

# 貝化石層の展示物作成 -土浦市田村町の下総層群貝化石層を例に-

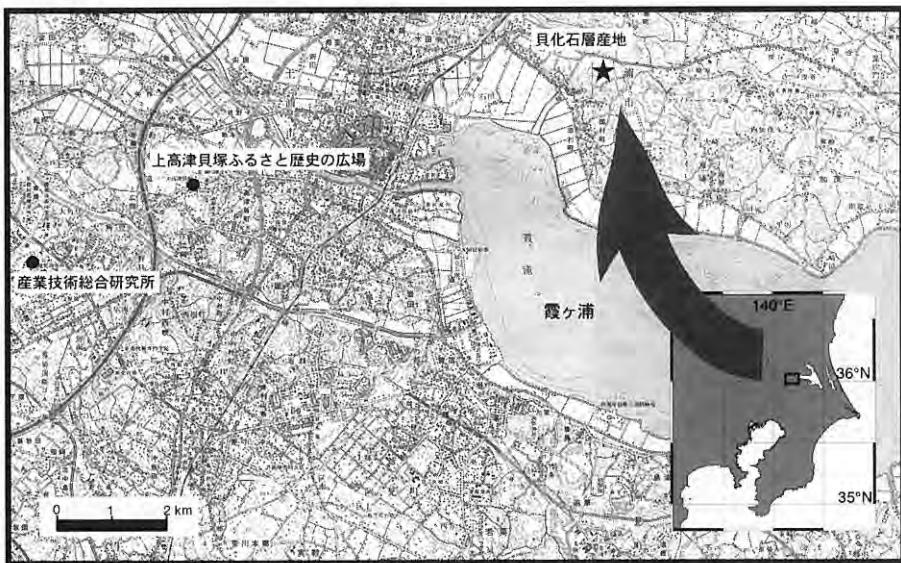
中島 礼<sup>1)</sup>・利光 誠一<sup>2)</sup>・森山 哲和<sup>3)</sup>・石川 功<sup>4)</sup>

## 1. はじめに

1991年、霞ヶ浦の西に位置する土浦市田村町の工事現場から下総層群の貝化石層が大規模に露出した。土浦市周辺には多くの遺跡や貝塚が発掘されており、この貝化石層も一見貝塚のように思われた。しかし、次の4つの証拠からこの貝化石層は貝塚とは異なり、自然現象によって作られたものであることがいえる。1) 数mm程度の小さな貝殻が多く含まれ、2) 貝の種類も多いこと、3) 自生の貝があること、4) 土器や石器などの人工物が含まれていない。

この貝化石層は工事現場内だけでも数十mの規模で分布しており、現地保存することが不可能であ

った。そのため、土浦市教育委員会は貝化石層を大型のブロックとして保存することにし、当時地質調査所(現産業技術総合研究所地質調査総合センター)の職員であった佐藤喜男氏(現チュラロンコン大学:タイ王国)の指導のもとに、貝化石層の切り出しを行った。切り出された貝化石層のブロックは地質調査所において一時的に保管された。そして今回、この貝化石層を土浦市上高津貝塚ふるさと歴史の広場において展示することとなった。そのため、切り出された状態の貝化石層を展示物として成型・補強することが必要となり、その作業を2002年の1月8日~9日の2日間と1月30日に行った。ここに貝化石層を展示物として完成させ、展示するまでの行程を記す。



第1図 貝化石層の産地(星印)、国土地理院発行5万分の1地形図「土浦」,「玉造」を使用。

1) 産総研 地球科学情報研究部門 科学技術特別研究員  
2) 産総研 地球科学情報研究部門  
3) 考古造形研究所:小金井市桜町1-8-9  
4) 土浦市上高津貝塚ふるさと歴史の広場:土浦市上高津1843

