

## 精白米の真空下における吸湿特性の研究

村田, 敏  
九州大学農学部農産機械工学教室

アマラトゥンガ, K. S. P.  
九州大学農学部農産機械工学教室

田中, 史彦  
九州大学農学部農産機械工学教室

宮内, 樹代史  
高知大学農学部

他

<https://doi.org/10.15017/23512>

---

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 48 (3/4), pp.139-149, 1994-03. 九州大学農学部  
バージョン :  
権利関係 :

## 精白米の真空下における吸湿特性の研究

村田 敏・K. S. P. アマラトゥンガ  
田中史彦・宮内樹代史\*  
堀 善昭

九州大学農学部農産機械工学教室  
(1993年10月15日受理)

### Moisture Adsorption Characteristics of Polished Rice under Reduced Pressure Conditions

Satoshi MURATA, K. S. P. AMARATUNGA, Fumihiko TANAKA,  
Kiyoshi MIYAUCHI and Yoshiaki HORI

Laboratory of Agricultural Process Engineering, Faculty of Agriculture,  
Kyushu University 46-05, Fukuoka 812

#### 緒 言

農産物の吸湿特性についての研究はこれまで多く報告されている (Banaszek *et al.*, 1990, Chen *et al.*, 1971, 1989, Kunze, 1991)。著者ら (1993) は先に精白米の吸湿に関する基礎データを提示し、常圧下における吸湿特性について整理したが、今回は精白米加湿のコスト低減の一助となり得る真空下における精白米の吸湿について整理する。

さて、農産物の乾燥及び吸湿の際の水分移動速度は雰囲気中の圧力に影響されることがこれまでの研究で明らかになっている (例えば Rizvi, 1984)。例えば、真空下で蒸気分圧を大きくすれば吸湿は速やかに行われることとなるし、堆積層においても水分のむらの少ない水分調整が可能となる。精白米の攪拌を必要としない調湿装置設計のためには真空下における精白米の吸湿特性を測定・解析する必要がある。今回は様々な真空圧の下で厚層及び単層の精白米の吸湿 (及び乾燥) 特性を整理した。その結果、厚層では真空度が大きいほど水分むらの小さい吸湿が行われた。また、単層の吸湿測定の結果、吸湿が減率第一段式により説明されることが分かり、各温度における吸湿速度定数  $k$  が算出された。

さらに、真空圧 3, 40, 130, 200, 380mm Hg に

おいて、初期水分の違いによる精白米の胴割れについても研究を行い、真空圧と初期水分の胴割れへの影響について検討した。その結果、初期含水率が高いほど胴割れは発生しにくいことが分かった。同じく真空中の湿度の胴割れに与える影響について測定を行い、胴割れ防止について考察した。

#### 材料及び方法

##### 1. 供試材料

本測定に供試した材料は1992年10月福岡産のヒノヒカリである。極すり、精米 (歩留まり90%) の後、約2kgずつを3段階の水分に調整し測定に供試した。

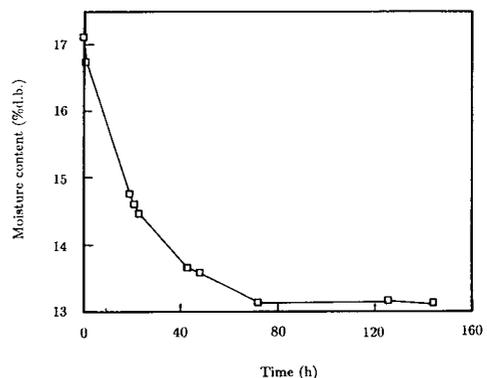


Fig. 1. Drying characteristics of ventilator.

\*高知大学農学部

水分調整は加熱通風乾燥 (30°C以下) により行い, 含水率 10, 14, 16% d. b. とした. なお, 調湿に用いた送風機の送風特性を図 1 に示す.

## 2. 測定装置

図 2 に測定装置の概略を示す. 測定装置は真空タンク (鉄製, 容量約 50.3l, 写真 1 参照), ボイラ (容量約 4.4l), 真空ポンプ (日立製作所製 TYPE 4VP-C3 排気容量 100l/min) 及び記録計から構成される. 測定は大型温度制御チャンバ (前川製作所製 S005) 内で行い, ボイラのみを外付けとした. 真空タンク内

