

1. 試験研究調査

1. 1 平成 21 年度試験研究調査一覧

開発基本目標	試験研究テーマ		区分	実施予定 期間	研究担当	頁
水再生・利活用システム技術の開発 (水処理技術)	高度処理技術の省エネルギー化・コンパクト化に関する調査		固有	H18～21	中沢 均 糸川浩紀 橋本敏一	11
	新技術導入の事後評価に関する調査	膜分離活性汚泥法	固有(技術評価)	H21～22	中沢 均 糸川浩紀 辻 幸志	12
	バイオテクノロジーを活用した次世代型処理施設の開発に関する調査		固有	H20～22	橋本敏一 辻 幸志 川口幸男	13
地球温暖化防止等に向けた資源回収・省エネルギー型汚泥処理システムの開発 (資源リサイクル技術)	下水道における新しいエネルギー転換・回収技術の開発		固有	H21～23	照沼 誠 島田正夫	14
	新技術の評価に関する調査	アナモックス反応を利用した窒素除去技術	固有(技術評価)	H21	中沢 均 糸川浩紀 橋本敏一	P56 参照
	新技術導入の事後評価に関する調査	下水汚泥炭化システム	固有(技術評価)	H21～22	照沼 誠 小島浩二 濱田知幸	15
サステイナブル下水道実現のための再構築技術開発 (機能改善技術)	ライフサイクルコスト削減を目的とした技術に関する調査		固有	H17～21	佐野勝実 佐々木稔	16
その他	下水道事業における設計積算基準の適正化に関する検討業務		受託(国交省)	H21	(本社)	非掲載
	下水道への膜分離活性汚泥法導入推進方策検討業務		受託(国交省)	H21	中沢 均 糸川浩紀 橋本敏一 辻 幸志	17
地方受託	東灘処理場改良工事に際しての高度処理導入事前評価調査(神戸市)		受託(神戸市)	H21	橋本敏一 辻 幸志 糸川浩紀	18
	香南市野市浄化センターへの新技術導入適用性に関する調査		受託(香南市)	H20～22	中沢 均 川口幸男 辻 幸志	19
	臨海下水道事業 窒素削減対策調査		受託(福井県)	H21	中沢 均 川口幸男 辻 幸志	20
	雨天時下水放流水の消毒方法に関する調査(その3)		受託(名古屋市)	H19～21	佐野勝実 佐々木稔	21
	遠賀川下流域幹線硫化水素腐食対策環境調査		受託(福岡県)	H21～22	佐野勝実 佐々木稔	22
	熊本県下水汚泥処分及び利活用調査		受託(熊本県)	H20～22	照沼 誠 水田健太郎	非掲載
	秋田県下水バイオマス利活用計画策定業務		受託(秋田県)	H21	照沼 誠 島田正夫	23
	下水汚泥焼却灰の有効利用調査		受託(兵庫県)	H16～22	照沼 誠 島田正夫	非掲載

開発基本目標	試験研究テーマ	区分	実施予定 期間	研究担当	頁
地方受託	千葉県下水汚泥燃料化試験調査業務	受託(千葉県)	H21	照沼 誠 濱田知幸	24
	諏訪湖流域下水道における汚泥焼却灰の有効利用可能性調査検討業務	受託(長野県)	H21	照沼 誠 島田正夫	25
	沖縄県流域下水道におけるエネルギー自給率向上対策に係る調査	受託(沖縄県)	H21	照沼 誠 水田健太郎	非掲載
	汚泥固形燃料化事業導入調査業務委託(荒川右岸流域下水道に係る技術的援助)	受託(埼玉県)	H19~21	照沼 誠 濱田知幸	26
	その他	11件			

合計 32 テーマ

固有 7 テーマ
受託 25 テーマ

平成 21 年度完了 25 テーマ

1. 2 試験研究調査結果の概要

研究課題名	高度処理技術の省エネルギー化・コンパクト化に関する調査														
研究期間	平成 18 年度～平成 21 年度	研究費目	試験研究費												
研究担当者	中沢 均 (研究主任)、糸川浩紀 (主担当)、橋本敏一														
<p>1. 目的</p> <p>現在、下水処理における窒素除去技術として様々な変法が実用化されているが、その主体は微生物による硝化・脱窒反応を利用した生物学的除去法である。これらは、従来の有機物のみを対象とした除去法に比べて、施設容量や必要酸素量の増大といったコスト増加因子があり、より低コストな除去技術に対する要請は大きい。ここで、近年になって新規に見出された窒素の生物学的変換反応として、アナモックス (anammox; 嫌気性アンモニア酸化) 反応が注目されている。本反応では、従来の硝化・脱窒とは全く異なる経路により、アンモニア性窒素と亜硝酸性窒素が単一の独立栄養細菌 (アナモックス細菌) により窒素ガスへと変換される。本反応を排水からの窒素除去へ適用すれば、(a) 有機物が不要、(b) 硝化に係る酸素消費量を削減、(c) 汚泥発生量を削減、などによるコスト低減効果を期待できる。</p> <p>本調査では、このような新規の生物反応を利用することで、従来技術に対して運転コストを 20%程度低減可能な窒素除去技術を開発することを目的とする。</p> <p>2. 過年度の研究成果</p> <p>平成 18 年度： 2 種類のアナモックス反応を利用した窒素除去プロセス (以下、「アナモックスプロセス」という) のパイロットプラントの連続実験を行い、アナモックスプロセスの運転に係る基礎データを取得した。</p> <p>平成 19 年度： パイロットプラントの長期連続運転を実施し、亜硝酸化工程及びアナモックス工程の処理性能を確認した。</p> <p>平成 20 年度： パイロットプラントの長期連続運転を継続し、流入水量や $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度などの流入負荷量を意図的に変化させ、各工程の安定性を確認した。さらに、アナモックス反応槽を模した数値シミュレーションにより、流入水量・水質、水温、DO 濃度等の影響について検討を行った。</p> <p>3. 本年度の研究成果</p> <p>調査最終年度の本年度は、下水処理場の返流水処理へのアナモックスプロセスの導入を想定したケーススタディを実施し、試設計やコスト試算を行なうとともに、本技術の導入検討方法、設計及び運転管理上の留意点を明らかとした。</p> <p>仮想の下水処理場への返流水個別処理への導入を想定し、3 種類のアナモックスプロセスを対象として表 1 に示す条件でケーススタディを行った結果、建設費は 1 日の除去窒素量当り 1.5～2.7 百万円/kgN、ユーティリティー費 (電力費、薬品費等) は除去窒素量当り 240～370 円/kgN と試算された。</p> <p>本調査の研究成果等に基づき、「アナモックス反応を利用した窒素除去技術の評価に関する報告書」を取りまとめ、平成 22 年 3 月に技術評価委員会より答申を受けた。</p>															
<p>表 1 ケーススタディの検討条件</p> <table border="1"> <tr> <td>処理能力(日最大)</td> <td colspan="2">60,000m³/日</td> </tr> <tr> <td>水処理フロー</td> <td colspan="2">初沈+反応タンク+終沈(高度処理実施)</td> </tr> <tr> <td>汚泥処理フロー</td> <td>重力濃縮(初沈汚泥) 機械濃縮(余剰汚泥)</td> <td>+消化(中温・1段)+脱水(遠心)</td> </tr> <tr> <td>脱水機運転</td> <td colspan="2">日中 8時間(9:00～17:00) × 週5回</td> </tr> </table>				処理能力(日最大)	60,000m ³ /日		水処理フロー	初沈+反応タンク+終沈(高度処理実施)		汚泥処理フロー	重力濃縮(初沈汚泥) 機械濃縮(余剰汚泥)	+消化(中温・1段)+脱水(遠心)	脱水機運転	日中 8時間(9:00～17:00) × 週5回	
処理能力(日最大)	60,000m ³ /日														
水処理フロー	初沈+反応タンク+終沈(高度処理実施)														
汚泥処理フロー	重力濃縮(初沈汚泥) 機械濃縮(余剰汚泥)	+消化(中温・1段)+脱水(遠心)													
脱水機運転	日中 8時間(9:00～17:00) × 週5回														
キーワード	アナモックス, 窒素除去, 高度処理, 返流水処理														

研究テーマ名	新技術導入の事後評価に関する調査（膜分離活性汚泥法）		
研究期間	平成 21 年度～平成 22 年度	研究費目	技術評価等調査費
研究担当者	中沢 均（研究主任），糸川浩紀（主担当），辻 幸志		

