

名取川河口水位変動の詳細観測

DETAILED OBSERVATION OF WATER LEVEL FLUCTUATION AT THE NATORI RIVER MOUTH

渡辺 一也¹・山路 弘人²・田中 仁³

Kazuya WATANABE, Hiroto YAMAJI and Hitoshi TANAKA

¹ 学生員 東北大学大学院 工学研究科博士前期課程 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 06)

² 正会員 東北大学大学院教務職員 工学研究科 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 06)

³ 正会員 工博 東北大学大学院教授 工学研究科 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 06)

One of the authors has shown that the water level variation in a river mouth can be utilized for estimating river mouth morphology such as cross-section at a throat area (Tanaka, 1995). In the present study, detailed measurement of water level variation is carried at the Natori River mouth in Miyagi Prefecture, Japan to find quantitative relationship between water level variation and river mouth morphology. For this purpose, the water level is measured with the interval of one minute, whereas conventional measurement system obtains data every one hour. It is observed that the water level inside and outside the river mouth shows distinct difference after the formation of a sand spit at the mouth, although the difference is not so remarkable after flushing of the spit during a flood.

Key words : Natori River, river mouth, water level variation, field observation, jetty

1. はじめに

一般に河川の水位は1時間毎に取得されている。洪水を除いた期間においては水位の変動が緩慢であり、また、洪水時においても一時間の観測間隔で十分にハイドロの形状を捉えることが可能である。河口部においても、通常は1時間の時間間隔で水位を測定している¹⁾。ただし、河口部においては潮汐という、河川流とは異なるタイムスケールの水理現象が存在しており、上中流部と異なるより短い時間間隔での水位観測法があり得ると考えられる。

著者の一人による研究²⁾によれば、河口水位変動データから河口地形を推定することが可能である。同研究においては1時間ごとに観測されている水位データが用いられたが、上に示した詳細計測により、水位情報に内包される新たな河口情報を捉えられる可能性がある。

そこで本研究では、宮城県・名取川河口において1分間隔での河口水位詳細計測を行うことによって、そこから得られる河口地形情報を明らかにすることを目的としている。

2. 調査対象の概要と調査内容

(1) 名取川河口の概要

写真-1に本研究の調査対象である名取川の概要を示す。名取川は宮城県のほぼ中央に位置し、水源を宮城・山形県境に発し、広瀬川等の中小支川と合流して名取市関上において太平洋に注ぐ一級河川である。流域面積は938.9k m²、幹川流路延長は55.0kmとなっている。



写真-1 名取川河口地形概要

名取川は河口部に2本の導流堤を有しており、北へ向かって湾曲している。このために、導流堤内断面の右岸寄りにはらせん流による深掘れが見られる。河口北部には井土浦、南部には広浦が広がっており、過去に河口開口位置が大きく変動していたことを物語っている。なお、写真-1に示すように、近年、本川と支川・増田川の締切り工事が行われ、現在では両河川の流れは分離されている。写真中の St.1、St.2 は後述する水位計の設置位置を示す。

(2) 調査内容

本研究では、写真-1の St.1 と St.2 の2箇所に水位計を設置して観測を行った。計器の設置の様子を写真-2、写真-3に示す。ここでは、著者ら³⁾により開発された、汎用品の圧力センサーとデータロガーを用いた水位計を使用した。

導流堤先端部の St.1 では消波ブロックの中に水位計を設置している。導流堤先端部では測定のためのパイプを安定させることが困難であり、そのため固定金具により消波ブロックに観測装置を固定し、鉄パイプを用いることによってその安定を図った。St.2 においては、既設の低水路護岸を利用して計測器を設置した。

水位観測の時間間隔 Δt は1分とし、以下に示す図においては水位を T.P.に換算して示している。

水位データの観測期間を表-1に示す。データ取得期間における外力の特徴として、洪水の発生が挙げられる。この時期としては珍しく大きな洪水が立て続けに2度起こった。まず、2002年1月21日に洪水が起こり、それによって砂州がフラッシュされた。その後、27日にも洪水が起こった。