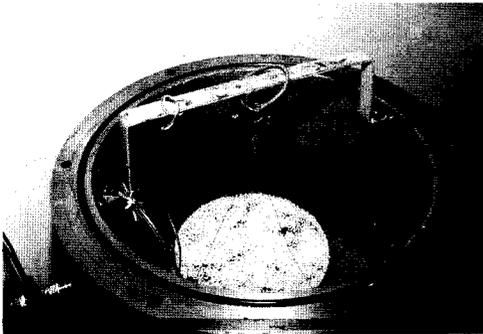
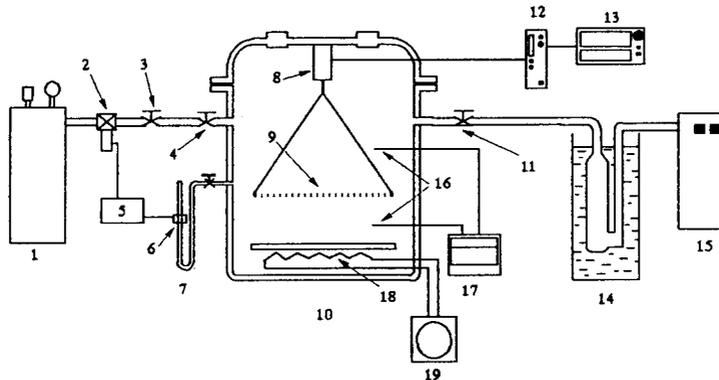


Plate 1. Equilibration chamber.

部の温度及び試料重量はハーメチックシールを介した c-c 熱電対及び U ゲージ (SHINKOU TYPE UT No. 681780) で測定され, 測定中の胴割れはタンク上蓋に設けたガラス窓から観察される. また, 真空タンクとボイラ, コールドトラップを介した真空ポンプ及び水銀マンオメータはバルブを介し接続され, それぞれボイラ内の圧力を安全弁で一定に (1.5kg/cm<sup>2</sup>) 保った. タンク内の圧力は光センサでマンオメータをセンシングし, 所定の圧力を保つよう (0.5~1 mm Hg 以内) 電磁式バルブ (KITZ 製) を開閉し制御した. なお, 重量測定用の U ゲージの出力電圧はストレインアンプ (横河製 TYPE 3126) で増幅し, ペンレコーダ (ナショナル製 Model VP-654B) に記録した. 測定中の温度は流入蒸気, 真空タンク上部, 下部及びダミーサンプルについて測定し打点記録計 (横河製 TYPE UR 100 Model 4156) に記録した.

測定装置の諸特性を図 3 及び表 1 に整理した. 真空下における空気の重量測定に与える影響は  $PV=nRT$  から容易に計算でき, 図 4 のような結果を得る. この計算によると 1l の容積の物体の重量は圧力が 10mm Hg から 30mm Hg に変化した場合, わずか 0.18g しか変わらず, 精白米のかさ密度を 0.8kg/l (800kg/m<sup>3</sup>) としても 0.02% 程度で充分に無視できる. なお, U



- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| 1. boiler           | 2. electric valve         |
| 3. control valve    | 4. On/Off valve           |
| 5. control circuit  | 6. light sensor           |
| 7. Hg manometer     | 8. "U" gauge              |
| 9. sample           | 10. equilibration chamber |
| 11. valve           | 12. strain gauge          |
| 13. pen recorder    | 14. cold trap             |
| 15. vacuum pump     | 16. c-c thermo-couples    |
| 17. hybrid recorder | 18. electric heater       |
| 19. variac          |                           |

Fig. 2. Schematic diagram of experimental apparatus.

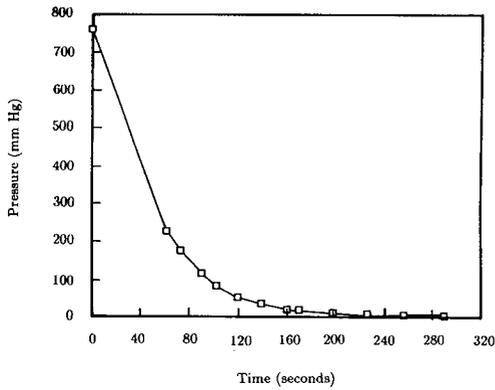


Fig. 3. Vacuum characteristics of equilibration chamber.

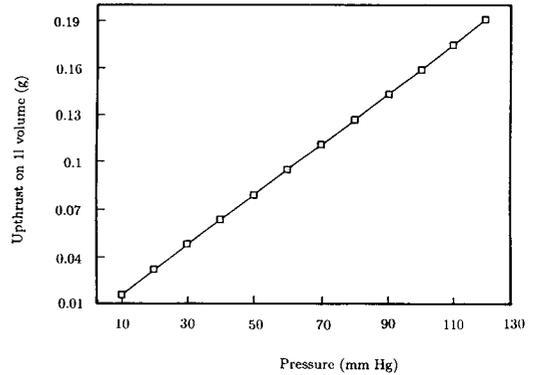


Fig. 4. Up thrust due to air at different pressure.

Table 1. Vacuum characteristic data of equilibration chamber

Time (min)	Pressure (mm Hg)
63	225
74	175
91	115
102	80
120	50
139	35
160	20
170	18
198	11
226	8
256	6
290	3

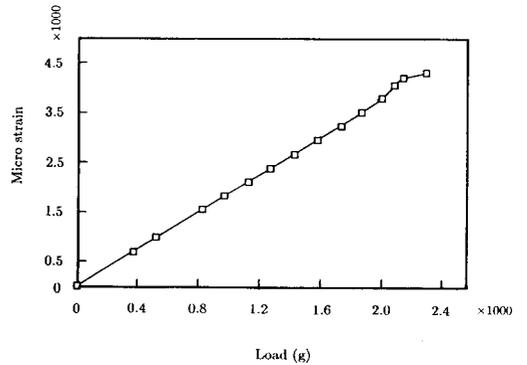


Fig. 5. Calibration curve of "U" gauge.

