

水田からのメタン排出とその気候変動応答

Methane emission from rice paddies and its response to climate change

*常田 岳志¹

*Takeshi Tokida¹

1. 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター

1. Institute for Agro-Environmental Sciences, National Agriculture and Food Research Organization

メタン (CH_4) は二酸化炭素につぐ温室効果ガスであり、対流圏オゾンの生成など間接的な効果を含めると、その放射強制力は二酸化炭素 (CO_2) の約58%にも及ぶ。また CH_4 は大気中の滞留時間が10年以下と短く排出削減によって大気中濃度が速やかに低下するため、温度上昇を+1.5℃ないし+2.0℃以内に抑える上では、 CO_2 の排出抑制よりもはるかに効果が大きい。人為的なメタン排出源として農業分野は38%を占めており、中でも水田の寄与は大きい。ところがその CH_4 排出が、大気中 CO_2 濃度の増加や温度の上昇によってさらに増加することが懸念されている。

発表者らは、囲いのない田んぼに CO_2 を制御的に付加し、大気 CO_2 濃度の増加を模擬するFree-Air CO_2 Enrichment (FACE)と呼ばれる実験、および電熱線ヒーターによって田面水・土壌を加温する温暖化実験を実施し、水田からの CH_4 排出の高 CO_2 ・温暖化応答に関する知見を得てきた。岩手県で行われた雫石FACE実験では、+200ppmの CO_2 増加と+2℃の加温によって、メタン排出量は80%も増加した。これは CO_2 増加とそれに伴う温暖化が、メタン排出増加を通して更なる温暖化を引き起こす「正のフィードバック」が強く働くことを示している。

大気 CO_2 の上昇が CH_4 排出を増加させるのは、 CO_2 施肥効果によってイネの光合成が増え、 CH_4 の有機物源となる根からの滲出物や根自体の分解が増えたことが主要因であった。一方、温度上昇は、土壌の酸化容量を超える有機物分解が加温により大幅に増えたことと、加温が CH_4 の基質となるイネ根の老化・分解を促進すること、が重要なメカニズムであった。前者に関しては、土壌有機物・残渣の分解が主要な有機物源である生育前半に働くメカニズムであり、+2℃の加温による有機物の分解量の増加が15%程度であるにもかかわらず、土壌の酸化容量の大半を占める酸化鉄の還元量が加温によって増加しなかったことから、差し引きとして求まる CH_4 生成量を40%以上も増大させていた。

なおFACE実験で暴露に用いる CO_2 は大気中の CO_2 より小さい $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比 (^{13}C が少ない) を持つため、FACE区と外気区のイネは異なる炭素同位体比を持つ。この性質を利用しFACEを「炭素安定同位体のトレーサー実験」と見なすことにより、加温処理によって光合成産物を基質とする CH_4 生成が増加したことが確認され、イネ根の分解促進が CH_4 排出の大幅な増加の要因であることが突き止められた。

発表者らの結果だけでなく、既存の報告の多くは高 CO_2 によって CH_4 排出が増える可能性を指摘しているが、その程度には大きなバラツキがある。このバラツキの要因をさらに解明することで、コメ生産面における CO_2 施肥効果を最大化しつつ CH_4 排出の増加を抑えるようなイネの形質や栽培管理法に関する知見が得られると期待される。また温暖化による影響は高 CO_2 と異なり、コメ収量にマイナスに作用する可能性が指摘されている。さらに高温不稔によって穂に転流されるはずだった炭素が地下部に回り、 CH_4 排出が増加する可能性も報告されている。したがって、高温による減収リスクを抑えるなどの温暖化に対する適応策の確立も、収量当たりの CH_4 排出を減らす上でも極めて重要である。

キーワード：水田、メタン、地球温暖化、大気CO₂濃度増加実験

Keywords: rice paddy, methane, global warming, FACE (Free-Air CO₂ Enrichment)