

酒沼親沢鼻砂嘴の湖浜特性に関する一考察

A note on beach changes around Oyazawabana sand spit in Lake Hinuma

宇多高明*・小菅 晋**・松田 勝***・篠崎 剛****

Takaaki Uda, Susumu Kosuge, Masaru Matsuda and Gou Shinozaki

Beach changes around Oyazawabana sand spit in Lake Hinuma located in the eastern part of Ibaraki Prefecture were investigated through the field observation as well as the aerial photographing of the sand spit. This sand spit composed of coarse materials protrudes into the lake, and littoral drift from east to west dominates due to wind waves generated by east winds prevailing in this area. This study summarizes the specific topographic features caused by this littoral drift around the spit. It is found that the results well correspond to the beach changes generally observed on the seashore.

Key words: Sand spit, Lake Hinuma, Littoral drift, Beach changes.

1. まえがき

湖内で発達する風波による湖浜変形は、そのスケールは小さいものの現地海岸と非常に高い類似性を有している。このため現地海岸での海浜変形現象を理解する上で湖浜変形の分析は大いに役立つと考えられる。そこで筆者は全国各地の湖での湖浜変形について調べてきたが、それらの中のひとつに酒沼親沢鼻の事例がある(宇多・山本, 1986; 宇多ほか, 1992)。これらの研究では酒沼の北岸にある親沢鼻砂嘴周辺で深浅測量や波浪観測を行い、東風に起因する風波により砂嘴の東面が削られ、西側で汀線が前進しつつあることを明らかにした。しかし砂嘴の変形の機構は明らかにされたものの、この砂嘴がそもそもこの位置に形成された原因についての検討は十分ではなかった。この点を明らかにするには、土砂の供給源も含めたより広い区域での湖浜変形について調べることが必要である。そこで漂砂の供給源となる河川を含む親沢鼻全域の空中写真を1994年3月16日に撮影するとともに、同年9月3日には親沢鼻の現地踏査を行ったので、これらのデータをもとに親沢鼻の地形的特徴について要約するものである。その場合、詳細な地形測量や底質調査の結果の報告は別の機会に譲り、ここでは現場状況から見た湖浜の特徴の記述に重点を置くこととする。

2. 空中写真による親沢鼻の全体状況の調査

1994年 3月16日、酒沼親沢鼻の空中写真撮影を行った。酒沼は茨城県東部、水戸の南約10kmに位置する面積 9.38km²の汽水湖である。この湖の西部には2つの砂嘴(親沢鼻と弁天鼻)が発達しており、北岸にあるのが親沢鼻である。この砂嘴は酒沼での卓越風(東風)による風波によって発達してきている(宇多・山本, 1986)。写真-1が撮影結果である。空中写真に示すように、砂嘴はほぼ三角形であり、その底辺の長さは約300m、三角形の高さ、すなわち砂嘴の突出長は約250mである。砂嘴の中央部は茨城百景の名所の一つであり、親水公園としてキャンプ場が整備されており、また東側の湖浜はウインドサーフィンの練習場として有名である。写真より湖岸の特徴を調べると、親沢鼻の東・西両岸は既にコンクリート護岸で覆われてしまっており、砂浜は存在しない。このことから、親沢鼻は酒沼内で最も貴重な砂浜である。しかし、近年東岸で侵食が進んできており、貴重な湖浜の喪失が危惧されるようになった。砂嘴の

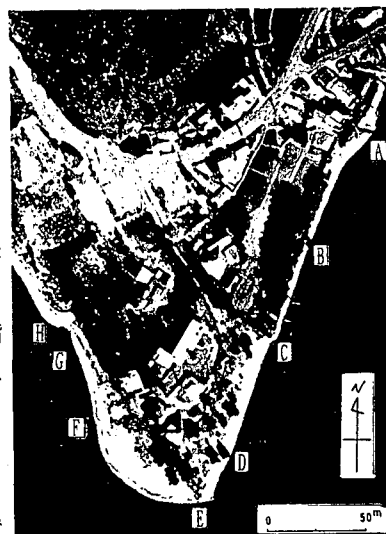


写真-1 酒沼親沢鼻の空中写真

北東端には小河川が流入しており、この川の河口部はデルタ状に突出している。(1994年3月16日撮影) このことはこの小河川からの流出土砂が現況でもかなりあることを示している。そして親沢鼻では沿岸漂砂は東側より砂嘴の先端を回り込んで西側へ運ばれていることになる。写真には主要な点をA~Hで示すが、小河川の河

