

木更津市とその周辺に分布する更新統下総層群、特に下部層の 非対称型海進海退サイクルに見られる貝類群集の特徴

近 藤 康 生

高知大学理学部自然環境科学科

〒780-8520 高知市曙町 2-5-1

要 旨 古東京湾の南東沿岸にあたる房総半島北西部に分布する下総層群下部の地蔵堂層、藪層、上泉層には、海進期堆積体が高海水準期堆積体に比べて非常に薄い「非対称」な海進海退サイクルが認められる。これに対して、上位の清川層や木下層の堆積サイクルは、より「対称」に近い構造を示す。この対称型サイクルに含まれる貝類群集は、南関東などの沖積平野地下の完新統に含まれるものに種組成や産出頻度がよく似ており、溺れ谷型の内湾に生息したものが多く、これに対して、非対称サイクルは、より平坦な地形の下で形成された地層群であり、その海進期堆積体では規模が大きく開放的な内湾沖浜の貝類の遺骸が化石密集層を形成する。これまでよく知られてきた泉谷化石層や地蔵堂化石層などは、このような例である。この海進期堆積体は化石の産出頻度が高いことを除くと、現在の、より開放的な海域の陸棚に堆積している完新統によく似ており、形成条件も対応する。また、高海水準期堆積体では外洋水の影響のある外浜から陸棚にかけての貝類群がまばらに、あるいは密集して産出する。このように、下総層群下部の非対称サイクル、特にその海進期堆積体形成時には、現在の沿岸域や陸棚、あるいは沖積平野地下の完新統にも見られない、特徴ある貝類群集が分布していた。

キーワード: 下総層群, 更新世, 完新世, 貝類群集, 二枚貝, 古生態, 海進海退サイクル, 開放的な内湾, 木更津。

更新統下総層群には、遮蔽された入江の干潟から、比較的開放的な海域に発達した海浜までの砂泥底潮間帯、そしてその潮下帯や上部浅海帯、さらに下部浅海帯（外浜から陸棚）に至る多様な環境の堆積物があり、そこには貝類を主体とするさまざまな底生動物化石群集が認められている。これらの化石貝類群の分布が水温、あるいは水温や塩分の変動と関連のある水深に強く影響されていることはよく知られている。例えば、この時代に顕著になった氷河性海水準変動のために、温暖海域の深い堆積場の貝類群と寒冷海域の浅い堆積場の貝類群が海進・海退のサイクルに対応して繰り返し出現する（青木・馬場, 1973; 徳橋・近藤, 1989; Kamataki and Kondo, 1997）。

下総層群の個々の貝類群集は、時代が新しく、構成種のほとんどが現生種でもあるので、西南日本から東北付近の浅海域の現生貝類群集、また沖積平野地下の完新統貝類群集におおむね対応していると見なすこともできる。しかし、一歩立ち入って比較してみると、両者の間にはさまざまな不一致が存在することに気づく。

まず第一に、下総層群の化石層では、現生種の情報からみて、水温や水深などの点で、分布が重ならないはずの種が同じ地層から大量に産出することが多い。古い時代の化石層を浸食・再堆積させて形成されるチャネル堆積物の化石層などでは、異なる生息地の化

石群集が混合しても不思議ではない。例えば、小糸川北岸の君津市西谷（Loc. 3; 鎌滝・近藤, 1997）に分布する地蔵堂層上部に見られる化石層がこの例である（生越, 1956）。しかし、こうしたもの以外にも、現生貝類の分布からは説明しづらい産出例が少なくない。例えば、千葉県北部の成田周辺の木下層では、現在内湾泥底に生息する *Dosinella penicillata*（ウラカガミ）や *Macoma tokyoensis*（ゴイサギ）が、比較的外洋に面した海域の外浜に生息する *Solen grandis*（オオマテガイ）や *Cyclosunetta menstrualis*（ワスレガイ）と同じ地点の同じ地層から産出する。また、その地層には、大きく成長した *Megangulus venulosa*（サラガイ）もめずらしくない。*M. venulosa* は、現在、太平洋岸では鹿島灘以北に分布する寒冷種であり、房総以南に分布する *C. menstrualis* や *S. grandis* と共存することはない。化石の産出状態からみて、死後の大規模な運搬や浸食に伴う混合は考えにくいから、両者がほとんど同じ海域に生息していたと考えざるを得ない。

この原因は、当時の黒潮前線付近に、古東京湾という、現在の日本近海にはあまり見られないほど規模が大きく、かつ比較的開放的な内湾が存在したために、現在の海域ではある程度分かれて分布している寒冷水と温暖水、また内湾水と外洋水がさまざまな程度に混合して存在したことにある考えることができる（近藤・鎌滝, 2000）。

表 1. 主な観察地点. いずれも千葉県, 2 万 5 千分の 1 地形図「上総横田」の範囲.

観察地点 (緯度・経度)	地点の詳細	地層名・層準	文献
袖ヶ浦市 永吉 (N35° 24' 14" , E140° 3' 33") * (49-16)	工事に伴う露頭. 開発のため消滅.	上泉層の上部, 清川層の全層準, 木下層が露出	Loc.21, 徳橋・遠藤 (1984) ; Stop 1, Kondo, et al. (1992) ; 佐藤・下山 (1992) ; O'hara and Nemoto (1978)
市原市 米田 (N35° 23' 21" ,, E140° 5' 14") * (49-36)	造成に伴う露頭	上泉層のほぼ全層準が露出	Loc. 65, 徳橋・遠藤 (1984)
木更津市 宿 (N35° 21' 48" , E140° 4' 47") * (49-36)	造成に伴う露頭.	藪層のほぼ全層準が露出	Loc. 55, 徳橋・遠藤 (1984) ; O'hara (1982); Stop 2, Kondo, et al. (1992)
木更津市 真里谷 (N35° 21' 25" , E140° 4' 29") * (49-77)	沢沿い南斜面の崖	地蔵堂層の中部が露出	Loc. 2, 鎌滝・近藤 (1997)
木更津市 泉谷 (N35° 21' 09" , E140° 5' 53") * (49-77)	道路沿いの露頭	地蔵堂層下部が露出	青木ほか (1962) ; Loc. 53, 徳橋・遠藤 (1984) ; Stop 3, Kondo, et al. (1992)

*観察地点カッコ内の数字は, 千葉県立中央博物館発行の「千葉県メッシュマップ」のメッシュ番号

第二に, それぞれの群集の発達程度, 具体的には化石層の厚さに注目すると, 下総層群の下部層 (本稿では, 以後, 便宜的に地蔵堂層, 藪層, 上泉層をこう呼ぶ) の貝類群集と完新統の貝類群集には顕著な違いが認められる. すなわち, 完新統の貝類群集では, 干潟群集や内湾泥底群集など, 遮蔽された環境に生息した貝類群集が厚い化石層をつくるのに対して, 下総層群下部層ではこれらの群集はごく薄い化石層をつくるだけで, たちまち, より沖合いの沿岸砂泥底群集 (松島, 1984) に移り変わってしまう. これは, 海進が進行了た場所の地形的特徴の違いであり, 沖積平野地下の完新統が溺れ谷を背景にして発達した沿岸地形に伴うのに対して, 下総層群下部層がより平坦な地形の上に形成されたことがその原因として考えられる. 本稿では, 両者の違いを, それぞれ「溺れ谷内湾群集型」および「開放的内湾群集型」として類型化を試みた.

本稿では, これらの問題に留意しつつ, 千葉県木更津市とその周辺地域の下総層群に含まれる貝類群集を簡潔に記載し, その特質について考察する. 特に, 完新統の貝類群集との比較に重点を置いて記述するため, 以後, 松島 (1984) が定義した群集名を使用して記載する.

なお, 本報告は網羅的な記載ではなく, 群集の区分も暫定的なものである. また, ほとんど現生種からなる下総層群の貝類群集の環境解釈や古生態学的分析は, 現在の西南日本から北海道にかけての沿岸貝類の生態分布に関する詳細な分析と比較 (例えば, 黒住, 1993) を通して行われるべきものである. しかし現時点ではこのような作業は不十分な状態にとどまっており, この報告も暫定的なものとならざるを得ない. 貝類群集の記載を行った地域の地質, 層序については Yajima (1978), 徳橋・遠藤 (1984), 岡崎ほか (2000),

などに詳しく記載されている. 下総層群の堆積サイクルや貝類群集の概要については, 徳橋・近藤 (1989) や近藤・鎌滝 (2000) を参照してほしい. また, 本稿に記載する貝類群集の調査地点は, いずれも房総半島北西部, 木更津市とその周辺の 5 地点である (表 1). ここは, 古東京湾の南東沿岸にあたり, 黒潮の影響が推定されるところである.

なお本稿は, 筆者が千葉県立中央博物館在職中に行った研究成果を簡潔にまとめた報告 (近藤, 1995) を基にして, その後の研究の進展に基づき加筆・修正して作成したものである.

