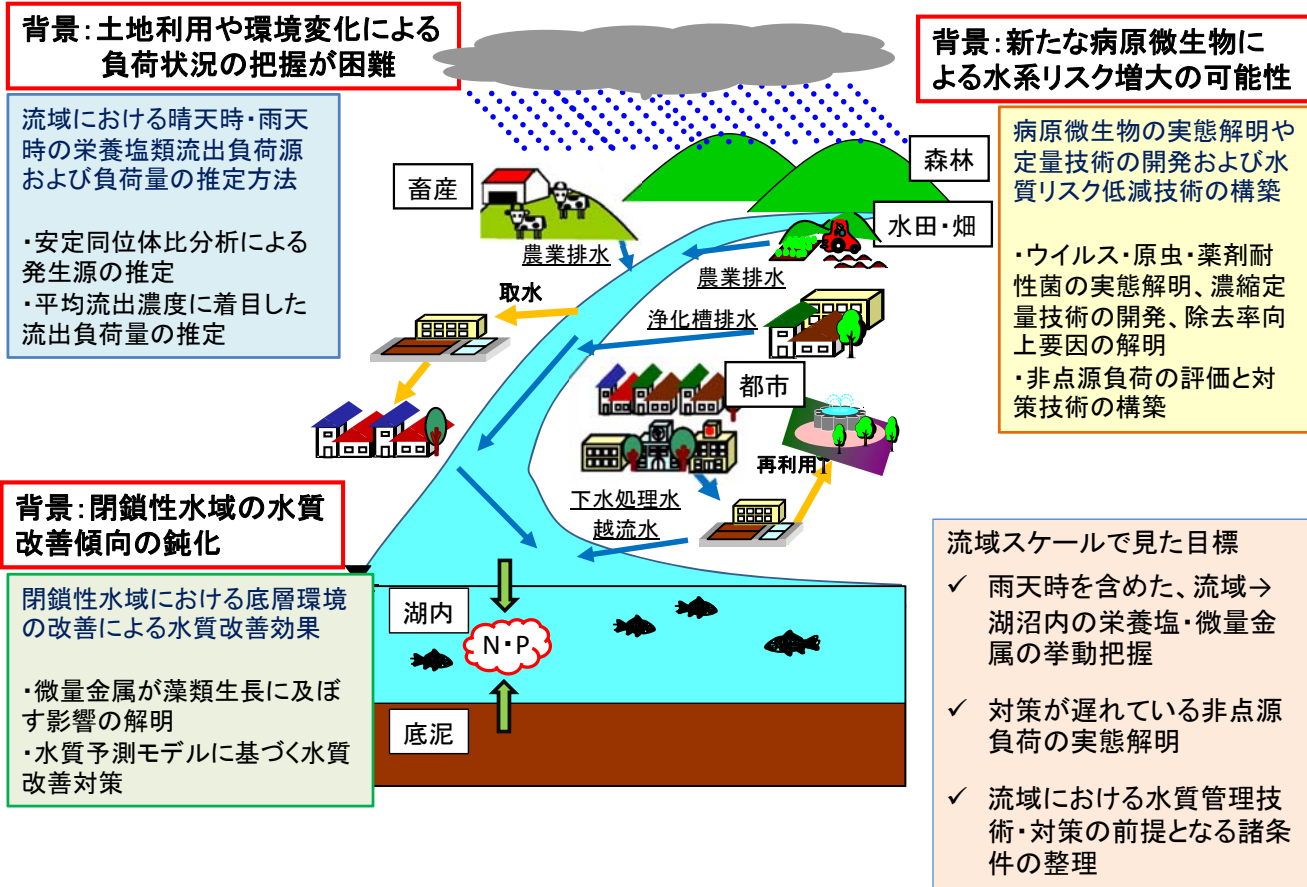


# 水環境をどう改善するか？

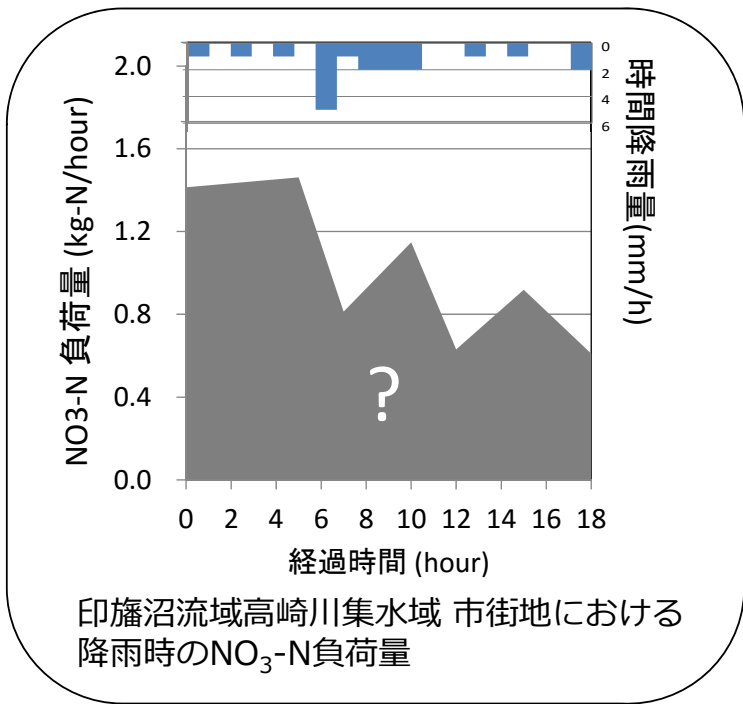
## ～流域スケールにおける水質管理技術の開発～

水環境研究グループ長  
森 吉尚

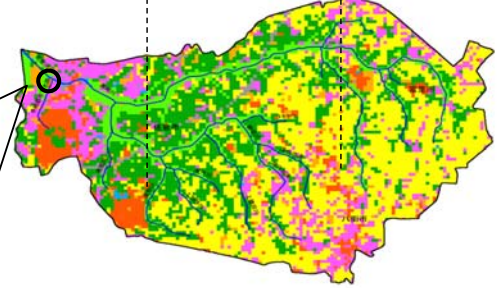
### 流域スケールにおける様々な問題



河川水中に含まれる栄養塩類の発生源は不明



