“日本寒地北海道非糯米的食味和米粒外观品质提高”特约专栏文章之三

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.06.005

日本寒冷地带北海道抑制粳稻生成白未熟粒的栽培法

丹野 久

（北海道农产协会，日本 北海道札幌，060-0004）

摘　要：白未熟粒的多发会使整粒率下降，降低检查等级，因此急需抑制其发生。白未熟粒中，乳白粒和基部未熟粒的发生率存在品种间差异。切除止叶减少光合作用，增肥导致每平方米稻谷数量的增加，疏植和育苗时高温引起早期异常抽穗所致的齐穗不良，以及收割时期的延迟等会造成白未熟粒的增多。此外倒伏还会导致青未熟粒、白未熟粒增多。在初期生长良好的情况下，从分蘖期开始的深水灌溉抑制了过剩的分蘖产生，增加了粒重和糙米产量，使糙米品质得以提高。由于成熟期的土壤过于干燥，因腹白粒产生引起的品质降低和千粒重减少会导致减产。从抽穗期到齐穗期 10 天后的茎叶到稻谷的每粒稻谷非结构性碳水化合物（NSC）流转量，以及粗糙米产量减去同一流转量的每粒稻谷 NSC 增加量越多，这些白未熟粒的产生就越少。为避免白未熟粒的多发，必须使施肥量、种植密度、育苗温室的温度管理、移植时期、成熟期的土壤水分和收割时期合理化，促进初期生长，用深水抑制过剩的分蘖。通过改善以上的栽培方法，以及 1990 年代中期后在共同干燥调制储藏设施中使用色选机选别糙米，北海道的一等米比例超过了日本全国的平均水平。

关键词：白未熟粒；栽培技术；寒冷地带；粳米；抑制

中图分类号：TS5-33; S511　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1007-7561(2020)06-0038-09

网络首发时间： 2020-10-30 10:52:33

网络首发地址：https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20201030.1048.002.html

Cultivation Techniques of Nonglutinous Rice for Suppressing the Occurrence of White Immature Kernel in Cold Region of Hokkaido in Japan

Hisashi Tanno

(Hokkaido Agricultural Association, Sapporo Hokkaido Japan, 060-0004)

Abstract: The increase of white immature kernel decrease the percentage of whole grain and lower the inspection grade. In the occurrence rate of white immature kernel, especially in those of milky white rice kernel and in immature base rice kernel, differences among varieties were found. Number of white immature kernel were increased by decreasing quantity of photosynthesis treated with defoliation of flag leaf. Poor panicle uniformity results from abnormal heading in early stage caused by high temperature in sparse planting and seedling raising, and delay in harvesting time etc., All of this will cause the increase of white immature grains. In addition, lodging will lead to the increase of green and white immature grains. Under the

收稿日期：2020-07-17

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 P47-P56。

condition of good growth at the initial stage, deep water irrigation from tillering stage inhibited the production of excess tillers, increased grain weight and brown rice yield, and improved the quality of brown rice. Because the soil in mature stage is too dry, the decrease of quality and 1000 grain weight caused by the production of abdominal white grains will lead to the decrease of yield. Number of these white immature kernels were decreased by increasing the amount of non-structural carbohydrates (NSC) translocated from rice shoot to rough rice(per rough rice) during the period from heading to 10 days after full heading time and by increasing the amount of NSC (per rough rice) that is subtracting grain yield of crude brown rice from its translocated NSC. In order to decrease the number of white immature kernels, the amount of fertilizer application, planting density, temperature in rearing seedling house, time of transplanting, soil moisture during grain filling period and time of harvesting are needed to be in proper, and increasing initial growth are necessary. The large numbers of tiller is controlled by deep-flood irrigation from initial growth. Addition to those improved cultivation method, using color-sorting machine in the common drying and storage facilities after the mid-1990 s, the proportion of first-class rice in Hokkaido exceeded the national average level in Japan.

Key words: white immature kernel; cultivation techniques; non-glutinous rice; northernmost Japan

糙米的白色未成熟籽粒（简称“白未熟粒”）的产生是降低整粒比率从而降低标准等级的主要原因（表 1）。例如，在北海道，如 1993、2003 年的冷害年，青绿色的未成熟籽粒（简称“青未熟粒”）多发[2-3]，而 1997、2009 年及 2014 年，乳白粒、心白粒、腹白粒及基部未熟粒等白未熟粒多发（图 1）[5-7]，成为品质等级下降的主要原因。

对于青未熟粒，由于鼓励种植抽穗早的品种，培养移植后返青良好的健苗，以及遵守移植适合期等促进抽穗的基本技术[8-9]，其结果使抽穗后，确保成熟期气温的升高，籽粒可以充分成熟，从而减少了青未熟粒的产生。

关于白未熟粒，北海道的主要品种“きらら397”(“闪光 397”)，在 1990 年多发并成了问题，但最终还是弄清其产生原因[10-11]。此外，还发现近年培育出的优良食味品种“ゆめぴりか”（“梦美”）和“きたくりん”（“北洁”）中的白未熟粒发生比“ななつぼし”（“七星”）多，相关研究报告阐述了其发生原因和栽培方法的应对措施[12]。本报告主要介绍关于这些抑制生成白未熟粒栽培试验的概要。

1 品种间差异

将高温年的未熟粒分为乳白粒、基部未熟粒、腹白粒、青未熟粒及其他种类时，乳白粒和腹白粒较多（图 2）。在品种之间，发现 1984—1988 年培育的主要品种的乳白粒，“闪光 397”和“ゆきひかり”（“雪光”）比“空育 125 号”多（图 3）。此外，近年在 2001—2012 年培育的 3 个品种中，“梦美”和“北洁”比“七星”乳白粒多，而“北洁”比其他两个品种基部未熟粒多（图 4）。

