

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症及び予防接種政策推進研究事業）

（分担）研究報告書

分担研究課題 「残留抗菌薬の検査・評価にかかる方針策定と提言」

研究分担者： 渡部 徹 山形大学 農学部・教授

研究要旨

薬剤耐性(AMR)アクションプランの目標達成に向け、厚労（ヒト）・農水（動物）各分野の取り組みが実施されている中、環境中の薬剤耐性菌および残留抗菌薬のヒト・動物に与えるリスクを評価する手法を確立し、環境分野の薬剤耐性への影響を解明することは、ワンヘルス・アプローチの観点から薬剤耐性に関する施策を推進していくために非常に重要である。

本分担研究では残留抗菌薬の検査・評価にかかる方針策定と提言を目的として、本年度は以下の通り研究を実施した。1) 国内の複数都市でスポット的に流入下水と下水処理放流水の残留抗菌薬を調べた。2) その結果について同地域の抗菌薬使用量データとの関連を調べた。3) 昨年度に引き続き病院排水の残留抗菌薬を調査し、都市下水との比較を行った。4) 下水処理過程での抗菌薬の除去について、文献レビューを行う。

その成果として、1) 国内の下水処理場 12 カ所の調査では、下水処理放流水から抗菌薬がほとんど検出されず、処理水からの抗菌薬の検出には、LC-MSでは不十分で、LC-MS/MSの精度まで要求されることが分かった。2) 同処理場に流入する都市下水からは、エリスロマイシン、ノルフロキサシン、レボフロキサシン、トリメトプリムが多く処理場で検出された。これらの排出源が地域の居住者であることは自明であるが、AMR ワンヘルスプラットフォームが公表する抗菌薬使用量データとの相関は見られなかった。3) 宮城県内の総合病院における病院排水から検出される抗菌薬は、都市下水のそれと共通しており、病院での抗菌薬使用と関係づけることが難しかった。

3年間の成果をまとめると、環境水中の残留抗菌薬の検査では、その放出源となる下水処理放流水を対象に、固相抽出の後に LC-MS/MS による定量を行い、放流後の希釈率をもとに残留濃度を推定することが推奨される。今後の研究では、いくつかの抗菌薬（下水処理水から検出されやすい抗菌薬）を対象として、この推定方法の妥当性を確認することが望まれる。

研究協力者：

西山 正晃  
山形大学 農学部・助教

本多 了  
金沢大学 理工研究域・准教授

原 宏江  
金沢大学 理工研究域・助教

A. 研究目的

近年、医療施設・市中・家畜のみならず、世界各国の土壌・河川等の環境からも薬剤耐性 (Antimicrobial Resistance: AMR) 因子が検出され、環境での薬剤耐性対策を含むワンヘルス・アプローチが注目されている。環境汚染の多くが工場および生活排水の下水処理工程に起因すると想定され、WHO 支援の元、世界の下水処理施設の薬剤耐性菌調査が日本を含む 70 カ国以上の参加国で進行中である (Global Sewage Surveillance Project: <https://www.compare-europe.eu/Library/Global-Sewage->

## Surveillance-Project)。

抗菌薬の環境汚染による薬剤耐性菌拡大とヒトへのリスクが懸念される中、現状では、環境由来の薬剤耐性菌が生活環境へ循環し健康被害が認定された実例はなく、ヒト及び動物に及ぼす影響に関する定まった見解はない。また、環境中における薬剤耐性や抗菌薬のサーベイランス手法が確立されていないことから、本邦の環境薬剤耐性菌および残留抗菌薬の実態も不明である。したがって、環境がヒト及び動物に与えるリスクの評価、薬剤耐性機序や伝播経路解明につながる調査法の確立が急務である。