1. 調査の目的

膜分離活性汚泥法（MBR）は、平成 17 年 3 月に最初の実施設（福崎町福崎浄化センター）が稼動し、H20 年度末現在、小規模下水処理場を中心に全国 10 ヶ所（うち 9 ヶ所が JS 設計・施工）で稼動している。MBR の一層の普及促進を図るためには、既に稼動している小規模施設向け MBR について、実施設での実態を踏まえた評価を行い、その設計・運転管理手法を見直すとともに、今後、適用拡大が期待される大規模施設向け MBR の設計・運転管理手法の検討に反映させる必要がある。このような背景のもと、本調査では、国内で稼動する MBR 施設を対象として、運転管理や処理機能等の実態を把握することを目的とした。

2. 調査の概要

本調査では、MBR の基本的な処理性能の検証や設計・運転管理上の留意点等を明らかにするため、ヒアリング調査による基本的な処理状況や運転管理状況等の把握を行うとともに、処理性能の安定性や反応タンクの混合特性等の把握を目的とした追加の現地調査を行う。

3. 本年度の成果

本年度は、福崎浄化センターを対象として、①定期・通日・通週の各水質調査、②反応タンク内の混合特性調査（水質分布・流速分布測定、トレーサー試験）、③酸素溶解効率調査（清水及び混合液中での総括酸素移動容量係数 KLa の測定）を行った。

①水質調査

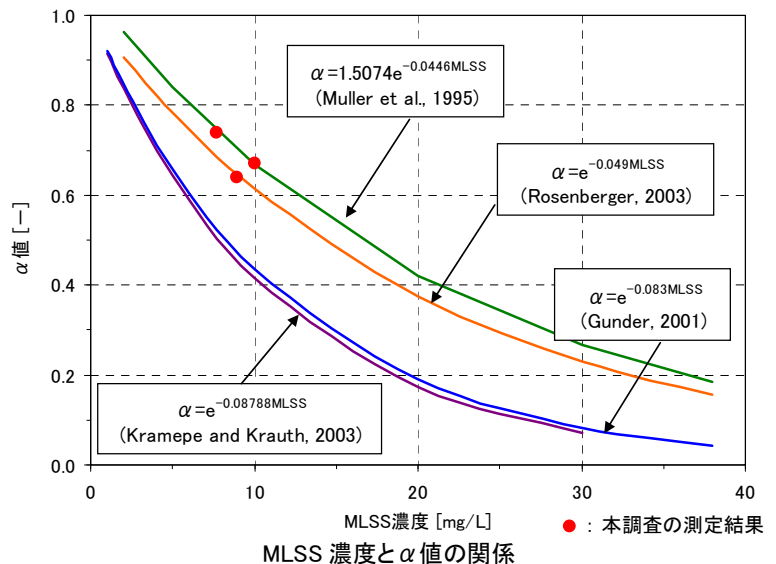
反応タンク流入水や処理水の有機物・窒素・リンの濃度や活性汚泥性状などを 6 月から 9 ヶ月間にわたって定期的に調べた結果、反応タンク流入水質の変動にかかわらず、処理水質は低濃度で安定して推移していることが確認された。また、通日・通週調査においても、反応タンク流入水質や流入負荷量の時間変動・日間変動にかかわらず、処理水質は同様に低濃度で安定して推移していることが明らかとなった。

②反応タンク混合特性調査

水質・流速分布の結果、DO 濃度や MLSS 濃度の分布状況を把握することができた。また、トレーサー試験の結果、無酸素タンク、好気タンクともに、概ね完全混合状態であると考えられた。

③酸素溶解効率調査

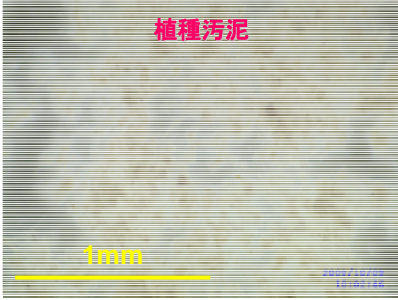
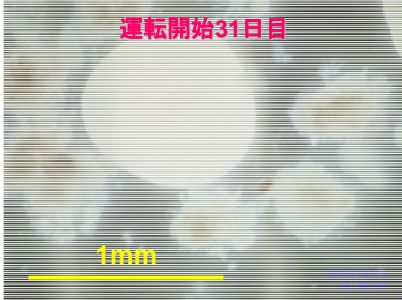
清水状態及び混合液中の KLa を測定した結果から、MLSS 濃度と α 値（ KLa の混合液補正係数）の関係は、右図に示すとおり、Muller らや Rosenberger が提示した関係式に概ね合致しており、MLSS の高濃度化に伴う酸素溶解効率の低下を考慮する重要性が示された。



4. 今後の課題

本年度対象とした施設（平膜）とは異なる種類の膜（中空糸膜）が設置されている MBR 施設において処理性能や反応タンク混合特性等の調査を行うとともに、稼動中の全 MBR 施設を対象として処理性能や運転管理状況等に関するヒアリング調査を行う。

キーワード	膜分離活性汚泥法（MBR）、 KLa 、 α 値
-------	-----------------------------------

研究テーマ名	バイオテクノロジーを活用した次世代処理施設の開発に関する調査		
研究期間	平成 20 年度～平成 22 年度	研究費目	試験研究費
研究担当者	橋本敏一（研究主任），辻 幸志（主担当），川口幸男		
<p>1. 調査の目的</p> <p>近年、水処理の効率化を図る手法として微生物の自己造粒物（グラニューール）を活用したプロセスが注目されている。グラニューールは好気および嫌気条件下それぞれで形成されることが知られている。両者ともに、産業廃水処理の分野において、導入された実績があるものの、都市下水処理への適用について検討された例は非常に限られている。また、我が国の都市下水のように有機物濃度が低い排水ではグラニューールが形成しにくいと報告されている。一方、グラニューールは固液分離性が非常に高いこと、微生物が高密度で固定化されていることから処理速度が速いことなどの利点を有している。さらには、好気性グラニューールは、好気条件下で窒素・リンを同時に除去できることが知られており、非常に有用な技術と言える。</p> <p>本調査では、微生物の自己造粒機能を活用した新たな水処理プロセスについて、我が国の都市下水処理への適用に向けた技術開発を目的とする。</p> <p>2. 過年度の成果</p> <p>調査初年度の平成 20 年度は、好気性グラニューールについて、既往の文献調査を行い、その形成条件を整理するとともに、人工下水を用いた回分処理実験を実施した。一方、嫌気性グラニューールについては、民間企業との共同研究により、ラボスケールの実験を行い、嫌気性グラニューールを用いた嫌気リアクタの後段にプラスチック担体を用いた好気リアクタを組合せたプロセスを検討した。</p> <p>3. 本年度の成果</p> <p>好気性グラニューールについては、最初沈殿池越流水（以下、「沈後水」という）を用いた回分処理実験を行い、有機物濃度や曝気量、沈殿時間などがグラニューールの形成に及ぼす影響について検討した。一方、嫌気性グラニューールについては、技術開発実験センターにて、小型試験装置（500L/d）と実証試験機（30m³/d）で処理運転を行い、運転の立ち上げや処理特性について調べた。</p> <p><u>①好気性グラニューールの形成条件の検討</u></p> <p>沈後水だけでは、グラニューールを安定して形成することができなかったが、沈後水に酢酸を添加（COD_{Cr} 換算 250mg/L）した結果、安定してグラニューールが形成された（右図）。さらに、グラニューールを形成するうえで、沈殿時間や曝気風量が重要な運転操作因子であることが明らかとなった。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>植種汚泥</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>運転開始31日目</p> </div> </div> <p>植種した標準活性汚泥法の汚泥(左の写真)と形成した好気性グラニューール(右の写真中央)</p> <p><u>②嫌気性グラニューールの処理特性の確認</u></p> <p>嫌気リアクタの運転の立ち上げ時において、流入負荷の設定が重要であることが明らかとなった。また、嫌気リアクタの BOD 除去率は、運転開始後から徐々に上昇し、水温 16～18℃で除去率 60～80%を達成した。</p> <p>4. 今後の課題</p> <p>好気性グラニューールについては、グラニューールを形成させた汚泥を用いて、都市下水を原水とした場合のグラニューール粒径の維持や処理性能などの検討を行う。また、嫌気性グラニューールについては、長期的な運転を通じた処理の安定性などについて検討を行う。</p>			
キーワード	好気性グラニューール、嫌気性グラニューール		

研究テーマ名	下水道における新しいエネルギー転換・回収技術の開発		
研究期間	平成 21 年度～平成 23 年度	研究費目	試験研究費
研究担当者	照沼 誠 (研究主任), 島田 正夫		

1. 調査の目的

下水汚泥は集約性、発生量や性状の安定性等から有効利用する上で極めて優れたバイオマス資源といわれており、特に化石燃料に替わるエネルギー資源としての利活用が進められようとしている。しかし固形燃料化では需要先が限定されること、バイオガス化ではエネルギー転換率に限界が有り、かつ処理に長時間を要し大規模な設備が必要になるなどの課題から十分普及していない状況にある。このような背景から、最近注目されている「水素発酵」や「生物電池」等の新しいエネルギー転換・回収技術の下水道分野への導入可能性について検討するものである。

