

水稻「にこまる」の育苗箱全量施肥による疎植栽培

古賀潤弥・生部和宏・里中利正・田畑士希

キーワード：水稻，にこまる，育苗箱全量施肥，疎植栽培

Cultivation by the Sparse Planting Using the Single Basal Nursery Fertilization for the Rice
Cultivar “NIKOMARU”

Junya KOGA, Kazuhiro SHOUBU, Toshimasa SATONAKA, Shiki TAHATA

目次

1. 緒言	20
2. 試験方法	20
1) 育苗試験	20
2) 育苗箱全量施肥による疎植栽培	21
3. 試験結果	22
1) 育苗試験	22
2) 育苗箱全量施肥による疎植栽培	26
4. 考察	33
1) 育苗	33
2) 育苗箱全量施肥による疎植栽培	34
5. 摘要	35
6. 引用文献	36
7. Summary	36

1. 緒言

長崎県の水稲品種は1989年に奨励品種に採用された「ヒノヒカリ」が全体の65%（2011年）を占めている。諫早湾沿岸の平坦地でも、1997年頃から、それまで栽培されていた「シンレイ」に替わり「ヒノヒカリ」が作付けされるようになり栽培面積が増加した。そのため、収穫作業の集中化や、台風被害のリスクが高いことが問題となっていた。また、温暖化により、登熟期間の気温が高くなり、品質の低下が問題となった。これらの対策として、県では2005年に独立行政法人九州沖縄農業研究センターで育成された水稲品種「にこまる」（西海250号）を奨励品種に採用した。

古賀ら¹⁾の報告によると「にこまる」の出穂期は「ヒノヒカリ」より3日遅く、成熟期は4日遅いため、収穫作業の分散化や台風被害のリスク分散が可能である。また、「にこまる」の玄米外観品質は「ヒノヒカリ」より優れ、登熟期間の高温による品質低下が少ないため、温暖化対策に有効である。「にこまる」は「ヒノヒカリ」に比べ粒が大きく、千粒重が重く多収である。また、食味は「ヒノヒカリ」並の極良である。これらの優れた特性により、2006年の本格生産開始以降、「にこまる」の普及面積は拡大し2011年では2,024ha、水稲作付面積の約16%に拡大している。とくに、導入当初から生産に取り組んだ諫早市から雲仙市の諫早湾沿岸の平坦部では、「ヒノヒカリ」に替わる主要品種となっている。

一方、米の価格は「ヒノヒカリ」が導入された

1990年頃と比較すると大きく低下しており、資材価格も高騰している。また、2008年3月に諫早湾干拓事業が竣工したが、閉鎖性水域である調整池の水質改善のため、周辺の水田地帯でも環境保全に配慮した農業生産が強く求められている。このような状況から、水稲の省力・低コスト技術と環境に配慮した生産技術の開発が必要である。

大野ら²⁾は株間を通常より広げて栽培する疎植栽培は使用する育苗箱が少なく、育苗での低コスト化や、圃場での苗の搭載回数の低減による省力化ができることを報告している。また、各農機メーカーでは疎植栽培に対応した田植機が販売されている。被覆尿素肥料による育苗箱全量施肥では施肥の省力化や減肥とあわせて、金本ら³⁾や大塚ら⁴⁾は水田からの流出負荷軽減対策としての有効性が認められることを報告している。

古賀ら¹⁾によると「にこまる」の苗が伸長しやすい特性があり、高橋、吉田⁵⁾は5~6月育苗では育苗期間後半に肥料の過度の溶出が始まりやすく、苗は伸長し、苗マット強度も低下する傾向がみられたことを報告している。これらを考慮すると「にこまる」の育苗箱全量施肥では育苗法の検討が必要である。

そこで、本試験では、諫早湾干拓背後地平坦部の主要品種である「にこまる」について、育苗箱全量施肥による育苗法および疎植栽培を組み合わせた栽培法について検討を行ったので報告する。

2. 試験方法

1) 育苗試験

「にこまる」の育苗箱全量施肥栽培における健苗育苗と移植精度の高い苗を育成するため1箱当たりの施肥量、育苗日数、排水性の改善、1箱当たりの乾初播種量及び床土量について検討した。

育苗試験では標準育苗は窒素成分入り合成培土を床土に1.7kgとし、その上に播種したのち灌水、覆土した。試験区は床土の上に被覆尿素肥料を施肥し、その上に播種したのち灌水、覆土した。播種後は出芽緑化器内で約68時間28℃に保ち、その後4~6時間25℃に保ち、出芽、緑化した。草

丈2cm程度で露天に移し、以後適宜灌水し硬化した。

(1) 1箱当たりの施肥量

2007年3月から4月に被覆尿素肥料の育苗箱1箱当たり施肥量について検討した。播種期は3月30日で、1箱当たり播種量は乾初140g、育苗箱1箱当たり床土量は1kgとし、1箱当たり覆土は1.3kgとした。また試験区には育苗箱全量施肥専用のシグモイド120日タイプ被覆尿素肥料を1箱当たり1400g、1200g、1000g、800gを床土の上にそれぞれ施肥し、播種、灌水後覆土した。調査は4月2

日に発芽の良否、育苗期間 20 日目の 4 月 20 日に苗の生育の良否を評価した。

(2) 草丈の改善

育苗日数、排水性改善、床土の窒素の有無による草丈改善の検討を行った。

2007 年と 2008 年は育苗日数を標準区 19 日、17 日に対し試験区は各々 16 日、13 日とした。播種は 2007 年は標準区で 6 月 8 日、試験区で 6 月 11 日に行った。2008 年は標準区で 6 月 9 日、試験区で 6 月 13 日に行った。苗質の調査は標準区の育苗日数で約 20 日目に行った。

2009 年は 5 月播種と 6 月播種の 2 回行った。5 月の試験では、播種が 5 月 15 日、育苗期間は 21 日とした。6 月の試験では、無窒素培土で排水改善区とあわせて育苗期間短縮区を設けた。標準の育苗期間は 21 日、短縮区は 14 日とし、播種は標準区で 2009 年 6 月 5 日、短縮区で 6 月 12 日とした。硬化時の育苗箱の排水を改善するため、試験区には育苗箱の下に胴縁 2 本を敷いて、箱の下に空間を作り水はけを良くした排水改善区(写真 1)と、直置き区を設置した。また、排水改善区には床土に窒素が配合された合成培土と無窒素培土の区を設けた。1 箱当たり播種量は乾籾 140g、育苗箱 1 箱当たり床土量は試験区が 1kg、標準区が 1.7kg とし、1 箱当たり覆土は全区 1.3kg とした。また、試験区には育苗箱全量施肥専用のシグモイド 120 日タイプ被覆尿素肥料(LPS120、窒素成分 40%)を 1 箱当たり 1kg、床土の上に施肥し、播種、灌水後覆土した。



写真 1 苗の下に空間を作った排水改善区

2010 年は 6 月播種で試験区は排水改善と期間短縮育苗法で床土の窒素有または無区を設けた。標準の育苗期間を 20 日、短縮区は 15 日とし、播種は標準播種を 6 月 3 日、短縮区は 6 月 8 日とした。

(3) 苗マット強度と移植精度の改善

播種量と床土量が苗マット強度や移植精度に及ぼす影響についての検討を行った。

2010 年 7 月播種では排水改善、育苗日数短縮育

苗法で 1 箱当たり播種量を 140g, 160g, 180g, 200g とし、また床土量を 1 箱当たり 1kg, 1.7kg とした。

苗マット強度は上野⁶⁾の方法により測定した。苗マット強度の測定には、苗の地上部を切除し、苗マット外周部以外の部分から切り取った 20×10cm の短冊状の苗マットを 1 箱当たり 3 サンプル供試した。この短冊の片方を固定した後、長辺方向に平行にゆっくりと水平に引っ張り、中央部付近で切断されたときの強度を苗マット強度とした。田植機による作業性は、苗を田植機に搭載し、苗をかき取らせ、マット崩れや苗折れ、植え付け前の苗落下の有無を観察し評価した。

