

II-375

実測データに基づく河口部での土砂移動サイクルの提案

建設省土木研究所 正会員 宇多 高明

建設省土木研究所 正会員 高橋 晃

建設省土木研究所 松田 英明

[日本建設コンサルタント(株)]

1. まえがき

近年、海岸侵食が全国各地で問題となっているが、海岸への最も重要な土砂供給源は河川であり、河川の流下土砂は河口を経て海岸へ供給される。しかしながら河口部は波と流れの作用が働くため非常に複雑な現象が生じており、このため流下土砂が海岸へ寄与する過程は十分に明らかにされていないのが現状である。また、河口導流堤の設計や河口部の河道計画の上でも河口地形特性について十分な理解が必要である。しかし河口は河川と海との境界であるがゆえに河川工学上も、また海岸工学上からも十分な研究が行われていない。このことより、本研究では河口部の地形、特に河口テラス地形に注目し、実例として相模川を選んで洪水による河口テラスの変形特性を調べ、それに基づいて河口部での土砂移動サイクルの仮説を立てる。

2. 相模川河口における洪水による河口テラスの変形

相模川を例として、洪水時における河口テラスの変形について調べてみる。図-1は1991年8月21日における $Q=3600\text{m}^3/\text{s}$ の洪水前後の深浅図の比較である。破線が洪水前、実線が洪水後の等深線である。流量規模が大きいため、河口砂州の一部もフラッシュされている。この洪水時には河口中心線上の沖合および河口左斜め前方の-5~-8m付近で等深線の前進が見られる。これと対照的に河口テラスの両翼では浅海部を中心として等深線が全体に後退傾向にある。洪水に起因する河口テラス周辺での土砂堆積は拡散型の現象として生ずると考えられるので、河口テラス周辺では堆積量が減少することは起こり得ても局所的な侵食が起こることは非常に考えにくい。図-1に示した洪水後の深浅図は洪水より5日後の深浅測量によって得られたものであるから、この間の波の作用を無視することはできないと考えられる。

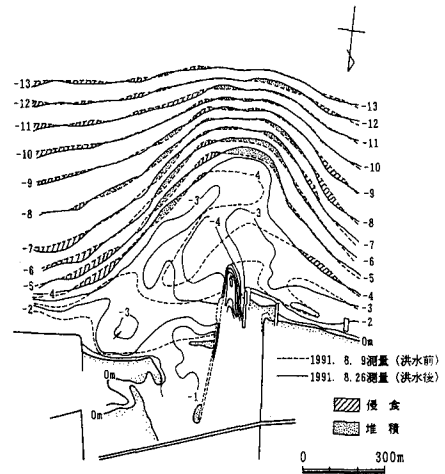


図-1 深浅図の比較

(1991年8月9日 vs. 1991年8月26日)

1991年の8月洪水時には空中写真の撮影は行われていないが、1986年8月には洪水時の空中写真が撮影されている。これによると、入射波は河口テラス上で屈折しつつ斜めに砕波しており、河口テラスの両翼部分では強いエネルギーフラックスが生じうる条件にあった。一般に河口テラスの形状は河口中心から離れると沿岸方向になだらかな形状になるため、エネルギーフラックスの沿岸方向成分は河口両岸付近で急速に減衰するはずである。そしてこのことは洪水流により河口テラス上へ流出した河口砂州の土砂を再び河口砂州へと戻す復元力として働くことになり、洪水流による河口砂州の沖への流出と、波による砂州の再形成の上でこのような河口テラス上での波の斜め入射および砕波が重要な役割を果たすと考えられる。図-1を改めて詳細に検討すると、河口左岸側より河口テラスの外縁を形づくる-4mの等深線に沿って細長く沿岸砂州が伸び、その岸側にトラフが発達している。このような沿岸砂州の発達には河口テラス上での砕波を促進し、またその内側のトラフは斜め岸向きの海浜流を助長させる働きをもつ。また、図-1に示した侵食域は、この沿岸砂州の発達とよい対応を示している。以上のことから、洪水流によって流出した土砂が堆積してきた河口テラス上では、短期的に見ると洪水流による沖への土砂移動と、海浜流による沿岸砂州に沿う斜め岸向きの土砂移動がサイクリックに生じていると推察される。河口砂州の端部まで土砂が斜め岸向きに運ばれれば、その

