

中山間地における水稲「ヒノヒカリ」の育苗箱全量施肥栽培技術

大脇 淳一, 渡邊 大治¹⁾, 藤山 正史²⁾, 里中 利正³⁾

キーワード：育苗箱全量施肥, 中山間地水田

The Whole Quantity Fertilization of Paddy Rice “Hinohikari” using Nursery Box in Mountainous Areas

Junichi OOWAKI, Taiji WATANABE, Masafumi FUJIYAMA, Toshimasa SATONAKA

目 次

1. 緒言	60
2. 育苗箱全量施肥栽培における水稲苗硬化開始時の苗長が生育・収量におよぼす影響	60
1) 試験方法	60
2) 結果	60
3. 水稲育苗箱全量施肥栽培の標高別適応性試験	62
1) 試験方法	62
2) 結果	62
4. 育苗箱全量施肥肥料の種類が高標高地での水稲の生育及び収量に及ぼす影響	66
1) 試験方法	66
2) 結果	66
5. 総合考察	67
1) 育苗箱全量施肥栽培における水稲苗硬化開始時期の苗丈が生育・収量に及ぼす影響	67
2) 水稲育苗箱全量施肥栽培の標高別適応性試験	67
3) 育苗箱全量施肥肥料の種類が高標高地での水稲の生育及び収量に及ぼす影響	68
6. 摘要	68
7. 引用文献	69
Summary	69

1. 緒 言

閉鎖系水域を抱える本県では、河川に流入する濁水、窒素等による環境への負荷を軽減するため、後背地水田からの肥料成分の流出を軽減する技術を開発することが求められている。

このため現地では、代かき時の濁水が河川に流出することを防ぐ浅水代かき^{1,2)}や肥料流出軽減効果が期待される側条施肥田植^{1,2)}等が実施されている。

諫早湾後背地での中山間地水稲の水管理に関する実態調査³⁾を実施したところ、浅水代かきについて約9割の農家が実施していることが確認されたが、そのうちの約6割で一部濁水が流出している実態が明らかになった。

当農林技術開発センターでは、平坦地における「に

こまる」栽培において肥料流出軽減効果がある育苗箱全量施肥による疎植栽培技術⁴⁾を開発している。

また、中山間地においては、一筆面積の狭い水田が多いことや生育期間の低温により分けつ不足となるため肥料流出軽減効果がある側条施肥田植機は導入しにくく、別の方法による後背地水田からの肥料成分の流出を軽減する技術を開発することが求められている。

そこで、中山間地の水田の主力品種「ヒノヒカリ」において、育苗箱全量施肥について、地域適合性、施肥資材、育苗方法を検討したのでその内容を報告する。なお、本報告は戦略プロ「環境と調和した持続可能な農業・水産業の実現」の成果である。

2. 育苗箱全量施肥栽培における水稲苗硬化開始時の苗丈が生育・収量におよぼす影響

1) 試験方法

(1) 目的

古賀ら⁴⁾は「にこまる」における育苗箱全量施肥栽培では、苗が徒長しやすいため、一般的な育苗より、約2cm短い苗丈で硬化を開始し、育苗期間を短縮することが適当であることを報告している。

一方、「ヒノヒカリ」は「にこまる」に比べ苗が徒長しにくい⁴⁾。また、中山間地は平坦地に比べ一般的に気温が低いことから、平坦地に比べ育苗期間がやや長い。

このことから、中山間地の「ヒノヒカリ」育苗箱全量施肥に適した硬化開始時期を検討した。

(2) 材料

試験は、いさはや新池に流入する河川上流の諫早市高来町折山の中山間水田(標高130m)で実施した(表1)。

育苗箱全量施肥に使用する肥料は、被覆尿素(シグモイド120日タイプ、以下S120)「商品名:育苗まかせ」を使用した。育苗箱への窒素施用量は、農家慣行栽培の窒素施用量の8割の6kg/10aを目標とし、箱当肥料500g(12箱/4a)とした(表1)。

また、試験区・対照区共に、リン・カリ成分を含む珪酸肥料(ケイカリン:N-P₂O₅-K₂O:0-12-6)を60kg/10a施用した(表1)。

育苗箱での施肥および播種の手順は、以下の通り

①床土→②施肥→③種子→④灌水→⑤覆土

であり、種子を入れる前に施肥することが大きな特徴である。

5月21日に播種し、黒寒冷紗を2枚重ねて被覆した。苗長が概ね2cm, 4cm, 6cm及び8cmで寒冷紗を除去し、慣行区は8cmで除去した(表1)。

通常(平坦地)の栽培における硬化時期は苗長3~4cmであるが、中山間地であることを考慮して硬化時期は農家慣行に準じ8cmとした。

(3) 調査方法

移植当日、苗の良否を評価し、移植10日後の移植精度を判定した(表3)。

生育調査は、8月上旬及び末に実施した(表3)。成熟期調査は収穫直前に実施し、収量調査は均分法⁵⁾を用いた(表3,4)。

(4) 気象概況

気温、降水量および日照時間を表2に示した。2012年の気温は、7月下旬~8月上旬を除き概ね低く推移した。日照時間は6月を除き概ね平年並みから以上であった。降水量は7月下旬~8月上旬および9月下旬~10月中旬を除き概ね平年より多かった。

2) 結果

育苗箱全量施肥の硬化時期 2, 4, 6, 8 cm区は、慣行区に比べ以下の特徴を示した。

苗丈は有意に高く、葉令は進み、根張りは同等であった。移植後の不良株率は、欠株は差が小さく有意ではなく、倒伏は苗丈 8 cm区が有意に大きく、他区が有意ではなかった。8月上旬の草丈は同等からやや高く、茎数が少なかった。8月末の葉色値(SPAD)は高かった(表3)。

m²当穂数は少ないが、一穂粒数が多いことから、

苗丈 2 cm区ではm²当粒数が多くなった。精玄米重は、同等から重かった。登熟歩合は高く、千粒重は重く、粒厚は厚い粒の割合が多かった。検査等級は全区とも充実不足が原因で2等であった(表4)。

