

# 土砂動態モデルを用いた城原川流域治水の機能評価

佐賀大学大学院 工学系研究科 学生員 中島 大斗

佐賀大学大学院 工学系研究科 正会員 大串 浩一郎

佐賀大学 低平地沿岸海域研究センター 正会員 日野 剛徳

## 1. 研究背景・目的

我が国では、明治以降の河川改修により浸水家屋および被災者の数は激減したが、一方で、計画規模を上回る洪水、いわゆる超過洪水に対して脆弱である。この超過洪水への対応策の一つとして「流域治水」が挙げられる。これは洪水に対して河道だけでなく流域全体で面的に対応するという考え方である。2000年の河川審議会中間答申で流域治水に関する報告がなされ<sup>1)</sup>、現在具体的活用方策について検討中である。

佐賀平野の城原川は、江戸時代に成富兵庫茂安によって「野越（のこし）」と呼ばれる越流堤や霞堤が設置され、現在も流域治水の名残がある河川である。この野越や霞堤の機能を把握し、現代に適用することは超過洪水への新たな対応策につながると考えられる。

しかしながら、過去の治水システムの定量的な評価を行った研究は少なく、そのことについて根元・中山・松山<sup>2)</sup>は、過去の地形や流量が不明であるということをも理由に挙げている。つまり、機能検証のための指標となるものが必要である。

そこで本研究では、氾濫土砂堆積物が過去の治水システムを検証する上での効果的な指標になるのではないかと考え、流れと土砂輸送の解析およびジオスライサーによる堆積層調査を行い、野越・霞堤の機能を評価した。



図-1 城原川平面図および野越・霞堤区間拡大

## 2. 城原川概要

城原川の平面図を図-1に示す。脊振山を源とする城原川は一級河川筑後川水系の支川である。流域面積64.4km<sup>2</sup>、幹線流路延長31.9km、流域内人口約1万人(2000年現在)である。2006年の筑後川河川整備計画によると、日出来橋地点で河道内の整備目標流量は330m<sup>3</sup>/sとなっている。

## 3. 研究方法

城原川の野越・霞堤および無堤地帯が存在する区間の平面図を図-1に示す。霞堤は急流河川において比較

的多用される不連続堤であり、背後地の内水排水や洪水の一部を一時的に貯留する等の機能がある<sup>3)</sup>。野越はいわゆる越流堤であり、堤防の一部を低くして洪水流を洪水調節池、遊水地へ積極的に導くための堤防である。また、野越・霞堤の他に堤防が無く洪水流が直接遊水地に流れ込む無堤地帯がある。これらを組み合わせて設置することで洪水流の勢いを分散させ、水田や住居が広がる下流部デルタ地帯での予期せぬ溢水を防いでいた。しかし、昭和24、28年の水害後の災害助成事業や昭和50年代に行われた圃場整備等によって野越・霞堤の位置・形状は変わり、現在は遊水地を伴わない越流堤として現存している。

## 4. 研究方法

### 4.1 数値解析

堤内地における氾濫流に含まれる土砂の挙動を検証するために3次元の流れ解析ならびに土砂輸送解析を行った。

流砂量式にはEngelund and Hansenモデル(1967)を使用した。

$$S_{tl} = 0.05 \frac{C^2}{g} \theta^{\frac{5}{2}} \sqrt{(s-1)gd^{\frac{3}{2}}}$$

ここに、 $S_{tl}$ : 全流砂、 $C$ : シェジュー数、 $\theta$ : シールズ数、 $s$ : 土砂の密度、 $d$ : 土砂の粒径である。

解析格子として三角形の非構造格子を用い、地形情報にはLP(レーザプロファイラ)データを与えた。

解析対象地域として1番霞堤の周辺の堤内地を選んだ(図-1)。ここにはかつて受堤が存在したが、現在は一部が残っている程度である。

また、境界条件として1番霞堤の位置から1次元流れ解析により算出された越流量を与えた<sup>4)</sup>。土砂の粒径は0.2mmを与えた。

### 4.2 ジオスライサー調査

過去の洪水による地盤中の堆積構造を推定するためにジオスライサー調査を行った。ジオスライサーは2枚のプレートで地層に貫入し、挟まれた地層を抜き取る装置である。通常のボーリング調査では円柱状に地層試料が採取されるのに対し、ジオスライサーの場合は四角柱状のため、地層の傾斜等の堆積環境を3次元的に捉えることができるということが特徴である<sup>5)</sup>。図-1にジオスライサー実施箇所地図を示す。1番霞堤周辺堤内地では8箇所の地層を採取し分析した。さらに、堆積層内で得られた木片に対して放射性炭素同位体を用いた年代測定を行った。

## 5. 結果と考察

地盤高の変動量分布の一例(越流開始60分後)を図-3、ジオスライサー実施地点毎の時系列変化を図-4に

それぞれ示す。GS-2, GS-1 では時間経過とともに堆積傾向が見られた。一方で、GS-3, GS-4, GS-5 では洗掘傾向が見られた。さらに、GS-6, GS-7, GS-8 では時間が経過したにも関わらず変化が見られなかった。



