

# 静岡市有度丘陵を構成する更新統の堆積環境

静岡県立静岡高等学校 地学部 古生物班

3年 杉山 水香

2年 笠井 優花 松尾 梨聖 渡邊 千愛 渡邊 千華

1年 松浦 悠一郎 美根 翔

## 1 動機・目的

静岡平野の南東部に位置する有度丘陵は、景観地として名高い「日本平」を山頂付近にもつ丘陵である（図1）。有度丘陵を構成する第四紀更新世の地層には、貝や有孔虫などの化石が含まれていることが知られており、地層中のそれらの化石の種類を調べることで、丘陵の生い立ちの一部を探ることができるように思われた。



図1 有度丘陵

そこで、本研究では、有度丘陵をつくっ

ている地層のうち、最も下位にある根古屋層に含まれる貝や有孔虫の化石を採集し、それらの種類を同定することにより、有度丘陵の土台となる根古屋層がどのような環境で堆積したのかを推察することにした。

## 2 有度丘陵の地質について

有度丘陵は4つの地層が重なっており、下から根古屋層、久能山層、草薙層、小鹿層に分けられる（図2：柴, 2017）。これらの地層は、今から約30万～10万年前の第四紀更新世中期に、河川や海底で堆積した泥や礫の地層であると考えられている（近藤, 1985）。

この4つの地層のうち、丘陵の最下部を構成する根古屋層は柳沢泥部層、中平松礫部層、古宿礫部層、安居礫部層から構成され、主に丘陵の南側で露出している（図2：柴, 2017）。これらの礫層と泥層は、旧安倍川の河口部を頂点として形成されたファンデルタ（扇状地三角州）から大陸斜面にかけての堆積物であると考えられている（近藤,



図2 有度丘陵の地質図と断面図（柴, 2017）

1985)。そのため根古屋層では、堆積物の種類の側方変化が見られ、丘陵の南西部では礫層が卓越し、北東部では礫層は薄くなり、泥層が卓越する。このことは、これらの地層が堆積した当時、海底の斜面は全体的に南西側から北東側に傾斜していたことが考えられる。根古屋層の厚さは150m程度とされており、その上位を礫層からなる久能山層が不整合関係で覆っている。なお久能山層ではナウマンゾウの歯や牙の化石が発見されている。また、根古屋層の泥層中には、鍵層となるNg-1、Ng-2、Ng-4の3枚の火山灰層が認められている（近藤, 1985）。

### 3 有孔虫について

根古屋層の泥層中には、貝化石のほか、有孔虫化石が豊富に含まれていることが知られている（近藤, 1985；柴ほか, 2012）。本研究では、主に柳沢泥部層の泥層中に含まれる有孔虫化石をもとにして、根古屋層の堆積環境の推察を行った。

有孔虫は原生生物に属する単細胞生物の一種で、主に炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  からなる殻をもつ。「有孔」という名は、殻にある多数の孔に由来し、この孔から仮足とよばれる細長い突起を伸ばして小さな生物や有機物を捕食する。地質時代に繁栄した大型有孔虫として、フズリナ（古生代後期）やヌムリテス（新生代古第三紀）などが知られている。現在生息しているものでは、放射状の棘をもった殻が「星砂」とよばれているバキュロジプシナ（図3）が有名である。

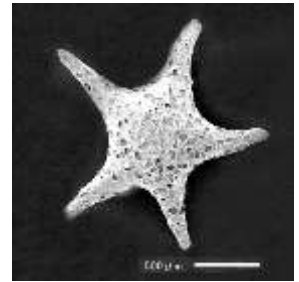


図3 バキュロジプシナ

有孔虫は殻の形態が多様で複雑なことから、現生種と化石種を合わせると25万種にも及ぶ。それらの多くは肉眼では観察が困難な小型のタイプであり、地層に含まれる有孔虫化石も、その多くが殻の大きさが1mmにも満たない微化石である。このような微化石は、ほんのわずかな堆積物中にも大量に含まれていることが多いため、大型化石よりも高い精度で、地層が堆積した年代や環境の変化を調べることができる。

有孔虫の大部分は海水域に生息し、その生活様式には底生と浮遊性のものがある。現生種の場合、これらの割合は底生種が9割、浮遊性種が1割ほどであり、底生種の方が殻の形態は多様である（図4：



図4 有孔虫について（第一学習社, 2022）

第一学習社, 2022)。これらのうち、浮遊性有孔虫は新生代に入って急速に進化したため、新生代の示準化石として、かなり正確な年代値を得ることができる。また、浮遊性有孔虫は、主に表層水の水温の影響を強く受けるため、水温の違いによりそれぞれ異なる種類が生息し、当時の水温分布を推定する示相化石としても用いられる。一方、底生有孔虫は、大陸棚、大陸斜面、深海