本分担研究では残留抗菌薬の検査・評価にかかる方針策定と提言を目的として、①薬剤使用量、下水道での1人当たりの水使用量と処理場での除去率、河川での希釈などの報告値にもとづく環境水中の抗菌薬濃度の推定、②実際の環境水を対象とした抗菌薬濃度の測定、そして、それらの結果にもとづいて③検査・評価していくべき抗菌薬の種類およびその検出手法の検討を行う。昨年度までに実施した研究成果の概要は以下の通りである。

・環境水の中でももっとも高い濃度で抗菌薬が残留していると思われる下水処理水での実態調査を開始した。山形県内の下水処理場での定期(月例)調査では、毎月検出される抗菌薬の種類が類似していることが分かった。

・病院排水で検出される抗菌薬の分析も行い、環境水中の残留抗菌薬との比較(種類や濃度レベル)を行った。環境水(都市下水)と比べると、クロタミトンやイミペネム、スルファメトキサゾールで検出率が低かった。また、検出された際の抗菌薬の濃度は、環境水と比べて変動が大きかった。

・環境水で検出される残留抗菌薬の濃度レベルとそこでの耐性菌発生の可能性に関するレビューでは、両者を明確に関連付けることは難しかった。

これらの成果を踏まえて、令和2年度には、以下の項目について研究を行う。

・国内の複数都市でスポット的に流入下水と下水処理放流水のサンプリングを行い、残留抗菌薬の分析を行う。その結果についてAMRワンヘルスプラットフォーム(<https://amr-onehealth-platform.ncgm.go.jp/home>)の抗

菌薬使用量データとの関連を調べる。

・昨年度と同じ病院で、病院排水で検出される抗菌薬と、病院での薬の使用量の関係を調べる。

・病院排水と都市下水の関係について、昨年度までのデータも用いつつ、他の抗菌薬も含めて継続して調べる。

・下水処理過程での抗菌薬の除去について、文献レビューを行う。

ここで得られたデータをもとに、抗菌薬の検出方法の確定につなげる。

## B. 研究方法

### 1. 下水処理水中の残留抗菌薬の実態調査

まず、残留抗菌薬濃度の経年変化を調べるために、昨年度と同じ山形県内の都市下水処理場からの放流水を計5回に渡って採取した。採取された水試料を固相抽出法により前処理した後、高速クロマトグラフィータンデム質量分析(LC-MS/MS)計で測定して、検出の有無を確認し、簡易定量した。測定対象は19種類の抗菌薬(ベンジルペニシリン、クロルテトラサイクリン、ダノフロキサシン、オキシテトラサイクリン、サルファジメトキシ、サルファメトキサゾール、サルファモノメトキシ、ノルフロキサシン、アモキシシリン、トリメトプリム、シプロフロキサシン、エリスロマイシン、チアンフェニコール、クロラムフェニコール、エンロフロキサシン、リンコマイシン、チアムリン、タイロシン、メロペネム)である。

HPLC システムには Thermo Fisher Scientific 社製 Ultimate 3000 を用い、タンデム質量分析計には Thermo Fisher Scientific 社製 TSQ Quantum Discovery MAX を用いた。前処理には固相カードリッジ(Oasis HLB plus, waters 社製)を用いた。

MS 測定では、クロラムフェニコール以外は ESI-positive モードによりイオン化し、クロラムフェニコールは ESI-negative モードによりイオン化して測定した。

MS/MS 測定では、同一のプレカーサーイオンから得られる2つのプロダクトイオンのピークから得られる保持時間及びイオン強度の比率により検出/不検出の判定をした。定性分析において「検出」となった場合には、おお

よその濃度を確認するために、標準液 200ng/mL を用いた 1 点検量で簡易定量を行った。また「不検出」となった場合には、どの程度まで検出可能かを確認するために、標準液を 5 回繰り返し測定して得られる標準偏差の 3 倍を検出下限値として算出した。