キーワード:貝化石層, 展示, 補強, 下総層群, 土浦市, 上高津貝塚ふるさと歴史の広場



写真1 大規模な貝化石層が存在したことを記す石碑(土浦市田村町)。



写真2 切り出したブロックの成型を始める。

## 2. 貝化石層の産地とその周辺の地質概要

貝化石層のブロックを切り出したのは、新治台地の縁辺部である土浦市田村町で、北緯 $36^{\circ}5'39''$ 、東経 $140^{\circ}14'57''$ に位置する(第1図)。この貝化石層は、工事現場内で観察されただけでも、3m程度の層厚と数十m側方へ連続して観察されていた。現在この露頭は観察できないが、この貝化石層があったことを記す石碑が土浦市によって建てられている(写真1)。

貝化石層産地周辺においては、下位より中～後期更新世(20万～6-7万年前)の堆積物である下総層群と更新世末期(5～2万年前)の堆積物である関東ローム層が観察され(真野, 1965; 青木・馬場, 1979; 宇野沢ほか, 1988)。貝化石層は下総層群に含まれる。この産地周辺の下総層群は、下位より上岩橋層、木下層、常総層から構成される(宇野沢ほか, 1988)。青木・馬場(1979)によれば、田村町における下総層群の露頭は成田層木下部層に相当し、徳橋・遠藤(1984)の木下層に対比される。しかし、宇野沢ほか(1988)の層序区分によれば、産地周辺の台地構成層の下半部は上岩橋層に対比されており、本報告の貝化石層は上岩橋層に含まれる可能性がある。上岩橋層(約20万年前)と木下層(約12-13万年前)には堆積時期の時間間隙があり(中里, 1997)、本産地周辺の層序を明らかにすることは今後の課題である。

## 3. 展示物としての作成行程

地質標本館をはじめ多くの博物館において、地

質現象を展示する手法として、地層の剥ぎとりやレプリカの作成がよく使われている。これらの展示手法は、保存・維持・移動などの容易さという点で、地層などの実物を展示するよりも優れている。確かに、今回のような地層のブロックをそのまま展示することは容易ではない。しかし、実物の化石層のブロックを使った展示は、剥ぎとりやレプリカとは明らかに異なる立体感や質感が感じられるのも確かである。著者の一人である森山は、博物館などの展示物を作成する仕事に長年携わっており、地質学的資料や考古学的資料をできるだけ現状を維持させた本物のままと展示するという手法に拘ってきた。そこで、今回の貝化石層も以下に述べる手法を用いて本物を展示することにして作業を進めた。

### 3.1 成型

切り出された直後の貝化石層のブロックは、およそ $90 \times 80 \times 120$ (cm)の直方体に近い形であり、頭でっかちの不安定な形状をしていた(写真2)。このブロックを展示物とするためには、ある程度見た目を良くする必要があるため、このブロックを $60 \times 50 \times 95$ (cm)の大きさの直方体に削り出すことにした。ブロックは切り出された直後は地下水などの水分を多量に含んでいたが、10年の歳月が経過した今、水分はブロック中には残っていない。したがって、大きな振動を与えると一瞬にして大きなブロックが崩れ落ち、砂と貝殻だけになってしまうだろう。そのため私たちは、なるべく振動を与えないように、ハンマーとタガネを使って慎重に時間をかけてまわりを削り落としていった(写真3)。成型



写真3 目標とする直方体に近づいてきた。



写真5 成型が終わり、掃除機で表面をクリーニングする。



写真4 削りだしの途中、ナミガイが顔を出した。

中、生息姿勢を示すナミガイが顔を出したり(写真4)、特徴的な貝化石の産状が見られたが、目標の大きさからはみ出てしまうため、それらは残念ながら削り落とされてしまった。最後に、表面に残った砂や貝殻片をはけや掃除機を使って取り除き、成型が終了した(写真5)。

### 3.2 被膜材の塗布

成型が終了し、ひとまずブロックの表面を固めるために、被膜材を塗布する。使用した被膜材は、プライマーバインダー18(水溶性)で、電動のスプレーを使用してブロック表面にまんべんなく吹きかける(写真6, 7)。この被膜材は乾燥すると、表面の耐水性が増し、油性となる。ここで一日目の作業は終了で、一晩かけて被膜材を乾燥させる。

