

赤川河口砂州の変形について

前川 勝朗・今 淳

(山形大学農学部地域環境科学講座)

(平成4年9月1日受理)

On Changes in the Topography at the Mouth of the Aka River

Katsuro MAEKAWA and Atsushi KON

Section of Regional Environment Science, Faculty of Agriculture,

Yamagata University, Tsuruoka 997, Japan

(Received September 1, 1992)

山形大学紀要(農学)第11巻 第4号 別刷(平成5年)

Reprinted from Bulletin of the Yamagata
University (*Agricultural Science*) Vol. 11 No. 4 (1993)

赤川河口砂州の変形について

前川 勝朗・今 淳

(山形大学農学部地域環境科学講座)

(平成4年9月1日受理)

On Changes in the Topography at the Mouth of the Aka River

Katsuro MAEKAWA and Atsushi KON

Section of Regional Environment Science, Faculty of Agriculture,
Yamagata University, Tsuruoka 997, Japan

(Received September 1, 1992)

Summary

This study used records of previous observations to investigate topographical changes at the mouth of the Aka River (Yamagata Prefecture). The results may be summarized as follows:

1. The topography of the river mouth was shaped and transformed by a combination of wave action and river discharge. It became clear that the time scale of transformation and restoration was approximately one year.

2. The most prominent topographical change is the width of the river mouth. It was determined that the annual pattern is for the mouth to be narrowed during the winter months by wave action and for the river mouth to be widened by the flood discharge of the spring thaw.

3. The study also presents the relation equations of the least river mouth width and the least river mouth area to the river discharge volumes.

1. はじめに

赤川新川の開削は1918年(大正10年)に開始し, 1936年(昭和11年)に通水され, 1953年(昭和28年)に赤川は最上川から完全に分離された¹⁾. 現在, 赤川の流域面積は857 km², 流路延長70.4 kmの1級河川である.

さて, 我が国では河川および海岸条件から, ほとんどの河口で閉塞障害を受け, なんらかの対策がとられており, 海岸工学, 河川工学の分野では勿論のこと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ところである²⁾.

庄内平野を貫通する最上川(流域面積7,040 km²)の河口について示すと, 河口砂州による堰上げの影響で1969年8月8日洪水において計画高水流量(当時7,000 m³/s)未満でH. W. L. をこえ, 毎年の出水規模(2,000~3,000 m³/s)で砂州をフラッシュできるような導流堤の施

工がなされている³⁾. また, 日向川(流域面積219 km²)の河口ではしばしば河口閉塞がみられ, 鮭の遡上阻害の課題もあり右岸側に導流堤の施工がはじまっている⁴⁾. 赤川の河口では, これまでのところ特に河口砂州に関わる問題は生じておらず導流堤施工の計画もないが, 現在計画高水流量の改訂(昭和28年には熊出で2,000 m³/sであったが, 昭和51年に3,000 m³/sとし, 大山川の合流点下流では3,200 m³/sとした⁵⁾)に伴い, 赤川新川の拡幅工事に着手しており, 将来は塩水遡上, 河口砂州に伴う堰上げ等の課題に対処しなければならないであろう. 工事の進捗状況に伴って, 河口砂州に関わる課題が顕在化してくると思われる.

本報は, 既往の資料と3年半にわたる観測結果を基に, 赤川河口砂州の変形について示したものである.

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が⁶⁾、現地観測の困難性および現象の複雑さがあり河口砂州に関する研究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、赤川における河口砂州の変形の様相を検討することは重要である。赤川の中・下流部における河道整備工事の進捗に伴って、本報が赤川河口砂州への対策を検討する際の参考資料になれば幸いである。

II. 赤川河口部の諸状況

ここでは、赤川河口部での河川流量と砂粒径について示した。なお、運輸省第一港湾建設局酒田港工事事務所によると波浪の概要は、10月から3月にかけて北西並びに西北西の風が強く、最大有義波高が7~8mにも及ぶが、夏期には波は静である^{3,7)}。また、赤川河口右岸側

に建設省による風速計が設置されており、その記録をもとに1989年10月から1990年9月までの1年間のデータを整理してみたところ、運輸省酒田港工事事務所の風況特性^{3,7)}とはほぼ同じであった。

