

## 第2次下水道技術五箇年計画の評価

### ・良好な水環境の創出

#### (1)水環境

##### 技術開発の必要性

下水道は都市の健全な発達、公衆衛生の向上及び公共用水域の水質保全を図ることを目的に整備が進められてきたが、今後は、流域の水量、水質、生態系の保全や地域文化の醸成などの観点を含めた総合的な水環境の保全を図ることをその使命に加える必要がある。

水環境の保全を図るためには、水環境を構成する様々な要因を把握、評価するとともに、それらの相互関係を解析し、流域に関連する人間を含めた生態系にとって良好な水環境を設定する技術の開発が必要である。

また、設定された良好な水環境を達成するため、生態系に配慮した水処理技術の開発やバイオアッセイやバイオモニタリングによる水質の管理手法、自然浄化作用による浄化機能の応用などの技術開発が必要である。

#### 1 水環境マスタープラン策定技術

##### 技術開発の内容

- ・流域内の良好な水環境を設定するための水環境マスタープラン策定マニュアルの作成
- ・水量水質だけでなく生態系や地域文化の醸成等望ましい水環境を把握するための調査方法の開発
- ・望ましい水環境を評価する手法の開発
- ・流域に関連する人間を含めた生態系にとって良好な水環境を設定する手法の開発

##### 5年後の主たる目標

望ましい水環境を把握するため水環境センサスの調査方法マニュアルを作成。水環境センサスのデータベース公表のための技術開発を行い、水環境マスタープラン策定技術を開発。

##### 技術開発動向・普及状況

国及び大学を中心として、モデル流域を対象とした水環境情報の取得整理に関する研究が進められている。また、下水道以外の分野においてもGISを活用した環境情報から環境影響評価を行う研究などが進められている。また、水環境の評価に関する研究としては、環境水や下水処理水を受ける河川水について生物を用いた評価手法に関する調査研究が近年多く行われている。

一方、いくつかの地方公共団体においては水環境保全のためのマスタープランの策定が行われている事例がみられる。

- ・「流域水環境データベース構築の手引き(案)」(平成14年3月)

国土交通省下水道部は、流域の水に係わる情報を集約した「流域水環境データベース」の

策定方法および活用方法、水環境の指標に関わるデータ項目、収集および加工方法や下水道整備の計画、管理および市民とのコミュニケーションへの活用方法等についてとりまとめている。

#### 達成度の評価・・・A

水環境の調査方法およびデータベース構築に関する手引きがまとめられるとともに、水環境マスタープラン策定の事例もいくつかみられるなど、実際の現場において取り組まれているものとして高く評価できる。今後は、水環境の評価、水環境保全対策の効率性検討などについて総合的手法の開発が望まれる。

## 2 多様な生物が生息する水辺を作る技術

### 技術開発の内容

- ・生態系における汚濁物質挙動の解明
- ・地域の生態系に対応した下水処理施設の配置
- ・バイオアッセイやバイオモニタリングによる水環境の評価技術と管理手法の開発
- ・自然浄化作用を応用した浄化技術の開発
- ・閉鎖性水域等の公共用水域に放流される下水処理水の水質を高度化する技術の開発
- ・COD、窒素、りんについて既存技術の改良を含め、より高度な除去法の開発。

### 5年後の主たる目標

バイオアッセイやバイオモニタリングによる水環境・生物環境評価技術の開発。放流先の生物のより多様性が生まれる施設計画のマニュアルや放流水質ガイドラインを作成。

### 技術開発動向・普及状況

生態系における汚濁物質強度の解明や、下水処理水や環境水及び下水処理水の影響を受ける河川水に関するバイオアッセイやバイオモニタリングに関する研究が見受けられるものの、その数は多くない。しかし、国、地方自治体及び独立行政法人土木研究所等の下水道関係機関において、生態系に配慮した下水道事業の基本的な考え方の整理などを目標として、「生態系との共生を図る下水道の在り方検討会」が設置され、下水道と生態系との関係等についての知見の集約、検討が進められてきている。本検討会の成果として「生態系にやさしい下水道の促進に向けた手引書(案)」がまとめられている。

一方、閉鎖性水域等の生態系に影響を与える栄養塩の除去に必要な高度処理関連の研究・技術開発は、規制強化もあり地方公共団体の現場において数多く実施されている。

- ・「生態系にやさしい下水道の促進に向けた手引書(案)」(平成14年9月)

国土交通省下水道部は、生態系にやさしい下水道整備の計画策定、維持管理等を行う際の参考とするため、生物の生息環境を保全する下水道、整備の生息環境を創出する下水道、環境学習の拠点となる下水道の3つの視点からなる基本的事項をとりまとめている。

・周辺環境との調和を目指した整備事例（東京都雑色ポンプ所）

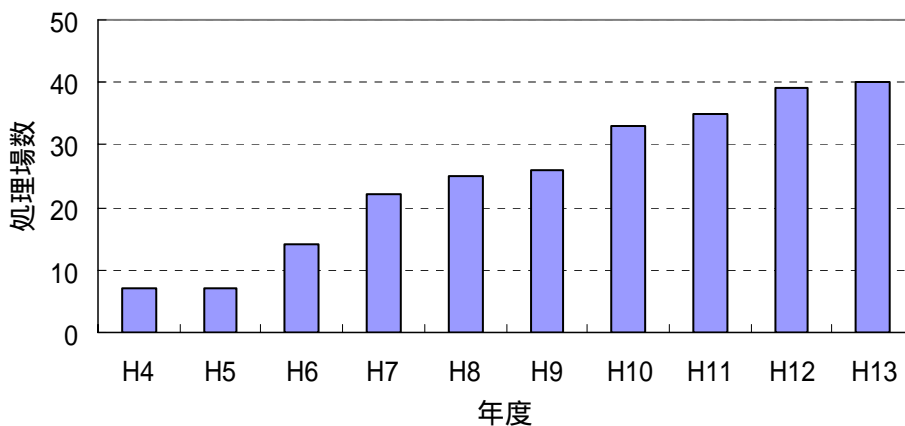
東京都では雨水ポンプ所の設置にあたり、放流先の多摩川のヨシ原等の自然植生や干潟の自然環境を保全する観点から、放流渠の設置場所の当初計画から変更した。

達成度の評価・・・A

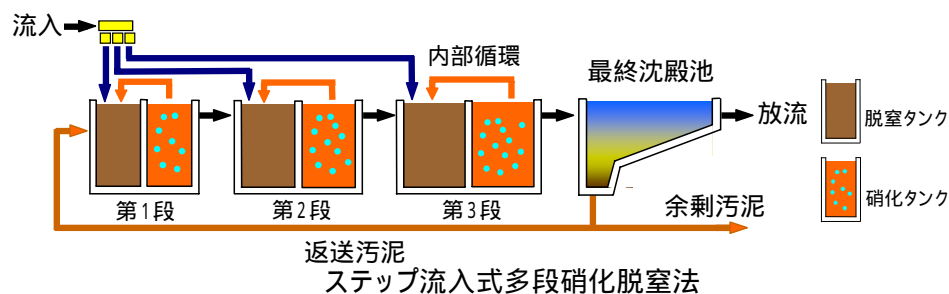
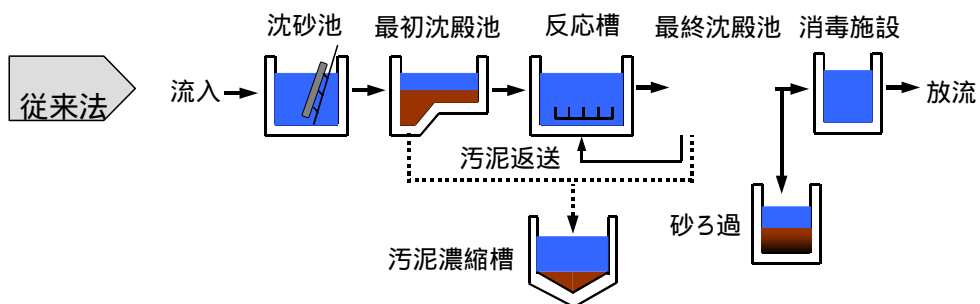
手引き書(案)がまとまるとともに、事業主体において生態系に配慮した下水道整備の動きは進んできており達成度は高い。今後ともバイオアッセイやバイオモニタリングを活用した水環境・生物環境評価技術の開発や放流先の生物のより多様性が生まれる施設計画のマニュアルや放流水質ガイドラインの策定が望まれる。

また、自然浄化作用を応用した浄化技術については、省エネルギーやコスト縮減の観点から今後も研究が望まれる。

高度処理については、既存度処理技術の改良の他、UV処理、オゾン処理、膜処理などの新たな処理技術についても処理水の生態系に与える影響なども考慮した開発を進める必要がある。



オゾン処理導入処理場数の経年変化



返送汚泥  
ステップ流入式多段硝化脱窒法

## (2)水循環

### 技術開発の必要性

下水道の普及拡大に伴い、水循環の中で下水道を経由する汚水・雨水の量が拡大しており、河川流況の形成やいわゆる開放循環による水の高度利用など、水域の水量・水質管理における下水道の役割が一層高まっている。また、汚濁負荷の処理技術に関しては、従来の点源負荷処理技術の開発だけでなく、ノンポイント負荷の効率的な削減技術の開発が必要である。したがって、今後は下水処理水や雨水を貴重な水源として捉え、良好な水循環の再生に貢献することが必要である。

一方、雨天時における合流式下水道の越流水による水質汚濁が課題となっており、汚濁負荷削減技術の開発が求められている。また、分流式下水道についても、不明水の影響で上流マンホール等からの溢水や汚濁負荷の流出が課題となっており浸入水対策が必要となっている。

このような背景から以下の3つの項目について技術開発を推進することとされた。

### 3 水循環マスタープラン策定技術

#### 技術開発の内容

- ・流域内の水収支や水質を総合的かつ迅速に調査する手法を開発
- ・下水道整備と水循環の相互関係を把握する手法を開発
- ・望ましい水循環を設定する手法を開発

#### 5年後の主たる目標

水循環マスタープラン策定マニュアルを作成。

#### 技術開発動向・普及状況

流域内の水収支や水質を調査する手法として、水量と水質との両方を表現できる水循環モデルが開発されてきた。雨水の浸透等局所的な施策について評価できるものとなっているが、迅速に調査できる手法とは言い難いと考えられる。

下水道整備と水循環の相互関係を把握する手法としては、開発された水循環モデルの活用により、雨水の浸透・貯留や、河川への還流のような下水処理水の再利用等の下水道施策を定量的に評価することが可能となってきた。しかし、その適用の普及はこれからという段階である。

望ましい水循環を設定する手法については、審議会での議論や国際的な動向を受け、次第に水循環に関する構想につき議論が深まってきた。今後は、望ましい水循環の設定の技術的な深化が求められる。

#### ・東京都「東京都水循環マスタープラン」の発刊

東京都の水に関する問題を総合的に解決するために平成11年に策定され、下水再生水の利用等の下水道による施策が明確化された。

#### 達成度の評価・・・B

水循環モデルの開発が進められ、下水道の施策と水循環との関係性を評価している事例は増えているが、その普及は今後の課題であり水循環マスタープラン策定マニュアルの作成が望まれる。

また、望ましい水循環を設定する手法は、構想段階から具体的な技術的事項の設定方法へ今後の研究が進められていく必要がある。

大別	分野	取り組み方針	下水道事業
平常時の水循環	水の利用	多様な水源の確保 水の有効利用 水道水質の向上	・下水再生水の利用
	普段の水の流れ	地下水涵養量の増大 自然流量の確保 人為的な水量の確保	・下水道雨水浸透施設の整備 ・下水再生水の上流還元
	水のうるおい	水辺の復活・再生 水辺景観・親水性向上 生態系の保全・回復 水文化の再生	
	きれいな水	下水道整備・再構築 合併処理浄化槽の普及 工場排水等の規制指導 非特定汚染源負荷対策 農業・漁業集落排水の整備 直接浄化対策 有害化学物質対策	・未普及地域の早期解消、再構築、高度処理、合流改善等 ・下水再生水の利用
	水の持つ熱エネルギー	下水・河川の熱利用等 都市緑化の推進	・下水の熱利用、小水力発電
異常・災害時の水循環	浸水被害の防止	総合治水基本計画(仮称)の策定 河川整備 下水道整備 流域における雨水対策	・管渠、調整池などの整備
	大規模災害時の水	地下水の利用 河川表流水の緊急利用 雨水の利用 下水再生水の活用 簡易浄化システムの導入検討	・消防用水や雑用水として利用

東京都水循環マスタープランの施策体系と下水道事業

#### 4 流域の総合的な汚濁負荷削減対策技術

##### 技術開発の内容

- ・GIS、リモートセンシング等を活用したノンポイントソース汚濁負荷の計算手法を確立
- ・面的汚濁負荷を含んだ流域汚濁負荷削減計画の策定手法を開発
- ・ノンポイントソース及び合流式下水道の汚濁負荷削減技術を検討
- ・分流式下水道における雨水浸入水の削減技術を開発

##### 5年後の主たる目標

GISやリモートセンシングにより、面的汚濁負荷を含む広範囲の汚濁を対象にした流域毎のデータベースを作成。また、このデータベースを活用し、水量・負荷量流出モデルを中心に流域の効率的な負荷削減計画策定技術を開発。合流式下水道雨天時越流水の処理技術の確立(消毒装置、ろ過スクリーン等)、および雨水貯留施設の水質対策としての併用利用手法を開発。

### 技術開発動向・普及状況

合流式下水道の越流水対策については、古くから指摘されてきた問題であり、着実な技術開発の進歩が見られた。微粒砂を用いた高速凝集沈殿法、目の粗い繊維による高速ろ過法などの越流水の汚濁負荷を低減させる技術開発が進められるとともに、合流改善計画の策定に必要な流出汚濁負荷の解析モデルに関する研究が進められた。

維持管理上の重要な問題である浸入水対策については、降雨量と浸入水量との関連について調査がなされるとともに、様々な管渠の更正工法が研究・実用化され、実際の現場への適用事例も見られる。

ノンポイントソース汚濁負荷に関しては、問題は指摘されているものの、新たな取り組みは多くは見られない。しかし、基礎的な調査は数多くなされており、今後の取り組みが期待される状況にあると考えられる。

また、特に合流式下水道の越流水対策については、下水道法に基づく構造の基準が新たに見直されることになり、さらには官民が連携して技術開発に取り組むSPIRIT21のテーマとして取り上げられており、今後の一層の技術開発が期待される分野の一つである。

