

GPSロガーを用いた石狩川河口砂嘴の地形変化の調査

Survey of the morphological changes of Ishikari estuarine spit by GPS logging

石川 治*

Osamu ISHIKAWA*

要 旨

筆者はGPSロガーを携行して石狩川左岸河口砂嘴の先端部水際を歩くことにより砂嘴地形を記録する調査を続けてきた。おそらく数百年にわたって伸び続けてきたものと思われる河口砂嘴は、導流堤の完成により近年は40年以上伸長を止めている。とはいえ、石狩川と日本海から受けるさまざまな力により砂嘴の形状は日々変化していることが確認された。2009年春以来蓄積したデータから地形変化の傾向を、季節的变化、経年的変化、突発的变化に分けてまとめた。季節的には、夏期には川側から海側へ、冬期には海側から川側へと、毎年決まったパターンの揺れ動きが見られること、経年的には、少なくともこの3年間では砂嘴先端が海側に押し出されつつあること、突発的には、冬期の強い北西風に起因する浜崖の浸食が、毎年位置を変えながらも徐々に減少しつつあること、などがわかった。

キーワード：石狩川河口砂嘴、地形変化、GPSロガー、浜崖浸食、河口テラス

はじめに

河口砂嘴とは、河口部で川の流れが海岸線とほぼ平行になり、川と海に挟まれる形で砂礫が堆積した細長い嘴状の地形のことである。

石狩川は矢白場のあたりで大きく右に彎曲して流路を西向きから北東向きに変える（最後の蛇行）。ここから流れは海岸線とほぼ平行となり、左岸は川と海に挟まれる砂嘴地形になる。その地形の開始地点を砂嘴の始まり（付け根）と解釈すると、現在の砂嘴の長さはおおよそ4km強となる。（図1）

左岸河口砂嘴の伸長については、右岸河口に設置した導流堤で人為的に流路を強制することにより1973年（昭和48年）以降ほぼ安定している。しかしながらその形状は、石狩川の水勢と石狩湾の潮流と波そして風の力により砂の堆積、浸食を受け現在でも変化し続けているものと思われる。

石狩川河口砂嘴についての研究としては、航空写真から論じたもの（浜田・菅，1998）、あるいは



図1. 石狩川河口砂嘴.

は地形図から論じたもの（山下・藤井・山崎，2004；寒河江，2007）などがある。それらはいずれも砂嘴の伸長や海岸線の前進後退の度合いを考察したもので、砂嘴形状のダイナミックな変化の挙動に注目したものは見当たらない。

* 【花畔・網】 <http://www.bannaguro.net/> 〒061-3213 北海道石狩市花川北3条4丁目42

筆者はとりわけ形状変化が大きいと思われる砂嘴先端部（およそ1.5kmほどの部分）に着目した。GPSロガーを携行して可能な限り砂嘴の水際を歩くことにより、歩いた軌跡ログからその日の正確な砂嘴形状を得て変化の特徴を確認できないものかと考え2009年春から調査を始めた。

本稿では、最初にGPSロガーを用いた調査手法について説明したあと、軌跡ログデータの解析から明らかになった地形変化の傾向などを述べる。最後に砂嘴形成の歴史的経緯についても考察してみたい。

調査手法について

1) GPSロガー

GPS (Global Positioning System) は衛星を用いて全地球的規模で連続的に現在位置を知ることができる測位システムである。単独測位での精度は10m程度とされるが、DGPS (Differential GPS) と呼ばれる相対測位により精度は数m程度にまで向上するといわれる。

GPSロガーはGPS衛星からの電波を受信し、設定された時間ごとに得られた位置情報と時刻を内蔵メモリに記録（ログ）する装置である。ログはパソコンに接続して容易に吸い上げることができるので、Google Earth などデータに対応したアプリケーションを立ち上げると軌跡が地図上に直ちに表示される。GPSロガーを携行して可能な限り水際を歩くことにより、その日の砂嘴の形状をほぼ正確に復元できることになる。

筆者が主に使用したGPSロガー（台湾HOLUX製M-241）は、DGPSに対応し測定値は真値を中心とした半径2.2mの円内に95%が入る（水平面）と謳われていて、それが事実であれば十分な精度といえる。実際調査中に数十分間同じ位置で休んでも、その間の位置情報はバラつきはしても直径5mの円内にほぼ収まっている。

2) 誤差

GPSロガーを用いた調査には常に数mの誤差を

含む可能性がある。誤差の原因としては次のようなものが考えられる。

- ・GPS測位自体が有する誤差

システム誤差、電波伝搬の遅れ、反射波の重畳などによる。

- ・気象条件などによる海岸線や川幅の変動

石狩湾沿岸の干満の差は比較的小さいとはいえ、それでも大潮時30cmほどになる。また強風、低気圧による海水位の上昇、あるいは融雪、大雨による川の水位の上昇などにより、海岸線や川幅がかなり変化する。

