水 蒸 気 に よ る 白 米 調 湿

神 谷 昌 宏
(大阪国税局鑑定官室)

平成 3 年 9 月 17 日 受理

Humidification of Polished Rice by Water Vapor

Masahiro KAMIYA

(Office of Brewing Technology, Osaka Regional Taxation Bureau., 1-5-63
Otemae, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 540)

A simple process for humidifying polished rice in sake brewing was devised, in which rice grains piled in certain thickness were allowed to stand into contact with a large volume of humid air or subjected to circulation of humid air. When rice grains were kept in humid air, the increase in water content was 6% at the surface of rice layer and 0% at the bottom, even after 9 days at 20°C.

In order to accelerate the humidification, rice layer was aerated by humid air, in which water was supplied from a layer of wet super absorbent polymer granules set adjacent to the rice layer. In an experiment with 1 g of polymer (with 97.7 g of water) and 1.5 kg of rice, water was effectively transferred from the polymer to rice.

This process successfully decreased the operation time and improved the distribution of water throughout the rice layer.

Key words: 白米調湿・水蒸気・空気循環・高吸水性ポリマー

緒 言

高度精白米等は一般に水分が少なく、洗米・浸漬時に過吸水になり易い¹⁾。このため、限定吸水法か白米調湿法がひろく行われている。調湿法は、種々の機械が実用化されているが²⁾、すべて白米に霧等の水滴を噴霧しており、白米層の厚さが大きいと水分のムラができる。このため、白米層を薄くするか層を攪拌する必要がある、ごく小規模な装置か、または複雑な装置になる。水滴が付着して脆くなった米や急激な加湿で胴割れが生じた米に機械攪拌を加えることは、碎米発生の原因となり好ましくない。湿り空気に白米を接触させて加湿する方法は、水蒸気が凝縮する際の発生熱の除去が問題となる。白米層を通して空気を循環させ、その気流を水と接触させることにより空気により運ばれた発生熱を水の蒸発潜熱として再利用することができる。この原理を採用した簡単な装置の実用化を検討した。すなわち、水を含ませた粒状の高吸水性ポリマーを充填した層を途中に設けた。実験の結果実用上有望と思われる知見を得たので以下に報告する。

実 験 方 法

1. 試 料

調湿を行う白米は、昭和 63 年度産山田錦(みかけ精米歩合 50%, 水分 11.4%)を用いた。高吸水性ポリマー(以下ポリマーという)は三洋化成工業(株)製 SANWET IM-5000 を用いた。

2. 試験方法

(1) 調湿法

(イ) 分子拡散による調湿

Fig. 1 に示すように、20 l 容器に水を張り蓋を施して水蒸気で飽和させた。密閉容器の底部に上部を開放した白米サンプル容器を置いた。サンプル容器は、φ 62 mm の塩化ビニール製パイプ(以下、塩ビパイプという)を 25 mm に切断した物をビニールテープで張り合わせ、ラップで底を施したものを使用した。サンプル容器に米を 10 cm の厚さに充填し、密閉容器中に静置した。経時的に試料を取り出し、上部から 25 mm の厚みに米を 4 分画した。

(ロ) 通風による調湿

Fig. 2 に示すように長さ 50 mm に切断した塩ビパイプを 12 個連結した。画分 1~11 に白米を充填し画分 0 あるいは 0 と 6 には水で膨潤させたポリマー 50~100 g を詰めた。ポリマーは、近年紙オムツ等に多く用いられており、今回用いたものは膨潤後の粒径が 1~2 mm で通風の障害とならず水分を供給する。ポリマーを入れた画分と米の画分の間には布で隔壁を作り白米とポリマーが混ざらないようにした。米の画分には隔壁は設けず、連結したパイプの両端は布でシールした。通風は、エー

Fig. 1 Apparatus used for the humidification of polished rice in the humid air.

