

砂州地形に関する用語と湾口砂州の形成プロセス

武田 一郎*

Terminology of coastal sand bars and formative processes of a bay-mouth bar

Ichirou TAKEDA*

Accepted June 6, 2007

抄録：海岸線の近傍に見られる砂礫で構成される細長い高まりを砂州と言う。砂州には幾つかのタイプがあるが、本報では砂州の種類と用語を説明するとともに、その用語にかなりの混乱があることを示した。また、日本に多い湾口砂州について、その形成プロセスに関する考え方を紹介した。形成プロセスについては大きく分けて三つの説があるが、そのうちの一つは妥当ではないことを示し、残りの二つを沿岸漂砂と氷河性海水準変動との関連で解説し、最近の新たな知見を加えて再構築した。さらに、典型的な湾口砂州である京都府の天橋立の特徴を概説し、この砂州の形成を上記の二つの説にもとづいて考察した。

索引語：砂州，湾口砂州，海底砂州，沿岸漂砂，氷河性海水準変動

Abstract : The long and slender rises which consist of sand and gravel seen near the coastline are called coastal sandbar . There are various types of sandbar . The present report explains the terms of these sandbars and shows that the terminology is remarkably confused . Moreover, three views of formation processes of baymouth bar, which is most typical in Japan, are introduced . It is pointed out that one of them is not appropriate . The other two are explained in connection with littoral sand drift and glacial eustacy, and these two views are reconstructed based on the recent new knowledge . In addition, the feature of Amano-hashidate sand bar, Kyoto Prefecture, which is a typical bay-mouth bar is outlined, and formation process of this sandbar was considered based on the two above-mentioned views .

Key words : coastal sand bar, bay-mouth bar, submarine bar, littoral sand drift, glacial eustacy

* 京都教育大学教育学部

1. はじめに

砂州は、海岸や湖岸（以下、まとめて「海岸」で代表する）の近傍に見られる波と沿岸流によって形成される細長い堆積地形である。この地形は波が近傍の岩石海岸を浸食して生産した砂礫、あるいは付近に流れ込む河川から供給された土砂によって構成されている。砂州には様々なタイプがあり、それぞれに名称が与えられているが、専門書・教科書・辞書によって使用語がかなり異なり、国内外において用語がいまだに統一されていない。本報ではその用語の混乱を指摘するとともに、我が国の沿岸に多い湾口砂州の特徴や形成に関する現段階の知見について概説し、さらに典型的な湾口砂州である京都府の天橋立の形成プロセスについて考察する。

2. 砂州の種類と用語

砂州の形態には様々なものがあり、それらは湾口砂州、湾央砂州、舌状砂州、陸繋砂州（トンボ口）、環状砂州、河口砂州などに分類されている（図1：例えば、荒巻，1971，p. 230；砂村，1985）。また、海岸線とほぼ平行に伸びるバリアー（図1）も「砂州」と呼ばれることがある（「沿岸州」「海岸外州」「沖州」「沿岸外州」などが用いられることもある）。このタイプの砂州（バリアー）は世界各地の海岸に発達し、世界の海岸線の約13%を占めるといわれている（鈴木，1998，p. 436）。米国の大西洋沿岸やメキシコ湾岸、台湾の西海岸やオランダの海岸などには大規模なものがあり、特に大きなもので