### 3.3 含侵剤の塗布・注入

初日の作業で、ブロックの表面を被膜材で固めた



写真6 ブロック表面を固定するための被膜材を調合する。



写真7 被膜材を電動スプレーを用いてまんべんなく塗る。

が、二日目はブロックの内側を固めるために、含侵剤をブロックに塗り込む作業を行う。含侵剤には、架橋反応を起こすことにより、粒子同士の結合を強化させる効果がある。まず使用した含侵剤は、ドイツ製の含侵剤OH-100(油性)である。この含侵剤



写真8 ブロック内部の固定するために含侵剤を塗り込む。



写真10 一番負荷がかかる基底部には念入りに含侵剤を塗る。



写真9 温風器を使って乾かしながら含侵剤を塗り込む作業を繰り返す。



写真11 ブロックの上面に穴(矢印の先)を開け、含侵剤を注入する。

をブロックの外枠から塗っていき(写真8)、温風器を用いて乾燥させる(写真9)、この塗って乾かすという作業を何度も繰り返す。特にブロックの基底部には一番負荷がかかるため、含侵剤を十分塗り込む(写真10)。また、貝化石層上面に直径1cm、深さ数10cm程度の孔を開け、別の含侵剤であるタイトシラン(水溶性)を注入する(写真11)。このように外側と内側から含侵剤を塗布・注入することにより、ブロックの強度をより高めることができる。

### 3.4 被膜材の塗布

最後に被膜材として、塩化ビニール系の樹脂をブロック全体に塗る(写真12)。この被膜材は、紫外線の影響を弱め、貝化石層表面の耐久性を上げる効果がある。この作業で貝化石層を展示物とするための補強はほぼ完了した。そして、含侵剤、被膜材を完全に乾燥・固化させるために、20日ほど時間をおいた。



写真12 最後に被膜材を塗布して完成。

### 3.5 輸送

貝化石層自体の補強はほぼ完成したが、これを展示するのは上高津貝塚ふるさと歴史の広場である(第1図)。せっかく出来上がった貝化石層を輸送する際に壊してしまっては全てが水の泡なので、日本通運の美術品輸送サービスに貝化石層の輸送を依頼した(写真13)。1月30日に貝化石層は日通によって、産業技術総合研究所(つくば市東)から





写真13 日通のトラックで貝化石層を上高津貝塚ふるさと歴史の広場の資料館まで輸送する。



写真16 貝化石層をゆっくりと持ち上げて、展示台に載せる。



写真14 トラックの中で動かないようにしっかりと固定。



写真17 貝化石層を展示台に載せたところ。



写真15 上高津貝塚ふるさと歴史の広場における作業、基底部分をモルタルで固定する。

上高津貝塚ふるさと歴史の広場(土浦市上高津)までの約3.5kmを慎重に輸送された。

### 3.6 展示

運ばれてきた貝化石層の基底部分を部分的にモル



写真18 アクリルの透明ケースを展示台に被せてとうとう完成です。

タルで固めて補強した(写真15)。運ばれてきた貝化石層を展示台に載せるため、鉄骨のアームを組んで、貝化石層を持ち上げ(写真16)、展示台にセ

ットした(写真17)。そして、展示場所である上高津貝塚ふるさと歴史の広場の考古資料館2階に移動し、展示台にアクリルケース(115×115×150cm)を被せて展示は完成した(写真18)。

#### 4. 貝化石層の解説

##### 4.1 産出貝化石

貝化石層を成型する際に出た残砂を4mmの篩にかけ、残った貝殻を同定した。その結果、巻貝類26種、ツノガイ類1種、二枚貝類42種が得られ、その他に甲殻類1種、ウニ類1種、サンゴ類1種が同定された(第1表)。

同定された貝化石のうち、絶滅種はトウキョウホタテガイとブラウンシカゲガイの2種だけで、その他は全て現生種である。これらの現生種の現在の生息環境をみると、そのほとんどがOyama (1973)の上部浅海帯(潮下~20-30m)から中部浅海帯(20-30~50-60m)に生息する種類である。また、ほとんどが砂泥底に生息する種であるが、汽水域の泥底に生息するマガキや岩礁棲のナミマガシワやアズマニシキガイなどが共産するために、この貝化石層はいくつかの生息域の種類が混合しているといえる。つまり、暴風時に生じた乱泥流などの物理的営力によって、浅い環境に生息する種が上部~中部浅海帯まで流されてきたのであろう。ほとんどの種が現在の海洋気候と同じ中間温帯に生息する種であるため、堆積当時の気候は現在と大きな違いがないと思われるが、寒流系よりも暖流系の種類が目立つ傾向がみられる。しかし、貝化石層ブロックの層位ごとに貝化石のサンプリングをしたわけではないので、環境の変化まで推定できない。

