

“日本寒地北海道非糯米的食味和米粒外观品质提高” 特约专栏文章之二

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.06.003

日本寒冷地带北海道注重粳稻米粒外观品质的育种研究历程

丹野 久¹, 吉村彻², 木下雅文³

- (1. 北海道农产协会 日本 北海道札幌 060-0004;
2. 北海道立综合研究机构 中央农业试验场遗传资源部 日本 北海道泷川 073-0013;
3. 北海道立综合研究机构 上川农业试验场 日本 北海道比布 078-0397)

摘要: 长期以来, 北海道为了使米粒的外观品质不逊色于日本东北以南地区的水平, 主要通过米粒外观品质的目测选拔, 来减少乳白粒、腹白粒等未熟粒比率, 进而提高整粒比率和糙米、大米等的白度。其结果是, 在 1903 年以后培育出的新老品种中, 随着培育年度的更新, 大体上整粒越来越多, 未熟粒、受害粒和着色粒逐渐减少。特别是 1961 年培育的“尤卡尔”, 整粒比率比同时代和以前的品种显著提高, 从系谱来看其优良特性被后来培育的很多优质优良食味大米品种所继承。1984 年以后培育的主要品种与东北以南的品牌米品种相比, 整粒比率稍低, 未熟粒比例略高。关于糙米和大米的白度, 1971 年之前培育的品种由于腹白粒等多, 白度提高, 和培育年份没有一定的关系。1971 年以后越是新品种, 越是大米蛋白质含量低, 糙米和大米的白度就越高。目前北海道的主要品种与东北以南的品牌米品种相比, 糙米白度稍差, 但大米白度、糙米透明度和大米透明度没有明显差异。并且, 只是整粒时的糙米白度也没有差异。综上所述, 现在北海道主要品种的米粒外观品质, 除了与东北以南的品牌米品种相比未熟粒稍多、整粒略少之外, 已没有明显的区别。

关键词: 米粒外观品质; 育种; 未熟粒; 大米; 糙米; 白度; 寒冷地带

中图分类号: TS5-33;S511 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2020)06-0020-09

网络首发时间: 2020-10-30 17:25:31

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20201030.1609.014.html>

Breeding Research for Good Appearance Quality of Non-glutinous Rice Grain in Cold Region of Hokkaido in Japan

Hisashi Tanno¹, Tohru Yoshimura², Masafumi Kinoshita³

- (1. Hokkaido Agricultural Association, Sapporo Hokkaido Japan 060-0004;
2. Hokkaido Research Organization Central Agricultural Experiment Station, Plant Genetic Resources Section, Takikawa Hokkaido Japan 073-0013; 3. Hokkaido Research Organization Kamikawa Agricultural Experiment Station, Pippu Hokkaido Japan 078-0397)

Abstract: In Hokkaido, improving appearance quality of non-glutinous rice grain nearly up to those of varieties in the area south of Tohoku district has been the important breeding objective for a long time. For

收稿日期: 2020-07-27

作者简介: 丹野 久, 男, 1957 年出生, 博士, 教授, 研究方向为稻米品质改良方面的育种栽培、生产技术及其品质关系。E-mail: bun01_0405@yahoo.co.jp。本专栏背景及作者介绍详见 C4-C13。本文日语原文详见 P29-P37。

decreasing immature grain such as milky white and white-belly rice so on, increasing whole grain and heightening the whiteness of brown and of milled rice, selections mainly by visual estimation have been used up to the present time. The results was that, in the new and old varieties cultivated after 1903, with the renewal of breeding year, the whole grains were become more and more, and the immature grains, damaged grains and colored grains gradually decreased. In particular, genetically “Yukara” bred in 1961 had extremely more whole grains comparing to varieties bred in, before or the same age. From the pedigree, its excellent characteristics were inherited by many rice varieties bred after “Yukara” with good quality and good taste. The main varieties bred in 1984 and after had rather less whole grain, and had rather more immature kernel than the main brand-name varieties in the area south of Tohoku district. Varieties bred before 1971 had many white-belly rice so on, and in new and old varieties bred lately didn't have higher whiteness of brown and milled rice. In varieties bred in 1971 and after, varieties bred lately, however, had higher the whiteness of brown and of milled rice, and negative correlation was found between protein content and the whiteness of brown and of milled rice. Although the present main varieties of Hokkaido had lower whiteness of brown rice comparing to main brand-name varieties in the area south of Tohoku district, those varieties of Hokkaido had the same whiteness of milled rice, the same transparency of brown rice, the same transparency of milled rice, and the same whiteness of brown rice especially with only whole grain. Although the present main varieties of Hokkaido had rather more immature kernel and rather less whole grain comparing to main brand-name varieties in the area south of Tohoku district, in grain appearance quality there weren't clear differences between those varieties of Hokkaido and of the area south of Tohoku district.

Key words: appearance quality of non-glutinous rice grain; breeding; immature kernel; whiteness; brown rice; milled rice; cold region

在日本，为了确保公正、顺畅的糙米流通，对生产者交到农协（JA）的糙米，根据品质会给予 1~3 等及规格外的检查等级。整粒比率是对检查等级有很大影响的重要因素^[1]（表 1），整粒比率越高，加工到米糠完全被除掉的最佳加工精度时的糙出白率以及同一糙出白率时的大米白度也越高（图 1）。整粒是去除了受害粒、死米、未熟粒、异种谷粒和异物的籽粒。未熟粒是指不包括死米的未成熟籽粒，受害粒是受到损伤的籽粒，死米是不充实的粉质粒。这些谷粒中未熟粒的比率对检查等级，也就是整粒比率的影响最大。

