

最上川河口砂州の変形過程

前川勝朗

(山形大学農学部農業水利学研究室)

(平成2年9月1日受理)

Topography Change Process at the Mogami River Mouth

Katsuro MAEKAWA

Laboratory of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture,
Yamagata University, Tsuruoka 997, Japan

(Received September 1, 1990)

山形大学紀要(農学)第11巻 第2号 別刷(平成3年)

Reprinted from Bulletin of the Yamagata

University (*Agricultural Science*) Vol. 11 No. 2 (1991)

最上川河口砂州の変形過程

前川 勝朗

(山形大学農学部農業水利学研究室)

(平成2年9月1日受理)

Topography Change Process at the Mogami River Mouth

Katsuro MAEKAWA

Laboratory of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture,

Yamagata University, Tsuruoka 997, Japan

(Received September 1, 1990)

Summary

The topography change process was closely investigated at the Mogami River Mouth. Firstly, the topography change process before the training levee construction was reported based on the aerial photographs supplied since 1968 with past observations.

Secondly, the morphology of the river mouth after beginning the training levee construction was reported by using the past observations since 1977 and the field surveying since 1988. The sand bar of the river mouth was drastically flushed by the flooding on June 27, 1990, and the actual state is shown in the paper.

1. はじめに

最上川が日本海に注ぐ位置は、いろいろと変わりながら、ほぼ現在のところに河口が位置するようになったのは明治初期～中期(1868～1888年頃)とされている¹⁾。1921年(大正10年)から1933年(昭和8年)にかけての酒田港と最上川の河海分離工事及び1923年(大正12年)から1940年(昭和15年)にかけての新河口付替工事により、最上川本流を南側に位置させ河幅を拡げて、港との境に背割堤を設け河と港とを完全に分離した²⁾。また、1921年(大正10年)、赤川新放水路開削工事が始まり1942年(昭和17年)に放水され、現在赤川(流域面積857km²)は最上川(流域面積7,040km²)から完全に分離している³⁾。

さて、最上川下流部における計画高水流量の変遷と河口砂州による堰上げについて示しておこう。

下流河道の計画高水流量(清川地点)は、当初計画(1917年)から第1次改訂(1921年)までは6,100m³/s、第1次改訂から第3次改訂(1949年)までは

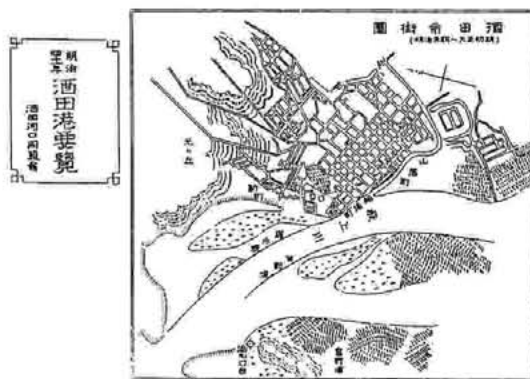
6,950m³/s、第3次改訂から1974年までは7,000m³/sとなっている²⁾。そして、1974年3月にさらに改訂がなされたが、これは1969年(昭和44年)8月8日洪水のピーク流量で6,300m³/s等の下流部における相次ぐ出水と近年における最上川流域の経済の発展、社会環境の変化にかんがみ治水計画を再検討し、治水の安全度を下流部は確率1/150にすべく行ったものである。基準地点両羽橋における基本高水のピーク流量を9,000m³/sとし、上流ダム群及び大久保遊水地により1,000m³/sを調節して両羽橋地点における計画高水流量を8,000m³/sと決定し、現在に至っている²⁾。

1969年8月8日洪水における下流河道水位によると計画高水流量(当時7,000m³/s)未満でH.W.L.をこえ^{1,3)}、これは河口砂州による堰上げの影響とみられる。1971年～1973年の3ケ年間、建設省土木研究所で最上川河口水理模型実験(模型縮尺1/60)が行われ、実験の結果、導流堤(導流堤先端河口幅350mで導流堤の長さ600m)によって毎年の出水規模(2,000～3,000m³/s)で砂州をフラッシュできるとして¹⁾、

1977年（昭和52年）より導流堤の施工が始まり、1989年度までに168mが施工された。

導流堤施工開始後まもなく河口砂州は上流へ移動し始め、1984年頃から導流堤のつけ根において汀線の湾入が始まると同時に、砂州は斜め上流方向に移動し始めた。このような最上川における河口砂州の変形機構については別報⁹⁾に論じている。そして、1990年6月27日の出水で河口砂州はフラッシュされた。なお、最上川河口の砂州は、港の背割堤施工後は左岸側だけに発達している。

わが国では河川および海岸条件から、ほとんどの河口が閉塞障害を受け、何らかの対策がとられている⁹⁾。河口砂州は河道内への波の侵入を防ぎ、塩水遡上を阻止する上では有効であるが、洪水流を安全に流下させ



図一 酒田港古地図(明治末期から大正初期)



図一 最上川改修工事平面図

る上では障害となることがある。最上川の場合もこれに該当し、洪水流を安全に流下させる上では河口砂州は障害である。河口閉塞は上流の排水系統が整備されていても、下流における排水障害の原因となり、中小河川を対象に農業土木分野においても取組みがなされている⁵⁾。

河口では、波と漂砂、河川流と流出土砂、淡水と海水、潮位変化、飛砂および河口部付近の地形や構造物の影響が合成され、干渉し合って、絶えず変動し、特に出水時や荒天時には河口地形は激しく変化する⁶⁾が、現地観測の困難性および現象の複雑さがあり砂州変形過程の研究報告はきわめて限られているのが実状のようである。したがって、各河川における事例研究が必要と思われ、最上川における河口砂州の変形過程を把握することは重要である。沢本・首藤・谷口は、阿武隈川河口における砂州の調査から河口砂州の変形過程は種々の時間スケールをもった現象であることを示している⁷⁾。

本報は、導流堤施工前と施工開始後の約20年間の既往資料と2年半にわたる観測結果を基に、最上川河口砂州の変形過程を示したものである。

Ⅱ. 導流堤施工前の河口砂州

ここでは、まず河海分離工事前の最上川河口における砂州形状について示す。

図一1は、明治末期から大正初期にかけての河口付近の地図である⁸⁾。図一2は最上川改修工事平面図(建設省酒田工事事務所提供)である。図一1, 2は従来図面⁹⁾と類似している。

図一1, 2より、新河道掘削前の最上川河口には左・右両岸から砂州が発達していることがわかる。また、日本海岸の砂浜に流れ込む河川の大部分は西北の方向をとっており、陸地測量部の五万分の一地形図によると最上川の流入方向はN53° 0'Wと示されている¹⁰⁾。最上川の日本海への進入方向は河海分離工事前も現在も同様である。

図一2より、左岸側(南側)に新河道を掘削し酒田港を分離し、両岸先端より突堤をだすことによって河口の閉塞等に兼ね備えようとした計画がうかがえる。しかし、左岸側の突堤工事の内容についての資料は見い出せなかった。水理模型実験を行い、導流堤の本格的な施工が開始するのは1977年(昭和52年)からである。



写真一1 最上川の河口砂州(1968年)



写真一2 最上川の河口砂州(1972年)



写真一3 最上川の河口砂州(1973年)



写真一4 最上川の河口砂州(1976年9月)

写真—1—4は河海分離工事後の1968年—1976年のもので、日本地図センター(財)から購入した空中写真(約1万分の1)を、右岸側の各水制工の位置とその距離が等しくなるように枠を設けて撮影範囲を限定し、縮尺が同じになるように作成したもので、砂州の形状は多様であることがわかる。

次に、導流堤施工前約10年間(写真—1—4とほぼ同じ期間)における河口砂州付近の地形変化について示す。建設省酒田工事事務所では1965年以降は毎年河口砂州の汀線測量を行っている。砂州付近の深浅測量も行っているようであるが入手できたのは導流堤施工開始の1977年からの図面である。導流堤施工前の河口砂州付近の深浅図は、酒田港付近の深浅図の中に、少し示されているだけである¹¹⁾。しかし、山形県酒田港湾事務所では1964年からほぼ冬期と夏期の年2回、河口砂州付近の深浅測量を行っていた。ここでは、山形県酒田港湾事務所で作成した深浅図を用いて河口砂州付近の地形変化の状況を調べた。

図—3は、約10年間における河口砂州の汀線図の例で、図—4は河口砂州付近の深浅図の例である。図中のCSは、その後設置された左・右両岸の基準点の位置を図に挿入したもので、右岸側では堤防天端と河川側の堤防法との交点付近に位置しており、左岸側では自然堤防なのでCSはコンクリート杭で平坦部に設けられている。左岸のCS.1は現在はない。なお、実際の深浅図の等深線は1m間隔であるが、図が煩雑になるので等深線は2m間隔で示した。CS.1からCS.8までの距離はおよそ600mである。

