

完新世における斜里地域の古環境復元

兎平 英司

〒060 北海道札幌市北区北10条西5丁目 北海道大学大学院地球環境科学研究科

要約

斜里平野で採取された4本のボーリングコアを用いて、珪藻化石分析や有孔虫化石分析、さらにイオウ分析、炭素同位体分析など化学分析を行い、完新世以降の環境変遷を明らかにすることを試みた。珪藻化石分析と化学分析の結果は調和的で、それぞれのデータの不足と欠落を補完した。分析によって、以下の事実が明らかになった。

遅くとも7800年前に同地域に海の影響が始まり、短期間に多量の火山噴出物の堆積があった後、7600年前に海の影響が本格化する、6000年前に海岸沿いに砂堤列が形成され始めると、急速に汽水化し、5500年前には淡水湖となった。4000年前に土砂の堆積が増加すると、沼沢湿地化し、2500年前には泥炭が形成され始めた。

I. はじめに

北海道沿岸域の地形は、主として完新世以降の海水準変動を反映したものとされる。それらには、海岸平野や海跡湖、砂嘴などがあり、これらの地形は北海道内にも数多く残されている。北部にはサロベツ原野、礼文島-久種湖、声間大沼などが、オホーツク海沿岸域には、クツチャロ湖、サロマ湖、常呂平野、網走湖、瀧沸湖、斜里平野などが、知床半島東部には野付半島がある。

これらの地域は本州以南はもとより、北海道内の他地域と比較して寒冷なため、気候変動の影響を受けやすく、さらに潮汐の干満の差が少ないため、海水準変動を検討するには適した地域であると言える。

しかし、斜里地域を含めこれらの地域における完新世以降の海水準変動は、未だ十分把握されていない。そこで調査地域に斜里を選び、同地域から得られたボーリングコアの堆積物中に含まれている珪藻化石などを解析する微化石分析や堆積物中のイオウ含有量などを測定する化学分析を用い

て斜里地域の古環境変遷を捉えることにした。

これまで斜里平野の形成に関する研究としては、荒田他(1979)や中村(1980)が層序学的見地から、関谷他(1983)が珪藻化石分析から沖積平野の堆積過程を復元したものがある。

II. 調査地域

斜里平野は北海道東部知床半島の西方に位置し(図-1)、西側に屈斜路火砕流堆積物、南側に斜里岳溶岩流堆積物、東側に海別火山噴出物に囲まれている。また、火山灰台地を構成する第四紀洪積世の屈斜路軽石流堆積物が基盤をなし、その上位にはこれらの再堆積層と考えられる砂や火山灰質砂が分布する。

また、遠藤他(1989)によると、斜里平野には1000年前に降下したとされる降下軽石Ma-b5が広範囲に分布しているが、2列の砂堤列のうち陸側の砂堤列にのみMa-b5が確認できる。このことから、海側の砂堤列は一般に「平安海進」と呼ばれる海進の海退期に形成されたと考える。

III. 試料と方法

斜里平野において4地点でボーリングコア掘削を行った(図-1・2)。Pt.1のボーリングコアは、機械ボーリング掘削試料で、Pt.2からPt.4はピートサンプラーによるものである。

Pt.1では、標高3.67mの地点から全長19.8mを掘削した。最下部の標高-16.13mから-14.33mまでが極細粒砂~粗流砂層、標高-14.33m~-13.30mまでが有機質粘上層、標高-12.30m~-8.78mまでが火砕流などの火山噴出物を含む砂層、標高-8.78mから-7.29mまでが海成粘土層、標高-7.29mから+0.31mまでが有機質粘上層、標高+0.31mから+1.66mまでが泥炭層である。

Pt.2、Pt.3の詳細は省略するが、Pt.2の泥炭層直上にMa-b5が2~3cm堆積している。

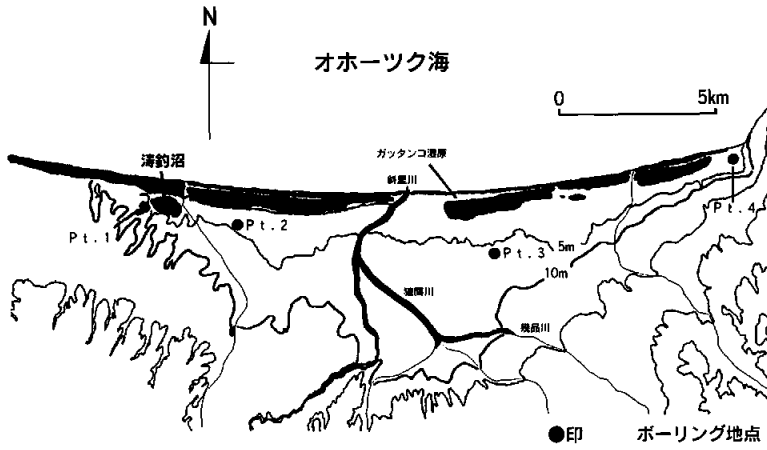


図-1 調査地点

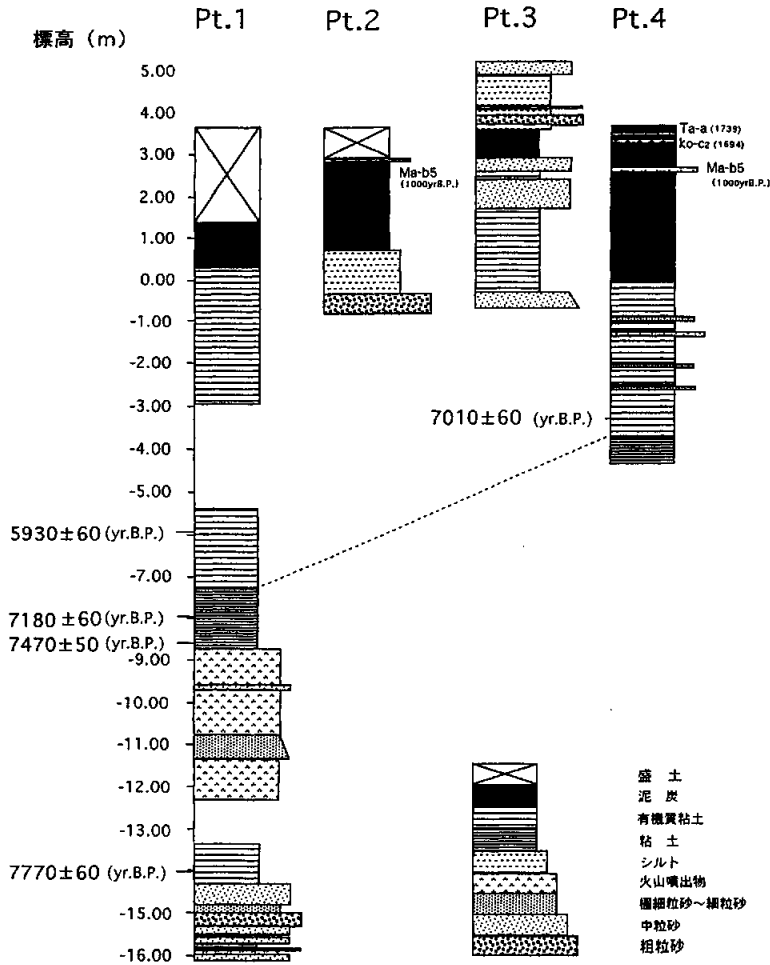


図-2 調査地 (Pt.1～Pt.4) 土層柱状図及び、放射性炭素年代測定値

Pt.4では、標高3.67mの地点から全長8.00mを掘削した。最下部の標高-4.33mから-3.73mまでが粘土層、標高-3.73mから-0.03mまでが有機質粘土層、標高-0.03mから+3.67mまでが泥炭層である。また、泥炭層中の上部にMa-b5が約10cm、Ko-c2、Ta-aが数cm堆積している。また、4本のコアから貝化石は発見されなかった。

