

# 水田の水管理・肥培管理の違いによる土壌有機炭素貯留の比較 Comparison of Soil Organic Carbon Storage in Different Water and Fertility Management at Paddy Fields

○池田 廉\* 大澤 和敏\*\* 肥留川 淳\*\* 平井 英明\*\*  
○Ren IKEDA\*, Kazutoshi OSAWA\*\*, Jun HIRUKAWA\*\*, Hideaki HIRAI\*\*

## 1. 研究背景と目的

農地は作物生産に加え、土壌中の炭素貯留による温暖化防止への貢献が期待される。水田の炭素貯留向上の方法として冬期湛水および有機資材投入が挙げられる。冬期湛水水田では、休閑期に湛水させることで、土壌有機物の分解が抑制され、炭素貯留効果が期待される。一方、里山では、雑木林の落ち葉や厩肥など、地域の有機資材を農地に還元してきた。このため、土壌中の炭素貯留量増加も期待できる。しかし、冬期湛水及び有機資材投入が炭素貯留に与える影響は不明確である。そこで、施肥条件の異なる冬期湛水水田及び慣行水田において水田土壌の有機炭素含有量および土壌呼吸量の比較を行い、炭素貯留機能を高める水管理、肥培管理を明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究対象地及び研究方法

対象地は栃木県那須烏山市大木須における冬期湛水試験田(以下、冬期湛水水田)と慣行試験田(以下、慣行水田)とした。両水田に4.5m×4.5mの試験区を15区画作成し、5種類の施肥条件(籾殻牛フン、稲わら、化学肥料、米ぬか、無施肥)を3つずつランダムに配置した(Fig.1)。湛水は冬期湛水水田で2009年1月上旬、慣行水田で4月中旬に行い、落水は両水田とも8月下旬に行った。

籾殻牛フン、稲わら、米ぬかを2009年2月上旬に、化学肥料を5月中旬に施用した。なお投入量は籾殻牛フン306kgC/10a、稲わら230kgC/10a、米ぬか48kgC/10aであった。

地表面深さ0~5cmの土壌を2009年1月から11月の間に6回採取し、有機炭素含有率を測定した。また、休閑期(2010年1月)に土壌呼吸量をClosed Chamber法で測定し、湛水の有無や施肥条件の違いによる炭素放出量の違いを調べた。

## 3. 結果と考察

【土壌有機炭素含有率の変動】試験期間中の土壌有機炭素含有率の測定結果と2元配置分散分析を行った解析結果をTable 1に示す。1月と11月の有機炭素含有率を比較すると、両水田とも有機資材を投入した試験区では増加し、籾殻牛フン区、稲わら区、米ぬか区の順で大きい。特に冬期湛水水田の籾殻牛フン区に有意差が認められた。また両水田において、同じ施肥条件下では化学肥料区を除き、冬期湛水水田の方が増加傾向であった。一方、冬期湛水水田における6月と8月の有機炭素含有率に着目すると、その期間に全ての試験区で大きな増加がみられた。8月の分散分析の結果で水管理の違いによる有意差が認められたことから、この増加は偶然とは考えにくく、湛水による影響であることが言える。また9月、11月における両水田の土壌有機炭素含有率にも、水管理の違いによる有意差が認められた。

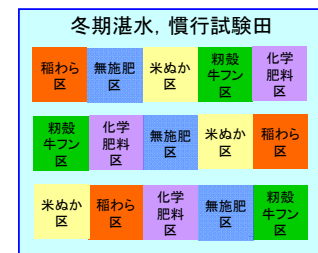


Fig.1 試験田概要  
Outline of test plots

\* 宇都宮大学大学院農学研究科 (Graduate school of Agriculture, Utsunomiya University)

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

キーワード：炭素貯留，有機肥料，冬期湛水田，物質循環，里山

11月における土壌有機炭素含有率は、水管理と施肥管理の交互作用が有意に認められた。これより、どのような水管理と肥培管理の組み合わせが有機炭素含有率をより高めたかを判定するため、両水田の全試験区において多重比較検定(Tukey法)を行った。その結果をTable 1にアルファベット表記で示した。この比較より冬期湛水と籾殻牛フンを組み合わせた試験区は、他の試験区より有意に土壌有機炭素含有率が高い傾向であることから、炭素貯留機能が高い水管理・肥培管理の組み合わせであるといえる。

