慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	佐渡島真野湾沿岸低地の砂州地形
Sub Title	Geomorphic development of coastal ridges along the Mano Bay, Sado Island
Author	松原, 彰子(Matsubara, Akiko)
Publisher	慶應義塾大学日吉紀要刊行委員会
Publication year	2008
Jtitle	慶應義塾大学日吉紀要. 社会科学 (The Hiyoshi review of the social sciences). No.19 (2008.) ,p.1- 13
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN10425830-20090331-0001

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

佐渡島真野湾沿岸低地の砂州地形

松　原　彰　子

1. はじめに

日本海側で最大の島である佐渡島は，日本海海底の佐渡海嶺上に位置する。島の北部にあたる大佐渡山地と，南部の小佐渡山地は，北北東から南南西にのびる海嶺や周辺の断層の方向に対応して分布する（町田ほか，2006）。両山地の間には，国中平野と呼ばれる低地帯が存在し，その北東部の沿岸と南西部の沿岸は両津湾と真野湾にそれぞれ面しており，共に砂州地形が発達している。

両津湾沿いの砂州は背後に加茂湖があり，松原（2000）による砂州地形の形態分類の中では砂州－潟湖型（barrier-lagoon complexes）に相当する。一方，真野湾沿いの砂州は背後に低地が広がり，谷底平野型（valley plains）のうちの砂州－後背湿地タイプに相当する。

両津湾沿岸の砂州および加茂湖の形成過程については，松木ほか（1987），小林ほか（1993），平井（1995），Nguyen *et al.*（1998），松永・太田（2001）による研究がある。その中で，松木ほか（1987）は，加茂湖の湖底堆積物を対象にして珪藻化石群集の解析を行い，およそ5,000 yr BP 以降の古環境復元を行っている。また，Nguyen *et al.*（1998）は，加茂湖湖底における深さ54m のボーリングコアについて，TOC（全有機炭素），TS（全イオウ）などの化学分析を行い，完新世における加茂湖の古環境変遷を考察している。さらに，松永・太田（2001）は，湖底および湖岸における複数のボーリングコアを対象にした珪藻化石群集に基づいて，古環境解析を行っている。

これに対して，真野湾沿岸における砂州および後背湿地の形成過程に関する研究には，松永・太田（2001）が複数地点で深さ約５～10mのボーリングコア中の珪藻化石群集解析を行い，古環境を推定したものがある。しかし，後背湿地の浅層部のみが対

象であったために，完新世全般における砂州および後背湿地の地形発達過程は明らかにされていない。

このように，両津湾沿岸に比べて真野湾沿岸については，十分な研究成果が得られていなかったことから，太田ほか（2008）は深さ30m 以上のオールコアボーリングを４地点で実施し，層相解析，^{14}C 年代測定，貝類・有孔虫・珪藻・花粉の各化石分析の結果に基づいて古環境復元を行い，本地域における地殻変動の特徴を推定した。本稿では，太田ほか（2008）では十分な検討ができなかった砂州地形の発達過程について，筆者が行った有孔虫化石群集の解析結果を中心に考察する。

有孔虫化石群集に基づく砂州地形による内湾側の閉塞過程に関しては，松原（2000）が日本における形態の異なる複数の砂州地形を対象にして，その復元方法を明示している。したがって，この方法を用いて本地域における砂州地形の発達過程を復元することで，日本における本地域の砂州地形の位置づけを明確にできるものと考える。

なお，本稿で用いる^{14}C 年代値は未較正年代で統一している。

2. 真野湾沿岸低地の地形・地質の特徴

真野湾沿岸低地は，北側の大佐渡山地と南側の小佐渡山地にはさまれた国府川流域に広がる低地で，国中平野とも呼ばれる。低地は幅約４km，奥行き約９km で，南西部で真野湾に面している（図１，図２）。