此外，影响检查等级的特性有形质，是指皮部的厚薄，充实度，颗粒整齐性，粒形及光泽和表皮破损，心白及腹白的程度等。在形质的“皮部厚薄及光泽”中，糙米具有淡淡的糖色和光泽是好的，也就是说希望透明度较高。如果着色粒多发，则会成为降低等级的因素。

常说“美味的米饭又白又有光泽”。米饭的白度和光泽与大米白度有正相关关系（图 2）。

表 1 农产品规格标准中在粳稻糙米规格的品质（等级）中对品质项目的定义等^[1]

品质项目	定义等
整粒	是指去除了受害粒、死米、未熟粒、异种谷粒和异物的籽粒。
未熟粒	是指不包括死米的未成熟籽粒。即乳白粒，心白粒，青未熟粒，基部未熟粒，腹白未熟粒，背白粒及其他未熟粒。
受害粒	指受损的籽粒。即发芽粒，病害粒，芽烂粒，虫害粒，爆腰粒，畸形粒，茶色米，碎米，斑点粒，胚芽缺损粒，剥皮粒。另外，畸形粒是腰部畸形，扭曲粒及其他畸形粒。
死米	指不充实的粉质颗粒。即青死米和白死米。
着色粒	指粒面的全部或部分着色的籽粒及红米，但不包括通过碾米加工可去除的或对大米质量及大米产出没有显著影响的籽粒。
形质	指皮部的厚薄、充实度、质的软硬、籽粒整齐性、籽粒形状及光泽以及表皮破损、心白及腹白的程度。另外，检查中用标准品展示。

在同一品种的年度之间和地区之间，大米白度与糙米白度间也存在正相关关系^[2]。在流通和销售方面理想的状态是两种白度都较高。

自古以来北海道米不仅是食味，而且米粒外观品质也比东北以南产米差，一等米的比例也比

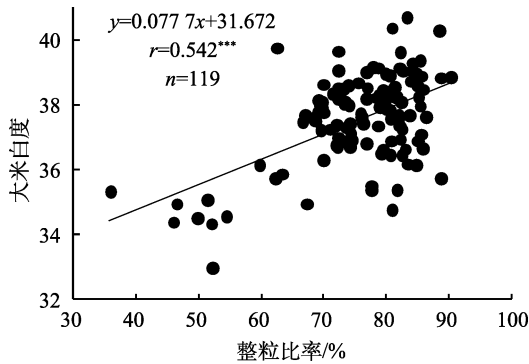


图 1 整粒比率与 90% 糙出白率时的大米白度之间的关系^[2]

注：供试品种类为「闪光 397」。1999—2006 年，15 个地区的数据。

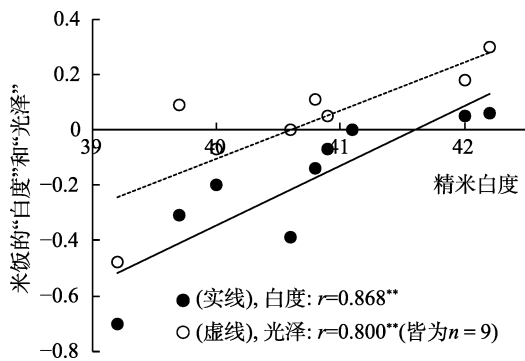


图 2 大米白度和米饭的“白度”及“光泽”之间的关系^[3]

注：供试样品为 1984 年以后培育的北海道主要 5 个品种和东北以南的 4 个品牌米品种。

较低^[4]。因此，自 1980 年真正开始食味育种^[5]以前，长期以来，重要的育种目标一直都是在提高产量和耐冷性的同时，提高米粒的外观品质^[6]。

因此，本研究主要阐明了北海道新老品种之间整粒比率和未熟粒比率，糙米和大米白度的差异。进而将现在北海道种植的主要品种和东北以南的品牌米品种之间，对米粒外观品质以及糙米和大米的透明度进行了比较^[3,7]。

1 米粒外观品质的育种法

在品种培育方面，杂交后代大多数都是在初期世代采取的从集团选拔到个体选拔及系统选拔的试验中，根据包括粒大、谷粒整齐性及谷粒饱满度、腹白和心白的发生程度等形质的好坏，以及糙米的白度和透明度等外观表现进行选拔的（表 2）。另外，由于难以制备均匀的样品，在初期世代几乎无法进行大米白度的选拔。因此，考虑根据糙米白度和大米白度之间有正相关关系，可以通过提高糙米白度的选择标准，间接提高大米白度的选择程度。

表 2 北海道水稻育种试验中米粒外观品质的选拔和评价方法（◎重点，○辅助使用）

试验名称	千粒重（籽粒大小）		形质		整粒，未熟粒·受害粒·死米·着色粒			白度			
	目测	测定	目测	机器测定	外观	机器测定	检查等级	糙米		大米	
								目测	机器测定	目测	机器测定
集团选拔	○		◎		◎						
个体选拔	◎		◎		◎			◎			
系统选拔	◎		◎		◎			◎			
生产力预备试验	○	◎	◎		◎			◎	◎	◎	◎
生产力正式试验	○	◎	◎		◎		◎	◎	◎	◎	◎
推荐品种预备	○	◎	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎
推荐品种正式试验第 1 年	○	◎	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎
推荐品种正式试验第 2 年	○	◎	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎
样品重量/g	15	15	15	30	15	30	15	15	20	15	20

注：根据北海道立综合研究机构农业试验场资料。形质，整粒，未熟粒，受害粒，死米和着色粒参照表 1。生产力预备，正式分别指生产力（产量）预备试验，正式试验。测定仪器：形质的心白和腹白的程度以及整粒，未熟粒，受害粒，死米，着色粒采用的是静冈制机生产的谷粒判别机，白度采用的是凯特科学研究所生产的白度计。检查等级由农协等的检查人员决定。

