

魚を主体とした有機質肥料「果穂里」の特性と水稲への施肥法

誌名	山口県農林総合技術センター研究報告
ISSN	21850437
著者名	有吉,真知子 平田,俊昭
発行元	山口県農林総合技術センター
巻/号	1号
掲載ページ	p. 11-17
発行年月	2010年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



魚を主体とした有機質肥料 「果穂里」の特性と水稻への施肥法

有吉真知子・平田俊昭

Characteristics and Application Methods of the Fish Organic Fertilizer
"KAORI" for Paddy Rice

Machiko Ariyoshi and Toshiaki Hirata

Abstract: Efficient use of organic fertilizer "KAORI" spread in Yamaguchi prefecture to paddy rice "HINOHIKARI" was investigated.

The divide application of basal dressing + topdressing at panicle formation stage is suitable as shortage in nitrogen is monitored at ripening stage if "KAORI" is used as a whole quantity basal dressing, and the quality of the brown rice is poor.

It is suitable that the basal dressing manure is used two weeks before rice transplantation. The topdressing at panicle formation stage manure around 30 days before heading. However, the yield increase can be expected by manuring the topdressing at early panicle formation stage, at paddy field of the amount of growth small and number of paddies insufficient.

The amount of fertilizer used has 30 percent nitrogen more than chemical fertilizer. At this time, yield is the same as chemical fertilizer, and the color of leaves at about the panicle formation stage keeps thickly, though the number of tillers changes fewer than the chemical fertilizer.

Key Words : organic fertilizer、paddy rice、application methods、
nitrogen mineralization

キーワード : 有機質肥料、水稻、施肥法、窒素無機化

緒 言

近年、減農薬や減化学肥料栽培による農産物の需要の高まりとともに、本県においても循環型農業への取組が拡大しており、水稻へ有機質肥料を利用する産地が増加している。中でも県内の肥料メーカーが販売している魚廃物加工肥料「果穂里」(以下、果穂里)の普及は県全域で進み、多くの生産者が無化学肥料・減農薬での栽培に取り組んでいるところである。有機質肥料を用いた栽培では、化学肥料を用いた栽培よりも収量性が低い、もしくは不安定であるといわれている(葭田1990)。本県の生産現場におい

ても、果穂里を施用した圃場で水稻の初期生育が確保できないことや、登熟期の肥効が不十分であるなどの理由から、収量や品質が不安定であるという問題があり、果穂里の使用方法を明らかにする必要性が生じた。

これまで、水稻への有機質肥料の施用方法を検討した報告はいくつかある(鳥生2003, 澤田ら1991)が、果穂里は新しい肥料であり、試験成績も少ない。そこで、水稻への適正な使用方法を明らかにするため、果穂里の窒素無機化特性を把握するとともに、施肥時期と施肥量が「ヒノヒカリ」の生育や収量・品質に及ぼす影響について検討したので、結果の概要を報告する。

材料および方法

1 栽培試験

供試肥料として用いた果穂里は、魚の加工残渣の煮熟液を真空濃縮させたフィッシュソリュブルを主体とし、脱脂糠を配合した魚廃物加工肥料であり、N 7%、 P_2O_5 3%、 K_2O 1.5%の成分を有する。試験は2006年から2007年にかけて山口県農林総合技術センターの51号田において行った。試験圃場は礫質灰色低地土で作土の化学性は腐植4.0%、CEC 13.4meq/乾土100gであり、漏水田で減水深が大きい圃場である。供試品種は「ヒノヒカリ」とし、6月8日に移植した。2006年には全量を基肥として施用する区と、基肥と穂肥に分けて施用する分施肥区を設けた。また、基肥の施用時期を決めるための試験区を設けた。2007年には穂肥の施用時期を決めるための試験区を設けた。対照は化学肥料を基肥と穂肥2回施用する化成分施肥区とし、果穂里を用いた区では2006年は化成分施肥区と同量、2007年は化成分施肥区の3割増の窒素量とした（第1表）。栽植密度は18.5株/m²、1株3本で稚苗を手植えし、試験規模は25m²で1区2反復とした。各区の施肥量は窒素を基準に決定し、リン酸、カリについては調整しなかった。

生育期の調査は、移植後20日以降10日間隔で1区当たり20株について草丈、茎数、葉色を測定した。また、生育中庸な稲体を1区当たり3株抜取り、乾物重およびケルダール分解法により窒素含有量を測定し、稲体窒素吸収量を求めた。