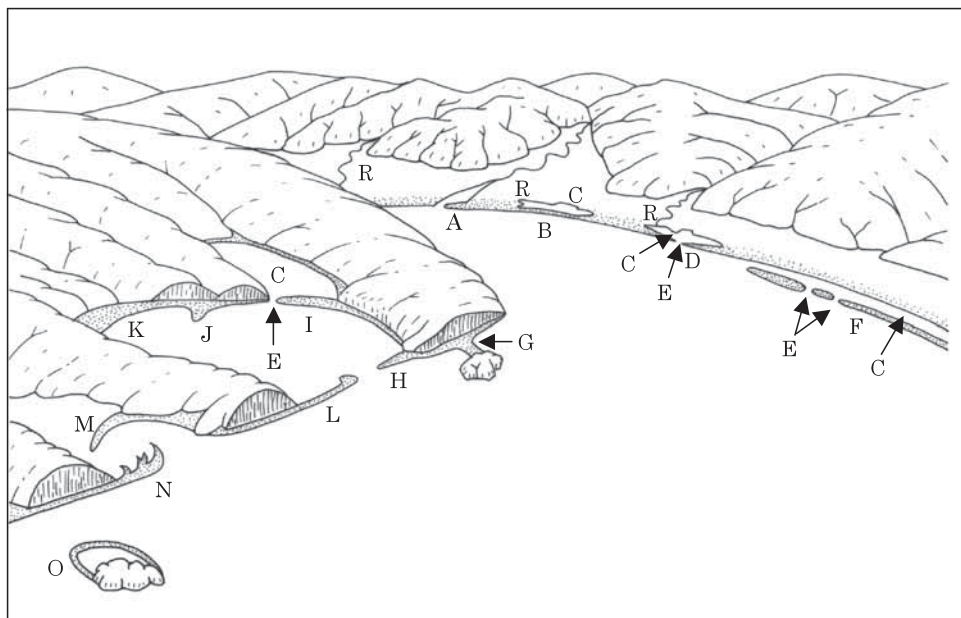


図1：砂州と砂嘴の種類

A：河口砂州，B：湾口砂州またはバリアー，C：ラグーン，D：二重砂州，E：潮口，F：バリアー，G：陸繋砂州（トンボ口），H：I：湾口砂州，J：舌状砂州（尖角州），K：湾頭砂州（湾頭浜，ポケットビーチ），L：鉤状砂州，M：湾央砂州，N：複合砂嘴，O：環状砂州，R：河川。

は長さ約 300km・幅数 km にもなる（米国のカロライナ海岸）。スペースシャトルが打ち上げられるフロリダのケネディ宇宙センターもこのタイプの砂州の上にある。日本にはこのタイプの砂州はない。

一方、海岸線とほぼ平行に伸びる細長い高まりである海底砂州も「砂州」あるいは「沿岸砂州」と呼ばれることがある。しかし、「沿岸砂州」は前述のバリアーに対しても用いられることがあるので、ここでは混同を避けるために、海底砂州を「バー」と呼ぶことにする。バーは暴浪時に海浜から侵食された砂が沖の方に運ばれて形成されるもので、波の静穏時にその形態を保ちながら徐々に岸方向に移動し、ついには陸上に乗上げて、海岸線に沿う細長い高まりであるバーム（武田・砂村，1982）という地形になる。このような挙動を呈するバーは「インナー・バー」と呼ばれるが、その沖側に陸上に乗り上げることのない「アウター・バー」が発達する海岸もある。バーが全く存在しない海岸もあれば、インナー・バーとアウター・バーを合わせて数段のバーが存在する海岸もある。金沢海岸（石川県）の北部には 5 段のバーが発達するが、この段数は日本では最大である（武田，2003）。

さて、このように、「砂州」は砂礫で構成される海面上および海面下の様々な形態を持つ細長い高まりに対して用いられるが、現段階では用語は統一されていない。英語でも海面上に頂部が出ている砂州やバリアーを“bar”“sand bar”“sand bank”“barrier”（バリアーについては“barrier island”と呼ぶこともある）、干潮時にも頂部が水面下にある海底砂州を“submarine bar”や“offshore bar”あるいは単に“bar”と呼び、日本語と同様に用語は統一されていない。さらに、岬や湾口の一端から細長く伸びる砂



写真 1：西伊豆海岸の戸田の砂嘴。巨大な礫（径が 1m 以上のものもある）から構成されており、鉤状砂嘴の代表例として有名。砂嘴の長さは約 700m。

礫の州である「砂嘴」（図 1，写真 1）という堆積地形もあるが（英語名では，“sand spit”や“spit”あるいは“bar”），この砂嘴の一種である単純砂嘴が湾口に発達する場合，湾の閉塞の程度が低いのみでその形態は砂州と酷似しており，砂州と砂嘴との厳密な区別は明らかにされていない。加えて，バリアーと砂州が同一のものとして扱われる場合や砂州が“sand spit”と訳される場合もある（例えば，茂木，1971）。このように、「砂州」は用語的にかなり混乱している。

しかし，わが国では，一般には，細長く直線的に伸び，かつ頂部が海面上に出ている湾口砂州（bay-mouth bar）を単に「砂州」と呼ぶ場合が多い。わが国の沿岸には湾央砂州や環状砂州やバリアーがほと

んど存在しないためと考えられる。以下ではこのような狭義の湾口砂州を単に「砂州」と呼ぶことにする。

3. 砂州の特徴と形成

砂州は内湾の湾口の一端から他の一端に向けて細長く伸びる砂礫の堆積地形である。砂州によって閉じられる内湾は浅い湖となるが（例えば，平井，1995），これをラグーン（「潟」や「潟湖」あるいは「海跡湖」という（写真 2，3）。ラグーンは完全に閉じていることもあるが，一箇所あるいは数箇所



