

[分類] 技術情報

[成果名] 晩期追肥と基肥20%減肥は「コシヒカリ」の疎植栽培において有効な施肥法である

[要約] 疎植栽培（16株/㎡）を行う場合、追肥時期を1週間程度遅らせることで慣行と同等の収量を得られ、玄米品質が向上する。基肥については20%減肥しても同等の収量・品質が得られる。また、疎植栽培における窒素吸収量は慣行と同等である。

[担当] 農業試験場環境部

[部会] 土壌肥料部会、作物部会

1 背景・ねらい

水稻における疎植栽培は省力・低コスト技術として一般に広まっており、施肥については普通栽培と同様に行われている場合が多い。しかし近年は地球温暖化の進行に伴った高温障害や、緩効性成分が適切な時期に溶出してこないといった事例が見られており、対策技術が求められている。高温障害の一つである白未熟粒については、穂肥時期を1～2週間遅らせることで低減できる（2014年普及技術）が、疎植栽培では試験されていない。また、施肥量についても不明な点があり、他県では施肥量を50%程度減らしても収量はほとんど減らないとの報告もある（2013年山口県研究報告）。そこで、疎植栽培における分施肥について追肥時期と基肥の減肥について検討したところ、有用な結果が得られたため普及技術（技術情報）として公表する。

2 成果の内容・特徴

- （1）疎植栽培（16株/㎡）において、追肥時期を1週間程度遅らせると慣行と同等の収量が得られ、白未熟粒の低減により玄米品質が向上する。
- （2）疎植栽培（16株/㎡）では基肥量を20%減らしても同等の収量・品質が確保できる。
- （3）「コシヒカリ」の疎植栽培（16株/㎡）における窒素養分吸収量は慣行と同等である。

3 利用上の留意点

- （1）単一ほ場の結果であるため、地域や標高、地力によって異なる結果を示す場合がある（須坂市小河原、標高360m、土壌可給態窒素3.8mg/100g）
- （2）この情報は、試験や調査で得た新たな知見で生産技術の体系化には至らない情報であるため、試験場、専門技術員又は農業農村支援センターとよく相談の上利用すること。

4 対象範囲

県下の水稻「コシヒカリ」栽培地域 約25,000ha（ただし標高700m以下に限る）

5 具体的データ

- （1）農業試験場内ほ場（須坂市小河原、標高360m）において、水稻「コシヒカリ」を供試して、2017～2020年まで4年間試験を行った。

ア 耕種概要

土壌	細粒灰色低地土（pH 5.7 可給態窒素 3.8mg/100g）			
施肥方法	基肥、追肥共に全層施肥			
移植方法	機械移植後に手で3本植えに補植（苗質：稚苗）			
	（月/日）			
	2017年	2018年	2019年	2020年
移植期	5/24	5/31	5/30	5/28
出穂期	8/10	8/10	8/12	8/13
収穫期	9/25	9/25	9/24	9/23

イ 試験構成

試験区	栽植密度		株間×畝間 (cm)	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	追肥時期
	(㎡)	(坪)		基肥	追肥			
慣行	21株	70	16×30	4.0	3.0	6.0	4.7	幼穂長 1 cm時
疎植（普通）	16株	50	21×30	4.0	3.0	6.0	4.7	幼穂長 1 cm時
疎植（追肥晩）	16株	50	21×30	4.0	3.0	6.0	4.7	幼穂長 1 cm+ 7 日
疎植（減肥）	16株	50	21×30	3.2	3.0	6.0	4.7	幼穂長 1 cm時

