

## 第II部門

## 都市感潮河川における定点カメラを用いたスカムの動態解析

大阪大学工学部 学生員 ○岩岡 慶晃  
 大阪大学大学院工学研究科 学生員 奥村 素生  
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 中谷 祐介  
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 西田 修三

## 1. はじめに

合流式下水道が流入する都市河川ではスカム(有機汚泥)の発生が確認されている。スカムが発生すると、魚類の大量斃死、景観の悪化、悪臭の発生などの問題が生じるため、早急な解決が求められている。

スカムの実態は、降雨後に下水中に含まれる有機性懸濁物が河川に流入して河床に堆積し、堆積物中に嫌気ガスが生じることによって浮上する汚泥であると考えられている<sup>1)</sup>。しかし、都市感潮河川では複雑な物質輸送場も相まって、スカムの挙動には不明な点が多い。そのため本研究では、スカムの発生が多く確認されている大阪府寝屋川水系の平野川を対象に、複数の定点カメラからなるスカム観測システムを構築するとともに、底質調査を行った。また、定点カメラ画像からスカムを自動判別できるAIを開発し、平野川におけるスカムの時空間解析を行った。



図-1 対象領域

## 2. 底質調査

カメラ設置地点一部の10地点において、底泥を採取し、強熱減量(IL)とn-ヘキサン抽出物質量を測定した。底質調査の結果を図-2に示す。Sta.4,5では底泥が堆積していなかった。強熱減量はSta.1,2,7~9で高い値を示し、平野川では有機泥が2箇所に分かれて堆積していることが確認された。また、未処理水で高い値を示すn-ヘキサン抽出物質<sup>2)</sup>と強熱減量に強い正の相関が見られたことから、堆積している有機泥

は下水由来であると考えられた。そのため、Sta.1,2,7~9を定期的に浚渫や曝気するなど底質改善を試みることで、スカム発生抑制に有効だと考えられた。また、Sta.7~9は河床勾配が急に小さくなる区間であるために、上流側のCSO吐き口から流入した有機物が堆積している可能性が考えられる。Sta.1,2についてはバックウォーターの影響で上流側から流下した有機泥か、第二寝屋川由来の有機泥が堆積しやすくなっている可能性が考えられる。これらのように有機物が平野川から流出しにくい河道となっている可能性があるため、流量を増やしたり、河床勾配を変えるなど、河道に有機物が長期間堆積しにくいように河道改修することもスカムの発生抑制に有効だと考えられた。

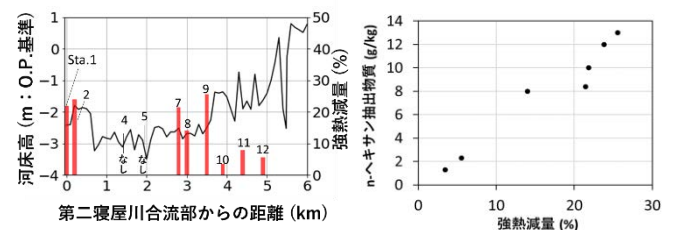


図-2 底質調査の結果

(左: ILの縦断分布, 右: IL~n-ヘキサン抽出物質)

## 3. AIを用いたスカムの判別

スカムの浮遊挙動を捉えるために2018年12月より川岸に複数の定点カメラを設置し、1分ごとに河面画像を撮影した。全ての画像についてスカムの発生状況を目視で確認するのは現実的ではないため、画像からスカムを自動判別可能なAIを作成した。

## (1) AIの構築

AIの開発にあたっては、画像をピクセル単位で分類するセマンティック・セグメンテーション法の一つであるU-net<sup>3)</sup>を用いた。使用した元画像、学習用画像、AIによる判別画像の一例を写真-1に示す。本研究では、Sta.6の学習用データを約2000枚、他地点で各300枚ずつ用意し、AIの開発を行

った。図-3 に河面面積に対するスカムの被覆率(観測値-AI による予測値)およびスカムが発生してない際の誤判別率を示す。少量発生の際に精度が悪い点も確認されるが 大量発生の際は良好に判別できており、RMSE 値は1.43 と低いため、観測値と予測値がおおよそ一致する AI が開発できた。また、誤判別率は 9%であったが、本研究では AI がスカムと判定した時間を目視で確認することで解決した。

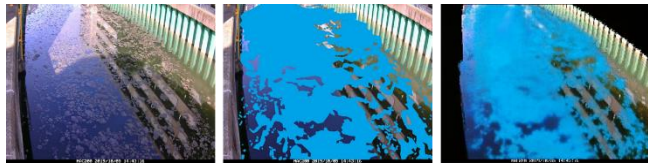


写真-1 (左：元画像，中：学習用画像，右：判別画像)

