

水稻品種「愛知135号」の安定栽培技術の開発

柏木啓佑¹⁾・伊藤幸司¹⁾

摘要:2023年9月に愛知県の奨励品種として採用された水稻品種「愛知135号」に対し、移植栽培及び不耕起V溝直播栽培(以下、V直栽培)について精玄米重540 kg/10a(坪刈り値)、玄米タンパク質含有率7.7%以下(乾物換算値)を目標とした安定栽培技術を開発した。移植栽培における栽植密度は15.2~21.2 株/m²の間で同等の生育や収量・品質であったが、紋枯病等のリスクを考慮し、15.2~18.2 株/m²が妥当と考えられた。肥料は玄米タンパク質含有率を低減するため、移植栽培、V直栽培ともに、早生品種に用いられる標準用肥料が適すると考えられた。場内及び現地ほ場での試験結果から、目標達成に必要な成熟期の窒素吸収量は移植栽培で10~12 kg/10a、V直栽培で11~12 kg/10aと考えられ、地力中庸水田における施肥窒素量の目安は移植栽培で7~8 kg/10a、V直栽培で9~10 kg/10aが妥当と考えられた。

キーワード:愛知135号、あいちのこころ、不耕起V溝直播栽培、施肥、栽植密度

緒言

愛知県は2019年に愛知県経済農業協同組合連合会との共同研究により、早生熟期の高温耐性水稻品種「愛知135号」を育成したり、「愛知135号」は2023年9月に奨励品種として採用され、2025年から銘柄名「あいちのこころ」として本格的な普及拡大が見込まれている。普及推進に向けて、栽培指導の指針となるマニュアルが必要と考えられたため、2019年から品種特性及び現場ニーズに即した栽培法の開発を目的とした試験研究を行ってきた。当初は、収量性を重視した多収栽培法と食味の両立を図ったが、関係機関との協議により、多収栽培ではなく、食味の安定を目指す栽培方法のマニュアルを作成することとなった。本県では、これまで早生熟期の奨励品種であった「あさひの夢」、「ゆめまつり」について、目標収量を510~540 kg/10aとし、栽培指導を行ってきたため²⁾、「愛知135号」の目標精玄米重(坪刈り値)は従来品種と同等以上の540 kg/10aとした。また、米の食味は精白米中のタンパク質含有率が高いほど低下することが報告されており³⁾、本県では高品質米生産における玄米タンパク質含有率(乾物換算値)の目標値を7.7%以下としている⁴⁾。このため、「愛知135号」においても玄米タンパク質含有率の目標値は7.7%以下とした。本研究では移植栽培、不耕起V溝直播栽培(以下、V直栽培)においてこれらの目標を達成する施肥管理、栽植密度等の知見を得たので本稿で報告する。

材料及び方法

1 栽植密度の検討

2022年、2023年に移植栽培における目標達成に適した栽植密度を明らかにするため、農業総合試験場作物研究部の水田ほ場において表1に示した条件により、15.2、18.2、21.2 株/m²の3水準の試験区を設置した。各区について生育調査、収量調査を実施し、各調査項目について2か年平均値を求めた。統計解析はエクセル統計Ver.7.0(エスミ、東京)を用い、栽植密度、年次を要因とした二元配置分散分析を行い、交互作用の有無を確認後、栽植密度の有意性を検定した。

2 施肥法の検討

2022年に農業総合試験場作物研究部の水田ほ場において移植栽培、V直栽培における目標達成に適した肥料及び施肥量について検討した。供試肥料及び施肥量については表1に示した。施肥方法は全量基肥施肥とし、肥料は本県で広く用いられる「側条エース」(愛知県経済農業協同組合連合会、名古屋)、「乾田直播くん」(愛知県経済農業協同組合連合会、名古屋)の標準用及び中生用を移植栽培、V直栽培の試験に供試した。施肥窒素量は移植栽培で6、8、10 kg/10aの3水準、V直栽培で8、10 kg/10aの2水準の試験区を設置し、生育調査、収量調査を実施した。統計解析はエクセル統計Ver.7.0を用い、肥料、施肥量を要因とした二元配置分散分析を行い、交互作用の有無を確認後、肥料の有意性を検定した。2023年は標準用の肥料を用いて、移植栽培、V直栽培ともに施肥窒素量は6、8、10 kg/10aの3水準とし、生育調査、収