図-1に名取川河口部の洪水前後での河口地形の様子を示す。図-1において、導流堤内左岸の砂州に注目すると、洪水後には河口内の砂州がフラッシュされ、小規模になっていることが分かる。今回の資料を用いることにより、砂州の存在が水位に与えている影響を検討することが可能である。

さらに本研究では、1分間隔のデータから1時間間隔の水位資料を取り出し、両者の比較も行っている。

観測 No.	観測期間
No.1	1月14日 13:00～1月18日 10:08
No.2	1月31日 13:00～2月08日 10:05
No.3	2月15日 10:00～3月01日 10:08

表-1 水位観測期間



写真-2 St.1 での水位計設置状況

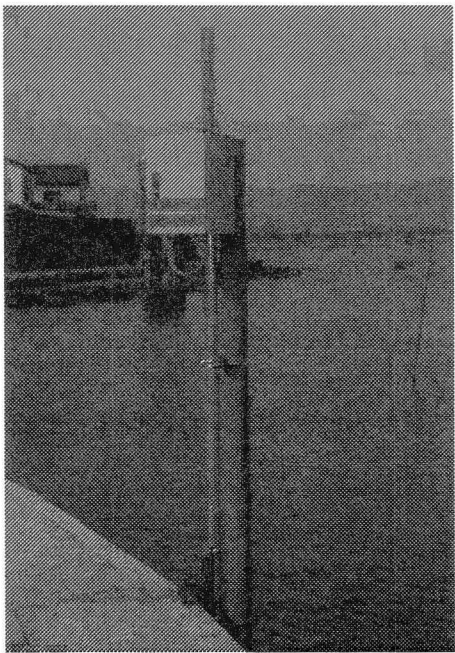


写真-3 St.2 での水位計設置状況

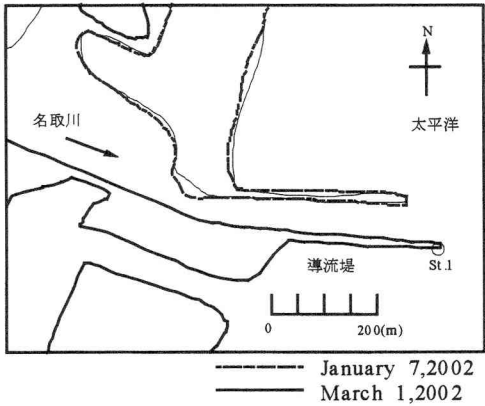


図-1 洪水前後の名取川河口地形

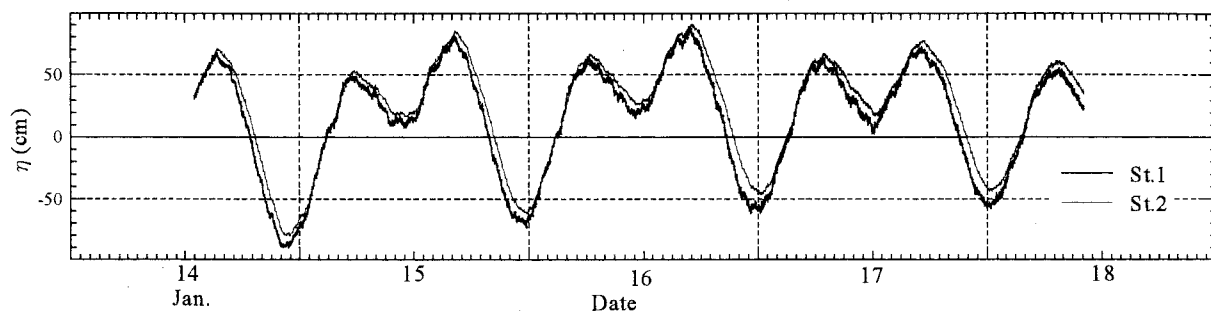


図-2 観測水位 (No.1)

