

事業系生ごみの受入れによる 消化ガスの増量に向けた調査検討

横浜市 ○細川 能之

1 はじめに

横浜市では下水処理過程で発生する下水汚泥を南北の汚泥資源化センターで集約処理し、汚泥処理の過程で発生する消化ガスは全量をガス発電等で有効活用している。

事業系生ごみの下水汚泥処理プロセスへの受入れによる消化ガス増量は、既存施設活用、再生可能エネルギーの更なる創出、温室効果ガス削減に資するとともに、ごみのリサイクル率向上にも寄与するものである。

既報（下水汚泥以外のバイオマス受入れによる消化ガスの増量に向けた調査検討、第55回下水道研究発表会（平成30年））では、北部汚泥資源化センターを対象とした検討を行い、事業化の可能性はあることは示唆されたが、増量した消化ガスを発電のみに用いる場合、温室効果ガスは削減できない結果となった。今回、南北の汚泥資源化センターを対象とし、増量した消化ガスの発電以外の用途も含めて、既存施設への影響検討、経済性や環境性等の評価から、事業スキーム案の調査検討を行ったので報告する。

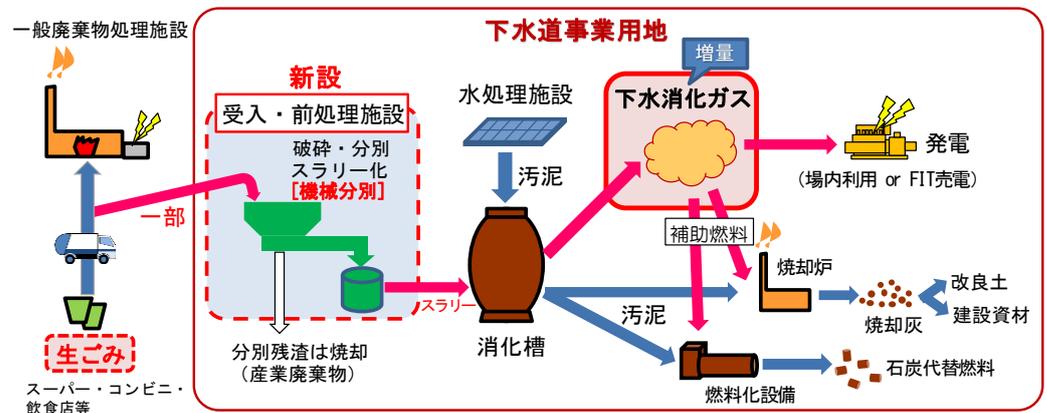


図1 事業イメージ

2 調査内容

北部・南部の2か所の汚泥資源化センターを対象に、事業系一般廃棄物の生ごみ受入れにより消化ガスを増量し、再生可能エネルギーを創出する事業（以下、本事業）について、(1)生ごみ回収量の設定と既存施設への影響、(2)増加した消化ガスの用途と事業スキームの選定、(3)環境性の評価、(4)経済性の評価を行った。今回の検討では、受入・前処理施設の設置場所は下水道事業用地内とし、生ごみの受入日数は土日祝日及び設備点検やメンテナンスに要する日を除いた年間220日とした。

表1 汚泥資源化センター概要

	北部	南部
受泥量 (m ³ /年)	2,722,000	2,497,000
(Dst/年)	43,500	43,620
消化ガス発生量(Nm ³ /年)	1,694万	1,186万
消化タンク容量 (m ³ ×基)	6,800×12	6,400×9
汚泥焼却炉 (t/日×基)	200×1	200×2
	150×2	150×1
汚泥燃料化設備 (t/日×基)	200×1	150×1
ガス発電機(kW×台)	900×6	900×3

※H29実績。設備能力は整備予定分を含む

3 結果及び考察

(1) 生ごみ回収量の設定と既存施設への影響

生ごみ回収量は、収集可能量や建設費に関する民間企業へのヒアリングから、既報の検討と同じ30t/日と設定した。これは、横浜市内で収集される事業系可燃ごみに含まれる厨芥類の14%に相当する。

生ごみ30t/日を受け入れた場合の消化ガス増加量は「下水道新技術推進機構」(以下、マニュアル)から3,673Nm³/日と算出した。なお、異物混入率は既報の検討で用いた10%から20%に変更した。この増量した消化ガスから創出される再生可能エネルギー

一量は、発電換算で 10,075kWh/日、水素換算(水蒸気改質)で 4,820Nm³/日相当となる。

生ごみ 30 t/日受入時、北部・南部の両施設とも、受入量が現在の下水汚泥処理量の 2~3%と少ないため、主要設備のほか移送ポンプや配管等を含めて設備への影響は考えにくい。また、汚泥脱水分離液中の窒素・りん濃度の増加率は北部で 2.18%・0.64%、南部で 1.51%・0.37%と、既施設における年間の濃度変動が 10%を超えていることと比較すると、水質への影響も考えにくい。なお、生ごみの最大受入可能量は北部で 243t/日、南部で 43t/日となり、ともに消化槽の設備能力が上限となった。

