

有機質肥料を用いた水稻育苗法の開発に関する研究

浦野耕¹⁾・高橋行継²⁾・平井英明¹⁾・森島規仁²⁾・前田忠信²⁾・星野幸一¹⁾

(¹⁾ 宇都宮大学農学部, ²⁾ 宇都宮大学農学部附属農場)

要旨: 近年, 有機栽培が注目されているが, 水稻有機栽培における育苗法は確立されていない. そこで有機質肥料を用いた水稻育苗法を確立するため, プール育苗条件下における有機質肥料の選定およびその適切な施用量を森林下の表層土 (山土) を用いて検討した. まず, 3 種類の有機質肥料について検討を行ったところ, 菜種油粕及び魚粕が有望であると示唆された. 次に両有機質肥料を窒素成分として 1:1 で混和したものをを用い, 窒素の施用量別に 4 試験区 (窒素成分で 0~3 g) を設けて検討した. その結果, 山土を用いたプール育苗条件下において両有機質肥料を窒素成分で 1 g ずつ計 2 g を施用した際に栃木県の早期栽培, 群馬県の普通期栽培において目標とする生育値に最も近い苗を育成できることが明らかとなった.

キーワード: 育苗, 魚粕, 水稻, 菜種油粕, プール育苗, 有機育苗, 有機質肥料.

近年, 食への安全性や環境保全の観点から有機農業が注目されている. 我が国では 2006 年に「有機農業の推進に関する法律」平成 18 年法律第 112 号 (農林水産省 2006) が制定され, 同法第 6 条第 1 項の規定に基づき 2007 年に「有機農業の推進に関する基本的な方針」(農林水産省 2007) が策定された. これらの中で有機農業は農業の自然循環機能を増進し, 農業生産に由来する環境の負荷を低減するものであり, 生物多様性の保全に資するものであると位置づけられ, 農業の持続的な発展及び環境と調和のとれた農業生産の重要性が提示された. また, 各地方公共団体への有機農業の推進に関する責務が明確となり, 栃木県においても 2009 年に有機農業を総合的かつ計画的に推進するために, 「栃木県有機農業推進計画」(栃木県農政部 2009a, 米倉・大下 2000a, b, c) が策定された. この中で有機農業の指導と推進体制の整備を強化する基本方針が示されている.

水稻は国内で最大の生産量を有する作物であり, 米は我が国の主食である. 水稻有機栽培を発展及び推進させることによって農業生産に由来する環境への負荷を軽減でき, 生物多様性の保全に資すると考えられる. さらに, 近年の肥料価格高騰も考慮すると, 未利用有機物資源を循環利用する意義は大きい. しかし, 現在的水稻有機栽培は播種から収穫までの一貫した生産技術が確立されているとは言い難く, 普及に至っていないのが現状である.

育苗は技術面, 労力面, コスト面など水稻栽培の中でも大きなウェイトが置かれおり, 昔から「苗半作」などといわれている. 苗質は移植後の活着, 発根力, 養分吸収などを通じて初期生育と密接に関係することが知られている (楠谷 1986, 山本ら 1995, 佐々木・後藤 1999). 一般に有機質肥料は, 化学肥料と比較して肥効発現が不安定で肥効管理が難しいことが知られており, 育苗において有機質肥料を利用する場合, 適切な資材や施用量等の十分な検討が必要である. これまで有機質肥料を用いた水稻育苗法 (以

下, 水稻有機育苗法と略称) の報告はされているものの (杉本ら 1991, 米倉ら 2000, 米倉・大下 2000a, b, c, 米倉ら 2001, 菊地・佐藤 2006, 金ら 2007), 技術の確立には至っていない. そこで本研究では, 水稻有機育苗法の確立を目指して適切な有機質肥料の選定, さらに選定した有機質肥料の適切な施用量について 2007 年~2009 年の 3 か年にわたり検討を行った. 有機質肥料を用いた水稻育苗の生育指標に関しては, いまのところ基準は存在しないが, 今後技術を普及していくためには慣行育苗との何らかの比較対照が必要である. 本報では, 栃木県および隣県の群馬県における水稻育苗目標を参考に, 選定した有機質肥料を用いた育苗方法による適切な施肥量について若干の評価を行ったので報告する.

材料及び方法

1. 栽培管理の概要と試験区の設定

試験は 2007 年~2009 年の 3 か年, 宇都宮大学農学部附属農場内 (以下, 附属農場と略称) のハウス及び露地で実施した. 2007 年は, 有機質肥料の施用法と施用効果の検討及び選定を目的に試験を実施した. 2008 年と 2009 年は, 2007 年に選定した有機質肥料の適切な施用量の検討並びに年次間変動を確認するために試験を実施した. 供試品種は 3 か年ともコシヒカリを用いた.

2007 年の播種は 4 月 3 日, 2008 年は 5 月 13 日, 2009 年については 4 月 12 日と 5 月 21 日の 2 回実施した. なお, 栃木県内では 2007 年の 4 月 3 日と 2009 年 4 月 12 日播種は「早期」栽培に対応する作期である. 一方, 2008 年 5 月 13 日と 2009 年 5 月 21 日播種は水稻-小麦二毛作体系に対応した播種時期に概ね相当し, 「普通植」栽培に対応する. 本報では 2009 年の 2 回の試験を播種時期の早いほうから順に, 2009 年早期, 2009 年普通植と称することにする. 2009 年に異なる播種時期に 2 回試験を実施した理由は, 過

第1表 2007年試験区設定.

試験区	供試肥料及び窒素施用量 (g/箱)
フェザーミール N2.5	山土 + フェザーミール (2.5 g)
フェザーミール N5	山土 + フェザーミール (5.0 g)
魚粕 N2.5	山土 + 魚粕 (2.5 g)
魚粕 N5	山土 + 魚粕 (5.0 g)
菜種油粕 N2.5	山土 + 菜種油粕 (2.5 g)
菜種油粕 N5	山土 + 菜種油粕 (5.0 g)

肥料保証成分量 $N-P_2O_5-K_2O$ (%) はフェザーミール 12.5-0.6-0.1, 魚粕 7.0-7.0-0.5, 菜種油粕 5.3-2.0-1.0.

CN 比はフェザーミール 3.1, 魚粕 3.6, 菜種油粕 5.7.

去2か年の結果から、播種時期による気温等の気象条件の差異に伴って肥料成分の溶出量が異なり、苗の生育に影響を与えることが示唆されたためである.