表1 試験概要

No. 処理区	施肥処理	N:kg/10a	肥料名, 施用量, 施用時期	土壌改良資材
① 苗丈 2 cm(育苗箱全量施肥)			◎育苗箱全量施肥区(慣行比80%目標) 苗箱まかせ N400-120(40-0-0)	ケイカリソ (0-12-6)
② 苗丈 4 cm(育苗箱全量施肥)	育苗箱全量施肥	6.0kg(80)	施用時期: 播種時(5月21日)	
③ 苗丈 6 cm(育苗箱全量施肥)	120日タイプ		◎慣行区	
④ 苗丈 8 cm(育苗箱全量施肥)			BB522(15-12-12), 50kg/10a (LPS100(42-0-0)24%, LPS110(42-0-0)35%)	60kg/10a
⑤ 苗丈 8 cm(慣行)	慣行栽培 緩効性肥料	7.5kg(100)	施用時期: 定植1週間前	

注1)場所: 諫早市高来町折山 注2)標高: 130m 注3)移植日: 6月17日

表2 気象概況

月 旬	平均気温(°C)							降水量(mm)								日照時間(時)					
	2010年		2011年		2012年		平 年 値	2010年		2011年		2012年		平 年 値	2010年		2011年		2012年		平 年 値
	平均 気温	温 度 差	平均 気温	温 度 差	平均 気温	温 度 差		降 水 量	比 率 (%)	降 水 量	比 率 (%)	降 水 量	比 率 (%)		日 照 時 間	比 率 (%)	日 照 時 間	比 率 (%)	日 照 時 間	比 率 (%)	
6上	22.2	0.2	22.1	0.1	22.3	0.2	22.0	14	36	66	169	17	43	39	84	105	34	42	67	84	80
6中	23.8	0.0	21.5	-2.3	22.9	-0.9	23.7	115	130	562	636	276	312	88	28	39	2	3	50	72	70
6下	24.1	-0.3	26.5	2.1	23.2	-1.2	24.4	255	169	184	122	345	229	150	8	16	46	93	44	89	50
7上	25.7	-0.4	26.9	0.8	25.3	-0.7	26.1	71	50	126	89	95	67	141	26	44	41	70	56	96	58
7中	27.3	-0.6	28.6	0.7	27.5	-0.4	27.9	190	206	25	27	252	274	92	49	68	84	118	62	87	72
7下	28.4	0.6	27.5	-0.3	28.6	0.8	27.8	67	73	3	3	54	59	91	74	80	91	97	106	114	93
8上	29.3	0.3	28.8	-0.2	29.5	0.4	29.0	43	111	22	57	27	69	38	68	82	70	84	85	102	83
8中	28.8	0.1	27.2	-1.6	28.4	-0.3	28.7	145	171	191	225	148	174	85	54	76	49	67	89	123	72
8下	29.7	1.8	27.6	-0.4	27.8	-0.2	27.9	0	0	304	349	81	93	87	90	120	77	102	92	122	75
9上	28.4	2.0	26.6	0.2	26.2	-0.2	26.4	49	91	1	1	61	113	54	57	78	74	101	76	104	73
9中	25.9	0.6	27.2	1.9	24.0	-1.3	25.3	11	21	47	91	70	136	51	73	104	65	93	69	98	70
9下	22.5	-0.2	21.8	-0.9	20.6	-2.1	22.7	71	114	15	24	11	17	62	49	71	67	96	70	101	69
10上	20.5	-0.3	19.3	-1.5	19.6	-1.2	20.8	69	161	5	11	0	43	61	101	62	102	81	133	61	
10中	19.4	0.7	19.5	0.7	17.6	-1.2	18.8	1	4	48	182	39	150	26	48	70	51	73	78	113	69
10下	18.5	1.3	17.5	0.3	15.9	-1.3	17.2	53	162	118	362	132	403	33	29	47	42	69	68	111	61
平均	25.0	0.4	24.6	0.0	24.0	-0.6	24.6	230	105	343	158	321	145	216	160	75	171	80	219	103	211

注1) 日照時間は長崎海洋気象台データ利用

注2) 平年値は2002~2011年の平均値

表3 水稻の育苗及び生育

No. 処理区	栽植 密度 (株/m ²)	6月17日(移植)			6月27日		8月10日			8月31日	9月13日	
		苗丈 (cm)	苗令 (令)	根張り (緑・根)	不良株率(%) 欠株 倒伏	草丈 (cm)	茎数 (本)	葉色 (SPAD)	葉色 (SPAD)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	
① 苗丈 2 cm(育苗箱全量施肥)	18.3	16.5ab	3.5	良好	1.1a	0.4a	84.4	25.9	41.4	37.6	82.9	19.2
② 苗丈 4 cm(育苗箱全量施肥)	18.4	16.9a	3.4	良好	1.3a	0.7a	81.3	24.3	38.8	38.1	84.9	19.0
③ 苗丈 6 cm(育苗箱全量施肥)	18.2	16.5ab	3.0	良好	0.3a	0.4a	79.5	25.4	40.6	38.0	83.5	18.6
④ 苗丈 8 cm(育苗箱全量施肥)	18.1	21.8c	2.9	良好	1.3a	2.8b	80.4	22.5	40.8	38.8	83.1	19.4
⑤ 苗丈 8 cm(慣行)	18.3	14.9b	2.6	良好	0.0a	0.0a	79.2	27.1	40.9	35.9	86.2	19.5

注1)根張り: 良好(根の張りが多く、ルートマットの強度が十分であること)、やや不良(根の張りがやや少なく、苗を持ち上げた場合、マットに一部亀裂が生じる)、不良(根の張りが弱く、マットの出来にムラがあり、苗を持ち上げた場合、マットがすぐ破ける)

