

後期三畳紀二枚貝 *Monotis* の古生物学的意義

その1—研究史

安 藤 寿 男¹⁾

Paleontological significance of late
Triassic Bivalve *Monotis*
Part I: A review

Hisao Ando¹⁾

Abstract Of various, very thin-shelled Mesozoic extinct bivalves, which are noticeable for their peculiar morphology and unique mode of fossil occurrence, Late Triassic *Monotis* is suitable for evolutionary studies at the population level, because of its abundant occurrence in successive sequence. Furthermore, it is paleobiologically interesting animal, because it shows relatively rapid morphological change. In this part previous works are reviewed with some comments from the viewpoints of taxonomy, biostratigraphy, paleobiogeography and paleoecology.

There are still many problems about the infrageneric classification and synonymic relation among numerous nominal species. Although *Monotis* is important for an index fossil of the upper Triassic, its exact range is still not confirmed by such other indices as ammonoids. Zonal divisions need to be reexamined, taking intrapopulation variation into account, by means of population samples. *Monotis* in Japan does not occur from comparatively off-shore sediments as Hallstadt limestone in Europe, but from near-shore silty to sandy sediments, in general. The distribution of *Monotis* is world-wide, but we recognize some major realms at the species or species-group level, roughly corresponding with Triassic faunal provinces. Some problems about its mode of life remain unsolved. Although there are still no positive evidences, it is suggested that *Monotis* was pseudoplanktonic or epibenthic bivalves attached to seaweeds on a sea floor, judging from its morphology and mode of occurrence.

はじめに

中生代には *Daonella*, *Halobia*, *Monotis*, *Bositra*, *Buchia*, *Inoceramus* といった、生存期間が短く世界的に広い分布を示す、薄殻の二枚貝が数多く知られている。これらは化石層序学的にきわめて有用であるばかりでなく、現生種に類型を見ない独特な形態を持つこと、通常の化石二枚貝とはかなり異なる産状を示すことから古生物学的にも興味深い。また時間的な形態変化が著しく所謂“進化速度”が大きいので、進化様式を考える上でも重要と思われる。しかし個体群内の形態変異が著しく、種レベルで過度の細分がなされている場合があり、検討すべき問題が少なくない。既にこれらの二枚貝の知見や問題点のいくつかは速水(1969)によって要約・指摘されている。

そこで著者はこれらのうちなるべく連続した地層から多くの保存良好な個体が得られる分類群として、三畳紀の *Monotis* を選び集団標本によって個体群レベルの形態解析を行ない、さらにその古生態を考察しようと考えた。従来 *Monotis* は世界各地の上部三畳系から多産し、アンモナイトを産出しない地層でも排他的に密集層をなすことから、これに代わるノリアンの示準化石として重要視されてきた。しかし *Monotis* は個体変異が大きい為、数多くの種が提唱されており、適格なものを考えると70を越える。日本でも Kobayashi (1935), Sakaguchi (1939), Kobayashi and Ichikawa (1949), Ichikawa (1951), Bando (1961), Hase (1961), Nakazawa (1963, 1964), Tamura (1965) らが多数の種・亜種を記載しており、Hayami (1975) にリストされている。しかし同一の化石層に多数の亜種やニッチを異にすることは思われない近似種が共存する事は生物学的に考えに

¹⁾ 東京大学理学部地質学教室

くい。従って個体群レベルの形態変異を調査した上で分類を再検討する必要があると考える。また *Monotis* 属の時間的形態変化の過程を追跡することは *Monotis* の進化の解明に重要であろうし、特殊な生態や産状を解く鍵にもなる。

このような解析を行なう為の基礎資料として、その1では *Monotis* に関する従来の研究・知見を分類・化石層序・生物地理・古生態の項に分けて、若干の私見を加えながらまとめた。

本論をまとめるにあたって東京大学理学部の花井哲郎教授、鎮西清高助教授から懇切な御指導と助言を賜った。テーマ・方法をはじめとし多方面からの助言・討論を賜わり、粗稿を読んで戴いた東京大学総合研究資料館の速水 格助教授に深謝する。また東京大学理学部の飯島 東教授、千葉大学理学部の山口寿之助教授、兵庫教育大学の小沢智生助教授には貴重な御教示や数々の有意義な討論をして戴いた。野外調査に際して宮城県本吉郡志津川町役場の阿部清幸氏、歌津町の東北粘土鉱業株式会社の杉山

昇氏には宿泊等の便宜を計って戴いた。以上の方々に深く感謝申し上げる。

分類史及び分類上の位置

Monotis は Pteriomorphia (翼形亜綱), Pterioidea (ウグイスガイ目), Pectinacea (ホタテガイ上科) に属する絶滅科の Monotidae (モノチス科) に含まれる。本科は Fisher (1887) が Aviculopectinidae の亜科として提唱し、Kittl (1912) が初めて科に格上げして用いた。形態的に本科は次の特徴をもつ。

- 1) 不明瞭あるいは明瞭に殻主部から区別される後耳を有し、前傾した卵形の不等側で薄質の殻をもつ。
- 2) 一般に左殻の膨らみが強し、右殻の殻頂前方に小さな前耳とその下に狭くて深い湾入をもつ。
- 3) 狭くて細いくさび状の靱帯面が殻頂の後部に外在する。靱帯窩は殻頂部にあり浅くて広い。
- 4) 背縁には歯がない。
- 5) 装飾は放射肋 (plicae) が優勢で挿入によって増加する。しかし全く消失するものもある。

模式属 *Monotis* 以外に本科に含まれる属につい

表1 今までに提唱された *Otapiria*
Table 1 Species list of *Otapiria* previously proposed

species of <i>Otapiria</i>	distribution	age	references
<i>O. ussuriensis</i> (Voronetz)	N.E.Siberia	Late Triassic (Carnian-Norian)	Vozin and Tikhomirova (1964)
<i>O. dubia</i> (Ichikawa)	Japan	Late Triassic (Carnian)	Ichikawa (1954)
<i>O. kanmerai</i> (Tamura)	Japan	Late Triassic (Carnian)	Tamura (1959)
<i>O. dissimilis</i> (Cox)	New Zealand	Late Triassic (Rhaetian)	Marwick (1953)
<i>O. marshalli</i> (Trechmann)	New Zealand and New Caledonia	Early Jurassic (Hettangian and Sinemurian)	Marwick (1935, 1953)
<i>O. limaeformis</i> Zakharov	N.E.Siberia	Early Jurassic (Hettangian and Sinemurian)	Zakharov (1962)
<i>O. pseudooriginalis</i> (Zakhalov)	N.E.Siberia	Early Jurassic (Hettangian and Sinemurian)	Zakharov (1962) Efimova et al. (1968)
<i>O. omolonica</i> Polubotko	N.E.Siberia	Early Jurassic (Hettangian and Sinemurian)	Efimova et al. (1968)
<i>O. ? originalis</i> (Kiparisova)	N.E.Siberia	Early Jurassic (Hettangian)	Efimova et al. (1968)
<i>O. tailleuri</i> Imlay	N.Alaska	Early Jurassic- mid. Bajocian	Imlay (1967)
<i>O. masoni</i> Marwick	New Zealand	Late Jurassic (Kimmeridgian)	Marwick (1953)

ては、研究者間で必ずしも見解が一致していないが、最も有力なのは *Otapiria* と *Lupherella* である。

Otapiria は Marwick (1935) がニューゼーランドのジュラ系より産出する *Pseudomotis marshalli* Trechmann に命名した属で、その後異なる地域の異なる層準からも、幾つかの種が追加された。表1に今までに提唱された種を列記する。Hertlein et al. (1969) は本属を、外形は Monotidae に類似するが靱帯窩の大きさから Aviculopectinidae に含まれるとした。背縁部に関する詳細な研究は少ないが、Marwick (1935) の原記載によれば、*Otapiria* の靱帯窩は *Monotis* のそれと類似しており、両者を別科にすべきとは思われない。*Monotis* と同様右殻前部に前耳があるが *Monotis* よりも更に小さい。殻表は殆ど平滑で弱い同心円肋 (concentric wrinkle) やかすかな放射肋が認められるが、一般に装飾は右殻と左殻で異なる。一方北米の上部ジュラ系 (オックスフォードアン) に産する *Buchia concentrica* (Sowerby) は弱い同心円肋に加えて、微細な放射肋を持つ点で *Otapiria* とよく似ているが、前者の方がはるかに前傾した外形を持つ点で異なる。総合すると *Otapiria* は Monotidae に含めて問題ないと思われる (Kiparisova et al., 1966; Imlay, 1967; Hayami, 1975)。

