

有度丘陵の根古屋層における有孔虫化石の垂直変化

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-06-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐藤, 弘幸, 浦野, 祥治 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00025228

有度丘陵の根古屋層における有孔虫化石の垂直変化

佐藤 弘 幸*・浦野 祥 治*

1. はじめに

有度丘陵は、静岡平野の南東方にある更新統からなる丘陵である。根古屋層は、この丘陵の最下部を占める累層で、泥、砂、礫とそれらの互層からなる(図1)。佐藤は、数年来この地層を研究し、テフラの記載と対比、堆積環境の推定をおこなってきた。また、浦野は静岡聖光学院高等学校の生徒で、佐藤の指導のもと、高1個人研究で根古屋層の有孔虫化石について研究した。その結果、根古屋奥の沢のセクションで有孔虫化石の種構成が明瞭に変化することが明らかになったので、その概要を佐藤のデータとともに公表し考察する。

本研究にあたり、アカデミックな活動に対し常にご支援いただいている静岡聖光学院中・高等学校ピエール・ロバート校長と、有孔虫化石の同定についてご指導いただいた東海大学自然史博物館の柴正博氏に感謝の意を表します。

2. 地質概説

根古屋層は土(1960)が根古屋を模式地に定義した、礫をしばしば挟むシルト層である。その後、近藤(1985)により、3枚のデルタ性のくさび状礫層と泥質層からなること、4枚のテフラ Ng-1、Ng-2(2枚組)、Ng-4が挟まれることを明らかにした。テフラの対比について柴ら(1990)で一部疑問が提示されたが、佐藤(1991)はこれらのテフラの鉱物組成や屈折率特性を調べ、丘陵南部と東部のテフラの対比に誤りが無いことを明らかにした。その後発表された、柴(1992)の研究でも、基本的に近藤の層序に大きな変更点はない。ただ地質構造については、近藤がドーム状構造を考えているのに対し、柴はいくつかの褶曲構造を考えている点で異なっている。ここでは、近藤(1985)の地質図と層序表を図1-b、cに示す。なお、この近藤の地質図は Ng-4 の分布が根古屋の谷でやや南方まで延長される以外は正確である。

3. 研究方法

根古屋層のうち、泥質層のよく発達する根古屋のロープウェイ下の沢(図1-b)を調査し、100分の1の柱状図を作成、堆積相解析をおこなった。そのうえで約1mおきに堆積物をサンプリングして、有孔虫化石の分析をおこなった。柱状図とサンプリング箇所を図2に示す。有孔虫分析は、試料を乾燥させ、50グラムを乳鉢で粉碎し、500 μ m、150 μ mのふるいにかけて、150 μ mに残ったものから有孔虫を100個体になるまで摘出した。ただし、一部この基準を満たさないものもあった。種名については、柴正博氏の指導と Matoba (1970) によった。