真野湾沿岸には，長さ約５km，幅約１km の砂州地形が分布し，その北東側に後背湿地が広がる（図２）。明瞭な浜堤列が発達していないことから，本地域では溺れ谷の口を塞ぐようにして砂州地形が発達していったものと考えられる。砂州地形の平均海抜高度は＋５m前後であるが，国府川左岸側（四日町付近）と右岸側（八幡付近）には＋20m を越す高まりが存在する。これらは，南側の小佐渡山地末端部に分布する段丘群の延長上にあたり，低地基盤の高まりと考えられる（図２）。したがって，基盤の高まりを土台にして，その海側に砂州地形が形成されていったものと推定することができる。

北側の大佐渡山地を開析する谷の出口付近には，谷を塞ぐ形で砂州が発達している。また，低地中央部の国府川沿いには自然堤防が発達しており，その上には金丸などの

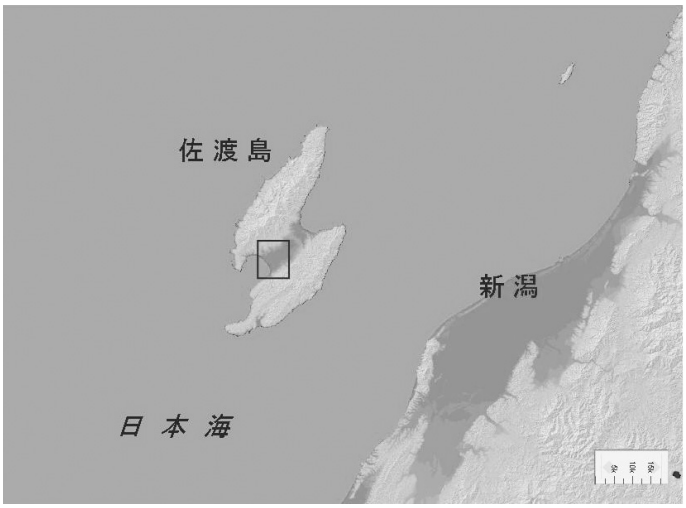

図１　調査地域位置図

カシミールを使用して作成。□は調査範囲を示す。

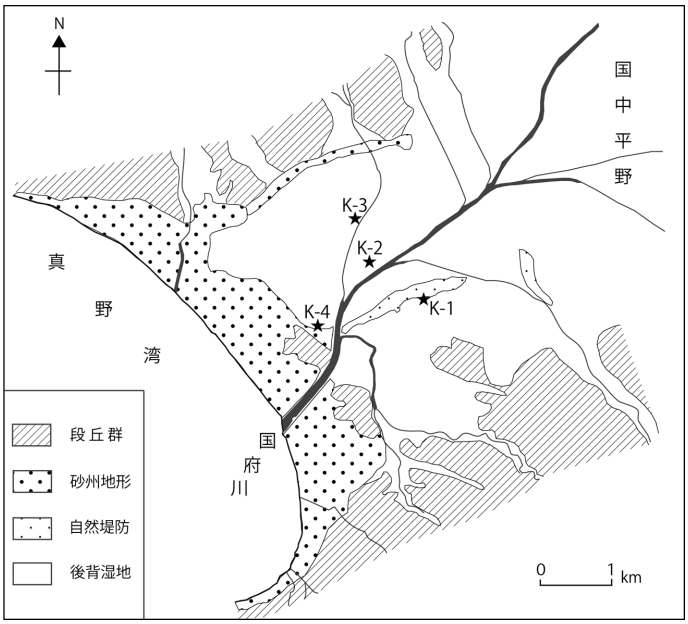

図２　真野湾沿岸低地の地形分類図

地点Ｋ－１～Ｋ－4は，太田ほか（2008）によるオールコアボーリングの実施地点を示す。

集落が立地する（図２）。

太田ほか（2008）が実施した４本のオールコアボーリングの層相解析と^{14}C 年代測定の結果，本地域の完新世堆積物の特徴は，次のようにまとめることができる。

砂州の内陸縁に位置する地点Ｋ－４（図２）では，少なくとも8,000 yr BP 以降，海成砂礫層の堆積が確認され，完新世前半から砂州の形成が始まっていたことが明らかである（図3－1）。一方，後背湿地に位置する地点Ｋ－1，Ｋ－2，Ｋ－３（図２）では，7,000～6,500 yr BP 以降，海成シルト・粘土層の堆積が確認される（図3－1，3－2）。なお，地点Ｋ－１の海抜高度－12m以深の堆積物については，30,000 yr BP 以前の^{14}C 年代測定値が得られたこと，および後氷期における東北地方以南の内湾性堆積物からは産出しない外洋の寒流系種の貝類化石が優勢であることなどから判断して，更新世

