

[原著論文]

掛川層群大日層の二枚貝化石 *Glycymeris totomiensis* Makiyama の分類形質と *Glycymeris rotunda* (Dunker) との違い

柴 正博¹⁾・石橋尚弥²⁾・桑畑 宏³⁾・田辺 積⁴⁾

Taxonomic characters of bivalve fossil *Glycymeris totomiensis* Makiyama from the Dainichi Formation of the Kakegawa Group, and the difference from *Glycymeris rotunda* (Dunker)

Masahiro SHIBA¹⁾, Naoya ISHIBASHI²⁾, Hiroshi KUWAHATA³⁾ and Tsumoru TANABE⁴⁾

Abstract

The Plio-Pleistocene Kakegawa Group yields abundant marine molluscan fossils, so-called as the Kakegawa fauna. *Glycymeris totomiensis* Makiyama is one of the important characteristic species of the Kakegawa fauna, but its diagnostic characters have not been fully examined, in particular, in distinguishing from similar species, *Glycymeris rotunda* (Dunker).

Correct identification of two species for abundant fossils from the Kakegawa Group is important in order to discuss their habitats and speciation processes.

Measurement of various shell characters shows that *Glycymeris totomiensis* are distinguished from *Glycymeris rotunda* by having smaller and swollen shell with projecting apex and wide ligament area. From the distribution of both the species in the Kakegawa Group, it is thought that *Glycymeris totomiensis* inhabited in lower shoreface to inner shelf and *Glycymeris rotunda* inhabited in outer shelf to upper slope.

はじめに

掛川層群は、菊川市と掛川市を中心に東は牧之原市勝間から西は磐田市北部にかけて分布する鮮新統～下部更新統であり、海棲軟体動物化石を豊富に産する。このことから、掛川層群は日本の太平洋

岸における鮮新-更新統の標準層序が立てられた地域のひとつとされ、古くから多くの層序学的または古生物学的研究が行われてきた (Yokoyama, 1923, 1926; 横山, 1925, 1928a, 1928b, 1950, 1963; Makiyama, 1927, 1931; 千谷, 1928, 1931; 横山・坂本, 1957; 氏家, 1958; Tsuchi, 1961, 1976;

-
- ¹⁾ 東海大学自然史博物館 〒424-8620 静岡県静岡市清水区三保 2389
Natural History Museum, Tokai University, 2389 Miho, Shimizu-ku, Shizuoka City, Shizuoka 424-8620, Japan
- ²⁾ 海陸測量調査株式会社, 〒110-0016 東京都台東区台東 2-29-8
Kairiku Survey Investigation Co., Ltd., 2-29-8 Taito, Taito-ku, Tokyo 110-0016, Japan
- ³⁾ 富士設計株式会社 〒418-0022 静岡県富士市小泉 468
Fuji Architect Co., Ltd., 468 Tsuji, Koizumi, Fuji City, Shizuoka 418-0022 Japan
- ⁴⁾ 〒437-0017 静岡県袋井市鷺巣 582-31
582-31, Washizu, Fukuroi City, Shizuoka 437-0017, Japan

Ujiié, 1962 ; Oda, 1977 ; Chinzei and Aoshima, 1976 ; Ibaraki, 1986 ; 茨 木, 1986 ; Ishibashi, 1989 ; Nobuhara, 1993 ; 柴 ほ か, 1996, 2000, 2007, 2010, 2012 ; 亀 尾, 1998 ; Ozawa et al., 1998).

掛川層群の海棲軟体動物化石には豊富な種類が含まれるが、特に二枚貝綱の Glycymerididae (タマキガイ科) の *Glycymeris* 属では, Makiyama (1927) によって新種記載された *Glycymeris totomiensis* が, 掛川動物群の特徴種のひとつとして大日層などから多産する. *Glycymeris totomiensis* Makiyama は, 現生する *Glycymeris rotunda* (Dunker) と形態が類似する絶滅種で, 鮮新-更新統の掛川層群および曾我層, 大日層と宮崎層群高鍋層から産出することが知られている (Matsukuma, 1986).

一方, *G. rotunda* の化石は掛川層群からも多数産出し, 太平洋側の上総層群や高知県の唐ノ浜層, 宮崎層群などの鮮新-更新統や, 日本海側の更新統からも産出が知られている (Matsukuma, 1986). Makiyama (1927) によれば, *G. totomiensis* は *G. rotunda* にくらべてより膨らんだ殻と後縁に強い隆起をもち, *G. rotunda* はよりレンズ状に近い形を呈することが特徴とされている. しかし, これらの形質について掛川層群から産する化石の中には, *G. totomiensis* と *G. rotunda* との集団変異について検討された例はなく, 個体によっては区別することが難しい場合もある.

G. rotunda は和名でベニグリとよばれ, 奥谷編 (2000) によれば現在水深 20 ~ 300 m の砂泥底に生息するとされている. 掛川層群から産出する化石では浅海の外浜で形成されたと考えられる化石層には *G. rotunda* がほとんど含まれず, 外側陸棚から陸棚斜面の化石層に多産する傾向がみられる. 一方, *G. totomiensis* は沖合の陸棚斜面で形成された地層には少なく, 沿岸の外浜の化石層に多く含まれる傾向がある.

本研究では両種の形態的特徴を計測により再検討し, *G. totomiensis* と *G. rotunda* の分類形態の相違を明確にする. そして, 掛川層群におけるこれら両種の分布や層準を明らかにして, 両種の生息環境について考察する.

Glycymeris totomiensis と *Glycymeris rotunda* の従来の定義

Makiyama (1927) は, *Glycymeris totomiensis* を新種として定義した際に, *Glycymeris rotunda* との違いについても記載している. 以下に Makiyama (1927) による *Glycymeris totomiensis* と *Glycymeris rotunda* の記載を引用する. また, Makiyama (1927) の図示した両種の写真を図 1 に示す.

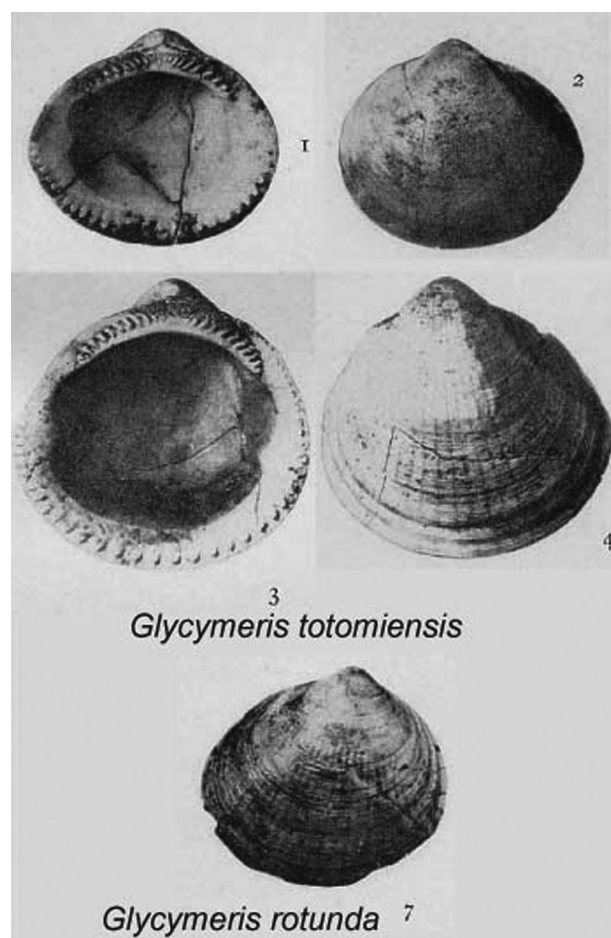


図 1 Makiyama (1927) による *Glycymeris totomiensis* (1 ~ 4) と *Glycymeris rotunda* (7) の図版写真.

Glycymeris totomiensis n. sp.

Shell medium in size, thick and solid, oblique, roundly triangular, slightly inequilateral, moderately convex. Beaks a little anterior to the middle, prominent, incurved, close together. Anterior end rounded with the subtruncated and descending dorsal margin; posterior end somewhat

produced, forming a rounded angle; postero-dorsal margin truncate; ventral margin regularly arcuate; an indistinct ridge descending from the beaks to the posterior angle. Surface with about 25 rather obscure radiating striae, obsolete on the posterior area circumscribed by the ridge and towards the anterior end; crossed by fine incremental lines and well-marked growth periods. Interior porcellaneous, smooth; basal margin prominently crenated; postero-dorsal margin with a very fine but well-marked ridge. Hinge-plate heavy, broad, arcuate, with 8 to 12 oblique, lamellar teeth on each side of the middle, decreasing in size medially and distally. The series of teeth in adult shell interrupted in the middle. Adductor-scars distinct; the posterior one elevated with sharp boundary. Height, 33 mm.; length, 33.5 mm.; diameter, 23.4 mm. Type: Cotype, no. 203. (Hônohasi) .