1. 河川流量

浜中観測所(河口から約2.6km)における1968年から1987年までの20年間の日流量値より求めた月平均流量を表-1に示した。

表-1によると、月平均流量が最も多い月は4月でこれは融雪出水によるものであり、5月もこの影響で大きい値となっている。6月から10月にかけては河川流量は少なく、11、12月には若干増加する。

図-1は同じく20年間における年最大日流量と年第2位日流量を示したものである。最大日流量の第1位は1969年8月8日の1,207.00m³/s、第2位は1987年8月

表-1 月平均流量

(浜中観測所, 1968年~1987年)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月平均流量(m ³ /s)	47	44	61	169	144	54	46	42	39	45	85	80
標準偏差(m ³ /s)	12	18	17	31	52	29	26	38	15	16	28	19

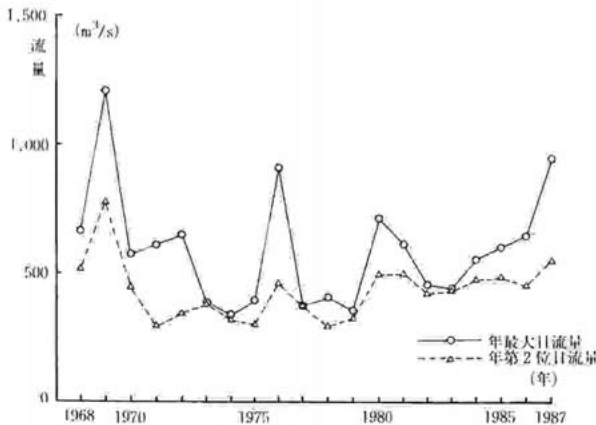


図-1 年最大日流量と年第2位日流量の経年変化

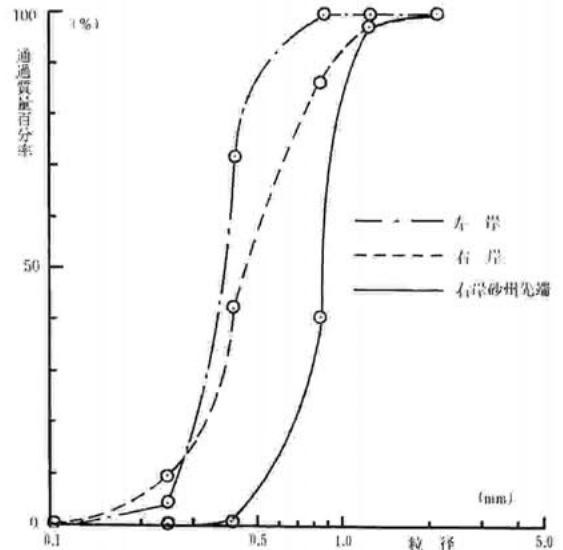


図-2 赤川河口砂州における粒度分布

29日の $937.76 \text{ m}^3/\text{s}$ 、第3位は1976年8月6日の $907.17 \text{ m}^3/\text{s}$ とも夏期である。図-1より年に1度は $300 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の出水があることがわかる。

2. 河口砂州の粒径

1990年7月28日に砂州表面の3地点から 100 g 程度の砂を採取し粒度分布を調べた。

第1の採取地点は右岸砂州先端付近の地点で図-2の実線が粒度分布であり、第2は右岸 C. S. 75+50地点で同図の点線が粒度分布、第3は左岸 C. S. 75+50地点で同図の一点鎖線が粒度分布であり(採取地点は図-3参照)、それぞれ順に50%粒径は 0.87 mm 、 0.46 mm 、 0.38 mm であり3地点とも 1 mm 以下の粒径であった。砂州先端付近の粒径は波のフルイ分け作用により幾分粒径が大きい。

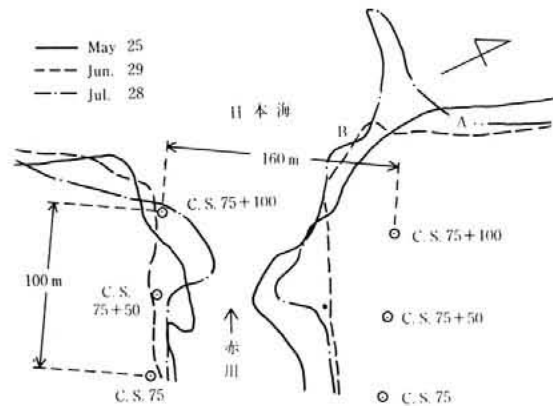


図-3 汀線形状(1990年)