2. 調査の概要

本年度は、以下の内容について実施した

- 1) 水素発酵に関する文献情報等の収集整理、初沈汚泥・生ごみ混合汚泥を対象とする水素発酵（酢酸・水素発酵）予備試験
- 2) 生物電池に関する文献情報等の収集整理、ベンチスケールの実験装置の組立て基礎的予備試験

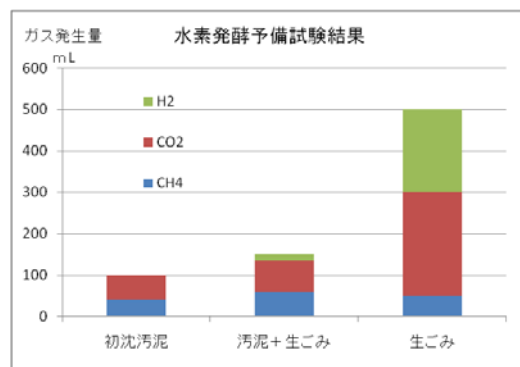


図 1 水素発酵予備試験の結果

3. 本年度の成果

(1) 水素発酵技術の現状と基礎試験結果

水素発酵については、糖質やでんぷん等のグルコース系基質を対象とする場合はある程度高い水素回収率が期待できるものの、図 1 に示すように、下水汚泥のような複合基質においては高い「水素」回収率は期待できないという結果が得られた。しかし、「酢酸・水素発酵」を経たバイオマスは低分子化（可溶化）が進み、後段のメタン発酵の処理速度、処理の安定性向上に大きな期待ができることから、水素そのものの回収よりも、「二槽メタン発酵システム」における前処理システムとして検討することが望ましいと考えられた。

(2) 生物電池技術の現状と基礎試験結果

生物電池については、現在研究開発されている「光生物電池」、「酵素電池」、「生物水素電池」のうち、有機物（基質）の種類を選ばないこと、電子伝達物質を添加する必要がないことから、「生物水素電池」が下水処理プロセスへの導入実用化に最も近いと考えられた。ベンチスケールの生物電池試験装置（図 2）を組み立て、発電性能基礎試験の結果では、負極側 pH を調整することで、50～150mV の起電力を確認することができた。

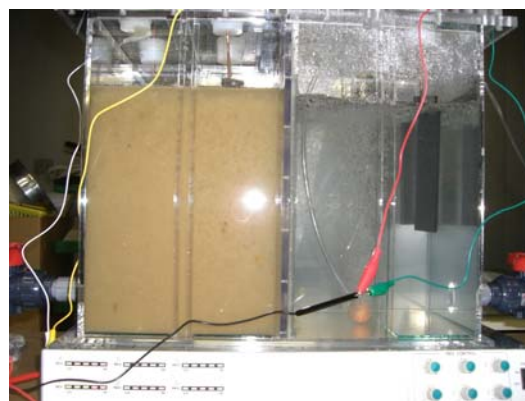


図 2 生物電池の基礎試験装置

4. 今後の予定

「酢酸・水素発酵」については、汚泥の種類（初沈汚泥、余剰汚泥、混合汚泥など）に応じた「酢酸・水素発酵」特性や最適処理条件の検討を行う。また、効率的なメタン発酵（エネルギー回収）を行うための下水処理場全体についてのシステム、運転操作方法についての検討も行う。

生物電池については、ベンチスケールの実験装置を用いて、電極の材質や大きさ、イオン交換膜の種類、電池リアクター温度と発電特性等についての基礎的データ収集を行う。

キーワード	酢酸・水素発酵、二相式メタン発酵、生物電池、生物水素電池
-------	------------------------------

研究課題名	新技術導入の事後評価に関する調査（下水汚泥炭化システム）		
研究期間	平成 21 年度～平成 22 年度	研究費目	技術評価等調査費
研究担当者	照沼 誠（研究主任），小島浩二（主担当），濱田知幸		

1. 調査の目的

下水汚泥の炭化システムは、平成 13 年から実機が稼動し、10 年弱が経過しようとしており、導入実績も 5 件となっている。下水汚泥の炭化技術は、焼却や溶融と比較して一般的に排ガス発生量が少なく、生成物は、木炭に似た物性を持つことから多くの有効利用用途が考えられ、新しい資材として注目されている。本調査では、炭化システムの維持管理実態、生成される炭化製品の有効利用用途の事後評価を行うことによって炭化製品の安全性、有効利用用途について整理を行うものである。また、炭化システムの特徴やシステムのトラブル事例の整理を行い、計画、設計、維持管理などに関する技術的事項や留意事項を明確にすることを目的とする。

2. 調査概要

2 ヶ年にわたって以下の内容について整理する。

- (1) 炭化システムを評価する上で、季節変動等による汚泥性状の変化および投入汚泥条件の把握し、腐食成分および重金属類に関する含有値について適用基準値を設定する。
- (2) 建設費、主要ユーティリティ使用量の評価
- (3) 炭化製品による有効利用用途の把握

3. 本年度の成果

- (1) 炭化システムのトラブル事例

炭化システムでは、乾燥機、炭化炉、炭化物貯留排ガス処理等に係わるトラブルを経験している。下記に乾燥機のトラブル事例と対策の一例について表-1 に示す。

表-1 トラブル事例と対策の一例

部位	トラブル事例	原因	対策
乾燥機	乾燥循環ガスラインにタール（油分）付着→集塵機ろ布閉塞による差圧異常発生した。	汚泥中に含まれる油分（ノルマルヘキサン抽出物質）が乾燥工程で揮発し、バグフィルタで凝固し、ダストと共にろ布へ付着した。※他施設でも同工程で油分は揮発しているが、ろ布閉塞に至るか否かの差異は確認できていない。	乾燥循環ガスラインについては、除塵方法を遠心分離式（サイクロン）とする。
乾燥機	内部で異常昇温発生した。	脱水汚泥がホップ内でブリッジを起こし、投入されず内部の汚泥が過乾燥になり、自己発熱を起こした。	①脱水汚泥投入機に汚泥レベル計を設置し、上限-警報発信させる。 ②乾燥機温度上限-警報、上上限-冷却水噴霧等安全対策を施す。 ③乾燥機脱水汚泥投入機（受入部）に安全弁を設置する。
乾燥機	乾燥汚泥搬送コンベヤ過負荷が発生した。	含水率が高い乾燥汚泥がコンベヤ壁面に徐々に付着、フライトに擦れる箇所が増大し、過負荷が発生した。	含水率 35～40%の管理を行う。
乾燥機	乾燥機内圧力上昇（蒸気噴出）した。	熱風炉出口圧力制御用圧力発信機導圧配管が結露で詰まり、正しい制御が行われず、乾燥機内圧力が上昇した。	メンテナンス…導圧管のドレン抜きを定期的 に実施する。
炭化炉	乾留ガス噴出管が閉塞した。	タールの付着が発生した。	①乾留ガス噴出管を L 型→垂直型とし、汚泥がこぼれない長さにした。 ②断面積を広げた。