種子予措並びに播種作業は、附属農場慣行法に従った. 播種量は、2007年と2008年は乾粕を90 g/箱、2009年は両試験共に乾粕を100 g/箱とした. 床土は、宇都宮大学農学部附属農場内の黒ボク土(鯉淵統)に分類される(栃木県1990)森林下の表層土(以下、山土と略称)に、有機質肥料を混和したものを育苗箱(丸三産業株式会社製、ニューライン)あたり2.15 L、覆土として有機質肥料を混和していない山土1 Lを充填した. 2007年は有機質肥料としてフェザーミール(中部飼料株式会社)、魚粕(カネミ倉庫株式会社)、菜種油粕(Jオイルパーム株式会社)を使用した. これらの供試肥料は含有成分の保証量から育苗箱当たりの施肥量を求め、いずれも窒素成分で2.5 g/箱と5 g/箱を施用した2水準を設けた. 以下これらをそれぞれN2.5区、N5区として表記し、さらに供試した有機質肥料名を付して試験区名とした. それぞれフェザーミールN2.5区、同N5区、魚粕N2.5区、同N5区、菜種油粕N2.5区、同N5区の計6試験区を設けた. なお、試験区の反復は設けなかった. 試験区の詳細を第1表に示した.

2008年の試験は前年の結果を考慮して、魚粕と菜種油粕を用いることにした. 魚粕と菜種油粕のそれぞれの利点を活かすため、両有機質肥料を窒素成分1:1で混和したものを供試した. また、窒素過多によると思われる過繁茂及び発芽障害防止の観点から有機質肥料量の施用量を調整し、最適な施用量を検討した.

2008年の試験区の詳細を第2表に示した. 床土は両肥料を混和し、さらに山土を十分に混和したものを2007年と同様に育苗箱あたり2.15 L、覆土には有機質肥料を混和していない山土1 Lを充填した. 試験区は育苗箱当たりの窒素成分で計1 g施用した区(以下、N1区)、計2 g施用した区(以下、N2区)、計3 g施用した区(以下、N3区)をそれぞれ設けた. また、上記の有機質肥料を混和しない山土を育苗箱あたり2.15 L、覆土は同じく上記の有機質肥料を配合しない山土を1 L用いた区(以下、N0区)を設け、計4試験区とした.

第2表 2008年、2009年試験設定.

年次	試験区	供試肥料及び窒素施用量 (g/箱)
2008	N0	山土のみ
	N1	山土 + 菜種油粕 (0.5 g) + 魚粕 (0.5 g)
	N2	山土 + 菜種油粕 (1.0 g) + 魚粕 (1.0 g)
	N3	山土 + 菜種油粕 (1.5 g) + 魚粕 (1.5 g)
2009	N0	山土のみ
	N1	山土 + 菜種油粕 (0.5 g) + 魚粕 (0.5 g)
	N2	山土 + 菜種油粕 (1.0 g) + 魚粕 (1.0 g)
	N3	山土 + 菜種油粕 (1.5 g) + 魚粕 (1.5 g)
	粒状培土	粒状培土

肥料保証成分量 $N-P_2O_5-K_2O$ (%) は菜種油粕 5.3-2.0-1.0,

魚粕 7.0-7.0-0.5. 粒状培土は培土4 L中に $N-P_2O_5-K_2O$ がそれぞれ1.7-4.4-2.5 g含まれている.

N0, N1, N2, N3は、それぞれ箱当たりの窒素施用量が0, 1, 2, 3 gであることを示す.

2009年の両試験では2008年の4試験区(以下、有機区と略称)に加えて附属農場慣行育苗法と比較するため、附属農場慣行である粒状培土(鹿沼産業株式会社製、栃木1号)を床土として2.15 L、覆土として1 Lを用いた区(以下、粒状培土区と略称)を設け、計5試験区とした(第2表). なお、試験区の反復数は3とした.

2007年の試験については育苗機(32℃ 40時間)で出芽後ハウス内管理とした. 2008年と2009年の両試験については、播種後の出芽作業をハウス内において平置き出芽法(山口ら1991, 高橋ら1993, 高橋ら2004a)によって実施した. その際にシルバーラプ(東罐興産株式会社)を被覆資材として使用した. 両年共に出芽長が概ね1 cmに達した時点で被覆資材を除去し、播種日から起算して10日目以降は屋外でのビニールプール育苗(以下、プール育苗と略称)(飯塚ら1978, 高橋ら2004b, 高橋ら2006)に移行した. なお、2007年の試験のみプール育苗に移行した後もハウス内管理とした. プール育苗時の水管理は、基本的に常時湛水条件(水深2~3 cm)とした. 育苗期間は、2007年試験については播種日から起算して34日間、2008年及び2009年早期の試験については同28日間とした. 2009年普通植の試験は同35日間とした. 前述の通り普通植は水稻-小麦二毛作体系を前提とした育苗時期であり、通常の育苗期間は30日程度である. しかしながら、天候に伴う麦類の収穫作業遅延などによって、現場では計画外の育苗期間延伸もしばしば発生することから、この状況が苗質に及ぼす影響の検討も含めて35日間とした.

2. 調査方法

苗の生育状況を比較するために、2007年及び2008年の試験では草丈、葉齢、葉鞘+茎乾物重、葉身乾物重を調査した. このうち葉鞘+茎乾物重、葉身乾物重を合計した数値を地上部乾物重として示した. 草丈及び葉齢は、育苗箱の周縁部を除いた場所から1反復あたり任意に選んだ

第3表 有機質肥料の種類及び施用量が苗の生育に及ぼす影響 (2007年；育苗完了時)。

試験区	草丈 (cm)	葉齢	葉面積 (cm ² /本)	乾物重 (mg/本)			充実度 (mg/cm)
				葉鞘 + 茎	葉身	地上部合計	
フェザーミール N2.5	14.1	4.9	7.3	14.4	11.4	25.8	1.83
フェザーミール N5	17.4	5.2	8.4	13.8	11.4	25.2	1.45
魚粕 N2.5	18.5	5.2	7.5	20.6	14.8	35.4	1.92
魚粕 N5	23.5	5.7	11.0	16.3	17.1	33.4	1.42
菜種油粕 N2.5	20.7	5.2	9.2	17.1	14.7	31.8	1.54
菜種油粕 N5	23.9	5.9	12.3	15.5	17.4	32.9	1.38

育苗完了時は播種後34日目にあたる。

30個体を2007年は播種後34日目(育苗完了日)に測定した。2008年の試験では、草丈及び葉齢について播種後14日目と同28日目(育苗完了日)の2回、同様の方法で測定した。葉鞘+茎乾物重、葉身乾物重、地上部乾物重は播種後28日目(育苗完了日)に育苗箱の周縁部を除いた場所から1反復あたり任意に100個体を採取し、80℃の通風乾燥機で48時間乾燥した後、重量を測定した。