### 達成度の評価・・・A

合流式下水道の越流水対策に関する技術開発は、この5年間で着実に進んだものと評価される一方、それ以外の点では革新的な技術開発は見られないが、基礎的な取り組みは多く見られる。また、新たな法律の制定もなされ、技術開発の進捗と相まって、制度的な進歩も見られたことから、総合的な評価として高い達成度であると評価できる。

## 5 流域の総合的な水資源管理技術

### 技術開発の内容

- ・流域全体を捉えた水量水質、利水排水方法を河川部局と連携して総合的に検討
- ・流域単位の下水处理水の一体的管理手法の検討
- ・下水处理水及び雨水の都市内の水資源として活用するための技術開発
- ・リスク評価に基づく下水处理水及び雨水の再利用基準の提案
- ・都市内の水と緑のネットワーク形成を図る管理技術の開発
- ・雨水等の地下水涵養技術の開発
- ・ヒートアイランド現象緩和技術の開発

### 5年後の主たる目標

下水处理水・雨水を都市内水源として活用するためのリスク評価に基づく再利用水質基準の提案。地下水涵養技術、ヒートアイランド現象の緩和技術の開発。

### 技術開発動向・普及状況

流域全体を捉えた視点での水管理に関する技術開発は非常に重要なテーマであるものの、実際に事業を進める上では他の事業者との綿密な連携が前提となり、ひいては技術開発の進捗に影響を与えている状況にある。

この5年間の取り組みを見ると、総じて行政研究機関における机上での検討が主であり、言い換えれば、数多くの具体的な現場での検討が進められることが渴望されているものと考えられ、とりわけ、流域全体での排水方法や下水処理水の管理手法の検討に関する分野では、この傾向が強いものと考えられる。

下水処理水や雨水を水資源として活用する技術については、直接再利用技術としての文献は見られないものの、膜処理技術が中小規模の下水処理技術の分野で進歩するなど、段階的にはコスト面での検討に移りつつあるように思われる。

リスク評価に基づく再利用基準については、近年になって下水処理水の雑用水利用に関する水質基準の策定を検討しており、年度末には目標がほぼ達成されるものと考えられる。

水と緑のネットワーク形成については、新たな分野としては捉えられなかったせいなのか、目新しい技術開発は見られていない。しかし、実際には下水処理水をせせらぎ等に利用する例は多いものと考えられ、技術の成熟が進みつつあると思われる。

地下水涵養技術については、これを直接の目的とした技術開発はほとんど見られなかったものの、都市内水被害の軽減の観点から雨水の浸透技術に関する研究は活発であり、今後は水循環の観点からこの分野の検討が進むものと思われる。

ヒートアイランド現象緩和技術としては、これを直接の目的とした技術開発はほとんど見られなかったものの、下水処理水を打ち水として活用することは実際に行われており、今後はヒートアイランド現象の緩和に対する効果を具体的に検証することが求められると考えられる。

#### ・大江戸打ち水大作戦

平成15年8月25日「大江戸打ち水大作戦」実施された。これは、「百万人が同じ時間に打ち水をすれば東京の気温を2℃下げられる」という研究者の試算を確かめるべく社会実験を行おうと、東京都内で環境活動をしているNPOが協力して実施されたもので、下水処理水もその水源として活用された。

#### 達成度の評価・・・C

水循環の観点については、関係者全員が重要性を認識しながらも具体的な取り組みが急激には進まない、息の長い技術開発分野である。この5年間の主たる目標についても、リスク評価については一定の成果が期待されるものの、他については新たな取り組みがあまり見られず、今後も引き続き検討が望まれる。

・安全・安心で快適なまちづくり

## (1) 浸水対策

### 技術開発の必要性

下水道整備は都市域における浸水抑制に大きな効果を上げてきたが、再開発や都市周辺部の市街化に伴い雨水の浸透面積が減少しつつあるため、雨水流出量が増大するとともに短時間に流出するようになり、局地的な豪雨による地下街等の水没等の都市型水害が頻発している。そのため、下水道管渠の整備に加え、雨水の貯留・浸透対策を推進し都市域の雨水流出そのものを抑制するとともに、下水道及び河川的能力を最大限に活用し、降雨状況に迅速に対応した雨水排水施設の活用が求められている。

このような背景から以下の2つの項目について技術開発を推進することとされた。

## 6 広域的降水予測情報システムの開発

### 技術開発の内容

- ・複数都市間で下水道降雨レーダーに関する情報ネットワークを構築
- ・雨水排水施設や貯留施設の運転を支援する広域的降水予測システムを開発
- ・広域的降水予測に基づく雨水排水施設の自動運転システムを開発

### 5年後の主たる目標

降雨レーダーを活用した短時間降雨予測を開発し、あわせて、降雨予測を活用した雨水排水施設、貯留管、調整池の運転支援システムを開発。

### 技術開発動向・普及状況

降雨レーダーについては、既に各都市毎に整備が進められている状況にあるが、それぞれの都市が持つレーダー情報を共有するネットワークについては、規格の問題等からほとんど検討がされてきていない。

レーダー情報から降水予測を行うシステムについては、実際の情報と降雨データからの検証が比較的容易であるために研究が進められており、特に自治体での検討が多く進められている状況にある。

雨水排水施設の自動運転システムについては、先進的な自治体では、降雨情報に加えて下水道施設の管理情報をリアルタイムに整理することで、より効果的な施設運転が進められている。

### ・東京アメッシュ

東京都下水道局では、降雨の状況を正確かつ迅速に把握し、適切な雨水ポンプの運転に活用するため、平成13年度に降雨情報システム(東京アメッシュ)の再構築を図った。構成は、レーダー基地局2基、地上雨量計44台、端末装置103台である。さらに、下水道管渠内の水位計のデータ等も加味することで、より効果的な施設運転が可能となる。

### 達成度の評価・・・B

都市ごとの取り組みに差異があり、本来目標としてきた広域的な降水予測システムの開発を進める土壌が整わなかったが、降水予測技術自体は実測データとの検証等から着実に進んでおり、



また施設運転の支援システムについても、この5年間の主たる目標の観点からは一定の進捗が見られたと評価できる。

## 7 総合的な浸水対策に係る技術

### 技術開発の内容

- ・より効果的な雨水貯留・浸透施設の開発及びその評価手法の確立
- ・浸透施設の能力の維持・回復技術の開発
- ・浸透水の水質確保、地下水等の環境に及ぼす影響を検討
- ・貯留浸透施設の設置、流出抑制手法の開発による都市内水対策の検討
- ・局所的な豪雨による地下街等の水没対策として機動的な排水施設の開発
- ・降水予測情報等を利用し、下水道と河川の雨水対策施設の連携システムを構築
- ・浸水安全度マップ等による情報提供の方法を検討

### 5年後の主たる目標

河川と下水道が一体となった流域雨水対策の効果的な整備手法を確立。局所的な大雨に対する計画手法と対策技術を確立。雨水流出抑制技術の開発と最適化。

### 技術開発動向・普及状況

第2次下水道技術五計の計画期間は、集中豪雨による都市水害が頻発し、人命財産に大きな被害をもたらした5年間でもあった。このため、新たに「特定都市河川浸水被害対策法」が平成15年6月に成立し、下水道と河川が連携して都市内水被害の対策計画を策定するなどの新たな取り組みがスタートすることにもなった。

技術開発の動向としても、雨水対策としての貯留浸透施設の技術開発は着実に進められ、大規模貯留管の設計に関する検討のほか、特に浸透施設に関しては、民間ベースでマニュアルが取りまとめられるなど、各下水道管理者での判断が求められる段階になってきている。

浸透施設の能力の維持・回復技術に関しては、前述のマニュアルにも一端は記述されているものの、従前から河川等の他分野で実施されてきた浸透施設に関する知見を押し進めた技術開発は認められなかった。浸透水に関する水質等の環境への検討も十分とは言えないと考えられる。

都市内水対策に関しては、関連分野も含めて活発な技術開発が行われてきた。コンピュータ技術の進捗と相まって、分布型モデルを基本とした流出解析の検討や流出抑制施設を含めた解析に基づく計画策定手法が検討されるとともに、マンホール蓋の飛散に関する研究などの幅広い取り組みが進められた。

機動的な排水施設については、市街地にも適用できる小規模ポンプの技術開発が散見され、民間レベルでの応用的な技術開発が進められた。

下水道と河川との雨水対策施設の連携については、総合的な計画づくりなどは進められたが、降水予測情報等と連動した本格的なシステムづくりには至っておらず、新たな法律の運用とともに今後は一層の連携が必要と考えられる。

浸水安全度マップ等による情報提供については、アカウンタビリティの重要性が認識されてきたことも背景となり、文献としては多く見られないものの、平成12年の東海豪雨で大きな被害のあった名古屋市で具体のマップが作られるなど、取り組みが進んでいるものと考えられる。

・「下水道雨水浸透技術マニュアル」(平成13年6月)

(財)下水道新技術推進機構では、雨水浸透施設設置効果の簡易評価手法を含めた雨水浸透施設の計画・実施に関するマニュアルとして「下水道雨水浸透技術マニュアル」を発刊し、計画浸透量の算定、維持管理手法等のガイドラインが示されている。

達成度の評価・・・B

特に貯留浸透施設及び都市内水対策に関する技術開発が進められるとともに、浸水安全度マップなど既存の技術を活用して実用化が実際に進められている一方、都市浸水への対応はまだ一部であり、大きな被害も発生している状況にある。河川と一体になった効果的な雨水対策については、新法の成立を機に具体的な検討が進むものと期待されるが、具体的に河川等との連携の手法について研究する必要がある。

## (2) 都市機能の高度化

### 技術開発の必要性

下水道は水道、ガス、電気と同様に都市における重要なライフラインであり、地震などの災害により機能に障害が生じれば市民生活に大きな影響を与えるため、災害に強い下水道の構築が不可欠である。また、集積度の高い都市域では都市環境の向上のために活用できる空間が不足しているため、処理場の防災基地化、情報通信網としての管渠の活用などに加え、ゆとりやうるおいを実感できる貴重なオープンスペースとして下水道施設を有効活用する技術を開発する必要がある。

さらに、日常生活における快適性の向上及び高齢化社会への対応を図るため及び環境負荷の低減などの観点から、下水道施設のディスポーザー対応をはじめとする新たな都市代謝システムの構築が求められている。さらに、下水道システムから生じる臭気の効率的な対策技術を開発する必要がある。

このような背景から以下の5つの項目について技術開発を推進することとされた。

### 8 地震(都市災害)に強い下水道を構築する技術

#### 技術開発の内容

- ・液状化対策や耐震管等の下水道施設の高耐震化技術および耐震補強技術を開発
- ・災害時の合理的な対応策を確立
- ・早急な災害復旧手法を確立

#### 5年後の主たる目標

下水道施設の液状化対策、耐震化手法を開発し、早急な普及手法を開発。

#### 技術開発動向・普及状況

平成7年の兵庫県南部地震をはじめとする地震により下水道施設が被害を受け、これを教訓として、全国で地震に強い下水道づくりが一層強力に推進された。これに伴い耐震化に関する技術開発が進み、特にマンホールや管渠の継ぎ手などに関しては、民間企業で積極的な技術開発が進められ、実際の現場に適用されている事例も数多い。

一方、ソフトの分野も含む災害時の対応策や災害復旧に関する技術開発については、特筆すべき進歩はなく、既存技術を中心として着実な災害対応が進められたものと考えられる。

#### 達成度の評価・・・A

マンホールや継ぎ手に関する耐震化技術が活発に開発され、実用化も進む一方で、液状化現象の影響や災害時の対応などソフトを含む対応策については必ずしも開発は進められなかった。しかしながら、5年後の主たる目標は耐震化手法の開発および早急な普及に重点が置かれており、建設技術審査証明制度を活用した技術開発が数多く実施されたことを踏まえ、総合的な評価として高い達成度であると評価できる。今後は個別技術だけでなく、システムとして地震に強い下水道を研究する必要がある。

## 9 下水道管渠網による光ファイバーネットワークの構築

### 技術開発の内容

- ・光ファイバーを敷設した下水道管渠網を高度情報インフラとして利用する手法を確立。
- ・下水道施設間のネットワークシステムを開発。

### 5年後の主たる目標

下水道管渠網への光ファイバー敷設による下水道施設のネットワークシステムを開発。

### 技術開発動向・普及状況

下水道施設のストックの増大に伴いその効率的な管理が必要となっており、「下水道管理用光ファイバー整備計画策定費補助制度」も創設され、大都市の一部では既にポンプ場の遠隔監視・制御や施設間の情報交換に管理用光ファイバーの利用による管理の高度化が始まっている。

また、民間通信事業者等による下水道管渠空間の利用ニーズの高まりに対応すべく、平成8年の下水道法の改正を受け、国土交通省では「下水道管渠の使用に関するガイドライン」をとりまとめ、下水道管理に支障のない範囲で民間通信事業者等による下水道管渠内の利用が可能となった。

下水道維持管理の効率化を図る自治体においては下水道施設間の光ファイバーネットワーク化が実用段階となっている状況である。

### 達成度の評価・・・A

下水道管渠網への光ファイバーの敷設による下水道施設のネットワーク化については、その施工技術の開発とともに新設管のみならず既設管においても可能となっており、下水道維持管理の効率化を図る自治体においてはこの5年間で着実に進んだものと評価される。

また、下水道管渠を民間通信事業者の光ファイバー敷設空間として使用させることに関しても「下水道管渠の使用に関するガイドライン」がまとめられ、今後一層の高度情報通信ネットワーク社会の構築に寄与するものと評価できる。

## 10 下水道施設の空間活用技術

### 技術開発の内容

- ・下水道施設の上部空間を災害時の避難場所等へ多目的活用する手法を開発。
- ・都市の再構築において、処理場等の上部空間を多目的に有効利用する手法を開発し、まちづくりにおける導入手法や導入効果の評価手法を検討。

### 5年後の主たる目標

災害時の避難場所としての空間活用手法を開発。緑地公園・スポーツ広場等の上部空間利用ばかりでなく、多目的都市空間として活用するために下水道施設と共存できる立体的活用手法を開発。

### 技術開発動向・普及状況

下水道施設の上部空間は、都市における貴重なオープンスペースとして緑地や運動公園などに広く開放されており、また、都市防災計画の中で避難所として指定されている事例もある。しかし、多目的都市空間としての立体的利用については処理場の立地条件等の関係からか、その実施事例は少ないようである。

