

# 下水汚泥固形燃料化事業について ～下水汚泥が電気に生まれ変わります～

真見 一樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都府 流域下水道事務所 施設整備室（〒617-0836 京都府長岡京市勝竜寺樋ノ口）。

京都府長岡京市にある洛西浄化センターでは、1日に約65t-wetの汚泥が発生している。発生した汚泥は焼却し、焼却灰をセメント原料として利用するか、埋立処分することで処分を行ってきたが、セメント利用量の減少や埋立処分場の受入量の限界などの問題を抱えていた。

そこで、下水汚泥の有効利用方法について、民間事業者から提案を公募し、最も効果が高いと判断された、下水汚泥固形燃料化事業を実施することとした。下水汚泥を高い稼働率が期待できる発電用途として利用可能な燃料化物とすることで、長期にわたる処分先の確保と、燃料化物から生み出される電気エネルギーを地域へ還元することが可能となった。

キーワード 汚泥処理、汚泥の有効利用、下水汚泥固形燃料化、D B O

## 1. はじめに

京都府の流域下水道は、都市化の著しい府南部において、京都府最初の流域下水道である桂川右岸流域下水道（洛西浄化センター）が1979年に供用開始し、続いて木津川流域下水道が1986年、木津川上流流域下水道と桂川中流流域下水道が1999年に供用開始した。また、特別名勝天橋立を擁する宮津湾の自然環境の保全を図るため、宮津湾流域下水道が1993年に供用開始した。（桂川中流流域下水道は町村合併により、2016年4月1日に南丹市へ移管した。）

洛西浄化センターは、桂川右岸流域の3市1町の区域を対象とし、約35万人の下水を処理しており、供用開始から既に38年が経過している。

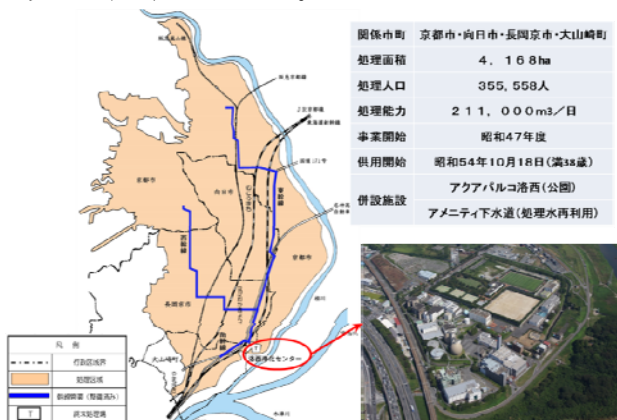


図-1 桂川右岸流域下水道（洛西浄化センター）  
計画概要図

洛西浄化センターが対象としている地域は、JR東海道本線、阪急京都線および国道171号等の主要な路線が地域内を南北に縦断しているため、高度経済成長期から急激に都市化が進行し、下流域には阪神地域の都市群が存在していることから、府が流域下水道整備を進め、下水の高度処理を行うことで公共用水域の良好な水質を保全してきた。

なお、処理場内の水処理施設の上部空間を府立洛西浄化センター公園（アクアパルク洛西）として利用、処理水を勝竜寺城公園（長岡京市）で再利用、下水熱を管理棟空調の熱源として利用するなど、施設や資源の有効利用につとめている。

今回、洛西浄化センターにおいて、下水処理により発生する下水汚泥の有効利用を推進するため、石炭火力発電所の代替燃料を製造する下水汚泥固形燃料化施設が新たに完成、平成29年4月から稼働したため、その概要について報告する。

## 2. 事業導入の背景

### (1) 洛西浄化センターにおける汚泥処理

洛西浄化センターには1日に平均約16万m<sup>3</sup>もの下水が流入し、浄化センター内の水処理設備で処理された後、処理水は桂川へ放流される。一方で、処理の過程で発生する下水汚泥は、汚泥の減容・安定化のための濃縮、消

化及び脱水の処理を行うことで減量されるものの、それでも約65t-wet/日の汚泥が発生する。これまで洛西浄化センターでは、汚泥を焼却炉により焼却処理し、焼却後に残る焼却灰をセメント原料として有効利用、もしくは、埋立処分することで、処分を行ってきた。

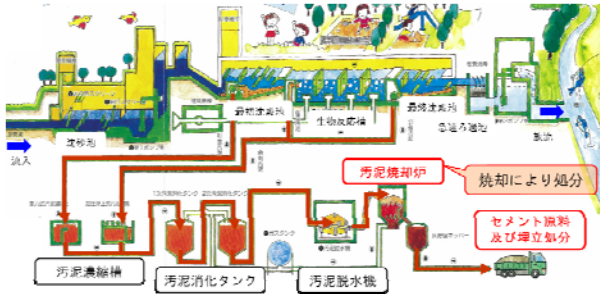


図-2 洛西浄化センターの処理フロー

### (2) 汚泥の長期的・安定的な処理と有効利用

現在稼働中の既設焼却炉は平成15年より運転を開始したが、老朽化や劣化が進んでおり、当面は長寿命化対策を実施することで運転を継続していくものの、その後については以下の理由から、今後の長期的・安定的に下水汚泥を処理できる方法及び有効利用率を改善する方法を検討する必要がある。