- ・調査の際の歩き方などの不均等

漂着物や動植物の発見あるいは休憩などのほか、調査者自身の心理的、肉体的条件によるバラつき。

3) 調査ルート

筆者は長さ4km強に及ぶ石狩川河口砂嘴のうち、とりわけ形状変化が大きいと思われる砂嘴先端部（河口からおよそ1.5km以内）の動きに着目した。

調査ルート（歩くコース）は大別して次の2通りである（図2）。

a) 一周ルート

通常のコース。「はまなすの丘」と呼ばれる砂嘴先端部をヴィジターセンター駐車場を起点として



図2. 砂嘴地形調査ルート。

石狩川左岸の川岸を進み、先端を回って帰路は海岸線（波打際）に戻る。

b) 浜崖ルート

春と秋、浜崖の浸食状況を確認するために海側だけを往復するコース。

ヴィジターセンター駐車場を起点に往路は波打際を進み、先端からやや川を遡ったあと引き返し、復路は浜崖の上をギリギリに歩いて戻る。

いずれの場合でも、5秒単位でログをとるよう設定した。たとえば時速3km程度でゆつくりと歩くことを想定すると、5秒間での移動距離は約4mなので、先に述べた誤差を考慮するとそれ以上細かくログを取ってもあまり意味がないと思われる。

初めての調査は2008年11月に行ったが、その後2009年にかけての冬期は調査していない。実質的な調査開始は2009年4月で、以降現在（2013年2月）まで季節を問わず少なくとも月に1度、多いときには週に1度（あるいはそれ以上）の頻度で調査を行い、合計90回に及んでいる。

結 果

3年強に及ぶデータを整理すると、一定の傾向を確認できる内容がいくつか見えてきた。一方ではまったく傾向の捉えようのないものもある。それらを3つの視点からまとめてみた。

1) 季節的变化

毎年一定のパターンで繰り返される変化の様子を調べてみた。

図3-aに春から秋にかけて（“夏期”と略）の変化を、図3-bに秋から春にかけて（“冬期”と略）の変化を年ごとに示す。いずれの年も夏期には砂嘴先端が南東から北西へ、すなわち川側から海側へと押し出される傾向があるのに対し、冬期にはその逆に海側から川側へと押し戻されている。

この現象を石狩川の流水の影響、および石狩湾からの波の影響とから検証してみる。

石狩川の流水の勢いを示すものとして、河口か

ら26.6kmの地点にある石狩大橋水位流量観測所（江別市）の水位データを用いた。石狩大橋より下流の観測所では、降雨、融雪などによる純然たる川の水量の変化が、気象条件によっては海水位（潮位）の変動に埋もれて見えにくくなるからである。

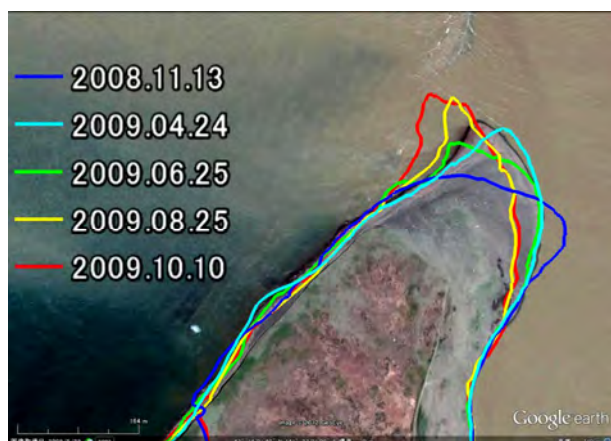
石狩湾からの波の勢いを示すものとして、河口のほぼ真南約9km（生振）に設置されている地域気象観測システム（アメダス）石狩観測所における風向・風速データを用いた。北西風（ここではとくに断らない限り、北、北北西、西北西、西からの風も含める）に起因する海水位上昇（吹き寄せ効果による高潮）と波浪が、冬期の砂嘴の浸食、地形変化に及ぼす影響の最大要因と考えるからである。

図4は石狩川が増水し石狩大橋観測所での水位が1mを越した日数のグラフであり、図5は石狩で最大風速7m/s以上の強い北西風が吹いた日数のグラフである。

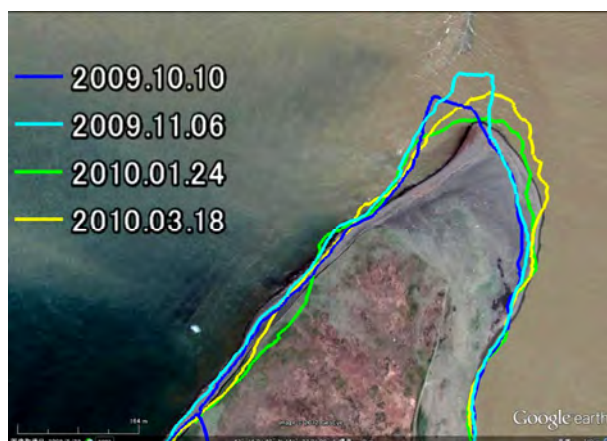
冬期間卓越する北西風も4月にはかなり弱まり、とりわけ5月から10月にかけては強い北西風はほとんど吹かない。一方4、5月には石狩川の水位上昇がもっとも顕著で、これは明らかに流域の融雪が進むことによるものである。石狩川の水勢が海からの水勢を上回り、早く海へ流出しようとする。その結果河口を広げる形で砂嘴先端を海側に押し出す。また、川から海に漂砂として供給される土砂量も増加する。