其后的生产力（预备，正式）试验到推荐品种决定（预备，正式）试验，籽粒大小主要通过测定千粒重来选拔。另外，糙米白度和大米白度与目测的选拔平行，白度计的测定值也可用于选拔的参考。

受害粒、死米和着色粒，从初期到中后期的

所有世代都通过目测来选拔。具体来说，这些谷粒的发生比对照品种多的个体和系统都会被废弃。并且，在推荐品种决定（预备，正式）试验中，对整粒、未熟粒、受害粒、死米和着色粒，还采用仪器测定，作为品种与系统间比较的参考。

如上所述，在生产力试验之前，对所有的糙

米外观品质主要通过目测来选拔, 该试验之后, 在参考仪器测定值的同时, 还要由 JA 等检查人员进行检查等级的调查。检查等级被认为是对未熟粒、受害粒、死米及着色粒的产生、粒形、颗粒整齐性及包括糙米透明度的形质好坏等的综合评价。因此, 最终将培育系统的检查等级与对照品种相比, 其优劣程度也是能否被认定为新推荐品种的重要依据之一。

2 北海道新老品种中千粒重、整粒及未熟粒的产生

从 1903 年被评为推荐品种的“红发”到近年的培育品种, 比较北海道的新老品种, 在一部分试验中千粒重和培育年度之间发现了正相关关系, 但总体上关系不明确(图 3)。这也许是因为在一般的新品种培育中, 没有把大粒或重粒作为育种目标, 而是以接近对照品种一定范围的值做为目标进行选拔, 还有是因为大粒化容易产生腹白等问题从而使米粒外观品质下降。

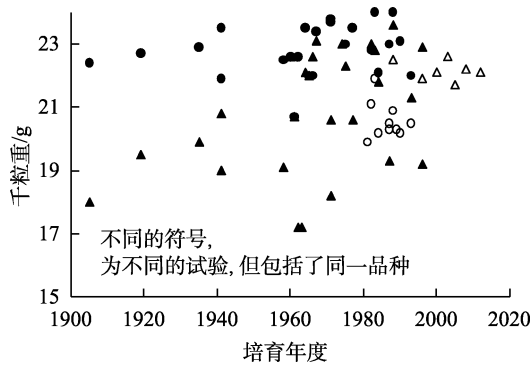


图 3 北海道新老品种的培育年度和千粒重之间的关系^[7]

注: 北海道立(现为北海道立综合研究机构)中央农业试验场的试验。相关系数, ●, 试验年度 1995 年: 0.218, $n=24$ 。▲, 1996 年: 0.437*, $n=27$ 。○, 1992 年: -0.225, $n=10$ 。△, 2012 年: 0.095, $n=8$ 。*在 5% 的水平上有显著性差异。

另一方面, 培育年度越新整粒比率就越高(图 4), 未熟粒比率就越低(图 5)。但是, 如果仅限于 1971 年以后培育的品种, 整粒比率和未熟粒比率都没有发现与培育年份之间存在一定的关系, 并且就未熟粒比率对 1984 年以后培育的主要品种进行了比较也是一样的结果(图 6)。另外, 就全部新老品种以及 1971 年以后培育的品种, 无论哪一种都是未熟粒比率越低, 整粒比率越高(图 7)。

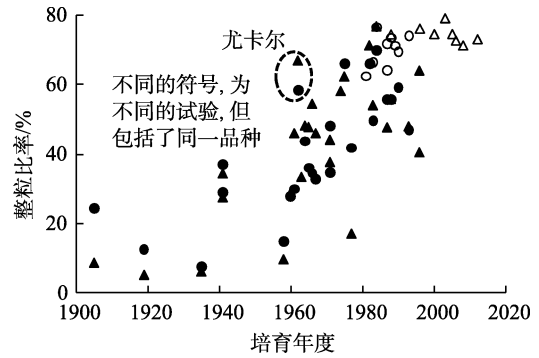


图 4 北海道新老品种的培育年度和整粒比率之间的关系^[7]

注: 虚线的围线是 1962 年培育时, 以往北海道品种所没有的, 优良品质的“ユーカラ”(“尤卡尔”)。北海道立(现在是北海道立综合研究机构)中央农业试验场的试验。相关系数, ●, 试验年度 1995 年: 0.740**, $n=24$ (培育年度 1971 年以后, 0.324, $n=10$)。▲, 1996 年: 0.703***, $n=27$ (同, 0.187, $n=13$)。○, 1992 年: $r=0.535$, $n=10$ 。△, 2012 年: -0.362, $n=8$ 。***在 0.1% 的水平上有极显著性差异。

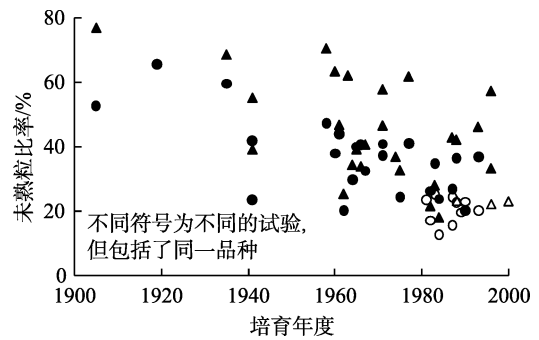


图 5 北海道新老品种的培育年度和未熟粒比率之间的关系^[7]