ゲージの特性を図5及び表2に示す。図に示すように重量2kg以下において出力電圧と質量の間には一次の比例関係が成り立つ。

3. 測定方法

(1) 厚層の吸湿

一方開放端からの厚層の吸湿水分分布を調べる研究では、図6に示すブリキ製容器1（高さ210mm、直径117mmφ、精白米堆積層厚150mm、写真2参照）が用いられた。この容器はピストン構造になっており、中央の棒を引き上げるにより順次、高さごとの精白米が取り出せるように工夫されている。この試験では30mmごとの精白米層を取り出し、圧力の違い(25mm Hg及び406mm Hg、詳細は表3参照)による水分むら及び胴割れについて測定を行った。水分は10g粒-135°C-24時間炉乾法により決定し、胴割れ率は100粒についてその発生率をカウントした。

Table 2. "U" Gauge calibration data

Load (g)	Micro strain
0.00	0.0
369.68	696.0
523.10	985.6
816.31	1553.6
964.94	1827.6
1113.73	2105.6
1265.91	2385.6
1417.46	2674.6
1565.28	2960.6
1715.25	3237.6
1860.77	3521.6
1997.41	3795.6
2081.00	4054.6
2134.95	4211.6
2289.04	4308.6

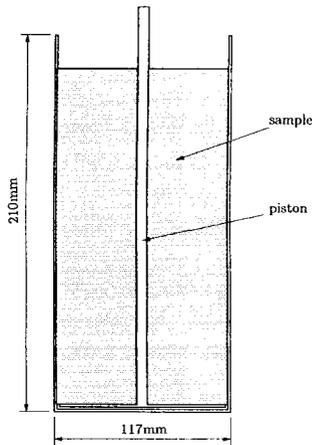


Fig. 6. Vessel No. 1. The vessel used for moisture gradient test.

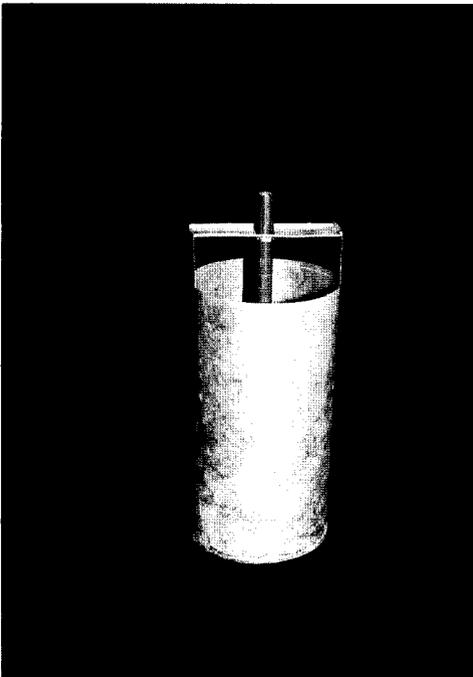


Plate 2. Vessel No. 1, the vessel used for moisture gradient test.

測定の手順は、まず容器1（写真2参照）400gの精白米を入れ、前述のUゲージに吊るす。真空タンクの上蓋を閉じた後、蒸気入口のバルブを閉め、光センサを働かせた状態で真空ポンプにより排気を開始す

Table 3. Conditions for moisture gradient determination trial

Pressure (mm Hg)	T (°C)	M. C. (%d. b.)	Crack %
406	20	17.73	5
25	20	15.55	4

る。内圧が3 mm Hgに達したところで蒸気入口を開け、蒸気を流入させる。なお、このときボイラ内圧は約1.5kg/cm<sup>2</sup>である。設定圧力に達したところで蒸気バルブは閉じ、以降、自動的に制御される。この方法によりタンク内は約30分で蒸気で満たされることとなる。測定はタンク内の圧力が所定の条件を満たした時点を開始点とし、24時間後まで行った。

#### (2) 単層の吸湿

精白米の吸湿シミュレーションを行うためには単層における吸湿特性を整理する必要がある。そこで単層における測定を表4に示す温度、圧力条件下で行った。この測定には図7に示す容器2（直径230mmφ、プラスチック製ネット（メッシュ2mm）、写真3参照）が用いられ、100g試料の単層について吸湿試験が行われた。測定手順は厚層試験の場合とほとんど同

Table 4. Air conditions used to collect sorption data for thin layer adsorption trial

Temperature (°C)	Pressure (mm Hg)
3	5
8	7
20	15
30	27
30	16
30	7

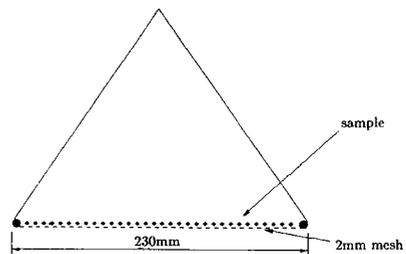


Fig. 7. Vessel No. 2. The vessel used for one seed layer absorption test.