注2)データの後に、小文字アルファベットがある場合、同じ文字間では有意差が無く、異なる文字間では有意差(5%水準)が有る

表 4 水稻の収量調査及び粒厚

No. 処理区	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	精玄米重 (kg/10a)	m ² 当 穂数 (/m ²)	一穂 粒数 (粒)	m ² 当 粒数 (100粒)	登熟 歩合 (%)	千粒 重 (g)	検査 等級 1上~3下	品質低下 要因	粒厚分布 2.1mm以上 (%)
① 苗丈2cm(育苗箱全量施肥)	8.30	10.5	652(113)	438	81	355	79	23.4	2中	充実不足	65.2
② 苗丈4cm(育苗箱全量施肥)	8.30	10.5	626(108)	413	79	325	81	23.6	2中	充実不足	70.5
③ 苗丈6cm(育苗箱全量施肥)	8.30	10.5	608(105)	387	78	303	85	23.7	2中	充実不足	72.0
④ 苗丈8cm(育苗箱全量施肥)	8.30	10.5	583(101)	399	75	301	82	23.8	2中	充実不足	70.5
⑤ 苗丈8cm(慣行)	8.30	10.5	577(100)	493	69	338	76	22.3	2中	充実不足	44.9

注) 粒厚重量比は粗玄米中の粒厚 2.1mm 以上の玄米重量比。

3. 水稻育苗箱全量施肥栽培の標高別適応性試験

1) 試験方法

(1) 目的

いさはや新池背後地の中山間地域において育苗箱全量施肥栽培の適応性を標高別に明らかにする。

(2) 材料

試験は、いさはや新池の背後地である中山間水田 7ヶ所(標高 20m~130m)で実施した(表 5, 図 1)。

試験区は被覆尿素(シグモイド型 120 日タイプ)を床土に施肥、灌水、播種、覆土した育苗箱全量施肥とし、農家慣行施肥を対照とした、育苗箱への窒素施用量は、農家慣行栽培の窒素施用量の 8割を目安とした(表 5)。

また、試験区・対照区共に、リン・カリ成分を含む珪酸肥料(ケイカリン: N-P₂O₅-K₂O:0-12-6)を 60kg/10a 施用した(表 5)。

試験区は同一圃場または隣接した圃場に配置した。

(3) 調査方法

生育調査は、7月上旬~9月上旬まで概ね 10日おきに実施した。成熟期調査は収穫直前に実施し、収量調査は均分法⁵⁾を用い行った。

2) 結果

(1) 2010 年

高来町(標高 130m)の育苗箱全量施肥区(①)は、慣行区(②)に比べ以下の特徴を示した。

茎数は少なく推移するが、その後回復し、m²当穂数はほぼ同等であった(表 6, 7)。草丈は 7月 は低く

推移し、8月にやや高くなった。稈長はやや低く、穂長はほぼ同等であった。葉色値(SPAD)は 7月下旬まで低く推移したが、8月以降 9月上旬まで高く推移した(表 6)。

検査等級は高かった(表 7)。

愛野町(標高 60m)の育苗箱全量施肥区(③)は、慣行区(④)に比べ以下の特徴を有した。

茎数はほぼ同等に推移するが、m²当穂数はやや少なかつた(表 6, 7)。草丈は高く推移し、稈長も高かつた。葉色値(SPAD)は 8月調査時には高かつたが、7月下旬及び 9月調査時には低かつた(表 6)。

m²当穂数はやや少ないものの、一穂当粒数が多く、m²当粒数が多いことから、精玄米重はやや重かつた(表 7)。千粒重はほぼ同等であり、検査等級はやや低かつた(表 7)。

標高で比較すると、標高 130m の高来町は、標高 60m の愛野町に比べ、育苗箱全量施肥区、慣行区とも、m²当穂数が少ないことが、m²当粒数低下につながり、精玄米重は軽かつた(表 7)。

葉色値(SPAD)は、愛野町が 8月に低下したのに対し、高来町は慣行区が 8月に低かつたものの 7月下旬以降 9月上旬まで高く推移した。

(2) 2011 年

前年(2010年)、栽植密度が低いことが高標高地での穂数不足の一要因と推察されたことから、本年の栽植密度は標準から密植条件での栽培試験に努めた。

吾妻町(標高 90m)の育苗箱全量施肥区(⑤)は、慣行区(⑥)に比べ以下の特徴を有した。

草丈は高く推移し、稈長もやや高かった。葉色値 (SPAD) は 7 月下旬, 8 月とやや高く推移したが, 9 月にはやや低くなった (表 6)。

m²当穂数は少ないが, 一穂粒数が多いことから, m²当粒数はやや多くなった。精玄米重は, m²当粒数が多いことから, やや重かった。千粒重はほぼ同等であった。検査等級は両区とも青未熟が原因で 2 等であった (表 7)。

本野 (標高 40m) の育苗箱全量施肥区 (⑦) は, 慣行区 (⑧) に比べ以下の特徴を有した。

茎数は少なく推移したが, m²当穂数はほぼ同等であった (表 6, 7)。草丈は 7 月中旬から 8 月にかけて, 低く推移し、稈長もやや低かった (表 6)。葉色値 (SPAD) は 7 月下旬は低い, それ以降はやや高く推移した (表 6)。

m²当穂数はほぼ同じであるが, 一穂粒数が多いことから, m²当粒数も多くなった。精玄米重は, m²当粒数が多かったため重かった。登熟歩合及び千粒重はほぼ同等であった。検査等級は両区とも 1 等であった (表 7)。

本野 (標高 20m) の育苗箱全量施肥区 (⑨) は, 慣行区 (⑩) に比べ以下の特徴を有した。

茎数は少なく推移し, m²当穂数もやや少なかった (表 6, 7)。草丈は 7 月中旬以降やや低く推移し, 稈長もやや低かった。葉色値 (SPAD) はほぼ同等に推移した (表 6)。

m²当穂数はやや少ないが, 一穂粒数がやや多いことから, m²当粒数もやや多くなった。精玄米重は, m²当粒数がやや多く, 登熟歩合が高いことから, 重かった。検査等級は両区とも充実不足が原因で 2 等であった (表 7)。

