

A New Subspecies of *Rhizoconus hyaena* (Caenogastropoda: Conidae) from the Upper Pliocene Dainichi Formation, Shizuoka Prefecture, Central Japan

Takami NOBUHARA and Takaya TANAKA

Department of Earth and Planetary Sciences, Nagoya University, Nagoya 464-8602, Japan

静岡県の上部鮮新統大日層から産出した ハイエナイモガイの新亜種

延原尊美・田中貴也

(名古屋大学大学院理学研究科地球惑星理学専攻)

Abstract: *Rhizoconus hyaena kakegawaensis* n. subsp. is described from the upper Pliocene Dainichi Formation in Shizuoka Prefecture, central Japan. This new subspecies differs from *Rhizoconus hyaena hyaena* (Hwass), which lives in India, Indonesia and the South China Sea north to Hong Kong, by having concave sutural ramps, a spiral keel just above the suture, and a more-angulate shoulder. In the features of its shoulder, it resembles *Rhizoconus hyaena concolor* (Sowerby II), now living in the Solomon Islands and Papua New Guinea, but differs from the latter subspecies by having a more-convex body whorl. *Rhizoconus hyaena kakegawaensis* n. subsp. is a northern subspecies and is derived from the *R. hyaena* stock that expanded its geographic distribution northward during the warm episode at about 2 Ma. Two known conid species, *Cleobula figulina* (Linnaeus) and *Chelyconus fulmen* (Reeve), occur together with the new conid subspecies and are also described in detail.

Keywords: Conidae, *Rhizoconus*, new subspecies, Pliocene, Kakegawa area, central Japan

はじめに

静岡県西部に分布する上部鮮新統掛川層群大日層は、浅海棲の軟体動物化石の密集層をしばしば挟在する細粒砂岩からなり、後期鮮新世～初期更新世に西南日本の太平洋沿岸域で繁栄した暖流系軟体動物化石群（掛川動物群）の模式産地として知られている。掛川動物群は多くの絶滅種、例えば *Umbonium* (*Suchium*) *suchiense suchiense* Yokoyama, *Turritella perterebra* Yokoyama, *Babylonia elata* (Yokoyama), *Siphonalia declivis declivis* Yokoyama, *Anadara* (*Scapharca*) *castellata* (Yokoyama), *Amussiopecten praesignis* (Yokoyama), *Megacardita panda* (Yokoyama)などで特徴づけられるが、現生の熱帯～亜熱帯性種が多く共産することでも注目される。大日層からはこれまでも、現在台湾以南に分布するヤグラモシオガイ *Bathytormus foveolatus* (Sowerby), 奄美大島以南に分布するトウガタカワニナ *Thiara scabra* (Müller)やトガリアラレボラ *Gyrineum cuspidatum* (Reeve), 屋久島以南に分布するヤコウガイ *Turbo* (*Lunatica*) *marmoratus* Linnaeus, 九州南部以南に分布するタイワンカヤノミガイ *Pupa solidula* (Linnaeus), 四国以南に分布するダイミョウイモガイ *Cleobula betulina* (Linnaeus), 紀伊半島以南に分布するワニガキ *Dendostra folium* (Linnaeus) およびリュウキュウミニナ *Batillaria flectosiphonata* Ozawa が、記載・報告されてきた

(田中ほか, 1995 ; Ozawa *et al.*, 1998)。これらは鮮新世末 (2 Ma) の汎世界的な温暖期に分布を中央日本付近にまで北上させたものと考えられており (小澤ほか, 1995), 当時の海洋気候を考察する上で重要な資料である。

ところで, イモガイ類は熱帯—亜熱帯性の海洋気候を指示する代表的な巻貝類であるにもかかわらず, それらの化石記録に関しては色帯・色斑の消失など同定上の困難から種レベルで同定され記載・報告された事例は少ない。これまで大日層から記載・報告されたイモガイ類は, *Conus sieboldianus* Makiyama, *Parviconus tuberculosus* (Tomlin), *Asprella comatosaeformis* (Yokoyama), *Cleobula betulina* (Linnaeus), *Cleobula* sp. の 5 種である (Makiyama, 1927 ; 田中ほか, 1995 ; Ozawa *et al.*, 1998)。これらのうち Ozawa *et al.* (1998) によって報告された *Cleobula* sp. は, 一つの化石産地から 50 個体近くが産出したにもかかわらず, 形態変異の著しいことや色帯・色斑の消失のため種レベルでの同定に関しては保留されていた。今回, 著者らはインド・ボンベイ産ハイエナイモガイ *Rhizoconus hyaena* (Hwass) の現生標本を入手し形態を比較検討したところ, Ozawa *et al.* (1998) で *Cleobula* sp. と一括されていた標本群の大多数は本種の新亜種であること, その他の標本はスジイモガイ *Cleobula figulina* (Linnaeus) およびベッコウイモガイ *Chelyconus fulmen* (Reeve) であることが判明したので, それらについて再記載を行う。

本論をまとめるにあたり, 名古屋大学の小澤智生教授には有益なご助言を終始いただきご指導を賜った。中京短期大学の富田進博士にはイモガイ類の鑑定に関し重要なコメントをいただいた。愛知学院短期大学の田中利雄教授, 袋井市在住の田辺積氏には大日層産の多くの化石標本を提供していただいた。また戸板女子短大の吉葉繁雄教授には, 多数の現生イモガイ類標本を検討させていただき多くの助言を賜った。以上の方々へ深く感謝の意を表するものである。なお, 本研究の一部には文部省科学研究費 (基盤研究 (B) (2) 「新生代の主要な環境変動に対応した大量種分化の研究」 : 課題番号 09440179 : 研究代表者小澤智生名古屋大学教授) を経費の一部として使用させていただいた。

地質概要

静岡県西部に分布する掛川層群は, フィリピン海プレートの本州弧下への沈み込みによって形成された前弧海盆を充填する堆積物から構成されており, その層相変化は後期鮮新世～前期更新世にかけての汎世界的な海水準変動にほぼ対応している。大日層は掛川市街から西部に分布する掛川層群の陸棚相の基底部にあたり, シーケンス層序からは基盤の中新統を不整合に覆ってオンラップしつつ堆積した海進期堆積体の一部ととらえられている (Masuda & Ishibashi, 1991)。大日層は主に淘汰のよい細粒砂岩からなり, しばしば細～中礫からなる礫岩層, 浅海棲の軟体動物化石の密集層および薄いシルト岩層をしばしば挟在する。大日層の堆積環境は, 産出する軟体動物化石群集の種構成および堆積相から外浜～内側陸棚ととらえられている (鎮西, 1980 ; Sakai & Masuda, 1995 など)。なお大日層は側方および上方に向かって, 外側陸棚の堆積相を示す泥質細粒砂岩よりなる宇刈層に移化する。