写真 2：東シナ海に浮かぶ鹿児島県の上甕島の北端部に発達する長目の浜（南東側から撮影）。長目の浜は 4 つのラグーンを閉じている。写真の手前から，鎌先池，貝池，もっとも遠方が海鼠池である（写真には写っていないが，最も手前には須口池がある）。



写真 3：長目の浜と海鼠池（北西側から撮影）。海鼠池は長目の浜によって完全に閉じられているが，巨礫から構成されているために礫の間隙を通して海水が入り込み，湖内には海鼠が生息している。海鼠池の沿岸方向の長さは 2.2km。長目の浜は形態的にはバリアーに近い。

所の潮口で外海と通じている場合が多い（図 1）。潮口が開いている場合は潮の干満にともなって海水の出入りがあるので，ラグーンの水は海水と淡水の入り混じる汽水となる。砂州によって閉じられるラグーンの例としては，オホーツク海沿岸のサロマ湖・クッチャロ湖・能取湖・濤沸湖，根室海峡に面する風蓮湖，青森県の小川原湖や十三湖，京都府の阿蘇海（天橋立の内側）や久美浜湾，島根県と鳥取県の県境に位置する中海，東シナ海に浮かぶ上甕島（鹿児島県）の北端部に位置する長目の浜で閉じられる海鼠池（写真 2，3）などが挙げられる。砂州は，文字通り「砂」のみで構成される場合もあるが，砂と礫の両方，あるいは礫のみで構成される場合も多い。礫が主要な構成物質である場合は「礫州」と呼ぶべきであるが，一般に，これらをも含めて「砂州」と呼ぶ¹⁾。

海浜の砂礫は波によって基本的には岸沖方向に移動する。しかし，海岸線に沿う沿岸流が存在すると，波によって持ち上げられた砂はわずかずつかではあるが，沿岸流の流下方向に移動する。また，海岸線に対して斜めの方向からの波が侵入する場合，その寄せ波と返し波によって砂礫はジグザグに運ばれる。このような海岸線に沿う砂礫の流れを「沿岸漂砂」（例えば，砂村，1985）と言う。この沿岸

漂砂が一定方向に卓越すると、岬や海岸の突出部を基点として砂嘴が伸び、それがさらに伸びて対岸にほぼ接合するようになれば砂州となる、と考えられている（図2：例えば、荒巻，1971，p. 230；町田，1984，p. 271）。ただし、前述したように、背後のラグーンの閉塞程度の観点からは砂州と砂嘴の

