

建設省 土木研究所 正員 ○ 須賀 晃三

建設省 土木研究所 正員 高橋 晃

1. はじめに

河口部における洪水流出は海床による密度効果の影響を受ける。河川の計画上も、洪水の流出状況を明らかにし、河口における水位上昇量(流出損失) 拡散中、淡水々深、および土砂の堆積過程などを知らることが重要である。このような問題については、玉井^[1] 柏村^[2] などニミの価値ある研究があるが、現地の実測に基づく考察は、出水時における測定が困難なため実施例があまりない。航空写真撮影は、平常時は比較的容易であり、その例も少なくないが、やはり、出水時は上空の条件にも左右されるので意外に困難である。しかし、撮影が成功した場合には洪水流出機構考察のうえに貴重な資料を提供することになるであろう。利根川河口部では、S. 46.9およびS. 47.9洪水の航空写真があり、後者については表面流速分布の図化が行なわれた。^[3] この写真と表面流速分布図に基づき、簡単な実験と計算とを補足的に行つてニミの考察を試みた。なお、撮影時の河口流量は、二次元実験により得られた平均流速と表面流速の比が0.9 であるとの結果から、 $Q=4,100$ ㍻程度であると推定された。

2. 航空写真から観察される出水時の河口流出流の特質

建設省利根下流工事事務所が撮影したS. 47.9の台風20号出水時の航空写真および表面流速分布とそれぞれ水写真-1および図-1に示す。利根川河口付近では河道が左に大きくわん曲しているのど流速分布は一様ではなく、二次流も顕著である。わん曲部のうせん流によるBoilが写真上鮮明である。これはS. 46の写真よりやや下流に位置しているがS. 47の方が流量が大きいためにより説明される。流速の大きい場所は右岸側と左岸の海部との接続部付近である。前者はわん曲流の効果であり、後者はわん曲の影響(左岸0.5Kmあまの毎時水位観測資料によると左岸出口付近で水面勾配が大きい)の他に、柏村の一時加速現象が現われているのであろう。右岸導流堤延長海上にはIntermittent Vortexがみられ、-2 Km付近には内部ジャンプとみられる色調の急変部が存在する。この位置と境に図-1に示すように流路中拡大率が増大し、図-2にみられるように表面流速も急変している。船のあとと海床が現われているのではなく、空気のあわと思われる。河道内でも同様のあとがみられ、まだらになる土砂のあわとも異なり、スクルーなう一方何の渦と思われるからである。波浪面上状況は非常に鮮明である。-1 Km付近は波浪状況が複雑で、表面流速分布の読みとりが不可能であった。

3. 実験による密度効果の検討

海上における流路中とIntermittent Vortexの発生している曲線間の市とすると、図-1にみられるように、模型実験(図5)の結果は実際の流路中より狭い。これは、現地にあって河水が海水上と



写真-1 利根川河口における洪水時の航空写真 S. 47.9 (台風20号) $Q=4,100$ ㍻

流下するとき、摩擦および混合に費されるエネルギーが流速水頭のみでは不足し、淡水流の水位上昇をもたうす結果、横断方向の質量輸送が増大していることを示すと思われる。淡水深が増大すると、側面深部の圧力は入りの運動量の釣合以上、上層部において淡水が側方へ移動し、内部ジャンプ後に水深が増大すると流路中が急に拡大しているようである。また、全模型では流速分布は厳密には相似しないが、左岸先端部では航測の方が流速が入り、これは、一時的に局部的な浅瀬ができて流速が増大したか、密度効果に基づく一時加速のいずれかであろう。

