

環境研究拠点

水再生循環によるアジアの水資源開発研究拠点

Group Theme 持続可能な資源循環システムの研究

# アジア太平洋地域の水資源を持続させる水再生・循環のシナリオ

## アジア太平洋地域における水再生・循環とそれに関わる資源循環の望ましいシナリオの構築を目指しています。

水資源の確保と安定供給は、21世紀の世界が直面する最重要課題の一つです。とりわけ成長著しいアジア太平洋地域の発展途上国では、急激な勢いで水需要が増える一方、水質汚染が加速し、そのまま放置すればさらに深刻な水危機を迎えると予想されています。「水再生循環によるアジアの水資源開発研究拠点」では、こうした課題を解決し、将来にわたって水の安定供給を持続するために、水の再生と効率的利用による新しい水循環系を創出することを目指しています。

中でも本グループは、水再生・循環とそれに関わる資源循環に着眼点を置き、国内外の既存の水再生・循環システムをライフサイクルにわたって評価するとともに、望ましい水再生・循環やそれに関わる資源循環のシナリオを分析しています。その結果をもとに、アジア太平洋地域における新しい水再生・循環システムを見出すとともに、それを支える資源の効率的な利用や水再生・循環によって生み出された副産物の再利用など、持続可能な資源循環システムを提案したいと考えています。

## アジアの国々での水循環の実態把握、 トリシアでの実証実験に取り組んでいます。

水再生・循環のシナリオを考えるには、まず対象とするアジアの国々

の水循環の実態把握をすることが必要です。その一つとして、中国の都市における水循環のライフサイクルの実態を捉えようと試みています。中国国内の9つの流域と655の都市を対象に、各都市の水の採取量や上水供給量、排水処理量、さらに再利用量などのデータをもとに、採取から排水、再利用に至る水循環を定量化し、中国における水循環の全体像を描き出しました。その結果、中国全体で55km<sup>3</sup>の水が河川などから採取され、そのうち45km<sup>3</sup>が農業用途などを除いた上水として供給・使用された後、36km<sup>3</sup>が下水処理され、そのうちの3.2km<sup>3</sup>の水が再利用されていることが明らかになりました。さらに、9つの流域のうち、海河(Hai River)、および淮河(Huai River)の流域にある137の都市で特に水不足が顕著なこと、加えて、こうした水不足の地域ほど水の再生利用が盛んであることなどが確かめられました。その他、地域の水資源量と一人あたりの水消費量、再生水利用量に相関関係があることを見出しています。

こうした実態把握の一方で、アジア太平洋地域の発展途上国により効率的・効果的な水インフラを整備していくため、立命館大学びわこ・くさつキャンパス(BKC)にある研究・実験棟「トリシア」においても水再生・循環の実証研究を行っています。その一つとして、トリシアに整備した雑排水・雨水利用システムについて、ライフサイクルアセスメント(LCA)を実施しました。雑排水をトイレの洗浄に利用する場合、雨水を壁面緑化に利用する場合、雨水もトイレに利用する場合、あるいはそれらを組み合わせる場合などいくつかのシナリオを想定し、シナリオごと

に上水処理・排水処理に関する温室効果ガス(GHG)排出量を算出しました。その結果、雑排水や雨水を全く利用しない場合と比べ、雑排水をトイレの洗浄に利用することで約14%、雨水の壁面緑化とトイレ利用を組み合わせたシナリオでは約20%、さらに、これら3つを組み合わせ、雑排水と雨水を最大限利用するシナリオでは約32%のGHG排出量が削減できる可能性が示されました。こうした種々の研究成果に、アジアの各地域の人口分布や水利用形態といった地域性を組み込み、水再生・循環の望ましいシナリオを構築したいと考えています。

## 効率的な水インフラを整備するため 資源・エネルギー、水質、汚泥資源化などに着目した 検討を重ねています。

発展途上国に望ましい水インフラを整備していくために、検討中の課題は他にもいろいろあります。一つは、水インフラの整備や運用にどれほどの資源・エネルギーが必要とされ、さらにその整備・運用過程でどれほどのGHGが排出されるのかについての検討です。例えば、下水処理では通常、排水を曝気して酸素を投入することで微生物を活性化し、汚水を浄化する方法が用いられますが、この曝気には膨大なエネルギーを必要とします。また、下水処理を高度化するほど、エネルギー消費やコストも増大することになります。従って種々のデータを用いたシナリオ分析をもとに、より効率的な下水道の整備・運用に向けた知見を得たい