* 正会員 工博 建設省土木研究所河川研究室長

** 正会員 東海大学海洋学部海洋土木工学科助教授

*** (株)三水コンサルタント

**** (株)小島組

口の南側では C点で汀線に段差がついているものの、砂嘴の先端に近いD点まで汀線はほぼ直線状に伸びている。河口の南側、および漂砂を阻止する構造物があると思われるC点で汀線の不連続ができ、C点の南側の汀線が相対的に後退していることから、沿岸漂砂の方向は明らかに南下する方向である。これに対し砂嘴の西側では土砂が次々と堆積しているため、湖に向かって凸な汀線形状になっている。ここでは宇多ほか（1992）で述べたように経年的に汀線が前進してきており、陸上部に堆積平坦面が形成されている。

3. 現地踏査写真の判読

1994年9月3日、親沢鼻の現地踏査を行った。以下ではその際撮影した12枚の写真より現地の状況を明らかにする。記述の順序は漂砂の上手側から下手側へ、すなわち写真-1の点Aより点Hの順である。

(1) 親沢鼻の東岸の湖岸状況

まず、写真-1に示す砂嘴の北東端の護岸上より河口付近（A点）を望む状況が写真-2である。河口は東向きに突出している。河口より手前（北）側の汀線はほぼ直線状に伸び、その上に河口部の突出が重なっているが、これと比較して河口より南側の汀線は大きく凹状に後退し、親沢鼻へと続いている。このように河口を挟んで南北の汀線が明らかな非対称性を示す点は、この付近の沿岸漂砂の卓越方向が南向きであり、河口からの流出土砂が南側へと移動する条件にあることを示している。写真-3には小河川の河口部河道の状況を示す。川幅は約1.4mであり、河口直上流にある四角堰で測定した流量は約2.3ℓ/sであった。写真-2,3に示すように河口流はやや南側に傾いて流出していた。1994年3月16日撮影の空中写真では河口部の流路はやや北側へ向いていたから、この6ヶ月間に流路が北側から南側へ移動したことがわかる。河口流は汀線より斜め沖向きに流出しているために、その前面での沿岸流の発達を阻害している。このことは河口を横切る沿岸漂砂を減少させるから、河口を境に沿岸漂砂の場所的不均衡が生じ、河口の南側では侵食され易く、結果として写真-2に示したように河口の右岸（南側）の汀線が凹状になったと考えられる。写真-4にはB点の海浜状況を示す。この付近には写真-1に示したように竹を含む樹木が密生している。その前面には幅4～5mの前浜が広がるが、樹木の根の付近を見ると、一部根が波により洗い出されているのが見られる。このことは、湖水位が高い時湖岸が侵食されるものの、木の根が侵食を防いでいることを示している。この意味より写真-1に示す小河川の河口（A点）とC点の間は汀線が後退しにくい状態になっていると考えられる。湖岸を守る意味で樹木の根が有効な働きをすることは琵琶湖での調査でも指摘されている（宇多ほか、1994）が、本研究でも同様な結果が得られた。このことは、湖沼では湖浜の侵食防止に樹木が有効利用可能なことを示している。写真-1のC点では汀線が階段状となっており、C点の北側の汀線に対し南側の汀線は2～3m後退している。このことはC点で南向きの沿岸漂砂が阻止されていることを示している。C点の現地状況を示すのが写真-5である。ここではU字コンクリートの排水口が延び、その出口周辺には根固め用の捨石が置かれている。排水口は現況で破損しているが、それでも漂砂の阻止能力はかなり高い。また、写真によれば排水口の手前側の汀線の後退状況がよくわかる。壊れた排水口の出口付近では捨石の間に砂礫が混在してい



