

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A)（海外学術調査）

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02748

研究課題名（和文）アジア都市における下排水系データベースと物質収支モデルの構築

研究課題名（英文）Sewage database and mass balance development of sewerage and drainage system in Asian cities

研究代表者

藤井 滋穂 (Fujii, Shigeo)

京都大学・地球環境学堂・教授

研究者番号：10135535

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、アジア諸都市において衛生システムの整備戦略を実現し、処理システムの効果的な運用を担保するために必須である、排水の量・質の将来変化を考慮した長期的な予測を実現することをその目的とした。研究の成果として、アジア6カ国9都市にて下排水管理情報を収集した。下排水システムの物質収支モデルを構築し、これを7都市に適用した。さらに、水利用量の増加、下水道接続率の向上、下水管渠の漏水の改善、あるいは腐敗槽の撤去といった下排水システムの変化に応じた下水の量・質を予測するモデルを構築し、これを2都市に適用した。以て、アジア諸都市における効果的な下排水系の管理に貢献した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

下水道をはじめとした衛生システムの整備はアジア都市において重要課題である。しかし、アジア特有の条件により、下水の性状が先進国と大きく異なり、システムの導入・運用が適切に進まないことも多い。本研究で収集した下水データは貴重な一次データであり、アジア諸都市の衛生システム整備において有用である。また、構築した下排水系の物質収支モデルおよびその将来予測モデルはアジア諸都市の将来にわたる下水の量・質の予測を可能にするものであり、効果的な衛生システムの整備に大きく寄与するものである。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to enable forecasting future sewage quantity and quality in Asian cities, enabling strategic development of sanitation systems and effective and efficient use of treatment facilities. The study collected the relevant information on sewerage and drainage system in 9 cities of 6 Asian countries. It developed a water and material balance model on sewerage and drainage systems and apply it to 7 cities. The study also developed a model and apply it to two cities to forecast future sewage quantity and quality by considering the changes in sewerage and drainage such as increase of water consumption, increase of connection ratios to sewerage, improvement of sewers, and removal of septic tanks. Thus, the study contributes effective management of sewerage and drainage systems in Asian cities.

研究分野：環境工学

キーワード：下排水 物質収支 アジア 下水処理

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

アジア途上国では経済成長が続く一方で、衛生インフラの整備は遅れている。下水道整備率は1~3割程度にとどまり、大量の未処理あるいは不十分な処理の下水は公共水域に放流されている。処理対象物である排水・し尿汚泥の詳細な量・質データなくしては、処理施設の基本設計もままならず、処理施設はオーバースペックにならざるを得ない。また、その処理プロセスの機能も担保することが困難である。今後急速に衛生関係インフラの整備が進むことが期待される中、詳細な下水量・質の予測は処理場建設における極めて大きな課題である。

開発途上地域ではライフスタイルの違いから、水利用特性、それに伴う家庭からの排水排出特性が、先進国の下水処理分野の教科書に載るものとは異なっている。一人当たり水使用量が少ない割には、BODは日本と同程度であり、SSは日本よりも低い事例などが見られる。これは、各家庭に広く普及する腐敗槽(セプティックタンク)による固形分の除去が寄与しているところが大きいと考えられるがその詳細は明らかでない。さらには、集排水システムの地域特性が下水の水量・水質に大きく影響を与えているとも考えられる。

集排水システムの地域特性の把握は、多くの都市で容易ではない。植民地時代に整備されて老朽化している、管内清掃・メンテナンスがほとんど行われていない、極めて低勾配である、など現在の基準を満たすシステムとなっていないことが、その主要な原因として挙げられる。

下水は、その発生を上流から考えると水利用→オンサイト施設→集排水システム→集中処理場といった下排水システム全体の中でその量・質が変動している。さらには、多くのアジア都市においてこれらは都市化・近代化に伴って時間とともに変化する。下排水システムとして物質収支を取れば、将来変化を考慮した長期的な下排水システムの物質収支の把握が可能となる。さらには、水と汚濁物の下排水システム内での物質収支がわかれば、同様に長期的な下水の量・質の変化を予測することも可能となる。

2. 研究の目的

本研究では、アジア諸都市において衛生システムの整備戦略を実現し、処理システムの効果的な運用を担保するために必須である、排水の量・質の将来変化を考慮した長期的な予測を実現することをその目的とする。具体的には以下の課題を設定して、その目的を達成する。

- (1) 水衛生システムの発展度合いの異なる下排水システムおよび下水の量・質のデータベースを構築する。
- (2) 下排水システムの物質収支モデルを構築しこれを具体的に適用する。
- (3) 水利用、オンサイト処理施設、集排水システムの変化に合わせ、将来的な下水の量・質を予測可能なモデルを構築し、これを具体的に適用する。
さらに上記に関連して、以下を追加の目的とした。
- (4) 下排水管理にかかる Municipal Solid Waste (MSW) の定義および境界に関する検討と東南アジア諸国の主要都市における関連データに関する課題の特定
- (5) 下排水管理にかかる SDG6 達成に向けた河川流域アプローチに関する調査

