

化学物質の生態リスク評価に関する 共同研究の概要

(公財) 東京都環境公社
東京都環境科学研究所 環境リスク研究科
西野 貴裕

① 測定技術の共有

本研究所で所有していない測定機器や技術を活用



従来把握しきれなかつた都内環境の実態が明らかに

② 他分野の研究との連携



化学物質の測定だけでは把握できない環境リスクの定量

③ 都内環境以外の実態の把握

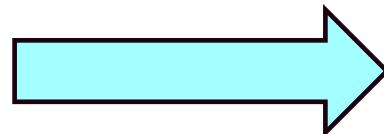
国内の他の地域における実態



他の都市域や郊外地域との比較

環境研究総合推進費

「環境研究・環境技術開発の推進戦略」（令和6年8月環境大臣決定）に示された「重点課題」及び環境省からの「行政要請研究テーマ（行政ニーズ）」を提示して公募を行い、広く産学民官の研究機関の研究者から提案を募り、評価委員会及び分野毎の研究部会の審査を経て採択された課題を実施する、環境政策貢献型の競争的資金



環境政策への貢献に向け、未解明の部分を解明し発展

<https://www.env.go.jp/policy/kenkyu/suishin/gaiyou/index.html>

国立環境研究所Ⅱ型共同研究

全国環境研協議会からの提言を受けて、国立環境研究所と複数の地方環境研究所等の研究者が参加して共同研究を実施するもの



地方の研究所同士が共通の目的に向け、研究を実施

<https://www.nies.go.jp/kenkyu/chikanken/index.html>

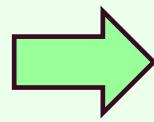
環境研究総合推進費による成果の紹介

「国内における生活由来化学物質による環境リスク
解明と処理技術の開発」（R1～3年度）

研究代表者
研究分担機関

東京都環境科学研究所 西野 貴裕
大阪市立環境科学研究中心
兵庫県環境研究センター
名古屋市環境科学調査センター
いであ株式会社
横浜国立大学
静岡県立大学

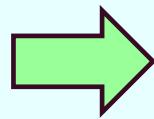
PCBによる環境汚染（力ネミ油症事件等）を契機に



化学物質審査規制法

有害な化学物質の製造、輸入
及び使用を規制する仕組み

水俣病などの公害病を契機に

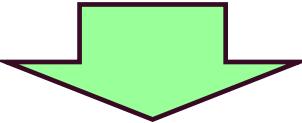


公害対策基本法（現在は環境基本法）

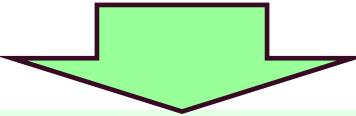
環境基準の設定

有害な化学物質に関する対策が進む

化学物質に関する規制が進む中



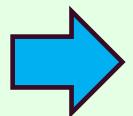
医薬品をはじめとした未規制の生活由来化学物質の検出事例多



環境省

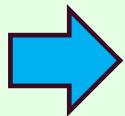
化学物質環境実態調査（国内環境の化学物質の存在実態把握）

環境リスク初期評価事業（化学物質によるヒトや生態系に対するリスクの評価）



医薬品を対象に加え、順次調査を実施

PRTR制度（事業者等による化学物質の排出・移動量の届出制度）



クラリスロマイシン（抗生物質）を第一種指定化学物質に追加

環境研究総合推進費

「国内における生活由来化学物質による環境リスク解明と
処理技術の開発」(R1~3年度)