収穫期の調査は、各試験区当たり60株の稲を刈り取り、精玄米は粒厚1.85mm以上とした。

玄米蛋白含有率は、ケルダール法により窒素濃度を分析した後、それに5.95を乗じて求め、玄米の検査等級および格下げ要因については、農政事務所に調査を依頼した。

2 培養試験

基肥施用での果穂里の窒素無機化特性を把握するため、風乾土20g相当量の生土に果穂里150mg（窒素成分10.5mg）を混和し、湛水状態にした後25℃で培養した。培養開始後7, 14, 28, 42, 56日目に取り出し、10%塩化カリウム溶液で浸出して水蒸気蒸留法によりアンモニア態窒素を測定した。畑状態についても最大容水量の60%の水分条件で同様に培養し、3, 7, 14, 28日目のアンモニア態窒素および硝酸態窒素を測定した。各々について、果穂里を混和しないものを同様に処理し、土壌のみの値を差し引いたものを果穂里からの無機化窒素量とし、加えた果穂里の窒素量に対する無機化率とした。

また、穂肥施用での果穂里の窒素無機化特性を把握するため、風乾土10g相当量の生土を湛水状態にした後、果穂里75mgを表層に添加して10℃, 20℃, 30℃の3段階で培養し、7, 14, 28, 42, 56日目にアンモニア態窒素を測定した。同様にして果穂里からの窒素無機化率を算出した後、各温度別データを反応速度論（杉浦ら1986）に基づいて解析した。また、無機化解析プログラムを用いて窒素無機化特性値を求め、無機化推定式を作成した（古江、上沢2001）。この推定式と圃場の地温データを用いて、窒素無機化推定プログラムによって窒素無機化率を推定した。

第1表 試験区の構成と施肥時期および施肥量

年度	試験区	供試肥料	施肥時期		施肥量	
			基肥 移植前日数	穂肥 出穂前日数	基肥 窒素(kg/10a)	穂肥
2006	(基-14)分施	果穂里	14	25	4	3
	(基-30)分施	果穂里	30	25	4	3
	全量基肥	果穂里	14	なし	7	0
	化成分施	基肥 燐加安44号 穂肥 みのりV550	3	21, 11	4	1.5, 1.5
2007	(穂-30)分施	果穂里	14	30	5.2	3.9
	(穂-38)分施	果穂里	14	38	5.2	3.9
	全量基肥	果穂里	7	なし	9.1	0
	化成分施	基肥 燐加安44号 穂肥 みのりV550	3	21, 11	4	1.5, 1.5
	無窒素	なし	なし	なし	0	0

結果

1 栽培試験

1) 施肥方法

2006年の試験については、分施肥した2つの区と全量基肥区の生育を比較すると、茎数は全量基肥区で1～2割多く推移し、穂数も化成分施肥区と同程度となった(第1図)。初期の葉色は、

全量基肥区の方が分施肥した場合よりも0.2～0.4濃く推移したが、幼穂形成期以降は全量基肥区で0.1～0.5淡く推移した(第2図)。窒素吸収量は、全量基肥区の方が両分施肥区よりも移植後40日までは5割程度、幼穂形成期以降は1割程度多く推移した(第3図)。

収量については、穂数が多かった全量基肥区では一穂粒数が少なかったためにm²当り初数は両分施肥区と同等となり、差は認められなかった。品質面では全量基肥区で充実が劣り、検査等級が2等と劣った(第2表)。

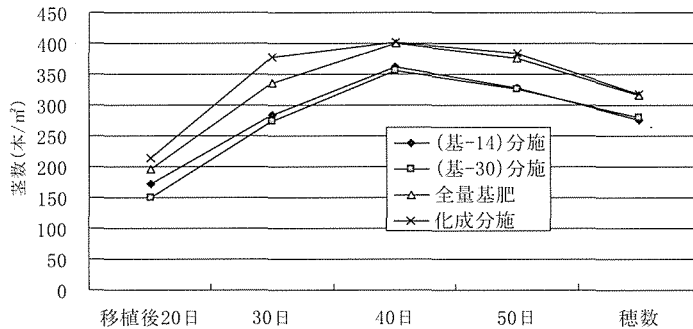
2007年については、分施肥した2つの区と全量基肥区の生育を比較すると、茎数は全量基肥区で移植後30日以降1割程度多く推移したが、穂数の差はなかった(第4図)。葉色は移植後30日以降全量基肥区で0.2～0.3濃く推移したが、穂揃期には全量基肥区で0.2～0.3淡くなった(第5図)。

