

## 化石珪藻群集よりみた東北裏日本新第三紀後期の古地理的環境

沢村 孝之助\*

Diatom Analysis on the Environment of Late Neogene  
along the Japan Sea Coast, Northeast Japan

Konosuke SAWAMURA

## Abstract

Jousé (1960) investigated the diatom flora from the surface of the bottom sediments in the sea of the Far East and divided the environment of the sea into the oceanic, transitional, and neritic zones on the basis of ecological classification of the diatom flora. It is also well shown that sublittoral species dominate at some places along the coast of the Okhotsk Sea as in Fig. 5. In this report, ecologically well-known recent species of diatom are classified into the following three groups: oceanic(O), neritic(N), and sublittoral and fresh water group(SF) including benthonic and brackish water species, and relation between the total numbers of diatom pieces in each group is shown on a triangular diagram O-N-SF having many fields of diatom assemblage in relation to sedimentary environments (Fig. 7).

Table 1 Number of samples analysed and their horizon.

Number of locality	Name of locality	Late Miocene				Pliocene		Literature
		Onmagawa stage	Shinzan substage	Funakawa stage	Kitaura stage	Wakimoto stage	Shibikawa stage	
1	Oga	9						Kanaya, 1959 Koizumi, 1968
		8	13	31	17	20	1	
2	Ajigasawa			12	9	2		Kanaya, 1959 Koizumi, 1966
		1		1	2			
3	Yorinobezawa	3						Kanaya, 1959
4	Hirosaki	5			1			"
5	Goshogawara			1	2			"
6	Okuziri			2				Hata · Hasegawa, 1970
7	Kudo			1	4			Yoshii and others, 1972
8	Shin Guri			1				Koizumi · Iwabuchi, 1969
9	Torimi Guri			1				"
10	Nakaze					1		"
11	Koshiji Sho				1			"
12	Yamato Tai					1		Hasegawa, 1970
13	Kitayamato Tai			1				"

\* 地質部

Great progress has been made in studying quantitatively diatom flora of Late Neogene in the oil field of Northeast Japan for these ten years and assemblages of flora at various localities there have been reported by many authors (Figs. 1 ~ 3 and Table 1). The ecological classification and the diagram mentioned above are applied to Neogene diatom flora to infer sedimentary environments at that time. In this application, however, it is a problem how to treat some extinct species of unknown ecology, such as *Actinocyclus ingens* RATT. and *Denticula* spp. abundantly found in some sediments especially of the early stage of Late Miocene (Figs. 4-a and 4-b). To solve this problem, two methods are taken, the one is the method to calculate correlation coefficients on the amount of such species and recent species in some fossil diatom flora, and the other is the method to correlate different relations on the O-N-SF diagram in accordance with various assumptions of ecology of the extinct species (Figs. 8 and 9). As the results of these analysis, *A. ingens* is estimated to be oceanic and *Denticula* spp. to be neritic ecologically.

The sedimentary environments of the Japan Sea and its coast in Late Neogene are inferred from the relations shown on the OA-ND-SF diagram prepared on the assumption mentioned above.

1. The Yamato Rise near the center of the Japan Sea, at the middle of Late Miocene and Pliocene, was not so strongly influenced by oceanic water as at the center of recent Okhotsk sea, and so it seems that the Neogene basin which occupied the Japan Sea and vicinity was generally an inland sea through the period of Late Neogene (Fig. 16).

2. A boundary between the outer transition and the neritic field migrated towards the center of the Japan Sea with a marine regression in the Neogene basin through the period of Late Neogene (Fig. 17). The general direction of migration of the boundary was somewhat modified in the Ajigasawa district probably situated near a connecting part between the basin and the ocean at that time.

3. The environment of Neogene basin was not stable and through the general course of regression, invasion of oceanic water in a short period occurred repeatedly. The invasion was most strong at the middle of the medial (Funakawa) stage, or at the beginning of the late (Kitaura) stage of Late Miocene (Fig. 15).

4. After the regression at the end of the early (Onnagawa) stage, the character of diatom flora changed prominently to lack *A. ingens* or *Coscinodiscus yabei* assemblage after Kanaya (1959).

5. Following the transgression at the middle of Funakawa stage, the area surrounding Oga district seems to be upheaved abruptly, and the environment in Oga changed to be sublittoral at the end of the stage.

### 1. ま え が き

珪藻は現在ほとんどあらゆる水域にみられる単細胞植物で、その生活に充分な日光を必要とするため、つねに水面近くに存在する。また、その珪質殻は微細なため、遺骸は容易に水の流れによって拡散する。このために、化石としての珪藻は広い範囲にわたる古地理的環境の解析を可能としており、他の底棲性化石とは異なった解析手段となっている。

化石珪藻は堆積物中に保存されている際には、その個体数は実におびただしい。珪藻質泥岩1gに $10^5 \sim 10^6$ 個、

珪藻土では $10^8$ 個にも及んでいる。従って、珪藻群集組成を定量的に検討する際にも、無作為に200個体を同定することにより、充分良好な近似度が得られ、群集相互間の量的比較を可能にしている。

このような珪藻の特質に基づいて、過去の環境を解析しようという試みは、近年次第に増加している。その多くは第四紀に関するもので、海洋底のコアに基づいて第四紀の気候変化が推定され、あるいは平野部において海進海退に伴う古地理の変遷が検討されている。

新第三紀の化石珪藻群集についても、群集中にふくまれている現生種の組成に基づく解析が行なわれている。

しかし、化石珪藻群集には現在絶滅しているために生態の明らかでない珪藻種が、その個体数で数10%以上も含まれていることもあり、このように優勢な絶滅種についてはその生態を推定する必要がある。

東北裏日本の新第三紀後期化石珪藻群集については、数多くの文献が発表されており、それに珪藻群集組成についての定量的データが豊富に記載されている。この既発表資料を用いることによって、現在は絶滅している珪藻 *Actinocyclus ingens* および *Denticula* spp. の生態を判定することができ、その結果新第三紀後期堆積盆の古地理的環境の変遷について詳しく検討することが可能となった。

解析に際しては、化石珪藻群集組成を、外洋性、近海性、沿岸～淡水性および生態不明の4群に区分し、前3者についてその個体数の量比関係を三角図表に示す方法を用いた。

東北裏日本は油田地帯でもあり、新第三紀における堆積環境については、堆積物の研究を通じてよく検討されている。ここに得られた結果は、その大綱において従来の知見とおおむね一致しているとともに、古地理的環境の変化についてその細部を明らかにしている。これは、化石としての珪藻の有用さを示す例でもあり、今後さらにこの種の研究の発展が期待される。

## 2. 解析に用いた珪藻群集

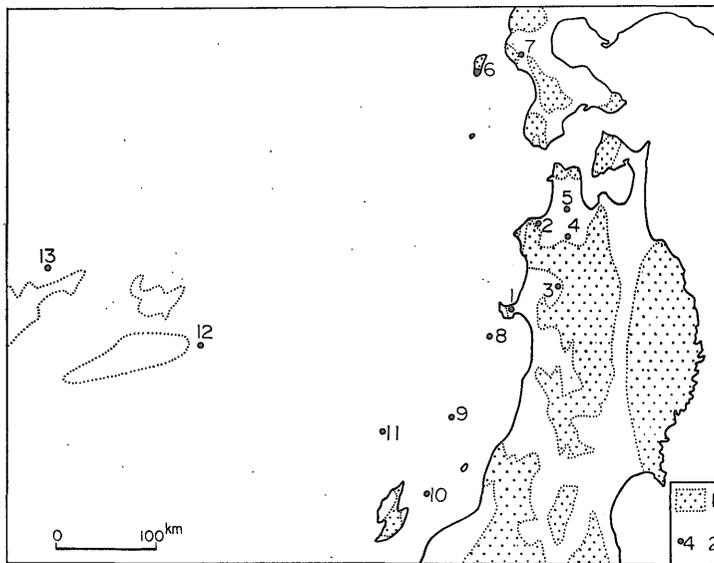
東北裏日本新第三紀後期の化石珪藻群集については、金谷(1959)が女川階に *Coscinodiscus yabei* 群集をみいだして、これがきわめて特徴的なものであることを明らかにして以来、多くの定量的研究が行なわれるようになった(第1表, 第1図)。

男鹿半島では中新統上部(女川階, 船川階および北浦階), 鮮新統(脇本階, 鮪川階)の各階に含有されている珪藻群集について詳細に報告されている(小泉, 1968)。鱈ヶ沢地域では船川階と北浦階および脇本階の珪藻質泥岩中の珪藻群集について詳しく報告されている(小泉, 1966)とともに、珪藻に乏しい母岩中の炭酸塩質団塊中に保存のよい女川階, 船川階あるいは北浦階基底部の群集もみいだされた(上村・沢村, 1973)。この男鹿, 鱈ヶ沢の周辺地域でも, 寄延沢(女川階), 弘前(女川階および北浦階), 五所川原(船川階と北浦階)の珪藻群集が知られている(金谷, 1959)。

さらに、北海道南部の奥尻島(船川階, 秦・長谷川, 1970), その東の久遠地域(船川および北浦階, 吉井ほか, 1972), 秋田沖の日本海海底に露出する船川階, 北浦階および脇本階(小泉・岩淵, 1969), また日本海のほぼ中央を占める大和海嶺に露出する船川階と脇本階に含まれる化石珪藻群集(長谷川, 1970)もまた知られている。

第1表 検討した珪藻群集の数とその層準

地域番号	地域名	上部中新統				鮮新統		文献
		女川階	真山亜階	船川階	北浦階	脇本階	鮪川階	
1	男鹿	9						金谷, 1959 小泉, 1968
		8	13	31	17	20	1	
2	鱈ヶ沢			12	9	2		金谷, 1959 小泉, 1966
		1		1	2			
3	寄延沢	3						上村・沢村, 1973
4	弘前	5			1			金谷, 1959
5	五所川原			1	2			"
6	奥尻島			2				秦・長谷川, 1970
7	久遠			1	4			吉井ほか, 1972
8	新礁			1				小泉・岩淵, 1969
9	島海礁			1				"
10	中瀬					1		"
11	越路礁				1			"
12	大和堆					1		長谷川, 1970
13	北大和堆			1				"

