

干、湿谷混合贮藏干燥的试验研究

上出顺一 李长友

(日本国山形大学) (工程技术学院)

摘要 本文介绍在日本国寺泉干燥中心测得的干湿谷混合干燥试验结果, 分析混合干燥设施的能量消耗、干燥效率、物料品质等项技术指标。获得了混合干燥新技术开发的基础性数据。

关键词 干谷; 湿谷; 混合干燥

干湿谷混合干燥, 在国外正处在其实用技术的开发阶段^[1~4]。研究、普及此种干燥法的目的在于降低现有干燥设施的成本。为了获得此项新技术开发的基础性数据, 论证其可行性, 本研究利用日本国寺泉干燥中心的五台干燥机, 两座缓苏仓(山本制作所 SSD-8M), 对混合贮藏干燥设施技术指标及物料品质进行实地试验考查。

1 实验方法

1.1 供试机结构

1.1.1 供试机结构尺寸如表 1 所示

表 1 供试机 (SSD-8M) 技术参数

干燥箱直径 (m)	8.23
干燥箱高度 (m)	8.50
谷床面积 (m ²)	53.20
堆积量 (稻谷) (t)	约 150
风机型号	CMF II NO. 51/2
转速 (r/min)	1240
最大静压 (Pa)	1824. (对应风量为 240 m ³ /min)
干燥速度 (常温仓满时) (%/h)	0.015
量大喂入量 (t/h)	20
最大排出量 (t/h)	20

1.1.2 试验方法 实验采用将湿谷逐日分批喂入干燥仓。最初日送入 20 t, 搅拌干燥两日, 此后根据喂入湿谷水分和送风量, 逐日确定出安全风量谷物比, 然后, 一次喂入当日相应量 (约 10~30 t) 的半干谷。直到充满全仓 (150 t) 日为止。SSD—8M 充满时的风量谷物比约为 0.04 m³/S·t。仓内谷物在横卧螺旋的作用下, 一直处于边回转边沿谷仓径向移动的状态。

1.2 试验项目及测定方法

1992—10—16 收稿

1.2.1 谷物水分 谷物水分采用单粒水分计(CRT-800)及电阻式水分计(RETT)测定。采样位置如图1所示。采样时,用直径为3 cm的金属采样器,从(A),(B)两处插入规定深处取出样品(谷床深度在2 m以下时沿纵向每50 cm取1组样品,在2 m以上时每间隔1 m取1组样品),从而得到仓内物料纵向水分分布。同时为测定横向水分,从谷层表面(C)处,沿径向,每隔1 m采集1组样品。在此,取各测点处物料水分的算术平均值作为仓内谷物的平均水分。干湿谷的混合水分由加权平均计算求出。

1.2.2 风量及风速 风量:用U型管测定,其值按静压由风机性能曲线直接读出。

谷层表面风速:在谷层表面竖一集风管(集风管裙部插到约10 cm深的谷物层处。用风速表直接测定集风管内的风速。

1.2.3 温湿度测定 仓内谷间温度、送风以及外界空气的温湿度用热电偶(T(c-c) 0.65)每小时测定1次,由数字记录仪(日本电气三荣:DL1200)打印记录。测定位置如图1。

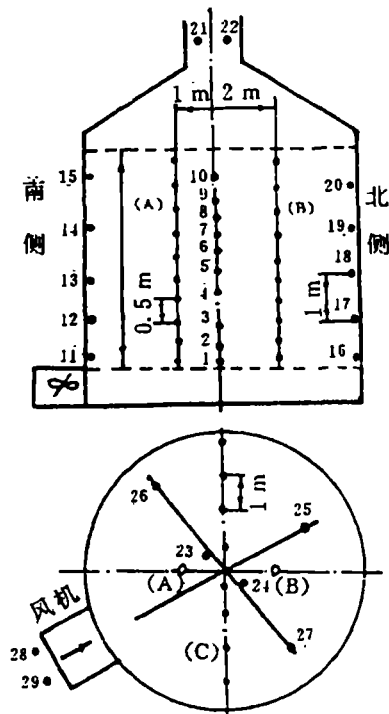


图1 采样及温湿度测定位置

仓内谷温:测点1~20为谷间温度,为排除搅拌螺旋器的影响,将传感元件分别固定在谷仓中心线及离仓壁15 cm的各测点处。设定在仓上部排气口处的21,22测定点为排气干湿球温度测点。设定在床面下部的23~27测定点为送风空气的温湿度测点。以风机横向进气口附近的温湿度(28,29测点处)作为外界空气温湿度。

