

「委託試験実施計画（平成 23 年度）」

担当機関名、部・室名	埼玉県農林総合研究センター 水田農業研究所 米・麦担当												
実施期間	平成 23 年度												
大課題名	I. 大規模水稲営農を支える省力・低コスト技術の確立												
課題名	田植機の疎植適応性と生産コスト低減効果の検証												
目的	水稲作経営において安定的で低コスト化を伴う大規模生産を推進するためには、極省力的な移植体系の導入が必要である。現在、10a 当たり 15 枚/稚苗～30 枚/中苗の苗が必要で、総運搬重量は 0.5t～1 t と大きな負担となっている。そこで、水稲作の更なる省力・低コスト生産を図るため、箱苗の供給量を減らした疎植での田植機の精度や生育・収量を調査するとともに、育苗、薬剤等におけるコスト低減の効果을明らかにする。												
担当者名	関口孝司												
<p>1. 試験場所 埼玉県農林総合研究センター水田農業研究所(埼玉県熊谷市久保島)</p> <p>2. 試験方法</p> <p>(1) 供試機械名 ヤンマー株式会社 乗用田植機 R J 6 (疎植対応式新型田植機)</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア ほ場条件 水田：細粒灰色低地土(宝田統) 圃場面積 55 a (95×58m) 前作：水稲</p> <p>イ 栽培の概要</p> <p>(ア) 供試品種：水稲「彩のかがやき」</p> <p>(イ) 耕起、碎土：ロータリ耕、代かき：6月16日(移植3日前)</p> <p>(ウ) 播種期及び苗種：4月26日(播種量 乾籾 200g/箱)、稚苗(苗丈 12.1cm、葉令 2.4)</p> <p>(エ) 移植様式：稚苗機械移植、条間 30cm (オ) 移植期：5月19日</p> <p>(カ) 施肥：基肥一発 N:P₂O₅:K₂O=8:5.6:5.6kg/10a、施肥方法：側条施肥 肥料の種類：高度化成肥料「彩のかがやき早植用(LP60、17-12-12)」</p> <p>(キ) 除草・病虫害防除：埼玉県水稲栽培基準等に準じて、適宜行う。</p> <p>(3) 試験内容</p> <p>(試験 1) 新型田植機の疎植適応性 疎植対応型田植機の作業速度と移植精度の関係を検討した。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>要因</th> <th>水準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>栽植密度</td> <td>11.1(37)、15.0(50)、21.0(70)株/m²(坪)</td> </tr> <tr> <td>作業速度</td> <td>0.5m/秒、1.0m/秒程度</td> </tr> </tbody> </table> <p>調査内容：圃場条件、移植精度、作業能率</p> <p>(試験 2) 「彩のかがやき」の疎植栽培適応性 疎植栽培における適正な茎数を確保するための水管理、及び収量・品質について検討した。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>要因</th> <th>水準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>栽植密度</td> <td>11.1(37)、12.9(43)、15.0(50)、18.0(60)、21.0(70)株/m²(坪)</td> </tr> <tr> <td>中干し時期</td> <td>移植後 35 日、45 日目から 1 週間程度(茎数が 350 本/m²程度確保した後)</td> </tr> </tbody> </table> <p>調査内容：生育調査、成熟期調査、収量・品質調査、等</p>		要因	水準	栽植密度	11.1(37)、15.0(50)、21.0(70)株/m ² (坪)	作業速度	0.5m/秒、1.0m/秒程度	要因	水準	栽植密度	11.1(37)、12.9(43)、15.0(50)、18.0(60)、21.0(70)株/m ² (坪)	中干し時期	移植後 35 日、45 日目から 1 週間程度(茎数が 350 本/m ² 程度確保した後)
要因	水準												
栽植密度	11.1(37)、15.0(50)、21.0(70)株/m ² (坪)												
作業速度	0.5m/秒、1.0m/秒程度												
要因	水準												
栽植密度	11.1(37)、12.9(43)、15.0(50)、18.0(60)、21.0(70)株/m ² (坪)												
中干し時期	移植後 35 日、45 日目から 1 週間程度(茎数が 350 本/m ² 程度確保した後)												

3. 試験結果

気象概況：本年の気温の経過は変動が大きく、移植後やや低温に経過し、6月下旬から7月中旬まで異常に高く、その後低温、8月第2半旬から高温、出穂期の8月中・下旬が低温、9月以降高温となった。

