

神戸市立工業高等専門学校都市工学専攻 学生会員 ○岸本周平
神戸市立工業高等専門学校都市工学科 正会員 宇野宏司
神戸市立工業高等専門学校都市工学科 フェロー 辻本剛三
神戸市立工業高等専門学校都市工学科 正会員 柿木哲哉

1. はじめに

河口砂州の発達した都市河川では、海からの塩水遡上
が弱められたり、波浪の河道内への直接進入が防止される
一方で、洪水流下能が低下し、河川敷の浸水の危険性が
高められる。したがって、砂州の形状変化を知ることは河口
域の環境面、防災面から重要である。

本研究では、2 級河川の明石川(流路延長 26km，流域
面積 126.7km²)の河口付近を対象とした現地調査と数値計
算によって、洪水出水による河口砂州の地形及び水環境
の変化を把握することを目的とする。

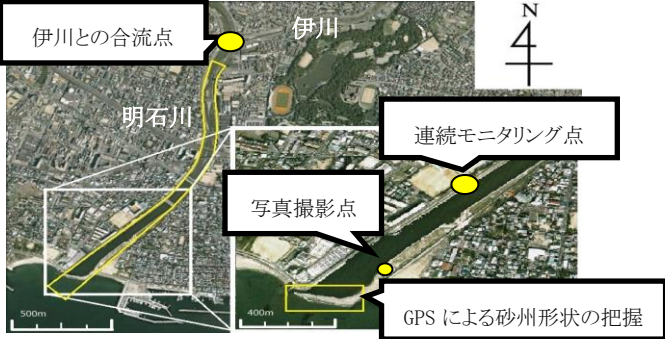


写真 1 明石川現地調査地点

2. 調査概要

2. 1 現地調査

- ・明石川河口の左岸堤防天端の定点（写真 1）より河
口付近に形成される砂州形状をデジタルカメラで撮影
した。また、河口に形成される砂州の汀線位置を携帯
型 GPS で記録した。
- ・明石川河口から約 500m 上流の右岸護岸下で 2013 年 8
月から 2014 年 1 月まで月 1 回、水位・水温・塩分の連
続モニタリングを行った。

2. 2 数値計算

洪水出水による砂州の地形変化と流量、潮汐の関係性
を検討するために、河床変動計算ソフト(Nays2D 4. 2
32bit)で河床変動計算を試みた。写真 1 に河床変動の計
算範囲、表 1 に計算条件を示す。

表 1 計算条件

項目	内容
計算領域	河口から伊川との合流点(約2km)
格子数	横17×縦161＝2737点
基礎式	連続式 運動方程式 (平面2次元)
乱流場	ゼロ方程式モデル
掃流砂式	芦田道上式
浮遊砂式	Itakura & Kishiの式
移流項	CIP法
河床砂	2mm(均一砂)

本研究では、まず 2013 年 9 月中旬に発生した台風 1318
号の接近に伴う洪水出水時の砂州フラッシュ現象を再現す
るために、当時の潮汐と流量を与え地形変化について検
討した。次に、出水規模やピーク流量時の下流端水位の
違いによる地形変化を比較するため、表 2 に示すケースで
計算を行った。

表 2 流量-下流端水位ケース

ケース	流量(m ³ /s)	下流端水位(0.4m)	計算時間(助走6時間+)	検討事項
(1)	100	0(一定)	12時間	出水規模
(2)	300	0(一定)	12時間	
(3)	600	0(一定)	12時間	
(4)	1300	0(一定)	12時間	
(5)	100	満潮	12時間	潮汐影響
(6)	100	干潮	12時間	
(7)	300	満潮	12時間	
(8)	300	干潮	12時間	
(9)	600	満潮	12時間	
(10)	600	干潮	12時間	

3. 調査結果

3. 1 連続モニタリングの結果

2013 年 9 月の洪水出水前後の河口の動態について、
図 1 に砂州の形状変化、図 2 に降水量、水深、水温、塩分
の変化を整理した。

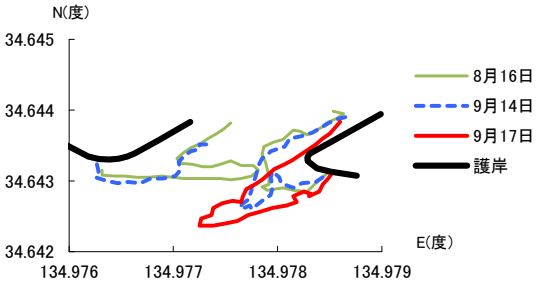


図 1 砂州形状推移(2013)

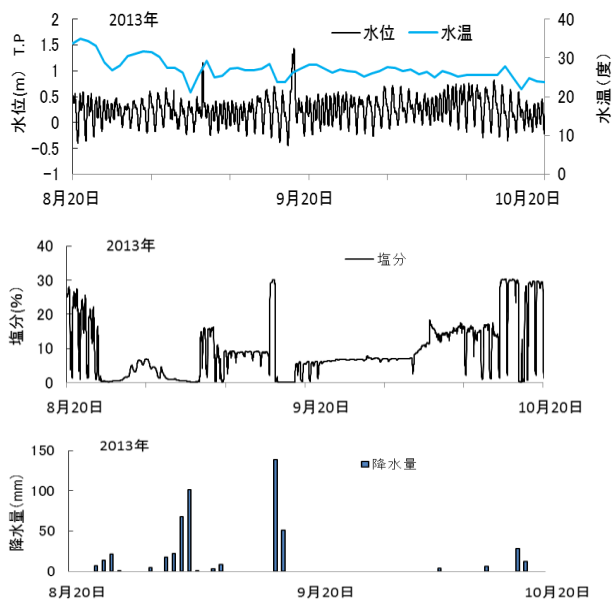


図2 水位、水温、塩分、降水量の時系列変動
(2013年8月20日-10月20日)