Occurrence. - Hônohasi (abundant) . Saigô-bridge. Iwasibara. Tennô-yama (rare) . Nitô (rare) .

This species is very variable in form, some being more depressed and some others being much higher than the types. The dimensions of 7 examples from Hônohasi measured and calculated in the ratio of height to length:

	Height	Length	H : L
I.	37.7	34.7	1.09
II.	32.4	30.0	1.08
III.	33.0	32.9	1.00
IV.	32.2	33.3	0.97
V.	33.0	33.5	0.98
VI.	28.8	30.4	0.94
VII.	25.0	28.1	0.89

The blunt ridge extending from the beaks to the posterior end seems to be the constant character of the species. The ridge is but obsoletely recognized in some living allied species such as *G. yessoensis* SOWERBY and *G. vestita* DUNKER. This species is also related to *G. nipponica* YOKOYAMA which occurs in the Lower Musasino of Miura Peninsula, but it differs from that species in that

it possesses a heavier and more tumid shell with a moderately heavy hinge and a well-defined posterior ridge.

Glycymeris rotunda (Dunker)

Occurrence. - Tennôyama (common) . Saigô-bridge. Tennô-shrine. Nitô.

Distribution. - Kakegawa-series of Tosa at Kônomine. Upper Musasino.

Living. - Between Tôkyô Bay and Tosa. Also Nagasaki.

The fossils found in the Tennô sands are hardly differentiated from the species living in the warmer waters of Japan. The full-grown specimens are not so circular as figure by DUNKER but oblique with a slightly produced posterior ventral corner. It is also characterized by fine concentric striae. The living examples are always peculiarly starred with white. Prof. YOKOYAMA assigned *P. rotundus* DUNKER found in the upper Musasino to the young of *P. vestitus* DUNKER. What he thought as *P. rotundus* is not really *P. rotundus* of DUNKER, but is the young of *P. vestitus*.

This species is more compressed and lenticular than *G. totomiensis* and lacks the posterior ridge. One of the fossil specimens measures 34 mm. in height, 36 mm. in length and 12 mm. in diameter.

なお, Makiyama (1952) は掛川層群の結縁寺階の *Glycymeris rotunda* の貝殻の計測をおこない, 上部のものはふくらみが少なく, 斜めでない傾向があることを報告している.

Glycymeris rotunda は現生種でもあることから, 現生の貝類図鑑などにもその説明が掲載されている. ここでは, 奥谷編 (2000) の記載を引用する.

Glycymeris rotunda (Dunker, 1882)

SL: 5.2 cm, SH: 5.2 cm. 若いときは類円形でふくらみ弱く, 殻頂部に星形の白斑点がある. 老成すると後腹縁方向へのび, よく膨らむ. 靱帯面は山形の溝で明瞭に刻まれる. 殻皮は膜状およびまばらな毛状殻皮の両方をもつ. 北海道南部から東シナ海, 水深 20 ~ 300 m の砂泥底.

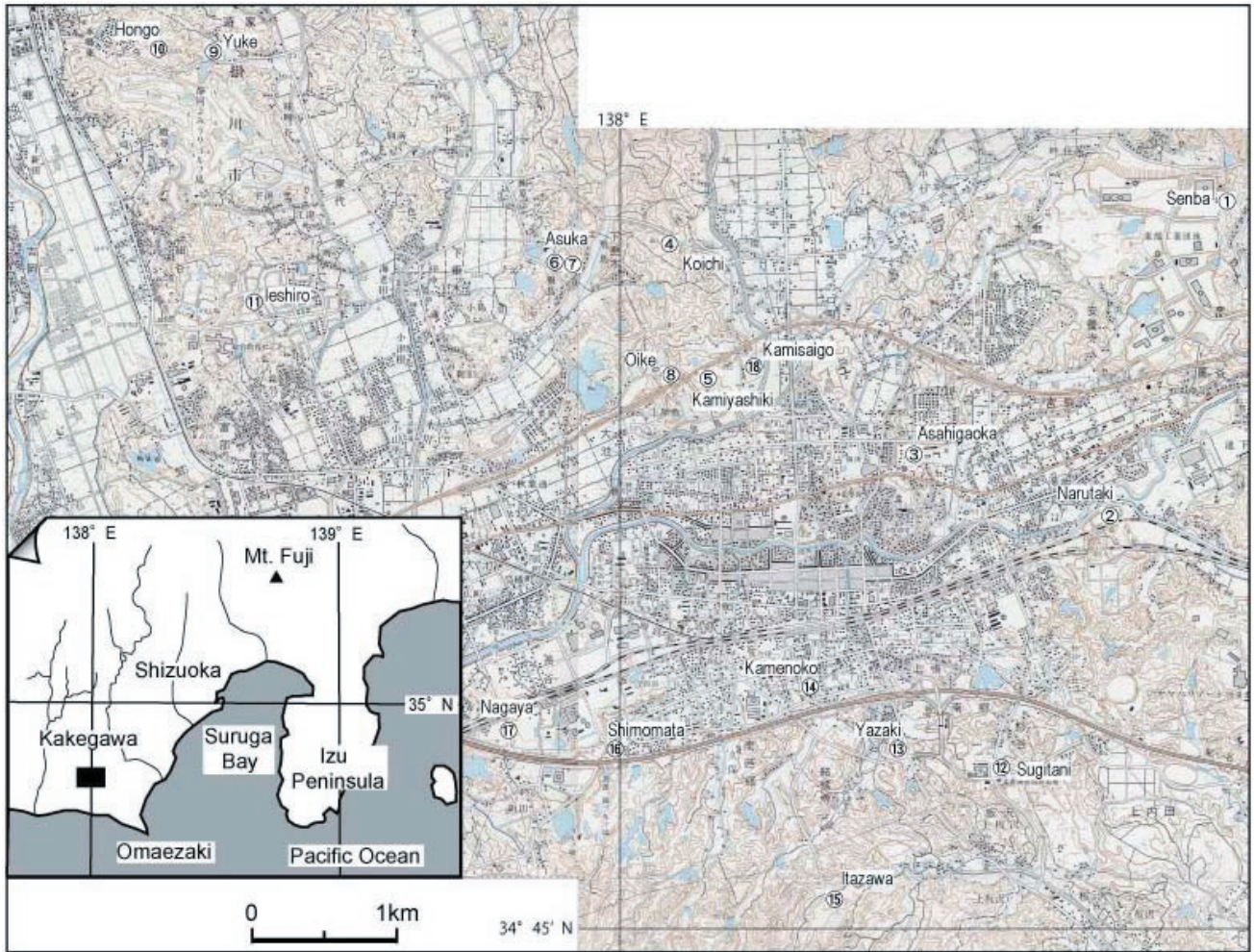


図2 *Glycymeris totomiensis* の計測用標本の採集地点(⑱の上西郷の鯨類化石発掘地点)と掛川層群の化石産地の位置(柴ほか, 2012 より). 国土地理院地形図 1/25,000「掛川」,「山梨」,「下平川」を使用.

資 料

掛川市街周辺から袋井市可睡丘陵, 森町南部, 磐田市磐田原台地北部にかけては, 掛川層群上部層の大日層が分布し, それには多くの軟体動物化石が含まれる. これまで, 多くの地点で軟体動物化石が採集されたが, 現在では化石を採集できる場所が限られている.

本研究では, *G. totomiensis* の計測用標本として, 著者のひとり田辺が掛川市上西郷から採集しクリーニングした個体標本 600 個体を用いた. この標本が採集された地点は, 柴ほか(2001)で鯨類化石が発掘された上西郷の露頭の第 I 貝化石層に相当する. 柴ほか(2001)によれば, この第 I 貝化石層は, 陸棚斜面上部においてチャネルの側壁縁に外浜～内側陸棚の堆積物が崩れ落ちて堆積したと推定されている. 掛川市上西郷の鯨類化石発掘地点の位置と本研

究で対象とした掛川層群の化石産地の位置を図 2 に示す.

G. rotunda の計測用標本については, 掛川層群の化石標本で上西郷標本に匹敵するほど多量で個別にクリーニングされた標本がなかったため, 柴ほか(1993)が沼津市内浦湾の更新統から採集した標本のうち, 250 個体をもちいた. これは, 内浦湾の水深 140 ~ 170 m の大陸斜面上部に露出した軟体動物化石を含む半凝固の泥質堆積物である内浦湾層から産したもので, その地質時代は前期更新統と推定されている(柴ほか, 1993). 内浦湾の採泥点の位置を図 3 に示す. 計測用の標本は採泥点 3 から採集されたものである.

