

2019年中日稻米产业科技研讨会特约专栏文章之一（特邀专家）

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.06.001

日本优良食味稻米灌浆期水管理、 鲜谷干燥温度及糙米水分与 食味关系研究（译文）

松江勇次

（九州大学 全球创新中心，福冈市福冈县 日本 812-8540）

摘要：为了生产优良食味稻米，克服栽培环境的影响非常重要。主要论述了灌浆期最适宜的用水管理、新鲜稻谷的干燥温度以及糙米水分含量与其食味之间的关系。水稻灌浆期最适宜的用水管理是湿润管理法，通过对灌浆期水稻的湿润管理，可有效抑制水田土壤温度上升，保持根系活力，提高稻米结实率，最终实现稻米增收与食味提升。新鲜稻谷水分含量不同，干燥所需的送风温度也不同，22%、25%、30%的水分含量分别对应的适宜温度为55、48、35℃。糙米中14%~15%的水分含量能够保证稻米的最佳食味。

关键词：日本稻米；食味；灌浆期最适宜的用水管理；新鲜稻谷的干燥温度；糙米水分
中图分类号：TS210.1 **文献标识码：**A **文章编号：**1007-7561(2019)06-0001-04

网络出版时间：2019-10-29 17:28:33

网络出版地址：<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20191029.1728.001.html>

Study on relationship between water management during grain filling stage, drying temperature of paddy, moisture content of brown rice and highly taste of rice in Japan (Translated text)

Yuji Matsue

(Global Innovation Center, Kyushu University, Fukuoka-city Fukuoka Japan 812-8540)

Abstract: In order to produce good taste rice, it is very important to overcome the influence of cultivation environment. The relationship between the optimum water management during ripening period, drying temperature of paddy, moisture content of brown rice and taste was discussed. The optimum water management was saturate water management, which can effectively inhibit the rise of paddy soil temperature, maintain root activity, enhance ripening rate of rice, therefore to increase the rice yield and promote mouthfeel. Different air temperature was needed during drying according to the moisture content of fresh paddy. For the moisture content as 22%, 25% and 30%, the corresponding optimum temperature were 55, 48 and 35°C, respectively. The proper moisture of brown rice was 14%~15%, to obtain optimal mouthfeel.

Key words: Japanese rice; mouthfeel; optimal water management during grain filling stage; drying temperature of paddy; moisture content of brown rice

为了不受栽培环境影响，生产优良食味稻米，需要通过分析影响其外观品质和食味的相关因素，在此理论上研究适合的栽培技术，为其创造可提升食味的生长环境。灌浆期的用水管理、新鲜稻谷的干燥温度以及糙米水分含量是影响稻

米食味的最主要因素，本文就这三因素与稻米食味间的关系进行论述。

1 灌浆期最适宜的用水管理

为了提升稻米的品质和产量，关键在于其结实率的提高和糙米的饱满度。如图片1所示，灌浆期最适宜的用水管理为湿润管理法。

收稿日期：2019-10-19

作者简介：松江勇次，1951年出生，男，博士，教授。



图片 1 湿润管理法

湿润管理法是指土壤 pF 值低于 1，表面湿润但内部水分充足的状态。采用湿润管理法能够达到以下改善效果：第一、提高所产稻谷中含水量 25% 以上的谷粒比例；第二、给根部输送充足的氧气，延缓根系老化；第三、有效抑制土壤温度上升。这三方面可直接提高稻米结实率和糙米饱满度，实现稻米的增收、提高外观品质和食味。图 1 为日本九州两地（系岛与阿苏）关于用水管理与产量的实验结果，不难看出，在以上地区中，采用湿润管理法，水田稻米产量均高于其他用水管理法。表 1 中分析了湿润管理与产量构成因素的关系，与其他用水管理法相比，采用湿润管理条件，每 m² 的谷粒数和千粒重基本持平，但稻米结实率明显提高。因此，湿润管理法能够增收的主要原因在于结实率的提高。

