

御方式変更や自動化」、「高度浄水処理施設導入」等が、さらにエ) 廃棄物量の主な低減対策として、排水処理の「無薬注脱水方式」、「浄水発生土の有効利用」等が行われている。

- ⑤ これら対策は、既に約60%が実施されている。
- ⑥ これらの対策によって得られた主な効果・成果は、ア) 消費エネルギーの低減効果…「ポンプ動力の低減」、「攪拌動力低減」イ) 薬品使用量の低減効果…「塩素剤使用量の低減」、「凝集剤使用量の低減」、ウ) 維持管理の効率化…「維持管理の効率化」、「運転の安定化」、「処理水質の安定化」、エ) 廃棄物量の低減効果…「発生汚泥の低減」、「発生汚泥のリサイクル」等、としている。
- ⑦ 浄水場としての環境マネジメントシステム ISO14001 の認証取得状況は16%である。

3.4 ヒアリング調査

3.4.1 調査目的

平成15年度に実施した環境影響負荷低減に関する機能改善・改造事例のアンケート調査の回答の中から効果的あるいはユニークと思われる事例についてのより詳細な現地ヒアリング調査を行い、他事業体において今後の施設更新計画などの参考となるような事例をまとめるものとした。

3.4.2 調査方法

(1) 調査対象

平成15年度に82事業体を対象として実施した環境影響負荷低減に寄与する機能改善・改造事例に関するアンケート調査結果から、効果的であり今後広く参考になるとと思われる事例を抽出してヒアリング調査の対象とした。ヒアリング対象事業体およびヒアリング調査内容を表3-4に示す。

表3-4 ヒアリング対象事業体およびヒアリング調査内容

水道事業体名	浄水場名	ヒアリング対象とする機能改善・改造事例	調査日
阪神水道企業団	尼崎浄水場	・ コージェネレーションシステム ・ 水発生土リサイクル ・ ゾン注入制御	H16.9.22
大阪府水道部	村野浄水場	・ 太陽光発電 ・ コージェネレーションシステム	H16.10.18
東京都水道局	金町浄水場	・ PFI 常用発電	H16.10.19
神戸市水道局	千苅浄水場	・ 太陽光発電 ・ 小水力発電	H16.11.30
横浜市水道局	小雀浄水場	・ 太陽光発電 ・ 省エネルギー型高揚程稼働羽ポンプ	H16.12.2

(2) 調査方法

実際に現地浄水場に伺い、それぞれの事例について施設概要、導入にあたっての検討ポ

イント、適用条件、具体的効果などをヒアリング調査し、実際の運用における環境影響負荷低減に関する各種資料およびデータ等を提供頂いた。

3. 4. 3 調査結果

調査結果の概要をまとめると次の通りであった。

（1）阪神水道企業団尼崎浄水場「コージェネレーションシステム」、「オゾン注入率制御」

阪神水道企業団は阪神淡路大震災において大きな被害を受けた経験から、老朽化の進んだ旧尼崎浄水場の全面更新においては、非常用電源の確保が最優先の検討事項となった。その一案がコージェネレーションシステムであったが、廃熱を利用した加温脱水を導入することで脱水機台数を減らせることや、造粒乾燥を導入することで脱水ケーキの再利用を促進し、ケーキ処分費を削減できることから、総合的にメリットがあるとの判断で導入されている。これにより商用電源停止時においても送水が可能となる電力（1,000kW）がまかなえるようになっており、CO₂削減効果は 1,399t-CO₂/年である。さらに、脱水ケーキについては、従来の埋め立て処分費用が約 8,000 円/t であったのに対して、造粒乾燥によって園芸用土材料としての品質確保ができることから、園芸業者に 600 円/t での販売が可能となっている。

オゾン注入率制御は、溶存オゾン濃度計を導入してオゾン処理水の残留オゾン濃度を自動計測し、残留オゾン濃度によるフィードバックオゾン自動注入制御を導入している。従来の手分析結果に基づいてオゾン注入率を設定するのと比べて、オゾン発生器の電力費が 70%以下に削減できている。

（2）大阪府水道部村野浄水場「太陽光発電システム」、「コージェネレーションシステム」

村野浄水場は平成 10 年の全面高度浄水処理化に伴う前塩素処理の停止によって、沈澱池の藻類対策が必要となった。その対策としては、沈澱池上部に覆蓋を設置するのが最適であるが、その際に覆蓋上部の広い面積を有効活用し、太陽電池パネルを導入することで環境影響負荷低減にも貢献できるものとした。これにより、25 万 kWh/年を発電し、CO₂削減効果は 85t-CO₂/年であった。

コージェネレーションシステムは非常用電源の確保、安定給水の確保、環境負荷低減等を目的として設置されており、商用電力停止時においても、2 万 m³/h を送水できるシステムとなっている。このシステムは財団法人大阪府水道サービス公社が施設を設置し、大阪府水道部へ電気と熱（蒸気）を売る形をとっている。これにより、最大 12,700kW の発電が可能となり、CO₂削減効果は 2,100t-CO₂/年であった。さらに蒸気を利用した脱水ケーキの乾燥工程を設けることで、脱水ケーキの再利用が容易となり、平成 15 年度では、4 万 t の脱水ケーキのうち約 1 万 3 千 t をセメント原料として有効利用できている。

（3）東京都水道局金町浄水場「PFI 事業による常用発電」

阪神淡路大震災を契機として、水道水の安定供給という課題を最重視し、震災時の給水および電源の 2 系統化を目標として導入したものであり、コージェネレーションシステムとすることで環境負荷低減と廃熱を利用した排水処理の効果的運用も意図した事業である。PFI 事業とすることで、約 14 億円のコストメリットが出ると試算されていた。

