

中国の主要な水田地帯からのメタンと亜酸化窒素の発生

地球環境部温室効果ガスチーム 鶴田 治雄

はじめに

世界の水田からのメタンおよび畑地からの亜酸化窒素の大気中への放出量は、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）のまとめによれば、それぞれ総放出量の約12, 20%を占めると推定されているが、アジアでの実測データが少なくそれらの推定値の不確実性は大きい。そこで、1990年度（平成2年度）から環境省地球環境研究総合推進費で、農耕地からの温室効果ガスの発生に関してアジア諸国と共同研究を実施している。世界の水田面積の90%以上は、アジアモンスーン地域に存在し、中国は世界の水田面積の約25%を占めているので、中国の水田からの温室効果ガス発生量を正確に把握することは非常に重要である。また、水田からは亜酸化窒素も発生しており、メタンと亜酸化窒素は地球温暖化ポテンシャルが二酸化炭素のそれぞれ21, 310倍なので、メタンだけでなく亜酸化窒素も考慮する必要がある。

中国の主要な水田からのメタン発生量

中国科学院南京土壤科学研究所と共同で、1993～1997年の5年間、中国の主要な水稻栽培地帯の8地点で、クローズドチャンバー法による同一手法で水稻栽培期間中のメタンフラックスを測定した。また、非栽培期間中でも、排水が悪く湛水していた重慶では測定を継続した。その結果、中国での水稻栽培期間中のメタン年間発生量は地点および年によって異なり（表1）、その範囲は1.6～148 g CH₄ m⁻² y⁻¹であった（日本の全国平均値は約19 g CH₄ m⁻² y⁻¹である）。このおもな原因は、すでに知られているように、メタンの主な発生要因である有機物の投入や水管理が異なるためである。さらに、栽培体系や冬期の圃場管理もメタン発生量に大きな影響を及ぼすことが、本研究で明らかになった。

表1 中国の8地点における水稻慣行栽培圃場でのCH₄年間発生量（1993 - 97年の栽培期間中）

地点名（地域）	慣行栽培体系	有機物施用	CH ₄ 年間発生量 (g CH ₄ m ⁻² y ⁻¹)					
			1993	1994	1995	1996	1997	年平均
1. 広州 (VI)	水稻-水稻-野菜	無		7.5	24.1			15.8
2. 鷹潭 (V)	水稻-水稻-休閒	稲わら（後期作前）	148	78.3				113
3. 長沙 (V)	水稻-水稻-休閒	雑草			48.6	58.8	83.8	63.7
4. 重慶 (IV)	水稻-休閒	人ふん（除1995）			36.3	87.1	43.5	55.6
5. 蘇州 (V)	小麦-水稻	無	9.8					9.8
6. 句容 (V)	小麦-水稻	稲わら			1.9	6.6		4.3
7. 南京 (V)	水稻-休閒	無		7.7				7.7
8. 封丘 (III)	小麦-水稻	豚ふん	1.9	1.6				1.8

冬期の土壌水分量や作物栽培が翌年のメタン発生量に及ぼす影響

重慶では、排水状態が悪く湛水していた非栽培期間中のメタン発生量は最大36.2 g CH₄ m⁻²と大きかった。中国の水田圃場で非栽培期間中（おもに冬期）の排水が悪い地域は長江以南に多く、その面積は中国の全水稻栽培面積の10%強であり、その地域からの年間（栽培および非栽培期間中）メタン発生量が中国全体の水田からのメタン総発生量に大きく寄与していると推測された。冬期に、何も栽培せずに湛水および排水状態の処理区とレンゲ草を栽培した処理区において、次期の水稻栽培期間中のメタン発生量は、レンゲ草を栽培した処理区が最小で、湛水した処理区が最大であった。

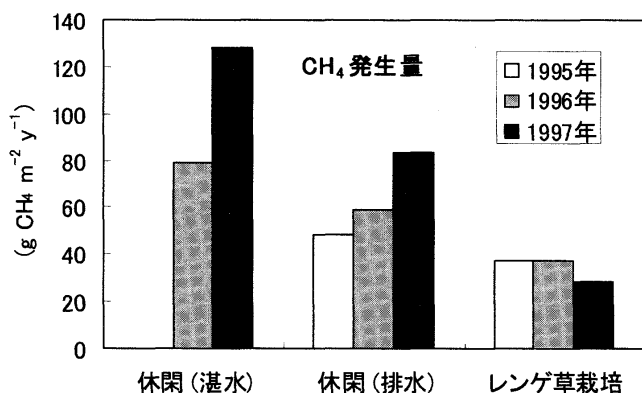


図1 冬期の水田圃場処理が水稻栽培期間中のメタン発生量に及ぼす影響 (長沙, 1995 - 1997)

