

# 水稻高温耐性品種 ‘にこまる’ の 登熟過程における品種特性

前田 周平・渡邊 丈洋

Grain Filling Characteristics of ‘Nikomaru’, a Rice Cultivar with Tolerance to  
High Temperature during Ripening Period

Shuhei Maeda and Takehiro Watanabe

## 緒言

近年、岡山県では登熟期間中の高温による水稻主要品種 ‘ヒノヒカリ’ の品質低下が問題となっている。このため県南部では高温下でも白未熟粒の発生が少ない高温耐性品種 ‘にこまる’ の作付が拡大している。‘にこまる’ は、収量が ‘ヒノヒカリ’ より多く (古賀ら, 2007; 齋藤ら, 2009), 強い高温耐性をもつことがこれまで数多く報告されている (大江ら, 2008; 坂井ら, 2010; 森田, 2009)。しかし、登熟期間中の気温が低温であった年次では成熟期が遅延して青未熟粒など白未熟以外の未熟粒が多発し、農産物検査において落等する事例も見られる。

暖地における低温による玄米発育障害については、九州山間部の秋冷による登熟不良 (佐藤, 1967) や、‘ヒノヒカリ’ における低温登熟障害 (Funaba et al. 2006; 船場ら, 2009) の報告事例がある。‘にこまる’ については、市原ら (2013) が低温登熟障害について報告しているが、作用機作については言及していない。

また、2009年から2012年の4年間の本県奨励品種決定調査の結果、‘にこまる’ は ‘ヒノヒカリ’ よりも2日から6日晩熟であり、県南部の晩生主力品種 ‘朝日’ や ‘アケボノ’ より1日から7日早熟であった。このため低温年などで成熟遅延した場合、これら晩生品種と収穫調製作業が競合することが懸念される。また、収穫時期の遅れは共同乾燥施設の稼働計画にも大きく影響を与えるため、品種の登熟特性を把握することは重

要と考えられる。

そこで、‘にこまる’ の穂相および登熟期間中の玄米品質の推移を調査し、低温への反応も含めた登熟過程における品種特性に関する知見を得たので報告する。

## 試験方法

### 1. 作期と栽培概要

試験は2009年から2012年に岡山県農林水産総合センター農業研究所内の圃場で行った。‘にこまる’ と対照品種 ‘ヒノヒカリ’ を供試し、移植日を2009年は6月4日、6月29日の2作期、2010年は6月3日、6月30日の2作期、2011年は5月13日、6月2日、6月30日、7月15日の4作期、2012年は ‘にこまる’ が5月18日、5月25日、6月1日、6月8日、6月14日、6月22日、6月29日、7月6日、7月13日の9作期、‘ヒノヒカリ’ が6月14日の1作期とし、それぞれ稚苗を機械移植した。各試験区は移植日毎に2009年、2010年は1区18㎡の3反復乱塊法、2011年は1区12㎡の2反復乱塊法、2012年は6月14日移植では1区10㎡の3反復乱塊法とし、6月14日移植以外の作期については1反復とした。2009年から2011年の6月上旬と6月下旬の移植日についてそれぞれ精玄米重、収量構成要素及び玄米品質について調査し、それ以外の年次と移植日については玄米品質の調査のみを行った。栽植密度は全区18.5株/㎡とした。

施肥は、2009年と2010年は緩効性肥料LPE80 (リニア140日型溶出肥料を窒素成分で80%含む) でN : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 8.0 : 8.0 : 8.0g/㎡を全量基肥施用した。

2013年12月18日受理

本報告の一部は、平成24年度日本作物学会中国支部大会で発表した。

2011年は、速効性化成肥料（硫安およびP K 40号）を用い、全作期とも基肥としてN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=3.0:8.0:8.0g/m<sup>2</sup>、穂肥として窒素成分で3.0g/m<sup>2</sup>を施用し、生育期間の長い5月13日、6月2日移植についてはこれに加え中間追肥として穂肥施用前までに窒素成分でそれぞれ3.0g/m<sup>2</sup>、2.0g/m<sup>2</sup>を施用した。2012年は全作期について速効性化成肥料を基肥としてN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=3.0:8.0:8.0g/m<sup>2</sup>と穂肥として窒素成分で4.0g/m<sup>2</sup>施用した。

## 2. 調査項目

### (1) 精玄米重および気温と玄米品質との関係

精玄米重は、各試験区の反復毎に区域中央部の30～42株を出穂後の積算気温が1000℃に到達した日に収穫し、日陰で風乾後、脱穀、籾摺した玄米を1.8mmの縦目篩にかけて求めた。また、収量構成要素として穂数と一穂初数、登熟歩合を調査した。穂数は精玄米重の調査に用いたサンプルについて計数した。一穂着粒数と登熟歩合は精玄米重の調査株近傍の生育中庸な2株について調査した。

玄米品質は、前述の精玄米重の調査に用いた玄米を穀粒判別器RN-310（Kett科学研究所社製）により、玄米粒質ごとに区分してその粒数割合を算出した。なお、玄米粒質は整粒、未熟粒、死米、着色粒、胴割粒、胴割粒以外の被害粒に大別し、未熟粒についてはさらに乳白、基部未熟、青未熟、心白、腹白、その他未熟粒に区分し、乳白、基部未熟、心白、腹白粒を合計して白未熟粒とした。また、玄米の等級格付けは中国四国農政局生産部または全国農業協同組合連合会岡山県本部に依頼し、1等上、中、下、2等上、中、下、3等上、中、下、規格外の10段階で評価した。