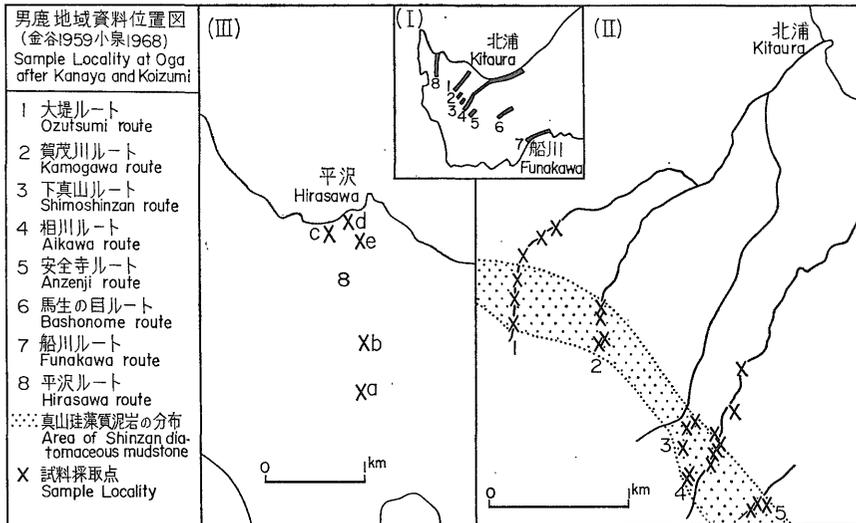


1: 女川期の陸域 2: 資料位置および番号

第1図 資料位置図

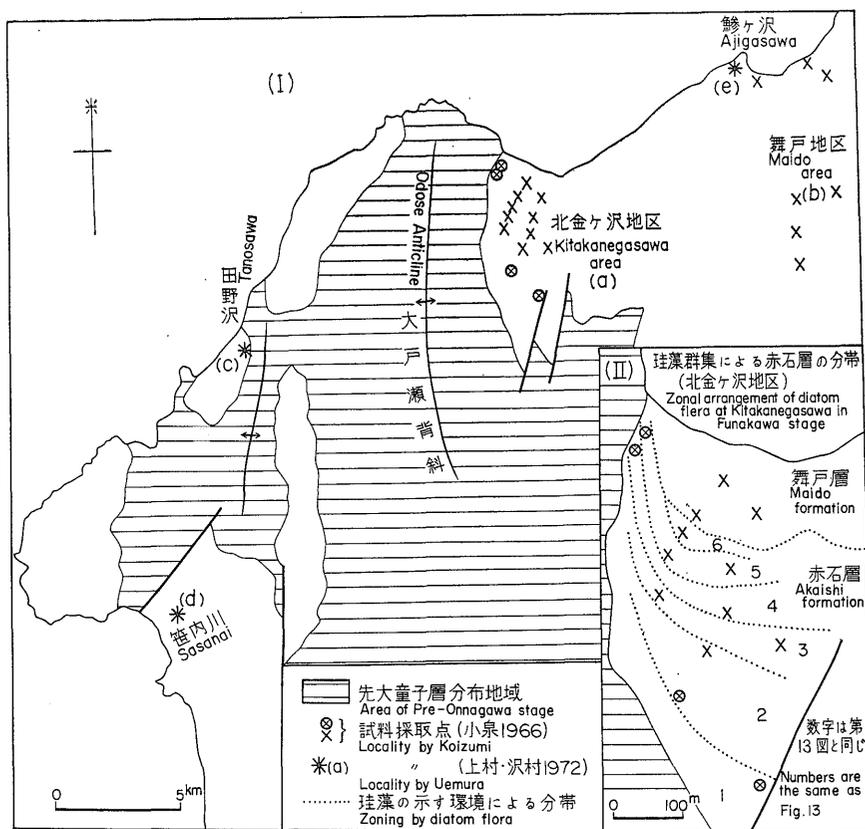
Location of samples.

1: Land at Onnagawa stage 2: Location of samples



第2図 男鹿地域資料位置図 (金谷, 1959; 小泉, 1968)

Sample locality at Oga after KANAYA and KOIZUMI.



第3図 鱒ヶ沢地域資料位置図

Locality map of Ajigasawa district.

男鹿地域では、狭い範囲内に多くのルートが設定され、層位的に下位から上位に向かって系統的に採取された試料について研究が行なわれている(第2図)。ここでは基盤隆起部に最も近い、北西端の平沢ルートと南東端の船川ルートとの距離はわずかに10 kmであり、その間に8本ものルートがとられている。これらルートのうち、大堤ルートは女川階上部から船川階にかけて、相川ルートは女川階上部から鱒川階に至るまで、船川ルートは船川階から脇本階に至る多くの層準にわたっている。また女川階下部の珪藻群集は北西端の平沢ルートにおいて、金谷(1959)により報告されている。なお、金谷は大堤ルートなどの珪藻群集の一部についても報告しているが、これらは小泉により再検討されているので、ここでは小泉の報告結果を用いることにした。

鱒ヶ沢地域では、珪藻群集の所在が基盤の隆起部とされる大戸瀬背斜の両側に広く分散している(第3図)。詳細な報告は背斜東側の北金ヶ沢区域およびその東約10 kmの舞戸区域の中新統上部から鮮新統下部にかけての

珪藻群集について行なわれており、背斜西方では田野沢付近(女川階下部)、笹内川沿い(船川階中部)の珪藻群集が報告されている。

これらの既発表資料について検討を進めるが、ここで取扱う化石珪藻群集の数は152におよんでいる。その地域ごと、層準ごとの数は第1表に示した。

### 3. 珪藻群集の層準についての問題点

珪藻群集組成の解析にあたって、ここでは珪藻群集を従来の層序区分に従って、各階ごとにまとめて検討する。

従来の層序区分と珪藻群集の分帯とは必ずしも一致しないことは、男鹿地域における詳しい研究(金谷, 1959; 小泉, 1968)により明らかであるが、その差は一般には大きくはない。しかし、男鹿地域では女川階と船川階との境界、鱒ヶ沢地域では“大童子層”について問題があり、ここでとる立場を明らかにする必要がある。

男鹿地域では戸賀・船川地質図幅(藤岡, 1959)によ

れば、珪質頁岩は女川層、これを覆う真山珪藻質泥岩は船川層に含まれる。金谷 (1959) はこれと異なり、真山珪藻質泥岩を女川層に含め、小泉 (1968) も同じ立場をとっている。金谷は同泥岩の下部には女川階に特徴的な *Coscinodiscus yabei* 群集がみいだされ、上部には *C. yabei* 群集とは異なる群集の産することを示し、後者をC群集と呼び、女川層上部の群集とした。

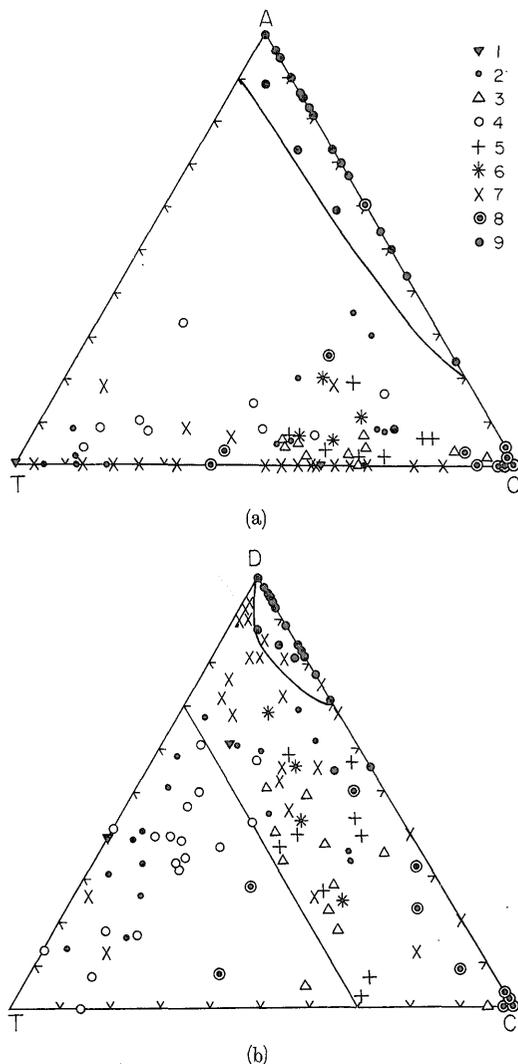
この金谷のC群集が船川階の群集に近縁なことは以下の検討で明らかであるが、なお特異さも認められるもので、ここでは船川階の群集とは一応区別して、真山亜階の群集とよび記述を進め、最後に再検討することにした。すなわち、C群集を含有する真山珪藻質泥岩の上部を真山亜階とし、同泥岩の下部、*C. yabei* 群集を含有する部分は女川階に含めることにする (第8図参照)。

ここで金谷のC群集組成を検討する。さきに沢村・山口 (1963) は中新統上部にみられる群集においては、下部から上部に向かい、*Actinocyclus ingens* および *Denticula* spp. の優勢な群、*Coscinodiscus marginatus* の卓越する群、*Thalassiosira* spp. の顕著な群が逐次出現することを述べた。この傾向を男鹿および鯉ヶ沢地域の珪藻群集について検討することにして、上記珪藻の個体数の量比関係を三角図表に示してみる。

*A. ingens* の個体数 (Aと略記する)、*C. marginatus* の個体数(C)、*T. spp.* (T) の量比関係をみると (第4-a図)、女川階の群集 (すなわち *C. yabei* 群集) はCA線近くの狭い区域に、その多くはA端に近く点示され、これを明瞭な間隙区域にへだてられて、船川、北浦、脇本階の群集はCT線によった区域に点示されている。これは *A. ingens* が女川階の群集組成では豊富であり、船川階など上位の群集には僅少で、その間に顕著な不連続の存在することを示している。この点からみて、真山亜階の群集 (すなわち金谷のC群集) は船川階ほかの群集と近縁であり、しかもこれらとは *C. marginatus* が豊富なことで異なる状況が認められる。

*A. ingens* にかえて *Denticula* spp. の個体数 (D) を用いた第4-b図では、各階の群集は互いに重複して点示され、明瞭には区分されない。大きな傾向としては、女川階の群集はD端に近い区域に集中し、船川階の群集は中間域を占めて、北浦および脇本階の群集は広く分散しているもの、その多くはT端によった区域に点示されている。真山亜階の群集は、中間域すなわち船川階群集の占める区域にあり、これと近縁であることが示されているとともに、真山亜階の群集のみがC端に近い区域を占める傾向が示されている。

以上のように真山亜階の群集 (C群集) は女川階の群



- 1: 鳴沢層 } 脇本階
- 2: 脇本層 } 脇本階
- 3: 舞戸層 } 北浦階
- 4: 北浦層 } 北浦階
- 5: 赤石層
- 6: 大童子層 (小泉による) } 船川階
- 7: 船川層
- 8: 真山亜階
- 9: 女川階

第4図 男鹿・鯉ヶ沢地域珪藻群集優勢種の量比

Relative abundance of some predominant species in the diatom flora of Oga and Ajigasawa district.

- 1. Ajigasawa } Wakimoto stage
- 2. Oga }
- 3. Ajigasawa } Kitaura stage
- 4. Oga }
- 5. Ajigasawa
- 6. ditto (Odoji form. by Koizumi) } Funakawa stage
- 7. Oga }
- 8. Shinzan substage
- 9. Onnagawa stage

A: *Actinocyclus ingens*, C: *Coscinodiscus marginatus*  
D: *Denticula* spp., T: *Thalassiosira* spp.