Pleuromysidia (type species: *P. dubia*) は Ichikawa (1954) が提唱し疑問符付きで Monotidae に含めた属で、四国の桜谷地域を模式地とする。本属は殻の膨らみが *Otapiria marshalli* に較べ多少大きい。殻装飾とごく小さな右殻前耳はよく類似する。Zakharov (1962) が *Pleuromysidia* を *Otapiria* のシノニムとしたことに従って、Vozin and Tikhomirova

(1964) はシベリアのカーニアンからノーリアンに産する種を *Otapiria dubia* (Ichikawa) として記載した。一方 Imlay (1967), Hertlein et al. (1969) は両者を別属としたが、著者は Hayami (1975) と同じく前者の見解を支持したい。なお表2に日本での *Otapiria* の産出地をリストしておく。

Imlay (1967) が北米オレゴン、カルフォルニアの下部ジュラ系 (プリンスバキアン) 産の二枚貝に提唱した *Lupherella* は小型類円形でほぼ等側・等殻の二枚貝である。殻表には細かい放射肋・同心円肋が発達し、外形と合わせて *Posidonotis*, *Amonotis*, *Aulacomysella* にも類似する。しかし右殻前部には小さな前耳があり、狭くて深い足糸湾入を伴う。模式種の *Lupherella boechiformis* (Hyatt) は Hyatt (1894) によってジュラ紀の "*Daonella*" とされたが、Imlay が右殻の背縁前部に小さな前耳を発見した。従って *Lupherella* も Monotidae に含めてよいであろう。

さて模式属の *Monotis* は、二疊紀から三疊紀にかけて類似の二枚貝が多いために、分類上多くの混乱が生じた。その経緯は Kobayashi (1935, 1938), Kobayashi and Ichikawa (1949), Ichikawa (1958), Grant-Mackie (1978a) が詳しく紹介しているので、1950年以前は簡単にそれ以降は多少詳しく紹介する。

1830年に Bronn はオーストリア・アルプスの Hallstadt 石灰岩より産出する薄殻でほぼ等殻の二枚貝を初めて *Monotis* と命名した (模式種: *Pectinites salinarius* Schlotheim, 1820; 後次指定 Hermannsen, 1852)。

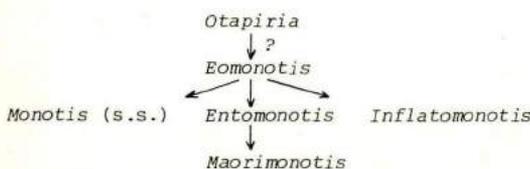
表2 日本の *Otapiria* 産地
Table 2 Localities of *Otapiria* in Japan

species	formation	localities	references
<i>O. kanmerai</i> (Tamura)	Tanoura F.	Kurosaki and south of Tsurukuchi Pass, Tanoura Town, Ashikita Gun, Kumamoto Prefecture	Tamura (1959), Orita (1962), Matsumoto and Kanmera (1964)
cf. <i>O. kanmerai</i>	Takagochi F.	North of Takagochi, Yatsushiro City, Kumamoto Prefecture	do.
<i>O. kanmerai</i> <i>O. dubia</i>	Matsukuma F.	West of Mameguri, Sakamoto Village, Yatsushiro Gun, Kumamoto Prefecture	do.
<i>O. dubia</i>		Wasahi, Izumi Village, Yatsushiro Gun, Kumamoto Prefecture	Personal Comm. with Dr. Murata A. of our institute
<i>O. dubia</i>	Kubodani F.	Kubodani, Nomura Town, Higashi-Uwa Gun, Ehime Prefecture	Hada (1974)
<i>O. dubia</i>	Upper member of Lower Kochigatani Subgroup	Nagayasu, Kaminaka Town, Naka Gun, Tokushima Prefecture	Ichikawa (1954)

表3 各研究者による *Monotis* の分類の比較
 Grant-Mackie (1978a) を改作. * は Grant-Mackie (1978b-d, 1980b, c) で提唱された新種・
 新亜種. (?) は細分の位置に疑問が残る種. 破線は異なる枠へ移された種
 Table 3 Correlation of subdivisions of *Monotis* adapted from Grant-Mackie (1978a)

Ichikawa, 1958	Westermann, 1973b	Grant-Mackie 1978a-d, 1980a-c	Ando, 1983
M. (<i>Monotis</i>) salinaria s. haueri s. inequivalvis digona hoernesii limaeformis megalota	M. salinaria Group salinaria s. limaeformis digona haueri inequivalvis (?)	M. (<i>Monotis</i>) salinaria and subsp. anjuensis digona haueri hoernesii megalota (?)	M. salinaria G.
M. (<i>Entomonotis</i>) richmondiana ochotica and subsp. pachypleura scutiformis typica subcircularis zabaikalica	M. typica Group typica t. anjuensis scutiformis pinensis obtusica iwaiensis (?) mukaihataensis (?) "z. var. planocostata" (?)	M. (<i>Eomonotis</i>) typica and subsp. scutiformis and subsp. pinensis obtusica inequivalvis (?) iwaiensis jakutica and subsp. *diptonensis *kiritheereensis *rauparaha (s.s.) *r. mokau *r. aries *murihikuensis (s.s.) *m. tarigatura *marwicki *wairakae	M. scutiformis G. M. salinaria G. M. ochotica G.
	M. ochotica Group ochotica and subsp. jakutica pachypleura and subsp.	Monotis (s.l.) mukaihataensis "z." planocostata	M. zabaikalica G. (?)
	M. subcircularis Group subcircularis callzonensis	M. (<i>Entomonotis</i>) richmondiana and subsp. ochotica and subsp. pachypleura and subsp. intermedia callazonensis subcircularis and subsp. zabaikalica and subsp.	M. ochotica G. M. subcircularis G. M. zabaikalica G.
	M. zabaikalica Group zabaikalica and subsp. calvata routhieri	M. (<i>Inflatomonotis</i>) hemispherica *warepana	M. ochotica G.
		M. (<i>Maorimonotis</i>) calvata routhieri *maniapotoi *awakinoensis	M. calvata G.

表4 Grant-Mackie (1980a) の推定した *Monotis* の系統
 Table 4 Phylogeny of *Monotis* inferred by Grant-Mackie (1980a)



一方 *Pseudomonotis* は Beyrich (1862) が *Avicula* の亜属として提唱し、模式種を指定せずにレーチアンの *Avicula contorta* Portlock と上部二畳系の *Gryphites speluncaria* Schlotheim の二種を本亜属に含めた. Stoliczka (1871) は *Pseudomonotis* を独立属に昇格させ、模式種として後者を指定した. これ以降 *Pseudomonotis* の属名は一時期ではあるが、上部二畳系から上部三畳系にわたる *Monotis* を含む多くの種に適用された. 例えば Teller (1886) はソ連東部ベルホヤンスクの上部三畳系から産した Key-

serling (1846)の *Avicula ochotica* を本属の“特徴種”とした。

Bittner (1901)は *Pseudomonotis* の分類を再検討し、次の5つのグループに分けた。

- 1) *Pseudomonotis* (*Eumorphotis*) (subgen. nov.)
- 2) *P.* (*Claraia*) (subgen. nov.)
- 3) *P.* (*Eumicrotis*) Meek
- 4) *P. bocharica* グループ
- 5) *P.* (s.s.) = *P. ochotica* グループ

Bittner の分類はその後 Trechmann (1917), Smith (1927), Kiparisova (1932)ら多くの支持を得た。しかし本来の *Pseudomonotis* に *Eumicrotis* の亜属名をあて、現在 *Monotis* の代表的構成種と考えられている *Avicula ochotica* を狭義の *Pseudomonotis* とみなしたために名称上の混乱を招くことになった。

Marwick (1935)はニュージーランドの *ochotica* グループ (Trechmann, 1917) に対し、*Monotis* とは別の独立属 *Entomonotis* を設立し、*Pseudomonotis* から分離した。この後 Muller (1938)は *Monotis salinaria* に従来知られていなかった右殻の前耳があることを発見し、*Entomonotis* を *Monotis* のシノニムとした。しかし日本ではその後も *Entomonotis* が属名として使われた (Kobayashi and Ichikawa, 1949; Ichikawa, 1954)。