3地点の砂をまとめてみると50%粒径は 0.62 mm で、日向川河口砂州の粒径(1991年3月13日)と同程度であり⁴⁾、最上川河口砂州の50%粒径 0.92 mm (1988年10月26日)に比べて小さかった³⁾。

Ⅲ. 河口砂州の汀線形状

ここでは、まず1990年5月～7月の間に調査した河口砂州付近の地形変化について示し、次に月別の汀線形状変化について示した。そして、冬期には年によって河口位置が左・右岸に大きく変動する状況を示した。

1. 河口砂州付近の地形実測

河口砂州の汀線形状と砂州付近の地形標高の調査を

1990年5月25日、6月29日、7月28日の3回行った。

測定方法は、まず赤川河口の両岸に既設 C. S. 75の建設省のコンクリート杭を基準杭として、河道方向見通し線上の左・右岸の 50 m 先に C. S. 75+50、 100 m 先に C. S. 75+100の木杭を打ち込んだ。これらの左・右岸の杭は河道に平行でその間隔は 160 m である。次に C. S. 75の杭を基に、 20 m 間隔のメッシュを組んでその交点に木杭を打ち込んだ。これらの杭を基にトランシットとレベルを用いて河口付近の地形測量を行い汀線図と等高線図を作成した。

図-3は河口付近の汀線の重ね合わせ図である。河口の汀線形は多様であるが、5月26日に比べ6月29日には河口がかなり拡幅している。これは6月末の26日から28日にかけて出水があり(浜中観測ピーク流量は6月27日12時38分、 $1,381.08 \text{ m}^3/\text{s}$)、両岸には浜崖が形成されて



写真-1 沖側への堆砂状況(図-3のA地点付近から撮影、1990年6月30日)



写真-2 沖側への堆砂状況(図-3のB地点付近から撮影、1990年7月4日)

おり側方侵食でフラッシュされたものである。7月28日の河口幅は5月25日のそれと同程度であるが、これは6月末の出水による河口拡幅の影響によるもので、河川流量に見合う通水断面積（河口幅）はさらに小であると思われる。さて、7月28日の汀線は、右岸砂州先端部（沖側）が突起状となっている。月1回程度の観測からこの形状に説明を加えると次のようである。

6月末の出水により河口砂州の土砂はかなり海（沖側）に流出した。土砂の流出は右岸側の沖100m程にかなり堆積しており、写真-1、2のように一部が海面にでていた。波の作用により約1ヶ月後には図-3のような状況にまで流出土砂の一部帰還により砂州が再成長し、その後は突起状の先端が河道寄りとなりながら変形し、1991年3月には完全に突起形状は消滅していた。

図-4は河口砂州付近における間隔50cmの等高線

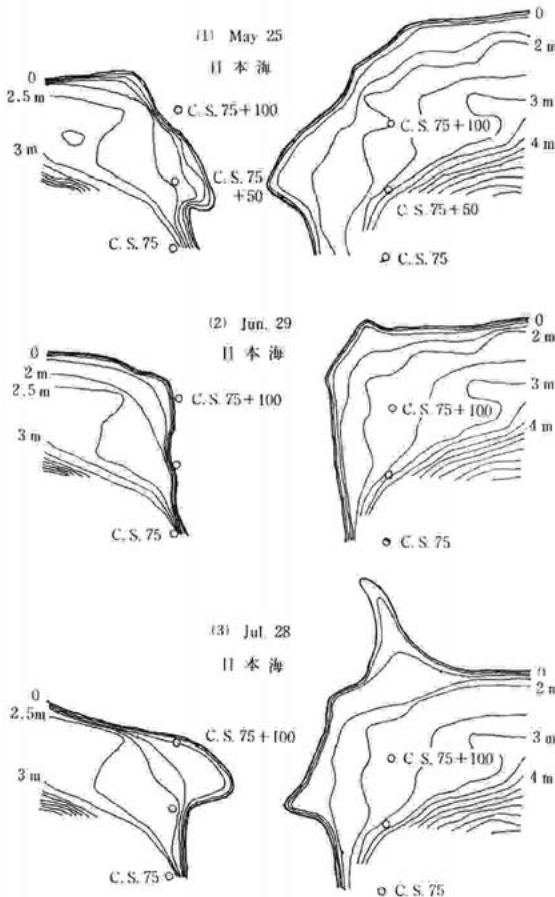


図-4 河口砂州付近の等高線図(1990年)

