

1. はじめに

波のエネルギーに比し、河川流量が小さいと、二次元砂州の発生によって河口の開口部は狭くなり、河道側水位が上昇する。この河道側水位の上昇によって河川流の一部は砂州部および堤体を通して伏流するようになり、開口部を流れる河水量は減少し、伏流水が河川の流量と一致すると河口は完全閉塞する。

2. 日本における河口閉塞の状況、河口閉塞の条件として河川固有流量が小さいこと、波が高いことが第一に上げられる。そこで外海に面している河川の河口閉塞状況を調べたのが図1である。外海に面していれば海岸に來龍する波の大きさにそれほど差は無く、流域面積は河川流量を表わし、粒径は浸透能力を表わすと考えたからである。また場所によって気候変化パターンと潮位変化が異なるので、同一気候帯ごとに調べる必要があると考えられたが資料数が少なくなること、大略的傾向を把握すれば良いと考え、単に日本海側と太平洋、オホーツク側河川の二つに分け潮位変動の効果を見てみた。この図によると資料の数が少なかったことは言えないが、粒径が小さくなればなるほど透水係数が小さく、また砂州幅も大きくなるため小流量でも閉塞しない。また潮位変動の効果は明らかにできなかった。そのほかに気づいたことを述べると、イ)日本海側河川は7~8月に渇水になるが、波浪は小さく閉塞しない。閉塞は冬期に多い。ロ)太平洋側は夏期、冬期に閉塞しやすい。ハ)小河川ほど閉塞しやすいが、河川ごとの特性が強く、水利用の状況や、流出特性、地形、地質などが閉塞状況に大きな作用をおよぼしやすい。ニ)同一流域面積なら粒径の大きいほど閉塞時間が大きく、井戸川、志原川などは閉塞している方が長い。粒径0.2~0.3mmになると閉塞時間は小さくなる。ホ)異常気象(渇水の継続)があれば大河川でも閉塞することがある。たとえば阿武隈、名取川などは閉塞の記録がある。ヘ)偏流防止工は閉塞を減少させることができる。

3. 河口閉塞限界固有流量 もし河川流が砂州部のみで伏流すれば、完全閉塞時には河道側水位は砂州頂水位に等しいから、伏流量 Q は 透水係数として Kozeny の関係を使うと、 $Q \propto d^2 H R / L_s \cdot B \cdot H R$ と考えられる。ここで d は粒径、 $H R$ は砂州高、 L_s は砂州幅、 B は砂州上流川幅、ただし河口閉塞時には、砂州部のみならず堤体を通して河川流は伏流してしまう量が多く、河口閉塞限界固有流量を評価するには、流量観測所と河口までの間で透水量を評価しなければならない。事実神戸川、渚滑川での海象によらず閉塞しない流量といわれる10%という流量は、砂州部のみ伏流すると考えると流量が大きすぎる。なお、神戸川は河川より11Km地点流量、渚滑川は7Km地点流量である。このように閉塞限界流量は、対象河川の地形、地質に影響されることが多いから、現地観測を行って河口閉塞限界流量を求めることが、その流量を評価するための一番の近道であろう。

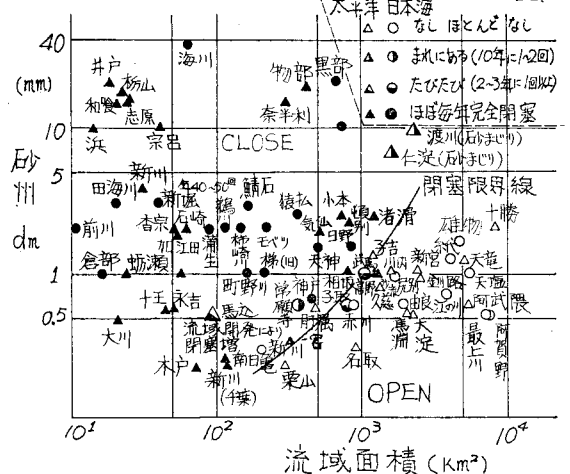
図1 河口閉塞の状況 汀線までの通流定のある河川を念ふ。

河川	閉塞状況	備考
神戸川	▲●	まれにあり(10年に12回)
渚滑川	▲●	たびたび(2-3年に1回)
相模川	▲●	ほぼ毎年完全閉塞
渡川	▲●	ほぼ毎年閉塞

4. 波による河道内水位の上昇について

中小河川では、強波浪時に河口の開口部断面積がそれほど変化しないのに、河口水位が上昇する。これは波による wave set up が関係するらしい。波が海岸に近づくと、波は碎波し、波高が小さくなる。この波高の変化は波による運動量輸送に変化をあたえ、碎波点近くでの平均海水面の低下と汀線近くで平均海水面の上昇をもたらす。佐々木と佐伯¹⁾によれば、静水時