石狩川の水勢は6月になると急に衰える。同時に北西風も少なく海も穏やかである。この時期（5月末から7月初めにかけて）顕著になる現象が河口テラス（河口部に発達する砂や泥からなる海面下の堆積平坦面）の発達である。やがて河口テラスの標高は海面を越えて陸化し、河口砂嘴の先端にあたかも“ミニ砂嘴”とでもいえるような形で数10mから100m以上も細長く突き出る。ただし陸化した河口テラスの形状は年によりかなり異なる。

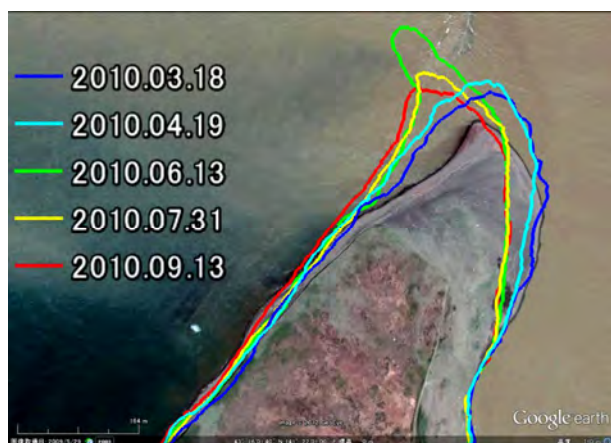
7、8、9月の石狩川の水位上昇はほとんどが台風あるいは前線の通過がもたらす大雨によるも



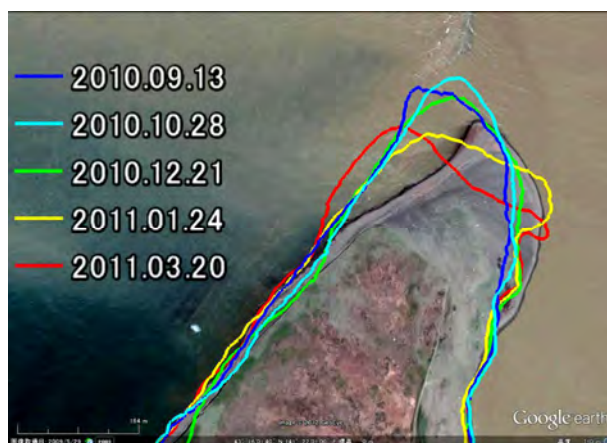
a1. 2009年春→秋.



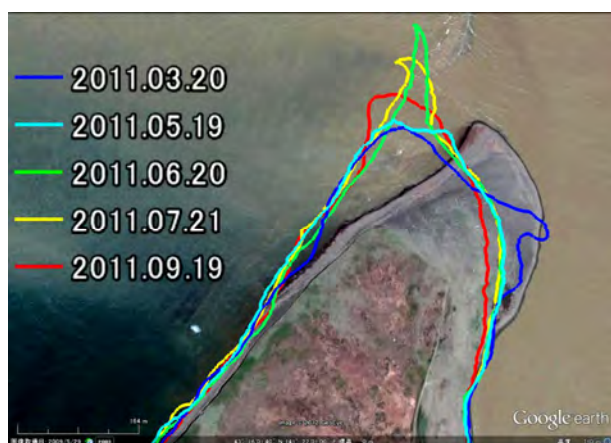
b1. 2009年秋→2010年春.



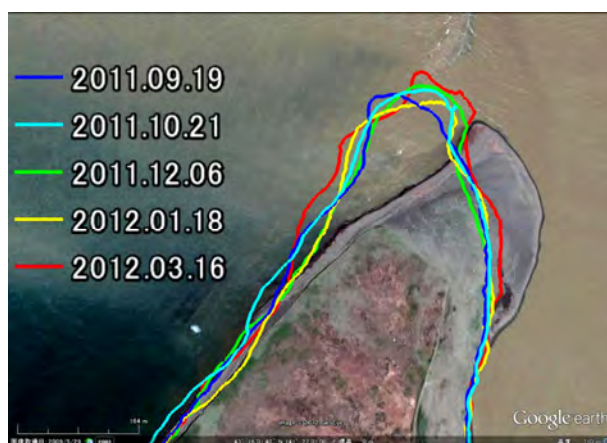
a2. 2010年春→秋.



b2. 2010年秋→2011年春.



a3. 2011年春→秋.



b3. 2011年秋→2012年春.

