

白亜紀二枚貝Sphenocerasmus(イノセラムス科)の殻彫刻の変異

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-01-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松田, 昌之, 生形, 貴男 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00000360

白亜紀二枚貝 *Sphenoceramus* (イノセラムス科) の 殻彫刻の変異

松田昌之¹・生形貴男¹

Variation of shell sculpture in a Cretaceous bivalve *Sphenoceramus* (Inoceramidae)

Masayuki MATSUDA¹ and Takao UBUKATA¹

Abstract Variation of the external shell sculpture in three species of Late Cretaceous inoceramid bivalve *Sphenoceramus* [*S. naumanni* (YOKOYAMA), *S. orientalis* (SOKOLOV) and *S. schmidtii* (MICHAEL)] from the Upper Yezo Group in northern Hokkaido were studied ontogenetically. Three growth stages β , γ , and δ , characterized by the pattern of commarginal costae, were recognized in *S. naumanni* and *S. schmidtii*, while the γ -stage is absent in *S. orientalis*. The size of the growth stage boundaries, the onset size of the divergent ribs or commarginal undulations of the shell, and the rib density in each growth stage were analyzed in a total of 252 specimens belonging to the three species. *S. orientalis* is distinguished by the early appearance of commarginal undulations of the shell in the β -stage. Large size and lack of divergent ribs in the β -stage is characteristic of *S. naumanni*. Low rib density in the δ -stage, occasionally found in *S. schmidtii*, helps to identify younger individuals lacking the divergent ribs.

Key words: *Sphenoceramus*, inoceramid bivalve, shell sculpture, Cretaceous

はじめに

Sphenoceramus 属は、白亜紀後期のコニアシアン期からカンパニアン期にかけて繁栄したイノセラムス類の一属で、日本をはじめ環太平洋地域の白亜系上部から多産する。このため、本属はこの地域の生層序区分と国際対比に利用されてきた (MATSUMOTO, 1959, 1977; POPNOE *et al.*, 1960; PERGAMENT, 1974; TOSHIMITSU, 1988; TOSHIMITSU *et al.*, 1995)。本属の中には、同心円状の共心円肋に加え、個体発生の途中から殻表面に逆V字型の双叉肋を発達させる種が多くみられる。こうした殻彫刻の特徴は、種分類において重視される形質であるが (NAGAO & MATSUMOTO, 1940; PERGAMENT, 1974;

ZONOVA *et al.*, 1993)、これらの形質の種内変異については必ずしも十分に明らかにされているとは言い難い。本属の中でも、日本をはじめ環太平洋地域から多産する *Sphenoceramus naumanni* (YOKOYAMA) は、生存期間が長く、本属内の種間の系統関係を考察する上で重要な種であるといえる。ところが、本種はその近縁種である *Sphenoceramus orientalis* (SOKOLOV) や *Sphenoceramus schmidtii* (MICHAEL) の成長初期の個体と互いに区別し難いほど形態的によく似ており、種の同定が困難である場合も少なくない。そのため、*S. naumanni* の生存期間は必ずしも明確にされているとはいえ、このことが本属の系統進化を考察する上で問題点である。そこで本研究では、*S. naumanni*, *S. orientalis*, *S. schmidtii* につ

¹ 静岡大学理学部地球科学教室, 422-8529 静岡市大谷 836.

¹ Institute of Geosciences, Shizuoka University, 836 Oya, Shizuoka, 422-8529 Japan.

E-mail: r0514035@ipc.shizuoka.ac.jp (M.M.), sbtubuk@ipc.shizuoka.ac.jp (T.U.)

いて、多くの標本をもとに殻彫刻の種内変異と種間での差異について解析し、諸形質の分類学的評価を行った。小論では、殻彫刻変異の解析結果を基に、個体発生などの段階からこれら3種が形態的に区別されるのかについても論じる。

Sphenoceras naumanni, *S. orientalis*, *S. schmidti* について

S. naumanni (図版1-図A, B, C)の産出レンジはコニアシアン階上部から少なくともカンパニアン階下部に及ぶ(TOSHIMITSU *et al.*, 1995)。一方、*S. orientalis* (図版1-図D, E, F)はカンパニアン階の下部から特徴的に産する(TOSHIMITSU, 1988; TOSHIMITSU *et al.*, 1995)。*S. schmidti* (図版1-図G, H, I)は、従来カンパニアン階の中部を特徴づける示準化石とされてきたが(MATSUMOTO, 1977)、近年になって西日本から本種あるいはそれによく似たものがカンパニアン階の上部やマストリヒチアン階下部より産出することが報告されている(加納ほか, 1989; 田代ほか, 1995; 野田ほか, 1996)。

*S. naumanni*の殻彫刻は共心円状の細肋のみからなるが、NAGAO & MATSUMOTO (1940)は、個々の細肋の形状や構成様式から本種の共心円細肋の中に以下に述べる4つの型を識別し、それぞれの型が個体発生の各段階で順次現れることを明らかにした(図1)。まず、個体発生の初期に現れるのが α 型の彫刻で、肋間に弱い成長輪がみられたり、肋頂が幾分へこむことがある。これに続いて現れる β 型の彫刻では、隣接した2つの細肋が組をなしダブルリングと呼ばれる特有の様式を示す(図版1-図B)。これに続く γ 型の彫刻では、頂の尖った細かい輪が密に現れ(図版1-図A, C)、加えて殻全体がやや波状にうねる。個体発生の最終段階で現れる δ 型の彫刻では、頂の丸い細肋が規則的に繰り返す。それぞれの型の殻彫

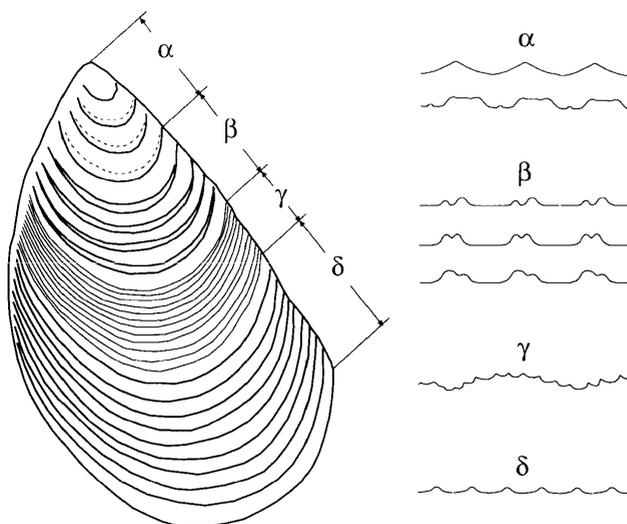


図1 α , β , γ , δ 各タイプの共心円細肋を表す模式図。それぞれのタイプの肋の断面形態を示す。NAGAO & MATSUMOTO (1940)に基づき改作。

Fig. 1 Schematic drawing of an inoceramid shell showing α -, β -, γ - and δ -types of commarginal fine sculpture. Forms of four types of costae in the radial shell section are illustrated. After NAGAO & MATSUMOTO (1940).

刻が出現する殻の大きさは標本によりだいぶ異なる(NAGAO & MATSUMOTO, 1940)。

*S. orientalis*や*S. schmidti*でも、成長の初期には*S. naumanni*と同様に β 型のダブルリングが見られるが、個体発生の途中から*S. naumanni*では見られない肋要素が共心円細肋の上に重なって現れる。*S. orientalis*では、成長途上で波長が長く粗大な共心円肋が二次肋として現れ、これに双叉状ないしは垂放射状の肋が加わる場合がある。本種は、共心円状の装飾のみをもつ*S. orientalis nagaoi* (図版1-図D)とその他の彫刻も認められる*S. orientalis orientalis* (図版1-図E)に区別されている(MATSUMOTO & UEDA, 1962)。*S. orientalis orientalis*の方がより上位の層準から産する(野田・松本, 1976)。また、*S. orientalis nagaoi*を独立の種*S. nagaoi*として扱う立場もある(NODA, 1988)。一方、*S. schmidti*は粗大な二次肋を欠くが、成長の途中から顕著な双叉肋を発達させる(図版1-図G, H, I)。TANABE (1972)は、*S. schmidti*を*S. naumanni*の時代的亜種として位置づけ、*S. naumanni schmidti*とした。

このように、双叉状肋の有無は、*S. naumanni*と*S. schmidti*や*S. orientalis nagaoi*と*S. orientalis orientalis*とを区別する基準となっている。しかしながら、双叉状肋は成長の途中から発現されるため、この形質が“現れていない”比較的小さな個体の同定にはしばしば困難が伴う。

材 料

本研究に使用した標本は、北海道中川郡中川町共和地域に分布する上部蝦夷層群オソウシュナイ層(高橋, 1959; 橋本ほか, 1967)から採集された(図2)。本地域は、5万分の1地質図幅「天塩中川」(長尾, 1962)の南西部および「共和」図幅(小山内ほか, 1960)の北西部に位置する。本地域のオソウシュナイ層は、MATSUMOTO (1942)の層序区分Ⅲc・Ⅲd・Ⅲeにほぼ相当し、*Polyptychoceras pseudogaultinum*, *Eupachydiscus haradai*, *Ainoceras kamuy*, *Canadoceras kossmati*などのアンモナイトを産することから、サントニアン階上部からカンパニアン階にかけての地層であると考えられる(TOSHIMITSU *et al.*, 1995)。

本研究では、*S. naumanni* 169個体、*S. orientalis* 28個体、*S. schmidti* 55個体について、殻彫刻の観察と計測を行った。このうち、*S. naumanni*については、一部の転石標本を除いて、*S. orientalis*や*S. schmidti*が出現しない下位層準の露頭から得られたもののみを用いた。また、*S. orientalis*と*S. schmidti*については、双叉状肋や粗大な共心円肋等の特徴が見られる個体のみを使用し、露頭から採集したものと転石から得られたものを用いた。*S. orientalis*や*S. schmidti*を産出する層準由来の小さな個体は、*S. naumanni*との区別が難しいので、本研究では扱わなかった。また、*S. orientalis nagaoi*を*S. orientalis orientalis*と区別することは難しい場合が少なくないので、2者を一括し*S. orientalis*として扱った。*S. orientalis*で共心円状の彫刻しか認められない標本については、図中で他と区別して示した。本研究で使用した標本は全て静岡大学(SUM)に保管されている。

