

粳の貯留乾燥法に関する研究

田中正美

Studies on preserved drying method of unhulled rice

Masami Tanaka

近年、自脱型コンバイン、バインダーなど稲の収穫機の普及が著しくこれにしたがって、1日に生粳が多量に収穫される場合が多くなった。このため、1日の収穫量に見合った乾燥機が必要となり、乾燥機の施設費が重む状況にある。

また、従来の乾燥機は、熱風を利用する熱風乾燥法であるので、夜間乾燥するときは時々点検する必要があり、このため、翌日の収穫作業に支障をきたすことになる。

このような問題点を解決し、乾燥作業を省力化するために、粳を投入し貯留しながら常温通風して乾燥する貯留(蔵)乾燥法が考えられる。この貯留(蔵)乾燥法については、1963年、1964年に伴などにより、すでに小規模な実験装置を利用して、変質しないで乾燥し得る最小の通風量を知るための試験が埼玉で行なわれ、1967年、1968年には同様な試験が農業機械化研究所の依頼試験として、富山、秋田、新潟で実施されている。筆者は、1968年から3年間、静置型通風乾燥機(軸流型通風機を使用し、乾燥箱を補強し、箱の高さを増した)を利用して粳の水分別、風量別の貯留乾燥試験を実施した結果、実用化のための成果を得たので、その概要を報告する。

なお、この研究に援助くださった室賀利正副参事(前三重県農業試験場長)、山口作物部長(前作物課長)、池宮農部長、下井伊賀農業センター場長(前農機具係長)、佐々木農業機械研究室長はじめ農業機械研究室の各位、および、送風機を供試して戴いた静岡製機株式会社に深く謝意を表する。

1. 試験方法

(1) 試験装置

1) 送風機は、静岡式FH330mm(200~300Wモーター付)、FH480mm(750Wモーター付)、の

軸流型送風機と、1970年には二幸式ターボファンTF-2型(1.5KWモーター付)、昭和式SB-151型輻流(遠心)型送風機を供試した。また、別に湿度調節計(on、off)を取付け、場合により加温装置を使用した。

2) 貯留乾燥箱、静置型通風乾燥箱1.62m²型のものを補強し、乾燥箱は、高さが1.5~3.0mのものを試作した。また45年には通風面積0.3456m²、高さ1mの木製箱を積み重ねて高さ4.1mの乾燥箱を試作した。

(2) 試験場所

旧三重県農業試験場(鈴鹿市江島町六丁目)……1968年
真田豊寿氏乾燥場(鈴鹿市北長太町)……………1968年
・1969年
三重県農業技術センター(一志郡嬭野町川北)……
……1970年

(3) 供試時期

1968年9月30日~11月7日
1969年9月1日~10月25日
1970年10月3日~12月8日

(4) 試験内容 (第1表)

品名	年次	通風期間	間の初期 含水率 (平均)	堆積堆積 方法 厚さ	最高埋 積時の 重量	湿度比	送風機 の型式	乾燥箱 の床面積	備考
1	マンリョウ	4.3 9.30~10.11	21.5	95	893.52	0.045	FH330	1.62	
2	秋 粳	4.3 10.26~11.7	17.6	160	1280.00	0.025	FH330	1.62	
3	ハマノリ	4.4 9.1~9.19	26.2 25.4	1007日後に150	1415.50	0.018	FH330	1.62	
4	フネ74号	4.4 9.9~10.9	23.2 21.9	1201日後に210	1956.72	0.033	FH480	1.62	
5	秋 粳	4.4 9.25~10.25	23.4 20.7	1253日後 240	2202.10	0.010	FH330	1.62	
6	秋 粳	4.5 10.3~12.8	24.8 19.8	605日後 270	571.15	0.0115	FH330	0.35	
7	秋 粳	4.5 10.3~12.8	23.7 19.8	1005日後 310.5	618.16	0.01 0.0145	FH330 静機TF2	0.35	
8	コチカゼ	4.5 10.28~12.4	18.0	145.4	299.09	0.007	SB-151	0.35	
9	コチカゼ	4.5 10.28~12.7	18.3	173.9	362.00	0.006	SB-151	0.35	
10 (放貯)	コチカゼ	4.5 10.12~10.31	19.6	60cm ² 立方	210.00				

注 ※印は積み重ね方式を採用

※※印は積み重ねた粳の含水率

(5) 調査項目および方法

1) 風速、静圧

風速は、乾燥箱の排気口を熱線風速計のアネモマスターで9~12箇所測定した。また、静圧は、すのこの下の風圧室をアネモマスターと水柱マンメーターで測定した。

なお、風量は、送風機の静圧風量線図から算出し、また参考として、平均風速と通風断面積の積により算出した。風量比は生籾重量 100 kg 当りの風量 m^3/sec とした。

2) 温度および湿度は、送風機に入る直前の空気の温度、湿度と、乾燥箱の穀物に入る直前の空気の温度、穀物間の温度を電子管式平衡記録温度計、棒状温度計、毛髪自記温度計、乾湿球温度計を用いて測定した。

