

河口テラスの形成と消滅に関する数値解析

金沢大学 学生会員 ○根岸 和憲
 金沢大学 正会員 榎田 真也
 金沢大学 正会員 由比 政年

1.はじめに

河川と海岸の境界である河口は、洪水、波浪、海浜流、潮汐や密度流などの影響を受けるため、河口の現象は多様で複雑である。手取川は石川県中・南部に位置する海浜への主な土砂供給源であると考えられるが、河口周辺の海岸および広域的な流砂系の土砂動態や地形変動の特性は不明な点が多い。洪水時に河川から大量に流出した土砂がどこにどれだけ移動するかを知ることは重要な課題である。

そこで本研究では、手取川で観測された洪水による河口テラスの形成、その後の消滅や河口砂州の形成に注目して、洪水や波浪などの変動と土砂移動や地形応答との関係を把握することを目的とする。本研究では、河口・海域の水理現象解析に使用され、オープンソース化されている DELFT3D を利用した。ここでは河口テラスの形成・消滅過程を解析し、その適用性について初期検討を行った結果を報告する。

2.研究対象および解析手法

石川海岸に流入する手取川では、平均年最大流量を上回る 1983 年 7 月の洪水（図-1）時に、河川からの土砂の堆積によって河口部にテラス状の地形が形成されたことが観測されている。図-2 の左図は洪水の 1 ヶ月後に測量された河口部の等深線図である。T.P.-5m の等深線が河口導流堤付近で 2-300m ほど周辺より沖側に張り出していることが分かる。導流堤の間隔は河川の低水路幅の半分程度と狭く、集中した洪水流によって導流堤の上流側河床が深掘れしている。それから 4 か月経過した 12 月の等深線図から、テラス地形が侵食され、深掘れ部は沖側から埋まり、導流堤間には右岸導流堤から左岸導流堤方向に伸びるように河口砂州が形成されていた。波浪や海浜流などの影響を受けて土砂が移動し、地形変化したと考えられる。本研究ではこのようなイベントを対象に、数値解析的に検討する。

解析には、汎用沿岸域流動モデルである DELFT3D を用いた。このモデルは様々な要素モデルを組み合わせで解析することで、河口や海域の波・流れが混在した複雑な水理現象、土砂の堆積・侵食や密度流などを扱うことが可能なモデルである。（Lesser et al.,2004）本研究では、金沢河川国道事務所から提供頂いた河川・河口・海岸の深浅測量結果、河川流量、ナウファスの波浪観測データ、周辺海域の潮位など記録などを解析に利用して、河口テラスの形成・消滅過程の再現を試みた。

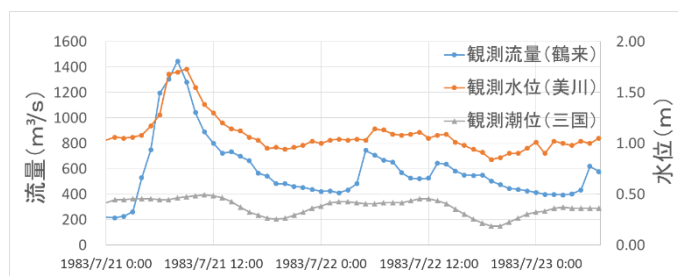


図-1 1983 年 7 月洪水の流量、水位、潮位

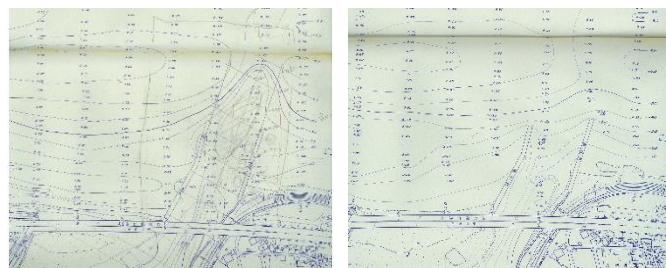


図-2 河口周辺の等深線の変化（左図:1983 年 8 月,右図:12 月）

3.モデル河口における解析結果

数値モデルの適用性の確認として、河口テラスの形成・消滅過程が現れるかを調べるため、現地スケールの簡単な地形での計算を試みた。計算領域は図-3 に示す通りで、一様勾配 1/100 の海底地形に、河床勾配 1/400

で幅 300m の河川が流入する地形を与えた。格子間隔は 50m である。計算は、洪水による河口テラス形成過程の Case1 と、その後のテラス消滅と砂州形成過程の Case2 を行った。

(1) 河口テラス形成、導流堤間の深掘れ発生過程(case1)

