

# 日本水稻品質・食味研究会会報

第 7 号  
(平成28年1月)



## 目 次

### 第7回講演会

日時：2015年11月14日（土）～15日（日）  
場所：宇都宮大学 峰キャンパス（大学会館2階ホール）  
(栃木県宇都宮市峰町350)

#### <シンポジウム講演>

テーマ：「国際化を見据えた日本産米の品質・食味研究」

1) 「世界のジャボニカ米市場と日本産米輸出力の構造的变化」	伊東正一	1
2) 「中国における良食味米生産研究の現状と課題」	崔晶	7
3) 「イネゲノム解析による外観品質、食味研究の現状と課題」	小林麻子	9
4) 「日本市場における米の流通の現状」	舛水康彦	13
5) 「お米の品質管理とは」	福田悦孝	19

#### <一般講演>

品種、食味評価

1) 2015年の水稻新品種「ゆうだい21」の生育・収量	高橋行継・舛水靖彦・森郁夫	23
2) 「ササニシキ」型良食味品種「東北194号」の食味特性	永野邦明	25

3) 食味コンクールおよび品質コンテストにおける出品米の検査から タンパク質と食味値を分析評価検証	.....	平田孝一	27
<b>海外産米の食味評価</b>			
4) 海外産ジャボニカ米の品質と食味官能評価	.....	加藤和直・松江勇次・伊東正一	31
5) 中国短粒種米の食味官能評価用の基準米	...	段暁亮・孫輝・藤田明子・金川寛・高津地志・河野元信	33
6) 代表的な中国産米及び日本産米の新指標を用いた食味的物理化学特性評価	.....	中村澄子・張欣・崔晶・大坪研一	35
<b>ストレスと品質</b>			
7) 登熟期の水ストレスによる裂皮・黒点米の発生とその形成過程	.....	岩澤紀生・油谷百合子・宮本勝・飯島智浩・泉澤直	37
8) 過乾燥玄米および精米の微細構造的特徴	....	新田洋司・生華・松江勇次・浅木直美・塙津文隆・ 浅子玄樹・柴沼菜生・林里奈	39
9) 環境ストレスを受けたイネ種子におけるタンパク質含量と食味官能試験値との関係	.....	増村威宏・松野由莉・浅野目謙之・近藤始彦	41
<b>海外の動向</b>			
10) 天津におけるジャボニカ型水稻研究の現状と今後の展望	....	劉学軍・孫玥・崔中秋・蘇京平・王勝軍・崔晶・ 楠谷彰人・松江勇次	43
11) 中国・雲南省における棚田稻作	.....	楠谷彰人・崔晶・張欣・松江勇次	45
12) インドネシア国における米の品質・良食味米の現状と展望	...	Zahara Mardiah・塙津文隆・Nurwulan Agustiani・坂上伸生・ 浅木直美・増富祐司・Ali Jamil・新田洋司	47
<b>品質・食味向上</b>			
13) 全量基肥肥料の施用が水稻「ヒノヒカリ」の生育、収量及び品質に及ぼす影響	.....	石井利幸・上野直也	49
14) 灌水量と米の品質・食味との関係	....	崔中秋・曲紅岩・徐錫明・張欣・崔晶・松江勇次・ 豊田正範・楠谷彰人	51
15) 水稻品種「つや姫」の食味官能値の推定	.....	浅野目謙之・後藤元・阿部洋平・鈴木啓太郎	53
16) 直播栽培における水稻品種の食味官能評価と理化学的特性	.....	赫兵・豊田正範・楠谷彰人	55
17) 高温登熟下での水管理の違いがコシヒカリの品質に与える影響	.....	白矢武士・佐藤徹・東聰志・金井政人	57
18) 近年育成された品種を含む高温登熟耐性品種の比較評価	.....	小林麻子・三浦孝太郎	59

**米生産現場の品質・食味**

- 19) 北海道のうるち米品質における年次間および地域間の差異とその発生要因 ..... 丹野久・平山裕治・其田達也 ... 61  
20) 大規模稻作経営における米の食味と玄米形状、玄米仕上げ水分および理化学的特性との関係 ..... 松江勇次・李東坡・南石晃明・長命洋佑・森田敏 ... 63

[我が社の宣伝]

- ケット科学研究所 ..... 67  
○サタケ製作所 ..... 69  
○タケトモ電機 ..... 71
- 

**シンポジウム講演**

**5課題**

## 世界のジャポニカ米市場と日本産米輸出の構造的変化

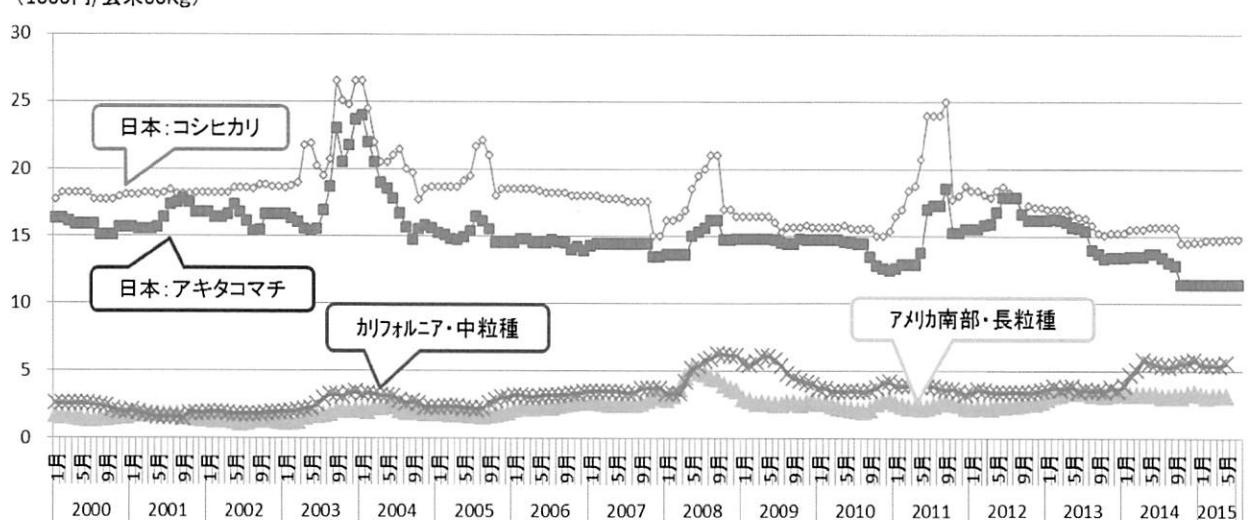
-- 国内相場の低迷と円安の中で --

九州大学大学院農学研究院 伊東正一

## 1. 海外からみた日本のコメ相場の下落

日本のコメ相場は2014年秋の収穫期を境に大幅に下落した(図1)。玄米60kgの卸売相場は2014年12月で秋田産アキタコマチが11,400円(日本経済新聞)で前年同期より2千円安い(15%安)。また、北海道産キララ397は10,700円で、前年同期より2,700円安(20%安)である。北海道産キララが玄米60kg当たり1万1千円を下回った記録はそれ以前にはない。また、新潟産コシヒカリにおいても14,600円で前年同期比600円安(4%安)だが、下落傾向においては他のコメと同じである。新潟産コシヒカリが1万5千円レベルをわずかに割ったことは2010年秋に一時あるものの、現在の下落ほどではない。こうしてみると、2014年来の日本のコメ相場は実質価格でみると市場最安値と言っても過言ではないほどの低迷といえそうだ。2015年に入り、新潟産コシヒカリはわずかに上向いたが、多くは前年末並みで推移している。こうした安値は日本における稻作の生産性の向上の結果として捉えるならば、このような相場が今後は続くとみなければならない。

図1. 日本とアメリカにおけるコメの国内価格の比較、  
玄米60kg当たり円(2000年1月-2015年7月)



ソース:カリフォルニア・中粒種とアメリカ南部・長粒種は米国農務省(USDA)から、日本のコシヒカリとアキタコマチは日本経済新聞から、それぞれ引用した。

詳しくは、<http://worldfood.apionet.or.jp>をご参照のこと。

注:為替レートは、三菱UFJリサーチ＆ファイナンシャルの年平均から引用した([http://www.murc-kawasesouba.jp/fx/past\\_3month.php](http://www.murc-kawasesouba.jp/fx/past_3month.php))

さらに、近年は円安が進んでいる。日本円の為替相場は1ドルが120円前後で推移している(2015年6月末)。2012年ころには1ドル約80円であったので、外国からみれば、日本産のものはこの間に3割強値下がりしたも同然だ。これに国内相場の下落を加えると、外国から貿易した日本産米はおしなべて45%前後の値下がりが起きていることになる。

日本のコメが玄米 60 kg当たり 1 万 1 千円の場合、精米換算すると、玄米から精米への目減りが 10% として、精米 60 kg当たり 12,200 円となる。これを精米 1 トン当たりに換算すると 20 万 3,300 円となる。これをドルに換算すると、1 ドル 120 円のレートでは 1,694 ドルと試算される。これまで、日本のコメ相場は 1 トン 3 千ドルのレベルというイメージが長く続いていたが、いま海外からみた日本のコメ相場の下落には隔世の感がある。しかし、このような日本のコメ価格の値下がりはまだ広く世界には知られていないようだ。

## 2. 韓国のコメ相場との比較、そして欧米の小売価格

ここで、韓国のコメ相場を見てみたい。まず、円とウォンの為替相場だが、近年は 1 円が 9.195 ウォン(2015 年 1 月 20 日現在)となっている。韓国のコメ卸売り相場は精米 20 kg当たり 40,000 ウォン(2015 年 1 月 23 日現在のソウル卸売価格、aT 公社)で推移している。これを玄米 60 kg当たり日本円に換算すると、11,745 円となる。驚くことにこの相場は先に述べた秋田県産アキタコマチの相場より高い価格である。韓国のコメ相場はソウルが最も安く、釜山などその他の主要都市ではソウルより 5%くらい高くなる。

かつて、韓国のコメ価格は日本のコメ価格の 3 分の 2 くらい、というのがこれまで的一般的な感覚であった。しかし、近年はこれが逆転している。韓国ウォンが円に対して強くなったということも影響している。しかし、それだけではない。韓国のコメ相場は農家の強い要求による価格支持政策も影響し、価格は近年まで上昇傾向にある。一般的のスーパー・コンビニにおいても、コメの価格は精米 1 kg入り袋で 4,000 ウォン(435 円)前後で販売されている。日韓のコメ相場は日本の円安と価格の下落で一変した状況となっている。

次に、欧米の小売価格の状況を見てみたい(表 1)。まず米国はロサンゼルス近郊の日本人の顧客を主体とする東洋人向けスーパー、M 店のものである。このスーパーは高級デパートでは決してない。米国では近年は一袋 15 ポンド(6.8 kg)のものが主流となっている。価格はコシヒカリの品種が主体となっている「田牧 Gold」が 10kg に換算すると 49.82 ドルとなり、日本円では 5,979 円となる。同じコシヒカリを使っているとされる「望」や「玉錦」も 4,500 円を上回る価格で販売されている。このように、コシヒカリという品種を使っているコメはアメリカでは 10kg 当たり 4,500 円を上回る価格で販売されている状況である。

また、世界的に寿司米として最も広く名の通っている「錦」はカリフォルニアで開発された品種、M401 を主に使っているとされるが、価格は 3,155 円で販売されている。また、カリフォルニアでは一般的に生産されている中粒種のキャラローズを使用している「ぼたん」は 10kg 当たり 2,291 円で、コシヒカリのグループのコメの価格の半値という価格帯である。

一方、イタリア・ミラノ市のチャイナタウンにあるスーパーでは「錦」は 10kg 当たり 3,368 円で販売されていた。当然ながら、米国の価格に対して運搬コストもかかる。また、「田牧 Classic」は同 4,238 円となっている。「田牧 Classic」も「錦」と同様に M401 の品種を主に使用しているが、コシヒカリを使用している「田牧 Gold」より安い価格で米国でも販売されている。「ゆめにしき」もラベルにはコシヒカリの名前が入っているが、価格は同 4,253 円で店内のコメの価格では高い部類である。ちなみに、長粒種であるタイ産のジャスミン米は同 2,221 円で販売されている。

こうしてみると、欧米のジャポニカ米の価格はコシヒカリを使用しているとされるコメは 10kg 当たり 4,500 円前後からそれ以上の価格で販売され、国際的に寿司米を含む日本食向けとしては最も名の通っている「錦」は同 3 千円余から 3,500 円前後の価格で販売されている。但し、販売店の立地条件や格式のレベルなどにより、価格は異なる。また、コメに対する関税のレベルによっても異なる。米国のコメに対する関税は

わずかに数%であるため、タイ産米など毎年70万トン余が輸入されるが、こうしたなかでの米国のジャポニカ米の小売価格は近年はかなり値上がりしている。当然ながら、加州産米が水不足で昨年産から減産されており、市場価格が高騰していることも原因の一つである。

表1 欧米におけるジャポニカ米の小売価格(ロサンゼルス市とミラノ市)(2015年8月)

米国・ロサンゼルス市	精米15ポンド(6.8kg) ドル	10kg当り、ドル	円/10kg	
田牧Gold	33.88	49.82	5,979	
錦(白米・玄米)	17.88	26.29	3,155	
望	26.98	39.68	4,761	
玉錦	25.88	38.06	4,567	
コシヒカリ	18.97	27.90	3,348	
祭(Matsuri)	24.98	36.74	4,408	
かがやき	29.98	44.09	5,291	
ぼたん	12.98	19.09	2,291	
イタリア・ミラノ市	精米、kg	ユーロ	10kg当り、ドル	円/10kg
錦	20	49.90	28.07	3,368
田牧CLASSIC	22.68	71.20	35.32	4,238
お米さん(OKOMESAN)	20	30.90	17.38	2,086
Riso Per Sushi	5	5.90	13.28	1,593
ゆめにしき	10	31.50	35.44	4,253
日和(Biyori)	10	14.90	16.76	2,012
Galloi Riso Per Sushi	0.5	1.50	33.75	4,050
タイ産 ジャスミンライス	20	32.90	18.51	2,221

注1:米国のお亮価格はロサンゼルス近郊のスーパー、イタリアのお亮価格はミラノ市チャイナタウンのスーパーによる。

注2:為替レートは1ドル120円、1ユーロ135円として計算した。

日本産米にとって興味深いのはこうした世界のジャポニカ米のマーケットで、ジャポニカ米が意外に高い価格で販売されている、という現実である。特に、先に見た韓国のコメ相場にみられるように、価格は日本とほぼ同等またはそれ以上になりつつある。韓国産米の品質もおしなべて改善されてきている。これまでの韓国の消費者に対する研究では、韓国のコメ消費者は米国産米や中国産米に比べ、自国産米を好む傾向があることが示唆されている。ただし、日本産米と比較した韓国消費者の嗜好に対する研究はない。韓国を頻繁に訪れている筆者らが韓国の関係者と情報交換しているなかでは、韓国人の日本産米に対する人気度は中国と同様に極めて高いものがある。このような状況であれば、日本産米は韓国市場では十分に販売できるであろう。

こうした中、日本産米の海外輸出も、まだ微量たる量ではあるが、着実に増加している。日本産米の商業用の輸出量は2014年は史上最高の4,516トンを記録した(表9、農水省、2015)。前年の輸出量に比べ45%の伸びを示している。その中でも香港とシンガポールが全体の3分の2を占め、台湾、オーストラリアと続いている。

日本産米の輸出価格を10kgでみると、2014年の輸出の場合は全体の平均が3,162円となっている。これは前年の平均価格、3,300円に比べ4%安くなっている。各国別にみると、中国向けが4,841円で最も高い。次に、米国向けが4,568円となっている。安いのは香港やシンガポールの2,800円台、及びモンゴルの1,961円である。このように輸出相手国によって、平均価格は異なり、その範囲も広い。

海外の日本産米の販売現場では、安い中国産などとの競争はやはり熾烈であり、そう簡単に海外での販売が伸びると言うことでもない。今後の輸出拡大のためには、新たな市場の開発、及び、コストの削減が課題になってこよう。特に、日本食ブームは発展途上国でも伸びているため、途上国への新たな市場開拓も重要である。

これまで、日本のコメは香港、シンガポール、上海などに多く輸出されているが、これまで注目されていなかった韓国市場もターゲットに据えて良いのかもしれない。また欧米も同様である。ましてや、この日本産米の値下がりと円安は日本のコメ輸出には好機となる。こうした現在の新しい状況下での日本産米の国際競争力を日本の生産農家や関係者自らも再認識する必要があろう。

### 3. 生産コスト下げへの目標値は…

こうした状況で日本産米が例えれば米国産のコメと国内外で競争するためには日本の玄米 60 kg の相場及び生産コストをどれくらいまで引き下げる必要があるのだろうか。2015 年 6 月の国際相場で比較検討してみたい。加州産あきたを例にとって比較してみたい。その前提として、表 2 でみると、加州産ジャポニカ米の相場が南部産インディカ米の相場と拮抗した状態を想定したい。つまり、加州産米の相場が南部のそれと比較したときわけ高い状態でない状況を想定する。

そこで、表 2 にみると、加州産あきたの FOB 価格は精米 10kg パック済みのものが 12.03 ドルである。この加州産あきたに対する品質評価は 2,574 円である。日本産米は現在の相場から 10 kg当たりの評価は 2,950 円とする。ここに品質評価で 376 円の差、つまり加州産あきたに対して日本産米は 14.6% の有利性がある。ところで、加州産あきたは日本における玄米 60kg の推定価格が 8,113 円(表 2 の(11)のライン)である。よって、日本産米は玄米 60kg の生産コストがこの価格の 14.6% を上乗せした金額、9,298 円以下であれば競争できる、ということになる。このあたりが一応の目安となろう。

ところで、国際市場でどうであろうか。日本国内では日本産米の味の良さをしっかりと評価してくれるものと期待されるが、海外においては必ずしもそうではない。海外の日本食レストランにおけるシェフや顧客は必ずしも日本産米を日本人と同じように評価しない。極端な場合は加州産キャラルと同じ評価しかしてくれない場合も想定される。

そこで、日本産米が加州産あきたと同じ評価で取引をするという条件を出してきた場合、それは加州産あきたの FOB 価格(精米 10kg パック済み 12.03 ドル)と同じレベルの価格にしなければならないことになる。その場合の玄米 60kg 当たり FOB 価格は 7,195 円と計測される。但し、FOB 価格ということは積み出し港までの運搬費及び港における管理・積み込み経費を含む価格であり、日本の生産地における玄米 60kg 相場とするにはこれらの経費をさらに差し引く必要がある。よって、国際競争力のある玄米 60kg の生産コストは 7 千円を大きく下回るものとなる可能性が高い。

こうしてみると、日本産米が国際市場で勝ち抜いて行くにはかなりのコスト削減を余儀なくされるわけであるが、海外市場においては日本産米としてのプレミアムも否定されるものではなく、確かに存在する。「日本からの直輸入」というものはそれだけで海外の消費者に訴えるものがある。要は、国内において輸出体制を整備し、また、海外での販売交渉の仕方、現地販売のテクニックも改善していくなければならない。コメを始め日本産農産物輸出の歴史が浅い日本にとって、それは容易なことではないであろう。しかし、海外市場開拓を手がけ、成功するためにはそれを一步一步進めていかなければ

ならない。それをやらない限り、日本農業は衰退への道を進むことになりかねない。

#### 参考文献

- 1) aT (2015): Rice Wholesale Prices,

表2. 日本のコメ輸入が完全に自由化され加州産米の価格がア州産長粒種並みに下落した場合のFOB価格と輸入米の小売価格の推定値  
(精米10kg当たり、コメの完全自由化で加州米相場がア産長粒種と同じレベルに値下がりした相場を想定)

	ア州産コシ	加州産キャラ	加州産あきた	黒産合江19
海外				
(1) FOB価格	\$12.35	\$7.61	\$12.03	\$11.25
(2) 海上輸送費	\$0.70	\$0.50	\$0.50	\$0.30
(3) 海上保険料 $[(1)+(2)] \times 0.006$	\$0.03	\$0.03	\$0.03	\$0.02
(4) 金利 $[(1)+(2)+(3)] \times 0.012$	\$0.05	\$0.06	\$0.06	\$0.04
(5) 輸入業者手数料 $[(1)+(2)+(3)] \times 0.03$	\$0.14	\$0.14	\$0.15	\$0.10
(6-1) CIF 価格(日本) $[(1)+(2)+(3)+(4)+(5)]$	\$13.27	\$8.34	\$12.76	\$11.71
(6-2) 円建てCIF価格(為替レート円/ドル)¥120	¥1,592	¥1,000	¥1,531	¥1,405
(7) 関税, %	0	0	0	0
国内				
(8) 通関手数料(7,000円/トク)	¥70	¥70	¥70	¥70
(9) 仓库保管料(600円/トク10日 $\times$ 45日)	¥27	¥27	¥27	¥27
(10) 仓库渡し価格 $[(6-2)+(8)+(9)]$	¥1,689	¥1,097	¥1,628	¥1,502
(11) (玄米60kg当たり推定価格)	¥8,440	¥5,246	¥8,113	¥7,998
(12) 国内販売手数料(600円/10kg)	¥600	¥600	¥600	¥600
(13) 小売価格 $[(10)+(12)]$	¥2,289	¥1,697	¥2,228	¥2,102
(14) 評価価格	¥2,726	¥1,922	¥2,574	¥2,487
(15) 消費者のメリット $[(14)-(13)]$	¥437	¥225	¥345	¥384
(16) 消費者のメリットを0とする関税率	26%	21%	21%	26%

注) 外国産米の評価価格は伊東正一著『世界のジャポニカ米、その現状と生産能力』食糧振興会叢書 No.43, 1994年、p.164を参考にした。なお、(1)のFOB価格は現在の生産コストを参照し、修正した。(11)の算出においては10kg精米用の袋代を差し引いている。また、(14)の評価価格は2012年11月から2013年4月に行なった官能食味試験の結果を用いた。

<https://www.kamis.co.kr/customer/price/wholesale/item.do>

- 2) US Department of Agriculture (USDA, 2015a): *Rice Outlook*, Economic Research Service, RCS-15A, January 14, 2015.
- 3) US Department of Agriculture (USDA, 2015b): *PSD Online*, Foreign Agricultural Service, January 2015.  
<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdDownload.aspx>
- 4) US Department of Agriculture (USDA, 2012): *Rice Yearbook 2012*, Economic Research Service, March 2012.  
<https://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewStaticPage.do?url=http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/ers/89001/2012/index.html>
- 5) Chite, Ralph M. (2014): The 2014 Farm Bill (P.L. 113-79): Summary and Side-by-Side, visited on Feb. 4, 2015  
<http://nationalaglawcenter.org/wp-content/uploads/2014/02/R43076.pdf>
- 6) CNKI (China Knowledge Network Service Platform) (2015): China Rural Statistical Yearbook, several issues.  
<http://tongji.cnki.net/overseas/engnavi/YearBook.aspx?id=N2011110092&floor=1>
- 7) Wailes, Eric J. (2015): US Agricultural Act of 2014: Implications for the U.S. and Global Rice Economies, 『世界のジャポニカ米と日本産米の競争力』「外国産ジャポニカ米の官能食味試験評価および国産米競争力分析に関する学際研究」(代表:伊東正一)中間報告会資料、pp.71-93  
<http://worldfood.apionet.or.jp/Conference201502/Index.htm>
- 8) ZHT (Zhengzhou Hualiang Technology Co., Ltd.) (2015):
- 9) 日本経済新聞:主要相場・ウィークリー「コメ」(毎週火曜日)
- 10) 李再貴と石谷孝佑(2009):「中国の米生産と米飯嗜好」、石谷孝佑著『新版・米の辞典:稻作からゲノムまで』の第5章、pp.101-114
- 11) 八木宏典(1992):カリフォルニアの米産業、東京大学出版会

(シンポジウム 2)

## 中国における良食味米生産研究の現状と課題

崔晶<sup>1)</sup>・張欣<sup>1)</sup>・楠谷彰人<sup>1)</sup>・松江勇次<sup>1,2)</sup>

(<sup>1)</sup>天津農学院, <sup>2)</sup>九州大学農学部)

The current status and problem of the good eating quality rice production study in China

J.Cui<sup>1)</sup>, X.Zhang<sup>1)</sup>, A.Kusutani<sup>1)</sup> and Y.Matsue<sup>1,2)</sup>

(<sup>1)</sup>Tianjin Agricultural University, <sup>2)</sup>Faculty of Agriculture, Kyusyu University)

これまでの中国における水稻研究は増収を中心に進められ、食味についての研究はあまり行われてこなかった。しかし現在、中国の水稻において最も重視される農業特性は食味である。2015年、貴州省において中国作物学会稻専門部会主催の学術講演会が開催され、「良質多収水稻産業の発展促進」というテーマで良質という言葉が初めて主題にのぼるなど、中国各省で水稻品質・食味の研究開発が盛んになってきている。ここでは中国の主要なジャボニカ米生産省における良食味米生産研究の取組み状況と今後の課題について述べる。

### 1. 主要なジャボニカ米生産省における良食味米生産研究の取組み状況（第1図）

吉林省：吉林省種子管理機関は2015年に「吉林省における良食味米水稻品種の調査選抜試験」を実施した。これは吉林省で初めての省全体の良食味米調査である。吉林省には吉粳88などの美味しい品種があるが、本品種の食味特性を發揮させるための最適栽培法が確立されていないため良質良食味米生産の進展が懸念される。また、良食味米発展を推進するため、吉林省食品協会主催の粳稻産業発展シンポジウムが15回も開催されている。

遼寧省：遼寧省は瀋陽農業大学が良質米品種の育成を重要な目的としており、国内外の研究機関と水稻の品質・食味に関する共同研究を展開している。2015年9月、天津農学院と連携して、中国水稻粳稻の品質改良国際シンポジウムを共催した。また、塩アルカリ研究所内にある北方粳稻協会主催による粳稻発展シンポジウムが13回も開催された。

黒竜江省：黒竜江省農業科学院に設置している国家農業部穀物品質検測センターが当省水稻品質改良の研究基地である。測定機器分析装置の配備は充実しており、多数の水稻品種の理化学的特性データを保管している。黒竜江省の水稻品種の品質改良は、「五常米」（稻花香）に影響されて「香米」に傾いている。

江蘇省：江蘇省農業科学院食料作物研究所、揚州大学農学部および蘇州農業科学院の水稻研究機関が良質良食味米に関する研究開発に力を入れている。主要な成果としてはDNAマーカー選抜や戻し交雑と複交雑などの手段を組み合わせて、南粳46、南粳5055、南粳9108などの多収で病害抵抗性が強い良質良食味米品種が育成されている。いずれも低アミロース米品種である。

天津農学院中日水稻品質食味共同研究センター：

10点法による食味官能評価方法を確立するために、識別能力の高いパネルを養成中である。良食味品種の育成については、2010年から官能試験（第2図）と理化学的特性（第3,4,5図）に基づいた良食味品種の育種を開始した。現在、F7世代の20系統まで絞り込んでいる。次年度、これらの中から2～3系統

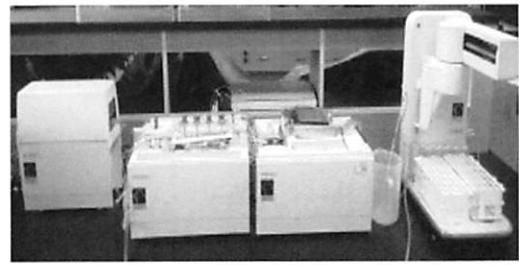
を品種候補として出す予定である。

## 2. 今後の課題

- ①品質からみた収穫適期が定まっていないため、過乾燥状態で糲が収穫されて品質低下を招いている。
- ②窒素過多の傾向があり、施肥法の改善が必要不可欠である。
- ③食味が食味計で測定されているため的確な評価がなされていない。このため識別精度の高いパネルの養成が急務である。



第1図 中国における主要なジャポニカ米生産省。



第3図 オートアナライザAA3型



第4図 ラピッドビスコ  
アナライザ



第2図 ビーカー炊飯選抜



第5図 米飯硬度粘度計

## イネゲノム解析による外観品質、食味研究の現状と課題

福井県農業試験場 ポストコシヒカリ開発部 小林麻子

ゲノム解析とは、生物の持つ遺伝情報を総合的に解析することで、ゲノムを構成する DNA の塩基配列の決定、mRNA やタンパク質などの遺伝子産物の解析、遺伝子の単離と機能解析などからなる。ゲノム解析には、超並列処理が可能な次世代シーケンサーや、コンピュータを用いて大量の生物情報を解析するバイオインフォマティクス分野が不可欠である。

イネではゲノム情報が非常に充実している。日本晴の全ゲノム配列は 2005 年に解読され、塩基配列、QTL、選抜 DNA マーカー、遺伝子発現等のデータベースが公開されている。遺伝子単離も出穂性、形態、病害虫抵抗性、ストレス耐性などを中心に進んでいる。

しかし、実際の品種開発の現場では、一部の道府県の育種機関で、いもち病と縞葉枯病などについての単なる「DNA マーカー選抜」が行われているに過ぎず、ゲノム情報の一部が利用されているだけという状況である。これは、育種家が実際に選抜の主眼を置いている収量性、品質、食味といった形質は、多くの遺伝子が関与する量的形質で、しかも環境との交互作用が大きい複雑形質であるため、ゲノム解析が進んでいないことが大きな原因である。また、ゲノム解析は専門的な知識や高額の機器を必要とするため、育種家が通常の育種の傍ら簡単に取り組めるようなものではないことも要因の一つである。

### 1. 外観品質に関するゲノム解析を用いた研究

#### (ア) 高温登熟耐性に関する遺伝解析

登熟期間の高温による品質の劣化のうち、特に背基白粒の発生については、これまでに遺伝解析が精力的に行われ、いくつもの QTL が報告されている<sup>1)-7)</sup>。これらの QTL のうち、第 6、7 及び 8 染色体の QTL については準同質遺伝子系統(NIL)によってその効果が実証されている<sup>4)-7)</sup>。第 6 染色体短腕の背白に関する QTL、*qWB6* については、現在、CRISPR/Cas9 システムによる欠失変異を作出中であり、高温条件下での QTL 効果の実証を計画している。

しかし、乳白に関する遺伝解析の報告はほとんどない。乳白の発生は登熟期間の高温だけではなく、日射条件、一粒あたりの炭水化物供給能、土壤窒素条件などが複雑に関与することが、遺伝解析を困難にしていると考えられる。

インド型イネの高温登熟耐性の遺伝解析では、chalkinessによって評価されている研究がほとんどである。長粒種では背白粒はほとんど発生しないとみられる。しかし、カサラス<sup>3)</sup>、ハバタキ<sup>6)</sup>、タカナリ<sup>8)</sup>の高温登熟耐性は、日本型イネに導入され、背白粒減少効果を示している。

#### (イ) 発現解析を用いた高温登熟耐性遺伝子の解析

Yamakawa et al. 2008<sup>9)</sup>は高温及び平温下での網羅的な遺伝子発現解析により、*GBSSI(Wx)*、*PPDKB* (ピルビン酸リン酸ジキナーゼ)、*Amy3D*、*Amy3E* (いずれも α アミラーゼ)、*BEIIb* (澱粉分枝酵素) 等を高温登熟耐性の原因遺伝子の候補として推定した。これらの遺伝子は高温により強く発現が変動すること、且つ近傍に高温化で発生する白濁粒に関する QTL も検出されていることによる。また、高温登熟条件下

では  $\alpha$  アミラーゼ遺伝子及び *SUT1*(ショ糖トランスポーター1) 遺伝子の発現レベルがそれぞれ上昇及び低下し、白濁粒の発生に関与していることが示唆された<sup>10)</sup>。さらに、Hakata et al. 2012<sup>11)</sup>は  $\alpha$  アミラーゼ遺伝子の発現レベル上昇が高温下の乳白発生と強く関与していることを明らかにした。また、穂発芽耐性遺伝子 *Sdr4* を導入したコシヒカリ NIL において、一部の  $\alpha$  アミラーゼ遺伝子の発現が抑制されるとともに、背白発生率も低下していた<sup>12)</sup>。ただし、それらの直接的な関連は現在のところ不明である。