3) 含水率は、各サンプルについて、籾10g位を100℃24時間定温乾燥法、ケット式赤外線水分計、ケット式SP-1型穀物水分計で1点3回測定した。

4) 品質については、試験開始前、乾燥中、乾燥後の籾と籾に混入している脱稈米および、籾を手むき、または、籾摺した玄米などを肉眼で判定した。これらの品質の程度は、第2表に示すような記号で表示した。また、

各試験区の試験開始前の供試材料の一部は、比較的多い風量で速やかに通風乾燥した対照区の試料と比較した。各試験区の試料の採取量は、約50gであった。

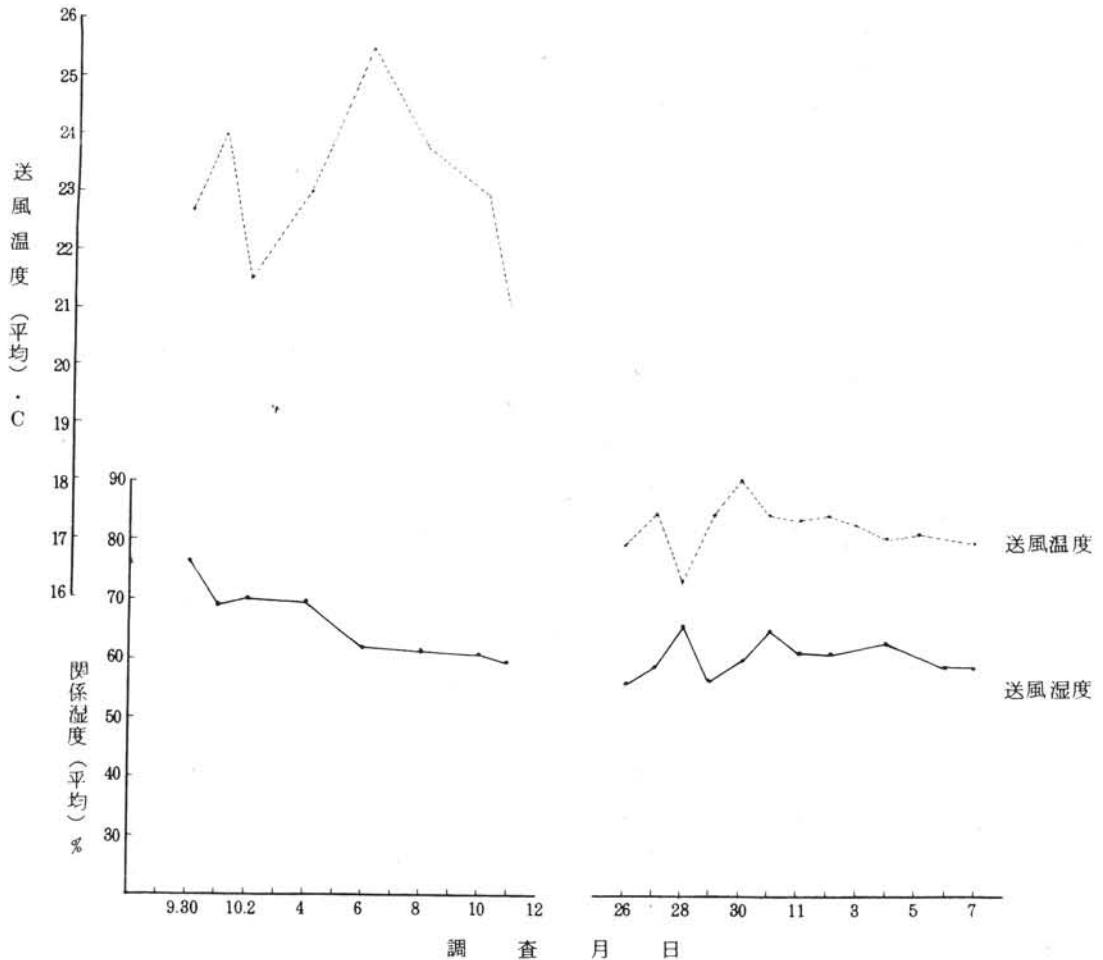
第2表 玄米、脱稈米の品質表示

記号	肉眼判定による基準		
○	玄米、脱稈米の表面の着色、斑粒粒数が0%		
◎	〃	〃	0~10
⊙	〃	〃	10~40
⊖	〃	〃	40~60
⊗	〃	〃	60<