Ichikawa (1958)は三畳紀の薄殻二枚貝を総括し、準等殻で小さな前耳を持つ *Monotis* (*Monotis*) と、不等殻で前者より大きな前耳を持つ *M.* (*Entomonotis*) に二分する分類を提唱した (表3)。この分類は主に日本とソ連の研究者に認められ、Treatise (Hertlein et al., 1969)にも採用されている。

しかし Tozer (1961)や Westermann (1962)は同一化石層から準等殻種と不等殻種が得られること (*M. callazonensis* と *M. jakutica*)、両者の中間的形態をもった種 (*M. subcircularis*) が存在することから *Entomonotis* 亜属を認めていない。更に Westermann (1973a)はこの2つのグループの地理的分布がオーバーラップすること、殻の膨らみ・前耳の形や大きさに両者ともかなりの変異があることをあげた。そして殻の膨らみと装飾、後耳の大きさと装飾に基づいた、形態による *Monotis* 各種の系統を推定した。また時代と共に肋数が減少する一方、後耳が大型化しその装飾が弱くなる傾向を認めた。このうち肋数の減少は既に市川 (1954)によって指摘されている。

Westermann (1973a, b)は世界各地から報告された分類上適格な約60の種及び亜種を検討し、そのうち19~20種を有効と認めた。これらは *typica*, *salinaria*, *ochotica*, *subcircularis*, *zabaikalica* の5つ

の種群 (species group) にまとめられた。また殻の膨らみ、後翼の大きさ・形、殻の装飾等の形態と地理分布から *Monotis* の系統と放散を推定した。

最近 Grant-Mackie (1976, 1978a-d, 1980b, c)はニュージーランド及びニューカレドニアの *Monotis* を再検討し、両地域に固有な新亜属の *Maorimonotis*, *Inflatomonotis* を含めて5つの亜属に細分すると共に、計9種4亜種という数多くの新種・新亜種を設立した (表3)。そして亜属レベルでの系統を考えた (表4)。この地域は二枚貝及び他の海生動物群についてもむしろ特異な生物地理区を形成しており (Hallam, 1981; Stevens, 1980)、北半球各地域との共通の要素は少ない。しかし *Monotis* を5亜属に分けることが妥当であるか、大きな変異にもかかわらずこれほど種の細分ができるかについて、著者は確たる見解を持ち合わせていないので、本報告では Grant-Mackie の亜属分類は使用しない。ここでは Westermann による種群の扱いを若干修正して用いることとする (表3)。

層位学上の意義

後期三畳紀ノーリアンの地層は世界的に時代区分に有効なアンモナイトを多産する地層が少ないことから、その代用としてしばしば *Monotis* が利用されてきた。*Monotis* は *Halobia*, *Daonella* などの他の三畳紀薄殻二枚貝と同じく、生存期間が短く世界的分布をするので、示準化石としての条件を良く満たしている。しかし逆に *Monotis* の極端な排他的産状と、産出層の同時性をクロスチェックする他の化石が乏しい事は、*Monotis* の生存期間の地域差、地理的変異、移動の推定を極めて困難にしている。例えば日本の *Monotis* 層でわずかに共産する示準化石に *Arcestes*, *Rhacophyllites*, *Placites* などのアンモナイトがあるが、これらは一般に保存が悪く種の同定が困難である。

一方チャート相三畳系に多産するコノドントは *Monotis* 層のような陸棚相の三畳系からは産出しない為、コノドント帯との対比も一般に困難である。ただしニュージーランド南島の Torlesse 累層群の Okuku 石灰岩や Mount Mason 石灰岩では *Monotis* と共に *Paragondorella navicula navicula* Huckriede, *Paragondorella steinbergensis* Mosher, *Hindeodella suevica* (Tatge) 等のノーリアンのコノドントが産出している (Jenkins and Jenkins, 1971)。従って石灰岩中ならばコノドント帯との対比が可能かもしれない。しかし日本では純粋な石灰岩中から *Monotis* が産出した例はない。

表5は Westermann (1973b)が示した世界主要地域の *Monotis* 帯の対比案である。左端には三畳系の

表5 Westermann (1973b)による世界各地の *Monotis* の垂直分布と対比。階区分は Wiedmann et al. (1979) に従う。アンモナイト帯は Tozer (1979) も併記。括弧内の種はごくわずかししか産出しないもの
Table 5 Correlation chart of *Monotis* sequences in the world adapted from Westermann (1973b).

British Columbia ammonoid zone		North East British Columbia		Japan	
	Tozer, 1967	Tozer, 1979		Nakazawa, 1964	Ichikawa, 1954
Rhaetian	<i>Choristoceras mashi</i>	<i>C. crickmayi</i>			
		<i>Cochloceras amoenum</i>	<i>ochotica posteroplana</i> (<i>pachypleura hemispherica</i>)	zabaikalica zone	zabaikalica z. <i>semiradiata</i> o. <i>posteroplana</i>
	<i>Rhabdoceras</i>		<i>ochotica ochotica</i>		
	<i>suessi</i>	<i>Gnomohalorites</i>	subcircularis	ochotica subzone	ochotica
		<i>cordilleranus</i>	<i>jakutica, callazonensis</i> <i>ochotica densistriata</i>	densistriata subzone	o. <i>densistriata</i>
Norian	<i>Himavatites columbianus</i>		pinensis	typica zone	iwaiensis subzone
	<i>Drepanites rutherfordi</i>		<i>obtusica</i>		
	<i>Juvavites magnus</i>		typica	Halobia	Halobia
	<i>Malayites dawsoni</i>				
	<i>Mojsisovicsites kerri</i>				
Carnian	<i>Klamathites macrolobatus</i>				

標準層序・化石帯として広く認められてきたブリティッシュ・コロンビアにおけるアンモナイト帯 (Tozer, 1967) が示されている。本論文では Tozer (1979, 1980) の修正案も付記した。本表は各地域の *Monotis* の種・亜種の産出順序を対比したもので大まかな傾向をつかむには有用であるが、種・亜種の認定が研究者によって異なるので注意を要する。

ブリティッシュ・コロンビアにおいて、*Monotis* の産出層準に対応するアンモナイト帯が認定されているのは次の2種である。*M. scutiformis pinensis* と *M. subcircularis* はそれぞれ *Himavatites columbianus* 帯と *Gnomohalorites cordilleranus* 帯に産出する (Tozer, 1979)。それ以外のアンモナイト帯での *Monotis* の産出は確認されていない。これに対し日本・シベリアではアンモナイト産出層の発達が悪く、時代論は確実性に欠ける。中沢 (1964) は暫定的に皿貝層群の最下位の化石帯である *Dictyoconites* 帯をもってカーニアンとノーリアンの境界と考え、日本の *M. scutiformis* は初期ノーリアンに出現したとみなした。一方ソ連の研究者ら (Kiparisova et al., 1966) は *Halobia* との共産を根拠に、同種の出現時期を後期カーニアンと考えた。これらの見解に従うならば、日本の *Monotis* の出現はシベリアよりも遅れたことになる。一つの可能性として評価で

きるだろうが、アンモナイト帯による積極的な証拠がなく疑わしい (Gromov and Tuchkov, 1971; Westermann, 1973b)。

既に長尾・松田 (1981) が総括・紹介しているように、最近上部三畳系の階区分について種々の異論が出されている。従って *Monotis* の消滅の時期は階区分の用い方によって異なる。レーチアンの模式である Kössen 層から Tozer (1967) の上部ノーリアンの指示化石である *Rhabdoceras suessi* が産出したことにより、Kössen 層は従来の *Choristoceras marshi* 帯だけではなく *R. suessi* 帯の一部を含むことが判明した (Urlich, 1972)。従ってレーチアンの取り扱いについては、先取権に従い三畳紀の最上部階として残し境界を再定義する見解 (Wiedmann et al., 1979) と、Tozer (1979, 1980) のようにレーチアンをノーリアンに含めて一括する見解がある。著者は取りあえず前者に従うことにする。

