ISSN 1344-7173



東海大学博物館研究報告



No.11 2012

Science Reports of The Museum, Tokai University

東海大学社会教育センター

山梨県身延町中富地域の新第三系,富士川層群および曙層群の 有孔虫化石による生層序学的研究¹⁾

柴 正博²⁾ · 篠崎泰輔³⁾ · 廣瀬祐市⁴⁾

Fossil Foraminiferal Biostratigraphic Study of the Fujikawa and Akebono Groups at Nakatomi Area in Minobu-cho, Yamanashi Prefecture, Central Japan¹⁾

Masahiro Shiba²⁾, Taisuke Shinozaki³⁾ and Yuichi Hirose⁴⁾

Abstract

Late Neogene series that is divided into the Fujikawa Group and the Akebono Group in ascending order, distributes in the Nakatomi area, Minobu-cho, Yamanashi Prefecture, central Japan. The Fujikawa Group consists of the Shimobe, Minobu and Iitomi Formations, and the Akebono Group is composed of the Kawadaira, Nakayama, and Hirasu Formations, in ascending order.

On the basis of planktonic foraminferal assembleges from the Fujikawa and Akebono Groups, the Shimobe Formation, the Minobu Formation and the Hayakawabashi Interbeds of Sandstone and Mudstone Member in the Iitomi Formation of the Fujikawa Group corresponds with N14 (most early Late Miocene), N16 (early Late Miocene) and N16 to N18 (early to late Late Miocene) of Blow's zonation, respectively. The Kawadaira Formation and the Nakayama Formation of the Akebono Group corresponds with N19 (Early Pliocene) and N21 to N22 (Late Pliocene to Early Plistocene), respectively.

On the basis of benthic foraminiferal assembleges, the Fujikawa and Akebono Groups are considered to be deposited in the lower bathyal and the outer sublittoral to upper bathyal environments, respectively.

はじめに

南部フォッサマグナ地域西縁の富士川流域には, 中期中新世後期以降のおもに砕屑岩からなる富士川 層群とその相当層が南北に分布する(松田, 1961). 特に,その北縁部にあたる富士川と早川によって東 と南を囲まれた山梨県南巨摩郡身延町中富地区には, 砂岩・泥岩と火砕岩主体の地層とその上位に重なる 礫岩層が分布する。

大塚(1955)によって静川層群と呼ばれたこの地 域に分布する地層群は,秋山(1957),松田(1958), 狩野ほか(1985)によって層序学的に研究され,富 士川中流域全体を調査した松田(1961)と富士川団 体研究グループ(1976),島津ほか(1983)によって,

¹⁾ 東海大学自然史博物館研究業績 No. 71.

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No. 71.

²⁾ 東海大学社会教育センター,424-8620,静岡県静岡市清水区三保 2389

Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu-Ku, Shizuoka City, Shizuoka, 424-8620, Japan ³⁾ 北陽建設株式会社, 398-0003, 長野県大町市社 5377

Hokuyo Construction Co., Ltd., 5377, Yashiro, Omachi City, Nagano, 398-0003, Japan

⁴⁾ 富士河口湖町立西浜中学校,401-0331,山梨県南都留郡富士河口湖町長浜1061 Nishihama Junior High School, 1061, Nagahama, Fujikawaguchiko-machi, Minamitsuru, Yamanashi, 401-0331, Japan



Fig. 1 Location map (A) showing the study area that is surrounded by thick line. Topographic map (B) showing the sampling routes (thick lines with numerals) and sample localities (white points in thick lines) in the study area. The areas surrounded by dotted lines represent the sampling areas shown in Fig. 4 and 5. R.: River.

富士川層群に含められて記載された.また,静川層 群と下位の西八代層群を含めた有孔虫化石の研究に は,Ujiié and Muraki (1976),千地・紺田 (1978), 狩野ほか (1985),尾田ほか (1987), Akimoto (1991) がある.このうち,特にUjiié and Muraki (1976) と尾田ほか (1987) は浮遊性有孔虫化石でこの地域 の静川層群の地質時代を,Akimoto (1991) は底生 有孔虫化石で堆積環境を推定した.

これら多くの研究はあるものの,いわゆる静川層 群の層序と地質時代については,各研究者の見解が 異なっていた.山梨県南巨摩郡身延町中富地区に分 布するいわゆる静川層群は,南部フォッサマグナ地 域西縁の富士川谷新第三系のうちで後期中新世から 鮮新世におよぶ地質時代にほぼ連続して堆積した地 層であり,その層序と各層の地質時代および堆積環 境を明らかにすることは,南部フォッサマグナ地域 の後期中新世から鮮新世にかけての地史とテクトニ クスを明らかにするために非常に重要である.

柴ほか(投稿中)は、山梨県南巨摩郡身延町中富 地区に分布するいわゆる静川層群の層序を、下位か ら富士川層群と曙層群に区分して再定義した.また、 新たにいくつかの層準から軟体動物化石を発見し、



Fig. 2 Comparison of stratigraphy and geological time of the Shizukawa Group between present study and the previous studies. F.: Formation, M.: Member, Ss.: Sandstone, Ms.: Mudstone, Cg.: Conglomerate, Pyr.: Pyroclastic rocks, Plio.: Pliocene.

それらの化石群集の特徴を示し、その地質時代を推 定した.本研究は、柴ほか(投稿中)の研究と並行 して行ったもので、本稿では柴ほか(投稿中)の層 序に従い、各層から産出した有孔虫化石の産出特徴 により、身延町中富地区に分布する富士川層群と曙 層群の地質時代と堆積環境について推定する.

地質概説

本調査地域は、山梨県南巨摩郡身延町中富地区に あたり (Fig. 1),東を富士川,南を早川によって囲ま れ,西縁は曙衝上断層 (大塚, 1955) によって境され ている.本調査地域では北から大柳川,手打沢川,寺 沢川,夜子沢川などが西から東に流れ富士川に注ぐ.

本調査地域は、中部中新統の西八代層群を基盤と し、上部中新統から鮮新統のいわゆる静川層群が重 なる.本稿では柴ほか(投稿中)に従い、従来「静 川層群」と呼ばれていた地層群を、下位から富士川 層群と曙層群に区別する.富士川層群は下位よりし もべ層、身延層、飯富層からなり、曙層群は下位よ り川平層、中山層、平須層からなる.Fig.2に本稿 の層序と他の研究者および有孔虫化石の研究者によ る層序と推定された地質時代を示す. 本調査地域の富士川層群しもべ層は,塊状の泥岩 からなる原泥岩部層からなり,身延層は三ッ石凝灰 角礫岩部層からなる.飯富層は,下位より早川橋砂 岩泥岩互層部層,烏森山凝灰角礫岩部層,遅沢砂岩 部層からなり,本調査地域北部には分布しない.曙 層群の川平層は礫岩層が挟まれる泥岩層からなり, 中山層は成層または弱成層の礫岩層からなり,平須 層は巨礫からなる塊状の礫岩層からなる.Fig.3に 柴ほか(投稿中)による本調査地域の地質図を示す.

柴ほか(投稿中)では,身延層の三ッ石凝灰角礫 岩部層と,飯富層の早川橋砂岩泥岩互層部層上部層, 同層遅沢砂岩部層,曙層群川平層から産した軟体動物 化石群集を,それぞれAmussiopecten akiyamae – Chlamys miurensis 群集, Crerulilimopsis oblonga – Megacardita oyamai 群集, Amussiopecten iitomiensis – Megacardita panda 群集, および Amussiopecten praesignis – Paphia exilis exilis 群集とした.これらの軟体動物化石群集は上下の層 準で系統関係にある新旧の種が出現するという特徴 があり,これらはそれぞれ異なった地質時代に形成 されたとした.そして,富士川層群は後期中新世に, 曙層群川平層は前期鮮新世に形成されたと推定した. 本調査地域の富士川層群と曙層群は,平須から遅



Fig. 3 Geological map of the study area.

沢の西にかけて南北方向に軸をもつ曙向斜を形成し, その東翼の地層は南北方向の走向でほぼ垂直の傾斜 で西に上位の構造をもち,南部では下位からすべて の地層が分布するが,北部では富士川層群の下部と 曙層群しか分布しない.また,西翼の地層の構造は 北西-南東走向で東に約 60°傾斜し,南部では富士 川層群の飯富層と曙層群が分布するが,北部では曙 層群のみが分布する.本調査地域の西縁にある曙衝 上断層の西側には、下部~中部中新統の巨摩層群 (小坂・角田, 1969) が分布する.

本調査地域では, 曙向斜の東翼において北へいく にしたがって富士川層群の上部が急激に欠層する. このことから柴ほか(投稿中)は, 富士川層群飯富 層堆積後から曙層群堆積前にかけて本地域の北部が 大きく隆起して削剥され, その後の海進後に曙層群 川平層が堆積したとした.



Fig. 4 Locality map of the sampling points in Hayakawa section. The base map is used the 1/25000 geographical map of "Kiriishi" published by Geographical Institute of Japan.

試料採集セクションの層序と岩相

本研究で用いた有孔虫化石分析用の試料は,早川 橋下流の早川左岸の河床(Fig. 1 のルート 1) に沿 った早川セクション(Fig. 4)と,夜子沢(Fig. 1 のルート 4)とその周辺地域(Fig. 1 のルート 2, 3, 5) からなる夜子沢セクション(Fig. 5)の,2つのセク ションから採集した.以下に各セクションの層序と 岩相を概説する.

早川セクション

早川セクションでは水平距離で約650mにわたり 地層がほぼ連続して露出し、その全層厚は約450m に達する.それらは、下位からしもべ層の原泥岩部 層、身延層の三ッ石凝灰角礫岩部層、飯富層の早川 橋砂岩泥岩互層部層に区分される.本セクションに 分布する地層は、NS~N10°W走向で60°~85°西 に傾斜する.

本セクションの原泥岩部層は,角礫が散在する塊 状の泥岩層で,層厚は約100mある.本部層には数 cmの層厚の薄い砂層を挟むことがあり,また生痕 化石が発達する層準も認められる.

三ッ石凝灰角礫岩部層は層厚が約150mであり, 主に泥岩層または泥勝ち砂岩泥岩互層からなり,ブ ーマシーケンスのTe~Tdeに相当する.また,本 部層には不淘汰な火山岩の角礫からなる地すべり堆 積物様の角礫岩層と白色凝灰岩層,凝灰質砂岩層を



Fig. 5 Locality map of the sampling points in Yogosawa section. The base map is used the 1/25000 geographical map of "Kiriishi" published by Geographical Institute of Japan.

挟む.角礫岩層は、本部層下部に層厚約40m,中部 では20mで、どちらもチャネル状に挟まれる.角礫 岩層は主に角閃石安山岩の角礫からなり、角礫には 粒径が2mに達するものもある.基質は角閃石に富 む火山灰または泥からなる.本部層の上部は泥岩層 からなり、層厚10~20cmで白色~灰色の細粒凝 灰岩層または凝灰質砂岩層が数枚挟まれる(Fig.6).

早川橋砂岩泥岩互層部層は,層厚約 50m の砂勝 ち砂岩泥岩互層からなる下部層と,礫岩層と砂岩層 をしばしば挟む層厚約 200m の泥勝ち砂岩泥岩互層 からなる上部層に区分される.下部層の互層はブー マシーケンスの Tde ~ Tcde に相当し,上部層の 主体となる泥勝ち砂岩泥岩互層は Te ~ Tde に相



Fig. 6 Photograph of the upper part of the Mitsuishi Tuffbreccia Member at route 1 along River Haya. White tuff beds are intercalated in mudstone beds.

当する.上部の最下部の礫岩層と砂岩層からは軟体 動物化石が多産する.それらの軟体動物化石は, Crerulilimopsis oblonga と Megacardita oyamai が 卓越して含まれ,その他に Glycymeris izumoensis, Glycymeris idensis, Glycymeris cf. cisshuensis, Keenaea sp., Glycymeris sp. などが含まれる (柴ほ か,投稿中).これらの化石のうち二枚貝の殻は離 弁のものがほとんどで,砂層や礫層の葉理にそって 配列し,異地性群集と考えられる.

夜子沢セクション

夜子沢セクションは、夜子沢(ルート4)を主と し、その北側の寺沢(ルート5)と南側の後山(ル ート2と3)を含む.本セクションでは露頭の欠如 が一部あるが、全層厚約700mの地層が観察される. 下部の約300mは身延層三ッ石凝灰角礫岩部層で、 その上位は曙層群からなる.曙層群のうち、下部の 層厚約350mが川平層に当たり、その上位は中山層 に当たる.本セクションでこれら地層は、N20°~ 30°Eの走向で、垂直から80°東傾斜逆転という構 造をもつ.

三ッ石凝灰角礫岩部層は角閃石安山岩質凝灰角礫 岩層を主とし, 泥岩層や砂岩層, 白色凝灰岩層が挟ま れる. 夜子沢で見られる本部層下部は凝灰角礫岩層 が主体であるが, その上位ではほとんど凝灰角礫岩 層が見られず, 白色凝灰岩層が挟まれる厚い泥岩層 からなる. 夜子沢の南では層厚約 3m の貝化石密集層 が見られ, この貝化石密集層からは Amussiopecten akiyamae と Chlamys miurensis が多量に産する (柴ほか, 投稿中). これらの二枚貝化石の殻は離弁



Fig. 7 Photograph of outcrop consisting of sandstone and mudstone of the Kawadaira Formation near the sampling site YG13 at route 4 along Yogosawa.

のものがほとんどで,葉理にそって配列し,異地性 群集と考えられる.

川平層は、泥岩層中に砂岩層や礫岩層が挟在する 岩相からなる.礫岩層は塊状で、中礫から大礫を主 体とし, 層厚が数 10cm から数 10m のものがある. 川平層の泥岩は, 極細粒砂粒を多く含み, 下位の三ッ 石凝灰角礫岩部層の泥岩よりも粗粒な部分が多い. 夜子沢と手打沢に分布する川平層には軟体動物化石 を多数含む砂岩層が挟在する (Fig. 7). その砂岩層 からは, Amussiopecten praesignis と Glycymeris osozawaensis が多産し,他に Acesta goliath, Acila divaricata, Anadara (Tosarca) tosaensis, Callista chinensis, Keenaea samarangae, Paphia exilis exilis, Portlandia sp. など二枚貝類と, Buccinidae gen. et sp. indet., Ginebis argenteonitens, Micantapex (Parabathytoma) cf. luehdorfi, Siphonalia sp., Thatcheria cf. mirabilis, Tonnidae gen. et sp. indet., Turridae gen. et sp. indet. などの 巻貝類が産する (柴ほか,投稿中). これらの化石 のうち二枚貝の殻は離弁のものがほとんどで、砂岩 層の葉理にそって配列し、異地性群集と考えられる. 川平層の上位には, 主に礫岩層からなる中山層が



Fig. 8 Geological columnar section of the Hayakawa section showing the stratigraphic units and the sampling horizons. The route of columnar section is shown in Fig. 1. Sample number without box shows barren sample for foraminifera.

重なる.中山層の礫岩層は,中礫〜大礫からなる成 層または弱成層した礫岩層で,層厚約10mの泥岩 層が数層挟まれる.

試料とその処理

本研究では、調査地域における各層の泥岩層から 有孔虫化石分析用の試料を採集した.早川セクショ ンでは20試料を採集し、そのうちGG01~05はし もべ層原泥岩部層、GG06~12は身延層三ッ石凝 灰角礫岩部層、GG13~15までが飯富層早川橋砂 岩泥岩互層部層下部層、GG16~20が同部層上部 層からの試料である.夜子沢セクションでは、後山 でAT01~03の3試料、夜子沢ルートで24試料 (YG01~24)、寺沢でHN01~07の7試料の合計 34試料を採集した.このうち、YG01~09が三ッ



Fig. 9 Geological columnar section of Yogosawa section showing the stratigraphic units and the sampling horizons. The routes of columnar sections are shown in Fig. 1. Sample number without box shows barren sample for foraminifera.

石凝灰角礫岩部層, YG10 ~ 22 および HN01 ~ 05, AT01 ~ 03 が川平層, HN06 ~ 07 が中山層からの 試料である. Fig. 8 と Fig. 9 に両セクションの試料 採集層準を示した岩相柱状図を示し,有孔虫化石が 産出した層準は試料番号を□で囲って示した.

採集した試料は,破砕し乾燥させた後に約80g を硫酸ナトリウム法で処理し,篩目開き0.075mm (200 メッシュ)のふるいの残渣を何回か2分割し て,底生種・浮遊種を問わず有孔虫化石を無作為に 200~300個体摘出を行った.総計54の試料から 有孔虫化石の摘出を試みたが,その内,早川セクシ ョンでは16点,夜子沢セクションでは18点の合計 34点の試料から有孔虫化石が産出した.ただし, 産出した試料の中にも,有孔虫化石の総個体数が 200個体に満たないものがある.

有孔虫化石の産出結果

有孔虫化石の全産出数は 6,784 個体で,そのうち 浮遊性有孔虫化石は 4,738 個体で,全体の約 70%を 占めた.早川セクションの産出結果を Table 1 に, 夜子沢セクションの産出結果を Table 2 に示す.ま た,代表的な有孔虫化石タクサの走査型電子顕微鏡 写真を,浮遊性種は Fig. 10 に,底生種は Fig. 11 に示す.

産出した有孔虫化石には,強く変形しているもの や小型のものが多く,産出個体数に対して正確に同 定できた個体数は少なかった.

早川セクション

しもべ層原泥岩部層

本部層からの試料のうち GG01 からは有孔虫化石 が産出したが,他の GG02 ~ 05 からは産出しなかっ た.その上位の身延層から飯富層に相当する GG06 ~ 20 ではすべての試料で有孔虫化石が産出した.

GG01からは、浮遊性種ではGlobigerina bulloides, Globigerina falcoensis, Globigerina nepenthes, Globigerina woodi, Globigerinoides immaturus, Globigerinoides obliquus, Globoquadrina dehiscens, Globorotalia miozea, Neogloboquadrina continuosa, Orbulina universa, Sphaeroidinellopsis seminulina seminulina が産 した.一方,底生種は,Stilostomella lepidula が優 勢で,Gyroidinoides nipponicus や Hanzawai nipponica が産出した.なお,この試料の浮遊性有 孔虫の有孔虫化石に全体に対する割合は32%と他 の試料に比べて著しく低い.

身延層三ッ石凝灰角礫岩部層

本部層に当たる GG06 ~ GG12 からは, 浮遊性種 では Dentoglobigerina altispira altispira, G. bulloides, G. falcoensis, G. nepenthes, G. immaturus, G. dehiscens, Neogloboquadrina acostaensis, S. seminulina seminulina などが全体を通して産 出した. それ以外に Globigerina decoraptera が GG07 と GG09 から, G. obliquus が GG06 ~ GG09 から, Globorotalia limbata が GG08 ~ GG10 から, Globorotalia merotumida が GG06 と GG07, GG10, GG12 から, Globorotalia paralenguaensis が GG09 か ら, N. continuosa が GG06 から, Neogloboquadrina pachyderma が GG10 と GG11 から産出した. 底生 種では, S. lepidula, Martinottiella communis, Melonis parkerae, Bulimina marginata などが産 出した.

飯富層早川橋砂岩泥岩互層部層

本部層にあたる GG13 ~ GG20 においては,浮遊 性種では D. altispira altispira, G. bulloides, G. falcoensis, G. nepenthes, G. immaturus, G. obliquus, N. acostaensis, N. pachyderma, S. seminulina seminulina がほぼ全体に産した. それ 以外には, G. limbata が GG15 から, Globorotalia menardi が GG13 から, Globorotalia plesiotumida が GG20 から産出した. 底生種では, S. lepidula は 連続して産出し, M. communis が随伴し, GG15 からは Melonis pompilioides が産出した.

夜子沢セクション

身延層三ッ石凝灰角礫岩部層

身延層三ッ石凝灰角礫岩部層の層準である試料 YG01~09のうち YG08を除いて有孔虫化石が産 出した. 浮遊性種では早川セクションの三ッ石凝灰 角礫岩部層の試料と同様に、D. altispira altispira, G. bulloides, G. falcoensis, G. nepenthes, G. immaturus, G. obliquus, G. dehiscens, S. seminulina seminulina がほぼ全体に産した. それ以外 にG. decorapteraがYG02とYG04, YG09から, Globigerinoides extremus 12 YG01 & YG06, YG07 から, Globorotalia juanai が YG06 から, G. limbata が YG01 ~ YG03 から、G. merotumida が YG03 ~ YG05とYG07から, G. paralenguaensisがYG02 と YG03 から、N. acostaensis が YG04 ~ YG07 か ら, N. pachyderma が YG06 と YG07, YG09 から 産出した. 底生種では Elphidium crispum, S. lepidula, Globobulina pupoides, M. parkerae, Uvigerina proboscidea などが産出し, YG09 では Uvigerina hispidocostata が卓越して産した.