## 2. 食味に関するゲノム解析を用いた研究

### (ア) 交雑集団を用いた順遺伝学的研究

コシヒカリの良食味性に関する遺伝領域として、第 3 染色体短腕領域が第一の候補として挙げられる<sup>13)-15)</sup>。この領域については、CSSL による実証も行われ、良食味に関する遺伝子の単離が待たれている。

炊飯米の外観のうち、炊飯米の白さについては近年遺伝解析が進んでいる。第 1 染色体にはにこまる由来の、第 5 染色体にはヒノヒカリ由来の<sup>16)</sup>、第 8 染色体、第 11 染色体には上育 462 号由来の<sup>17)</sup>炊飯米の白さに関する QTL が検出された。

### (イ) 突然変異及び CSSL を用いた逆遺伝学的解析

近年、コシヒカリとは異なるおいしさをもつ新品種が多数育成されるなど、食味嗜好の多様化が進んでいる。このような傾向をうけて、新たなおいしさの遺伝資源を、インド型イネに含まれる自然変異や突然変異から得ようとする試みを始めている。

インド型イネでは *Wx* 遺伝子の効果が大きく、*Wx<sup>a</sup>* アリルを持つだけで高アミロースのパサパサした食感になってしまふため、それ以外の澱粉生合成関連遺伝子の変異は、日本型イネの育種ではあまり利用されてこなかった。福井農試では、インド型イネの染色体断片置換系統(CSSL)の食味を調査することで、インド型イネが持つ澱粉生合成関連遺伝子アリルの評価を行っている。

また、突然変異を利用した場合、形質(食味)の変化はモチ性や低アミロース性など玄米外観レベルで認知できるもののが多かった。一方、玄米外観の変化として現れない変異は、多量のサンプルを必要とする官能試験によるスクリーニングが必要なため、捕まえることが困難であった。そこで、突然変異体の澱粉生合成関連遺伝子の配列解析により遺伝子が変化した個体をスクリーニングし、それらの食味を官能試験により評価するという逆遺伝学的な方法で、新たな食味の変異を探索することを試みている。この方法だと、食味がわずかに変化したアリルを選抜できる可能性があり、コシヒカリとは異なる新たなおいしさをもつ品種の作出へつながるものとして期待している。

## 3. 展望と課題

### (ア) 形質評価の高精度化、ハイスクレーブット化

ゲノム解析を利用した育種を進めるためには、形質評価の重要性はますます高まっていくと思われる。最先端の機器やバイオインフォマティクスを用いてどれだけ豊富なゲノム情報が集まつても、それに対応する大量の、しかも正確な形質評価値がなければ意味がないからである。

玄米外観品質については、測定機器が複数開発され、育種現場でも整粒歩合による評価・選抜が用いられている。しかし、高温登熟耐性の指標となる背白を正確に評価できる機器は現在のところ市販されて

いない。背白の定量については画像解析による手法も提案されている<sup>18)</sup>が、完全自動化には至っていない。目視での判定にはこなせる数に限度があり、また個人差もあることから、機器測定によるハイスループット化が、ゲノム解析を利用していく上での重要な要素となる。

食味については、アミロース含有率、アミロペクチン鎖長分布、タンパク質含有率、米飯物性など食味の各要素を数値化した指標がある。ゲノム解析に利用するためには、このような食味要素の細分化と精度の向上が重要である。例えば官能試験の総合評価値を上げる遺伝子を探すのではなく、総合評価値を上げている要因は何かを精査し、粘りが寄与しているなら、その粘りの強さは米飯物性などのデータで表せるか、低アミロースなのかアミロペクチン鎖長分布なのか、等を詳しく調べていくことが有効である。炊飯米の外観の要素の一つである白さについては、白度計を用いる手法<sup>19)</sup>や、スキャナで取得した画像の解析により簡便に数値化する手法<sup>20)</sup>が開発されている。

#### (イ) 育種・栽培の研究現場とゲノム解析技術をつなぐ

国内における各県のブランド化競争のみならず、TPP の大筋合意を受けて国際的にも競争力のある品種の育成、あるいは今後予想されている一層の高温化に適応できる品種の開発や栽培技術の確立が、今まさにイネ研究の現場に求められている。そのためには、ゲノム解析技術を使いこなしていくことが重要となる。

ゲノム解析を用いた研究を進めるには、実際の育種や栽培研究を担う道府県の試験研究機関と、ゲノム解析や基礎研究の実績がある大学や理化学研究所、農研機構などとの連携が欠かせない。まずは作物ゲノム育種研究センターを中心として、研究機関どうし、研究者どうしのつながりを作っていくといいと考える。作物ゲノム育種研究センターとは、ゲノム情報を利用した品種改良(=ゲノム育種)を用いてニーズに合った品種を効率的に育成する目的で、2014年7月1日に、農研機構と生物研とが連携して設置した組織である。ホームページではイネを含む32種の作物について、遺伝子やマーカー情報のデータベースが一元化して整備されており、個別の相談にも対応できるようになっている。品種開発の実績のある農研機構とイネゲノム解析を中心となつて推進してきた生物研とが連携することにより、ゲノム解析を活用したイネ育種の新たなシステムが構築され、道府県におけるゲノム情報の利用へつながることが期待される。

#### 謝辞

福井農試における高温登熟耐性及び食味に関する研究の一部はそれぞれ農水省気候変動プロジェクト及び次世代ゲノム基盤プロジェクトにより行われている。

#### 引用文献

- 1) Tabata, M. et al. 2007 Mapping of quantitative trait loci for the occurrence of white-back kernels associated with high temperatures during the ripening period of rice (*Oryza sativa* L.). Breed. Sci. 57: 47–52.
- 2) Kobayashi A. et al. 2007 Detection of quantitative trait loci for white-back and basal-white kernels under high temperature stress in *japonica* rice varieties. Breed. Sci. 57: 107–116.
- 3) 蟹谷武志ら 2008 染色体断片置換系統群を利用したイネの玄米外観品質に関する QTL の検出.

- 育種学研究 10: 91–99.
- 4) Shirasawa, K. et al. 2013 Identification of the chromosomal region responsible for high-temperature stress tolerance during the grain-filling period in rice. Mol. Breeding 32: 223-232.
  - 5) Kobayashi, A. et al. 2013 Detection and verification of QTLs associated with heat-induced quality decline of rice (*Oryza sativa* L.) using recombinant inbred lines and near-isogenic lines. Breed. Sci. 63: 339-349.
  - 6) Murata, K. et al. 2014 Identification of a novel gene (*Apql*) from the indica rice cultivar ‘Habataki’ that improves the quality of grains produced under high temperature stress. Breed. Sci. 64: 273-281.
  - 7) Wada, T. et al. 2015 Detection of QTLs for white-back and basal-white grains caused by high temperature during ripening period in japonica rice. Breed. Sci. 65: 216-225.
  - 8) Tsukaguchi, T., and Iida, Y. 2008 Effects of assimilate supply and high temperature during grain-filling period on the occurrence of various types of chalky kernels in rice plants (*Oryza sativa* L.) Plant Prod. Sci. 11: 203-210.
  - 9) Yamakawa, H. et al. 2008 Comparison between locations of QTLs for grain chalkiness and genes responsive to high temperature during grain filling on the rice chromosome map. Breed. Sci. 58: 337-343.
  - 10) Yamakawa H. et al. 2007 Comprehensive expression profiling of rice grain filling-related genes under high temperature using DNA microarray. Plant Physiology 144: 258-277.
  - 11) Hakata, M. et al. 2012 Suppression of  $\alpha$ -amylase genes improves quality of rice grain ripened under high temperature. Plant Biotechnol. J. 10: 1110–1117.
  - 12) 小林麻子ら 2015 穂発芽耐性を強化した水稻品種コシヒカリの準同質遺伝子系統の育成と高温登熟耐性の評価. 育種学研究. (in press)
  - 13) Kobayashi, A. and K. Tomita 2008 QTL detection for stickiness of cooked rice using recombinant inbred lines derived from crosses between japonica rice cultivars. Breed. Sci. 58: 419-426.
  - 14) Takeuchi, Y. et al. 2008 Major QTLs for eating quality of an elite Japanese rice cultivar, Koshihikari, on the short arm of chromosome 3. Breed. Sci. 58: 437-445.
  - 15) Wada, T. et al. 2008 Mapping of QTLs for eating quality and physicochemical properties of the japonica rice ‘Koshihikari’. Breed. Sci. 58: 427-435.
  - 16) 小林麻子ら 2015 炊飯米の白さに関する遺伝的要因の解析. 育種学研究 17(別 2) :74.
  - 17) Shinada H. et al. 2015 Quantitative trait loci for whiteness of cooked rice detected in improved rice cultivars in Hokkaido. Breed. Sci. 65: 201-207.
  - 18) 小林麻子ら 2013 画像解析によるイネの高温耐性評価の試み. 育種学研究 15(別 2) :250.
  - 19) Goto, H. et al. 2014 Objective evaluation of whiteness of cooked rice and rice cakes using a portable spectrophotometer. Breed. Sci. 63: 489-494.
  - 20) 小木芳恵ら 2014 スキャナと画像解析ソフトを用いた炊飯米の白さの測定法. 育種学研究 16: 115-120.

(シンポジウム4)

## 日本市場における米の流通の現状

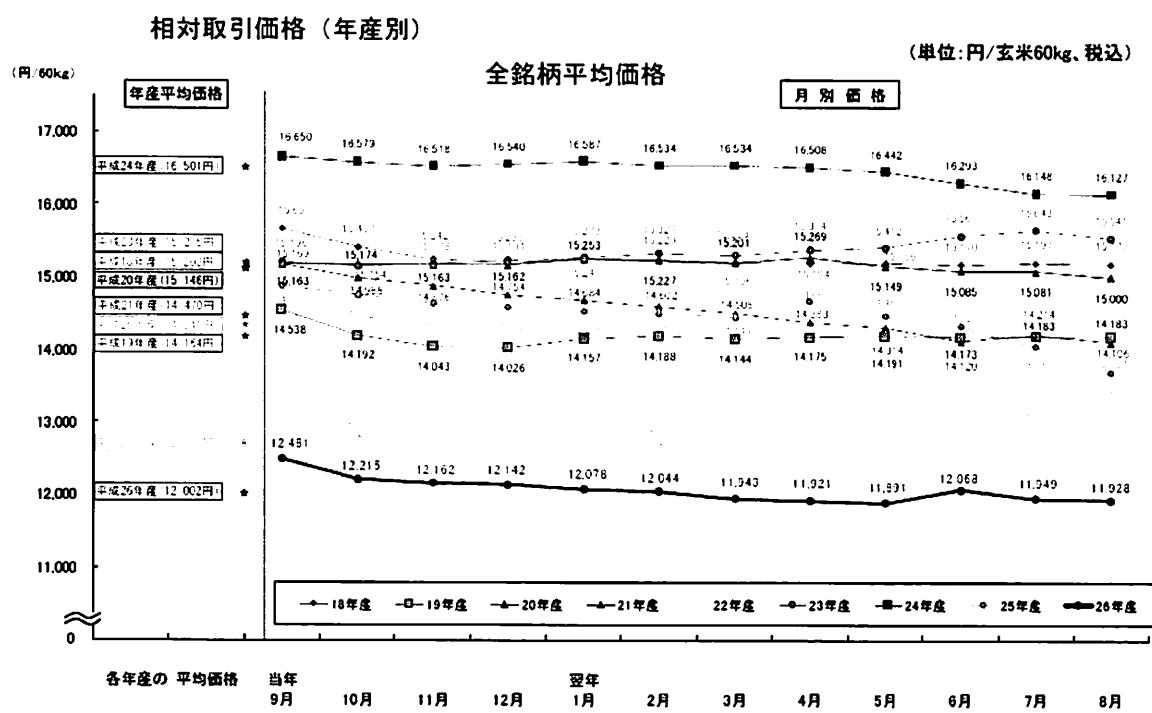
木徳神糧株式会社 弁水康彦

### 1. 26年産を取り巻く米の状況

26年産は、生産目標765万トンに対し、作況101・収穫予測量789.9万トンと25万トン超過が発生し、また、6月末の適正在庫水準を200万トンとすると約35万トンの超過とされていた。これに対し、米穀機構を通じ総計約39万トンの売り急ぎ防止対策を行った。売り急ぎ防止対象の39万トンの内約7万トンは期中に消化され、32万トンが対象となる。

売り急ぎ防止対策を行った産地に対してはこれと同量程度を27年産で飼料用米に転化する事とし、5月15日現在、農林水産省が公表した取り組み状況では全国で35万トンと発表されている。

このような供給過剰の状況の中、26年産米の価格は平成18年からの最も安い価格で推移する事となつた。



資料：農林水産省「米穀の取引に関する報告」

注1：価格には、運賃、包装代、消費税相当額(8%。ただし、25年産の26年3月分以前は5%)が含まれている。

2：グラフの左側は各年度の平均価格(注3)、右側は月ごとの価格の推移。

3：平均価格とは、当該年産の出回りから翌年10月(26年産は翌年8月)までの通年平均。

4：これ以外の留意点については、6頁①表の脚注を参照。

一方、この米価下落と円高の影響により輸入米の使用メリットが薄れたことによりSBS輸入米の輸入量は大幅に減少し、国産米の使用が増えた。

### SBS輸入米の見積合わせ結果(平成27年度)

(単位:実トン)

		アメリカ		タイ		中国		その他		合計
		うるち	もち	うるち	もち	うるち	もち	うるち	もち	
第1回 (平成27年9月16日)	一般米	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	吟精米	220	100	200	108	0	0	0	0	628
合計	一般米	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	吟精米	220	100	200	108	0	0	0	0	628
平成22年度計 (参考)	一般米	2,904	2,228	1,880	120	2,936	0	538	0	10,608
	吟精米	16,438	640	9,010	0	532	0	0	0	28,620
平成23年度計 (参考)	一般米	7,490	5,324	2,038	80	50,463	0	17,155	0	82,550
	吟精米	10,124	990	2,320	3,384	632	0	0	0	17,450
平成24年度計 (参考)	一般米	34,078	2,290	1,536	72	27,640	0	24,386	0	90,000
	吟精米	4,032	576	2,898	364	524	0	1,606	0	10,000
平成25年度計 (参考)	一般米	14,686	4,396	3,346	144	174	0	17,993	0	40,739
	吟精米	576	388	7,375	308	540	0	10,913	0	20,100
平成26年度計 (参考)	一般米	662	2,418	2,732	72	80	0	1,326	0	7,290
	吟精米	0	724	2,540	252	700	0	100	0	4,316

資料:農林水産省「輸入米に係るSBSの結果の概要」の平成22~27年度

### 2. 27年産の販売見通し

27年産は全農から相対販売基準価格で概ね26年産最終価格と比べて500~1,300円高く提示された。生産者への概算金は主要生産県で800~1,500円アップしていると説明しており、引き上げ理由として①飼料用米など51万㌧需給改善され、生産数量目標751万㌧を下回る見通し(747万㌧)。②収穫前契約が一定程度の積み上がったこと。③早場米、特に九州の作柄が悪く出荷が前年数量の8割前後となっている事を上げている。

27年産の量販店向け出回り価格は26年産の最終価格と比較しても遜色ない価格での出回りとなっているようである。しかしながら原料価格の上昇は少なからず影響すると思われ、特売時の価格等を含め今後平均単価は上昇すると思われる。

業務用向け原料米については、飼料用米への転換の影響が年明けより出ると考えられる。飼料用米として隔離された各県B銘柄(収量の比較的多い品種)が不足することが予測され、各流通業者の古米の確保状況によりタイト感に差ができると思われる。

### 3. これから米穀流通

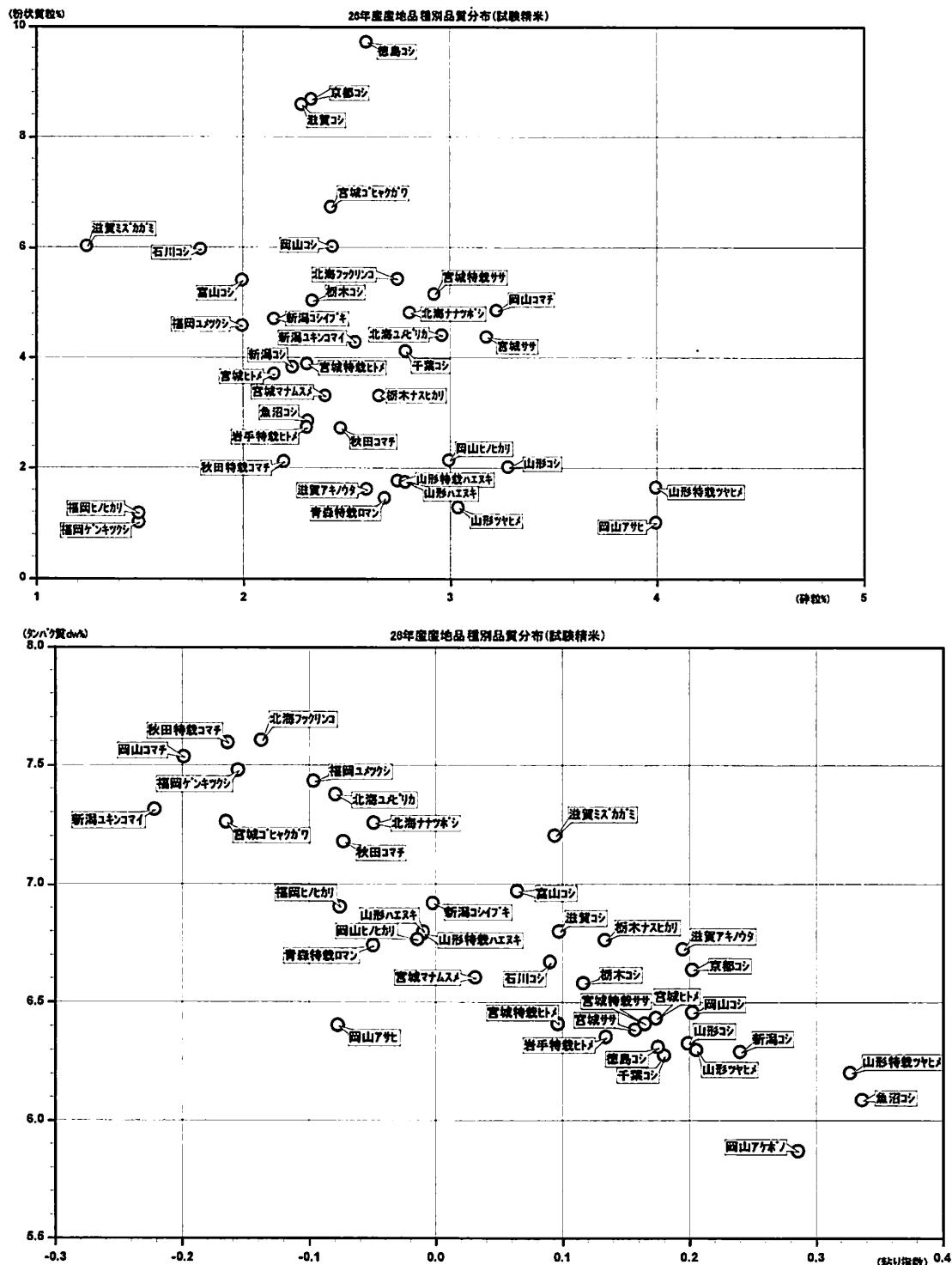
最近のトレンドとして、「北海道ユメピリカ」や「山形つや姫」が代表であるが、粒が確りしていて、粘りが強い品種を好む傾向にある。しかも、「山形つや姫」は県行政が主導してCM等のメディア戦略を実施、「北海道ユメピリカ」においてもCMによる知名度向上は顕著であったようである。27年度では青森県の「晴天の霹靂」が登場し、県主導でブランド戦略を行っている。このように県行政一体となったブランド戦略が今後も続くと思われる。

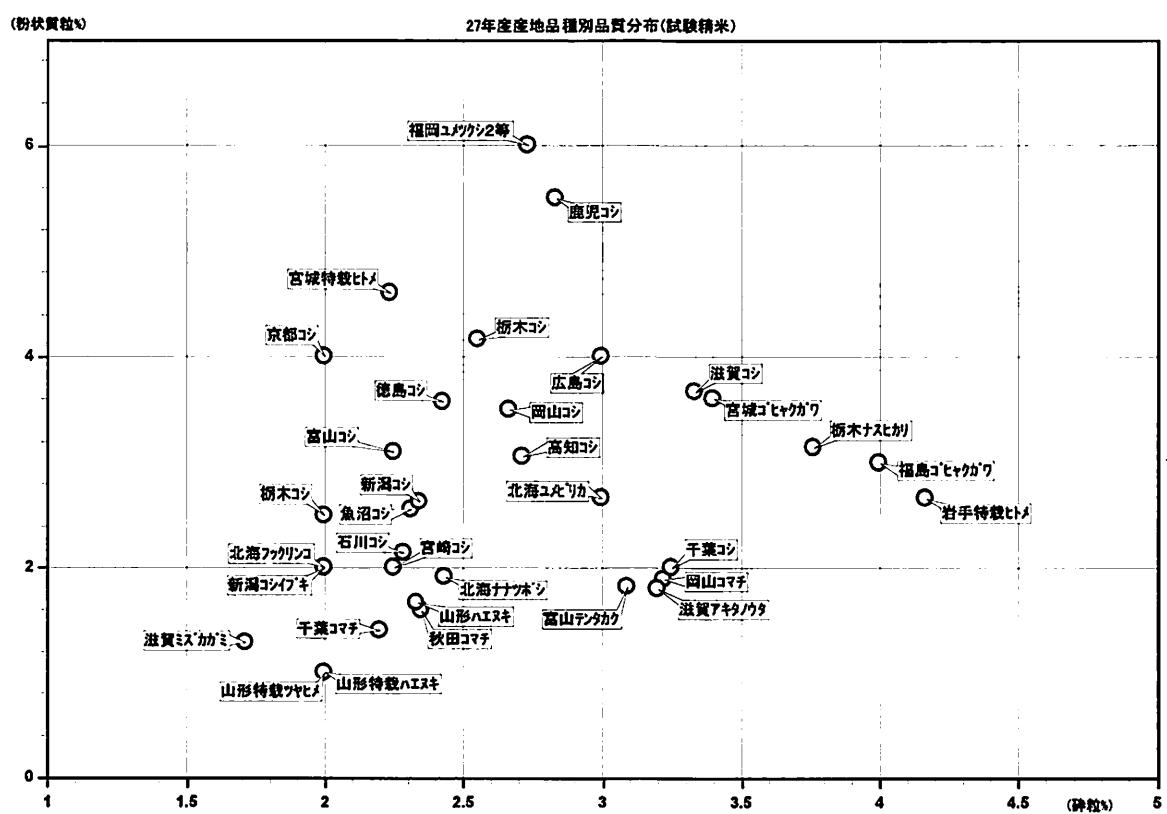
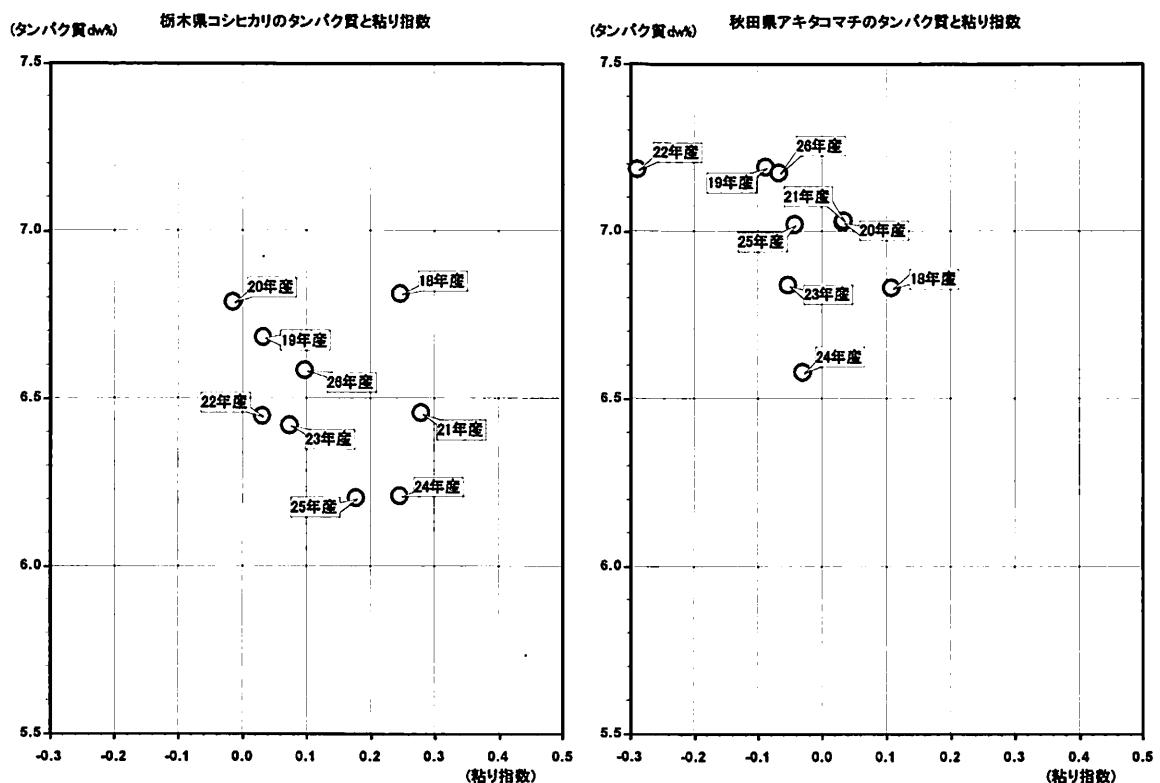
一方、米消費量の約30%を占める中・外食向けは、低価格米を求めるユーザーと高品質を求めるユーザーに分かれる傾向となっている。いずれにしても業務用米としては、安定価格と安定品質を求められることに代わりがない。また、生産者としては確りとしたユーザーと結びつく事により安定した経営が確保でき

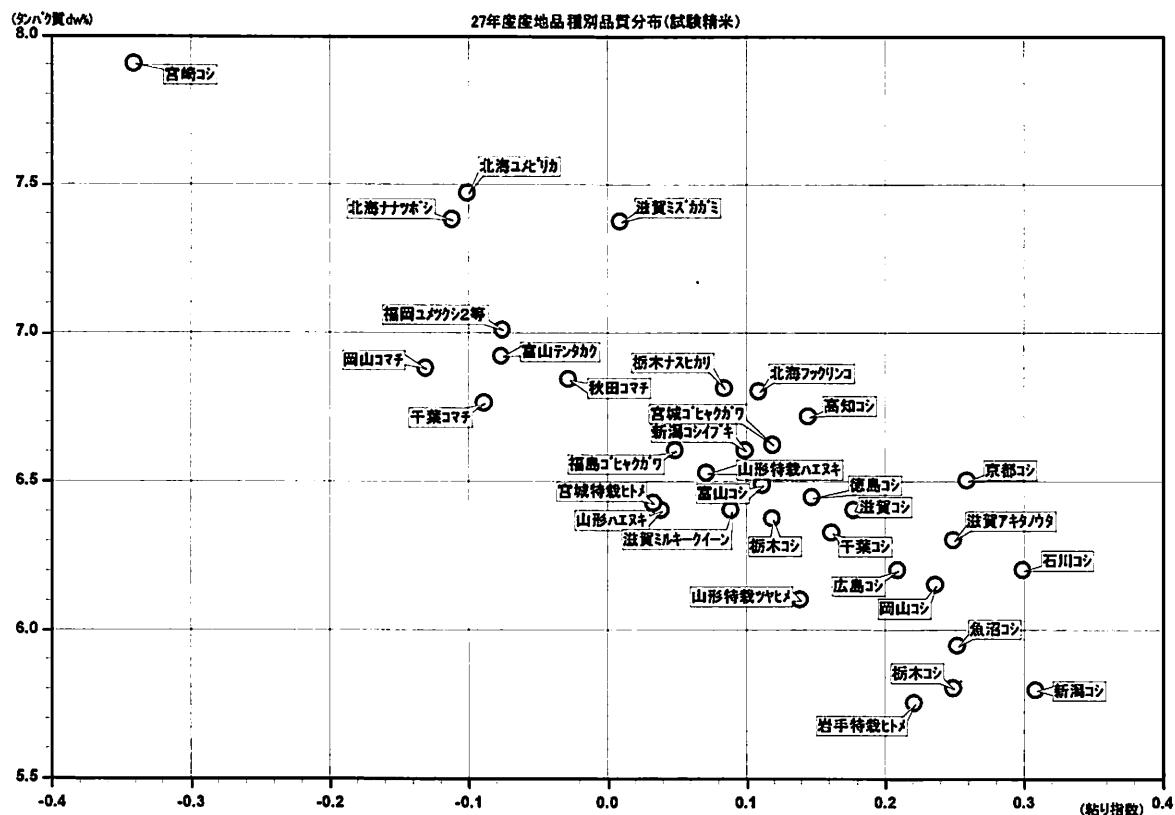
る利点がある。

今年合意に至ったTPPによりより安価な外国産米が国内に入ってくることが予測されるが、業務用販売向けで確りした結びつきを確保する必要があると考えている。また、逆に海外に輸出しやすくなると考えており、富裕層向けに積極的に販売展開をするべきと考える。

#### 4. 品質概況(26年産及び27年産)







コメント: 26年産では西日本のコシヒカリで粉状質粒が多く発生していた。これは高温登熟の影響と思われる。27年産では粉状質粒の発生は多くない。

食味に影響を与えると言われるタンパク質では各県産のコシヒカリが概ね 6.5%以下に収まり、良食味と言われている山形つや姫も平均的に低い傾向にある。

特徴的なのは、近年、市場で高評価を受けている北海道産米のタンパク質が比較的高い事にある。これは、北海道の育成品種がアミロース値の低い品種を選抜している事によると思われるが、この事より食味評価方法を見直す事も考えている。

以上

JA全農栃木県本部 パールライス部 福田悦孝

## 1. 米の品質管理に係わる経緯

1994 年の食糧法「主要食糧の需給及び価格の安定に関する法律」施行により販売が自由化されたことから、消費においても自己責任が生じる様になつた。とりわけ業務用米については品質の選択が問われ、この頃から食味成分や整粒歩合等を測定する検査機器が米業界に流通し、今日に至っている。

## 2. 品質管理に関する取り組み

全農とちぎ(以下、本会といふ)は食糧法の施行以前から業務用精米の取り扱いが多く、平成5年の大凶作をきっかけとして、本格的な品質管理機能を必要とし、同時期に検査機器の導入を行い、品質管理技術の充実に努めてきた。現在、本会品質管理室の考え方としては「消費市場がグローバル化してきており、単に良食味米(価格的に高価)の提供だけでは顧客の満足は得られない」をモットーとしている。

## 3. 品質管理基本業務

### 主要検査と目的(データ活用)

①仕入(主に玄米) 品位(玄米白度・千粒重・容積重・整粒歩合・白度上昇率・搗精歩留・碎粒発生率)・成分(蛋白・水分・蛋白一定水分・アミロース)

鮮度(ph/ケット社鮮度マイスター使用) ⇒ 等級品質確認・産地選定・JAファードバックによる営農支援資料の提供。

②搗精(仕掛け精米) 品位(精米白度・千粒重・搗精度・正常粒歩合・浸漬吸水率・水浸割粒・胚芽残存率)・成分(蛋白・水分・蛋白一定水分・アミロース)

アミロース・試験炊飯(加水率・浸漬時間・炊飯倍率・ご飯水分・碎飯率)・官能検査(外観・食感・食味・総合評価)

⇒ 搗精後早い段階での使用可否(顧客の要求する米飯品質)・産地選定・営農支援資料の提供。

③製品(仕上精米) ②搗精と同じ ⇒ 製品としての出荷可否(顧客の定める商品基準)・製品品質データとして本会部内共有。

④その他 a. 無洗米濁度検査

b. 商品品質検査報告書の作成・発行

c. 全農部門間、JA、その他公的機関(県・農業試験場等)の検査依頼、データ提供

d. 商品に関するユーザーアドバイス・品質クレーム対応

## 4. 品質管理拡大業務

### ①顧客の品質管理支援

大口業務用顧客(ファミリーレストラン・コンビニエンス等)の使用する銘柄(全国約 80 銘柄)、ブレンド構成等(約 50 パターン)の品質検証、バイヤー立ち合いによる試食会(10月新米・4月中間劣化・8月古米化の年3回)による系統データ蓄積、産地選定等の購買支援。