4. 今後の予定

平成 22 年度は維持管理実態、生成される炭化製品の有効利用用途の事後評価を行い、トラブル事例の整理結果を含め、計画、設計、維持管理へ反映させる予定である。

キーワード	高温炭化，炭化システム，汚泥有効利用
-------	--------------------

研究テーマ名	ライフサイクルコスト削減を目的とした技術に関する調査		
研究期間	平成 17 年度～平成 21 年度	研究費目	試験研究費
研究担当者	佐野勝実（研究主任）、佐々木稔		
<p>1. 目的</p> <p>下水道施設に特有な硫黄酸化細菌により生成された硫酸によるコンクリート腐食・劣化の対策技術として、腐食抑制技術（腐食環境の改善等）、防食技術（ライニング等）が開発・実用化されている。近年、下水道施設の新設工事は減少し改築更新工事が増加する傾向にあり、劣悪な環境での補修や工期の短縮が求められる事例が増えており、このような条件に適した防食技術の確立が求められている。</p> <p>本調査は、下水道のコンクリート施設のライフサイクルコスト低減を目的に、腐食対策として用いられる被覆樹脂の長期の劣化機構の調査や、コンクリート劣化防止技術としての耐硫酸モルタル防食工法の開発等を行ったものである。</p> <p>2. 過年度の成果</p> <p>(1) モルタル防食工法試験施工及び追跡調査</p> <p>下水処理場流入水路を対象とした、普通モルタルの5倍程度の耐硫酸性を有するモルタルによる防食工法の試験施工箇所（平成15年施工）の追跡調査を通算5年間行い、モルタル表面の劣化がほぼみられず良好な状態が保たれていることを確認した。また、平成20年には下水処理場最初沈殿池流出水路を対象に、普通モルタルの10倍程度の耐硫酸性を有するモルタルによる防食工法の試験施工も行った。</p> <p>(2) 防食被覆材への硫酸浸入機構の調査</p> <p>板状に成型した防食被覆材試料を用い、腐食促進試験機による長期の硫化水素への曝露試験や硫酸浸漬試験を行い、被覆材への硫酸の浸入速度は被覆材料による差はあるものの、個々の材料への浸入深さは曝露時間の1/2乗にほぼ比例すること等を明らかにした。</p> <p>3. 本年度の成果</p> <p>(1) モルタル防食工法試験施工箇所の追跡調査</p> <p>普通モルタルの5倍程度の耐硫酸性を有するモルタルによる防食工法の試験施工箇所の追跡調査では、毎年定點12箇所測定している水路幅で、当初幅約50cmに対し6年経過時点で1mm以内の変化に収まっており、モルタル表面が良好な状態に保たれていることを確認した。</p> <p>普通モルタルの10倍程度の耐硫酸性を有するモルタルによる防食工法の試験施工箇所の追跡調査では、施工後半年経過時点と1年経過時点でモルタル表面の変化はみられなかった。</p> <p>(2) 防食被覆材への硫酸浸入機構の調査</p> <p>比較的硫酸の浸入が早いことが判明しているエポキシ樹脂からなる試験体を用い硫酸浸漬による促進試験を行い、FT-IRによる分析によって被覆材試料内に浸入した硫酸が化学的な変化を起こしていないことを明らかにした。また、最長約5年間の腐食促進試験機内での曝露を行った被覆材試験片の表面分析の結果から、硫酸の浸入深さは最大でも10μm未満であり、材料としての被覆材の耐久性に問題がないことを確認した。</p> <p>3. まとめ</p> <p>本調査の期間内において、耐硫酸モルタル防食工法による実施設での試験施工箇所での不具合は確認されなかったが、引き続き追跡調査は行っていく予定である。また、防食被覆材については、硫酸浸漬や腐食促進試験機による調査によって硫酸の浸入速度の検討を行い、材料としての耐久性に問題がないことを確認した。</p>			
キーワード	硫酸腐食，耐硫酸モルタル，防食被覆		



写真-1 試験施工箇所確認状況

研究課題名	下水道への膜分離活性汚泥法導入推進方策検討業務		
研究期間	平成 21 年度	研究費目	受託研究調査費(国土交通省)
研究担当者	中沢 均(管理者)、糸川浩紀(主担当)、橋本敏一、辻 幸志		

1. 目的

膜処理技術は、わが国が世界屈指の技術・ノウハウを有しており、国内での下水道施設の効率的な機能高度化等への活用に加えて、水ビジネスの海外展開の核となる技術として期待されている。国土交通省では、膜処理技術の国内での普及や民間企業の海外展開の支援を図るため、平成 21 年 6 月より「日本版次世代 MBR 技術開発プロジェクト (A-JUMP; Advance of Japan Ultimate Membrane Bioreactor Technology Project)」を開始している。さらに、平成 21 年度には、このプロジェクトの一環として、下水道における膜処理技術の中心にあると考えられる膜分離活性汚泥法 (MBR) の本格的な普及促進に向け、国土交通省が主体となって MBR を活用した波及効果が高い先進的な取組みを実施で実証し、必要な知見を集積することを目的に、「既設下水処理施設の改築における膜分離活性汚泥法適用化実証事業」(以下、「改築 MBR 実証事業」という)と「膜分離活性汚泥法を用いたサテライト処理適用化実証事業」(以下、「サテライト MBR 実証事業」という)の 2 つの実証事業を民間企業 (以下、「実証事業者」という)に委託して行っている。

本業務は、この国土交通省が行った実証事業に関連して、実証事業自体 (実証システムの導入方法、運営方法) の妥当性を評価するとともに、実証システム以外の他の MBR システムの適用性等を検討すること等により、実証事業で得られた成果の一般化を図り、実証事業成果を「下水道膜処理技術ガイドライン」の改訂に的確に反映させることを目的とする。

2. 本年度の調査成果

(1) 実証システム (導入方法・運営方法) の妥当性

表 1 に示す 2 つの実証事業について、その適用プロセスや改造・建設工事の内容、並びに、実証 MBR 施設の運転条件や制御方法、維持管理方法、モニタリング方法等について、実証事業者へのヒアリングを主体に検討を行い、その妥当性を確認した。

(2) 実証フィールドへの各種 MBR システムの適用性

実証フィールドで導入されたものを含む複数の MBR システムについて、各実証フィールドの制約条件下での導入可能性を検討した結果、検討を行った 7 システムのうち、改築 MBR 実証事業では 7 システム、サテライト MBR 実証事業では 6 システムが適用可能であった。

本業務の調査結果の一部は、国土交通省が設置する下水道膜処理技術会議に報告され、平成 22 年度末を目途に進められている「下水道膜処理技術ガイドライン」の第 2 版に反映される予定である。

表 1 実証事業の概要

	改築MBR実証事業	サテライトMBR実証事業
実証事業者	クボタ環境サービス(株)	メタウォーター(株)
共同実施者	名古屋市	愛知県
実証フィールド	守山水処理センター (名古屋市北区)	衣浦東部流域下水道見合ポンプ場 (碧南市見合町)
計画処理水量	4,000(冬季)~5,000(夏季)m ³ /d (1系列)	240~360m ³ /d (3系列)
生物処理方式	UCT法	循環式硝化脱窒法
膜分離方式	浸漬型(一体型)	槽外型
膜の種類	有機平膜	セラミック膜

キーワード	膜分離活性汚泥法 (MBR)、日本版次世代 MBR 技術開発プロジェクト (A-JUMP)、下水道膜処理技術ガイドライン
-------	--

研究テーマ名	東灘処理場改良工事に際しての高度処理導入事前評価調査（神戸市）		
研究期間	平成 21 年度	研究費目	受託研究調査費（神戸市）
研究担当者	橋本敏一（研究主任），辻 幸志（主担当），糸川浩紀		

1. 調査の目的

神戸市では、大阪湾流域別下水道整備総合計画や神戸国際港都建設計画で定められた放流水質を早期に達成するために、既存処理施設への高度処理の導入を順次進めているが、東灘処理場では土木構造物の耐用年数の関係から平成 37 年度まで土木施設の改築ができないため、高度処理の導入が困難な状況であった。しかし、平成 20 年度に通知された国土交通省事務連絡（処理方式の考え方について）によって、段階的な高度処理の導入方法として、部分的な施設や設備の改造等を行うことにより、高度処理施設と同等に扱うことが可能となった。そこで、東灘処理場においても、分場水処理施設の一部系列（4 系）を部分的に改造し、段階的な高度処理の導入に向けた実証試験を行うこととなった。

本調査では、この実証試験に向けた既存施設の改造に先立ち、東灘処理場の分場 4 系の既存施設を活用して、目標水質（COD=8.0mg/L、T-N=8.5mg/L、T-P=0.8mg/L）を達成するための最適な高度処理方法の選定を目的とした。

2. 調査の概要と結果

① 処理状況の整理

同処理場の既存の維持管理資料（年報など）に基づき、主として分場水処理施設における 3 年間の運転・処理状況を整理した。

② 高度処理方式の選定

複数の生物学的窒素除去技術を対象として、まず、各技術の窒素除去率や必要 HRT による一次抽出を行い、次に、容量計算による最適な高度処理方式を選定した。既存の反応タンクの隔壁の位置を変えないことなどを前提条件として、総合窒素除去率と最大処理可能水量の関係（右図）や主な追加機器および改造の項目などを総合的に評価した結果、ステップ流入式多段硝化脱窒法（3 段）が最適な高度処理方式として選定された。

