

水田土壌から発生する温室効果ガスへの酸化還元電位及び稲による影響 The effect of redox potential and rice on greenhouse gas emissions from paddy soil

○加藤孝* 宇野浩輔** 庄子侑希* 登尾浩助**

Kato Takashi, Kosuke Uno, Yuki Shoji, and Kosuke Noborio

1. 背景と目的

産業革命以降、温室効果ガスの排出量の急激な増加により地球温暖化が進行し、地球の気温は1906～2005年の100年の間に約0.74℃上昇した。このまま地球温暖化が進んでいくと2100年には地球の気温が最大で6.4℃上昇すると予測されている（IPCC, 2007）。温室効果ガスには、二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、亜酸化窒素(N₂O)といったものが挙げられる。排出される温室効果ガスの大半は二酸化炭素であり、メタンや亜酸化窒素の排出量はわずかであるが、その温室効果は無視できない。メタンと亜酸化窒素の発生は人間活動による影響が大きく、その中でも農業活動が大きな影響を与えている。特に水田では湛水時の嫌気的条件によってメタンが発生し、硝化・脱窒によって亜酸化窒素が発生する。そのため、水田からのメタンや亜酸化窒素の発生の抑制が地球温暖化防止に対して大きな意味を持つと考えられる。Yu and Patrick (2004) は水田土壌において、酸化還元電位が+180mV～-150mV で温室効果ガス発生量が最小になることを示した。従って、温室効果ガスの測定には酸化還元電位の影響を考慮することが必要不可欠である。

本研究では圃場とカラム実験を行うことで、これらの相互性を検証すると共に酸化還元電位及び稲の存在による水田土壌からの温室効果ガス発生への影響を調査することを目的とした。

2. 実験方法

①カラム実験

神奈川県平塚市の水田土壌の2mmふるい通過試料を図1に示すアクリルカラムに充填し、25℃に保った恒温槽内で実験を行った。体積含水率、地温、酸化還元電位(ORP)、溶存酸素量の測定を行った。給水はカラム下部のコックからマリOTT管を用いて行い、湛水深5cmを維持した。そして、水田における湛水時と落水時を再現するため、ORP値が安定後に落水と給水を繰り返し行った。ガスサンプリングにはクローズドチャンバー法を用い、ガスクロマトグラフで分析後、ガスフラックスを算出した。

②圃場実験

神奈川県平塚市の営農水田(栽培品種: コシヒカリ)において、クローズドチャンバー法を用いてガスサンプリングを2008/8/6～2008/9/19において計5日間行った。測定は11:00～16:00において1日1～2回行った。チャンバーにはアクリルチャンバー(底面30×60cm、高さ107cm)を用いた。採取したガスはガスクロマトグラフで分析し、ガスフラックスを算出した。

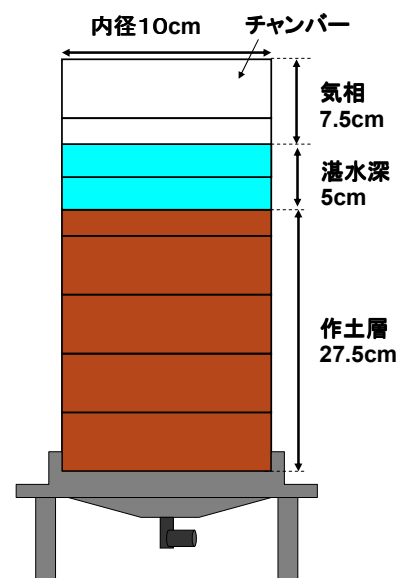


図1 実験装置

Experimental apparatus

* 明治大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Meiji University

** 明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University

キーワード: 温室効果ガス、水田、酸化還元電位

3. 結果と考察

ここでは、水田からの温室効果ガスの発生に大きな影響を及ぼす ORP とガスフラックスについての関係を示した。図 2 は CH₄ フラックス、図 3 は N₂O フラックス、図 4 は CO₂ フラックスについて表している。

CH₄ フラックスは ORP 値が低くなる、つまり土壌が嫌気状態になるに連れて、フラックス値が高くなっており、既往の研究と同様の結果が見られた。また、カラム実験よりも圃場実験の方が高いフラックス値を示した。これは CH₄ の多くは稲の通気組織を通して大気中に放出されるため、チャンバー内の稲の有無が影響して、CH₄ フラックスに差が生じたと考えられる。