3. 研究の方法

(1) 下排水管理に関する現地二次情報の収集

本研究では、ベトナム、インドネシア、ミャンマー、カンボジア、タイおよびバングラデシュの6カ国9都市を調査対象とした。現地踏査、行政あるいは関係機関からのデータ入手、地区での聞き取り、その他カウンターパートによる研究も含めたローカル情報の収集を行い、浄水、トイレ・オンサイト処理施設、集排水システムおよび集中処理施設に関する情報の収集を行った。

(2) 下排水管理に関する現地調査に基づく一次情報の取得

下排水システムの各所にオートサンプラーを設置し、各要素排水(し尿、トイレ排水、腐敗槽排水および雑排水)および下水を時間・日間・季節間変化を考慮して採取し、分析に供した。分析は、水温、EC、SS、VSS、BOD、COD、TN、NH₄-N、NO₃-N、TPおよびPO₄-Pについて行い、一部の試料では溶存態・懸濁態を分けてより詳細な画分を分析した。合わせて、流量計を設置し、各下水の流量の測定を行った。

(3) 下排水システムの物質収支モデル

下排水系での物質収支構築のため、水道使用料、腐敗槽利用率、腐敗槽浸透率、雑排水放流率、漏水率、不明水率、腐敗槽内除去率および下水管渠内除去率を考慮し、水収支モデルを構築し、濃度を乗じることで炭素・窒素・リンの下排水系における物質収支を構築した。下排水管渠に流量計およびオートサンプラーを設置し、時間変動特性を含めた流量・水質・負荷量データを収集した。漏水率の推計のため、一部の対象地ではリチウムトレーサー試験を実施した。不明水量は未明の基底流量を基準とした。その他の値は、(1)および(2)の調査、および文献値を用いた。詳細は、研究成果のWatanabe et al. (2019)を参照のこと。

(4) 下排水システムの変化に応じた下水の量・質予測モデル

上述の物質収支モデルをベースに、将来の下水の量・質に変化を与える要因として、水使用量

の増加、トイレ排水・腐敗槽排水・雑排水の下水道放流率の向上、下水管渠からの漏水の削減、不明水の下水管渠への浸水の削減、および腐敗槽の撤去を考慮した。簡便化のため、トイレ排水および雑排水の発生汚濁負荷量は変化しないと仮定した。下排水系の発達を4段階に分類し、現状および4段階に応じた水量を推計し、汚濁負荷量および各ステップでの除去率を考慮することで、水質を推計、流量と合わせて負荷量を得た。モデルの妥当性の検証は、実測流量および水質とモデル値を比較することで実施した。詳細は、研究成果の原田ら(2019)を参照のこと。

(5) 下排水にかかるMSWの調査

東南アジア諸国の主要都市における都市廃棄物管理の所管部局へのヒアリング調査や既往文献のレビューによってMSWの定義及び境界を検討した。現地の研究機関やコンサルタントと連携し、東南アジア諸国の主要都市における都市廃棄物処理の基礎情報(人口、収集量、処理量等)を収集し、新興国特有のデータ上の課題を分析した。

(6) 下排水にかかる河川流域アプローチの調査

メコン川下流域の複数の国におけるSDG6の現状を調査するために、官公庁・研究機関およびその他の個人・団体がもつ二次情報の収集を行うとともに、監督官庁へのインタビューを行った。

4. 研究成果

(1) 主要国の下水性状のデータベース化

各国で収集した下水の性状データの一部を表1にまとめた。日本の下水と比べ、多くの都市において特徴的にSSおよびBODあるいはCODで示される有機分が低かった。腐敗槽の利用により一定程度し尿排水の固形分が下排水系に流入する前に除去されていることが影響している可能性が示唆された。日本の下水の性状とは顕著な差が見られるとともに、東南アジアの都市間にも差異が見られることから、地域特性に応じた性状の把握が重要であることが示唆された。

表1 アジア諸都市の下水の性状

指標 (mg/L)	フエ	ハノイ	ダナン	バンドン	プノンベン*	クアラルンプール近郊*	バンコク*
SS	34.7	50.1	99.4	43	189.3	131	60
BOD	67.1	55.7	136	105.6	92.3	124.7	44
COD	119.8	211.4	200	208.6	123.8	301	
TN	33.5	41.2	28.1		6.8	25	11
TP	2.67	2.19	11.0		1.6	131	2.2