計測方法

本研究では、殻彫刻の変異を定量的に評価するため

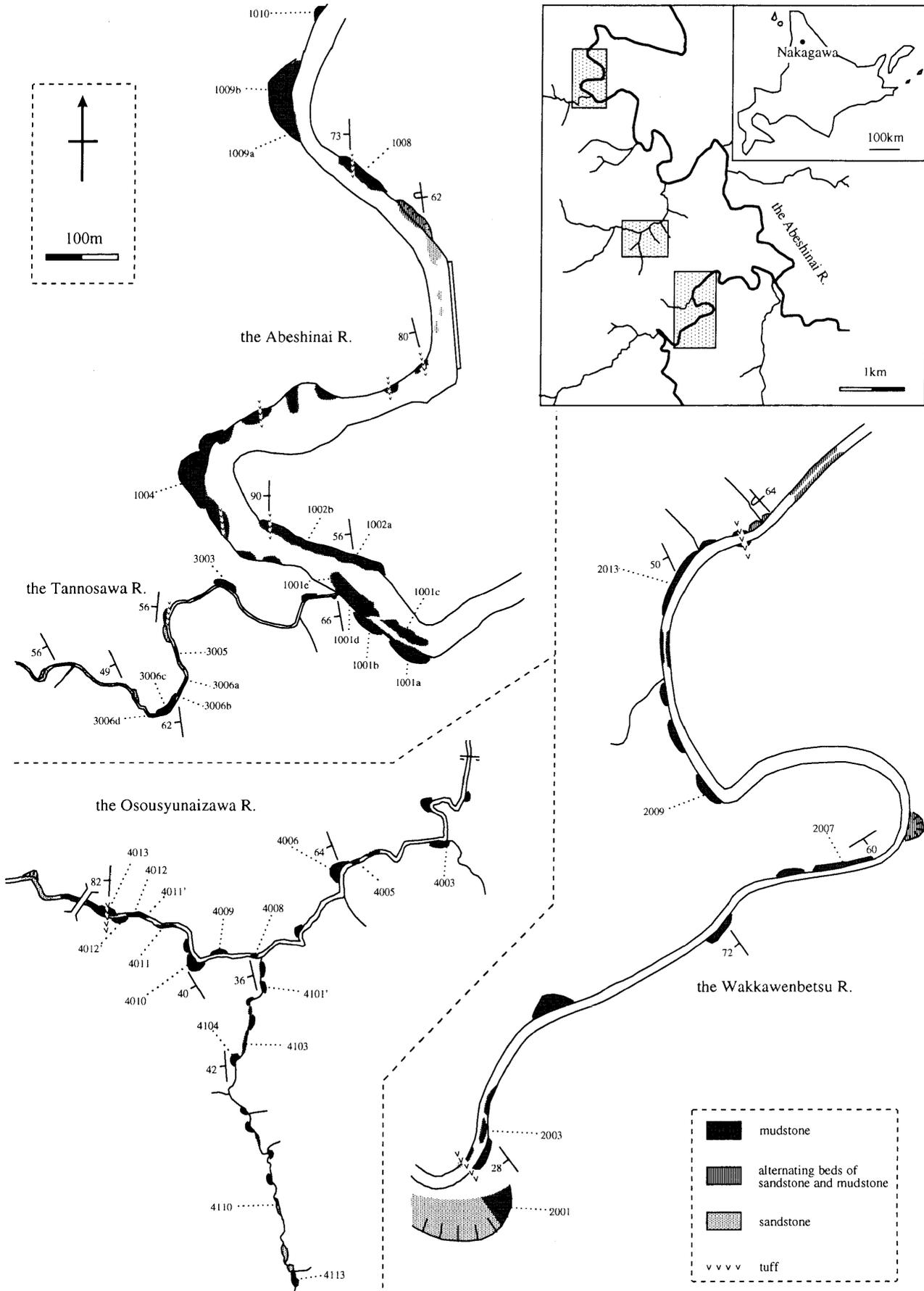


図 2 安平志内川, 炭の沢, オソウシュナイ沢, ワッカウエンベツ川に沿うルートマップ. 化石産出地点を示す. それぞれの露頭番号の前には記号“NS”が付く.

Fig. 2 Route maps along the Abeshinai, the Tannosawa, the Osousyunaizawa and the Wakkawenbetsu Rivers showing fossil localities. All locality numbers have the prefix NS.

に、各型の殻彫刻が出現する殻の大きさと共心円細肋の密度を計測した。通常、二枚貝の殻の大きさは、鉸線の方法を基準にして殻の高さや長さで表すが、イノセラム

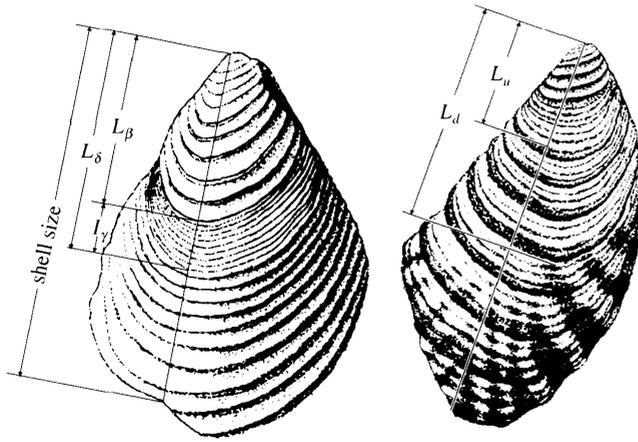


図3 各計測部位を示す図。 L_β は β 期の終わる大きさ、 L_γ は γ 期の間隔、 L_δ は δ 期が始まる大きさ、 L_u は粗い共心円状二次肋が現れる大きさ、 L_d は双叉状肋の出現する大きさをそれぞれ表す。

Fig. 3 Schematic diagram indicating the measurements of the offset size of the β -stage (L_β), the interval of γ -stage (L_γ), the onset size of the δ -stage (L_δ), the onset size of the commarginal undulations (L_u), the onset size of the divaricate ribs (L_d), and the total shell size.

スの場合翼状部が保存されにくいので、鉸線の方法を決定できる標本は著しく限られてしまう。そこで本研究では、最大成長軸に沿った殻の大きさをノギスを用いて計測した。

まず、 β , γ , δ の各型の彫刻によって特徴付けられる成長段階をそれぞれ β 期、 γ 期、 δ 期とし、 β 期が終わる大きさ (L_β)、 γ 期の間隔 (L_γ)、 δ 期が始まる大きさ (L_δ)、双叉状肋が出現する大きさ (L_d)、粗大な共心円状二次肋が現れる大きさ (L_u) をそれぞれ計測した (図3)。なお、殻頂部付近が保存されていない標本が多く、 α 期と β 期の境界が不明瞭な場合が少なくないので、本研究では α 期が終わる大きさを計測対象から除いた。

次に、各成長段階ごとに共心円細肋の間隔を定量化するために、各成長段階ごとに肋密度を見積もった。通常、肋間隔は成長とともに広がるので、肋間隔を縮尺に依存しないように評価しなければならない。UBUKATA & NAKAGAWA (submitted) は、殻の大きさが2倍になるまでの間に新たに生じた肋の数を肋密度として定義した。この定義に従えば、殻の大きさが R 倍になるまでの間に新たに N 本の細肋が加わったとすると、肋密度 D は一般に

$$D = \frac{N \ln 2}{\ln R}$$

と表される。実際の計測では、成長段階の境界から肋間5本分の長さを測り、上記の式で肋密度を求めた。標本の保存状態によっては、肋5本以下で最大限数えられる数の肋間の長さから肋密度を見積もった。本文では、 β , γ , δ の各成長段階の肋密度をそれぞれ D_β , D_γ , D_δ と表記

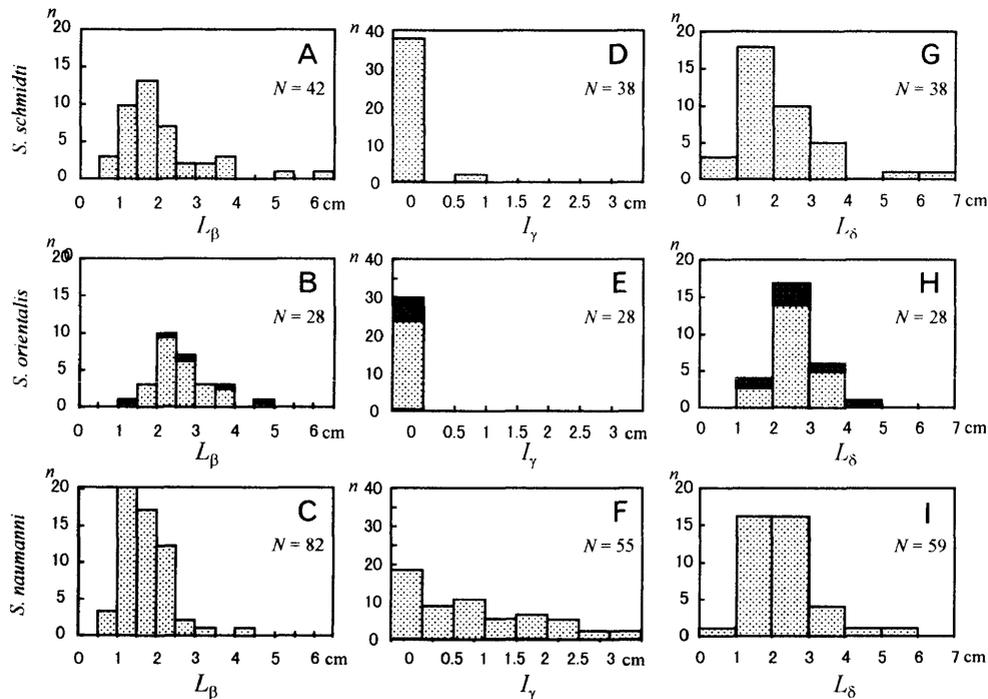


図4 *Sphenoceramus* 各種における L_β , L_γ , L_δ の各値の頻度分布。 N は計測した標本数を、 n は各階級の頻度を表す。 *S. orientalis* (B, E, H) のうち双叉状肋の見られないものは濃色で示してある。

Fig. 4 Diagrams showing size-frequency distributions of parameters L_β , L_γ and L_δ in *Sphenoceramus* spp. N represents the total number of samples examined and n the frequency in each class. Areas of dark gray pattern in B, E and H correspond the frequency of individuals lacking divaricate ribs in *S. orientalis*.