(試験1) 新型田植機の疎植適応性 (作業性能)

- ・移植時の圃場条件は、全区で耕盤までの深さはやや深く、水深はほぼ0cmであった(表1)。
- ・植付株間は、田植機設定に対して、低速(0.5m/s)区で3~5%、高速(1.0m/s)区で4~7%程度短くなった。植付深さは、高速区でやや深く、植付本数は4~5本/株であった(表1)。
- ・欠株は栽植密度間や作業速度間で一定の傾向は見られず、0.6~1.7%と少ない状況であった。また、苗の植付姿勢についても同様に差はなく良好であった(表1)。
- ・作業能率は、疎植栽培による苗補給時間の削減が最大で55%(坪37株設定)、高速作業により実移植時間が43%削減された。移植時間合計では、坪70株-低速区に対し、37株疎植により16%坪37株-高速により41%削減された(表2)。

(試験2) 「彩のかがやき」の疎植適応性

①疎植栽培適応性について

- ・草丈、稈長は生育期間中有意な差はなくほぼ同等であった(データ省略)。穂長は栽植密度の低下に伴いやや長くなるが有意な差は認められなかった(表3)。
- ・1株当たり茎数・穂数の推移は、移植後34日調査まで有意な差はなく、移植後46日調査以後栽植密度の低下に伴い増加する傾向が見られた(表3、図1左)。
- ・面積当たり茎数の推移は、移植後34日調査まで栽植密度の低下に伴い少なくなり、移植後46日調では同様な傾向であるものの坪70~43株間では有意差がなく、37株のみ他の区より少ないと判断された。また穂数では坪70株と37株の間で有意差が認められた(表3、図1右)。
- ・葉色(SPAD値)は、栽植密度の低下に伴い上昇する傾向が見られた。
- ・有効茎歩合に一定の傾向は見られなかった(表3)。
- ・玄米収量は、疎植栽培に伴いやや減収する傾向が見られるが、有意な差は認められなかった。また、千粒重や面積当たり籾数、登熟歩合等についても有意な差は認められなかった(表4)。
- ・外観品質は、坪70及び37株でやや未熟粒が多い状況であった(表4)。

②疎植栽培における中干し時期(移植後35日及び45日)と生育・収量について

- ・茎数及び穂数の推移は、各栽植密度区とも中干しの開始時期の違いによる有意な差は認められなかった(表6、図3)。
- ・葉色(SPAD値)は、移植後35日に比べ45日区で各栽植密度区とも高い値であった(表6)。
- ・玄米収量は、45日区で高まる傾向が見られ、坪50, 37株で有意に高まった(表7、図4)。
- ・千粒重は、坪50株区で有意差が見られたものの大きな差はない(表7)。
- ・1穂籾数、面積当たり籾数は、45日区で高まる傾向が見られたが、坪50, 37株区では有意な差は認められなかった(表7、図4)。
- ・登熟歩合は、45日区で高まる傾向が見られたが、有意な差は認められなかった(表7)。

●疎植栽培によるコスト低減効果について

コスト低減効果について、種子準備から播種・育苗、移植作業までの期間について試算を行った。

- ・苗の使用量は、坪70株で15枚、50株-10枚、37株-7枚/10a程度であった(表8)。
- ・箱苗の使用量削減に伴い、種苗費、農薬費、資材費が減少し、坪70株植えに対し37株では移植までの使用した資材の費用で28%程度低減できた(表8)。
- ・労働費では、播種作業や苗運搬時間が少なくできることから、削減が期待できる(表8)。

4. 具体的データ

表1 栽植密度及び作業速度と移植精度

栽植密度 (株/坪)	作業速度 (m/s)	耕深 (cm)	水深 (cm)	設定株間 (cm)	植付株間 (cm)	植付深 (mm)	植付本数 (本/株)	欠株 (%)	倒伏角度 ~30° (%)	箱苗枚数 (枚/10a)
70	0.5	19	0	16	15.3	20.6	4.8	1.1	1.1	15.3
70	1.0	19	0	16	14.9	29.6	4.3	1.7	0.0	
50	0.5	19	0	22	20.9	18.4	4.0	1.7	2.8	9.9
50	1.0	20	0	22	20.6	23.9	4.9	0.6	0.0	
37	0.5	19	0	30	29.2	19.9	4.3	1.7	0.0	6.9
37	1.0	20	0	30	28.9	26.9	5.3	0.6	0.0	