注: 北海道立(现北海道立综合研究机构)中央农业试验场的试验。相关系数, ●, 试验年数 1995 年: -0.655***, $n=24$ (培养年度 1971 年以后, -0.204, $n=10$)。▲, 1996 年: -0.599***, $n=27$ (同, -0.080, $n=13$)。○, 1992 年: 0.058, $n=10$ 。△, 2012 年: 0.167, $n=8$ 。***在 0.1% 的水平上有极显著性差异。

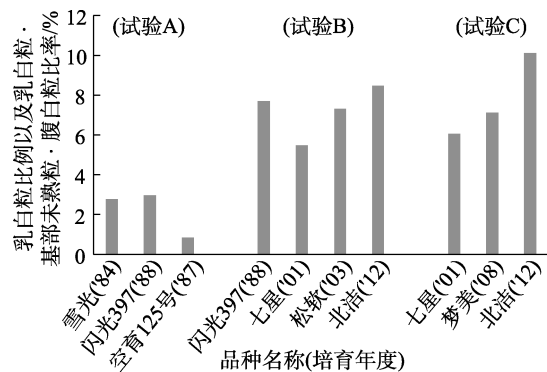


图 6 1984 年之后培育的北海道主要品种之间乳白粒比率(试验 A)以及乳白粒·基部未成熟粒·腹白粒比率(试验 B, C)的比较^[8-9]

注: 试验 A 是在 1988—1991 年, 北海道立(现在是北海道立综合研究机构)上川农业试验场的标肥区和多肥区的平均值。试验 B 是在 2002—2011 年, 同中央农业试验场和道南农业试验场的 2 个试验场和当地 6 个试验地的总计 32 次试验的平均值。试验 C 在 2014—2016 年, 同上川农业试验场的标准在栽培中的成苗和中苗的平均值。培育年度, '84~'88: 1984—1988 年, '01~'12: 2001—2012 年。

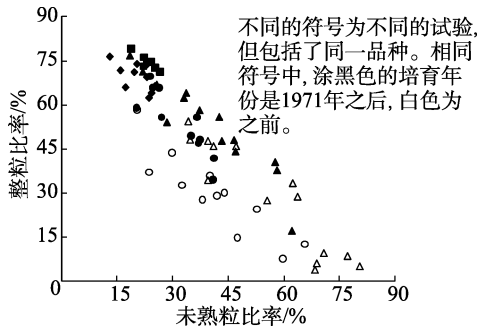


图 7 北海道新老品种中未熟粒比率和整粒比率之间的关系^[7]

注：北海道立（现北海道立综合研究机构）中央农业试验场的试验。相关系数，●+○，试验年度 1995 年： -8.53^{***} ， $n=24$ （培育年度 1971 年以后○， -0.867^{**} ， $n=10$ ）。▲+△，1996 年： -0.942^{***} ， $n=27$ （同前△， -0.920^{***} ， $n=13$ ）。◆，1992 年： -0.601 ， $n=10$ 。■2012 年： -0.898^{**} ， $n=8$ 。*、***分别在 1.0.1% 的水平上有极显著性差异。

而且，受害粒比率和着色粒比率只在所有新老品种时，随着培育年度更新有降低的趋势（图 8，图 9）。另一方面，死米比率与培育年度之间没有一定的关系^[7]（1995 年 $r=-0.292$ ，1996 年 $r=-0.245$ ，各 $n=2428$ ）。

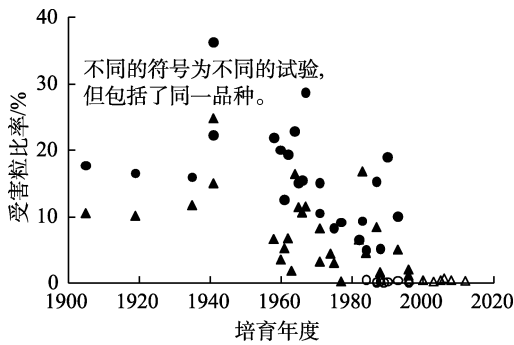


图 8 北海道新老品种的培育年度与受害粒比率之间的关系^[7]

注：北海道立（现北海道立综合研究机构）中央农业试验场的试验。相关系数，●，试验年度 1995 年： -0.479^* ， $n=24$ （培育年度 1971 年以后， 0.040 ， $n=10$ ）。▲，1996 年： -0.482^* ， $n=27$ （同前， -0.32 ， $n=13$ ）。○，1997 年： -0.338 ， $n=9$ 。△，2012 年： -0.261 ， $n=8$ 。*在 5% 的水平上有显著性差异。

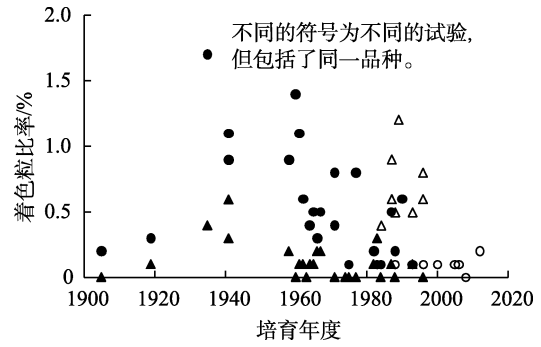


图 9 北海道新老品种的培育年度与着色粒比率之间的关系^[7]

注：北海道立（现北海道立综合研究机构）中央农业试验场的试验。相关系数，●，试验年度 1995 年： -0.479^* ， $n=24$ （培育年度 1971 年以后， 0.040 ， $n=10$ ）。▲，1996 年： -0.361 ， $n=27$ （同前， -0.32 ， $n=13$ ）。○，2010 年： -0.261 ， $n=8$ 。同上川农业试验场的试验，△，1997 年： -0.489 ， $n=10$ 。*在 5% 的水平上有显著性差异。

