

高含水率有機系廃棄物の自治体における処理効率に関する研究 : LCAによる費用対効果分析

辻林, 英高

<https://hdl.handle.net/2324/7363887>

出版情報 : Kyushu University, 2024, 博士 (農学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :



氏 名	辻林 英高			
論 文 名	高含水率有機系廃棄物の自治体における処理効率に関する研究 — L C A による費用対効果分析 —			
論文調査委員	主 査	九州大学	教授	矢部 光保
	副 査	九州大学	准教授	高橋 義文
	副 査	九州大学	准教授	野村 久子

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

2020 年 10 月、菅元総理大臣は『2050 年カーボンニュートラル』を宣言し、脱炭素に関する技術やビジネスモデルを日本の成長戦略の柱にするとした。一方でバイオマス活用推進基本計画を見ると家庭由来の生ごみの利用率が低迷している。国としては焼却処理に不向きな高含水率の生ごみ等の有機系廃棄物をバイオガスプラントで処理し、再生可能エネルギーを生産し、さらに肥料成分も国内農業で有効活用したい方針であるが、実際にはそのようになってはいない。そこで本研究ではこうした家庭由来の生ごみやし尿、浄化槽汚泥に対する処理方法を液状コンポスト処理、バイオガスプラント処理、焼却処理の 3 タイプに分類し GHG と費用の面から比較している。この際、分析手法は LCA を用いている。

まず、バイオガスプラント処理（福岡県大木町）と液状コンポスト処理（福岡県築上町）について GHG と費用について分析を行った。この 2 自治体はいずれも高含水率の有機系廃棄物、すなわちし尿、浄化槽汚泥、生ごみ(大木町のみ)をそれぞれのプラントで消化液に変換し、それを地域内農業で利用する循環事業を行っている。2 自治体ともに評価範囲を原料収集からプラントでの変換、消化液の保管、消化液の農地への運搬と散布までとした。2 自治体を比較する際、その原料の種類が異なるため（大木町は生ごみを含む）、原料に含まれる炭素量を基準として GHG 排出量を算出した。その際、バイオガスプラント施設の消費電力量からバイオガス発電分を差し引いた。費用比較についても同様に炭素含有量を基準とした。結果、GHG に関してはバイオガスプラント処理の方が液状コンポスト処理と比較して、し尿と浄化槽汚泥ともに約 1/3 の排出で済んでいた。費用については液状コンポストプラント処理では、し尿 1t（湿重量）を処理するために 5,786 円を要しているが、バイオガスプラントでは 5,164 円とそれよりも安く済んでいる。浄化槽汚泥についてもバイオガスプラントの方が安価であった。

次に、焼却施設（長崎県東彼杵町）とバイオガスプラント施設（大木町）で生ごみ等 1t 当たりの

処理で発生する GHG と費用について比較した。この際、生ごみ等の収集運搬や最終残渣の利用または処分を含めたシステム全体について LCA のプロセス分析法を用いて GHG を算出した。費用についても GHG と同じ評価範囲とした。結果は GHG に関しては、バイオガスプラント処理（24kg-CO₂）が焼却処理（233kg-CO₂）に比べて約 1/10 の排出で済んでいることが確認できた。費用についてもバイオガスプラント処理（約 9,000 円/t）が焼却処理（約 21,000 円/t）に比べて約 1/2 となっていることが確認できた。特に焼却処理では含水率の高い生ごみを燃焼させるための A 重油投入により多くの GHG が排出されていることを数値化することができた。

他方、消化液の直接的な農業利用に関しては先行研究から限界が示されており、新たな変換技術が求められている。新技術を用いた消化液の改質モデルとして築上町の濃縮液肥施設に関する評価を行った。築上町では主に消化液の減容化と固形分除去を新たな技術として取り入れた濃縮液肥施設（実証施設）を 2021 年に設置し、濃縮液肥製造とその利用に関する取り組み開始している。なお本実証施設には九州大学で開発された技術が用いられている。従来型の「消化液」は自治体の運搬・散布車両の支援が必要でかつ一般圃場にしか散布できないという制約があった。しかし新たな「濃縮液肥」は固形分が除去されているので施設園芸栽培や植物工場での精密な養液管理に用いることも可能であり、さらに減容されているので運搬は軽トラックや自家用車でも可能となり、需要対象が一気に拡大されたという改善点がある。LCA ではこうした財やサービスの性能・品質の違いを含めた評価はできないので、濃縮液肥の農業資材としての改善効果を加味しない前提で、従来型の液状コンポスト処理の消化液との GHG・費用面での比較を行った。結果は GHG で 6 倍、費用面でも従来型の消化液利用の方が優位であることが示された。GHG ならびに費用において最も大きな影響を与えているのは濃縮液肥施設で消費されている電力であったことから、今後の事業規模での濃縮施設開発では、濃縮工程における電力の省力化や再生可能エネルギーを用いることで GHG と費用を抑制することを論文中に提案した。また、仮に大木町で生ごみを焼却処理した場合は GHG 250,800kg-CO₂/年を発生させることになるが（東彼杵町焼却データをもとに試算）、大木町はバイオガスプラントを採用しているのでその GHG を削減していることになる。この削減分のうち約半分で大木町の全消化液の濃縮液肥製造・運搬・散布にかかる GHG をまかなうことができる。よって生ごみを焼却処理からバイオガスプラント処理に切り替える自治体に濃縮液肥施設を併設することで、濃縮液肥施設は十分に脱炭素化に貢献することが判明した。ただし実際にバイオガ

スプラントと濃縮施設がセットになったモデルの分析を行っていないため数値は概算であり、今後より詳細な研究が必要である。

これらの研究結果は、国のバイオマス活用推進基本計画を後押しするものであり、具体的には自治体の一般廃棄物処理施設の導入計画策定の際に、脱炭素化に関する GHG ならびに費用試算の検討材料になると考えられる。また、消化液については様々な利用上の制約が普及を困難にさせているが、本研究で取り上げた濃縮液肥のような改善された農業資材であれば普及の可能性は高まると予想される。このことはバイオガスプラント普及のボトルネックが解消されることになり、自治体の一般廃棄物処理施設としてバイオガスプラントの採用件数の増加にもつながるかもしれない。こうした廃棄物系バイオマス利活用の流れを強化するために、本論文のような LCA を用いた研究は有効であると考えられる。

以上、本研究の成果は、今後の我が国における高含水有機系廃棄物の技術展開の方向性を示す貴重な研究であり、本研究は循環型社会の構築において、重要な貢献が期待できる学術的価値の高い研究であり、博士（農学）の学位に値すると認める。