

II-262

河川における塩水遡上実態と混合特性

建設省土木研究所 正員 深谷 渉

建設省土木研究所 正員 高橋 晃

建設省土木研究所 正員 山本 晃一

1. はじめに

感潮河川においては、河川流量が低下する渇水時に海水が河道内深く侵入し、流域の上水、農水、工水等の水利用に多大な影響を及ぼす。特に渇水時の塩害によって取水できない状態が長期間続くと社会的にも大きな問題になる。このような河道内への塩水遡上の問題は、河道の特性や河川流量、潮汐、気象要因等によって塩分の侵入状況が異なるため、いまだに不明確な部分も多く残されている。このため個々の河川における外力や河道条件の変化に対応した塩水遡上現象を把握し、塩水遡上の一般的な特性を明らかにしていくことが必要とされている。ここでは全国河川の塩水遡上現象の実態調査を通じ、塩水遡上の諸特性や水理諸量、河道諸元との関係について調べ、さらに混合形態の一般的な変化特性を検討した結果について述べる。

2. 現地資料の収集と検討内容

塩水遡上の実態に関するアンケート調査と資料の収集を、全国一級河川の73河川について実施した。調査内容は、河道諸元と水理諸量、海象特性、塩水遡上の実態等である。このほかに河道の縦横断および平面形等の河道地形に関する資料についても収集した。

河道内への塩水侵入を支配する要素としては、一般に、潮位変動、平均海面、河川流量、河口および河道地形(縦断形、横断形、平面形)、海水および河川水の密度、気象要素(風向、風速、気圧等)、波浪、潮流および人工要素(取排水、船舶航行)等がある。タイムスケールを時間ないし日程度とし、かつ波浪や潮流等の影響を無視すると、塩水遡上を支配する主な要因は、潮位変動、河川流量、河口および河道地形と考えられる。ここでは特にこれらに着目して塩水遡上の実態について検討を行った。

3. 検討結果と考察

3. 1 潮位変動と混合特性

潮位変動は、河道内の塩水遡上現象に対し、淡塩水の混合、塩水遡上距離を支配する主要な因子となる。須賀¹⁾は、潮位変動による塩水遡上の混合形態について、河口付近における塩水遡上形態の分類として、水面の塩素イオン濃度が底面付近の1/10以下の場合を弱混合、1/10~1/2の間を緩混合、1/2以下の場合を強混合と定義している。本調査においても、このような定義に基づいた混合形態の分類を適用し、潮位変動量と塩水遡上との関係について種々調べた。図-1は、須賀と同様の整理を行って感潮区間長、大潮時の潮位変動量と混合形態との関係を示したものである。同図資料の河川における平

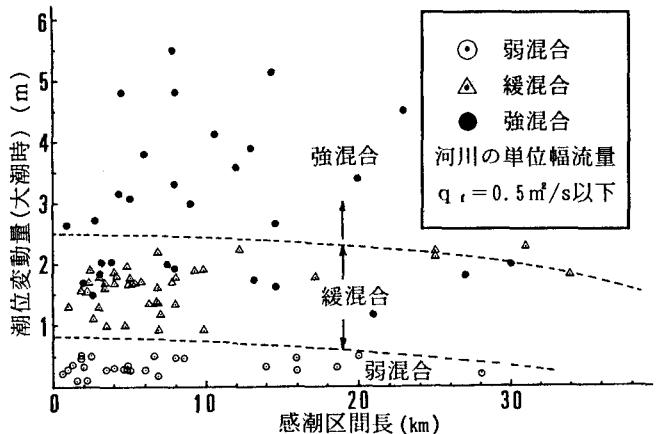


図-1 混合形態と潮位変動量、感潮区間長の関係

水時の単位幅当たりの自流量は、おおよそ0.2~0.5 m³/s以下の場合である。河川の自流量が大きくなると混合も増大するが、反面遡上距離は減少する。図によると、大潮時の潮位変動量が約0.7m以下の場合、感潮区間長が10km以内であれば常時弱混合状態となるようである。感潮区間がさらに長くなると、潮位変動量が小さくても緩混合状態へ移行する。これは感潮区間が長くなると入退潮量の増大、下層塩水の上層淡水側への連