### ②本会差別化商品「栃乃プレミア」の開発・運用

工場に入荷される栃木米の蓄積品質データ、産地の地形・河川図、他社商品を考查し、高食味米を選定による商品の開発、運用。

### ③業態別精米方法による工場支援

精米機の特徴を活用し、顧客の求める品質(主に食感)の精米を品質管理立ち合いのもとに行う。

顧客業態別に家庭用炊飯(主にIH炊飯)、ファミリーレストラン(IH or 中規模ガス炊飯)、コンビニエンスストア(大規模連続ガス炊飯+チルド冷却)、冷凍加工米飯(大規模連続ガス炊飯 or 連続蒸気炊飯+冷凍加工)、回転すし(寿司飯のしゃり玉機械成型)の5パターンに分け精米機種、ならび精米設定パターンによる搗精支援(※銘柄の食味を活かしながら業態の求める食感のコントロールを行う)。

a. 事例1 加工形成に適した精米(主に大規模連続炊飯) … 精米の吸水率を抑え米飯を硬くすることにより碎飯や煮崩れの発生を抑える。

b. 事例2 粒感・作業性重視の精米(主に中規模ガス炊飯) … 研磨にウェイトを置きべたつきを抑え、平皿盛り等作業性、食べやすさを考慮。

### ④外部依頼による品質管理に関する支援

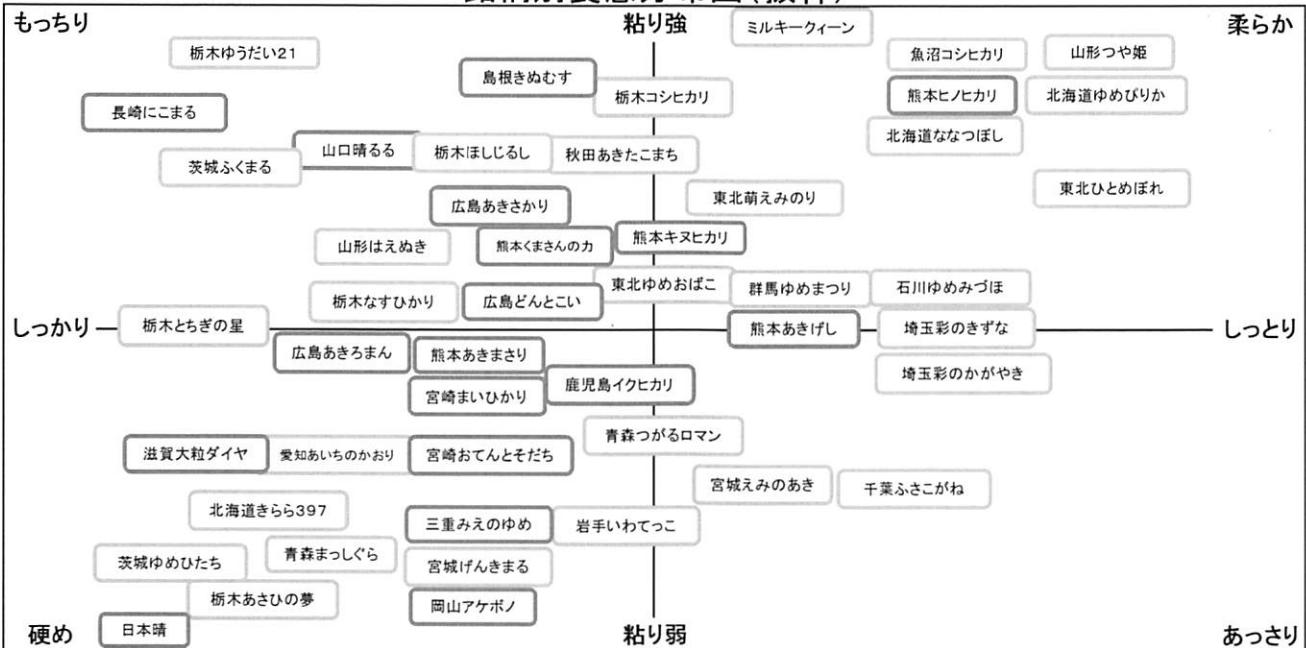
a. 事例1 学術支援(宇都宮大学農学部、大学院) … 土壌、施肥等栽培方法の違いによる水稻米の品質食味検証

b. 事例2 企業支援①(大手コンビニエンスストア) … デパ地下おにぎりと現状のコンビニおにぎりの食感検証による新商品開発

c. 事例3 企業支援②(大手商社) … 海外精米工場における精米方法、および品質検査の技術支援

d. 事例4 営農支援(本会生産資材部) … 鉄コーティング種子開発による水稻米の品質食味検証

## 銘柄別食感分布図(抜粋)



## 26年産銘柄別品質劣化傾向(抜粋)

銘柄	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
栃木コシヒカリ												
栃木なすひかり												
栃木あさひの夢												
栃木とちぎの星												
北海道ななつぼし												
北海道から397												
青森まっしぐら												
秋田あきたこまち												

補足 上記は26年国内産米の艶、食感等、米飯時の官能評価による食味品質を年間を通して調査したものです。  
やや食味低下  
食味低下

この傾向はお米に含まれる蛋白質や水分、同じ銘柄であっても産地により硬質・軟質の違い  
によって違いが生じ、一般に関東周辺や西日本は硬質米、東北や北陸は軟質米といわれています。  
例として、コシヒカリについては新潟は軟質、栃木は硬質傾向で、特徴としては軟質はやや玄米の劣化が早いことから、栃木と比較し、古米臭が生じ易くなる傾向が見られます。…

## 26年産栃木米主要ブレンド適性(抜粋)

2種ブレンド	栃木なすひかり	栃木あさひの夢	栃木とちぎの星	北海道ななつぼし	北海道から397	青森まっしぐら	東北ひとめぼれ	山形はえぬき	秋田萌えみのり	石川ゆめみづほ	群馬ゆめまつり	広島あきさかり	岡山アケボノ	島根きぬむすめ
栃木コシヒカリ	○ (和・洋・中)	○ (洋・中)	×	△	△	△	○ (和・洋)	○ (洋・中)	○ (和・洋)	○	×	○ (洋・中)	○ (洋・中)	○ (和・洋)

補足 なすひかりは粘りがあり、粒のしっかりした銘柄で、洋食・中華にかけては粒感を強調する銘柄が良い結果となっています。

2種ブレンド	栃木あさひの夢	栃木とちぎの星	北海道ななつぼし	北海道から397	青森まっしぐら	東北ひとめぼれ	山形はえぬき	秋田萌えみのり	石川ゆめみづほ	群馬ゆめまつり	広島あきさかり	岡山アケボノ	島根きぬむすめ
栃木なすひかり	△ (洋・中)	×	△	△	○ (洋・中)	○ (洋・中)	△	○ (和・洋)	×	○ (洋・中)	○ (洋・中)	△ (和・洋)	○ (和・洋)

補足 なすひかりは粘りがあり、粒のしっかりした銘柄で、洋食・中華にかけては粒感を強調する銘柄が良い結果となっています。

2種ブレンド	栃木とちぎの星	北海道ななつぼし	北海道から397	青森まっしぐら	東北ひとめぼれ	山形はえぬき	秋田萌えみのり	石川ゆめみづほ	群馬ゆめまつり	広島あきさかり	岡山アケボノ	島根きぬむすめ	
栃木あさひの夢	○ (中)	△ (中)	○ (中)	○ (中)	△ (中)	○ (中)	○ (和・洋)	○ (中)	×	○ (中)	○ (中)	—	— (和・洋)

補足 あさひの夢は比較的粘りが低い反面、粒の大きさにより弾力性のある粒感があることから、つなぎ要素としての相性をお勧めします。

2種ブレンド	北海道ななつぼし	北海道から397	青森まっしぐら	東北ひとめぼれ	山形はえぬき	秋田萌えみのり	石川ゆめみづほ	群馬ゆめまつり	広島あきさかり	岡山アケボノ	島根きぬむすめ
栃木とちぎの星	×	△	—	—	—	—	—	—	○ (中)	○ (中)	—

補足 とちぎの星は極めて粒が大きいことから、単品が適していますが、業態に応じてブレンドすることも可能な品種です。尚、上記は比較的粒の大きい銘柄との相性を示しています。

### ブレンドのメリット

- ①ブレンド相性により、ベースとなる銘柄の食味を向上させることができる。
- ②ブレンドすることにより、業態の求める食味・食感の要求に近付けることができる。
- ③単品による原料品質のフレを防止し、安定した品質の精米供給を可能とする。

### ブレンドに適しない銘柄(粒の大きさや食感に個性があることからブレンドにおいて違和感を感じる)

秋田あきたこまち 食感に個性(硬め)があることから違和感を感じる。宮城ササニシキもこれにあたる  
石川ゆめみづほ 北陸(新潟～福井)のお米は軟質であることから、食感が軟らかいことから、食感に違和感を感じる。福井華越前等の同様。  
千葉ふさごね 米質の粉っぽい傾向があり、ブレンドにおいて阻害感を感じやすい。千葉ふさごねも同様。

## 一般講演

20課題

(一般講演 )

## 2015 年の水稻新品種「ゆうだい 21」の生育・収量

高橋 行継<sup>1)</sup>・舛水 靖彦<sup>2)</sup>・森 郁夫<sup>3)</sup>

(<sup>1)</sup>宇都宮大学農学部附属農場、<sup>2)</sup>木徳神糧株式会社、<sup>3)</sup>株式会社森商店)

The Growth and Yield of a new paddy rice cultivar 'Yudai 21'in 2015.

Yukitsugu TAKAHASHI<sup>1)</sup>, Yasuhiko MASUMIZU<sup>2)</sup>, Ikuo MORI

宇都宮大学農学部附属農場（以下農場）では、2010年1月に水稻粳品種として「ゆうだい 21」（以下ゆうだい）を品種登録した。ゆうだいは炊飯米に独特の粘りがあり、放冷後再加熱してもその特性が失われにくいという点から、おにぎりやチルド米飯向けとして注目されている。大学から栽培マニュアルは刊行されているが、国内各地での一般農家への作付け拡大が進む中、地域性をより反映した栽培マニュアルの構築が求められている。2015年は初めての試みとして、栃木県内の生産者圃場で生育・収量調査を実施したので、その概要を報告する。

### 【材料と方法】

2015年栃木県内7箇所にゆうだい栽培農家の協力を得て、試験圃場を設置、調査を実施した。各圃場の耕種概要を表1に示す。今回は調査圃場設置に当たっての準備が十分にできなかつたため、各圃場の施肥条件などは農家慣行とし、全体での統一はされていない。1圃場について対角線上に3箇所の調査箇所（4条×10株、計40株）を最初の調査時に設定した。3回の生育調査は各調査区中の一番南側の条、10株を対象とした。調査項目は最初の2回は草丈、茎数、葉色（SPAD）、出穂後の1回稈長、穗長、穗数、葉色（SPAD）とした。収穫は各調査区40株すべてを対象にして、穗数を計測後風乾後し、全重、粒重、玄米重をはじめ、粒数、登熟歩合、千粒重などの収量構成要素のほか、品質等について調査を行った。収量構成要素の調査は楠田（1994）により、各調査区収穫株の全粒から得た均分サンプルを使用して求めた。また各圃場に出穂期以降、積算温度計を設置した。

### 【結果と考察】

各調査圃場の生育調査並びに収量調査結果を表2から表4に示す。本年は本田栽培期間の前半は概ね高温・多照の気象に恵まれ、特に幼穂形成期から出穂期直前までは異常な高温となつた。しかしながら、出穂期以降、成熟期間の気温は平年並みからやや低めに経過した。特に日照不足が著しかつたため（気象図省略、講演会で発表予定）、登熟が不良となつた。このため、屑米が多発し、玄米重が低下した圃場が目立つた。穗数は品種特性からみてほぼ妥当な本数を確保できたものの、登熟不良を招きやすい気象条件となつたことが大きく影響した。特にゆうだいは玄米の形状が長粒傾向である一方で、粒厚が薄い傾向がある。このため、他の品種粒厚選別基準では通常年でも屑米が多くなる傾向があり、本年は不利に作用したものと考えられる。

ゆうだいは、前報でも報告したとおり、都道府県の水稻育種戦略の中で育成された品種ではない。このような経緯もあり、栃木県の奨励品種として採用されていない。普及拡大を図るためにには求められる様々な業務を大学が単独で実施しなくてはならない。しかしながら、地道な活動の中で、ゆうだいの持つ食味特性を高く評価し、販売ビジネスを希望する米卸業者と流通業者が名乗りをあげ、活路が開き始めている。今後は各地域に適合した栽培マニュアルの再構築が課題となっている。なお、収量構成要素、品質等のデータは講演会当日発表する予定である。

表1 調査圃場の耕種概要 (2015).

農家名	播種日 (月・日)	移植日 (月・日)	基肥N (kg/10a)	播種量 (g/箱)	栽植密度 (株/m <sup>2</sup> )	記事
①	3.29	5.4	4	150	16.8	ひとふりくん+鶏糞+リン酸、苦土、ケイ酸40kg
②	4.25	5.21	8.4	180	15.0	オール14+鶏糞+米糠
③	4.12	5.6	6	140	14.9	ハイチツソ12-16-12
④	4.9	5.08	5.8	130	14.4	バイオ有機+マドラゲア
⑤	4.22	5.15	6	140	18.5	ヰコト5781CE
⑥	4.21	5.23	6	110	15.0	ひとふりくん側条086+健康大地
⑦	4.26	5.26	4	110	15.4	コシ専用086有機入り苦土30

太字の栽植密度は収穫時の実測値。調査区3箇所の平均値を示す。

表2 調査圃場の生育調査結果 (2015).

農家名	所在地	6月22日			7月9日			記事
		草丈 (cm)	茎数 (本/株)	葉色 (SPAD)	草丈 (cm)	茎数 (本/株)	葉色 (SPAD)	
① 宇都宮市上籠谷	68.8	24.0	37.4	86.2	24.8	34.7	オモダカ多。生育、葉色むら	
② 真岡市物井	49.5	18.9	36.5	66.2	23.1	31.6	クログアイ多。生育、葉色むら	
③ 芳賀町ハツ木	62.3	23.9	35.1	79.2	25.2	31.6	樹い特に良好	
④ 高根沢町飯室	59.2	23.4	38.5	80.3	25.6	36.1	生育、葉色むら	
⑤ 日光市大室	51.4	24.8	37.6	67.6	24.7	33.8	樹い良好	
⑥ 日光市小倉	50.1	14.9	39.2	71.5	23.2	35.8	樹い良好	
⑦ 佐野市富士町	未調査			69.7	23.2	40.0	欠株目立つ	

農家名	所在地	8月20日 (太字: 収穫時)						記事
		稈長 (cm)	穗長 (cm)	穗数 (株/本)	穗数 (本/m <sup>2</sup> )	葉色 (SPAD)	出穂期 (月/日)	
① 宇都宮市上籠谷	109	21.2	18.6	313	33.6	7/26	倒伏3~4(全面)	
② 真岡市物井	95	20.8	14.3	217	29.3	8/ 9	雑草多、倒伏2~3(60%)	
③ 芳賀町ハツ木	100	21.8	18.5	278	29.8	8/ 6	倒伏2(ごく一部)、857°C	
④ 高根沢町飯室	97	21.2	19.0	276	27.6	8/ 6	倒伏4(70%)、877°C	
⑤ 日光市大室	97	19.0	16.3	302	31.4	8/ 9	倒伏2、5%、969°C	
⑥ 日光市小倉	108	20.8	16.4	245	35.6	8/12	倒伏2、10%、882°C	
⑦ 佐野市富士町	108	21.7	17.5	270	31.1	8/10	倒伏3~4(30%)、980°C	

調査株数は1圃場につき3箇所(4条×10株m、計40株)を調査箇所として選定。

上記3箇所から各1条連続10株について調査を行った。上記データはその平均値を示す。

太字数値、記事は収穫時調査。穗数は圃場3箇所各40株収穫による調査。温度は収穫時の積算気温。

表3 調査圃場の収量調査結果 (2015).

農家名	全重	粒重	粗玄米重	精玄米重	肩米割合	粒/葉比	粒摺歩合	記事
	(kg/10a)				(%)	(%)		
①	1675	862	709	543	23.4	1.06	82.3	倒伏3~4(全面)
②	1210	552	438	346	18.6	0.84	79.3	雑草多、倒伏2~3(60%)
③	1530	736	602	500	16.8	0.93	81.8	倒伏2(ごく一部)、857°C
④	1335	623	520	329	36.2	0.88	83.5	倒伏4(70%)、877°C
⑤	1376	683	572	493	13.8	0.99	83.7	倒伏2(5%)、969°C
⑥	1173	543	455	377	17.0	0.86	83.8	倒伏2(10%)、882°C
⑦	1387	629	509	330	32.4	0.83	80.9	倒伏3~4(30%)、980°C

調査株数は1圃場につき3箇所(4条×10株m、計40株)を調査箇所として選定。

圃場3箇所各40株収穫による調査の平均値。水分は15%換算。精玄米は粒厚1.8mm以上の玄米。

記事中の温度は各圃場収穫時の出穂期後積算気温。

## 「ササニシキ」型良食味品種「東北 194 号」の食味特性

永野 邦明

(宮城県古川農業試験場)

Characteristics of Eating Quality of rice cultivar 'Tohoku 194' with 'Sasanishiki'-type good eating quality of cooked rice.

Kuniaki NAGANO

水稻品種「ササニシキ」は 1980 年以降、頻発する冷害により収量・品質ともに不安定となり、「ひとめぼれ」の普及により急速に作付けを減らした。一方「コシヒカリ」は作付けを拡大するとともに、北海道から九州まで「コシヒカリ」系の粘りの強い食味の新品種が数多く育成され、急速に普及して作付けの上位を占めている。そのため、炊飯業界からは「コシヒカリ」ほどの粘りはないが、食べ飽きないと言われる「ササニシキ」系の食味の品種が待望されている。ところが、「ササニシキ」系食味の明確な定義がなく、食味官能試験、タンパク質等の成分分析や食味計等の機器分析による評価が難しいため、食味選抜に有効な判別指標が求められていた。

### 1 炊飯米特性を活用した多様な食味評価法の開発

「ササニシキ」の食味特性を客観的に評価する手法として、炊飯米の物性を 1 粒単位でテンシプレッサーを用いて多面的に計測する手法及び炊飯米の溶出固形物重量、ヨード呈色度、膨張容積等の炊飯特性を調査し、「ササニシキ」系の食味品種を明確に判別できる炊飯米特性の項目を見出することを目指した。

炊飯米の表層物性（炊飯粒 25% 圧縮）には 5 品種で明らかな違いが見られたが、全層物性（炊飯粒 90% 圧縮）には明確な差が見られなかった（第 1, 2 表）。「ササニシキ」の炊飯米表層の硬さは「ひとめぼれ」より柔らかく、供試品種の中では最も柔らかかった。「ササニシキ」は「ひとめぼれ」より表層の粘りは弱く、付着量が少なく、食味の劣る「トヨニシキ」と粘りは同程度であるが付着量は多かった。測定数値の年次変動は大きいが、品種の序列に逆転はなく、炊飯米の表層物性は品種の食味特性を相対評価する有効な指標と考えられた。また、炊飯特性のヨード呈色度／溶出固形物重量の値は、年次変動が小さく品種間差が明瞭で、「ササニシキ」は「トヨニシキ」より小さく、「ひとめぼれ」等の粘りの強い品種よりも大きい傾向が見られた。炊飯米の膨張容積にも品種間差があり、「ササニシキ」は「ひとめぼれ」より大きく「トヨニシキ」より小さい傾向が見られた（第 1, 2 表）。以上のことから、炊飯特性のヨード呈色度／溶出固形物重量や膨張容積は、「ササニシキ」系と「コシヒカリ」、「ひとめぼれ」系などの食味特性を判別するのに有効な指標であると考えられた。また、これらの炊飯特性の指標を、実際の育成材料の選抜にも活用できることも確認した（第 3 表）。

### 2 「ササニシキ」型良食味品種「東北 194 号」の開発と食味特性

炊飯米の物性及び炊飯特性調査結果を選抜指標に用いて、「ササニシキ」と「ひとめぼれ」の交配後代から、耐冷性極強・穗発芽性難の良食味品種「東北 194 号」を育成した。

「東北 194 号」の炊飯米特性は、膨張容積が「ササニシキ」並に大きく、ヨード呈色度／溶出固形物重量が「ササニシキ」に近い特性を示した（第 3 表）。炊飯米の物性は表層が「ササニシキ」並に軟らかく、粘り・付着量は「ひとめぼれ」より小さく、バランス度も「ササニシキ」に近い特性を示した（第 3 表）。

「東北 194 号」の炊飯米の食味官能評価では、「ひとめぼれ」より粘りは弱くて「ササニシキ」に近く、「ササニシキ」より柔らかく、総合評価では「ササニシキ」に近いと評価された（第 4 表）。冷蔵米飯、酢飯の食味官能評価はともに「ササニシキ」に近く、「ひとめぼれ」とは粘りで明らかに違う特性を示し、寿司や弁当等の和食に適すると考えられた（第 4 表）。

「東北 194 号」は 2012 年に品種登録され 2013 年に宮城県で奨励品種に採用され、2015 年に一般作付け（約 100ha）が開始された。宮城県大崎市では「ささ結」の愛称で販売を開始し、注目を集めつつある。

### 引用文献

Breeding of new rice cultivar 'Tohoku 194' with 'Sasanishiki'-type good eating quality of cooked rice, Breeding Sci. 63:233-237

第1表. 主要品種の炊飯米特性

試験年次	品種名	表層物性(25%低圧縮)				全体物性(90%高圧縮)				炊飯特性			
		硬さ (H1) (N)	粘り (-H1) (N)	付着量 (L3) (mm)	バランス度 (-H1/H1)	硬さ (H2) (N)	粘り (-H2) (N)	付着量 (L6) (mm)	バランス度 (-H2/H2)	膨張 容積 (cm^3)	ヨード星色度 ／溶出固形 物重量		
		0.79 ササニシキ	a 0.16	a 1.21	b 0.20	ab	19.5 ササシグレ	a 3.99	a 1.91	a 0.20	a 33.9	ab 3.28	a a
2003 - 2005	ササニシキ	0.89 ササシグレ	b 0.17	ab 1.26	b 0.19	bc	20.5 コシヒカリ	a 3.97	a 1.93	a 0.19	a 32.3	bc 3.19	b b
	コシヒカリ	0.86 ひとめぼれ	b 0.18	b 1.24	b 0.21	a	19.4 ひとめぼれ	a 3.99	a 1.90	a 0.21	ab 32.0	bc 3.20	b b
	トヨニシキ	0.85 トヨニシキ	b 0.15	a 1.11	c 0.18	c	19.9 トヨニシキ	a 3.41	b 1.89	a 0.17	c 34.9	a 3.72	c c

注)異なるアルファベット間では有意差あり(5%)

第2表. 5品種、10形質の分散分析結果

要因	平均平方								炊飯特性		
	表層物性(25%低圧縮)				全体物性(90%高圧縮)				炊飯特性		
	硬さ (H1) (N)	粘り (-H1) (N)	付着量 (L3) (mm)	バランス度 (-H1/H1)	硬さ (H2) (N)	粘り (-H2) (N)	付着量 (L6) (mm)	バランス度 (-H2/H2)	膨張 容積 (cm^3)	ヨード星色度 ／溶出固形 物重量	
品種 C	4 8.1E-03 **	8.9E-04 **	4.6E-02 **	9.2E-04 **	1.5E-01	4.5E-02 *	1.0E-02	1.7E-03 **	12.18 **	0.42 **	
年次 Y	2 1.4E-04	1.1E-02 **	4.1E-01 **	1.5E-02 **	6.6E-01 *	1.7E-01 **	1.5E+00 **	7.3E-03 **	37.80 **	0.17 **	
C × Y	8 4.5E-03 **	1.1E-04	5.9E-03 *	4.7E-05	7.7E-02	7.3E-03	3.0E-02	1.5E-04	6.80 *	0.02 **	
誤差	15 1.1E-03	1.3E-04	1.9E-03	9.1E-05	1.4E-01	9.9E-03	2.0E-02	1.2E-04	1.70	0.01	

注)\*\*\*:それぞれ 5%, 1% で有意。

第3表. 選抜系統(東北194号)の炊飯米特性評価

試験年次	品種名	表層物性(25%低圧縮)				炊飯特性			食味官能	
		硬さ (H1) (N)	粘り (-H1) (N)	付着量 (L3) (mm)	バランス度 (-H1/H1)	膨張 容積 (cm^3)	ヨード星色度 ／溶出固形 物重量	評価		
								総合		
2005	5P-307	0.89	0.21	1.37	0.24	32.15	3.42	1.2		
	5P-320	0.82	0.19	1.37	0.23	30.53	3.57	1.3		
	5P-321	0.92	0.20	1.34	0.22	30.96	3.34	1.2		
	5P-317(東北194号)	0.86	0.19	1.29	0.22	31.66	3.47	1.2		
	ササニシキ	0.87	0.19	1.31	0.22	30.90	3.47	1.2		
	ひとめぼれ	0.93	0.22	1.54	0.24	30.21	3.25	-		
2007	東北194号	0.80	0.16	1.25	0.20	34.70	-	-		
	ササニシキ	0.80	0.16	1.24	0.21	34.50	-	-		
	ひとめぼれ	0.86	0.19	1.34	0.22	31.70	-	-		
2008	東北194号	0.59	0.18	1.51	0.31	33.50	2.58	-		
	ササニシキ	0.61	0.17	1.28	0.27	33.90	2.85	-		
	ひとめぼれ	0.59	0.20	1.41	0.33	32.40	3.03	-		

注)食味官能総合評価: 良 (+5)~不良 (-5)

第4表. 「東北194号」の食味試験結果

炊飯米条件	試験年次	品種名	硬さ	粘り	総合	基準品種	
	(回数)						
炊飯直後	2007 (3回)	東北194号 ひとめぼれ	-0.3 0.1	0.0 0.6	0.1 ** 0.6	*	ササニシキ
冷飯	2008 - 2009 (2回)	東北194号 ひとめぼれ	0.0 -0.3	0.1 0.7	0.2 0.7	*	ササニシキ
酢飯	2008 - 2009 (3回)	東北194号 ひとめぼれ	0.0 -0.4	-0.2 0.7	0.2 ** -0.4		ササニシキ

注1) 硬さ: 硬い(+3) - 柔らかい(-3) 粘り: 粘る(+5) - 粘らない(-5)

総合: 良(+5) - 不良(-5)

注2) \* , \*\*: それぞれ基準品種ササニシキと 5, 1% で有意差あり。

食味コンクールおよび品質コンテストにおける  
出品米の検査からタンパク値と食味値を分析評価検証  
平田 孝一  
株式会社アイホー炊飯総合研究所 所長

To analyze, assess and verify the protein value and taste appraisal value at the inspection of the exhibit rice in taste contest and rice quality contest.

Director Takakazu HIRATA  
AIHO CORPORATION RICE RESEARCH INSTITUTE

【分析対照】

- 第16回 米・食味分析鑑定コンクール：国際大会  
平成26年産新米全出品米 分析資料集／出品数4340点
- 第2回 すし米コンテスト・国際大会  
完熟米出品米総合観察資料集／出品数132点

【審査内容】

- 一次審査：玄米全品分析 整粒度75%以上、食味値85点以上 二次審査進出。  
二次審査：白米一次審査通過のみ 100gを精米 味度計によるおねば値を測定。  
一次・二次審査の合計により、各部門のノミネート者選出。  
その資料集では下記の表1を示します。

表1.

品目	品目	品目	品目	品目
○	○	○	○	○

米・食味鑑定士協会ではノミネートまで、資料作りには4360点以上が一度に全国から集まる。

2. すし米コンテストは60項目作業。

一次審査：玄米全検査 精米負荷を白度測定を見て加減を白度38±2前後まで調整。

二次審査：白米全品検査

三次審査：白飯＋酢飯の理化学物理測定

最終審査：各最良値を100%として、玄米＋白米＋白飯＋酢飯の合計を平均値を算出の上、総合観察評価を行う。項目は表2を示します。

表2.

品目	品目	品目	品目	品目
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○

3回測定後の計算と割り出し行う。品質を極めるも玄米品質が最良であれば白米・白飯・酢飯加工にも大きく影響する。

分析：この2本の資料集から12の分析を行っている。

その中から食味と品質のテーマに相応しいタンパク値と食味値を紹介してみた。

表3.タンパク質と食味値の推移（別紙参照）

2点の1.2.のタンパク値と食味値のコラボを示した。

1.米・食味分析鑑定コンクールの測定は緑色で示し、2.すし米コンテストは赤色と青色で示している。緑色は玄米測定の食味値とタンパク値の箇所に出点数が記入されている。数値の多いところをベタ塗りで示した。

一方、すし米コンテストの玄米は赤色で示す。表中で示すように、下段に点数を%に置き換えた数値が3段に示した。明らかに数値の多いところのベタ塗りを見ても上欄のタンパク値では6.1～7.0間にコンクールの分が集中している。

コンテストでは6.6～7.5では一部重なる箇所もあるが、品質コンテストではタンパク値も高く、食味値も低いことが統計でも示される。

精米することで糠層が除去されるので、さらに食味とタンパク値は下がることも示される。

これだけの点数の中での食味とタンパク値の分析に他に類を見ない。

表4.食味コンクール対品質コンテストの審査比較 (%)

	整粒率					
	60～65	66～70	71～75	76～80	81～85	86～90
食味コンクール 4340点(%)		26.2		27.6	27.1	14.6
品質コンテスト 132点(%)	7.6	12.9	29	29	14.5	7.0
	食味値					
	60～65	66～70	71～75	76～80	81～85	86～90
食味コンクール 4340点(%)		16.8			29.4	42.6
品質コンテスト 132点(%)	3	12.2	27.5	32.1	19.8	5.4
	タンパク値					
	6.0以下	6.5～	7.0～	7.5～	8.0～	9.0～
食味コンクール 4340点(%)		56.2	16.8	7.6	3.5	0.37
品質コンテスト 132点(%)	0	14.5	26	24.4	19.1	15.3
	含水率					
	10.0～	11.0～	12.0～	13.0～	14.0～	15.0～
食味コンクール 4340点(%)		0.3	26.3	21.6	58.6	19.3
品質コンテスト 132点(%)	1.5	4.6	13.0	51.9	27.5	1.5

整粒率・食味値・タンパク・含水率の分析を行ってみた。

整粒率では、食味コンクールでは 60~85 までと巾が広く示している。一方、品質コンテストでは 71~80 に集中している。粒々感を引き出すすし米には玄米で 8.1~8.5 を示すことが望ましい。

食味値とタンパク値は表 3. で示したが、グラフにするとわかりやすい。

含水率：米・植分析鑑定コンクールは水分が多い。新米時の米質は軟らかくて粘りも出ているので 12.0~14.0 台に集中している。

すし米コンテストは完熟米は冷蔵保管でもあり、硬くて粒離米は 13% 台に集中していることが示される。

以上のように、米飯商品から見た品質重視では白飯から加工分野におけるほぐし・混ぜ・冷却・保水膜の飛散や崩れにも耐える米質が必要となる。日本米の滑らかな粘りと喉越しを通るときの心地良さは外国米より優れている。米飯商品米作りこそ TPP にも勝てる。

日本米と世界中が認めている時代に入っている。がんばろう日本米。20% の生産量でも気配りのあるおもてなし米を作っていただきたい。

第2回 すし米コンテストおよび米・食味分析鑑定コンクール:国際大会  
タンパク質と食味値の推移

表3.

