西南北海道の中新世軟体動物化石群と古環境（予報）

鈴木明彦*・赤松守雄**・能條　歩***

Miocene molluscan fauna and paleoenvironment in southwestern Hokkaido, Japan (preliminary report)

Akihiko Suzuki*, Morio Akamatsu** and Ayumu Nojo***

(Abstract)

Miocene formations, bearing abundant marine fossil molluscs, are widely distributed in southwestern Hokkaido. Based upon recent biochronologic framework, faunal stages in this district are divided into three stages as follows; Yoshioka (Early Miocene: 18-17 Ma), Kunnui (early Middle Miocene: 16-15 Ma), and Yakumo (late Middle to Late Miocene: 12-7 Ma) stages.

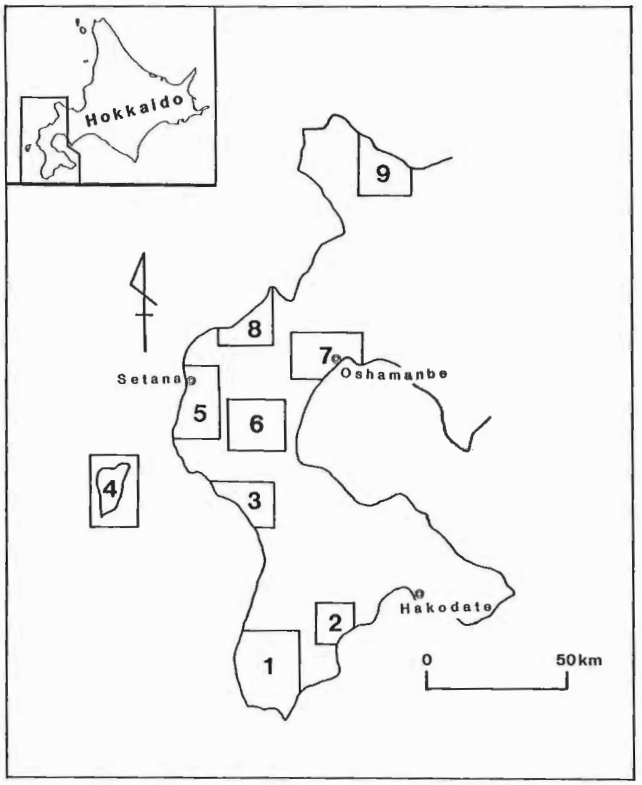
The molluscan fauna of the Yoshioka stage belongs to the Yatsuo-Kadonosawa fauna and indicates warm-temperate type lacking for tropical species. This fauna is dominated by embayment to neritic elements. The fauna of the Kunnui stage is assigned to the subtropical Kadonosawa fauna (s.s.) and contains many Arcid-Potamid species. This fauna is also dominated by embayment to neritic elements, especially tidal-flat ones. At that time, the subtropical front might be located in north latitudes 43 degrees of southwestern Hokkaido. In turn, the Yakumo stage is rare in fossil molluscs except for the Kaigarabashi assemblage. This fauna is represented by "off-shore mud assemblage" such as the Yama or Wakkanai faunas and presumably belongs to cool-temperate type.

Successional changes of the molluscan fauna during Miocene in this district seem to be due to paleoceanographic changes in relation to opening of the Sea of Japan, eustacy and tectonics.

はじめに

西南北海道は，東北本州弧の延長部に相当し，いわゆるグリン・タフ地域に属する（石田・秦, 1989；八幡, 1989；雁澤, 1992）．本地域には新第三系が広く分布し，先第三系を不整合で覆う．これらの地層は，主に日本海沿岸地域に分布することから前－中期中新世にかけて拡大した日本海（Tamaki, 1988；Tamaki, et al., 1990など）の古海況の変遷を記録していると考えられる．また，近年の古地磁気学的検討（藤原, 1989；田中・内村, 1989）によれば，西南北海道

＊北海道教育大学岩見沢分校地学研究室．Department of Earth Science, Iwamizawa College, Hokkaido University of Education, Iwamizawa 068, Japan.
＊＊北海道開拓記念館．Historical Museum of Hokkaido, Sapporo 004, Japan.
＊＊＊北海道桧山北高校．Hokkaido Hiyama Kita Senior High School, Hokkaido 049-44, Japan.
1992年9月30日受理



第1図　西南北海道の新第三系の主要分布地域。
1．渡島福島、　2．木古内、　3．熊石、　4．奥尻、
5．瀬棚、　6．今金、　7．長万部、　8．島牧、　9．積丹

は東北本州とほぼ同様の挙動を示し，中新世の21Ma－11Maに60度以上におよぶ半時計回りの回転を生じたことが明らかにされている（藤原・金松, 1991）．このような観点から，日本海沿岸においては当然底生動物群にもなんらかの群集変化が生じた可能性が指摘されている（鎮西, 1986；千地ほか, 1989；的場, 1992）．また，西南北海道は東北本州と北海道主部との会合部に相当することから，新生代を通じて暖流系群集と寒流系群集とが交錯する特異な生物地理的位置であったと考えられている（魚住ほか, 1986；Suzuki et al., 1992）．