した。

以上の計測値の分散や平均値を種間で比較するために、 F 検定と t 検定を行った。その際、分布が歪んで正規分布を仮定できない計測値については、その値の自然対数を取り、それらが近似的に正規分布に従うかどうかをカイ二乗検定で調べた。その結果、5% 有意水準で正規分布の仮定が反駁されたものについては F 検定や t 検定を行わなかった。 F 検定の結果種間で分散に有意の差が検出された場合にはウェルチの方法により、その他の場合にはスチューデント t 検定によって平均値の差異を検定した。

結果

β 期が終わる大きさ (L_β)

L_β の値は、*S. naumanni* では 0.800~4.485 cm、*S. orientalis* では 1.140~4.505 cm、*S. schmidti* では 0.835~6.430 cm の範囲をとる (図 4 A, B, C)。平均値の t 検定を行うと、*S. orientalis* と他の 2 種との間にそれぞれ 1% 有意水準で差異が検出され (表 1)、*S. orientalis* の β 期の終わる大きさが他の 2 種と比べてやや大きい傾向にあ

る。 L_β の変異の幅は *S. schmidti* でやや大きく (図 4 A)、 F 検定では他の 2 種との間に 5% 有意水準で分散に差が認められた。 L_β の値が 5 cm を超える標本は *S. schmidti* でのみ見られる。*S. schmidti* では β 期と次の成長段階との境界が不明瞭なことが少なくない。

γ 期の間隔 (I_γ)

γ 期は *S. naumanni* のうち β 期の終了が確認された標本の約 80% と *S. schmidti* の約 15% の標本でみられた (図 4 D, F)。*S. orientalis* では、 γ 型の細肋に相当するものは全く認められず (図 4 E)、 β 期が終わると肋頂の丸い δ 型に相当する細肋が規則的な間隔で現れるようになる (図版 1-図 D, E)。 γ 期が出現する標本では、 I_γ の大きさは、*S. naumanni* で 0.180~3.440 cm、*S. schmidti* で 0.685~0.895 cm の範囲をとる。

なお、 γ 期には弱い波状のうねりがみられるが、この弱い波状彫刻はときおり δ 期まで続くことがある。これは、*S. orientalis* にみられる粗大な共心円肋とも似ているが、粗大な共心円肋に比べて肋の波高が低く、共心円肋とは斜交しない。

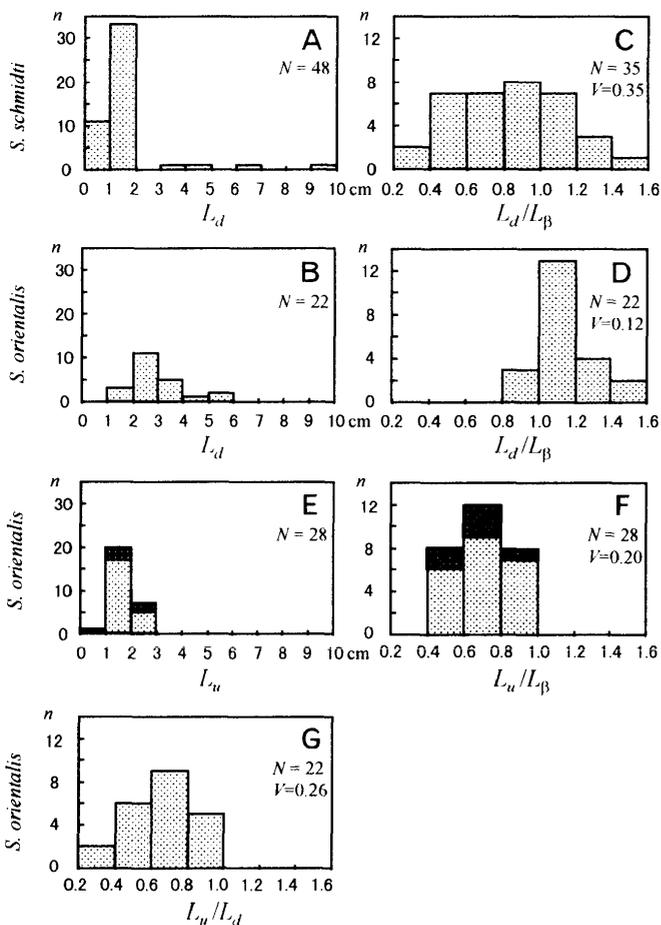


図 5 *S. orientalis* 及び *S. schmidti* における L_u 、 L_d 、 L_u/L_β 、 L_d/L_β 、 L_u/L_d の各値の頻度分布。*S. orientalis* のうち双叉状肋の見られないものは濃色で示してある (E, F)。

Fig. 5 Frequency distributions of L_u , L_d , L_u/L_β , L_d/L_β and L_u/L_d in *S. orientalis* and *S. schmidti*. Dark gray areas in E and F indicate the frequency of individuals lacking divaricate ribs in *S. orientalis*.

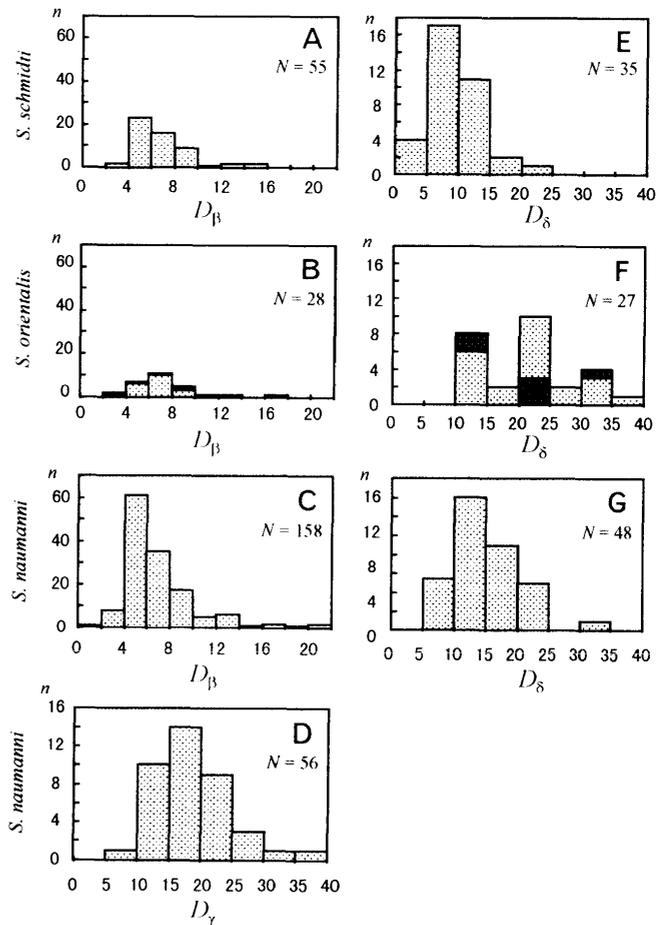


図 6 *Sphenoceramus* 各種のそれぞれの成長段階における肋密度の頻度分布。*S. orientalis* (B, F) のうち双叉状肋の見られないものは濃色で示してある。

Fig. 6 Frequency distributions of the rib density in each growth stage of the shell in *Sphenoceramus* spp.. Frequency of individuals lacking divaricate ribs in *S. orientalis* is shown by the dark gray pattern in the diagram.

δ期が始まる大きさ (L_δ)

L_δ の値は, *S. naumanni*では0.975~5.710 cm, *S. orientalis*では1.140~4.505 cm, *S. schmidti*では0.665~9.305 cmの範囲をとる(図4G, H, I). *S. orientalis*の L_δ の変異幅は他の2種と比べてやや狭く(図4H), F 検定でも5%有意水準で差異が認められる。 L_δ の最頻値は, *S. naumanni*で1~2 cm, *S. orientalis*で2~3 cm, *S. schmidti*で1~3 cmの間にあり, *S. orientalis*が他の2種に比べて大きいように見える。しかし, L_δ の平均値には3種間で統計的に有意な差異は認められない(表1)。

双叉状肋が出現する大きさ (L_d)

L_d 値は, *S. orientalis*で1.750~5.830 cm, *S. schmidti*で0.665~9.305 cmの範囲をとる(図5A, B)。 *S. orientalis*の L_d 値は特定の値に集中することはないようだが(図5B), *S. schmidti*では2 cm以下に集中する傾向がある(図5A)。その一方, *S. schmidti*には6 cm以上の著しく大きな L_d 値を持つ個体も若干みられる(図5A)。 *S. schmidti*の双叉状肋は, 共心円細肋にもとづく成長段階の展開とは同期せずに発現し, β 期から出現する標本もあれば(図版1-図I), γ ないしは δ 期から現れるものもある(図版1-図H)。そこで, 双叉状肋の出現時期と共心円細肋の成長段階との関係を見るために L_d の値を L_β の値で基準化した。 L_d/L_β の値は, *S. schmidti*で0.2~1.6と著しく大きな変異を示すのに対して(図5C), *S. orientalis*では約6割の個体で1.0~1.2の値をとる(図5D)。このことは, *S. orientalis*では共心円細肋が β 期から δ 期へと変わるのとほぼ同時に双叉状肋が出現する傾向にあることを示している。

粗い共心円状二次肋が現れる大きさ (L_u)

*S. orientalis*における L_u の値は0.875~2.955, 最頻値

は1~2 cmの間にある。 L_d と比べると変異が小さい(図5E)。これとは逆に, L_u の値を L_β の値で基準化すると, L_u/L_β は0.41~0.98の値をとり, 0.91~1.52の値をとる L_d/L_β と比べて変異係数が幾分か大きい(図5F)。また, 双叉状肋の出現時期との関係を見るために L_u を L_d で基準化すると, L_u/L_d は0.35~1.0の値をとり, L_d/L_β と比べてやはり大きな変異を示す(図5G)。 L_u/L_β と L_u/L_d の値はいずれも1より小さいことから, *S. orientalis*にみられる共心円状の二次肋は δ 期の開始や双叉状肋の出現に先んじて現れる。

粗い二次肋の波の位相は β 型の位相とは同期しないため, β 期の殻彫刻はしばしば不規則な様相を呈する(図版1-図E)。 δ 期では, 粗い二次肋が δ 型細肋とわずかに斜交することがあり(図版1-図F), この点で*S. naumanni*にみられる弱い波状彫刻とは異なる。

β 期の肋密度 (D_β)

D_β 値は, *S. naumanni*では1.91~29.34, *S. orientalis*では2.12~16.42, *S. schmidti*では3.91~15.60で(図6A, B, C), 肋密度の中でもっとも小さな値をとる。いずれも右に歪んだ非対称な分布をとり(図6A-C), とくに*S. naumanni*では著しく大きな値をとるものが若干みられる。種間での分布の違いはとくに検出されない。

γ 期の肋密度 (D_γ)

D_γ は*S. naumanni*でしか見積もれなかったが, 7.71~36.61の値をとる(図6D)。最頻値は15~20の間にあり, 肋密度の中で最も大きな値をとる。

δ 期の肋密度 (D_δ)

D_δ 値は, *S. naumanni*では5.62~50.87, *S. orientalis*では10.79~36.58, *S. schmidti*では3.02~23.79で(図6

表1 各計測値についての種間での F 検定と t 検定の結果。○, 1%有意水準で差が認められる。△, 5%有意水準で差が認められる。×, 5%有意水準では差が認められない。?。正規分布を仮定できないために F 検定や t 検定を行わなかった。

Table 1 Summary of the results of the F -test and t -test between a pair of species in each parameter. ○. The value of F or t is significant at the level of 1%. △. The value of F or t is significant at the level of 5%. ×. The value of F or t is not significant at the level of 5%. ?. The null hypothesis for a normal distribution of the parameter is rejected by the result of chi-square test, and neither the F -test nor t -test was made.