食味値	以外	タンパク質									合計数		食味値数比較(%)				
		5.1-5.5	5.6-6.0	6.1-6.5	6.6-7.0	7.1-7.5	7.6-8.0	8.1-8.5	8.6-9.0	9.1-9.5	白米	玄米	玄米	白米	コンクール		
49											1	1					
52																	
54										1		1					
57										1		1					
59										2		2					
60									1			1					
61										1			1				
62								1	2			3					
63								2				1	2	1			
64								2				2					
65						1	6			2		7	2		5.3		
66						2	4			1	1	6	2				
67						2	2			2		4	2				
68						5	1			2		6	2		4.5		
69						8			4	2		8	6		6.1		
70						2	7		2	1	1	9	4		6.8		
71						4	1		7	4		5	11	8.4			
72						9	1	2	2	1		10	5		7.5		
73						3		5	1	1		3	7	5.3			
74						1	8		2	3		9	5		6.8		
75						2	4	1	5	1		6	7	5.3	4.5		
76					1	10	1	1	6	2		12	9	6.9	9.1		
77					7		6	1	3			7	10	7.6			
78					2	2	39	2	264	6	119	36	16		4.8	6.1	
79					1	1	1	72	3	43	2			2	6		
80					3	1	1	2	117	1	6	15	1		5	9	6.9
81					6		11	1	175	9	3	1			6	11	8.4
82					5		71	1	152	4	3				5	5	
83						166	4	117		1	1				5		6.5
84	3				2	217	3	42	2					3	5		6.0
85	1				30	276		10	1					1	1		
86					96	221	1	2						1			7.3
87					181	1	151	1	3					2			7.7
88	1				3	281	2	68						1	2		8.1
89					7	263	1	19						1			6.7
90					33	179	1	5	1					1			
91					94	134	1										
92					127	49	1										
93					2	136	8										
94					2	95	8										
95					9	57											
96					26	19											
97					26	4											
98	1				10												
99					3												
100	2				5												
101					1												
102					3												
合計					2	3	18	24	31	28	18	3	3	1	1	132	
					0	0	0	5	14	35	32	25	15	4	1	131	

※玄米食味(54.9%)  
81 ~ 71  
※白米食味(50.6%)  
76 ~ 65  
※コンクール食味(42.3%)  
88 ~ 83  
内に集中

	玄米	白米	第16回 米・食味分析鑑定コンクール:国際大会
一番多い	タンパク質含有率が高い。	精米することで玄米より低い位置を示す。	食味重視で一番低い位置を示す。
やや多い	よりもさらに高い方を示す。	玄米と同じように高い方を示す。	同じく高い方を示す。
3番目	さらに高くなる。	左に低い方を示す。	右に低い方を示す。

●すし米出点品はあきらかに白飯用食味コンクールよりもタンパク質値は高いことを示す。

第2回 すし米コンテスト・国際大会

(一般講演1)

## 海外産ジャポニカ米の品質と食味官能評価

加藤 和直<sup>1)</sup>・松江 勇次<sup>2)</sup>・伊東 正一<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>秋田県農業試験場、<sup>2)</sup>九州大学大学院農学研究院)

The quality and palatability of japonica rice grown in japan and other countries.

Kazunao KATO<sup>1)</sup>, Yuji MATSUE<sup>2)</sup>, Shoichi ITO<sup>2)</sup>

国産ジャポニカ米の国際競争力を解明するためには、ジャポニカ米の食味官能試験を基にした科学的品質評価および価格的評価システムの構築が必要である。しかし、国産のジャポニカ米に関する食味官能試験評価は玄米・白米の成分分析とともに多く行われているが、海外産のジャポニカ米に関する食味・品質の評価は少ない。そこで、海外で市販されているジャポニカ米を総合的に評価するための基礎データとして、船輸送等による経時的な品質劣化前のジャポニカ米を世界各地の現地スーパー等で購入し、日本人パネルを用いた食味官能試験を行い、食味官能に影響を与える特性を検討する。

### 【材料および方法】

#### 1. 供試試料

9カ国(アメリカ・ウルグアイ・ブラジル・韓国・中国・台湾・バングラディシュ・タイ・ベトナム・日本)の産地の銘柄を使用した。また、理化学分析には北海道・秋田・宮城・福島・新潟・長野・千葉・愛知・高知・福岡・佐賀・沖縄の12道県の品種を用いた。食味官能試験用の国産米としては秋田農試産米(高温処理したあきたこまちを含む)のみを用いた。

#### 2. 理化学分析

水分:試料5g、105°C、24時間法で水分を測定し、湿量基準で水分含有率を求めた。

アミロース含有率:測定値に水分補正、重量補正を加え、乾物基準で白米のアミロース含有率を求めた。(BLTEC 社オートアナライザー)

タンパク質含有率:ケルダール分解-水蒸気蒸留法で求めた窒素濃度に換算係数 5.95 を乗じて、乾物基準による白米のタンパク質含有率

#### 3. 食味官能試験

松江ら(1992)の少数パネル、多数試料による米飯の官能検査に準じて実施した。食味評価は、1回の供試点数(基準米の秋田農試産「あきたこまち」を含む)が 10 点で、炊きあがりから 20 分程度放冷した試料を評価した。評価項目は、食料庁方式に準じー3～+3の7段階で評価した。

### 【結果および考察】

1. 白米水分含有率が 13.5% の以下の状態で売られているものが多く、海外産全体において有意に低かった(図1)。アミロース含有率は中国産米で有意に高かったが、海外産全体では有意ではなかった(図2)。タンパク質含有率は、アメリカ産で国産米並、中国・台湾・ベトナム産米では有意に高かった(図3)。
2. 食味官能評価において、海外産ジャポニカは秋田農試産「あきたこまち」に比べ、外観に劣り(白さ以外)、香りが劣り(日本人パネルが異質と感じる香り)、粘りの小さいものが多く(粘りがあっても総合が劣る)、結果として総合で大きく劣る品種・銘柄が多い。(表1)

3. 秋田農試産の食味が中位以下の品種や高温下で登熟した品種では、特に香りが劣り海外産ジャボニカ米並の食味官能評価になる可能性がある(図4)。

以上のことから、国産米の中でも品種や栽培上の問題で香りの劣るものは、海外産ジャボニカと競合する可能性がある。また、海外産米においては香り米以外においても「香り」が食味を左右するポイントになっていると考えられ、「香り」の原因を特定することで、食味が大きく改善する可能性がある(図5)。そして、水分含有率を国産米並に調整すると、外観だけではなく香りが改善する可能性がある(図6)。

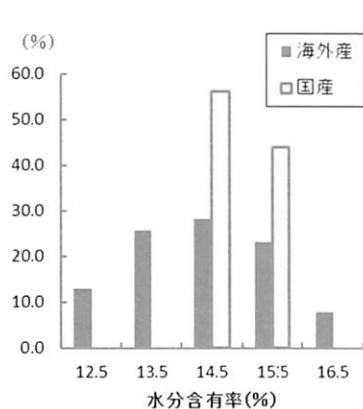


図1 水分含有率の分布

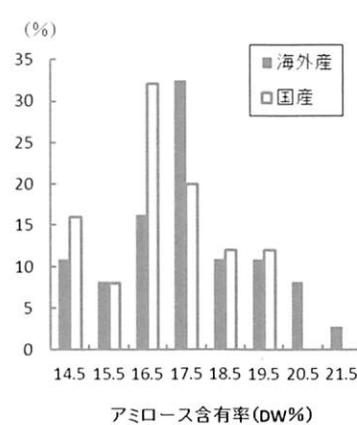


図2 アミロース含有率の分布

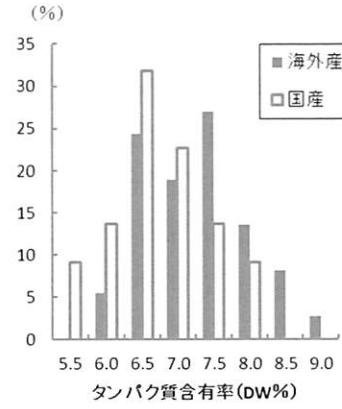


図3 タンパク質含有率の分布

表1 海外産ジャボニカ米における食味官能試験評価の一例

品種名	総合	外観			香り		味		粘り	硬さ
		白さ	つや	総合	強弱	良否	甘み	総合		
秋田農試産 あきたこまち	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
米国産 コシヒカリ	-0.84 **	-0.32	-0.68 **	-0.47	0.11	-1.26 **	-0.89 **	-1.05 **	-0.11	0.00
米国産 あきたこまち	-1.16 **	-0.21	-0.58 **	-0.63 **	0.00	-1.21 **	-0.58 *	-0.79 **	-0.63 **	-0.26
ベトナム産 コシヒカリ	-1.58 **	-0.16	-0.89 **	-0.84 **	-0.21	-1.79 **	-0.95 **	-1.21 **	-1.16 **	-0.68 *

注)基準品種は秋田農試産「あきたこまち」。パネルは19名で構成され、表中の\*、\*\*はそれぞれ5%。1%で有意であることを表す

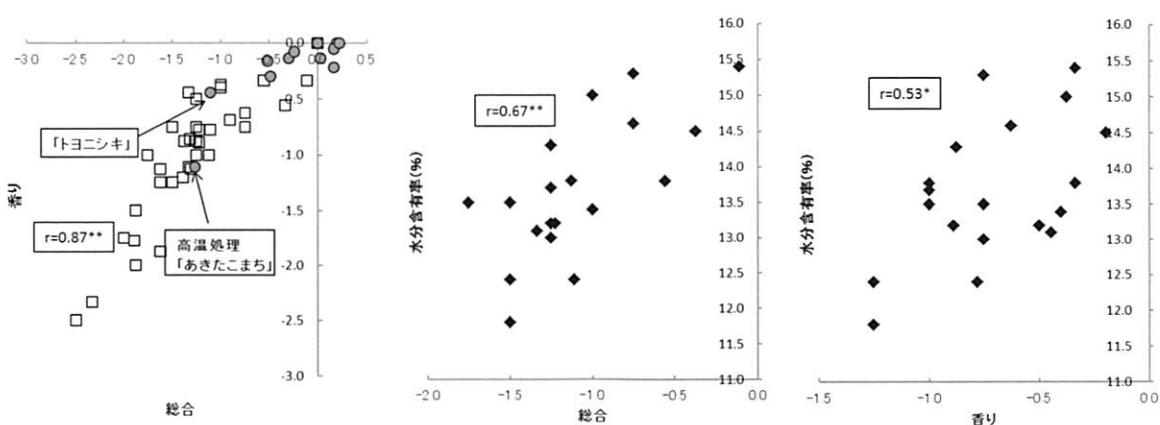


図4 「総合」と「香り」の関係

図5 総合と水分含有率の関係

図6 「香り」と「水分含有率」の関係

注)表中の\*、\*\*はそれぞれ5%。1%で有意であることを表す

(一般講演1)

## 中国短粒種米の食味官能評価用の基準米

段 晓亮<sup>1)</sup>・孫 輝<sup>1)</sup>・藤田 明子<sup>2)</sup>・金川 寛<sup>2)</sup>・高津 地志<sup>2)</sup>・河野 元信<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>中国国家糧食局科学研究院、<sup>2)</sup>株式会社サタケ 技術本部)

### Study on the Candidate of Reference Samples for Sensory Test of Cooked Japonica Rice in China

Xiaoliang DUAN<sup>1)</sup>, Hui SUN<sup>1)</sup>, Akiko FUJITA<sup>2)</sup>, Hiroshi KANAGAWA<sup>2)</sup>,

Kunimoto TAKATSU<sup>2)</sup>, Motonobu KAWANO<sup>2)</sup>

中国の重要な主食の一つである米の生産量は 2014 年度で約 20,642 万 t(穀)となる。経済発展に伴い、中国の都市部では消費者の米に対するニーズは良食味へシフトしつつあり、米の生産・加工・流通における食味評価の重要性が益々高まっている。現在、中国の「優質稻穀」(GB/T17891-1999)規格では、等級分けの品質指標の一つとして「食味品質」があり、GB/T15682「米食用品質の官能評価方法」で官能評価の点数付けが行われている。しかし、中国の米官能評価は、①米食味の官能評価を行う専門機関がない、②訓練された専門パネリストがない、③官能評価時に用いられる対照サンプルに統一性がないなどのことから、評価結果の実用性に問題があると考えられる。本研究は中国短粒種米の食味官能評価用の基準米(以下、食味基準米と称す)を確立することによって、食味評価方法の実用化を目的としている。

#### 【方法】

##### 1. 食味官能評価パネリストの選抜

中国の主な米品質検査機関や大手精米企業の品質管理者などを対象に、日本精米工業会の「官能評価実践マニュアル」(米飯パネリスト養成研修方法)に従い、パネリストの選抜研修を行った。

##### 2. 食味基準米候補の選定および理化学特性の測定と食味官能評価

中国の短粒種米の主産地から栽培面積の多い品種計27サンプルを収集し、蛋白質、水分、アミロースおよび糊化特性を分析した。合格したパネリスト 20 名によって、GB/T15682「米食用品質の官能評価方法」(評点方法2)でサンプルの官能評価を行った。対照サンプルとして「武夷梗 3 号」(75 点)を用いた。

##### 3. GB/T15682「米食用品質の官能評価方法」(評点方法1)で食味基準米候補の点数付けを行った。

#### 【結果および考察】

##### 1. 食味官能評価パネリストについて、149 人の候補者から計 64 名を選抜し、養成研修を行った(図1)。

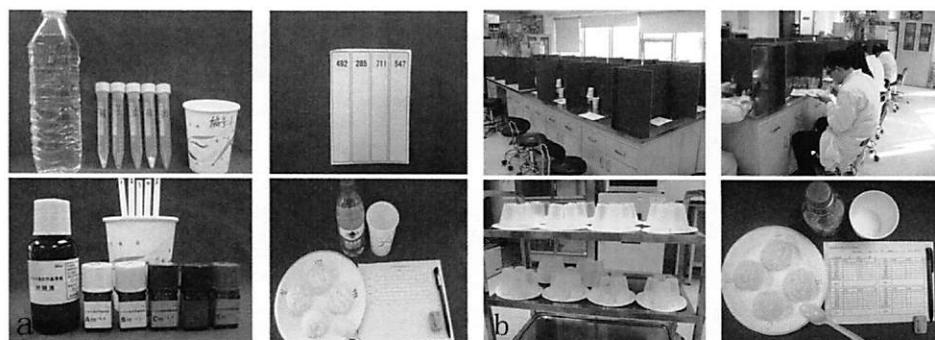


図1 食味官能評価パネリストの選抜と訓練

2. 各サンプルの蛋白質、水分、アミロース及び糊化特性(RVA)を分析した結果は表1に示す。変異係数でみると、RVAで測定した Setback は 876%に達した。また、蛋白質とアミロースは 12%となり、サンプルの炊飯特性に大きな差異があると考えられる。

表1 理化学特性の分析結果

Index	Max.	Min.	Avg.	C.V. (%)
Protein content%	7.71	4.97	6.00	11.38
Moisture content%	16.5	12.3	14.0	6.73
Amylose content%	20.59	9.01	18.00	12.15
RVA	Peak Visc. (cp)	3813	1887	2551
	Trough 1(cp)	1992	1176	1591
	Breakdown(cp)	1911	698	961
	Final Visc	3213	1961	2687
	Setback	88	-956	-28
	Peak Time	6.53	5.74	6

3. 官能試験の総合評価は 53~97 点に分布し、平均値は 75 点、変異係数は 15.5%となった。サンプルの総合評価分布は図2に示し、70 点以下が約 30%で、70~89 点のものが 60%を占め、90 点を超えたものが約 7%であった。サンプルの中から、総合評価が平均値付近のものを食味基準米候補に選定した。

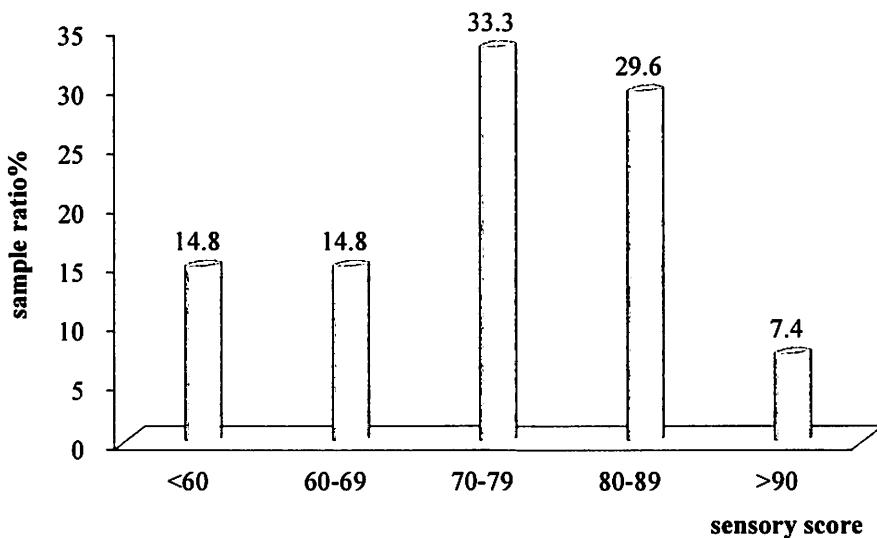


図2 官能評価結果の分布

4. GB/T15682「米食用品質の官能評価方法」(評点方法1)に従い、匂い、外観、食感、味、冷飯特性の5項目で定義された評価基準によって食味基準米候補の点数付けを行った結果、5項目の合計は 74.6 点となり、予想した結果が得られた。今後、食味基準米を標準物として業界規格の制定を検討する。

#### 引用文献

- 1) Duan X., Sun H. 2014. Problem and Thought of Taste Evaluation System of Chinese Japonica Rice. FOOMA JAPAN 2014 Academic Plaza The Summaries of Research Announcements Vol.21:188-191

## 代表的な中国産米及び日本産米の新指標を用いた食味的物理化学特性評価

中村 澄子<sup>1)</sup>, 張 欣<sup>2)</sup>, 崔 晶<sup>2)</sup>, 大坪 研一<sup>1, 2)</sup>

(<sup>1)</sup> 新潟大学・<sup>2)</sup> 天津農学院)

## Comparison of Chinese and Japanese Rice Cultivars in Terms of Taste and Physicochemical Properties Using Some New Indexes Based on Iodine Absorption Curve and Pasting Properties of Milled Rice

Sumiko NAKAMURA<sup>1)</sup> · Xin ZHANG<sup>2)</sup> · Cui JING<sup>2)</sup> · Ken'ichi OHTSUBO<sup>1, 2)</sup>

(<sup>1)</sup> Niigata University · <sup>2)</sup> Tianjin Agricultural University )

### 1. 目的

米は世界の過半数の人の主食であり、その量の確保と品質の向上が必要とされている。本研究では、中国天津農学院と新潟大学の共同研究により、代表的な中国産米および日本産米の食味について、物理化学測定に基づく新たな指標を用いて食味研究を行ったので報告する。

### 2. 材料および実験方法

日本産米として、新潟産コシヒカリ、山形県産つや姫、北海道産ゆめぴりか、佐賀県産さがびより、島根県産きぬむすめの5品種を用い、中国産米として黒竜江省産（五常大米、友梗31、墾梗5号）、遼寧省産（沈衣265、沈稻529）、吉林省産（吉衣大878）、江蘇省産（遼梗7号、南梗9108、常優5号）、天津市産（津原45、津川1号）の11品種を用いた。

水分含量は加熱乾燥法(135°C、1時間)で測定し、ヨード呈色走査分析法により見かけのアミロース含量、 $\lambda_{max}$ 、 $A\lambda_{max}$ 、新指標の $\lambda_{max}/A\lambda_{max}$ 、New $\lambda_{max}$ を測定した。米飯の物理特性はテンシプレッサーによる低圧縮・高圧縮テストにより、糊化特性はRapid Visco Analyzer (RVA)により新指標のMax.vis/Min.vis、Max.vis/Final.vis、Setback/Consistencyを加えて測定を行った。酵素活性測定( $\alpha$ -アミラーゼ、 $\alpha$ -グルコシダーゼ)および、グルコース含量、L-グルタミン酸含量、難消化性デンプン（レジスタンントスターーチ含量）は市販のキットを用いて測定した。タンパク含量はSDS-PAGEを行い、プロラミンの含量を定量した。精米の品質評価値は食味計(Kett科学研究所製NIRT Grain Tester AN-820)を用いて測定した。新鮮度はMB法を用いて評価した。統計解析は、総計解析ソフト（エクセル統計）を用いて相関分析を行った。

### 3. 結果および考察

水分含量は日本産米(13.0%)、中国産米(10.0%)を示し、タンパク含量は日本産米(6.5%)、中国産米(7.8%)を示し、SDS-PAGEの結果(図1)、黒竜江省産(墾梗5号)、江蘇省産(遼梗7号、南梗9108)のプロラミン含量が顕著に多いことが明らかとなった。

ヨード呈色走査分析法により見かけのアミロース含量は日本産米(12.7%)、中国産米(14.3%)を示し、開発したアミロース含量の推定式<sup>1)</sup>に中国産米11品種の検定を行った結果、 $R^2$ が0.995と高い相関を示し、検量線がなくてもアミロース含量の推定が可能となった。また、アミロペクチンSLCの指標であるNew $\lambda_{max}$ は日本産米(0.332)、中国産米(0.309)を示した。この結果

は、アミロペクチン SLC が登熟温度の高温時に増加するためと推定された。

米飯表層の硬さ (H1) は、日本産米(71.0) [gw/cm<sup>2</sup>]、中国産米 (73.6) [gw/cm<sup>2</sup>]、米飯全体の硬さ (H2) は、日本産米(1779.4) [gw/cm<sup>2</sup>]、中国産米 (1816.1) [gw/cm<sup>2</sup>]、米飯表層の粘り (S1) は、日本産米(16.4) [gw/cm<sup>2</sup>]、中国産米 (12.8) [gw/cm<sup>2</sup>]、米飯全体の粘り (S2) は、日本産米 (364.2) [gw/cm<sup>2</sup>]、中国産米 (386.0) [gw/cm<sup>2</sup>]であった。糊化特性におけるアミロペクチンの中・長鎖の指標である Max.vis/Final.vis<sup>2)</sup> は、日本産米(1.29)、中国産米 (1.36) を示した。

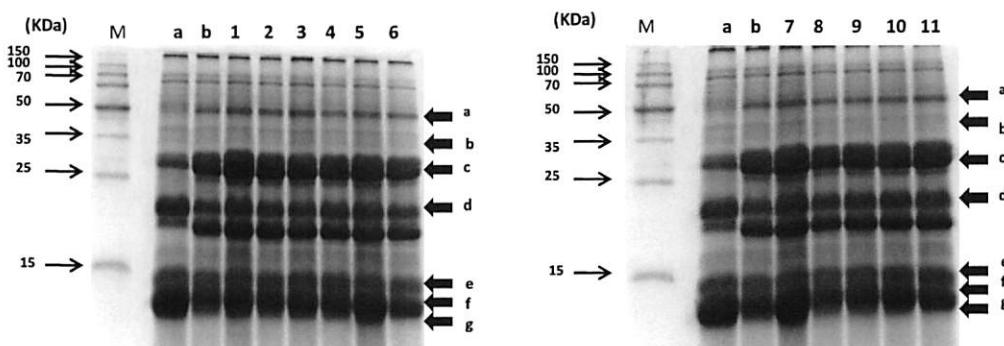
表 1 にグルコース含量、L-グルタミン酸含量、 $\alpha$ -アミラーゼ活性、 $\alpha$ -グルコシダーゼ活性、レジスタンストスターーチ含量を示した。グルコース含量：日本産米(0.078g/100g)、中国産米 (0.087g/100g)、L-グルタミン酸含量：日本産米(6.675mg/100g)、中国産米 (5.753mg/100g)、 $\alpha$ -アミラーゼ活性：日本産米(0.453U/g)、中国産米 (0.430U/g)、 $\alpha$ -グルコシダーゼ活性：日本産米 (0.028U/mL)、中国産米 (0.025U/mL)、レジスタンストスターーチ含量：日本産米(0.88%)、中国産米 (1.07%) の各値を示した。

#### 4. 引用文献

- 1) Sumiko Nakamura, Hikaru Satoh, and Ken'ichi Ohtsubo. 2015. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **79**, 443-455.
- 2) Sumiko Nakamura, Junji Katsura, Kiyoko Kato, and Ken'ichi Ohtsubo. 2015. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* DOI:10.1080/09168451.2015.1088373

表 1. 食味および機能性成分と酵素活性

	グルコース含量 (g/100g)	SD	L-グルタミン酸 (mg/100g)	SD	$\alpha$ -グルコシダーゼ (U/mL)	SD	$\alpha$ -アミラーゼ活性 (U/g)	SD	レジスタンストスターーチ含量 (%)	SD
コシヒカリ	0.07	0.00	7.06	0.24	0.04	0.00	0.47	0.00	0.47	0.01
つや姫	0.07	0.00	6.61	0.32	0.03	0.00	0.44	0.00	0.49	0.01
ゆめぴりか	0.08	0.01	6.50	0.00	0.03	0.00	0.53	0.00	1.06	0.05
さがびより	0.08	0.00	5.38	0.32	0.02	0.00	0.43	0.00	0.26	0.02
きぬむらさき	0.09	0.00	7.84	0.32	0.03	0.00	0.40	0.00	2.14	0.09
豊年	0.07	0.01	4.93	0.32	0.02	0.00	0.39	0.00	1.00	0.05
比類529	0.07	0.00	5.00	0.16	0.03	0.00	0.55	0.00	1.22	0.03
津原45	0.08	0.00	4.70	0.00	0.02	0.00	0.79	0.02	1.49	0.05
常優5号	0.07	0.00	4.67	0.24	0.03	0.00	0.33	0.02	1.11	0.01
遼梗7号	0.07	0.00	6.10	0.08	0.02	0.00	0.50	0.00	1.66	0.05
玄梗31	0.07	0.00	3.02	0.48	0.03	0.00	0.30	0.01	0.84	0.01
南梗9108	0.10	0.01	16.63	1.03	0.04	0.00	0.44	0.01	0.24	0.01
吉衣大878	0.10	0.00	4.48	0.63	0.02	0.00	0.37	0.00	1.21	0.05
沈衣265	0.11	0.00	4.09	0.08	0.02	0.00	0.29	0.00	0.78	0.01
五常大米	0.10	0.01	5.60	0.16	0.02	0.00	0.68	0.01	1.10	0.05
津川1号	0.11	0.01	3.25	0.16	0.03	0.00	0.37	0.01	0.79	0.01



a; Polypeptide, b; Glutelin  $\alpha$ -subunit, c;  $\alpha$ -Globulin, d; Glutelin  $\beta$ -subunit, e; f; g; Prolamin

a: 春陽 b: コシヒカリ

1: 順梗5号 2: 沈稻529 3: 津原45 4: 常優5号 5: 遼梗7号 6: 玄梗31 7: 南梗9108 8: 吉衣大878 9: 沈衣265 10: 五常大米 11: 津川1号

Fig1. SDS-PAGE Patterns of Proteins of Milled Rice Grains

## 登熟期の水ストレスによる裂皮・黒点米の発生とその形成過程

(一般講演)

岩澤紀生<sup>\*</sup>・油谷百合子・宮本勝・飯島智浩・泉澤直

(茨城県農業総合センター農業研究所)

### Occurrence of Surface Cracking-Black Discoloration in Rice Ovaries and those Developmental Processes during the Ripening Period under Water Shortage

Norio IWASAWA<sup>\*</sup>, Yuriko ABURAYA, Masaru MIYAMOTO, Tomohiro IJIMA and Tadashi IZUMISAWA

(Ibaraki Agricultural Center Agricultural Research Institute)

水稻の黒点米(くさび米、黒点症状米)と呼ばれる障害は、年次や地域・品種によって多発し、玄米品質の低下をもたらす。一方、黒点米発生に関わる要因についての報告は少なく、その発生過程や、発生を抑制する方法は明らかとなっていない。そこで本報では、水ストレスが黒点米の発生に及ぼす影響を検討するため、登熟期に土壤水分ストレスを与えた材料について、ストレスを受ける時期と黒点米発生との関係を検討するとともに、水ストレスによる子房表面の構造変化を追跡した。

品種「あきたこまち」を供試し、1/5000a ワグナーポットで土耕移植栽培した。開花日が同一の穂をマークし、出穂・開花から成熟までの登熟期間中、時期別に初期萎凋点前後の水分ストレスを与える節水処理を行った。6 処理区(S1～S6)を設け、開花後 1～30 日まで 5 日間隔で節水した(節水期間は、S1:開花後 1-5 日、S2:6-10 日、S3:11-15 日、S4:16-20 日、S5:21-25 日、S6:26-30 日)。各処理区の節水処理前および処理終了後は、対照区と同じ屋外湛水条件で栽培した。黒点米の発生率は、穂を 4 分割した穂部位別に調査した。対照区と処理区 S1 について、登熟を追って採取した子房の表面および表層構造を実体顕微鏡(Olympus、SZX16)により観察した。

#### 1) 節水時期の違いによる黒点米発生率の変化

節水を行ったすべての処理区において、黒点米発生率は対照区より増加した。節水時期が早いほど黒点米発生率は高く、とくに処理区 S1 において発生率は顕著に高くなった。また S2～S4 でも発生率は高く推移したが、S5 以降は低下した。これらより、①登熟期間中の土壤水分ストレスは黒点米発生に関わる一要因であることが明らかとなった。さらに、②水ストレスの影響を受けやすい時期は「登熟初期」であり、とくに開花期から開花後 5 日頃にかけての水ストレスが、黒点米の発生に大きく関わる可能性が示唆された。

他方、すべての処理区において黒点米の発生率が最も高かったのは、穂下位の 3 次小穂であった。

#### 2) 果皮における「割れ・裂け」症状の発生(裂皮の発生)(図 1～6)

開花後 12 日における対照区の果皮表面は、細胞が密に配列しクチクラによる光沢があつてき裂は認められなかった。一方、処理区 S1 の果皮表面は光沢に乏しく、微小なき裂が多数確認された。このことから、S1 ではクチクラ層を含む果皮の最表面に細胞間隙が生じ、水分保持が困難な状態にあると考えられた。また S1 では、微小なき裂の拡大に伴う果皮の分断がみられ、これを起点として進展したとみられる大型のき裂が生じていた。本報ではこれらを水稻子房の「裂皮」と定義する。

#### 3) 糊粉層における組織黒変症状の発生(黒点症状の発生)(図 7～12)

開花後 30 日における対照区の果皮表面に裂皮と黒変部は認められず、その正常な果皮を剥離しても黒変部はみられなかった。処理区 S1 では裂皮の近傍で黒変部が認められ、果皮が裂け糊粉層が露出した部位を中心に、糊粉細胞の細胞壁が黒化していた。さらに S1 では、き裂が胚乳内部まで達し糊粉層が分断される場合があり、このときの糊粉層には著しい着色(黒変)が生じていた。

これらのことから、登熟期の水ストレスにより水稻子房の果皮表面には微小なき裂が発生し、その物理的な拡大により裂皮が生じる可能性が考えられた。また、裂皮の拡大程度によっては、水ストレスが糊粉層の露出・分断をも生じさせる要因となり、子房における「障害応答」の一種として糊粉細胞壁からはじまる黒点症状をもたらす可能性が示唆された。

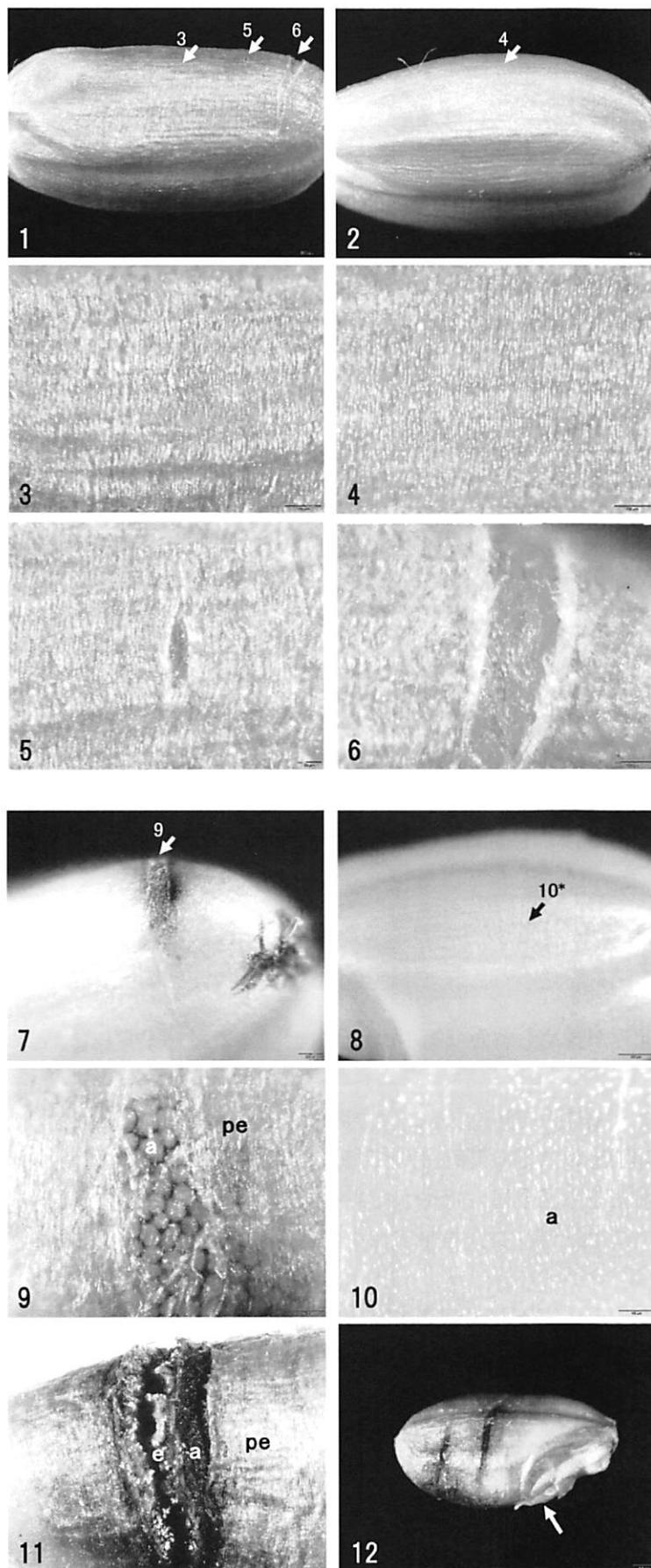


図 1～6 開花後 12 日における子房表面構造の比較.

