

# 米代川の河口変動特性

島谷 任克\* ・笹本 誠\*\* ・笠井 太志\*\*\*  
大場 孝司\*\*\*\* ・布施 泰治\*\*\*\*\* ・堺 茂樹\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

日本海側の積雪寒冷地に於ける冬期の海象及び河川流況の大きな特徴として、いわゆる西高東低の冬型気圧配置による季節風によって発達した激浪が日本海沿岸に來襲し、時によっては数日間継続することと、積雪期には著しく河川流量が低下することがあげられる。この両者とも、河口部への堆砂を促すことになり冬期間は砂州が成長し、河口幅は著しく狭められてしまう。その後、春期の融雪出水が始まると冬期に発達した河口砂州により流下が妨げられ、水位が著しく上昇し、指定水位・警戒水位を超えるという治水上の問題が生じる。また、通常は融雪出水によって河口砂州はフラッシュされるが、発達したままに残っていることがあれば、台風あるいは停滞前線による豪雨時に、河口部における氾濫の原因となる可能性もある。

本研究は、米代川の治水対策上の重要な課題の一つである河口処理対策検討の一環として、河口部を含む周辺海域での漂砂特性及び河口砂州の変動特性を明らかにし、今後の河口処理対策の基礎資料を得るものである。

## 2. 流域特性

米代川河口は秋田県能代市にあり、その源流は青森・秋田・岩手三県の県境をなす中岳にある（図-1）。流域面積 4100 km<sup>2</sup>、幹線流路延長 136.3 km を有する、秋田県第 2 位の 1 級河川である。この流域の特徴は放射状流域であることと、平地面積 486 km<sup>2</sup> に対して山地面積が 3614 km<sup>2</sup> と、平地がわずかであることである。

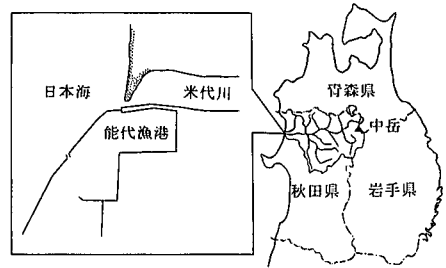


図-1 米代川概況図

## 3. 河口部を含む周辺海域における漂砂特性

### 3.1 海岸地形の変遷と導流堤・防波堤建設との関連

河口部を河道と漁港に区分するため、昭和 38 年から 39 年にかけて、河口部先端から上流へ約 1 km 程の導流堤が建設され河口幅が狭められた。その後、漁港整備のための防波堤建設が始まり昭和 41 年に約 250 m、昭和 46 年に約 900 m、昭和 50 年に約 1.5 km、昭和 60 年には総延長約 3.5 km の防波堤が完成し、現在に至っている。

一般に海岸構造物の建設は、周辺海域の漂砂特性に大きく影響を及ぼす。そこで導流堤・防波堤の建設に伴う米代川河口部を含む周辺海域の海岸地形の変化について、過去 7 時点における地形図を基に検討を行った。最も古い昭和 14 年を基準として、汀線の変化量を示したものが図-2 である。なお、昭和 57 年、平成 6 年での河口南側（図中左側）に大きく汀線が前進した区域があるが、これは東北電力能代火力発電所用地の埋め立て工事によるものである。昭和 28 年、36 年、44 年では、河口部の南側で一部若干の堆積傾向が見られるが、全体的には安定していた。防波堤の本格的な建設が始まった後の昭和 47 年では河口の南側は堆積傾向、北側は侵食傾向にあることが確認できる。この時点ではすでに導流堤が建設され、防波堤も約 1 km まで建設されており、それにより南側からの沿岸漂砂が遮断されたものと考えられる。しかし、昭和 57 年及び平成 6 年と昭和 47 年とを比較すると、昭和 47 年以降は大きな変化は見られない。もし、南からの沿岸漂砂の規模が大きければ、この傾向はさらに進行したはずだが、その後進行することなく汀線に大きな変

|                 |                                                                   |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------|
| * 学生会員          | 岩手大学工学部建設環境工学科                                                    |
| ** 正 会 員        | 岩手大学工学部建設環境工学科                                                    |
| ***             | 岩手大学工学部建設環境工学科                                                    |
| ****            | (現 青森県土木部)<br>建設省東北地方建設局能代工事事務所調査課第一係長 (現 建設省東北地方建設局河川課河川調整統計係係長) |
| *****           | 建設省東北地方建設局能代工事事務所調査課課長                                            |
| ***** 正 会 員 工 博 | 岩手大学助教授 工学部建設環境工学科                                                |