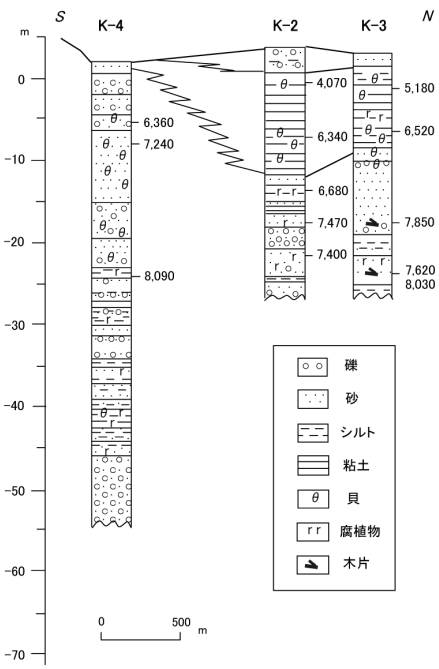

図３－１　南北方向地質断面図

地点Ｋ－２～Ｋ－４の地質柱状図は太田ほか(2008) による。各地点の位置は図２に示す。柱状図横の数字は^{14}C 年代値（未較正値）を示す。

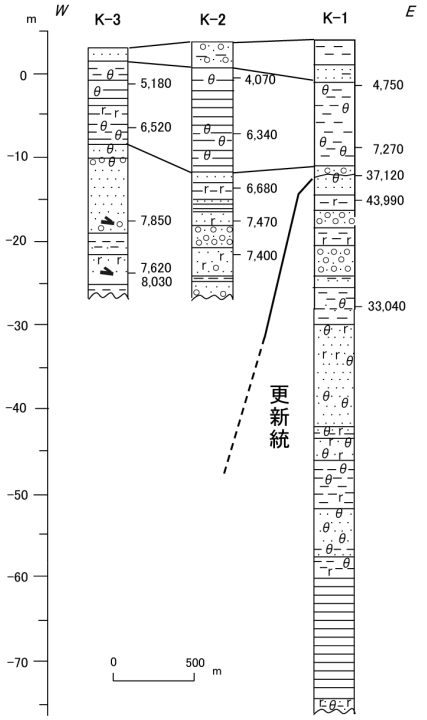

図３－２　東西方向地質断面図

地点Ｋ－1～Ｋ－３の地質柱状図は太田ほか(2008)による。各地点の位置は図２に示す。柱状図横の数字は^{14}C 年代値(未較正値)を示す。

の堆積物であると推定された（太田ほか，2008）（図3－2）。地点Ｋ－１は自然堤防の縁辺部に位置するが，同時に南側の山地末端に分布する段丘群の低地側への延長上にもあたることから（図２），本地点における－12m以深の堆積物は，埋没段丘の構成層と考えられる。

3. 有孔虫化石群集に基づく古環境の復元

（１）地点Ｋ－１

本地点では－14.7m～－5.5mの堆積物のうち，10層準について有孔虫化石分析を行った。このうち，完新世の堆積物である－11.6m以浅の地層は，有孔虫化石群集組成の特徴から，次の３帯（Ⅰ～Ⅲ帯）に区分される。なお，このような区分は，Ｋ－1～Ｋ－４のそれぞれの地点ごとに独自に行うものであり，地点間の対応関係は考慮していない。また，地点Ｋ－１～Ｋ－４の堆積物の推定年代は，図４の堆積速度曲線に基づいて求めた。