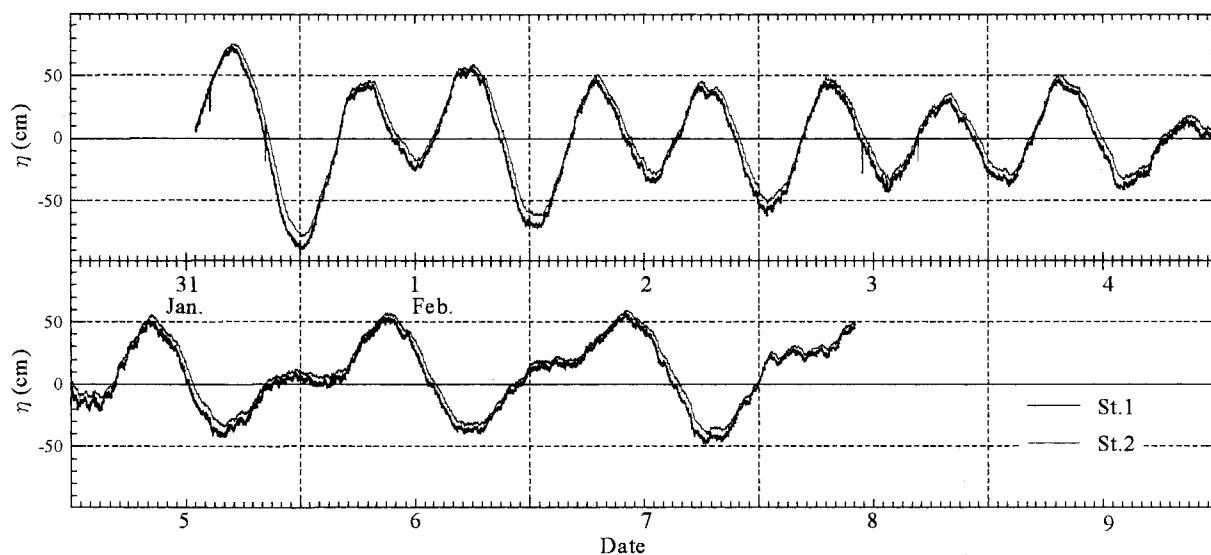


図-3 観測水位 (No.2)