図3. 季節変化図.

のである。これらの突発的な強い水勢は河口テラスを削り取り（フラッシュ），あるいは押し曲げる作用をし，陸化していた部分も海面下に沈む。砂嘴先端を海側にさらに押し出す傾向は9月ないし10月まで継続する。

強い北西風が月に10日以上記録されるのは11月から3月である。この時期は石狩川の渇水期でもある。海からの水勢が川の水勢を上回り，河口砂嘴先端の海側を削りながら川側へと押し戻すことになる。一般に12月までの移動量は小さく，年を越して1月から3月にかけて動きが大きくなる。

以上のように，季節的には毎年ほぼ一定のパターンで砂嘴先端部の地形変化が繰り返されることがわかった。

一方，各年には年ごとにそれぞれ特徴的な動きも見られる。それらのいくつかについて気象・水文データなどから検討してみる。

2009年夏期（図3-a1）：

6月の時点で，河口テラスの陸化がほとんど確認されない。2009年は図4に見られるように融雪による4，5月の石狩川の水位上昇がほかの年に比べて非常に小さく，供給土砂量も少なかったことによるものだろう。これはこの年が少雪だったことを反映している。（たとえば石狩でも2009年の降雪量は，記録の残る1988年以降では3番目に少ない）

河口テラスは時にその先端近くの部分のみが島状に陸化し，水鳥たちが羽根を休める憩いの場となることがある。2009年の6月もそのケースで，沖合い50～100mの島の上で水鳥たちが群れているのを確認している。砂嘴から歩いて到達することは不可能なので，ログの軌跡は残らなかった。

また2009年7月には前線の停滞/通過に伴う大雨があり，その後8，9月には水位，北西風ともに穏やかな例年の6月に近い気象条件が続き，砂嘴先端が遅ればせながらやや伸びだしている。

2010-2011年冬期（図3-b2）：

12月までの動きは小さいが，年が明けた1月，

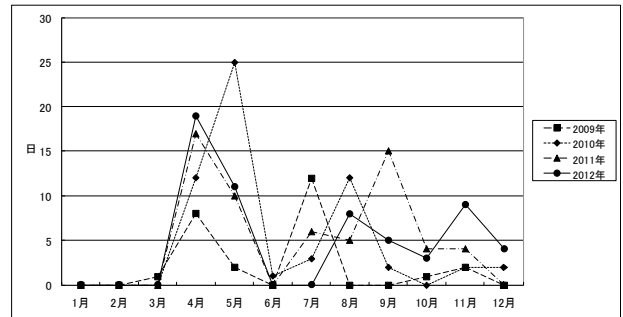


図4. 石狩大橋観測所での水位が1mを越した日数（国土交通省）。

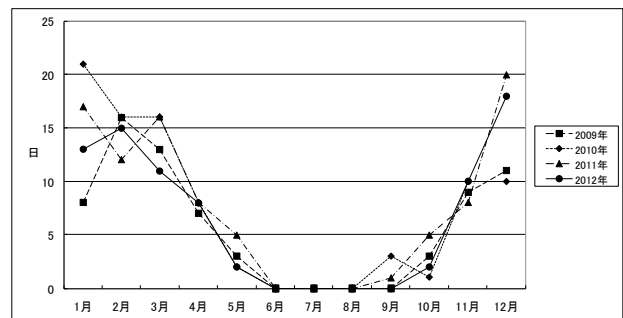


図5. 最大風速7m/s以上の北西風が吹いた日数（気象庁）。

突然砂嘴先端が削られるように押しつぶされて川側にせり出す。この変化は図4，5からだけでは説明がつかない。

一般に風による波浪は，一定方向の風の風速と吹き続く時間と吹き渡る距離のそれぞれの要素が大きいほど発達する。距離の要素はデータとして得にくいので，2009年以降，1日を通しての平均風速が8 m/s以上を記録した日を拾い出したのが

表1. 日平均風速が8 m/sを超えた日（気象庁）。

2009年には観測されず。

継続時間は，その前後の日を含め，風速5 m/s以上の北西風が途切れることなく吹き続けた時間。

年	日	最多風向	平均風速 (m/s)	最大風速 (m/s)	継続時間 (時間)
2010	1/26	西北西	8.9	11.8	35
	2/7	北西	8.0	11.8	33
	3/21	西北西	8.5	16.5	38
2011	1/7	北西	8.1	11.2	48
	4/17	北西	8.3	12.9	31
2012	2/12	西北西	8.6	12.9	37
	2/21	西北西	8.1	12.2	26

表1で、いずれも強い冬型の気圧配置が継続したことによるものである。

ここで風速5 m/s以上の北西風の継続時間を調べてみると、2011年1月7日をはさむその前後がとりわけ長かったことがわかった。次に砂嘴を調査したのは1月24日なのでやや間があり断定はできないが、おそらく1月7日前後の暴波浪が先端を一気に浸食して偏平にしたものと思われる。

