

藤沢市天岳院産ナウマンゾウ化石産地における 化石包含層の珪藻化石分析

Fossil Diatoms from the Bed of *Palaeoloxodon naumani* Found from Tengakuin, Fujisawa City,
Kanagawa Prefecture, Japan

増淵和夫*・松島義章**

Kazuo MASUBUCHI* and Yoshiaki MATSUSHIMA**

Keywords: fossil diatom, Tengakuin, *Palaeoloxodon naumanni*, Late Pleistocene, paleoenvironment

はじめに

神奈川県藤沢市渡内天岳院下から、1975年にナウマンゾウなどの化石が発見された。これらの標本については、その後二度の発掘調査が行われ、それぞれ報告が行われてきた。最初の発掘では大型の哺乳類（ナウマンゾウ、シカ類）、鳥類、カメ類の化石が発掘・報告（高橋・野苺家, 1980）され、二度目の発掘では哺乳類（ナウマンゾウ、サル類）のほか、軟体動物、大型植物、花粉の化石なども採集された（長谷川ほか, 1982）。また、二度目の発掘でも淡水性と考えられるカメ類の化石も産出した。これらの発掘に伴う報告では長谷川ほか（1982）が、軟体動物と植物の化石を中心とした古環境に関する議論を行った。

沼沢を含む水域の古環境を明らかにする方法としては、珪藻化石の分析も有効である。これまで、本地点での珪藻化石の分析は行われていないことから、本報告は神奈川県藤沢市渡内天岳院下のナウマンゾウの化石産地において、ナウマンゾウ化石及びカメ化石、貝化石を包含するシルトブロック中の珪藻化石分析を行い、古環境を推定する。

調査地点付近の地質

1. 藤沢市渡内天岳院下の地質

藤沢市渡内天岳院下は、J R 東海道本線藤沢駅から東北方向へ約 1.5 km 離れた地点にあたる。この付近は地形図（図 1）から明らかなように海拔 50～60 m の洪積台地とそれを浸食してきた海拔 10 m 前後の沖積低地とから成り立っている。この洪積台地は、約 12～13 万年前に形成された中位段丘で、平坦面が狭く、下末吉面とされている。

渡内天岳院下のナウマンゾウ化石が産出した露頭は、天岳院の背後の台地と、天岳院下の住宅地との間に走る道路東側の崖である（高橋・野苺家, 1980; 長谷川ほか, 1982）。この露頭は藤沢市の都市計画に基づく宅地造成と道路の拡幅工事に伴い出現したもので、その露頭幅が約 60 m、崖の高さが 10 m 余りある。露頭の中程には明瞭な不整合(A-B)が認められ（図 2）、この不整合を境に地層は上下二分される。そして下位の地層（図中 N）が更新世中期の長沼層相当層に、上位の地層（図中 S）が更新世後期の下末吉相当層に、それぞれ介在する広域テ

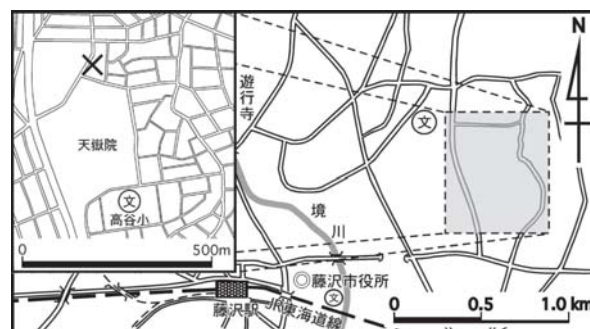


図 1. 天岳院下ゾウ化石産地点（×印）。

* 増淵和夫 (Kazuo Masubuchi)
川崎市立日本民家園
〒214-0032 神奈川県川崎市多摩区栢形 7-1-1
Japan Open-Air Folk House Museum
7-1-1 Masugata, Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa 214-0032,
JAPAN
88minka@citykawasaki.jp