珪藻化石分析はすべてのポーリングコアでおこなった。処理方法は以下のとおりである。

堆積物試料を30%過酸化水素水および1N塩酸で処理した後、ほとんど珪酸塩鉱物からなる残渣を珪藻分析に用いた。残渣に1%ピロリン酸ナトリウム液を加えて、懸濁粒子を十分に分散させ、細粒粘土を除去した。残った試料懸濁液に蒸留水を加えて100mlとし、十分に攪拌した後、0.25mlをピペットで採取してカバーガラス上に滴下した。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。光学顕微鏡1000倍下で検鏡し、最優占種が100個体以上に達するまでカウントした。

珪藻種の同定および生態に関する文献は、主としてHustedt (1930a, b, 1959, 1961-1966)、Patrick and Reimer (1966, 1975)、Krammer and Lannge-Bertalot (1986, 1988, 1991)を用いた。

有孔虫分析はPt.1のコアでのみ実施し、汽水及び海水生の珪藻が検出された層準中の標高-6.54m~-8.48mと-13.4m~-14.1mとから産出した。また、分析方法は以下のとおりである。堆積物試料を3cm角程度に切り出す。採取試料100~200g程度の湿重量を秤量した後、熱湯中で溶解し、篩(0.063mm)で水洗する。篩上の残渣を蒸発皿等に移し乾燥させ、乾燥重量を秤量する。試料を抽出用プレートに拡散させ、双眼実体顕微鏡下で有孔虫標本を拾い出し、群集スライドを作成した。属・種の同定には、Alfred R. Loeblich, Jr. and Helen Tappan (1988)等を、属・種の生態に関しては、井上(1980)を用いた。

イオウ分析の処理方法は以下のとおりである。乾燥させた堆積物試料約0.10gに30%過酸化水素水20mlと3N塩酸を数滴加え、80~100℃で数分間熱し、1晩静置する。この処理で堆積物中の黄鉄鉱は完全に溶解する。蒸留水を加えながら濾過し(Filter paper 5C1 μm , ADVANTEC TOYO)、濾液の全量を100mlにし、試料溶液とした。試料溶液から

適量を採取し、比濁法により硫酸イオンを定量した。ここでは、硫酸バリウムの沈殿を微粒子状態に保つための保護コロイドとして、グリセリン溶液を添加する方法を採用した。

同位体分析の処理方法は以下のとおりである。堆積物試料を乾燥させた後、173 μm の篩に全試料を通し、再乾燥させる。石英管に真空封入し、800℃で2時間燃焼させたものから、CO₂、N₂を分離精製し、総有機炭素量と総窒素量、C/N比を測定する。分離精製したCO₂、N₂から質量分析計を用いて $\delta^{13}\text{C}$ $\delta^{15}\text{N}$ を測定した。

IV. 分析結果

Pt.1における珪藻化石分析結果は、図-3のように、また、イオウ分析結果は図-4のようになった。有孔虫分析結果は表-1の通りである。図-3中の淡水種生態における生活型・pH適応性・流水適応性は、左のグラフの生息域における淡水生珪藻の生態を細分類したものである。生息域では概ね淡水生種が優占し標高-16m~-13m付近と(以下の数字はすべて標高)-9m~-6m付近では海生種~汽水生種が産出する。生活型では概ね、浮遊生種が優占するが、-16m~-13m付近と-3m~-1m付近は付着種が優占する。pH適応性では-3m~-1m付近における、好酸性種の増加が特徴的である。流水適応性では-16m~-15m付近の好流水種の産出と、-3m付近での好止水種から不定種への変遷が特徴的である。

イオウ分析結果も概ね、珪藻と相関関係にある。有孔虫分析の結果をみると、すべて膠着質有孔虫であり、中でも寒流系汽水種のTrochammina pacifica cf. japonicaが優占する。

また、珪藻化石の優占種の変遷から7つの珪藻帯ごとに復元した(図-5)。

珪藻帯Ⅶ(標高-15.00~-14.50m、中粒~細粒砂層)

好流水種のDiatoma mesodonや河川域に生息するAchnanthes lanceolateが多産し、さらに海水~汽水生種もみられることから、時折海の影響を受ける河川の下流域・河口か干潟であったと考えられる。

珪藻帯Ⅵ(標高-14.50~-13.40m、有機質粘土層、一部中粒砂層)

