

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：16301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K19983

研究課題名（和文）アジア途上国の水圏環境を対象にした汚染化学物質の網羅分析と動態解析

研究課題名（英文）Comprehensive analysis of organic contaminants in the aquatic environment of Asian developing countries by using liquid chromatography-high resolution mass spectrometry

研究代表者

田上 瑠美 (Tanoue, Rumi)

愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・助教

研究者番号：60767226

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：インド、ベトナム、タイを対象に、水圏環境に残留する人工化学物質（医薬品類、生活関連化学物質、ビスフェノール類、人工甘味料など）のターゲット分析およびMS/MSスペクトルデータベースを活用したサブストラクチャー分析を試みた。表層水中化学物質濃度と先行研究で報告された生態毒性値を比較することにより、化学物質の生態リスクを評価した。下水処理場で95%以上除去されるパラベン類、サッカリン、アセスルファムの河川表層水中濃度は顕著に高く、家庭雑排水やし尿排水の直接流入が示唆された。表層水中ビスフェノールAやビスフェノールS濃度は野生魚類への悪影響が懸念される濃度域に達していることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

南・東南アジア諸国では、都市人口増加率に対して下水処理システムの整備が遅れているため、未処理あるいは浄化処理の不十分な工場廃水・生活雑排水・し尿排水が都市河川へ流出することによる水質汚染が深刻である。しかし、化学汚染に関する情報は不足している。本研究では、生活雑排水・し尿排水・工場廃水に由来する人工化学物質を網羅的に測定することにより、優先的に調査すべき物質の特定および、それらの汚染レベルや生態リスクの広がり（時空間分布）の可視化に取り組んだ。監視すべき化学物質に加えて、時期によってリスクが上昇する水域などの情報を提供できたことから、効率的な化学物質管理対策に資する成果であると考えている。

研究成果の概要（英文）：We conducted an analysis of 'down-the-drain' chemicals - including pharmaceuticals, personal care products, bisphenols, and artificial sweeteners - in surface water samples from rivers and canals across India, Vietnam, and Thailand, aiming to assess their potential ecological risks. Our approach involved a screening analysis of approximately 2,000 compounds, which we achieved using the MS/MS spectral database. To evaluate ecological risks, we compared the concentrations of these chemicals in surface water to the ecotoxicity values reported in earlier studies. Concentrations of parabens, saccharin, and acesulfame, which are removed by sewage treatment plants by more than 95%, in surface water of rivers were notably high, suggesting direct discharges of untreated domestic and human wastewater. Concentrations of bisphenol A and bisphenol S in surface water of India and Vietnam were in the range of concentrations that may cause adverse effects on wild fish.

研究分野：環境分析化学

キーワード：水圏環境 化学汚染 生活関連化学物質 生態影響評価 南・東南アジア諸国 抗生物質 網羅分析

## 1. 研究開始当初の背景

ヒトが便利で豊かな生活を送るためには人工化学物質の恩恵が必要不可欠である。しかしながら、そのような物質の中には、水生生物の生存・成長・繁殖に悪影響を及ぼす環境汚染物質も存在する。例えば、医薬品類や日用品に含まれる生理活性化学物質、プラスチック製品に含まれるビスフェノール類や難燃剤が世界各地の表層水から高頻度で検出されており、それら化学物質による水圏生態系への影響が懸念されている (Berninger *et al.* 2016; Kookana *et al.* 2014; Corrales *et al.*, 2015)。また、抗生物質は感染症の治療に有効な一方で、不適切な使用に起因する薬剤耐性菌の出現が危惧されている (World Health Organization, 2014)。