次に、国内（北海道から九州までの各地域を含む）の下水処理場 12カ所で流入下水と下水処理放流水のサンプリングを行い、残留抗菌薬の分析を行った。サンプリングは 2020 年 11 月～2021 年 1 月に各 1 回行い、分析対象の抗菌薬は、ミノサイクリン、エリスロマイシン、シプロフロキサシン、アモキシシリン、ノルフロキサシン、テトラサイクリン、レボフロキサシン、トリメトプリム、ペニシリン G、スルファメトキサゾールの 10 種類とした。抽出方法は上記と同様に固相抽出としたが、検出には LCMS-8045（島津）を用いた。

## 2. 病院排水中の残留抗菌薬の実態調査

病院排水中の残留抗菌薬の検出パターンを特徴づけるために、昨年に引き続き宮城県内の総合病院において病院排水を 2020 年 4 月と 7 月に 2 回ずつ採取して、10 種の抗菌薬（ミノサイクリン、エリスロマイシン、シプロフロキサシン、アモキシシリン、ノルフロキサシン、テトラサイクリン、レボフロキサシン、トリメトプリム、ペニシリン G、スルファメトキサゾール）の検出を行った。比較のために、病院が位置する地域の下水が集まる下水処理場において流入下水を採取して、同じ種類の抗菌薬の検出も行った。なお、この下水処理場の流入下水は 2 系統から集まっており、一方は雨水と混ざる合流式、他方は雨水が混入しない分流式となっている。

抗菌薬の分析方法は以下の通りである。

- ①病院排水と流入下水の試料及びネガティブコントロールとして超純水各 200 mL×2 を GB-140 フィルター（アドバンテック）にてろ過
- ②標準添加法を使用のため、片方の系列に対象医薬品の 1 mg/L を 100 μL ずつ添加
- ③吸引マニホールドを用いて OASIS HLB（Waters）上に固相抽出
- ④メタノール溶出後、窒素吹付け&加温下で乾固し、500 μL メタノールに再溶解

④LCMS-8045（島津）を用いてポジティブイオン化モードにて測定

## 3. 環境 AMR に関する文献情報の収集

「下水処理過程での抗菌薬の除去」に関する論文検索を行い、文献情報共有サイトに登録した。

## C. 研究結果

### 1. 下水処理水中の残留抗菌薬の実態調査

山形県内の下水処理場における下水処理水（放流水）中の抗菌薬の測定結果を表 1 に示す。測定対象とした 19 種類の抗菌薬のうち、スルファメトキサゾール、トリメトプリム、エリスロマイシンが高頻度で検出された。これは昨年度と同様であった。一方、昨年度は時折検出されたリンコマイシンは検出されなかった。その他の種類の抗菌薬についてはすべての測定回で非検出であった。参考のために、調査対象とした処理場の近隣の農業用水路から採取した表流水（特定の汚染源がない）についても同様の分析を行ったが、いずれの抗菌薬も検出されなかった。これも前年度の調査結果と一致していた。

次に、全国 12カ所の下水処理場で調査を行った流入下水と下水処理水（放流水）中の抗菌薬の分析結果を表 2 に示す。まず、下水処理水からは、いずれの抗菌薬もほとんど検出されなかった。東北地方の下水処理場は、前述の山形県の処理場と同一であるが、スルファメトキサゾール、トリメトプリム、エリスロマイシンは検出されず、表 1 に示す結果と一致しなかった。最終的な検出を LCMS で行ったことで、MS/MS まで実施した表 1 のデータに比べて検出感度が低下した結果と思われる。

一方で、流入水からは、エリスロマイシン、ノルフロキサシン、レボフロキサシン、トリメトプリムがそれぞれ多くの処理場で検出された。抗菌薬の検出濃度について、それぞれの地域（都道府県別）における抗菌薬使用量（AMR ワンヘルスプラットフォームから入手）との関係を調べた。その結果を図 1 に示すが、4 種類の抗菌薬のいずれについても、その地域での使用量と流入水中の濃度とは相関がみられなかった。今回のデータが 1 回だ