¹⁾作物研究部

量調査を行った。目標達成に必要な施肥量を決定するため、「1 栽植密度の検討」のデータを含む2022年、2023年の場内での試験データから目標達成に必要な成熟期の窒素吸収量を推定した。

3 現地ほ場データを用いた施肥法の検証

2022年に津島市、常滑市、安城市、小牧市の4地域7ほ場、2023年に日進市、犬山市、常滑市、安城市、幸田町、豊田市の6地域7ほ場の「愛知135号」栽培ほ場で生育調査、収量調査を行った。耕種概要は表2に示した。それらの調査データを用い、「2 施肥法の検討」で場内試験により推定した成熟期の窒素吸収量で、目標とする精玄米重、玄米タンパク質含有率を達成可能か検証した。

4 調査方法・内容

調査区は各試験区あたり、移植栽培が10株×3条、V直

栽培が2 m×3条とし、各2反復設置した。生育調査の項目は、稈長、穂長、穂数、倒伏程度とした。稈長、穂長、穂数は調査区の10株を調査した。倒伏程度は観察調査により0(無)～5.0(甚)の11段階で評価した。収量調査の調査項目は、精玄米重、千粒重、玄米タンパク質含有率、窒素吸収量とした。収量調査は1.90 mmの篩上の玄米重量と玄米水分を測定後、玄米水分が14.5%になるように換算し、10aあたりの精玄米重を算出した。千粒重は精玄米重と同様に玄米水分14.5%に換算した。玄米タンパク質含有率は近赤外分析計(NIRFlex N500、日本ビュッヒ、東京)で測定し乾物換算値とした。窒素濃度は調査区付近から移植栽培では3株、V直栽培では50 cm×1条を刈り取り、80°Cで48時間乾燥後、わらと粗粒を分けて粉碎し、CNコーダ(JM1000CN、ジェイ・サイエンス・ラボ、京都)を用いて乾式燃焼法により測定した。窒素吸収量はわら重×わら窒素濃度+粗粒重×粗粒窒素濃度により算出した。

結果及び考察

1 栽植密度の検討

2022年、2023年の収量調査の平均値を表3に示した。栽植密度の違いにより生育調査(データ省略)、収量調査の結果に有意な差は認められなかった。したがって、15.2～21.2 株/m²の範囲では、栽植密度は目標達成に影響しないと考えられた。ただし、栽植密度が高くなると紋枯病等の病害を助長する恐れがあるため、安定栽培においては、15.2～18.2 株/m²を目安とすべきであると考えられた。

2 施肥法の検討

2022年の移植栽培における結果を表4に、V直栽培における結果を表5に示す。生育調査では有意な差はみら

表1 場内試験の耕種概要

試験項目	年次	栽培法	栽植密度 株/m ²	肥料	施肥	移植
					窒素量 kg/10a	(播種)日 月/日
栽植密度	2022	移植	15.2, 18.2, 21.2	側条エース標準用	8	5/18
	2023	移植	15.2, 18.2, 21.2	側条エース標準用	8	5/17
施肥	2022	移植	18.2	側条エース(標準用, 中生用)	6.8,10	5/18
		V直	-	乾田直播くん(標準用, 中生用)	8,10	4/8
	2023	移植	18.2	側条エース標準用	6.8,10	5/17
		V直	-	乾田直播くん標準用	6.8,10	4/5