2009年の両試験では草丈、葉齢、第1葉葉鞘高、葉面積、葉色、出芽むら、生育むら、葉鞘+茎乾物重、葉身乾物重、及び葉鞘+茎と葉身の乾物重を合わせた地上部乾物重、地下部乾物重、充実度、マット強度について調査した。なお、第1葉は不完全葉を除いた葉位とした。草丈と葉齢は2009年早期については、2008年と同様の方法で播種後14日目と28日目(育苗完了日)に測定した。2009年普通植については、同様の方法で播種後14日目、28日目、35日目(育苗完了日)に測定した。第1葉葉鞘高は、育苗箱の周縁部を除いた場所から1反復あたり任意に30個体を育苗完了日に測定した。葉面積は育苗箱の周縁部を除いた場所から1反復あたり任意に30個体を育苗完了日に採取し、自動面積計(林電工株式会社製、AAM-8)で測定した。葉色は、葉緑素計(コニカミノルタセンシング株式会社製、SPAD-502)で得た数値(SPAD値)を用い、これを以下葉色として標記する。葉色は育苗箱の周縁部を除いた場所から1反復あたり任意に30個体を調査した。測定部位は各々の調査時点における最上位展開葉のほぼ中央部とし、各調査日及び育苗完了日に調査を実施した。出芽むらは、観察による1~5段階(無~甚)の相対評価として出芽時に調査した。なお、出芽は育苗箱内の90%から覆土表面に5mm程度の鞘葉が出た状態とした。生育むらは、育苗箱内の生育むらを観察による1~5段階(無~甚)の相対評価として7日ごとに調査した。地上部乾物重は2007年及び2008年と同様の方法で採取し測定した。地下部乾物重は、育苗完了日に1反復あたり周縁部を除いた2箇所(10cm角)のマット片を作成し、マット片内の個体数を数えた上で地上部を除去した。その後、マット片の培土を洗浄除去し、サンプルを80℃の通風乾燥機で48時間乾燥した後、重量を測定して1個体あたりに換算した。ここでマット片内の個体数を調査した理由は、育苗箱内の播種密度のばらつきを考慮し、

1個体あたりに換算するためである。充実度(mg/cm)は1個体あたりの地上部乾物重(mg)を草丈(cm)で除した値として算出した。マット強度は農業生産工学会(1992)の方法に従った。すなわち、1反復あたり周縁部を除いた2箇所(10cm×20cm角)のマット片(培土は除去せず湿潤状態)を作成し、その短辺の片方を固定してその反対方向から長辺方向にゆっくりと引っ張り、マットが中央付近で切断された時の力をバネ秤で測定した数値をN(1kgf=9.81N)で表した。

なお、今回実施した一連の試験は28日間と34~35日間の2種類がある。前者は附属農場および周辺地域での早期栽培、後者は普通植(水稻-小麦二毛作体系)の標準的な育苗日数である。早期栽培については栃木県で示す稚苗の目標値(栃木県農政部2009b)を到達目標にした。中苗に関して栃木県では具体的な目標値を示していないことから、隣県の群馬県における中苗育苗の目標値(群馬県農業局2006)を参考にして評価を行った。

結果及び考察

1. 育苗に適した有機質肥料の選定(2007年)

2007年の試験結果を第3表に示した。有機質肥料の種類別では、菜種油粕及び魚粕のN2.5、N5区が草丈、葉齢、葉鞘+茎乾物重、葉身乾物重、地上部乾物重においてフェザーミール両区に比べて優る値を示したことから、菜種油粕と魚粕の肥料効果の高さが示された。菜種油粕区は生育初期に発芽障害及びそれに伴う生育遅延が認められたが、生育後期には生育遅延も解消し良好な生育状況を示した。一方、魚粕区は初期生育が他試験区よりも速かったが、生育後期に入ると他区よりも草丈の伸長が緩慢になる傾向を示した。

供試した3種類の有機質肥料の施用量別では、草丈及び葉齢はいずれもN5区がN2.5区に比べて優ったが、充実度についてはN2.5区がN5区に比べて高くなった。地上部乾物重はN2.5区とN5区と同程度であった。また、すべての試験区で生育後半において過繁茂となり、窒素過多の傾向が観察された。出芽障害については、植物由来の有機質肥料を多量に施用した場合、有機酸類などの発生により種子の発芽を阻害すること(米沢・酒匂1968、菊地・佐

第4表 有機質肥料の施用量が苗の生育に及ぼす影響 (2008年).

試験区	播種後 14 日目		播種後 28 日目	
	草丈 (cm)	葉齢	草丈 (cm)	葉齢
N0	6.8 b	2.9 b	9.0 c	3.8 c
N1	9.9 a	3.0 ab	11.0 b	4.0 b
N2	11.5 a	3.2 a	14.6 a	4.3 ab
N3	10.6 a	3.1 ab	15.7 a	4.3 ab

藤 2006) が知られていることから、有機質肥料の施用量を減量する方向で調整する必要性が示唆された。

以上の結果から、本試験に用いた有機質肥料の中では、菜種油粕及び魚粕が水稻有機育苗に用いる有機質肥料として施用量の問題は残されているものの、有望であると考えられた。

2. 魚粕と菜種油粕を混合した有機質肥料による適正施用量の検討 (2008年)

播種後 14 日目の草丈は N0 区が 6.8 cm で N1~N3 区の 9.9~10.6 cm に対して有意に小さかった (第4表)。葉齢は草丈ほど大きな差は生じなかったが、N2 区の 3.2 に対して N0 区は 2.9 であり、有意に小さかった。

播種後 28 日目 (育苗完了日) の草丈は、N3 区 15.7 cm, N2 区 14.6 cm, N1 区 11.0 cm, N0 区 9.0 cm であった。N3 区及び N2 区が他の試験区と比較して有意に高かったが、N2 区と N3 区の間に有意な差は認められなかったものの、施肥量の増加に伴って伸長する傾向が認められた。葉齢は N0 区が 3.8 となり、他区の 4.0~4.3 に対して有意に小さかった。

葉鞘 + 茎乾物重は N0 区が 9.7 mg で有機区 4 区中では最も小さく、N2 区の 15.0 mg, N3 区の 12.9 mg に対して有意に小さかった (第5表)。葉身乾物重は N3 区 13.8 mg, N2 区 13.0 mg, N1 区 8.9 mg, N0 区 4.6 mg となり、N2 区及び N3 区が N0 区, N1 区と比較して有意に高かった。また、N0 区と N1 区との間にも有意な差が認められたが、N2 区と N3 区の間に有意な差は認められなかった。また、地上部乾物重は N2 区 28.0 mg, N3 区 26.8 mg, N1 区 21.6 mg, N0 区 14.3 mg となり、N2 区及び N3 区が N0 区, N1 区と比較して有意に高かったが、N2 区と N3 区の間で有意な差は認められなかった。一方、充実度は、N1 区 1.96, N2 区 1.92, N3 区 1.70, N0 区 1.59 となり、N1 区が N0 区と比較して有意に高かった。N0 区と N2 区及び N3 区の間に有意な差は認められなかったが、N3 区は N2 区より低かった。また、N3 区では初期生育において出芽障害とそれに伴う生育遅延が観察され、N3 区は、N2 区と比較して初期生育の劣る傾向が認められたが、生育後半には生育が回復する傾向が観察された。