2011 年は 1 箱当たり播種量を 180g、床土を 1.7kg とし、排水改善と育苗日数短縮を行った苗の移植精度を評価した。試験は 5 月播種と 6 月播種で 2 回行った。標準区で約 20 日苗、試験区で約 14 日苗となるようにそれぞれ播種期をずらした。5 月の播種期は標準区 5 月 20 日、試験区 5 月 24 日とし移植は 6 月 8 日に行った。6 月の播種は標準区 6 月 10 日、試験区 6 月 17 日とし移植は 6 月 30 日に行った。苗の田植機への搭載はすくい板で行った。移植は農林技術開発センター内水田で行った。欠株の調査は連続する 100 株の 5 反復で行った。

2) 育苗箱全量施肥による疎植栽培

「にこまる」の生育特性に適した育苗箱全量施肥による疎植栽培法を開発するため、育苗箱全量施肥に使用する被覆尿素肥料のタイプと減肥率について検討した。

(1) 窒素肥料タイプ試験

試験は 2007 年から 2008 年に農林技術開発センター内の水田において実施した。

窒素肥料は、標準区では即効性肥料(塩安)とシグモイド 100 日タイプ被覆尿素(LPSS100)を各 50% 配合した基肥一発型肥料(窒素成分 15%)を用いた。10a 当たり窒素施肥量は 8kg となるよう移植時(2007 年 6 月 27 日、2008 年 6 月 26 日)に側条施肥した。試験区では育苗箱全量施肥専用のシグモイド 120 日タイプ被覆尿素肥料(LPS120、窒素成分 40%)とシグモイド 100 日タイプ被覆尿素肥料(LPS100、窒素成分 40%)をそれぞれ供試した。10a 当たり窒素施肥量は標準区の 60%にあたる 4.8kg とし、播種前日(2007 年 6 月 10 日、2008 年 6 月 13 日)に育苗箱に施肥した。10a 当たりの苗箱数は 16 箱として 1 箱当たり施肥量を 750g とした。

燐酸と加里については移植前に両成分とけい酸

を含む土壌改良資材で施肥した。

播種は2007年に標準区6月8日、試験区6月11日、2008年に標準区6月6日、試験区6月13日に行った。播種量は育苗箱1箱当たり乾籾140gとした。

移植は疎植対応型田植機で行った。栽植密度は標準区で m^2 当たり20.8株(条間30cm, 株間16cm)、試験区で m^2 当たり13.9株(条間30cm, 株間24cm)とした。

試験区は1区18.75 m^2 の2反復とした。

各被覆肥料の溶出量は肥料約2gを網袋に入れ土中に埋没し、定期的に採取し調査した。試験区では被覆肥料を播種1日前に育苗箱の中に埋没し播種後は移植する苗と同じ管理をし、移植当日に苗箱から掘り出し水田に埋没した。標準区では移植当日に水田に埋没した。窒素の分析はケルダール法で行った。

(2) 窒素施肥量試験

① センター内試験

試験は2007年から2010年に農林技術開発センター内の水田において実施した。

窒素の施肥量は標準区では窒素で10a当たり8kgとした。窒素肥料は即効性肥料とシグモイド100日タイプ被覆尿素(LPSS100)を各50%配合した基肥一発型肥料(窒素成分15%)を用いて移植時(2007年6月27日、2008年6月26日、2009年6月26日、2010年6月24日)に本田で側条施肥した。試験区では10a当たり窒素施肥量は標準区減肥率40%の4.8kg、50%の4.0kgとした。窒素肥料は育苗箱全量施肥専用のシグモイド120日タイプ被覆尿素肥料(LPS120, 窒素成分40%)を用いた。

10a当たり苗箱数12箱として、それぞれ1箱当たり1000g、833gを播種前日(2007年6月10日、2008年6月12日、2009年6月11日、2010年6月7日)に育苗箱に施肥した。

播種は2007年に標準区6月8日、試験区6月

11日、2008年に標準区6月6日、試験区6月13日、2009年に標準区6月5日、試験区6月12日、2010年に標準区6月3日、試験区6月8日に行った。播種量は育苗箱1箱当たり乾籾140gとした。

移植は2007年6月27日、2008年6月26日、2009年6月26日、2010年6月24日に疎植対応型田植機で行った。栽植密度は標準区で m^2 当たり20.8株(条間30cm, 株間16cm)、試験区で m^2 当たり11.9株(条間30cm, 株間28cm)とした。

磷酸と加里については移植前に両成分とけい酸を含む土壌改良資材を施肥した。

試験区は1区18.75 m^2 の2反復とした。

② 現地試験

試験は2010年に諫早市小野島町水田で行った。

窒素の施肥量は標準区では窒素で10a当たり8kgとした。窒素肥料は即効性肥料とシグモイド100日タイプ被覆尿素(LPSS100)を各50%配合した基肥一発型肥料(窒素成分15%)を用いて移植時に本田で側条施肥した。試験区では10a当たり窒素施肥量は標準区減肥率40%の4.8kg、50%の4.0kgとした。窒素肥料は育苗箱全量施肥専用のシグモイド120日タイプ被覆尿素肥料(LPS120, 窒素成分40%)を用いた。10a当たり苗箱数12箱として、それぞれ1箱当たり1000g、833gを播種前日の2010年6月10日に育苗箱に施肥した。

播種は2010年6月11日で、播種量は育苗箱1箱当たり乾籾140gとした。

育苗は農林技術開発センターで行い、苗を移植当日に現地へ運搬し移植した。

移植は6月29日に疎植対応型田植機で行った。栽植密度は標準区で m^2 当たり20.8株(条間30cm, 株間16cm)、試験区で m^2 当たり11.9株(条間30cm, 株間28cm)とした。

磷酸、加里は施肥しなかった。

前作は大麦であるが、前年の水田作も育苗箱全量施肥で磷酸、加里は施肥していない。

3. 試験結果

1) 育苗試験

(1) 1箱当たりの施肥量

2007年3月30日播種で1箱施肥量と出芽および苗の生育について調査した結果を表1に示した。出芽は、被覆尿素肥料の施肥量1箱当たり800～1000gでは出芽、生育とも問題なかったが、1200

～1400gでは出芽ムラを生じ、2葉期の苗の調査では生育ムラが観察された。

(2) 草丈の改善

2007年と2008年の6月播種で行った育苗箱全量施肥の育苗日数を短縮し苗質を検討した結果を表2に示した。2007年には標準区より試験区の育

育苗日を3日短くし17日としたが、草丈は6.2cm長く、葉数は0.6葉多く、草丈、葉数に有意差が認められた。また、2008年には標準区より育苗日を4日短くしたが、葉数に差は無く、草丈は標準区より6.8cm長く有意差が認められた。

2009年5月播種で行った排水改善と床土窒素の有無について苗質の違いを検討した結果を表3に示した。草丈では排水改善無と床土窒素有の区では標準区より1~5cm程度長く有意差が認められたが、排水改善が有で床土窒素が無では標準区と同等で有意差が認められなかった。また、排水改善有区では標準区との差が排水改善無区より小さい傾向があった。葉数では何れの区でも有意差が認められ標準区より0.2~1枚多かった。