イモガイ類の化石は, 静岡県掛川市五明の道路工事に伴う切割の露頭 (34°47'25"N, 138°0'26"E) より多数産出した (Fig. 1)。化石産地には大日層の最下部にあたる礫岩層および細粒砂岩層が厚さ約 15m にわたって露出している。産地より北西 150m の地点で大日層の細粒砂岩が基盤の中新統西郷層群のシルト岩を不整合に覆う露頭が確認できた。化石産地の層準は, 掛川市南部に分布する堀之内層中に挟在する五百済凝灰岩層よりは上位,

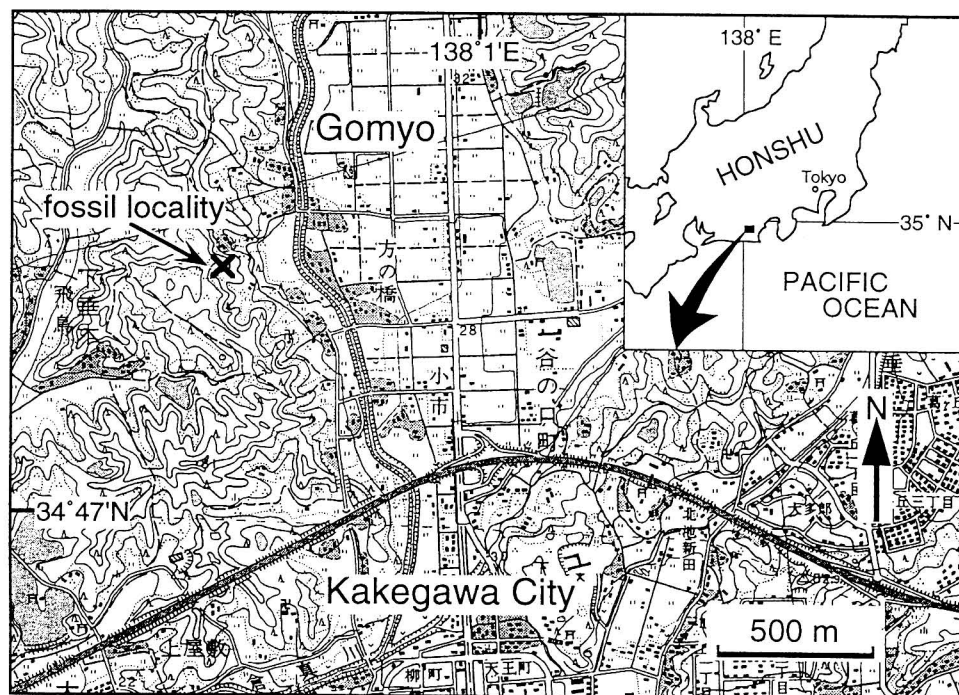


Fig. 1. 化石産地位置図（地形図は国土地理院発行2万5千分の1「掛川」を使用）。
Map showing the fossil locality plotted on 1:25,000-scale topographic map of Japan, Quadrangle "Kakegawa", Geographical Survey of Japan.

細谷凝灰岩層よりは下位に位置する。それぞれの凝灰岩層の絶対年代については、五百済凝灰岩層は 2.3 ± 0.5 Ma, 細谷凝灰岩層は 1.9 ± 0.4 Ma のフィッシュン・トラック年代値が報告されている（西村, 1975 ; Shibata *et al.*, 1984）。なお、両凝灰岩層の層準とも古地磁気層序の上ではマツヤマ逆磁極帯の中に位置し、細谷凝灰岩層はオールドバイ・イベントの下底付近に位置している（Yoshida & Niitsuma, 1976）。オールドバイ・イベントの下底の年代は Cande and Kent (1995) によれば 1.95 Ma である。また今回の化石産地は、亀尾 (1998) による石灰質ナノ化石層序によれば、五百済凝灰岩層の下位に認められる小型の *Gephyrocapsa* 属のアクメ下限の層準よりは上位、細谷凝灰岩層の層準付近に認められる *Discoaster brouweri* の絶滅層準のよりはおそらく下位に位置している。小型の *Gephyrocapsa* 属のアクメ下限の層準の年代は 2.02 Ma であり（Kameo *et al.*, 1995）、*Discoaster brouweri* の絶滅層準は Martini (1971) の NN19 帯および Okada & Bukry (1980) の CN13 帯の下限を規定しており、その絶対年代は 2.00 Ma とされている（高山ほか, 1995）。Ibaraki (1986) による浮遊性有孔虫化石層序によれば今回の化石産地は *Pulleniatina* DS horizon (Datum 20, 1.95 Ma) よりも下位に位置する。これらのことを総合すると、本化石産地の年代は鮮新世末期およそ 2 Ma と推定される。

化石産出層の群集および産状

化石産地における露頭柱状図を Fig. 2 に示す。細～中礫サイズの円礫よりなる礫岩層が

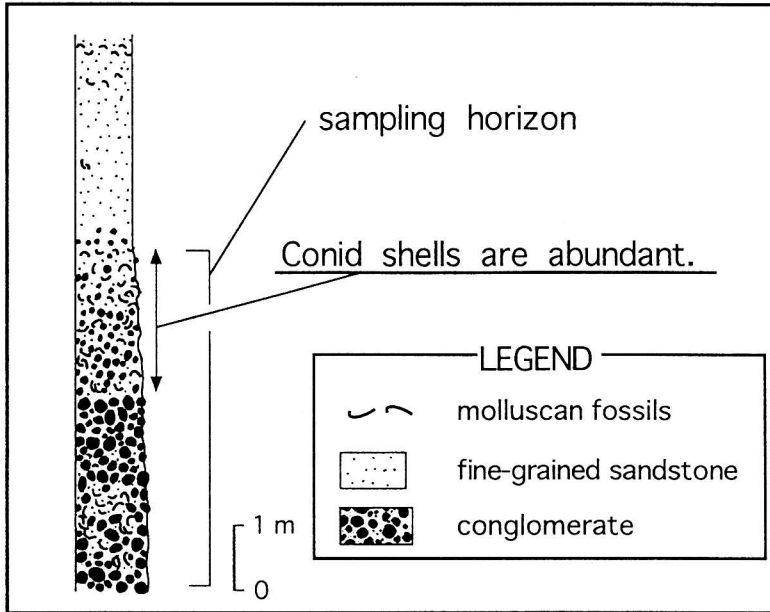


Fig. 2. 化石産地の柱状図. Columnar section of the Ainichi Formation at the fossil locality.