### 達成度の評価・・・C

下水道施設の空間利用技術、特に下水道施設の上部空間の多目的利用に関しては、緑地・運動公園等の平面利用以外の報告も少なく、立体的利用手法の開発についても積極的な取り組みが見られない状況である。

下水道の効率的経営の観点からも、制度上の課題や下水道施設の収益的利用の推進も含め、今後の引き続き検討が望まれる。

## 11) 下水道システム環境対策技術

### 技術開発の内容

- ・下水道施設からの臭気発生メカニズムを解明し、簡易な臭気判定手法を開発
- ・合理的な臭気対策技術の開発

### 5年後の主たる目標

臭気発生メカニズムや生成因子の解明を行い、簡易な臭気判定手法と合理的臭気対策技術を開発してマニュアルを作成。

### 技術開発動向・普及状況

下水道システムにおける環境対策は、その対策費の大部分を臭気対策が占める。臭気対策は、処理場やポンプ場の水処理系、污泥処理系から発生する臭気を脱臭する設備対応型の対策と汚水や污泥に脱臭剤を混入させて臭気の発生を抑制する薬剤対応型対策に大別される。

脱臭設備の普及状況としては、薬品洗浄法や活性炭吸着法、薬液酸化法などの物理化学処理法がその大部分を占めるが、経済性や維持管理のし易さ、さらに脱臭性能の観点から、近年生物脱臭法の普及が著しい。技術開発の動向もこれに呼応し、生物脱臭法の適用性や操作性など、同法に関する研究が増加している。また、新規脱臭法に関する技術開発としては、セラミックスを使ったものも出始めている。

なお、担体利用生物脱臭システム(充てん塔式生物脱臭法+活性炭吸着法)については、2000年6月に技術マニュアルが発刊されている。

臭気発生抑制剤としては、ポリ鉄や過酸化水素などについての研究が多少見られるが、抑制剤に関する研究の大部分は、圧送管に関連する硫化水素発生抑制対策など、臭気対策と不可分の関係にある腐食対策として計上されているものが多い。

また、近年、処理場以外の臭気対策としては、民間施設であるビルピットに関連する調査研究が見られる傾向がある。

・「担体利用生物脱臭システム技術マニュアル」(改訂版)(2000年6月)

本マニュアルは、1996年に(財)下水道新技術推進機構から出版されたものの改訂版である。初版では、これまで個々に設計・管理されていた「充てん塔式生物脱臭法」と「活性炭吸着法」を一体のシステムとして評価し、これにより設備費や維持管理費など諸方面での合理化を図ることを可能とした。今回の改訂版は、初版発行時には少なかった運転実績のデータが蓄積されたことによる諸元の変更や、仕様の多様化、脱臭に関連する法規の改正などに対応するため行い、これにより計画・設計時における利便性を高めることに成功した。

#### 達成度の評価・・・B

環境対策のうちの臭気対策は、臭気が発生源ごとに異なる組成や強度を示すことから、調査研究も広範囲に渡る傾向がある。既存脱臭装置に関しては、省面積化や省電力化など、高効率化に関する研究がコンスタントに行われている。また、新規素材の開発や、産廃業界など他業界製品からの転用など、新規の研究も数多く見られ、それぞれの熟度に応じた成果を挙げているが、メカニズムの研究や簡易な臭気判定手法の開発はほとんど研究が進んでおらず、今後課題を残しているため、総合的な達成度は標準的と評価できる。

## 12 新しい都市代謝システムの構築

### 技術開発の内容

- ・ディスポーザー排水を直接下水道で収集・処理した場合における、下水道施設への影響及び廃棄物処理を含めた社会全体への影響を解明
- ・ビルピットを廃止した場合における、下水道施設への影響及び廃棄物処理を含めた社会全体への影響を解明
- ・エネルギーや有機資源のリサイクルを含めた効率的な都市代謝システムを構築

### 5年後の主たる目標

ディスポーザーやビルピット使用を考慮し、受け入れ条件や必要な整備対策を盛り込んだ下水道システムのマニュアルを作成。

### 技術開発動向・普及状況

ディスポーザー排水の下水道施設による受け入れについては、水環境への悪影響に対する懸念や下水道施設への影響が不明であることから慎重な態度がとられてきた。しかし、この5年間では、生ごみの速やかな排除に対する国民のニーズや、廃棄物処理を含めた社会全体における効率性の検討の必要性から、国によるディスポーザー導入の社会実験及び地方公共団体による導入影響調査が主に行われ、研究が進んできた。社会実験からは、机上の検討ではない下水道施設への影響について示唆が得られてきている。また、流入負荷量の増加に対応するための、下水処理施設での対策方法・技術も開発されてきた。社会全体への影響としては、LCAや費用効果の研究がなされており、効率的な都市代謝システムの構築に向けての基礎的資料となることが期待される。

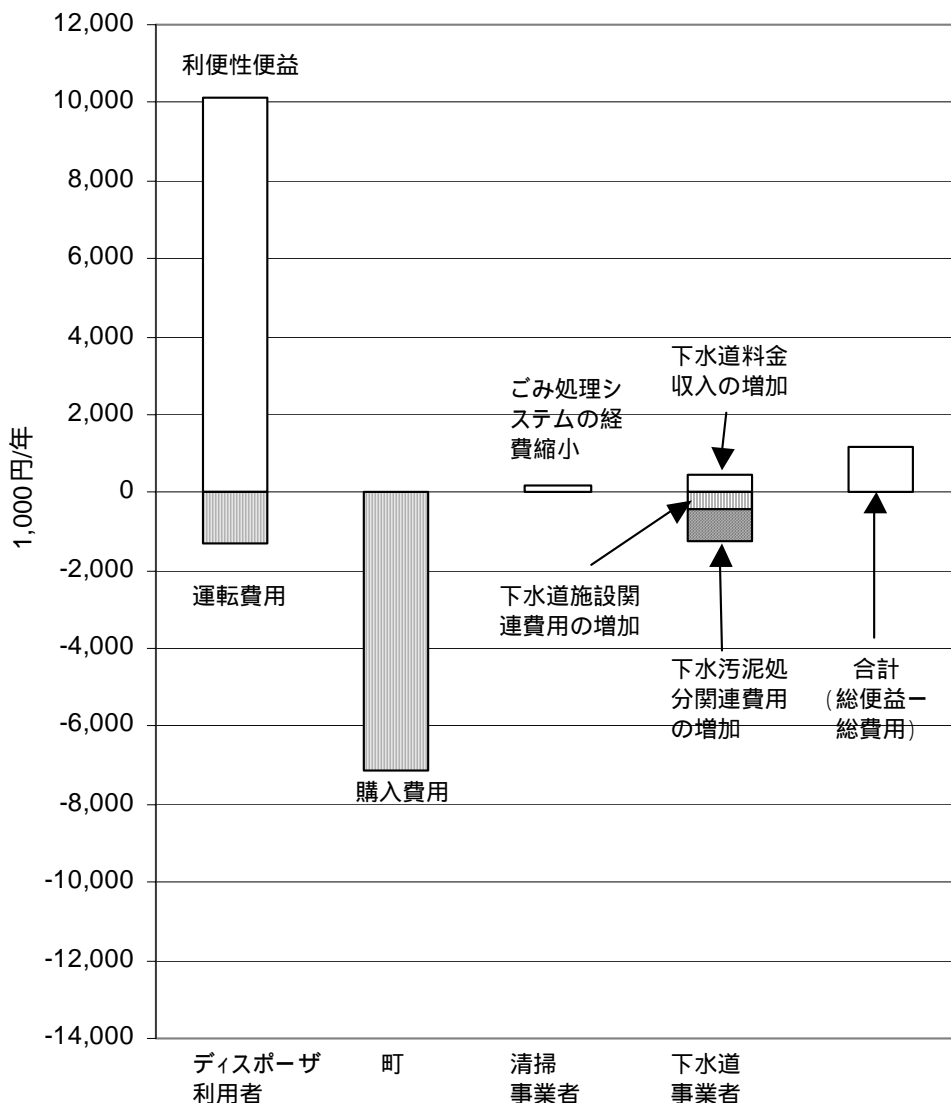
ビルピットについては、廃止による下水道施設や社会全体への影響を解明するための研究は見られず、ビルピット排水による下水道施設への影響を少なくするための技術開発が進んできた。即時排水型の設計方法や機器の開発、及び、生物製剤の効果の確認がなされ、さらに、ビルピットと管路腐食との関係を明らかにしようという研究も見られる。

・国土交通省「ディスポージャー普及時の影響判定の考え方(案)」の発刊

歌登町で実施されている社会実験の中間成果等を受け、ディスポージャー普及時の影響判定方法に関する技術的な指針として、平成14年5月に発刊された。

### 達成度の評価・・・B

ビルピットを廃止した場合の影響は研究がまったくなされていず、効率的な都市代謝システムの構築については、まだ机上の検討が行われているに過ぎない段階である。しかし、ディスポージャー排水を直接下水道で収集・処理した場合の影響については、実施設を対象とした実証的な影響調査が始まったこともあり、総合的な達成度として一定の評価が与えられる。



歌登町における費用便益評価

### (3) リスク管理

#### 技術開発の必要性

下水道は、生態系や自然の循環システムを健全に保つための重要な構成要素と位置づけることができる。今後とも、拡大する諸活動を支えつつ、それに伴う環境への負荷を極力抑制することが、下水道に課せられた大きな使命である。

化学物質の主要な経路には大気、水、土壌等がある。これらの物質は水に移行するものも多く、かつ、飲料水等をとおして人の健康に影響を及ぼす可能性がある。

一方、下水道整備の進展に伴い、日本全国で排出されている下水処理水は、生活用水の約3/4に相当し、かつ、水道水源の上流域などにも放流している場合もあることから、下水道は公共用水域への最終的なフィルターとして水系における病原性微生物や化学物質のリスク管理に占める役割が非常に大きい。さらに、今後の普及率向上に伴い、その重要性は一層高まるものと考えられる。一方、有害な化学物質については、平成13年度からPRTTR法(環境汚染物質排出移動登録制度)が施行されたのに伴い、排出量及び移動量の公表が必要となっている。

このため、下水道から環境中へ放出される処理水、汚泥、排ガス中の病原性微生物及び化学物質等のデータベース化を図るとともに、ヒト及び生態系に対するリスクの算出およびその評価手法等を開発する必要がある。また、流出事故等に伴う下水道被害に対処するため、下水中等の化学物質等の測定技術を開発する。

さらに、リスクアセスメント、リスク管理などの安全性評価手法だけでなく、化学物質等の除去や無害化を行う制御技術の確立が必要である。

このような背景から以下の3つの項目について技術開発を推進することとされた。

### 13 下水道におけるリスクアセスメント技術

#### 技術開発の内容

##### 病原性微生物および化学物質について

- ・下水道における実態把握および管理手法を確立し、水系リスクマネジメントのための下水道システムの在り方を検討。
- ・下水道を経由して環境中に放出されるリスクを適切なレベルに制御するリスクアセスメント技術の開発。
- ・下水処理および汚泥処理における挙動を把握するとともに、ヒトおよび生態系への暴露量を検討し、リスクの算出・評価手法を開発。
- ・水系での挙動を把握するとともに、挙動に与える影響因子の検討。

#### 5年後の主たる目標

病原性微生物や有害物質について、発生源から処理場での除去、水系での挙動を表現できるモデルを開発。VOC, TOX, 重金属などの下水処理施設における挙動モデルを開発。

#### 技術開発動向・普及状況

下水中や下水処理水を受ける河川水中の病原性微生物や化学物質の実態に関する調査研究は、遺伝子技術を活用したものやバイオアッセイ、機器分析など数多くの事例が見受けられる。

しかしながら、挙動モデルに関する研究事例は少なく、また、リスク算出に関する研究は下水道



分野のものは少ない。

公共用水域の水質リスク管理に関する下水道の役割を考える上で必要な水系での挙動に関する研究は少ない。

・「下水道における化学物質リスク管理の手引き(案)」(平成13年5月)

国土交通省では、下水道における化学物質管理リスク管理の内容、排出量及び移動量の算出方法や算出例、化学物質リスク管理の取り組み及びリスクコミュニケーションについてとりまとめている。

達成度の評価・・・B

下水処理工程における化学物質の挙動予測推定モデルが開発され、P R T Rでの未規制物質の処理場からの排出係数概算算定を行うことが可能となり、一定の成果が見られる。今後、P R T R情報の分析や各処理場での実態把握が進むにつれ下水道における実際の対応方策について研究を行う必要があると考えられる。

#### 14 化学物質等のデータベースの整備

##### 技術開発の内容

- ・化学物質の用量反応等の基礎情報、処理区単位の使用実態や発生量の実態、系外への排出量等の実態調査結果等のデータベース化
- ・水系における雨水排水施設の位置や規模等のデータベースを作成
- ・化学物質のモニタリングを行うための分析方法やモニターの開発
- ・流入水および処理水質や放流水域の水質の評価に関する測定・監視技術の開発

##### 5年後の主たる目標

下水道の水質のモニタリングデータベースのフレームを提案。内分泌攪乱物質を含む未規制物質や病原性微生物の実態調査や下水道への影響を把握。P R T R法へ対応した有害物質等のデータベースの作成。モニタリングに必要な測定機器の開発。

##### 技術開発動向・普及状況

各地の下水処理場における実態調査が多数行われており、国内の下水処理場における実態は明らかになりつつあるが、排出源の特定など発生原因に関する研究事例は少ない。

また、下水中に含まれる微量化学物質や内分泌攪乱化学物質について、効率的な機器分析方法やVOCモニター、バイオアッセイやバイオモニタリングに関する技術開発が独立行政法人土木研究所を中心とした共同研究などにより行われている。

達成度の評価・・・B

下水中や下水処理水を受ける河川水中の病原性微生物や化学物質の実態に関する調査研究は、遺伝子技術を活用したものやバイオアッセイ、機器分析など数多くの事例が見受けられ、実態については明らかになってきたが、データベースの構築は今後の課題である。

## 15 病原性微生物・化学物質のリスク管理技術

### 技術開発の内容

- ・病原微生物の除去技術の開発
- ・発生源を考慮した病原微生物のリスク管理技術の開発
- ・病原微生物に関する適切な指標の検討
- ・化学物質を除去・無害化する制御手法の検討
- ・化学物質について、下水処理場への流入負荷の低減及び除害処理技術の開発