環境実態調査・リスク評価担当

東京都環境科学研究所

- ・都内の水試料の分析
- ・生態リスク評価



サンプル・
データ授受

他の地方環境研究所

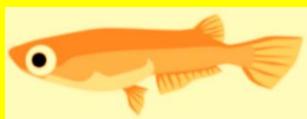
- (大阪市、名古屋市、
兵庫県など22機関)
・地域の水試料の分析

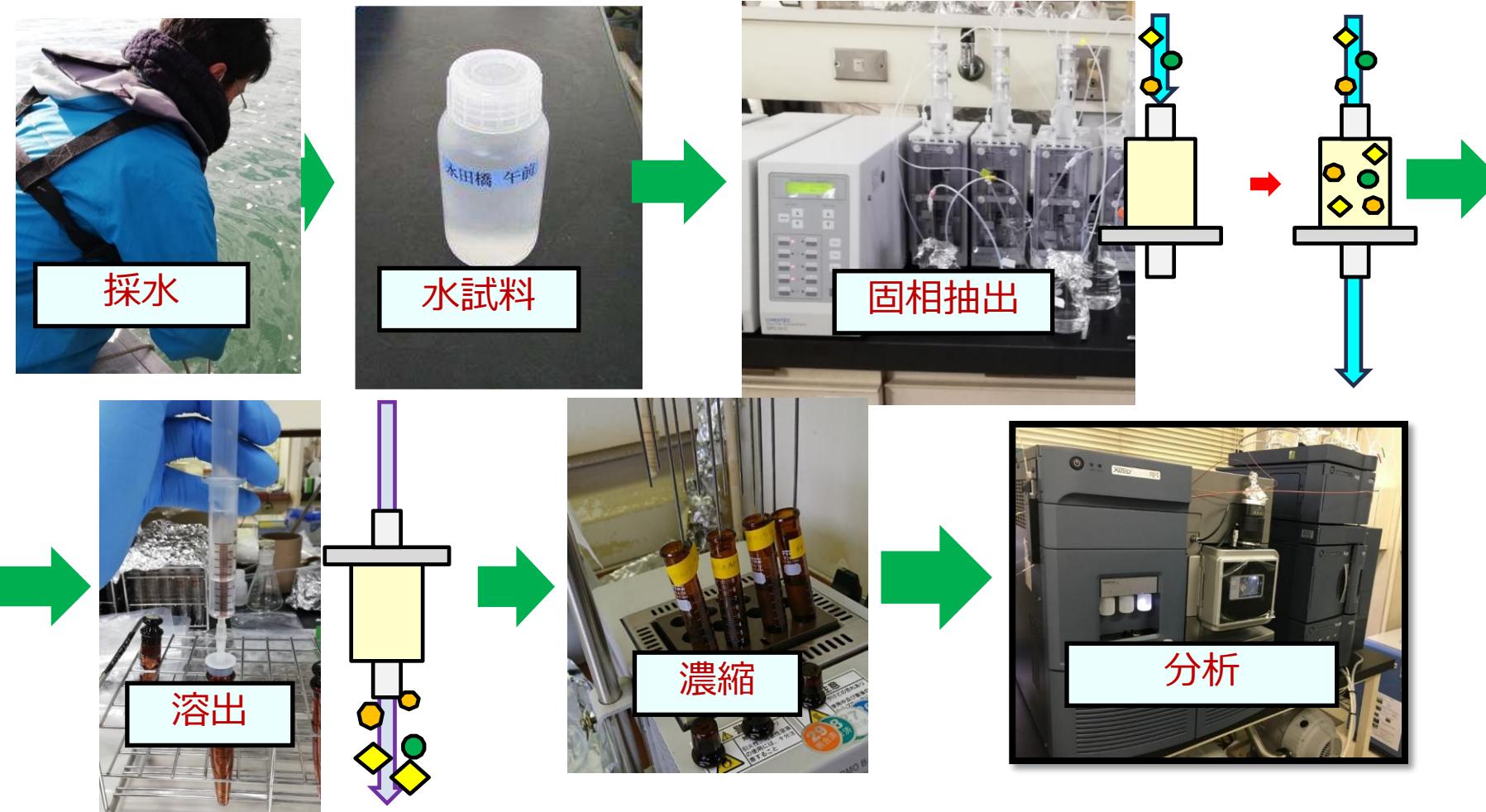
生態毒性情報の提供

生態毒性評価担当

いであ株式会社

暴露試験による毒性情報の整備





<Predicted No Effect Concentration>

- これより低い濃度では、生態系に影響を及ぼすリスクがないとされる濃度
- ・水生生物3種(魚類、甲殻類、藻類)に対して実際に曝露させて毒性値を用いて算出

化学物質の環境リスク初期評価ガイドライン（環境省）

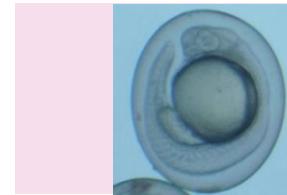
濃度/PNEC	判定
1以上	詳細な評価を行う候補と考えられる。
0.1以上 1未満	情報収集に努める必要があると考えられる。
0.1未満	現時点では作業は必要ないと考えられる。