南・東南アジア諸国では急速な経済発展に伴う生活水準の向上により、化学物質の使用量は増加傾向にある。他方、化学物質の管理体制は不十分である。また、都市人口増加率に対して下水処理システムの整備が遅れているため、未処理あるいは浄化処理の不十分な工場廃水・生活雑排水・し尿排水が都市河川へ流出することによる顕著な水質汚染が社会問題となっている。実際に、南・東南アジア諸国の抗生物質や抗菌剤の表層水濃度は、諸外国に比べ 10 倍以上高値であることが報告されている (Wilkinson *et al.*, 2022)。Corrales ら (2015) は、アジア表層水の 30% でビスフェノール A の残留レベルが生態系保全のための許容値 (Predicted No Effect Concentration, PNEC) を超過していることを指摘した (Corrales *et al.*, 2015)。加えて、一部の抗生物質のアジア表層水濃度は、薬剤耐性選択をエンドポイントとした PNEC を大幅に超過していることも分かってきた (Wilkinson *et al.*, 2022)。化学汚染が進行する南・東南アジア諸国において、適切かつ有効な化学物質管理手法を確立することは急務と考えられる。

水圏環境を対象とした汚染実態調査は、特定の化学物質をモニタリングするターゲット分析が主流である。しかしながら、そのようなターゲット分析だけでは限界があり、起源の異なる多種多様な未処理排水が流れ込む水圏環境において、化学汚染の全容を理解することは不可能である。また、途上国を対象に工場廃水・生活雑排水・し尿排水に残留する化学物質の環境動態を定量的に解析し、予測モデルの構築を試みた研究事例も皆無に等しい。

## 2. 研究の目的

水質汚染が深刻なインド、ベトナム、タイを対象に、水圏環境に残留する人工化学物質 (抗生物質を含む医薬品類、生活関連化学物質、ビスフェノール類、人工甘味料など) のターゲット分析および MS/MS スペクトルデータベースを活用したサスペクトスクリーニング分析を試みた。実測した表層水中化学物質濃度と先行研究で報告された生態毒性値を比較することにより、定性・定量された化学物質の生態リスクを評価した。

## 3. 研究の方法

### (1) 化学物質による汚染実態調査

ヒトの衣食住を介して使用され、生活雑排水・し尿排水・工場廃水を經由し水環境中に排出される人工化学物質に注目した。高感度高精度分析が可能な高速液体クロマトグラフ-タンデム質量分析計 (LC-MS/MS) を用いたターゲット分析 (定性・定量) と未知物質の探索が可能な高分解能質量分析計 (LC-QToF-MS/MS) を用いたサスペクトスクリーニング分析 (定性) を併用することにより、アジア表層水に高濃度で残留する汚染物質を網羅的に測定した。ターゲット分析 (定性・定量) では、抗生物質、医薬品類、生活関連化学物質、ビスフェノール類、人工甘味料を含む 92 種を対象とした。サスペクトスクリーニング分析 (定性) では、Sciex All-In-One HR-MS/MS Library 登録物質 3,870 種のうち、 $m/z$  が 50 未満と 1000 以上を除いた物質を対象にして、河川表層水または下水処理場の流入水と放流水から S/N 10 以上で検出された TOF-MS ピークを以下の方法で定性した。測定したプリカーサーイオンと 1 つ以上のプロダクトイオンピークの保持時間の差が 0.04 分以内、測定したプリカーサーイオンの  $m/z$  とライブラリー登録物質の  $m/z$  (exact mass) の質量誤差が 5 ppm 以下、測定したプロダクトイオンの  $m/z$  とライブラリー登録物質の  $m/z$  (measured accurate mass) の質量誤差が 10 ppm 以下、測定した MS/MS スペクトルとライブラリー登録物質の MS/MS スペクトルの類似度が 70 以上の場合、該当物質である可能性が高い (Confidence level 2, Schymanski *et al.*, 2014) と判断した。

インドのチャンナイ市内を流れる Cooum River ( $n = 10$ )、Adyar River ( $n = 8$ )、ベトナムのハノイ市内を流れる Nhue River ( $n = 12$ ) と To Lich River ( $n = 1$ )、タイのアユタヤ〜バンコク市内を流れる Chao Phraya River ( $n = 19$ ) から河川水試料を採集した。タイのバンコク市内の運河から表層水試料 ( $n = 6$ ) を採集した。ベトナムの Yen So Wastewater Treatment Plant (WWTP) の流入水 ( $n = 1$ ) と放流水 ( $n = 1$ )、および放流水の放流地点より下流の表層水試料 ( $n = 1$ ) を採取した。ベトナムでは、Bui Dau 地方のプラスチックリサイクル施設からの廃水が河川に流入する地点 ( $n = 1$ ) でも採水を行なった。インドでは、井戸水 ( $n = 1$ ) と宿泊先ホテルの水道水 ( $n = 1$ ) も採水した。これらの水試料は、ガラス繊維フィルターでろ過した後、20 mL を分取し、Oasis HLB Plus Light Cartridge を用いて固相抽出した。