注) 肥料成分はkg/10a。基肥：C-284複合（減肥区は重焼燐 2 号と塩化加里で補正）追肥：塩安

注) 慣行の追肥日は2017年から順に 7 月 25、23、26、27 日で、追肥晩区は 8 月 1 日、7 月 31 日、8 月 2 日、8 月 2 日

注) 1 区 2 反復（2017 年は 16.7 ㎡、2018 年は 18 ㎡、2019～2020 年は 20.5 ㎡）

ウ 気温と日照時間

栽培期間中の平均気温を平年値と比較すると、2017 年は低温で、2018～2020 年は高温の年であった。白未熟粒は出穂後 20 日間の平均気温が 26℃以上になると増加するが、2020 年はその条件を満たしており、特に発生リスクの高い年であった。

表 1 生育期間中の平均気温（2017～2020 年度、農業試験場）

年度	平均気温（℃）		6 月	7 月	8 月	9 月	出穂後 20 日間の 平均気温（℃）
	6～9 月平均						
2020 年	23.5	(+0.9)	21.7	22.9	26.7	22.6	27.0
2019 年	23.0	(+0.4)	19.7	24.0	26.4	21.9	25.0
2018 年	23.1	(+0.5)	20.6	26.3	25.5	20.0	25.2
2017 年	21.9	(-0.7)	18.5	24.9	24.8	19.5	24.4
平年値	22.6		20.3	24.1	25.3	20.7	

注) 観測地点は須坂市小河原

注) 平年値は 2009 年～2020 年の平均であり、（ ）は平年値との差

(2) 疎植栽培における乾物重及び窒素吸収量

疎植栽培における養分吸収特性を明らかにするために、時期別に稲体を採取し、乾物重と窒素吸収量を調査した。疎植（普通）区について慣行区と比較すると、乾物重は移植後 1 月から幼穂形成期までは同程度だったが、成熟期には有意差は見られないもののやや高まった（図 1）。一方、生育期間中の稈長、穂長は差がない一方で、茎数（㎡）は全体を通してやや少ない傾向だった（表 2）。このことから疎植により茎葉の充実度が高まったことで乾物重を確保していることが示唆された。これは他の疎植区でも同様であった。一方、窒素吸収量については疎植（追肥晩）区が幼穂形成期時にやや高かったものの、全体的に乾物重と同様の推移を示した。以上のことから、疎植栽培における窒素吸収量は慣行と同等であることが明らかになった。

表 2 水稻を疎植栽培した場合の生育と倒伏程度（2017～2020 年、農業試験場）

試験区	稈長 (cm)				茎数及び穂数 (㎡)						倒伏 程度		
	移植後 1 月		幼穂形成期		成熟期		移植後 1 月		幼穂形成期			成熟期	
			稈長		穂長		± sd		± sd			± sd	
慣行	51	79	97	19.0	640	101	559	105	423	45	2.3		
疎植	52	79	98	18.9	580	90	526	69	402	17	1.9		
疎植 (追肥晩)	52	80	97	18.7	557	112	503	70	397	12	1.4		
疎植 (減肥)	52	78	96	19.2	544	107	501	91	388	41	1.5		