測定対象物質	PNEC (ng /L)	出典
クラリスロマイシン	20	Isidori, M.et.al. (2005) <i>Science of the total environment</i> , 346, 87-98
14-HC	27	Baumann, M. et.al (2015). <i>Chemosphere</i> , 120, 192-198
エリスロマイシン	200	Isidori, M.et.al. (2005) <i>Science of the total environment</i> , 346, 87-98.
ジクロフェナク	1,100	環境省：化学物質の環境リスク評価第18巻（2020）
スルピリド	>100,000	Komori, K.et.al. (2013). <i>Environmental monitoring and assessment</i> , 185, 4529-4536
カルバマゼピン	250	Ferrari, B.et.al., (2004). <i>An International Journal</i> , 23(5), 1344-1354
フェキソフェナジン	300,000	本研究で実施した生物試験を通じて算出
エピナスチン	21,800	Watanabe, H.et.al., (2016). <i>Environmental Toxicology and Chemistry</i> , 35, 996-1006
ジフェンヒドラミン	880	本研究で実施した生物試験を通じて算出
テルミサルタン	1,600	本研究で実施した生物試験を通じて算出
イルベサルタン	32,000	本研究で実施した生物試験を通じて算出
オルメサルタン	> 2,200,000	本研究で実施した生物試験を通じて算出
ロサルタン	320,000	本研究で実施した生物試験を通じて算出
バルサルタン	240,000	本研究で実施した生物試験を通じて算出
カンデサルタン	>1,000,000	本研究で実施した生物試験を通じて算出
クロタミトン	21,000	Komori, K.et.al. (2013). <i>Environmental monitoring and assessment</i> , 185, 4529-4536
DEET	5,200	Komori, K.et.al. (2013). <i>Environmental monitoring and assessment</i> , 185, 4529-4536

赤枠は文献調査の結果、毒性情報のなかつた物質

文献情報のない物質 (フェキソフェナジン、ジフェンヒドラミン、テルミサルタン、イルベサルタン、オルメサルタン、ロサルタン、バルサルタン、カンデサルタン)

試験方法 →



魚類胚期・仔魚期毒性試験 OECD TG212



ミジンコ類繁殖試験

Environmental Canada Biological test method (2010)



藻類生長阻害試験 OECD TG201

試験結果から算出したPNEC (ng/L)

物質名	フェキソフェナジン	ジフェンヒドラミン	テルミサルタン	イルベサルタン	オルメサルタン	ロサルタン	バルサルタン	カンデサルタン
PNEC	300,000	880	1,600	32,000	$>2.2 \times 10^6$	320,000	240,000	$>1.0 \times 10^6$

単位：ng/L

機関	採水地点	対象物質	クラリスロマイシン		14-ヒドロキシクラリスロマイシン		エリスロマイシン		テルミサルタン		クロタミトン		リン酸トリス(1,3-ジクロロ-2-プロピル)(TDCPP)	
対象物質の用途			抗生素質		抗生素質		抗生素質		血圧降下剤		鎮痙剤		難燃剤、可塑剤	
季節			冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期
大阪市	第二寝屋川 鳴野大橋	600	150	580	200	100	29	860	1,200	1,300	3,800	87	250	
大阪市	第二寝屋川 下城見橋	570	120	510	180	370	21	810	1,100	1,100	830	78	240	
兵庫県	猪名川 猪名川橋	N.D.	2.5	N.D.	4.9	57	N.D.	(2.2)	28	7.8	18	(1.6)	4.3	
兵庫県	猪名川 利倉橋	470	77	470	81	57	17	1,300	420	1,600	290	88	39	
名古屋市	山崎川 忠次橋	97	16	110	31	N.D.	(3.8)	200	150	170	93	14	20	
名古屋市	山崎川 豊生橋	240	45	310	95	N.D.	11	540	340	440	230	39	61	
東京都	隅田川 小台橋	350	82	450	150	59	34	900	850	1,100	620	62	160	
東京都	隅田川 両国橋	190	72	220	130	26	22	380	570	590	440	32	110	
東京都	多摩川 永田橋	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
東京都	多摩川 日野橋	180	57	220	79	30	16	620	370	510	260	44	87	
A	A-1	9.1	2.7	12	3.9	N.D.	N.D.	87	67	110	50	16	14	
A	A-2	28	3.9	34	5.0	(5.1)	N.D.	400	75	460	68	50	16	
B	B-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(6.6)	N.D.	N.D.	
B	B-2	750	200	910	340	370	210	2,300	2,800	1,500	1,300	110	300	
C	C-1	15	12	21	17	N.D.	N.D.	78	70	72	33	4.4	27	
C	C-2	N.D.	N.D.	(0.5)	(0.5)	N.D.	N.D.	(3.3)	(3.2)	N.D.	N.D.	N.D.	10	
PNEC			20		27		200		1,600		3,500		200	