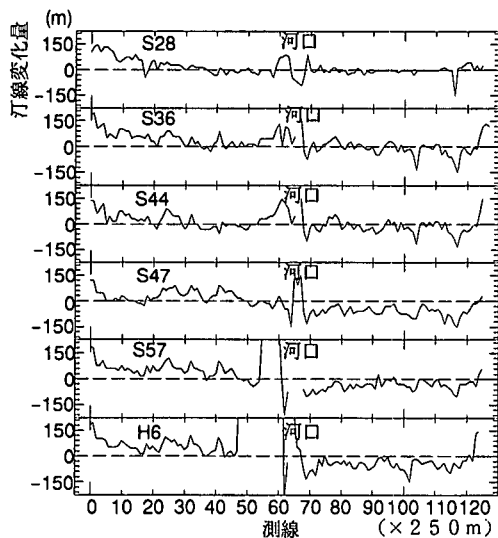


図-2 汀線の変化状況 (昭和14年を基準とした進退)

化は見られない。

以上の結果から、南からの沿岸漂砂は存在するものの、現在の地形変化に影響を及ぼす程の規模ではないと考えられる。また、南からの沿岸漂砂が遮断された後も、毎年砂州の消長が繰り返されていることから、河口部への堆砂は北からの沿岸漂砂あるいは岸沖漂砂によるものと推測される。

### 3.2 河口周辺沿岸域の2級河川の河口変動特性

前節では、河口砂州を形成する砂の供給源は、南からの沿岸漂砂ではないことが明らかとなった。そこで、ここでは北側からの沿岸漂砂の可能性を検討する。

米代川河口部北側には、竹生川・塙川・水沢川の2級河川の河口がある。一般に中小河川は、河口部における来襲波浪の入射方向あるいは漂砂方向の影響を敏感に受け、河口変動が頻繁に生じる。そこで、これら2級河川の河口変動特性から河口部北側の漂砂特性を検討するため、2週間に1度の割合で河口の写真撮影を行い、それを基に検討を行った。これら3河川の砂州の移動方向を示したものが、図-3、4、5である。図-3は竹生川の砂州の移動方向を示したものであるが、年間を通じて砂州の移動方向は変化し、季節的変化などの規則性は確認できない。図-4は塙川、図-5は水沢川の場合であるが、春から秋にかけて砂州は北側へ伸び、冬期間は南側へ伸びる傾向が見られる。このことは冬期間の北側からの沿岸漂砂の存在を示唆している。しかし、米代川にもっとも近い竹生川においては、冬期間に北からの沿岸漂砂が卓越しているとはいえず、米代川において河口砂州の供給源として、北からの沿岸漂砂が支配的であるとは考えにくい。

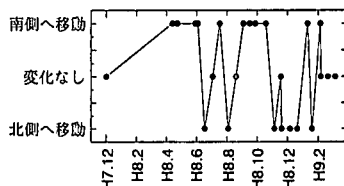


図-3 竹生川の砂州移動方向

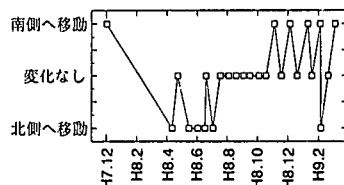


図-4 塙川の砂州移動方向

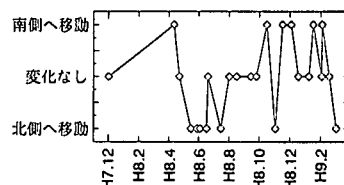


図-5 水沢川の砂州移動方向

### 3.3 蛍光砂による河口前面における漂砂特性の観測

地形図に見られる海岸線の変化状況と写真撮影結果が示す中小河川の河口変動の状況から、米代川の河口砂州形成の主要因は岸沖漂砂であるものと推定されたが、これを実証するため河口前面における蛍光砂調査を行った。

#### a) 蛍光砂の作成

砂州の汀線付近の砂を2mm篩にかけ、鉄板上で天日乾燥させる。その後、蛍光塗料を砂によく練り混ぜ再び乾燥させ、微粒な砂あるいは蛍光塗料のかたまりなど、浮遊する可能性のあるものを除くため、投入前に水洗いをした。なお、蛍光砂は緑色・黄色の2色とし、それぞれ460kg作成した。

#### b) 投入位置の決定

本調査の目的は、米代川河口砂州の供給源として岸沖漂砂が支配的であることを確認し、かつ北からの沿岸漂砂の影響の程度を把握することであるから、蛍光砂の投入位置を砂州開口部前面と河口北側の2地点とした。蛍光砂投入水深は、既存の深淺図で地形変化が顕著である5m以浅とした。また、10月から11月にかけて河口砂州への堆砂が顕著となることから平成8年11月4日に蛍光砂を投入した。土嚢袋に入れた蛍光砂を船に積み込み、河口両岸に設置したトランシトにより投入予定位置に船

