

# 1. 定点カメラを用いた都市河川のスカム自動判別

## AUTOMATIC DISTINCTION OF SCUM IN URBAN RIVER USING FIXED POINT CAMERA

技術支援課 大澤健二、石原成幸、高崎忠勝（現、河川部）

### 1. はじめに

東京都は水辺を重視したまちづくりを進めている。例えば、平成26年に策定された「東京都長期ビジョン」<sup>1)</sup>では、「水と緑に囲まれ、環境と調和した都市の実現」を政策指針のひとつとし、その中で都民に身近な水辺の水質改善をこれからの政策展開として掲げている。また、「隅田川等における新たな水辺整備のあり方」<sup>2)</sup>では、人々が集い、にぎわいが生まれる水辺空間の創出を基本コンセプトとしており、隅田川下流域およびその支川である神田川、日本橋川、江東内部河川等を先行的な検討対象範囲に設定している。これらの河川では、川沿いの遊歩道整備や船着場の整備が進められ、水上バスやリバー・クルーズ等の舟運利用も行われている。しかし、水の流れが潮汐の影響を受ける感潮域に位置しているため、身近な水辺の実現にはスカム対策が大きな課題になると考えられる。

スカムとは河床に堆積した有機性の懸濁物質が水面に浮上したものであり、スカムの浮遊は感潮域に位置する多くの河川で確認されている。スカムは悪臭の発生や河川景観の悪化をもたらすが、特に水面に近い船上ではより大きな問題となると思われる。スカム発生のメカニズムについては既に調査結果が報告されている<sup>3,4)</sup>が、スカムの解消には河川のみならず下水道も含めた排水システムの改善が必要となるため、短期間にスカム解消を実現することは難しい。このため、スカムの浮遊がしばしば見られるものの多くの人々が水辺利用をしているような都市河川

では、スカム除去を目的とした浄化施設の設置や水面清掃の頻度を高くする等の対応が望まれる。

スカムへの対応策を検討するにはスカムの実態を把握する必要がある。スカムが発生する条件はこれまでに報告されている調査研究から推察が可能なものの、スカムの浮遊日数やスカムの量については明らかになっていない。そこで、スカムの実態把握に必要とされる技術の開発を首都大学東京との共同研究で進めてきた。本報では、共同研究による技術開発について紹介する。

### 2. スカムの実態把握に必要とされる技術

スカムの実態把握には一年を通じて連続計測を行うことが望まれる。スカム発生に大きく影響する水質や底質については定期的な調査が行われているが、スカム把握を目的とした場合には調査頻度の点で十分ではない。水質の連続計測という点に着目すると、水温、Ph、D0等を各種センサーによって自動計測する方法が考えられる。以前に実施した神田川や日本橋川の流況モニタリングにおいては、多量の付着物によりセンサー出力の低下が確認<sup>5)</sup>されており、適切な計測を行うためにはセンサーのメンテナンスが重要である。また、水質計測とは別にスカム発生と水質変化の関係を明らかにする必要がある。

水質とは別の点に着目すると、長時間の定点撮影が可能な機器が近年では安価に入手できるようになったことから、カメラによる河川水面の連続撮影もスカムモニタリングの有用な手法だと考えられる。

また、中小河川の増水監視を目的として自治体が定点カメラを設置している例も増えており、こうしたカメラを利用することができれば新たな機器設置が不要という利点がある。ただし、カメラを用いてスカムモニタリングを行う場合は、画像からスカムを判定する画像処理技術を開発する必要がある。

今回の共同研究では定点カメラを用いたスカムモニタリングの実現を目的として、まず、カメラ画像から目視でスカムの有無を判定し、カメラ画像の特性を把握<sup>6,7)</sup>した。次にカメラ画像から自動的にスカムの有無を判定する技術を検討<sup>8)</sup>した。

### 3. 調査地点

本研究の対象地点を図-1に示す。対象地点が位置する神田川と日本橋川は都市域を流れており、「隅田川等における新たな水辺整備のあり方」において検討対象範囲にも設定されている。後楽橋と三崎橋には千代田区河川情報システムのカメラが設置され、隆慶橋には文京区水防災監視システムのカメラが設置され、これらのカメラ画像は、WEB上で配信されている。

### 4. 目視によるスカム判定

WEB上で公開されているカメラ画像は10分間隔で更新されている。このため、最新のカメラ画像を自動保存するプログラムを作成し、カメラ画像の収集を行った。

3地点のカメラ画像についてスカムが映っている例を図-2に示す。収集したカメラ画像を1枚ずつ目視でスカムの有無を判定した結果、強風時に水面に波が出ている場合や夜間についてはスカムの判定が難しいものの、昼間の多くの画像についてはスカムの判定が可能であることを確認した。2012年における月別のスカム確認状況を表-1に示す。3地点では概ね3月から10月までスカムの浮遊が確認されている。また、スカムの確認状況について地点別に枚数・日数をみると上流側に位置する隆慶橋が最も多く、次いで三崎橋、後楽橋の順になっている。このことからスカムは隆慶橋より上流側で発生し、流下したスカムの多くが日本橋川に流れていると推察される。



図-1 調査地点



図-2 調査地点のカメラ画像

(上：隆慶橋、中：後楽橋、下：三崎橋)