写真-2 東岸の流入河川の河口周辺部の汀線状況



写真-3 流入河川の河口部の状況



写真-4 東岸の樹木の根により守られた湖浜



写真-5 突堤として機能する排水口

が見い出されたことから、上手側から供給された土砂の過剰分はC点を越えて南側にも流出するが、漂砂の通過速度はこれらの施設がない時に比較して大きく落ちていると考えられる。潮沼では来襲波の周期が短く、したがって波長も短いので、写真-5に示す規模の施設でも漂砂の阻止能力はかなり高い。写真-1のD点には木製の護岸があり、護岸ののり先が汀線付近にあるために砂嘴の先端を回り込んで西側へ流出する沿岸漂砂をかなり阻止している。写真-1の点DをC点側より南向きに望んだ状況が写真-6である。木グイでできた護岸が松の根付近の侵食を防いでおり、護岸ののり先は汀線とほぼ一致している。詳細に見ると、汀線付近の護岸がやや前傾して



いるのが見てとれる。この護岸の詳細を写真-7に示す。北側の巻き込み部より裏込め土砂がえぐり取られている。写真に示すように、木製グイの裏側には吸い出し防止用のマットが入れられていたが、クイとマット両者とも巻き込み部の長さが短かったため、その端部より土砂が流出している。このことから、この護岸は巻き込み部を延長するなどの処置が必要と考えられる。同様にして写真-8にはこの護岸の汀線との接点付近の状況を示す。盛土の上部に約1.2mの陥没穴が形成されている。これは明らかに護岸の下部より土砂が吸い出されたことを表してい

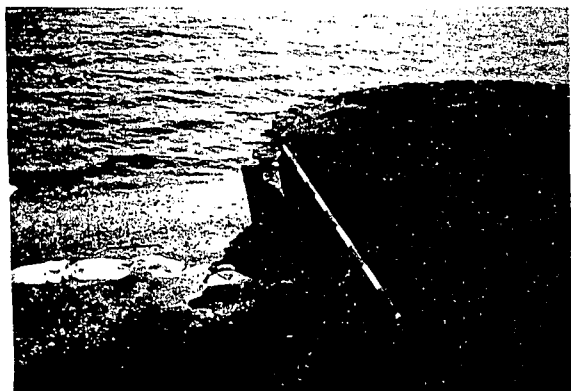


写真-7 巻き込み部より壊れつつある護岸

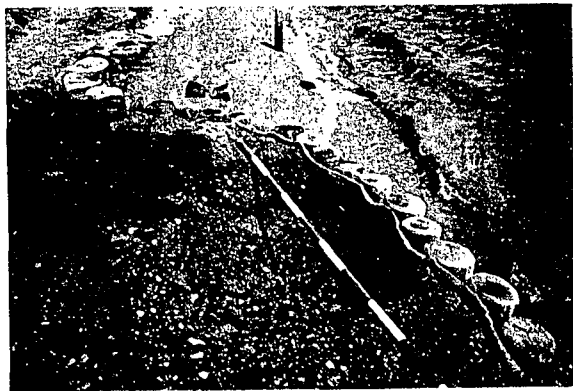


写真-8 土砂の吸い出しの始まった護岸

る。この付近の護岸は写真-6に示したようにかなり前傾してしまっていることから、これに伴って護岸下部に隙間ができ、そこから土砂が流出したと推定される。このように護岸の裏込め土砂が吸い出されて陥没が起これば、やがて護岸の破壊につながることは、海岸護岸の被災例としてしばしば見られる特徴である（宇多，1994）。したがってこの位置で護岸を補強するとしても土砂の吸い出しが起これぬよう構造について十分な配慮が必要である。さらに砂嘴の先端に近づき、写真-1の点DよりEを望む状況を写真-9に示す。この間の湖浜は、護岸により連続的に守られている。写真-9の最も前方で2本の木の根を守っているのがE点の護岸である。E点の護岸もD点の護岸と同様、汀線にかなり突出している。このためD、E点に挟まれたこの区間の汀線は比較的安定である。しかし、写真-9において満潮時の汀線に対応すると考えられる白っぽい乾いた砂浜の輪郭線を調べると、手前側のD点に近い護岸部分では護岸ののり先に沿って約30cmの幅で回り込んだあと、護岸の突出部を越えた地点で護岸の法線と比較してこの輪郭線が相対的に後退している。このことは少なくとも満潮時には砂嘴の先端を回り込む沿岸漂砂が存在することを示している。E点、すなわち砂嘴先端の護岸状況を写真-10に示す。護岸の北側に三角形に前浜が広がり、護岸の先端は汀線位置と一致する。このことはこの護岸はその北側での前浜の維持に役立っている



