

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、河口断面を維持する要素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ることとし、特に導流堤のある場合については、周辺海岸に及ぼす地形変化について考察した。

2. 河口断面について

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まとめている。

導流堤数が0.1の場合 $A_{J1} = 3.80 \times 10^3 P_{TJ}^{0.3} \dots (1)$ 導流堤数が2の場合 $A_{J2} = 7.49 \times 10^4 P_{TJ}^{0.26} \dots (2)$

A_{Ji} : 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)

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よう。

まず、導流堤がなく河川流量のある場合として阿武隈川・鮫川の例を図-1に示す。縦軸は潮汐プリズムのみをとっている。河川流量によって、Jarrettの式で決まる断面積より大きな断面積が維持されていることがわかる。図-2,3に現実の断面積 A と A_{J1} の比を縦軸、横軸に P_T (m^3) に対する P_R (m^3 , (6時間12分)X流量として求めた) の比をとって示す。すなわち、この図中の平均的な勾配が河川固有流量の寄与率である。この寄与率は、式(1), (2)で $P_{TJ} = P_T + \alpha P_R$ と表現するときの α の値である。阿武隈川では、0.7~3.0位、鮫川では2.7であり、時間的に変化する潮汐流よりも河川流の方が河口維持には効果的なことが多いようである。

次に、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-4に示すと(2)式とほぼ同じ効果を得る。鳥の海での導流堤の長さ l_d と平均的な有義波に対する碎波帯の幅 l_b との比は約5.6で、このときに約1.7 A_{J1} の断面を得ている。(図-5)

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。(導流堤長)/(碎波帯幅) $= l_d/l_b = 6.2$ 程度で鳥の海の場合 (l_d/l_b) と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 $A/A_{J1} = 1.4 \sim 2.1$ 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、

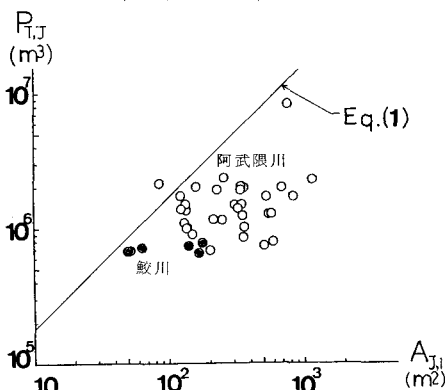
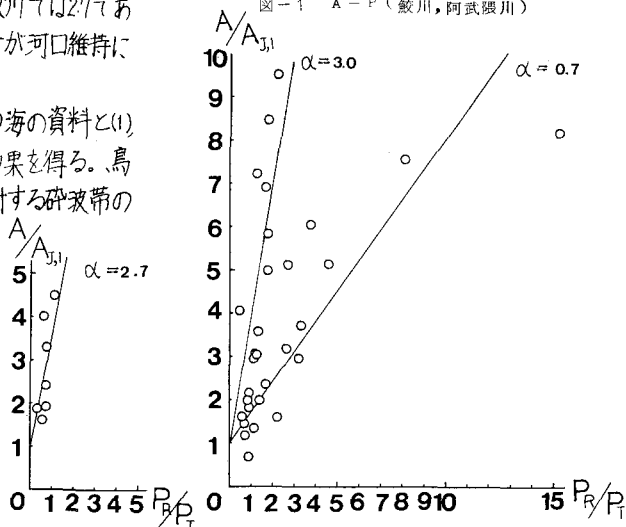
図-1 $A - P$ (鮫川, 阿武隈川)

図-2 固有流量の効果 (鮫川)

図-3 固有流量の効果 (阿武隈川)

14~17の程度である。これが、導流堤の効果である。さて、十三湖のAの A_{12} に対する比をつくると、これが導流堤のある場合の河川流量の効果であって、 $A/A_{12}=1.2\sim2.9$ 、 α の値で0.4~4.2、平均1.6となる。この値は、鯉川の $\alpha=2.7$ に比べて小さいが、導流堤の存在により河口幅の拡張が制限されていること、波浪条件の差などに起因するであろう。