図—3, 4から次の傾向がうかがえる。①冬期には砂州先端での最小河口幅は約40—150mに狭まり、1977年には50—80mであった¹²⁾。これは主にNW—W方向からの冬期風浪¹³⁾に起因している。冬期における砂州先端部は左・右両岸のCS.2を結んだライン付近に位置している。②夏期には砂州先端での最小河口幅は約130—260mに拡がり、1977年には180mであった¹²⁾。これは主に融雪等の出水による側方侵食が寄与している。夏期における砂州先端部は左・右両岸のCS.1を結んだライン付近に位置している。③砂州先端の直下流には多くの場合最深部があり、この砂州直下流の最深部位置は砂州の移動とほぼ連動している。④1969年8月の図は8月8日洪水後のもので、河床の深浅図からみて砂州越流を伴った出水と思われる。

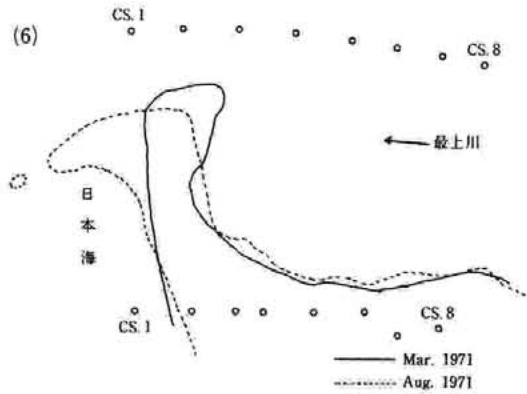
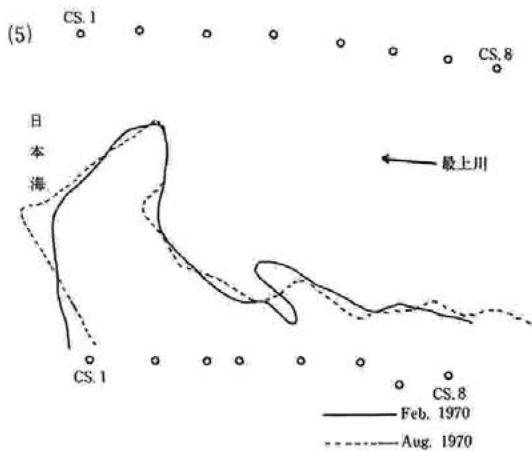
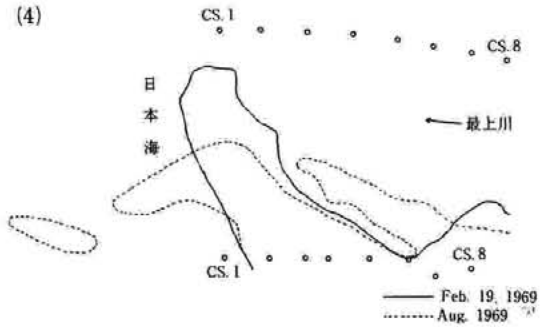
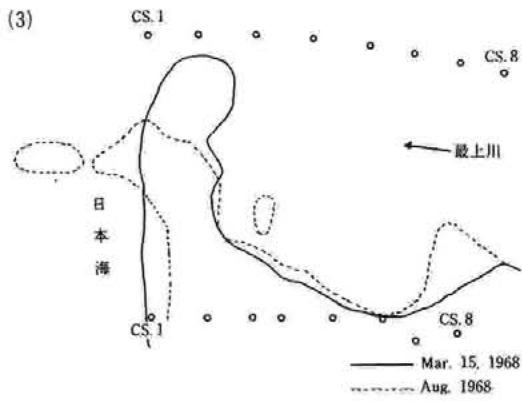
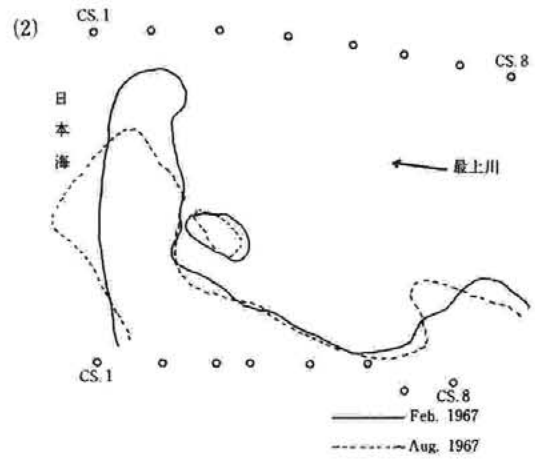
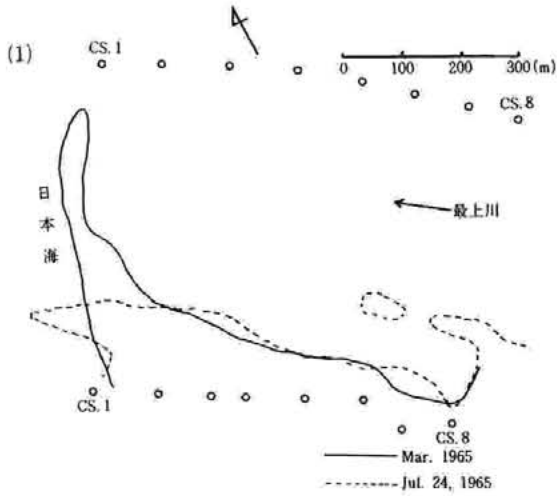
このように、導流堤施工前の約10年間における河口砂州形状は、冬期には河口幅を狭め、出水時には1969年8月8日の場合を除くと側方侵食によって河口幅を拡げ、この過程を繰り返してきたのである。

