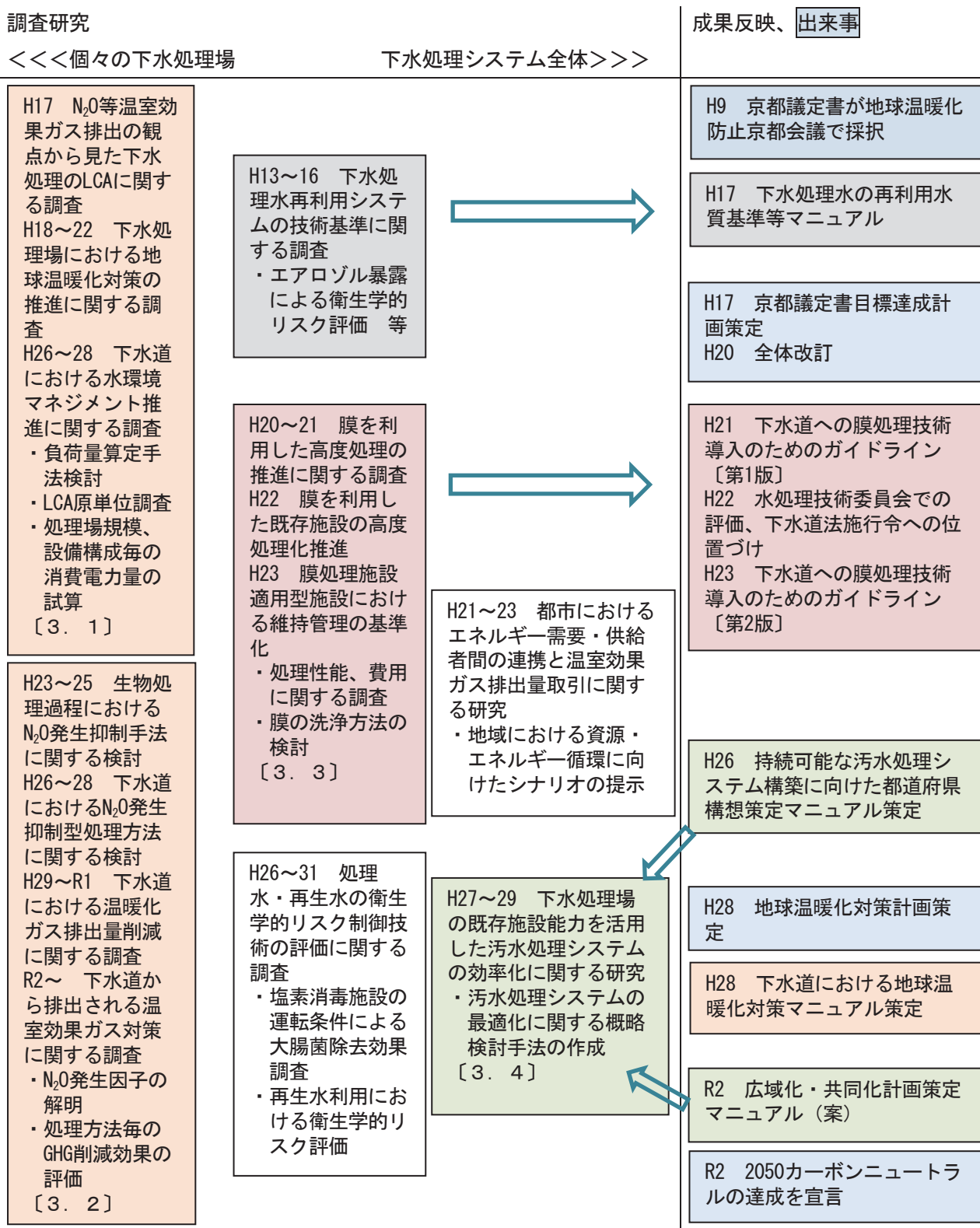


下水処理の高度化、効率化

1. 研究・活動のアウトライン



1. 美

国土技術政策を支える研究開発

背景・課題

- ・ 汚水処理システムについては、今後さらに進むと予測される人口減少に伴う処理水量の減少により、下水道使用料収入の減少や汚水処理施設の稼働率低下などに伴う事業経営の非効率化が懸念されており、個々の処理施設において高度化・効率化や施設規模の縮小（ダウンサイジング）を検討することが求められている。
- ・ さらには、「経済・財政再生計画改革工程表 2017 改定」では 2022 年度までに全ての都道府県における汚水処理の広域化・共同化に関する計画策定とともに汚水処理施設（下水処理施設や農業集落排水施設等）の統廃合に取り組む具体的な数値目標が掲げられる等、地域の処理施設全体での効率化が求められている。
- ・ 一方、平成 9 年 12 月に第 3 回気候変動枠組条約締約国会議において京都議定書が採択されて以降、温暖化ガス発生量の削減が求められてきていることに加え、2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略などでは下水熱利用などの創エネルギー対策が求められてきている。