ブリティッシュ・コロンビアでの *Monotis* の最後の種は *M. subcircularis* であるのに対し、日本・シベリアでは放射肋が弱いあるいは殆どない *zabaikalica* に終わる。ニュージーランドでも *calvata, routhieri* のような肋の弱い独特の種がある。より放射肋の弱い種がより上位の層準に産する傾向を考慮すると (表5)、放射肋のない種の産出層準は Tozer

N.E. Siberia	Alaska	Mediterranean	New Zealand	Nevada-California	Andes
(zabaikalica)	<i>haueri</i>	<i>haueri</i>	<i>calvata</i> ?		
<i>ochotica</i> s.l.	<i>salinaria</i>	<i>salinaria</i>	<i>subcircularis</i> <i>gigantea</i> <i>routhieri</i> <i>hemispherica</i>	<i>subcircularis</i>	<i>subcircularis</i>
<i>jakutica</i> (zabaikalica = ? mukaihataensis)	<i>subcircularis</i>	<i>inequivalvis</i> (<i>digona</i>)	<i>richmondiana</i>	<i>ochotica/jakutica</i>	
<i>typica</i>	<i>pinensis</i>	?	<i>intermedia</i>	(<i>callazonensis</i> ?)	
<i>scutiformis</i>	<i>typica</i>	(missing)	<i>Eomonotis</i> or "scutiformis group"	(missing)	(missing)
<i>daonellaformis</i>					
<i>Halobia</i>	<i>Halobia</i>				

表6 皿貝層群における *Monotis* 帯の対比
Table 6 Correlation of *Monotis*-zones in the Saragai Group

		Ando, 1983	Nakazawa, 1964		Onuki and Bando, 1958	Ichikawa, 1954	Mabuti 1932
Carnian	Saraqai Group	Monotis zabaikalica	zabaikalica		C4 zabaikalica semiradiata	S7 zabaikalica	5 kurosawai
		Monotis ochotica	E ochotica	Eb pachypleura	C3 ambigua pachypleura eurachis ochotica	S6 eurachis pachypleura	4 pachypleura
				Ea ochotica		S5 eurachis ochotica ambigua densistriata	
		Monotis ochotica densistriata	D ochotica densistriata	C2 densistriata	S4 densistriata	3 densistriata	
		Monotis scutiformis	C typica	Cb aff. iwaiensis	C1 scutiformis typica kolymica	S3 typica densistriata	1 Dictyoconites
				Ca typica			
	B Dictyoconites		S2 Dictyoconites				
	A Tosapecten		S1 Tosapecten Oxytoma				

(1979)の *Cochloceras amoenum* 帯に及ぶ可能性がある。

以上のように *Monotis* の生存期間は後期カーニアンから中期ノーリアン後期のある時期から、前期レーチアンのある時期と限定できるであろう。

Monotis による化石帯区分は Crickmay (1928), 清水・馬淵 (1932) 以降多くの研究者が扱ってきた (表 5・6)。日本でも多くの分帯案が提示されており (市川, 1954; Nakazawa, 1964; Tamura, 1965), 他の中生代二枚貝よりはるかに短い時間間隔で分帯できる意義は大きい。しかし多くの分帯案が類型的分類に基づいており, 分類を再検討した上で再考する必要があるであろう。

Monotis の生物地理—日本

日本における *Monotis* を含む地層は今までに 17 の地域から報告されている (図 1)。これらの地域は個々の分布面積が狭いが, 東北日本から九州に及び, 大きく見て 3 つの分布区に分けられる。すなわち A) 東北日本南部北上山地, B) 西南日本内帯, C) 西南日本外帯黒瀬川帯である。これらの分布区は日本の地帯構造発達史を反映しているが, *Monotis* の生物地理, 古生態復元に重要と考えるので, それぞれの分布区ごとに地質学的状況や産出状況について略述する。

A) 東北日本南部北上山地

1) 大船渡, 2) 津谷・気仙沼, 3) 歌津の 3 つの地域から構成される。南部北上山地の中生界は比較的単純な褶曲構造に支配されて分布し, ジュラ系・白亜

図 1 日本の *Monotis* 層の分布

- 1) 岩手県大船渡 2) 宮城県津谷・気仙沼 3) 宮城県歌津 4) 群馬県奥利根 5) 東京都青梅 6) 東京都五日市 7) 岐阜県妙々谷 8) 京都府周山 9) 岡山県津山 10) 岡山県成羽 11) 山口県向畑 12) 山口県厚狭 13) 徳島県桜谷 14) 高知県佐川 15) 愛媛県 (a) 久保谷 (b) 板取川 16) 宮崎県 (a) 室野 (b) 利根川 (とねごう) 山 17) 熊本県 (a) 深山 (みやま) 谷 (b) 荒瀬 (c) 三坂 (d) 鴈河内

Fig. 1 Localities of Upper Triassic *Monotis*-bearing formations in Japan.



系は3列の向斜盆地をなす。上部三疊系皿貝層群及びその相当層はこのうち西列(志津川-橋浦列)にジュラ系をとり囲むように、あるいは接して分布する。南より水沼、橋浦、歌津、津谷・気仙沼地域のうち *Monotis* を産するのは歌津、津谷・気仙沼地域に限られ、前二者は本層群の下部層のみが分布する。歌津、津谷・気仙沼地域の皿貝層群は地質構造が単純な為、*Monotis* の層序がよく追跡でき、化石の二次変形も比較的少ない。歌津地域については、岩質・堆積環境の概要を既に報告した(安藤, 1982)。本層群は恐らく陸成~半海成の中~粗粒砂岩を主体とし、炭質泥岩を含む下部層の平松層(新称)と、浅海成の礫岩・砂岩・泥岩から成る上部層の皿貝坂層(新称)より構成される。*Monotis* は皿貝坂層の最下部を除く多くの層準に多産する。

最近東列の大船渡地域の白亜紀層(大船渡層群)の西縁、すなわち東列の向斜の東翼に *M. ochotica* を含む凝灰質砂岩を礫として含む凝灰質礫岩層が発見された(金川, 1981; 金川・安藤, 1983)。凝灰質岩中から *Monotis* が産出したことは、岩質と産出種との関係を考える上で重要である。

B) 西南日本内帯

7) 妙ヶ谷, 8) 周山, 9) 津山, 10) 成羽, 11) 向畑, 12) 厚狭、及び内帯の東方延長部と考えられる4) 奥利根の7地域がこの分布区に含まれる。これらの地域は内帯に散点的に分布し、外帯の *Monotis* 層が顕著な帯状配列をするのと対照的である。最近のコノドント・放散虫による化石層序学はチャート相三疊系・ジュラ系の発見をもたらし、内帯の古地理復元に画期的な改革をうながした(小池, 1979; 八尾, 1982; 八尾他, 1982)。チャート相三疊系と *Monotis* を含むような陸棚相三疊系の関係は必ずしもよくわかっていないが、*Monotis* の古地理上の分布を考える上で重要である。

Toyohara (1977), 八尾 (1977), 木村 (1977, 1979), 勘米良他 (1980) は三疊系の分布から当時の西南日本の古地理復元を試みた。北方には大陸(飛驒大陸)が想定され、南方に海域すなわち秩父地向斜が広がっていた。大陸側の湖沼~三角州~陸棚には礫岩・砂岩・泥岩から成り石炭を狭む陸棚相(あるいは美祢相)堆積物が堆積し、海側にはチャート・泥岩を主とするチャート相堆積物が堆積した。前者は津布田・植生・厚保・美祢・成羽の各層群、あるいは志高・難波江層群で代表され、いずれも岩相より堆積サイクルが認められる。*Monotis* はそれらのうち植生層群(12)厚狭、成羽層群及び津山市の上部三疊系より得られている。また陸棚相三疊系の一部は舌状に張り出すように堆積し、これが向畑、周

山、妙ヶ谷、奥利根地域に相当する。これらの地域では前述の地域よりもはるかに細粒の堆積物に富み、黒色泥岩が卓越し、相対的により沖合に堆積したのかもしれない。

向畑地域ではチャートの卓越するアニシアンからカーニアの地層の上位に、整合で海底地すべり堆積物を伴う泥岩の卓越するノーリアンの地層がのる(Toyohara, 1977)。これにはノーリアンのコノドントを含む厚いチャートや砂岩も挟まれており、砂質泥岩から *M. scutiformis* が産出している。一般に日本の *Monotis* が砂岩・泥岩の卓越する浅海性の碎屑物中に多産することを考えると、これは注目に値する。周山(下西他, 1981)、妙ヶ谷、奥利根地域でも *Monotis* 層に近接して上部三疊系のチャート層が分布するので、*Monotis* 層とチャート層の関係が更に解明される事が望まれる。