表 1 农产品检查标准中粳稻糙米和糯稻糙米的品质等级[1]①

最低限度				最高限度						
等级 7)	整粒 1)/%（100－未熟粒 2)－A－B－D－E）	形质 6)	水分/%	被害粒 3)（A），死米，着色粒，异种谷粒及异物						
				总计/% Σ(A~E)	死米 4)/% (B)	着色粒 5)/% (C)	异种谷粒/%（D）			异物/% (E)
							稻谷/%	小麦/%	除稻谷及小麦之外/%	
1 等	70	1 等标准品	15.0	15	7	0.1	0.3	0.1	0.3	0.2
2 等	60	2 等标准品	15.0	20	10	0.3	0.5	0.3	0.5	0.4
3 等	45	3 等标准品	15.0	30	20	0.7	1.0	0.7	1.0	0.6

注：1）整粒是指除去被害粒、死米、未熟粒、异种谷粒和异物的籽粒。2）未熟粒是指除死米以外的未成熟籽粒。3）被害粒是指受损伤籽粒。4）死米是指不充实的粉状粒。5）着色粒是指粒面的全部或一部分着色的籽粒和赤米，但不包括可通过碾米加工除去或对大米的品质及成品率没有造成显著影响程度的籽粒。6）形质，是指皮部的厚薄、充实度、质的软硬、颗粒整齐性、粒形及光泽以及表皮损伤、心白及腹白的程度。检查时用标准样品来显示。7）不符合各自品质等级的糙米，未混入 50%以上的异种谷粒及异物。

①编者注：白未熟米属于未熟粒米，指没有饱满的垩白粒米。糙米在日本是指砻谷去掉稻壳的米。日本主要是糙米流通，所以需要进行糙米定等检查。

分类	整粒	白未熟粒				青未熟粒	死米	
		腹白粒	乳白粒	心白粒†	基部未熟粒		白死米	青死米
白浊部位	–	腹侧	横断面	中心部	基部侧	–	大部分	大部分
白浊程度	–	粒长 2/3 以上且粒宽 1/3 以上	平面 1/2 以上	平面 1/2 以上	粒长 1/5 以上	– 绿色	粉状物质白色	粉状物质绿色

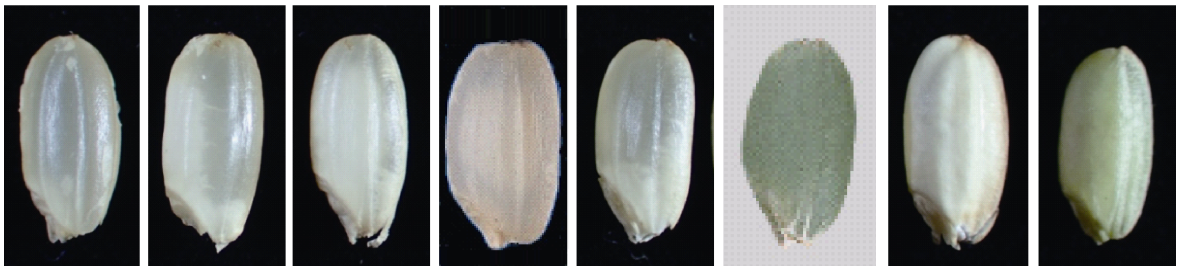

图 1　白未熟粒、青未熟粒及死米[4]

注：心白粒和青未熟粒是源于农林水产省的[检查用语解说]（https://www.maff.go.jp/j/seisan/syoryu/kensa/kome/k_kikaku/k_kaisetsu/）。† 心白粒有时包含在乳白粒中（后面的图 4，图 17 和表 4）。

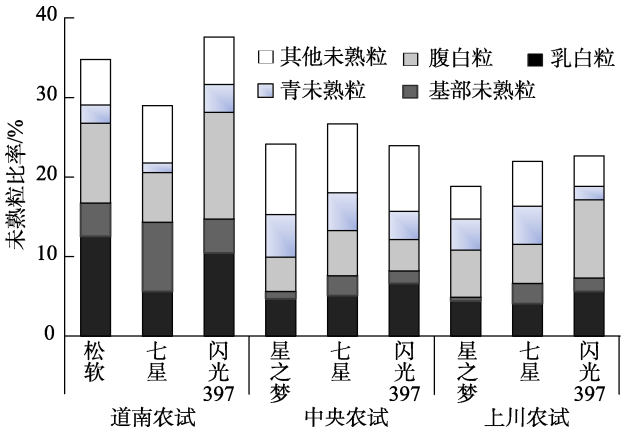

图 2　高温年各种未熟粒的发生比率之一例[13]

注：2010 年，北海道立综合研究机构上川、中央、道南农业试验场生产的稻米。2010 年，成熟期的气温比往年高，根据地域不同，从成熟前半期的 7 月下旬到 8 月上旬光照会变得比较少，从而产生乳白粒和腹白粒，外观品质基本上都比较差（产量指数 98）[14]。

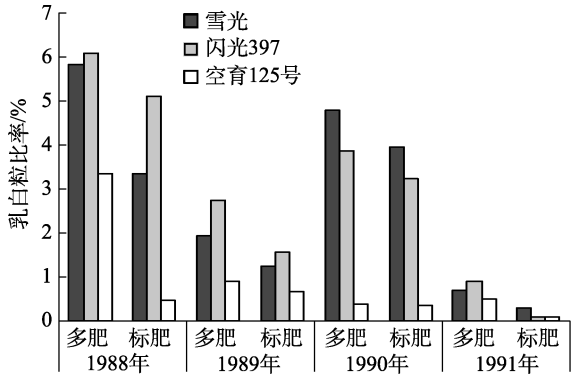

图 3　不同品种、施肥及年度的乳白粒比率[13]