2011-2012年冬期（図3-b3）：

9月以降1月まで川側への動きは弱い。2012年は継続して強い西北西の風が吹く日が2月に集中（表1）、3月の軌跡でようやく川側へのはっきりした揺れ戻しが認められる。同時に海側も膨らみ、先端近くが幅広になっているのは前年と類似した傾向である。

2) 経年的変化

砂嘴形状の変化に年を追うごとに明白な一定の傾向があるのかを検討してみる。

図6のa, b, cに、9月、3月、6月における砂嘴先端地形の経年変化を示す。いずれの時点でも、川側から海側へ、河口をより広げる方向へと動いている傾向が明白である（以下に示す移動量は、GPS測位における数mの誤差を考慮し5ないし10m単位での表記とする）。

9月、春から秋への変化の終了時点（図6-a）：

先端の形状がきれいに揃っているので、西方向（海側）への移動量を測定してみた。

A（2009年→2010年）が約40m、B（2010年→2011年）が約50m、つまりこの2年間で100m近く西方向へ振れたことになる。

3月、秋から春への変化の終了時点（図6-b）：

前節で述べたように、2011年春の先端の形状は押しつぶされていて比較しにくい。北西方向（海岸線にほぼ直角）への移動量を測定してみた。

C（2010年→2011年）が約60m、D（2011年→2012年）が約30m、ここでも移動量は100m近

いことがわかる。

6月、河口テラスが発達した時点（図6-c）：

2011年9月19日時点（図6-a参照）の先端位置を基準として、各年の河口テラスが陸化した距離を南北方向で測定してみた。

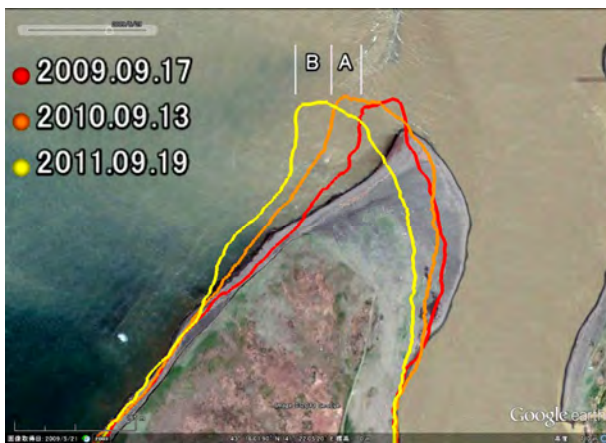
E（2010年）が約90m、F（2011年）が約120m、G（2012年）が約70m。海岸線は明らかに海側へと動いているが、陸化した河口テラスの長さはばらついていて、形も一様ではない。

ちなみに前節で述べたように2009年の河口テラスは沖合いで島状に陸化した砂嘴には繋がらなかった。また、2012年の場合も比較的広く島状に陸化したテラス先端まで辛うじて繋がったような形状だった。河口テラスの発達はこの時期常に見られる現象であるが、発達の度合いは各年で必ずしも同じではないということが示された。融雪期における供給土砂量の多寡を推し量る指標ともなるだろう。

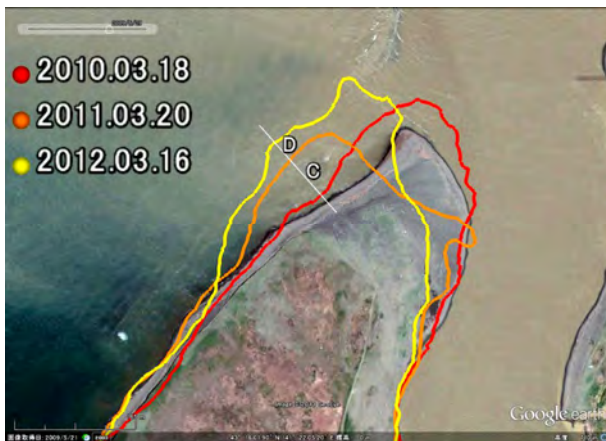
Google earthの背景画像を比較検討材料に加えても、観測期間は3年強であるので、より長期的な変動の傾向を読み取ることはできない。また、先端部だけこのペースで海側へ際限なく屈曲していく動きが続くとは考えにくい。海側-川側との間で半周期的な振動をしていることも考えられる。それはまた、海岸線の前進後退の周期と連動していることも予測され、だとすると現在は砂丘が海側へと押し出す過程に入っているという推定も成り立つ。しかしそれを示すには、さらに長期的な観察が必要である。