表1 山形県内の下水処理場における下水処理水からの残留抗菌薬の検出結果

分析対象項目	5月27日	6月25日	7月29日	8月24日	9月30日
ベンジルペニシリン	<500	<500	<500	<500	<500
クロルテトラサイクリン	<300	<300	<300	<300	<300
ダノフロキサシン	<100	<100	<100	<100	<100
オキシテトラサイクリン	<40	<40	<40	<40	<40
サルファジメトキシシン	<7	<7	<7	<7	<7
サルファメトキサゾール	100	80	80	<70	100
サルファモノメトキシシン	<4	<4	<4	<4	<4
ノルフロキサシン	<60	<60	<60	<60	<60
アモキシシリン	<500	<500	<500	<500	<500
トリメトプリム	90	<70	50	50	20
シプロフロキサシン	<200	<200	<200	<200	<200
エリスロマイシン	500	400	300	500	400
チアンフェニコール	<30	<30	<30	<30	<30
クロラムフェニコール	<90	<90	<90	<90	<90
エンロフロキサシン	<50	<50	<50	<50	<50
リンコマイシン	<4	<7	<4	<6	<4
チアムリン	<2	<2	<2	<2	<2
タイロシン	<40	<40	<40	<40	<40
メロペネム	<3000	<3000	<3000	<3000	<3000

注：表中の数値は各抗菌薬の検出濃度（単位：ng/L）を示すが、1点定量による一斉分析による結果であり、その精度には限界がある。

けのサンプリングによるものであったことや、簡易な定量方法を用いたこと、さらに、入手できた抗菌薬使用量のデータが5年前と古かったこともあるが、医療機関から報告されている使用量から、流入下水中の抗菌薬濃度を推定することは難しいかもしれない。

## 2. 病院排水中の残留抗菌薬の実態調査

病院排水中の残留抗菌薬の検出結果と図2に示す。比較のために、同じ地域の下水処理場に流入する都市下水での検出結果も示している。

病院排水で検出頻度が高かった抗菌薬は、エリスロマイシン、ノルフロキサシン、レボフロキサシン、トリメトプリム、スルファメトキサゾールであった。レボフロキサシン、トリメトプリム、スルファメトキサゾールについては、昨年度（1年間を通じて調査を実施）も高頻度で検出されていた。これらの抗菌薬は、都市下水からも同様に高頻度で検出されており、病院排水の特長とは言えない。前年度までの調査結果でも、病院排水で都市

下水よりも明らかに高頻度（または高濃度）で検出される抗菌薬はなく、調査対象とする病院での抗菌薬使用量との比較は行わなかった。

なお、7月1回目のサンプルに関しては、都市下水（分流式）の抗菌薬濃度が合流式のそれに比べて顕著に高く、雨水の混入によって都市下水が希釈されていたのであろう。

## 3. 環境 AMR に関する文献情報の収集

文献情報共有サイトに登録した「下水処理過程での抗菌薬の除去」に関する論文5報について検討した。

Diurnal variations in the occurrence and the fate of hormones and antibiotics in activated sludge wastewater treatment in Oslo, Norway.

PubMed ID: 20156636

ノルウェーのオスロの下水処理場で、流入水のトリメトプリム、スルファメトキサゾール、テトラサイクリン、シプロフロキサシンの濃

表 2 全国 12 カ所の下水処理場における流入下水と処理水からの残留抗菌薬の検出結果

地方	都道府県	ミノサイクリン		エリスロマイシン		シプロフロキサシン		アモキシシリン		ノルフロキサシン	
		流入水	処理水	流入水	処理水	流入水	処理水	流入水	処理水	流入水	処理水
北海道	A	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0	58	ND
東北	B	ND	ND	ND	ND	ND	466	ND	ND	202	ND
関東	C	ND	ND	70	ND	ND	ND	ND	ND	746	ND
関東	C	ND	ND	252	ND	ND	ND	ND	ND	4,710	ND
関東	D	ND	ND	123	ND	ND	ND	ND	ND	1,188	ND
関東	D	ND	ND	169	ND	ND	ND	ND	ND	141	ND
北陸	E	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	22	ND
中部	F	ND	ND	88	ND	ND	ND	ND	ND	821	ND
近畿	G	ND	ND	144	ND	ND	ND	ND	ND	1,176	ND
近畿	G	ND	ND	149	ND	ND	ND	ND	ND	735	ND
中国	H	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
九州	I	ND	2	105	ND	ND	ND	ND	ND	752	ND