図1 河口閉塞の状況 江線までの遡流堤のある河川を含む



の汀線における set up 量 $\bar{\eta}_s$ は $\bar{\eta}_s/H_B = 1.63i + 0.48$ となる。ここで H_B は砕波波高、 i は海岸勾配である。河口の場合には、河道部分が水路となっており、打ち上げた波の河道内への落ち込み、河道内水位を決めるのが汀線でないこと、河川流量の影響があり平坦海床と異なった set up 量になると考えられる。そこで次のような実験を行い、河道内水位におよぼす波の影響を調べてみた。幅 60 cm の造波水路に $i = 1/10$ および $1/30$ のモルタル海床を作り、水路の片側に幅 10 cm の開口部を作った。実験は潮位、波高、周期を適当に変化させ、波高、砕波水深、砕波点、潮位、河道内水位を測定した。潮位は、水路床より 5 cm 上の側壁に、先端がくるように、内径 6 mm のビニール管を取りつけ、他端は内径 90 cm の円管につなぎ、その水面を潮位とした。河道側水位は同様な方法によって水路部の水位を求めた。また導流堤を河口に設置した場合の河口水位を把握するため、水路部の水平床と海床が交わる地点まで導流堤を設置して、その影響をみた。

・実験結果の考察 河川流の無い場合の波による河口水位の上昇量は $\eta/H_o = f(H_o/L_o, hc/H_o, i, B/H_o)$ と考えられる。ここで H_o は沖波波高、 hc は河口水深、 B は開口幅である。上式において B/H_o は波の河道内への落ち込み効果などに関係するが、それほど大きな効果をおよぼさないと考えられるので、実験結果を η/H_o , H_o/L_o , hc/H_o で整理したのが図 3～図 6 である。この結果によると i が大きく、 hc/H_o が小さいと、 η/H_o は大きくなる。

導流堤を設置した場合には、 hc/H_o が 0.5 位までは set up 量が導流堤の無い場合とほぼ同じであったが、これより大きくなると、導流堤によって波の河導内への落ち込みを防げるため、 η は小さくなり、 hc/H_o が 2 近くでは η は 0 に近くなり、むしろ set down となった。

・現地河川での適用について、以上の実験結果より、前浜勾配が大きい汀線粒径 0.5 mm 以上の海岸に流入する中小河川では、河口が完全に閉塞しなくても暴風時には平均海面より河口水位が 1～2 m 上昇しうること示している。ただ大河川のように河口水深が深い場合には η は小さく、set up 量は問題にすることはあるまい。また汀線粒径が 0.2 mm 前後の海岸も前浜勾配が小さいため、set up 量は小さく、河口計画の中に考慮する必要はあるまい。以上のように粒径 0.5 mm 以上の中小河川では、一般に河口部の計画高水位を砂州高以上にする必要がある。導流堤や暗きよによってある程度この水位を下げるができるが、導流堤の場合は、多くは期待できないであろう。

参考文献 佐々木幹夫 佐伯造：砕波後の波の変形に関する研究(2) 第2回海岸工学講演会 1974

図-2 砂州形状図

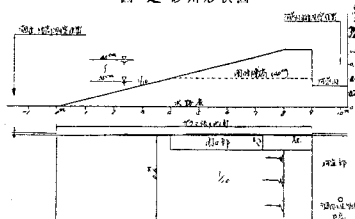


図-3 $H_o/L_o \sim \eta/H_o$ 相関図

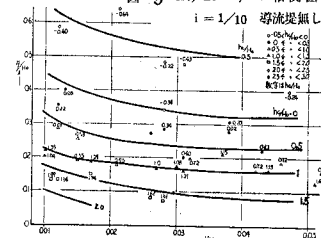


図-4 $H_o/L_o \sim \eta/H_o$ 相関図

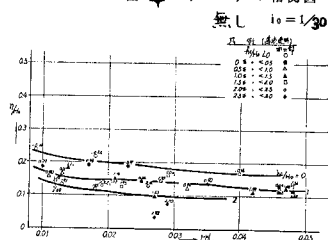


図-5 $H_o/L_o \sim \eta/H_o$ 相関図

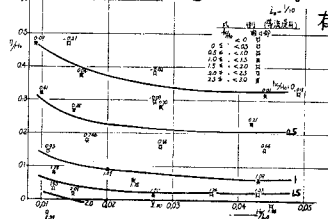


図-6 $H_o/L_o \sim \eta/H_o$ 相関図

