

# サロマ湖湖浜における砂嘴群の発達と原生花園地の護岸との関係

Relation between formation of sand spits on lakeshore and construction of seawall in wild flower park in Lake Saroma

宇多高明\*・古池 鋼\*\*・三波俊郎\*\*・芹沢真澄\*\*\*・川森 晃\*\*\*\*・山上佳範\*\*\*\*  
鈴木將之\*\*\*\*\*・神田康嗣\*\*\*\*\*・加藤憲一\*\*\*\*\*

Takaaki Uda, Kou Furuike, Toshiro San-nami, Masumi Serizawa, Akira Kawamori,  
Yoshinori Yamagami, Masayuki Suzuki, Yasutsugu Kanda and Ken-ichi Kato

Formation of a group of sand spits on lakeshore was investigated in Lake Saroma in eastern Hokkaido. Several sand spits develop by longshore sand transport generated by wind waves in eastern part of slender shape of this lake. Wild flower park is located in this area, but recently seawalls to protect cycling road against lakeshore erosion were built, which kill scenic beauty of natural lakeshore. The cause is due to the approximation of cycling road to the shoreline, which is changing responding to the movement of sand spits. In order to improve this condition appropriate setback is needed.

**Keywords :** lakeshore, sand spit, field observation, setback.

## 1. まえがき

1997年6月末に網走市で開催された海洋開発シンポジウム終了後の6月27日、オホーツク海沿岸の海岸線や海跡湖の現地踏査を行う機会があった。この現地踏査では、とくに能取湖とサロマ湖の湖岸において風波あるいは湖口からの侵入波浪に起因する、興味ある湖浜変形が観察された。風波に伴う湖浜の変形に関して、Zenkovich (1959) は、細長くかつ浅い湖では湖岸線に幾組もの砂嘴が発達し、その砂嘴は次第に発達を遂げ、対岸の砂嘴と接続して細長い湖がほぼ同心円状の湖に分割されることを明らかにした。このような実例はわが国では少ないが、北海道東部に位置し、オホーツク海に面した海跡湖であるサロマ湖では、この条件とほぼ近い湖浜変形が観察される。しかも、細長い湖の両岸で風波のために周期的に砂嘴が発達しているが、この砂嘴と湖岸周遊自転車道の位置関係が悪いために、自然豊かで非常に良好な環境条件に恵まれた原生花園であるにもかかわらず、湖岸を自然の砂浜のままに保つことができず、コンクリート護岸で守らざるを得ない状況となっている。このような点は、自然環境の保護・保全が重要視される現在見逃すことのできない問題と考えられる。そこで、空中写真や現地踏査資料などをもとにこうした点について考察する。

## 2. 現地踏査区域の概況

調査区域は、図-1に示すように北海道の東部に位置するサロマ湖の東部である。図-2には調査区域の拡大図を示すとともに、写真-1には1992年撮影の空中写真を示す。対象区域はサロマ湖の東端にあり、湖の幅は東向きに次第に狭くなる。細長い水路の先端は、人工