Table 1. 化石産地より採集した軟体動物化石リスト.

List of molluscan fossils from the shell bed yielding *Rhizoconus hyaena kakegawaensis* n. subsp.

<i>Umbonium (Suchium) obsoletum</i> Makiyama	F	<i>Paradrillia dainichiensis</i> (Yokoyama)	C
<i>Umbonium (Suchium) suchiense suchiense</i> Yokoyama	A	<i>Inquisitor pseudoprincipalis</i> (Yokoyama)	C
<i>Turritella perterebra</i> Yokoyama	A	<i>Tomopleura yokoyamai</i> (Makiyama)	F
<i>Glossaulax hagenoshitensis</i> (Shuto)	C	<i>Pristiterebra bifrons</i> (Hinds)	A
<i>Glossaulax didyma</i> (Röding)	F	<i>Hastula dainichiana</i> (Yokoyama)	F
<i>Eunaticina papilla</i> (Gmelin)	R	<i>Cinguloterebra amabilis</i> (Makiyama)	R
<i>Cryptonatica janthostomoides</i> (Kuroda & Habe)	C	" <i>Terebra</i> " <i>asukensis</i> Yokoyama	R
<i>Reishia nakamurai</i> (Makiyama)	F	<i>Architectonica maxima</i> (Philippi)	R
<i>Murex brevisiphonatus</i> Ozawa	R	<i>Mathilda totomiensis</i> (Makiyama)	R
<i>Chicoreus totomiensis</i> (Makiyama)	R	<i>Pupa solidula</i> (Linnaeus)	R
<i>Ceratostoma ozawai</i> Tomida & Tanaka	A	<i>Acila (Truncacila) totomiensis</i> Schenck	R
<i>Pollia mollis</i> (Gould)	R	<i>Saccella (Saccella) semataensis</i> (Suzuki & Isizuka)	R
<i>Cantharus totomiensis</i> Makiyama	R	<i>Anadara (Scapharca) castellata</i> (Yokoyama)	F
<i>Siphonalia declivis declivis</i> Yokoyama	VA	<i>Glycymeris albolineata</i> (Lischke)	F
<i>Babylonia elata</i> (Yokoyama)	A	<i>Glycymeris totomiensis</i> Makiyama	F
<i>Mitrella bicincta</i> (Gould)	R	<i>Atrina (Servatrina) pectinata</i> (Linnaeus)	R
<i>Niotha congrua</i> (Yokoyama)	R	<i>Amussiopecten praesignis</i> (Yokoyama)	R
<i>Fusinus tuberosus</i> (Reeve)	F	<i>Chlamys (Mimachlamys) satoi</i> (Yokoyama)	R
<i>Olivella fulgurata</i> (A. Adams & Reeve)	R	<i>Anomia chinensis</i> Philippi	R
<i>Olivella spretoides</i> Yokoyama	C	<i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg)	F
<i>Baryspira albacallosa okawai</i> (Yokoyama)	R	<i>Dendostrea folium</i> (Linnaeus)	R
<i>Mitra</i> sp.	F	<i>Megacardita panda</i> (Yokoyama)	VA
<i>Trigonostoma kurodai</i> Makiyama	R	<i>Cyclosunetta menstrualis</i> (Menke)	R
<i>Sydaphera spengleriana</i> (Deshayes)	F	<i>Phacosoma japonicum</i> (Reeve)	F
<i>Habesolatia nodulifera</i> (Sowerby)	F	<i>Placamen tiara</i> (Dillwyn)	R
<i>Rhizoconus hyaena kakegawaensis</i> n. subsp.	A	<i>Mercenaria chitaniana</i> (Yokoyama)	A
<i>Cleobula figulina</i> (Linnaeus)	R	<i>Coelomactra antiquata</i> (Spengler)	R
<i>Chelyconus fulmen</i> (Reeve)	R	<i>Lutraria (Psammophila) maxima</i> Jonas	R
<i>Parviconus tuberculosus</i> (Tomlin)	R	<i>Moerella kurodai</i> (Makiyama)	R
<i>Parabathytoma luehdorfi</i> (Lischke)	R	<i>Myadora reeveana</i> Smith	R

R: 1-4, F: 5-10, C: 11-20, A: 21-50, VA: 51-, in number of specimens

厚さ 5 m ほど発達し、その上位に細粒砂岩層が厚さ 10m ほど累重している。礫岩層は淘汰のよい細粒砂を基質とし、その下半部は一部礫支持で大礫も含む密集度の高い礫岩層であるのに対し上半部は基質支持で比較的淘汰のよい細中礫より構成される。軟体動物化石は礫岩層中にパッチ状に散在・密集しているが、下半部よりも上半部で多く、イモガイ類を含む軟体動物化石はこの礫岩層上半部よりおもに採集された。

採集された軟体動物化石のリストを Table 1 に示す。構成種のほとんどは、潮下帯から上部浅海帯の砂底および砂礫底に生息する現生種およびそれに近縁な絶滅種からなる。*Mercenaria chitaniana* (Yokoyama), *Megacardita panda* (Yokoyama), *Anadara* (*Scapharca*) *castellata* (Yokoyama) などの二枚貝類に加えて、*Umbonium* (*Suchium*) *suchiense suchiense* Yokoyama, *Turritella perterebra* Yokoyama, *Ceratostoma ozawai* Tomida & Tanaka, *Siphonalia declivis declivis* Yokoyama, *Babylonia elata* (Yokoyama), ハイエナイモガイ *Rhizoconus hyaena* (Hwass) の新亜種と判断されるイモガイ類などの巻貝類が多産する。二枚貝のほとんどは離弁であり破片個体も多いが、一般に微細な殻表面の彫刻は磨耗せず残されている。また巻貝についても保存良好なものも多く含まれ、イモガイ類の中には薄い外唇部が欠けずに保存されている個体もまれではない。これらのことからこの化石群集は、礫とともに長距離運搬されてきた二次的な遺骸群のみで構成されているのではなく、一部に流れ込みの要素はあるものの沿岸域の砂礫底に生息していたものが現場近くで集積して形成されたものと考えられる。

