

現地調査と数理モデルとに基づく
河川流下過程における
化学物質と病原微生物の減衰
に関する研究

京都大学大学院工学研究科附属
流域圏総合環境質研究センター
花本 征也

1

【背景】

河川流下過程における
化学物質・病原微生物の減衰

分解、不活化、吸着

有用性 ①濃度予測とリスク評価、②自然浄化機能を活用した水質浄化

水質保全研究助成テーマ **本年度**

現地調査と数理モデルとに基づく
河川流下過程における**化学物質と病原微生物**の減衰に関する研究

昨年度(H25年度) 指標微生物(大腸菌、大腸菌ファージ)

現地調査により2.0km程度の河川区間で有意な**減衰が観測**され
フボ実験により**太陽光による不活化**が主要因であることが示された

2

【背景】

既往研究 河川流下過程における化学物質の減衰

10年ほど前から徐々に明らかになってきた^{1,2,3}
→河川において比較的速い速度で減衰する化学物質の存在
1) Lin et al., 2006 2) Kunkel et al., 2012 3) Barber et al., 2013

本研究グループでも医薬品類を対象に以下の結果を得た^{4,5}
→対象医薬品類20物質中、10物質程度は
河川を5時間程度流下する間に**有意な減衰**を示す
→ketoprofen, furosemide, diclofenacの減衰は、
太陽光による**光分解**で説明が付き**光分解モデル**を構築した
→azithromycin, ofloxacinなどの抗生物質は、
底質への吸着が関与していることが示唆された

4) Hanamoto et al. *Environ. Sci. Technol.* 2013 5) Hanamoto et al. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 2014

医薬品類について光分解はモデルが構築されたが
底質への吸着は関与が示唆された程度で
定量的予測には至っていない(モデル化への**知見不足**)

3

【背景】

既往研究 底質への化学物質の収着

河川水中濃度と
底質中濃度とが
どの程度平衡に
達しているのか
【平衡到達度合】

● 医薬品類等の親水性の化学物質に対して
河川水と底質との**平衡到達度合**を実測した事例は見られない

● そもそも化学物質の底質への収着については
平衡論的な見方(**静的吸着**)が多く
非平衡時の**動的吸着**を扱った事例自体がほとんどない

● また**医薬品類**に関しては
底質からの抽出手法自体がまだ確立されていない

4

【目的】

医薬品類=医薬品+パーソナルケアプロダクト
ヒトのケア

① 底質に含有される**医薬品類**の**分析手法**の構築

② 桂川、西高瀬川、古川における
医薬品類の河川水中と底質中の**存在実態**の把握

③ 桂川における**医薬品類**の
河川水と底質の**平衡到達度合**の把握

↓

河川流下過程における
医薬品類の底質への収着モデルの構築

5

【方法】 底質に含有される医薬品類の分析手法の構築

● 底質からの**最適な抽出条件**の検討 桂川底質

対象物質: マクロライド系抗菌剤2物質、キノロン系抗菌剤2物質

底質からの抽出条件:

検討① 抽出溶媒への酸・塩基の添加
検討② 抽出溶媒中のメタノールと水の割合
検討③ 高速溶媒抽出法、超音波抽出法、振とう抽出法の比較

抽出液の**分析手法**: 既存の溶存態医薬品類の分析手法に準拠¹

評価方法: 全行程での絶対回収率 (n=2)

溶媒	メタノール/水 (v/v)	検討①			検討②			検討③		
		酸・塩基	干酸	フェニール	フェニール	フェニール	ASE	Rotator	ASE	
接触	方法	ASE			ASE		USE	Rotator	ASE	
	温度 (°C)	100			100		25	25	100	