遠藤ほか(2000)によれば、この貝化石層からは約100種の貝類が同定されており、彼らのHDM曲線の解析によれば、曲線のピークが北緯35度(東京周辺海域)を示し、さらに黒潮の強い影響に伴う南方系の種類の流入が推定されている。また、群集組成から成田層研究会・茨城地学会(1998)による2bの内湾潟の泥質砂底群集(木下化石帯)に位置づけている(遠藤ほか, 2000)。

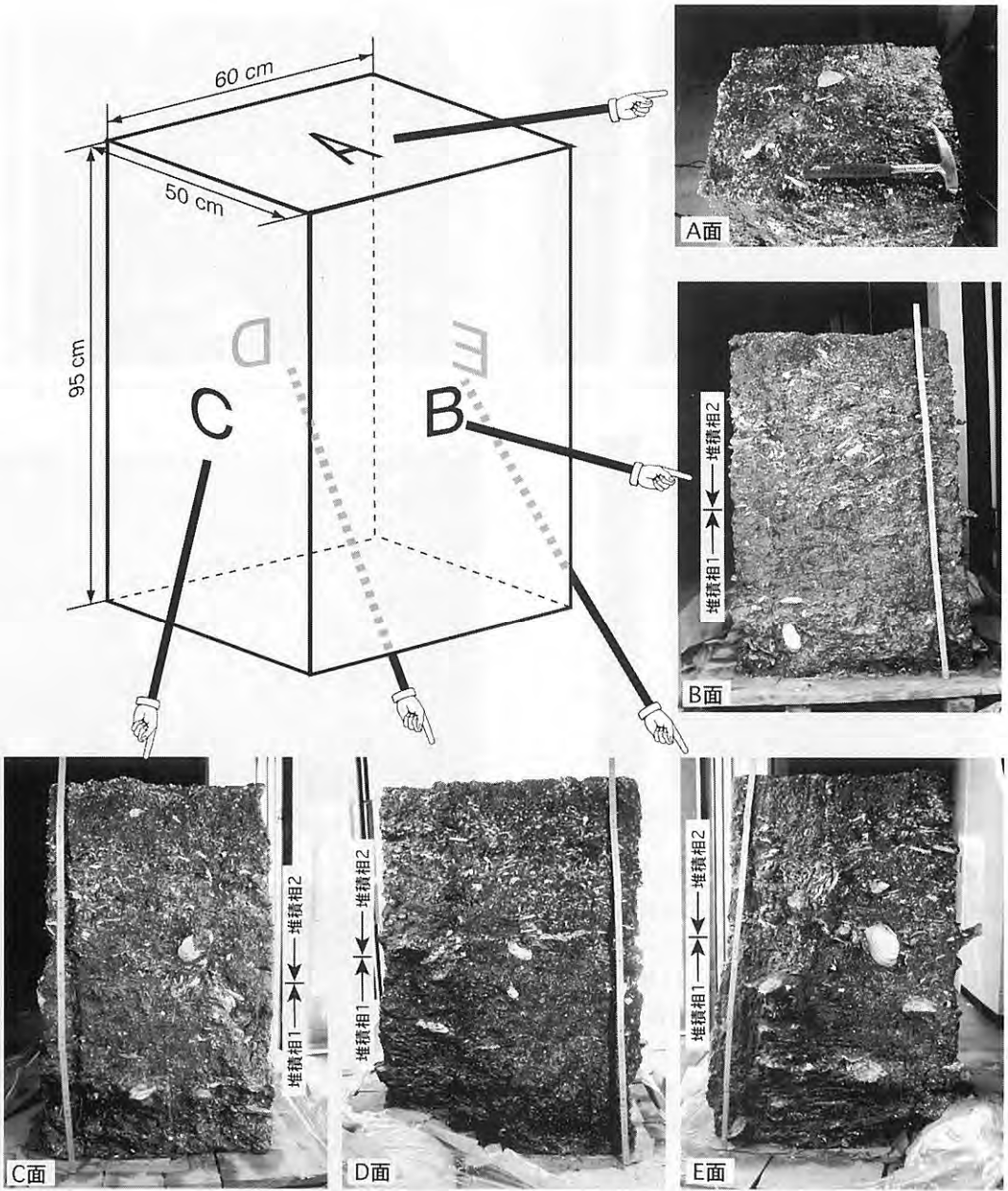
##### 4.2 貝化石層が形成された堆積環境

今回報告する貝化石層ブロックの展示物は、

第1表 貝化石層のブロックから採取、同定された化石のリスト。

	学名	和名
巻貝類	1 <i>Umbonium costatum</i> (Kiener)	キサゴ
	2 <i>Proclava</i> sp.	カニモリガイの仲間
	3 <i>Glossaurax didyma</i> (Röding)	ツメタガイ
	4 <i>Glossaurax reiniana</i> (Dunker)	ハナツメタ
	5 <i>Cryptonica andoi</i> (Nomura)	エゾタマガイ
	6 <i>Eunaticina papilla</i> (Gmelin)	ネコガイ
	7 <i>Rapana venosa</i> (Valenciennes)	アカニシ
	8 <i>Mitrella bicincta</i> Gould	ムギガイ
	9 <i>Mitrella yabei</i> (Nomura)	スミスシラゲガイ
	10 <i>Siphonalia lusoides</i> (Reeve)	トウイトガイ
	11 <i>Babylonia japonica</i> (Reeve)	バイ
	12 <i>Reticunassa japonica</i> A. Adams	キヌボラ
	13 <i>Olivella fulgurata</i> Adams et Reeve	ムシホタルガイ
	14 <i>Cancellaria spengleriana</i> Deshayes	コロモガイ
	15 <i>Inquistor jettreysii</i> (Smith)	モミジボラ
	16 <i>Suavodrilina declivis</i> (Martens)	トガリクダマキ
	17 <i>Cinguloterebra fenestrata</i> (Hinds)	ヤスリギリ
	18 <i>Granuliterebra bathyraphe</i> (E. A. Smith)	イボヒメクサ
	19 <i>Brevimyrella japonica</i> (E. A. Smith)	ヒメトクサ
	20 Turridae gen. et sp. indet.	モミジボラの仲間
