

稲作における汚泥コンポスト施用と密植効果との関係

奥村俊勝

近畿大学農学部農学科

The Relation between Sludge Compost Application and Dense Planting Effect on the Rice Cropping

Toshikatsu OKUMURA

Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Kinki University

Synopsis

In the field experiment, the relation between sludge compost application and dense planting effects was investigated on the rice cropping. When 1000g/m² of the compost application was added, it increase about 60g/m² of rice grain yield. This in turn will suggest that the compost application increase gave rise to produce rice yield increase. The grain yield increase was occurred significantly from density effect on the compost application. It was large effect on yield that tiller number was held for early growing process. The compost had controlled release nitrogen. Despite planting density, this characteristic make grain protein relatively low and eating quality of rice desirable.

緒 言

下水汚泥と食品製造汚泥に木材チップを加えて、堆積式発酵法で生産されたコンポスト（市販名：“ゆうき百倍”）は、環境保全型農業の展開における有機栽培上での利用と汚泥処理問題¹⁾の一つの解決法において有用となるものと考えられる。このコンポストの畑作栽培における化学肥料窒素の代替的な有効性については、ジャガイモへの施用によって明らかにしている²⁾。また、このコンポストの窒素肥料としての作物体に与える効果発現は、化学肥料のそれに比べて、かなり遅延的に生じ、かつ、含有されている可給態窒素が、施肥直後に吸収される量も少ないことが認められてきている³⁾。

本報告は、一般的に、畑地に比べて有機物の施用効果が、その物理性や化学性において発現されにくい水田土壤にコンポストを施用して、コンポストの含有窒素成分の挙動を通して水稻の多収が確保できる有機物栽培稲作法を検討したものである。

このコンポストを用いた水稻有機栽培についての予備実験において、生育初期の無機態窒素の供給不足によって分けつ発生と穂数確保の低下が生じ、低収になることが認められた。したがって、多収の有機栽培法を探るために、2つの視点から本

実験は行った。つまり、1つは、コンポスト施用量の増加による初期生育量の確保の可能性について、2つは、移植苗数の密植効果による高収確保の可能性を探ることである。

実験方法と材料

供試水稻品種は日本晴である。設定試験区と栽植密度は表1に示した。施肥料の種類としては、化学肥料のみで栽培するA区、汚泥コンポスト施用のB区、化学肥料と汚泥コンポストを併用するC区の3比較区とした。栽植密度の変化としてB区内で2比較区を作り、B-1区は株密度をA区およびC区と同一に1m²当たり22.2株とし、B-2区はB-1区の1.5倍の株密度とした。つまり、単位面積当たり移植苗数を密植する方法として、1株当たり移植苗数を増やすB-1区と単位面積の移植株数を増すB-2区の2処理とした。したがって、本実験は4試験区で構成された。

各試験区における汚泥コンポストと化学肥料の施用量は表2に示した。

各区への施用時期と成分量は表3に示した。3区ともに窒素施用合計量を同一にすべきであるが、B区は有機物施用のためにその有効性を考慮して3成分施用量が他区にくらべて著しく多量となった。また、B-1・2区は基肥のみの施用とした。

表1 設定試験区と栽植密度

試験区	栽植株密度*	移植苗数
A区 : 化学肥料区	22.2株/m ²	44.4本/m ²
B-1区: 汚泥コンポスト・苗密植区	22.2	66.6
B-2区: 汚泥コンポスト・株密植区	33.3	66.6
C区 : 化学肥料と汚泥コンポスト併用区	22.2	44.4

* A, B-1, C区は株間15cm・条間30cmで移植。B-2区は株間15cm・条間20cmで移植。B-1区の1株移植苗数は3本、その他の区の1株移植苗数は2本。移植苗は5～6葉期のもので、分けつの発生は認められない。

表2 汚泥コンポストおよび化学肥料施用量

試験区	施 用 量 (g/m ²)
A区 : 硫安; 45.0, 過石; 62.5, 塩加; 20.0	
B-1区: 汚泥コンポスト (ゆうき百倍*); 4000.0	
B-2区: 汚泥コンポスト (ゆうき百倍); 4000.0	
C区 : 硫安; 32.5, 過石; 46.9, 塩加; 15.0, (ゆうき百倍); 500.0	