また, それ以外に両種の標本としては, 掛川層群から採集された静岡県自然学習センター所蔵の田辺積氏標本資料と小澤智生氏標本資料の化石標本の中の *G. totomiensis* と *G. rotunda* の標本も参考に

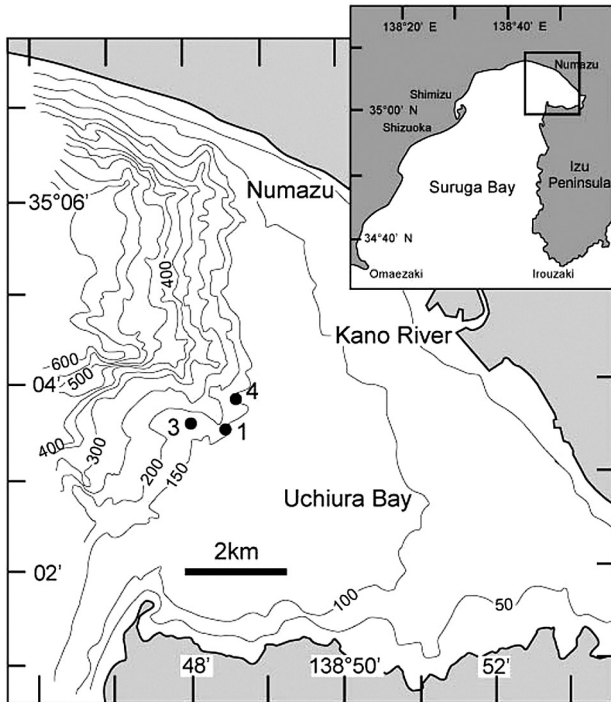


図3 *Glycymeris rotunda* の計測用標本の採集地点の位置 (沼津市内浦湾)。本研究で用いた標本は採集点3より採集した。

した。なお、これらの標本については、再同定を行い、*G. totomiensis* と *G. rotunda* を確認して産出分布を求めた。さらに、*G. rotunda* の参照標本として、有度丘陵の根古屋層から採集した化石標本と、東海大学自然史博物館の波部忠重氏標本、静岡県自然学習センター所蔵の杉本順一氏標本に含まれる現生標本を資料とした。

計測方法

計測用の資料とした標本は離弁殻である。本研究の対象とした両種ともに左右等殻であることから、左殻と右殻を区別せずに離弁殻それぞれに番号を付して計測し、計測部位は以下のとおりである。

殻の前縁から後縁までの横幅を殻長 (SL) とし、殻頂から腹縁までの長さを殻高 (SH) とし、殻の厚さを殻厚 (ST) とした。また、殻頂から鉸板の基底までの高さを便宜上「鉸板高 (SU)」とした。計測部位については、図4に示した。

Glycymeris 属には、鉸板の両側にある鉸歯があることから、その数を数え、腹縁内側にある鋸歯の数と韌帯面にある山形の溝の数も数えた。各部位のサイズの測定には、ノギスを使用した。

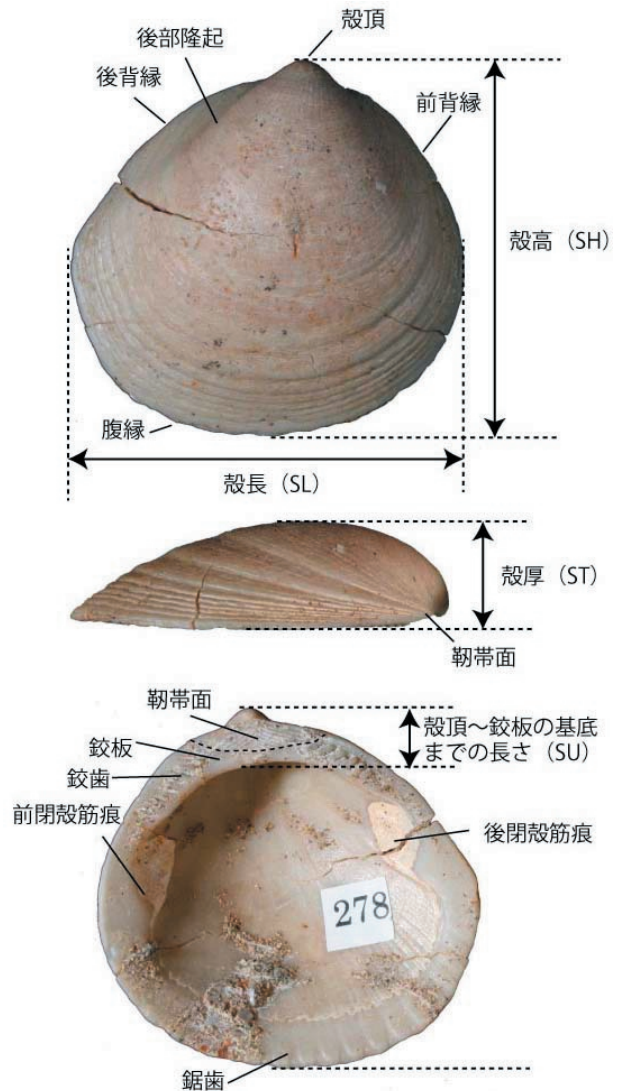


図4 二枚貝の計測部位
写真は *Glycymeris totomiensis* の右殻

測定した値については、殻長 (SL) に対する殻高 (SH) の比 (SH/SL) と、殻高 (SH) に対する殻厚 (ST) の比 (ST/SH) と、殻高 (SH) に対する鉸板高 (SU) の比 (SU/SH)、鋸歯数、鉸板左右の鉸歯数、韌帯面の山形の溝数を求めた。

計測した貝化石の保存状態は全体的に良く、ほとんどの個体の殻の形態部位の計測ができた。しかし、一部にはクリーニングが完全にされていない個体もあったため、そのような個体については計測できる箇所のみ計測を行った。

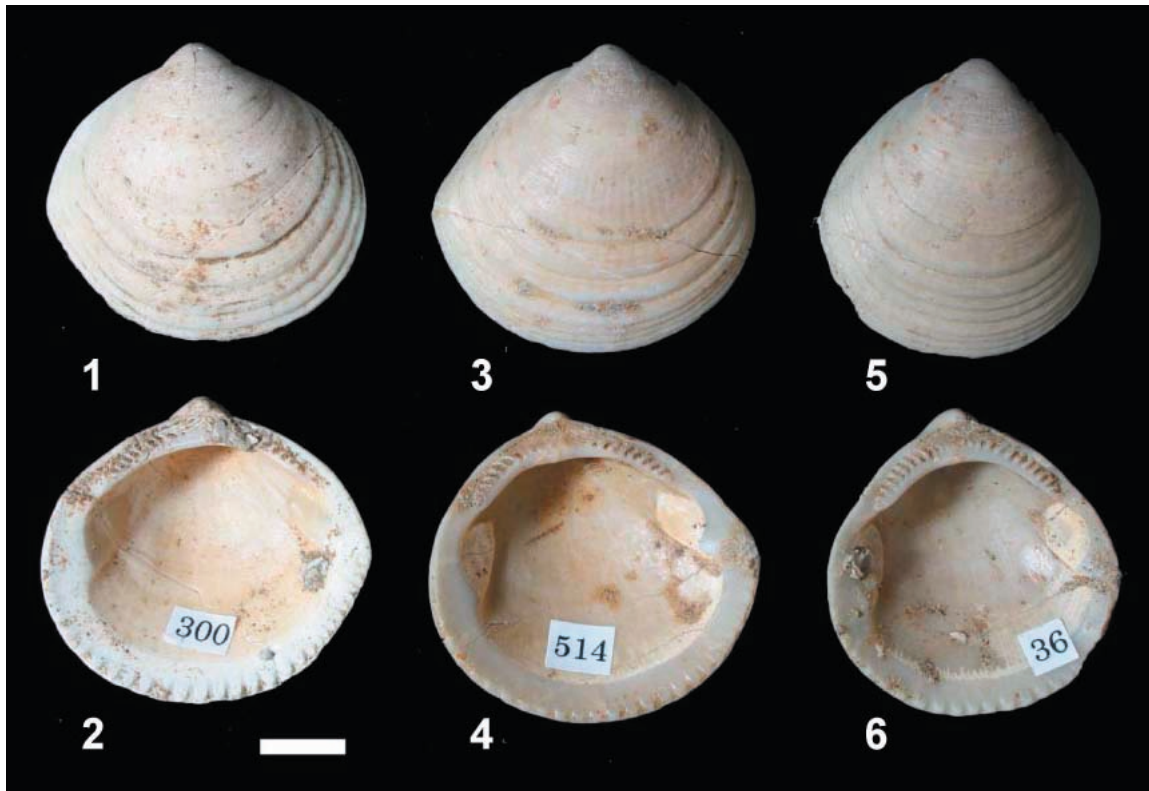


図5 *Glycymeris totomiensis* の代表的な標本写真（標本は掛川市上西郷産）。すべて右殻で、1-2 は標本番号 300 の表面と内面、3-4 は標本番号 514 の表面と内面、5-6 は標本番号 36 の表面と内面。スケールは 1cm。