イモガイ類の同定

本化石産地からはイモガイ類化石が多産し、幼貝から成貝まで総計 47 個体の標本が採集された。Ozawa *et al.* (1998) はそれらをミウライモガイ *Parviconus tuberculosus* (Tomlin) 1 個体と *Cleobula* sp. 46 個体として記載・報告した。両者は互いに巻き数に応じた殻の大きさや胎殻のサイズから容易に区別されるが、*Cleobula* sp. と一括された標本群は、いずれも中型の洋梨形～倒円錐形で、胎殻の突出、螺塔の高さおよびその外形、肩角の丸みなどの点について変異があり、標本間の保存状態の差異も考慮すると複数種に識別することが困難と思われた。その後、著者らは分類学的な再検討を行ってきたが、それらの標本群のなから、以下に述べるようにスジイモガイ *Cleobula figulina* (Linnaeus) を 1 個体、ベッコウイモガイ *Chelyconus fulmen* (Reeve) を 1 個体識別し、残り 44 個体はハイエナイモガイ *Rhizoconus hyaena* (Hwass) の新亜種と判別するに至った。

Ozawa *et al.* (1998: Pl. 13, fig. 6) に図示された ESN2890 標本 (ESN は名古屋大学古川総合研究資料館の登録番号; Pl. 1, fig. 6, Pl. 2, fig. 8) は、螺層の sutural ramp が凹まず平坦であること、sutural ramp 上に明瞭な螺状溝が刻まれないこと、縫合直上が竜骨状に角ばらず肩はより丸みをおびること、殻底のみならず体層上半部にも明瞭な螺状脈が認められ紫外光下ではそれらは筋状の色帯として現れることで、その他の標本とは明瞭に区別される。これらの特徴より本標本はスジイモガイに同定される。なおスジイモガイは現在、インド洋・西太平洋の熱帯・亜熱帯域の潮間帯～潮下帯砂底に生息し、分布の北限は土佐沖である (肥後・後藤, 1993; Röckel *et al.*, 1995)。

Ozawa *et al.* (1998: Pl. 13, fig. 5) に図示された ESN2889 標本 (Pl. 1, fig. 7, Pl. 2, fig. 9) はその他の標本と比較して、螺塔が高くその外形がわずかながら convex であること、縫合直上が竜骨上に角ばらないこと、螺層の sutural ramp も凹まず平坦であること、殻底がより細くなることで、その他の標本とは区別できる。これらはベッコウイモガイの形質に

よく一致しており、千葉県天津小湊町内浦産のベッコウイモガイの現生標本と比較した結果、本種に同定された。なお、ベッコウイモガイは現在、房総半島以南から台湾にかけての海域の水深 10～100m に生息している (Kira, 1962; Röckel *et al.*, 1995)。

残りの 44 標本は、胎殻の突出の程度や螺塔の高さ、殻高/殻幅の比に変異は認められるものの、いずれも以下の形質を共有している (Pl. 1, figs. 1-4, Pl. 2, figs. 1-5, 7)。すなわち、1) sutural ramp が凹み、螺塔の外形は concave もしくは階段状になること、2) sutural ramp 上には明瞭な螺条溝が 2～7 本程度刻まれること、3) 縫合直上が竜骨状に角ばり体層でのやや角ばった肩部に連続すること、4) 幼層肩部には顆粒列が生じるが成長とともに消失すること、5) 体層殻底部の左側がしばしばやや反った外形を示すこと、6) 殻底部にはちりめん状の螺状彫刻が認められるが、体層上半部にはかすかに螺状線が認められるに過ぎないことである。これらの形質は、縫合直上の竜骨状隆起をのぞいてハイエナイモガイ *Rhizoconus hyaena* のそれと一致する。また、成長脈にそった太い色帯を保存する標本が認められた。このような色帯パターンは Röckel *et al.* (1995: Pl. 14, figs. 14-16) によって図示された現生ハイエナイモガイのそれに一致する。なお、ハイエナイモガイは現在、インド・西太平洋の熱帯・亜熱帯域の潮間帯～潮下帯の様々な底質に生息し、分布の北限は南シナ海・香港である (Röckel *et al.*, 1995)。

上記 44 標本の大日層産イモガイ類は、縫合直上に竜骨状隆起を発達させる点で現生ハイエナイモガイと区別できる。しかしながら、今回入手できたインド・ボンベイ産の現生ハイエナイモガイ標本は、体層の一部において肩部が角ばりその直上に sutural ramp の凹みが発達し (Pl. 1, fig. 5, Pl. 2, fig. 6)、その部分のみで比較すると大日層産の標本と区別できない。そこでこれらの大日層産のイモガイ類をハイエナイモガイから独立した別種として扱うことは今回はひかえた。なお、大日層産の標本群には縫合の形質について以下のような集団内変異が認められる。すなわち、縫合直上の竜骨状隆起とあわせて縫合直下にも

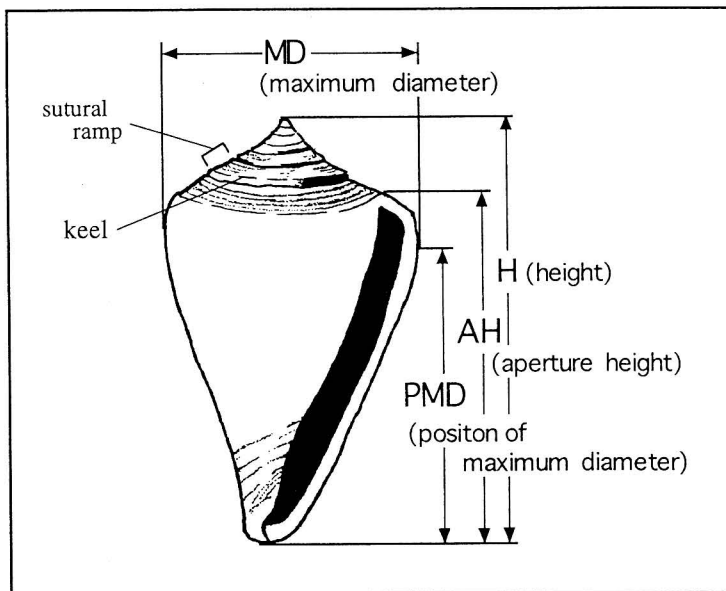


Fig. 3. 部位の名称および計測箇所. Terms used in shell descriptions and measurements.

