

(続紙 1)

京都大学	博士（ 農 学 ）	氏名	渡 部 慧 子
論文題目	土壌内窒素動態を考慮したメタン発酵消化液の水田への施用技術に関する研究		
（論文内容の要旨） メタン発酵施設における畜産廃棄物および食品残渣の処理がバイオマス資源の利活用技術として普及しつつあるが、持続的な施設運営のためには、その過程で生成されるメタン発酵消化液の肥料としての利用が不可欠である。日本国内では水田を対象とすることが有効であると考えられるが、消化液は有機態窒素とアンモニア態窒素を含む液状の特殊な肥料となるため、イネを対象に土壌内の窒素動態に着目した適切な施用技術に関する検討が必要と考えられる。本論文は、消化液を水田に施用する技術を確立するための基礎的な知見を得ることを目的として、消化液の施用方法および施用時期が土壌中の窒素濃度変化、イネ生育量・収量、流出負荷量に与える影響を、3年間の圃場試験と室内培養試験に基づいて検討した結果をまとめたものである。 第1章では、緒論としてバイオマス利活用および家畜排せつ物処理における高度利用の一つとしてのメタン発酵技術、およびメタン発酵により生じる消化液の処理に関する現状を概観し、メタン発酵消化液の農地施用の必要性、特に水田施用における肥料効果向上を目的とした施用技術開発の必要性について述べ、本論文の目的と意義を示している。 第2章では、まず、消化液の肥料利用を目的とした既往研究を整理している。次に、消化液および有機質肥料の施用技術に関する既往研究について、実際の水田圃場で実施可能な施用方法、消化液施用後のアンモニア態窒素の揮散抑制を目的とした施用方法、ならびに有機態窒素の無機化を考慮した施用時期の調整を実施した既往研究について概観している。 第3章では、実際の水田圃場において実施可能な消化液施用方法である流し込み、表面散布（散布直後に耕起）、土壌内散布の3つの方法について、施用後の土壌中窒素形態変化、イネの収量および生長量、表面流出負荷量の観点から比較している。土壌中の溶存態有機態窒素濃度、アンモニア態窒素濃度ともに、表面散布施用の場合に最も高濃度で推移し、収量も表面散布区が最も多く、化学肥料区を上回る結果となったことを明らかにしている。収量は幼穂分化期前後の土壌溶存態有機態窒素濃度に大きく影響されるという結果を得るとともに、全期間を通した全窒素流出率は、各圃場間で大きな差は確認されず、施用方法の違いは表面流出特性に影響しないことを明らかにしている。これらの結果から、消化液の基肥施用は表面散布（散布直後に耕起）を中心に実施することが望ましいという結論を導いた。			

第4章では、消化液を基肥として施用する場合について、施用時期を湛水開始の約2、1、0週間前の3段階に設定し、土壌窒素濃度の経時変化およびイネ収量、イネの生長量を3年間の水田圃場実験から比較検討している。その結果、施用時期は作付け期間初期の土壌窒素濃度に影響し、消化液施用から湛水開始までの日数が短い場合に土壌中の溶存態有機態窒素濃度およびアンモニア態窒素濃度が高濃度を示すことを明らかにしている。ただし、土壌窒素濃度およびイネの生長における施用時期の影響は時間の経過に伴って徐々に小さくなり、最終的には有意でなくなることを示している。以上より、基肥施用時期が湛水開始の0日前から15日前の範囲であれば、イネの収量を減少させることなく消化液を水田圃場へ施用することが可能であり、施用時期の集中化を回避し得る可能性を示唆している。

第5章では、土壌水分量と土壌温度が制御された条件下での室内培養実験を行い、施用時期の問題を検討している。その結果、湛水前日数が長いほど(少なくとも21日まで)、湛水に伴う急激な硝酸態窒素濃度低下が起きず、湛水後の無機態窒素濃度は高い値で推移することを示している。

終章である第6章では、以上で得られた知見を要約・整理し、今後の課題について述べている。特に、地域、作付け品種、さらには土性ごとに適した施用技術の開発と改良の必要性について言及している。

(論文審査の結果の要旨)

メタン発酵消化液の水田肥料としての利用可能性を示すことは、我が国の循環型社会の持続性を保つために不可欠である。中でも消化液の水田への施肥技術の提示は必須課題である。消化液には有機態窒素が含まれるために、有機態窒素の無機化を考慮した施肥設計が必要とされると考えられるが、消化液施用土壌中の窒素動態を考慮した研究は少ない。本論文は、消化液の適切な施用技術をイネの収量・食味・生長量および土壌中の窒素動態の観点から検討したものであり、評価すべき主要な点は以下の通りである。

1. 消化液を水田に施用する場合には、「流し込み」、「表面散布(直後に耕起)」、「土壌内散布」の3つの施用方法があるが、どの方法が望ましいかに関しては、作業上の効率の面からのみで提示されていた。本論文では、実際の水田圃場において実証試験を行い、消化液の3つの施用方法を、消化液施用から収穫までの様々な形態の土壌窒素濃度、イネの収量、食味、幼穂分化期・出穂期における生長量の観点から比較検討している点が特徴的であり、新規性を有する。結果では、表面散布法によると、無機化しうる有機態窒素の増加とそれに伴う増収効果が発現したことを明らかにしている。本知見は消化液の水田への施用を普及する場合に大いに参考になる。

2. 消化液は有機態窒素とアンモニア態窒素の両方を含有しており、化学肥料と有機質肥料の性質をとにもつ肥料といえる。よって作物の窒素要求に対して速効性だけでなく、遅効性も有すると考えられる。水田に施用する場合、この特性を考慮した施用時期の調整が必要であろう。本論文では、3年間の実証試験結果から、基肥としての消化液施用時期は栽培期間初期の土壌窒素濃度とイネ生長量に影響するが、従来の施用時期よりも少なくとも15日間遡った期間はイネ収量に影響しないこと、その要因が施用時期の違いによる土壌窒素濃度の差が栽培期間中に徐々に縮小するためであることを明らかにしている。こうした事実は、消化液を基肥として与える場合に有益な情報となる。

3. 消化液を土壌に投入したときの窒素形態変化に関する情報が少ない中で、消化液施用土壌中の窒素形態変化が土壌水分量、土壌温度によってどのように影響されるかを実験的に示した価値は大きい。とくに、消化液に含まれている有機態窒素の無機化だけではなく、アンモニア態窒素の揮散、硝化・脱窒、有機化が同時に生じるという消化液特有の性質の存在を示している。また、制御された環境下での消化液施用から湛水開始までの日数を変えた実験から、その日数が湛水後の無機態窒素の量に影響することを明らかにし、消化液の施用時期設定のための情報を提供している。

以上のように、本論文は、メタン発酵消化液の適切な施用技術をイネの収量・食味・生長量および土壌中の窒素動態の観点から検討したものであり、土壌物理学、土壌肥料学、作物学の発展ならびに地域環境の管理・保全の実務に寄与するところが大い。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成24年4月19日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降