

大磯丘陵に分布する二宮層の貝, 有孔虫化石群集

武藤朝子・山口寿之・北里 洋

Asako MUTO, Toshiyuki YAMAGUCHI, & Hiroshi KITAZATO:

Molluscan and Foraminiferal Assemblages of the Pleistocene Ninomiya
Formation, Distributed in the Oiso Hills.

序 一二宮層の層序・時代について一

大磯丘陵に分布する第三系鷹取山礫岩層を被う鮮新—洪積統の海成層は、大塚(1929)によって研究され、二宮層と命名された。その後二宮層は研究者によりその扱いが異なり、層群あるいは果層とされてきたが、その定義は研究者間でほとんど大差なかった。また、大塚(1929)は二宮層を岩相および層位関係から、大船に分布する長沼層に対比した。その後この対比は二宮層中の鍵層「二枚組スコリア」と長沼層中の鍵層「タヤスコ」とが対比されることにより(磯ら, 1976: 上杉ら, 1976など)、追認された。大塚(1929)以来、多くの研究者によって調査されてきたが、それらの研究方法や視点は、当時の興味によって移り変わってきた。

小島(1954)は大塚の二宮層を、下位から整合的に重なる「中里砂岩泥岩互層」、「妙見砂岩層」、「切り通し凝灰質砂礫岩」の3果層に細分し、それらをまとめて二宮層群とした。

成瀬(1960)は、大磯丘陵、相模平野、大船地域を含めた相模積成盆地の地史をまとめた。その中で彼は二宮果層(主に小島, 1954の中里砂岩泥岩互層に相当)を堆積盆の海進期の地層、上位に整合で重なる土沢果層を堆積盆の拡大、移動期の地層と位置づけた。さらに成瀬も大塚同様に、岩相および層位関係から、二宮果層を長沼層に、土沢果層を屏風が浦層に対比した。

その後、地層中の多数の火山灰層(テフラ)を使って地層に多数の時間面をいれることで、正確な対比や詳細な編年を解析することに注意を払う気運が高まった。大磯丘陵においても、1972年以来、関東第四紀研究会のグループ研究によって、海面変動や地殻変動を明らかにする目的で、テフラ、地形面の精査が進めら

れてきた(遠藤・上杉, 1972; 府川, 1974, 1976; 磯ら, 1976; 森ら, 1977; 上杉ら, 1979など)。

磯ら(1976)は、大塚の二宮層を下位から順に妙見層、下田下部層、下田上部層、向窪層の4果層に細分した。それらは走向・傾斜の違い、下位層の浸食、基底礫岩の存在および貝化石群集から得られた環境の変化などを理由に、不整合とした。それは従来二宮層は整合で重なる1果層という認識と異なっていた。

その後、森ら(1977)は、磯ら(1976)の二宮層のうち最上部の向窪層とそれより下位の3果層とを比較して、3果層が礫をほとんど含まない静穏な海成盆地の堆積物であること、3果層間の不整合と上位層の不整合とでは性格が著しく異なることを指摘し、磯ら(1976)の二宮層のうち向窪層をそれより下位の3果層から分離し、3果層を二宮層群と再定義した。また二宮層群と大船の長沼層との対比に関して、下田下部層のテフラ「二枚組スコリア」を長沼層の「タヤスコ」に、下田上部層の「白オビ」を長沼層の「下倉田ガラベミ」に、同じく「コロッケ」(上杉ら, 1979に「赤コロッケ」と改称)を長沼層の「コロッケ」にそれぞれ対比した。

上杉ら(1979)は、二宮層群の詳細なテフラ層序とテフラの記載を行った。それにより今までに知られていた十数枚のテフラの他に、新たに百数十枚におよぶ多数のテフラの時空分布が調べられ、多くの時間面が入れられた。

矢野(1986)は大磯丘陵に分布する海成の後期新生界の層序を確立し、産出化石に基づき地質年代、堆積環境を明らかにした。本研究との関係では二宮層の地質年代をナノ化石により推定した。下部(磯ら, 1976の妙見層下部に相当)はCN14a, 中上部(磯ら, 1976の下田下部層, 上部層に相当)はCN14bである。CN

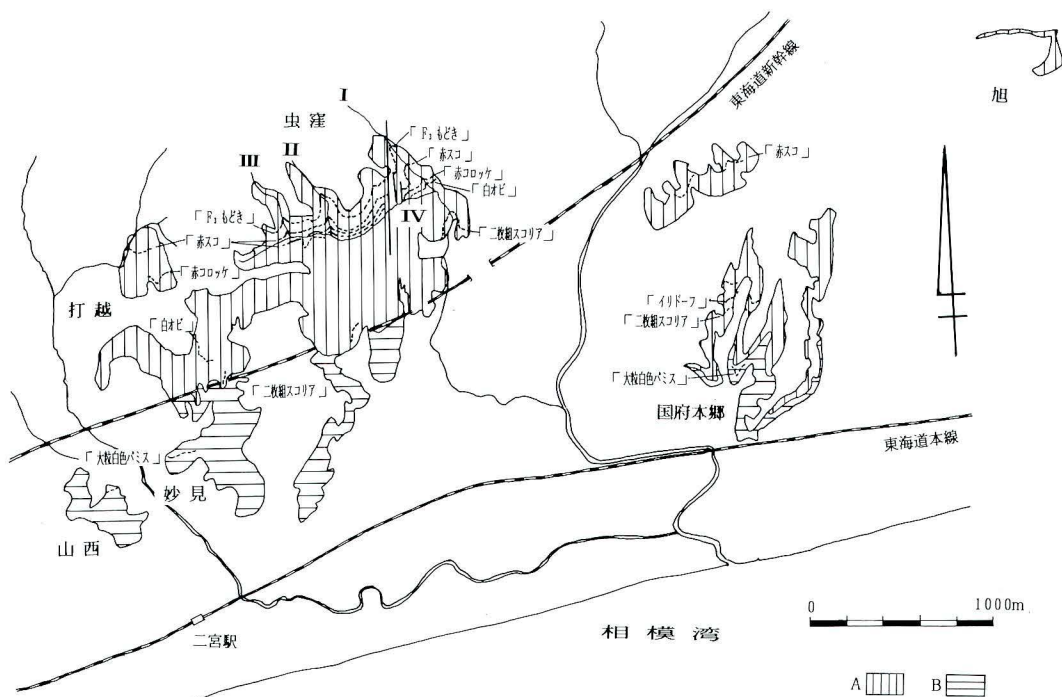


図1 二宮層の分布と主なテフラ

A：二宮層上部（下田上部層，下田下部層）；B：二宮層下部（妙見部層）

I，II，III，IV：図2および4の柱状図をとった位置

14a, b間の境界の年代はおおよそ46万年前であるので、二宮層はその前後の地質年代を示すことになる。

古生物学的研究，特に貝化石群集に関して

大庭・是枝（1973）は，大塚（1929）の二宮層を岩相と貝化石群集によって，下位から，小向層，打越層，中里層，貝ヶ窪層，原田層の5累層に区分し，まとめて二宮層群とした。貝化石の産出しなかった原田層と貝化石の鑑定不能な小向層を除く3累層から貝化石を記載し，現在よりもやや暖かい黒潮型の暖海で，水深30～100m内湾であったと推定した。また貝化石から，長沼層に対比される可能性は低いとした。