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0.4m/s、最大水深は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右った地域で大きく、(導流堤に右った地域の時間的平均水深) $\pm 0.5\sim 1.0$ m程度の変動があり、狭水路の比導流堤側で砂州の発達する時期がみられる。これは、水路平面形からみて想像される通り、南側に凸になる水路形のため、河川弯曲部内側に堆砂すると同様な現象が生じたものであろう。水路より陸側の構造物線形も、この効果を助長する形となっている。一方、零筋では、(零筋の時間的平均水深) $\pm 0.4\sim 0.6$ 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. 周辺部の地形変化

導流堤により、内部の狭水路の水深等が維持されるが、一方、外部周辺にも影響を与える。導流堤が建造されると、沿岸流によって砂が運ばれ導流堤周辺に堆積し、汀線及び浅海での等深線が前進し、水深が浅くなる等の変化があらわれる。鳥の海の導流堤では昭和40年代中頃において延長工事がなされ、図-6にみられるように、この現象が顕著に出ている。第1段階の工事が終了した初期の頃には、汀線及び-3,-5,-7,-10mの等深線は季節的な変動が多しあるけれども、ほぼ破線の位置にあった。これが延長工事がなされた後に、実線の示すような位置へ移動した。10mの等深線は、わずかにしか移動しておらず、この付近より沖においては砂の動きは少ないと考えてよいであろう。残念ながら、これ以深の測量は行われていない。それに比べ、-7,-5,-3mの等深線は岸沖方向にそれぞれ70~80m前進している。この変化は、右岸方向で図に示す範囲にわたっており、導流堤からの距離が大きくなるに従い、初期等深線に漸近している。こうした地形変形は導流堤の上下流にわたって、導流堤長さ l_d とほぼ同じ距離の区間で生じている。他の大きな変化としては、南導流堤先端部の外側において局所的な浸食を受けているが、この地域は碎波帯の外にある。平均的碎波水深は約15m、観測された最大碎波水深は約35mであった。延長工事がなされた後の図中に示す位置での浸食は非常に大きく、周囲の水深が3~4mであるにもかかわらず、この位置では水深は最大の所す6mにも達し、3m以上浸食されたことになる。この地形変動の原因は、これからの問題点であろう。

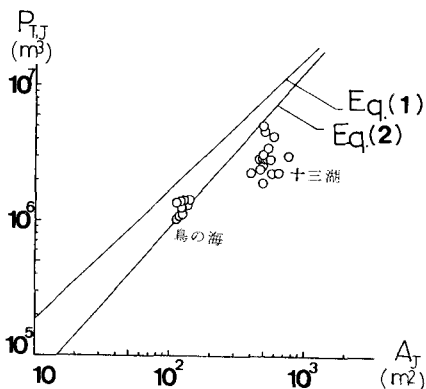


図-4 $A-A_{12}$ (鳥の海・十三湖)

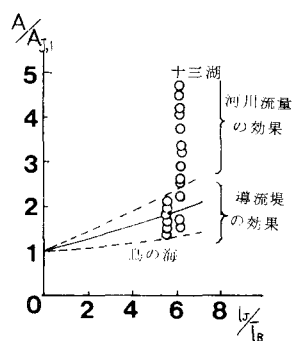


図-5 導流堤の効果

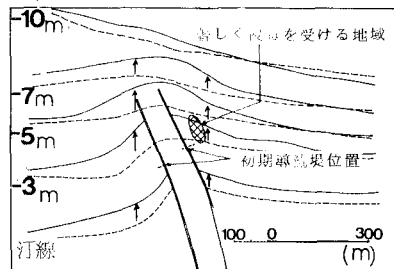


図-6 周辺の地形変化

参考文献

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