### (2) 生態影響評価

実測した環境水中濃度を予測無影響濃度 (Predicted No Effect Concentration, PNEC) で除することにより、ハザード比 (HQ) を算出した。ここで、PNEC とは、生態系に対して有害な影響を及ぼさないと予想される濃度のことであり、試験生物種の毒性値を不確実係数で除することにより算出される (厚生労働省・経済産業省・環境省, 2014)。本研究では、先行研究において藻類に対する生長阻害、甲殻類に対

する生存、成長、遊泳、繁殖の阻害、魚類に対する生存、成長、繁殖の阻害をエンドポイントとして報告された最大無影響濃度 (NOEC) あるいは最小影響濃度 (LOEC) を不確実係数 (AF) で除することにより PNEC を推定した。HQ  $\geq 1$  のとき、生態リスクの懸念ありと判断した。また抗生物質に対しては、薬剤耐性選択をエンドポイントとした PNEC と比較することにより薬剤耐性菌出現に対する影響を評価した。

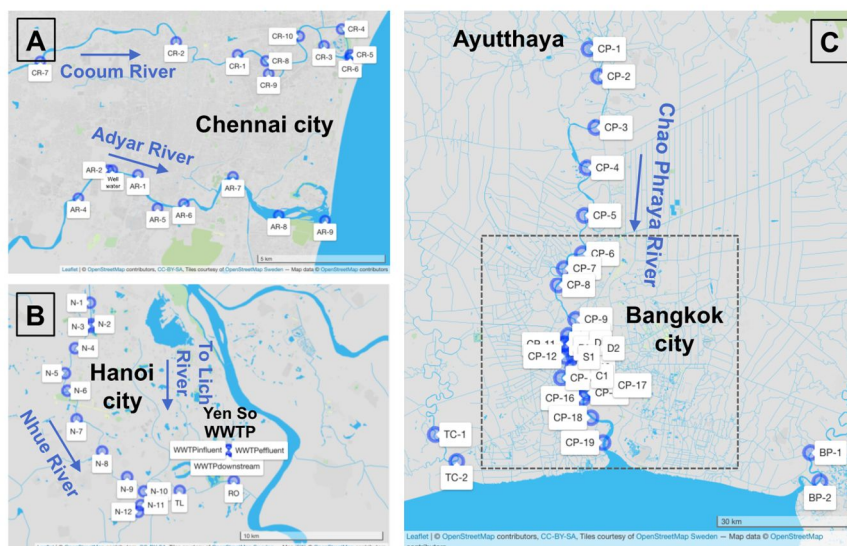


図 1. インドのチャennai市内(A)、ベトナムのハノイ市内(B)、タイのアユタヤー～バンコク市内(C)における試料採取地点

#### 4. 研究成果

##### (1) 化学物質による汚染実態調査(ターゲット分析)

測定対象物質の総濃度は、チェンナイの河川で最も高値であり、次いで、ハノイの河川とバンコクの運河、バンコクの河川の順であった。バンコクの Chao Phraya River における測定対象物質濃度は比較的低値を示した。Chao Phraya River は他の河川に比べ水量が多いことから、化学物質の負荷量に対する希釈が大きいと考えられる。

