

特Aを目指した水稻‘にこまる’の良食味米栽培に関する一考察

木村浩

A study of cultivation conditions for rice cultivar ‘Nikomaru’ to be ranked special A

KIMURA Hiroshi

要 旨

米の食味向上のため、愛媛県産‘にこまる’の粒厚と玄米タンパク質含有率との関係について調査するとともに、特Aを獲得するための移植時期、栽植密度、施肥および収穫時期について検討した。

粒厚が厚い玄米は整粒割合が高く、玄米タンパク質含有率は低くなった。さらに、県内各地で採取したサンプルを調査した結果、粒厚と千粒重との間には有意な正の相関がみられたことから、千粒重は生産現場で良食味米の粒厚を判断する際の目安になると考えられる。

また、栽培試験の結果、1) 植付時期の遅延により登熟日数が長くなり、登熟期の低温による登熟不良で食味低下の要因となる粒厚が薄く玄米タンパク質含有率の高い青未熟粒が混入しやすくなること、2) 極端な疎植栽培では、玄米タンパク質含有率が高くなること、3) 穂肥施用により粒厚は厚くなるが、玄米タンパク質含有率も高くなること、4) 早刈りにより青未熟粒が混入する一方、二次枝梗着生粒の登熟歩合が高いため、最長稈黄変率率が90%を超えたことを確認した後に収穫を開始すると青未熟粒の混入を低減できること、が明らかになった。

このことから、‘にこまる’で特Aを獲得するためには、適期植付・刈取りによる青未熟粒の混入低減と、極端な疎植や穂肥の多施用を行わないことによる玄米タンパク質含有率の上昇抑制が重要と考えられる。

ただし、粒厚を厚くし玄米タンパク質含有率を下げるためには、玄米のデンプン含量を増加させる総合的な栽培技術で対応する必要がある。

キーワード：水稻，‘にこまる’，特A，粒厚，玄米タンパク質含有率，良食味米栽培

1. 緒言

近年、米の消費が減少する中、産地間競争が激しくなっており、そのキーワードの一つとして良食味米生産があげられる。特に、一般財団法人日本穀物検定協会が実施している「食味ランキング」の最高ランクである「特A」獲得については、良食味米の保証となるため注目度が高く、各産地で特Aを獲得するための品種開発や技術開発が行われている。

米の食味は玄米タンパク質含有率に影響を受ける（松江ら，1996）。また、玄米タンパク質含有率はタンパク質とデンプン等の比率で表されるため、粒厚の厚い粒ほどデンプンの蓄積が進み、その結果として相対的にタンパクの含有率が低くなるとされている（黒田・松本，1996）。そのため、生産現場では食味向上のためには玄米タンパク質含有率を低くすること

が重要と考えられており、窒素施用を控える傾向にある。しかし、近年の気象条件下では、窒素施用を制限すると高温障害が発生しやすくなる（農水省，2006；高橋，2004）。したがって、特A獲得のためには、適正施肥等により玄米のデンプン蓄積量を増加させて粒厚を厚くし、タンパク質含有率を低下させる対策が必要と考えられる。

一方、愛媛県では登熟期間の高温による水稻の品質低下が著しく、特A獲得のためには高温耐性品種の導入が必要であり、その一つとして‘にこまる’（坂井ら，2010）がある。‘にこまる’は長崎県等で特Aを獲得したことから、2013年に愛媛県の奨励品種に採用された。

そこで、愛媛県産‘にこまる’の玄米タンパク質含有率と粒厚および食味との関係を調査するとともに、特Aを獲得するための移植時

期，栽植密度，施肥および収穫時期について検討した。

2. 材料および方法

2. 1 玄米タンパク質含有率，粒厚と食味

2016 年に所内ほ場を用いた施肥試験で生産した玄米タンパク質含有率が異なるサンプル（品種：‘にこまる’）について，食味官能調査を 3 回実施した（パネラー：農林水産研究所職員 12～18 人）。サンプルは玄米タンパク質含有率を 3 段階に区分（高：玄米タンパク質含有率 7.1～7.2%，中：6.8%，低：6.6～6.7%）し，基準米（6.6%）と比較した。なお，本報での玄米タンパク質含有率は，水分 14.5%補正值とした。