	Fujikawa Group																
Litjhostratigraphic unit	S.F.	.F. Minobu Formation litomi Formation															
, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	H.M		Mitsu	ishi Tuf	f-brec	cia Me	ember		Haya	kawaba	ashi ini art	terbed	s of ss	and r	ns. Me art	mber	
Sample No.	GG-01	GG-06	GG-07	GG-08	GG-09	GG-10	GG-11	GG-12	GG-13	GG-14	GG-15	GG-16	GG-17	GG-18	GG-19	GG-20	Total
Planktonic Forminifera Name																	
Dentoglobigerina altispira altispira (Cushman and Jarvis) Globigaring bulloidas d'Orbigny	5	17	31	4	7	12	25	8	4	6	1	2	10	12	4	1	107
Globigerina decoraptera Takayanagi and Saito	5	14	3	5	1	21	2.5	4	23	5	5	14	20	12	5		4
Globigerina falconensis Blow		10	3	4	2	1		8	7	1	2	4	1	3		5	51
Globigering woodi Jenkins	3	13	2	2	2	1	5	4	1	2	3	1			3	8	50
Globigerina woodi Jenkins Globigerina spp.	4	1	1	18	5			4						10		<u> </u>	38
Globigerinella aequilateralis (Brady)														1			1
Globigerinella obesa (Bolli) Globigerinoidas hollij Plovy								2			4					<u> </u>	4
Globigerinoides immaturus Leroy	2	6	3	17	8	2	3	3	5	3	7	2	4		14	12	91
Globigerinoides obliquus Bolli	1	2	3	2	2				6	3	7	3	5		5		39
Globigerinoides spp. Globoguading debisegues (Chenman Parr and Colline)	6	11	4	2	2	3	2	2	2						1		27
Globorotalia cibaoensis Bermudez	0	5	2	2	3	- 1	2	3	1						1	⊢	20
Globorotalia limbata (Fornasini)				1	1	1					8						11
Globorotalia menardi Globorotalia maratumida Plow and Pannar		1	1			2		1	1							⊢	1
Globorotalia miozea Finlay	4		- '			2											4
Globorotalia paralenguaensis Blow					1												1
Globorotalia plesiotumida Blow and Banner	<u> </u>	4		F												1	1
Neogloboquadrina acostaensis (Bolli)		4	4	э 4	2	1	3	2	1	12	8	17	7	6	2	4	77
Neogloboquadrina continuosa (Blow)	2	2															4
Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg) <dextrality></dextrality>							1		1	4	40	6	2	-	2	2	18
Neogloboquadrina spp.						1			8	2	16	5	1	3	3	11	27
Orbulina universa d'Orbigny	2	2	2			1		8			7	1			5	1	29
Sphaeroidinellopsis seminulina seminulina (Schwager)	6	8	120	3	4	1	3	3	8	1	7	2	110	1	6	070	60
Total number of planktonic foraminifera	52	248	162	141	106	112	52 69	103	92		167	101	130	113	112	327	2,326
Benthic Forminifera Name		210	102	100	100				100		101	<u> </u>	100			021	2,020
Amphicoryna scalaris sagamiensis (Asano)		1													1		2
Bolivina robusta Brady Rolivinita avadrilatora (Sobwager)		2					1										2
Bolivinita quadritatera (Schwager) Bolivinita cf. rhomboidalis (Millett)										1							1
Bolivinita sp.									1								1
Bulimina marginata d'Orbiguy		9	1	11		1										2	24
Bulimina subornata Braby		5												1		1	2
Bulimina sp.				1													1
Cassidulina subglobosa Brady Cibicidas akmarianus (d'Orbigny)								1					2	1	2	<u> </u>	1
Cibicides refulgens Montfort			1					1							2		1
Cibicides subpraecinctus (Asano)				1													1
Evolvocassidulina brevis (A0k1) Glandulina laevigata (d'Orbigny)	1								1							<u> </u>	1
Globobulimina affinis (d'Orbigny)									1								1
Globobulimina pupoides (d'Orbigny)		1			1					1			1				4
Gyroidina altiformis R.E. and K.C.Stewart Gyroidina orbicularis, d'Orbigny	1				1											⊢	1
Gyroidina profunda Aoki																1	1
Gyroidina spp.	2																2
Gyroidinoides nipponicus (Ishizakı) Hanzawai nipponica, Asano	7					1									1	⊢	7
Hoeglundina elegans (d'Orbigny)	L [‡]								L	1				L	Ľ		1
"Loxostomum" karrerianum (Brady)															1		1
Martinottiella communis (d'Orbigny) Martinottiella sp		1	5	12	5				2	6	7		1		1	3	34
Melonis barleeanum (Williamson)	1					2		4		3						Ĕ	10
Melonis parkerae (Uehio)		1	3		4	1	2	7	8	1	7	_					34
Melonis pompilioides (Fichtel and Moll)											7	5	14	2		1	28
Nonionella stella Cushman and Moyer					1							4	4	2		Ηİ	1
Pullenia bulloides (d'Orbigny)	1				1												2
Quinqueloculina contorta d'Orbigny									1				2			⊢	2
Reussella spinulosa (Reuss)									1								1
Robulus depressus Asano												1					1
Stilostomella lepidula (Schwager) Stilostomella sp	28	6	2	42	2	3	4	1	1	14	3	1	29	4	6	⊢	146
Textularia articulata d'Orbigny					1												1
Textularia sp.								1									1
Tosaia hanzawai Takayanagi Triloculina trigonula (Lamarck)	3	2									1					┢───┨	5
Uvigerina hispidocostata Cushman and Todd							1			4	1		9		2		17
Uvigerina proboscidea Schwager											1				1		2
Gen. and sp. indet.	65	25	13	9	4	29	54	12	16	10	5	67	5	66	12	36	428
Total number of foraminifera	113	51 290	25 187	76 275	20	37 140	131	167	32	42	199	/8 222	67 197	188 188	130	47 374	3 136
Planktonic foraminifera ratio %	32%	83%	87%	72%	84%	75%	53%	84%	81%	73%	84%	65%	66%	60%	81%	87%	74%
Total number of foraminifera / 100g.	2,888	4,485	5,610	11,000	2,520	5,960	5,240	3,340	6,600	12,240	3,980	4,440	1,970	7,520	2,780	3,740	84,313

Table 1 Distribution of fossil foraminifers at the Hayakawa section from the Fujikawa Group.

Table 2 Distribution of fossil foraminifers at the Yogosawa section from the Fujikawa and Akebono Groups.

	Fujikawa Group							Akebono Group												
Lithostratigraphic unit	XG01	VC02	Mitsuis	hi Tuff\b	reccia N	n Iember	VG07	VC00	VG12		VG19	Ka VG10	wadaira	Format	ion	AT01	AT02	1 102	N. F.	Total
Planktonic Forminifera Name	TGUT	1G02	1003	1004	1605	1000	rG07	1009	1013	HINUT	TGIO	TG19	1620	HINUZ	TGZZ	ATUT	ATUZ	A103	HINU7	Total
Dentoglobigerina altispira altispira (Cushman and Jarvis) Globigerina bulloides d'Orbigny	2	1	5	2	11	19	11	1	25	3	1		7		2	1	1		2	41 89
Globigerina decoraptera Takayanagi and Saito Globigerina falconensis Blow	5	4	1	1		1	1	1	2			4	3				1		1	14 31
Globigerina nepenthes Todd Globigerina quinqueloba Natland	2	4	4	3		2	1	1	2		1		3	3			1		_	20 8
Globigerina woodi Jenkins Globigerina spp.	2	3			3			4	10	2	4	2		4	3			3		5 35
Globigerinella aequilateralis (Brady) Globigerinella obesa (Bolli)		1	1	4	1	6	5	5	1		6		1		2					9 26
Globigerinita glutinata (Egger) Globigerinita uvula (Ehrenberg)								2	8										12 10	22 10
Globigerinoides conglobatus (Brady) Globigerinoides extremus Bolli	4					1	1		1				2							3
Globigerinoides immaturus Leroy Clobigerinoides immaturus Leroy	10	17	30	12	14	10	15	2	2		2	1	2		7		2	1	1	124
Globigerinoides obliquia Bolli Globigerinoides ruber (d'Orbigny)		0	4	4		0	21	2			3							2	1	1
Globigerinoides spp. Globoquadrina baroemoenensis (LeRoy)		5		2	1							1				5		3		14
Globoquadrina dehiscens (Chapman, Parr, and Collins) Globoquadrina venezuelana (Hedberg)		1	1	2	1	2	2	2			3									11 5
Globorotalia conoidea Walters Globorotalia conomiozea Kennett									1											1
Globorotalia crassaformis (Galloway and Wissler) Globorotalia exilis Blow	_								1	1	1			1		1	1	1		6
Globorotalia juanai Bermudez and Bolli Globorotalia limbata (Fornasini)	1	2	2			1														1
Globorotalia menardi (Parker, Jones and Brady)			9	25	1		2													1
Globorotalia miocenica Plane		1	1	20			2											1		1
Globorotalia paralenguaensis Blow Globorotalia puncticulata (Deshayes)		1	1									10	4		8				6	28
Globorotalia scitula (Brady) Globorotalia tosaensis Takayanagi and Saito					1										1				1	2
Globorotalia tumida tumida (Brady) Globorotalia spp.										2	2				4	1		2	1	7
Neogloboquadrina acostaensis (Bolli) Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg) <dextrality></dextrality>				3	3	7 5	5 2	4	11	3	5	1	1		3	1	6	4	3	39 45
Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg) <sinistrality> Neogloboquadrina detertrei (d'Orbigny)</sinistrality>			-						4				-				-	2	1	6
Neogloboquadrina spp. Orbulina hilohata (d'Orbigny)					1		4	1	3	3	6	1						3		22
Orbulina universa d'Orbigny Pullaniar primalis Banpar and Blow	4	2	_			6			_	2							_			14
Sphaeroidinella dehisease chisease Plan									1							1				1
Sphaeroidinellopsis paeneaeniscens Blow Sphaeroidinellopsis seminulina seminulina (Schwager)	1	100		3	400	4	2	2	1			400				400	100	400		12
Total number of planktonic foraminifera	62 103	122	44 104	56 118	102	33 105	86 166	20 59	69 156	68 85	119	128 158	140 166	40	96 129	138 148	120	163	20 60	1,626
Benthonic Forminifera Name Ammonia ketienziensis (Ishizaki)										1				3		9	8			21
Ammonia takanabensis (Ishizaki) Amphicoryna scalaris sagamiensis (Asano)	_							16	1	9				1		1	2	3		15 27
Amphicoryna sp. Bolivina pseudoplicara Heron-Allen and Earland					1				1								1			1
Bolivina robusta Brady Bolivinita auadrilatara (Schwager)						1		3	3							1	3	1		10
Buccella frigida (Cushwager)									1					1		7	1		1	1
Bulimina striata d'Ofogny									1							/		5		6
Bulimina subornata Braby Bulimina tenuata (Cushman)						1			2		5	4	3					1		23
Cassidulina carinata Silvestri Cassidulinoides kuwanoi Matoba												1		8					3	9
Chilostomella oolina Schwager Cibicides aknerianus (d'Orbigny)	2			1			3	2	1	4				1				3		2 15
Cibicides refulgens Montfort Cibicides subpraecinctus (Asano)							1		1	1										1
Elphidium crispum (Linnaeus)	1	4		6	1	7	2							1				1		22
Epistominella pulchella Husezima and Maruhasi											4								1	1
Fissonia annectens (Ruwano) Fissonia annectens (Burrows and Holland)						1			4		4									1
Glababulimina affinis (d'Orbigny)				4	2				30									1		37
Globobulimina auriculata (Bailey) Globobulimina pupoides (d'Orbigny)				3	1		4		15							2		1		15 11
Goesella iizukae Takayanagi Gyroidina orbicularis d'Orbigny							1					1		3					_	4
Gyroidina soldanii d'Orbigny Gyroidinoides nipponicus (Ishizaki)									3								2		1	5
Hanzawai nipponica Asano Haplophragmoides sp.						1	1										2			3
Hoeglundina elegans (d'Orbigny) Lagena clavata Williamson						-		2								2				2
Lenticulina calcar (Linnaeus)						1			1	1						1	2	10		15
Martinottiella communis (d'Orbigny)		2					2	10		4						5	11	6		26
Melonis parkerae (Ochio) Melonis pompilioides (Fichtel and Moll)	2						5	12		4										22
Nonion Japonicus Asano Nonionella stella Cushman and Moyer									11	13						2			1	26
Parafronalcularia japonica Asano Pararotalia nipponica (Asano)										1				1						1
Pullenia bulloides (d'Orbigny) Pyrgo ezo Asano							1		1											1
Quinqueloculina elengata Natland Quinqueloculina sp.		2	-		1				-				-				-			2
Rectobolivina raphanus (Parker and Jone) Reussella spinulosa (Reuss)	1															1				1
Siphonaperta macbeathi Vella Siphonadosaria ajaomikadai (Isbizaki)		1																3		3
Spharodasan donominador (ISBL2001) Spharodala donomina d'Orbigny										-				1		2		2		5
Stilostomella lepidula (Schwager)	2			4		3	8	8		1						1	1	1		35
Triloculina trigonula (Lamarck)		1	1		1											1				2
Uvigerina hispidocostata Cushman and Todd Uvigerina proboscidea Schwager		2		2		3	1	46								18				64 8
Gen. and sp. indet. Total number of benthic foraminifera	34 42	38 50	23 24	22 42	13 20	50 68	5 34	38 128	51 126	96 154	11 20	13 19	15 18	87 107	14 14	71 125	72 106	36 76	55 63	744 1.236
Total number of foraminifera Planktonic foraminifera ratio %	145	241	128	160	161	173	200	187	282	239	172	177	184	155	143	273	239	266	123	3,648
Total number of foraminifera / 100g.	5,800	9,640	5,120	3,200	6,440	3,460	2,000	1,870	1,410	4,499	3,238	3,332	3,464	2,918	2,692	5,460	4,780	2,660	2,315	74,296



Fig. 10 SEM microphotographs of the characteristic planktonic fossil foraminiferal species from the Fujikawa and Akebono Groups. Scale is 100 μm. 1: Sphaeroidinellopsis seminulina seminulina (Schwager) from GG13, 2: Sphaeroidinellopsis paenedehiscens Blow from YG13, 3: Sphaeroidinella dehiscens (Parker and Jones) from AT01, 4: Globigerina nepenthes Todd from GG01, 5: Dentoglobigerina altispira altispira (Cushman and Jarvis) from GG06, 6: Neogloboquadrina continuosa (Blow) from GG01, 7: Neogloboquadrina acostaensis (Bolli) from GG06, 8: Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg) from YG13, 9-10: Globoquadrina dehiscens (Chapman, Parr, and Collins) from GG01, 11: Globigerinoides obliquus Bolli from GG15, 12: Globorotalia tosaensis Takayanagi and Saito from HN07, 13: Globorotalia miozea Finlay from GG01, 14: Globorotalia conomiozea Kennett from YG13, 15: Globorotalia puncticulata (Deshayes) from NH07, 16: Globorotalia crassaformis (Galloway and Wissler) from YG13, 17: Globorotalia limbata (Fornasini) from YG03, 18: Globorotalia merotumida Blow and Banner from YG04, 19: Globorotalia plesiotumida Blow and Banner from GG20: Globorotalia tumida tumida (Brady) from NH01.



Fig. 11 SEM microphotographs of the characteristic fossil benthic foraminiferal species from the Fujikawa and Akebono Groups. Scale is 100 μm. 1: Ammonia ketienziensis (Ishizaki) from AT01, 2: Elphidium crispum (Linnaeous) from YG04, 3: Nonion japonicus Asano from YG13, 4: Melonis parkerae (Uchio) from HN01, 5-6: Melonis pompilioides (Fichtel and Moll) from GG15, 7-8: Gyroidina soldanii d'Orbigny from YG13, 9: Uvigerina hispidocostata Cushman and Todd from AT01, 10: Uvigerina proboscidea Schwager from YG02, 11: Bulimina marginata d'Orbigny from AT01, 12: Evolvocassidulina brevis (Aoki) from GG13, 13: Globobulimina affinis (d'Orbigny) from YG13, 14: Globobulimina pupoides (d'Orbigny) from GG09, 15: Amphicoryna scalaris sagamiensis (Asano) from AT02, 16: Stilostomella lepidula (Schwager) from GG01.

曙層群川平層

本層の試料では、YG13、NH-01、YG18 ~ 20、 NH02、YG22 ~ 20、AT01 ~ 03 から有孔虫化石が 産出した.これらの層準の試料からは、G. bulloides とG. immaturus, Globorotalia crassaformis, N. acostaensis, N. pachyderma が不連続ではあるが ほぼ全体に産出した.それ以外に、G. decoraptera が YG13 と YG19 から、G. falcoensis が YG13 と YG19、YG20 から、G. nepenthes が YG013 と AT02 から、Globigerinoides conglobatus が YG013 と YG20、G. extremus が YG13 と YG20 から、 G. obliquus が YG18 と AT02、AT03 から、 Globorotalia conoidea と Globorotalia conomiozea が YG013 から、Globorotalia crassaformis が YG18 と HN02, AT01 ~ AT03 から, Globorotalia exilis が HN01 から, Globorotalia miocenica が AT03 から, Globorotalia puncticulata が YG19 と YG20, YG22 から, Globorotalia tumida tumida が HN01 と YG18, AT03 から, Pulleniatina primalis が HN01 から, Sphaeroidinella dehiscens が AT01 から, Sphaeroidinellopsis paenedehiscens が YG13 から産出した. 底生種は, Ammonia ketienziensis, Ammonia takanabensis, Amphicoryna scalaris sagamiensis, B. marginata, Bulimina auriculata, Lenticulina calcari, M. communis, Nonion japonicus, S. lepidula, Uvigerina hispidocostata などが産出した.

富士川層群および曙層群の有孔虫化石による生層序学的研究



Fig. 12 Geological columnar section of the Hayakawa section showing stratigraphic distributions of the characteristic fossil foraminifers and the biostratigraphic zonation.

曙層群中山層

本層の試料は HN07 のみであるが, 浮遊性種は G. bulloides と G. falcoensis, Globigerinita glutinata, Globigerinita uvula, G. extremus, G. immaturus, G. obliquus, G. puncticulata, Globorotalia tosaensis, G. tumida tumida, N. pachyderma, Neogloboquadrina detertrei が産出 した. 底生種は産出数が少なく, 川平層のものと共 通するものは Epistominella tamana のみで, その 他に Buccella frigida, Cassidulinoides kuwanoi, Epistominella pulchella, G. nipponicus, Nonionella stella が産出した.

浮遊性有孔虫化石から推定される各層の堆積時代

早川セクション

Fig. 12 に本セクションの岩相柱状に産出した特 徴的な種の産出分布と、それから推定される Blow (1969)の生層序帯を示す.

しもべ層原泥岩部層

本部層からは GG01 の試料のみから有孔虫化石が 産した. Kennett and Srinivasan (1983) に従うと, この試料から産出した浮遊性種のうち最終出現が最 も古い種は Globorotalia miozea であり、その層序 学的分布範囲は前期中新世の Globorotalia miozea 帯~中期中新世の Globorotalia mayeri 帯とされて いる. G. mayeri の消滅層準は Blow (1969) の N14 帯にあたることから, G. mayeri帯の上限はN14 帯に相当する. また, 本試料から産したもののうち 初出現の最も新しい種は Globigerina nepenthes で、その層序学的分布範囲は N14 帯~ N19 帯であ る. G. miozea と G. nepenthes が共存することか ら、本試料はN14帯に相当すると考えられる。な お, Lourens et al. (2004) では N14 帯が Tortonian 階の最下部(後期中新世初期)に含められているこ とから、本試料の層準の堆積時代を後期中新世初期 とする.

身延層三ッ石凝灰角礫岩部層

本部層の試料では連続的に多くの種が産出した. 下位のGG01から連続的に産出した種は, Globigerina bulloides, G. nepenthes, Globigerinoides immaturus, Globigerinoides obliquus, Globoquadrina dehiscens, Neogloboquadrina continuosa, Orbulina universa, Sphaeroidinellopsis seminulina seminulina など があるが, N. continuosa は原泥岩部層からも産出 するが本部層からは最下部のGG06のみから産出し た.

下位のしもべ層原泥岩部層(GG01)には産出せ ず,本部層から初めて産出する種は, Dentoglobigerina altispira altispira, Globigerina falcoensis, Globorotalia merotumida, Neogloboquadrina acostaensis である.このうち, Kennett and Srinivasan (1983)により初出現の最 も新しい種はG. merotumidaとN. acostaensis で あり,前者の層序学的分布範囲はN16帯~N18帯 であり,後者はN16帯~N20帯である.また,本 セクションでの本部層までしか産出しない種は,G. dehiscensとG. merotumidaであり,G. dehiscens の層序学的分布範囲はN14B帯~N18帯とされる.