2009年6月播種で行った排水改善と床土窒素の有無に育苗日数短縮処理をあわせて検討した結果を表4に示した。育苗日数が標準区と同じ21日苗では、標準区より草丈で2.5cm長く、葉数でも0.7葉多く草丈及び葉数で有意差が認められた。育苗日数を標準区より6日短縮した14日苗で葉数では標準区より0.2枚多く有意差が認められたが、草丈は標準区と同等であった。また、試験区の苗マット形成は標準区と同じ21日苗より14日苗で劣り、育苗箱から田植機搭載時にマットの崩れや移植時にかきとり爪から苗の落下が観察された。

2010年6月播種で行った排水改善と床土窒素の

有無に育苗日数短縮処理をあわせて検討した結果を表5に示した。葉数は標準区より試験区で0.2枚多く有意差が認められたが、草丈は標準区と同等であった。苗マット形成は2009年と同様に2週間程度の育苗日数とした両試験区とも実用的には不十分であった。

(3) 苗マット強度と移植精度の改善

2010年7月播種の13日苗で行った播種量、床土の種類と量と苗マット強度の違いを検討した結果を表6, 7, 8に示した。苗マット強度は、1箱当たり播種量200g, 180g, 160g, 140gの順で高かった。また、床土については窒素無より有のマット強度が高く、1箱当たり床土量1.0kgより1.7kgが高かった。苗の田植機搭載から掻き取りまでの作業性は、床土1.7kgで播種量200gと180gが良好であった。

2011年6月に行った本田での移植精度試験結果を表9に示した。育苗箱全量施肥の乾籾播種量を前年度試験で作業性の良かった180g、床土1.7kgとし、排水改善、床土窒素有とした。育苗期間は約2週間とし、移植時の草丈約14cmで2~2.5葉期となるようにした(写真2)。育苗箱全量施肥の苗では、すくい板を使用した田植機搭載時の苗崩れは無く、かきとり爪からの苗の落下による苗倒れも無かった(写真3, 4, 5, 6)。欠株率は試験区で0~0.4%、標準区で0~0.2%であった。

表1 苗1箱当たり施肥量と苗の生育(2007年)

被覆尿素施肥量 (g/箱)	出芽の揃い	苗の生育ムラ
1400	不良	有
1200	不良	有
1000	良	無
800	良	無

表2 6月播種育苗試験結果(2007, 2008年)

年	区	排水改善	床土窒素	播種日 (月.日)	調査日 (月.日)	育苗日数 (日)	草丈 (cm)	葉数 (枚)
2007	試験区	無	有	6.11	6.27	16	23.3***	2.7***
	標準区	無	有	6.8	6.27	19	17.1	2.1
2008	試験区	無	有	6.13	6.26	13	20.8***	2.0
	標準区	無	有	6.9	6.26	17	14.0	2.0

注)***0.1%水準で有意差有

表3 5月播種育苗試験結果(2009年)

区	排水 改善	床土 窒素	播種日 (月.日)	調査日 (月.日)	育苗日数 (日)	草丈 (cm)	葉数 (枚)
試験区1	無	有	5.15	6.5	21	15.2***	3.1***
試験区2	有	有	5.15	6.5	21	12.3**	2.9***
試験区3	有	無	5.15	6.5	21	11.5	3.0***
試験区4	無	無	5.15	6.5	21	14.6**	2.3*
標準区	無	有	5.15	6.5	21	11.3	2.1

注)***0.1%, **1%, *5%水準で有意差有

表4 6月播種育苗試験結果(2009年)

区	排水 改善	床土 窒素	播種日 (月.日)	調査日 (月.日)	育苗日数 (日)	草丈 (cm)	葉数 (枚)	マット 形成
試験区1	有	無	6.12	6.26	14	12.9	2.5**	やや不良
試験区2	有	無	6.5	6.26	21	15.8***	3.0***	やや良
標準区	無	有	6.5	6.26	21	13.3	2.3	良

注)***0.1%, **1%水準で有意差有

表5 6月播種育苗試験結果(2010年)

区	排水 改善	床土 窒素	播種日 (月.日)	調査日 (月.日)	育苗日数 (日)	草丈 (cm)	葉数 (枚)	マット 形成
試験区1	有	無	6.8	6.23	15	16.2	2.2**	不良
試験区2	有	有	6.8	6.23	15	16.5	2.2***	不良
標準区	無	有	6.3	6.23	20	16.3	2.0	良

注)***0.1%, **1%水準で有意差有

表6 播種量と苗マット強度(2010年)

乾籾播種量 (g/箱)	苗マット強度 (kg)
200	1.40 a
180	1.36 a
160	1.09 ab
140	1.00 b

注) 異文字間は Tukey の多重比較により 5%水準で有意差有

表7 床土N, 床土量と苗マット強度(2010年)

床土N	床土量 (kg/箱)	苗マット強度 (kg)
有	1.7	1.47 a
有	1.0	1.17 b
無	1.7	1.00 b
無	1.0	0.77 c

注) 異文字間は Tukey の多重比較により 5%水準で有意差有

表8 育苗箱全量施肥における育苗処理と苗質(2010年)

乾 籾 播種量 (g/箱)	床土量					
	1kg/箱			1.7kg/箱		
	作業性	苗長 (cm)	葉色	作業性	苗長 (cm)	葉色
200	△	16.1	4.5	○	17.6	4.5
180	△	16.4	4.5	○	17.4	4.5
160	×	17.7	4.5	△	18.5	5.0
140	×	17.0	4.5	×	17.6	5.0

注) 7月2日播種 13日苗, 箱当たり施肥量は育苗箱まかせ (N400-120) 1000g 層状施肥, 作業性は田植機に搭載しかき取りまでの調査を実施, 作業性の評価は、×: 苗取り口の搔き取り面でマットの崩れ・苗折れ発生, △: 植え前に植付爪から苗の落下発生, ○: 植付までのトラブル無し, 葉色調査は葉色カラースケールを使用

表9 育苗処理と移植精度(2011年)

移植 時期	施 肥	乾籾播種量 (g/箱)	排水 改善	床土N	床土量 (kg/箱)	播種期 月.日	移植期 月.日	育苗日数 (日)	苗長 (cm)	欠株率 (%)	苗崩れ	苗倒れ
6月上旬	育苗箱全量施肥	180	有	有	1.7	5.24	6.8	14	14	0.4	無	無
	標準	140	無	有	1.7	5.20	6.8	18	14	0.2	無	無
6月下旬	育苗箱全量施肥	180	有	有	1.7	6.17	6.30	13	14	0	無	無
	標準	140	無	有	1.7	6.10	6.30	20	14	0	無	無

注) 欠株率は連続 100 株 5 反復調査



写真2 「にこまる」の2週間苗

注) 播種量: 乾籾 180g/箱 排水改善有



写真3 苗箱から2週間苗のすくいとり



写真4 すくい板に載せた2週間苗



写真5 2週間苗の田植機搭載



写真6 2週間苗の田植機による移植

2) 育苗箱全量施肥による疎植栽培

(1) 窒素肥料タイプ試験

草丈, m²当たり茎数, SPAD 葉色値の推移を表 10, 11, 12, 13, 14, 15 に示した。試験区の草丈は, 2007 年では標準区と同等で, 2008 年では試験区でやや短く推移した。また, 試験区間では同等であった。

試験区の m²当たり茎数は標準区より少なく, 試験区間では LPS100 の m²当たり茎数が LPS120 より多い傾向で推移した。試験区の最高分げつ期は標準区(2007 年 8 月 10 日, 2008 年 7 月 29 日)より遅く, 2007 年は 8 月 10 日, 2008 年は 7 月 29 日であった。最高分げつ期の m²当たり茎数は, 2007 年では標準区で 581 本, 試験区 LPS100 で 390 本, LPS120 で 342 本であった。また, 2008 年では標準区で 644 本, 試験区 LPS100 で 488 本, LPS120 で 428 本で 2007 年より多い傾向にあった。