収量については、全量基肥区と(穂-30)分施肥区との差は認められず、全量基肥区と(穂-38)分施肥区では、登熟歩合がやや高かった(穂-38)分施肥区で6%高かった。品質面ではいずれも検査等級は1等であったが、全量基肥区で充実がやや劣る傾向にあった(第3表)。

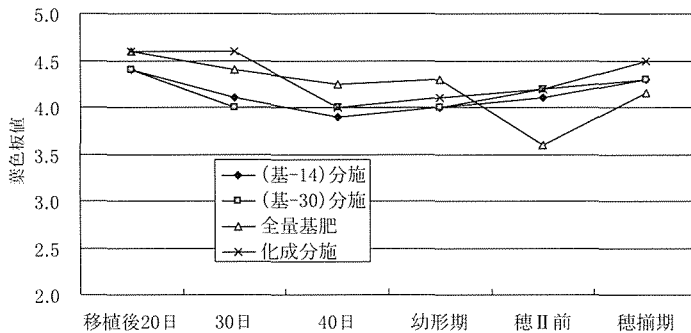
2) 施肥時期

2006年は分施肥区において基肥の施用時期を比較し、穂肥はいずれも出穂25日前に施用した。

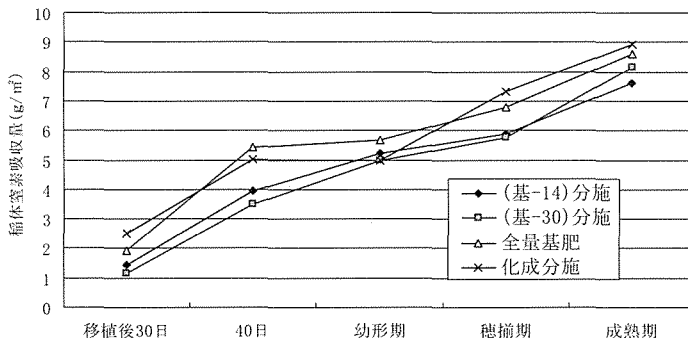
基肥を移植30日前に施用した(基-30)分施肥区と移植14日前に施用した(基-14)分施肥区において、初期生育や収量に差はなかった。



第1図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」のm²当り茎数の推移(2006)



第2図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」の葉色の推移(2006)



第3図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」の穂体窒素吸収量の推移(2006)

第2表 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」における収量および玄米蛋白含量、品質(2006)

試験区	全重 (kg/10a)	精粒重 (kg/10a)	精玄米重 (kg/10a) ²	同左比率 (%)	千粒重 (g) ²	m ² 当り初数 (×100粒)	一穂粒数 (粒)	登熟歩合 (%) ²	玄米蛋白 (乾物%)	検査 等級	格下げ 要因
(基-14)分施肥	1,320	518	343	81	22.2	222	80	74.7	7.3	1	
(基-30)分施肥	1,337	535	352	83	22.0	230	82	74.8	7.6	1	
全量基肥	1,393	527	358	84	22.1	235	74	78.5	7.5	2	(充実不良)
化成分施肥	1,493	579	424	100	23.0	230	72	85.5	7.5	1	