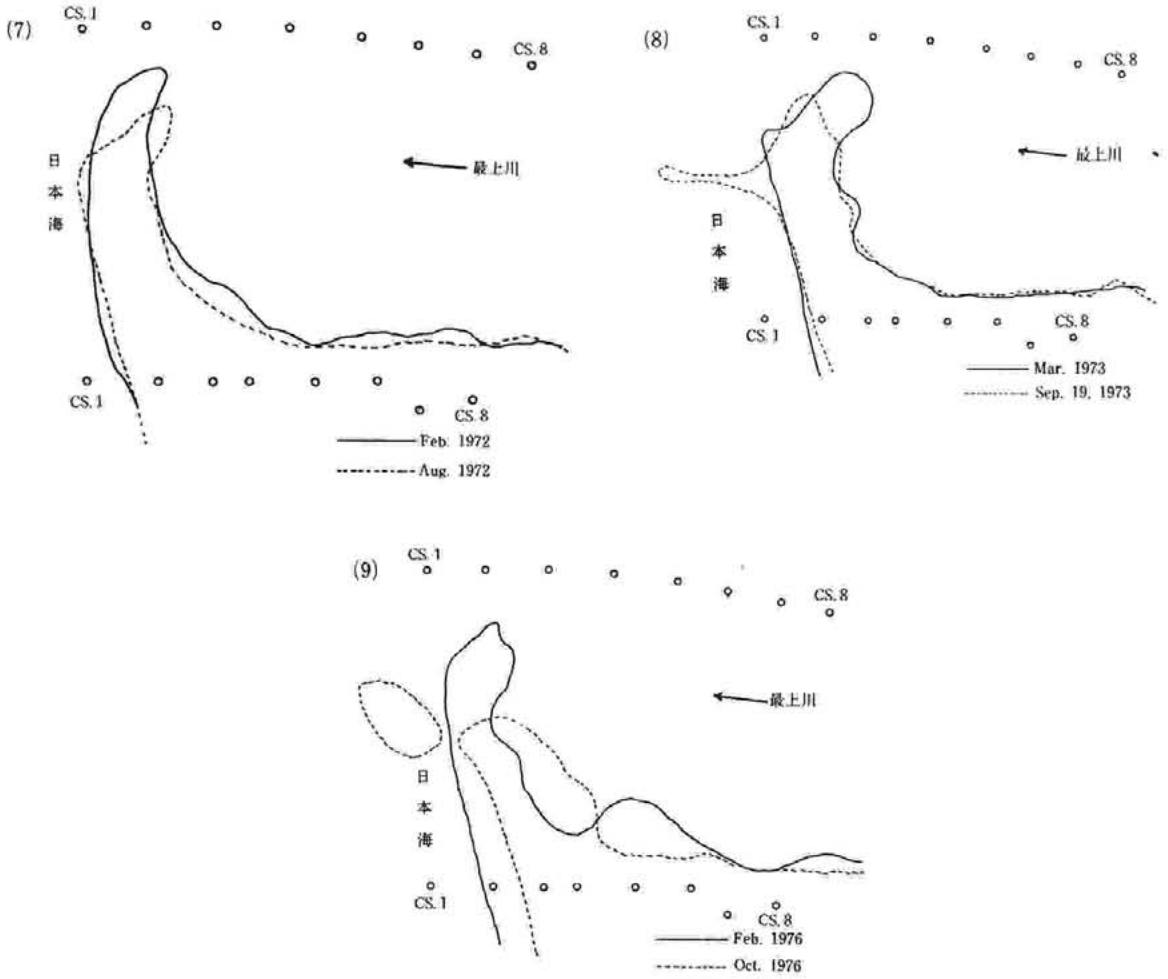
Ⅲ. 導流堤施工後の河口砂州

図—5, 6は導流堤施工開始後、約10年間における河口砂州の汀線図と深浅図の例である⁹⁾。1987年以前の汀線図と深浅図は建設省酒田工事事務所で作成したものを利用した。1988年以降の汀線図は、1989年2月の値を除くと、砂州に約20m間隔のメッシュを組み、その交点に木杭を打込んでこれらの杭を基点にして実測した値である。

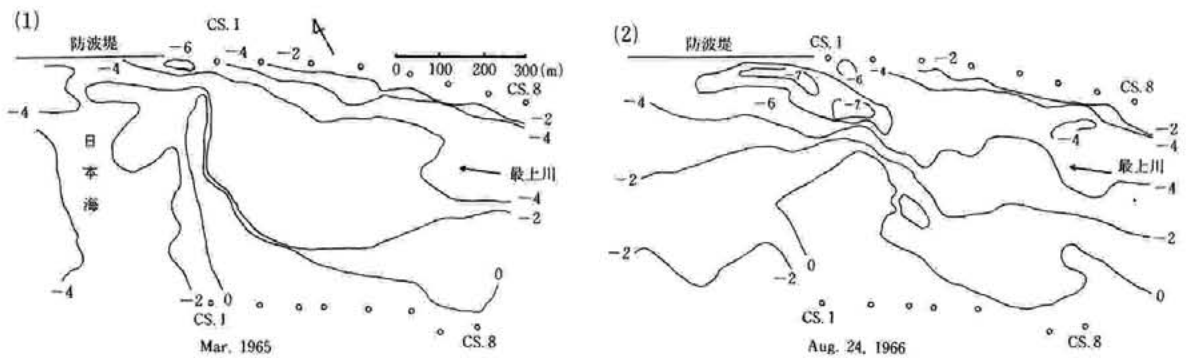
図—5, 6より次の傾向がうかがえる。①当初、砂州上流の左岸側CS.7からの一部上流の基準杭を移動したが、この付近の河道は現在のところはほぼ安定している。②導流堤施工開始後もなく河口砂州は上流へ移動し始め、1984年頃から導流堤のつけ根部分から上流側への湾入が始まり、同時に砂州は上流に移動し、砂州先端直下流の最深部も上流に連動して1990年6月27日の出水まではこのような状況が進行してきた。1977年から1989年の12年間に砂州の先端はおよそ500m上流に移動している¹²⁾。これは導流堤により河道内への土砂進入が断たれ、河道内への侵入波に対してより安定した汀線形となろうとしたために生じた変化である⁴⁾。砂州は波の作用(砂州を越波)により上流へと移動しこれに伴って侵食区域も上流へと広がり示している。なお、漂砂の実測は1968年、1971年、1972年に河口砂州の沖合200m、400m、600m地点で行われたが⁹⁾、導流堤施工開始後の実測は行われていないようである。また、導流堤のつけ根において汀線の湾入がみられる事例として十三湖¹⁴⁾等がある。③出水時におけるフラッシュは側方侵食によるもので、砂州先端の河口幅は冬期に狭い。図—5からは読み取れないが現地踏査によると砂州先端形状は、河道に入った回折波や反射波によって鎌型になったり、出水時には舌状を呈したりして短期的時間スケールにおいても多様である¹⁵⁾。なお、冬期には西北西からの風が卓越し(図—8参照)、一方、砂州付近の最上川の流れは西北西に流下する関係にある。写真—5は河口への侵入波の状況を空中写真(建設省酒田工事事務所提供)でみたものである。

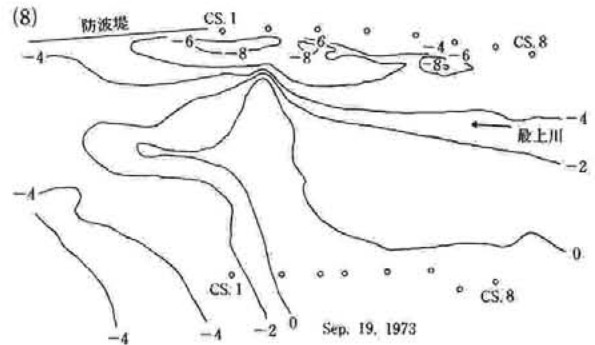
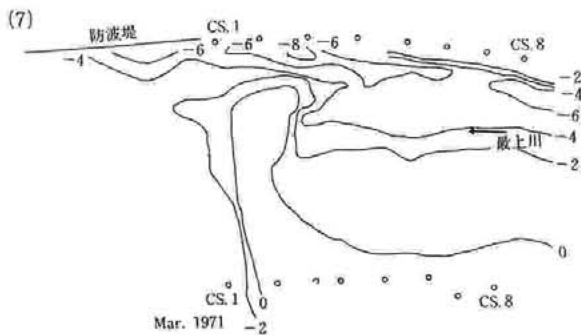
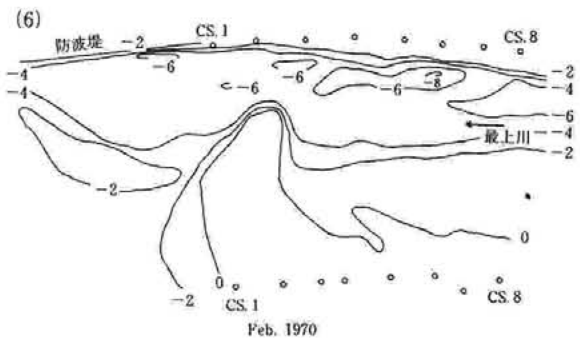
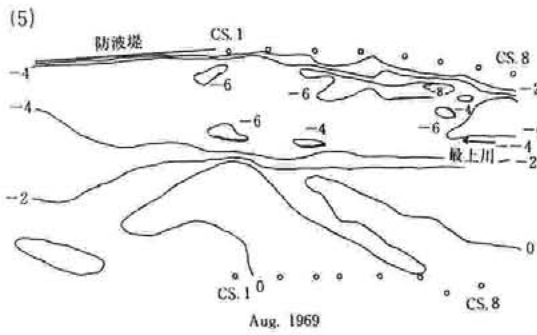
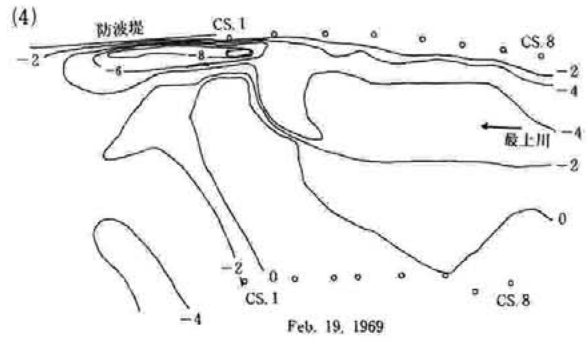
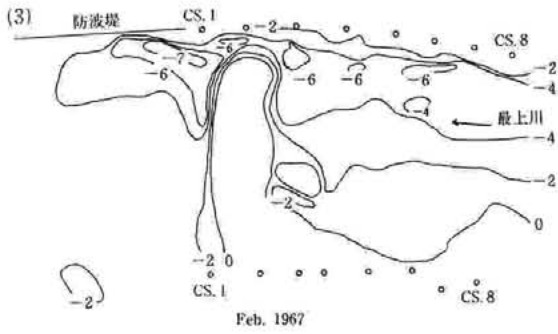
さて、以下、砂州における砂粒径、風況と波高の状