③ 高度処理方式の最適化

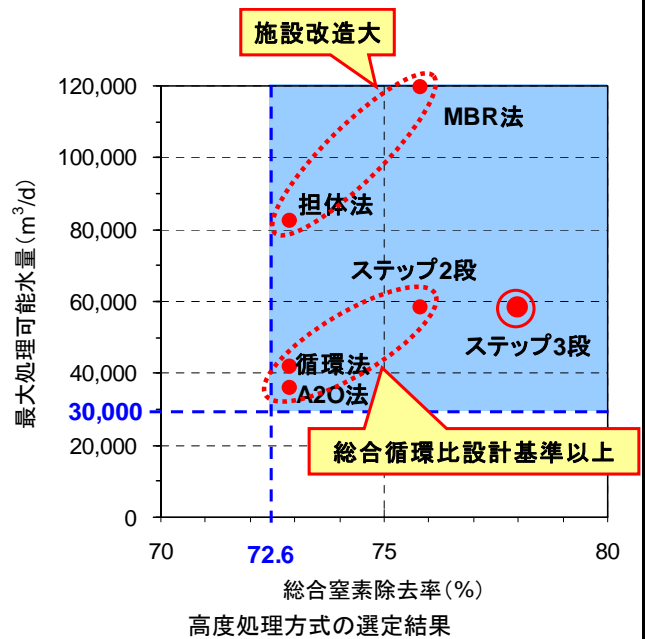
選定されたステップ流入式多段硝化脱窒法（3 段）について、運転条件の変更や追加の改造・施設建設による更なる処理機能向上の可能性について容量計算による検討を行った。その結果、ステップ流入比または汚泥返送比を最適化することで、処理水量を増加できる可能性が示唆された。

④ 実証実験条件の検討

分場 4 系にステップ流入式多段硝化脱窒法（3 段）を導入して実証実験を行う際に、確認すべき項目やその方法、これらを考慮した水質モニタリング体制などを提案した。

3. まとめと今後の課題

容量計算を中心とした検討の結果、ステップ流入式多段硝化脱窒法（3 段）が最適な高度処理方式として選定されたが、将来の本格的な導入検討にむけて、容量計算で定義した設計諸元（脱窒速度など）や容量計算では考慮されていない硝化速度などについて、実証試験時に確認することが重要である。



キーワード	既設改造、高度処理化、ステップ流入式多段硝化脱窒法
-------	---------------------------

研究課題名	香南市野市浄化センターへの新技術導入適用性に関する調査		
研究期間	平成 20 年度～平成 22 年度	研究費目	受託研究調査費（香南市）
研究担当者	中沢 均（研究主任），川口幸男（主担当），辻 幸志		

1. 目的

高負荷二点 DO 制御 OD 法（以下「二点 DO 制御法」という。）は、高知大学で開発された新技術であり、OD 槽を無酸素・好気 2 ゾーンが共存する状態に制御するほか、HRT を短縮できることを特徴としている。本処理法は、より効率的な OD 法の運転制御方法として高知県で普及を検討しており、高知県、香南市、高知大学、前澤工業(株)および JS 日本下水道事業団の 5 者が参加する 2 つの共同研究グループにより、香南市野市浄化センター増設施設に実証機を設置し、性能確認試験が実施されることになった。

本調査は、二点 DO 制御法導入前の野市浄化センターの処理特性を把握し、導入後の汚泥処理系を含む野市浄化センター全体に与える影響を調査することにより、香南市における本法の導入評価を行うものである。

2. 本年度調査内容

平成 21 年度は、既設の処理施設単独運転最後の年度であるため、平成 20 年度に引続き野市浄化センター運転データの整理および通日試験による流入、処理水質特性の把握を行うとともに、新たに設定された二点 DO 制御法の処理目標水質を机上検証した。

3. 本年度の研究成果

(1) 野市浄化センターの OD 槽の特性調査

1) 処理状況

- ① 流入水量は、平成 21 年 10 月以後、1 系列分の計画日平均流入水量に達しており、流入水質も SS 堆積に伴う初期の流入水質の変化は解消しているとみられた。
- ② 平成 21 年 4 月以降、各水質ともに除去率がやや低下する傾向が伺われ、不明水流入の影響の他に処理能力の余裕も減少してきたと推測される。

2) 通日調査

- ① 曝気攪拌装置 4 台運転時の平均流速は、0.32m/s の流速であった。大コーナーが終わった直線部の断面の流速分布は、池幅方向でみると外側の流速が早く、水深方向も一様ではなかったが、内側の池底付近を除き 0.1m/s 以上が確保されていた。
- ② 水質の流入変動パターンは各 RUN でほぼ同じ傾向を示し、日間変動比は流入汚水量 2～5、BOD 容積負荷 6～10 に対して、OUR は 2～3 であり流入負荷変動に比べると小さく計算された。
- ③ 処理水 SS 濃度は 1～4mg/l 程度と低く最終沈殿池の固液分離機能は良好であった。NH₄⁺-N はすべての RUN でほぼ完全に硝化されていた。

3) 各施設の電力量原単位

- ① 使用電力量の推計には、解析方法の汎用化を目的として、設備別の負荷率の算出に独自に開発した計算手法を用いた。
- ② 放流量基準の現有施設の電力量原単位は、施設が計画処理能力で適正に運転された場合、処理場全体 1.22kwh/m³、水処理施設 0.36kwh/m³と推定された。

(2) 二点 DO 制御法適用にあたっての課題整理
実証実験時の検証課題に、処理場全体のりん収支の把握と最終沈殿池の能力増強策の検討を提案した。

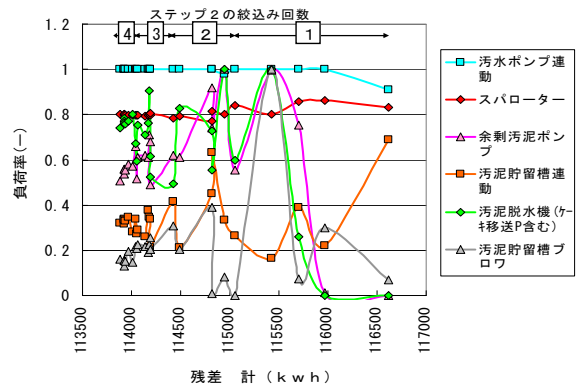


図-1 負荷率計算過程での収束状況例

キーワード	高負荷二点 DO 制御 OD 法，エネルギー消費抑制，スクリー型機械式曝気装置，電力量原単位
-------	--

研究課題名	臨海下水道事業 窒素削減対策調査		
研究期間	平成 21 年度	研究費目	受託研究調査費（福井県）
研究担当者	中沢 均（研究主任），川口幸男（主担当），辻 幸志		

1. 目的

テクノポート福井浄化センターは、全国でも数少ない工場排水の処理を目的とした特定公共下水道である。窒素濃度が極めて高い企業の排水を受け入れていることから経過措置として暫定排水基準の適用を受けており、速やかな一律基準の達成が求められている。そのため、排出する工場での削減に加え、場内での窒素削減対策を講じるため、平成 17、18 年に下水道処理施設で適用可能な窒素対策技術を広く調査し、その適用可能性を検討している。本調査は、一律基準を目標に窒素の削減を進めていく取り組みの一環として、現有施設を活用しかつ流入水質の特性を十分に踏まえた適用可能な窒素削減方法を検討するものである。

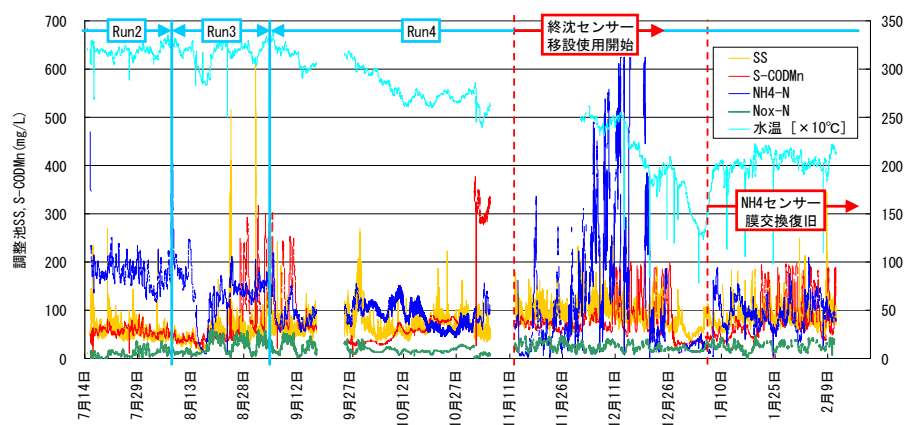
2. 調査内容

調査では、実施設の実証実験による運転条件の最適化による削減方法の検討、小型実験装置による処理性能試験、維持管理データの解析による現有施設への適用検討、将来予測流入水質を用いた処理水質の予測を行なった。

3. 本年度の成果

(1) 流入特性

今回試験的に設置した連続測定器による測定結果から、浄化センター流入水はそれぞれの水質項目が、様々な原因により、定期・不定期に変動しており、工場排水特有の高濃度で特殊な性状の汚水の流入に加えて、予測できない質的变化が処理の安定化の大きな障壁になっていると考えられた。



図－1 流入水質計測項目の推移

(2) 運転条件の最適化による削減方法

浄化センターの平均的な流入水質では流入有機物量が少ないため慢性的な脱窒が不足しており、特有の流入水質の挙動を勘案すると、年間を通じて安定的な処理水質を確保するためには、浄化センターの流入特性に対応した新たな生物学的硝化・脱窒処理プロセスを開発し、導入する必要があると考えられた。

