

基肥減肥および晩期穂肥による水稻種子品質向上効果

和田 卓也^{1)*}・宮原 克典¹⁾・井上 敬^{1,2)}・宮崎 真行¹⁾¹⁾福岡県農業総合試験場・²⁾行橋農林事務所京築普及指導センター)Improvement of rice seed quality by reduction of basal fertilizer application
and top dressing of fertilizer at late stage of panicle formation

Takuya WADA, Katsunori MIYAHARA, Takashi INOUE and Masayuki MIYAZAKI

(Fukuoka Agric. Res. Cent.)

近年、水稻の登熟期間の気温が高温傾向にあることから、主食用米において白未熟粒等の発生による玄米の外観品質の低下が問題となっている(農林水産省 2006)。白未熟粒の発生防止法については白未熟粒のタイプ別に対策が異なるが、背白粒・基白粒については登熟期後半の窒素栄養不足が原因と推定されることから、高橋(2006)は、穂肥の増量などで出穂期以降の葉色を維持して品質向上を図ることが有効としている。一方、小葉田ら(2004)は登熟期間の高温処理で登熟歩合が低下して乳白米が増加するものの、間引き処理により単位面積当たり籾数を抑制すると、同化産物の競合が解消され、充填率が向上し乳白米が低下することを示している。このことは、粒の充実向上のためには籾数を抑制して1籾あたりの同化産物の供給能力を高めることが有効であることを示唆している。

高温による品質低下は、玄米のみならず水稻の種子においても問題となっており、福岡県では水稻種子等級検査における合格種子の割合が低迷している。等級の格下げ要因としては‘未熟’、‘充実不足’が多く、これは玄米と同様に高温条件下で生育量が過剰になり籾数が増加して1籾あたりの粒重の低下を招いていると推測される。

そこで本研究では、籾数の低減効果をねらい基肥の施用量および穂肥の施用時期を変えた現地試験を実施し、種子の品質向上効果について検討した。

材料と方法

試験は2009年～2011年の3年間、福岡県下の10カ所の普及指導センター(福岡、北筑前、朝倉、久留米、北九州、飯塚、田川、南筑後、八女、京築)管内の現地で行った。対照区は現地の慣行栽培とした。試験区は、地力の高い圃場は穂肥のみの調整では籾数抑制に不十分と判断したことから、基肥量を慣行の概ね1/2～1/3量で設定し、穂肥は現地慣行とする基肥減肥区を設置した。一方、地力が並～低い圃場では一定の生育量を確保するため基肥量は現地慣行とし、穂肥施用時期を標準的な施肥時期である出穂前18～20日より7日程度遅くした晩期穂肥区を設定した。

*連絡責任者 : tawada@farc.pref.fukuoka.jp

Copyright : 日本作物学会九州支部
The Kyushu Branch of The Crop Science Society of Japan

第1表 年次毎の試験場所数

年次	2009年	2010年	2011年	合計
基肥減肥	6(2)	7(2)	7(2)	20(6)
晩期穂肥	4	4	4	12

括弧内は総数のうち大豆跡の試験場所数を示す。基肥減肥の他の場所および晩期穂肥は水稻跡での試験。各試験場所で試験区、対照区を設定して比較試験を実施した。

第2表 基肥減肥区の施肥体系

年次	試験 区名	施肥体系 (Nkg/10a)	
		基肥	穂肥
2009年	基肥減肥区	0～2.45	2.8～4.0
	対照区	3～4.9	1.8～2.0
2010年	基肥減肥区	0～3	2.1～3.22
	対照区	2.4～5.25	1.6～3.5
2011年	基肥減肥区	0～3.5	1.6～3.5
	対照区	2.4～4.9	