を誘導し投入した。投入された土嚢袋は、ダイバーによって海底で開封され、このとき正確な投入点をトランシットにより測定した。

### c) 蛍光砂の採取・測定

冬期の日本海では激浪が頻繁にかつ長期間来襲し、船による底質の採取が不可能なため、本研究では砂州とそれに連続する北側の海岸線の汀線上で採取する事とした。なお、砂州の発達に伴い汀線が常に変化しているため、蛍光砂採取は汀線測量と同時にを行い、採取位置を測定した。底質採取は投入した月は2回、それ以降は1ヶ月に1回の割合で実施した。採取した砂を乾燥した後、暗室において100g中の蛍光砂の個数を色別に計測し、これを各地点につき2回行い、その平均値を求めた。

### d) 蛍光砂調査の結果及び考察

図-6に緑色蛍光砂の投入位置とその分布を示す。図中の棒グラフは蛍光砂の個数を示している。図中の中央部にデータが記載されていない部分があるが、これは消波ブロックのため蛍光砂を採取できなかった区間である。図中の右端には期間中の波向き頻度を示してあるが、能代港では波向きの測定をしていないため、最寄りの観測所である秋田港のデータを代用した。なお、屈折図により秋田港と米代川河口部での波向きの違いを検討したがその差は小さく、16方位で表示した場合全く同一であった。投入10日後は蛍光砂は観測区間の全体に分布しているが、特に砂州の根本付近で多く確認された。投入22日後も同様に全体的に分布し、砂州の根本付近への蛍光砂の移動がさらに顕著になっている。このように、砂州の根本付近に蛍光砂が集中している理由は、卓越波向き方向へ移動した砂が、砂州根本付近の湾曲した地形に沿った局所的な流れによって移動したものと考えられる。投入53日後も全体的に分布しているが、特に卓越波向き方向で多くの蛍光砂が確認された。これは砂州の根本付近がそれまでの堆砂によって平坦となり、砂州根本への砂の移動がなくなったものと考えられる。投入87日後以降は、ほぼ均一に分布しているが、卓越波向きへの漂砂が他より多いことが確認できる。

以上のように、緑色蛍光砂の分布状況から河口前面では来襲波の卓越波向き方向に移動し、その後汀線の湾曲による局所的な流れによって、移動することが分かった。

図-7は黄色蛍光砂の投入位置と53日後の分布を示している。全観測地点全般にわたってほぼ均一に分布しており、特定方向への移動は確認できない。

以上のことから、観測地点全般にわたり緑色・黄色蛍光砂が分布していることは、沿岸方向の漂砂が存在していることを意味するが、特定方向への沿岸漂砂は見られず、むしろ河口前面では卓越波向き方向への岸沖漂砂が支配的であるといえる。