1.3 品质检定

①破裂粒:取干燥后的谷粒500粒,轻轻脱去其外壳,进行透视判定。区分标准按日本食粮厅破裂判定基准^[5]。

②发芽率:用比重为1.13的盐水浸选出100粒,放入铺有湿润滤纸的玻璃皿中在30℃的恒温恒湿槽内进行测定。

③胚的活性度:取0.25%TZ试液15 ml加入50粒粗米粒中,在25℃恒温下保持24 h后,进行测定。

④脂肪酸度:用磨面机将粗米磨成粉,取其10 g,迅速进行抽苯测定。向25 ml的滤液中加入当量的95%乙醇,用0.1%的KOH进行滴定。

2 试验结果及其考察

2.1 外界空气及进、排气的温湿度

进、排气及外界空气的温湿度变化如图2所示,实验期间,外界空气温度的变化范围在14.8~30.5℃内,湿度在54~93%范围内。进气温度在17.2~32.3℃,湿度在47~88%范围内。加热器加热时间及送风时间如图2所示。加热可使送风空气的温度平均升高8.2℃(3~11℃),同时在加热器停止工作后,送风空气穿过谷物层后仍使平均温度上升了1.9℃(0.8~3℃)。

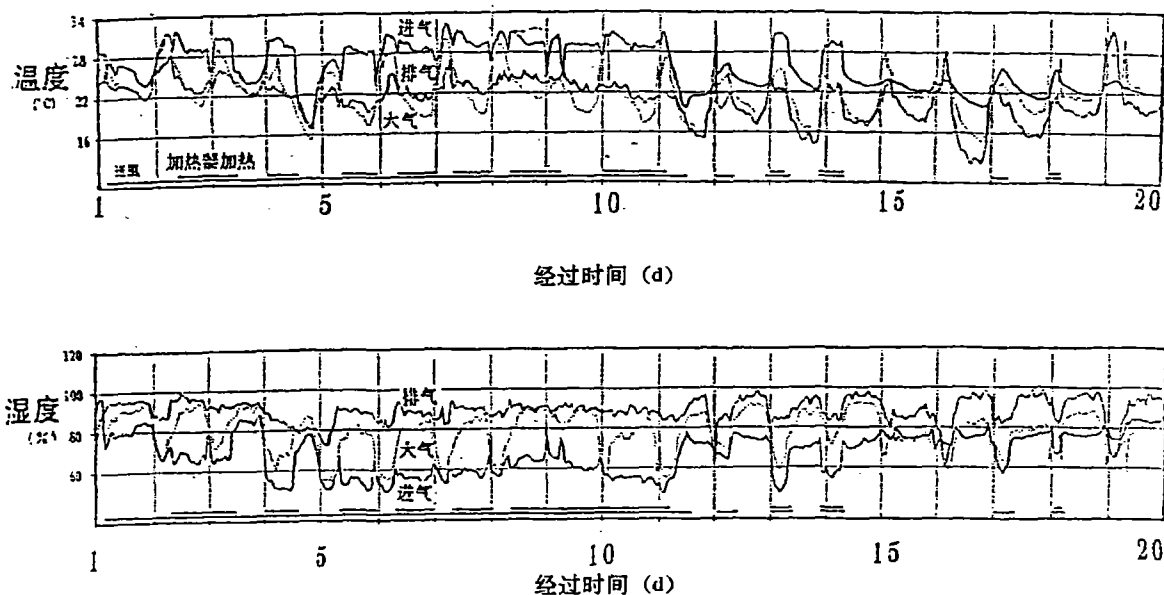


图2 外界空气及进、排气温、湿度的变化

2.2 干燥仓内的谷间温度

谷仓中央部纵向谷间温度(床深0, 0.5, 1, 1.5 m)的经时变化如图3所示。每米床深处的温度变化(中央、南、北两侧)如图4所示。从图4可以清楚地看出,在入口处的气流温度与谷温大体相同,随着气流的上行,谷间温度降低。纵向温差加大,在供热且床深不超过1.5 m时,谷间纵向温度相差6~10℃。但在离开床面1.5 m以上部分并未出现明显地谷间温差。

