

水田における冬期湛水と有機資材投入が温室効果ガス放出へ与える影響 GHG Emissions from Paddy Fields by Winter-ponding and Injection of Organic Materials

○大澤 和敏^{*,**} 福富 真奈美^{*} 池田 廉^{*} 平井 英明^{*}
○Kazutoshi OSAWA^{*,**}, Manami FUKUTOMI^{*}, Ren IKEDA^{*}, Hideaki HIRAI^{*}

1. 背景および目的

里山地域の水田では、冬期湛水の実施や有機資材の投入が行われてきた。近年、食の安全性や環境保全への関心が高まりつつあるため、これらの農法が各地で行われてきている。しかし、これらの農法により水田からの CH₄ 放出は促進される¹⁾。CH₄ は地球温暖化の原因となる温室効果ガスの 1 つであり、CO₂ の約 21 倍の温室効果がある。そのため、CH₄ の大気中への放出量を把握した上でこれらの農法は利用されるべきである。しかし、既往の研究では、冬期湛水田における CH₄ 放出の定量や、有機資材の種類による影響度の違いの検討、冬期湛水の実施と有機資材の投入の複合的な影響の検討がほとんど行われていない。そこで本研究では、施肥条件・湛水条件の異なる水田からの温室効果ガス放出量を定量し、冬期湛水の実施及び有機資材の投入が水田からの温室効果ガス放出へ与える影響について、生産性の評価とともに比較・検討することを目的とする。

2. 研究方法

対象地は栃木県那須烏山市大木須地区における冬期湛水試験田(以下、冬期湛水田)、慣行試験田(以下、慣行田)とした。両水田に 20.25m² の試験区を 24 区画ずつ設置し、8 種類の異なる施肥条件(化学肥料、無施肥、籾殻牛糞堆肥、米ぬか、稲わら、落葉堆肥、生落葉、鮭堆肥)を 3 区画ずつ設置した。供試品種はコシヒカリを用いて、冬期湛水田では休閑期に 3~4 ヶ月湛水した。年間土壌呼吸量と年間 CH₄ 放出量は、各放出速度と地温との関係式を用いて算出した。土壌呼吸速度と CH₄ 放出速度は、両水田の 5 種類の施肥区(化学肥料、無施肥、籾殻牛糞堆肥、稲わら、落葉堆肥)において Closed Chamber 法で測定した。また、土壌呼吸速度の測定時には地温を、CH₄ 放出速度の測定時には地温と酸化還元電位と稲の茎数を同時に測定した。ここで、測定区画における肥料・有機資材投入量を Table 1、現地観測と室内分析の概要を Table 2 に示す。収量は、全区画に収量調査区を設置し、精玄米重を求めた。

3. 結果および考察

【年間土壌呼吸量】年間土壌呼吸量の算出結果を Fig.1 に示す。慣行田と冬期湛水田では 5%水準で有意差が見られ、両期間において冬期湛水田の方が小さかった。これは、冬期湛水の実施により、休閑期では土壌中の微生物の活動が不活発になったため、栽培期では土壌中の微生物の数が減少したためと考えられる。有機資材区の方が化学肥料区より大きかった。これは、有機資材の投入により土壌中の微

Table 1 肥料および炭素投入量
Injection amount of materials

肥料の種類	湿潤重 (kg/10a)	TOC (kg/10a)
化学肥料	55	0
籾殻牛糞堆肥	1000	96
稲わら	600	207
落葉堆肥	1389	126

Table 2 測定および分析項目
Observation items

測定項目	測定機材	型番(社名)
現地観測	地温	温度計 U23-003 (Onset 社)
	水位	圧力式水位計 U20-001-04 (Onset 社)
	酸化還元電位	ポータブルイオン計 IM-32 型 (東亜 DKK)
	CO ₂ 濃度	CO ₂ アナライザ、 全自動土壌呼吸システム LI-840、 LI-8100A (LI-COR 社)
室内分析	CH ₄ 濃度	ガスクロマト グラフ分析装置 GC-2014 (SHIMADZU)
	有機炭素含有率	全自動全窒素・ 全炭素測定装置 NC-22F(住友 分析センター)

* 宇都宮大学 農学部 (Faculty of Agriculture, Utsunomiya University)