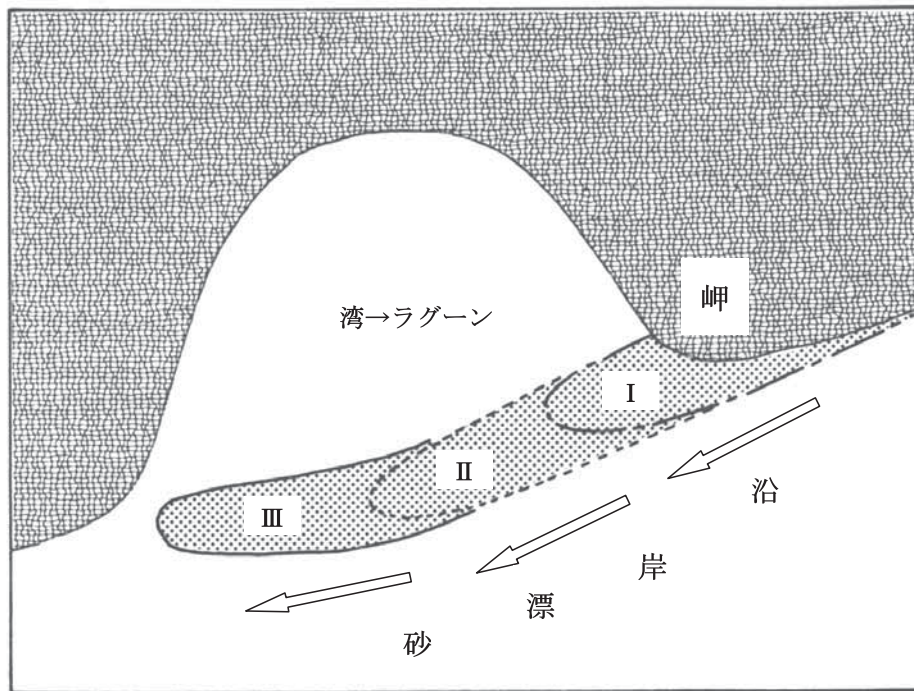


図2：砂嘴が伸びて砂州となるとの説を示す模式図。ステージⅠ～Ⅱが単純砂嘴，ステージⅢ～Ⅳが砂州。

違いは明確にされてはいない。

ところで、海面（海水準）の高さは長期的には大陸氷床の消長に伴って大きく変化する。現在、南極大陸やグリーンランドなどが氷床によって覆われるが、これらの氷が全て解けると、世界の海面は65mほど上昇すると見積もられている（例えば、榎根，1973）。また、かつては北米大陸やスカンジナビアを中心とする北欧が巨大な氷床に覆われた時代もあり、その時の海面は大きく低下していた。このような氷床・氷河の消長によって生ずる海水準の変化を、特に「氷河性海水準変動」と言う。最終氷期最盛期以降の氷河性海水準変動の詳細に関してはまだ十分には明らかにはされていないもの、おおよそ次のように考えられている。すなわち、約2万年前の最終氷期（約10万年前～約1万年前）の最盛期に現在よりも100mほど低かった海水準は、約1.5万年前から徐々に上昇し、約7～8千年前に現在のレベルに達し、その後も上昇を続け約6千年前には現在のレベルよりも2～3mほど高くなった（例えば、海津，1996）。その後、海水準は微変動を繰り返しながら低下し、現在のレベルに至ったが、その間には現在のレベルよりもわずかではあるが高かった時代も低かった時代もあったと考えられている。ただし、上記の年代については、推定方法によって±1000年ほどの差がある。

砂州の形成はこの氷河性海水準の昇降との関連でも検討されており（例えば、松原，1989，2000），海水準が高かった時代に浅海底に形成されたバー（海底砂州）が離水して砂州となったとの考え方が

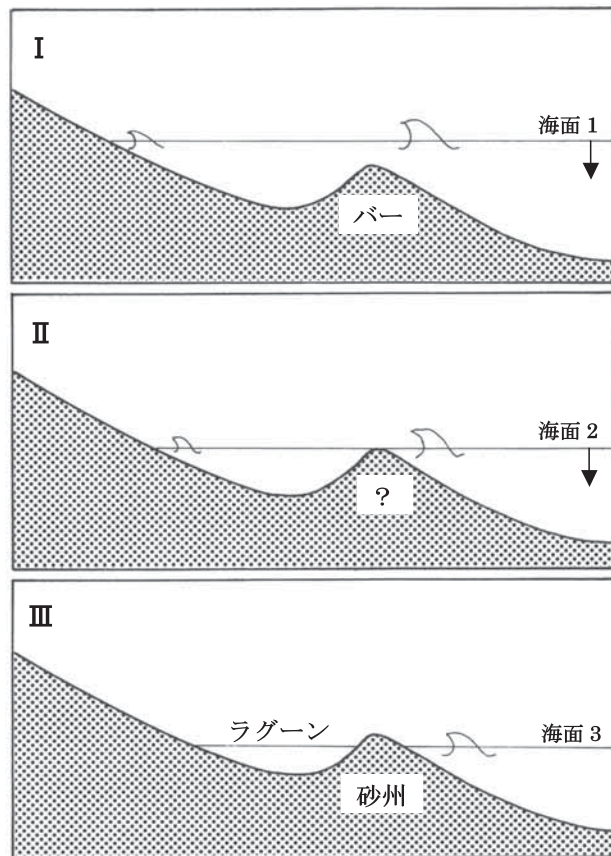


図 3：海底砂州（バー）が離水して砂州になるとの説を示す模式図。未固結の堆積物からなるバーが海面を通過する際（ステージ II），波の浸食力に抗ってその形態を維持するとは考えられず，このような地形はありえない。

ある（図 3：例えば，小川，1965；三位，1966；荒巻ほか，1977；小谷，1991，2005）。しかし，(1) 砂州は沈降性の海岸に発達することが多いこと，(2) 未固結の堆積物からなるバーが海面を通過する際，波力に抗ってその形態を維持するとは考えられないこと，(3) 砂州が，バーが形成される条件（外洋に面する砂質海岸）にない内湾性の海岸（例えば宮津湾の天橋立）や巨礫から成る海岸（長目の浜）にも発達すること，(4) 波による地形変化の速度は海水準変動の速度に比べればはるかに大きいので，海水準が低下してもバーは沖方向にシフトするのみであること（図 4）などから，この「砂州は海面下のバーが離水したものである」との考え方は否定されよう。