すなわち草丈は、有機質肥料の施用量の多い試験区ほど高い傾向がみられた (第4表)。また、葉齢、葉身乾物重、葉鞘 + 茎乾物重、地上部乾物重については、有機質肥料

第5表 有機質肥料の施用量が地上部乾物重、充実度に及ぼす影響 (育苗完了時)。

年次	試験区	乾物重 (mg/ 本)			充実度 (mg/cm)
		葉鞘 + 茎	葉身	地上部合計	
2008	N0	9.7 b	4.6 c	14.3 c	1.59 b
	N1	12.7 ab	8.9 b	21.6 b	1.96 a
	N2	15.0 a	13.0 a	28.0 a	1.92 ab
	N3	12.9 a	13.8 a	26.8 a	1.70 ab
2009 早期	N0	10.2 a	4.5 d	14.6 b	1.79 a
	N1	11.6 a	6.0 c	17.5 b	1.76 a
	N2	11.6 a	8.3 b	19.9 b	1.48 ab
	N3	11.1 a	8.9 b	20.0 b	1.25 bc
2009 普通植	粒状培土	13.0 a	10.7 a	23.7 a	1.15 c
	N0	12.3 b	5.9 c	18.2 b	1.99 a
	N1	11.9 b	7.5 c	19.3 b	1.88 a
	N2	12.6 ab	9.9 b	22.5 b	1.72 ab
	N3	11.2 b	9.6 b	20.8 b	1.27 b
	粒状培土	16.5 a	15.5 a	32.0 a	1.35 b

2008, 2009 早期は播種後 28 日目, 2009 年普通植は同 35 日目の値。右側に同一英小文字を付した数値は Tukey の多重検定により、同一年次、同一作期におけるそれぞれの試験区間に 5% 水準で有意な差がないことを示す。

の施用量が多い試験区ほど高い傾向がみられたが、N3 区と N2 区との間には相違はみられず、施用量の増加に伴う値の増加は N2 区で頭打ちとなる傾向がみられた (第5表)。一方、充実度は有機質肥料の施用量が多い N3 区では充実度が低下する傾向が認められた。

3. 異なる育苗時期及び日数が苗の生育に及ぼす影響 (2009年早期)

播種後 14 日目の草丈についてみると、N2 区の 10.8 cm と N3 区の 10.7 cm との間には有意な差はみられなかった (第6表)。N0 区の 6.4 cm と N1 区の 8.6 cm には有意な差がみられ、N2, N3 区に対してもそれぞれ有意に低かった。粒状培土区が 13.3 cm となり、最も伸長した。葉齢は N0 区が 2.4 となり、粒状培土区を含む他区の 2.9~3.0 に対して有意に小さかった。

播種後 28 日目 (育苗完了時) の草丈は、N3 区 16.0 cm, N2 区 13.5 cm, N1 区 9.9 cm, N0 区 8.2 cm となり、N3 区に次いで N2 区が N0 区, N1 区と比較して有意に高かった。また、2008 年と同様に N3 区では、出芽障害及びそれに伴う生育遅延が観察され、N3 区は N2 区と比較して初期生育の劣る傾向が認められた。しかし、生育後半には 2008 年と同様に生育が回復し、育苗完了時における N3 区の草丈は、N2 区と比較して有意に高かった。葉齢は播種後 14 日目、同 28 日目共に N0 区の進展が遅れた。播種後 28 日目の葉齢をみると N0 区は 3.3 であり、他の有機区の 3.6~4.0 に比べて有意に小さかった。第1葉葉鞘高は、N3 区及び N2 区 3.1 cm, N1 区 2.6 cm, N0 区 2.1 cm となり、

第6表 有機質肥料の施用量が苗の生育に及ぼす影響 (2009年早期)。

試験区	播種後14日目		播種後28日目				
	草丈 (cm)	葉齢	草丈 (cm)	葉齢	第1葉葉鞘高 (cm)	葉色 (SPAD)	葉面積 (cm ² /本)
N0	6.4 d	2.4 b	8.2 e	3.3 c	2.1 c	20.0 b	0.8 c
N1	8.6 c	2.9 a	9.9 d	3.6 b	2.6 bc	24.0 a	1.5 c
N2	10.8 b	3.0 a	13.5 c	3.8 ab	3.1 ab	24.2 a	2.7 b
N3	10.7 b	3.0 a	16.0 b	4.0 a	3.1 ab	25.6 a	2.8 b
粒状培土	13.3 a	3.0 a	20.6 a	3.8 ab	3.4 a	24.1 a	4.2 a

播種後28日目は育苗完了時にあたる。右側に同一英小文字を付した数値は Tukey の多重検定により、それぞれの試験区間に5%水準で有意な差がないことを示す。

N2区及びN3区がN0区と比較して有意に高かったが、N0区とN1区の間には有意な差は認められなかった。また、N1区、N2区、N3区の間にも有意な差は認められなかった。葉色はN1区、N2区、N3区がN0区と比較して有意に高かったが、N1区、N2区、N3区の間には有意な差は認められなかった。葉面積は、N3区2.8 cm²、N2区2.7 cm²、N1区1.5 cm²、N0区0.8 cm²となり、N3区及びN2区が他の有機区と比較して有意に高かったが、N3区とN2区の間には有意な差は認められなかった。

第5表に示した葉鞘+茎乾物重及び地上部乾物重は、有機区の間には有意な差は認められなかった。一方、葉身乾物重はN3区8.9 mg、N2区8.3 mg、N1区6.0 mg、N0区4.5 mgとなり、N3区及びN2区においてN0区、N1区に対して有意に高かったが、N3区とN2区の間には有意な差は認められなかった。充実度はN0区が1.79、N1区1.76、N2区1.48、N3区1.25となり、N0区とN1区が、N3区に対して有意に高かったが、N0区、N1区、N2区の間には有意な差は認められなかった。また、第5表及び第6表に示した調査項目の中で草丈、葉身乾物重、地上部乾物重は、粒状培土区が他の試験区に比べていずれも最も高かったが、一方、充実度はN3区と同程度に低かった。すなわち、草丈、葉齢、地上部乾物重の各調査項目は、2008年とほぼ同じ傾向を示した。