螺状の隆起が生じ、縫合が閉じるタイプ (Pl. 2, fig. 7) と、縫合直下の螺状隆起は生じず、螺層の巻きがいくぶんほどゆるかたちで螺塔の外形が低い階段状になるタイプ (Pl. 2, fig. 1) が存在する。集団中には縫合直下の螺状隆起がごく弱く発達し階段状の螺塔を有する中間型も認められ (Pl. 2, fig. 4)、この両者の変異は連続する。今後、現生ハイエナイモガイの個体群についても縫合の形質の集団変異を検討することが望まれる。

ハイエナイモガイには、現在インドからインドネシアを経て南シナ海、香港まで分布する *Rhizoconus hyaena hyaena* (Hwass) とソロモン諸島およびパプアニューギニアに分布する *Rhizoconus hyaena concolor* (Sowerby II) の二亜種が認められている。*R. hyaena concolor* は *R. hyaena hyaena* に比べて体層がより直線的な外形をなし、比較的低い螺塔、成長を通じて肩部が角ばることで特徴づけられる (Röckel *et al.*, 1995)。Röckel *et al.* (1995) はインドネシアの個体群に双方の形態型が認められることを指摘し、*R. hyaena concolor* を *R. hyaena* の分布域東端で分化した亜種として位置づけている。大日層産の標本群は、角ばった肩部の点では *R. hyaena concolor* と共通するが、体層の外形が直線的というよりはむしろよく膨れている点 (Pl. 1, fig. 4) で区別される。大日層より多産したこれらのイモガイ類は、インド・西太平洋域に分布するハイエナイモガイ *R. hyaena* のストックが 2 Ma 付近の汎世界的な温暖期に分布を日本付近に北上させた過程で地理的に分化した亜種と考え、*Rhizoconus hyaena kakegawaensis* n. subsp. カケガワハイエナイモガイ (新称) と命名する。

Abbreviation used:

- AH: Aperture Height
 ESN: Furukawa Museum, Nagoya University, Japan
 H: Height
 MD: Maximum Diameter
 PMD: Position of Maximum Diameter of last whorl

Taxonomy

Order Caenogastropoda
 Family Conidae
 Genus *Rhizoconus* Mörch, 1852

Rhizoconus hyaena kakegawaensis n. subsp.

(Pl. 1, figs. 1–4; Pl. 2, figs. 1–5, 7)

1998 *Cleobula* sp.: Ozawa *et al.*, p. 67, pl. 13, figs. 2a, 2b, 4a–4c.

Type specimens: Holotype (ESN2887: Pl. 1, figs. 1a, 1b, Pl. 2, fig. 4); a mature specimen from pebble conglomerate of the Dainichi Formation (upper Pliocene) exposed in a north-facing roadside cliff at Gomyo, Kakegawa City, Shizuoka Prefecture, Japan (Lat. 34°47'25"N, Long. 138°0'26"E). Paratypes-ESN 2888, 2921–2940; nineteen specimens collected with the holotype.

Material: In addition to the type material, twenty-four fragmented specimens were obtained from the same locality.

Diagnosis: A subspecies of *Rhizoconus hyaena* (Hwass) characterized by an angulate to subangulate shoulder and a spiral keel just above the suture.

Description: The shell is medium-sized. The last whorl is conical to broadly conical, adapically

convex, and its left side is slightly concave. The shoulder is angulate to subangulate. The spire is low to moderately high, with its profile is concave to steps-like, and is characterized by a projecting multispiral protoconch and early teleoconch. Maximum diameter of the protoconch is 1.01 mm (Holotype: ESN2887). The early postnuclear whorls are weakly tuberculate. The teleoconch sutural ramps are flat to concave with a spiral keel just above the suture. The sutural ramps are sculptured by two to seven distinct spiral grooves crossed by growth lines. Wrinkled spiral ribs occur on the base, but the upper two-thirds of the body whorl is smooth. The shell surface is ornamented with lighter-colored axial streaks that appear under ultraviolet light having a wave length of 352nm. *Measurements* (mm):

	H	MD	AH	PMD
Holotype:				
ESN2887 (Pl. 1, fig. 1, Pl. 2, fig. 4)	40.79	22.44	35.75	30.52
Paratypes:				
ESN2888 (Pl. 1, fig. 4)	47.00	25.93	40.48	33.52
ESN2921 (Pl. 1, fig. 2, Pl. 2, fig. 1)	35.07	19.27	30.47	25.40
ESN2922 (Pl. 1, fig. 3, Pl. 2, fig. 5)	39.27	20.91	33.56	28.48
ESN2923 (Pl. 2, fig. 2)	42.17	21.55	35.59	30.32
ESN2924 (Pl. 2, fig. 3)	36.53	20.86	30.90	26.57
ESN2925 (Pl. 2, fig. 7)	45.64+	26.51	38.37+	31.58+
ESN2926	18.08	8.51	14.50	13.26
ESN2927	25.68	13.73	21.57	18.32
ESN2928	28.04+	15.51	25.89	22.09
ESN2929	30.92+	17.57	24.45+	21.02+
ESN2930	33.78	18.19	30.37	25.47
ESN2931	34.55	20.75+	29.41	24.80
ESN2932	35.44+	20.21	30.70+	25.78+
ESN2933	36.40	19.70	31.61	26.30
ESN2934	37.81+	20.18	31.55+	26.91+
ESN2935	39.11	21.49	34.88	30.96
ESN2936	35.19+	21.72	30.39+	26.35+
ESN2937	40.96+	22.77	35.31+	30.20+
ESN2938	48.19+	27.58	41.43+	35.26+