* 静岡聖光学院中・高等学校

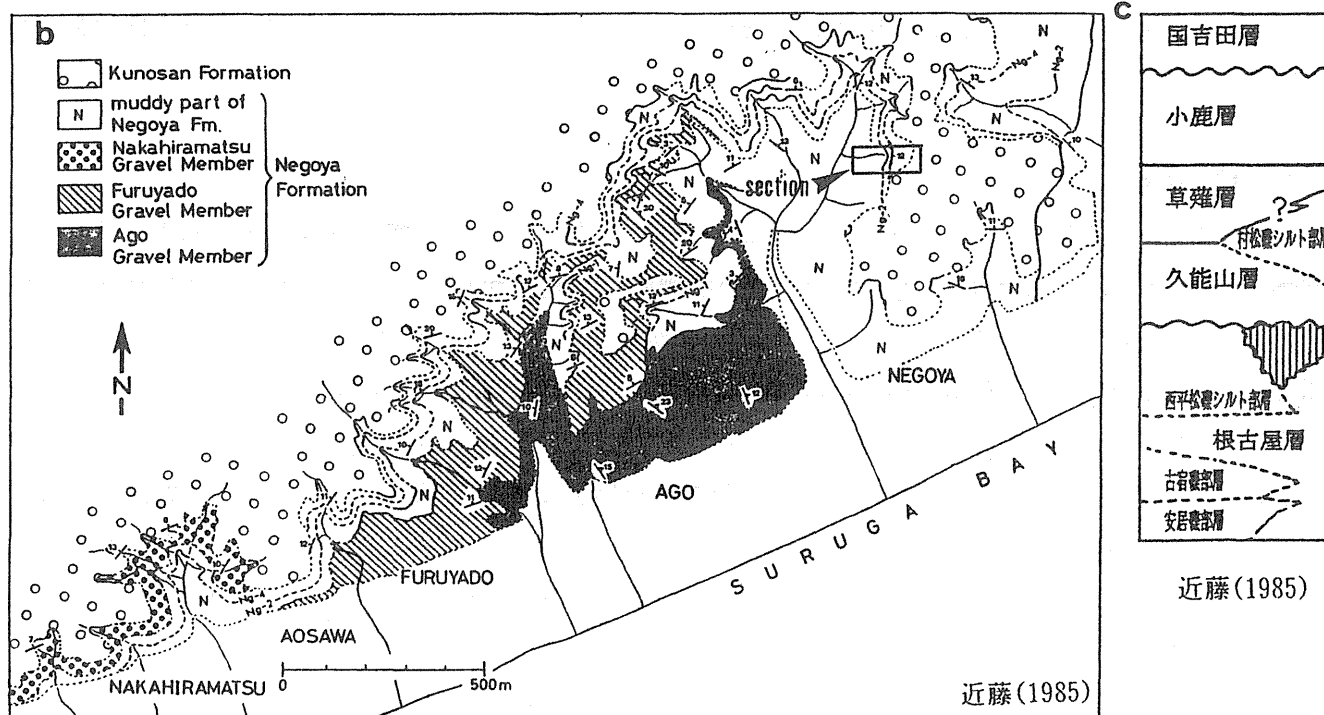
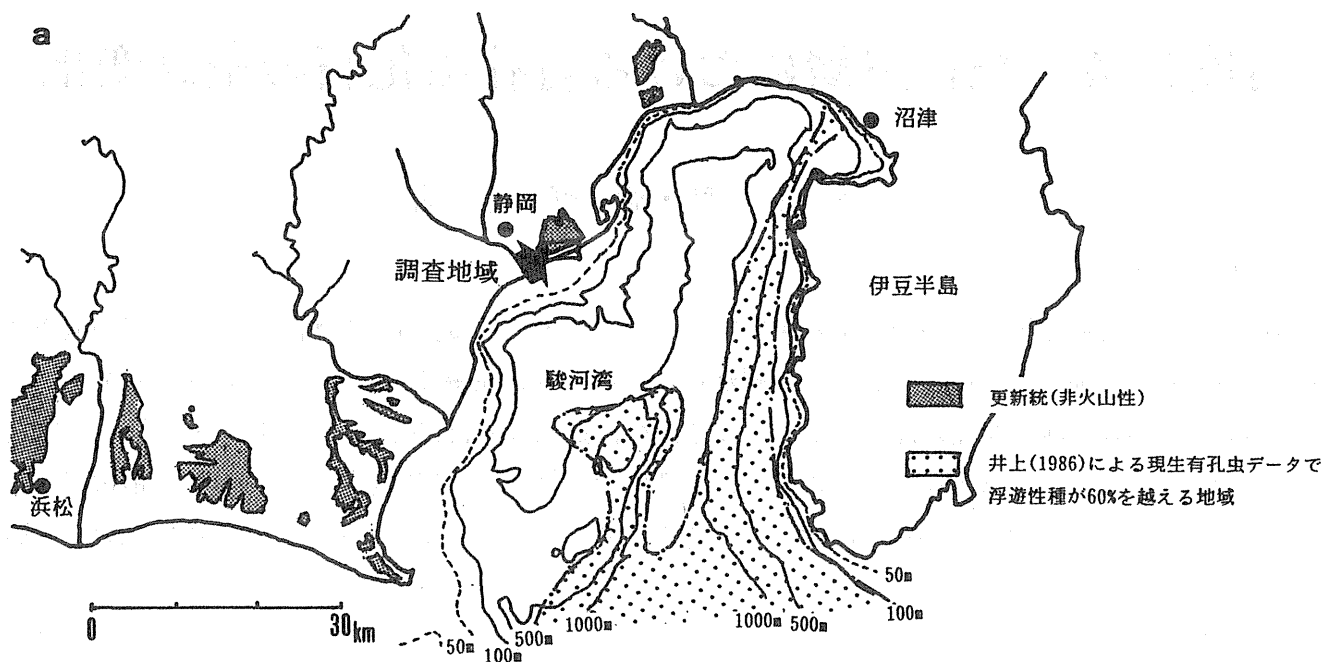


図1. 調査地域の地質図と有度丘陵の層序表

- a. 調査地域。周辺の更新統と駿河湾の海底地形および現生有孔虫の分布をあわせて示す。
- b. 近藤(1985)による地質図(一部修正)。調査したセクションは図中の枠内の部分である。
- c. 近藤(1985)による層序表。

4. 結果

(1) 地層から読みとれる情報

このセクションは、礫および砂を挟むシルトから構成されている。これを堆積相によって7つに区分した。以下に下位から順に記載し、推定される堆積環境を記す。()内は層厚(単位m)を示す。