底など水深によって生息する種類が異なるので、堆積した当時の水深を推定するために用いられる。

#### 4 方法

##### (1) 化石試料の採集

静岡市根古屋を流れる千保沢川の流域では、根古屋層のうち、柳沢泥部層が分布している。有孔虫化石は泥層中に含まれていることが多いため、本研究では、この泥層が連続して露出する3つのルート(図5のN1, N2, N3)で試料を採集した。

それぞれのルートでは、地層の上下方向に露頭の斜面の長さが2mずつの間隔になるように、それぞれ10地点程度で試料を採集した。

採集した試料を処理して確認したところ、N1ルートでの泥層には有孔虫化石や貝化石が含まれていたものの、N2およびN3ルートでの泥層には有孔虫化石や貝化石はまったく含まれていなかった。そのため、本研究では、N1ルートで産出した化石をもとにして、根古屋層の堆積環境を推察することにした。

##### (2) N1 ルートの岩相について

本研究でのN1ルートは、柴ほか(2012)のN2ルートの一部に当たる。このルートでは下部に礫層と泥層の互層が、その上部には層厚15m以上の厚い泥層が見られる。試料の採集はこの泥層が連続して露出する斜面で行った(図6)。

この露頭において、試料の採集ができた最上部の地点をN1-01とし、そこから下に向かって斜面の長さ2.0mごとに最下部の採集地点N1-11までの11地点で試料を採集した。斜面の平均斜度は45°程度で、斜面の向きは平均するとN30°Wであり、地層の走向も斜面の向きに近いN33°Wであったため、斜面の2mの長さは、地層の厚さに換算すると、 $2\text{m} \times \sin 45^\circ \approx 1.4\text{m}$ に相当することになる。

図7は、この露頭での岩相の柱状図と試料の採集層準を示したものである。N1-11より20cm下位には層厚40cm以上の礫層が見られ、上位の泥層とは整合関係で接していた(図8)。礫層から5.6mほど上位の泥層中(N1-07直下)には白色で長径が最大1cm程度までの軽石が散在する層を確認した(図9)。この軽石を含む層は、



図5 根古屋層の調査ルート



図6 N1ルートの露頭

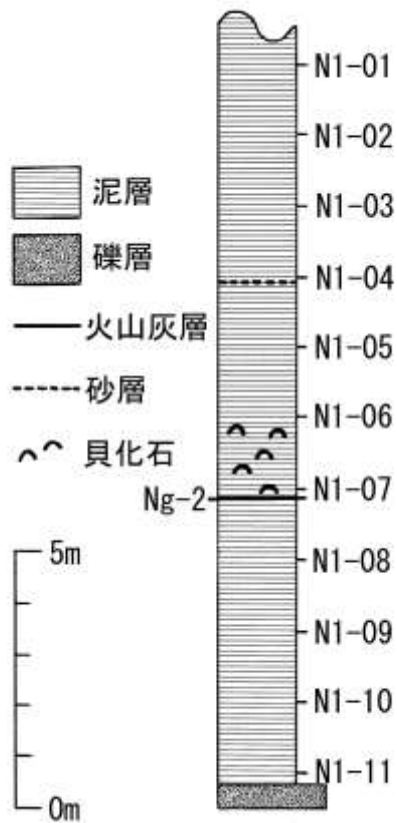


図7 N1ルートでの岩相の柱状図

下位の礫層からの層準からすると、近藤（1985）や柴ほか（2012）が報告している Ng-2 火山灰層であると思われる。

N1-07～06 にかけての層準では、貝化石が点在しており、

*Limopsis tajimae*（オオシラスナガイ）（図10）、*Glycymeris rotunda*（ベニグリ）の化石を確認した。

また、有孔虫の化石は、N1-01～11の11地点から採集した試料のうち、N1-01, 04, 05以外での試料から産出が認められた。

(3) 試料の処理と有孔虫化石の抽出・同定

試料の処理と有孔虫化石の抽出は、柴（1994）を参考にして、次の手順で行った。

- N1-01～11で採集した泥の試料を十分に乾燥させた後、それぞれ100gを秤量し、ハンマーなどを用いて小豆大ほどの大きさにまで砕いてからビーカーに入れる。
- ビーカーに水を加え、30分間程度煮沸し、泥の粒子を分離させる。
- 煮沸後、試料が冷めるのを待ってから、200メ



図8 礫層との境界部（N1-11付近）



図9 Ng-2火山灰層（軽石層）



図10 *Limopsis tajimae*（N1-07付近）



図11 ふるいを使った水洗

ッシュ（目開き：75 μm）のふるいにかけて、シャワーで水洗する（図 11）。

- 泥分をすべて洗い流したら、ふるいに残った試料残渣を蒸発皿に移し、10%の過酸化水素水を加えて試料中の有機物を除去し、再び水洗した後、乾燥させる。
- 乾燥した試料残渣は分割器を用いて適量になるまで2分割を繰り返し、分割後の試料をシャーレに積み重ならないように薄く散布し、双眼実体顕微鏡を使って観察する（図 12）。
- 有孔虫化石を確認したら、湿らせた面相筆に殻を付着させ、有孔虫用スライドに移していく。有孔虫群集を定量的に調べるためには、1地点の試料残渣から無作為に200個体以上の有孔虫化石を摘出する必要があるとされる。
- スライド上で有孔虫化石をソーティングし、種を同定する（図 13）。本研究での種の同定は、Matoba（1967, 1970）の図版などを参考にして行った。