注：*は二次データに基づく

(2) 下排水システムの水・物質収支の構築

ハノイ、フエ、ダナン、プノンペン、クアラルンプール近郊、バンコクおよびマンドレーの7都市において、水・物質収支を構築した。フエの水収支の例を図1に示す。その特徴としては、下排水システムから境外へ出る最も大きなフローは、乾季の場合には下水管渠からの漏出であり、下水管渠へ流入した下水の実に74%が漏出していた。また、腐敗槽排水の大部分は下水管渠に流入せず地下浸透し、雑排水の28%は下水管渠に流入せず土壌浸透などしているため、上記の結果と合わせ、水供給量のわずか23%しか下水道末端に届いていなかった。雨季には漏水量はやや少なくなるが、不明水として大量の水が下水管渠に流入することが主要な要因で、水供給量以上の下水が下水管渠末端で流出していた。下水からの漏出率に関するデータは多くないが、中国での平均は53%との報告(引用文献①)があり、これと比べてもフエの漏出率が高かった。腐敗槽接続や雑排水配管の接続や、下水管渠での漏出・侵入により、下排水系の水収支は極めて大きな影響を受けていることが示された。

続いて、フエにおける下排水システム

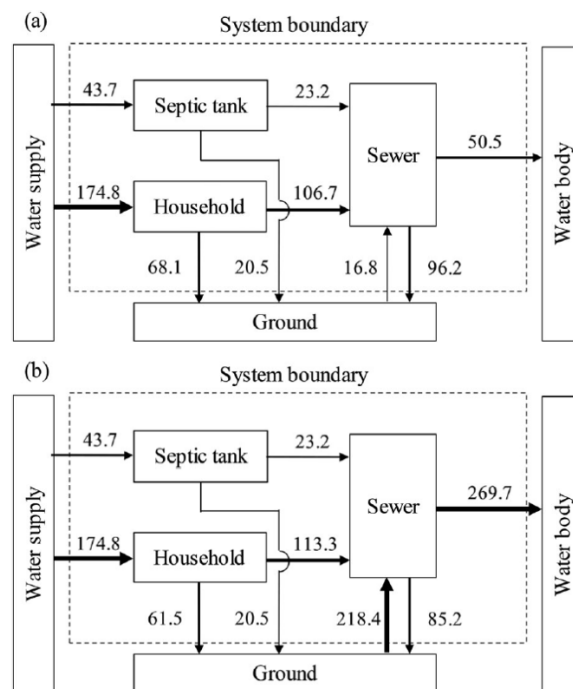


図1 フエの下排水系の水収支。(a) 乾季、(b) 雨季。集水域人口1452人(出典: Watanabe et al., 2019)

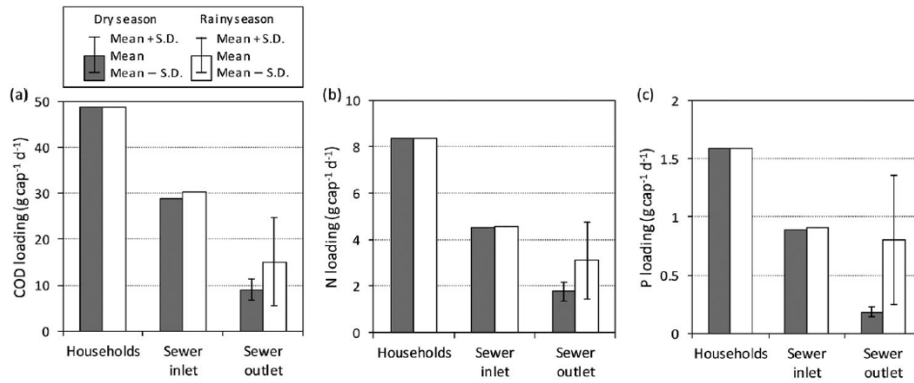


図2 フェエの家庭出口、下水管渠入口および下水管渠出口の汚濁負荷量. (a) COD_{Cr}, (b) 窒素, (c) リン
(出典: Watanabe et al., 2019)

のステップごとの炭素・窒素・リンの汚濁負荷を図2に示す。上述の水収支で示唆されるように、家庭で発生した汚濁負荷の一部しか下水管渠に流入せず、その割合はCOD、窒素およびリンでそれぞれ乾季は59%、54%および56%、雨季は62%、54%および57%と推計された。こうした発生汚濁負荷の低い下水管渠流入率は、腐敗槽の接続率が低いこと(53%)、雑排水の下水道放流率が低いこと(乾季で39%、雨季で35%)によるものである。さらに、COD、窒素およびリンの下水道末端への流達率は、それぞれ乾季は18%、21%および11%、雨季は31%、37%および51%であった。

乾季が雨季と比べて汚濁負荷流達率が大幅に低い要因としては、季節により下水管渠からの漏出率が大きく異なる(雨季で24.0%、乾季で65.6%)ことが挙げられる。アジア都市においては、下水管渠での汚濁負荷の多くが下水道末端まで回収されず、これにはトイレ排水および雑排水の下水道接続率の低さ、および下水管渠での漏出率の高さが大きく影響していることが示された。

(3) 下排水系の変化に応じた将来的な下水特性の予測

ハノイおよびフェエにおいて、下水の量・質・汚濁負荷の将来予測を行った。ハノイにおける結果を図3に示す。なお、フェーズ0は現状を、フェーズ1は水使用量増加(153.7から180L/人/日へ)を、フェーズ2は下水道放流率向上を、フェーズ3は下水管渠改善(漏水率0.1に)を、フェーズ4は腐敗槽撤去とした。