一方，現在，ほとんどの砂州では，先端部を除き，暴浪時の遡上波がその頂部までには到達しないので，少なくとも砂州の頂部は現在よりも海面の高い海進期の高海水準に対応するものであることは確かである。筆者（武田，2005）は，砂州の頂部と暴浪時の波の遡上限界地点である後浜上限（現在の波の作用が及ぶ最高地点：武田，1997，1998a, b）との比高 h が砂州の頂部が形成された時の海水準と現在の海水準との差に等しいと考え，海水準変動と砂州の形成時期との関係を求めるために，日本沿岸の幾つかの砂州について h の沿岸方向の分布を求めた。その結果，上部に砂丘を載せる砂州を除き，ほとんどの砂州において h が沿岸方向にほぼ一定であるという興味深い事実を見出した。また，その一定の値をとる h は砂州によって異なり，大きい場合には約 3m（駿河湾奥の浮島ヶ原砂州），小

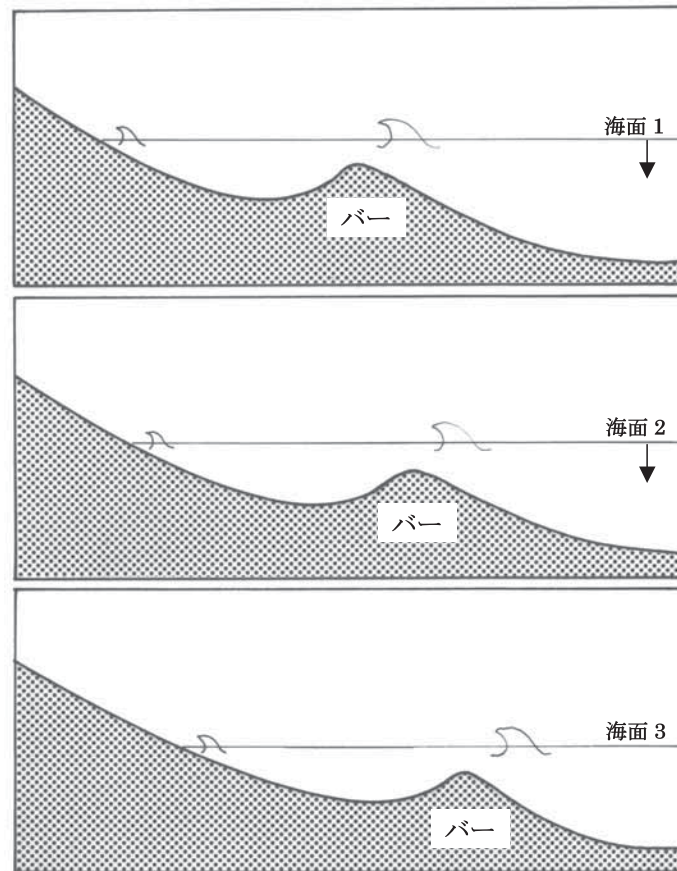


図 4 : バー海岸において海水準が低下したときに想定される地形変化の模式図。
バーは徐々に沖側にシフトするのみで、頂部が海面上に出ることはない。

さい場合にはほぼゼロ（鹿児島県甕島の長目の浜）であることも明らかにした²⁾。

砂嘴の伸びたものが砂州であり、また海面が高かった時期に砂州の形成が始まり、その後の海水準低下期に沿岸方向にそれが成長したと仮定すると、砂州の付け根に近い部分は海水準の高い時代に形成され、先端に近づくほど現海水準に近い時代に形成されるので、 h は先端に向かって徐々に小さくなるはずである。しかし、少なくとも筆者が調査の対象とした砂州においては、 h が沿岸方向にほぼ一定であるので、海水準の変化が無視できるほどの短期間に一気に沿岸方向に成長したことになる。その後、海水準が低下したため遡上波は砂州の頂部まで到達しなくなり、先端部のみが現在の海水準のもとで成長を続けていると見るべきであろう（したがって、砂州の先端部分の h はゼロになる）。海水の影響のなくなった砂州の頂部には植生が侵入し、それが砂州を固定して現在のような景観になった。このような砂州のでき方を「仮説 A」（図 2）とする。