と考えています。また「水質」という観点に着目して効率的な水供給のシナリオを検討しています。私たちの生活で求められる水質を、飲料・調理用(17%)、風呂やトイレなどその他用(83%)に分け、それぞれ水質基準を設けて別々に処理・供給することを想定したシステムを設計し、LCAを実施しています。全ての用途に飲料・調理用の水質が必要なわけではなく、用途を分けて供給することで資源・エネルギー消費が削減できると考えています。

また、下水処理の副産物として汚泥が発生しますが、これについても、ASEAN地域で今後どれだけの汚泥処理が必要になるのかを推計し、それに基づき汚泥再生利用のシナリオを検討しています。エネルギー利用、建設資材利用、緑地・農地利用などが考えられます。今後は、汚泥や下水処理水に含まれるリンの回収についても検討していく予定です。リンは枯渇資源の一つでもあり、近年、汚泥や下水処理水からリンを回収し、資源として再利用するための技術開発が進んでいます。そこで、下水道からどれだけの量のリンを回収することが可能か、リン回収のポテンシャルも推し量ろうとしています。アジア太平洋地域の発展途上国において、下水道を整備することによる水圏へのリン負荷の低減とともに、リンの回収ポテンシャルなどについて検討していく計画です。



[写真 左中]  
立命館大学理工学部 教授  
**橋本 征二** グループリーダー

[写真 右]  
立命館グローバル・イノベーション研究機構 専門研究員

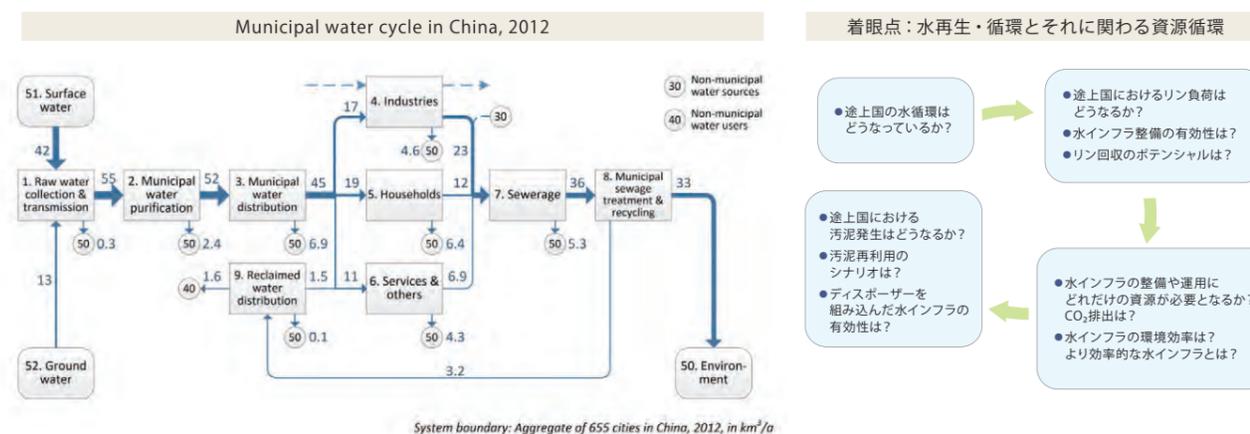
**Tao Wang**

[写真 右中]  
総合科学技術研究機構 補助研究員

**Cherry Myo Lwin**

[写真 左]  
総合科学技術研究機構 補助研究員

**Sebastien Dente**



- 参考文献/1 Lwin, C.M., K.N. Maung, and S. Hashimoto: Future sewage sludge generation and sewer pipeline extension in economically developing ASEAN countries. Journal of Material Cycles and Waste Management 17(2), pp.290-302 (2015)
- 2 Wang, T., X. Qian, S. Liu, T. Shimizu, and S. Hashimoto: Municipal water cycle in China: Unraveling the nexus of water, materials, and energy. 8th Conference of the International Society for Industrial Ecology, Surrey (2015)
- 3 Dente, S., S. Hashimoto, T. Shimizu, and T. Wang: Effects of water quality differentiation in water supply systems on material and energy consumption. 8th Conference of the International Society for Industrial Ecology, Surrey (2015)
- 連絡先/立命館大学びわこ・くさつキャンパス 橋本征二研究室 電話：077-561-4945 <http://www.ritsumei.ac.jp/se/rv/hashimoto/>