

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

横浜市 ○大野 真莉枝、細川 能之、小川 洋平

1 はじめに

横浜市は 11 水再生センターで発生する下水汚泥を南北 2 つの汚泥資源化センターに集約し、処理している。汚泥処理の過程で発生する消化ガスは全量を発電等で有効活用している。

下水汚泥以外のバイオマスを一前処理施設で破砕、分別、スラリー化などして下水汚泥と混合処理することで消化ガスが増量できることが知られている。この取組を本市で実施した場合、消化槽や消化ガス発電施設といった既存施設を有効活用して、さらなる再生可能エネルギーを創出することが可能となる。また、現在、廃棄物処理施設で焼却処理されているバイオマスを利用することで循環型社会の構築に貢献できるだけでなく、食品廃棄物を利用すれば、食品リサイクル率の向上につながる。本発表では下水汚泥以外のバイオマスを受け入れ、消化ガスを増量させる事業の本市での適用可能性について検討した結果を報告する。

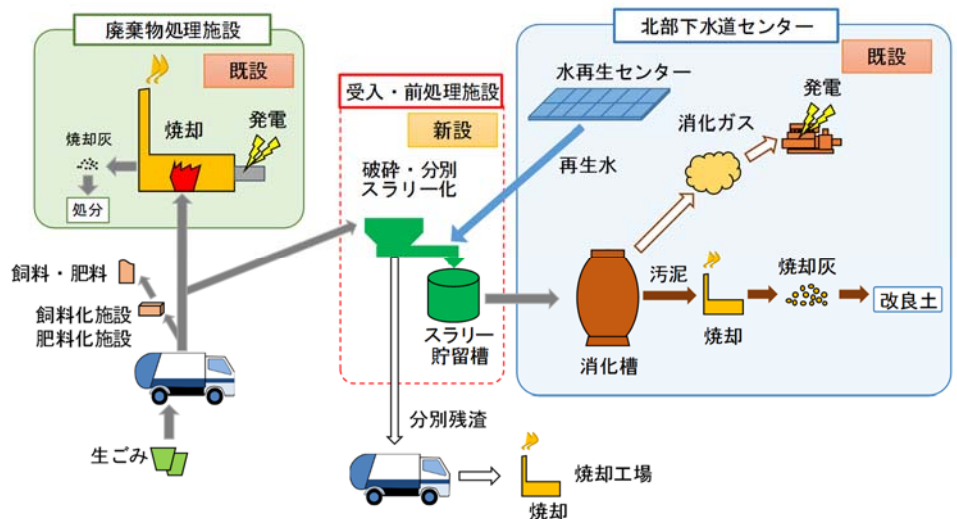


図1 バイオマス受入イメージ

2 検討内容

市内北部方面の 5 水再生センターの下水汚泥を集約処理する北部下水道センターで、バイオマスを受け入れた場合の検討を行った。市内のバイオマスについて種類、量、性状等を整理し、受入対象となり得るバイオマスを評価・選定した。選定したバイオマスを受け入れた際の経済性及び環境性の評価、汚泥処理施設への影響検討を行った。バイオマスの受入日数は土日祝日及び維持管理に要する日を除いた年間 220 日とした。

3 検討結果

(1) 受入対象の選定

全国の食品廃棄物等のメタン化施設への導入状況から、本市での受入対象となり得るバイオマスを 18 種選び、①処理・再生利用状況、②市内の排出事業者、③季節変動・異物混入、④回収・運搬性、⑤利用可能量、⑥下水道施設における消化ガス等への適用事例の観点で評価した。この結果、最も高評価であったのは、リサイクルが十分にされておらず、本市で年間約 10 万 t が焼却処理され、利用可能量が多い事業系一般廃棄物の生ごみ（以下、生ごみ）であった。以降は生ごみを検討対象とした。

(2) 経済性の評価

1) 施設規模の設定

採算性を評価する施設規模を設定するため、生ごみを 4.9、10、30t/日で受け入れた場合の経済性を評価した（図 2）。受入・前処理施設の建設費、運営費は「下水処理場へのバイオマス（生ごみ等）受入マニュアル

「(2011 下水道新技術推進機構)」(以下、マニュアル)に示されている費用関数を用い、既存施設の運転費増加分、焼却灰販売収益増加分、消化ガス発電量増加による買電量削減効果は既存の運転データを用いて処理費用を算出し、この処理費用を受入量で割り戻した金額を処理単価とした。焼却灰の増加分は改良土プラントに販売するとして、収入に見込んだ。