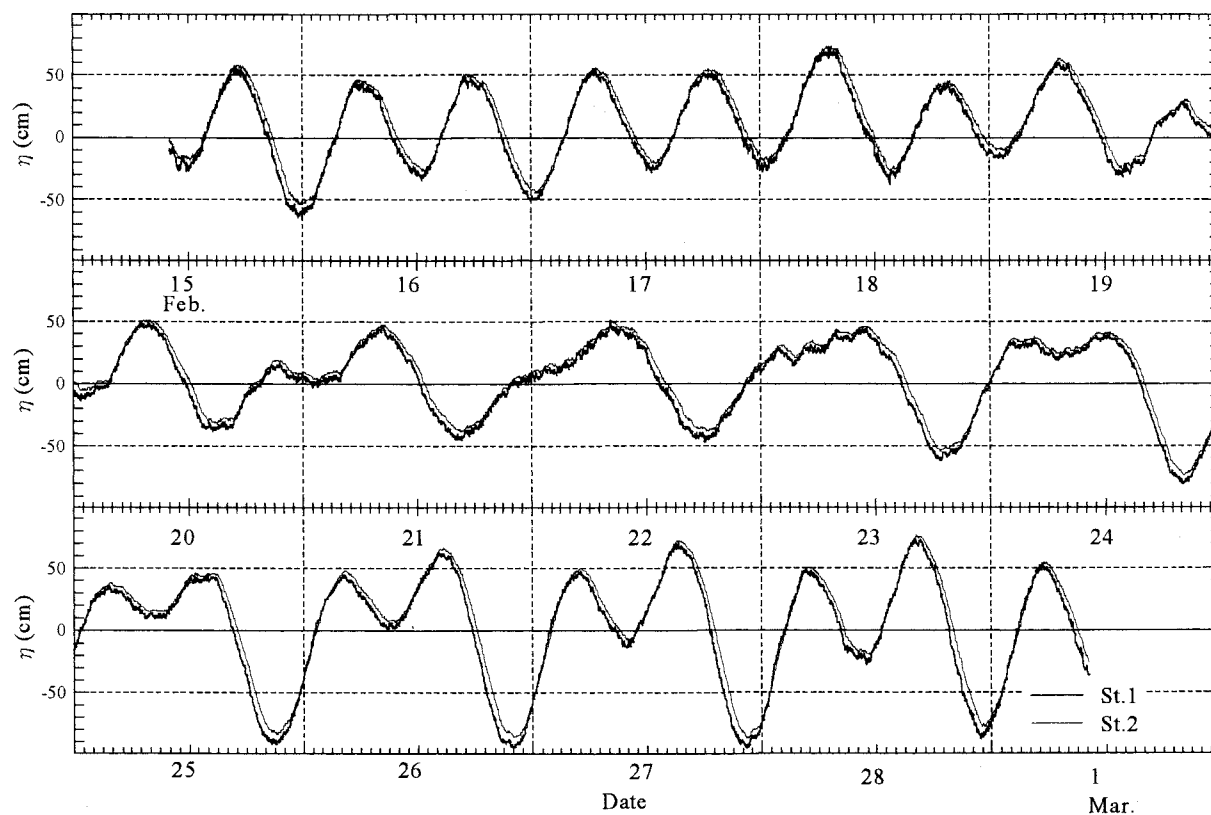


図-4 観測水位 (No.3)

3. 結果と考察

(1) 観測結果

名取川河口部での水位 η の観測結果を図-2、図-3、図-4 に示す。図-2 は洪水前の水位データ (No.1) である。図-3 は直後の水位データ (No.2) であり、図-4 は洪水後約2週間を経たもの (No.3) である。

これらの図の波形から、St. 1 と St. 2 の水位について位相がずれが確認された。図-2 と図-3 を比較すると、図-2 では位相のずれが大きいことがわかる。しかし、図-3 においては、そのずれは小さくなっている。これらの関係をより詳細に評価するために相関係数などを用いて定量的に評価した。

(2) 計測時間間隔の異なるデータの比較

この水位データを用いて、1分後毎に取得されたデータと1時間毎に取得されたデータとの比較を行う。それぞれの観測ケースから、もっとも顕著な相違が見られるものを選び出し、図-5、図-6、図-7 に示す。図中の Δ と $\square$ で表されたものが1時間毎に取得された場合のものである。実線で描かれたものが1分毎に取得されたデータである。

1時間のデータであっても、全体的は変動パターンは両者で比較良好な一致を示しているように見える。しかし、細部においては相違が見られる。まず、(A) のよ

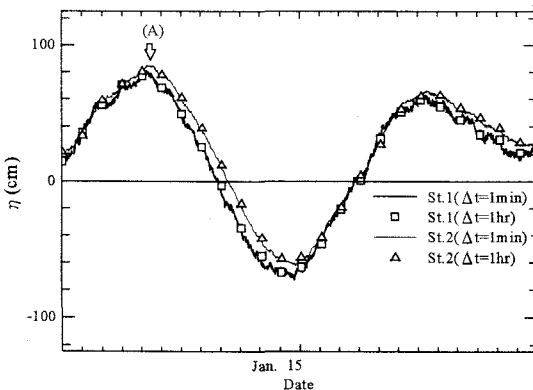


図-5 1時間間隔で取得された水位データとの比較(No.1)