層序学的背景, 特に下総層群下部層の 非対称型海進海退サイクル

下総層群は, 本稿の対象地域である房総半島の北西部から, 関東平野にかけて下総台地を構成して広く分布する厚さ 300 m ほどの更新統で, 海生貝類の遺骸を多量に含む砂質堆積物を主体とする地層である. 木更津市とその周辺地域に分布する下総層群の層序は, 下位から順に, 地蔵堂層, 藪層, 上泉層, 清川層, 横田層, 木下層, 姉崎層, 常総粘土に区分されている (徳橋・遠藤, 1984). このうち, 分布地域のなかで海成層を含むのは, 下位から地蔵堂層, 藪層, 上泉層, 清川層, 木下層である. これらの地層では海成砂層と非海成泥層が繰り返して現れる. 地蔵堂層と藪層は, 海成層の中にさらに細かなサイクルがあり, 房総半島北西部地域ではこれまで 8 のサイクルが認定されている (Kamataki and Kondo, 1997). これらのサイクルは, ミランコビッチサイクルにあたる 2 万年, あるいは 4 万年周期に相当する海水準の変動に対応した堆積シーケンスであると考えられる (Kamataki and Kondo, 1997).

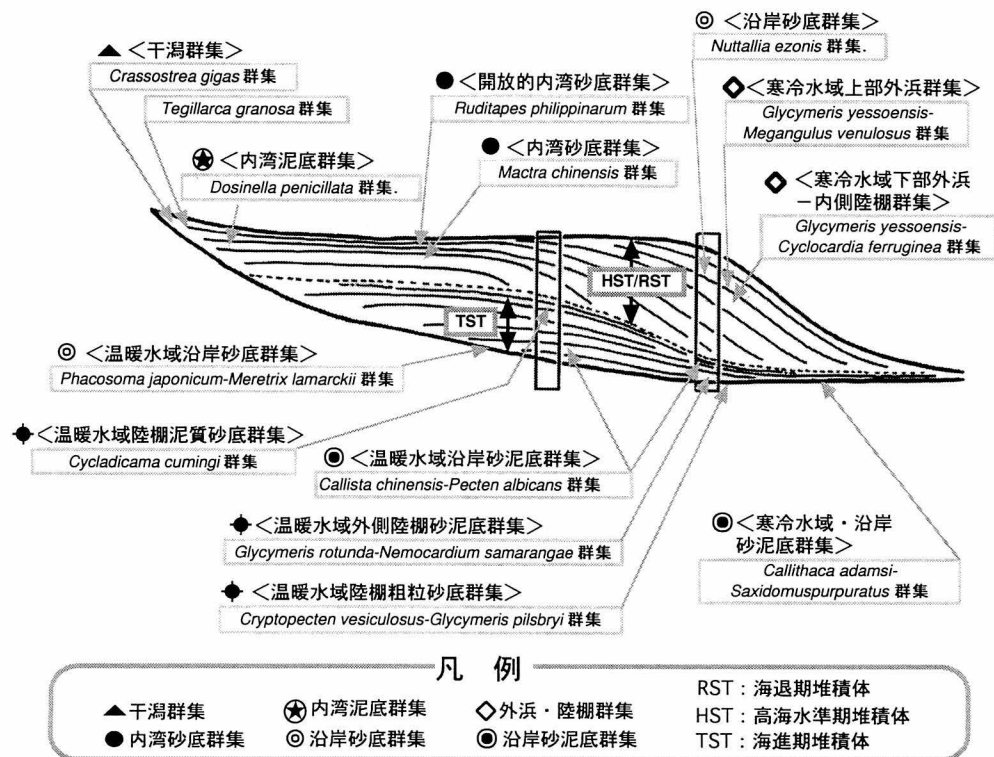


図 1. 下総層群のおもな貝類群集の層位・空間分布。仮想的な堆積シーケンスのモデルの中に示した。

古東京湾は、中期更新世にその形ができてから後期更新世にかけて沈降し続け、埋積されていった。しかし、その後沈降速度が次第に小さくなり始め、後期更新世には全体として陸化するようになった。したがって、8の堆積シーケンスといってもその特徴は時代とともに変化してきた。すなわち、初期には、100 m 前後の海水準の変動をほとんど記録した完全なものであったが、次第に高海水準期、すなわち多くの場合温暖期の記録だけが残るように変化してきた (Kondo, 1989; 徳橋・近藤, 1989)。

下総層群を構成する堆積サイクルの構造は、下位のものでは海進期堆積体がきわめて薄く、ほとんど高海水準期堆積体から構成されており、「非対称性」が強いものに対して、上位のサイクルでは、海成砂層基底部の化石密集層の密集の程度が弱くなり、サイクルの構造はより「対称」に近づく。このような堆積サイクルの構造の違いを表現するため、本稿では、非対称性の強い下位のサイクル（下総層群下部層）を「非対称サイクル」、対称性の高い上位（清川層から木下層）のサイクルを「対称サイクル」と呼ぶことにする。それぞれの堆積サイクルについての詳しい記載は、徳橋・遠藤 (1984) および徳橋・近藤 (1989) を参照してほしい。

下総層群下部層の堆積サイクルでは、ごく薄い海進期堆積体に貝化石が密集しているのに対して、高海水

準期堆積体では貝化石の産出頻度がずっと低い。貝殻が溶けていることが多いこともこの一因であるが、化石の少なさは溶解だけでは説明しきれない初生的な違いである。貝化石が密集している地層は、陸源碎屑物の供給が減少した、平均堆積速度の小さな地層と考えられ、いわゆるコンデンスセクションに相当する。一方、貝化石に乏しい高海水準期堆積体は、ストーム堆積物を主体とする平均堆積速度の大きな地層である。両者は、貝化石の産出頻度だけでなく、組成の点でも対照的である。そこで、それぞれの堆積体ごとに、そこに含まれる貝化石群集を記述する。群集の層位、および古環境的位置づけを、それぞれ図 1、および図 2 に示す。また、それぞれの貝類群集のうち二枚貝の主要構成種を表 2 に示す。

海進期堆積体の貝類群集

下総層群下部層の海進期堆積体で最も目立つのは陸棚の群集であり、それらの生息地は上部浅海帯（沿岸砂泥底群集）と下部浅海帯に大きく 2 分することができる。これに対して、内湾の貝類群集の産出はごく限られており、全く見られない場合もある。これは、これらの地層が比較的平坦な地形の下で形成されたために、溺れ谷型の内湾が形成されにくかったためである。例えば、地蔵堂層最下部サイクルの泉谷化石層を

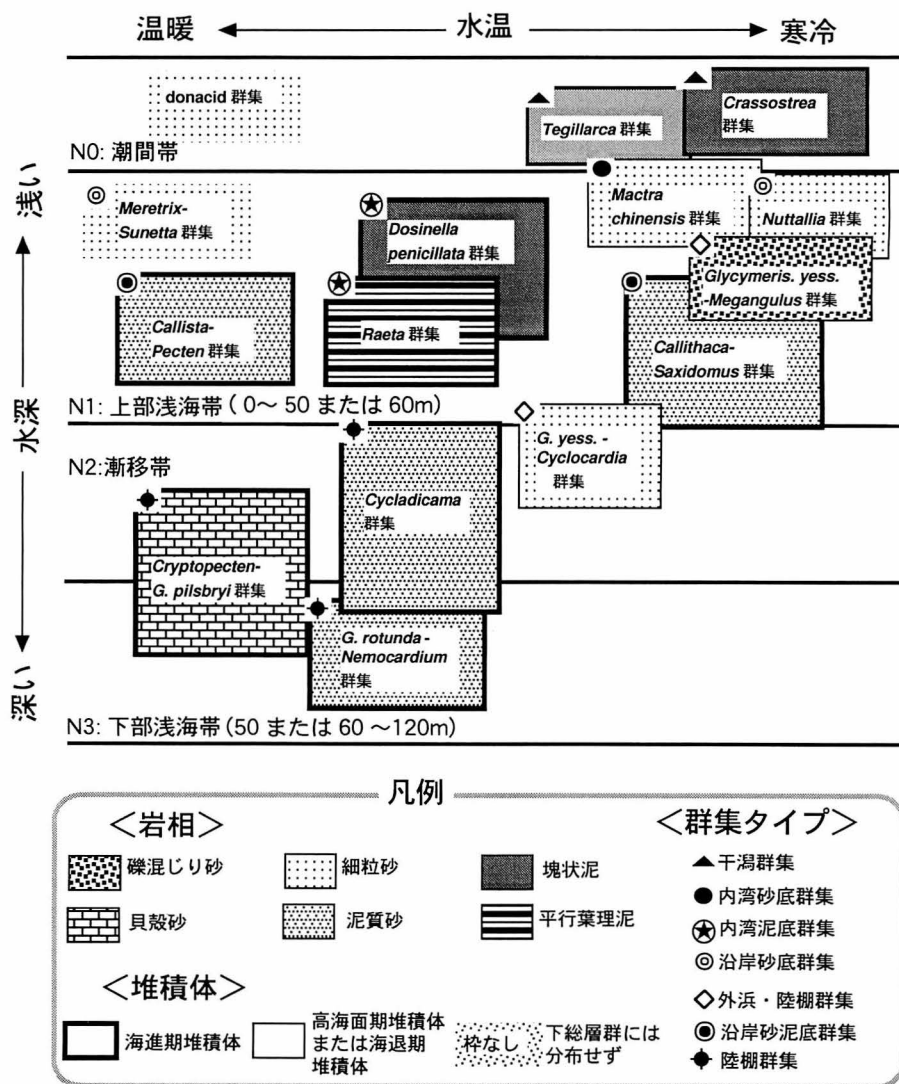


図2. 下総層群の貝類群集の水深と水温に対する分布の概念図。下総層群に分布しない群集については、松島 (1984) に基づく。

含むサイクルでは、化石層最下部に干潟群集と内湾泥底群集の組成と共通する貝類群集が、それぞれ厚さ10 cm 程度の地層に卡ろうじて認められるだけであり、完新統や木下層に発達している干潟群集や内湾泥底群集とは、化石層の厚さ・化石の産出量の点で比較にならないほど貧弱である。地形に起伏が少ないために、また、海進が引き続き進行したために、海進によって生じた干潟はたちまち沈水し、その海はすぐにより開放的な海況へと変化していったに違いない。このことは、このサイクルに限らず、上泉層でも同じである。ただし、木更津市宿付近の藪層の下部には内湾泥層が例外的に認められ、*Raeta yokohamensis* (ヨコハマチヨノハナガイ) を含む内湾停滞域群集がある

