

東北大学大学院 学生員 藤田義治
東北大学工学部 正会員 首藤伸夫

1. はじめに

自然河川の河口や感潮狭水路 (Tidal Inlet) の流水断面積は、河川固有流量・潮汐・波浪・海浜流といった種々の自然要因によって決定されるのみならず、導流堤のような人工構造物によって影響される。一般に、河川流・潮流・導流堤は河口断面積を維持するように作用し、波浪・海浜流・飛砂などは閉塞させる効果をもつてあろう。ここでは、河口断面の維持に影響を及ぼす要素のうち、i) 河川固有流量、およびii) 導流堤の有無に着目して、それぞれの効果をなるべく独立に潮流の効果との比較において見積り、検討を行なった。

2. 河口断面について

(1) 潮汐プリズムと河口断面の関係式

Jarrett¹⁾は、感潮狭水路の断面積と潮汐との関係を以下のようにならべている。

導流堤数が0, 1の場合 $A_{J,1} = 3.80 \times 10^{-5} P_{TJ}^{1.03}$ (1)

導流堤数が2の場合 $A_{J,2} = 7.49 \times 10^{-4} P_{TJ}^{0.85}$ (2)

$A_{J,i}$: Jarrettの式における安定狭口の断面積, $i=1, 2(m^2)$

P_{TJ} : Jarrettの式における潮汐プリズム (m^3)

	潮流	河川流量	導流堤
阿武隈川	有	有	無
鮫川	有	有	無
鳥の海	有	無	有
十三湖	有	有	有

表-1

これをとりあえず、平均的に正しいものと仮定して、固有流量、導流堤の効果を求める。解析には、表-1に示す4ヶ所のデータを用いた。

(2) 河川固有流量の河口断面維持効果について

図-1に、導流堤がなく河川固有流量がある場合として阿武隈川・鮫川の例を示す。縦軸は潮汐プリズムのみをとっている。図から、河川流量によって、Jarrettの式で決まる断面積よりも大きな断面積が維持されていることがわかる。そこで、河川固有流量をJarrettの式により評価するために潮汐プリズムへの換算を行い、 $P_R(m^3)$ とした。 P_R は、(低潮～高潮間の時間間隔: 6時間(2分)) $\times$ (流量)として求めた。 P_R は、非定常な潮汐流による潮汐プリズム、 P_R は定常的な河川固有流量に対応するものであるから、河口断面の維持に関して2つの要素の重みは異なるに違いない。そのときの重みをあらわす係数として、河川固有流量の寄与率 α を考え、河口断面は $P_{TJ} = P_T + \alpha P_R$ なる換算潮汐プリズムにより維持されると想定した。図-2に現実の断面積 A と式(1)により算出される $A_{J,1}$ の比を縦軸、横軸に P_R に対する P_R の比をとって示す。すなわち、この図中の平均的な勾配がほぼ河川固有流量の寄与率になっている。また、河口断面積は河口流速と密接に関係しているため、 α は潮汐流と河川流の流速の相対的な大きさに起因する量と考えられる。阿武隈川では、河川の固有流量が季節的に大きく変動し、そのため寄与率 α は0.7~3.0とかかなりの幅をもっている。一方、鮫川は上流のダムにより河川の流量はほぼ一定に保たれており、河川固有流量の寄与率 α