### 5年後の主たる目標

内分泌攪乱物質を含む未規制化学物質や病原性微生物の下水処理水、大気、汚泥中の残留濃度を低減する処理技術を検討。水域の水質目的にあった処理水質のガイドラインを作成。下水の消毒技術として処理区域での対策、水系管理方法について体系化。

### 技術開発動向・普及状況

下水処理水中の病原微生物除去技術の開発については、クリプトスポリジウムの除去に関する研究が特に多く行われ、着実な技術開発の進展が見られる。一方、ウイルスの除去に関する研究が近年多く行われているが、まだ基礎的な研究段階のものが多く、実用化に向け、今後の更なる取り組みが期待される。

発生源を考慮したリスク管理技術の開発については、再生水のリスク管理に関する研究を中心とした取り組みが見受けられる。

病原微生物に関する適切な指標の検討については、リスクに基づいた基準の提案に関する研究が見受けられる。

下水処理水及び汚泥中に含まれている化学物質の除去・無害化技術の開発については、内分泌攪乱物質の制御に関する研究が特に多くなされている。また、PRTR法の施行を受け、PRTR法を踏まえた研究が多く実施されるようになってきており、PRTR法の対象化学物質の除去・無害化技術の開発について、今後の取り組みが期待される。

- ・「下水道におけるクリプトスポリジウム検討委員会最終報告」(平成12年3月)

(社)日本下水道協会では、下水・汚泥処理プロセスにおけるクリプトスポリジウム除去効果及び下水道におけるクリプトスポリジウムへの対応に関する検討事項についてとりまとめた「下水道におけるクリプトスポリジウム検討委員会最終報告」を作成した。

- ・「ウイルスの安全性から見た下水処理水の再生処理法検討マニュアル(案)」(平成13年7月)

国土交通省高度処理会議では、処理水再利用におけるウイルス基準の検討を行うことを目的として、基準策定のために委員会で行った調査及び実験結果の整理、幅広い再生水の用途を想定して、再生処理法を選定するまでの手順を具体的に例示した「ウイルスの安全性から見た下水処理水の再生処理法検討マニュアル(案)」を作成した。

- ・「下水道における化学物質リスク管理の手引き(案)」(平成13年)

(社)日本下水道協会では、化学物質リスク管理、PRTR制度のうち排出量及び移動量の算出

方法、PRTR制度の概要、対象化学物質に関する情報、下水道に化学物質を排出する事業場や地域住民等関係者とのリスクコミュニケーション手法について現時点の知見の範囲内でとりまとめた「下水道における化学物質リスク管理の手引き(案)」を作成した。

#### 達成度の評価...A

病原微生物や化学物質の除去技術については、更なる技術開発が必要ではあるが、この5年間で着実な技術の進展が見られる。また、病原微生物や化学物質のリスク管理技術やリスク管理の観点からの水質基準の作成等については、マニュアルや指針等が作成されるなど、積極的な取り組みが見られ、高い達成度が得られていると評価できる。

### 3. 省エネルギー・リサイクル型社会の形成

#### (1) 地球環境保全・省エネルギー

##### 技術開発の必要性

これまでの下水道事業では水環境保全の立場から整備を急いだため、維持管理を含めて省資源・省エネルギーに関して十分な配慮がなされていたわけではなかった。特に、下水処理工程で消費する電力需要量は大きく、今後は化石燃料使用量の低減や、下水道の持つ未利用エネルギーの利用拡大を積極的に進める必要がある。

普及率の向上とともに増大が予想される下水及び下水処理水は、都市内における貴重な水資源であるとともに、未利用エネルギーの中でも利用しやすい熱源であり、ヒートポンプ等の熱交換機を用いてクリーンなエネルギー源として利用されることが望まれる。

また、同様に今後ますます増大する下水汚泥は、有機質に富んでおりエネルギー源としての活用が可能である。下水汚泥の焼却時に発生する熱の有効利用や、下水汚泥の嫌気性消化過程に置いて発生する消化ガス発電の有効利用等を促進する必要がある。

さらに、平成11年4月、地球温暖化対策の推進に関する法律が施行されたことに伴い、下水処理施設全体のエネルギー消費の節減や、下水処理施設及び下水汚泥焼却施設から排出される温室効果ガスの削減などの観点から、下水道から排出される温室効果ガスを把握するとともに下水道システムの評価を行い、これらの対策を講じることが一層求められることとなる。

地球温暖化防止対策の動向を踏まえつつ、今後は循環を基調とする経済システムの実現に向けて、下水道の持つ未利用エネルギー有効利用を促進する必要がある。

このような背景から以下の5つの項目について技術開発を推進することとされた。

#### 16 下水道施設から排出される低位排熱の地域活用技術

##### 技術開発の内容

- ・コジェネレーション等の下水熱回収設備およびそのシステムの構築など下水熱利用計画手法を整備
- ・サーモテクノロジーを導入した下水道管渠技術および長距離熱移送技術を検討
- ・冷却水などの低位廃熱エネルギーを効率よく回収し周辺地域の冷暖房などに活用する計画手法およびその技術を開発
- ・融雪の熱源として下水熱の有効利用を図る省エネルギー融雪技術マニュアルを整備

##### 5年後の主たる目標

融雪など地域特性に応じた下水熱の回収設備・システムの指導および下水熱利用手法のマニュアルを作成。

##### 技術開発動向・普及状況

下水の有する熱を、ヒートポンプ等を用いて地域冷暖房に利用する事業は、これまでも実施されてきたが、近年では、省エネルギー効果や二酸化炭素削減効果が評価されている。また、都市部のヒートアイランド対策として、都市の熱を下水道へ排出・処理するシステムの検討なども行われている。

融雪、流雪等に下水熱を利用する事業は、これまでも実施されてきているが、近年では、ヒートパイプによる融雪の調査が行われるとともに、現場への適用事例もみられる。

融雪用水としての利用……21処理場(平成12年度)

達成度の評価……B

下水道施設から排出される低位排熱の地域活用については、マニュアル等は作成されなかったが、融雪を目的とした下水熱の利用が進むなど、この5年間の主たる目標の観点からは一定の進捗が見られたと評価できる。

## 17 自然エネルギーを活用した下水収集・処理技術

技術開発の内容

- ・クリーンエネルギーを活用した技術およびその評価手法を開発
- ・ラグーン等の自然浄化作用を取り入れた下水処理技術を検討

5年後の主たる目標

風力、太陽光発電など変動電源に対応した下水処理システムのマニュアルを作成。

技術開発動向・普及状況

クリーンエネルギーの活用技術については、風力を利用した下水道システムの検討や小水力発電設備の研究が行われ、小水力発電については現場への適用事例も見られる。

自然浄化作用を取り入れた下水処理技術については、熱帯・亜熱帯地域への適用を念頭に曝気式ラグーンの研究が進められた。

達成度の評価……C

クリーンエネルギーについては、小水力発電を除き、基礎的な取り組みが中心で、マニュアル等は整備されていない。また、ラグーンについても研究段階である。しかし、省エネルギー、地球温暖化対策等の観点からは、この分野の重要性は高いと考えられ、今後も引き続き検討が望まれる。

## 18 下水処理場消費エネルギーの低減化技術

技術開発の内容

- ・処理装置の効率化
- ・施設の運転手法の検討
- ・処理プロセスの評価及び改良
- ・LCA手法の開発を含めた下水処理場全体でのシステムの検討

5年後の主たる目標

下水処理システムの消費エネルギー低減化技術を開発し、エネルギー消費量と処理水質の再現モデルを作成。

### 技術開発動向・普及状況

曝気攪拌で消費されるエネルギーが処理場の全エネルギーに占める割合が非常に大きいことから、曝気攪拌の効率化を中心に多くの技術開発がなされた。

処理装置の効率化については、曝気装置の効率化に関して多くの技術開発がなされ、技術開発の着実な進歩が見られた。中でも特に超微細気泡散気装置の導入による消費エネルギーの低減化について、技術開発及び普及が広く進んだ。

施設の運転手法の検討については、反応タンクにおける風量制御手法を中心に研究がなされ、一定の知見が得られた。

処理プロセスの評価及び改良については、エネルギー消費量の観点からの現行の処理プロセスの評価に関する研究は行われているものの、処理プロセスの改良に関する研究は十分に行われておらず、今後の取り組みが期待される。

消費エネルギーの観点からのLCA手法の開発については、インベントリー化などの基礎的な研究には着手されているものの、実用化に至るまでにはなお時間を要することが予想されることから、今後の更なる取り組みが期待される。

### 達成度の評価...A

エネルギー消費低減の評価手法であるLCA手法の開発については十分に成果が出ているとは言えず、今後の取り組みが期待されるところであるが、エネルギー消費低減の観点からの処理装置の効率化、運転手法の検討及び処理プロセスの評価に関する研究については、この5年間で着実な進展が見られ、高い達成度を得ていると評価できる。

## 19 地球温暖化ガスの排出抑制、活用技術

### 技術開発の内容

- ・水処理および汚泥処理プロセスから放出されるメタン、一酸化二窒素等の地球温暖化ガスの発生メカニズム把握手法およびその抑制技術の開発
- ・下水道システム全体を対象としたLC-CO<sub>2</sub>手法の開発

### 5年後の主たる目標

建設、処理プロセス、廃棄の全フェーズにおける温暖化ガスの負荷を評価するLCAを検討。排出抑制技術を開発。

### 技術開発動向・普及状況

メタン、一酸化二窒素等の地球温暖化ガスの発生メカニズム及び発生抑制技術の開発に関する研究については、着実な技術開発の進展が見受けられ、下水処理場における対策の実施も進みつつあるが、地球温暖化防止は特に重要なテーマであると考えられることから、対策の普及促進に向け今後更なる取り組みが期待される場所である。

地球温暖化ガス排出抑制の観点からのLC-CO<sub>2</sub>手法の開発については、処理規模毎の二酸化炭素排出量の試算は行われているものの、殆ど研究がなされておらず、現在行われている研究についても実用化に至るまでにはなお時間を要することが予想されることから、今後の更なる取り組みが期待される。

・「下水道における温暖化防止実行計画策定の手引き」(平成11年8月)

(社)日本下水道協会では、地方公共団体の下水道事業における地球温暖化防止の実行計画を策定するに当たっての活用を目的として、「下水道における温暖化防止実行計画策定の手引き」を策定した。

達成度の評価...A

温暖化防止に向けた手引きが作成され、地方公共団体で具体的な取り組みが進むなど、メタン、一酸化二窒素等の地球温暖化ガス排出抑制技術の開発については、この5年間で着実な進展が見られ高く評価できる。今後は、地球温暖化ガス排出抑制の評価手法であるLC-CO2手法の開発等の技術開発が期待されるところである。

## 20 汚泥減量化技術

技術開発の内容

- ・汚泥の発生抑制を目的とした、焼却、溶融等の従来技術の改良
- ・オゾンあるいは好気性細菌による減量化技術、超臨界処理など新たな処理方法の開発
- ・下水汚泥の発生量、減量化率等の基礎的な情報のデータベースの整備

5年後の主たる目標

効率的な汚泥焼却、溶融に加え、オゾンや好気性好熱細菌や超高压・高温を利用した汚泥減量化技術を開発。

技術開発動向・普及状況

近年の下水道整備の進捗に伴い、下水汚泥発生量が増加し、その処分地の確保が困難となってきた状況から、下水汚泥の減量化が重要な課題となっている。

汚泥の減量化を目的とした従来技術の改良に関しては、特に民間における研究が盛んに進められており、脱水機等で、海外技術の導入等も盛んに行われている。

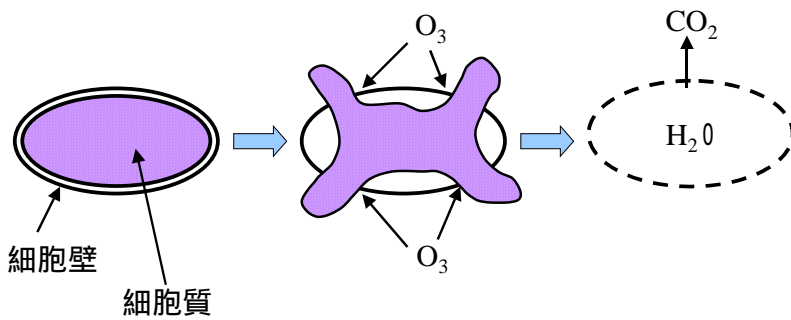
オゾンあるいは好気性細菌による減量化技術、超臨界処理など新たな処理方法の開発に関しては、物理化学的、生物学的な汚泥の可溶化の研究が進められている。

下水汚泥の発生量、減量化率等の基礎的な情報のデータベース化に関しては、下水汚泥の発生量、処分状況等が従来国土交通省から公表されている。これに加え、下水汚泥製品に関するデータベースの整備が進んでいる。

達成度の評価...A

汚泥減量化技術は、従来の技術改良が進められるとともに、可溶化に関する研究が積極的に進められ、今後の導入が期待される段階に至っていると高く評価できる。また、下水汚泥の発生量等に関するデータベースの整備、情報提供が始められており、一定の進捗が見られたと評価できる。