(木更津市宿の露頭 (Loc. 55; 徳橋・遠藤, 1984) の下部)。以下、このような例外的なものを除き、下総層群下部層の海進期堆積体中出现する代表的な群集について述べる。

***Saxidomus purpurata*-*Callithaca adamsi* 群集** (ウチムラサキガイ・エゾヌノメアサリ群集; 寒冷水域沿岸砂泥底群集)

下総層群最下部の地蔵堂層海成砂層基底部の化石密集層 (泉谷化石帯) の主体をなす群集である。群集の優占種である標記の2種は、いずれも中型で、比較的長い水管を持つマルスダレガイ科2枚貝である。この化石密集層は木更津市泉谷に典型的に露出している。

下総層群下部層の貝類群集の特徴

表 2. 木更津市周辺の下総層群, 特にその下部層の貝類群集の組成.

生活様式	学名 (和名)	堆積体					海進期堆積体					高海水準期堆積体				
		群集名					群集名					群集名				
表生自由生活懸濁物食者	<i>Pecten albicans</i> (イタカ ^イ)		◎													
	★ <i>Patinopecten tokyoensis</i>	◎	◎													◎
	<i>Limatula japonica</i> (ニホユキハ ^イ 初 ^イ)												○			
表生および半内生足系付着型 ・固着型懸濁物食者	△ <i>Modiolus kurilensis</i> (エゾ ^イ ヒバ ^イ)										○					
	<i>Cryptoptecten vesiculosus</i> (ヒヨカ ^イ)									●	○					
内生非水管懸濁物食者	<i>Cycladicama cumingi</i> (シカ ^イ マ)		○	●												
	△ <i>Felaniela usta</i> (ウツシ ^イ ミ)												○			◎
	<i>Scapharca broughtonii</i> (アカ ^イ)												○			○
	<i>Oblimopa japonica</i> (シラスナ ^イ)		◎													
	<i>Limopsis cumingi</i> (オイレシラスナ ^イ)								◎							
	<i>Glycymeris pilsbryi</i> (ヒ ^イ ロート ^イ タマキ)									●	○					
	<i>G. albolineata</i> (ヘ ^イ ソク ^イ カ ^イ)															○
	<i>G. rotunda</i> (ヘ ^イ ニク ^イ)										●					
	△ <i>G. yessoensis</i> (エゾ ^イ タマキ)		○										◎	○	●	◎
	<i>Megacardita ferruginosa</i> (アミ ^イ カ ^イ)		○							○	○					
	△ <i>Cyclocardia ferruginea</i> (クロマル ^イ シカ ^イ)	◎														◎
内生水管懸濁物食者 (浅潜没者)	△ <i>Clinocardium californiense</i> (エゾ ^イ イシカ ^イ)	◎														○
	<i>Fulvia mutica</i> (トリカ ^イ)		◎										○			
	△ <i>Pseudocardium sachalinensis</i> (ウバ ^イ カ ^イ)												○	◎		○
	<i>Nemocardium samarangae</i> (シマキン ^イ ヨ)										●					
	△ <i>Mercenaria stimpsoni</i> (ヒ ^イ ノスカ ^イ)															○
	<i>Veremolpa minuta</i> (アデ ^イ ヤカヒコ ^イ アサリ)									○						
	<i>Macra chinensis</i> (ハ ^イ カ ^イ カ ^イ)												●	○	●	◎
	<i>M. nipponica</i> (チコ ^イ ハ ^イ カ ^イ カ ^イ)									◎						○
	<i>Raeta yokohamensis</i> (ヨコハマ ^イ ヨ ^イ ハナ ^イ カ ^イ)												○			
	<i>Venus foveolata</i> (ヒ ^イ ノスカ ^イ イモ ^イ キ)		○													
	<i>Ruditapes philippinarum</i> (アサリ)												●	◎	◎	
	<i>Gomphina melanaeigis</i> (コタマ ^イ カ ^イ)												◎			
	<i>Callista chinensis</i> (マツヤ ^イ マリスレ)		◎													
	<i>Paphia euglypta</i> (スカ ^イ レカ ^イ)		○													
	<i>P. vermicosa</i> (アケ ^イ カ ^イ)		◎													
	<i>P. schnelliana</i> (オオスカ ^イ レカ ^イ)										◎					
	<i>Phacosoma troscheli</i> (マルヒナ ^イ カ ^イ)		◎										○			
	<i>Saxidomus purpurata</i> (ウチム ^イ サキ)	●	○													
	△ <i>Callithaca adamsi</i> (エゾ ^イ スノ ^イ アサリ)	●														
	<i>Siliqua pulchella</i> (ミヅ ^イ カ ^イ)														●	
内生水管懸濁物食者 (深潜没者)	<i>Panopea japonica</i> (ナミ ^イ カ ^イ)		◎													◎
	<i>Lutraria maxima</i> (オオトリ ^イ カ ^イ)												○			
	<i>Tresus keenae</i> (ミヅ ^イ カ ^イ)		○													○
内生水管懸濁物食者 (巢穴形成者)	<i>Solecurtus consimilis</i> (ツヤキ ^イ スア ^イ マキ)		○													
	<i>Solen krusenstermi</i> (エゾ ^イ マキ)	○											○		●	◎
石灰質水管懸濁物食者	<i>Eufistulana grandis</i> (コヅ ^イ ユカ ^イ)		○													
	<i>Nipponoclava gigantea</i> (ツツ ^イ カ ^イ)									○						
唇弁堆積物食者	△ <i>Acila insignis</i> (エゾ ^イ キラ ^イ カ ^イ)															◎
	<i>Saccella gordonis</i> (コ ^イ ル ^イ ソ ^イ テ ^イ カ ^イ)															○
水管堆積物食者	<i>Nitidotellina hokkaidoensis</i> (ヤク ^イ カ ^イ)		○												○	○
	△ <i>Megangulus venulosa</i> (サ ^イ ラ ^イ カ ^イ)													●		
	<i>Macoma tokyoensis</i> (コ ^イ イサ ^イ カ ^イ)	○														
	△ <i>Nuttallia ezonis</i> (エゾ ^イ イシ ^イ シ ^イ ミ)														●	

産出頻度 (●非常に多い, ◎多い, ○普通, または稀); ★は絶滅種を, △は主として房総以北に分布する寒冷種を示す

表 3. 下総層群と南関東完新統の貝類群集に関する類型化.

沿岸地形タイプ／特徴	開放的内湾群集型	溺れ谷内湾群集型
海水準変動のフェーズ	海進期初期から中期	海進期後期から高海水準期初期
沿岸地形	比較的平滑な地形と湾入の少ない海岸線	起伏の大きな地形と出入りの激しい海岸線
典型的な地層	下総層群下部層（地藏堂層、藪層、上泉層）現在の陸棚域の完新統（Saito, 1989）	完新統（松島, 1984）, および下総層群上部層（清川層, 木下層）
主要な貝類群集	陸棚域から海進が始まる場合には、寒冷水域または温暖水域の沿岸砂泥底群集。海進が海域から始まる場合には、温暖水域陸棚粗粒砂底群集, 温暖水域外側陸棚砂泥底群集。	温暖水域の内湾泥底群集, 内湾砂底群集, など。
化石の産状	外海に面した海域では、化石は散在。やや内湾的な環境（古東京湾）では、コンデンス型化石密集層を形成する。	内湾砂泥底群集では、化石が散在することが多い。内湾砂底群集では、複合型化石密集層を形成する。

また、この化石密集層は広域に続くことが特徴であり、房総半島西岸から北東部まで、さらには茨城県にまで続く（馬場・青木, 1972）。この化石層は海進期堆積体の主要部分であり、コンデンスセクションを形成する。下総層群で最初海進期堆積体であるこの地層が堆積した場所は氷期の海岸線に近い平野が沈水した海であり、ここで氷河の融解に伴う海水準の上昇によって海進が始まった。海進が始まったころは、最終氷期の場合（Chinzei *et al.*, 1987）と同様、黒潮前線はるか南にあったはずであり、そのため、房総地域にはまだ寒冷水域の貝類群が分布していたわけである。

表記の種のほか、*Patinopecten tokyoensis*（トウキョウホタテガイ）、*Clinocardium californiense*（エゾシカゲガイ）の幼貝、*Cyclocardia ferruginea*（クロマルフミガイ）、*Solen krusensterni*（エゾマテガイ）、*Anisocorbula venusta*（クチベニデガイ）、*Acila insignis*（キララガイ）などの二枚貝、小型腹足類の *Ringicula doliaris*（マメウラシマ）、そして腕足類を含む（青木ほか, 1962）。下総層群の化石群の中では、温暖水域の種の割合（種数）が最も低い群集である。