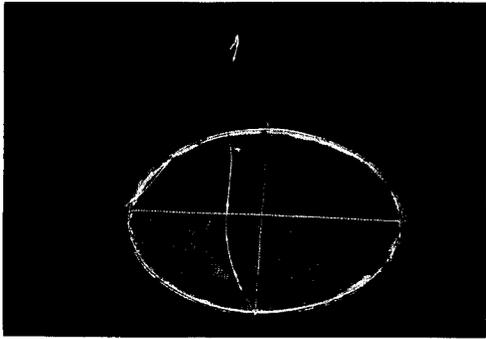


Plate 3. Vessel No. 2, the vessel used for one seed layer adsorption test.

じであるが、今回は排気による温度降下を抑えるためヒータでタンク内を加熱し対処した (図2参照)。

次に、単層試験は理論的解析について述べる。吸湿は乾燥の逆過程の現象であるので、吸湿の解析にも乾燥速度式が利用される。今回は測定データに減率第一段式を当てはめ、吸湿特性を整理した。減率一段式は次式で与えられる。すなわち、

$$M = (M_o - M_e) \times \exp(-k \times t) + M_e \quad (1)$$

である。ここで、

$M$  : 時刻  $t$  における含水率 (%d. b.)

$M_o$  : 初期含水率 (%d. b.)

$M_e$  : 平衡含水率 (%d. b.)

$t$  : 測定時間 (h)

$k$  : 吸湿速度定数 (1/h)

式(1)のパラメータ  $k$ ,  $M_e$  は測定データを基に非線形最小自乗法により決定した。また、この測定データへの適合制度は次の2式により評価した。

$$P = \frac{100}{N} \times \sum \frac{|Y - Y'|}{Y} \quad (2)$$

$$S. E. = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y')^2}{df}} \quad (3)$$

ただし、

$Y$  : 含水率測定値 (%d. b.)

$Y'$  : 含水率計算値 (%d. b.)

$N$  : データ数

$df$  : 自由度

また、吸湿速度定数の温度依存性を整理するため、次の Arrhenius 式が用いられた。すなわち、

$$k = d \times \exp(-f/T)$$

Table 5. Pressure and initial moisture combinations used in the test of grain damage due to low pressure

M. C. (%d. b.)	Pressure (mm Hg)				
	3	40	130	200	380
16.9	*	*	*	*	*
14.8	*	*	*	*	*
13.2	*	*	*	*	*

ここで、

$d$  : 式(4)のパラメータ (1/h)

$f$  : 式(4)のパラメータ (K)

$T$  : 絶対温度 (K)

### (3) 胴割れ試験

表5の無加湿条件で胴割れ発生状況を観察し、初期含水率及び圧力の違いによる胴割れ率について考察を行った。温度設定を行った後、真空タンク内に種々の含水率試料を入れ、バックライト式透過プレート上の精白米の胴割れ (100粒) を一定時間ごとに2時間までカウントする。さらに、先同様の手順により蒸気を流入させた場合の胴割れについても前述の測定を行い、胴割れ率の経時変化を測定した。

## 結果及び考察

### 1. 厚層の吸湿特性

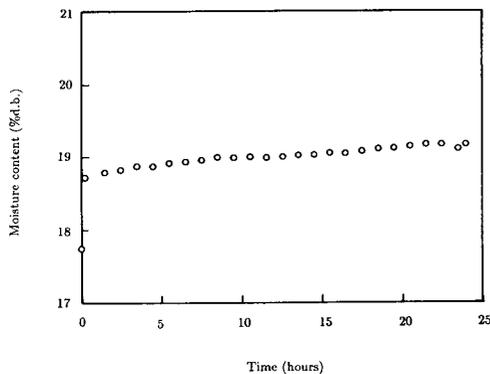
図8、図9及び表6、表7に測定中の精白米厚層含水率の経時変化を示す。図に示すように同じ測定温度においても圧力の違いにより吸湿特性は大きく変わり、小さい圧力ほど吸湿は急激に行われる。例えば測定開始から含水率が1%d. b. 増加するのに25mm Hgでは約15分、406mm Hgでは約260分を要した。吸湿速度のみを重視すれば低圧ほど有利である。次に、図10に開放端からの水分勾配を示す (詳細は表8参照)。この図を見ると圧力が小さいほど水分むらが発生しにくいことが明らかである。

### 2. 単層の吸湿特性

20°C, 16mm Hg, 初期含水率16.14%d. b. における吸湿曲線を図11に示す。実線は式(1)による計算結果で、他の測定条件におけるデータへの適合性も良好であった。図12は自由含水比の経時変化であるが、片対数グラフ上では切片1の直線的減少傾向が顕著に示された。表9にあげた平衡含水率  $M_e$  及び吸湿速度定数  $k$  はいずれも非線形最小自乗法により算出したも