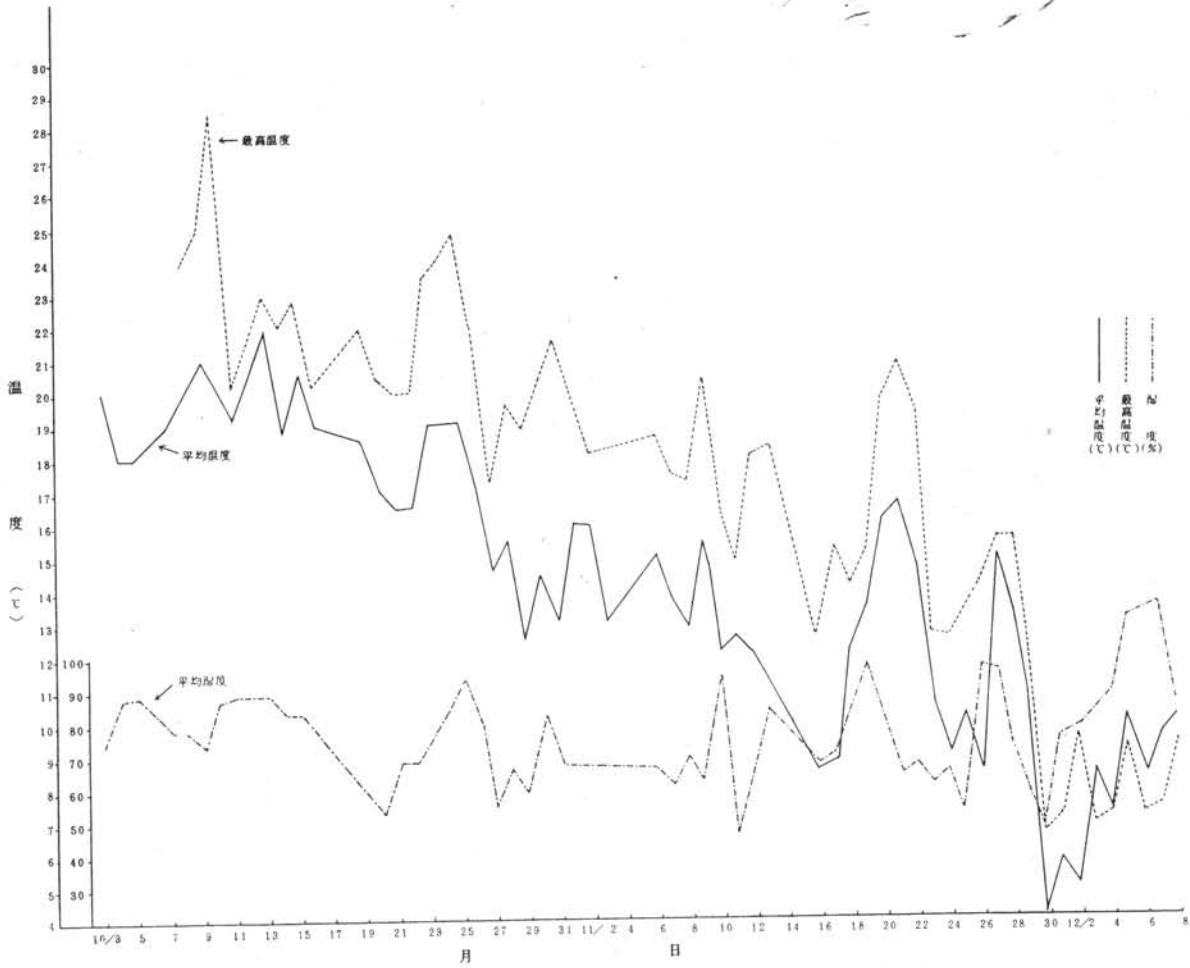
5) 胴割れ率は、手むきした玄米などを200粒ずつ3点調査した。

6) 電力は、横河式携帯用三相・单相電力料、および積算電力計で測定した。

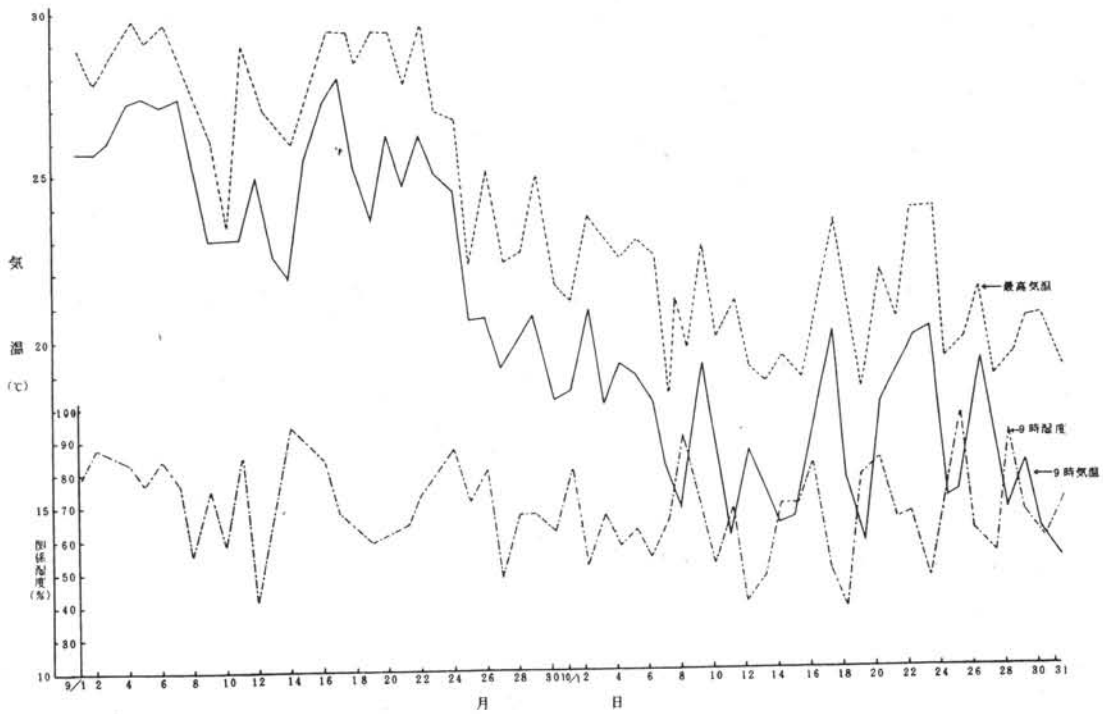
7) 変質しない最小風量の推定は、送風終了後、変質したものについて、乾燥開始時の風量比 $Qm^3/s \cdot 100kg$ 、