	F -test		t -test	
$\ln(L_\beta)$	<i>S. orientalis</i>	<i>S. schmidti</i>	$\ln(L_\beta)$	<i>S. orientalis</i> <i>S. schmidti</i>
<i>S. naumanni</i>	×	△	<i>S. naumanni</i>	○ ×
<i>S. orientalis</i>	—	△	<i>S. orientalis</i>	— ○
$\ln(L_\delta)$	<i>S. orientalis</i>	<i>S. schmidti</i>	$\ln(L_\delta)$	<i>S. orientalis</i> <i>S. schmidti</i>
<i>S. naumanni</i>	○	×	<i>S. naumanni</i>	×
<i>S. orientalis</i>	—	△	<i>S. orientalis</i>	— △
L_d/L_δ	<i>S. schmidti</i>		L_d/L_δ	<i>S. schmidti</i>
<i>S. orientalis</i>	○		<i>S. orientalis</i>	○
$\ln(D_\beta)$	<i>S. orientalis</i>	<i>S. schmidti</i>	$\ln(D_\beta)$	<i>S. orientalis</i> <i>S. schmidti</i>
<i>S. naumanni</i>	?	?	<i>S. naumanni</i>	?
<i>S. orientalis</i>	—	×	<i>S. orientalis</i>	— ×
$\ln(D_\delta)$	<i>S. orientalis</i>	<i>S. schmidti</i>	$\ln(D_\delta)$	<i>S. orientalis</i> <i>S. schmidti</i>
<i>S. naumanni</i>	×	×	<i>S. naumanni</i>	○ ○
<i>S. orientalis</i>	—	×	<i>S. orientalis</i>	— ○

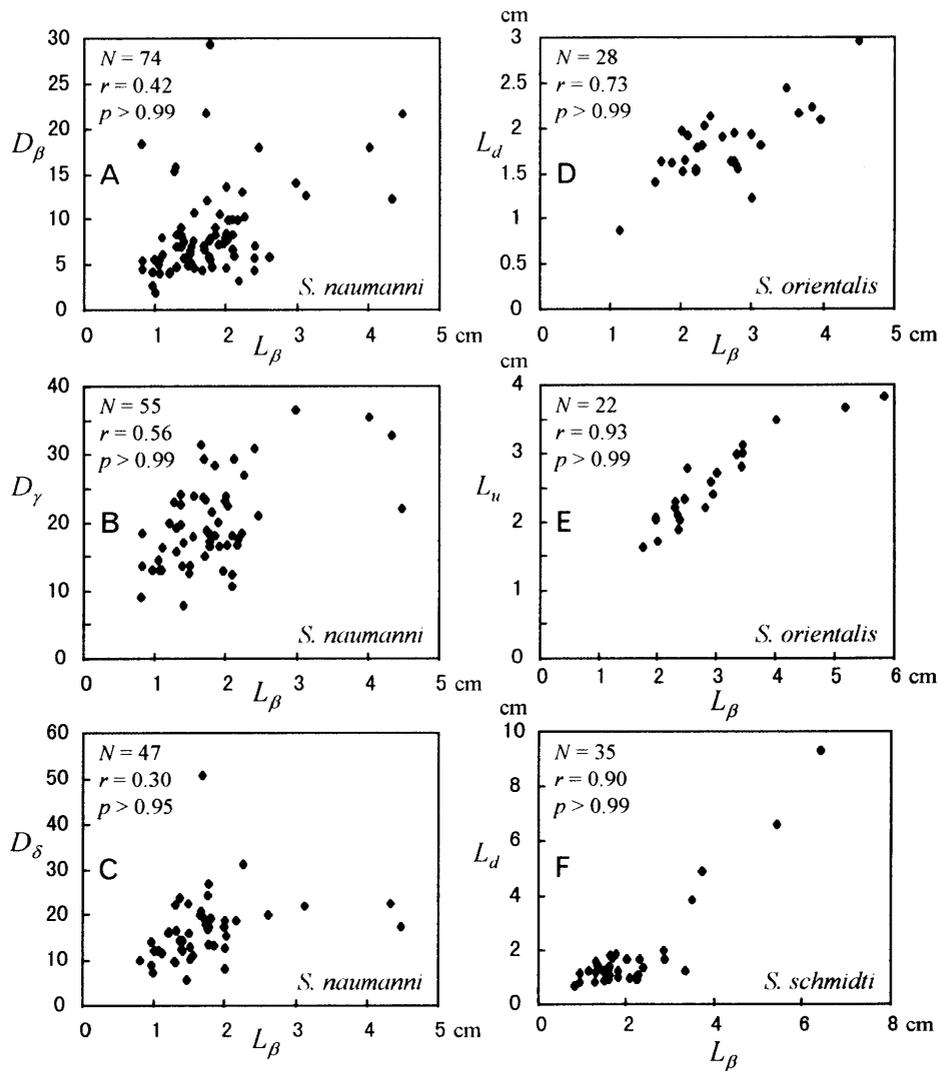


図 7 互いに正の相関を示す変数間の関係。図中の p は相関の信頼度を、 r は相関係数を表す。A-C. *S. naumanni* における β 期の終わる大きさに対する各成長段階の肋密度。D, F. *S. orientalis* および *S. schmidtii* における β 期の終わる大きさに対する双叉肋の現れる大きさ。E. *S. orientalis* における β 期の終わる大きさに対する共心円状二次肋が出現する大きさ。

Fig. 7 Diagrams showing the positive correlation between L_β and another parameters. The confidence level of the correlation in each pair of parameters is represented by p . The correlation coefficient is exhibited by r . A-C. Relationship of the rib density in each phase to the offset size of β -stage in *S. naumanni*. D, F. Relationship of the onset size of divaricate ribs to the offset size of β -stage in *S. orientalis* or *S. schmidtii*. E. Relationship between the onset size of commarginal undulations and the offset size of β -stage in *S. orientalis*.

E, F, G), 平均値に 1% 有意水準で差異が認められる (表 1)。また、 D_β の最頻値は、*S. naumanni* で 1~2 cm, *S. orientalis* で 2~3 cm, *S. schmidtii* で 1~3 cm の間にあり、*S. orientalis* が他の 2 種に比べて大きい。 D_δ の分散には種間の違いはとくに検出されなかった (表 1)。

各変数間の相関

95% 有意水準で相関が認められたものについてその散布図を図 7 に示した。特筆すべきは、*S. naumanni* ではどの成長段階の肋密度も L_β の値と正の相関を示すことである (図 7 A, B, C)。散布図ではいずれもばらつきが大きいものの、 D_β と D_γ は 99% 信頼度で L_β と相関する。このことは、 β 期の終了が早いものほど肋密度が大きくなる傾向にあることを示している。これに対して、*S. orientalis* や *S. schmidtii* では、 L_β と肋密度との間に

有意の相関は認められない。

S. orientalis や *S. schmidtii* では、 L_d や L_u の値と L_β との間に正の相関が認められるが (図 7 D, E, F)、これは β 期の終了が早いものほど双叉状肋や共心円状二次肋の出現も早いことを示している。もっとも、*S. schmidtii* では、極端に L_d の値の大きな 4 個体を除けば、 L_d と L_β との間にそれほど強い相関が認められるわけではない (図 7 F)。

考察

S. naumanni, *S. orientalis*, *S. schmidtii* の 3 種は、成長初期の段階では同じ殻彫刻の特徴を有するために互いに区別し難い。以下の議論では、殻彫刻形態の解析を基に、これら 3 種が成長のどの段階で互いに区別される

のかについて考察する。

まず、 L_β と L_δ の値であるが、いずれも種間で分布幅に大きな違いは認められない(図4)。したがって、 β 期の終わる大きさ(L_β)や δ 期が始まる大きさ(L_δ)に注目してもこれらの種を区別することは難しいといえる。本研究では*S. orientalis* 28個体を使用したか、 γ 期が認められる標本は一つもなかった(図4E)。 γ 期の有無は*S. orientalis*と他の2種とを区別する基準となりうる。また、*S. orientalis*にみられる粗い二次肋は β 期から出現するため、 γ 期の有無が確認できない標本であっても、 β 期における粗い二次肋の有無によって*S. orientalis*か否かを判断することは可能である。*S. orientalis*における L_u/L_β の最大観測値は0.98であるので(図5F)、少なくとも殻の大きさが L_β の1倍以上になっても粗い共心円状二次肋が見られない標本は、*S. orientalis*ではない可能性が高いといえよう。また、 L_u の値はいずれの標本でも3cm未満であることから(図5E)、たとえ β 期が終了していない個体であっても、粗い共心円状二次肋をもたない3cm以上の標本であれば、それは*S. orientalis*ではない可能性が高いといえる。一方、3種間で β 期における肋密度(D_β)の分布の違いはとくに検出されない(図6A, B, C)、 β 型の殻彫刻しかみられない3cm未満の標本を同定することはできない。

次に、双叉状肋の出現時期についてであるが、 L_d の最大値は、*S. orientalis*で5.830cm、*S. schmidtii*で9.305cmであり(付表2, 3)、これらはそれぞれ双叉状肋がみられない*S. orientalis*のうち最大個体の殻の大きさが6.155cmと*S. naumanni*の最大個体の殻の大きさが9.110cmに匹敵する(付表1, 2)。このため、双叉状肋が現れない個体の殻の大きさを見ても、*S. naumanni*や*S. orientalis nagaoui*を*S. schmidtii*や*S. orientalis orientalis*から区別することは難しい。これに対して、 L_d/L_β の最大値は*S. orientalis*で1.52、*S. schmidtii*で1.45である。従って、殻の大きさが L_β 値の1.5倍を大きく上回るにもかかわらず双叉状肋が見られない場合には、それは*S. naumanni*ないしは*S. orientalis nagaoui*である可能性が高いと考えられる。