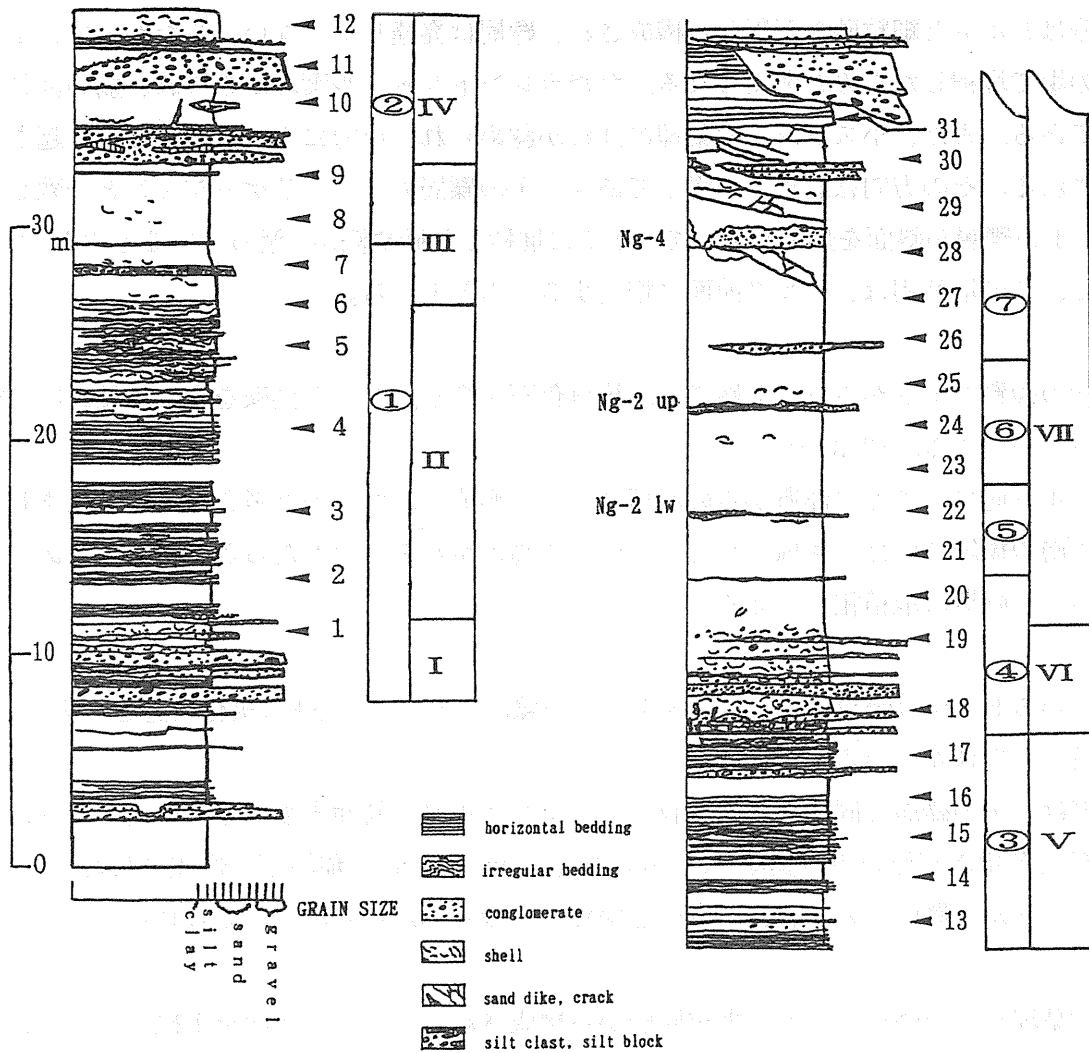


図2. セクションの柱状図

図中の模様は、堆積相の様子を表現している。

1～31の番号はサンプリング箇所。①～⑦は化石相区分，I～VIIは堆積相区を示す。

I. 下部は、礫径5～10 cmの礫層と、シルトと極細粒砂の互層。上部は、極粗粒砂～細礫と淘汰不良な含貝化石砂質シルト層 (2.0 m)

Iの礫層は明瞭なAタイプのファブリックを有していて、斜面を移動して再堆積するときに獲得されたものと考えられる。この礫層は層厚が薄く、礫層の上位には貝化石を含む含礫泥層がみられることから、堆積環境はファンデルタの斜面末端部分に相当するものと考えられる。側方への追跡から古宿礫部層に連続するものである。そのインプリケーションから求められる古流向は北東であり、近藤 (1985) が、安居北方の谷で求めた根古屋層古宿礫部層の古流向とほぼ同じである。近藤は、北東向きの古流向を、南西方向に陸地を求められないことから、東方へ開いたファンデルタの北側の一部を観察していると考えたが、筆者らも、この考えと同意見である。

II. 下部は極細粒砂～塊状シルト層。中部は一部にリップルや不規則葉理が見られるシルトと細粒砂の細互層。上部は小スランプやリップルを伴うシルトと細粒砂の互層。二枚貝化石を含む。(7.0 m)

この部分はシルトと細粒砂の互層から構成され、礫層は発達してしない。したがって、Iより低エネルギーの場で堆積したものと考えられる。ただカレントリップル葉理がみられ、弱い流れがあったのは確かである。また、小スランプや葉理の乱れが認められ、重力による滑りが頻繁に起きていたものと推定される。その方向は北東への滑りであり、Iの礫層のインブリケーションと一致している。この時期、Iの礫層が斜面を形成していて、そこに堆積した砂や泥が、滑っているものと考えられる。したがって、この堆積相は、デルタ前面に相当するものとする。