森・長田（1979）は，テフラ層序に基づく貝化石群集の変遷と古環境の解析を行った。二宮層の12層準，23地点について，300種を越える軟体動物化石などを同定し，産状，岩相，合弁率，破損状況から，これらの貝化石群集は現地性群集で，現在と同じやや温暖な環境を指示するとした。また深度は，下位から順に，妙見層は上浅海帯～亜浅海帯（ $N_1 \sim 3$ ），下田下部層は基底部で中浅海帯～亜浅海帯（ $N_2 \sim 3$ ），「二枚組スコリア」層準で亜浅海帯～漸浅海帯（ $N_3 \sim 4$ ），「Nm-25」層準で上浅海帯～亜浅海帯（ $N_1 \sim 3$ ），最

上部で潮間帯～上浅海帯（ $N_0 \sim 1$ ）となり，その結果，妙見層から下田下部層にかけて推定された海水準が浅海→深海→浅海へと1サイクルを示す。また下田上部層は，「白オビ」，「赤コロッケ」，「赤スコ」で上浅海帯～亜浅海帯（ $N_1 \sim 3$ ），「F₃もどき」で亜浅海帯～漸浅海帯（ $N_3 \sim 4$ ）と下位から順に水深が深くなる傾向を指摘した。

しかし森・長田（1979）は二宮層群産の自生の *Glycymeris* 属の同定に関して *G. vestita* と *G. rotunda* との2種に区別した。しかし，筆者らの調査では *G. vestita* の産出は認められなかった（宇都宮大学松居誠一郎博士私信）。従って，*G. rotunda* より浅海に生息する *G. vestita* に基づいて推定した彼らの海水準変化には疑問の余地がある。

このように地層中に多数の時間面が入れられたため，地質学的現象が詳細に解析できるようになってきた。本研究では火山灰層序を利用して，古生物特に貝類化石および有孔虫化石と，堆積物や産状，そしてそれらの生物群集の現在の生息場での生態との関係を明らかにして，その時間的空間的変遷を明らかにすることを目的とする。

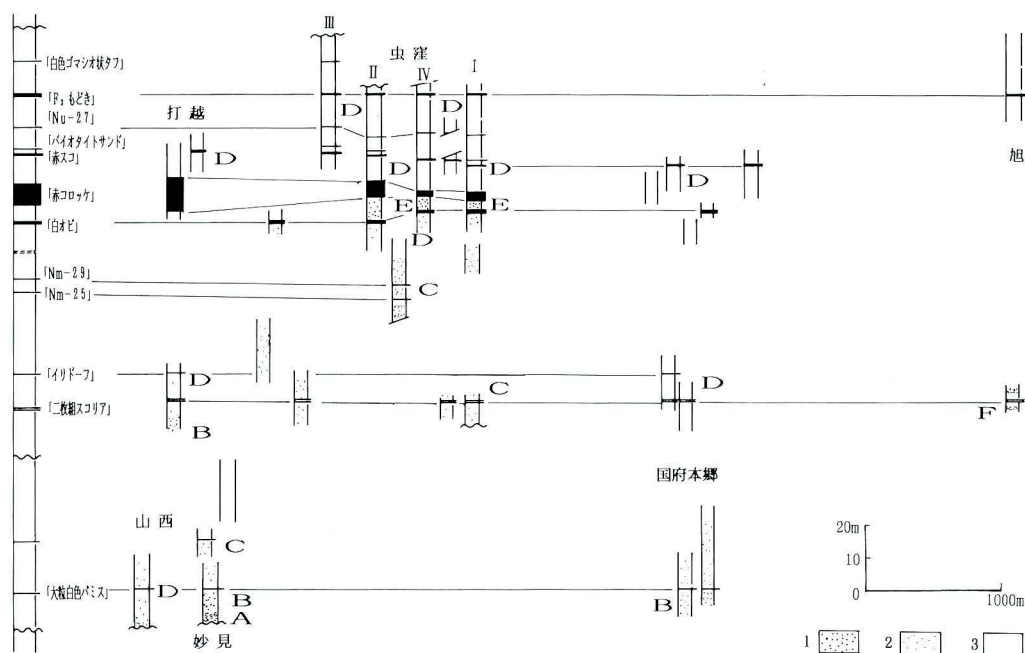


図2 柱状図；岩相と岩相タイプ（A～F，表1参照）を示してある

1：細粒砂，2：極細粒砂，3：シルト．柱状図をとった場所は，図4の柱状図に示された化石サンプル番号と図3の化石産出地点とで示される

表1 二宮層の岩相，含まれる貝類・有孔虫群集，生痕

	粒度分析	スケッチ	特徴	主な分布・層準	貝等	有孔虫	生痕
A			コケムシ・貝・フジツボ等からなるコキナ 間に泥の薄層が挟在	妙見：基底	2	I	
B			やや泥質な細粒砂 ミドリシャミセンが自生的産状を示すことがある	妙見・国府本郷： 「大粒白色バミス」下位	2 3	産出しない	TYPE A B
C			泥質極細粒砂泥互層 生物擾乱が著しい	妙見・山西： 「大粒白色バミス」上位 虫窪：「二枚組スコリア」 「Nm-25」	1-2 1-3	II-1 III-2 III-3 III-4	TYPE C
D			砂質シルト 粗粒物のパッチが入る	虫窪東：「赤スコ」上位 虫窪西：「赤コロッケ」上位 打越：「赤コロッケ」上位	1-1 1-2	III-1 IV	
E			淘汰のよい細粒砂 ラミナがみられる	虫窪：「白オビ」上位	2	III-1	TYPE A C
F			ターピダイト様砂泥互層 上方細粒化	旭：「二枚組スコリア」	1-1	産出しない	

1 2 3 4 5 6

粒度分析の欄の1～6は，1：礫，2：粗粒砂，3：中粒砂，4：細粒砂，5：極細粒砂，6：シルト

調査地域および地質の記載

二宮層は、大磯丘陵の東南部を東西に細長く分布する。調査は神奈川県平塚市の西端の高根（旭地区）から中郡大磯町を経て西方の同二宮町にかけての地域で実施された（図1）。