（4）神戸市水道局千苅浄水場「太陽光発電システム」、「小水力発電設備」

太陽光発電システムは、神戸市制定の「神戸市地域新エネルギービジョン」「CO₂ ダイ

エット作戦」に基づいて導入されたものである。他浄水場の太陽光発電システムが遮光を主目的としているのに対し、市民への啓蒙効果を非常に重視（JR福知山線の車窓からよく見えるような配置等）した導入事例である。発電量は9万kWh/年、CO₂削減量は60t-CO₂/年であった。

小水力発電設備は、水源である千苅貯水池と浄水場間の水位差約30mを利用した横軸フランシス水車形式による発電設備である。従来は減圧して着水井へ導水していたが、これにより、発電量92.4kWh/年、CO₂削減量640t-CO₂/年が得られている。

（5）横浜市水道局小雀浄水場「省エネルギー型揚水ポンプ」、「太陽電池搭載型フロート遮光装置」、「覆蓋を兼ねた太陽光発電システム」

小雀浄水場は電力への依存が非常に大きい浄水場である。その揚水ポンプ更新に際し、従来のコーン弁開度調節による流量制御方式から、省エネルギー運転が可能な稼働羽根ポンプに変更した。これによる電力費削減効果は38,800千円/年であった。

太陽電池については、沈澱池の藻類対策としては太陽電池搭載型フロート遮光装置、ろ過池の異物投入対策としては可動式覆蓋による太陽光発電システムの2方式が導入されている。前者の発電量は約10万kWh/年、CO₂削減量は38t-CO₂/年、後者は約31万kWh、118t-CO₂/年である。

3.4.4 まとめ

ヒアリング調査した調査対象としては、コージェネレーションシステムおよび太陽光発電システムが多く、電力削減、CO₂削減が機能改善や設備更新等に際して重要な事項であることが伺える。導入目的や導入による費用対効果についてはそれぞれの浄水場によって異なるが、例えば、コージェネレーションシステムに関する調査結果からみると、コージェネレーションシステムはある程度の浄水場規模がなければ、それなりの費用対効果が得られないシステムであることが、それぞれの検討過程のヒアリングから伺われた。しかし、今回調査した阪神水道企業団尼崎浄水場（現状186,500m³/d、全体計画373,000m³/d）は今回調査した浄水場の中では比較的大きくない規模であるが、浄水場の全面更新に際して、コージェネレーションシステムの廃熱を浄水場のいたるところで利用することによって、総合的にメリットを出すことに成功している。

コージェネレーションシステムだけでなく太陽光発電システムについても費用対効果をどう評価するかで導入の可否がきまっており、各事例ともに導入結果としてある程度の効果が認められている。しかし、調査結果によると、CO₂排出の試算に用いる電力排出係数や耐用年数などがそれぞれの事業体によって異なっているようであり、評価の手法が違えば異なる評価結果となる可能性もある。また、調査対象の多くの事業でNEDOの補助を受けているが、この補助制度についてもコスト評価に際してどのように扱うべきかを今後は考慮する必要があると考えられる。

これらの調査結果は、どの事例においてもCO₂削減効果や電力費削減、脱水ケーキ処分量削減などの効果が示されており、また、これらの導入目的やその経緯、評価の仕方なども様々であることから、他事業体にとって大いに参考になる事例である。しかし、昨今の情勢においては施設計画に対して費用対効果に関する厳しい精査が求められていることも事実である。したがって、施設計画に対する客観的な評価手法の確立と環境影響低減化浄

水技術との融合が今後望まれる。

3. 5 浄水処理施設としての CO₂削減可能性

3. 5. 1 水道事業における電力消費削減

水道事業における CO₂削減は、すなわち電力消費削減である。水道統計によると、平成14年度における上水道事業と水道用水供給事業の合計電力使用量は約 78.78 億 kWh であり、前年度より 0.45 億 kWh 減少している。しかし、国内総電力使用量に対する比率は 0.9% であり、逆に 0.1 ポイント増加している。このことは、水道事業においても電力消費削減は進んではいるものの、他の事業の削減割合と比べるとまだまだ努力を要する状況であると言える数字である。水道事業における電力消費はその多くが水の輸送に使用するポンプ動力によるといわれており、例えば東京都水道局の場合ではポンプ動力が約 8 割を占めている。したがって、水道事業における CO₂削減は、導送水などの水輸送に関する電力消費をどのように改善するかが最も重要な課題であるといえるが、今回の事例調査においては、主に浄水処理施設を対象としたため、浄水処理施設としての CO₂削減の可能性について検討を行うものとする。

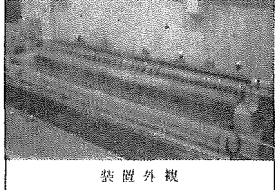
3. 5. 2 浄水処理フローにおける電力消費削減対策

e-Water 第2研究グループ第2部会（評価手法WG）においては、一般的な処理規模 20,000m³/d の仮想浄水場についての LCA を試み、CO₂排出量を検討している。これによると、この浄水場における二酸化炭素排出量は年間 727t-C/年（2,666t-CO₂/年）であり、そのうち 58% の 417t-C/年（1,529t-CO₂/年）が運転時に排出されるとされている。そこで、この仮想浄水場に対して、文献調査、アンケート調査等によって得られた代表的な対策事例を適用した場合を想定し、期待される CO₂削減量（運転時）を規模比率などから算定した。その結果を表 4-1 に示す。これによると、浄水施設においては、できるだけ動力を要する方式を避け、太陽光発電などを活用することによって、運転時の CO₂排出量を対策を施さない場合の 1,529t-CO₂/年から約 52t-CO₂/年（約 3.4%）の削減が可能であるとの結果となった。なお、コージェネレーションシステムも有効な対策であるが、比較的大規模浄水場向けの技術であるので、適用外とした。しかし、これだけでは京都議定書の削減目標 6%には達しておらず、水道事業における電力消費の大半をしめる導送水関連部分でさらにどれだけ削減できるかが重要であることがわかる。