図1・3・5・6 処理区 S1(図3・5・6は図1矢印の拡大像). 図2・4 対照区(図4は図2矢印の拡大像). 図3 果皮表面に生じた微小なき裂群(bar=100 μm). 図4 クチクラに覆われた正常な果皮(bar=100 μm). 図5～6 果皮に生じたき裂の拡大と裂皮の発生.

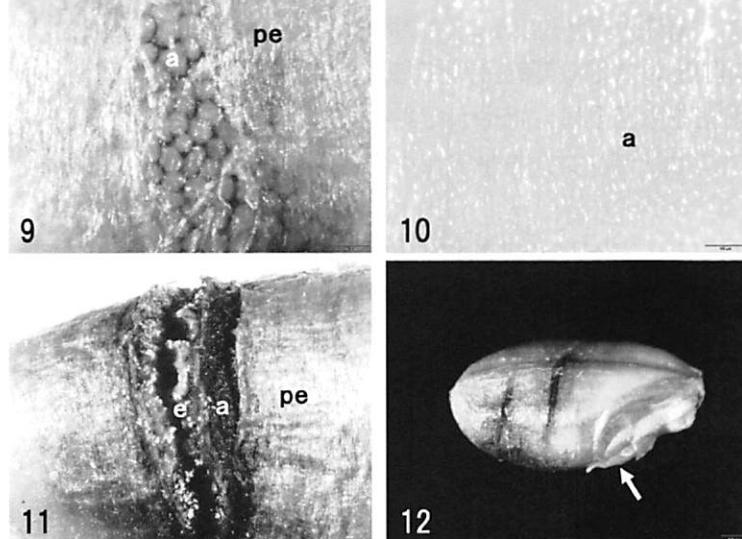


図 7～12 開花後 30 日における子房表面および表層構造の比較.

図7・9・11・12 処理区 S1(図9は図7矢印の拡大像). 図8・10 対照区(図10は図8矢印の拡大像). 図9 裂皮の内側で黒化した糊粉層の細胞壁(黒点米の初期症状)(bar=50 μm). 図10 果皮を剥離(\*)し糊粉層を露出させた正常な子房の表層構造(bar=100 μm). 図11 糊粉層が分断され胚乳デンプンが露出した黒点米. 著しい着色は糊粉層で生じている. 図12 黒点米と穂発芽の発生(矢印). a:糊粉層, pe:果皮, e:胚乳のデンプン組織.

## 過乾燥玄米および精米の微細構造的特徴

新田 洋司<sup>1)</sup>\*・生 華<sup>2)</sup>・松江 勇次<sup>3)</sup>・浅木 直美<sup>1)</sup>・塩津 文隆<sup>1)</sup>・

浅子 玄樹<sup>1)</sup>・柴沼 菜生<sup>1)</sup>・林 里奈<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup>茨城大学農学部・<sup>2)</sup>中国天津農学院・<sup>3)</sup>九州大学大学院農学研究院)

## Ultra-fine Structure of Excess-dried Brown and Milled Rice Grain

Youji Nitta<sup>1)\*</sup>, Sheng Hua<sup>2)</sup>, Yuji Matsue<sup>3)</sup>, Naomi Asagi<sup>1)</sup>, Fumitaka Shiotsu<sup>1)</sup>,  
Genki Asako<sup>1)</sup>, Nao Shibanuma<sup>1)</sup> and Rina Hayashi<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup>The College of Agriculture, Ibaraki University, <sup>2)</sup>Tianjin Agricultural University,

<sup>3)</sup>Graduate School of Agriculture, Kyushu University)

玄米や精米の水分含有率（含量）は品質や食味に大きく影響をおよぼす。このため、通常、水稻の収穫時期や収穫後の調整における乾燥には留意が払われる。一方、玄米や精米の保存の態様も品質や食味への影響が大きく、過乾燥状態になった玄米や精米は炊飯米の食味が低いことが知られている。本研究では、過乾燥状態の玄米や精米で、品質や食味の低下に影響をおよぼす組織・細胞の構造的特徴を明らかにすることを目的とした。

### 【材料および方法】

粒厚および食味総合評価が異なる水稻品種コシヒカリの2種の過乾燥玄米（それぞれ、食味総合評価-1.07・粒厚1.86mm、同一-0.40・同1.95mm）と適正水分玄米（同+0.38・同1.99mm）、また、水稻品種津原45号（中国産）の過乾燥精米と適正水分精米を供試した。これらの玄米と精米を急速凍結-真空凍結乾燥法により凍結乾燥し、白金で蒸着後、表面および割断面の微細骨格構造を走査電子顕微鏡（日本電子社製、JSM6360A）で観察した。

### 【結果および考察】

#### 1. 過乾燥玄米の構造的特徴（試料：コシヒカリ）

過乾燥玄米の表面では、背側にしわや凹みが認められた（第1図）。また、このしわや凹みは、粒厚が薄いほど顕著であった。

過乾燥玄米の横断面の腹側表層部分では、維管束部分が凸に、維管束と維管束の間が凹みになり、凹凸が認められた（第2図）。また、この凹凸は、粒厚が薄いほど顕著であった。

一方、横断面の背側表層部分では、腹側よりも凹凸はおだやかであった（第3図）。

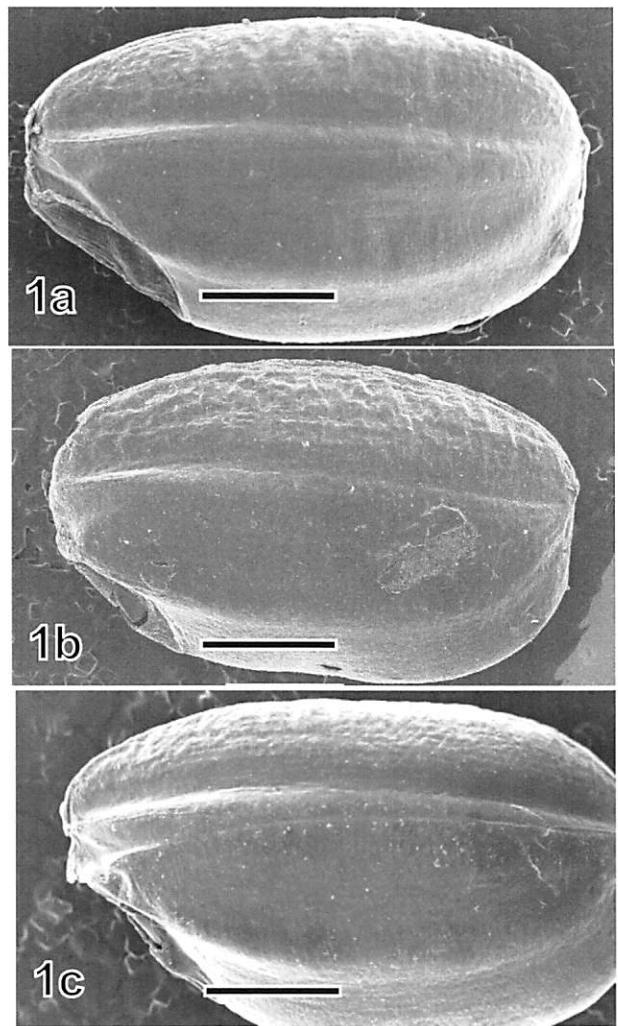
過乾燥玄米の貯蔵物質の蓄積構造については、デンプン粒やアミロプラストに凹みやしわが観察される場合があったが、確認が必要である。

以上より、玄米は過乾燥により、腹側を中心に表面および表層部分で収縮が進むこと、この収縮は粒厚が薄い場合ほど顕著であること、このような構造変化が炊飯時の吸水特性や糊化特性に影響をおよぼし食味低下を招くことが明らかとなった。

#### 2. 過乾燥精米（試料：中国産津原45号）

過乾燥精米の表面および横断面の表層部分は、凹凸があまりなく、フラットである場合が多かった。しかし、さらに確認が必要である。

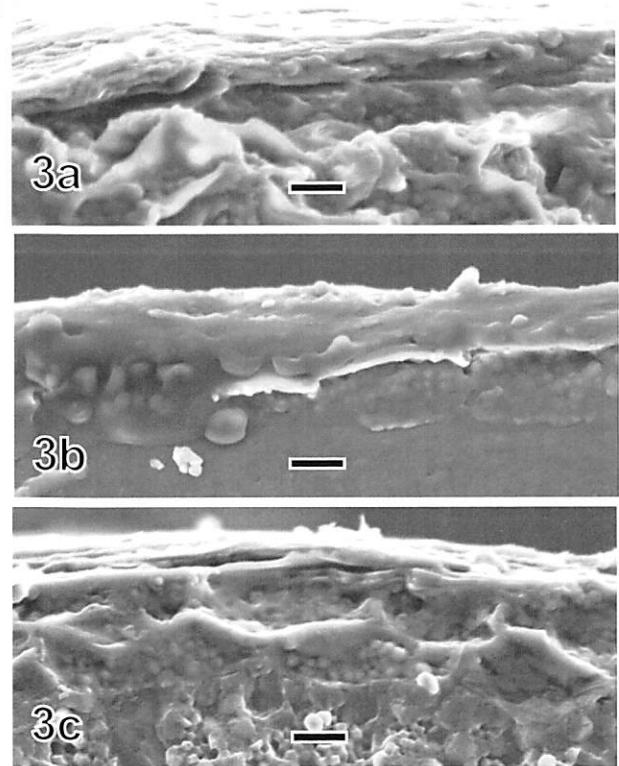
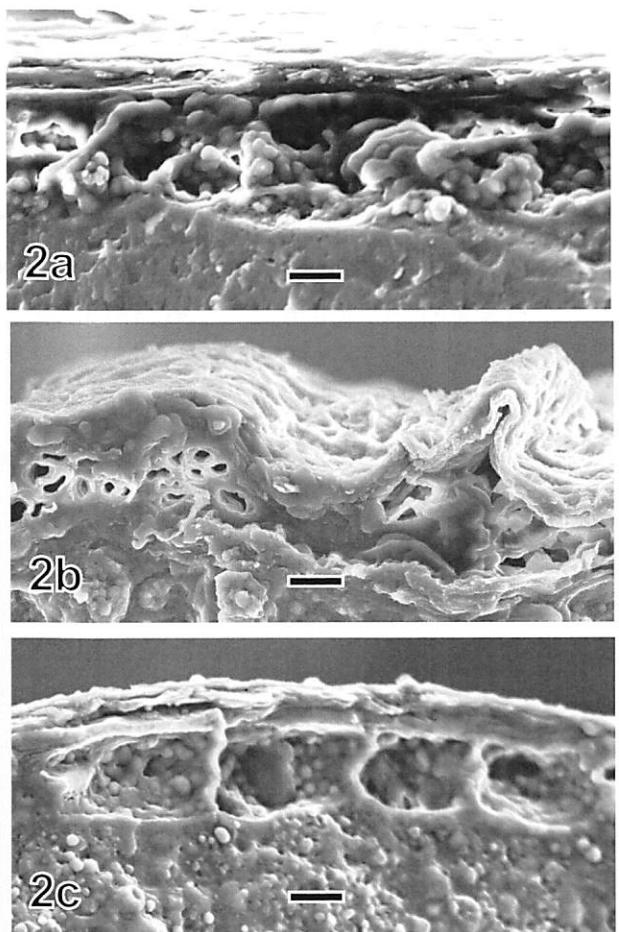
また、貯蔵物質の蓄積構造についても、今後、観察を進める予定である。



第1図 玄米の全体の走査電子顕微鏡写真。  
a:適正水分、b:過乾燥(粒厚1.86mm)、c:同(粒厚1.95mm)。Bar:1mm。

第2図 玄米の腹側表層部分の横断面の走査電子顕微鏡写真。  
a~c:第1図と同じ。Bar:10μm。

第3図 玄米の背側表層部分の横断面の走査電子顕微鏡写真。  
a~c:第1図と同じ。Bar:10μm。



(一般講演)

### 環境ストレスを受けたイネ種子におけるタンパク質含量と食味官能試験値との関係

増村 威宏<sup>1,2)</sup>・松野 由莉<sup>1)</sup>・浅野目 謙之<sup>3)</sup>・近藤 始彦<sup>4)</sup>

(<sup>1)</sup>京都府立大学大学院、<sup>2)</sup>京都府農林水産技術センター・生物資源研究センター、

<sup>3)</sup> 山形県農業総合研究センター、<sup>4)</sup> 農研機構・作物研究所)

Relations with protein contents and the tasting evaluations of the rice seeds, under an environmental stress

Takehiro MASUMURA<sup>1,2)</sup>, Yuri MATSUNO<sup>1)</sup>, Noriyuki ASANOME<sup>3)</sup>, Motohiko KONDO<sup>4)</sup>

#### 【背景および目的】

穀類種子に含まれるデンプンや貯蔵タンパク質などの貯蔵物質は、食品としての種子の品質に深く関与する。近年、イネ種子が実る登熟期において高温や日照不足が発生し、デンプン合成能が低下することにより白濁化を引き起こし、米の外観品質・等級の低下を招いている。日照不足の原因としては、大雨や冷夏の影響が考えられてきたが、最近では夏期の高温ストレスを回避するために、早期栽培、あるいは遅植えが行われているため、登熟期に日照不足になるなど、高温下での日照不足という複合的な環境ストレスが発生し、イネ種子の品質に影響を与えるという問題が生じている。

これまでの研究で、イネ種子は高温や日照不足などの環境ストレスを受けるとデンプン以外にタンパク質も変動することが判ってきた。イネ種子中のタンパク質は、主にプロラミン(PB-I)とグルテリン・グロブリン(PB-II)からなり、人工的に高温ストレスを与えるとプロラミンが減少し、遮光ストレスを与えるとプロラミン増加する。本研究では、これまで未解明だった自然環境下における環境ストレスとタンパク質の関係を明らかにすることを目的とした。また、食味官能試験値との関係性についても検討を行った。

#### 【材料および方法】

山形県農業総合研究センターにて 2013 年に移植期などを変えて栽培した試料(コシヒカリ、つや姫)を使用した。移植期を 10 日ずつ変え(5/1, 10, 20, 36/1, 10, 20), 登熟期に高温、適温、低温となるように生育したイネより、それぞれの種子を採取し、貯蔵タンパク質組成・量を電気泳動、ウェスタンプロット分析により解析した。また、日照不足によるストレスの影響を調査するため、同一圃場内で遮光シートを被せた遮光処理を行い、同様に種子中の貯蔵タンパク質の組成・量を調査した。さらに、同じ試験区の試料を用いて食味官能試験を行い、貯蔵タンパク質の組成・量の解析結果と食味官能試験値との関係を検討した。

#### 【結果および考察】

登熟期に高温となる試料では、総タンパク質量、プロラミン、グルテリンの蓄積量が減少した。登熟期に日照不足となる試料では、プロラミンの蓄積量が増加した。さらに、同じ試験区の試料を用いた食味官能試験の結果を検討したところ、登熟期高温の場合、粘りの評価が上昇し、硬さは低下した。プロラミンを蓄積する PB-I は、疎水性の性質が強く、米の外周部に局在するため、PB-I の局在量が低下すると水の流入が増加し、白濁したデンプン中に水分が保持されるために炊飯米が柔らかくなると考えられた。一方、日照不足の場合、食味官能試験値では粘りが低下し、硬さが上昇した。プロラミン(PB-I)の蓄積量が増加すると、米粒の表層で水の流入が妨げられ、炊飯米が硬くなると推定された。また、PB-I が外周部を覆うと炊

飯米同士が粘着するのを防ぐため、粘りも影響を受けると考えられた。

以上より、自然条件下で起こる環境ストレスによりイネ種子のタンパク質含量は変動し、食味、特に食感へ与える影響が変化し、食味バランスを損なうことが明らかになった。

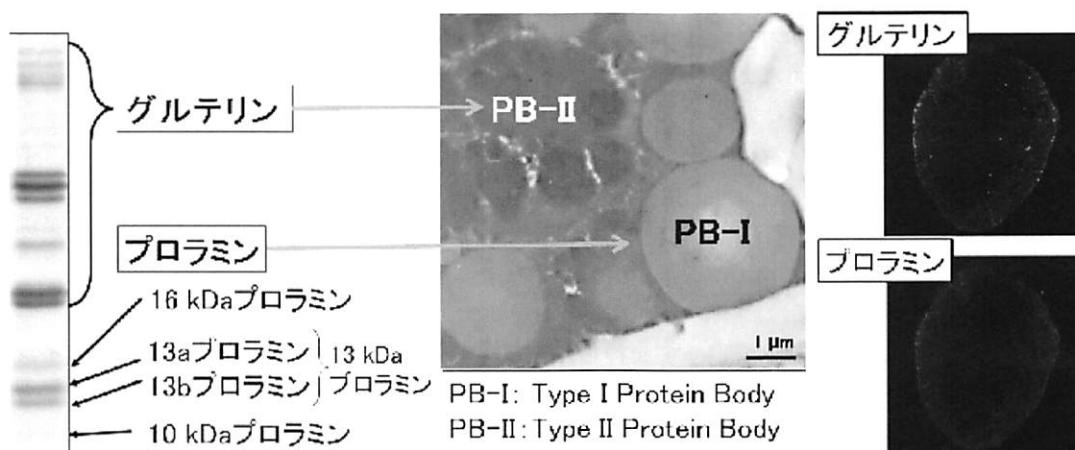


図1. イネ種子貯蔵タンパク質の電気泳動とプロテインボディの形態観察

左;イネ種子貯蔵タンパク質の電気泳動像.

中;イネ種子胚乳組織における透過型電子顕微鏡観察像、スケールバーは 1  $\mu\text{m}$  を示す.

右;米粒横断面の粘着フィルム切片における、蛍光標識抗グルテリン抗体(上)、プロラミン抗体(下)を用いた免疫蛍光顕微鏡観察像.

#### 【参考文献】

増村威宏、齊藤雄飛 (2010): 米の食味に関する貯蔵タンパク質の米粒内分布の解析.

農業および園芸. 85(12), 1235-1239

増村威宏 (2015): お米のおいしさ. 化学と教育, 63, 144-145

## 天津におけるジャポニカ型水稻研究の現状と今後の展望

劉学軍<sup>1)</sup>・孫玥<sup>1)</sup>・崔中秋<sup>2)</sup>・蘇京平<sup>1)</sup>・王勝軍<sup>1)</sup>・崔晶<sup>3)</sup>・楠谷彰人<sup>3)</sup>・松江勇次<sup>3, 4)</sup>

(<sup>1)</sup> 天津市水稻研究所, <sup>2)</sup>愛媛大学大学院連合農学研究科, <sup>3)</sup>天津農学院, <sup>4)</sup>九州大学農学部)

Current status and prospect of the Japonica rice development in Tianjin

(<sup>1)</sup> Tianjin Rice Research Institute, <sup>2)</sup>Unit. Grad. Sch. of Agr. Sci. Ehime Univ.,  
<sup>3)</sup> Tianjin Agr. Univ, <sup>4)</sup> Fac. of Agr. Kyusyu Univ. )

水稻は中国において総生産量が最も多い食糧作物であり、単位面積当たりの収量も最も高い。中国では約14億人の人口の60%が米を主食としているが、中国の人口はこれからも引き続き増加すると予想されている。したがって、今後の人口増加に対応するためには一層の食糧増産、特に米の増産が必要である。

中国で栽培されている水稻には、インディカ型とジャポニカ型の二つ栽培亜種があり、大体、秦嶺・淮河ラインを境として「南籼北粳」、すなわち、この線より北はジャポニカ稻作地帯、南はインディカ稻作地帯と言われている。このうち、インディカ型稻の作付面積が約 $2 \times 10^7$ ha、ジャポニカ型稻の作付面積が約 $1 \times 10^7$ haであり、インディカ型稻の面積の方が大きいが、食糧の主体はジャポニカ米である。近年中国では経済発展に伴う所得の向上や食生活の多様化によって、国民の間では品質・食味が優れるジャポニカ米への要望が急激に高まってきた。このため、中国人の一人当たり年間ジャポニカ米消費量は20年前には17.5kgであったのが現在では30kgに増加した。全国の水稻栽培区域からみると、ジャポニカ型稻の栽培区域は南へ拡大し、「北粳南移」が進んでいる。すなわち、南部でのインディカ米がジャポニカ米へ切り替えて栽培されるようになってきた。

天津は、華北稻作区域に属し、年一期作の南限と二期作の北限の境界に位置している。亜寒帶冬季少雨気候で、日照が豊富であり、ジャポニカ型水稻の栽培に適している。また、中国の伝統的稻作区域の一つで、特産の「小站稻」はブランド米としての評価が高い。

天津市では1950年代から水稻の育種が始められた。当時育成された代表的な品種は「東方紅1号」である。70年代末からはさらに育種が重視され、代表的品種として「赤旗品種(系統)」が育成された。1986年に『天津市農作物品種審査実施細則』が発布されて第一期天津市農作物品種審査委員会が発足してから2013年までに審査委員会は97の品種候補を審査した(第1表)。1988年から現在までの天津市における水稻栽培は凡そ二段階に分けられる(第2表)。第1段階は1988~2001年であり、この時期の稻作面積は概ね $50 \sim 60 \times 10^3$ haを維持していた。第2段階の2002~2013年には水資源の不足と産業構造の変化によって、天津市の稻作面積は大幅に減少し、2004年には $7 \times 10^3$ haという史上最低の水準になった。ただし、2005~2012年は $14 \sim 17 \times 10^3$ haで最盛期の3割程度にまで回復した。

現在、天津の稻作区域は主に宝坻区、寧河県、薊州区の3カ所に集中しているが、東麗区、濱海新区の漢沽、津南区、西青区などでも小規模に栽培されている。2013年の天津市稻作総面積は $22.1 \times 10^3$ haに増加し、その中では宝坻区が $16.7 \times 10^3$ haで全体の75.3%を占め、寧河県が $3.3 \times 10^3$ haで15.1%、薊州区が $1.3 \times 10^3$ haで5.7%を占めている。その他、津南区、西青区、東麗区、漢沽などに $0.13 \sim 0.26 \times 10^3$ ha程度分布している。

全国からみると、天津市は稻作面積が小さい一方で多くの優秀な材と品種資源を有し、豊富な研究資金を持っている。2001年以来、天津市が育成して国家審査に合格したジャポニカ型水稻品種は20、ジャポニカ型ハイブリッド水稻品種は22であり、同期に国家審査に合格した全国の水稻品種総数の33%以上を占め、全国トップの位置にある。これらの品種は東北稻作区域、華北稻作区域、華東稻作区域、華中稻作区域、中南稻作区域などで広く栽培されている。また、天津市は中国における水稻の食味研究で全国をリードしている。

中国では、これまでの水稻研究によって国内の食糧は基本的に自給できるようになった。しかし、

近年の経済発展に伴って米の消費動向も変わってきており、すなわち、消費者ばかりでなく、生産者や流通業者の間でも高品質・良食味米への期待が大きい。したがって、これから水稻の研究は高収量だけを追求するのではなく、基礎研究を強化するとともに優質・良食味、各種病害虫や異常気象に対する抵抗性、広域適応性などを目標にした育種を進めるべきである。また、天津は水資源不足により稻作面積が減少してきていることから、節水条件下での種子生産技術や栽培管理技術の開発が極めて重要と考えられる。

第1表 天津市が審査(認定)した品種

年	審査した品種数			年	審査した品種数		
	ジャポニカ型	ジャポニカ型 ハイブリッド	合計		ジャポニカ型	ジャポニカ型 ハイブリッド	合計
1987	23	2	25	2002	4	1	5
1988	5	0	5	2003	3	2	5
1989	3	1	4	2004	6	0	6
1990	1	0	1	2005	4	0	4
1991	1	0	1	2006	3	1	4
1992	3	0	3	2007	1	0	1
1993	2	0	2	2008	1	1	2
1994	2	0	2	2009	1	1	2
1995	3	0	3	2010	0	1	1
1996	3	0	3	2011	2	0	2
1998	3	1	4	2012	3	0	3
1999	3	0	3	2013	2	0	2
2000	1	0	1	1987～2013			86
2001	3	3	6				11
							97

\* : 1997年には審査した品種なし。天津市種子管理データベースより

第2表 天津市における稻作状況

年	稻作面積 (万ha)	収量 (t ha <sup>-1</sup> )	生産量 (万t)	年	稻作面積 (万ha)	収量 (t ha <sup>-1</sup> )	生産量 (万t)
1988	4.6	5.7	26.2	2001	3.5	6.8	24.1
1989	4.9	5.6	27.7	2002	1.1	6.5	7.4
1990	4.6	6.2	28.2	2003	1.5	7.5	11.2
1991	5.8	5.7	33.0	2004	0.7	8.1	5.7
1992	5.6	7.0	39.4	2005	1.7	7.3	12.2
1993	4.2	7.6	31.8	2006	1.4	7.3	10.3
1994	4.0	7.9	31.8	2007	1.4	7.0	10.0
1995	4.8	8.1	38.9	2008	1.5	7.0	10.5
1996	6.2	7.7	47.4	2009	1.6	7.1	11.3
1997	6.6	7.7	51.1	2010	1.6	7.1	11.2
1998	5.4	8.3	45.2	2011	1.4	7.5	10.7
1999	6.1	6.6	40.2	2012	1.5	7.7	11.2
2000	3.5	4.1	14.5	2013	1.7	7.7	12.9

\* : 天津市種子管理データベースより

## 中国・雲南省における棚田稻作

楠谷彰人<sup>1)</sup>・崔晶<sup>1)</sup>・張欣<sup>1)</sup>・松江勇次<sup>1, 2)</sup>

(<sup>1)</sup> 天津農学院, <sup>2)</sup> 九州大学大学院農学研究院)

## Rice Terraces in Yunnan Province, China

Akihito KUSUTANI<sup>1)</sup>, Jing CUI<sup>1)</sup>, Xin ZHANG<sup>1)</sup> and Yuji Matsue<sup>1, 2)</sup>

(<sup>1)</sup> Tianjin Agricultural University, <sup>2)</sup> Kyusyu University)

2015年8月19～24日に中国・雲南省昆明市の雲南農業大学で開催された「中国におけるハイブリッドライス研究開始50周年記念シンポジウム」のエクスカーションに参加し、雲南省南部（第1図）の棚田地帯を視察する機会に恵まれた。この時に見聞した棚田の状況と棚田を利用した共同研究計画について紹介する。

[場所と規模]：昆明市の南約350kmに位置する紅河ハニ族イ族自治州の紅河県、元陽県、金平県、緑春県を中心に世界最大の棚田地帯が広がっている（第2図）。今回、我々が訪れたのは紅河県と元陽県であるが、これらの地域の棚田は、もともとはチベット高原に住んでいた遊牧民族であるハニ族が約1300年前にこの地へやってきて開いたと伝えられている。棚田は村ごとに分かれて山の斜面に展開しており、一番上に森林、そこから流れ出す渓流の周りに畑、その下に集落、さらにその下が棚田という構造になっている（第3図）。

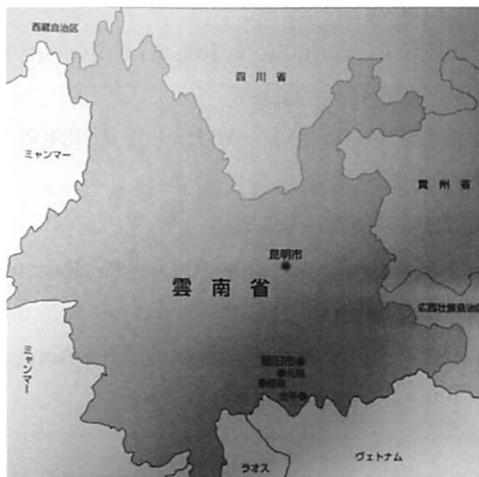
紅河ハニ族イ族自治州における棚田の総面積は5.5万ha、その数は300万枚を超すと言われている。また、場所によって異なるが、棚田の標高差は大略1500m（400～1900m）、傾斜角度は12～75度、段数は1500段から3000段以上にも及ぶそうである。

[水管理]：棚田稻作にとって最も重要で難しいのは水管理であるが、実に巧妙な方法がとられている。すなわち、低地の暖気によって発生した水蒸気が山の斜面を昇って霧となり、さらに頂上付近の冷気で冷やされ雨になって落下する。これが渓流となって集落に流れ込み、生活用水として使用された後（第4図）、食料残渣や家畜の排せつ物と一緒に下流の棚田に流される。最後は一番下の水田に落ち、ここで暖気に暖められて水蒸気となり、再び山の斜面を昇っていくという自然の循環システムを利用した独自の灌漑技術が伝えられている。

棚田では各所に分水溝が設けられており（第5図）、一定の深さに刻みを入れた角材で分水溝を堰き止めて各棚田へ公平に配水する仕組みが作られている。また、村ごとに管理人がいて、毎日、棚田を回って水の配分調整や分水溝の掃除、壊れた畦の修理を行っている。

[雲南農業大学との共同研究]：雲南の棚田については日本でも、水利用を中心とした農業経済学的研究、灌漑システムに関する農業土木学的研究あるいは民族学的な研究が幾つか行われている。しかし、作物学的な研究は行われていない。そこで、天津農学院と雲南農業大学（第6図）との間で、棚田を利用した作物学的な共同研究を2016年から実施することにした。具体的には、標高400m位から1900m位までの棚田を使って高さ150～200mごとに同じ品種を栽培し、収量や品質・食味の変動を調査しようとするものである。高さ

による温度の差だけではない影響があるのではないかと推測している。



第1図 雲南省の地図。



第2図 斜面に展開する棚田。



第3図 森林—集落—棚田の立体構造。



第4図 集落内の共同水洗場。



第5図 灌溉水の分水溝。



第6図 雲南農業大学。

## **Current Status and View of Rice Grain Quality and Palatability in Indonesia**

Z. Mardiah<sup>1)</sup>, F. Shiotsu<sup>2)\*</sup>, N. Agustiani<sup>1)</sup>, N. Sakagami<sup>2)</sup>, N. Asagi<sup>2)</sup>,  
Y. Masutomi<sup>2)</sup>, A. Jamil<sup>1)</sup> and Y. Nitta<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> Indonesian Center for Rice Research, <sup>2)</sup> The College of Agriculture, Ibaraki University)

インドネシア国における米の品質・良食味米の現状と展望

Zahara Mardiah<sup>1)</sup>・塩津文隆<sup>2)\*</sup>・Nurwulan Agustiani<sup>1)</sup>・坂上伸生<sup>2)</sup>・浅木直美<sup>2)</sup>・増富祐司<sup>2)</sup>・Ali Jamil<sup>1)</sup>・新田洋司<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>インドネシア国中央イネ研究所, <sup>2)</sup>茨城大学)

Rice is a staple food in Indonesia, which produces the third greatest quantity in the world a year. Recently, changes in dietary life and rising awareness of agricultural food safety and health driven by economic growth have enhanced popular interest in high grain quality and palatability rice production. Therefore, we organize information and current status of rice grain quality and palatability in Indonesia.