評価項目は外観，香り，味，粘り，硬さおよび総合評価とし，玄米タンパク質含有率と食味の関係について調査した。

次に，玄米タンパク質含有率と粒厚との関係を調査するため，玄米サンプルを粒厚別（3 段階：1.9mm>，1.9～2.1mm，2.1mm<）に篩い分け，外観品質（整粒割合）はサタケ製 RCQ I 10B (1)，食味関連項目（玄米タンパク質含有率，スコア）は静岡製機製 PS-200 で調査した。併せて，篩目を 1.8mm，1.9mm および 2.0mm で調製したサンプルの食味官能調査（基準米：1.8mm 調製）を実施した。

また，食味良好な玄米の粒厚を判断できる指標を作成するため，県下 85 か所から収集したサンプルを用いて，粒厚（サタケ製 RCQ I 10B (1) による）と千粒重との関係を調査した。

2. 2 食味向上に向けた水稲栽培技術試験

本試験は，2016 年に所内 2ヶ所のほ場を用いて実施した。

2. 2. 1 移植時期

‘にこまる’をほ場ごとに 6 月 10 日と 6 月 24 日に植付け，対照品種を‘ヒノヒカリ’とした。栽植密度は 15.2 株/m²とし，施肥は全量基肥施用（NPK：14-10-10）で 10a 当たり窒素成分 7kg とした。試験規模は 1 品種 1 移植時期 2 a とし，分割区法で行った。調査項目は，生育調査では出穂期および成熟期，収量調査（1.8mm のグレーダー使用，水分は 14.5%に補正）では

千粒重，精玄米重とした。品質調査項目は，玄米外観品質，粒厚および玄米タンパク質含有率とし，生育，収量および品質面から移植時期について検討した。

2. 2. 2 栽植密度

田植え機の栽植密度を 11.1 株/m²と 15.2 株/m²に設定し，移植時期は 6 月 10 日とした。施肥は全量基肥施用で 10a 当たり窒素成分 7kg とした。試験規模は 1 区 45 m²で 3 反復とした。調査項目は，生育調査では出穂期，成熟期，稈長，穂長，穂数，一穂粒数，登熟歩合および倒伏程度とし，収量調査では千粒重および精玄米重とした。品質調査は，玄米外観品質，粒厚，玄米タンパク質含有率および等級（穀物検定協会検査）とし，生育，収量および品質面から栽植密度について検討した。

2. 2. 3 施肥量

施肥は高度化成を使用し，基肥（NPK：14-10-13）が 10a 当たり窒素成分で 4kg および 6kg，穂肥（NPK：14-2-16）が 4kg および 6kg（出穂 19 日前施用）とした。移植時期は 6 月 10 日とし，栽植密度は 15.2 株/m²とした。試験規模は 1 区 50 m²で 3 反復とした。調査項目は，精玄米重，粒厚および玄米タンパク質含有率とし，生育，収量および品質面から基肥量と穂肥量の影響について検討した。

2. 2. 4 収穫時期

移植時期は 6 月 24 日で，収穫時期を 10 月 7 日，10 月 11 日，10 月 14 日および 10 月 18 日とし，最長稈黄変率と玄米品質を調査した。また，早刈りした場合に混入する青未熟粒の品質を把握するため，現場で生産した玄米を青未熟粒と成熟粒（目視で青未熟粒を除いたもの）に区分し，品質調査した。

次に，籾の着生状況から収穫適期を検討するため，‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’で一穂粒数と枝梗別玄米着生状況と登熟歩合および玄米品質を調査した。栽植密度は 15.2 株/m²で，施肥は全量基肥施用で 10a 当たり窒素成分 7kg とした。試験規模は 1 区 3 株で 3 反復とし，品質面から適正収穫時期について検討した。

3. 結果

3.1 玄米タンパク質含有率・粒厚と食味

玄米タンパク質含有率の違いによる‘にこまる’の食味官能調査の結果を表1に示した。評価項目で有意差があったものは、玄米タンパク質含有率が低いサンプルで、外観品質が良（3回実施したうち1回）、軟らかい（1回）であった。玄米タンパク質含有率が高いと粘りがやや弱くてやや硬く、総合評価は低い傾向であったが、有意差はみられなかった。

粒厚別に篩い分けした玄米の品質を表2に示した。粒厚が厚いと、整粒割合が高く、玄米タンパク質含有率は低くなり、スコア（食味値）は高くなった。

次に篩目を1.8mm、1.9mmおよび2.0mmで調製したサンプルの食味官能調査を実施した結果を表3に示した。評価項目で有意差があったも

のは、粒厚が薄い場合の外観品質が不良（1回）、粒厚が厚い場合の軟らかい（1回）であり、その他の項目では有意差はなかった。なお、各評価サンプルの玄米タンパク質含有率は6.4～6.5%でほぼ同等であった。

