

極東における第三紀・第四紀海生珪藻
フロラ発達の主要段階*

A. P. Jouse

桑 野 幸 夫 訳

極東海の沿岸や多くの島には、新生代の珪藻土が広く分布している。含珪藻岩は、その形成に関係した珪藻類の研究上、もつとも貴重な材料であり、そこでは、フロラの時間的な変遷をみることができ、また再堆積した要素が出現する危険は、もつとも少ない。過去・現在の極東の珪藻類を解析すると、継承性が著しいことが明らかであり、かつてオホーツク海やベーリング海に生存した多くの種が、現在もこれらの海で生存を続けていることがわかる。

祖先型の種類は、それぞれの時代フロラの中核を背景にして、少数存在するのが普通であつて、年代が新しいフロラ内で、古い種が高度に発達したままおとろえない例は、比較的まれである。このようなわけで、中新世・鮮新世・第四紀のフロラの、珪藻類の組成は、年代ごとに異なっている。すなわち、年代が若い、あるいは新しい種群とともに、古い要素が共存している。極東の海生珪藻類を解析すると、この特徴はきわめて明らかでありフロラは直接ひきつがれ、またそれが、相対的に安定な自然地理的条件のもとで発達したことが、確実に証明されるほどである。極東の珪藻類、とくに鮮新世と第四紀の珪藻類が、著しい特徴をもつという事実は、このことによつて説明される。

しかし、極東海の珪藻類が、第三紀と第四紀のあいだあまり変化しなかつたとみることが、けつしてできない。逆に、各時代の極東のフロラの組成には、明らかに進んだ要素が含まれ、それらは、もつとも多数で、また量からみても優勢であるのが普通である。極東の海生珪藻類に関する新しいデータは、第三紀後期も含めて、珪藻類の進化速度がおそくなつたという、ひろく信じられている考えとは一致しない。古い珪藻類の多くの種では長い生存期間中に、形態が変化している。中新世フロラ、鮮新世フロラ、ならびに全体としてみた第四紀フロラには、きわめて著しい分類学的な差があるが、鮮新世前期と中期のフロラの差、および同じく中期と後期のフロラの差は、主として、個々の種の頻度がちがうことにある。第四紀フロラでは、属も種も多くなっている。

珪藻類は、極東の第三紀、第四紀および現在の海の活動で、きわめて大きな役わりをはたしているため、珪藻類を層序や古地理の研究に利用することが可能であつた。

極東の海成含珪藻岩は中新世後期以降にしられており、日本列島では中新世中期以降にしられている(奥野, 1952; 金谷, 1959)。極東海の活動で珪藻類がはたした役わりは、この、数千万年に及ぶ長い地質時代の全期間にわたつて、きわめて大きいものであつた。

カムチャッカ・サハリン・千島列島・プリピロフ群島およびコマンドルスキー群島にひろく分布する、厚い珪藻土層や珪質泥岩(原注1)から考えると、第三紀後期には珪藻類は堆積物の形成に関係していた。奥野(1952)やTaliaferro(1933)は、日本列島だけでも70に及ぶ稼行価値がある珪藻土鉱床をあげているし、オホーツク海・ベーリング海ならびに日本海北部で、珪藻類が現在の堆積作用できわめて大きい役わりをはたしていることは、P. L. Bezrukov (1955

* A. П. Жузе: Основные этапы развития флоры морских диатомей на Дальнем Востоке в третичном и четвертичном периодах. Стратиграфические и палеогеографические исследования в северо-западной части Тихого океана. Изд. АН СССР, Глава 5, стр. 233-244, Москва, 1962.

原注1) シュミット半島では、珪藻土の部層と互層する地層は、層厚1,000mに達している。

地層の 組成	系	第四系		第三系		第二系		第一系		フ ロ ラ	第 四 紀
		部上	部中	部上	部中	部上	部中	部上	部中		
産地	オホーツク海 海底堆積物 ベーリング海 海底堆積物	エトロフ島 (鰐頭コンビナ ートの断面) クリリスク市	カムチャツカ半 島 南サハリン アムール地域 オゴニキ村	北サハリン シムツト半島 (柱藻層) カムチャツカ半 島	南サハリン シムツト半島 (柱藻層) カムチャツカ半 島	南サハリン シムツト半島 (柱藻層) カムチャツカ半 島	南サハリン シムツト半島 (柱藻層) カムチャツカ半 島	南サハリン シムツト半島 (柱藻層) カムチャツカ半 島	南サハリン シムツト半島 (柱藻層) カムチャツカ半 島		
	<i>Melosira arctica</i> <i>Stephanopyxis nipponica</i> <i>Thalassiosira hyalina</i> <i>Th. kryophila</i> <i>Coscinodiscus curvatus</i> <i>C. oculus-iridis</i> <i>Rhizosolenia alata</i> <i>Rh. hebetata</i> <i>Rh. styliformis</i> <i>Chaetoceros subsecundus</i> <i>Fragilaria oceanica</i> <i>Thalassiothrix longissima</i> <i>Denticula marina</i> <i>Bacterosira fragilis</i> <i>Chaetoceros furcellatus</i> <i>Biddulphia aurita</i> <i>Asteromphalus robustus</i> <i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> <i>Th. excentrica</i> <i>Th. graviora</i> <i>Melosira sulcata</i> <i>Coscinodiscus marginatus</i> <i>Actinopterychus undulatus</i> <i>Isthmia nervosa</i> <i>Thalassionema nitzschioides</i> <i>Arachnoidiscus ehrenbergii</i>										
	<i>Thalassiosira indefinita</i> <i>Chaetoceros pliocenicus</i> <i>Chaetoceros</i> sp. <i>Denticula kamtschatica</i> <i>Thalassiosira zabelinae</i> <i>Stephanopyxis turris</i> <i>Coscinodiscus decoratus</i> <i>Stephanopyxis inermis</i> <i>Th. usatschevii</i>										鮮 新 世 後 期
	<i>Rhabdonema japonicum</i> <i>Cocconeis bicharensis</i> <i>Coscinodiscus convexus</i> <i>Thalassiosira haynaldiella</i> <i>Porosira pliocenica</i> <i>Coscinodiscus elegans</i> <i>Chaetoceros cinctus</i> <i>Cymatosira belgica</i>										鮮 新 世 中 期
	<i>Synedra jouseana</i> <i>Xystotheca hustedtii</i> <i>Coscinodiscus intersectus</i> <i>Coscinodiscus temperei</i> <i>Rouxia peragallii</i> <i>Ruthilaria longicornis</i>										鮮 新 世 前 期
	<i>Melosira sol.</i> <i>Actinopterychus campanulifer</i> <i>A. undulatus</i> var. <i>spinosa</i> <i>Chaetoceros</i> sp. sp. (spores) <i>Ch. cornigerum</i> <i>Ch. gaponovii</i> <i>Ch. miocenicus</i> <i>Rhizosolenia curvirostris</i> <i>Stephanopyxis grunowii</i> <i>Arachnoidiscus giganteus</i>										中 新 世 後 期

第76図 極東における海生珪藻フロラ発達的主要段階

a, b), A. P. Lisitsin (1955), A. V. Solov'ev (1952), A. D. Gershanovich (1956) によって、指摘されている。オホーツク海・ベーリング海および太平洋北西部の広大な海底では、珪藻軟泥型の堆積物が、現在形成されつつある。

しかし、ベーリング海・オホーツク海および日本海の大陸側沿岸では、第三紀後期と第四紀の、海成含珪藻岩はしられていない^{原注2)}。これは、この地域では、大体この時期に、腐泥型の湖成堆積物——その後、淡水成の含珪藻岩になった——が堆積したからである。

こういうわけで、極東で堆積作用が変化したのは、鮮新世末である。珪藻解析の結果からみると、カムチャッカ・サハリンならびに日本列島の大部分では、淡水型の堆積作用は、鮮新世中期末以前には始まっていない。鮮新世後期の海成含珪藻岩が発見されたのは、千島南部・カムチャッカおよび北海道だけである。