C) 西南日本外帯黒瀬川帯

13) 桜谷, 14) 佐川, 15) 愛媛県西部, 16) 五ヶ瀬, 17) 熊本県中央部と5) 青海, 6) 五日市を含めて本分布区とする。秩父帯(広義)中部の所謂黒瀬川帯及びその付近には、*Monotis* を含む礫岩-砂岩-泥岩相の上部三疊系が四国東部の桜谷地域から熊本県にかけてレンズ状・塊状に分布する。青海・五日市の *Monotis* 層は関東山地における黒瀬川帯の延長部と考えられる。*Monotis* 層は、レンズ状・塊状分布の境界の多くが断層であり、黒瀬川帯を特徴づける異なる岩質・時代の地層から成る複合岩体の一ブロックとして見出される。複雑な地質構造の為に *Monotis* 層の分布は断片的で全体的な層序確立は困難な場合が多い。しかし熊本県中央部の深山谷地域では *Monotis* の生層序がよく追跡でき、保存・変形等の条件も良好である(Tamura, 1965)。

黒瀬川帯及びその周辺の *Monotis* 層は河内ヶ谷層群で代表され、礫岩・砂岩・泥岩から成りむしろ砂質岩が多い浅海堆積物である。

黒瀬川帯から離れた地域にはチャート相、石灰岩相の三疊系が見い出されており、少なくとも一部は *Monotis* 層と同時異相関係にある。石灰岩相は上村・田穂の石灰岩で代表され、コノドントから判明した時代はスキチアンからノーリアンに及んでいる(小池, 1979)。一方三宝山帯の南縁には中~上部三疊系石灰岩が帯状に連続する。垂直断面がフィラメント状の薄殻二枚貝が密集する shell biomicrite が幾つかの層準に認められており(Kanmera, 1969)、*Monotis* の産状と似ている点がある。最近 Tamura (1981) は九州の神瀬層群で、従来カーニアンとされた部分からノーリアンからレーチアンと思われる megalodont を採取した。*Monotis* の地理分布、当時

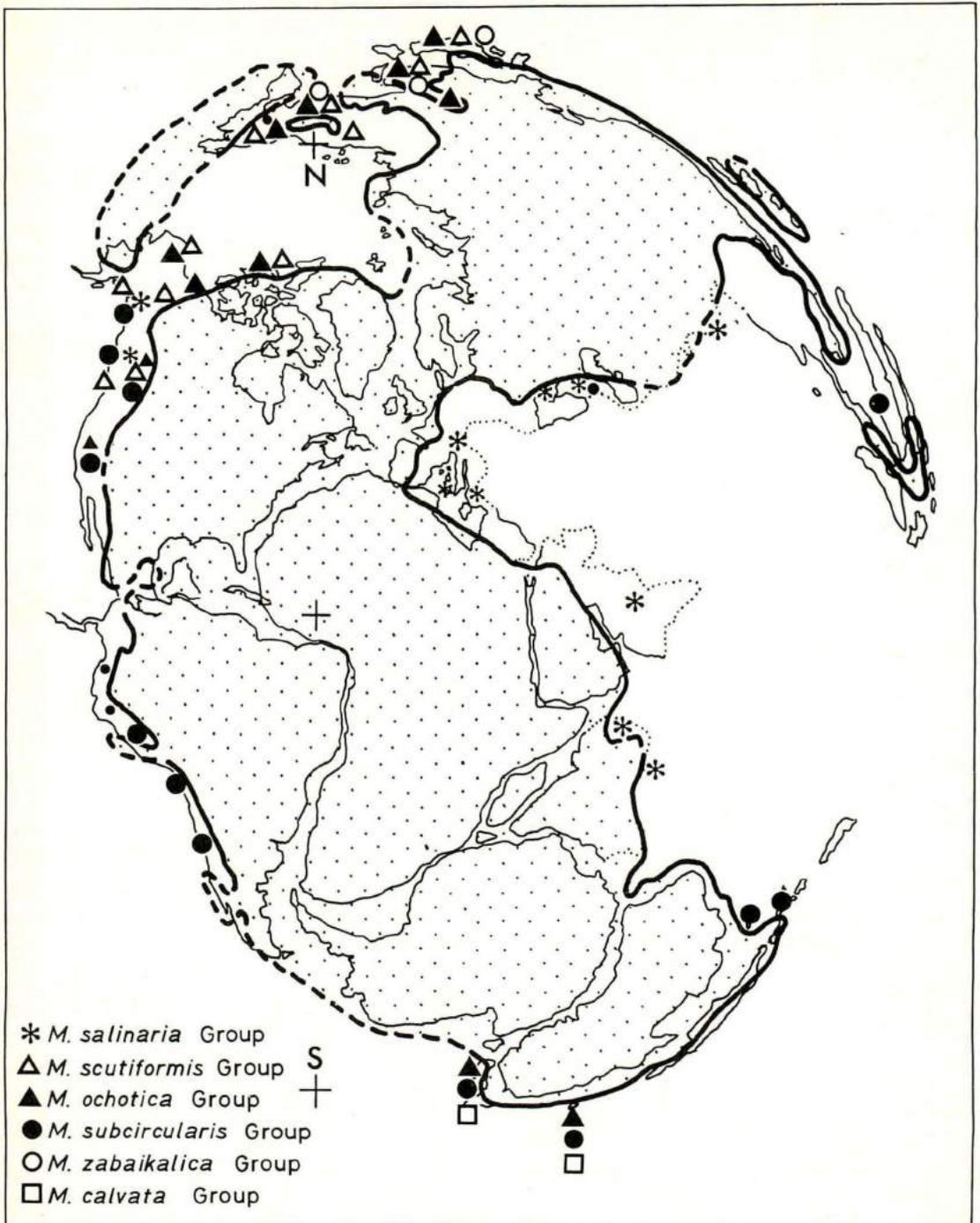


図2 世界の *Monotis* 分布. 種群とその分布は Westermann (1973b) を改作.
 古大陸復元図は主に Smith and Briden (1977), Damborenea and Manceñido (1979) に基づいて改作. 点を打った部分は大陸. 破線は復元が不確かな海岸線. N, S は推定される両極の位置

Fig. 2 World-wide distribution of *Monotis*. Species groups and those distributions are adapted from Westermann (1973b)

の気候を考える上で重要であろう。

木村(1977, 1979), 勘米良他(1980), 村田(1981)らは黒瀬川帯が三疊紀には既に列島や海底上の高まりとして存在し, 列島沿岸部に碎屑物を供給し礫岩-砂岩-泥岩相三疊系が堆積したと推定した。沖合ではチャート相三疊系が堆積し, 三宝山帯では塩基性噴出岩類・石灰岩・チャートから成る地向斜相三疊系が堆積した。

このように外帯においても *Monotis* 層は陸源堆積物が供給される浅い海域に堆積した事は確実である。*Monotis* が遠洋性堆積物から見出された例はない。

以上の3つの分布区を総括すると, 日本の *Monotis* は一般に沿岸浅海性の地層から産しており, *Daonella*, *Halobia* がむしろやや沖合・公海性と推定される地層に産するのと対照的である。三疊紀後期のノーリアンには日本の陸棚域に広く *Monotis* の生息場, あるいは少なくとも堆積場があったと推定される。

Monotis の生物地理—世界

Monotis は他の三疊紀の薄殻二枚貝と同様顕著な汎世界的分布を示し (Westermann, 1973a, b ; To-

zer, 1971 ; Hallam, 1981), 三疊紀の生物地理や地史解明に重要な情報を提供する。本項では Westermann (1973b) の世界的な分布図に基づいて, それ以降の産出報告や研究を加えて修正した図2を中心に述べる。世界各地で報告された種は, 既に分類の項で述べたように, 同種でも異なる地域で産出した場合には別種名で記載されることが多く, 種の認定は研究者間で一致しない。そこで便宜上 Westermann の種群 (species group) を用いた (表3)。ただし *ochotica*, *subcircularis*, *salinaria* グループはそのままとするが, *typica* グループは *typica* が *scutiformis* のシノニムと考えられるので *scutiformis* グループと呼ぶ。また *zabaikalica* グループに含まれていた *calvata*, *routhieri*, は Grant-Mackie (1976) に従い *calvata* グループとして分離した。