	21 <i>Epitonium stigmaticum</i> (Pilsbry)	チャマダライトカケ
	22 <i>Epitonium aurilum</i> (Sowerby)	オダマキ
	23 <i>Epitonium castum</i> (A. Adams)	ナガヒメネジガイ
	24 <i>Turonilla multigrata</i> Dunker	シロイトカケギリ
	25 <i>Paracingulina triarata</i> (Pilsbry)	ミスジコイトカケギリ
	26 <i>Pupa</i> sp.	シノニミガイの仲間
ツノガイ類	27 <i>Dentalium octangulatum</i> Donovan	ヤカドツノガイ
	28 <i>Saccella confusa</i> (Hanley)	ゲンロクツデガイ
二枚貝類	29 <i>Yoldia notabilis</i> Yokoyama	フリソデガイ
	30 <i>Scapharca broughtonii</i> (Schrenck)	アカガイ
	31 <i>Scapharca subcrenata</i> (Lischke)	サルボウガイ
	32 <i>Arca boucardi</i> Jousseaurme	コヘルトフネガイ
	33 <i>Didimacra tenebrica</i> (Reeve)	マルミミガイ
	34 <i>Glycymeris vestita</i> (Dunker)	タマガイ
	35 <i>Chlamys farreni</i> (Jones et Preston)	アズマニシキガイ
	36 <i>Mizuhopecten tokyoensis</i> (Tokunaga)	トウキョウホタテガイ
	37 <i>Pecten albicans</i> (Schroeter)	イタヤガイ
	38 <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg)	マガキ
	39 <i>Anomia chinensis</i> Philippi	ナミマガシワ
	40 <i>Trapezium liratum</i> (Reeve)	ウネナシトマガイ
	41 <i>Lucinoma annulatum</i> (Reeve)	ツノガイモドキ
	42 <i>Anodonta stearnsiana</i> Oyama	イセシラガイ
	43 <i>Clinocardium buellowi</i> (Rolle)	イシカゲガイ
	44 <i>Dinocardium braunsi</i> (Tokunaga)	ブラウンシカゲガイ
	45 <i>Fuvia mulica</i> (Reeve)	トリガイ