解熱鎮痛消炎剤は、チェンナイの河川から顕著に高い濃度で検出され、イブプロフェンの最大値は 4.6  $\mu\text{g/L}$ 、ジクロフェナクの最大値は 2.3  $\mu\text{g/L}$  を示した。ジクロフェナクは、インド亜大陸におけるハゲワシ類の個体数激減の原因物質として知られている (Oaks et al., 2004; Swan et al., 2006)。ヒンドゥー社会において崇拜の対象となっている牛に痛み止め目的で投与されたジクロフェナクが、残肉を摂取したハゲワシ類に移行し、ジクロフェナクに対して高感受性のハゲワシ類が腎不全を引き起こしたためである。表層水を調査した先行研究においても、インドやパキスタンの河川水から諸外国の 10 倍以上高い濃度でジクロフェナクが検出されており、本研究で確認されたチェンナイの河川における解熱鎮痛消炎剤の高濃度残留は、インド亜大陸における高い使用量を反映した結果と推察される。

高脂血症治療剤の濃度組成は国間で異なった。例えば、インドではフェノフィブリン酸、タイではゲムフィブロジル、日本ではベザフィブラートが主体であった。これは優先的に処方される医薬品が、国によって異なるためと考えられる。バンコクの運河でゲムフィブロジルは顕著に高濃度 (最大値: 1.1  $\mu\text{g/L}$ ) を示した。

高血圧治療剤のうち、アンジオテンシン II 受容体拮抗薬がいずれの国でも主要で検出された。特に、テルミサルタンは、チェンナイの河川で比較的高濃度 (最大値 2.9  $\mu\text{g/L}$ ) を示した。抗ヒスタミン剤の濃度は、花粉症などの I 型アレルギー疾患患者数が多い日本に比べ、チェンナイ、ハノイ、バンコクの表層水では、比較的低い値であった。

向精神薬 (オピオイド系鎮痛剤、抗うつ剤、抗てんかん剤、抗不安剤、抗精神病剤) のうち、ハノイとバンコクではオピオイド系鎮痛剤のトラマドールとその代謝物の濃度が高割合を占めた。他方、チェンナイの河川では、オピオイド系鎮痛剤に加え、抗てんかん剤 (フェニトイン・カルバマゼピン) も比較的高濃度で残留していた。

感染症治療剤 (抗生物質・合成抗菌剤) は、チェンナイとバンコクに比べ、ハノイの河川から相対的に高濃度で検出された。また濃度組成は、国間で大きく異なった。チェンナイではフルコナゾールとスルファピリジン、ハノイではクラリスロマイシン、リンコマイシン、スルファメトキサゾール、バンコクではフルコナゾール、リンコマイシン、スルファメトキサゾールが高割合を占めた。ハノイの河川では、動物用医薬品のリンコマイシンが比較的高濃度で残留しており、畜産排水の流入が示唆された。

パーソナル製品由来物質 (除菌剤・防腐剤・DEET・紫外線吸収剤) は、チェンナイとハノイの河川およびバンコクの運河において、日本を含む先進国の河川水中濃度の 5~10 倍高い濃度で残留していた。トリクロサン、トリクロカルバン、パラベン類は、活性汚泥法を用いた下水処理場で 90% 以上除去されることが知られており、それら化合物の河川における高濃度残留は、未処理あるいは浄化処理の不十分な家庭雑排水・し尿排水の河川への流入を強く示唆している。そこで、家庭雑排水とし尿排水のそれぞれの指標となり得るパラベン類と人工甘味料 (Soh et al., 2011; Oppenheimer et al., 2011; Watanabe et al., 2016; Yang et al., 2017) の水中濃度を用いて、ハノイの Nhue River における未処理の家庭雑排水と



し尿排水の流入量を推定した(図2)。Yen So 下水処理場で95%以上除去されていたメチルパラベン、プロピルパラベン、サッカリン、アセスルファムの濃度を同下水処理場でほとんど除去されなかったスクラロースの濃度で除することにより、Yen So 下水処理場の流入水と放流水、およびNhue Riverにおけるそれら化合物の濃度比を得た。それらの濃度比を以下の式に代入し、家庭雑排水に占める未処理水量の割合およびし尿排水に占める未処理水量の割合を推定した。

$$\text{Ratio}_{\text{influent}} \times X + \text{Ratio}_{\text{effluent}} \times (1-X) = \text{Ratio}_{\text{river}}$$