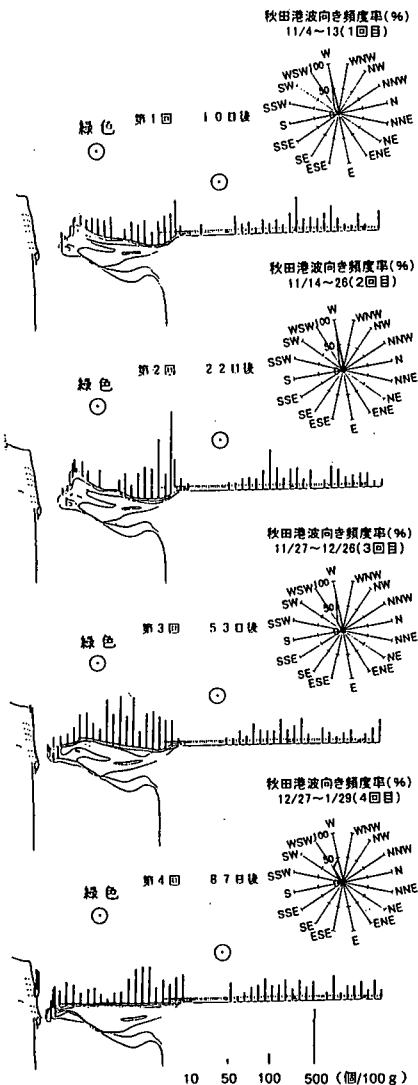


図-6 緑色蛍光砂の投入位置と分布

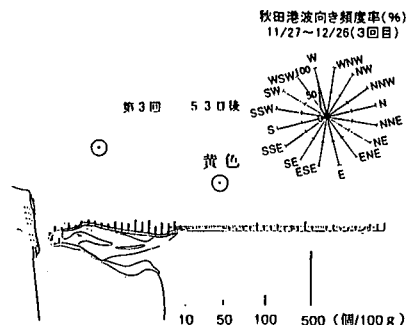
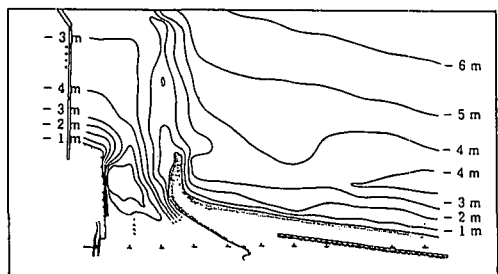
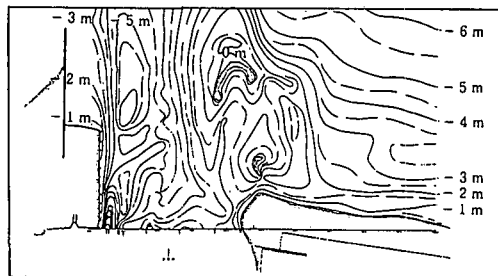
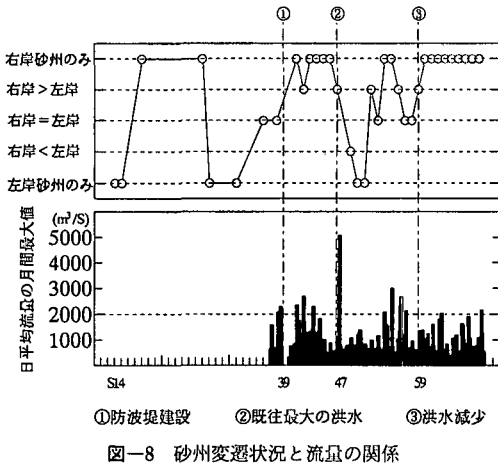


図-7 黄色蛍光砂の投入位置と分布

#### 4. 河口砂州の発達方向と導流堤・防波堤との関連

砂州の変遷状況と流量の関係を図-8に示す。上図は砂州の発達方向を示しており、縦軸は上段より右岸のみに砂州がある場合、両岸に砂州があるが右岸の方が優勢な場合、両岸の砂州が同程度の場合、両岸に砂州があるが左岸の方が優勢な場合、左岸のみに砂州がある場合を意味している。また、下図は日平均流量の月間最大値である。図中の昭和39年以前の河口砂州は右岸・左岸と不



規則な発達をしている。この時期は河口部先端からの導流堤及び防波堤の建設も始まっていないため、砂州の発達方向も不規則であったと考えられる。昭和39年から昭和47年は右岸砂州の発達が顕著になる。これは導流堤と防波堤により左岸からの沿岸漂砂が阻止されたためである。昭和47年から昭和59年では、左岸砂州の発達が顕著となる。この左岸砂州の発達には、昭和47年に生じた洪水が関連している。図-9は洪水直後の深浅測量結果であるが、海域内の滞筋の両側に多量の土砂が堆積していることが分かる。つまり、洪水が発生した場合、フラッシュされた多量の土砂は河口左岸の防波堤のため、それより左岸方向へは移動できず、防波堤沿いに堆積する。これが冬期波浪によって防波堤沿いに岸側に移動し、左岸砂州を形成すると思われる。一方、通常の融雪出水後(図-10)は河口右岸側には堆積するが、河口左岸側への堆積は見られない。図-8に見られるように出水後時間の経過に伴い、徐々に左岸砂州は消滅し、右岸砂州が発達してくる。その後の中規模の出水では、左岸砂州のみに至らないが、両岸から砂州が発達し、時間と共に左岸砂州は消滅して行く。昭和59年以降は大きな出水はなく、右岸砂州の発達が顕著である。全調査期間を通じて、左岸砂州の発達は日平均流量の2000 m³/s以上の出水の後に生じる。

以上のことから、現在の河口部付近の状況では右岸砂州の発達した状態が安定状態であり、左岸砂州の発達は大規模な出水と密接に関連しており、またその原因は左岸防波堤の存在であることが分かる。