計測結果

掛川層群大日層の上西郷から得られた 600 個体の *Glycymeris totomiensis* と、内浦湾層から産した 250 個体の *Glycymeris rotunda* の計測結果から、両種の特徴を示す。*Glycymeris totomiensis* と *Glycymeris rotunda* の代表的な計測標本の写真を図 5 と図 6 に示す。計測した部位や比の最大値、最少値、平均値、中央値、標準偏差などの値を表 1 に示す。両種の殻長 (SL) と殻高 (SH) の頻度分布を図 7 に、殻長 (SL) に対する殻高 (SH) の関係 (SH/SL) を図 8 に、殻高 (SH) に対する殻厚 (ST) の関係 (ST/SH) を図 9 に、殻高 (SH) に対する鉸板高 (SU) の関係 (SU/SH) を図 10 に示す。

Glycymeris totomiensis Makiyama

殻はほぼ円形の輪郭であるが、後縁が張り出したような個体、殻高が高い個体、殻長が長い個体も見られ、個々に見ると形態は多様である。図 7 で見ると、殻長と殻高は約 19 ~ 45 mm の範囲にあり、殻高 / 殻長 (SH/SL) の平均値や図 8 から、横に少



図6 *Glycymeris rotunda* の代表的な標本写真（標本は沼津市内浦湾産）。1-2 は右殻で標本番号 49 の表面と内面、3-4 は左殻で標本番号 142 の表面と内面。スケールは 1cm。

掛川層群の二枚貝化石 *Glycymeris totomiensis* の分類形質

表1 *Glycymeris totomiensis* と *Glycymeris rotunda* の計測値

測定部位など	種		<i>Glycymeris totomiensis</i>	<i>Glycymeris rotunda</i>
殻長	SL	最大	43.9 mm	58.8 mm
		最少	20.8 mm	20.0 mm
		平均	31.7 mm	39.6 mm
		中央値	32.2 mm	41.0 mm
		標準偏差	4.6	7.3
殻高	SH	最大	39.7 mm	56.4 mm
		最少	20.4 mm	20.2 mm
		平均	30.7 mm	38.7 mm
		中央値	31.1 mm	40.2 mm
		標準偏差	4.7	7.4
殻厚	ST	最大	13.8 mm	15.6 mm
		最少	5.1 mm	5.1 mm
		平均	8.6 mm	10.3 mm
		中央値	8.5 mm	11.0 mm
		標準偏差	1.6	2.3
鉸板高	SU	最大	9.2 mm	10.0 mm
		最少	3.5 mm	3.3 mm
		平均	5.8 mm	6.3 mm
		中央値	5.8 mm	6.5 mm
		標準偏差	1.0	1.5
殻長対する 殻高の比	SH/SL	最大	1.12	1.09
		最少	0.76	0.84
		平均	0.97	0.96
		標準偏差	0.05	0.04
殻高対する 殻厚の比	ST/SH	最大	0.39	0.33
		最少	0.20	0.22
		平均	0.28	0.27
		標準偏差	0.03	0.02
殻高に対する 鉸板高の比	SU/SH	最大	0.29	0.21
		最少	0.14	0.12
		平均	0.19	0.16
		標準偏差	0.02	0.02
鋸歯数		最大	48	67
		最少	14	10
		平均	29.03	36.30
		中央値	29	36
		標準偏差	4.82	10.89
鉸板片側の 鋸歯数		最大	18	22
		最少	4	5
		平均	9.95	12.77
		中央値	10	13
		標準偏差	2.11	2.38
靱帯面の山形の 溝数		最大	8	13
		最少	3	3
		平均	4.63	6.47
		中央値	4	6
		標準偏差	0.98	2.3

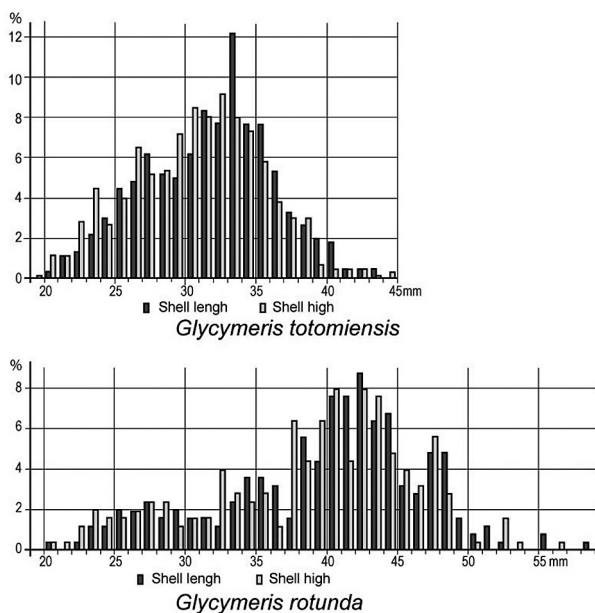


図7 両種の殻長 (SL) と殻高 (SH) の頻度分布。

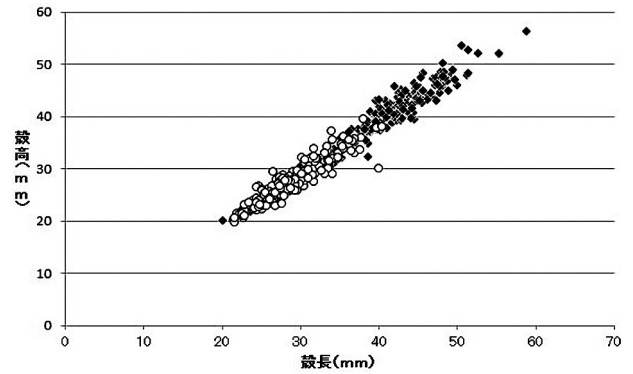


図8 両種の標本の殻長 (SL) と殻高 (SH) の関係 (SH/SL).
○: *Glycymeris totomiensis*, ◆: *Glycymeris rotunda*

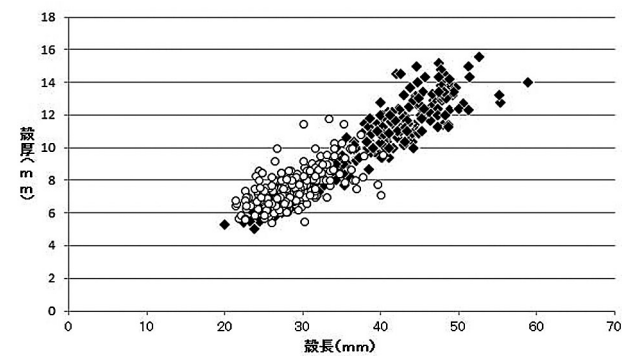


図9 両種の標本の殻高 (SH) と殻厚 (ST) の関係 (ST/SH).
○: *Glycymeris totomiensis*, ◆: *Glycymeris rotunda*

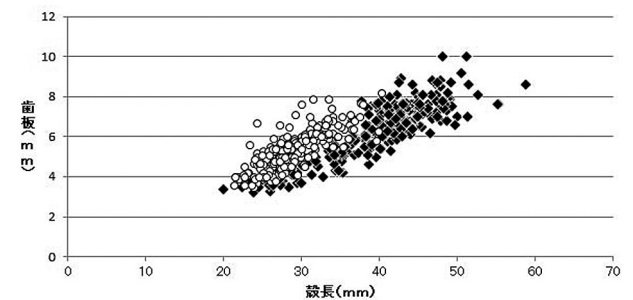


図10 両種の標本の殻高 (SH) と鉸板高 (SU) の関係 (SU/SH).
○: *Glycymeris totomiensis*, ◆: *Glycymeris rotunda*