因此，所有新老品种的培育年度越新，整粒率就越高，未熟粒、受害粒和着色粒的发生率就越低。但是，就 1971 年以后的培育品种由于通过之前的育种已得到改良，品种间差异变小，所以与这些培育年度的关系变得不明显。

3 米粒外观品质的遗传改良母本

降低了腹白粒和乳白粒等的产生、前所未有的使整粒比率大幅提高的品种是 1962 年培育的“ユーカー”（“尤卡尔”）^[10]（图 4）。“尤卡尔”是将日本关东地区品种所具有的稻瘟病真性抵抗性基因引入北海道品种进行杂交后培育出来的品种。在培育当时糙米品质就极好，食味也很好^[6, 10]。从系谱来看，现在栽培的主要优良食味品种“闪光 397”、“七星”和“梦美”，都继承了该品种外观品质的优良特性（图 10）。

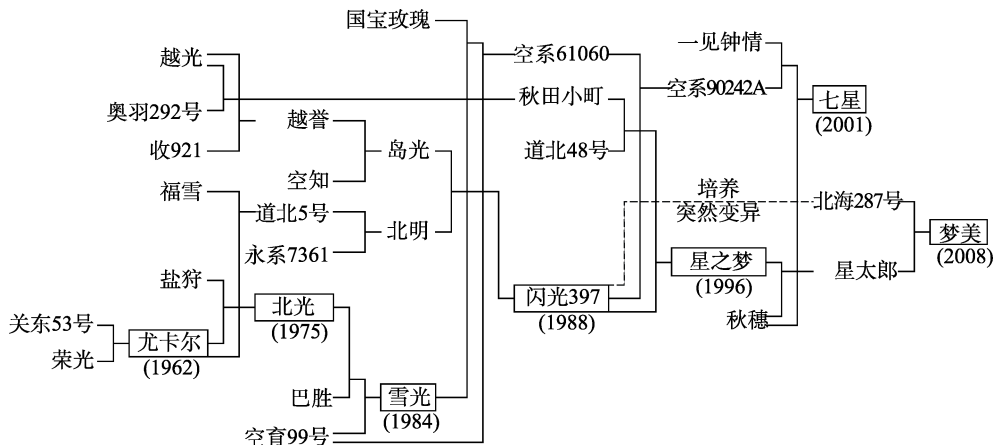


图 10 米粒外观优良品种“尤卡尔”及之后培育出的主要米粒外观和食味优良品种系谱^[10-16]

注：“□”的围栏是主要米粒外观和食味优良的品种。图中组合的上段为母本，下段为花粉亲本。“（）”是培育年度。

4 北海道目前主要品种和东北以南品牌米品种之间整粒比率和未熟粒比率的比较

北海道 1984 年以后培育的 4 个主要品种，与东北以南的 4 个品牌米品种“越光”、“秋田小町”、“一见钟情”和“日之光”相比，通常未熟粒比率稍高、整粒比率略低（表 3）。如果只限于现在北海道的主要品种“闪光 397”和“七

星”，这与东北以南的品牌米品种相比，结果也是一样的。

另外发现，乳白粒、腹白粒比起一次枝梗，更多发生在二次枝梗上（图 11）。今后，为了减少北海道新培育品种中白未熟粒的产生，需要明确品种间二次枝梗的多少与乳白粒、腹白比率的关系，并应用于品种改良。

表 3 1984 年以后培育的北海道主要品种和东北以南的品牌米品种的整粒、未熟粒和受害粒的比率^[7]

品种名称	栽培地区	试验地点（土壤类型，试验年度）					
		整粒比率		未熟粒比率		受害粒比率	
		数值	标准偏差	数值	标准偏差	数值	标准偏差
岩见泽市（灰黏土，1995—1996 年，但东北以南品种仅为 1996 年）							
雪光	北海道	73.3	5.1	21.2	3.9	4.8	0.4
闪光 397	北海道	55.9	0.1	39.5	4.2	3.4	2.5

越光	东北以南	77.9	-	12.5	-	8.5	-
秋田小町	东北以南	82.6	-	12.3	-	4.8	-
一见钟情	东北以南	77.6	-	12.8	-	8.2	-
日之光	东北以南	84.9	-	9.4	-	4.8	-

比布町（褐色低地土，1998—2000 年）							
雪光	北海道	95.3	2.1	3.8	1.8	0.7	0.6
闪光 397	北海道	94.2	0.0	5.5	0.2	0.2	0.2
星之梦	北海道	94.8	1.7	4.3	1.9	0.9	0.6
七星	北海道	92.8	2.7	6.5	2.2	0.4	0.3

越光	东北以南	96.8	1.4	1.7	0.6	1.4	1.2
秋田小町	东北以南	97.5	1.1	1.6	0.8	0.6	0.6
一见钟情	东北以南	97.6	1.0	1.4	1.1	0.9	0.2
日之光	东北以南	93.2	4.7	5.6	5.3	1.2	1.3

注：数据来自北海道立中央农业试验场（岩见泽市）及上川农业试验场（比布町）。北海道品种为试验地产米，东北以南的品种为“秋田小町”：秋田县大仙市，“一见钟情”：宫城县栗原市，“越光”：新潟县南鱼沼市或十日町市，“日之光”：鹿儿岛县始良郡生产的大米。

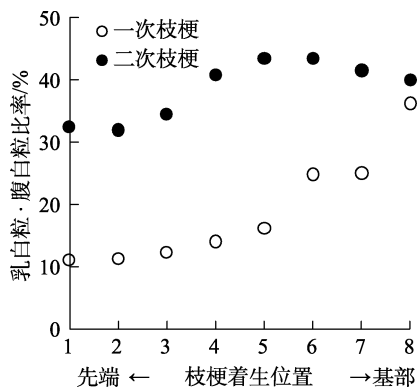


图 11 一次枝梗和二次枝梗之间不同枝梗着生位置的乳白粒·腹白粒比率的比较^[17]