地方	都道府県	テトラサイクリン		レボフロキサシン		トリメトプリム		ペニシリンG		スルファメトキサゾール	
		流入水	処理水	流入水	処理水	流入水	処理水	流入水	処理水	流入水	処理水
北海道	A	ND	ND	ND	ND	ND	1	ND	ND	ND	ND
東北	B	ND	ND	ND	142	ND	ND	ND	ND	ND	ND
関東	C	ND	ND	3,039	ND	319	ND	ND	ND	ND	ND
関東	C	ND	ND	1,858	ND	508	ND	ND	ND	ND	ND
関東	D	ND	ND	9,131	ND	279	ND	ND	ND	ND	ND
関東	D	ND	ND	604	ND	259	ND	ND	ND	ND	ND
北陸	E	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
中部	F	ND	ND	1,607	ND	286	ND	ND	ND	ND	ND
近畿	G	ND	ND	1,604	ND	635	ND	ND	ND	ND	ND
近畿	G	ND	ND	671	ND	293	ND	ND	ND	ND	ND
中国	H	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
九州	I	ND	ND	1,200	ND	309	4	ND	ND	ND	ND

注：表中の数値は各抗菌薬の検出濃度（単位：ng/L）を示すが、1点定量による一斉分析による結果であり、その精度には限界がある。

度のダイナミクスを調べたところ、服用のタイミングとの関連が見られた。処理の過程では、抗菌薬の生物学的な除去は限定的であり、処理水中のトリメトプリム、スルファメトキサゾール、シプロフロキサシンの濃度は、流入水よりも高かった。シプロフロキサシンは、その低い除去率のために、処理水中で卓越しており、他の抗菌薬のおおよそ 10 倍量で存在していた。

Mass flows and removal of antibiotics in two municipal wastewater treatment plants.  
PubMed ID: 21439606

香港の 2 つの下水処理場で、7 クラス 20 種類の抗菌薬を調査した。アンピシリン、セファ

レキシリン、スルファメトキサゾール、スルファジアジン、スルファメトキサゾール、クロルテトラサイクリン、バンコマイシンは活性汚泥プロセスで 52~100%が、アンピシリンとセファレキシリンは消毒で 91~99%が除去されていた。

Removal of antibiotics from wastewater by sewage treatment facilities in Hong Kong and Shenzhen, China.

PubMed ID: 17706267

香港と深センの 4 カ所の下水処理場において、流入水と放流水中の抗菌薬 9 種類を測定した。香港の処理場ではセファレキシリンの濃度が最も高かったが、深センの処理場では検出され