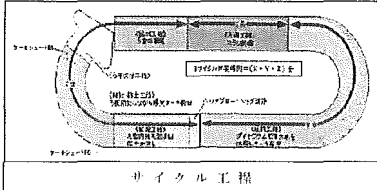
表 3-5 仮想浄水場（20,000m³/d）における CO₂削減（運転時）

適用箇所	対策事例	CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)	備考
フロック形成池	フロキュレータ改良	2.95	文献調査事例から規模比率で削減量を算定
	機械攪拌を上下迂流方式に変更	15.18	フロッケータ動力によるCO ₂ 排出量を控除
沈澱池	ホッパー方式の排泥設備	10.12	掻寄機動力によるCO ₂ 排出量を控除
凝沈・ろ過の覆蓋	太陽光発電パネル設置	11.11	ヒアリング調査結果から規模比率で削減量を算定
排水処理	機械脱水を天日乾燥へ変更	15.60	機械脱水動力によるCO ₂ 排出量を控除
計	（フロキュレータ改良の場合）	39.78	（フロキュレータ改良の場合）
	（上下迂流の場合）	52.00	（上下迂流の場合）

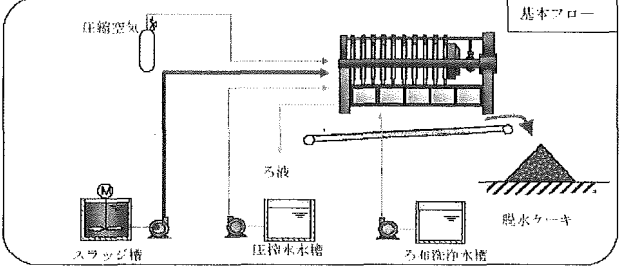
環境影響負荷低減浄水技術資料		整理番号-T8K004	
装置名	非油圧式布走行形圧搾機付加圧脱水機		
処理分類	排水汚泥処理・汚泥処理	用途	浄水スラッジの脱水
関連環境影響分類	①省エネルギー ②CO ₂ 削減 ③薬品量削減 ④汚泥量削減 ⑤その他（油圧機器を使用しないため、環境にやさしい）		
環境影響負荷低減効果	消費電力が従来型に較べ1/3～1/2となり省エネルギーである。油圧機器を使用しないことによりオイル漏れが無く、廃油処分が不要で、環境にやさしい。		
原理	従来油圧機器にて行っていた脱水機る板の給付を、電動パワージャッキにて行う。給付力はロードセルで検知する。給付力を保持する構造となっており、ユニットは給付完了後固定して動力を必要としない。従来脱水機は給付油圧モーターが常時運転していたのに対し、非油圧式脱水機は給付動力が大幅に低減となる。		
特徴	1)省エネルギーで環境に優しい。 2)両面ろ過により、効果的に脱水が行われ、短時間で、低水分の脱水ケーキが得られる。 3)ろ布走行形のため、ろ室内にケーキが残ることなく完全に排出されるため、人手を要せず全自動運転が可能である。 4)ろ布及びダイヤフラムは各室毎に取り付けられているので、取り換えが簡単に行き、維持管理が容易である。		



装置外観



サイクル工程



基本フロー

商品名	非油圧式DCフィルタ	会社名	月島機械株式会社
-----	------------	-----	----------

図3-8 技術資料画面例

4. おわりに

これらの調査結果は、どの事例においても CO₂削減効果や電力費削減、脱水ケーキ処分量削減などの効果が示されており、また、これらの導入目的やその経緯、評価の仕方なども様々であることから、他事業体にとって大いに参考になる事例と思われる。また、各企業においても環境影響低減化を意識した技術開発が鋭意進められており、環境影響低減化に寄与できる技術・製品も数多い。しかし、昨今の情勢においては施設計画に対して費用対効果に関する厳しい精査が求められていることも事実である。したがって、今後は、施設計画に対する客観的な評価手法の確立と環境影響低減化浄水技術との融合が期待されるところである。

V 第5部会（上下水道排水一体化处理WG）

平成16年度 厚生労働省科学研究費補助金による

『環境影響低減化浄水技術開発研究(e-Water)』

浄水処理トータルシステムの開発研究に関する研究報告書

(第2研究グループ委員会)

第5部会 (上水道排水一体化処理WG)

平成17年3月

財団法人 水道技術研究センター

目 次

1. 研究目的	1
2. 第5部会（上下水道排水一体化処理WG）研究概要	1
2.1 第5部会研究テーマ	1
2.2 第5部会研究実施体制	1
2.3 第5部会活動内容	1
2.4 第5部会活動報告	1
3. 研究報告	3
3.1 研究実施の背景	3
3.2 上下水道排水一体化処理に関する情報の整理	3
3.2.1 上下水道の汚泥性状と処分の現状	3
3.2.2 上下水道排水一体化処理の効果と課題	6
3.3 事例調査	7
3.3.1 アンケート	7
3.3.2 国内事例調査	8
3.3.3 海外事例調査	12
3.4 関係法令	13
3.5 経済性の検討	14
3.5.1 経済性検討手法	14
3.5.2 設計諸元	15
3.5.3 施設の新設及び更新時における経済性比較	16
3.6 課題と対策	17
3.7 環境影響評価	18
3.8 まとめ	20
4. その他の成果	21

添付資料

- 添付資料－1 文献検索結果
- 添付資料－2 アンケート結果
- 添付資料－3 経済性の検討
- 添付資料－4 環境影響評価

第5部会（上水道排水一体化処理WG）

1. 研究目的

上下水道排水の一体化処理は、排水の受け入れ先である下水道側にとっては負担増となるが、排水処理全体では集約化や効率化を図れる場合が多くあると考えられ、環境負荷の低減や汚泥リサイクルの拡大などに有効な手段となりうる。従って、状況に応じて将来的には上下水道が一括管理されることを想定し、その際に役立つ資料の作成を行う。