注) 田植機設定: 苗掻取 横26回×縦少2/7、植付深 0.5m/s区 浅3/7 1.0m区 浅4/7

表2 栽植密度及び作業速度と移植作業能率(機械利用時間)

栽植密度 (株/坪)	作業速度 (m/s)	移植		回行 (分/ha)	苗補給		肥料補給 (分/ha)	その他 (分/ha)	合計	
		(分/ha)	(割合)		(分/ha)	(割合)			(時間/ha)	(割合)
70	0.5	173	(100)	27	32	(100)	19	7	7.6	(100)
50	0.5	173	(100)	27	21	(65)	19	7	6.8	(90)
37	0.5	173	(100)	27	14	(45)	19	7	6.4	(84)
70	1.0	99	(57)	27	32	(100)	19	7	5.7	(74)
50	1.0	99	(57)	27	21	(65)	19	7	4.9	(64)
37	1.0	99	(57)	27	14	(45)	19	7	4.5	(59)

注) 供試圃場: 55a(95×58m)。作業は補助者を含めた2人組作業である。表記の値は圃場内での実作業時間を示した。

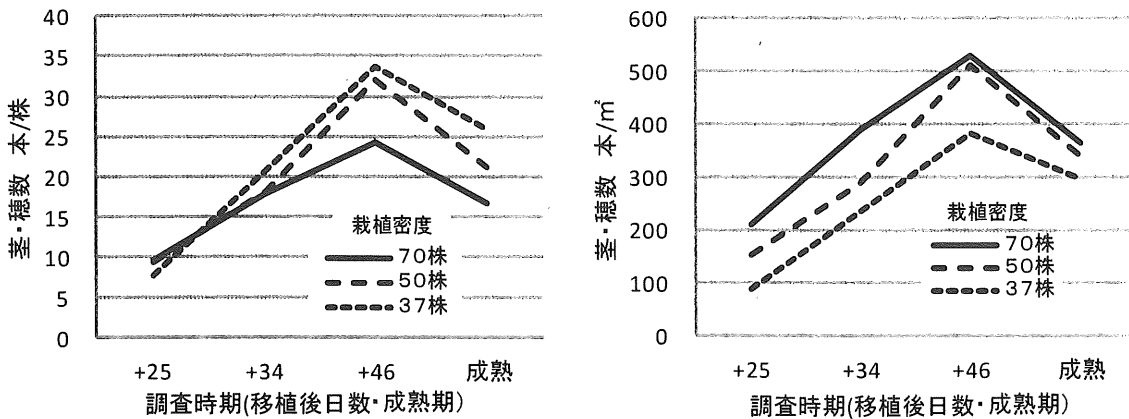


図1 栽植密度と茎・穂数の推移(中干し開始時期 移植後45日区)

表3 水稲移植栽培における栽植密度の違いと生育(中干し開始時期 移植後45日)

栽植密度 (株/坪)	中干開 始期 (日)	移植後25日		移植後34日		移植後46日			成熟期				有効茎 歩合 (%)
		茎数 (本/株)	茎数 (本/m²)	茎数 (本/株)	茎数 (本/m²)	茎数 (本/株)	茎数 (本/m²)	葉色 (SPAD)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/株)	穂数 (本/m²)	
70	45	9.7	211a	17.9	390a	24.2a	529a	30.1a	77	19.3	16.7a	365a	69abc
60	45	9.8	181ab	18.3	339ab	29.0ab	536a	30.6a	78	19.6	18.3ab	339ab	63a
50	45	9.5	151bc	18.0	288bc	31.9bc	510a	33.0b	78	19.8	21.2b	338ab	66ab
43	45	8.7	114cd	20.7	273bc	35.5c	468a	33.4b	76	20.1	25.6c	338ab	72c
37	45	7.6	87d	20.7	236c	33.6bc	384b	34.3b	77	20.1	26.0c	296b	77bc