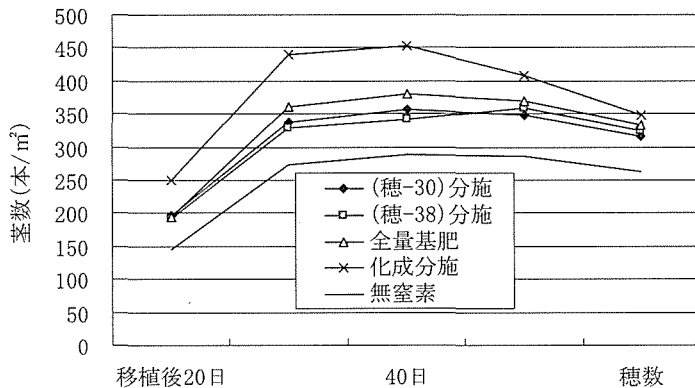
²精玄米重、千粒重、登熟歩合は粒厚1.85mm以上、水分15%換算

魚を主体とした有機質肥料「果穂里」の特性と水稲への施肥法

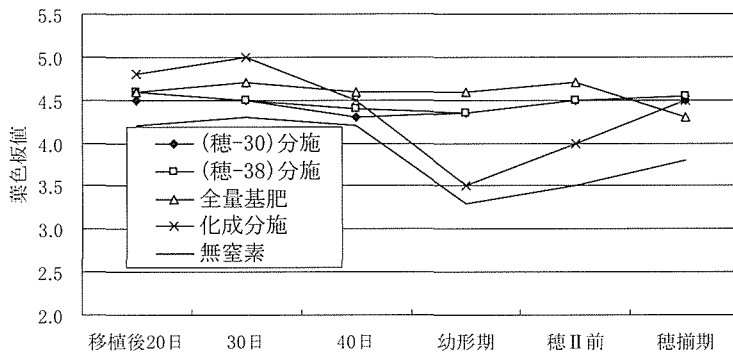
第3表 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」における収量および玄米蛋白含量、品質(2007)

試験区	全重 (kg/10a)	精籾重 (kg/10a)	精玄米重 (kg/10a) ²	同左比率 (%)	千粒重 (g) ²	m ² 当籾数 (×100粒)	一穂籾数 (粒)	登熟歩合 (%)	玄米蛋白 (乾物%)	検査 等級	格下げ 要因
(穂-30)分施	1,438	605	452	96	22.7	256	81	85.0	7.3	1下	
(穂-38)分施	1,516	639	482	102	22.8	270	83	83.0	7.5	1下	
全量基肥	1,469	605	454	96	22.4	272	82	80.8	7.4	1下	(充実不良)
化成分施	1,471	600	472	100	23.4	258	74	86.2	7.6	1中	
無窒素	1,230	498	366	78	22.7	217	83	82.5	7.2	1中	

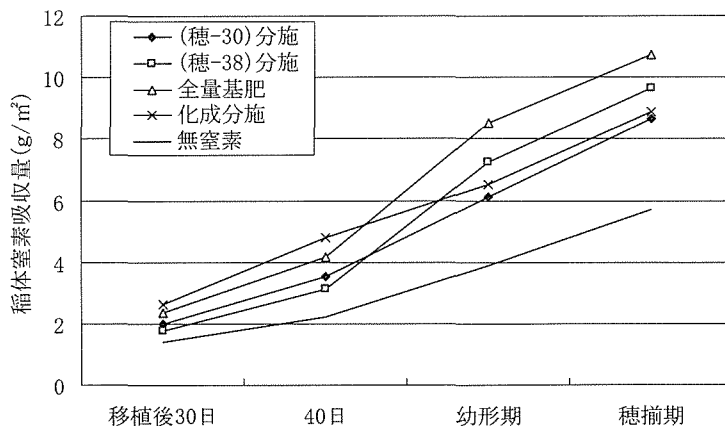
²精玄米重、千粒重、登熟歩合は粒厚1.85mm以上、水分15%換算



第4図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」のm²当り茎数の推移(2007)



第5図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」の葉色の推移(2007)



第6図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」の稲体窒素吸収量の推移(2007)

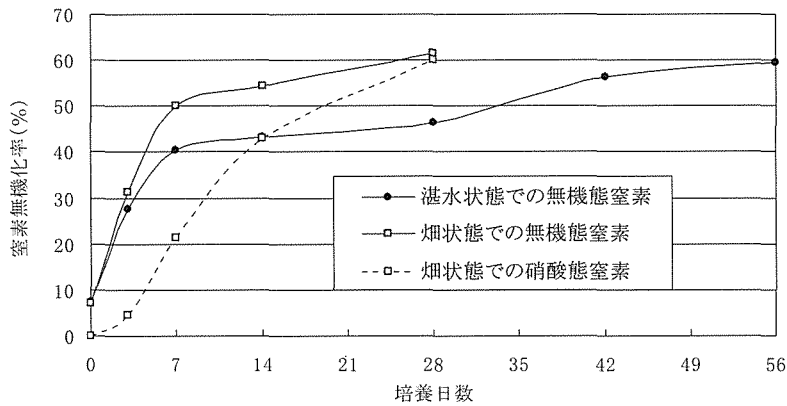
幼穂形成期から穂揃期の窒素吸収量の増加程度は、化成分施区が2.3 g/m²であったのに対して、両分施区では0.7~0.8 g/m²と小さかった。また、千粒重は化成分施区23.0 gに対して22.0~22.2 gと軽く、登熟歩合は化成分施区85.5%に対して74.7~74.8%と劣った(第3図、第2表)。