2. 第5部会（上下水道排水一体化処理WG）研究概要

2.1 第5部会研究テーマ

上下水道排水一体化処理実施に関する研究

2.2 第5部会研究実施体制

担当学識者 東京大学 古米教授

担当企業委員 杉本（石垣）、宮ノ下（オルガノ）、山口（栗本鐵工所）、
村田（住友重機械工業）、山本（日本上下水道設計）、
高山（三菱重工業）

2.3 第5部会活動内容

すでに一体化処理を実施している自治体への事例ヒアリング、文献調査、アンケート実施を通じて、得られた情報の整理と解析・評価を行い、報告書を作成する。

2.4 第5部会活動報告

平成14～16年度分の活動内容を表2-1にまとめる。

表2-1 第5部会（上下水道排水一体化処理WG）活動報告

	会議名称	活動内容
H15.1.16	第2研究G幹事会	作業計画案作成
H15.2.5	第1回ワーキング会議	副幹事選出（日本上下水道設計 関氏）、 基本方針の確認、作業計画の検討
H15.2.26	第2回ワーキング会議	横浜市へのヒアリング実施（小雀浄水場を訪問）、 具体的な作業内容と分担を決定、今後の予定の確認
H15.3.3～		文献調査開始 キーワードリスト作成、検索タイトルリスト作成
H15.3.11		水道技術研究センターの「水道水源における有害化学物質等監視情報ネットワーク流域関連施設情報」に関する打ち合わせ実施 地図情報への活用を検討
H15.3.31	第3回ワーキング会議	横浜市へのヒアリング実施（下水道局事業計画課を訪問）

第5部会（上水道排水一体化処理WG）

H15.4.11		横浜市ヒアリングまとめ, データベースの取り扱いについて検討, 文献まとめの内容確認, 平成14年度報告書, 平成15年度計画書の検討, アンケート内容の検討など
H15.5.21	第4回ワーキング会議	文献総まとめの内容確認, 排水施設設計指針の内容確認(データベース活用の検討), アンケート内容の検討, 京都市・神戸市へのヒアリング実施依頼書作成など
H15.7.2		京都市・神戸市へのヒアリング実施依頼書を提出。
H15.8.22	第3, 第4 WG との連絡会	第3, 第4 WG とアンケートについて協議 まとめて配付する, 共通項目もアンケート毎に設定するなどを決定
H15.9.17	第5回ワーキング会議	京都市へのヒアリングを実施(京都市京都市水道局を訪問)
H15.9.19	第6回ワーキング会議	神戸市へのヒアリングを実施(神戸市水道局を訪問)
H15.9.30		アンケート作成 アンケートを作成し, 水道技術センターへ発送を依頼
H15.11.7		ヒアリングまとめ作成
H15.11.13		アンケート回収
H15.12.22		海外視察質問書作成
H16.1.21		アンケート結果集計作業
H16.2.10	第7回ワーキング会議	アンケートの集計・解析方法の検討 上下水道排水一体化処理導入マニュアルの目次案作成
H16.5.21	第8回ワーキング会議	上下水道排水一体化処理マニュアルの原稿案作成
H16.7.30	第9回ワーキング会議	上下水道排水一体化処理導入マニュアルの原稿案検討
H16.9.14	第10回ワーキング会議	上下水道排水一体化処理導入マニュアルの原稿案検討
H16.10.18		上下水道排水一体化処理導入マニュアルの一次原稿提出
H16.12.3		上下水道排水一体化処理導入マニュアルの二次原稿提出
H16.12.8	第11回ワーキング会議	上下水道排水一体化処理導入マニュアルの原稿案検討
H17.1.7		上下水道排水一体化処理導入マニュアルの三次原稿提出
H17.2.10		上下水道排水一体化処理導入マニュアルの最終原稿提出

3. 研究報告

3. 1 研究実施の背景

公共用水域への排出水の規制のために、昭和46年に制定された水質汚濁防止法によって、一定規模以上の浄水場の沈殿施設、ろ過施設および脱水施設は特定施設に指定され、それ以来浄水場では排水処理が義務付けられている。その当時設置された処理施設は耐用年数を迎つつあり、多くの浄水場で排水処理施設の更新等を検討すべき時期になってきている。

一方、下水汚泥の減量化や有効利用の推進が謳われている。水道事業だけでなく下水道事業において、ともに環境負荷の低減や事業から排出される廃棄物の減量化や再資源化に向けた様々な取り組みが期待されている。さらに、近年、自治体においては上下水道事業の連携や一括管理される動向も見られる。したがって、上下水道排水を一体化して処理することの有効性やその適用可能性、さらには導入における課題を整理することは意義深いことである。このような背景のもとで、e-Waterプロジェクトにおいて、上下水道排水一体化処理の研究を実施した。

3. 2 上下水道排水一体化処理に関する情報の整理

本研究の実施に際し、まずJICSTを中心とした文献調査、国内外の実施事例調査を行った。JICSTによる文献検索結果は、添付資料-1を参照のこと。

3. 2. 1 上下水道の汚泥性状と処分の現状

（1）汚泥性状の比較

上下水道排水一体化処理には、上水汚泥を生物処理前の下水と混合する場合と下水汚泥と混合して処理する場合とがある。いずれにせよ、各々の汚泥性状を把握しておくことが、一体化処理における技術的な課題を検討する上で非常に重要となる。

