

兵庫県西宮市仁川における大阪層群の珪藻分析

田中俊雄¹⁾・佐藤裕司^{2)*}・加藤茂弘³⁾・半田久美子³⁾

Diatom analysis of the Osaka Group at Nigawa, Nishinomiya, Hyogo Prefecture, western Japan

Toshio TANAKA¹⁾, Hiroshi SATO^{2)*}, Shigehiro KATO²⁾ and Kumiko HANDA³⁾

要 旨

西宮市仁川の標高 120–155m に分布する大阪層群の露頭を調査し、露頭から採取した堆積物の珪藻分析をもとに堆積環境を推定した。仁川緑地内の標高 120–130m の地点 (St.1) では、珪藻化石群集は *Aulacoseira* 属、*Actinocyclus normanii*、*Stephanodiscus* 属などの淡水プランクトン性の珪藻が優占し、堆積環境は湖沼と推定された。一方、標高 150m 前後に位置する露頭 (St.2) では、海水生珪藻が優占した。St.2 の地層下部では、海水藻場指標種の *Cocconeis scutellum* が優占し、海水生の *Tryblionella lanceola* や汽水生の *Rhopalodia gibberula* が出現した。St.2 の地層上部では、海水泥質干潟指標種の *Giffenia cocconeiformis* と *Tryblionella granulata* のほか、内湾指標種の *Cyclotella striata* と *C. stylorum* が増加した。このような種構成から、本地点の堆積環境は内湾で、下部と上部で藻場の有無などの環境変化があったと推定された。

キーワード：珪藻化石群集、西宮市仁川、大阪層群、堆積環境。

はじめに

兵庫県阪神地域では、丘陵や台地には大阪層群および段丘堆積層、低地には沖積層といった、約 260 万年前から現在までに堆積した第四系が分布する (林・市原, 1993)。これらの第四系分布地域の中で、西宮市仁川区周辺は地学巡検のコース例として紹介され (地学団体研究会大阪支部兵庫教師グループ編, 1994)、現在も大阪層群の露頭を観察できる貴重な場所である。ここでは、海底で堆積した粘土層の存在が知られ、それは約 100

万年前の間氷期の海進を示す海成粘土 (Ma1 層) に対比されている (藤田・笠間, 1975; 林・市原, 1993)。この海成粘土層の珪藻分析結果から海水生の珪藻化石が含まれることが報告されているが (地学団体研究会大阪支部兵庫教師グループ編, 1994; 佐藤, 2005)、化石群集の種構成や地層の堆積環境などの詳細については報告がない。

そこで本報告では、仁川地区の大阪層群の露頭から採取した堆積物の珪藻分析を行い、珪藻化石群集を明らかにし、その種構成をもとに堆積環境の推定を試みた。

¹⁾ 兵庫県立尼崎小田高等学校 〒660-0802 兵庫県尼崎市長洲中通 2 丁目 17-46 Amagasaki-Oda Senior High School, Hyogo Prefecture; Nagasunakadori 2-17-46, Amagasaki, 660-0802 Japan

²⁾ 兵庫県立大学自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目 Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan

* 併任：兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境評価研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目 Division of Natural History, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan

³⁾ 兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境評価研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 丁目 Division of Natural History, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan

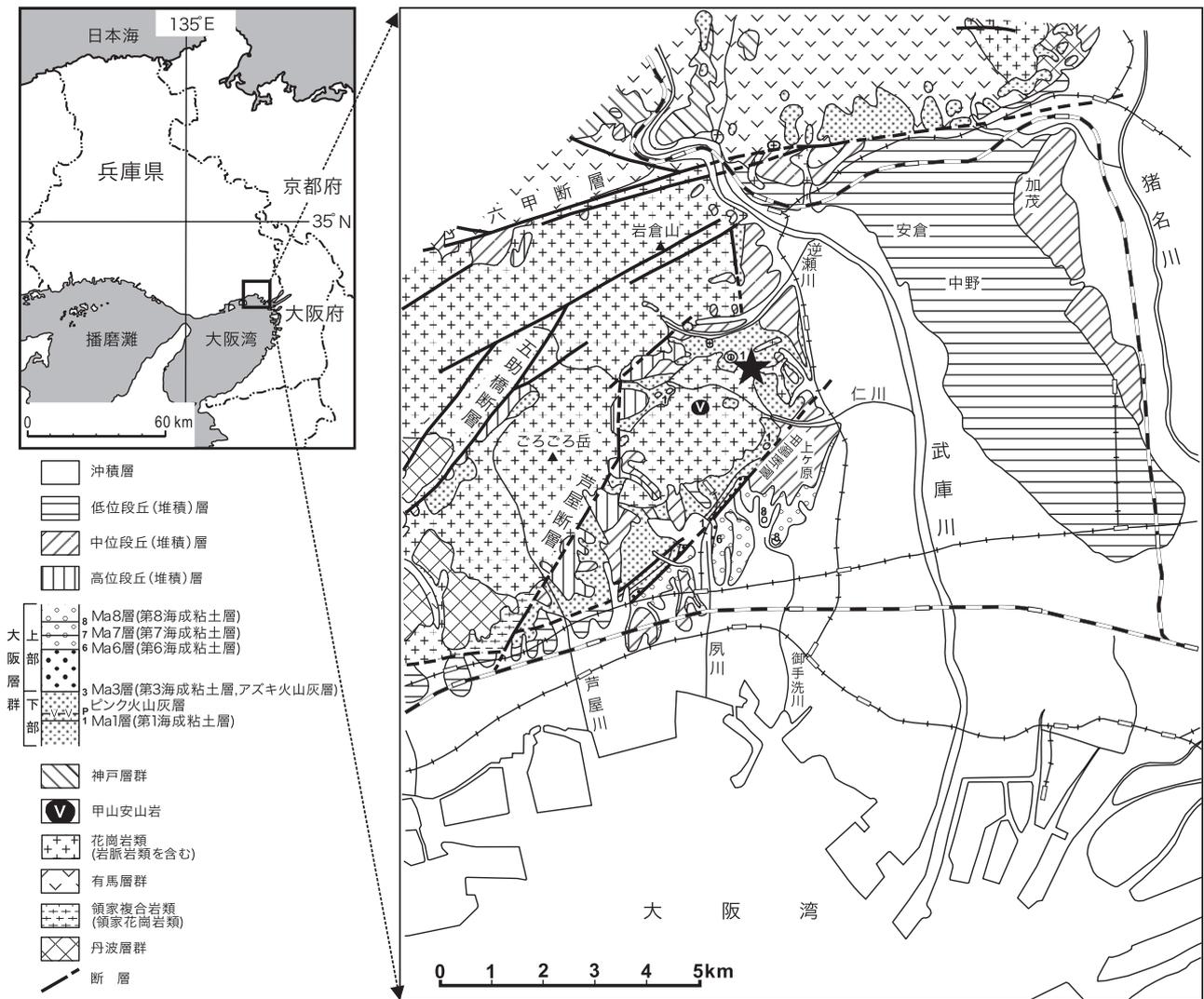


図1 兵庫県西宮市仁川周辺の地質図と調査地点(★)。地質図は林・市原(1993)を改変。

露頭と試料の採取

西宮市仁川地区は六甲山系の東縁に位置し、甲山安山岩や花崗岩類のほか大阪層群および段丘堆積層が分布する(図1)。これら第四系の露頭の位置と分布を確認した後に、2013年5月1日の調査で、西宮市仁川緑地(阪急仁川自然植物園跡地)内の地点(St.1)と、阪急仁川テニスクラブ近くの道路沿いの地点(St.2)の露頭(図2A)から、それぞれ堆積物2試料と8試料を採取した。2014年4月22日には、両地点の標高差を調べるため水準測量を行った。測量では、仁川緑地入口付近の道路の標高を国土地理院発行1万分の1地形図「甲山」から読み取り、緑地の入口前にある岩石の上面を標高140mの仮基準点とした(図2B, C)。露頭観察と水準測量にもとづいて作成した2地点の各露頭の地質柱状図を、図3に示す。図3には、各地点内の露頭間の相互距離も示した。以下に、各地点に露出する地層の層相