サハリン・カムチャッカおよび沿海州からは、確実な第四紀の海生珪藻類は、発見されていない。エトロフ島では、淡水湖成の後氷期珪藻土がしられている。

筆者は、既存の全資料を利用し、もつぱら珪藻類に基づいて、1) 各時代の示準種群を識別し、2) 極東における海生珪藻類の発達過程を追跡することを、課題とした。

第1の課題は、本質的には、実践上重要なものであり、第三紀・第四紀の海成層層序を明らかにする際、極東で珪藻解析法の利用度をたかめるためのものである。

第2の課題はより特殊であり、極東の、相対的に安定な自然地理的環境条件のもとにおける珪藻フロラ一般の進化に関するものである。蓄積された全資料を総括した結果、珪藻類の種組成と、その年代とを示した表をつくることができた(第76図)。この表は、各時代のフロラを特徴づけたもので、左側ほど種の年代が若く、右側ほど種の年代は古くなる。それぞれの種がある年代のフロラの組成ではたしている役わりは、柱の太さをかえて示し、年代とフロラの産地は、左端に記入してある。特定の年代のフロラの組成としては、示準的で、量的に優勢な種をえらんだ。第四紀フロラは、オホーツク海とベーリング海を、一括して示してある。第四紀フロラの右側には、中新世から現在まで生存を続けている種をすべて示した。

表から明らかのように、どの場合でも、珪藻類の組成の完全な更新は、認められない。極東海における現在および第四紀の海生珪藻類は、多くの点で、中新世および鮮新世のフロラと関係があり、極東の海生珪藻フロラが複雑な発達過程をたどつたとはいえ、多くの類似点が、長い期間全体にわたつたもたれていた。これらの類似点は、現在のフロラでものこつている。

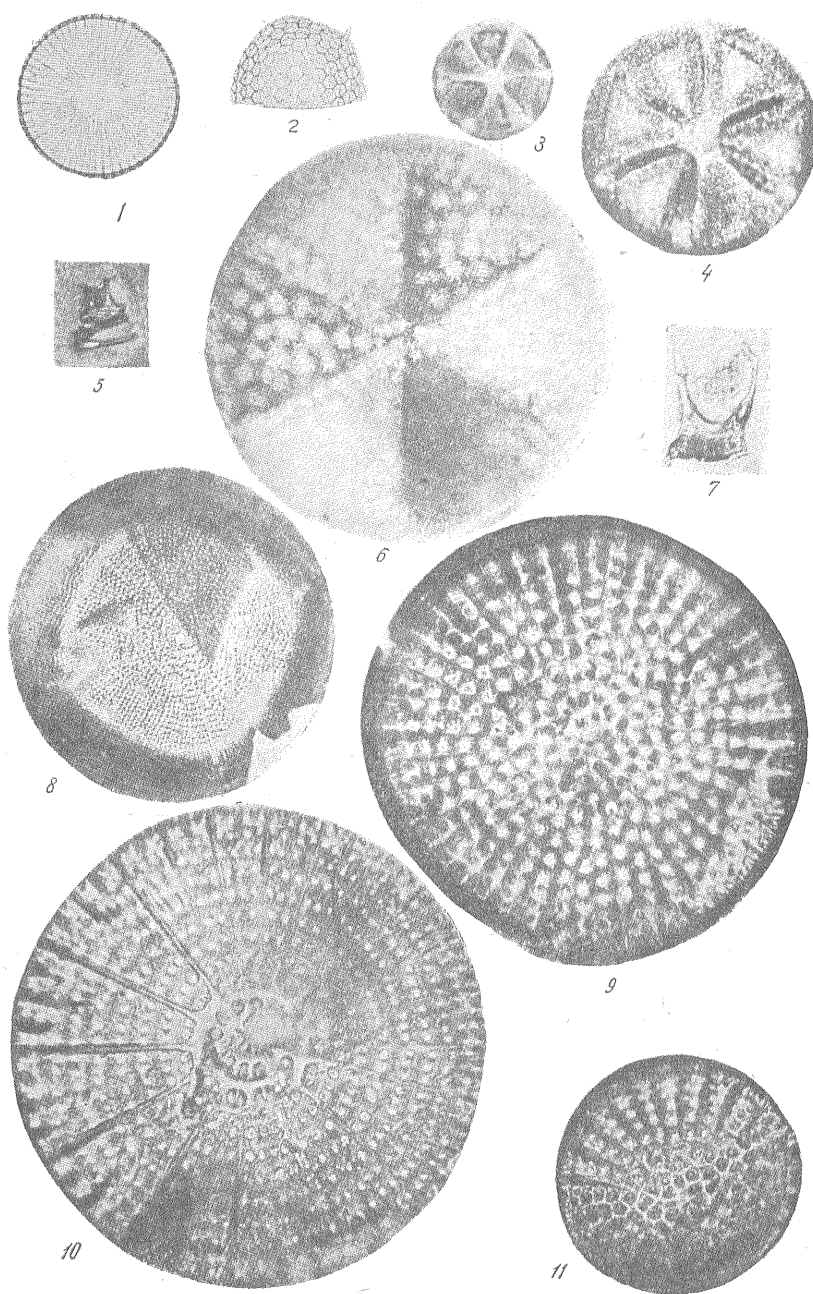
極東の中新世後期海生珪藻類

極東の中新世フロラの研究材料として使つたのは、南サハリンのアニワ、ニエヴェリスクおよびコルサコフ地区の珪藻土(Smekhov, 1948)であるが、極東の海生中新世フロラに関する文献上のデータも利用した。もつとも重要な知見がみられるのは、つぎの論文である：ベーリング海のプリビロフ群島の珪藻類(Hanna, 1919, 1929)、本州西岸の珪藻類(奥野, 1952)、コマンドルスキー群島の島棚堆積物中の珪藻類(Mann, 1907)、ならびに東北日本女川層の中新世中期フロラ(金谷, 1959)。

珪藻類の保存がもつともよいのは、南サハリンのリュートガ川河谷の珪藻土、ならびにロパチノ駅南方400 mとボジャールスコエ部落付近の珪藻土である。ロパチノ駅の珪藻フロラはより種数にとみ、年代はL. S. ZhitkovaとP. P. Il'inaによつて、*Cardita*動物群から、丸山層上部、すなわち中新世後期とされている。サハリンの丸山層に含まれる珪藻類の分類学的組成についてはV. S. Sheshukova-Poretskaya (1959)の報告がある。