** 独立行政法人科学技術振興機構,CREST (Japan Science and Technology Agency, CREST)

キーワード: 物質循環, CO₂, CH₄, 有機肥料, 冬期湛水, 水田, 里山

生物の活動が活発になったためと考えられる。

【年間 CH₄ 放出量】両試験田において、CH₄ 放出速度と地温の相関があった。また、CH₄ 放出速度と地温にヒステリシスがあり、地温を2時間後にずらすと相関が高くなった。また、稲の茎数が試験区によって異なり、それがCH₄ 放出に影響すると考えたため、全試験田の茎数の平均値を用いてCH₄ 放出速度を補正した。これらを考慮した地温との関係式を用いて年間CH₄ 放出量を算出した結果をFig.2に示す。栽培期における慣行田と冬期湛水田では5%水準で有意差が見られ、冬期湛水田の方が大きかった。これは、冬期湛水の実施により、メタン生成菌の数が増加したためと考えられる。休閑期においては両試験田で小さかった。これは、CH₄ の放出経路となる稲体が無く、地温も低かったためと考えられる。また、慣行田ではわずかであるがCH₄ の吸収がみられた。両期間において有機資材区の方が化学肥料区より大きかった。これは、有機資材の投入によりメタン生成菌の活動が活発になったためと考えられる。

【年間温室効果ガス放出量】年間土壌呼吸量と年間CH₄ 放出量に地球温暖化係数21を乗じた値の和をGHG放出量としFig.3に示す。CH₄ の地球温暖化係数を考慮したため、年間CH₄ 放出量の寄与が相対的に大きくなり、冬期湛水田の方が慣行田より大きかった。冬期湛水田の有機資材区は、化学肥料区より大きかった。慣行田では籾殻牛糞堆肥区で見られたように、慣行農法(慣行田化学肥料区)と同等になる場合も見られた。

【収量】収量の結果をFig.4に示す。有機資材区では冬期湛水田の方が慣行田より大きい傾向にあった。慣行農法と比較すると、稲わら区を除く有機資材区では2割以内の減収に留まった。稲わら区での減収は、生育時に窒素飢餓を起こしたためと考えられる。

4. 結論

冬期湛水のみを実施した場合、温室効果ガス放出量はやや大きくなり、収量はやや小さくなった。また、有機資の投入のみを実施した場合、温室効果ガス放出量は同程度またはやや大きくなり、収量は小さくなった。さらに、冬期湛水の実施と有機資材の投入を併用した場合、温室効果ガス放出量は大きくなり、収量はやや小さくなった。今後は有機資材の種類による水田からのCH₄ 放出の違いの要因を探ることが必要である。

引用文献：1) 八木一行：水田からのメタン発生量の変動とその要因，日本土壌肥料学会講演要旨集，41，245，1995。

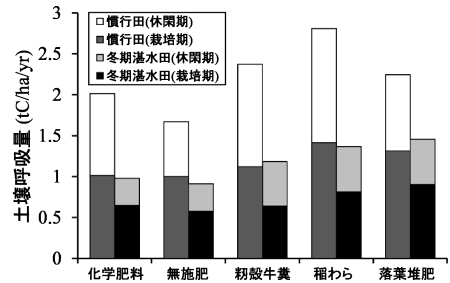


Fig.1 年間土壌呼吸量
Annual soil respiration rate

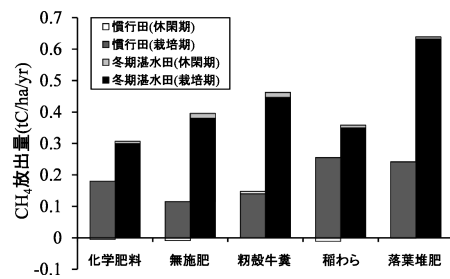


Fig.2 年間 CH₄ 放出量
Annual CH₄ emission rate

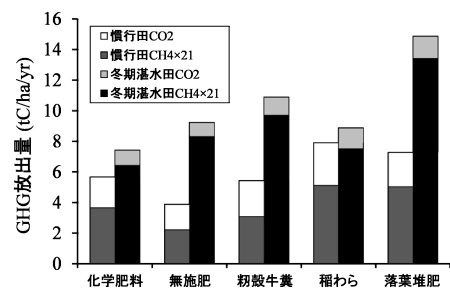


Fig.3 年間温室効果ガス放出量
Annual GHG emission rate

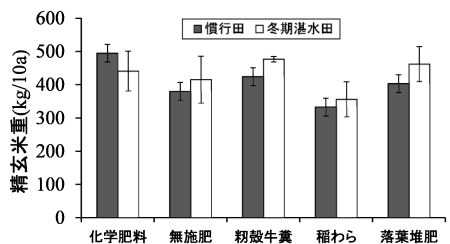


Fig.4 収量 (精玄米重)
Weight of brown rice per unit area