注：使用 1984—1988 年培育的 3 个品种，北海道立上川农业试验场的栽培试验结果。

2　施肥量和每平米稻谷数量

抽穗期以后光合作用的减少（止叶叶身的切除）使白未熟粒产生增多，与腹白粒相比乳白粒和心白粒增加得更多，而且越接近抽穗期，比率越高，在成熟后期也有所增加（图 5）。

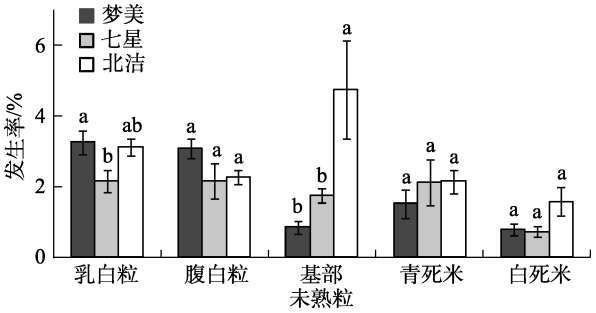

图 4　各品种的白未熟粒及死米的发生率比较[4]

注：以 2001—2012 年培育的 3 个品种为供试品。北海道立综合研究机构上川农业试验场，2014—2016 年，成苗和中苗的平均值。氮施用量 9 kg/10a，移植日期 5/19~5/20，糙米粒厚选别机筛网 1.90 mm。图中所示的竖线表示标准误差（$n = 6$），不同的字母之间的 5%水平存在显著差异（Tukey 法）。

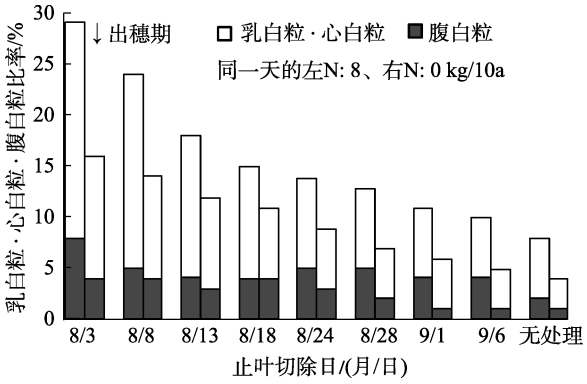

图 5　止叶切除日期对乳白粒、心白粒、腹白粒比率的影响[13]

注：同一切除日的左侧为标准氮施肥量 8 kg/10a，右侧为无氮　0 kg/10a。试验品种是「闪光 397」。1990 年，在北海道立中央农业试验场稻作部进行的试验。

施肥方面，标肥比起无氮、多肥比起标肥，施肥量越多乳白粒和腹白粒的产生也越多(图 3)。这些白未熟粒的产生与成熟期的氮吸收量以及每平方米的稻谷数量有正相关关系（图 6~8）。即施肥的氮含量越多，每平方米的稻谷数量越多，白未熟粒发生率就越高，如果稻谷数量超过约 30 000 粒，则会变得特别高（图 7、图 8），因此栽培时不得超过这个限量。另外，在每平方米稻谷数超过 30 000 粒的情况下，白未熟粒增加的比例也发现有品种间的差异。

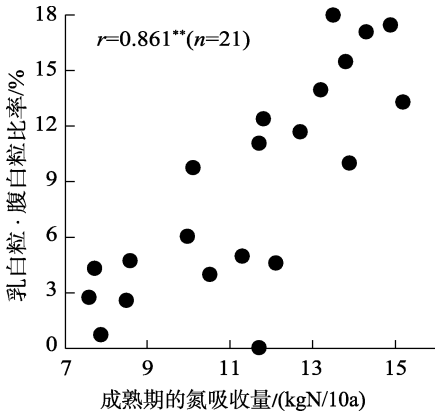

图 6　成熟期的氮吸收量与乳白粒、腹白粒比率的关系[10]

注：供试品种类为“闪光 397”，1990 年在空知地区进行的实地试验。**：1%水平有显著性差异。

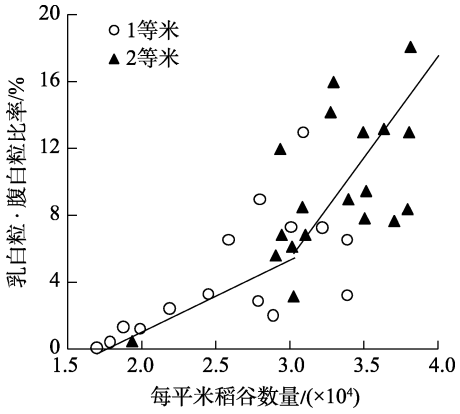

图 7　每平米稻谷数量与乳白粒、腹白粒比率及检查等级之间的关系（供试品种为“闪光 397”）[10]

注：1990 年空知地区的实地试验。

另一方面，多肥栽培也易产生倒伏。例如，抽穗后 40 天中的日均累计气温与乳白粒、基部未熟粒以及腹白粒这 3 种白未熟粒的合计发生比率之间的关系中，在 820~860 ℃有最低的二次回归曲线关系。由于倒伏的发生，白未熟粒比率比相同回归曲线大幅提高（图 9）。

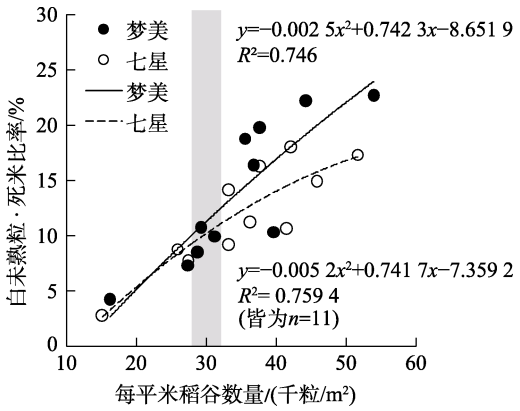

图 8　不同品种时的每平米稻谷数量与白未熟粒、死米比率之间的关系（供试品种为：梦美和七星）[12]