引き続き、海水~汽水生種がみられ、好塩分種

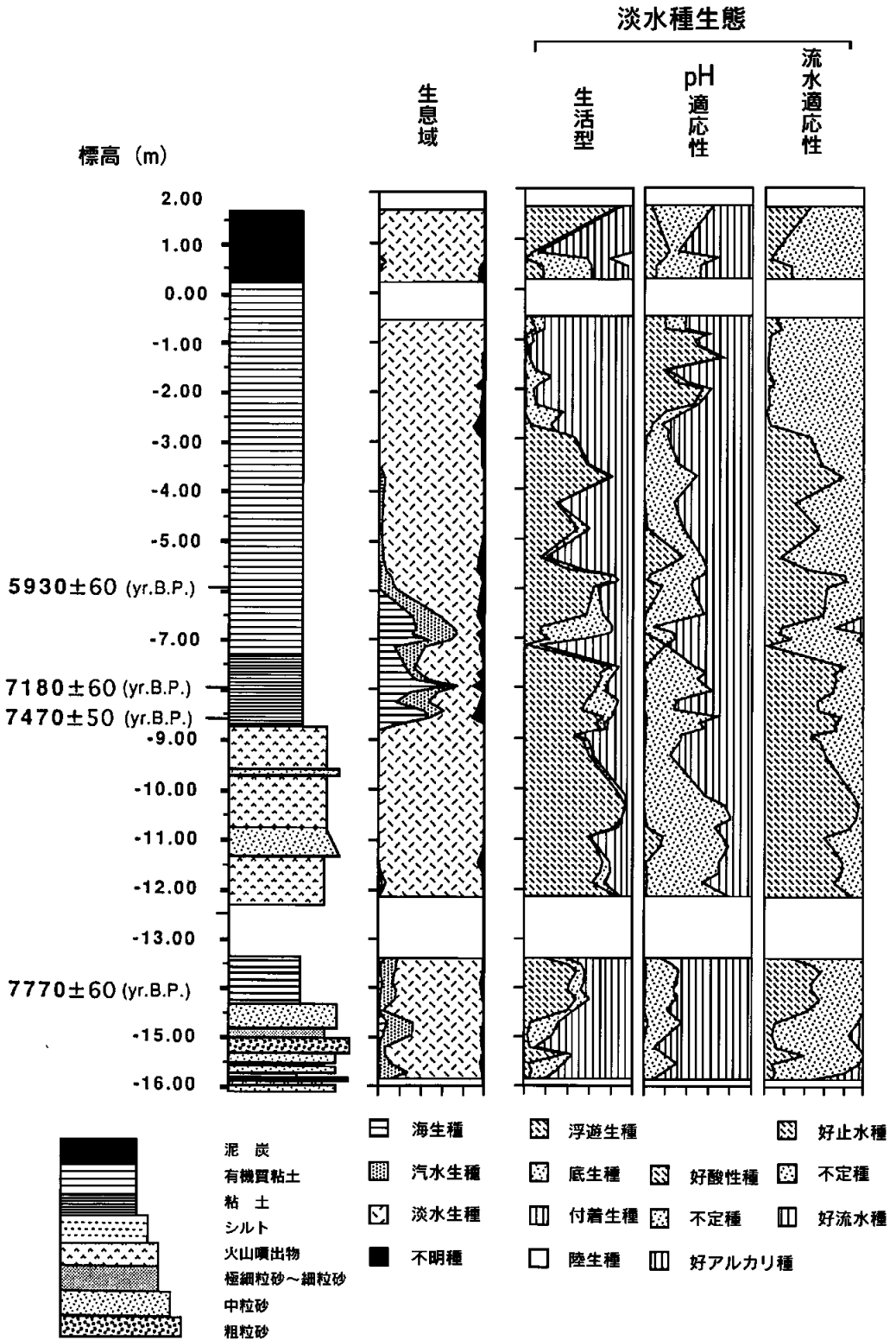


図-3 Pt.1 淡水生珪藻生息

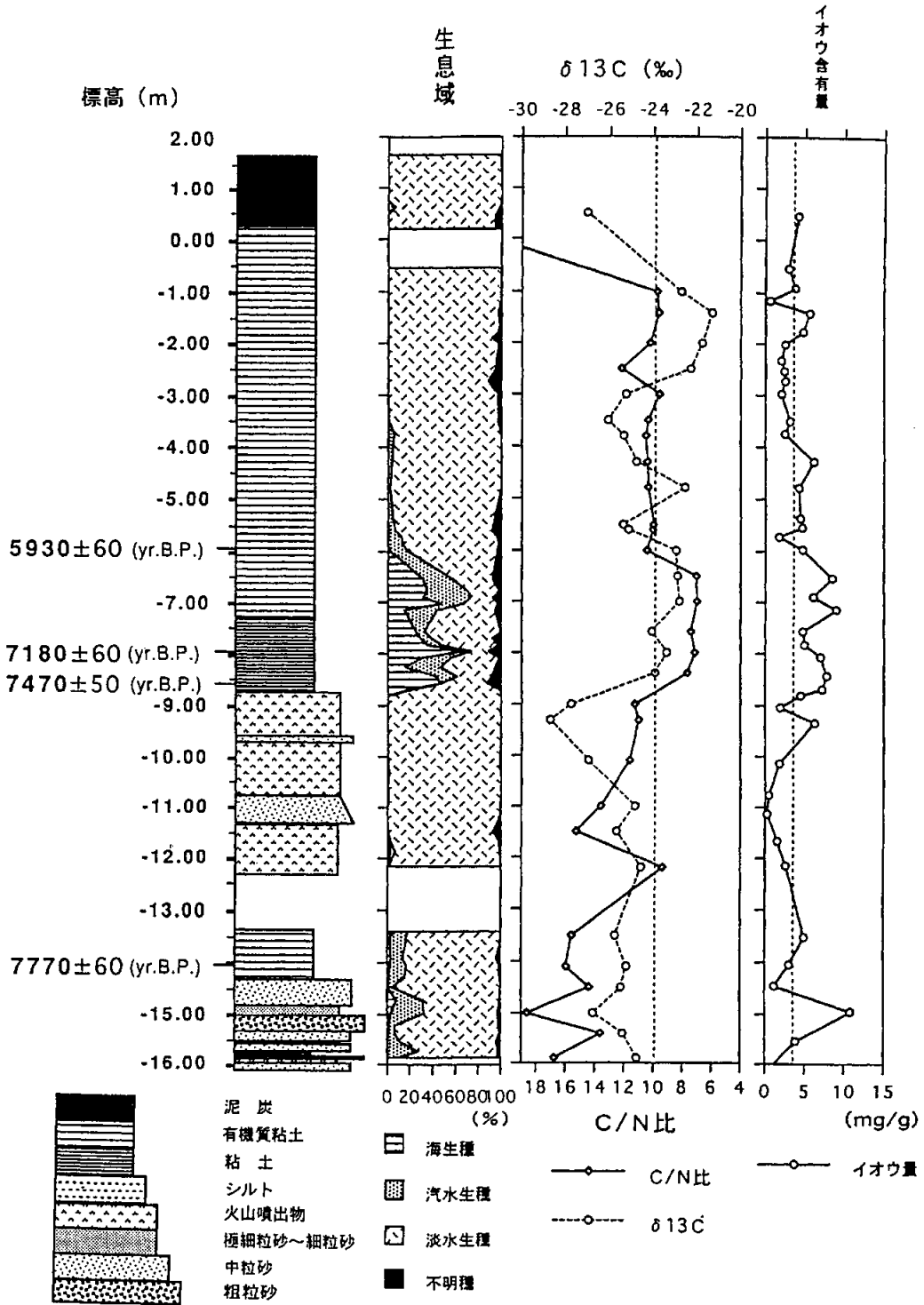


図-4 Pt.Iにおける堆積物中の炭素同位体・C/N比及びイオウ含有量の変動

表-1 有孔虫化石産出表 (種名の右側の数字は%)

分類群	-5.84	-6.53	-6.9	-7.02	-7.15	-7.58	-7.83	-7.95	-8.44	-8.57	-9.04	-13.5	-14.1
<i>Ammobaculites exiguus</i>	-	0	0	0.8	-	1.4	0	1.2	0	0	-	96.2	60
<i>Ammotium cassis</i>	-	2.1	0	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0
<i>Eggerelloides advena</i>	-	8.3	0	1.6	-	2.8	4.6	6.2	4.4	14.3	-	0	0
<i>Haplophragmoides hancocki</i>	-	0	0	0	-	0	1.5	0	0	0	-	0	0
<i>H.canariensis</i>	-	0	0	0	-	0	1.5	0	4.4	14.3	-	0	0
<i>Texturaria earlandi</i>	-	2.1	0	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0
<i>Te.sp.</i>	-	0	0.2	0	-	0	1.5	0	0	28.5	-	0	0
<i>Tiphotrocha multiloculata</i>	-	27.1	0.5	8.9	-	25.4	50.8	34.6	0	14.3	-	0	20
<i>Trochammina hadai</i>	-	0	10.8	0	-	0	1.5	4.9	0	0	-	0	0
<i>T.pacifica</i>	-	4.2	0	6.5	-	18.3	12.3	9.9	9	14.3	-	0	20
<i>T.cf.japonica</i>	-	56.2	88.5	82.1	-	52.1	26.2	43.2	80	0	-	0	0
Gene & species indet.	-	0	0	0	-	0	0	0	2.2	14.3	-	3.8	0
Foram.Num.	-	48	400	123	-	71	65	81	45	7	-	53	5
Foram.Num./10g	-	8.5	91.14	24.43	-	11.33	8.97	13.17	4.54	1.11	-	9.25	0.98
含水率(%)	69.83	50.64	51.31	50.51	63.03	51.7	45.67	43.67	44.57	45.25	79.24	47.5	58.16
含泥率(%)	87.61	92.3	91.44	90.92	90.53	89.48	89.42	88.56	91.34	82.02	97.46	64.6	70.66

のRhopalodia gibbaが多産し、湖沼浮遊生種群と考えられるAulacoseira italicaや淡水生浮遊種のStephanodiscus dubiusが多産することから、時折海の影響を受ける沼地であったと考えられる。

珪藻帯Ⅴ (標高-12.15~-8.70m、火山噴出物を含む砂層)

Aulacoseira italicaやStephanodiscus dubiusが、併せて約40~88%と卓越することから、安定した湖沼であったと考えられる。

珪藻帯Ⅳ (標高-8.70~-6.50m、下部有機質粘土層~粘土層)

概ね、海水~汽水生種が優勢で、海水藻場指標種群のCocconeis scutellumや外洋指標種群のCoscinodiscus spp.やChaetoceros spp.が比較的高率で産出することから、湾口の開いた内湾的環境であったことが推定される。

珪藻帯Ⅲ (標高-6.50~-3.70m、中部有機質粘土層)

Aulacoseira italicaや湖沼沼沢湿地指標種群と考えられるFragilaria construensとFragilaria pinnataが多産する。このことから、砂堤列形成のために潟湖となり、海水の流入量が大幅に減少し湾内の塩分が低下したと考えられる。