N.D. : 検出下限値未満、() : 定量下限値未満

赤字は、PNECを超過した地点

クラリスロマイシン、14-ヒドロキシクラリスロマイシン

PNEC超過地点 多 → 全国的傾向

1 毒性情報の不明な物質

（テルミサルタン、フェキソフェナジン等）

→生物への曝露試験を通じてPNECを算出

2 地域的な特徴

① 全国的にPNECを超過した物質

クラリスロマイシン、14-ヒドロキシクラリスロマイシン

② 局所的に超過した物質

テルミサルタン、クロタミトン、TDCPP

共同研究でなければ得られなかつた成果

国内の水環境における生態リスク評価 (国立環境研究所Ⅱ型共同研究による成果)

「公共用水域における有機-無機化学物質まで拡張した
生態リスク評価に向けた研究」令和4～6年度

有機化学物質・・・GC-MS、LC-QTOFMSによる網羅分析技術を活用

無機化学物質・・・重金属類を中心に測定

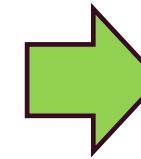
参画機関

東北から九州まで21の都府県・政令市の地方環境研究所が参加

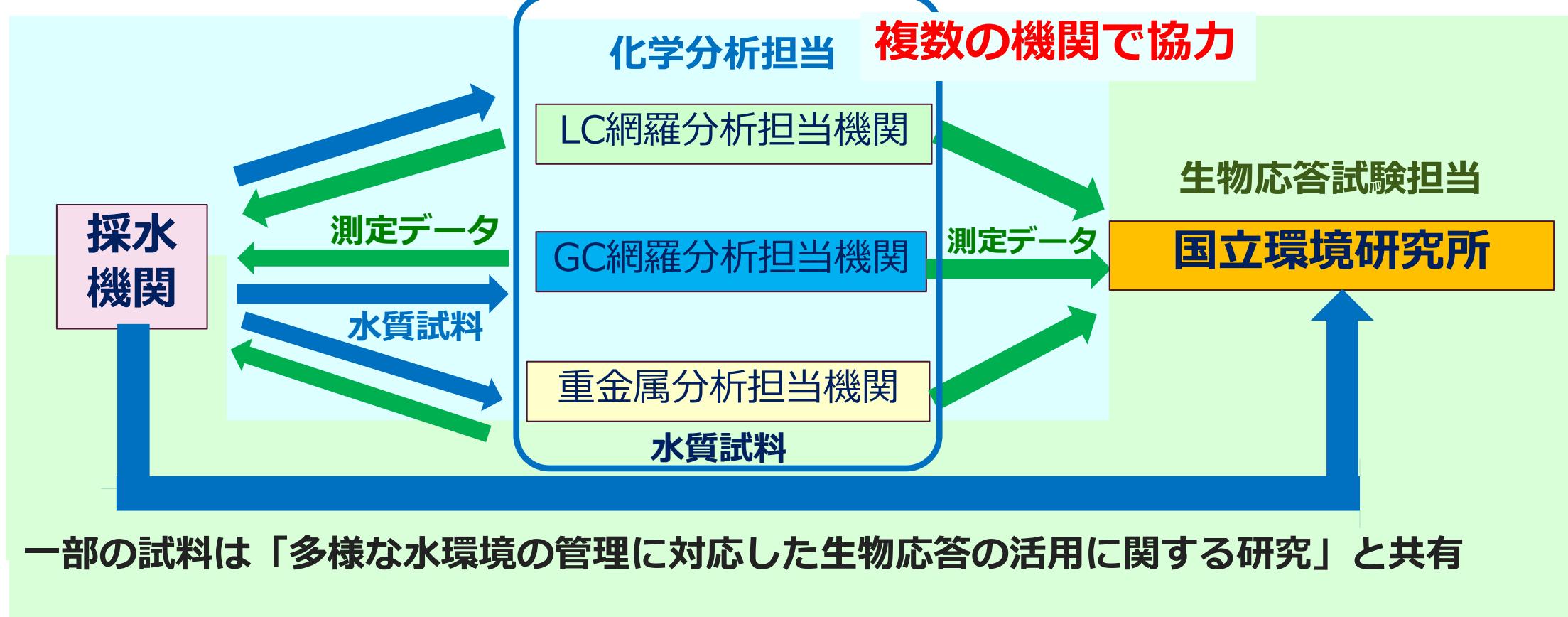
国立環境研究所HPより

<https://www.nies.go.jp/kenkyu/chikanken/kadai/r06.html>

研究機関で役割を分担し、
化学分析、生物応答試験を実施
それぞれのデータから毒性単位 (TU)