(3) 将来水質と最適処理方法

将来予測設定水質を想定した場合、処理水中の硝酸性窒素の存在比(硝酸比)が 40%ではほぼ基準換算窒素濃度を遵守できるが、硝酸比 70%では 80%程度超過する結果となった。ただし、流入窒素のうち硝化-脱窒すべき量は 26%であり、流入水と返送汚泥の硝酸性窒素を完全脱窒できれば基準値が達成できると予想された。

既設処理場の改造案としては、第 1 段階：第 1 槽へ嫌気攪拌装置を設置した無酸素-好気活性汚泥法、第 2 段階：前段好気槽を設けて循環液のみ硝化处理し流入水と混合することにより硝酸態窒素の流出を最小限とする硝化脱窒法、の 2 段階の導入を提案した。

キーワード	特定公共下水道，窒素削減対策
-------	----------------

研究テーマ名	雨天時下水放流水の消毒方法に関する調査（その3）		
研究期間	平成19年度～平成21年度	研究費目	受託研究調査費（名古屋市）
研究担当者	佐野勝実（研究主任），佐々木稔		

1. 目的

合流式下水道では、雨天時に雨水と汚水が混合した下水の一部が未処理で排出され、それら未処理下水や簡易処理水は、放流量や水質、放流域の状況などによっては、公共用水域へ大きな影響を与える。本調査は、名古屋市における雨天時越流水の効果的な消毒方法の検討を行うことを目的とする。

2. 過年度の成果

(1) 雨天時放流の状況

調査対象とした7水処理センターでの雨天時放流水（直接放流水）の水質は、放流水の大腸菌群数基準値「3,000個/cm³以下」を越える場合があり、消毒施設を導入する場合には、各水処理センターの放流水路等での消毒剤と放流水の接触時間として5分程度の短い時間での消毒が必要となることが明らかになった。

(2) 消毒性能の確認

消毒性能の確認のためのテーブル実験や晴天時汚水の消毒実験により、臭素系消毒剤又は次亜塩素酸ナトリウム+臭化カリウムの混合液による消毒で、概ね大腸菌を基準値以下まで消毒可能であることを確認した。

3. 本年度の成果

(1) 雨水消毒実験調査

処理場内に設置した実験水槽で試料として降雨初期から1時間程度の雨水を使用した消毒実験を行った。消毒剤として、①次亜塩素酸ナトリウム、②臭素系消毒剤、③次亜塩素酸ナトリウム+臭化カリウムを用いた。雨水による消毒実験は、調査期間内で十分な量の降雨が得られた日数が少なかったため1回しか行なえず、有用なデータは得られなかった。

(2) 汚水消毒実験調査

雨水消毒実験と同じ実験水槽、消毒剤を使用し、試料として汚水を用いた消毒実験を行った。接触時間5分での消毒実験結果を図-1及び2に示す。過剰に注入した場合は薬剤種を問わず十分な消毒が可能であるが、消毒剤の注入率を絞った場合には、次亜塩素酸ナトリウムでは十分な消毒が行えず、次亜塩素酸ナトリウム+臭化カリウムの消毒効果が臭素系消毒剤と比較して若干優秀であった。

4. まとめ

合流式下水道における未処理下水の消毒を短時間で行う場合には、次亜塩素酸ナトリウム+臭化カリウム又は臭素系消毒剤を使用することで過剰な注入を避けることができ、放流先の環境への消毒剤残留成分の影響を避けることが可能となると考えられる。

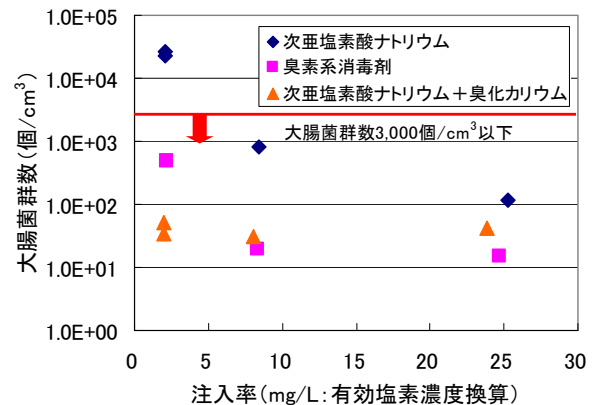


図-1 汚水消毒実験結果

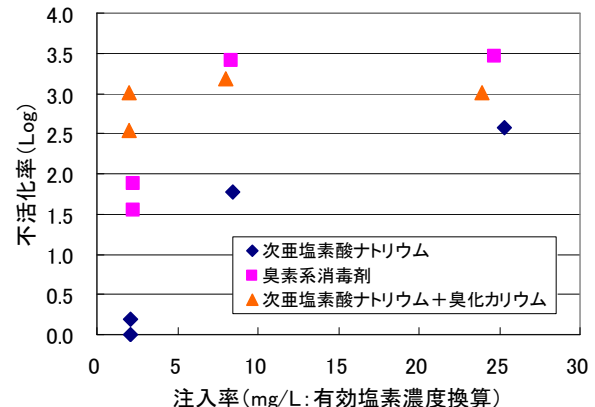


図-2 汚水消毒実験不活化率

キーワード	合流改善，消毒，臭素系消毒剤，臭化カリウム，不活化率
-------	----------------------------

研究テーマ名	遠賀川下流流域幹線硫化水素腐食対策環境調査		
研究期間	平成 21 年度～平成 22 年度	研究費目	受託研究調査費（福岡県）
研究担当者	佐野勝実（研究主任），佐々木稔		

1. 目的

本調査では、遠賀川下流流域下水道の水巻中間幹線において、硫化水素対策施設導入の必要性と対策施設設計で用いる水質の代表値の妥当性を確認することを目的とし、幹線管渠マンホールにおける連続濃度測定調査による硫化水素発生状況の実態把握と、蓮花寺中継ポンプ場における24時間連続採水調査による流入水質特性の把握を行った。

2. 本年度の成果

(1) 硫化水素発生状況

水巻中間幹線の中でも発生している硫化水素濃度が最も高いと考えられる圧送区間の末端のマンホールを基点に、その下流に位置するマンホール内に春期及び夏期にそれぞれ拡散式硫化水素測定器を設置して硫化水素濃度の連続測定を行い、発生濃度とその変動の確認を行った。図-1に圧送区間末端のマンホールにおける硫化水素濃度の測定結果と、調査日の遠賀川下流浄化センターの流入水温を示す。夏期には測定器設定上の測定上限値であった2,500ppmを超える高濃度の硫化水素が発生しており、漏出等が起こった場合に隣接地域で中毒事故発生等の危険があることから、対策施設の導入が急務であることが確認された。

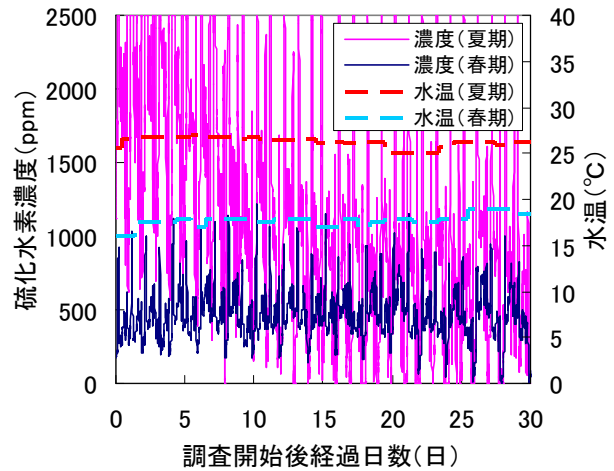


図-1 硫化水素測定結果

(2) 中継ポンプ場における連続採水水質調査

水巻中間幹線の圧送区間手前に位置する蓮花寺中継ポンプ場において、平日及び休日に24時間連続採水による水質調査を行った。表-1に平日の水質調査結果を示す。本調査結果からは、極端な濃度変動等の異常流入や同ポンプ場到達以前の管渠内における顕著な嫌気化の傾向はみられず、流入汚水は家庭排水が中心であると考えられた。また、対策施設設計における採用値である平成20年度の遠賀川下流浄化センターの流入BOD平均値216mg/Lが、代表値として妥当であることが確認できた。

表-1 水質連続測定結果 (単位:mg/L)