【層位関係】

二宮層は東部の旭地区では鮮新世の海成層である大磯層に、西部の妙見診療所前、山西、虫窪南の3地点では同じく鮮新世の鷹取山層に、不整合関係で重なるのが観察される。

また上位との層位関係は、虫窪地区で吉沢層に不整合に被われるのが観察される。

【二宮層の火山灰層】

二宮層には、数多くの火山灰薄層が挟在し、上杉ら（1979）は百数十枚のテフラを記載した。今回の調査では岩相および化石群集の水平的垂直的变化を知るのに有効と思われる11枚のテフラを鍵層として用いた（図2）。それらは下位より「大粒白色パミス」、「二枚組スコリア」、「イリドーフ」、「Nm25」、「Nm29」、「白オビ」、「赤コロッケ」、「赤スコ」、「バイオタイトサンド」、「Nu27」、および「F₃もどき」である。テフラの名称は上杉ら（1979）のものをそのまま踏襲し、鍵括弧「」で囲って表した。調査は各テフラの同定を複数のテフラの組合せによって行い、上杉ら（1979）や森・長田（1979）のテフラ層序およびその対比をチェックしながら行った。その結果、武藤・山口（1984）が指摘した点を除き、そのテフラ層序および対比には誤りがないことを確認した。すなわち、森・長田（1979）は、打越地区に分布する *Glycymeris rotunda* に富む約15mの地層について、漠然とテフラ「イリドーフ」の15～6 m上位であると指摘した。しかし、武藤・山口（1984）は、そこに「二枚組スコリア」とその下位の「volcanic sand」および上位の「イリドーフ」のテフラ3枚のセットを確認し、下田下部層の中でも特に広域に追跡することのできる「二枚組スコリア」の層準であることを示した。

また後に述べるように二宮層には3サイクルの海水準の変動は認められるが、その内上位2つのサイクルの境界は、必ずしも彼らの下田下部層と下田上部層の境界に一致しない。しかし、森ら（1977）の層序区分を改訂する確かな証拠が露頭状況の悪化などで得られないので、かれらの層序をそのまま使用した。

【岩層の記載】

二宮層の岩相を岩質、粒度などの特徴に基づき次の

6つに区分した（図2，表1）。

岩相A：含貝殻泥質砂からなり、厚さ1～2 cmの泥の薄層を数枚挟在する。貝殻片は1 cmを越すものが大半を占め、互いに折り重なっている。それらは *Pecten albicans*, *Chlamys farreri*, コケムシ、フジツボ類で、それらの主たる生息場は上部浅海である。この岩相は妙見地区にのみ分布し、基盤の鷹取山礫岩の上に不整合で重なる二宮層基底部に見られる。

岩相B：やや泥質な細粒砂である。数mmの泥の薄層を挟むことがあるが、生物擾乱によって乱され、連続しない。腕足類のミドリシャミセンガイ (*Lingula unguis*) が合弁で、蝶番を下にして立った状態（自生的）で地層中に発見される。同じ層準でも分布が偏り、個体数の多いところと少ないところがある。また、生痕が多く、直径1 cm以上、壁の厚さ5～6 mm、長さ10 cm程度の生痕（Aタイプ）、直径5 mm、長さ1 cmの泥の生痕（Bタイプ）がある。特にBタイプは、入り乱れる様に数多く見られる。この岩相は、妙見地区や国府本郷地区で、「大粒白色パミス」より下位の層準で観察される。

岩相C：泥質極細粒砂。極細粒砂と泥層が1～数cm単位の互層になっている。生物擾乱のためその境界は不明瞭である。パミス、スコリア、小さな貝破片などが、密集したり、5 cm前後の炭化物がみられることもある。生痕はCタイプ（直径7 mm前後、長さ10 cm程度の泥のパイプ）が多い。貝類は、*Glycymeris* sp. や *Limopsis crenata* 等が多く産出し、合弁の個体も多く見られる。虫窪地区の「Nm—25」下位の層準では *L. crenata* の合弁の個体がパッチ状に十数個でまとまっていたり、殻をしっかりと閉じているため、中に堆積物のまったりはいていない個体もある。その他腕足類のタテスジチョウチンが多産する層準もある。妙見や山西地区の「大粒白色パミス」より上位、虫窪南の「二枚組スコリア」層準、虫窪地区の「Nm—25」下位の層準などで観察される。

岩相D：生物擾乱の著しい砂質シルト。全体的にスコリアが散在し、密集する部分もある。合弁の貝 (*Glycymeris rotunda*, *Acila* sp.) を含む。主に二宮層上部に見られ、虫窪地区の東沢では「赤スコ」上位で、西沢では「赤コロッケ」上位で、打越地区では、「赤コロッケ」上位でみられる。

岩相E：淘汰のよい細粒砂で、ラミナが見られる場合がある。 *Chlamys farreri*, *Pecten albicans* など、大型で平な貝がラミナに平行に重なって発見される。

生痕は、Cタイプ（やや壁が厚く細長い）が2～3つずつかたまて見られる。虫窪地区の各沢で、「白オビ」上位の層準に見られる。

岩相F：10cmから1mの単位で上方細粒化する、タービダイト様砂泥互層である。細粒スコリアを多数含有する。*Glycymeris rotunda* を多く含み、それらは細粒砂中に多い。旭地区の「二枚組スコリア」上位に見られる。

これらの岩相の時空分布は下位から上位へ順に次のようである（図2）。二宮層底部で岩相A、その上位で岩相Bがみられる。「大粒白色バミス」上位では、妙見で岩相C、山西で岩相Dが見られ、西方に細粒化する。「二枚組スコリア」層準では打越、虫窪で岩相D、旭で岩相Fがみられる。その上位の「Nm25～29」層準で岩相Cが続く。岩相Eは「白オビ」層準にのみ見られる。「赤コロッケ」より上位は次第に堆積物が細粒化し、岩相Dがみられるようになる。虫窪地区の「白オビ」、「赤コロッケ」層準では、西方ほど細粒化する傾向がある。

古生物の記載

【貝および腕足類の時空分布と堆積環境】

二宮層に見いだされる貝類などの大型の化石を、露頭で主要な種について同定し、産出頻度、産状（合弁か離弁か、地層中での向き等）や種構成などについて調査した（図3、4）。それによって貝・腕足類を以下に述べる大きく3つの群集（群集1～3）に分類した（表2）。

群集1 *Glycymeris rotunda*-*Limopsis crenata* 群集

二宮層に一般的な岩相である泥質細粒砂ないし泥に含まれる貝化石群集である。*G. rotunda*, *L. crenata*, *Nemocardium samarangae*, *Acila* sp., *Pycnodonta musashiana* 等が主な構成種である。いずれも合弁で自生的な産状を示す個体が多い。優占する種の組合せが層準や場所によって異なる。その組合せはさらに次の3つに細分される。