** 松島義章 (Yoshiaki Matsushima)
神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, JAPAN

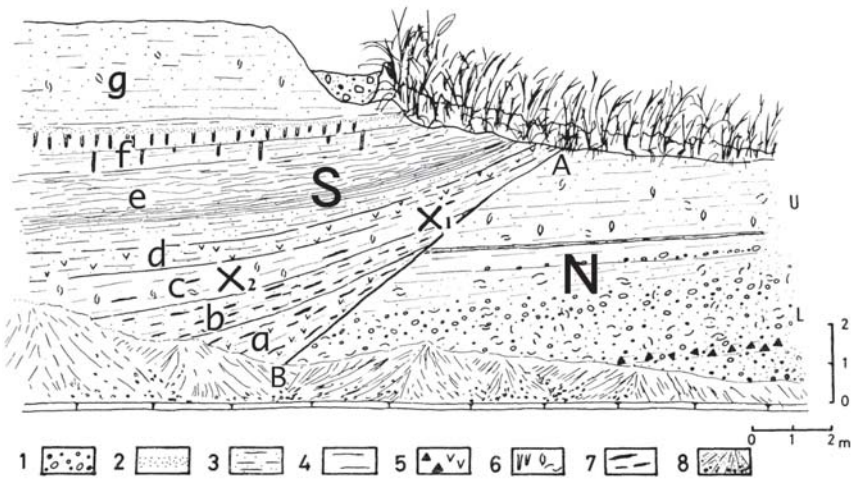


図2：天岳院下ゾウ化石産地点の露頭スケッチ。長谷川ほか(1982)を修正。
×：ゾウ化石産出層準、N：長沼層、S：下末吉層相当層、A-B：長沼層と下末吉層相当層との不整合面、1：砂礫；2：細礫；3：砂質シルト；4：泥；5：スコリア・軽石；6：生痕・貝殻；7：植物片；8：崖錐。

フラから対比されている。

2. ナウマンゾウ化石を産出した下末吉層相当層

不整合面より上位の地層(S)は、この露頭では上方が削り取られているため上限を確認することができないが、厚さ10 m以上になる。層相は下位の長沼相当層(N)と比較して、かなり細粒で軟らかい砂質シルトあるいはシルトからなり、しかも変化に富む。この露頭では本層は、下位から上位に向かってa～g層の7層に細分される。各層の特徴は次のようになる。

a層：厚さ2.6 m、茶褐色砂質シルトで炭化した植物片と軽石粒を含む。b層：厚さ1.2 m、褐色～茶褐色を帯びた泥炭質シルト。c層：厚さ1 m、暗青灰色泥、淡水性貝類と植物片、昆虫およびゾウ、カメなど脊椎動物化石を含む。d層：厚さ1.3 m、軽石粒を含む砂質シルト。e層：厚さ1.5 m、葉理の発達する細粒砂泥互層。f層：厚さ1.5 m、青灰色砂質泥で甲殻類によるとと思われるサンドパイプ状の生痕化石を含む。g層：厚さ2.6 m以上、青灰色砂質シルト、両殻そろったオオノガイ *Mya arenaria oonogai*、シラトリガイ属の一種 *Macoma* sp.、サクラガイ属の一種 *Tellina* sp. などの貝類がわずかに点在する。それらは、いずれも現地性堆積を示し、湾奥干潟の環境を示唆する。

細分されたa層からg層までの特徴とその層相変化、各層に含まれる貝類、植物、ゾウやカメなど脊椎動物化石の生態的特徴から見て、a層からe層までは沼沢性堆積層であり、f・g層は生痕化石と貝類化石からおぼれ谷型の内湾を埋積する海進初期の堆積層と判断される。

さらに、g層中より確認されたTAu-12テフラは大磯丘陵の吉沢層や横浜市戸塚付近の下末吉層に介在する鍵層であることで知られる(町田ほか, 1974)。したがって、g層は吉沢層や下末吉層と同時期に形成された海成層である。g層より下にあるa～f層は、それよりすぐ以前に堆積した下末吉海進に伴う地層であると推定できる。

珪藻化石

1. 珪藻化石の採集層準

今回分析したサンプルは、残念ながら発掘時に細かい層準の記録をしながら得たものではない。発掘後収蔵さ

れていた標本より、採集可能だったナウマンゾウの大腿骨骨体の中に残されていた泥(サンプル名：ゾウ化石ブロック)、カメ類化石が含まれていた泥(サンプル名：カメ化石ブロック)、淡水性貝類化石が含まれていた泥(サンプル名：淡水貝ブロック)である。そのため、これら3点の泥の層位は前記の層のうち、ナウマンゾウほかの脊椎動物化石が産出したc層にあたる。