- ・埋立処分の処分先の受入量に限界があること
- ・セメント原料として有効利用しているものの、セメント生産の減少により安定した焼却灰の有効利用先の確保が不透明となっていること
- ・検討開始時の平成22年度において、汚泥の有効利用率が44%と全国平均の78%に比べて低い状況にあり、有効利用が進んでいるとは言えない状態であったこと

### (3) 温室効果ガス排出量の削減

汚泥を焼却処理するにあたっては、約850℃の高温状態を保つために多くの電力や燃料を使用し、さらに焼却過程でN<sub>2</sub>O（一酸化二窒素（CO<sub>2</sub>の310倍も温暖化に影響がある温室効果ガス））を排出することなどから環境へ与える影響は大きい。

一方で、汚泥は豊富な有機分を含んだバイオマスとして利用可能な資源であり、緑農地利用やエネルギー利用などの有効利用が可能である。下水汚泥を廃棄物としてとらえるのではなく、バイオマスとして資源化・再利用することで、温室効果ガス排出量やエネルギー使用量の削減が可能となることから、環境負荷の低減や地球温暖化防止に貢献できる方法を検討する必要がある。

## 3. 事業概要

### (1) 汚泥処理方式の評価・選定

汚泥の有効利用の方法については、技術革新が著しい分野であることから、民間事業者から提案を公募することとした。汚泥有効利用事業については、各技術が新しい技術であり実績も少ないこと、標準的な設備仕様や運営方法がないため、民間事業者の創意工夫やノウハウを活用した事業手法を採用するのが合理的である。民間事業者が設計から運営まで一体的に関与することで自由度が高まり、技術的能力、経営能力などが活用されることから、公共が直接実施するよりも効率的かつ効果的に公共サービスを提供できる可能性が高い。

そこで、民間事業者に対し、発生する汚泥を全量有効利用、施設の設計・建設から維持管理・運営までを一括とした事業方式とすること、という条件の下で提案を募った。その結果、計9件の提案（緑農地利用：1件、エネルギー利用：7件、建設資材利用：1件）があり、安定性、経済性及び環境への配慮などの観点から総合的な評価点の高い、エネルギー利用の方式（汚泥固形燃料化）を外部有識者会議の提言を得て導入することとした。

### (2) 汚泥固形燃料化事業概要

- 事業名  
桂川右岸流域下水道 洛西浄化センター下水汚泥固形燃料化事業
- 受注者  
電発・月島・日メン・B P S 共同企業体
- 事業期間  
設計・建設 : 平成25年10月～平成29年3月  
維持管理・運営 : 平成29年4月～平成49年3月
- 契約額  
3,957,450千円  
設計・建設 : 1,516,200千円  
管理・運営 : 2,441,250千円
- 処理方式  
低温炭化方式汚泥固形燃料化
- 処理能力  
汚泥処理能力 : 50t-wet/日  
計画処理汚泥量 : 13,200t/日  
稼働日数 : 330日/年  
燃料化物製造量 : 約1,500t/年 (1日あたり約4.5t)  
燃料化物発熱量 : 19.3MJ/kg-ds
- 事業方式  
DBO方式 (公設民営方式)



図-3 施設位置図

(3) DBO方式の採用

今回の事業は、民間事業者の創意工夫やノウハウを活用するため、設計・建設・維持管理・運営の一切の業務運営を一括して発注するDBO方式を京都府で初めて採用した。事業全体への責任を負わせることによって、機器の故障時における修繕費や、その休止期間中の汚泥処理の増加に対する費用を受注者に負担させることができる。DBO契約では、事業者が設計・建設を行ったあとに、運営管理を行うための特別目的会社であるSPC「株式会社バイオコール京都洛西」を設立、地位の承継をし、運営を行うこととしている。これにより、20年間という長期にわたり、サービスの安定的かつ継続的な維持管理・運営を担保させることが可能となっている。

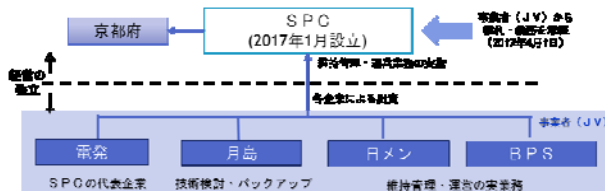


図-4 受注者とSPCによる運営

4. 処理方式の特徴

(1) 汚泥固形燃料化施設の処理フロー

本事業における汚泥の炭化処理の特徴について述べる。洛西浄化センターで発生した汚泥は水分を約80%含んでいるため、乾燥機により水分を約25%まで乾燥させた後、炭化炉により250～350℃程度で約60分間炭化処理を行う。炭化後に安定化処理し、燃料化物が生成される。生成された燃料化物は、炭化物ホッパーで貯蔵し、火力発電所等へ運搬される。