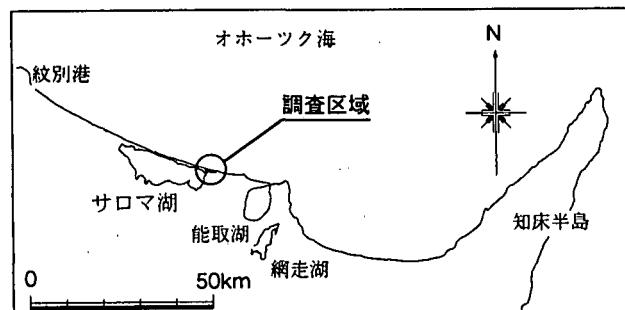


図-1 調査区域の位置図

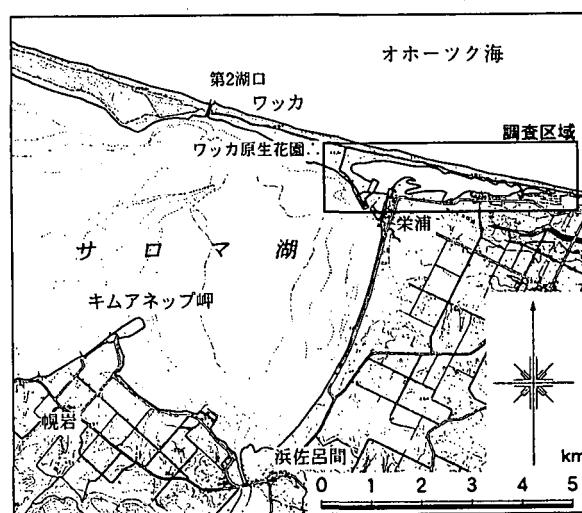


図-2 サロマ湖東部の地形

\*正会員 建設省土木研究所河川部長 (〒305 茨城県つくば市旭1)  
\*\* 海岸研究室 (有)  
\*\*\*正会員 海岸研究室 (有)  
\*\*\*\*正会員 (株) アルファ水工コンサルタンツ  
\*\*\*\*\* (株) アルファ水工コンサルタンツ  
\*\*\*\*\*正会員 (株) エムエーシー  
\*\*\*\*\*正会員 日本建設コンサルタント (株)

開削が行われる前までは湖口であり、そこでオホーツク海とつながっていたが、1929年に第1湖口が、そして1979年には第2湖口が開削されたのにともなって波の作用で旧湖口は完全に塞がった。湖口は塞がったものの、この水路は細長く、かつ湖浜が浅く緩勾配のため、湖浜には幾組もの砂嘴群の発達が見られる。最も規模の大きい砂嘴は、現在は栄浦大橋が

建設されている場所において、西側からこの細長い水路を閉塞するように発達した砂嘴である。この砂嘴があるために、ここでサロマ湖はほぼ二分された形となっている。

写真-1にはいくつもの砂嘴や舌状の突起が見られるが、これらのうち航路の西側にある尖角州をP1、その東側にある砂嘴をP2とし、また北岸で湖の形状が東向きに単調に細長くなる部分に存在する規模の大きな舌状の突起や砂嘴を、西側から順にS1からS5とし、それぞれの特徴を調べてみる。なお、S1～S5の沿岸方向の間隔と、それぞれの突起の中点での対岸距離、およびそれらの比は表-1のようである。

### 3. 航路部の砂嘴

写真-1にP1で示す位置には、航路とほぼ平行に尖角州が伸びている。この尖角州の南側は舟溜まりの防波堤と護岸によって区切られており、写真に示すように防波堤のすぐ北側で汀線は凹状となったあと、再び航路側へと突出し、その先端は反時計回りに湾曲している。写真-2は、この砂嘴を付け根から先端方向を望んで撮影したものである。砂嘴の先端部は左方向（北側）へと湾曲しており、先端ほど細長くなる。また、左右とも湖面が広がっているが、右側からの砂州の形成が著しい。写真-3は尖角州の先端の状況である。写真の右側が航路側であって、こちら側は水深が大きくて作用波の波高が高いために、写真に示すバームでは右から左へと越流が起き、それによって砂が運ばれた痕跡が残されている。