- STEP1 余剰汚泥のオゾン処理
- STEP2 エアレーションタンクで生物分解



オゾンを用いた汚泥減量実験

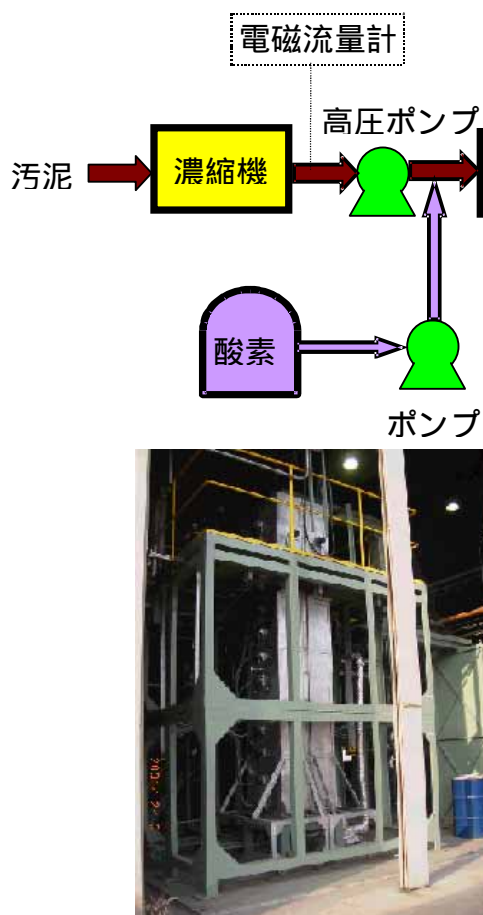
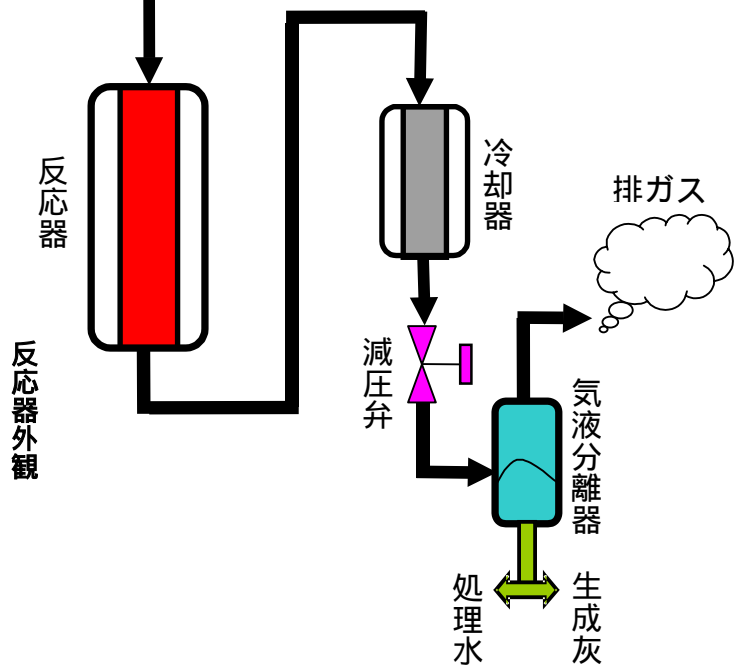


表 装置概略仕様

処理量	2t/日
処理汚泥濃度	10%
設計温度	649
設計圧力	28MPa



超臨界水による汚泥処理実験



## (2)リサイクル

### 技術開発の必要性

下水処理水および雨水は、都市域に存在する貴重な水資源であり、積極的な利用が求められている。このため、都市用水や修景・親水用水への再利用に適した経済的な高度処理技術の開発および高度処理水の利用手法等に関する調査を推進する必要がある。

また、最終処分地が逼迫しつつあり、下水汚泥の減量化技術の改良あるいは汚泥発生量そのものの抑制が求められている。したがって、リサイクルの促進を図るため、高品質かつ安全な汚泥製品を製造する技術を開発するとともに、市場原理に基づく流通形態等の検討が必要である。

さらに、下水および下水汚泥中に存在するりん、窒素、金属類等の有価物に着目し、それらを効果的かつ経済的に回収する技術の開発が望まれている。

このような背景から以下の4つの項目について技術開発を推進することとされた。

## 21 下水処理水の再利用に適した高度処理技術・利用技術の開発

### 技術開発の内容

- ・再利用形態に応じた水質目標値の検討
- ・再利用に適した高度処理・利用技術の開発
- ・建設・維持管理コストを含めた総合的な導入マニュアルの作成

### 5年後の主たる目標

利用形態に応じた要求水質を保証する効率的な膜処理技術などの高度処理技術を開発し、建設・維持管理コストを含めた総合的な導入マニュアルを作成。

### 技術開発動向・普及状況

再利用形態に応じた水質目標値の検討については、十分な検討がなされているとは言えない状況にあるが、平成15年度中に暫定的な基準が、平成16年度中に最終的な基準が策定される予定となっていることから、目標は近年中に概ね達成されるものと考えられる。

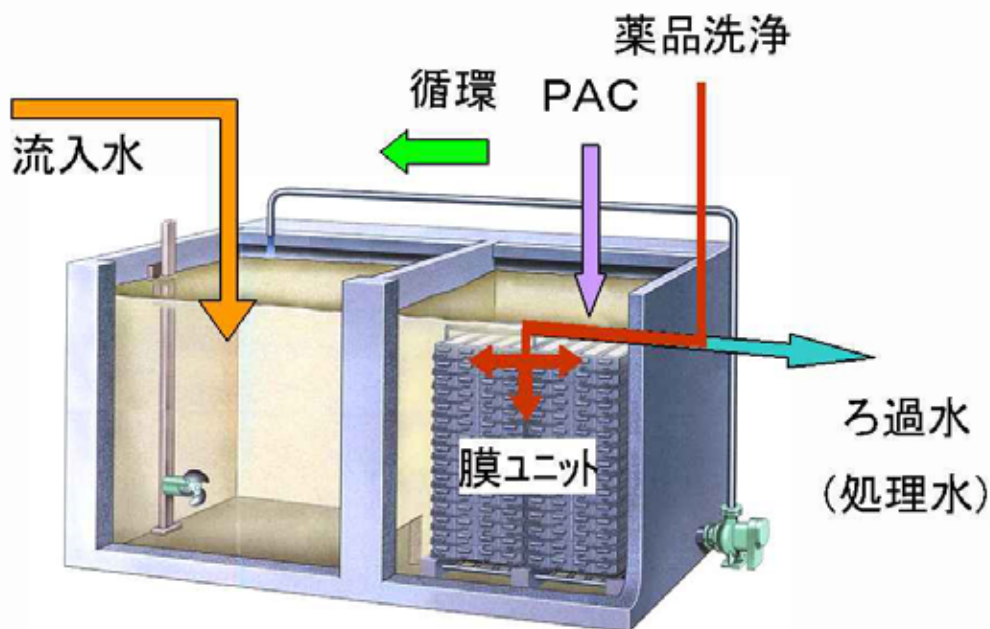
再利用に適した高度処理・利用技術については、着実な技術開発の進歩が見られ、特にオゾン処理や膜処理などに関する技術開発の進展が見受けられ、今後は普及促進に向け更なる取り組みが期待される。

再利用導入マニュアルについては、再利用における建設費用や維持管理費用に関する研究や再利用に関する技術基準に関する研究等について、一部で基礎的な研究は行われているものの、十分な研究は行われておらず、ウイルスの安全性からみた再生処理法に関するマニュアルが作成された程度であり、今後の取り組みが期待される。

・平成14年度末現在、高度処理人口は1,427万人、高度処理人口普及率は11.3%となっている。また、平成13年度末現在の有効利用実施処理場数は216処理場、処理水有効利用量は2.0億m<sup>3</sup>となっており、有効利用率は1.5%となっている。

## 達成度の評価... B

再利用に適した高度処理に関する技術開発は、この5年間で着実に進んだものと評価される一方、再利用導入マニュアルの作成に関する研究は十分に進んでいるとは言えない状況である。また、水質目標値に関する研究については、一定の達成度が得られた。



膜分離活性汚泥法

## 22 下水汚泥保有エネルギーの高度活用技術

### 技術開発の内容

- ・下水中に含まれる有機物質を効率よく有用なエネルギーに転換させるための技術の開発
- ・消化プロセスから発生する余剰メタンガスの高度活用技術の開発、高効率メタン回収リアクター、高品位燃料化技術、消化ガス貯留・輸送技術の開発
- ・エネルギー自給率向上のための回収熱高度利用技術の開発

### 5年後の主たる目標

高効率のメタン回収リアクターの開発を行うとともに、発生ガスの高度精製技術を開発。高温燃焼発電システムの開発。

### 技術開発動向・普及状況

有機性廃棄物などのバイオマスからバイオガスを取り出し、エネルギーとして利用することが注目されつつある。下水汚泥は、エネルギーとして高いポテンシャルを持っているが、十分な利用が進んでいない状況にある。平成14年12月のバイオマス・ニッポン総合戦略の策定等、バイオマスの一つである下水汚泥の活用が期待されている。

下水中に含まれる有機物質を効率よく有用なエネルギーに転換させるための技術の開発に関

しては、嫌気性水素発酵の研究、嫌気性メタン発酵の高効率化のための前処理に関する研究が進められている。

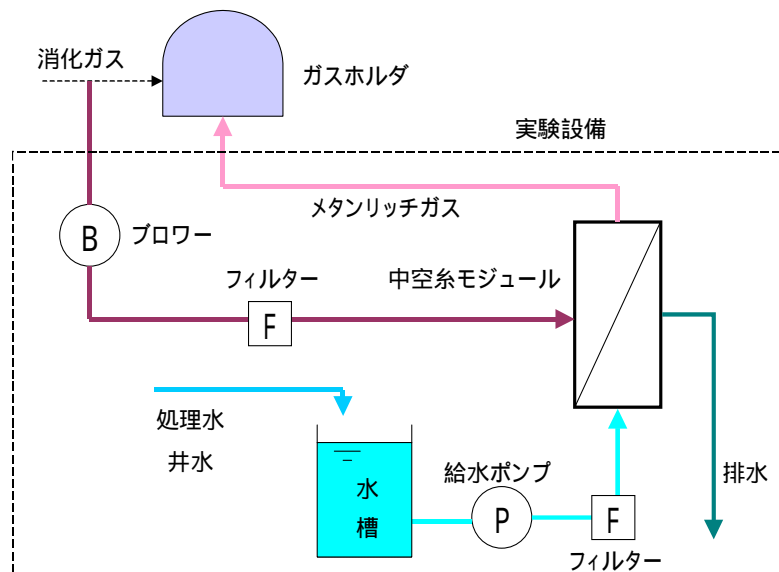
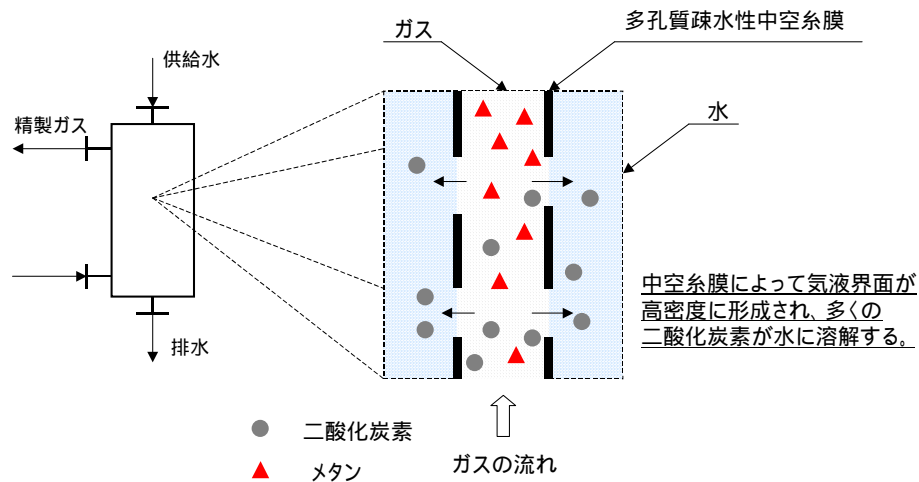
消化プロセスから発生する余剰メタンガスの高度活用技術の開発、効率的なメタンガス利用を実現するための高効率メタン回収リアクター、高品位燃料化技術、消化ガス貯留・輸送技術の開発に関しては、マイクロガスタービン、燃料電池等の発電技術、消化ガスの精製手法、貯蔵手法の検討が進められ、一部の下水道事業者での導入が始まろうとしている。

エネルギー自給率向上のための回収熱高度利用技術の開発に関しては、焼却炉排熱による発電等が試みられている。

### 達成度の評価・・・B

下水汚泥保有エネルギーの高度活用技術は、研究開発が進められ、全国的な広がりを持った普及には至っていないものの、消化ガスの貯蔵、燃料電池等、新しい技術の導入が始まろうとしており、一定の進捗が見られたと評価できる。

## メタン濃縮装置の原理



下水汚泥消化ガスの活用



### 消化ガス吸着貯蔵技術

活性炭を消化ガス吸着剤として使用し、従来のガスタンクの20分の1の容量で貯蔵できるようになった。(写真は600Nm<sup>3</sup>の消化ガスを貯蔵できる施設。右が従来の低圧貯蔵、左が開発された吸着貯蔵技術で建設されたタンク。)

## 23 下水汚泥有効利用のための高付加価値化技術

### 技術開発の内容

- ・汚泥中の重金属抽出技術の開発
- ・緑農地利用に関し、  
高品質かつ安全なコンポストを高速で製造する技術の開発  
利用形態に応じたコンポスト施設の維持管理手法および製品の品質管理手法の検討  
他の有機性廃棄物資源と組合せたコンポスト事業の検討
- ・建設資材利用に関し、  
高品質かつ安全で安価な製品を製造する技術を開発  
汚泥製品の利用基準の整備  
流通の拡大手法の検討

### 5年後の主たる目標

汚泥中の有害成分を削減し、肥効性の改良など高品質な汚泥製品を製造する技術を開発するとともに、汚泥製品の利用基準を整備。

## 技術開発動向・普及状況

下水汚泥には、多量の肥効成分や有機物が含まれており、適正な施用を行うことによって土壌改良剤や肥料としての効果が期待できることから、汚泥の緑農地への有効利用の促進が期待される。また、焼却灰、溶融スラグの、建設資材化についても資源の循環利用等の観点から注目されている。

汚泥中の重金属抽出技術の開発に関しては、下水汚泥の緑農地利用、建設資材利用を実施するにあたり、必要となる可能性がある技術開発分野であるが、研究事例が少ない。

緑農地利用に関しては、牛糞等、下水汚泥以外の有機質資源との融合コンポスト化の効果が認識されるとともに、下水汚泥コンポストの施用に関する検討が進められている。コンポスト化を実施している事業者も多く、製品の流通のための検討が進められている。また、汚泥の炭化技術に関する用途開発が進められている。

ブロック、レンガ、路盤材等の建設資材への利用に関しては、焼却灰を高濃度に含有させた陶管の開発等、新技術の開発が盛んに行われ、用途開発も行われている。また、コンクリート用細骨材、道路用骨材としての溶融スラグの利用のためのJISの検討が進んでおり、平成14年7月にJISの前段階である標準情報(TR)が策定された。