G. dehiscens の消滅層準については、赤道太平洋 地域では中新/鮮新世の境界付近を指示する重要な 生層序層準とされ(Saito et al., 1975), Hodell and Kennett(1986)ではそれは Chron C3r の基底 (5.5Ma)であるが、亜熱帯地域では Chron C3Bn (6.8Ma)にあたることが示された.しかし、Oda (1977)は、中緯度地域ではこの種の消滅層準が、 房総半島において Globorotalia tumida plesiotumida 帯の下部に認められるとした.Keller(1980)は、 北太平洋の DSDP Site 310, 173, 296, 292, 319 の結果をもとに、G. dehiscens の消滅を Blow (1969)の N16帯の中に位置づけ、その上位に存在 する Globigerinoides kennettiの消滅と G. tumida plesiotumida の初出現をもって N16帯/N17帯の境 界とした.

このことから、本稿では G. dehiscens の消滅を Keller (1980) に従い N16 帯の中に位置づける. し たがって、N16 帯から出現する G. merotumida と N. acostaensis と、N16 帯の中で消滅する G. dehiscens が共存することから、身延層三ッ石凝灰角礫 岩部層は N16 帯に相当すると考えられる. なお、 本部層の最下部の試料から産出した N. continuosa の層序学的分布範囲は, Kennett and Srinivasan (1983) によると N4B 帯~ N16 帯であり,他の産 出種も本部層の層準を N16 帯とすることと矛盾し ない.

飯富層早川橋砂岩泥岩互層部層

本部層の試料では, G. dehiscens 以外の種の多く が下位の三ッ石凝灰角礫岩部層からほぼ連続して産 出する. ただし, Neogloboquadrina pachyderma は下位層に比べて本部層では産出数が多い.新たに 産出が認められた種は、本部層のGG20から Globorotalia plesiotumida であり, Kennett and Srinivasan (1983) によれば本種の層序学的分布範 囲は N17A 帯~ N19 帯である.本部層の層準から 産する最終出現が最も古い種の生層序層準は N19 帯であり, 産出した種の層序学的分布範囲から本部 層の GG19 の層準までは N16 帯で, GG20 から上位 は N17A 帯~ N19 帯と推定できる. ただし、本部 層の試料からは Globorotalia tumida tumida など N18帯または Globorotalia puncticulata など N19 帯から出現する種をまったく含まないことから、早 川橋砂岩泥岩互層部層の堆積時代は N16 ~ N17 帯 (後期中新世前期~後期)に限られる可能性がある.

夜子沢セクション

Fig. 13 に,本セクションの岩相柱状に産出した 特徴的な種の産出分布と,それから推定される Blow (1969)の生層序帯を示す.

身延層三ッ石凝灰角礫岩部層

本セクションの三ッ石凝灰角礫岩部層の試料から は、早川セクションの本部層の試料とほぼ同様の種 が産出する.本セクションでの本部層の最下部の YGO1から,Kennett and Srinivasan (1983)によ って層序学的分布範囲がN16帯~N21帯とされて いるGlobigerinoides extremus が産出する.この ことから、本部層はN16帯以降に堆積したもので あり、前述したその消滅層準がN16帯中にあるG. dehiscens も本部層中で最上部まで連続して産出す ることから、本部層はN16帯に対比されると考え られる.

曙層群川平層

本部層の試料からは、下位の三ッ石凝灰角礫岩部 層から産出していた D. altispira altispira や G. dehiscens, G. merotumida, S. seminulina semi-



Fig. 13 Geological columnar section of the Yogosawa section showing stratigraphic distributions of the characteristic fossil foraminifers and the biostratigraphic zonation.

nulina が産出せず,新たに Globorotalia crassaformis や G. puncticulata, G. tumida tumida が産 出する. Kennett and Srinivasan (1983) によると, それらの層序学的分布範囲は,G. crassaformis が N19 帯上部(前期鮮新世後期)~現世で,G. puncticulata が前期鮮新世から後期鮮新世の Globorotalia puncticulata 帯~ Globorotalia inflata 帯,G. tumida tumida は N18 帯~現世とされてい る. また,産出は少ないが,N18 帯~ N22 帯の Globorotalia exilis や, 19-20 帯~ N22 帯の Globorotalia miocenica, N19 帯~ 現 生の Sphaeroidinella dehiscens などが産出する.

最下部の YG13 の試料からは, G. crassaformis,

G. nepenthes, Globigerinoides conglobatus, Globorotalia conoidea, Globorotalia conomiozea, Sphaeroidinellopsis paenedehiscens が産出した. Kennett and Srinivasan (1983) によると, これら のうちG. crassaformisの層序学的分布範囲は N19 帯上部~現世, G. nepenthes は N14 帯~ N19 帯, G. conglobatus は N17B 帯~現世, G. conoidea は 中期中新世~最末期中新世, G. conomiozea は最末 期中新世~最初期鮮新世, S. paenedehiscens は N17B 帯~ N20 帯とされる. 房総半島と掛川地域で 浮遊性有孔虫化石の生層序帯を設定した Oda (1977) によると, G. conoidea と G. conomiozea は, 彼の おもに Pulleniatina primalis / Globigerina nepenthes 帯から Globorotalia miozea conoidea 帯 (N17 帯上部~ N20 帯)に出現する種とされている. また, G. nepenthes は川平層上部の AT02 でも産 出することから, G. nepenthes と G. crassaformis が共存する生存範囲として, 川平層の層準は N19 帯(前期鮮新世)に相当するものと考えられる.

Keller (1978) によれば,北太平洋遷移帯域では G. crassaformis は, G. puncticulata とあい伴って 産出し,北太平洋中央部での DSDP Site 310 で両 種の産出をもって N19 の基底に対比し,Keller and Ingle (1981) は北太平洋遷移帯域の他のいくつか のセクションでもこの生層序層準が認められること を指摘した.また,Berggren (1984) とBerggren et al. (1995) では遷移帯域の帯区分において,G. puncticulata の産出で特徴づけられる Globorotalia puncticulata Interval Zone を Blow (1969)の N19 帯にほぼ相当する熱帯・亜熱帯域の PL1b 帯~ PL3 帯に対比した.柴ほか (1997) は,掛川層群の基底 の勝間層中からG. puncticulata とG. crassaformis が同時に出現する層準を記載し,その層準を N19 帯の基底とした.

曙層群中山層

本層の試料は HN07 のみであるが, 川平層の試料 からも産出する種以外に, Globorotalia tosaensis と Neogloboquadrina detertrei が産出した. Kennett and Srinivasan (1983) によると, G. tosaensis の 層序学的分布範囲は後期鮮新世の N21 帯~前期更 新世の N22 帯で, N. detertrei は N21 帯~現世であ る. このことから, 本層は後期鮮新世の~前期更新 世の N21 帯~ N22 帯に相当すると考えられる. な お, 本層の試料はひとつだけであるが, N22 帯か ら出現する Globorotalia truncatulinoides が見られ ないことから, 本層は N21 帯に限られる可能性も ある.

各層の堆積時代と尾田ほか(1987)などとの対比

上述の結果から、本調査地域の富士川層群と曙層 群の各層の堆積時代をまとめると、富士川層群のし もべ層原泥岩部層はBlow(1969)のN14帯(後期 中新世初期),その上位の身延層三ッ石凝灰角礫岩 部層はN16帯(後期中新世前期),飯富層早川橋砂 岩泥岩互層部層はN16帯~N19帯(後期中新世前 期~前期鮮新世),曙層群の川平層はN19帯(前期 鮮新世),中山層は N21 帯~ N22 帯(後期鮮新世 ~前期更新世)と推定した.そのうち,飯富層早川 橋砂岩泥岩互層部層はこの上位の曙層群川平層が N19 帯であることから,N16 帯~ N18 帯と考えら れる.

柴ほか(投稿中)では,身延層三ッ石凝灰角礫岩部 層と,飯富層の早川橋砂岩泥岩互層部層上部層,同層 遅沢砂岩部層,曙層群川平層から軟体動物化石群集 を記載し,それぞれをAmussiopecten akiyamae – Chlamys miurensis 群集, Crerulilimopsis oblonga – Megacardita oyamai 群集, Amussiopecten iitomiensis – Megacardita panda 群集, および Amussiopecten praesignis – Paphia exilis exilis 群集とした.これらの軟体動物化石群集は上下の層 準で系統関係にある新旧の種が出現するという特徴 があり,これらはそれぞれ異なった地質時代に形成 されたとした.

本稿の浮遊性有孔虫化石から推定した各層の堆積 時代から、これら軟体動物群集の形成時代を推定す ると、身延層三ッ石凝灰角礫岩部層のA. akiyamae - C. miurensis 群集は後期中新世前期(N16帯), 飯富層早川橋砂岩泥岩互層部層の C. oblonga - M. oyamai 群集後期は中新世前期~後期(N16帯~ N18帯), 曙層群川平層のA. praesignis - P. exilis exilis 群集は前期鮮新世(N19帯)と考えられる. 飯富層遅沢砂岩部層からは有孔虫化石が産出されて いないが, A. iitomiensis - M. panda 群集を産出 する遅沢砂岩部層は,早川橋砂岩泥岩互層部層の上 位にあり、A. iitomiensis の系統子孫型で掛川層群 などの鮮新統の代表的な軟体動物化石であるA. praesignis が産出する曙層群川平層の下位にある ことから, N17帯から N19帯以前に形成されたと 考えられることから, N17帯~N18帯に相当し, その時代は後期中新世後期と考えられる (Fig. 14).

尾田ほか(1987)は、本調査地域の静川層群とその東側の地域に分布する西八代層群の浮遊性有孔虫 化石による生層序学的研究を行い、その産出結果を Oda(1977)の生層序帯に対比させて堆積時代を推 定した.尾田ほか(1987)の静川層群の試料採集ル ートは、原層が八日市場の大子山ルートで、その上 位層は本稿のセクションのひとつでもある夜子沢ル ートであるため、尾田ほか(1987)の区分した生層 序帯をその試料採集地点をもとに本稿の層序に対応 させることができる.



Fig. 14 Geological columnar sections of the Hayakawa and the Yogosawa sections showing the relationship of the lithostratigraphic units and the foraminiferal biostratigraphic zones and their geological age of the Fujikawa and Akebono Groups. The routes of columnar sections are shown in Fig. 1.

すなわち, 夜子沢ルートには三ッ石凝灰角礫岩部 層とその上位に直接, 曙層群川平層が重なるため, 尾田ほか(1987)の飯富層は本稿の身延層三ッ石凝 灰角礫岩部層にほぼ相当し, 曙層は本稿のほぼ曙層 群に相当する. また, 大子山ルートの最上部の層準 (Globorotalia siakensisの消滅層準より上位) は本 稿の三ッ石凝灰角礫岩部層の層準に相当する.この ことから, 尾田ほか (1987) の生層序帯の結果を本稿 の層序に従って示すと、しもべ層原泥岩部層は Oda (1977) O Globigerina nepenthes / Globorotalia siakensis 帯 (N14 帯) に、身延層三ッ石凝灰角礫 岩部層は Globoquadrina dehiscens 帯 (N15 帯~ N16帯)に相当する.また,夜子沢ルートでは尾 田ほか(1987)で指摘されているが Globorotalia *tumida plesiotumida* 帯 (N17 帯) が確認されず, 曙 層 群 の 川 平 層 は Pulleniatina primalis / Globigerina nepenthes 帯 (N17 帯上部~ N19 帯)

に、中山層は *Globorotalia tosaensis* 帯(N21帯) に相当する(Fig. 15).

この結果は、本稿で推定した堆積時代の結果とほ ぼ一致する.しかし、三ッ石凝灰角礫岩部層と曙 層群川平層の基底部の生層序帯については、本稿 の結果と少し相違がある.本稿では、三ッ石凝灰 角礫岩部層の基底から N16帯から出現する Neogloboquadrina acostaensisの産出を確認してい ることから、三ッ石凝灰角礫岩部層は N16帯に限 られると考える.また、曙層群川平層の基底から本 稿では Globorotalia crassaformis の産出を確認し ていることから、その堆積層準は N19帯に限られ ると考える.

柴ほか(1997)は,静岡県牧之原市地域に分布す る相良層群と掛川層群の浮遊性有孔虫化石による生 層序学的研究を行い,G. dehiscensの消滅層準が相 良層群大寄層の最下部にあることから相良層群下部



Fig. 15 Comparison of planktonic foraminiferal biostratigraphy and geological age of the study area (Minobu area) and Makinohara area (the Sagara and Kakegawa Groups). F: Formation, M: Member, Ss: Sandstone, Ms: Mudstone.

のほとんどを N16 帯とし、大寄層中部から上位の 相良層群を N17 帯とした.また、相良層群の上位 に重なる掛川層群の最下部にあたる勝間層の基底を G. tumida tumida が産出することから N18 帯と し、勝間層上部から上位の層準を G. puncticulata と G. crassaformis の両種が産出することから N19 帯とした.この結果は、本稿で明らかになった富士 川層群と曙層群の各層の浮遊性有孔虫化石の生層序 学的産出特徴と類似する.このことから、富士川層 群身延層は相良層群下部層に、飯富層は相良層群上 部に、そして曙層群の川平層は掛川層群の勝間層上 部に対比されると考えられる (Fig. 15).

底生有孔虫化石から推定される堆積環境

本稿で扱った試料では、一般に浮遊性種が多く、 さらに同定可能な底生有孔虫化石が少なかった.そ のため、同定された底生有孔虫化石のみで本来の底 生有孔虫化石群集の組成を論じるのは危険である. したがって、ここでは同定された底生有孔虫が 30 個体以上ある試料に関してのみ,底生有孔虫化石群 集の特徴を述べ,それから推定できる堆積環境を予 察的に考察する.

しもべ層原泥岩部層

本部層では、早川セクションの最下部のGG01 のみから有孔虫化石が得られ、この層準では Stilostomella lepidula が優勢で、西南日本の太平洋 岸周辺の海底堆積物中の底生有孔虫を研究した Akimoto (1990) によれば、S. lepidula は下部漸深 海帯の代表種とされる.また、Tosaia hanzawai も 含まれ、この種は Akimoto (1990) によれば現在 遠州灘沖の水深 3,000 ~ 4,000m の群集に特徴的含 まれるとされる.よって、本部層は下部漸深海帯に 堆積したと推定される.本地域の底生有孔虫化石を 研究した Akimoto (1991) によると、本稿の原泥 岩部層の層準は、S. lepidula が優勢で特徴づけら れる Type f に相当し、この層準が下部漸深海帯に 堆積したとする本稿の結果と一致する.

身延層三ッ石凝灰角礫岩部層

本部層の GG08 の底生有孔虫化石群集の特徴は, S. lepidula が卓越し, Bulimina marginata および Martinottiella communis を伴う. YG09の特徴は Uvigerina hispidocostata が卓越して Amphicoryna scalaris sagamiensis & Melonis parkerae, S. lepi*dula* を伴う. GG08 については, 前述のように S. lepidula は下部漸深海帯の代表種である.一方, Inoue (1989) によれば,現在の北西太平洋におい て B. marginata は水深 60~180m に多く, M. *communis* は水深 300 ~ 1,200m に分布する. この ように,主要産出種間で指示する古水深が異なるが、 それらの保存状態に明確な差はなく、いずれかが誘 導化石である可能性は低い.一方,早川セクション の三ッ石凝灰角礫岩部層は泥勝ち砂岩泥岩互層から なり、相対的浅海から堆積物が頻繁に移流していた 環境が推定できる. したがって, GG08 は S. lepidula が示す下部漸深海帯で堆積し、B. marginata や M. communis の殻はより浅い本来の棲息場所か ら移流してきたと考えられる、YG09ではU. hispidocostata が卓越するが S. lepidula を伴うことから, 下部漸深海帯に堆積したと考えられる.

Akimoto (1991) は.本稿の三ッ石凝灰角礫岩部 層の層準を, *Globobulimina pupoides* と*S. lepidula* の優勢で特徴づけられる下部漸深海帯の Type g と, *Globobulimina auriculata* と *Uvigerina proboscidea* の優勢で特徴づけられる中部漸深海帯の Type h に区分している.本稿の GG08 の群集は Akimoto (1991) の Type g に相当し,下部漸深海 帯に堆積したと考えられる.

飯富層早川橋砂岩泥岩互層部層

早川橋砂岩泥岩互層部層は,早川セクションのみ で見られた.本部層の底生有孔虫化石群集の特徴は S. lepidula の優勢であり,その他に GG14 では M. communis が, GG17 では Melonis pompilioides が 随伴する.前述のように,S. lepidula は下部漸深 海帯の代表種であり,現在の北西太平洋において M. communis は水深 300 ~ 1,200m に分布する. Inoue (1989) によれば,M. pompilioides は現在 の北西太平洋では 2,800 ~ 3,500m の水深に生息す るが,中新世~更新世の化石ではより浅海の種と共 産する.下位の身延層三ッ石凝灰角礫岩部層と同様 に,早川橋砂岩泥岩互層部層でも主要産出種間で指 示する古水深が異なる.しかし,それらの保存状態 に明確な差はなく,いずれかが誘導化石である可能 性は低い.一方,本部層の砂岩泥岩互層からなり, 相対的浅海から堆積物が頻繁に移流していた環境が 推定できる.したがって,本部層は*S. lepidula* が 示す下部漸深海帯で堆積し,*M. communis* や*M. pompilioides* の殻はより浅い本来の棲息場所から 移流してきたと考えられる.早川橋砂岩泥岩互層部 層上部層の基底層準には浅海性種を含む異地性の軟 体動物化石を多量に含む礫層が挟在することから, 上部層基底堆積時には外部浅海帯からの堆積物の供 給が盛んであったと考えられる.

曙層群川平層

本層の底生有孔虫化石群集は, S. lepidula がほ とんど含まれず、浅海帯の種が全体にわたり優先し て産出した. すなわち, TG13 および HN01 で多産 する Nonion japonicus は秋元・長谷川(1989) に よれば、後期中新世においては外部浅海帯(水深 100m~150m) に分布する. HN01 で多産した Ammonia ketienziensis と AT01 および AT02 で 多産した Ammonia takanabensis は, Akimoto (1990) によれば遠州灘では天竜川の河口沖の水深 約 100m ~ 200m で卓越する. AT01 で多産した B. marginata は、前述のように現在の北西太平洋に おいては水深 60~180m に多い (Inoue, 1989). したがって、川平層は外部浅海帯~上部漸深海帯 に堆積したと考えられる. YG13 で産出した Globobulimina auriculataの棲息深度は、現在の 北西太平洋では水深 150~1,000m であり(Inoue, 1989), 上述の推定と矛盾しない. Akimoto (1991) は, 夜子沢において本稿の川平層の層準から Ammonia ketienziensis と Ammonia takanabensis が卓越す る群集を報告し、Type iとしてその堆積環境を嫌 気的条件下の外部浅海帯から上部漸深海帯とした. 本稿で推定した堆積環境はこれを裏付けるものであ る. なお, AT02 と AT03 で多産した M. communis や HN01 で多産した S. lepidula は、他のタクサに 比べて保存状態が悪いことから, 削剥された下位層 からの誘導化石と考えられる.

まとめ

本稿では、山梨県南巨摩郡身延町中富地区に分布

する,従来「静川層群」と呼ばれた富士川層群と曙 層群の地質時代と堆積環境を明らかにするため,有 孔虫化石を用いた生層序学的研究を行った.有孔虫 化石の試料は早川橋東側の早川河床と夜子沢とその 周辺の沢の2つのセクションで採集した.

本調査地域の富士川層群は、下位からしもべ層, 身延層、飯富層からなり、しもべ層は原泥岩部層か らなり、身延層は三ッ石凝灰角礫岩部層、飯富層は 早川橋砂岩泥岩互層部層と烏森山凝灰角礫岩部層, 遅沢砂岩部層からなる.曙層群は主に礫層からなり, 岩相から下位より川平層、中山層、平須層に分けら れる.

各層から産出した浮遊性有孔虫化石により各層の 堆積時代は,富士川層群しもべ層がBlow(1969) のN14帯(後期中新世初期)に,身延層がN16帯 (後期中新世前期)に相当に,飯富層がN16帯~ N18帯(後期中新世前期~後期)に,曙層群川平 層がN19帯(前期鮮新世)に,中山層がN21帯~ N22帯(後期鮮新世~前期更新世)に相当すると 推定した.

富士川層群の底生有孔虫化石群集は Stilostomella lepidula が卓越することから下部漸深海帯での堆 積で, 曙層群では Ammonia ketienziensis や Ammonia takanabensis などの浅海性タクサが卓越 して産することから上部漸深海帯〜外部浅海帯での 堆積が, それぞれ推定される.