2007年は穂肥時期を早め、中干し前後の出穂38日前と出穂30日前施用とで比較した。移植後40日から幼穂形成期の窒素吸収量の増加程度は、(穂-30)分施区が2.6 g/m²であったのに対し、中干し前に穂肥を施用した(穂-38)分施区では4.2 g/m²と高かった(第6図)。品質面では、玄米蛋白含量、外観品質ともに同程度であったが、収量はm²当り籾数がやや多かった(穂-38)分施区で7%多かった(第3表)。

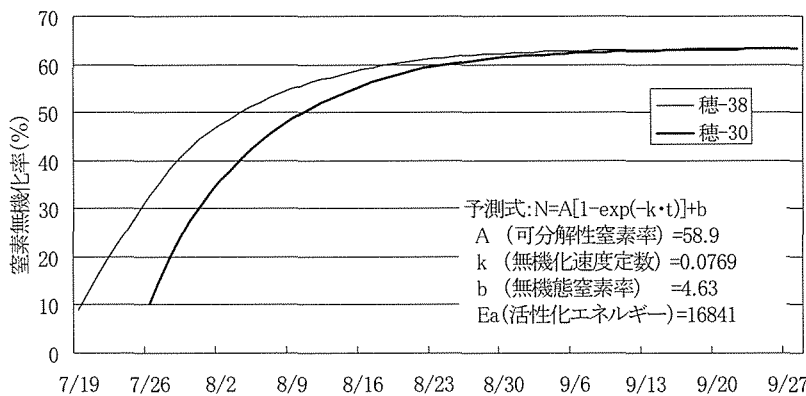
3) 施肥量

2006年は果穂里を用いた2つの分施区および全量基肥区で、化成分施区と同量の窒素を施用した。この場合、茎数は両分施区で化成分施区よりも1~3割少なく推移し(第1図)、葉色も0.1~0.5淡く推移した(第2図)。収量は、化成分施区を指数100とした場合、千粒重と登熟歩合の違いから(基-14)分施区が81、(基-30)分施区が83、全量基肥区が84と低くなった(第2表)。

そこで、2007年度は果穂里を用



第7図 果穂里の窒素無機化率(25°C培養)
風乾土20g相当量の生土に窒素成分10.5mgの果穂里を混和



第8図 穂肥での果穂里施用の窒素無機化予測(地温:2007, 51号田)

28日後に60%の窒素が無機化した。畑状態の場合、無機態窒素に占める硝酸態窒素の割合は期間が長いほど大きくなり、培養28日後には大部分が硝酸態窒素となった(第7図)。

湛水状態で果穂里を表層添加した場合の窒素無機化パターンは、単純型モデルに適合した。算出された特性値と栽培試験圃場における2007年の地温を用いると、出穂30日前に穂肥を施用した場合は、幼穂形成期までに40%、出穂38日前に施用した場合は50%の窒素が無機化すると予測される。また、両穂肥時期とも出穂期までに60%強の窒素が無機化すると予想される(第8図)。

考 察

1 施肥方法

移植2週間前に全量基肥として施用した場合、分施よりも初期の茎数は確保しやすいが、幼穂形成期から穂揃期以降に葉色が淡くなることから、後半の窒素供給が不足したと考えられる。また、玄米の充実が悪く品質が不安定となることが懸念される。これは、同じ有機質肥料である発酵鶏糞600kgを基肥で施用しても、追肥時期までの肥料効果は認められず、収量を確保するためには、追肥の施用が必要であるとする報告(香西、川田2001)とも一致している。これらのことから、登熟期まで栄養状態を高く保ち、収量・品質を安定させるためには、基肥と穂肥を施用する分施体系が適すると考えられる。

