銚子半島高神低地の完新世における 珪藻群集の推移と古海水準¹⁾

鹿 島 薫²⁾

Holocene Diatom Assemblages in Takagami Lowland, Central Part of Choshi Peninsula, and its Relation to Changes of Sea-level¹⁾

Kaoru KASHIMA²⁾

The author observed fossil diatom assemblages of 138 samples of Holocene deposits in Takagami Lowland, central part of the Choshi Peninsula. The Holocene deposits in Takagami Lowland can be divided into 5 zones of diatom assemblages (Fig. 8). The character of each zone can be described as follows.

Zone I (—15 m—10 m)

Fresh-water species are dominant and comprise more than 60%. But fresh-brackish species and marine species can be observed together. A ratio of marine species increases toward upper horizon. Dominant species are *Achnanthes lanceolata*, *Cocconeis placentula*, *Navicularadiosa*, all of which live in fresh-water pond, lake and river.

Zone II (—10 m—2.5 m)

Marine species are dominant and comprise more than 90%. Dominant species are *Thalassiosira excentrica*, *Cyclotella striata*, *Actinopterychus undulatus*, all of which are planktonic and live in inner bay and ocean.

Zone III (—2.5 m—3.5 m)

Marine species are dominant and comprise more than 90%, too. But *Cocconeis scutellum*, which lives in polyhaline lagoon, is dominant.

TR Zone (3.5 m—4.7 m)

TR Zone can be observed in Loc. 1 and Loc. 6. This zone is a transitive zone from Zone III to Zone IV. *Rhopalodia gibberula*, which lives in oligohaline lagoon, is dominant.

Zone IV (3.5 m—10 m)

Fresh-water species are dominant and comprise more than 90%. Marine species cannot be observed. Dominant species are *Achnanthes minutissima*, *Fragilaria construens*, *Fragilaria brevistriata*, *Melosira granulata*, all of which live in fresh-water pond and lake.

The paleo-environmental succession in Takagami lowland is shown in Fig. 9. About 8,000—10,000 y. B. P., marine transgression started and a drowned valley began to be formed (I). Due to rapid transgression, the drowned valley was spread widely till 6,000 y. B. P. (II). About 5,500—6,000 y. B. P., the beach ridge was formed in the eastern part of this drowned valley, so that the depositional environment of this area was changed from inner bay to polyhaline lagoon (III). About 5,000 y. B. P., in the middle and eastern part of Takagami lowland fresh-water marsh was formed, and a second transgression did not happen (IV-1). In the northwestern part, marine sand with shell fragments and diatom valves of marine species were deposited frequently on the freshwater marsh by storm surges till about 3,000 y. B. P. (IV-2).

1) 1985 年 1 月 25 日受付.

1984 年 10 月の日本地理学会秋季大会および1984 年 11 月の日本珪藻学会第 6 回研究集会で発表.

2) 東京大学理学部研究生 Research Student, Dep. of Geography Univ. of Tokyo.

I. はじめに

珪藻は、珪酸重合体からなる殻を有する単細胞の藻類で、海水域から淡水域にわたり広く生息している。その大きさは数～500 μm 程度で、水生植物や底質に付着したり、水面上に浮遊して生育している。珪藻は水質の変化に対応して生息する群集が異なること、珪藻殻が堆積物中で保存され易いことから、過去の堆積環境を推定する有効な指標として用いられる。

長谷川(1966～1968)は関東平野各地域の浅層ボーリング試料の珪藻分析を行い、珪藻群集に基づいて、海成層と陸成層を判別し堆積環境の変遷について論じた。さらに、この分析結果と遺跡調査の結果を総合し、関東平野の縄文海進時の海水準と海岸線の位置について考察がなされた(和島ほか, 1968)。また、阿久津(1969, 1972)は、市川・東京都足立区などの沖積平野下の深層ボーリングコア試料の珪藻分析を行い、珪藻群集に基づく分帯と更新世後期以降の海進・海退過程について考察を行った。

その後、新潟平野(新潟第四紀研究グループ, 1972; 新潟珪藻研究グループ, 1976)、濃尾平野(濃尾平野第四紀研究グループ, 1975; 森, 1981; 藤ほか, 1982)、倉敷平野(歌代ほか, 1975)、津軽平野(海津, 1976)、大阪湾(熊野, 1982; 小泉・酒匂, 1984)などにおいても、沖積層中の珪藻群集の推移をもとに、沖積平野の形成過程や海水準変化について考察がなされている。また、海岸付近の遺跡発掘に伴い、淡路志知川遺跡(熊野ほか, 1982)、寿能泥炭層遺跡(安藤, 1982)、瓜生堂遺跡(中野, 1981)などでは、珪藻分析を用い、遺跡の立地環境の推定がなされている。

以上のように、海岸平野や沖積平野の古環境変遷を推定する指標として珪藻分析を用いた研究例は増えているが、堆積物の層序や年代、考古学遺物との関係に関する議論の精度が高まってくると、次のような問題が生じてきた。

珪藻は海水中と淡水中とでは生息する群集がほとんど異なり、しかもこの遺骸は海成層から陸成層まで普遍的に含まれているため、有孔虫などの他の微化石と比較して海成層と陸成層の判別の指標として有効であるとされてきた。前田ほか(1982)は兵庫県玉津における沖積層上部の珪藻化石・貝化石・生痕化石・黄鉄鉱の析出の4方法による分析結果から、珪藻分析に基づく海成層の上限と貝化石・生痕化石に基づく海成層の上限には1～2 m程度の不一致を生じたこと、旧汀線環境を示す珪藻種