III. 塊状の砂質シルトからシルト層で、二枚貝化石を含む。シルト偽礫を含む中粒砂層や極細粒砂のストリークが挟まる。(3.3 m)

塊状のシルト層は、おもに浮遊からの沈積によって形成されたものと考えられる。挟まれる偽礫を含む中粒砂層や極細粒砂は、暴風時などに浅海から高エネルギーでもたらされるものであろう。これらのことから、陸棚の堆積相と考える。

IV. 径5から6 cmの礫やシルトブロックを含む礫層と砂質シルト層。級化構造を示す。砂質シルト層に二枚貝化石を含んでいる。(3.6 m)

この礫層は、Iの礫層と同様の特徴を有し、ファンデルタの斜面末端部分に相当するものと考えられる。ただし、各単層が厚い点が異なり、より陸に近い proximal な環境下で形成されたものであろう。シルトブロックが礫層中にみられ、下位層を侵食して取り込んだものと考えられる。

V. 平行葉理をもつ砂質シルト～細粒砂層から構成される。上部に礫層を1枚挟む。(5.1 m)

Vは砂質シルト～細粒砂層で、大型化石はまったく産出しない。下位のシルトよりやや粒度が粗く、有機質の部分もあることから、環境を内湾と推定する。Kondo (1986) が指摘したように、この時期に湾入 (Embayment) が形成されたものとする。

VI. 下位層とシャープに接する薄い礫層。生物擾乱作用を受けた細粒砂層。礫、単体サンゴ、貝化石を含む淘汰不良な砂質シルト層、貝化石として *Glycymeris rotunda*、*Umbonium* sp. など浅海性のものを含んでいる。(2.5 m)

VIの基底は、下位層とシャープに接しており、VIの堆積相は淘汰が悪く生物擾乱が著しいなど、下位と堆積相が明らかに異なっている。VIは、伊藤 (1992) が示した広い意味でのコンデンスセクションと同様の特徴をもっており、海進期に特徴的な堆積相である。

VII. 下部は青灰色塊状シルトで、合弁の貝化石を含んでいる。2枚の白色軽石質テフラ Ng-21 w、up や細一中粒砂層を挟む。中部は青灰色塊状シルトで貝化石を含み、礫径6 cmの礫層がレンズ状に挟まる。白色最大径6 cmの軽石散在 Ng-4 が挟在する。上部は灰色塊状シルトで単弁の貝化石が散在し、断裂が入っている。上位の久能山層の礫層によりチャンネル状に削られている (13.8 m)。

VIIの塊状シルト層は浮遊からの沈積によって形成されたもので、陸棚の堆積相と考えられる。

シーケンス層序学の立場からみると、I からIIIが高海面期堆積体 (highstand systems tract)、VIの基底がシーケンス境界、VIとVIIが海進期堆積体 (transgressive systems tract) を構成する。

(2) 化石から読みとれる情報

図2に示した1から31のサンプルについて、種の同定を行った。また、試料乾燥重量1gあたりの有孔虫数(有孔虫数FN)と産出数全体に占める浮遊性有孔虫化石の比率(浮遊性比P/T比)を求めた。産出した有孔虫化石リストとFNおよびP/T比を表1に、有孔虫化石の垂直変化の様子を図3に示す。その結果、種構成によって、化石相①~⑦を区分できた。以下にそれぞれの化石相を記載するとともに、秋元(1989):遠州灘、井上(1986):駿河湾、Ishiwada(1964):土佐湾のデータ、および秋元・長谷川(1989)の西南日本太平洋側での上限深度帯を参考に、生息深度の推定をおこなった。

化石相① サンプル1から7まで

*Rectobolivina raphana*が優先種である。サンプル1やサンプル3のように、*R. raphana*とともに *Ammonia ketienziensis*を多産することがある。これに *Pseudorotalia gaimardii*, *Elphidium*

表1. 有孔虫化石リスト

species	sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Ammonia ketienziensis</i>		18		49		9	4				11		8			
<i>Amphicoryna scalaris sagamiense</i>		1									1			1		
<i>Bolivina alata</i>																
<i>B. robusta</i>								2								
<i>Buccella frigida</i>									2							
<i>Bulimina marginata</i>																
<i>Cibicides aknerianus</i>																
<i>C. lobatulus</i>																
<i>Elphidium advenum</i>		12						1			3					
<i>E. crispum</i>									6							
<i>Hanzawata nipponica</i>											1					
<i>Melonius parkerae</i>						2			3							
<i>Pseudononion japonicum</i>				3												
<i>Pseudorotalia gaimardii</i>		10		2				7	32		30		46	4		
<i>Rectobolivina raphana</i>		95		38		31	51	60	165		122		79	4		
<i>R. bifrons</i>																
<i>Robulus calcar</i>		1									6		1			
浮遊性種		10	1	11	2		5	3	5		11		6	4		
その他の有孔虫		51		29	1	1	12	13	56		29		55	1	1	1
総数		198	1	132	3	43	72	86	267	0	214	0	195	14	1	1
有孔虫数(FN)		8.2	0	2.6	0	0.1	1.4	1.7	21.4	0	27.4	0	25.0	0.3	0	0
浮遊性比(P/T) %		5.0		8.3		0	6.9	3.5	1.9		5.1		3.1			