出芽むら及び生育むらの調査結果を第7表に示した。出芽むらはN0区5.0、N3区4.3、N1区2.7、N2区1.7となり、N0区及びN3区がN2区と比較して有意に高かった。播種後7日後の生育むらはN0区5.0、N3区4.3、N1区2.7、N2区1.3となり、N0区及びN3区でN1、N2区と比較して有意に高かった。このように出芽むら及び生育むらは、N0区が最も大きく、次いでN3区が高かった。粒状培土区の出芽むら及び生育むらは、他の試験区と比較して低い傾向がみられた。N2区は有機区の中では出芽むら及び生育むらが最も小さく、粒状培土区と同程度であった。なお、生育むらの調査は、播種後14日目以降はむらの判別が困難となったために行わなかった。

マット強度及び地下部乾物重の試験結果を第8表に示した。マット強度は、N1区60.8 N、N2区及びN3区39.2 N、N0区30.4 Nとなり、N1区が他の有機区と比較して有意

第7表 有機質肥料の施用量が出芽及び生育むらに及ぼす影響。

年次	試験区	出芽むら ¹⁾	生育むら ¹⁾ (播種後7日目)
2009 早期	N0	5.0 a	5.0 a
	N1	2.7 bc	2.7 b
	N2	1.7 c	1.3 bc
	N3	4.3 ab	4.3 a
	粒状培土	1.7 c	1.3 bc
2009 普通植	N0	5.0 a	5.0 a
	N1	2.7 b	2.7 c
	N2	1.3 c	1.3 d
	N3	4.0 a	4.0 b
	粒状培土	2.3 bc	2.0 cd

¹⁾ 1～5 (無～甚) の相対評価。

右側に同一英小文字を付した数値は Tukey の多重検定により、同一年次内のそれぞれの試験区間に5%水準で有意な差がないことを示す。

第8表 有機質肥料の施用量が地下部の生育に及ぼす影響 (育苗完了時)。

年次	試験区	マット強度 (N)	地下部乾物重 (mg/本)
2009 早期	N0	30.4 b	22.0 ab
	N1	60.8 a	26.8 a
	N2	39.2 b	21.4 b
	N3	39.2 b	21.6 b
	粒状培土	54.9 ab	26.5 ab
2009 普通植	N0	58.9 b	24.2 a
	N1	100.3 a	27.8 a
	N2	91.2 ab	24.9 a
	N3	88.3 ab	22.7 a
	粒状培土	52.9 b	30.5 a

育苗完了時は早期では播種後28日目、普通植は同35日目にあたる。右側に同一英小文字を付した数値は Tukey の多重検定により、同一作期内のそれぞれの試験区間に5%水準で有意な差がないことを示す。

に高かったが、N0区、N2区、N3区の間には有意な差は認められなかった。地下部乾物重は、N1区26.8 mg、N0区22.0 mg、N3区21.6 mg、N2区21.4 mgとなり、N1区がN2区及びN3区と比較して有意に高かったが、N0区、

第9表 有機質肥料の施用量が苗の生育に及ぼす影響 (2009年普通植; 播種後14, 28日目).

試験区	播種後14日目		播種後28日目			
	草丈 (cm)	葉齢	草丈 (cm)	葉齢	第1葉葉鞘高 (cm)	葉色 (SPAD)
N0	6.1 d	2.9 b	9.0 d	3.5 d	2.5 a	18.2 d
N1	7.5 c	2.9 b	9.8 d	3.8 cd	2.5 a	21.9 c
N2	9.4 b	2.9 b	11.8 c	4.1 a	2.7 a	24.0 bc
N3	10.2 b	3.0 a	14.3 b	4.1 ab	3.1 a	26.0 a
粒状培土	12.8 a	3.1 a	22.5 a	4.0 abc	2.9 a	25.6 ab

右側に同一英小文字を付した数値は Tukey の多重検定により、それぞれの試験区間に5%水準で有意な差がないことを示す。

第10表 有機質肥料の施用量が苗の生育に及ぼす影響 (2009年普通植; 育苗完了時).

試験区	草丈 (cm)	葉齢	第1葉葉鞘高 (cm)	葉色 (SPAD)	葉面積 (cm ² /本)
N0	9.2 d	3.9 c	2.5 a	19.2 b	0.5 c
N1	10.3 d	4.4 b	2.6 a	21.4 b	1.1 c
N2	13.1 c	4.7 ab	2.7 a	24.3 ab	2.4 b
N3	16.5 b	4.7 ab	3.1 a	25.7 ab	2.2 b
粒状培土	23.8 a	4.8 a	3.0 a	25.7 a	4.4 a

育苗完了時は播種後35日目にあたる。右側に同一英小文字を付した数値は Tukey の多重検定により、それぞれの試験区間に5%水準で有意な差がないことを示す。

N2区, N3区の間には有意な差は認められなかった。なお、マット強度については育苗箱からのマットの取り出しや機械移植時の掻き取り作業性などの観点から30N以上が望ましいとされている(高橋・吉田2006)。今回の試験では最も値が低かったN0区でも30.4Nとなり、30Nを下回る試験区はなかったことから、すべての有機区において移植時の作業性に支障はないと考えられた。

4. 異なる育苗時期及び日数が苗の生育に及ぼす影響 (2009年普通植)

第9表, 第10表及び第5表に苗の生育に関する結果を示した。本試験では播種日から起算して35日間試験を行っており、2009年早期の試験と比較するために第9表と第10表にそれぞれ播種後28日目と35日目の草丈と葉齢の値を示した。なお、葉面積, 乾物重, 充実度は育苗完了日の同35日目の値である。

播種後14日目の草丈の調査結果をみると、2009年早期と傾向はほぼ同様であった(第9表)。すなわち、草丈についてはN2区9.4cmとN3区10.2cmとの間に有意な差はなかった。N0区は6.1cmでN1区7.5cmとの間に有意な差がみられ、N2, N3区に比べてそれぞれ有意に低く、粒状培土区が12.8cmと最も伸長した。すなわち、有機区では有機質肥料の施用量増加に伴って草丈は伸長した。葉齢の差はごく小さかったが、N0区, N1及びN2区の2.9に比べてN3区は3.0, 粒状培土区はと3.1は有意に大きかった。

播種後28日目調査でも草丈は同14日目調査と同様の傾向を示した(第9表)。すなわち、N0区9.0cmとN1区9.8

cmの間には有意な差はみられなかったが、N2区の11.8cmはN0区, N1区よりも有意に高く、N3区は14.3cmと有機区の中では有意に伸長した。葉齢は播種後14日目調査の時点より試験区間の差が拡大した。N0区は3.5, N1区は3.8で有意な差はなかったが、N2区とN3区の4.1との間にそれぞれ有意な差が認められた。第1葉葉鞘高はN3区が3.1cmとなり、粒状培土区の2.9cm並びに他の有機区の2.5~2.7cmに比べて最も伸長したが、有意な差はみられなかった。葉色はN0区が18.2で有機区の中では有意に低く、N1区の21.9とN2区の24.0に有意な差はみられなかったものの、N3区の26.0が有機区の中では最高となり、有機質肥料の施用量が多い区ほど高くなる傾向がみられた。粒状培土区の25.6とN3区26.0には有意な差は認められなかった。

