

堆積した堆肥からの滲出液を利用して有機栽培を行ったコシヒカリの特徴

鯨 幸夫¹⁾・野村重光²⁾・梅本英之³⁾・中野正剛⁴⁾

(¹⁾金沢大学地域創造学類, (²⁾金沢大学教育学部, (³⁾石川県農業総合研究センター, (⁴⁾白山市)

Characteristics of Koshihikari Grown with Organic Exudate obtained from Piled Compost

Yukio KUJIRA¹⁾, Shigemitsu NOMURA²⁾, Hideyuki UMEMOTO³⁾ and Seigou NAKANO⁴⁾

(¹⁾School of Regional Development Studies, Kanazawa University, 〒920-1192, Japan

²⁾Faculty of Education, Kanazawa University, ³⁾Ishikawa Agriculture Research Center, ⁴⁾Hakusan City)

堆積してある堆肥からの滲出液を農業用水に混入し液肥として利用した水稲の有機栽培圃場において、コシヒカリの地上部生育と根系生育、田面水と土壤に含まれる全窒素含有量の推移および収量構成要素と玄米品質を調査した。植物廃棄物を有効に利用した本栽培法で慣行栽培並の収量が得られたことから、堆肥滲出液を利用した有機栽培は有効であると考えられた。

Agronomic characteristics of rice plant (cv.koshihikari), i.e.aboveground growth, root growth, total nitrogen content in flooded water in paddy field and paddy soil, grain yield and yield components were studied under organic cultivation using organic exudate from piled compost. Organic exudate obtained from piled compost may be useful for organic cultivation because of the yield showed the same as conventional cultivation.

キーワード : コシヒカリ, 滲出液, 堆肥, 田面水中の全窒素含有量, 土壤中の全窒素含有率, 有機栽培

Key words : Compost, Exuded liquid, Koshihikari, Organic culture, Total nitrogen content in flooded water in paddy field, Total nitrogen content in paddy soil

これまで様々な方法を用いた水稲の有機栽培が行なわれてきている。水田に堆肥を施用して有機栽培を行なう方法は極めて一般的であるが、各種の植物資源や食品残渣を堆積し堆肥化する過程で滲出してくる液肥を利用して水稲の有機栽培を行っている事例は承知していない。しかし、白山市の農家は堆積した堆肥からの滲出液を農業用水と混合して水田に流入させる方法で水稲の無農薬で栽培を試みている。本研究では、上記方法で有機栽培を行なっている水田を対象として、水稲の地上部および根系生育、水田土壤および田面水に含まれる全窒素含有量の推移、収量および玄米品質を調査し、各種の植物資源を堆肥化し有効に活用する過程で滲出する液肥を利用したコシヒカリの有機栽培で慣行栽培に準じる収量が得られるかどうかについて検討した。また、玄米の食味および外観品質を評価し高品質の

玄米生産が可能かどうかについても検討を加え、上記の有機栽培を行う上での栽培上の問題を整理する事を目的とした。

材料および方法

試験は2007年に上記に記載した方法でコシヒカ리를栽培している白山市(旧松任市)の農家水田で実施した。当該水田の隣接地に、馬ふん、米ぬか、野菜くず、各種樹木の剪定枝を粉碎したチップ、おから等の有機資材を堆積し、定期的に切り返しを行なって堆肥を熟成させている場所がある。長期間わたり熟成させた堆肥を堆積してある場所からは常時堆肥滲出液の流出が認められ、この滲出液を農業用水に混入させる方法でコシヒカリの有機栽培を行なっている。本試験では、この圃場を調査対象とした。また、化

学肥料を用いて通常の慣行栽培を行なっている金沢大学角間キャンパス内の水田を参考区として比較対照に用いた。

堆肥滲出液を利用した有機栽培圃場では、育苗段階から自家製の有機床土を用いて育苗したコシヒカリ苗（播種日3月22日）を5月7日に移植した（19.6株/m²）。また、本圃場では堆肥を施用していないが、5月3日に市販の微生物資材7kg/10a施用し、本代かき直後に除草用に米ぬか（窒素、リン酸、カリ：2~3%、4~6%、1~2%含む）を100kg/10aを施用した。慣行区の移植は5月11日に実施した（16株/m²）。基肥としてBB056号を3kg-N/10a、穂肥として日の本2号を3.3kg-N/10a施用した。

草丈、茎数および葉色（SPAD値：Soil & Plant Analyzer Development）の測定は、それぞれの圃場内の2箇所においてそれぞれ10株を対照として約2週間ごとに実施した。根系調査は株間の中央にコアサンプラーを打込むコアサンプル法（53mmφ、400mmD）を用いて出穂期（8月14日）に実施し、採取サンプル数はそれぞれ2個とした。