注) 同一英文字、又は無記載は異なる栽培条件間で5%の有意差がないことを示す(Tukey's法)、以下同様。

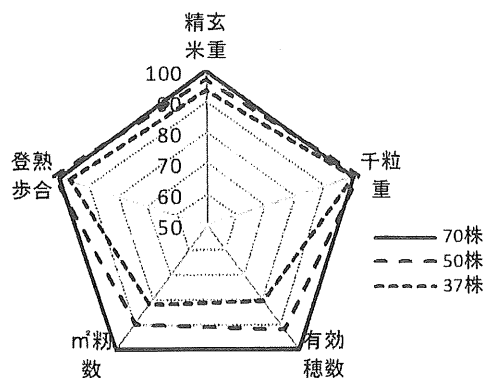


図2 栽植密度と収量構成要素
(中干し開始時期 移植後45日)

表4 水稲移植栽培における栽植密度の違いと収量・品質(中干し開始時期 移植後45日)

栽植密度 (株/坪)	中干開 始期 (日)	精玄米 重 (kg/10a)	千粒重 (g)	有効穂 数 (本/m ²)	1穂初 数 (粒)	m ² 初 数 (千粒)	登熟歩 合 (%)	整粒粒 比 (%)	乳白粒 (%)	基部未 熟粒 (%)	腹白未 熟粒 (%)	その他未 熟粒 (%)	蛋白 (DM) (%)
70	45	514	21.8	363a	73.8	26.7	85.5	61ab	4.2a	20ab	1.1	10.5	6.1
60	45	507	22.0	335ab	71.7	24.0	83.4	66b	2.3b	20b	1.0	8.6	6.1
50	45	500	22.2	334ab	71.9	24.0	86.8	67b	2.5b	18b	1.0	8.7	6.2
43	45	473	21.9	333ab	75.7	25.2	83.2	66b	3.4ab	17b	1.1	9.8	6.3
37	45	481	21.8	292b	74.6	21.8	82.7	57a	3.6ab	26a	0.9	10.3	6.0

注) 精玄米重は1.8mm以上、水分15%換算。整粒粒比等穀粒外観品質はサタケ社製穀粒判別機RGQ120Aによる測定値。
蛋白(玄米タンパク質含有率)はインフラテック1241(フォス社製)による測定値(乾物換算値)。
同一英文字、又は無記載は異なる栽培条件間で5%の有意差がないことを示す(Tukey's法、以下同様)。

表5 水稲移植栽培における栽植密度の違いと生育・収量(中干し開始時期 移植後35日)

栽植密度 (株/坪)	中干開 始期 (日)	移植後25日		移植後34日		移植後46日			成熟期				有効茎 歩合 (%)
		茎数 (本/株)	茎数 (本/m ²)	茎数 (本/株)	茎数 (本/m ²)	茎数 (本/株)	茎数 (本/m ²)	葉色 (SPAD)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/株)	穂数 (本/m ²)	
70	35	11	243a	19	413a	25.0a	547a	27.6a	74	19.6	16.0a	350a	64a
60	35	12	217ab	19	355ab	28.6ab	530a	27.4a	75	19.7	18.3b	340a	64a
50	35	10	165bc	20	315bc	30.4bc	486a	28.5ab	76	19.7	21.0c	336a	69b
43	35	10	131cd	21	272bc	30.6bc	403b	28.4ab	77	19.6	24.9d	329ab	81c
37	35	9	97d	22	252c	33.9c	387b	30.7b	76	20.5	26.6d	303b	78c

栽植密度 (株/坪)	中干開 始期 (日)	精玄米 重 (kg/10a)	千粒重 (g)	有効穂 数 (本/m ²)	1穂初 数 (粒)	m ² 初 数 (千粒)	登熟歩 合 (%)	整粒粒 比 (%)	乳白粒 (%)	基部未 熟粒 (%)	腹白未 熟粒 (%)	その他未 熟粒 (%)	蛋白 (DM) (%)
70	35	447a	21.9	347a	60.8	21.1	83.5	57.5	3.7	24.7	1.4	9.9a	6.0a
60	35	437ab	21.8	332a	64.3	21.3	86.1	62.6	3.6	20.6	1.1	9.3a	6.3b
50	35	423ab	22.0	329a	69.1	22.7	82.2	59.7	3.2	22.4	1.0	10.9ab	6.1ac
43	35	388b	21.6	322ab	68.0	21.9	83.5	61.8	2.9	19.3	1.0	12.6b	6.2abc
37	35	413ab	21.7	292b	68.2	19.9	75.8	61.9	3.4	21.2	1.0	10.8ab	6.3bc