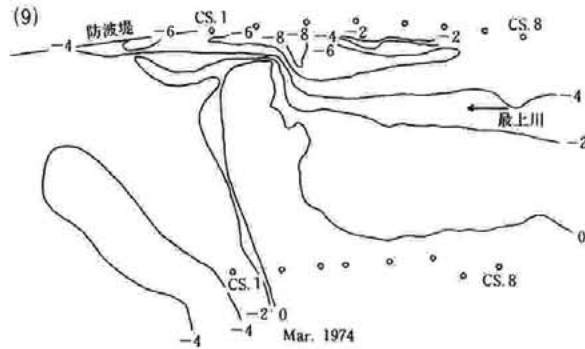




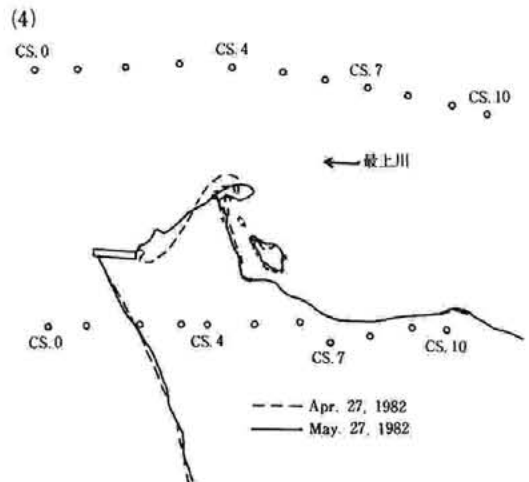
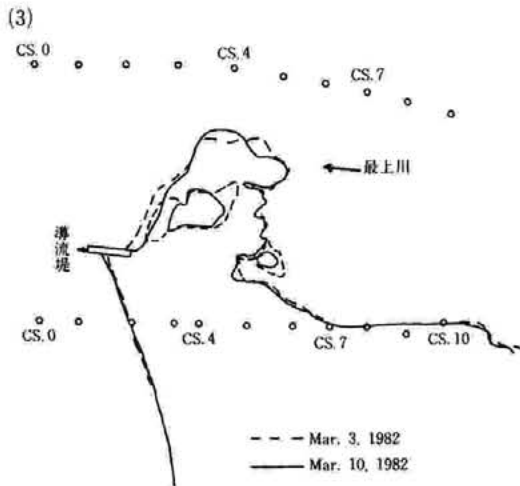
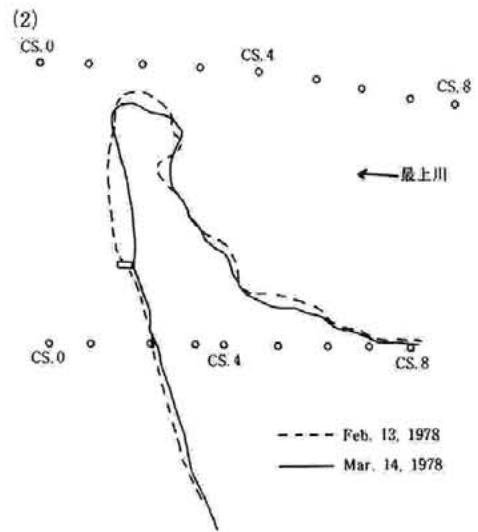
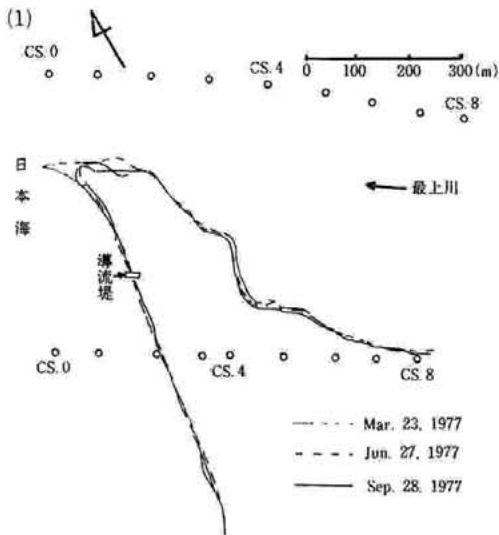
図一3 導流堤施工前の約10年間における河口砂州の汀線図(1)~(9)