集 (*C. yabei* 群集) とは大きく異なっており、船川階の群集に近縁であるが、*C. marginatus* に豊富な点で差異のあることが明らかとなった。

金谷 (1959) および小泉 (1968) によれば、*C. yabei* 群集を指示する 8 種の珪藻は女川階以外ではまれにしか産出しない。すなわち、女川階と真山亜階の群集とでは、単に *A. ingens* の含有量に差があるだけでなく、珪藻群集組成に質的な差異が存在する。この珪藻群集の大きな変化が男鹿半島では真山珪藻質泥岩の堆積中に生じているのに対して、堆積環境の大きな変化は珪質頁岩と真山珪藻質泥岩との間で生じたとされている (池辺, 1962)。これは岩相変化の時期に遅れて珪藻群集組成に変化の生じていることを示し、海底における堆積条件の変化と海面における海況の変化とは、必ずしも関連していないことを示唆する。

次の、鯉ヶ沢地域の“大童子層”化石珪藻群集 (小泉, 1966) に関しては、むしろ層序区分の問題である。

小泉は“大童子層”の群集として 4 例を報告している

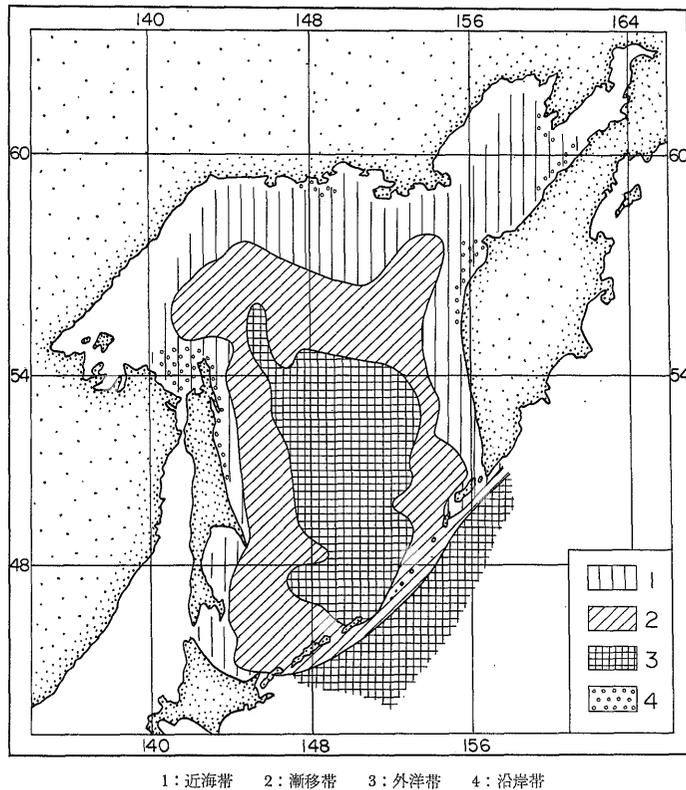
が、これらは大戸瀬背斜東側に発達する珪藻質泥岩の最下部に産しており (第 3 図)、その上部にみられる群集は船川階 (赤石層) に属するものとされている。この両者は、第 4-a および b 図では、ともに密雑して点示され、一括されるべきものと認められるとともに、女川階あるいは真山亜階の群集とも異なる地域を占めている。

この珪藻質泥岩の基底には珪質頁岩薄層が存在し、これのみを大童子層とし、これを女川階に属させる見解もある。大戸瀬背斜の西側では、珪質頁岩 (大童子層) 中の炭酸塩質団塊に *C. yabei* 群集がみいだされ (上村・沢村, 1973)、少なくとも背斜西側の大童子層は女川階に属することが明らかとなった。

以上のことから、小泉の“大童子層”化石珪藻群集は、ここでは船川階の群集として取扱うことにする。

#### 4. 珪藻群集の解析方法

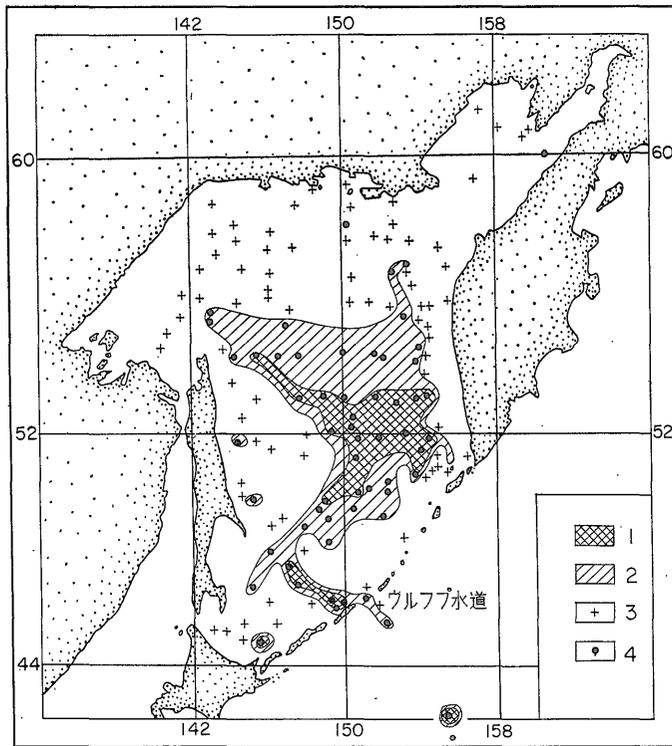
大平洋北西海域の海底堆積物コアを Jousé (1962) は広域にわたり検討した。その結果の一つとして、底質表層



第 5 図 オホーツク海の底質に含まれる珪藻群集による分帯 (Jousé, 1962)

Zoning of Okhotsk Sea by diatom flora contained in the bottom sediment (Jousé, 1962).

1. Neritic zone 2. Transitional zone 3. Oceanic zone 4. Coastal zone



1:多量 2:普通 3:まれ 4:測点  
 第6図 オホーツク海底質中の *Coscinodiscus marginatus*, *C. oculus-iridis* の分布 (Jousé, 1962)  
 Distribution of *C. marginatus* and *C. oculus-iridis* in the bottom sediment of Okhotsk Sea.  
 1. Abundant 2. Common 3. Rare 4. Points of observation

に含有される現世珪藻群集の組成により、海域は外洋帯、漸移帯、近海帯、沿岸帯に区分され、外洋帯では外洋性珪藻が70%以上を、近海帯では近海性珪藻がやはり70%以上を占めていることをみいだした。

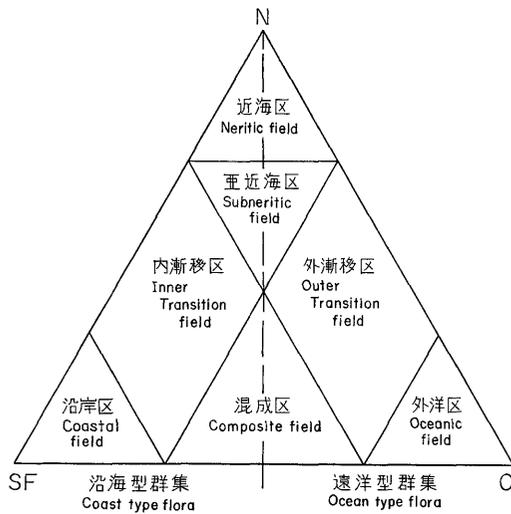
この帯区分はJouséのオホーツク海の例(第5および6図)をみると、示唆に富んでいる。すなわちオホーツク海ではその中心部に広く外洋帯が発達しており、これを带状に取囲み漸移帯、近海帯が存在する。この外洋帯はウルップ水道で千島列島を横断し、太平洋と連絡している。ウルップ水道は幅70km、水深2,000m以上の規模をもち、内海に外洋帯が発達するためには、このような規模の水道が存在する必要を明らかにしている。千島列島間の小さな水道を通じては、外洋水の流入がむしろ阻害されている状況を、列島沿いの、幅は狭いが顕著な漸移帯の発達を示している。なお沿岸帯は千島列島沿いには顕著ではなく、オホーツク海内部の限定された範囲を占めることも注目される。

東北裏日本から日本海域にわたる新第三紀堆積盆は、

中新世中期から後期にかけ、現在の千島列島よりさらに複雑な島々で太平洋と接しており、中新世末から鮮新世にかけてでは、現在の津軽海峡付近を唯一の出口とする内湾状を呈していたと考えられる(湊ほか, 1965)。従って、その古地理的環境、とくに外洋との連絡についての検討には、Jouséの分帯を用いることが効果的である。

この故に、珪藻群集組成の解析には、含まれている外洋性珪藻の個体数(O)、近海性珪藻の個体数(N)、沿岸ないし淡水性珪藻の個体数(SF)の間の量比関係を三角図表(O-N-SF図)に示す方法を用いる。なお、底棲性の珪藻は日光の充分にさしこむ浅い水底に生活しているものなので、沿岸～淡水性珪藻に一括され、汽水種もまた同様である。

O-N-SF図は第7図のように区分する。Jouséにならい、外洋性の個体70%以上、あるいは近海性の個体70%以上の区域をそれぞれ外洋区、近海区とし、以下この区分に調和的に沿岸区、外漸移区、内漸移区、亜近海区および混成区を設ける。



第7図 外洋種(O)・近海種(N)・沿岸—淡水種(SF)組成図とその細区分  
Oceanic (O), Neritic(N), Sublittoral fresh water (SF) composition diagram and its subdivision.

これらの区内に点示される珪藻群集はその区名をつけて呼び、それぞれの区群集が堆積盆で占める範囲を帯とする。従ってある珪藻群集が外洋区に点示される時、これは外洋区群集であり、古地理的に外洋帯の存在を示している。なお、Jouséの漸移帯に対する帯をここでは外漸移帯と呼び、近海帯と沿岸帯との中間の内漸移帯と区別することにする。

また、O-N-SF図を大きく2分して、遠洋型群集と沿海型群集とを区別する。前者は外洋性珪藻が沿岸～淡水性珪藻よりも多い群集であり、図ではO-SF線の中点とN端とを結ぶ線よりO側に点示される。沿海型群集は逆にSF側に示される。

O-N-SF図の作製にはまず珪藻群集の大部分の種についてその生態が知られている必要がある。化石珪藻群集には通常多くの現生種珪藻が含まれており、東北裏日本新第三紀珪藻群集でも同様である。この現生種の生態については、小泉(1968)が表に示している。ここでもそれに従う。ただし、*Thalassiothrix longissima* CL. and GRUN. は従来の説に従い外洋種とし、また金谷(1959)の *Fragilaria hirosakiensis* は小泉(1968)の示すところに従い *Thalassionema nitzschioides* GRUN. と同義すなわち近海種とする。

化石珪藻群集にはまた、現在は絶滅して生態の不明な種も、ときには豊富に含まれている。このような主

要絶滅種についてはその生態を推定して、その個体数を対応する現生種の個体数に加えてO-N-SF図を作製する必要がある。

### 5. 主要絶滅種の生態判定

東北裏日本の化石珪藻群集には、現在は絶滅している珪藻 *Actinocyclus ingens* RATT. と *Denticula* 属の数種 (*D. lauta* BAIL., *D. hustedtii* SIMONSEN and KANAYA, *D. kamtschatica* ZABELINA) がしばしば優勢に現われている。

男鹿地域女川階の珪藻群集を例にとると、検討した17例のうち、現生種の個体数が群集組成の60%におよばぬ例が10あり、しかもそのうちの4例では30%にもおよんでいない(第2表)。 *A. ingens* と *Denticula* spp. の生態が判明したとすると、17例中の10例で80%以上生態が知ら

第2表 現生種, *D. spp.* および *A. ingens* が化石珪藻群集組成に占める比率による群集の区分  
The amount of recent species, *Denticula* spp. and *Actinocyclus ingens* in the fossil flora treated in this paper.