Ⅰ帯（－11.6～－8.5m）（推定年代7,800～7,000 yr BP）では，有孔虫化石の産出が少なく，沿岸水の影響が小さかったものと考えられる。

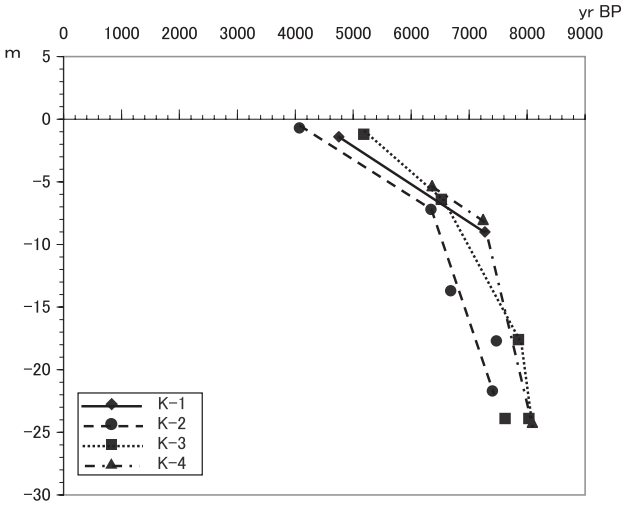

図４　地点Ｋ－１～Ｋ－４における堆積速度曲線

^{14}C 年代値は太田ほか（2008）の未較正値。ただし，異常と判断された年代値については除外した。

Ⅱ帯（－8.5～－6.6m）（7,000～6,500 yr BP）では，内湾の奥から中央部にかけて分布の中心をもつ *Ammonia beccarii* forma B, C と，北方の浅海域に生息する *Buccella frigida* が主体であり，寒流系の沿岸水が流入する内湾環境が推定される。また，浮遊性有孔虫化石の産出頻度が10～20％であることから，内湾への外洋水の流入も大きかったと考えられる。本帯は，貝類化石群集の内湾泥底群集の層準にほぼ対応する（太田ほか，2008）。

Ⅲ帯（－6.6～－5.5m）（6,500～6,000 yr BP）からは，内湾の閉塞環境の指標となる *Ammonia beccarii* forma A（Matsubara，1988；松原，1989；2000）の産出頻度が90％を越え，沿岸水の流入を示す底生種や浮遊性有孔虫は産出しない。したがって，本層は海岸部の砂州の形成によって本地域が閉塞された時期の堆積物と推定できる（図５）。

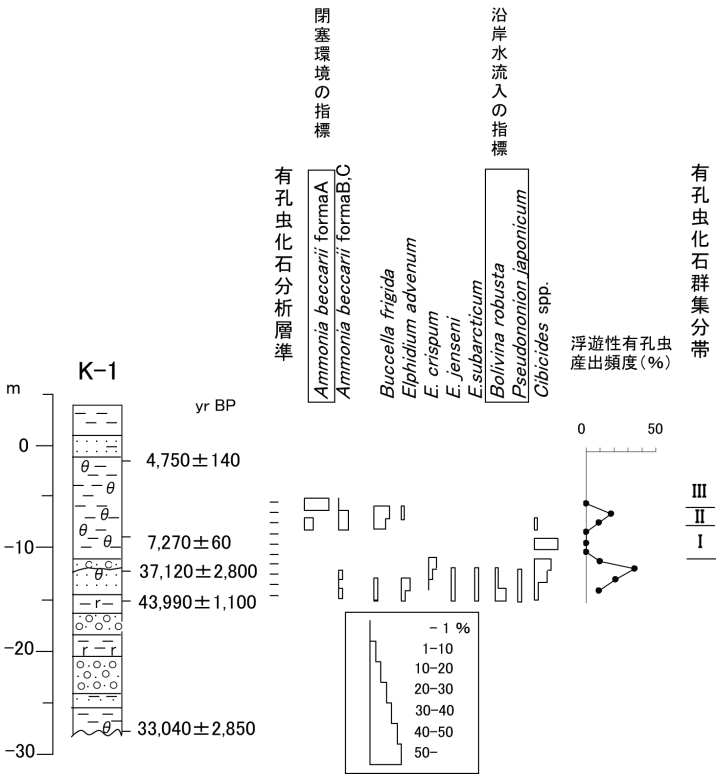

図５　地点Ｋ－１における有孔虫化石群集
太田ほか（2008）に基づいて作成。

－5.5m以浅の推定年代6,000～4,700 yr BP の堆積物からは，感潮域の貝類化石群集のみが出現することから（太田ほか，2008），砂州による閉塞環境はこの時期まで継続していたものと推定される。

