

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |                                                                                                                                                                                                |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(和文)            | 合流式下水道からの雨水流出に伴う都市河川でのスカム発生に関する研究 - 東京都呑川を対象として -                                                                                                                                              |
| Title(English)    |                                                                                                                                                                                                |
| 著者(和文)            | 三浦心                                                                                                                                                                                            |
| Author(English)   | Shin Miura                                                                                                                                                                                     |
| 出典(和文)            | 学位:博士(工学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第11302号,<br>授与年月日:2019年9月20日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:中村 恭志,神田 学,木内 豪,鼎 信次郎,吉村 千洋                                                                          |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering),<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第11302号,<br>Conferred date:2019/9/20,<br>Degree Type:Course doctor,<br>Examiner:,,,, |
| 学位種別(和文)          | 博士論文                                                                                                                                                                                           |
| Category(English) | Doctoral Thesis                                                                                                                                                                                |
| 種別(和文)            | 論文要旨                                                                                                                                                                                           |
| Type(English)     | Summary                                                                                                                                                                                        |

# 論文要旨

## THESIS SUMMARY

|                                            |                 |          |                                          |                 |      |
|--------------------------------------------|-----------------|----------|------------------------------------------|-----------------|------|
| 系・コース：<br>Department of, Graduate major in | 土木・環境工学<br>土木工学 | 系<br>コース | 申請学位(専攻分野)：<br>Academic Degree Requested | 博士<br>Doctor of | (工学) |
| 学生氏名：<br>Student's Name                    | 三浦 心            |          | 指導教員(主)：<br>Academic Supervisor(main)    | 中村 恭志           |      |
|                                            |                 |          | 指導教員(副)：<br>Academic Supervisor(sub)     |                 |      |

### 要旨(和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「合流式下水道からの雨水流出に伴う都市河川でのスカム発生に関する研究 ―東京都呑川を対象として―」と題し、都市域を流れる中小河川(以下、都市河川)における代表的な水環境問題であるスカム発生に関し、「合流式下水道から河川への有機懸濁物の流出」、「感潮域河道への有機懸濁物の堆積」、および「堆積有機汚泥の嫌気的分解によるガス発生と水面への浮上」のスカム発生過程について、現地観測と実験に基づく各過程の解明と定量的な評価、降雨からスカム発生までの一連の過程を定量的に評価しうる数値シミュレーションモデルの開発について述べたもので、以下の7章から構成される。

第一章「序論」では、近年では都市河川の水質は概ね環境基準を満たす一方、スカム発生、悪臭、白濁化、魚の大量斃死などの水環境問題が降雨後の特定の期間に一時的に生じること、一般的な定期水質調査ではそれらの発生過程の把握は困難であることが述べている。続いて既往研究を概観し、有機汚濁の下水道から河道への流入・堆積が都市河川における水環境問題に共通した原因と示唆される一方、その定量的な評価は十分でないことを指摘し、都市河川における水環境問題の代表としてスカム発生を取り上げ、有機汚濁に関する一連の過程を実験と現地観測により実証的に解明し、スカム発生を定量的に評価しうる数値シミュレーションモデルを開発するという本研究の目的と方針を述べている。

第二章「都市河川の現状と課題」では、都市河川の現状と課題について東京都を例に述べている。都区部の下水道の約8割は合流式で整備されていること、平時の自流量は少ない一方、強降雨時には未処理の汚水が下水道から河川に流入することなどの都市河川の水理学的特徴を述べている。次いで、東京都城南地域の都市河川について、河床勾配は上流部は比較的大きく下流部は小さいこと、汽水域上流端の勾配変化点付近でスカム発生などの水環境問題が生じやすいことなど共通した特徴を持つことを指摘し、それら河川のうち呑川を対象としてモデル化を行うことを述べている。

第三章「合流式下水道からの有機懸濁物の流出」では、流域への降雨量を入力として下水道から河道への有機懸濁物流入量を算出する数値モデルの構築について述べている。下水道吐出口等で実施された水位・水質観測について述べたのち、下水道数値流量モデル MIKE URBAN によるモデル化を述べている。各家庭の汚水マスへの汚濁蓄積と下水管渠内の堆積・洗堀などをモデル化することで、降雨時の流出流量と有機懸濁物濃度の経時変化を良好に再現することを示した。

第四章「有機懸濁物の河川感潮域における堆積」では、呑川下流の汽水域における懸濁物輸送と堆積の数値モデル化について述べている。検証データ取得のために実施した水質縦断観測とセディメント・トラップを用いた堆積量観測が述べられ、有機懸濁物の「沈降」・「河床への堆積」・「河床からの巻き上げ」の各過程の鉛直二次元密度流モデルへの導入が述べられている。前章の下水道流出モデルを境界条件として用いた観測期間の再現計算が示され、観測された塩水流動と有機懸濁物の堆積量が数値モデルで良好に再現できることを確認した。