また、移植7日前に全量基肥として施用した2007年の試験で、葉色の淡化時期が遅くなり、品質への影響も若干少なくなる傾向があったの

いた2つの分施区および全量基肥区ともに、化成分施区の3割増の窒素を施用した。茎数は、両分施区で化成分施区よりも少なく推移したものの有効茎歩合が高かったため、穂数は化成分施区と比べて(穂-30)分施区で9%、(穂-38)分施区で7%少ない程度であった。葉色は、果穂里を分施した場合、移植後40日までは0.1~0.5淡く推移するものの、幼穂形成期には化成分施区よりも0.9濃く、穂揃期では化成分施区と同程度になった(第5図)。収量は、化成分施区を指数100とした場合、(穂-30)分施区、全量基肥区が96、(穂-38)分施区が102で化成分施区と同等になった(第3表)。

2 培養試験

生土に果穂里を混和して室内培養した場合、湛水状態では培養14日後に40%強、56日後に60%の窒素が無機化した。畑状態では湛水状態よりも無機化が若干早く、培養7日後に50%、

は、果穂里の肥効が生育後半まで維持されたものと考えられる。このことから、作業面を優先させて全量を基肥として施用する場合は、施用時期を移植1週間前頃（代かき直前）に遅らせる方が良いと考えられる。

2 施肥時期

1) 基肥時期

有機質肥料を用いる場合、有機態窒素が無機化するのに時間を要するため、化学肥料と比べて肥効が遅れる。魚を原料とした肥料に含まれる有機態窒素の肥効発現についても、植物油かすよりは早い、化学肥料と比べて遅いことが知られている（三幣1976）。本試験においても、25℃で果穂里を培養した場合、畑状態では1週間で5割程度の無機化が確認された。このことから、化学肥料と比べて果穂里からの無機態窒素の供給は緩やかであり、施肥直後に移植すると初期生育に必要とする無機態窒素が不足するため、化学肥料よりも早い時期に基肥を施用する必要があると考えられる。

加えて、畑状態で培養した場合、期間が長いほど無機態窒素に占める硝酸態窒素の割合が高くなったことから、無機化した窒素の硝化作用の影響も無視できない。一般に土壌中では15℃以上で硝化作用が起こるといわれており（土壌微生物研究会1981）、本試験の基肥施用時期の地温は20℃程度であったことから、試験圃場においても硝化作用が起こる環境にあったと考えられる。硝酸態窒素は、下層への浸透や還元層での窒素ガスの揮発による脱窒が起こりやすいことから、土壌に吸着するアンモニア態窒素に比べて損失が多い。小川ら（1998）は入水・代かき20日前にナタネ油粕を施用した場合、入水直後に土壌中の硝酸態窒素が前述した理由により減少したことを報告している。また、施肥時期を早めると、有機質肥料の無機化を促進することは可能であるが、施肥から代かきまでの期間が長くなるほど生育・収量が低下する傾向があることから、施肥窒素を有効利用し、生育量を確保するための有機質肥料の施用時期は、代かき5日前から20日前までの範囲が適当であるとする報告もある（古川農試2003）。

基肥の施用時期については、今回の栽培試験から施用時期と生育、収量との関係を明確にすることはできないが、溶脱の多い砂壤土などでは、硝化作用による窒素の流亡が懸念される。また、畑状態で25℃1週間培養した場合は、窒素の無機化は進んでいるものの、硝酸態窒素の割合は比較的少ない。これらのことから、平坦部で6月上旬移植の「ヒノヒカリ」に果穂里を施用する場合には、移植2週間前頃（代かき1週間前頃）に施用することで、窒素の流亡を抑え、かつ初期生育を安定的に確保できるものと考えられる。

2) 穂肥時期

穂肥時期については、「ヒノヒカリ」に化学肥料を用いる場合、本県では出穂20日前と10日前に2回穂肥を施用するのが一般的である。穂肥として果穂里を出穂25日前に施用した2006年の試験結果では、果穂里の分施肥区では幼穂形成期から穂揃期にかけての窒素吸収量は化成分施肥区と比較して小さく、千粒重や登熟歩合の向上も全量基肥区と同程度であり、穂肥効果が現れにくい。この結果を受けて、穂肥を出穂30日前と中干し前（出穂38日前）の施用に早めた2007年の試験では、中干し前に穂肥を施用することで、施用後の窒素吸収量の増加程度が大きくなり、出穂30日前に施用した場合よりも増収することが示唆される。