玄米品質との関係を検討するために用いた気温は、岡山県農林水産総合センター農業研究所内に設置された百葉箱内の温度計で計測した。

### (2) 出穂後積算気温に対する玄米品質の推移

登熟期間における品種ごとの玄米品質の推移を比較するため、出穂後の積算気温毎の‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’の玄米品質を調査した。2011年の4作期では、出穂期後積算気温が800℃～1300℃まで、概ね100℃毎の到達日に各試験区の反復毎に4株ずつ採取し、直ちに脱穀して日陰で風乾した後、玄米を1.8mmの縦目篩にかけて調製し、穀粒判別器および等級格付けによる玄米品質の調査を行った。出穂後積算気温は、前述の気温データを用い、出穂日以降の日平均気温から算出した。

### (3) 株内の出穂の早晚と玄米品質の関係

出穂日が遅い遅発分げつ穂の未熟粒が、1株全体の

玄米品質に及ぼす影響について調査した。2011年6月2日移植の‘にこまる’について、各試験区の反復毎に3株を選び、出穂日別に穂をマーキングして成熟期に採取し、玄米を1.8mmの縦目篩で調製し、穀粒判別器を用いて玄米品質を調査した。なお、出穂は穂の一部が葉鞘から出て確認できた時点とし、出穂の判定は13時から15時に行った。

### (4) 穂内の着生位置別の籾重増加と玄米品質

穂内の着生位置別の籾の成熟の推移と、弱勢籾による未熟粒が1穂全体の品質に及ぼす影響について調査した。2011年は4作期の‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’について出穂後20日、30日および成熟期に、各試験区の反復毎に20穂を採取し、穂長が中庸な10穂を選んだ。調査する穂の穂軸節を上位節と下位節に2等分（節数が奇数の場合、中央節は上位節に加えた）した後、上位節と下位節ごとに1次枝梗着生籾と2次枝梗着生籾とに分け、明らかでないを除き各30粒ずつ採取し、80℃で3日間乾燥した後、秤量して1籾乾物重を算出した。

2012年は6月14日に移植した‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’について、出穂後積算気温800℃と1000℃の時点で各区の反復毎に20穂を採取し、風乾後、穂長が中庸な10穂について前述と同様に着生籾を分けて採取した。それぞれの着生籾数を籾摺りして1.8mmで篩った精玄米粒数を計数し、粗籾数に対する精玄米粒数の割合を算出した。計数後の精玄米は穀粒判別器にて玄米品質を測定した。

## 結果

### 1. 登熟期間中の日平均気温

調査を行った2009年から2012年の各年次の登熟期間中の気温を図1に示した。2009年は登熟中期から後期にあたる9月初旬～10月下旬の間、一時的に気温が上昇した2週間前後を除き低温で推移し、登熟期間中の平均気温が4か年で最も低い低温年であった。2010年

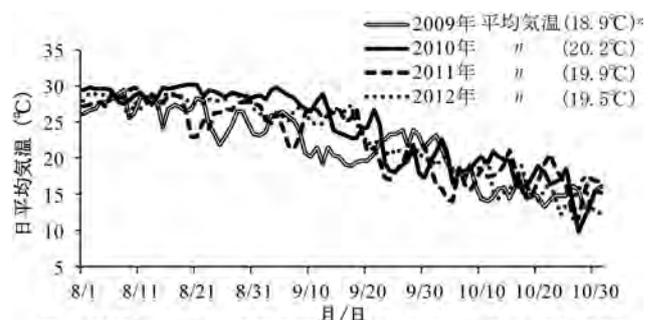


図1 試験年次における農業研究所内の8月から10月の日平均気温  
①内は8/1～10/31までの各年次の平均気温を示す

は8~9月の日平均気温が平年と比べてかなり高く、記録的な高温年であった。2011年、2012年は9月初旬から中旬にかけての日平均気温が平年並みからやや高かったものの、4か年の中では中庸な気温推移を示す年次であった。

## 2. 精玄米重および気温と玄米品質との関係

年次毎の6月上旬と下旬移植の精玄米重と収量構成要素および玄米品質を表1に示した。‘にこまる’は‘ヒノヒカリ’よりも穂数がやや少なく、一穂着粒数はやや多い傾向にあったが、総粒数には有意な品種間差は認められなかった。一方、登熟歩合は‘ヒノヒカリ’に比べて‘にこまる’で高く、千粒重も大きかったため、‘にこまる’の収量は‘ヒノヒカリ’に対し2~18%多く、全年次、作期を平均しても10%多収であった。‘にこまる’の玄米品質は、移植時期に関わらず‘ヒノヒカリ’より白未熟粒は少なかったが、青未熟粒は有意に多く、6月上旬より6月下旬の作期でその割合が高くなる傾向にあった。特に登熟期が低温であった2009年