として *Terpsinoe americana* が有効であることを示した。しかし、他の地域では、*Terpsinoe americana* が海成層最上部で優占した報告例はなく、海成層・陸成層の境界付近に産出する珪藻遺骸群集の推移と、それがもつ古生態学的意味をより明らかにする必要があるが生じている。

また、試料採取地点の地形的条件の影響への配慮が少なかったことも問題であった。海津(1981)によると沖積平野の形成過程は、土砂をもたらす河川の流域面積、堆積の場の広さなどの地形的条件によっても大きく変化する。従って、沖積層中の珪藻群集の推移から古環境変遷を推定する際には、その地点の地形条件によって、珪藻群集に変化をもたらされる場合があることも考慮しなければならない。松島(1983)は完新世の微細な海水準変化を研究するのに適した地形条件として、海に面した小規模な谷底平野を示している。すなわち、このような海に面した小開析谷では海進に伴いおぼれ谷が形成され、しかも後背の集水域からの影響が少ないため、堆積環境は主に海水準に応じて変化する。従って、多量の土砂を供給する大きな河川の河口付近とは異なり、堆積物から海水準変化をとらえやすいという利点をもつ。珪藻群集に基づく海水準変化に関する従来の研究は、大規模な沖積平野を対象としたものが多く、松島(1983)が示したような小規模な谷底平野における研究例は少なかった。そのため、珪藻群集がもつ古環境推定の指標としての有効性が十分発揮されずにいたように思われる。

今回、筆者は銚子半島高神低地における5本の沖積層ボーリングコア試料を用いて、完新世における珪藻遺骸群集の推移を明らかにする機会を得た。高神低地は太平洋に面し、更新世海成段丘を刻む小開析谷の谷底平野である。これは、松島(1983)の示した完新世の海水準変化をとらえるのに適した地形条件を備えている。

本研究で用いたボーリングコア試料は、昭和57年度科学研究費「掘削法による完新世海成段丘の形成過程に関する研究」(代表太田陽子、課題番号56386027)によって掘削されたものであり、またこの調査により8地点合計20点の ^{14}C 年代測定値も得られている。さらに、本地域では珪藻分析のほか、貝・介形虫・花粉・火山灰などの分析もなされ、珪藻分析により解析された本地域の古環境変遷は、他の化石から推定された古環境とクロスチェックする上でも好都合であった。これらの分析結果の概要、層相と ^{14}C 年代測定値の記載、およびそれらをまとめた完新世の古環境変遷については、太田ほか(1985)により報告されている。筆者の研究も、この総合的な古環境変遷研究の一環をなすものであった。そこ

で本報告では、高神低地の沖積層コア試料より得た珪藻遺骸群集を記載し、その推移を明らかにする。また、珪藻遺骸群集から得られた海成層の上限高度と堆積当時の海水準との関係、群集の水平的な分布と古地理との関係などについて考察する。

II. 地形と層序の概要

銚子半島は、関東平野東端に位置する。半島の南部には中生層の露出する愛后山があり、それを取りまくように2面の更新世海成段丘面（下総上位面，下総下位面）が分布している（杉原，1970；三好，1980 MS）。

高神低地はこれらの段丘面を刻む谷の谷底平野である。その幅は谷の中央部で約500m、長さは約3kmであり、中央部付近で「く」の字状に屈曲している。また、低地の東側の出口は砂堤状の微高地によって閉ざされている（図1）。

低地の中央部では谷底に基盤岩が露出しており、既存のボーリング資料や今回の掘削結果から、東側と北西側の2方向に向かって沖積層の基底高度が低くなることが分かった（太田ほか，1985）。沖積層は、低地の東部では主に砂質シルト層から、北西部では主に砂層からなり、両地域とも最上位に層厚3～5mの泥炭層ないしは泥炭

図1 調査地点位置図

白ヌキは谷底低地・海岸低地を示す。「A-A'」は図2における断面図の位置を示す。黒丸は、珪藻分析を行った地点を示す。なお、地点番号は太田ほか（1985）と同じである。

質シルト層が分布している（図2）。

高神低地では、10地点でオールコアボーリングコア試料が採取され、合計20層準で ^{14}C 年測定値が得られている（太田ほか，1985）。本研究では沖積層の基底までの試料が得られた Loc. 2 のほか、 ^{14}C 年代資料があ

図2 高神低地の沖積層断面図

太田ほか（1985）による。断面図の位置は図1に示した。地点番号は珪藻分析を行った地点のみ記した。

り、かつ海成から陸成へ移り変わる層準で試料の採取率が高かった Loc. 1, Loc. 3, Loc. 6, Loc. 7 の合計 5 地点で珪藻分析を行った。

以下、この 5 地点について層相と ^{14}C 年代測定値について記述する。詳しくは太田ほか (1985) を参照されたい。

Loc. 1: 地盤高は海拔 +10.5m (以下高度の記載は全て海拔高度を用いる) であり、+1.5m までの試料が得られた。+4.75m 以上は泥炭層ないし泥炭質シルト層から、+1.5~+4.75m はシルト層からなる。+1.5~+4.0m に貝化石が散在する。+4.75m から図 4 に示すような ^{14}C 年代測定値が得られた。