Westermann (1973b) は *Monotis* の生物地理の特性を何点かにまとめた。そのうち図2から判断できるのは次の5点であろう。

- 1) 分布は環太平洋地域とテーチス海地域に限られる。
- 2) 太平洋は現在と同様, 動物分布の longitudinal な障壁となっていた。
- 3) 最も早く出現した *M. scutiformis* の分布の中心, つまり *Monotis* の放散 (dispersal) の中心は東

表7 中生代薄殻二枚貝の生活型の推定

Table 7 Mode of life of several Mesozoic thin-shelled bivalves presumed by many authors. bent: benthonic, bent-epi: benthonic and epibyssate of attachment to seaweeds on a sea floor, bent-end: benthonic and endobyssate, pseudo: pseudoplanktonic, nekt: nektonic. Ento-: *Entomonotis*, Eo-: *Eomonotis*, Maori-: *Maorimonotis*

	<i>Monotis</i>	M. (Ento-)	M. (Eo-)	M. (Maori-)	<i>Halobia</i>	<i>Daonella</i>	<i>Bositra</i>	others
Krumbeck (1924)					bent			
Schmidt (1938)	pseudo				pseudo	pseudo		
Schwarzacher (1948)	pseudo				pseudo	pseudo		
Ichikawa (1958)	pseudo or bent-epi							
Wetermann (1962)	pseudo or bent-epi							
Jefferies and Minton (1965)	nekt				nekt	nekt	nekt	<i>Steinmannia</i> nekt
Hayami (1969)	pseudo				nekt	nekt	nekt	<i>Buchia</i> pseudo or bent
De Capoa Bonardi (1970)					pseudo	nekt?		
Stanley (1972)					pseudo			
Westermann (1973a)	pseudo or bent-epi	bent						
Gruber (1976)					bent-epi, -endo, nekt?			
Grant-Mackie (1980a)		bent-epi	bent-epi	bent-end				<i>Otapiria</i> plankt or bent-epi
Hallam (1981)	bent							

アジア地域(当時の周極地方)にあった。それに続き *ochotica*, *salinaria*, *subcircularis* グループが3つの major "realms" に分化・放散した。

4) *M. ochotica*, *salinaria*, *subcircularis* グループの分布は、当時の経度にして少なくとも 100° 以上に及ぶ。

5) 極端に longitudinal な分布は温度差の少ない海中気候を意味し、少なくとも一部はむしろ均一な気候の表層水に生息していただろう。

更に Westermann は種群によって、後期三疊紀の3つの時期にわたる放散過程を推定しており、Kummel (1979) にも紹介されている。各時期に出現する種群を以下に示す。

- 1) 後期カーニアン(?)~中期ノーリアン
: *M. scutiformis*
- 2) 後期ノーリアン
: *M. ochotica*, *salinaria*, *subcircularis*
- 3) 末期ノーリアン~初期レーチアン(?)
: *M. zabaikalica*

時間区分の証拠が十分とはいえないが(表5)、中生代の二枚貝としては極めて短い時間間隔で分布様式やその推移が扱われた点で注目される。

三疊紀の二枚貝フォナ、特に Pterioidea には汎世界的要素が多く、*Monotis* がその代表の一つであることは言うまでもない。この事は三疊紀には海水の温度差が少ない温暖気候が支配的であったという推論の根拠の一つとされる (Hallam, 1981)。

古生態学的意義

Monotis を含めた中生代薄殻二枚貝の古生態については幾多の議論がなされてきたが、それらの根拠はいずれも産状と形態であって直接的証拠に乏しい。現生二枚貝には類型を求められないことや、生活状態を保存した産状が見出せない現状では、間接的な状況証拠を多数集めて総合的に判断することが望ましいであろう。表7は代表的な7つの属について従来の生活型推定の見解をまとめたものである。

Schmidt (1938) が *Monotis*, *Halobia*, *Daonella* の3属に対し現生二枚貝にはない擬浮遊性の生活型を想定して以来、この生活型は他のいくつかの中生代の薄殻二枚貝の特異な産状と形態をうまく説明できることで注目と賛同を集めた (Ichikawa, 1958; Westermann, 1962; 速水, 1969)。 *Monotis* は準等殻~不等殻、不等側な殻をもち、明らかに *Pecten* や *Lima* のような遊泳に適した形態ではない。少なくとも直線的な運動はできない。足糸彎入の存在は足糸によって何らかの固形物に付着していたことを思わせる。浮遊海藻や流木等に付着した擬浮遊性の生活様式を考えるならば、汎世界的分布や岩相に支配

されない産状をうまく説明できる。突発的な強い水流によって吹きよせられ浅海の砂質堆積物に密集するのかもしれない。

一方 Westermann (1973a) は準等殻種 (*M. salinaria* グループ) と不等殻種 (*M. ochotica* グループなど従来の *Entomonotis*) といった形態の相違が生活様式の差を反映すると考えた。すなわち前者は擬浮遊性から外生の底生生活様式で浅海域 (neritic) から遠洋域 (epipelagic) に生息し、後者は底生で上部浅海帯に生息したという。その後 Westermann (1973 b) は特に不等殻種では形態的に擬浮遊性は不可能で個体群の一部のみが擬浮遊性であったと推定した。この推論は堆積相によって産出種や産状が異なることに注目しており重要である。

最近 Grant-Mackie (1980a) は *Monotis* の生活様式について大胆な推定を提示した。それによれば *Monotis* は現在の海藻林に比較される大型の藻類に付着するエピフォナーであった。そして形態によって海藻に付着する位置が異なっていた。*M. (Eomonotis)* は海藻の先端部に、大型の *M. (Entomonotis)* は海藻の根元付近や茎の部分に付着した。これらとはかなり形態の異なる *M. (Maorimonotis)* のような種は底生か半内生 (endobysate) であったという。周期的な嵐が海藻ごと吹きとばし付着生物と共に漂流した。漂流したいくつかの個体が別の場所で新しい個体群を形成したという。この見解は3亜属がわずかに異なるニッチを持つという点で注目されるが、決定的証拠に乏しい。

現生の Pteriidae や Pectinidae のうち比較的薄い殻をもつ不等殻の種がしばしばトゲサンゴ、ヤギなどの樹状の腔腸動物に足糸で付着して生活する事実は注目に値する。また、砂底に自由生活する二枚貝にも幼期の一時期には底生の海藻に付着する種が少なくない。また後鰓類の中にはホンダワラのような浮遊海藻に住み擬浮遊性の生活を営む種が知られている。*Monotis* の殻が非常に薄く、しかも一般の底生二枚貝と比べて殻厚の劣成長的傾向が強い(殻の厚さが殻長や殻高に比べてあまり増加しない)ことから、海藻に付着して生活したことは最も考えやすい。しかしそれが底に生えていた海藻であったのか、流れ藻であったかは今後の研究にまたなければならぬ。

Monotis の古生態の問題は他の薄殻二枚貝へも展開できる可能性があり、Westermann (1973b) が考えた *Daonella* → *Halobia* → *Monotis* というニッチの継承も検討されるべきであろう。これらの二枚貝の産状がむしろ opportunistic な適応戦略を思わせるのに対し、ヨーロッパでは比較的安定な堆積環境下に堆積したことは注目すべきであろう (Hallam,

1981). ただし *M. salinaria* がアルプスの Hallstadt 石灰岩のような比較的遠洋性を思わせる堆積岩から知られるのに対し、日本やシベリアの *Monotis* は砂岩・頁岩等の碎屑岩に殆ど限られて産出する。このように種あるいは種群による生態の多様性も並行して検討する必要がある。

おわりに

以上のように *Monotis* は中生代二枚貝としては標本が得やすいにもかかわらず、未解決の問題が少なくなく、再検討の余地を多く残している。日本では少なくとも 1966 年以降殆ど報文がない。過去の生物ということで現生生物のような幅広い研究は著しく限定されるけれども、分類・生物地理・古生態などのいくつかの側面からの研究が可能であり、手頃な材料と考える。関連科学の発展に伴って開発されたいくつかの解析法を十分に駆使して、様々な視点から化石生物の実態に迫る姿勢が必要と思う。また産状や形態の観察からも、化石のもつ情報を最大限に生かして、*Monotis* が如何なる生物であったかを追求したい。その 2 では著者が南部北上山地、特に歌津地域の材料で行なった研究成果を要約し、*Monotis* の古生物学的・進化的意義を述べる予定である。