中新世の海生珪藻類の特徴は、鮮新世の珪藻類よりも地理的分布が広いことであるが、さら

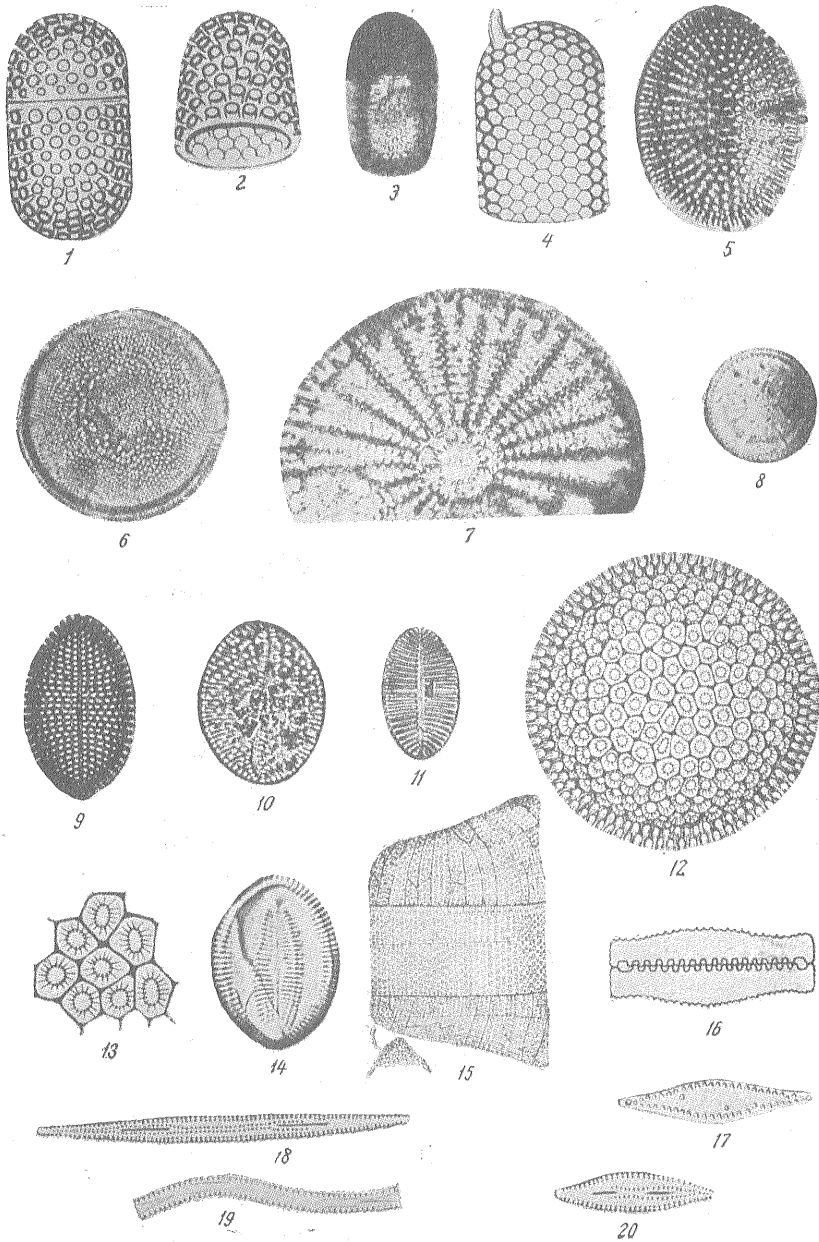
原注2) ここでは、含珪藻岩だけを考えている。ただし、第四紀の海生珪藻類は、アナドゥイリ湾岸、スヴァートエ・ラウレンチエ湾、ならびにオホーツク海北岸および北西部の地層からしられている。



第77図 中新生の海生珪藻類(第I群)

- | | |
|---|---|
| 1 <i>Melosira</i> cf. <i>sol</i> (Ehr.) Kütz.; | 2 <i>Stephanopyxis</i> <i>grunowii</i> Gr. et St.; |
| 3~4 <i>Actinopterychus</i> <i>campanulifer</i> A. S. × 600; | 5, 7 <i>Chaetoceros</i> <i>cornigerum</i> Jouse (胞子) × 600; |
| 6 <i>Actinopterychus</i> <i>undulatus</i> (Bail.) Ralfs. × 900; | 8 <i>Aulacodiscus</i> <i>concentricus</i> Mann × 900; |
| 9 <i>Stictodiscus</i> <i>gelidus</i> Mann × 1200; | 10 <i>Arachnoidiscus</i> <i>giganteus</i> Pant. × 400; |
| 11 <i>Stictodiscus</i> <i>gelidus</i> Mann × 900 | |

注) 第77~80図の倍率は原本どおり。本写真は原本のものを約 $\frac{1}{5}$ 程度縮小したもの。



第78図 中新世の海生珪藻類(第II群)

- 1~3 *Stephanopyxis inermis* Jouse 1,3: frustule $\times 600$; 2: valve $\times 600$;
 4 *St. turris* var. *intermedia* Grun. $\times 600$;
 5 *Coscinodiscus temperei* Brun $\times 600$;
 6 *Cosmiodiscus intersectus* (Brun) Jouse $\times 600$;
 7 *Arachnoidiscus ehrenbergii* Bail. $\times 900$;
 8 *Melosira sulcata* (Ehr.) Kütz. $\times 900$;
 9 *Cocconeis scutellum* Ehr. $\times 900$;
 10 *C. dirupta* Greg. $\times 900$;
 11 *C. costata* Greg. $\times 900$;
 12 *Coscinodiscus marginatus* Ehr. (f. *fossilis*) $\times 900$;
 13 *C. marginatus* Ehr. (f. *fossilis*) 構造の細部 $\times 1500$;
 14 *Cocconeis interrupta* Grun. $\times 900$;
 15 *Isthmia nervosa* Kütz. $\times 500$;
 16, 17 *Cymatosira belgica* Grun. 16: 殻帯側からみたもの, 17: valve 側からみたもの, $\times 500$;
 18~20 *Rouxia peragallii* Brun et Herib. 18, 20 は valve 側から, 19 は 殻帯側からみたもの。ともに $\times 900$;

に, *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Xanthiopyxis*, *Actinopterychus*, *Arachnoidiscus*, *Coscinodiscus*, *Stephanopyxis* という属組成を示すことも、その特徴である。日本・スペイン・アルジェリヤ・イラン・米国の中新世海生フロラも、その例外ではない。先頭の3属の代表者は、古第三紀フロラには確実に含まれないか、あるいは、ともかく著しく少ない。*Actinopterychus* 属が著しく種にとむことも、やはり、地理的位置に無関係な、中新世フロラの特徴である。

極東の中新世後期フロラでは、3つの群が識別される。

第I群は、鮮新世初めころ絶滅する、典型的な中新世の種で、*Melosira sulcata* (EHR.) KÜTZ., *Stephanopyxis* cf. *grunowii* GR. et ST., *Hyalodiscus obsoletus* Sheshukova, *Rhizosolenia curvirostris* JOUSE, *Actinopterychus campanulifer* A. S., *A. undulatus* var. *miocenica* JOUSE *Auliscus grunowii* BRUN, *Arachnoidiscus giganteus* PANT., *Goniothecium tenue* BRUN, *Chaetoceros cornigerum* JOUSE (胞子), *Ch. gaponovii* JOUSE (胞子), *Ch. miocenica* JOUSE, *ch. spp.* (胞子) がそれである (第77図, 1~11)。

この群中で、量的に優勢なものは、*Chaetoceros* と *Actinopterychus* である。したがって、現在の海生プランクトンの特徴である *Chaetoceros* の優勢は、中新世からはじまっている。化石としてのこつた *Chaetoceros* の胞子が種類にとむことから、最低10~12種が、フロラの組成に関係していると推定できる。胞子をつくる珪藻は、浅海生の種にかぎられ、外洋生の種は胞子をつくらないことからみて、*Chaetoceros* の種数は、さらにふえるものと予想される。中新世の *Chaetoceros* の種を、休眠胞子に基づいて現生種と統合することは、誤まりをおこしやすいので、やめるべきである。胞子から種を同定することは、現生の *Chaetoceros* の場合でさえ、むずかしいことがしばしばある。

イタリー・スペイン・ギリシャ・カリフォルニア・日本の中新世フロラでは、*Chaetoceros* の胞子に形態が近い胞子は、*Xanthiopyxis* 属としてまとめられているが、これらの胞子は、*Chaetoceros* にも、また——この方がよりたしからしいが——*Chaetoceros* の近縁属にも、属する可能性がある。

Actinopterychus 属の中新世の種は、事実上、未研究である。*Actinopterychus undulatus* BAIL. の著しい多型現象を考えにいれても、この種の多数の生態型を、完模式標本と一括することは (Hanna, 1932)、完全な誤まりといえるのではなからうか。

現生の *A. undulatus* の代表者には、外洋生の種類も浅海生の種類もあり、さらに亜潮間帯生 (訳注1) の種類さえある。これらの種類は、形態的には、大きさと構造の特徴が異なり、沿岸生の種類では、殻は小型で構造は粗、外洋生の種類では、殻は大型で構造はこまかい。中新世フロラでは、*A. undulatus* BAIL. の2亜種が識別される。