Case1 は、(a)河口に長さ 200m の導流堤を設置した場合、(b)設置しない場合を比較した。左右の導流堤の間隔は 100m とした。

(a), (b)に共通する境界条件としては、今回対象とした 1983 年 7 月洪水の観測流量と概ね一致するよう河川上流端に 1 時間ごとに水位を与えた。また、沖からは波高 0.5m, 周期 7s, 汀線に垂直な方向から波浪を与えた。底質の粒径は、2.0mm と設定し、計算時間は 53 時間、時間間隔は 6 秒とした。計算結果を図-4 に示す。まず(b)の結果では、河道内の T.P.0m から河口付近の T.P.-3m の等深線が河川の幅でわずかに前進しただけでテラス地形は形成されない。一方、(a)の結果では、河口に T.P.-5m の等深線が 250m ほど沖側に張り出した河口テラスと、導流堤間の深掘れが形成された。これらのテラス地形は、現地観測データで確認される規模と定性的に一致しているため、実地形を対象とした再現計算へ応用できる可能性がある。

(2) 河口テラス消滅・河口砂州形成過程(case2)

続いて、Case1(b)の計算でできた河口テラス地形を初期地形として、テラスの消滅と河口砂州の形成過程を対象とした計算を行った。次は、河川上流端からは流量を与えず、沖からの波浪は波高を 2.0m に変更し、底質の粒径は、海洋の砂の移動が中心となるため、Case1 よりも小さい 0.2mm と設定した。計算時間が 1 週間の Case2(a)と 1 か月の Case2(b)の二つの条件で行い、時間間隔は共に 6 秒である。図-5 の計算結果より、時間経過に伴って沖側に張り出していた河口テラスが徐々に浸食され、導流堤の間の深掘れも沖側から埋まっていることが確認できる。そして、1 か月後には沖の等深線がほぼ平坦化し、1 か月後には完全に埋まり、導流堤の付け根に砂がたまっているのが確認でき、図-2 で見られた地形応答が定性的に再現された。

4.おわりに

汎用沿岸域流動モデルである DELFT3D を利用して、洪水による河口テラスの形成やその後の消滅、砂州形成過程を解析し、その適用性について初期検討を行った。解析の結果、両過程共に現地測量で見られた地形応答を定性的に再現できた。なお、河口テラス形成時の深浅測量などに基づいた当時の河口周辺地形を対象にした解析結果は、講演時に発表したいと考えている。本研究に際して、国土交通省金沢河川国道事務所から当時の測量や観測の記録をご提供いただき、深く感謝致します。

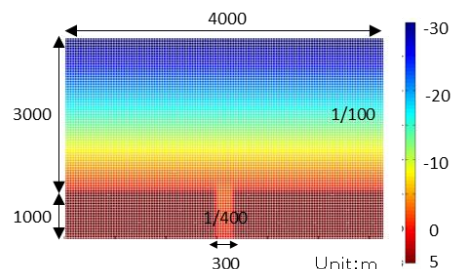


図-3 計算領域

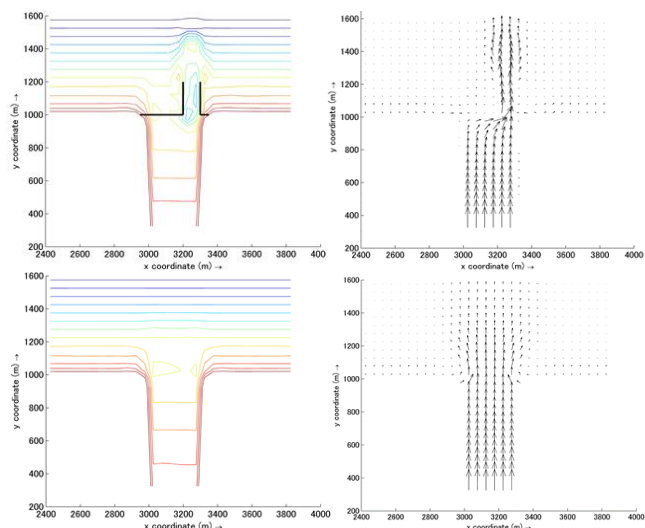


図-4 Case1(a)と(b)の計算結果の比較

(左図：地形変化，右図：断面平均流速分布)

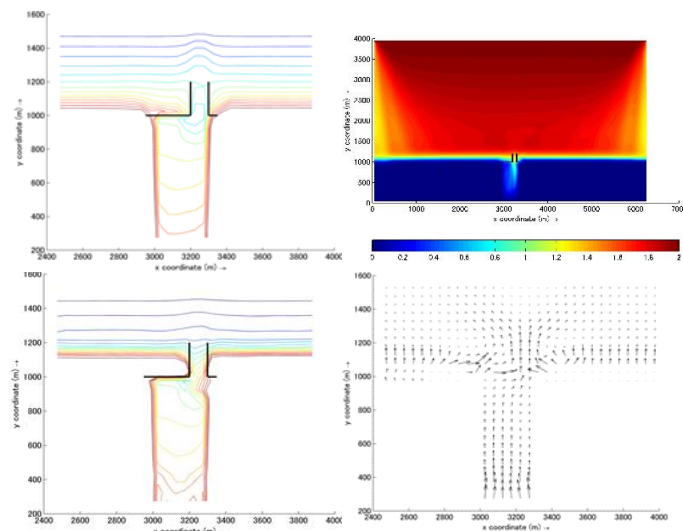


図-5 Case2(a)と(b)の計算結果の比較

(左図：地形変化，右図上より波高，断面平均流速分布図)