Three cups containing polished rice grains were kept standstill in a saturated humid air. They were taken out at regular time intervals and divided into 4 fractions, 25 mm thickness respectively. The water content of each fraction was measured.

Fig. 2 Apparatus used for the humidification of polished rice by forced aeration.

A plastic pipe (ϕ 62 mm) was divided into 12 pieces (50 mm of length). The pieces No.1-11 were charged with polished rice (1.5 kg) and the piece No.0 was charged with 1 g of super absorbent polymer with about 100 g of water. Fraction of polymer and fraction of rice were separated by a sheet of cloth. The pieces were reassembled to a pipe and subjected to air circulation at 25-25°C. After certain period of time, the rice grains in each piece of pipe were taken out. The water content of the rice was measured.

ーポンプ ((株) 高機製作所製 SPP-6 EBS 8.5 W, 6.2 l/min) を用いて行った。エーポンプで 8~56 時間通風後、50 mm の厚さごとに米を分画した。各画分につきそれぞれの平均水分含量を測定した。

(2) 水分測定

(株) ケット化学研究所製ライスタ L2 酒米仕様 (PR 1010) を用いて 5 回測定し、平均値を求めた。のち、酒米統一分析法による測定値との検量線を作製し換算した。

結果と考察

1. 分子拡散による調湿

Table 1 に分子拡散による白米の調湿結果を示す。9 日間放置しても、米層の第 4 画分には水蒸気は到達しなかったことが認められた。須藤ら⁹⁾の式に従えば、温度 20°C、関係湿度 100% では米の水分は 17.7% で平衡する。10 日目には、米の最表層では平衡に達していたと推定される。米層を湿り空气中に静置するのみで調湿が期待できるのは 9 日間で高々 5 cm 程度の厚さで、しかもその間で白米水分のムラが認められた。これ以上の厚みの堆積層では調湿には通風が必要ながことが明らかである。

2. 強制通風による白米調湿

水分の供給源にはポリマーを用いた。このポリマーは水を自重の 1,000 倍以上吸収する他、雰囲気湿度に応じて可逆的に水分を放出する。Table 2 に通風による調湿結果の 1 例を示す。ポリマーから水分が供給され重量が

Table 1 Time course of humidification of polished rice grains by diffusion.

Fraction	Time		
	2 days	4 days	9 days
1	13.6%	14.6%	17.4%
2	11.9	12.3	13.6
3	11.4	11.6	12.1
4	11.4	11.4	11.4

The polished rice grains was kept standstill at 20°C. Initial water content of rice grains was 11.4%.

Table 2 Results of humidification by forced aeration.

	Weight of polished rice grains	Weight of polymer
Before aeration	1537.2 g	98.7 g
After aeration	1559.6	74.0
Change of weight	+22.4	-24.7

98.7 g of wet polymer contained 97.7 g of water. Aeration time was 8 hrs. The recovery of water was 90.7%.

Fig. 3 Transfer rate of water

Symbols; ○: increase of water (g) in rice,
●: decrease of water (g) in polymer.

Fig. 4 Distributions of water content along the air flow direction at the different aeration time.

Rice 1.5 kg, polymer (wet) 100g at piece No.0.
Aeration times; ○: 8 hrs, ●: 16 hrs, △: 32 hrs,
▲: 48 hrs.

減少する一方、白米重量が増加した。水分の回収率は90.7%で、装置からのリークが少々認められた。

Fig. 3 に通風時間とポリマーの重量減少と白米の重量増加の結果を示す。通風時間にほぼ比例して、ポリマーの重量は減少し、白米の重量は増加した。これは32時間まではポリマーが恒率乾燥期間にあることを示している。

Fig. 4 に一定時間通風後の各画分の水分の分布を示す。8時間の通風で第1画分はほぼ加湿が終了している。第3画分以後は水分が1~2%程度増加しているが、画分ごとの変化はあまりなかった。通風時間の増加に伴い、第3画分以後も次第に水分が増加し、32時間ではほぼポリマーは水分を使い果たし、ポリマーから白米への水分移動は完了した。しかし、各画分でまだ水分が均一でないため48時間まで通風したところ第1、第2画分は水分が減少し、第3画分以後より小さな値となった。第3画分以後は白米水分がほぼ均一となった。これはエア

Table 3 Comparison of the transfer rate of water.