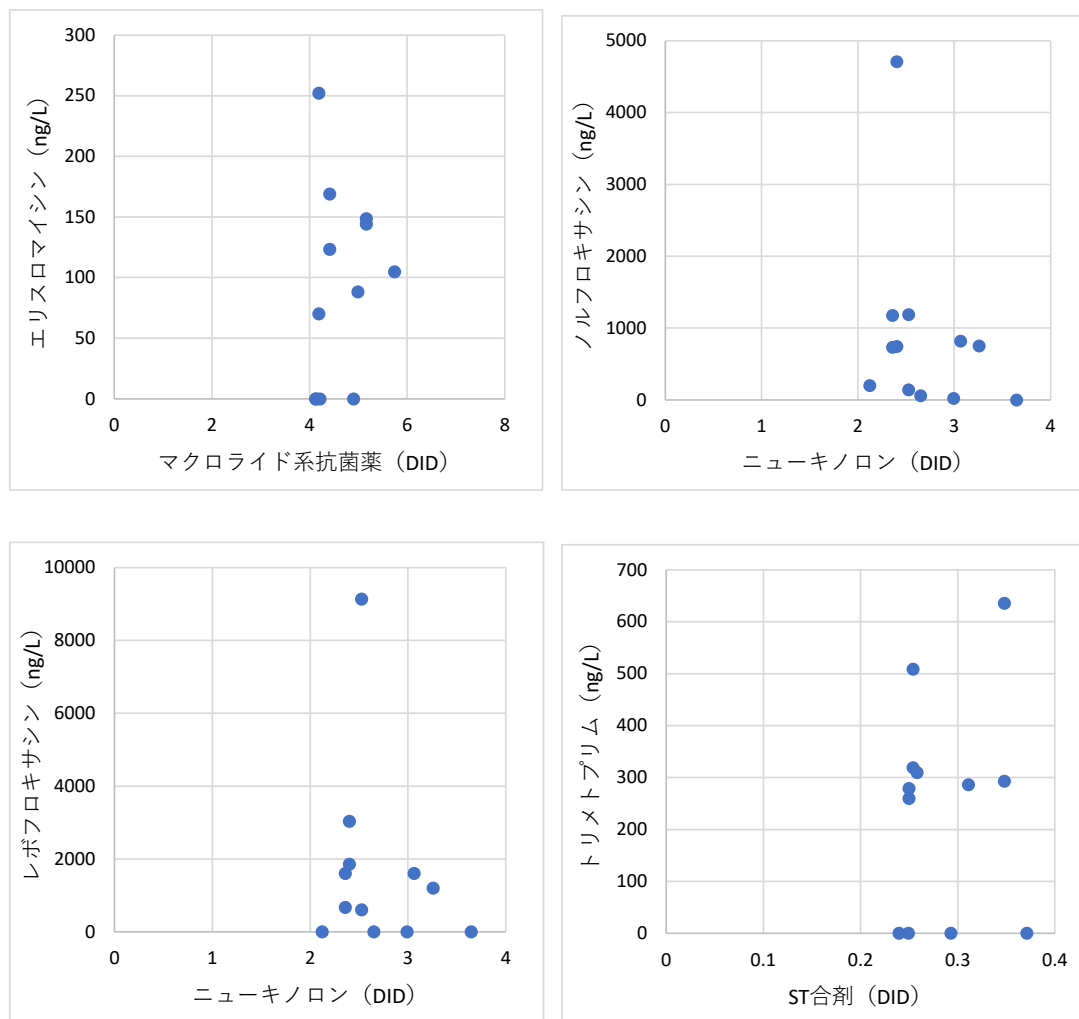


図1 都道府県別の抗菌薬使用量（2016年）と流入下水中の残留抗菌薬濃度の関係

なかった。深センの処理場の流入水では、セフトキシムが卓越していたが、香港の処理場のその濃度は低かった。これは両都市における抗菌薬の使用パターンが反映されているのであろう。処理過程では、ノルフロキサシンとテトラサイクリンの除去率が高く、エリスロマイシンの除去率は低かった。

Occurrence and removal of multiple classes of antibiotics and antimicrobial agents in biological wastewater treatment processes.