その結果、Nhue River における家庭雑排水に占める未処理水量の割合は、23–86%、し尿排水に占める未処理水量の割合は68–110%と推定された。

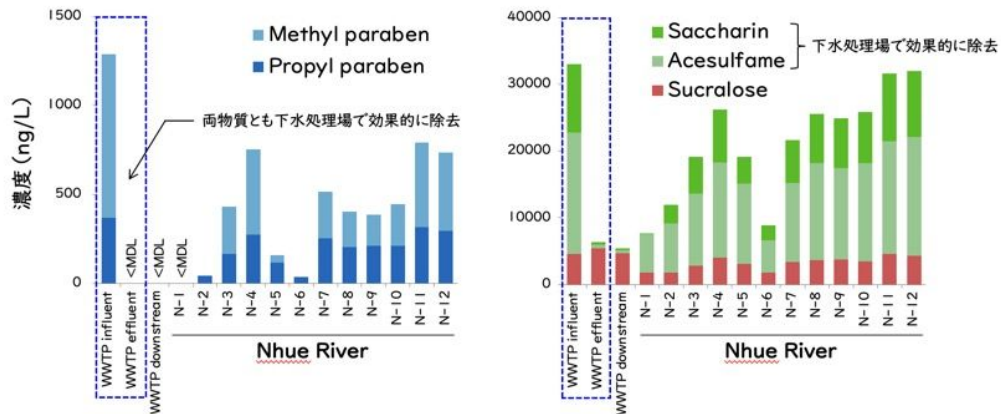
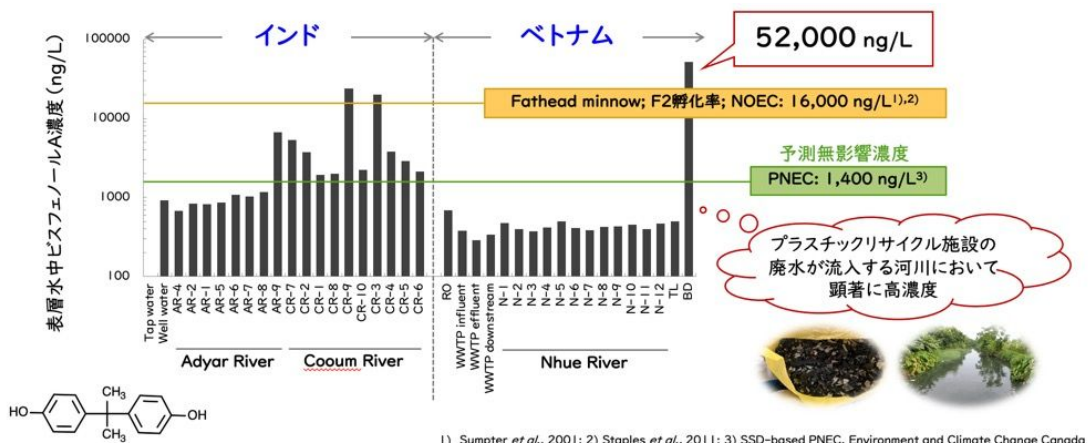


図2. ベトナムにおける下水処理場の流入水(WWTP influent)、放流水(WWTP effluent)、都市河川水(N-1～N-12)中防腐剤(メチルパラベン、プロピルパラベン)と人工甘味料(サッカリン、アセスルファム、スクラロース)の濃度

ビスフェノール類のうち、ビスフェノール A とビスフェノール S が高頻度で検出された。ビスフェノール A は、チェンナイの Coom River および Bui Dau のプラスチックリサイクル施設からの廃水が河川に流入する地点で顕著に高濃度を示し、それぞれの最大値は 24 μg/L と 52 μg/L であった。それらの濃度は、カナダの環境・気候変動省が提案した生態系保全のための許容値、つまり予測無影響濃度(PNEC)を超過しており、魚類を用いた *in vivo* 毒性試験において成長阻害や繁殖阻害(F2 孵化率の低下)が認められた曝露濃度(Sumpter et al., 2001; de Kermoyan et al., 2005; Staples et al., 2011)に近いことから、それら水域においてビスフェノール A による魚類への悪影響が深刻化しているものと推察された。加えて、チェンナイの Adyar River におけるビスフェノール S の濃度も、魚類を用いた *in vivo* 毒性試験において繁殖阻害(産卵数や孵化率の低下)が認められた曝露濃度(Ji et al., 2013; Naderi et al., 2014)を超過しており、Adyar River におけるビスフェノール S の魚類個体群への悪影響が強く示唆された。