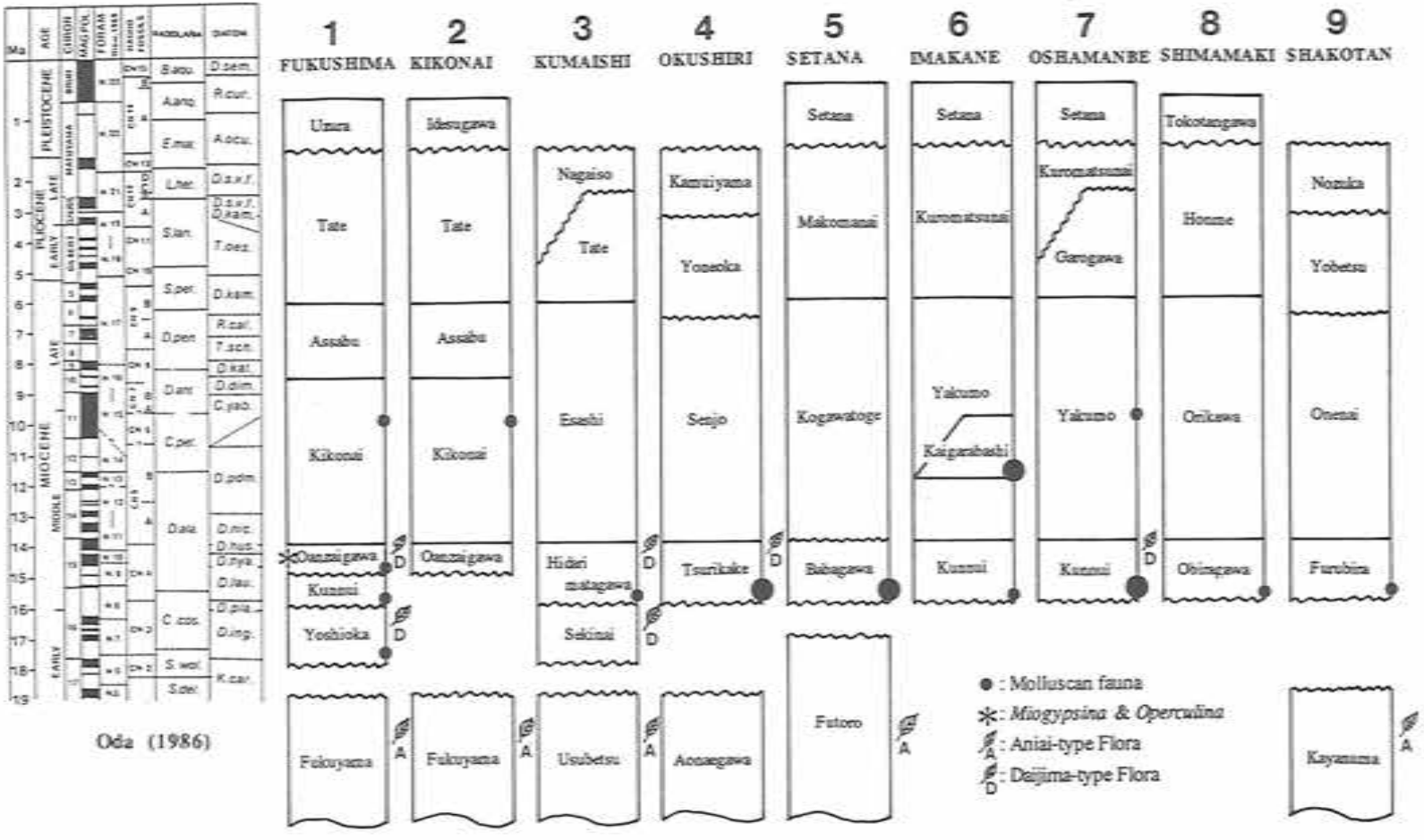
東北地方の新第三紀の軟体動物群に関しては，詳細な生層序的・古生態的検討がなされている（青木, 1960；鎮西, 1963；Chinzei, 1986；増田, 1986；小笠原, 1988；小笠原・増田, 1989）．しかし，西南北海道の軟体動物群については断片的な資料があるにすぎない（Masuda and Sawada, 1961； Kanno, 1962；Uozumi and Fujie, 1966；増田・小笠原, 1982；鈴木, 1988）．そのため今回は，最新の年代層序資料に基づき，西南北海道の中新世の軟体動物化石群の群集特性と古環境的背景を予察的に検討する．

中新統の層序区分

西南北海道の新第三系は，おもに岩相上の特徴に基づき，下位より福山，吉岡，訓縫（くんぬい），八雲，黒松内，瀬棚の6層準に区分されている（石田・秦, 1989；八幡, 1989；雁澤, 1992）．ここでは，海成中新統である吉岡，訓縫，八雲の各層準を対象とし，各地域の総合柱状図を示した（第1図，第2図）．また，各層準の地質年代に関しては，主として微化石層序の成果（高橋ほか, 1980；正谷・大倉, 1980；正谷ほか, 1982）に従った．

1．吉岡層準

本層準は松前半島に分布する吉岡層で代表され，西南北海道新第三紀における最初の海進期にあたる．吉岡層は主として泥岩や砂岩からなり，下位の福山層を不整合で覆う．この層準には湯の岱層，関内層，太櫓（ふとろ）層嗣内（つくない）部層などが相当し，これらの地層の分布は日本海沿岸部に限定される．また，*Comptonia naumanni, Liquidambar miosinica* などの台島型植物群（Tanai