の6月下旬移植においては青未熟粒が多く、試験区の中で唯一検査等級が‘ヒノヒカリ’を下回った。

2009~2012年の4か年の全ての作期における出穂期から成熟期までの登熟期間中の平均気温と、成熟期における青未熟粒歩合およびその他未熟粒歩合、検査等級との関係を品種毎にプロットしたものを図2に示した。‘にこまる’は登熟期間中の平均気温が低いほど青未熟粒歩合、その他未熟粒歩合ともに高い傾向にあった。検査等級においても、‘にこまる’は登熟期間中の平均気温が22℃から24℃において最も等級が良く、22℃を下回る場合と24℃を超えて高い場合に等級がやや劣る傾向にあった。一方、‘ヒノヒカリ’は、‘にこまる’と異なり登熟期間中の平均気温に関わらず、青未熟粒やその他未熟粒歩合はあまり変化せず、検査等級は平均気温が高温の場合に明らかに低下した。

## 3. 出穂後積算気温に対する玄米品質の推移

出穂後積算気温に対する整粒歩合、青未熟粒、検査等級の推移を図3に示した。‘ヒノヒカリ’の整粒歩合

表1 ‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’の精玄米重と収量構成要素および玄米品質割合(2009~2011年の6月上旬および6月下旬)

年次	移植日	品種	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	登熟期間 中平均気温 (℃)	収量構成要素						未熟粒			玄米品質 <sup>1)</sup> (1-10)	
						精玄米重 <sup>2)</sup> (g/m <sup>2</sup> )	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	一穂着粒数 (粒)	総粒数 (粒/m <sup>2</sup> )	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	整粒 (%)	白未熟粒 (%)	青未熟粒 (%)		その他未熟粒 (%)
2009	6月4日	にこまる	8月26日	10月12日	21.5	669 (106)	363	83.2	30.1	90.3	24.6	79.2	0.7	4.9	9.3	4.3
		ヒノヒカリ	8月22日	10月6日	22.5	630	410	76.2	31.2	94.9	23.3	76.4	2.2	0.9	12.5	4.7
2010	6月3日	にこまる	8月23日	9月30日	24.7	544 (110)	317	85.8	27.2	88.1	22.2	48.9	4.5	0.1	20.6	5.0
		ヒノヒカリ	8月19日	9月24日	25.6	492	373	87.8	32.8	72.7	21.4	28.4	15.3	0.0	30.5	10.0
2011	6月2日	にこまる	8月21日	10月11日	23.9	639 (115)	302	86.8	26.2	90.2	25.3	77.3	4.0	4.8	10.2	2.0
		ヒノヒカリ	8月18日	9月27日	24.4	557	353	76.6	27.0	85.3	23.7	65.5	9.0	1.1	16.6	9.0
		平均値	にこまる			617 (110)	327	85.3	27.9	89.5	24.0	68.5	3.1	3.3	13.4	3.8
		分散分析	品種			**	**	ns	ns	***	***	***	***	***	***	***
			年次			**	**	ns	ns	***	***	***	**	**	***	***
			品種×年次			ns	ns	ns	ns	**	*	***	*	*	**	**
2009	6月29日	にこまる	9月6日	10月30日	18.7	681 (108)	355	93.1	33.0	91.7	24.0	66.0	2.2	7.5	20.6	6.7
		ヒノヒカリ	9月3日	10月23日	19.7	630	350	89.5	31.4	89.0	23.8	79.7	3.0	1.4	12.1	5.3
2010	6月30日	にこまる	9月2日	10月16日	22.6	632 (102)	432	79.4	34.3	85.7	22.2	60.9	1.7	2.3	17.3	2.0
		ヒノヒカリ	8月30日	10月11日	23.4	622	492	76.9	37.8	76.7	22.2	51.7	6.1	0.3	22.0	5.0
2011	6月30日	にこまる	9月2日	10月20日	20.6	635 (118)	332	83.0	27.6	84.5	25.0	69.3	3.2	5.3	15.3	3.0
		ヒノヒカリ	8月30日	10月15日	21.5	540	356	71.6	25.5	81.6	23.4	69.3	3.7	1.3	19.7	5.0
		平均値	にこまる			649 (109)	373	85.1	31.6	87.3	23.7	65.4	2.4	5.0	17.7	3.9
		分散分析	品種			**	ns	*	ns	**	***	***	***	ns	ns	ns
			年次			*	***	***	**	***	***	*	**	**	ns	ns
			品種×年次			ns	ns	ns	ns	ns	***	***	**	*	***	***
		全年次、作期の平均値	にこまる			633 (110)	350	85	30	88	24	66.9	2.7	4.1	15.5	3.8
			ヒノヒカリ			578	389	80	31	83	23	61.8	6.5	0.8	18.9	6.5

\*\*\*, \*\*, \*はそれぞれ分散分析により0.1%, 1%, 5%で有意差があることを示し、nsは有意差がないことを示す。

<sup>1)</sup> 玄米品質は検査等級を1(1等の上)~9(3等の下)、10(規格外)の10段階評価した値で表した。ただし2009年以外は反復から等量抽出し混合した玄米について評価した。