物質ごとにTUに対する
寄与率の高さを算出



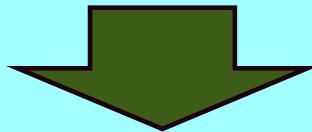
当研究所は、GC網羅分析と重金属分析担当

毒性単位 (TU) → 水中の化学物質によるリスクの程度を表した数値

水中の化学物質濃度から算出

TUchem

化学物質ごとに (濃度÷毒性値) を算出

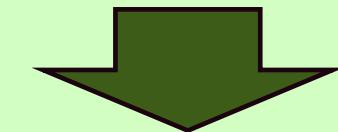


全ての物質の (濃度÷毒性値) の合計

生物応答試験結果から算出

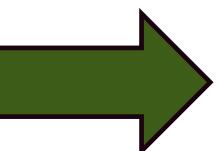
TUBio

試料の水生生物への曝露

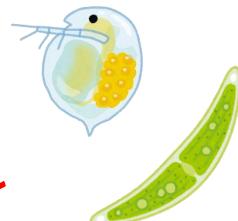


影響が出ないようにになるまで希釈

TUが1を超えると



水生生物に悪影響の恐れ



双方のTUを比較してリスクに寄与している化学物質を推定

1 水中の化学物質濃度を無影響濃度（NOEC）で割ったTUの加算により推計

$$TU_{chem} = \sum_{i=1}^n TU_i = \frac{\text{濃度}_i}{NOEC_i} : n\text{は検出された化学物質数}$$

2 生物応答試験結果から算出

$$TU_{bio} = 100/ICx$$

ex) 藻類は5%、ミジンコは25%、魚類は10%の影響を示す濃度を推定する。それぞれNOECに相当。

例えれば藻類にはIC5を適用し、それが5%のとき、 $TU_{bio} = 100/5(%) = 20$

1と2とを比較し、

物質ごとにTUに対する寄与率を算出
 TU_{bio} と TU_{chem} との整合性の検討

網羅分析技術の発展・普及

従来の分析・・・測る物質を先に決めて（例：PFOS）、濃度を正確に調べる

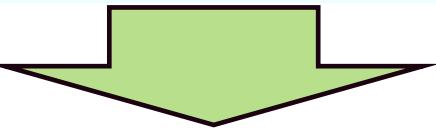
網羅分析・・・環境の中にどんな物質があるかを広く探す（目安の量もわかる）



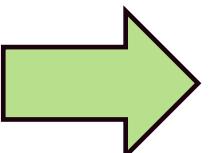
LC網羅分析・・・データベースの登録物質数500以上



GC網羅分析・・・データベースの登録物質数1,000以上



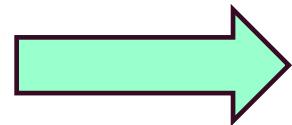
- ・前処理・測定方法も確立・共通化
- ・定量精度向上に関する検証



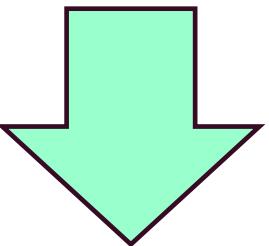
網羅分析データのリスク評価への有効活用



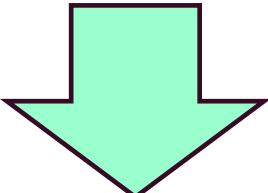
重金属類に関する生態リスク評価



重金属は存在形態（遊離イオン、有機錯体等）
で、生物利用性が異なると一般的に言われている



生物利用性を極力考慮



固相抽出を通じた分析法の検討

全量／溶存態

ろ過

(0.45μm)

硝酸

試料水

25mL

加熱処理

ホットプレート
約10分間煮沸

定容

超純水 25mL

測定



測定装置

Agilent製 7800 ICP-MS

固相抽出

ろ過試料水

10mL

固相抽出

GLサイエンス製
InertSep ME-2

固相洗浄

0.5M酢酸アンモニウム溶液
30mL

溶出

3M硝酸 2mL

測定

定容

超純水 10mL

超純水 15mL

1 LC-MSでの網羅分析による主な検出物質

下水処理場放流水の影響を受けた地点で医薬品類が主に検出

例) クラリスロマイシン (抗生素質)

14-ヒドロキシクラリスロマイシン (クラリスロマイシンの代謝物)