	46 <i>Cyclina sinensis</i> (Gmelin)	オキシジミ
	47 <i>Phacosoma japonicum</i> (Reeve)	カガミガイ
	48 <i>Mercenaria stimpsoni</i> (Gould)	ピノスガイ
	49 <i>Saxidomus purpuratus</i> (Sowerby)	ウチムラサキ
	50 <i>Placamen tiara</i> (Dillwin)	ハナガイ
	51 <i>Meretrix lusoria</i> (Röding)	ハマグリ
	52 <i>Ruditapes variegatus</i> (Sowerby)	ヒメアサリ
	53 <i>Callista chinensis</i> (Hotten)	マツヤマワスレ
	54 <i>Macra chinensis</i> Philippi	バカガイ
	55 <i>Raeta pellicula</i> (Reeve)	ヤチヨノハナガイ
	56 <i>Raetellops pulchellus</i> (Adams et Reeve)	チヨノハナガイ
	57 <i>Solecurtus divaricatus</i> (Lischke)	キヌタアガマキ
58 <i>Macoma tokyoensis</i> Makiyama	コイサキガイ	
59 <i>Macoma contabulata</i> (Deshayes)	ザビシラトリガイ	
60 <i>Macoma praetexta</i> (Martens)	オオモモノハナ	
61 <i>Nitidotellina hokkaidoensis</i> (Habe)	サクラガイ	
62 <i>Pistis subtruncata</i> (Hanley)	ユウヒザクラ	
63 <i>Solen krusenstermi</i> (Schrenck)	エリマテガイ	
64 <i>Mya japonica</i> Jay	オノノガイ	
65 <i>Panopea japonica</i> A. Adams	ナミガイ	
66 <i>Solidicorbula erythrodon</i> (Lamarck)	クチベニガイ	
67 <i>Anisocorbula scaphoides</i> (Hinds)	ツマベニガイ	
68 <i>Paramya reclusii</i> (A. Adams)	ハマカセガイ	
69 <i>Myadora fluctuosa</i> Gould	ミツコカタビラガイ	
サンゴ類	70 <i>Heterocyathus japonicus</i> (Verrill)	ステョウジガイ
ウニ類	71 <i>Scaphechinus mirabilis</i> (A. Agassiz)	ハスノハシバンウニ
甲殻類	72	カニの脚