坪70株



坪50株



坪37株

写真1 移植後45日頃の生育状況

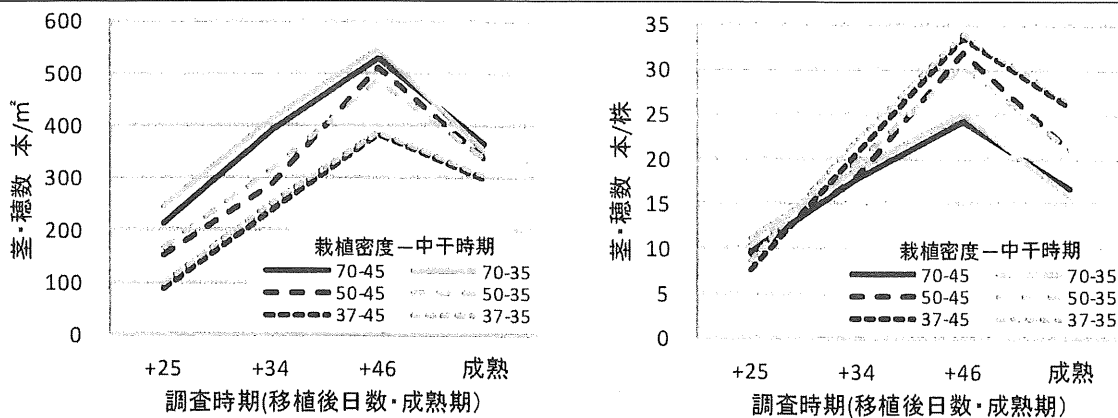


図3 栽植密度及び中干し開始時期と茎・穂数の推移

表6 水稲移植栽培における栽植密度と中干し開始時期の違いと生育

栽植密度 (株/坪)	中干開 始期 (日)	移植後25日		移植後34日		移植後46日		成熟期				有効茎 歩合 (%)	
		茎数 (本/株)	茎数 (本/m²)	茎数 (本/株)	茎数 (本/m²)	茎数 (本/株)	茎数 (本/m²)	葉色 (SPAD)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/株)		穂数 (本/m²)
70	45	9.7	211	17.9	390	24.2	529	30	77	19	16.7	365	69
70	35	11.1	243	18.9	413	25.0	547	28	74	20	16.0	350	64
t-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.05	0.05	ns	ns	ns	ns
50	45	9.5	151	18.0	288	31.9	510	33	78	20	21.2	338	66
50	35	10.3	165	19.7	315	30.4	486	29	76	20	21.0	336	69
t-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.05	ns	ns	ns	ns	ns
37	45	7.6	87	20.7	236	33.6	384	34	77	20	26.0	296	77
37	35	8.5	97	22.1	252	33.9	387	31	76	20	26.6	303	78
t-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.05	ns	ns	ns	ns	0.05