試験区の SPAD 葉色値は, 2007 年では 7 月下旬

に標準区よりやや低く, その後は試験区が高い傾向で推移した。また, 2008 年では 7 月下旬に試験区が標準区よりやや低く, その後同等で, 8 月下旬には試験区 LPS100 が他区よりやや低い傾向で推移した。

2007 年の穎花分化後期にあたる 8 月 10 日の SPAD 葉色値は, 標準区で 37.6, 試験区 LPS100 で 39.4, LPS120 で 39.7 であった。また, 出穂期前日の 8 月 27 日の SPAD 葉色値は標準区で 34.0, 試験区 LPS100 で 37.2, LPS120 で 37.3 であった。

2008 年は 2007 年より SPAD 葉色値が低い傾向を示し, 穎花分化後期にあたる 8 月 8 日の葉色値は標準区で 35.1, 試験区 LPS100 で 36.5, LPS120 で 35.7 であった。また, 穂孕み期にあたる 8 月 28 日の SPAD 葉色値は標準区で 33.6, 試験区 LPS100 で 30.8, LPS120 で 33.4 であった。

出穂期, 成熟期, 稈長, 穂長を表 16 に示した。試験区の出穂期は, 2007 年では 1~2 日早く, 2008

年は1日遅かった。成熟期は2007年、2008年とも標準区と同日であった。

稈長は、2007年のLPS120で有意差が認められ3.1cm短く、その他でも標準区より試験区で短い傾向があった。穂長は、2007年では標準区より試験区で長い傾向にあり、LPS120で0.8cm長く有意差が認められた。一方、2008年では標準区より試験区で短い傾向にあった。

収量構成要素、玄米重、検査等級および玄米蛋白含有率を表17に示した。m²当たり穂数は標準区より試験区で少ない傾向にあった。また、標準区の穂数は2か年とも同等であったが、試験区では2007年より2008年が多い傾向にあった。1穂粒数は2007年に標準区より試験区で多い傾向にあった。また、m²当たり粒数は2か年とも標準区より試験区で少ない傾向にあった。登熟歩合は、2か年とも標準区より試験区で高い傾向にあり、2007年の試験区LPS100では有意差が認められ、標準区より2.7%高かった。千粒重は2008年に標準区より試験区で軽い傾向にあった。

a 当たり玄米重では、その標準比が試験区

LPS100で2007年が95%、2008年が89%で、LPS120では2か年とも97%であり、2か年とも標準区より試験区で低かったが、標準区と試験区LPS120間では、その差が少なかった。検査等級は、試験区と標準区で同等であった。2007年は1等の下で2008年は1等の下から2等の上であった。試験区の玄米蛋白含有率は、2007年では試験区LPS100で7.3%、LPS120で7.1%、標準区で6.8%、2008年では試験区LPS100で6.8%、LPS120で7.2%、標準区で7.0%と低い傾向にあった。

粒厚分布の重量比率を図1に示した。粒厚2.1mmより厚い粒の割合は、2007年では標準区より試験区で高く、2008年では標準区より試験区で低い傾向にあった。

被覆尿素肥料の溶出率の推移を図2に示した。2007、2008年ともに、試験区LPS100の溶出率が高くなる時期は標準区LPS100より早く播種後20日を過ぎた時期であったが、試験区LPS120は試験区LPS100より遅く播種後40日前後で、標準区LPS100と同様の溶出パターンを示した。

表10 草丈の推移(2007年) (cm)

処理	調査日 (月日)					
	7. 5	7. 18	7. 27	8. 10	8. 21	8. 27
LPS100	26.1	38.6	53.9	74.6	89.0	94.2
LPS120	26.6	39.3	53.6	73.3	88.6	94.3
標準区	24.5	37.7	56.6	75.5	89.1	92.9

表11 草丈の推移(2008年) (cm)

処理	調査日 (月日)					
	7. 8	7. 24	7. 29	8. 8	8. 21	8. 28
LPS100	28.7	53.2	59.3	74.8	85.8	90.0
LPS120	28.7	53.1	59.1	73.7	86.3	90.9
標準区	29.6	60.9	67.7	78.4	90.3	94.2

表12 m²当たり基数の推移(2007年) (本/m²)

処理	調査日 (月日)							有効茎 歩合 (%)
	7. 5	7. 18	7. 27	8. 10	8. 21	8. 27	10. 10	
LPS100	69.4	204.2	326.4	390.3	350.0	354.2	318.1	81.5
LPS120	65.3	173.6	276.4	341.7	319.4	309.7	306.9	89.8
標準区	112.5	354.2	577.1	581.3	462.5	454.2	377.1	64.9

表 13 m²当たり茎数の推移(2008年) (本/m²)

処理	調査日 (月日)							有効茎 歩合 (%)
	7. 8	7. 24	7. 29	8. 8	8. 21	8. 28	10. 15	
LPS100	113.9	444.4	487.5	451.4	416.7	393.1	346.5	71.0
LPS120	102.8	427.8	461.1	433.3	401.4	386.1	338.9	73.5
標準区	147.9	643.8	602.1	547.9	493.8	462.5	372.2	57.8

表 14 SPAD 葉色値の推移(2007年)

処理	調査日 (月日)			
	7. 27	8. 10	8. 21	8. 27
LPS100	40.5	39.4	36.0	37.2
LPS120	39.3	39.7	36.0	37.3
標準区	40.8	37.6	33.0	34.0

注) 調査葉は上位展開第2葉

表 15 SPAD 葉色値の推移(2008年)

処理	調査日 (月日)			
	7. 29	8. 8	8. 21	8. 28
LPS100	37.2	36.5	31.6	30.8
LPS120	33.2	35.7	31.9	33.4
標準区	38.5	35.1	31.8	33.6

注) 調査葉は上位展開第2葉

表 16 出穂期, 成熟期, 稈長, 穂長(2007, 2008年)

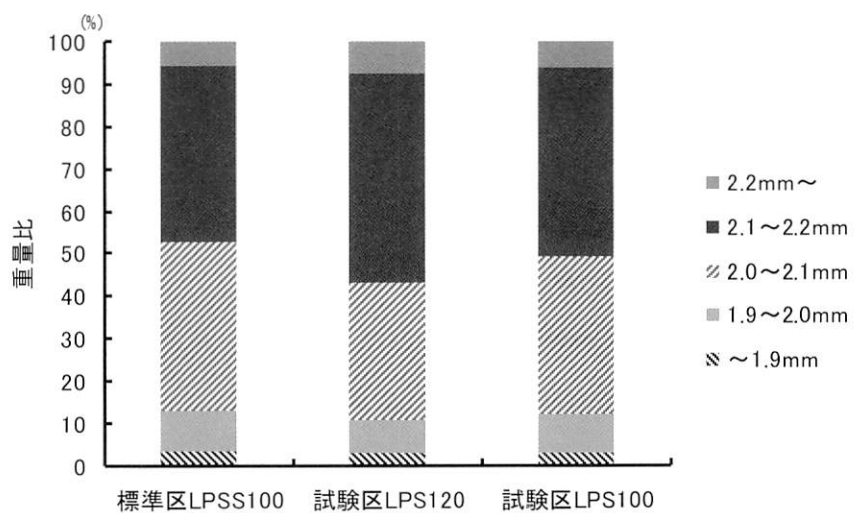
年	処理	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)
2007	LPS100	8. 29	10. 10	82.3*	19.3*
	LPS120	8. 28	10. 10	80.8	19.3
	標準区	8. 30	10. 10	83.9	18.5
2008	LPS100	9. 3	10. 15	78.8	17.0
	LPS120	9. 3	10. 15	79.3	17.5
	標準区	9. 2	10. 15	81.1	18.0