species	sample No.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
<i>Ammonia ketienziensis</i>				38	30	85			1	24	8		42	42			
<i>Amphicoryna scalaris sagamiense</i>				6	5	3			1	1	12		7	12	25		
<i>Bolivina alata</i>											2			14			
<i>B. robusta</i>											1			16	10		
<i>Buccella frigida</i>				1	3				3		2		4	1	6		
<i>Bulimina marginata</i>											1			1			
<i>Cibicides aknerianus</i>				8					7		4	3	16	8	2		
<i>C. lobatulus</i>					4										1		
<i>Elphidium advenum</i>				6	4	11					2			2			
<i>E. crispum</i>				4	8						1			1	16		
<i>Hanzawata nipponica</i>				9	14									3			
<i>Melonius parkerae</i>					14					3	6			6	16		
<i>Pseudononion japonicum</i>				1		5			1	12	10						
<i>Pseudorotalia gaimardii</i>				9	3												
<i>Rectobolivina raphana</i>			2	76	67	25			1					2	2		
<i>R. bifrons</i>				1	2							3		4	18	24	
<i>Robulus calcar</i>				4	8	2		2	1	3	9			1	1		
浮遊性種		1	4	17	82	22		4	55	374	59		74	55	55		
その他の有孔虫		1		176	118	55		8	18	45	27		37	115	95		
総数		2	6	356	362	208	0	21	81	466	146	0	185	282	267	0	
有孔虫数(FN)		0	0.1	110	57.9	6.9	0	0.4	1.6	9.3	2.9	0	9.9	5.6	21.4	0	
浮遊性比(P/T) %				4.8	22.7	10.6		19.0	67.9	80.3	40.4		40.0	19.5	20.6		

