

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2007～2010

課題番号：19201018

研究課題名(和文) 飼料イネを用いた資源循環型の生産および環境修復システムの構築

研究課題名(英文) Construction of environmental restoration and forage rice production system basing on resources recycling

研究代表者

細見 正明 (HOSOMI MASAOKI)

東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・教授

研究者番号：90132860

研究代表者の専門分野：環境工学

科研費の分科・細目：環境技術・環境材料

キーワード：飼料イネ、循環材料生産、環境浄化、畜産、窒素

### 1. 研究計画の概要

本研究は、飼料イネを「環境材料」として用いて、地域における循環材料の生産及び環境修復システムを構築し、適切な窒素循環を図ることを目的とする。

具体的な計画として：

(1) 飼料イネに対する様々な窒素負荷に対する耐性やバイオマス生産量を明らかにするとともに、飼料イネによる窒素吸収量、土壌中の窒素などをはじめとした窒素収支について、ラボスケールの室内実験で明らかにする。

(2) ライシメーターや埼玉県妻沼地区の実水田において様々な飼料イネを栽培し、メタン硝化液、堆肥、液肥を添加し、栽培期間を通じて飼料イネのバイオマス、水収支及び窒素収支を明らかにする。さらに、メタン放出速度やアンモニア放出速度、亜酸化窒素放出速度の評価や間隙水や浸透水中の窒素濃度の測定を行う。沖縄県石垣島では、牛ふん尿からの液肥を各水田区画に施用し、石垣島の気候特性から3期作の可能性を検討する。また、不耕起栽培による飼料イネのバイオマス生産に及ぼす影響を評価する。

(3) 霞ヶ浦山王川では、実験水路を用いて、水量負荷、表面流れ及び浸透流れ方式、さらにはそのハイブリッド方式による飼料イネによる水質浄化効果を明らかにする。

(4) 室内と現場実験で得られたデータから、飼料イネを植栽した水田における窒素挙動と収量予測モデルを作成するとともに、流域全体の水収支モデルを作成する。

(5) すでに耕畜連携が実施されている埼玉県妻沼地区を対象として、耕種農家と畜産農家の連携の可能性について、聞き取りア

ンケート調査を実施し、飼料イネの普及に伴う経済的評価や問題点を把握する。そこで得られたデータに基づき、耕畜連携に対する考え方、経済性、将来性などについて解析する。さらに、行政的支援も含めた総合的な経済性及び飼料イネ栽培に伴う環境負荷量を加味した実現可能な飼料イネ栽培システムを提案する。

### 2. 研究の進捗状況

(1) 様々な窒素負荷に対して、飼料イネ(品種としては、クサホナミ、リーフスター、ハマサリ、タカナリ)を植栽することにより、バイオマスへの吸収のみならず、脱窒による窒素の除去が認められた。また、窒素負荷の増加と共に、飼料イネの地上部バイオマス生産量は高くなる結果が得られた。また、飼料イネに吸収された窒素のおよそ80%は地上部バイオマスに含まれることに対して、土壌への吸着分は無視できることがわかった。

(2) ライシメーター試験を用いて牛ふん尿が原料であるメタン発酵消化液を肥料として飼料イネ栽培に用い、消化液の多量投入が飼料イネの生育および生産量に及ぼす影響とともに、土壌、水質、大気環境への影響について検討した結果、消化液を窒素として300kg-N ha<sup>-1</sup>および600kg-N ha<sup>-1</sup>投入した全ての処理区において、飼料イネの生育に障害はなく1.9kg m<sup>-2</sup>を超える高い収量が得られた。また、飼料イネの生長に即して施肥する方法は、同量ずつ施肥を続ける方法に比べ飼料イネの収量および窒素吸収量を増加させ、環境への影響を軽減できたことからより効率の良い施肥方法であると考えられた。

埼玉県妻沼地区の各水田区画に 195～

600kg-N ha<sup>-1</sup>の窒素負荷量で畜産ふん尿由来の液肥や堆肥を添加し、飼料イネのバイオマス、水収支及び窒素収支を明らかにした。異なる窒素負荷による飼料イネ「ハマサリ」を栽培する実験では、対照系及び添加系を設け、アンモニア揮散及び窒素収支の解明を行った。一方、異なる飼料イネ品種（ハマサリ、クサホナミ、リーフスター）に対して、対照系及び高窒素負荷添加系を設定し、バイオマス生産量や窒素収支の解明を行った。