1) Sumpter et al., 2001; 2) Staples et al., 2011; 3) SSD-based PNEC, Environment and Climate Change Canada

図3. インドとベトナムの表層水中ビスフェノール A の濃度と生態毒性値との比較

## (2) 化学物質による汚染実態調査(サスペクトスクリーニング分析)

下水処理場の流入水、放流水、河川表層水試料に対して、Sciex All-In-One HR-MS/MS Library 登録物質のサスペクトスクリーニング分析(定性)を試みたところ、ターゲット分析(定性・定量)では対象にしていなかった農薬類の Ametryn, Azoxystrobin, Carbendazim, Carbofuran, Diuron, Tebuconazole, Thiamethoxam, Tricyclazole, Metalaxyl, Methocarbamol, 医薬品類の Atenolol, Etodolac, Dyphylline, Theophylline, Lidocaine, Metamphetamine, Metoprolol などを含む多種多様な化学物質が各国の河川表層水から高頻度で検出された。今後は、高頻度で検出された化学物質の標準試薬を購入し、南・東

南アジア諸国の表層水中濃度と環境動態を調査する必要がある。

### (3)生態影響評価

イブプロフェン、ビスフェノール S、ビスフェノール A、クラリスロマイシン、スルファメトキサゾール、トリクロサン、トリクロカルバン、トラマドール、ジクロフェナクスの HQ は 1 を超え、生態リスクが懸念された。特に、ハノイとインドの河川に残留するイブプロフェン(解熱鎮痛消炎剤)、Bui Dau の河川とチェンナイの Adyar River に残留するビスフェノール S、Bui Dau の河川とチェンナイの Cooum River に残留するビスフェノール A の HQ は 10 以上であることから、それら化合物のそれら水域における生態リスクの動向を注視する必要がある。

チェンナイで採水した井戸水と水道水からも多様な化学物質が検出された。それらの残留濃度は、河川水濃度に比べ比較的低い値であったが、飲料水を介したヒトの曝露影響が懸念される。アジア途上国を対象に飲料水の化学物質による汚染を報告した事例は極めて僅少であることから、今後、それら物質の飲料水汚染に関する包括的な調査が望まれる。

#### <引用文献>

- Balakrishna *et al.*, 2017. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 137, 113–120.
- Berninger *et al.*, 2016. *Environmental Toxicology and Chemistry* 35, 1007–1020.
- Environment and Climate Change Canada, 2017. Canadian Environmental Protection Act, 1999 Federal Environmental Quality Guidelines Bisphenol A
- Corrales *et al.*, 2015. *Dose-Response* 13, 155932581559830.
- de Kermoyan *et al.*, 2013. *Aquatic Toxicology* 144–145, 186–198.
- Global Water Market 2017 (Global Water Intelligence)
- Gullberg *et al.*, 2011. *PLoS Pathogens* 7, 1–9.
- Hughes *et al.*, 2013. *Environmental Science and Technology* 47, 661–677.
- Ji *et al.*, 2013. *Environmental Science and Technology* 47, 8793–8800.
- Larsson DGJ, 2014. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 369, 20130571.
- Naderi *et al.*, 2014. *Aquatic Toxicology* 148, 195–203.
- Oaks *et al.*, 2004. *Nature* 427, 630–633.
- Oppenheimer *et al.*, 2011. *Water Research* 45, 4019–4027.
- Philip *et al.*, 2018. *Chemosphere* 190, 307–326.
- Schmitt *et al.*, 2010. *Integrated Environmental Assessment and Management* 6, 588–602.
- Schymanski *et al.*, 2014. *Environmental Science and Technology* 48, 2097–2098.
- Soh *et al.*, 2011. *Environmental Science and Technology* 45, 1363–1369.
- Staples *et al.*, 2011. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 74, 1548–1557.
- Swan *et al.*, 2006. *Biology Letters* 2, 279–282.
- Watanabe *et al.*, 2016. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 70, 671–681.
- Wilkinson *et al.*, 2022. *PNAS* 119, e2113947119.
- World Health Organization, 2014. Antimicrobial resistance: global report on surveillance, <https://www.who.int/publications/i/item/9789241564748>
- Yang *et al.*, 2017. *Science of the Total Environment* 590–591, 611–619.
- アジア水環境パートナーシップ WEPA 第3期報告書, 2019
- 環境省, WEPA アジア水環境管理アウトック 2018