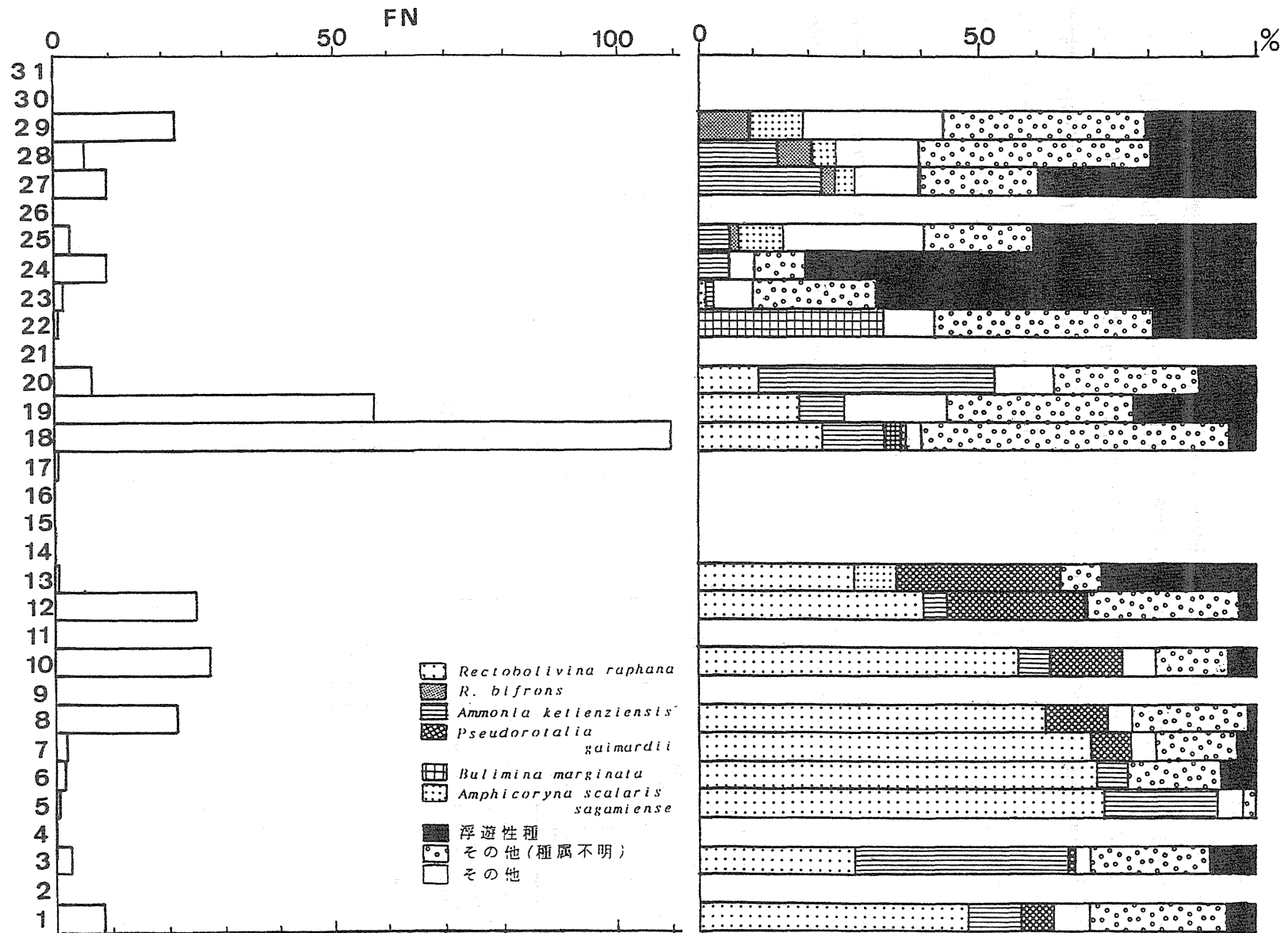


図3. 有孔虫数と種構成の変化

棒グラフ (FN) で有孔虫数の変化を, 帯グラフで種構成の変化を示す。浮遊性種の消長に注意。
 なお, 左側の数字はサンプル番号を表している。

advenum, *E. crispum* が附随して産する。FNは3以下で低い。P/T比は9以下である。

秋元・長谷川 (1989) は、有孔虫のそれぞれの種について、産出頻度が比較的高い範囲の上限を深度帯の範囲で捕らえ、上限深度帯 (SBZ) を設定している。それによれば、西南日本の太平洋での上限深度帯は、*R. raphana* が100~150 m (外部浅海)、*A. ketienziensis* が50~100 m (中部浅海) で、上限深度帯は *R. raphana* の方が深く設定されている。しかし、秋元 (1989) による遠州灘沖のデータでは、*R. raphana* が94~187 m、*A. ketienziensis* は44~196 m で、深い方の深度はほとんど同じである。また、Ishiwada (1964) の土佐湾でのデータでは、*R. raphana* は水深50~80 m で、*A. ketienziensis* は50~100 m で見いだされている。さらに、井上 (1986) の駿河湾でのデータでは、*R. raphana* 群集が御前崎沖の水深60 m、伊豆松崎沖70 m で認められ、表層性外洋水 (黒潮) に付随する群集とされている。やや浅い水深を示すこれらのデータも重視して、当時の水深を、50 から150 m 程度と推定する。

ただし *P. gaimardii*、*E. advenum*、*E. crispum* など、秋元・長谷川の上限深度帯が50 m 以浅 (上部浅海) の種も含まれており、表層性外洋水 (黒潮) の影響下にあるものの、浅海域からの流入があったと考えられる。

化石相② サンプル8から12まで

R. raphana を優先種とするが、下位と比べて *P. gaimardii* の比率が高くなっている。また *E. advenum* や *E. crispum* を共産する。有孔虫を全く産しないところもあるが、産出するところではFNは20を越える。P/T比は5以下である。

上限深度帯が50 m 以浅の *P. gaimardii* の比率が高くなり、P/T比も化石相①より下がっていることから、浅海域からの流入が激しくなったと考えられ、より浅海化したものと推定される。

化石相③ サンプル13から17まで

サンプル13から17の岩相は、泥質砂層や砂質シルト層であるが、有孔虫の産出は非常に少なく、*R. raphana*、*P. gaimardii*、*Ammphicoryna scalaris sagamiense* および浮遊性をわずかに産するのみである。

井上 (1986) によれば、有孔虫の乏しい地域として、駿河湾の富士川沖、大井川沖をあげている。しかし、そこでは砂質有孔虫が産出しており、上記のものとは異なっている。柴正博氏の談話によれば、三保沖の浅海で懸濁水が分布する地域では、有孔虫がほとんど生息していないという情報があり、このような部分に相当するのかも知れない。

化石相④ サンプル18から20まで

R. raphana と *A. ketienziensis* を多産する。種の多様性に富む。FNは非常に大きい。P/T比をみると、サンプル18では低い、サンプル19と20では10を越える。

R. raphana と *A. ketienziensis* を多産することから、化石相①と同様、当時の水深は、50 から150 m 程度と考える。またP/T比の増大は、海進の進行と外洋水の侵入を示している。このことは、こ

の部分の地層が海進期に特有の堆積相をもつことと調和的である。

一方、*P. gaimardii*、*P. japonicum*、*E. advenum*、*E. crispum* といった上限深度帯 50 m 以浅の種や、浅海性で寒帯系の *Buccella frigida* も混じり、種の多様性が極めて大きくなっている。海進期には、海面上昇に伴って下位の高海水準期堆積体の侵食がおり、大量に堆積物が流入することが知られており、これらの種の一部は、海面上昇時の侵食によってもたらされたものと考えられる。