Loc. 2: 沖積層基底までの試料が得られた。地盤高は +10.0m であり、+14.7m で沖積層の基底に産した。+3.3~+4.0m, -5.0~-4.0m で試料の欠落を生じた。+4.0m 以上は泥炭層ないしは泥炭質シルト層からなる。+3.3m 以下では層相変化に乏しく、シルト層ないしは砂質シルト層からなる。貝化石は基底直上から +2.0m までほぼ連続的に含まれている。図 3 に示すように 8 層準で ^{14}C 年代測定がなされた。年代値は一部逆転しているところがあるが、この原因は今のところ不明である。

Loc. 3: 地盤高は +9.8m である。+3.8m 以上は泥炭層ないしは泥炭質シルト層から、+3.8m 以下は貝化石の散在する砂質シルト層からなる。+3.8m と +5.3m から、図 5 に示すような ^{14}C 年代測定値が得られた。

Loc. 6: 地盤高は +8.0m であり、+3.5m までの試料が得られた。+4.0m 以上は泥炭層ないし泥炭質シルト層から、+3.5~+4.0m はシルト混じり砂層からなる。+4.0m で図 6 に示し ^{14}C 年代測定値が得られた。

Loc. 7: 地盤高は +4.1m であり、+0.6m までの試料が得られた。+1.5m 以上は泥炭層ないし泥炭質シルト層から、+0.6~+1.5m は貝化石を散在させる砂層と泥炭質シルト層の互層からなる。+1.4m の貝化石と +1.6m の泥炭質シルト層から得られた ^{14}C 年代測定値には、2800 年前後の年代差が生じたが、貝化石は再堆積の可能性が高く、その ^{14}C 年代値の信頼性は低いと考えられる (太田ほか, 1985)。

III. 試料と珪藻分析方法

(a) 試料の処理とプレパラートの作成

採取したボーリングコア試料は、5cm 間隔に切り分

けて用いた。珪藻分析は、海成層と陸成層の境界付近では 5~10cm 間隔に、それ以外の層準は 25~50cm 間隔に行った。各試料は、コアの周囲など攪乱された可能性のある部分を避け、1~2g を取り乾燥後計量した。さらに、以下の方法でプレパラートに封入した。

- 1: 試料を 200 cc のビーカーに移し、15% の過酸化水素水 30~40 cc を加え加熱し、有機物の分解と粒子の分散を行う。
- 2: 過酸化水素の反応が終わった後、蒸留水をビーカーに加え、半日程度放置する。
- 3: 上澄み液を捨てた後、再び蒸留水を加えて 2 時間程度放置する。さらに同様の操作を 3 回以上繰り返す。
- 4: 上澄み液を捨てた後、残った試料を試料びん (20 cc) に移す。その際、かくはんしてから 5 秒以内に沈下する砂粒は、そのままビーカーに残す。
- 5: 試料を適当な倍率で希釈し、その中から 0.5 cc をカバーグラスに滴下する。その後、70~80°C に加熱し試料を乾燥させる。
- 6: 封入剤「マウントメディア」(和光純薬製) を一滴加えて、加熱しスライドグラスに封入する。

(b) 検鏡

検鏡には 1000 倍の光学顕微鏡を用い、各試料ごとに 150~200 個の珪藻殻を観察した。その際、殻面の 50% 以上が失われている殻は除外した。

珪藻種の同定には、HUSTED (1930, 1927~1966), HENDY (1964), PATRICK and REIMER (1966, 1975), CLEVE-EULER (1951-1955), 小林 (1964), 加藤ほか (1977) を参考とした。珪藻の生態については上記の文献のほかに、FOGEDT (1954), LOWE (1974), OSHITE (1959), 小菅 (1972) などを参考とした。

IV. 珪藻遺骸群集の特徴

分析された結果に基づき、各地点ごとに、群集別百分比グラフ、主要種の出現頻度グラフを作成し、珪藻群集に基づく地層の分帯を行った。

群集別百分比グラフは、塩分変化に注目して、淡水生種・淡一汽水生種・海水生種の 3 群に分類して作成した。各群の分類基準は次の通りである。

淡水生種群: 淡水の河川・沼沢・泥炭地などに生息する。汽水域や海水域には生息しない。

淡一汽水生種群: 主に淡水域にも生息するが、汽水域にも生息する。

海水生種群: 内湾・外洋など海水域に生息する。潟湖

など海水域から汽水域にかけて生息する種もこれに含めた。これらは、淡水域には生息しない。

なお、種名が判定できない珪藻殻や生息環境の不明な種はまとめて不明種とした。

さらに、珪藻の生息環境は種（又は変種）ごとに微妙に異なり、それが古環境の細かな変化を推定する指標ともなりうるので、主要種については種ごとの出現頻度グラフも作成した。層単位で一括した場合は、*Epithemia* spp. などのように属名に spp. を加えて示した。

以下、沖積層基底までの試料が得られた Loc. 2、海成層上部層以上の試料が得られた Loc. 1・Loc. 3・Loc. 6・Loc. 7 の各地点について、珪藻遺骸群集の特徴とそれに基づく分帯について記述する。

(a) Loc. 2 (図 3)

−3.0〜+3.3 m では 10〜25 cm 間隔に、それ以外の層準は 50 cm 間隔に試料を採取し、合計 60 試料の分析を行った。その結果、下位より I〜IV 層までの 4 つの珪藻化石帯に分けられた。