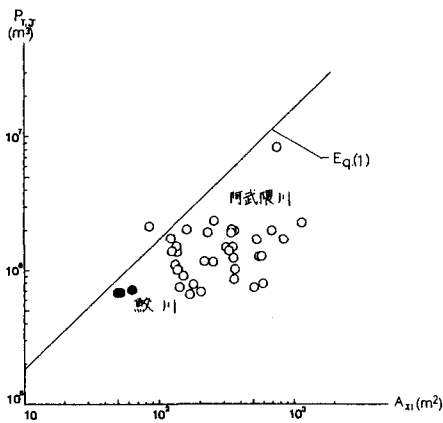


図-1 河川固有流量と断面積の関係

は一定値2.7となっている。この2つの河川については、時間的に変化する潮流流よりも河川流の方が、河口維持に効果的である。

(3) 導流堤による河口断面維持効果

導流堤のみの効果をみるために、鳥の海の資料と(1)、(2)式の比較を図-3に示すと(2)式とはほぼ同じ効果を得る。導流堤の特性をあらわす指標として、導流堤の長さ l と平均的な有義波に対する碎波帯の幅 $\bar{l}_b$ との比を考える。鳥の海では、導流堤延長工事が数年間にわたって行われてきており初期に $l/\bar{l}_b=2.0$ であったが現在では $l/\bar{l}_b=5.6$ 程度となっており、それに伴って断面は $1.1A_{J1}$ から $1.7A_{J1}$ と大きく維持されている様子が認められる。

(図-4)

岩木川十三湖河口では、導流堤・河川流量の両方が共存している。 $l/\bar{l}_b=6.2$ 程度であり、現時点において鳥の海の場合($l/\bar{l}_b$)はほとんど同じであるから導流堤の効果も似たようなものと考えられる。鳥の海では、 $A/A_{J1}=1.4\sim2.1$ である。十三湖に対応する同様の比を(2)式の(1)式に対する比から読みとると、 $1.4\sim1.7$ 程度である。これが導流堤の効果である。さて、十三湖の A の A_{J2} に対する比をつくると、これが導流堤がある場合の河川流量の効果である。7、 $A/A_{J2}=1.2\sim2.9$ 、 α の値で $0.4\sim4.2$ 、平均1.6となる。

3. 流路での水路維持

鳥の海の狭水路における潮流流速は平均 0.4 m/s 、最大水深は 2.0 m である。この狭水路は導流堤で維持されており汀線に対応する位置に最小断面が存在し、両端に向かって水深は大きくなる。水深の時間的変化は導流堤に沿った地域で大きく、(導流堤に沿った地域の時間的的平均水深) $\pm 0.5\sim1.0\text{ m}$ 程度の変動がある。一方、導流堤では(導流堤の時間的的平均水深) $\pm 0.4\sim0.6\text{ m}$ 程度の変動で、比較的水深維持がなされている。導流堤先端より水路内に回り込む砂が、先端部付近に堆積するような現象は認められなかった。

4. おわりに

今回は、河口断面を維持する要素として潮流流・河川流・導流堤の3つをとりあげ、別個にその効果を調べた。今後は、河口を閉塞させる要因である波浪の影響をも考慮した上で、河口の動的モデルを完成させるのが課題である。

参考文献

- 1) Jarrett, J. T.: Tidal prism-inlet area relationship, GITI Rept. 3, 1975

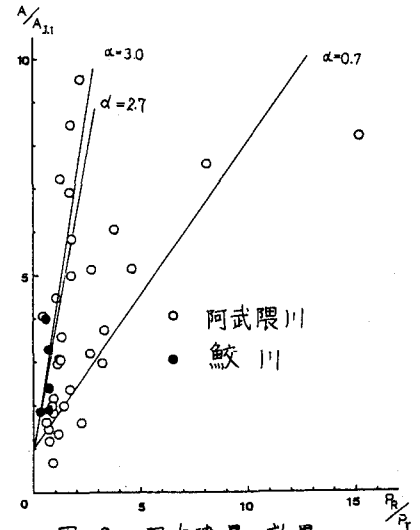


図-2 固有流量の効果

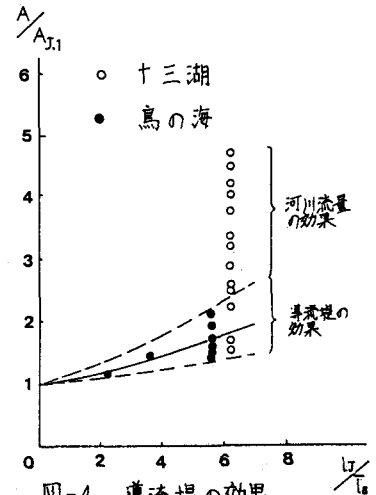


図-4 導流堤の効果

図-3 潮汐プリズムと断面積の関係