化石相⑤ サンプル 21 から 22 まで

有孔虫が産出しない。サンプル 22 からわずかに *Bulimina marginata* などを産する。*B. marginata* は上限深度帯が 50~100 m、土佐湾では 100~280 m に知られることから、水深は 100 m を越える程度であろう。

化石相⑥ サンプル 23 から 25

A. ketienziensis、*P. japonicum*、*A. scalaris sagamiense* が比較的多いが際立った優先種はない。*R. raphana* を産しない。種構成は比較的多様性に富んでいる。FN は 10 以下だが、P/T 比は 40 を越え最大 80.3 である。

R. raphana をほとんど産出しないのが特徴である。*R. raphana* から後述の化石相⑦の *R. bifrons* への移行部にあたっているのであろう。また、化石相⑥は P/T 比が最も大きい。井上 (1986) のデータによれば、現在の駿河湾で P/T 比が 60% を越えるのは、直接黒潮が流入している伊豆西岸と石花海北堆付近である (図 1 a)。当時、海進に伴って黒潮が入りやすい海況になったものと考えられる。

化石相⑦ サンプル 26 から 31 まで

A. ketienziensis が優先種で、*A. scalaris sagamiense*、*Cibicides aknerianus*、*R. bifrons* も多産する。種構成は多様性に富んでいる。FN は比較的大きく、P/T 比もほぼ 20 以上である。

土佐湾での Ishiwada (1964) の報告では、*R. bifrons* は *R. raphana* にかわって水深 280 m 以深で現れる。また駿河湾での井上 (1986) の報告では、*R. bifrons* は *Cibicides* に伴って現れ、水深 160 m、252 m で知られている。さらに、遠州灘沖での秋元 (1989) の報告では、*R. bifrons* が 495 m で、*Cibicides aknerianus* が 187~587 m で報告されている。これらのことから水深 200 m を越える海域 (上部漸深海帯) になったものと考えられる。

一方サンプル 30 と 31 では有孔虫が産出しない。この部分は、地層中に断裂が入っているほか、すぐ上位にチャンネル状の不整合があつて久能山層と接している。このため化石の保存状態が悪いものとする。

5. まとめ

上述したように、堆積相から推定される堆積環境の変化と有孔虫化石相からわかる古水深の変化はよく対応している。また泥質の堆積物中では、堆積相からは認識できない環境の変化を有孔虫化石相からとらえることができた。2 つをまとめると、図 4 a のようになる。環境の変化は、デルタの末端