上水汚泥の成分・性状については、表3-1に示すように（社）日本水道協会が約100箇所のデータをまとめたものがある。

一方、下水汚泥の成分に関しては、流入する下水の性状、消化の実施の有無や消石灰の添加の有無等処理方法による差が大きく、全国規模での平均的な値を紹介しているものは見あたらない。必ずしも典型的とは言えないが、東京都新河岸処理場での調査事例を表3-2にまとめた。また、越野は農業利用の観点から肥料成分についての調査結果をまとめており、カルシウムや炭素の含有率が消石灰を添加するか否かで大きく異なると述べている。なお、消石灰により炭素が増える理由としては、炭酸カルシウムが増えるためである。

表3-1、表3-2の内容をまとめると、上水汚泥は下水汚泥に比べて有機物が少なく、シリカ分やアルミニウム、鉄等の無機物が多く、カドミウム、ヒ素、クロム、鉛などは、上水汚泥と下水汚泥両方に含まれていることが分かる。ただし、下水汚泥のデータは、大都市の合流式下水処理場で発生する汚泥であるため、無機成分の比率が比較的高くなっていることに留意が必要である。

表3-1 上水汚泥の成分（乾燥重量中の含有率）

項目	単位	最大	最小	平均	備考	
強熱減量	%	35.50	10.26	23.70		
シリカ(SiO ₂)		63.84	19.20	37.30		
酸化アルミ(Al ₂ O ₃)		36.44	2.38	22.01	凝集剤の影響	
酸化鉄(Fe ₂ O ₃)		49.10	1.43	6.43	地下水の影響と推定	
酸化チタン(TiO ₂)		0.99	0.20	0.49		
酸化カルシウム(CaO)		21.35	0.35	6.75		
酸化マグネシウム(MgO)		3.69	0.30	1.45		
酸化マンガン(MnO)		1.70	0.05	0.27		
酸化カリウム(K ₂ O)		3.22	0.17	1.03		
酸化ナトリウム(Na ₂ O)		3.45	0.03	0.87		
三酸化リン(P ₂ O ₃)		2.15	0.05	1.00		
イオウ(S)		2.13	1.06	1.45		
カドミウム(Cd)		mg/kg	8.70	0.00	0.99	
ヒ素(As)			40.00	0.91	12.04	
クロム(Cr)	78.70		0.0	28.87		
鉛(Pb)	277.0		10.00	44.28		
総水銀	0.29		0.05	0.15		
銅	6.90		0.12	1.82		
亜鉛	250.0		1.57	115.55		
シアンイオン	1.10		0.20	0.46		
PCB	0.07		0.00	0.03		

（社）日本水道協会「平成7年度 天日乾燥方式の有効化と発生土の有効利用に関する調査報告書（その1）」より抜粋

表3-2 下水汚泥の成分（脱水ケーキの乾燥重量中の含有率）

項目	単位	含有率	備考	
強熱減量	%	66.4	炭素、水素等を含む	
炭素(C)		34.5		
水素(H)		5.05		
窒素(N)		3.98		
シリカ(SiO ₂)		14.3		
酸化アルミ(Al ₂ O ₃)		6.04		
酸化鉄(Fe ₂ O ₃)		3.93		
酸化チタン(TiO ₂)		1.66		
酸化カルシウム(CaO)		1.95		
酸化マグネシウム(MgO)		1.02		
酸化マンガン(MnO)		0.09		
酸化カリウム(K ₂ O)		0.64		
酸化ナトリウム(Na ₂ O)		0.39		
三酸化リン(P ₂ O ₃)		2.72		
イオウ(S)		0.69		
カドミウム(Cd)		mg/kg	3.82	
ヒ素(As)			4.23	
クロム(Cr)			157	
鉛(Pb)			151	
総水銀	1.33			
銅	540			
亜鉛	1,530			
ニッケル(Ni)	350			
PCB	1.82			

汚泥研究年報 1986～1987, 東京都新河岸処理場の分析結果より抜粋

※大都市の合流式下水処理場で発生する汚泥であるため、比較的無機成分が多い。

（2）上水汚泥の処理・処分状況

平成14年度の我が国の浄水処理における発生汚泥量は、図3-1に示すように30.6万DS-tで、その内32.9%が埋立処分、45.4%が有効利用されている。そして、排水処理費用は84,516円/DS-tで、内訳は委託14.7%、電力5.7%、薬品2.1%、燃料1.5%、運搬及び処分費56.8%、修繕15.8%、その他3.4%となっている。なお、上水汚泥の有効利用方法としては、園芸・農業用土、グラウンド用資材、セメント原料などであることが、事例調査から分かっている。

上記の発生汚泥量と排水処理費用を単純に計算すると、平成14年度の上水の排水処理費用は258.7億円/年となる。全量は無理としても、このうちの何割かを下水と一体化処理することができれば、数十億円の経費が削減できると推定される。上水汚泥の発生量は、この10年で約10%増加しているが、これは計画浄水量の増加率とほぼ一致している。この結果は、発生汚泥量は原水濁度、凝集剤使用量によって変化するが、実際には浄水量が最も大きく影響していることを示唆している。

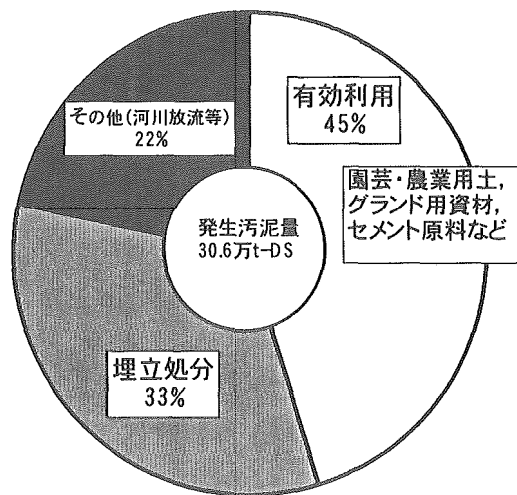


図3-1 上水汚泥の処分・利用状況（平成14年度）

（3）下水汚泥の処理・処分状況

平成14年度の我が国の下水処理における発生汚泥量は、図3-2に示すように約214万DS-tで、その内39%が埋立処分、60%が有効利用されている。そして、汚泥処分費は、維持管理費全体の約6%であり、金額に直すと528億円（維持管理費全体で8,803億円）となる。下水汚泥量に対する上水汚泥量の比率は約15%であり、全国規模で考えて、一体化処理による下水処理施設への負荷はそれ程大きくないと思われる。ただし、浄水場と下水処理場の規模、上水汚泥発生量との個別の関係によって、下水処理への影響の度合いは異なるので注意が必要である。