ASE: 高速溶媒抽出法 USE: 超音波抽出法 Rotator: 振とう抽出法

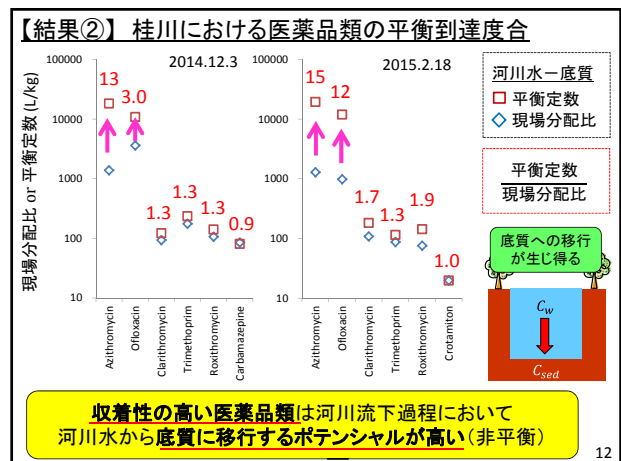
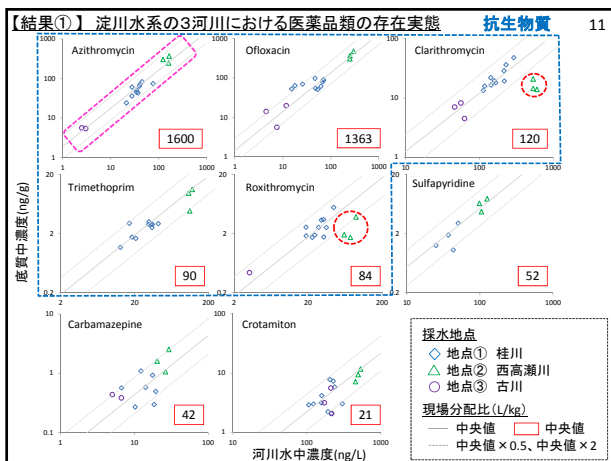
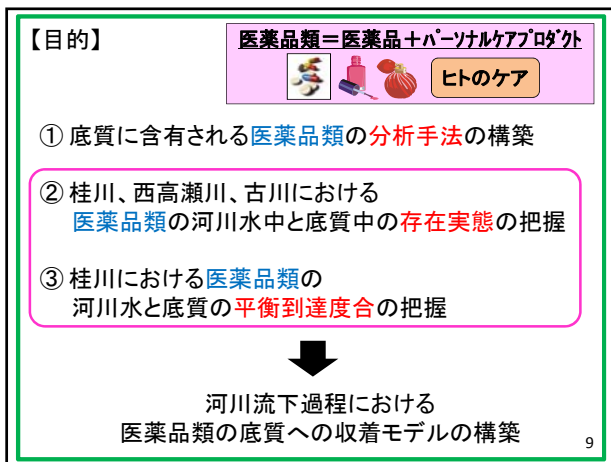
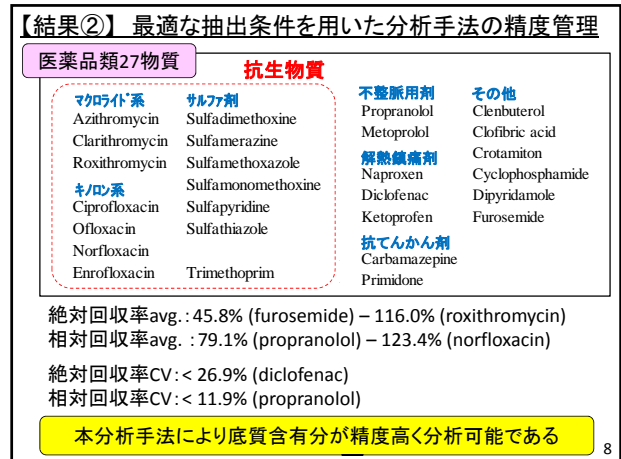
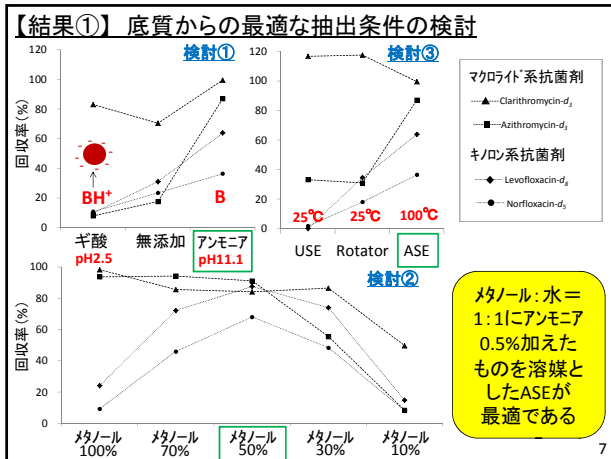
● **最適な抽出条件**を用いた**分析手法の精度管理**

対象物質: 医薬品類27物質

分析手法: 得られた最適な抽出条件+既報の溶存態分析手法¹

評価方法: 絶対・相対回収率 (n=5)

1) Narumiya et al., *J. Hazard. Mater.* 2013 6



まとめ

① 底質に含有される医薬品類の分析手法の構築

- メタノール:水=1:1にアンモニアを0.5%加えたものを溶媒とした高速溶媒抽出法が最も回収率が高かった
- 本手法により**医薬品類27物質**について底質含有分が**精度高く分析可能**であることが示された

② 淀川水系の3河川における医薬品類の存在実態の把握

- azithromycinなどの**抗生物質**に高い分配比が観測された
- 現場分配比は、濃度、地点、タイミングに関わらず概ね中央値の**0.5倍から2.0倍の範囲内**に含まれていた
- clarithromycinとroxithromycinは西高瀬川の現場分配比が桂川、古川を大きく下回った(0.23倍、0.37倍)

③ 桂川における医薬品類の平衡到達度合の把握

- 現場分配比 \leq 平衡定数**(azithromycin, ofloxacinは >10 倍)
- 収着性の高い医薬品類は河川水-底質が**非平衡**であり河川水から**底質に移行するポテンシャルが高い**

13

本研究(H26年度助成)で得られた成果



収着性の高い医薬品類は河川流下過程において河川水から底質に移行するポテンシャルが高い



今後の課題(H27年度助成の申請内容)

- 医薬品類の河川水中濃度と底質中濃度の**平衡到達度合**の実態のデータ蓄積と寄与する因子の考察
- 河川水-底質間の**物質移動係数**の把握
- 河川水-SS間の平衡定数の把握
- 河川流下過程における医薬品類の底質、SSへの**収着モデルの構築と検証**



14

ご清聴ありがとうございました



15