注：供试样品种为 1995 年北海道立上川农业试验场田间生产的“闪光 397”。

5 北海道新老品种的糙米和大米的白度

在北海道新老品种中，培育年度为 1971 年之前的品种，培育年度和糙米白度以及大米白度之间没有一定的关联。这是因为培育年度较早的品种中，腹白和心白等白未熟粒很多，这些谷粒提

高了糙米白度^[7]。但是，1971 年以后的培育品种中，这种白未熟粒多的品种不再被培育，而培育年度越新，糙米和大米的两种白度变得越高（图 12，图 13）。

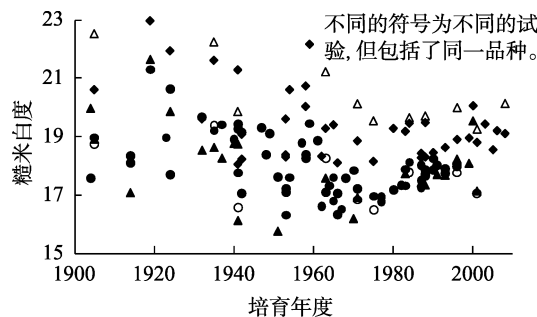


图 12 北海道新老品种的培育年度与糙米白度的关系^[3,7]

注：培育年度为 1971 年以后品种的相关系数，北海道立（现北海道立综合研究机构）中央农业试验场的试验，●（试验年度 1998—2001 年）：0.770***，n=22。▲（2002，2004，2005 年）：0.562，n=10。◆（2008，2010 年）：0.269，n=19。同上川农业试验场的试验，○（1998—2001，2004 年）：0.516，n=6。△（2005，2006 年）：-0.008，n=7。***在 0.1% 的水平上有极显著性差异。

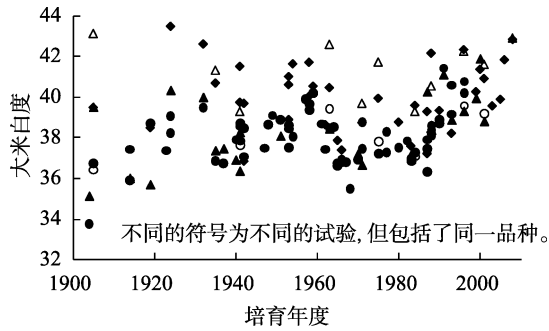


图 13 北海道新老品种的培育年度与大米白度之间的关系^[3,7]
注: 育成年度为 1971 年以后品种的相关系数, ●: 0.594**, ▲: 0.674*, ◆: 0.563*, ○: 0.814*, △: 0.687 (分别为 n=22, 10, 19, 6, 7)。*, **分别在 5% 和 1% 的水平上有显著性和极显著性差异。试验地点和试验年度参照图 12 的脚注。

另外, 1971 年以后的培育品种中, 一般糙米白度越高大米白度也越高 (图 14), 而且大米蛋白质含量越低, 两种白度就越高 (图 15, 图 16)。这些关系虽然在试验中有时不太明显, 但发现在

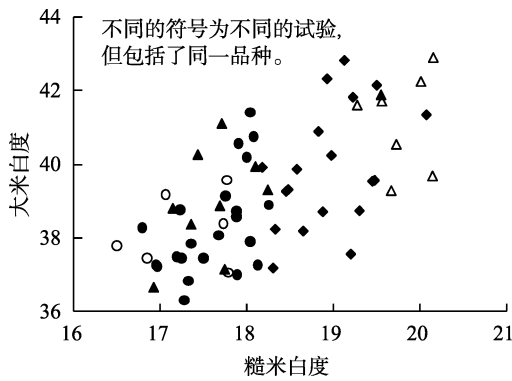


图 14 1971 年以后培育的北海道新老品种中糙米白度和大米白度之间的关系^[3,7]

注: 相关系数, ●: 0.527*, ▲: 0.682*, ◆: 0.430, ○: 0.223, △: 0.098 (分别为 n=22, 10, 19, 6, 7)。*在 5% 的水平上有显著性差异。试验地点和试验年度参照图 12 的脚注。

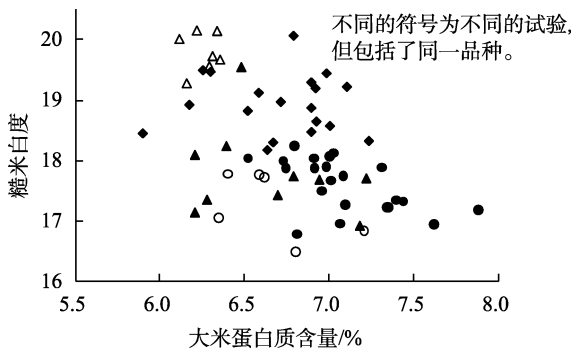


图 15 1971 年以后培育的北海道新老品种中大米蛋白质含量与糙米白度之间的关系^[3,7]

注: 相关系数, ●: -0.556**, ▲: -0.258, ◆: -0.036, ○: -0.537, △: 0.058 (分别为 n=22, 10, 19, 6, 7)。**在 1% 的水平上有极显著性差异。试验地点和试验年度参照图 12 的脚注。