施設規模が大きくなるに従い、スケールメリットが効き処理単価が下がった。30t/日で受け入れた場合は処理単価が 19.2 円/kg となり、本市一般廃棄物処理料 (13 円/kg) より高いものの、近隣の食品リサイクル事業者の処理料 (25～40 円/kg) より低くなった。このため、施設規模は受入量 30t/日とした。

2) 事業手法の検討

受入・前処理施設の設置箇所として、北部下水道センター、本市一般廃棄物処理施設、民間用地の 3 か所を選定した。本市一般廃棄物処理施設は北部下水道センターに隣接しているため、スラリーを管路輸送することができる。PPP/PFI 手法を考慮した場合、PFI では初期投資が小さく PFI 事業者にとってメリットが出にくく、DB では運営にあたって新たに人員確保が必要となるため、DBO が最適だった。また、民間事業者が受入・前処理施設の建設から運営まで事業を行うこと (以下、民設民営) も可能であり、事業手法の検討に加えた。

3) 採算性の評価

2) の 3 か所で DBO または民設民営で事業を行った場合の想定条件を整理し、民間事業者からの見積書を基に「PPP/PFI 手法選択のためのガイドライン (案) (2017 国土交通省)」において公表されている「簡易な検討の計算表」の一部を、検討内容に合わせて変更して使用し、生ごみの受入価格を求めた (表 1)。ただし、民間用地での DBO を行う可能性は低いので、検討から外した。

表 1 各パターンの想定条件と事業手法及び受入価格

No.	受入価格 (円/kg)	受入・前処理施設の設置場所	事業手法	発酵不適物処分先	再生水利用	スラリー輸送方法	補助率
1	17.0	北部下水道センター	DBO	民間産廃処理施設	有	管路輸送	5.5/10
2	16.4	横浜市一廃処理施設	DBO	一廃処理施設	有	管路輸送	1/3
3	25.0	横浜市用地	民設民営	民間産廃処理施設	有	管路輸送	なし
4	26.0	民間用地	民設民営	民間産廃処理施設	無	バキューム車輸送	なし

受入・前処理施設にかかる費用は全て受入価格で回収するとして、受入・前処理施設の建設費、運営費を受入量で割り戻した金額を受入価格とした。ただし、受入・前処理施設から北部下水道センターのスラリー受入場所までのスラリー輸送費用と既存施設の運転費増加分は横浜市で負担するものとした。No.1 は国土交通省、No.2 は環境省の補助金を活用することが可能であり、民設民営の No.3、4 は利用可能な補助金がなかった。補助金が利用できる No.1、2 は建設費用が抑えられるため、No.3、4 と比較して受入価格は低くなった。No.1 より No.2 の受入価格が低い理由としては、受入・前処理施設により分別した発酵不適物の処分を No.1 は民間産廃処理施設で 40 円/kg かけて処分し、No.2 は本市一般廃棄物処理施設で 13 円/kg で処分するためである。受入価格は検討した全てのパターンで本市の一般廃棄物処理料 (13 円/kg) より高くなったものの、近隣の食品リサイクル事業者の処理料 (25～40 円/kg) と比べて競争力のある水準となった。

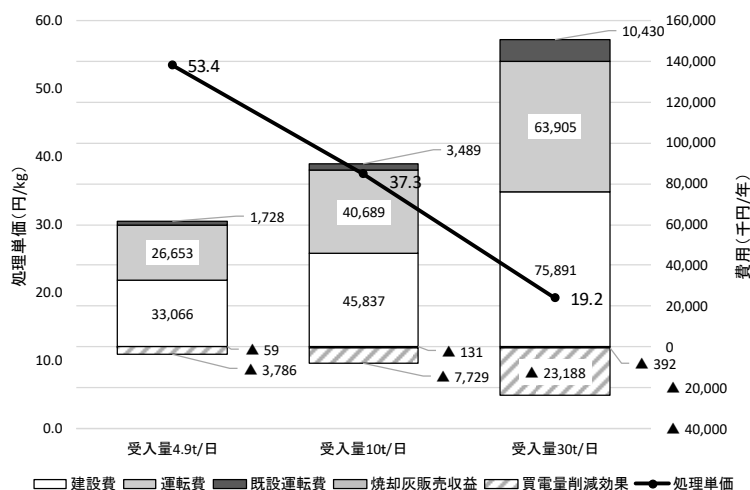


図 2 経済性の比較

(3) 環境性の評価

生ごみ受入量 30t/日とした場合の環境性の評価として、温室効果ガス排出量を算出した（図 3）。温室効果ガス排出量は、電気、燃料等のエネルギー消費、汚泥焼却由来の排出量等から算出し、受入・前処理施設の建設時に排出する温室効果ガスは含めなかった。