流量に関して、Phase 0(現状)、Phase 1(水使用量増加)およびPhase 2(下水道放流率向上)の下水量は、Phase 3(下水管渠改善)および4(腐

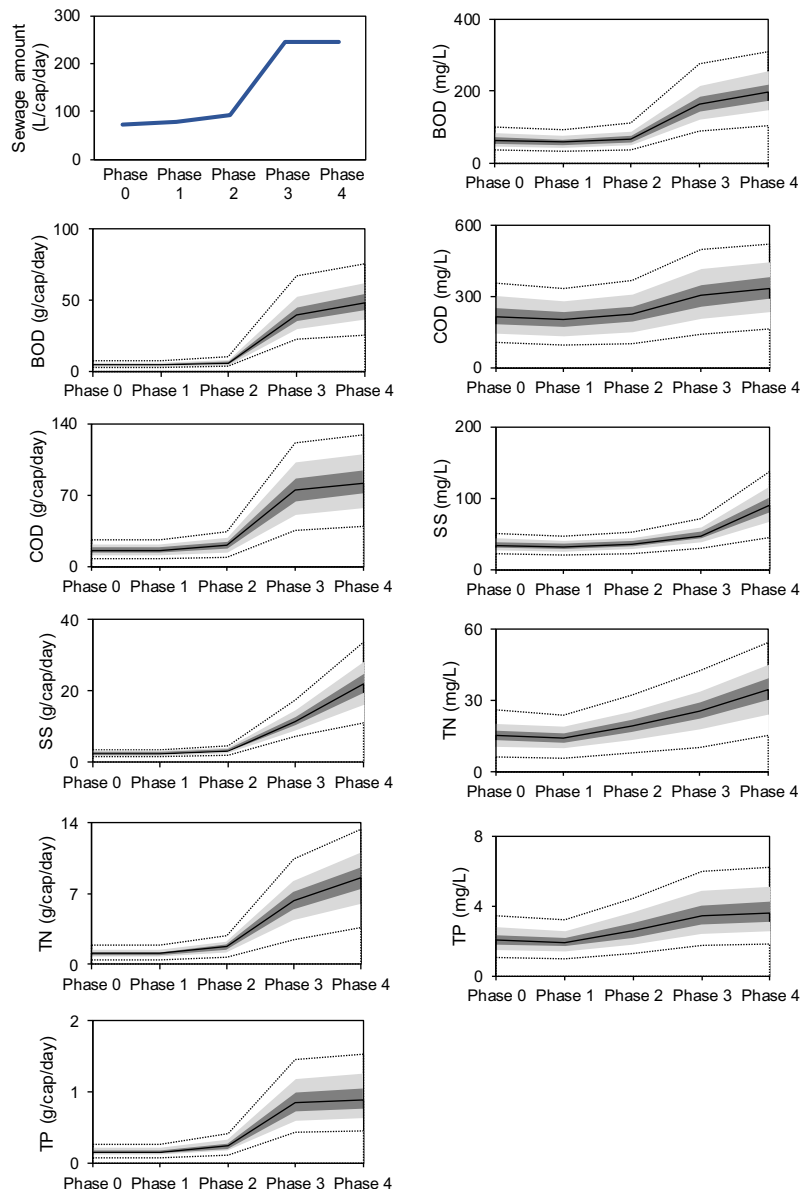


図3 ハノイにおける下排水系の発達段階に応じた下水流量、質および汚濁負荷量の推移。実線は中央値を、濃灰帯は25-75%区間を、薄灰帯は5-95%区間を、破線は最大値および最小値を表す。

敗槽撤去)での下水量のそれぞれ 30%, 32%および 37%に相当し, Phase 3 および 4 では現状と比べ下水量が 3.4 倍増加することが見込まれる結果となった。Phase 3(下水管渠改善)への移行時の増加幅は大きく, 下水管渠の改善による漏水率の削減が, 将来の下水処理場での流入下水量の増加に特に大きく影響する要素であることが示された。濃度に関しては, 現状と比べ Phase 1(水使用量増加)ではやや減少し, その後段階を踏むごとに増加し, Phase 4 では中央値ベースで現状と比べ BOD で 3.2 倍, COD で 1.5 倍, SS で 2.6 倍, TN で 2.3 倍および TP で 1.8 倍と大幅に上昇すると推計された。BOD および COD では下水管渠改善が, SS, TN および TP では腐敗槽の撤去が, 各水質の濃度上昇に最も寄与していた。これらの結果より, 下排水システムが現状から発展することで下水道末端での下水の流量・濃度がともに上昇すると考えられ, 途上国において問題となっている導入後の処理場流入水の低水量・低濃度の問題が, 下排水システムの変化とともに改善していく過程をモデルで予測することができた。