(3) 2012 年

高来 (標高 130m) の育苗箱全量施肥区 (⑪) は, 慣行区 (⑫) に比べ以下の特徴を有した。

茎数は少なく, m²当穂数が少なかった (表 6, 7)。草丈, 稈長ともやや低かった。葉色は, 9 月上旬調査ではやや高かった (表 6)。

一穂粒数が多いが, m²当穂数が少ないことから, m²当粒数もやや少なかった。千粒重は重かった。精玄米重は, m²当粒数がやや少ないものの, 千粒重が重いことから, 有意に重かった。検査等級は両区とも充実不足が原因で 2 等であった (表 7)。

本野 (標高 120m) の育苗箱全量施肥区 (⑬) は, 慣行区 (⑭) に比べ以下の特徴を有した。

茎数は多く推移し, m²当穂数はやや多かった (表 5, 6)。草丈はやや高く推移し, 稈長もやや高かった。葉色はほぼ同等に推移した (表 6)。

m²当穂数はやや多く, 一穂粒数が多いことから, m²当粒数も多くなった。登熟歩合及び千粒重はほぼ同等であった。精玄米重は, m²当粒数が多いことから有意に重かった。検査等級は充実不足が原因となり 2 等であった (表 7)。

(4) 労働時間及び肥料費

県央地域水稻栽培こよみを用い地域慣行栽培と育苗箱全量施肥との比較を行った。

慣行栽培の施肥量はこよみに準じ, 育苗箱全量施肥は窒素成分を慣行の 80%とした。

代かき後の水田での施肥が不要となり, 労働時間及び肥料費共にやや削減できた。

表 5 試験区の概要

No.	処理区	N:kg/10a	年次	場所	標高	土壌	移植日	肥料名, 施用量, 施用時期
①	育苗箱全量施肥	7.0kg(93)	2010	諫早市	約130m	黄色土	6月16日	①育苗まかせ, 17.5kg/10a, 5月28日
②	緩効肥料(慣行)	7.5kg(100)		高来町				②BB522, 50kg/10a, 6月14日
③	育苗箱全量施肥	7.0kg(83)	2010	雲仙市	約60m	褐色土	6月26日	③育苗まかせ, 17.5kg/10a, 5月28日
④	分施(慣行)	8.4kg(100)		愛野				④BB48, 30kg/10a, 6月6日 BBNKC3, 20kg/10a, 8月8日
⑤	育苗箱全量施肥	3.7kg(71)	2011	雲仙市	約90m	黄色土	6月18日	⑤育苗まかせ, 9.3kg/10a, 5月28日
⑥	分施(慣行)	5.2kg(100)		吾妻町				⑥BB48, 10kg/10a, 6月13日 BBNKC3, 10+10kg/10a, 8月10日, 8月20日
⑦	育苗箱全量施肥	4.0kg(67)	2011	諫早市	約40m	黄色土	6月10日	⑦育苗まかせ, 10kg/10a, 5月21日
⑧	分施(慣行)	6.0kg(100)		本野B				⑧BB422, 30kg/10a, 6月10日 BBNKC3, 10kg/10a, 8月10日
⑨	育苗箱全量施肥	4.8kg(70)	2011	諫早市	約20m	黄色土	6月15日	⑨育苗まかせ, 10kg/10a, 5月28日
⑩	分施(慣行)	6.9kg(100)		本野A				⑩BB422, 30kg/10a, 6月10日 BBNKC3, 10+5kg/10a, 8月5日, 8月15日
⑪	育苗箱全量施肥	6.0kg(80)	2012	諫早市	約130m	黄色土	6月17日	⑪育苗まかせ, 15kg/10a, 5月21日
⑫	緩効(慣行)	7.5kg(100)		高来町				⑫BB522, 50kg/10a, 6月10日
⑬	育苗箱全量施肥	5.4kg(85)	2012	諫早市	約120m	黄色土	6月10日	⑬育苗まかせ, 13.5kg/10a, 5月21日
⑭	分施(慣行)	6.4kg(100)		湯野尾				⑭BB422, 23kg/10a, 6月7日 硫安, 7.6+7.6kg/10a