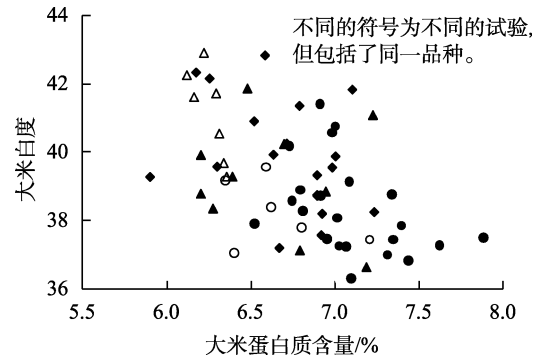


图 16 1971 年以后培育的北海道新老品种中糙米白度和大米白度之间的关系^[3,7]

注: 相关系数, ●: -0.414, ▲: -0.162, ◆: -0.353, ○: -0.380, △: -0.782* (分别为 n=22, 10, 19, 6, 7)。*在 5% 的水平上有显著性差异。试验地点和试验年度参照图 12 的脚注。

同一品种的年度之间存在同样的关系^[2], 并且在品种之间也认为是一般成立的关系。

6 北海道目前主要品种和东北以南品牌米品种之间糙米和大米白度和透明度的比较

即使是现在的北海道主要品种“闪光 397”、“七星”和“梦美”, 糙米白度也比东北以南的品牌米品种“越光”、“一见钟情”、“秋田小町”和“日之光”稍差 (表 4, 表 5)。而大米白度方面, 北海道主要品种与东北以南品牌米品种的大米大致程度相同。并且, 糙米透明度与东北以南的品牌米品种相比没有一定的差异, 大米的透明度程度也相同 (表 4)。另外, 这些糙米和大米的透明度, 随着大米蛋白质含量的降低而有升高的趋势 (图 17)。

进而, 从糙米中去除未熟粒、着色粒和受害粒等后, 重新调查仅为整粒的糙米白度。其结果, 北海道品种由于主要是除去了青未熟粒, 糙米白度有所提高, 而东北以南品种则由于除去了乳白粒和腹白粒等白未熟粒, 糙米白度反而下降了 (图 18)。结果是, 只比较整粒, 1988 年培育的“闪光 397”之后的北海道品种, 糙米白度与东北以南的品牌米品种大体上相同。

7 北海道主要品种与东北以南品牌米品种的米粒外观品质比较

如上所述, 现在北海道的主要品种与东北以南的品牌米品种相比, 虽然未熟粒略多、整粒稍少, 但糙米和大米的白度和透明度几乎相同, 米

表 4 北海道现在的主要 3 个品种和东北以南的 4 个品牌大米品种的米粒外观品质 (比布町, 褐色低地土)^[3]

品种名称	栽培地区	糙米白度		糙米透明度		大米白度		大米透明度		大米蛋白质含量/%		直链淀粉含量/%	
		平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
闪光 397	北海道	19.1	1.0	0.36	0.16	40.0	1.2	0.50	0.17	6.2	0.2	21.0	1.40
七星	北海道	18.5	1.0	0.42	0.17	40.9	1.1	0.54	0.19	6.1	0.2	20.2	1.08
梦美	北海道	19.1	1.4	0.39	0.13	42.2	1.3	0.48	0.16	6.2	0.2	17.2	1.77
秋田小町	东北以南	20.6	1.4	0.33	0.15	40.6	1.4	0.48	0.14	6.3	0.3	20.0	0.73
一见钟情	东北以南	20.3	1.0	0.48	0.14	40.8	0.2	0.52	0.13	6.0	0.1	20.0	1.17
越光	东北以南	20.1	0.6	0.53	0.09	42.0	1.2	0.54	0.15	5.6	0.3	20.1	0.52
日之光	东北以南	19.4	0.1	0.36	0.12	39.7	1.0	0.47	0.13	6.6	0.2	18.7	0.55

注: 北海道品种为北海道立上川农业试验场生产, 东北以南的品牌米品种的生产地参照表 3 脚注。透明度由农试式米谷透明度检定机 RT-1 测定, 值越高越透明。2005—2008 年 4 年的平均值。

表 5 北海道现在的 3 个主要品种和东北以南的 4 个品牌米品种的米粒外观品质 (岩见泽市, 灰黏土)

品种名称	栽培地区	糙米白度		大米白度		大米蛋白质含量/%		直链淀粉含量/%	
		平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
闪光 397	北海道	18.9	1.69	40.6	2.3	6.8	0.38	20.2	1.57
七星	北海道	18.8	0.85	42.0	2.3	6.6	0.38	19.4	1.60
梦美	北海道	20.3	0.76	43.7	1.4	6.8	0.60	16.0	2.75
秋田小町	东北以南	22.0	1.55	42.2	2.3	6.4	0.64	19.1	1.24
一见钟情	东北以南	21.5	0.64	42.9	1.2	6.0	0.61	19.3	1.28
越光	东北以南	21.6	0.76	43.5	1.0	5.7	0.47	19.6	0.79
日之光	东北以南	20.5	0.82	40.6	1.7	7.0	0.61	18.1	0.94

注: 北海道品种是北海道立中央农业试验场岩见泽试验田生产, 东北以南的名牌米品种的生产地参照表 3 的脚注。2005—2008 年 4 年的平均值。

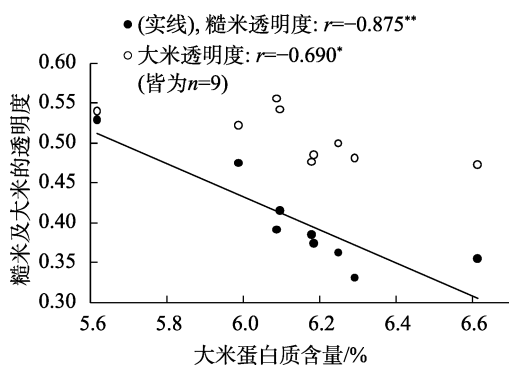


图 17 大米蛋白质含量与糙米及大米透明度之间的关系^[3]