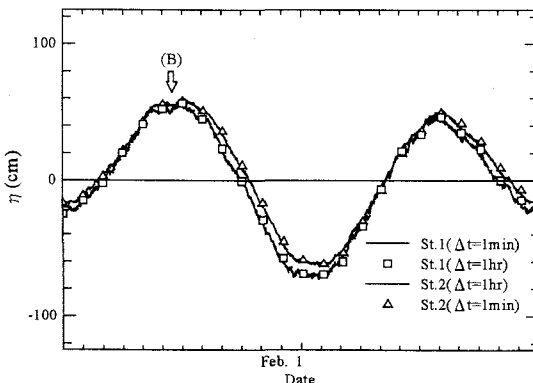


図-6 1時間間隔で取得された水位データとの比較(No.2)

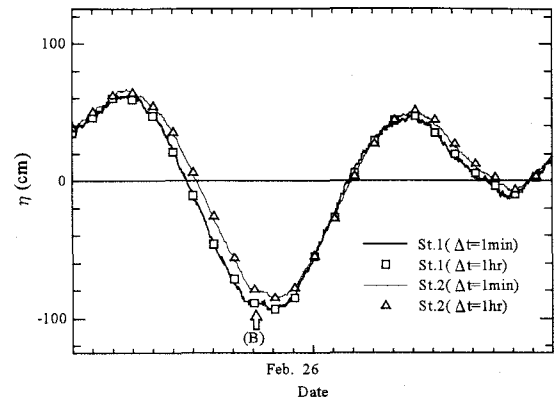


図-7 1時間間隔で取得された水位データとの比較(No.3)

うに水位ピークの発現タイミングによってはそれを捉えきれていない事例がある。また、(B)のように急激な水位の変動がある場合、 $\Delta t=1$ 時間の資料は不十分であり、水位に内包された情報を精度よく得るには、1分毎のデータが優位であると言える。

(3) St. 1 と St. 2 の水位の相関と河口地形との関係

前述したように、今回の資料の観測時に顕著な河口地形の変化が見られた。そこで、洪水前後での水位特性を明らかにするためにそれらのデータを用いて相関関係に関する検討を行う。水位測定精度は $\pm 0.3\%$ (FS10.1m) である。

図-8、図-9、図-10 にそれぞれのケースにおける二つの水位の相関関係を示す。3つの図を比較すると、図-8 でループ状の関係にあったものが、図-9 ではより直線的な関係となり、図-10 では再びループ状の形状を示している。二つの測点での水位変動が完全に一致していれば、45度の傾きの直線上にプロットされることとなり、ループ形状は両者の間に位相のずれがあることを示している。図-8、図-9 に見られる相関関係の変化は、図-1 に示した地形変化と対応していることが分かる。また、図-10 に対応する時期の地形測定

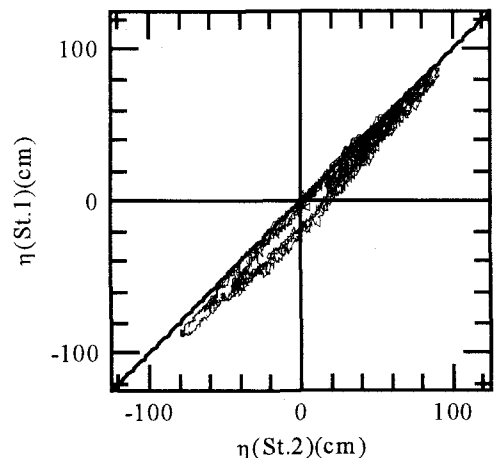


図-8 水位相関図 (No.1)

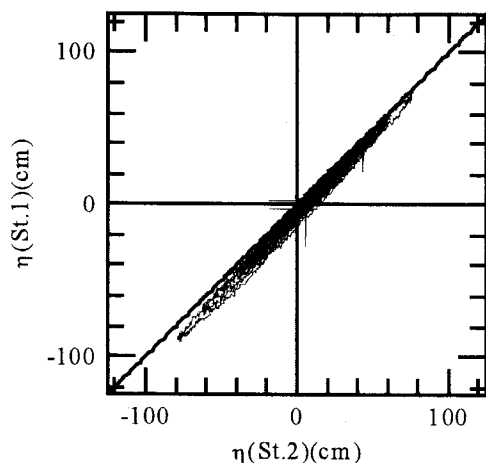


図-9 水位相関図 (No.2)