文 献

- 安藤寿男, 1982 : 南部北上山地の上部三疊系皿貝層群について。日本地質学会第 89 年大会要旨, 121.
- Bando, Y., 1961 : Note on the Upper Triassic monotidae from the Nariwa Basin, Okayama Prefecture, Japan. *Mem. Fac. Lib. Arts Educ. Kagawa Univ.*, [2], (102), 1-9.
- Beyrich, E., 1862 : Zwei aus dem deutschen Muschelkalk noch nicht bekante *Avicula*-artige Muscheln. *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, **14**, 9-10.
- Bittner, A., 1901 : Über *Pseudomonotis telleri* und verwandte Arten der unteren Trias. *Jb. k. k. Geol. Reichsanst.*, **50**, 225-234.
- Crickmay, C. H., 1928 : The stratigraphy of Parson Bay, B. C. *Univ. Cal. Publ. Bull. Dept. Geol. Sci.*, **18**, 51-70.
- Damborenea, S. E. and Manceñido, M. O., 1979 : On the palaeogeographical distribution of the pectinid genus *Weyla* (bivalvia, Lower Jurassic). *Palaeogeogr. Palaeoclimato. Palaeoecol.*, **27**, 85-102.
- De Capoa Bornardi, P., 1970 : Le *Daonella* e la Halobie della serie calcareo silico marnosa della Lucania (Appennino Meridionale) Studio Paleontologico e biostratigrafico. *Mem. Soc. Natur. Napoli, suppl. Boll.*, **78**, 1-130.
- Efimova, A. F., Kinasov, V. L., Paraketsov, K. V., Polubotko, I. V., Relin, U. S. and Dagens, A. C., 1968 : "Field atlas of Jurassic fauna and flora from east Siberia, U. S. S. R." Ministry of Geology, R. S. F. S. R., Magadan, 1-143. [in Russian]
- Fisher, P., 1887 : Manuel de conchyliologie et de paleontologie conchyliologique. 1369p. Paris.
- Grant-Mackie, J. A., 1976 : The Upper Triassic bivalve *Monotis* in the southwest Pacific. *Pacific Geol.*, **11**, 47-56.
- , 1978a : Subgenera of the Upper Triassic bivalve *Monotis*. *N. Z. Jour. Geol. Geophys.*, **21**, 97-111.
- , 1978b : Status and identity of the New Zealand Upper Triassic bivalve *Monotis salinaria* var. *richmondiana* Zittel 1864. *Ibid.* **21**, 375-402.
- , 1978c : Systematics of New Zealand *Monotis* (Upper Triassic bivalvia) : subgenus *Entomonotis*. *Ibid.* **21**, 483-502.
- , 1978d : Systematics of New Zealand *Monotis* (Upper Triassic bivalvia) : subgenus *Maorimonotis*. *Jour. Royal Soc. N. Z.*, **8**, 293-322.
- , 1980a : Mode of life and adaptive evolution in the cosmopolitan Triassic bivalve *Monotis*. *Jour. Malac. Soc. Aust.*, **4**, 223.
- , 1980b : Systematics of New Zealand *Monotis* (Upper Triassic bivalvia) : subgenus *Inflatomonotis*. *N. Z. Jour. Geol. Geophys.*, **23**, 629-637.
- , 1980c : Systematics of New Zealand *Monotis* (Upper Triassic bivalvia) : subgenus *Entomonotis*. *Ibid.* **23**, 639-663.
- Gromov, V. V. and Tuchkov, I. I., 1971 : The biostratigraphic significance of Norian *Monotis*. *Doklady Akad. Nauk S. S. S. R.*, (200), 100-103.
- Gruber, B., 1976 : Neue Ergebnisse auf dem Gebiete der Ökologie, Stratigraphie und Phylogenie der Halobien (Bivalvia). *Mitt. Geol. Ges. Bergbaustud.*, **23**, 181-198.
- Hada, S., 1974 : Construction and evolution of the intrageosynclinal tectonic lands in the Chichibu belt of western Shikoku, Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **17**, 1-52.
- Hallam, A., 1981 : The end-Triassic bivalve extinction event. *Palaeogeogr. Palaeoclimato. Plaeoecol.* **35**, 1-44.
- Hase, A., 1961 : A find of *Monotis* (*Entomonotis*) from Eastern Yamaguchi Prefecture, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, [n.s.], (42), 79-87.
- 速水 格, 1969 : 中生代の "浮遊性" 二枚貝について。地質雑, **75**, 375-385.
- Hayami, I., 1975 : A systematic survey of the Mesozoic bivalvia from Japan. *Bull. Univ. Mus. Univ. Tokyo*, **10**, 1-249.
- Hertlein, L. G., Cox, L. R. and Newell, N. D., 1969 : Superfamily Pectinacea Rafinesque, 1815. In Moore, R. C. (ed.) : *Treat. Invert. Paleont. Pt. N*,

- mollusca*, 6, 332-383. Geol. Soc. Am. and Univ. Kansas Press.
- Hyatt, A., 1894 : Trias and Jura in the western States. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 5, 395-434.
- Ichikawa, K., 1951 : Notes on the *Entomonotis*-bearing Triassic formation at Iwai near Itsukaichi, Tokyo Prefecture with a description of a new *Entomonotis*. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, [n. s.], (2), 43-48.
- , 1954 : Late Triassic pelecypods from the Kochigatani Group in the Sakuradani and Kito Areas, Tokushima Prefecture, Shikoku. *Jour. Inst. Polytech. Osaka City Univ.*, [G], 1, 35-55.
- 市川浩一郎, 1954 : 化石属 *Entomonotis* にみられる歴史的な形態変化について, 生物科学「進化」特集号, 43-46.
- Ichikawa, K., 1958 : Zur Taxinomie und Phylogenie der triadischen "Pteriidae" (Lamellibranch.) mit besonderer Berücksichtigung der Gattung *Clarnia*, *Eumorphotis*, *Oxytoma* und *Monotis*. *Palaeontogr.*, 3 (A), 132-214.
- Imlay, R. W., 1967 : The Mesozoic pelecypods *Otapi-ria* Marwick and *Lupherella* Imlay, new genus in the United States. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 573 (B), 1-11.
- Jefferies, R. P. S. and Minton, P., 1965 : The mode of life of two Jurassic species of 'Posidonia' (bivalvia). *Palaeont.*, 8, 156-185.
- Jenkins, T. B. H. and Jenkins, D. G., 1971 : Conodont of the Haast schist and Torlesse groups of New Zealand. *N. Z. Jour. Geol. Geophys.*, 14, 782-794.
- 金川久一, 1981 : 南部北上山地大船渡地域の層序と地質構造. 日本地質学会第 88 年大会要旨, 393.
- ・安藤寿男, 1983 : 南部北上山地大船渡地域からの *Monotis* の発見と意義. 地質雑, 89, 187-190.
- Kanmera, K., 1969 : Litho- and biofacies of Permian-Triassic geosynclinal limestone of the Sambosan Belt in Southern Kyushu. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Pap.*, 14, 13-40.
- 勘米良亀齡・橋本光男・松田時彦(編), 1980 : 岩波講座地球科学 15. 日本の地質, 387p. 岩波書店, 東京.
- Keyserling, A. G., 1848 : Fossile Mollusken. in Middendorf, A. : *Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens*, 1 (1), 1-20.
- 木村敏雄, 1977 : 日本列島—その形成に至るまで [I], 1-244, 古今書院, 東京.
- , 1979 : 同上 [II上], 245-577.
- Kiparisova, L., 1932 : Contribution to the stratigraphy of the marine Trias of Eastern Transbaikalia. *Trans. Geol. Prosp. Serv. U. S. S. R.*, (111), 1-33.
- , Bytschkov, Y. M. and Polubotko, I. V., 1966 : "Upper Triassic bivalved molluscs from northeast U. S. S. R." V. S. E. G. E. I., 312p. Magadan. [in Russian]
- Kittl, E., 1912 : Materialien zu einer Monographie der Halobiidae und Monotidae der Trias. *Res. Wiss. Erforsch. Balatonsees*, 1 (1), *Palaeont. Anhang.*, 2 (4), 1-229.
- Kobayashi, T., 1935 : Einige neue Triadische Bivalven aus der Innerzone Südwest-Japans. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 12, 27-33.
- , 1938 : On the Noric age of the Nariwa flora of the Rhaeto-Liassic aspect. *Ibid.* 15, 2-12.
- and Ichikawa, K., 1949 : Late Triassic "Pseudomonotis" from the Sakawa Basin in Shikoku, Japan. *Ibid.* 21, 245-262.
- 小池敏夫, 1979 : 三疊紀コノドントの生層序. 日本の二疊系ならびに三疊系におけるコノドントとナマコの骨片による生層序(鹿沼茂三郎教授退官記念論文集), 東京, 21-77.
- Krumbeck, L., 1924 : Die Brachiopoden, Lamellibranchiaten und Gastropoden der Trias von Timor II, Paläontologischer Teil. *Paläontologie v. Timor.*, 13, 1-275.
- Kummel, B., 1979 : Triassic. In Berggren, W. A. et al. : *Treat. Invert. Paleont. Pt. A., Introduction*. 351-389. Geol. Soc. Am. and Kansas Univ. Press.
- Marwick, J., 1935 : Some new genera of the Myaliniidae and Pteridae of the New Zealand. *Transac. Proc. Royal Soc. N. Z.*, 65, 295-303.
- , 1953 : Divisions and fauna of the Hokonui system. *N. Z. Geol. Surv. Paleont. Bull.*, 21, 1-141.
- 松本達郎・勘米良亀齡, 1964 : 日奈久, 5 万分の 1 地質図幅説明書, 147+27p. 地質調査所.
- Muller, S. W., 1938 : Upper Triassic pelecypod genus *Monotis*. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 49, 1893.
- 村田明広, 1981 : 黒瀬川—三宝山地帯の古地理と大規模衝上断層—九州中央部五ヶ瀬地域を例として—, 地質雑, 87, 353-363.
- 長尾宏行・松田哲夫, 1981 : Rhaetian 問題とコノドント生層序—京都市西北部梅ノ尾の層状チャートでの検討結果を例にして—, 大阪微化石研究会誌特別号, 5, 469-478.
- Nakazawa, K., 1963 : Norian pelecypod-fossils from Jito, Okayama Prefecture, west Japan. *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto*, [B], 30 (2), 47-57.
- , 1964 : On the *Monotis typica* zone in Japan. *Ibid.* 30 (4), 21-43.
- 中沢圭二, 1964 : 上部三疊系 *Monotis* 層, とくに *Monotis typica* 帯について. 地質雑, 70, 523-535.
- 折田行亘, 1961 : 熊本県田浦地域の上部三疊系. 九大理研報(地質), 6, 1-13.
- Sakaguchi, S., 1939 : A new species of *Entomonotis* from the Upper Triassic of the Kitakami Mountainland. *Jubilee Publ. Commem. Prof. Yabe 60th Birth.*, 1, 227-231.
- Schmidt, H., 1938 : Die binomische Einteilung fossilen Meeresböden. *Forschr. Geol. Paläont.*, 12, 1-154.
- Schwarzacher, W., 1948 : Sedimentpetrographische