謝 辞

本研究を進めるにあたり,東海大学海洋学部の佐藤 武教授と坂本 泉准教授,山梨大学教育人間科 学部の角田謙朗准教授および静岡大学教育学部の延 原尊美教授には貴重なご助言をいただいた.有孔虫 化石の走査型電子顕微鏡写真撮影については,東海 大学海洋学部の田中 彰教授にご協力をいただい た.身延町釜額の芙蓉荘の赤池勝夫氏には野外調査 の宿舎でお世話になった.NPO法人静岡県自然史 博物館ネットワークの横山謙二氏はじめ,駿河湾団 体研究グループの以下の参加者各氏(敬称略)には 現地調査や室内作業においてご協力をいただいた. 大追崇史,岡崎宏美,岡田陽介,加藤章太,小島 彩,小杉茉里子,小林 卓,柴 博志,高木克将, 高橋孝行,高山直樹,谷 あかり,茅根淳一,中本 裕介,原 寿徳,東 武宏,富士幸祐,星野雄多, 正守由季,松浪隆広,松本充央,森山宏幸,安田美 輪,柳澤宏成,吉本正教.以上の方々に感謝する.

引用文献

- 秋元和實・長谷川四郎(1989)日本近海における現 生底生有孔虫の深海分布-古水深尺度の確立に向 けて-.地質学論集,**32**,229-240.
- Akimoto, K. (1990) Distribution of recent benthic foraminiferal faunas in the Pacific off Southwest Japan and around Hachijojima Island. Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd, Ser. (Geol.), 60, 139-223, pls. 11-24.
- Akimoto, K. (1991) Paleoenvironmental studies of the Nishiyatsushiro and Shizukawa Groups, South Fossa-Magna region. Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd, Ser. (Geol.), 61, 1-102, pls. 1-9.
- 秋山雅彦(1957)山梨県富士川上流地域の新第三紀 層の層序とその地質構造について.地質学雑誌,
 63,669-683.
- Berggren, W. A. (1984) Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy and biogeography : Atlantic, Mediterranean, and Indo-Pacific regions. In: Ikebe N. and R. Tsuchi eds.: Pacific Neogene Datum Planes, Univ. Tokyo Press, Tokyo, 111-161.
- Berggren, W. A., D. V. Kent, C. C. II Swisher and M-P. Aubry (1995) A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. SEPM Special Publication, 54, 129-212.
- Blow, W. H. (1969) Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Broennimann, P. and H. H. Renz eds. : Proceeding of First International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva, **1967**, Leiden, 199-421. pls. 1-54.
- 千地万造・紺田 功(1978)富岡層群および西八代 層群・静川層群の浮遊性有孔虫による生層序-カ ブラン階についての考察-.藤田和夫・市川浩一 郎・市原 実・千地万造・弘原海清・藤田 崇・ 高柳洋吉編:日本の新生代地質(池辺展生教授記 念論文集),池辺展生教授退官記念事業会,大阪, 73-92.

富士川団体研究グループ(1976)富士川上流域にお

ける新第三系の地層構造について.地質学論集, 13, 329-348.

- Hodell, D. A. and J. P. Kennett (1986) Late Miocene
 early Pliocene stratigraphy and paleoceanography of the South Atlantic and southwest Pacific Oceans: A synthesis, Paleoceanography, 1, 285-311.
- Inoue, Y. (1989) Northwest Pacific foraminifera as paleoenvromental indicators. Sci. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba, Sec. B (Geol. Sci.), 10, 57-162, pls. 18-33.
- 狩野謙一・鈴木勇也・北里 洋(1985)富士川上流 中富地域の静川層群の古地理.静岡大学地球科学 研究報告,**11**, 135-153.
- Keller, G. (1978) Late Neogene biostratigraphy and paleoceanography of DSDP Site 310 Central North Pacific and correlation with the Southwest Pacific. Mar. Micropaleontology, 3, 97-119.
- Keller, G. (1980) Middle to late Miocene planktonic foraminiferal datum levels and paleoceanography of the North and Southeastern Pacific Ocean. Mar. Micropaleontology, 5, 249-281.
- Keller, G. and J. C. J. Ingle (1981) Planktonic foraminiferal biostratigraphy, paleoceanographic implications, and deep-sea correlation of the Pliocene-Pleistocene Centerville Beach section, northern California. Geol Soc. Am, Special Paper, 184, 127-135.
- Kennett, J. P. and S. Srinivasan (1983) Neogene Planktonic Foraminifera-A Phylogenetic Atlas. Hutchinson Ross Pub. Com., Stroudsburg, 265 p.
- 小坂共栄・角田史雄(1969)山梨県西部, 巨摩山地 第三系の地質.地質学雑誌, **75**, 127-140.
- Lourens L., F. Hilgen, N. J. Shackleton, J. Laskar and D. Wilson (2004) The Neogene Period. In

Gradstein, F., J. Ogg and A. Smith eds.: A Geologic Time Table, Cambridge Unv. Press, Cambridge, 409-440.

- 松田時彦(1958)富士川地域北部第三系の褶曲形成 史. 地質学雑誌, **64**, 325-345.
- 松田時彦(1961)富士川谷新第三系の地質.地質学 雑誌, **67**, 79-96.
- Oda, M. (1977) Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the late Cenozoic sedimentary sequence, central Honshu, Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd., Ser. (Geol.), **48**, 1-72, pls. 1-10.
- 尾田太良・秋元和寛・浅井寿光(1987)南部フォッ サマグナ飯富地域の西八代・静川両層群の浮遊性 有孔虫化石による地質年代.化石,43,8-14.
- 大塚弥之助(1955)静川層群について(附 第三紀 地殻変動の一考察).地震研彙報, **33**, 449-469.
- Saito, T., L. H. Burckle and J. D. Hays (1975) Late Miocene to Pleistocene biostratigraphy of equatorial Pacific sediments. In Saito, T. and L. H. Burckle eds: Late Neogene Epoch Boundaries. Micropaleontology Press, New York, 226-244.
- 柴 正博・惣塚潤一・山田 剛・東元正志・菊池正 行・小坂武弘(1997)静岡県榛原郡地域の相良層 群と掛川層群の浮遊性有孔虫生層序.地球科学, 51,263-278.
- 柴 正博・廣瀬祐市・延原尊美・高木克将・安田美 輪・富士幸祐(投稿中)富士川谷新第三系,いわ ゆる静川層群の層序と軟体動物化石群集.地球科 学.
- 島津光夫・成田 賢・古屋一彦(1983)富士川中流 域,身延付近の富士川層群の火山岩類.地質学雑 誌,89,625-643.
- Ujiié, H and K. Muraki (1976) Late Neogene Planktonic foraminiferl zones of the Shizukawa Group, west of Mt. Fuji, Japan. Bull. Natn. Sci. Mus., Ser. C (Geol.), **2**, 79-92.

静岡市有度丘陵に分布する中部更新統根古屋層の 有孔虫化石群集と堆積環境の変遷¹⁾

柴 正博²⁾ · 久松由季³⁾ · 岡崎宏美⁴⁾ · 渡邊 徹⁵⁾ · 柴 博志⁶⁾

Fossil Foraminferal Assembladges and the Transition of Depositional Environment of the Middle Pleistocene Negoya Formation in the Udo Hills, Shizuoka City, Central Japan¹⁾

Masahiro Shiba²⁾, Yuki Hisamatsu³⁾, Hiromi Okazaki⁴⁾, Touru Watanabe⁵⁾ and Hiroshi Shiba⁶⁾

Abstract

The Middle Pleistocene Negoya Formation in the Udo Hills, Shizuoka City, central Japan, consists of marine muddy deposits and three gravelly wedges; the Ago, Furuyado and Nakahiramatsu Gravel Members in ascending order. Fossil benthic foraminifera in the Negoya Formation is divided into four foraminferal assembladges: I, II, III and IV. Based on the comparison with the distribution of the recent foraminifera, it is thought that these assembladges indicate to middle sublittoral zone, middle sublittoral zone to lower sub-littoral zone, lower sublittoral zone and upper bathyal zone, respectively. In Negoya area, the environment changed from lower sublittoral zone to upper bathyal zone just after the deposition of the Ng-2 ash layer by rapid sea level rise. Then, in Nakahiramatsu area, the sedimentary environment became fluval and tidal flat after the rapid sea level rise and was again set to middle sublittoral zone by the next sea level rise. These sea level fluctuation recognized in the Negoya and Kunozan Formations can be correlated to the marine oxygen isotope stages (MIS) in Middle Pleistocene epoch.

	の地質層序や地質構造については,土(1960)や杉
	山ほか(1982),近藤(1985),柴ほか(1990, 1994)
有度丘陵は、駿河湾に面して静岡市街の南部に位	などによって研究されている.
置し,中期~後期更新世の泥層と礫層からなる. そ	有度丘陵の更新統の層序に関する研究は中島

1) 東海大学自然史博物館研究業績 No. 72.

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No. 72.

²⁾ 東海大学社会教育センター,424-8620 静岡県静岡市清水区三保 2389

Social Education Center, Tokai University, 2389 Miho, Shimizu-Ku, Shizuoka City, Shizuoka, 424-8620, Japan ³⁾ 631-0801 奈良県奈良市左京 3-4-5

3-4-5 Sakyo, Nara City, Nara, 631-0801, Japan

4) 560-0084 大阪府豊中市新千里南町 2-25-5

2-25-5 Shinsenriminami-machi, Toyonaka City, Osaka, 560-0084, Japan

5) 957-0056 新潟県新発田市大栄町 4-2-7

4-2-7 Daiei Town, Shibata City, Niigata, 957-0056, Japan

⁶⁾ 東海大学大学院海洋学研究科, 424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1 Graduate School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1 Orido, Shimizu-ku, Shizuoka City, Shizuoka, 424-8610 Japan (1886) に始まり、下位から根古屋累層,久能山礫 層,草薙泥層,小鹿礫層,国吉田礫層からなるとい う丘陵全体の層序の概要が土(1960) によって明ら かにされた.近藤(1985; Kondo, 1986) は,根 古屋層と久能山層を礫質デルタの堆積物として,堆 積学的および古生物学的研究によって,有度丘陵の 層序と堆積環境を詳細に明らかにした.

近藤(1985)は、根古屋層が北東方向に向かって 尖滅する下位から安居礫部層、古宿礫部層、中平松 礫部層という3層の礫質デルタ層と、それらに挟ま れる海成泥層からなることと、安居礫部層の上位に Ng-1を、古宿礫部層の上位にNg-2とNg-4という 火山灰層が挟まれることを明らかにした.また、 近藤(1985)は、軟体動物化石群集の垂直的変化か ら、古宿礫部層上部から根古屋層主部の泥層が堆積 した時期に100~150m程度の大規模な海水準上昇 があったと推定した.

根古屋層の有孔虫化石に関しては,浅野(1936), 望月(1965), Ibaraki and Tsuchi (1973),近藤 (1983, 1986) などの研究がある.しかし,有孔虫 化石から根古屋層の堆積環境について詳細に言及し た研究は,近藤(1983, 1986)のみである.近藤 (1983, 1986)では,根古屋層全体の有孔虫化石を 検討しているが,主にNg-2とNg-4の層準におけ る水平的な環境変化に重点をおいているため,根古 屋層全体の垂直的な環境変化,特に古宿礫部層の上 部に認められた急激な海水準上昇の開始と終了時期 について明らかになっていなかった.

本研究は,有度丘陵南部に分布する根古屋層の層 序を再検討するとともに,Ng-2とNg-4の層準を含 む根古屋層全体の各層準における垂直的な堆積環境 の変化を明らかにする目的で,有孔虫化石の分布に ついて調査を行った.

地質概説

有度丘陵は,近藤(1985)によると,下位から根 古屋層・久能山層・草薙層・小鹿層・国吉田層の5 層で構成される.Fig.1に有度丘陵の地質図を示す.

有度丘陵の最下部を構成する根古屋層は、くさび 状の礫層を挟む海成泥層からなり、泥層や砂層、礫 層にはしばしば軟体動物化石が含まれる.丘陵の南 西側に分布する根古屋層のくさび状の礫層を、近藤 (1985)は下位から安居礫部層、古宿礫部層、中平 松礫部層と呼び,それらに挟まれる泥層中に認めら れる Ng-1 と Ng-2, Ng-4 の 3 層の火山灰層を記載 した.根古屋層の上位の久能山層は主に礫層からな り,その主体は大規模なファンデルタのフォアセッ ト(デルタ前置面部)の堆積物からなる.Fig.2に, 有度丘陵南西麓の中平松から久能山にかけて分布す る根古屋層と久能山層の地質図を示す.この図には, 試料を採集したセクションのルート位置も示した.

根古屋層は、根古屋より南西側では礫層から、北 東側では泥層から主に構成される. 南西側に分布す る礫層のうち、最下部の安居礫部層は、安居から古 宿にかけて分布し、主に中礫を主体とする礫層から なり,砂層や泥層が挟まれる.礫層は全体として大 規模な斜交層理を呈し、層厚は最大で約 30m 以上 である、本部層は、大規模な斜交層理を呈すること からファンデルタのフォアセットの堆積物と考えら れ、その上部や分布の東または北東側では礫層が尖 滅して砂層や泥層が主体となり、ファンデルタのト ウセット(デルタ前置面麓部)からプロデルタ(デ ルタ前面部)の堆積相となる.安居礫部層の上位の 泥層中に Ng-1 火山灰層が挟まれ、その上位に古宿 礫部層が重なる.Ng-1火山灰層は,層厚が35cm の自色からクリーム色のシルトサイズの細粒火山灰 層で,石英と黒雲母を多く含むガラス質の火山灰か らなり、火山ガラスの屈折率は 1.499-1.500 である (田村・鈴木, 2001).

古宿礫部層は、安居から青沢にかけて分布し、不 明瞭な平行層理を示す礫層と斜交層理を示す中礫か ら大礫主体の礫層からなり、層厚は最大で約 30m である.古宿礫部層の主部を占める斜交層理を示す 礫層は安居礫部層と同様にファンデルタのフォアセ ットの堆積物と考えられ、安居礫部層と同様に上部 および東から北東側で礫層が尖滅して、トウセット からプロデルタの堆積物となる.

古宿礫部層の上位には,礫・砂・泥の不規則な互 層が重なり,その中に軟体動物化石の密集層が認め られる.根古屋地域では,その互層の上位に層厚 10m以上の厚い泥層が重なり,その泥層の最下部 付近に Ng-2火山灰層が,その最上部付近に Ng-4 火山灰層が認められる.Ng-2火山灰層は層間が約 70cmの層厚1~4cmの2層の白色軽石質火山灰層 で,下位のものは主に粗粒~細礫砂サイズの軽石か らなり,上位のものは細粒~中粒砂サイズのガラス 質粗粒火山灰と軽石からなる.下位の火山灰層の火



Fig. 1 Index map and geological map of the Udo Hills in Shizuoka City, central Japan.

山ガラスの屈折率は 1.514-1.518 で,上位の火山灰 層の火山ガラスの屈折率は 1.523-1.529 である.Ng-4 火山灰層は,Ng-2 火山灰層の上位約 10m にあり, 細礫~中礫サイズの軽石が散在または密集する.

根古屋層の最上部に位置づけられる中平松礫部層 は、近藤(1985)によれば、中平松地域においては Ng-4 火山灰層より約 7m 上位にあり、下部の礫・ 砂・泥の不規則な互層と、上部の淘汰不良の砂泥の 薄層を挟みシルトのブロックを含む層理の不明瞭な 中~巨礫からなる約 30m の礫層からなる.山本・ 北村(2009)は、中平松地域でみられる中平松礫部 層の岩相と軟体動物化石について詳細に記載した.

本稿では、中平松地域で見られる Ng-4 火山灰層 より上位の礫・砂・泥の不規則な互層を中平松礫部 層の下部層とし、その上位の砂泥互層または中~巨 礫の不淘汰礫層を上部層とする.中平松礫部層の下 部層は海棲軟体動物化石を産し、上部層の砂泥互層 にはフレーザー層理など潮汐堆積物に特徴的な堆積 構造が認められる(山本・北村、2009).また、上 部層の礫層に挟まれるレンズ状の砂層には陸上植物 の根の跡(ルート痕)が認められ、上部層は干潟ま たは河川の堆積物と考えられる.このことから、中 平松礫部層の上部層準はファンデルタのトップセッ ト(デルタ頂置面部)の堆積物と考えられる.

中平松地域において,中平松礫部層の上位には, 中礫からなる礫層と海棲軟体動物化石を含む砂層と 泥層の互層が認められ,その上位に塊状または斜交 層理を示し中礫~大礫からなる礫層が重なる.この



Fig. 2 Geological map of the southwestern area of the Udo Hills. Thick lines with letter represent the localities distribution of the columnar sections shown in Fig 3.

礫・砂・泥互層と礫層を本稿では久能山層とする. 久能山層は,中平松と青沢では中平松礫部層の上位 に重なるが,古宿から根古屋にかけては古宿礫部層 の上位の Ng-2 火山灰層または Ng-4 火山灰層の上 位に重なる.

近藤(1985; Kondo, 1986)によれば,根古屋 層は北東へ深くなる海に向かって,礫質デルタが発 達と放棄を繰返して形成された地層である.彼は, 特に古宿礫部層上部(本稿の古宿礫部層の上位)か ら根古屋層主部の泥層にかけての層準が,100~ 150m 程度の大規模な海水準上昇期に堆積したとし た.

根古屋層の地質時代については,北里ほか(1981) が古地磁気とナンノプランクトン化石により,44 ~27万年前の更新世とした.また,安居礫部層と 古宿礫部層の間に挟まれる Ng-1 火山灰層は,田 村・鈴木(2001)によって噴出年代が約30万年前 の高山軽石層(Tky)に対比されることが明らかに され,町田・新井(2003)は高山軽石層を海洋酸素 同位体ステージ(MIS)9.1と8.6との間(30万~ 29万年前)の海退期の広域テフラとした.岡田 (1987)は、安居礫部層直上の泥層から MIS 8 に出 現層準をもつ石灰質ナンノプランクトン化石 *Emiliania huxleyi*を報告し、Kitamura et al. (2005)は有度丘陵東麓に分布する久能山層村松 礫・シルト部層から産した単体サンゴ化石の U-Th 年代値を約 17.7万年前とした.これらのことから、 山本・北村(2009)は安居礫部層の上位から久能山 層の基底面までの期間を、MIS 8 ~ 6.6と推定した.

根古屋層の地質構造について,土(1960)は有度 丘陵全体が北東-南西方向に長軸をもつドーム状構 造をなすとし,近藤(1985)は根古屋層が安居を中 心として低いドーム構造(安居ドーム)を形成して いるとした.しかし,柴ほか(1990)は,根古屋層 の地質構造と久能山沖大陸棚での音響基盤の地質構 造解析から,南北方向の軸をもつ東側が高い非対称 褶曲によって構成される複背斜構造をなすとした. Fig.2に示すように,根古屋層の分布地域は北北 東-南南西方向の平行した断層によって切断され, ブロック状になっており,安居のブロックがそれら のうちで最も高まっている.このブロック状の構造 を形成させている平行した断層群は,それぞれが久 能山沖の大陸棚で見られる向斜軸部と並走して発達 する断層に連続すると推定される.

試料採集・処理と採集セクションの岩相

本研究では、Fig. 2に太線で示したルートに沿っ て試料を採集した.各試料採集セクションの岩相柱 状図と採集層準をFig. 3に示す.採集した試料は、 ハンマーで軽く砕き、乾燥させて 80g を秤量した 後に湯で 20 分間煮沸した.その後 0.075mm の標準 ふるい上で水洗し、残った残渣を乾燥後分割して、 それに含まれる有孔虫化石をできるだけ 200 個体以 上摘出した.しかし 200 個体に達しない試料もある. 以下に、各採集セクションにおける岩相の概要およ び有孔虫化石の産出の有無について述べる.

A1 セクション

本セクションは、安居の大露頭の北側にある東西 方向の沢にあたる.最下部には泥層が露出するが、 その上位には安居礫層に相当する礫層が重なり、そ の上位では砂層や泥層に礫層が頻繁に挟まる.その 砂層には3層の軟体動物化石を含む層準が見られ、 それらからは近藤(1985)により、Pecten albicans などの軟体動物化石と腕足類、ウニ化石の産出が報 告されている.この礫層と砂層の互層の最上部付近 の層準に Ng-1 火山灰層が挟まれ、その上位に古宿 礫部層の礫層が重なる.

A1 セクションでは 11 点で試料を採集したが, そのすべてから有孔虫化石が産しなかった.