(4) 下排水管理に関する MSW の定義・境界および課題の特定

MSW の定義は国や地域によって様々で, 発生源, 組成, 有害性といった廃棄物の質的側面と, 管理主体, 管理方法, 管理の適切性といった廃棄物の処理技術的側面から MSW の境界を規定することができた。また, 途上国では排出者が不適切に自己処理(河川への投棄, 野焼き等)する事例が散見され, 下排水システムへの影響が甚大であることが示唆された。下排水系への影響を定量化するためには, 収集率及び管理率の推計には自己処理量の把握が重要であると結論づけた。

(5) 下排水管理に関する SDG6 達成に向けた河川流域アプローチ

メコン下流域諸国の SDG6 の適用状況は, 各国の開発政策・計画に応じており, 様々な段階であった。SDG6 では水に関する統合的な取り組みと, その他の SDGs での目標との統合が目標であるものの, 限られたリソースおよび能力から, こうした統合は大きな課題とされた。SDG6 の準備状況について詳細に検討した結果, アジアの多くの国において, MDG でも掲げられた飲料水やサニテーションの目標は大きく進展していた。しかし, 排水や水質保全, 生態系の保護などのその他の SDG6 のターゲットについては, その能力開発が求められた。統合的水資源管理(IWRM)の枠組みはメコン下流域において多くの国ですでに組織や政策としては具体化しているものの, その実施状況は遅れていた。個別の SDGs のターゲットに注力するのではなく, 統合的に取り組むためには, IWRM は有効な枠組みと考えられる。IWRM の枠組みで下排水管理を含めた SDG6 のターゲットに取り組むことが有効であることが提案された。

(6) まとめ

本研究では, アジア諸都市の下水性状をはじめとした, 下排水システムのデータを整備するとともに, 下水の量・質の将来変化を下排水系の変化に応じて予測するモデルを提示し, それを適用した。また, 下排水管理に関わる廃棄物管理として, 廃棄物の収集率および管理率が下排水系管理においても重要であること, さらには, より広い視点で統合的水資源管理の一環として排水管理に取り組むことの重要性を示した。これらの成果は, アジア諸都市での衛生システムの戦略的な整備, および効率的な下排水系の発達の実現に寄与するものとする。

<引用文献>

① CTI Engineering International Co., Ltd., NipponKoei Co., Ltd., & Kitakyusyu Water Service Co., Ltd. (2016). The study on drainage and sewerage improvement project in Phnom Pehn metropolitan area, Final report. Japan International Cooperation Agency.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 20件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Julian Timothy R., Vithanage Hasitha S.K., Chua Min Li, Kuroda Matasaka, Pitol Ana K., Nguyen Pham Hong Lien, Canales Robert A., Fujii Shigeo, Harada Hidenori	4. 巻 635
2. 論文標題 High time-resolution simulation of E. coli on hands reveals large variation in microbial exposures amongst Vietnamese farmers using human excreta for agriculture	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 120 ~ 131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2018.04.100	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 該当する
1. 著者名 Wutyi Naing, Hidenori Harada, Shigeo Fujii and Chaw Su Su Hmwe	4. 巻 27
2. 論文標題 Nitrogen flow analysis with focus on anthropogenic organic wastes: a case study in Mandalay, Myanmar	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of Joint KAIST-KU-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering	6. 最初と最後の頁 13 ~ 20
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 該当する
1. 著者名 Min Li Chua, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Md. Nazmul Ahsan, Akira Sakai, Michiya Kodera, Shotaro Goto and Shohagi Rani Saha	4. 巻 27
2. 論文標題 Multi-pathway fecal exposure assessment on total and human-specific E. coli in a Bangladeshi slum	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of Joint KAIST-KU-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering	6. 最初と最後の頁 110 ~ 117
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 該当する
1. 著者名 Mai Tanaka, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Chua Min Li, Nguyen Duy Hung, Nguyen Pham Hounng Lien, Nghiem Trung Dung and Ryota Gomi	4. 巻 27
2. 論文標題 Source identification of Escherichia coli by using a Human-associated genetic marker: A case study in Nhue River, Vietnam	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of Joint KAIST-KU-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering	6. 最初と最後の頁 118 ~ 124
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 該当する

1. 著者名 Ryuichi Watanabe, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Hidenari Yasui and Le Van Tuan	4. 巻 27
2. 論文標題 Seasonal variability of sewage quality and sewer system water balance in Hue city, Vietnam	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of Joint KAIST-KU-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering	6. 最初と最後の頁 125 ~ 130
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 該当する

1. 著者名 Huyhn Tan Loi, Hidenori Harada and Shigeo Fujii	4. 巻 27
2. 論文標題 A review of greenhouse gas emissions from septic systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of Joint KAIST-KU-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering	6. 最初と最後の頁 167 ~ 173
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 -