注：阴影部分表示在“梦美”的栽培基准中，每平方米的稻谷数为 28 000~32 000 粒/平方米的范围。2014—2016 年。

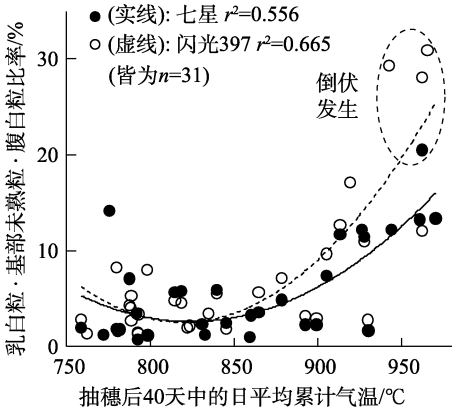

图 9　倒伏发生对出穗后 40 天中的日平均累计气温与乳白粒、基部未熟粒、腹白粒比率之间的关系产生的影响[13]

注：2006—2010 年北海道立综合研究机构上川・中央・道南农业试验场农田及空知・渡岛・桧山地区的实地试验共 31 种试产米。回归曲线是：“七星”$y = 0.000\,6X^2-1.031\,7X+427.58$，“闪光 397”：$y = 0.001X^2-1.639\,5X+673.87$。虚线椭圆表示倒伏发生。

3　种植密度和稻穗整齐性

关于种植密度和收割时期，中苗和成苗都是在疏植时乳白粒和心白粒的发生率高，由于收割时期的延迟而提高[15]（图 10，图 11）。因此，遵守种植密度标准，进行适期收割的重要性就很明了了。

由于北海道与东北以南地区相比，生长初期的气候比较凉爽，初期的分蘖发育较差，抽穗前的生长时间也短，抽穗整齐性较差，因而会产生较多的延迟分蘖。特别是在疏植栽培中，迟穗的籽粒在过了收割适期后会变得肥大，在适期收割时用粒厚筛选机被选为不良籽粒，在迟割时则作为乳白粒等被选为了好糙米。

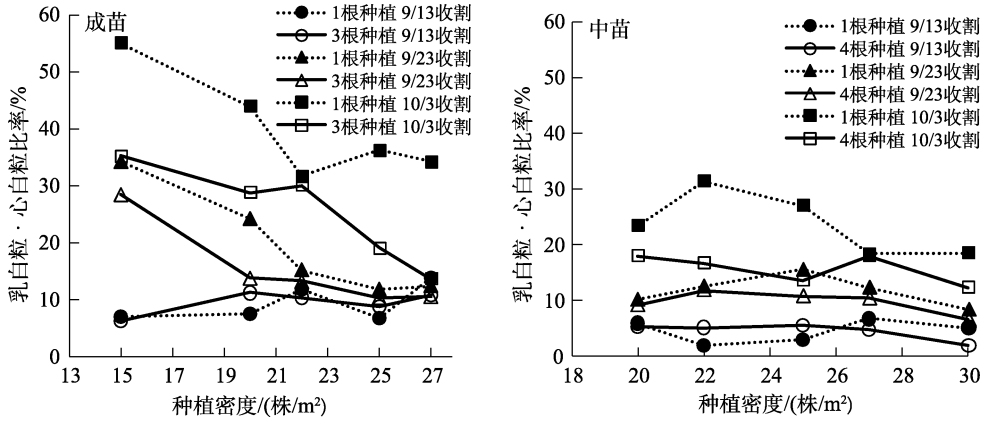

图 10　不同秧苗种类和收割时期的种植密度对乳白粒、心白粒比率的影响[12]

注：供试品种为“闪光 397”，1990 年在北海道立中央农业试验场稻作部进行的试验。抽穗期是成苗 1 根种植：7/28~8/2，3 根种植：7/28~31，中苗 1 根种植：8/5~8/9，4 根种植：8/3~8/6。粒厚 1.80 mm 以上。另外，栽培标准中成苗 2~4 根/株，中苗 4~5 根/株。

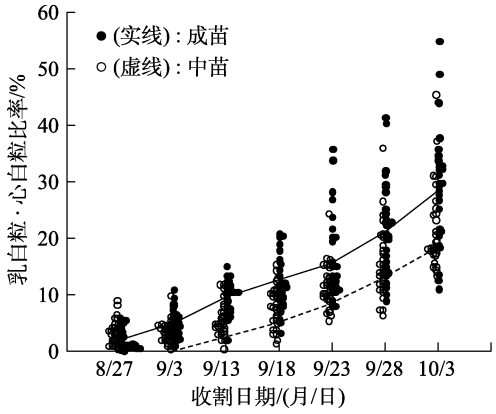

图 11　不同秧苗种类时的收割日期与乳白粒・心白粒比率的关系[13]

注：供试品种为“闪光 397”，1990 年在北海道立中央农业试验场稻作部进行的试验。

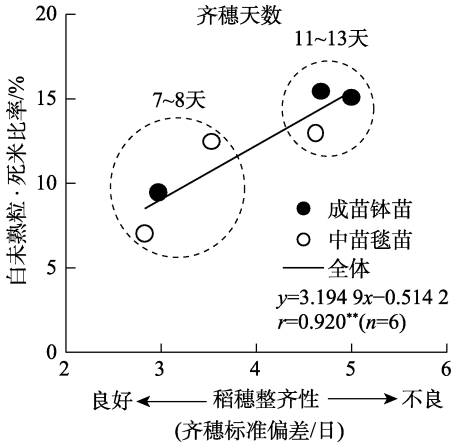

图 13　稻穗整齐性的好坏与白未熟粒、死米比率之间的关系[4]

注：2014—2016 年，供试品种为“梦美”。齐穗标准偏差参照图 12 脚注。**在 1%的水平上有显著性差异。

另外，育苗时期的苗 2.5 叶期以后，如果育秧棚内的气温超过 25 ℃以上的话，会发生早期异常抽穗（图 12）。由于这个问题，会导致稻穗整齐性不良，产生白未熟粒（图 13）。