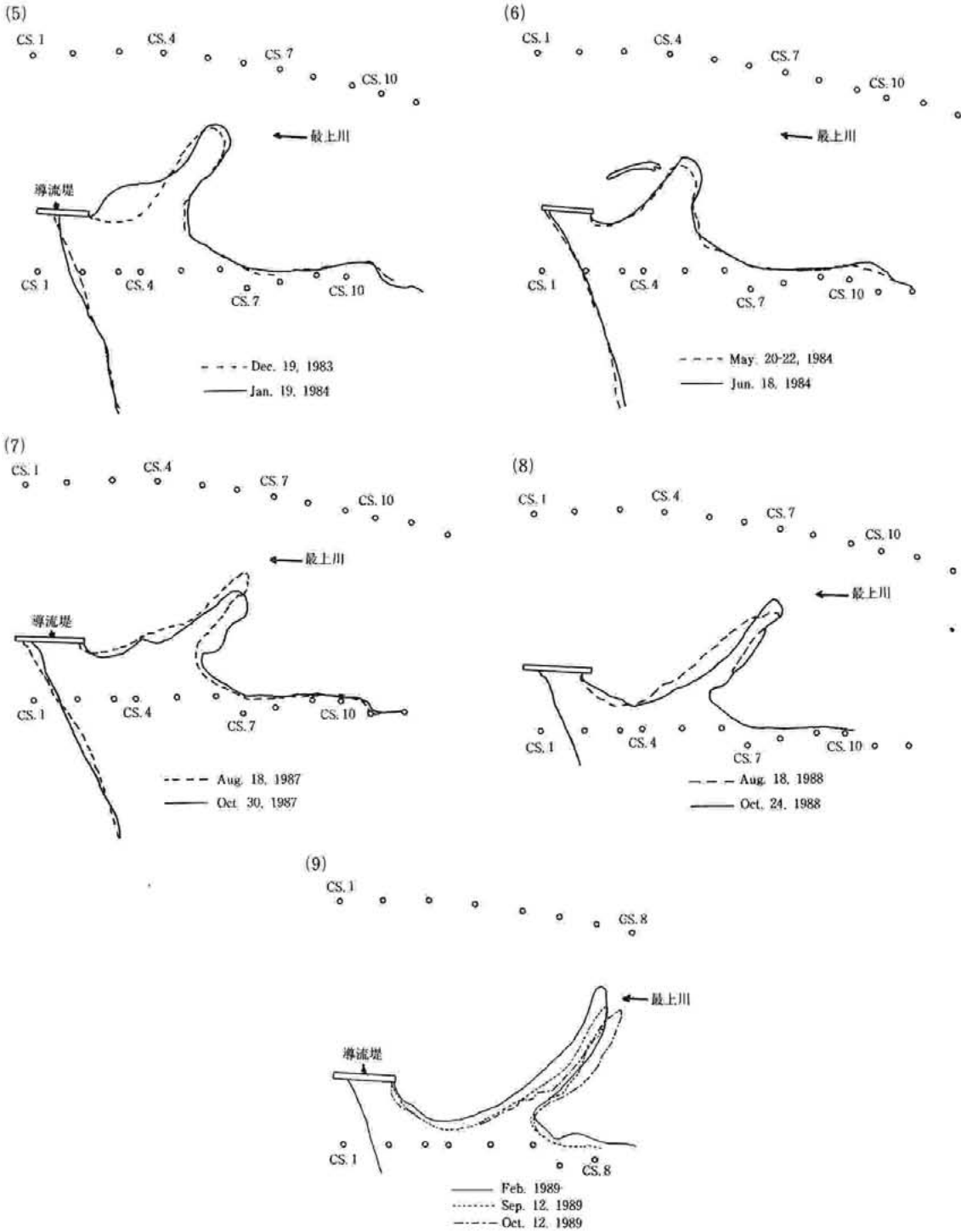




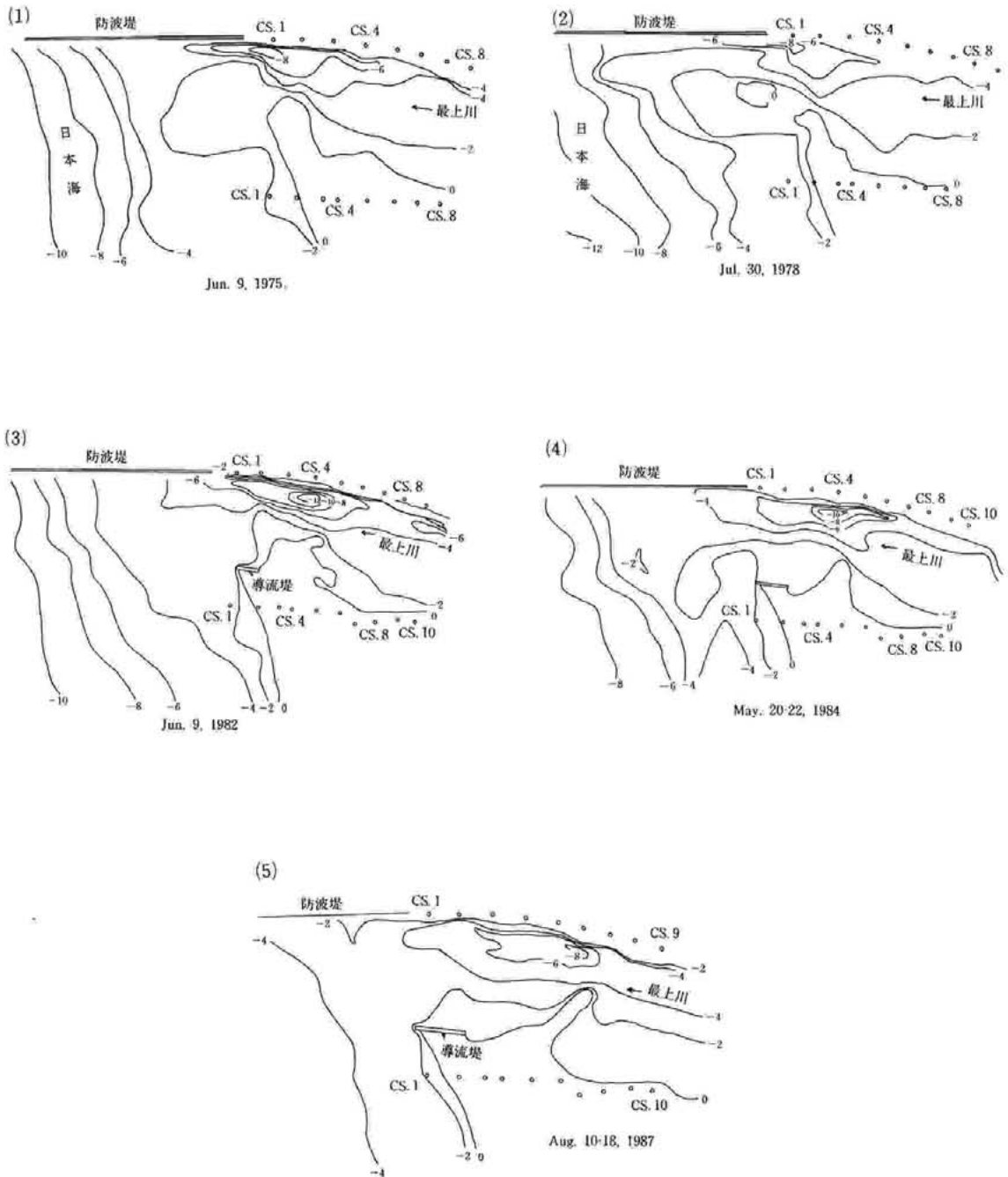


図一4 導流堤施工前の約10年間における河口砂州付近の深浅図(等深線の単位:m)(1)~(9)





図—5 導流堤施工後の約10年間における河口砂州の汀線図(1)~(9)



図一6 導流堤施工後の約10年間における河口砂州付近の深浅図(等深線の単位:m)(1)~(5)



写真—5 河口砂州への侵入波の状況
(1989年3月2日撮影)

況、砂州の上流への大幅な移動、砂州周辺の流況等について示そう。

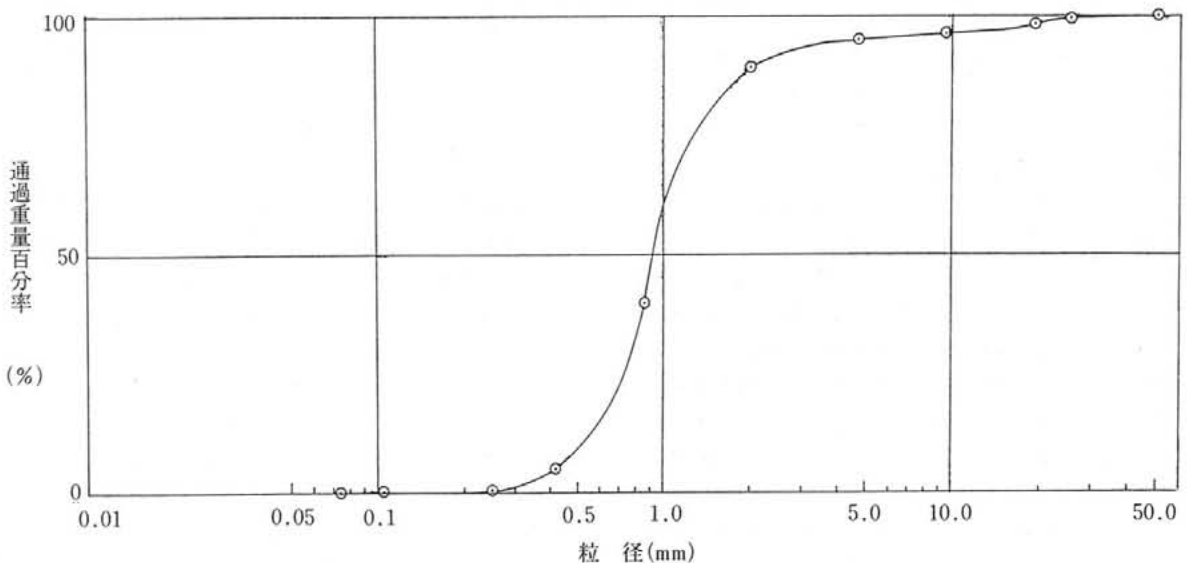
まず、砂州における砂粒径について示す。1988年10月26日砂州に打込んだ木杭付近の20個所で表面砂を採取し(砂州形状は図—5(8)参照)、フルイ分け試験を行い図—7に粒度分布を示した。中央粒径は0.92mmであった。なお、1個所での砂採取量は700g程度で採取個所による粒径の差異を調べてみたが顕著な特徴はみられなかった。

次に、運輸省第一港湾建設局酒田港工事事務所による風況図と月最大の有義波高と月平均の有義波高の図を図—8、9に示した¹³⁾。風観測所は河口より約1

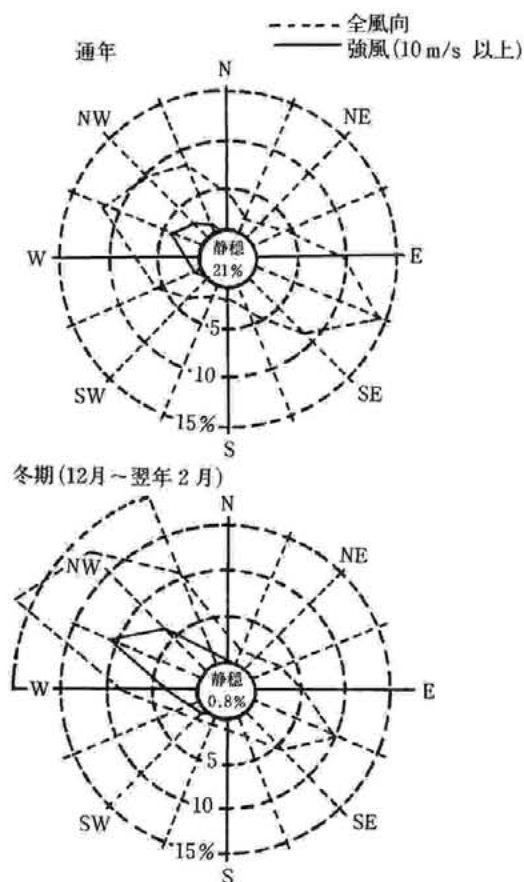
km上流の最上川寄りの酒田港内である。また、波高の観測は酒田港の沖合(—20.4m)である。図—8によると、10m/s以上の強風はN—W方向でその大半が冬期である。冬期における頻度の高い風向は西北西からである。また、図—9によると、波高は冬期に大きい値となっている。

さて、1988年8月18日に砂州の地形測量を行った後、しばらくの間は砂州先端部等の動きを除けば砂州形状はほとんど変化しなかったが、10月に入ってからの荒天で砂州を越え砂州は上流に移動した(図—5(8)参照)。