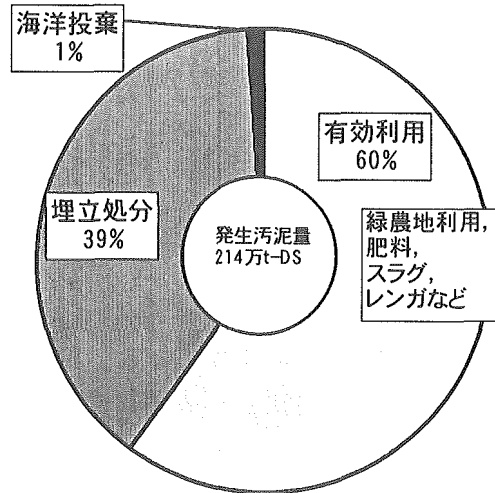


図3-2 下水汚泥の処分・利用状況（平成14年度）

（4）上下水道排水一体化処理の事例

国内での事例については、沈澱排泥水を下水放流する京都市の事例、上水汚泥を下水の汚泥処理施設へ送泥している横浜市の事例が報告されている。また、排水池や濃縮槽の上澄水を返送しない場合の処理方法としては、除害施設を設けて公共水域へ放流するか、関係部局と相談して下水道施設に受け入れ能力がある場合は下水へ放流するなどの方法がある。

3. 2. 2 上下水道排水一体化処理の効果と課題

上下水道排水一体化処理の効果と課題に分けて整理すると、表3-3のようになる。

表3-3 上下水道排水一体化処理の効果と課題 文献調査より

上水での効果	共通の効果	下水での効果
①汚泥処理施設の用地，建家が縮小できる ②汚泥処理設備の建設費を削減できる ③処分費を含め排水処理費用を低減できる ④返送水の下水放流により，カビ臭等の臭気を低減できる	①経済性を向上させることが可能 ②全体として施設稼働率が増加する ③全体として汚泥の有効利用率が向上する	①稼働率，料金収入が上がる ②下水汚泥中のリン，マンガン，カドミウムの吸着保持能が向上する ③汚泥の濃縮性，脱水性が改善される（ただし，上水汚泥のアルミニウム含有率が高いと，汚泥の濃縮性や脱水性の改善効果がない場合がある）
上水での課題	共通の課題	下水での課題
①濃度調整，管理が必要となる	①事故発生時に上下水ともに影響を受ける場合がある	①生物処理系へ放流した場合，生物処理への影響が懸念される ②下水汚泥を製品化する場合，上水汚泥の含有率が増えると品質が低下する

注意：様々な文献から抽出した情報であり、必ずしも一般的とは言えない事項も含んでいる。

3. 3 事例調査

3. 3. 1 アンケート

現状の浄水フロー、発生汚泥量、排水処理方法、汚泥の利用（廃棄）方法と、上下水道排水一体化処理に対する取り組み状況、認識、今後の予定について、e-Water 参加水道事業者へのアンケートを平成15年10月に実施した。

また、浄水場の規模、原水濁度、凝集剤使用量、排水処理方法、汚泥の処分あるいは有効利用方法についてのアンケートも行った。これらの結果は添付資料-2を参照。

表3-4に上下水道排水一体化処理に関するアンケート結果を示す。

(1) 上下水道排水一体化処理の導入について

上下水道排水一体化処理の導入について、「検討していない」が11件（55%）、「検討したが見合わせた」が5件（25%）、「導入を検討している」が1件（5.0%）、「導入している」が3件（15%）であった。

なお、この項目についてのみ、既に上下水道排水一体化処理を導入している3つの水道事業者を集計結果に含めた。

表3-4 上下水道排水一体化処理アンケート結果

項目		件数	備考
一体化処理の導入について (回答事業者数 20)	①導入を検討していない	11	
	②検討したが導入を見合わせた	5	
	③導入を検討している	1	
	④導入している	3	ヒアリング実施事業者
導入を検討していない場合 (回答事業者数 11)	①メリットがある	1	
	②メリットは無い	2	発生量が多く、下水道への負荷が大きく無理と判断など
	③検討していないのでよく分からない	8	
今後どうするか (回答事業者数 10)	①将来検討するつもりである	0	無回答1
	②機会があれば検討	1	
	③検討するつもりはない	9	
検討したが導入を見合わせた (回答事業者数 5)	①情報収集にとどめた	1	
	②事業者内で検討会等を設けて検討した	1	
	③下水道部門との協議を行った	3	2事業者が複数回答であったが、ここに含めた
導入を見合わせた理由 (回答事業者数 5)	①法、規制の問題	1	
	②組織の問題	0	
	③技術上の問題	3	
	④経済性的問題	4	

(2) 一体化処理の導入を検討していない・検討したが見合わせた水道事業者

一体化処理の検討を行っていないが「メリットがある」が1件（9.0%）、「メリットがない」が2件（18%）、「よく分からない」が8件（73%）であった。また、メリットがない、よく分からないと回答した水道事業者のうち、1水道事業者について

は、機会があれば検討したいと回答している。状況によっては、現在検討していない水道事業体においても今後検討を行う、あるいは導入に至ることがあると思われる。

一体化処理を見合わせた水道事業体における検討状況は、「情報収集に止めた」が1件（20%）、「水道事業体内で検討会を設けて検討した」が1件（20%）、「下水道部門との協議を行った」が3件（60%）で、半数以上が下水道部門との協議まで行っていることが分かった。