注1) 品種：ヒノヒカリ

注2) 改良資材：ケイカリン(0-12-6), 60kg/10a

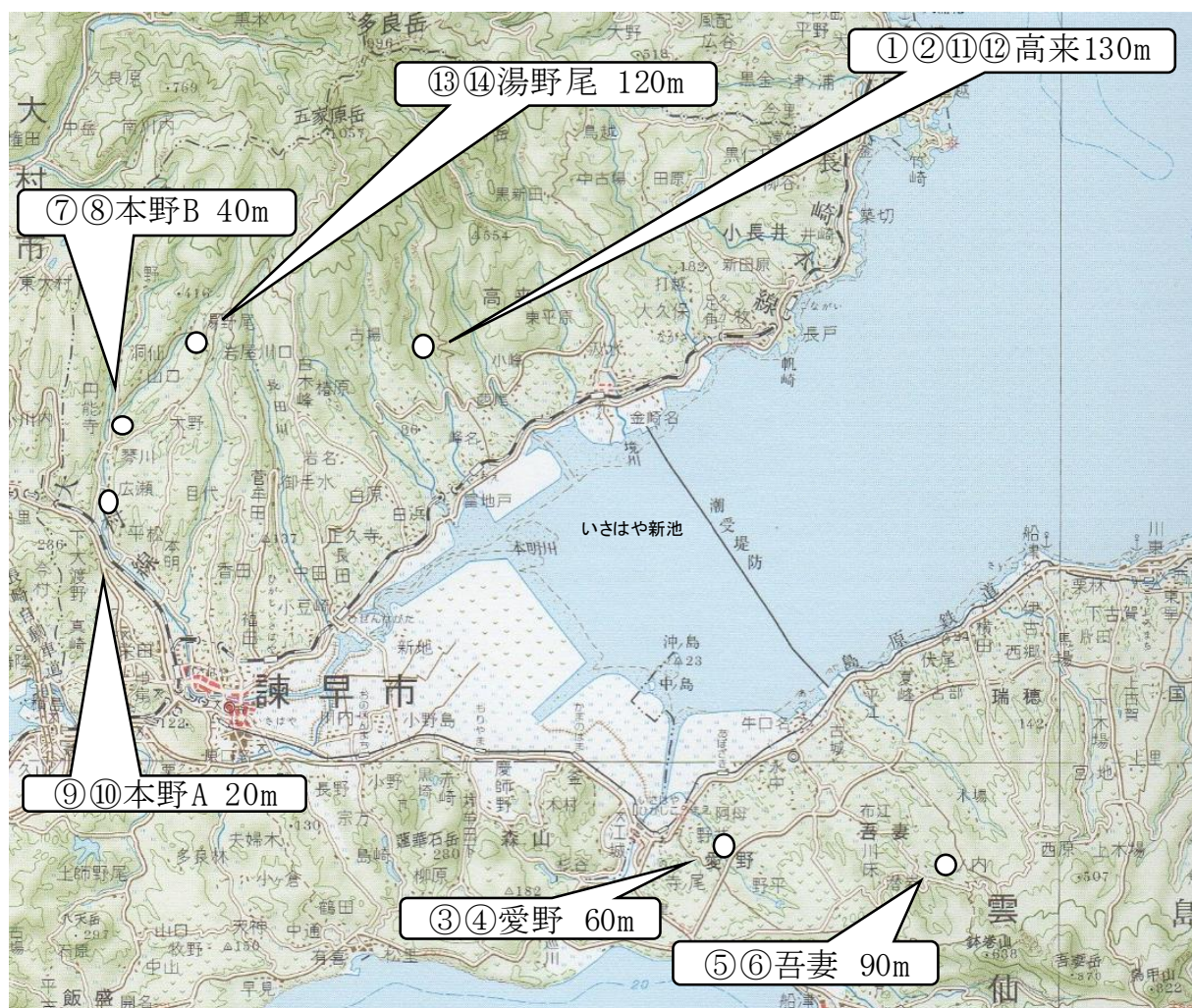


図1 試験区位置関係

注) 国土地理院の20万分の一地勢図「熊本(H23)」を加工し掲載

表 6 生育調査

No. 処理区	年次	栽植 密度 (株/m ²)	7月初旬		7月中旬			7月下旬			8月			9月上旬	9月中旬	
			草丈 (cm)	茎数 (本)	草丈 (cm)	茎数 (本)	葉色 (SPAD)	草丈 (cm)	茎数 (本)	葉色 (SPAD)	草丈 (cm)	茎数 (本)	葉色 (SPAD)	草丈 (cm)	茎数 (本)	葉色 (SPAD)
① 育苗箱全量施肥	2010	16.6	-	-	32.9	5.9	33.0	54.3	16.4	39.5	101.1	19.2	42.3	44.6	82.1	21.0
② 緩効肥料(慣行)	2010	16.6	-	-	36.3	5.8	36.4	64.2	26.0	42.7	98.5	26.4	29.1	36.5	85.3	20.6
③ 育苗箱全量施肥	2010	16.6	-	-	-	-	-	68.3	20.8	37.4	99.1	19.4	31.4	32.2	88.8	20.0
④ 分施(慣行)	2010	16.6	-	-	-	-	-	64.3	21.3	39.7	95.2	18.7	27.7	33.8	84.5	20.1
⑤ 育苗箱全量施肥	2011	18.0	21.7	8.4	36.4	17.5	-	60.4	24.4	42.8	75.5	24.7	41.7	34.7	91.6	18.3
⑥ 分施(慣行)	2011	18.9	20.5	8.4	35.8	17.4	-	59.7	24.9	40.8	71.8	24.4	40.2	36.3	89.8	18.8
⑦ 育苗箱全量施肥	2011	20.7	29.5	10.5	53.0	14.7	-	68.4	23.5	38.9	79.0	21.9	37.9	34.8	88.8	17.4
⑧ 分施(慣行)	2011	20.3	28.9	11.9	54.9	18.2	-	74.3	24.9	40.6	81.7	23.2	37.1	32.7	90.2	18.3
⑨ 育苗箱全量施肥	2011	18.2	25.2	8.9	41.8	15.9	-	59.9	26.0	38.0	72.2	24.8	37.4	35.8	88.3	18.4
⑩ 分施(慣行)	2011	17.9	23.6	12.6	44.0	18.7	-	61.9	28.3	38.6	73.3	28.4	37.7	35.9	88.8	18.2
⑪ 育苗箱全量施肥	2012	18.4	-	-	-	-	-	-	-	-	81.3	24.3	38.8	38.1	84.9	19.0
⑫ 緩効(慣行)	2012	18.3	-	-	-	-	-	-	-	-	79.2	27.1	40.9	35.9	86.2	19.5
⑬ 育苗箱全量施肥	2012	17.7	-	-	57.6	21.5	-	72.6	23.6	43.2	79.4	21.9	42.3	39.8	86.3	20.1
⑭ 分施(慣行)	2012	16.9	-	-	52.8	20.0	-	68.3	22.7	43.2	76.1	21.5	42.0	39.7	85.3	19.8

注) 調査日: 7月初旬(2011.7.1), 7月中旬(2010.7.14 2011.7.13 2012.7.17), 7月下旬(2010.7.31 2011.7.25 2012.7.24), 8月(2010.8.23 2011.8.3 ⑩2012.8.3 ⑪2012.8.10), 9月初旬(2010.9.3 2011.9.3 2012.8.31), 9月中旬(2010.9.29 2011.9.12 2012.9.13)