ところで、先に述べたように、日本沿岸では砂州の多くはリアス式海岸などの沈降性の海岸に分布する。砂州は離水地形なので、このことは一見矛盾する。しかし、年間数ミリ～数センチのオーダーである氷河性海水準変動や地殻変動の速度に比べれば波による地形変化速度はきわめて大きいので、海岸への砂礫の供給量に大差がない場合、海水準が変化しても波の作用が及ぶ範囲の地形面は岸沖方向にシフトするのみでその断面形状は維持されるはずである。したがって、地盤の沈降や海水準の上

昇にともなう土地の相対的な沈下があっても、砂州は沿岸方向に伸びつつ、かつ陸側にシフトしながら上方に成長していくと考えられる。現在の砂州は、その成長した砂州の頂部が後氷期海進の最盛期以降のわずかな海水準低下によって離水したものと考えられる。砂州ごとの h の違いは、砂州の頂部が経験した海水準の高さと、それ以後の地盤の沈降量との兼ね合いで決定されたものと考えられる。一方、隆起地帯では、砂州が成長するための砂礫に不足する。実際、日本沿岸の隆起地帯のほとんどは岩石海岸になっており、海成段丘が発達している。そもそも隆起傾向にある地域の海岸では、砂州によって閉じられてラグーンとなるような内湾は存在しない。

砂州の h が沿岸方向にほぼ一定であることを説明する、もう一つの砂州の成り方が考えられる。海水準が徐々に上昇するか、あるいは沈降性の海岸においては、海岸線は現在のそれよりもかなり沖側にあり、その海岸線のすぐ背後には砂礫からなる「浜」が形成されていたはずである。前述のように、海面の上昇速度に比べれば波による地形変化の速度は桁違いに大きいので、「浜」はその形態を保ちながら上方かつ陸側にシフトすることになる。その途中で傾斜の変換点が存在すれば、海面の上昇速度と初期地形との兼ね合いでは、「浜」はその地点で陸側へのシフトを停止して上方にのみ成長し、陸側にラグーンを持つ砂州が形成されることになる。その後、海水準の若干の低下による小海退が起これば、その海水準の低下量に等しく、かつ沿岸方向に一定の h を持つ現在の砂州地形となる。この考え方を「仮説 B」(図 5) とする。

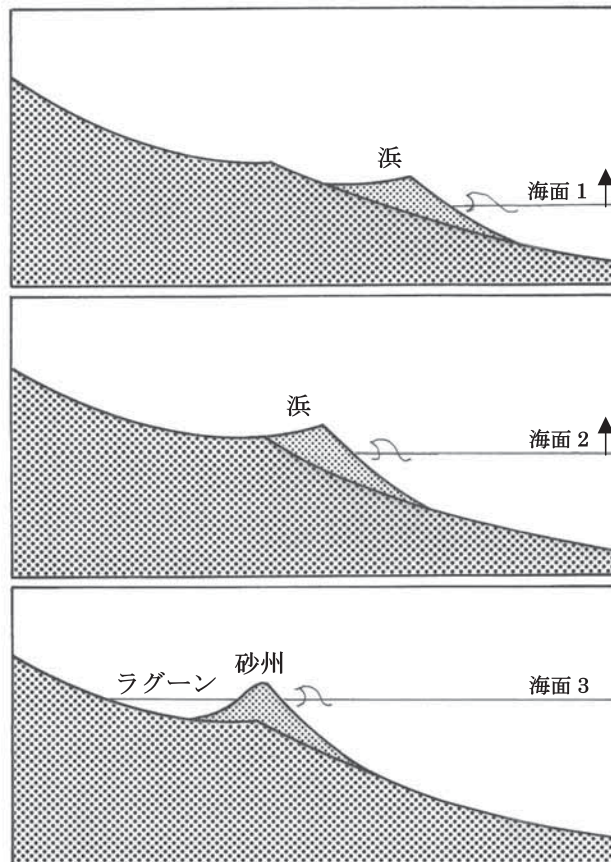


図 5 : 沈降海岸における砂州の形成プロセスを示す仮説 B の模式図。

現段階では「仮説 A」と「仮説 B」のどちらが正しいか、あるいは砂州ごとにあてはまる仮説が異なるのか、さらには両者が複合した砂州もあるのか否かを断定することはできない。その解明は今後の課題である。