注)*5%水準で有意差有

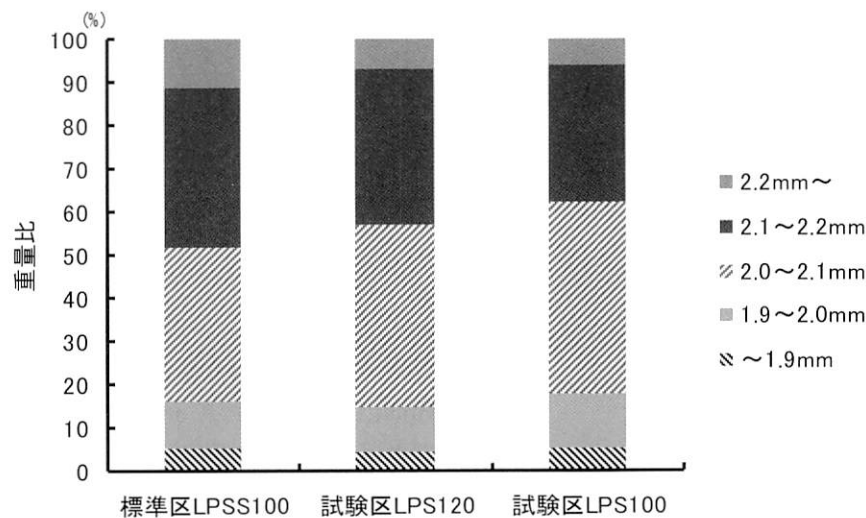
表 17 収量構成要素, 玄米重, 検査等級, 玄米蛋白含有率(2007, 2008 年)

年	処理	穂数 (本/m ²)	1穂 粒数 (粒)	籾数 (粒/m ²)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米重 (kg/a)	標準比 (%)	検査 等級	玄米蛋白 含有率 (%)
2007	LPS100	318	82.9	26338	90.1*	22.9	54.3	95	3.0	7.3
	LPS120	307	85.7	26293	88.3	24.0	55.8	97	3.0	7.1
	標準区	376	74.8	28145	86.6	23.5	57.4	100	3.0	6.8
2008	LPS100	347	76.5	26515	89.3	23.3	55.1	89	3.5	6.8
	LPS120	339	83.6	28332	90.1	23.4	59.7	97	4.0	7.2
	標準区	372	79.5	29604	87.4	23.9	61.8	100	4.0	7.0

注) *5%水準で有意差有, 玄米重はふるい目 1.8mm で調製・15%水分換算, 検査等級は 1:1 等の上~10 : 規格外の 10 段階評価, 玄米蛋白含有率は水分 0%換算



2007 年



2008 年

図 1 粒厚分布の重量比率

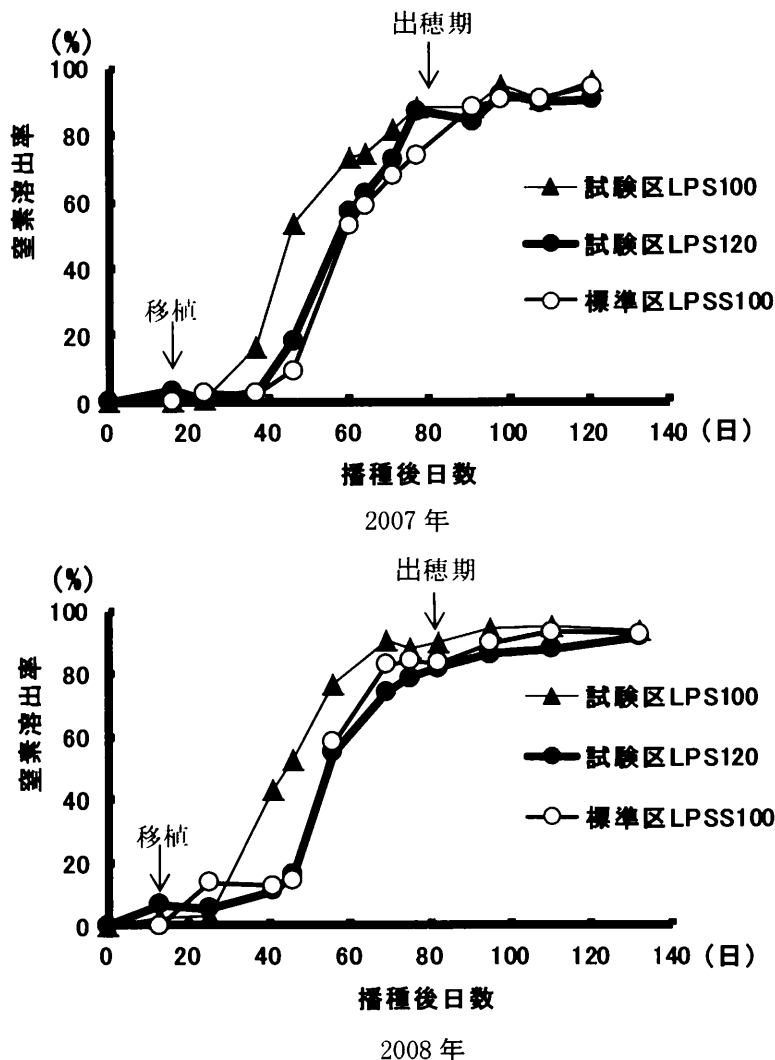


図2 被覆尿素肥料の窒素溶出率 (2007, 2008年)

(2) 窒素施肥量試験

① センター内試験

出穂期, 成熟期, 稈長, 穂長を表 18 に示した。試験区の出穂期は標準区と同じ 8 月 31 日で, 成熟期は 1 日早い 10 月 12 日であった。稈長は標準区より試験区で短く, 穂長は長い傾向にあった。

収量構成要素, 玄米重, 検査等級および玄米蛋白含有率を表 19 に示した。m²当たり穂数は有意差が認められ, 標準区より減肥率 40%区で 58 本, 50%

区で 55 本少なかった。1 穂粒数は標準区より試験区で多い傾向にあり, 減肥率 40%区では有意差が認められ標準区より 6.4 粒多かった。m²当たり粒数は標準区より試験区で少なく, 登熟歩合は標準区より試験区が高く, 千粒重は標準区よりやや軽い傾向にあった。a 当たり玄米重では, その標準比が減肥率 40%区で 99%, 50%区で 97%と標準区より試験区が低い傾向にあった。試験区の検査等級は 1 等の下から 2 等の上で標準区と同等であった。

玄米蛋白含有率は減肥率 40%区で 6.9%, 50%区で 6.7%, 標準区で 6.7%と低い傾向にあった。

2009 年と 2010 年に実施した食味試験の結果を表 20 に示した。2009 年は減肥率 40%区で外観と硬さで有意差が認められた。減肥率 50%区でも硬さで有意差が認められ、標準区より軟らかい評価となった。2010 年は減肥率 40%区では硬さで有意差

が認められ、標準区より軟らかい評価となった。ただし、2 カ年とも総合評価では有意差は無く、標準区と同等の評価となった。

粒厚分布の重量比率を図 3 に示した。粒厚 2.1mm より厚い粒の割合は標準区より試験区で低い傾向にあった。

表 18 出穂期、成熟期、稈長、穂長

処 理	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)
減肥率 40%	8. 31	10. 12	78. 9	18. 9
減肥率 50%	8. 31	10. 12	79. 0	19. 2
標 準	8. 31	10. 13	81. 3	18. 4