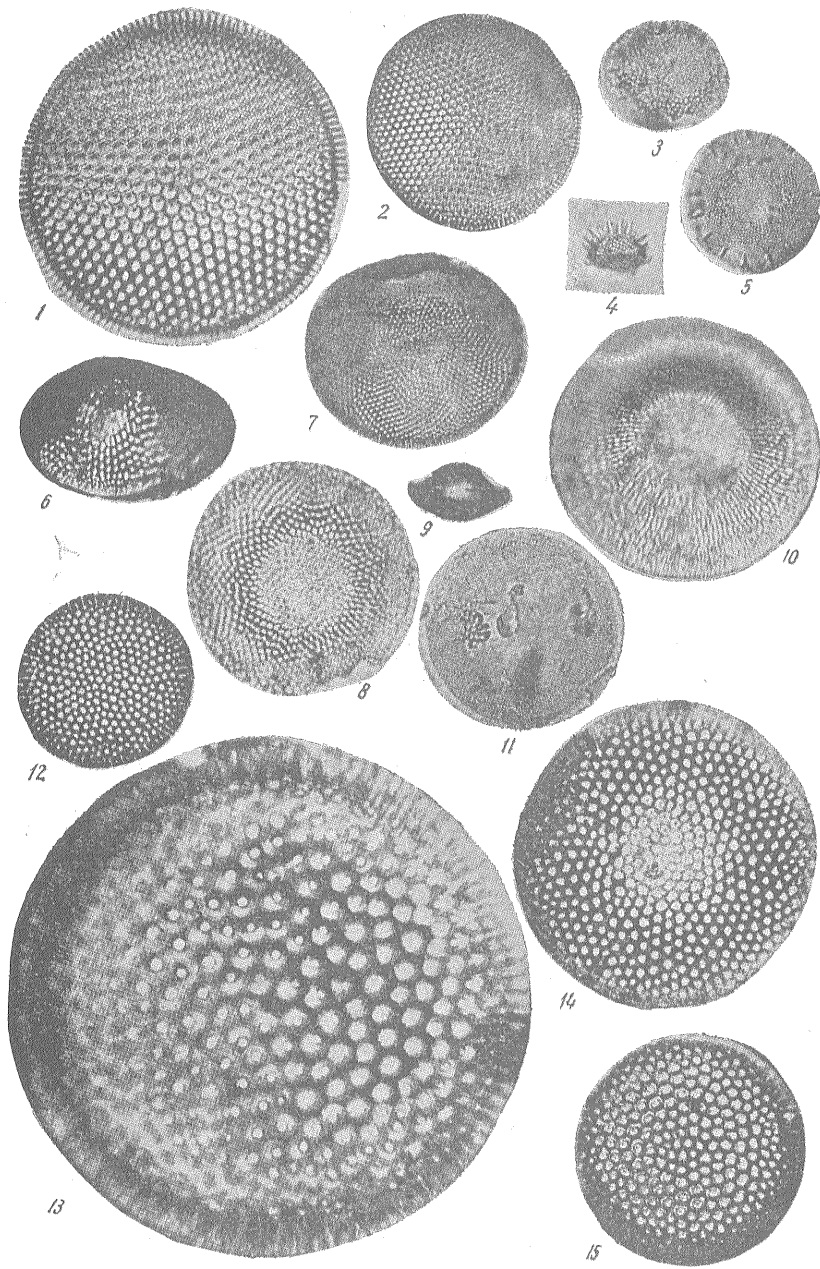
第II群は、鮮新世フロラの組成にも含まれる中新世の種で、*Stephanopyxis inermis* JOUSE, *St. turris* var. *cylindrus* GRUN., *St. turris* var. *intermedia* GRUN., *Coscinodiscus temperei* BRUN, *Cosmiodiscus intersectus* (BRUN) JOUSE, *Rouxia peragallii* BRUN et HERIB. (および f. *californica* M. PERAG.), *Cymatosira belgica* GRUN. がそれである (第78図, 1~20)。

この種群は、第I群の種と違って劣勢であり、鮮新世にかぎって高度に発達するものである。この種群でもつとも特徴的な要素である *Cosmiodiscus intersectus* と *Stephanopyxis inermis* は、鮮新世前期に大量に発達する。

第III群は、現在も生存している中新世の種で、2つの亜群、すなわち a) 著しい形態変化がない亜群、および b) 形態変化が著しい亜群、に区分される。

もつとも保守的な第1の亜群には、亜潮間帯生で着生型の要素が、主として含まれる。すなわち *Melosira sulcata* (EHR.) KÜTZ., *Actinopterychus undulatus* BAIL., *Isthmia nervosa* KÜTZ., *Arachnoidiscus ehrenbergii* BAIL., *Thalassionema nitzschioides* GRUN., *Cocconeis*

訳注1) sublittoral. ソ連での慣用では 0~200m をさす。



第79図 現在の極東海生フロラ中の先祖型珪藻類

- | | |
|--|---|
| 1 <i>Thalassiosira antiqua</i> A. Cl. $\times 750$; | 2 <i>Th. excentrica</i> (Ehr.) Cl. $\times 600$; |
| 3,4 <i>Th. nordenskioldii</i> Cl. (f. <i>fossilis</i>) Jouse $\times 450$; | 5 <i>Th. nordenskioldii</i> Cl. $\times 600$; |
| 6 <i>Th. gravida</i> Cl. (f. <i>fossilis</i>) Jouse $\times 600$; | 7~9 <i>Th. gravida</i> Cl. |
| 10 <i>Porosira antiqua</i> Jouse $\times 600$; | 11 <i>P. glacialis</i> (Grun.) Jörg. $\times 600$; |
| 12,13 <i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr. 殻腔は観察者の側にむく。12: $\times 400$, 13: $\times 900$; | |
| 14,15 <i>C. marginatus</i> Ehr. (f. <i>fossilis</i>) 殻腔の方向は12,13の逆, 14: $\times 900$; 15: $\times 600$. | |

costata GREG., *C. disrupta* GRUN., *C. scutellum* EHR., *C. vitrea* BRUN がそれである。先頭の種は、この亜群中もつとも特徴的な種で、典型的な亜潮間帯生の珪藻であり、浅海の底層水中にすんでいる。