図-2 地盤高変動分布の一例（越流開始 60 分後）

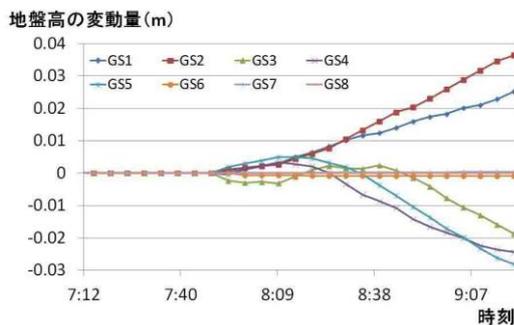


図-3 ジオスライサー実施地点毎の地盤高変動量の時系列変化

次に、1 番霞堤周辺堤内地におけるジオスライサー調査ポイント毎の堆積柱状図を図-4 に示す。

図-5 に後背湿地堆積物の層厚分布を示す。後背湿地堆積物は増水に伴って浮遊状態で運搬されるシルトや粘土等の細粒分が主体である。GS-1, 2, 6, 8 では 90cm を超える堆積が見られたが、GS-3, 4, 5, 7 では 40cm 以下と大きな差が生じた。また、後者の各点では盛土と見られる地層が確認された。さらに、放射性炭素同位体を用いた年代測定でも、盛土より上層の木片で成

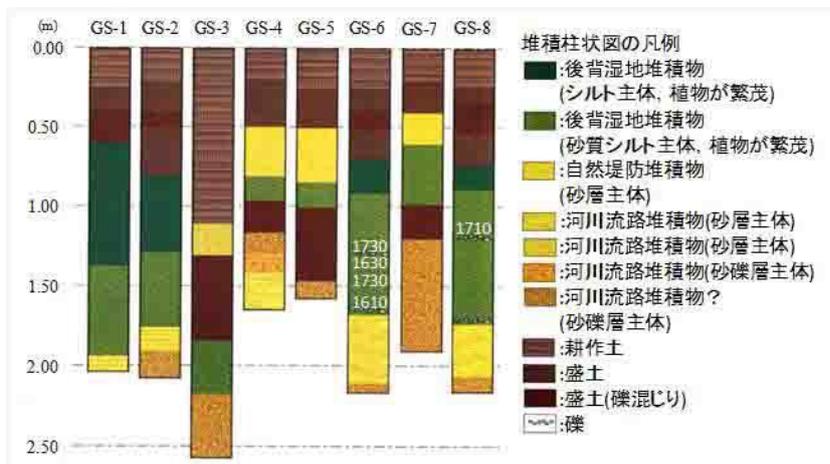


図-5 1 番霞堤周辺堤内地における調査ポイント毎の堆積柱状図（図中の数字は、放射性炭素同位体による年代測定の結果を示している。）

富兵庫茂安が河川事業を行った以降の時代を示した。以上のことから、この位置にかつて受堤が存在し、受堤と本川堤防に挟まれた地域が遊水地として利用されていたと推測される。

## 6. 結論

以下に本研究で得られた知見を示す。

- 1) 土砂輸送解析の結果、霞堤近傍では土砂の堆積が見られたが、受堤付近では洗掘が見られた。
- 2) ジオスライサー調査の結果、洪水時に堆積する後背湿地堆積物の分布を把握することができた。また、一部の調査地点で受堤と見られる堆積層が確認された。

## 謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会・平成 23～25 年度科学研究費補助金・基盤研究(B) (一般)・課題番号 23310128 (研究代表者：大串浩一郎) の助成を得て進めているものである。解析で使用したデータは国土交通省筑後川河川事務所から提供いただいた。また、ジオスライサー調査および堆積相解析等については復建調査設計株式会社・市原季彦博士のご協力をいただいた。記して感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 矢崎剛吉: 河川審議会答申「流域での対応を含む効果的な治水の在り方について」について、建設マネジメント技術, pp.26-30,3 月号, 2001.
- 2) 根元裕樹, 中山大地, 松山洋: 洪水氾濫シミュレーションを用いた信玄堤の治水能力の再評価, 地理学評論, 84-6, 2011.
- 3) 高橋裕:新版 河川工学 pp.207 2008.
- 4) 中島大斗, 大串浩一郎, 日野剛徳: 城原川野越・霞堤の効果検証のための洪水氾濫数値シミュレーション, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.69, No.4, pp.I-1537-I-1542, 2013.
- 5) Hino, T., T. Ichihara, K. Ohgushi, R. Jia, and T. Harianto. : Phase analysis of sediment deposition from flooding of the Jobaru river using Geoslicer, Proceedings of the 8th International Symposium on Lowland Technology, IALT, Bali, Indonesia, pp.82-89, 2012.

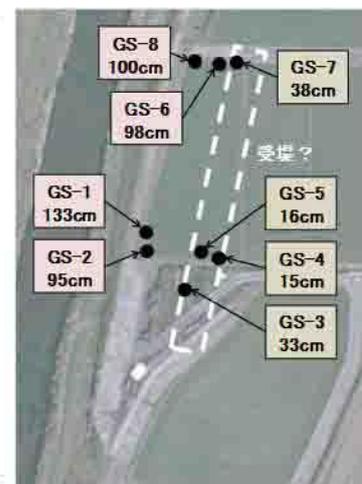


図-6 後背湿地堆積物の層厚分布