また、粒厚の簡易判定指標を検討するため、現地サンプルの粒厚と千粒重を調査した結果、粒厚と千粒重との間には有意な正の相関がみられた（図1）。

3.2 食味向上に向けた水稻栽培技術試験

3.2.1 移植時期

移植時期別の‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’の生育、収量および品質について表4に示した。出穂期から成熟期までの積算気温は‘にこまる’が6月10日植えて積算気温938℃（登熟日数38日間）、6月24日植えて積算気温1,022℃（43日間）と植付時期が遅いと登熟日数も長くなっ

表1 玄米タンパク質含有率の違いによる‘にこまる’の食味官能調査結果（3回調査平均）

供試サンプル	総合	外観	香り	味	粘り	硬さ	有意差あり項目
タンパク低（6.6-6.7%）	0.01	0.18	0.06	-0.01	0.12	-0.09	外観良(1), 軟らかい(1)
タンパク中（6.8%）	-0.01	-0.02	0.04	0.06	-0.07	0.21	
タンパク高（7.1-7.2%）	-0.15	-0.04	-0.08	0.01	-0.10	0.16	

注) 基準米：タンパク6.6%（粒厚1.8以上）、官能調査の各回のパネラー数は18人、16人、12人

有意差あり項目は、3回実施した官能調査で有意差があると判断された項目と回数

表2 粒厚別の‘にこまる’の玄米品質

粒厚 (mm)	整粒割合 (%)	玄米タンパク質含有率 (%)	スコア (食味値)
>2.1	73.2	7.2	73
1.9-2.1	66.3	7.5	70
1.9>	43.1	8.3	63

注) 整粒割合はサカ RQG I 10B (1)、玄米タンパク質含有率・スコアは静岡製機 PS-500 で測定

玄米タンパク質含有率は水分14.5%に換算

表3 篩目の違いによる‘にこまる’の食味官能調査結果（3回調査平均）

供試サンプル	総合	外観	香り	味	粘り	硬さ	有意差あり項目
粒厚1.8以上 (タンパク6.5%)	-0.04	-0.04	0.04	0.04	0.15	0.04	外観不良(1)
粒厚1.9以上 (タンパク6.5%)	0.04	0.04	0.04	0.08	-0.08	-0.02	
粒厚2.0以上 (タンパク6.4%)	-0.08	-0.02	0.04	0.11	0.04	-0.04	軟らかい(1)

注) 基準米：粒厚1.8以上（タンパク6.6%）、官能調査の各回のパネラー数は18人、17人、18人

有意差あり項目は3回実施した官能調査で有意差があると判断された項目と回数

特 A を目指した水稲‘にこまる’の良食味米栽培に関する一考察

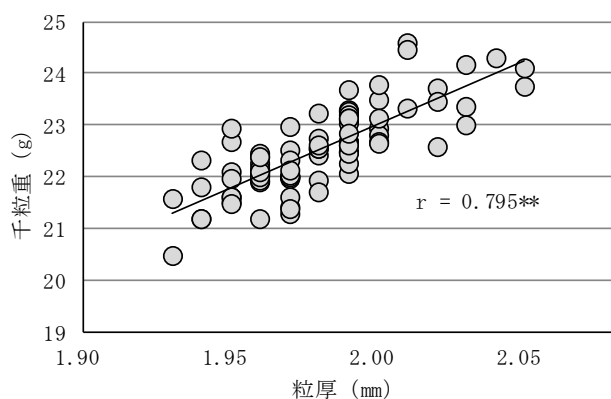


図1 ‘にこまる’における粒厚と千粒重との関係 (2016年現地サンプル)

た. ‘ヒノヒカリ’は6月10日植えて971℃(39日間), 6月24日植えて986℃(40日間)となり, 顕著な差はみられなかった.

千粒重と精玄米重は, 各移植時期とも‘にこまる’が重く, 外観品質は‘ヒノヒカリ’が6月10日植えて白未熟粒率が高くなったのに対し‘にこまる’は移植時期による差はなく, ‘ヒノヒカリ’より低かった. 粒厚は‘ヒノヒカリ’が6月24日植えて薄くなったのに対し, ‘にこまる’は移植時期による差はなく, ‘ヒノヒカリ’より厚かった. 玄米タンパク質含有率は顕著な差がみられなかった.

