

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：32641

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02283

研究課題名（和文）都市沿岸親水空間における雨天時越流水による糞便汚染の予測と制御

研究課題名（英文）Prediction and Control of Fecal Pollution by Combined Sewer Overflows in Urban Coastal Waters

研究代表者

古米 弘明（Furumai, Hiroaki）

中央大学・研究開発機構・機構教授

研究者番号：40173546

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：都市沿岸域における合流式下水道雨天時越流水に伴う糞便汚染に着目して、晴天時や降雨後水質調査と3次元流動水質モデルを組み合わせた研究を進めて、次の研究成果を挙げた。

- 1）夏季のお台場海浜公園周辺海域における指標微生物と汚水マーカーの消長から糞便汚染の実態を評価した。そして、環境残存性の違いによるそれらの消長の特徴を整理するとともに、開発済みのモデルの検証用観測データとして整理した。
- 2）モデルに太陽光と塩分による大腸菌の不活化動力学式を新たに導入して、降雨後の大腸菌の濃度変動の再現性を高めた。そして、類型化された区部の降雨タイプごとに、お台場海浜公園における大腸菌濃度変化のデータベースを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

都市沿岸域の水辺空間で「快適に水遊びができる」という目標のためには、合流式下水道雨天時越流水に伴う健康リスク問題を解決することが非常に重要である。本研究の成果は、雨天時越流水による都市沿岸域の糞便汚染に及ぼす影響を沿岸域3次元流動水質モデルで定量的に評価することに貢献するものである。様々な降雨条件や潮汐条件での沿岸域における指標微生物や汚水マーカーの濃度変化の再現性を向上させたことで、発生した降雨の特徴を踏まえてお台場海浜公園における糞便汚染レベル評価や水浴の可否判断に活用することが可能となる。また、モデルは雨水滞水池などの汚染対策シナリオの効果評価にも利用することもできる。

研究成果の概要（英文）：Focusing on fecal pollution associated with combined sewer overflows in urban coastal areas, the following research results were obtained through a combination of fine day and post-rainfall water quality surveys and 3-D flow water quality modeling.

- (1) The fecal pollution status was evaluated from the disappearance of indicator microbes and sewage markers in the coastal area around Odaiba Seaside Park during summer. The characteristics of their extinction were summarized by the difference of environmental persistence, and the results were used as observation data for the validation of the developed model.
- (2) The model newly introduced the inactivation kinetics of *E. coli* by sunlight and salinity to improve the reproducibility of its concentration changes after rainfall. Then, a database of *E. coli* concentration changes in Odaiba Seaside Park was constructed for each categorized rainfall type.

研究分野：都市環境工学

キーワード：環境質定量化・予測 合流式下水道 雨天時汚濁制御・管理 糞便汚染 都市沿岸域 健康リスク

1. 研究開始当初の背景

合流式下水道雨天時越流水 (CSOs) に由来する糞便汚染の指標細菌類を調査した研究は国内外で数多くあるが、海水浴場やトリアスロンの水質基準として採用されている大腸菌、糞便性大腸菌群、腸球菌が、降雨後に濃度上昇することを報告しているものがほとんどである。また、抗生物質を含む医薬品類などの微量汚染物質を汚水マーカーとして、雨天時下水中や河川などでも測定されてきている。しかし、沿岸域を対象として指標微生物とともに様々な汚水マーカーの両者を同時に調査している研究はほとんどない。本研究対象のお台場海浜公園は、「快適に水遊びができる」ことを目標とした貴重な水辺空間であるものの、CSOs に伴う糞便汚染の問題を抱えている。その糞便汚染状況の評価や予測は、現地調査のみでは非常に困難であり、海水浴の可否を判断できる予測手法の開発や効果的な汚染低減策の検討が期待されている。

2. 研究の目的

CSOs に伴う都市沿岸域における糞便汚染に着目して、次の4つの研究項目を設定して、晴天時や降雨後水質調査と沿岸域の3次元流動水質モデルを組み合わせた研究を行った。

(1) 都市沿岸域における降雨後広域水質調査による糞便汚染の実態把握

台場周辺海域における糞便細菌指標だけでなく、細菌類とは生残性が異なる大腸菌ファージ、汚水マーカーとして医薬品類、直鎖アルキルベンゼン(LABs)、糞便ステロール(コプロスタノール)について降雨後の採水・水質測定を行う。また、薬剤耐性菌や薬剤耐性遺伝子も追加して、指標微生物や汚水マーカーの消長を調べることで汚染実態を詳細にかつ多角的に把握する。