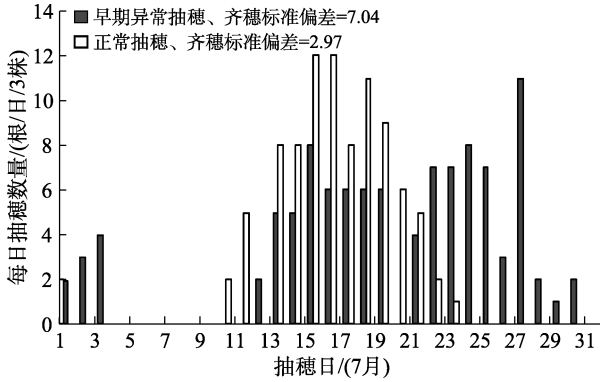

图 12　早期异常抽穗的模式[17]

注：每株种植 3 根时的 3 株全部稻穗，每个抽穗日的抽穗根数。齐穗标准偏差表示每个分蘖的抽穗日标准偏差。

另外在秧苗种类方面，有成苗比中苗乳白粒、心白粒的发生率高的试验结果（图 10），也有即使同样的“闪光 397”，在乳白粒、腹白粒比率上这些苗种之间没有差异的情况[10]。而且，收割时期和乳白粒等产生之间的关系上，也有随着收割延缓，未熟粒比率下降的情况（图 14），栽培条件不同，结果也不同。

4　过度分蘖和深水灌溉

在初期生长良好的情况下，通过深水灌溉抑制后期过度分蘖，可使成熟率升高，千粒重变重且丰产，并且品质也有提高的倾向（表 2）。由于深水灌溉，使得在抽穗后的第 10 天，每穗的茎干物重变重[11,19]。但是，也需要注意，由于深水灌溉，杆长变长容易倒伏。

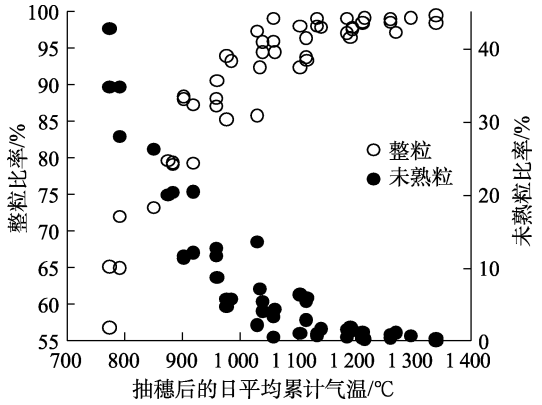

图 14　抽穗后的日平均累计气温与整粒率及未熟粒比率之间的关系—这是没有因收割延迟而导致未熟粒产生的例子[18]

注：1998 年，在北海道立上川农业试验场进行的试验。供试品种有“闪光 397”和“星之梦”。

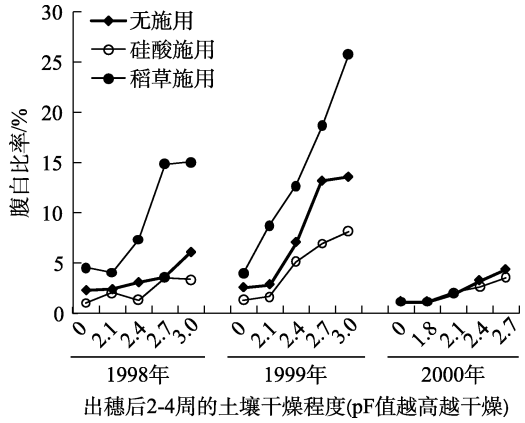

图 15　抽穗后 2~4 周的缺水时，硅酸及稻草的施用对腹白比率的影响[20]

注：北海道立上川农业试验场的盆栽试验。

表 2　分月期开始的深水管理对产量和糙米品质的影响[11]

水管理处理	糙米产量/(kg/10a)	每平米稻谷数/(×10³)	不结实比率/%	成熟比率/%	千粒重/g	检查等级
浅水	586	34.4	12.2	78.9	22.4	2.1
深水 200	638	33.1	8.2	85.1	23.1	1.5
深水 400	642	34.4	7.8	84.6	23.2	1.8
深水 600	621	32.4	6.8	84.5	23.0	1.8

注：供试品种是「闪光 397」。根据 1991 年上川农业试验场田间试验，成苗和中苗中的早种（5.16），标准种（5.23），晚种（5.30）的平均值。水管理的深水 200，400，600 表示深水处理开始时期的分蘖数大致分别为 200，400，600 根/㎡，该处理结束为止叶一致期。该处理的深度以最高位叶的叶耳为标准，7~13 厘米.检查等级为 1 等：1，2 上：2，2 中：3，2 下：4。另外，现在开始深水管理的判断基准是每平方米的茎数在 6 月 15 日 300、20 日 400、25 日 575 和 30 日 750 以上。

5　成熟期的土壤水分

成熟期的土壤水分不足可造成千粒重下降而导致减产和腹白粒增加造成的糙米品质降低（表 3）。特别是硅酸少的情况下，腹白粒的发生变得尤为显著（图 15）。早期的排水会导致土壤水分不足，从而产生小粒化导致的减收和腹白粒多发的现象，因此要注意在排水时期进行间歇性灌溉以保持适当的土壤水分。

表 3　抽穗后 2~4 周的土壤吸水能力、精糙米产量及米粒品质[20]

抽穗后 2~4 周的土壤吸水能力	精糙米产量/(g/10a)	糙米白度	腹白比例/%	大米蛋白含有率/%
pF0.0	24.6	18.2	2.4	7.0
pF2.1	23.3	18.4	2.6	6.7
pF2.4	24.4	18.1	5.0	6.5
pF2.7	22.8	18.6	8.3	6.8
pF3.0	22.0	19.2	9.8	7.0