1-1. *G. rotunda*-*Acila* sp. -*P. musashiana* 群集

G. rotunda が多く、*Acila* sp., *P. musashiana* を少量伴う。

1-2. *G. rotunda* -*L. crenata* 群集

G. rotunda と *L. crenata* が多い。

1-3. *L. crenata* -*N. samarangae* 群集

L. crenata と *N. samarangae* が多く、*G. rotunda* はほとんどみられない。

G. rotunda は二宮層のほぼ全層準に普通に見られ、全個体数の8割を占める所もある。これらの種は、現在下部浅海の泥底～砂底に生息する種である。

群集2 *Chlamys farreri* -*Pecten albicans* 群集

C. farreri や *P. albicans* 等の大型で平らな貝が大量に含まれる。他に、*Pecten tokyoensis*, *Paphia* sp., *Yoldia* sp., *Gari* sp. 等が含まれる。合弁のものは殆ど見られず、他生的産状を示す。妙見の二宮層基底、打越の「二枚組スコリア」の数m下、そして虫窪の「赤コロッケ」上位には、*P. albicans*, *Gari* sp. 等が多い。この群集が見られるのは岩相AまたはEである。他に「白オビ」上位に *C. farreri* が折り重なるように多産し、*Paphia* sp., *Panopea* sp. などの大型で平らな貝を随伴する。それらはラミナの発達した岩相Eに含まれる。

群集3 腕足類ミドリシャミセンガイ群集

ミドリシャミセンガイは大半が合弁で、蝶番を下にして直立状態で地層中に発見される。妙見地区と国府本郷地区の「大粒白色バミス」下位の岩相Bに見られる。ミドリシャミセンガイは水深0～50mの有機質に富んだ砂泥質の海底に、垂直あるいはやや斜めにもぐって生活している。現生ミドリシャミセンガイをとりまく堆積物と、化石を含む岩相Bとはよく類似している。また化石の産状は現生の生息姿勢に類似していることから、自生と考えられる。

【貝および腕足類からみた二宮層の堆積環境】

二宮層の貝・腕足類化石群集は、一部を除き、自生的な産状を示し、またそれらを含む岩相と現在の生息場における堆積物の特徴とがよく類似する。従って、厳密な意味での自生でなくても、生息場からは殆ど運ばれずに堆積したと考えることができる。ということは、貝・腕足類化石の現在の生息場からその当時の堆積環境を推定しても良いということになる。

二宮層の貝・腕足類化石群集の水平的変化は、「二枚組スコリア」、「赤コロッケ」の2層準で認められる。つまり「二枚組スコリア」層準では国府本郷、虫窪で岩相Cに *G. rotunda* -*L. crenata* 群集（群集1-2）、打越で岩相Dに *G. rotunda* -*Acila* sp. -*P. musashiana* 群集（群集1-1）が見られる。「赤コロッケ」層準では虫窪東の沢で岩相Cに *Chlamys farreri* -*Pecten albicans* 群集（群集2）、虫窪西の沢、打越で岩相Dに *G. rotunda* -*Acila* sp. -*P. musashiana* 群集（群集1-1）が見られる。他の層準では同じ時間面での群集の水平的変化は認められず、比較的広い範

