

滋賀県

正会員

○佐々木忠志

立命館大学理工学部

正会員

江頭 進治

立命館大学大学院

学生会員

竹林 洋史

1. はじめに 砂州によって河口が閉塞されると、砂州による堰上げで砂州上流の水位が上昇する。これによって、工業用水などの取水では有利であるが、内水の排除が困難になったり、洪水氾濫の危険度が増加するなど問題点が発生する¹⁾。

洪水氾濫を防ぐためには、洪水時の河道内の最高水位を知ることが重要となる。河口砂州直上流域の水位は、洪水によってはピーク流量に達する前に最高水位に達するという特徴があり、最高水位を決定する要因が洪水流量のみではないことが分かる。そこで、本研究では、砂州による顕著な河口閉塞が見られる紀伊半島南東部に位置する熊野川河口を対象とし洪水特性と砂州高さに着目し、最高水位の決定要因を平面二次元流れによる数値シミュレーションを用いて検討する。

2. 計算方法²⁾ 及び計算条件 図-1 に熊野川河口付近の平面図を示す。熊野川は、流域面積 2354.6km²、幹線流路長 158km、計画高水流量 19000m³/s の一級河川である。年間降水量は、3000mm を越えることが多く、上流部にいたっては、4000mm を記録することも少なくない。

計算領域は、熊野川河口から上流へ約 5.8km の区間であり、二次元浅水流方程式を用いて数値シミュレーションを行う。計算メッシュは、流れ方向に 142 分割、横断方向に 27 分割し、座標系は直交曲線座標系を用いる。流砂の向きに対する二次流の影響を考慮するため、流線の曲率に対応する底面流速を導入している。また、流砂形態は掃流砂のみを対象とする。

計算条件はケース 1 からケース 6 までの 6 ケースである。ケース 1 は平成 9 年 7 月 25 日～27 日に発生した洪水の再現計算である。河道形状は平成 2 年 3 月、砂州形状は平成 9 年 3 月の実測値を与える。上流端供給流量は河口から上流へ約 9km に位置する相賀地点の水位から既存の水位・流量曲線を用いて求めたものを与える。下流端水位は浦神観測潮位を与える。ケース 2 からケース 6 は最高水位と洪水特性の関係を検討したものである。図-2 にケース 2 からケース 6 における上流端供給流量を示す。これらは、ピーク流量の 30000m³/s 達するまでの時間を 144 時間、72 時間、36 時間、18 時間、8 時間としたものであり、流量の時間的な増加率が異なる。熊野川における最大の流量は、昭和 50 年 8 月 23 日に、相賀観測所で 21797m³/s を記録している。これまでの洪水について調べると、30000m³/s に達するまでの時間は約 18 時間から 140 時間である。ピーク流量到達時もしくは到達前に河口部では水位が最高となるため、流量の上昇過程のみを与える。河床位は平成元年の実測値を与える。下流端の潮位は、潮位変動を考えず一定水位を与える。河床材料は平成 8～10 年に採取した河床材料をもとに初期条件を決定する。

3. 計算結果及び考察 図-3 はケース 1 の計算結果であり、洪水時の水位変動を計算値と実測値について比較したものである。成川、鮎田と上流に行くに従って、計算水位が実測値よりも高くなっている。しかし、ここで対象としている河口付近である曙の水位は、実測値を良く再現している。

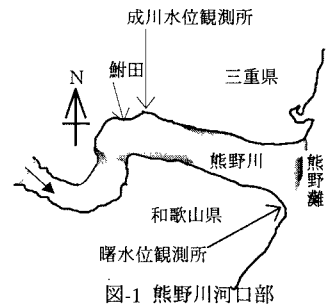


図-1 熊野川河口部

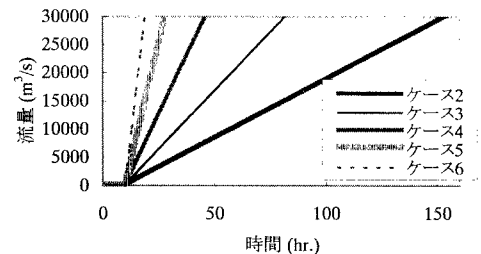


図-2 上流端供給流量

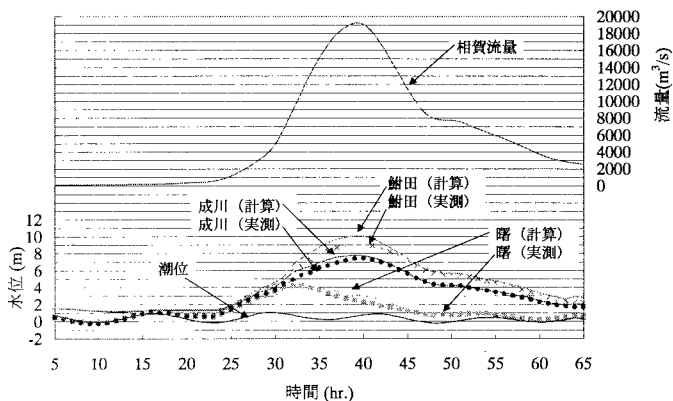


図-3 実測水位と計算水位の比較 (ケース 1)