筆者はかつてこの群集に、松島(1984)による南関東の完新統の研究では湾口部の砂礫底群集として位置づけられている *Saxidomus purpurata* が含まれることから、この群集を砂礫底群集として図示した（Kondo, 1989, fig. 3）。しかし、標記の群集を含む堆積物は泥質砂であり、東北沿岸の沿岸砂泥底群集と考えるべきであった。ちなみに、沿岸砂泥底群集とは、松

島(1984)が、南関東の沖積平野地下の完新統貝類群集の中で最も水深が大きく、比較的開放的な、温暖水域上部浅海帯を特徴づける貝類群（次項に述べる *Callista chinensis*-*Pecten albicans* 群集）を呼んだものである。

標記の群集の優占種である *Calithaca adamsi* は、下総層群下位の上総層群笠森層上部や金剛地層の陸棚相に *Raeta yokohamensis* とともに、まばらに産出することが知られている（馬場, 1990; 奈良, 1998）。また、仙台湾沖の陸棚の完新統でも貝化石群の主要な構成要素となっている（Saito, 1989）。すなわち、この二枚貝は、開放的な陸棚から古東京湾のようなまだ比較的開放的な内湾の上部浅海帯にまで広く分布する種であり、暴風時の堆積作用など、各種の物理的攪乱に対する耐性の大きな種であることがうかがえる。この貝の套線が深く湾入していることから推定される長い水管は、堆積物による埋没の回避に役立ったはずである。また、陸棚に生息する二枚貝としては比較的大きな体サイズもこのような耐性の大きさと関係があらう。

ちなみに、*Saxidomus purpurata* に同定されている二枚貝には、殻の膨らみが強く、殻高が高く、殻の厚いタイプ（軟質泥岩穿孔者）と、殻の膨らみが弱く、殻高が低く、殻の薄いタイプ（砂礫・砂泥底生活者）が知られている（松島, 1988; 佐藤・松島, 2000）。この群集を構成するのは後者である。

また、ここには成員で普通 6~7 cm に達する種で

ある *Clinocardium californiense* の 1 cm 以下の幼貝だけが産出する。このことは、堆積当時の木更津地域が、寒冷海域に分布するこの種の分布の南限付近にあったため、水温が高すぎて成貝まで成長できなかったことを示しているのかもしれない。

***Callista chinensis*-*Pecten albicans* 群集 (マツヤマワスレガイ-イタヤガイ群集; 温暖水域沿岸砂泥底群集)**

上泉層の海成砂層基底部の化石層の主体をなす群集で、市原市米田に典型的な産状がみられる。この群集は、前項に述べたとおり、松島 (1984) の沿岸砂泥底群集にあたる。この群集を含む化石層は、海成砂層の基底部を構成する海進期堆積体の主要部分を構成しており、コンデンスセクションを形成している。また、袖ヶ浦市永吉の露頭で、清川層と上泉層上部の群集を記載した佐藤・下山 (1992) の *Wallucina lamyi* (チヂミウメノハナガイ)-*Callista chinensis* 群集もこの群集である。上泉層では、海水準が上昇するとともに、黒潮の影響が強くなってきたために、地蔵堂層最下部に見られた *Callithaca adamsi* などの寒冷水域の種はほとんど姿を消した。ただし、例えば、市原市米田では化石層の下部には *Glycymeris yessoensis* (エゾタマキガイ) も見られ、寒冷水の影響が多少残っていたことがわかる。

この群集の分布域は、地形的には内湾の湾口部から外洋にかけての上部浅海帯砂泥底である。標記の種に加えて、*Paphia euglypta* (スダレガイ)、*Paphia vernicosa* (アケガイ)、*Pecten albicans* (イタヤガイ)、*Siphonalia fusoides* (トウイト) などが含まれることが多い。類似の群集は、下総層群上部の木下層や清川層にも現れるが、その化石層はより厚く、化石の産出はより散在的である。

この群集の生息地は、上部浅海帯の比較的安定した底質として理解できる。堆積学的区分では、下部外浜、あるいは内側陸棚に相当すると考えられるが、この群集を含む堆積物には、ハンモック型斜交層理など、物理的初生堆積構造はみられない。これは、ある程度遮蔽された内湾環境で堆積したためにストーム堆積物が十分厚く堆積せず、内生底生生物によって堆積構造が攪拌されて残らなかったことが原因と推定される。ただ、永吉の清川層海成砂層下部の海進期堆積体には、細礫や貝殻を含む、ストーム堆積物のラグの部分だけがその痕跡を残している。ちなみに、この部分の地層は、千葉県立中央博物館の地学展示室に「化石層のはぎ取り」として展示されている。

この群集は、水深、水温、底質などの違いに応じて種組成がさまざまに変化するので、群集の範囲を明確に認定するのが難しい。例えば、外洋水の影響が大きい場合、これらの種に加えて、*Saxidomus purpurata*、

Meretrix lamarcki (チョウセンハマグリ)、*Phacosoma troscheli* (マルヒナガイ)、などが現れる (例えば、袖ヶ浦市永吉の清川層基底部)。また、水深が大きくなれば、*Oblimopa japonica* (シラスナガイ)、*Saccella gordonis* (ゴルドンソデガイ) などが加わる (木更津市桜井の木下層)。また、木更津市桜井東 (Loc. 2; 大原ほか, 1976) では、沿岸砂泥底群集に特徴的な種に混じって、*Panopea japonica* (ナミガイ)、*Eufistulana grandis* (コツツガイ) が直立した状態 (自生) で多数産出する。この両種の産出は、やや内湾的な海況を示唆するものと考えられる。

***Cycladicama cumingi* 群集 (シオガマ群集; 温暖水域陸棚泥質砂底群集)**

袖ヶ浦市永吉とその周辺の清川層の海成砂層中部の最も泥質な層準に現れる群集。この群集は、生息地の水深の点からみると、上部浅海帯にあたる沿岸砂泥底群集と陸棚下部の群集との中間に位置づけられる。化石層の層位は、清川層の海進期堆積体の最上部にあたり、コンデンスセクションに相当する。厚さ約 25 cm の泥がちなこの化石層は、まだら状に巣穴が密集した泥質砂から構成される。この化石群は下総層群の他の地層では見つかっていないが、確実に自生的な産状を示すので、群集として認定できる。なお、*Cycladicama cumingi* は、時代の異なる他地域の地層でも群集として認定される産状を示すことが知られている (例えば、大桑層; 北村・近藤, 1990)。

袖ヶ浦市永吉では、*Cycladicama cumingi* としては比較的大きな殻長 3 cm 程度の個体が合殻で、しばしば殻の内部が堆積物に充填されない状態で密集して産出する。左右の殻の接合面を垂直にし、殻頂を下に向けた状態で産する個体が多い。この特異な上下逆さまの姿勢は、近縁種の現生個体の観察 (*Diplodonta notata*; Stanley, 1970)、および近縁種の化石産状の観察からみて、生息当時の姿勢をそのまま保存したものである可能性が高い。また、このような産状はこの二枚貝が堆積物中に深く埋もれて生活していることを示している。

この二枚貝を含む地層の堆積サイクル中での層位、また現生個体の分布からみて、この化石層は上部浅海帯の下部で堆積したことが推定される。同じ地層には、*Panopea japonica*、*Callista chinensis* などの二枚貝のほか、無関節腕足類の *Lingula anatina* (ミドリシャミセンガイ) が塊になって多数産出する部分がある。また、堆積物が砂がちになるところでは、小型個体が多くなるとともに、産出頻度が低くなり、*C. chinensis*、*Pecten albicans*、*Fulvia mutica*、*Paphia vernicosa*、*Solen krusensterni* など、沿岸砂泥底群集の要素を伴うようになる。*Cycladicama cumingi* のこのような産出傾向は、本種の薄くて、丸くふくらんだ殻が泥

底に適應したものであることを示唆している。

***Cryptopecten vesiculosus*–*Glycymeris pilsbryi* 群集 (ヒョクガイ–ピロードタマキガイ群集; 温暖水域陸棚粗粒砂底群集)**

地蔵堂層海成砂層中部の化石密集層(地蔵層化石層)の下部を構成する。木更津市真里谷の泉川南岸に観察しやすい露頭がある。地蔵堂層の海進期堆積体の最下部、ないし下部に当たる。オンラップ–バックラップ複合型化石密集層の下部を構成する。軽石質で淘汰不良の中粒ないし粗粒の砂から産する。表記2種の二枚貝のほか、単体サンゴ、コケムシ、腕足類などを多産する。その他の貝類としては、*Limopsis cumingi* (オリイシラスナガイ) などを含む。

この群集には表生懸濁物食者が多い。また、内生種であっても粗砂に特徴的な種が多い。また、*Megacardita* や *Crenulilimopsis* などのように、水管を持たない二枚貝類が比較的多い。

1 サイクル上位の藪層の中部にも類似の群集がある(黒住, 1993)。この群集には、*G. pilsbryi*, *Mactra nipponica* (チゴバカガイ), *Veremolpa minuta* (アデヤカヒメカノコアサリ), *Megacardia ferruginosa* (フミガイ), *Crenulilimopsis oblonga* (ナミジワシラスナガイ) が含まれる。ただし、ここには表生種は少なく、むしろ内生種中心の組成を示す点で、標記の群集とは異なる。この群集は、周防灘・伊予灘から豊後水道にいたる現生の群集に類似しており、特に伊予灘の46–50 mの群集に最も似ているとされる(黒住, 1993)。なお、藪層中部のこの群集に、年輪のサイズからみて成長速度の遅い、丸い型の *Glycymeris yessoensis* が多数含まれることも注目値する。現在のベントス群集の中では、温暖種である *Cryptopecten vesiculosus* や *Glycymeris pilsbryi* を中心とする貝類群に、寒冷種である *Glycymeris yessoensis* が含まれるものは知られていない。このことも、古東京湾の特異な海況を示している。