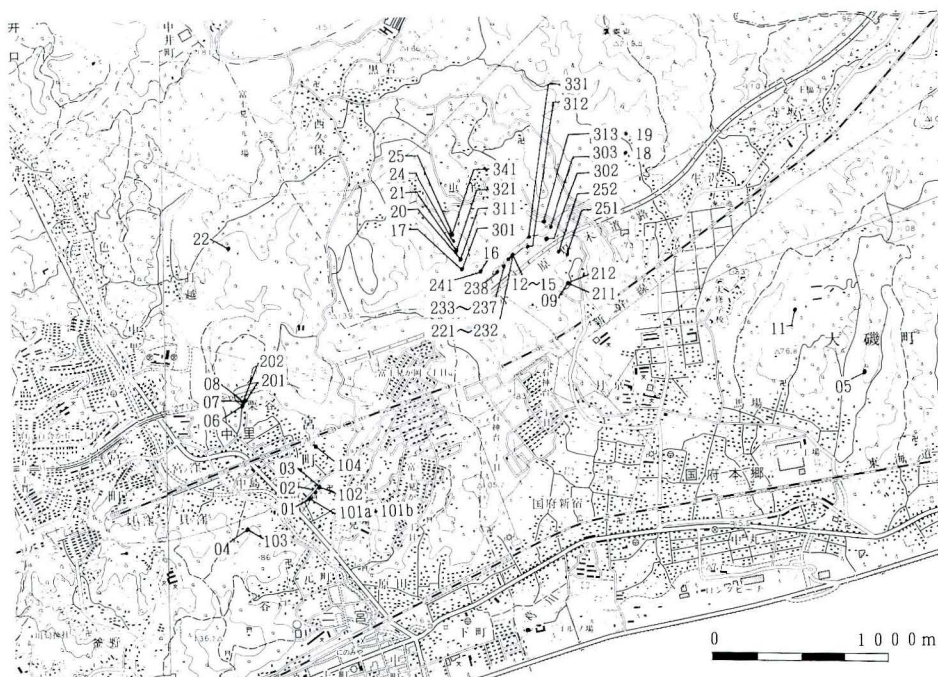


図3 貝・有孔虫の採集地点；2ケタの数字は貝類化石の，3ケタの数字は有孔虫化石の産出地点．2万5千分の1の地形図「平塚」，「小田原北部」を使用

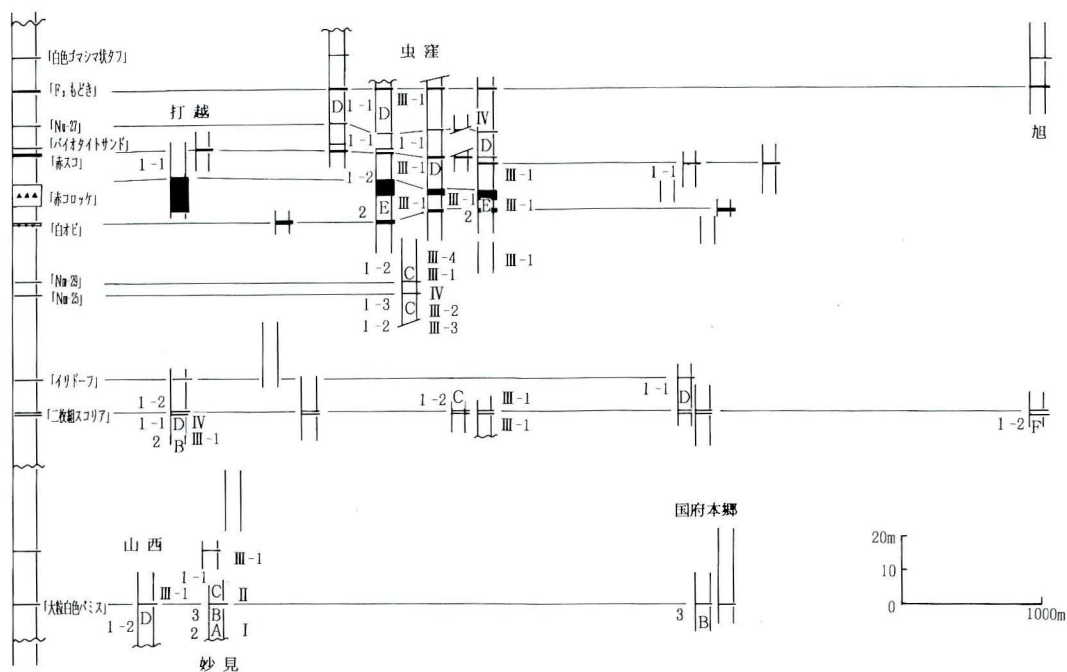


図4 貝・有孔虫の採集層準；2ケタの数字は貝類化石の，3ケタの数字は有孔虫化石のサンプル番号（産出地点，産出層準も意味する）

表2 二宮層より産出する貝・腕足類；●：合併で産出するもの，○：離弁で産出するもの

SAMPLE NUMBER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
ASSEMBLAGE	2	3	11	12	2	2	11	12	12	12	11	12	13	13	12	12	2	2	11	11	11	11	11	11	11	
FACIES	A	B	C	D	B	B	D	D	C	C	D	C	C	C	C	D	E	E	D	D	D	D	D	D	D	
MUD CONTENT (%)	15	20	21	21	20	22	40	38	22	30	55	25	13	20	31	44	47	18	24	34	29	30	-	33	23	
<i>Glycymeris rotunda</i>			●	○			○	○	●	●						○	○		○	●	○	○	○	○	●	○
<i>Glycymeris</i> sp. A												●	○													
<i>Limopsis crenata</i>				○				○	○	○		●	●	●	○	○				○						
<i>Nemocardium samarangae</i>				○				●				○	●	○	○		○		○							
<i>Pycnodonta musasiana</i>												○		○				○				○		○	○	
<i>Asila insignis</i>											○					○										○
<i>Terebratulina japonica</i>			●										○	●												
<i>Lucinoma annulata</i>								●	○		○															
<i>Solen</i> spp.					○	○			●				○			○	○		○							
<i>Yoldia similis</i>			●			○		○	○		○		○					○								
<i>Mucilana yokoyamai</i>											○	○						○					●		○	
<i>Polinemesium imiscostatum</i>										○			○	○												
<i>Macoma</i> spp.								○										○							○	
<i>Fusinus</i> spp.												○		○						○			○	○		○
<i>Angulus vestaloides</i>								○												○						
<i>Dentalium</i> spp.										○															○	
<i>Enida</i> spp.												○		○	○			○								
<i>Granulifusus</i> spp.								○								○										
<i>Terebratalia coreanica</i>																		○								
<i>Chlamys farreri</i>	○					○	○						○				○	○	○						○	
<i>Pecten albicans</i>	○				○	○	○										○	○	○	○					○	
<i>Pecten tokyoensis</i>	○				○	○	○		○								○	○	○							
<i>Pecten</i> sp.	○			○		○				○			○	○	○		○			○					○	
<i>Paphia</i> spp.						●			○	○		○				○				○				○		
<i>Lithophaga curia</i>					●																					
<i>Clementia papyracea</i>																		●								
<i>Massartius</i> spp.				○		○				○	○	○				○		○		○						
<i>Siphonalia</i> spp.			○			○				○			○	○			○	○				○				
<i>Dinocardium</i> spp.						○																				
<i>Anadara</i> spp.						○																				
<i>Gart</i> spp.				○										○	○		○									
<i>Docinia</i> spp.			○														○				○					
<i>Tonna luteostoma</i>														○				○								
<i>Venercardia</i> spp.																		○								
<i>Raela</i> spp.			○							○																
<i>Macra</i> sp.			○														○	○								
<i>Crassatella</i> spp.										○																
<i>Tresus keenae</i>																		○								
<i>Portolandia</i> spp.																					○				○	
<i>Fulvia mutica</i>																		○								
<i>Nevertia didyma</i>													○													
<i>Umbonium</i> sp.									○																	
<i>Lingula unguis</i>			●			●													○							
<i>Flabellum</i> spp.									○	○																
PTEROPODA										○																○

群集 (ASSEMBLAGE) の2ケタの数字11, 12および13はそれぞれ本文中の群集1-1, 1-2, および1-3に相当する

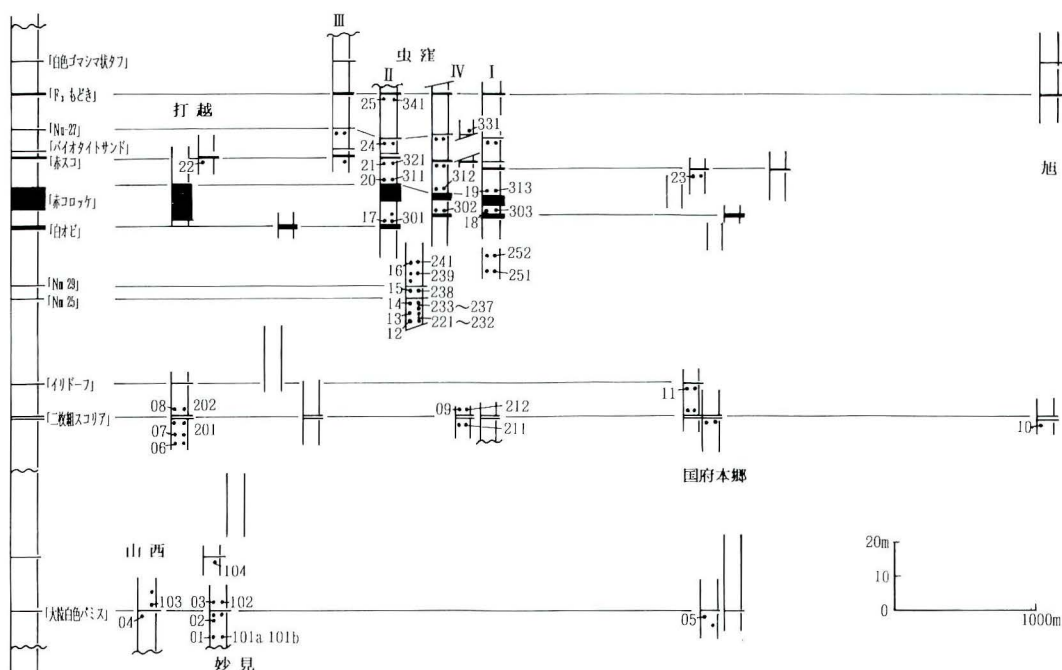


図5 貝・有孔虫群集の時空分布

1—1, 1—2, 1—3, 2, 3: 貝類群集, I, II, III—1, III—2, III—3, III—4, IV: 有孔虫群集 (本文参照); A, B, C, D, E: 岩相タイプ (表1)