図である。5月25日から7月28日の期間では概略 T. P. 2 m 以上の部分では顕著な地形変化はみられないが、T. P. 2 m 未満の部分は河川の出水と波の作用により多様な地形変化を呈している。なお、観測の約3ヶ月以内では顕著な波浪はなく、運輸省酒田港工事事務所による1時間ごとの速報値（沖合い -45 m 地点）によると、波高（H 1/3）の最大なものが2 m 程度で6月22日と7月19日の2日であった。

以上のように、赤川の河口砂州は、河川流量と波の作用に敏感に反応して変形し、その時間スケールは1990年6月末の出水規模と流出土砂の帰還状況、月1回程度の3年半にわたる砂州形状観察とを考察すると短期間で、変形・回復は1年程度の時間スケールで取り扱ってよいものと思われる。

2. 月別の汀線形状変化

建設省酒田港工事事務所では1975年から1984年の10年間、月ごとの汀線形状等を測定しており、ここではこのデータを用いた。

図-5の例は1978年における月別の汀線形状である。図-5より次のことをうかがえよう。1月から3月にかけては河川流量も少なく冬期波浪が河道内に土砂を伴って侵入し、河口先端から上流にかけて一様に河口幅が狭まり、4月から6月にかけては、融雪水等の出水により砂州が側方侵食でフラッシュされ最小河口幅は拡がる。7、8月には波浪は穏やかで出水時の履歴を受け最小河口幅は比較的広い。その後、波浪の影響によって砂州先端部は多様な形状を呈しながら土砂は河口上流側へと堆

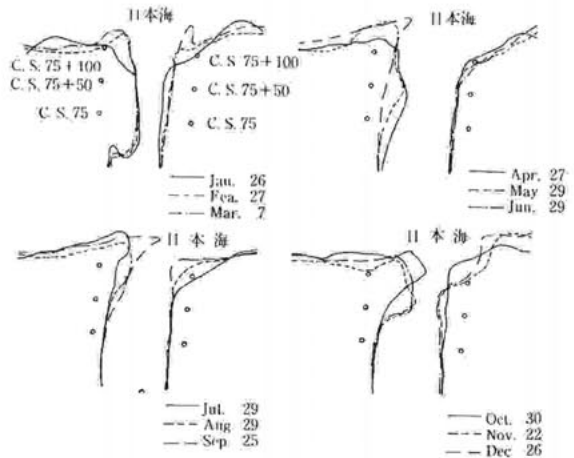


図-5 月別の汀線形状(1978年)

積し始め、徐々に河口幅が上流側でも狭まっていく。

このように、赤川河口部では、出水と波浪が主要な起動力となって地形が変化し、出水時には河口幅を拡げ、冬期には波浪により河口幅を狭める等の現象を呈し毎年これを繰り返していると概観できる。

図-6は、1983年と1984年の5月における河口付近の深浅図である。1983年は平年の約50%の月平均流量(76.25 m³/s)の状況で、一方、1984年5月は20年間(1968年から1987年)のうちで最大の月平均流量(226.29 m³/s)の状況である。この図から次のことがうかがえる。

河口部においては出水量に左右されず、最深河床標高はT. P. -2~-3 m程度とほぼ一定であり、この傾向は他の深浅図においてもほぼ同じであった。出水があっても、最深河床はT. P. -2~-3 m程度とほぼ一定の状態です。最小河口幅が変化するといえよう。なお、河口部の通水断面についてはIV. 1. に示す。