し広がった殻が多い傾向が認められる。また、殻は膨らみ、殻頂が突き出し、靱帯面が広く、殻頂から後方縁に伸びる隆起が明瞭であるという特徴がある。鋸歯数の平均は 29.03。靱帯面は広く、鉸板の鉸歯はふつう片側に 8～12 で、最大値は 18 で最小値は 4 である。靱帯面の山形の溝は明瞭でその数はふつう 4～6 で、最大値は 8 で最小値は 3 である。

Glycymeris rotunda (Dunker)

殻はほぼ円形の輪郭であるが、殻長が長く後縁が張り出した個体が多い。図7で見ると、殻長と殻高は約20～59 mmの範囲にあり、殻の小さな幼体では、円形のもの、横に伸びたようなものと様々であるが、成長した大きな個体では後方隆起が張り出したレンズ状の個体が多い。後方隆起は認められるが、不明瞭な個体もある。成長した個体は殻が膨らみ、殻厚も厚い。鋸歯数の平均は36.30。靱帯面は比較的狭く、鉸板の鉸歯はふつう片側に8～15で、最大値は22で最小値は5である。靱帯面の山形の溝の数はふつう5～8で、最大値は13で最小値は3である。

両種の形態的な違い

計測した *Glycymeris totomiensis* と *Glycymeris rotunda* の殻の形態で、まず大きな違いは殻の大きさである。*G. totomiensis* は老成体で殻長と殻高の最大値はそれぞれ43.9 mmと39.7 mmであるのに対して、*G. rotunda* はそれぞれ58.8 mmと56.4 mmであり、*G. rotunda* が大きい。図7の両種の標本の殻長と殻高の頻度分布に示されるように、その最大頻度は *G. totomiensis* が32～34 mmにあり、*G. rotunda* では40～43 mmの範囲にあり、*G. rotunda* が8 mm以上大きい。なお、殻の輪郭については、殻高/殻長 (SH/SL) の平均値は両者0.97と同じ値を示し、どちらもほぼ円形の輪郭をして類似する。

また図8からは、*G. totomiensis* は小さい個体でも殻高/殻長 (SH/SL) の変異が大きい、*G. rotunda* は成長したもので殻高/殻長 (SH/SL) の変異を増すことが認められる。

殻厚/殻高 (ST/SH) については、*G. totomiensis* は最大値が0.39で、平均値が0.28、*G. rotunda* は最大値が0.33で平均値が0.27で、*G. totomiensis* の方が厚さ、すなわち膨らみが大きい。両種の殻厚/殻高 (ST/SH) の関係を図9で見ると、*G. rotunda* は成長した大きな個体は膨らみを増すものが多いが、小さな個体では *G. totomiensis* の平均より厚さが小さい。図11に大日層の *G. totomiensis* と土方層の *G. rotunda* を示すが、両種の膨らみの違いは明らかである。この特徴は両者を区別するときの重

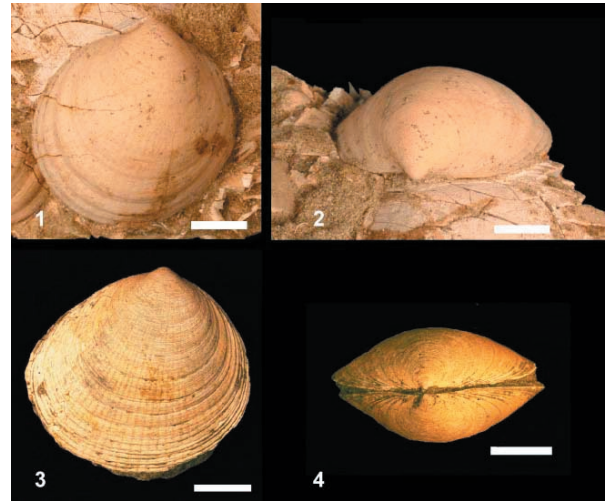


図11 大日層の *Glycymeris totomiensis* と土方層の *Glycymeris rotunda*。1-2: *Glycymeris totomiensis*, 大日層, 城北小学校 (小澤氏標本), 3-4: *Glycymeris rotunda*, 土方層, 結縁寺 (小澤氏標本)。スケール: 1cm。

要な相違点となる。

G. totomiensis と *G. rotunda* に特徴的に認められる後方隆起については、*G. totomiensis* は小さな個体から殻が膨らむ傾向の強く、殻の膨らみの増加にあわせて後方隆起が顕在化する傾向がある。そのため、*G. totomiensis* は *G. rotunda* に比べ、明瞭な後方隆起をもつものが多い。なお、*G. rotunda* では後方隆起は殻が大きいものほど顕著になる。Makiyama (1927) では、*G. rotunda* には後方隆起がないと記載されているが、*G. rotunda* にも後方隆起はあり、それが *G. totomiensis* より弱いという傾

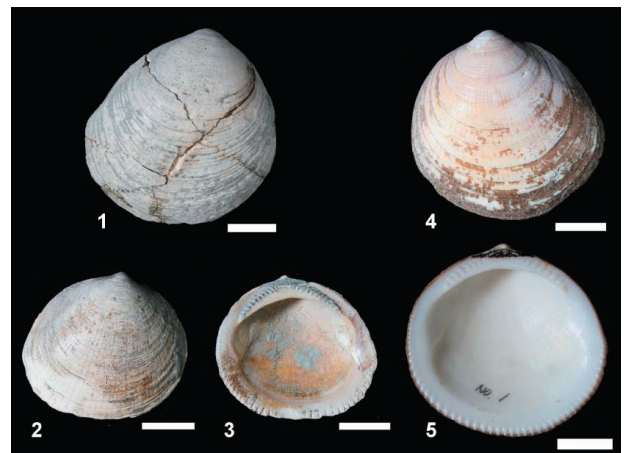


図12 有度丘陵の中期更新統の根古屋層から産した *Glycymeris rotunda* (1～3) と紀伊半島沖から採集された現生の *Glycymeris rotunda* 標本 (4～5; 波部氏標本)

表2 田辺氏標本における掛川層群の各採集地ごとの *Glycymeris totomiensis* と *Glycymeris rotunda* の産出数.

Stratigraphy		上内田層		大 日 層								土 方 層							合計
Species	Location	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯		
		千羽	成滝	旭ヶ丘	小市	上屋敷	飛鳥 a	飛鳥 b	大池	遊家	本郷	家代	杉谷	矢崎	亀の甲	板沢	下俣	長谷	
<i>Glycymeris totomiensis</i>	Makiyama			15	4		14	7			2	5							47
<i>Glycymeris rotunda</i>	(Dunker)	11		30		9			37			73		1				4	165
<i>Limopsis tajimae</i>	Sowerby		2	7				4	16			660	2		3				694

向がある。図 12 に有度丘陵の中期更新統の根古屋層から産した *G. rotunda* と現生の *G. rotunda* 標本を示すが、これらの標本でも弱い後方隆起が認められる。

鉸板高 / 殻高 (SU/SH) については, *G. totomiensis* は最大値が 0.29 で平均値が 0.19, *G. rotunda* は最大値が 0.21 で平均値が 0.16 と, *G. totomiensis* の方が鉸板高 (SU) は大きい。両種の鉸板高 / 殻高 (SU/SH) についての関係を示した図 10 では, *G. totomiensis* のほとんどが *G. rotunda* よりも高い値をしている。これは, *G. totomiensis* の方が殻頂が突出し, 靱帯面中央の幅が広いことに起因している。この殻頂部から靱帯面の形態的特徴も, 両種を区別する重要な特徴と考えられる。

これらのことから, *G. totomiensis* と *G. rotunda* の形態的特徴と両種の相違をまとめると, 以下のようになる (図 13)。

- 1) 成老体の殻の殻長と殻高の長さが *G. totomiensis* は平均で 31.7 mm と 30.7 mm であるが, *G. rotunda* はそれより大きく 39.6 mm と 38.7 mm である。そして, *G. totomiensis* で殻長と殻高の長さが 40 mm を超えるものはまれである。
- 2) 殻の輪郭はどちらもほぼ円形であるが, *G. totomiensis* は若貝の段階で変異性があるのに対し, *G. rotunda* では成長した段階で変異が増し, 後方への張り出しが顕著になりレンズ状を呈する場合が多い。
- 3) *G. totomiensis* の方が殻の厚さが高く, すなわち膨らみが大きく, *G. rotunda* は殻がより扁平である。
- 4) *G. totomiensis* は *G. rotunda* よりも後方隆起が顕著である。
- 5) *G. totomiensis* は *G. rotunda* に対して殻頂がより突出し, また靱帯面中央の幅が広い。