囲にわたって均質な群集が広がっていたものと考えられる (図5)。そこで二宮層の層準ごとの堆積環境を推定すると以下ようになる。

妙見部層基底部: 潮間帯から数十mの上部浅海帯で, *Pecten albicans* や *Chlamys farreri* が生息する岩礁地に近接していた。

「大粒白色パミス」下位層準: 腕足類ミドリシャミセンガイが生息していた潮間帯から数十mの上部浅海帯の細砂底であった。

「大粒白色パミス」上位の妙見部層層準: 深さ数十mの下部浅海帯で, 泥～細砂底には *Glycymeris rotunda* 等が生息していた。

下田部層基底层準: 潮間帯よりやや深い浅海で, *Chlamys farreri* や *Pecten albicans* が生息する岩礁地に近接していた。

「二枚組スコリヤ」～「イリドーフ」～「Nm25」～「Nm29」層準: 深さ数十mの下部浅海で, 泥～細砂底には *G. rotunda* 等が, やや粗粒な砂底には付着性の貝類 *Limopsis crenata* や腕足類のタテスジチョウチン等が生息していた。

「白オビ」層準: 潮間帯から数十mの上部浅海帯で,

Chlamys farreri や *Pecten albicans* 生息するが岩礁地に近接していて, 比較的流れが強い。

「赤コロッケ」層準より上位: 数十mの下部浅海帯で, 泥底に *G. rotunda* や *Acila* sp. が生息していた。

【有孔虫の分布と堆積環境】

11枚の鍵層を基準に, 化石有孔虫試料を採集した (図3, 4)。試料の堆積物を乾燥重量にして80gを, 200メッシュでふるい, 残砂を均等に分割して, 1試料につき200個体以上の有孔虫を同定して, 解析に用いた。東部の旭地区, 国府本郷地区等, 殻が溶けて使えないものを除き, 計40の試料を解析した。その結果, 底生有孔虫74属241種を同定し, 浮遊性有孔虫の個体数および総個体数 (浮遊性有孔虫個体数+底生有孔虫個体数) との比も計数した (表3)。

【化石底生有孔虫群集の時空分布および推定される堆積環境】

二宮層より産出した底生有孔虫を, 優占種によりI～IVの4つの群集に区別した。現生有孔虫の分布データをもとにそれらの群集の堆積環境を推定した。

群集I *Elphidium crispum*—*Cibicides lobatulus* 群集 *E. crispum* と *C. lobatulus* が多く, 両種だけで30

～40%に達する。他に、*Poroeponides cribrorrepandus*, *Rosalina bradyi*, *Rosalina globularis*, *Quinqueloculina vulgaris* 等を伴い、上位の5～6種で50%を越す。

この群集は、妙見部層基底 (No101) のみで見られ、岩相Aに対応する。岩相Aの中では微視的にみて、含貝殻粗粒砂の中も、挟在する泥の薄層中も同じ化石有孔虫群集であった。

主要構成員の *E. crispum*, *C. lobatulus*, *R. globularis*, *P. cribrorrepandus* をはじめ *Glabratella subpercularis*, *R. bradyi* など、大半が潮間帯の岩礁地海藻帯に生息する種である (KITAZATO, 1988)。一方、ごく少数の *Rectobolivina raphana*, *Bolivina* sp. A, *Buccella frigida* 等の上部大陸棚の種が混在している。それゆえ岩礁の海岸に近接した浅海の環境を指示する。

群集Ⅱ *Elphidium crispum*-*Cassidulina* cf. *subglobosa* 群集

E. crispum が優勢で (10%以上)、他に *C. cf. subglobosa*, *Cibicides lobatulus*, *Quinqueloculina contorta* をそれぞれ5%前後含む。

妙見地区の「大粒白色バミス」上位 (No102) で見られ、岩相Cに対応する。

E. crispum は海藻帯 (KITAZATO, 1988), *C. cf. subglobosa* は大陸棚に生息する有孔虫であり、両者の混合群集と考えられる。*Elphidium crispum* は殻の破損度が大きなものもあり、生息地から比較的長い距離を運搬されたものと思われる。群集Ⅰに比べ、上部大陸棚の種が多く、潮間帯の種は少ないので、岩礁の海岸からさらに遠ざかった沖合いの環境を示す。

群集Ⅲ *Rectobolivina raphana*, *Hanzawaia nipponica*, *Lenticulina calcar*, *Astrononion umbilicatum*, *Elphidium advenum*, *Cassidulina* cf. *subglobosa*, *Nonion japonicum*, *Pseudononion japonicum* 群集

これらの種はいずれも上部大陸棚に生息することが知られている。更に、Ⅲ群集を含泥率などに起因する4つの群集に細分した。

群集Ⅲ—1 *Rectobolivina raphana*-*Bolivina* sp. A-*Astrononion umbilicatum* 群集

含泥率の増減と正の相関を示す。特に含泥率30%以上のところで多くみられる。*R. raphana* 多産し (10～20%), *C. cf. subglobosa*, *A. umbilicatum*, *Bolivina* sp. A を伴う。二宮層で最も典型的な群集であ

る。Ⅲ群集の中でも特にⅢ—1が多い。

いずれの種も現生では砂質泥の細粒な堆積物中に生息しており、堆積物の表面近くを自由に動きまわる、free living の生活様式を持った有孔虫である (北里, 1981; KITAZATO, 1984; 1988)。

二宮層最下部と中部を除き、ほぼ全層準で見られ (No103, 104, 201, 211, 212, 237, 238, 239, 251, 252, 301, 302, 303, 311, 312, 313, 321, 341), 岩相C, D, Eに対応する。この中で「赤コロッケ」直上の3サンプル (No311, 312, 313) および虫窟の「Nm29」の15m上位 (No251) は、*Bolivina* sp. A が非常に多いことで特徴づけられる。またNo211および341は *C. cf. subglobosa* が卓越している。

群集Ⅲ—2 *Hanzawaia nipponica*-*Nonion japonicum*-*Pseudononion japonicum* 群集

含泥率が高いと群集の産出頻度は低く、逆に含泥率が低いと産出頻度は高い。*Hanzawaia nipponica* が優勢で (10～20%), *P. japonicum*, *N. japonicum*, *Elphidium advenum*, *Lenticulina calcar* 等を伴う。

Hanzawaia nipponica は貝の破片やレキに付着して生活している。また *N. japonicum*, *P. japonicum* は現生では大陸棚の砂底によくみられる種で、含泥率の低い粗粒堆積物中に生息していたものと思われる。

バミス粒が多く、うすい貝の破片、ウニや海綿の骨針等が多量に含まれ、岩相Cに対応する。虫窟地区の「Nm25」～「Nm29」層準のNo224～234に特徴的にみられ、他の層準には知られない。

群集Ⅲ—3 *Hanzawaia nipponica*-*Rectobolivina raphana* 群集

H. nipponica と *R. raphana* がほぼ同量産出し、*Elphidium advenum*, *Lenticulina calcar*, *Cassidulina* cf. *subglobosa* などを伴う。群集Ⅲ—1およびⅢ—2の混合群集と思われる。