3) 突発的变化

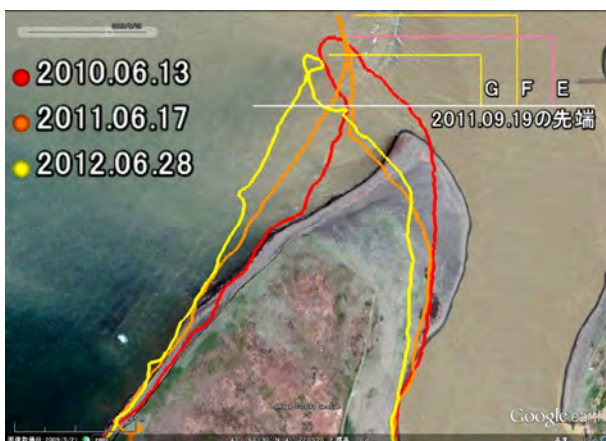
冬の季節風が吹き荒れたときとか、台風や強い低気圧などで急変する気象条件、あるいは逆に静謐な気象条件がややしばらく継続すること、などによって局所的にもたらされる突発的な浸食による後退、逆に堆積による突起などの現象のいくつかを例示する。



a. 9月（春から秋への変化の終了時点）.



b. 3月（秋から春への変化の終了時点）.



c. 6月（河口テラスが発達した時点）.

図6. 経年変化図.

Google earthの背景航空写真の画像取得日は2009.05.21



図7. 浜崖浸食図.



図8. 水際に現れた突起.

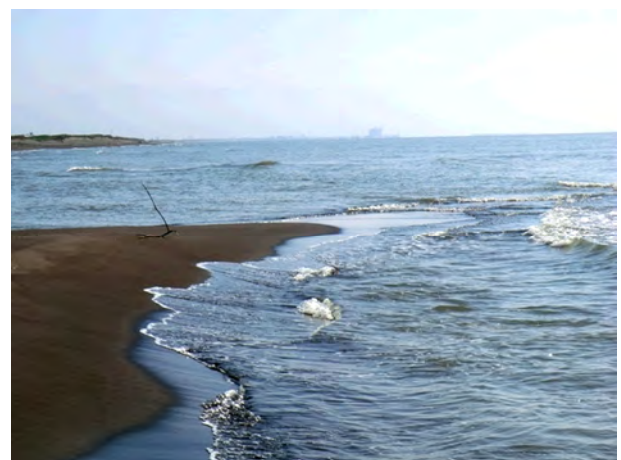


図9. 突起の様子（2012.06.02）

3-1) 浜崖の浸食、後退

海側での砂丘の受ける大きな打撃となるのは、浜崖の浸食、後退である。しかし毎年同じ場所が浸食されるのではないということ、また、浸食される度合いはこの数年間で減少しつつあるということがわかった。

図7に、過去3年間浜崖のどの部分が激しい浸食を受け大きく後退したかを示す。このデータは浜崖の上をギリギリに歩く浜崖ルートによって得られたものである。

浸食を受ける度合いは年により異なる。GPS調査を始める前の2008年から2009年にかけての冬期も食い破られる形での浸食が数ヶ所で確認された。調査開始後も含め過去4年間では、2009年から2010年にかけての冬期の浸食がもっとも激しい。調査範囲のごく一部を除いて、ほとんど切れ目なく崖の崩落が見られた。北西風の多寡に必ずしも連動せずにその後は徐々に浸食被害が減少しつつある。2012年には浜崖の下の後浜にもハマニクなどが進出して群落を形成しつつあるのが確認された。砂丘の前進につながる動きかもしれないが、にわかには即断できない。

注目すべきは、浸食を受ける場所が年によって必ずしも同一ではないということである。向岸流、離岸流の発生する箇所の変動がその要因のひとつとも思われ、だとすればやや沖合での海面下の浅瀬であるバー（沿岸州）の動きと関連していることも考えられる。

なお筆者は、GPSロガーによる地形変化の調査と並行して、地形の外観から位置を特定しやすい地点を設定し、2009年春以降、浜崖浸食の進み方の定点観察も続けてきた。観察地点は図7に示す4点で、T点は中道の突き当たりで目印のポールが立つ点、U、V、W点はいずれも2009年4月までに崖に大きな欠損が確認された地点である。

2009年春以降浜崖の崩落が最初に確認されたのは10月のはじめで、このときはW点近辺が特に浸食された。10月9日未明に北海道の南をかすめた台風18号による北風に起因する爪痕と思われる。11月にもT点からU点にかけての浸食が見られた

が、激しかったのは翌2010年1月から3月で、より砂嘴先端に近い部分である。T点で約15m、それ以北（砂嘴先端方向）では20m以上も崖が後退し、段差がほとんどなくなって崖そのものが消滅した地点もあった。

2010年秋にはU点からV点にかけてと、とりわけW点以南においてかなりの浸食が確認された。12月末から翌2011年の冬は、T点からV点の間の浸食がもっとも激しく、中ほどのU点では約15m崖が後退した。

石狩浜海浜植物保護センター（2011）でも実測による浜崖の浸食状況を調査している。手法の違いもあって数値は必ずしも符合しないが同様な傾向が示されている。

2011年春以降は比較的安定していて、少なくとも4つの定点観測点においては浸食を確認していない。2012年春までに浸食されたのはW点の南西200～350mの間の崖のみである。