時刻	BOD	SS	T-N	硫酸イオン	硫化物イオン
13:00	189	134	43.3	66.0	—
14:00	186	121	40.8	68.7	0.3
15:00	186	170	41.7	59.7	—
16:00	171	109	37.8	61.0	0.3
17:00	169	100	40.4	63.1	—
18:00	166	126	36.8	67.4	0.3
19:00	192	170	33.2	65.4	—
20:00	184	131	30.2	64.1	0.2
21:00	209	101	28.6	66.0	—
22:00	157	84.0	28.3	70.4	—
23:00	276	290	32.8	59.8	0.3
0:00	207	181	29.6	62.9	—
1:00	226	180	31.6	60.1	0.2
2:00	279	298	34.8	64.2	—
3:00	199	181	32.1	64.6	—
4:00	320	337	37.1	65.7	0.4
5:00	236	189	36.7	64.4	—
6:00	269	330	44.3	66.0	0.3
7:00	230	241	42.1	63.1	—
8:00	195	184	57.1	80.1	—
9:00	256	264	51.8	75.7	0.2
10:00	190	213	39.9	91.8	—
11:00	197	163	40.2	85.9	0.2
12:00	233	232	43.4	71.9	—
平均値	213	189	38.1	67.8	0.27

3. まとめ

本調査の結果より、水巻中間幹線の圧送区間において急激な嫌気化の進行とそれに伴う高濃度の硫化水素の生成が起こっていることは確実であると考えられた。調査と平行して実施設計を行っていた酸素注入法による対策施設の導入が平成22年度に予定されており、同施設の導入によって硫化水素発生状況にどの程度の改善がみられるかについて、追跡調査により確認を行う予定としている。

キーワード	圧送管，嫌気化，硫化水素
-------	--------------

研究課題名	秋田県下水バイオマス利活用計画策定業務		
研究期間	平成 21 年度	研究費目	受託研究調査費（秋田県）
研究担当者	照沼 誠（研究主任）、島田正夫		
<p>1. 業務目的</p> <p>秋田県では、平成 6 年に「秋田県下水汚泥処理総合計画」（平成 14 年改訂）を策定し、汚泥の減量化や利活用を促進してきたが、平成 20 年度現在、利活用量は発生量の 6 割程度にとどまっている。本業務は、厳しい地方財政の中、事業効率を向上させコストを低減し利活用を推進させるため、下水道や農業集落排水、合併浄化槽等といった事業の垣根を越えた利活用計画を定め、循環型社会形成に貢献することを目的としている。</p> <p>2. 業務内容と結果</p> <p>（1）汚泥の発生量と利活用状況</p> <p>平成 20 年度、県内の生活排水処理施設からは 12,229DSt の汚泥が発生し、下水道が 72%、農業集落排水 6%、し尿処理場 22%となっている。有効利用されたのは 5,515DSt で、下水道で 57%、農業集落排水 38%、し尿処理場 9%、全体での有効利用率は 45%となっている。有効利用率 45%の内訳としては建設資材利用が 30%、緑農地利用が 15%である。</p> <p>（2）汚泥利活用の課題</p> <p>市町村に対するアンケート結果からは、生活排水処理事業を実施している市町村は財政的な厳しさから管理運営に苦慮していることが伺えた。汚泥の利活用についてもコストが大きな課題となっていることから、コスト意識を持った利活用法の検討が必要になっている。したがって、広い範囲に分散した施設の汚泥を集約し、スケールメリットを生かした資源化施設の整備などを通じた利活用コストの低廉化、製品供給の安定化等による需要先の確保を図る。</p> <p>（3）広域共同化</p> <p>資本投資を抑制するため、新たな広域共同処理場の設置はせず既設の処理場を活用する。スケールメリットの発現と汚泥輸送の経済性及び安全性を考慮し県内を 3 つのブロックに分け、処理規模の大きい流域下水道処理施設を活用する。県北地域は流域下水道大館・鹿角処理センター、県央地域は流域下水道臨海処理センター、県南地域は流域下水道大曲・横手処理センターをそれぞれ核施設とする</p> <p>（4）利活用の方法</p> <p>県北地域：汚泥資源化施設が無いことから、流域下水道大館処理センター内に資源化施設を設ける。資源化の方策としては各種処理方式を比較検討した結果、燃料化が有望と判断。 県央地域：資源化は臨海処理センターの既設焼却炉を用いて行い、発生する焼却灰はアスファルトフィラー材の代替として公共事業で利活用する。 県南地域：資源化は大曲処理センターの既設炭化炉を用いて行い、発生する汚泥炭化物を汚泥肥料として売却する。</p> <p>（5）温室効果ガス削減</p> <p>H 2 0 の生活排水の汚泥処分工程に係る温室効果ガス（CO₂ 換算）は 58,000 t /年と推測される。広域共同化や処理方式の転換により、計画目標年（H30）での排出量は 10%減とする。</p> <p>3. まとめ</p> <p>本計画に基づく有効利用率 80%（H30）を計画目標とし、汚泥処理の広域共同化と利活用を推進する。より多くの効果が発現されるよう、県及び市町村で構成する「生活排水処理事業連絡協議会」を設置し、協議・調整を十分に行い着実に進めていくこととする。</p>			
キーワード	バイオマス利活用計画、循環型社会		

研究テーマ名	千葉県下水汚泥燃料化試験調査業務		
研究期間	平成 21 年度	研究費目	受託研究調査費（千葉県）
研究担当者	照沼 誠（研究主任）、濱田知幸（研究担当）		

1. 調査の目的

千葉県手賀沼流域下水道では、脱水汚泥を炭化または乾燥することで固形燃料に加工し、火力発電所やセメント会社などに供給する事業の可能性について検討している。本調査では、手賀沼終末処理場から発生する汚泥を実際に炭化燃料に加工し、成分や発熱量などを分析することで、固形燃料としての性質を把握した。

表 1 基本分析結果

項目		脱水汚泥 (乾燥燃料)	炭化燃料 300℃	炭化燃料 500℃	豪州炭 ^{※2} 平均
工業 分析	含水率	8以下	3.3	4.1	2.7
	灰分 [※]	17.6	27.6	44.7	12.4
	揮発分 [※]	71.9	48.9	15.2	31.4
	固定炭素 [※]	10.5	23.5	40.1	56.3
	燃料比	0.15	0.48	2.64	1.79
元素 分析	炭素	45.4	46.7	43.8	72.8
	水素	6.3	4.5	1.7	4.7
	窒素	5.3	5.6	5.3	1.6
	酸素	24.6	14.9	4.2	7.96
	全硫黄	0.84	0.70	0.35	0.48
	灰中硫黄	0.04	0.04	0.08	0.44
	塩素	0.07	0.07	0.05	-
かさ比重		-	0.46	0.41	-

※ 無水ベース

※2 財団法人石炭エネルギーセンター 石炭情報システムHP

2. 本年度の成果

下水汚泥を原料として炭化燃料を製造し、各種分析を行い燃料としての性状評価及び受入条件調査を行った。

(1) 炭化燃料製造試験

実験炉出口の燃料温度が 300℃、500℃になるよう制御し、2種類のサンプルを製造した。得られた炭化燃料の分析結果の一例を表 1～3 に示す。また、脱水汚泥のデータから想定できる乾燥燃料の想定値を参考に併記する。

(2) 基本分析結果

燃料の灰分は乾燥燃料で 17.6%、炭化燃料で 27.6～44.7%であった。石炭の灰分(12.4%)よりも高かった。

各燃料の元素比率は、石炭と比較して炭素の割合が小さく、窒素の割合が若干多かった。硫黄の割合については、500℃炭化燃料のみが石炭より低くなった。

各燃料の塩素濃度は、300℃炭化燃料 0.07%、500℃炭化燃料 0.07%、乾燥燃料 0.05%であった。豪州炭の塩素イオン濃度 0.01～0.1%の範囲であることから石炭同等であり、塩素によるボイラ腐食等の影響は少ないと予想される。

(3) 燃焼特性分析結果

各燃料の燃焼特性分析結果を示す。炭化燃料の HGI は約 70～102 であり、破碎性は良好であるといえる。

炭化燃料の高位発熱量は 17.1～19.9MJ/kg-DS あり、石炭(約 28MJ)の 61%～71%程度の熱量を有する。

また、下水汚泥の灰融点は石炭灰と比較し低く、灰分量自体も多いため、混焼時にはファウリング・スラッキングに注意する必要がある。

表 2 燃料特性分析結果

項目	単位	脱水汚泥 (乾燥燃料)	炭化燃料 300℃	炭化燃料 500℃
HGI	-	-	70	102
高位発熱量	kJ/kg-DS	19,700	19,900	17,100
低位発熱量	kJ/kg-DS	18,300	18,900	16,800