2. 珪藻化石分析の方法

珪藻化石は、光学顕微鏡(1,000倍)下で、メカニカルステージを用い直線視野法により(重複することなくランダムに)、種の同定・計数を行った。種の同定は、1枚のプレパラートにつき、珪藻殻が200殻に達するまで行い、各タクサの産出数を計数した。試料から珪藻化石を抽出し、顕微鏡観察用のプレパラートに封入するまでの処理過程は以下の通りである。

- ①試料を約0.4 g、100℃で48時間乾燥後、秤量する。
- ②試料をビーカー(200 cc)に移し、過酸化水素水(15%) 30～40 ccを加えて加熱して、有機物の分解と試料の分散・洗浄を行う。
- ③過酸化水素水の反応が終わった後、1規定の塩酸を加え煮沸し、カルシウム分を除去後、濾過水をビーカーいっぱいに加え、半日程度放置する。
- ④一旦上澄み液を捨て、その後再び濾過水を加え、攪拌後、傾斜沈澱法で砂画分を除去する。さらに、同様の操作を3回以上繰り返す。
- ⑤上澄み液を捨てた後、残った試料をトールビーカーに移す。トールビーカーを攪拌後、沈降粒子に関するストークの法則に基づき、室温とビーカー容量から産出された時間放置し、傾斜法で粘土分を除去する。上記の操作を、粘土画分が除去されるまで繰り返す。
- ⑥適当な濃度に希釈した珪藻懸濁液をマイクロピペットで正確に0.5 mlとり、22×22 mmのカバーガラスに滴下し、マウントメデイア(和光純薬製)で封入、永久プレパラートとする。

珪藻化石の同定及び生態に関する情報は、主としてHustedt (1930a,b)、Foged (1978)、Cleve-Euler (1951～1955)、Jakob John (1983)、Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a,b)、小杉(1988, 1989)、安藤(1990)、伊

表1. 珪藻化石から推定される古環境.

	ゾウ化石 ブロック	カメ化石 ブロック	淡水貝 ブロック
F: 淡水生種群	65.5%	47.7%	64.6%
B-F: 汽水生種群～淡水生種群	24.5%	10.7%	5.8%
B: 汽水生種群	10.0%	9.5%	10.7%
B-M: 汽水生種群～海水生種群	0.0%	31.7%	14.8%
F-M: 淡水生種群～海水生種群	0.0%	0.0%	0.7%
M: 海水生種群	0.0%	0.4%	3.4%
total	100.0%	100.0%	100.0%

藤・堀内(1991)、Asai(1995)、Asai and Watanabe(1995)などによった。珪藻化石分析の結果は、出現した珪藻を海水生、海水生～汽水生、汽水生、淡水生～海水生、汽水生～淡水生、淡水生の6つの生態区分に類別表示し、その出現状況を相対出現率で示す。

結 果

1) [ゾウ化石ブロック]

40 タクサが産出した。珪藻殻の保存度は、他の2サンプルを含め、定量化しなかったが良好である。淡水生種群が全体に占める割合は65.5%、淡水生～汽水生種群の割合は24.5%、汽水生種群は10.0%である。

優占して出現するのは、淡水生種では、陸生珪藻としても出現する *Amphora norumanii* が6.5%、清水性の *Cymbella affinis* が7.5%、*Cymbella silesiaca* が5.0%、淡水～汽水生種では *Navicula erifuga* が19.5%、汽水生種では *Navicula phyllepta* が6.0% である。

2) [カメ化石ブロック]

35 タクサが出現した。淡水生種群が全体に占める割合は47.7%、淡水生～汽水生種群の割合は10.7%、汽水生種群は9.5%、汽水生～海水生種群は31.7%であり、汽水生種群と汽水生～海水生種群、海水生種群を合わせると40.6%となり、淡水生種群の全体に占める割合より若干少ない程度である。

優占して出現するのは、淡水生種では *Cymbella affinis* 23.7%、淡水～汽水生種では *Navicula erifuga* 8.8% 汽水生種では *Thalassiosira bramastrae* 8.4%、汽水生～海水生種では小杉(1988)の海水泥質干潟指標種群である *Diploneis smithi* が29.4% である。0.4%と低率であるが、海水泥質干潟指標種群(小杉,1988)の *Nitzschia guranulata* も出現する。