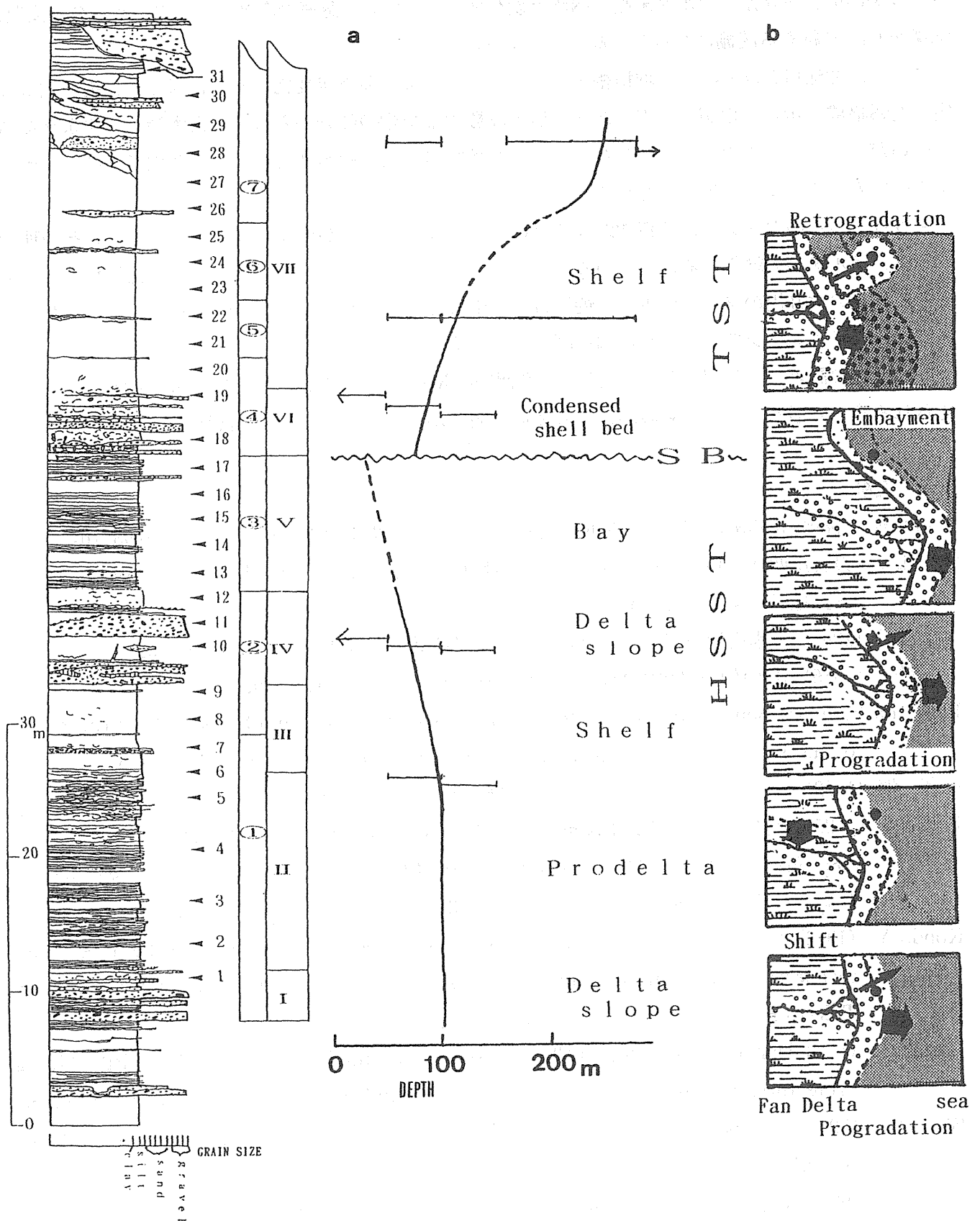


図4. 海水準変動曲線と堆積モデル

a. 化石相, 堆積相から推定される古水深変化.

b. 堆積モデル (平面図). セクションは・印の位置にあたる.

→デルタの前面→陸棚→デルタ末端→内湾と変化する。このあと急速な海進がおり、デルタは後退、水深 200 m を越える陸棚になったと推定できよう。

このなかで注目されるのは、堆積相 I から IV にかけて堆積環境が変化するのに対して、化石相は安定した種構成を示し変化がない点である。III の陸棚の堆積相の部分からは、最大水深を示すような種を見いだすことができなかつた。したがって、堆積相の変化は海水準変動による変化ではなく、チャネルの側方シフトによる現象と考える。

もうひとつこのセクションで特徴的なことは、海退期にデルタが発達しないことである。その理由として、デルタの北端部にあたっているためデルタのフォーセットが伸長せず、内湾化したものと考ええる。現在の大井川のファンデルタの焼津寄りの部分と同じような環境を想像する。このような点も考慮に入れてイメージできるモデル図を図 4 b に示す。

なお今回の調査では判明しなかつた最大海氾濫面 (MFS) はどこか、また海退期に形成されたと考えられる湾入の形態はどんなものか、この 2 点を明らかにすることが今後の課題である。

6. 文献

- 秋元和実 (1989) 遠州灘周辺海域の現世有孔虫フォーナ。論集：日本列島の有孔虫, p.93-104.
- 秋元和実・長谷川四郎 (1989) 日本近海における現世有孔虫の深度分布—古水深尺度の確立に向けて—。地質学論集, 32, p.229-240.
- 井上洋子 (1980) 日本周辺海域の現世有孔虫の生態学的研究。技研特報, 41-1, 114 p.
- 井上洋子 (1986) 駿河湾堆積物中の有孔虫群集。海洋科学, 18, p.564-569.
- Ishiwada Y. (1964) Benthonic Foraminifera off Pacific Coast of Japan referred of Biostratigraphy of the Kazusa group. Report, Geological Survey of Japan, No.205, p.1-45.
- 伊藤 慎 (1992) コンデンスセクション。堆積学研究会報, 36, p.1-4.
- 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, 91, p.121-140.
- 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的分布。静岡大学地球科学研究報告, 12, p.239-243.
- Kondo Y. (1986) Shallow marine Gravelly Deltas and Associated Faunas from the upper Pleistocene Negoya Formation Shizuoka, Japan. Journal of the Faculty of Science, Univ. Tokyo, Sec. II, Vol.21, No.3, p.169-190.
- Matoba Y. (1970) Distribution of Recent Shallow Water Foraminifera of Matsushima Bay, Miyagi Prefecture, Northeast Japan. Sci. Report Tohoku Univ., 2nd ser. (Geol.), Vol.42, p.1-85.
- 佐藤弘幸 (1991) 有度丘陵に分布する中, 上部更新統のテフラと層序。研究紀要 (静岡理工科大学), 3, p.1-22.
- 柴 正博 (1991) 南部フォッサマグナ地域南西部の地質構造—静岡県清水市および庵原郡地域の地質—。地団研専報, 40, 98 p.
- 柴 正博・根元謙次・駿河湾団体研究グループ・有度丘陵沖調査グループ (1990) 駿河湾西部, 有度丘陵および沖合の地質構造。東海大学紀要海洋学部, 30, p.47-65.