第五章「嫌気性ガスの生成・スカム発生」では、堆積有機汚泥における嫌気性ガス発生と、それに続くスカム発生のモデル化について述べている。まず、呑川で採取した有機汚泥を用いて異なる塩分・水温・汚泥投入量について行われた嫌気性ガスの生成速度実験を実施し、ガス生成速度は水温及び汚泥投入量とは正の相関がある一方、塩分とは負の相関があること、Wijnsman モデルにより嫌気性ガスの発生速度を良好に再現できることを示した。さらに、堆積有機汚泥が浮上し水面でスカムとなる条件を、実験結果に基づき有機汚泥堆積量の関数としてまとめている。そのスカム発生モデルは前章の鉛直二次元密度流モデルへ導入され、スカムの発生・消失と移流の再現計算を行った結果が示され、現地で長期間にわたり撮影された写真画像から推測されるスカム発生時期と、水面での占有面積の消長が数値モデルにより概ね再現できることを確認した。

第六章「対策効果の把握」では、前章までに構築されたシミュレーションモデルを用いた水質改善対策の評価例について述べている。都市河川で採用される対策のうち「降雨貯留施設」と「高濃度酸素水浄化施設」を取り上げ、それぞれが呑川に導入された場合を想定したスカム発生シミュレーションの結果が示され、本研究で構築されたシミュレーションモデルによるスカム発生の定量的評価が今後の河川管理に役立つと結論されている。

第七章「結論」では、本研究を総括して主要な結論を述べている。

以上を要するに、本論文は、都市河川における下水道からの有機汚濁流入に起因する水環境問題であるスカム発生を対象として、降雨時の有機汚濁流入から水環境問題の発生までの過程を実験と現地観測を通じて実証的に解明し、スカム発生を定量的に評価できる数値モデルを新たに構築したもので、今後の都市河川の管理や水質対

策の評価に対し貢献することができる。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

# 論文要旨

## THESIS SUMMARY

|                                            |                 |          |
|--------------------------------------------|-----------------|----------|
| 系・コース：<br>Department of, Graduate major in | 土木・環境工学<br>土木工学 | 系<br>コース |
| 学生氏名：<br>Student's Name                    | 三浦 心            |          |

|                                           |                 |        |
|-------------------------------------------|-----------------|--------|
| 申請学位 (専攻分野)：<br>Academic Degree Requested | 博士<br>Doctor of | ( 工学 ) |
| 指導教員 (主)：<br>Academic Supervisor(main)    | 中村 恭志           |        |
| 指導教員 (副)：<br>Academic Supervisor(sub)     |                 |        |

### 要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words )

Although the sewer coverage in Tokyo Wards has reached 100%, the 80% is combined sewer system constructed before the 1980s. As the result, a large amount of organic SS inflows to the rivers flowing through the urban area of Tokyo during rainfall, which results scum generation from the organic SS deposited in brackish waters reach of the rivers. Because the scum gives off a serious odor and makes bad water scenery, the population living along the rivers is requesting the local government to solve the scum problem. In order to implement scum countermeasures, it is necessary to build a simulation model that can quantitatively evaluate the process of scum generation.

In this study, I investigated the process of scum generation in the Nomi River which flows through a highly urbanized area of South Tokyo based on field measurements, laboratory experiments and numerical modeling. The study process was constructed as follows: First, a numerical model for organic SS outflow from the urbanized watershed, through combined sewer system, and to river system, was constructed based on so called MIKE URBAN MODEL. The model performance was verified using the field data collected at the outlets of combined sewer to the river: Secondly, a 1-D river flow model was adopted to obtain the time series of SS flowing into the upstream end of brackish water reach: Thirdly, a vertical 2-D model of density stratified water flow was adopted to simulate the SS behavior in the brackish water reach, and the model performance was verified by a series of field measurements in the river: Fourthly, a model for scum generation from the organic SS deposition was constructed based on so called Wijsman Model. The model parameters were determined based on the results of laboratory experiment using organic sediment collected from sewer pipes in the watershed.

Finally, the total model was constructed by combining the above mentioned four process models, which can be used for simulating the whole process from rainstorm data to the scum generation in the Nomi River. A field measurement to obtain the time series of scum generation was carried out during one month of mid-summer, using video cameras located at four stations. The numerical simulation results explained the observed results successfully, which showed that the numerical model can be used for quantitative planning of countermeasures against the scum problem.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).