(2) 糞便汚染指標微生物と汚水マーカーとしての医薬品類の消長実験とそのモデル化

降雨後の経日的水質調査から、塩分耐性や太陽光の影響が異なると想定される指標微生物と医薬品類について、受水域における消長の違いを定量的に把握する。疑似太陽光としてキセノンランプ照射における指標微生物と医薬品類の消長を調べる実験を実施する。そして、糞便汚染指標微生物と医薬品類の消長について動力学モデルを構築して、流動水質モデルに導入する。

(3) 様々な降雨後水質調査データによる3次元流動水質モデルの検証

過去の水質調査データに加えて、新規の降雨後水質変化データを用いて、CSOの負荷を考慮可能な流動水質モデルの検定と検証を充実させる。そして、降雨や日照などの気象情報を入力としてモデルによる糞便汚染状況の再現精度を向上させる。そして、様々な潮汐・降雨条件でのお台場海浜公園において水浴に適した水質になる時期を予測する手法を考案する。

(4) 沿岸域3次元流動水質モデル解析と汚濁対策シナリオ分析

隅田川や東京港沿岸域に流入する8排水区からのCSO量を算定するために、降雨の類型化を行う。そして、合流改善対策の雨水滞水池、高速ろ過施設の導入など汚染防止対策シナリオを類型化して、お台場海浜公園における糞便汚染の低減につながる対策効果の定量的な評価を行う。

3. 研究の方法

(1) 調査対象地域と採水方法

隅田川に流入する神田川河口から東京港内湾にかけて、図1に示す9地点における表層(0.5m深)の採水調査を行った。東京港内湾へ流入する河川として古川と目黒川がある。そこで、神田川と隅田川河口に加えて、日の出桟橋、晴海大橋、レインボーブリッジ、東京港トンネル地点を選んだ。また、芝浦水再生センターからの放流を受けている運河、目黒川河口、親水空間として利用されているお台場においても採水を行った。採水地点は図1に示した9地点である。代表的な地点である隅田川河口、レインボーブリッジ、お台場では表層水に加えて、深度3mと5mの採水調査も実施した。

また、東京都港湾局の許可を得て台場周辺海域にある東京国際クルーズターミナルにおいて、計2回の降雨が発生した2021年11月に毎日採水を実施した。

(2) 採水試料の分析方法

大腸菌、大腸菌群、糞便性大腸菌群、腸球菌の4種類の指標細菌類、ウイルス指標としてF特異大腸菌ファージ、体表面吸着ファージの2種類の大腸菌ファージの計6種類を選定した。大腸菌、腸球菌はクロモカルトコリフォーム培地法、糞便性大腸菌群はデソキシコーレート培地法によりそれぞれ24時間培養後、コロニーを計数した。F特異大腸菌ファージはSalmonella typhimurium WG49を用いた単層法、体表面吸着ファージはE.coli WG5を用いた重層法で24時間培養後、プラークを計数した。

汚水マーカーの医薬品類として、易分解性のAcetaminophen, Theophylline とCaffeineと保存性のCrotamiton とCarbamazepineを選定して、表層試料について測定した。また、LABs

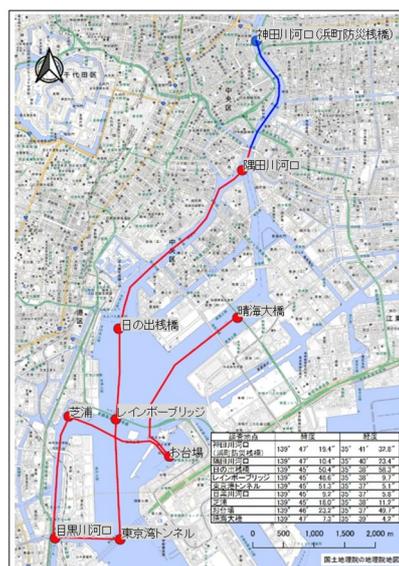


図1 採水地点(神田川河口から東京港トンネルまで)