4. 天橋立の特徴と形成過程

天橋立（写真 4）は典型的な湾口砂州である。他の砂州と比べると、その長さ（約 2.5km）に対して幅がきわめて小さく（約 100m）、かつ海面からの高度（最高で約 2m）も小さい。また、日本の他の砂州はほとんどが外洋に面しているのに対し、この砂州は若狭湾内の小湾である宮津湾に面している。この規模で湾内に発達する砂州はこの天橋立のみである。さらに、幅が狭く高度が小さいにもかかわらず砂州のほぼ全体を通して黒松等の巨木が繁茂し、砂州の先端部に淡水の井戸が存在することも珍しい。その極めて特徴的な性格から日本三景に数えられている。

天橋立の形成過程については小谷（1991, 2005）が詳しく述べている。それを要約すると次のようになる。すなわち、(1) 最終氷期

が終わり海水準の上昇がほぼ落ち着いた約 8 ~ 7 千年前に、まず、水中堆積の形で発達が始まり、(2) 後氷期（完新世とほぼ同義）海進の最盛期頃（約 6 千年前）に急激に成長して対岸の文殊付近に到達し、その後、(3) 若干の自然的・人為的な改変を受けて現在の形になった。この小谷の報告は、自然科学的手法のみならず、平安時代に詠まれた和歌、江戸時代に描かれた絵図、明治時代の古地図などを考察の対象とした優れたものである。ただ、上記の(1)の部分、つまり、「約 8 ~ 7 千年前に水中堆積の形で形成が始まった」との部分に気になる。天橋立の高度は 2m 以内、また、現在の海水準における暴浪時の波の遡上限地点に一致する後浜上限の高度は 1 ~ 1.5m であるので、h は最大でも 0.5m である。この $h = 0.5m$ は、2 ~ 3m と見積もられている後氷期海進最盛期の海水準上昇量とはかなりの差となる。

そもそも、天橋立の最高高度は 2m 程度なので、この砂州の頂部が後氷期海進の最盛期に形成されたとすれば、それは、小谷が指摘するように当時は海面下の砂堆であったということになる。浅海底に形成される細長い形態の砂堆は、バー（海底砂州）以外には考えられないが、宮津湾は卓越する波の規模が小さく、また、海底勾配が大きいので、この規模のバーの形成条件を満たさない。事実、宮津湾内の波浪状況・供給土砂の性格は後氷期海進最盛期の頃も現在も大差はないはずであるが、現在もこの海域にバーの存在は認められない。

天橋立の形成を「仮説 A」で説明すると、次のようになる。すなわち、天橋立は、後氷期海進の最



写真 4：冬の日橋立（南側から撮影）。砂州の右手が宮津湾、左手が阿蘇海（ラグーン）である。砂州は侵食されつつあり、それを防止するために突堤が敷設されている。

盛期が過ぎて海水準が現在より 0.5m ほどの高位にまで低下してきた時期に、砂嘴が短期間に一気に伸びて形成されたものである。また、「仮説 B」を採用すると、阿蘇海の水深は約 13m であるので、その出口付近に海岸線が位置していたと考えられるおおよそ 8 千年前以前に、原砂州が形成され始めたことになる。ただし、いずれの説をとるにしても、砂州の形成時期を明らかにするためには年代測定資料が必要である。

5. おわりに

砂州の頂部は海面上にわずかに出ているに過ぎない。そのために、そこは海水準変動の影響を受けることになる。また、砂州の頂部は、通常の規模の暴浪では波の作用を受けなくとも、大暴浪や高潮や津波の影響を受けて侵食あるいは堆積作用を受ける可能性がある。したがって、砂州の頂部高度はこのような異常現象に対応している可能性も否定できない。その場合、本来ならば沿岸方向に変化していた h が一挙に一律化されたのかもしれない。現在の砂州の形態が過去にこれらの異常現象の影響を受けた結果であるか否かについては、砂州の頂部あるいは背後のラグーン底の堆積物の詳細な検討が必要である。仮に、異常現象の影響を受けていたとすれば、先の仮説 A や B をさらに修正する必要がある。

さて、日本の沿岸には砂州が離水し、それとともに背後のラグーンが埋積されて低地となった海岸平野も多い（松原，1989，2000）。その例としては、石狩平野・新潟平野・富山平野、太平洋側では仙台平野・九十九里平野・大阪平野などが挙げられる。そのような海岸低地の多くは、その海側端に海岸線に平行に伸びる細長い微高地を持つが、それらはかつての砂州と考えられている。京都府の阿蘇海や久美浜湾も河川が運んできた土砂や風が運んできた飛砂によって徐々に埋め立てられ、水体は小さく浅くなり、いずれは低湿地になると予測される。しかし、昨今、海岸に土砂を供給する河川の上流に多くのダムや砂防堰堤が、そして海岸には漂砂防止のための突堤などが建設されたために、砂州への砂礫の供給が激減し、砂州の成長は止まり、逆に砂州が侵食される事態となっている。天橋立も同様に砂礫の供給が減少したために砂州はやせ細り、現在、堆積物の流出防止のための突堤の建設やサンドバイパスなどの様々な工夫がなされている。しかし、根本的な問題の解決には至らず、加えて景観悪化の問題が生じている。