表2 現地ほ場試験の耕種概要

年次	No.	地域	栽培法	栽植密度 株/m ²	肥料	施肥窒素量 kg/10a	移植(播種)日 月/日
2022	1	津島市	移植	16.7	側条エース標準用	9.8	5/12
	2	常滑市	移植	15.2	側条エース標準用	7.8	5/17
	3	安城市	移植	18.2	側条エース標準用	7.8	5/7
	4	小牧市	V直	-	乾田直播くん標準用	12.3	4/7
	5	常滑市	V直	-	PK入り乾田直播くん標準用 ¹⁾	6.0	5/8
	6	安城市	V直	-	乾田直播くん標準用	11.1	4/4
	7	安城市	V直	-	乾田直播くん標準用	10.3	5/6
2023	8	日進市	移植	16.7	側条エース標準用スーパーL ²⁾	9.2	5/23
	9	常滑市	移植	15.2	側条エース標準用	7.8	5/20
	10	安城市	移植	18.2	側条エース標準用	7.3	5/9
	11	豊田市	移植	21.2	側条エース標準用	6.5	5/9
	12	犬山市	V直	-	乾田直播くん標準用	11.5	4/3
	13	安城市	V直	-	乾田直播くん標準用	10.7	3/17
	14	幸田町	V直	-	乾田直播くん標準用	12.3	4/5

1)乾田直播くん標準用と同様の肥効溶出パターンを示す

2)側条エース標準用と同様の肥効溶出パターンを示す

れなかった(一部データ省略)。収量調査では、移植栽培、V直栽培ともに千粒重、玄米タンパク質含有率の値が中生用肥料で有意に大きくなった。精玄米重は中生用肥料で多くなる傾向がみられたが、有意な差は認められなかった。窒素吸収量に有意な差は認められなかった。いずれの試験区も精玄米重は540 kg/10a以上となったが、玄米タンパク質含有率が7.7%以下となったのは、標準用肥料区のみであった。中生用肥料は標準用肥料より登熟後半の肥効が多いため、千粒重、玄米タンパク質含有率の値が増加したと考えられた。以上のことから、目標達成には、いずれの栽培法においても標準用肥料が適すると考えられた。

2022年、2023年の標準用肥料を用いて栽培した場内データにおける成熟期の窒素吸収量と精玄米重、玄米タンパク質含有率との関係を図1、2に示す。移植栽培では、窒素吸収量が10 kg/10a以上で目標とする精玄米重を安定的に確保できると考えられた。一方、12 kg/10aを超えると、玄米タンパク質含有率が7.7%を超える調査区がみられた。また、窒素吸収量が13 kg/10aとなった区では、稈長が90 cmを超え、倒伏程度がやや大きくなる傾向がみられた(表4)。2022年、2023年産では、出穂期以降の激しい強風や降雨が少なく、重度の倒伏は見られなかったが、耐倒伏性「中」の品種特性¹⁾のため、窒素吸収量が13 kg/10a以上となると、倒伏の危険性が高くなると考えられた。以上のことから、移植栽培において目標を安定的に達成するには窒素吸収量10~12 kg/10aを目標に施肥する必要があると考えられた。

V直栽培では、窒素吸収量が11 kg/10a以上で目標とする精玄米重を安定的に確保できると推察された。一方、13 kg/10aを超えると、玄米タンパク質含有率が7.7%を超える危険性が高くなると推察された。以上のことから、V直栽培において目標を安定的に達成するには窒素吸収量11~13 kg/10aを目標に施肥する必要があると考えられた。

3 現地ほ場データを用いた施肥法の検証

結果を表6に示す。移植栽培では7ほ場中5ほ場で目標とする精玄米重、玄米タンパク質含有率を達成した。精

表3 栽植密度別の収量調査結果(2022、2023年平均値)

栽植密度	収量調査			
	精玄米重	千粒重	玄米タンパク質含有率	窒素吸収量
株/m ²	kg/10a	g	dry%	kg/10a
15.2	614	25.1	7.4	11.3
18.2	611	25.2	7.3	11.4
21.2	618	25.1	7.5	11.8
有意性 ¹⁾	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
交互作用	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