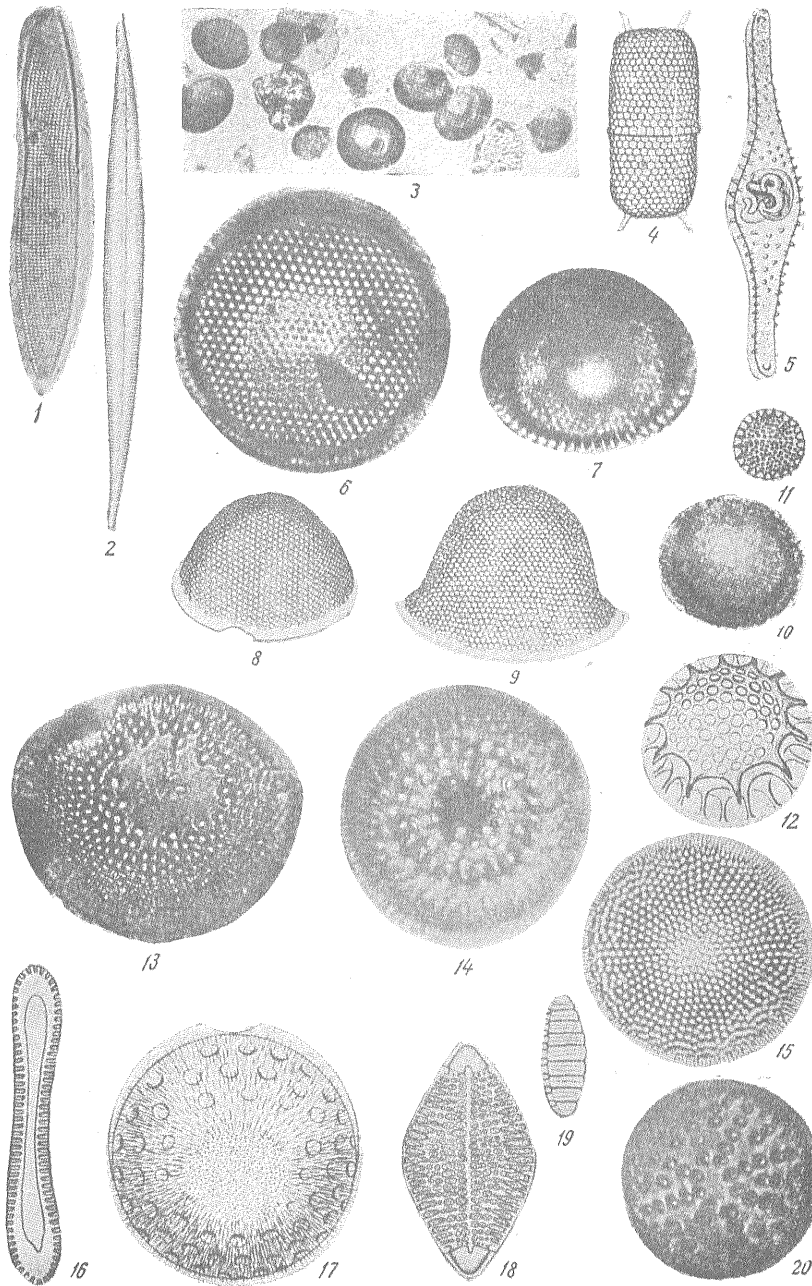
第2の亜群に属する珪藻類は、海生フロラに含まれる特徴的な極東の要素を一括したものであり、ベーリング海・オホーツク海ならびに日本海北部の多くの現生種、すなわち *Coscinodiscus marginatus* EHR., *Thalassiosira nordenskioldii* CL., *Th. excentrica* (EHR.) CL., *Th. gravida* CL., *Porosira glacialis* (GRUN.) JÖRG. の先祖型を含んでいる。これらの種のあるものは、文献では、すでに別の名でしられている原注3)。たとえば *Thalassiosira antiqua* A. CL. は、古期型の *Thalassiosira excentrica* (EHR.) CL. 以外のなにものでもなくまた *Porosira antiqua* JOUSE は、現生の *Porosira glacialis* (GRUN.) JÖRG. の古期型のものである。多くの中新世の種は、現世の子孫と違って、しばらくは ≪f. fossilis≫ と名づける必要がある (第79図)。

中新世フロラのうちで大量に発達するものは、これらの種群中の *Coscinodiscus marginatus* (EHR.) f. *fossilis* と *Thalassiosira nordenskioldii* CL. f. *fossilis* の2種だけで、他の種の頻度ははるかに低い。Lohman (1942) によると、*Coscinodiscus marginatus* は中新世中期から生存しており、このことは、この種が日本の中新世中期の女川層から発見されることで証明されている (金谷, 1959)。しかし日本の中新世珪藻類では、この種の役わりは明らかに小さい。現生の *C. marginatus* は、極東海と太平洋北西部に特徴的な、north-boreal 型の外洋生の種であるが、極東の中新世・鮮新世・第四紀および現在のフロラでは、この種の役わりはきわめて大きく、この種の出現頻度が相対的にわずかにさがるのは、鮮新世前期と中期の堆積物だけにすぎない。この種の形態について必要な説明は、注にのしした原注4)。

原注3) 文献では、中新世フロラ中に、*Coscinodiscus oculus-iridis* EHR. が含まれるとされている。筆者の考えでは、これは誤りであり、現生種と構造が似た古期の種を、誤まつて同定したためである。Hanna (1932) はカリフォルニアの中新世フロラで、奥野 (1952)・金谷 (1959) は日本のフロラでこの種をあげており、しかも奥野は、この種を中新世珪藻土フロラの優勢種 (40%) とみている。しかし奥野の論文にかかげてある写真には、この種の特徴ではないこまかい構造が1つみうけられる。それは殻の中央部に平滑な部分があることである。これらの誤まり、ならびにこれと同様な誤まりは、珪藻類の文献ではしばしばみうけられるが、これはこの属の種の同定がむづかしいためである (金谷, 1959)。

原注4) 分類の論文では、*C. marginatus* について、著しい混乱がある。問題は、観察者に対して殻がどのような位置におかれているか、つまり観察者に対して殻腔がむいていいるか、あるいはその逆であるかによつて、この種の殻の構造が著しく違うことにある。前者の場合には、広く、きわめて粗な殻をもつ殻縁がみられ、網目状彫刻は大型の丸い孔を伴ない、房の外壁上で著しくふくれている。後者の場合には殻縁がみられない。これは殻の高い彎曲がこれをさまたげるからであり、6角の網目状彫刻は平面にみえ、その外面は、壁の近くで明らかに多孔質になっている。(C. *marginatus* では、網目状彫刻の外壁上に補助小孔がある点で、多様性が著しい。現生種の大部分では、この小孔は網目状彫刻の外壁の側面沿いだけにみられるが、古期の種では、この補助的構造は、小型あるいは大型の孔として、網目状彫刻の外殻全体をおおっており、美しい形態をつくる。古期の種では、網目状彫刻の外殻が連続的に多孔質である点が、より特徴的なことは明らかではあるが、この2つの型式は、現生・古期のどちらの種でもみられる場合がある。また、現生の太平洋のプランクトンでは、多孔質の殻はまれではない。

殻の構造が、位置によつてこのように著しく違うため、記載に誤まりが起こつたのは当然のことである。*Coscinodiscus robustus* GREY. と *C. herkulus* BRUN. は、観察者に対して殻腔をむけていない位置でみた *C. marginatus* EHR. 以外のなにものでもないことは、疑いない。Hanna and Grant (1926) は、殻に強い彎曲があることから、*C. robustus* GREY. を *Endictya* 属に移した (*E. robusta* (GÖEV.) HANNA et GRANT). Lohman (1942) は、北大西洋の底質中の珪藻を記載する際、これにしたがつたが、なお、*Endictya robusta* と *Coscinodiscus marginatus* EHR. の区別はきわめてむづかしい、とのべている。*C. marginatus* の構造をもつとも正確にしめしているのは、Cupp (1943) である。網目状彫刻の構造のこのような著しい偏よりは、細胞生長に関係がある可能性がきわめて大きい、この問題を解決するには、実験的研究が必要である。太平洋北西部の、温暖な後水期堆積物では、*C. marginatus* は殻の彎曲が高く、網目状彫刻は平坦で平滑 (孔がない) という特徴をもつ、独特な形態型をしめしている。



第80図 鮮新世の海生珪藻類

- | | |
|---|--|
| 1 <i>Trachysphenia australis</i> Petit × 600; | 2 <i>Synedra jouseana</i> Scheschukova × 600; |
| 3 <i>Thalassiosira zabelinae</i> Jouse × 150; | 4 <i>Stephanopyxis turrus</i> Ralfs × 600; |
| 5 <i>Rutilaria kernerii</i> Pant × 650; | 6,7 <i>Thalassiosira zabelinae</i> Jouse × 600; |
| 8,9 <i>Th. usatschevii</i> Jouse × 1000; | 10 <i>Th. haynaldiella</i> Jouse × 600; |
| 11,12 <i>Th. indefinita</i> Jouse 11: × 600; 12: × 900; | 13 <i>Coscinodiscus insignis</i> Jouse × 900; |
| 14 <i>Coscinodiscus elegans</i> Grev. × 900; | 15 <i>C. cf. crenulatus</i> Grun. × 900; |
| 16 <i>Rhabdonema japonicum</i> Brun × 600; | 17 <i>Thalassiosira punctata</i> Jouse × 900; |
| 18 <i>Xystotheca hustedtii</i> Hanna × 450; | 19 <i>Denticula kamtschatica zabelina</i> × 900; |
| 20 <i>Coscinodiscus mediatatus</i> Hanna | |