注: 供试样品为北海道 1984 年以后培育的主要 5 个品种以及东北以南的品牌米 4 个品种。*, **分别在 5% 和 1% 的水平上有显著性和极显著性差异。

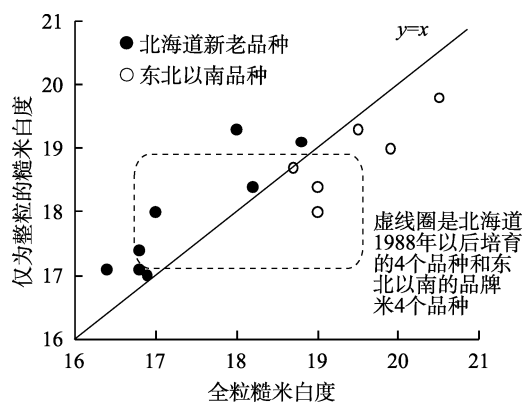



图 18 北海道 1971 年以后培育的新老品种以及东北以南品种的全粒糙米白度和仅为整粒的糙米白度之间的关系^[7]

粒外观品质基本等同。从育种的选拔方法来看, 到现在为止米粒外观品质一直都是以目测为主, 还没有开发出像优良食味育种那样的新型高效方法^[5]。但是, 通过向一个目标长时间的持续育种, 已然实现目前这样的显著成果。另外, 由于开发

了抑制白未熟粒产生的栽培方法^[18], 并且利用色选机可以有效地筛选、去除整粒以外的谷粒, 因此 1998 年以后, 北海道的一等米比率已经超过了全国平均水平^[4]。

参考文献:

[1] 全国粮食检查协会编. 农产品检查手册 谷物篇[M]. 东京:

- 日本农民新闻社, 2002: 1-361.
- [2] 丹野久, 平山裕治, 其田达也. 北海道的粳米品质中年度及地区间的差异及其产生原因, 米的外观品质和食味研究的最前线〔39〕[J]. 农及园, 2016, 91(1): 16-32.
- [3] 木下雅文. 北海道新老水稻品种的食味感官评价和理化特性[J]. 北农, 2013, 80(1): 10-18.
- [4] 北海道农政部 生产振兴局农产振兴课编. 关于大米的资料[生产·价格·需求]令和元年 10 月[M]. 北海道 农政部 生产振兴局农产振兴课 北海道的水田农业(2019). http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/kome/01_r1zentai.pdf(2020 年 7 月 14 日阅览)
- [5] 丹野久. 日本寒冷地带北海道优良食味粳稻育种研究[J/OL]. 粮油食品科技: 1-11.<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20201103.1347.002.html>.
- [6] 星野达三. 育种的经过, 北海道稻作的历史发展及其背景[M]. 石冢喜明监修·星野达三编著, 北海道的稻作. 札幌: 北农会, 1994: 25-50.
- [7] 吉村彻, 相川宗严. 北海道水稻新老品种食味关联特性的比较第一报 米的品质·白度的比较[J]. 北农, 1998, 65(3): 266-272.
- [8] 丹野久, 平山裕治. 北海道粳米的外观品质及其变动因素. 松江勇次编著, 大米的外观品质食味-最新研究与改善技术[M]. 东京: 养贤堂, 2018: 349-368.
- [9] 北海道立综合研究机构 上川农业试验场. 北海道米的白未熟粒、死米的发生原因和轻减方法[R]. 北海道立综合研究机构 农业技术信息广场 试验研究成果一览(2016). <http://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/gaiyosho/29/f2/34.p>df(2020 年 7 月 23 日阅览)
- [10] 北海道立中央农业试验场. 尤卡尔(北海 182 号), 农作物优良品种解说(1961—1977)[M]. 北海道立农业试验场资料, 1979, 9: 6-7.
- [11] 北海道立中央农业试验场. 北光(北海 230 号), 农作物优良品种解说(1961—1977)[M]. 北海道立农业试验场资料, 1979, 9: 25-26.
- [12] 和田定, 江部康成, 森村克美, 等. 关于水稻新品种“雪光”的培育[J]. 北海道立农试集报, 1986, 54: 57-70.
- [13] 佐佐木多喜雄, 佐佐木一男, 柳川忠男, 等. 关于水稻新品种“闪光 397”的培育[J]. 北海道立农试集报, 1990, 60: 1-18.
- [14] 新桥登, 前田博, 国广泰史, 等. 水稻新品种“星之梦”的培育[J]. 北海道立农试集报, 2003, 84: 1-12.
- [15] 吉村彻, 丹野久, 菅原圭一, 等. 水稻新品种“七星”的培育[J]. 北海道立农试集报, 2002, 83: 1-10.
- [16] 尾崎洋人, 佐藤毅, 沼尾吉则, 等. 水稻新品种“梦美”的培育[J]. 北海道立综合研究机构农业采集报, 2018, 102: 1-13.
- [17] 五十岚俊成, 古原洋. “闪光 397”的成熟温度及枝梗着生位置对直链淀粉含量的影响[J]. 日作纪, 2008, 77(2): 142-15.
- [18] 丹野久. 日本寒冷地带北海道抑制粳稻生成白未熟粒的栽培法[J/OL]. 粮油食品科技: 1-10.<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20201030.1048.002.html>. 
- 备注:**
1. 参考文献中, 除注明国家的期刊外, 其余均为日语期刊。
 2. 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://lyspkj.ijournal.cn/ch/index.aspx>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。

(组稿: 谭洪卓; 日译中: 殷宏; 专业校对: 河野元信; 编辑加工: 尤梦晨)