N1 セクション

本セクションは根古屋の北西側の柳沢川上流に北 東側から流れ込む沢にあたり,最下部に軟体動物の 化石片を含む砂層があり,その上位はシルトを主体 とする泥層からなる.最下部の砂層の1m上位に Ng-2火山灰層のうち下位の火山灰層が挟まれ,そ の約70cm上位にNg-2火山灰層のうち上位の粗粒 火山灰層が挟まれる.その上位からは軟体動物の化 石片をしばしば含む泥層が重なり,約12m上位に Ng-4火山灰層と思われる軽石の散在する層準があ る.その1m上位から数mの間の泥層は石灰質で 硬質である.その上位には軟体動物の化石片を含む 層厚約2.5mの砂質泥層があり,その上位約7mは 粘土質な泥層で,それにはLimopsis tajimae だけ からなる化石密集層(Fig. 4)が見られる. その粘 土質な泥層の上位には久能山層の礫層が重なる.

本セクションでは、Ng-2火山灰層の下位から Ng-4火山灰層の上位の層準にかけての11点で試料 を採集し、上部の砂質泥層の上位にあたるN108と N111以外からは有孔虫化石が産した.

N2 セクション

本セクションは根古屋の北東側の千保沢川上流に 東側から流れ込む沢にあたる.最下部には約3mの 層厚で礫層と泥層の互層が見られ,それからL. tajimae と Glycymeris rotunda を主体とする軟体 動物化石が多産する.その約3m上位の泥層中に Ng-2火山灰層のうち上位の粗粒火山灰層が認めら れる.その上位は泥層が連続し,その中に薄い礫層 と軟体動物化石片が散在する層準も認められる. Ng-2火山灰層の約10m上位の層準にNg-4火山灰 層と思われる軽石の散在する層準がある.Ng-4火 山灰層の上位約1mは石灰質で硬質となり,その上 位に層厚約2mの砂質泥層が重なり,その上位10m は粘土質な泥層で,その最下部にはL. tajimae だ けからなる化石密集層がある.粘土質な泥層の上位 には久能山層の礫層が重なる.

本セクションでは, Ng-2 火山灰層の下位から Ng-4 火山灰層の上位の層準にかけて, 8 試料を採 集し, そのうち N204 と N208 以外からは有孔虫化 石が産した.

N3 セクション

本セクションは根古屋の北東側の千保沢川中流に 東側から流れ込む沢にあたり,層厚約60mの地層 が露出し,最上部の久能山層の礫層の層厚5mを除 いて,ほとんどが根古屋層の泥層からなる.泥層に は薄い礫層と軟体動物化石が散在する層準がしばし ば挟まれ,Ng-2火山灰層や軽石が散在する層準が 認められる.本セクションの下限から約25m上位 に見られるラミナの発達する砂質泥層は,Kondo (1986)によれば古宿礫部層の礫質デルタのプロデ ルタ相に相当する.Ng-2火山灰層のうち下位の軽 石層は下限から約50mの層準にあり,その上位約 70cmにNg-2火山灰層のうち上位の粗粒火山灰層 が認められる.その約5m上位に軽石の散在する層 準があり,Ng-2火山灰層との層間距離が短いが, Ng-4火山灰層とした.



Fig. 3 Geological columnar sections of the Negoya and Kunozan Formations, showing sampling horizons. AGM: Ago Gravel Member, FGM: Furuyado Gravel Member, NGM: Nakahiramatsu Gravel Member.

本セクションでは、下位から順に 22 試料を採集 し、そのうち Ng-2 火山灰層より上位の試料は N318 ~ N322 の 5 点である.また、有孔虫化石が 産した本セクションの試料は、ラミナの発達する砂 質泥層の上下の N301 と N311、N313 と、Ng-2 火 山灰層付近からその上位の N317 ~ N319 と N321 の 7 点である.

F1 セクション

F1 セクションは、古宿にある温泉施設「すんぷ 夢ひろば」の駐車場の北側を北西方向に登る沢で, 最下部に礫層と泥層の互層が露出し、その上位には 礫層を挟む砂層が重なる. その上位には, 薄い砂層 を挟む中礫~大礫からなる成層した礫層が層厚約 25m で重なる、この礫層は古宿礫部層に相当する、 この礫層の上位には層厚約 1m のラミナの発達した 泥層が重なり、その上位の約8mの間は砂層と礫層 の互層があり、礫層はチャネル状に挟まれ、スラン プも見られる.この上部に軟体動物化石片を多く含 む層厚 1m の含礫砂層がレンズ状に挾在する.この 砂層からは P. albicans や Crassostrea gigas などの 軟体動物化石が産した.その上位には層厚約3mの 含礫砂層が重なり,上位に露頭の欠如があるが,ラ ミナの発達する泥層が約3m重なる.その上位約 4m はラミナの見られない泥層からなり、その最上 部に軽石が散在する層が認められ,Ng-4火山灰層 に対比されると思われる.ここでは、Ng-2火山灰 層は見られない. その上位には Venus foveloata を 主体とする軟体動物化石片が散在する泥層が約6m 連続する.近藤(1985)は、この層準からV. foveloata をはじめとする軟体動物化石を報告して いる.また、その上位には約4mの層厚で礫層を挟 む細粒砂層が認められ、その上位に久能山層と思わ れる中礫から大礫からなる厚い礫層が重なる.

本セクションでは、古宿礫部層の下位と、Ng-4 火山灰層の下位で各1点と、Ng-4火山灰層の上位 で4点の計6点で試料を採集したが、Ng-4火山灰 層の上位のF104のみで有孔虫化石が産出した.

Tセクション

青沢の西にある殿谷川において、北西から流れ込 む沢を T1 とし、東から流れ込む沢を T2 と T3 と する. T3 の沢の最下流部付近の泥層中に軽石が散 在する層準があり、これを Ng-4 火山灰層とした. その上位には層厚約 14m で泥層と砂層と礫層の互 層が重なり,泥層と砂層には V. foveloata などの軟 体動物化石が含まれる.その上位には礫層を挟む泥 層があり,その層厚は T2 で約 6m, T3 で約 12m である.その上位には細礫~中礫からなる礫層が重 なり,その最下部は塊状であるが,数m上位から は斜交層理をなす.

T1 セクションでは、最下位に塊状礫層を挾む層 厚約 3m の砂層が露出し、その上位に層厚約 12m の泥層と礫層の互層が重なる.最下位の砂層には、 V. foveloata や Paphia amabilis などの軟体動物化 石を含む.その上位には層厚約 14m で砂層を挟む 不淘汰な細礫~巨礫からなる礫層が重なる.この礫 層中の砂層にはルート痕が見られる(Fig. 5).こ の礫層の上位には、順に礫層を挟む層厚約 6m の泥 層および弱く斜交成層した大礫を主体とする礫層が 重なる.

本セクションでは、Ng-4火山灰層の直上の塊状 礫層または泥層と砂層、礫層の互層と礫層を挟む泥 層を中平松礫部層の下部層とする.また、T1セク ションで見られる不淘汰礫層とその上位の礫層を挟 む泥層を中平松礫部層上部層とする.また、T1セ クションではその上位に重なり、T2とT3では最 上部を構成する礫層を久能山層とする.

T1 セクションでは、中平松礫部層の下部層と上 部層の泥層から各1点を、T2とT3では下部層か ら3点の試料を採集したが、有孔虫化石はT101の みから産出した.

Hセクション

中平松において、天羽衣神社の北側の2つの沢の うち、北からの沢をH1、北東からの沢をH2とし た.また、天羽衣神社の東側にある北西からの沢を H3とした.Hセクションでは、H2とH3の最下部 に泥層または泥層と砂層と礫層の互層が分布し、こ の層準の泥層には V. foveloata の合弁化石を主体と する保存の良い軟体動物化石が含まれる.山本・北 村(2009)はこの層準を4つの堆積相(I, II, II, N)に区分し、それぞれが V. foveloata と Paphia schnelliana、P. albicans と Callista chinensis, Batillaria multiformis と Macoma incongrua, Calliostoma shinagawaensis と Dentalium octangulatum を含むことを示した.本稿では、最下部 のこの泥層または泥層と砂層と礫層の互層の層準



Fig. 4 Fossil shell-concentrated beds of *Limopsis tajimae* above the Ng-4 ash layer at N1 section. Length of pencil in this figure is 12cm.

を,中平松礫部層下部層とする.

その上位に不淘汰な礫層とラミナの発達する泥層 が重なる.このラミナの発達する泥層は山本・北村 (2009)で堆積相Vとされたものであるが,これに は潮汐堆積物に特徴的な2方向流を示すフレーザー 層理(Fig. 6)が見られる.この不淘汰な礫層とラ ミナの発達する泥層の層準を中平松礫部層上部層と する.H1では不淘汰な礫層と泥層と砂層の層厚は 約6mで,H2では礫層を挟むラミナの発達した泥 層の層厚は約10mである.H3では,この層準は礫 層とラミナの発達した泥層からなり,層厚は露頭欠 如があるが約18m ある.

中平松礫部層上部層の上位には,泥層や砂層を挟 む礫層または含礫砂層があり,その層準の砂層と泥 層には生物擾乱が認められ,軟体動物化石も含まれ る.近藤(1985)では,この層準からScapharca broughtoniiとBabylonia japonica などの軟体動物 化石を報告している.また,この層準の上部にはス ランプ構造が発達する.この上位には,砂層を挟む 礫層または斜交層理の発達する礫層が重なる.中平 松礫部層の上位に重なる,泥層や砂層を挟む礫層と, その上位の砂層を挟む礫層または成層する礫層の層 準を,本稿では久能山層とする.

本セクションでは,H1とH2の中平松礫部層上 部層で各1点と久能山層の最下部で各1点,H3の 中平松礫部層下部層で1点の計5試料を採集した. このうち,有孔虫化石が産出したのは,久能山層の 最下部のH102とH202の2点であった.



Fig. 5 Trace fossil of roots recognized in sand bed in the upper part of the Nakahiramatsu Gravel Member at T1 section.



Fig. 6 Flaser bedding recognized in sand bed in the upper layer of the Nakahiramatsu Gravel Member at H3 section.

有孔虫化石の産出結果

有孔虫化石の産出結果を,N1とN2セクション については Table 1に,N3セクションとその他の セクションについては Table 2に示した.代表的な 有孔虫化石の走査電子顕微鏡写真を Fig. 7に示す. また,各セクションの各試料における有孔虫化石の 産出割合のグラフを Fig. 8に示す.以下に,有孔 虫化石の産出結果の概要をセクションごとに記述す る.

N1 セクション

産出した有孔虫化石のうち,浮遊性種の産出割合 が50%以上の層準は,Ng-2火山灰層の直上にあた るN102からNg-4火山灰層の層準にあたるN106 までと,N109である.しかし,その上位のN110

Table 1 Distribution of foraminifera in the N1 and N2 sections.

Species Name \ Sample number	N101	N102	N103	Negoya N N104	1 section N105	N106	N107	N109	N110	N201	N202	Negoya N N203	V2 route N205	N206	N207
Benthic Foraminifera															
Ammonia ketienziensis (Ishizaki) Ammonia takanabensis (Ishizaki)			2		1		2	3	9	1	28	2	12	1	14
Amphicoryna scalaris sagamiensis (Asano)		1		1	Ŷ	2	2			2	7		1		4
Amphicoryna spicata (Cushman and McCulloch) Angulogerina kokozuraensis Asano			17	10	3	1	4	1	3						
Anomalina nipponica Asana & Inomata	11	1				2	9	1							
Bolivina hantkeniana Brady	15	1					2			14	12				
Bolivina pacifica Cushman and McCulloch		3	1	2		1	1								
Bolivina quadrilatera (Schwager)		5	1	2		1	1		1						
Bolivina robusta Brady Bolivina striatula Cushman	93	21	15	14	18	2	64	3		2	1	11	1	1	1
Bolivina spp.	5	1		1		2	1					0			
Brizalina seminuda (Cushman) Buccella frigida (Cushman)	2	10	12	7	12		19	1	1						
Bulimina elongata d'Orbigny	2	10	12	/	12		17	1							
Bulimina marginata d'Orbigny	71	17	11	7	10		3	19	6			1	3	2	2
Bulimina striatata d'Orbigny	2											5	2	1	
Bulimina subornata Brady	64	22	24	10	11	18	2	1	10		0	41	5	3	5
Cassidulina depresser Silvestri	107	22	55	51	11	10	54	1	10		,	71	5	6	2
Cassidulina nocorossi Cushman	12	6	8	3	4	10	6			1	7	6	5	1	4
Cibicides aknerianus (d'Orbigny)	12	1	0	5		10	0			4	1	1	5	1	2
Cibicides lobatulus (Walker and Jacob)						3			2	1			6		2
Cidicides sp.				1		3			2				0		2
Dentalina communis (d'Orbigny)				1					1	3	1	2			
Dentalina vertebralis (Baisch)	2			1			1			10					
Elphidium advenum (Cushman)	10	4	1	2	3	1	9		1	21	17	1			
Elphidium excarvatum clavatum Cushman						1			1		1				
Elphidium subincertum Asano						1									
Eponides umbonatus (Reuss)						2				9		2	2	1	
Eponides spp. Familing squamosa (Montagu)		1		1										1	
Fissurina orbignyana (Seguenza)	1			1											
Fissurina spp.	1	2	1			2	2	7	2						
Gyroidina? profunda Aoki	3	4	3		3										
Gyroidinoides nipponicus (Ishizaki)	17	5	3	4		4	1	2	3	5					
Helenina anderseni (Warrer)	1						1		1	5					
Hoeglundina elongans (d'Orbigny)	4	· ·	· ·		2		12							6	
Lagena elongata (Ehrenberg)	4	1	2		3		12							1	
Lagena semistriata Williamson	4				1			1	1			1			
Lagena sulcata spicata Cushman and McCulloch	4	6			1	3		1							9
Lagena spp.	2	2	7		2		2	2	2	6	2	7	2	2	
Lenticulina lucidus (Cushman)	5	5	/		5		5	2	2	0	4	/	2	5	
Loxostomina laevigata (Karrer)	11	2	1	6	2	1	7	2	4	6		1	5	2	
Melonis parkerae (Cushman)	11	5	5	0	2	5	/	2	4	0		2	5	2	
Nonion labradoricum (Dawson)					1					1	2		11	6	2
Oridor sp. Dridorsalis umbonatus (Reuss)					1			6							
Pararotalia nipponica (Asano)	18				2		5	6	2			1			
Poroeponides cribrorepandus Asano and Uchio		1	1		2	3		1							
Pseudoeponides japonicus Uchio			2		5	4	2			4	4	6	2		
Pseudononion japonicum Asano	10	4	3	1	2	6		22	41	1			2		
Pseudorotalia gaimardii (d'Orbigny) Pseudorotalia makiyamaa (Chiii)				· ·		2	2			1					
Rectobolivina raphana (Parker and Jones)	13	8		2	2	5	10	10	10	41	9		1		
Reussella aculeata Cushman Reussella pacifica, Cushman and McCulloch	1		1				1			1					
Silostomella spp.	2									1					
Sphaeroidina bulloides d'Orbigny	64	1	1	1	1	2	6			1	1	1			
Valvulineria globra Cushman	3	1	1	1	1	2	0	1							
Senthic foraminifera gen. & sp. indet.	19 632	149	9	2	1	10	220	6	8	8	107	102	73	1	2
Planktonic foraminafera	052	147	105	107	101	,,,	220	70	112	172	107	102	15	50	51
Globigerina angustiumblicata Bolli	1	100	12.4		70	100	21	107	17				4.5	25	50
Globigerina falconensis Blow	108	198	154	00	/8	109	51	106	17	1	24	04	45	35 9	22
Globigerina quinqueloba Natland	21	67	33	33	20	18	79	23	117			11	34	62	6
Globigerina spp.															23
Globigerinella calida (Parker)	0	16	2	1	2	(10	1				2	4	1	
Globigerinita glutinata (Egger)	12	6	4	3	2	2	3	8	3		4	5	1	8	2
Globigerinoides ruber (d'Orbigny)	27	49	1	2	1	2	2		1	2	10	9	7	5	7
Globorotalia inflata (d'Orbigny)	4	1	1		1			1		1	4	4	1	2	/
Globorotalia menardii (Parker, Jones, and Brady)									1	1	4	1			5
Globorotalia truncatulinoides (d'Orbigny) Globorotalia tumida tumida (Brady)			1						2						
Neogloboquadrina dutertrei (d'Orbigny)	5	1	10	2	5			1				1.5			1
Pulleniatina obliquiloculata (Parker and Jones)	3	4	2		1	3	1			/		17	2	4	
Planktonike foraminifera gen. & sp. indet.	22	33	42	26	4	4	10	4	7	17	50	117	07	1.76	1.24
Fotal number of foraminifera	844	575	395	240	216	242	356	242	260	185	157	215	94 167	120	124
Planktonic foraminifera ratio (%)	25%	72%	58%	55%	53%	60%	38%	60%	57%	7%	32%	53%	56%	78%	71%

Species Name	N201	N206	N200	N210	N211	Negoya	N3 sec	tion	N217	N219	N210	N221	1102	11202	Other	E104
Benthic foraminifera	N301	10500	1909	N310	NSTI	N313	N314	N310	10317	1910	18319	1921	H102	H202	1102	F104
Ammonia takanabensis (Ishizaki)	44				11	77			15	11	6	54	12	6		72
Amphicoryna scalaris sagamiensis (Asano)	3					7			2		2	14	1			4
Amphicoryna spiciata (d'Orbigny)						3						2				1
Angulogerina kokozuraensis Asano Rolivina alata (Seguenza)					1				1	1	1					
Bolivina asanoi Uchio	1				1	4			1			7				
Bolivina pacifica Cushman and McCulloch					1				1							
Bolivina quadrilatera (Schwager)						5										
Bolivina robusta Brady	2	1			39	38			56	26	10	61	7	10	52	192
Bolivina sebangularis ogasawaraensis Asano					1						2					
Bolivina spissa Cushinan					1					1	3		1			1
Bulimina elongata subulata Cushman and Parker									1	1			1			
Bulimina marginata d'Orbigny	1				164	1			129	89	1					
Bulimina pyrula spinescens Brady					1											
Bulimina spinosa (Heron-Allen and Earland)					1											
Bulimina striata d'Orbigny					14				7	1		20			2	
Cassidulina carinata Silvestri					80				81	67	123	114			1	
Cassidulina norcrossi Cushman						2			01	07	123	114			1	2
Cassidulina subglobosa Blady		1	1		7	9			6	49	25	26			2	5
Cassidulina spp.				1							1					
Cibicides aknerianus (d'Orbigny)						13				8	6				1	
Cibicides inagawaensis Matsunaga	9				-	_				5	5	8				8
Cibicides refulgens Montort					2											
Cibicides subpraecinctus (Asano)	-														5	4
Dentalina emaciata Reuss	1					1				1					5	
Dentalina desepta (Bagg)												1				
Dentalina vertebralis (Batsch)										1						
Dentalina spp.	<u> </u>				2				2	6		5				
Elphidium advenum (Cushman)	10				11	23		1	5	15	16	16	35	45	4	8
Elphidium excarvatum clavatum Cashman Elphidium ienseni (Cashman)						7							34	36		19
Elphidium spp											5		3	2		
"Elphidium" subincertum Asano											5			2		
Entosolenia spp.	1					1						3				
Fissurina cucubitasem bisinuta Uchio					5											
Fissurina cf. annectens (Burrows and Holland)									1		3					
Fissurina sp.						1										
Gyroidina? Profunda A0K1 Gyroidinaidas nilidulus (Sahwaar)	1				1					1						
Gyroidinoides ninnonicus (Ishizaki)	1									1	5					
Hanzawaia nipponica Asano											2	1		1		2
Hyalinea balthicu (Schwager)						2										
Lagena spp.										2						
Lagena plicenica Cushman																1
Lenticulina calar (Linnne)	2				1	7			5	1	1	3			2	3
Lenticulina sp. Loxostonum karrerianum (Brady)	1									1						
Melonis nicobarense (Cushman)										1					1	
Melonis parkerae (Uchio)	3					65	1		6	8	10	11			1	29
Nonion labradoricum (Dawson)																
Pararotalia? minuta (Takayanagi)	14										1					
Paratotalia? takayanagii Matoba	1															1
Pseudeponides japonicus Uchio					6	4			2	33	1	23				4
Pseudononion grateloupi (d'Orbigny) Pseudononion janonicum Asano	1								2			3	40	20	2	4
Pullenia bulloides (d'Orbigny)	1								1				40	20	3	
Pseudorotalia gaimardii (d'Orbigny)	36			2									10	7		7
Quinqueloculina elongata Natland													5			
Quinqueloculina seminulina (Linnaeous)													9	7		
Quinqueloculina vulgaris (d'Orbigny)													7	9		
Quinqueloculina spp.											1	16	5			
Rectoboliving raphang (Parker and Jones)	94	2	1	1	10	31			5	2	1	10	29	15	14	116
Robulus lucidus (Cushman)			1	1	10	51			1	2		- 0	29	13	14	110
Russella pacifica Cushman and McCulloch						2							8	6		
Triloculina trigonula (Brady)														2		
Uvigerina nitidula Schwager											1					
Uvigerina proboscidea Schwager					5				8		5	1				3
Uvigerina spp. Valvulinaria hamanakoansis (Ishiwada)	<u> </u>				1.4	5			2							
Total number of bonthic foraminifora	224	4	2	4	279	215	1	1	220	220	222	207	206	160	07	492
Planktonic foraminafera	224	4	2	4	578	515	1	1	339	329	232	391	200	109	07	402
Globigerina bulloides d'Orbigny					54	16			28	36	177	45		2	9	8
Globigerina quenquloba Natland					2	119			4	26	85	188		~ ~		59
Globigerinella obesa (Bolli)					5	2		2	1	1						
Globigerinita glutinata (Egger)					5				15	59	5		5			
Globigerinoides conglobatus (Brady)					1					1						
Globigerinoides quadrilobatus (d'Orbigny)			2		7	17			1	20	14				1	1
Globorotalia inflata (d'Orbigny)					12	15			23	25	14	6	1	1		5
Globorotalia scitula (Brady)	<u> </u>										3	1	1			1
Globorotalia unglata Bermudez										1	2					1
Neogloboquadrina dutertrei (d'Orbigny)					3				2	14	21	37				-
Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg)															_	
Orbulina universa d'Orbigny					1	1				,						
Total number of plonktonic formation form	<u> </u>				0.0	120	0		74	172	1	1			10	77
Total number of foraminifera	225	0	2	0	90 760	153	0	2	/4	165	5/1	278	212	172	10	/) 557
Planktonic foraminifera ratio %	225	4	50%	4	408	408	1	67%	413	33%	57%	41%	3%	2%	9/	13%
Total number of foraminifera / 80g	1800	32	32	32	3744	3744	8	24	3304	3952	4328	5400	848	688	194	8912