図-7は、1975年から1984年の2月における河口付近の汀線である。図-7によると、河口砂州付近の汀線形

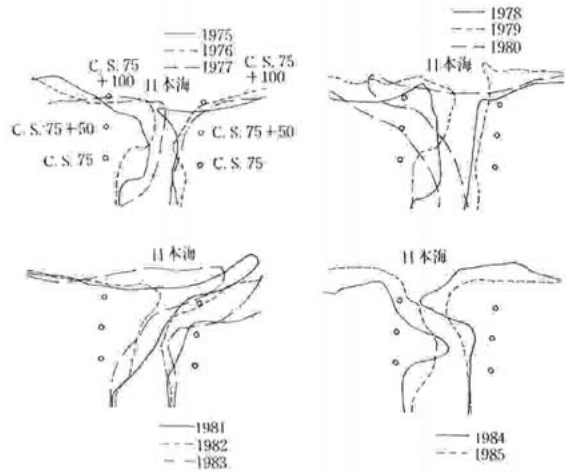


図-7 冬期(2月)の汀線形状

は多様で、海岸汀線の位置も異なり、また1984年のように河口部で河道が蛇行している場合もみられる。さらに、河口位置が1980年のように極端に左岸側に偏している場合、1981年と1983年のように極端に右岸側に偏している場合がみられる。河口位置が左・右岸に変動する主因子は波向と思われるが詳細は今後の課題である。なお、建設省酒田工事事務所では1982年の6月と10月に沿岸流調査を行っている。調査方法は、海面の4地点に1.0 mと1.5 mの標桿を浮かべ、経過時間に伴う標桿の位置を追跡したものである。これによると、河口沿岸流は南南西から北北東に流れているが、冬期の調査は行われていない。

IV. 河口部の通水断面と海浜地形

1. 河口部の通水断面

1978年の最小河口幅と日流量(「流量年表」による値)の経時変化を図-8に示した。図-8によると、出水時には最小河口幅が拡がり、河口幅と流量の関係は河川流量の変化に応じて最小河口幅が対応する平衡状態であるとみてよいが、夏期の渇水時には河口幅は流量に対応せずしばらく非平衡状態が続くが波浪の影響で次第に河口幅は狭まっていく。そして出水によってまた最小河口幅は拡がる。このような状況を繰り返しているのである。

さて、1975年から1984年までの10年間の最小河口幅と日流量の関係をプロットしたのが図-9である。最小河口幅は、河口付近の汀線形状図面を用いて流向に対して直角になるような最小の幅を選定した。いま、河川流量

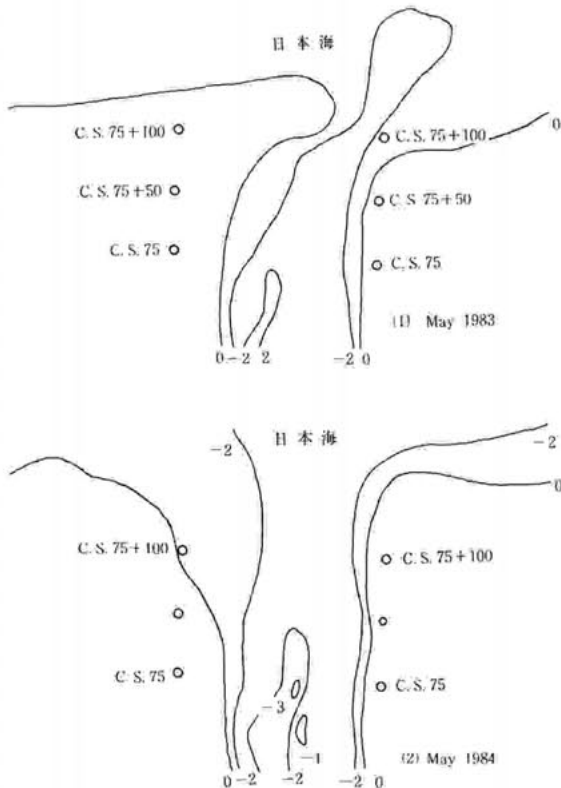


図-6 河口付近の深浅図

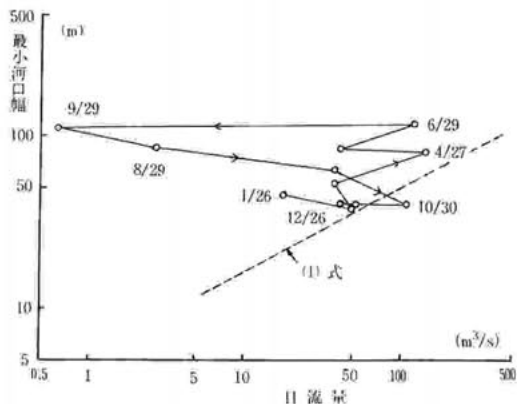


図-8 最小河口幅と日流量の経時変化(1978年)