**Table 6.** Sorption data based on total weight for polished rice at 406mm Hg pressure

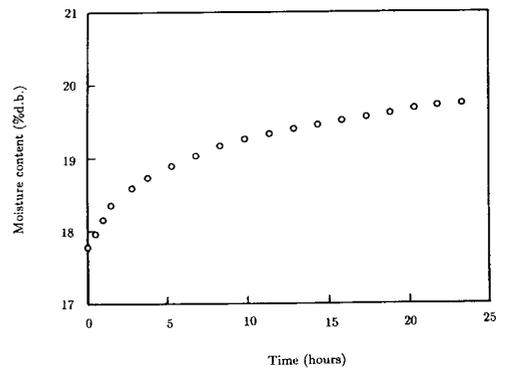
Time (min)	M. C. (%d. b.)
0	17.78
30	17.95
60	18.15
91	18.35
109	18.41
169	18.58
229	18.72
259	18.77
319	18.88
349	18.93
409	19.03
439	19.07
499	19.16
529	19.19
589	19.25
619	19.27
679	19.32
709	19.34
769	19.39
799	19.41
859	19.45
889	19.47
949	19.51
979	19.52
1039	19.56
1069	19.58
1129	19.61
1159	19.63
1219	19.67
1249	19.68
1309	19.71
1339	19.73
1399	19.74
1429	19.74



**Fig. 8.** Moisture adsorption characteristics based on total weight at 20°C and 25mm Hg pressure.

**Table 7.** Sorption data based on total weight for polished rice at 25mm Hg pressure

Time (min)	M. C. (%d. b.)
0	17.74
15	18.72
30	19.22
90	18.78
150	18.81
210	18.86
270	18.86
330	18.90
390	18.92
450	18.94
510	18.98
570	18.98
630	18.99
690	18.98
750	18.99
810	19.01
870	19.01
930	19.04
990	19.04
1050	19.07
1110	19.10
1170	19.11
1230	19.14
1290	19.16
1350	19.16
1410	19.10
1440	19.16



**Fig. 9.** Moisture adsorption characteristics based on total weight at 20°C and 406mm Hg pressure.

ので、この曲線の適合性を評価する指標として式(2)、(3)で示した  $P$  及び  $S. E.$  をあわせ付している。この場合、例えば  $S. E.$  で 0.02~0.33% d. b. 程度の精度が補償された。さて、圧力の吸湿に与える影響であるが、図 13 に示すように温度が同じ (30°C) でも圧力の違

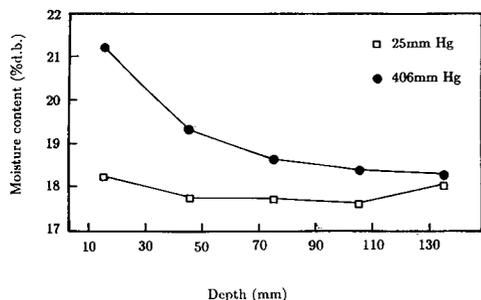


Fig. 10. Moisture content variation along the sample profile after 24 hours of adsorption.

Table 8. Moisture content Variation after 24 hours along the sample profile at 25 and 406mm Hg pressure

Mean depth (mm)	Pressure (mm Hg)	
	25	406
15	18.23	21.22
45	17.75	19.32
75	17.73	18.62
105	17.63	18.36
135	18.05	18.28

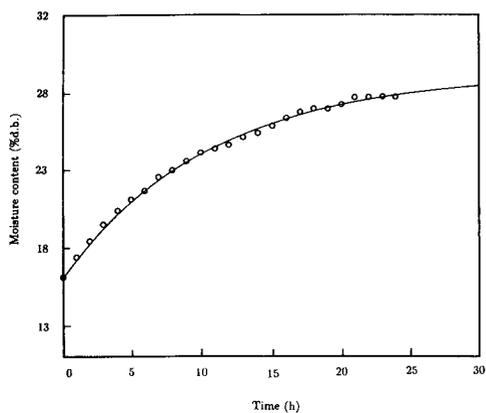


Fig. 11. Sorption curve for the air temperature of 20°C and absolute pressure of 15mm Hg for 16.14% d.b. initial moisture polished rice.

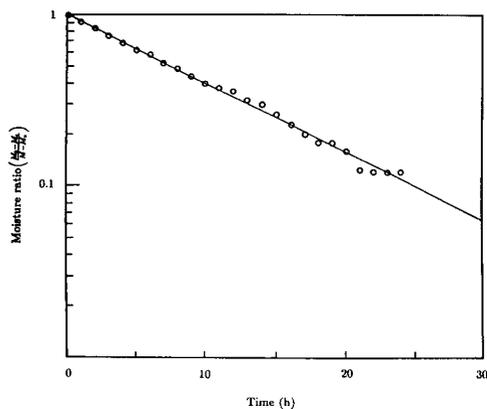


Fig. 12. Relationship of moisture ratio with time for 16.14% d.b. initial moisture polished rice at 20°C and 15mm Hg pressure.