Comparison: *Rhizoconus hyaena kakegawaensis* n. subsp. most closely resembles *Rhizoconus hyaena hyaena* (Hwass), now living in India, Indonesia and the South China Sea north to Hong Kong, but differs from it by having concave sutural ramps, a spiral keel just above the suture, and a more-angulate shoulder. This new subspecies also resembles *Rhizoconus hyaena concolor* (Sowerby II), now living in the Solomon Islands and Papua New Guinea, in having an angulate to subangulate shoulder, but differs from it by having a more-convex body whorl and a spiral keel just above the suture. *Rhizoconus hyaena kakegawaensis* n. subsp. also resembles *Rhizoconus lischkeanus* (Weinkauff, 1875) in having a concave to step-like spire profile and an angulate shoulder. However, the new subspecies differs from *Rhizoconus lischkeanus* in the following characters: 1) the left side of the base of *R. hyaena kakegawaensis* is concave and the base of *R. lischkeanus* is straight to slightly convex; 2) a spiral keel just above the suture is distinct in *R. hyaena kakegawaensis* and obscure in *R. lischkeanus*; 3) distinct spiral grooves occur on all sutural ramps in *R. hyaena kakegawaensis*, but become obsolete adapturally in *R. lischkeanus*.

Distribution: Upper Pliocene, Dainichi Formation, Shizuoka Prefecture, central Japan (present study).

Etymology: The subspecies name refers to the Kakegawa area, the type locality of the Kakegawa-type fauna, a Pliocene to early Pleistocene warm-water molluscan fauna that flourished on the Pacific side of Southwest Japan.

Genus *Cleobula* Iredale, 1930

Cleobula figulina (Linnaeus, 1758)

(Pl. 1, fig. 6; Pl. 2, fig. 8)

- 1758 *Conus figulinus* Linnaeus, p. 715, no. 267 (*vide* Kohn, 1992, p. 13 – 14, fig. 16).
 1798 *Cucullus buxeus* Röding, p. 42, no. 530/49 (*vide* Kohn, 1992, p. 120, fig. 255).
 1993 *Conus figulinus violascens* Barros e Cunha, *Mem. Estud. Mus. Zool. Univ. Coimbra*, (1), vol. 71, p. 37 – 38 (*non vidi*, *vide* Röckel *et al.*, 1995, p. 93).
 1962 *Cleobula minima* (Linnaeus): Kira, p. 106, pl. 38, fig. 6.
 1986 *Conus figulinus* Linnaeus: Abbott & Dance, p. 250.
 1995 *Conus figulinus* Linnaeus: Röckel *et al.*, p. 93 – 94, pl. 13, figs. 12 – 16.
 1998 *Cleobula* sp.: Ozawa *et al.*, p. 67, pl. 13, figs. 6a – 6c.

Material: ESN2890, a medium-sized specimen missing the posterior end of the outer lip, collected from pebble conglomerate of the Dainichi Formation (upper Pliocene) exposed in a north-facing roadside cliff at Gomyo, Kakegawa City, Shizuoka Prefecture, Japan (Lat. 34°47'25"N, Long. 138°0'26"E).

Description : The shell is medium-sized. The last whorl is broadly and ventricosely conical with its left side sigmoidal. The shoulder is rounded, and the spire is low with a nearly straight outline. The larval shell is dissolved and unknown. The teleoconch sutural ramps are flat to slightly convex. No spiral grooves occur on the sutural ramps. The surface of the body whorl is ornamented with numerous spiral ribs, which appear as a pattern of spiral lines under ultraviolet light having a wave length of 352nm.

Measurements (mm): H 42.2, MD 25.0, AH 37.6, PMD 30.8 (ESN2890)

Distributions: Upper Pliocene, Dainichi Formation in Shizuoka Prefecture (present study), Living: South of Tosa to Indonesia, Indian Ocean (Higo & Goto, 1993; Röckel *et al.*, 1995).

Remarks: The coloration of spiral lines on the body whorl is a diagnostic character of *Cleobula figulina*. This is the first record of *Cleobula figulina* from a Pliocene fauna in Japan.

Genus *Chelyconus* Mörch, 1852

Chelyconus fulmen (Reeve, 1843)

(Pl. 1, fig. 7; Pl. 2, fig. 9)

- 1833 *Conus modestus* Sowerby I, pt. 28, fig. 19 (unused senior synonym; referred to the ICZN, *vide* Kohn, 1992, p. 242, fig. 466).
 1848 *Conus fulmen* Reeve, pl. 39, sp. 215 (*non vidi*).
 1956 *Conus fulmen kirai* Kuroda, p. 7 – 8.
 1962 *Chelyconus fulmen* (Reeve): Kira, p. 105, pl. 37, fig. 18.
 1970 *Conus (Chelyconus) wistaria* Shikama, p. 24 – 25, text-figs. 3, 4.
 1986 *Conus fulmen* Reeve: Abbott & Dance, p. 257.
 1990 *Chelyconus fulmen* (Reeve): Baba, p. 206 – 207, pl. 19, figs. 5a, 5b.
 1995 *Conus fulmen* Reeve: Röckel *et al.*, p. 105 – 106, pl. 16, figs. 1 – 4.
 1998 *Cleobula* sp.: Ozawa *et al.*, p. 67, pl. 13, figs. 5a – 5c.

Material: ESN2889, a mature specimen missing the outer lip and the anterior end of siphonal canal, collected from pebble conglomerate of the Dainichi Formation (upper Pliocene) exposed in a north-facing roadside cliff at Gomyo, Kakegawa City, Shizuoka Prefecture, Japan (Lat. 34°47'25"N, Long. 138°0'26"E).

Description: The shell is medium-sized. The last whorl is ventricosely conical with its outline convex adapically. The shoulder is subangulate to rounded. The spire is moderately high with its outline straight. The larval shell is dissolved and unknown. The early teleoconch is tuberculate. The teleoconch sutural ramps are almost straight and sculptured by about four spiral grooves. The base is ornamented by broad spiral ribs, but the upper two-thirds of the body whorl is smooth.

Measurements (mm): H 44.1+, MD 19.8, AH 36.3+, PMD 30.8+ (ESN2899).

Distributions: Upper Pliocene, Dainichi Formation in Shizuoka Prefecture (present study). Lower Pleistocene, Umegase Formation in Chiba Prefecture (Baba, 1990). Living: South of Boso Peninsula to Taiwan (Kira, 1962; Röckel *et al.*, 1995).