フェキソフェナジンやジフェンヒドラミン (抗ヒスタミン剤)

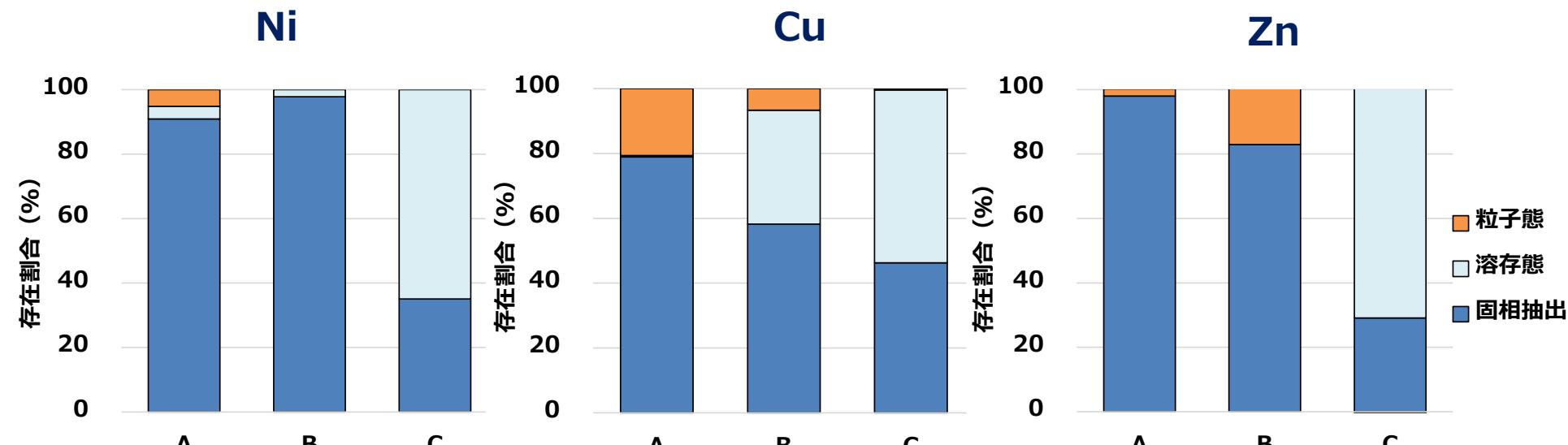
2 GC-MSでの網羅分析による主な検出物質

カルバマゼピンやクロタミトン (医薬品)

ベンゾフェノンやガラクソリド (工業由来の物質)

重金属類の形態別濃度 ($\mu\text{g}/\text{L}$)

地 点	Ni			Cu			Zn		
	総濃度	溶存態	固相抽出	総濃度	溶存態	固相抽出	総濃度	溶存態	固相抽出
A	0.9	0.8	0.8	3.8	3.0	3.0	402	393	406
B	0.8	0.9	0.8	0.8	0.7	0.5	3.5	2.7	2.9
C	1.0	1.1	0.3	1.4	1.3	0.6	27	28	8.0