1) 栽植密度、年次を要因とした二元配置分散分析における栽植密度による有意差 (*: P<0.05, ** P<0.01, n.s.: 有意差なし)

玄米重が540 kg/10a未満となったNo.9ほ場の成熟期の窒素吸収量は10 kg/10a以下であった。また、玄米タンパク質含有率が7.7%を超えたNo.11ほ場の成熟期の窒素吸収量は12 kg/10a以上であった。窒素吸収量が12 kg/10a以上となったNo.2、3、10ほ場においても目標を達成したが、No.2、3ほ場では、玄米タンパク質含有率が上限値である7.7%となった。また、窒素吸収量が12.7 kg/10aとなったNo.2ほ場においては稈長が95 cmとなり、倒伏の発生が危惧された。このため、安定的に目標を達成するためには、窒素吸収量を12 kg/10aに留めるべきであると考えられた。以上のことから、現地ほ場試験においても移植栽培における目標を安定的に達成する窒素吸収量は10~12 kg/10aであると考えられた。

V直栽培では、7ほ場中3ほ場で目標とする精玄米重、玄米タンパク質含有率を達成した。精玄米重はNo.4以外のは場で目標水準以上となった。No.4ほ場では、出穂期以降の雑草害、紋枯病がみられたため、登熟不良により、精玄米重、千粒重が低下したと考えられた。場内試験の結果では、目標を達成する窒素吸収量の上限値は13

表4 肥料別の生育・収量調査結果(2022年、移植)

肥料	施肥窒素量	生育・収量調査					
		稈長	倒伏	精玄米重	千粒重	玄米タンパク質含有率	窒素吸収量
	kg/10a	cm	0-5	kg/10a	g	dry%	kg/10a
標準用	6	87	0.3	580	25.8	7.5	10.5
	8	88	0.5	618	25.8	7.5	11.4
	10	93	2.0	671	24.7	7.8	13.0
中	6	90	0.5	600	26.0	8.0	10.6
生	8	91	1.5	630	26.0	8.1	12.0
用	10	92	1.5	682	25.5	8.3	13.7
有意性 ¹⁾	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.
交互作用	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

1) 肥料、施肥量を要因とした二元配置分散分析における肥料による有意差 (*: P<0.05, **: P<0.01, n.s.: 有意差なし)

表5 肥料別の生育・収量調査結果(2022年、V直栽培)

肥料	施肥窒素量	生育・収量調査					
		稈長	倒伏	精玄米重	千粒重	玄米タンパク質含有率	窒素吸収量
	kg/10a	cm	0-5	kg/10a	g	dry%	kg/10a
標準用	8	81	0	651	24.9	7.4	12.6
	10	83	0	677	24.3	8.4	15.7
中	8	81	0	665	25.2	8.3	12.9
生	10	82	0	673	24.5	8.7	15.2
用							
有意性 ¹⁾	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	n.s.	n.s.
交互作用	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

1) 肥料、施肥量を要因とした二元配置分散分析における肥料による有意差 (*: P<0.05, **: P<0.01, n.s.: 有意差なし)