#### 5. 河口幅・砂州の面積・波高・流量の関連

河口砂州の消長は、河口部への砂の堆砂をもたす来襲波浪エネルギーと河口砂州をフラッシュしようとする河川の掃流力が平衡を保とうとするために生じる現象である。そこで、河口砂州の消長に対する波浪エネルギーと流量との関係を検討した。図-11は過去10年間にわたる河口幅・砂州の面積・月平均有義波高・月平均流量の関係を示したものである。河口部の測量は、年3回程度実地されているのみであるため、年間を通じた砂州の変化を詳細に確認することはできないが、河口幅は冬期に狭まり、春期あるいは夏期に増大しており、季節的な変化を繰り返していることが分かる。また、砂州の面積も河口幅の増減に対応して変化している。月平均有義波高は、いわゆる西高東低の気圧配置に伴う季節風が強まる冬期に最大となり、その他の季節では寧ろ穏やかである。月平均流量は融雪最盛期となる春期と台風期である夏期に大きな値となっている。これら4者の変化の関連を見ると、河口幅が最小となり砂州面積が最大になるのは、流量が最小で、かつ波高が最大となった直後である

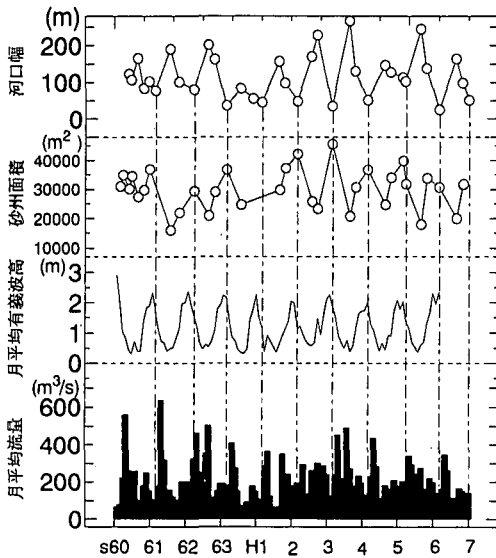


図-11 河口幅・砂州面積・波高・流量の経時変化

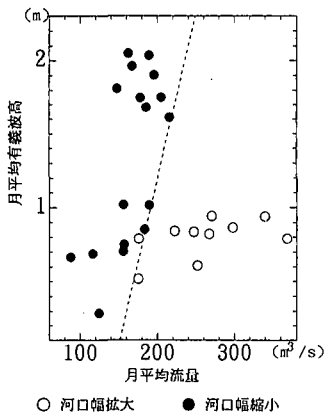


図-12 河口幅変動量と流量・波高の関係

ことが分かる。その後、流量は最大となり、波高が徐々に小さくなるにつれて、河口幅は拡大し、面積は縮小する事が分かる。このサイクルは観測した10年間で例外は全く見られない。砂州の消長に対する波高・流量の関係を定量的に示したものが図-12である。図中の直線によって区分でき、またこの直線によって河口幅の増減を

予測することができる。

以上のことから、日本海沿岸の積雪寒冷地河川の河口変動特性として以下のようなことが分かる。積雪期に入ると、河川流量は著しく低下し、それと同時に冬の気圧配置に伴う季節風のため波高が年間を通じて最大となる。これが砂州の発達を促進し、河口幅を著しく狭めてしまう。その後、融雪出水により河口砂州はフラッシュされ、河口幅は一度に拡大する。このように積雪寒冷地の河口変動には単純な規則性があることが確認される。

## 6. まとめ

積雪寒冷地河川である米代川の河口を対象とした検討の結果、次のことが明らかとなった。

① 過去50年間にわたる海岸地形の変化、周辺の中小河川の河口変動及び蛍光砂調査結果は、米代川河口砂州は岸沖漂砂によって発達していることを示している。

② 河口砂州の消長は冬期間の波浪の増大と河川流量の低下及び春期の融雪出水によって、季節的に繰り返している。

③ 現在の河口部付近の状況では、右岸砂州が存在するのが安定状態と言え、左岸砂州の発達には大規模出水が影響する。

最後に、本研究に際して秋田県山本土木事務所及び同能代港湾事務所より貴重な資料の提供を頂いたことを記し、ここに感謝の意を表する。また、本研究の一部は文部省科学研究費補助金(基盤研究(A)(1))、代表:東北大学教授澤本正樹)及び京都大学防災研究所特定共同研究(代表:京都大学教授高山知司)により行われたことを付記する。

## 参考文献

- 米代川河口処理調査検討中間報告書(1992.3): 建設省東北地方建設局能代工事事務所
- 米代川河口処理調査検討中間報告書・資料集(1992.3): 建設省東北地方建設局能代工事事務所
- 米代川河口調査測量・報告書(1985-97): 建設省東北地方建設局能代工事事務所
- 能代港年間波高整理資料(1985-97): 秋田県能代港湾事務所