検討を行ったが一体化処理導入を見合わせた理由（複数回答有り）として、「法・規制の問題」が1件、「技術上の問題」が3件、「経済性の問題」が4件となっている。技術上の問題としては下水道側での負荷の増大が、経済性の問題では下水道への放流料金が高額となることが具体的な理由としてあげられている。

（3）一体化処理の導入を検討している水道事業体

一体化処理の導入を検討しているのは、1水道事業体のみであった。その理由として、以下の二つがあげられている。

- ・これまで農業用客土や競技用グラウンド改良材原料として売却による有効利用を実施していたが、需要量減少等の理由により一部の事業者への売却ができなくなった。
- ・また再生資源としての有効利用は、循環型社会構築のため重要となるため、安定的な有効利用方法について調査・検討を行っている。

一体化処理の検討を行っていないが、メリットがあると考えている水道事業体があること、機会があれば検討したいと考えている水道事業体があることから、状況によっては、現在検討していない水道事業体において、今後検討を行う、あるいは導入に至ることがあると思われる。

また、上下水道排水一体化処理の導入の検討を行っている理由として、汚泥の有効利用において一部の事業者への売却ができなくなったことが挙げられている。受け入れ先の事情により、上水汚泥の有効利用ができなくなる場合などに、一体化処理は重要な選択肢の一つとなると考えられる。

ところで、検討を行ったが一体化処理導入を見合わせた理由として、法・規制の問題が1件、技術上の問題が3件、経済性の問題が4件となっている。法・規制の解釈の明確化、運転管理や汚泥技術面での改善、経済性の定量的な評価が進められることで導入の可能性が広がるものと推察される。

3.3.2 国内事例調査

既に上下水道排水一体化処理を実施している水道事業体（神戸市、京都市、横浜市）に対し、事例調査を目的としたヒアリングを行った。主なヒアリング項目は以下の通りである。また、詳細なヒアリングではないが、実施している事業体から情報を提供して頂いた。

- ・一体化処理を実施した背景。

- ・ 法的な問題があったのか。あったのならどのような法規か。
- ・ 一体化処理する上での技術的な問題点。その改善方法。
- ・ 下水道側にとってのメリットは。
- ・ 現状での運転管理上の問題は。その対策は。
- ・ 汚泥の受け入れに関し、処分費はどのように設定しているか。
- ・ 汚泥性状の基準値（濃度のみ）、検査頻度は。
- ・ 一体化処理後の汚泥の性状、処分方法は。従来との違いは。
- ・ 汚泥の有効利用率はどうなったか。
- ・ 一体化処理の経済的効果は。LCA(ライフサイクルアセスメント)については。

ヒアリング結果の概略を表3-5に、また上下水道排水一体化処理のフローを図3-3～図3-5に示す。実施の形態は、横浜市が上水汚泥と下水汚泥の一体化処理、京都市が上水排水の一部もしくは全量下水放流、神戸市が上水排水の一部下水放流となっている。

実施に至った背景としては、京都市と横浜市では、排水施設の老朽化にともない更新か下水放流を比較検討した結果、経済性、下水処理への影響、下水処理施設の能力等を総合的に判断して、更新よりも有利と判断されたためである。また、京都市では、藻類由来のカビ臭対策の一つとして洗浄排水を下水放流している浄水場もある。神戸市の場合は、排水処理施設の用地確保が困難であったため、排水池調整池水を下水放流し、濃縮汚泥は千苅浄水場の排泥処理設備へ搬送して排泥処理している。

実施の規模、形態は異なるが、いずれも経済的効果が得られている。

重大なものではないが、課題としては、放流濃度の調整に関するものが運転管理上の問題として挙がっている。ヒアリング結果から、一体化処理による経済的効果が得られていること、放流濃度の調整等、運転管理上の課題があることが分かった。

これ以外の事例として、地下水を水源とする浄水場において、除鉄・除マンガンろ過器の洗浄排水の一部を下水放流していることを確認している。洗浄初期のSS濃度の高い排水を下水放流し、残りは返送水としている。下水放流水のSS濃度は150mg/L程度とのことである。

第5部会（上水道排水一体化処理WG）

表3-5 ヒアリングのまとめ

	横浜市	京都市	神戸市
実施形態	上水汚泥を汚泥処理センターに送泥	山ノ内：沈澱排泥水と洗浄排水を下水放流 蹴上・松ヶ崎：沈澱排泥水を下水放流	沈澱池排泥を原水で希釈して放流
実施規模 （ ）内は浄水・給水能力	小雀浄水場（100万m ³ /d）の汚泥を送泥。	蹴上（9.9万m ³ /d）、松ヶ崎（25.0万m ³ /d）、山ノ内（24.0万m ³ /d）の3浄水場で実施。	奥平野（6.0万m ³ /d）、住吉（0.6万m ³ /d）、本山（0.8万m ³ /d）の3浄水場で実施。
実施の背景	施設の老朽化にともない、更新か一体化処理を比較検討した。 送泥管が近くを通過しており、比較的少ない投資ですみ、送泥管、汚泥処理センターの有効活用が図れるため。	施設の老朽化、また既に下水道管が敷設されていた。下水処理場の処理能力に余裕があった。 また、カビ臭や生ぐさ臭対策の一つとして、洗浄排水の下水放流が有効なため。	用地が少なく排泥処理設備の建設が困難であった。
運用開始年	試験運用 2002年1月 本格運用 2003年4月	蹴上・松ヶ崎 1978年 山ノ内 2002年4月	1977年に実施
技術的な問題	汚泥濃度を1～2%（2%は超えないように）濃度管理を行っているが、冬場は低くなってしまう。	既存施設を活用したため貯留能力が不足している。そのため、放流量の平準化が完全にはできていない。	料金の低コスト化を図るため、水質の排除基準を超えない範囲で水量を調整する必要があり、汚泥の濃度調整（希釈）や排水調整槽での濃度の均一化（攪拌）が必要になっている。
下水道側での効果	料金収入により、単位汚泥量当たりの処理費用が縮減する。	料金収入がある以外は特になし。	対象汚泥が少ないため不明。
運転管理上の問題	粉末活性炭が混ざっていると汚泥濃度計の測定誤差が大きい。	放流ポンプ、濃度調整用攪拌機のメンテが必要となった。	近年、ヒ素の放流基準が厳しくなり、下水放流できない場合があり、他の浄水場の排水処理施設にて汚泥処理を行う必要が生じている。
処分費の設定	乾燥汚泥重量当たりで設定	上水汚泥処理負担金を設定	下水道料金
経済的効果	全面更新と比較し、6,710DS-t/年以下の場合、一体化処理が有利と試算。	全面更新と比較し、下水道放流の方が経済的に有利となっている。	排泥処理設備を設けないため、経済的なメリットはある。