Fig. 7 SEM microphotographs of the characteristic fossil foraminiferal species from the Negoya Formation. Scale is 100 μm. 1: *Bolivina robusta* Brady from N101, 2: *Bulimina marginata* d'Orbigny from N101, 3: *Bulimina subornata* Brady from N103, 4: *Uvigerina* sp. from N101, 5: *Rectobolivina raphana* (Parker and Jones) from N101, 6a-6b: *Melonis nicobarense* (Cushman) from N101, 7a-7b: *Hyalinea balthica* (Schroeter) from N107, 8: *Pararotalia nipponica* (Asano) from N101, 9: *Elphidum advenum* (Cushman) from N107, 10: *Cassidulina carinata* Silvestri from N107, 11: *Lenticulina calar* (Linnaeus) from N101, 12: *Gyroidinoides nipponicus* (Ishizaki) from N101, 13: *Bolivina pseudodifformis* Asano from N106, 14: *Angulogerina kokozuraensis* Asano from N103, 15a-15b: *Psuedononion japonicum* Asano from N101, 19: *Lagena sulcata spicata* Cushman and McCulloch from N102, 20: *Ammonia takanabensis* (Ishizaki) from N109, 21: *Hanzawaia nipponica* Asano from N107, 22: *Globigerina bulloides* d'Orbigny from N102, 23: *Globigerinoides rubber* (d'Orbigny) from N102, 24: *Globigerina quinqueloba* Natland from N102.



Fig. 8 Geological columnar sections showing sample horizon and stratigraphic distributions of characteristic foraminifera. A: Marine flooding surface, B: Maximum flooding surface, C: Downlap surface, D: Base of the Kunozan Formation in this area.

でも浮遊性種の産出割合が49%である.また, N107は浮遊性種の産出割合が38%であるが,こ の試料では本セクションの中で有孔虫化石の産出量 が最大である.

浮遊性種では, Globigerina bulloides が最も多く, 上位の層準では Globigerina quinqueloba の産出が 目立つ. Globigerinella obesa や Globigerinita glutinata, Globigerinoides ruber, Neogloboquadrina 属なども含まれるが, Globorotalia 属は少ない.

N101 ~ Ng107 では, Cassidulina carinata の産出 割合が底生種で最も高く,次いで Bolivina robusta と Bulimina marginata, Bulimina subornata の 産出割合が高い. N101 では特にその傾向が強く, 有孔虫全体で見ても C. carinata は 20 %で, B. robusta は 11 %, B. marginata は 8 %を占める. Ng109 と Ng110 では Pseudononion japonicum が 多く産出し, B. marginata と Ammonia takanabensis, Rectobolivina raphana の産出割合が高い.

N2 セクション

本セクションでは,下位から上位に向かって浮遊

性種が増加する傾向があり,N203から上位では浮 遊性種の産出割合が50%を超え,Ng-4火山灰層の 直上のN206で78%と最大になる.

浮遊性種では、N1 セクションと同様に、G. bulloides が最も多く、上位の層準ではG. quinqueloba の産出が目立つ、G. glutinata や G. ruber, Neogloboquadrina 属なども含まれるが、Globorotalia 属は少ない.

底生種では, C. carinata が N202 から上位で出 現し, N203 では底生種の中での産出割合が最大と なり,有孔虫全体の 19 %を占める. Ng-2 火山灰層 の下位の N201 と N202 では, A. takanabensis と Elphidium advenum, R. raphana が多く含まれる.

N3 セクション

産出した有孔虫化石のうち,浮遊性種の産出割合 が 50 %を超えたのは Ng-2 火山灰層の上位の N319 で, Ng-2 火山灰層の下位の N313 と上位の N318 が 33 %で,N321 が 41 %である.最下部の N301 は浮遊性種がほとんど含まれず,Ng-2 火山灰層の 下位の N311 と N317 では浮遊性種の産出割合が 18 ~19%を示す.

浮遊性種では、上記の2セクションと同様に、G. bulloides が最も多く、層準によってG. quinqueloba の産出が目立ち、G. glutinata やG. ruber, Neogloboquadrina 属なども含まれるが、Globorotalia 属は 少ない.

底生種では, A. takanabensis と B. robusta, E. advenum, R. raphana が全体的に産出するが, C. carinata は N311 と N317 から上位で産出し, いず れの試料でも有孔虫全体に占める割合は 14 %以上 で,特に N319 では 29 %に達する. Cassidulina subglobosa は, C. carinata と同様の産出傾向を示 す. また, B. marginata は, N311 で産出割合が 35 %に達し, Ng-2 火山灰層の直下と直上の N317 と N318 では, それぞれの産出割合が 31 %と 18 % であるが, その上位ではほとんど産出しない.

F1 セクション

有孔虫化石が産出したのは F104 のみで, 浮遊性 の産出割合は 13 %であった. 底生種では B. robusta が卓越し,次に R. raphana および A. takanabensis が多く,この3種で全体の 68 %を占める.他に, Elphidium excarvatum clavatum と E. advenum, Melonis parkerae が含まれる.

Tセクション

有孔虫化石が産出したのは T102 のみで,浮遊性 の産出割合は 10 %である. 底生種では *B. robusta* が卓越し,次に *R. raphana* が多い. ここでは産出 種も個数も少ない.

Hセクション

有孔虫化石が産出したのは H102 と H202 で, ど ちらも久能山層の最下部の泥層から採集された試料 であり,その有孔虫種の組成も類似している.浮遊 性種の産出割合は 2 ~ 3 %と低く,底生種では E. advenum と E. excarvatum clavatum, P. japonicum が 卓越し, R. raphana と Pseudorotalia gaimardii, A. takanabensis も多数含まれる.ま た,他のセクションにない特徴として,Quinqueloculina seminulina など Quinqueloculina 属を主体 とする磁器質殻の底生有孔虫種が多く含まれる.

有孔虫化石群集の分類と分布

各セクションにおける有孔虫化石の産出特徴から, I~Ⅳの4つの化石群集を区分することができる.

I 群集

浮遊性種の産出割合が全体の3%以下で,底生種 では Elphidium advenum, Elphidium excarvatum clavatum, Pseudonion japonicus が多く, Ammonia takanabensis, Pseudorotalia gaimardii, Rectobolivina raphana を含み, Quinqueloculina seminulina などの磁器質殻の種も目立つ.この群 集は,中平松の H102 と H202 に産する.

Ι群集

浮遊性種の産出割合が全体の 33 %以下で, 底生 種では R. raphana が多く, Bolivina robusta と E. advenum, A. takanabensis, P. gaimardii などを 伴う. 殿沢川の T102 と古宿の F104, 根古屋の最 下部の N301 と N313, N201 と N202 の群集がこれ にあたる. N313 では, A. takanabensis と Melonis parkerae が卓越する特徴があり, N201 と N202 は P. gaimardii を ほ と ん ど 含 ま ず, N202 に は Cassidulina carinata が含まれる.

Ⅲ群集

浮遊性種の産出割合が全体の 33 %以下で,底生 種では Bulimina marginata と C. carinata が卓越 し, B. robusta や Cassidulina subglobosa, それに Ⅱ 群集の特徴種である A. takanabensis, E. advenum, R. raphana を含む. 根古屋の N101 と N311, N317, N318 の群種がこれにあたる.

Ⅳ群集

浮遊性種の産出割合が全体の 40 %以上で,78 % におよぶ試料もある. 底生種では C. carinata が卓 越し, C. subglobosa と B. robusta が含まれるが, B. marginata は少ない. すべての試料ではないが, Angulogerina kokozuraensis が含まれる. 根古屋 の Ng-2 火山灰層の上位にあたる N102 ~ N110 ま でと, N203 ~ N207 まで, それと N319 と N321 の 群集がこれにあたる.

有孔虫群集の堆積環境

近藤(1986)は、根古屋層の有孔虫化石について、 主に Ng-2 と Ng-4 火山灰層の層準における水平的 な環境変化に重点をおいて分布を調べ、それらを種 群 I ~ Vの5つに区分した.以下に、本稿で認定し た I ~ IV群集を近藤(1986)の化石群集と、的場 (1970)および Inoue(1989)がそれぞれ土佐湾の 大陸棚上および駿河湾で認定した現生底生有孔虫相 と、種構成に基づいて比較してその堆積環境を推定 する.

本稿のI群集は, Elphidium advenum, Elphidum clavatum, Psudorotalia gaimardii を代 表種とし,陶器質有孔虫が目立つ近藤(1986)の種 群Iと類似する.近藤(1986)はこの種群を中平松 地域で認め,それを水深 100m 以浅の沿岸水ないし 表層水上部の種群と推定している.また,本群集は Bolivina robusta, Rectobolivina raphana と P. gaimardii で特徴づけられ, Hanzawai nipponica, Nonion japonicum, Pseudononion japonicum, Cancris auriculus などを伴う的場(1970)の中浅 海帯(50~80m)亜相にも類似する.以上のこと から,I群集は中浅海帯の堆積環境を示唆すると推 定される.

Ⅱ群集は, R. raphana と B. cf. robusta が全体の 50%を占める近藤(1986)の種群Ⅱ,的場(1970) の中浅海帯(50~80m)亜相および R. raphana が 卓越する Inoue(1989)の Siphogenerina raphanus 群集と類似する.近藤(1986)は種群Ⅱを下部浅海 帯(水深100m~200m)の堆積環境と推定してお り, Inoue(1989)のS. raphanus 群集は伊豆半島 松崎沖の水深70mと御前崎沖の水深60mの東部大 陸棚上から報告されている.以上のことから,本群 集は中浅海帯下部~下浅海帯上部の堆積環境を示す と考えられる.

Ⅲ群集は, Bulimina marginata と Psuudoparella maraensis を代表とする近藤(1986)の種群Ⅲに 類似する.近藤(1986)はこの種群の堆積環境を下 浅海帯の水深 100m ~ 200mのデルタスロープとし ている.また,本群集は B. robusta で特徴づけら れ Bulimina marginata, Uvigerina proboscidea vadescens, Amphicoryna scalaris sagamiensis, Lenticulina lucida を伴う的場(1970)の下浅海帯 (100 ~ 280m)亜相に類似する.以上のことからⅢ 群集は下浅海帯の堆積環境を示すと推定される.

N群集は,近藤(1986)の種群Nに類似し,近藤 (1986)はその堆積環境を大陸斜面上部としている. また,本群集はBolivina robustaおよび Cassidulina carinataが豊富でGlobocassidulina subglobosaおよびBulimina aculeataを伴うInoue (1989)のB. robusta群集に類似する.B. robusta 群集は伊豆半島の西岸の水深 320~660mおよび石 花海堆の周辺の水深 265~540mから報告された. なお,N群集に含まれるAngulogerina kokozuraensisは,的場(1970)によれば半深海帯に主とし て分布する.以上のことから,本群集は上部漸深海 帯の堆積環境を示すと推定される.

有孔虫群集における浮遊性有孔虫の割合は,一般 に水深とともに増加することが知られている(たと えばGrimsdale and Markgoven,1955;Brasier, 1980).本稿の各群集の浮遊性有孔虫の割合は,I 群集が3%以下,II群集およびIII群集が33%以下, IV群集は40%以上である.したがって,浮遊性有 孔虫の割合からは,I群集が最も浅く,IV群集が最 も深い環境を示すと推定される.上述のように,群 集組成からは,I群集が中浅海帯,II群集が中浅海 帯下部~下浅海帯上部,II群集は下浅海帯,IV群集 は上部漸深海帯を示すと考えられるが,これは浮遊 性有孔虫の割合から推定される古水深の違いと調和 的である.

根古屋層の堆積環境の変遷

A1 セクションには,根古屋層の最下部にあたる 安居礫部層から古宿礫部層が分布する.前述のよう に本セクションの安居礫部層と古宿礫部層はファン デルタのフォアセットであり,両礫部層の間の礫層 と砂層の互層は海進期にファンデルタが放棄されて フォアセットの麓部に堆積したトウセット堆積物と 考えられる.A1 セクションからは有孔虫化石が産 出しなかったが,安居礫部層の上位の礫層と砂層の 互層から産する軟体動物化石群集は潮間帯ないし潮 下帯に生息する種からなり(近藤,1985),その堆 積環境は潮下帯から浅海帯と推定される.

A1 セクションと同じ層準をその下部に含むと考 えられる N3 セクションは、A1 セクションの北東 側の千保沢川の東側に位置する.その岩相は、ほと んどが泥層からなるが、前述のように Kondo

(1986) により古宿礫部層のプロデルタ相と推定さ れたラミナの発達した砂質泥層を中部に挟む.本セ クションの最下部の層準は、安居礫部層の下位か上 位かは不明であるが、最下部のN301の有孔虫化石 群集はⅡ群集である. その上位は、 ラミナの発達し た砂質泥層の上位まで有孔虫化石が産出せず, N311 がⅢ群集,N313 がⅡ群集に相当する.そし て、その上位は N316 まで有孔虫が産出せず、Ng-2 火山灰層の直下の N317 と直上の N318 がⅢ群集, その上位の N319 と Ng-4 火山灰層の層準にあたる N321 がIV群集に相当する.したがって、N3セク ションでは、最下部が中浅海帯下部~下浅海帯上部、 その上位の古宿礫部層の層準の上位は下浅海帯~中 浅海帯下部から下浅海帯上部で堆積し,有孔虫化石 が産出しない層準を経て Ng-2 火山灰層の直下と直 上は下浅海帯、その上位から Ng-4 火山灰層の層準 にかけては上部漸深海帯で堆積したと推定できる.

N1 セクションと N2 セクションには, Ng-2 火山 灰層の下位から Ng-4 火山灰層の上位にかけての地 層が露出し,有孔虫化石の産出に同様の傾向が見ら れる.すなわち, Ng-2 火山灰層の直下または直下 までの群集はⅢ群集に相当し, Ng-2 火山灰層の直 上から上位はⅣ群集が分布する.したがって, Ng-2 火山灰層の直下は下浅海帯で堆積したが, Ng-2 火山灰層の直上からは上部漸深海帯で堆積したと推 定できる.すなわち,近藤(1985)が Ng-2と Ng-4 付近の泥質な層準での軟体動物化石群集の垂直的変 化から推定した 100 ~ 150m 程度の大規模な海水準 上昇は, Ng-2 火山灰層(N3 セクションでは N319) の直上付近の層準で起こったと考えられる.

また、両セクションとも Ng-4 火山灰層の上位の 砂質泥層の上位に Limopsis tajimae だけからなる 軟体動物の化石密集層がある.また、Ng-4 火山灰 層の直上にある石灰質で硬質な泥層の層準は、N1 セクションでは N107 にあたり、産出有孔虫化石数 が最大である.これらのことから、Ng-4 火山灰層 から石灰質で硬質な泥層にかけての層準は、海水準 が最大に達した時期に形成されたコンデンスセクシ ョンに相当すると考えられる.すなわち、Ng-2 火 山灰層の堆積直後に急激な海水準上昇が起こり、海 氾濫面が形成され、Ng-4 火山灰層の層準付近が堆 積した時期に海水準は最大に達したと推定できる. そのため、砂泥の供給が極めて少なくなり、堆積物 中に含まれる軟体動物遺骸や有孔虫の個体数が増大 したものと考えられる.また,軽石の散在または密 集層である Ng-4 火山灰層も,これと同様に砂泥の 供給が極めて少なかったために軽石の集積が目立つ 結果になったものと考えられる.

Ng-4 火山灰層の上位の砂質泥層および L. tajimae の化石密集層の含まれる層準の有孔虫群集は Ⅳ群集であるが,中浅海帯下部~下浅海帯上部の堆 積環境を示す Ⅱ群集の特徴種である Ammonia takanabensis, Elphidium advenum, Rectoboribina raphana が Ng-4 火山灰層の下位よりも多く産出す る.このことから、この時期には海水準の上昇が終 了して,河川から懸濁物質が大量に大陸斜面に供給 され始めたと推定される.Ng-4火山灰層の上位の 砂質泥層は平行葉理を伴うことからストームシート 状のものと推定され、多量の堆積物供給が開始した ことを意味し、すなわちその基底がダウンラップ面 に相当すると考えられる.L. tajimaeは、現在の駿 河湾では湾口から伊豆半島沖合にかけての陸棚斜面 域の水深 200m ~ 500m に群生し (Tsuchi, 1958; Kondo, 1989), ここでは懸濁態の有機物が豊富に 供給されていることが推定されている(延原ほか, 2005).

F1 セクションでは、Ng-4 火山灰層の直上の F104 のみから有孔虫化石が産出し、それはⅡ群集 にあたり、中浅海帯下部~下浅海帯上部の堆積環境 が推定される.この層準からは近藤(1985)により Venus foveloata を主体とする軟体動物化石が報告 されており、Ⅱ群集には V. foveloata を主体とする 軟体動物化石が特徴的に産する傾向がある.F1 セ クションでは、1 試料からしか有孔虫化石が産しな かったために、有孔虫化石からこのセクションでの 環境変化について言及できない.しかし、ここでは Ng-4 火山灰層の上位層の堆積時にはすでに中浅海 帯下部~下浅海帯上部の堆積環境になっていたこと が推定できる.

T セクションでは、中平松礫部層下部層の T102 から有孔虫化石が産し、それはⅡ群集に相当する. このことから、この層準は中浅海帯下部~下浅海帯 上部で堆積したと推定される.この層準でも V. foveloata を主体とする軟体動物化石が産する.

H セクションでは,久能山層の最下部層の H102 と H202 の 2 点で有孔虫化石が産出し,それらは I 群集に相当し,中浅海帯,すなわち内側陸棚付近の 海底が堆積環境として推定される.しかし,この層 準にはスランプ層がよく発達することから,内側陸 棚よりやや深い海底谷に堆積した可能性もある.

TセクションとHセクションの結果から,中平 松礫部層は,その下部層堆積時には中浅海帯下部~ 下浅海帯上部,すなわち内側陸棚から外側陸棚で堆 積が行われ,その後の上部層堆積時には河川と干潟 が分布する陸上になったと考えられる.また,その 上位の久能山層の最下部の堆積時には再び中浅海 帯,すなわち内側陸棚またはそこに発達した海底谷 になったと考えられる.

以上のことから,根古屋層の堆積環境の変遷について,以下のことが明らかになった.

根古屋地域では, 古宿礫部層の堆積以前は中浅海 帯下部~下浅海帯上部だった海底が、古宿礫部層の ファンデルタの発達の後に中浅海帯下部~下浅海帯 上部または下浅海帯になり、Ng-2火山灰層の堆積 直後から 100 ~ 150m 程度の大規模で急激な海水準 上昇(近藤, 1985)によって上部漸深海帯の堆積環 境となった.その海水準上昇は Ng-4 火山灰層堆積 時に最大に達し、その後停滞または降下した、その 結果として軽石の密集層である Ng-4 火山灰層と石 灰質泥層からなるコンデンスセクションが形成さ れ、その上位のダウンラップ面上にはストームシー ト状の砂質泥層とL. tajimae の化石密集層が形成 された. すなわち, Fig. 8の A 層準は急激な海水 準上昇があった海氾濫面であり, B 層準は海水準上 昇が最大に達した最大海氾濫面に当たり、C 層準は いわゆるタウンラップ面に相当する. なお. D 層 準はこの地域での久能山層の基底になる.

