

塩水遡上についての検証（今本博健）

1 浚渫前の塩水遡上

河川管理者は浚渫前に塩水遡上の実態をどこまで把握していたのだろうか。

1965(昭和40)年の「木曾川水系工事实施基本計画」では、「洪水の疏通能力の増大を図ることと関連して、塩害等の公害を除去して、流水の正常な機能を図るとともに各種用水の補給を行うための長良川河口堰については、水産業等に及ぼす影響を十分に考慮して工事を実施する」とされているだけで、どこまで塩水が遡上するかには触れていない。

入手できた資料を調べたが、どこまで把握していたかは不明であった。だが、「塩水は30kmまで遡上する」と説明している。治水に見られたと同様の思い込みがあった可能性がある。河口堰の建設に有利なようにしたいとの願望がそう思い込ませたのだろうか。

河川管理者は塩水の遡上についてそれほど深い知識をもっていないと思わせたのが水機構長良川河口堰管理事務所のホームページに載せられた説明図であった(図1)。

図1(1)は古いバージョンのもので、図1(2)は新しいものである。ホームページには「これまで掲載していた図に誤りがありましたので、長良川河口堰のりフレット「INFORMATION 長良川河口堰」に掲載している正しい図を、平成24年6月18日に掲載しました」との正直な注釈がつけられている。

しかし、よく見れば、塩水楔の侵入角度は緩和されてはいるものの、浚渫前後では依然として異なっており、根本的な誤りは修正されていない。

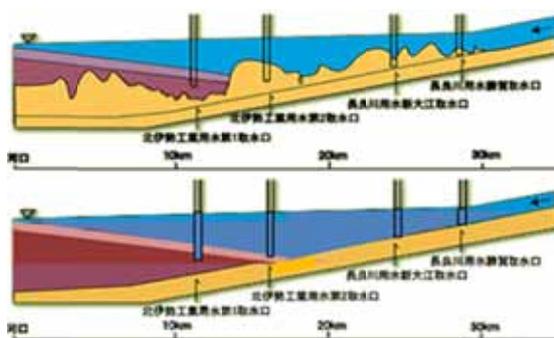


図1(1) 浚渫前の塩水遡上の説明図

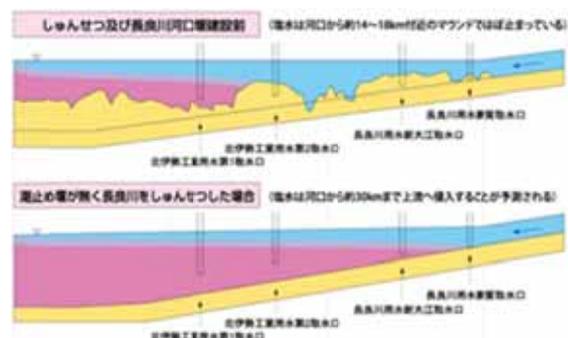


図1(2) 浚渫後の塩水遡上の説明図

浚渫前の「15km付近のマウンドでほぼ止まっていた」との説明はマウンドが川幅全体に存在しているとの誤解を生む。マウンドは、全幅にわたって存在するものでもなければ、固定したものでもない。

写真1がいつのものかは不明であるが、流量の少ない干潮時には水面上に現れる中洲状だったようである。中洲の両脇では常に水が流れているが、全幅で流れる場合より流速が大きくなるの

で、それが塩水の遡上を阻止していた可能性がある。



写真1 長良川 15km 地点の巨大な砂州(マウンド) 流れを阻害し、洪水位を上昇させている
長良川河口堰検証公開ヒアリング(2011年6月8日)竹村公太郎資料より

1970(昭和45)年には地盤沈下により平均河床高が海面以下となり、地盤沈下、砂利採取、浚渫により平均河床高は低下するが、浚渫終了後は土砂堆積により上昇傾向に転じている(図2)。