- Untersuchungen Kalkalpiner Gesteine. Hallstätterkalke von Hallstatt und Ischl. *Jb. Geol. Bundesanst.*, **91**, 1-48.
- 清水三郎・馬淵精一, 1932: 北上山地上部三疊紀層. 地質雑, **39**, 313-317.
- 下西繁美・丹波地帯研究グループ, 1981: 丹波層群の砂岩からのモノチス化石の産出. 日本地質学会関西支部報, **89**, 3-4.
- Smith, J. P., 1927: Upper Triassic marine invertebrate faunas of North America. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **141**, 1-262.
- Smith, A. G. and Briden, J. C., 1977: Mesozoic and Cenozoic paleocontinental maps. 63p. Cambridge Univ. Press.
- Stanley, S. M. 1972: Functional morphology and evolution of byssally attached bivalve molluscs. *Jour. Paleont.*, **46**, 165-212.
- Stevens, G. R., 1980: Southwest Pacific faunal palaeogeography in Mesozoic and Cenozoic times: A review. *Palaeogeogr. Palaeoclimato. Palaeoecol.*, **31**, 153-196.
- Stoliczka, F., 1871: Cretaceous fauna of southern India; pelecypoda. *Palaeont. Indica*, [6], **3**, 1-537.
- Tamura, M., 1959: Carnic pelecypods from Matsukuma in central Kyushu, Japan. *Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ.*, **7**, 219-224.
- , 1965: *Monotis* (*Entomonotis*) from Kyushu, Japan. *Ibid.* **13**, 42-59.
- , 1981: Preliminary report on the Upper Triassic megalodonts discovered in Kyushu, Japan. *Proc. Japan. Acad.*, **57**, [B], (8), 290-295.
- Teller, F., 1886: Die pelecypoden-Fauna von Werhohjansk in Ostsibirien. In Mojsisovics, E.: *Arktische Trias-faunen. Mem. Acad. Imp. Sci. St. Petersburg*, [7], **33**, 103-137.
- Toyohara, F., 1977: Early Mesozoic tectonic development of the northwestern Chichibu geosyncline in west Chugoku, Japan. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, [2], **19**, 253-334.
- Tozer, F., 1961: Triassic stratigraphy and faunas, Queen Elizabeth Islands, Arctic Archipelago. *Geol. Surv. Can. Mem.*, **316**, 1-116.
- , 1967: A standard for Triassic time. *Ibid. Bull.*, **156**, 1-103.
- , 1971: Triassic time and ammonoids: problem and proposal. *Canad. Jour. Earth Sci.*, **8**, 989-1031.
- , 1979: Latest Triassic ammonoid faunas and biochronology, Western Canada. *Geol. Surv. Can. Pap.*, **79** (1B), 127-135.
- , 1980: Triassic ammonoidea: geologic and stratigraphic distribution. In House, M. R. and Senior, J. R. (eds.): *The Ammonoidea*, 397-431, Academic Press, London and New York.
- Trechmann, C. T., 1917: The Trias of New Zealand. *Quat. Jour. Geol. Soc.*, **73**, 165-246.
- Urlichs, M., 1972: Ostracoden aus den Kossener Schichten und ihre Abhängigkeit von der Ökologie. *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, **21**, 661-710.
- Vozin, V. F. and Tikhomirova, V. V., 1964: Paleontological field atlas of bivalve and cephalopod mollusca in the Triassic deposits of Northeast U. S. S. R. *Akad. Sci. U. S. S. R., Yaktski Branch, Sib. Sect., Inst. Geol.*, 1-94.
- Westermann, G. E. G., 1962: Succession and variation of *Monotis* and the associated fauna in the Norian Pine River Bridge section, British Columbia (Triassic, pelecypoda). *Jour. Paleont.* **36**, 745-792.
- , 1973a: Species distribution of the worldwide Triassic pelecypod *Monotis* Bronn. *Proc. Intern. Geol. Congr. 22nd.*, [8], 374-389.
- , 1973b: The late Triassic bivalve *Monotis*. In Hallam, A. (ed.): *Atlas of Palaeobiogeography*. 251-258, Elsevier, Amsterdam.
- Wiedemann, J., Fabricius, F., Krystyn, L., Reitner, J. and Urlichs, M., 1979: Über Umfang und Stellung des Rhaet. Diskussionsbeitrag zur Sitzung der Internationalen Subkommission für Trias-Stratigraphie in München, Juli 1978, mit einem Anhang von H. Visscher und W. M. L. Shuurmann und einem Nachwort von G. Richter-Bemburg. *Newsl. Stratigr.*, **8**, 113-152.
- 八尾 昭, 1977: 西南日本の中・古生界—本州地向斜・本州変動の再検討—. 地団研専報, (20), 15-25.
- , 1982: トリアス紀・ジュラ紀の放散虫タイムスケール. 月刊地球, (41), 428-433.
- ・松岡 篤・中谷登代治, 1982: 西南日本のトリアス紀・ジュラ紀放散虫化石群集. 大阪微化石研究会誌特別号, **5**, 27-43.
- Zakhalov, V. A., 1962: New *Monotidae* from the lower Lias of the Okhotsk Sea coast and their stratigraphic significance. *Geologiya i Geofizika*, **3**, 23-31. [in Russian]