注) 2007~2010 年平均値,

表 19 収量構成要素、玄米重、検査等級、玄米蛋白含有率

処 理	穂 数 (本/m ²)	1穂 籾数 (粒)	籾 数 (粒/m ²)	登 熟 歩 合 (%)	千粒重 (g)	玄米重 (kg/a)	標準比 (%)	検査 等級	玄米蛋白 含有率 (%)
減肥率 40%	318**	89. 3*	28321	90. 3	23. 6	60. 2	99	3. 3	6. 9
減肥率 50%	321*	88. 3	28114	90. 1	23. 4	59. 2	97	3. 0	6. 7
標 準	376	82. 9	28784	89. 1	23. 7	60. 8	100	3. 3	6. 8

注) 2007~2010 年平均値, **1%, *5%水準で有意差有, 玄米重はふるい目 1.8mm で調製・15%水分換算, 検査等級は 1:1 等の上~10: 規格外の 10 段階評価, 玄米蛋白含有率は水分 0%換算

表 20 食味試験結果(2009, 2010 年)

実施年 月. 日	処 理	総合	外観	香り	味	粘り	硬さ	パネル 数
2009	標 準	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	23 人
12. 4	減肥率 40%	-0. 130	0. 174*	-0. 087	-0. 043	-0. 087	-0. 304**	
	減肥率 50%	0. 174	0. 043	-0. 043	0. 217	-0. 043	-0. 304**	
2010	標 準	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	20 人
12. 16	減肥率 40%	-0. 050	0. 100	-0. 200	-0. 050	-0. 050	-0. 300*	
	減肥率 50%	0. 050	0. 000	0. 150	0. 000	0. 200	-0. 100	

注)**1%, *5%水準で有意差有

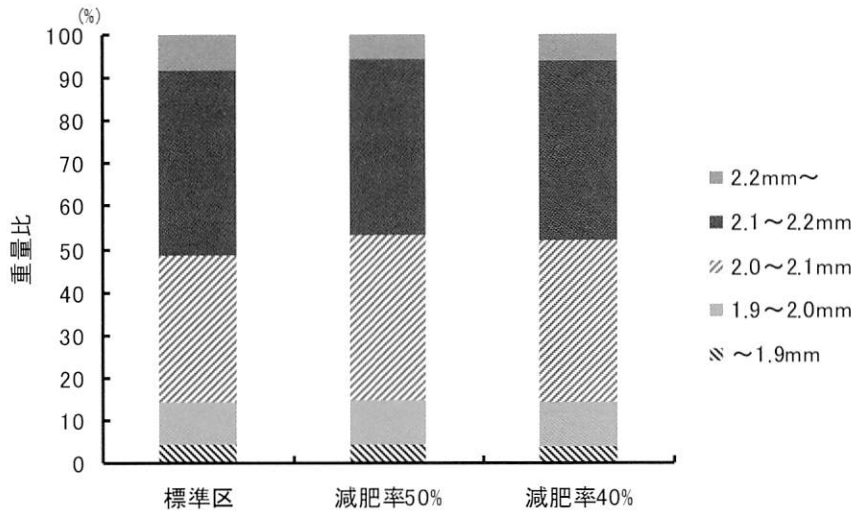


図3 粒厚分布の重量比率
注) 2007~2010年の平均値

②現地試験

2010年現地試験の出穂期、成熟期、稈長、穂長を表21に示した。試験区の出穂期は2010年9月2日、成熟期は10月13日で、標準区と同日であった。稈長は標準区より試験区で短く、穂長は長い傾向にあった。

収量構成要素、玄米重、検査等級および玄米蛋白含有率を表22に示した。㎡当たり穂数は標準区より試験区で少なく、1穂籾数、㎡当たり籾数は試験区で多い傾向にあった。登熟歩合は減肥率の

高い試験区で低い傾向にあり、千粒重は標準区より試験区で軽い傾向にあった。a 当たり玄米重では、その標準比が減肥率40%区で101%、50%区で94%と減肥率の高い試験区で軽い傾向にあった。試験区の検査等級は1等の下で標準区と同等であった。玄米蛋白含有率は減肥率40%区で7.0%、50%区で7.0%、標準区で7.1%と低い傾向にあった。

粒厚分布の重量比を図4に示した。粒厚2.1mmより厚い粒の割合は標準区より試験区が低い傾向にあった。

表21 出穂期・成熟期、稈長、穂長(2010年)

処理	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)
減肥率40%	9. 2	10.13	78.7	19.2
減肥率50%	9. 2	10.13	80.2	18.8
標準	9. 2	10.13	80.8	18.6

注) 諫早市小野島町現地試験

表22 収量構成要素・玄米重・検査等級・玄米蛋白含有率(2010年)

処理	穂数 (本/㎡)	1穂 籾数 (粒)	籾数 (粒/㎡)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米重 (kg/a)	標準比 (%)	検査 等級	玄米蛋白 含有率 (%)
減肥率40%	310	85.9	26629	90.4	23.1	55.6	101	3.0	7.0
減肥率50%	296	90.6	26818	83.0	23.2	51.6	94	3.0	7.0
標準	356	72.5	25810	89.4	23.8	54.9	100	3.0	7.1

注) 諫早市小野島町現地試験、玄米重はふるい目1.8mmで調製・15%水分換算、検査等級は1:1等の上~10:規格外の10段階評価、玄米蛋白含有率は水分0%換算

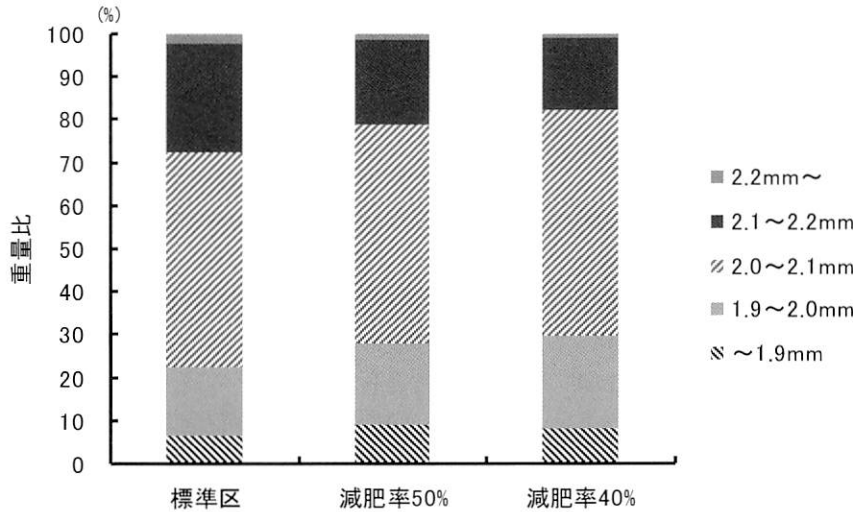


図4 粒厚分布の重量比

注)2010年諫早市小野島町現地試験

4. 考察

1) 育苗

2007年と2008年の試験では育苗日数を短縮しても伸長を抑えることができなかった。試験に使用した育苗箱全量施肥専用肥料であるLPS120の窒素溶出率は育苗期間に3%以上あり苗の生長に影響を及ぼしていることが考えられた。また、育苗期間の5~6月は梅雨にもあたることから、苗床に降雨による水溜りができ、床土が常に多湿になり苗が伸長しやすい状況であったと考えられた。2009年から2010年に行った育苗箱の排水を改善するため、育苗箱の下に胴縁を2本敷いて箱の下に空間を作り、水はけを良くした苗は、直置き苗より苗の伸長を抑えることができた。また、排水改善に育苗日数を約14日間に短縮し、床土を無窒素とすることで、より短い苗となった。しかし、育苗日数を短縮した苗の苗マット強度には苗崩れや、かきとり爪からの苗の落下などがみられ実用上問題であったと考えられた。