### **【Why high grain quality and palatability of rice is expected in Indonesia ?】**

Nowadays, consumers in Indonesia have become more demanding in rice quality and palatability hence they are willing to pay higher price for better quality desired. Those consumers are now choosing rice based on aroma, shape and color in addition to texture and taste.

### **【Current status of grain quality and palatability】**

Indonesian research on rice improvement has largely focused on the increase of yield. Meanwhile, research on grain quality and palatability including postharvest system catch little attention. Before 2012, rice quality research mainly focused on basic characteristics such as the percentage of head/broken rice, chalkiness, amylose content, gel consistency, etc. However, after 2012 onwards rice quality research has been extending to aroma composition, sensory analysis, glycemic index, and anthocyanin content in pigmented rice.

Up to now, the most widely planted variety Ciherang, which occupied approximately 37% of total cultivated area, is known as mega rice variety in Indonesia (Fig. 1 and Table 1). Grains of Ciherang is slender shape with medium amylose content (23%) thus the texture tend to soft and sticky. Even though breeders in Indonesia still develop new rice varieties to improve yield potential, strengthening the resistance to pests and diseases, but the grain quality and palatability is kept to those of Ciherang. Ciherang spread over through Indonesia. Considering the fact that commonly rice varieties in Indonesia have almost same amylose content and shape classification with Ciherang, most consumers favor slender shaped with soft and sticky texture, although there is differences of preference. However, rice quality classification is not based on palatability because preference is differ by consumers. Rice quality classification is refer to provisions of National Standard of Indonesia (SNI), which have five grades based on physical properties such as percentage of head and broken grain, chalkiness, yellow grain, etc.

### **【Future prospects for improving grain quality and palatability】**

Palatability is assessed based on physicochemical and sensory test. Rice samples are collected from the market in each region. Some of them are tested in the lab to determine the physicochemical character while sensory test is usually done as well. However, because Indonesian is archipelagic country, the sensory test is conducted only in large district of provinces. Consequently, data about rice grain quality and palatability

can not be covered all regions of Indonesia. Determination of palatability based on sensory test is quite tricky because the assessment is depend on the background and ethnicity of respondents. In Indonesia where there are many different ethnic groups, this determination becomes more complicated. Therefore methods and/or instruments to assessment method for palatability needs to be developed.

In Indonesian rice market, it is very difficult to find pure rice varieties in one package since it contains two or more varieties. Because there is each of the complex situation in the farmers and the milling company. As a result, consumers get disadvantage because they pay high price for premium variety. Commonly, the mixing process has been carried out starting from the milling unit although sometimes it happens on trader level. To overcome this problem, government starts to initiate variety assurance certification agency on 2011. Nevertheless the agency still has not been formed until now. The full support of the stakeholder is very important and become a key in determining the success of the program.

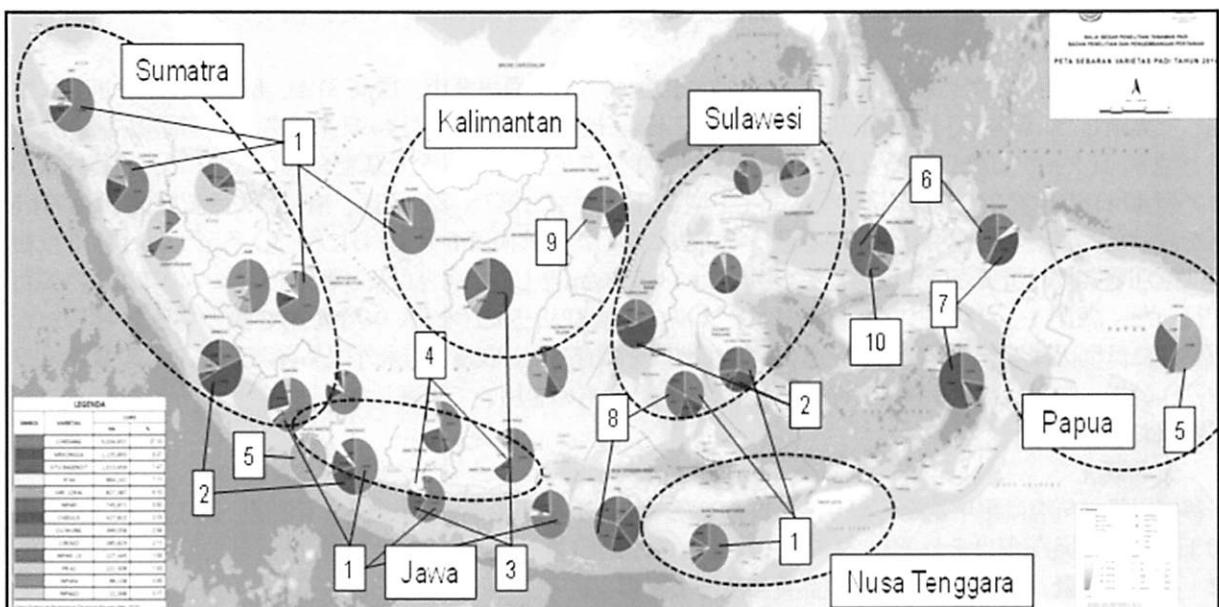


Figure 1. The rice varieties distribution in Indonesia.

Table 2 Rice varieties and their percentage of cultivated area

No	Variety	Cultivated area (ha)	%
1	Ciherang	5,034,657	37.1
2	Mekongga	1,135,893	8.4
3	Situ Bagendit	1,013,659	7.5
4	IR 64	964,241	7.1
5	Local variety	827,387	6.1
6	Inpari	745,871	5.5
7	Cigeulis	427,813	3.2
8	Ciliwung	399,058	2.9
9	Cibogo	285,829	2.1
10	Inpari 13	227,445	1.7

## 全量基肥肥料の施用が水稻「ヒノヒカリ」の生育、収量及び品質に及ぼす影響

石井利幸\*・上野直也

(山梨県総合農業技術センター)

Effects of Non-split Application of Fertilizer on the Growth, Yields, and Grain Quality of Paddy Rice "hinohikari"

Toshiyuki ISHII\*, Naoya UENO

(Yamanashi Prefectural Agricultural Technology Center)

### 【目的】

山梨県の水稻作付面積(子実用)は5,090ha<sup>1)</sup>で全国的には小さいものの、標高200~1,100mまで標高差があり、地域ごとに奨励品種が設定されている。平坦地(標高400m以下)では晚生品種の「あさひの夢」や「ヒノヒカリ」の作付けを推奨しており、「ヒノヒカリ」は良食味品種として生産面積が増加している。しかし、出穂期以降が高温年のは、充実不足粒(基部未熟粒等)や臍腐粒が多発して玄米外観品質が安定しない。充実不足粒や臍腐粒の発生は、生育後半の窒素栄養不足が原因の一つとして考えられている。演者らは生育後半における稻体の窒素栄養状態の改善による高温障害軽減化技術に関する研究を行い、幼穗分化期以降の稻体窒素吸収量が多いと臍腐粒が減少されることを明らかにした(2014、石井)<sup>2)</sup>。本報告では、「ヒノヒカリ」について夏期高温年においても収量、玄米外観品質が低下しない安定生産技術の確立を目指して、被覆尿素を含む全量基肥肥料の施用が収量、品質及び食味に及ぼす影響について明らかにする。

### 【材料及び方法】

試験は2013年に山梨県総合農業技術センター内圃場(山梨県甲斐市、標高312m、灰色低地土、前作:水稻)で実施した。試験区は、全量基肥A区(硫安45%、被覆尿素リニア型40日タイプ15%、被覆尿素シグモイド型80日タイプ15%、被覆尿素シグモイド型100日タイプ25%)、全量基肥B区(硫安57%、被覆尿素リニア型40日タイプ24%、被覆尿素シグモイド型80日タイプ19%)、多穗肥区、慣行区、穗肥無施用区の計5区を設けた。窒素基肥施用量及び追肥量は第1表に示した。移植は5月10日に行い、各区17.5m<sup>2</sup>、3反復(部位別窒素吸収量調査は2反復)、栽植密度は18.5株/m<sup>2</sup>とした。病害虫及び雑草防除については所内慣行で行った。調査は生育期間中に葉緑素計(ミノルタ社製SPAD-502)を用いて上位第2葉の葉色を測定した。成熟期には倒伏程度を評価するとともに稈長、穂数を調査した。収量、玄米外観品質調査は各区60株を刈り取り、乾燥、脱穀、粒すり後、1.8mmの篩にて選粒したものを用いて調査した。

### 【結果および考察】

#### 1 気象概況

移植以降の気温は平年並みへやや高く推移した。特に8月は高温傾向が続き、出穂期(8/10)後10日間、20日間の日平均気温はそれぞれ29.5°C、27.8°Cであった(第1図)。

#### 2 生育、収量、食味及び玄米外観品質に及ぼす影響

稈長、穂数、総穂数、1穂穂数、精玄米歩合は施肥体系の違いによる有意な差は認められなかった(第1表)。千粒重は全量基肥A、B区で慣行と同程度となり、多穗肥区よりやや軽かった(第2表)。玄米収量および玄米タンパク質含有率も慣行区と有意な差は認められなかった(第2表)。食味については官能試験を実施し(パネラー数31名、当センター職員)、施肥体系の違いによる影響は認められなかった(図表省略)。玄米外観品質は臍腐粒率が全量基肥A区で最も低く、慣行区や穗肥無施用区より少なかった(第1表)。基部未熟粒率は全量基肥A区、B区および多穗肥区が低く、穗肥無施用区との間に有意差が認められた(第1表)。

#### 3 稲体窒素吸収量に及ぼす影響

生育中期から葉色(SPAD値)を調査した結果、出穂期以降の全量基肥A及びB区は慣行区、穗肥無施用区と比較して葉色の低下程度が緩やかで窒素含有率が高く維持されていることが示唆された(第2図)。また穗揃期7日後における葉部窒素吸収量は多穗肥区が最も多く、次いで全量基肥A区及びB区となり、慣行区、穗肥無施用区より多い傾向だった。茎部についても全量基肥A区は慣行よりやや多かった。穂部は同程度だった(図2)。

以上より、被覆尿素を含む緩効性肥料の利用により、省力的に「ヒノヒカリ」の生育、収量及び玄米外観品質玄米外観品質を確保できることが明らかになった。また、シグモイド型100日タイプが含まれることで生育後期まで葉部の窒素含有率を高く維持され、水稻の生育に適応した窒素供給が期待できると考えられた。

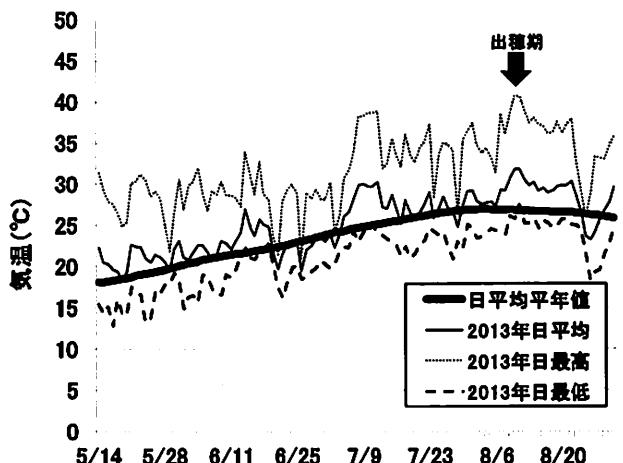
参考資料: 1)農水省 2014. 平成25年産作物統計確報 <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumoto/menseki/index.html>

2)石井利幸・上野直也、2014、山梨県における水稻玄米外観品質の現状と臍腐粒対策、日本水稻品質・食味研究会第6回講演会要旨集、P33-34

第1表 試験区の窒素施用量

試験区名	追肥			(kg/10a)
	基肥	幼穂 1cm時	出穂期	
全量基肥A	7.7			7.7
全量基肥B	7.7			7.7
多穂肥	7	2	2	11
慣行*	7	2		9
穂肥無施用	7			7

\*普通化成肥料(基肥は化成8号、追肥は硫安)を使用



第1図 気温の推移

データはアメダス甲府調べ

第2表 施肥体系の違いがヒノヒカリの生育、収量、玄米タンパク質含有率及び玄米外観品質に及ぼす影響

試験区	稈長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	総穂数 千粒/m <sup>2</sup>	1穂穂数 粒/本	精玄米 歩合 %	千粒重 g/1000粒	倒伏程度 0-5	玄米収量 kg/10a	玄米タンパク 質含有率 %	崩割粒率 %	基部 未熟粒率 %
全量基肥A	79.3a	406a	32.5a	80.1a	80.2a	22.1abc	0	614a	7.0a	12.3a	10.5a
全量基肥B	80.7a	428a	33.7a	79.1a	83.3a	22.0ab	0	597a	6.9a	14.4ab	9.4a
多穂肥	81.3a	442a	33.4a	75.5a	83.6a	22.6c	0	674a	7.2a	12.6a	9.0a
慣行	80.2a	423a	30.9a	73.1a	85.3a	22.5bc	0	629a	7.1a	17.0b	11.7a
穂肥無施用	78.1a	406a	31.0a	76.3a	83.6a	21.8a	0	618a	6.7a	16.5b	17.9b

倒伏程度: 0(無)、1(微)、2(小)、3(中)、4(多)、5(甚)の6段階評価

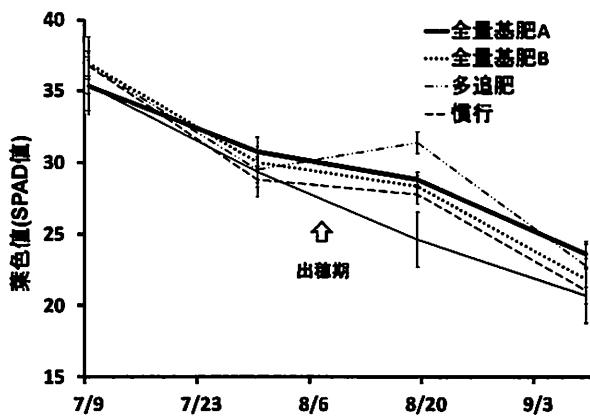
千粒重・玄米収量: 水分15%換算値

玄米タンパク質含有率: サタケ社製食味計(RLTA10A)で分析、水分0%換算値

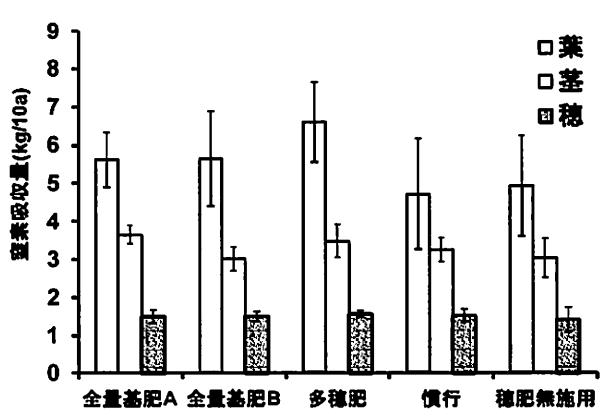
崩割粒率: サタケ社製粒判別器(RGQI21A)にて撮影した画像を目視で調査。軽微な崩割粒及び碎粒を含む粒数比。

基部未熟粒率: サタケ社製粒判別器(RGQI20A)にて判定。

数値右の同一アルファベット間に有意差なし(Tukey法、 $\alpha = 0.05$ )



第2図 葉色の推移



第3図 穗揚期1週間後における部位別窒素吸収量

## 灌水量と米の品質・食味との関係

崔中秋<sup>1)</sup>・曲紅岩<sup>2)</sup>・徐錫明<sup>2)</sup>・張欣<sup>2)</sup>・崔晶<sup>2)</sup>・松江勇次<sup>3)</sup>・豊田正範<sup>4)</sup>・楠谷彰人<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>愛媛大学大学院連合農学研究科, <sup>2)</sup>天津農学院, <sup>3)</sup>九州大学農学部, <sup>4)</sup>香川大学農学部

Effect of different irrigation on quality and palatability of rice.

Z.Cui<sup>1)</sup>, H.Qu<sup>2)</sup>, X.Zhang<sup>2)</sup>, J.Cui<sup>2)</sup>, Y.Matsue<sup>3)</sup>, M. Toyota and A.Kusutani<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>Unit. Grad. Sch. of Agr. Sci. Ehime Univ., <sup>2)</sup>Tianjin Agr. Univ,  
<sup>3)</sup>Fac. of Agr. Kyusyu Univ. <sup>4)</sup>Fac. of Agr., Kagawa Univ. )

節水栽培と米の品質・食味との関係を検討するために、灌水量の違いが理化学的食味特性、食味官能検査に及ぼす影響について解析した。

### 1. 材料と処理

試験は2014年に、天津農学院中日本水稻品質・食味共同研究センター付属実験水田において実施した。津農M01、津原45、津原E28、津稻417の4品種を供試した。5月27日に栽植密度22.2株/m<sup>2</sup>(30cm×15cm)、1株1本で、2反復で手植した。移植後15日目から、6筆の水田を常時湛水の処理I区(湛水区)、3日ごとに灌水する処理II区、4日ごとに灌水する処理III区、1週間ごとに灌水する処理IV区、2週間ごとに灌水する処理V区、無灌水の処理VI区(天水区)とした。

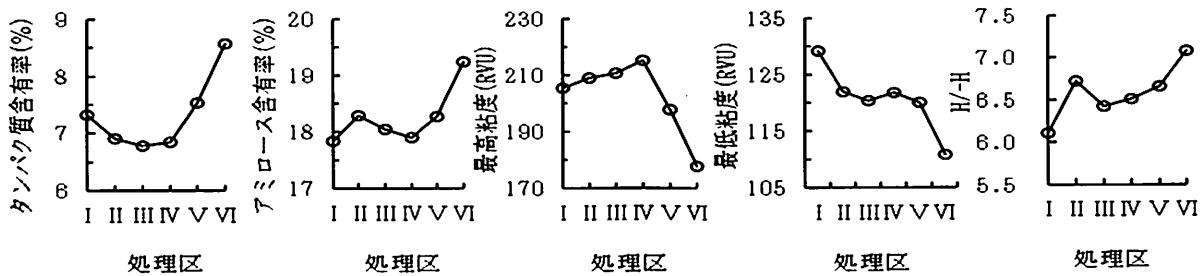
### 2. 調査法

収穫した白米を用いてオートアナライザ-AA-3型によってアミロース含有率とタンパク質含有率、ラピッドビスコアナライザによって最高粘度と最低粘度を測定した。また、炊飯米の硬度と粘度を米飯硬度粘度計RHS1A型によって測定し、硬度を粘度で除して硬度/粘度比を算出した。天津農学院の教職員及び学生20人のパネルによる食味官能試験を行った。10点法により外観、香り、味、粘り、硬さ、総合の6項目について-2~+2の5段階で評価した。基準米には、試験水田とは別の水田で生産した津原45を用いた。

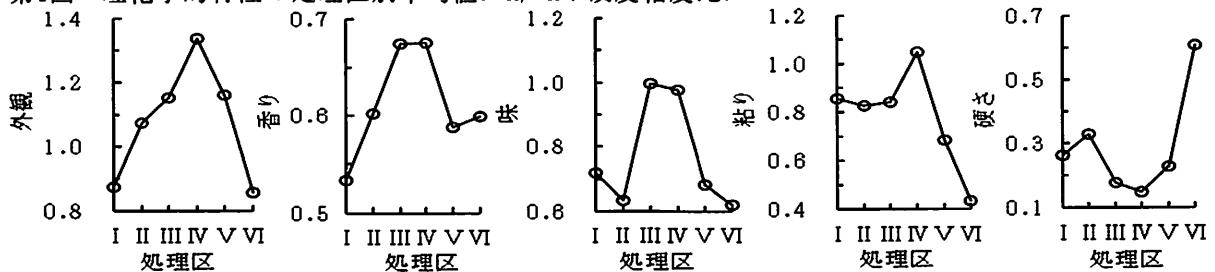
### 3. 結果と考察

- 1) タンパク質含有率とアミロース含有率はII、III、IV区で低く、最高粘度はII、III、IV区で高かった。I区からVI区にかけて最低粘度は低下、硬度粘度比は上昇する傾向がみられた(第1図)。
- 2) 外観、香り、味、粘りはIII区あるいはIV区で高く、硬さはIII区、IV区で低くなる傾向がみられた(第2図)。すなわち、III区やIV区産の米は外観、香り、味、粘りが良く、軟らかいという特徴が認められた。総合評価はIII区とIV区が高かったものの、処理区間に有意差はなかった(第3図)。
- 3) 各官能検査項目と総合評価との単相関係数は、硬さでは負、他の項目では正で、いずれも有意であった。総合評価を目的変数、各項目を説明変数とした重回帰分析による標準偏回帰係数比から推定した外観、香り、味、粘り、硬さの寄与率は32:3:44:10:11であった(第1表)。
- 4) 各官能検査項目と理化学的特性のタンパク質含有率、アミロース含有率、最高粘度、最低粘度、硬度粘度比との単相関係数はほとんどの場合、有意ではなかったが、これらの理化学的特性を説明変数とする重相関係数はいずれも有意であった。しかし、各項目に対する理化学的特性の寄与率は異なっており、外観には最高粘度が正、最低粘度が負で、香りと味には最低粘度が負で、粘りにはタンパク質含有率と最低粘度が負で強く寄与した。総合評価には、最低粘度が負で最も強く寄与し、次に最高粘度が正で寄与した。他の理化学的特性、特にタンパク質含有率とアミロース含有率の寄与率は低かった(第2表)。

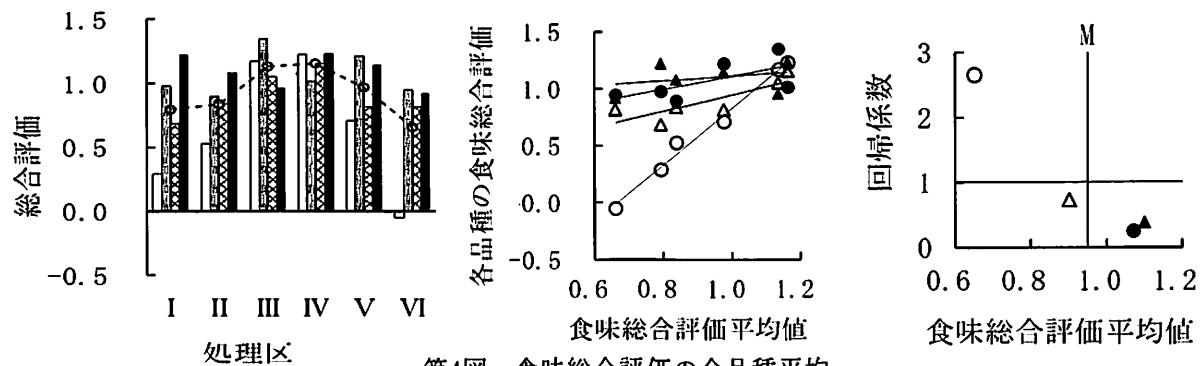
- 5) 各処理区における全品種平均の総合評価と品種ごとの総合評価との間の回帰直線の傾き(回帰係数)には明らかな品種間差が認められた(第4図)。品種別総合評価の平均値と回帰係数との関係をみると、津農M01は左上に位置し、平均値が低く、回帰係数が大きかった。すなわち、津農M01は食味が劣りかつ給水量による変動が大きい食味不良不安定型品種であり、節水栽培には不向きと判断される。図の右下に位置する津原E28と津原45は、平均値が大きくて回帰係数の小さい良食味安定型品種であり、節水栽培に適していると考えられる。津稻417は食味も安定性も中程度であった(第5図)。



第1図 理化学的特性の処理区別平均値. H/H: 硬度粘度比.



第2図 官能検査項目の処理区別平均値.



第3図 処理区別食味総合評価.

□ : 津農M01, ■ : 津原E28,  
▨ : 津稻417, ▨ : 津原45.  
-○- : 平均値.

第4図 食味総合評価の全品種平均値と各品種の総合評価との関係.

○ : 津農M01 ( $Y=2.66X-1.810$ )  
● : 津原E28 ( $Y=0.253X+0.836$ )  
△ : 津稻417 ( $Y=0.722X+0.228$ )  
▲ : 津原45 ( $Y=0.384X+0.740$ )

第1表 食味評価における重回帰分析.

	単相関係数					重相関係数	標準偏回帰係数(比率)				
	外観	香り	味	粘り	硬さ		外観	香り	味	粘り	硬さ
総合評価	0.782***	0.602**	0.875***	0.668***	-0.477*	0.938***	0.385(32)	-0.039(3)	0.523(44)	0.119(10)	-0.136(11)

\* , \*\* , \*\*\* : それぞれ5%, 1%, 0.1%水準で有意を示す.

第2表 食味評価項目と理化学的特性との関係.

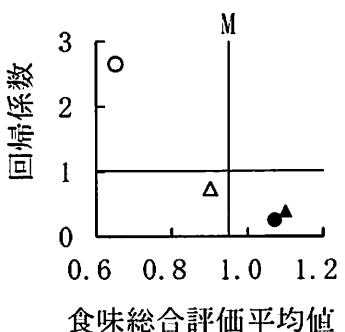
	単相関係数					重相関係数	標準偏回帰係数(比率)				
	PP	AP	Max	Min	H/H		PP	AP	Max	Min	H/H
外観	0.039	-0.002	0.133	-0.237	-0.213	0.684***	0.295(11)	0.025(1)	1.023(37)	-0.986(36)	-0.404(15)
香り	0.164	-0.110	-0.316	-0.596**	-0.244	0.828***	-0.154(6)	-0.300(11)	0.379(16)	-1.167(48)	-0.411(17)
味	-0.124	-0.081	0.102	-0.297	-0.325	0.790***	-0.124(4)	-0.196(7)	0.838(30)	-1.191(42)	-0.473(17)
粘り	-0.560**	0.107	0.170	-0.087	-0.354	0.810***	-0.787(37)	-0.108(5)	0.125(6)	-0.710(33)	-0.406(19)
硬さ	0.539**	0.186	-0.552**	-0.270	0.180	0.717***	0.452(22)	0.336(17)	-0.611(30)	0.537(27)	0.077(4)
総合	-0.247	-0.084	0.198	-0.186	-0.330	0.760***	-0.244(10)	-0.213(8)	0.778(28)	-1.086(39)	-0.434(16)

PP : タンパク質含有率, AP : アミロース含有率, Max : 最高粘度, Min : 最低粘度, H/H : 硬度粘度比.

\*\* , \*\*\* : それぞれ1%, 0.1%水準で有意を示す.

第5図 各品種の食味評価平均値と回帰係数との関係.

M : 平均値.  
○ : 津農M01, ● : 津原E28  
△ : 津稻417, ▲ : 津原45.



## 水稻品種「つや姫」の食味官能値の推定

浅野目謙之<sup>1)</sup>・後藤元<sup>1)</sup>・阿部洋平<sup>2)</sup>・鈴木啓太郎<sup>3)</sup>

(<sup>1</sup>) 山形県農業総合研究センター・<sup>2</sup>) 山形県農業総合研究センター水田農業試験場・<sup>3</sup>) 農研機構

Estimation of eating quality of cooked rice in rice variety “Tsuyahime”

Noriyuki ASANOME<sup>1)</sup>, Hajime Goto<sup>1)</sup>, Yohei ABE<sup>2)</sup>, Keitaro SUZUKI<sup>3)</sup>

水稻品種「つや姫」は 2010 年から本格作付け及び販売が開始され、消費者から好評を得ている。「つや姫」の食味特性調査において、食味官能試験とともに理化学的評価、成分分析、炊飯米物理特性などの多面的な解析を進めてきた。本報では、この多面的な理化学測定値を解析し、食味官能値の推定式を検討したので報告する。

### 材料と方法

2013 年に山形県内 34 点で試験栽培された「つや姫」、農業総合研究センター、同水田農業試験場の栽培試験によって得られた「つや姫」81 点の計 115 点を供試材料とし、食味官能試験、食味関連理化学特性値の調査、炊飯米物性評価を行った。食味官能試験は、水田農業試験場で栽培された「はえぬき」を基準米として行い、−3～+3 で評価し、平均値で示した。成分分析は、玄米及び精米のタンパク質含有率及びアミロース含有率を近赤外分光分析計 (Infratec1241、FOSS 社) により測定した。糊化特性は RVA (ニューポートサイエンティフィック社) を使用して測定した。炊飯米の物性評価は、岡留ら (1996) の方法にて調整後、炊飯米 1 粒をテンシプレッサー (タケトモ電機 MyBoySystem) にて低・高圧縮試験を行った。炊飯米の外観評価として味度メーター (東洋精米機製作所) を用いた調査と分光測色計 (CM-700d、コニカミノルタ) による炊飯米白色度の調査を行った。これらの調査結果を用いて食味官能値を目的変数とし、多面的な理化学特性値を説明変数として重回帰分析を行い、総合的な食味評価を試みた。

### 結果と考察

食味官能値と各理化学特性値との相関関係を見ると、食味官能値の総合評価とは、玄米タンパク質含有率 ( $r=-0.532$ )、精米アミロース含有率 (0.582)、RVA 最高粘度 (0.319)、味度 (0.608)、テンシプレッサーによる炊飯米表層の硬さ (0.214)、表層の付着量 (0.509)、表層物性のバランス度 (0.524)、弾力性 (0.288) で有意な相関が認められた。また、食味官能値の外観評価とは、玄米タンパク質含有量 (-0.387)、味度 (0.464)、テンシプレッサーによる表層物性のバランス度 (0.480)、全体の付着量 (0.477)、弾力性 (0.444) で有意な相関関係が認められた。さらに、食味官能値の味、粘り、硬さ評価とは、玄米タンパク質含有率、精米アミロース含有率、RVA 最高粘度、味度、テンシプレッサーによる表層の付着量、表層物性のバランス度等が有意な相関を示した。これらのことから、食味官能値を予測するための重回帰分析において、説明変数として玄米タンパク質含有率、精米アミロース含有率、RVA 最高粘度、味度、テンシプレッサーによる炊飯米表層の付着量を用いることが適当と判断された。得られた食味官能値の推定式は次の通りである  $Y=-0.087A+0.212B+0.006C-0.003D+0.443E-5.39$  ( $Y$ : 食味官能値(総合)、 $A$ : 玄米タンパク質含有率、 $B$ : 精米アミロース含有率、 $C$ : RVA 最高粘度、 $D$ : 味度、 $E$ : テンシプレッサーによる表層の付着量)。この推定式の重相関係数は 0.83 と有意に高い値を示した(図 1)。この推定式を用いて 2012 年産米の食味官能値(総合)を予測したところ(図 2)、相関係数は 0.75 となり、適用性は高いと考えられた。従来、米の食味にはタンパク質含有率とアミロース含有率が大きな影響を及ぼすとされてきたが、今回の「つや姫」食味官能値の推定において、タンパク質含有率とアミロース含有率のみを説明変数とした場合、その重相関係数は 0.68 であった(図 3)。一方、新たな理化学的評価手法である味度、炊飯米物性の項目も加えて解析を行ったところ、より高い精度の推定式が得られ、多面的な理化学測定によって、従来の評価法では評価しきれなかった「つや姫」の食味特性をよく説明できることが示された。なお、新たな食味評価法の視点として炊飯米白色度の評価値について、説明変数としての適否について検討したが、供試材料である「つや姫」は、食味官能値(総合)の高低にかかわらず炊飯米白色度が高い値となって相関関係が得られず、説明変数に用いることができなかった。

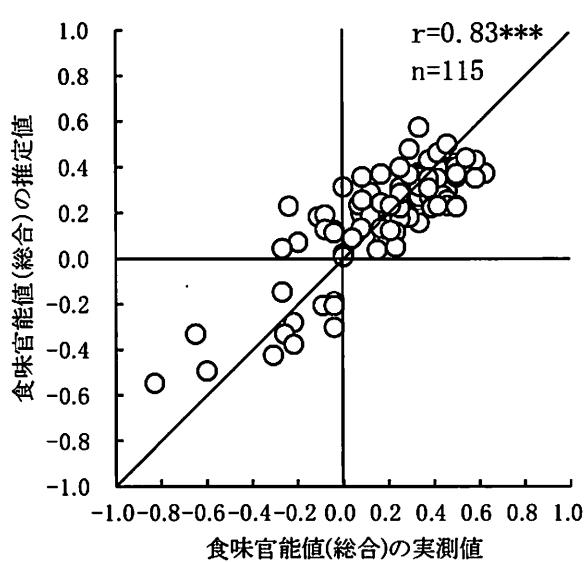


図 1 多面的な理化学測定値を用いた重回帰分析結果による食味官能値(総合)の推定(2013年試料)

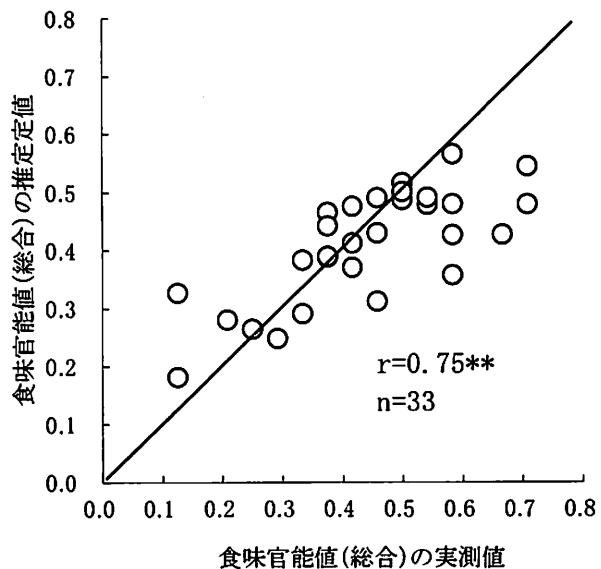


図 2 食味官能値の推定式(2013年試料)による2012年産米(未知試料)への適用結果

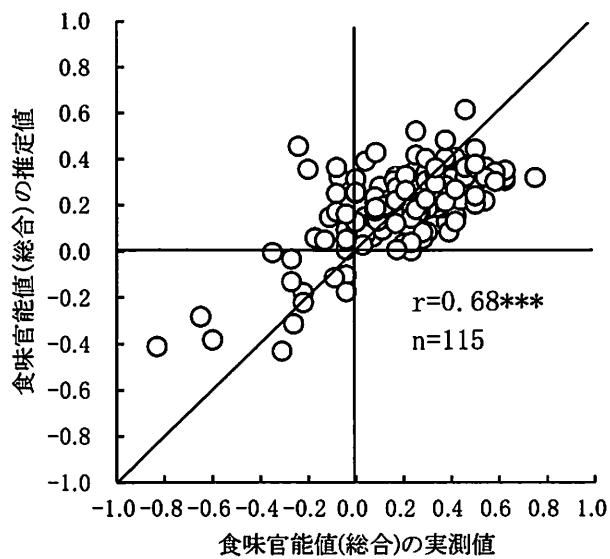


図 3 タンパク質含有率とアミロース含有率のみを説明変数とした場合の重回帰分析の結果(2013年試料)

# 直播栽培における水稻品種の食味官能評価と理化学的特性

赫兵<sup>1)</sup>、豊田正範<sup>2)</sup>、楠谷彰人<sup>3)</sup>

(<sup>1)</sup> 愛媛大学大学院連合農学研究科, <sup>2)</sup> 香川大学農学部, <sup>3)</sup> 天津農学院)

Palatability and Physicochemical Properties of Rice in Direct Seeding Cultivation

Bing HE<sup>1)</sup>, Masanori TOYATA<sup>2)</sup> and Akihito KUSUTANI<sup>3)</sup>

(<sup>1)</sup> Unit. Grad. Sch. of Agr.Sci., Ehime Univ., <sup>2)</sup> Fac.of Agr., Kagawa Univ., <sup>3)</sup> Tianjin Agr.Univ.)