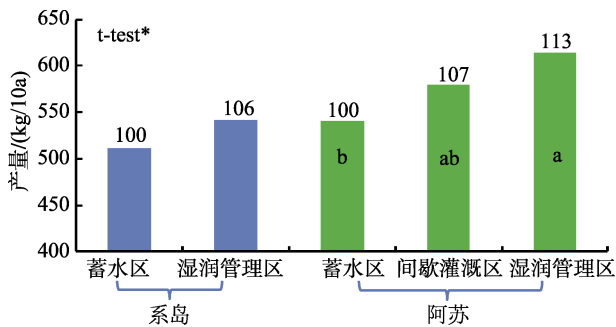


图 1 用水管理与产量

表 1 用水管理与产量构成因素

实验地区	水管理	每 m ² 谷粒数/ (× 100 粒)	结实率/ %	千粒重/ g
系岛	始终蓄水区	380	57.9	21.0
	湿润管理区	374	65.6*	21.2
阿苏	始终蓄水区	291a	87.8a	22.4a
	间歇灌溉区	309a	87.1a	22.4a
	湿润管理区	317a	89.0ab	22.7a

2015 年产越光米。

注：*表示 t 检验在 5% 显著性水平上存在差异。通过 Tukey-Kramer 多重比较检验法，不同字母间在 5% 显著性水平上存在显著差异。

已有论述糙米厚度严重影响稻米食味，厚度越大食味更佳^[4]。如图 2 所示，九州两地区中通过湿润管理法所生产糙米的厚度均有所增加。

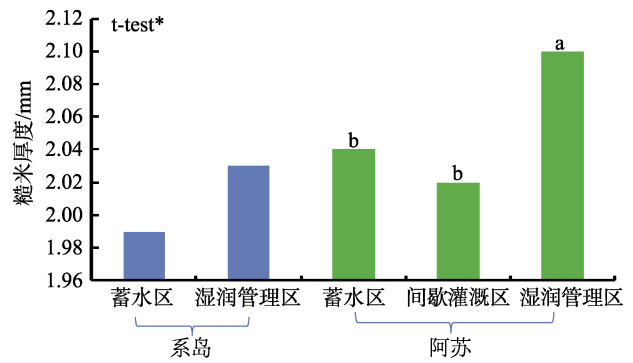


图 2 用水管理与糙米厚度的关系

分析土深 5 cm 的土壤温度变化情况可以看出，与其他用水管理法相比，湿润管理法的土壤温度变化幅度较小，特别是进入夜间温度会更低，更利于提升稻米品质（图 3）。

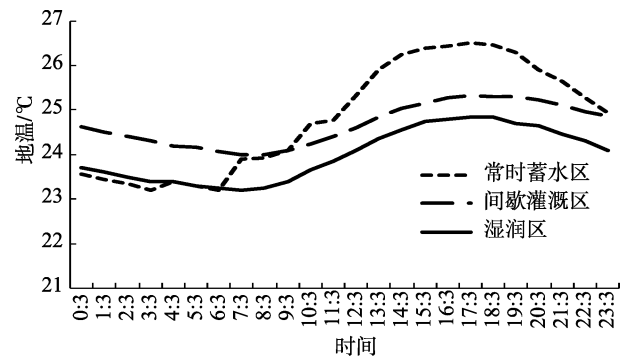


图 3 灌浆期不同用水管理状态下，土壤温度随时间变化的情况（抽穗后 10 天）
注：实验对象：2015 年产越光米

为了明确不同用水管理状态下的根系活力状态，对检测根系活力的指标——根伤流液速度进行比较研究^[6]。如图片 2 所示，根伤流液速度测定方法是指在水稻抽穗后，从地面以上 10 cm 的位置切断植株，在切断面放置事先称重的海绵，再