掛川層群における両種の産出分布の違い

掛川層群における *G. totomiensis* と *G. rotunda*

の産出分布については, 静岡県自然学習資料センターに寄贈された田辺 積氏化石標本と小澤智生氏化石標本の資料で検討した。前者については, すでに標本をリストして貝化石密集層の堆積学的特徴を報告した柴ほか (2012) があり, その資料に含まれる両種の標本を再同定して, その結果をもちいて議論する。

田辺 積氏化石標本資料の採集地点は, ①千羽, ②成滝, ③旭ヶ丘, ④小市, ⑤上屋敷, ⑥飛鳥 a, ⑦飛鳥 b, ⑧大池, ⑨遊家, ⑩本郷, ⑪家代, ⑫杉谷, ⑬矢崎, ⑭亀の甲, ⑮板沢, ⑯下俣, ⑰長谷の 17 地点である (図 2)。これらの採集地点を柴ほか (2007) の層序に従って層準に区分すると, ①千羽と②成滝は上内田層, ③旭ヶ丘～⑪家代は大日層, ⑫杉谷～⑰長谷は土方層にあたる。

この中で, *G. totomiensis* のみが産出した地点は④小市と⑥飛鳥 a, ⑦飛鳥 b, ⑩本郷である。*G. totomiensis* と *G. rotunda* が共産する地点は③旭ヶ丘と⑪家代で, *G. rotunda* だけが産出する地点は①千羽と⑤上屋敷, ⑧大池, ⑬矢崎, ⑰長谷である。表 2 に各採集点での *G. totomiensis* と *G. rotunda* の産出個体数を示す。これには, 環境の推定に参考になる *Limopsis tajimae* の産出個体数も加えてある。

G. totomiensis のみが産出した地点は④小市と⑥飛鳥 a, ⑦飛鳥 b, ⑩本郷の 4 地点で, ⑦飛鳥 b を除き他の 3 地点は分級のよい細粒砂層からなり, ハンモック状斜交層理が発達し, 軟体動物化石はそのハンモック状斜交層理のスウェール基底に密集する。また, 産出する軟体動物には, *Glossaulax didyma* と *Turritella perterebra* が特に多く, *Umbonium* (*Suchium*) *suchiense suchiense* や *Umbonium* (*Suchium*) *mysticum*, *Umbonium* (*Suchium*) spp., *Baryspira albocallosa okawai*, *Oliva mustelina*, *Siphonalia* spp., *Babylonia elata* などが多く含まれ, 二枚貝綱は, *Amussiopecten praesignis* と *Callista chinensis* が特に多く産し, *Anadara* (*Scapharca*) *castellata*, *Anadara*

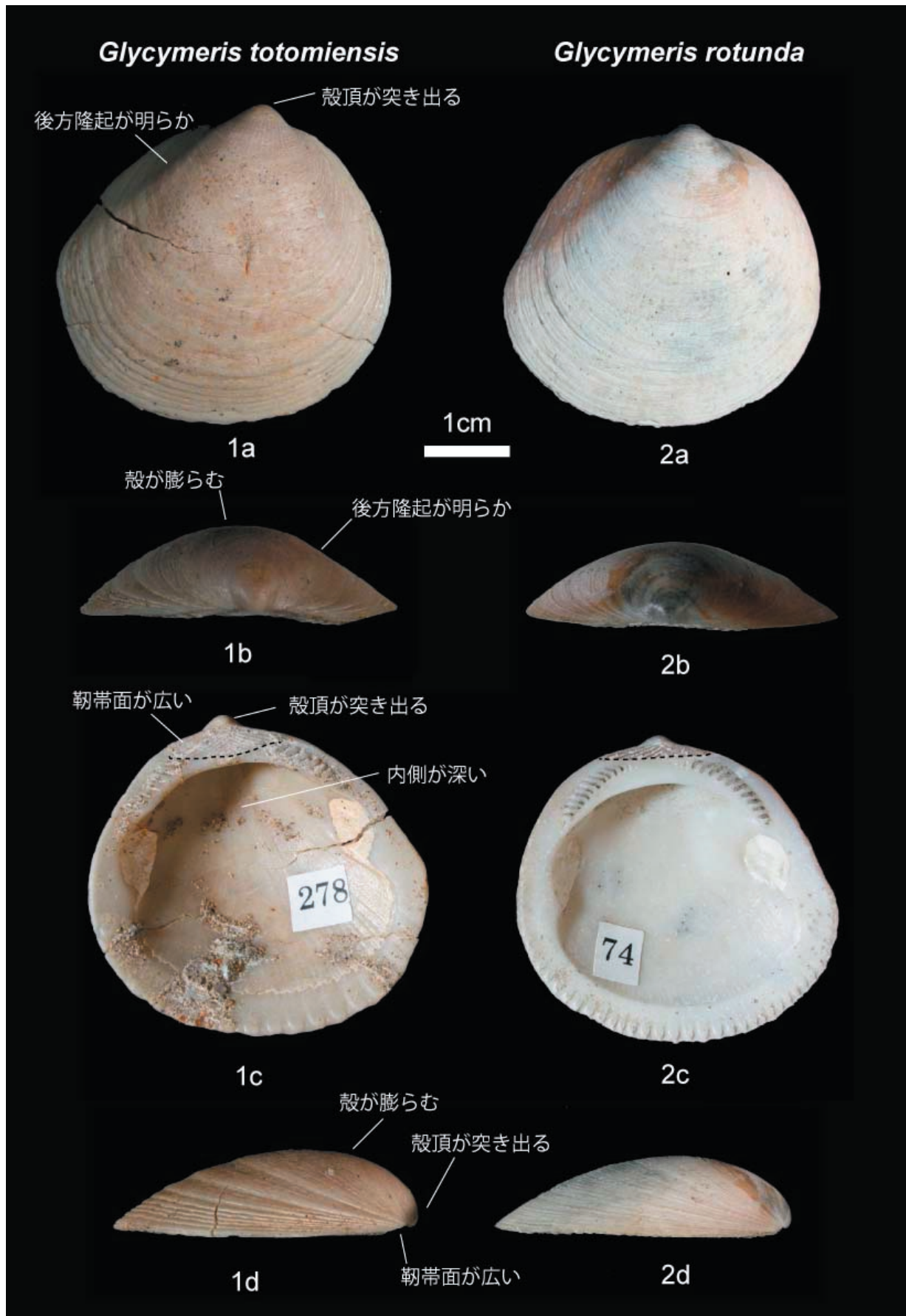


図 13 *Glycymeris totomiensis* と *Glycymeris rotunda* の形態的特徴と相違点。
1: *Glycymeris totomiensis*, 2: *Glycymeris rotunda*, a: 外側面, b: 殻頂側面, c: 内側面, d: 横側面。

spp., *Glycymeris albolineata*, *Paphia schnelliana*, *Megacardita panda* も多く含まれる。

これら多産するほとんどの種は潮間帯から水深 50 m までの上部浅海帯の砂泥底に生息するが、水深 50 m 以深に生息する *Semicassis bisulcata japonica* と *Micantapex* (*Parabathytoma*) *luehdorfi* を少量であるが含む場合がある。産出するほとんどの種が上部浅海帯に生息するものであるが、水深 50 m 以深に生息する種も含むこと、ハンモック状斜交層理をもつ堆積相の特徴などから、暴風時波浪限界深度以浅の下部外浜～内側陸棚の海底に堆積したと推定できる (柴ほか, 2012)。

⑦飛鳥 b の地層は砂質シルト層からなり、その中の弱い層理に沿って化石が散在的または部分的に密集して産出する。特に多産する種はなく、腹足綱では *Stellaria* (*Onustus*) *exutus* と *Glossaulax didyma*, *Makiyamaia coreanica*, *Makiyamaia subdeclivis* などがあり、二枚貝綱では *Glycymeris totomiensis* 以外に、*Limopsis tajimae*, *Paphia schnelliana* などが産する。*Atrina* (*Servatrina*) *pectinata* など水深 0 ～ 30 m に生息する種も含むが、水深 50 ～ 200 m または 100 ～ 400 m の砂泥底に生息する *Limopsis tajimae* や *Makiyamaia subdeclivis* も含まれる。*Limopsis tajimae* や *Makiyamaia subdeclivis* を含むことから外側陸棚の堆積環境が考えられる (柴ほか, 2012)。

G. totomiensis と *G. rotunda* が共産する地点は①旭ヶ丘と⑪家代で、これらの地点の地層はシルト層または砂質シルト層からなり、それらに層厚数 10 cm の化石密集層がいくつか挟在する。また、海底地滑りによる凹地 (スランプスカー) やチャネルが数多く見られ、海底地滑りで生じたスランプ褶曲が頻繁に認められる。