表-1 スカムの確認状況（2012年）

	隆慶橋		後楽橋		三崎橋	
	枚数	日数	枚数	日数	枚数	日数
1月	0	0	0	0	0	0
2月	0	0	0	0	0	0
3月	202	19	20	1	164	12
4月	46	3	0	0	8	1
5月	283	11	130	2	109	2
6月	329	12	31	2	77	7
7月	348	8	224	7	114	7
8月	148	3	10	2	20	3
9月	437	13	225	5	230	9
10月	24	6	0	0	58	4
11月	1	1	0	0	0	0
12月	0	0	0	0	0	0
計	1,818	76	640	19	780	45

### 5. 画像処理によるスカム判定

図-2に示したように定点カメラ画像の河川水面にはスカムの他にも橋や河川に隣接する建物等が映っている。水面に映る橋や建物等の位置は太陽の位置や水面の高さによって変化する。このため、様々なものが映り込んでいる水面上のスカムを適切に抽出するには複雑な画像分析が必要になる。

人工知能の一種であるニューラルネットワークは、顔画像認識への適用<sup>9)</sup>や医療用画像の解析<sup>10)</sup>等、高い画像認識能力が報告されている。このことから、ニューラルネットワークを使用したスカム判定手法を検討した。

今回、開発した手法ではカメラ画像を図-3に示すように小さな格子で分割し、1格子毎にスカムの有無を判定する。図-4の画像に対してニューラルネットワークを用いてスカム判定を行った結果を示す。ニューラルネットワークがスカムありと判定した格子数を図-4の各画像の右上に示している。スカムありと判定した格子数について、ニューラルネットワークによる判定と目視によるものの関係を図-5に示した。目視判定と自動判定の相関が極めて高いことからスカムの有無だけでなく、スカムの定量的な把握も可能だと考えられる。また、ニューラルネットワークによるスカム判定計算は瞬時に終了するため、リアルタイムのスカム監視にも適用することが可能である。



図-3 スカム判定格子

目視でスカムが多い(左:7時50分, 右:9時10分)



目視でスカムが少しある(左:6時20分, 右:14時00分)



目視でスカムがない(左:6時00分, 右:14時50分)



図-4 スカムの程度に応じた選定画像

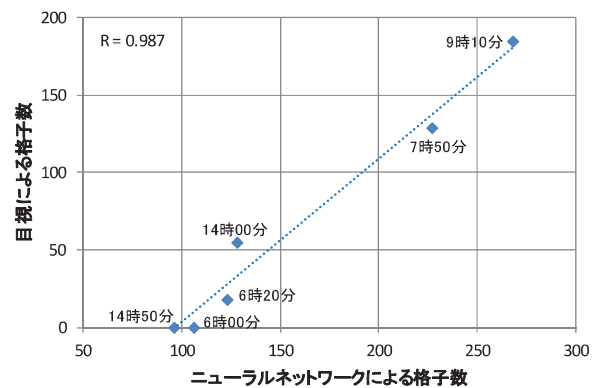


図-5 スカム格子数の比較

## 6. まとめ

身近な水辺の創出においてスカムへの対応は重要な課題だと考えられる。首都大学東京との共同研究でスカムの実態把握に向けて定点カメラ画像からスカムの有無を判定する技術開発を行った。ニューラルネットワークによって水位監視用の定点カメラ画

像に対してスカムの有無について自動判別を行った結果、目視による判定と同様の傾向が得られた。今回開発した技術によって河川に浮遊するスカムの実態把握が容易に行えるものと考えている。また、スカムの実態が把握されることでスカム対策が進むことを期待する。

## 参 考 文 献

- 1) 東京都(2014)：東京都長期ビジョン ～「世界一の都市・東京」の実現を目指して～、[http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/tokyo\\_vision/index.html](http://www.seisakukikaku.metro.tokyo.jp/tokyo_vision/index.html)
- 2) 新たな水辺整備のあり方検討会(2014)：隅田川等における新たな水辺整備のあり方、[http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/kasen/mizube\\_arikata/pdf/arikata.pdf](http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/kasen/mizube_arikata/pdf/arikata.pdf)
- 3) 山崎正夫、津久井公昭(1991)：河川におけるスカム発生に関する研究（その2）-神田川白鳥橋～飯田橋間の堆積状況調査結果-、東京都環境科学研究所年報、pp.182-184
- 4) 山崎正夫、津久井公昭(1992)：河川におけるスカム発生に関する研究（その3）-降雨後のたい積状況変化について-、東京都環境科学研究所年報、pp.167-171
- 5) 高崎忠勝、杉原大介、藤崎哲朗(2010)：神田川下流域および日本橋川の流況特性、平22.都土木技術支援・人材育成センター年報、pp.155-160
- 6) 水田周作、高崎忠勝、河村明、天口英雄(2013)：定点カメラを用いた日本橋川におけるスカム実態、第40回土木学会関東支部技術研究発表会
- 7) 小池英晃、高崎忠勝、河村明、天口英雄、中川直子(2014)：定点カメラを用いた目視による神田川におけるスカム実態、第41回土木学会関東支部技術研究発表会、II-2
- 8) 水田周作、高崎忠勝、河村明、天口英雄、石原成幸(2015)：定点カメラ画像を用いたニューラルネットワークによる都市河川のスカム自動判別、土木学会論文集B1（水工学）、Vol.71、No.4、I\_1231-I\_1236
- 9) 小杉信(1993)：モザイクとニューラルネットを用いた顔画像の認識、電子情報通信学会論文誌、D-II、情報・システム、II-情報処理J76-D-2(6)、pp.1132-1139
- 10) 沖井広宣、島田浩次、原弘、小野功一(1993)：ニューラルネットワークによる病理画像の領域分割、電子情報通信学会論文誌、D-II、情報・システム、II-情報処理J76-D-2(3)、pp.815-817