図 12 双眼実体顕微鏡による観察



図 13 有孔虫化石のソーティング

## 5 結果・考察

### (1) 貝化石の産出結果と貝化石による堆積環境の推察

N1-07～06 にかけての層準で確認した貝化石の産出結果を、表 1 と図 14, 15 に示す。この結果から、この露頭で産出する貝化石は、水深 100m 以深に生息する *Limopsis tajimae* (オオシラスナガイ) を優占種とすることから、N1-07～06 にかけては、水深 100m 以深の下浅海帯～上部漸深海帯にあたる陸棚または大陸斜面で堆積したものと考えられる。

種名	産出個体数	生息深度（水深）
<i>Limopsis tajimae</i> (オオシラスナガイ)	14	100～800 m
<i>Glycymeris rotunda</i> (ベニグリ)	2	30～300 m

表 1 産出した貝化石



図 14 *Limopsis tajimae*



図 15 *Glycymeris rotunda*

(2) 有孔虫化石の産出結果

N1-01~11 での有孔虫化石の産出結果を表 2 に示す。また、産出した代表的な有孔虫化石の走査電子顕微鏡写真を図 16 に示す。

Species Name / Sample Number	N1-01	N1-02	N1-03	N1-04	N1-05	N1-06	N1-07	N1-08	N1-09	N1-10	N1-11
<b>Benthic Foraminifera 底生有孔虫</b>											
<i>Ammonia ketienziensis</i> (Ishizaki)			3			27	36	7	8	9	
<i>Amphicoryna sagamiensis</i> (Asano)		2				17		6	6	4	2
<i>Bolivina robusta</i> (Brady)						1	50	2	1	1	
<i>Bolivina</i> sp.							1				
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny		2									
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny							3				
<i>Cassidulina carinata</i> Silvestri							28	2	1		
<i>Cassidulina norcrossi</i> Cushman									1		
<i>Cassidulina subglobosa</i> Brady		1					5	2	1		
<i>Cibicides aknerianus</i> (d'Orbigny)						3	1	3	3	5	
<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker and Jacob)									2		
<i>Cibicides refulgens</i> Montfort										4	
<i>Elphidium advenum</i> (Cushman)							17	6			
<i>Elphidium excavatum clavatum</i> Cushman							1				
<i>Elphidium</i> sp.							4		5	3	
<i>Eponides umbonatus</i> (Reuss)							4				
<i>Gyroidinoides nipponicus</i> (Ishizaki)							1				
<i>Hanzawaia nipponica</i> Asano							6				
<i>Hanzawaia</i> sp.									1		
<i>Hoeglundina elegans</i> (d'Orbigny)								7			
<i>Hopkinsinella glabra</i> (Millett)							1				
<i>Hyalinea balthica</i> (Schröter)										1	
<i>Lenticulina calcar</i> (Linnaeus)						8	15		6	2	
<i>Nuttallides umbonifer</i> (Cushman)							1				
<i>Marginulina</i> sp.								2			
<i>Melonis parkerae</i> (Parker and Jones)						2	9		5		
<i>Oridosalis umbonatus</i> (Reuss)						1					
<i>Porosotalia makiyamai</i> (Chiji)							4				
<i>Pseudononion japonicum</i> Asano		4				2		4	1	4	
<i>Pullenia bulloides</i> (d'Orbigny)								1			
<i>Pullenia subcaninata</i> (d'Orbigny)			1								
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linnaeus)							1				
<i>Rectobolivina bifrons</i> (Brady)		1				1	1	6	1	2	
<i>Rectobolivina raphana</i> (Parker and Jones)			1			1	13	2	1		
<i>Reussella pacifica</i> Cushman and McCulloch							1				
<i>Siphonodosaria oinomikadoi</i> (Ishizaki)									3	1	
<i>Uvigerina akitaensis</i> Asano								1			
<i>Uvigerina</i> sp.						1					
Benthic foraminifera gen. and sp. Indet. 底生種 属種未定			3			63	33	10	1		
Total number of benthic foraminifera 底生種の総数	0	10	8	0	0	127	236	61	47	36	2
<b>Planktonic foraminifera 浮遊性有孔虫</b>											
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny		2					26	4	9	7	
<i>Globigerina falconesis</i> Blow							6	1	1	1	
<i>Globigerinella calida</i> (Parker)									1		
<i>Globigerinella obesa</i> (Bolli)		3	3				29	2			
<i>Globigerinita gultinata</i> (Egger)							13	14			
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)			2				7		2	6	
<i>Globigerinoides</i> spp.									7		
<i>Globoconella inflata</i> (d'Orbigny)						3					
<i>Globorotalia scitula</i> (Brady)											1
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (d'Orbigny)		1				1	1				
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> (d'Orbigny)			1						2	2	
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> (Ehrenberg)		2					2	5	5	1	
<i>Neogloboquadrina</i> sp.						1			2		
<i>Tenuitella angustumbilicata</i> (Bolli)							11				
<i>Trilobatus quadrilobatus</i> (d'Orbigny)		2					1	1		3	
<i>Turborotalia quinqueloba</i> (Natland, 1938)			5				168	1			
Planktonic foraminifera gen. and sp. Indet. 浮遊性種 属種未定		4	3			22	204	11	67	6	
Total number of planktonic foraminifera 浮遊性種の総数	0	14	14	0	0	27	468	39	96	26	1
Total number of foraminifera 全総数	0	24	22	0	0	154	704	100	143	62	3
Planktonic foraminifera ratio (%) 浮遊性種の割合 (%)		58%	64%			18%	66%	39%	67%	42%	33%
Total number of foraminifera /100g 試料100g当たりの総数	0	95	939	0	0	986	42306	4267	6016	567	14