*ゆうき百倍乾物の成分含有率は、T-N; 2.5%, 無機態N; 0.84%, P₂O₅; 1.8%, K₂O; 1.0%とした。

表3 施用時期（月／日）と成分量（g/m²）

試験区	成分	基肥 (5 / 30)	穂肥 (7 / 23)	実肥 (8 / 17)	合計
A区	N	5.0	3.0	1.0	9.0
	P ₂ O ₅	10.0	—	—	10.0
	K ₂ O	5.0	5.0	—	10.0
B-1区	N	20.0*	—	—	20.0
と	P ₂ O ₅	43.2	—	—	43.2
B-2区	K ₂ O	24.0	—	—	24.0
C区**	N	5.0 (2.5)	3.0 (3.0)	1.0 (1.0)	9.0 (6.5)
	P ₂ O ₅	12.9 (7.5)	—	—	12.9 (7.5)
	K ₂ O	6.8 (3.8)	3.8 (3.8)	—	10.5 (7.5)

* ゆうき百倍乾物に含まれる無機態N量を示す。

** C区の（ ）は化学肥料からの成分量を示す。

所定の株密度において近畿大学農学部実験圃場水田（1試験区面積；7.9m²）に1999年6月1日に平均5.5葉期苗を手移植した。

調査は、慣行法による生育調査と収穫物調査および食味分析計（山本製作所GS-2000）による玄米の食味を調べた。

結果と考察

移植一週間後から出穂期までの1m²当たり茎数の時期的推移は図1に示した。

この期間中の茎数の消長は、A区とC区がほぼ同一パターンを取り、全期間に亘ってB区よりも少数で推移した。B-1区とB-2区の生育初期における増加速度はほぼ同一であったが、生育中期以降には、B-2区が約730本、B-1区が約530本、A区とC区が約460本となった。したがって、この期間中に1本の苗から発生した平均分けつ数は、A区とC区が約10.4本、B-1区が約8.0本、B-2区が約11本となった。

最高分けつ数と有効茎歩合および収穫指数は表4に示した。

1株の最高分けつ数は、B-1区>B-2区>AとC区の順となり、B-1区とB-2区の区間差は約5本となった。有効茎歩合は、B-1区>C区>A区>B-2区の順となり、B-1区とB-2区との区間差は約5%であり、B-1区のソース確保の大きなことが目立った。

栽植密度は、A区、B-1区およびC区が同一で

ある。しかし、生育初・中期における一株当たり茎数の増加速度は、化学肥料施用のA区が3区のうちで最も低くなった。一般的に化学肥料は速効性をもつので、基肥施用によって初期生育が旺盛になると考えられている。しかるにA区の茎数増加速度が最も遅くなったのは、基肥が移植苗に植傷みを発生させた結果であると考えられる。汚泥

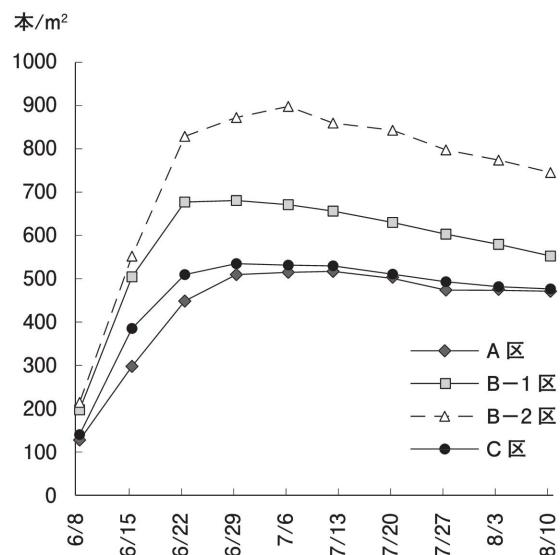


図1 単位面積当たり茎数の時期的推移

表4 最高分けつ数と有効茎歩合および収穫指数

試験区	最高分けつ数	有効茎歩合	収穫指数*
A区	23.0本/株	57.0%	43.5
B-1区	31.0	60.0	41.4
B-2区	26.0	55.0	40.6
C区	23.5	58.0	42.1