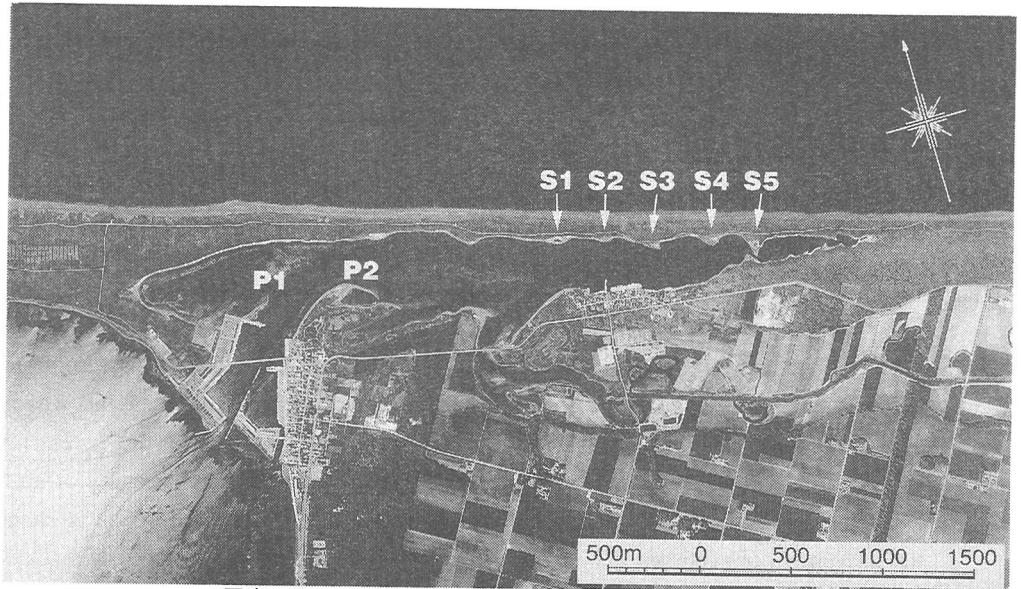


写真-1 サロマ湖の東端部の空中写真（1992年撮影）

表-1 湖浜の舌状突起または砂嘴の間隔、対岸距離およびそれらの比

砂嘴	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5
a. 沿岸方向の間隔 (m)	260	260	320	230	
b. 対岸距離 (m)	260	220	250	150	
c. bとaの比	1.00	0.85	0.78	0.65	



写真-2 航路の北側に形成された尖角岬を基部から望む状況



写真-3 尖角岬の先端部

再び写真-1を参照すると、航路の東側にも規模の大きな砂嘴が発達している。その先端部は非常に幅が狭く、岸側へと伸びている。この付近は写真に白っぽく湖底面が写されている通り非常に浅い。このために細長いバークー状に砂嘴が発達したと考えられる。

#### 4. 舌状突起周辺の湖浜特性

写真-1の空中写真では、細長い湖の北岸に舌状の突起や砂嘴がいくつも見られる。これらのうち湖の形状が東向きに単調に細長くなる部分に存在する規模の大きなものを西側から順にS1からS5としたとき、S1付近の湖岸を撮影したのが写真-4である。写真は、S1の矢印の先に白く見える自転車道から撮影したものであるが、写真に示すように内湖が存在している。この内湖は細長いバリアーにより外側を囲まれており、水面の手前側にもかなり広い低地が広がっていることが低い植生の繁茂状況から見てとれる。また、この低い植生群落の手前側は自転車道へ向かって緩い勾配で高くなり、この斜面上はハマナスなどの灌木で覆われている。写真-5にはバリアーの状況を示す。バリアーは湖側の勾配が内湖側の勾配より急であり、その頂部は植生に覆われている。内湖の周辺は水生植物が繁茂しており、バーム上の植生とは明らかに種類が異なる。

この内湖からは東向きに水路が伸びている。写真-6の左端から斜めに見えるのがこの水路である。写真-7は、写真-6の中央部に見えるヨシ帯を越えた位置より、内湖から湖へと続く水路を東向きに撮影したものである。写真の左端が内湖に続く低地であり、内湖の水位が上昇した際にはこの水路を通って内湖から湖へと水が流れたことが明瞭に読みとれる。その証拠に、この低地に沿っては陸生の植生は生育しておらず、流れの跡がついていることがあげられる。しかもこの低地の左端部には河川流が蛇行した場合に見られるのと同様な、側方侵食によって形成された崖面と、それによって崩れ落ちた植生が観察される。このことから、この付近ではかなり強い流水の侵食作用を受けたことが分かる。また、湖側にはバームがきれいに発達しているが、このバーム頂から岸向きになだらかな勾配で低下した砂面は、その陸側端部で非常に急勾配で堆積している。これは、バームの形成時、バームの裏側にも水面があったため、そこで水中安息角をなして砂が堆積したことを表している。同時にこの条件下では写真中央部にバームを横切る水路が残されていることから、バームを越流した水はバームの裏側を流れたのち、この細い水路を通って湖へと戻っていたと推定できる。

写真-4では自転車道から内湖まではなだらかな斜面であったが、写真-7によれば、砂州の岸側には植生で隠されてはいるもののかなり高い崖が形成されている。この崖は、写真-6, 7に示したように、内湖と湖とを結ぶ水路のある付近より東側隣接部で顕著に形成されている。写真-1によれば、舌状の突起は湖に突き出しているため、西風時の東向き沿岸漂砂の連続性が阻害される。これによって舌状突起の東側では沿岸漂砂によって侵食され、浜崖として形成された可能性が大きい。