表 2 N1 ルートでの有孔虫化石の産出リスト

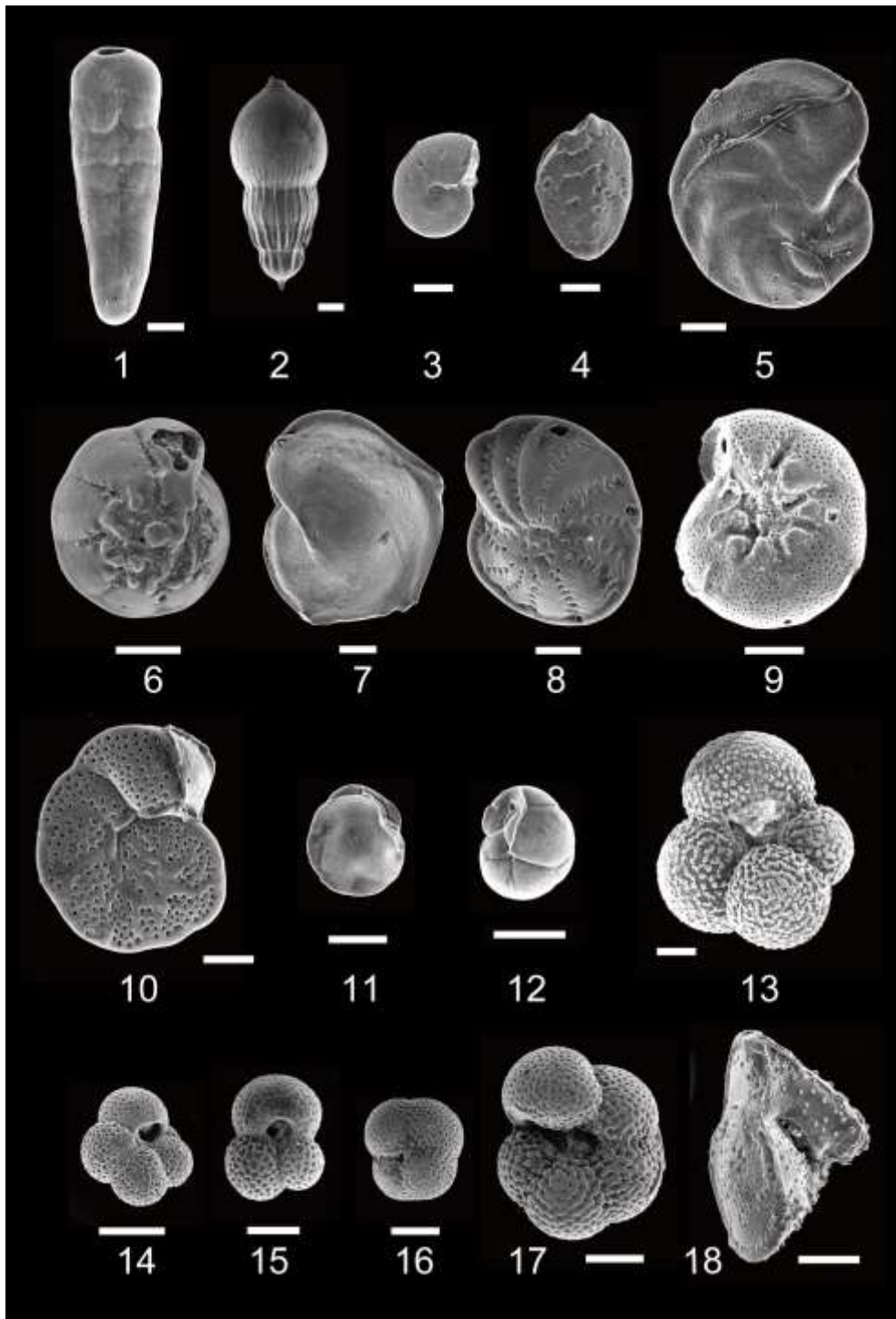


図 16 N1 ルートで産出した代表的な有孔虫化石の走査電子顕微鏡写真

スケールの長さは 100  $\mu\text{m}$  写真 1~12 は底生種、13~18 は浮遊性種

1 : *Rectobolivina bifrons* (Brady) from N1-09, 2 : *Amphicoryna sagamiensis* (Asano) from N1-09, 3 : *Melonis parkerae* (Parker and Jones) from N1-09, 4 : *Bolivina robusta* (Brady) from N1-09, 5 : *Hanzawaia nipponica* Asano from N1-07, 6 : *Ammonia ketienziensis* (Ishizaki) from N1-09, 7 : *Lenticulina calcar* (Linnaeus) from N1-09, 8 : *Elphidium advenum* (Cushman) from N1-07, 9 : *Elphidium excavatum clavatum* Cushman from N1-07, 10 : *Cibicides aknerianus* (d'Orbigny) from N1-09, 11 : *Cassidulina carinata* Silvestri from N1-09, 12 : *Cassidulina subglobosa* Brady from N1-09, 13 : *Globigerina bulloides* d'Orbigny from N1-09, 14 : *Turborotalita quinqueloba* (Natland) from N1-07, 15 : *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny) from N1-09, 16 : *Neogloboquadrina pachyderma* (Ehrenberg) from N1-09, 17 : *Neogloboquadrina dutertrei* (d'Orbigny) from N1-09, 18 : *Globorotalia truncatulinoides* (d'Orbigny) from N1-07

N1-01~11 で採集した試料のうち、N1-01, 04, 05 の試料からは有孔虫化石は産出しなかった。N1-02, 03, 10, 11 での試料からは有孔虫化石が産出したものの、摘出数が 100 個未満と少ない上に、試料 100g 当たりの個体数も 1000 個未満であり、これらの数では有孔虫群集の有意義な分析はできないと判断した。また、N1-06 での摘出数が 150 個に達しており、試料 100g 当たりの個体数も 1000 個に近いが、摘出した個体のうち、半数程度の殻に溶解が認められ、殻が薄い種は消失した可能性もあるため、この試料も群集の分析には用いないこととした。