PubMed ID: 27585426

シンガポールの都市下水について、10種類の異なるクラスの抗菌薬を調査した。ベータラクタム、グリコペプチド、フルオロキノロン

系の抗菌薬は、生物学的な下水処理プロセスで大部分が除去されたのに対して、トリメトプリムやリンコマイシン系の抗菌薬は除去されづらいように見えた。

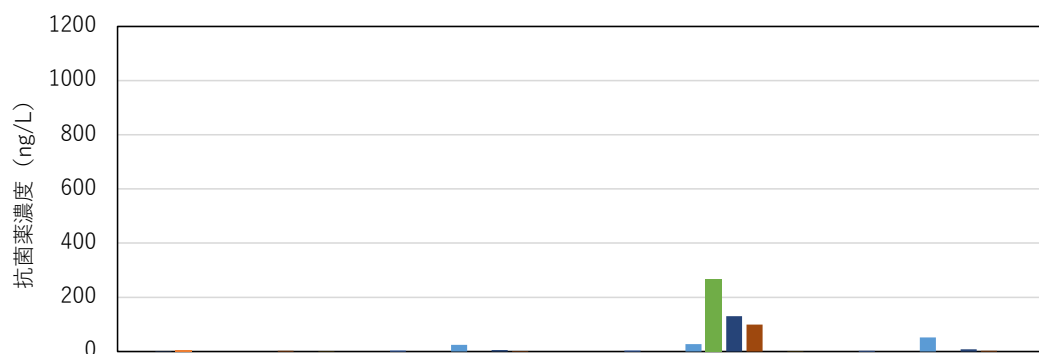
Occurrence and fate of antibiotics in a wastewater treatment plant and their biological effects on receiving waters in Guizhou.

PubMed ID: 32979719

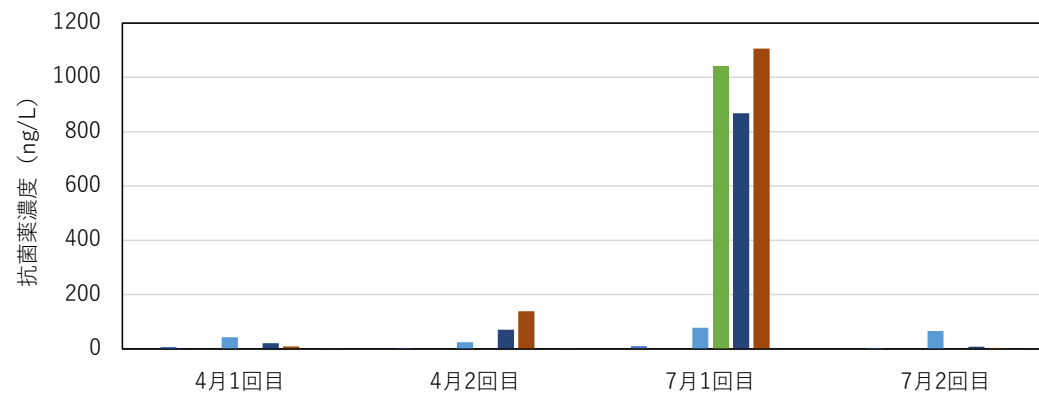
中国の貴州の下水処理場において、18種類の抗菌薬を調査した。その中でスルファメトキサゾールが最も高頻度で検出され、その濃度も最も高かった。抗菌薬の除去の主たるメカニズムは、生物学的または非生物学的な分解



(a) 病院排水



(b) 都市下水 (合流式)



(c) 都市下水 (分流式)

図 2 病院排水および都市下水からの抗菌薬の検出結果

であった。ただし、キノロンの除去は汚泥への吸着が第一の要因であった。

#### D. 考察

山形県内の下水処理場の下水処理放流水からは、昨年度に引き続き、スルファメトキサゾール、トリメトプリム、エリスロマイシンが高頻度で検出された。これらの抗菌薬につ

いては、文献レビューで調べた論文で生物学的な下水処理による除去が難しいことが指摘されており、環境中への流出が懸念される。

国内の他の下水処理場 12 カ所で同様に下水処理放流水の残留抗菌薬の分析を行ったところ、いずれの抗菌薬もほとんど検出されなかった。処理水からの抗菌薬の検出には、LC-MSでは不十分で、LC-MS/MSの精度まで要

求されることが分かった。

同じ 12 カ所の処理場の流入水(未処理の都市下水)からは、エリスロマイシン、ノルフロキサシン、レボフロキサシン、トリメトプリムが多くの処理場で検出された。これらの排出源は、その地域の居住者であることは自明であるが、AMR ワンヘルスプラットフォームが公表する抗菌薬使用量データとの相関は見られなかった。

