

# 熊野川における河口砂州の動態把握と維持管理に関する考察

二階堂 敏博<sup>1</sup>

<sup>1</sup>近畿地方整備局 紀南河川国道事務所 調査課 (〒646-0003和歌山県田辺市中万呂 142)

熊野川ではこれまで、2011年（平成23年）9月の台風12号による紀伊半島大水害等の大規模出水が発生しており、流下能力確保のための河川整備を実施している。しかしながら、度重なる出水により、上流部等からの土砂供給が多く、熊野川における河口砂州の発達やこれに伴う流下阻害が懸念されている。これらを踏まえ、本考察では、河口砂州の動態を把握することによる効率的な維持管理について報告する。

キーワード 河口砂州，掃流力，土砂動態，UAV，RTK-GPS

## 1. はじめに

熊野川は、紀伊半島南東部に位置し、奈良県、和歌山県および三重県を流れる一級河川である。熊野川右岸0.1k付近で支川市田川、左岸3.0k付近で支川相野谷川が合流しており、河口砂州の発達に伴う河口閉塞により、熊野川本川や支川市田川における水位上昇が問題となっている。熊野川流域図と熊野川本川及び各支川の位置関係を図-1、写真-1に示す。

熊野川流域では、これまでに紀伊半島大水害等の大規模出水が発生しており、上流部等からの土砂供給による河口砂州の発達やこれに伴う流下阻害が問題となっている。そこで、熊野川本川の河道掘削等を実施しているが、河口砂州については、その発達速度が速く、河口砂州の動態を把握した上で、定期的な砂州掘削等を実施しながら砂州の維持管理を行う必要がある。しかしながら、河口砂州に関する土砂動態が十分把握されておらず、維持管理方策が確立されていない。また、後述の平成31年3



写真-1 熊野川本川と支川の位置関係

月に策定された市田川流域大規模浸水対策計画において、市田川での浸水被害解消を目的とし、熊野川における河口砂州の掘削が国における対策の一つとして決定されている。そこで、効率的な河口砂州の維持管理方策の確立が急務となっている。本考察ではUAVとRTK-GPSを用いた砂州地形測量により、河口砂州の土砂動態を把握することによって、効率的な河口砂州の維持管理について検討した。

## 2. 市田川流域大規模浸水対策計画

### (1) 平成29年台風21号の被害

2017年（平成29年）10月の台風21号により、熊野川流域では非常に激しい雨が降り、新宮地点で時間最大雨量74.5mmを記録した。その際、市田川全区間で著しく水



図-1 熊野川流域図



図-2 市田川浸水範囲（2017年10月台風21号出水）

位が上昇し、下田水位観測所では昭和57年に次ぐ観測史上2番目に高い水位を記録した。台風21号での豪雨と熊野川本川水位の上昇によって市田川の水位が高い状態が続いた。それによって、新宮市内において大規模な内水が発生し、家屋1,000戸以上が浸水する甚大な被害が生じた。市田川沿川の浸水範囲を図-2に示す。

## (2) 市田川浸水対策

台風21号の被害を受け、国、和歌山県、新宮市が連携・協力して台風21号の浸水被害の解消を目的とした市田川流域大規模浸水対策計画が平成31年3月に策定された。浸水被害の解消にあたっては、洪水時における熊野川河口部及び市田川の水位上昇の防止を目的とした河口砂州の掘削が国における対策の一つに位置づけられ、長期的に適宜砂州掘削を行い、維持管理することとなった。

## 3. 河口砂州の土砂動態

### (1) 空中写真による河口砂州の長期的な変化の把握

熊野川河口砂州の変化について、長期的な砂州開口部の位置及びその変化を確認するため、1947年以降の国土地理院等の既往の空中写真を整理した。その結果を図-3及び図-4に示す。図-3より、2011年の紀伊半島大水害と2013年に熊野川河口部に設置した工事用の矢板（河口矢板と呼ぶ）によって、河口砂州開口部の位置は大きく変化しており、砂州の発達による河口閉塞と洪水によるフラッシュ等による砂州消失が繰り返し発生していることが確認できる。紀伊半島大水害前後の状況（図-3 (a), (b)