土砂は沿岸漂砂により砂州の先端まで運ばれて細長い河口砂州が急速に伸びることは既に藤井ほか（1988）や宇多（1989）が示しているとおりである。

3. 河口部での土砂移動サイクルの仮説

相模川河口部における洪水流による砂州のフラッシュと波による砂州の再形成の仮説を立てる。洪水および波の作用時の観測データは十分ではないが、地形特性や海浜変形特性より判断される特徴より考察する。模式過程を図-2に示す。

砂州および河道の土砂の沖向き流出の外力は河川流である。ここでは砂州がフラッシュされるような規模の大きな洪水を考える。導流堤間の狭窄部で河道の水位のせき上げが生じ、砂州高よりほぼ50cmほど高くなると砂州がフラッシュされる。フラッシュされた土砂は河口沖テラスの先端部を中心とする区域に堆積する（ステージⅠ）。一般に砂州は0.2mm以上の比較的粗い砂で構成されており、水深6, 7m以深の約0.15mmと著しい対照を示す（図-3参照）。このことから、洪水時に流出した土砂は河口テラスの外縁付近に堆積し、水深の大きい所までは流出できないと考えられる。

洪水中あるいは洪水後にも波浪は継続的に作用する（ステージⅡ）。河口テラスは海に突出した形状を有するため、沖合からの入射波は河口テラス周辺で大きく屈折するが、河口テラス自体は非常に長い年月の間波と流れの作用を受けてきているために、洪水前にはかなり安定な形状となっており、したがって河口より流出した土砂は河口テラスの過剰な突出をもたらす。それゆえ流出した土砂を岸側へ運ぼうとする波の営力が働くはずである。洪水前後の深淺図（図-1）によると、河口テラスの外縁のやや内側に細長く沿岸砂州が伸び、その内側にトラフを抱えている。このバー・トラフ地形は河口テラスの等深線とほぼ平行に伸びているが、これは河口テラスに対して屈折した波がバー上で砕波し、その岸側で強い岸向きの沿岸流が生じていることを意味している。このような波と流れの分布があるからこそ、この沿岸砂州の外側で顕著な侵食が生じる。岸向きに運ばれた土砂も、河口テラスの突出度が小さくなる地点ではエネルギーフラックス自体が小さくなるので沿岸方向にはあまり移動できず、河口の左右岸近くに堆積する。この土砂は砂州の前面へうちあげられると、図-2のステージⅢのように砂州に沿う沿岸漂砂により急速に沿岸方向へ移動する。砂州先端での砂嘴の急速な発達には藤井ほか（1988）や宇多（1989）が現地観測により示したとおりである。

以上が河口部における洪水流と波の作用下での土砂移動サイクルである。この場合、洪水流の作用は波の作用時間と比較してはるかに短い期間に、集中的に起こり、波の作用は継続的である点が特徴と言える。

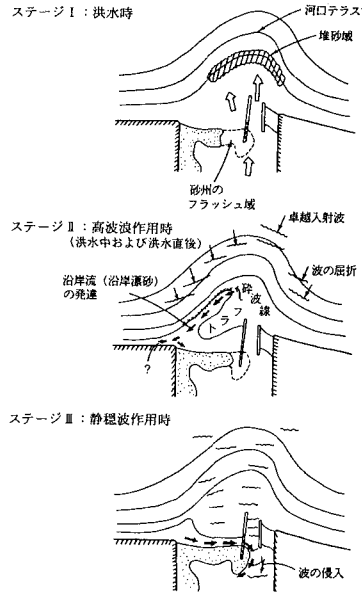


図-2 河口部での土砂移動の概念図

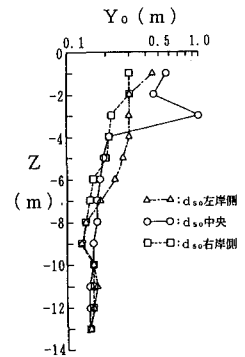


図-3 底質中央粒径の水深方向分布

参考文献

- 宇多高明（1989）：洪水流と波による相模川河口デルタの変形実態の調査，第33回水理講演会論文集，pp. 307-312。
- 藤井友竝・宇多高明・綿貫布征・鴨下由男・木村慎二（1988）：相模川河口部の地形変化実態，第35回海岸工学講演会論文集，pp. 447-451。