<sup>2)</sup> ()内の数値は同一年次、作期の精玄米重について‘ヒノヒカリ’を100としたときの‘にこまる’の割合を示す。

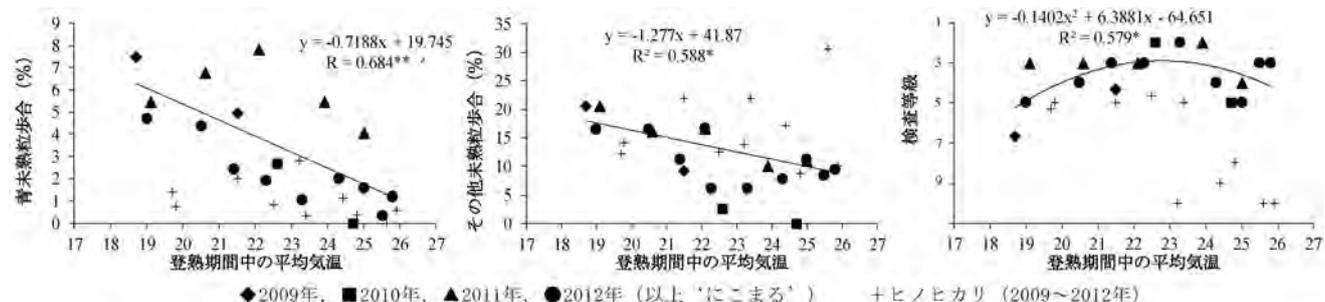


図2 登熟期間中の平均気温に対する‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’の青未熟粒歩合とその他未熟粒歩合、検査等級の関係(2009~2012年)

<sup>1)</sup> ‘にこまる’の近似式を示し、\*, \*\*はそれぞれ5%, 1%水準で有意であることを示す。

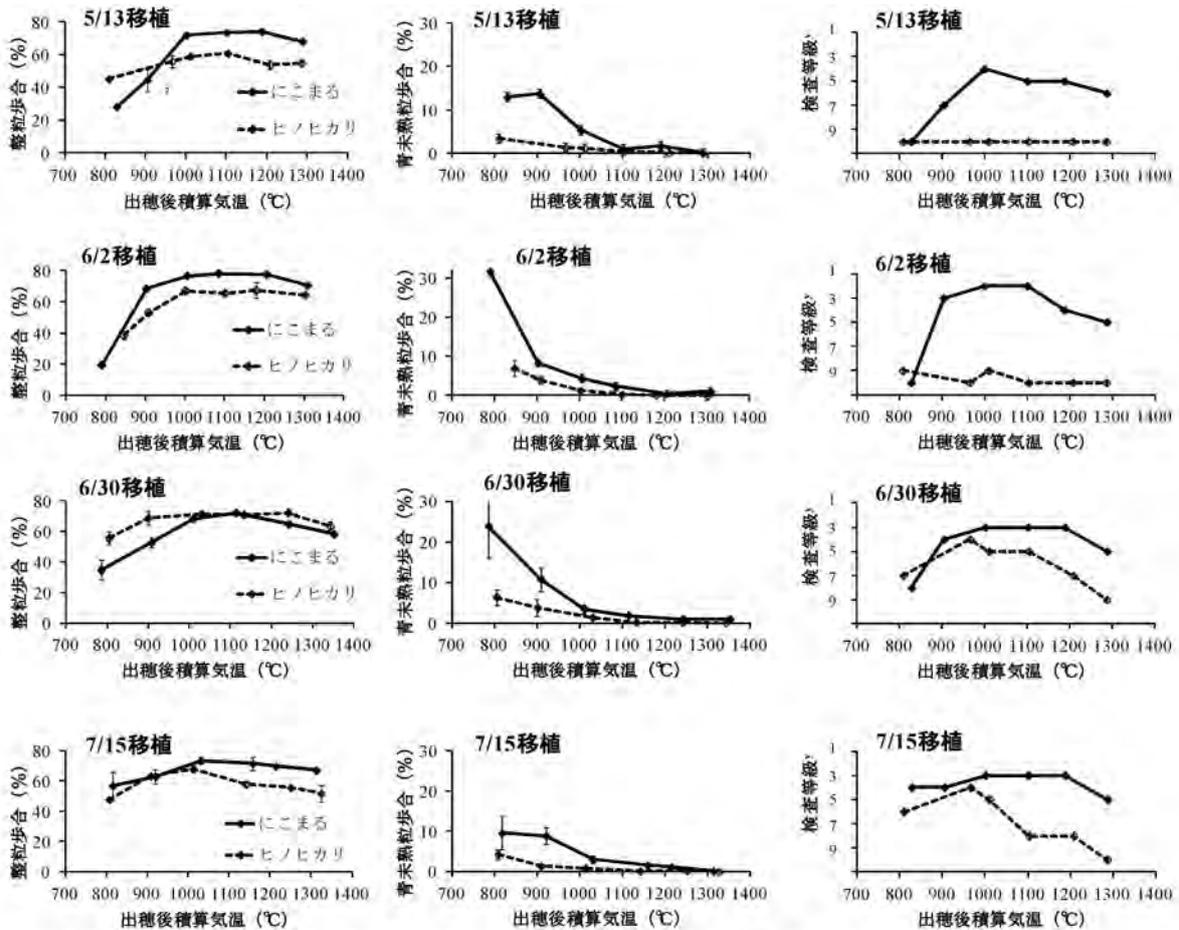


図3 ‘にこまる’ と ‘ヒノヒカリ’ における移植期ごとの出穂後積算気温に対する整粒歩合、青未熟粒歩合、検査等級の推移 (2011年)  
 \* 図中縦棒は標準誤差を示す。  
 \* 検査等級は1 (1等の上) ~ 9 (3等の下)、10 (規格外) の10段階評価