とコプロスタノールについては、試水 1 L をガラス繊維濾紙でろ過して得た懸濁物を測定した。濾紙ごと懸濁物を凍結乾燥し、有機溶媒で抽出、精製後 GC-MS により測定した。LABs とコプロスタノールは、隅田川河口 9 定点 (図 1) の表層で 2019 年 11 月 22 日に採取された試料、2017 年から 2021 年に降った 16 回の降雨(7-155.5 mm@大手町)の降雨後 2 日以内にお台場採取した試料を分析した。2017 年から 2019 年の 4 回の降雨後試料は表層のみ、2019 年以降の 12 回の降雨後試料は深度別で調査を行った。平水時の鉛直方向も含む 5 試料の分析を行った。

(3) 水環境における指標微生物の消長と薬剤耐性菌に関する実験方法

水環境中での大腸菌の増殖基質のスクリーニング

下水放流水の影響を強く受けた都市河川水から採水した試料を 2 回濾過したのち 75°C、1h 低温殺菌し、*E. coli* K-12 株を 10^2 - 10^3 CFU/ml となるよう植種した。対照系として大腸菌を植種しない系、無機液体培地に大腸菌を植種した系も用意した。25°C 暗所にて培養し、培養期間中の大腸菌数及び全菌数を計数した。培養後の河川水試料を蒸発濃縮して、LC-Q-Orbitrap 質量分析計により分析を行って、分子式推定を行った。試料中 DOM のうち非植種系に対する植種系の検出強度比が 0.9 以下かつ両系間で検出強度に有意差があるコンポーネントを増殖基質候補とした。

水環境中での薬剤耐性菌及び薬剤耐性遺伝子の評価

隅田川河口及びお台場における雨天時と晴天時の採水試料について、セフトキシムを含有する TBX 培地と含有しない TBX 培地で試料をそれぞれ培養し、全大腸菌に占めるセフトキシム耐性大腸菌の割合を計数した。薬剤耐性遺伝子の指標として、クラス 1 インテグロンに着目し、合流式下水道排水区を有する処理場の流入水、処理水の解析を行った。クラス 1 インテグロンの遺伝子カセットを PCR で増幅し、どのような薬剤耐性遺伝子が含まれているかを次世代シーケンサーによって解析した。また、新河岸川の試料について、メロペネムを 0.5 mg/L 及び 4.0 mg/L 添加した培地でカルバペネム耐性細菌をスクリーニングし、CARBA NP テストによりカルバペネマーゼ産生の有無を確認して、PCR によりカルバペネマーゼ遺伝子のスクリーニングを行った。

都市河川における合流式下水道雨天時越流水マーカーとなる微生物の探索

神田川において、晴天時及び雨天時に経時的に河川水試料を採取した。また、都内下水処理場において処理場流入水および処理水を採取した。試料の電気伝導度、アンモニア濃度を測定するとともに、微生物群集構造解析を 16S rRNA アンプリコンシーケンス解析により実施した。

(4) 水環境における下水の化学マーカーの挙動に関する実験方法

2 種の汚水マーカー (LABs とコプロスタノール) を運ぶ粒子の沈降特性・再懸濁特性を比較するために、流入下水を用いた沈降実験を行った。1000 mL の有栓メスシリンダーに流入下水 1000 mL を測りとり、十分に攪拌した。その後 1 時間静置させ、メスシリンダーの上層から 200 mL ずつろ過を行い、5 枚のろ紙上に粒子を捕集し LABs とコプロスタノールの分析を行った。

(5) 太陽光が指標微生物の不活化に及ぼす影響実験

流入下水を十分に混合した後、孔径 3 µm のセルロース混合エステルフィルターでろ過し濁質を取り除いたものを指標微生物の植種源とした。10 倍希釈したろ過下水試料に人工海水の素を加えて 0, 5, 10, 20 PSU の 4 段階に調整した。そして、国立環境研究所のバイオトロン人工光型チャンバーで、一定の光照射条件で培養を行い、経日的に採水を行い計数に供した。

(6) 降雨の類型化手法と流動水質モデルを活用した解析方法

雨天時越流量の空間分布を反映するために、区部の排水区内の降雨分布特性を考慮した降雨の類型化を行った。その際、2014 年と 2015 年の 2 年間における 190 イベントの 8 排水区の降雨特性 (総降雨量、時間最大降雨強度、降雨継続時間) を用いて解析した。個体間距離の算出方法としてはユークリッド距離、クラスター間距離の算出にはウォード法を採用してクラスター分析で降雨を類型化した。