珪藻帯Ⅱ (標高-3.70~±0.00m、上部有機質粘土層)

Fragilaria construensとFragilaria pinnataが併せて、約40~85%と卓越する。海水種は全くみられないことから、池や沼地の状態でかつ安定した環境が成立していたと考えられる。

珪藻帯Ⅰ (標高±0.00~+0.80m、泥炭層) 底生種のNitzschia amphibiaとPinnularia spp.や陸生種のHantzschia amphioxysが多産することから、水分を含んだ陸域を伴う沼沢湿地が成立していたと考えられる。

Pt.4における珪藻化石分析結果は、図-6のようになった。

生息域では、下部で海水~汽水種が産出し上部では淡水種が卓越する。生活型では、概ね付着種が優勢だが一時期浮遊種が多産する。pH適応性では、+0.50~+2.00m付近で好酸性種が増加する。流水適応性では、2回の好止水種の優占が特徴的である。

また、Pt.4における珪藻化石の優占種の変遷から4つの珪藻帯ごとに復元した(図-7)。

珪藻帯Ⅳ (標高-4.30~3.30m、下部有機質粘土層~粘土層)

Aulacoseira italicaも産出するが、Cocconeis scutellumやCoscinodiscus spp.などの海生種が優勢であることから、内湾的環境であったと考えられる。

珪藻帯Ⅲ (標高-3.30~-2.50m、中部有機質粘土層)

Aulacoseira italicaが卓越し海生種はほとんど産出しないことから、安定した湖沼であったと考えられる。

珪藻帯Ⅱ (標高-2.50~+0.20m、上部有機質粘土層)

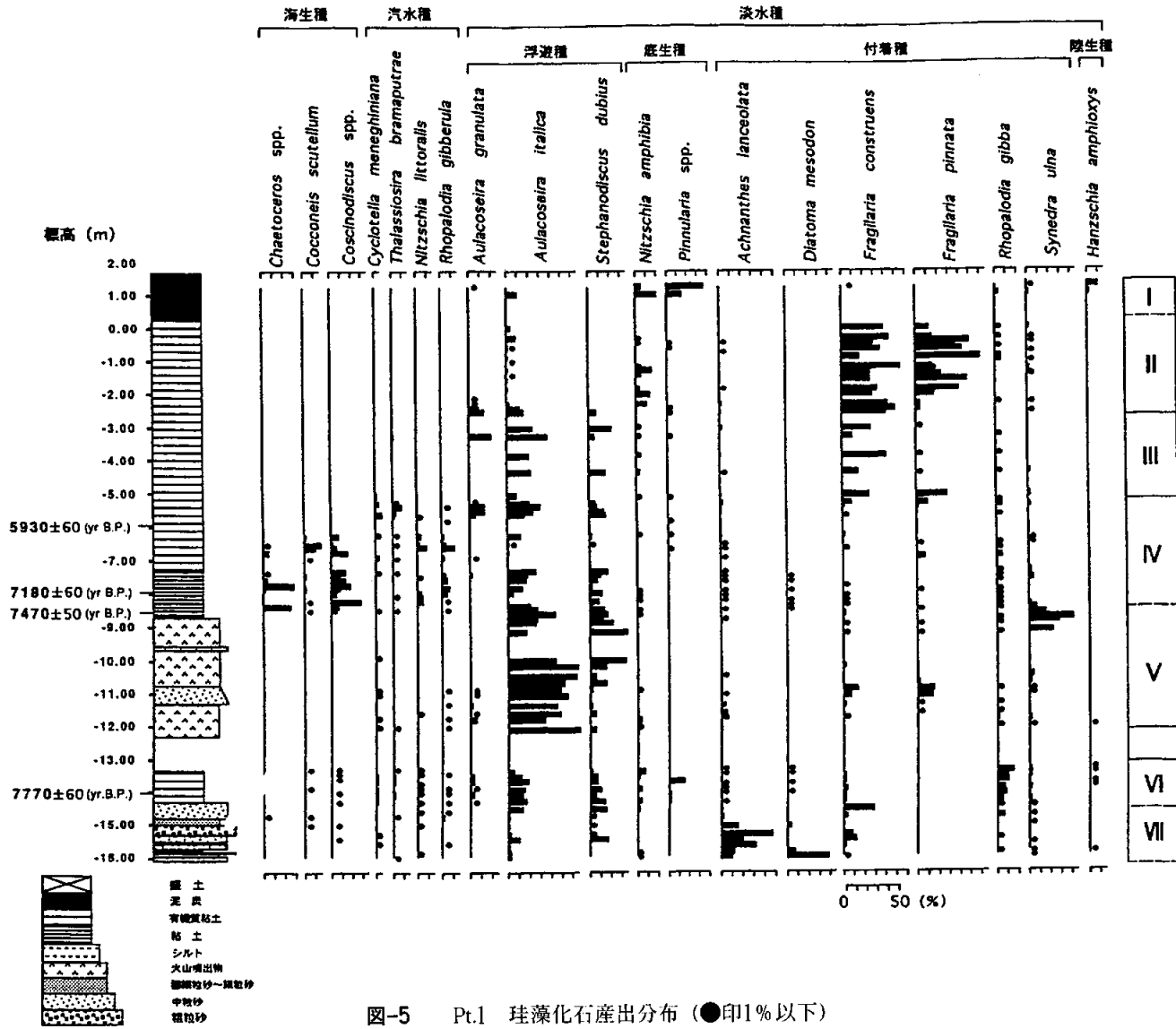


図-5 Pt.1 珪藻化石産出分布 (●印1%以下)

*Fragilaria construens*と*Fragilaria pinnata*が卓越することから、池や沼地の状態であつ安定した環境が成立していたと考えられる。

珪藻帯 I (標高 +0.20~+3.67m、泥炭層)

産出する種が多様化するが、*Pinnularia* spp.などの底生種が優勢であることから、湿地・湿原が形成されていたと考えられる。

Pt.2はほとんどが淡水種で、*Aulacoseira italica*や*Fragilaria construens*、*Pinnularia* spp.

が交互に優占する(図-8・9)。よつて、湖沼および沼沢湿地が形成されていたと考えられる。さらに、再堆積種が全く産出せず泥炭が比較的厚く

堆積していることから、河川の影響を受けない穏やかな環境であつたと考えられる。

Pt.3も、ほとんどが淡水種だが、*Aulacoseira italica*などの湖沼浮遊生種群はほとんど産出しない。生活型で底生種が多産する時期があるが、その他は概ね附着種であつ、好アルカリ性種が卓越する(図-10・11)。このことから、比較的水深のある沼沢湿地であつたと考えられる。一方、再堆積種がボーリングコア全般にわたつて産出することから、河川の影響を常に強く受けた地域であつたと推定される。