は出穂後積算気温が900℃以上で高く、青未熟粒歩合は800℃でやや高かった。検査等級は5月13日移植と6月2日移植の作期では、白未熟粒が多く発生したことから判断できなかったが、6月30日移植と7月15日移植では900℃から1000℃で最も良好な傾向がみられた。

一方‘にこまる’の整粒歩合は‘ヒノヒカリ’より高い水準であり、出穂後積算気温が1000℃以上で高くなった。青未熟粒歩合は‘ヒノヒカリ’よりも高く、特に900℃以下で高かった。検査等級は1000℃以上で良好な傾向にあった。

従って、‘にこまる’は移植期に関わらず‘ヒノヒカリ’よりも出穂後積算気温がやや多い1000℃以降で収穫した場合に、整粒歩合が高く、青未熟粒が少なくて検査等級が良好であった。

4. 株内の出穂の早晚と玄米品質の関係

未熟粒の発生が株内の遅発分げつ穂によるものかを検討するため、2011年の6月2日移植の‘にこまる’について、株内の出穂の早晚と玄米品質との関係を調査した結果を図4に示した。出穂日が遅い穂ほど整粒歩

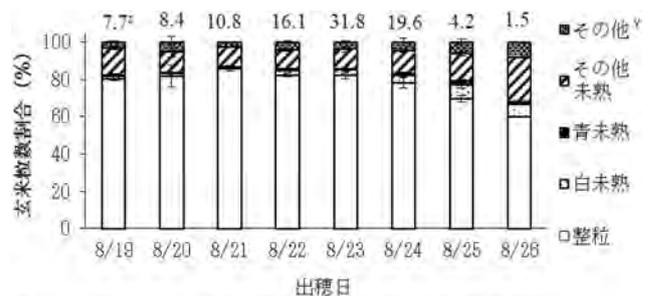


図4 ‘にこまる’の株内で異なる出穂日の穂の玄米品質 (2011年)  
 \* 棒グラフ上の数値は出穂日全体の玄米粒数に占める各出穂日ごとの玄米粒数割合(%)を示す  
 \* その他には死米、奇形粒、胴割粒を含む

合が低下し、最も遅い8月26日に収穫した穂では未熟粒割合が40%と高かった。なお、最も遅く収穫した穂に着粒した玄米粒数が株全体の粒数に占める割合は1.5%と著しく低かった。

5. 穂内の着生位置別の粒重増加と玄米品質

未熟粒の発生を穂内の着生位置から検討するため、2011年に調査した穂軸節位の上下別と枝梗次位別の1粒乾物重の推移を図5に示した。品種や作期に関わ

らず出穂20日時点の1籾乾物重は、上位節1次枝梗、下位節1次枝梗、上位節2次枝梗、下位節2次枝梗の順に重く、大きな差が見られたが、成熟期にはその差は縮小した。しかし、下位節の2次枝梗着生籾は出穂20日以降の粒重増加が遅く、作期が遅い6月30日や7月15日移植では成熟期にも着生位置別の粒重の差が残ったままであった。

2012年に調査した出穂後積算気温800℃と1000℃時点の穂軸節位の上下別と枝梗次位別の着生籾数、精玄米粒数および精玄米粒数割合を表2に示した。‘にこまる’は穂軸節位の上下節ともに2次枝梗の着生籾数と精玄米粒数が‘ヒノヒカリ’より有意に多く、特に上位節2次枝梗着生籾の全着生籾数に対する割合は‘ヒノヒカリ’の6から7%に対して15%と高く、精玄米粒数割合も有意に高かった。なお両品種とも、出穂後積算気温800℃に対し、1000℃において特に下位節2次枝

梗の精玄米粒数が増加しており、この間にも粒が肥大していることが認められた。

図6において、穂軸節位の上下別と枝梗次位別に出穂後積算気温800℃と1000℃時の玄米品質を比較した。800℃時点での1次枝梗の未熟粒は、上位節、下位節とも‘にこまる’が‘ヒノヒカリ’よりも少なかった。しかし2次枝梗では着生籾数が多かったことにもよるが、未熟粒は‘にこまる’が‘ヒノヒカリ’よりも多かった。特に上位節の2次枝梗において‘にこまる’の未熟粒の多さは‘ヒノヒカリ’に対して顕著であった。なお、両品種とも800℃時点の青未熟粒、その他未熟粒は1000℃時点までに多くが整粒化していた。ただし、下位節の2次枝梗では整粒化する未熟粒と同程度に800℃時点の不稔+屑米が未熟粒となって増加した。

