層群の層序および堆積物—ロノ津層群の地史学的研究 その1—. 地質学雑誌, 72, 371-384.
- 大塚裕之 (1970) 北西部九州有明海南部地域の更新—最新統の層序学的, 堆積学的研究. 鹿児島大学理学部紀要 (地学・生物学), 3, 35-65.
- 大塚裕之・古川博恭 (1988) 九州・琉球地方の下部および中部更新統の層序. 地質学論集, 30, 155-168.
- 大塚裕之・外間喜春・田中利明・後村信幸・竹之内貴裕・上野宏共 (1995) 島原半島南部の地質の再検討. 鹿児島大学理学部紀要 (地学・生物学), 28, 181-241.
- 大塚彌之助 (1931) 第四紀 (岩波講座地質学及び古生物學, 礦物學及び岩石學; 地質・古生物). 167 p, 岩波書店.
- Ozawa, T., Tanaka, T. and Tomida, S. (1998) Pliocene to early Pleistocene warm water molluscan fauna from the Kakegawa Group, Central Japan. Nagoya University Furukawa Museum Special Report, 7, 1-141, pls. 1-31.
- 坂倉範彦 (2004) 潮汐環境の堆積物: 日本の干潟の理解に向けて. 化石, 76, 48-62.
- 佐藤正典・田北 徹 (2000) 有明海の生物相と環境. 佐藤正典編「有明海の生きものたち 干潟・河口域の生物多様性」: 10-35, 海游舎.
- 佐藤慎一 (2000) 二枚貝類—特に諫早湾について. 佐藤正典編「有明海の生きものたち 干潟・河口域の生物多様性」: 150-183, 海游舎.
- 下山正一 (2000) 有明海の地史と特産種の成立. 佐藤正典編「有明海の生きものたち 干潟・河口域の生物多様性」: 37-48, 海游舎.
- 下山正一・木下裕子・宮原百々・田中ゆかり・市原季彦・竹村恵二 (1999) 旧汀線高度からみた九州の後期更新世地殻変動様式. 地質学雑誌, 105, 311-331.
- 下山正一・松本直久・湯村弘志・竹村恵二・岩尾雄四郎・三浦哲彦・陶野郁雄 (1994) 有明海北岸低地の第四系. 九州大学理学部研究報告地球惑星科学, 18, 103-129.
- Shuto, T. (1961) Conacean gastropods from the Miyazaki Group (Palaeontological study of the Miyazaki Group-IX). Memoirs of the Faculty of the Science, Kyushu University, Ser. D, 11, 71-150, pls 3-10.
- Shuto, T. (1965) Turrid Gastropods from the Upper Pleistocene Moeshima Shell Bed (Molluscan paleontology of the Pleistocene Formations in Kyushu-1). Memoirs of the Faculty of the Science, Kyushu University, Ser. D, 16, 143-207, pls. 29-35.
- 早田常盤 (1964) 島原半島南部地域産の化石その1 北有馬村田平産貝類化石. 長崎県地学会誌, 3, 8-11.
- 早田常盤 (1969) 島原半島南部地域産の化石その3 北有馬層産の有孔虫化石. 長崎県地学会誌, 13, 6-8.
- 菅野 徹 (1981) 有明海 自然・生物・観察ガイド. 194 p, 東海大学出版会.
- Sugiyama, H., Hayashi, M. and Fujino, T. (1986) Fission track age of the Unzen volcanic rocks in western Kyushu, Japan. Bulletin of the Volcanological Society of Japan, Second Series, 16, 28-31.
- 田島知幸・近藤康生 (2003) ニオガイ科二枚貝の機能形態と穿孔基質の関係. 化石, 73, 5-19.
- 高橋 清・浜田ちづ (1972) 島原半島南部の北有馬層および加津佐層の花粉学的研究. 長崎大学教養部紀要, 自然科学, 13, 51-57.
- 田村 実・堀川治城 (1988) 熊本平野への縄文海進の地層. 熊本大学教育学部紀要, 自然科学, 37, 19-37.
- 魚沼層堆積環境研究グループ (1996) 長岡市西部における魚沼層の層相解析. 長岡市立科学博物館研究報告, 31, 97-108.
- 矢倉和三郎 (1922) 趣味研究分類叢話. [8]+403+16+[5] p, 33 pls, 舞子介類館.
- 安井 賢 (1988) 新潟県中越北西部に分布する魚沼層群の軟体動物化石群と古環境. 地質学雑誌, 94, 273-256.
- 山下博由 (2004) 不知火海の貝類相と生物地理学的特性. 化石, 76, 107-121.