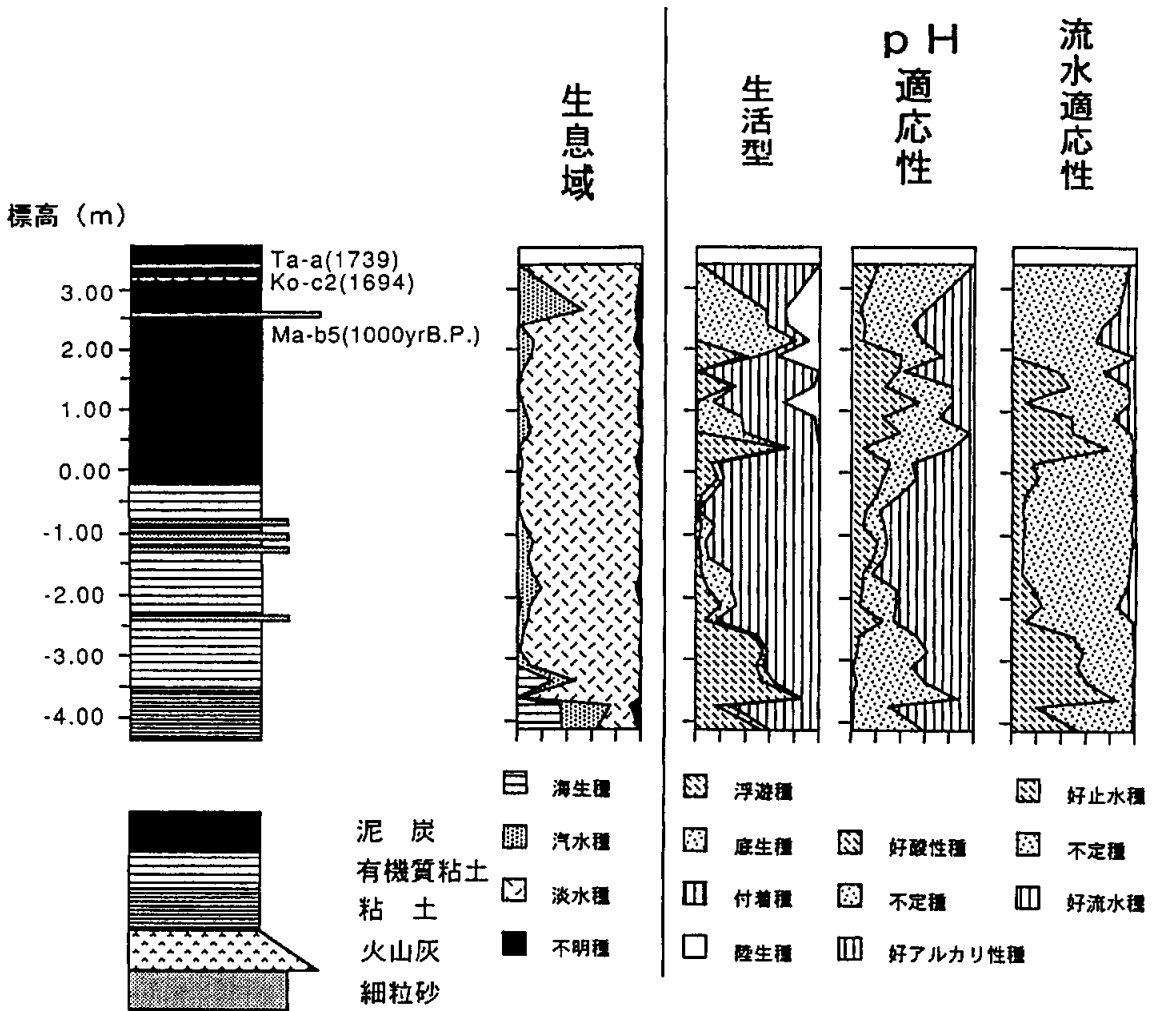


図-6 Pt.4 淡水生珪藻生態

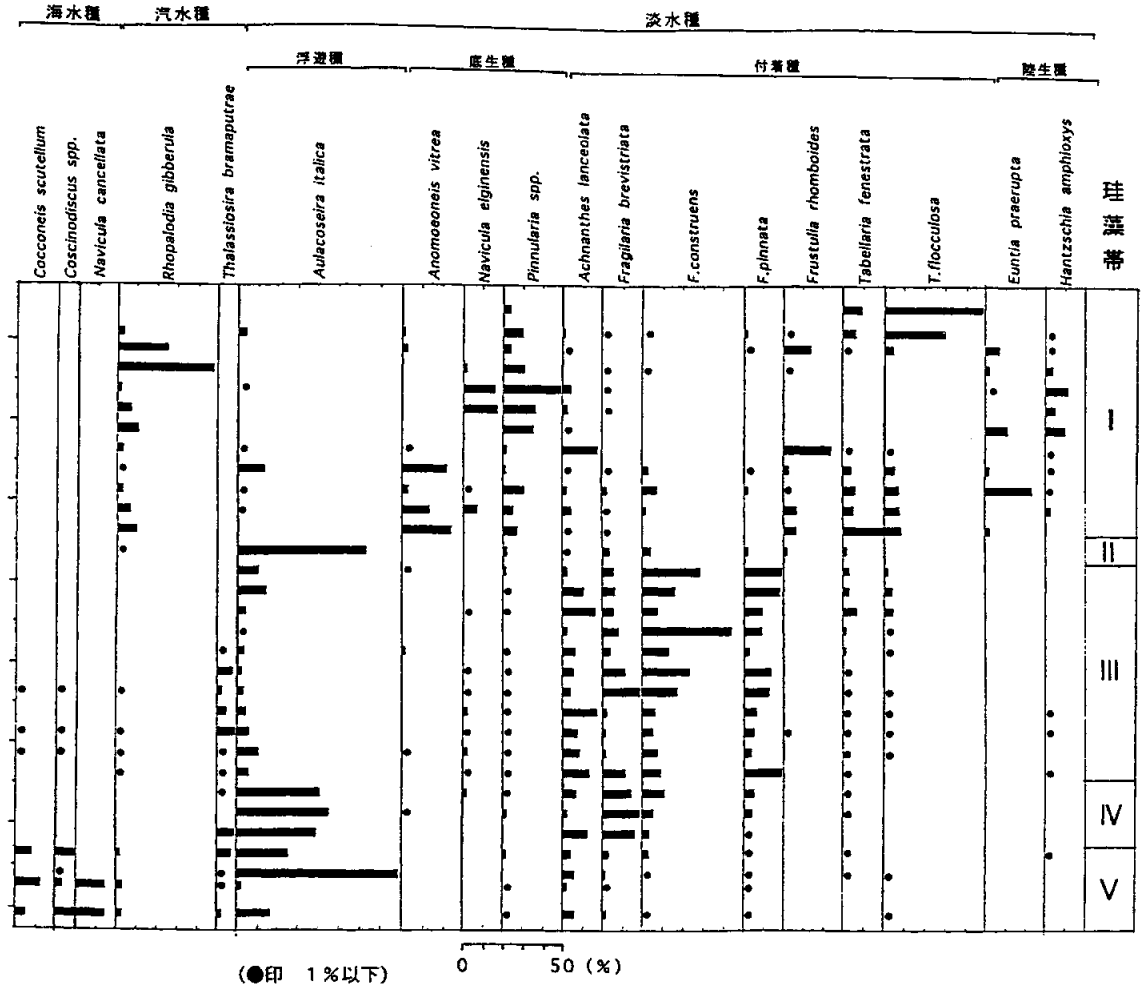
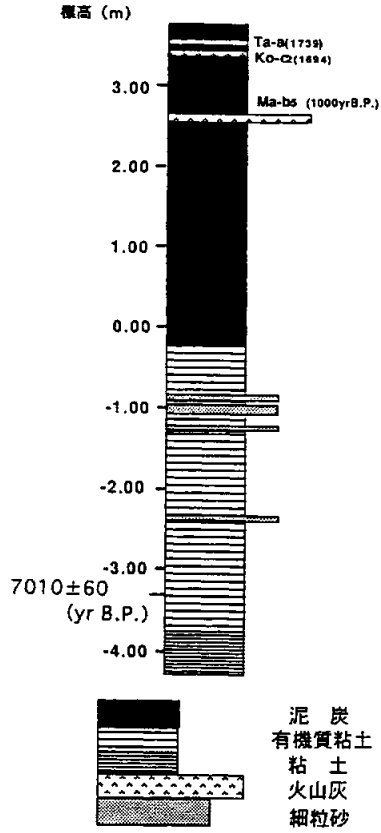