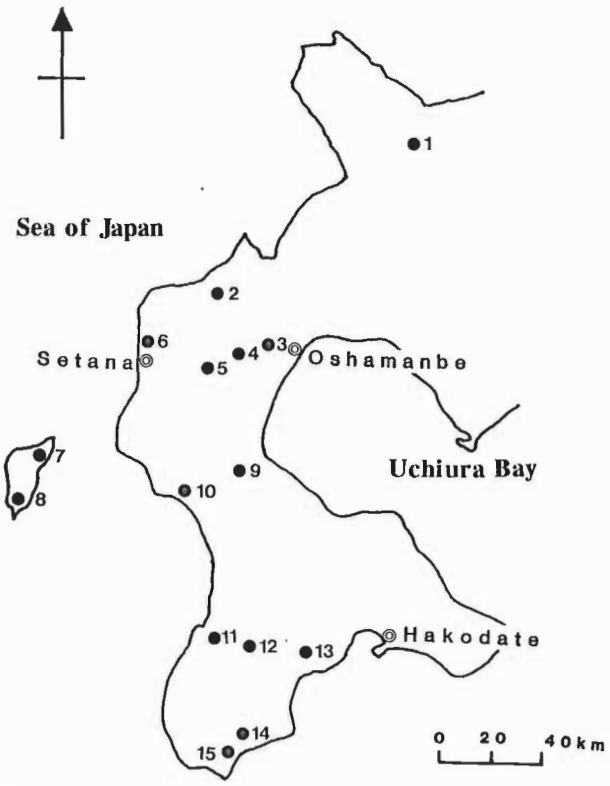
第2図　西南北海道の新第三系の主要分布地域の層序対比。

and Suzuki, 1963）や淡水生珪藻化石・淡水生魚類化石（秦ほか, 1990）の産出が知られている．

吉岡層からは *Hopkinsina shinboi, Nonionellina labradorica* などの底生有孔虫化石が産出するものの，明確な生層序的な位置づけは依然確定していないが，一応男鹿半島の台島層に対比されている（高橋ほか, 1980；正谷・大倉, 1980）．また，この時期の K-Ar 年代として宮野玄武岩の17Ma, 19Ma がある（通産省資源エネルギー庁, 1978）．ここでは吉岡層準を18–17Ma 頃に位置すると考える．

2．訓縫層準

本層準は，渡島半島に広く分布する訓縫層や松前半島に分布する大安在川層で代表され，西南北海道に広く海進がおよんだ時期に相当する．下位の福山層あるいは吉岡層を不整合で覆う．この層準の堆積物は，大安在川層，訓縫層下部，釣懸層下部，馬場川層下部などの浅海性堆積物（主として砂岩，礫岩）と，大平川層，訓縫層上部，釣懸層上部，馬場川層上部などの水中火山岩類（グリンタフ）と半深海－深海性（？）堆積物（主としてシルト岩，泥岩）からなり，岩相的に大きく 2 分される傾向がある．訓縫層準は *Comptonia naumanni, Liquidambar miosinica* などの台島型植物群を含み，さらに海生動物化石を多産する．



第 3 図　西南北海道の中新統軟体動物化石産地。
1．仁木（古平層）、 2．島牧（太平川層）、 3．長万部（訓縫層）、 4．美利河（訓縫層）、 5．貝殻橋（貝殻橋砂岩層）、 6．瀬棚（馬場川層）、 7．宮津（釣懸層）、 8．富里（釣懸層）、 9．上八雲（八雲層）、 10．熊石（左俣川層）、 11．上ノ国（大安在川層）、 12．湯の岱（湯の岱層）、 13．木古内（木古内層）、 14．渡島福島（大安在川層）、 15．吉岡（吉岡層）

訓縫層からは Blow の N.8–N.9に相当する浮遊性有孔虫化石を産出する（高橋ほか, 1980；正谷・大倉, 1980）．なお，大安在川層の年代的位置づけについては多くの議論があるが，Blow の N.8–N.9に相当する浮遊性有孔虫化石や大型有孔虫化石 *Miogypsina kotoi, Operculina complanata* が産出する（秦・山口, 1969；高橋ほか, 1980；正谷・大倉, 1980）ことから，ここでは訓縫層と同層準とする考えに従う（正谷ほか, 1982）．この時期の F.T.年代値として，訓縫層の17.1Ma, 16.8Ma, 14.5Ma（奥水ほか, 1986），訓縫層の12.5Ma，釣懸層の12.5Ma（雁澤, 1992）などがあるが，年代値幅が大きく，今後の吟味が必要である．今回は，これらの資料を参考に訓縫層準を約16–15Ma と考える．

3．八雲層準（12–7Ma）

本層準は，八雲層や木古内層で代表され，西南北海道一帯に海進がおよび，新第三紀では堆積盆が最大となった時期である．岩相的には珪質頁岩あるいは硬質頁岩で特徴づけられる．同層準の地層は戸田川層，千

