

河道掘削による感潮面積増加がもたらした 河口水位変動特性・底生生物相の変化

田 中 仁*・山 本 秀 和**

1. はじめに

河川の洪水疎通能力確保のために河道の掘削が行われることがある。掘削が感潮区間で行われた場合には、これに伴いタイダルプリズムが増加することになる。河口を維持する外力として潮汐が支配的な河川においては、河口断面積とタイダルプリズムとの間にほぼ線形的な関係が見られることが知られている（例えば、Bruun, 1978；山本, 1976）。このため、感潮区間内の河道掘削によるタイダルプリズムの増加が、ひいては河口断面積増加や感潮域塩分濃度上昇などをもたらすものと考えられるが、その実態を具体的に調査した事例は見られない。塩分濃度の上昇は感潮区域の生物環境にも大きな影響を及ぼすと考えられるので、このような治水面以外への波及効果にも注意する必要がある。

これまで著者らが調査を実施してきた宮城県・七北田川では 1988 年から 1998 年にかけて、河口部から上流 8 km の範囲で河道の拡幅工事が行われた。それによって感潮域が広がり、タイダルプリズムも増加した。これにより、渇水期に維持される河口断面積も増大したものと考えられる。ただし、これを示す測量資料は十分ではないため、直接的な検証は出来ない。そこで、仙台港での潮位に対する七北田川河口内水位の応答特性を基に、間接的に断面積の変化特性について検討を行った。また、七北田川河口左岸に位置する蒲生干潟で観察された底生生物相の変化との関連について考察した。

なお、上原（1984）は七北田川河口における砂州発達などの短期的地形変動に呼応して、蒲生干潟内の塩分が変動することを報告している。本研究では、このような短期的変動ではなく、より長期的に継続して行われた河道掘削がもたらした現象を対象としている。

2. 現地調査と解析資料

今回の研究対象とした七北田川河口地形の概要を図-1 に示す。七北田川は幹川流路延長 45 km、流域面積 229.1 km² の二級河川である。図-1 に見られる様に、河

口左岸には蒲生干潟がある。同干潟はかつて七北田川の河道の一部であったが、現河口の 2 km 北に仙台港が建設されるにあたり導流堤により開口部が現位置に固定され、現在の地形が生み出された。蒲生干潟は日本における有数のシギ・チドリの飛来地として知られており、このために干潟内の水質環境・底生生物に関する調査が行われてきた（栗原, 1980, 1988；栗原ら, 1999）。

一方、著者らは同河口を対象としてこれまで長期的な調査を実施して来ている（田中, 1995）。この調査の一環として、図中の水位観測地点において、1988 年から現在まで 5 分間隔で河口内水位を計測している。また、隣接する仙台港において 1 時間毎の潮位データが測定されている。本研究ではこれらの各種水位変動資料の解析を行った。

別途、ここ 10 年間にわたる七北田川河道掘削資料をもとに、感潮面積の変遷を調べた。以上の資料をもとに、感潮面積の増加に対して、河口内水位変動特性がどのように変化したかを検討した。感潮面積が増えて河口断面積が増加することにより、潮位に対する河口内水位の振幅低減・位相のずれの度合いが顕著でなくなると予想される。

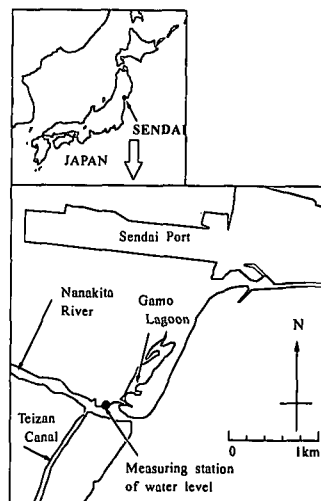


図-1 七北田川河口地形概要

* 正会員 工博 東北大学大学院教授 工学研究科土木工学専攻
** 前東北大学工学部土木工学科

河口水位の解析を行う期間としては、流量の変動が少なく、比較的地形が安定している期間を対象とする。そのために、冬場の降水の少ない期間を使うことにする。この時期には閉塞が生じやすく、その点においても河口断面特性の検討を行う必要性が高い。ここでは、2月のデータを冬場の代表として使うことにする。