と試料の採取層準を述べる。

St.1(仁川緑地内北部の露頭)

この露頭は、西宮市仁川緑地内の入口から散策路を下り、小河川を渡った対岸の小径沿いで観察される(図2A, 図3)。下位の露頭断面(St.1A)では、地層は下位から順に、植物片を含む灰色粘土層、シルト質粘土層、シルト層、および砂礫層からなる(図4のSt.1A)。

2013年1月19日の調査時に、シルト質粘土層から植物化石が見出された(図4の植物化石)。上位の露頭断面(St.1B)はSt.1Aを西北西方向に追うことにより観察される。St.1Aと1Bは約30m離れているが、2点間の層理面はほぼ水平であった。St.1Bの地層は灰褐色シルト質粘土層と細砂層からなる。細砂層の下部には、酸化鉄が集積した赤褐色で盤状の風化生成物が見られる(図4のSt.1B)。

ここでは、St.1Aの灰色粘土層の上限付近から1試

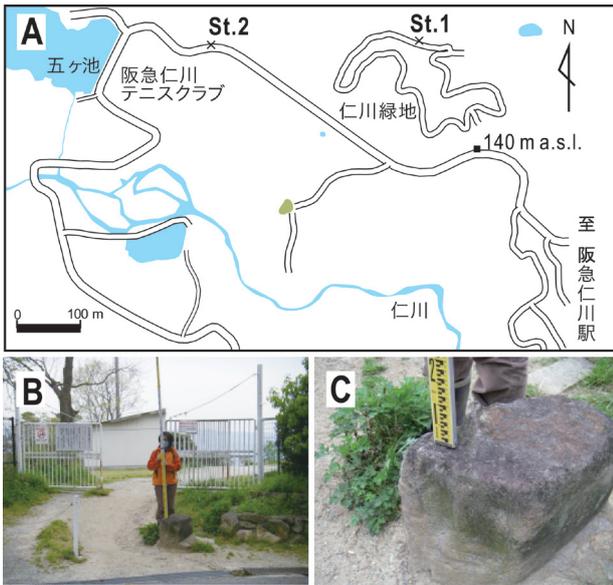


図2 調査地点の詳細図 (A) と測量に用いた標高 140 m の仮基準点 (B, C)

料 (試料 1- ①), St.1B の灰褐色シルト質粘土層から 1 試料 (試料 1- ②) (細砂層との境界より約 50cm 下位の層準) の計 2 試料を採取した。

St.2 (道路沿いの露頭)

この露頭の粘土層は、海水生の珪藻化石が含まれることが報告され、約 100 万年前の海成粘土 (Ma1 層) に対比されている (藤田・笠間, 1975)。ここでは、3 箇所 (St.2A, 2B, 2C) の露頭断面を西方向 (六甲山地方) に追うことにより、水平に連続した層厚約 3.5m の地層が観察される (図 3, 図 4 の St.2)。St.2A では、露頭下部 (層厚約 50cm) は淡褐灰色の粘土層からなり、有機物と植物片を少し含む。その上位は灰白色のシルト質粘土層 (層厚約 1m) からなり、酸化鉄の風化生成物が観察される。その上位には礫混じりの砂質シルト層が堆積し、さらに上位を腐植土層が覆っている。中部の灰白色シルト質粘土層は St.2B と 2C でも観察されるが、礫混じりの砂質シルト層は見られない。

この露頭では、St.2A の淡褐灰色粘土層から 3 試料 (粘土層上限から約 10cm 間隔で採取)、灰白色シルト質粘土層から 3 試料 (シルト質粘土層下限から 20-30cm の間隔で採取) の計 6 試料 (下位より、試料 2- ①から⑥) と、St.2B および St.2C の灰白色シルト質粘土層から各 1 試料 (試料 2- ⑦, ⑧) (それぞれシルト質粘土層上限から 130cm および 140cm 下位の層準) の計 8 試料を採取した。水準測量の結果から、試料 2- ⑦は試料 2- ④と⑤の間の層準に、試料 2- ⑧は試料 2- ⑥の約 50cm 上位の層準に、それぞれ相当する (図 3)。

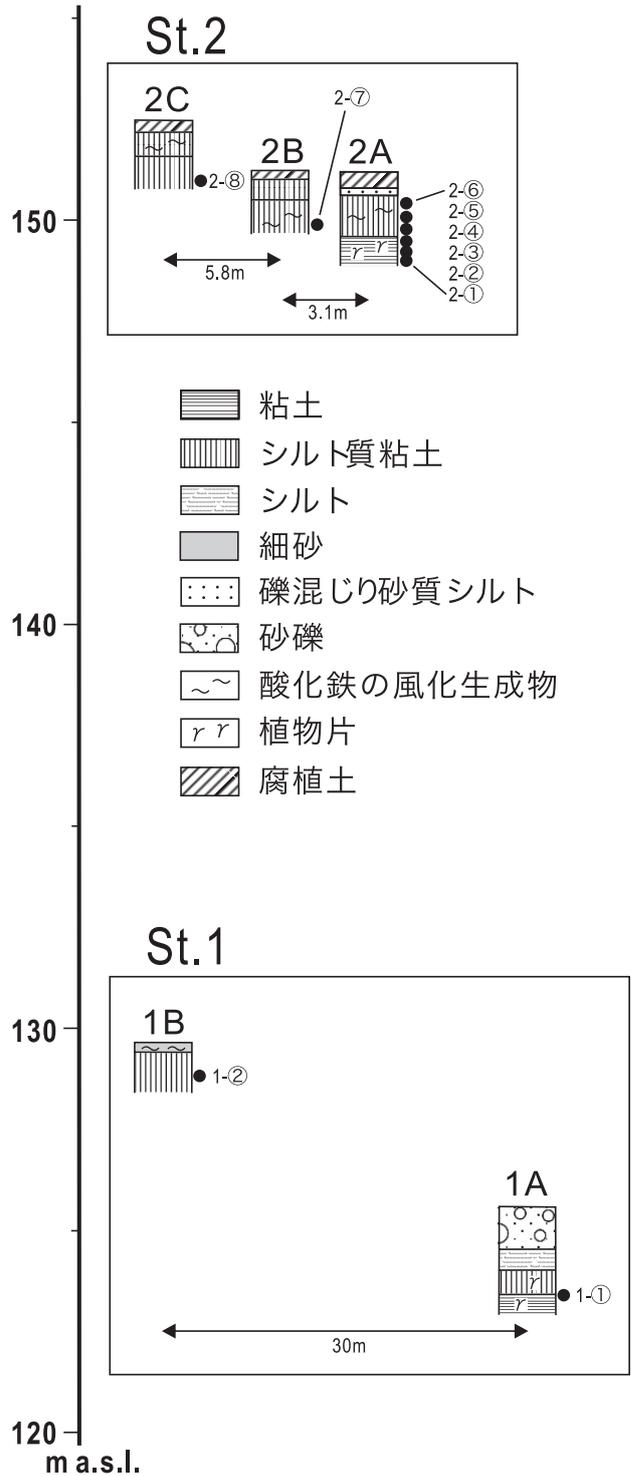


図3 露頭の柱状図と珪藻分析用試料の採取位置

珪藻分析

St.1 と St.2 で採取した計 8 試料を分析に供した。珪藻分析は Sato et al. (1983) の方法にもとづき、乾燥重量 0.5-1 g の堆積物試料を 200 ml コニカルビーカーに入れ、30% 過酸化水素 10ml と濃塩酸 2ml を用いて酸処理した。酸処理後、水を 200ml の目盛りまで加