10月における波向、潮位、風向、風速、有義波高(H1/3、以下単に波高と呼ぶ)を図—10に示した。この図は運輸省酒田港工事事務所による1時間ごとの速報値を図に示した1例である。潮位、気圧の観測所は先の風観測所とほぼ同じであるが、波向、波高は酒田港の沖合(—45m)に最近設置された波浪観測塔における値である。図—10によると、10月の7日、13—14日、29—30日に4—6mの波高が観測されている。8月18日から9月末までの間には1m程度の波高が2日間みられただけで海面は静穏であったから、砂州の上流への大幅な移動は、波浪観測塔の波高値だけでいえば約5m以上の波高の場合に生ずるということである。図—10において波高の大きい7日、13—14日、29—30日における波向、気圧、風向、風速を波高に対



図—7 砂州における砂の粒度分布

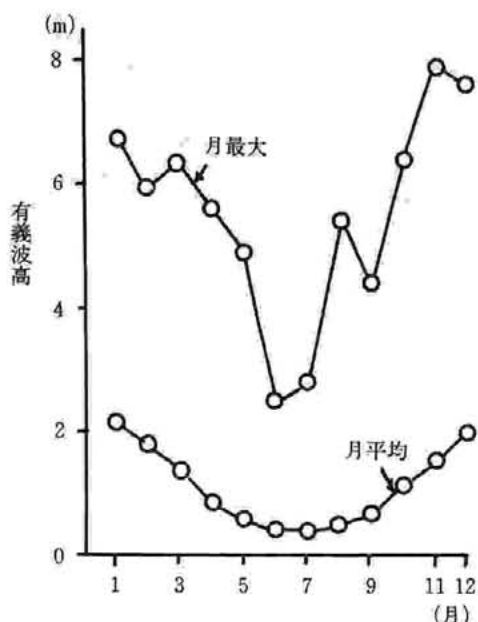


図—8 風況図(1975年1月～1984年12月)

応させてみると、上から順に波向はN～W方向で気圧も前後に比べて低く、風向もN～W方向で、風速も前後と比べて10～15 m/sと大きくなっており、波高の大きさによく対応していた。潮位変化は40 cm位で、実線が実測潮位、点線が推算潮位であるが、波高との顕著な相関はみられなかった。

このように、導流堤のつけ根から湾入し砂州が対岸に向い張り出している段階における最上川河口砂州の上流への大幅な移動は、砂州を越波（越流）しての移動であることがわかった。換言すると、砂州を越波しない程度の波高では砂州の海側地形は幾分変わるものの砂州の上流への大幅な移動はみられないということである。

図—10と同様に1989年9月の波高等の速報値を図—11に示した。図—11において波高が3 m程度なのは18日、20日、28日で、波高3 m程度に対し、波向と



図—9 月最大の有義波高と月平均の有義波高(1973年9月～1984年12月)

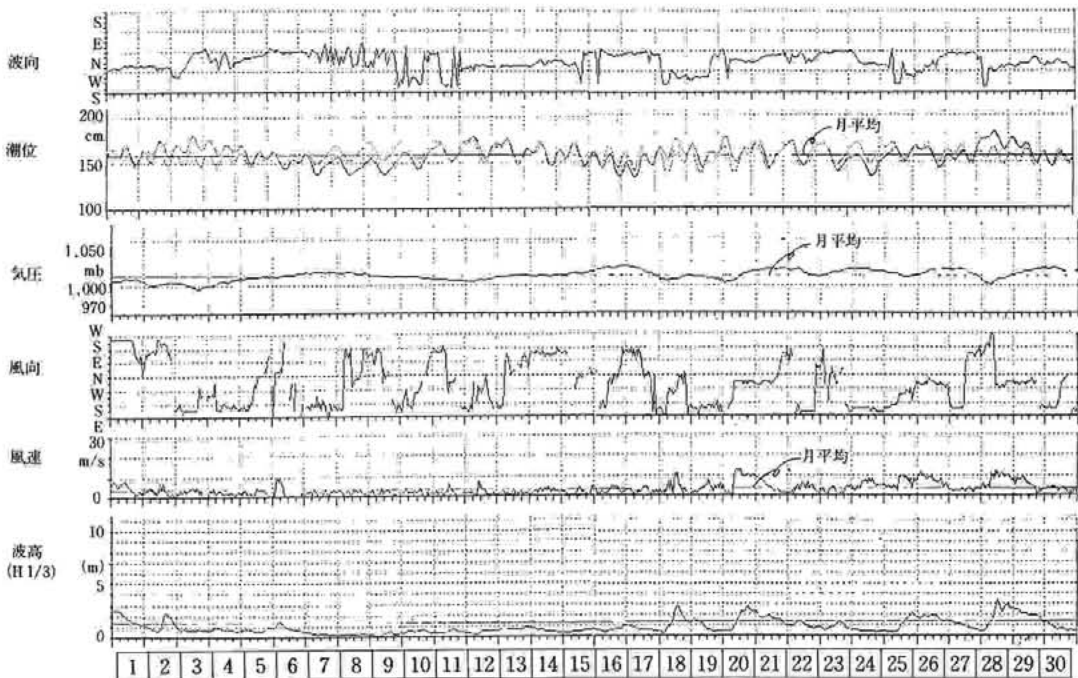
風向はN～W方向で、風速は10 m/s位、気圧は前後に比べて低くなっており、図—10と同様に波高の大きさによく対応している。

ところで、1989年9月12日に砂州の地形測量を行った際に、図—12の*印の浜崖の鉛直面に20～30本の蠟燭が露出していた。9月21日に踏査したところこれらの蠟燭は流下し砂州上等に散在していた。蠟燭の流下は図—11に示した18日と20日の波浪によるものであるが、この程度の波では砂州の大幅な移動はみられなかった。なお、1988年10月から1989年9月までの1年間における図—10、11と同様の月ごとの図によると、波高が5 mを越えた延日数は6日間とその内の5日間は1988年11月～1989年1月に発生しており、他は4月17日に発生していた。風速はいずれも約20 m/sであった。単年の資料ではあるが砂州の本格的な越波は冬期に多く、このことは図—9からも推察しうるところである。

さて、収集した蠟燭はすべて水面に浮くもので、長さ約40 cm、上端直径約10 cm、下端直径約5 cmの大きいものから、長さ約9 cm、上・下端直径0.9 cmの小さいものも合せ総本数401本で、表面に花模様のあるものが多かった。ここでは総本数の約75%を



図一10 波高(H 1/3)と波向、潮位、気圧、風向、風速の関係(1988年10月)



図一11 波高(H 1/3)と波向、潮位、気圧、風向、風速の関係(1989年9月)

占めた長さ約 25 cm, 上端直径約 4.5 cm, 下端直径約 3.0 cm のものと長さ約 19 cm, 上端直径約 3.5 cm, 下端直径約 2.5 cm の 2 種類について取扱った。前者の蠟燭を C, 後者の蠟燭を E として拾い集めた位置を図-12に示した。図中の数字は本数を示している。図-12によると, 当初*印の浜崖面にあった蠟燭は, 導流堤側には全くみられず, 砂州のつけ根付近に一部打上げられ, 砂州においては砂州の上流側に位置していた。これは, 砂州の海側では波浪時において碎波を伴いながら砂州先端方向への流れが顕著であることを裏付けていると思われる。また, 砂州の上流側においても蠟燭が位置していない区間が 2 箇所みられる。砂州の海側の前浜勾配に対して砂州の背後の斜面勾配は緩いが⁹⁾, その頂部標高には幾分違いがあった。砂州の頂部標高(砂州の海側と上流側の汀線に対しほぼ直角の断面での頂部標高)は, 近辺の標高に比べて緩い変化ではあるが約 20 cm 程度低いところが 2 箇所あった。これが影響して図-12のところに蠟燭が位置したものと思われる。また, この砂州頂部標高の違いは IV. に示す 1990 年 6 月 27 日の出水時における砂州越流の順序と深く関わっていると思われる。

収集した蠟燭を用いて砂州の海側の流況を推測したが, 砂州の周辺における流向・流速の測定が 1989 年 3 月 7 日に建設省 野田工事事務所によって行われている。この日は風向は S-E, 風速 2~5 m/s であり, 水面は割合に静穏であった。1 例を図-13に示した。図-13によると, 砂州先端の最小河口幅付近では流速は大であるがこの先端部を境にして上・下流に緩流速

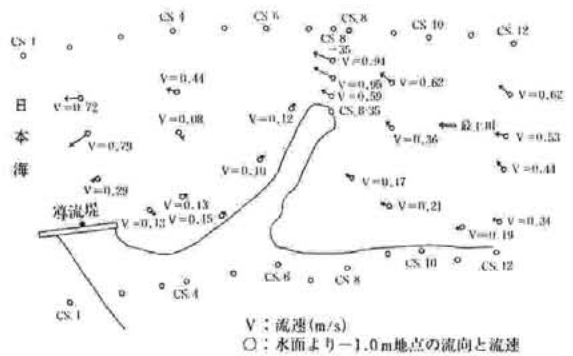


図-13 砂州周辺における流向・流速の測定 (1989年 3月 7日)