畳層，折川層，江差層，厚沢部層札刈部層などである．下位の訓縫層とは整合であるとする見解が多いが，微化石層序の検討からは両層にはハイエタスがあるとの意見もある（高橋ほか，1980；正谷ほか，1982；八幡，1988）．このハイエタスは木古内層と大安在川層との間にある海緑石帯で示され，浮遊性有孔虫化石帯 N.10-N.12にわたる部分が欠如しているとされている（高橋ほか，1980；正谷ほか，1982）．なお，浅海性堆積物として，今金町メップ川付近の貝殻橋砂岩層（Kanno, 1962；増田・小笠原，1982）が知られている．

木古内層からは *Spirosigmoilinella compressa, Martinottiella communis* などの底生有孔虫化石が産出し，生層序的な位置づけは明確ではないが，男鹿半島の女川層および船川層下部に対比されている（高橋ほか，1980；正谷・大倉，1980）．この時期の K-Ar 年代値として，木古内層基底の海緑石砂岩に伴うセラドナイトの9.6Ma, 11.8Ma がある（雁澤，1992）．また，この時期の F.T.年代値として，厚沢部層の 11.2Ma, 8.1Ma, 7.3Ma（奥水ほか，1986），木古内層の7.0Ma，三森山層の11.0-7.4Ma，二見層の13.4-11.3Ma（雁澤，1992）などがある．また，貝殻橋砂岩層からは Blow の N.13-N.15に相当する浮遊性有孔虫化石を産出する（高橋ほか，1980；正谷・大倉，1980；土・茨木，1982）．以上のことから八雲層準を12-7Ma 頃と考える．

軟体動物群の群集特性

西南北海道の主要な化石産地とその産出層準を第 2 図，第 3 図に示す．以下に各層準における軟体動物化石群の特徴を述べる．

1．吉岡層準（18-17Ma）の化石群

本層準では，吉岡層，湯の岱層から海生軟体動物化石が産出しているが，ほかの相当層は汽水－淡水性堆積物であり，軟体動物化石の産出は知られていない．吉岡層からは，下部の砂岩－礫岩から *Tateiwaia* cf. *yamanarii, Littorinopsis* ? sp., *Lucinoma* sp., *Saxidomus* sp., *Venericardia* sp., *Macoma* sp.が，上部の泥岩から *Kotorapecten kagamianus, Mizuhopecten kimurai maruyamai, Mizuhopectem kobiyamai, Venericardia* sp., *Turritella* cf. *s-hataii* が報告されている（秦・山口，1969；八幡・赤松，1984；秦・佐藤，1989）．また，湯の岱層から *Crassostrea gravitesta, Mizuhopecten imamurai, Cyclocardia siogamensis, Siratoria siratoriensis, Thracia kamayasikiensis, Nemocardium* sp.が産出している（秦・山口，1969）．これらの化石群は内湾－浅海の群集である．

これらの化石群はいずれも八尾－門ノ沢動物群（鎮西，1981）に属し，この動物群の生息年代は前－中期中新世（19-15Ma）とされている（糸魚川，1987；Itoigawa, 1988；小笠原，1988）ので，吉岡層の群集は早期のものであるといえる．しかし，*Vicarya, Vicaryella* などの典型的な Arcid-Potamid fauna（津田，1965）の種属は含まれておらず，本層準の軟体動物群は，海洋生物地理的にみれば暖温帯に相当すると考えられるため，群集構成的にはむしろ滝の上動物群（Uozumi, 1962；Kanno and Ogawa, 1964；赤松，1984）に類似する．この事は本層準の有孔虫群集が滝の上型である事からも支持される（高橋ほか，1980；正谷・大倉，1980）．なお，花粉化石からは，暖温帯から冷温帯への気候変化が指摘されている（秦・佐藤，1989）が，軟体動物化石には明瞭な変化はない．

2．訓縫層準（16-15Ma）の化石群

本層準からは，西南北海道の中新統中，種数・個体数の上で最も多量の海生軟体動物化石が産出する（Uozumi, 1962；第 1 表）．奥尻島の釣懸層からは，*Vicarya yokoyamai, Vicaryella notoensis, Anadara kakehataensis, Barbatia uetukiensis, Crassostrea gravitesta, Dosinia*

第1表　西南北海道における Arcid-Potamid fauna の種構成。

AREA / GENUS	Sea of Japan side		Uchiura Bay side
	Okushiri	Setana	Oshamanbe
	Tsurikake F.	Babagawa F.	Kunnui F.
	(Uozumi & Fujie, 1966)	(Suzuki et al., MS)	(Nakaya & Nagamori, 1977MS) (Kanno et al., 1988)
Barbatia	*uetsukiensis*		
Anadara	*kakehataensis*	*kakehataensis*	*kakehataensis*
			kurosedaniensis
Mizuhopecten	*kimurai*		*kobiyamai*
Crassostrea	*gravitesta*		*gravitesta*
Lucinoma		sp.	*acutilineatum*
Dipolodonta	*ferruginata*		
Clinocardium	*okushiriensis*	*okushiriensis*	*okushiriensis*
Clementia			*papyracea*
Nipponomarcia	*nakamurai*	sp.	*nakamurai*
Cyclina	*japonica*	*japonica*	*japonica*
			lunulata
Dosinia	*nomurai*	cf. *nomurai*	*nomurai*
Siratoria			*siratoriensis*
Lutraria			*osawanoensis*
Soletellina	*minoensis*		*minoensis*
Cultellus	*izumoensis*		*izumoensis*
Minolia			*tukiyosiensis*
Homalopoma			*ena*
Calliostoma	sp.	sp.	
Cerithidea	cf. *tokunariensis*	sp.	*minoensis*
Tateiwaia		sp.	*tateiwai*
Euspila			*meisensis*
Vicarya	*yokoyamai*		*yokoyamai*
Vicaryella	*notoensis*	*notoensis*	*ishiiana*
Chicoreus	*asanoi*	cf. *asanoi*	*asanoi*
Babylonia	*kozaiensis*		