異なる飼料イネ品種の実験において、高負荷液肥添加系のリーフスターのバイオマス生産量は約1.8kg m<sup>-2</sup>と最も多かったが、品種間間に有意な差は見られなかった。また、飼料イネ品種の違いによる窒素吸収量の有意な差は見られなかったが、高窒素負荷添加系と対照系の間では有意な差が見られた。さらに、各系の窒素収支も明らかにした。大量の液肥を追肥として投入した(600kg-N ha<sup>-1</sup>)場合、約30~50%の窒素が脱窒により除去されたことがわかった。

(3) 霞ヶ浦山王川では、飼料イネを植栽した実験水路を用いて、汚濁した河川水の浄化実験を実施した。実験水路における窒素除去は主に脱窒反応と飼料イネの吸収によることがわかった。表面流型浄化方式は、バイオマス生産量や飼料イネに吸収された窒素量がほかの浄化方式より高くなる傾向が認められた。しかし、浸透流型やハイブリッド型の浄化方式は、飼料イネの窒素吸収量が少ないにもかかわらず、同じ水量負荷での窒素除去速度は表面流型浄化方式より2.3~2.8倍高いことがわかった。

(4) 作成した窒素挙動・収量予測モデルにおいて、異なる窒素負荷条件下で飼料イネ収量の実測値と計算値が一致した。また、感度解析により、流入したNH<sub>4</sub>はほとんどが硝化・脱窒され、河川への表面流出負荷は非常に小さいことが示された。飼料イネを植栽した水田は、慣行施肥量の3倍までは、高い窒素濃度（負荷）に対応できるほどの高い窒素浄化能力を持つことが示された。一方、水田が多い桜川（霞ヶ浦平成の流入河川）を対象流域として、表面流と地下水流を一体化させた水収支モデルを作成した。これにより、地下水と表面水との交換過程などが表現できるようになった。

### 3. 現在までの達成度

#### ②おおむね順調に進展している

当初の計画通り、堆肥、液肥、メタン消化液及び汚濁した河川水を施肥した飼料イネ栽培に伴う窒素挙動やバイオマス生産量、様々な環境負荷をラボスケールから現地スケールにおいて明らかにした。また、これら

の実験データに基づいて飼料イネによる窒素浄化モデルを作成した。

#### 4. 今後の研究の推進方策

最終年度には、この水田・畑の単位モデルを水収支モデルに組み込み、霞ヶ浦の桜川流域全体における窒素挙動について、河川水のみならず、地下水をも含めて検討する予定である。また、耕畜連携が実施されている地域で、聞き取りアンケート調査結果に基づき、農家の耕畜連携に対する考え方、経済性、将来性などについて解析する。さらに、行政的支援も含めた総合的な経済性及び飼料イネ栽培に伴う環境負荷量を加味した実現可能な飼料イネ栽培システムを提案する。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計11件)

1. Hosomi, M. (2009) Role of rice paddy fields in our finite planet earth, *Clean Technology and Environmental Policy*, 11, 139-141.
2. Masaki Sagehashi, Sheng Zhou, Tatsuro Naruse, Mari Osada, Masaaki Hosomi, "Nitrogen Dynamics and Biomass Production in a Vertical Flow Constructed Wetland Cultivated with Forage Rice and their Mathematical Modeling", *Journal of Water and Environment Technology*, 7(4), 251-266, 2009. (査読あり)
3. Sheng Zhou, Kotoha Nishiyama, Yoichi Watanabe, Masaaki Hosomi. "Nitrogen budget and ammonia volatilization in paddy fields fertilized with liquid cattle waste" *Water, Air, & Soil pollution*, 201, 135-147, 2009. (査読あり)
4. 須永薫子、吉村季織、侯 紅、Khin Thawda WIN、田中治夫、吉川美穂、渡邊裕純、本林隆、加藤誠、西村拓、豊田剛己、細見正明、飼料イネ栽培へのメタン発酵消化液の多量投入が土壌、水質、大気環境に及ぼす影響日本土壌肥料学会誌, 80(6), 596-605, 2009 (査読あり)

[学会発表] (計11件)

5. Sheng Zhou, H. Iino, Y. Watanabe, M. Hosomi. Nitrogen balance and nitrous oxide emission of paddy fields following treatment with high load liquid cattle waste. 11th International Conference on Wetlands Systems for Water Pollution Control, Nov.1-7, 2008, Indore, India.