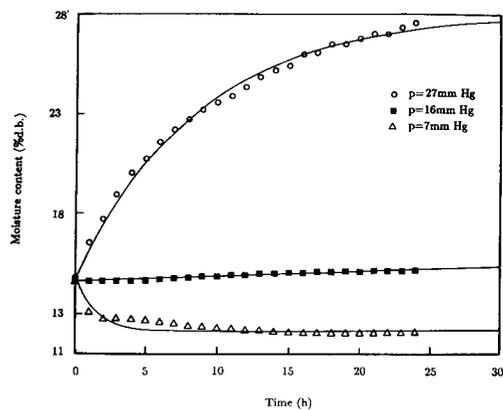


Fig. 13. Sorption curves for the air temperature of 30°C under different pressure.

いで吸湿曲線は変化することがわかる。なお、真空ポンプを稼働させながら蒸気を30分流入させるこの方法によると、タンク内圧はそのまま蒸気圧と考慮して良い。各測定温度に対応する飽和蒸気圧とこれに対するタンク内圧の比から相対湿度を算出し、これを表10に記した。

### 3. 温度の吸湿に及ぼす影響

図14に初期含水率14~15% d.b. 精白米の3, 8, 20, 30°Cにおける吸湿曲線を示す。この図から温度が吸湿の支配因子のひとつであることがわかる。平衡含水率について見ると、高温ほど低くなり、一方、吸

**Table 9.** Initial moisture content ( $M_0$ ), sorption coefficient ( $k$ ) of Equation 1, equilibrium moisture content ( $M_e$ ) calculated by non-linear least squares method, standard error of the estimate and mean relative percentage deviation ( $P$ ) under each temperature/relative humidity condition

T=30°C		P=27mm Hg		
$M_0$ (%d. b)	$k$ (-1/h)	$M_e$ (%d. b)	S. E.	P
15.1991	.3666	22.2185	.41672	1.6899
14.6245	.1162	28.0518	.24851	.9102
16.8753	.3599	21.6372	.31758	1.1203
T=30°C		P=16mm Hg		
$M_0$ (%d. b)	$k$ (-1/h)	$M_e$ (%d. b)	S. E.	P
10.1683	.3396	9.9839	.0204	.1578
14.6099	.0039	21.4455	.05098	.263
16.67	.4717	15.7086	.04527	.2193
T=30°C		P=7mm Hg		
$M_0$ (%d. b)	$k$ (-1/h)	$M_e$ (%d. b)	S. E.	P
10.2051	.1269	9.5803	.02294	.1799
14.857	.6928	12.1867	.21227	1.4363
16.9903	.699	13.0111	.30125	1.763
T=20°C		P=15mm Hg		
$M_0$ (%d. b)	$k$ (-1/h)	$M_e$ (%d. b)	S. E.	P
10.4783	.3122	18.4403	.48691	2.3926
14.4527	.1681	25.8449	.21297	.774
16.144	.0922	29.3511	.15306	.5197
T=8°C		P=7mm Hg		
$M_0$ (%d. b)	$k$ (-1/h)	$M_e$ (%d. b)	S. E.	P
10.1698	.1003	27.8169	.20011	.7776
14.9402	.0804	28.4609	.18804	.7222
16.9107	.0713	29.0175	.07898	.2785
T=3°C		P=5mm Hg		
$M_0$ (%d. b)	$k$ (-1/h)	$M_e$ (%d. b)	S. E.	P
14.7389	.0854	28.5086	.20194	.7269
14.7227	.0444	35.4604	.32893	1.2147
10.9017	.0926	27.5238	.1665	.7041
16.1415	.0969	27.0462	.30499	1.1349

湿速度は増加する。例えば低温3°C及び8°Cの吸湿曲線を見ると24時間では平衡に達しない。このように吸湿速度定数 $k$ は低温ほど小さく、温度に強く依存する。精白米の吸湿においては吸湿速度定数はArrhenius型の温度依存性を持つことが図15から確認された。ここで表11に計算の結果得られた式(4)のパラメータ $d$ ,  $f$ 及び標準誤差S. E.を整理する。

#### 4. 胴割れ

無加湿の胴割れ試験では、低圧ほど早期に胴割れが

観察された。特に表面のひび割れが多く、また長時間経過後ではわずかながら内部の軽胴割れが発生した。このように胴割れの進行様式や発生は精白米の初期含水率により大きく異なった。次に、図16は同材料3mm Hg, 20°Cの測定結果であるが、圧力の違いによる影響が顕著に表れている。圧力の影響をより詳しく検討するために図17~図20に圧力40, 130, 200及び380mm Hgにおける胴割れ率の経時変化を示す。これらの図から胴割れの過程は前述のように圧力と初

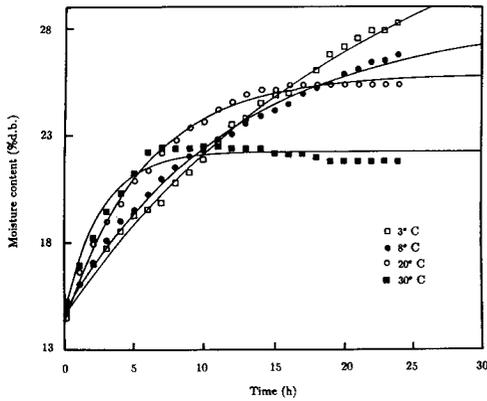


Fig. 14. Sorption curves at different temperature.