図-3 河口砂州開口部の位置

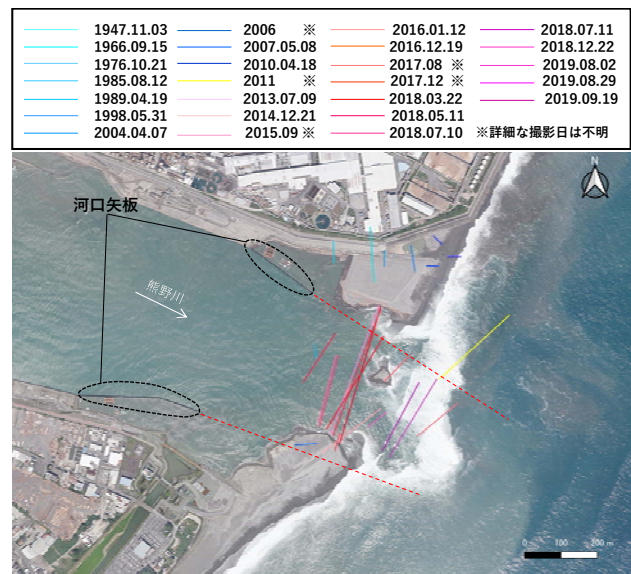


図-4 河口砂州開口位置の変化

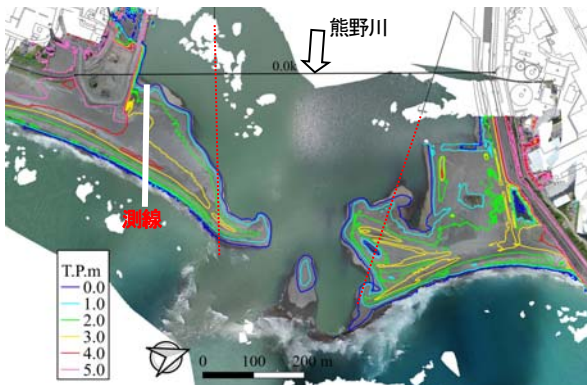
より、中央部が開口し、砂州の位置も沖側へ移動していることが分かる。また、工事用の河口矢板設置以降の状況（図-3 (c), (d) 及び図-4）より、砂州の開口部は河口矢板の延長線間に開口部が集まる傾向に変化したことが分かる。これらを踏まえると、紀伊半島大水害によって、河口砂州の開口部や砂州の位置が変化するなど、河道特性が大きく変化しており、2014年の河口矢板設置によって、河口中央部の砂州がフラッシュしやすい状況に変化したことが確認できた。

### (2) UAVとRTK-GPSでの河口砂州の短期的な変化の把握

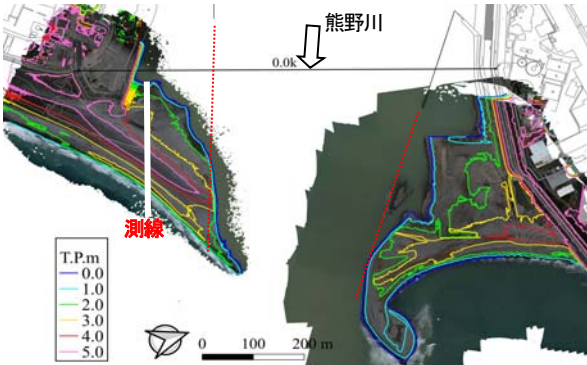
#### a) UAVとRTK-GPSによる観測概要

河口砂州が出水等によりフラッシュし、その後、発達するという短期的な砂州の動態把握のため、UAVとRTK-GPSを使った砂州地形測量を行った。測量は、2019年8月～2020年3月までの期間を対象とし、概ね月1回の頻度での地形測量を9回実施した。調査範囲は熊野川河口部の左右岸に広がる河口砂州の全域とし、右岸側は和歌山県が管理する砂浜海岸（王子ヶ浜）の一部も対象とした。





(a) 出水前 (2019年8月2日測量)



(b) 出水後 (2019年8月28日測量)

図-5 台風10号出水における砂州の変化

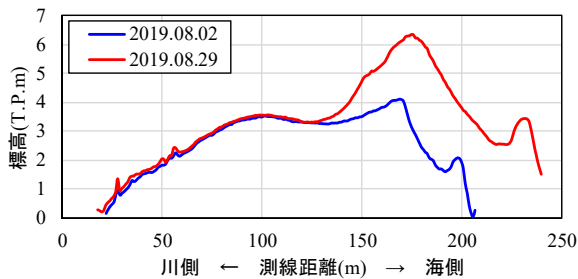


図-6 測線の河口砂州高計測結果

**b) 台風前後の土砂動態**

2019年8月15日～16日にかけて紀伊半島を通過した台風10号での出水前後で撮影・測量した熊野川河口部の状況について図-5に示す。台風10号による出水では、新宮川水系の流量観測所のある相賀地点で最大流量が約10,000m<sup>3</sup>/sと計画高水流量19,000m<sup>3</sup>/sに対して比較的小規模の流量を観測された。図より、河口矢板の延長線に沿って出水による砂州のフラッシュが生じていることが分かる。一方、図-6は、右岸側の砂州に設けた測線における断面地形を比較したものであるが、川側の断面地形はほとんど変化が無かったことに対し、海側では出水前後で最大4m程度も砂州が上昇していることが分かる。このことより、台風時に発生した海側の波浪による砂州の発達を示しており、出水による砂州のフラッシュと、波浪による砂州の発達が同時に発生していることが分かった。