田面水と土壌は定期的に採取し、田面水に含まれる全窒素含有量をオートアナライザー（プラン・ルーベ AACS II）で定量し、土壌中の全窒素含有量はケルダール法を用いて定量した。根系の生理活性は、出穂期に40ppmのRbゲル（0.4%の寒天含む）40ml（10ml×4カ所）を調査対象株の周囲（10cmの距離）で10cmの深さに注入し、5日後に株元から切除して採取した株に含まれるRb含有量を原子吸光分析装置（TJAソリューションズ Solaar M）で定量することにより評価した。収量調査は継続して生育を調査した株を刈取った後（各試験区とも20株）自然乾燥させた。サンプルを調製後、比重選（比重1.06）を行ったのち1.80mmの篩選別を行い、収量は精玄米重で表示した。玄米の外観品

質は穀粒判別機（株サタケRGQ-110）、食味評価は成分分析計（株ケット AN-800）を用いて評価した。

結果および考察

堆肥滲出液を用いたコシヒカリの草丈は慣行区より高く推移し（第1表）、茎数/株も堆肥滲出液区で有意に多く推移した（第2表）。6月14日から7月16日までのSPAD値が堆肥滲出液区で高かったことから（第3表）、堆肥滲出液区では液肥によるN施肥効果が葉色として反映されていたものと考えられた。

出穂期における土壌中の根重分布を階層別に解析すると、堆肥滲出液区の表層~10cm層の根乾重および総根乾重が参考区より有意に多かった（第1図）。参考区と比較して、堆肥滲出液区における土壌表層（0~10cm）の根乾重および総根乾重が多かった。堆肥滲出液が田面水を介して土壌に供給されることから、土壌表層の根乾重が多くなっているものと考えられる。滲出液区の出穂期における根系からのRb吸収量を第4表に示した。地上部単位乾重あたりのRb吸収量に試験区間有意差が認められ、参考区でRb吸収量が多かった。Rb吸収量が多いことは根系の生理活性が高いことを意味することから、参考区の地上部単位乾重あたりの根系活性は堆肥滲出液区より高かったと考えられた。根系の生理活性評価として地上部単位乾重あたりのRb吸収量を指標に用いたが、根系の生理活性の程度および根系からの養水分の吸収は生育全般にわたって可変的なものである。根系の生育量は出穂期にピークとなりそれ以降は減少してくるから、最大根量を示す出穂期における根系の生理活性を本試験では指標として用いた。しかし、どの時期における根系の生理活性が各生育および収量構成要素の各要

第1表 草丈の推移(cm).

試験区	6月14日	6月28日	7月12日	7月26日	8月9日
堆肥滲出液区	41.1±0.4	61.4±0.4	85.1±0.6	99.2±0.8	122.4±0.8
参考区	29.0±0.2	44.5±0.7	64.1±1.0	87.5±1.1	104.0±1.1
	*	*	*	*	*

平均値±標準誤差。

*は5%水準で有意差があることを示す。

第3表 SPAD値の推移.

試験区	6月14日	6月28日	7月12日	7月26日	8月9日
堆肥滲出液区	42.8±0.6	44.5±0.4	43.7±0.4	41.1±0.5	36.2±0.3
参考区	36.0±0.4	41.6±0.5	39.6±0.3	41.3±0.5	39.3±0.4
	*	*	*	n. s.	*

平均値±標準誤差。

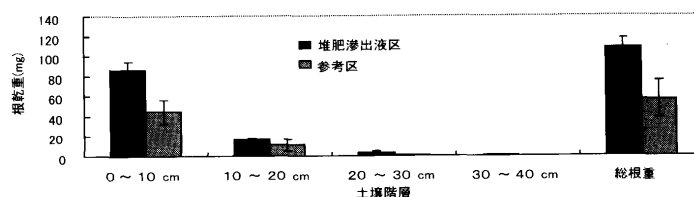
*は5%水準で有意差があることを示す。

第2表 茎数の推移(本/株).