1. 著者名 Mai Tanaka, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Min Li Chua, Nguyen Duy Hung, Nguyen Pham Hong Lien, Nghiem Trung Dung, Ryota Gomi	4. 巻 56
2. 論文標題 FECAL CONTAMINATION AND THE PROPORTION OF HUMAN-ASSOCIATED E. coli ALONG NHUE RIVER, VIET NAM	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Vietnam Journal of Science and Technology	6. 最初と最後の頁 23 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.15625/2525-2518/56/2C/13025	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 該当する

1. 著者名 NAING Wutyi, HARADA Hidenori, FUJII Shigeo, HMWE Chaw Su Su	4. 巻 74
2. 論文標題 NITROGEN AND PHOSPHORUS FLOW ANALYSIS WITH FOCUS ON ANTHROPOGENIC ORGANIC WASTES: A CASE STUDY IN MANDALAY, MYANMAR	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research)	6. 最初と最後の頁 III_367 ~ III_374
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.74.III_367	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 該当する

1. 著者名 Nhu Y Dang Thi, Hoang Nguyen Tien, Lieu Pham Khac, Harada Hidenori, Brion Natacha, Hieu Duong Van, Hop Nguyen Van, Olde Venterink Harry	4. 巻 2019
2. 論文標題 Effects of nutrient supply and nutrient ratio on diversity?productivity relationships of phytoplankton in the Cau Hai lagoon, Vietnam	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ece3.5178	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 該当する

1. 著者名 Min Li Chua, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Md. Nazmul Ahsan, Akira Sakai, Michiya Kodera, Shotaro Goto, Shohagi Rani Saha	4. 巻 26
2. 論文標題 Fecal exposure assessment on daily living activities among a Bangladeshi urban slum community	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. of Joint KAIST-KU-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering	6. 最初と最後の頁 (7p)
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 該当する

1. 著者名 Doris MCHWAMPAKA, Hidenori HARADA, Shigeo FUJII, Satoyo ONO, Katsuhiko OKADA	4. 巻 31(3)
2. 論文標題 Health and Agricultural Concern and Ecological Sanitation Acceptance in a Kenyan Rural Village	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 環境衛生工学研究	6. 最初と最後の頁 42-45
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 -

1. 著者名 Min Li CHUA, Hidenori HARADA, Shigeo FUJII, Michiya KODERA, Shotaro GOTO, Md. Nazmul AHSAN, Shohagi Rani SAHA, Akira SAKAI	4. 巻 31(3)
2. 論文標題 Comparison in Fecal Exposure Assessment of Three Transmission Pathways in a Bangladeshi Urban Slum Community	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 環境衛生工学研究	6. 最初と最後の頁 145-148
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 該当する

1. 著者名 Gold, M., Harada, H., Therrien, J.-D., Nishida, T., Cunningham, M., Semiyaga, S., Fujii, S., Dorea, C., Nguyen, V.A., Strande, L.	4. 巻 -
2. 論文標題 Cross-country analysis of faecal sludge dewatering	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Environmental Technology	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09593330.2017.1374472	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 該当する

1. 著者名 Binaya Raj Shivakoti, Shigeo Fujii, Hidenori Harada	4. 巻 -
2. 論文標題 How UN Global Goals on water could be implemented in the Lower Mekong Basin countries?	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Conference Proceedings IWA The 18th International Conference on Diffuse Pollution and Eutrophication Los Angeles, USA	6. 最初と最後の頁 (8p)
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 該当する

1. 著者名 酒井彰, 菊池美智子, Qazi Azaduzzaman	4. 巻 28
2. 論文標題 都市スラム住民の下痢症リスクに関わる生活行動を規定する要因に関する考察 - バングラデシュ・クルナ市の都市スラムにおける事例分析 -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 国際開発学会全国大会論文集	6. 最初と最後の頁 (4p)
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 -

1. 著者名 河井紘輔	4. 巻 31(3)
2. 論文標題 東南アジア主要都市における実質的な都市廃棄物発生原単位の推計	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 環境衛生工学研究	6. 最初と最後の頁 38-41
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 -

1. 著者名 酒井彰, Qazi Azaduzzaman	4. 巻 14
2. 論文標題 都市スラムにおける下痢症リスク低減に向けた啓発活動と住民の意識・行動変化 変化の継続性とスラム間の相違	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 第14回下水文化研究発表会講演集	6. 最初と最後の頁 42-48
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 -

1. 著者名 Kosuke Kawai	4. 巻 -
2. 論文標題 Change in MSW generation and population in Bangkok, Thailand	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. Of 4th International Conference on Final Sinks	6. 最初と最後の頁 142-143
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 該当する

1. 著者名 Hidenori Harada, Yuji Fujimori, Ryota Gomi, Md. Nazmul Ahsan, Shigeo Fujii, Akira Sakai, Tomonari Matsuda	4. 巻 -
2. 論文標題 Pathotyping of Escherichia coli isolated from community toilet wastewater and stored drinking water in a slum in Bangladesh	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Letters in Applied Microbiology	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/lam.12878	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 該当する