浜崖の浸食はほとんどが冬期間の北西風ないし低気圧による海水位上昇と波浪で発生すると考えられるが、冬期以外でも時に台風などの影響も無視できない。

3-2) 海岸線に生じる突起

石狩浜の海岸線はきわめてなだらかで平坦である。にもかかわらず、沖に向けてほぼ直角に砂浜が突き出して伸びている光景を目にする。突起は必ずしも直線的に伸びているわけではなく、大きく彎曲している場合もある。

ここでは調査の回数が多かった2012年6月に観測された突起現象について図8、9に軌跡と写真を示す。砂嘴先端からおおよそ200m南西の地点で、僅かに位置を移動しつつ1ヶ月ほどの間、突起が継続していた。そのときの突起の長さはおおむね10～15m程度で、さらにその先に河口テラスに似た浅瀬が続いていた。

この突起がビーチカスプと呼ばれる地形なのであればアーチ状に連続していくつか現れてもいいのだが、ここでは孤立して1ヶ所だけ突起していた。海が穏やかな時期、漂砂が沖から海岸へと移

動し堆積する動きの中で、離岸流がこの位置に一時的に固定してしまったのが原因かもしれない。

石狩川河口砂嘴形成の歴史的経緯についての考察

4 kmにおよぶ石狩川左岸河口砂嘴がいつごろから形成され始め、どのような経緯をたどってきたのかはほとんど定かではないが、筆者なりに考察してみる。

およそ6000年前に砂州として姿を現した紅葉山砂丘は、5000年ほど前に当時の海岸砂丘となり、その後の年月をかけて花畔砂堤列、そして現在の海岸砂丘である石狩砂丘が形成された。異説（大嶋・池田・山屋，1978）もあるが、この間海岸線は平均して1000年に1 kmのペースで前進しつづけてきたであろうと推測されている（松下，1979）。砂嘴の付け根のあたりで幅（すなわち石狩川左岸から海岸線までの距離）はおよそ600m、1000年に1 kmのペースをあてはめると、少なくとも600年前から砂嘴の形成が始まっていたと考えられる。また、付け根のあたりはカシワの天然林帯外縁部と重なっている。石狩砂丘のうちカシワ林に覆われた内陸側の古い部分は擦文末期700～800年前には形成されたとされる（上杉・遠藤，1973；札幌市編，1989）。それらから、砂嘴が形作られ始めたのは600～800年前からと考えるのが妥当である。

明治期以前についての精確な資料は乏しい。古文書によると、1818年（文政元年）川尻に茅葺で仮堂を建てたとされる亀鮫社の位置に、1855年（安政2年）石狩辨天社を修復再建したとされる（田中・石橋編，1994）。その後1874年（明治7年）その同じ位置に石狩八幡神社が遷され現在に至る。



図10. Google earthへの伊能大図のイメージオーバーレイ。

さらに1800年代初頭に完成した伊能図（大日本沿海輿地全図）が参考になる。米国議会図書館所蔵の“伊能大図18号・石狩”をGoogle earth上にイメージオーバーレイ（図形の重ね合わせ）することを試みた。石狩川河口近くについては間宮林蔵による1813～15年（文化10～12年）の測量データで補われたものとされる（佐久間，2005）。結果として現石狩八幡神社の位置は、伊能図の測量時点では河口先端ぎりぎりか、あるいは砂嘴上にはなくまだ川の中だったようにも読み取れる（図10）。それらのことから、石狩灯台からおよそ800m南西の現石狩八幡神社のあたりが1810年代の河口の近くだったと思われる。とすれば、1810年代以降石狩灯台建造までの砂嘴の伸長速度は概略10m/yと推定される。

また石狩八幡神社のあたりはちょうど砂嘴の間点であるから、付け根からここまでの2 kmを伸びるのには400～600年を要したのではないだろうか。伸長速度は数m/yとかなり遅い。

明治期以降は正確な測量に基づく地形図が残されているので、それらを比較検証することによっ

て砂嘴の伸長過程を細かに知ることができる。左岸河口砂嘴が伸びるためには右岸河口の浸食を伴わざるをえないが、1973年（昭和48年）右岸河口の導流堤設置により浸食は阻止され、以降砂嘴は伸びていない。

石狩灯台が当時の砂嘴先端近くに建設されたのは1892年（明治25年）である。現在の先端は灯台から約1500m先にある。灯台建設から導流堤完成までの約80年で平均して概略15～20m/yのペースで砂嘴が伸びたことになる。

地形図からの研究（山下・藤井・山崎，2004；寒河江，2007など）によれば昭和10年代以降の伸長速度は鈍く5 m/y程度である。1931年（昭和6年）の生振捷水路通水以後29ヶ所に及ぶショートカットをはじめとする河川改修によって河床勾配が急になり流速が速まったことと無関係ではないだろう。本稿の季節的変化の項でみたように、川の水勢が強まると砂嘴先端を海側に押し出し、あるいは削ってでも早く海に流出しようとする動きが強まることから裏付けられる。