(2) 低温炭化燃料化方式

固形燃料化にあたっては、「低温炭化燃料化方式」を採用している。

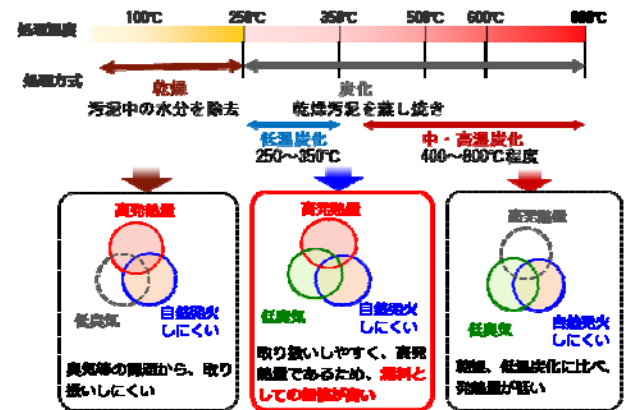


図-5 低温炭化方式

「低温炭化燃料化方式」は、既存技術である高温及び中温炭化と比較して、より低温領域である250～350℃程度で炭化する技術であり、燃料として重要となる3要素「高発熱量」、「低自然発火性」、「低臭気」のすべてを実現し、石炭代替燃料として品質の高い燃料化物を生成できる技術となっている。生成される燃料化物の発熱量は、19.3MJ/kg-dsであり、石炭発熱量のおよそ75%程度となっている（石炭の発熱量：25.7MJ/kg）。

(3) エネルギーの再利用

炭化処理や排ガス処理に使用する燃料は、浄化センター内の消化タンクで発生した消化ガスを利用しており、省エネルギー化を図っている。炭化炉にて発生する排ガスは、再燃炉にて高温で燃焼処理し、再燃炉を出た排ガスは廃熱ボイラ等にて熱回収された後、排煙処理塔にて煤塵を除去し、排出口より大気放出する。再燃炉を通った約900℃の排ガスは、廃熱ボイラ及び空気予熱器にて熱回収し、廃熱を乾燥機の熱源に利用、かつ燃焼空気の予熱にも利用することで熱風炉及び再燃炉の補助燃料の使用量削減に貢献している。

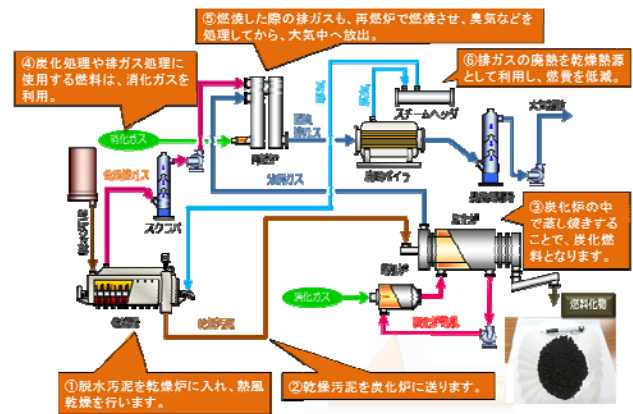


図-6 汚泥固形燃料化の処理フロー



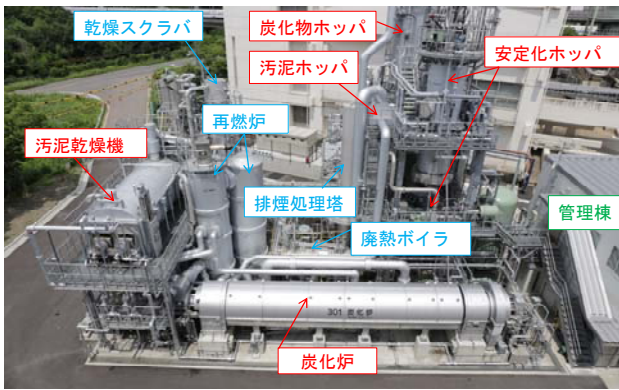


図-7 汚泥固形燃料化施設

さらに、燃料化設備で発生する排水熱を浄化センター内の消化槽へ供給、加温に有効利用することで、最大限の廃熱利用を行い、浄化センター全体の省エネルギー化にも貢献している。