3. 解析結果

3.1 感潮面積の変化

写真—1は七北田川感潮区間における河道の掘削状況の様子を示した航空写真であり、河口から+2.5km～+5.0 km 区間の河道の様子を示した。以前は、低水路幅に比べて高水数幅の方が広がっていたが、河道掘削後低水路幅が広がり、また、水路の直線化が図られていることが分かる。これから、この10年程度の期間に感潮面積が増

加している様子を見て取ることが出来る。

次に、感潮面積 A_T の変化を各年次の掘削計画平面図から読みとり、数値で評価した。結果を図—2に示す。これより、感潮域はおよそ10年の間で1.42倍の増加となっていることが分かる。この様な面積の増加により、渇水期に維持される河口断面積も増大したものと考えられる。ただし、これを示す測量資料は十分ではないため、直接的な検証は出来ない。そこで、潮位に対する河口内水位の応答特性をもとに、間接的に断面積の変化特性について検討を行うこととする。

3.2 河口内水位変動特性の変化

河口内水位と仙台港潮位の比較により、感潮域の増加が両者の間の応答関係にどのように影響しているかを考察した。結果を図—3に示す。潮位波形の相違に応じて河口水位の応答パターンが異なると予想されるため、解析



(a) 掘削前 (1988 年)



(b) 掘削後 (1999 年)

写真—1 河道変化の空中写真 (+2.5 km～+5.0 km 区間)

対象データとしては、ほぼ大潮時にあたり、潮位波形が極めて類似している時期を選んでいる。

図-3 において、特に干潮時に両者に顕著な相違が見

られることが特徴的である。これは、冬季に河口が閉塞気味になっているためである(田中, 1995)。また、図-3より、初期には特に満潮時に両者の間に顕著な位相のずれが見られるのに対して、近年はこれが減少している傾向が見られる。

応答特性をより定量的に評価するために、河口内水位と潮位との相関係数 r を求めた。計算結果を図-4に示した。河口断面が大きく維持されている時には、河口内水位と潮位が類似し、相関係数 r は大きな値を示すものと考えられる。逆に、 r の低下は、河口断面積が小さく河口部狭窄部でのエネルギー損失が顕著であることを意味する。図-4によれば、ばらつきは大きいものの、相関係数は増加傾向を示し、図-2に見られた感潮面積の増加に対応した結果になっている。