第1図 ①乾燥中の温度、湿度 (No. 1.2 の場合)



第1図 ②乾燥中の温度湿度 (No. 3, 4, 5.の場合)



第1図 ③乾燥中の温度、湿度 (No. 6, 7, 8, 9.の場合)

試験終了時の穀物堆積高さを x 、変質しなかった堆積高さを y とすると、変質しない最少限界風量(Z)は次の式で求めた。

$$Z = \frac{Q \times x}{y}$$

8) 飯の粘着度は、炊いた米10粒を500gで1分間押した後、離すに要する力(gr)で示した。

9) 食味は、食検式で1970年のサンプルについて、46年2月6日検査による。

2. 試験成績および考察

(1) 乾燥中の温度、湿度は第1図(1)(2)(3)のとおりであ

った。

(2) 籾の初期水分別風量比と品質

1.62m³の通風乾燥機(すのこの支柱を9本にし、乾燥箱の側板の高さを1.5~3mとし、330mmの軸流送風機使用)を利用して、貯留しながら常温通風乾燥する方法について試験した。No.1試験では、第1・3表のように9月下旬~10月中旬において、初期水分21.5%の籾を95cmに堆積し、風量比0.045 m³/s・100kgで乾燥したところ、送風時間69時間15分(7日間)で平均13.4%になり、籾、玄米、脱稈米ともに変質は生じなかった。No.2試験においては、第1・3表のように10月下旬~11月上旬において、初期水分17.6%を風量比0.025 m³/s・100kgで73時間30分

第3表 籾の水分別、風量比別貯留乾燥試験成績総括表

実験番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9								
生 籾	含水率(%)	21.5	17.6	26.2	23.4	23.2	21.9	23.4	20.7	24.8	19.8	23.7	19.8	18.0	18.3			
	堆積厚さ(cm)	95	160	0~100	100~150	0~125	125~210	0~125	125~240	0~60	60~270	0~100	100~310	145	174			
	全重量(kg)	893.52	1289.00	1415.50		1956.72		2202.1		541.15		618.16		299.09	362.0			
風量比 (m ³ /sec・100kg)		0.045	0.025	0.044	0.018	0.033		0.035	0.01	0.0115		0.010	0.015	0.007	0.006			
通風日数(日)		7	10	17	10	22	21	24	21	5	40	5	28	11	21	13	23	
通風時間(時間)		69.25	73.5	204.0		245		255.5		80.0	311.0	80.0	231.0	75.0	139.0	75.0	154.0	
乾燥中	平均温度(℃)	22.7	17.2	26.8	26.4	25.5	25.4	19.8	19.4	14.1		15.2		13.7	12.6	13.8	12.5	
	平均関係湿度(%)	65.2	60.2	78.4	77.2	70.5	70.5	67.6	66.0	71.0		70.4		67.7	68.4	67.8	58.2	
乾 燥	重量(kg)	805.28	1232.18	1236.6		1743.06		1974.68		501.72		576.83		277.81	338.92			
	含水率	最低(%)	12.6	13.0	12.4	13.2	12.4	12.8	12.2	12.9	14.8	12.4	15.8	11.6	11.8	11.8	11.6	11.5
		最高(%)	14.1	14.5	13.2	14.0	12.8	13.9	12.9	14.4	17.2	18.2	22.3	16.5	16.9	14.4	16.9	14.8
		平均	13.4	13.8	13.3		13.0		13.1		14.6		13.2		14.2	12.0	14.0	12.4
胴割れ率(%)		0.3	0.5	0.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3		0.6		0.2	0.2	0.3	0.3	
籾 質 粒 率	籾(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	脱稈米(%)	0	0	77.4	52.0	0	0	0	0	0	上層 3.0	8.5	上層 4.5	0	0	0	0	
	玄米(%)	0	0	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
乾燥100kg当り電力量(kWh)		3.28	2.38	4.37		9.22		3.55		23.20		29.80		2.8	6.6	5.9		
静圧(mmHg)		26.0	31.0	27.0		35.0		31.0		31.5		34.0		18.0	18.0			
送風機の回転数(rpm)		2300	2300	2330		1690		2430		2450		2430	3400					