### (4)その他(本研究で開発した分析法を他のプロジェクト研究に応用して得られた成果)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構のグルゲ博士と共同で実施したスリランカでのモニタリング調査において、浄化処理の不十分な病院排水の河川流出が医薬品類による生態リスクを増加させている現状を明らかにした(Guruge *et al.*, 2021; Goswami *et al.*, 2022)。また、タイにおいては、愛媛大学沿岸環境科学研究センターの森本博士・郭博士らとの共同研究により、薬剤耐性の出現・拡大が危惧されている合成抗菌剤スルファメトキサゾールの北部タイランド湾における環境動態および生態リスクの広がりをも示した(Wang *et al.*, 2021)。

- Goswami, P., Guruge, K.S.\*, Tanoue, R., Tamamura, Y.A., Jinadasa, K.B.S.N., Nomiya, K., Kunisue, T., Tanabe, S., Occurrence of pharmaceutically active compounds and potential ecological risks in wastewater from hospitals and receiving waters in Sri Lanka. *Environmental Toxicology and Chemistry* **2022**, 41, 298–311.
- Wang, A., Guo, X.\*, Morimoto, A., Maetani, K., Tanoue, R., Tong-u-dom, S., Buranapratheprat, A., Transport and dilution of fluvial antibiotic in the Upper Gulf of Thailand. *Environmental Pollution* **2021**, 288, 117779.
- Guruge, K.S.\*, Tamamura, Y.A., Goswami, P., Tanoue, R., Jinadasa, K.B.S.N., Nomiya, K., Ohura, T., Kunisue, T., Tanabe, S., Akiba, M. The association between antimicrobials and the antimicrobial-resistant phenotypes and resistance genes of *Escherichia coli* isolated from hospital wastewaters and adjacent surface waters in Sri Lanka. *Chemosphere* **2021**, 279, 130591.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 5件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Guruge Keerthi S., Tamamura Yukino A., Goswami Prasun, Tanoue Rumi, Jinadasa K.B.S.N., Nomiya Kei, Ohura Takeshi, Kunisue Tatsuya, Tanabe Shinsuke, Akiba Masato	4. 巻 279
2. 論文標題 The association between antimicrobials and the antimicrobial-resistant phenotypes and resistance genes of Escherichia coli isolated from hospital wastewaters and adjacent surface waters in Sri Lanka	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 130591 ~ 130591
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2021.130591	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 Wang Aobo, Guo Xinyu, Morimoto Akihiko, Maetani Kana, Tanoue Rumi, Tong-U-Dom Siraporn, Buranapratheprat Anukul	4. 巻 288
2. 論文標題 Transport and dilution of fluvial antibiotic in the Upper Gulf of Thailand	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Pollution	6. 最初と最後の頁 117779 ~ 117779
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envpol.2021.117779	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 Goswami Prasun, Guruge Keerthi S., Tanoue Rumi, Tamamura Yukino A., Jinadasa K. B. S. N., Nomiya Kei, Kunisue Tatsuya, Tanabe Shinsuke	4. 巻 41
2. 論文標題 Occurrence of Pharmaceutically Active Compounds and Potential Ecological Risks in Wastewater from Hospitals and Receiving Waters in Sri Lanka	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Toxicology and Chemistry	6. 最初と最後の頁 298 ~ 311
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/etc.5212	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 Tanoue Rumi, Nozaki Kazusa, Nomiya Kei, Kunisue Tatsuya, Tanabe Shinsuke	4. 巻 1631
2. 論文標題 Rapid analysis of 65 pharmaceuticals and 7 personal care products in plasma and whole-body tissue samples of fish using acidic extraction, zirconia-coated silica cleanup, and liquid chromatography-tandem mass spectrometry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Chromatography A	6. 最初と最後の頁 461586 ~ 461586
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chroma.2020.461586	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 Anh Hoang Quoc, Le Thi Phuong Quynh, Da Le Nhu et al.	4. 巻 764
2. 論文標題 Antibiotics in surface water of East and Southeast Asian countries: A focused review on contamination status, pollution sources, potential risks, and future perspectives	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 142865 ~ 142865
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2020.142865	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 Nozaki Kazusa, Tanoue Rumi, Kunisue Tatsuya, Tue Nguyen Minh, Fujii Sadahiko, Sudo Nao, Isobe Tomohiko, Nakayama Kei, Sudaryanto Agus, Subramanian Annamalai, Bulbule Keshav A., Parthasarathy Peethambaram, Tuyen Le Huu, Viet Pham Hung, Kondo Masakazu, Tanabe Shinsuke, Nomiya Kei	4. 巻 866
2. 論文標題 Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in surface water and fish from three Asian countries: Species-specific bioaccumulation and potential ecological risks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 161258 ~ 161258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2022.161258	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6件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 田上瑠美, 仲山 慶, 近藤昌和, 野見山 桂, 国末達也
2. 発表標題 下水処理水に残留する医薬品類及びパーソナルケア製品由来物質の魚類への取込と排泄
3. 学会等名 第29回環境化学討論会
4. 発表年 2021年 ~ 2022年