I 層 (−14.7〜−10.0 m) : 淡水生種が全数種の 60% 前後を、淡−汽水生種は 20% 前後を占める。海水生種は平均すると 20% 前後を占めるが、I 層の下位から上位に向かって次第に増加する傾向が見られる。優占種は、淡水の沼沢に生息する *Achnanthes lanceolata* Bréb., *Cocconeis placentula* Ehr., *Epithemia zebra* (Ehr.) Kütz. 淡水から汽水域に生息する *Bacillaria paradoxa* Gmelin. などである。

図 3 Loc. 2 における珪藻分析結果

左より、標高、地質柱状図、珪藻分析を行った層準、 ^{14}C 年代測定値、群集別百分比、珪藻遺骸群集に基づく分帯、主要種の出現頻度グラフを示した。(以下、図 4・図 5・図 6・図 7 も共通) 柱状図が白ヌキとなっている層準は掘削時に試料が欠落した部分。

Ⅱ層 (−10.0〜−2.25m) : 海水生種が全殻数の 80〜90% を占め、淡−汽水生種や淡水生種はそれぞれ 10% 以下となる。優占種は、海水生種の *Thalassiosira excen-trica* (Ehr.) Cleve, *Cyclotella striata* (Kütz.) GRUN., *Actinopterychus undulatus* (BAIL.) RALFS, 海水域から高鹹汽水域に生息する *Cocconeis scutellum* EHR. などである。

Ⅲ層 (−2.25〜+3.3m) : 海水生種が全殻数の 90% 前後を占める。しかし、*Cocconeis scutellum*, *Cocconeis pseudomarginata* GREG., *Cocconeis pellucida* GRUN., *Cocconeis heteroidea* HANT. など海水から高鹹汽水域において海藻などに付着して生息する種が圧倒的に優占する点でⅡ層と異なる。また、−2.0m (a)・0.0m (b)・+3.0m (c) には層厚 50 cm 以内の淡水生種が急増する層準がはさまれている。

Ⅳ層 (+4.0〜+8.5m) : Ⅳ層では淡水生種が全殻数の 90% 以上を占める。淡−汽水生種は 5〜10% 含まれるが、海水生種は全く出現しない。優占種は、淡水の沼沢に生息する *Melosira ambigua* (GRÜN.) O. MÜLL., *Achnanthes minutissima* KÜTZ., *Fragilaria construens* (EHR.) GRUN., *Fragilaria brevistriata* GRUN. などである。

(b) Loc. 1 (図4)

+1.5〜+4.75 m では 10〜15 cm 間隔に、+4.75〜+8.5m では 25 cm 間隔に試料を採取し、合計 39 試

料の分析を行った。Loc. 1 では、Loc. 2 におけるⅢ層の上半部とⅣ層、さらに Loc. 2 では確認されなかった、Ⅲ層からⅣ層への漸移層 (TR 層) が認められた。

Ⅲ層 (+1.5〜+3.5m) : 海水生種が全殻数の 90% 以上を占め、*Cocconeis scutellum*, *Cocconeis pseudomarginata*, *Cocconeis pellucida* など、海水から高鹹汽水生の付着性種が優占している。また、+3.0m では淡水生種が一時的に急増している層準がある。これは、Loc. 2 のC層とは高度からみて一致する。

TR 層 (+3.5〜+4.6m) : TR 層では下位から上位に向かって海水生種が次第に減少し、かわりに淡水生種が次第に増加している。また、*Rhopalodia gibberula* (EHR.) O. MÜLL. など淡−汽水生種は、Ⅲ層やⅣ層に比べて多く出現する。

Ⅳ層 (+4.6〜+8.0m) : 淡水生種が 95% 以上を占める。淡−汽水生種は 5% 前後散在するが、海水生種は全く出現しない。*Melosira granulata*, *Achnanthes minutissima*, *Fragilaria construens* などが優占する。

(c) Loc. 3 (図5)

+3.0〜+5.0 m で 10〜30 cm 間隔に試料を採取し、合計 12 試料の分析を行った。Loc. 3 においても、Loc. 2 のⅢ層の上半部とⅣ層が見られた。しかし、Loc. 1 で見られた TR 層は確認されなかった。

図4 Loc. 1 における珪藻分析結果

図 5 Loc. 3 における珪藻分析結果

Ⅲ層 (+3.0~+3.8m) : 海水生種が全殻数の 90% 前後を占め, *Cocconeis scutellum* など海水~高鹹汽水生の付着性種が優占する。また, +3.1m に淡水生種が急増する層準が見られ, C 層準に対比された。

Ⅳ層 (+3.8~+5.0m) : 淡水生種のみが出現した。優占種は淡水の沼沢に生息する *Cocconeis placentula*,

Fragilaria construens, 泥炭地に生息する *Eunotia veneris* (Kütz.) O. MÜLL., などである。なお, +4.7m と +5.0m では, 試料中に珪藻殻を観察することはできなかった。

(d) **Loc. 6** (図 6)

+3.5~+6.0 m まで 5~25 cm 間隔で, 合計 18 試料

図 6 Loc. 6 における珪藻分析結果

Loc.7

図 7 Loc. 7 における珪藻分析結果

の分析を行った。Loc. 6 では、TR 層とⅣ層が観察された。

TR 層 (+3.5~+4.0m) : 下位から上位に向かって、海水生種が次第に減少し、そのかわり淡水生種が次第に増加している。また、淡-汽水生種は 30% 前後を占める。淡水域から汽水域に生息する *Melosira* sp.-1 (*Melosira juergensi* C. A. AG. ?), *Rhopalodia gibberula* や海水から汽水域に生息する *Synedra tabulata* (AG.) Kütz. などが優占する。