nomurai, Nipponomarcia nakamurai, Soletellina minoensis, Cultellus izumoensis など24種が報告されている（Uozumi and Fujie, 1966）．また，長万部付近の訓縫層からも *Vicarya yokoyamai, Vicaryella notoensis, Cerithidea minoensis, Tateiwaia yamanarii, Anadara kakehataensis, A. kurosedaniensis, Crassostrea gravitesta, Cyclina japonica, C.lunulata, Dosinia nomurai, Nipponomarcia nakamurai, Siratoria siratoriensis, Lutraria osawanoensis, Soletellina minoensis* など24種が産出する（仲谷・永盛, 1977MS；Kanno et al., 1988）．さらに，最近瀬棚付近の馬場川層からも *Vicaryella notoensis, Anadara kakehataensis, Cyclina japonica* など15種が発見された（鈴木ほか，投稿中）．これらは典型的な Arcid-Potamid fauna（津田, 1965）の種属であり，中期中新世初頭の熱帯海中事件（土, 1986；Tsuchi, 1990）を指示するものである．これらの化石群は内湾－浅海の群集であり，汽水潮間帯，上部浅海帯の泥底の要素が卓越している．

一方，松前半島の訓縫層からは *Mizuhopecten kimurai, Gloripallium crassivenium, Portlandia* sp., *Modiolus* sp., *Dentalium* sp., *Nemocardium* sp., *Cyclocardia siogamensis* など（秦・山口, 1969；秦・佐藤, 1989）が，上ノ国の大安在川層からは *Crassostrea gravitesta, Mizuhopecten kimurai, Placopecten* sp., *Chlamys* cf. *iwamurensis, C.* cf. *cosibensis, C.* cf. *miyatokoensis* など（秦・垣見, 1974；秦・山口, 1969）が，久遠の左俣川層からは *Mizuhopecten kimurai, Crassostrea gravitesta, Clinocardium* sp., *Mercenaria* sp., *Cyclocardia siogamensis* など（吉井ほか, 1973；秦, 1975）が報告されており，これらはいずれも内湾－浅海の群集である．さらに，島牧の大平川層および美利河（びりか）の訓縫層上部からは *Mizuhopecten kobiyamai*（八幡・赤松, 1984）が，然別の古平層からは *Mizuhopecten kobiyamai*（八幡・赤松, 1984）が，それぞれ報告されている．これらはいずれも泥岩－細粒砂岩から産出し，前述の化石群よりも沖合の下部浅海帯の泥底群集であると考えられる．

本層準の軟体動物群は，海洋生物地理的にみれば亜熱帯に相当すると考えられ，狭義の門ノ沢動物群（Chinzei, 1986；Itoigawa, 1988）に認定できる．そして，その北縁は亜熱帯前線（Chinzei, 1986）に相当し，北緯43度付近に位置していたものと推定される（鈴木ほか，投稿中）．

3．八雲層準（12-7Ma）の化石群

本層準は，岩相的には珪質頁岩あるいは硬質頁岩が卓越し，一般に海生軟体動物化石の産出に乏しい．本層準の下位に位置するとされる貝殻橋砂岩層（高橋ほか, 1980；正谷・大倉, 1980；土・茨木, 1982）から *Kotorapecten kagamianus, Placopecten setanaensis, Nipponopecten wakuyaensis, Nanaochlamys notoensis, Chlamys arakawai* が産出する（Kubota, 1950；Masuda and Sawada, 1961；増田・小笠原, 1982）．これらの化石群は，中新世型の Pectinidae が卓越する浅海・砂礫底の群集で，北陸の下部“音川動物群”（小笠原, 1988）に類似する．また，八雲地域の八雲層からは *Conchocele bisecta, Delectopecten* sp.（鈴木, 1988）が，上磯の木古内層からは *Conchocele bisecta,* “*Malletia*” sp., *Liocyma ?* sp., *Neptunea* sp.（秦・山口, 1969）が，厚沢部の厚沢部層札刈部層からは *Solemya tokunagai, Yoldia* sp., *Nuculana* sp.（秦・山口, 1969）が，それぞれ産出している．これらの要素は沖合－泥底の群集で，稚内動物群（Uozumi, 1962）あるいは耶麻動物群（小笠原, 1983）に類似する．

構成種からみると，貝殻橋砂岩層の群集は“暖水系”であり，ほかの群集は冷水系ということになるが，資料が十分でなく詳細な検討が必要である．さらに本層準では，この時代の典型的な浅海性の群集である塩原型動物群（Iwasaki, 1970；岩崎, 1981）や峠下動物群（Amano, 1983, 1986）がいまだ知られず，新たな発見が期待される．