流通の拡大手法の検討に関しては、マーケティングの考え方の導入の必要性が認識され、検討が進められている。

### ・「下水汚泥の建設資材利用マニュアル(案)2001年版」(平成13年6月)

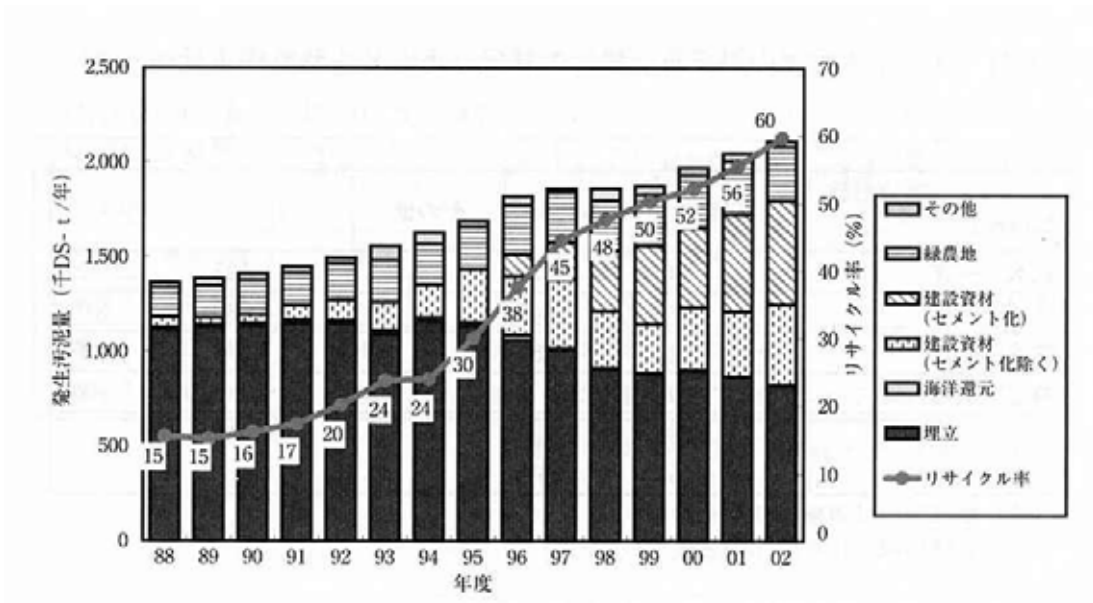
(社)日本下水道協会は、本マニュアル元年版に改訂、修正を加え、下水汚泥の建設資材利用における新技術、製品等の知見を追加するとともに、建設資材化の課題の一つであるマーケティング戦略についてまとめている。

### ・「下水汚泥コンポスト施設便覧」(平成13年8月)

(社)日本下水道協会は、下水汚泥コンポスト化技術の向上と普及を図るとともに、下水汚泥コンポスト化事業運営の安定化を図る方策を示すことを目的として本書を発刊し、下水汚泥コンポスト施設の技術および実施の事例を紹介するとともに、下水汚泥コンポスト化事業運営の課題であるマーケティング戦略に関する方向性等を提案している。

## 達成度の評価・・・A

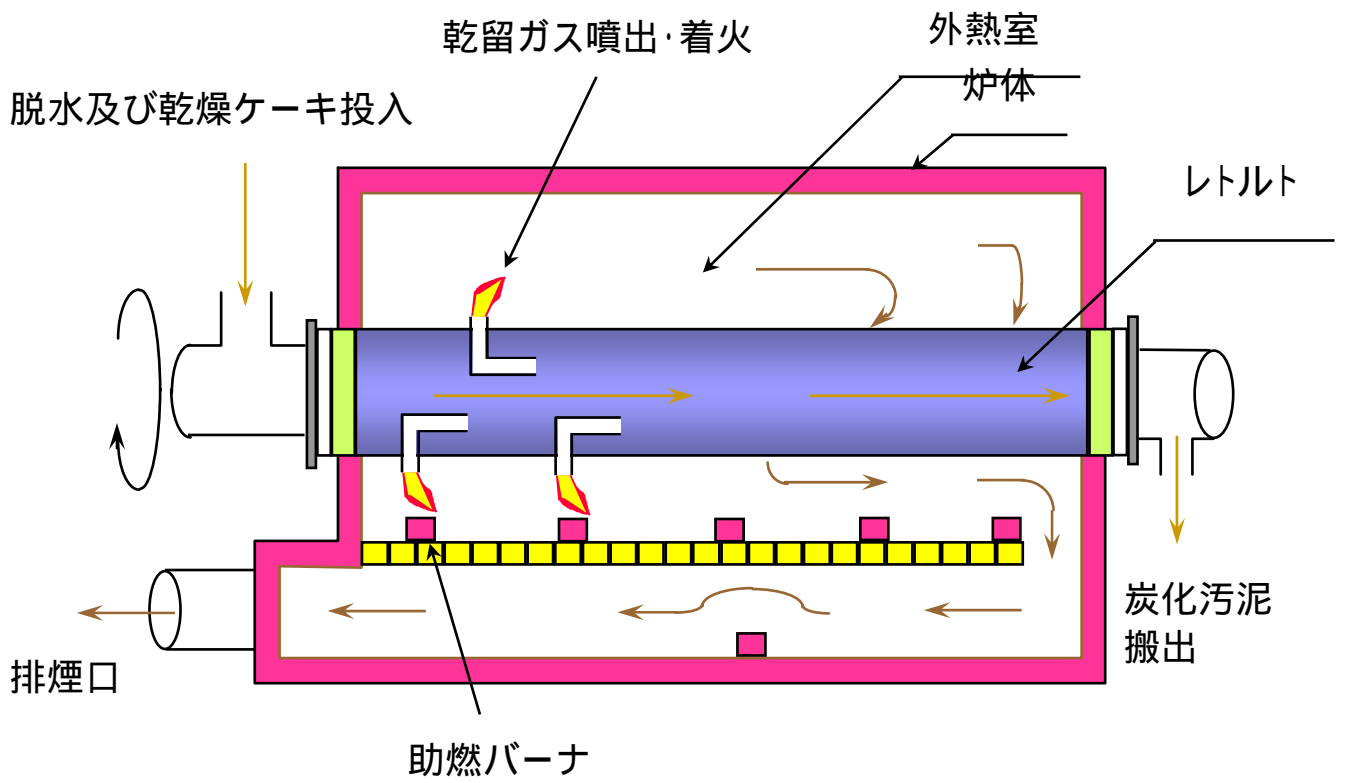
下水汚泥有効利用のための高付加価値化技術は、緑農地利用及び建設資材利用のいずれの分野においても積極的な技術開発が進められてきた。また、マニュアル等の整備も進められており、技術の普及段階に入っていると高く評価できる。今後は、汚泥リサイクル製品の流通の拡大のための手法、汚泥リサイクル製品の用途開発等の研究が必要である。



下水汚泥の有効利用の増加



下水汚泥リサイクル情報センターのイメージ



汚泥炭化システム

## 24 下水・汚泥からの有価物質の抽出・生産技術

### 技術開発の内容

- ・下水汚泥から有価物質であるりん・窒素等の回収を図る技術の開発
- ・下水中に含まれる微量有価物質に関する調査の実施
- ・PFIを活用したリサイクル事業の形態の検討
- ・市場ニーズに合わせた高品質かつ安価な汚泥製品の製造技術の開発
- ・汚泥製品の安全性を向上させる技術の開発

### 5年後の主たる目標

焼却、溶融ダストおよび溶融スラグからの金属およびりん回収技術を開発。

### 技術開発動向・普及状況

下水汚泥は有価資源を含んでおり、下水道をエネルギーや資源の回収のためのシステムとして再認識すべき時期に至っていると考えられる。

下水汚泥からの有価物質であるりん・窒素等の回収を図る技術開発に関しては、返流水からのりん回収技術の研究、焼却灰中のりん回収技術の研究が盛んに行われている。

下水中に含まれる微量有価物質に関する調査に関しては、研究事例が少ない。

PFIを活用したリサイクル事業の形態の検討に関しては、東京都、横浜市で実施されており、試行段階に入っている。

汚泥製品の安全性を向上させる技術の検討に関しては、重金属等の下水処理施設における挙動の把握等の研究が進められている。

### 達成度の評価・・・C

下水・汚泥からの有価物質の抽出・生産技術は、下水汚泥からのりんの回収に関する研究が積極的に進められ今後の導入が期待される段階に至っていると評価できるが、りん以外の有価物質の回収については、技術的な課題が多く実用化に関する検討は進んでいるとは言い難い。PFIを活用したリサイクル事業は、導入が始まった段階であり、今後、その事業形態の検討が進むものと評価できる。



## 4. 効率的な事業推進

### (1) 建設技術の効率化

#### 技術開発の必要性

21世紀初頭に人口普及率9割を実現するためには、より効率的な整備を進め下水道の早急な普及を図る必要がある。そのため、未普及地区の多く残っている小規模処理区に適用する施設の規格化、技術基準の拡充が必要となっている。また、規格・基準の前段となる新しい材料や工法の開発にも取り組む必要がある。

一方、コスト縮減が緊急の課題となるような社会経済情勢の変化もあり、下水道整備投資の約8割を占めるとされる管渠整備への効果的な投資や工事の効率化が強く求められている。整備に相当の時間を要する管渠施設の施工性のより一層の向上や敷設が完了した区域から暫定的に処理を開始するシステムの開発などが必要となっている。また、処理施設等の材料として耐久性に富む新素材の開発も必要となってきた。

このような背景から以下の4つの項目について技術開発を推進することとされた。

#### 25 高効率小規模処理施設の開発

##### 技術開発の内容

- ・敷地規模、地域特性等に対応可能な小規模処理場・ポンプ場等への導入促進のための規格化や移設可能な処理施設を開発
- ・OD法以外の処理場の標準化を進め、日量300m<sup>3</sup>以下の極小規模下水処理場の迅速な施工を可能にするユニット処理場やユニット式汚泥処理施設を開発

##### 5年後の主たる目標

好気性ろ床法、回分法等の処理施設の標準化を行なうとともに小規模ポンプ場の規格を整備。OD法等の高効率化技術を開発。

##### 技術開発動向・普及状況

敷地規模、周辺環境、地域特性に応じた様々な小規模処理場向け処理方法の技術開発等が活発に行なわれた。古くからの嫌気好気ろ床法、土壌浄化法などの接触酸化法の整理再評価に関する諸研究も多くなされた。また、好気性ろ床法や回分法に関しても多くの研究がなされ、JSにより実施設による事後評価も行なわれた。さらに、これらの処理法に加え膜分離活性汚泥法などのような新たな低コスト型の技術開発の取り組みも行なわれた。

嫌気好気ろ床法に関しては、JSにより設計要領が作成され、一定程度の整理がなされ、実施設の数も一定程度増加している。

好気性ろ床法の処理施設の標準化は、実施設の事後評価などを反映した形でJSの設計要領の改訂がなされ、増設工事等に反映されている。回分法に関しては事後評価がなされたのを受けて、増設設計等への反映が望まれる。

また、OD法に関しては新たに高度処理OD法への研究開発が行なわれ、小規模処理場での高度化の対応策が示されたといえる。

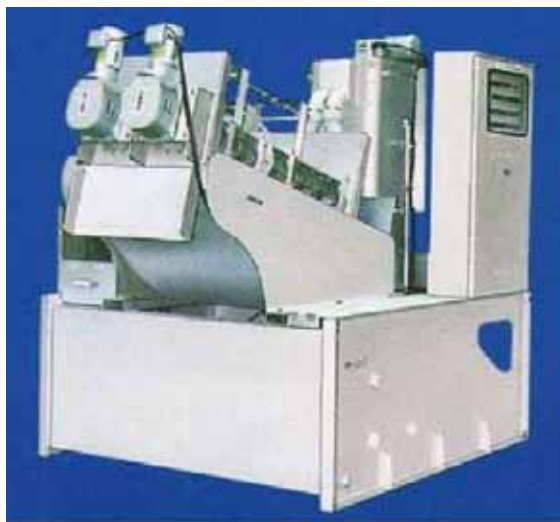
処理プロセスの活発な技術開発に比べて、小規模ポンプ場の分野での技術開発はあまり行なわれなかった。従来の小規模ポンプ場規模より、ある程度標準化されたマンホールポンプ場など

の需要が多かったのではないかと推測される。

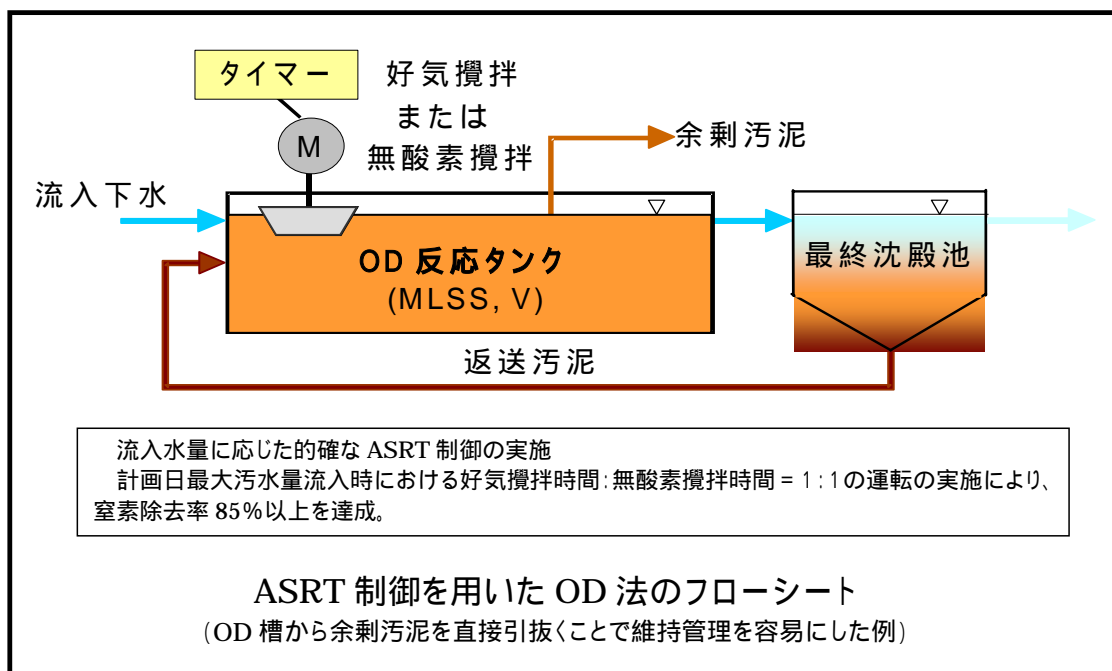
ユニット式処理場、汚泥処理施設の技術開発は、文献がほとんどなかったように非常に低調であった。計画論でのフレックス処理場、ハイパーフレックス処理場等の考え方が浸透しなかったため需要が少なかったものと推測される。但し、汚泥処理施設に関しては、移動式汚泥脱水機等の形での普及は一定程度進んできているといえる。