注：1998 年和 1999 年的平均值。北海道立上川农业试验场的盆栽试验。土壤的 PF 值越高越干燥，糙米白度越高，是由于腹白粒产生造成的影响。

6　未熟粒产生的机制和栽培技术的对应

随着从抽穗期到齐穗期 10 天后所流转的每粒稻谷非结构性碳水化合物（NSC）量，以及从粗糙米产量中减去同流转量的成熟期间每粒稻谷增加的 NSC 量越多，白未熟粒和死米的产生就越少[21-22]（图 16）。NSC 是可作为植物自身能源利用的糖和淀粉等的总称。

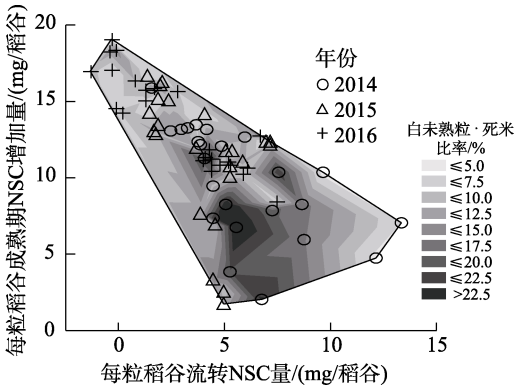

图 16　每粒稻谷非结构性碳水化合物（NSC）流转量以及每粒稻谷成熟期 NSC 增加量与白未熟粒、死米比率之间的关系[12]

注：2014—2016 年，供试品种为“梦美”，$n = 72$。每粒稻谷流转 NSC 量（mg/稻谷）={抽穗期 NSC 量（g/m²）－齐穗期 10 日后茎叶 NSC 量（g/m²）}／每平米稻谷数（/m²）。每粒稻谷成熟期增加 NSC 量（g/㎡）={粗糙米产量（干物 g/m²）-流转 NSC 量（g/m²）}/每平米稻谷数（/m²）。

也就是说，由于过度施肥和土壤氮吸收过多导致初期生长过剩，使得每平方米的稻谷数量过多，在稻谷之间就会发生光合成淀粉的竞争，在

弱势颖果中会产生腹白粒，而在强势颖果中则会产生乳白粒和白死米。另外，由于育苗时高温导致的早期异常抽穗、晚植及疏植所致的初期生长不良，当齐穗性不良时，弱势颖果就会产生乳白粒和白死米，特别是迟穗会由于低温产生青死米（图 17）。

对于这些每平米稻谷数量的过剩问题，有必要通过遵守施肥标准及通过土壤诊断来施肥等进行解决（表 4）。另外，对于初期生长过剩，可以从分蘖期开始进行深水管理。另外，由于青死米的产生多在每粒稻谷的成熟温度 0.03 ℃/稻谷/m^2 以下，所以在每平米稻谷数量适当化的同时，通过适期移植和促进初期生长[8-9]提早抽穗期。

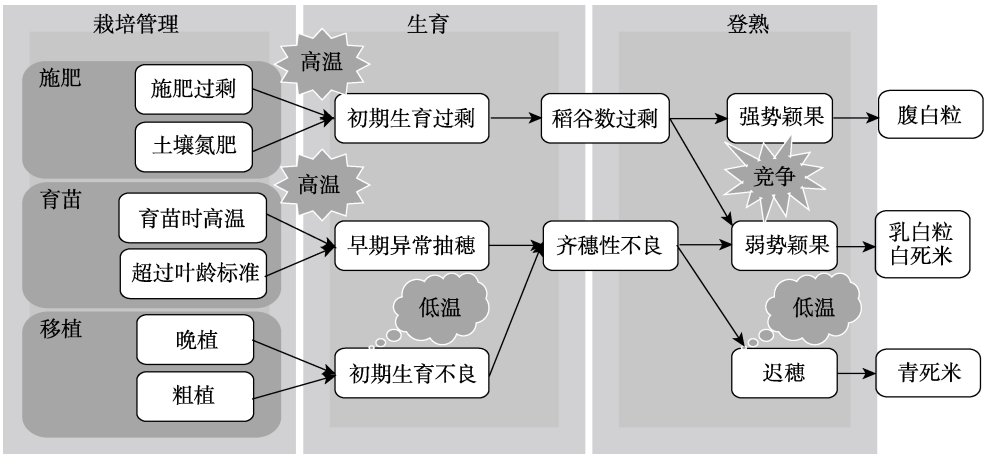

图 17　白未熟粒、死米与生长及栽培管理的关系[4]

表 4　北海道米的白未熟粒・死米的发生原因和减轻对策[12]

形质	发生原因	对策	内容・留意点
乳白粒 腹白粒 白死米 青死米	稻谷过多	正确施肥	・遵循施肥标准及基于诊断的施肥应对（土壤诊断、有机物使用、根据干土效果的氮肥减肥）。
		深水管理	初期生长过剩的情况下，通过分蘖期开始的深水管理 1）抑制穗数。
		确保稻谷的成熟温度 2）（青死米）	・促进适期移植和初期生长。 ・青死米的产生多在每粒稻谷的成熟温度 0.03 ℃／稻谷／m^2 以下。
	齐穗性不良	早期异常抽穗的抑制	・育苗时的温度管理（2.5 叶期以后不超过 25 ℃以上） ・遵守移植时叶龄上限（七星：4.0 叶、梦美：4.2 叶、闪光 397:4.4 叶）。
		种植密度的适当化	・遵守水稻机械移植标准（中苗毯：25 根/m^2 以上，成苗钵：22~25 根/m^2）。
	品种特性(乳白粒)	品种选定 3）	・乳白粒的产生多为“梦美”和“北洁”。
基部未熟粒	品种特性	品种选定	・“北洁”发生较多，抽穗期后 21~40 天的日平均气温上升会增加。

注：1）以“闪光 397”为基准，参照表 2 脚注。由于倒伏风险会提高，应遵守施肥标准。2）抽穗期后 40 天中的日平均气温累计值/m^2 的稻谷数量（0.03 ℃/稻谷/m^2 相当于 960 ℃/32 000 粒/m^2）。3）3 种试验品种参照图 4。