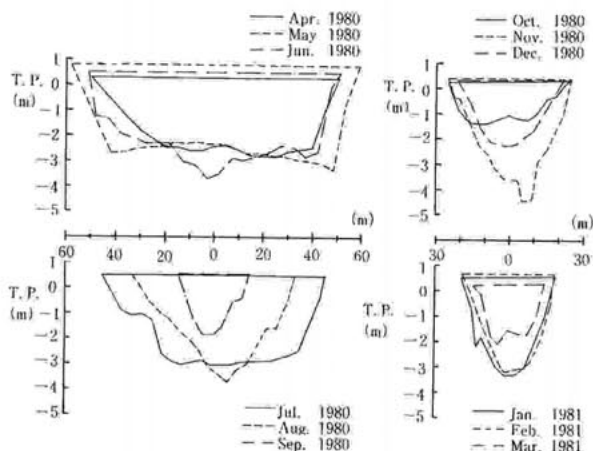


図-10 月別の最小河口部断面形

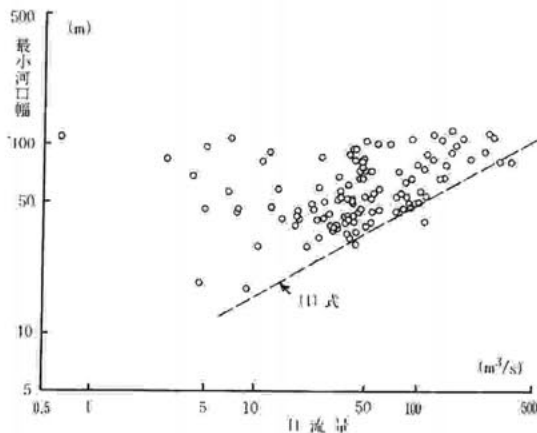


図-9 最小河口幅と日流量の関係

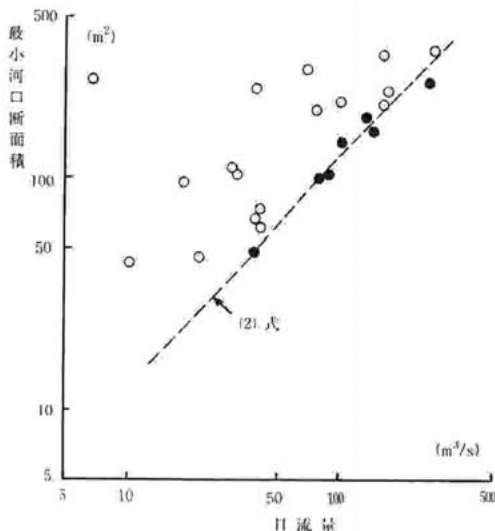


図-11 最小河口断面積と日流量の関係(平衡状態)

に対する最小河口幅の下限値付近を赤川河口部での河川流量と最小河口幅の平衡状態とみると次式で表わされる。

$$B = a Q^{1/2} \dots\dots\dots(1)$$

ここで、B：最小河口幅(m)，a：係数で赤川河口の場合≒5.2，Q：日流量(m³/s)

(1) 式の理論的な説明については略すが既往の式であり、阿武隈川河口では底質粒径 0.6 mm 前後で係数 a ≒ 4.79 である⁸⁾。

図-10は1980年4月から1981年3月の間の月別の最小河口幅部分における断面形を示したものである。図-10によると、春の出水時には河床標高はあまり変化なく側方侵食によって河口が拡幅している様子等がうかがえる。