#### 達成度の評価・・・B

敷地規模や周辺環境、地域特性に対応が可能な小規模処理場のメニューはかなり技術開発が進んだと評価できる。今後、実用化された技術の評価、改善等を通じた一層の効率化が望まれる。小規模ポンプ場やユニット処理場等に関しては、需要量の把握をした上で今後の開発の必要性を再検討する必要があると考えられる。また、計画論の普及も必要と思われる。



多重板外押型スクリーブレス脱水機



高度処理対応型 OD 法

## 26 下水道システムの再構築技術

### 技術開発の内容

- ・合流改善の合理的計画立案技術と対策技術の開発
- ・トンネル技術の適用やディープシャフトなど大深度地下利用技術等の開発
- ・既存処理施設を活用した高度処理技術の開発
- ・効率的な更新技術の開発
- ・軽量かつ施工性の高い下水管およびそれに適した施工法の開発
- ・施工期間の迅速化を図り、改築・更新、維持管理に適した管路施工技術の開発
- ・狭い場所、既成市街地における改築更新技術
- ・効率的なポンプ施設建設技術
- ・効率的な汚泥処理技術

### 5年後の主たる目標

更新時における簡易な代替施設を開発。管渠の非開削更新工法の開発。再構築マスタープラン策定マニュアルを作成。

### 技術開発動向・普及状況

合流式下水道の合理的な計画立案手法に関する調査は、本計画期間中に国土交通省から「合流式下水道の改善対策に関する調査報告書」などが発表されその重要性が再認識されており、今後一層研究が進められると予想される。

トンネル技術を活用した処理場の建設は、既に数件の実績があり新たな取り組みはあまり見られない。また、ディープシャフトについても処理場を対象とした調査は見られなかった。公共用水域の水質保全、水道水源対策等として高度処理技術の開発は益々重要となっており、本計画期間中にも多くの調査がなされている。特に、既設の処理場に高度処理を導入する技術としてステップ流入式、担体投入等の技術の開発が行われている。

効率的な更新技術として、水処理、汚泥処理、ポンプ場等における個別技術の開発がなされる一方で、施設の再構築手法の検討も行われている。

管渠布設の技術としては、急傾斜地での施工に適した技術として、ドロップシャフト、減勢工などの研究が行われており、ドロップシャフトは多くの施工実績も報告されている。さらに、管施工法の評価・選定手法やコスト分析など効率的な施工技術を確立するための調査もなされている。

### 達成度の評価・・・B

既存施設を活用した高度処理技術の開発、効率的な管施工技術の開発は、本計画期間内に多くの調査がなされ、着実に進展したと評価できる。さらにその他の再構築に関する技術についても多くの取り組みがなされており評価できる。しかし、これら開発されている多くの技術の評価・選定しマスタープラン等に取りまとめることに関しては、まだ十分な調査がなされているとは言えず、今後の調査の進展が期待される。

## 27 新素材の活用技術

### ○技術開発の内容

- ・プラスチック素材の下水道分野への応用技術を改良
- ・金属素材に関して、抗菌・防菌、高耐食等の特徴を有する素材を開発
- ・銅等を活用した素材や炭素繊維などを応用した新素材を開発
- ・施工性の高いコンクリートを開発するとともに、防菌・抗菌コンクリートを開発

### ○5年後の主たる目標

処理場、ポンプ場、下水管路の腐食しやすい環境での使用に耐えられる防菌・抗菌コンクリートを開発。高耐久性素材を開発。

### 技術開発動向・普及状況

プラスチック素材については、民間企業を中心に、シールドトンネルの二次覆工工法、汚泥かき寄せ機への適用が進められた。また、ポリエチレン管が実用化され、現場へ適用されている。

また、施設の耐久性を高めるために、ライニング材料、耐酸コンクリート・モルタル、セラミックスの開発が進められた。

抗菌防食金属素材、炭素繊維に関する技術開発については確認できなかったが、耐久性を向上させる等の観点から、今後、技術開発が行われる可能性もあると考えられる。

- ・「全プラスチック製汚泥かき寄せ機技術マニュアル」((財)下水道新技術推進機構:平成11年6月)

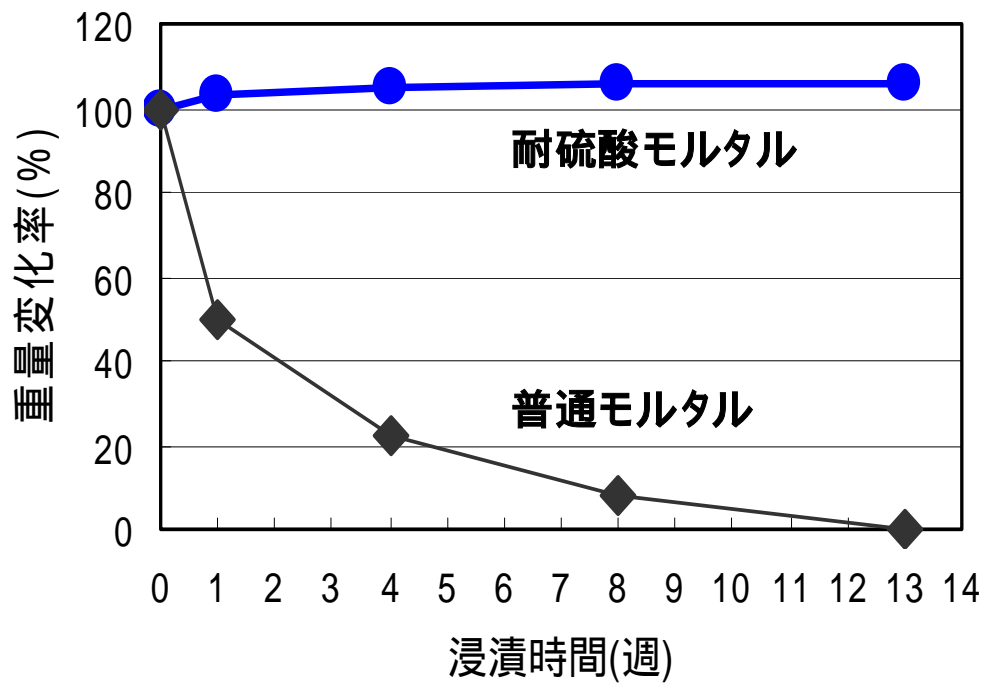
全プラスチック製汚泥かき寄せ機について、計画・設計手法、施工要領、維持管理等に係わる技術的事項を整理。

### 達成度の評価・・・B

プラスチック素材の二次覆工工法への適用、ポリエチレン管、コンクリート用抗菌剤などについて、建設技術審査証明を活用した開発が実施された。また、様々なライニング材料、耐酸コンクリート等の開発も進められており、この5年間の主たる目標の観点からは一定の進捗が見られたが、今後は適用性の高い金属材や炭素繊維に関する技術開発が必要である。



耐硫酸モルタル(10%硫酸溶液に4週間浸漬したモルタルの外観)



腐食に強い素材の利用

## 28 非開削工法の高度化技術

### 技術開発内容

- ・推進工法など既存の非開削工法の自動化・ロボット化
- ・高性能の探査装置の開発
- ・長距離・急曲線・高速推進工法の開発
- ・取付管や排水設備工事の住民生活への影響緩和のために小規模非開削工法の開発

### 5年後の主たる目標

非開削工法の自動化・ロボット化のより一層の推進のため、長距離、急曲線および高速推進工法を開発。取付管や排水設備など端末部の非開削工法を開発。

### 技術開発動向・普及状況

非開削工法は、第2次下水道技術五箇年計画で狙ったような自動化・ロボット化およびそれらの技術を達成するための高性能探査装置などの開発は実際には手がけられなかった。また取付管や排水設備などの端末部の非開削工法の開発についてもほとんど手がけられていない。

非開削工法における技術開発は、長距離化・急曲線といった分野で盛んに技術開発が行われ、現実の現場で施工され一定の成果が上がっている。

### 達成度の評価・・・A

長距離・急曲線施工技術についてはこの5年間で相当の進展を見ることが出来、かつ実用化された。これらの技術開発は非開削工法の自動化・ロボット化のための第一段階の技術と位置づけることができる。

## (2)管理技術の効率化

### 技術開発の必要性

下水道施設はその整備の拡大とともに計画的な維持管理や、補修、修繕を必要とする施設が急速に増大してきている。

下水処理施設の維持管理はいまだ人力に頼る部分が多いが、必要な管理人員の質的・量的確保は少子高齢化社会の到来の中で容易ではない。この為、管理のグレードを維持しつつ省力化を図る下水道システムを構築する必要がある。さらに、補修や修繕は処理場の機能を停止させることなく、しかも限られた施設用地の中で短時間に実施する必要があり、新築以上に技術上の難点が多い。

整備された下水道施設を効率的に運営し、施設的能力を維持向上させていくため、ISO等の管理基準に対応した技術を開発していく必要がある。

このような背景から以下の4つの項目について技術開発を推進することとされた。

## 29 GISを利用した施設台帳の整備

### ○技術開発の内容

- ・施設台帳に関する情報の電子化を実施。
- ・GIS技術を応用し、施設計画や図面の情報、工事・維持管理に関する履歴情報などについて、電子化技術の開発。

### ○5年後の主たる目標

GISによる電子データを活用し、正確で効率的な施設台帳の作成・管理が可能なシステムを開発。

### 技術開発動向・普及状況

施設台帳に関する情報の電子化については、パソコンの低価格化・高機能化などの効果により、実施する自治体が増えてきているようである。導入されているシステムによる業務支援内容としては、台帳整備・閲覧、排水設備管理などが多く見られるが、GISを活用した維持管理業務の報告は少数である。

### 達成度の評価・・・B

施設台帳に関する情報の電子化の実施は、従来の台帳整備・閲覧業務から様々な下水道業務支援へと広がりを見せており、一定の進捗が見られたものと評価できるが、GISによる電子データを活用し、正確で効率的な施設台帳の作成・管理が可能なシステムの普及については、今後の課題である。

技術開発の内容

- ・計画・設計の段階で運転管理の効率化を考慮した下水処理場及びポンプ場の自動運転システムを開発
- ・メンテナンスフリーの計測手法及び光ファイバー通信網や処理診断機能を有する人工知能を活用した監視制御システムを開発
- ・管路清掃作業のための人工知能を有する作業ロボットを開発
- ・高度な処理場の遠隔操作を応用した個別の処理診断を行うシステムを開発
- ・汚泥の収集処理や資源化システム等の広域化を推進するための技術を開発

5年後の主たる目標

下水道施設の監視や信頼性の高い自動運転に必要なセンサー等の測定技術および処理診断機能を有する人工知能を活用した監視制御システムを開発。小規模下水道処理施設の経済的な管理手法を開発。

技術開発動向・普及状況

下水道整備の拡大とともに既存施設が増大しており、管理技術の効率化は重要な課題である。特に下水処理施設の維持管理は人力による部分が多いが、今後、労働力人口の減少が予想される中で必要な管理水準を保つため、さらなる効率化・省力化が必要である。さらに昨今の厳しい地方財政とも相まって、快適・省力化管理技術の開発が活発に行われてきた。

このうち維持管理の効率化技術の開発については、水処理の効率的な運転管理条件のシミュレーションや知的制御システムの開発、バルキング制御や溶融炉湯口の閉塞といった運転障害の改善技術の開発、スクリーンかすの清掃作業、揚砂設備、コンパクトな脱水機といった人力による作業の快適化、維持管理業務の効率化のためのシステム開発等幅広く活発に行われている。

自動運転システムの開発については特に窒素やリンの除去を目的とした高度処理の自動運転や汚泥の脱水過程に関する自動運転が進んでおり、実用化段階に達している技術も多い。センサー開発については、メンテナンスフリーという視点では目立った進展がなかったが、様々な目的をもったセンサーの開発が数多くなされ、実用化段階にあるものも多い。

監視制御システムの開発については、特にマンホールポンプや中小の処理場をWEB等を活用して低コストで集中監視するシステムの開発が進んだが、処理診断まで行うことを目的とした監視制御システムの開発は行われていなかった。

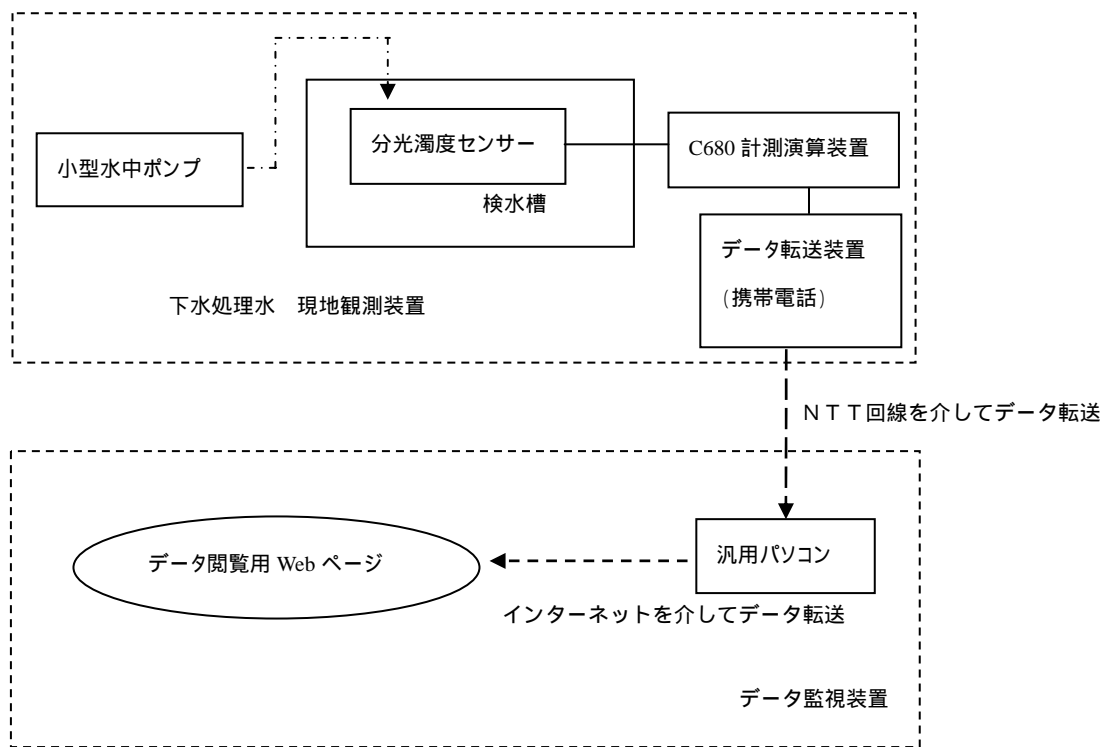
管路清掃については、清掃作業ロボットに関する技術開発を含めほとんど注目されなかった。