写真-9 砂嘴先端部の護岸状況



写真-10 砂嘴先端の木製護岸

に役立っているが、上手側より供給された過剰な沿岸漂砂は護岸の前面を通過して西側へと流出してしまう条件にあると考えられる。

(2) 親沢鼻の西岸の湖岸状況

写真-1に示したように、親沢鼻の西岸の点Fの沖にはボートが係留されている。このボートによる波の遮蔽効果のため直線状であった汀線はここで突出し、舌状砂州が形成され、その背後には低地が広がっている。この状況を示すのが写真-11である。このように湖では実海岸と比較して波長が短いため、係留されたボートでも離岸堤などと同等の効果が発揮される。また、浜堤背後の低地にたまった水は標高が高いため砂州を横断することはできず、北向きに流れて舌状砂州の北側の湾入部のバーム高がやや低い場所より湖内へ流入している。さらに、湖内にある倒木などの周辺では外海に面した海岸でのヘッドランドなどがある場合と同様な地形変化が見られる。写真-12は、写真-1のG点で撮影した木の根とその背後のトンボロの形成状況である。トンボロを挟んで手前側の



写真-11 係留船背後に形成された舌状砂州



写真-12 木の根の背後に形成された不連続な汀線
（木の根のヘッドランド効果）

汀線に対し、遠方の汀線が約1m後退していることが見てとれる。すなわち、この程度の大きさの木の根でもその遮蔽効果により漂砂移動が阻止され、その周辺の汀線が安定化しているのである。写真-11の場合と同様、木の根の手前側には波によりうちあげられた細砂が小高く堆積してバームが形成されており、その背後は低地となっている。この低地にたまった水もまた北向きに流れ、最終的に木の根の背後の砂州高が低い部分より湖へ流入している。このように小河川の河口が波の静穏な場所に形成されるという点は、しばしば現地海岸でも見られる特徴である。最後に、写真-13は、親沢鼻の西岸に延びコンクリート張り護岸と根固めの状況である。護岸ののり先には矢板が打っており、護岸の水たき部の高さは湖面より約40cmにある。根固めは径0.5mほどの捨石でできており、天端幅は約1mである。ここでは前浜は存在せず、護岸前面が急に深くなる。観察時、水は滞留し、根固めには生物が付着しており、親沢鼻の砂浜部と大きな違いを示した。ここでは砂浜がないため、護岸から直接沖合のシルト質の海底が広がるため湖浜で生息する小動物や植物の生息のために望ましくない環境になっている。これと同じ状況はここ付近だけでなく、写真-1に示したように親沢鼻の東側にも続いており、酒沼の環境の悪化原因の一つとなっている。



写真-13 親沢鼻西側のコンクリート張り護岸の状況

3. 考察

親沢鼻では東からの風波の作用により東面の砂浜が削られ、侵食土砂は西側に堆積している。すなわち全体として見ると先端部を中心として砂嘴が西側へと傾きつつあると言える。砂嘴の東側での侵食が進むにつれ、前節で述べたように湖浜の樹木を守るために木製の直立護岸が造られた。この木製護岸自体は親沢鼻の景観を守るよう設計されているが、侵食により吸い出しや巻き込み部からの土砂流出が起きている。したがって比較的長い目で見ればやがてこれらの木製護岸は侵食により被災する可能性が高い。その場合、写真-13に示したような矢板と根固めで固められたコンクリート護岸を造ってしまえば、茨城百景として有名な親沢鼻の景観と湖浜環境は一挙に失われてしまうであろう。その意味で親沢鼻の砂浜を今後も守るには風波による漂砂とそれによる変形について十分な理解が必要である。