研究の概要

以上のような状況を踏まえ、下記の調査研究を実施している。

- ・ 「個々の下水処理場」における高度化、効率化

新たな下水処理方法の性能評価及び導入する際の留意点、下水処理水の衛生学的安全性に係る技術基準に関する調査、LCA 手法及び評価の基礎資料となる温暖化ガス発生量などの調査研究、資源・エネルギー拠点としての下水処理場の技術的ポテンシャルに関する研究

- ・ 「下水処理システム全体」における高度化、効率化

下水処理施設の統廃合に関する経済面、技術面での評価手法、都市におけるエネルギー需要・供給者間の連携に関する研究

社会実装

- ・ 新たな下水処理方法の性能評価及び導入する際の留意点は「下水道への膜処理技術導入のためのガイドライン」としてとりまとめられ、全国に適用可能な一般的な処理方法として下水道法施行令に位置づけられた。
- ・ 「持続可能な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル、平成 26 年 1 月、国土交通省・農林水産省・環境省」に基づき都道府県構想を策定する際に、統廃合に関する評価手法が活用されている。
- ・ 各都道府県が策定すべき汚水処理の「広域化・共同化計画」に関する、総務省・農林水産省・国土交通省・環境省の 4 省による「広域化・共同化計画策定マニュアル（案）」（R2.4 改定）において、施設統廃合等の検討の際に、研究成果 3) が参考とすべき資料として位置づけられている。

2. 主な研究成果

1：下水道における LCA 適用の考え方

- ・ 環境への事業影響評価においては環境影響評価が制度化されているが、持続可能な社会の構築に向けて、施設の建設、維持管理、さらには解体・廃棄を含めたライフサイクル全体での環境負荷を明確にすることが求められてきており、それにはライフサイクルアセスメント（LCA）を用いることが有効な手段とされている。
- ・ 国総研では、下水道事業者が計画・設計段階で LCA を適用した環境負荷量を定量的に把握し、コスト面だけでなく環境面も含めて総合的に事業を評価する手法をとりまとめており¹⁾、ライフサイクル全体での評価が可能となった。

・具体的には、検討範囲設定（図-1）、インベントリ分析、環境負荷量の算定手法、影響評価、解釈及び報告に関する考え方で構成されている。

2. 下水道における温暖化ガス排出量削減に関する調査

- ・京都議定書の採択以降、地球温暖化防止のため温暖化効果ガスの排出削減が求められてきている。
- ・下水道事業から排出される温暖化ガスは約 60%が電力消費による二酸化炭素であるが、水処理及び汚泥焼却においてメタン（ CH_4 ）や一酸化二窒素（ N_2O ）などの温室効果が大きいガス（二酸化炭素と比較して CH_4 は 25 倍、 N_2O は 298 倍の温室効果）も排出され二酸化炭素換算でそれぞれ約 10%、20%を占めている。
- ・水処理から発生する N_2O については生物反応による副生成物もしくは中間生成物として発生することが知られているが（図-2）、発生因子や発生メカニズムについては依然不明な点が多く、排出抑制にはつながっていない。
- ・国総研では、標準活性汚泥法や循環式硝化脱窒法など様々な処理方法を採用する下水処理場を対象として、年間を通した排出量実態調査を実施してきており、実際の排出量や排出傾向について明らかになってきている。
- ・さらに、 N_2O 発生に関わる因子を検討するために異なる条件でベンチスケールリアクターに生下水を流入させて運転を行い、発生量の調査を行っている。