の通風により平均13.8%になり、籾、玄米、脱稈米の変質は生じなかった。No.3試験では、第1・3・4表のように、9月上旬において、初期水分26.2%の籾は、風量比0.044 m³/s・100kgの場合においても、投入後雨天が5日間続いたこともあり、加温したがこの間に脱稈米は殆

ど変質し、玄米の1.3%がかすかに変色した。また初期水分23.4%の籾は、風量比0.018 m³/s・100kgの場合には、脱稈米の52%が変質したが、玄米には変質を認めなかった。

通風時間は204時間で、乾燥籾の平均水分は13.3%で

第4表 試験番号3の乾燥経過

月日 経過日数	項目	採取位置 (すのこから の高さ cm)						静 圧	回転数	堆 積 高 さ	
		最 下	5 0	7 5	1 0 0	1 2 5	1 5 0				
9. 1 投入時	含水率 (%)	25.0	26.2	25.2	26.4			23.5	2330	100	100 cm に堆積
	品 質	○	○	○	○						
9. 3	含水率 (%)		24.5	23.6	24.5						
	品 質	○	○	○	○						
9. 5	含水率 (%)		23.8	23.5	22.7						
	品 質	○	○	○	○						
9. 9	含水率 (%)	12.6	15.1	18.8	21.5	23.4	23.4	27.0	2330	150	150 cm に堆積
	品 質	○	○	○	○	○	○				
9. 11	含水率 (%)		15.5	16.8	18.5	22.3	22.4				
	品 質	○	○	○	○	○	○				
9. 13	含水率 (%)		14.3	15.5	17.2	20.1	21.6				
	品 質	○	○	○	○	○	○				
9. 16	含水率 (%)		14.3	14.8		18.0	20.5	25.0			
	品 質	○	○	○	○	○	○				
9. 19	含水率 (%)	12.4	12.6	12.8	13.2	13.9	14.0	27.0	2320	144.6	
	品 質	○	○	○	○	○	○				

あった。No.4においては、第3表、第5表のように水分23.2%の籾は、風量比0.033 m³/s、100 kg の場合は、脱稈米・玄米ともに変質を認めなかった。

通風時間は245時間(22日)で乾燥米の平均水分は、13.0%であった。No.5においては、第3表、第6表のように、9月下旬からは天候もよく、初期水分23.4%の籾を風量比0.044 m³/s、100 kg で3日通風し、その後風量比0.010 m³/s、100 kg で水分20.7%の籾と同じに通風したが、玄米・脱稈米ともに変質を認めなかった。通風時間は、255.5時間(24日)で乾燥籾の平均水分は13.1%であった。No.7の10月上旬においては、第3表、第8表に水分23.7%の籾で風量比0.01 m³/s、100 kg の場合は、脱稈米のみ変質した。No.6、No.7の初期水分19.8%の籾は、第3表、第7・8表のように風量比0.01~0.011 m³/s、100 kg の場合には、乾燥後期に上層の脱稈米が3~4.5%変質した。水分19.8%の籾(脱稈米混入)の限界風量比は、0.01 m³/s、100 kg と推定される。

籾の堆積厚さが2.7 m以上の場合には、静圧35mmA_q程度の軸流送風機では、上部の乾燥が難しく、堆積厚さ160 cmまでは完全乾燥した。No.8については、第1・3表、第9表のように、10月中旬~12月上旬において、145.4 cmに堆積した水分18%の籾を風量比0.007 m³/s、100 kg で乾燥した結果、籾、玄米、脱稈米に変質は全く生じなかった。No.9については、第1・10表のように10月中旬~12月上旬において173.9 cmに堆積した水分18.3%の籾を通風比0.006 m³/s、100 kg で乾燥した結果、籾・玄米・脱稈米に変質は全く生じなかった。乾燥時間は、75時間(13日)で乾燥籾の平均水分は14.0%であった。

水分19.6%の籾を10月中下旬に60cm立方に堆積した場合、第7表のように19日に脱稈米に8.2%の変質が生じた。このことから、脱稈米の混入した籾のこの時期における放置限界日数は、13日程度と推察された。