市街地エリア 森林が多いエリア 上流は畑地が多い



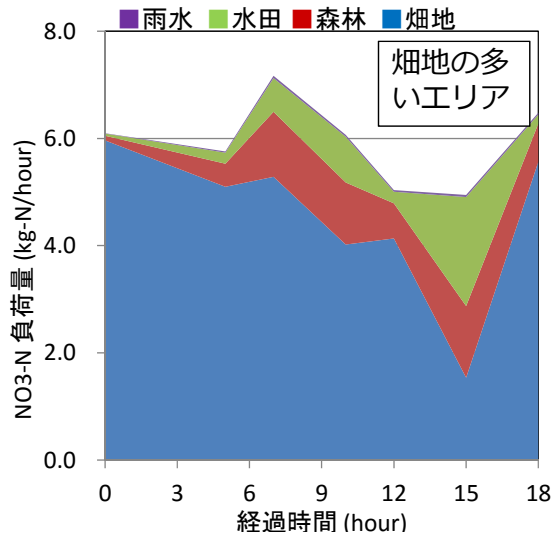
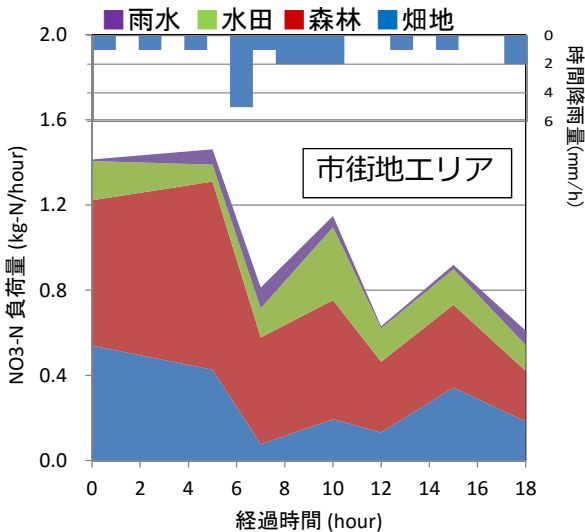
高崎川集水域の土地利用割合

凡例	(%)
森林	25.8
水田	8.9
畑地 (水田除く)	37.7
宅地	13.8
市街地	5.9
公園	3.8
水面	0.3
その他	3.8
合計	100.0

河川水中の窒素の安定同位体比を分析することで、発生源の推定が可能に!!