为了提高齐穗性，可通过在移植时遵守标准的种植密度等，促进初期生长。此外，为了避免早期异常抽穗，在育苗时，苗 2.5 叶期以后使温室内温度低于 25 ℃，以及在移植时，叶龄达到品种上限之前进行移植是非常重要的。

乳白粒及基部未熟粒的产生存在品种间差异。例如，在成熟期氮吸收量急剧下降，光合成量骤减，或者在成熟期的日照少时产生乳白粒，以及即使在成熟后半期，气温也很难下降时产生基部未熟粒等，由于栽培农田的土壤特性和气象条件等，容易产生各种白未熟粒的时候，有必要选定合适的品种来应对。

7　色选机的应用

从 1990 年代后半开始，以大型稻谷共同烘干储藏设施为中心，逐步引入色选机（图 18）。即经粒厚筛选后，再通过色选机，可以除去乳白粒、青米等未熟粒、受害粒和着色粒。由此，虽然筛选后成品率会降低，但确实可以提高糙米等级成为一等品，还可以提高糙米的白度和碾米时的出米率（表 5）。此外，在进行粒厚选别时，使用较窄的筛目，之后再通过使用色选机将其制成一等米，可以将分选后的糙米成品率和整粒率两者都提高，并使其成为一等米（表 6）。

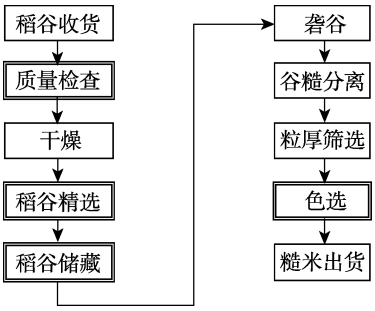

图 18　稻谷共同干燥调制储藏设施稻谷收货到糙米出货的流程[23]

注：双线的四边圈是近年引进的提高品质和食味新技术的流程。

表 5　粒厚筛选和色选组合时的糙米白度和碾米出米率[24]

糙米的筛选方法（只粒厚筛选或粒厚筛选后进行色选）	玄米白度	碾米出米率/%
只有粒厚筛选 1.80 mm	16.5	88.9
粒厚筛选 1.80 mm + 色选	16.8	89.7
只有粒厚筛选 1.9 mm	16.6	90.0
粒厚筛选 1.90 mm + 色选	17.0	90.4
只有粒厚筛选 2.00 mm	16.6	90.1
粒厚筛选 2.00 mm + 色选	16.6	90.1

表 6　粒厚筛选和色选组合时的成品比率检查等级及整粒比率的提高[23]

样品		成品比率/%（粒厚选别筛网的网孔）			检查等级（粒厚选别筛网的网孔）			整粒比率/%（粒厚选别筛网的网孔）		
		1.80 mm	1.90 mm	2.00 mm	1.80 mm	1.90 mm	2.00 mm	1.80 mm	1.90 mm	2.00 mm
2001 年北村产	无色选	97.3	94.1	84.0	等外	等外	3（中）	73.4	74.9	78.4
闪光 397	有色选	88.2	**88.2**	81.5	1（下）	**2（上）**	2（上）	80.6	**80.8**	79.3
2002 年北村产	无色选	98.5	95.9	84.5	3（上）	2（下）	2（中）	70.6	72.3	75.8
闪光 397	有色选	89.6	**89.5**	81.9	1（下）	**1（下）**	1（下）	75.5	**75.9**	75.9
2003 年长沼	无色选	98.1	92.5	72.3	等外	等外	3（下）	74.0	76.4	81.3
闪光 397	有色选	84.9	**83.6**	67.3	1（中）	**1（中）**	1（中）	85.6	**84.6**	85.3
		1.75 mm	1.85 mm	1.95 mm	1.75 mm	1.85 mm	1.95 mm	1.75 mm	1.85 mm	1.95 mm
2001 年美呗产	无色选	97.5	94.1	79.7	3（下）	3（中）	2（中）	68.7	69.8	75.2
星之梦	有色选	85.9	**85.6**	76.9	1（下）	**1（下）**	1（下）	77.5	**78.1**	77.0

注：生产者为了提高整粒率，将谷粒大小选配机的筛眼宽度设得比以前更宽，“闪光 397”设定为 2.00 mm，而“星之梦”则设定为 1.95 mm。箭头所示为，按照改善措施将筛眼网目缩小 0.1mm，并附以色彩分选机的情况。

8　一等米比率的提高

由于这些栽培技术以及糙米选别技术的提高，北海道米的一等米比率在过去 40 年中大幅上升（图 19）。因此，在过去的 20 年中，除了成熟期前半低温寡照的 1997 年和受冷害影响的 2003 年两年外，1998 年以后北海道的一等米比率大体上都超过了日本全国平均水平。但是，最近的 2009 年和 2014 年虽然几乎和全国平均水平相同或稍高些，但比其他年份要稍低。这些下降是由于抽穗延迟时在成熟期低温下产生的成熟障碍引起的腹白粒，以及由于齐穗不良而产生的白未熟粒所造成的[6-7]。

在白未熟粒多发时，如北海道引入色选机前曾一时采取过，通过使粒厚选别机的网孔宽度比平常更宽，或用通常的筛网在粒厚选别后再加上色选机，可以去除白未熟粒。但是，这些方法降低了成品比率，特别是色选机的使用需要追加额外的费用和劳力，从而降低了生产者的收入。为避免这些，有必要推广抑制白未熟粒产生的基本技术。另外，在 1997 年的成熟期前半由于低温寡照而造成的白未熟粒[5]（图 19），通过栽培方法进行应对也很困难，希望在品种育成方面能够找到对策。