表4 移植時期が‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’の生育, 収量および品質に及ぼす影響

移植時期	品種	出穂期	成熟期	出穂～成熟		千粒重 (g)	精玄米重 (kg/a)	外観品質		粒厚 (mm)
				積算気温 (℃)	日数			白未熟粒率 (%)	玄米タンパク質含有率 (%)	
6/10	にこ	8/27	10/3	938	38	22.6	53.9	5.2	6.4	1.98
6/24	まる	9/2	10/14	1,022	43	22.9	57.2	3.7	6.3	1.98
t 検定						ns	*	ns	ns	ns
6/10	ヒノ	8/24	10/1	971	39	21.7	50.0	10.8	6.5	1.96
6/24	ヒカリ	8/29	10/7	986	40	21.8	49.7	8.0	6.4	1.94
t 検定						*	ns	ns	ns	*

注) 千粒重, 精玄米重は1.8mm以上で水分14.5%補正

t 検定の欄の*は5%水準で有意差あり, nsは有意差なしを示す

表5 栽植密度が‘にこまる’の生育, 収量に及ぼす影響

栽植密度	出穂期	成熟期	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	1穂粒数 (粒)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重 (kg/a)	倒伏程度
11.1株/m ²	8/27	10/4	79	19.3	236	88	87	22.8	47.2	0
15.2株/m ²	8/27	10/4	77	19.4	256	85	84	23.1	50.6	0
t 検定			ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	

注) 定植日は2016年6月10日, 収穫日は2016年10月4日 倒伏程度は0(無)から5(甚)までの6段階

t 検定の欄の**は1%水準で有意差あり, nsは有意差なしを示す

表6 栽植密度が‘にこまる’の品質に及ぼす影響

栽植密度	玄米外観品質		玄米タンパク質含有率 (%)	粒厚 (mm)	等級
	整粒	白未熟粒			
11.1株/m ²	81.3	5.6	6.6	1.99	1,1,1
15.2株/m ²	78.0	5.5	6.6	1.99	1,1,1
t 検定		ns	ns	ns	

注) 等級は3反復で穀物検定協会検査

t 検定の欄のnsは有意差なしを示す

3. 2. 2 栽植密度

栽植密度別の生育、収量および品質を表5および表6に示した。11.1株/m²区(疎植)の方が穂数は少なく、その他の項目では有意差は認められなかった。精玄米重は、11.1株/m²区で47.2kg/a、15.2株/m²区で50.6kg/aであった。玄米タンパク質含有率は、両試験区とも6.6%であり、粒厚は同等であった。

3. 2. 3 施肥量

施肥量が精玄米重、玄米タンパク質含有率および粒厚に及ぼす影響を表7に示した。穂肥量

が多いと精玄米重が多くなった。玄米タンパク質含有率も穂肥量が多いと高くなる傾向であったが、有意差は認められなかった。粒厚は、穂肥量で有意差がみられ、穂肥量が多いと厚くなった。基肥量については、いずれの項目でも有意差はみられなかった。

3. 2. 4 収穫時期

6月24日に移植した‘にこまる’の収穫時期別の玄米品質を表8に示した。10月7日収穫時の出穂後積算気温は882℃で、最長稈黄変率は75%で青未熟粒率は9.8%となり、玄米タン

表7 施肥量が‘にこまる’の収量、玄米タンパク質含有率および粒厚に及ぼす影響

基肥量 (Nkg/10a)	穂肥量 (Nkg/10a)	精玄米重 (kg/a)	玄米タンパク 質含有率 (%)	粒厚 (mm)
4	4	53.9	6.6	2.02
4	6	58.7	6.9	2.04
6	4	58.1	6.8	2.02
6	6	60.2	7.0	2.04
分散 分析	基肥量	ns	ns	ns
	穂肥量	*	ns	**

注) 定植日は2016年6月10日、収穫日は穂肥4区が2016年10月4日、穂肥6区が2016年10月6日
分散分析の欄の*は5%水準で有意差あり、**は1%水準で有意差あり、nsは有意差なしを示す

表8 収穫時期が‘にこまる’の玄米品質に及ぼす影響(2016年6月24日定植)