*収穫指数は出穂後27日の調査個体の穂乾重/地上部乾重×100で示している。

コンポスト含有の窒素成分の効果発現は、ふつう、遅効的である。しかし、本実験におけるB-1・2区には、そのコンポストが多量に基肥として施用され、それに含有された無機態窒素量も単純に計算してA区の約4倍施用されたことになっている。したがって、その無機態窒素の分けつ増加に及ぼす効果は、B-2区における単位面積当たり移植苗数がA区の1.5倍であるにもかかわらず、A区以上に発現したものと考えられる。なお、B-1区の増加速度は、A区より僅かに低くなったが、これは窒素成分等に対する株密度の高さからくる株間競争の激化によるものと考えられる。

一般的に最高分けつ数が多い程、有効茎歩合は低くなるが、B-1区の有効茎歩合は4区中で最高となっている。これは、B-1区の1本の移植苗から発生する分けつ数が最も少なく、弱勢分けつの発生が抑えられることと、生育中期以降のコンポスト由来の窒素が比較的多かったことによるものと考えられる。

以上から、水稻栽培において株密度や1株移植苗数などの増加と汚泥コンポスト増施を併用して、収量に必要な茎数を生育中期までに確保できる可能性はあるといえるだろう。

登熟期における収穫指数は、4区とも約40台であったが、とくに汚泥コンポスト単独施用のB区は化学肥料区よりも平均して、約2ポイント低くなった。

登熟期の1m²当たり地上部乾物重は図2に示した。

全地上部乾物重は、B-2区>B-1区>C区>A区の順となり、A区に比べてB-2区は約1.9倍、B-1区は約1.4倍を示した。全般的にみて、汚泥コンポスト施用が、化学肥料施用より重い地上部を形成する結果となった。とくにB-2区は、A区に

比べて茎部の重さが2倍となるが、乾物分配では穂部への分配率がやや劣るために、収穫指数で僅かに低くなったものと考えられる。

玄米収量および収量構成要素は表5に示した。

1株穂数は有意にB-1区>B-2区>C区>A区の順となった。栽植株数に基づいて計算した1m²当たり穂数は、A区が288本、B-1区が410本、B-2区が478本、C区が303本となった。1穂粒数は、A区と他の3区に有意差があって、A区>C区>B-1区>B-2区の順となった。一方、1m²当たり総粒数では、A区とC区が約19500粒、B-1区が25600粒、B-2区が29500粒と計算できた。つまり、1m²当たりのシンク量は、B-1・2区がA・C区の約1.5倍確保された。これは、生育中期までの栄養体の生育において、分けつの増加に伴う無効分けつの発生の程度がB-1・2区ではかなり抑制されて、有効茎確保がA区やC区とほぼ同一程度であったことによるものと考えられる。

稔実歩合には有意な区間差がみられなかった。これは、生育後期におけるソースの確保がシンクの増大に対応して行われた結果であるだろう。

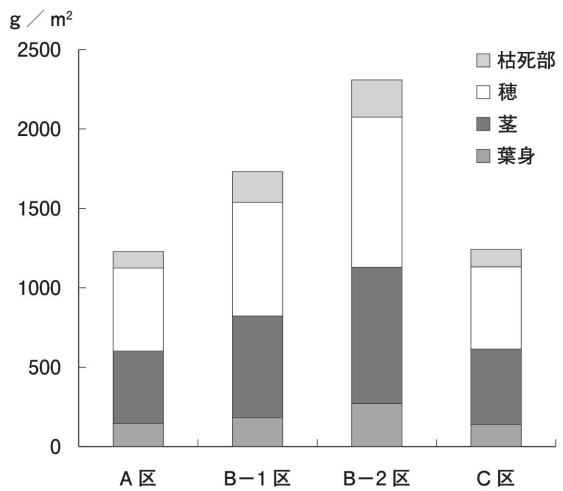


図2 出穂後27日の単位面積当たり地上部乾物重

表5 収量構成要素および玄米収量の区間比較

試験区	1穂粒数	稔実歩合 (%)	1株穂数	玄米千粒重 (g)	玄米収量 (g/m ²)
A区	67.70 a	91.36 a	13.00 c	23.54 ab	382.56
B-1区	63.04 b	91.64 a	18.50 a	22.72 b	511.18
B-2区	61.70 b	90.42 a	14.35 b	22.80 b	569.04
C区	64.28 b	91.96 a	13.65 bc	23.80 a	410.17