Ⅳ層 (+4.0~+6.0m) : 淡水生種のみが観察され、*Achnanthes minutissima*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella minuta* HILSE ex. RABH. などが優占する。

(e) Loc. 7 (図 7)

+0.6~+2.85 m まで 25 cm 間隔で試料を採取し、合計 9 試料の分析を行った。なお、+0.85m は掘削時に試料が欠落した。Loc. 7 では、+1.1m を除く各試料では淡水生種が 95% 以上を占める。淡-汽水生種は 5% 以下混在するが、海水生種は全く出現しなかった。優占種は *Achnanthes minutissima*, *Fragilaria construens*, *Synedra ulna* (NIT.) EHR. などであり、+1.6m より下位では *Cocconeis placentula* も優占する。これらはいずれも淡水の沼沢・河川などに生息する。

+1.1m では、試料中に含まれる珪藻殻は少なく、20 個の珪藻殻しか観察されなかった。この中に海水生種が 6 個 (30%) 含まれており、*Cocconeis scutellum*, *Actino-*

ptychus undulatus, *Coccosinodiscus radiatus* EHR. が出現した。これらの珪藻殻は上下の層準中に含まれる淡水生種に比べると、極端に殻の保存が悪く、破壊を受けたものが多い。

V. 珪藻遺骸群集から推定される古環境変遷

(a) Loc. 2

珪藻遺骸群集の特徴から、下位よりⅠ~Ⅳ層に分帯された。Ⅰ層は、淡水生種が殻数の割合では優占している。しかし、海水生種は沖積層基底直上から出現し、上位に向かってその割合が増加する。これは、Ⅰ層が海進初期の堆積物であり、上位の層準ほど海進が進んだことを示すと推定される。

Ⅱ層とⅢ層では、共に海生種が全殻数の 90% 前後を占めている。ところが、Ⅱ層では *Thalassiosira excentrica* など内湾から外洋域に浮遊して生息する種が優占するのに対し、Ⅲ層では *Cocconeis scutellum* など海水~高鹹汽水域で海藻などに付着して生息する種が優占している。この特徴から、Ⅱ層は外洋水の流入の多い内湾堆積物、Ⅲ層は水深が浅く海藻などが繁茂するような高鹹汽水の潟湖的環境下の堆積物と推定される。なお、Ⅲ層中に淡水生種が一時的に急増する層準 (a, b, c 層) が見られたが、これらが示す堆積環境の変化については、Ⅵ章で考察を加える。

Ⅳ層では、淡水生種が圧倒的に優占し、海水生種は全

図 8 珪藻遺骸群集に基づく、高神低地の沖積層の分帯

1 : ^{14}C 年代値, 2 : Loc. 7 における異地性の海生珪藻殻の混入する層準, 3 : 掘削時に試料の欠落した層準

く出現しない。これは、完全に海水の影響のない、淡水の低湿地～沼沢地の堆積物と推定される。

なお、沖積層の珪藻遺骸群集に基づく分帯と、各地点間の関係を図 8 にまとめた。

(b) Loc. 1

C 層準をはさむ III 層の上部・TR 層・IV 層が認められた。III 層と IV 層については、出現した珪藻遺骸群集の特徴が Loc. 2 とほぼ同じであり、III 層は高鹹汽水の潟湖堆積物、IV 層は淡水の低湿地～沼沢地堆積物と推定される。TR 層は III 層から IV 層への漸移層的特徴を有し、淡-汽水生種は TR 層で特に多く出現する。これらの点より、TR 層は潟湖が淡水の沼沢地へと推移する過程で形成された、低～中鹹汽水性の堆積物と推定される。

(c) Loc. 3

C 層準をはさむ III 層上半部と IV 層が認められた。それぞれにおける珪藻遺骸群集の特徴は Loc. 2 の場合とほぼ同じであり、III 層は高鹹汽水の潟湖堆積物、IV 層は淡水の低湿地・沼沢地の堆積物と推定される。

Loc. 3 では TR 層を欠き、III 層の直上に IV 層が堆積

している。この点については、VI 章で考察を加える。

(d) Loc. 6

TR 層と IV 層が認められた。TR 層は Loc. 1 と同様に、上位に向かって海水生種が減少し淡水生種が増加すること、淡-汽水生種が多く出現することなどの特徴が見られ、淡水域化する過程で形成された低～中鹹汽水性の堆積物と推定される。

(e) Loc. 7

+1.1 m を除き、淡水生種が圧倒的に優勢し、海水生種は全く出現しない。この特徴は、Loc. 1・2・3・6 の IV 層の特徴とはほぼ一致する。+1.1 m では海水生種が全殻数の 30% を占めるが、珪藻殻の保存が悪く比較的殻のじょうぶな種のみ残っていること、種構成が Loc. 1・2・3 の II 層や III 層と全く異なることなどの特徴が見られた。+1.1 m が泥炭層にはさまれた砂層の薄層にあたることから、+1.1 m では II 層や III 層で見られた内湾や潟湖の堆積物ではなく、海岸付近の低湿地に海水生の珪藻殻を含む海成砂が波浪等で打ち上げられたものと推定される。

VI. 珪藻遺骸群集から推定される海成層の 上限高度と古海水準

海水生の珪藻化石を含む層の上限高度を、海成層の上限高度とすると、Loc. 1 では +4.6m, Loc. 2 では +3.3~+4.0m, Loc. 3 では +3.8m, Loc. 6 では +4.0m, Loc. 7 では +1.1m となる。