以上の点は、S1に存在する内湖は、東向きに砂嘴が発達することにより、その内側に湖水面が取り残されて形成されたものと考えられる。そして、このように砂嘴が湖岸線から突出すると、突出部の東側隣接部には波の遮蔽域が形成されて静穏になるが、それより下手側では波

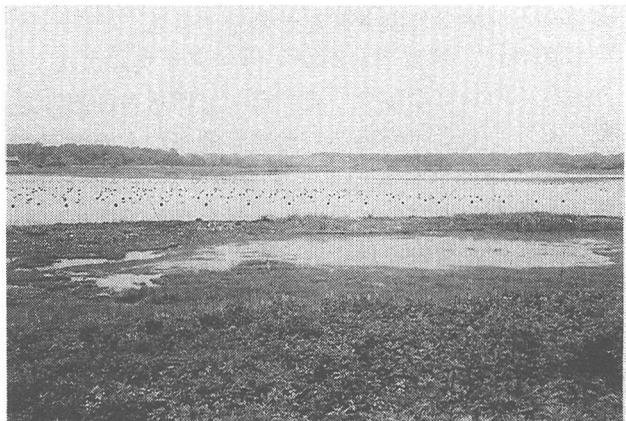


写真-4 S1地点に形成された内湖



写真-5 S1地点に形成された内湖の外側を区切るバリアー



写真-6 写真-5と逆方向を望んだ湖岸状況



写真-7 S1地点に形成された内湖とサロマ湖とを結ぶ水路の跡

浪の作用が著しいために、沿岸方向のエネルギー フラックスの場所的非一様性が生じて、砂嘴より東側にわずかに離れた区域は侵食されたと推定できる。

写真-8は、写真-1においてS2で示す突起の状況である。東向きにきれいな砂嘴が発達し、これを境に湖岸線が大きく凹状となっている。そして凹状の汀線の背後では侵食により浜崖が形成されている。写真-9はさらに砂嘴に接近してその先端部の形状を調べたものである。この小さな砂嘴は、砂嘴の一般的な形状特性（宇多・山本、1992）をよく有している。すなわち、西側から沿岸漂砂によって運ばれてきた砂が半円形をした砂嘴の先端部を回り込み、砂嘴の裏側で急勾配をなして堆積したため、砂嘴の裏側が急勾配をなして落ち込んでいる。また、沿岸漂砂が砂嘴の汀線に沿って流れることは、砂嘴の中央部にはほぼ半円形状に植生が生育していることや、旧汀線に対応すると見られる縞模様が付いていることからも理解できる。なおこの砂嘴では、写真手前側に細長く小さな砂嘴が伸びているが、これは現況では湖水位が低く水深が小さいために、沿岸漂砂が砂嘴の裏側へ回りこまことに、直線的に対岸方向へと伸びることによって形成されたと考えられる。

この砂嘴の場合も、砂嘴が湖岸線から突出しているために、沿岸漂砂の場所的非一様性が生じ、下手側では侵食に曝されている。写真-10がその状況である。高さ約1mの浜崖が形成され、その上に繁茂していた植生が崩れ落ちていることから、侵食は現在も継続していることが分かる。さらに、写真-11は写真-1でS2からS3へと白く見える自転車道が緩く南向きに湾曲する箇所から東向きに撮影した状況である。この写真の右側には写真-10に