図-11は、最小河口断面での深浅測量が行われた1980

年4月から1982年3月の間の最小河口断面積と日流量の関係を示したものである。図-8に示した最小河口幅と日流量の関係をj作成して経時変化等の視点から平衡状態とみなし得るか否かを判定し、平衡状態とみなし得る1980年の8月、11月、1981年の4月、8月、12月、1982年の2月、3月の計7個のデータ(図-11の●印)について最小河口断面積を算出し、次式で整理した。

$$A = bQ \dots\dots\dots(2)$$

ここで、A：最小河口断面積(m²)，b：係数で赤川河口の場合≒1.2

(2)式も既往の式で、阿武隈川河口では係数 b ≒ 1.43

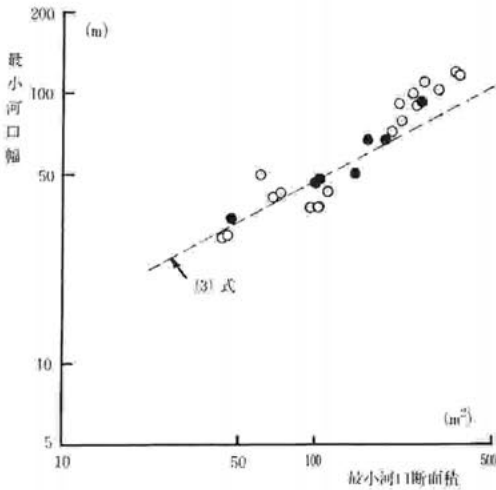


図-12 最小河口幅と最小河口断面積(平衡状態)

である⁸⁾。

(1), (2)式から B と A の関係は次式となる。

$$B = cA^{1/2} \dots \dots \dots (3)$$

ここで、c : 係数で赤川の場合 $c \approx 4.7$

図-12は B と A の関係(1980年4月から1982年3月までのデータ使用)を示したものである。

以上のように、ここでは赤川河口部における最小河口幅の変化の様相と通水断面積の特性について示した。

2. 海浜地形

赤川河口砂州の変形について海浜地形から情報を得るために、建設省酒田工事事務所で主に10月と2月の年2回測量したデータを基に整理を行った。用いたデータは1980年から1989年の10年間のものである。

図-13は海浜地形測線の模式図で、測線 No. 6 が河道中央に位置し、河口右岸側に No. 1~No. 5 の測線、河口左岸側に No. 7~No. 11 の測線がそれぞれ位置してい

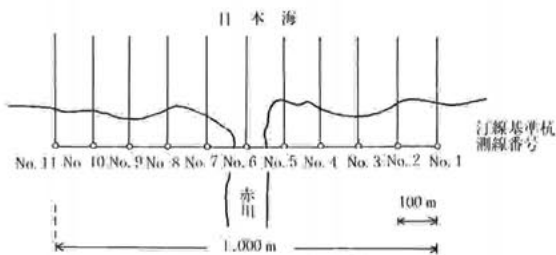


図-13 海浜地形測線の模式図

る。測線の間隔は 100 m であり、1 測線長は沖側に 1 km である。各測点は汀線基準杭から 20 m の間隔である。

図-14は各測点での平均の標高を求め、これを測線方向に結んだものである。ここでは、これを平均海浜断面形と呼ぶことにする。図-14によると、各測線での平均海浜断面形には大差はみられずほぼ同傾向である。沖側