第3表 晩期穂肥区の施肥体系

年次	試験 区名	総施肥量 (Nkg/10a)	穂肥施用時期 (出穂前日数)
2009年	晩期穂肥区	6.4～8.9	-12～-16
	対照区	6.4～8.9	-18～-20
2010年	晩期穂肥区	6.4～8.9	-9～-12
	対照区	6.4～8.9	-15～-20
2011年	晩期穂肥区	8.2～10.4	-6～-15
	対照区	8.2～10.4	-13～-22

総施肥量は基肥と穂肥を合計した総窒素量を示す。

基肥減肥区、晩期穂肥区を設定した年次毎の試験場所数は第1表のとおりである。また、基肥減肥区、晩期穂肥区の具体的な施肥体系は各々第2表および第3表に示した。供試品種は、夢つくし、元気つくし、ヒノヒカリであり、年次および試験場所により異なる。移植は、上記品種の移植適期である6月上旬(夢つくし)および6月中～下旬(元気つくし、ヒノヒカリ)にて実施した。調査は種子品質を中心に行い、穂数、m²当たり籾数、精籾収量、精籾歩合、種子検査等級(合格、準上、準、準下、規格外)の5区分、日本穀物検定協会九州支部に依頼)とした。精籾収量、精籾歩合は、種子流通上の規格と同じく、2.2mm以上のものとした。

キーワード : 種子, 水稻, 施肥, 品質

第4表 基肥減肥が種子品質に及ぼす効果

年次	試験 区名	穂数 (本/m ²)	m ² 当り粒数 (×100粒)	精粗収量 (kg/10a)	精粗 歩合(%)	検査等級					
						合	準上	準	準下	規外	計
2009年	基肥減肥区	348	286	589	86.0	4	1	0	2	0	7
	対照区	349	292	609	85.5	4	0	3	0	0	7
2010年	基肥減肥区	353†	276**	591*	87.1*	1	0	5	0	0	6
	対照区	392	339	661	83.3	0	0	6	0	0	6
2011年	基肥減肥区	348*	260*	653**	76.2	0	0	6	1	0	7
	対照区	370	294	695	79.9	1	0	5	1	0	7
3カ年 平均・計	基肥減肥区	350	274**	612**	82.9	5	1	11	3	0	20
	対照区	369	307	655	82.9	5	0	14	1	0	20
分散 分析	年次	ns	ns	†	†						
	試験区	ns	*	ns	ns						
	交互作用	ns	ns	ns	ns						

1)検査等級の欄の最右列の計の数値が供試サンプル数を示す。精粗は2.2mm以上の粒厚の粒を示す。

2)合は合格種子、準は準種子、準上は準種子でも合格種子に近いこと、準下は準種子でも規格外に近いこと、

規外は規格外を各々表す。

3)数字の右肩の記号は検定の結果を示す。

4)検定および分散分析の結果、†,*,**は10%, 5%, 1%水準で有意であることを各々示す。

第5表 晩期穂肥が種子品質に及ぼす効果

年次	試験 区名	穂数 (本/m ²)	m ² 当り粒数 (×100粒)	精粗収量 (kg/10a)	精粗 歩合(%)	検査等級					
						合	準上	準	準下	規外	計
2009年	晩期穂肥区	364	289	649	90.7†	3	0	1	0	0	4
	対照区	402	304	636	88.2	2	0	1	0	1	4
2010年	晩期穂肥区	292	241**	585	90.7	2	0	2	0	0	4
	対照区	310	272	635	89.9	1	0	3	0	0	4
2011年	晩期穂肥区	379	266	616	88.6	1	0	3	0	0	4
	対照区	371	270	616	87.4	1	0	3	0	0	4
3カ年 平均・計	晩期穂肥区	345	265*	616	90.0*	6	0	6	0	0	12
	対照区	361	282	629	88.5	4	0	7	0	1	12
分散 分析	年次	**	ns	ns	ns						
	試験区	ns	ns	ns	ns						
	交互作用	ns	ns	ns	ns						