图片 2 根伤流液速度的测定

迅速用皮筋儿和塑料薄膜将其密封固定，1 小时之后，再次称出海绵重量，并计算出所增加重量。表 2 记载了抽穗后 20 天内植株流液速度的降低情况，数值越小表示根系活力越好，如表中所示，湿润管理法的流液速度降低幅度最小，水稻根系也更具活力。

表 2 抽穗期后 20 天内的根伤流液速度降低程度(mg/穗⁻¹·h⁻¹)

试验地区(年份)	用水管理	流液速度的降低程度
系岛市(2017)	始终蓄水	28
	湿润管理	15
	始终蓄水	185a
阿苏市(2016)	间歇灌水	144ab
	湿润管理	63a

注：表中相同字母表示在 5%显著性水平上无显著差异。

研究表明，水稻靠分布在土深 5cm 位置的细小根毛吸收营养和水分，该位置的根系与灌浆期的稻米结实率与糙米饱满度紧密相关^[3]。但如图

片 3 所示，与粗壮的主根相比，此类细小根毛不具备衍生通气系统(空气流通组织)。因此，为保持根毛活力，需要为其供给足够的氧气，换言之，湿润管理法之所以能够增收并提高稻米品质，主要是通过保持根系活力，从而使二次枝梗分化的小穗糙米能够储藏更多淀粉。

2 利用水田传感器的湿润管理

日本农村目前面临农民老龄化、壮劳力不足等问题，另一方面农业生产规模又逐渐扩大，因此需要开发省力且成本低的用水管理法。在此背景之下，湿润管理的水田传感器应运而生(图片 4)。图 4 介绍了水田传感器的安装方法，首先将直径 15 cm、长 5 cm 的氯乙烯管埋入水田，然后将其中的土壤全部清空并安装传感器。为了能够长期保持湿润管理状态，传感器需要安装在田面 0~1 cm 间，湿润管理周期为 20~30 d。



图片 4 利用水田传感器的湿润管理(石丸^[1])

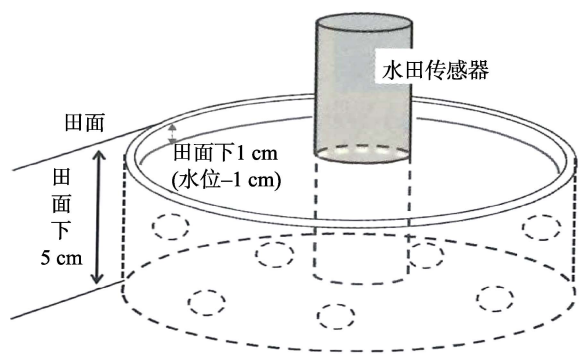


图 4 水田传感器安装图(石丸^[1])

3 新鲜稻谷的干燥温度

为了保持稻米储存性能并保证品质，收获稻谷后需要在新鲜稻谷状态下进行干燥。该阶段的干燥温度会直接影响到稻米的食味，因此适宜的

干燥送风温度非常重要。图 5 从影响稻米食味角度比较了新鲜稻米所含水分与送风温度的关系。从极限送

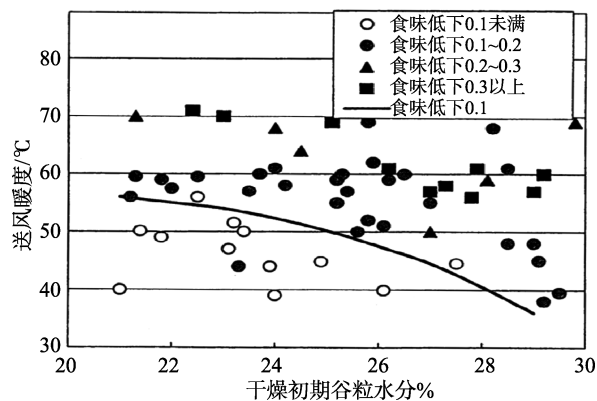


图 5 干燥机的干燥条件与稻米食味(食味值为以常温通风干燥稻米为参照时的感官综合评分值)(笠原等^[2])