1. 著者名 Do Khac Uan, Hidenori Harada, Tran Nho Hoang, Nguy Thi Nguyen Hong	4. 巻 -
2. 論文標題 Application of sludge disintegration to enhance sludge management for wastewater treatment plants in Vietnam	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference Environmental Engineering and management for Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 23-27
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 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 Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Masataka Kuroda, Ryo Sakaguchi, Ngyen Pham Hong Lien, Huynh Trung Hai	4. 巻 -
2. 論文標題 Probabilistic microbial exposure analysis in an excreta-using community of rural Hanoi	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference Environmental Engineering and management for Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 111-116
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 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 Nguyen Pham Hong Lien, Shigeo Fujii, Hidenori Harada	4. 巻 -
2. 論文標題 Effect of OD20 (twenty-hour oxygen demand) on start-up inhibition in high-solids anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste and septage	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Environmental Engineering and management for Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 105-110
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 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 Tran Nguyen Quynh Anh, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Pham Khac Lieu, Duong Van Hieu, Shuhei Tanaka	4. 巻 54(2A)
2. 論文標題 Sewer discharge characteristics and water balance in dry season in Hue, Vietnam	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Science and Technology	6. 最初と最後の頁 265-272
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 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 酒井彰, T. Ahmed, 坂本麻衣子	4. 巻 29
2. 論文標題 バングラデシュ農村域における衛生的トイレの普及効果に関する考察	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 流通科学大学論集 - 人間・社会・自然編 -	6. 最初と最後の頁 35-42
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 -

1. 著者名 Alley, W., Furey, S., Klingbeil, R., Shivakoti, B.R., Kabede, S., Hirata, R.	4. 巻 -
2. 論文標題 The UN-SDGs for 2030: Essential Indicators For Groundwater	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Association of Hydrogeologists (IAH) Strategic Overview Series	6. 最初と最後の頁 -
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 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 Kawai K., Huong L.T.M.	4. 巻 35
2. 論文標題 Key parameters for behaviour related to source separation of household organic waste: A case study in Hanoi, Vietnam	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Waste Management & Research	6. 最初と最後の頁 246-252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0734242X16683441	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 該当する