籾の水分と限界風量比について、伴ら(1970)は、玄米の変質率2%を許容しての風量を求めている。しかし、

第5表 試験番号4の乾燥経過

月日 経過日数	項目	採取位置 (すのこから の高さ cm)								静 圧	堆 積 高 さ	Fan の 回転数	
		最 下	5 0	7 5	1 0 0	1 2 5	1 5 0	1 7 5	2 1 0				
9. 9 投入日	含水率 (%)	23.3	23.1								mm	cm 120	rpm
	品 精 粳	○	○	○	○	○	○	○	○				
	質 脱 稈 米	○	○	○	○	○	○	○	○				
9. 10	含水率 (%)					22.6	18.5	21.6	21.9			210	
	品 精 粳	○	○	○	○	○	○	○	○				
	質 脱 稈 米	○	○	○	○	○	○	○	○				
9. 11	含水率 (%)		22.4	22.5	21.9	22.4	18.7	20.4	21.5	2.9			1680
	品 精 粳	○	○	○	○	○	○	○	○				
	質 脱 稈 米	○	○	○	○	○	○	○	○				
9. 13	含水率 (%)		16.2	21.4	22.0	22.4	19.8	20.6	21.9				
	品 精 粳	○	○	○	○	○	○	○	○				
	質 脱 稈 米	○	○	○	○	○	○	○	○				
9. 16	含水率 (%)		15.7	17.4	21.2	21.2	19.9	20.3	20.4	3.1			
	品 精 粳	○	○	○	○	○	○	○	○				
	質 脱 稈 米	○	○	○	○	○	○	○	○				
9. 19	含水率 (%)		14.4	14.6	17.0	21.0	19.7	20.1	19.7	3.5			1690
	品 精 粳	○	○	○	○	○	○	○	○				
	質 脱 稈 米	○	○	○	○	○	○	○	○				
9. 23	含水率 (%)		12.8	13.4	13.9	17.6	19.9	20.4	19.5	3.0			
	品 精 粳	○	○	○	○	○	○	○	○				
	質 脱 稈 米	○	○	○	○	○	○	○	○				
10. 3	含水率 (%)		12.4	12.7	12.9	13.1	14.2	16.5	17.6				
	品 精 粳	○	○	○	○	○	○	○	○				
	質 脱 稈 米	○	○	○	○	○	○	○	○				
10. 9	含水率 (%)	12.2	12.4	12.6	12.7	12.8	13.3	13.9	14.1	3.5	187		
	品 精 粳	○	○	○	○	○	○	○	○				
	質 脱 稈 米	○	○	○	○	○	○	○	○				

コンバインの普及などにより、粳に脱稈米が混入する機会が多く、脱稈米が乾燥中に変質すれば、米の等級が低下する。このような条件を考慮において、貯留乾燥の場合の最小風量は、粳に混入されている脱稈米が変質しない風量を安全最小風量とみるべきと考えた。そこでこの水分別の安全最小風量比は、前記の試験から判定すれば第2図のようになった。すなわち水分26%は $0.06 \text{ m}^3/\text{s}$ 、100 kg、25%は0.05、24%は0.04、23%は0.033、22%は0.02、20%は0.01、水分18%は $0.008 \text{ m}^3/\text{s}$ 、100 kgであり、富山県で8月下旬からの通風の場合の最小風量の上限よりやや多くなった。この原因は、送風期間中の温度が、富山県の場合より高かったことによると考えられる。

今、市販の軸流型送風機 FM 580 型 1.5KW(モーター)を使用し、 3.3 m^3 、 6.6 m^3 、 9.9 m^3 の乾燥箱を利用して貯留

乾燥する場合、粳の水分別の最小風量比から堆積高さ、堆積量を示すと第3図、第4図のとおりである。すなわち同じ送風機で同じ回転数(殆ど同じ馬力)の場合、すのこ面積が大きいほど静圧が低下し、したがって送風量が増加するため、堆積量を増すことができる。

(3) 送風機の形式、静圧と粳の堆積高さ

乾燥箱の床面積を一定とした場合、送風機の静圧が高いほど、堆積高さを増すことができると考えられる。しかし、静圧が高くても風量の少ない送風機の場合は、粳の水分別最小風量との関係から高く堆積することはできない。

FH 330 mmの送風機(静圧35mmAq程度、モーター $1/2 \text{ P}$ S)と、 1.62 m^3 の乾燥箱を利用する場合、風量比を、 $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$ 、100 kgの場合の堆積粳高さは、No.5のように2