逆に明治初頭から昭和初期にかけてが砂嘴の伸長の最も著しかった時期といえるだろう。流域の開拓が進み森林が伐採され大きな洪水が繰り返されることにより大量の土砂が流出、河口に堆積して砂嘴を伸ばし、さらには石狩湾にもおびただしい量の漂砂を供給し、海岸線の前進をも促したであろうことが推測される。

流域の開拓、治水のほかにも、近年では導流堤設置はもとより石狩湾新港の建設など、海岸や川に対する人為的な負荷が砂嘴形状の自然な変化に対して大きな影響を与える要因になっているであろう。

まとめ

冬期の北西風の強弱、融雪の進行の度合いなど、年による差異に応じて多少の揺らぎを伴いつつも、河口砂嘴先端は夏期には川側から海側へと押し出され、冬期には逆に海側から川側へと押し戻される。あるいはまた、北西風が微弱で石狩川

の水勢も落ち着く時期には、河口テラスが発達して一部が陸化する。これらの砂嘴先端部分の季節的な形状変化はこれからも恒常的に継続していくものと思われる。

経年的変化については、川側から海側へと押し出すここ3年ほどの傾向が把握できた。しかしそれが今後も続くのか、あるいはまた逆の動きに転ずるとしたらそれはどのくらいの周期で変わるのか、長期的な観察で見きわめる必要がある。

突発的変化の例としての浜崖の浸食については、場所が毎年同じというわけではなく、むしろランダムに位置を変える傾向があり、次にどこが浸食されるかの予測は難しい。ただし、浸食の頻度においては徐々に減少しつつある。それは砂丘の前進局面に入っていることも可能性として期待させられる。

これからの課題として、海岸線、あるいは河岸の前進後退についてもその挙動の特質を抽出できないものかと考えている。さらに形状の変化を説明する資料として、気圧配置の変化、潮位、波高、海流などの観測データも入手援用しなければならない。

最後にこの調査が、石狩川河口砂嘴の生成、成長過程の謎を解く一助にでもなれば望外の幸である。

謝辞：単なる興味から砂嘴の地形を調べ続けてきただけで地質学にも地形学にもまったく素人の筆者に、このような報告の機会を与えていただいた、いしかり砂丘の風資料館とみな様に感謝いたします。

砂嘴の実際の調査に関しては、石狩浜海浜植物保護センターとみな様に多大なご協力をいただいたことにも感謝いたします。

なかんずく、さまざまなご教示をいただいた資料館の志賀健司氏、そして日頃ご助言をいただいている保護センターの内藤華子氏には深くお礼申し上げます。

そして調査行の半数以上に付き合ってくれた上手綱を引き締めてくれた妻と、この報文を共有したいと思います。

引用文献

- 浜田誠一・菅和哉, 1998. 石狩湾奥砂浜に見られる近年の海岸線変化－1947年以後の空中写真判読と1996-97年測量結果－. 北海道地下資源調査所報告, 69: 29-42.
- 石狩浜海浜植物保護センター, 2011. はまなすの丘海岸線侵食状況調査. 平成22年度石狩浜海浜植物保護センター活動報告書, 9-10.
- 松下勝秀, 1979. 石狩海岸平野における埋没地形と上部更新～完新統について. 第四紀研究, 18(2): 69-78.
- 大嶋和雄・池田国昭・山屋政美, 1978. 石狩湾の海底地形からみた低地帯の地形発達史. 地質調査所月報, 29(7): 21-36.
- 寒河江洋一郎, 2007. 石狩川河口の砂嘴はいつ成長したか???. はまぼうふう (石狩浜海浜植物保護センター通信), 24: 3-4.
- 佐久間達夫, 2005. 伊能忠敬と間宮林蔵 師弟の絆が蝦夷地の地図完成 (二). 伊能忠敬研究, 41: 59-65.
- 札幌市編, 1989. 新札幌市史／第一巻通史1. 札幌市.
- 田中實・石橋孝夫編, 1994. 石狩辨天社史. 石狩辨天

社創建三百年記念事業実行委員会.

上杉陽・遠藤邦彦, 1973. 石狩海岸平野の地形と土壌について. 第四紀研究, 12(3): 115-124.

山下俊彦・藤井賢介・山崎真一, 2004. 長期の石狩川沿岸海域の底質堆積特性と河口地形変化. 海岸工学論文集, 51: 581-585.

参照したインターネットサイト

地形図 (航空写真) および軌跡の作成

Google Earth

<http://www.google.co.jp/intl/ja/earth/index.html>

石狩川水位観測値

国土交通省・水文水質データベース

<http://www1.river.go.jp/>

アメダス観測値

気象庁・気象統計情報から過去の気象データ検索

<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

伊能大図

米国議会図書館

<http://hdl.loc.gov/loc.gmd/g7960m.gct00032>