調査地域の南西部にあたる中平松地域では,Ng-4火山灰層の上位に中平松礫部層があり,その下部 層は中浅海帯下部~下浅海帯上部に堆積したが,上 部層は河川と干潟が分布する陸上に堆積した.その 後の海水準上昇によってこの地域は再び中浅海帯の 海底となり,粗粒堆積物の供給によって久能山層の 堆積が開始された.

根古屋層の堆積過程と 海洋酸素同位体ステージとの対比

本稿の結果からは、根古屋層は北東方向に向かっ て尖滅する下位から安居礫部層、古宿礫部層、中平 松礫部層という3層のファンデルタ層とそれに挟在 する海成泥層からなるという近藤(1985)の結果が 追認された.そして、3層のファンデルタ層のうち、 安居礫部層と古宿礫部層はフォアセットの堆積物で あり、中平松礫部層の上部層はトップセットの堆積 物で、これらの上位にはそれぞれ海進期の堆積物で ある海成泥層が重なることが明らかになった.

山本・北村(2009)は安居礫部層の上位から久能 山層の基底面までの堆積期間を海洋酸素同位体ステ ージ (MIS) 8~6.6と推定し、その間に認められ る海進 - 海退サイクル (Chappell, 1994; Shackleton, 2000 ; Siddall et al, 2003) O MIS 8 \sim 7.5 と、MIS 7.4 ~ 7.3、MIS 7.2 ~ 6.6 を、それぞれ が安居礫部層と古宿礫部層の間の泥層, Ng-2と Ng-4が挟在する根古屋層主部, Ng-4より上位の層 準に対比した. 根古屋層には近藤(1985; Kondo. 1986)によってすでに安居礫部層の上位と古宿礫部 層上部から Ng-2 および Ng-4 の層準にかけての堆 積期に海水準上昇が推定されていたが,最後の3回 目の海水準上昇期について認められていなかった. そこで、山本・北村(2009)は、主に本稿の中平松 礫部層の堆積相の解析により,中平松礫部層中の潮 汐堆積相から礫質ファンデルタ相を一連の海進期堆 積物として、3回目の海進期に対比した.しかし、 山本・北村(2009)が礫質ファンデルタ相としたも のは中平松礫部層上部層の河川相と考えられ、下位 の潮汐堆積相から河川相への一連の堆積物は海退期 堆積物にあたる、中平松地域には、中平松礫部層の 上位に本稿で久能山層とした泥層や砂層を挟む礫層 または含礫砂層からなる海成堆積物が存在する.河 川堆積物の上位に海成堆積物が重なることは、その 海成堆積物の基底に海進があったことになり、すな わちこれが3回目の海水準上昇期に相当すると考え られる.

山本・北村(2009)が指摘したように,根古屋層の形成過程は海洋酸素同位体ステージで示されるいわゆる海水準変動と対比される可能性がある.Fig.9にBassinot et al.(1994)による海洋酸素同位体曲線と,それに対比させた根古屋層と久能山層の層序と各火山灰層の層準を示す.

噴出年代が約30万年前(田村・鈴木,2001)と される Ng-1火山灰層は,根古屋層安居礫部層の上 位の海水準上昇期に堆積したことから,MIS 8.6~ 8.5の間の海水準上昇期に対比されると考えられ, 安居礫部層はその前の海水準降下期である MIS 9.1 ~ 8.6 の間に形成されたと推定される.そして,古



Fig. 9 Stratigraphy of the Negoya and Kunozan Formations correlated with the marine oxygen isotope curve (Bassinot et al., 1994). AGM: Ago Gravel Member, FGM: Furuyada Gravel Member, NGM: Nakahiramatsu Gravel Member.

宿ファンデルタは次の海水準降下期である MIS 8.5 ~ 8.4 の間に形成され, Ng-2 と Ng-4 火山灰層堆積 期付近に起こった大規模で急激な 100 ~ 150m にわ たる海水準上昇は MIS 8.2 ~ 7.5 の海水準上昇期の 間に,その後の中平松礫部層は MIS 7.5 ~ 7.4 の海 水準降下期に堆積したと推定できる.中平松礫部層 の上位にある久能山層の基底となる泥層や砂層を挟 む礫層などの海成層は,その後の MIS 7.4 ~ 7.3 の 間の海水準上昇期に堆積し,続く久能山層の主たる ファンデルタのフォアセット堆積物は MIS 7.3 以降 に形成されたと考えられる.最大で 250m の層厚を もつ久能山層(土,1960)のフォアセット堆積物は, それまでの海水準上昇で深化した丘陵北東側にあっ た海底の堆積空間を順次前進しつつ埋積していった と考えられる.

なお,有度丘陵東麓の久能山層村松礫・シルト部 層から産した単体サンゴ化石の約17.7万年前とい うU-Th年代値(Kitamura et al., 2005)については, 村松礫・シルト部層が久能山層中の海水準上昇期の トウセット堆積物と考えられることから,それは久 能山層の基底年代を示す(山本・北村,2009)もの でなく,久能山層中の海水準上昇期にあたる MIS 6.5 付近の年代値を示すものと考えられる.

まとめ

静岡市有度丘陵に分布する根古屋層は,丘陵を構 成する地質の最下部層にあたり,北東方向に向かっ て尖滅する下位から安居礫部層,古宿礫部層,中平 松礫部層という3層のファンデルタの堆積物とそれ に挟まれる海成泥層からなる.本研究では,その泥 層に含まれる有孔虫化石の分布にもとづき,根古屋 層全体の各層準における堆積環境と,特に古宿礫部 層の上位にある Ng-2 火山灰層から Ng-4 火山灰層 付近の層準での垂直的な堆積環境の変化を明らかに した.

その結果,根古屋層の有孔虫化石群集は I ~ Ⅳの 4 群集に区分でき、Ⅰ群集が中浅海帯、Ⅱ群集が中 浅海帯下部~下浅海帯上部,Ⅲ群集が下浅海帯,Ⅳ 群集が上部漸深海帯で堆積したことが推定された. それによって,根古屋地域では古宿礫部層の堆積以 前は中浅海帯下部~下浅海帯上部だった海底が、古 宿礫部層のファンデルタの発達の後に中浅海帯下部 ~下浅海帯上部または下浅海帯になり、Ng-2火山 灰層のほぼ直上の層準堆積期に起こった大規模で急 激な海水準上昇によって上部漸深海帯の海底となっ た. その海水準上昇は Ng-4 火山灰層の層準付近で 最大に達し、その後海水準は停滞または降下した. また、中平松地域では、Ng-4火山灰層の上位の堆 積期は中浅海帯下部~下浅海帯上部の海底だった が、その後干潟と河川が分布する陸上になり、その 後の海水準上昇によって再び中浅海帯の海底とな り、久能山層の泥層や砂層を挟む礫層から堆積が始 まり, 続いて主部を構成するファンデルタの礫層が 堆積した.このような根古屋層の形成過程は,海洋 酸素同位体ステージ(MIS)で示される海水準変動 と密接に関連する可能性がある.

謝 辞

本研究を進めるに当たり,東海大学海洋学部海洋 資源学科の根元謙次教授と坂本 泉准教授には,研 究全般にわたって貴重な助言を頂いた.静岡大学教 育学部の延原尊美教授には根古屋層から産出した軟 体動物化石についてご教授をいただいた.有孔虫化 石の走査電子顕微鏡写真撮影については,東海大学 海洋学部の田中 彰教授と千賀康弘教授にご協力を 頂いた.また,根古屋層の地質調査と軟体動物化石 の資料整理について,三宅由樹氏,小林 卓氏,加 藤章太氏,市川翔大氏,吉本正教氏とNPO静岡県 自然史博物館ネットワークの横山謙二氏に特に協力 を頂いた.また,彼らを含め駿河湾団体研究グルー プの以下の各氏(敬称略)には,地質調査および室 内作業において協力を頂いた.大迫崇史,岡田陽介, 篠崎泰輔,高木克将,滝野義幸,谷あかり,茅根淳 一,中本裕介,原 寿徳,東 武宏,廣瀬祐市,富 士幸祐,増田祐輝,松本充央,柳澤宏成.これらの 方々に感謝の意を表す.

引用文献

- 浅野 清(1936)静岡県掛川地方の有孔虫類に就いて.地質学雑誌,43,739-757.
- Bassinot, F. C., L. D. Labeyrie, E. Vincent, X. Quidelleur, N. J. Shackleton and Y. Lancelot (1994) The astronomical theory of climate and age of the Brunhes - Matsuyama magnetic reversal. Earth Planet. Sci. Letter, **126**, 91-108.
- Brasier, M. D. (1980) Microfossils. George Allen & Unwin, London, 193 p.
- Chappell, J., (1994) Upper Quaternary sea levels, coral terraces, oxygen isotopes and deep-sea temperatures. Journal of Geography, **103**, 828-840.
- Grimsdale, T. and F. Markhoven (1955) The ratio between pelagic and benthonic foraminifera as a means of estimating depth of deposition of sedimentary rocks. Proceedings Fourth World Petroleum Congress, Section I/D, 473-491.
- Ibaraki, M. and R. Tsuchi (1973) Planktonic foraminifera from the Negoya Formation, Shizuoka Prefecture, Japan. Rep. Fac. Sci., Shizuoka Univ., **8**, 165-174.
- Inoue, Y. (1989) North Pacific foraminifera as paleoenvironmental indecators. Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sec. B, **10**, 57-162.
- Kitamura, A., A. Omura, E. Tominaga, K. Kameo and M. Nara (2005) U-Series ages from the

Middle Pleistocene Kunosan Formation in the Udo Hills, Shizuoka, central Japan. The Quaternary Research, **44**, 177-182.

- 北里洋・新妻信明・小山真人・近藤康生・神谷隆 宏(1981)駿河湾周辺後期更新世根古屋層,草薙 層,国吉田層,古谷層の地磁気層序.静岡大学地 球科学研究報告,6,45-59.
- 近藤康生(1983)根古屋層の層序と堆積環境.静岡 地学,47,41-47.
- 近藤康生(1985)静岡県有度丘陵の上部更新統の層 序.地質学雑誌,**91**, 121-140.
- 近藤康生(1986)静岡県後期更新世根古屋層の海進 期堆積物に含まれる底生有孔虫化石の空間分布. 静岡大学地球科学研究報告,**12**, 239-243.
- Kondo, Y. (1986) Shallow marine gravity delta and associated faunas from the upper Plieistocene Negoya Formation, Shizuoka, Japan. Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Ser., II, **21**, 169-190.
- Kondo, Y. (1989) 'In situ' observation of a bathyal Bivalve *Limopsis tajimae* by means of box core sampling, with comparative description the fossil counterparts. Venus, 48, 27-39.
- 町田 洋・新井房夫(2003)新版火山灰アトラス. 東京大学出版会,東京,339 p.
- 的場保望(1970)底棲有孔虫—日本近海における分 布一.海洋科学,7,257-262.
- 望月静子(1965)有度山の化石有孔虫群.地学しず はた,35,14-18,
- 中島謙造(1886)20万分の1地質図幅「静岡」及 び同説明書.地質調査所.47 p.
- 延原尊美・高山春果・松本英二・木下泰正(2005) 駿河湾の貝類遺体群集と堆積場の特性.静岡大学 地球科学研究報告,**32**,31-66.
- 岡田尚武(1987)南部フォッサマグナの海成層に関 する石灰質ナンノプランクトン化石の生層序と古 環境. 化石,43,5-8.
- Shackleton, N. J. (2000) The 100,000-year ice-age cycle identified and found to lag temperature, carbon dioxide, and orbital eccentricity. Science, 289, 1897-1902.
- 柴 正博・根元謙次・駿河湾団体研究グループ・有 度丘陵沖調査グループ(1990)駿河湾西部,有度 丘陵および沖合の地質構造.東海大学紀要海洋学 部,30,47-65.

- 柴 正博・加納和人・青木洋人・高清水康博(1994)
 静岡県有度丘陵に分布する草薙層の層序.地球科
 学,48,209-221.
- Siddall, M., E. J. Rogling, A. Almogi-Labin, C. Hemleben, D. Meischner, I. Schmelzer and D. A. Smeed (2003) Sea-level fluctuations during the last glacial cycle. Nature, 423, 853-858.
- 杉山雄一・下川浩一・坂本 亨・秦 光男 (1982) 静岡地域の地質.地域地質研究報告 (5万分の1 図幅),地質調査所, 82 p.
- 田村糸子・鈴木毅彦(2001)中期更新世テフラ Ng-1

と飛騨地域に分布する高山軽石層との対比. 第四 紀研究, **40**, 295-305.

- Tsuchi, R. (1958) A note on mollusca dredged from Suruga Bay, the Pacific side of central Japan. Rep. Leb. Art. Sci. Fac., Shizuoka Univ., Nat. Sci., 2, 217-228.
- 土 隆一 (1960) 有度丘陵の地質構造ならびに地史. 地質学雑誌, **66**, 251-262.
- 山本なぎさ・北村晃寿(2009)中部更新統根古屋層 最上部の層序学的研究.静岡大学地球科学研究報 告,36,1-7.

駿河湾から初記録の深海性魚類 キタノクロダラ Lepidion schmidti (タラ目:チゴダラ科)¹⁾

富山晋一²⁾・岸本浩和³⁾

First Record of *Lepidion schmidti* (Gadiformes: Moridae) from Suruga Bay, Japan¹⁾

Shinichi Tomiyama²⁾ and Hirokazu Kishimoto³⁾

Abstract

One specimen of Schmidt's cod, *Lepidion schmidti* Svetovidov, 1936 (862 mm in standard length), found from the Marine Science Museum fish collection (MSM), represent the first record of the species from Suruga Bay. The specimen was collected by the cage at depth of about 1,200 m on 3 February 1994. *Lepidion schmidti* is distinguishable from all other congeners by the following combination of characters: second dorsal fin rays 46-51; anal fin rays 36-45; eye diameter 4.0-5.5 % of standard length; vomerine tooth patch forms an inverted V-shape. A description of the specimen is provided in this report.

はじめに

ソコクロダラ属 Lepidion は, Swainson (1838)
によって提唱されたタラ目チゴダラ科の1属である.本属魚類は太平洋,大西洋,地中海および南アフリカ東岸の大陸斜面や海膨に生息し,現在9種が知られている(Templeman, 1970; Nakaya et al., 1980; Paulin, 1984; Cohen 1986; Cohen et al., 1990; Trunov, 1992; Arronte et al., 2011).これらのうち,日本にはキタノクロダラ Lepidion schmidti Svetovidov, 1936とソコクロダラ Lepidion inosimae (Günther, 1887)の2種が分布する(Nakabo, 2002).

著者らは、東海大学海洋科学博物館(MSM)が 所蔵するチゴダラ科魚類の標本を調査し、駿河湾で 採集されたキタノクロダラの1標本を発見した.日 本国内において本種は,従来,相模湾以北に分布す るとされ(Nakabo, 2002;塩垣ほか,2004),駿河 湾からの出現は初記録となる.また,太平洋産のキ タノクロダラの比較標本を追加観察した結果,過去 に報告されている大西洋産の本種と若干の形態的差 異が認められたことから,併せて報告する.

記載標本は10%ホルマリンで固定・保存されて いる.計数・計測方法はおもにHubbs and Lagler (1958)にしたがい,第1背鰭条数と縦列鱗数は Templeman (1970)に,臀鰭前長,胸鰭前長,腹 鰭前長および肛門前長は尼岡ほか (1983)にしたが った.髭長については,基底から先端までの距離を 計測した.頭部感覚孔は,鈴木 (2006)による頭部 側線管の記載を参考に,上眼窩管孔,下眼窩管孔,

Contributions from the Marine Science Museum, Tokai University, No. 234

¹⁾ 東海大学海洋科学博物館研究業績 No. 234

²⁾ 東海大学社会教育センター,424-8620,静岡県静岡市清水区三保2389

Social Education Center, Tokai University, 2389 Miho Shimizu-ku, Shizuoka City, Shizuoka, 424-8620, Japan ³⁾ 東海大学海洋学部水産学科, 424-8610, 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1

Department of Fisheries, School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1 Orido Shimizu-ku, Shizuoka City, Shizuoka, 424-8610, Japan



Fig. 1 Lepidion schmidti, MSM-94-3, 862 mm in standard length, Suruga Bay, Japan.

前鰓蓋管孔, 顎管孔, 側頭管孔および上側頭管孔に 区分した.背・臀鰭の鰭条数と担鰭骨数および脊椎 骨数の計数には, 低電圧撮影による X 線写真を使 用した.

Lepidion schmidti Svetovidov, 1936 キタノクロダラ (Figs. 1-2, Table 1)

記載標本

1個体: MSM-94-3, 862 mm SL (standard length), 駿河湾奥部 (三保~由比沖), 水深約 1,200 m, 篭網, 西宮丸 (清水漁業協同組合所属), 1994年2月3日, 日置勝三・毎原泰彦採集.

識別的特徴

キタノクロダラは,第2背鰭条数が46~51,臀 鰭条数が36~45,眼径の標準体長(以下,体長) に対する百分率が4.0~5.5%および逆V字形の前 鋤骨歯帯を有することで,同属他種から識別される (Table 1).

記載

第1背鰭条数1+5,第2背鰭条数48,臀鰭条数 41,胸鰭条数23,腹鰭条数7,第1背鰭担鰭骨数5, 第2背鰭担鰭骨数48,臀鰭担鰭骨数40,鰓耙数 5+13=18(左側)および5+12=17(右側),鰓条骨 数7,縦列鱗数約205,側線上方横列鱗数約27,脊 椎骨数19+37=56,幽門垂数16.

体各部の体長に対する百分率(%)は以下の通り

である. 頭長 27.3, 吻長 8.0, 眼径 4.7, 眼後長 15.1, 眼下幅 2.4, 両眼間隔 5.9, 上顎長 12.7, 髭長 7.8, 最大体高 22.5, 尾柄高 3.8, 背鰭前長 28.6, 臀鰭前 長 54.4, 胸鰭前長 28.4, 腹鰭前長 24.9, 肛門前長 52.5, 第1背鰭基底長 3.2, 第2背鰭基底長 57.7, 臀 鰭基底長 42.6, 第1背鰭の最長条(第2条)長 33.3, 腹鰭の最長条(第2条)長 18.0.

体はやや伸長する. 頭部は幅が厚く, その前方は わずかに縦扁し、後方は側扁する. 躯幹部と尾部は 側扁し、体高は第1背鰭起部付近で最も高く、尾柄 部に向かって著しく細くなる. 肛門は第2背鰭の第 11 条基底直下に位置する. 鰭条はすべて軟条から なる.第1背鰭の基底は短く,第1条は胸鰭基底上 方にあるが、著しく短く、皮下に埋没する。第2条 は著しく長く、その先端は第2背鰭の第19条基底 に達する. 第2背鰭と臀鰭の基底は長く, 前者の起 部は第1背鰭に、後者の起部は肛門にそれぞれ近接 する. 臀鰭縁辺はやや湾入し, 同鰭基底前端の皮下 に埋没した鰭条はない. 胸鰭は吻の水平線上にあり, 胸鰭長は眼後長にほぼ等しい.腹鰭は喉位で、最初 の2条が伸長し、最も長い第2条の先端は躯幹中央 部下方を超える.尾鰭は小さく、截形で、上下両端 は円みを帯びる.両顎,眼と鼻孔の周辺部,鰓膜, 胸鰭腋部および体側側線を除く体全体と各鰭の基底 部は有鱗(鱗はほとんど脱落してスケールポケット のみを認めるが、部分的に円鱗が残存する). 頭部 感覚孔は小さく、上眼窩管孔(5個)、下眼窩管孔 (10 個),前鰓蓋管孔(6 個),顎管孔(6 個),側頭 管孔(4個)および上側頭管孔(1個)からなる



Fig. 2 Sensory pores and papilliform organs on head of *Lepidion schimdti*, MSM-94-3. A, dorsal - lateral view; B, ventral view. (a) supraorbital pores, (b) infraorbital pores, (c) preopercular pores, (d) mandibular pores, (e) temporal pores, (f) supratemporal pore, (g) papilliform organs (a part of them indicated by dots).