現在の相模湾の陸棚下部に類似の群集が認められている(Horikoshi, 1957)。定常的な水流があり、ほとんど無堆積の露岩、または堆積速度の小さな粗粒貝殻砂の群集である。

***Nemocardium samarangae*–*Glycymeris rotunda* 群集 (シマキンギョ–ベニグリ群集; 温暖水域外側陸棚砂泥底群集)**

地蔵堂層海成砂層中部の化石密集層(地蔵層化石帯)の上部を構成する群集。前項の群集同様、木更津市真里谷の沢沿いによく露出している。地蔵堂層の中部・上位サイクルの海進期堆積体の主体を構成する。オンラップ–バックラップ複合型化石密集層の中上部を構成する。水深および水温の点では *C. vesiculosus*–

G. pilsbryi 群集と似ているが、二枚貝を中心とした内在性のベントスがより多いことが特徴である。やや泥質の細粒砂から産する。*N. samarangae* と *G. rotunda* の他、*Paphia schnelliana* (オオスダレガイ), *Megacardita ferruginosa* (フミガイ), *Cryptopecten vesiculosus*, また腕足類・コケムシ類などの懸濁物食者のほか、堆積物食者の *Saccella gordonis* (ゴルドンソデガイ) やブンブクウニ類を普通を含む。また、*Siphonalia mikado* (ミカドミクリガイ), *Siphonalia spadicea* (マユツクリ), *Volutharpa perryi* (モスソガイ) などの腐肉食性腹足類を含む。また、*Nipponoclava gigantea* (ツツガキ) が、横倒しの状態で産出した。

Glycymeris rotunda を含む現生の底生動物群集としては、現在の相模湾の陸棚下部砂泥底の *G. rotunda*–*Venus foveolata* 群集(Horikoshi, 1957; 堀越, 1987) が知られている。化石でも、この両種は相伴って産出することが多い(近藤, 1985; Kondo, 1986; Nobuhara, 1993)。しかし、下総層群では、*V. foveolata* は *G. rotunda* に伴って産出することなく、ごくまれに沿岸砂泥底群集(例えば、市原市米田の上泉層基底部の化石密集層)に混じる程度である。この違いは、*V. foveolata* が泥底に適應した種であるのに対して、*G. rotunda* は底質選択性が弱く、砂底から泥底まで幅広い底質に分布することによって説明できる。例えば、*V. foveolata* の優占する群集は東シナ海陸棚の北東部の、微粒堆積物の多い泥底に出現している(堀越, 1990)。また、殻形態の点からも、殻表面にカミソリの歯のように鋭く立つ *V. foveolata* の同心円状裝飾は、泥底で物理的安定性を獲得するのに適したものと思われる。一方、*G. rotunda* は、下総層群の地蔵堂化石層の場合のように砂底にも生息するし、高知県の唐の浜層群穴内層や静岡県掛川層群(Nobuhara, 1993)の場合のように泥底にも多数生息する。

ちなみに、最も水深の大きな堆積場で、底質が砂になっているのは黒潮の物理的影響である(近藤・鎌滝, 2000)。海水準が上昇するとともに、古東京湾の南側湾口部は開放的な海況となり、黒潮の影響が強まったと考えられる(近藤, 1991)。

高海水準期堆積体または海退期初頭の堆積体の群集

下総層群の高海水準期堆積体、そして海退期初期の堆積体は、海進期堆積体に比べて厚く、一部を除いて貝化石に乏しい。高海水準期堆積体の下部では特に少ない。これは、ストーム堆積物が厚く堆積していることにより、貝類などの遺骸が大量の堆積物に散らばり希釈されているためである。また、単に希釈されるだけでなく、地層として残らない程度の暴風イベントが頻繁に起こり、底生動物の定着や成長を妨げているものと思われる(近藤, 1998; 近藤・鎌滝, 2001)。

一方、高海水準期堆積体の上部には、化石密集層が

比較的多い。これらは、Kidwell (1991) の区分では、トップラップ型の化石密集層として位置づけられるものである。以下に述べる、*Ruditapes philippinarum* (アサリ) や *Mactra chinensis* (バカガイ) の化石密集層はこのような化石密集層である。

Ruditapes philippinarum 群集 (アサリ群集; 開放的内湾砂底群集)

木更津市南部の海岸沿いの下総層群には、*Ruditapes philippinarum* が大量に産出することが知られている。本種を中心とする化石群は、共産する貝類の分布から考えて、寒冷域の湾口部からむしろ外洋水の影響のある浅海砂底のものであり (小島, 1966), 現在、西南日本から南関東に普通にみられる遮蔽された内湾の汽水ないし遮蔽された浅海域の群集 (例えば、アサリ・ハマグリ群集; 堀越, 1990, p. 292) とは区別されるべきものと思われる。本項目の表題を開放的内湾砂底群集としたのはこの意味である。

例えば、木更津市南部の大和田の貝層 (ア砂層; 小島, 1966) では、*Ruditapes philippinarum* が圧倒的に多く、*Gomphina melanaegis* (コタマガイ), *Pseudocardium sachalinensis*, *Glycymeris yessoensis* が普通に含まれる。類似の組成の化石層は、同じ木更津市南部の小浜の貝層 (ウ砂層; 小島, 1966) にも見られるが、ここでは、*Patinopecten tokyoensis*, *Scaphechinus mirabilis* (ハスノハカシパン) が多い (小島, 1966)。

また、類似の群集として、岡崎ほか (2000) は、木更津市畑沢の上泉層から *Ruditapes philippinarum* と *Umbonium costatum* を主体とする化石群を報告している。この化石群は粗粒三角州の前置層を構成している。この化石群に伴う貝類にも、やはり *Glycymeris yessoensis*, *Pseudocardium sachalinensis* など寒冷域の浅海砂底種が多い。

ちなみに、下総層群から報告されている、殻高に対して殻長の長いタイプのアサリは、Hirayama and Ando (1954) によって *Venerupis (Amygdala) variegata kioroshiensis* として記載されたものである。しかし、このタイプのアサリは、北海道など、房総以北のやや外洋的な浅海域に見られる *Ruditapes philippinarum* と区別されないように思われる。例えば、吉田 (1954) は、北海道厚岸湖の内側と外側でアサリの殻形態の変異を比較検討し、外側の個体は *R. variegatus* に似た横長の形態でありながら、水管など軟体部の構造からは *R. philippinarum* であることを述べている。このことから、北海道など、黒潮の影響のないところでは、*R. variegatus* に似た形態を持つ *R. philippinarum* が内湾の外にも普通に分布している可能性が高い。いわゆる *Tapes (Ruditapes) variegatus kioroshiensis* は、共産する貝類の分布から考えて明らかに

寒冷域のものであることから、*Ruditapes philippinarum* とすべきであろう。

Mactra chinensis 群集 (バカガイ群集; 内湾砂底群集)

すぐれた潜砂能力を持つ、バカガイ科二枚貝 *Mactra chinensis* (バカガイ) を優占種とする群集である。袖ヶ浦市永吉 (清川層上部) にこの群集の産状のよくわかる露頭があった。なお、この群集は、千葉県北部の成田・佐倉地域の木下層上半部にも分布している。

袖ヶ浦市永吉の最密集部では、ほとんど *Mactra chinensis* からなり、ごくわずかに *Felaniela usta* (ウソシジミ), *Glycymeris yessoensis*, *Scapharca broughtonii* (アカガイ) の幼貝, *Solen krusensteri* などに伴う。永吉の露頭で、*M. chinensis* の最密集層の下部では、*M. chinensis* の他、*Solen krusensteri*, *Raeta yokohamensis*, *Phacosoma troscheli*, *Moerela jedoensis* (モモノハナガイ), *Fulvia mutica* (トリガイ), などを含み、多様性が高くなると共に、*M. chinensis* の分布密度も小さくなる。ここでは、*S. krusensteri*, *Lutraria maxima* (オオトリガイ) が、生息当時の姿勢を保持した状態で見つかることが多い。

一方、化石密集層の上部では、*M. chinensis* は、ほとんどの個体が離弁だが、合弁の個体もみられ、破損した殻は少ない場合が多い。*M. chinensis* の離弁殻は、同じ向きに積み重なり、「入れ子」状の安定な構造をつくることが多いが、これは、波の影響の下で形成される構造である。

この *M. chinensis* 主体の化石群は、以下に述べる通り、三角州の頂置面に生息した個体の遺骸が暴風時の堆積作用によって前置斜面に運ばれて堆積したものと考えられ、*M. chinensis* の産出密度が低く、種多様度が大きい化石群は、前置斜面深部の群集と斜面を流れた *M. chinensis* が混合した化石群と推定される。つまり、生息地から外へ運ばれてはいるが、その移動距離は小さく、おおむね同相的な群集と考えることができる。

また、*Mactra chinensis* の殻表面に見られる成長線を見比べると、同じ化石層から見つかる個体では類似のパターンが認められる場合が多く、おそらく同じ時期に着底した個体群が、同じ暴風イベントによって運ばれて堆積したものと思われる。