第4表の注参照。

結 果

第4表に基肥減肥が種子品質に及ぼす効果について示した。基肥減肥により、いずれの年次においても穂数および粒数は減少した。特に水稻生育期間が高温であった2010年(浜地ら 2012)では粒数が対照区の33,900粒/m²から基肥減肥区では27,600粒/m²へと大きく減少した。精粗収量は基肥減肥により減少する傾向にあったが、精粗歩合は2011年以外は基肥減肥区が高く、特に高温年の2010年には有意な差が認められた。種子検査等級については試験区間に差は認められなかった。

第5表に晩期穂肥が種子品質に及ぼす効果について示した。晩期穂肥により、2011年の穂数を除いて穂数および粒数は減少した。基肥減肥試験と同様に、高温年の2010年において粒数は対照区の27,200粒/m²から24,100粒/m²へと大きく減少した。基肥減肥試験と異なり、精粗収量に差は認められなかった。また、精粗歩合はいずれの年次も晩期穂肥区が高く、各年次で有意差は認められないものの、3カ年平均では有意な差が認められた。種子検査等級は、合格種子のサンプル数が晩期穂肥区のほうが多く、晩期穂肥により種子検査等級も向上することが示唆された。

考 察

高温登熟条件下での玄米の外観品質向上に関しては、移植期の晩期化(高橋 2006, 宮崎ら 2008)、粒数の抑制(小葉田ら 2004)、穂揃期の窒素含有率の向上(高橋 2006)などの点から多くの報告がある。一方、水稻種子については、発芽率の維持・向上の観点から試験した報告(橋本 1985, 佐藤ら 2003)は多いものの、外観品質からみた品質向上に関する報告は少ない(名畑 2010)。

福岡県の水稻種子生産では、高温登熟による粒の充実低下に起因すると予想される‘未熟’‘充実不足’といった格付けによる検査等級の格下げが近年多くなっており、対策が望まれていた。本研究では、基肥減肥および晩期穂肥により粒数を制限し、1粒あたりの粒の充実を向上させることを目的とし、大規模水田圃場において、複数年次および場所にわたる現地実証試験を行った。

基肥減肥は安定して粒数を低下させたが、収量も同時に低下した。しかし、高温年の2010年においては粒の充実向上効果が高いことから、責任生産量を達成することを条件に収量の減少をある程度許容して現地での実施を検討すべきと考えられる。一方、晩期穂肥は粒数を抑制するとともに、収量を落とすことなく精粗歩合を向上させた。温度と土壌中の窒素利用率について、高橋ら(1976)は、高温ほ

ど地力窒素だけでなく、施肥窒素の稲体への吸収率が高まることを報告している。基肥減肥，晩期穂肥の試験のいずれにおいても高温年の2010年に籾数低減効果が大きい，これは高温により施肥窒素の利用率が高まったため，2009年および2011年に比較して，施肥窒素量の差が籾数に大きく影響したものと考えられる。

高温条件下での玄米生産における施肥による品質向上について，宮崎ら（2012）はヒノヒカリの検査等級1等と2等の分岐点となる籾数は，従来（真鍋ら 1990）より少ない28,000～30,000粒/m²としている。また，荒木ら（2012）はこの籾数に制御するための穂肥施用時期を，吉野ら（2007）の報告に基づいて従来の出穂前18日から遅らせた出穂前11日頃を提唱している。本研究においても，基肥減肥や晩期穂肥により玄米の場合と同様に籾数を抑制することにより，精歩合は高まる傾向にあり，特に晩期穂肥においてその効果が安定して認められた。

一方，採種水稻種子の品質について，名畑（2010）は栽植密度および穂揃期追肥が種子品質に及ぼす影響について検討し，密植および穂揃期追肥により種子の充実がわずかではあるが向上することを報告している。密植は籾数を増加させることが推測されるが，名畑（2010）の試験では籾数は疎植区（40株/坪）および密植区（70株/坪）のいずれでも約27,000粒/m²と低いレベルにあり，むしろ疎植区で下位枝梗に充実の劣る粒が着生したのではないかと推測される。穂揃期追肥による品質向上は，生育後期の稲体の窒素含有率を高めることが充実の向上に有効であることを示唆しており，本研究における晩期穂肥は籾数を低減させるのみならず，稲体の窒素含有率の維持にもつながっている可能性がある。