（２）地点Ｋ－２

本地点では，－10.7～－6.2mまでの９層準の試料を分析した。全層準を通じて，内湾性の種である *Ammonia beccarii* が最も優勢である。また，ほぼ全層準から北方の浅海に生息する *Buccella frigida* が産出した。一方，外洋水の流入を示す浮遊性有孔虫は産出しなかった。

本地点の有孔虫化石群集は，以下の３帯に区分できる。

Ｉ帯（－10.7～－9.3m）（推定年代6,600～6,500 yr BP）では，塩分濃度の低い閉塞

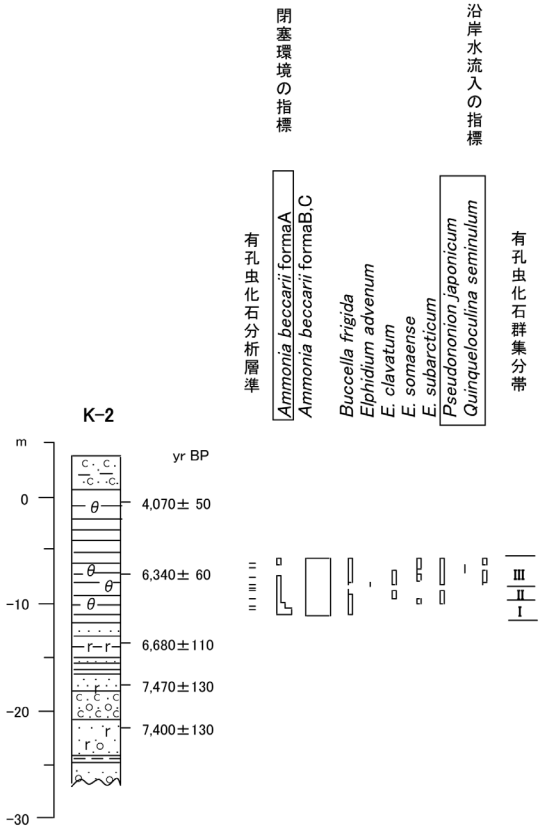

図６　地点Ｋ－２における有孔虫化石群集

太田ほか（2008）に基づいて作成。

的な環境に生息する *Ammonia beccarii* forma A の割合が多く，内湾への沿岸水の流入は少なかったものと推定される。

Ⅱ帯（－9.3～－8.5m）(6,500～6,400 yr BP）では，*Ammonia beccarii* forma A の割合は少なくなり，内湾性種である *Elphidium somaense*，*E. subarcticum* などを随伴するようになる。ここでは，沿岸水の流入がやや増加したことが考えられる。

Ⅲ帯（－8.5～－6.2m）(6,400～6,000 yr BP）では，沿岸水の流入を示す *Pseudononion japonicum* や *Quinqueloculina seminulum* がわずかではあるが出現することから，沿岸水の流入はさらに増したものと推定される（図６）。

Ⅱ，Ⅲ帯は，貝化石の内湾泥底群集に対応している（太田ほか，2008)。

一方，－6.2m以浅の堆積物からは有孔虫化石は産出しなかったが，－1.0～－0.7m（推定年代約4,000 yr BP）の層準から感潮域の貝類化石群集が出現していることから判断して，5,000～4,000 yr BP 頃には砂州による閉塞の影響が内湾側に現れたものと推定される。

（３）地点Ｋ－３

本地点では，－7.8～－0.3mのうちの11層準について分析を行った。地点Ｋ－２と同様に，内湾性の種である *Ammonia beccarii* が全層準を通じて優勢で，浮遊性有孔虫は産出しなかった。本地点の有孔虫化石群集は，以下の４帯に区分できる。

Ⅰ帯（－7.8～－5.6m）(推定年代6,700～6,400 yr BP）では，*Ammonia beccarii* のほかに，北方の浅海域に生息する *Buccella frigida* や，沿岸水の流入を示す *Pseudononion japonicum* や *Quinqueloculina seminulum* が出現することから，湾内への沿岸水の流入が推定される。