宮城県内の総合病院における病院排水からは、エリスロマイシン、ノルフロキサシン、レボフロキサシン、トリメトプリム、スルファメトキサゾールが検出された。これらの抗菌薬は、都市下水からも同様に高頻度で検出されており、病院での使用と関係づけることが難しかった。

## E. 結論

昨年度までの成果もあわせて本研究の結論を整理する。環境水中で最も抗菌薬濃度が高いと思われる都市下水の処理水からの抗菌薬の検出では、固相抽出の後に LC-MS/MS による定量が有効であることが確認できた。ただし、放流後の河川環境においては、この処理水が河川水によって希釈されるために、多くの抗菌薬は検出できない濃度レベルとなるだろう。

代替の方策として、地域での抗菌薬使用量から都市下水中の抗菌薬の濃度を推定し、さらに、下水処理による除去率や河川による希釈率を考慮して、河川水中の濃度を計算する方法も検討した。都市下水からは幾つかの抗菌薬が高頻度で検出されたものの、その使用量との相関が見られず、この方策の限界が示された。

以上より、環境水中の残留抗菌薬の検査では、その放出源となる下水処理放流水を対象に、固相抽出の後に LC-MS/MS による定量を行い、放流後の希釈率をもとに残留濃度を推定することが推奨される。今後の研究では、いくつかの抗菌薬(下水処理水から検出されやすい抗菌薬)を対象として、この推定方法の妥当性を確認することが望まれる。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 論文発表

1. Honda R, Tachi C, Noguchi M, Yamamoto-Ikemoto R, Watanabe T. Fate and seasonal change of *Escherichia coli* resistant to different antibiotic classes at each stage of conventional activated sludge process. *J Water Health*. 2020;18(6):879-889.
2. Nishiyama M, Praise S, Tsurumaki K, Baba H, Kanamori H, Watanabe T. Prevalence of antibiotic-resistant bacteria ESKAPE among healthy people estimated by monitoring of municipal wastewater. *Antibiotics*. 2021;10(5):495.

### その他発表

1. 渡部徹, 西山正晃, 森祐哉, 渋谷理央, 金森肇, 馬場啓聡, 都市下水と病院排水のモニタリングによる薬剤耐性菌のまん延調査, 第 23 回日本水環境学会シンポジウム, 令和 2 年 9 月 9~10 日, オンライン開催
2. 渡部徹, 病院排水中の耐性菌のモニタリングー都市下水との比較で分かることー, 第 69 回日本感染症学会東日本地方会学術集会・第 67 回日本化学療法学会東日本支部総会合同学会, 令和 2 年 10 月 21~23 日, オンライン開催【招待講演】
3. 森祐哉, 西山正晃, 渡部徹, 日本とタイの都市下水から分離されたコリスチン耐性菌の薬剤感受性, 令和 2 年度土木学会東北支部技術研究発表会, 令和 3 年 3 月 6 日, オンライン開催
4. 甲高綾乃, 西山正晃, 渡部徹, 都市下水から単離したバンコマイシン耐性腸球菌の薬剤感受性と遺伝子型別, 令和 2 年度土木学会東北支部技術研究発表会, 令和 3 年 3 月 6 日, オンライン開催
5. 西山正晃, 馬場啓聡, 金森肇, 渡部徹, 都市下水と病院排水中の腸内細菌科細菌



が保有する ESBL 産生遺伝子の特徴，令和 2 年度土木学会東北支部技術研究発表会，令和 3 年 3 月 6 日，オンライン開催

6. 森祐哉，西山正晃，渡部徹，日本とタイの都市下水からのコリスチン耐性菌の検出，第 55 回日本水環境学会年会，令和 3 年 3 月 10～12 日，オンライン開催
7. 西山正晃，馬場啓聡，金森肇，渡部徹，都市下水と病院排水から単離したメチシリン耐性黄色ブドウ球菌の分子疫学調査，第 55 回日本水環境学会年会，令和 3 年 3 月 10～12 日，オンライン開催

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

なし