層 準 Horizon	第1図に示した地域番号 Locality number in Fig. 1	100	80	70	60	
		80	70	60	%	
女川階 Onnagawa stage	1	10	(5)*	(3)*	(9)*	17
	2		6	1		1
	3~13	2	3	1	2	8
真山亜階 Shinzan substage	1	11	1	1		13
船川階 Funakawa stage	1	30	1			31
	2	1	7	5		13
	3~13	6	1			7
北浦階 Kitaura stage	1	17				17
	2	3	9			12
	3~13	5	2	1		8
脇本階 Wakimoto stage	1	19	1			20
	2				2	2
	3~13	2				2
鮎川階 Shibikawa stage	1	1				1
合 計 Total		107	31	9	5	152

\* 現生種のみの場合

\* Case of recent spp. are counted and *D. spp.*, *A. ingens* are neglected

れていることとなり、70%台が5例、残りの2例は60%台ということになる。また、ここで取扱う152の珪藻群集をみても、*A. ingens*, *D. spp.* の判定が行なわれればそのほとんどが60%台、80%以上の場合をとっても152の%を超えて、充分O-N-SF図を作製し得る。以下上記珪藻の生態判定を試みる。なお、*A. ingens* は女川階以外では産出個体数が少ない(第3図および第4-a図)ので、その生態推定が解析に影響するのは女川階においてのみであることを付記しておく。

絶滅種の生態は同属の近縁種から類推されるのが通常である。*Denticula* 属については、その海棲種と絶滅種とはよく似ており、近年その識別が明瞭となった(SIMONSEN and KANAYA, 1961) ほどであるから、絶滅種の生態は現生種の *D. seminae* SIMONSEN and KANAYA と同じく外洋性とも考えられるが、これは次に述べたように妥当でない。なお、鮮新世に豊産する *D. kamtschatika* については、今回検討した珪藻群集中には量が少なく、他と一括して取扱ったので、今後再検討を行なう必要が残されている。*A. ingens* については、同属で普遍的に産する種、*A. curoatulus* JAN. は外洋性、*A. ehrenbergii* RALFS は沿岸性と両者で生態が著しく異なり、従って現生種からの類推は困難である。

ここで *Denticula* 属の絶滅種はすべて同生態として一括し、*A. ingens* とともに、これまでに報告されている化石珪藻群集組成について検討してみ、最も妥当とみられる生態を求めることにする。

5.1 相関係数による検討

化石珪藻群集にも現生種がある程度含まれている。この現生種について、この外洋性個体の数(Oと略記する)と近海性個体の数(N)との比率  $O/O+N$  を求め、その大小と *Denticula* spp. の数(D)、あるいは *A. ingens* の数(A)の多少との相関関係を検討する。相関係数は1群のデータについて計算され、データの数が多いほど信頼度が大きくなる。しかし、珪藻群集には地域的、層位的環境による差が考えられるので、ここでは男鹿地域の真山珪藻質泥岩と船川層下部にみられる珪藻群集(第3表の大堤ルートから安全寺ルートに至る19個の群集)、そのうちの女川階の7個の群集、同地域女川層下部の珪藻群集(第3表平沢ルートの9個)、寄延沢と弘前地域女川階の群集8個、鰻ヶ沢地域小泉(1966)による船川、北浦階の群集21個のそれぞれについて、すなわち5群の相関係数を算定することにした。

$O/O+N$  値は外洋性珪藻と近海性珪藻の個体数の比なので、その大小は外洋水の影響の強弱を充分ではないにせよ、反映はしている筈である。これと *A. ingens* の個

第3表 男鹿地域珪藻群集組成の例(小泉, 1968; 金谷, 1959による)

Composition of some diatom flora at Oga district by Koizumi (1968) and Kanaya (1959).

層 準	サンプル番号	ルート名	外洋性	近海性	沿岸～淡水性	<i>A. ingens</i>	<i>Denticula</i> spp.	その他	合計	
女川階上部～船川階	*71	大堤 (1)	21	88	15	11	36	29	200	
	*72		11	92	19	2	72	4	200	
	73		55	15	74	1	43	12	200	
	74		33	47	83	2	23	12	200	
	75		18	61	30	2	78	11	200	
	76		17	79	50	0	38	16	200	
	Up. Onnagawa ~ Fumakawa	*53	賀茂川 (2)	30	21	29	34	33	53	200
		*54		18	23	16	33	83	27	200
		*55		42	61	18	4	27	48	200
		56		13	102	23	6	41	15	200
*62		相川 (4)		27	99	15	2	39	18	200
*63	30		102	14	10	29	15	200		
64	87		92	10	0	7	4	200		
65	81		63	21	0	31	4	200		
90	37		133	16	0	3	11	200		
Up. Onnagawa ~ Fumakawa	66	安全寺 (5)	107	37	42	0	1	13	200	
	67		163	5	15	0	2	15	200	
	68		195	1	4	0	0	0	200	
Low Onnagawa	49-1	平	36	96	17	6	23	22	200	
	49-2		36	96	25	2	25	16	200	
	47		37	27	4	17	74	41	200	
	48-1	沢 (8)	42	8	11	39	80	20	200	
	48-3		31	37	6	25	56	45	200	
	48-5		29	53	17	18	22	61	200	
	46		23	26	10	33	48	60	200	
	45-1		32	13	37	17	58	43	200	
	45-2		6	17	12	6	123	36	200	
Stage name	Sample number	Route name and its number in Fig. 1	Oceanic	Neritic	Sublittoral ~ fresh water	Actinocyclus ingens	Denticula spp.	Others	Total	

第4表 化石珪藻群集組成内の外洋性珪藻と *A. ingens* あるいは *Denticula* spp. との相関係数  
Correlation coefficient of the amount of oceanic and *A. ingens* or *Denticula* spp. in some fossil diatom flora.

	産地	層準	相関係数			stage	Locality
			A	B	C		
1	男鹿地域ルート1 ~5 (第3表) 19例	女川階上部 ~船川階	-0.03	-0.45	0.43	Up. Onnagawa ~ Funakawa	Oga route 1 ~ 5 19 samples
2	同上 7例	女川階上部	0.75	-0.09	0.27	Up. Onnagawa	Same to upper 7 samples
3	男鹿地域ルート8 9例	女川階下部	0.74	0.25	0.14	Lw. Onnagawa	Oga route 8 9 samples
4	寄延沢・弘前地域 8例	女川階	0.80	-0.32	-0.73	Onnagawa	Loc. 3 & 4 in Fig. 1 8 samples
5	鯉ヶ沢地域 21例	船川階~北 浦階	0.38	-0.05	-0.42	Funakawa ~ Kitaura	Ajigasawa district 21 samples
			Correlation coefficient				

A: *A. ingens*: Oceanic/Oceanic + neritic B: *Denticula* spp.: Oceanic/Oceanic + neritic C: *A. ingens*: *Denticula* spp.

体数との相関係数は第4表のAのようになり、女川階群集の3例では、0.74ないし0.8という明瞭な正の相関関係を示している。すなわち、外洋水の影響の強い群集ほど *A. ingens* の個体数は多いということで、*A. ingens* は外洋性珪藻と判定される。

*Denticula* spp. については(第4表B)、*A. ingens* の場合と逆の負相関の傾向が認められるが、相関係数値は低く、相関を認めるには不十分である。ここで *A. ingens* と *Denticula* spp. の個体数の相関係数をみると(第4表C)、寄延沢・弘前の群集で-0.73という明瞭な負相関関係が示されている。他の例で係数が低いので確実ではないものの、*Denticula* spp. は近海性珪藻と推定することが可能であろう。

以上のように、相関係数の検定からは *A. ingens* は外洋性、*Denticula* spp. は近海性と推定されるが、後者については、やや不確実である。また両者について、沿岸~淡水種とすることの当否も検討していないので、以下O-N-SF図を用いてさらに検討を進める。

### 5.2 珪藻群集変化傾向による検討

珪藻群集組成が男鹿半島の真山珪藻質泥岩の堆積中に大きく変化したことは先に述べたところであるが、小泉(1968)の報告による、大堤、賀茂川、相川および安全寺ルートの珪藻群集組成(第3表)をみても、明らかに変化に富んでいる。真山珪藻質泥岩は、ここでは70~100mの厚さをもつにすぎず、また上述ルートは互いに接近し、その両端間の距離も2kmにすぎない。従って、各ルートの珪藻群集組成の変化には、次のような条件が成立しているものと考えられる。

#### 1) 層位的変化の調和性 個々のルートにおける下部

から上部に向かっての変化傾向は、ルート相互の間で互いに調和している。

2) 地域的变化の規則性 ルートごとにみられる特徴が隣接ルートからその隣りへと、順次規則的に変化してゆく。

従って、*Denticula* spp., *A. ingens* の生態を仮定して各種のO-N-SF図を作り、これらを比較した場合、この図のうえで上記2条件を最もよく表現している生態をもって、上記珪藻の生態と判定することにする。

なお現生種以外の、生態が仮定ないし判定された珪藻を含んでO-N-SF図が作られている際には、それを明示するために、加えられた珪藻の頭文字を対応する端成分記号の脚に付することにする。例えば *A. ingens*, *Denticula* spp. 両者を近海種とした場合には、NADとして、図はO-NAD-SF図として示す。

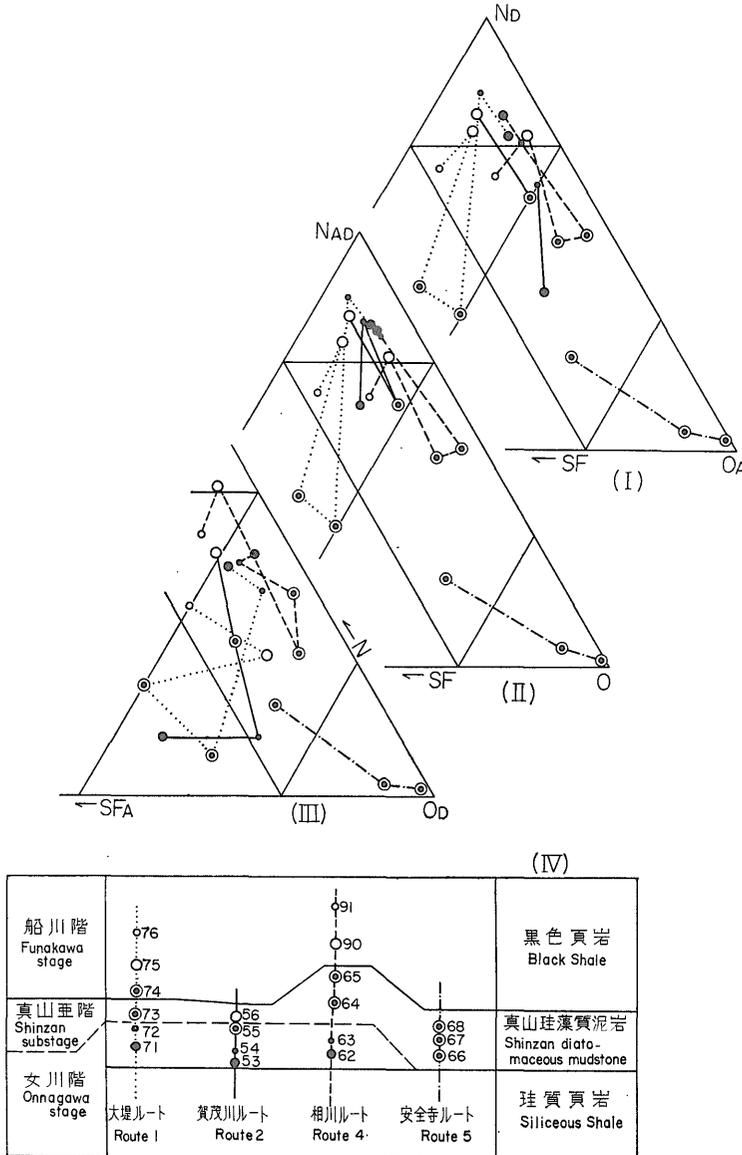
ここで大堤、賀茂川、相川および安全寺ルートの珪藻群集(第3表)の変化を図で検討する。この際各ルートの群集を下部、中部と上部および最上部に区分して(第8図IV)みた。なお、賀茂川ルートの最下位の珪藻群集はすべての図で変化傾向に調和的ではないので、一応無視して記述を進める。