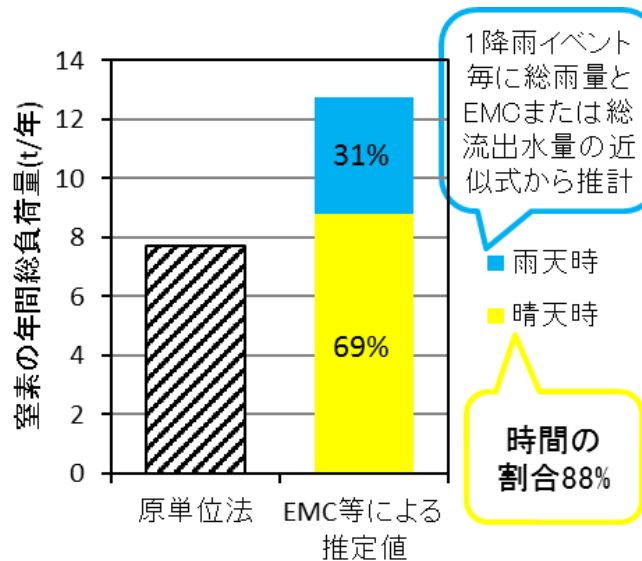


同位体比質量分析計



雨天時における窒素の発生源は時間経過とともに大きく変動していることが明らかとなった

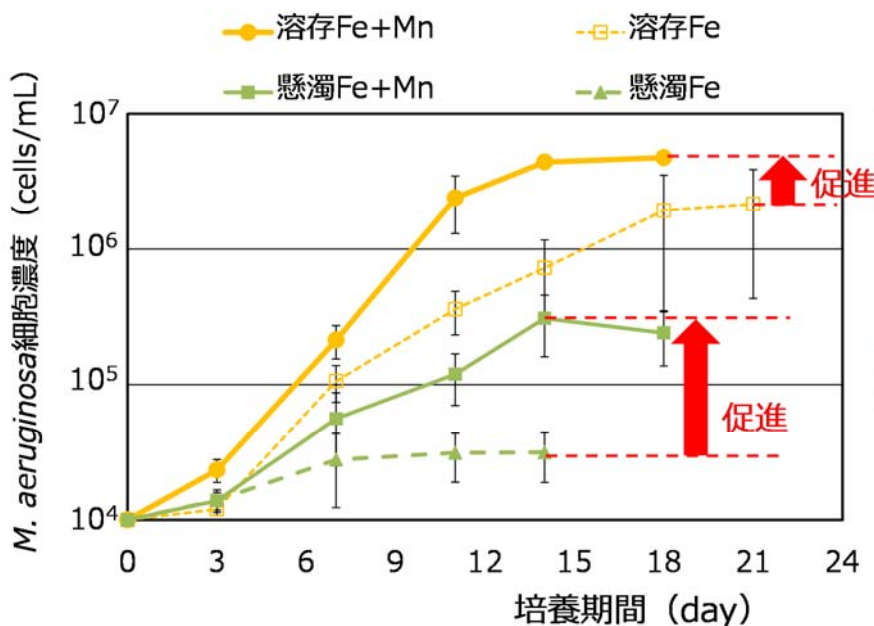
実態の流出現象を把握しやすい平均流出濃度 (Event Mean Concentration; EMC)などを利用して、年間負荷量算定方法を考案