中新世の海生珪藻類の特徴を記載しおわるにあたって、次のことをのべておかねばならない。それは、これらの珪藻類では、鮮新世珪藻類よりも分化が少なく、地理的分布がひろい種が、より多いことである。筆者が検討した珪藻土は、中新世の海の大陸斜面上縁に堆積したものであることは、まず疑いない。これは、含まれる珪藻類の組成が混合型である、すなわち浅海生の種とともに、外洋生の種が多数含まれているからである。現在のオホーツク海とベーリング海では、混合型の珪藻組成がもつとも特徴的にみられるのは、大陸斜面上にある堆積物の地帯である。

極東の鮮新世海生珪藻類

中新世と鮮新世の珪藻フロアの境界は、大量の *Thalassiosira* と *Stephanopyxis* があらわれることで、規定されている。これらの属の大部分は、含珪藻堆積物中に、孢子として保存されている。鮮新世フロアの組成では、中新世フロアと違い、*Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Actinopterychus* の役わりは、はるかに小さい。そのほか鮮新世フロアには、亜潮間帯生の種が多数含まれている。

鮮新世前期の珪藻フロア

筆者は、鮮新世前期の海生珪藻フロアとして、北サハリンのシュミット半島にひろく発達する珪藻土のフロアを検討した。フロアの組成を検討するための多数の資料は、カムチャッカ西岸の鮮新世前期の珪藻土からもえられた。これらの含珪藻岩の年代は、動物化石によって決定されている (Smekhov, 1936, 1937, 1941; Dvari, 1957; D'yakonov, 1957)。

鮮新世前期フロアの組成には、中新世フロアと同様に質が違う珪藻群がいくつか識別される。

第 I 群は、鮮新世前期末に絶滅する、典型的な鮮新世前期の種で、*Trachysphenia australis* PETIT, *Synedra jouseana* SHESHUKOVA, *Xystotheca hustedtii* HANNA, *Chaetoceros* cf. *cinctus* GRAN., *Coscinodiscus insignis* JOUSE がそれである (第 80 図, 1, 2, 13, 18)。

第 II 群は、鮮新世中期フロアの組成にも含まれる、鮮新世前期の種で、*Thalassiosira zabelinae* JOUSE, *Th. usatschevii* JOUSE, *Th. haynaldiella* JOUSE, *Th. punctata* JOUSE, *Coscinodiscus elegans* GREY., *C. mediatatus* HANNA がそれである。

この種群でもつとも多数な種は、先頭の 3 種で (第 80 図, 3, 6~10, 14), 粗な殻が特徴的な *Thalassiosira* 属の孢子である。この属の繊細に珪化した殻は、堆積物中には残っていない。北サハリンと西カムチャッカの鮮新前期フロアの組成では、この 3 種はすべて、優占種とみることができる。極東海の現世堆積物からは、この鮮新世の *Thalassiosira* 属の孢子が、ほかの粗に珪化した第三紀の珪藻類とともに、2 次産出としてつねに発見される。

この種群は、産出頻度が著しく低い *Thalassiosira haynaldiella* JOUSE をのぞくと、鮮新世中期フロア中でも、重要な地位をもっている。

この種群の全種は、鮮新世全期にわたって、極東の海生珪藻類中の典型的な要素である。これらの種は、サハリンとカムチャッカの鮮新世珪藻土では優勢であるが、日本の鮮新世フロアではしられていない (Pantocsek, 1903—1905; Brun et Tempere, 1889; 奥野, 1952)。したがって、鮮新世前期の海でも現在の海でも、その地点の緯度によって、珪藻フロアの種組成は違っていた、と考えなければならない。

すでに中新世にあらわれていた珪藻類で、鮮新世前期の堆積物中に大量にあらわれるものは *Coscinodiscus intersectus* (BRUN) JOUSE と *Stephanopyxis inermis* JOUSE であり、*Rouxia peragallii* BRUN et HERIB. の出頻現度も、かなり高い (Sheshukova—Poretskaya, 1959)。

中新世珪藻類の第Ⅲ群の種、すなわち鮮新世フロラの組成にも含まれる種のリストは、あらためてかかげる必要はないであろう。

鮮新世中期の珪藻フロラ

このフロラをはじめて検討したのは、Brun et Tempere (1889) および Pantocsek (1903—1905) で、試料は北海道の鮮新世中期の珪藻土であつた。その後、E. A. Gaponov (1927) は、東カムチャッカのクロノッキー地区のオリガ湾とボガチェフカ川の、岸ぞいの露頭から産した、この年代の珪藻類を検討した。M. M. Zabelina (1934) も、動物化石で年代が決定された断面^{原注5)} から産した、東カムチャッカの鮮新世中期フロラを検討している (北はオーゼルヌイ湾から、南はナリチェヴォ川まで)。

筆者は、鮮新世中期の珪藻類のリストをつくる際、クロノッキー地区の海岸のいくつかの断面からえた試料を利用し、また南サハリンのアニワ地区の珪藻土 (オゴニキ村) も検討した。

東カムチャッカの鮮新世中期フロラには、西カムチャッカと北サハリンの鮮新世前期フロラの特徴が、著しく残っている。しかしそれらに較べると、種が著しく多い。これは、ほとんどが、亜潮間帯生の珪藻の出現による。

第Ⅰ群は、鮮新世中期フロラに典型的で、より年代が新しいフロラには含まれない種であり *Rutilaria longicornis* TEMP. et BRUN, *R. kernerii* PANT., *Rhabdonema japonicum* BRUN, *Cocconeis biharensis* PANT. がそれである (第80図, 5, 16)。これらの種は、北海道の鮮新世中期フロラからもしられている (Brun et Tempere, 1889)。

第Ⅱ群は、鮮新世中期フロラに典型的で、鮮新世後期にも残る種であり、*Denticula kamtschatica* ZABELINA, *Coscinodiscus decoratus* BRUN, *C. cf. crémulatus* GRUN. がそれである (第80図, 15, 19)。浮遊型の *D. kamtschatica* は、クロノッキー地区の珪藻土に特に多いが、ベーリング海とオホーツク海のプランクトンのうちで、特徴的な外洋生の種である *Denticula marina* の先祖型であると、無条件でいうことができる。

鮮新世前期の、*Thalassiosira* と *Stephanopyxis* の種群は、鮮新世中期の海では発達がおとろえず、中心的な珪藻群として残存を続けている。*Coscinodiscus marginatus* f. *fossilis* の数だけはいくらかへるが、これは、東カムチャッカの鮮新統中部の層相組成が、より沿岸的であつたためである可能性がある。

鮮新世後期の珪藻フロラ

極東の鮮新世後期の海生珪藻フロラを検討するための試料としては、エトロフ島 (千島列島) の珪藻土を使用した。この珪藻土は、クリリスク市の鯨類コンビナート付近、ならびにブラゴダートノエ湖地区の 30—40 m 段丘から、Yu. S. Zhelubovsky (1956) が発見したものである。どちらの断面の珪藻類も、保存が著しく悪いのが特徴である。

鮮新世後期の珪藻類のもつとも著しい特徴は、第四紀の種に、形態が著しく似ていることである。*Thalassiosira excentrica*, *Th. gravida*, *Th. nordenskiöldii* のように、中新世と鮮新世前期で、殻の構造が著しく違う種は、エトロフ島のフロラでは、第四紀の種類に似ていることが特徴である。さらに、エトロフ島のこのフロラには、現在の極東海でしられている 2, 3 の種が、ごく少数出現する。*Rhizosolenia hebetata*, *Biddulphia aurita*, *Fragilaria oceanica*, *Trachyneis aspera*, *Bacterosira fragilis* (2 個体発見), *Bacillaria socialis*, *Raphoneis amphicerus*, *Rh. surirella*, *Diploneis interruptus* などがそれである。このフロ

原注5) B. A. Alferov (1932) をも参照。この論文には、チャズマ川ぞいの断面からえられた珪藻類のリストがかかげてある (同定者は M. M. Zabelina である)。