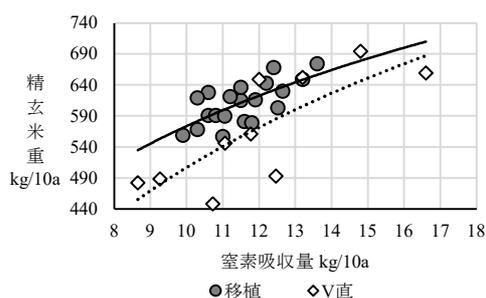


図1 窒素吸収量と精玄米重の関係

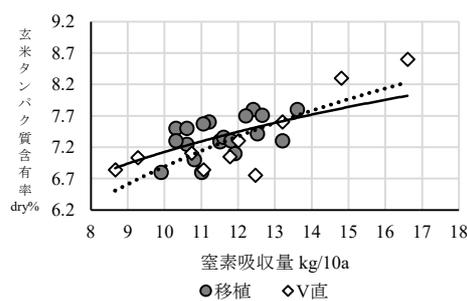


図2 窒素吸収量と玄米タンパク質含有率の関係

表6 現地ほ場試験の生育・収量調査結果

年次	No.	地域	栽培法	生育・収量調査				
				稈長 cm	倒伏 0-5	精玄米重 kg/10a	玄米タンパク質含有率 dry%	窒素吸収量 kg/10a
2022	1	津島市	移植	92	0.5	621	7.5	11.7
	2	常滑市	移植	95	0	588	7.7	12.7
	3	安城市	移植	93	0	680	7.7	14.7
	(4) ¹⁾	小牧市	V直	(90)	(0)	(513)	(7.8)	(12.9)
	5	常滑市	V直	89	0	607	8.0	12.9
	6	安城市	V直	91	0	736	7.3	14.1
	7	安城市	V直	93	0	546	8.2	14.1
2023	8	日進市	移植	84	0	607	6.7	10.2
	9	常滑市	移植	76	0	445	7.3	8.5
	10	安城市	移植	85	0	602	7.5	12.9
	11	豊田市	移植	85	1.0	701	7.8	14.1
	12	犬山市	V直	81	0	567	6.6	11.0
	13	安城市	V直	81	0	611	7.6	12.0
	14	幸田町	V直	82	0	633	7.8	12.1

1) 生育期間中に雑草害、紋枯病の発生が認められた。

kg/10aと判断されたが、現地ほ場においては、No.6を除き、窒素吸収量が12 kg/10aを超えた地点において玄米タンパク質含有率が7.7%を上回った。なお、No.6は精玄米重が極めて多かったため、玄米タンパク質含有率が相対的に低くなった特異的事例と考えられた。以上のことから、V直栽培における目標を安定的に達成する窒素吸収量は11~12 kg/10aと考えられた。

施肥量については、北村ら⁵⁾の方法に基づき、地力中庸水田(培養窒素3~4 mg/100g、全窒素 0.13%)²⁾における目標窒素吸収量を得るための窒素施肥量を算出し、移植栽培で7~8 kg/10a、V直栽培で9~10 kg/10aが妥当と考えられた。

謝辞:本研究を行うに当たり、愛知県経済農業協同組合連合会の担当者、関係農林水産事務所農業改良普及課の作物担当者、担当農家の方々に多大なるご協力を頂いた。ここに感謝の意を表す。

引用文献

- 濱頭葵, 井手康人, 杉浦和彦, 中村充, 津田健吾, 加藤満, 池田彰弘, 杉浦直樹, 伊藤晃, 松本祐保, 水上優子, 森賢一郎, 渡邊靖治, 安藤祐嗣, 瀧川貴大, 嶋田稔貴, 中嶋泰則, 根津崇. 高温登熟性を有する水稲早生系統「愛知 135 号」の育成. 愛知県農業総合試験場研究報告. 52, 31-39(2020)
- 愛知県. 農作物の施肥基準(2021). <https://www.pref.aichi.jp/soshiki/Nogyo-keiei/sehikijun.html> (2024.5.13参照)
- 石間紀男, 平宏和, 平春枝, 御子柴穆, 吉川誠次. 米の食味に及ぼす精米中のタンパク質含有率の影響. 食品総合研究所研究報告. 29, 9-15(1974)
- 愛知県農林水産部園芸農産課. 愛知県水田経営確立運動推進資料. 10-15(2002)
- 北村秀教, 関稔, 今泉諒俊. 土壌窒素発現量に基づいた水稲窒素施肥プログラムの開発. 愛知県農業総合試験場研究報告. 21, 47-61(1989)