原単位法では雨天時負荷が十分に算定されず、非点源汚濁負荷が低く見積もられている可能性が示唆された。

閉鎖性水域における底層環境の改善による水質改善効果

マンガンは溶存・懸濁態鉄いずれにおいても藍藻 *Microcystis aeruginosa* の鉄利用性を向上させる作用があることが示唆された

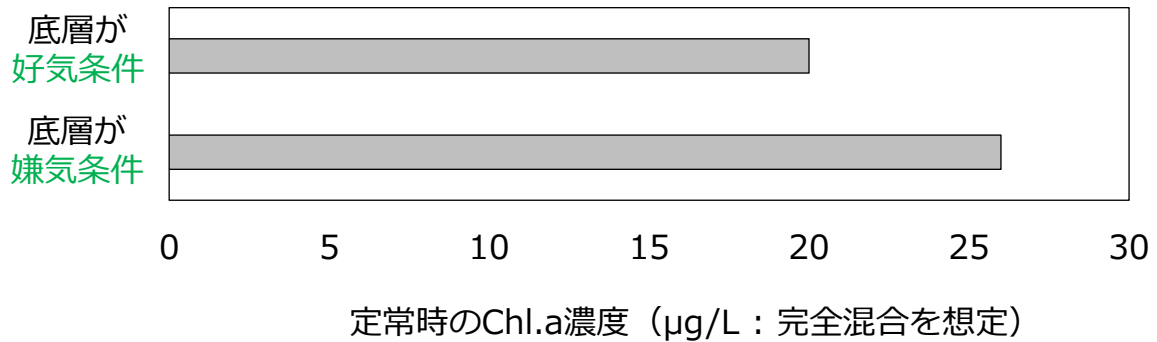


室内培養試験の様子

室内培養試験から、マンガンを追加した場合には溶存・懸濁態鉄いずれにおいても *M. aeruginosa* の生長が促進されることが分かった

## 閉鎖性水域における底層環境の改善による水質改善効果

生態系モデルによる計算から、**鉄**や**マンガン**は**アオコ**形成に寄与する重要な因子になりうることを示唆された



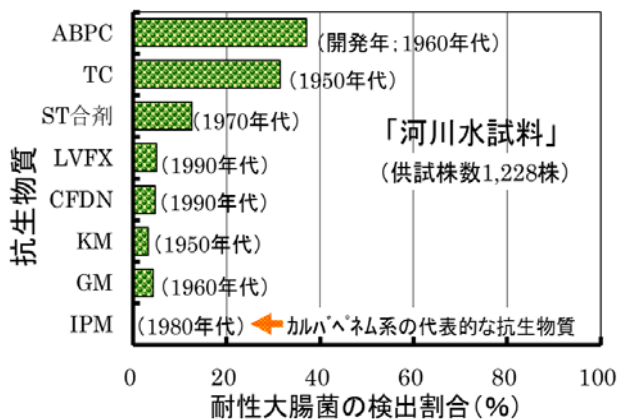
藻類生長に及ぼす鉄とマンガンの影響を組み込んだ生態系モデルを構築した

モデル計算より、鉄・マンガンの溶出がみられる嫌気条件下のほうがChl.a大

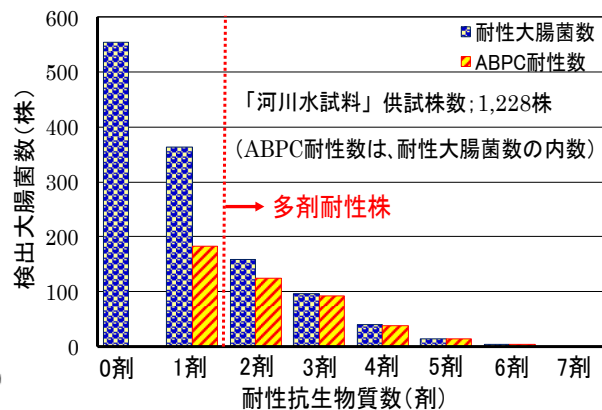
窒素、りんのみならず**鉄**や**マンガン**などの微量元素の溶出もまた湖沼における藻類生長促進を引き起こすことが示唆された

