

| | |
|---------|---|
| 氏名(本籍) | <small>みなみ</small> <small>かわ</small> <small>かず</small> <small>のり</small> 南川和則(埼玉県) |
| 学位の種類 | 博士(農学) |
| 学位記番号 | 博甲第3745号 |
| 学位授与年月日 | 平成17年3月25日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 |
| 審査研究科 | 生命環境科学研究科 |
| 学位論文題目 | Quantification of the Carbon Budget in a Paddy Field Based on Measurement of Methane and Carbon Dioxide Fluxes (水田におけるメタンと二酸化炭素フラックス測定に基づく炭素収支) |
| 主査 | 筑波大学教授 農学博士 坂井直樹 |
| 副査 | 筑波大学教授 農学博士 東照雄 |
| 副査 | 筑波大学教授 農学博士 横尾政雄 |
| 副査 | 筑波大学教授 農学博士 永木正和 |

論文の内容の要旨

地球温暖化は、様々な人間活動の結果として発生する温室効果ガスに起因するといわれる。主要な温室効果ガスである二酸化炭素 (CO₂)・メタン (CH₄)・亜酸化窒素 (N₂O) は農耕地でも発生・吸収が起きることから、ガスの種類ごとに定量化が試みられてきた。水田では、イネ栽培時の湛水管理にともなって生じる嫌気土壌で微生物によってCH₄が生成される。水田は全CH₄量の4-9%を占める発生源と報告されており、その削減は緊急の課題であるが、CH₄のみの削減を意図した圃場管理技術のやみくもな適用、例えば“短絡的な落水”などでは他のガス発生への影響が懸念される。とくに炭素を基質とするCH₄とCO₂の発生はある意味でトレードオフの関係にあることから、健全なイネの持続的栽培という立場からは、土壌中炭素含有率(%)を監視しながら炭素収支を総合的に検討していく必要がある。従来はCO₂のみを対象とした炭素循環の研究はみられるが、CO₂とCH₄を含めた炭素ガス系として扱おうとした研究はほとんどみられない。本研究では、圃場管理技術が水田発生の炭素ガス量に及ぼす影響をできる限り定量化し、それらの組み合わせによる削減可能性の検討や新たな栽培システムの提案を目的とした。

一連の実験では、圃場管理にかかわる具体的な要因として、①窒素肥料の形態と施用量、②水管理、③稲わら施用の有無を取り上げた。窒素肥料の形態(硫酸・尿素)と施用量はCH₄発生量に関係する微生物活性を通して、落水のような土壌の好気化をもたらす水管理がCH₄発生量に影響することが報告されている。そこで、慣行の水管理方式に対してEhコントロール(土壌酸化還元電位Ehに基づく動的な水管理)を考えた。稲わら施用は一般にCH₄とCO₂発生量をともに増加させるが、一方で最近の関心事である炭素隔離にかかわる土壌炭素集積量の増加効果も期待される。実験は、2001~2004年に筑波大学農林技術センター内で実施された。まずイネ生育期間中のCH₄発生量と年間CO₂発生量を、密閉型チャンバーを用いたフラックス測定で求めた。つぎにイネによる炭素固定量を求め、イネ生育期間中のCO₂発生量を算出した。最後に、CH₄とCO₂の発生量を合計したCO₂等価炭素ガス発生量(g CO₂/m²/y)と土壌面炭素ガス収支(gC/m²/y)を求めた。CO₂等価炭素ガス発生量の算出では、CH₄量は温暖化ポテンシャルの値を介してCO₂相当量に

換算して用いた。

硫安・尿素ともに施用量の増加にともなって CH_4 発生量は減少した。窒素肥料の形態間では、硫安施用時の CH_4 発生量は尿素施用に比べて減少したが、硫安施用量の増加にともなって土壤中炭素含有率は低下した。稲わらの無施用区では、尿素施用量の増加にともなって主に CH_4 発生量の減少に起因する CO_2 等価炭素ガス発生量が減少した。しかし、土壌面炭素ガス収支はどの施用水準においても土壌からの“放出”となったことから、化成肥料のみの施用は CO_2 等価炭素ガス発生量の減少には寄与するが、土壌炭素集積量の維持という視点からは有機物施用の必要性が改めて示唆された。ポット栽培実験では、落水回数の増加にともなって CH_4 発生量は減少した。圃場実験では、Ehコントロールは CH_4 発生量を常時湛水条件の半分以下に減少させ、年次にかかわらず最低レベルに保つことができた。しかし、落水時の好気土壌では無視できない量の CO_2 発生がみられたため、落水状態の長期化や落水回数の増加は CO_2 等価炭素ガス発生量の削減にとって単純に良好な結果をもたらすだけではなかった。稲わら施用は CO_2 等価炭素ガス発生量を増加させたが、稲わらのすき込みは土壌面炭素ガス収支の放出量の減少をもたらした。稲わら施用によって土壌真比重の減少と土壌中のわら残渣の増加が認められたことから、土壌炭素集積量を増加させる意義とその可能性が確認された。

以上のように、 CO_2 等価炭素ガス発生量の削減と土壌炭素集積量の増加という水田において炭素循環が担うべき方向を探るための要因実験を行った結果、“Ehコントロールと稲わら施用”の組み合わせは“常時湛水と稲わら持ち出し”に対して CO_2 等価炭素ガス発生量を43%削減させ、土壌面炭素ガス収支の放出量を50%削減させることが可能となった。すなわち、“Ehコントロールと稲わら施用”の組み合わせは、 CO_2 等価炭素ガス発生量の削減と土壌炭素集積量の増加の両方にとって有望視された。今後は、土壌炭素集積量を増加させるために、有機物の分解制御や腐植量の増加を強く意識した新たな研究が必要となることを述べた。

審査の結果の要旨

温暖化は代表的な地球環境問題であり、農業活動も不可避免的にその進行にかかわっている。水田では、嫌気状態の土壌から微生物の作用によって温室効果ガスであるメタン(CH_4)が発生し、これら CH_4 の約90%が稲体を通して大気中に放出され、やがて地球規模での炭素循環系に加わることになる。マクロな現象としてはある程度把握されるようになったが、各論部分をみるとデータの集積状況は貧弱であり、さらには持続可能な技術として圃場での CH_4 発生抑制策が強く求められている。本研究はこのような背景のもとに行われたものであるが、既往の研究にみられない独創的な点としては、① CH_4 と CO_2 の発生量を一括して炭素ガス系として扱ったこと、②“Ehコントロールと稲わら施用”の組み合わせは、“常時湛水と稲わら持ち出し”に対して CO_2 等価炭素ガス発生量を43%削減させ、土壌面炭素ガスの放出量を50%削減させることが可能であることを明らかにし、③Ehコントロールという新たな制御技術を具体的に提案したことが挙げられる。従来から示唆されていたような落水状態の長期化や落水回数の増加は単純に良好な結果のみをもたらすものでないことを示した上で、“Ehコントロールと稲わら施用”の組み合わせは、 CO_2 等価炭素ガス発生量の削減と土壌炭素集積量の増加の双方にとって有望視されることを明らかにした。一連の研究成果は、既往の研究の空白部分を埋めるだけでなく、新たな農業の場面における温室効果ガス削減技術の提案につながるものとして学術的にも実用技術的にも高く評価される。

よって、著者は博士(農学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。