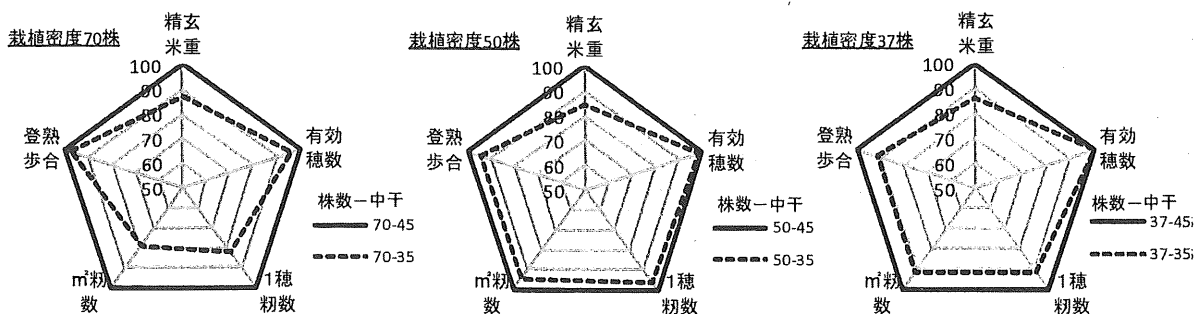


図4 栽植密度及び中干し開始時期と収量構成要素

表7 水稲移植栽培における栽植密度と中干し開始時期の違いと収量・品質

栽植密度 (株/坪)	中干開 始期 (日)	精玄米 重 (kg/10a)	千粒重 (g)	有効穂 数 (本/m²)	1穂粗 数 (粒)	m²粗数 (千粒)	登熟歩 合 (%)	整粒粒 比 (%)	乳白粒 (%)	基部未 熟粒 (%)	腹白未 熟粒 (%)	その他未 熟粒 (%)	蛋白 (DM)
70	45	514	21.8	363	73.8	26.7	85.5	60.9	4.2	20.0	1.1	10.5	6.1
70	35	447	21.9	347	60.8	21.1	83.5	57.5	3.7	24.7	1.4	9.9	6.0
t-test		ns	ns	ns	0.05	0.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
50	45	500	22.2	334	71.9	24.0	86.8	66.9	2.5	17.9	1.0	8.7	6.2
50	35	423	22.0	329	69.1	22.7	82.2	59.7	3.2	22.4	1.0	10.9	6.1
t-test		0.05	0.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.05	ns
37	45	481	21.8	292	74.6	21.8	82.7	56.6	3.6	26.0	0.9	10.3	6.0
37	35	413	21.7	292	68.2	19.9	75.8	61.9	3.4	21.2	1.0	10.8	6.3
t-test		0.05	ns	ns	ns	ns	ns	0.05	ns	ns	ns	ns	0.05

注) T-testは各株間内の中干し時期の違いにおいて5%水準の有意差を示す。

表8 疎植栽培によるコスト低減効果

栽植密度(株/坪)	70株	50株	37株	備考
苗使用枚数(枚/10a)	15	10	7	
種苗費(円/10a)	1,350	900	630	彩のかがやき、乾籾200g/箱
農薬費(円/10a)	2,185	1,456	1,019	種子消毒、播種・育苗、移植時用
肥料費(円/10a)	6,980	6,980	6,980	彩のかがやき専用肥料、47kg/10a
資材費(円/10a)	4,307	2,871	2,010	育苗箱、培土
資材費用小計	14,821	12,207	10,639	水道光熱費、減価償却費は試算から除く。
割合	100	82	72	
(参考)延べ労働時間				標準的な労働時間をもとに使用育苗箱数等を参考に割り戻した参考値である。
播種・育苗(時間/10a)	1.5	1.0	0.7	種子予措、播種・育苗、組作業人員2~4人
苗運搬(時間/10a)	0.6	0.4	0.3	組作業人員2人
移植(時間/10a)	1.1	1.0	0.9	組作業人員2人
労働時間小計	3.1	2.3	1.8	
労賃	4717	3480	2745	労働時間に労賃単価1500円/時を乗じた。

5. 考察

①新型田植え機の疎植適応性(作業性能)について

植付株間は、耕深がやや深かったためスリップ抵抗が大きくなり短くなったが、その程度は5%前後で、耕深の適正化により問題とはならない。植付精度は、高速作業とした場合においても各栽植密度区で大きな差はなく、疎植栽培における高速作業は良好に行えると考えられた。

②水稲「彩のかがやき」の疎植栽培適応性について

株当たりの茎数増加は、疎植になるに従い旺盛となり、最終的な面積当たり穂数の差が小さくなったが、坪37株ではやや穂数不足になると感じられた。また、収量性に対して各栽植密度間で有意な差は認められなかったものの、坪37株では面積当たり籾数が減少し、収量減への影響が懸念され、有効茎歩合向上のための施肥・水管理等の検討が必要と考えられた。

③疎植栽培における中干し時期の影響について

中干しの開始時期(移植後35日及び45日から1週間)による茎数・穂数の変化は認められなかった。一方、玄米収量は中干しを遅らせた45日区で高まる傾向となり、特に疎植栽培において有意な差が認められた。これは1穂籾数や面積当たり籾数の増加、登熟歩合の向上の影響と思われるが、生育期間中の変化では45日区で中干し期の葉色値が有意に高く、稲体の窒素含量が高く維持されることによると示唆され、今後施肥法とともに検討する必要がある。

6. 問題点と次年度の計画

6月中旬植え水稲「彩のかがやき」疎植栽培においては、栽植密度70株~37株/坪の範囲において玄米収量に有意な差は認められず、疎植栽培の適応性は高いと思われるが、37株では穂数や面積当たり籾数の減少が懸念されるため、安定生産に向けた施肥・水管理の検討が必要である。