汚泥ホッパ等から発生する臭気はブロワで吸引し、再燃炉と熱風炉の燃焼空気として利用すると同時に、高温で焼却処理することで、臭気対策も行っている。

## 5. 事業の効果

### (1) 下水汚泥の安定処分の確保

これまで洛西浄化センターで発生した下水汚泥は、その一部がセメントに有効利用されるのみであった。本事業により、下水汚泥は燃料化物として石炭代替燃料として生まれ変わり、今後20年間にわたって、13,200t-wet/年の汚泥の処分先を確保することができた。さらに、火力発電所で電気エネルギーに変換され、一般家庭や工場などで電気として使用される。約1,500t/年の燃料化物が生成され、約2,900MWhの電気エネルギーとなるが、これは一般家庭約900世帯分が1年間に使用する電気エネルギーに相当する。

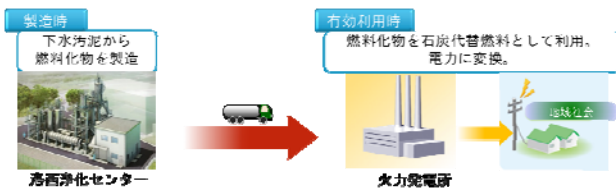


図-8 汚泥（燃料化物）の有効利用

### (2) 温室効果ガスの削減

これまでの焼却処理では、汚泥の高温処理のため電力や燃料を使用すると同時に、CO<sub>2</sub>の310倍も温暖化に影響があると言われるN<sub>2</sub>O（一酸化二窒素）の温室効果

ガスを大量に排出していた。

汚泥固形燃料事業に採用した低温炭化燃料化方式では、N<sub>2</sub>Oの排出量がきわめて小さく、従来の焼却方式に比べて発生する温室効果ガスを大幅に削減することが可能となっており、同規模の焼却炉と比較した場合、CO<sub>2</sub>換算で約80%の温室効果ガス（約2,600t/年）の削減につながっている。

また、生成された燃料化物は火力発電所で使用することで、代替した石炭使用量に応じた温室効果ガス排出の削減につながるため、火力発電所で発生する約2,400t/年の温室効果ガス削減につながる。

以上より、燃料化物の製造過程から火力発電所での有効利用までの全体工程で既存焼却設備と比較して、年間約5,000tの温室効果ガス削減効果が見込まれる。これは、一般家庭約1,000世帯分に相当する量の温室効果ガス削減効果となっている。

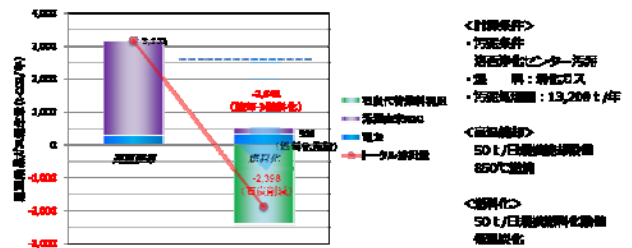


図-9 温室効果ガス削減効果

### (3) 循環型社会の構築

これまで廃棄物として処分していた下水汚泥を石炭に変わる燃料化物として新しいエネルギーを創出することで、石炭燃料の使用量を減らし、温室効果ガスの削減が可能となった。生成された燃料化物は火力発電所で石炭代替燃料として利用されることで、下水汚泥が電気エネルギーとして生まれ変わる。下水汚泥は石炭資源とは異なり、安定して供給することが可能であり、下水汚泥を電気の形で地域社会への還元することで、環境に優しい循環型社会、低炭素社会の構築に貢献することが可能となった。

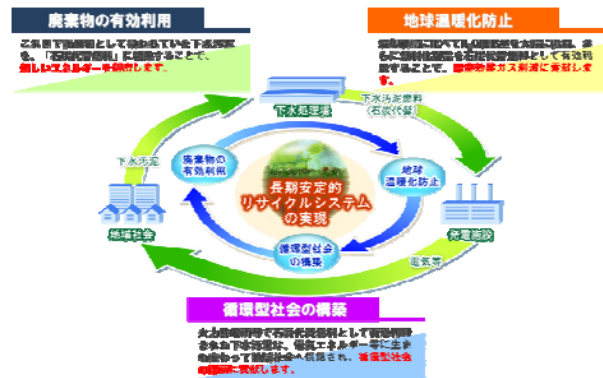


図-10 循環型社会の構築へ

## 6. おわりに

下水汚泥固形燃料化事業は、京都府として初めてDBO方式による契約を経て事業化に至り、現在、維持管理・運転を行っている。

京都議定書誕生から20周年となる節目に、地球温暖化防止につながる本施設が稼働したことは、非常に有機的なことであると考えます。

下水汚泥固形燃料化事業に携わってこられた皆様をはじめとする多くの方の御尽力により、下水汚泥固形燃料化事業が完成することができたことを心より感謝申し上げます。



図-11 生成した燃料化物