軟体動物群の時代的変遷

以上の記述をもとに，西南北海道の中新世の軟体動物群の変遷を考察する．

吉岡層準（18-17Ma）の化石群は八尾－門ノ沢動物群（鎮西, 1981）に相当する．この時代の群集の分布は限定されているものの日本海が開いた初期の証拠を示すものである．また，*Vicarya, Vicaryella* などの典型的な Arcid-Potamid fauna の種属は含まれておらず，前述したように本層準の軟体動物群は，海洋生物地理的にみれば暖温帯に相当し，種構成の点からはむしろ滝の上動物群との類似性が強い．この点に関しては，津軽地域の磯松層（Kotaka, 1955；小笠原ほか, 1982）がほぼ同層準と思われ，今後吉岡層準の化石群との群集構成での関連を追及する必要がある．

訓縫層準（16-15Ma）の化石群は，汎世界的な熱帯海中事件を反映しており，狭義の門ノ沢動物群に相当する．最近の検討によると，この時期は 1Ma ほどのごく短期間に限定されており，その後は急速に深海化している（土, 1986；Tsuchi, 1990）．一般に西南北海道は活発な海底火山活動が生じた地域であるため（八幡, 1989；雁澤, 1992），大型化石の産出に乏しいが，今後，漸深海－深海相から deep-water fauna（Hickman, 1984）の発見が期待される．

一方，八雲層準の群集は冷水系種属が主体をなすが，貝殻橋砂岩層の群集に関しては問題が残る．しかし，寒流系浮遊性有孔虫の産出や下部“音川動物群”型の群集の北限にあたることを考慮すれば，冷水域に適応した“温帯性群集”と考えるのが適当と思われる．この時期は汎世界的に海水準が低下し（Haq et al., 1987），表層水温も低かったとされている（Keller, 1981；Woodruff et al., 1981）．また，問題点として，八雲層の群集が沖合泥底型（耶麻型や稚内型）のみから構成され，浅海群集（塩原型や峠下型）が全く見つかっていないことがある．この時期の浅海相にどちらのタイプが発見されるかは，当時の海流系や動物地理の点からも興味あるところである．

以上のような軟体動物化石群の相違は，当時の環境の差異（海流系・水塊・地形など）を反映しているはずである．また，時間的変化は中新世の海水準変動やテクトニクス，さらには日本海の拡大様式とも密接に関連しているものと考えられる．このような変化は，東北本州弧における一連のリフティングによる構造運動（山路, 1989；山路・佐藤, 1989）とも関連しているとも思われ，今後注目する必要がある．

ま と め

（1）汽水―浅海性群集から構成される吉岡層準の化石群（18-17Ma）は，その影響は限定的なものではあるが，西南北海道における最初の海進を記録している．本動物群は八尾－門ノ沢動物群に属するが，海洋生物地理的にみれば熱帯性要素を欠き，いわゆる暖温帯（warm-temperate）の群集と考える．

（2）訓縫層準の化石群（16-15Ma）は，海進の最盛期にあたり，汎世界的な熱帯海中事件に対応している．Arcid-Potamid fauna で特徴づけられ，汽水性－浅海性群集が卓越する．本層準の動物群は，海洋生物地理的にみれば亜熱帯（subtropical）に相当し，狭義の門ノ沢動物群に認定できる．さらに，門ノ沢動物群の北限を指示することから，当時の亜熱帯前線は北緯43度付近（西南北海道中部）に存在していたものと推定される．

（3）八雲層準の化石群（12-7Ma）は，主として沖合泥底群集から構成され，一部には浅海

性群集が認められる．本動物群は北部北海道の稚内動物群や東北本州の耶麻動物群に対比される．属構成からみれば，冷水系属が大半を占めるので，いわゆる冷温帯(cool-temperate)の群集であると考える．

（4）このような軟体動物化石群の相違は，当時の様々なレベルの環境の差異（海流・水塊・地形など）を反映しており，群集の時間的変化は中新世の海水準変動やテクトニクス，日本海の拡大とも密接に関連しているものと考える．

謝辞：常日頃よりご指導をいただいている魚住　悟北海道大学名誉教授と，粗稿を読んで問題点を指摘してくださった北海道教育大学岩見沢分校都郷義寛教授に心より感謝する次第である．

文　献

赤松守雄(1984)，北海道 *Desmostylus* 産出地の古環境－とくに穂別産 *Desmostylus* を中心として－．地団研専報，no.28，63-68．

――――・山田悟郎・渡部真人（1987)，積丹半島から産出する化石について．北海道開拓記念館調査報告，no.26，3-8．

――――・山田悟郎・渡部真人（1992)，積丹半島の地質学的諸問題．北海道開拓記念館研究報告，no.12，3-18．

Amano, K.（1983)，Paleontological study of the Miocene Togeshita molluscan fauna in the Rumoi district, Hokkaido. *Sci., Rep., Inst. Geosci. Univ. Tsukuba,* 4，1-72．

――――（1986), Age and characteristics of the so-called Atsunai-Togeshita fauna in Hokkaido. *Paleont. Soc. Japan, S.P.*. no.29，187-198．