行量の増大等によって、混合が促進されるためと考えられる。感潮区間長が20km付近になると、大潮時の潮位変動量が約0.5m以下、感潮区間長が約30km付近では約0.3m以下の潮位変動量であれば、弱混合状態となるようである。大潮時の潮位変動量がこれより大きくなり、感潮区間長が同様に10km以下では、その変動量が約0.7~2.5mでは緩混合状態である。感潮区間長が大きくなると、弱混合と同じように潮位変動が小さくとも混合が促進される。感潮区間長が30km付近では、大潮時の潮位変動量が約0.3~2.0mの範囲では緩混合状態である。さらにこの緩混合状態の潮位変動より大きい範囲は、いわゆる強混合状態となる。ただし、緩混合状態と強混合状態の区分は、図に示すようにあまり明確でない。これは両混合形態の濃度分布形等に明瞭な違いがなく、その形態の質的差異が明確でないことによる。

同様に、各河川で調査された既往最大とされる塩水遡上距離と、大潮時の潮位変動量および混合形態との関係を整理した結果、これによっても混合形態が主として潮位変動によってよく分類される結果が得られている。なお、以上のように混合形態は、大潮時の潮位変動量によってある程度分類できたが、潮位変動量は周期と月齢によって変化するので、混合形態はそれによっても変化する。すなわち緩混合あるいは強混合に分類される河川においても上下弦を中心とした小潮時には、弱混合や緩混合の状態が出現する。

3. 2 河道地形と塩水遡上状況

河道内の塩水遡上は、流量や河口地形のほかに河道の形状、特に最深河床高が大きな影響を与える。一般に塩水先端はくさび状となって最深河床部を遡上するが、河道縦断の途中に河床高の高い箇所がある場合、そこで塩水遡上が妨げられ、潮位の上昇や流量がさらに減少するとそこを乗り越え河床高の低い所を遡上する。このような河床高の低い部分に一旦遡上した塩水は、その後流量が若干増大したり潮位が低下してもそのまま残存する傾向が強い。

塩水が河道内へ最大に遡上する可能性のある範囲としては、最深河床高が平均海面とほぼ同じ高さとなるT.P.0.0m地点までの河道縦断距離が考えられる。そこで、これまでに観測されている最大の塩水遡上距離とこの河道縦断距離の関係を求めたのが図-2である。これによるとT.P.0.0m河床位置の河道縦断距離が長い河道では塩水の遡上距離が大きく、その河道縦断距離が約10km以下の河道では、その時の最大の塩水遡上距離がこれとほぼ同じとなる。これに対し、その河道縦断距離が約10km以上の河道では、最大の塩水遡上距離の方が短い傾向となる。これは河床地形の影響あるいは二層間の抵抗係数や混合等による影響が大きくなるためと考えられる。また、塩水の遡上距離は弱混合のときに最大になるとこれまで言われてきたが、この結果では、混合形態の違いによる差異はあまり見られなかった。さらに河道内への塩水遡上は河口地形(河口砂州)の影響を大きく受ける。河口砂州は塩水の遡上距離に密接に関係し、平水時の水質維持に大きく貢献していることが阿賀野川の事例²⁾によって明らかにされている。

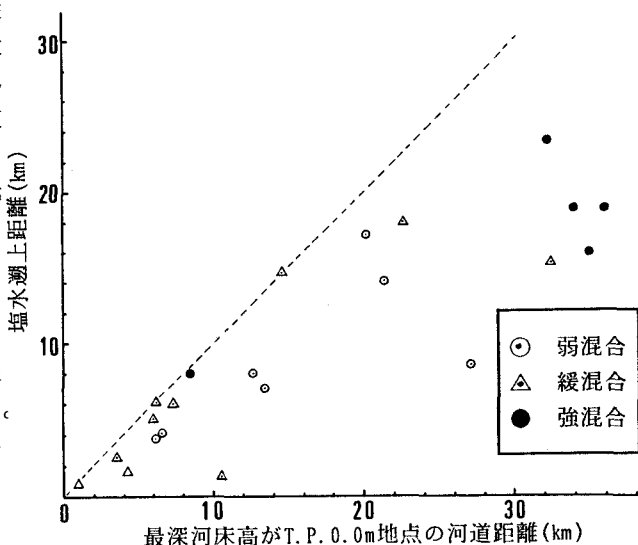


図-2 平均海面高地点の河道距離と塩水遡上距離の関係

【参考文献】

- 1) 須賀(1979):感潮河川における塩水くさびの水理に関する基礎的研究, 土木研究所資料, 第1537号, p229.
- 2) 福岡・市村・加藤・高橋・藤田・加賀谷(1986):阿賀野川における塩水遡上の実態, 第33回海岸工学講演会論文集, pp. 596-600.