风温度与食味下降程度不满 0.1 的关系曲线可以看出,新鲜水稻所含水分为 22%、25%、30%的情况下,所对应的适宜送风温度分别是 55、48、35。

4 糙米水分与食味

图 6 显示,经过干燥和加工后所生产出的糙米水分含量达到 14.7%时,食味最佳,而一旦降到 13.5%以下,食味也会随之下降,特别是降到 12.5%以下之后,糙米的粘度明显降低,硬度变软,食味变差。

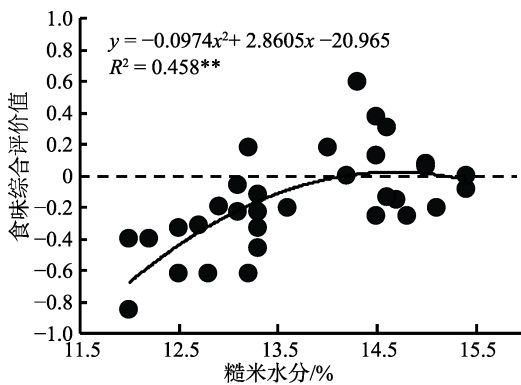


图 6 糙米水分与食味综合评价价值的关系

从内胚乳结构分析稻米过干所引起食味差的情况,可以推测糙米水分过低会导致胚乳细胞被破坏,从而降低大米的物理特性,最终影响食味。另外,比较不同产地与糙米水分差异对于稻米食味的影响程度可以发现,比起产地的影响^[6],糙

米水分更易影响稻米食味。因此,糙米中的水分不仅仅是水,更是决定大米食味好坏的因素之一。

5 结语

灌浆期的湿润管理能够促进水稻根系健壮发育,从而提高稻米的结实率,增加米粒饱满度,并确保糙米中适宜的水分含量。今后,应该继续推进高产、外观品质与食味俱佳的优良食味稻米生产技术的研发工作。

参考文献:

- [1] 南石晃明编著. 稻作智慧农业实践与新一代经营展望//石丸知道. 利用水田传感器的湿润管理技术与用水管理的省力化[M]. 东京: 养贤堂, 2019: 154-156.
- [2] 笠原正行, 猪原明成, 関野幸雄, 等. 稻谷干燥条件对口感的影响[R]. 富山农技中心研究报告, 1989(5): 15-21.
- [3] 川田信一郎. 图说水稻根系. 农山渔村文化协会[M]. 东京. 1982: 1-144.
- [4] 松江勇次. 从作物生产看稻米美味学. 东京: 养贤堂, 2012: 1-141.
- [5] 南石晃明, 长命洋佑, 松江勇次编著. TTP 时代的稻作经营创新与智慧农业//松江勇次. 利用稻作大数据分析的增收与提高品质相关技术[M]. 东京: 养贤堂, 2016: 3119-128.
- [6] 森田茂纪, 阿部淳. 液流速度的测定与评价方法[J]. 根系研究, 1999(8): 117-119.

备注 1: 译文在不改变文章主旨内容的前提下,经作者认可,本刊对文章标题做了适当调整,出现中日两个版本标题形式上不一致,特此说明。

备注 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。



松江勇次 (Matsue Yuji) 教授简介: 农学博士,专业领域为食味学、作物学、遗传育种学。主要从事大米食味评价方法及影响大米食味的栽培环境和遗传因子方面的研究。现任日本九州大学全球创新中心特任教授、日本水稻品质食味研究会会长、天津农学院教授。先后获得日本福冈县知事研究表彰、日本作物学会奖、日本作物学会论文奖、日本农学奖、读卖农学奖、天津市国际科学技术合作奖、天津市海河友谊奖。

(组稿: 谭洪卓; 审核: 河野元信; 编辑加工: 林家永; 翻译: 吴香雷)