ラに多数含まれる *Chaetoceros* の孢子には、第四紀の種として、*Ch. subsecundus* (GRUN.) HUST. と *Ch. furcellatus* BAIL. の2種がある。

Chaetoceros furcellatus BAIL. をのぞくと、鮮新世後期フロラに含まれる「第四紀の種群」は、発達初期の段階にあり、数は少ない。

第I群は、鮮新世後期の中心的な珪藻類からなるもので、*Thalassiosira* 1種と *Chaetoceros* 10種を含んでいる。鮮新世後期の *Thalassiosira indefinitus* は、*Th. zabelinae* に似て孢子の形態をもち、きわめて小型なことが特徴である (第80図, 11, 12)。

第II群は、鮮新世後期に生存を続けている、鮮新世の特徴種全部を含むが、おそらく、数はより少ないものと思われる。*Thalassiosira zabelinae* JOUSE, *Th. usatschevii* JOUSE, *Stephanopyxis inermis* JOUSE, *Coscinodiscus decoratus* BRUN, *Denticula kamtschatica* ZABELINA がそれである。大量に含まれる最後の種をのぞくと、残りの種はすべて、明瞭な死滅(期)の特徴をもっているが、これは、*Coscinodiscus marginatus* EHR. f. *fossilis* の発達が著しくおとろえることと、まったく同じである。

Chaetoceros 属の孢子が多く、10種に及ぶこと、またさらに多数の種が数えられる可能性があることは、鮮新世後期の海の浅海底帯で堆積が行なわれたことを示すものとみてよい。注目されるのは、その後、第四紀フロラ中で繁栄期に達した多数の寒冷型の珪藻が、この時期にあらわれることである。特に、arcto-boreal 型の *Chaetoceros furcellatus*, *Ch. subsecundus*, *Rhizosolenia hebetata*, *Fragilaria oceanica*, *Bacterosira fragilis* がそれである。この種群が鮮新世後期に出現することは寒冷化がはじまっていたことを示す可能性がある。

エトロフ島の鮮新世後期フロラは、主として第三紀フロラの特徴をもつが、これはこのフロラでは、鮮新世の種が量的に優勢をたもっているからである。

極東の第四紀および現在の海生珪藻類

極東の第四紀および現在の海生フロラ試料は、古期の珪藻類に較べて、比較にならないほど豊富である。しかし、第四系の全層を含むコアがえられないかぎり、第四紀海生珪藻フロラの形成の初期は、不明である。現在、筆者の手もとにあるデータからみると、第三紀と第四紀のフロラの境界は、第三紀の種群が優勢なエトロフ島の鮮新世後期フロラよりも、上位にある。したがって、第四紀前期の地層では、古期型の種類はより多いであろうが、第四紀層の下限をきめる場合、特に困難はないものと思われる。

第四紀フロラの組成でも、中新世・鮮新世のフロラ同様、年代が異なる要素が識別される。第四紀フロラには、一方ではもつとも保守的な要素を含む古期の中核が、他方では鮮新世末あるいは第四紀初期にあわられた、多数の、年代が新しい種類が含まれている。

第四紀フロラに含まれている古期の種群としては、*Coscinodiscus marginatus*, *Thalassiosira gravida*, *Th. excentrica*, *Th. nordenskioldii*, *Porosira glacialis* がある。また亜潮間帯で生存を続け、量的にも豊富に発達するものとしては、*Melosira sulcata*, *Actinopterychus undulatus*, *Arachnoidiscus ehrenbergii*, *Cocconeis*, *Grammatophora*, *Rhabdonema* および *Diploneis* の各種がある。これらの種のあるものは、新しい地理的環境に適応しながら、新しい形態的特徴を獲得した。

特徴的なことは、底生性珪藻中の多くの新しい属は無論のこと、*Detonula*, *Ditylum*, *Bacteriastrium*, *Corethron*, *Coscosira*, *Dactylosolen*, *Lauderia*, *Schroderella*, *Leptocylindrus*, *Eucampia*, *Tropidoneis*, *Thalassiothrix* のように、年代が新しい属群が、極東の第四紀フロラには豊富に存在することである。あらたに出現したこれらの属は、1種だけで代表され、まれには1種以上を産するが、このことは、一般に、相対的に生存期間が短い属の特徴である。

Chaetoceros, *Rhizosolenia*, *Thalassiosira* のように、すでにしられている2, 3の第三紀

の属では、第四紀には、新しい種がふえている。種数は、*Chaetoceros* が40種、*Rhizosolenia* が10種(多くの変種をのぞく)、*Thalassiosira* が10種にまでふえている。

オホーツク海とベーリング海の海底堆積物中の珪藻類を、層別に検討すると、各種のあいだに著しい境界がひけないという、特徴的な事実が注目される。種間に著しい境界がないことは第四紀海生フロラに含まれる年代が新しい種群の特徴の1つである。

証明として明らかな例をいくつか引用することができる。たとえば、一方の *Coscinodiscus curvatulus* と、他方の *Actinocyclus curvatulus* および *A. divisus*とのあいだには、多数の中間型が存在している。これらの中間型は、上記の種のどれかに、いつでもうまく同定できるとはかぎらない。また、*Coscinodiscus radiatus* EHR., *C. perforatus* EHR. および *C. obscurus* A. S. を区別するのむづかしい。第三紀フロラではしられていない *Thalassiosira* 属の新しい種、すなわち *Th. decipiens* (GRUN.) JÖRG. と *Th. pacifica* GRAN. et AUGST (原注6)は、一連の中間型によって、*Th. excentrica* CL. とむすびついている。

海底堆積物の長いコアは、新しい種の形成を検討するために、きわめて貴重な試料であり、これによつて、互いに直接連続している各層中の、種の変化を観察することができる。

極東海と太平洋北西部の珪藻類の発達地域は、第四紀には何回となく移動した。オホーツク海とベーリング海の表層堆積物のフロラを特徴づけている、浅海生および外洋生の浮遊性珪藻種群の分布は、何回となくみだされ、これらの種群は、現在それが生存することを特徴としていない地域に、移動した。

コアの垂直断面では、珪藻軟泥と陸源性堆積物が交互することが確かめられているが、これは、珪藻類の量的発達に変動があつたことの証明である。極東海ならびに太平洋北西部の海底堆積物にみられる明瞭な層理は、中心的な種群の交代を同時に伴ないながら、含珪藻堆積物と陸源性堆積物が交代したために、生じたものである。

長いコアの堆積中に、性質はほとんど arcto-boreal 型である、浅海生の沿岸生珪藻フロラが、2回にわたつてベーリング海とオホーツク海の水域の大部分にひろがつた。そして温暖期には、現在の海を特徴づける珪藻の分布が、ふたたび復活した。

海底から下方に珪藻フロラは次のような型のフロラによつて特徴づけられている(オホーツク海南部とベーリング海南部の深海域のコア)。

第I層準——外洋生の boreal 型フロラ。*Thalassiosira excentrica* CL., *Coscinodiscus curvatulus* GRUN., *C. ochotensis* JOUSE, *C. marginatus* EHR., *C. oculusiridis* EHR., *Asteromphalus robustus* ROPER, *Rhizosolenia hebetata* GRAN, *Thalassiothrix longissima* CL. et GRUN., *Denticula marina* SEMINA.