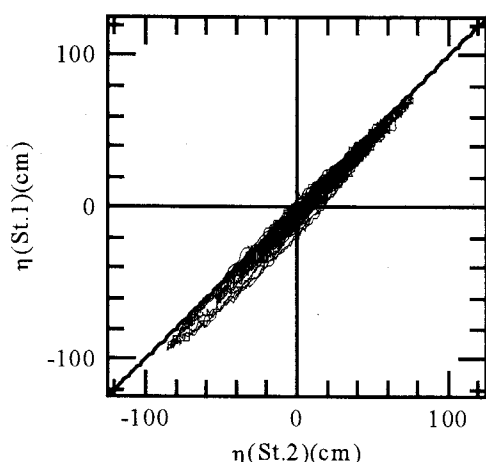


図-10 水位相関図 (No.3)

結果は未入手であるが、図-10 から判断して、フラッシュ後の河口部において徐々に砂が堆積するプロセスにあると推測される。

以上より、河口内外の水位波形の変形が、河口狭窄部における流水抵抗を反映しており、逆に言えば、河

口内外の水位差特性には地形情報が内包されていると言える。

より定量的に相関関係を評価するために、洪水前と洪水後に着目し、St.1 と St.2 での水位の相関係数 R を算出した。結果を表-2 に示す。

表-2 各期間での相関係数

観測 No.	相関係数 (R)
No.1	0.9924
No.2	0.9968
No.3	0.9932

No.2 に見られるように洪水後に相関が高くなり、No.1 と No.3 で相関が低くなることから、河口地形の変化が水位に影響を与えていることが示された。

より短い時間スケールでの相関関係を検討するために、1日毎の相関係数を計算した。結果を図-11, 12, 13 に示す。図-11, 図-12, 図-13 を比べると、一日ごとに相関係数の変動があるものの、その傾向を考慮しても、No.2 ではかなり高い相関が得られた。No.3 では No.1 よりも相関が高いものの、No.2 と比べると相関は低くなっている。これには、河口地形が大きく影響していると推測される。No.2 では砂州がフラッシュされたために、双方の水位に対して阻害するものがないために相関が高くなったと考えられる。

図-12, 図-13 の相関係数変動図と、図-3, 図-4 の水位変動図を比べてみると、一日一回潮が卓越する時期に相関係数が増加していることが分かる。これは、潮汐周期が長いほど変動が緩慢であり、河口内の水位が潮汐に対してより追従しやすいためである。潮汐変動を正弦波とした時の河口内水位の応答現象に関する線型解が Mehta and Özsoy⁴⁾ により得られており、同様な傾向が理論的に示されている。

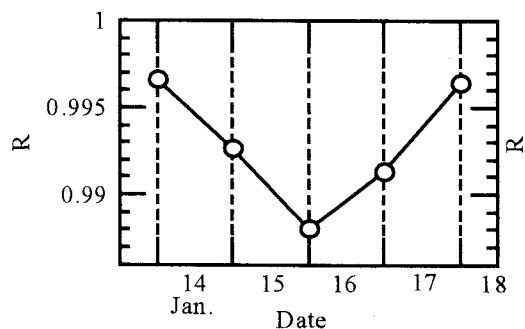


図-11 1日毎の相関係数(No.1)