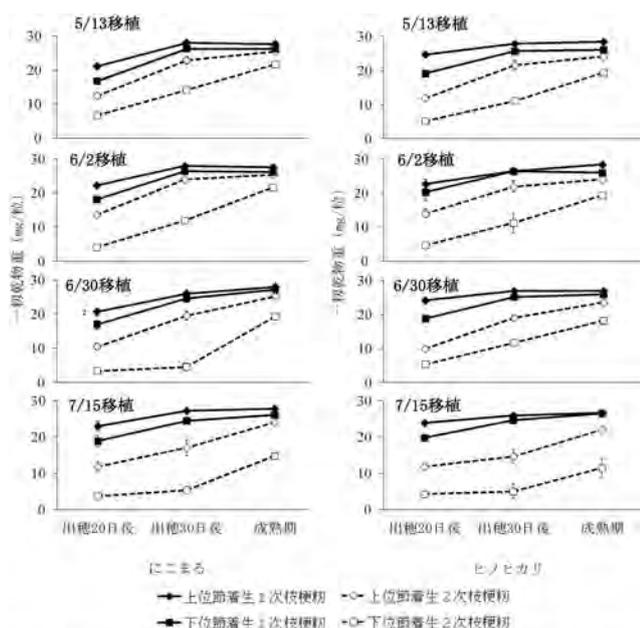


図5 ‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’における穂軸節位の上下別と枝梗次位別の1籾乾物重の推移(2011年)  
\*図中縦棒は標準誤差を示す

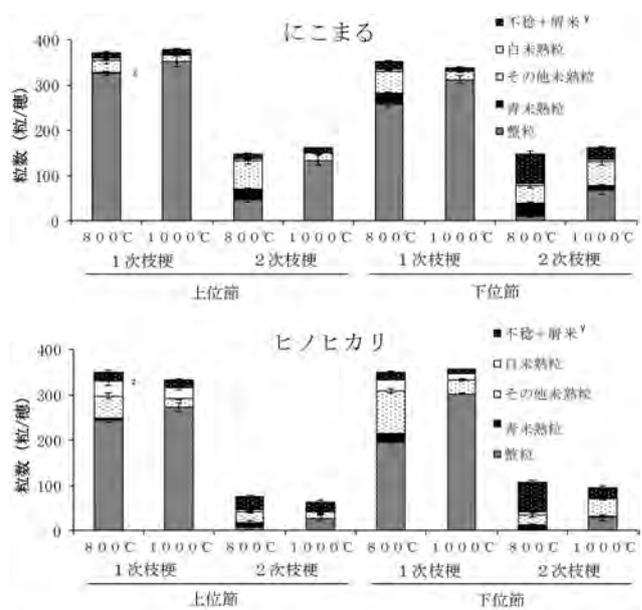


図6 ‘にこまる’、‘ヒノヒカリ’における穂軸節位の上下別と枝梗次位別の玄米品質。(2012年)  
\*図中縦棒は標準誤差を示す。  
y不稔+屑米は1穂後移数から1.8mm以上の粒数を差し引いたもの

表2 ‘にこまる’、‘ヒノヒカリ’における穂軸節位の上下別と枝梗次位別の着生籾数、精玄米粒数、精玄米粒数割合(2012年)

出穂後積算気温	着生籾数(粒/穂)				精玄米粒数(粒/穂)				精玄米粒数割合(%)				
	上位節		下位節		上位節		下位節		上位節		下位節		
	1次枝梗	2次枝梗	1次枝梗	2次枝梗	1次枝梗	2次枝梗	1次枝梗	2次枝梗	1次枝梗	2次枝梗	1次枝梗	2次枝梗	
800℃	にこまる	38.0 (37) <sup>a</sup>	15.4 (15)	35.3 (34)	15.1 (15)	36.9 (40)	13.9 (15)	34.2 (37)	8.5 (9)	97.2	90.0	96.9	56.4
	ヒノヒカリ	36.0 (40) <sup>a</sup>	6.3 (7)	37.2 (41)	10.9 (12)	34.0 (44)	4.7 (6)	34.3 (44)	4.4 (6)	94.3	74.3	92.1	39.1
t検定 <sup>b</sup>	ns	**	ns	*	*	**	ns	*	ns	*	**	ns	
1000℃	にこまる	38.5 (36) <sup>a</sup>	16.2 (15)	35.4 (33)	17.2 (16)	37.6 (37)	15.6 (15)	34.2 (34)	14.6 (14)	97.7	96.2	96.8	85.3
	ヒノヒカリ	35.6 (39) <sup>a</sup>	5.7 (6)	38.9 (42)	11.5 (13)	34.0 (40)	4.9 (6)	36.7 (43)	9.5 (11)	95.3	85.4	94.3	83.1
t検定 <sup>b</sup>	ns	**	ns	*	ns	**	ns	*	ns	**	ns	ns	

<sup>a</sup>( )内の数値は同一品種内での全着生籾数又は全精玄米粒数に対する構成割合を示す

\*、\*\*はそれぞれ分散分析で5%、1%水準で有意であることを示し、nsは有意でないことを示す

## 考 察

本試験において‘にこまる’は‘ヒノヒカリ’に比べて強い高温耐性と高い収量性を有することが確認された。一方、品質面では、登熟期間が低温であった2009年には青未熟粒、その他未熟粒が多発し、登熟期間が低温であるほど青未熟粒とその他未熟粒が増加する傾向にあることが示された。市原ら（2012）は‘にこまる’において出穂後40日間の平均気温が低下すると千粒重が有意に低下し、同気温が23.5℃を下回ると農産物検査で落等することを指摘している。本試験においても登熟期間中の平均気温で22.0℃、出穂後40日間の平均気温では23.0℃（データ省略）を下回ると気温の低下とともに検査等級が低下し始め、同様の傾向を示した。