収穫 時期	出穂後 積算気温 (℃)	最長稈 黄変率 (%)	玄米品質					等級
			整粒割合 (%)	白未熟粒率 (%)	青未熟粒率 (%)	玄米タンパク 質含有率 (%)	粒厚 (mm)	
10/7	882	75	72.5	2.2	9.8	6.8	2.00	1下
10/11	966	90	82.8	3.0	1.1	6.5	2.00	1中
t検定		**	ns	ns	*	ns	ns	

注) 外観品質・粒厚はタケRGQ I 10B(1)で、タンパクは静岡製機PS-500で測定し、水分14.5%に換算
等級は穀物検定協会検査(1等を3段階(上・中・下)で評価)
t検定の欄の*は5%水準で有意差あり、**は1%水準で有意差あり、nsは有意差なしを示す

表9 ‘にこまる’における成熟粒および青未熟粒の玄米品質

玄米品質	整粒割合 (%)	千粒重 (g)	玄米タンパク 質含有率 (%)	粒厚指数
成熟粒	74.5	25.5	6.6	208.5
青未熟粒	1.0	21.3	9.6	201.3

注) 現地のサンプルを成熟粒と青未熟粒に目視で区分した

粒厚指数は藤原製作所縦目選別機で篩分けし、粒厚(mm)×分布割合(%)の合計で示した

特 A を目指した水稲 ‘にこまる’ の良食味米栽培に関する一考察

表 10 ‘にこまる’ および ‘ヒノヒカリ’ の着生状況と枝梗別登熟歩合

品種	一穂粒数 (粒)	着生状況 (%)		登熟歩合 (%)	
		一次枝梗	二次枝梗	一次枝梗	二次枝梗
にこまる	89	58	42	90	81
ヒノヒカリ	82	62	38	87	66
t 検定	ns	ns	ns	*	**

注) 定植日は 2016 年 6 月 10 日, 収穫日は 2016 年 10 月 4 日

t 検定の欄の*は 5%水準で有意差あり, **は 1%水準で有意差あり, ns は有意差なし

表 11 ‘にこまる’ および ‘ヒノヒカリ’ の玄米品質

着生位置	にこまる玄米品質					ヒノヒカリ玄米品質				
	整粒割合 (%)	白未熟粒率 (%)	青未熟粒率 (%)	玄米タンパク質含有率 (%)	粒厚 (mm)	整粒割合 (%)	白未熟粒率 (%)	青未熟粒率 (%)	玄米タンパク質含有率 (%)	粒厚 (mm)
一次枝梗	91.1	4.2	0.0	6.1	2.03	89.9	6.2	0.0	6.2	2.00
二次枝梗	76.1	6.2	0.1	6.2	1.98	71.0	16.0	0.0	6.3	1.95
t 検定	**	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns	**

注) t 検定の欄の**は 1%水準で有意差あり, ns は有意差なし

パク質含有率も高くなった。検査等級は 1 等下であった。10 月 11 日収穫時には最長稈黄変粒率は 90%となり, 青未熟粒率も 1.1%と低く, 玄米タンパク質含有率も低くなった。検査等級は 1 等中であった。10 月 14 日と 10 月 18 日の収穫では白未熟粒率が高く, 粒厚と玄米タンパク質含有率は 10 月 11 日収穫時との有意差はみられなかった。

良質粒と青未熟粒の玄米品質について表 9 に示した。青未熟粒は千粒重が軽く, 粒厚が薄く, 玄米タンパク質含有率が高い傾向がみられた。‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’の着生状況と枝梗別登熟歩合を表 10 に示した。有意差はみられなかったが, ‘にこまる’は‘ヒノヒカリ’に比べ, 一穂粒数はやや多く, 二次枝梗着生粒割合がやや高い傾向であった。登熟歩合は一次枝梗, 二次枝梗着生粒とも‘にこまる’が高く, 二次枝梗粒でも 81%となった。

‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’の枝梗別玄米品質を表 11 に示した。両品種とも一次枝梗由来玄米は二次枝梗由来玄米に比べ, 整粒割合が高く, 粒厚も厚かった。なお, ‘ヒノヒカリ’は二次枝梗由来玄米で白未熟粒が多かったのに

