

## 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 石川博之

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的な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 25 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、固形物濃度（TS）10%程度まで高濃度化した下水混合汚泥を対象として嫌気性消化の連続式実験を行った。中温（35℃）条件下ではほとんどの期間で安定した処理が可能であり、一般的に現場で適用されている 2～3%程度の場合と同程度の有機物（VS）除去率 60%程度が、高濃度化しても 2.7 kgVS/(m<sup>3</sup>・d)程度の負荷率で示された。高温条件下では、アンモニア性窒素濃度が 2,000 mgN/L を超過すると、メタン転換の阻害される傾向が示された。また下水 2 次処理水を用いて培養した藻類のメタン発酵特性を調査したところ、夏季培養の試料では

COD ベースメタン転換率が 0.56 で、下水汚泥と同等であった。秋季培養の試料ではやや低下したものの、下水で培養した藻類からの下水処理場でのメタン回収の可能性が考えられた。

### (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

白金コーティングチタン電極を用いた下水脱水分離液の電気分解実験を行いヒドロキシアパタイト結晶の形でリンが回収された。380 L 規模の屋外水槽により藻類の下水培養を行い、藻類の株や栄養塩等の供給なしに、下水二次処理水のみでの供給により藻類が増殖することが示された。また藻類バイオマスの嫌気性消化への利用可能性や培養藻類の活性汚泥による回収方法を検討し、初期吸着の寄与が大きいことが分かった。下水汚泥焼却灰の成分実態調査を行い灰中に含まれるリンの全国平均は 19.9%-dry (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 換算値)であり、流入下水中に含まれる 4 割のリンが焼却灰に移行することが示された。

### (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

公共緑地で大量に発生する刈草の有望な利用方法の一つである下水処理場での嫌気性消化への導入に必要な基礎的知見を収集するために、刈草と下水汚泥の中温および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。その結果中温条件下より高温条件下でのメタン転換率が高く、刈草のメタン転換率は VS ベースで 0.19 L CH<sub>4</sub>/g VS・刈草程度であることが示された。80℃程度の超高温処理を組み込むことで、20～30%程度メタン転換率の高まることが示された。また、刈草の処理シナリオの温室効果ガス排出量の算定手法を開発するため、バイオガス化シナリオのパラメーターを精査するとともに、刈草の性状や発生重量の変動が計算結果に与える影響を評価した。

### (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 6 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。また、廃棄物系改質バイオマス中の有機物含有量割合は、乾物率との間に有意な正の相関が認められた。既往の研究から、乾物率、電気伝導度(EC)、水素イオン濃度(pH)を用いて肥料成分を推定することが可能となっている。したがって、乾物率、EC、pH を測定することで、圃場に散布される有機物量を推定できる可能性が示唆された。

土壌理化学性については、施用 6 年目では表層 1 層目のマクロ団粒のうち、粗粒有機物画分に炭素が集積していた。温室効果ガス揮散量は、圃場への原料液施用区の CO<sub>2</sub> フラックスが他の廃棄物系改質バイオマス施用区の CO<sub>2</sub> 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  
ISHIKAWA Hiroyuki

**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 develop the Green Infrastructure, we are committed to research on several individual topics mentioned below with the objective 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. Each output obtained from individual study in 2013 was described in the following section of this report.

(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