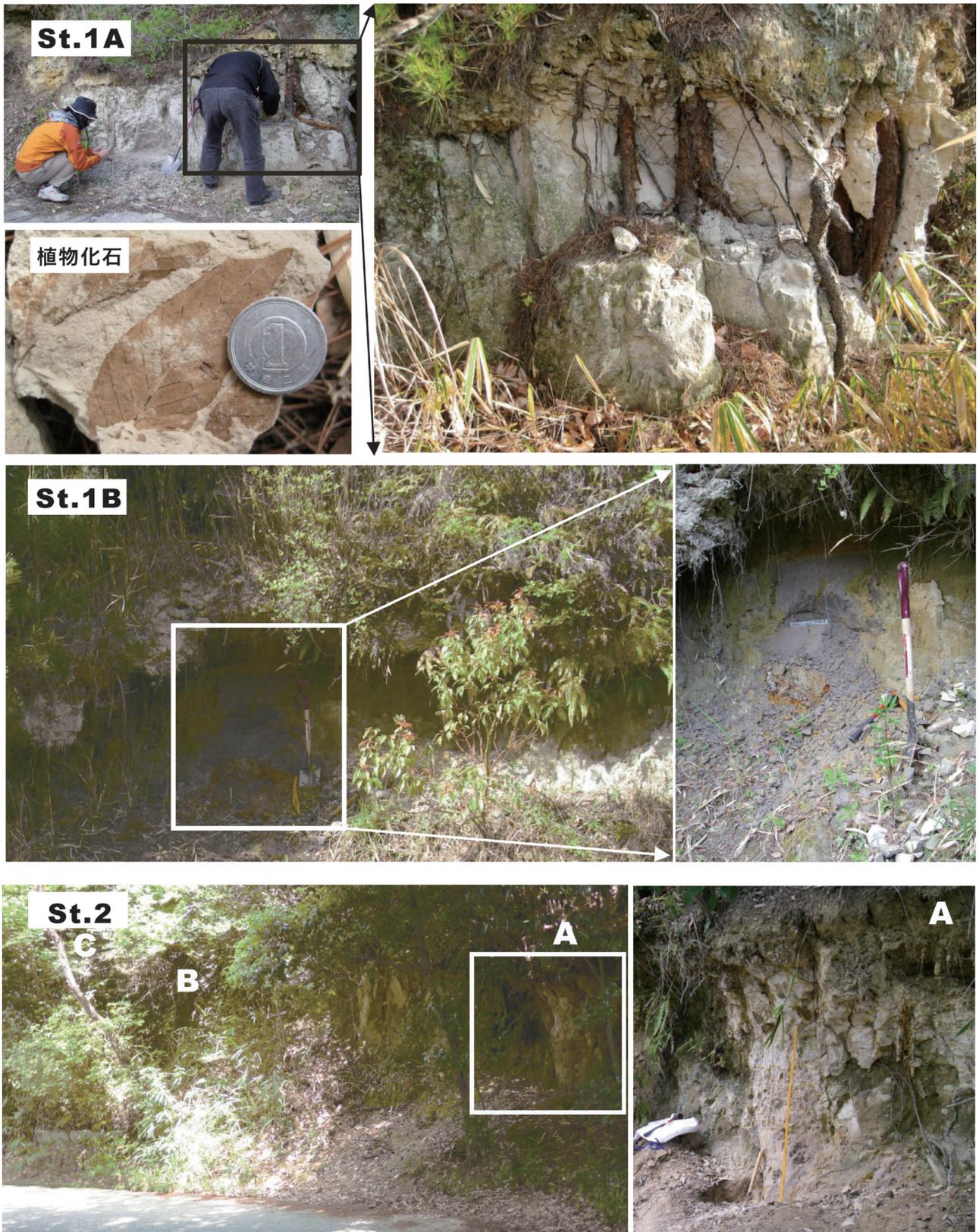


図4 緑地内の露頭 St.1A, 露頭 St.1A で採取された植物化石, 緑地内の露頭 St.1B, および道路沿いの露頭 St.2

え、一晩静置した。つぎにデカンテーションにより上澄液を捨て、ピロリン酸ナトリウム約1gと水を200mlの目盛りまで加え、懸濁粒子を分散させるため、さらに8時間程度静置した。その後、再び細粒粘土成分をデカ

ンテーションにより除去し、水を200mlの目盛りまで加えた。以後、細粒粘土成分の除去は約3時間ごとに繰り返し、上澄液が透明になるまで行い、残りの沈殿物を珪藻化石群集の分析に用いた。得られた沈殿物に蒸留

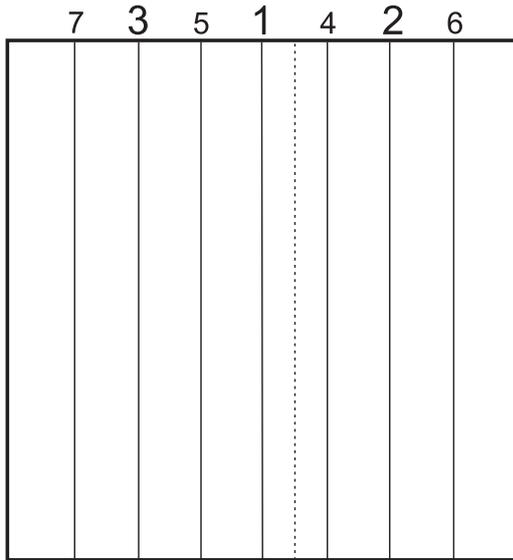


図5 珪藻の観察時に採用した一直線視野法

水を加えて100mlとし、よく攪拌した後、粗粒堆積物が入らないようにピペットで0.5mlの懸濁液をカバーガラス上に塗布した。カバーガラスはホットプレート上(60–70℃)で乾燥後、マウントメディア(和光純薬)で封入して検鏡用プレパラートとした。

このプレパラートを用い、顕微鏡下(倍率400倍)で一直線視野に出現した珪藻殻を200個以上計数した。群体構造をつくる種では連結している被殻の数によらず、群体を1個とした。群体の計数方法についても、殻数に換算することが推奨されているが(例えば、Battarbee, 1996)、本研究では群体数の方が群集構成をより正確に反映すると判断した。珪藻殻は、最初にカバーガラスの中心線(図5で1の線)の視野で、次に中心線と両端までの間を二等分する線(図5で2と3の線)の視野で観察した。計数した珪藻殻が200個に達しない場合は、各線間を二等分する線(図5で4–7の線)の視野で、それでも200個に達しない場合は、さらに各線間を二等分する線(図5では破線で1本だけ示している)の視野を観察した。珪藻殻の計数とは別に、出現した珪藻を100倍の油浸レンズ(倍率1,000倍)で写真撮影を行い、種の同定を試みた。以上の方法により、各試料中の珪藻化石群集の種組成を明らかにした。

同定した珪藻種は、生育場所をもとに海水生、汽水生、淡水生に分類し、各区分の出現率や優占種の生態的特性にもとづき堆積環境を推定した。なお、本研究では未同定であっても、属レベルの特性や種レベルの形態的特徴から、その生態がある程度判断できる分類群については上記の区分に分類した。また、生活形態については、プランクトン性と底生(付着性を含む)に区分した。珪藻の生育場所や生態的特性に関する情

報はCleve-Euler(1951-1955)、Van der Werff and Huls(1957-1974)、Krammer and Lange-Bertalot(1986, 1988, 1991)、Round et al.(1990)、Hartley et al.(1996)、辻・伯耆(2001)、小林ほか(2006)、千葉・澤井(2014)などの文献から得た。

結果および考察

St.1およびSt.2で採取した試料中に出現した全ての珪藻種を表1と表2に、各地点で出現した代表的な珪藻の写真を図6、図7に示した。

珪藻殻の種同定においては、*Cyclotella*属のうち、*C. striata*と*C. stylorum*を明確に識別できず、これらを含む全体を*Cyclotella striata* + *C. stylorum*とした。*Stephanodiscus*属については、*Stephanodiscus* sp.1、*Stephanodiscus* sp.2(*S. suzukii*?)、*Stephanodiscus* sp.3、*Stephanodiscus* sp.4(*S. komoroensis*?)の4種に分けた。分類基準の一つは束間肋(間束線)の本数で、*Stephanodiscus* sp.1は20本未満と少なく、*Stephanodiscus* sp.2は20–39本、*Stephanodiscus* sp.3は40本以上であった。*Stephanodiscus* sp.4(*S. komoroensis*?)は40本よりも多くの束間肋があるほか、辺縁に2種類の突起を有し、そのうちのY字形をした突起は、他の種には見られない大きさを示した(図6の17B)。点紋列については、*Stephanodiscus* sp.2(*S. suzukii*?)では中心付近は2列、辺縁付近では3列となっているのに対して(図6の15)、*Stephanodiscus* sp.3では、辺縁付近も2列のままであった(図6の16)。*Aulacoseira*属については、長い連結針があるために*A. granulata*(図6の3)と同定できる珪藻殻がある一方で、帯面の形態で円柱の太さや表面の模様などにいくつかの違いがあるものや、それらの中間的な特徴を示すものが認められた。このために明瞭な種の分類基準を設定することができず、全体を*Aulacoseira* spp.とした。