3) [淡水貝ブロック]

淡水生種群が全体に占める割合は64.6%、淡水生～汽水生種群の割合は5.8%、汽水生種群は10.7%、汽水生～海水生種群は14.8% である。汽水生種群、汽水生～海水生種群、海水生種群を合わせると29.6%となる。

優占して出現するのは、淡水生種では *Cymbella affinis* 22.0%、広布性の *Synedra ulna* 2.0%、汽水生～海水生種では *Diploneis smithi* 14.1% である。*Nitzschia guranulata* の出現は3.4% である。

考 察

本報告の3サンプルの珪藻化石群集は、いずれも生息

域が異なる淡水生種群から海水生種群までを含む異地性混合群集からなる。小杉(1986)は、現東京湾東岸の小櫃川河口干潟における現世珪藻遺骸の運搬・堆積パターンについて、海水が遡上する範囲内であれば、海域に生息地をもつ遺骸が運搬され、堆積することなどを明らかにした。

本報告の3サンプルは、淡水生種群及び淡水生～汽水生種群の全体に占める割合が、いずれも60%以上を占める。海生種として出現するのは、干潟や砂浜などに生息する *Nitzschia guranulata* の1種のみであり、外洋性種はもちろん内湾部に生息する種の出現もみられない。その他非淡水生種としては、海岸部に生息する汽水生種や汽水生～海水生種の出現がみられる。以上から、本報告の3サンプルの古環境は、淡水の影響の強い河川下流河口部付近の湿地や塩沼湿地的環境と推定される。

淡水生種群が全体に占める割合が、最も高いのは[ゾウ化石ブロック]であり、次いで[淡水貝ブロック]である。[ゾウ化石ブロック]は *Navicula phyllepta* を除くと、優占種として出現する汽水生種や海水生種はみられない。陸生珪藻としても出現する *Amphora noramanii* の優占がみられることから、[ゾウ化石ブロック]は淡水の支配的な浅い湿地的環境に堆積したものと推定される。

本報告のサンプルは、c層からのものであるが、その層準は不明であり、互いの層準が同一か異にするかも不明である。3サンプルの珪藻化石群集の構成は、互いに異なることから、あえてそれらの群集構成から、堆積環境を推定すると以下ようになる。「ゾウ化石ブロック」は、淡水性種群、淡水生～汽水性種群の全体に含める割合が、90%と高いことから河川河口部の塩水朔上上限域での堆積が推定される。[カメ化石ブロック]は、*Cymbella affinis* が高率で優占するとともに、*Diploneis smithi* が *Thalassiosira bramastrae* を伴って高率で優占することから、淡水と汽水の入り混じる河川河口下流部の塩沼湿地的環境での堆積が推定される。

[淡水貝ブロック]は、上記2サンプルの中間的領域で堆積したものと推定される。

珪藻化石と他の化石から見たc層の古環境

長谷川ほか(1982)では、ゾウ化石と一緒に産出した軟体動物化石として、淡水性貝類のマシジミ *Corbicula leana*、カラスガイ *Cristaria plicata*、イシガイ属の一種 *Unio* sp.などが報告された。その貝類は両殻がそろっていて現地性を示し、中でも大型のマシジミが多く見られた。大型植物化石では大量の材、葉片や種子などの化石が含まれ、その種類はフジ、ヤチダモ、エゴノキ、ハクウンボク、ミズキ、ハウジングルミなど10数種類におよんでいる。さらにゾウの骨化石に付いていたシルトには多数の花粉の化石が含まれていた。主な種類はスギ属、サワグルミ属、ハンノキ属、ニレ属、ヤチモダ属などである。以上の資料と産状から、その堆積場は丘陵地を開析して形成された溪谷の中に、清水の湧き出す沼沢と推察される。これは珪藻化石サンプルの[ゾウ化石ブロック]の結果と整合的に考えられる。

また、気候的には、ゾウ化石産出層準(c層)では花

表 2 . 珪藻化石産出表.