Remarks: *Chelconus fulmen* resembles *Conus* (s.l.) *kinoshitai* (Kuroda, 1956) in shell characters, but is distinguished from the latter by having a more-rounded shoulder. *Chelyconus fulmen* also resembles *Chelyonus circumciscus* (Born, 1778), but differs from it by having a broader body whorl. This is the first record of *Chelyconus fulmen* from a Pliocene fauna in Japan.

引用文献

- Abbott, R. T. & Dance, S. P. 1986. *Compendium of seashells* (third printing, revised). 411p., American Malacologists, Inc., Melbourne.
- 馬場勝良. 1990. 関東地方南部, 上総層群の貝化石群. 346p., 40pls., 慶応義塾幼稚舎, 東京.
- Cande, S. C. & Kent, D. V. 1995. Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geophys. Res.*, 100: 6093 - 6095.
- 鎮西清高. 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.
- 肥後俊一・後藤芳央. 1993. 日本および周辺地域産軟体動物総目録. 3p.(凡例) + 22p.(目次) + 693p. + 13p.(文献) + 148p.(索引), エル貝類出版局, 大阪.
- Ibaraki, M. 1986. Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Kakegawa area on the Pacific coast of central Japan. *Rep. Fac. Sci., Shizuoka Univ.*, 20: 39 - 173.
- 亀尾浩司. 1998. 石灰質ナンノ化石からみた掛川上部新第三系・第四系層序—満水層の層位的位置について—. *地質雑*, 104 (10): 672 - 686, pl. 1.
- Kameo, K., Sato, T. & Takayama, T. 1995. Late Pliocene nannofossil datums and biohorizons. *In*: Flores, J. A. & Sierro, F. J. (eds.), *5th INA Conf., Salamanca, 1993 Proc.*, 87 - 98, Universidad de Salamanca.
- Kira, T. 1962. *Shells of the western Pacific in color*. 224p., 72pls., Hoikusha, Osaka.
- Kohn, A. J. 1992. *A chronological taxonomy of Conus, 1759 - 1840*. 315p., 26pls. Smithsonian Inst. Press. Washington D. C.
- Kuroda, T. 1956. New species of the Conidae (Gastropoda) from Japan. *Venus (Jap. Jour. Malac.)*, 19 (1): 1 - 16, pl. 1.
- Makiyama, J. 1927. Molluscan fauna of the lower part of the Kakegawa Series in the province of Totomi, Japan. *Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B*, 3 (1), art. 1: 1 - 147, pls. 1 - 6.
- Martini, E. 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *In*: Farinacci, A. (ed.), *Plank, Conf., Roma, 1970 Proc.* (vol. 2), 738 - 785, Roma (Tecnoscienza).
- Masuda, F. & Ishibashi, M. 1991. Onlap and downlap patterns discovered in a depositional sequence of the Plio-Pleistocene Kakegawa Group, Japan. *Jour. Sed. Soc. Japan*, (34): 75 - 78.
- 西村進. 1975. テフクロクロノロジーへのフィッシュン・トラック法の適用. 九十九地学, (10): 1 - 8.
- Okada, H. & Bukry, D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Mar. Micropaleontol.*, 5: 321 - 325.
- 小澤智生・井上恵介・富田進・田中貴也・延原尊美. 1995. 日本の新第三紀暖流系軟体動物群の概要. *化石*, (58): 20 - 27.
- Ozawa, T., Tanaka, T. & Tomida, S. 1998. Pliocene to Early Pleistocene warm water molluscan fauna from

- the Kakegawa Group, Central Japan. *Nagoya Univ. Furukawa Mus., Special Report*, (7), 205p.
- Röckel, D., Korn, W. & Kohn, A. J. 1995. *Manual of the living Conidae. Volume 1: Indo-Pacific Region*. 517p., 84pls., Verlag Christa Hemmen, Germany.
- Sakai, T. & Masuda, F. 1995. Sequence stratigraphy of the Plio-Pleistocene Kakegawa Group, Shizuoka, Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, (45): 154 - 169.
- Shibata, K., Nishimura, S. & Chinzei, K. 1984. Radiometric dating related to Pacific Neogene planktonic datum planes. In: Ikebe, N. & Tsuchi, R. (eds.), *Pacific Neogene datum planes — contributions to biostratigraphy and chronology* —, 85 - 89, Univ. Tokyo Press, Tokyo.
- Shikama, T. 1970. On some noteworthy marine Gastropoda from southwestern Japan (II). *Sci. Rep. Yokohama Natl. Univ.*, 2 (16): 19 - 27, pl. 1.
- 高山俊昭・佐藤時幸・亀尾浩司・後藤登美子. 1995. 第四系石灰質ナンノ化石層序と鮮新統／更新統境界の年代値. *第四紀研究*, 34 : 157 - 170.
- 田中貴也・延原尊美・小澤智生. 1995. 上部鮮新統掛川層群大日砂層からダイミヨウイモガイの化石産出とその意義. *貝雑*, 54(1) : 57 - 65.
- Yoshida, K. & Niitsuma, N. 1976. Magnetostratigraphy in the Kakegawa district. In: Tsuchi, R. (ed.). *1st CPNS Guidebook for Excursion 3 Kakegawa District*, 54 - 59.

[Received: April 9, 1999; Accepted: August 10, 1999]

Plate 1

(All figures in natural size)

- 1-4. *Rizoconus hyaena kakegawaensis* n. subsp. カケガワハイエナイモガイ (新称)
1. Holotype (ESN2887) from the Upper Pliocene Dainichi Formation, Shizuoka Prefecture; 1a. apertural view; 1b. dorsal view. 完模式標本, 静岡県上部鮮新統大日層産, 名古屋大学古川総合研究資料館所蔵.
 2. Paratype (ESN2921); 2a. apertural view; 2b. dorsal view. 副模式標本, 同上産, 同上所蔵.
 3. Paratype (ESN2922); 3a. apertural view; 3b. dorsal view; 3c. apical view. 副模式標本, 同上産, 同上所蔵.
 4. Paratype (ESN2888); 4a. apertural view; 4b. dorsal view; 4c. apical view. 副模式標本. 同上産, 同上所蔵.
5. *Rhizoconus hyaena hyaena* (Hwass) ハイエナイモガイ
Recent specimen from Bombay, India; 5a. apertural view; 5b. dorsal view; 5c. apical view. 現生比較標本, インド・ボンベイ産.
6. *Cleobula figulina* (Linnaeus) スジイモガイ
ESN2890, the Upper Pliocene Dainichi Formation, Shizuoka Prefecture; 6a. apertural view; 6b. dorsal view; 6c. apical view. 静岡県上部鮮新統大日層産, 名古屋大学古川総合研究資料館所蔵.
7. *Chelyconus fulmen* (Reeve) ベッコウイモガイ
ESN2889, the Upper Pliocene Dainichi Formation, Shizuoka Prefecture; 7a. apertural view; 7b. dorsal view; 7c. apical view. 静岡県上部鮮新統大日層産, 名古屋大学古川総合研究資料館所蔵.