播種後35日目(育苗完了日)の草丈はN3区16.5cm, N2区13.1cm, N1区10.3cm, N0区9.2cmとなり、N3区に次いでN2区がN0区, N1区に比べて有意に高かった(第10表)。第1葉葉鞘高及び葉色は、有機区の間で有意な差は認められなかった。葉面積はN2区2.4cm², N3区2.2cm², N1区1.1cm², N0区0.5cm²となり、N2区及びN3区においてN0区, N1区と比較して有意に高かったが、N2区とN3区の間には有意な差は認められなかった。

葉身乾物重はN2区9.9mg, N3区9.6mg, N1区が7.5mg, N0区5.9mgとなり、N3区及びN2区がN0区, N1区に比べて有意に高かったが、N2区とN3区の間には有意な差は認められなかった(第5表)。葉鞘+茎乾物重及び地上部乾物重は、有機区の間で有意な差は認められなかったが、両調査項目を通じてN2区が高かった。一方、充実度

第 11 表 栃木県及び群馬県の生育目標と本研究の育苗試験完了時における苗の比較.

県名 (苗種)	調査項目	生育目標	2008 年 (普通植)		2009 年早期		2009 年普通植	
			N2 区	N3 区	N2 区	N3 区	N2 区	N3 区
栃木 (稚苗)	草丈 (cm)	12.0~13.0			13.5	16.0		
	葉齢	3.2~3.5			3.8	4.0		
	第 1 葉葉鞘高 (cm)	3.0~4.0			3.1	3.1		
	地上部合計乾物重 (mg/本)	12.0 以上			19.9	20.0		
	葉面積 (cm ² /本)	—			2.7	2.8		
	葉色 (SPAD)	—			24.2	25.6		
	出芽むら	—			1.7	4.3		
	生育むら	—			1.3	4.3		
	マット強度 (N)	—			39.2	39.2		
	充実度 (mg/cm)	—			1.48	1.25		
群馬 (中苗)	草丈 (cm)	15.0~20.0	14.6	15.7			13.1	16.5
	葉齢	4.5~5.5	4.3	4.3			4.7	4.7
	第 1 葉葉鞘高 (cm)	—	—	—			2.7	3.1
	地上部合計乾物重 (mg/本)	25.0~35.0	28.0	26.8			22.5	20.8
	葉面積 (cm ² /本)	—	—	—			2.4	2.2
	葉色 (SPAD)	—	—	—			24.3	25.7
	出芽むら	—	—	—			1.3	4.0
	生育むら	—	—	—			1.3	4.0
	マット強度 (N)	—	—	—			91.2	88.2
	充実度 (mg/cm)	—	1.92	1.70			1.72	1.27

—は未計測または目標値未設定. 2009 年早期は栃木県 (稚苗), 2008 年 (普通植) と 2009 年普通植は群馬県 (中苗) の目標値を比較対象とした.

は N0 区 1.99, N1 区 1.88, N2 区 1.72, N3 区 1.27 となり, N0 区に次いで N1 区が N3 区と比較して有意に高かったが, N0 区, N1 区, N2 区の間には有意な差は認められなかった.

出芽むら及び生育むらの試験結果を第 7 表に示した. 出芽むらは N0 区 5.0, N3 区 4.0, N1 区 2.7, N2 区 1.3 となり, N0 区及び N3 区が N1, N2 区と比較して有意に高かった. 播種後 7 日目の生育むらは N0 区 5.0, N3 区 4.0, N1 区 2.7, N2 区 1.3 となり, N0 区及び N3 区は N1, N2 区と比べて有意に高く, 2009 年早期と同じ傾向を示した. N3 区は有機質肥料の施用量が最も多いことから, 生育初期において肥料の分解時に発生する有機酸などが多く発生することにより発芽が阻害され, 出芽むらが多く観察されたものと推察された (米沢・酒匂 1968, 菊地・佐藤 2006). 出芽の遅れた部分が生育の遅れを招き, 生育むらにつながったものと考えられるため, 出芽むらと生育むらとの間には高い関連性のあることが示唆された. また, N3 区は N1 区, N2 区と比較して出芽むら及び生育むらが多く発生することから, 生産現場への普及の面で課題が残ると考えられる. 一方, N2 区における出芽むら及び生育むらの発生は粒状培土区と同程度に低いことから, 粒状培土区と同程度の均一な苗が得られたものと推察された.

マット強度及び地下部乾物重の試験結果を第 8 表に示した. マット強度は N1 区 100.3 N, N2 区 91.2 N, N3 区 88.3 N, N0 区 58.9 N となり, N1 区が N0 区と比べて有

意に高かったが, N1 区, N2 区, N3 区の間には有意な差は認められなかった. 地下部乾物重は全ての試験区間に有意な差は認められなかった. マット強度は, 2009 年早期の試験と同様に, 30 N を下回る試験区はなかったため, すべての試験区において移植時の作業性には支障がないと考えられた. なお, 2009 年の試験では有機区のマット強度が早期と普通植で大きく異なった. 普通植においてマット強度が大幅に上昇し, N1 区が他区に比べて有意に高くなった以外は有意な差はみられなかったものの, いずれの区も粒状培土区の 52.9 N を上回った. 普通植の育苗時期は 5 月下旬から 6 月にかけての気温が高くなる時期に相当する. このため育苗プール内の水温も上昇し, 根の生育が早期より良好であったことも考えられるが, 一方, 粒状培土区のマット強度には大きな差異がないことから, 原因を明らかにすることはできなかった.

以上の結果から, 同一作期内の試験区を相互に比較した場合, 途中の生育経過並びに育苗完了時点の生育状況は 2009 年普通植及び 2009 年早期ともほぼ同様の傾向を示すことが明らかになった.