No221, 222, 223で見られ、岩相Cに対応する。

群集Ⅲ—4 *Quinqueloculina* sp. A-*Quinqueloculina vulgaris* 群集

Quinqueloculina 属が多く、*Pseudorotalia gaimardii*, *Bulimina marginata*, *Buccella frigida* 等からなる。また Planktonic ratio (総有孔虫個体数に対する浮遊性有孔虫の割合) が高いと、この群集の産出頻度は低く、逆に Planktonic ratio が低いと、この群集の産出頻度は高い。

この群集はNo221～230, 241に見られ、岩相Cに対応する。特にNo241は陶器質の有孔虫 (*Quinqueloculina*

表3 二宮層より産出する底生有孔虫類；数字は百分率で示してある

[illegible]

sp. A, *Q. seminulum*) が60%に達する。

群集Ⅳ *Cassidulina* cf. *subglobosa*-*Cassidulina subcarinata* 群集

C. cf. subglobosa を多産し (10%以上), *C. subcarinata*, *Bolivina* sp. A, *Bolivina robusta*, *Bulimina marginata*, *Bolivinita* cf. *quadrilatera*, *Astronion umbilicatum*, *Rectobolovina raphana* を伴う。

C. cf. subcarinata, *Bolivina robusta*, *B. cf. quadrilatera* 等はやや深い下部大陸棚～大陸斜面に生息する種である。量的には、群集Ⅲの上部大陸棚の種が多いものの、より深い大陸斜面の種が混合している。

打越地区の「二枚組スコリア」層準 (No.202, 235), 「Nm27」層準 (No.331) の3地点でのみ見られ、岩相Dに対応する。

これらの有孔虫群集の時空分布は下位より妙見部層基底部で群集Ⅰ, 「大粒白色バミス」上位で群集Ⅱ, 群集Ⅲと変化し, 「二枚組スコリア」層準で群集Ⅳ, その上位では群集Ⅲが続き, 「Nu27」で再び群集Ⅳとなる (図5)。同時断面で比較した場合, 東西で群集Ⅰ (潮間帯に生息する有孔虫群集) の混入する割合が変化する層準がある。「二枚組スコリア」, 「白オビ」および「赤コロッケ」で、いずれも東側が群集Ⅰの混入の割合が多い。

【Planktonic ratio】

総有孔虫個体数に対する浮遊性有孔虫の割合 (Planktonic ratio) を百分率で示した (表3)。Planktonic ratio は一般に外洋の環境ほど高い。二宮層全体では Planktonic ratio は20~40%で、一貫して外洋水の影響を受けていたと考えられる。しかし、層準によってその程度は異なる。妙見部層基底部では5%を示し、より内湾的であり、底生有孔虫も浅海の群集からなる。また、「二枚組スコリア」 (No.201, 202), および「Nu27」層準 (No.331) で約50%を示し、より外洋の性質が強く、底生有孔虫もより深い環境を示す群集Ⅳからなる。

【古水温に関する考察】

寒冷あるいは温暖を示すいくつかの有孔虫と、暖海性の浮遊性貝類の化石翼足類 (カメガイ類の仲間) の産出総準を示し、古水温の変化を推定した。

寒冷を示す底棲有孔虫 *Buccella frigida* が妙見部層基底部, 「Nm25」下, 「赤コロッケ」の3層準から産出した。

温暖を示す浮遊性有孔虫 *Pulleniatina obliquilocu-*

lata および *Sphaeroidinella dehiscens* の2種が「大粒白色バミス」, 「二枚組スコリア」, 「Nm25, 29」, 「白オビ」, 「Nu27」, 「F3もどき」層準に産出した。

さらに暖海性の浮遊性貝類の翼足類も「二枚組スコリア」および「Nu27」の2層準に産出し、有孔虫による古水温の推定を裏付けている。

それによって下位から上位に順に、寒冷 (妙見部層基底部)→温暖 (「大粒白色バミス」層準)→寒冷 (「Nm25」下位層準)→温暖 (「Nm25」上位層準)→寒冷 (「赤コロッケ」層準)→温暖 (「Nu27」層準) の寒暖の繰り返し少なくとも3回認められる。この寒暖の繰り返しに対応した岩相の変化、すなわち浅海化に伴って堆積物は粗粒化し、逆に深くなるにつれて細粒化する傾向が認められる。

【有孔虫から推定される二宮層の堆積環境】

以上をまとめて、有孔虫化石を産出しない層準を除き (妙見部層中部から下田下部層基底, 「イリドーフ」層準, および「F3もどき」より上位), 二宮層の堆積環境は以下のように推定される。

妙見部層基底: 内湾的で潮間帯の浅い海が広がっていた。岩礁地の海藻に *Elphidium crispum* などの有孔虫が生息していた。

「大粒白色バミス」層準: 深度を増し、大陸棚が広がっていた。

「二枚組スコリア」層準: 更に深度を増し、外洋の要素も強くなる。大陸棚から大陸斜面に *Rectobolovina raphana* や *Cassidulina* cf. *subglobosa* などが生息する海がひろがっていた。

「Nm-25~29」層準: 大陸棚が広がり、細粒砂泥底には free living の有孔虫 *Rectobolovina raphana* などが、粗粒物の多い砂底には付着生活の有孔虫 *Hanzawaia nipponica* などが生息していた。「Nm25」層準下位で最も深くなり、その後次第に浅くなる。

「白オビ」~「赤コロッケ」層準: 海進が進み、次第に深度を増していった。東側が浅く、西にむけて海が広がっていた。

「Nu27」層準: 以下の層準より深度を増し、大陸棚から大陸斜面が広がっていた。

ま と め

以上述べたように、氷河性海面変動によると考えられる海進・海退のサイクルが少なくとも3回認められた。二宮層堆積時の環境は全般的に水深数十m程度の浅海で、常に陸地から砂や泥が供給される場であっ