表 7 収量調査

No. 処理区	年次	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	精玄米重 (kg/10a)	m ² 当 穂数 (/m ²)	一穂 粒数 (粒)	m ² 当 粒数 (100粒)	登熟 歩合 (%)	千粒 重 (g)	検査 等級 1上~3下	品質 低下 要因
① 育苗箱全量施肥	2010	-	-	367(98)	240	89	213	-	23.2	1下	-
② 緩効肥料(慣行)	2010	-	-	375(100)	242	82	199	-	22.1	2上	乳白
③ 育苗箱全量施肥	2010	-	-	501(104)	369	74	272	-	22.2	2下	乳白
④ 分施(慣行)	2010	-	-	480(100)	390	68	265	-	22.4	2中	乳白
⑤ 育苗箱全量施肥	2011	8.30	10.8	547(105)	427	81	346	73	21.6	2中	青未熟
⑥ 分施(慣行)	2011	8.30	10.8	519(100)	460	71	324	73	22.1	2中	青未熟
⑦ 育苗箱全量施肥	2011	8.22	10.1	598(113)	385	73	280	92	23.3	1下	-
⑧ 分施(慣行)	2011	8.22	10.1	529(100)	381	62	238	95	23.4	1下	-
⑨ 育苗箱全量施肥	2011	8.26	10.3	594(110)	404	71	285	89	23.3	2中	充実不足
⑩ 分施(慣行)	2011	8.26	10.3	540(100)	418	67	278	83	23.4	2上	充実不足
⑪ 育苗箱全量施肥	2012	8.30	10.8	626(108)b	413a	79	325	81	23.6	2中	充実不足
⑫ 緩効(慣行)	2012	8.30	10.8	577(100)a	493b	69	338	76	22.3	2下	充実不足
⑬ 育苗箱全量施肥	2012	8.22	10.1	534(113)b	346	90	310	76	22.6	2中	充実不足
⑭ 分施(慣行)	2012	8.22	10.1	472(100)a	338	83	281	74	22.8	2中	充実不足

注) 検査等級は1-3:1等,4-6:2等,7-9:3等,10:規格外を表す。

注) 標高区分ごとに場所×施肥法の二元配置の分散分析、交互作用がある場合は場所ごと一元配置の分散分析を実施。平均に付した異英文字間には交互作用がなく施肥方法間に5%水準の有意差があることを、場所に付した異英文字間には交互作用があり施肥方法間に5%水準の有意差があることを表す。

表 8 水稻栽培にかかる労働時間と肥料費(10a 当たり)

栽培法	労働時間(時)	肥料費(円)
育苗箱全量施肥	24.4	12,814
慣行栽培	26.0	13,850

注1) 慣行栽培施肥量は長崎県央地域水稻栽培こよみに基づき、育苗箱全量施肥は窒素成分を慣行栽培の80%とした。

注2) 労働時間は長崎県農林業基準技術(1994)普通期栽培(本田分施)に、肥料費はJAながさき県央販売価格に基づき試算した。

4. 育苗箱全量施肥肥料の種類が高標高地での水稻の生育及び収量に及ぼす影響

1) 試験方法

(1) 目的

先述の標高別適応性試験(2010年)において、標高の高い高来町(130m)は愛野町(60m)に比べ、茎数が初中期に少なく推移し、葉色値(SPAD)が遅く(9月初旬)まで高く推移した。中山間地は平坦地に比べ水温が低く、また「ヒノヒカリ」は「にこまる」と比べ移植から出穂までの期間がやや短いことから、平坦地「にこまる」で用いられた被覆尿素(シグモイド120日タイプ、以下S120)⁴⁾では、初期生育が緩慢となり、低収となることが懸念された。

そこで、溶出日数が短い被覆尿素(シグモイド100日タイプ、以下S100)が水稻の生育、収量及び品質に及ぼす影響を検討した。

(2) 材料

試験は、いさはや新池に流入する後背地の諫早市高来町折山の中山間水田(標高130m)で行った。

S100区は溶出日数が短い被覆尿素(S100)を育苗箱全量施肥し、S120区を対照とした。育苗箱への窒素施用量は、農家慣行栽培の約8割の6.0kg/10aを目標とした(表9)。

また、試験区・対照区共に、リン・カリ成分を含む珪酸肥料(ケイカリン:N-P₂O₅-K₂O:0-12-6)を60kg/10a施用した。

(3) 調査方法

生育調査は、7月中旬～9月上旬まで概ね10日おきに実施した。成熟期調査は収穫直前に実施し、収量調査は均分法⁵⁾を用い行った(表11)。

2) 結果

(1) 2011年

S100区は、S120区に比べ以下の特徴を示した。

茎数は初期を除き多く推移したが、m²当穂数は同等であった(表10,11)。草丈は8月上旬までは高く推移したが、8月中旬以降はほぼ同等に推移し、稈長もほぼ同等であった。葉色値(SPAD)は8月中旬まで高く推移したが、8月下旬は低かった(表10)。

m²当穂数はほぼ同等であったが、一穂粒数が少ないことから、m²当粒数もやや少なかった。千粒重はやや軽いものの、登熟歩合は高く、粒厚は2.0mm以上の割合が高かった。精玄米重はほぼ同等であった。検査等級は登熟歩合が高く、粒厚分布が厚いことから1等であった(表11)。

(2) 2012年

S100区は、S120区に比べ以下の特徴を示した。

草丈は、7月はやや高く推移したが、8月はほぼ同等であり、稈長もほぼ同等であった。葉色値(SPAD)は7月下旬から8月下旬までほぼ同等に推移した(表10)。

m²当穂数は同等であったが、一穂粒数がやや多いことから、m²当粒数はやや多くなった。千粒重はやや軽く、登熟歩合はほぼ同等で、粒厚は2.0mm以上の割合が低かった。精玄米重は、m²当粒数がやや多いものの、千粒重がやや軽いことから、ほぼ同等であった。検査等級は両区とも充実不足が原因で2等であった(表11)。