また、粗い二次肋に注目すると、*S. orientalis*における L_u の最大観測値は2.955cmであることから、殻の大きさが3cmを超えても粗い共心円状二次肋がみられない標本は、*S. orientalis*ではない可能性が高いといえよう。これに対して、 L_u/L_d の値は0.35~1.00と広い範囲をとり、*S. orientalis nagaoui*を*S. orientalis orientalis*から区別する上で有用ではない。

次に、 δ 期の肋密度についてであるが、 D_β 値は、*S. naumanni*では5.62~50.87、*S. schmidtii*では3.02~23.79である(図6E, F, G)。したがって、 D_β 値が少なくとも5以下である標本は*S. schmidtii*である可能性が高く、逆に D_β が25を超えるようなものは*S. naumanni*である可能性が高いといえる。もっとも、そのように D_β が著しく大きいないしは小さい値をとる個体は全体から見ればほんの一部でしかなく、 δ 期の肋密度だけで両者を区別できるのはごく少数の場合に限られる。

以上述べてきたように、本研究で扱った*Sphenoceras* 3種のうち、種を特徴付ける双叉状肋や共心円状の粗大な二次肋が現れていない標本であっても、殻の大きさと L_β の比や γ 期の有無あるいは δ 期の肋密度等によって、種を同定できる場合があるといえる。しかしながら、そうした基準によって種を同定できるのは一部の

標本に限られる。本研究ではそれぞれの計測値を個別に解析したが、若年個体を同定するために更に精度の高い基準を得るためには、それらの計測値を総合的に分析する必要があるだろう。また、本研究で扱った*S. naumanni*や*S. schmidtii*の標本は、これらの種の全産出層準から見ればごく限られた層準のものでしかない。殻彫刻の時代的な変化を含めて種内変異の全貌を明らかにするためには、異なる層準の標本についても検討しなければならないだろう。

まとめ

白亜紀後期のイノセラムス類3種、*Sphenoceras naumanni*, *S. orientalis*, *S. schmidtii*について、 β 期が終わる大きさ、 γ 期の間隔、 δ 期が始まる大きさ、双叉状肋が出現する大きさ、粗大な共心円状肋が現れる大きさ、 $\beta \cdot \gamma \cdot \delta$ の各成長段階の肋密度を計測し、各値の種内・種間変異を明らかにした。

1. *S. orientalis*では、 γ 期が全く見られず、 β 期が終わる大きさも他の2種に比べてやや大きい傾向にある。また、 β 期の途中から粗い共心円状二次肋が見られるようになり、双叉状肋はこれに続いて現れる。少なくとも、 β 期が終了するかあるいは殻の大きさが3cm以上に達すれば、*S. orientalis*を他の2種と区別することができる。
2. 殻の大きさが β 期の終わる大きさの1.5倍以上に達してもなお双叉状肋が見られなければ、その標本は*S. naumanni*である可能性が高い。
3. δ 期の肋密度は、*S. orientalis*でもっとも大きく、*S. naumanni*よりも*S. schmidtii*でやや小さい。しかしながら、その分布は種間で大きく重なっているため、 δ 期の肋密度で種を同定するのは困難な場合が多い。

謝辞

国立科学博物館の重田康成博士には、粗稿の校閲を御願ひし、貴重なご意見を承った。静岡大学の北村晃寿博士には、折に触れて議論して頂いた。Paleontological Research InstitutionのRobert M. Ross博士と静岡大学のM. Satish-KUMAR博士には、英文の校閲をして頂いた。標本の採集に際しては、東京大学の棚部一成教授と静岡大学の長坂勇輝氏にご助力を頂いた。名寄営林署佐久担当区には、国有林野への入林を許可して頂いた。中川町郷土資料館の疋田吉識博士と北海道大学農学部附属演習林中川地方演習林学生宿舎の斎藤御夫妻には、現地滞在中何かとお世話頂いた。ここに記して、上記の方々と並びに関係機関に謝意を表する。

引用文献

- 橋本 互・長尾捨一・菅野三郎・浅賀正義・大友練一・小屋開地稔・戸野 聡・北村一成・平 一弘・和島 実(1967), 中川町の地質及び地下資源. 中川町, 48p.
- 加納 学・利光誠一・田代正之(1989), 鹿児島甕島地域の姫浦層群の層序と堆積相. 高知大学学術研究報告, 38, 157-172.
- MATSUMOTO T. (1942), Fundamentals in the Cretaceous stratigraphy of Japan. Part I. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu Imperial University*,

- Series D, Geology*, 1, 129-280.
- MATSUMOTO T. (1959), Zonation of the Upper Cretaceous in Japan. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Geology*, 9, 55-93.
- MATSUMOTO T. (1977), Zonal correlation of the Upper Cretaceous in Japan. *Palaeontological Society of Japan, Special Papers*, 21, 63-74.
- MATSUMOTO T. & UEDA Y. (1962), Palaeontological notes. Appendix to the type Himenoura Group by UEDA. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Geology*, 12, 161-174.
- 長尾捨一 (1962), 5 万分の 1 地質図幅「天塩中川」および同説明書. 北海道立地下資源調査所, 39 p.
- NAGAO T. & MATSUMOTO T. (1940), A monograph of the Cretaceous *Inoceramus* of Japan. Part 2. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imperial University, Series 4*, 6, 1-64.
- NODA M. (1988), Notes on the Cretaceous inoceramids from Sakhalin, held at Tohoku University, Sendai. *Saito Ho-on Kai Special Publication, Professor Tamio KOTAKA Commemorative Volume*, 137-175.
- 野田雅之・松本達郎 (1976), 日本化石集第 45 集, 日本の中生代貝化石 4 (白亜紀のイノセラムス 1). 築地書館, 東京, 24 p.
- 野田雅之・大塚雅勇・加納 学・利光誠一 (1996), 九州御船層群ならびに姫浦層群より産出する白亜紀イノセラムス. 大分地質学会誌特別号, 2, 1-63.
- 小山内熙・三谷勝利・高橋功二 (1960), 5 万分の 1 地質図幅「共和」および同説明書. 北海道開発庁, 59 p.
- PERGAMENT M. A. (1974), Biostratigrafiya i inotseramy senona (sant - maastrikht) tikhookeanskikh rajonov SSSR. *Trudy GIN*, 260, 1-266.
- POPENOE W. P., IMLAY R. W. & MURPHY M. A. (1960), Correlation of the Cretaceous formations of the Pacific Coast (United States and northwestern Mexico). *Bulletin of the Geological Society of America*, 71, 1491-1540.
- 高橋功二 (1959), 天塩安平志内川流域における安川層群 (いわゆる函淵層群) 下底の不整合について. 地質学雑誌, 65, 537-544.
- TANABE K. (1972), Evolution and mode of life of *Inoceramus (Sphenoceramus) naumanni* YOKOYAMA emend., an Upper Cretaceous bivalve. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, 92, 163-184.
- 田代正之・前田晴良・利光誠一・早川浩司・加納 学・新川直子 (1995), 西日本の上部白亜系から産する "*Sphenoceramus schmidtii* (MICHAE, 1899)" について. 高知大学学術研究報告, 44, 27-45.
- TOSHIMITSU S. (1988), Biostratigraphy of the Upper Cretaceous Santonian stage in northwestern Hokkaido. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Geology*, 26, 125-192.
- TOSHIMITSU S., MATSUMOTO T., NODA M., NISHIDA T. & MAIYA S. (1995), Integrated of mega-, micro- and magneto-stratigraphy of the Upper Cretaceous in Japan. In: CHANG, K.H. & PARK, S.O. (eds.) *Environmental and Tectonic History of East and South Asia with emphasis on Cretaceous correlation (IGCP350)*, Kyungpook National University, Taegu, Korea, 357-370.
- UBUKATA T. & NAKAGAWA Y. (submitted), On the origin of peculiar sculptural pattern of a Cretaceous bivalve *Inoceramus hobetsensis*.
- ZONOVA T. D., KAZINTSOVA L. I. & YAZYKOVA E. A. (1993), *Atlas rukovodyashchikh grupp melovoj fauny Sakhalina*. Nedra, St. Petersburg, Russia, 327 p.

付表 1 *S. naumanni* の標本リストと計測値。転石の産地は括弧内に示す。計測値を見積もれない場合は“?”で表し、その成長段階自体が現れていない場合(—)と区別して示す。

Appendix table 1. List of materials studied and summary of biometric data in *S. naumanni*. The numbers in parentheses indicate the locality from which the calcareous nodule in the river gravel was obtained. ?. The value of the parameter cannot be estimated in the phase. —. The phase is absent.