次に、各試料中の珪藻化石群集における海水生、汽水生、淡水生の各区分の割合を図8に示した。また各試料で出現率の高い7分類群を合計すると、どの地点でも全体の65%以上を占めた。このことから、これらの珪藻が各試料の珪藻化石群集を特徴づけていると考え、それらの出現頻度を図9に示した。以下では、各地点の試料における珪藻化石群集の特徴と、それをもとに推定される堆積環境を述べる。

St.1 地点

1) 珪藻化石群集

St.1Aの試料1-①では、珪藻化石群集は98%が淡水生種であるのに対して、St.1Bの試料1-②で

表 1 St.1 の試料中に出現した珪藻とその生態区分 (F : 淡水生, B : 汽水生, M : 海水生)
表中の数字は出現数を示す。

種 (分類群) 名	生態区分	1A	1B
		1-①	1-②
<i>Actinocyclus normanii</i> (Gregory ex Greville) Hustedt ex Van Landingham	F	38	74
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman et Archibald	F	1	
<i>Amphora laevisissima</i> W. Gregory	M	2	1
<i>Amphora</i> spp.		3	
<i>Aulacoseira</i> spp.	F	200	4
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	F	1	
<i>Cyclotella striata</i> + <i>C. stylorum</i>	M		4
<i>Cyclotella</i> sp.1 (<i>C. atomus</i> var. <i>gracilis</i> ?)	B		1
<i>Cyclotella</i> sp.2 (<i>C. choctawhatcheeana</i> ?)	B		6
<i>Diploneis finnica</i> (Ehrenberg) Cleve	F	1	
<i>Diploneis</i> sp.1 (<i>D. ovalis</i> ?)	F	2	1
<i>Diploneis</i> spp.		2	
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse ex Rabenhorst) D.G. Mann	F	1	
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabenhorst) D.G. Mann	F	3	2
<i>Encyonema</i> sp.	F	1	
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Rabenhorst	F		1
<i>Fragilariforma</i> spp.	F	44	1
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	F		1
<i>Gomphonema</i> sp.	F	1	
<i>Gomphosphenia grovei</i> var. <i>lingulata</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	F	6	2
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	F	1	
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G. Mann	F	1	
<i>Navicula digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs in Pritchard	B	1	
<i>Navicula hasta</i> Pantocsek	F	1	2
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	F	3	
<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	F	1	
<i>Placoneis</i> sp. (<i>P. gastrum</i> ?)	F	5	
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky	F	2	
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	F		1
<i>Staurosira construens</i> var. <i>triundulata</i> (H. Reichelt) H. Kobayasi	F	28	
<i>Staurosirella</i> spp.	F	15	1
<i>Stephanodiscus</i> sp.1	F	1	26
<i>Stephanodiscus</i> sp.2 (<i>S. suzukii</i> ?)	F	10	28
<i>Stephanodiscus</i> sp.3	F	2	32
<i>Stephanodiscus</i> sp.4 (<i>S. komoroensis</i> ?)	F	23	10
<i>Tryblionella littoralis</i> (Grunow in Cleve et Grunow) D.G. Mann	M		2
合 計		400	200

は合計で7%の汽水生種や海水生種が含まれる (図8)。1-②では、海水生または汽水生の *Cyclotella* 属が出現した (表1)。多く出現した分類群を見ると、両地点ともに *Aulacoseira* 属、*Actinocyclus normanii*、*Stephanodiscus* 属などの湖沼に生育する淡水プランクトン性であるが、その出現状況には大きな違いが認められた。1-①では *Aulacoseira* spp. が優占し、*Fragilariforma* spp. が特徴的に出現した。これに対して1-②では *A. normanii* が優占した。

Stephanodiscus sp.1, sp.2, sp.3 についても、1-①と1-②では出現種の割合に大きな違いがあり、全体として *Stephanodiscus* 属が1-②で増加した (図9)。

2) 堆積環境

珪藻分析の結果より、St.1 地点の地層は淡水域で形成されたことが分かる。St.1A, St.1B ともに湖沼のプランクトン性珪藻が優占したことから、堆積環境は湖沼と推定される。St.2 の粘土層が約 100 万年前の海成粘