現在、*Mactra chinensis* は幅広く内湾から外洋にかけての外浜に分布し、関東では東京湾の内側から相模湾まで分布が確認されている。しかし、密集した生息状況は内湾の砂底に見られ、例えば現在の東京湾の小櫃川河口付近の三角州頂置面には *M. chinensis* の生貝が、前置斜面上部には死殻が分布する (斎藤, 1991)。このような現生個体の分布パターンと対応し

て、*Maetra chinensis* 自体の化石産出のパターンは、ほとんど *M. chinensis* だけから構成される場合から、*Siliqua pulchella* (ミゾガイ)、*Umbonium costatum* (キサゴ)、*Glycymeris yessoensis*、など他の貝類を優占種とする貝類群に混じる場合まで、さまざまなバリエーションがある。

ちなみに、バカガイの生息地に近い、東京湾の小櫃川河口付近の潮間帯下部には、*Phacosoma japonicum* (カガミガイ) や *Solen strictus* (マテガイ) が多数生息しているが、これらの種は清川層上部の *M. chinensis* の化石層には全く見つからない。また、現在の三角州は、*Theora lubrica* (シズクガイ) が生息する内湾泥底の上に形成されたものだが、清川層の三角州堆積物にはこのような泥の底置層は見られない。以上のことから分かるように、清川層の *M. chinensis* 密集層の形成環境は、現在の小櫃川三角州とは異なり、内湾ではあるがより開放的な海況の海であったことが推定できる。*M. chinensis* に混じって産出する化石もそのことを裏づけている。

堀越(1960)が報告した、*Maetra chinensis* を中心とし、*Saxidomus purpurata*, *Tonna luteostoma* (ヤツシロガイ)、*Glossaulax didyma* (ツメタガイ)、*Paphia vernicosa*, *Callista chinensis*, *Macoma sector* (サギガイ)、*Doxander japonicus* (シドロ) などを含む打ち上げ貝類群は東京湾湾口部西岸の上宮田海岸のもので、より外洋的な環境の群集が台風によって打ち上げられたものである。以上のように、*M. chinensis* 群集は、内湾を中心とした環境の、物理的に不安定な外浜の砂底に適応した群集と言える。

Glycymeris yessoensis-*Megangulus venulosa* 群集 (エゾタマキガイ-サラガイ群集; 寒冷水域上部外浜群集)

木更津市宿の藪層の上部の貝殻密集層 (Kondo *et al.*, 1992 の current-generated shell bed) に典型的な産状がみられる。高海水準期堆積体の比較的上部に位置する。寒冷水域の種が多いことから、高海水準期の後期、あるいはすでに海水準が下がり始めた時期の堆積物と考えられる。O'hara (1982) のサンプル J の化石群はこの群集に相当する。大きく成長した *Glycymeris yessoensis*, *Megangulus venulosa*, *Mercenaria stimpsoni* (ビノスガイ)、*Nuttallia ezonis* (エゾイソシジミ) など、比較的重厚な殻を持つ中大型の二枚貝が多い。この化石の産状では、*Panopea japonica* を除いて生息位置を保持した個体がほとんどみられないが、両殻の揃った個体が少なくないこと、殻表面の細かな彫刻が保存されている個体が含まれること、現生個体の生態分布からみて強い水流にさらされた粗粒の底質を好むものが多いこと、などから考えて同相的な産状、あるいは運ばれていてもごく短距離の産状と判

断される。この群集の中に見つかる種群は、自生的な産状で保存されることが本来あまり期待できない類のものである。この群集に含まれる種は、堆積サイクル上部のチャネル堆積物中の貝殻砂に、他の生息場から由来した貝類と混ざって見つかることが多い。古東京湾の古地理から考えて、やや開放的な内湾の海浜沖合い、上部浅海帯浅部の物理的に不安定な底質に生息した貝類が、その場または少し沖合いに運ばれたものと推定される。

Glycymeris yessoensis を含め、下総層群には種数・個体数ともに、多くの *Glycymeris* 属の二枚貝が含まれる。*Glycymeris* 属には外洋水の影響の強い、浅海砂底に生息する種が多い (Thomas, 1975)。したがって、*Glycymeris* 属の多さは、地形的に遮蔽されているわりには、外洋水の影響の大きな古東京湾 (近藤, 1991) ならではの特徴であろう。

Glycymeris 類は、堆積物にもぐる速さなど運動能力は劣るが、堆積物によって埋まらない限り、洗い出されても特に支障のない生活様式の二枚貝であり、水路などに特に多い (Powell, 1937; Kondo, 1998)。

Megangulus venulosus は、水管を持つ中型ないし大型の堆積物食者である。本種は、堆積物食者特有の優れた運動能力を活かして、物理的攪乱の大きな外浜に生息する二枚貝である。貝類の分布を餌の分布に支配されたものとして理解しようとする、堆積物食者の本種が、およそ泥質分の少ない粗粒砂底に分布するのは理解しづらくなるが、物理的攪乱に対する適応の観点からみれば説明できる。

Solen krusensteri-*Siliqua pulchella* 群集 (エゾマテ-ミゾガイ群集)

袖ヶ浦市上泉地域、永吉の露頭の下部に見られた上泉層上部の群集。標記の二枚貝がともに合併で多数産出する。殻の機能形態からみて、この両者はいずれも、すぐれた潜砂能力を持ち、物理的攪乱に対する対処能力の高い種である。外洋水の影響のある内湾の内側陸棚から下部外浜の群集である。この地域に分布する上泉層の上部では、生物攪拌により物理堆積構造が不鮮明な極細粒砂に標記の群集があり、この上位には、*Glycymeris yessoensis*, *G. albolineata*, *Pseudocardium sachalinensis* など大形で、重厚な殻をもつ二枚貝化石を多く含み、物理堆積構造の鮮明な地層が載る。この地層に含まれる化石群は、寒冷水域上部外浜群集であり、次項の群集に近い性格のものである。さらに上位には、*G. yessoensis* などの磨滅した貝殻を多数含むチャネル堆積物がこれらの地層を切り込んで堆積している。すなわち、標記の群集は、このような海退に伴う、一連の堆積物と化石群の変化の中では、最も沖合いに位置する群集である。この群集に、標記の二枚貝の他に、内生懸濁物食者の腹足類の *Umbonium costa-*

tum (キサゴ) が多数含まれるのも特徴的である。

Solen krusensterni は、温帯域から寒冷域の浅海砂底に生息する二枚貝であり、さまざまな堆積相に広く分布する傾向がある。*Siliqua pulchella* (ミゾガイ) は、現在外洋に面した砂浜によく打ち上がる二枚貝であり、こうした砂浜沖の外浜あるいは、内側陸棚に生息している。両種に関する生態についての報告はないが、ともに前後に長くなった殻を持ち、巣穴生活に適したグループである。これら巣穴生活をする二枚貝は、堆積物にもぐる能力も高く、また巣穴のなかで各種の物理的攪乱から身を守ることもできるので、外海に面した浅海の砂底にもよく適応した二枚貝であると考えられる。

Glycymeris yessoensis-*Cyclocardia ferruginea* 群集 (エゾタマキガイ-クロマルミガイ群集; 寒冷水域下部外浜-内側陸棚群集)

木更津市宿の藪層中部の鍵層スコリア (Yb3; 徳橋・遠藤, 1984), 軽石層 (Yb4; 徳橋・遠藤, 1984) が挟まれるあたりの一見「のっぺり」とした細粒砂層 (Kondo *et al.*, 1992 の Indigenous shell bed) に典型的な産状がみられる。この堆積物はしかし、条件の良い露頭で観察すると、ストーム砂層と生物攪拌の顕著な砂層の互層であることがわかる。おもな構成種には、標記2種のほか、*Solen krusensterni*, *Felaniella usta* が含まれる。また、*Panopea japonica* や *Tresus keenae* (ミルクイ) が生息位置で保存されていることが多い。また、刺がはずれていない、きわめて保存の良い *Echinocardium cordatum* (オカメブンブク) の化石がしばしば見つかるのもこの層準である。O'hara (1982) のサンプル G, I の化石群がこの群集に相当する。*G. yessoensis* は、*G. yessoensis*-*M. venulosa* 群集にも含まれるが、本群集に含まれる個体はずっと小型である。藪層では、堆積サイクル中部の温暖な下部浅海帯の群集と、堆積サイクル上部の寒冷な上部浅海帯群集の間に出現することから考えて、上部浅海帯下部の、少なくとも静穏時には比較的安定した底質の群集とみられる。

木更津市宿のこの群集を含む化石層のなかには、*Scapharca broughtonii* (アカガイ), *Glycymeris albolineata* が、ほとんど同じ層準から両殻のそろった状態で産出する部分がある。前者は、現在は内湾の砂泥底に、後者は外洋に面した外浜砂底に分布し、同じ地点に分布することはない。しかし、化石の保存状態から、いずれかが全く異なる環境から運搬されて混合したとは考えられず、当時の特異な海況のために同時に生息できたか、または数年・数十年程度の環境変動で、見かけ上同じ地層から産出するかの、いずれかだろう。化石の産状分析からはいずれとも決め難い。しかし、本稿のはじめにも述べたように、内湾水と外洋