〔学会発表〕 計23件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 渡部龍一, 原田英典, 藤井滋穂, Le Van Tuan
2. 発表標題 ベトナム国フエ市における下水道の水・窒素・リン収支
3. 学会等名 第18回環境技術学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Min Li Chua, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Md. Nazmul Ahsan, Akira Sakai, Michiya Kodera, Shotaro Goto, Shohagi Rani Saha
2. 発表標題 Comparison of fecal exposure assessment in living environment between boy, girl and male adult in a slum in Khulna city, Bangladesh
3. 学会等名 IWA World Water Congress & Exhibition 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigeo FUJII
2. 発表標題 Water Management Practices Comparison in Several Developing Countries
3. 学会等名 Keynote Speech: Regional Conference on Environmental Engineering 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryuichi Watanabe, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Hidenari Yasui and Le Van Tuan
2. 発表標題 Effect of Sampling Frequency on Estimating Raw Sewage Quality in Southeast Asian Countries
3. 学会等名 IPB & KU International Symposium on Education and Research in Global Environmental Studies in Asia (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河井紘輔
2. 発表標題 発展途上国における都市廃棄物発生量の推計に関する課題
3. 学会等名 京都大学環境衛生工学研究会第40回シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河井紘輔
2. 発表標題 発展途上国における都市廃棄物の発生量及び管理量の推計手法
3. 学会等名 第29回廃棄物資源循環学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中麻衣, 原田英典, 藤井滋穂, Min Li Chua, 五味良太
2. 発表標題 ベトナム国Nhue川の流下に伴う河川糞便汚染源の変化と飲食物汚染源との関係
3. 学会等名 第53回日本水環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡部 龍一, 原田 英典, 藤井 滋穂, 安井 英斉, Le Van Tuan
2. 発表標題 東南アジア特有の低濃度下水の特性解析およびその要因の検討: ベトナム国フエ市における事例研究
3. 学会等名 第53回日本水環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Min Li Chua, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Md. Nazmul Ahsan, Akira Sakai, Michiya Kodera, Shotaro Goto, Shohagi Rani Saha
2. 発表標題 Comparing fecal exposure pathways in living environment of a slum in Khulna city, Bangladesh
3. 学会等名 7th IWA-ASPIRE Conference 2017 & Water Malaysia Exhibition 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hidenori Harada, Nguyen Quynh Anh Tran, Shigeo Fujii, Hidenari Yasui, Van Tuan Le
2. 発表標題 Impact of a Poorly-maintained Sewer System on Water, Nitrogen and Phosphorus Flows: A Case of Hue, Vietnam
3. 学会等名 IWA Specialist Conference on Watershed and River Basin Management (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryuichi WATANABE, Hidenori HARADA and Shigeo FUJII
2. 発表標題 Characterization and variability analysis of sewage quantity and quality in Hue, Vietnam (Research plan)
3. 学会等名 HUST & KU International Symposium on the Education & Research of the Global Environmental Studies in Asia (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mai Tanaka, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Chua Min Li, Nghiem Trung Dung, Nguyen Pham Hong Lien, Ryota Gomi
2. 発表標題 Survey of Fecal contamination in Nhue River, Vietnam by using Host-specific genetic markers
3. 学会等名 HUST & KU International Symposium on the Education & Research of the Global Environmental Studies in Asia (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Min Li CHUA, Hidenori Harada, Shigeo FUJII, Md. Nazmul Ahsan, Akira Sakai, Michiya Kodera, Shotaro Goto, Shohagi Rani Saha
2. 発表標題 Fecal exposure assessment in a Bangladeshi slum
3. 学会等名 HUST & KU International Symposium on the Education & Research of the Global Environmental Studies in Asia (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wutyi Naing, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Thammarat Koottatep, Chongrak Polprasert, Atitaya Panuvatvanich
2. 発表標題 Challenges of Fecal Sludge Management (FSM) in Myanmar (Case Study: Mandalay City)
3. 学会等名 HUST & KU International Symposium on the Education & Research of the Global Environmental Studies in Asia (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mai Tanaka, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Chua Min Li, Nguyen Duy Hung, Nguyen Pham Hong Lien, Nghiem Trung Dung, Ryota Gomi
2. 発表標題 Fecal Source Tracking in Nhue River, Vietnam by Using Human-associated genetic marker for Escherichia coli
3. 学会等名 IWA-YWP Water -Wise Innovation Challenge! -Mission for Phnom Penh Cambodia- (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 蛭江美孝, 久保田利恵子, 小島道一, 山崎宏史
2. 発表標題 インドネシアにおける性能評価試験方法の確立と浄化槽技術の現地化
3. 学会等名 第52回日本水環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshitaka Ebie
2. 発表標題 Institutional Approach for Dissemination of Appropriate Decentralized Domestic Wastewater Treatment Facilities
3. 学会等名 SEMINAR ON MANAGEMENT OF CLEAN WATER AND SANITATION TOWARDS UNIVERSAL ACCESS 2019 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Binaya Raj Shivakoti, Shigeo Fujii, Hidenori Harada
2. 発表標題 How UN Global Goals on water could be implemented in the Lower Mekong Basin countries?
3. 学会等名 IWA The 18th International Conference on Diffuse Pollution and Eutrophication Los Angeles, USA (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 原田英典, Gold Moritz, 藤井滋穂, 西田卓弘, Jean-David Therrien, Michael Cunningham, Swaib Semiyaga, Nguyen Viet Anh, Charles Niwagaba, Dorea Caetano, Linda Strande
2. 発表標題 し尿汚泥の性状特性・脱水性に関する越・ウ・日・瑞の国際比較
3. 学会等名 第53回環境工学研究フォーラム
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 A. Sakai, H. Harada
2. 発表標題 FSM Cooperated with Sewerage in Japan
3. 学会等名 4th International Faecal Sludge Management Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 酒井彰, 後藤正太郎, 原田英典他
2. 発表標題 バングラデシュ都市スラムにおける下痢症リスク分析結果の周知による住民の意識・行動変化
3. 学会等名 第27回国際開発学会全国大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Shivakoti B.R.
2. 発表標題 Groundwater - WASH nexus: a precondition for implementing SDG6
3. 学会等名 1st Regional Workshop "Adapting groundwater of Asian cities to climate change: bridging the science and policy interface" (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Shivakoti B.R.
2. 発表標題 Groundwater governance in Asia: opportunities and challenges in the context of 2015 agreements on Sustainable Development Goals (SDGs) and Climate Change, Keynote Presentation at Water Resources Dialogue
3. 学会等名 ChinAfrica Water Forum Series No. 4: Sustainable Utilization of Water Resources in Developing Countries (国際学会)
4. 発表年 2016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	原田 英典 (Harada Hidenori) (40512835)	京都大学・地球環境学堂・助教 (14301)	
研究分担者	田中 周平 (Tanaka Shuhei) (00378811)	京都大学・地球環境学堂・准教授 (14301)	
研究分担者	酒井 彰 (Sakai Akira) (20299126)	流通科学大学・経済学部・教授 (34522)	
研究分担者	蛭江 美孝 (Ebie Yoshitaka) (90391078)	国立研究開発法人国立環境研究所・資源循環・廃棄物研究センター・主任研究員 (82101)	
研究分担者	河井 紘輔 (Kawai Kosuke) (10531501)	国立研究開発法人国立環境研究所・資源循環・廃棄物研究センター・主任研究員 (82101)	

6. 研究組織（つづき）

	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	シバコティ ピナヤ (SHIVAKOTI Binaya) (60599075)	公益財団法人地球環境戦略研究機関・その他部局等・主任研 究員 (82711)	