N₂O フラックスはカラム実験において、ORP 値が高くなる、つまり土壌が好気状態になるに連れて、フラックスも高くなっており、既往の研究と同様の結果が見られた。また、カラム実験と圃場実験ではほぼ同じフラックス値を示した。よって、N₂O フラックスに稲の存在の有無の影響は少ないと考えられる。

CO₂ フラックスでは、ORP 値と関連して変動する傾向は見られなかった。また、カラム実験ではフラックスが正の値、つまりガス放出を示し、圃場実験では負の値、つまりガス吸収を示した。水田測定でのガス吸収は、稲の光合成によりチャンバー内の CO₂ が減少したためと考えられる。

謝辞：この研究の一部は、研究費(基盤研究 A：18208021)と明治大学科学技術研究所 2008 年度重点研究 B の助成により行った。深謝致します。

引用文献

- IPCC 編, 気象庁訳: 第 4 次評価報告書 第 1 作業部会報告書 政策決定者向け要約.2007
 Yu, K. and W. H. Patrick, Jr.: Redox window with minimum global warming potential contribution from rice soils. Soil Sci.Soc.Am.J., 68: 2086-2091.2004.

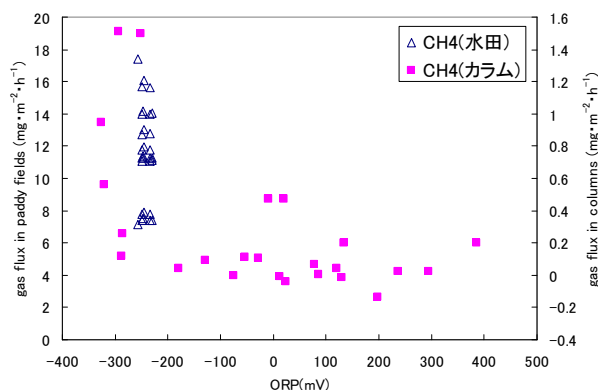


図 2 CH₄ フラックスと ORP の関係

Relationship between CH₄ flux and ORP

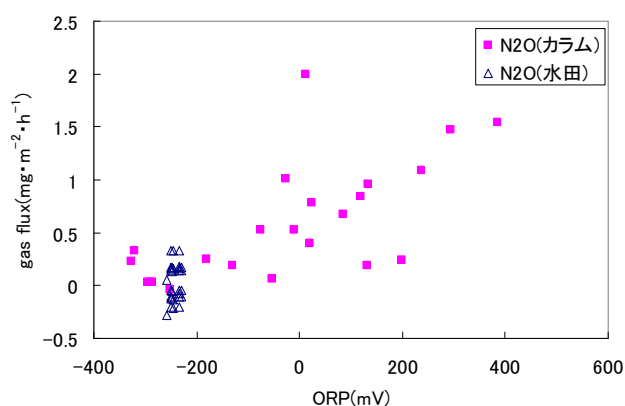


図 3 N₂O フラックスと ORP の関係

Relationship between N₂O flux and ORP

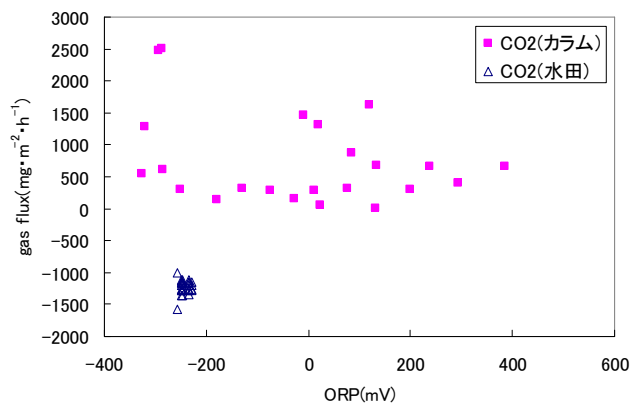


図 4 CO₂ フラックスと ORP の関係

Relationship between CO₂ flux and ORP