Loc. 1 と Loc. 6 では内湾環境から淡水環境への細かい堆積環境の変化過程が TR 層として残されており、海成層の上限高度は、淡水域化する直前の水面下の堆積面の高度を示すと推定される。さらにこれらの地点は、いずれも低地から台地への縁辺部に位置し、淡水域化する層位は泥炭質シルト層が堆積を始める層位と一致している。これらの点から、両地点の淡水域化する直前の水深は極めて浅く、堆積面の高度は当時の海水面高度に近かったとみなしてよいであろう。従って、海成層上限直上の泥炭質シルト層から得られている ^{14}C 年代値(約 4,800 y.B.P.) は、海水域から淡水域化した年代を直接示すとみることができる。

これに対し、Loc. 3 では TR 層を欠き、III 層の直上に IV 層が直接堆積している。Loc. 3 の IV 層の基底の高度は Loc. 1 や Loc. 6 に比べて 0.2~1.0m 低く、その ^{14}C 年代値は 1,000 年~1,500 年若い。このことより、低地の中央部に位置する Loc. 3 では、淡水域化してから泥炭質シルト層の堆積が始まるまでに、1,000~1,500 年程度の時間間隙が存在しており、そしてこの間に III 層最上部および TR 層に相当する層準が層厚にして 1m 弱侵食されたことが推定される。この場合、海成層の上限高度は淡水域化した直前の堆積面の高度は示さず、また海成層上限の直上の泥炭質シルト層の ^{14}C 年代測定値は、海退が始まる時期の年代を示さない。

Loc. 7 では、+1.1m 以下の層準に含まれる海水生の珪藻殻は、殻の保存度や種構成から、前述のように波浪等によって運ばれた異地性の殻である可能性が高い。この場合も、海成層の上限高度は過去の海水準とみなし得ない。

なお、Loc. 2 では掘削時の試料欠損層準と海成層の上限と重なっているが、IV 層基底の ^{14}C 年代値が Loc. 1 や Loc. 6 の場合に近いことから、層厚 70 cm にわたる欠損層準に TR 層が含まれていると推定される。

VII. 高神低地の完新世における海進・海退 過程

高神低地の完新世の古環境について、太田ほか(1985)

は、縄文海進初期(Stage I)・縄文海進最盛期(Stage II)・海退開始期(Stage III)の3期に分類した。本研究において、珪藻遺骸群集の特徴から I 層から IV 層に分類されたが、I 層は太田ほか(1985)の Stage I に、II 層は Stage II に、III 層と IV 層は Stage III にそれぞれ対応する。珪藻遺骸群集から推定される古環境は、その概要は太田ほか(1985)で示されているものと一致する。しかし、海退過程は、次のように細分できることが分かった。

Stage II (II 層)において高神低地に形成されたおぼれ谷は、その後 III 層が示す中~高鹹汽水の潟湖の環境へと変化した。III 層は Loc. 1, 2, 3, 6 などの各地点で観察され、この潟湖の環境は高神低地中~東部に広がっていたと推定される。また、III 層中には淡水生の珪藻種が急増する層厚 20~50 cm の薄層が 3 層準(a・b・c 層)はさまれていた。このうち、最上位の C 層は Loc. 1・2・3 で共通してみられ、高神低地東部が一時的に淡水域となったことを示すと推定される。下位の a・b 層は Loc. 2 でのみ観察されたが、これも c 層と同様に局地的な淡水域化を示す可能性が高い。このように、おぼれ谷形成後淡水域化するまでの間に、しばしば堆積環境の変わる不安定な汽水環境が続いたのは、高神低地の東縁を区切る砂堤の形成がこの頃から始まり、おぼれ谷の湾口が著しく狭窄され、また一時的な閉塞を繰り返したためと推定される。

この砂堤が完全に湾口を閉塞し、高神低地中~東部が淡水域となり IV 層の堆積が始まるのは、約 4,500 y.B.P. と推定される。VI 章で述べたように、低地の縁部では淡水域になるとそのまま連続的に泥炭質シルト層の堆積が始まった。一方、低地の中央部では谷底の埋積が遅れ、さらに低地中央を流れる河川によるわずかな侵食を受けたため、泥炭質シルト層の堆積開始は淡水域化から 1,000~1,500 年遅れた。

高神低地の中~北部に位置する Loc. 7 では 3,000 y.B.P. ごろまで、淡水環境ではあったが海水生の珪藻殻を含む海成砂がしばしば打ち上げられていた。これは、当時の海岸線が Loc. 7 に近かったことを示す。3,000 y.B.P. 以降は高神低地全域が完全に淡水域化し、以降の再度の海進は認められなかった。

Loc. 2 では、珪藻分析のほか貝化石や介形虫化石の分析が同時に行われている(太田ほか, 1985)。II 層から III 層への、内湾環境から中~高鹹汽水環境への変化は、貝化石や介形虫化石においても示されている。しかし、III 層中の a・b・c 層が示す一時的な淡水域化は貝

化石からは認められない。介形虫化石では a・b 層で一時的に介形虫化石が出現しなくなる。淡水生の介形虫化石が堆積物中に残りにくい点を考えると、これは一時的な淡水域化を間接的に支持する現象と考えられる。