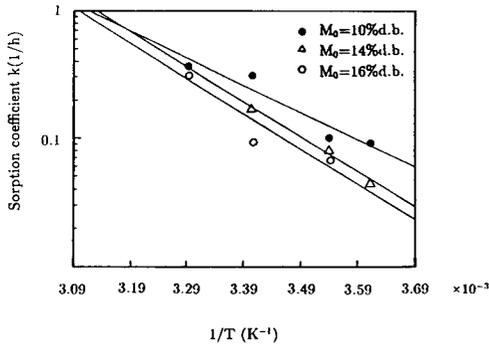


Fig. 15. Arrhenius plot for sorption of polished rice.

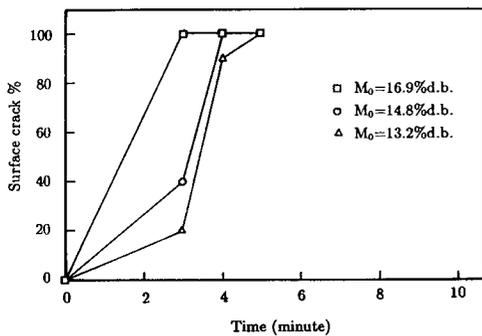


Fig. 16. Grain damage of polished rice at 20°C and 3mm Hg Pressure.

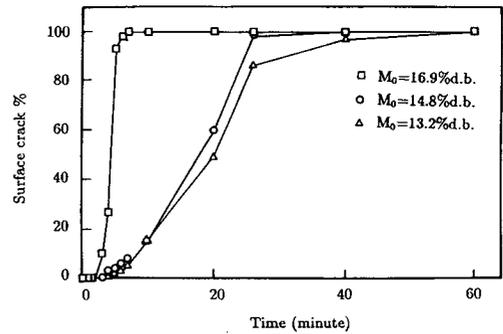


Fig. 17. Grain damage of polished rice at 20°C and 40mm Hg Pressure.

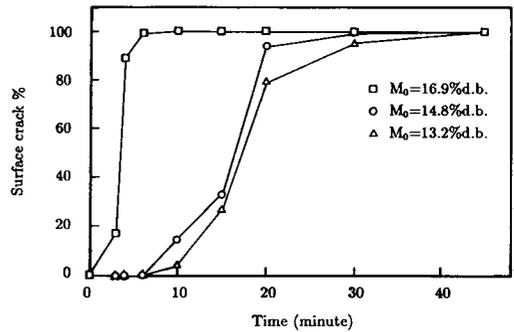


Fig. 18. Grain damage of polished rice at 20°C and 130mm Hg Pressure.

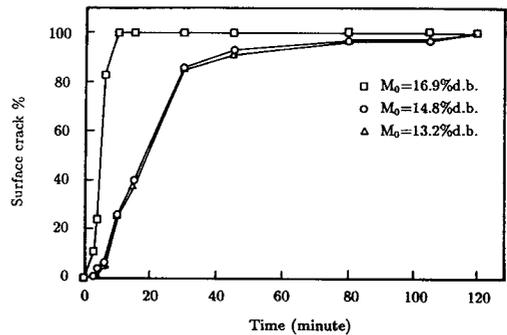


Fig. 19. Grain damage of polished rice at 20°C and 200mm Hg Pressure.

期含水率に依存することがわかる。低圧下では胴割れの進行は非常に速く、短時間で全粒が割れてしまう。村田ら (1992) によると精白米の吸湿過程では材料内

に水分勾配ができ、これによる内部応力の発生で胴割れが誘発されることが論述されており、本測定結果もこの理論が適用されるものとする。この胴割れ防止

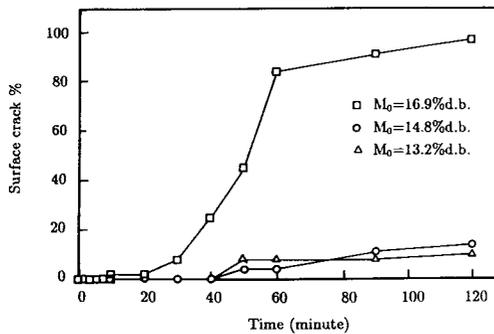


Fig. 20. Grain damage of polished rice at 20°C and 380mm Hg Pressure.