流量の増加率の違いによる河口部での水位変動の違いを図-4に示す。最高水位に達する流量は、緩やかに流量が上昇するケースの方が流量が多くなっている。フラッシュされときの流量、水位の上昇の仕方などに各ケースによって違いが見られるものの、最高水位はどのケースにおいても同じ値となっている。つまり、最高水位は、流量の増加率に依存しないことがわかる。最高水位が最も高くなる洪水が最も危険であるという面からでは、どのような洪水が来ても危険度は同じになる。

上記の結果を考えると、最高水位は砂州高さに強く依存していると考えられる。そこで、ケース 5 と同一の流れの条件で、砂州の高さを変えた計算 (ケース 7) を行い、比較検討を行う。ケース 5 は砂州の高さが 4.2m 程度であるが、ケース 7 は、3m 以上の河床を切り取ったものである。図-5 は、砂州の初期高さが異なる時の水位変動の違いを示している。ケース 7 は、流量が $6200\text{m}^3/\text{s}$ まではケース 5 と同じ水位となっているが、最高水位は低くなっている。これは、砂州の高さを 3m 以下にしたためであり、最高水位が砂州高に強く影響されることがわかる。しかしケース 5 のフラッシュ後の水位は、ケース 7 よりも低くなっている。これはケース 5 とケース 7 では、フラッシュするまでに砂州上流に貯溜されている水量が異なり、フラッシュ時に、砂州が侵食される量が異なるためと思われる。図-6 と図-7 はフラッシュ時の河口部の流速ベクトルである。砂州の高さの低いケース 7 がケース 5 よりフラッシュされる量が少ないことがわかる。

4. おわりに 本研究で得られた成果は以下のである。

(1) 河口部での最高水位は流量の時間的な増加率に依存しない。(2) 砂州の初期高さを変えることによって、河口部の最高水位は低くなる。つまり、河口部の水位は、砂州高に強く依存しているといえる。

参考文献 1) 吉川秀夫: 河川工学, 朝倉書店, 1993. 2) 元水昭太: 立命館大学修士論文, 熊野川における河相の遷移に関する研究, 1998.

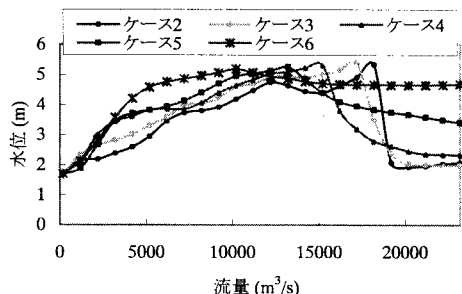


図-4 河口の水位変動

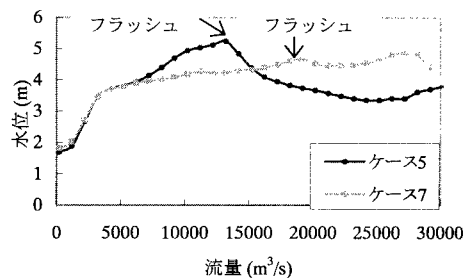


図-5 河口の水位変動

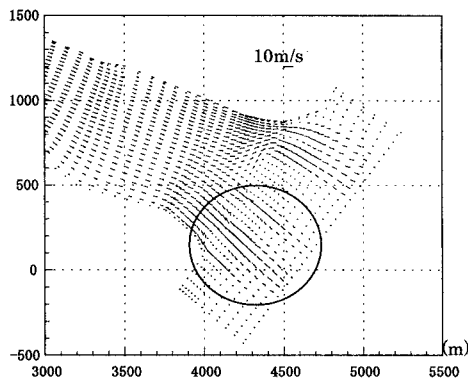


図-6 ケース 5 のフラッシュ時の砂州

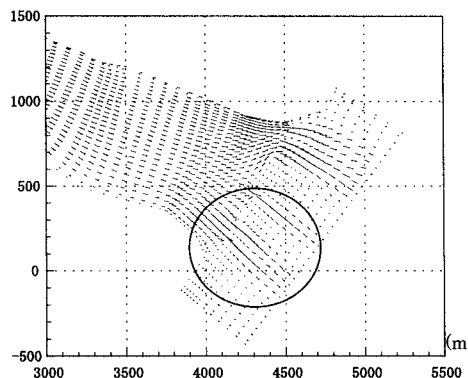


図-7 ケース 7 のフラッシュ時の砂州