写真-8 S2地点の砂嘴とそれに隣接する東側の湖浜

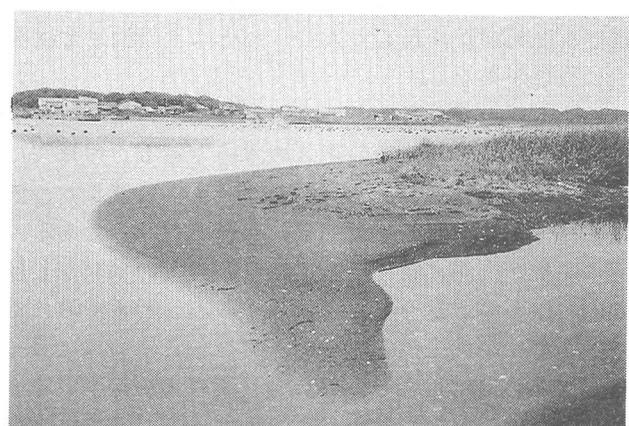


写真-9 S2地点に形成された砂嘴の先端部



写真-10 S2にある砂嘴の東側隣接部で生じている浜崖侵食



写真-11 S2からS3へと緩くカーブする自転車道



写真-12 コンクリート護岸で覆われた湖岸



写真-13 写真-11の東側隣接域で、侵食が進んだため新たに設置された蛇かご式護岸

示した浜崖が形成されている。写真-11において、自転車道の先を見ると、湖岸にはコンクリート護岸が見える。この護岸と砂嘴の位置関係を西向きに撮影したのが写真-12である。白くむきだしのコンクリート護岸が直線的に伸び、原生花園の良好な環境を害している。写真-12において左向きに突出しているのが写真-9に示した砂嘴である。また、写真-12では護岸のすぐ右側に自転車道が見える。汀線の後退が著しく、背後の自転車道まで侵食される恐れがでたために、写真-12のようにして護岸が造られたと考えられる。しかし、逆に写真-12のように護岸が湖内へ突出すると、風波による沿岸漂砂の移動を阻害するために、護岸の東側では再び侵食が起こる。すなわち、海岸でよく見られる沿岸漂砂の卓越する海岸で、漂砂移動を阻止する施設を建設した場合にその施設の下手側で見られるのと同じ現象（宇多、1997）がここでも生じている。侵食は写真-12で示すような護岸の端部に限定されることはない。写真-13は、コンクリート護岸の東側隣接域での侵食を防ぐため設置された蛇かご式の護岸である。この護岸の東端部には砂浜が残されており、護岸端部が侵食されるという特徴を示さないが、これは写真-1に示したように、さらに東側のS3の砂嘴が湖に突出し、そこで汀線が固定されているためである。写真-13の右側に大きく突き出ているのがS3の砂嘴である。また、写真-13では、2段の蛇かごのうち上段と下段の境界には多くの海藻などの浮遊物が付着していることから、湖水位はこのレベルまで到達したことが分かる。

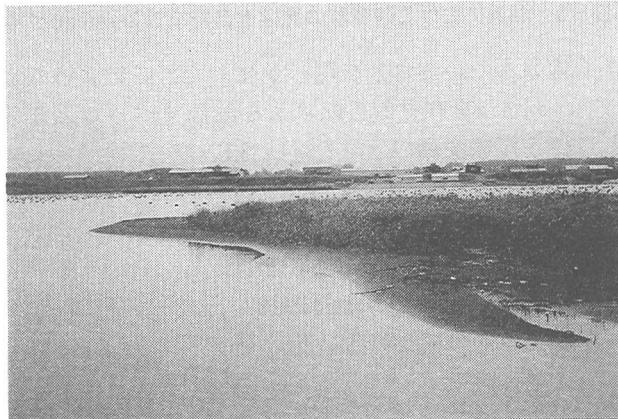


写真-14 S3の砂嘴先端部

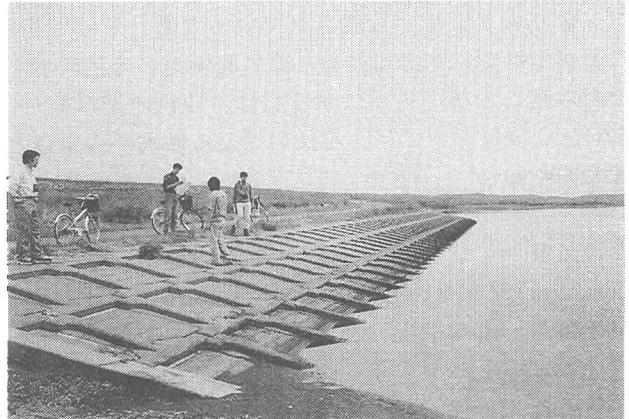


写真-15 S3の砂嘴のすぐ東側のコンクリート護岸で覆われた湖岸

S3の東側隣接部では写真-14に示すように再び砂嘴が発達している。この場合にも写真-9とよく似た砂嘴が形成されている。この砂嘴の東側では写真-1に示したように、湖岸線と自転車道とがほとんど重なっている。このことは自転車道を護岸等の施設で守る必要性があることを意味する。写真-15がこの護岸である。ここでも湖に突き出るようにして直線的に護岸が伸びている。しかし、その東端部では写真-16に示すように再び汀線が後退して浜崖が形成されている。