対し, ‘にこまる’では一次枝梗由来玄米との差はみられなかった。玄米タンパク質含有率は, 両品種とも一次枝梗由来玄米と二次枝梗由来玄米で有意差はみられなかった。

4. 考察

現在, 全国の産地で, 米の食味最上級ランク特 A 獲得に向けた取組みが行われている。そこで, 玄米タンパク質含有率や粒厚が米の食味に及ぼす影響を調査するとともに, 愛媛県で奨励品種に採用された‘にこまる’の特 A 獲得のための栽培技術について検討した。

はじめに, 玄米タンパク質含有率の高低による食味官能調査では, 供試サンプルの玄米タンパク質含有率の数値幅が小さかったため, 総合評価での有意差はみられなかった。しかし, 若松 (2010) は, 玄米タンパク質含有率が 7.0%を超えると食味は低下することから, 玄米の外観品質と食味を考慮した玄米タンパク質含有率は 6.0~7.0%の間が望ましいとしている。笈田ら (2016) は, 玄米タンパク質含有率が 5.5%未満では白未熟粒が発生しやすく, 食味向上

につながらないとしている。したがって、‘にこまる’についても、食味を低下させない上限の玄米タンパク含有率は7.0%と考えられる。

また、愛媛県では以前、低タンパク質米生産を目的とした穂肥制限を行った結果、デンプンの蓄積不足により玄米の充実不足や白未熟粒の発生が多くなった。石突ら(2013)は白未熟粒が多いと食味は低下すると報告しており、極端な玄米タンパク質含量の低下は、良食味にはつながらないと考えられる。そのため、玄米タンパク質含有率の下限については今後検討する必要がある。なお、今回、低タンパク米が軟らかいとの評価があった。これは、玄米タンパク質含有率が高い場合、炊飯時の吸水を妨げる(柳瀬ら, 1984)ためと考えられる。

次に、玄米の主成分であるデンプンを多く蓄積させ、粒厚を厚くすることで玄米タンパク質含有率が下がることに注目した。石突ら(2013)は、粒厚は、総合評価、外観、味、粘りおよび整粒割合と正の相関、タンパク質含有率と負の相関関係があり、粒厚が厚いほど食味に優るとしており、粒厚別の食味官能試験でも1.9mm未満で食味評価が顕著に低下したと報告している。今回、各粒厚別に篩い分けした玄米を調査した結果、粒厚が厚い玄米は薄い玄米よりも玄米タンパク質含有率が低く、石突ら(2013)の報告と一致した。したがって、粒厚を厚くすることは、玄米タンパク質含有率を下げ、食味向上につながると考えられる。

そこで、篩目を大きくして調製した玄米の食味官能調査を実施した。しかし、同一サンプルで篩目を大きくした場合の玄米タンパク質含有率は、篩目の大きさを変更する前とほぼ同等で、食味向上効果はみられなかった。したがって、篩目を大きくした調製のみでは、未熟粒は除去できるが食味向上までは至らず、栽培技術も含めた粒厚向上対策の必要性が示唆された。

また、粒厚は生産現場での測定が困難であり、食味良好な玄米を判断する指標となりづらい。そこで、現地で収集したサンプルの粒厚と千粒重との関係を調査した結果、粒厚と千粒重の間には有意な正の相関がみられた。そのため、生産現場での粒厚の把握には、千粒重を一つの目安とすることが有効と考えられる。

以上より、粒厚と玄米タンパク質含有率に注

目して、特A獲得が可能となる‘にこまる’の栽培技術について検討した。愛媛県では、2014年と2015年の登熟期間は低温傾向で推移し、特に2015年は成熟期の遅延により顕著に品質が低下したため、移植時期についての試験を実施した。‘にこまる’では移植時期を遅らせると‘ヒノヒカリ’に比べ出穂から成熟期の期間が長くなり、低温年では登熟不良の危険性がある。また、登熟期の気温が低く登熟不良になると、粒厚が薄い青未熟粒の増加により食味低下の原因になると考えられる。したがって、‘ヒノヒカリ’は登熟期の高温を避けるため6月中下旬の移植を推奨しているが、高温耐性品種である‘にこまる’は、成熟遅延を避けるため、6月上中旬の移植が適切と考えられる。