注) 2017～2020 年の平均値

注) 倒伏程度は達観により 0：無、1：微、2：小、3：中、4：大、5：甚の 6 段階で評価

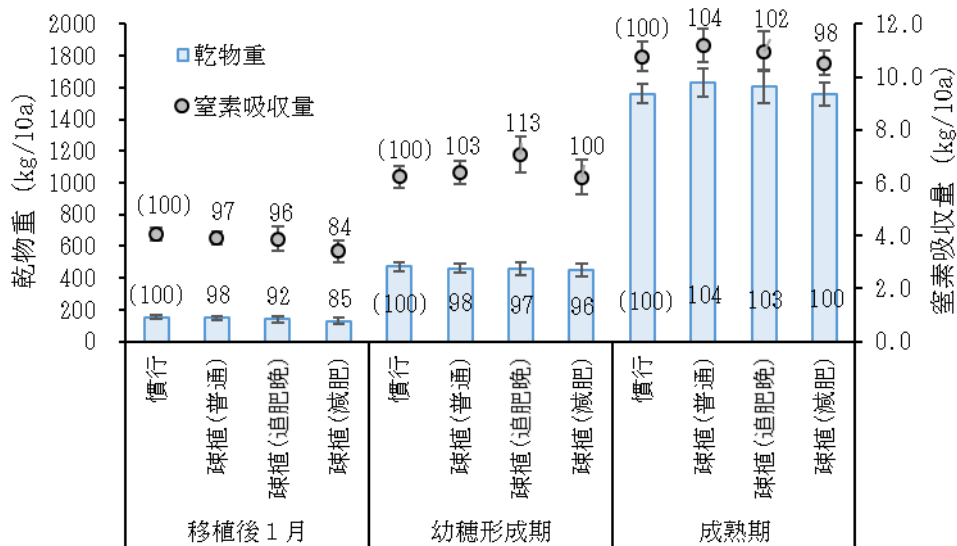


図1 生育期間中の窒素吸収量（2017～2020年度、農業試験場）

注）図中の数字は2017～2020年の平均値であり、慣行を100とした場合の対比指数を示す

注）エラーバーは標準誤差

注）Tukeyの多重比較検定により乾物重、窒素吸収量ともに有意差なし

（3）疎植栽培における追肥時期の検討

2014年の普及技術により、コシヒカリの普通栽培において追肥を1～2週間遅らせることで白未熟が低減することが明らかになっている。この技術が疎植栽培においても適用できるかを検証するために試験を行った。

ア 生育と倒伏程度

生育経過について調査したところ、稈長、穂長ともに同等であった（表2）。茎数（ m^2 ）についても有意差は見られなかったが、生育が進むにつれて茎数（穂数）の差が縮まる傾向が見られた。

達観による倒伏程度については、疎植（追肥晩）区で慣行に比べて減少し、他の疎植区も同様の傾向であった。倒伏は大きく3種類に大別されるが、最も被害が大きい挫折型倒伏は日照不足や過繁茂により下位節間（4～5節）が伸長することで発生する。節間長を調査したところ、疎植（追肥晩）区を含む疎植全区で下位節間が短くなる傾向が見られ、特に疎植区では有意に減少した（図2）。下位節間の伸長は穂首分化期から幼穂形成期の間だと言われており、本試験のように幼穂形成期よりもやや遅い時期に追肥を行うことでこの窒素供給が抑えられ、倒伏軽減が図れる可能性が示唆された。

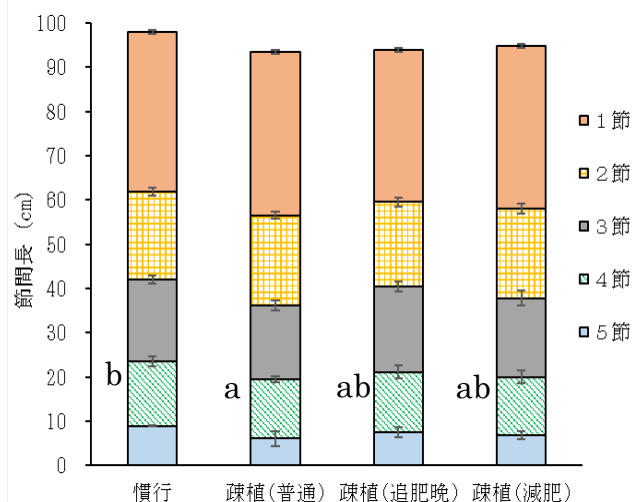


図2 節間長調査（2020年度、農業試験場）

注）各株の最大稈長の茎葉について10株調査

注）4～5節の合計長についてTukeyの多重比較検定により異なる英文字間において5%水準で有意差あり

注）エラーバーは標準偏差

イ 収量と収量構成要素

慣行区と同等の収量が得られた（表3）。2020年のみ収量がやや減少しているが、これは7月の低温により籾数を確保できなかったためと考えられた。全体的に㎡あたり穂数の低さを登熟歩合の高さで補っている傾向が見られ、これは過去の知見と一致した。