種 名	生 態							ゾウ化石 ブロック	カメ化石 ブロック	淡水貝 ブロック	ゾウ化石 ブロック	カメ化石 ブロック	淡水貝 ブロック
	塩分	pH	流水	生息域	生活	河口区分	環境指標						
<i>Achnanthes dau</i>	F							6			3.0%	0.0%	0.0%
<i>Achnanthes exigua</i> var. <i>elliptica</i>	F							5			2.5%	0.0%	0.0%
<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>rostrata</i>	F							1			0.5%	0.0%	0.0%
<i>Amphora noramanii</i>	F	ind	ind				RB	13	1	2	6.5%	0.4%	0.7%
<i>Aulacoseira italica</i>	F									2	0.0%	0.0%	0.7%
<i>Caloneis bacillum</i>	F	al-il	l-ph		epiphytic			1			0.5%	0.0%	0.0%
<i>Caloneis silicula</i>	F	al-il						5	1		2.5%	0.4%	0.0%
<i>Cocconeis placentula</i>	F						R, U		4	4	0.0%	1.5%	1.4%
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	F	al-il	r-ph				T			2	0.0%	0.0%	0.7%
<i>Cymbella affinis</i>	F						T	15	62	64	7.5%	23.7%	22.0%
<i>Cymbella cisutula</i>	F	al-il	l-ph				O, T	5	2	4	2.5%	0.8%	1.4%
<i>Cymbella gracilis</i>	F	al-il					T		1		0.0%	0.4%	0.0%
<i>Cymbella minuta</i>	F	ind	r-ph				K, T	8	1		4.0%	0.4%	0.0%
<i>Cymbella naviculiformis</i>	F	ind	ind		epiphytic		O			2	0.0%	0.0%	0.7%
<i>Cymbella silesiaca</i>	F	ind	ind				T	10	1		5.0%	0.4%	0.0%
<i>Cymbella sinuata</i>	F	ind	r-ph				K, T	1		2	0.5%	0.0%	0.7%
<i>Cymbella turgidula</i>	F	al-il	r-ph				K, T		1	5	0.0%	0.4%	1.7%
<i>Diploneis elliptica</i>	F	al-il	l-ph				RA, T	1	3		0.5%	1.1%	0.0%
<i>Eunotia monodon</i>	F							1			0.5%	0.0%	0.0%
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i>	F								11		0.0%	4.2%	0.0%
<i>Fragilaria leptostauron</i> var. <i>leptostauron</i>	F								1		0.0%	0.4%	0.0%
<i>Fragilaria rumpens</i>	F							3	1		1.5%	0.4%	0.0%
<i>Frustulia rhomboides</i>	F	al-il	l-ph				P	1			0.5%	0.0%	0.0%
<i>Gomphonema acuminatum</i>	F	ind	l-ph			u	O			4	0.0%	0.0%	1.4%
<i>Gomphonema affine</i>	F	al-il	ind					1			0.5%	0.0%	0.0%
<i>Gomphonema augur</i>	F	ind	ind					6	1		3.0%	0.4%	0.0%
<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i>	F							8	1		4.0%	0.4%	0.0%
<i>Gomphonema clevei</i>	F	al-bl	r-ph				T	2		2	1.0%	0.0%	0.7%
<i>Gomphonema gracile</i>	F	al-il	l-ph				O, U	1			0.5%	0.0%	0.0%
<i>Gomphonema parvulum</i>	F	unk	l-bi	standing water	epiphytic			9			4.5%	0.0%	0.0%
<i>Gomphonema truncatum</i>	F	ind	l-ph				T		5	6	0.0%	1.9%	2.1%
<i>Gyrosigma scalprides</i>	F	al-il	r-ph	水溜り~湖				2	4	37	1.0%	1.5%	12.7%
<i>Luticola paramutica</i>	F								3		0.0%	1.1%	0.0%
<i>Melosira valians</i>	F	al-bl	r-ph				K, U	1			0.5%	0.0%	0.0%
<i>Meridion circulare</i> var. <i>constricta</i>	F						K			2	0.0%	0.0%	0.7%