## 病原微生物の実態解明や定量技術の開発および水質リスク低減技術の構築

**アンピシリン(ABPC)耐性大腸菌**を指標とすることで、**多剤耐性菌の効率的な管理**が可能!!



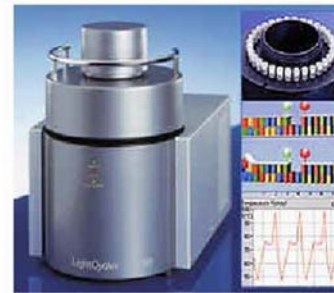
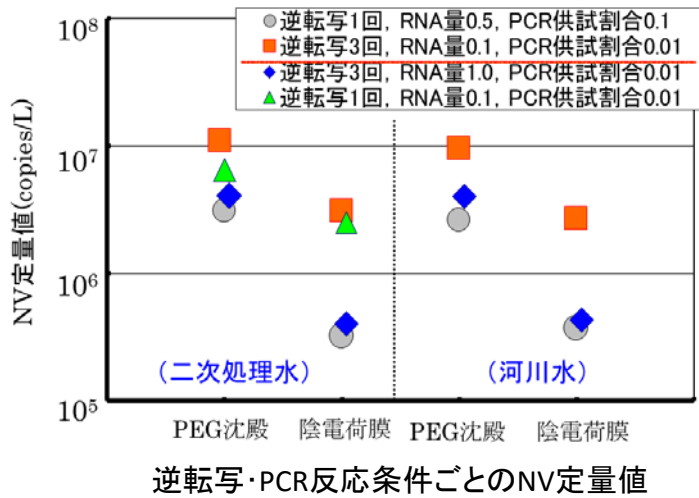
耐性大腸菌の検出割合と抗生物質の関係



耐性抗生物質数ごとの検出大腸菌数

河川水、下水、病院排水の全てで**アンピシリン(ABPC)耐性大腸菌**が多く存在。多剤耐性大腸菌の大部分が、**アンピシリン(ABPC)耐性大腸菌**であることが明らかとなった。

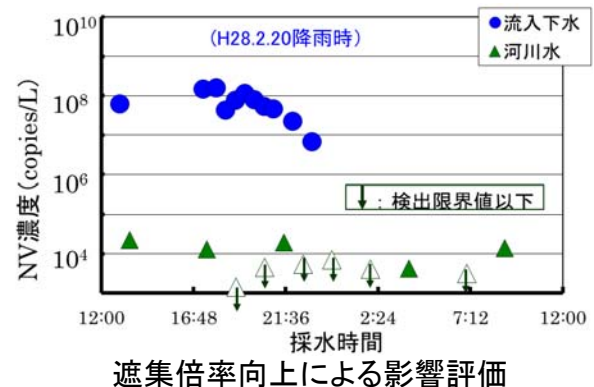
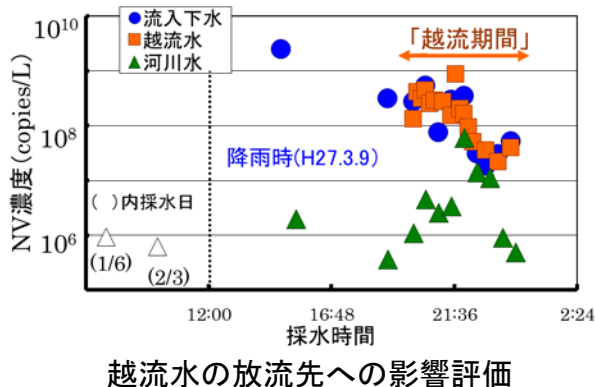
ウイルス感染リスクの**評価精度向上のため、定量技術を開発!!**