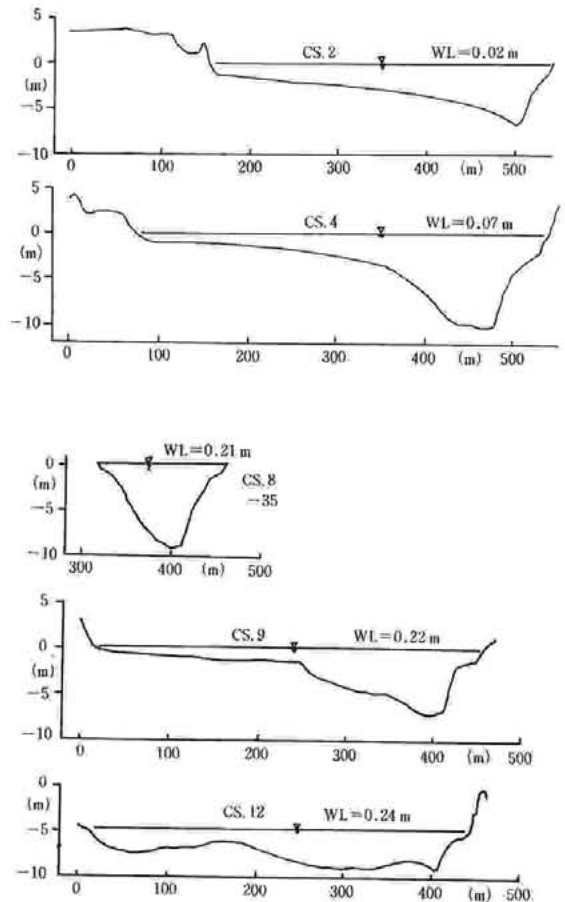


図-14 砂州周辺における河川断面 (1989年 3月 7日)

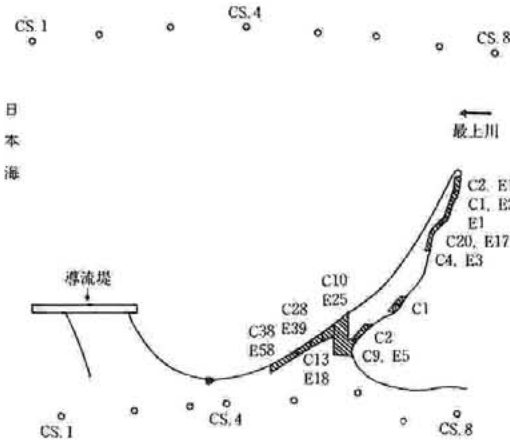


図-12 蠟燭の流下位置 (1989年 9月 22日)



写真—6 最上川の河口砂州(1990年3月14日撮影)

の循環域が形成されていることがわかる。また、砂州の海側（導流堤のつけ根から湾入している上流側）の流向は図—12の蠟燭を用いての推測結果と一致している。図—14は、1989年3月7日の時の河川断面を示したもので、砂州先端付近の左・右両岸の法勾配は急であるが砂州から上・下流に遠ざかるに伴って左岸側の法勾配は緩になり、CS.4断面では平坦面がみられる。これらの河床地形は図—6(5)からもうかがえるところである。

このように、導流堤施工開始後は導流堤のつけ根部から上流側に湾入し砂州全体が上流に移動してきた。そして、京田川との合流部（河口より上流約1km）にまで河口砂州が移動するのか等懸念されてきたが、1990年6月27日の出水時に砂州はフラッシュされた。

Ⅳ. 1990年6月27日の出水における河口砂州のフラッシュ

1. 出水前の河口砂州の状況

写真—6は、1990年3月14日、上空約600mからラジコンによって撮影したもので、右下にはゴルフ場

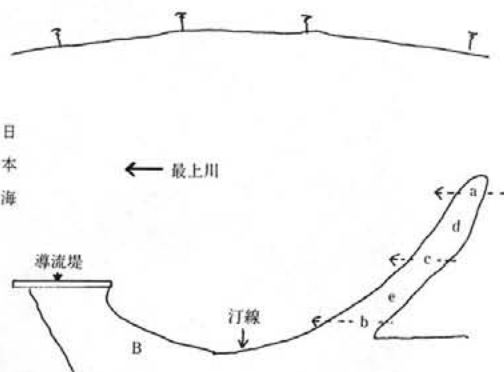


写真—7 最上川の河口砂州(1990年5月7日撮影)

（河川敷）が写っている。6月27日の出水以前の現地踏査は4月4日、5月7日に行った。写真—7は、5月7日にT.P.約10mである写真—6のA地点から写したものである。写真—7より砂州は対岸に向い大きく張り出している状況がわかる。また、写真—8は汀線の湾入した写真—6のB地点の水際から写したもので砂州が写真の左側およそ半分写っている（砂州先端までは写っていない）。写真—9は、砂州の先端



写真一8 汀線の湾入部からみた河口砂州
(1990年5月7日撮影)



図一15 河口砂州の模式図



写真一9 砂州先端付近(汀線の湾入側)からみた砂州
(左岸) (1990年5月7日撮影)

付近(汀線の湾入している側)から砂州(左岸)を写したもので砂州が大きく張りだしている状況がわかる。

2. 出水時の河口砂州の状況

6月28日に聞き取り調査を行ったので、まずその結果について示す。6月27日(水)には導流堤工事の段取り作業のため5人が1日中作業を行っていた。作業は写真一6のB地点にある作業小屋付近で行われ、2人の作業員がこの日の砂州の挙動を観察していた。図一15の模式図を用いて説明する。

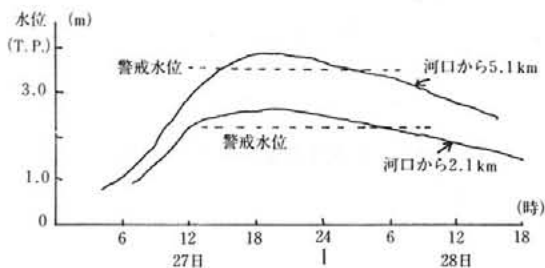
6月27日、朝8時前に作業小屋に到着した。この時点では図一15のa地点つまり前日の砂州の先端から約10m位侵食されていた。砂州の上流側全体が水が盛り上がっているようにみえた。12時すこし前に図一15のb地点(左岸側から約10m位のところ)から越流し、14時30分頃aとbの中程のc地点のところからも越流した。そして、dの砂が流下し、17時頃の現場を

離れる時にはeの砂がわずか残っていた。6月28日(木)の朝にはeの砂は全くなかった。

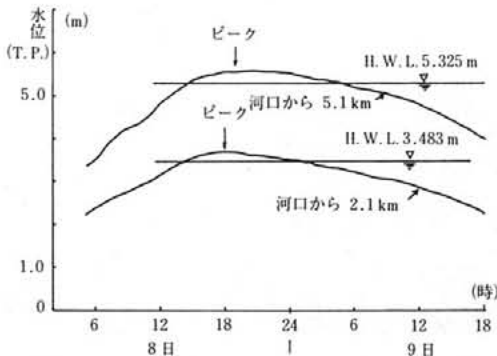
ゴルフ場の関係者(1人)もゴルフ場から砂州の挙動を見守っていたので同様に聞き取り調査を行った。10時頃みた時には砂州先端が流亡していた。15時30分頃みた時には砂州はいくつかに分かれたように見え、砂州付近の水面は波立ってみえた。ゴルフ場では低水位部が湛水したがこれは京田川からの流入によるもので水位のピークは6月27日の14~15時であった。このピーク水位の時刻は、京田川広田地点での建設省酒田工事事務所によるピーク水位3.77mの観測時刻である15時とほぼ一致している。

このように、砂州の挙動についての二箇所からの観察結果は、流況の面でも時刻の面でもほぼ一致している。なお、目視による砂州の状況把握なので長さの点ではかなりの誤差を伴っている値と思われる。

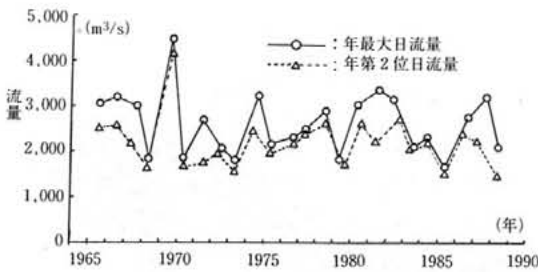
次に、下瀬(河口から2.1km)と両羽橋(河口から5.1km)地点における水位変化を図一16に示した。両羽橋地点でのピーク流量は4,397.9m³/s(6月27日18時)である。図一16によるとピーク流量に達する以前



