

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	松田 壮顕
論文題目	Study on ponding water management by intermittent irrigation to reduce methane emission from paddy fields (水田からのメタン放出削減のための間断灌漑による湛水管理に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>水田は、温室効果ガスであるメタンの放出源の一つとなっており、その放出削減は農業分野における地球温暖化緩和策として重要な位置づけとなっている。水田土壌においてメタンは、一連の微生物活動による土壌有機物の嫌氣的分解によって、強い還元状態下で生成するため、土壌の酸化還元電位を水田の水管理を通して制御することが放出削減の有効な手段となりうる。すなわち、間断灌漑を行って、土壌が酸化状態になる期間を積極的に設けることによりメタン放出削減を図ることができる。この間断灌漑手法はAlternate Wetting and Drying (AWD) としてアジア諸国を中心に注目されている。しかしながら、AWDはコメの収量や品質の面で農家の直接的メリットがなく、広域的かつ継続的に実践されている例は少ない。本論文では、AWDの実施を広範囲に展開することを目的として、湛水管理を個々の農家ではなく水管理組織が行うことの有効性を検証するとともに、メタン放出削減に有効な湛水管理のスケジュールを提案した。また、メタン放出に及ぼす土壌水の浸透速度の影響を調べた。本論文は、以下の6章から構成されている。</p> <p>第1章では、温室効果ガス放出の現況について述べ、水稻稲作におけるメタン放出削減の必要性を論じている。また、水管理による土壌水分制御の有効性と本論文において現地調査を実施したベトナムの状況を紹介している。</p> <p>第2章では、水田土壌でのメタン生成と大気への放出のメカニズム、メタン放出を削減するために提案されている様々なアプローチ、AWDがメタン放出削減や節水に及ぼす影響などについて先行研究をレビューした。また、日本での土地改良区のような組織による水管理が環境の保全に寄与した例を紹介している。</p> <p>第3章では、ベトナムの紅河デルタに位置する約44 haの低平地水田地区を対象に、個々の圃場においてAWDを行うことを個々の農家に要請するのではなく、地区を3つのブロックに分けてブロックごとにAWDを考慮した配水を行うシステムの有効性を検証している。ブロックごとの配水を可能にする分水工を用水路系統に2基設置し、この分水工操作管理を取水源の揚水ポンプ操作管理とともに、地区の水管理組織が行うことを試みた。2つの組織的AWD管理ブロックと1つの従来湛水管理ブロックを試験的に設けて、それぞれを比較する現地試験を3年間にわたり実施した。そ</p>			

の結果、農地から放出される別の温室効果ガスである一酸化二窒素に比べてメタンの影響が大きく、メタンの管理が水田では重要であること、降雨条件によりメタン放出削減効果は制限されるものの、組織的AWD管理が可能であること、有意に収量を減少させることなく、非湛水期間をより長くすることによってメタン放出量を削減できることを示した。

第4章では、AWDの普及のためには、目安となる湛水管理スケジュールを水管理者や農家に提示することが有効と考え、現地試験から得られた湛水深、土壌の酸化還元電位、メタン放出フラックスの観測データに基づいて、メタン放出を削減するための湛水管理スケジュールを降雨量の少ない冬春作について作成している。ここでは、長期の非湛水状態を避けたい農家の意向を踏まえ、湛水状態になってからメタン放出が開始されるまでの湛水期間と、非湛水状態になってから酸化還元電位が上昇に転じるまでの非湛水期間を抽出した。対象地区では、メタン放出を削減できる湛水期間が13～21日、非湛水期間が3～8日であることを示し、正常な生育に必要な田植え後と出穂期の湛水期間を考慮した灌漑期の湛水管理スケジュールを提示した。また、この間断的な湛水管理スケジュールでのメタン放出削減効果と節水効果を推定したところ、従来の中干し期を除いて連続的に湛水管理を行う場合と比べて、メタン放出量を27～85%削減できること、および非湛水状態から湛水状態への切り替えの頻度によっては用水量が増加する可能性を示した。

第5章では、適切な湛水管理スケジュールの設定に重要な因子となる土壌水の浸透速度がメタン放出に及ぼす影響を把握するため、3段階の浸透速度でのAWDと対照として連続的な湛水状態の条件下において、イネのポット栽培試験を行っている。その結果、AWDが浸透速度に関わらず連続的湛水条件に比べて大きくメタン放出削減に寄与する一方、AWDでは湛水が消失する直後に一時的なメタン放出があることを示した。また、特に出穂期を含む長期間の湛水状態から非湛水状態に切り替わる際に多くのメタン放出が見られ、浸透速度が大きいほどその放出量が多いことを明らかにした。

第6章では、本研究で得られた成果をまとめ、今後の研究で解明が必要な課題を整理している。メタン放出削減にとって、より適切なスケジュールを構築するためには、非湛水状態に切り替わる際の一時的な放出を考慮に入れること、大きな浸透速度がメタン放出を増加させるメカニズムを明らかにすることの重要性に言及している。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

水田からのメタン放出を削減するための湛水管理を広域的・継続的に行うことを目的として、分土工操作を伴う組織的な間断灌漑を行うことを新たに提案している点において新規性があり、将来的に現場への適用の拡がりを期待できるものである。評価される点は以下の通りである。

1. ベトナムでの現地試験を行って、メタン放出削減を目的とした湛水管理を個々の農家に依存するのではなく、水田地区内をいくつかのブロックに分割し、ブロックごとに配水することによって実現した。また、ブロックごとの配水を可能とする分土工を水田地区内に新たに設置し、この管理を地区の水管理組織が行うシステムを実践した。そして、降雨条件に依存するものの、収量を有意に減少させることなく、メタン放出削減が可能であることを示した。

2. 現地試験により得られた湛水深、土壌の酸化還元電位、メタン放出量の観測経時変化を用いて、メタン生成メカニズムに基づいたメタン放出削減のための具体的な湛水管理スケジュールを提示した。加えて、湛水管理スケジュールのメタン放出削減効果と節水効果を明示した。

3. 湛水管理スケジュールに影響する土壌水の浸透速度の違いによるメタン放出を実験的に評価し、間断的な湛水管理において、浸透速度が大きいほど、特に出穂期を含む湛水期間から非湛水状態への切り替わり時に大きなメタン放出があることを明らかにした。

以上のように、本論文は、メタン放出削減を意図した水田稲作において、水管理組織が主導する間断灌漑による湛水管理の有効性を示すとともに、メタン放出削減に効果的な湛水管理スケジュールの事例とその作成において浸透速度に留意すべきであることを明らかにしたものであり、灌漑排水学、土壌水文学、水環境工学の発展に寄与するところが大きい。

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、令和4年2月17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。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)