以上の結果から、感潮面積の増加に伴いタイダルプリ

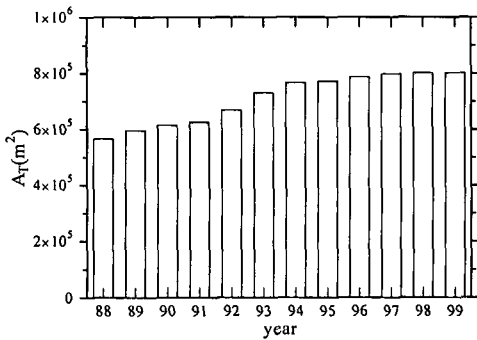


図-2 七北田川感潮面積の変化

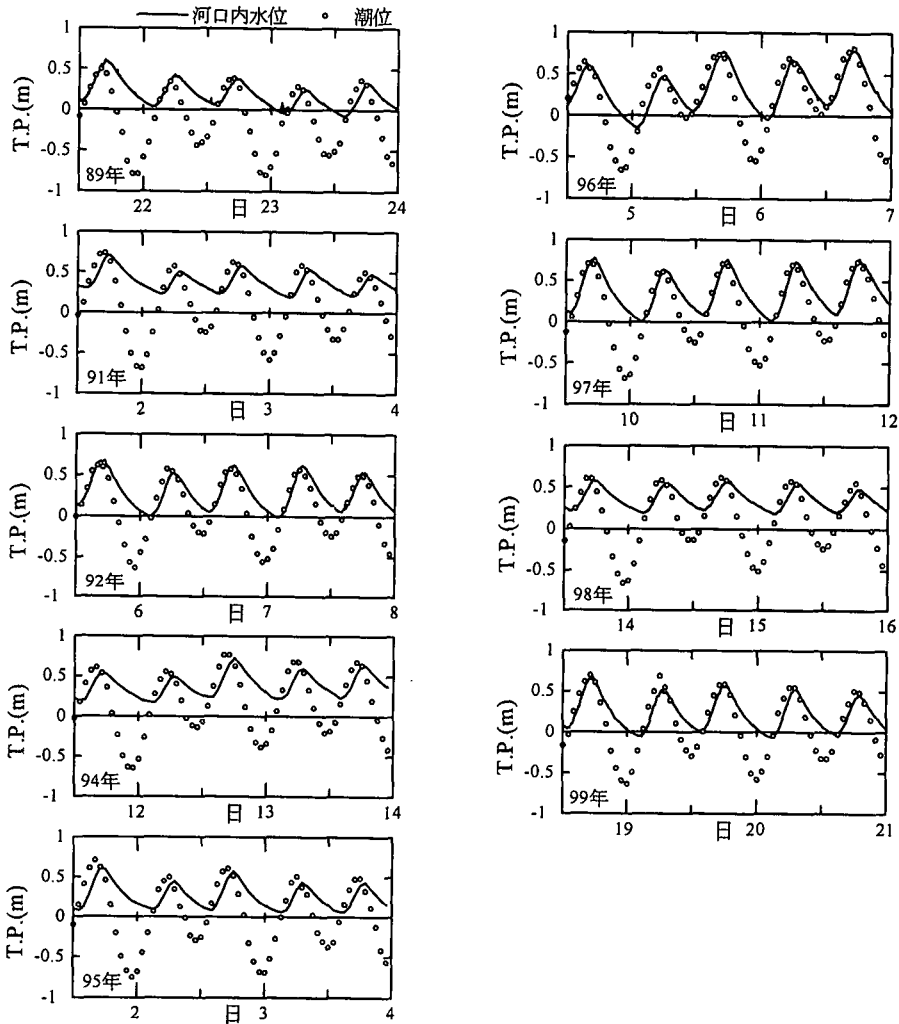


図-3 河口内水位と潮位の変動 (1989年～1999年, 2月)

ズムが増加し、これにより渇水期に維持される河口断面積が増加したものと推測される。

なお、著者らは七北田川河口において河口完全閉塞がたびたび発生することを報告している(田中, 1991; 高橋ら, 1995)が、近年このような完全閉塞が見られず比較的良好に開口部が維持されている。このことは、上記の推察を支持している。

図-5 は、相関係数を計算した時期に先行する冬季(11月~2月)の波高 H の平均値を示す。波浪は仙台港沖4 km の水深20 m の地点で観測されている。これより、1996年、1999年には波高が小さい。七北田川では、前述のように波高の高い時に河口部が閉塞することもある。相対的に波高が小さい1996年、1999年では、河口が閉塞しにくい状態にあり、その影響でこれらの年の相関が大きくなったと考えられる。このような年ごとの波浪条件の違いにより図-4のばらつきが生じたものと考えられるが、全体的に見て、年とともに相関の増加が認められる。

3.3 蒲生干潟における底生生物相の変化

蒲生干潟においては平成元年から現在まで、毎年5月に底生生物の種類・分布が調べられている(栗原ら,

1999)。調査地点は干潟全域に及び、合計65地点で底生生物の採集を行っている。

この報告によれば、蒲生干潟における底生生物の優占種が、近年アサリなど耐塩性の高い種に変化してきている。特に、多毛類のキャピテラと貝類のアサリの急激な増加が顕著である。また、逆に塩分の低い水域に分布すると考えられる種の減少が認められる。

このような生物環境の変化をもたらした要因の一つとして、「感潮面積増加→タイダルプリズム増加→河口断面積増加→塩分濃度上昇」というプロセスにより、河口感潮域の塩分環境が変化してきたことが一つの可能性として挙げられる。