大隈ら⁷⁾は、短期育苗は苗マット形成が不十分で移植法によっては欠株や移植時の苗の姿勢の悪化がするため、透水性の改善と移植時の植え付け爪によるかきとり面積を大きくすることにより改善できることを報告している。また、高橋、吉田⁸⁾は育苗箱全量施肥の苗マット強度向上対策として播種を増量することが有効な対策であるとしている。本試験では2010年7月に播種量、床土の量

およびその種類と苗マット強度について検討した。その結果、「にこまる」の育苗箱全量施肥では窒素を含む培土で、1箱当たり床土量を覆土が育苗箱からあふれない程度の1.7kgにし、乾初播種量は180g~200gで、育苗箱の下を浮かして排水を良くすることにより、14日程度の苗でも作業性の改善が可能であることが示唆された。

2011年には前述の方法で育苗した苗の本田での移植精度について検討した。その結果、育苗箱全量施肥の苗での欠株率は0.4%以下で移植された苗の姿勢も良好であった。渡邊ら⁹⁾は欠株率の許容限界は12~22%であることを報告している。このことから、本技術による14日苗での移植は実用上問題ないと考えられる。ただし、育苗期間が14日より長くなると苗が伸びすぎる恐れがあるので、移植については計画的な実施が必要である。また、古賀ら¹⁰⁾は「にこまる」の特性として播種後から発芽までの日数が少ないことが伸長しやすい要因であるとしている。本試験でも硬化は約2cmで行っており、「にこまる」では出芽や、緑化時の苗の伸長程度に注意し、育苗初期に徒長させないように注意する必要がある。

施肥位置に関しては、池田ら⁹⁾が層状施肥法式より混合施肥法式では育苗箱内の施肥むらが生じやすいことを報告している。このことから本試験では層状施肥法式とした。育苗箱全量施肥では床

土、被覆尿素肥料、種子、覆土の順で層状にすると、1箱当たり被覆尿素肥料の施肥量が1200g以上で出芽ムラや生育ムラが生じた。本試験では施肥量の多い苗箱の土の表面が他と比べて乾燥することが観察されており、肥料の厚みが増すことにより床土からの水分が覆土に吸収されにくくなったことが出芽や生育を阻害したものと考えられる。1箱当たり施肥量が1000gを越える場合の育苗法について、坂東¹⁰⁾は「コシヒカリ」を被覆尿素肥料1箱当たり1500g施肥する場合、肥料、床土、種子、覆土の順にして25日間育苗すると実用上支障のない苗が出来ることを報告している。しかしながら、本試験で「にこまる」の育苗箱全量施肥では短期育苗の必要性が明らかとなっており、長い育苗期間を要する坂東の方法は「にこまる」には適さないことから1箱当たりの施肥量の上限は1000g程度にする必要があると考えられた。

2) 育苗箱全量施肥による疎植栽培

育苗箱全量施肥専用の被覆尿素肥料 LPS100 日タイプでは、窒素の溶出率が高くなる時期が早いいため茎数の確保は早い、幼穂形成期以降の溶出が少ないため、籾数や千粒重が低下すると考えられる。一方、LPS120 日タイプでは窒素の溶出率が高くなる時期が LPS100 日タイプより遅く、茎数の確保は遅れるが、幼穂形成期から出穂期の窒素溶出が LPS100 日タイプより多いため、籾数や千粒重が向上し、標準区と遜色ない収量が得られたと考えられる。「にこまる」が中生の晩種で出穂期がやや遅い品種であること、千粒重が重く多収であることを考慮すると、「にこまる」の育苗箱全量施肥には、窒素溶出が遅く千粒重がより重くなる LPS120 日タイプが LPS100 日タイプより適していると考えられる。

2007 年と 2008 年でそれぞれの肥料の窒素溶出パターンは類似しているが、生育や収量の傾向が異なっていた。2007 年と 2008 年の 6 月から 10 月の平均気温、降水量、日照時間を図 5 に示した。2008 年は 2007 年より梅雨明けが早く 7 月 2 半旬から平均気温は高く、降水量は少なく日照時間も多かった。このため分けつの発生は多くなったが、幼穂形成期から出穂期頃の SPAD 葉色値は低くなった。100 日タイプでは幼穂形成期の溶出量が少ないことにより 1 穂籾数は少なく m²当たり籾数は前年並であったが、120 日タイプでは穂数の増加による m²当たり籾数の増加が認められ、千粒重は前年より軽く粒厚も薄い分布になった。このこと

から、2008 年は分けつ過剰により千粒重や粒厚が低下したと考えられる。よって、日照時間が多く分けつの発生が旺盛な年は、過剰分けつを避けるために中干しの実施を早くするなど分けつの発生を抑制する必要があると考えられる。

窒素の施肥量を 50%減肥しても、農林技術開発センター内試験では 4 ヶ年平均の玄米重で標準比 97%、現地試験で 94%と、ほとんど遜色はなかったが、40%減肥では標準比がそれぞれ 99%、101%であり、40%減肥のほうがより安定した収量が得られるものと考えられる。

食味については、標準区と比較して試験区が柔らかくなる傾向はあったが、総合評価は同等であり、おいしさに遜色ないと考えられる。

以上のことから、「にこまる」の育苗箱全量施肥による疎植栽培には育苗箱全量施肥専用の被覆尿素肥料 LPS120 日タイプが適し窒素施肥量を 40%削減できることが明らかとなった。

諫早湾干拓調整池等水質改善委員会¹¹⁾によると流域からの COD の流出負荷量は 4,336kg/日で、そのうち水田・畑からの負荷が約 1,600kg/日あり、水田・畑の面源負荷の削減のため、窒素・リン等の除去が可能な施肥改善や赤土流出防止等の環境保全型農業を実施する必要があるとして、水田では浅水代かき、側条施肥技術の取組が求められている。しかしながら、側条施肥には対応した田植機が必要であり、降雨時には補給時に肥料が濡れて肥料がつまり施肥ムラが生じやすいなどの理由から普及が進んでおらず、麦の収穫後の全面全層施肥が一般的である。大塚ら¹²⁾は、全面全層施肥は代かき時に基肥中の窒素が田面水中に溶出しやすいが、育苗箱全量施肥は側条施肥と同様に窒素流出量を抑制でき、環境保全的な技術であると評価している。育苗箱全量施肥は既存の播種機でも可能であるため側条施肥に比べ新たな設備投資が不要である。また、一般の乗用田植機でも株間 24cm までの疎植なら可能である。2007、2008 年の試験では株間 24cm、育苗箱全量施肥専用の被覆尿素肥料 120 日タイプを使用して窒素を 40%削減した栽培法も可能であった。よって育苗箱全量施肥の株間 24cm の疎植栽培なら、「にこまる」に適した育苗管理を徹底すれば新たな設備投資無しでも導入可能で流出負荷軽減に有効な技術であると考えられる。