圖-7 Pt.4 球藻化石產出分布圖

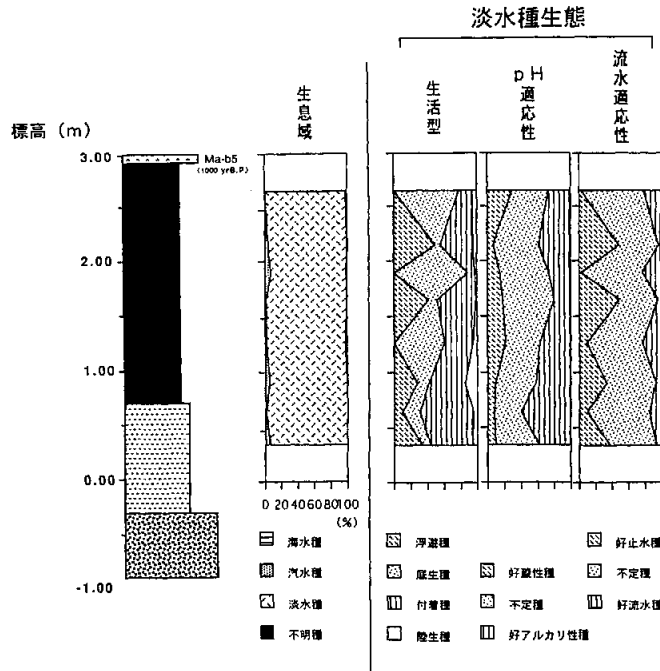


図-8 Pt.2 淡水生珪藻生態

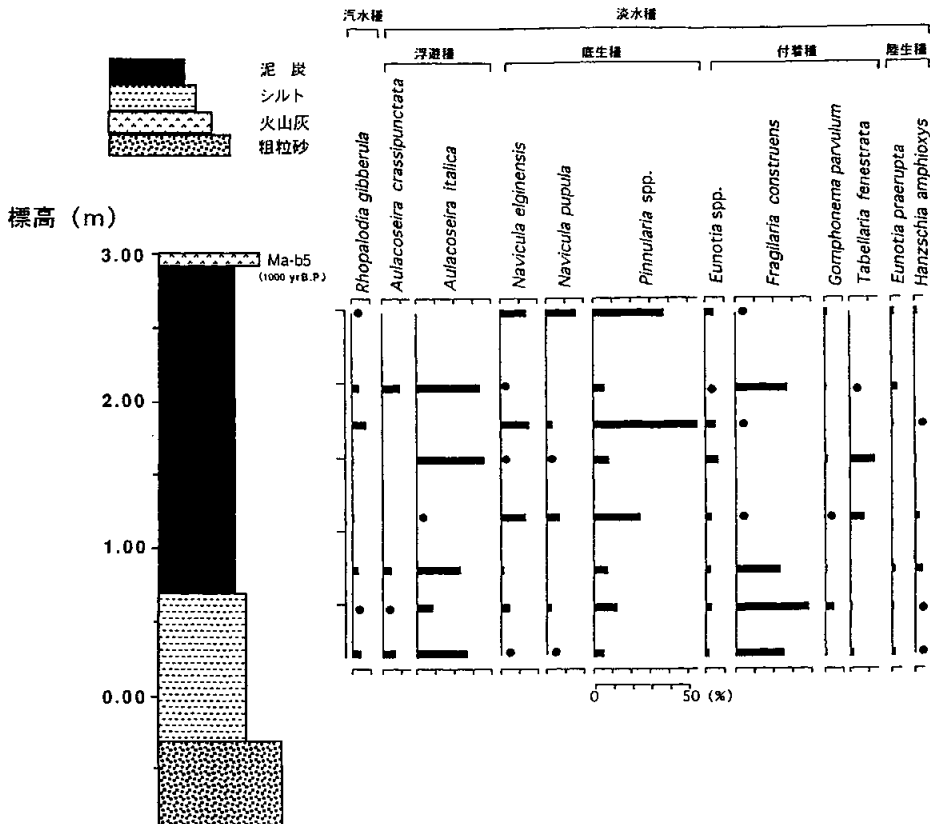


図-9 Pt.2 珪藻化石産出分布 (●印1%以下)

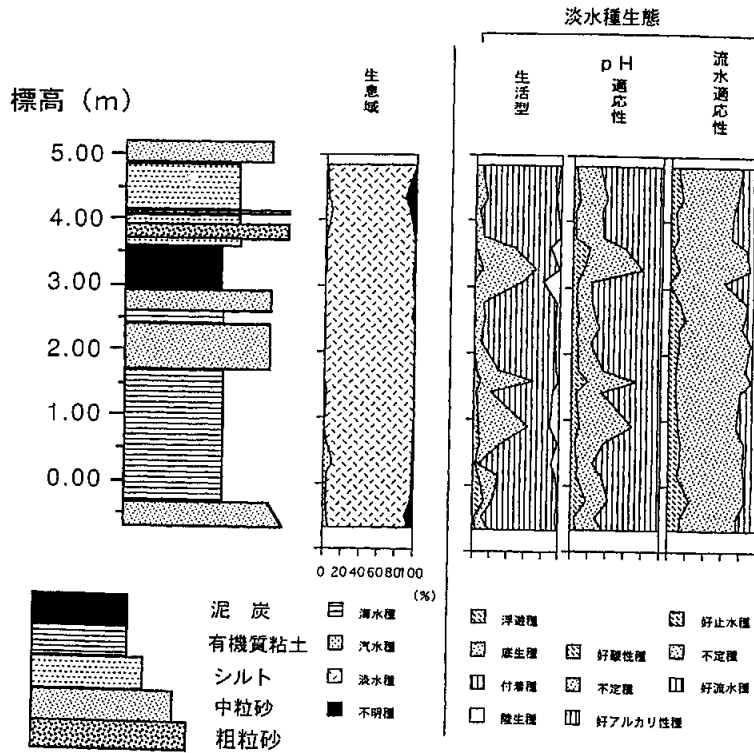


図-10 Pt.3 淡水生珪藻生態

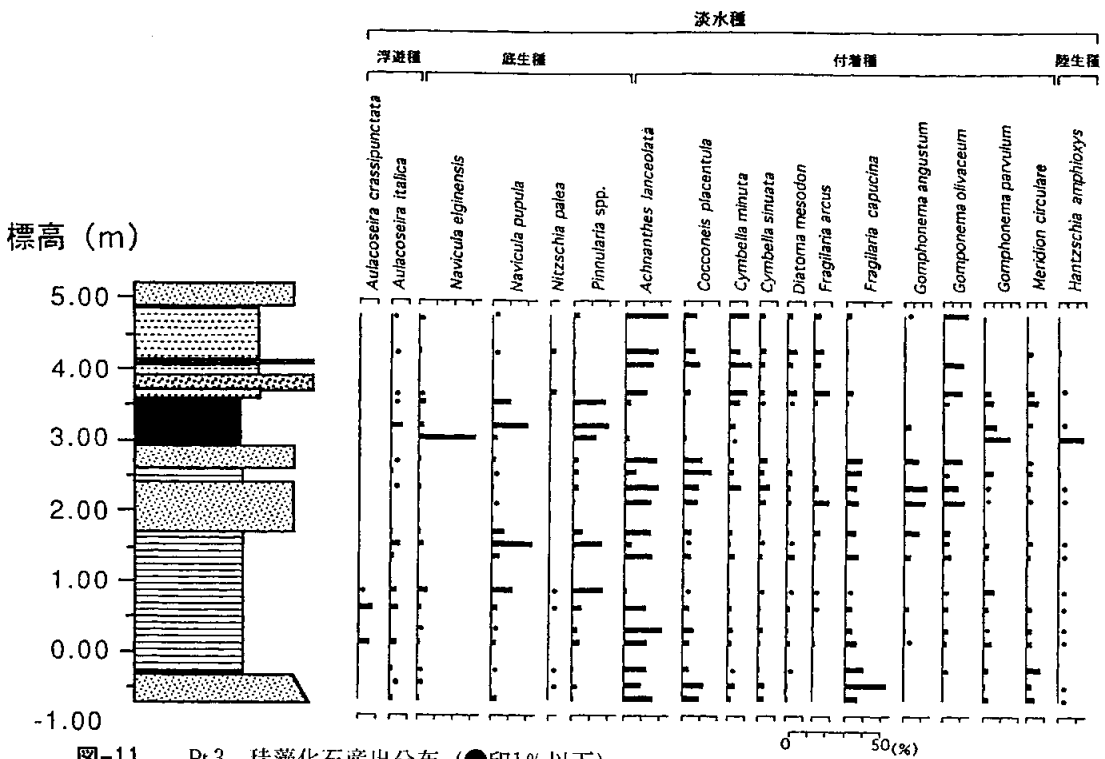


図-11 Pt.3 珪藻化石産出分布 (●印1%以下)