実際、この試料の場合、浮遊性種の割合は 18% で、上位や下位の層準の試料と比べるとその割合は異常に低く、底生種よりも殻が薄い浮遊性種の多くが溶解して消失したことが考えられる。陸上に露出した地層中の有孔虫の殻が溶解するのは、有孔虫の殻の主成分である炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  が、二酸化炭素  $\text{CO}_2$  を含んだ酸性の雨水や地下水と反応して、水溶性の炭酸水素カルシウム  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  に変化することによる。

以上の理由により、本研究では、地層の下位から上位への順で示すと、N1-09, 08, 07 での 3 試料から得られた有孔虫化石をもとにして、群集の分析を行い、堆積環境を推察した。

### (3) 有孔虫化石による堆積環境の推察

#### ① 浮遊性種による堆積環境の推察

有孔虫群集における浮遊性種の割合は、一般に水深が深くなるほど増加することが知られている。本研究での N1-09, 08, 07 での浮遊性種の割合は、N1-09 で 67%、N1-07 で 66% とそれぞれ高く、その間の層準の N1-08 では 39% と低い結果となったが、この後に示す底生種の群集の分析からすると、N1-08 堆積時に水深が一時的に浅くなったとは考えにくく、N1-08 での浮遊性種の割合が低下している理由は不明である。

#### ② 底生種による堆積環境の推察

本研究での N1-09, 08 での底生種は、どちらも *Ammonia ketienziensis* と *Amphicoryna sagamiensis* を多く含み、*Cassidulina carinata*、*Cassidulina subglobosa* や *Cibicides aknerianus* も共通して含むほか、N1-09 では *Lenticular calcar*、N1-08 では *Elphidium advenum*、*Hoeglundina elegans* や *Rectobolivina bifrons* などを含む群集であり、この特徴は、柴ほか (2012) のⅢ群集に類似する。

柴ほか (2012) のⅢ群集は、近藤 (1986) の *Bulimina kochiensis* や *Pseudoparella naraensis* で代表される種群Ⅲに類似し、近藤 (1986) はこれを水深 100~250 m の大陸斜面に分布する下浅海帯での群集としている。したがって、本研究の N1-09 と 08 は、下浅海帯の環境にある水深 100~250 m の大陸斜面で堆積したものと考えられる。

N1-09, 08 の上位に位置する N1-07 では、*Bolivina robusta* を優占種とし、*Ammonia ketienziensis*、*Cassidulina carinata*、*Elphidium advenum*、*Lenticulina calcar*、*Rectobolivina raphana* を多産する。この特徴は、柴ほか (2012) のⅣ群集に類似する。