なお、七北田川河口前面には浅瀬が広がるため、河口感潮域は wave set-up による水位上昇の影響を受けていることが確認されている(田中, 1995)。そのため、当初、年ごとの波浪条件の相違により河口内に流入する海水量に変動があり、それが上記の様な底生生物相の変化をもたらしているものと予想した。しかし、図-5に示すように近年高波浪となっている傾向は見られず、wave set-up と上記生物相変化との間に直接的な関連は見られなかった。

4. おわりに

本研究では、二級河川・七北田川の感潮区間河道掘削による水理特性変化、底生生物相の変化について検討を行った。得られた主な知見を以下に示す。

(1) 潮位変動に対する河口水位の応答特性から、近年、河口部における閉塞の度合いが低減していると判断された。これは、感潮面積の増加によりタイダルプリズムが増加したことによるものと考えられる。

(2) 別途行われている底生生物調査によれば、河口に位置する蒲生干潟内の生物が耐塩性の高い種に変化してきている。これは、上記のタイダルプリズム増加に伴い、河口干潮域における塩分濃度の増加を示すものと考えられる。

謝辞：本研究を行うに際し、蒲生干潟内の生物環境に関して様々なご教示を頂いた東北大学東北アジア研究センター菊池永祐教授に感謝致します。また、貴重な資料を提供頂いた宮城県仙台市土木事務所、運輸省塩釜港工事事務所に深謝致します。最後に、本研究に対して文部省科学研究費(基盤研究(A), No. 10305036)の補助を受けたことを付記する。

参 考 文 献

上原忠保(1984): 蒲生干潟における塩分の侵入と交換に関する研究, 第28回水理講演会論文集, pp. 67-73.

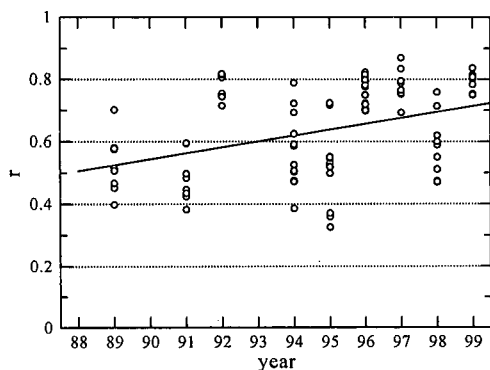


図-4 相関係数の変化

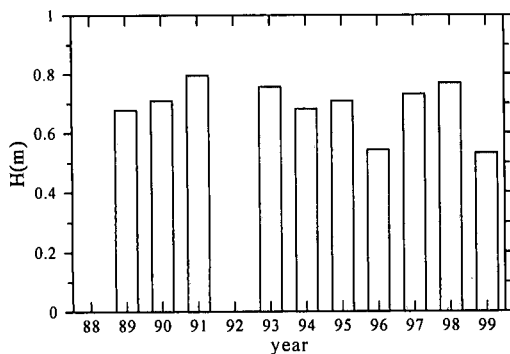


図-5 平均波高の変化

- 栗原 康 (1980): 干潟は生きている, 岩波新書, 219 p.
- 栗原 康 (1988): 河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー, 東海大学出版会, 335 p.
- 栗原 康・菊池永祐・上原忠保・鈴木孝男 (1999): 平成10年度蒲生干潟環境保全対策基礎調査報告書, 宮城県, 37 p.
- 高橋文彦・田中 仁・高橋 淳 (1995): 1994年渇水期に発生した七北田川河口閉塞の調査とその解析, 海岸工学論文集, 第42巻, pp.586-590.
- 田中 仁 (1991): 七北田川の河口閉塞と河口砂州フラッシュ, 水工学論文集, 第35巻, pp. 275-280.
- 田中 仁 (1995): 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, No. 509/II-30, pp. 169-181.
- 山本晃一 (1976): 河口の断面特性, 第23回海岸工学講演会論文集, pp. 284-289.
- Bruun, P. (1978): Stability of Tidal Inlets, Elsevier Scientific Publishing Company, 506 p.
-