- 山下博由 (2006) 文献紹介 韓国貝類図鑑. ちりぼたん, 37, 41–42.
- Yokogawa, K. and Nakao, K. (2007) Phylogeny of the genus *Volachlamys* (Bivalvia : Pectinidae) from Japan. *Venus*, 65, 299–317.
- Yokogawa, K., Nakao, K. and Matsubara, T. (2007) Precedence of *Pecten yagurai* Yagura, 1922 (Bivalvia : Pectinidae) over *Pecten yagurai* Makiyama, 1923, with lectotype designation of both taxa. *Venus*, 65, 375–378.
- 横瀬久芳・梁島達也・菊池 航・杉山直史・篠原 章・竹内 徹・長尾敬介・小玉一人 (1999) 別府一島原地溝帯西部域の過去 5 百万年間における間欠的火山活動. 岩鉱, 94, 338–348.
- Yokoyama, M. (1920) Fossils from the Miura Peninsula and its immediate north. *Journal of the College of Science, Tokyo Imperial University*, 39, 1–193, pls. 1–19.
- Yokoyama, M. (1926) Tertiary mollusca from southern Tôtômi. *Journal of the College of Science, Tokyo Imperial University*, 45, 313–364, pls. 38–41.
- 横瀬久芳・梁島達也・菊池 航・杉山直史・篠原 章・

Sedimentary Facies and Molluscan Fauna of the Pleistocene Kitaarima Formation, Southeastern Shimabara Peninsula, Northwestern Kyushu

Ken-ichi Nakao*

Sedimentary facies and molluscan fauna of the lower to middle Pleistocene Kitaarima Formation in the eastern Kitaarima area, southeastern Shimabara Peninsula, northwestern Kyushu, were studied. Depositional environments of eight sedimentary facies which have been recognized in this study are respectively interpreted as tidal flats (I), tidal channels (II a, b), river mouths (III a, b, c), and central part of bay (IV a, b). The sedimentary succession shows at least two sedimentary cycles. Three molluscan assemblages (A, B, and C) are recognized. Assemblage A is characterized by *Potamocorbula* cf. *laevis*, and is found in the sedimentary facies II b. Assemblage G is mainly composed of *Volachlamys hirasei*, *Crassostrea ariakensis*, and *Scapharca kagoshimensis*, and is recognized in the

sedimentary facies II a and II b. Assemblage S, found in sedimentary facies IV b, consists of many species as *Oliva mustelina*, *Indomitrella yabei*, *Abrina lunella*, and *Cantharus* sp. Additionally, five species known as subendemic species of the Ariake Sea are found. Among them, *V. hirasei* and *Meropesta capillacea* are the second oldest records, next to one from the lower Pleistocene Kazusa Formation in southwestern Shimabara Peninsula, and *C. ariakensis* is the oldest. However, the other species, *Inquisitor pseudoprincipalis* and *Barnea dilatata*, appeared in the Pliocene shelf sediments. Thus, *I. pseudoprincipalis* and *B. dilatata* are shallow warm water species, and it is reasonable to suppose that they do not have roots in the Chinese Continental coast.

Keywords : Kuchinotsu Group, Kitaarima Formation, tidal deposits, molluscan fossil, relic species of Chinese Continental elements

* Tokushima Prefectural Museum, Bunka-no-mori Park, Hachiman-cho, Tokushima, 770-8070, Japan. E-mail : nakao-kennichi-1@mt.tokushima-ec.ed.jp