低温年とは別に、‘にこまる’は収穫時期が早い場合に青未熟粒を初めとする未熟粒が多く、‘ヒノヒカリ’が出穂後積算気温900℃以上で整粒歩合が高く、青未熟粒が少なく、検査等級が高いのに対し、‘にこまる’は出穂後積算気温で1000℃以上にならないと青未熟粒が低下せず、整粒歩合と検査等級が高くない傾向にあった。育成地である九州沖縄農業研究センター（2012）によると、‘にこまる’の収穫適期は出穂後積算気温で1050～1100℃としており、本試験の結果と一致した。

この様に低温年及び早刈りにおいて青未熟粒やその他未熟粒による品質低下が認められる要因として、1株内の遅発分けつの穂の影響および穂内での成熟のばらつきの2点を検討した。

遅発分けつが全体の品質に影響した例として、名越ら（2010）は湛水直播栽培における低苗立ち密度条件で高位分けつが多発し、青未熟粒を初めとする未熟粒によって顕著に玄米品質が低下することを報告している。本試験は十分な茎数が確保された条件下であったため、1株の中で最も出穂の遅い穂の玄米粒数は一株全粒数の1.5%に過ぎず、それより1日早く出穂した穂を併せても6%未満であり、遅発分けつが収穫物全体の品質に及ぼす影響はさほど大きくないと考えられた。

一方、1穂内の成熟のばらつきについて、2次枝梗に着生する玄米は1次枝梗に着生する玄米に比べて発育が遅いことがこれまでも多く示されており（長戸1941：寺井ら2008）、本試験でも出穂後20日以降における1次枝梗の増加は穂軸上位節よりも下位節で、1次枝梗よりも2次枝梗で遅かった。また、本試験にお

いては穂軸節位の上下および枝梗次位別の1次枝梗重は品種による大きな差は認められなかった。

そこで‘にこまる’の穂相を‘ヒノヒカリ’と比較したところ、‘にこまる’は2次枝梗着生粗が特に穂軸上位節において‘ヒノヒカリ’より多く、その精玄米粒数割合も高かった。これら上位節の2次枝梗着生粗の増加は、1次枝梗より遅く、出穂後積算気温が800℃の時点において1次枝梗では半数以上がすでに整粒となっているのに対し、2次枝梗では逆に半数以上が未熟粒であった。このことから、成熟の初期にあたる出穂後積算気温が800℃の時点では‘にこまる’が‘ヒノヒカリ’よりも未熟粒が多く、早刈りした場合に青未熟粒やその他未熟粒が多くなることは、2次枝梗の着生数が多いことと精玄米粒数割合が高いことに起因するものと考えられる。また、低温年など何らかの原因で登熟の進行が遅延する場合には、これら未熟粒が収穫時にまで多く残ることが示唆された。

一方、出穂後積算気温が800℃時点での‘にこまる’の未熟粒は、出穂後積算気温1000℃まで順調に登熟が進むことによって、多くが整粒化し、収量に寄与する。‘にこまる’の収量性は‘ヒノヒカリ’より高いとする報告が多く、本試験でも年次、作期を平均して収量は‘ヒノヒカリ’より10%高く、登熟歩合も高かった。これは‘にこまる’の2次枝梗着生粗数の多さとその高い登熟能力に起因するものと考えられる。笹原ら（1982）はインド型品種の強い登熟能力は、穂の上位節に2次枝梗が多い穂相によることを指摘し、上位節の2次枝梗着生粗が強勢穎果の性質を示し、穂重増加速度を高めていると報告している。本試験における‘にこまる’の2次枝梗粗の着生数および精玄米粒割合の高さは、高い収量性に寄与する一方、低温年および早刈りで未熟粒が多発する品種特性と密接に関係すると思われる。‘にこまる’について、坂井ら（2010）は‘ヒノヒカリ’よりも熟期が遅いことから、標高の高い中山間地を避け、暖地または温暖地の平坦部を適地としているが、この多収性を維持したまま低温による成熟遅延を引き起こさないための栽培適地の選定と栽培方法が今後の課題として残ると考えられる。栽培方法については、2次枝梗着生粗を増加させやすい過度の疎植や、苗立ちや成熟にばらつきが生じやすいとされる大区画圃場での直播（半沢ら、2000）などへの品種適性について、品質面からの検討を要すると思われる。