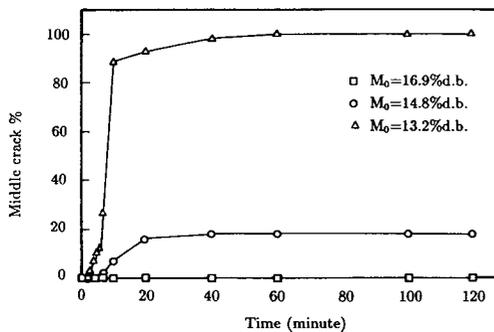


Fig. 21. Grain damage at 20°C and 40mm Hg pressure with the introduction of steam.

策として雰囲気湿度の制御が考えられる。

次に加湿中の胴割れについて検討する。図 21 は 40mm Hg 加湿中の胴割れの測定結果であるが、初期含水率の違いによる胴割れの発生の相違が顕著に示されている。例えば、初期含水率 14.8% d. b.、温度 20°C、圧力 40mm Hg で蒸気を流入させ湿度を調整した場合、40 分後に 18% の胴割れが発生した。実際は含水率 17.0% d. b. (水分 14.5% w. b.) から 19.0% d. b. (16% w. b.) への加湿が重要であるが、図 21 に示すように初期含水率が 16.9% d. b. の場合、胴割れは発生しなかった。精白米の真空加湿は極めて有効な手段であると考えられる。

## 要 約

真空下における精白米の吸湿試験の結果、その吸湿特性が明らかとなった。厚層の吸湿試験では低圧ほど層ごとの水分むら小さいことがわかり、単層試験では吸湿の機構が減率第一段式に従うことが明らかとなった。また、この式の測定データへの適合性は良好で、

0.02~0.33% d. b. の標準誤差を含んだ。さらに、非線形最小自乗法で算出した吸湿速度定数  $k$  に Arrhenius 型の温度依存性があることを確認した。無加湿の胴割れ試験では低圧ほど表面のひび割れが発生しやすく、特に高含水率ほど胴割れが多かった。しかし、加湿中の胴割れ試験では高含水率ほど胴割れは低減された。

今後の課題としては、例えば 3°C において相対湿度 0~100% には蒸気圧換算でわずか 5.682mm Hg の変化しか無く、これを精度良く調整するためには真空タンク内の湿度制御装置を現在の光センサ付き水銀マノメータ (制御精度 0.5mm Hg) からより高精度のものに取り替える必要がある。低温における湿度制御が課題となる。しかしながら本研究はこれまで報告の少なかった精白米の真空調湿について、組織的なデータを示したところに意義がある。

## 謝 辞

実際の測定に当たっては、本研究室専攻生廣瀬孝志氏、渋谷和子氏の御協力を得た。ここに記して感謝の意を表す。

## 文 献

- Banaszek, M. M. and T. J. Siebenmorgen 1990 Adsorption Equilibrium Moisture Content of Long-Grain Rough Rice, *J. Am. Soc. Agr. Eng.*, **33** (1), 247-252
- Chen, C. C. and R. V. Morey 1989 Equilibrium Relative Humidity Relationships for Yellow-Dent Corn, *J. Am. Soc. Agr. Eng.*, **32** (3), 999-1006
- Chen, C. S. and J. T. Clayton 1971 The Effect of Temperature on Sorption Isotherms of Biological Materials, *Trans. of ASAE.*, **14** (5), 927-929
- Kunze, O. R. 1991 Moisture Adsorption in Cereal Grain Technology Review with Emphasis on Rice, *J. Applied Engineering in Agriculture*, **7** (6), 717-723
- 村田 敏, 小出章二, 宮内樹代史 1992 精白米の水浸裂傷に関する研究, *農業機械学会誌*, **54** (1), 67-72
- Murata, S., K. S. P. Amaratunga, F. Tanaka and Y. Hori 1993 *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, **38** (1-2), 印刷中
- Rizvi, S. S. H. and N. Santos, Nigogosyan 1984 An Accelerated Method for Adjustment of Equilibrium Moisture Content of Foods, *J. Food Engineering*, 0260-8774, 3-11

## Summary

Driving force for moisture transfer can be conceptually increased by maintaining head space at very high or very low vapour pressures. Under sub atmospheric pressures the sorption resistance due to interstitial air is low. Using this concept, the adsorption and desorption properties for polished rice have been measured under reduced pressure for theoretical interpretation of the process which can be used in commercial moisture adjusters to get even sorption of batch and to get rid of costly agitation. Data were collected for thick and one seed layers under different pressure conditions. In the thick layer trial, higher uniformity of sorption was found at lower total pressure conditions. One seed layer sorption trial was conducted for the determination of sorption coefficient "k" of the first falling rate moisture transfer equation for different temperature conditions. Predicted values of moisture were found to be in good agreement with observed data. Grain damage due to low pressure was investigated for different initial moisture polished rice, under 3, 40, 130, 200 and 380mm Hg pressure. Higher moisture polished rice was more liable to crack under reduced pressure. In the same trial the effect of head space humidity on seed damage was investigated introducing steam under pressure of 1.5kg/cm<sup>2</sup> into the equilibration chamber. According to the results cracks were all middle cracks and also high in low initial moisture polished rice.