

6. 再生可能エネルギーや廃棄物系バイオマス由来肥料の利活用技術・地域への導入技術の研究

研究期間：平成 23 年度～27 年度

プロジェクトリーダー：技術開発調整監 片倉浩司

研究担当グループ：材料資源研究グループ（リサイクルチーム）、寒地農業基盤研究グループ（資源保全チーム）

1. 研究の必要性

低炭素・循環型社会を構築するために、都市や農村から発生するバイオマスを資源やエネルギーとして、地域で有効活用する技術開発が求められている。また、再生可能エネルギーを使った社会インフラ維持のための具体の環境負荷低減技術の開発や導入が求められている。さらに、新しい技術や社会システムが実現した場合の環境改善性をスタンダードな指標で正しく評価し、技術普及を誘導する必要がある。

2. 研究の範囲と達成目標

本プロジェクト研究では、下水処理場や公共緑地、畜産場などから発生するバイオマスの効率的回収・生産・利用技術の検討を行うとともに、二酸化炭素やメタン、亜酸化窒素などの二酸化炭素排出量削減技術とその評価技術、バイオマスの地域循環型利用システムの検討を行い、さらに、再生可能エネルギーを使った社会インフラの維持システム構築のための技術開発と社会への導入技術の検討を行うことを研究の範囲とし、以下の達成目標を設定した。

- (1) 公共緑地などから発生するバイオマスの下水道等を活用した効率的回収・生産・利用技術の開発
- (2) 下水処理システムにおける省エネルギー・創資源・創エネルギー型プロセス技術の開発
- (3) 廃棄物系改質バイオマスの大規模農地等への利用による土壌生産性改善技術の提案
- (4) 再生可能エネルギー等の地域への導入技術の開発

3. 個別課題の構成

本プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

- (1) 低炭素型水処理・バイオマス利用技術の開発に関する研究（平成 23～27 年度）
- (2) 下水道を核とした資源回収・生産・利用技術に関する研究（平成 23～27 年度）
- (3) 地域バイオマスの資源管理と地域モデル構築に関する研究（平成 23～27 年度）
- (4) 廃棄物系改質バイオマスの農地等への施用による土壌の生産性改善技術に関する研究
(平成 23～27 年度)

4. 研究の成果

本プロジェクト研究の個別課題の成果は、以下の個別論文に示すとおりである。なお、「2. 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標に関して、平成 24 年度に実施した研究と今後の課題について要約すると以下のとおりである。

(1) 低炭素型水処理・バイオマス利用技術の開発に関する研究

下水処理場に設置している嫌気性消化槽を活用した、低炭素型水処理・バイオマス利用技術を開発するための基礎実験を行った。拠点となる下水処理場へ汚泥を効率的に輸送することも意図して、高濃度の下水汚泥のメタン発酵技術を開発するために、TS 7.5%程度の下水混合汚泥を対象とした嫌気性消化の連続式実験を行った。中温条件下では安定した処理が可能であり、一般的な濃度の場合と同程度の COD ベースで 60%程度のメタン転換が、高濃度化しても示された。高温条件下での運転はやや不安定であった。回分式実験によりその原因を調査し、アンモニアなどの阻害物質蓄積による可能性が考えられた。また地域の廃棄物系バイオマスについて、下水

処理場での混合消化に関する基礎的知見を収集するために、回分式実験により、メタン転換率を調査した。いずれも下水汚泥の転換率（60%）とおおむね同等であり、下水処理場で受け入れることで、メタンガス回収量増加に寄与する可能性が示された。

(2) 下水道を核とした資源回収・生産・利用技術に関する研究

下水処理場実環境下において電気分解による下水からのリン資源の回収や藻類バイオマスの培養を試みた。下水脱水分離液の上澄みの電気分解では、硫酸マグネシウム水和物の添加によりリンの回収量が約 2 倍に増加した。白金コーティングチタン電極の使用により、リン鉱石等の結晶の形でリンを析出させることが可能であった。下水による藻類の屋外培養では、藻類の株や栄養塩等を外部から供給することなく、下水のみを用いた培養により藻類が増殖した。夏季では培養開始後の最初の 7 日間、冬季では 14～28 日間にかけて培養が大きく進んだ。水理学的滞留時間の増加や CO_2 添加により、培養水中の窒素の消費が進み、緑藻の細胞数も増加した。培養藻類の発熱量等の分析から下水培養された藻類バイオマスのエネルギー利用の可能性が示された。