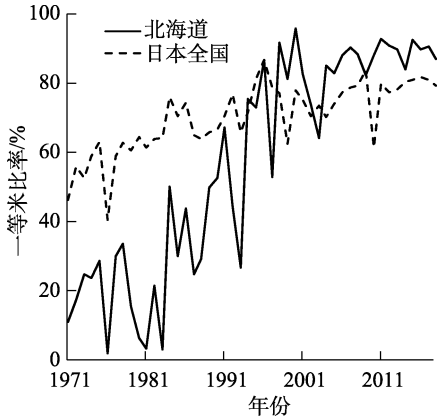

图 19　1971 年以后北海道和日本全国的一等米比率的推移[25]

注：在近几年的北海道，1993、2003 年分别发生了产量指数 40、73 的冷害，1997 年由于水稻成熟期前半的 8 月的低温寡照[5]，糙米品质下降。

参考文献：

[1] 全国粮食检查协会编. 农产品检查手册粮食篇[M]. 东京: 日本农民新闻社, 2002: 1-361.

[2] 北海道立农业试验场・畜产试验场. 平成 5 年主要农作物收成, 一根据北海道立农业・畜产试验场一[J]. 北农, 1994, 61(1): 77-107.

[3] 北海道立农业试验场・畜产试验场. 平成 15 年主要农作物收成, 一根据北海道立农业・畜产试验场一[J]. 北农, 2004, 71(1): 17-53.

[4] 熊谷聪. 明确并轻减北海道米的白浊因素, 培育发育与稻谷数量平衡良好的水稻[J]. 新乡村, 2018, 2: 54-55.

[5] 北海道立农业试验场・畜产试验场. 平成 9 年主要农作物收成, 一根据北海道立农业・畜产试验场一[J]. 北农, 1998, 65(1): 36-69.

[6] 北海道立农业试验场・畜产试验场. 平成 21 年主要农作物收成, 一根据北海道立农业・畜产试验场一[J]. 北农, 2010, 77(1): 68-100.

[7] 北海道立综合研究机构农业试验场・畜产试验场. 平成 26 年主要农作物收成, 一根据道总研农业・畜产试验场一[J]. 北农, 2015, 82(1): 79-107.

[8] 丹野久. 北海道优良食味低蛋白米的生产技术. 松江勇次编著, 大米的外观品质・食味, 一最新研究与改善技术一[M]. 东京: 养贤堂, 2018: 323-347.

[9] 丹野久. 日本寒冷地带的优良食味稻米栽培技术研究[J]. 粮油食品科技(中国), 2019, 27(6): 18-26.

[10] 北海道空知支厅・北海道立中央农业试验场・空知米麦改良协会. 乳白・腹白米大量发生年的当地实际情况调查及其对策. 岩见泽: 空知支厅农务课调查技术资料 5 号[J]. 北海道空知支厅・北海道立中央农业试验场 岩见泽专门技术室・同稻作部・空知米麦改良协会, 1991: 1-190.

[11] 北海道立中央农业试验场・上川农业试验场 “闪光 397”的栽培特性[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, 1992 (https://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/gaiyosho/h04gaiyo/1991001.htm)(2020/7/14 阅览).

[12] 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・死米的发生原因和减轻方法对策[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.pdf)(2020/7/14 阅览).

[13] 丹野久, 平山裕治. 北海道内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, 一最新研究与改善技术一[M]. 东京: 养贤堂, 2018: 349-368.

[14] 北海道立综合研究机构农业试验场・畜产试验场. 平成 22 年主要农作物收成, 一根据道总研农业・畜产试验场一[J]. 北农, 2011, 78(1): 59-88.

[15] 今野周, 今田孝弘, 中山芳明, 等. 成熟期的环境因素及生长条件对水稻的成熟、产量及品质的影响[J]. 山形农试研报, 1991, 25: 7-22.

[16] 岩田俊昭. 北海道内水稻生长的特征. 北海道・道总研农业研究本部・霍克林农业协同组合联合会・社团法人北海道米麦改良协会编, 北海道水稻种植〔2011 年版〕[M].札幌: 北海道米麦改良协会, 2011: 12-15.

[17] 北海道立综合研究机构上川农业试验场・中央农业试验场. 对于成苗钵苗早期异常抽穗的抑制技术[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, 2013 (https://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/gaiyosho/26/f1/12.pdf(2020/7/14 阅览).

[18] 五十岚俊成. 影响外观品质的主要原因和提高对策. 北海道米麦改良协会编, 北海道大米种植〔2011 年版〕[M]. 札幌: 北海道米麦改良协会, 2011 年: 89-95.

[19] 千叶雅大, 松村修, 渡遗肇, 等. 水稻深水栽培通过提高茎的传输功能, 即使增加二次枝梗稻谷也能抑制白未熟粒的产生[J]. 日作纪, 2013, 82(3): 223-232.

[20] 古原洋, 渡边佑志, 竹内晴信, 等. 北海道米的食味・白度的变动因素分析和高位稳定化技术[J]. 北农, 2002, 69(1): 17-25.

[21] 大西政夫, 堀江武. 根据重量法水稻各器官中非结构性碳水化合物的简易定量法[J]. 日作纪, 1999, 68(1): 126-136.

[22] 冢口直史, 堀江武, 大西政夫. 水稻成熟初期非结构性碳水化合物对于水稻成熟的影响[J]. 日作纪, 1996, 65(3): 445-452.

[23] 川村周三. 大米收获后的技术对品质和食味的提高. 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: 393-417.

[24] 北海道大学农学研究科农产品加工工学研究室. 由粒厚筛选和色彩筛选的组合使得糙米品质和良品提高的技术[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, 2003 (https://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/gaiyosho/h15gaiyo/2003503.pdf)(2020/7/14 阅览).

[25] 北海道农政部生产振兴局农产振兴课编. 有关大米的资料 “生产・价格・需求”(令和元年 10 月版)[M]. 札幌: 北海道农政部, 2019(http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/kome/01_r1zentai.pdf(2020/7/14 阅览). 完

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.axpx）、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）