5. 本研究における結果と栃木県, 群馬県における苗の生育目標との比較

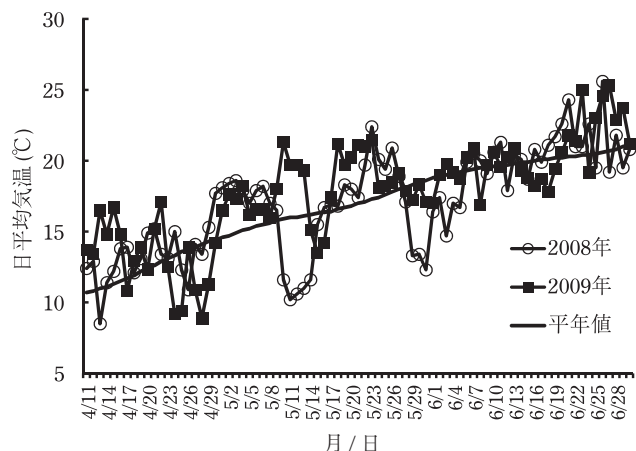
筆者らはまず, 2007 年の試験で 3 種類の有機質肥料を用いた育苗試験をプール育苗条件で実施した. 翌 2008 年から 2 か年, 前年の結果から絞込んだ魚粕と菜種油粕を 1:

1に配合した肥料を供試して試験を行った。両年の試験を通して、草丈及び葉色は有機質肥料の施用量の多い試験区ほど高い値を示す傾向がみられた(第4表, 第6表, 第9表, 第10表)。一方、葉面積、葉身乾物重、葉鞘+茎乾物重、地上部乾物重はN2区とN3区は同程度の値を示し、N0区からN3区へと施用量を順次増加させても、これらの数値はN2区で増加がほぼ頭打ちとなる傾向を示した(第5表, 第6表, 第10表)。一方、有機質肥料の施用量と地上部の乾物重の関係をみると、葉身乾物重が葉鞘+茎乾物重に比べて有機質肥料の施用量に対する応答性が高い傾向を示した。一方、有機質肥料の施用量が多い試験区ほど充実度は低下しており、他の調査項目とは逆の傾向を示した(第5表)。

栃木県では水稻育苗の技術指針として、稲麦大豆等生産推進資料(栃木県2009b)において県内の主要な作期である早期栽培に対応した苗種である稚苗の具体的な生育目標を示している(第11表)。この目標値は今回の一連の研究で得た数値全てが対応しているものではないが、草丈12.0~13.0 cm, 葉齢3.2~3.5, 第1葉葉鞘高3.0~4.0 cm, 地上部乾物重は12 mg以上となっている。他方、栃木県では中苗に関しての具体的な目標値を示していない。このことから、2009年普通植の中苗育苗については、隣県の群馬県における中苗育苗の目標値(群馬県農業局2006)を用いることにした。この目標値によれば草丈15.0~20.0 cm, 葉齢4.5~5.5, 地上部乾物重は25~35 mgとなっている。なお、群馬県では栃木県の普通植に相当する作期を「普通期」と呼称しているが、以降も便宜上「普通植」を使用する。

今回の一連の研究における播種時期、育苗期間は農場慣行に従ったため、栃木県の早期及び群馬県の普通植の標準的な育苗期間と若干異なっている。早期に関しては、栃木県の標準的な播種期が3月末から4月初旬であるのに対して播種時期は2009年早期は4月12日であり、10日から2週間程度遅い。また、ハウス内育苗のために昼間の気温が外気温よりも上昇しやすく、苗は徒長しやすい傾向にある。一方、普通植に関しては露地育苗であるものの、群馬県の標準的な普通植の播種時期は5月初旬から5月半ば頃であるのに対して、本研究の2009年普通植では5月21日と1週間~2週間程度遅いために育苗期間の気温は高くなりやすい。これらの影響を受けて2009年の両作期試験では共に各県が示した生育指標よりも草丈や葉齢の進展が速くなる傾向は否めなかった。また、4月から5月の育苗期間は年間を通じて気温変動の大きい時期であり、年次によって苗の生育状況には大きな差が生じることが少なくない。2008, 2009年の育苗試験期間の栃木県真岡市における日平均気温の推移を第1図に示す(気象庁2011)。これらの状況も考慮しつつ、各作期の生育目標を達成した試験区を第11表に示し、作期別に比較検討を行った。

早期試験は2009年のみであるが、N0区からN3区まで



第1図 育苗試験期間中の気温推移(真岡アメダス)。

育苗試験期間は2008年5月13日~6月10日, 2009年早期は4月12日~5月10日, 普通植は5月21日~6月25日。平年値は1979年~2000年までの22か年平均値。

の4つの区の中で栃木県の稚苗目標値をほぼ達成した試験区は、N2区及びN3区であった。詳細をみると草丈は目標値の範囲を超えており、特にN3区では16.0 cmと目標値の上限から3.0 cm上回った。また、葉齢についても両区共に目標値の上限を0.3~0.5上回った。栃木県が作成した標準的な育苗時期と本研究における育苗時期とのずれや、全期間ハウス内育苗で行った点などを考慮すると、2009年早期の苗生育量であれば機械移植作業に支障をきたす草丈や葉齢ではないと考えられ、N2区及びN3区の苗の諸形質は、栃木県が示す早期の苗とほぼ遜色ないものであったと判断した。

普通植の試験は2008年及び2009年の2か年実施した。これらの結果を群馬県の中苗目標値と比較すると、草丈や葉齢、地上部乾物重に不足がみられた。2008年の草丈においてN2区は目標値の下限である15.0 cmを0.4 cm低い14.6 cm, 葉齢はN2区とN3区が共に4.3であり、目標値下限の4.5よりやや小さかった。地上部乾物重は両区共に目標値の範囲内にあった。2009年はN2区の草丈が目標値の下限15.0 cmより小さい13.1 cmとなったほか、地上部乾物重は両区共に目標値下限の25 mg/本より小さかった。これらの主要因として育苗期間の気温推移をみると、平年を下回る低温期間が2008年は特に多く、2009年においてもやや目立ったことが影響しているものと考えられた(第1図)。したがって平年並みの気象であれば、概ね中苗の目標値を達成できるものと推測された。2か年を通じてN2区とN3区はN0, N1区に対して両県の作期で示されている草丈、葉齢、第1葉葉鞘高(栃木県のみ)、地上部乾物重の目標値により近い数値を示しており、生育目標に達する苗を得ることができた。

葉面積、葉色、充実度、出芽むら、生育むら、マット強度の値は、両県の生育目標にいずれも示されていないが、健全な苗の生育、移植時の作業性や移植後の生育を考慮す

ると重要な指標と考えられるため表中に示した。葉面積及び葉色は、2009年の2回の試験結果を通してN2区とN3区は同程度であり、出芽むら及び生育むらは、2009年の2回の試験結果を通してN3区がN2区に比べて大きかった。N2区は粒状培土区と同程度であり、健苗育成の面からみてN3区はN2区に比べて劣っていることが示唆された。マット強度は、2009年の2回の試験結果を通してN2区とN3区は同程度であり、充実度は、2か年3作期共通してN2区がN3区に比べて大きかった。