## 摘要

高温耐性を持つ水稲品種「にこまる」と対照品種「ヒノヒカリ」を供試し、登熟過程における品種特性を調査した。

1. 「にこまる」は「ヒノヒカリ」に比べ穂数がやや少ないものの1穂粒数がやや多いため、面積当たりの総粒数は同程度であるが、千粒重が大きく登熟歩合が高いことから、全年次、作期を平均した収量は10%多収であった。しかし、成熟期の青未熟粒が多く、特に登熟期間中が低温で推移した2009年にはその多発が見られ、検査等級も低かった。
2. 「にこまる」は早期の収穫で未熟粒が多かった。玄米の整粒歩合と検査等級が良くなる収穫時期は「ヒノヒカリ」では出穂後積算気温が900℃以降であるのに対し、「にこまる」は青未熟粒が少なくなる1000℃以降であり、「ヒノヒカリ」よりも収穫適期がやや遅い傾向にあった。
3. 低温年や早期収穫で多くなる「にこまる」の未熟粒について、遅発分けつの穂の影響および穂内での成熟のばらつきを調査した。遅発分けつの穂では未熟粒率が高かったが、1株全体の玄米に占める割合は著しく小さく、遅発分けつの穂が収量全体の品質に及ぼす影響は無視できると考えられた。「にこまる」は「ヒノヒカリ」よりも特に穂軸上位節の2次枝梗の着生粒数が多く、稔実する割合も高かった。ただし、2次枝梗に着粒する玄米は、成熟初期（出穂後積算気温800℃）では未熟粒が多く、その1粒乾物重の増加も1次枝梗着生粒に比べて遅かった。
4. 「にこまる」の登熟過程における品種特性として、粒重の増加が遅い2次枝梗の着生粒が多く、それら高次位粒の登熟歩合が高いことから、「ヒノヒカリ」より高い収量性が得られるが、低温年で登熟が進まない場合や早刈りした場合はこれら2次枝梗着生粒が青未熟粒やその他未熟粒として残り、品質低下が助長されると考えられた。

## 引用文献

- 市原泰博、下山伸幸、古賀潤弥、生部和宏、渡邊大治（2013）長崎県下の水稲作期策定に関する研究 第9報 水稲「にこまる」の低温登熟障害を避ける温度指標。九州農業研究発表会専門部会発表要旨集、76:9。
- 大江和泉・小林恭子・齋藤邦行・黒田俊郎（2008）気温上昇が水稲の玄米外観品質、食味におよぼす影響。

- 岡山大農学報, 97:33-39.
- 九州沖縄農業研究センター（2012）高温耐性水稲「にこまる」栽培マニュアル（2012年版）, <http://cse.naro.affrc.go.jp/msakai/nikomaru-manual201204.pdf>（2012/5/13閲覧）。
- 古賀潤弥・土谷大輔・大脇淳一・佐田利行・岳田司・下山伸幸（2007）長崎県における水稲奨励品種「にこまる」の特性。長崎総農試報（農業部門）, 33:1-18.
- 齋藤邦行・多田正人・沼野義和・小林恭子・Trinh Thi Sen（2009）「岡大ライス」の候補品種の選定。岡山大農センター報, 31:9-12.
- 坂井真・岡本正弘・田村克徳・梶 亮太・溝淵律子・平林秀介・八木忠之・西村 実・深浦壯一（2010）食味と高温登熟条件下での玄米品質に優れる多収性水稲品種「にこまる」の育成。九州沖縄農研報, 54:43-61.
- 笹原健夫・児玉憲一・上林美保子（1982）水稲の穂の構造と機能に関する研究 第4報 穂軸節位別二次枝梗粒数のちがいによる穂型の分類。日作紀, 51(1): 26-34.
- 佐藤正一（1967）2. 暖地の水稲冷害。農業気象, 22(3): 121-126.
- 寺井謙次、眞崎聡、川本朋彦、松本眞一、小玉郁子、山下清次（2008）稲穎果の登熟と穂上位置及び開花時期との関係。日作紀, 77(2):191-197.
- 長戸一雄（1941）穂上位置に依る米粒成熟の差異に就いて。日作紀, 13(2):156-169.
- 名越時秀・内田良太・玉井富士雄・平野繁・廣瀬友二・元田義春・福山正隆（2010）水稲湛水直播における低苗立ち密度で出現した高位分けつとその母茎との形質比較。日作紀, 79(4):424-430.
- 半沢伸治・岡本和夫・佐藤茂（2000）1ha区画圃場での乾田直播栽培における苗立ちのばらつきが登熟に及ぼす影響。東北農業研究, 53:57-58.
- Funaba, M., Y. Ishibashi, A.H. Molla, K. Iwanami, and M. Iwaya-Inoue (2006) Influence of low/high temperature on water status on developing and maturing rice grains. Plant Prod. Sci., 9(4):347-354.
- 船場貢・泉省吾・田崎信幸・島ノ江智弘・松下哲也・井上眞理（2009）長崎県下の水稲作期策定に関する研究 第6報 県北地域における玄米の低温登熟障害。日作紀九支報, 75: 9-12.
- 森田敏（2009）水稲高温登熟障害の生理生態学的解析。九州沖縄農研報, 52:1-78.

### Summary

In order to identify cultivar differences about grain filling characteristics, we grown two Rice Cultivars, one is 'Nikomaru', a cultivar with tolerance to high temperature during ripening period and the other is 'Hinohikari' as a control cultivar. 'Nikomaru' had larger number of grains on the secondary rachis-branch in the upper position of ear and its percentage of ripened grains was higher than 'Hinohikari'. Therefore, 'Nikomaru' had 2~18% higher yield than 'Hinohikari'. But, the grains on secondary rachis-branch ripened more slowly than these on primary one. So in 'Nikomaru', green immature kernels increased markedly when low temperature year during ripening period or when it was harvested early timing.