V. 考察

最終氷期以降の海水準上昇の結果、遅くとも7800年前には、斜里地域に海の影響が始まった。しかし、その影響は強まらず、時折、海水が入り込む湖沼を形成する。その後、短期間に多量の火山噴出物が湖沼内に堆積し淡水化するが、7600年前に海の影響が強まり斜里地域は内湾になった。6000年前に現在の陸側の砂堤列が形成され始めると急速に汽水化し、5500年前には淡水湖になった。4000年前に土砂の堆積が進むと湖水域は減少し、沼沢湿地になった。2500年前から泥炭形成が始まり、現在の斜里平野に至った。また、現在では縄文海進高頂期から海退に変化するの5500年前とする説が有力だが、今回調査を行なった斜里のPt.1、Pt.4両地域では6000年前には海の影響がほとんどなくなっている。これは斜里地域の地盤隆起速度やハイドロアイススタシーなども考慮し考察する必要があるだろう。

VI. まとめ

1. 海水～汽水生珪藻化石が産出し始めることから、陸域への海の影響は、斜里地域では約7800年前に始まるが、多量の火山噴出物の再堆積によって一時期、淡水湖沼を形成する。これは湖沼浮遊生種群の増加が明示している。しかし、約7600年前には再び海の影響が始まり、次第に内湾化した。

2. 約6000年前は海水生珪藻化石の産出が見られなくなることから、砂堤列の形成が始まり、急速に汽水から淡水へと変化する。

3. 沼沢湿地付着生種群が増加することから約4000年前に湿地化し、底生種の増加から約2500年前に泥炭が形成され始めた。

4. 降下軽石Ma-b5の分布から考察すると、斜里平野の海岸に最も近い砂堤列は約1000年前に形成された。

謝辞

本研究を進めるにあたり、北海道大学大学院地球環境科学研究科の諸先生方、北海道開拓記念館赤松守雄、右代啓視学芸員、北海道教育大学岩見沢校 都郷義寛教授、鈴木明彦助教授、兵庫県立人と自然の博物館 佐藤裕司研究員、知床博物館 合地信生、松田功学芸員には貴重な御意見、御教

示をいただいた。また、斜里町の方々には、ボーリングによる試料採取を手伝っていただいた。さらに、北海道土質コンサルタント株式会社の方々には、ボーリング試料を提供していただいた。以上の方々に深く感謝の意を表する。

引用文献

- Alfred R.Loeblich,Jr.and Helen Tappan., 1988 :
Foraminiferal Genera and Their Classification
PLATES,VAN NOSTRAND REINHOLD
COMPANY, New York
- 荒田治・上野幸一・内山幸則・長内優之・金子
秀司・佐々木敏史・沢田典考・下井 克・
十田隆一・竹之下典祥・中島友文・中村 誠・
望月光則・守屋以智雄, 1979 : 斜里平野の地形,
知床博物館研究報告,第1集,31-40
- 遠藤邦彦・隅田まり・宇野リベカ, 1989 :
北海道東部の完新世後期テフラ層序とその給源
火山,地学雑誌,98,128-132
- Hustedt,F., 1930b : Die Kieselalgen.L.Raben-
horst(ed.)Kryptogamen-Flora von Deutsch-land,
Osterreich und der Schweiz,7(2),1-845
- Hustedt,F., 1961-1966 : Die kieselalgen.L.
Rabenhorst(ed.)Kryptogamen-Flora von
Deutschland,Osterreich und der Schweiz,
7(3),1-816
- 井上洋子, 1980 : 日本周辺海域の現生有孔虫の
生態学的研究,その2,日本海域における有孔虫種
の深度ならびに地理的分布,石油資源開発(株)
技研特報,41-2,1-307
- Krammer,K.and Lange-Bertalot,H., 1986 :
Bacillariophyceae Teil 1,Susswasserflora von
Mitteleuropa,876P,Gustav Fisher Verlag
- Krammer,K.and Lange-Bertalot,H., 1988 :
Bacillariophyceae Teil 2,Susswasserflora von
Mitteleuropa,596P,Gustav Fisher Verlag
- Krammer,K.and Lange-Bertalot,H., 1991 :
Bacillariophyceae Teil 3,Susswasserflora von
Mitteleuropa,576P,Gustav Fisher Verlag
- 中村 誠, 1980 : 斜里平野の地形—追加報告—,
知床博物館報告,第2集,43-52
- Patrick,R and Reimer,C.W., 1966 : The diatom of
the United States,1,Monographs of Natural
Sciences of Philadelphia,13,644P,

The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia.

Patrick, R and Reimer, C.W., 1975 : The diatom of the United States, 2, Monographs of Natural Sciences of Philadelphia, 13, 213P, The Academy

of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia.
関谷公範・熊野茂, 1983 : 北海道・オホーツク海沿岸における珪藻遺骸群集の遷移, 知床博物館報告, 第5集, 67-76

写真図版 (斜里地域の珪藻化石種名)

Plate- 1

1. *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs.
2. *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen.
3. *Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen.
4. *Cyclotella meneghiniana* Kützing.
5. *Thalassiosira bramaputrae* (Ehrenberg) Hakansson et Locker.
6. *Thalassiosira nordenskioldii* Cleve.
7. *Achnanthes lanceolate* (de Brébisson) Grunow.
8. *Amphora libyca* Ehrenberg.
9. *Bacillaria paradoxa* Gmelin.
10. *Cocconeis placentula* Ehrenberg.
11. *Cocconeis scutellum* Ehrenberg. Exterior.

Scale bars : 10 μ m

Plate- 2

1. *Diatoma mesodon* (Ehrenberg) Kützing.
2. *Diploneis interrupta* (Kützing) Cleve.
3. *Diploneis smithii* (de Brébisson) Cleve. Exterior.
4. *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson.
5. *Eunotia pectinalis* (Kützing) Rabenhorst.
6. *Eunotia praerupta* var. *vindens* Grunow.
7. *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow.
8. *Fragilaria pinnata* Ehrenberg.
9. *Gomphonema acuminatum* (Kützing) Rabenhorst.
10. *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow.
11. *Meridion circulare* var. *constrictum* (Ralfs) Van Heurck.
12. *Navicula pupula* Kützing.
13. *Nitzschia amphibia* Grunow.
14. *Nitzschia littoralis* Grunow.
15. *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith.

Scale bars : 10 μ m

Plate- 3

1. *Pinnularia acrosphaeria* Rabenhorst.
2. *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg.
3. *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O.Müller.
4. *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O.Müller.
5. *Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg) O.Müller.
6. *Stephanodiscus dubius* (Fricke) Hustedt.
7. *Synedra tabulata* (Agardh) Kützing. Bacill.
8. *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg.
9. *Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kützing.