以上のように、サロマ湖の旧湖口に向かって伸びる細長い湖では、風波によって発達した東向きの沿岸漂砂により湖岸線に幾組もの砂嘴が発達している。これらの砂嘴は一度形成されれば沿岸漂砂の場所的非一様性を助長させ、湖岸線の凹凸を著しくさせる。このような場において、原生花園の自転車道が湖岸線近傍にあって、汀線が後退した場合の余裕がないために、砂嘴の東側ではコンクリート護岸で覆われてしまっている。

写真-1において、S5には一連の砂嘴のうち最も規模の大きい砂嘴が発達しているが、この砂嘴の対岸にも砂嘴が発達し、これら2つの砂嘴の間に狭い水路を残して細長い湖がほぼ閉塞状態になっている。この状況は、Zenkovich (1959) が示した湖内における砂嘴群の発達とよく一致している。

## 5. 考察

サロマ湖の原生花園内に伸びる自然観察用の自転車道は、湖浜に砂嘴が形成された際の汀線変動に対し、自転車道が汀線に近づき過ぎていたことによりそれを守る護岸が必要になったと言える。オホーツク海に面し、豊かな自然が残されている場所であるがゆえに、コンクリート製の護岸がむき出しになっている状況は自然景観の阻害原因となっている。図-3aの模式図に示すように、砂嘴が形成されるとその周辺の汀線が前進あるいは後退するが、自転車道がこの変動帶の内側にある場合が現況である。その改善策としては、自転車道の形状を波型の汀



写真-16 写真-14の護岸の東側隣接部

線と平行にし、凹凸状の汀線に沿う形に湾曲させる案（図-3b）が考えられる。しかし砂嘴は、東向きの沿岸漂砂の作用で少しずつ発達し、先端部は東向きに移動する。したがって砂嘴の移動・変形速度は小さいとは言え、最終的には自転車道が汀線と接してしまう危険性があるので、この案の採用は困難である。したがって図-3cのように、汀線の変動帯の外に自転車道を造ること、すなわち余裕を持ったsetbackを行うことが望ましいと言える。

## 6. あとがき

サロマ湖東部の旧湖口での風波の作用による砂嘴群の発達と、それに起因する汀線変化が、湖岸線近傍にある自転車道を侵食する恐れが生じ、その対策としてコンクリート護岸が設置されていること、そしてそのことがオホーツク海に面した原生花園地の自然環境を大きく阻害していることを明らかにした。このような状況を引き起こさないようにするには、現況の湖岸線から十分なsetbackを有する自転車道を計画すべきことを示したが、今後においては、細長い湖での砂嘴群の発達とそれに伴う汀線変動の予測の可能性について検討したいと考えている。

## 参考文献

- Zenkovich, V.P. (1959) : On the genesis of cuspat spits along lagoon shores, J. Geol., 67, pp. 269-277.  
 宇多高明・山本幸次 (1992) : 湖内および湾内に発達する砂嘴地形の変形特性、土木研究所報告、第186号、pp. 59-72.  
 宇多高明 (1997) : 日本の海岸侵食、山海堂、p. 442.

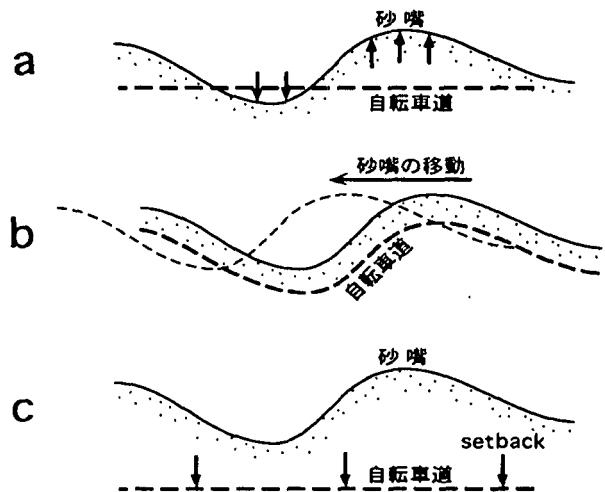


図-3 湖浜における砂嘴群の発達と自転車道のsetbackの関係