Ⅱ帯（－5.6～－4.3m）(6,400～6,000 yr BP）では，閉塞環境の指標である *Ammonia beccarii* forma A が90％以上を占めることから，沿岸水が流入しない閉塞的な環境になったものと推定される。

Ⅲ帯（－4.3～－2.1 m）(6,000～5,500 yr BP）では，*Ammonia beccarii* forma A の割合はⅡ帯に比べて減少する。一方で，沿岸水の流入を示す *Quinqueloculina seminulum* がわずかながら出現することから，多少とも沿岸水の流入する環境が考えられる。本層は，貝類化石では砂底群集の産出層準に対応しており，この時期に一時的に沿岸水が流入する割合が増加し，それと共に砂が内湾側に運搬されたことが推定

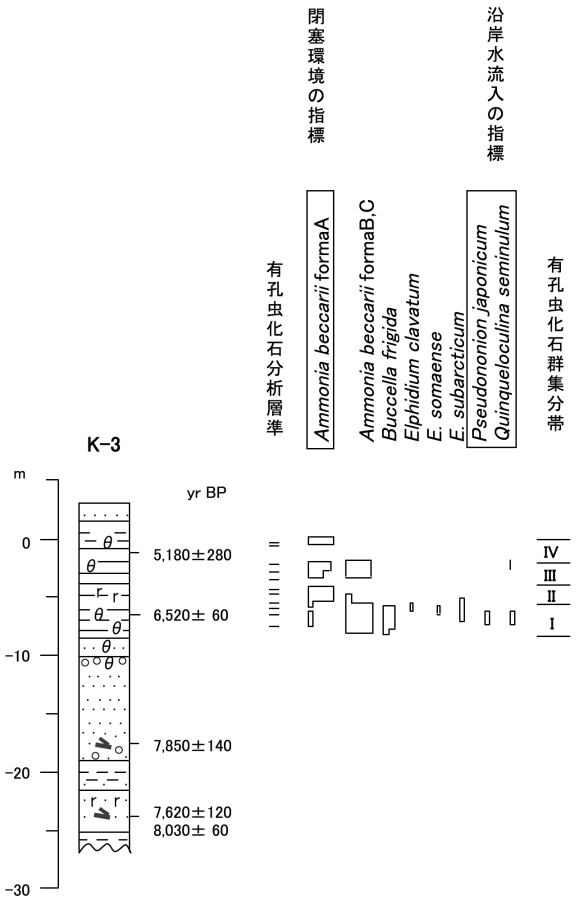

図７　地点Ｋ－３における有孔虫化石群集
太田ほか（2008）に基づいて作成。

できる。

Ⅳ帯（－2.1～－0.3 m）（5,500～5,100 yr BP）では，*Ammonia beccarii* forma A の割合が90％以上になり，再び閉塞的な環境に変化したものと推定される（図７）。

（４）地点Ｋ－4

本地点では－35.5～－4.8mの19層準について分析を行ったが，このうちの－35.5～－22.0mの層準からは有孔虫化石は産出しなかった。－20.5m以浅の堆積物について，有孔虫化石群集は以下の２帯に区分される。