産出する軟体動物化石は、*Natica* (*Cryptonatica*) spp. と *Siphonalia* spp. が特に多く、*Micantapex* (*Parabathytoma*) *luehdorfi*, *Hindsia* (*Benthindsia*) *magnifica*, *Zeuxis castus*, *Baryspira albocallosa okawai*, *Baryspira* spp., *Ginebis argenteonitens*, *Turricula sobrina*, *Terebra* spp., *Fulgoraria* (*Psephaea*) *mentiens* が多く含まれる。二枚貝綱は、*Limopsis tajimae* が卓越し、*Glycymeris rotunda* が多い。*Mizuhopecten hokurikuensis* も産する。また、堀足綱も多く含まれる。軟体動物化石は保存がよく、特に *Limopsis tajimae* は産出量の 1/6 が合弁である。

浅海帯に生息する種も含まれるが、量的に卓越する *Limopsis tajimae* を含め、*Fulgoraria* (*Psdephaea*) *mentiens* や *Makiyamaia coreanica* など水深 100 m 以深に生息するものが含まれる。また、軟体動物の化石以外に、大量のクモヒトデ類の化石 (Ishida et al., 1996) やウニ類、カニ類、オオグソクムシなどの化石が産出する。

これらの地点ではスランプスカーやチャネルが数多く見られ、産出種のほとんどが水深 100 m 以深の砂泥底に生息する種で構成されていることから、量的に卓越する *Limopsis tajimae* の生息環境である外側陸棚から陸棚斜面上部の水深 100 ～ 800 m の海底に、浅海域から多数の貝が海底地滑りで堆積物と共に運搬されたものと考えられる (柴ほか, 2012)。

G. rotunda だけが産出した地点は、①千羽と⑤上屋敷、⑧大池、⑬矢崎、⑰長谷などであるが、これらの地点の地層は、泥層や砂泥互層からなり、腹足綱では *Ginebis argenteonitens* や *Zeuxis castus* が多産し、*Glycymeris rotunda* が多産し、二枚貝綱では *Yoldia similis* が多く、*Venus* (*Ventricoloidea*) *foveolata* などがあり、*Crassostrea gigas* も含まれる。潮間帯から上部浅海帯の種も多いが、*Lischkeia alwinae* や *Fulgoraria* (*Psephaea*) *concinna* など水深 100 m または 150 m ～ 300 m に生息するものが含まれていることと、泥層を主体とする岩相から、これらの堆積環境は外側陸棚から陸棚斜面上部と考えられる (柴ほか, 2012)。

小澤智生氏の化石標本の資料中では、城北小学校と飛鳥 a では *G. totomiensis* のみが産出し、天王神社と上屋敷では *G. totomiensis* と *G. rotunda* の両種が産し、土方層の結縁寺では *G. rotunda* のみが産出した。この標本資料でも、*G. totomiensis* のみが産出する地点の堆積環境は下部外浜～内側陸棚の海底と考えられ、両種が産出する地点は外側陸棚から陸棚斜面上部の海底で、そこにできたチャネルなどを埋積して地層や化石層が形成されたと考えられる。*G. rotunda* だけが産出した地点は、陸棚斜面の泥層が堆積する環境で、*Limopsis tajimae* や *Lischkeia alwinae* や *Fulgoraria* (*Psephaea*) *concinna* などが共産する。

田辺氏と小澤氏の両化石標本の資料における *G. totomiensis* と *G. rotunda* の産出層準の検討から、*G. totomiensis* の生息環境は下部外浜～内側陸棚の上部浅海の海底と考えられ、*G. rotunda* の主たる生息

環境はそれよりも深い外側陸棚から陸棚斜面上部の下部浅海帯（水深 50 ～ 200 m）の海底と考えられる。なお、掛川層群上部層の軟体動物化石相の研究をした鎮西（1980）では、*G. rotunda* は水深 40m 以深の泥底に生息する *Glycymeris rotunda* - *Venus foveolata* 群集の主体を占めるとされ、Nobuhara（1993）では *G. rotunda* は上部浅海帯～下部浅海帯を特徴づける種とされている。

両種の系統と生息環境

タマキガイ科の二枚貝は、殻が類円形で殻頂はほぼ背縁中央にあり、靱帯面が両殻の間にあり、鉸歯のある弧状の鉸板をもつという特徴がある（波部, 1977）。本科は約 500 種からなるが、最古の化石記録は上部白亜系からで、現生種 50 種のほとんどは熱帯から温帯の外洋に開いた海浜の上部潮下帯の砂底に生息し、日本では新生代に 18 種の現生種を含む 40 種がいたとされる（Matsukuma, 1986）。

タマキガイ科の二枚貝についての日本における進化と系統について、Matsukuma（1986）は以下のように述べている。日本の現在のタマキガイ科二枚貝は、西南日本の亜熱帯、中央日本の暖温帯、および北日本の冷温帯に分布している。それぞれ熱帯インドー太平洋要素、暖温帯日本固有要素、冷温帯ー亜極東アジア北部要素から構成される。熱帯インドー太平洋要素は最近になって黒潮により日本沿岸に生息したもので、暖温帯日本ー韓国固有要素は後期中新世から前期鮮新世の間に東アジア要素から日本の外洋環境において二次的に進化したもので、冷温帯ー亜極東アジア北部要素は中期中新世に北太平洋に広く分布した祖先種の遺存種である。

掛川層群の *Glycymeris totomiensis* と *Glycymeris rotunda* は、その分布からベンケイガイ *Glycymeris albolineata* とタマキガイ *Glycymeris vestita* と同様に暖温帯日本ー韓国固有要素に含まれる。

本研究の対象となる標本の産出地である掛川地域と、南部フォッサマグナの山梨県身延地域を含めた西南本州の太平洋岸では、中期中新世以降の地層からはいくつかの種類の *Glycymeris* 属の化石が知られている。この地域では、中期中新世以前には *Glycymeris cisshuensis* しか知られていないが、中期中新世～後期中新世には *G. cisshuensis* も含め *G. vestita*, *G. izumoensis*, *G. idensis* など多数の

Glycymeris 属の種が出現した。これらに関しては、相良層群では Inoue et al.（1997）の、富士川層群では柴ほか（2013）の報告がある。なお、後期中新世～前期鮮新世には身延地域では *G. osozawaensis* が多産するが、*G. totomiensis* は出現していない（柴ほか, 2013）。

本研究対象である掛川層群上部層の大日層では *G. totomiensis* と *G. rotunda* が多産するが、掛川層群下部層からの貝化石の産出記録が不十分なことから、これら両種の掛川層群における出現時期を今のところ特定できない。

G. totomiensis は、掛川層群において産出する地層の層相や共産化石から推定して、*Glycymeris* 属の本来の生息環境である波浪卓越型の高浜の上部浅海帯に生息域をもつと考えられる。それに対して、*G. rotunda* の生息環境はそれよりも深い外側陸棚から陸棚斜面上部の下部浅海帯（水深 50 ～ 200 m）の海底であったと考えられる。

殻質が厚く、殻の膨らみが大きく、靱帯面が広い *G. totomiensis* の特徴は、上部浅海帯での強い波浪の中で生息するためには必要な形態的特徴であったと考えられる。*G. totomiensis* は現在生息していないが、その形態的特徴と生息環境が同等のものとして *Glycymeris imperialis* Kuroda（ミタマキガイ）がある。*G. imperialis* は、*G. totomiensis* の特徴である後方隆起が見られないが、*G. totomiensis* と同等の大きさで、殻質が厚く、殻の膨らみ大きく、靱帯面の幅が広く、そこに見られる山形の溝も顕著である。そして、この種は現在、三陸～紀伊半島の水深 20 ～ 50 m の細砂底（波部, 1977）の波浪エネルギーの強い上部浅海帯で生息している。

それに対して、殻長・殻高が大きく、殻の膨らみが小さく、靱帯面が狭いという特徴のある *G. rotunda* は、波浪エネルギーの影響が小さい下部浅海帯に適応したものと考えられる。すなわち、*G. rotunda* は、上部浅海帯に生息した *Glycymeris* 属のある一種から下部浅海帯に生息域を変化させて分化した種と考えられる。

Glycymeris 属のような内生懸濁物食者は、波浪エネルギーの強い上部浅海帯では、餌となる懸濁物が多い反面、波浪エネルギーに対する強固な殻の構造と高い運動能力が要求され、上部浅海帯では他の軟体動物などとの生存競争に打ち勝たなくてはならない。それに対して *G. rotunda* は、餌となる懸濁