青木　滋（1960)，東北地方の中新世軟体動物群の時代的変遷について．地球科学，no.48，1-10．

千地万造・IGCP-246 ワーキンググループ（1989)，日本海形成に伴う古地理・古環境の復元．日本海形成とそれに伴う新第三紀地史的事件，IGCP-246 ワーキンググループ，57-63，静岡大学．

鎮西清高（1963)，東北日本の新第三紀貝化石群集の変遷について．化石，no. 5，20-26．

鎮西清高（1981)，門ノ沢動物群．大森昌衛教授還暦記念論文集，207-212．

――――（1986)，中新世における日本海域の海洋環境の変化と日本海の拡大．海洋科学，18，181-187．

Chinzei. K.（1986)，Marine biogeography in northern Japan during the early Middle Miocene as viewed from benthic molluscs. *Paleont. Soc. Japan, S.P.,* no.29，161-171．

藤原嘉樹（1989)，北海道における新第三紀の磁化方位の特徴．月刊地球，11，368-372．

――――・金松敏也（1991)，磁化方位よりみた北海道の中生代－新生代構造運動．日本地質学会東北支部・北海道支部合同シンポジウム講演予稿集，29-30．

雁澤好博（1992)，西南北海道渡島半島の新第三系層序と古地理．地質学論集，no.32，29-56．

秦　光男（1975)，5万分の1地質図幅「木古内地域の地質」および同説明書，地質調査所．

秦　光男・山口昇一(1969)，北海道西南部における *Operculina* の層位学的位置．日本地質学会第76年学術大会総合討論会「グリンタフに関する諸問題」討論資料，131-135．

――――・垣見俊弘（1974)，5万分の1地質図幅「木古内地域の地質」および同説明書，地質調査所．

――――・佐藤誠二(1989)，松前半島南部の中新世前－中期におおける気温変化．地質学論集，no.32，207-216．

――――・箕浦名知男・大沼晃助・加藤　誠（1990)，5万分の1地質図幅「松前地域の地質」および同説明書，地質調査所．

Haq, B.U., Herdenbol, J. and Vail, P.R. (1987), Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science,* 235, 1156-1167.

Hickman, C, (1984), Composition, structure, ecology, and evolution of six Cenozoic deep-water mollusk communities. *Jour. Paleont.,* 58, 1215-1234.

石田正夫・秦　光男 (1989), 西南北海道渡島半島の新第三系の地質構造発達史. 地質学論集, no.32, 29-56.

糸魚川淳二 (1981), 西南日本の中新世軟体動物化石の2, 3の問題－特に古地理に関連して－. 大森昌衛教授還暦記念論文集, 187-197.

――― (1987), 西南日本および朝鮮半島の中新世前・中期の軟体動物化石群. 島根大地質学研報, no.6, 29-38.

Itoigawa, J. (1988), The Miocene Kadonosawa Fauna of Japan. *Saito Ho-on Kai Spe. Pub. (Prof. T. Kotaka Commem. Vol.)*, 397-403.

岩崎泰穎 (1981), 塩原型動物群. 大森昌衛教授還暦記念論文集, 251-258.

Iwasaki, Y. (1970), The Shiobara-type molluscan fauna: An ecological analysis of fossil molluscs. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Ser.*2, 17, 351-444.

Kanno, S. (1962), Molluscan fauna from the so-called Setana Formation, southwestern Hokkaido. *Sci., Rep., Tokyo Kyoiku Daigaku., Sec. C,* 8, 49-62.

―――., and Ogawa, H (1964), Molluscan fauna from the Momijiyaya and Takinoee districts, Hokkaido, Japan. *Sci., Rep., Tokyo Kyoiku Daigaku., Sec. C,* 8, 269-294.

―――., Amano, K., and Noda, H (1988), *Vicarya* and its associated molluscan fauna from the Kunnui Formation in Oshamanbe, Southwest Hokkaido. *Saito Ho-on Kai Spe. Pub. (Prof. T. Kotaka Commem. Vol.)*, 378-389.

Keller, G. (1981), Miocene biochronology and paleoceanography of the North Pacific. *Marine Micropaleontology,* 6, 535-551.

輿水達司・山崎　淳・加藤　誠 (1986), 西南北海道渡島半島の新生界のフィッション・トラック年代. 地質雑, 92, 771-780.

Kotaka, T. (1955), Molluscan fauna from the Oligocene Isomatsu Formation, Aomori Prefecture, Northeast Japan. *Saito Ho-on Kai Mus. Res. Bull.*, no.24, 23-30.

Kubota, K. (1950), A new species of *Pecten (Placopecten)* from the Neogene of southwestern Hokkaido, Japan. *Jour. Miner. Geol.,* 3, 133-135.

正谷　清・大倉　保 (1980), 北海道渡島半島の新第三系層序－とくに *Operculina-Miogypsina* 帯と浮遊性有孔虫群との関係－. 石油資源技研所報, 23, 32-52.

―――・藤田　実・神保久弥・秋葉文雄・工藤修二・青柳公一・小村精一 (1982), 日本の石油・天然ガス資源「第一編　北海道」技術報告書. 天然ガス工業会・大陸棚石油開発協会. 92p.

増田孝一郎(1986), 本邦新第三紀貝類群集の変遷 －Pectinids を中心として－. 瑞浪化博専報, no.6, 1-21.

―――・小笠原憲四郎 (1982), 貝殻橋砂岩層の貝類化石の産出層準. 北海道新第三系生層序の諸問題, 15-20, 北海道大学.