第8図に示した穂肥の無機化予測によると、出穂30日前および中干し前のどちらに施用した場合でも、出穂期までに易分解性窒素が無機化を終え、本県で食味に悪影響を与えるといわれる出穂10日前以降の窒素供給（平松ら2000）は少ないと想定される。2007年の試験でも、第3表に示すように玄米蛋白含有率は化成分施肥区よりも若干低くなり、食味には悪影響を及ぼさないとと思われる。一方、穂肥の無機化予測から、施用時期が早いほど幼穂形成期頃の無機態窒素量は多くなることも明らかである。

本試験は比較的生育量が確保しにくい圃場での栽培であるため、中干し前の穂肥施用に収量増加の効果が見られるが、逆に生育量が大きい圃場での幼穂形成期前の窒素供給は倒伏を招き、

品質を低下させる恐れがある。従って、穂肥については出穂30日前頃の施用を基本とし、倒伏の恐れがない圃場については、早めの施用が効果的と考えられる。

3 施肥量

化成肥料と同量の窒素量で生育量が確保できず収量が劣るのは、湛水状態での培養試験において無機化率は60%程度であること(第7図)、有機質肥料の窒素の肥効は60~70%程度といわれる(松崎1985)ことから、無機態窒素の供給不足であることが原因と思われる。なお、本試験の無機化率は、メーカーが示す7割程度に対して若干低く、培養中に無機化した窒素が一部揮散した可能性もある。一方で、基肥、穂肥のそれぞれについて3割増量した場合には、茎数は前半少なく推移するものの有効茎歩合が高く、葉色は濃く維持されて、化学肥料と同程度の収量、品質が確保されることから、施肥量は化学肥料の3割増の窒素量を施用する必要があると考えられる。

摘 要

県内で普及が進んでいる有機質肥料「果穂里」について、水稻「ヒノヒカリ」への効率的な使用方法を示した。

「果穂里」を全量基肥として施用すると、登熟期に窒素不足となり、玄米の充実が劣るため、基肥+穂肥の分施肥体系が適する。

基肥は移植2週間前頃、穂肥は出穂30日前頃に施用する。ただし、生育量が小さく籾数が不足するような圃場では、穂肥を早めに施用することで増収できる。

施肥量は化学肥料の3割増の窒素量を施用する。この時、茎数は化学肥料よりも少なく推移するものの、幼穂形成期頃の葉色は濃く推移し、化学肥料と同程度の収量が確保できる。

引用文献

- 葭田隆治. 1990. 農業技術体系作物編2 イネ. 技522の32-37. 農文協. 東京.
- 土壌微生物研究会編. 1981. 土の微生物. 366. 博友社. 東京.
- 古江広治、上沢正志. 2001. 反応速度論的手法での土壌および有機質資材の有機態窒素の無機化特性値データ集. 農業研究センター研究資料43: 1-50.
- 古川農業試験場土壌肥料部. 2003. 水稻の無化学肥料栽培における有機質肥料基肥の施用時期について. 宮城県普及に移す技術参考資料78: 49-50.
- 平松禮治、井上浩一郎、蔵重宏史、福永明憲、小林行高、平田俊昭ら. 2000. 山口県稲作指導指針. 第3 高品質・良食味・安定生産: 30-36. 山口県農林部・JA山口経済連.
- 香西清弘、川田陽子. 2001. 水稻の基肥としての鶏ふんの利用. 香川県農業試験場成果情報.
- 松崎敏英. 1985. 農業技術体系土壌施肥編6-1 施肥の原理. 原理126-130. 農文協. 東京.
- 小川仁、波多間美貴子、黒島忠司、梯美仁. 1998. 水稻の無化学肥料栽培におけるナタネ油粕の効果的な基肥施肥法. 徳島農試研究報告34: 23-27.
- 澤田富雄、井上浩一郎、曳野亥三夫、吉川年彦. 1991. 混合有機質肥料の施用が水稻の生育・収量・品質に及ぼす影響. 兵庫県立中央農業技術センター研究報告[農業編]39: 17-22.
- 杉浦進、金野隆光、石井和夫. 1986. 土壌中における有機態窒素無機化の反応速度論的解析法. 農業環境技術研究所報告1: 127-166.
- 三幣正巳. 有機質肥料の種類. 植物栄養土壌肥料大辞典: 1227-1233. 養賢堂. 1976.
- 鳥生誠二. 2003. 有機質肥料「粒状まごころ」の特徴と施肥法. 愛媛県農業試験場研究報告37: 7-12.