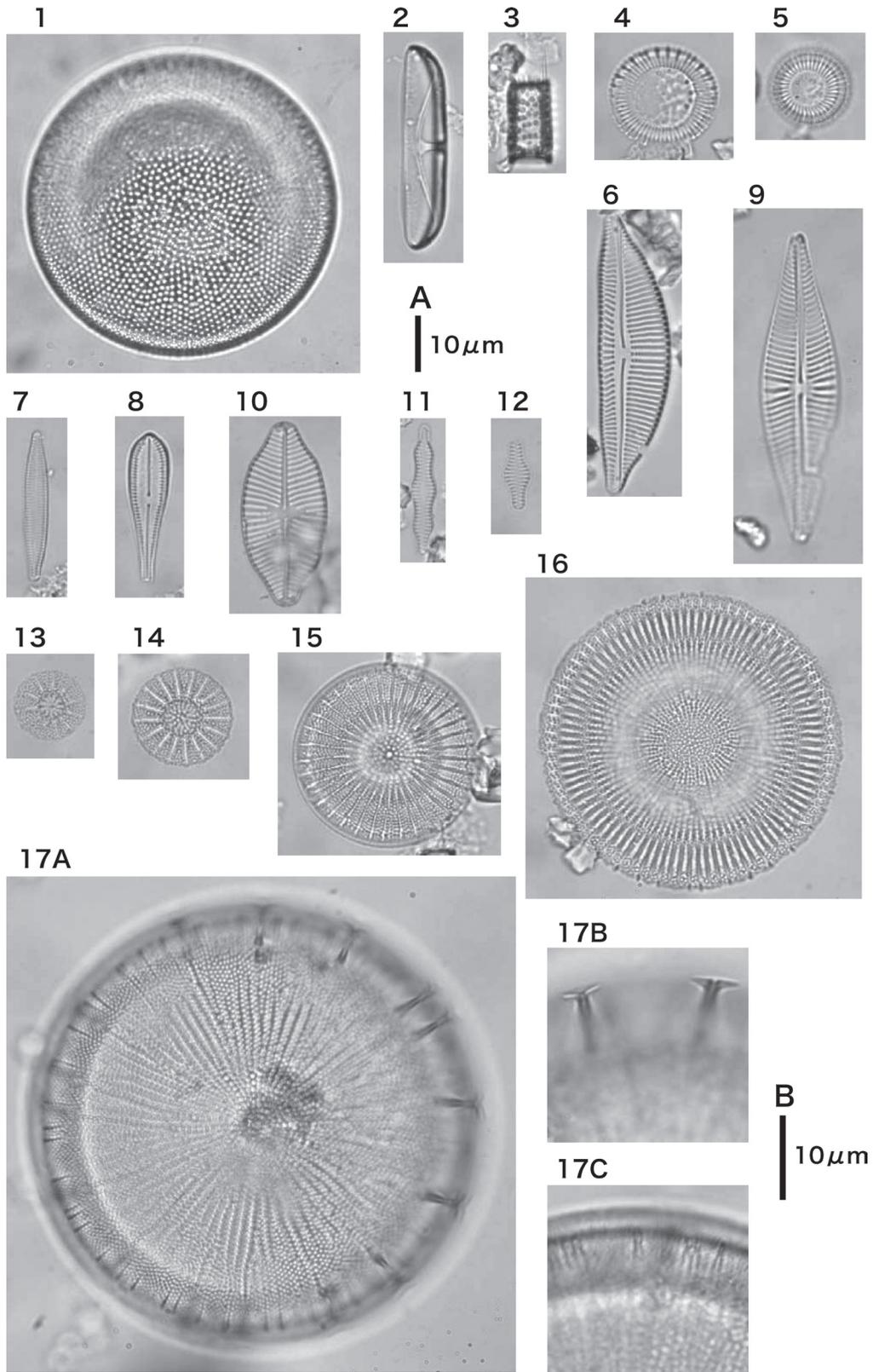


図6 St.1 地点で観察された代表的な珪藻
 一覧表では sp. や spp. としたのもでも、同定できる場合は種名を記した。図中のスケールバー A は 1 ~ 17A, B は 17B および 17C が対象で、それぞれ 10 μm を示す。(F : 淡水生, B : 汽水生, M : 海水生)
 1. *Actinocyclus normanii* (F), 2. *Amphora laevissima* (M), 3. *Aulacoseira granulata* (F), 4. *Cyclotella stylorum* ? (M), 5. *Cyclotella* sp.2 (*C. choctawhatcheana* ?) (B), 6. *Encyonema silesiacum* (F), 7. *Fragilariforma virescens* (F), 8. *Gomphosphenia grovei* var. *lingulata* (F), 9. *Navicula hasta* (F), 10. *Placoneis* sp. (*P. gastrum* ?) (F), 11. *Staurosira construens* var. *triundulata* (F), 12. *Staurosirella leptostauron* (F), 13, 14. *Stephanodiscus* sp.1 (F), 15. *Stephanodiscus* sp.2 (*S. suzukii* ?) (F), 16. *Stephanodiscus* sp.3 (F), 17A, B, C. *Stephanodiscus* sp.4 (*S. komoroensis* ?) (F)
 13, 14 は別個体である。17B, C は、17A の縁辺域を拡大したものである。

表2 St.2の試料中に出現した珪藻とその生態区分（F：淡水生，B：汽水生，M：海水生）
表中の数字は出現数を示す。

種（分類群）名	生態区分	2A						2B	2C
		2-①	2-②	2-③	2-④	2-⑤	2-⑥	2-⑦	2-⑧
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	B	1							
<i>Achnanthes delicatula</i> (Kützing) Grunow in Cleve et Grunow	B	1	2		3			2	
<i>Actinocyclus normanii</i> (Gregory ex Greville) Hustedt ex Van Landingham	F								1
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	M				1	1		2	
<i>Amphora angusta</i> Gregory	M	1			1				
<i>Amphora proteus</i> Gregory	M			1		1			
<i>Amphora</i> spp.		9	5	6	5			4	
<i>Arachnoidiscus</i> sp.	M	1				1			
<i>Aulacoseira</i> spp.	F	1			1		3		5
<i>Auliscus sculptus</i> (W. Smith) Ralfs in Pritchard	M				1		2		
<i>Bacteriastrum</i> sp.	M				1				
<i>Biddulphia biddulphiana</i> (J.E. Smith) Boyer	M		1						1
<i>Campylodiscus clypeus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	B	1	2				2	1	1
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	F					1			
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	M	86	45	62	74	34	3	66	6
<i>Cocconeis</i> sp. (<i>C. pinnata</i> ?)	M							1	3
<i>Coscinodiscus</i> sp.	M			1					
<i>Cyclotella striata</i> + <i>C. stylorum</i>	M	2		1	4	7	21	11	23
<i>Cyclotella</i> sp.1 (<i>C. atomus</i> var. <i>gracilis</i> ?)	B	5		2	2	1		1	
<i>Cyclotella</i> sp.2 (<i>C. choctawhatcheeana</i> ?)	B								1
<i>Dimeregramma fulvum</i> (Gregory) Ralfs in Pritchard	M		1	1			2		3
<i>Dimeregramma minor</i> (Gregory) Ralfs in Pritchard	M	2	1	1	2	4	5	3	
<i>Diploneis bombus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg ex Cleve	M		1			1			
<i>Diploneis crabro</i> (Ehrenberg) Ehrenberg ex Cleve	M						1		
<i>Diploneis fusca</i> (Gregory) Cleve	M			1		2	5		5
<i>Diploneis interrupta</i> (Kützing) Cleve	B		1						
<i>Diploneis novaeseelandiae</i> (A. Schmidt) Hustedt	M					1		1	
<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson ex W. Smith) Cleve	M				2	1	1		
<i>Diploneis suborbicularis</i> (Gregory) Cleve	M			1					
<i>Diploneis</i> sp.1 (<i>D. ovalis</i> ?)	F		2	1					
<i>Diploneis</i> sp.2 (<i>D. papula</i> ?)	M	1	3	9					
<i>Diploneis</i> spp.		1	2	2	1				
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee	F						1		
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	F						1		1
<i>Eunotia camelus</i> Ehrenberg	F								1
<i>Fallacia hudsonis</i> (Grunow ex Cleve) Stickle et Mann	M			1					
<i>Fallacia</i> sp.	M							1	
<i>Fragilariforma</i> spp.	F					3			
<i>Giffenia cocconeiformis</i> (Grun.) Round & Basson	M	3	13	7	12	35	37	12	59
<i>Gomphonema</i> sp.	F		1	1					
<i>Grammatophora oceanica</i> Ehrenberg	M	4	20	2	5	15	46	8	42
<i>Hyalodiscus</i> sp.	M	3	3	2	1	1		2	
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G. Mann	F					1			
<i>Lyrella</i> spp.	M					3	2		4
<i>Martyana martyi</i> (Héribaud) F.E. Round	F			1	2		4	1	2
<i>Mastogloia exigua</i> Lewis	B	1		5					
<i>Mastogloia grunowii</i> A. Schmidt	M		5	2		1			
<i>Mastogloia</i> spp.		3		2	4			3	
<i>Melosira nummuloides</i> Agardh	B	1	3						
<i>Navicula digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs in Pritchard	B			1					

表2 (つづき)

種 (分類群) 名	生態区分	2A						2B	2C
		2-①	2-②	2-③	2-④	2-⑤	2-⑥	2-⑦	2-⑧
<i>Navicula peregrina</i> (Ehrenberg) Kützing	B				1				
<i>Navicula</i> spp.		4	8	5	3	1		6	1
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith	B	2		1	1				
<i>Nitzschia</i> sp.		1						1	
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	M	10	9	3		3	2	3	1
<i>Petroneis granulata</i> (J.W. Bailey) D.G. Mann	M					1		1	
<i>Petroneis latissima</i> (Gregory) Stickle et Mann	M								1
<i>Petroneis marina</i> (Ralfs in Pritchard) D.G. Mann	M			3		2	2	1	2
<i>Petroneis</i> sp.	M							1	
<i>Pinnularia</i> sp.	F				1				
<i>Pinnunavis yarrensensis</i> (Grunow) H. Okuno	B						5	1	1
<i>Plagiogramma staurophorum</i> (Gregory) Heiberg	M						1		
<i>Pseudopodosira</i> sp. (<i>P. kosugii</i> ?)	B	1		1		1	1		2
<i>Rhaphoneis amphiceros</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	M				2	3	2	1	
<i>Rhoicosphenia</i> sp.						1			
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O. Müller	B	22	23	37	28	35	1	31	
<i>Stephanodiscus</i> sp.2 (<i>S. suzukii</i> ?)	F				1		2		
<i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg	M	2	2			1			
<i>Synedra crystallina</i> (Agardh) Kützing	M						1	1	
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Grunow ex Hustedt	M	3	1		2			1	
<i>Thalassiosira eccentrica</i> complex	M			1				2	
<i>Thalassiosira lacustris</i> (Grunow) Hasle	B						1		
<i>Thalassiosira lineata</i> complex	M				1			2	
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve	M	1							
<i>Tryblionella coarctata</i> (Grunow in Cleve et Grunow) D.G. Mann	M	3	2	1	1			1	
<i>Tryblionella granulata</i> (Grunow in Cleve et Möller) D.G. Mann	M	1	13	10	14	23	41	8	25
<i>Tryblionella lanceola</i> (Grunow) D.G. Mann	M	19	24	22	16	14		18	
<i>Tryblionella levidensis</i> W. Smith	M			1					
<i>Tryblionella littoralis</i> (Grunow in Cleve et Grunow) D.G. Mann	M	4	3	1	4			1	
<i>Tryblionella punctata</i> W. Smith	M		4	1	2		5		9
<i>Tryblionella</i> spp.	M				1	1		1	
合 計		200	200	200	200	200	200	200	200