柴ほか (2012) のⅣ群集は、近藤 (1986) の *Cassidulina subcarinata* を主体とする種群Ⅳに類似し、近藤 (1986) はこれを水深 250 m 以深の上部漸深海帯での群集であるとしている。したがって、本研究の N1-07 は、水深が 250 m 以深の上部漸深海帯の環境にある大陸斜面で堆積したものと考えられる。N1-07 での試料は、100 g 中に含まれる有孔虫の個体数が 42,306 個と、他の試料と比べると極めて多いのに加えて、浮遊性種の割合が 66% と高いことも、水深が深い環境であったことを示している。

以上のことより、本研究の N1-09~08 が下浅海帯の水深 100~250 m で堆積した後、水深が深くなり、上位の N1-07 が上部漸深海帯の水深 250 m 以深で堆積したものと推定する。この水深変化は、近藤 (1985) と柴ほか (2012) が指摘している Ng-2 火山灰層の直上 (本研究では N1-07 の層準) での 100~150 m 程度の大規模な海水準の上昇の現象と符合する。

なお、先に記した貝化石による堆積環境の推察では、N1-07~06 にかけては、*Limopsis tajimae* を優占種とするため、水深 100m 以深の下浅海帯~上部漸深海帯にあたる陸棚または大陸斜面で堆積したとしたが、この底生種による堆積環境の推察と併せると、N1-07~06 は下浅海帯ではなく、上部漸深海帯の水深 250 m 以深で堆積したものと推定できる。

(4) N1 ルート 08~07 での海水準の上昇と海洋酸素同位体比曲線との対比

根古屋層が堆積した第四紀更新世は、寒冷な氷期と温暖な間氷期を繰り返した時代であり氷期の氷床拡大による海水準の下降と間氷期の氷床縮小による海水準の上昇を繰り返した時代でもある。そのため、本研究での N1-08~07 での海水準の上昇も、間氷期の氷床縮小によるものであると考え、この海水準の上昇を地球規模での気候変動を示す海洋酸素同位体比曲線と対比させることにより、この海水準上昇がいつ起こったものかを検討することにした。

① 酸素同位体について

古気候を推定する方法の1つとして、有孔虫化石の殻に含まれる酸素の同位体を用いる方法がある。酸素原子には質量数 16 の  $^{16}\text{O}$  のほか、それよりも重い質量数 18 の  $^{18}\text{O}$  が存在する。そのため、水分子  $\text{H}_2\text{O}$  にも  $\text{H}_2^{16}\text{O}$  のほか、 $\text{H}_2^{18}\text{O}$  が存在し、 $^{16}\text{O}$  を含む水分子は「軽い水分子」、 $^{18}\text{O}$  を含む水分子は「重い水分子」とよばれている。

② 水の循環と酸素同位体比の変化について

軽い  $\text{H}_2^{16}\text{O}$  は重い  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  よりも蒸発しやすく凝結しにくい性質があるため海水が蒸発すると海水の酸素同位体の割合  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  は一時的に上昇するが、降水や陸水の流入により蒸発した水がすべて海に戻れば、海水の  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  はもとの割合に戻る。しかし、気候の寒冷化により大陸の氷床が発達すると、 $^{16}\text{O}$  を多く含んだ陸水は氷床にとどまるため、その分だけ海水の  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  は大きくなる。したがって、過去の海水の  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  がわかれば、当時の氷床量や気温の変化を推定することができる。

(図 17：第一学習社，2022)

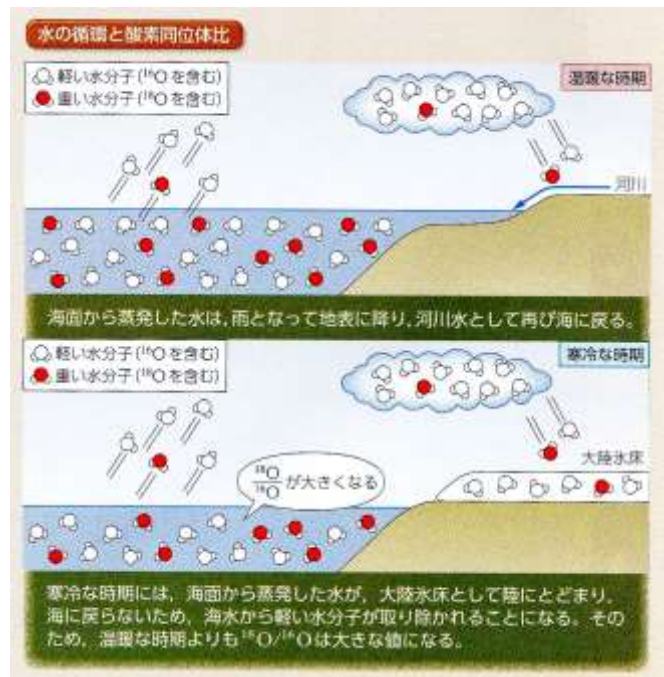


図 17 水の循環と酸素同位体比  
(第一学習社，2022)