現在、親沢鼻への漂砂の供給は写真-1に示すように、東側の流入河川からである。ここからの流入土砂は沿岸漂砂により南向きに移動する。このとき、写真-1のC点にある排水口がやや突出しているためにC点より北側の汀

線の後退が阻止されている。この場合、C点の構造物は沿岸漂砂を完全に止める不透過構造ではなく、いく分かの土砂は下手側へ流出している。もしC点の構造物の漂砂を阻止する能力が低下して土砂が流出すると、河口～C点全域の汀線が後退してしまうことになる。一方、C点の南側では汀線が既に局部的に後退しているが、汀線の急激な後退はD点の直立護岸が漂砂を止めていることにより防止される。すなわち、C点で汀線は階段状になってはいるものの、河口～D点の間ではほぼ安定状態に近いと考えられる。D点より南側の砂嘴先端部は湖浜の変形が最も著しい場所である。現況ではD点より南側で汀線がやや後退しているが、これはD点の護岸が漂砂を阻止していることを表している。砂嘴の先端にはE点の護岸があり、ここがD点の護岸と同じ働きをしている。このため点D、E間の侵食速度は低下しているが、D、E間では砂浜が徐々に狭くなる。E点より西側はE点のすぐ西側隣接部を除き土砂の堆積域であり、河川より流入した土砂は最終的にこの区域に堆積する。以上のように考えると、C点の排水口、D、E点の護岸があることにより、砂嘴の東側より先端を経由して西側へと回り込む沿岸漂砂がかなり流れにくくなっており、したがって砂嘴の変形速度も低下しつつあると考えられる。しかし土砂の流出自体が止まった訳ではないから、東側海浜は少しずつ汀線が後退することになるはずである。この場合、現況の護岸等はそのままにして東側の砂浜を広げるには、河口部付近に砂礫を投入（養浜）し、そのあとの移動を波による沿岸漂砂にゆだねることである。宇多ほか（1992）は、1983年～1990年の7年間の海浜変形より親沢鼻の東側から西側へと移動する沿岸漂砂量を約 $100\text{m}^3/\text{yr}$ と推定した。現在は護岸等の構造物が造られていることから漂砂量はこれより減少していると考えられるが、この量は投入不可能ほど大量ではないから、養浜の可能性はかなり高いと考えられる。この意味から親沢鼻の湖浜環境を大きく変えることなしに砂浜を維持する方法として養浜は有力な手段になりうると考えられる。

4. あとがき

酒沼の湖面に三角形に突出した砂嘴である親沢鼻では、観察された湖浜の地形特性より湖浜の形成および変形が風波に起因する沿岸漂砂の作用に支配されていることが明らかになったと思われる。この砂嘴は三角形に鋭く突出しているにもかかわらず、その形成と変形の支配要因が沿岸漂砂であるという点は、砂嘴の汀線の沿岸方向の曲率半径と比較して碎波帯幅が十分狭いということから得られる結果である。このような考え方の妥当性は既に宇多（1982）が示している。さらに、湖浜で見られる種々の現象が現地海岸のそれと非常に類似する点は、湖浜変形の研究が海浜変形の研究にも大いに役立つことを明瞭に示している。このことから、今後機会があれば湖浜変形に関する研究をさらに進めたいと考えている。

参考文献

- 宇多高明（1982）：円弧状および大規模カスプを有する海岸における海浜流循環，土木学会論文集，第326号，p. 63-82.
- 宇多高明・山本幸次（1986）：湖および湾内に発達する砂嘴地形の変形特性，地形，Vol. 7, pp. 1-22.
- 宇多高明・山本幸次・畑中達也（1992）：酒沼北岸，親沢鼻砂嘴の1983年～1990年における変形特性，海岸工学論文集，第39巻，pp. 386-390.
- 宇多高明（1994）：現場のための海岸Q & A選集，（社）全国海岸協会，p. 236.
- 宇多高明・吉田隆昌・西島照毅・富士川洋一（1994）：植生を利用した湖浜保全に関する一考察－琵琶湖を例として－，海岸工学論文集，第41巻，pp. 1111-1115.