<i>Navicula cryptocephala</i>	F	al-il	ind		periphytic	u	U		2	4	0.0%	0.8%	1.4%
<i>Navicula pupula</i>	F	ind	ind				R, U	2			1.0%	0.0%	0.0%
<i>Navicula rhynchocephala</i>	F								6		0.0%	2.3%	0.0%
<i>Nitzschia calida</i>	F							2			1.0%	0.0%	0.0%
<i>Nitzschia constricta</i>	F							4			2.0%	0.0%	0.0%
<i>Nitzschia sublinearis</i>	F							1			0.5%	0.0%	0.0%
<i>Nitzschia terrestris</i>	F						R	1			0.5%	0.0%	0.0%
<i>Orthosira roseana</i>	F	ind	ind				RA			2	0.0%	0.0%	0.7%
<i>Pinnularia appendiculata</i>	F									2	0.0%	0.0%	0.7%
<i>Pinnularia borealis</i>	F	ind	ind				RA		1	2	0.0%	0.4%	0.7%
<i>Pinnularia gibba</i> var. <i>linearis</i>	F	al-il	ind					2			1.0%	0.0%	0.0%
<i>Pinnularia microstauron</i>	F	ind	ind				S	2	4	5	1.0%	1.5%	1.7%
<i>Pinnularia similis</i>	F							2			1.0%	0.0%	0.0%
<i>Rhopalodia gibba</i>	F	al-bi	ind		epiphytic		K, T		2		0.0%	0.8%	0.0%
<i>Stauroneis phoenicentron</i>	F	ind	I-ph				O	1			0.5%	0.0%	0.0%
<i>Synedra ulna</i>	F	ind	ind		epiphytic & planctonic	u	R, U	8	6	35	4.0%	2.3%	12.0%
<i>Cyclitella meneghiniana</i>	B-F	al-il			planctonic	U reaches			1		0.0%	0.4%	0.0%
<i>Fragilaria fasciculata</i>	B-F				epiphytic				3	4	0.0%	1.1%	1.4%
<i>Gyrosigma batlicam</i>	B-F								1	4	0.0%	0.4%	1.4%
<i>Navicula erifuga</i>	B-F							39	23		19.5%	8.8%	0.0%
<i>Navicula mutica</i>	B-F	al-il	ind		benthic & periphytic	u	RA, S	1		3	0.5%	0.0%	1.0%
<i>Nitzschia furusutulum</i>	B-F	ind	ind	estuaries, muddy shores	epiphytic			6			3.0%	0.0%	0.0%
<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>levidensis</i>	B-F				coasts	u		1			0.5%	0.0%	0.0%
<i>Nitzschia tryblionella</i>	B-F				periphytic & benthic	u		2		6	1.0%	0.0%	2.1%
<i>Navicula clementis</i>	B			coasts				8	2	11	4.0%	0.8%	3.8%
<i>Navicula phyllepta</i>	B			coasts				12			6.0%	0.0%	0.0%
<i>Navicula salinarum</i>	B			coasts	periphytic & planctonic	u				2	0.0%	0.0%	0.7%
<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>salinarum</i>	B								1		0.0%	0.4%	0.0%
<i>Thalassiosira bramastrae</i>	B								22	18	0.0%	8.4%	6.2%
<i>Diploneis smithi</i>	B-M								77	41	0.0%	29.4%	14.1%
<i>Navicula crucicula</i> var. <i>crucicula</i>	B-M								4		0.0%	1.5%	0.0%
<i>Nitzschia hungarica</i>	B-M			coasts	benthic & epiphytic	u			2		0.0%	0.8%	0.0%
<i>Diploneis interrupta</i>	B-M	al-il		sandy beaches						2	0.0%	0.0%	0.7%
<i>Nitzschia furusutulum</i> var. <i>blenheimiana</i>	F-M									2	0.0%	0.0%	0.7%
<i>Nitzschia granulata</i>	M			sandy shores	benthic	I			1	10	0.0%	0.4%	3.4%
total								200	262	291			

凡 例

【塩分に対する適応性】 M: 海水生種, F-M: 淡水生種 - 海水生種, B-M: 海水生種 - 汽水生種, B: 汽水生種, B-F: 汽水生種 - 淡水生種, F: 淡水生種

【pH: 水素イオン濃度に対する適応性】 al-bi: 真性アルカリ性種, al-il: 好アルカリ性種, ind: pH 不定性種, ac-il: 好酸性種, ac-bi: 真酸性種, unk: pH 不明種

【C.R: 流水に対する適応性】 I-bi: 真止水性種, I-ph: 好止水性種, ind: 流水不定性種, r-ph: 好流水性種, r-bi: 真流水性種, unk: 流水不明種