③ 過去の海水の酸素同位体比

有孔虫は海水を利用して炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  を主成分とする殻をつくるため、有孔虫の殻に含まれる酸素同位体の割合は、その有孔虫が生息していた当時の海水の酸素同位体の割合を反映している。したがって、有孔虫化石の殻の酸素同位体の割合を調べることにより、過去の海水の酸素同位体の割合を知ることができる。

④ 海洋酸素同位体比曲線と海洋酸素同位体ステージ

図 18 (Lisiecki and Raymo, 2005) は、有孔虫化石の殻の酸素同位体比をもとにして作成された中期~後期更新世における海洋酸素同位体比曲線である。横軸の  $\delta^{18}\text{O}$  は、海水の酸素同位体における  $^{18}\text{O}$  の割合の程度を示し、数値が大きいほど海水中の  $^{18}\text{O}$  の割合が大きく、大陸氷床が発達したことを示し、逆に数値が小さいほど海水中の  $^{18}\text{O}$  の割合が小さく大陸氷床が縮小したことを示している。したがって、この図において曲線が左側にふれてい

る時代は、寒冷化により大陸氷床が発達して海水準が下降した時代であり、逆に曲線が右側にふれている時代は温暖化により大陸氷床が縮小して海水準が上昇した時代であると読み取れる。なお、図中の曲線の左右のピーク部に記された数値は、海洋酸素同位体ステージ (MIS) を示し、曲線が右側にふれているピーク (大陸氷床の縮小がピークに達した最温暖期) には奇数値が当てられ、逆に曲線が左側にふれているピーク (大陸氷河の発達にピークに達した最寒冷期) には偶数値が当てられている。ちなみに図中にある約 12 万年前の MIS 5.5 はリス間氷期の最温暖期を示している。

⑤ N1 ルート 08~07 での海水準の上昇と海洋酸素同位体比曲線との対比

本研究で推察した N1-08~07 での海水準の上昇と、図 18 の海洋酸素同位体比曲線を対比することができれば、N1-08~07 での海水準の上昇がどの海水準上昇期のものかを特定することができる。

本研究の N1 ルートを構成する柳沢泥部層の堆積年代は明らかになっていないが、N1 ルートの泥層よりも下位に当たる安居礫部層の泥層から MIS 8.0 (約 24 万年前) に出現層準をもつ石灰質ナンノプランクトン化石が発見されていること (岡田, 1987) と、根古屋層の上位に当たる久能山層から約 17.7 万年前の放射性年代を示すサンゴ化石が産出していること (Kitamura *et al.*, 2005) から、本研究で推察した N1-08~07 での海水準の上昇は約 24 万年前~約 17.7 万年前の間で起こったことになる。また、この海水準の上昇が近藤 (1985) と柴ほか (2012) が指摘する Ng-2 火山灰層の直上 (本研究では N-07 の層準) での 100~150 m 程度の大規模な海水準の上昇であるとすると、N1-08~07 での海水準の上昇は、図 20 より MIS 8.2~7.5、MIS 7.4~7.3 で起こった 2 つの海水準上昇期のどちらかに相当すると推定できる。

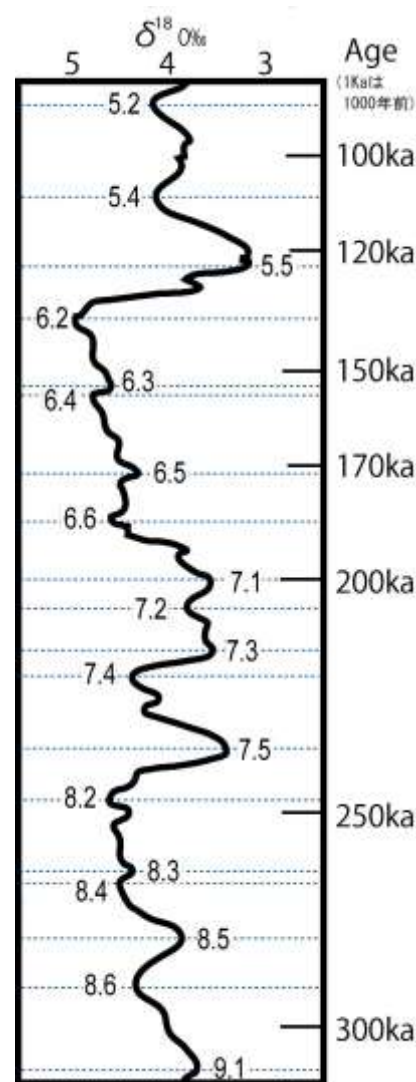


図 18 海洋酸素同位体比曲線 (Lisiecki and Raymo, 2005)