広域化については、汚泥の集約処理に関する技術、水処理施設の共同化に関する技術について若干の進展がみられたが、資源化に係る技術は注目されなかった。

達成度の評価・・・B

測定技術については様々な研究がなされ実用化段階にあるものも多く、開発は着実に進んでいるものと評価できる。一方で、処理診断を行う技術や小規模下水処理施設の経済的な管理に関する技術についてはいまだ部分的な研究にとどまっていると考えられ、今後より一層の研究が必要であると考えられる。





システム構成図



情報通信技術を活用した運転管理の遠隔監視

31 下水道施設の健全度診断技術

技術開発の内容

- ・施設の損傷劣化の程度を診断する技術の開発
- ・補修および更新の対応策を判定するためのシステムの開発

5年後の主たる目標

施設のおかれている環境や損傷劣化の状況を的確に把握することにより、施設の耐用年数を予測し、改築・補修の判断が迅速に行われるようにする。また、劣化予測、診断、補修判定の各技術を適切に組み合わせることにより、総合的な健全度診断技術の開発が可能になる。

## 技術開発動向・普及状況

下水道施設は処理場、管渠とも一度供用を開始すると容易に止めることはできないものが多い。一方では、下水道施設はコンクリートの硫酸による腐食に代表されるように、過酷な条件下で使用されており、他の施設に比べ損傷劣化が問題となりやすい。また、下水道の普及率が向上するにつれて、今後全国各地で補修更新の需要が高まることが予想される。

このようなことから、迅速かつ簡易に損傷劣化状況の調査・診断・判定を行うための手法の確立が必要とされており、これまでに小型カメラや超音波、弾性波を利用したコンクリート劣化度調査技術や、管内調査ロボットなどが開発されている。今後は、より高度で精密な調査手法および迅速な補修更新判定システムの開発が期待される。

さらに、調査時に残りの耐用年数が予測できれば、計画的な補修更新計画の策定も可能になるため、今後のさらなる取り組みが期待されている。

## 達成度の評価・・・B

劣化診断技術については、これまでも数々の技術・手法が実用化されており、開発は着実に進んでいるものと評価される。一方では、更なる省力化、迅速化を目指して調査が進められており、毎年安定した調査件数が確保されている。しかし劣化予測については、調査は行われているものの実用化段階にあるものは見られなかった。よって、総合的な評価としては標準的であると評価される。

## 32 補修・修繕技術

### 技術開発の内容

- ・機械化による補修・修繕技術を開発
- ・下水道施設の耐用年数を向上させる防食技術の開発
- ・地下水の浸入を防止する技術の開発

### 5年後の主たる目標

管渠、処理場等の補修・修繕に関して省力化、機械化技術を開発するとともに、補修・修繕の省力化を目的とした防食対策手法を確立。

## 技術開発動向・普及状況

古くから下水道を整備してきた大都市部を中心として、管路更生技術に対するニーズは高く、これまでも各種の管路更生技術・手法が開発されてきた。今後は中小規模の下水道でも需要が高まることが予想され、様々な条件下で対応できる技術の開発が期待される。これらは「管更生の手引き」(日本下水道協会、平成13年6月)にも反映されている。

硫酸によるコンクリート腐食対策は、以前から樹脂ライニングを中心に実施されており、様々な腐食環境下で使用可能なライニング材の開発が行われてきた。また、近年、コンクリートや補修モルタル自体の耐酸性を向上させる技術も開発されており、より一層の技術開発が期待される分野である。また、材料の耐酸性の向上だけでなく、圧送管への空気注入や薬品注入等、腐食要因となる硫化水素や硫酸の発生抑制技術の開発も進んでおり、防食技術と腐食抑制技術を組み合わせ

せた総合的腐食対策の手法が確立されている。これらは「コンクリートの腐食抑制技術及び防食技術指針」(日本下水道事業団、平成14年11月)に反映されている。

また、地下水・不明水の侵入は下水処理場の機能に影響を与えるだけでなく、道路の陥没等の災害をもたらす原因となるため、これらに対する対策技術の開発はさらに進める必要がある。

・「管更生の手引き」(日本下水道協会、平成13年6月発行)

老朽化した管路を非開削で改築・修繕する更生工法の需要が高まりつつあり、多くの技術が開発されてきたが、工法ごとに使用材料や施工方法が異なるために統一した規格等が制定できない状況であった。そこで効率的な管更生の実施のために、設計や施工監理について標準的な考えを示すものとして本書が発行された。

・「コンクリートの腐食抑制技術及び防食技術指針・同マニュアル」(日本下水道事業団、平成14年11月発行)

従来からの「コンクリート防食指針」を全面改訂し、腐食環境とそれに適合した防食技術の分類を整理した。また、劣化診断・補修方法、施工時の品質管理、維持管理について詳細に記述した。さらに、ライフサイクルコストの低減のために、防食技術と腐食抑制技術を組み合わせて最適な技術を選定する総合的腐食対策の概念を取り入れた。

達成度の評価・・・B

いずれの技術も以前から技術開発が継続的に行われているものであり、実用化段階に達した技術も多い。しかし、処理場設備に関しては十分に技術開発が進んでいるとは言えない。今後もこの傾向は続くものと思われ、経済性、施工性、耐久性に優れた工法、材料の開発が期待されるため、総合的な評価としては標準的であると評価できる。

## 5. アカウンタビリティの向上

### (1) アカウンタビリティ

#### 技術開発の必要性

社会経済の構造改革が進む中で公共事業はその必要性も含め今後の在り方が議論されている。下水道整備においても、従来行政主体で進められてきた事業計画の立案およびその執行に際し、透明性を高めるとともに客観的な評価システムの確立が不可欠となっている。また、維持管理段階においても、処理水の安全性等に関する情報開示が求められる一方、リサイクルの推進など住民の協力が必要となっている。

このため、下水道事業に対する理解の促進を図り、同時に住民のニーズ・満足度を正しく把握する手法の開発が必要である。また、実施された下水道事業の環境保全等の非市場価値の評価を含めた評価手法を開発する必要がある。

このような背景から以下の2つの項目について技術開発を推進することとされた。

### 33 住民理解を深める計画立案技術

#### 技術開発の内容

- ・住民の下水道事業へのニーズ・満足度を把握する方法及び計画への反映手法の開発
- ・各施策や事業の達成状況を判断する分かりやすい指標の開発

#### 5年後の目標

インターネット等による下水道情報の公開方法・意見交換手法を開発

#### 技術開発動向・普及状況

住民の下水道事業へのニーズ・満足度を把握する方法については、直接的には住民へのアンケート調査をベースに行う方法が実施されている例もあるが、全国で行われた5年間の主な取り組みはアカウンタビリティの前段となる下水道に関するPR・情報公開であった。下水道工事の現場見学会、下水道施設内へのピオトープの設置、子供達を対象とした体験教室の開催、インターネットを活用した広報活動など、活発な実践活動を通じて住民理解を深める技術開発が成熟してきたと考えられる。

指標については、水環境の保全面から下水道の普及率を捉える考え方などが公表され、新たな社会整備重点計画にも分かりやすい指標が位置づけられることが期待される。

#### 達成度の評価・・・A

PR・情報公開に関する取り組みが地方公共団体に深く浸透し、住民理解が一層深化したものと考えられるとともに、新たな指標についても活発な検討の結果、いくつかの指標が公表されている。また、5年後の目標であるインターネットの活用も実用化されており、これらを踏まえ総合的な評価として高い達成度であると評価される。



地元住民と連携した下水道のPR

### 34 下水道整備効果を評価する技術

#### 技術開発の内容

・下水道整備効果について、下水道事業に適した客観的な評価手法(LCA、B/C等)を開発し、より精度の高い評価手法マニュアルを整備

#### 5年後の主たる目標

下水道の評価により適したCVM等の改良を行い「下水道事業の費用効果分析マニュアル(案)」を改定。下水道のLCA評価手法を開発。

## 技術開発動向・普及状況

下水道整備効果を評価する技術は、下水道事業の効率性及び透明性を向上させる上で重要であり、この5年間にわたり多面的に調査研究が進められてきた。

事業の経済効率性の観点(B/C)では、CVM等の環境経済学で発展してきた便益計測手法の適用について、調査事例の累積、研究の進展が見られた。事業効果をより正確に評価するために、効果を適切に表現した上での評価がなされている流れにある。評価の範囲は、下水道事業による周辺環境の改善、浸水対策、公共用水域の水質改善という基礎的な効果から、高度処理、合流改善、せせらぎ水路の整備、再生水の利用などの追加的な事業効果にまで及んでいる。また、下水道経営の効率化やコストの縮減・推定という面においても技術の推進が見られる。現場では、発注形態の見直し(PFI、VE)、広域的事業への取り組み、国際規格(ISO)への対応等、先進的な取り組みがなされている事例が少なくない。また、管路施設、下水処理水の再利用システム及び汚泥処理システムにおけるコストの縮減方法や推定の研究があり、効率的な事業執行に資するものと考えられる。

地球・生態系への環境負荷の観点では、LCAの下水道事業に対する適用について、概念的整理や事例研究が進められてきた。積み上げ法により処理方式や処理規模ごとの二酸化炭素排出量・電力消費量が試算され、また、インベントリー分析の簡易化等の適用における課題整理など基礎的研究が行われてきた。

## 達成度の評価・・・B

下水道事業の費用効果分析については、浸水対策や高度処理等、多面的な下水道事業の効果に対して費用効果の推定がなされ事例の蓄積も見られるが、マニュアルの改訂には至っていない。LCA評価手法については、事例研究が進んできたが、評価における原単位や前提条件の設定についてさらなる研究の進展が望まれる。

## (2)連携・協力

### 技術開発の必要性

社会全体におけるコストの低減化が求められている中で、下水道で発生する汚泥や建設残土についてもその有効利用やリサイクルの手法が検討されてきている。しかし、今後は下水道だけでなく都市で発生するごみ等の処理や有効利用を含め、他事業との連携を行い、全体システムとしての効率化を図る必要がある。

また、環境問題のグローバル化等の状況を踏まえ、国際連携、国際協力の円滑な実施を推進するための技術開発が必要である。開発途上国への技術支援としては、設計、施行等のハードの支援だけでなく適正な維持管理方法や環境全体の保全をも含めた協力が必要である。

このような背景から以下の2つの項目について技術開発を推進することとされた。

## 35 連携施策の総合評価システムの開発

### 技術開発の内容

- ・混焼、融合コンポスト等、下水汚泥と他の廃棄物等とを混合して処理する技術の開発
- ・ディスポーザー導入による下水道に対する影響の評価
- ・他事業との連携のためのマニュアル作成やその評価手法の開発
- ・官民連携、PFI事業のためのマニュアル作成やその評価手法の開発

### 5年後の主たる目標

他事業との連携化(ディスポーザー、混焼、融合コンポスト等)による効果の評価手法を確立。他事業との連携を円滑に進めるために、下水道事業と他事業連携化マニュアルを作成。

### 技術開発動向・普及状況

混焼、融合コンポスト等、下水汚泥と他の廃棄物等とを混合して処理する技術の開発については、特に下水汚泥と他のバイオマスを混合して処理する技術を中心に研究がされている。また、実験的に混合処理を行った事例の報告も見られる。

ディスポーザー導入による下水道に対する影響の評価については、現状ではディスポーザーの使用の自粛を呼びかけている下水道管理者が多い背景もあり、調査事例は多くない。現在、国土交通省では、関係各機関と共同してディスポーザーの社会実験を行っており、平成15年中に最終とりまとめを行う予定である。

他の公共事業及び民間との連携のためのマニュアル作成やその評価手法に関しては、連携事業の例がまだ少なく、事例紹介的な文献が多いため、マニュアルや評価を作成するだけの基礎的データが不十分であると考えられる。しかし、連携施策の重要性や、その定量的評価手法の必要性については十分に認知されているところであり、また、実際に河川との連携が進むなどの実状もあり、今後の技術開発が重要となっていくものと考えられる。

- ・バイオソリッド利活用基本計画マニュアル(案)(国土交通省、H15.8.29)

都道府県が下水汚泥の広域的な処理や資源化・有効利用を進めるために策定。下水汚

泥とあわせて他のバイオマスを同時に処理する方法を大きく取り上げることとし、そのための技術的指針を盛り込んでいる

・ディスポーザー普及時の影響判定の考え方(案)(国土交通省、H14.6.14)

北海道歌登町における社会実験等の調査を基にディスポーザー普及時の影響を整理するとともに、下水道施設設計・維持管理上の留意事項および普及時の影響を事前に判定する手法についての中間取りまとめ。

達成度の評価・・・B

連携事業については、技術的な課題については、ラボスケールの研究や、実プラントでの実験的な混合処理の事例報告がなされており、一定の成果をあげているものと考えられる。しかし、本テーマは技術的な課題よりもむしろ制度的な課題が多く、まだ評価を行うほどの基礎的データや事例の収集が不足している状態である。一方、連携施策の重要性は認知され、実態も進んでいることから、今後は技術開発の検討が大きく進んでいくものと考えられる。

### 36 開発途上国を支援する適正技術の開発

技術開発の内容

- ・途上国の気候風土、土地利用、技術水準に見合った適正下水処理技術の開発
- ・開発途上国下水道整備管理支援マニュアルの作成

5年後の主たる目標

開発途上国下水道整備管理支援マニュアルを作成。熱帯、亜熱帯地域の適正下水処理技術の開発。

技術開発動向・普及状況

途上国の気候風土、土地利用、技術水準に見合った適正下水処理技術の開発については、途上国の経済状況を踏まえ、低コストや省エネルギーに配慮した下水処理技術に関する研究事例が見られるものの、十分に研究が進んでいるとは言えない状況にあり、今後の取り組みが期待される。

一方、途上国支援マニュアルの作成については、国土交通省により、海外に派遣される専門家向けの下水道技術協力に係る指針の整備が着実に進められている。

達成度の評価... B

開発途上国支援は、今後益々重要な課題となっていくことが予想され、日本も開発途上国支援に積極的に関わっていくことが益々求められるようになっていくと考えられるが、途上国における現状把握のための調査を含めて途上国に見合った適正下水処理技術の開発に関する研究は十分に行われているとは言えず、今後の取り組みが期待されることである。一方、開発途上国下水道整備管理支援マニュアルについては一定の成果が挙げられているものと評価できる。