水の混合した古東京湾の海況を考えると、同じ海域に生息した可能性もある。

考 察

1. 沖積平野地下の完新統貝類群集との比較

松島 (1984) は、南関東を中心とした日本各地の完新統に含まれる貝類群集を詳細に研究し、現生の沿岸海域の貝類群集と地質時代の貝化石群集をつなぐモデルを提示した。この研究は、現生貝類の生態の知識に基づいて、過去にさかのぼって化石貝類群を研究しようとする際、重要な基礎となるものである。ただ、調査上の制約により現在の沖積平野の地下の完新統を対象としたものであったため、氷河性海水準変動のさまざまなフェイズのうち、海進期後期と高海水準期初期に限られたものであり、さらにまた陸棚で浅の沿岸域に限られたものであった。したがって、海進期の初期や高海水準期中期・後期の貝類群集、または陸棚の貝類群集は、陸域の完新統では見ることができず、現在の陸棚域で完新統を調査しなければ理解することができないことになる。房総半島北西部に分布する中部更新統の下総層群では、その後の隆起のためにこのような貝類群集を陸上の露頭で見ることができる。下総層群の貝類群のうち、上部の清川層や木下層は、沖積平野地下の完新統と類似した沿岸地形の下に堆積した地層が多く、そこに含まれる貝類群集も完新統のものとよく似たものが多い。しかし、これらより下位の上泉層、藪層、地蔵堂層には、より平坦な地形に起こった海進・海退によって形成された、同じ沿岸域であっても特徴の異なる堆積環境が記録されている。したがって、下総層群の貝類群集の特徴は、これら下総層群下部層に表れているとみることができる。この視点に立つと、海水準変動のフェイズと沿岸部での地形発達との関係から、下総層群の貝類群集は表3のように、「溺れ谷内湾群集型」と「開放的内湾群集型」に類型区分し、まとめることができる。

2. 下総層群の例から知られる砂泥底動物群集の基本的性質

再び、松島 (1984) の研究について触れる。この膨大で包括的な研究の要点は、これら完新統の貝類群集が、縄文海進に伴い形成された内湾の溺れ谷地形を背景として発達した沿岸環境に支配されたものであることを明らかにした点にある。すなわち、背景となる地形と海水準の変動によってそこに発達する沿岸海域の地形が規定され、さらにそこに生息しうる貝類群集も規定されるという、いわば物理環境支配論である。実際、数千年程度の短い時間スケールでは、ほとんどが懸濁物食者の二枚貝中心の群集は、ほとんど水温、塩分、底質、その他の物理環境の変化に支配・翻弄されて成立している存在であると言える。

本稿に述べたように、下総層群の貝類群の分布は、水温（寒冷水系・温暖水系）、水深、また、これらに加えて塩分などの環境要素とその変動量（沿岸水と外洋水）、さらに、浸食・堆積・懸濁物量などの物理的攪乱の規模と頻度、など多くの環境要因の影響を受けており、それぞれの種の固定した産出パターン、すなわち群集の輪郭は判然としない傾向が強い。これは、沿岸水と外洋水、また温暖水と寒冷水が複雑に分布したために、上記の環境要素が単純な一定のパターンを作らずに出現したことを意味している。このことは、一般に懸濁物食者を中心とする二枚貝類主体の底生動物群集では、構成要素どうしの種間関係は薄弱であり、個々の種がその場の環境要因に個別に対応して分布していることを明瞭に示している。すなわち、底生動物群集は、その生息場所の物理・化学・生物的環境要因が、個々の生物の環境耐性の許容範囲内にある生物群の集合体として理解することができる。したがって、群集の種組成それ自体にはそれほど大きな意味はない場合が多く、むしろそれぞれの種の時空分布、あるいはより具体的な環境要因に対する分布を理解することの方が重要である、という考えが導かれる。逆に、下総層群以外の多くの地層において、同じ組み合わせの化石群が繰り返し現れるという経験的事実は、ほとんどの場合、その地層の堆積した海域では、水温、塩分、その他の環境要素が、一定のパターンを作って繰り返し現れたことを意味しているに過ぎない。

3. バカガイ科二枚貝類の生息地としての下総層群

下総層群は、沿岸域砂底のさまざまな生息環境を記録している地層である。このような物理的に不安定な生息地は、古生代はもちろん、中生代前期の多くの二枚貝には生息困難な場所であった。このような沿岸域の砂底では、古異歯亜綱のサンカクガイ科（中生代；おもに内湾の外浜）、つづいて異歯亜綱のマルスダレガイ科（白亜紀前期以後；内湾から外洋の外浜・前浜）、そしてバカガイ科（白亜紀後期以後；内湾から外洋の外浜・前浜）が、この順に生息地を拡大し続けてきた（Kondo, 1998; 近藤ほか、印刷中）。なかでも、バカガイ科は、中新世以後、外浜堆積物中に顕著な化石密集層をつくって産出するようになった。このことは、バカガイ科二枚貝が新たな生息地を開拓した証拠である。ちなみにフジノハナガイ科は前浜を主な生息地として進化したグループだが、化石記録が少なく、化石密集層を形成する例はほとんどない。

下総層群の外浜堆積物には、バカガイ科二枚貝類が、種数も個体数も多い。すでに述べたように、*Maetra chinensis* は、内湾の前浜下部から外浜にかけて密集して生息し大規模な化石密集層を形成している。下総層群からは化石として産出しないものの、現在、*M. chinensis* の生息地付近の潮間帯中部には、小

型の *M. veneriformis*（シオフキ）もやはり大量に生息している。また、産出頻度は多くないが、内湾の泥質砂底では、薄質の殻をもつ *Raeta pellicula*（ヤチヨノハナガイ）が群をつくって生息していた産状も確認されている（Kondo, 1990）。

外海に面した海域では、やはり化石は少ないものの、前浜下部に *Maetra crossei*（ヒメガカガイ）が多数生息していたものと思われ、近藤（1991）が報告した木下層の産出例は、その片鱗をうかがわせる。寒冷域の外浜の堆積物には、*Pseudocardium sachalinense* が多数産出する。現在の東北沿岸には *Spisula voyi*（ナガウバガイ）も多いが、下総層群では産出頻度は多くない。また、内湾的な外浜下部から内側陸棚には大型で深埋没生活者の *Tresus keenae*（ミルクイ）も少なくない。ただし、この貝化石は密集して産出することはない。さらにバカガイ科としては比較的深い生息場にまで生息する *Maetra nipponica* が、*Glycymeris pilsbryi* とともに藪層中部に密集して産出する。このほか、*Oxyperas bernardi*（ホクロガイ）のような堅固で厚い殻を持つ浅埋没生活者や、*Lutraria* 属のような深埋没生活者まで、多様な生活様式が見られる。このように、新生代、特に新第三紀以後の物理的に不安定な沿岸砂底の生息環境ではバカガイ科は最も優勢な二枚貝類であり、下総層群はこのことがよく理解できる地層である。

謝 辞

千葉県立中央博物館の岡崎浩子博士、神奈川県立生命の星地球博物館の松島義章博士には原稿の査読を通して貴重なご意見をいただいた。東濃地科学センターの鎌滝孝信博士にも貴重なコメントをいただいた。また、高知大学の Santosh 教授には英文要旨の校閲をお願いした。これらの方々へ感謝したい。

引用文献

- 青木直昭・馬場勝良. 1973. 関東平野東部、下総層群の層序と貝化石群のまとめ。地質学雑誌 79: 453-464.
- 青木直昭・池田宣弘・杉山悠紀子・栗野俊昭・堀口興・小池桂子・吉村 文・川瀬嶺子・西川正子. 1962. 地蔵堂層および藪層の模式層序と貝化石群の再記載。地質学雑誌 68: 507-517.
- 馬場勝良. 1990. 関東地方南部、上総層群の貝化石群。445 pp. 慶應義塾幼稚舎。
- 馬場勝良・青木直昭. 1972. 茨城県、霞ヶ浦一北浦地域の 下総層群の層序区分。地質学雑誌 78: 577-584.
- Chinzei, K., K. Fujioka, H. Kitazato, I. Koizumi, T. Oba, M. Oda, H. Okada, T. Sakai and Y. Tanimura. 1987. Postglacial environmental changes of the Pacific Ocean off the coast of central Japan. Marine Micropaleontology 11: 273-291.
- Hirayama, K. and Y. Ando. 1954. A new subspecies of *Venerupis* from the Pleistocene deposits in the Southern Kwanto area, Japan. Venus (Japan. Jour.