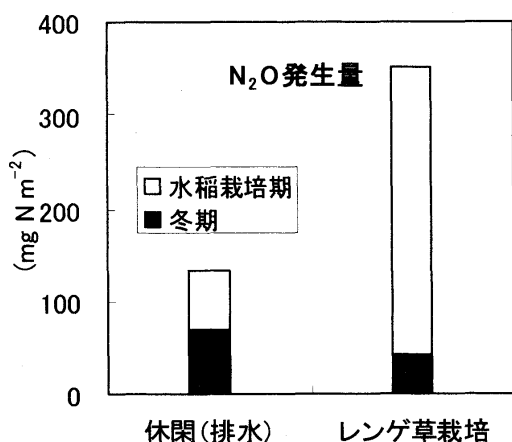


図2 冬期の水田圃場処理が水稻栽培期間中の亜酸化窒素発生量に及ぼす影響 (鷹潭, 1999 - 2000)

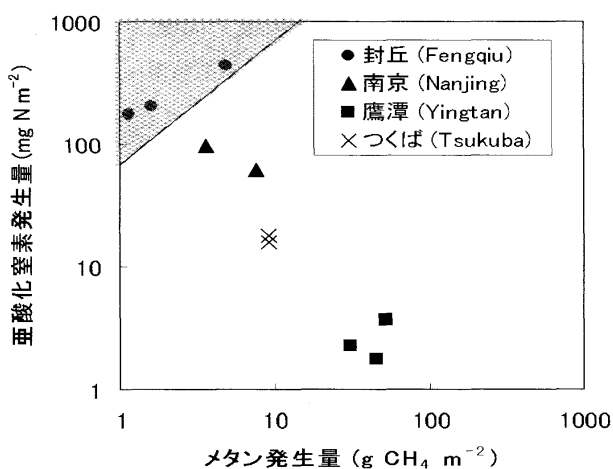


図3 中国3地域とつくばにおける水田からのメタンと亜酸化窒素の発生量の関係

左上の灰色の範囲は、温暖化ポテンシャルを用いて二酸化炭素の発生量に換算すると、亜酸化窒素の発生量がメタンよりも多い部分である

(図1). この関係は、ライシメータやポット実験でも確認された. 一方、亜酸化窒素については、地点も時期も異なるが、水田の冬期に何も栽培せずに排水した処理区とレンゲ草を栽培した処理区での冬期の発生量は、レンゲ草栽培区のほうが少なかった(図2). これは、植物が窒素を吸収したためと推定される. しかし、次期の水稻栽培期間中の亜酸化窒素発生量は、レンゲ草栽培区のほうが約5倍であった(鍬き込まれた緑肥の影響). これらの2つの実験から、冬期に緑肥を栽培すると次期の水稻栽培期間中のメタン発生量は少なくなるが、亜酸化窒素は逆に多くなることがわかった.

水田からのメタンと亜酸化窒素の発生はトレードオフの関係

水田では、落水すればメタンは生成しなくなるが、土壌が酸化状態になるので亜酸化窒素が生成され大気中に放出されるので、両者はトレードオフの関係にある. 中国の3地点(およびつくば)における水稻栽培期間中のメタンと亜酸化窒素の発生量は、メタンが多いと亜酸化窒素が少なく、またその逆の関係が見られ、両者はトレードオフの関係にあることが確認された(図3). そこで、地球温暖化ポテンシャルを用いて二酸化炭素に等価な発生量に変換して定量的に比較すると、封丘では亜酸化窒素の発生量がメタンより多いことがわかる.

今後の課題

今後の研究課題として、水田ではメタンだけでなく亜酸化窒素のフラックスも年間を通して測定する必要がある. また、水田からの温室効果ガスの発生を少なくするには、メタンと亜酸化窒素を含めて総合的に削減する技術を開発する必要がある.

2002年3月