種子の検査等級の主要な格下げ要因には‘未熟’‘充実不足’以外に，‘汚損’がある。これは，発芽率に問題はないものの何らかの理由により，籾表面の色が赤～茶色に変色していることを示す。今回の試験においても精歩合に差は認められるが，汚損により試験区，対照区ともに検査等級が格下げになった事例が少なからずあったことから，今後は汚損粒対策も含めた総合的な種子品質向上対策が求められる。

摘 要

福岡県下の現地10カ所において2009年から2011年の3カ年，水稻種子の品質向上を目的とした施肥試験を行った。基肥減肥および晩期穂肥により安定して籾数が減少し，その効果は特に高温年の2010年に顕著であった。基肥減肥では精歩合が減少したものの，特に高温年で精歩合が向上した。晩期穂肥は効果の程度は低いものの，3カ年安定した精歩合向上効果が認められ，種子の検査等級も同様に向上した。

引用文献

- 荒木雅登・宮崎真行・岩渕哲也 2012. 温暖化に対応した「ヒノヒカリ」の高品質安定栽培技術 第2報 幼穂形成期における生育診断による籾数予測. 日作九支報 78: 5-7.
- 浜地勇次・宮崎真行・坪根正雄・大野礼成・小田原孝治 2012. 2010年の夏期高温条件下における高温耐性水稻品種「元気つくし」の玄米品質 日作紀 81: 332-338.
- 橋本良一 1985. 水稻における水温および浸種日数と発芽率との関係. 北陸作物学会報: 11-12.
- 小葉田 亨・植向直哉・稲村達也・加賀田恒 2004. 子実への同化産物供給不足による高温下の乳白米発生. 日本作物学会紀事 73: 315-322.
- 真鍋尚義・田中浩平・福島裕助 1990. 水稻品種ヒノヒカリの栽培法. 福岡農総試研報 A-10: 5-10.
- 宮崎真行・内川 修・田中浩平・福島裕助 2008. 移植時期が異なる場合の玄米品質と稲体窒素栄養条件. 日作九支報 74: 11-13.
- 宮崎真行・荒木雅登・岩渕哲也・内川 修・平田朋也 2012. 温暖化に対応した「ヒノヒカリ」の高品質安定栽培技術 第1報 高温登熟条件下における外観品質からみた適正籾数の検討. 日作九支報 78: 1-4.
- 名畑越夫 2010. 栽植密度及び収穫時期，穂揃期追肥が種子の資質に与える影響. 北陸作物学会報 45: 39-41.
- 農林水産省 2006. 水稻高温障害の克服に向けて（高温障害対策レポート）. http://www.maff.go.jp/j/press/2006/pdf/20060828press_1b.pdf (2012/10/10閲覧).
- 佐藤 徹・浅井善広・中嶋健一・原田 惇・川上 修・長澤裕滋・田村隆夫 2003. 水稻貯蔵種子の発芽に及ぼす浸種温度および浸種日数の影響. 北陸作物学会報 38: 21-24.
- 高橋重郎・和田源七・庄子貞雄 1976. 水田における窒素の動態と水稻による窒素吸収について: 第6報 温度が水稻の窒素吸収および土壌中のアンモニア態窒素の消長におよぼす影響. 日作紀 45: 213-219.
- 高橋 涉 2006. 気候温暖化条件下におけるコシヒカリの白未熟粒発生軽減技術. 農業および園芸 81: 1012-1018.
- 吉野裕一・太田和也・在原克之・小山 豊 2007. 穂肥の施用法が水稻の玄米外観品質と食味に及ぼす影響. 千葉農総研研報 6: 95-102.