高橋、吉田¹²⁾はグライ土からなる肥沃な水田地帯で、育苗箱全量施肥で磷酸、加里成分は本田に

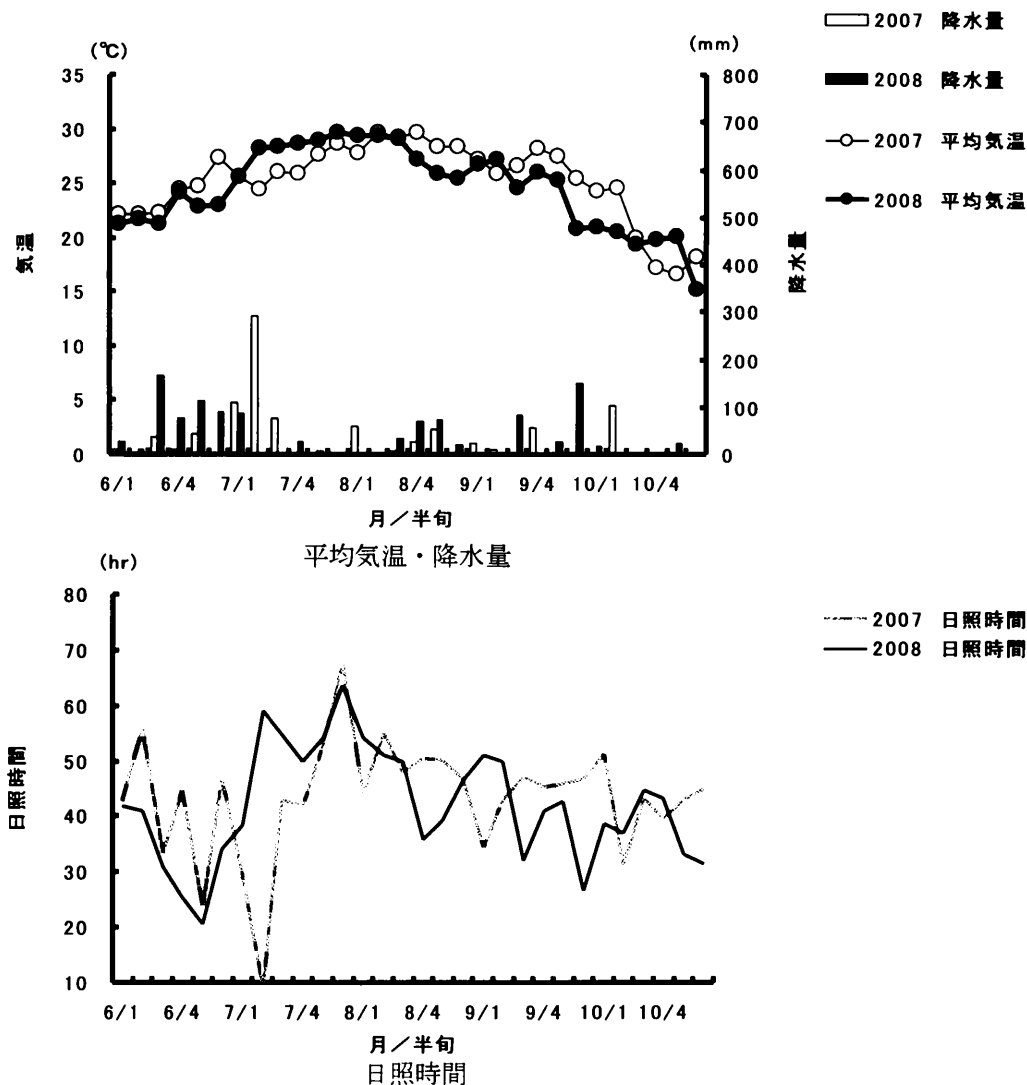


図5 平均気温、降水量、日照時間の推移 (2007, 2008年)
 注)長崎県農林技術開発センター (諫早市貝津町)

施肥しない栽培法を4ヵ年継続した。そして肥沃な土壌条件であれば、概ね窒素減肥率40%として、加里の不足分の補給を行わなくても標準施肥体系と遜色ない生育・収量を得られることを明らかにしている。本現地試験でも前年の稲作から、加里を施肥しない栽培の2年目にあつた

が、育苗箱全量施肥による減肥率40%の疎植栽培で標準栽培と遜色ない収量、品質となった。加里の減肥についても、現地では最低2年は無施肥で栽培することが可能であることが示唆されたが、基本的には土壌診断に基づいた肥培管理を行うことが必要である。

5. 摘要

水稲「にこまる」の育苗箱全量施肥による疎植栽培技術について検討した。

1) 育苗箱全量施肥による「にこまる」の育苗では、苗が伸長しやすく、苗マット強度も不十分になる傾向があつた。

2) 苗の徒長は、排水性の改善と育苗期間の短縮により回避できた。

3) 育苗期間を短くすることで発生する苗マット強度の低下は、播種量の増加により改善でき、移植に適した苗にすることができた。

- 4) 水稲「にこまる」の育苗箱全量施肥栽培には LPS120 日タイプの被覆尿素肥料が適しており、また、窒素を 40%の減肥しても標準施肥と遜色ない収量、品質が得られた。

6. 引用文献

- 1) 古賀潤弥・土谷大輔・大脇淳一・佐田利行・岳田司・下山伸幸: 長崎県における水稲奨励品種「にこまる」の特性, 長崎県総合農林試験場報告(農業部門)33, 1~18(2007)
- 2) 大野高資・杉山英治・川崎哲郎: 水稲疎植栽培が省力・低コスト化に及ぼす影響, 愛媛県農業試験場研究報告 36, 1~5(2001)
- 3) 金本亮一・中川悟志・安井篤史: 施肥田植機・育苗箱全量施肥による減肥が流出負荷削減に及ぼす影響, 農業土木学会 73(6), 567~573(2005)
- 4) 大塚英一・山本幸洋・金子文宜・真行寺孝: 窒素施肥法及び紙マルチ移植栽培が水田系外に排出される汚濁物質に及ぼす影響と評価, 千葉県農業総合研究センター研究報告 7, 41~51(2008)
- 5) 高橋行継・吉田智彦: 群馬県稲麦二毛作地帯における水稲育苗箱全量基肥栽培のプール育苗法に冠する検討, 日本作物学会紀事 75(2), 119~125(2006)
- 6) 上野正実: 苗マットの弾塑性学的研究(農業工学科), 琉球大学農学部学術報告 30, 255~366(1983)
- 7) 大隈光善・柴田義弘・原田皓二: 水稲短期苗の育苗法と本田植付け法, 日本作物学会九州支部報 55, 35~37(1988)
- 8) 渡邊肇・佐々木倫太郎・関口道・鈴木和美・三枝正彦: 異なる栽培法における欠株が水稲の生育・収量に及ぼす影響, 日本作物学会紀事 78(1), 95~99(2009)
- 9) 池田彰弘・今井克彦・日置雅之: 愛知県における水稲育苗箱全量基肥栽培の適応性, 愛知県農業総合試験場研究報告 27, 77~84(1995)
- 10) 坂東悟: 水稲の育苗箱全量施肥と疎植を組み合わせた省力・低コスト栽培, グリーンレポート 495, 10~11(2010)
- 11) 諫早湾干拓調整池等水質委員会検討結果の取りまとめ, 諫早湾干拓調整池等水質委員会, 1~27(2009)
- 12) 高橋行継・吉田智彦: 群馬県東毛地域の早植・普通期水稲栽培における育苗箱全量基肥施肥法の継続が水稲の生育・収量に及ぼす影響, 日本作物学会紀事 77(3), 348~355(2008)

7. Summary

We studied the cultivation by the sparse planting using the single basal nursery fertilization for the rice cultivar "NIKOMARU".

- 1) Raising seedling of the rice cultivar "NIKOMARU" by the single basal nursery fertilization tended to show spindly growth, along with lower mat intensity.
- 2) Spindly growth of seedling was avoidable by drainage-related improvement and shortening of the raising of seedling period.
- 3) The decrease of seedling mat intensity caused by shortening of the raising of seedling period was avoidable by increasing the sowing rate and the bed soil, and healthy seedlings suitable for transplanting could be grown.
- 4) Coated urea fertilizer of 120 days type was suitable for cultivation by the single basal nursery fertilization for the rice cultivar "NIKOMARU", reducing nitrogen fertilizer by about 40% resulted in the yield and quality equal to those in the standard fertilizer application.