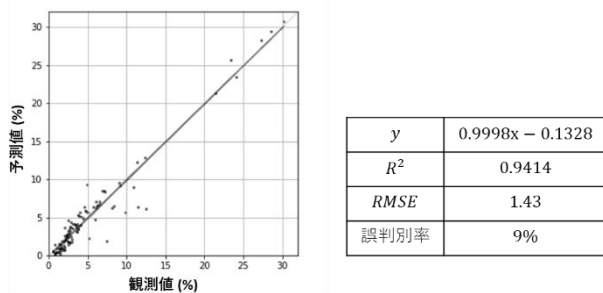


図-3 AI の精度(河面面積に対するスカムの被覆率)

## (2) スカムの動態解析

構築した AI を用いて一時間ごとの最大スカム発生量を整理した。対象期間は 2019/8/1~2019/10/20 の日中(7:00~17:00)とした。Sta.6 に関してはデータ欠損が多かったため、また Sta.8,12 については AI の判別精度が悪かったため、解析対象から除外した。この期間中にスカムの発生は4回確認されたが、その中で最もスカムの発生が多かった期間の判別結果を図-4 に示す。図上に同一期間の Sta.6 における10分毎の水位、AMeDAS 大阪の一時間最大降水量および風速(北方風速に変換)を示す。10/4 に AI は反応しているが、これは水草等に対して誤判別を起こしていたため、考察対象としない。10/5 の7時に最初のスカムが中流部の2地点で確認された。10/5 の7:00~17:00 について見ると、水位の上昇と共に Sta.5 で確認されたスカムが上流側に移動しており、水位変動によりスカムが移流している様子が確認できた。また、12/6 の10:00 時頃について見ると、北方風速が大きいにも関わらず、スカムは上流側(南)に移動しており、北方風速とスカムの移流には関係が確認されなかった。その他の期間についても調べたところ、sta.5 付近においてスカムが滞留・往来する様子が多く確認

された。Sta.5 付近は細かなカーブが続いており、カーブ部分でスカムが集積している様子は現地でも確認されたことから、スカムの集積には地形的要因が大きい可能性が示唆された。また、スカムの移流は水位変動に従っている様子も頻繁に確認された。

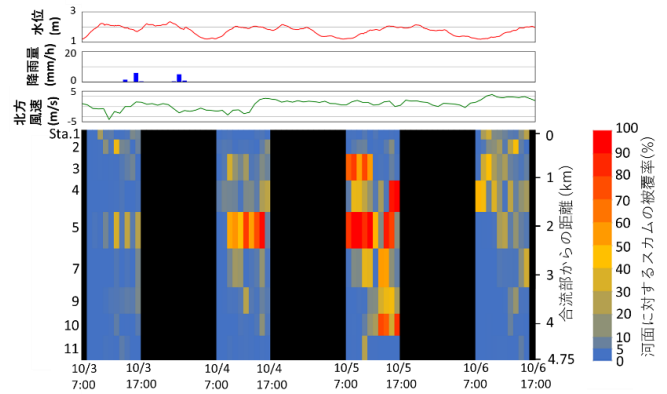


図-4 スカムの時空間分布

## 4. まとめ

- Sta.1,2,7~9 は CSO 由来の有機泥が堆積しやすいため、定期的にこれら地点を浚渫や曝気することがスカムの発生抑制に有効な可能性がある。また、有機物が流出しにくい河道になっている可能性があるため、河道改修も有効な可能性がある。
- 河面画像からスカムを自動判別できる AI を構築した。
- スカムの移流は水位変動に大きく依存していた。
- 一時間ごとのスカムの移流と 5m/s 程度の北方風速には関係が確認されなかった。
- スカムの集積には地形的要因が大きい可能性が示唆された。

謝辞：本研究の一部は JSPS 科研費(18K13838) から助成を受けて実施した。また、大阪府都市整備部河川室および大阪府寝屋川水系改修工営所にはデータ提供などのご協力を賜った。あわせてここに記し、感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 山崎正夫 他：河川におけるスカムの発生に関する研究(その1~3) スカムの起源に関する研究, 東京環境科学研究所年報, Vol.1, pp.174-179, 1991.
- 2) 余湖典昭 他：都市下水中の油分とその処理過程における挙動, 水質汚濁研究, 第5巻, 第3号, 1982.
- 3) Vijay Badrinarayanan 他：SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 39, NO. 12, 2017.