(3) 地域バイオマスの資源管理と地域モデル構築に関する研究

刈草の有望な利用方法の一つとして考えられる下水処理場での嫌気性消化に関する基礎的知見を収集するために、刈草と下水汚泥の高温混合嫌気性消化に関する連続式実験および回分式実験を行った。その結果、高温条件下で安定した処理が可能であり、刈草のメタン転換率は COD ベースでおおむね 40%程度、および VS ベースで $0.19 \text{ L CH}_4/\text{g VS}$ ・刈草程度であることが示された。また、 LCCO_2 による評価手法の構築を目指し、原単位の設定を行った。

(4) 廃棄物系改質バイオマスの農地等への施用による土壌の生産性改善技術に関する研究

本研究では乳牛ふん尿を主体とする廃棄物系改質バイオマス（家畜ふん尿、曝気スラリー、メタン発酵消化液等）の特徴を明らかにするため、有機物組成等の分析を実施した。また、廃棄物系改質バイオマスを土壌へ施用した場合の土壌生産性改善効果を検証するため、共同利用型バイオガスプラントから採取した原料液および消化液を 5 年間連用している圃場の土壌理化学性と牧草収量を調査した。さらに、廃棄物系改質バイオマスを施用した試験区において、温室効果ガス揮散量を測定した。その結果、廃棄物系改質バイオマスのうち、嫌気発酵消化液の全炭素に占める腐植酸の割合が高く腐植化が進行していた。このため、他の廃棄物系改質バイオマスに比べ、土壌団粒形成にともなう土壌生産性改善能力が高いことが示唆された。土壌理化学性については、施用 4 年目では表層 1 層目への炭素の集積が認められた。温室効果ガス揮散量は、圃場への原料液施用区の CO_2 フラックスが他の廃棄物系改質バイオマス施用区の CO_2 フラックスより小さい値を示した。

RESEARCH ON TECHNOLOGIES FOR UTILIZING AND INTRODUCING TO COMMUNITIES RENEWABLE ENERGY SOURCES AND FERTILIZERS DERIVED FROM WASTE MODIFIED BIOMASS

Research Period : FY2011-2015

Project Leader : Director for Cold Region Technology Development Coordination
KOJI Katakura

Research Group : Material and Resources Research Group(Recycling Research Team)
Cold Region Agricultural Development Research Group
(Rural Resources Conservation Research Team)

Abstract : It is necessary for the realization of a low-carbon recycle-oriented society to develop technologies for effectively and locally utilizing biomass generated in urban and farm areas as resources and energy.

So, in order to make infrastructure green, we are committed to research of the following individual topics with an aim to develop technologies for the collection, production (processing) and use of biomass and for the introduction of renewable energy sources into communities, thereby developing a low-carbon recycle-oriented society

(1)Development of technologies to collect waste system biomass generated at city sewage treatment plants and to develop a sewage system highly effective in reducing emission of greenhouse gas

(2)Development of efficient elemental technologies (nutrient removal and collection from water and sludge, conversion of nutrient salts into energy by algae, techniques for the use of collected resources) taking advantage of the location of sewage treatment plants where massive amounts of nutrient salts are collected in urban areas

(3)Establishment of integrated assessment methods such as life cycle assessments for local use of biomass and a sustainable resource management system based on individual elemental technologies for the use of biomass

(4)Comparison of the soil productivity improvement impact of waste modified biomass (livestock slurry, compost, aerobically fertilized irrigation slurry, methane-fermented digested slurry, sewage nutrient salts, etc.) by application to farmland, and proposal of improvement technologies for effective soil productivity (e.g. drainage, water retention, Cation Exchange Capacity[CEC], crop yield, quality improvement, increased soil carbon storage amount)

Key words : renewable energy sources, waste modified biomass, sewage treatment plants, effective soil productivity