VIII. ま と め

本研究は、銚子半島高神低地において、5地点の沖積層ボーリングコア試料を用いて、本地域の完新世における珪藻群集の推移を明らかにした。

高神低地の沖積層は珪藻遺骸群集の特徴から下位より、I層・II層・III層・TR層・IV層に分帯される。そして、I層は海進初期の汽水性の堆積物、II層は海進に伴うおぼれ谷堆積物、III層は高鹹汽水の潟湖性堆積物、TR層は淡水化する過程で生じた低鹹汽水性堆積物、IV層は淡水の低湿地～沼沢地堆積物と推定された。また、III層中に一時的に淡水生種が急増する層厚 10～50 cm の層帯が 3層 (a層・b層・c層) 見られた。

珪藻遺骸群集に基づく海成層の上限高度は、Loc. 1 で +4.6m, Loc. 2 で +3.3～+4.0m, Loc. 3 で +3.8m, Loc. 6 で +4.0m, Loc. 7 で +1.1m となった。海成層上限付近の珪藻遺骸群集の推移から、Loc. 1 と Loc. 6 では海成層の上限高度は淡水域化する直前の堆積面の高度を示し、当時の海水準に近かったと推定された。これに対し、Loc. 2・Loc. 3・Loc. 7 では海成層の上限高度は当時の海水準とは直接の関係はないことが分かった。

本研究で明らかとなった堆積環境の微細な変化は、層厚にして 20～100 cm 以内の変化である。高神低地の沖積層の堆積速度はおよそ 1,000 年に 2～4m 程度であるので、これは 10^2 年オーダーの古環境変化となる。従来の珪藻分析を用いた研究において、このオーダーの古環境変化を論じた報告はなかった。また、本地域で珪藻分析と同時に行われた、貝化石・貝形虫化石の分析では、珪藻化石が示した微細な古環境の変化は直接は示されていない。

さらに、本研究では海成層最上部における珪藻群集の特徴から海成層の上限高度と過去の海水準との関係は、複数の場合に分けられることを示した。この点についても、従来の研究では指摘されていなかった。

以上のように、高神低地における今回の分析結果は、沖積平野・海岸平野における細かな堆積環境の変遷や完新世の海水準変化を研究する上で、珪藻分析がより多くの情報を示しうることを明らかにした。なお、この点については、今後様々な地形条件下における研究例を増や

すと共に、現生珪藻の生態に関する資料を補足し、さらに検討を加える必要がある。

謝 辞

本研究にあたり、東京大学地理学教室阪口 豊教授、米倉伸之・助教授、横浜国立大学太田陽子教授、神奈川県立博物館松島義章氏、神戸市教育研究所前田保夫氏、静岡大学池谷仙之・助教授には終始御指導をいただきました。また、東京大学地理学教室大学院生諸兄および横浜国立大学研究生三好真澄氏には活発な討論と御助言をいただきました。宇都宮大学阿久津 純教授、名古屋大学森 忍氏には、本稿の草稿を読んでいただき、多くの御助言をいただきました。以上を記して、厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 阿久津 純 (1969) 千葉県市川市地盤沈下観測井の珪藻群集について。宇都宮大学教養部研究報告, 第2部, 2, p. 51-58.
- 阿久津 純 (1972) 東京下町低地よりえられた試錐コアの珪藻群集。岩井純一教授記念論文集, p. 251-258.
- 安藤一男 (1982) 珪藻。寿能泥炭層遺跡調査報告書—自然遺物編一, p. 153-238.
- 安藤一男・南雲 保 (1983) 埼玉県, 荒川低地沖積層のケイソウ。日本歯大紀要 no. 12, p. 241-290.
- CLEVE-EULER (1951-1955) Die Diatomeen vor Schweden und Finnland. *K. svenska Vetensk Akad. Handl.* Stockholm.
- FOGDT, N. (1954) On the Diatom Flora of Some Funen Lakes. *Fol. Limnol. Scandinavica*, 6, p. 1-76.
- 藤 則雄・松島義章・藤井昭二・北里 洋・森 忍 (1982) 名古屋港とその周辺の完新統の古生物に基づく環境解析。第四紀研究, 21, p. 153-168.
- 長谷川康雄 (1966-1968) 関東平野前期縄文時代における沖積土の微古生物学的研究—化石珪藻について, その1～その5。資源科学研究所彙報, no. 67, p. 73-83, p. 84-96. no. 68, p. 139-151, no. 69, p. 151-157, no. 70, p. 86-107.
- HENDEY, N. I. (1964) An introductory account of the smaller of British coastal water, Part IV, Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesty's Stationary Office, London.
- HUSTEDT, F (1930) Bacillariophyta. *Süsswasser-Flora Mitteleuropas*, no. 10, Gustav Fisher, Jene.
- HUSTEDT, F (1927-1966) Die Kieslagen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzender Meeresgebiete. *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und Schweiz*, no. 7, Leipzig.
- 加藤君雄・小林 弘・南雲 保 (1977) 八郎潟調整池のケイソウ類。八郎潟調整池生物相調査会報告, p. 63-137.