*Denticula* spp. を近海性とし、*A. ingens* を外洋性とした第8図のI(OA-Nd-SF図)、あるいは *A. ingens* も近海性とした第9図のII(O-NAD-SF図)では、下部の群集は近海性珪藻(N)に富み、中部で外洋性珪藻(O)が増加し、上部で反転(Nが増加)、最上部で沿岸~淡水性珪藻(SF)の増す傾向が各ルートの珪藻群集に認められ、層位的変化の調和性が両図のいずれにも認められる。地域的变化の規則性もまた、大堤、賀茂川、相川ル

ートの順に, 全般的にSFが増加し, 賀茂川, 相川, 安全寺ルート順にOの増す傾向として, 明瞭に示されている。

NAD, OANd 以外の場合, すなわち *D. spp.* を外洋性

または沿岸性とした場合, あるいは *A. ingens* を沿岸性と仮定した場合には, その1例を第9図のIIIに示したが, 賀茂川ルートにおける珪藻群集の層的变化は常にNの一方的増加として現われ, 他ルートの中中部におけるOの

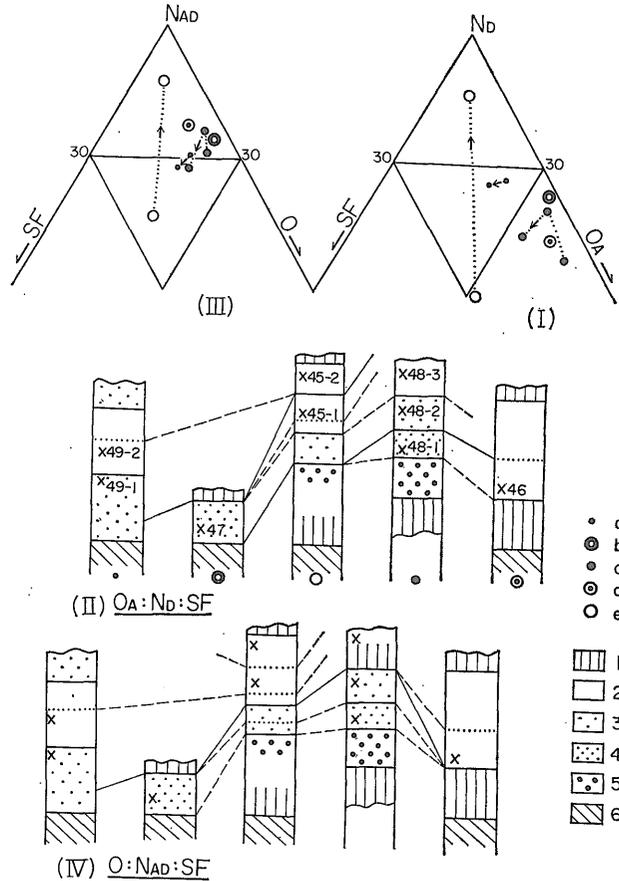


I : *D. spp.* を近海種, *A. ingens* を外洋種と仮定    II : *D. spp.* を近海種, *A. ingens* を近海種と仮定  
 III : *D. spp.* を外洋種, *A. ingens* を沿岸種と仮定    IV : サンプル番号 (小泉, 1968) とその層準

第8図 *Denticula spp.* および *Actinocyclus ingens* の生態を仮定した際の, 真山亜階上下における珪藻群集の変化

Floral variation through Shinzan substage at Oga district, in cases of assumed ecology of *Denticula spp.* and *Actinocyclus ingens*.

I. *D. spp.*: Neritic, *A. ingens*: Oceanic    II. *D. spp.*: Neritic, *A. ingens*: Neritic  
 III. *D. spp.*: Oceanic, *A. ingens*: Sublittoral    IV. Number of samples by Koizumi (1968) and their horizon



(I), (II): *Denticula* spp. を近海種, *Actinocyclus ingens* を外洋種と仮定  
 (III), (IV): *D. spp.* も近海種, *A. ingens* も近海種と仮定  
 (II), (IV): (I)あるいは(III)に基づく分帯, なお柱状図は小泉(1968)を簡略化  
 a~e: 第2図の平沢ルートの地点番号  
 1: 珪質頁岩, 2: 泥岩, 3: 砂質泥岩, 4: 砂質に富む砂質泥岩, 5: 砂岩, 6: 西黒沢層

第9図 男鹿地域女川階下部(平沢ルート)の珪藻群集変化とそれに基づく分帯

Variation of diatom flora of route 8 at Oga district and zoning on the columnar section.

(I), (II): *Denticula* spp.: neritic, *Actinocyclus ingens*: Oceanic  
 (III), (IV): *D. spp.*: neritic, *A. ingens*: neritic  
 (II), (IV): Zoning on the results of fig. (I) or (II). The columnar sections are simplified ones of Koizumi, 1968  
 a~e: Locality in the route 8 of Fig. 2  
 1: siliceous shale, 2: mudstone, 3: Sandy mudstone, 4: Sandrich sandy mudstone, 5: Sandstone, 6: Nishikurosawa Formation

増加傾向と不調和を示す。また大堤、賀茂川両ルートの群集変化を示す線が常に交差しており、地域的变化の規則性が乱されている。従って、NADあるいはOANd以外の仮定は不適當と判断される。

ここでNADとOANdの仮定を男鹿地域女川階下部(平沢ルート、第3表)で比較する。

OANdの第9-I図とNADの第9-III図とを比べ

と、前者では群集は分散して示され、後者では密集しているが、その層的变化については、地点a、cの群集ではSF増、地点eの群集ではSF減をともに示し、両図に区別はみられない。地域的变化には差があり、OANdの場合は地点b、c、dの順に外洋性珪藻(O)が増加するのに対して、NADの場合にはこの順にOが減少している。

この地域の変化を柱状図で検討すると、OaNdの場合(第9-II図)には、地点dからaに向かって、すなわち地理的に北から南に向かって外洋性珪藻が減少していることが示され、この変化が岩相とは無関係なことも示されている。これに対してNadの場合(第9-IV図)では砂岩から砂質泥岩さらに泥岩と岩相の変化するものに対応して珪藻群集の変化していることが示され、地理的变化はむしろ不鮮明である。

ここで第8-IV図にふりかえると、各ルートの層位的変化に調和性が生ずるのは、大堤ルートの船川階基底部の群集(No.74)が中部、すなわち主として真山亜階の群集からなる珪藻群集に含められ、これと逆に、賀茂川ルート真山亜階最上部の群集(No.56)は上部すなわち船川階の群集に含められた場合である。これは地層境界すなわち岩相変化と珪藻群集組成の変化とは時期的には一致せず、岩相と珪藻群集組成とは無関係な場合のあることを示しているものと解される。この見地から第9-II図とIV図とを比較すると、岩相変化とは無関係ながら地域的变化の明瞭な、第9-II図すなわちOaNdの仮定がより妥当と考えられる。

また女川期前期における古地理的变化を第9-II図で推定すると、そのはじめ、堆積物は場所により砂質から泥質に至る変化が著しかったが、一般的に外漸移帯に相当し、わずかに南方に向かって外洋水の影響が少なくなっていた。次いで、堆積物は細粒になるとともに一般的に珪藻群集に沿岸～淡水種の量が増すとともに、南部は亜近海帯に属するようになり、最後には全域が近海帯に変化したものと推定される。

これに対して、第9-IV図によれば、全域は常に近海帯に属していたことになり、その間にみられる珪藻群集組成変化と堆積物粒度組成変化とが対応していることからみて、粗粒堆積物がまず基盤の凹所を埋め、埋積の進行とともに堆積物は細粒となり、基盤の高所をも覆うようになったと推定される。これは西黒沢層からなる基盤に起状が生じており、これを不整合に女川層が覆ったということとなる。このような不整合は、男鹿半島では認められていないので注1)、第9-IV図は妥当ではないとされよう。

以上のような考察に基づいて、*Denticula* spp. は近海性珪藻、*Actinocyclus ingens* は外洋性珪藻として取扱うことにする。

注1) 北海道では女川階(稚内階)の基底に大きな不整合が知られている。また東北震日本の女川階の堆積環境は広域にわたり一様と考えられており、*A. ingens* を近海性とする、第9-III図、第10-II図のように珪藻群集組成も変化に乏しくなる。その生態についてはなお検討の余地が残されているようである。

## 6. 男鹿・鯉ヶ沢およびその周辺の古地理的環境の変遷

これまでの考察に基づいて、*Denticula* 属の絶滅種を近海種、*Actinocyclus ingens* を外洋種として、化石珪藻群集中のそれぞれの個体数を、外洋性珪藻個体数に加え(Oaと略記する)、または近海性珪藻個体数に加え(Od)、これらと沿岸～淡水性珪藻個体数(SF)との量比関係を三角図表に示し、第4節の方式で古地理的環境を検討する。

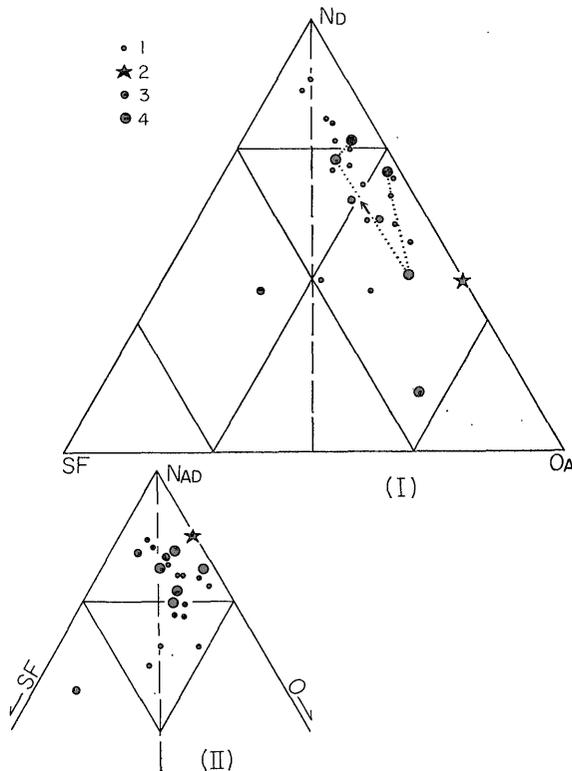
### 6.1 女川階

女川階の堆積環境は広く一様であったと考えられているが、珪藻群集組成は多様であって、海況に関しては変化に富んでいたものと考えられる。しかし、珪藻群集のほとんどが遠洋型(第4節参照)に属するものの、外洋区群集のみられないことは顕著な特徴である(第10-I図)。