表9 試験区概要(諫早市高来町折山 標高130m)

No. 処理区	施肥量 (N:kg/10a)	試験 年次	施肥日 (月日)	移植日 (月日)
① S100	5.5	2011	5月27日	6月18日
② S120	6.2			
③ S100	6.0	2012	5月21日	6月15日
④ S120	6.0			

注) S100: 苗箱まかせ N400-100(40-0-0) S120: 苗箱まかせ N400-120(40-0-0)

表 10 生育調査

No. 処理区	試験年次	栽植密度 (株/m ²)	7月中旬			7月下旬			8月上旬			8月中旬			8月下旬	9月中旬	
			草丈 (cm)	茎数 (本)		草丈 (cm)	茎数 (本)	葉色 (SPAD)	草丈 (cm)	茎数 (本)	葉色 (SPAD)	草丈 (cm)	茎数 (本)	葉色 (SPAD)	葉色 (SPAD)	稈長 (cm)	穂長 (cm)
① S100	2011	19.7	34.1	12.0	49.3	21.6	40.4b	65.2b	20.7	40.2b	72.8	21.4	37.2	31.6a	79.3	17.5a	
② S120		21.3	33.7	12.4	48.1	18.3	37.9a	63.1a	18.3	37.7a	72.6	18.7	36.0	34.9b	80.4	18.3b	
③ S100	2012	19.6	36.1	9.1	50.3	15.2b	40.4	60.1	22.7	41.7	68.6	23.9	41.8	38.9	77.4	19.8	
④ S120		20.3	35.4	8.9	48.5	11.1a	40.7	60.0	20.4	42.2	68.3	21.6	42.9	39.0	76.9	19.5	
S100	平均	19.7	35.1	11.0	49.8	18.4	40.4	62.6	21.7b	41.0	70.7	22.6	39.5	35.3	78.3	18.6	
S120		20.8	34.6	10.7	48.6	16.4	39.6	61.1	19.8a	40.5	70.0	21.2	40.7	37.8	78.1	18.9	

注) 調査日：7月中旬(2011.7.13 2012.7.17), 7月下旬(2011.7.25 2012.7.24), 8月上旬(2011.8.3 2012.8.3), 8月中旬(2011.8.11 2012.8.10), 8月下旬(2011.8.25 2012.8.31)
9月中旬(2011.9.12 2012.9.13)

注) 試験年次平均に付した異英文字間には交互作用がなく施肥資材間に5%水準の有意差があることを、試験年次に付した異英文字間には交互作用があり施肥資材間に5%水準の有意差があることを表す(二元配置の分散分析に伴うF検定、下位検定一元配置の分散分析に伴うF検定)。

表 11 収量調査及び粒厚

No. 処理区	試験年次	出穂期	成熟期	精玄米重	m ² 当 穂数	一穂 粒数	m ² 当 粒数	登熟 歩合	千粒 重	検査 等級	品質低下 要因	粒厚分布 2.1mm以上 (%)
(a)	(b)	(月日)	(月日)	(kg/10a)	(/m ²)	(粒)	(100粒)	(%)	(g)	1上~3下		
① S100	2011	8.30	10.7	483(104)	364	70	256	85	22.3	1下	—	67.0
② S120		8.30	10.7	464(100)	360	77	275	77	22.8	2上	青未熟	63.3
③ S100	2012	8.30	10.5	547(101)	405	76	307	79	22.7	2中	充実不足	54.6a
④ S120		8.30	10.5	540(100)	404	72	292	80	23.2	2中	充実不足	63.4b
S100	平均	8.30	10.6	515(93)	384	73	281	82	22.5	2上		55.3a
S120		8.30	10.6	556(100)	393	73	286	85	22.9	2中		63.4b

注) 検査等級は1-3;1等, 4-6;2等, 7-9;3等, 10;規格外。

注) 粒厚重量比は粗玄米中の粒厚2.1mm以上の玄米重量比。試験年次平均に付した異英文字間には施肥資材間に10%水準の有意差があることを表す(繰返しのない二元配置の分散分析に伴うF検定)。試験年次2012年に付した異英文字間には施肥資材間に5%水準の有意差があることを表す(一元配置の分散分析に伴うF検定)。

5. 総合考察

1) 育苗箱全量施肥栽培における水稻苗硬化開始時の苗長が生育・収量におよぼす影響

移植期の苗丈は、硬化開始時期の育苗苗丈が、2～6cmまではほぼ同等であったが、8cmでは有意に徒長し、倒伏率が増加した。

水稻育苗時、被覆資材除去(硬化開始時期)が遅くなるほど除去時点での苗丈は高くなり、育苗完了時点(定植時期)での苗丈も高く徒長気味になる⁷⁾ことから、他区に比べ硬化開始時期が遅い8cm区は苗丈が高く、定植時の田植機の移植精度低下から、倒伏増加につながったと推察された。

硬化開始時期は苗丈2～6cmで、地域慣行に比べ、精玄米重が重く、品質も同等であった。

このことから中山間地における「ヒノヒカリ」

の育苗箱全量施肥栽培においては、苗長2～6cmでの硬化開始で特に問題ないと考えられる。

2) 水稻育苗箱全量施肥栽培の標高別適応性試験

2010年の高標高地は、育苗区及び慣行区共に他区に比べ、m²当穂数が少ないことが、m²当粒数減につながり精玄米重がかなり軽かった。2010年は2011年及び2012年に比べ栽植密度が低いことから、高標高地での疎植⁸⁾がm²当穂数減及び精玄米重減に影響していることが示唆された。

高標高地(100～130m)の水田で、育苗箱全量施肥と慣行(生産者慣行)で水稻の生育・収量を比較した。m²当穂数は多い区から少ない区があるが、一穂粒数が多くm²当粒数につながり、精玄米重は同等以上であ