土 (Ma1 層) に対比される (藤田・笠間, 1975; 林・市原, 1993) とすれば, 本地点の地層はそれより下位にあることから, 100 万年前より古いある時期に, この地域が湖沼であったことを示す。しかし, St.1A と St.1B では出現種の構成にかなりの違いがあることから, それぞれの環境は以下のように異なっていたと考えられる。

St.1A で特徴的に出現した *Fragilariforma* 属は酸性水域を好むとされる (Round et al., 1990)。しかし, 他の珪藻は調和型の湖沼環境を示し, 酸性水域であったとは考えにくく, 周辺部の酸性水域の影響が考えられる。St.1B では, *Actinocyclus normanii* の優占と, *Stephanodiscus* 属の増加が見られ, 水深のある湖を

示唆する。

Actinocyclus normanii の生態について, 今回の整理では Round et al. (1991) にもとづいて淡水生としたが, 文献によっては海水生としているものもある (Hartley et al., 1996)。海水生または汽水生の *Cyclotella* 属が出現したこともあわせて考察すると, 湖沼に海水が混じり込み始めた時期に St.1B の地層が堆積した可能性がある。

St.2 地点

1) 珪藻化石群集

試料を採取した St.2A,2B,2C の3つの露頭はそれぞれ離れているが, ほぼ水平方向に地層が連続しているこ

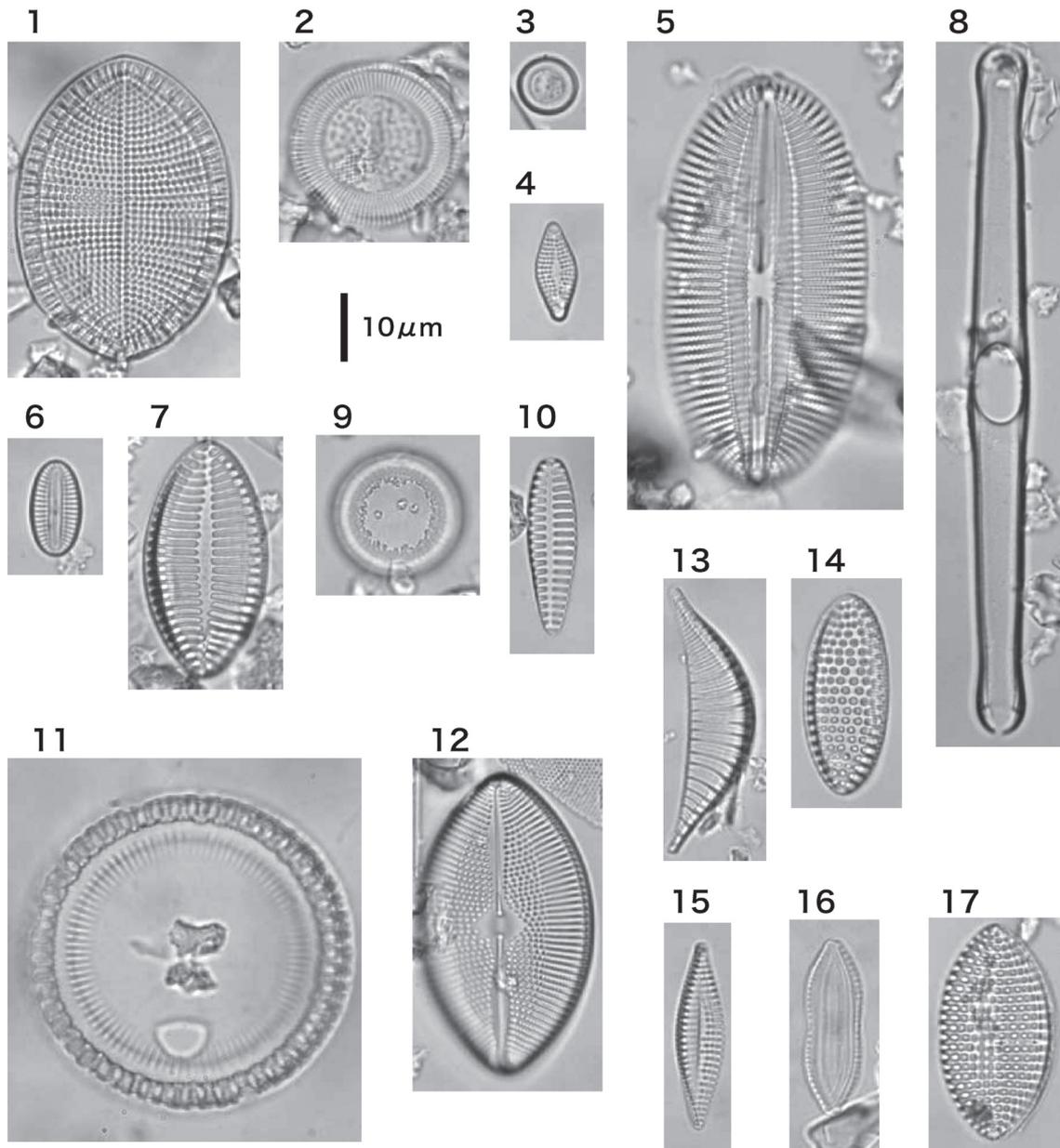


図7 St.2 地点で観察された代表的な珪藻

図中のスケールバーは10 μmを示す。(F:淡水生, B:汽水生, M:海水生)

1. *Cocconeis scutellum* (M), 2. *Cyclotella striata* (M), 3. *Cyclotella* sp.1 (*C. atomus* var. *gracilis* ?) (B), 4. *Dimeregramma minor* (M), 5. *Diploneis fusca* (M), 6. *Diploneis* sp.2 (*D. papula* ?) (M), 7. *Giffenia cocconeiformis* (M), 8. *Grammatophora oceanica* (M), 9. *Hyalodiscus* sp. (M), 10. *Martyana martyi* (F), 11. *Paralia sulcata* (M), 12. *Petroneis marina* (M), 13. *Rhopalodia gibberula* (B), 14. *Tryblionella granulata* (M), 15. *Tryblionella lanceola* (M), 16. *Tryblionella littoralis* (M), 17. *Tryblionella punctata* (M)

とから、図8と図9においては、試料の層序は標高順と考えて表示した。なお、分析試料の中でSt.2Aの最上位の試料(2-⑥)とSt.2Cの試料2-⑧は、珪藻の含有量が他の試料に比べて少なかった。

St.2では、すべての試料において海水生種が優占し、汽水生種も含まれていた(図8)。多産した7分類群のうち6種は海水生種だが、残りの1種は汽水生種の *Rhopalodia gibberula* であった(図9)。

露頭下部(試料2-①, ②, ③, ④および試料2-⑦)で

は、*Cocconeis scutellum* が優占し、*Rhopalodia gibberula* や *Tryblionella lanceola* が出現した。露頭上部(試料2-⑤, 2-⑥および2-⑧)では、出現する珪藻が下部とは大きく変化した。*Cocconeis scutellum* が大きく減少し、*Rhopalodia gibberula* や *Tryblionella lanceola* が出現しなくなる一方で、試料2-⑤で増加した *Giffenia cocconeiformis* のほか、*Grammatophora oceanica*, *Tryblionella granulata*, *Cyclotella striata* + *C. stylorum* などが