リアルタイムPCR装置

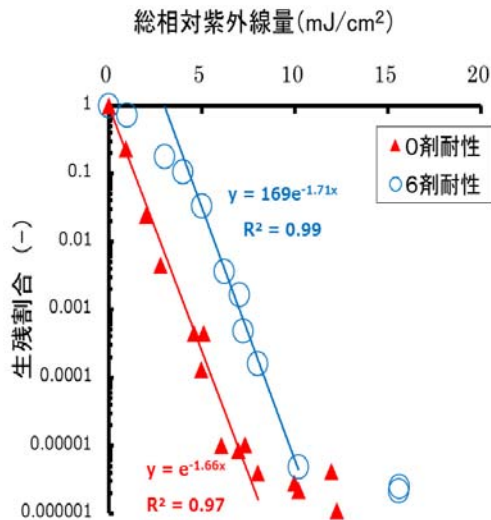
抽出したウイルスのRNAの逆転写工程、PCR反応条件などの手法を改善することで、**ノロウイルスの検出濃度が向上**することが明らかとなった。ウイルス低濃度試料である河川水、高度処理水のウイルス測定に活用。

適正な**流域管理**のため、病原微生物の観点から**越流水対策の必要性・削減方策**を提案!!



雨天時の合流式下水道越流水は、ノロウイルス (NV) の汚濁負荷源である可能性を明らかにするとともに、**遮集倍率向上手法**や**雨天時活性汚泥法**によるノロウイルス負荷の削減効果を明らかにした。

紫外線消毒が抗生物質耐性菌への**有効な対策手法**であることを提案!!



紫外線による不活化特性



紫外線消毒装置

紫外線照射量が比較的低線量である10mJ/cm<sup>2</sup>でも、多剤耐性大腸菌の不活化効果は5 log程度が得られることを明らかにした。

### 成果の実用化と早期普及に向けた取り組み

#### ①基準・マニュアル等への反映

- ・改定流総指針(国交省、H27)では、市街地の汚濁負荷算定に雨天時負荷量積み上げによる手法を追加した
- ・2012年に改訂された下水試験方法に反映した

#### ②講演会・講習会等の開催

- ・第48回日本水環境学会年会にて、段階的機能回復による放流水質の改善効果の評価と課題と題し招待講演を行った
- ・日本技術士会山形県支部講演会にて、下水道における病原微生物の対策と課題と題し、招待講演を行った
- ・土木学会環境工学委員会次世代下水道小委員会「次世代の下水道における衛生的課題とその対応」にて、下水道における病原微生物の対策と課題と題し講演を行った

#### ③技術指導・助言活動

- ・国土交通省が設置した「災害時の復旧段階における下水処理の適正な管理に関する検討会」への助言や被災自治体に対する放流水質向上のための技術支援により、水域の公衆衛生の確保に貢献している

#### ④現場での活用事例

- ・印旛沼流域水循環健全化会議(千葉県事務局)において、今後の水質改善方策の検討に活用される予定
- ・公益法人にソースコードを開示(2件(H25、H26))するとともに、国総研河川研究部にソースコードを開示した(H26)
- ・国交省霞ヶ浦河川事務所と意見交換を実施し、海水侵入などの底層環境の変化と藻類増殖への影響等について情報提供し、国交省の湖沼管理、堰操作等の参考資料に活用(2013)

## 他機関との連携・協力

- 流総指針への各機関の成果反映に際して、日本水環境学会ノンポイント汚染研究委員会との連携

\*流域別下水道整備総合計画調査指針、国交省、H27.1改訂版公表

- 霞ヶ浦水環境研究ワーキンググループ<sup>1</sup>（主催：関東地整霞ヶ浦河川事務所）に本研究成果を提供し、現在の霞ヶ浦の水環境の把握と今後の対策の検討材料とするとともに、学識経験者、事務所担当者との意見交換した
- 全国の主要な湖沼の管理・調査担当者会議である「湖沼研究会」で本研究成果を提供するとともに、情報を共有した
- 霞ヶ浦河川事務所および（独）水資源機構から自動観測所データを入手、情報交換した。解析結果等について事務所等と情報を共有した

## まとめ

- 栄養塩類の発生源の特定  
⇒ より効率的な対策が可能に
- 鉄・マンガンが重要な役割を果たしていることを発見  
⇒ 富栄養化の解消に寄与
- 公共水域における病原微生物の実態解明  
⇒ 安全・安心の増進