第6表 試験番号5の乾燥経過

月日 経過日数	項目	採取位置(すのこから 高さcm)									静圧 mm Aq	堆積 高さ cm	Fan 回転数 rpm
		最下	50	75	100	125	150	175	200	240			
10. 2 投入時	含水率 (%)	23.6		24.9		23.0					25	125	
	品質	精 籾	○	○	○	○	○	○	○	○			
		質 脱稈米	○	○	○	○	○	○	○	○			
10. 4	含水率 (%)	15.1	21.1	23.0	22.6	21.8							
	品質	精 籾	○	○	○	○	○	○	○	○			
		質 脱稈米	○	○	○	○	○	○	○	○			
10. 6	含水率 (%)	12.8	16.9	18.2	20.1	21.8	20.7	19.5	19.7		27	240	2430
	品質	精 籾	○	○	○	○	○	○	○	○			
		質 脱稈米	○	○	○	○	○	○	○	○			
10. 9	含水率 (%)	13.0	14.9	15.8	18.4	19.4	19.4	17.9	18.3	18.5	27	238	2430
	品質	精 籾	○	○	○	○	○	○	○	○			
		質 脱稈米	○	○	○	○	○	○	○	○			
10. 11	含水率 (%)	12.6	13.3	14.1	15.4	18.5	19.2	18.1	18.0	18.3			
	品質	精 籾	○	○	○	○	○	○	○	○			
		質 脱稈米	○	○	○	○	○	○	○	○			
10. 14	含水率 (%)	12.3	12.6	12.9	13.8	15.6	18.6	18.3	18.4	18.1			
	品質	精 籾	○	○	○	○	○	○	○	○			
		質 脱稈米	○	○	○	○	○	○	○	○			
10. 17	含水率 (%)	12.2	12.6	12.9	13.5	14.7	17.5	17.7	18.3	17.9			
	品質	精 籾	○	○	○	○	○	○	○	○			
		質 脱稈米	○	○	○	○	○	○	○	○			
10. 31	含水率 (%)	12.2	12.3	12.5	12.6	12.9	13.4	13.7	14.4	14.3	31	234	2430
	品質	精 籾	○	○	○	○	○	○	○	○			
		質 脱稈米	○	○	○	○	○	○	○	○			

～2.4 mであった。今、市販の軸流型送風機FM 580型(1.5 KWモーター使用)と3.3 m²、6.6 m²、9.9 m²の乾燥箱を利用して貯溜乾燥する場合の風量比例の堆積高さを示すと第3図のとおりであり、実用に供し得ると考えられる。

風速と籾の静圧については、1968年に伴氏などが実施され、風速0.1 m/sの場合の堆積厚さ1 m当りの静圧は30～50 mm Aqとなっており、風速と静圧が対数比例している。しかし、静圧30～40 mm Aqの軸流型送風機を利用し、1.5～2.4 mの高さに籾を堆積した場合は、風速と静圧が比例しない場合が多くなった。この原因は、第5図のように同じ送風機、乾燥箱を使用した場合、堆積高さが増すにしたがって風量は減少するが、静圧の上昇が僅かであることによると考えられる。

輻流(遠心)型送風機を利用して貯溜乾燥を行なう場合、静圧の大きい送風機の場合は、狭いすのこ面積の乾燥箱に高く堆積しても乾燥可能である。すなわちNo 7は、静圧130 mm Aq 堆積高さ3.1 mにおいて、風量比0.014 m³/s・100 kgになり、上部まで乾燥可能であった。床面積

が小さい場合、風速と静圧との関係は、伴氏の風速静圧線図の静圧値より小さくなる。この原因は、すのこ面積が小さいと風速が高まり、その割に静圧が上昇しないためと考えられる。

(4) 風量比と毎時乾減率

毎時乾減率は、初期含水率が高いほど、また、送風する空気湿度が低いほど高くなるが、第6図のように風量比の増加にしたがって毎時乾減率は増加している。すなわち風量比0.01～0.03 m³/s・100 kgのときは、0.04～0.05 %/hrであるが、風量比が0.045 m³/s・100 kgのときは、0.12 %/hrであった。No 3の毎時乾減率の増加は、加温したためであり、No 8、No 9の風量比が低い割に乾減率が高いのは、送風温度が3～3.5℃上昇したためと考察される。

籾の堆積高さが送風機の静圧以上に高すぎた場合、および乾燥室のすのこ面積が過小の場合(No 6、7、8、9)は、乾燥むらが大きいため、平均水分における毎時乾減率は、風量比が同じの場合でも、乾燥箱の面積の大きいものに比し、低下する傾向であった。

第7表 試験番号6の乾燥経過

(注) 品質の数字は変質粒の割合(%)

月日 経過日数	項目	採取位置 (すのこから の高さ cm)							静 圧	堆厚 積さ cm	送回 風機数 rpm	電 力 w	放 置 区	備 考
		40	80	120	160	200	240	280						
10. 3	含水率 (%)	25.8							mm Aq	60				
	品 質	0												
	脱稈米	0												
10. 5	含水率 (%)	20.4	21.7											
	品 質	0	0											
	脱稈米	0	0											
10. 9	含水率 (%)	14.8	17.2											
	品 質	0	0											
	脱稈米	0	0.5											
10. 12	含水率 (%)	15.1	15.6	19.1	18.8	19.7	19.8	19.8					19.6	
	品 質	0	0	0	0	0	0	0					0	
	脱稈米	0	1.0	3.0			0	0					0	
10. 21	含水率 (%)	13.1	14.4	17.2	18.5	19.0	18.8	19.1	24.5	270	2180	860		
	品 質	0	0	0	0	0	0	0					0	
	脱稈米	0	0	0	0	0	0	0					0	
10. 24	含水率 (%)	13.5	14.3	17.2	18.0	19.1	19.0	18.7					19.5	
	品 質	0	0	0	0	0	0	0					0	
	脱稈米	0	0	0	0	0	0	0					0	
10. 31	含水率 (%)	12.5	12.8	14.3	16.9	18.1	18.2	18.2					19.4	
	品 質	0	0	0	0	0	0	0					0	
	脱稈米	0	0	0	0	0	0	0					8.2	
11. 14	含水率 (%)	12.5	12.6	13.7	16.5	18.3	18.6	18.5	25		2180			
	品 質	0	0	0	0	0	0	0	31		2450			
	脱稈米	0	0	2.1	1.2	0	0	0						
11. 26	含水率 (%)	12.2	12.1	12.7	14.6	18.4	18.5	18.8			2450			
	品 質	0	0	0	0	0	0	0						
	脱稈米	0	0	0	0	0	2.5	0.6						
12. 9	含水率 (%)	12.2	12.4	12.7	13.5	16.8	17.9	18.2		252	2450			平均14.6
	品 質	0	0	0	0	0	0	0						
	脱稈米	0	0	0	0	0	3.0	2.6						