隅田川上流部から台場周辺海域を解析対象とする既存の流動水質モデルに、日照や降雨などの気象条件と潮汐条件を与えること、お台場海浜公園を含む東京港沿岸域における大腸菌濃度の経時変化を得る。類型化された降雨に対して、大潮・小潮と降雨開始の潮時 (干潮・上げ潮・満潮・下げ潮) とを組み合わせた 8 つの潮位条件でモデル計算を実施し、様々な大腸菌濃度の経時変化のデータベースを構築した。

4. 研究成果

(1) 台場周辺海域における降雨後水質調査による糞便汚染の実態評価

2020 年に晴天時 1 回と降雨後 3 回、2021 年に晴天時 1 回と降雨後 4 回の水質調査を実施した。例として、図 2 に 2021 年 10 月の降雨後 1 日目の台場周辺海域における大腸菌濃度分布を示す。晴天時における大腸菌濃度は、 10^2 CFU/100mL 程度であることから、降雨 (総降雨量 100 mm 以上) の発生翌日には、広い範囲で 10^3 CFU/100mL を超えている。雨天時越流水が沿岸域へ大量に排出されるとともに、汚染水塊が停滞していることがわかる。なお、濃度分布は、降雨量やその分布、降雨発生からの経過時間、潮汐等の影響を受けて変化することに留意が必要である。

図 3 には 2021 年 11 月の東京国際クルーズターミナルにおける大腸菌群数、大腸菌と腸球菌の濃度の経日変化を示す。降雨直後に急激に濃度上昇が起こり、その後徐々に低下する傾向が伺える。降雨終了から約 3 - 4 日経過後に、大腸菌濃度は 10^3 CFU/100mL 以下になることがわかる。異なる特性を有する降雨後での水質調査や降雨を含む期間における連日水質調査を実施することにより、様々な潮汐条件での沿岸域における水質変化データを取得することができた。これらは、流動水質モデルの検定と検証のためのデータとして活用した。

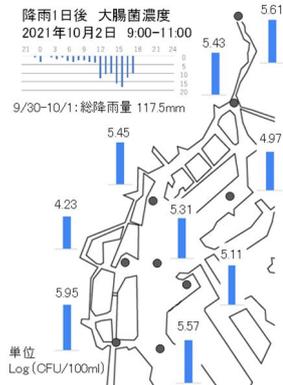


図2 東京港沿岸域における降雨後大腸菌濃度分布

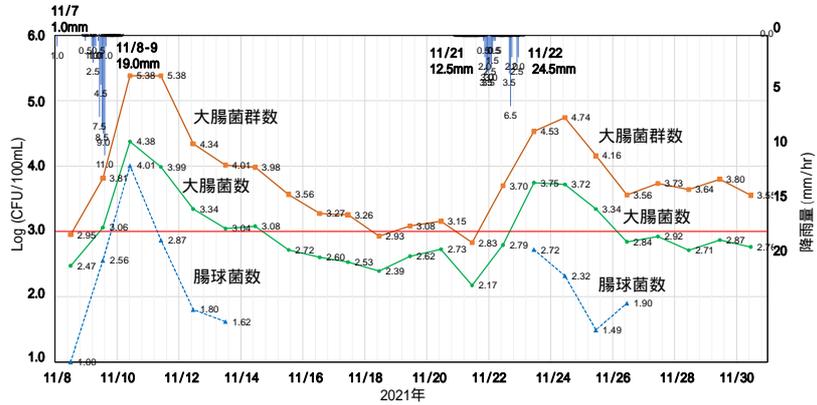


図3 東京国際クルーズターミナルにおける水質調査結果

(2) 水環境における指標微生物の消長と薬剤耐性菌の存在状況

水環境中での大腸菌の増殖基質のスクリーニング

大腸菌増殖後に減少した有機物成分は多様であり、異なる河川水試料ごとの共通性は低く、大腸菌は河川水中の利用可能な有機物に適応して増殖することが明らかとなった。増殖が顕著であった新河岸川の試料において、増殖基質候補となる有機物の構造推定を行った結果、中鎖脂肪酸や陰イオン界面活性剤の微生物代謝産物と思われる物質が推定された。本研究結果により、河川水中に存在する有機物のうち、大腸菌が増殖基質として利用可能なものの探索に成功した。