Masuda, K. and Sawada, Y. (1961), Some new Tertiary pectinids from southwestern Hokkaido, Japan. *Jap. Jour. Geol. Geogr.,* 32, 9-29.

的場保望 (1992), 東北本州日本海地域の後期新生代底生有孔虫群集の変遷. 地質学論集, no.37, 125-138.

仲谷英夫・永盛俊行（1977MS），北海道山越郡長万部町国縫－瀬棚郡今金町美利河地域の地質ならびに地史．北海道大学理学部卒論．

尾田太良（1986），新第三系の微化石年代尺度の現状と問題点－中部および東北地方を中心として－．北村信教授記念地質学論文集，297-312．

小笠原憲四郎（1983），会津盆地西縁山地より産する化石調査報告－特に耶麻動物群について－．福島県立博物館調査報告，no.2，1-21．

――――（1988），東北日本の暖・寒流貝類の消長からみた新第三紀の生物事件．大阪市立自然史博物館特別号，49-70．

――――・増田孝一郎（1989），東北地方新第三系貝類化石の古水深指標とその適用．地質学論集，no.32，217-227．

――――・小高民夫・増田孝一郎・野田芳和（1982），北海道新第三系貝類化石群の概要と問題点．北海道新第三系生層序の諸問題，1-13．

鈴木明彦（1988），底生動物群からみた西黒沢期以降の海況変遷－西南北海道の場合－．地団研「北海道と日本海」シンポジウム資料集，23-26，地団研北海道支部．

Suzuki, A., Akamatsu, M., Nojo, A. and Kusaka, H (1992), Post-Miocene cold-water molluscan faunas in Hokkaido, Japan. 29*th I.G.C.(Kyoto), Abs. Vol.*, 247.

鈴木明彦・能條　歩・稲木弘幸・日下　哉・都郷義寛，投稿中，西南北海道日本海側の中新世馬場川層から Arcid-Potamid fauna の発見．地質雑．

高橋　清・一ノ関鉄郎・大倉　保・秋葉文雄・村田勇治郎・古田土敏夫（1980），北海道渡島半島の新第三系微化石層序．石油資源技研所報，**23**，142-164．

――――., Pisciotto, K., et al., (1990), Proc. O.D.P., Init. Rep., **127** : College Station, Texas, *Surv. Japan, Bull.*, **39**, 269-365.

Tamaki, K., Pisciotto, K., et al., (1990), Proc. O.D.P., Init. Rep., **127**： College Station, Texas, Texas A&M Univ., 844p.

Tanai, T. and Suzuki, N. (1963), Miocene flora of southwestern Hokkaido, Japan. Tertiary Floras of Japan-Miocene Floras-. *Collab. Assoc. Commem.* 80*th Anniv.* Geol. Surv. Japan, 7-149.

田中秀文・内村英雄（1989），古地磁気学による北海道のテクトニクス．月刊地球，**11**，298-306．

土　隆一（1986），新第三紀のイベントとその時間的空間的ひろがり．海洋科学，**18**，132-135．

――――・茨木雅子（1982），北海道の新第三系の対比に関する知見．北海道新第三系生層序の諸問題，63-66，北海道大学．

Tsuchi, R. (1990), Neogene events in Japan and the Pacific. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **77**, 355-365.

津田禾粒（1965），東北裏日本の新第三紀動物群と岩相．化石，no.10，20-23．

通産省資源エネルギー庁（1978），昭和52年度広域調査報告－久遠地域－．80p.

Uozumi, S. (1962), Neogene molluscan faunas in Hokkaido. (part.1 Sequence and distribution of Neogene molluscan faunas). *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser.* 4, **11**, 507-544.

――――. and Fujie, T. (1966), Neogene molluscan faunas in Hokkaido. Part.II Description of the Okushiri fauna associated with *Vicarya*, from the Okushiri Island, Southwest Hokkaido. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser.* 4, **13**, 139-164.

魚住　悟・高木俊男・鈴木明彦（1986），北海道の *Yabepecten tokunagai* と *Mizuhopecten tokyoensis*－北方系貝類の特性と北海道の古海洋生物地理的位置－．瑞浪市化石博専報，no.6，75-89．

Woodruff, F., Savin, S.M. and Douglas, R.G. (1981), Miocene stable isotope record: A detail

Pacific Ocean study and paleoclimatic implications. *Science,* 212, 665-668.
八幡正弘(1988)，西南北海道における中新世玄武岩(馬場川層)の K-Ar 年代．地球科学，42，155-158.
———— (1989)，西南北海道北部の新生界とその特徴．地質学論集，no.32，7-28.
八幡とも子・赤松守雄 (1984)，北海道から産出する *Patinopecten kobiyamai* について．穂別町博物館研報，no.1，25-31.
山路　敦(1989)，温海付近の地質と羽越地域における前期中新世のリフティング．地質学論集，no.32，305-320.
————・佐藤比呂志 (1989)，中新世における東北本州弧の沈降運動とそのメカニズム．地質学論集，no.32，339-349.
吉井守正・秦　光男・村山正郎・沢村孝之助 (1973)，5万分の1地質図幅「久遠地域の地質」および同説明書，地質調査所．