増加した。上部の試料については、珪藻殻の数が少ないだけでなく、風化の影響によるのか断片しか残されておらず同定が困難な例も多かった。そうした中で、試料 2-⑥と 2-⑧では *Gramatophora oceanica* が多産した。

2) 堆積環境

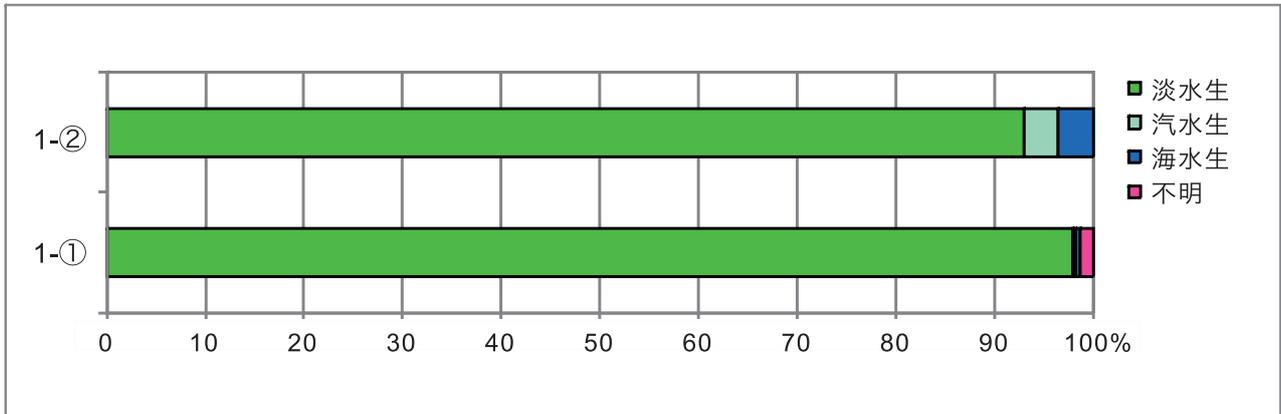
出現種のうち、下部の試料 (2-①, ②, ③, ④および 2-⑦) で多産した *Cocconeis scutellum* は、塩分が 12%以上の水域でアマモなどに付着する海水藻場指標種群の一種である (千葉・澤井, 2014)。試料 2-⑤までに多い汽水生種の *Rhopalodia gibberula* も付着性であることから考えて、試料 2-①~ 2-④とその上部の試料 2-⑦, 2-⑤の地層は、海水と汽水が混じり合うよ

うな、海岸線に近い比較的浅い海の藻場で堆積したと考えられる。

試料 2-⑤, 2-⑥, 2-⑧に出現した珪藻のうち、*Giffenia cocconeiformis* と *Tryblionella granulata* は、塩分が 26%以上の水域の泥底に着生する海水泥質干潟指標種群に含まれており、*Cyclotella striata* + *C. stylorum* は内湾指標種群に含まれている (千葉・澤井, 2014)。

以上のことから、St.2 の地層の堆積環境は内湾と推定され、下部は藻場の存在する環境であったと考えられる。図 8 において、試料 2-⑥と 2-⑧では汽水生種が激減し、海生種が 90%以上となる一方で、淡水生種が

St.1



St.2

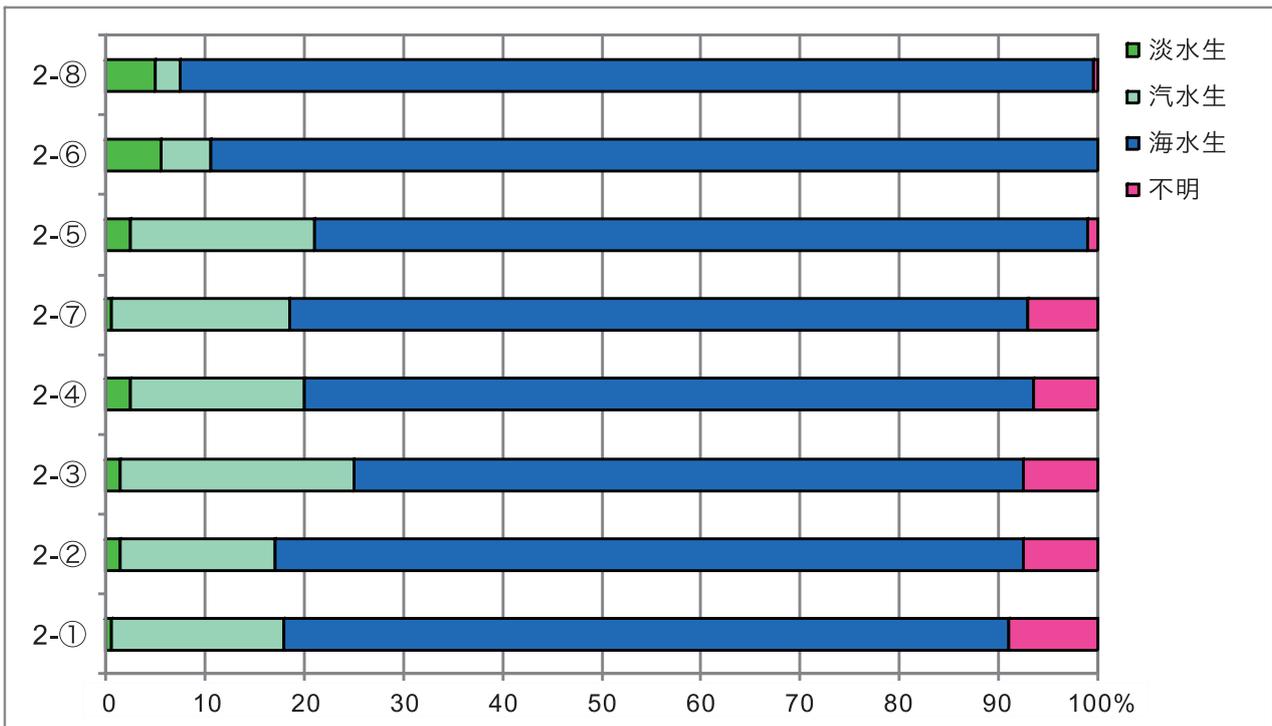


図 8 生育場所の違いにより区分した出現珪藻の割合

わずかに増加した。淡水生種の一部は、内湾に流れ込む河川から混入していたと考えられる。

まとめと今後の課題

西宮市仁川に分布する大阪層群を調査し、2地点 (St.1 と St.2) の露頭で採取した堆積物の珪藻分析を行い、堆積環境を推定した。

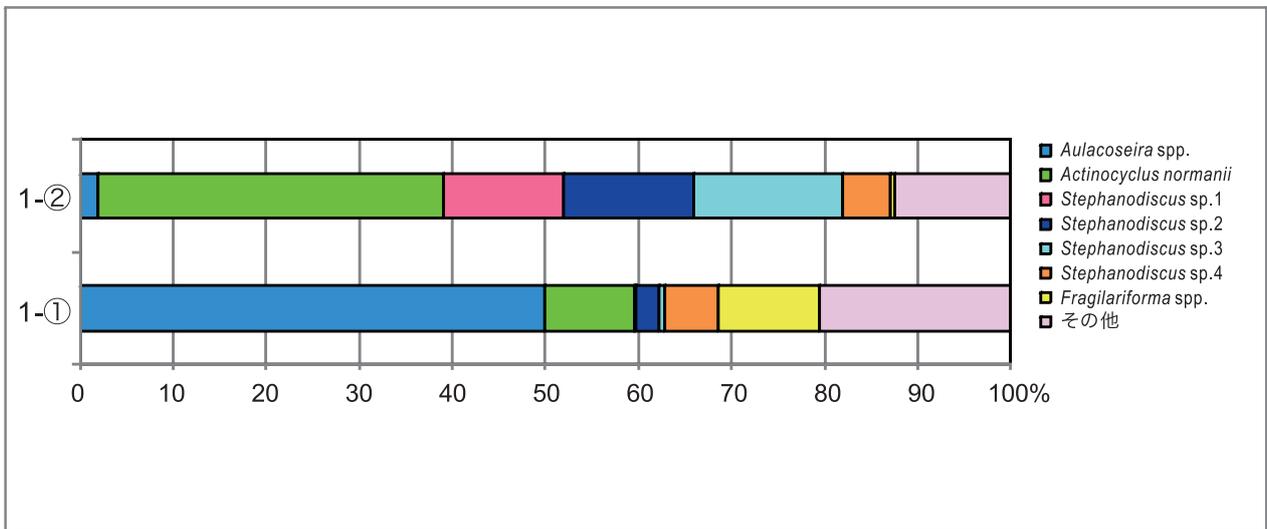
1) St.1 の堆積環境は湖沼と推定された。しかし、下位の露頭 St.1A と上位の露頭 St.1B では、珪藻化石群集の種組成に違いがあり、環境の変化が認められた。