Scale bars : 10 μ m

Plate-1

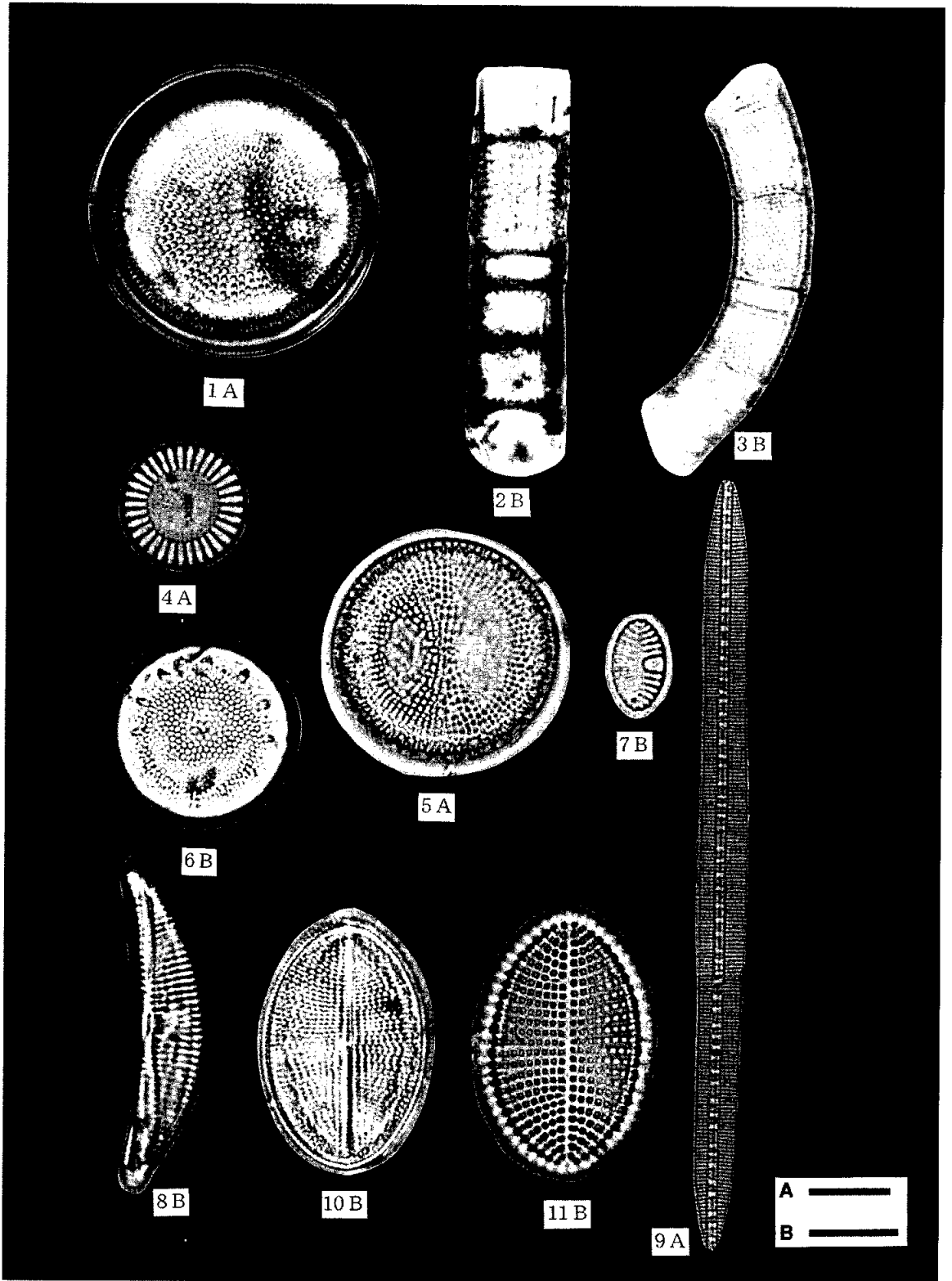


Plate-2

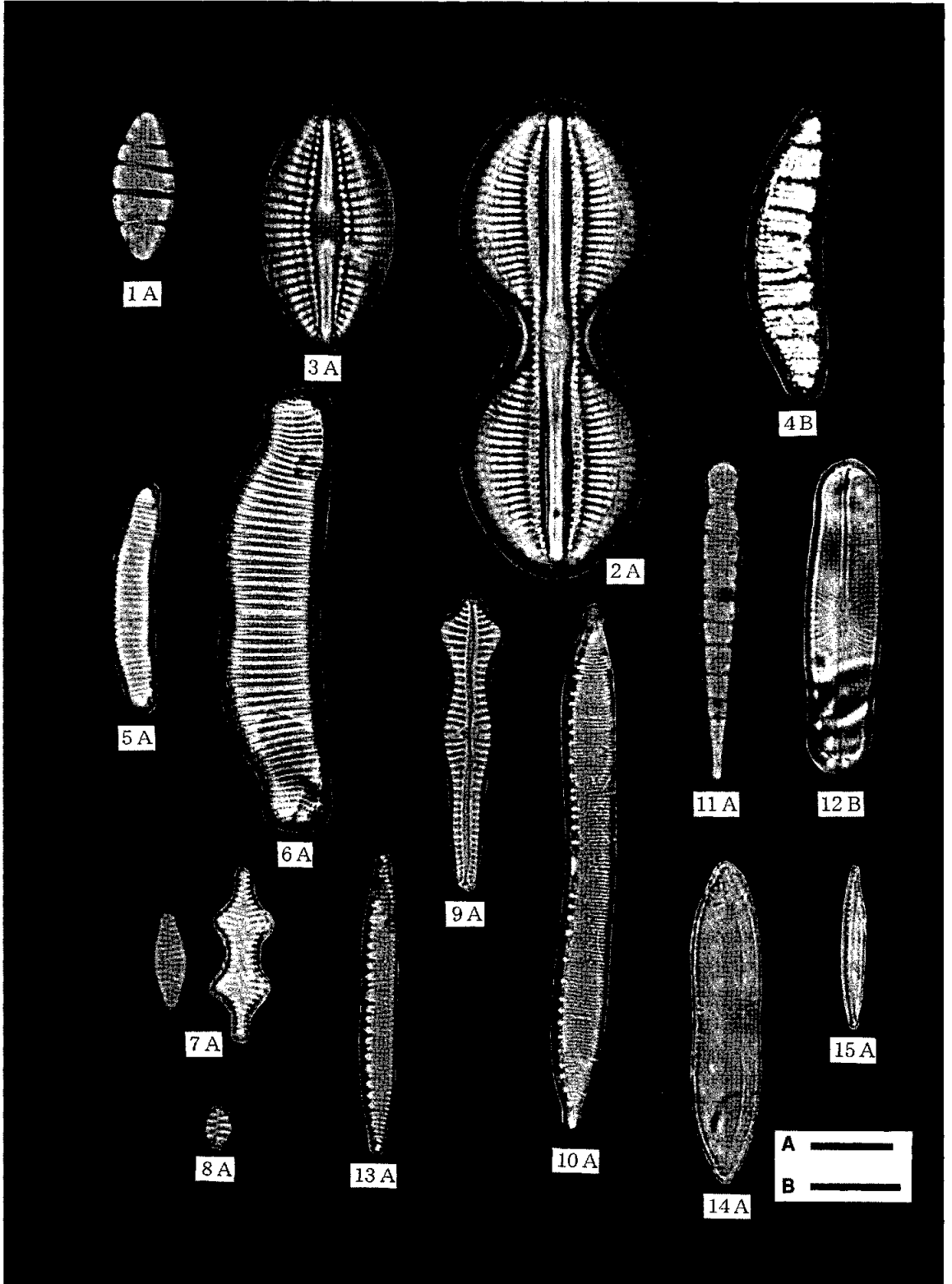


Plate-3