注

1) 例えば、駿河湾に面する西伊豆の明神池を閉じる砂州は直径数 10cm から 2m にもおよぶ巨礫で構成されている。また、東シナ海に浮かぶ鹿児島県の甕島（上甕島北端部）の長目の浜に代表される四つの砂州も直径数 10cm の礫のみで構成されている。さらに、日本三景の一つに数えられる京都府の天の橋立は、表面を砂が覆ってはいるものの基本的には礫主体の堆積物から成っている。

砂嘴についても同様であり「礫嘴」は用いられない。例えば、西伊豆の大瀬崎や戸田の砂嘴は直径数 10cm から 2m 程度の巨礫で構成されている。また、天草諸島北部の曲崎（熊本県）も礫から成る砂嘴である。さらに、我が国最大の砂嘴である北海道の野付崎も礫混りの砂によって構成されて

いる。

2) 砂州が砂を主体として構成され、外洋に面し、かつ季節風が卓越する場合、砂州の上には風成砂が載ることが多い。その所々は海浜植物によって固定されて凸部をつくる。したがって、このような砂州（サロマ湖砂州・風蓮湖砂州・久美浜砂州など）では h は沿岸方向に無秩序に変化する。このような砂州の形成を海水準変動との関連で検討するためには、ボーリング資料等が必要になる。

引用文献

- 荒巻 孚 (1971) 海岸 . 426 p , 犀書房 .
- 荒巻 孚・山口雅功・田中好國 (1977) 鹿児島県, 上甕島における甕四湖の水文地形学的研究 . 専修自然科学紀要第 9 号 , 80 p .
- 海津正倫 (1996) 沖積低地の発達と海岸環境の変遷 . 小池一之・太田陽子編「変化する日本の海岸 最終氷期から現在まで」: 1-21 , 古今書院 .
- 小川賢之輔 (1965) 駿河湾北部に発達する田子の浦砂丘の研究 . 地理学評論 , 38 , 241-259 .
- 榎根 勇 (1973) 水の循環 . 230 p , 共立出版 .
- 小谷聖史 (1991) 天橋立の発達 . 京都高等学校社会科研究会研究報告 , 19-38 .
- 小谷聖史 (2005) 天橋立の生い立ち . 45 p , 自費出版 .
- 鈴木隆介 (1998) 建設技術者のための地形図読図入門 第 2 巻 「低地」 . 554 p , 古今書院 .
- 砂村継夫 (1985) 海浜地形 . 本間仁・堀川清司編「海岸環境工学」: 130-146 , 東京大学出版会 .
- 武田一郎 (1997) 茨城県那珂海岸における後浜上限の位置と高度 . 地理学評論 , 70 , 512-525 .
- 武田一郎 (1998a) 日本海沿岸における後浜上限高度 . 地球科学 , 52 , 71-81 .
- 武田一郎 (1998b) 日本の太平洋沿岸における後浜上限高度 . 地理学評論 , 71 , 294-306 .
- 武田一郎 (2003) パーの段数と後浜上限高度との関係 . 地形 , 24 , 407-417 .
- 武田一郎・砂村継夫 (1982) パームの形成条件と高さ . 地形 , 3 , 145-157 .
- 平井幸弘 (1989) 湖の環境学 . 186 p , 古今書院 .
- 松原彰子 (1989) 完新世における砂州地形発達過程 駿河湾沿岸低地を例として . 地理学評論 , 62A , 160-183 .
- 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 , 73A , 409-434 .
- 町田 貞 (1984) 地形学 (自然地理学講座 1) . 404 p , 大明堂 ,
- 三位秀夫 (1966) 沖積世における海岸砂州の発達過程 . 第四紀研究 , 5 , 139-148 .
- 茂木昭夫 (1973) 汀線と碎波帯 . 岩下光男ほか編「浅海地質学 (海洋科学基礎講座 7)」 . 東海大学出版会 , 109-252 .