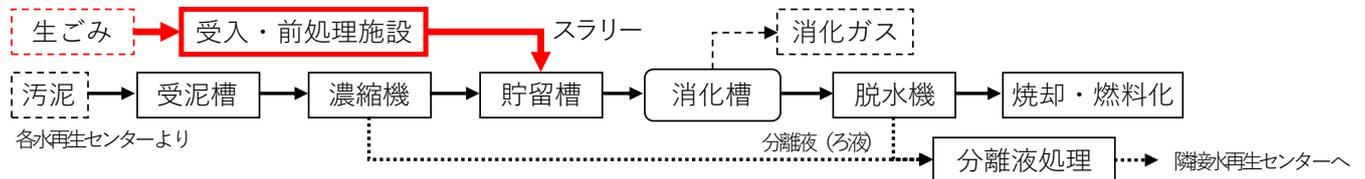


図2 汚泥資源化センター主要設備フロー

(2) 増加した消化ガスの利用方法と事業スキーム

増量した消化ガスの利用方法として、①発電、②水蒸気改質による水素製造・供給、③発電し、その電力の一部をパッケージ型水素ステーションに用いた小規模な水素製造・供給、④汚泥焼却炉・燃料化施設の補助燃料への利用を想定した。しかし、②は水素製造量が多く、全量の利用が当面見込めないため除外した。また、消化ガス利用状況等から①、③、④は年間を通じての利用が困難なため、季節によって①と④を組み合わせ、⑤夏季のみ(以下、夏季): 発電、夏季以外の期間(以下、冬季): 補助燃料利用を選定した。また、市が水素利活用を行う場合を想定し、③と④の組み合わせとなる⑥夏季: 発電+小規模水素製造、冬季: 補助燃料利用についての経済性を算出した。

なお、発電については、北部では全量場内利用と全量 FIT 売電のケースに細分化し、南部では FIT 発電を行う汚泥処理系列が全系列の 1/3 であるため、場内利用と FIT 売電の比率を 2:1 とした。

事業スキームとしては、既設下水道施設の有効利用を前提に、受入・前処理、消化、消化ガス利用の工程について、民間事業者が受入・前処理のみ運営(A)、受入・前処理と消化ガス利用を運営(B)、受入・前処理と消化、消化ガス利用を運営(C)の3パターンを比較した。(C)はスラリーを受け入れる消化槽の分離や新設が困難、(B)は(A)より消化ガス利用施設のコスト等が増加するため検討から除外し、(A)の民間事業者が受入・前処理を行い、製造したスラリーを市に渡し、市は消化、消化ガス利用を行う事業スキームを選定した。

(3) 環境性の評価

環境性の評価として、本事業前後の温室効果ガス発生量を比較した。今回対象としている事業系生ごみは、現在は市の一般廃棄物処理施設で焼却されており、本事業でその一部を下水汚泥処理施設に受入れ、増量した消化ガスを(2)⑤の方法で利用した場合の発生量と比較すると、北部で 618t-CO₂/年、南部では 981t-CO₂/年の削減となった。受入・前処理事業、下水汚泥事業、一般廃棄物処理事業ごとの温室効果ガス発生量の内訳を図3に示す。

消化ガス発電は場内利用、FIT 売電に関わらず全て削減分に計上した。また、一般廃棄物処理施設では受入生ごみ 30t/日×220日分の量が減少することから、ごみ焼却による温室効果ガスも削減となる。また、生ごみは水分が多く、受入量が減少しても残るごみの熱量は増大する形となり、処理量当たりのごみ発

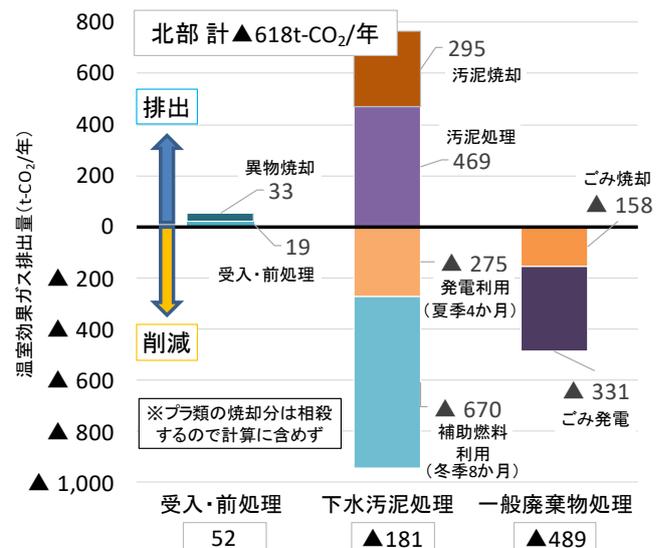


図3 事業別の温室効果ガス発生量内訳(北部)