注) 異符号間に危険率5%で有意差あり。

表6 玄米の食味調査の区間比較

試験区	水分(%)	タンパク(%)	アミロース(%)	脂肪酸度	老化性	スコア(点)
A区	13.2	8.1	21.5	13	83	70
B-1区	13.2	7.9	21.6	12	82	73
B-2区	13.3	8.0	21.4	13	82	73
C区	13.3	8.2	21.2	12	83	70

玄米1000粒重では、C区が他の3区よりも有意に重くなった。これは、生育後期における地上部乾物重の分配において、C区が他区よりも葉部の占める割合を著しく高くして、籾の登熟に有効な光合成産物を穂へ多量に分配した結果であるだろう。

1m²当たり玄米収量は、B-2区>B-1区>C区>A区の順となった。

A区の玄米収量383gを基準比数100とした場合、B-1区は134、B-2区は149、C区は107となり、汚泥コンポスト施用と栽植密度の増大処理の組み合わせで収量性の向上を計れることが示唆された。なお、B-1区の増収因は、1株穂数の確保とそれに伴う1穂籾数の低下が無かったことにあるものと考えられる。B-2区のそれは、単位面積当たり穂数の確保とそれに伴う1穂籾数の低下の少なさにあるものといえるだろう。

収穫された玄米の食味調査の結果は表6に示した。

B-1区とB-2区の玄米は、タンパク%がA、Cの両区よりやや低くなり、食味スコア点が僅かに高くなった。その他の調査項目においては区間差が生じなかった。全般的に生育後期で窒素効果を発現しやすい汚泥コンポスト施用の方で、玄米のタンパク量を少なくして、食味を向上させたことは注目すべき現象であろう。

総合考察

予備実験の結果にもとづく、推定的な計算から、本実験で使用したコンポストを1m²当たり1kgを増施すると玄米収量が1m²当たり約60g増収することが示されてきた。したがって、仮にこのコンポストを1m²当たり4kg単用して、栽植密度を高

めずに栽培すると1m²当たり約372gの玄米が得られるものと推定できる。つまり、1つ目の視点から見て、コンポストの施用量を増やして増収させることは可能であるといえるだろう。

つぎに、2つ目の視点である栽植密度を高めて増収を狙う技術的効果について見ると、本実験の苗密植のB-1区では1m²当たり約510gの玄米が、株密植のB-2区では、約570gの玄米が得られた。したがって、B-1区では1m²当たり約140gの、B-2区では約195gの密植による増収効果が生じたものといえるだろう。

密植効果は、移植苗数の増加による生育初期における栄養体の増大、つまり必要な分けつ数の確保と生育後期における無効分けつの発生の抑制が、コンポスト由来の窒素成分の遅効発現によって生じたものといえるだろう。したがって、生育初期に単位面積当たり分けつ数の確保が容易となる株密度を増加させた場合が、移植苗数を増加させた場合よりも高収となったものであろう。また、玄米品質においても、単位面積当たり籾数増大による不稔発生や粒の小型化が生じず、化学肥料によって栽培されて生産された玄米に遜色ないものが得られ、かつ、コンポスト由来窒素成分の緩効性により米粒中のタンパク含有量も比較的少なく、食味スコア点も高くなったものと考えられる。

以上から、水稻栽培でコンポスト等の有機質肥料を単独で基肥に多量施用し、かつ、株密度を高めることが増収技術になるものといえるだろう。

引用文献

- 1) S. R. Smith : Agricultural Recycling of Sewage Sludge and the Environment, 1-7, (1996)

- 2) 奥村俊勝：農業教育における環境保全型の農業技術活用に関する実証的調査研究（第3報）ジャガイモ栽培における汚泥コンポストの施肥効果、日本農業教育学会誌、31(1)、1-8、(2002)
- 3) 西尾道徳：有機栽培の基礎知識、農文協(1997)