Plate 1

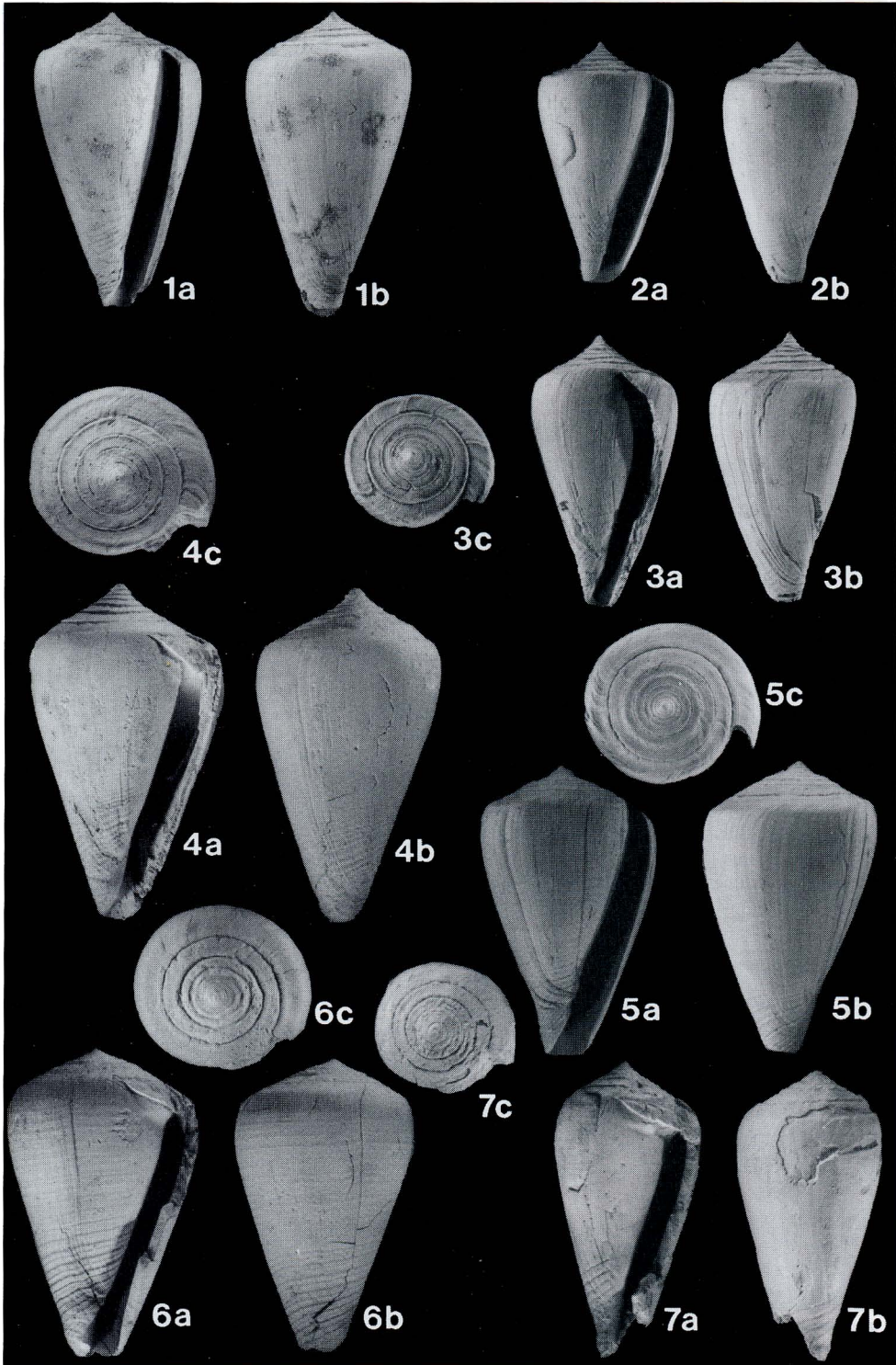


Plate 2

Views of enlarged spires

- 1-5, 7. *Rizoconus hyaena kakegawaensis* n. subsp. カケガワハイエナイモガイ (新称)
1. ESN2921 (Paratype) from the Upper Pliocene Dainichi Formation, Shizuoka Prefecture. 副模式標本, 静岡県上部鮮新統大日層産, 名古屋大学古川総合研究資料館所蔵.
 2. ENS2923 (Paratype) 副模式標本, 同上産, 同上所蔵.
 3. ESN2924 (Paratype) 副模式標本, 同上産, 同上所蔵.
 4. ESN2887 (Holotype) 模式標本, 同上産, 同上所蔵.
 5. ESN2922 (Paratype) 副模式標本, 同上産, 同上所蔵.
 7. ESN2925 (Paratype) 副模式標本, 同上産, 同上所蔵.
6. *Rizoconus hyaena hyaena* (Hwass) ハイエナイモガイ
Recent specimen from Bombay, India. 現生比較標本, インド・ボンベイ産.
8. *Cleobula figulina* (Linnaeus) スジイモガイ
ESN2890, the Upper Pliocene Dainichi Formation, Shizuoka Prefecture. 静岡県上部鮮新統大日層産, 名古屋大学古川総合研究資料館所蔵.
9. *Chelyconus fulmen* (Reeve) ベッコウイモガイ
ESN2889, the Upper Pliocene Dainichi Formation, Shizuoka Prefecture. 静岡県上部鮮新統大日層産, 名古屋大学古川総合研究資料館所蔵.

Plate 2