水環境中での薬剤耐性菌及び薬剤耐性遺伝子の評価

大腸菌のセフトキシム耐性率を雨天時と晴天時試料について評価した結果、大腸菌濃度は雨天時の方が晴天時よりも高いが、セフトキシム耐性率は逆に雨天時(4.5-4.8%)の方が晴天時(23.4-23.9%)よりも低いことが観察された(図4)。このことは、i)セフトキシム耐性大腸菌が、通常の大腸菌よりもストレス(塩素消毒、塩分、紫外線など)に強いこと、ii)雨天時には、CSOsの影響により通常の大腸菌の割合が相対的に高くなっていること、を示唆している。

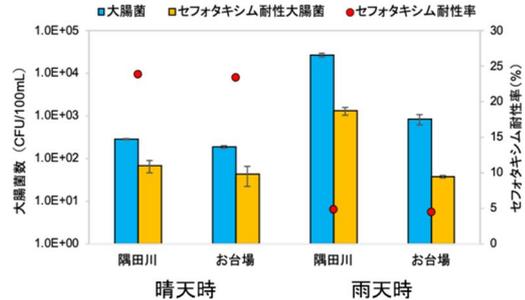


図4 晴天時と雨天時における隅田川・お台場のE. coli数とセフトキシム耐性率

下水処理場の流入水と処理水に含まれるClass1 インテグロンを評価した結果、遺伝子カセットに含まれる薬剤耐性遺伝子の組成は、両者は異なっており、CSO マーカーとしてClass 1 インテグロンの遺伝子カセット解析も活用できることが示唆された。カルバペネマーゼ産生細菌の存在状況の評価したところ、*bla_{GES}* 遺伝子を有する *Citrobacter* 属や *bla_{KPC}* 遺伝子を有する *Klebsiella* 属が検出された。都市水環境にカルバペネマーゼを産生する能力を有する薬剤耐性菌がすでに存在していることが確認された。カルバペネマーゼ産生細菌の起源として、CSO がどの程度寄与しているかを調査する必要がある。

都市河川における合流式下水道雨天時越流水マーカーとなる微生物の探索

CSOの影響を受けている試料を晴天時試料と比較することにより、CSOに特徴的な微生物のスクリーニングを行った。その結果、CSO発生時に特徴的に検出される細菌として、*Arcobacter* 属や *Bacteroides* 属に属する細菌種が抽出された。*Bacteroides* 属細菌は下水流入水においても高い割合を占めていることから、流入水中の割合が比較的低い *Arcobacter* 属細菌は、管路堆積物由来の微生物を含めたCSOに特徴的な細菌である可能性が示唆された。

(3) 水環境における下水の化学マーカーの挙動

隅田川河口のLABsとコプロスタノール濃度は、神田川河口、芝浦で他地点に比べて高濃度であり、CSO発生源分布と降雨後の汚染水塊の流下時間との関係が示唆された。全77測定試料についての微生物マーカー(腸球菌)との相関係数はLABsで0.69、コプロスタノールで0.79と有意であり、両化学マーカーの有効性が示された。お台場での観測結果について、表層水中の汚水マーカー濃度と各降雨イベント(平水時を含む)における時間最大降雨量の関係を検討した(図5)。小雨量の部分拡大した図(図5-右)から、時間降雨量5mm/hr、7mm/hr以上で、CSOの影響を受けてLABs濃度とコプロスタノール濃度がそれぞれ平水時の10倍以上の濃度となる降雨量の閾値と考えられた。LABsの方が巻き上がり易い粒子に吸着しているため、降雨量の閾値が小さいものと考えられた。このことは、流入下水を用いた沈降実験により確認され、また、後述する汚水マーカーの鉛直分布(図6)とも整合性があった。

お台場における汚水マーカーの鉛直濃度分布は両化学マーカーとも基本的に表層>中層>底層の順となっており、越流水を含む水塊が表層を水平方向に移送・混合していく過程が示唆された。ただし、2020年8月24日の調査時には底層のLABs濃度が中層、表層より高く、LABsの

分解度を示す異性体組成比(I/E ratio)は同地点の堆積物中の値に近く、堆積物の巻き上がりが示唆された。一方、コプロスタノールでは同様の鉛直分布は認められず、前述のように LABs が密度の小さな巻き上がり易い粒子に吸着していることが示された。