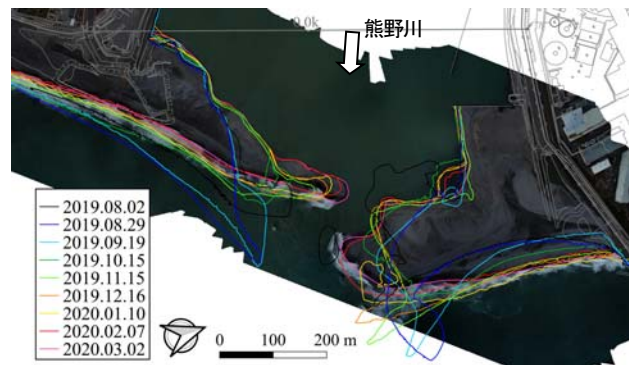


図-7 水際線の変化

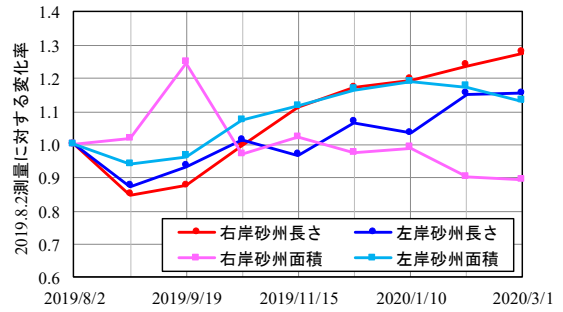


図-8 調査回ごとの砂州長さ及び砂州面積の変化率

**c) 出水期後の土砂動態**

図-7は、UAVとRTK-GPSによる合計9回の観測結果に、砂州の水際線 (T.P.0m) の位置を表したものである。また、左右岸の砂州の長さや砂州面積の変化量について、2019年8月2日に行った第1回の観測結果を基準にグラフ化したものを図-8に示す。図-7より、左右岸の砂州ともに10月頃までの出水によって砂州がフラッシュし、海側へ押し出された後、3月頃までの間に回復する傾向にあることが分かる。図-8において、砂州長さや面積を左右岸で比較すると、右岸側の河口砂州の方が出水期において砂州面積の拡大が著しいことが分かる。また、左岸側に比べ、砂州面積は比較的安定しているが、砂州の延伸速度は左岸側より大きいことが確認できた。これらは、右岸側に存在する砂浜海岸からの土砂供給があるため、左岸側より砂州の発達が目立つと推測される。一方、左岸側の河口砂州は、右岸側と比べると出水期における砂州面積の拡大や、砂州の延伸速度は緩やかであり、11月以降は比較的砂州が発達していない状態が続いていることが分かった。

**4. 数値解析による河口矢板の効果検討と砂州の維持管理**

**(1) 解析手法・条件**

熊野川河口部では河口矢板の設置により、河口中央部の砂州がフラッシュしやすい状況に変化している等、河道特性が変化していることが確認できた。そこで、洪水流及び河床変動の数値解析を行い、河口矢板の設置による熊野川河口部の流況への効果を検討した。

表-1 解析条件

項目	設定値
メッシュサイズ	縦断方向 25m×横断方向 25m程度
分割数	縦断方向 520×横断方向 42
河道条件	2017年測量データ 河口砂州：空中写真等から設定 砂州高：T.P.+3m，開口幅：50m
	1)：現状（河口矢板あり+砂州あり） 2)：河口矢板あり+砂州なし 3)：河口矢板なし+砂州あり 4)：河口矢板なし+砂州なし
上流端流量	6,000m <sup>3</sup> /s（小規模洪水程度） 12,000m <sup>3</sup> /s（平均年最大流量程度）

解析における対象範囲は熊野川の河口付近から流量観測所がある相賀地点（熊野川10.6地点）までとし、最新の河道横断測量成果（2017年）をもとに、河口閉塞状態を想定した場合に、河口矢板の有無による河口部の流速や水位について検討し比較を行った。なお、本解析における対象範囲では、河口閉塞による背水の影響が想定される。背水の影響がない状況での河口矢板の有無による効果の比較のため、河口砂州が形成されていない河道条件を加えて検討を行った。詳細条件については表-1に示す。