register no.	locality	L_{β} (cm)	I_r (cm)	L_{δ} (cm)	L_u	L_d	D_{β}	D_r	D_{δ}	shell size(cm)
SUM-MM-B0001	NS1001a	0.800	2.150	2.950	—	—	?	?	?	3.980
SUM-MM-B0002	NS1001a	1.305	0.000	1.305	—	—	6.89	—	9.41	3.160
SUM-MM-B0003	NS1001a	2.015	0.000	2.015	—	—	13.59	—	12.86	2.500
SUM-MM-B0004	NS1001a	?	—	—	—	—	4.04	—	—	1.470
SUM-MM-B0005	NS1001a	?	—	—	—	—	8.55	—	—	2.860
SUM-MM-B0006	NS1001a	?	—	—	—	—	6.12	—	—	1.875
SUM-MM-B0007	NS1001a	?	—	—	—	—	9.32	—	—	1.450
SUM-MM-B0008	NS1001a	2.010	0.315	2.325	—	—	4.56	23.81	18.82	2.795
SUM-MM-B0009	NS1001a	?	—	—	—	—	7.12	—	—	1.660
SUM-MM-B0010	NS1001a	1.375	?	—	—	—	6.95	19.75	—	1.475
SUM-MM-B0011	NS1001a	?	—	—	—	—	6.91	—	—	2.510
SUM-MM-B0012	NS1001a	0.830	2.130	2.960	—	—	4.45	18.53	?	4.105
SUM-MM-B0013	NS1001a	?	—	—	—	—	4.78	—	—	1.280
SUM-MM-B0014	NS1001a	1.225	0.000	1.225	—	—	4.27	—	16.32	3.855
SUM-MM-B0015	NS1001a	1.300	0.000	1.300	—	—	15.79	—	9.83	2.285
SUM-MM-B0016	NS1001a	1.000	0.000	1.000	—	—	5.61	—	7.23	1.615
SUM-MM-B0017	NS1001a	1.215	0.390	1.605	—	—	4.08	19.92	16.03	1.750
SUM-MM-B0018	NS1001a	1.120	0.000	1.120	—	—	?	—	11.56	2.300
SUM-MM-B0019	NS1001a	?	?	3.835	—	—	?	26.83	33.73	4.250
SUM-MM-B0020	NS1001a	?	—	—	—	—	5.06	—	—	1.900
SUM-MM-B0021	NS1001b	2.235	?	—	—	—	13.09	18.51	—	2.905
SUM-MM-B0022	NS1001b	1.115	?	—	—	—	6.16	16.36	—	1.565
SUM-MM-B0023	NS1001b	1.515	0.000	1.515	—	—	5.22	—	13.01	1.875
SUM-MM-B0024	NS1001b	?	—	—	—	—	7.56	—	—	1.360
SUM-MM-B0025	NS1001b	1.410	1.090	2.500	—	—	5.73	16.94	12.12	3.950
SUM-MM-B0026	NS1001b	1.900	?	—	—	—	7.15	20.15	—	4.765
SUM-MM-B0027	NS1001b	2.040	?	—	—	—	9.95	22.46	—	2.455
SUM-MM-B0028	NS1001b	0.830	?	—	—	—	5.36	13.56	—	1.880
SUM-MM-B0029	NS1001b	?	—	—	—	—	5.59	—	—	1.970
SUM-MM-B0030	NS1001b	?	—	—	—	—	5.38	—	—	1.600
SUM-MM-B0031	NS1001b	?	—	—	—	—	5.89	—	—	1.405
SUM-MM-B0032	NS1001b	?	—	—	—	—	6.56	—	—	1.645
SUM-MM-B0033	NS1001b	?	—	—	—	—	2.80	—	—	1.420
SUM-MM-B0034	NS1001b	?	—	—	—	—	6.81	—	—	1.065
SUM-MM-B0035	NS1001b	?	—	—	—	—	8.15	—	—	1.530
SUM-MM-B0036	NS1001b	2.020	0.000	2.020	—	—	8.44	—	8.18	2.605
SUM-MM-B0037	NS1001b	?	—	—	—	—	4.94	—	—	1.150
SUM-MM-B0038	NS1001b	?	—	—	—	—	5.10	—	—	1.480
SUM-MM-B0039	NS1001b	?	—	—	—	—	5.96	—	—	1.145
SUM-MM-B0040	NS1001b	?	—	—	—	—	4.22	—	—	1.080
SUM-MM-B0041	NS1001b	?	—	—	—	—	4.82	—	—	0.985
SUM-MM-B0042	NS1001b	1.390	0.230	1.620	—	—	8.08	13.58	12.55	2.520
SUM-MM-B0043	NS1001b	?	—	—	—	—	13.85	—	—	2.800
SUM-MM-B0044	NS1001b	?	—	—	—	—	4.98	—	—	2.235
SUM-MM-B0045	NS1001b	2.095	?	—	—	—	8.23	18.07	—	3.195
SUM-MM-B0046	NS1001b	?	—	—	—	—	5.02	—	—	2.025
SUM-MM-B0047	NS1001b	2.175	0.505	2.680	—	—	9.85	16.60	18.68	4.505
SUM-MM-B0048	NS1001b	?	—	—	—	—	6.21	—	—	2.010
SUM-MM-B0049	NS1001c	1.775	1.010	2.785	—	—	7.60	18.47	24.51	3.300
SUM-MM-B0050	NS1001c	1.375	0.180	1.555	—	—	8.29	22.54	14.45	3.350
SUM-MM-B0051	NS1001c	2.980	?	—	—	—	13.96	36.61	—	3.095
SUM-MM-B0052	NS1001c	?	—	—	—	—	4.08	—	—	1.520
SUM-MM-B0053	NS1001c	1.855	0.885	2.740	—	—	9.15	28.43	13.40	3.200
SUM-MM-B0054	NS1001c	?	—	—	—	—	5.33	—	—	1.715
SUM-MM-B0055	NS1001d	1.975	?	—	—	—	7.38	12.79	—	2.085
SUM-MM-B0056	NS1001d	0.975	0.000	0.975	—	—	2.73	—	8.91	2.680
SUM-MM-B0057	NS1001d	1.215	0.000	1.215	—	—	?	—	?	5.855
SUM-MM-B0058	NS1001d	1.780	0.000	1.780	—	—	5.86	—	16.84	4.055
SUM-MM-B0059	NS1001d	?	—	—	—	—	3.81	—	—	3.105

sample no.	locality	L_{β} (cm)	I_{γ} (cm)	L_{δ} (cm)	L_u	L_d	D_{β}	D_{γ}	D_{δ}	shell size(cm)
SUM-MM-B0060	NS1001d	?	-	-	-	-	5.64	-	-	2.635
SUM-MM-B0061	NS1001d	?	-	-	-	-	6.06	-	-	1.400
SUM-MM-B0062	NS1001d	?	-	-	-	-	8.66	-	-	2.380
SUM-MM-B0063	NS1001d	?	-	-	-	-	10.50	-	-	1.850
SUM-MM-B0064	NS1001d	1.730	1.030	2.760	-	-	21.73	23.28	?	4.270
SUM-MM-B0065	NS1001d	1.105	1.560	2.665	-	-	7.96	13.11	?	3.095
SUM-MM-B0066	NS1001d	?	-	-	-	-	8.12	-	-	1.525
SUM-MM-B0067	NS1001d	?	-	-	-	-	7.46	-	-	2.355
SUM-MM-B0068	NS1001d	?	-	-	-	-	5.83	-	-	2.955
SUM-MM-B0069	NS1001d	?	-	-	-	-	4.75	-	-	2.075
SUM-MM-B0070	NS1001d	?	-	-	-	-	5.18	-	-	1.600
SUM-MM-B0071	NS1001e	?	-	-	-	-	5.45	-	-	2.670
SUM-MM-B0072	NS1001e	1.915	?	-	-	-	10.58	16.41	-	4.650
SUM-MM-B0073	NS1001e	1.475	1.590	3.065	-	-	?	?	?	4.975
SUM-MM-B0074	NS1001e	?	-	-	-	-	5.90	-	-	1.620
SUM-MM-B0075	NS1001e	?	-	-	-	-	2.27	-	-	1.025
SUM-MM-B0076	NS1001e	?	-	-	-	-	7.17	-	-	0.755
SUM-MM-B0077	NS1001e	?	-	-	-	-	8.48	-	-	4.010
SUM-MM-B0078	NS1001e	?	-	-	-	-	7.37	-	-	2.320
SUM-MM-B0079	NS1001e	?	-	-	-	-	8.78	-	-	0.920
SUM-MM-B0080	NS1001e	2.105	?	-	-	-	10.03	12.38	-	2.490
SUM-MM-B0081	NS1001e	?	-	-	-	-	6.92	-	-	2.145
SUM-MM-B0082	NS1001e	?	-	-	-	-	4.48	-	-	1.345
SUM-MM-B0083	NS1002a	1.520	0.000	1.520	-	-	6.90	-	10.19	7.520
SUM-MM-B0084	NS1002a	?	-	-	-	-	3.89	-	-	1.120
SUM-MM-B0085	NS1002a	2.420	?	-	-	-	7.05	30.99	-	3.165
SUM-MM-B0086	NS1002a	1.570	?	-	-	-	10.68	23.81	-	2.360
SUM-MM-B0087	NS1002a	2.470	?	-	-	-	17.89	21.02	-	3.435
SUM-MM-B0088	NS1002a	?	-	-	-	-	5.42	-	-	1.905
SUM-MM-B0089	NS1002a	1.700	0.505	2.205	-	-	6.59	29.31	?	3.485
SUM-MM-B0090	NS1002a	1.810	1.525	3.335	-	-	4.77	21.55	19.15	4.455
SUM-MM-B0091	NS1002a	1.560	0.000	1.560	-	-	4.61	-	11.24	2.845
SUM-MM-B0092	NS1002a	4.485	0.760	5.245	-	-	21.59	22.14	17.41	6.400
SUM-MM-B0093	NS1002a	3.125	-	3.125	-	-	12.63	-	22.03	5.655
SUM-MM-B0094	NS1002b	?	-	-	-	-	5.15	-	-	1.000
SUM-MM-B0095	NS1002b	?	-	-	-	-	5.57	-	-	1.835
SUM-MM-B0096	NS1002b	?	-	-	-	-	7.41	-	-	1.485
SUM-MM-B0097	NS1002b	0.815	0.290	1.105	-	-	18.39	9.11	10.15	2.685
SUM-MM-B0098	NS1002b	?	-	-	-	-	16.81	-	-	1.020
SUM-MM-B0099	NS1002b	?	-	-	-	-	5.23	-	-	1.280
SUM-MM-B0100	NS1002b	?	-	-	-	-	5.43	-	-	1.760
SUM-MM-B0101	NS1002b	?	-	-	-	-	7.82	-	-	1.495
SUM-MM-B0102	NS1002b	?	-	-	-	-	4.80	-	-	1.380
SUM-MM-B0103	NS1002	?	-	-	-	-	13.85	-	-	2.710
SUM-MM-B0104	NS1002	1.315	0.400	1.715	-	-	?	15.66	11.56	5.045
SUM-MM-B0105	NS1002	1.795	0.760	2.555	-	-	7.94	?	13.59	3.470
SUM-MM-B0106	NS1009	1.505	0.000	1.505	-	-	6.46	-	16.10	4.795
SUM-MM-B0107	(NS1000)	2.160	0.000	2.160	-	-	?	-	?	6.455
SUM-MM-B0108	(NS2009)	1.715	1.775	3.490	-	-	?	15.05	19.24	5.575
SUM-MM-B0109	(NS2009)	1.795	1.580	3.375	-	-	29.34	16.47	26.89	6.265
SUM-MM-B0110	(NS2009)	2.270	3.440	5.710	-	-	10.27	27.05	31.35	8.315
SUM-MM-B0111	(NS2009)	?	-	-	-	-	6.90	-	-	2.000
SUM-MM-B0112	(NS2009)	1.495	3.005	4.500	-	-	6.07	12.45	22.60	9.110
SUM-MM-B0113	(NS2009)	4.020	?	-	-	-	17.97	35.48	-	4.700
SUM-MM-B0114	(NS2009)	1.695	2.140	3.835	-	-	7.03	23.77	50.87	3.995
SUM-MM-B0115	(NS2009)	1.285	?	-	-	-	15.33	22.94	-	4.635
SUM-MM-B0116	(NS2009)	1.475	1.500	2.975	-	-	4.83	?	5.62	5.510
SUM-MM-B0117	(NS2009)	1.555	?	-	-	-	7.59	17.98	-	2.200