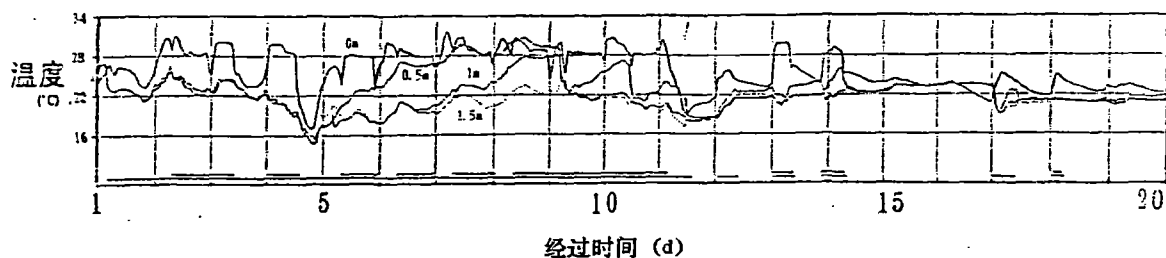


图3 试验期间谷仓中央不同床深处谷间温度的变化

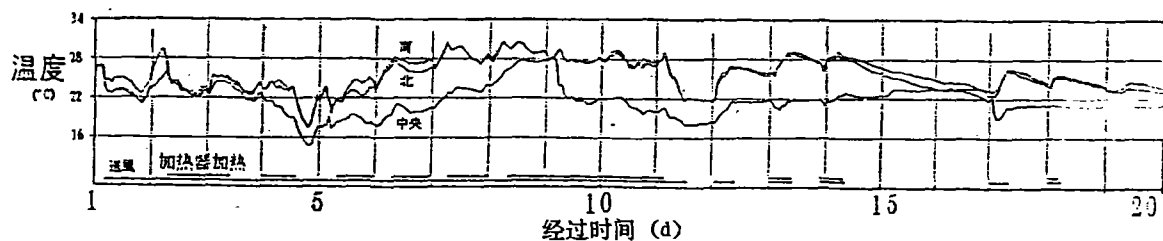


图4 试验期间仓内每米床深处谷间温度的变化

在图4中侧壁附近的谷间温差高出中央部 1.5°C ，其原因在于侧壁部的堆积高度低于中央且在侧壁处配有热风管。

2.3 混合谷物水分

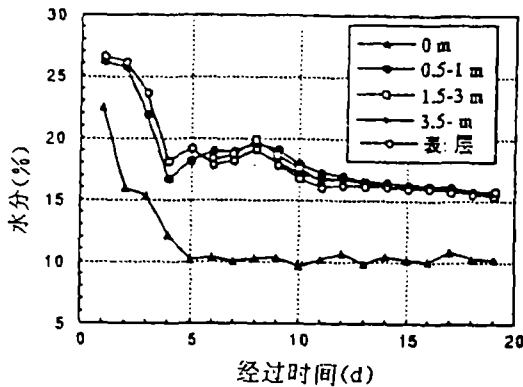


图5 试验期间不同床深处谷物水分的变化

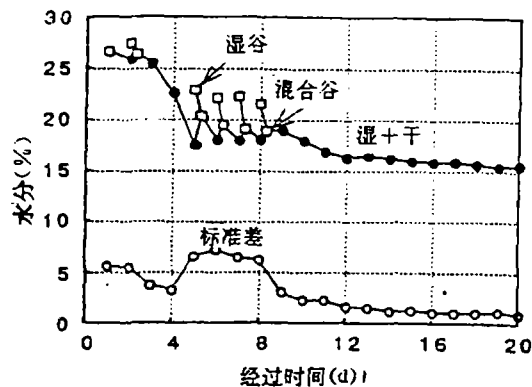


图6 试验期间谷物平均水分及标准差的变化

图5表示干燥仓内不同堆积层面上，混合谷的平均水分的变化过程。在风量比较大的干燥初期，干燥速度高达 $0.1\sim 0.15\%$ wb/h，谷物水分下降幅度较大。随着风量比的减小，干燥速度降低（干燥中期为 0.04% wb/h，终期为 0.01% wb/h）仓内谷物水分的变化趋于平缓。图6表示谷仓内混合谷的平均水分及水分变动（标准差）的经时变化。由图6可以看出，虽然送入的是水分偏差较大的谷物，但随着干燥的进行而趋向一致，通风干燥结束时的标准差聚集在 1% 以内。在停止通风一周后，开始排卸谷物，此时的谷物水分变化范围为 $15.4\sim 13.8\%$ 。随着排出时间的推移，谷物水分仍呈下降的趋势。

2.4 风速及风量

试验测得的静压和风量都可看作是堆积高度的一次线性函数。仓满时的平均堆积高度为 4.2 m ，送风量约为 $445\text{ m}^3/\text{min}$ 。此时的谷间风速（谷层表面）约为 $0.13\sim 0.15\text{ m/s}$ 。（由送风量计算得出的风速值略大于风速计的实测值）。