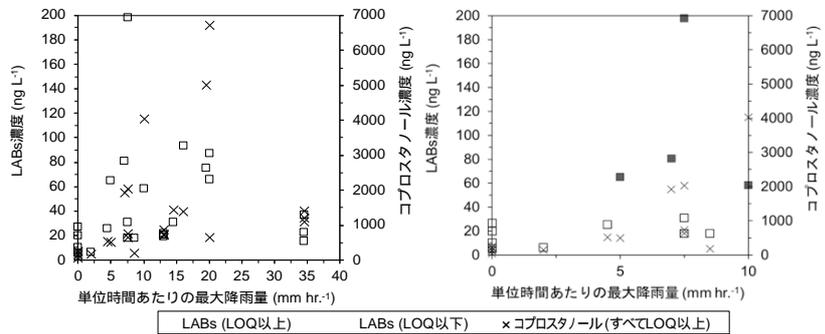


図5 お台場表層水中の汚水マーカー濃度と時間最大降雨量の関係
左:全降雨,右:10 mm/hr以下の降雨のみ

お台場での観測結果を基に、降雨後に化学マーカー濃度が平水時のレベルまで戻る日数を解析した。降雨3日後に汚水マーカーの濃度レベルは降雨翌日の10%~30%程度のレベルまで下がり、5日後には平水時のレベルまで戻った。(4) 3次元流動水質モデルを用いた解析結果

排水区降雨特性に基づく降雨類型化

区部13地点の1051降雨(2014年と2015年)を類型化した結果、総降雨量が数mmと10mm程度の降雨グループ(G1, G2)が2年間で121, 47イベントと多く、総降雨量が数十mm以上で相対的に強い降雨グループ群(G3, G4, G5)がそれぞれ13, 6, 3イベント抽出された。降雨グループG1では、雨天時越流量はわずかであり、CSOを発生しない降雨グループと判断された。降雨グループG2はさらに降雨継続時間や降雨強度、さらには降雨空間分布の違いにより4つのサブグループ(2A, 2B, 2C, 2D)に分けることができた。

塩分と太陽光による指標微生物の不活化影響を反映した水質モデル解析結果

指標細菌類である大腸菌、糞便性大腸菌群、腸球菌とF特異大腸菌ファージ、体表面吸着ファージについて、塩分と太陽光による不活化影響を室内実験により調べたところ、F特異大腸菌ファージのみが塩分と太陽光、大腸菌、糞便性大腸菌群、腸球菌が太陽光による不活化の影響を受けることが認められた。塩分影響下での太陽光による不活化影響の大きさは、大腸菌 > 糞便性大腸菌群 > 腸球菌 > F特異大腸菌ファージの順であった。

重回帰分析によって算出された大腸菌の塩分、太陽光による影響による不活化動力学式を反映した流動水質モデルで計算を行ったところ、図7に示されるように3地点における降雨後2日後以降の濃度低下傾向が、再現性よく表現されることが明らかとなった。

お台場の大腸菌濃度変化データベースの構築

類型化された降雨ごとに、大腸菌の不活化動力学式を組み込んだ流動水質モデルを活用して、夏の平均的な日照条件のもと様々な潮汐条件でのお台場海浜公園における大腸菌濃度変化データベースを作成した。そして、発生した降雨がどの類型化降雨にあてはまるかを調べることで、お台場海浜公園における大腸菌数を想定して、水浴の可否を判断する海水浴予報システムを港区において試行することができた。

汚濁対策シナリオ分析結果

類型化降雨ごとに河川排水区ごとのCSO量の算定を行った。また、雨水滞水池や雨水流出抑制の対策の有無によるCSO量の違いを評価した。そして、類型化した降雨ごとの越流水由来汚濁負荷量の削減シナリオを整理して、お台場海浜公園における糞便汚染の低減効果をモデル解析で評価するための準備を進めた。

糞便汚染の低減策として、CSO量の削減、簡易処理水の消毒を取り上げ降雨タイプごとの低減効果の定量化を行った結果、数mmから10mm程度の降雨においてこれらの対策が有効であることが明らかとなった。