8月中旬の時点では河口はほぼ閉塞状態であったが、潮汐応答及び高塩分水塊の遡上が確認された。

8月25日の短期豪雨によって河道内の塩分が一時的に低下するものの、この時の水位に大きな変動は確認されていない。しかし、9月上旬の降雨時には水位が一時的に急上昇しており、このタイミングで砂州の一部がフラッシュされたものと考えられる。続いて、9月15日頃の出水で水位は再び大きく上昇した後は、急激に低くなっていた。このタイミングで砂州が完全にフラッシュされることとなった。その後は出水の影響を受けて、塩分の遡上が再び確認されたのは出水から2週間後の9月下旬になってのことであった。

3.2 河口地形変化に関する河床変動計算

兵庫県による河道横断測量データに2013年8月16日の明石川の砂州形状データを組み合わせることで閉塞時出水前の地形を作成した。本研究では、流量規模の違い(図3)や下流端水位の違い(図5)による砂州の形状変化について検討した。なお、流量は月報水位(観測点:明石)を用いてHQ曲線から $100\text{m}^3/\text{s}$ (平均流量、降雨量なしに相当)、 $300\text{m}^3/\text{s}$ (8月19日、降雨量 $70\text{mm}/\text{day}$ に相当)、 $600\text{m}^3/\text{s}$ (9月15日、降雨量 $138\text{mm}/\text{day}$ に相当)、 $1300\text{m}^3/\text{s}$ (計画高水流量)と仮定した。

図3より、河口砂州の形状は流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ 時は出水による影響をあまり受けず閉塞したままであるが、流量が $300\text{m}^3/\text{s}$ 以上では出水の影響で砂州が少しフラッシュされ、沖合に流されているのがわかる。

そして、流量 $1300\text{m}^3/\text{s}$ 時には砂州が完全にフラッシュされ、側岸にも侵食が及んでいることがわかる。図4に各流量での河床位を示す。本図より出水の規模に伴って河床変動が大きくなっていることや、初期地形と比べることで砂州が沖側に動いていることがわかった。

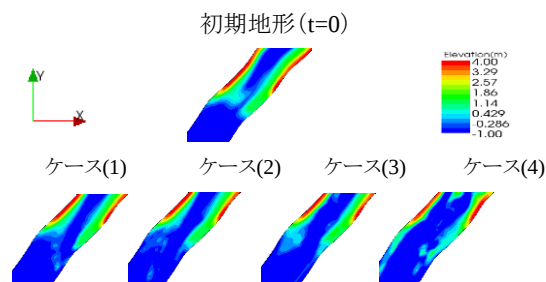


図3 流量規模の違いによる砂州の形状変化

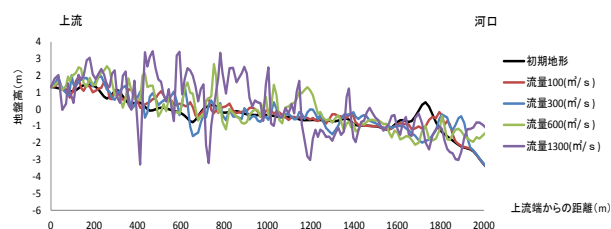


図4 縦断面の二次元データ

図5より、全ての流量規模において、満潮時では河口にとどまっていた砂州が干潮時には沖側に流されていることがわかる。また、流量が $100\text{m}^3/\text{s}$ 時には満潮時と干潮時で河口の閉塞状態に変化が見られたが、流量が $300\text{m}^3/\text{s}$ よりも大きくなると満潮時、干潮時どちらの場合も砂州がフラッシュされており、潮汐の影響は相対的に小さくなるということがわかる。

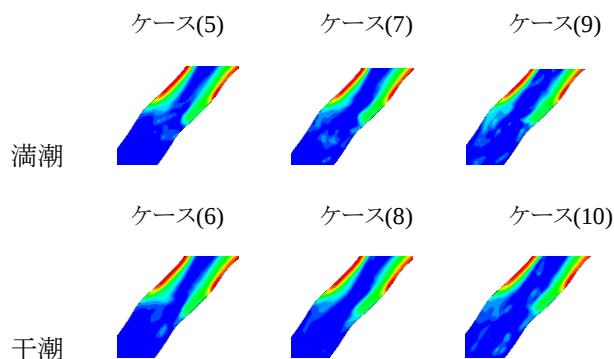


図5 潮汐の影響による砂州の形状変化

4. 参考文献

- 1) 佐川卓也, 大谷靖郎, 市川真吾, 武内慶了, 山下武宣: 河口砂州フラッシュの再現計算と要因分析, 水工学論文集, 第51巻, 2007年2月
- 2) 気象庁アメダス過去のデータ <http://www.data.jma.go.jp>