受入・前処理施設からは運転に伴い 224t-CO₂/年の温室効果ガスが排出される。下水道施設はガス発電量が増加し、買電量が削減したことによる排出量削減分があるが、既存施設の運転量が増えることと汚泥の焼却量が増えるため、下水道事業全体としては 173t-CO₂/年の排出量が増加する。両施設を合わせた本検討事業全体では、397t-CO₂/年の排出量が増加する結果となった。

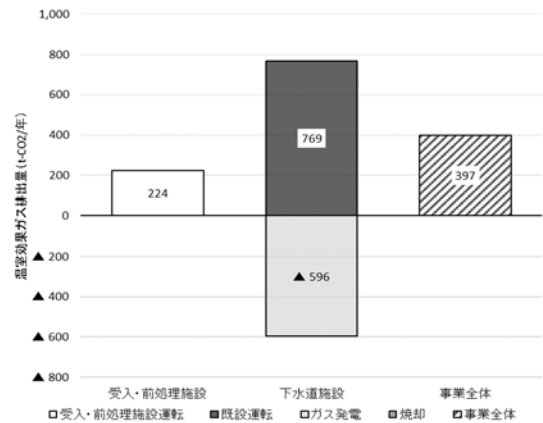


図 3 受入量 30 t /日の施設ごとの温室効果ガス排出量

(4) 既存汚泥処理施設への影響について

生ごみ受入量 30t/日とした場合の既存汚泥処理施設への影響を次の通り算出した。

1) 生ごみ受入可能量

既存の消化槽、脱水機、焼却炉の余力から受入れ可能な上限値を算出した。各施設の最大受入量は、消化槽は 511t/日、脱水機は 1358t/日、焼却炉は 196t/日となった。これにより生ごみ 30t/日を受け入れても既存施設規模のまま運転を継続できることが確認できた。

2) 分離液処理施設流入水質への影響

マニュアルから分離液処理施設流入水質の負荷量の増加率を求めた（表 2）。最も大きい影響を示した全窒素でも増加率は 1.5%であり、分離液処理施設への影響が小さいことが確認できた。

表 2 分離液処理施設流入水の負荷量増加率

SS	0.6%
BOD	0.2%
T-N	1.5%
T-P	0.4%

3) 消化ガス発電機への影響

消化ガス増加量は 2731Nm³/日、対現状比の 6%に相当する量となった。既存消化ガス発電機の規模での生ごみ受入可能量は 103t/日となり、受入量 30t/日であれば消化ガス増加量の全量を発電に利用することが可能であり、6357kWh/日の発電量が増加することが確認できた。

4 今後について

本検討により、生ごみ受入量 30t/日であれば既存汚泥処理施設を増強することなく消化ガスを増やせることが明らかとなった。環境性として検討した温室効果ガス排出量に関しては、消化ガス発電量を増やすことによる買電量の削減に伴う減少分で、受入・前処理施設と既存施設での処理の追加に伴う増加分を賄うことはできなかった。これについては、本検討では焼却とした消化後の汚泥の処理方法を現在本市で導入を進めている燃料化とするなどのさらなる検討により改善する可能性がある。また、今回の検討には含めなかったが、一般廃棄物の処理量を削減させることに繋がり、廃棄物処理施設の運転により排出される温室効果ガスは削減できると予想される。受入価格については、受入・前処理事業を横浜市の DBO で行った方が補助金を利用できるため価格を低く設定でき、民間事業者による事業実施でも他の近隣リサイクル施設の処理料と競争力のある水準になった。本市がスラリー受取価格を支払うことで、さらに受入価格を下げるのが可能である。今後は許認可や調達手続き、スラリー受入品質の管理方法、既存の PFI 事業への影響、汚泥燃料化なども考慮して、事業化について総合的に判断していく必要がある。