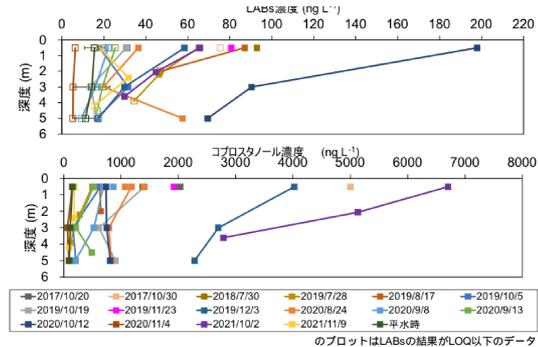


図6 お台場海水中の汚水マーカーの鉛直分布量の関係

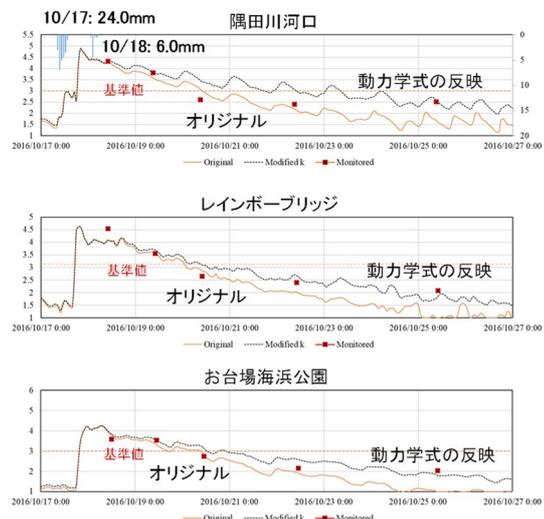


図7 大腸菌の塩分と太陽光による不活化動力学を反映した流動水質モデルの再現性の向上

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 北山 千鶴, 森田 健二, 福地 広識, 李 星愛, 古米 弘明	4. 巻 44
2. 論文標題 糞便汚染指標を基にしたお台場海浜公園における海水浴予報システムの試行運用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 水環境学会誌	6. 最初と最後の頁 59-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2965/jswe.44.59	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Daniel Ekhlās, Futoshi Kurisu, Ikuro Kasuga, Tomislav Cernava, Gabriele Berg, Miaomiao Liu, and Hiroaki Furumai	4. 巻 284
2. 論文標題 Identification of new eligible indicator organisms for combined sewer overflow via 16S rRNA gene amplicon sequencing in Kanda River, Tokyo	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Management	6. 最初と最後の頁 112059
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvman.2021.112059	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 SUGIURA Masaya, TAKADA Hideshige, TAKADA Naohiko, MIZUKAWA Kaoruko, TSUYUKI Shumpei, FURUMAI Hiroaki	4. 巻 1
2. 論文標題 Microplastics in urban wastewater and estuarine water: Importance of street runoff	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Monitoring and Contaminants Research	6. 最初と最後の頁 54 ~ 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5985/emcr.20200006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Poopipattana Chomphunut, Suzuki Motoaki, Furumai Hiroaki	4. 巻 28
2. 論文標題 Impact of long-duration CSO events under different tidal change conditions on distribution of microbial indicators and PPCPs in Sumida river estuary of Tokyo Bay, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental Science and Pollution Research	6. 最初と最後の頁 7212 ~ 7225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11356-020-11046-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 SUZUKI Motoaki、POOIPATTANA Chomphunut、FURUMAI Hiroaki	4. 巻 76
2. 論文標題 EFFECTS OF SUNLIGHT AND SALINITY INACTIVATION ON THE FATE OF FECAL INDICATOR MICROORGANISMS IN RAW SEWAGE	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research)	6. 最初と最後の頁 111_411 ~ 111_421
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejer.76.7_111_411	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 YAMAMOTO Kanako、FURUMAI Hiroaki	4. 巻 76
2. 論文標題 CATEGORIZATION OF RAINFALL EVENTS USING RAINFALL CHARACTERISTICS REFLECTING CSO VOLUMES IN TOKYO WARDS AREA	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research)	6. 最初と最後の頁 111_535 ~ 111_542
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejer.76.7_111_535	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 高田秀重	4. 巻 43
2. 論文標題 化学マーカーの近年の応用例と今後の展望	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 水環境学会誌 (特集論文)	6. 最初と最後の頁 p.325-327
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Chomphunut POOIPATTANA, Motoaki SUZUKI, Hiroaki FURUMAI
2. 発表標題 Improving Model Accuracy of E. coli Inactivation behavior in the CSO-impacted Estuary
3. 学会等名 Water and Environment Technology Conference Online 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hideshige Takada, Seiya Hirano, Kei Kobayashi, Bee Geok Yeo, Kaoruko Mizukawa
2. 発表標題 Street runoff as an important source of land-derived microplastics