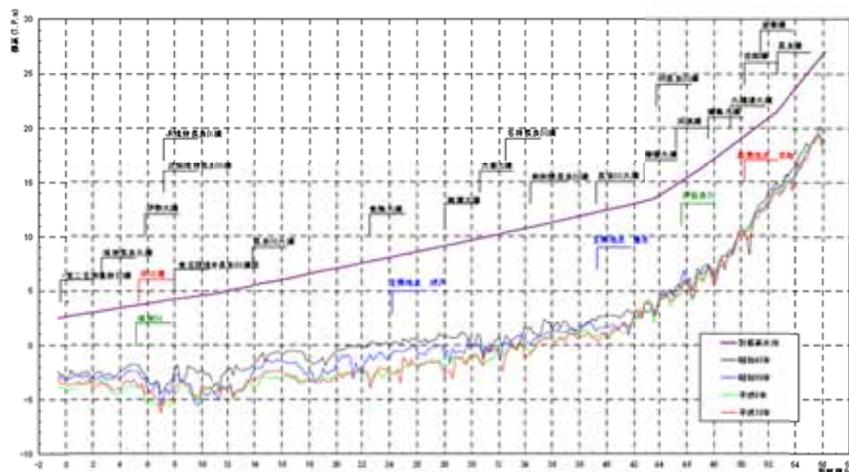


図2 平均河床高の変化

マウンドが海面より低くなれば塩水遡上阻止機能を失うと考えたのであろう。土木学会社会資本問題研究委員会が1992(平成4)年7月に発表した「長良川河口堰にかかる治水計画の技術評価」のなかで椎貝博美筑波大学教授は、「長良川の水底に存在する複数のマウンドは、渇水時に塩水楔の遡上を防止する能力はほとんどない。それは、マウンドの高さが低いため、渇水時に塩水は容易にマウンドを乗り越えるからである。これについても河川流量をゼロにしてみた場合、マウンドはそれが海水面より高くないかぎり、海水の侵入を食い止めることができないことを考えれば明らかである」と述べている。

しかし、1988(昭和63)年の河口堰本体の着工以前には塩水がどこまで遡上するかは把握していなかったとしか思えない。確かな根拠がないのに、「浚渫すれば長良川用水新大江取水口(25.1 km)

や長良川用水勝賀取水口(29.5 km)での取水に障害がでる恐れがある」と説明した。

2 塩水遡上の予測について

塩水の遡上予測をいつ行ったかは判然としないが、建設省・水公団が1992(平成4)4月に発表した「長良川河口堰に関する技術報告」ではじめて明らかにされた。

以下では技術報告にしたがいつつ、疑問点を明らかにする。

最大塩水侵入長が発生するのは弱混合の満潮時であり、この場合の基本式が次となる。

$$\frac{dh_1}{dx} = \frac{1}{2} \cdot f_i \cdot \frac{h_1 + h_2}{h_2 (h_1^3 - h_c^3)} h_c^3$$

$$f_i = \alpha (Re \cdot F_{ri}^2)^{-\beta}$$

$$h_c = (\sqrt{q_1^2 / \varepsilon g})^{2/3}$$

ここに、 h : 各層の厚さ、 u : 流速、 q : 単位幅流量、 ρ : 密度、添字1 : 上層、添字2 : 下層、 x : 流方向距離、 ε : 動粘性係数、 f_i : 境界面の抵抗係数、 α : $(\rho_2 - \rho_1) / \rho_1$ 、 Re : レイノルズ数 ($=q_1 / \varepsilon$)、 F_{ri} : 内部フルード数 ($=q_1^2 / gh_1^3$)、 h_c : 限界水深、 β : 定数である。

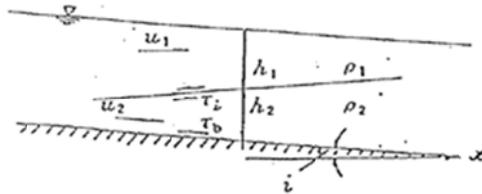


図3 記号の説明

定数は次のように設定されている。 α については既往の文献(記載されていない)より $\alpha = 2/3$ とされた。 β については長良川の弱混合に近い形態での観測結果(1991(平成3)年2月8日観測)との比較から $\beta = 0.4$ とされた(図4)。

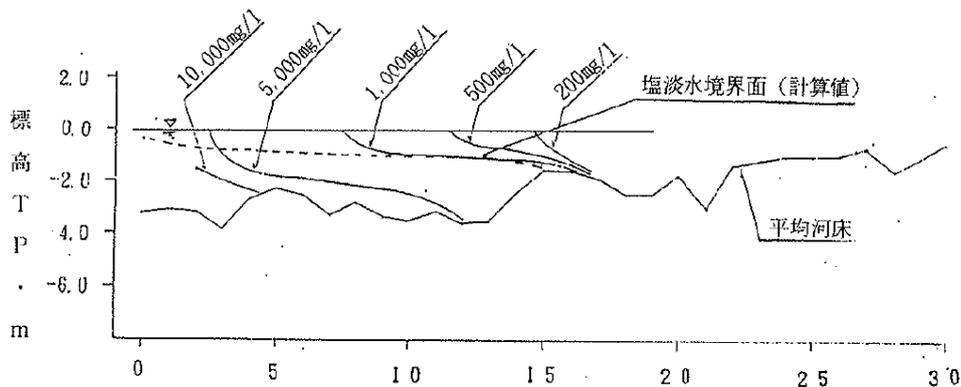


図4 弱混合時の検証計算結果(平成3年2月8日実測)

しかし、図4で実線で表された実測値は、生の実測値ではなく、実測値をもとに推定したものの

であり、恣意性が入っている可能性がある。このため、次の疑問が生じる。

生の実測値が併示されなければ実線が実測値とどの程度適合しているかがわからない。

200 mg/l、500 mg/l、1000 mg/l を表す実線が 17km 地点で収斂しているが、生の実測値がどの程度そうになっているかが確かめられない。

塩淡水境界面(計算値)がどのように定義されているか不明であるが、実測の等濃度線で一致するものはない。

したがって、図 4 からいえることは、200 mg/l、500 mg/l、1000 mg/l を表す実線が 17km 地点で収斂しているらしいということだけである。