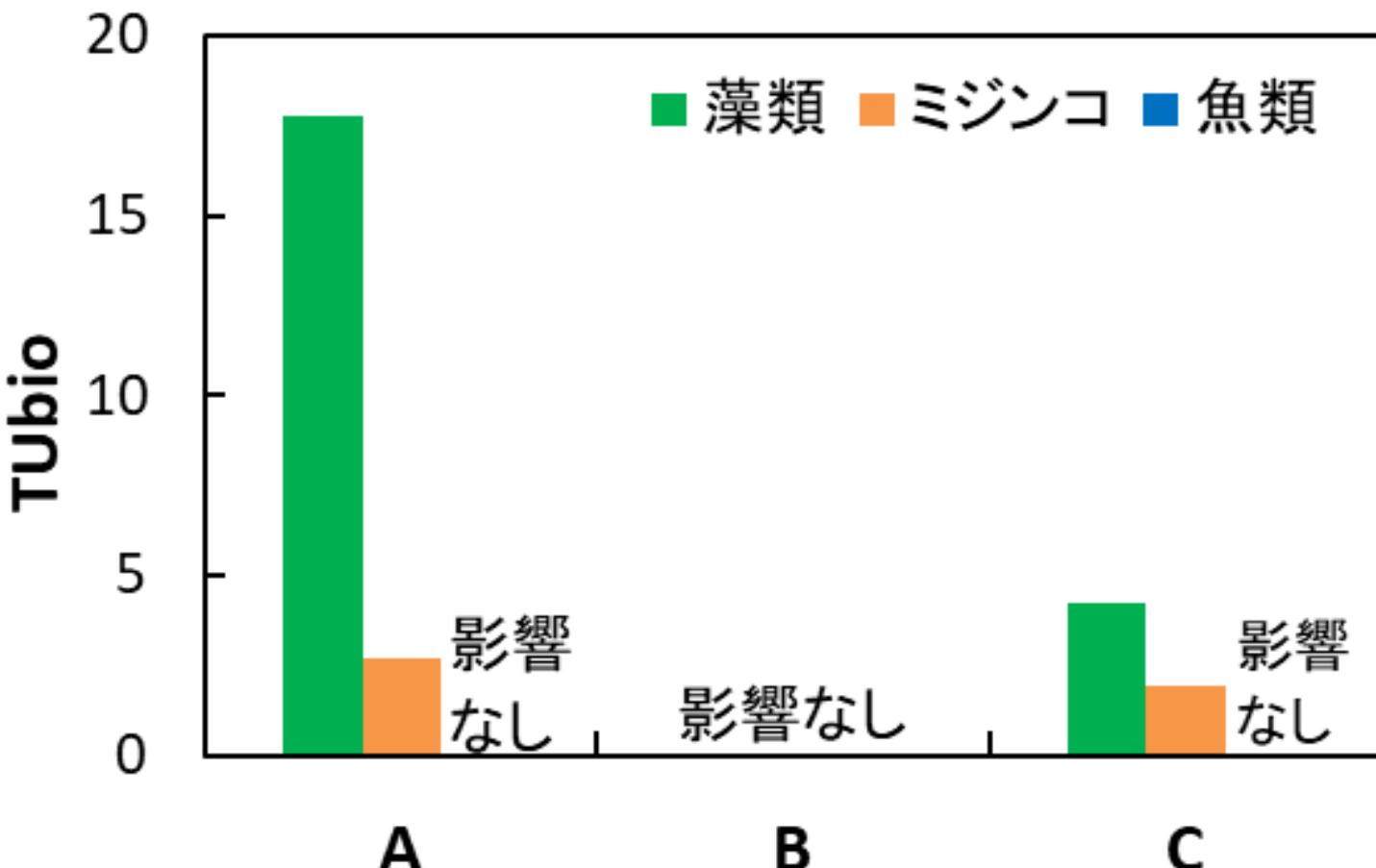


C地点は、下水処理場放流水の影響あり

生物利用性の高い形態の割合減少の可能性

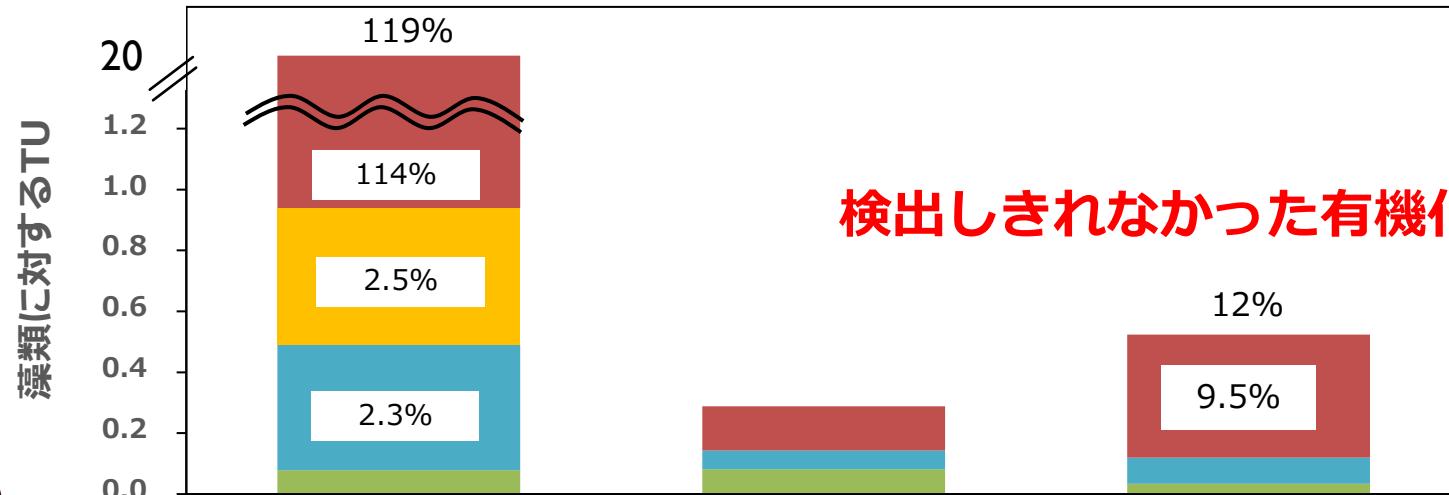
生物応答試験データからTU_{bio}の算出

藻類、ミジンコ、魚類それぞれに対して、 $TU_{bio} = 100/IC_x$

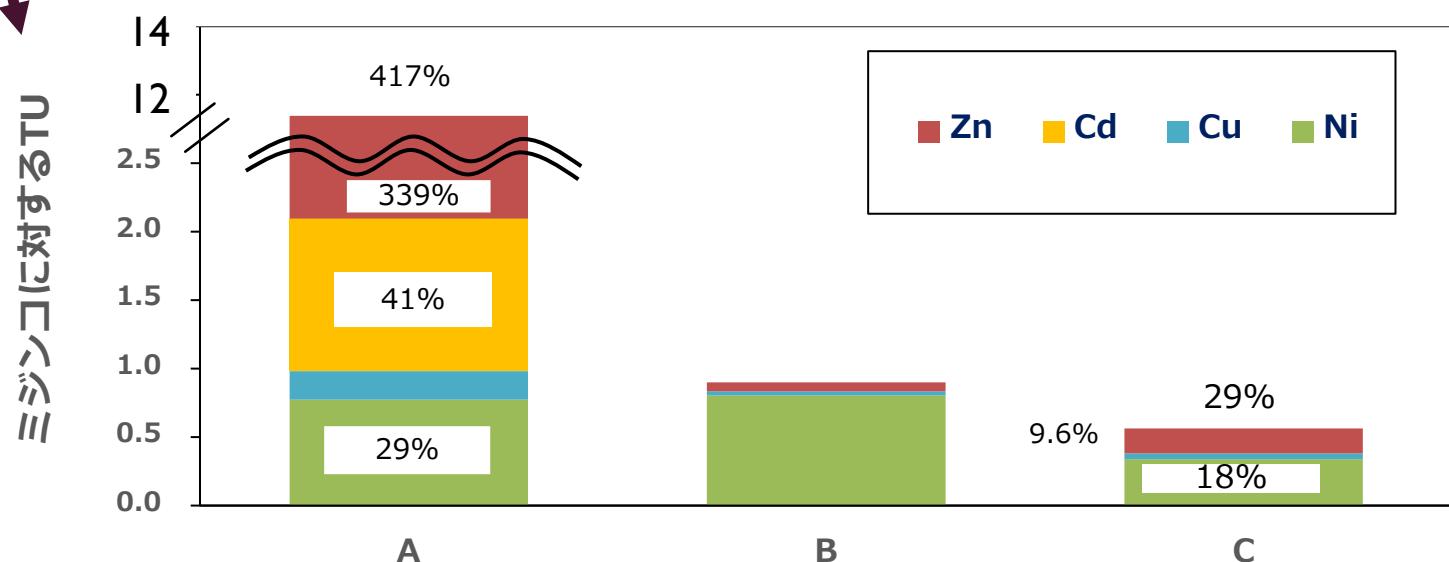


地点Aにおいて藻類、ミジンコともに最も強い影響

TuchemのTubio
に対する割合

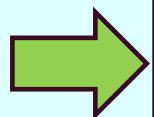


検出しきれなかった有機化学物質？



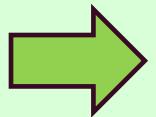
検出された有機化学物質による寄与は藻類で最大6%、ミンコで最大8%

地方環境研究所等と国立環境研究所と試料を共有、
網羅分析と生物応答試験の実施



網羅分析を通じてリスク評価に活用する
化学物質数を増（重金属は生物利用性を考慮）

網羅分析を通じて算出したTUと
生物応答試験で算出したTUとを比較



寄与する物質の把握

本報は環境研究総合推進費「国内における生活由来化学物質による環境リスク解明と処理技術の開発(JPMERF20195054)」および、国立環境研究所Ⅱ型共同研究「多様な水環境の管理に対応した生物応答の活用に関する研究」と「公共用水域における有機-無機化学物質まで拡張した生態リスク評価に向けた研究」に基づき実施したものである。
ご協力いただいた機関の皆様に感謝申し上げます。