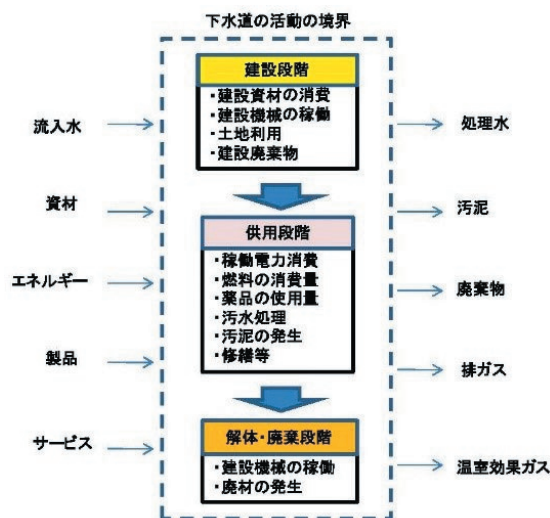


図-1 下水道施設に着目した場合のライフサイクルの範囲

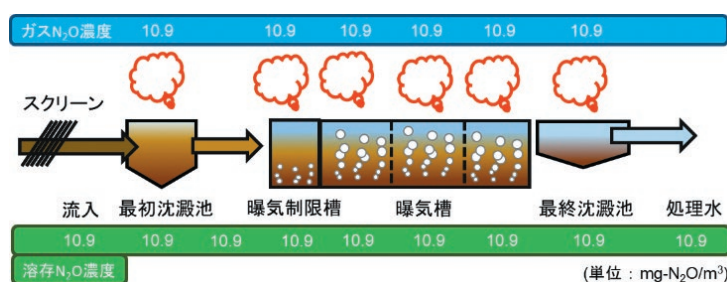


図-2 一酸化二窒素発生イメージ

3：膜処理技術～ガイドラインと一般評価～

- ・社会情勢の変化により、事業経営の非効率化が懸念されており、個々の下水処理場において高度化・効率化が求められてきている。
- ・膜分離活性汚泥法（MBR）は、沈殿池や消毒施設が不要となり用地が少なくて済むことに加え、処理水質の高度化、維持管理の簡易化が可能である（図-3）。
- ・国土交通省では、今後改築需要が増大する中大規模の下水処理場を中心に膜処理技術の普及を図っていくために、膜処理技術に関する基礎的な情報や下水道への導入意義、新設・既設処理場へ MBR を導入するための検討事項や留意事項をとりまとめた「下水道への膜処理技術導入のためのガイドライン〔第1版〕」を2009年にとりまとめた。
- ・また、実施での MBR 実証事業の成果などから、導入コストや維持管理性といった技術的要素を充実させた同ガイドライン〔第2版〕⁵⁾を2011年にとりまとめている。

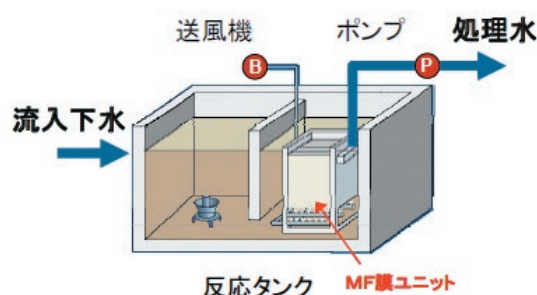


図-3 膜分離活性汚泥法（MBR）の概要フロー

- ・さらに、新たな水処理技術等について個別評価を行い法令上の放流水質区分との適合を判断する「水処理技術委員会」において、膜分離活性汚泥法（MBR）がBOD10mg/Lなどの計画放流水質を達成できるとの評価を得、全国に適用可能な一般的な処理方法として下水道施行令に位置づけられた。これにより、普及が推進されることが期待される。国総研では、同委員会の運営を行うとともに、MBR 実施施設の長期的な処理性能に関する調査及び導入の際に留意すべき事項などのとりまとめを行った。

4. 人口減少下での汚水処理システムの効率化

- ・持続的な汚水処理システム構築に向けて、施設の統合・広域化などによる効率的な運営管理が求められている。
- ・汚水処理システムには、下水道、農業集落排水、し尿処理場等の処理施設があるが、人口減少に伴う処理水量減少が稼働率や使用料収入の低下、また施設の老朽化による改築・更新費の増加等が課題となっている。そのため、「経済性」「技術面」「環境面」の評価を経て最適な統廃合ケースを選定する手法を技術資料としてとりまとめた³⁾（図-4）。この資料では、小規模処理施設に適用可能な費用関数を掲載した他、処理水量変化に伴う施設稼働率の変化がコスト及び消費電力量に与える影響も踏まえて、将来のコスト及びエネルギー消費量を試算できるようにしており、より正確な経済性比較が可能となった。

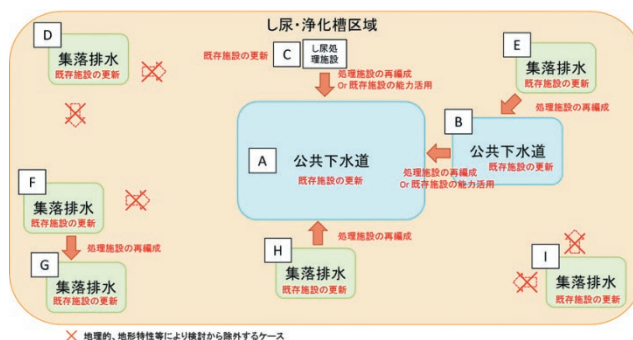


図-4 検討ケースの設定イメージ

3. 関係する報告書・技術資料一覧

- 1) 国総研資料 第579号「下水道におけるLCA適用の考え方」
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0579.htm>
- 2) 国総研プロジェクト研究報告 第44号「都市におけるエネルギー需要・供給者間の連携と温室効果ガス排出量取引に関する研究」
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1071.htm>
- 3) 国総研資料 第1071号「人口減少下での汚水処理システム効率化技術資料」
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1071.htm>
- 4) 持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル
https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/mizukokudo_sewage_tk_000277.html
- 5) 下水道への膜処理技術導入のためのガイドライン〔第2版〕
https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/crd_sewage_tk_000045.html

4. 今後の展望

引き続き、個々の下水処理場における経済面、環境面での高度化・効率化に関する調査研究を進めるほか、社会情勢の変化に伴う処理水量の減少過程に対応できる汚水処理システムや、施設の共同化、運転管理の共同化のための調査研究、技術開発を進めていく必要がある。