【河口区分】 I: 下流, m: 中流, u: 上流

【環境指標】 J: 上流性河川性種, K: 中 - 流性河川性種, L: 最下流性河川性種, M: 湖沼浮遊性種, N: 湖沼沼沢湿地性種, O: 沼沢湿地性種, P: 高層湿原性種, R: 陸生種,

T: 清水性種, S: 汚濁性種, U: 広布性種

粉のスギ属、サワグルミ属、ハンノキ属、ニレ属、ヤチダモ属の多産、エゴノキの実やフジの葉の多産から、溪畔等の植生を反映していると考えられる。気候としては、常緑広葉樹種が、花粉の常緑カシ属の1.2%の他は大型化石の方でも見られないといった全体の構成から考えて、冷温帯下部から暖温帯に属する。現在の相模湾沿岸地域より冷涼で、例えば丹沢山地山麓部の気候を示す。しかし、今回明らかになった程度の構成種からは植物相として比較できない。その堆積場は、保存状態から考えるとあまり遠くより流されて堆積したものではなく、むしろ近くの後背湿地性のものが多いといえよう(長谷川ほか, 1982)。

長谷川ほか(1982)の結果と珪藻化石の解析結果を合わせて考えると、丘陵地を開析して形成された溪谷の清水の湧き出す沼沢地だったところが、海進によって、淡水の影響の強い河川下流河口部付近の湿地や塩沼湿地的環境へと変化したと推定される。

引用文献

- 安藤一男, 1990. 淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境復元への応用. 東北地理, **42**: 73-88.
- Asai, Kazumi, 1995. Statistic classification of ephilitic diatom species into three ecological groups relating to organic water pollution (1). Method with coexistence index. *Diatom*, **10**: 13-34.
- Asai, Kazumi, & T. Watanabe, 1995. Statistic classification of ephilitic diatom species into three ecological groups relating to organic water pollution (2) Saprophilous and Saproxenous taxa. *Diatom*, **10**: 35-47.
- Cleve-Euler, A., 1952-1955. Diem diatomeen von Schweden und Finnland. V. K. Sv. Vet. Akad. Handl. 4Ser. Bd. 3-5, No. 3-5: 153pp, 254pp, 232pp, 46, 41, 50, Tafeln.
- Foged, Niels, 1978. Diatoms in Eastern Australia. *Bibliotheca Phycologica*, **41**: 243pp.
- 長谷川善和・松島義章・尾崎公彦, 1982. 藤沢天岳院下産の象化石と古環境. 横浜国大(教)特研論集, (2): 19-41.
- Hustedt, F., 1930a. Die Kieselalgen, L. Rabenhorsts Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 920pp. Leipzig.
- Hustedt, F., 1930b. Bacillariophyta (Diatomeae) A. Pacchers Süsswasser-Flora Mitteleuropas Heft 10, Jena.
- 伊藤良永・堀内誠示, 1991. 陸生珪藻の現在に於ける分布と古環境解析への応用. 珪藻学会誌, **6**: 23-45.
- Jakob John, 1983. The diatom flora of Swan River estuary, 354pp. Western Australia.
- 小杉正人, 1986. 現世干潟における珪藻遺骸の運搬・堆積パターン - 小櫃川下流域の場合 -. 地理学評論, **59**(1): 37-50.
- 小杉正人, 1988. 珪藻の環境指標種群の設定と古環境復元への応用. 第四紀研究, **27**(1): 1-20.
- 小杉正人, 1989. 珪藻化石群集による古奥東京湾の塩分濃度の推定. 第四紀研究, **28**(1): 19-26.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1986. Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/1, Bacillariophyceae Teil; Naviculaceae, 876pp. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1988. Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/2, Bacillariophyceae Teil; Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae, 596pp. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1991a. Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/3 Bacillariophyceae Teil; Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, Acnanthaceae, 576pp. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1991b. Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/4, Bacillariophyceae Teil; Achnanteaceae, Kritische Ergänzung zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, 576pp. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- 町田 洋・新井房夫・村田明美・袴田和夫, 1974. 南関東における第四紀中期のテフラの対比とそれに基づく編年. 地学雑誌, **83**: 302-338.
- 高橋啓一・野苺家宏, 1980. 藤沢天岳院下より産出した脊椎動物化石(予報). 地質学雑誌, **86**: 455-459.

(受付: 2004 年 1 月 7 日; 受理: 2004 年 1 月 15 日.)