- 小林 弘 (1964) 荒川産珪藻類 (2). 秩父自然博物館報告, no. 12, p. 65—77.
- 小泉 格・酒匂俊彦 (1984) 珪藻化石詳細調査, 関西国際空港地盤地質調査, p. 57—68.
- 小菅明男 (1972) 福島県相馬市松川浦の水質と底質の珪藻遺骸について. 地球科学, **26**, p. 243—255.
- 熊野 茂 (1982) 珪藻遺骸群集からみた完新世海進に伴う古環境変遷. 水温の研究, **25**, p. 5648—5658.
- 熊野 茂・関谷公範・宮本文子 (1982) 珪藻遺骸群集からみた三原平野における完新世後期の古環境変遷. 淡路・志知川沖田南遺跡Ⅱ, p. 3—13.
- LOWE, R. L. (1974) *Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms*. National Environmental Research Center, Cincinnati, 333 p.
- 前田保夫・松島義章・佐藤裕司・熊野 茂 (1982) 海成層の上限 (marine limit) の認定. 第四紀研究, **21**, p. 195—201.
- 松島義章 (1983) 小規模なおぼれ谷に残されていた縄文海進の記録. 海洋科学, **15**, p. 27—36.
- 三好真澄 (1980 MS) 下総東部の段丘地形. 横浜国立大学地理学教室卒業論文.
- 森 忍 (1981) 濃尾平野沖積層のケイソウ群集. 瑞浪市化石博物館研究報告, **8**, p. 127—138.
- 中野武登 (1981) 瓜生堂遺跡堆積土の珪藻分析. 瓜生堂遺跡Ⅲ, p. 331—344.
- 新潟第四紀研究グループ (1972) 東京低地および新潟平野沖積層の生層序区分と堆積環境. 地質学論集, **7**, p. 213—233.
- 新潟珪藻研究グループ (1976) 新潟平野沖積層の珪藻遺骸群集. 新潟大地鉦研究報告, **4**, p. 35—41.
- 濃尾平野第四紀研究グループ (1977) 濃尾平野の第四系層序と微化石分析. 地質学論集, **14**, p. 161—183.
- 太田陽子・松島義章・三好真澄・鹿島 薫・前田保夫・森脇 広 (1985) 銚子半島およびその周辺地域の完新世における環境変遷. 第四紀研究, **24**, p. 13—29.
- OSHITE, K. (1959) Sedimentological study of diatoms in marine deposits from the adjacent sea of Japan. *J. Hokkaido Gakugei Univ.*, **10**, p. 416—495.
- PATRICK, R. and REIMER, C. W. (1966, 1975) The Diatoms of the United States. *Monogr. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, no. 13, Philadelphia.
- 杉原重夫 (1970) 下総台地西部における地形の発達. 地理学評論, **43**, p. 703—718.
- 海津正倫 (1976) 津軽平野の沖積世における地形発達史. 地理学評論, **49**, p. 714—735.
- 海津正倫 (1981) 日本における沖積低地の発達過程. 地理学評論, **54**, p. 142—160.
- 歌代 勤・久保定夫・下野悦郎・田中幸博・永本明世・長谷川康雄・山県 守 (1975) 岡山県倉敷市地下の地質と珪藻遺骸群集. 第四紀研究, **14**, p. 139—150.
- 和島誠一・松井 健・長谷川康雄・岡本 勇・塚田光・田中義昭・中村嘉男・小宮恒雄・黒部 隆・高橋健一・佐藤 孜 (1968) 関東平野における縄文海進の最高海水準について. 資源科学研究所彙報, no. 70, p. 108—129.

図版の説明

Plate 1

- 1 : *Coscinodiscus radiatus* EHR. 2 : *Cyclotella striata* (KÜTZ.) GRUN. 3 : *Palaria sulcata* (EHR.) KÜTZ.
 4 : *Cocconeis scutellum* EHR. 5 : *Cocconeis scutellum* v. *parva* GRUN. 6 : *Cocconeis pseudomarginata* GREG.
 7 : *Cocconeis heteroidea* HANT. 8 : *Thalassiosira bramaeputrae* (EHR.) HAKANSON & LOCKER*
 9 : *Rhopalodia gibberula* (EHR.) O. MÜLL. 10 : *Nitzschia tryblionella* HANT.
 11 : *Nitzschia frustulum* KÜTZ.

1~3 海水生, 浮遊性 4~7 海水~高鹹汽水生, 附着性 8 淡水~汽水生, 浮遊性
 9~11 淡水~汽水生, 附着性

* 従来は, *Coscinodiscus lacustris* と呼ばれていた. 本研究では, 安藤・南雲 (1983) に従い, この種名を用いる.

Plate 2

- 12 : *Melosira granulata* (EHR.) RALF. 13 : *Melosira ambigua* (GRUN.) O. MÜLL.
 14 : *Fragilaria construens* (EHR.) GRUN. 15 : *Fragilaria construens* v. *binodis* (EHR.) GRUN.
 16 : *Synedra rumpens* KÜTZ. 17 : *Achnanthes lanceolata* BRÉB. 18 : *Achnanthes minutissima* KÜTZ.
 19 : *Cocconeis placenteula* BRUN.** 20 : *Cocconeis placenteula* BRUN.*** 21 : *Epithemia zebra* (Ehr.) KÜTZ.
 22 : *Epithemia sorex* KÜTZ. 23 : *Amphora ovalis* v. *affinis* (KÜTZ.) V. H. ex DET.
 24 : *Eumotia veneris* (KÜTZ.) O. MÜLL. 25 : *Diploneis ovalis* (HILSE) CLEVE 26 : *Gomphonema augur* EHR.
 27 : *Cymbella tumida* (BRÉB.) V. H. 28 : *Navicula radiosa* KÜTZ.
 29 : *Rhopalodia gibba* (EHR.) O. MÜLL.

12~13 淡水生, 浮遊性 14~29 淡水生, 附着性

** 縦溝殻

*** 擬縦溝殻

PLATE 1

PLATE 2