水稻の直播栽培は省力化、低コスト化に直結する技術であり、日本では農業従事者の減少や高齢化に対応する栽培法の一つとして期待されている。しかし、直播した水稻の食味（理化学的特性と食味官能試験）を詳しく検討した報告はそれ程多く見られない。そこで、本研究では日本および中国産水稻品種を移植と直播の2方法で栽培し、理化学的特性と食味官能試験の結果を比較した。

## [材料と方法]

供試品種：香川大学農学部作物学研究室に保存中の品種の中から無作為に選んだ20品種（日本産10品種、中国産10品種）。

処理法および栽培法：移植区（以下、T区）と直播区（同、D区）の2処理区を設け、香川大学農学部作物学研究室の慣行法によって栽培。

調査法：天津農学院中日本水稻品質・食味共同研究センターにおいて、オートアナライザーでアミロース含有率とタンパク質含有率、ラピッドビスコアナライザーで米澱粉の熱糊化性、テクスチュロメーターで粘弾性を調査。香川大学農学部において、15名のパネルによる食味官能試験を実施（基準品種は、同農学部内実験水田で収穫したコガネマサリ）。

## [結果]

① 官能試験における総合評価には、T区では+0.438～-0.333（平均+0.047）、D区では+0.375～-0.933（平均-0.033）の品種間変異がみられた。総合評価以外の官能試験評価項目も品種によって大きく異なり、T区の総合評価と味以外には有意な品種間差がみられた。しかし、全ての評価項目に有意な処理区間差は認められなかった（第1表）。

② 官能試験における各評価項目のT区とD区との間の相関関係を見ると、味以外の項目には0.5程度の有意な正の相関が認められた。すなわち、移植区で食味評価の高い品種は直播されても高い点数を得る傾向がみられた（第1図）。

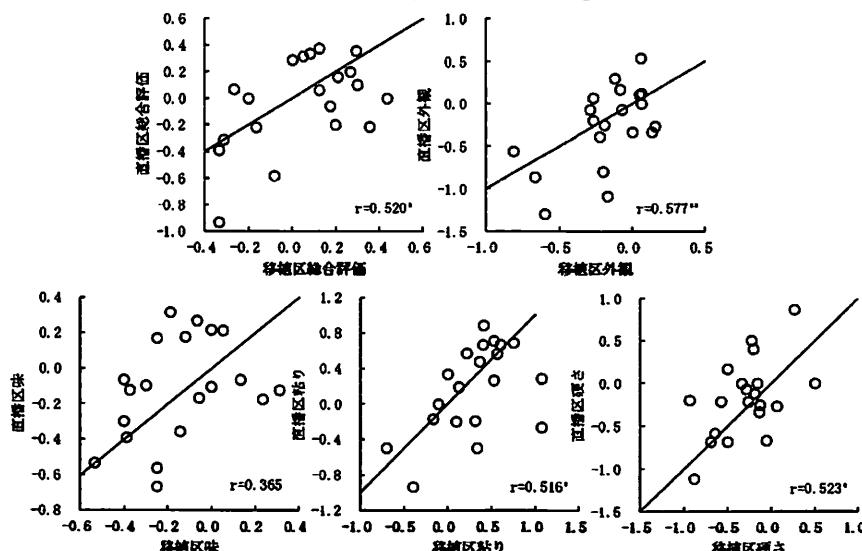
③ 官能試験の総合評価と各食味評価項目との関係を見ると、T区では味および粘りと総合評価との間に有意な正の相関関係があり、D区では外観、味、粘りと総合評価との間に有意な正の相関関係が認められた。硬さは、T区、D区とも総合評価と有意な相関を示さなかった。官能検査の各評価項目を説明変数、総合評価を目的変数とした重回帰分析の結果、T区、D区とも0.1%水準で有意な重相関係数が得られた。標準偏回帰係数比によって各項目の寄与率を比較すると、両処理区とも味の寄与率が40%以上で最も高かったが、T区では外観、D区では硬さはほとんど寄与していなかった（第2表）。

④ 理化学的特性のアミロース含有率(AC)、タンパク質含有率(PC)、最高粘度、粘度／付着性(H/A3)を説明変数、総合評価を目的変数とする重回帰分析を行った結果、T区、D区とも有意な重相関係数が得られ、総合評価の品種間差の約30%(D区)および約50%(T区)がこれら4つの理化学的特性で説明された。また、総合評価に対する寄与率は、AC、PC、最高粘度、H/A3がそれぞれT区では9.2%、16.4%、37.9%、36.5%程度、D区では10.5%、37.5%、31.9%、20.1%と推測され、T区では最高粘度、D区ではタンパク質含有率が総合評価に最も強く影響していた（第3表）。

第1表 食味官能試験.

番号	品種名	外観		味		粘り		硬さ		総合評価	
		T	D	T	D	T	D	T	D	T	D
1	コシヒカリ	-0.200	-0.800	-0.300	-0.100	0.100	-0.200	-0.200	0.400	0.300	0.100
2	ふくひびき	-0.600	-1.300	-0.400	-0.300	-0.700	-0.500	0.500	0.000	-0.200	0.000
3	はえぬき	0.063	0.125	-0.188	0.313	0.125	0.188	-0.125	-0.250	0.125	0.375
4	あきたこまち	-0.813	-0.563	-0.250	-0.563	0.313	-0.188	-0.188	-0.125	0.125	0.063
5	おいでまい	-0.286	-0.071	0.000	0.214	0.214	0.571	-0.286	-0.071	0.000	0.286
6	ひとめぼれ	-0.071	-0.071	-0.143	-0.357	1.071	0.286	-0.571	-0.214	0.357	-0.214
7	亀の尾	-0.667	-0.867	-0.533	-0.533	-0.400	-0.933	0.267	0.867	-0.333	-0.933
8	農林1号	0.133	-0.333	0.133	-0.067	1.067	-0.267	-0.933	-0.200	0.200	-0.200
9	陸羽132号	-0.167	-1.083	-0.250	-0.667	0.333	-0.500	-0.500	0.167	-0.083	-0.583
10	夢つくし	-0.083	0.167	-0.250	0.167	0.000	0.333	-0.333	0.000	0.083	0.333
11	豊岳47	0.063	0.000	0.313	-0.125	0.750	0.688	-0.500	-0.688	0.438	0.000
12	花育13号	-0.188	-0.250	-0.375	-0.125	0.563	0.563	-0.688	-0.688	-0.313	-0.313
13	豊育8	0.000	-0.333	-0.056	-0.167	-0.111	0.000	-0.056	-0.667	-0.167	-0.222
14	豊育28	-0.222	-0.389	-0.389	-0.389	-0.167	-0.167	-0.222	0.500	-0.333	-0.389
15	金珠1	-0.267	-0.200	-0.400	-0.067	0.400	0.667	-0.133	-0.333	-0.267	0.067
16	津稻1187	-0.267	0.067	-0.067	0.267	0.600	0.667	0.067	-0.267	0.267	0.200
17	津稻1129	0.059	0.529	-0.118	0.176	0.529	0.706	-0.647	-0.588	0.294	0.353
18	津稻779	-0.118	0.294	0.235	-0.176	0.412	0.882	-0.882	-1.118	0.176	-0.059
19	天津No.1	0.053	0.105	0.053	0.211	0.526	0.263	-0.158	0.000	0.053	0.316
20	津川1	0.158	-0.263	0.000	-0.105	0.368	0.474	-0.263	-0.211	0.211	0.158
日本品種平均		-0.269	-0.480	-0.218	-0.189	0.212	-0.121	-0.237	0.057	0.057	-0.077
中国品種平均		-0.073	-0.044	-0.080	-0.050	0.387	0.474	-0.348	-0.406	0.036	0.011
全品種平均		-0.171	-0.262	-0.149	-0.120	0.300	0.177	-0.293	-0.174	0.047	-0.033
分散分析	品種間	国別	**	***	ns	ns	ns	***	ns	***	ns
		處理間	***	***	ns	**	***	***	**	***	ns
		ns									

T: 移植区, D: 直播区. \*\*, \*\*\*: それぞれ1%, 0.1%水準で有意.



第1図 官能試験処理間の相互関係.

\*, \*\*: それぞれ5%, 1%水準で有意. 図中直線は移植区と直播区の等値線.

第2表 官能検査の重回帰分析表.

	単相関係数				重相関係数	標準偏回帰係数(比率)			
	外観	味	粘り	硬さ		外観	味	粘り	硬さ
T	0.443	0.679***	0.610**	-0.401	0.738***	0.008 (0.7)	0.520 (41.6)	0.481 (38.5)	0.240 (19.2)
D	0.585**	0.796***	0.620**	-0.371	0.811***	-0.210 (16.4)	0.738 (57.5)	0.328 (25.6)	-0.006 (0.5)

T: 移植区, D: 直播区. \*\*, \*\*\*: それぞれ1%, 0.1%水準で有意.

第3表 理化学的特性と総合評価との関係.

	単相関係数				重相関係数	標準偏回帰係数(比率)			
	AC	PC	最高粘度	H/A3		AC	PC	最高粘度	H/A3
T	-0.390	0.197	0.460*	-0.378	0.687***	-0.140 (9.2)	0.251 (16.4)	0.580 (37.9)	-0.559 (36.5)
D	-0.133	-0.454*	0.464*	-0.440	0.559*	-0.091 (10.5)	-0.325 (37.5)	0.276 (31.9)	-0.174 (20.1)

T: 移植区, D: 直播区. AC: アミロース含有率, PC: タンパク質含有率.

\*, \*\*\*: それぞれ5%, 0.1%水準で有意.

(一般講演 1)

## 高温登熟下での水管理の違いがコシヒカリの品質に与える影響

白矢 武士<sup>1)</sup>・佐藤 徹<sup>1)</sup>・東 聰志<sup>1)</sup>・金井 政人<sup>1)</sup>

(新潟県農業総合研究所作物研究センター)

Effect of Varietal Difference in Water Management on Rice Grain Quality under High Temperature Stress

Takeshi Shiraya<sup>1)</sup>, Toru Sato<sup>1)</sup>, Satoshi Azuma<sup>1)</sup>, Masato Kanai<sup>1)</sup>

近年、稻登熟期における高温障害の一つとして白未熟粒の多発が問題になっている中で、その発生機構の解明と技術的対策の確立が急務となっている。稻の高温障害による白未熟粒の発生要因は、蒸散量の低下による稻体への水分供給量の低下、呼吸量の増加による光合成産物の供給不足、登熟種子中の糖代謝異常や機能タンパク質発現の異常などが想定されている。従って、高温下での米の品質低下の抑制には、稻体への水分及び養分供給の維持が重要と考えられ、耕種的対策の一つとして出穂期以降の適正な水管理の励行が有効であると推測された。そこで、高温下での水管理办法の違いがコシヒカリの根の活力や同化産物合成能、さらに、高温による白未熟粒発生に関係する遺伝子の発現への影響について検討した。

### 【材料および方法】

2013 及び 2014 年に新潟県農業総合研究所作物研究センター（長岡市）の水田 2 箬にてコシヒカリ BL を供試した。出穂期から 25 日後まで湛水（當時水深 4~5cm を維持）、飽水（足跡に水が溜まっている箇所が散見される状態、pF:1.0 以下）、乾燥気味（pF:1.1 以上）の 3 水準の水管理办法区を設けた。また、出穂 10 日前から 25 日後までオープントップチャンバー法による高温処理区を設けた。地上 1.25m の気温及び地下 3cm の地温を測定した。出穂後の水管理办法の差異及び高温処理の有無による稻体への影響について、次の項目を調査した。

1. 根の活力への影響：成熟期頃に直径 5cm の円筒状の土壤モノリスを採取し、株間の根乾物重を深さ 5cm ごとに測定した。また、出穂後 10 日目及び 20 日目に地上部約 10 cm 部位における出液速度を調べた。
2. 同化産物合成能への影響：5 日おきに展開第 2 葉の SPAD 値（SPAD-502、ミノルタ）を調査した。また、出穂後 10 日目及び 20 日目に止め葉の比葉重及び稈基重を調査した。
3. 遺伝子発現への影響：開花後 7 日目の子実を 10 株から約 10 粒ずつ採取し全 RNA を抽出した。高温登熟による白未熟粒発生の要因であることがこれまでの知見より示唆されているデンプン生合成及びストレス応答に関する遺伝子について、それらの発現量を Real-Time PCR により解析した。
4. 登熟歩合及び外観品質への影響：篩目 1.85 mm 以上の精玄米について千粒重を、比重 1.06 の塩水による比重選で登熟歩合を調べた。精玄米の外観品質は穀粒判別器（サタケ RGQI20A）で測定した。

## 【結果および考察】

- 出穂期から 25 日後までの気温は高温処理により最大で約 1.8°C 上昇した。地温は湛水管理区では夕方から朝方頃まで高まり、乾燥気味の水管理区では日中で高まる傾向がみられた(図 1)。
- 乾燥気味の水管理区は高温処理の有無に関わらず根の発達が抑制され、出液速度が低下した。湛水管理区では高温条件下においてのみ根の発達が顕著に低下し、出液速度も低下した(図 2)。
- 出穂 10 日後の SPAD 値及び止葉の比葉重は、高温処理の有無に関わらず乾燥気味の水管理区で低くなり、湛水管理区では高温処理によって大きく低下した(データ略)。
- 高温処理下での湛水管理及び乾燥気味の水管理では、高温登熟による白未熟粒発生に関することが知られている  $\alpha$ -アミラーゼ遺伝子の発現量が増加し、活性酸素種消去系酵素などのストレス応答に関する遺伝子の発現量が減少する傾向が見られた(データ略)。
- 乳白粒及び基部未熟粒は、高温下の湛水管理区及び乾燥気味の水管理区で増加した(図 3)。

以上の結果から、pF:1.1 以上の乾燥気味の水管理区及び高温登熟下での湛水管理は、根の発達が抑制され、葉色や比葉重が低下した。このことが、同化産物の合成及び転流効率に影響したことで品質が低下したと推測される。従って、出穂後の水管理は pF:1.0 以下の飽水管理が適切であると考えられた。

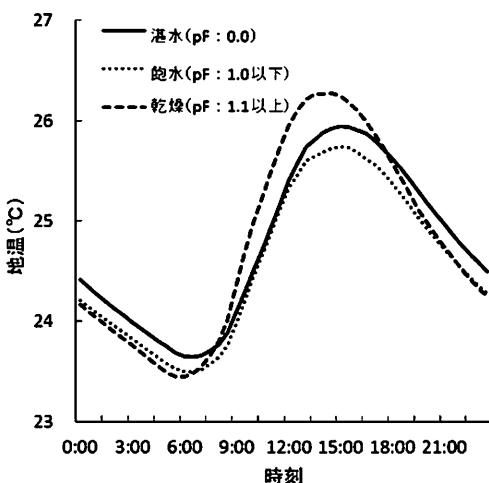


図 1 登熟期の水管理と時間別地温の関係

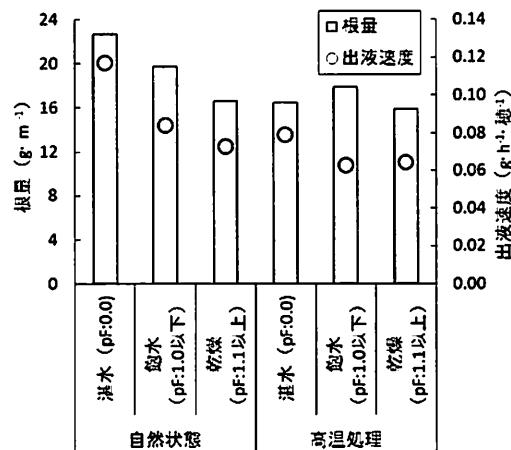


図 2 登熟期水管理と根量、出液速度の関係

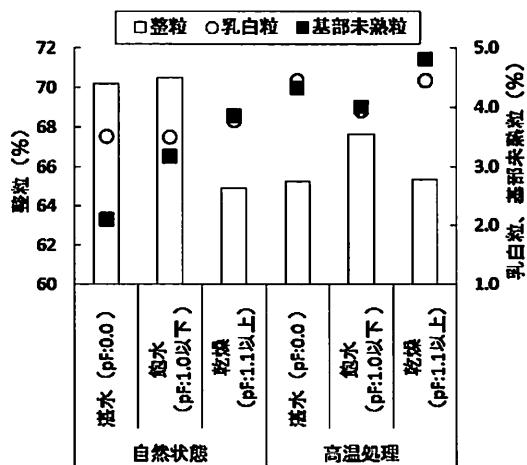


図 3 登熟期水管理と品質の関係

(一般講演)

## 近年育成された品種を含む高温登熟耐性品種の比較評価

小林 麻子<sup>1)</sup>・三浦 孝太郎<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>福井県農業試験場、<sup>2)</sup>福井県立大学)

Comparative evaluation of tolerance to heat-induced quality decline of rice cultivars.

Asako KOBAYASHI<sup>1)</sup>, Kotaro MIURA<sup>2)</sup>

全国各地の水稻育成地において、高温登熟耐性品種の育成が喫緊の課題として取り組まれてきた結果、近年、いくつかの新たな高温登熟耐性品種が育成された。また 2000 年代前半より、各地域において、高温登熟耐性の判定基準品種が選定されてきた。本研究では、近年育成された高温登熟耐性品種及び高温登熟耐性“強”の判定基準品種について、3 段階の登熟気温のもとで、高温登熟耐性を比較した。

### 【材料および方法】

- 供試した高温登熟耐性品種は表1に示した 10 品種である。高温登熟感受性の品種として、新潟早生及びコシヒカリを供試した。
- 試験区は、福井県農業試験場の水田圃場区、高温ハウス区及び福井県立大学生物資源開発研究センターの人工気象室である。高温ハウス区は水田圃場に建てられた H 鋼ビニルハウスで、出穂期以降閉め切り、内部の気温が 35°C を超えた場合に換気した。水田圃場区、高温ハウス区ともに無施肥で 5 年目の圃場である。移植日は、水田圃場区で 2015 年 5 月 22 日、高温ハウス区で 5 月 25 日であり、1 株 1 本植えとした。人工気象室については、育苗培土を充填した 10cm × 10cm × 13cm のポット(NPK 各 0.24g/ポット)に各 2 株を 5 月 25 日に移植し、昼/夜とも 25°C に設定した福井県農業試験場の温室で栽培した。出穂直前に福井県立大学生物資源開発研究センターの人工気象室へポットを移動し、昼間(7:00~19:00) 32°C、夜間(19:00~7:00) 26°C に設定して栽培した。水田圃場区は 2 反復、高温ハウス区及び人工気象室は 1 反復で行った。
- 成熟期に、水田圃場区及び高温ハウス区では中庸な 5 株を収穫し、人工気象室では全ての穂をサンプリングした。乾燥後、各株 2 穂について、枝梗の数により上下半分に分け、穂の上半分の強勢穎果と弱勢穎果、下半分の強勢穎果と弱勢穎果の 4 つに分類した。それぞれの背白粒、基白粒、背白複合粒、乳白、心白粒を目視でカウントした。なお、これらの合計を白濁粒とした。

### 【結果および考察】

- 表1に水田圃場区と高温ハウス区の出穂期、及び登熟気温(出穂後 20 日間の平均気温)を示した。登熟気温は、水田圃場区では 26.0~27.8°C、高温ハウス区では 29.0~29.3°C、人工気象室では全ての品種で 29.7°C であった。
- 図1に人工気象室における各品種の基白、背白及び複合型背白の発生率を示した。全ての品種について、乳白及び心白のみ発生した粒はほとんどなく、それらはほぼ全てが背白と複合して発生していた。ハナエチゼン、愛知 122 号、富山 80 号の 3 品種は白濁粒発生率が特に低かった。ふさおとめ、ゆきん子舞、コシヒカリ[Sdr4]、笑みの絆は、背白粒の発生率はコシヒカリより低いものの、基白粒の発生が多く、背基白合計の発生率は 70% を超えた。越路早生はほとんどが基白粒であった。
- 図2に高温ハウス区における白濁粒の発生率を示した。白濁粒の発生率が最も低かったのは愛知 122

号で、ふさおとめ及び富山 80 号は背基白粒は少なかったものの、乳心白の発生が見られた。

- 図3に着粒位置別の白濁粒発生率を示した。多くの品種は弱勢穎果で白濁粒発生率が高くなるパターンを示したが、新潟早生は全ての着生位置で白濁粒の発生が多く、高温ハウス区の愛知 122 号は全ての着生位置で白濁粒の発生が少なかった。高温ハウス区のハナエチゼン及びてんたかくでは、弱勢穎果における背基白粒の発生が特に多かったことが、品質低下の要因であると考えられた。
- 以上の結果から、出穂後の平均気温が 29°C 以上という高温条件下での高温登熟耐性の供与親として、愛知 122 号及び富山 80 号が有望であると考えられた。ふさおとめ及びゆきん子舞は高温ハウス区では白濁粒の発生率が 30% 以下であったが、人工気象室では背基白が多発した。ハナエチゼンは人工気象室において白濁粒の発

生が非常に少なかったが、高温ハウス区では背基白が多発した。無施肥で試験をしていることが、高温ハウス区でのハナエチゼンの弱勢穎果における背基白の多発と関与している可能性が考えられる。

表1 供試品種と出穂期及び登熟気温

品種名	水田圃場区		高温ハウス区		人工気象室 登熟気温°C
	出穂期	登熟気温°C	出穂期	登熟気温°C	
越路早生	7月25日	27.8	7月24日	29.3	
ハナエチゼン	7月27日	27.5	7月21日	29.2	
てんたかく	7月27日	27.5	7月23日	29.2	
新潟早生	7月28日	27.4	7月22日	29.2	
ふさおとめ	7月28日	27.4	7月24日	29.3	
ゆきん子舞	7月28日	27.4	7月26日	29.2	
コシヒカリ	8月3日	26.6	7月22日	29.2	29.7
コシヒカリ[Sdr4]	8月3日	26.6	7月28日	29.1	
愛知122号	8月4日	26.4	7月31日	29.0	
越南222号	8月6日	26.0	7月29日	29.1	
富山80号	8月6日	26.0	7月28日	29.1	
笑みの舞	8月6日	26.0	7月31日	29.0	

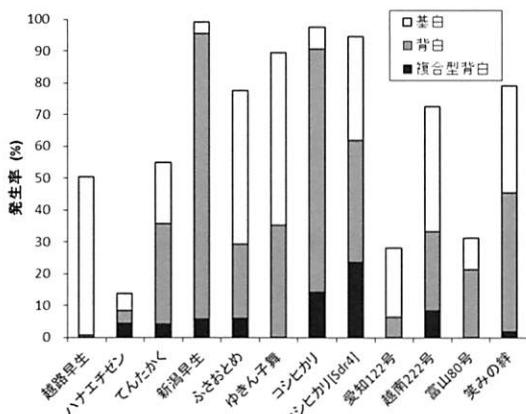


図1 人工気象室(29.7°C)における白濁粒発生率

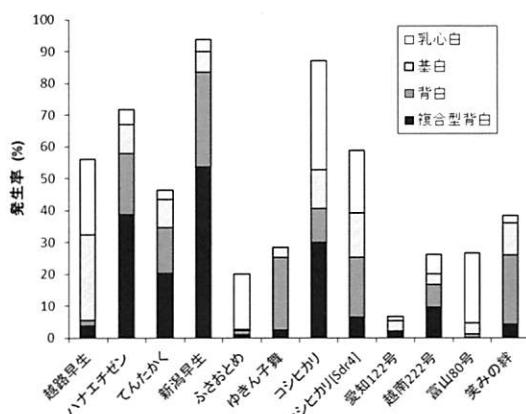


図2 高温ハウス区(29.0~29.3°C、無施肥)における白濁粒発生率

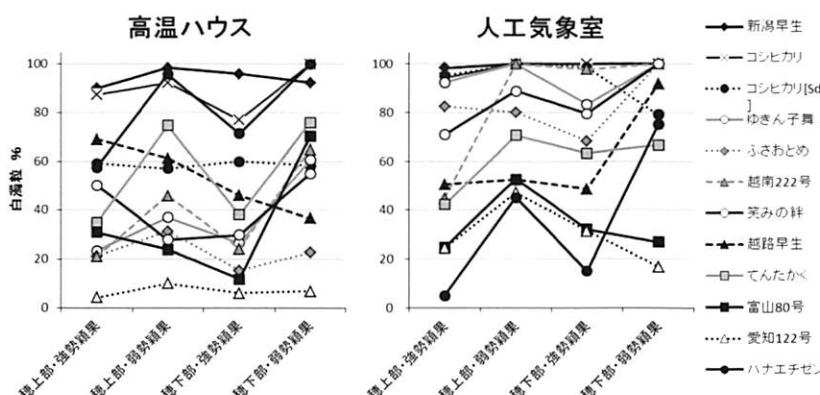


図3 着粒位置別の白濁粒発生率

(一般講演)

## 北海道のうるち米品質における年次間および地域間の差異とその発生要因

丹野久<sup>1)</sup>・平山裕治<sup>2)</sup>・其田達也<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>道総研 道南農業試験場、<sup>2)</sup>道総研 中央農業試験場 岩見沢試験地)

Yearly and Regional Variation in Grain Quality in Nonglutinous Rice, and the Factors Affecting Them in Hokkaido in Northern Japan.