今回の栽植密度試験では、食味に関する考察はできなかったが、11.1株/m²の疎植栽培で穂数が少なく収量が低下した。疎植栽培では、収量確保のためには穂数の確保が重要である(木村ら, 2005)が、今回は基肥一発肥料の施用量が少なかったことに加え、‘にこまる’は、‘ヒノヒカリ’に比べ穂数が少ない品種(坂井ら, 2010)であるため、11.1株/m²の疎植栽培には適さなかったと考えられる。また、疎植栽培では玄米タンパク質含有率がやや高くなる(木村ら, 2005)こと、極端な疎植栽培により生産された米は食味が劣る可能性がある(松波ら, 2013)ことから、‘にこまる’の食味向上のためには、極端な疎植栽培は避ける必要があると考えられる。

施肥試験では、基肥量より穂肥量のほうが、収量や玄米品質に及ぼす影響が大きく、穂肥量を増やすと精玄米重は重く、粒厚は厚くなった。玄米タンパク質含有率についても高くなる傾向であったが、有意差はみられなかった。しかし、松波ら(2016)は穂肥や実肥などの窒素追肥は玄米タンパク質含有率を高めるとしている。したがって、穂肥の施用については、穂肥診断ができる基準の作成が必要となる。その場合、玄米品質目標として、食味が低下し始める玄米タンパク質含有率の上限を7.0%とすることが適切と考えられる。なお、玄米タンパク質含有率を低下させるため、極端に穂肥を減らした場合、高温障害が発生する危険性があり、注意を要する。

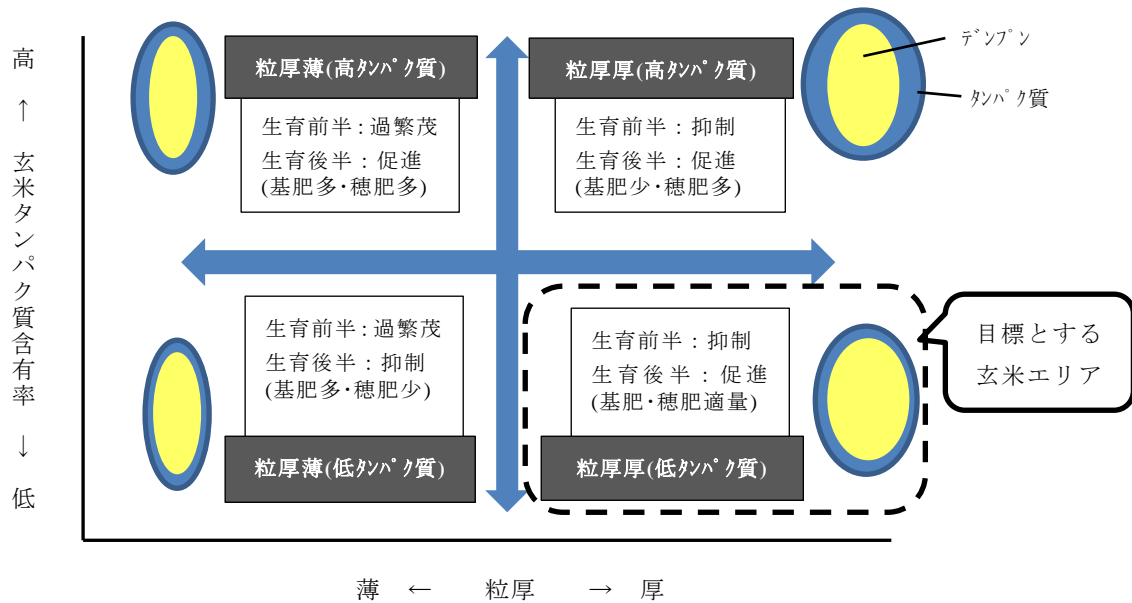


図2 施肥が粒厚と玄米タンパク質含有率に及ぼす影響（イメージ）

ここで、施肥が粒厚と玄米タンパク質含有率に及ぼす影響についてまとめた模式図を図2に示した。今回の施肥試験では、基肥量水準が2水準で、基肥に関する結果は明らかでなかったが、良食味米生産には基肥と穂肥の適正施用が重要と考えられる。

また、収穫時期も食味に影響を与える。早刈りを行うと、青未熟粒や青死米の混入により炊飯米の外観、粘りの低下が起こり（鍋島ら，1995），タンパク質含有率の増加等で食味が低下する（松江ら，1991）。今回の結果でも、早刈りによる青未熟粒の混入で、玄米タンパク質含有率は高くなった。このことから、青未熟粒の混入を防ぎ、食味向上を図るためには、早刈りを避け、適期に刈取りを行うことが重要と考えられる。