No. of piece with polymer	Decrease of polymer weight (g)	Transfer rate of water (g/hr)
0	46.5	2.91
0 and 6	78.8	4.93

100g of polymer was set to piece No.0, or pieces No.0 and 6. Aeration time was 16 hrs.

Fig. 5 Distributions of water content when polymer was set at 2 positions.

Rice 1.5 kg, polymer (wet) at pieces No.0 and 6, 50g each. Aeration time was 16 hrs.

Fig. 6 Control of final water content by changing the quantity of wet polymer.

Rice; 1.5 kg. Aeration time; 48-56 hrs. The weights of polymer; ○: 60g, ●: 100g, △: 120g.

ーポンプが運転により発熱し、ポリマーが水分を使いすぎる32時間以降は第1画分に乾いた空気が供給されるためと思われた。

調湿時間の短縮を検討した。ポリマーを2画分に分割して配置すると重量減少速度が大きくなった。通風時間は共に16時間とした (Table 3)。ポリマーの位置を2箇所とした場合の各画分の白米水分を Fig. 5 に示す。ポリマーのすぐ後の画分は既に飽和しており、以後の画分で水分が減少する分布のパターンが2つ描かれた。重量減少速度が大きくなるのは、水蒸気の蒸発・吸収が2

箇所で行われるためと思われた。吸収材の画分を増やせば更に時間短縮が期待できる。

第0画分に投入する吸収材の量を調節することにより調湿後の水分を制御することを検討した。調湿終了後の各画分の水分を Fig. 6 に示す。通風時間は 48 から 56 時間とした。ポリマーの使用量によって、最終到達水分が調整可能であることが明らかとなった。

今回使用したポリマーは、食品添加物ではないため、白米と直接接させることはできない。しかし、造粒成形も可能なため、小袋に袋詰めして現場的に使用することも将来は可能である。米堆積層に調湿終了後に期待される白米水分に応じて計算量の水を吸収したポリマーを投入し、一定時間通風すれば良い。この方法は、装置が簡単で保守管理が容易なため実用上有望であると思われる。

要 約

水蒸気による白米調湿について検討した結果以下のことが明らかとなった。水分供給源は高吸水性ポリマー（以下、ポリマーという）を使用した。

1. 高湿度空气中に静置した白米層では、調湿されるのは米層の外側 5 cm 程度の層のみであり、厚さ方向に

水分のばらつきが著しかった。

2. 通風により水分は、ポリマーから白米へ移動した。移動速度は操作時間中、ほぼ一定であった。

3. 調湿中の白米水分の分布は、ポリマーの隣の画分で最も高く、離れるに従い次第に減少した。水分分布のアンバランスは、ポリマーが水分を使い果たした後、さらに通風を続けると解消した。

4. ポリマーの位置を複数に分割すると、調湿時間の短縮が可能となった。

5. ポリマーの使用量を加減することにより、白米の最終到達水分を調整することが可能であった。

6. この方法は、装置が簡単で保守管理が容易なため実用上有望であると思われる。

終わりに、試料の白米を提供頂いた（株）本田商店に深謝します。

文 献

- 1) 熊谷知栄子, 黒柳嘉弘, 野白喜久雄: 醸協, 71, (9) 718 (1976)
- 2) 熊谷知栄子: 醸協, 76, (2) 74 (1981)
- 3) 須藤茂俊, 緒方洋一, 佐野英二, 斎藤泰夫, 伊藤康: 醸協, 83, (8) 565 (1988)