2.5 破裂及发芽率

混合干燥，谷物（仓中央部）的破裂率要比自然干燥低，这说明在搅拌仓内的干湿谷混合干燥比自然干燥还要安全。

从发芽率试验结果看不到混合干燥与自然干燥的差异，其值都在 99% 以上。

2.6 品质调查

品质调查结果如表2所示。白度及出精米率，各区都未出现差别。

胚的活性度：各区虽都呈现出 90% 以上的高活性度值，但相比之下，中央部稍占优势，此点与发芽试验的结果相一致。

脂肪酸度：热风干燥和混合干燥及谷床仅上方的过干区的脂肪酸各自都高出了标准的 10 mg 以上。

氨基酸特性值：各区基本相同，但最高粘度，床上过干区呈显稍低值。

表2 品质测定结果

	白度 (%)		出精米率 (%)	胚活性度 TZ 值 (%)	脂肪酸度 (KOH mg/100 g)	氨基酸特性值		
	粗米	白米				最高	最低	最高粘度
自然干燥	19.7	38.9	89.2	93.4	9.0 (100)	550	328	222
热风干燥	19.7	39.3	89.0	92.0	17.5 (194)	552	320	232
仓中央部	19.2	38.7	89.6	97.4	8.1 (90)	550	320	230
床上过干	19.2	39.1	90.4	95.0	13.8 (153)	530	320	210

2.7 能量消耗及干燥效率

2.7.1 能量消耗 在加热器加热期间, 每小时的燃油消耗量为 3.64 kg/h (3~5kg/h)。按燃油的最低发热量 10 300 kcal/kg 计算时, 干燥每吨谷物消耗的燃油量为 4.3 kg/ton, 与现有的干燥设施相比大大降低了燃油消耗。

试验测定中总耗电量为 3748.5kW·h, 其中送风消耗 3341kW·h, 占 89%, 搅拌消耗 407.5kW·h, 占 11%。

2.7.2 干燥效率 一般地干燥热效率可以用干燥过程中的水分蒸发潜热来表示。因此, 利用常温空气自然通风干燥时的干燥热效率则为无穷大。在此, 把燃油消耗中再加上消耗的电能, 作为供给热能, 求得的最终热效率为 87%, 接近现有干燥设施的两倍。用燃油单项计算时为 134%, 是现有干燥设施的 3 倍。

3 结论及存在问题

(1) 混合干燥虽然投入的湿谷水分变动范围很大, 但经过 20 天的堆积混合贮藏干燥后, 水分趋向一致, 干燥终了时的含水率标准差, 聚集在 1% 以下。

(2) 在本实验条件下, 采用混合干燥法干燥出的物料的破裂率、发芽率、出精米率、胚活性度、脂肪酸度等品质评价指标并不次于自然干燥及热风干燥。

(3) 总能量消耗远低于现有的干燥设施。

(4) 供试谷仓, 仅靠干燥床 (床面上方约 10 cm 以内) 的谷物, 由于得不到搅拌而造成过干。在本实验条件下虽然未发现过干谷物的品质问题, 但排谷螺旋的安装位置有必要改进。

(5) 堆积混合贮藏干燥, 一定量的谷物, 长期占一干燥仓。因此, 尚需对其经济效益作进一步探讨。

参 考 文 献

- 1 上出顺一. 谷类贮藏干燥技术开发のための現地試験報告書. 全農施設資料部, 1991
- 2 金環等 (2). 混合貯留乾燥方式の穀物乾燥への適用 (2). 農業施設, 1989, 20 (1): 105~111
- 3 蔡庆隆等. 混合貯留乾燥方式の穀物乾燥への適用 (3). 農業施設, 1987, 18 (2): 18~25
- 4 山下律也等. 混合貯留乾燥方式の穀物乾燥への適用 (3). 农机学会关西支部报, 1989, 66, 97~98
- 5 山下律也编. 穀物乾燥施設診断. 农业机械学会, 1985

THE STUDIES ON THE MIXED DRYING OF DRY AND WET ROUGH RICE

Junichi Kamide

Li Changyou

(Yamagata University, Japan)

(South China Agriculture University)

Abstract The studies have been did in the Shi Quan Rice Center, Japan. The technical index such as material quality, energy consumption and drying efficiency of drying facilities, have been analyzed. The results will be helpful for the development of new mixed drying technologies.

Key words Dry rough rice; Wet rough rice; Mixed drying