珪藻群集の層位的変化をみると、堆積盆の縮小傾向が認められる。男鹿地域の女川階下部の群集は外漸移区群集に属するが、その最上部(地点e)と女川階上部の群集のほとんどでは外洋種は減少し、近海種が増加し、近海区群集となっている。この傾向は弘前地域の群集にもみられる。これと異なって、寄延沢地域の珪藻群集では、その中部の群集は沿岸～淡水種に富み、内漸移区群集に属する。この沿岸～淡水種に一時的に富む傾向は、女川階下部の群集にもみられ、地点eでは顕著で、その下部の群集は外漸移区で内漸移区に近接した位置に点示されている。

珪藻群集の地域的变化もまた明瞭で、鯉ヶ沢地域と弘前地域東部の群集は外洋種に富んでおり、外漸移区でも外洋区に近い位置に点示されている。とくに前者はほとんど沿岸～淡水種を含んでいない点で特徴的である。これに比べると、弘前地域西側、寄延沢地域および男鹿地域の珪藻群集には近海種の量が多くなっている。なお男鹿地域の女川階上部の群集は、そのほとんどは近海区群集に属するが賀茂川および下真山ルートの最下位の群集は外漸移区群集で、女川階下部の群集に似る点は注目される。

このように女川期前期には、この地域は広く外漸移帯に属し、弘前および鯉ヶ沢地域は外洋帯に近い位置を占め、とくに鯉ヶ沢の群集には沿岸～淡水種に乏しいことから、他地域に比べより強く外洋水の影響をうける位置にあったと推定される。女川期中期には沿岸～淡水種の量が増加した傾向も認められるが、女川期後期には弘前および男鹿地域は近海帯に属するようになった。男鹿地域を詳しく検討すると、女川期前期には、堆積盆の中心



(I) *Denticula* spp. を近海種, *Actinocyclus ingens* を外洋種と認めた場合  
 (II) *D. spp.*, *A. ingens* をともに近海種と認めた場合  
 1: 男鹿地域, 2: 鯉ヶ沢地域, 3: 寄延沢地域, 4: 弘前地域  
 ←: 上部に向かっての群集, 組成変化

第10図 女川階珪藻群集組成図

Composition of the diatom flora of Onnagawa stage.

(I): *Denticula* spp.: neritic *Actinocyclus ingens*: oceanic  
 (II): *D. spp.*: neritic *A. ingens*: neritic  
 1 ~ 4: Locality numbers in fig. 1 and table 1.  
 ←: Upwards variation of composition

が北方に存在したものと推定され、南の珪藻群集ほど外洋種の量が減少している。この前期の末には、平沢地域は近海帯となったが、賀茂川および下真山地域では女川階後期のはじめにもなお外漸移帯に属しており、この付近だけに外洋水の影響が残存したことが推定される。

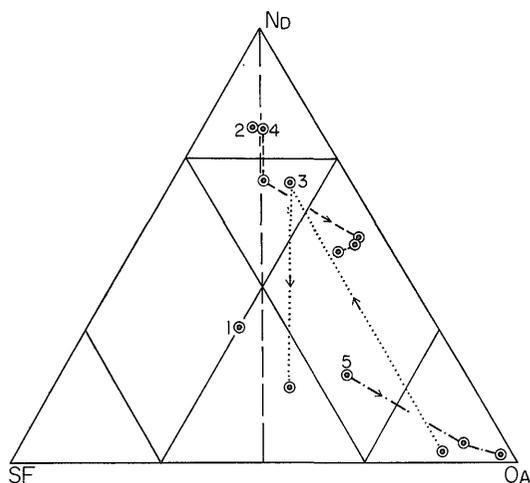
なお、ここで前節でもふれたが、*A. ingens* を近海種と仮定すると第11-II図のようになり、女川階の珪藻群集はほとんどが近海区群集となり、第10-I図とは差の大きいことを指摘しておく。

6.2 真山 亜階

真山亜階すなわち、真山珪藻質泥岩上部に含まれる珪藻群集については、現在のところ男鹿半島の大堤ルートから安全寺ルートまで、幅 2 km の狭い区域についての

報告があるのみである。珪藻群集は著しく変化に富み(第11図)、女川階と同じく大部分は遠洋型に属し、さらに外洋区群集が存在している。

珪藻群集の層位的変化は女川階と逆方向を示し、上部の群集ほど外洋種の量が顕著に増加している。地域的变化も明瞭で、西端の大堤ルートの群集は内漸移区、賀茂川および相川ルートの群集は近海区(上部は外漸移区に属する)、安全寺ルートの群集は最下位は外漸移区であるが、他は外洋区に属し、北西から南東に向かって外洋種の量が増加している。なお下真山ルート最下位の群集は外洋種に異常に富み、外洋区群集である。このルートでは女川階にも外洋種が一時的に増加したことと比較されて興味深い。



- 1: 男鹿地域大堤ルート, 2: 同, 賀茂川ルート
- 3: 同, 下真山ルート, 4: 同, 相川ルート
- 5: 同, 安全寺ルート
- ←: 上部への組成変化

第11図 真山亜階の珪藻群集組成図

Composition of the diatom flora of Shinzan substage.

- 1: Route 1 of Oga district in fig. 2
- 2: Route 2, 3: Route 3, 4: Route 4, 5: Route 5
- ←: Upwards variation of composition

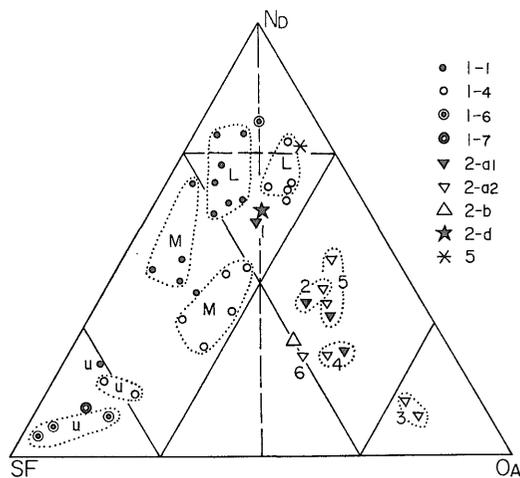
真山亜階の群集は、狭い区域内でこのように著しい変化を示している。その最下部で下真山ルートに局地的なしかし顕著な外洋水の流入が生じているとともに、一般的には安全寺付近の狭い水道を通り外洋水の流入があって、その影響を周囲に与えたものと推定される。

### 6.3 船川階

船川階の珪藻群集は広い範囲から数多く報告されている。この階では男鹿地域と鯨ヶ沢地域との対立が顕著で、後者の珪藻群集はこれまで述べてきたと同様に遠洋型に属するのに対して、前者すなわち、男鹿地域の珪藻群集は、その最下部の群集の一部を除いて、沿海型に属している(第12図)。

男鹿地域では珪藻群集組成の変化幅の大きさは真山亜階に似るが、船川階の群集は近海区ないし沿岸区に属し、真山亜階で近海区ないし外洋区群集のみられるのと同対照的である。また真山亜階では上部の群集ほど外洋種が増加しているのに対して、船川階では第12図に L, M, U の群としてみられるように下部の近海区ないし亜近海区群集から上部に向かって、一方的に沿岸～淡水種が増加して、最上部は沿岸区群集となっている。

このような層位的変化とともに、地域的变化もまた明瞭で、相川ルートの群集はその北西および南東側の大



- 1-1: 男鹿地域大堤ルート, 1-4: 同, 相川ルート
- 1-6: 同, 馬生の目ルート, 1-7: 同, 船川ルート
- 2-a<sub>1</sub>: 鯨ヶ沢地域, 北金ヶ沢区域“大童子層”
- 2-a<sub>2</sub>: 同区域の赤石層, 2-b: 同, 舞戸区域
- 2-d: 同, 管内区域, 5: 五所川原地域
- L~u, 1~6: 上部へ向かっての組成変化

第12図 船川階珪藻群集組成図

Composition of the diatom flora of Funakawa stage

- 1-1: Route 1 of Oga district, 1-4: Route 4 of Oga
- 1-6: Route 6 of Oga, 1-7: Route 7 of Oga
- 2-a<sub>1</sub>: Odoji Formation by Kozumi at(A) area of Ajigasawa district shown in fig. 3
- 2-a<sub>2</sub>: Akaishi Formation at (a) area
- 2-b: (b) area of Ajigasawa district
- 2-d: (d) area of Ajigasawa district
- 5: Goshogawara district
- L~U, 1~6: Upwards variation of flora

堤、馬生の目ルートの群集よりも常に外洋種に富んでいる。真山亜階では相川ルートと馬生の目ルート中間の安全寺ルートの珪藻群集が最も外洋種に富んでおり、女川階上部では相川ルートとその北西隣の下真山ルートで著しく外洋種に富む群集がみられることを前節で述べた。すなわち、相川ルート付近は女川階から船川階にかけて、男鹿地域中でやや特異な位置を占めていたものと考えられる。

従って、真山亜期における顕著な外洋水の流入は、船川期初頭には消滅し、そのわずかな痕跡は相川ルートに残存するが、一般的に海域は縮少してゆき、船川期末には沿海帯に属するに至っている。この海域縮少の影響は南部ではより早期に生じており、例えば馬生の目ルートの珪藻群集は最下部の1例を除いてすべて沿岸区群集に属している。

鯨ヶ沢地域では、珪藻群集組成の変化幅はやや狭く、外洋区群集は存在するものの、近海区群集はみられな

い。

この地域でも群集組成の層的变化は北金ケ沢地区で明瞭で、第13図に1~6の群として示されるように、最下部の群集(1)は亜近海区に属し、上部に向かって外洋種が増加して外漸移区(2), 極端となって外洋区(3)に至り、次いで反転し外漸移区内で(4, 5, 6), 外洋種は逐次減少し、沿岸~淡水種が最上部で増加する傾向を示す。

なお、この層的变化は小泉の“大童子層”と赤石層の珪藻群集を一括して取扱うと明瞭に現われるものである。また1~6の群区分に従って、この地域の船川階を分帯すると第3図のIIのようになり、少なくとも、外洋種に最も富む帯(3)で船川階は上下に2分され得ることが示され、その下部と真山亜階の関係が問題となる。この点については後にふれる。

鱒ケ沢地域では珪藻群集の地域差はあまり明瞭ではない。北金ケ沢地区の群集に比べると、その東方10kmの舞戸地区ではわずかに沿岸~淡水種に富む傾向も認められるが、1例のみなので確実ではない。しかし、大戸瀬背斜西方の笹内地区の珪藻群集は船川階中部に属するが亜近海区群集であり、また五所川原地区の群集も船川階上部に属するが、近海区群集であるので、北金ケ沢地区に比べると、ともに外洋種に乏しい傾向が明らかに認められる。

このように、鱒ケ沢地域は船川期初期には亜近海帯であったが外洋水の顕著な影響が生じて外洋帯となるに至り、次いで反転して外漸移帯となった。この間、周辺の笹内地域、五所川原地域には外洋水の影響が弱く、亜近海帯ないし近海帯に位置していたものと推定される。