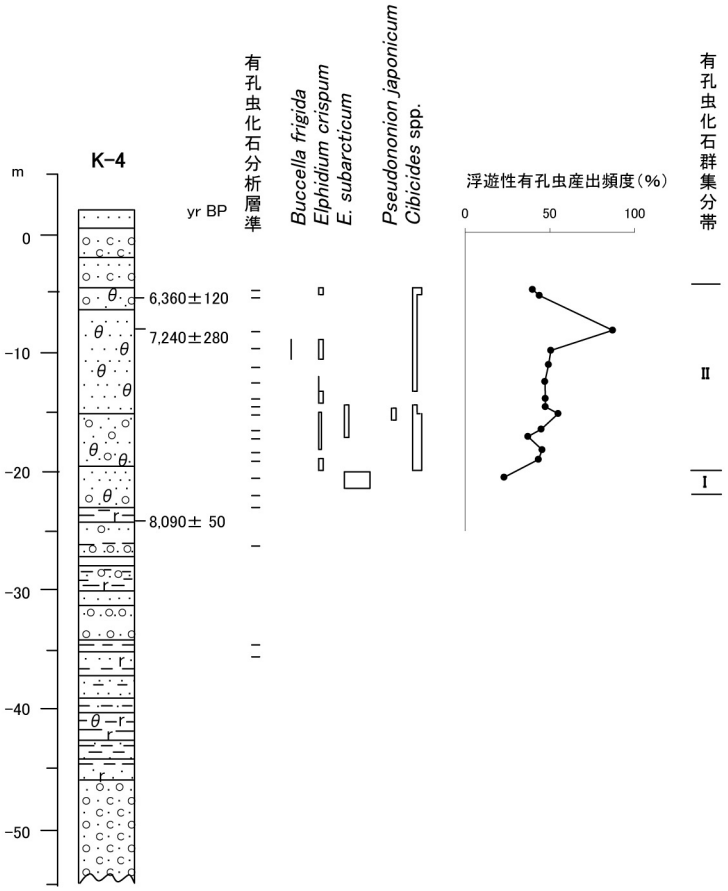

図８　地点Ｋ－４における有孔虫化石群集
太田ほか（2008）に基づいて作成。

Ⅰ帯（－20.5～－19.0m）（推定年代7,900～7,800 yr BP）では，底生有孔虫は，内湾性種の *Elphidium subarcticum* が優勢である。一方，浮遊性有孔虫も20％以上産出する。

Ⅱ帯（－19.0～－4.8m）（7,800～6,100 yr BP）では，付着性の *Cibicides* 属および *Elphidium crispum* に加えて，内湾性の *E. subarcticum*，沿岸水の流入を示す *Pseudononion japonicum* などが出現する。浮遊性有孔虫の産出頻度は，ほぼ全層準を通じて40％以上であり，本層の堆積期に沿岸水および外洋水の流入が多かったことを示している（図８）。

本地点は，４地点の中で最も海側に位置し，砂州の内陸側の縁辺部にあたる。本地点の有孔虫化石群集の組成は，1）他の地点で優勢であった内湾種の *Ammonia beccarii* がまったく産出しない点，2）岩礁地の海藻などに付着して生活している *Elphidium crispum* や *Cibicides* 属が多産する点，3）外洋水の流入を示す浮遊性有孔虫がすべての層準から産出し，その頻度が特に高い点で，他の３地点と異なっている。これは，本層を構成する堆積物が砂質であることと調和的であり，本地点で沿岸水および外洋水の流入が顕著であったことを示す。しかし，岩礁地性の種が多く含まれることから，有孔虫化石の一部は，砂州を構成する砂質堆積物と共に，地点Ｋ－４の南側に露出していた更新世の基盤から流入したものである可能性が高い。この結果は，貝類化石群集の特徴とも調和する（太田ほか，2008）。

なお，本地点では約8,000 yr BP 以降，海成砂礫の堆積が継続していることから，砂州の形成は少なくともこの頃までさかのぼるものと推定される。

4. 砂州地形の発達過程

地点Ｋ－1～Ｋ－4における層相・^{14}C 年代測定値，および有孔虫化石群集の解析結果に基づいて，本地域における砂州地形の発達過程を次のように復元することができる。

地点Ｋ－1とＫ－3においては，6,500～6,000 yr BP 頃から砂州による閉塞環境が内湾側に現れる。本地域で描かれている相対的海面変化曲線によれば（太田ほか，2008），この時期は海面が最高位に達した後の海面停滞期に相当している。したがって，砂州の形成は，この時期以前の海面上昇期に始まっていたと考えられる。このことは，地点Ｋ－4において約8,000 yr BP 以降，砂州の構成層である海成砂礫層が堆積している点からも裏づけられる。

以上のように，海面上昇期に砂州の形成が開始され，海面が停滞していた時期に内湾側に閉塞環境が現れるという特徴は，日本における砂州地形の発達過程とも調和的である（松原，2000）。