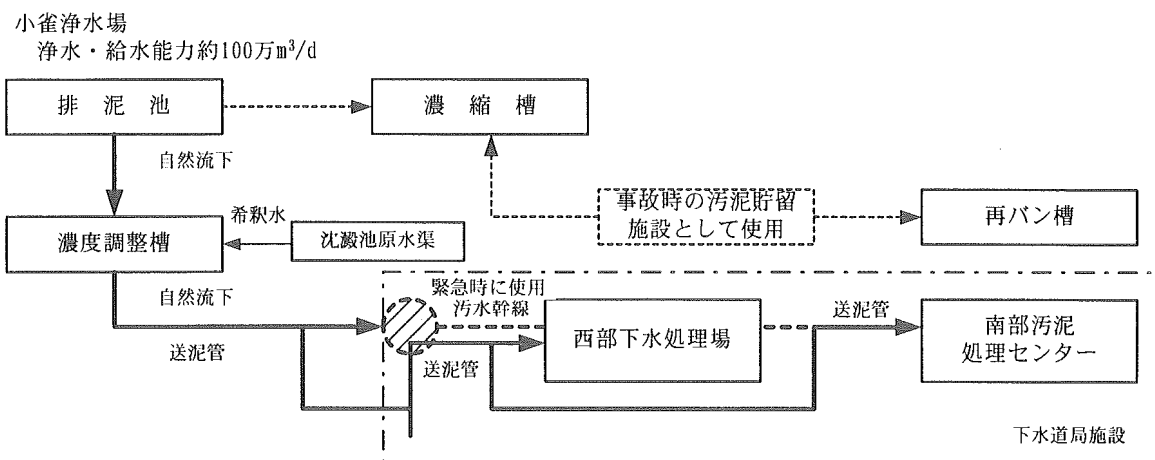


図3-3 横浜市の事例（汚泥の一体化処理）

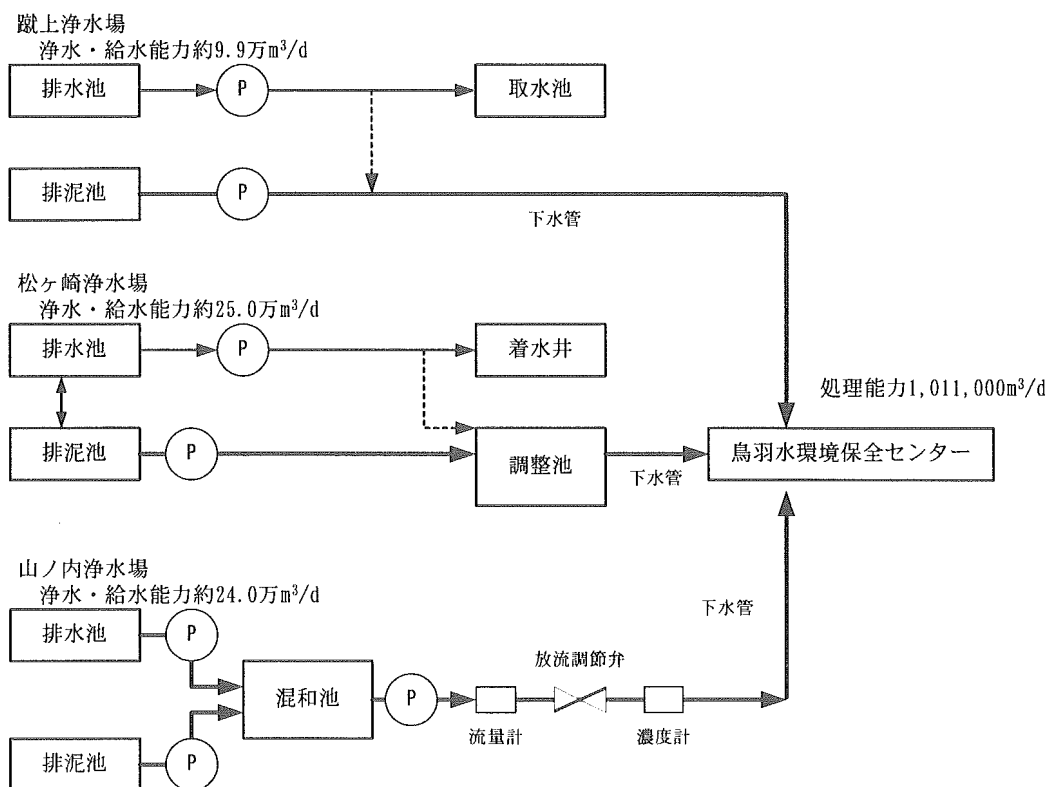


図3-4 京都市の事例（沈澱排泥または沈澱排泥+洗浄排水を下水放流）