60×50×95 (cm) の大きさの直方体である(第2図)。展示物の上下面はほぼ層理面であり、側面は貝化石層のほぼ垂直断面を示す。この貝化石層は以下に述べる層相や貝化石、生痕化石の産状から上部と下部の2つの堆積相に区分される。上部と下



第2図 貝化石層の5面(A-E面)にみられる貝化石の産状と堆積相の区分。半分の高さ(約45cm)で貝化石が粗な堆積相1と貝化石が密な堆積相2に区分される。中島(2003)の図を引用。

部の境界は基底部から約45cmの高さに位置する。

#### 4.2.1 堆積相1：貝化石層ブロックの基底部から約45cmまで

**記載：**不均質な砂質泥～泥質細粒砂層からなっている。明瞭な堆積構造は観察されない。数mm程度の貝殻片が散在する。厚さ2mm程度の泥質な壁を持つ直径約2～3cmのパイプ状の生痕化石

(写真19)や数mm～1cm程度の泥管が密集している。直立した産状を示す合弁のナミガイ(写真20)や、層面に平行な離弁のマガキが観察される。上部ほど生痕化石が少なくなり、細粒砂～中粒砂の含まれる割合が増加し粗粒化している。

**解釈：**不均質な泥層や生痕化石が密集した産状から、この堆積相は底質中における生物活動が活



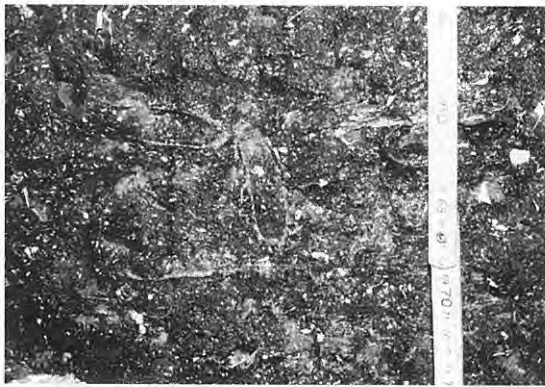


写真19 *Ophiomorpha*に似た巣穴状の生痕化石(B面).



写真21 凸面を上に向けた貝殻の配列が多くみられる(D面).

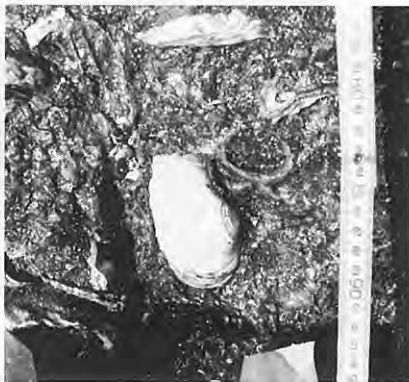


写真20 自生的産状のナミガイ(B面).



写真22 貝殻配列がわからないほど集積された産状(E面).

発な環境で形成されたことが推定される。上方ほど、細粒砂や貝殻片の含まれる割合が増加しているため、上方に向かって物理的営力による堆積物の流入量が増加していくことがわかる。物理的営力を示唆する堆積構造が見られないのは、おそらく生物攪拌によって構造が破壊されたことが推定され、貝殻も基質中に散在したと考えられる。以上の解釈より、堆積相1は、平穏時波浪作用限界水深よりも深く内生生物の活動が活発な堆積環境だったことが推定される。ただし、本産地が古東京湾の湾奥付近に位置することを考慮すると、一般に陸棚環境で使われる波浪作用限界水深(水深15～30m：斎藤, 1989)よりも浅かったと思われる。パイプ状の生痕の壁には瘤状突起がみられないが、*Ophiomorpha*に類似しており、甲殻類による生痕であろう。マガキは生息場からリワークされて流されてきたもので、ナミガイはこの堆積場に生息したまま埋積されたと推定される。ただし、ナミガイは海底面より40～50cm潜没して生息する種類であ



写真23 破片化した貝殻が層面に平行に並んでいる(C面).

るため、その産出層準より上位の堆積時期に生息していたものであろう。

#### 4.2.2 堆積相2：約45cmから最上部まで

記載：多量の貝殻を含む細粒砂～中粒砂層からなっている。下位の堆積相1との明瞭な境界はみられないが、急激に貝殻の含有量が増加している。



貝殻のほとんどが離弁殻であり、貝殻片支持で密集度が高い。離弁殻が葉理に沿って配列している場合があり、凸面上位 (convex up) の姿勢の割合が比較的大きい (写真21)。部分的に貝殻が斜めに積み重なっている産状も観察される (写真22)。破片化した貝殻が密集してみられる (写真23)。貝殻の断面は鋭利であり、摩耗の程度は弱い。生息姿勢を保持した合弁のナミガイが観察される (写真22)。貝殻の密集度が、約80cmからは低くなる。B面の最上部では、貝殻が再び密集している。

**解釈:** 貝殻片支持や凸面上位の姿勢を示す貝殻の産状から、高エネルギーの物理的営力によって貝殻が集積されたと推定される。貝殻の離弁化や破片化は、生息場から洗い出されて掃き寄せられた時に生じたものであろう。また、貝殻が積み重なった産状は、貝殻を高密度に含んだ乱流が急速に埋積したことを示唆する (Kidwell, 1991)。したがって、この堆積相は、暴風時などに生じた乱流のイベントによって貝殻が掃き寄せられ集積されたストームシーケンスのラグ堆積物と考えられる。貝殻の密集度が側方・層位的に連続しないため、複数回のイベントによるラグ堆積物が癒着していることが考えられる。以上より、堆積相2は、高エネルギーの物理的営力を頻繁に受ける平穏時波浪作用限界水深よりも浅い堆積環境に相当すると思われる。砂泥底に生息するナミガイが自生的に存在することから、堆積相2の堆積場は貝殻だけではなく、砂泥質な細粒堆積物も堆積し、それに適応した生物相があったことが推定される。しかし、それらは激しい物理的営力によって削剥されてしまい、保存されなかったのだろう。