Hisashi TANNO<sup>1)</sup>, Yuji HIRAYAMA<sup>1)</sup>, Tatsuya SONODA<sup>2)</sup>

うるち米の食味に影響する精米蛋白質含有率とアミロース含有率(以下、各蛋白質、アミロース)は、北海道米では年次間差異が大きく、蛋白質は土壤による地域間差異が、アミロースは登熟気温による年次間差異が大きいことが認められている。また、整粒歩合は搗精歩合に影響するため高いことが必要とされるが、未熟粒などの発生により低下する。そこで、蛋白質やアミロースおよび未熟粒などの外観品質の年次間と地域間の差異を明らかにし、その発生要因を生育特性や気象などから解明しようとした。

### 【材料および方法】

北海道の主要品種である「きらら397」を供試した。北海道のうるち作付け地帯を15に分け、調査点数を作付面積で1991～1998年は15ha、1999～2003年は30ha、2004～2006年は45ha当たり1点を割り当た。すなわち、年次平均で1地域当たり42～645点、合計3548点で、全16カ年に食味関連形質を、1999～2006年の6～8カ年には加えて外観品質について測定した。また、各地域につき2～3市町村で「きらら397」の出穂期、不稔歩合、千粒重および玄米収量を、作況試験により調査した。

### 【結果および考察】

北海道では、栽培期間の日平均積算気温は年次間差異が地域間差異より大きく、水稻の分けつ期(6月)と障害型冷害危険期(以下、障害危険期)の平均気温および出穂後40日間の日平均積算気温(以下、登熟気温)も同様に年次間差異が大きかった。そのため、出穂期、不稔歩合、千粒重および玄米収量、さらに蛋白質とアミロースでは年次間差異と地域間差異ともに大きいが、前者が後者より大きかった(表1)。

年次間では、蛋白質は出穂期が早く、障害型冷害危険期の平均気温が高く、不稔歩合が低く、千粒重が重く玄米収量が高いほど低かった(表2)。また、登熟気温とは843°Cで最低となる二次曲線の関係が見られた(図1)。一方、地域間ではこれら生育期の気温や生育特性と一定の関係が見られなかったが、泥炭土比率が高いほど、分けつ期の風速が大きいほど高かった(各r=0.785\*\*、0.625\*、全てn=15)。

アミロースは、年次間で分けつ期と障害危険期での平均気温がいずれも高く出穂期が早く、年次間と地域間ともに登熟気温が高いほど低かった(表1)。さらに、地域間では緯度が高く、海からの距離が長く、登熟期の日較差積算気温が高いほど高くなかった(各r=0.758\*\*、0.573\*、0.705\*\*、全てn=15)。

外観品質の整粒、未熟粒、被害粒、着色粒、死米の各歩合および玄米白度、精米白度でも、年次間差異が地域間差異よりも大きかった(表1)。年次間で整粒歩合は、未熟粒歩合が低く不稔歩合が低く千粒重が重く多収なほど高かった。玄米白度が高いほど精米白度は高く、両白度は障害型冷害危険期の平均気温と登熟気温が高いほど、不稔歩合が低く千粒重が重く多収で、整粒歩合が高く精米蛋白含有率が低いほど、高くなかった(表3)。未熟粒歩合は登熟気温が826°Cで最低となる二次曲線の関係がみられ(図2)、とくに登熟期間の前半よりも後半の影響度が高かった(決定係数r<sup>2</sup>が各0.237、0.975)。一方、地域間

では整粒歩合が高いほど未熟粒歩合が低く玄米白度が高くなり、玄米白度が高いほど精米白度が高く、登熟気温が高いほど両白度が高くなる傾向があったが、その他に明確な関係は見られなかった。

表 1 試験年次と地域での栽培期間の日平均積算気温、生育特性、生育期の気温、食味関連

形質および外観品質における最小、最大、平均値、変動係数

年次 または 地域 (データ 数)	日平均 積算気温		出穂 期	不稔 歩合	千粒 重	玄米 収量	分け つ期	障害型 冷害 の危険期	40日間 の日平均 気温	40日間 の平均 積算 気温	精米 蛋白 含有率	アミ ロース 含有率	外観品質 <sup>a</sup>						
	5~7 (℃)	8~9 (℃)	(7月 月 1日 =1)	(%)	(g)	(kg/ 10a)	平均 の危険期 気温	平均 の日平均 気温	平均 積算 気温	平均 気温	蛋白 含有率	アミ ロース 含有率	整粒 歩合	未熟 粒 歩合	玄米 白度	精米 白度	被審 粒 歩合	着色 粒 歩合	死米 歩合
						(℃)	(℃)	(℃)	(℃)	(℃)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
年次 最小 (15)	1314	1056	28.6	5.0	21.1	205	14.6	18.3	706	302	7.2	18.3	57.7	9.0	17.2	35.4	0.0	0.1	0.7
最大	1559	1279	46.9	61.0	23.5	576	17.7	22.1	924	396	8.6	22.2	82.7	24.4	20.1	38.8	22.2	0.6	2.4
または 平均 (*6~8) 变動係数	1441	1142	34.2	16.0	22.7	493	15.8	20.5	806	339	7.7	20.8	75.7	14.0	18.8	37.6	6.4	0.2	1.3
地域 最小 (16)	1373	1099	28.7	8.9	22.0	398	15.0	20.2	769	295	7.2	19.8	71.4	11.2	18.2	36.9	4.9	0.1	0.9
最大	1493	1213	40.0	21.5	23.3	593	16.6	21.1	841	378	8.2	21.2	79.5	17.3	19.6	38.6	8.3	0.3	2.5
平均	1441	1142	34.1	16.0	22.7	493	15.8	20.5	806	339	7.6	20.7	75.6	14.0	18.8	37.6	6.4	0.2	1.3
变動係数	2.3	2.7	9.8	27.3	1.6	10.9	2.9	1.3	2.2	8.7	3.7	1.7	3.7	14.0	1.9	1.3	18.8	33.8	28.2

調査年次は1991~2006年。ただし、<sup>a</sup>外観品質は、着色粒と死米が2000~2005年、被害粒が1999~2006年。他の年は1999~2006年。表中数字は年次は15地域の、地域は6~16か年の平均健土標準偏差。ただし、千粒重、精米蛋白質含有率およびアミロース含有率のデータは1993年の2~3地域、2006年の1地域で未調査。日平均気温は日最高気温と日最低気温の平均。分けづ期は6月。障害型冷害危険期は出穗前24日以降30日間。

表 2 年次間と地域間における食味関連形質、玄米収量と生育特性、生育期の気温との間の相関係数

項目 (データ 数)	形 質	出穂 期	不稔 歩合	玄米 収量	千粒 重	分けづ 期の 平均 気温	障害型 冷害 危険期 の平均 気温	40日間 の平均 積算 気温
年次	精米蛋白質含有率	0.544	0.840	-0.845	-0.860	0.134	-0.770	-0.385
(16)	アミロース含有率	0.573	0.340	-0.377	-0.303	-0.510	-0.466	-0.874
	玄米収量	-0.743	-0.967	1.000	0.888	0.240	0.828	0.639
地域	精米蛋白質含有率	0.233	0.249	-0.165	-0.076	0.083	0.340	0.085
(15)	アミロース含有率	-0.264	-0.193	0.400	0.220	0.214	-0.639	-0.701
	玄米収量	-0.924	-0.803	1.000	0.865	0.741	-0.503	0.226

分けづ期、日平均気温および障害型冷害危険期については、第1表の脚注参照。表中の相関係数の有意水準は以下のとおり。n=15 (自由度13) では5%が0.514、1%が0.641, n=16 (自由度14) では各0.497、0.623。

表 3 年次間と地域間における米粒外観品質と生育特性、生育期の気温との間の相関係数

項目 (データ 数)	形 質	未熟粒 歩合	玄米 白度	精米 白度	千粒重	精米 蛋白質 含有率	不稔 歩合	玄米 収量	冷害 危険期 の気温	登熟 気温
年次 (8)	整粒歩合	-0.478	0.391	0.635	0.628	-0.764	-0.660	0.798	0.435	0.166
	未熟粒歩合	0.319	0.076	0.211	-0.085	-0.240	0.025	0.498	0.602	
	玄米白度	0.922	0.807	-0.735	-0.844	0.827	0.819	0.933		
	精米白度		0.891	-0.878	-0.938	0.949	0.818	0.766		
	千粒重			-0.955	-0.936	0.938	0.861	0.751		
	蛋白質含有率				0.954	-0.961	-0.867	-0.648		
地域 (15)	整粒歩合	-0.820	0.617	0.226	0.270	-0.405	-0.456	0.195	-0.262	0.127
	未熟粒歩合	-0.613	-0.057	-0.130	0.181	0.373	-0.030	-0.030	-0.228	
	玄米白度	0.659	0.061	-0.291	-0.217	-0.137	0.307	0.529		
	精米白度			-0.017	-0.254	0.091	-0.258	0.112	0.488	
	千粒重				-0.117	-0.758	0.778	-0.556	0.163	
	蛋白質含有率				0.264	0.036	0.437	0.286		

蛋白質含有率は精米蛋白質含有率。冷害危険期の気温は、障害型冷害危険期に該当する出穗前24日以降30日間の平均気温。登熟気温は出穗後40日間の日平均積算気温。表中の相関係数の有意水準は以下のとおり。n=8 (自由度6) では5%が0.707、1%が0.834, n=15 (自由度13) では各0.514、0.641。

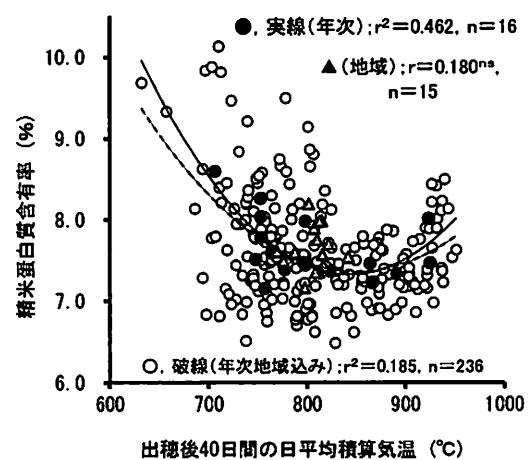


図 1 出穂後 40 日間の日平均積算気温と精米蛋白質含有率との関係

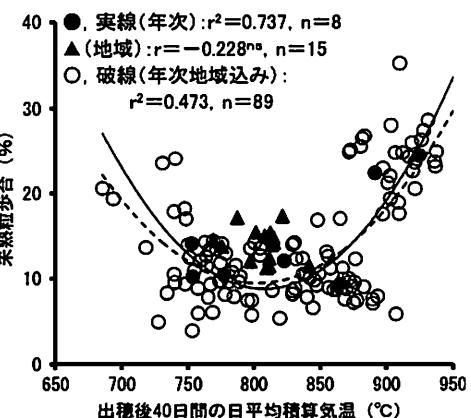


図 2 出穂後 40 日間の日平均積算気温と未熟粒歩合との関係

(一般講演1)

## 大規模稻作経営における米の食味と玄米形状、玄米仕上げ水分および理化学的特性との関係

松江勇次<sup>1\*</sup>・李東坡<sup>1</sup>・南石晃明<sup>1</sup>・長命洋佑<sup>1</sup>・森田敏<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>九州大学大学院農学研究院・<sup>2</sup>農研機構九州沖縄農業研究センター)

Relationships among Palatability of the Cooked rice, Shape, Moisture Content and Physicochemical properties of Brown Rice Produced on Large-Scale Farm Management

Yuji Matsue<sup>1\*</sup>, Dongpo Li<sup>1</sup>, Teruaki Nanseki<sup>1</sup>, Yosuke Chomei<sup>1</sup> and Satoshi Morita<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Grad. Sch. Agr., Kyushu Univ., <sup>2</sup>NARO Kyushu Okinawa Agr. Res. Cent.)

北陸地域、関東地域、関西地域および九州地域の広域にわたって、全国有数4つの大規模稻作農業生産法人産米の食味と玄米粒形、玄米仕上げ水分および理化学的特性との関係を検討した。

**【材料と方法】** 試験は 2014 年産コシヒカリについて、熊本県、滋賀県、茨城県、石川県における各農業生産法人から収集した糀サンプル 33 点を用いて実施した。食味官能試験は、福岡県産ヒノヒカリを基準にして九州大学農学部職員パネル 15 名前後で行った。玄米粒形は粒形テスター200(ケット科学研究所製)、玄米水分は穀水分計ライスタ f 15(ケット科学研究所製)、穀粒整粒重歩合は穀粒判別器 RGQ120A(サタケ社製)、タンパク質含有率は INFRATEC1241(FOSS 社製)、テクスチャ—特性(硬さ/粘り比)はテンシプレッサー(タケモト電気社製)、アミロース含有率はオートアナライザー II 型(プラン・ルーベ社製)で測定した。

### 【結果および考察】

#### (1) 食味と収穫乾燥調整後の玄米水分との関係

両形質の間には玄米水分 14.5%付近を頂点とした 2 次曲線の関係が認められ、玄米水分が 13.5%以下になると食味は劣り、特に 12.5%以下では著しく粘りが弱く、硬さが柔らかくなつて食味は劣つた(図1)。さらに、玄米水分 13.5%以下と 13.6%以上の玄米 2 水準による、農業生産法人の違いが食味に及ぼす影響と玄米水分の違いによる食味の差を比較検討すると、食味に及ぼす影響は玄米水分の違いによる方が大きかった(表 1)。

#### (2) 食味と整粒重歩合、玄米粒形および理化学的特性との関係

食味と外観品質の指標である整粒重歩合(1 等米は整粒重歩合が 70%以上)との間には、正の相関関係が認められ、整粒重歩合が 60%以下になると食味の低下が認められた(図 2)。玄米粒形の長さと幅についてはそれぞれ一定の関係は認められなかつたが、平均玄米粒厚との関係においては正の相関関係が認められ、平均玄米粒厚が 2.04mm 以下になると食味は劣る傾向にあつた(図 3)。このため、登熟歩合の向上に努め、整粒重歩合の増加と粒厚の厚い玄米生産を図ることの重要性が明らかになつた。タンパク質含有率とアミロース含有率との間には、一般的に認められている食味とタンパク質含有率、アミロース含有率との間の負の相関関係は認められなかつた。この理由としては供試した玄米のタンパク質含有率の範囲が 6.0~7.3%、アミロース含有率の範囲が 17.0 から 17.3%と両形質とも食味からみた適性値の範囲内であったためと考えられた。炊飯米の食感を表すテンシプレッシャーの H(硬さ)/-H(粘り)比と食味との関係をみると、両形質間には負の相関関係が認められ、H/-H 比が小さいほど食味は優れる傾向を示し

た(図4).

### (3) 食味に対する玄米水分、整粒重歩合、平均玄米粒厚、H/-H 比の標準偏回帰係数

食味と関係が認められた玄米水分、整粒重歩合、平均玄米粒厚、H/-H 比の標準偏回帰係数をみると、玄米水分と H/-H 比とが大きかったことから(表2)、玄米水分の減少による食味低下は、炊飯米の食感が劣化が主要因であると考えられた。さらに、食味の良否には玄米粒厚、整粒重歩合の関与も示唆された。よって大規模稻作経営において、安定した良質良食味米生産を図っていくうえでは、品種にあった収穫適期の刈取りの励行と乾燥調製が極めて大切であることがうかがえた。

本研究は、生研センターが実施する「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術研究展開事業」による研究成果に基づく。

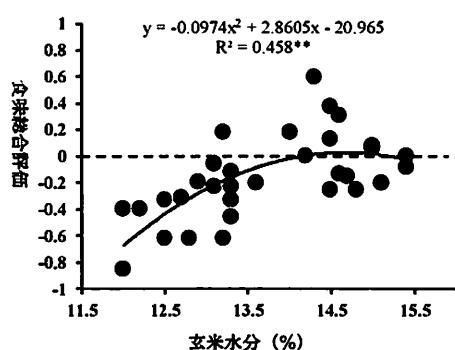


図1 玄米水分と食味総合評価との関係(コシヒカリ)

基準米：福岡県産ヒノヒカリ。

\*\*: 1%水準で有意性があることを示す。

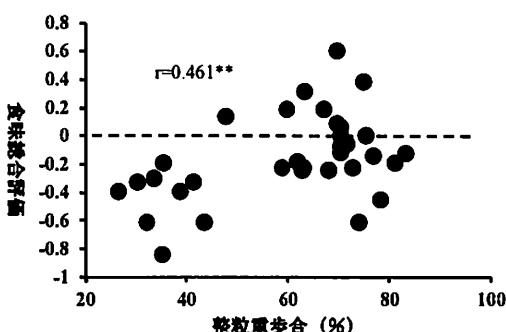


図2 食味総合評価と整粒重歩合との関係。

\*\*: 1%水準で有意性があることを示す。

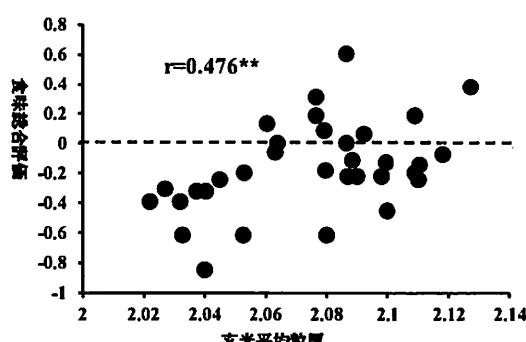


図3 食味総合評価と玄米平均粒厚との関係。

基準米：福岡県産ヒノヒカリ。

\*\*: 1%水準で有意性があることを示す。

表1 玄米水分2水準の農業法人3社における食味に関する分散分析。

要 因	自由度	平均平方	F 値
全 体	27		
農業生産法人 (L)	2	0.343	7.98**
玄米水分 (G)	1	0.511	11.90**
L × G	2	0.096	2.24 <sup>ns</sup>
誤差変動	22	0.042	

\*\*: 1%水準で有意差あり。

ns : 有意差なし。

表2 食味総合評価に対する玄米水分、整粒重歩合、玄米粒厚、H/-H比の標準偏回帰係数。

玄米水分	整粒重歩合	玄米粒厚	H/-H比
0.403*	0.164 <sup>NS</sup>	0.130 <sup>NS</sup>	-0.407**

n=33..

\* : 5%水準で有意差がありを示す。

NS : 有意性がないことを示す。

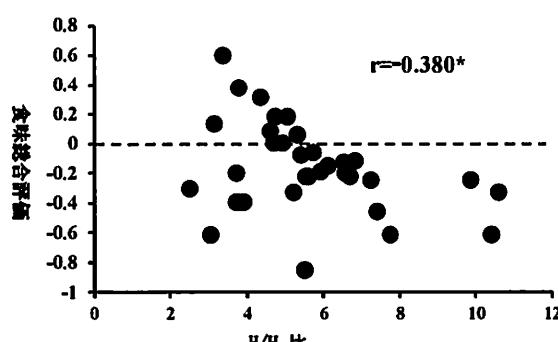


図4 食味総合評価とH/-H比との関係。

基準米：福岡県産ヒノヒカリ。

\*: 5%水準で有意性があることを示す。

## 我が社の宣伝

3 社

(我が社の宣伝)

## 我が社のお米の品質・食味研究への取り組み

江原 崇光

(株式会社ケツト科学研究所 技術部 涉外担当チーフ)

### はじめに

昨今、コメ(農業)を巡る状況が一変しています。国内では平成30年産米からの生産調整廃止、農協改革、年8万トン平均で減少している米消費、海外に目を向けるといよいよ大筋合意に至った環太平洋経済連携協定(TPP)に伴う安価な農産物の輸入の可能性が大きくなりました(重要5品目のコメは約8万トンの輸入枠が新設されました)。

加盟国内では段階的に関税が撤廃され、日本の農産物も今まで以上に海外に輸出しやすくなることでしょう。高品質な日本の農産物です。きっと多くの外国人が買ってくれるに違いありません。しかし現在、日本が輸出を推奨している高付加価値・高品質な農産品はぜいたく品であり、必需品ではありません。比べて、日本が輸入している農産品といえば、必需性の高いものばかりです。贅沢品がいつも多くの需要があるとは限りません。このような時こそ、あえて国内消費者に目を向けて、美味しい日本のコメ(農産物)を提供し、食していただくということも大切ではないでしょうか? 衣料品等に代表されるように、とかく消費者は安いものに目を奪われがちです。国内の需要を高めていくことも今後、更に重要な思われます。

私達ケツト科学研究所は「測る」ことを通じて、農業者の安心・安全なコメ作り、農業研究者の良食味・高品質米研究、そして何より消費者が安心して美味しい「ごはん」を食べる事が出来る様、お手伝いをしていきたいと考えております。

### 【新製品紹介】

ケツトの新製品を紹介します。

1. 成分分析計 AN-920(図1) 測定対象…国産うるち玄米・国産うるち精米



図1:成分分析計 AN-920

本研究会の最大研究テーマとなっているうち、食味に関わる「タンパク質」、「水分」を手軽に計測できる成分分析計です(アミロースは参考値)。

1995年のAN-800型発売以来、4代目の成分分析計ですが、今まで全国の研究者、JA、精米工場等の皆様にご愛顧いただいております。

その国内ナンバーワンの販売実績をもとに様々なご意見を取り入れ、本器の開発に至りました。

測定方式は、近赤外分光を試料に当て、透過光を検出・演算する透過光型近赤外分光方式です。本器は回折格子を用いた分光器を搭載しており、高精度な波長分光が可能なため、安定した測定結果を得ることができます。

試料をケースに詰め、画面にしたがい試料ケースをセット、キー操作をすると(図2)、約40秒でタンパク、水分、アミロース(参考値)、そして品質評価値を表示します。また、当社成分分析計では大画面のタッチパネルを採用し、大幅に使い勝手が向上しました(図3)。シンプルなメカニズムにすることにより低価格化を実現しました。

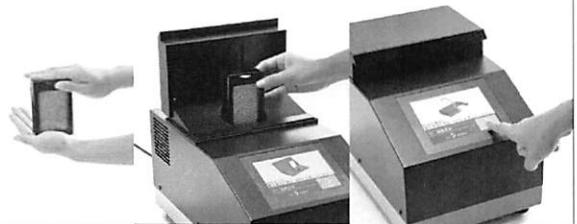


図2:かんたん操作



図3:大画面のタッチパネル

## 2. (開発中)穀粒判別器 RN-700(図4) 測定対象…国産うるち玄米・国産うるち精米(予定)

もう一つの研究テーマ、「品質」を計測する器械です。

農産物検査の目的とは、「公正かつ円滑な取引の確保」、「品質の改善と助長」、「農産物消費の合理化」ですが、今日的視点でみれば主体は最初に挙げた流通規格としての役割でしょう。

国による農産物検査の民営化から約10年が経過しました。当初から穀粒判別器を検査機器として活用することを期待されていましたが、国の農産物検査官の肉眼鑑定と差があるとの観点から、「検査補助機器」という位置付けです。しかしながら、検査技術の習得に相当の時間を要すること、更には検査技術の継承も非常に困難との声が多く聞かれるようになりました。農業生産・商品流通が合理化・近代化されている現在、昭和26年に制定された農産物検査制度も合理化されるべきなのかもしれません。

そこで今回、農林水産省穀物課農産物検査班、全国瑞穂食糧検査協会からのご指導、農産物検査員、精米工場品質管理担当者、研究者からのご意見をもとに、10年ぶりにフルモデルチェンジを行いました。



図4:穀粒判別器 RN-700

測定方式は、最新の画像処理技術を組み合わせ、全く新しい製品を開発しました。透過光源として10.4インチLCDモニタを採用し、判定に最適な色・パターンによる撮像が可能(乳・心白・背・腹白・基部未熟等)になり、反射光源にはRGB三色発光ダイオードを採用し、判定に最適な色による撮像(着色等)が可能になりました。更に最大の特徴は、透過光画像により一粒ずつ認識した粒の直下のみLCDを点灯させて撮像を行い、最も製品歩留に影響する胴割粒の正確な判別が可能になりました(図5)。

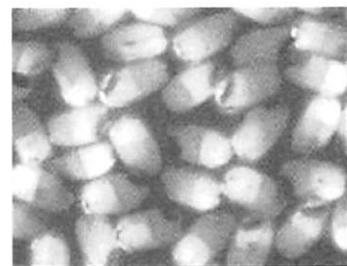


図5:胴割粒の正確な判別が可能

この3種類の画像を組み合わせ、測定結果を表示します。

また、可能な限りシンプルな構成にし、低価格化を実現しました。

測定方法はいたって簡単で、トレイに載せた米粒を本体に挿入するだけです。PCに接続してデータ管理することも可能ですし、タブレット端末(iPad)にデータ出力することも可能です(図6)。また、トレイ上にサンプルが残っていますので、測定結果とサンプルを現物確認することができます(図7)。

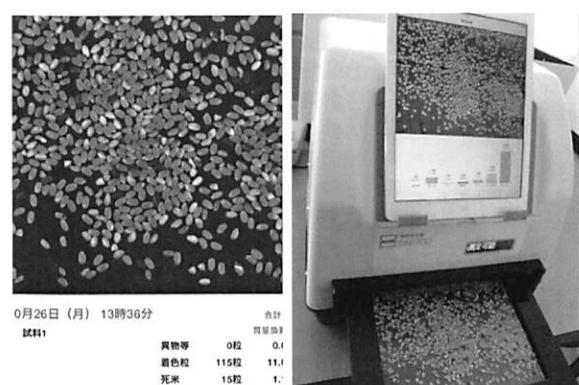


図6:iPadへの出力



図7:現物確認の様子

(我が社の宣伝)

我が社のお米の品質・食味研究への取り組み

石突 裕樹・越智 龍彦

(株式会社サタケ 技術本部 選別・計測グループ)

### 【はじめに】

当社は 1896 年（明治 29 年）、日本で最初の動力精米機メーカーとして創業、以来 1 世紀以上にわたり、研究開発を重ね、世界トップの食品加工機総合メーカーの地位を確立しました。

米の分野では精米機器を中心に、川上は種糲の温湯消毒設備に始まり、川下は胚芽米も作れるキッチン用精米機「マジックミル」や、栄養成分「GABA」を豊富に含む「ギャバライス」、手軽で美味しいパックご飯「楽メシ」まで、お米に関わる製品を幅広く開発しております。

経営の基本思想はサタケ精神にあり、その根幹は「不可能はない」「謙虚である」「気のつく人になる」の 3 点で、創業以来継承されております。この思想のもとに、全ての事業分野で培ってきたサタケ独自の膨大なノウハウを活かし、精米・製粉機器分野はもとより食品・環境機器・産業機械といった新規分野でも、画期的な新製品を次々と発表しております。現在これらの商品は 140 カ国以上で活躍しております。今後とも人類の 3 大穀物である「米、麦、とうもろこし」を通して「食」で世界に貢献できる会社を目指します。

また、社員教育はもちろん、地元や広島大学への後援、英国大学への穀物研究所設営など、社会の人材教育にも強い関心を持ち、将来のサタケや日本、世界を担う若者の育成にも力を入れております。

### 【計測機器ラインアップ】

工 程	栽培	収穫	乾燥/調製	貯蔵	精米	炊飯
適 用 機 種	 アグリビュー 残留農薬測定装置	 : 収穫前管理 : 外観品質評価 : 食味評価・成分測定 : 生鮮度評価 : 捣精度管理 : 物性評価・測定 : 水分管理 : 品種判定	 穀粒判別器	 多機能食味計	 米粒食味計	 炊飯食味計
	 DNA品種判定器		 シンセンサ	 単粒水分計	 硬さ粘り計	 精白度計

## 【新商品紹介：グレインスキャナー2】



### ◆高精度・高速測定

新開発の画像処理エンジンにより、従来技術では困難であった密集した穀粒の画像解析が可能。1000粒あたりおよそ60秒のスピーディーな測定。

### ◆豊富な結果表示

測定した“色”や“形”的情報を用いて、一粒ごとの画像を並び替えることが可能。予め設定した条件に基づいて、分類結果、各種平均値、標準偏差、ヒストグラムを表示。

### ◆多彩な項目を測定

穀物一粒について、“色”の情報と、“形”的情報で多数の項目で測定。

### ◆目的に合わせた分類基準を設定可能

目的に合わせて、穀物の分類基準（例：変色、碎粒）を設定し、次回からの測定に反映可能。

### ◆自動学習機能搭載

分類サンプルを学習し、分類基準を自動で作成することが可能。

### ◆多様な粒状の穀物に対応

厚み10mm以下であれば、様々な穀物・粒状の原料に対応し、外観測定が可能。

## 【新商品紹介：新穀粒判別器（仮称）】※開発中



### ◆高性能

新規オリジナルカメラを開発し、従来器より解像度が1.8倍向上し、高精度な画像を取得可能。

サタケ独自の3方向撮像を行い（表・裏・側面）、裏面の着色も逃さず測定。

搬送機構を見直し、従来器より測定時間10秒短縮。

### ◆軽量・コンパクト

本体重量約2.3kg、B5用紙サイズの面積に設置可能。

### ◆使いやすさ

現場での作業性を考慮し、スマホライクな画面で視認性と操作性が向上。

Wi-Fiによる無線データリンクやバッテリー駆動によりモバイル環境での使用が可能。

## 【おわりに】

紹介しました弊社の穀物検査機器は、農産物という生きた対象を測定し、客観的な測定データを提示することができます。検査機器の活用により、測定者が従来よりも判断が容易な環境を提供することができるなります。

株式会社サタケは、農産物検査装置や加工機械など、要求される品質の農産物を、要求された数量だけ、効率的に作り出すための手段や製品を開発・販売していく所存です。

(我が社の宣伝)

## 我が社のお米の品質・食味研究への取り組み

有限会社タケトモ電機

我が社は、この50年間食品の咀嚼によって生じる食感(テクスチャー)というものを、物理的計測によって数値化する機器の開発に携わってまいりました。

食品の品質特性は、外観特性、香味特性そして食感(テクスチャー)と大きく分類することが出来ます。アメリカのゼネラルフーズ中央研究所セズニアードの研究によれば、味や匂いよりも高い関心を持たれていることが明らかにされています。口中で感ずる物理的な諸特性は、感覚的に官能検査によって行われることが多いですが、測定機によって客観的なデータを求め、官能検査による評価と対応させることにより、重要な情報を得ることができます。

### 【会社案内、役割、社訓など】

現在は様々なメーカーからテクスチャー測定機が販売されているようですが、もともとこのタイプの原型機器はゼネラルフーズ社で開発されたテクスチュロメーターである。

そのテクスチュロメーター第1号機を当時の農林省食品総合研究所に納入し、商品化したのが我が社社長の西澤光輝である。

その後も一貫して食感を数値化する機器開発・解析ソフト開発を実施し、テクスチュロメーターの原理を基にした食品粘弹性測定機テンシプレッサーを1973年商標登録した。それらの蓄積を基に、米飯食感解析プログラムを豊富に搭載したテンシプレッサー・マイボーイシステムを開発した。



テクスチュロメーター

### 【製品紹介】

#### 1. テンシプレッサー・マイボーイ2システム

##### (ア) 機器特長

- ① 高精度・高機能、コンパクト設計の食感テクスチャー測定機です。設置スペースA4用紙程度。重量約7kg。
- ② アタッチメントを変更することで、標準ロードセルにて食品全般柔らかいもの(ご飯粒の表面、液体等)から硬いもの(スルメイカ)まで、食感(硬さ、粘り、もろさ、しなやかさ等)を物理的に計測。(測定荷重範囲:数 mgw~20kgw)
- ③ マイクロステップモータにより精度のよい垂直運動で、等速に・サインに・微少振幅動作にと、



テンシプレッサー  
マイボーイ2システム

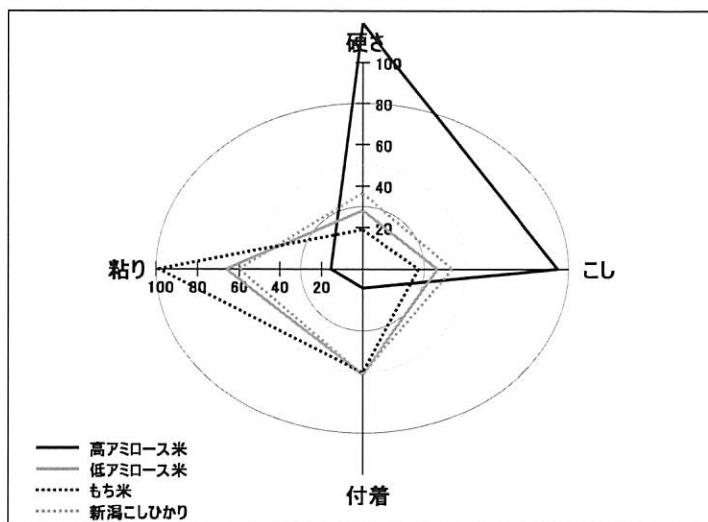
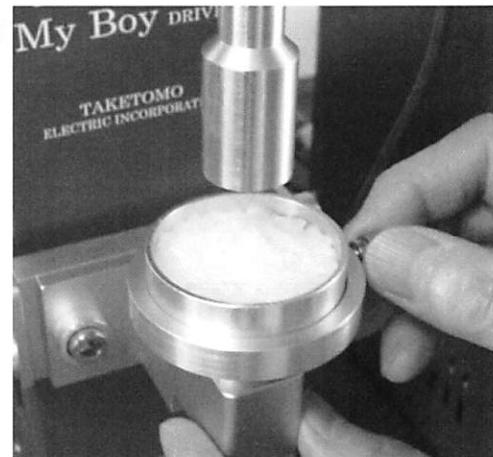
いろいろな動作を可能とした。距離分解能:0.001mm

#### (イ) ソフトウェア特長

- ① 米飯食感測定方法には一粒測定と集団粒測定がある。
- ② 一粒測定では少量炊飯での銘柄米の特性測定。炊き上げた場所による炊飯状態。経時劣化現象の詳細な解析などが行える。
- ③ 集団粒測定では白飯・赤飯・酢飯・ピラフ・炒飯などの適正試験。ブレンド米の食感評価による配合別の解析が行える。
- ④ 又、生米・玄米の硬度測定。餅・団子・パン・麺の食感測定も可能です。

#### (ウ) 米飯集団粒食感測定の概要

- ① 米飯の食感項目として「硬さ」・「こし」・「付着」・「粘り」に関する物性値を官能値としてグラフ化(視覚解析)し、その「総合評価」を点数化する機能を持つ。
- ② 魚沼産コシヒカリの炊飯測定データが基準値として表示されているが、ユーザー側で他の基準値を設定することが出来る。
- ③ 「硬さ」：噛みしめた時の力。
- ④ 「こし」：表層が軟らかく噛むと硬い。
- ⑤ 「付着」：強く噛んで口を開けた時、瞬間に感じる付着力。
- ⑥ 「粘り」：何度か噛んだ時のトータルで感じる粘着性。
- ⑦ 「総合評価」：4項目を総合した評価の点数。



<<米飯集団粒食感測定例>>

	総合評価
高アミロース米	5.48
低アミロース米	79.69
もち米	53.90
新潟こしひかり	90.55

#### 【我が社の自慢、今後目指すもの】

我が社の自慢は食感分析のリーディング会社であり、そのノウハウがある事です。今後は中国をはじめとするアジア諸国への販売活動を実施し、より多くのユーザー様に、食感測定器テンシプレッサーを活用して頂けるよう目指して参ります。