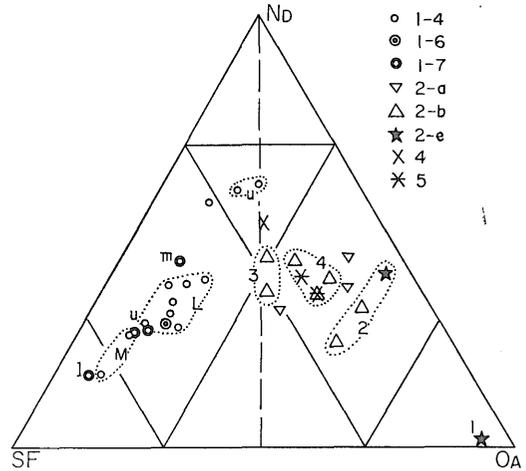
#### 6.4 北浦階

北浦階の珪藻群集においても男鹿地域と鱒ケ沢地域との対照は明瞭である。両地域とも前階に比べて群集組成の変化幅は減少、近海区群集を欠いている(第13図)。

男鹿地域の珪藻群集は船川階におけると同じく沿海型に属し、外洋種の含有量は少ない。しかし、層的变化は複雑となっている。

船川ルートの珪藻群集は北浦階下半部に属する。ここでは、最下部は沿岸区群集、上位に向かい近海種が増加し内漸移群集となるが、上部ではふたたび沿岸~淡水種が増加する傾向を明らかに示している。相川ルートの下部および中部の群集は内漸移区に属するが、その間に、わずかではあるが、船川ルートにおけると同様な変化が認められる。相川ルートの上部の群集は明瞭に沿岸~淡水種に富み、最上部で反転して亜近海区群集となっている。

珪藻群集の地域差は北浦階では判然とはせず、相川・



1-4: 男鹿地域相川ルート, 1-6: 同, 馬生の目ルート  
1-7: 同, 船川ルート, 2-a: 鱒ケ沢地域, 北金ケ沢区域,  
2-b: 同, 舞戸区域, 2-e: 同上, 4: 弘前地域, 5: 五所  
川原地域, L ~ u, 1~4: 上部へ向かっての組  
成変化

第13図 北浦階珪藻群集組成図

#### Composition of the diatom flora of Kitaura stage.

- 1-4: Route 4 of Oga district
- 1-6: Route 6 of Oga
- 1-7: Route 7 of Oga
- 2-a: (a) area of Ajigasawa district
- 2-b: (b) area of Ajigasawa
- 2-e: (e) area of Ajigasawa
- 4: Hirosaki district
- 5: Goshogawara district
- L ~ U, 1 ~ 4: Upwards variation of flora

船川両ルートとも、船川階の両ルート群集分布域の中間を占めている。

このように、北浦期の男鹿地域は海況は動揺するものの、主として内漸移帯に属し、珪藻群集に地域差が乏しいことからみて、船川期に比べれば安定した状況下にあったものと推定される。

鱒ケ沢地域の珪藻群集は遠洋型を示し、その大部分は外漸移区群集である。層的变化は舞戸区域で明瞭で、第13図上の1~4に示されているように、その基底部の群集は外洋区に属するが(第13図の1), 上部に向かって外洋種は減少し(2), 次いで沿岸~淡水種が増加(3), 最上部で反転(4)という傾向が認められる。

珪藻群集の地域差はあまり顕著ではないのであるが、鱒ケ沢地域に比べると、その周辺五所川原および弘前では、前者は北浦階下部、後者は北浦階上部に属することを考慮すると、いずれも外洋種の含有量は少ないものと認められる。

なお、五所川原の群集は外漸移区に属し、その船川階

における近海区群集に比べると、外洋種の量は増加している。

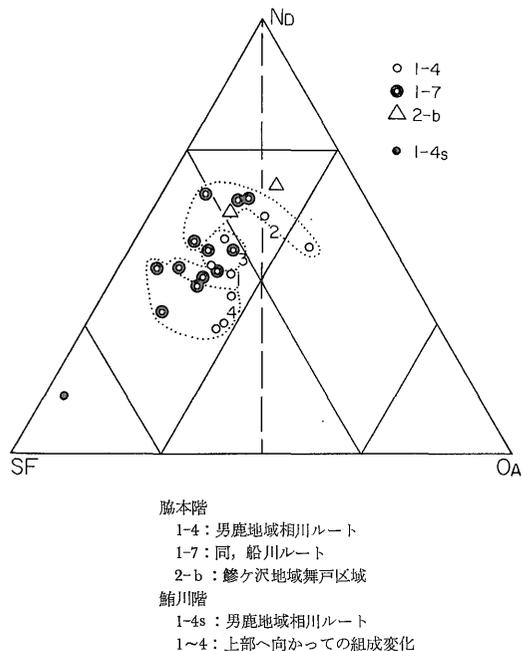
このように鰻ケ沢地域でも北浦期には船川期よりも海況が安定しているものと推定されるが、その初期における著しい外洋水の影響は特徴的である。

### 6.5 脇本階

珪藻群集組成における男鹿地域と鰻ケ沢地域との対立は、脇本階では消失し、両地域とも珪藻群集は沿海型となっている(第14図)。

男鹿地域では珪藻群集の多くは内漸移区に属する。第14図で1~4として示したように、層位的変化は明瞭であり、その(2)では亜近海区ないし外漸移区群集となっている。この変化は相川ルートと船川ルートとで同傾向を示すが、両ルートに地域差が現われ、相川ルートでは外洋種の量がやや多くなっている。

なお脇本階の珪藻群集は北浦階に比べると全般的に沿岸~淡水種に乏しいとともに、前者に外漸移区群集のみられることは顕著な差である。



第14図 脇本階および鰻川階の珪藻群集組成図  
Composition of the diatom flora of Wakimoto and Shibikawa stages.

- Wakimoto stage  
 1-4: Route of Oga district  
 1-7: Route 7 of Oga  
 2-b: (b) area of Ajigasawa district  
 Shibikawa stage  
 1-4s: Route 4 of Oga district  
 1~4: Upwards variation of flora

鰻ケ沢地域の脇本階の珪藻群集は2例のみであるが、ともに亜近海区群集である。すなわち、北浦階の群集に比べると外洋種に乏しいのであるが、北浦階最上部の群集ほどには沿岸~淡水種の量は多くはない。

このように、脇本期には男鹿・鰻ケ沢地域とも外洋水の影響は著しく弱くなっているが、北浦期に比べ沿岸~淡水種の量が減少しているところからみると、海域はやや拡大したものと推定される。

### 6.6 鰻川階

鰻川階の珪藻群集としては、わずかに1例が男鹿地域相川ルートにおいて報告されているのみである(第14図)。この群集は沿岸区に属している。これまでしばしば述べてきたように、男鹿地域内では相川ルート付近の珪藻群集が、常に外洋種の量が多い傾向を示した。この点からみて、男鹿地域全域が鰻川期には沿岸帯に属するに至ったと推定される。

### 6.7 真山亜階と船川階との関係および総括

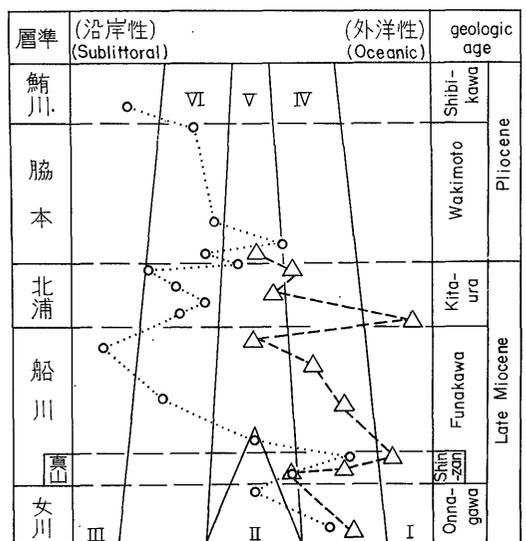
男鹿・鰻ケ沢両地域の珪藻群集には船川階および北浦階に沿海型と遠洋型という対立があり、両者の地域差の著しいことが明らかとなった。この差を除くと、両地域内あるいは周辺地域との地域差はあまり顕著ではなく、層位的変化、すなわち下部から上部に向かった珪藻群集組成の変化が注目される。

ここでこの層位的変化の一般的傾向を検討することとし、そのために、男鹿地域は主として相川ルートをその代表とし、これと鰻ケ沢地域とを比較してみる(第15図)。

これまでは男鹿地域の真山珪藻質泥岩上部に含有される群集については、その特異性から真山亜階の群集として別格に取扱ってきたが、ここではそれを男鹿地域の船川階下部の群集に対応させてみる。これは真山亜階の群集では上位に向かい外洋種が増加しているのと同じく、男鹿地域でも船川階下部では上部に向かい外洋種の増加傾向が認められる(6-3節)からである。

なお、第15図では、縦軸には各階をその厚さに応じて(小泉,1968)示し、横軸では、近海区群集が女川階には存在するが、北浦、脇本階には存在しないことを考慮している。

この図では、両地域における珪藻群集の層位的変化傾向がよく一致している。すなわちここに新第三紀後期堆積盆の一般的海況変化が示されている。また真山亜階は別格に扱われるべきものではなく、船川階下部とすべきこと、従って、“真山亜階”の珪藻群集と鰻ケ沢地域船川階下部の群集との差異は地域差として扱われるべきことも示されていると解される。今後は真山亜階と船



○男鹿地域 (Oga district) △鯉ヶ沢地域 (Ajigasawa district)

I : 外洋区 (Oceanic field)  
 II : 近海区 (Neritic f.)  
 III : 沿岸区 (Coastal f.)  
 IV : 外漸移区 (Outer transition f.)  
 V : 亜近海区 (Subneritic f.)  
 VI : 内漸移区 (Inner transition f.)

第15図 男鹿・鯉ヶ沢地域珪藻群集の層位的変化  
 Stratigraphical variation of diatom flora,  
 Oga and Ajigasawa district.