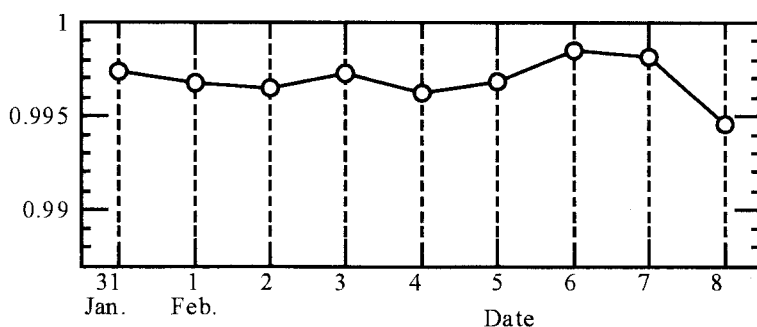


図-12 1日毎の相関係数 (No.2)

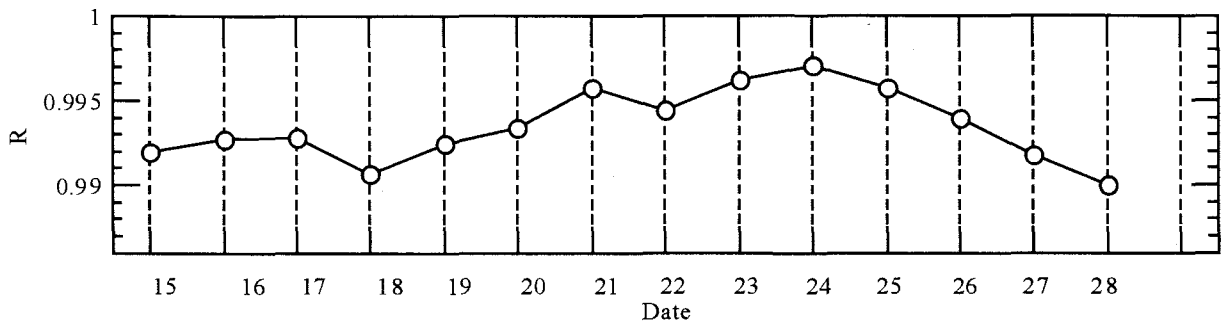


図-13 1日毎の相関係数(No.3)

4. まとめ

本研究では、河口水位の詳細観測を行うことによって、そこから得られる河口地形情報を明らかにすることを目的として、名取川河口部において水位観測を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 旧来の1時間間隔のデータから得られる情報に比べ、1分間隔のデータは多くの情報を提供していることが確認された。
- 2) 1時間間隔のデータであっても1分間隔のデータとある程度良好な一致を示したが、細部においては水位のピークを捉えることが出来ないことがあり、情報の欠落が見られる時間帯が確認された。
- 3) 洪水前後でのSt.1とSt.2での水位の相関の比較によって、洪水後に相関が高くなり、洪水後しばらく経つと徐々に相関が低くなることが確認され、水位データによって河口地形の変化を捉えることが可能である。
- 4) 1日毎の相関係数の比較により、一日一回潮が卓越する時期においては、河口内外水位の相関が高くなることが明らかになった。

今後は、本研究で得られた成果をもとに、河川部、河口部等の地形、状況の違いによってどの位の時間間隔での水位観測が有効であるのかを検討し、最適な時間間隔を用いていく必要があると考えられる。

謝辞：本研究の現地調査を行うに際して、様々な便宜を図って頂いた国土交通省東北地方整備局仙台工事事務所に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 建設省河川局治水課・建設省土木研究所河川部：河口処理対策指針（案），168p，1975.
- 2) 田中 仁：七北田川において観測された中小河川特有の河口現象，土木学会論文集，第 509 号/II-30，pp.169-181，1995.
- 3) 山路弘人・渡辺一也・田中 仁：汎用品を用いたメモリ式水位計の試作と応用，土木学会東北支部技術研究発表会概要集，pp.260-261，2002.
- 4) Mehta, A. J. and Özsoy, E.: Inlet Hydraulics, in Stability of Tidal Inlets, ed. Bruun, P., Elsevier Scientific Publishing Company, pp.83-108, 1978.

(2002. 4. 15 受付)