第II層準——浅海生で亜潮間帯生の arctic および arcto-boreal 型フロラ。*Melosira arctica* DICKIE, *M. sulcata* KÜTZ., *Thalassiosira nordenskiöldii* CL., *Th. gravida* CL., *Th. hyalina* GRAN, *Th. kryophila* JÖRG, *Porosira glacialis* JÖRG, *Coscinodiscus lacustris* var. *septentrionalis* GRUN., *Rhizosolenia setigera* BRIGHT., *Chaetoceros furcellatus* BAIL., *Ch. mitra* CL., *Ch. subsecundus* HUST., *Ch. debilis* CL., *Fragilaria oceanica* CL., *Bacterosira fragilis* GREV., *Biddulphia aurita* BREB. et GODEY など。

第III層準——外洋生～浅海生の north-boreal 型フロラで、south-boreal 型の要素を伴なう。*Thalassiosira excentrica* CL., *Th. pacifica* GRAN et AUGST, *Stephanopyxis nipponica* GRAN et JENDO, *Coscinodiscus marginatus* EHR., *C. oculus-iridis* EHR., *C. asteromphalus* var. *subliens* A. CL., *C. perforatus* EHR., *C. radiatus* EHR., *C. stellaris* GREV., *Rhizosolenia alata* BRIGHT., *Rh. hebetata* GRAN, *Chaetoceros curvisetus* CL., *Thalassiothrix longissima* CL. et GRUN., *Actinocyclus curvatulus* JAN. A., *divisus* (GRUN.) HUST.

原注6) *Thalassiosira pacifica* GRAN et AUGST は *Th. excentrica* var. *fasciculata* HUST. ? と同一種の可能性がある。

第IV層準——浅海生の arcto-boreal および arctic 型フロラ。 *Melosira arctica* DICKIE, *Thalassiosira gravida* CL., *Th. norden skoldii* CL., *Th. hyalina* GRAN, *Th. kryophila* JÖRG., *Porosira glacialis* JÖRG., *Bacterosira fragilis* GRAN, *Chaetoceros furcellatus* BAIL., *Ch. sudsecundus* HUST., *Ch. defilis* CL., *Biddulphia aurita* BREB. et GODEY, *Fragilaria oceanica* CL.

第V層準——外洋生で、ほとんど north-boreal 型フロラ。 *Thalassiosira excentrica* CL., *Coscinodiscus curvatulus* GRUN., *C. marginatus* EHR., *C. perforatus* EHR., *C. tabularis* var. *egregius* HUST., *Actinocyclus divinus* (GRUN.) HUST., *Rhizosolenia alata* BRIGHT., *Rh. hebetata* GRAN, *Rh. styliformis* BRIGHT., *Denticula marina* SEMINA, *Actinopterychus undulatus* BAIL., f. *major*, *A. bipunctata* LOHMAN.

したがって第四紀には珪藻類の組成は何回も変化し、珪藻類の天然の発達地域は、気候条件の変化に応じて、水平移動を起したのである。浅海生および亜潮間帯生の珪藻類は岸の近くにそして外洋生の珪藻類は中央の深海域に分布するという、現在みられる分布はみだされ、寒冷期には、浅海生で寒冷型の arcto-boreal 型フロラが、極東海の全水域にわたって発達した。温暖期には、現在の浮遊性種群の分布を特徴づける法則性が復活し、中央部と南部の深海域には、外洋生の boreal 型フロラが、ふたたびすみつくようになった。と同時に、south-boreal 型の、太平洋と日本海のいくつかの種があらわれたが、これらの種は、ベーリング海やオホーツク海の中央部および南部、ならびに太平洋北部の現在のフロラの組成に較べると、より温暖型の種である。寒冷型とより温暖型の種群の交代が起こったことは、第四紀の極東では、自然地理的な変化が律動的な性質をもっていたことを証明するものである。

文 献

- Алферов Б.А. 1932 Маршрутные исследования по восточному берегу Камчатки —Тр. Нефт. геол.-разв. ин-та, серия А, т. 15.
- Безруков П. Л. 1955а. О распределении органического вещества в осадках Охотского моря.—Докл. АН СССР, т. 103, No. 2.
- Безруков П.Л. 1955б. О распространении и скорости накопления кремнистых осадков в Охотском море.—Докл. АН СССР, т. 103, No. 3.
- Гершанович Д.Е. 1956. Кремнекислота, карбонат кальция и органический углерод в глубоководных. отложениях Японского моря.—Тр. Гос. океанограф. ин-та, в. 31 (43).
- Двали М.Ф. 1957. Геологическое строение Паланского района (западное побережье полуострова Камчатки).—Сб. «Геология Камчатки». Тр. Всесоюз. нефт. н.-и. геол.-разв. ин-та (ВНИГРИ), вып. 102.
- Дьяконов Б.Ф. 1957. Фациальный анализ третичных отложений и основные черты палеогеографии Тигильского района западной Камчатки. Сб. «Геология Камчатки».—Тр. Всесоюз. нефт. геол. -разв. ин-та (ВНИГРИ), вып. 102.
- Желубовский Ю.С. 1956. Объяснительная записка к Гос. геол. карте СССР. М-б 1 : 1,000,000, л. К-55,1-55.
- Забелина М. М. 1934. Диатомовые водоросли третичных отложений восточного побережья Камчатки.—Тр. Нефт. геол.-разв. ин-та, серия А, вып. 48.
- Лисицын А.П. 1955. Распределение аутигенного кремнезема в донных отложениях западной части Берингова моря.—Докл. АН СССР, т. 103, No. 3.

- Смехов Е. М. 1936 К проблеме нефтеносности нижнетретичных отложений Северного Сахалина.—Тр. Нефт. геол.-разв. ин-та, серия Б, вып. 68. Л.
- Смехов Е. М. 1937. Месторождение диатомитов на полуострове Шмидта.—Тр. Нефт. геол.-разв. ин-та, серия Б, вып. 70.
- Смехов Е.М. 1941. Геологическое строение и нефтеносность его западной области Северного Сахалина.—Тр. Нефт. геол.-разв. ин-та, вып. 21.
- Смехов Е.М. 1948. Третичные отложения Южного Сахалина.—Изв. АН СССР, серия геол., No 6.
- Шешукова-Порецкая В.С. 1956. Об ископаемом роде *Rouxia* Brun et Herib.—Ботан. матер. отдела споровых растений Бот.ин-та АН СССР, т. 11.
- Шешукова-Порецкая В.С. 1959. К ископаемой диатомовой флоре Южного Сахалина (морской неоген). —Вестник ЛГУ, No. 15, вып. 3, серия биол.
- Brun J. et Tempere J. 1889. Diatomees fossiles du Japan. —Mem. Soc. Phys. Hist. Nat., Vol. 30, Geneve
- Cupp E. E. 1943. Marine plankton diatoms of the West Coast of North America.—Bull. Scripps Inst. Oceanogr., Vol. 5, No. 1.
- Hanna D. G. 1919. Geological notes on the Pribilof Island, Alaska, with an account of the fossil diatoms. —Amer. J. Sci., Vol. 48, 4 ser.
- Hanna D. G. 1929. Fossil diatoms dredged from the Bering Sea. —Trans. San-Diego Soc. Natur. History, Vol. 5, No.20.
- Hanna D. G. 1932. The diatoms of Sharktooth Hill, Kern County, California. —Proc. Calif. Acad. Sci., Vol. 20, No.6.
- Hanna D. G. a. Grant W. M. 1926. Miocene marine diatoms from Madra Island, Mexico—Proc. Calif., Acad. Sci., Vol. 15, No.2.
- Kanaya, T. 1959. Miocene diatom assemblages from the Onnagawa formation. —Sci. Rep. Tohoku Univ. Sendai, Japan, Vol. 30, 2 ser.
- Lohman K. 1942. Diatomae, Part 3 in Bramlette B. N. a. Bradley W. H. Geology and biology of North Atlantic deep-sea cores, Geol. Surv. Prof. Paper, 196.
- Mann A. 1907. Report on the Diatoms of the Albatross voyage in the Pacific Ocean 1888–1904. —Contribut. U. S. Nat. Herbar., Vol. 10, p. 5.
- Okuno H. 1952. Atlas of fossil diatoms from Japanese Diatomite Deposit. Bot Inst. Kyoto University.
- Pantocsek J. 1903–1905. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Bacillarien Ungarns. Bd. 1–3. Pozsony.
- Taliaferro N. L. 1933. The relation of volcanism to diatomaceous and associated siliceous sediments. —Univ. Calif. Publs. Geol. Sci., Vol. 23, No. 1.