表3 水稻を疎植栽培した場合の収量及び収量構成要素（2017年～2020年、農業試験場）

年度	試験区	精玄米重 (kg/10a)	慣行比	穂数 (㎡)	慣行比	籾数 (㎡)	慣行比	登熟歩合 (%)	慣行比	千粒重 (g)	慣行比
平均	慣行	687		422		33,500		89.1		23.4	
	疎植（普通）	701	n. s	408	n. s	33,800	n. s	89.9	n. s	22.9	n. s
	疎植（追肥晩）	680		397		32,700		91.6		23.2	
	疎植（減肥）	682		388		33,000		90.4		22.9	
2020年	慣行	661	(100)	417	(100)	36,400	(100)	85.0	(100)	22.4	(100)
	疎植（普通）	643	97	407	98	33,800	93	89.3	105	20.5	92
	疎植（追肥晩）	625	95	398	96	34,400	95	91.7	108	21.3	95
	疎植（減肥）	631	95	358	86	34,300	94	87.7	103	21.1	94
2019年	慣行	669	(100)	382	(100)	30,600	(100)	90.0	(100)	24.3	(100)
	疎植（普通）	669	100	405	106	31,100	102	88.8	99	24.2	100
	疎植（追肥晩）	652	98	387	101	29,800	97	90.3	100	24.2	100
	疎植（減肥）	656	98	385	101	31,100	102	87.5	97	24.2	99
2018年	慣行	687	(100)	453	(100)	33,500	(100)	87.5	(100)	23.5	(100)
	疎植（普通）	754	110	397	88	35,300	105	90.4	103	23.6	101
	疎植（追肥晩）	705	103	392	87	31,900	95	93.0	106	23.8	101
	疎植（減肥）	732	107	384	85	33,700	101	93.5	107	23.3	99
2017年	慣行	731	(100)	438	(100)	33,400	(100)	93.9	(100)	23.3	(100)
	疎植（普通）	740	101	422	96	35,000	105	91.1	97	23.2	100
	疎植（追肥晩）	739	101	411	94	34,700	104	91.2	97	23.3	100
	疎植（減肥）	709	97	423	97	33,000	99	93.0	99	23.1	99

注）Tukeyの多重比較検定により有意差なし（登熟歩合は角変換後）

ウ 玄米品質

追肥を遅らせることで玄米の充実度が高まり、整粒歩合が有意に向上した（表4）。白未熟粒については過去の知見と同様に有意に低減した。2018年のみ慣行と同等の結果になったが、これは出穂後の低温により白未熟粒の発生リスクが低い年であったためと考えられた。青未熟粒については、有意差は見られなかったものの疎植全区で慣行より少ない傾向が見られた。一方、同じ高温障害である胴割粒については差が見られなかった。蛋白も慣行並みに抑えられたことから、疎植栽培において追肥を1週間程度遅らせることで白未熟粒が低減し、玄米品質が向上することが明らかになった。