St.1A と St.1B における分析試料層準の高度差は約 5 m あるため、その間の堆積物についてさらに分析を進めることで、より詳細な堆積環境の変化が推定できるかもしれない。

2) St.2 の堆積環境は内湾と推定された。露頭の下部では海水藻場指標種の *Cocconeis scutellum* が優占し、藻場の存在が示唆された。

今回、St.1B の珪藻化石群集組成から海水の影響が認められた。しかし、本層準において海水の影響が強まったとしても、それが St.2 において海成粘土層を形成した海進と関係するものであるかどうかは不明である。こ

St.1



St.2

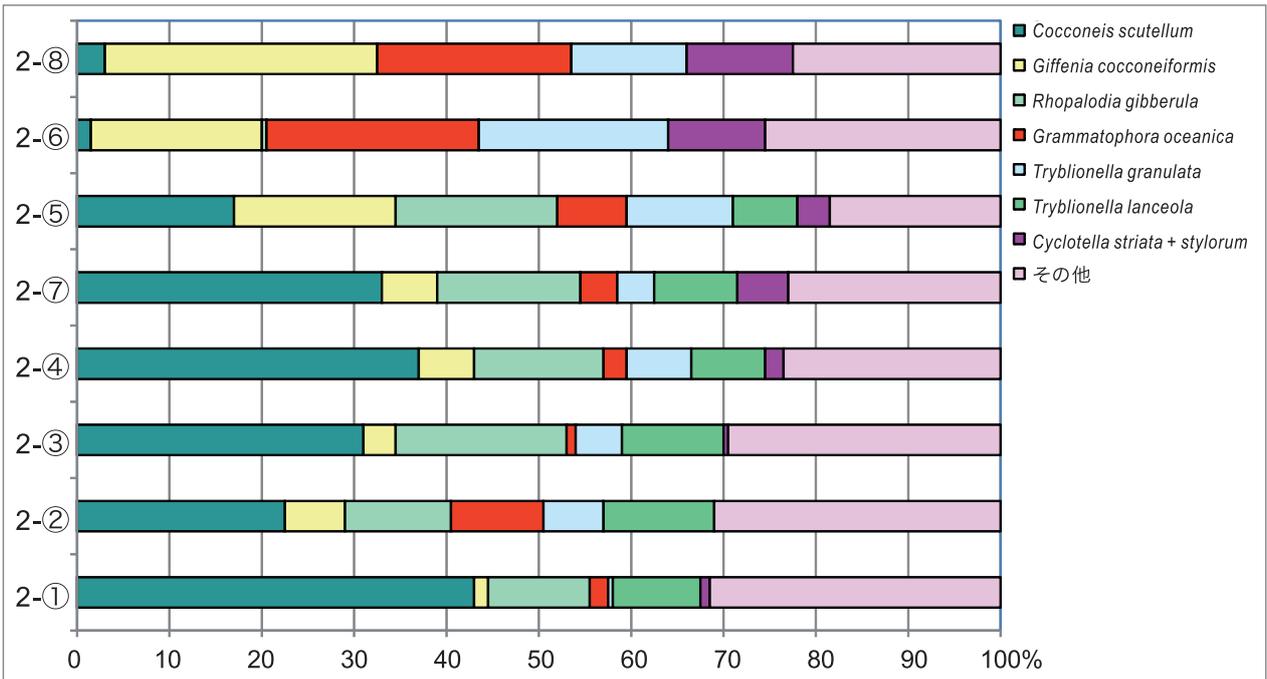


図9 出現数の多い7分類群の珪藻の各試料中における割合

の点については、St.1BとSt.2の標高差が約20 mあることから、両地点間の高度に分布する堆積物の珪藻分析を進めることにより、明らかにできると思われる。

おわりに

仁川緑地とその周辺地域は、交通アクセスが良く、ハイキングを兼ねて気軽に探索できることから、教員や学生等の地学実習の場として利用される機会は多いであろう。その際に、本報告が資料の一つとして活用されることを願っている。しかし、報告した露頭は道路沿いや公共の緑地内にあることから、見学や試料採取にあたっては安全や許可願など、十分に配慮して頂きたい。

謝 辞

本研究は、筆頭著者の田中がひとくセミナー「水圏自然史特別ゼミ」として取り組んだ成果である。調査地点図や地質図の作成等において、人と自然の博物館自然・環境評価研究部の氏丸淳子氏にたいへんお世話になりました。記して厚く御礼申し上げます。

引用文献

Batarbee, R. W. (1996) Diatom analysis. In Bergland, B. E. (ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley & Sons LTD., pp. 527-570.

千葉 崇・澤井祐紀 (2014) 環境指標種群の再検討と更新. *Diatom*, **20**, 17-30.

地学団体研究会大阪支部兵庫教師グループ (編) (1994) 兵庫自然史ハイキング. 創元社, 大阪, 226 p.

Cleve-Euler, A. (1951-1955) Die Diatomeen von Schweden und Finnland I-V. *Kongl. Svenska. VetenskAkad. Handl. Ser. 4*, **2**, 1-163; **3**, 1-153; **4**, 1-158; **4**, 1-255; **5**, 1-232.

林 隆夫・市原 実 (1993) 大阪層群と段丘堆積層・沖積層, 4 大阪盆地北西部. 市原 実 (編), 大阪層群, 創元社, 大阪, pp. 41-48.

Hartley, B., Barber, H. G. and Carter, J. R. (1996) *An Atlas of British Diatoms*. P. A. Sims (ed.) . Biopress Ltd., Bristol, 601 p.

藤田和夫・笠間太郎 (1975) 宝塚の自然とその成立. 宝塚市史編集専門委員会 (編), 宝塚市史 第一巻, 宝塚市, pp. 17-112.

小林 弘・出井雅彦・真山茂樹・南雲 保・長田敬五 (編) (2006) 小林弘珪藻図鑑 第1巻. 内田老鶴圃, 東京, 596 p.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1986) Bacillariophyceae 1. Naviculaceae. In Ettl, H. (ed.) , *Pascher's Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2, Teil 1*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, pp. 1-876.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1988) Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In Ettl, H. (ed.) , *Pascher's Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2, Teil 2*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, pp. 1-596.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1991) Bacillariophyceae 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In Ettl, H. (ed.) , *Pascher's Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2, Teil 3*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, pp. 1-576.

Round, F. E., Crawford, R. M. and Mann, D. G. (1990) *The Diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge, 747 p.

佐藤裕司 (2005) 第四紀層. 宝塚市大事典編集委員会 (編), 宝塚市大事典, 宝塚市, pp. 163-166.

Sato, H., Maeda, Y. and Kumano, S. (1983) Diatom assemblages and Holocene sea level changes at the Tanatsu site in Kobe, western Japan. *The Quaternary Research (Daiyonki-Kenkyu)* , **22**, 77-90.

辻 彰洋・伯耆晶子 (2001) 琵琶湖の中心目珪藻. 琵琶湖研究モノグラフ, 7号, 滋賀県立琵琶湖研究所, 90 p.

Van der Werff, F. and Huls, H. (1957-1974) *Diatomeeënflora van Nederland*. Abcoude, De Hoef. Reprinted in 1976, Otto Koeltz Science Publishers, Koenigstein, 581 p.

(2015年 8月13日受付)

(2015年10月16日受理)