6 まとめ

有度丘陵の土台となる根古屋層の泥層中には、貝化石のほか、有孔虫化石が豊富に含まれており、本研究ではこれらの化石をもとにして、根古屋層の堆積環境の推察を行った。

貝化石では、本研究の N1 ルート 07~06 にかけての層準で、*Limopsis tajimae* を優占種とする貝化石が産出した。このことから N1-07~06 にかけては、水深 100m 以深の下浅海帯~上部漸深海帯にあたる陸棚または大陸斜面で堆積したものと推察した。

有孔虫化石では、本研究の N1-09, 08, 07 の 3 試料から得られた有孔虫化石をもとにして群集の分析を行い、堆積環境を推察した。N1-09, 08 での有孔虫の群集は、柴ほか (2012) の III 群集、近藤 (1986) の種群 III に類似していることから、N1-09 と 08 は下浅海帯の堆積環境にある水深 100~250 m の大陸斜面で堆積したものと推察した。N1-09, 08 の上位に位置する N1-07 での有孔虫の群集は、柴ほか (2012) の IV 群集、近藤 (1986) の種群 IV に類似していることから、N1-07 は水深が 250 m 以深の上部漸深海帯の堆積環境にある大陸斜面で堆積したものと推測した。以上のことより、N1-09~08 が下浅海帯の水深 100~250 m で堆積した後、水深が深くなり、上位の

N1-07 が上部漸深海帯の水深 250m 以深で堆積したものと推定した。さらに上位の N1-07~06 にかけては、貝化石の産出結果と有孔虫化石の産出結果から併せて、N1-07~06 にかけても上部漸深海帯の水深 250 m 以深で堆積したものと推定した。

根古屋層が堆積した第四紀更新世は、寒冷な氷期の氷床拡大による海水準の下降と比較的温暖な間氷期の氷床縮小による海水準の上昇を繰り返した時代であり、本研究での N1-08~07 での海水準の上昇も、間氷期の氷床縮小によるものであると考えた。そこで、この海水準の上昇を、地球規模での気候変動を示す海洋酸素同位体比曲線と対比させることにより、この海水準上昇がいつ起こったものかを検討した。その結果、N1-08~07 での海水準の上昇は、海洋酸素同位体比曲線における MIS 8.2~7.5、MIS 7.4~7.3 の2つの海水準上昇期のどちらかに相当するものと推定した。

## 7 今後の課題

本研究で明らかになった N1 ルート 08~07 での海水準の上昇が、海洋酸素同位体比曲線に示されている海水準上昇期のどれに相当するのかを特定するために、このルートの上位と下位に相当する地層をさらに調査して、岩相の変化や有孔虫化石群集の特徴などから海水準の変動を読み取り、海洋酸素同位体比曲線と対比していきたい。

## 8 謝辞

本研究を進めるに当たり、ふじのくに地球環境史ミュージアム客員教授の柴正博先生には、有孔虫化石の同定・撮影をはじめ、研究全般にわたって手厚い御指導をしていただきました。また本研究は、公益財団法人山崎自然科学教育振興会より研究助成をしていただきました。これらの方々に謝意を表します。

## 9 参考文献

第一学習社 (2022) 『最新図説地学』

Kitamura, A., A. Omura, E. Tominaga, K. Kameo and M. Nara (2005) U-Series ages from the Middle Pleistocene Kunosan Formation in the Udo Hills, Shizuoka, central Japan. *The Quaternary Research*, 44

近藤康生 (1985) 静岡県有度丘陵の上部更新統の層序. *地質学雑誌*, 9.

近藤康生 (1986) 静岡県後期更新世根古屋層の海進期堆積物に含まれる底生有孔虫化石の空間分布. *静岡大学地球科学研究報告*, 12.

Lisiecki, L. E. & Raymo, M. E. (2005) A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic  $\delta^{18}\text{O}$  records. *Paleoceanography*, Vol. 20, PA1003

Matoba, Y. (1967) Younger Cenozoic Foraminiferal Assemblages from the Choshi District Chiba Prefecture. *The science reports of the Tohoku University. Second series, Geology*, 38 (2).

Matoba, Y. (1970) Distribution of Recent Shallow Water Foraminifera of Matsushima Bay. *The science reports of the Tohoku University. Second series, Geology*, 42(1).

岡田尚武 (1987) 南部フォッサマグナの海成層に関する石灰質ナンノプランクトン化石の生層序と古環境. *化石*, 43

柴 正博 (1994) 『浮遊性有孔虫入門』

柴 正博・久松由季・岡崎宏美・渡邊 徹・柴 博志 (2012) 静岡市有度丘陵に分布する中部更新統根古屋層の有孔虫化石群集と堆積環境の変遷. *海・人・自然 (東海大学博物館研究報告)* 11

柴 正博 (2017) 『駿河湾の形成』 東海大学出版部