【**休閑期における土壌呼吸量**】休閑期における土壌呼吸量の測定結果をFig.2に示す。籾殻牛フン区、無施肥区、化学肥料区では湛水による呼吸量の抑制がみられた。特に籾殻牛フン区で顕著に抑制効果がみられた。しかし、冬期湛水田の稲わら区、米ぬか区では、土壌呼吸量の抑制は見られなかった。その理由として、稲わらと米ぬかには易分解性有機物が多く含まれ、籾殻牛フンには難分解性有機物が多く含まれていたためと考えられる。

【**作土層の土壌有機炭素貯留量**】1月と11月の有機炭素含有率と乾燥密度を用いて、作土層(15cmと仮定)に貯留された有機炭素量を算出した。その結果をFig.3に示す。両水田において、有機資材を投入した試験区では、土壌中に有機炭素が貯留され、籾殻牛フン区、稲わら区、米ぬか区の順で多い。一方、化学肥料区および無施肥区は貯留量が減少した。また炭素投入量に対する炭素貯留量の比を算出すると、籾殻牛フン区、稲わら区、米ぬか区の順に、冬期湛水田は1.72, 0.82, 1.17, 慣行田は0.56, 0.43, 0.22であった。これより、冬期湛水田は投入した有機炭素量の同等もしくはそれ以上の量を貯留することが分かった。

#### 4. 結論

有機炭素貯留の比較を行った結果、有機資材を投入した試験区では冬期湛水田の方が慣行田に比べ、土壌有機炭素含有率及び貯留量が増大した。これらは籾殻牛フン区、稲わら区、米ぬか区の順で大きい傾向にあった。それに対し、化学肥料区および無施肥区では水管理の違いに関わらず土壌有機炭素含有率及び貯留量は減少した。また、冬期湛水時に土壌呼吸が抑制される傾向にあったが、有機資材の種類によっては水管理の違いによる土壌呼吸量の違いは見られなかった。以上から冬期湛水の実施及び有機資材を投入することは、土壌中の炭素貯留機能を高めると評価でき、本研究の試験条件の中で最も有効な水管理と肥培管理の組み合わせは、冬期湛水と籾殻牛フン施用であることが分かった。

Table 1 土壌有機炭素含有率及び2元配置分散分析結果  
Soil organic carbon content and Two-way analysis of variance

		地表深さ0-5cm土壌					
		土壌有機炭素含有率(%)					
		1月	4月	6月	8月	9月	11月
冬期湛水試験田	籾殻牛フン区	2.49	2.55	2.55	3.16	2.98	2.95
	稲わら区	2.49	2.48	2.51	2.99	2.99	2.83
	米ぬか区	2.49	2.49	2.54	2.73	2.67	2.62
	化学肥料区	2.49	2.42	2.42	2.90	2.87	2.23
	無施肥区	2.49	2.49	2.44	2.88	2.79	2.52
慣行試験田	籾殻牛フン区	2.50	2.55	2.47	2.44	2.70	2.65
	稲わら区	2.50	2.51	2.48	2.42	2.63	2.63
	米ぬか区	2.50	2.51	2.46	2.45	2.53	2.53
	化学肥料区	2.50	2.46	2.44	2.40	2.49	2.40
	無施肥区	2.50	2.45	2.43	2.21	2.43	2.44
分散分析	水管理	ns	ns	ns	**	**	**
	肥培管理	ns	ns	ns	ns	ns	**
	交互作用	ns	ns	ns	ns	ns	**

\*\*、nsはそれぞれ1%水準で有意、有意でないことを示す。  
11月において同一アルファベットを含む試験区間では、5%水準で有意差がない。

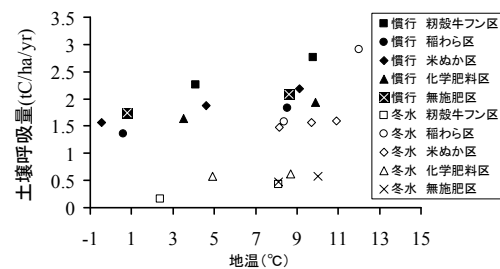


Fig.2 休閑期における土壌呼吸量  
Soil respiration in fallow period

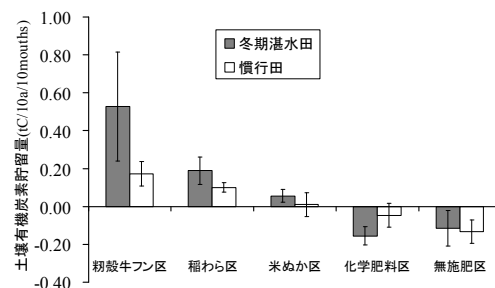


Fig.3 土壌有機炭素貯留量  
Soil organic carbon storage