川階下部とは同義として取扱うことにする。

このようにしてみると、第15図で次のような全般的傾向がよみとれる。

1) 大きな傾向としては、化石珪藻群集中に占める外洋性珪藻の量が時代とともに減少している。これは外洋水の影響が漸減したことを示している。

2) 近海区群集が女川期には存在するが、船川期後期、北浦期にはなく、珪藻群集組成は外漸移区から亜近海区、さらには混合区に向かい変化する傾向をみせる。これは外洋性珪藻の減少に対応して、女川期では近海性珪藻が増加するのに対して、時代が新しくなるとともに、近海性珪藻よりも沿岸～淡水性珪藻が増すことを示している。これは陸域の拡大が外洋水の影響減を上まわっていたことを示すのであろう。

3) 鯉ヶ沢地域の珪藻群集は男鹿地域に比べ常に外洋性珪藻に富んでいる。船川階後期および北浦期で顕著であるが、女川期、船川期前期においてもこの傾向が認められ、鯉ヶ沢地域がより強く外洋水の影響をうけていたものと考えられる。

4) 全般的傾向とは別に、短期的な海況の変化も認め

られる。外洋水の著しい流入は船川期前期末、北浦期初頭にみられ、外洋区群集が形成されるに至った。とくに前者で著しく、男鹿地域の一部も外洋帯に属している。これに次いで、女川期前期、北浦期末および脇本期初期にも外洋性珪藻の増加がみられる。

5) 男鹿地域の環境は異常である。船川期前期末の著しい外洋水の流入にもかかわらず、その後期にはその影響が突然消滅し、近海帯から沿岸帯へと急激に変化している。これも北浦期次いで脇本期と逐次沿岸性珪藻は減少してゆき、鯉ヶ沢地域の状況に近づいている。これは船川期中頃の急激な局地的隆起現象を示すものと考えられる。

6) 女川期にはその後期には外洋性珪藻が減少し、船川期に入り反転する。この変化に対応して、*A. ingens* あるいは *Coscinodiscus yabei* 群集が船川期に激減し、珪藻群集組成が質的に変化している。

以上のように、層位的変化の全般的傾向が認められ、男鹿地域の特異なことも明らかとなった。ここで日本海および北海道南部の珪藻群集を加え、広く検討してみる。

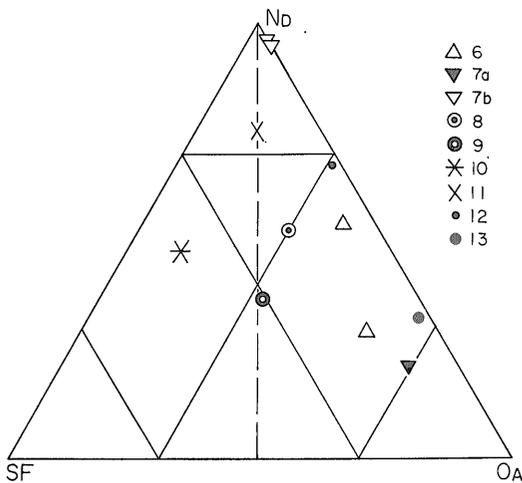
### 7. 日本海および道南の新第三紀珪藻群集

日本海底の露岩として現われる新第三系の珪藻群集としては大和海嶺 (船川階と脇本階)、秋田沖 (船川階、北浦階、脇本階) が知られており、北海道南部では奥尻島 (船川階)、久遠地域 (船川階と北浦階) が報告されている (第1表、第1図)。

これら珪藻群集組成をみると (第16図)、その大部分は遠洋型に属するが、秋田沖の4例 (No. 8~11) はその地理的位置に応じて、男鹿地域の珪藻群集に近く点示されている。

ここで層位的変化をみると、大和海嶺では船川階 (No. 13) より脇本階 (No. 12) の群集が外洋種に乏しく、久遠地域でも船川階 (No. 7a) に対する北浦階 (No. 7b) が同様の傾向を示す。秋田沖では船川階 (No. 8, 9)、北浦階 (No. 11)、脇本階 (No. 10) の群集はそれぞれ外漸移区周辺、近海区、内漸移区に示され、上部の群集ほど外洋性珪藻が減少、あるいは沿岸～淡水性珪藻が増加している。このような傾向は男鹿・鯉ヶ沢地域の全般的傾向と一致している。

これら珪藻群集の間には地域差もまた顕著である。大和海嶺の群集は沿岸～淡水性珪藻をほとんど含有していない。道南の群集はそれを含むが、その量は鯉ヶ沢地域に比べると少ない。この両者とも外洋区群集ではない点が注目される。また大和海嶺の脇本階でも外漸移区群集



第16図 日本海および道南の新第三系化石珪藻群集の組成図  
番号は第1表, 第1図の産地番号と同じ

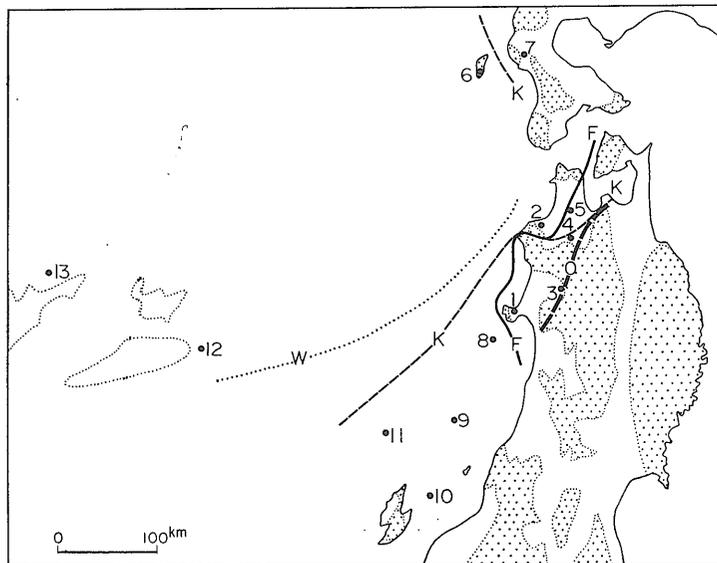
Composition of the flora of Neogene at Japan Sea and southern Hokkaido. Numbers are the same to the locality numbers in table 1, and fig. 1.

に属することは、鯨ヶ沢地域と大きな差である。

秋田沖の船川階の群集は鯨ヶ沢地域に比べては沿岸性珪藻に富むが、男鹿地域船川階上部の群集よりも外洋性珪藻の量は多い。秋田沖の北浦階の群集は近海区に属し、男鹿・鯨ヶ沢両地域の群集と異なっている。これも脇本階の群集で差異は認められなくなるものようである。

ここで前節の結果も加え、外漸移帯と近海帯の境界を想定すると第17図のようになって、女川期以降、この境界は漸次日本海を中心の方向へ移動している。ただし、北浦期には、鯨ヶ沢東方五所川原の珪藻群集が外漸移区に属することからみて、この地域で海域は拡大したものと考えられる。

このような現象は、新第三紀後期堆積盆が一般的傾向としては縮小したこと、外洋との連絡は、女川階以降男鹿地域よりも鯨ヶ沢に近い地域で行なわれ、短期的に、例えば船川期前期末、北浦期初頭には外洋水の著しい流入も生じていることが知られる。しかし、大和海嶺の船川期の珪藻群集も外漸移区に属することからみて、この堆積盆には外洋帯の発達は充分ではなかったであろうこと、すなわち、現在のオホーツク海に比べると、むしろ閉鎖された内海状を呈していたものと推定される。



O: 女川階 F: 船川階 K: 北浦階 W: 脇本階

第17図 外漸移区と近海区の境界の変遷

Migration of the boundary between outer transition province and neritic province.

O: Onnagawa stage, F: Funakawa stage, K: Kitaura stage, W: Wakimoto stage

## 8. ま と め

化石珪藻群集の組成から堆積盆の古地理的環境を解析するには、通常、そのなかに含まれる現生珪藻種のみを用いている。しかし東北裏日本新第三紀後期の珪藻群集には現在は絶滅している *Actinocyclus ingens* および *Denticula* 属が多産し、これらを見捨てることはできない。ここでは相関係数を検討し、また珪藻群集組成変化の狭い地域での調和性を想定して、それら絶滅種の生態を外洋性および近海性と判定した。次いで群集組成中の外洋性、近海性および沿岸～淡水性珪藻の量比関係を三角図表で検討した。その結果、

1) 外漸移帯と近海帯との境界は女川期以降後退していること、全般的に珪藻群集組成に外洋性珪藻の量が時代とともに減少する傾向をみせること、また沿岸～淡水性珪藻の量の増加が、近海性珪藻の増加より顕著になる傾向も存在することからみて、堆積盆は逐次縮小し、これにつれて外洋との連絡は時代とともに不充分さを加えたことが推定される。

2) 女川期後期には外洋水の影響が乏しくなったが、船川期前期(真山亜階を含む)に著しい外洋水の流入があった。この間に珪藻群集に質的な変化が生じている。

3) 外洋水の影響の顕著な船川期にも大和海嶺は外洋帯とはならなかった。また鱒ヶ沢地域でみると、この地域が外洋帯になるのは船川期前期末、北浦期初頭のごく限られた期間のみである。従って、堆積盆は一般的には内海状を呈し、現在のオホーツク海のような外洋との充分な連絡はなかったものと推定される。

4) 男鹿地域付近には、船川期中頃に急激な隆起が生じ、海域の局地的な縮小が生じたが、北浦期、脇本期を通じ次第に一般の状況に戻って行った。

5) 堆積盆の外洋との連絡は、女川階以降男鹿あるいは秋田沖よりも、鱒ヶ沢、道南に近い地域で行なわれた。しかし千島列島のウルップ水道のような大規模な海峡は短期的に生じたのみで通常は狭い水路のみ存在したと推定される。

以上のように、化石珪藻群集は量的に比較され、またその示す環境は主として海面近くの状況である。このような特殊性は今後も利用されるべきであり、その成果もまた大きいと考えられる。同時にこの種の研究の発展には統計的手法の充分な活用が必要であり、そのためには充分高い精度のデータを多量に作成する必要があると認められる。海洋底の現生珪藻群集に関する研究のさらに一層の進展が望まれる次第である。

## 文 献

- 藤岡一男 (1959) : 5 万分の 1 地質図幅「戸賀・船川」, および同説明書, 地質調査所。
- 長谷川康雄 (1970) : 日本海大和海嶺からえたコア試料中の化石珪藻群. 地質雑, vol. 76, p. 347-354.
- 秦 光男・長谷川康雄 (1970) : 北海道奥尻島南部新第三系の地質と化石珪藻群. 地球科学, vol. 24, p. 93-103.
- 池辺 穰 (1962) : 秋田油田地域における含油第三系の構造発展と石油の集積. 秋田大地下資源研報, no. 26, p. 1-60.
- JOUSÉ, A. P. (1962): *Stratigraphy and Paleontological Investigation on the Northeast Part of Pacific Ocean (in Russian with English abstract)*, Moscow, p. 1-258.
- KANAYA, T. (1959): Miocene Diatom Assemblage from the Onnagawa Formation, *Sci. Rep. Tohoku Univ. IInd. ser.*, vol. 30, p. 1-130.
- 小泉 格 (1966) : 青森県西津軽郡鱒ヶ沢地域の第三系と化石珪藻群. 東北大邦文報告, no. 62, p. 1-34.
- KOIZUMI, K. (1968): Tertiary Diatom flora of Oga Peninsula, Akita Pref. NE Japan, *Sci. Rep. Tohoku Univ. IInd ser.*, vol. 40, p. 172-225.
- 小泉 格・岩淵義郎 (1969) : 化石珪藻群集よりみた日本海東北日本沖諸堆の地質. 海洋地質, vol. 5, p. 39-48.
- MINATO, M., GORAI, M. and HUNAHASHI, M. (1965): *The geologic development of the Japanese Island*, Tokyo, 442 p.
- 沢村孝之助・山口昇一 (1963) : 道東津別地域新第三系の化石珪藻による分帯. 地調月報, vol. 14, p. 77-82.
- SIMONSEN, K. and KANAYA, T. (1961): Notes on the Marine Species of the Diatom Genus *Denticula* Kütz., *Inv. Revue ges Hydrobiol.*, vol. 46, p. 498-513.
- 上村不二雄・沢村孝之助 (1973) : 青森県鱒ヶ沢地域新第三系の含珪藻炭酸塩岩. 地調月報, vol. 24, p. 185-191.