- Malac.) 18: 109-117.
- Horikoshi, M. 1957. Note on the molluscan fauna of Sagami Bay and its adjacent waters. Sci. Reps. Yokohama Natl. Univ., Sec. II 6: 37-64.
- 堀越増興. 1960. 台風によって東京湾口西岸上宮田海岸に打上げられた貝類. Sci. Rept. Yokosuka City Mus. 5: 9-12.
- 堀越増興. 1987. 日本周辺の海洋生物. In 堀越増興・永田豊・佐藤任弘, 日本列島をめぐる海, pp. 127-212. 岩波書店, 東京.
- 堀越増興. 1990. 日本周辺海域のベントス群集について. In 日本海洋学会沿岸海洋研究部会 (編), 続・日本全国沿岸海洋誌, pp. 283-311. 東海大学出版会, 東京.
- 鎌滝孝信・近藤康生. 1997. 中上部更新統の地蔵堂層にみいだされた水河性水準変動による約2万年または4万年周期の堆積シーケンス. 地質学雑誌 103: 747-762.
- Kamataki, T. and Y. Kondo. 1997. Middle to Late Pleistocene shallow-marine sedimentary and faunal cycles corresponding to the orbital precession or obliquity in the Shimosa Group, Boso Peninsula, central Japan. In Wang Naiwen and J. Remane (eds), Proceedings of the 30th International Geological Congress, Vol. 11, pp. 231-235. VSP, Utrecht.
- Kidwell, S. M. 1991. Condensed deposits in siliciclastic sequences: expected and observed features. In Einsele, G., Ricken, W. and Seilacher, A. (eds.), Cycles and Events in Stratigraphy, pp. 682-695. Springer-Verlag, Berlin.
- 北村晃寿・近藤康生. 1990. 前期更新世の水河性海面変動による堆積サイクルと貝化石群集の周期的変化—模式地の大桑層中部の例. 地質学雑誌 96: 19-36.
- 小島信夫. 1966. 東京湾の南東沿岸地域の成田層群に含まれる貝化石群集について—成田層群の研究第7報—. 地質学雑誌 72: 573-584.
- 近藤康生. 1985. 静岡県奥有度丘陵の上部更新統の層序. 地質学雑誌 91: 121-140.
- Kondo, Y. 1986. Shallow marine gravelly deltas and associated faunas from the upper Pleistocene Negoya Formation, Shizuoka, Japan. Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. II 21: 169-190.
- Kondo, Y. 1989. Faunal condensation in early phases of glacio-eustatic sea-level rise, found in the middle to late Pleistocene Shimosa Group, Boso Peninsula, Central Japan. In A. Taira and F. Masuda (eds.), Sedimentary Facies in the Active Plate Margin, pp. 197-212. TERRA Scientific Publishing Company, Tokyo.
- Kondo, Y. 1990. Preserved life orientations of soft-bottom infaunal bivalves—documentation of some Quaternary forms from Chiba. Natural History Research 1: 31-42.
- 近藤康生. 1991. 千葉県松戸市栗山の地下から産した後期更新世の外洋性浅海砂底貝化石群—特に古東京湾の古地理復元に関連して—. 千葉中央博自然誌研究報告 2: 1-8. 千葉市.
- 近藤康生. 1995. *Callista chinensis*—*Pecten albicans* 群集, 他8群集. In 鎮西清高 (編), 新生代化石底生動物群集カタログ, 平成5・6年度科研費補助金, 総合研究(A)成果報告書化石底生動物群集の群集構造: その安定性と変革, pp. 296-313.
- Kondo, Y. 1998. Adaptive strategies of suspension-feeding, soft-bottom infaunal bivalves to physical disturbance: evidence from fossil preservation. In Johnston, P. A. and Haggart, W. (Eds.), Bivalves: An Eon of Evolution—Paleobiological studies Honoring Norman D. Newell, pp. 377-391. University of Calgary Press, Calgary.
- 近藤康生. 1998. 海進海退サイクルの古生態学とタフノミー. 化石 64: 54-60.
- Kondo, Y., T. Kamataki and Y. Masaki. 1997. Shallow-marine benthic palaeoecology of the Late Pleistocene Palaeo-Tokyo Bay: a moderately sheltered bay fringed with barrier islands. In Jin and Dineley (eds), Proceedings of the 30th International Geological Congress, Vol. 12, pp. 108-114. VSP, Utrecht.
- 近藤康生・鎌滝孝信. 2000. フィールド古生態学の方法: 古東京湾の二枚貝類を中心として. In 奈良正和 (編), 日本古生物学会フィールドワークショップ, 海底表層環境と底生動物のダイナミクス, pp. 37-67. 日本古生物学会.
- 近藤康生・鎌滝孝信. 2001. 房総第四系の二枚貝類を中心とする陸棚底生群集の再評価, 特に貧化石層に含まれる低多様度の群集について. 第四紀研究 40: 259-265.
- Kondo, Y., S. Matsui and Chinzei, K. 1992. Taphonomy and paleoecology of the Pleistocene molluscs in the Boso Peninsula. In 29th IGC Field Trip Guide Book Vol. 2, Island arcs: Cenozoic stratigraphy and tectonics of Japan, pp. 99-108. Geol. Surv. Japan, Tsukuba.
- 近藤康生・田島知幸・船山展孝・遠藤 浩. 2001. 新生代の二枚貝類にみる生活様式と生息地の多様化. 生物科学 (印刷中).
- 黒住耐二. 1993. 下総層群莖層の興味ある化石貝類 (予報). 千葉中央博自然誌研究報告 2(2): 125-132. 千葉市.
- 松島義章. 1984. 日本列島における後氷期の浅海性貝類群集—特に環境変遷に伴うその時間・空間的変遷. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学) 15: 37-109. 横浜市.
- 松島義章. 1988. 東京湾西岸平潟湾の沖積層に見られるウチムラサキの産状と形態. In 日本古生物学会1988年々会 (東京) 講演予稿集, p. 108.
- 奈良正和. 1998. 中部更新統金剛地層の堆積環境とシーケンス層序学的解析. 地学雑誌 107: 77-91.
- Nobuhara, T. 1993. The relationships between bathymetric depth and climatic changes and its effect on molluscan faunas of the Kakegawa Group, central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S. 170: 159-185.
- 生越 忠. 1956. いわゆる“西谷砂層”の一部から産する軟体動物化石の混合の型について. 石油技術協会誌 21: 34-44.
- 大原 隆・菅谷政司・福田芳生・田中智彦. 1976. “桜井層”の化石 (I. 貝類・底生有孔虫・蟹類・孤生珊瑚類・蔓脚類) 千葉大学教養部研究報告 B-9: 77-108.
- O'hara, S. 1978. Molluscan fossils from the Kamizumi formation (s.l.). J. Coll. Arts, Sci., Chiba Univ. B-11: 59-89.
- O'hara, S. 1982. Molluscan fossils from the Shimosa Group (I. Yabu and Jizodo Foramtion of the Makuta district). J. Coll. Arts, Sci., Chiba Univ. B-15: 27-56.

- 岡崎浩子・伊左治慎司・中里裕臣. 2000. 更新統下総層群上泉層にみられるギルバート型粗粒三角州. 地質学雑誌 106: 461-471.
- Powell, A. W. B. 1937. Animal communities of the sea bottom of Auckland and Manukau Harbours. Trans. Roy. Soc. New Zealand 66: 353-401.
- Saito, Y. 1989. Transgressive sand sheet covering the shelf and upper slope off Sendai, Northeast Japan. Marine Geology 89: 245-258.
- 斎藤文紀. 1991. 東京湾小櫃川三角州の地形と堆積物. 堆積学会報 35: 41-48.
- 佐藤慎一・下山正一. 1992. 斧足類化石群集を用いた下総層群中部の古環境解析. 地質学雑誌 98: 529-525.
- 佐藤武宏・松島義章. 2000. 多変量解析を用いた化石ウチムラサキガイ (マルスダレガイ科) の殻形態の解析とその古生物学的意義. 化石 67: 19-31.
- Stanley, S.M. 1970. Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca). Geol. Soc. Amer. Mem. 125: 296 p.
- Thomas, R. D. K. 1975. Functional morphology, ecology, and evolutionary conservatism in the Glycymerididae (Bivalvia). Palaeontology 18: 217-254.
- 徳橋秀一・遠藤秀典. 1984. In 姉崎地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 136 p. 地質調査所.
- 徳橋秀一・近藤康生. 1989. 下総層群の堆積サイクルと堆積環境に関する一考察. 地質学雑誌 95: 933-951.
- 吉田三郎. 1954. アサリの変異について (予報). 新生代の研究 19: 367-372.
- Yajima, M. 1978. Quaternary ostracoda from Kisarazu near Tokyo. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S. 112: 371-409.

(2001 年 3 月 9 日受理)

Characteristics of the Molluscan Fossil Associations of the Pleistocene Shimosa Group, Particularly the Asymmetric Transgressive-regressive Cycle, near Kisarazu, Chiba

Yasuo Kondo

Department of Earth History and Environmental Science, Kochi University
2-5-1 Akebono-cho, Kochi 780-8520, Japan
E-mail: ykondo@cc.kochi-u.ac.jp

Mode of occurrence, species composition, and characteristics of habitat are described for the shallow-marine molluscan fossil associations in the Middle to Late Pleistocene Shimosa Group near Kisarazu, Chiba, particularly for the lower units of the group, that is, Jizodo, Yabu and Kamiizumi formations. The associations are characterized by highly contrasting nature between those in the transgressive and highstand systems tracts. The transgressive systems tracts are represented by relatively thin, autochthonous or indigenous shell beds recording environmental changes during entire transgressive phase. The fossil associations are mainly inner or outer shelf associations characterized by relatively condensed conditions. In contrast, the highstand systems tracts are much thicker successions deposited by storm-dominated processes, and are generally poorly fossiliferous. Fossils are common only in the upper units of the highstand systems tract, as current-generated shell beds which represent a high-energy, near-shore habitat. The molluscan associations of the Shimosa Group are characterized by more open-coast type than those found in the Holocene under the coastal plains in Japan, which is of sheltered type, and occurred associated with the drowned valley and related coastal topography. Glycymeridid and mactrid bivalves characteristically occur in shell beds in the Shimosa Group. Abundance of Glycymeridid bivalves in the group represents influence of oceanic water in the Paleo-Tokyo Bay. Common occurrence of shell beds consisting of Mactrid bivalves in the Shimosa Group is the result of adaptive radiation by the family into physically unstable sandy habitat through the Cenozoic Period. Characteristics of the molluscan associations are thus understood in terms of environmental features of the basin and long-term evolutionary change of the fauna.