物が少ないが、波浪エネルギーに対する強固な殻の構造と高い運動能力が要求されず、競争相手の少ない下部浅海帯の限られた環境に適応したものと考えられる。

ま と め

掛川層群の海棲軟体動物化石には豊富な種類が含まれるが、特に二枚貝綱の Glycymerididae (タマキガイ科) の *Glycymeris* 属では、*Glycymeris totomiensis* Makiyama が掛川動物群の特徴種のひとつとして多産する。*G. totomiensis* は、現生する *Glycymeris rotunda* (Dunker) と類似した形態をもつが、その判別に役立つ形質については不明瞭な点があった。両種の化石を正確に同定することは、それら生息していた環境を推定し、進化のプロセスを考察する上でも重要である。

本研究では両種の殻の形態を計測することにより、*G. totomiensis* と *G. rotunda* の形態的特徴と相違を明確にし、掛川層群でこれら両種がどのような層準に産出するかを明らかにして、両種の生息環境について考察した。

その結果、*G. totomiensis* は、*G. rotunda* に比べて殻のサイズが小さく、殻の膨らみが大きいこと、殻頂が突出し、靱帯面が広いという特徴がある。これらの形質をもとに、両種の化石を同定し、掛川層群における両種の産出相を検討した結果、*G. totomiensis* は下部外浜～内側陸棚で、*G. rotunda* の生息環境はそれよりも深い外側陸棚から陸棚斜面上部(水深 50 ～ 200 m)に生息していたと考えられ、両種の形態的特徴の違いはその生息環境の違いによると考えられる。

謝 辞

本研究にあたり、静岡大学教育学部の延原尊美教授には、掛川層群産の *G. totomiensis* と *G. rotunda* の違いについてご教授を受けた。静岡県自然学習資料センターと東海大学自然史博物館には、収蔵標本を本研究で利用させていただいた。また、静岡県自然学習資料センターでの標本の検索と同定、写真撮影に関して、NPO 静岡県自然史博物館ネットワークの横山謙二氏にお世話いただいた。これらの方々に感謝の意を表す。

引用文献

- 千谷好之助 (1928) 遠州国相良, 掛川附近第三紀層に就て. 地学雑誌, 38 巻, p. 84-89.
- 千谷好之助 (1931) 静岡地質説明書. 東京地質会, 東京, 48p.
- 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 号, p. 15-20.
- Chinzei, K. and M. Aoshima (1976) Marine thermal structure of the Plio-Pleistocene warm water in Central Japan. Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. II, v. 19, p. 179-203.
- 波部忠重 (1977) 日本産軟体動物分類学二枚貝綱／堀足綱. 北隆館, 東京, 372p.
- Ibaraki, M. (1986) Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Kakegawa area on the Pacific coast of Central Japan. Rep. Fac. Sci. Shizuoka Univ., v. 20, p. 39-173.
- 茨木雅子 (1986) 掛川層群の浮遊性有孔虫生層序基準面とその岩相層序との関係. 地質学雑誌, 92 巻, p. 119-134.
- Inoue, K., T. Ozawa, T. Nobuhara and S. Tomida (1997) Reexamination of the Sagara fauna-Middle Miocene molluscan assemblage from the Sugegaya Formation, Sagara Group, Shizuoka Prefecture, Central Japan-. Paleontological Research, v. 1, p. 110-125.
- Ishibashi, M. (1989) Sea-level controlled shallow-marine systems in the Plio-Pleistocene Kakegawa Group, Shizuoka, Central Honshu, Japan: Comparison of transgressive and regressive phases. In Taira, A and F. Masuda eds.: Sedimentary Facies in the Active Plate Margin, Terra Scientific Pub. Com., Tokyo, p. 345-363.
- Ishida, Y., T. Tanabe, T. Ito and K. Hachiya (1996) Fossil ophiuroids from the Plio-Pleistocene Hijikata Formation of the Kakegawa Group, Shizuoka Prefecture, Central Japan. Bull. Natl. Sci. Museum, ser. C, v. 22, p. 63-89.
- 亀尾浩司 (1998) 石灰質ナ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-. 地質学雑誌, 104 巻, p. 672-686.

- 横山次郎 (1925) 遠江掛川付近第三紀層の層序. 地球, 3 号, p. 569-576.
- 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, v. 3, p. 1-147.
- 横山次郎 (1928a) 静岡縣掛川町近傍の地質に就きて (一). 地球, 9 号, p. 23-35.
- 横山次郎 (1928b) 静岡縣掛川町近傍の地質に就きて (二). 地球, 9 号, p. 100-118.
- Makiyama, J. (1931) Stratigraphy of the Kakegawa Pliocene in Totomi. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. B, v. 7, p. 1-53.
- 横山次郎 (1950) 日本地方地質誌中部地方. 朝倉書店, 東京, 233p.
- Makiyama, J. (1952) On the mutation of the fossil *Glycymeris rotunda*. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan. N. S., p. 131-138.
- 横山次郎 (1963) 掛川地方地質図説明書. 地質調査所, 30p.
- 横山次郎・坂本 享 (1957) 5 万分の 1 地質図幅「見付・掛塚」および同説明書. 地質調査所, 50p.
- Matsukuma, A. (1986) Cenozoic glycymeridid bivalves of Japan. Palaeont. Soc. Japan, Special Paper, no. 29, p. 77-94, pls. 5-6.
- Nobuhara, T. (1993) The relationship between bathymetric depth and climate change and its effect on molluscan faunas of the Kakegawa Group, central Japan. Trans. Proc. Palaeont. N. S., no. 170, p. 159-185.
- Oda, M. (1977) Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the late Cenozoic sedimentary sequence, central Honshu, Japan. Tohoku Univ. Sci. Rep. 2nd Ser. (Geol.), v. 48, p. 1-72.
- 奥谷喬司編 (2000) 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 東京, 1173p.
- Ozawa, T., T. Tanaka and S. Tomida (1998) Pliocene to Early Pleistocene warm water molluscan fauna from the Kakegawa Group, central Japan. Nagoya University Furukawa Museum, Special Report, no. 7, 205p.
- 柴 正博・廣瀬祐市・延原尊美・高木克将・安田美輪・富士幸祐・中村光宏 (2013) 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, 67 卷, p. 1-19.
- 柴 正博・石川智美・横山謙二・田辺 積 (2012) 「田辺 積氏化石コレクション」にみられる鮮新-更新統掛川層群産軟体動物化石群集と化石密集層の形成要因. 東海自然誌 (静岡県自然史研究報告), 5 号, p. 1-29.
- 柴 正博・大石 徹・高原寛和・横山謙二・坂本和子・長谷川祐美・村上千里・有働文雄 (2010) 掛川層群下部層の火山灰層. 海・人・自然 (東海大学博物館研究報告), 10 号, p. 17-50.
- 柴 正博・十河寿寛・川辺匡功・竹島 寛・村上 靖・横山謙二・駿河湾団体研究グループ (1996) 静岡県榛原郡地域の相良層群と掛川層群の層序. 地球科学, 50 卷, p. 441-455.
- 柴 正博・渡辺恭太郎・横山謙二・佐々木昭仁・有働文雄・尾形千里 (2000) 掛川層群上部層の火山灰層. 海・人・自然 (東海大学博物館研究報告), 2 号, p. 53-108.
- 柴 正博・横山謙二・新村龍也・伊藤芳英 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群産鯨目化石発掘調査の成果-地質および堆積環境-. 海・人・自然 (東海大学博物館研究報告), 3 号, p. 77-89.
- 柴 正博・横山謙二・赤尾竜介・加瀬哲也・真田留美・柴田早苗・中本武史・宮本綾子 (2007) 掛川層群上部層におけるシーケンス層序と生層序層準. 亀井節夫先生傘寿記念論文集, p. 219-230.
- 柴 正博・弓矢勝彦・根元謙次 (1993) 駿河湾北東部内浦湾の音響基盤の年代. 東海大学海洋研究所研究報告, 14 号, p. 55-63.
- Tsuchi, R. (1961) On the late Neogene sediments and molluscs in the Tokai region with notes on the geologic history of the Pacific coast of southwest Japan. Japanese Jour. Geol. Geogr., v. 32, p. 437-456.
- Tsuchi, R. (1976) Neogene geology of the Kakegawa district. In Tsuchi, R. ed.: Neogene geology of the Kakegawa district. 1-CPNS, Guidebook for Excursion 3, Kakegawa district, Tokyo, p. 2-21.
- 氏家 宏 (1958) 相良・掛川堆積盆地の地質構造. 日本地質学会第 65 年総会, 日本第三系シンポジウム討論会資料, p. 1-7.
- Ujiié, H. (1962) Geology of Sagara-Kakegawa sedimentary basin in Central Japan. Sci. Rep. Tokyo Kyoiku-Daigaku, v. 8, p. 123-188.