(2) 解析結果

表-1 で示した条件で解析を実施した流速分布を図-9 に示す。図-9 において、河口砂州の影響(1)と2)または3)と4)を比較すると、流量に関係なく、背水の影響を受け、砂州上流側の水位が上昇し、流速が減少する傾向にあることが分かる。一方、河口矢板の有無(1)と3)または2)と4)で比較すると、河口矢板がある場合(1)、2)には河口矢板間に洪水流が集中することで河口矢板設置箇所から下流側の河道中央部付近における流速が増加する傾向にあり、洪水流量が大きい場合ではより顕著に表れていることが分かる。図-10 では、平均年最大流量程度の12,000m<sup>3</sup>/sの流量が流下した場合の河床変動について、河口矢板あり+砂州あり(1)と河口矢板なし+砂州あり(3)の河道条件における計算後の河床高と両河床高の差分図を示す。流量6,000m<sup>3</sup>/sでは河床高の顕著な違いは見られなかったが、流量12,000m<sup>3</sup>/sでは、河口矢板がある場合(1)の方が河口部の流速が増加することから、河口矢板設置箇所から下流側の河道中央部付近及び右岸側河口砂州の一部(領域A)においてよりフラッシュされやすい状況になることが確認できる。以上のことから、河口矢板は、河口部の流速(掃流力)を増加させ、河口砂州のフラッシュを促進させる効果が高いことがわかった。

(3) 効率的な維持管理に向けた検討

上述のとおり、熊野川河口砂州では出水による砂州のフラッシュと波浪による砂州の発達と同時に発生していることが分かった。左右岸で河口砂州を比較すると、右岸側

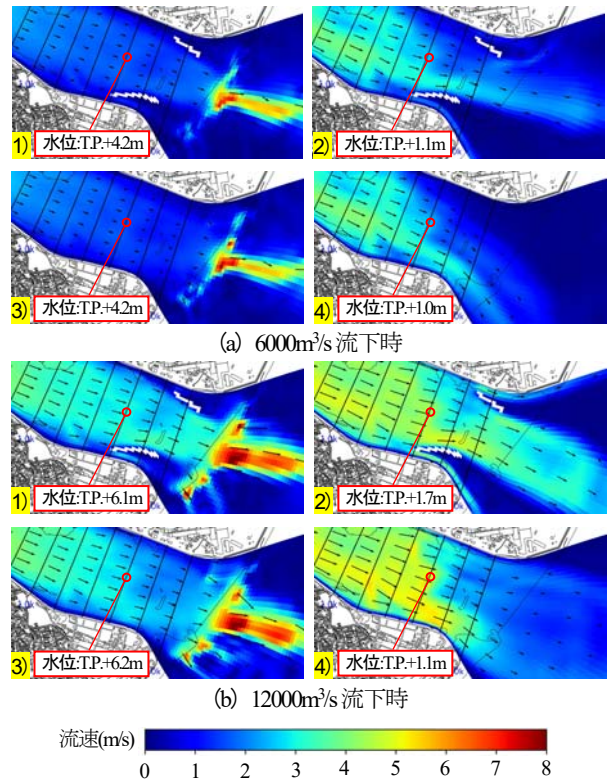


図-9 解析による流速分布(水深方向の平均流速)

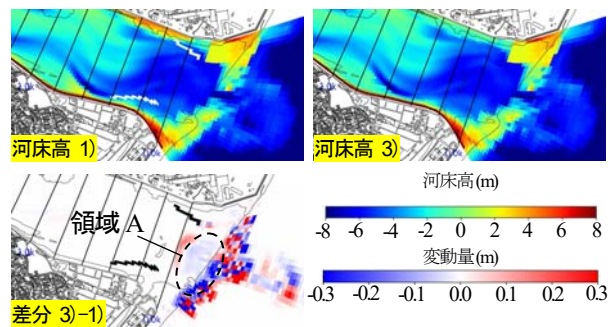


図-10 12000m<sup>3</sup>/s 流下時の計算後河床及び差分コンター図

の方が左岸側より砂州が発達しやすいことが確認された。このことから、河口砂州の維持管理については、土砂供給量が少なく、砂州の発達速度が比較的緩やかな左岸側の砂州を対象に行う方が効率的であることが示唆された。また、数値解析によって確認された河口矢板の効果から、河口矢板等の設置により河口部の掃流力が向上させる対策が有効であることが確認された。

5. おわりに

土砂堆積が著しい熊野川河口砂州では、長期にわたって定期的な掘削による維持管理が必要になると予想される。そのため、少ない流量でも砂州のフラッシュが可能となる掘削形状や、熊野川河口部における掃流力をより向上させる新たな方法等を検討し、より効率的かつ効果的な維持管理に資するよう検討を続けていきたい。