地点Ｋ－1とＫ－3は，現在の海岸線からの距離，すなわち砂州からの距離がほぼ同じであるにもかかわらず，地点Ｋ－3においては6,000～5,500 yr BP 頃に一時的に沿岸水の流入が増加したと推定されているのに対して，地点Ｋ－1では約6,500 yr BP 以降，少なくとも4,700 yr BP までは閉塞環境が継続していたという違いが認められた。これ

は，地点Ｋ－1が砂州南部の基盤の高まりの背後に位置していたために，Ｋ－3に比べてより閉塞的な環境にあったことを示唆している。

一方，地点Ｋ－2では，有孔虫化石群集から閉塞環境の開始時期を明確にすることはできなかったが，貝類化石群集から5,000～4,000 yr BP 頃には砂州による閉塞の影響が現れたと推定された。これは，地点Ｋ－3における閉塞開始時期（6,400～6,000 yr BP）に比べて遅くなっている。今回のデータだけでは，この時間差についての明確な説明はできないが，地点Ｋ－2がＫ－3よりも海側に位置していることから，閉塞的な環境になる時期が遅れた可能性も考えられる。

5. まとめ

佐渡島真野湾沿岸低地において，有孔虫化石群集解析の結果に基づいて砂州地形の発達過程を復元したところ，次のような点が明らかになった。

1．本地域において，砂州地形は低地の基盤にあたる更新統の高まりを土台にして，少なくとも8,000 yr BP 以降の海面上昇期に形成され始めたと推定される。

2．砂州地形による内湾の閉塞開始時期は6,500～6,000 yr BP 頃であり，この時期は本地域の相対的海面変化において，最高海面に到達した後の海面停滞期に対応していることが明確になった。この傾向は，日本の他地域における砂州地形の発達過程と共通したものである。

今後，佐渡島の砂州地形を総合的にとらえるために，本研究と同様の方法で両津湾沿岸の砂州地形の発達過程を復元して，両津湾側と真野湾側の比較を行う必要がある。その結果からは，佐渡島の地殻変動傾向に関する新しい知見が得られることも期待される。

また，より多くの地質資料に基づいて低地基盤の上面地形を復元することによって，低地の基盤地形が砂州をはじめとする低地の地形形成において，どのような影響を及ぼしてきたかを具体的に検討することが可能になる。

引用文献

太田陽子・松原彰子・松島義章・鹿島 薫・叶内敦子・鈴木康弘・渡辺満久・澤 祥・吾妻 崇（2008）：

佐渡島国中平野南西部における沖積層のボーリング調査による古環境と地殻変動．第四紀研究，47，143～157.

小林巌雄・神蔵勝明・鴨井幸彦・渡辺剛忠（1993）：佐渡島加茂湖の自然環境とその歴史．地質学論集，39号，89～102.

平井幸弘（1995）：『湖の古環境学』．186p，古今書院.

町田 洋・松田時彦・海津正倫・小泉武栄編（2006）：『日本の地形５ 中部』．385p，東京大学出版会.

松木 保・本間義治・堀江正治（1987）：珪藻遺骸群集からみた加茂湖（佐渡島）の古環境．佐渡博物館研究報告，9，67～76.

松永敬子・太田陽子（2001）：沖積層の層相と珪藻分析からみた佐渡島国中平野の完新世後期の地形発達史．第四紀研究，40，355～371.

Matsubara，A. (1988)：Geomorphic development of barriers in the coastal lowlands during the Holocene: A case study of the coastal lowlands along the Suruga Bay. Bul. Dept. Geogr., Univ. Tokyo，20，57～77.

松原彰子（1989）：完新世における砂州地形の発達過程―駿河湾沿岸低地を例として―．地理学評論，62A，160～174.

松原彰子（2000）：日本における完新世の砂州地形発達．地理学評論，73，409～434.

Nguyen，V. L. Tateishi，M. and Kobayashi，I. (1998)：Reconstruction of sedimentary environments for late Pleistocene to Holocene coastal deposits of Lake Kamo，Sado Island，central Japan. 第四紀研究，37，77～94.