以上の結果から、栃木県及び群馬県が定める苗の生育目標を概ね達成し、他の調査項目でもほぼ十分な値を示した試験区は2か年3作期共にN2区とN3区であった。しかしながら、N3区は育苗完了時点において成績には現れない出芽むらや生育むらが発生しやすい欠点があり、現場に技術を普及させる場合の大きな障害となることが予想される。また、多肥に伴って上昇する肥料コストをも考慮するとN3区には問題点が多く、N2区が最も適切な苗を育成できる施肥水準であると考えられた。すなわち、プール育苗条件下で育苗箱1箱当たり乾粕を90gまたは100g播種した場合、森林表層土(山土)2.15Lと菜種油粕を窒素成分で1g及び魚粕を窒素成分で1gずつ(計2g)混和させたものを育苗箱に充填し、覆土として有機質肥料を混和しない山土1Lを用いることにより、十分な苗の生育及び移植時の作業性を確保できるものと考えられた。

今後の課題として有機質肥料の施用量による移植精度及び移植後の生育及び収量への影響、育苗期間中の気温の違いによる影響やプール育苗以外における育苗条件下においても検討を継続する必要がある。また、本研究では魚粕の特徴である初期生育の良好な点、菜種油粕の特徴である生育後期において良好な生育を示す点を十分活かすため、魚粕と菜種油粕を窒素成分1:1で混和したが、今後異なる混合割合での検討も必要であろう。

謝辞: 本研究の実施にあたり、試験準備や圃場管理をご支援及びご指導いただいた宇都宮大学農学部附属農場の山口則勝、関口真司、見浦悠紀子氏を始めとする技術職員の皆様、並びに調査にご協力及びご指導いただいた宇都宮大学農学部土壌学研究室の大学院修士課程2年加藤治氏、学部4年阿部貴志氏、篠崎亮介氏、西岡聖弥氏、吉田彩乃各氏に対してここに深甚な謝意を表する。

引用文献

群馬県農業局 2006. 主要農作物生産振興資料技術編. I 稲作. 5 育苗管理. 群馬県農業局, 前橋. 13-14.
飯塚国夫・金井博・島田忠男 1978. 水稻機械移植用箱苗の簡易育苗法. 農及園 53: 687-688.

菊地幹之・佐藤紀男 2006. 有機質肥料の利用による水稻の有機育苗技術. 東北農業研究 59: 27-28.
気象庁 2011. 気象統計情報. 過去の気象データ検索. 栃木県真岡市. 2010年. <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2011.4.14 閲覧).
楠谷彰人 1986. 北限地帯における水稻の生産生態に関する研究. 日作紀 55: 526-532.
金和裕・金田吉弘・佐藤孝 2007. 有機質肥料の層状施肥とプール育苗の組合せによる水稻有機育苗技術. 日作東北支報 50: 83-84.
農業生産工学研究会 1992. 乳苗稲作の実用化成績試験概要. 農業生産工学研究会, 東京. 6-8.
農林水産省 2006. 有機農業の推進に関する法律(平成18年法律第112号) 農林水産省, 東京.
農林水産省 2007. 有機農業の推進に関する基本的な方針 農林水産省, 東京.
佐々木良治・後藤克典 1999. 葉齢および播種密度を異にする水稻乳苗の活着特性. 日作紀 68: 194-198.
杉本真一・富久保男・石田喜久男 1991. 水稻の有機育苗法. 日作中支集録 32: 28-29.
高橋行継・前原宏・阿部邑美 1993. 水稻のビニールプール箱育苗における平置き出芽法試験. 日作関東支報 8: 25-26.
高橋行継・佐藤泰史・前原宏・阿部邑美 2004a. 群馬県的水稻普通期露地育苗における平置き出芽法の適用. 日作紀 73: 253-260.
高橋行継・佐藤泰史・加部武・栗原清・阿部邑美・吉田智彦 2004b. 水稻育苗箱の培土減量による軽量・低コスト化に関する検討. 日作紀 73: 389-395.
高橋行継・吉田智彦 2006. 群馬県二毛作地帯における水稻育苗箱全量基肥栽培のプール育苗法に関する検討. 日作紀 75: 119-125.
栃木県 1990. 土地分類基本調査真岡地形分類図. 栃木県, 宇都宮.
栃木県農政部 2009a. 栃木県有機農業推進計画. 栃木県農政部, 宇都宮 19-26.
栃木県農政部 2009b. 稲麦大豆等生産推進資料. 栃木県農政部, 宇都宮 10-23.
山口正篤・青木岳央・福島敏和 1991. 水稻の平置き出芽法における温度管理. 日作関東支報 6: 19-20.
山本由徳・池尻明彦・新田洋司 1995. 年齢を異にする水稻苗の活着, 初期生育および出穂特性. 日作紀 64: 555-564.
米倉謙一・成田正人・小山茂・大下稜 2000. 水稻有機育苗法の確立に関する研究第1報. 日作紀 69(別1): 69: 48-49.
米倉謙一・大下稜 2000a. 水稻有機育苗法の確立に関する研究第2報. 日作紀 69(別1): 50-51.
米倉謙一・大下稜 2000b. 水稻有機育苗法の確立に関する研究第3報. 日作紀 69(別2): 6-7.
米倉謙一・大下稜 2000c. 水稻有機育苗法の確立に関する研究第4報. 日作紀 69(別2): 8-9.
米倉謙一・大下稜・小山茂 2001. 水稻有機育苗法の確立に関する研究第5報. 日作紀 70(別3): 24-25.
米沢茂人・酒匂正雄 1968. 有機肥料に関する研究. 土肥要旨集 14: 111.

A Study on the Development for Raising Paddy Rice Seedlings Using Organic Fertilizer : KOU URANO¹⁾, Yukitsugu TAKAHASHI²⁾, Hideaki HIRAI¹⁾, Norihito MORISHIMA²⁾, Tadanobu MAEDA²⁾ and Koichi HOSHINO¹⁾ (¹⁾*Fac. of Agr., Utsunomiya Univ. Utsunomiya Tochigi 321-0943, Japan;* ²⁾*Research Farm, Fac. of Agr., Utsunomiya Univ.*)

Abstract : Recently, organic cultivation is attracting attention. However, the technique for raising paddy rice seedlings using organic fertilizer has not been established. We developed a technique for raising organic seedlings under the pooled condition using forest surface soil in the nursery boxes. In a preliminary experiment, we examined three kinds of organic fertilizers, rapeseed oil cake, fish grounds and feather meal. The results suggested that the rapeseed oil cake mixed with fish grounds is the most effective. Then, we mixed the rapeseed oil cake and fish grounds at a ratio of 1 to 1 in N content and set up four plots containing 0,1,2 or 3 grams nitrogen in each nursery box. We concluded that mixing the rapeseed oil cake containing one gram nitrogen with fish grounds containing one gram nitrogen (2 grams of nitrogen in total) was appropriate for raising paddy rice seedlings under the pooled condition with forest surface soil in the nursery box.

Key words : Fish grounds, Organic fertilizer, Organic raising seedling, Paddy rice, Pool raising, Raising seedling, Rapeseed oil cake.