3. 学会等名 The 7th International Marine Debris Conference @ Busan (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chomphunut POOIPATTANA, Motoaki SUZUKI, Hiroaki FURUMAI
2. 発表標題 E. coli decay behavior in the estuary of Tokyo considering inactivation effects of solar radiation and salinity: experiment and modelling
3. 学会等名 The 13th International Symposium on Southeast Asian Water Environment (SEAW2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古米弘明
2. 発表標題 河口沿岸域水質モデル計算を用いたお台場海水浴予報システムの開発
3. 学会等名 中央大学理工学研究所・研究開発機構研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 春日郁朗
2. 発表標題 水環境における薬剤耐性問題
3. 学会等名 東大水フォーラム公開シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Chomphunut POOIPATTANA、Kyuhyun PARK、古米 弘明
2. 発表標題 雨天時越流量分布と潮汐条件を反映したお場における大腸菌濃度変化データベース
3. 学会等名 第57回日本水環境学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 徳岡 誠人、市橋 拓弥、森田 健二、古米 弘明
2. 発表標題 水質モニタリングに基づくお台場海水浴予報システムの運用改善策の検討
3. 学会等名 第57回日本水環境学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Chomphunut POOIPATTANA, Hiroaki FURUMAI
2. 発表標題 Influence of Tidal Conditions on Temporal Change in E. coli Concentration at Odaiba Seaside Park after Rainfall Events: A Modelling-based Study
3. 学会等名 Water and Environment Technology Conference Online2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古米弘明, Chomphunut POOIPATTANA
2. 発表標題 お台場海浜公園における降雨後の大腸菌濃度変化に及ぼす潮汐影響のモデル評価
3. 学会等名 第58回環境工学研究フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森田 健二, 市橋 拓弥, 古米 弘明
2. 発表標題 大腸菌濃度のモデル計算結果を活用したお台場海水浴予報システムの試行と今後の課題
3. 学会等名 第58回環境工学研究フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chomphunut POOPIPATTANA, Hiroaki FURUMAI
2. 発表標題 A model-based study to investigate the influence of tidal conditions on temporal E. coli concentration at Odaiba seaside park after variation of rainfall events
3. 学会等名 The 4th International Forum on Asian Water Environment Technology (IFAWET2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 露木俊平、高田秀重、水川薫子、古米弘明
2. 発表標題 雨天時越流下水のマーカ―としての直鎖アルキルベンゼン (LABs) とステロール類の挙動評価とその応用
3. 学会等名 第56回日本水環境学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高田 秀重、遠藤 果怜、水川 薫子、古米 弘明
2. 発表標題 下水中の化学マーカ―合成甘味料の組成および下水処理効率
3. 学会等名 第56回日本水環境学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古米 弘明、POOIPATTANA Chomphunut
2. 発表標題 降雨と潮汐の組み合わせ特性を考慮した大腸菌濃度モデル計算を用いたお台場海水浴予報
3. 学会等名 第56回日本水環境学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroaki FURUMAI
2. 発表標題 Water-quality Forecasting System
3. 学会等名 The 9th World Water Forum @ Dakar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chomphunut POOIPATTANA and Hiroaki FURUMAI
2. 発表標題 Modelling the Fate of CSO-derived PPCPs and E. coli in Tokyo Coastal Area after Rainfall Events and Comparison with Field Measurements
3. 学会等名 Water and Environment Technology Conference Online2020 on 7th-8th November
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古米弘明
2. 発表標題 お台場海浜公園における海水浴予報のための降雨後糞便汚染予測データベースの構築
3. 学会等名 第57回下水道研究発表会講演集, pp.382-384. (8/18-20, 誌上発表)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	春日 郁朗 (Kasuga Ikuro) (20431794)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・准教授 (12601)	
研究 分担者	栗栖 太 (Kurisu Futoshi) (30312979)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・教授 (12601)	
研究 分担者	高田 秀重 (Takada Hideshige) (70187970)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授 (12605)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------