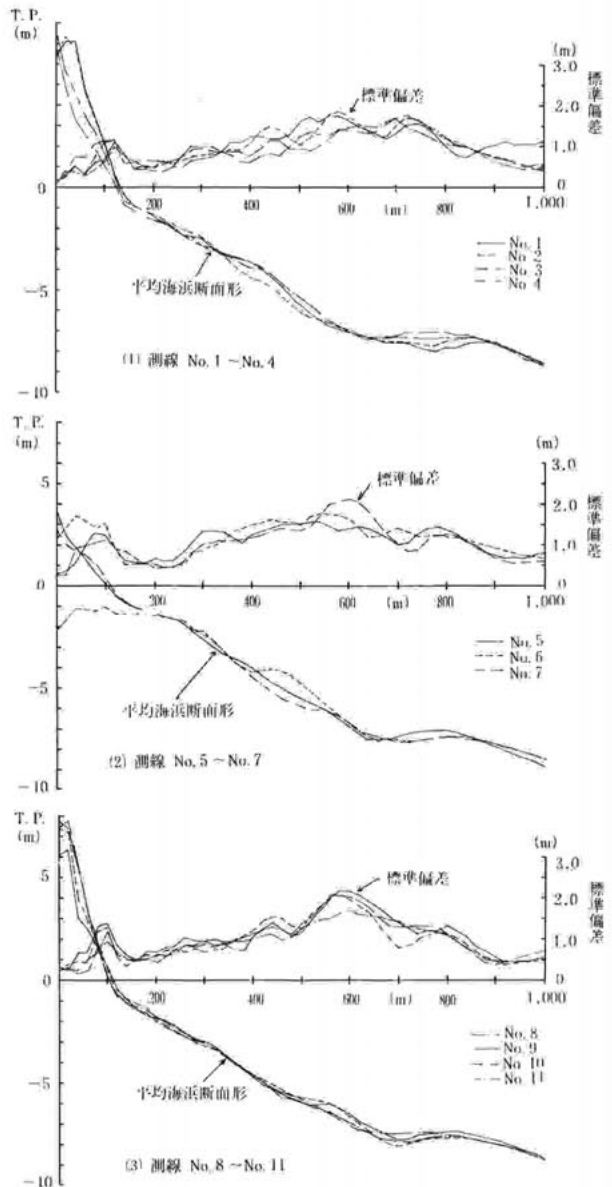


図-14 平均海浜断面形

100 m 付近では標準偏差値で小さな山がみられる。この部分は潮汐や波浪(砕波)の作用によって常時変動を続けている部分である。また、沖側 600~700 m 付近で標準偏差値の大きい山がみられる。また、沖方向への海底地形勾配は沖側 100 m 付近と 600~700 m 付近に変化点が見られる。

このように、各測線での平均海浜断面形等には大差はみられない。そして、測線 No. 6 の河道線上では沖側 100 m 位までは地形変化は割合に顕著であるが、測線 No. 5, No. 7 への影響はほとんどみられない。つまり、赤川河口部では砂州のフラッシュなどによっても限られた幅で沖側に 100 m 程度だけの影響であり、河口砂州の様相は海浜地形から概観すると局所的現象と位置づけられよう。そして、図-7 の冬期河口位置の変動も局所現象と位置づけることができよう。なお、図-13 の汀線基準杭は図-3 の左・右岸の C. S. 75+50 を通過するラインと考えてよい。

V. むすびに

本報は、実測値と既往の資料を用いて、赤川河口砂州の変形について検討したものである。研究成果は次のようである。

- 1) 赤川の河口砂州は河川流や波浪の状況に敏感に反応して変形し、変形・回復の時間スケールは1年程度であることが判明した。
- 2) 赤川の河口砂州は冬期には主に波浪によって最小河口幅を狭め、融雪などの出水により拡幅し、毎年この状況を繰り返し、その地形的な変化の様相を明らかにした。
- 3) 河川流量に対する最小河口幅と最小河口断面積の関係式を示した。

赤川の河口砂州についてはまとまった報告がない状況であり、本報では既往の資料を整理・分析しながら用いた。本報で用いた実測資料の多くは建設省酒田工事事務所から提供頂いたもので、記して謝意を表す。本報は、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。

本報は、農業土木学会東北支部研究発表会(1990)で一部発表したものにその後の研究成果を加えてとりまとめたものである。前川は全体のとりまとめを担当し、今(1991年3月、山形大学農学部農業工学科卒業(農業水文学研究室)、現在建設省東北地建能代工事事務所勤務)は、主にデータの整理と解析を担当した。

引用文献

- 1) 建設省東北地方建設局月山ダム工事事務所：赤川治水と利水，pp. 84~93(1984)
- 2) 農業土木学会：農業水文学実習ガイド，第3章(3.11)河口排水，pp. 131~132(1987)
- 3) 前川勝朗：最上川河口砂州の変形過程，山形大学紀要(農学)，第11巻，第2号，pp. 69~88(1991)
- 4) 前川勝朗・三本和彦：日向川の河口砂州について，東北地域災害科学研究，28巻，pp. 33~36(1992)
- 5) 建設省河川局：赤川水系工事実施基本計画，pp. 1~9(1988)
- 6) 吉川秀夫編著：流砂の水理学，pp. 405~432，丸善(1985)
- 7) 運輸省第一港湾建設局酒田港工事事務所：酒田港(1989)
- 8) 山本晃一：河口の断面特性，第23回海岸工学講演会論文集，pp. 284~289(1976)