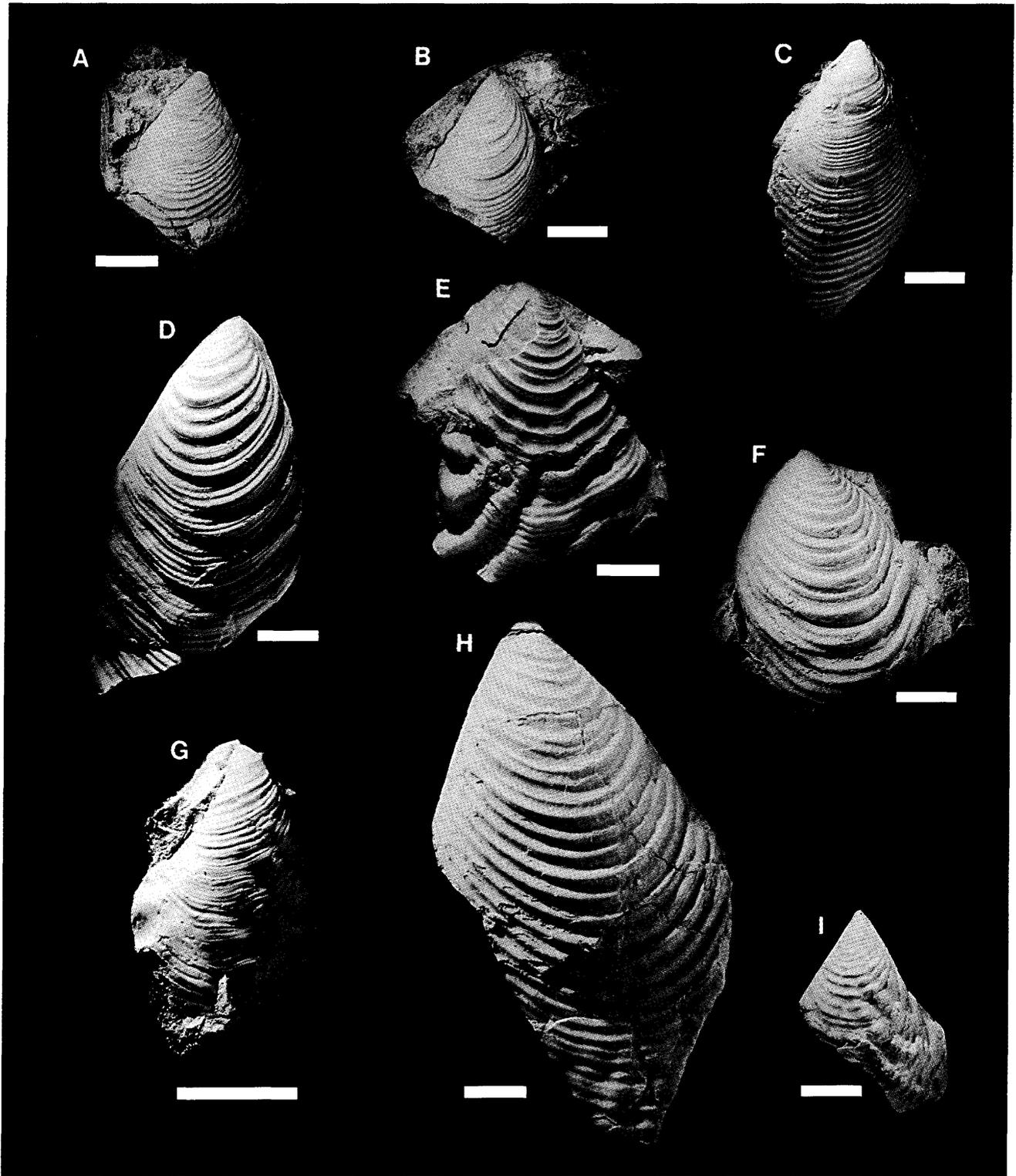
sample no.	locality	L_{β} (cm)	I_{γ} (cm)	L_{δ} (cm)	L_u	L_d	D_{β}	D_{γ}	D_{δ}	shell size(cm)
SUM-MM-B0118	(NS2009)	1.375	1.840	3.215	-	-	9.11	24.14	23.95	6.440
SUM-MM-B0119	(NS2009)	4.345	0.485	4.830	-	-	12.23	32.75	22.42	6.185
SUM-MM-B0120	(NS2009)	2.130	?	-	-	-	6.04	29.38	-	3.595
SUM-MM-B0121	(NS2009)	2.415	-	2.415	-	-	4.38	-	?	5.560
SUM-MM-B0122	(NS2009)	1.860	?	-	-	-	8.30	18.04	-	3.185
SUM-MM-B0123	(NS2009)	2.030	1.055	3.085	-	-	7.78	16.56	15.52	5.765
SUM-MM-B0124	(NS2009)	1.415	2.745	4.160	-	-	7.47	7.71	14.32	4.810
SUM-MM-B0125	(NS2009)	1.660	2.565	4.225	-	-	?	31.48	20.20	6.600
SUM-MM-B0126	(NS2009)	1.740	0.275	2.015	-	-	12.05	18.90	17.89	4.725
SUM-MM-B0127	(NS2009)	2.000	2.105	4.105	-	-	7.97	23.14	17.38	4.815
SUM-MM-B0128	NS3003	1.305	0.695	2.000	-	-	4.76	?	?	3.470
SUM-MM-B0129	NS3003	1.310	0.715	2.025	-	-	8.24	19.10	22.34	3.780
SUM-MM-B0130	NS3003	?	-	-	-	-	5.31	-	-	2.505
SUM-MM-B0131	NS3003	?	-	-	-	-	5.14	-	-	1.600
SUM-MM-B0132	NS3003	?	-	-	-	-	7.23	-	-	1.470
SUM-MM-B0133	NS3003	?	-	-	-	-	6.41	-	-	1.245
SUM-MM-B0134	NS4005	1.055	?	-	-	-	5.03	14.44	-	1.705
SUM-MM-B0135	NS4005	?	-	-	-	-	4.38	-	-	1.170
SUM-MM-B0136	NS4005	?	-	-	-	-	6.14	-	-	1.970
SUM-MM-B0137	NS4005	1.010	0.000	1.010	-	-	1.91	-	12.35	1.130
SUM-MM-B0138	NS4005	?	-	-	-	-	5.06	-	-	1.250
SUM-MM-B0139	NS4005	?	-	-	-	-	8.12	-	-	0.830
SUM-MM-B0140	NS4005	?	-	-	-	-	7.87	-	-	1.460
SUM-MM-B0141	NS4005	?	-	-	-	-	9.28	-	-	1.765
SUM-MM-B0142	NS4005	?	-	-	-	-	6.15	-	-	1.660
SUM-MM-B0143	NS4005	?	-	-	-	-	7.56	-	-	1.550
SUM-MM-B0144	NS4006	2.180	?	-	-	-	3.21	17.50	-	2.455
SUM-MM-B0145	NS4009	1.790	0.785	2.575	-	-	5.61	17.16	17.47	4.145
SUM-MM-B0146	NS4009	?	-	-	-	-	4.36	-	-	1.715
SUM-MM-B0147	NS4009	?	-	-	-	-	4.45	-	-	1.655
SUM-MM-B0148	NS4009	?	-	-	-	-	3.89	-	-	1.220
SUM-MM-B0149	NS4009	?	-	-	-	-	5.09	-	-	1.235
SUM-MM-B0150	NS4009	?	-	-	-	-	5.82	-	-	1.115
SUM-MM-B0151	NS4009	?	-	-	-	-	4.37	-	-	0.810
SUM-MM-B0152	NS4009	?	-	-	-	-	7.53	-	-	1.925
SUM-MM-B0153	NS4009	1.510	?	-	-	-	6.22	13.76	-	1.670
SUM-MM-B0154	NS4009	?	-	-	-	-	4.06	-	-	1.020
SUM-MM-B0155	NS4009	?	-	-	-	-	4.23	-	-	1.930
SUM-MM-B0156	NS4009	?	-	-	-	-	3.70	-	-	1.210
SUM-MM-B0157	NS4009	?	-	-	-	-	5.26	-	-	1.285
SUM-MM-B0158	NS4009	2.415	2.050	4.465	-	-	5.67	?	?	4.880
SUM-MM-B0159	NS4009	1.670	0.770	2.440	-	-	4.35	?	20.83	4.155
SUM-MM-B0160	NS4009	2.620	0.000	2.620	-	-	5.79	-	20.19	4.385
SUM-MM-B0161	NS4009	?	-	-	-	-	6.70	-	-	1.820
SUM-MM-B0162	NS4009	?	?	-	-	-	?	?	-	1.590
SUM-MM-B0163	NS4009	?	?	-	-	-	?	?	-	0.840
SUM-MM-B0164	NS4009	?	-	-	-	-	4.65	-	-	1.570
SUM-MM-B0165	NS4009	?	-	-	-	-	11.77	-	-	1.725
SUM-MM-B0166	NS4009	0.970	0.965	1.935	-	-	4.25	13.05	14.09	2.135
SUM-MM-B0167	NS4009	1.065	?	-	-	-	4.11	13.04	-	2.125
SUM-MM-B0168	NS4009	2.095	?	-	-	-	6.71	10.70	-	2.715
SUM-MM-B0169	NS4009	1.070	-	1.070	-	-	5.50	-	12.12	1.345

付表 2 *S. orientalis* の標本リストと計測値.Appendix table 2 List of materials studied and summary of biometric data in *S. orientalis*.