‘にこまる’の場合、‘ヒノヒカリ’に比べ、二次枝梗着生粒が多く、その登熟歩合も高いため、篩上に残る可能性がある。前田・渡邊(2013)も‘にこまる’は二次枝梗着生粒が多く、低温年で登熟が進まない場合や、早刈りした場合は二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報告している。したがって、‘にこまる’では二次枝梗着生粒を十分登熟させるため、最長稈黄変粒率が90%を超えたことを確認し、刈取りを開始することが適切と考えられる。

今回の試験から、玄米タンパク質含有率の上昇を防ぐためには、登熟後半に登熟不良の原因となる低温に遭遇しない時期に移植すること、極端な疎植栽培は避け、過剰な窒素施用を行わないこと、十分な登熟を確認した後に収穫することで玄米中のデンプン蓄積を良好にし、粒厚を厚くする必要があると考えられる。星川(1975)によると、米粒の外形的発達、長さ、幅、厚さの順で開花後25日ころに完了し、その後内部が充実する。したがって、上述の‘にこまる’の栽培法により登熟後半の生育を良好にすることで、デンプンが十分蓄積した粒厚の厚い玄米生産が可能となる。このことは、外観品質の低下を防ぐ高温障害対策とも共通する。

以上より、食味の向上を目的として玄米タンパク質含有率を低下させるためには、玄米のタンパク質含有量の増加を防ぐ対策とあわせて、デンプンを十分蓄積させることで粒厚を厚くする総合的な栽培技術で対応する必要があると考えられる。今回は、移植時期、栽植密度、施肥および収穫時期について検討したが、良食味米生産には土づくりや水管理等も重要であるため、今後の検討課題としたい。

引用文献

星川清親(1975)：イネの生長，農文協，262-263。
石突裕樹，松江勇次，尾形武文，齊藤邦行(2013)

- ：遮光・高温条件下に生育した水稲玄米の粒厚と外観品質が米飯の食味と理化学性に及ぼす影響，日本作物学会紀事，82 (3)，252-261.
- 木村浩，森重陽子，杉山英治，住吉俊治，河内博文，川崎哲郎 (2005)：愛媛県における疎植水稲の生育特性と安定生産技術，愛媛県農業試験場研究報告，39，1-9.
- 黒田晃，松本範裕 (1996)：米の粒厚と外観品質が食味関連特性に及ぼす影響，北陸作物学会報，31，11-12.
- 前田周平，渡邊丈洋 (2013)：水稲高温耐性品種「にこまる」の登熟過程における品種特性，岡山県農林水産総合センター農業研究所研究報告，4，1-8.
- 松江勇次，水田一枝，古野久美，吉田智彦 (1991)：北部九州産米の食味に関する研究，第2報 収穫期が米の食味および理化学性に及ぼす影響，日本作物学会紀事，60，497-503.
- 松江勇次，小田原孝治，比良道一 (1996)：北部九州産の食味に関する研究，第7報 食味の産地間差とその要因，日本作物学会紀事，65，245-252.
- 松波寿典，児玉徹，佐野広伸，金和裕 (2016)：美味しい米作りのための栽培学的アプローチ，日本作物学会紀事，85 (3)，231-240.
- 松波寿典，能登屋美咲，三浦恒子，佐藤雄幸，松波麻耶 (2013)：疎植栽培した「あきたこまち」の生育，収量，品質，日本作物学会記事東北支部報，56，25-26.
- 鍋島学，沼田益朗，笠原正行 (1995)：水稲品種「コシヒカリ」の収穫時期と品質・食味，富山県農業技術センター研究報告，16，37-46.
- 農林水産省 (2006)：水稲の高温障害の克服に向けて (高温障害対策レポート)，12-14.
- 笈田豊彦，中村真也，井上健一 (2016)：福井県産米の食味評価向上のための指標と栽培技術，福井県農業試験場研究報告，53，1-7.
- 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，九州沖縄農業研究センター報告，54，43-61.
- 高橋渉 (2004)：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.
- 若松謙一 (2010)：暖地水稲の登熟期間の高温が玄米外観品質に及ぼす影響，鹿児島県農業開発総合センター研究報告，4，91-125.
- 柳瀬肇，大坪研一，橋本勝彦，佐藤裕保，寺西敏子 (1984)：米のタンパク質含量と米飯テクスチャーならびに炊飯特性，食品総合研究所研究報告，45，118-122.