試験区	6月14日	6月28日	7月12日	7月26日	8月9日
堆肥滲出液区	19.9±1.5	31.7±2.0	29.7±1.9	27.5±1.3	26.5±1.7
参考区	13.9±1.0	19.5±1.1	18.3±1.0	18.6±1.5	19.2±1.1
	n. s.	*	*	*	*

平均値±標準誤差。

*は5%水準で有意差があることを示す。



第1図 出穂期の根乾重。
1:標準誤差。

素に影響を及ぼしているのかについては、今後更に対象を明確にしながらかし少しづつ明らかにしてゆく必要があるものと考えている。

収量および収量構成要素を第5表に示した。収量は堆肥滲出液区で多い傾向を示し、登熟歩合は参考区と比較して堆肥滲出液区で有意に低くなった。堆肥滲出液区の平均1穂粒数が128粒と一般的な栽培より多くなっているが、有機栽培を行った場合には普通に確認される数値である。しかし、参考区の栽植密度より堆肥滲出区の密度が高いことから単位面積あたりの粒数が多くなり、これが登熟歩合の低下に結びついているものと考えられる。堆肥滲出液を利用した有機栽培については、将来SPAD値の推移を指標とした管理マニュアルが作成できた段階において、過剰の堆肥滲出液を供給することなく適正な管理が可能になるものと考えている。

土壌中の全窒素含有率の推移および田面水中の全窒素含有量を第2図と第3図に示した。水田土壌中の全窒素含有率に試験区間の大きな差は認められず、堆肥抽出液を使用した有機栽培であっても堆肥を使用しない参考区と同じ水準の全窒素含有率を示していた。田植え後における田面水中の全窒素含有量（5月24日）は参考区より堆肥滲出液区で高い傾向が認められたが、出穂期における値は参考区を大きく上回っていた。

著者らは1996年に堆肥を施用し通常の農業用水を利用したコシヒカリの有機栽培試験を実施（白山市）したが、出穂期前までの田面水の全窒素含有量は2~6mg/lであり（佐

藤ら 未発表）、堆肥滲出液を用いた本試験区では同じ水準かそれ以下の値であった。また、土壌中の全窒素含有率は0.2~0.3%であった（佐藤ら 未発表）が、堆肥滲出液を利用した今回の有機栽培における土壌中の全窒素含有率は、堆肥のみを使用した有機栽培より少し低い水準であった。本試験のように、堆肥滲出液を農業用水で希釈した状態で水田に供給する場合には、降雨量の多少によって堆肥からの滲出液に含まれる全窒素含有量は変動し、それに伴って水稲の生育に及ぼす影響も複雑になってくるものと推察される。自然の状態に任せて堆肥滲出液を供給する方法で有機栽培を行うだけで土壌の地力が増加するかどうか、またこのような管理が水稲の各種生育にどのような影響を及ぼすかについては、今後更に詳細に検討を続ける必要がある。

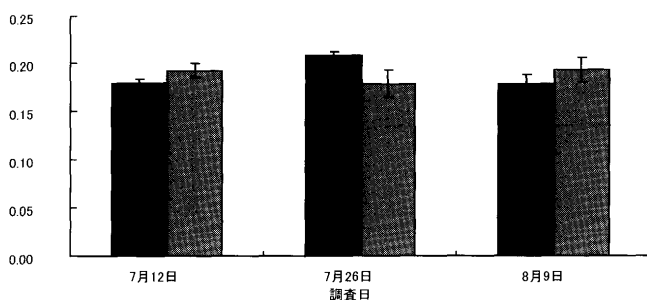
水稲のSPAD値は施肥管理を行う上で簡易で重要な指標であり、葉色板を用いた施肥管理マニュアルが広く利用され今日に至っている。土壌中の全窒素含有率とSPAD値との間に有意な相関関係 ($R^2=0.96^*$) が認められている（鯨ら 2005, 鯨ら 2006, 鯨ら 2008）ことを考慮すると、堆肥滲出液を利用した有機栽培を行う場合には、葉色をコントロールする方法とSPAD値の推移をマニュアル化した新規の栽培指針を作る必要があるものと考えられる。また、土壌の肥沃度を増加させるという基本を遵守しながら有機栽培を行うためには基本技術としての堆肥施用が必要であり、堆肥を施用した上で堆肥滲出液を利用した有機栽培との比較検討も必要となってくる。次年度においては堆肥を施用して堆肥滲出液も利用する有機栽培の試験区についても検

第4表 Rb吸収量。

試験区	Rb吸収量 (mg/地上部乾物重1g)
堆肥滲出液区	15.3±1.3
参考区	81.0±7.7
*	

平均値±標準誤差。

*は5%水準で有意差があることを示す。



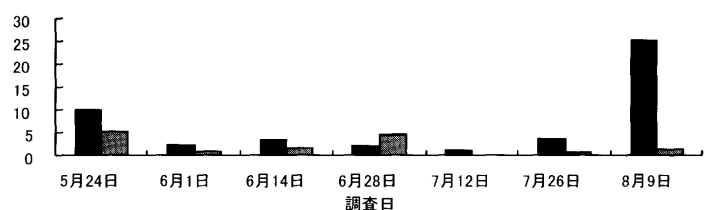
第2図 土壌中の全窒素含有率。

第5表 収量および収量構成要素。

試験区	穂数 (本/株)	1穂粒数 (粒/穂)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米収量 (kg/10a)
堆肥滲出液区	26.4±1.9	128.3±6.0	65.9±1.7	17.9±0.3	783.5±73.0
参考区	20.0±1.3	112.3±6.3	78.3±0.6	19.7±0.5	557.6±54.2
	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.