(Fig. 2). さらに, 頭部には多数の微小な窪みが並 び、各窪みの中心に1乳頭状突起がある (Fig. 2). 体側側線は鰓蓋上端上方から肛門上方まで体背縁と ほぼ並走した後,緩やかに下降し,尾部前方約1/3 から尾鰭基底にかけて側中線上を直走する(尾柄部 では不明瞭).体腹面に発光器はない.吻は鈍く, 吻長は眼径の1.7倍. 前鼻孔と後鼻孔は円く, 前鼻 孔の後半部は皮弁に囲まれる.両鼻孔は互いに近接 し, 吻の後方約 1/3 にある. 眼は円形で, 頭部背面 付近にある.両眼間隔は狭く,眼径の1.3倍.口は 端位.主上顎骨は閉口時にほぼ全体が皮膚に覆われ、 その後縁は眼の中央直下に達する.前上顎骨,歯骨 および前鋤骨上に絨毛状歯帯がある.両顎歯帯は幅 広く,前鋤骨歯帯は逆 V 字形. 口蓋骨に歯はない. 下顎前端に1本の髭がある.鰓孔は大きく、左右の 鰓膜は眼の下方で接して峡部に癒合する. 第1鰓弓 の鰓耙は,上枝上端(左側2本,右側3本)と下枝 下端(左側1本,右側2本)では瘤状で,全体が微 小棘に覆われる.それら以外は細長く,先端部のみ が微小棘に覆われる.

ホルマリン保存標本の頭部は淡褐色で, 髭も淡褐 色, 眼, 鼻孔および鰓膜の各縁辺部と鰓腔は黒褐色, 頭部感覚孔の周辺部は褐色, 口腔は黄褐色である. 躯幹部と尾部は淡褐色で, 側線は褐色. 各鰭の鰭膜 は黒褐色であるが, 鰭膜上の有鱗域は淡褐色を呈す る. スケールポケットの縁辺部は褐色. 腹膜は黒褐 色.

分布

日本国内では駿河湾から青森県沖までの太平洋 (Svetovidov, 1936; Nakaya et al., 1980;澤田, 1983; Shinohara et al., 1996;山田, 1999;塩垣 ほか, 2004: Shinohara et al., 2009;本研究),国 外ではベーリング海 (Mecklenburg et al., 2002), オホーツク海 (Nakaya et al., 1980),天皇海山 (Nakaya et al.,1980; Borets, 1986),オーストラ リア南東沖 (Paxton et al., 1989), ニュージーラン ド (Paulin, 1984) および北東大西洋 (Arronte et al., 2011) に分布する.

備考

本標本は、背鰭が2基で第1背鰭の第2条が著し く伸長する,臀鰭が1基でその縁辺がやや湾入する, 腹鰭条数が7で前方の2条が伸長する、下顎前端に 1本の髭がある、鰓条骨数が7および体腹面に発光 器がないなどの特徴からソコクロダラ属に属する (Nakaya et al., 1980 ; Paulin, 1983 ; Cohen et al., 1990). さらに、第2背鰭条数が48, 臀鰭条数が41, 眼径の体長に対する百分率が 4.7 %および逆 V 字形 の前鋤骨歯帯を有することで、本属9種のうちキタ ノクロダラのみに該当する (Table 1). その他の諸 形質については、縦列鱗数と腹椎骨数を除いてホロ タイプを含む太平洋産の本種の値とよく一致する (Svetovidov, 1936; Nakaya et al., 1980;澤田, 1983; Paulin, 1984).本標本の縦列鱗数と腹椎骨 数は既知の値の範囲外にあるが [それぞれ約 205 vs. 220 ~ 250 (Paulin, 1984) および 19 vs. 17~18 (Nakaya et al., 1980)], その差は小さいことから種 内変異と判断した.以上より、本標本はキタノクロ ダラに同定される.

富 山 晋 一·岸 本 浩 和

Table 1 Comparison of morphometric chatacters of present specimen and 9 species of Lepidion.

Species	D_2	А	ED	VTP	Source
L. schmidti (P)	48	41	4.7	inverted V-shape	Present study
L. schmidti (P)	46-51	36-45	4.0-5.4	inverted V-shape	Svetovidov (1936); Nakaya et al. (1980); Sawada (1983); Paulin (1984)
L. schmidti (A)	46-49	1+40-41 ^a	4.3-5.5	inverted V-shape	Arronte et al. (2011)
L. inosimae	55-62	48-55	4.1-5.3	rounded	Nakaya et al. (1980); Paulin (1984, 1990)
L. capensis	50-55	44-49	6.1-7.9	present ^b	Cohen (1986); Trunov (1992)
L. ensiferus	50-56	42-49	6.7-7.7	absent	Nakamura (1986); Cohen et al. (1990); Meléndez and Pequeño (1999)
L. eques	55-60	50-54	7.3-8.9	rounded	Templeman (1970); Cohen et al. (1990); Okamura (1995)
L. guentheri	54-58	49-53	4.1-5.2	rounded	Templeman (1970); Bañón et al. (2010)
L. lepidion	54-59	48-51	6.5-7.9	no data	Templeman (1970); Cohen et al. (1990)
L. microcephalus	49-56	40-46	6.2-7.7	rounded	Paulin (1983, 1984, 1990)
L. natalensis	54-59	48-52	4.5-5.1	present ^b	Cohen (1986); Trunov (1992)

D2: 2nd dorsal fin rays, A: anal fin rays, ED: eye diameter (% of SL), VTP: vomerine tooth patch, P: Pacific, A: Atlantic.

^a: Vestigial ray + normal rays, ^b: Its shape has not been described.

Nakaya et al. (1980) は、キタノクロダラの識別 的特徴として第2背鰭条数と臀鰭条数が同属他種よ りも少ないことを示したが、それ以降に報告された ソコクロダラ属魚類の知見を加えると、本種の両鰭 条数はいずれもトガリソコクロダラ Lepidion ensiferus (Günther, 1887), ハタタテダラ Lepidion microcephalus Cowper, 1956 および Lepidion capensis Gilchrist, 1922の3種と重複する(Table 1). しかし, Table 1 に示したように, キタノクロダ ラはこれら3種とは眼径の体長に対する百分率が小 さいことで識別できる. さらに、本種は逆 V 字形の 前鋤骨歯帯を有することでホテイクロダラ Lepidion eques (Günther, 1887), Lepidion guentheri (Giglioli, 1880), トガリソコクロダラ, ソコクロダ ラおよびハタタテダラと異なる.なお、岡村(1984) や Nakabo (2002) は根拠を明示しないままキタノ クロダラの第2背鰭条数を47~58としたが、現在 までに同鰭条数が51を超える本種の標本は報告さ れておらず,何らかの誤りであると推定される.

大西洋産のキタノクロダラは太平洋産の本種と形 態がよく類似するが(Arronte et al., 2011),本研 究において両者は臀鰭の構造が異なることが確認さ れた.Arronte et al. (2011)によれば,大西洋産 のキタノクロダラ(n=4)では,臀鰭起部の皮下に 痕跡的な1鰭条が存在するという.一方,太平洋産 の本種ではこれまで臀鰭の構造に関する知見がなか ったが,本標本および追加観察した比較標本(n=3) のX線写真では,同様の鰭条は認められなかった. このような,分布と相関する形態の差異については, 今後,より多くの標本に基づく比較研究を要する. 従来, 駿河湾産チゴダラ科魚類にはソコクロダラ, ナガチゴダラ Gadella jordani (Böhlke and Mead, 1951), カラスダラ Halargyreus johnsonii Günther, 1862, イトヒキダラ Laemonema longipes Schmidt, 1938, イソアイナメ Lotella phycis (Temminck and Schlegel, 1846), チゴダラ Physiculus japonicus Hilgendorf, 1879 およびエゾ イソアイナメ Physiculus maximowiczi (Herzenstein, 1896) の6属7種が知られていた (黒田, 1951, 1954; Shinohara and Matsuura, 1997; Fukui et al., 2003). 本研究により新たにキ タノクロダラが報告されたことで, これらの合計は 6属8種となった.

比較標本

キタノクロダラ Lepidion schmidti (軟 X 線写真 のみ観察) : HUMZ 59469, 1 個体, 623 mm SL, 千島列島松輪島沖, 水深 375 m, 1975 年 8 月 10 日; HUMZ 59473, 1 個体, 722 mm SL, オホーツ ク海 (51°52′N, 154°55′E), 1977 年 3 月 16 日; HUMZ 71910, 1 個体, 647 mm SL, 天皇海 山 (34°42′N, 171°48′E), 水深 980 ~ 1100 m, 1977 年 6 月 22 日.

謝 辞

標本の採集に携わっていただいた元東海大学海洋 科学博物館の日置勝三博士と毎原泰彦博士および西 宮丸の元船長薩川忠一氏,X線写真を撮影してい ただいた静岡県立こども病院の矢野正幸氏と同院放 射線科の方々,キタノクロダラに関する有益な情報 を賜った北海道大学名誉教授の仲谷一宏博士,軟 X線写真借用の便宜を図っていただいた北海道大 学大学院水産科学研究院の矢部 衛博士および本報 に対する有益なご意見を賜った東海大学海洋学部水 産学科の福井 篤博士と東海大学海洋科学博物館の 野口文隆氏に感謝の意を表する.

引用文献

- 尼岡邦夫・仲谷一宏・新谷久男・安井達夫編(1983) 東北海域・北海道オホーツク海域の魚類.日本水 産資源保護協会,東京,371 p.
- Arronte, J. C., R. Bañón, D. T. G. Quigley, J. A. Pis-Millán and J. Heredia (2011) New data on *Lepidion schmidti* (Gadiformes: Moridae) from the north-east Atlantic Ocean. Jour. Fish Biol., 79, 1708-1721.
- Bañón, R., J. C. Arronte, J. Heredia and J. A. Pis-Millán (2010) First record of a specimen of *Lepidion guentheri* (Giglioli, 1880) (Gadiformes: Moridae) with melanistic coloration. Jour. Appl. Ichthyol., **26**, 602-605.
- Borets, L. A. (1986) Ichthyofauna of the Northwestern and Hawaiian submarine ranges. Jour. Ichthyol., 26, 1-13.
- Cohen, D. M. (1986) Family Moridae. In Smith, M. M. and P.C. Heemstra eds.: Smiths' sea fishes, Springer-Verlag, Berlin, 326-328.
- Cohen, D. M., T. Inada, T. Iwamoto and N. Scialabba (1990) FAO species catalogue.
 Volume 10. Gadiform fishes of the world (order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fisheries Synopsis, No.125, **10**, x+442 p.
- Fukui, A., T. Tsuchiya and I. Uotani (2003) Pelagic juvenile of *Halargyreus johnsonii* (Gadiformes: Moridae) from Suruga Bay, Japan. Ichthyol. Res., 50, 186-189.
- Hubbs, C. L. and K. F. Lagler (1958) Fishes of the Great Lakes region. Bull. Cranbrook Inst. Sci., 26, 1-213, 44 pls.
- 黒田長禮(1951)駿河湾魚類分布目録(沿岸産淡水

魚を含む)〔続き〕. 魚類学雑誌, 1, 376-394.

- 黒田長禮(1954) 駿河湾魚類追加及び訂正(第11). 魚類学雑誌, **3**, 64-67.
- Mecklenburg, C. W., T. A. Mecklenburg and L. K. Thorsteinson (2002) Fishes of Alaska. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, xxxvii+1037 p.
- Meléndez, R. and G. Pequeño (1999) New records of morid fishes (Teleostei: Gadiformes) from the southernmost tip of South America. Sci. Mar., 63, 465-467.
- Nakabo, T. (2002) Family Moridae. In T. Nakabo ed.: Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition, Tokai University Press, Tokyo, 408-412.
- 中村 泉 (1986) トガリソコクロダラ. 中村 泉編: パタゴニア海域の重要水族,海洋水産資源開発セ ンター,東京, 110-111.
- Nakaya, K., K. Amaoka and K. Abe (1980) A review of the genus *Lepidion* (Gadiformes, Moridae) from the Northwestern Pacific. Japan Jour. Ichthyol., 27, 41-47.
- 岡村 収(1984) キタノクロダラ. 益田 一・尼岡邦 夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫編:日本産魚 類大図鑑, 東海大学出版会, 東京, 89.
- 岡村 収(1995)ホテイクロダラ.岡村 収・尼岡邦 夫・武田正倫・矢野和成・岡田啓介・千国史郎 編:グリーンランド海域の水族,海洋水産資源開 発センター,東京,108.
- Paulin, C. D. (1983) A revision of the family Moridae (Pisces: Anacanthini) within the New Zealand region. Nat. Mus. N. Z. Rec., 2, 81-126.
- Paulin, C. D. (1984) First record of *Lepidion inosi*mae (Günther) and *L. schmidti* Svetovidov (Pisces: Moridae) from New Zealand. N. Z. Jour. Zool., **11**, 59-62.
- Paurin, C. D. (1990) ソコクロダラ. 尼岡邦夫・松浦 啓一・稲田伊史・武田正倫・畑中 寛・岡田啓介 編:ニュージーランド海域の水族,海洋水産資源 開発センター,東京, 152.
- Paxton, J. R., D. F. Hoese, G. R. Allen and J. E. Hanley (1989) Zoological catalogue of Australia.Vol. 7. Pisces. Petromyzontidae to Carangidae.Australian Government Publishing Service,

Canberra, xii+665 p.

- 澤田幸雄(1983) キタノクロダラ. 尼岡邦夫・仲谷 一宏・新谷久男・安井達夫編:東北海域・北海道 オホーツク海域の魚類,日本水産資源保護協会, 東京,98-99.
- Shinohara, G., H. Endo and K. Matsuura (1996) Deep-water fishes collected from the Pacific coast of northern Honshu, Japan. Mem. Natn. Sci. Mus., Tokyo, 29, 153-185.
- Shinohara, G. and K. Matsuura (1997) Annotated checklist of deep-water fishes from Suruga Bay, Japan. Nat. Sci. Mus. Monogr., **12**, 269-318, pls. 1-2.
- Shinohara, G., Y. Narimatsu, T. Hattori, M. Ito, Y. Takata and K. Matsuura (2009) Annotated checklist of deep-sea fishes from the Pacific coast off Tohoku district, Japan. Nat. Sci. Mus. Monogr., 39, 683-735.
- 塩垣 優・石戸芳男・野村義勝・杉本 匡(2004)改 訂青森県産魚類目録.青森県水産総合研究センタ ー研究報告,4,39-80.

- 鈴木伸洋(2006) 鱗と側線管. 岸本浩和・鈴木伸 洋・赤川 泉編:魚類学実験テキスト,東海大学 出版会,東京, 16-21.
- Svetovidov, A. N. (1936) Lepidion schmidti, eine neue Fischart. Zool. Anz., 113, 266-269.
- Swainson, W. (1838) On the natural history and classification of fishes, amphibians, and reptiles, or monocardian animals. A. Spottiswoode, London, 1, vi+368 p.
- Templeman, W. (1970) A review of the morid fish genus *Lepidion* of the North Atlantic with first records of *Lepidion eques* from the western North Atlantic. Jour. Fish. Res. Bd. Canada, 27, 457-498.
- Trunov, I. A. (1992) Morid cods from the Southeast Atlantic (genera *Lepidion*, *Austrophycic*, and *Tripterophycis*). Jour. Ichthyol., **32**, 92-99.
- 山田和彦 (1999) 相模湾の北方系魚類. 潮騒だより, 10, 2-6.

東海大学博物館研究報告投稿規定

- 東海大学博物館研究報告は、海洋科学博物館、自然史博物館における資料・標本の調査研究または教育活動の研究成果の報告書とし、主に東海大学博物館の学芸員およびその共同研究者から投稿を受け付け、原則として隔年発行とする(2007年より).
- 2. 原稿には次の種類を設ける. 原著論文, 短報, 総説, 資料など.
- 3. 原稿の内容や形式は著者の責任において十分に検討されたもので、本規定で別に設ける 「原稿作成要領」に従う.
- 東海大学博物館研究報告の原著論文の査読については、編集委員が適当と判断した当該分野の研究者2名に依頼する。

原稿作成要領

- 用 語 原稿は和文または英文とする.
- 2.構 成
 - (1) 表題,英文要旨(Abstract),要旨の直訳,本文[例:緒言(Introduction),材料と方法(Materials and methods), 結果(Results), 論議(Discussion),謝辞(Acknowledgment),引用文献(Literature cited)の順で作成],図表及び写真とそのキャプション(英文が望ましい)から構成される.短報についてもこれに従う.
- (2) 表 題
 - (a) 表題,著者名,所属及び住所(郵便番号必記)を本文とは別の紙に和文及び英文で上 記の順に行を改めて書く.
 - (b) 表題を省略した Running head (ハシラ) を和文原稿は和文(20字程度)で,英文原稿は英文(30字程度)で指定する.なお,3語程度のキーワードを記載する.
 - (c) 英文表題の単語のうち,接続詞,冠詞,及び前置詞以外はすべて大文字で書き出す. ただし,文頭は全て大文字とする.

[例: The Evaluation Test of the Xanto Decca Chain in Suruga Bay.]

- 3. 書き方
 - (1) 原稿は原則としてワードプロセッサを使用して作成し、紙面出力原稿2部(1部はコピー)とテキストファイル(.txt)の入った CD-R など記憶媒体を1枚提出する.
 - (2) 和文の紙面出力原稿はA4判縦置きで,横書き,1行全角36字程度,30行程度で,行 間をあけて上下左右に3cm程度の余白をとる.
 - (3) 英文原稿は、A 4 判縦置きで、横書き、30 行程度で、行間をあけて、和文原稿と同様 な余白をとる.
 - (4) 和文の句読点はピリオド(.)とカンマ(,)を用いる.
 - (5) 動物名などの学名の属名と種名は、紙面出力原稿にイタリック指定を示す赤の下線を引く、和名の場合には、カタカナを用いる、
 「例: Homo sapiens]
 - (6) 特殊文字や記号, 外字, 下付小文字などの指定については紙面出力原稿に赤で指定する.
 - (7) 脚注は原則として用いない.

- (8) 本文中に文献を引用するときは著者の姓と年号(カッコで囲む)で表す.たとえば Nishimura (1975) studied …, …いくつかの研究がある(岩下, 1975; 西村, 1978)
 等とする.著者が2人以上の場合は,岩下・西村(1975), Nishimura et al. (1975), 西村ほか(1975)のように書く.
- (9) 図(写真を含む)及び表
 - (a) 図表はそのまま写真版下になるよう作図,作表したもの.図表には印刷時の大きさを 指定するか,できれば原寸大そのものを提出する.
 - (b) 図表の表題と説明文(キャプション)は原則として英文とする. その原稿は別の紙に 順を追って書き,本文中には書かない.
 - (c) 図表には著者名と図表番号を明記する.
- (10) 引用文献
 - (a) 本文中に引用した文献のみを著者の姓のアルファベット順に別紙を並べ,番号はつけない.
 - (b) 引用文献表記の形式は著者名(欧文文献の主著者は姓を先に,第2著者以後は姓を後に),西暦年(カッコで囲む),表題,雑誌名(単行書のときは書名),巻(号)(号のみの場合は巻の表記と同じ),頁-頁とし,単行書のときは表題のあとに出版社,発行都市,総頁数 p. の順に記載する.雑誌名の書名は頭文字を大文字で書く.巻と号はアラビア数字とし,ローマ数字を用いない.編著の場合は,編:書名,を加える(英文では In … ed.: …,).同一著者が単独と他との共著で現れる場合は,単独の文献に続いて,2人共著,3人共著……の順に並べる.著者が何人いても,A ほか,A et al. とはせず,A・B・C・D(和文文献),A,B,C and D(欧文文献)のようにする.同じ著者の論文が続く場合,著者名を略さず,また同じ雑誌名が続くような場合も Ibid.等で略さず全部書く.引用文献の表記については下の例を参照.
 - (c) 英文論文中に和文の文献を引用するときは、各文献の末尾にカッコをつけて(in Japanese with English abstract)、または(in Japanese)と付記する.
 - (d) Web site 上の文献引用については, 題名とサイト名とその URL を表記する.
- 〔引用文献の表記例〕

鎮西清隆(1980)掛川層群の軟体動物化石群,その構成と水平分布.国立科博専報,**13**, 15-20.

- Haq, B, U., J. Hardenbol and P. R. Vail (1987) Chronology of fluctuating sea leves since the Triassic. Science, 235, 1156-1166.
- 星野通平(1976) 駿河湾のなぞ,沈黙の海底と生きている化石.静岡新聞社,静岡,253 p.
- 久保田 正(1995) ミズウオの鳴らす警鐘. 佐尾和子・丹後玲子・根本 稔編:プラスチック の海,おびやかされる海の生きものたち,海洋工学研究所出版部,東京,67-74.
- Cohen, D. M. (1986) Family Moridae. In Smith, M. M. and P. C. Heemstra eds.: Smiths' sea fishes, Springer-Verlag, Berlin, 326-328.
- 安田 進(2009) 2009 年静岡県沖の地震の現地被災調査メモ.日本地震工学会 web site: 2009 年 8 月駿河湾の地震に関する情報, http://www.jsce.or.jp/committee/eec2/files/090811 suruga4.pdf.