sample no.	locality	L_{β} (cm)	I_{γ}	L_{δ} (cm)	L_u (cm)	L_d (cm)	D_{β}	D_{γ}	D_{δ}	shell size(cm)
SUM-MM-B0170	NS1004	2.720	-	2.720	1.635	3.025	7.68	-	20.47	4.460
SUM-MM-B0171	NS1009a	2.100	-	2.100	1.910	2.350	6.22	-	13.30	2.725
SUM-MM-B0172	NS1009	1.720	-	1.720	1.630	2.005	8.22	-	34.11	3.560
SUM-MM-B0173	NS1009	2.210	-	2.210	1.525	2.810	7.87	-	23.00	3.575
SUM-MM-B0174	NS1009	3.010	-	3.010	1.225	3.465	4.36	-	23.25	3.565
SUM-MM-B0175	NS1009	2.020	-	2.020	1.975	1.975	6.66	-	10.79	2.985
SUM-MM-B0176	NS1009	2.025	-	2.025	1.525	2.390	7.62	-	13.82	2.475
SUM-MM-B0177	NS1009	2.810	-	2.810	1.545	3.435	6.46	-	16.43	3.660
SUM-MM-B0178	NS1009	2.755	-	2.755	1.625	-	9.16	-	20.87	4.065
SUM-MM-B0179	NS1009	3.490	-	3.490	2.445	4.015	6.01	-	23.47	5.330
SUM-MM-B0180	NS1009	2.300	-	2.300	1.800	2.310	6.82	-	22.91	3.990
SUM-MM-B0181	NS1009	3.125	-	3.125	1.810	3.455	5.38	-	13.84	4.400
SUM-MM-B0182	NS1009	2.415	-	2.415	2.135	2.955	4.65	-	22.85	8.030
SUM-MM-B0183	(NS1010)	2.995	-	2.995	1.925	3.360	4.70	-	31.68	4.055
SUM-MM-B0184	(NS1010)	2.060	-	2.060	1.645	1.985	16.42	-	13.96	2.275
SUM-MM-BM0185	(NS2000)	3.965	-	3.965	2.095	-	4.69	-	21.85	5.630
SUM-MM-B0186	NS3005	2.210	-	2.210	1.545	2.295	4.44	-	14.04	6.125
SUM-MM-B0187	NS4012'	2.230	-	2.230	1.785	-	9.14	-	14.91	2.765
SUM-MM-B0188	(NS4010)	1.880	-	1.880	1.620	2.365	6.06	-	25.29	2.745
SUM-MM-B0189	(NS4011')	3.670	-	3.670	2.160	5.185	10.73	-	?	7.610
SUM-MM-B0190	(NS4011')	1.140	-	1.140	0.875	-	6.73	-	14.97	1.735
SUM-MM-B0191	(NS4011')	2.780	-	2.780	1.590	2.525	9.39	-	28.09	4.265
SUM-MM-B0192	(NS4011')	3.845	-	3.845	2.220	5.830	6.28	-	36.58	10.115
SUM-MM-B0193	(NS4012)	4.505	-	4.505	2.955	-	13.40	-	23.82	4.775
SUM-MM-B0194	(NS4012')	2.590	-	2.590	1.895	2.920	4.44	-	17.67	3.445
SUM-MM-B0195	(NS4104)	1.635	-	1.635	1.400	1.750	2.12	-	20.90	3.155
SUM-MM-B0196	(NS4104)	2.335	-	2.335	2.025	2.480	9.01	-	30.57	6.625
SUM-MM-B0197	(NS4113)	2.750	-	2.750	1.940	-	3.97	-	30.55	6.155

付表 3 *S. schmidti* の標本リストと計測値.Appendix table 3 List of materials studied and summary of biometric data in *S. schmidti*.

sample no.	locality	L_β (cm)	I_r (cm)	L_δ (cm)	L_u	L_d (cm)	D_β	D_r	D_δ	shell size(cm)
SUM-MM-B0198	NS1004	6.430	0.000	6.430	-	9.305	9.83	-	11.19	14.575
SUM-MM-B0199	NS1004	1.310	0.000	1.310	-	1.605	8.47	-	?	2.620
SUM-MM-B0200	NS1004	1.605	0.000	1.605	-	1.295	5.34	-	4.49	3.475
SUM-MM-B0201	NS1004	1.480	0.000	1.480	-	1.240	6.06	-	7.82	3.405
SUM-MM-B0202	NS1004	0.955	0.000	0.955	-	0.820	8.17	-	7.32	1.395
SUM-MM-B0203	NS1004	2.100	0.000	2.100	-	0.955	4.46	-	6.26	4.080
SUM-MM-B0204	NS1004	1.560	0.000	1.560	-	?	4.23	-	7.58	4.265
SUM-MM-B0205	NS1004	2.060	0.000	2.060	-	?	5.65	-	3.02	4.100
SUM-MM-B0206	NS1004	1.215	0.000	1.215	-	-	8.05	-	14.01	1.635
SUM-MM-B0207	NS1009b	3.220	0.000	3.220	-	?	7.55	-	13.89	5.045
SUM-MM-B0208	NS1009	0.945	0.000	0.945	-	1.110	4.41	-	6.39	2.030
SUM-MM-B0209	NS1009	1.375	0.000	1.375	-	?	12.20	-	?	1.910
SUM-MM-B0210	NS1009	1.785	0.000	1.785	-	1.860	12.41	-	7.37	2.600
SUM-MM-B0211	NS3006	1.820	0.000	1.820	-	1.215	4.70	-	4.65	6.000
SUM-MM-B0212	(NS1008)	?	-	-	-	1.125	5.20	-	-	1.500
SUM-MM-B0213	(NS1008)	1.515	?	-	-	0.875	7.10	?	-	1.965
SUM-MM-B0214	(NS1008)	1.835	?	-	-	1.230	9.12	?	-	2.405
SUM-MM-B0215	(NS1009)	2.320	0.000	2.320	-	1.670	4.59	-	10.21	6.000
SUM-MM-B0216	(NS1000)	1.195	0.000	1.195	-	?	4.87	-	4.85	1.590
SUM-MM-B0217	NS2003	?	-	-	-	1.900	5.11	-	-	1.980
SUM-MM-B0218	(NS2000)	0.835	0.000	0.835	-	0.665	5.61	-	5.25	1.845
SUM-MM-B0219	NS3005	1.600	0.895	2.495	-	1.345	6.39	?	23.79	3.000
SUM-MM-B0220	NS3005	1.150	0.685	1.835	-	1.225	10.83	?	7.42	2.165
SUM-MM-B0221	NS3005	1.380	?	-	-	1.380	8.48	?	-	2.300
SUM-MM-B0222	NS3005	5.440	0.000	5.440	-	6.615	9.35	-	10.86	20.300
SUM-MM-B0223	NS3005	3.520	0.000	3.520	-	3.860	9.40	-	10.64	26.500
SUM-MM-B0224	NS3006a	1.625	0.000	1.625	-	1.090	6.58	-	11.09	1.960
SUM-MM-B0225	NS3006a	1.290	0.000	1.290	-	0.810	7.36	-	6.46	3.490
SUM-MM-B0226	NS3006a	1.605	0.000	1.605	-	0.915	6.92	-	6.91	3.350
SUM-MM-B0227	NS3006a	2.860	0.000	2.860	-	2.000	5.54	-	7.67	4.105
SUM-MM-B0228	NS3006a	2.260	0.000	2.260	-	0.890	7.63	-	8.12	5.715
SUM-MM-B0229	NS3006b	?	-	-	-	1.600	3.91	-	-	1.600
SUM-MM-B0230	NS3006b	?	-	-	-	1.090	5.00	-	-	1.090
SUM-MM-B0231	NS3006b	?	-	-	-	1.250	5.16	-	-	1.165
SUM-MM-B0232	NS3006b	?	-	-	-	1.055	4.38	-	-	1.225
SUM-MM-B0233	NS3006b	?	-	-	-	1.625	7.02	-	-	1.990
SUM-MM-B0234	NS3006b	3.735	0.000	3.735	-	4.905	7.69	-	16.29	7.070
SUM-MM-B0235	NS3006b	3.705	0.000	3.705	-	?	5.86	-	16.45	7.585
SUM-MM-B0236	NS3006c	?	-	-	-	1.400	5.30	-	-	1.625
SUM-MM-B0237	NS3006c	?	-	-	-	1.135	5.47	-	-	1.535
SUM-MM-B0238	NS3006c	?	-	-	-	0.990	6.10	-	-	1.245
SUM-MM-B0239	NS3006c	1.820	?	-	-	0.990	5.77	?	-	2.200
SUM-MM-B0240	NS3006c	2.385	0.000	2.385	-	1.365	6.21	-	5.64	3.050
SUM-MM-B0241	NS3006c	?	-	-	-	0.845	4.46	-	-	1.480
SUM-MM-B0242	NS3006c	?	-	-	-	0.925	15.60	-	-	1.255
SUM-MM-B0243	NS3006c	2.025	0.000	2.025	-	1.680	7.18	-	12.34	2.535
SUM-MM-B0244	NS3006d	2.895	0.000	2.895	-	1.695	6.84	-	10.22	6.105
SUM-MM-B0245	NS3006d	1.315	0.000	1.315	-	1.195	7.43	-	6.87	4.410
SUM-MM-B0246	NS3006d	1.625	0.000	1.625	-	1.425	5.92	-	7.92	4.645
SUM-MM-B0247	NS3006d	1.645	0.000	1.645	-	1.815	8.91	-	7.56	3.755
SUM-MM-B0248	(NS3006)	?	-	-	-	1.425	6.92	-	-	1.790
SUM-MM-B0249	(NS3006)	2.275	0.000	2.275	-	1.080	4.89	-	9.20	2.645
SUM-MM-B0250	(NS4006)	3.355	0.000	3.355	-	1.230	15.30	-	11.34	5.815
SUM-MM-B0251	(NS4006)	1.345	0.000	1.345	-	1.470	5.37	-	14.35	2.180
SUM-MM-B0252	(NS4010)	1.685	0.000	1.685	-	1.705	3.98	-	?	9.605



図版 1 A-D. *Sphenoceramus naumanni* (YOKOYAMA). A, SUM-MM-B0042. 産地 NS1001 b. B, SUM-MM-B0144. 産地 NS 4006. C, SUM-MM-B0064. 産地 NS1001 d. D-F. *Sphenoceramus orientalis* (SOKOLW). D, SUM-MM-B0197. 産地 NS 4113 の転石. E, SUM-MM-B0191. 産地 NS 4011' の転石. F, SUM-MM-B0181. 産地 NS 1009. G-I. *Sphenoceramus schmidti* (MICHAEL). G, SUM-MM-B0220. 産地 NS 3005. H, SUM-MM-B0235. 産地 NS 3006 b. I, SUM-MM-B0201. 産地 NS 1004. 縮尺は全て 1 cm.

Plate 1 A-C. *Sphenoceramus naumanni* (YOKOYAMA). A, SUM-MM-B0042 from locality NS1001 b. B, SUM-MM-B0144 from locality NS 4006. C, SUM-MM-B0064 from locality NS1001 d. D-F. *Sphenoceramus orientalis* (SOKOLW). D, SUM-MM-B0197, river gravel from locality NS 4113. E, SUM-MM-B0191, river gravel from locality NS 4011'. F, SUM-MM-B0181 from locality NS 1009. G-I. *Sphenoceramus schmidti* (MICHAEL). G, SUM-MM-B0220 from locality NS 3005. H, SUM-MM-B0235 from locality NS 3006 b. I, SUM-MM-B0201 from locality NS 1004. Scale bar : 1 cm.