表4 二宮層の堆積環境：1：大陸棚上部，2：大陸棚下部から大陸斜面

層 準	岩相	貝・腕足類から推定される堆積環境	有孔虫から推定される堆積環境	水深
「P ₃ もどき」	D	深さ数十mの下部浅海。 <i>Glycymeris rotunda</i> 等が生息する泥底が 広がっていた。	大陸棚が広がり、細粒砂底に <i>Rectobolivina raphana</i> 等が生息していた	
「Nu-27」	D		深度を増し、外洋の要素が強い。 <i>Rectobolivina raphana</i> や <i>Cassidulina</i> cf. <i>subglobosa</i> 等が生息する大陸棚～大陸斜面	温暖 外洋的
「赤スコ」	D		大陸棚が広がり、細粒砂底に <i>Rectobolivina raphana</i> 等が生息していた	
「赤コロッケ」	C D	上部浅海～数十mの下部浅海。 虫窪では東側は砂底で浅く、西側は泥底で 深くなっている。	海進が進み、深度を増していった。虫窪 では東側が浅く岩礁地に近く、西側は深 く、大陸棚が広がっていた	
「白オビ」	E	潮間帯～数十mの上部浅海で、比較的流れ が強い。 <i>Chlamys farreri</i> が生息する岩礁 地に近接していた。		
「Nm-29」	C	深さ数十mの下部浅海。 泥～細粒砂底には <i>Glycymeris rotunda</i> 等 が、やや粗粒な砂底には付着性の貝 <i>Limopsis</i> <i>cremata</i> や腕足類タテスジチョウチン等 が生息していた。	大陸棚が広がり、細粒砂底には <i>Rectobolivina raphana</i> 等、粗粒物の多い砂底には <i>Hanzawaia nipponica</i> 等が生息していた。Nm-25 下位で最も深く、上位に向かって次第に浅くなる	温暖 外洋的
「Nm-25」	C			
「イリドーフ」	D		産出せず	— —
「二枚組スコリア」	C D F		深度を増し、外洋の要素が強い。 <i>Rectobolivina raphana</i> や <i>Cassidulina</i> cf. <i>subglobosa</i> 等が生息する大陸棚～大陸斜面	温暖 外洋的
下田下部層基底	B	潮間帯～数十mの浅海で <i>Pecten albicans</i> 等の生息域かそれに近接した所	産出せず	— —
「大粒白色パミス」 上位	C	<i>Glycymeris rotunda</i> 等が生息する水深数 十mの浅海で、泥～細粒砂底が広がってい た。	海進が進み、 <i>Rectobolivina raphana</i> 等 が生息する大陸棚が広がっていた	温暖 外洋的
「大粒白色パミス」 下位	B	腕足類ミドリシャミセンガイが生息する、 泥質細粒砂底が広がっていた。	産出せず	— —
妙見部層基底	A	<i>Pecten albicans</i> や <i>Chlamys</i> 等が生息する 潮間帯から数十mの上部浅海帯の岩礁地に 近接した所	内湾の浅い海が広がっていた。 <i>Elphidium</i> <i>crispum</i> 等が近くの岩礁地の海藻に生 息していた	寒冷 内湾的

▲▲
12
浅↔深

た。

二宮層の主体をなす泥質細粒砂または砂質シルト(岩相C, D)では、共に貝化石が自生的な産状を示し、岩相・貝・有孔虫の分布がそれぞれよく対応している。それらの岩相の泥質部には(岩相Cの一部およびD)、貝では *Glycymeris rotunda* のように堆積物中に潜って生活する種、有孔虫では *Rectobolivina raphana* のように free living の種が多く見られた。また、粗粒物(スコリアやパミス、貝殻片など)の多い砂質部

には(岩相C)、軟体動物では *Limopsis crenata* のように付着生活を営む種、有孔虫も *Hanzawaia nipponica* のような付着生活が知られている種が多くみられた。

その他の岩相については、含貝殻粗粒砂(岩相A)では *Pecten*、泥質細粒砂(岩相B)ではミドリシャミセンガイ、淘汰の良い細粒砂(岩相E)では *Chlamys farreri* というように、岩相とよく対応する。一方、有孔虫は、岩相Aでは *Elphidium crispum* が見られ、

岩相と対応する。しかし岩相Eでは、岩相CやDと同じ種が見られ調和的でない。これは比較的流れの強い海底で底質と共に移動したものと考えられる。

また、貝化石は水深60~300mの生息域を持つ *Glycymeris rotunda* がほぼ全層準に見られる。有孔虫では、ほとんどの層準で上部大陸棚の種が産出するが、3層準(「二枚組スコリア」, 「Nm25」, 「Nu27」)でより深い下部大陸棚~大陸斜面の種が混在しており、より深くなったことが認められた(表4)。

【謝辞】 本研究を行うにあたり、宇都宮大学教育学部地学教室松居誠一郎博士には貝化石の鑑定に関する助言を頂いた、元静岡大学理学部地球科学科学生矢野享氏には調査地域の地質に関する貴重な助言を頂いた、また東京大学農学部付属二宮果樹園および同職員の方々には野外調査の便宜をはかって頂いた。また神奈川県立博物館松島義章博士には出版の機会を与えて頂いた。以上の方々に深く感謝する。

引用文献

- 遠藤邦彦・上杉 陽, 1972. 大磯・横浜両地域の古期テフラについて. 第四紀研究, 11: 15-28.
- 府川宗雄, 1974. 大磯丘陵団研第一年目の成果について 大磯丘陵中央部の地質層序. 関東の四紀, (1): 2-8.
- 府川宗雄, 1976. 大磯丘陵西部地域団体研究, 1975年度の成果について. 関東の四紀, (3): 2-8.
- 磯 望・春川光男・森 慎一・長崎 正・上杉 陽, 1976. 大磯丘陵東部の第四系(その1) 大磯町西部を中心として. 関東の四紀, (3): 9-17.
- 北里 洋, 1981. 底生有孔虫の行動と生活様式の観察. 静岡大地球科学研報, (6): 61-71.
- KITAZATO, H., 1984. Microhabitats of Benthic Foraminifera and their application to fossil

assemblages. Benthos '83; 2nd Int. Symp. Benthic foraminifera (Pau. April 1983), pp. 339-344.

KITAZATO, H., 1988. Ecology of Benthic Foraminifera in the tidal zone of a rocky shore. *Revue de Paleobiol.*, (2): 815-825.

小島伸夫, 1954. 大磯丘陵の地質について. 地質雑, (60): 445-454.

武藤朝子・山口寿之, 1984. 神奈川県二宮町栗谷における鍵層「二枚組スコリア」について. 神奈川自然誌資料, (5): 102.

森 慎一・長崎 正・上杉 陽・春川光男・磯 望, 1977. 大磯丘陵東南部の第四系. 神奈川地学, 6: 38-50.

森 慎一・長田敏明, 1979. 二宮層群産軟体動物化石目録. 平塚市博物館資料, (19): 1-31.

成瀬 洋, 1960. 相模積成盆地の変遷 南関東上部新生界の地史学的研究 (2). 第四紀研究, 1: 243-255.

大庭静雄・是枝匡輔, 1973. 大磯丘陵東部の第四系について. 神奈川県立教育センター「長期研修員研究集録」, (8): 25-32.

大塚弥之助, 1929. 大磯地塊を中心とする地域の層序について (其一). 地質雑, 36: 435-456.

上杉 陽・森 慎一・長崎 正・磯 望・春川光男, 1979. テフラを中心にみた二宮層群. 関東の四紀, (6): 12-23.

矢野 亨, 1986. 大磯丘陵南部地域の層序とその地質年代および堆積環境. 静岡大地球科学研報, (12): 191-208.

(武藤朝子: 東京聖徳学園大学付属高校・山口寿之: 千葉大学理学部地学教室・北里 洋: 静岡大学理学部地球科学教室)

訂正(表-3底生有孔虫リスト)

誤

正

Nonion labradoricum → *Nonionellina* cf. *labradorica*

Epistominella naraensis → *Pseudoparella naraensis*

Epistominella tamana → *Pseudoparella tamana*