図一16 1990年6月27日出水時の水位変化



図一17 1969年8月8日洪水時の水位変化



図一18 年最大日流量、年第2位日流量の経年変化

に既に砂州はほぼフラッシュされている。なお、図一15の砂州のb地点を越流する直後の12時が干潮位であり、ピーク流量時の18時が満潮位となっている。図一17は1969年8月8日洪水時の水位変化であり^{1,3)}、図一16、17を比較すると、水位も低くかつピーク流量も少ない1990年6月27日の状態で砂州を越流しての砂州フラッシュとなっている。

このように、図一15を用いて模式的に示したような順序で砂州の越流を伴っての砂州フラッシュがドラステックに10時間程度で行われたのである。しかし、なぜ砂州の越流は砂州のつけ根付近と砂州の中程から越流したのであろうか。砂州の上流部では左岸側から京田川が合流し、また、最上川の河口に連なる本川下流部河道はほぼ直線的なので砂州のつけ根付近が水衝部となることは考えにくく、聞き取り調査においても左岸側への偏流は観察されていない。砂州頂部標高には緩やかな変化ではあるが差異がありこれが主な原因となって砂州頂部標高の低い2箇所から越流したと考察される。なお、フラッシュ前の現地踏査によると、砂州のつけ根付近では既存の接続する地形に対し20cm程度の顕著な段差が砂州のつけ根の全長にみられ、ま

た、隣接の砂州頂部標高に対して砂州のつけ根の標高は低めであった。

図一18には、砂越地点(河口より約11.0 km)における年最大日流量、年第2位日流量を示した。1990年6月27日の出水時は、砂越地点でのピーク流量は4,591.5 m³/s(6月27日17時)で、ここ約20年間では1969年8月8日に次ぐ程度の出水量と思われる。

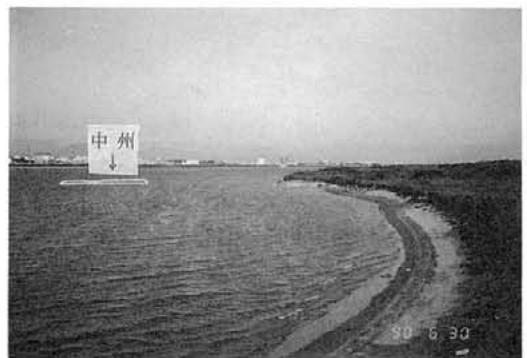
3. 出水直後の観測

写真一10は6月28日に写真一8とほぼ同じ地点から撮影したもので、まだ中州はあらわれていない。写真一11は6月30日に撮影したもので(写真一10の撮影地点より上流側から写す)、減水に伴い中州(島)があらわれている。この中州は左岸側から約40 m離れたところに位置し、流下方向に対する長さは約40 mである。

6月28日と6月30日に現地踏査したところ、砂州フラッシュ後の左岸側の地形は割合に鮮明で、下流側か



写真一10 汀線の湾入部からみた砂州フラッシュ後の状況(1990年6月28日撮影)



写真一11 汀線の湾入部からみた砂州フラッシュ後の状況(1990年6月30日撮影)



写真-12 砂州フラッシュ後の下流側の移行部
(1990年6月30日撮影)



写真-15 砂州フラッシュ後の上流側の移行部
(1990年6月28日撮影)



写真-13 砂州フラッシュ後の砂州のつけ根の
中央付近(1990年6月30日撮影)



写真-16 砂州フラッシュ後の上流側の移行部
(1990年6月30日撮影)



写真-14 砂州フラッシュ後の上流側の移行部
(1990年6月30日撮影)

ら写した写真-12はフラッシュ前の地形との接続の関係から上流に向い次第に浜崖が形成されている状況である(このような接続部分を単に移行部と呼ぶ)。写真-13は砂州のつけ根の中央付近のもので、浜崖の高

さは約2mあり浜崖部分は導流堤に向いほぼ直線であった。写真-14は上流側の移行部である。

写真-15は、6月28日に上流側の移行部を上流側から写したものでまだ出水が続いている。写真-16は、6月30日に浜崖の下から上流側の移行部を写したもので、横方向のポールの高さは今回の出水でゴミが付着した高さである。この横方向のポールの高さと写真-12付近でのゴミの付着高さとの差、つまり砂州の上・下流の最高水位の差はおおよそ0.8mであった。

写真-17は、上・下流側の移行部にポールをたて、写真-6のA地点から写したものである。写真-17のCからD地点間は下流側の移行部で実測では長さ約12.5m、DからE地点間は砂州のつけ根中央で長さ約64m、EからF地点間は上流側移行部で長さ約20mである。そして、この写真-17のCからFの位置(砂州のつけ根)は、写真中の右岸の建物等を目印にして写真-7等と比較したところ、約3ヶ月の間でほとん



写真—17 砂州フラッシュ後の状況(1990年6月30日撮影)

ど変わっていないことがわかった。

このように、砂州フラッシュ後の左岸側の地形は導流堤に向いほぼ直線の浜崖を形成していた。また、1990年6月27日出水時における砂州の上・下流の最高水位の差は約0.8mであった。

V. む す び に

本報では、導流堤施工前と導流堤施工開始後の約20年間の最上川河口砂州の変形過程を示した。

導流堤施工前の約10年間における河口砂州形状は、冬期には河口幅を狭め、出水時には河口幅を拡げ、この過程を繰り返していた。導流堤施工開始後は、導流堤のつけ根部から上流側に湾入し、砂州は急激に上流に移動してきた。そして、1990年6月27日の出水で河口砂州はフラッシュされ、その実態を示した。本報で示した最上川河口砂州の変形過程は、約20年間における時間スケールでの変形過程で長期的変形過程ともいふべきものであろう。1990年度内には、導流堤直上流の湾入部に対し、導流堤のおよそ延長線上の部分に暫定堤防が設けられる予定である。河口砂州の回復状況と塩水遡上とが関わり、最上川の河口に関する研究は次の段階をむかえつつある。

謝 辞

本研究で用いた実測資料の多くは建設省東北地建酒田工事事務所、運輸省第一港湾建設局酒田港工事事務

所から提供頂いた。実測、データ整理に際し、山形大学農学部1988年度卒坂井正志氏、同1989年度卒松本幸治氏の協力を頂いた。記して謝意を表する次第である。

本研究は、科学研究補助金「総合研究(A)」(研究代表者 東北大学工学部澤本正樹教授、研究課題 東北地方主要河川の比較河口学)の一部補助を受けたことを付記する。

引用文献

- 1) 建設省土木研究所鹿島試験所：最上川河口の模型実験報告書、土木研究所資料第887号、pp.3~182(1974)
- 2) 建設省河川局：最上川水系工事実施基本計画、pp.1~14(1988)
- 3) 建設省東北地方建設局：全国河川河口資料集(3)東北地区、pp.51~88(1973)
- 4) 西川和廣・佐々木充・前川勝朗・宇多高明・国松広志：最上川河口砂州の変形機構について、海岸工学論文集、第37巻、pp.374~378(1990)
- 5) 農業土木学会：農業水利学実習ガイド、第3章(3.11)河口排水、pp.131~132(1987)
- 6) 吉川秀夫編著：流砂の水理学、pp.405~432、丸善(1985)
- 7) 沢本正樹・首藤伸夫・谷口哲也：阿武隈川河口砂州の変形過程、土木学会論文集、第387号/II-8、pp.179~188(1987)

- 8) 運輸省第一港湾建設局：百年のあゆみ, pp. 67 (1986)
- 9) 東北地方建設局酒田工事事務所：最上川工事史, pp. 315~362 (1971)
- 10) 富樫兼次郎：日本海北部沿岸地方に於ける砂防造林, 秋田榮林局, pp. 93~94 (1937)
- 11) 山形県土木部港湾課：酒田港港湾計画調査事業自然条件調査報告書(漂砂予測), pp. 4~12 (1982)
- 12) 前川勝朗：最上川河口の砂州について, 東北地域災害科学研究, 第26巻, pp. 47~51 (1990)
- 13) 運輸省第一港湾建設局酒田港工事事務所：酒田港 (1989)
- 14) 農林省農地局：河口閉塞調査報告書, pp. 9~10 (1964)
- 15) 須賀堯三：河川工学(土木工学ライブラリー7), pp. 120~126 (1985)