表4 水稻を疎植栽培した場合の玄米品質（2017年～2020年、農業試験場）

年度	試験区	整粒 (%)	慣行比	白未熟 (%)	慣行比	胴割粒 (%)	慣行比	青未熟 (%)	慣行比	蛋白 (%)
平均	慣行	74.5	b	5.0	b	2.9		8.0		6.9
	疎植（普通）	76.1	ab	5.2	b	3.2	n. s	5.9	n. s	6.7
	疎植（追肥晩）	80.0	a	2.6	a	3.1		4.0		6.8
	疎植（減肥）	76.6	ab	4.8	b	3.0		5.5		6.6
2020年	慣行	68.4	(100)	6.0	(100)	2.7	(100)	8.4	(100)	6.8
	疎植（普通）	71.3	104	5.4	90	2.8	102	4.1	49	6.6
	疎植（追肥晩）	77.1	113	1.9	32	2.9	106	4.6	55	6.5
	疎植（減肥）	70.7	103	6.6	110	2.3	83	4.2	50	6.8
2019年	慣行	78.0	(100)	4.6	(100)	3.7	(100)	6.4	(100)	6.8
	疎植（普通）	79.0	101	4.5	98	3.7	101	5.2	81	6.1
	疎植（追肥晩）	83.6	107	2.0	43	3.3	90	2.4	38	6.4
	疎植（減肥）	79.4	102	3.5	76	3.5	96	5.3	83	6.1
2018年	慣行	75.6	(100)	1.9	(100)	1.8	(100)	9.7	(100)	6.9
	疎植（普通）	78.3	104	1.9	103	2.2	119	7.4	77	6.6
	疎植（追肥晩）	81.1	107	1.8	97	1.9	106	4.3	45	6.8
	疎植（減肥）	79.9	106	1.6	84	2.1	117	6.0	62	6.5
2017年	慣行	76.2	(100)	7.5	(100)	3.6	(100)	7.4	(100)	7.2
	疎植（普通）	75.7	99	8.9	119	4.1	114	6.8	92	7.4
	疎植（追肥晩）	78.2	103	4.6	61	4.3	119	4.8	65	7.3
	疎植（減肥）	76.6	101	7.4	99	4.0	111	6.5	88	7.0

注）整粒歩合、白未熟、胴割粒、青未熟粒は静岡製機（ES-1000）で分析

注）蛋白は2019年までは静岡精機（PS-500）で、2020年はKett（AN-920）で分析

(4) 疎植栽培における減肥の可否試験

疎植に関する過去の知見では高冷地で減肥を行うと収量が減少するリスクが指摘されている(2011年普及技術)。一方、平坦地で減肥を行った試験事例はないことから、平坦地における基肥減肥の可否について試験を行った。

ア 生育と倒伏程度

稈長、穂長は慣行及び疎植区と同等であった(表5)。茎数については他の疎植区と同様に生育初期は少ない傾向だったが、成熟期には同等になった。倒伏程度については慣行区より低く、下位節間も短い傾向だった(表5、図2)。

イ 収量と収量構成要素

慣行区及び疎植区と同等の収量が得られた(表5)。穂数(m²)がやや少ない傾向にあるが、一穂粒数や登熟歩合の高さで同等の収量が得られることが示唆された。

ウ 玄米品質

慣行区や疎植区と同等の品質を得られた(表5)。収量、品質共に同等であったことから、本条件においては基肥を20%減肥しても同等の収量・品質が得られることが明らかになった。

表5 疎植栽培において基肥減肥した場合の生育、収量、玄米品質(2017年～2020年、農業試験場)

試験区	稈長(cm)				茎数、穂数(m ²)			倒伏程度
	移植後 1月	幼穂 形成期	成熟期		移植後 1月	幼穂 形成期	成熟期	
慣行	51	79	97	19.0	640	559	422	2.3
疎植(普通)	52	79	98	18.9	580	526	408	1.9
疎植(減肥)	52	78	96	19.2	544	501	388	1.5
分散分析	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s

試験区	精玄米重 (kg/10a)	粒数 (m ²)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	整粒 (%)	白未熟 (%)	胴割粒 (%)	青未熟 (%)	蛋白 (%)
慣行	687	33500	89.1	23.4	74.5	5.0	2.9	8.0	6.9
疎植(普通)	701	33800	89.9	22.9	76.1	5.2	3.2	5.9	6.7
疎植(減肥)	682	33000	90.4	22.9	76.6	4.8	3.0	5.5	6.6
分散分析	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s	n. s

注) Tukeyの多重比較検定により5%水準で有意差なし

注) 表2、3、4より抜粋

6 特記事項

[課題名、研究期間、予算区分]

普通作物の土壌肥料に関する素材開発研究、2017～2020年度(平成29～令和2年度)、県単素材開発研究

[分類理由]

場内試験のみの結果であり、気候や土壌が異なる条件では未試験であるため。