**謝辞:** 展示物の作成や本論の作成にあたって、考古造形研究所の助手の佐藤氏、上高津貝塚ふるさと歴史の広場館長の来栖 稔氏、土浦市立博物館の塩谷 修氏、産業技術総合研究所の磯部一洋氏、中澤 努氏、農業工学研究所の中里裕臣氏、チュラロンコン大学の佐藤喜男氏にもご協力いただいた。以上の皆様に深くお礼申し上げます。

#### 参 考 文 献

- 安藤寿男・近藤康生 (1999): 化石密集層の形成様式と堆積シーケンス。—化石密集層は堆積シーケンス内でどのように分布するのか—。地質学論集, 54, 7-28。
- 青木直昭・馬場勝良 (1979): 霞ヶ浦-北浦地域の下総層群。筑波の環境研究, 4, 186-195。
- 馬場勝良・青木直昭 (1972): 茨城県、霞ヶ浦-北浦地域の下総層群の層序区分。地質学雑誌, 78, 577-584。
- 遠藤 好・根本 茂・蜂須紀夫・秋葉弘子 (2000): 消えた露頭 (1) —土浦市田村町の成田層中の化石床—。茨城県自然博物館研究報告, 3, 33-39。
- 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氷河性海水準変動による約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, 747-62。
- Kidwell, S. M. (1991): Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas. In Allison, P. A. and Briggs, D. E. G. (eds.), Taphonomy, Releasing the data locked in the fossil record. Plenum Press, New York and London, 115-209。
- 真野勝友 (1965): 成田層の層相と下底の地形との関係—霞ヶ浦北岸および北浦周辺の第四系—。地質学雑誌, 71, 155-166。
- 増田富士雄・中里裕臣 (1988): 堆積相からみた鹿島-房総隆起帯の運動像。月刊地球, 10, 616-623。
- 中島 礼 (2003): 土浦市田村町から産出した貝化石層の記載と展示物作成。土浦市立博物館紀要, 13, 1-9。
- 中里裕臣 (1997): 下総層群の年代。坂上澄夫教授退官記念論文集, 127-141。
- 成田層研究会・茨城地学会 (1998): 第四系。茨城県自然博物館第1次総合調査報告書-筑波山・霞ヶ浦を中心とする県南部地域の自然— (1994-96)。茨城県自然博物館, 45-105。
- 岡崎浩子・増田富士雄 (1992): 古東京湾の堆積システム。地質学雑誌, 98, 235-258。
- Oyama, K. (1973): Revision of Matajira Yokoyama's Type Mollusca from the Tertiary and Quaternary of the Kanto Area. Palaeontological Society of Japan, Special Papers, 17, 148p。
- 斎藤文紀 (1989): 陸棚堆積物区分と暴風型陸棚における堆積相。地学雑誌, 98, 350-365。
- 徳橋秀一・遠藤秀典 (1984): 姉崎地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)。地質調査所, 136p。
- 徳橋秀一・近藤康生 (1989): 下総層群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。
- 宇野沢昭・磯部一洋・遠藤秀典・田口雄作・永井 茂・石井武政・相原輝雄・岡 重文 (1988): 2万5千分の1筑波研究学園都市及び周辺地域の環境地質図及び説明書。特殊地質図 (23-2)。地質調査所, 139p。

NAKASHIMA Rei, TOSHIMITSU Seiichi, MORIYAMA Tetsukazu and ISHIKAWA Isao (2003): Processes for making a display of shell beds—An example of the shell bed from the Pleistocene Shimosa Group in Tamura Town, Tsuchiura City, Ibaraki, Japan—.

< 受付: 2003年3月28日 >