った。また検査等級は同等以上であった。

次に中標高地(20~90m)の水田において、育苗箱全量施肥と慣行(生産者慣行)で水稻の生育・収量を比較した。m²当穂数は同等区から少ない区があるが、高標高地と同じく一穂粒数が多くm²当粒数につながり、精玄米重は同等以上であった。また検査等級は同等以上であった。

生育期間中の気象は平年値に比べ、2010年は平均気温がやや高く日照時間が少なく、2011年は平均気温がほぼ同等で日照時間が少なく、2012年は平均気温がやや低く日照時間がほぼ同等の条件であった。

以上より、育苗箱全量施肥は、標高20m~130mの水田において、生産者慣行施肥と比較し同等以上のm²当粒数が確保され収量が確保されることから、気温がやや低い中山間の幅広い地域での栽培に適していることが明らかになった。

今回の標高別試験は乗用六条、乗用四条及び歩行二条田植え機で実施しており、機械を選ばず汎用性が高い。また、施肥に係る費用は地域慣行に比べ幾らか安い。窒素投入量は地域慣行の93~67%であり、環境負荷軽減の点からも実用化が期待出来る。

3) 育苗箱全量施肥肥料の種類が高標高地での水稻の生育及び収量に及ぼす影響

S100タイプはS120タイプ(対照)に比べ、溶出日数が短いことから早く溶出し草丈が高く、茎数が多く推移した。葉色値(SPAD)は、2011年が最初高く出穂期(8月下旬)に低くなったが、2012年では最初低く出穂期に同等になり、年次により異なる結果を得た。2011年は7月中旬まで気温が高く推移し、溶出日数が短いタイプ(S100)が早く肥料が溶出したと推察された。一方2012年は逆に7月中旬まで気温が低く推移したため、肥料溶出のピークがほぼ重なったためと推察された。

2011年は登熟前半の気温が平年よりやや高く、日照時間も平年並であり、m²当粒数が少ないことが、検査等級が優れた要因になったと推察された。一方2012年はSPAD葉色が穂揃期まで高く推移したためm²当粒数が多く、粒厚2.1mm以上の玄米割合が低くなったと推察された。

これらのことから、高標高地(130m)における育苗箱全量施肥には、溶出日数が短いS100タイプを用いたほうが、S120タイプ(対照)に比べ、精玄米重が同等で、品質も同等以上であると考えられる。

ただ、収量及び品質の優位差がみられなかったことから、高標高地でのS100タイプ導入についてはさらに検討が必要である。

6. 摘 要

水稻「ヒノヒカリ」の育苗箱全量施肥栽培での水稻苗硬化開始時期及び標高別の適応性について検討した。

1) 育苗箱全量施肥栽培の育苗期において、硬化開始の苗丈は2~8cmで移植時の根張りは同等であった。苗丈2~6cmでは移植後の不良株率が慣行栽培とほぼ同等であるが、苗丈8cmでは移植時の苗が徒長し、移植後の倒伏株が多かった。

2) 緩効性肥料(シグモイド120日タイプ)による育苗箱全量施肥栽培について慣行施肥栽培と比較検討し以下の結果を有した。

(1) 生育期の茎数及びm²当たり穂数は同等からやや

少なかった。

(2) 一穂粒数はやや多くm²当たり粒数は同等からやや多かった。

(3) 精玄米重は同等からやや重く、検査等級は同程度であった。

以上のことから、諫早湾干背後地の中山間水田において、育苗箱全量施肥栽培は窒素施肥肥料の低減につながる技術として導入可能と考えられた。

7. 引用文献

- 1) 中山秀貴・横井直人・齋藤隆(2004)
猪苗代現地水田ほ場における側条施肥による落水時の流出負荷量削減効果の実証, 福島県農業試験場試験成績概要
- 2) 小林敏正・小森信明・徳田祐二(2005)
施肥改善および水管理の適正化によるグライ土水田からの栄養塩類等の流出負荷軽減対策, 滋賀県農業試験場研究報告 第45号: 11-19
- 3) 渡邊大治(2010)
水稲の栽培および肥培管理実態調査, 諫干環境戦略プロ連携推進会議 第3回: 1-3
- 4) 古賀潤弥・生部和宏・里中利正・田畑士希(2013)
水稲「にこまる」の育苗箱全量施肥による疎植栽培, 長崎農技セ研報 第4号: 20-36
- 5) 楠田宰(1995)
水稲収量調査における m^2 当たり籾数の効率的調査法, 日本作物学会九州支部会報(61), 12-15
- 6) 菊屋良幸・近乗韋夫・江川寛子・清水康弘・安井利昭・長谷川航(2013)
大分県における飼料用品種の選定と栽培法の確立第2法 「ホシアオバ」の低コスト, 高品質栽培法, 日作九支部会報 79: 30-34
- 7) 高橋行継・佐藤泰史・前原宏・阿部邑美(2004)
群馬県の水稲普通期露地育苗における平置き出芽法の適用「被覆資材と出芽の関係について」, 日作紀73(3): 253-260

S u m m a r y

The whole-quantity fertilization techniques using nursery boxes , of paddy rice "Hinohikari" in mountainous areas were examined.

- 1) In the nursery phase , root spreads of seedlings cured at 2~8cm height stage were equivalent at transplantation time.
- 2) Failure rates of seedlings after transplantation , cured in 2~6 cm height were almost the same as the habitual cultivation.
But, seedlings cured in 8cm height were spindly , and lodging rates after transplantation increased.
- 3) The whole-quantity fertilization using sigmoid 120-day type had the following features ,compared with habitual fertilization .
 - (1) The numbers of stalks at the growing period and panicles per m^2 were equal or small a little.
 - (2) One panicle number of grains was slightly large. The number of grains was equal or slightly large .
 - (3) The brown rice weight was slighty heavy or equal. The inspection grade was similar.