電は、消化ガス発電は場内利用、FIT 売電に関わらず全て削減分に計上した。また、一般廃棄物処理施設では受入生ごみ 30t/日×220日分の量が減少することから、ごみ焼却による温室効果ガスも削減となる。また、生ごみは水分が多く、受入量が減少しても残るごみの熱量は増大する形となり、処理量当たりのごみ発

電量は増加するものとして、削減分に計上した。その他、新設する受入・前処理施設の電力消費量は、既報ではマニュアルから算出した値を用いたが、メーカーヒアリングの値に変更したため、大きく減少している。

既報で検討した発電利用と焼却炉・燃料化施設での都市ガス代替としての補助燃料利用を比較すると、若干、補助燃料として利用した場合の削減量の方が大きい計算結果となったが、用いる排出係数や発電効率に影響される。今回の計算では、電力消費による排出係数は、本市下水道施設の購入電力の実績値 0.436kg-CO₂/kWh を用い、都市ガス代替時の排出係数は 2.23kg-CO₂/Nm³ を用いた。

(4) 経済性の評価

経済性の評価として、生ごみ受入価格を回収量の確保を考慮して横浜市的一般廃棄物処理手数料と同額となる 13 円/kg とし、増量した消化ガスを(2)⑤の夏季：発電、冬季：補助燃料として利用した場合の収支を計算した。受入・前処理施設を民設民営とした場合の民間事業者、下水道事業者の収支の内訳を図 4 に示す。下水道事業者側の収支が±0 円となるまでスラリー購入の費用を民間事業者側に支払ったとしても、民間側の収支は北部で 7,577 千円/年、南部で 14,561 千円/年のマイナスとなり、本事業が成立しない結果となった。なお、生ごみ分別残渣の産業廃棄物処分費は単価 48 円/kg (運搬含む) とした。受入・前処理施設の建設費・維持管理費等の支出のみであれば、ごみ受入費の収入で上回ることができるが、分別残渣の産廃処分費を含めると支出が上回ってしまう。

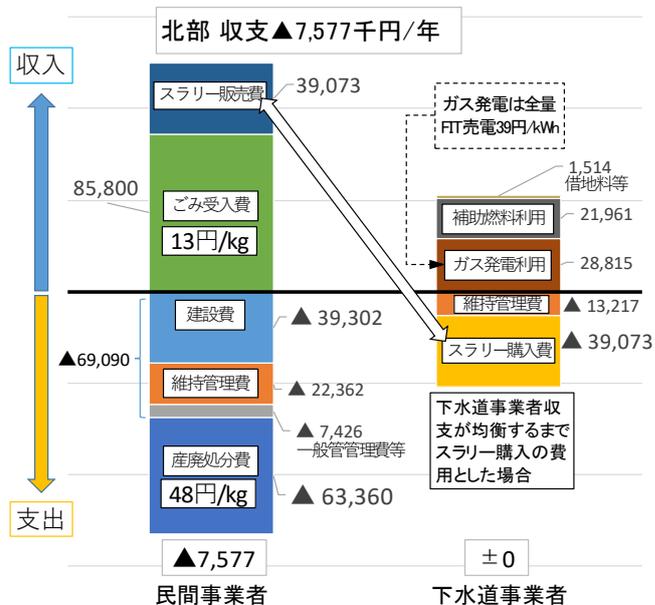


図 4 官民の収支内訳一覧 (北部)

民設民営の場合、民間側の年間利益を 3,000 万円と仮定し、下水道事業者側の利益を 0 とした場合の生ごみ受入価格を求めると、北部で 18.7 円/kg、南部で 20.0 円/kg となり、受入価格を 13 円/kg から上乘せすることで事業が成立する可能性があることが分かった。また、(2)⑥の小規模な水素製造を含む利用とした場合、生ごみ受入価格は北部で 20.0 円/kg、南部で 21.2 円/kg となった。

なお、公設民営については、施設や事業の位置づけなどに課題が残るため、今回の報告には入れていない。

4 まとめ

今回の検討により、生ごみ受入量 30t/日の場合、南北の汚泥資源化センター共に既存汚泥処理施設を増強することなく消化ガスを増量し、再生可能エネルギーを創出できることが分かった。なお、増加した消化ガスは、発電利用は夏季のみとし、それ以外の期間は汚泥焼却炉や燃料化設備の補助燃料での利用を選定した。

環境性について、本事業前後の温室効果ガス発生量を一般廃棄物処理施設も含めて比較すると、北部で 618t-CO₂/年、南部では 981t-CO₂/年の削減効果が得られることが分かった。

事業性について、生ごみ受入価格を市の一般廃棄物処理手数料 13 円/kg と同額とする場合、本事業は成立しない結果となった。事業の成立には、生ごみ受入価格の上乗せ、分別残渣の産業廃棄物処分量及び費用の低減、焼却単価の高い市域外の生ごみの受入れ、などによる採算性の改善が必要であることが分かった。

今後は、採算性の改善に大きく関係する生ごみの回収量や質 (異物混入量) についての民間企業への意見照会などを通じ、引き続き、事業成立の可能性を探っていく。