表 3 灰の分析結果

項目		単位	灰 (脱水汚泥)	豪州炭 [※]	
灰 状 分 析	灰 組 成	SiO ₂	%	32.14	53.7
		CaO	%	8.53	4.95
		Fe ₂ O ₃	%	9.4	3.05
		Al ₂ O ₃	%	15.05	28.4
		MnO	%	0.09	0.05
		MgO	%	3.62	1.96
		TiO ₂	%	0.7	0.12
		P ₂ O ₅	%	25.64	0.6
		SO ₃	%	0.57	1.19
		K ₂ O	%	1.94	1.6
		Na ₂ O	%	0.99	2.03
		V ₂ O ₅	%	0.02	0.02
	灰融点(酸化)		℃	1,140	1,470
灰融点(還元)		℃	1,120	1,450	

※ 日本下水道事業団技術開発部 平成18年度調査結果

キーワード	汚泥有効利用、温室効果ガス、燃料化
-------	-------------------

研究課題名	諏訪湖流域下水道における汚泥焼却灰の有効利用可能性調査検討業務		
研究期間	平成 21 年度	研究費目	受託研究調査費 (長野県)
研究担当者	照沼 誠 (研究主任)、島田正夫		
<p>1. 調査目的</p> <p>長野県諏訪湖流域下水道豊田終末処理場 (以下、豊田処理場) では、流入下水に起因して砒素含有量の高い焼却灰が発生していることから、現在汚泥処理方式として灰熔融+結晶化による熔融処理法を採用している。また、熔融飛灰中に高濃度の金が含まれていることから熔融飛灰やスラグの一部を金回収の精錬原料として売却する事業が行われている。しかし、熔融処理設備も運転開始して 10 年以上が経過、更新時期が近づいてきたことから、熔融処理に変わる新しい処理システムの導入も視野にいれ、貴重な金資源としての活用も念頭に置きながら、当処理場における今後の最適な熔融炉更新方法の検討を行う基礎データを得ることを目的とした。</p> <p>2. 調査内容と結果</p> <p>(1) 焼却灰のアルカリ処理による安定化処理法導入検討</p> <p>汚泥焼却灰を強アルカリ液で処理することで焼却灰中のりんを抽出回収するとともに、汚泥性状の安定化を図るシステムの導入検討を行った結果、以下のことが明らかになった。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①酸洗浄工程でポリ鉄を使用することで、土壤環境基準を満足する安定化処理灰を得ることが可能である。 ②アルカリ処理により焼却灰粒度は微細化されるが、アスファルト合材フィラーとしての利用は可能と判断された。ただし、フロー値が高いため 100%置換は困難である。 ③豊田処理場焼却灰を全量アルカリ処理した場合、安定化処理灰は約 550t/年発生するが、諏訪地区におけるアスファルト合材フィラーの需要量はその 4~6 倍あると推測された。 ④副産物として得られる回収りん酸塩の量は約 350t/年と見込まれ、肥料 (原料) として売却可能な性状であることが確認された。 ⑤豊田処理場に 900t/年 (3.08t/日) 規模のアルカリ処理安定化処理設備を導入した場合の建設費は 8.4 億円、維持管理費は 49.2 百万円/年と試算された。 <p>(2) 高温条件下における焼却灰中貴金属類の挙動</p> <p>焼却灰から効率的に Au 等の貴金属類回収方法を検討するにあたり、高温条件下における貴金属の挙動について実験的に解析検討を行い、以下の結果が得られた。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①焼却灰中の Au は 600℃以上で揮発を始め、1400℃では 72%が揮発した。揮発には焼却灰中の塩素が大きく関与していると推測された。 ②焼却灰に塩素化剤として塩化カルシウムを添加 (添加率 10%) した実験では、ガス雰囲気に関係なく、600℃から急激に Au の揮発が促進され、1400℃では 90%の Au が気相に放出されることが明らかになった (図 1)。 ③脱水汚泥 (Au:2mg/kgDS) を対象とした実験結果では、400℃で予備燃焼した後に塩素化剤を添加 (10~20%) し再加熱することで、850℃で 86%、1000℃で 100%の Au 揮発が確認された。 			
キーワード	アルカリ処理、安定化処理灰、りん回収、金回収		

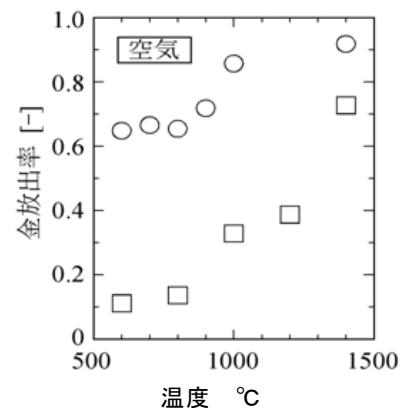


図 1 塩素化剤添加と金放出率

研究テーマ名	汚泥固形燃料化事業導入調査業務委託(荒川右岸流域下水道に係る技術的援助)		
研究期間	平成 21 年度	研究費目	受託研究調査費(埼玉県)
研究担当者	照沼誠(研究主任)、浜田知幸(研究担当)		

1. 調査の目的

埼玉県荒川右岸流域下水道では、脱水汚泥を炭化または乾燥することで固形燃料に加工し、火力発電所やセメント会社などに供給する事業の可能性について検討している。本調査では、新河岸川水循環センターから発生する汚泥を実際に炭化燃料に加工し、成分や発熱量などを分析することにより、固形燃料としての性質を把握した。

2. 本年度の成果

下水汚泥を原料として炭化燃料を製造し、各種分析を行い燃料としての性状評価及び受入条件調査を行った。

(1) 炭化燃料製造試験

実験炉出口の燃料温度が 300℃、500℃になるよう制御し、2種類のサンプルを製造した。得られた炭化物の分析結果の一例を表 1~3 に示す。また、脱水汚泥のデータから想定できる乾燥燃料の想定値を参考に併記する。

(2) 基本分析結果

燃料灰分は、乾燥燃料 14.4%、炭化燃料 24.0~40.1%であり、石炭灰分の 12%程度と比較し高かった。

各燃料の元素比率は、石炭と比較して炭素の割合が小さく、窒素の割合が若干多かった。硫黄の割合については、500℃炭化燃料のみが石炭より低くなった。

各燃料の塩素濃度は、300℃炭化燃料 0.02%、500℃炭化燃料 0.01%、乾燥燃料 0.01%であった。豪州炭の塩素イオン濃度 0.01~0.1%の範囲であることから石炭同等であり、塩素によるボイラ腐食等の影響は少ないと予想される。

(3) 燃焼特性分析結果

各燃料の燃焼特性分析結果を示す。炭化燃料の HGI は約 69~98 であり、破碎性は良好であるといえる。

炭化燃料の高位発熱量は 18.8~21.1MJ/kg-DS あり、石炭の 67%~75%程度の熱量を有する。

また、下水汚泥の灰融点は石炭灰と比較し低く、灰分量自体も多いため、混焼時にはファウリング・スラッキングに注意する必要があることが分かった。

表 1 基本分析結果

項目	乾燥燃料 (想定値)	炭化燃料 300℃	炭化燃料 500℃	豪州炭 平均※2	
工業分析	含水率	8以下	0.9	1.8	2.7
	灰分※	14.4	24.0	40.1	12.4
	揮発分※	77.7	49.8	14.1	31.4
	固定炭素※	7.9	26.2	45.8	56.3
元素分析	燃料比※	0.10	0.53	3.25	1.79
	炭素	43.3	48.4	47.5	72.8
	水素	5.89	4.97	1.73	4.65
	窒素	4.89	5.81	5.59	1.58
	酸素	30.8	16.1	4.8	7.96
	全硫黄	0.76	0.69	0.26	0.48
	塩素	0.01	0.02	0.01	-
かさ比重	-	0.42	0.37	-	

※ 無水ベース (%)

※2 財団法人石炭エネルギーセンター 石炭情報システムHP

表 2 燃焼特性分析結果

	乾燥燃料 (脱水汚泥)	炭化燃料 300℃	炭化燃料 500℃
HGI	-	68.8	97.9
高位発熱量	kJ/kg-DS	19,400	21,100
低位発熱量		18,100	20,000

表 3 灰の分析結果

項目	灰 (脱水汚泥)	豪州炭※	(参考) 融点	
灰組成 灰性状分析	SiO2	19.4	53.7	1,713
	CaO	8.6	4.95	2,572
	Fe2O3	3.2	3.05	1,565
	Al2O3	11.9	28.4	2,054
	MnO	0.1	0.05	-
	MgO	5.6	1.96	2,826
	TiO2	0.7	0.12	1,843
	P2O5	36.0	0.6	563~595
	SO3	0.4	1.19	62.4
	K2O	2.7	1.6	350(分解)
	Na2O	1.0	2.03	1,275(昇華)
	V2O5	0.01	0.02	690
灰融点(酸化)	1300	1,470		
灰融点(還元)	1300	1,450		

※ 日本下水道事業団技術開発部 平成 18 年度調査 (%)

キーワード	汚泥有効利用、温室効果ガス、燃料化
-------	-------------------