1. 発表者名 須藤菜穂, 田上瑠美, 国末達也, 野見山 桂
2. 発表標題 医薬品・パーソナルケア製品由来化学物質による汽水域魚類への移行・残留性
3. 学会等名 第29回環境化学討論会
4. 発表年 2021年 ~ 2022年

1. 発表者名	Kwon, J., Tanoue, R., Tue, N.M., Tuyen, L.H., Viet, P.H., Krishnamoorthi, V., Subramanian, A., Tanabe, S., Kunisue, T
2. 発表標題	Occurrence and fate of endocrine disrupting chemicals in surface water and fish from India and Vietnam
3. 学会等名	第29回環境化学討論会
4. 発表年	2021年～2022年

1. 発表者名	須藤 菜穂, 田上 瑠美, 国末 達也, 野見山 桂
2. 発表標題	生活関連化学物質 (PPCPs) の汽水域魚類への移行・残留性と脳移行
3. 学会等名	第23回環境ホルモン学会研究発表会
4. 発表年	2021年～2022年

1. 発表者名	須藤菜穂, 田上瑠美, 野見山桂
2. 発表標題	医薬品・パーソナルケア製品由来化学物質による汽水域魚類の曝露実態と脳移行
3. 学会等名	第55回日本水環境学会年会
4. 発表年	2020年～2021年

1. 発表者名	Rumi Tanoue, Tatsuya Kunisue, Jineui Kwon, Nguyen Minh Tue, Kei Nomiyama, Akihiko Morimoto, Shinsuke Tanabe, Le Huu Tuyen, Pham Hung Viet, Vimalkumar Krishnamoorthi, Annamalai Subramanian, Anukul Buranapratheprat, Siraporn Tong-U-Dom.
2. 発表標題	Occurrence, fate, and ecological risks of 92 down-the-drain chemicals in the aquatic environment of India, Vietnam, and Thailand
3. 学会等名	The 2022 Pure and Applied Chemistry International Conference (PACCON 2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年	2022年～2023年



〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

愛媛大学 沿岸環境科学研究センター 環境化学研究室  
<http://kanka.cmes.ehime-u.ac.jp>  
researchmap - 田上 瑠美  
[https://researchmap.jp/tanoue\\_rumi](https://researchmap.jp/tanoue_rumi)  
ORCID - Rumi Tanoue  
<https://orcid.org/0000-0003-2354-0694>

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
--	---------------------------	-----------------------	----

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			
タイ	Burapha University			
インド	Annamalai University	Bharathidasan University		
ベトナム	VNU University of Science			