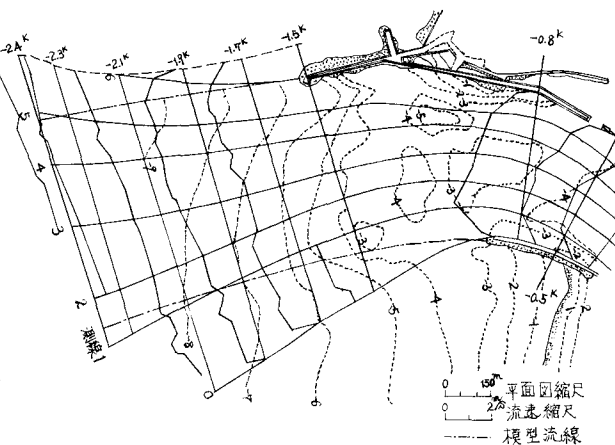


図1 表面流速分布と流向

つぎに、流れの中央部を縦断的に切りとり、二次元流と考える縮尺1/20の密度流の模型実験を行った結果を図2に示す。ただし、流砂および水温による密度効果は無視している。実験は海の状態を考慮して永路下流からの塩水補給量を増減させてが安定した塩水くまびが得られるとき、-2.1km付近において内部ジャンプしており、航空写真における色調の急変部と大略の一致をみた。図3には、内部フールド数1の限界を与える水深、目視および濃度変色より決められる塩水くまびの境界線、塩水くまび形状の計算値(須賀高橋、水講44年の(11)式による。ただし、

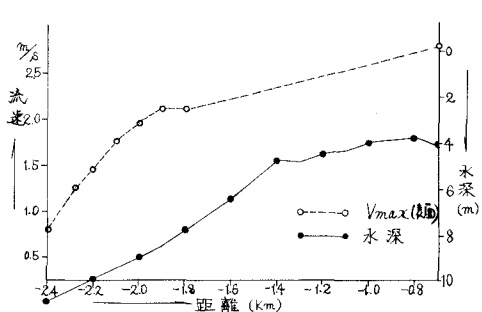


図2 表面流速の縦断変化

くまびが短いので $\frac{dh}{dx}$ を無視) および流路巾変化を考慮した計算曲線などとも示す。これにより、実際の塩水面上状況が推定される。なお、 $\frac{dh}{dx}$ は現実には0になることはできません。内部フールド数1に近づいた状態では渦が発生し、混合が急増する。このとき、上層塩水濃度の増大と流路巾の拡大により上層水深は増大する。内部ジャンプ後に現れる渦の発生領域では表面の流速は入りきり下流では流水水深と流路巾拡大の効果により流速が減衰する。図2の表面流速がジャンプ後に急激に減衰している様子はこのような考え方を裏づけるものであろう。

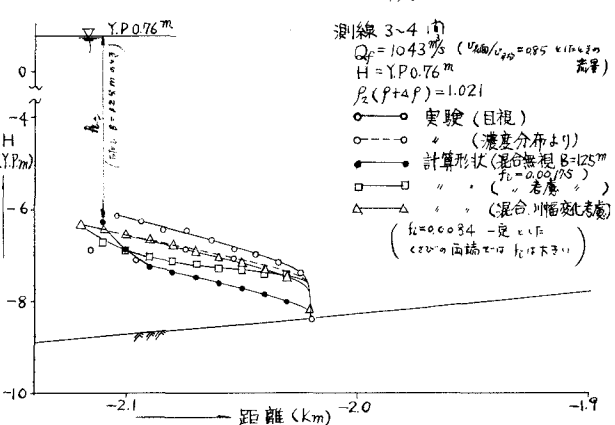


図3 塩水くまび形状の実験値と計算値

なお、海床変動は洪水直後のものは不明であるが、ほぼ全般的にわずかに洗掘され、-3km以遠のかなり沖に泥積している模様である。

4 おわりに

貴重な航空写真と表面流速分布資料により、出水時の河口流出流の機構が定性的にはある程度整理できたとと思う。これらの資料はスチールのカラー写真、土砂濃度、塩水濃度および水温分布の資料が同時に加われば完備で、理論的解析に対しても多くの示唆を与えることになるであろう。今後の航測撮影が期待される。

参考文献 (1) 玉井、Jour. of Faculty of Eng, Tokyo Univ. 1972, (2) 柏村=水講84, (3) 利根下流工事事務所=建設省技術研究会 848,