また、実測値はばらつくのが普通で、一度だけの実測で断定するのは危険である。ほかに実測値はないのであろうか。あればぜひ開示されたい。

$\alpha=0.4$ を用い、計画河床を対象に、 $Q=30\text{m}^3/\text{s}$ 、河口水位=TP0.64m(小潮時の平均満潮位)、 $\beta=0.023$ とした場合の塩水遡上距離は 30km となる。塩水遡上距離は通常の流量の範囲では流量が変化しても大きな変化がなく、湧水流量と豊水流量との遡上距離の差は 2km 程度であるという(図 5)。

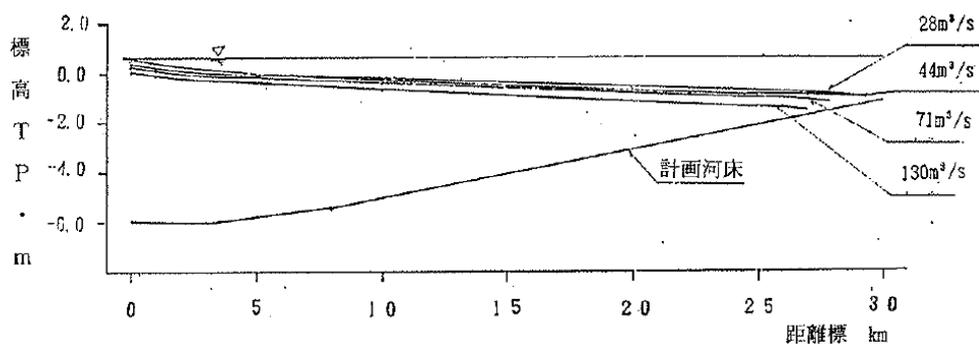


図 5 浚渫後の弱混合時の塩水遡上距離への流量の影響

しかし、 $\alpha=0.4$ というのは 1 度の実測で推定されたものであり、それを用いた説明は信頼度に問題がある。

3 河床変動の影響について

図 2 で長良川の河床高は大きく変動していることをみた。これを 15km 地点の高さで表したのが図 6 である。地盤沈下、砂利採取、浚渫で低下したのち、土砂堆積により上昇傾向にある。

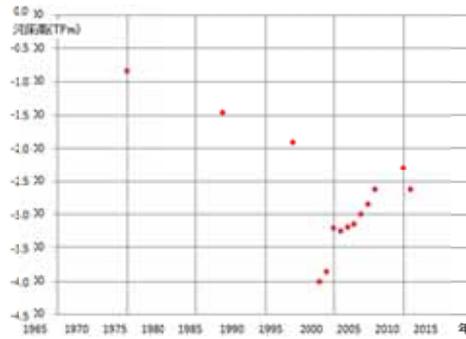


図6 15km地点の河床高の変化

図7は最近の木曾三川下流部の平均河床高を示す。長良川では浚渫によりいったん除去されたマウンドが再形成されつつある。

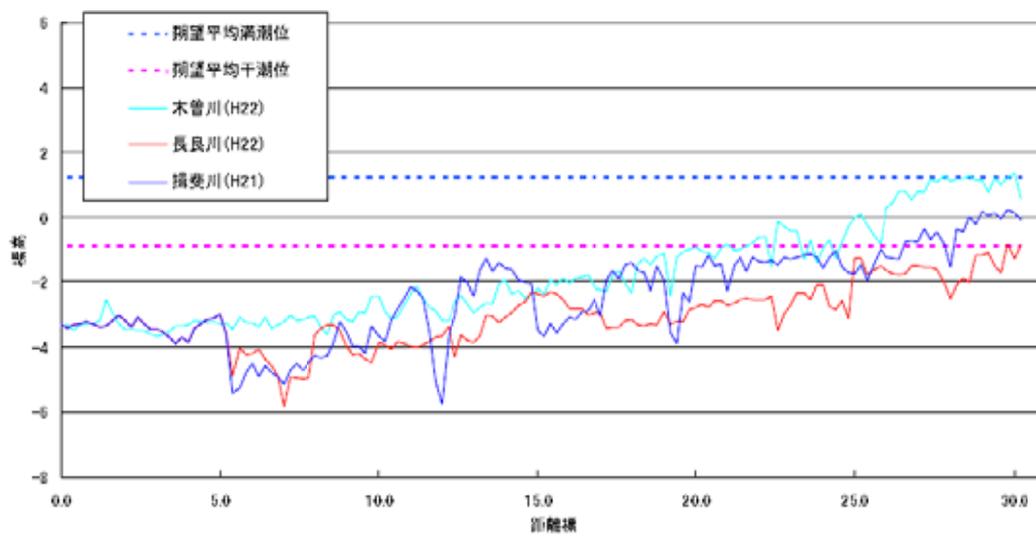


図7 木曾三川下流部の平均河床高

マウンドが今後どのように変化していくのか。それが開門した場合の塩水遡上にどのような変化を及ぼすのか。いまのところよくわからない。

これらを解明するのが当面の課題である。

(今本博健)