平均値±標準誤差。

*は5%水準で有意差があることを示す。



第3図 田面水中に含まれる全窒素含有量。

討する予定である。

玄米の食味および外観品質を1次枝梗と2次枝梗に分けて調査し、第6表と第7表に示した。参考区と比較して堆肥滲出液区の玄米タンパク含有率は高く、特に2次枝梗で高くなっていた。玄米の整粒歩合は堆肥滲出液区で低かったことから、参考区と比較して今回実施した堆肥滲出液区では外観品質および食味評価が劣っている結果が示された。堆肥滲出液区では6月14日から7月12日にかけてSPAD値が高い水準で推移したことから、この期間堆肥滲出液に含まれるN量が過剰に供給されていたものと推察される。これが玄米のタンパク含有率の高さおよび玄米整粒歩合の低下に結びつき、外観品質と食味が低く評価される結果に結びついているものと考えられる。本試験では、水田に流入する堆肥滲出液の流量および濃度のコントロールは実施しなかった。

今後は、SPAD値の推移を測定しながら堆肥滲出液の濃度調整および流入量の調整を人為的に行うことにより玄米の食味および外観品質を向上させることは可能であると考えられる。他方、一般的な玄米の食味・品質評価基準ではなく有機栽培のコメという商品の提供と流通が求められている現実も実際にはある。1996年に本試験と同一の栽培方法で実施した試験で得られた玄米に含まれるアミノ酸は20種以上確認され、含有量が多いのはアスパラギン酸とグルタ

ミン酸であった(鯨ら 2008)。堆肥滲出液を利用した有機栽培を行った結果、玄米の食味および外観評価が参考栽培区(慣行栽培)より劣ったとしても、有機栽培のコメという商品の意義は別の面で評価可能であると考えられる。堆肥を施用するコスト(労働コストを含む)の要因を考慮する視点に立った場合でも、堆肥滲出液を利用した水稲の有機栽培は独自の栽培法として意味があるものと考えられる。

謝 辞

玄米の外観品質評価に際しご協力頂いた石川県立大学の中川博視氏、および玄米の食味評価の測定に際しご協力頂いた石川県農業総合研究センターの黒田晃氏に感謝致します。

引用文献

- 鯨 幸夫・野坂有希・梅美菜子 2005. 日作紀 74(別2): 10-11.
 鯨 幸夫・長田朋子ら 2006. 日作紀 75(別2): 10-11.
 鯨 幸夫・佐藤美世子ら 2008. 北陸作物学会報 43: 5-9.

(2008年11月7日受付, 2009年3月10日受理)

第6表 玄米の食味成分.

試験区		タンパク質 (%)	水分 (%)	アミロース (%)	脂肪酸 (mg)
1次枝梗	堆肥滲出液区	7.6±0.1	14.9±0.0	19.4±0.0	19.8±0.2
	参考区	6.5±0.1	15.2±0.0	19.4±0.0	19.2±0.2
2次枝梗	堆肥滲出液区	8.0±0.1	14.6±0.0	19.5±0.0	19.6±0.1
	参考区	6.5±0.0	15.2±0.0	19.4±0.0	18.7±0.2
		*	*	n. s.	n. s.

平均値±標準誤差.

*は5%水準で有意差があることを示す.

第7表 玄米の外観品質(%).

試験区		整粒	未熟粒	被害粒	死米	着色米	胴割粒
1次枝梗	堆肥滲出液区	81.1±0.8	12.6±0.2	1.0±0.0	1.0±0.2	0.1±0.0	4.4±0.5
	参考区	91.9±0.9	2.5±0.4	1.2±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	1.5±0.5
2次枝梗	堆肥滲出液区	63.8±0.9	26.1±0.7	2.0±0.0	5.3±0.2	0.0±0.0	2.9±0.2
	参考区	86.1±0.1	10.8±0.3	1.6±0.0	0.9±0.0	0.1±0.0	0.8±0.1
		*	*	n. s.	*	n. s.	*

平均値±標準誤差.

*は5%水準で有意差があることを示す.