(5) 乾燥むら

籾の上下層の乾燥むらは、第7図のように、風量比が小さいほど多くなる傾向があり、また、乾燥時間が長くて乾燥籾の水分が低下するほど減少する傾向が生じた。すなわち、第7図のように風量比0.01 m³/s、100 kg以上では、籾の平均水分13%程度の場合の乾燥むらは、1.4～2.2%であった。籾の平均水分が14%程度では乾燥むらが1.5～5.1%生じた。いずれの場合も下層籾は過乾燥になったが、軸流型送風機利用の場合は水分12%以上であった。No 7、No 8、No 9が乾燥むらが大きかったのは遠心送風機を利用し送風温度が常温より3～3.5℃高ま

ったためと考えられる。また、No 6が乾燥むらが大きくなったのは、送風機の静圧に比し堆積高さが高過ぎたためと考えられる。

したがって乾燥むらを防ぐには、軸流型送風機など送風温度の上昇しない送風機を利用し、常温通風で行なうことが望ましい。

各部の風速は、第11表のように、堆積高さが95cm以上の場合は比較的均一であった。乾燥箱の上部の風速を計測する方法は、籾の間隙の風速になる場合が多く、従ってこの風速から算出した風量は、静圧を計測して送風機の性能曲線より求めた風量より低いことが認められた。

第 8 表 試験番号 7 の乾燥経過

(注) 品質の数字は変質粒の割合 (%)

月日 経過日数	項目	採取位置 (すのこから の高さ cm)							静 圧 mmAq	堆厚 積さ cm	送回 風機数 rpm	電 力 w	備 考
		40	80	120	160	200	240	280					
10. 3	含水率 (%)	23.7	23.9										
	品質	0	0										
10. 5	含水率 (%)	21.6	23.3	22.4									
	品質	0	0	0									
10. 9	含水率 (%)	15.3	22.3	19.2									
	品質	0	3.5	0									
10. 12	含水率 (%)	15.1	21.8	19.6	19.2	19.8	20.0	19.8		310			
	品質	0	0	0	0	0	0	0					
10. 21	含水率 (%)	13.2	17.7	18.8	18.2	18.8	18.9	18.7	23		2170	358	
	品質	0	10.5	3.5	0	0	0	0					
10. 24	含水率 (%)	13.2	16.3	17.8	18.6	17.7	18.1	18.6					
	品質	0	13.5	0	0	0	0	0					
10. 31	含水率 (%)	12.5	14.1	16.3	17.1	17.5	18.2	17.8					
	品質	0	23.7	4.0	0	0	0	0					
11. 14	含水率 (%)	12.5	12.6	16.8	17.5	18.5	19.0	18.7					
	品質	0	39.6	0	0	0	0	0	25		2175		
11. 26	含水率 (%)	12.2	12.4	13.1	14.5	17.7	18.9	18.9			3400		11月16日より ターボファン使用
	品質	0	61.5	2.2	3.1	0	0	3.5					
12. 9	含水率 (%)	11.5	11.6	11.5	12.0	15.6	16.5	13.4		284.5	3400		平均 13.16
	品質	0	85.0	3.0	0	0	4.5	4.5					

(6) 胴割れ率

胴割れ率(被害粒率)の増加は、第2表のように、No 1 試験からNo 9 試験を通じてみると0.3~0.7%であり、ほとんど問題は生じなかった。下層籾に0.7~1%生じたときが最大であった。遠心送風機を利用した場合もNo 7、No 9のように胴割れ増加は平均0.3~0.6%でほとんど生じなかった。この理由は送風温度が常温より3~3.5℃高まる程度であったためと考えられる。

(7) 消費電力量

乾燥籾100kg当り消費電力量は、第3表のように、初期水分が高いほど、送風湿度が高いほど、すのこ面積

が小さいほど多くなるが、No 1は3.28 KWH、No 2は2.38 KWH、No 3は4.37 KWH、No 4は9.21 KWH、No 5は、3.55 KWH、No 6は23.2 KWH、No 7は29.8 KWH、No 8は、6.6 KWH、No 9は5.9 KWHであった。No 6の消費電力量が過大であるのは、送風機の静圧に対して堆積厚さが厚く、乾燥時間を長く(311時間)要したためと考えられる。

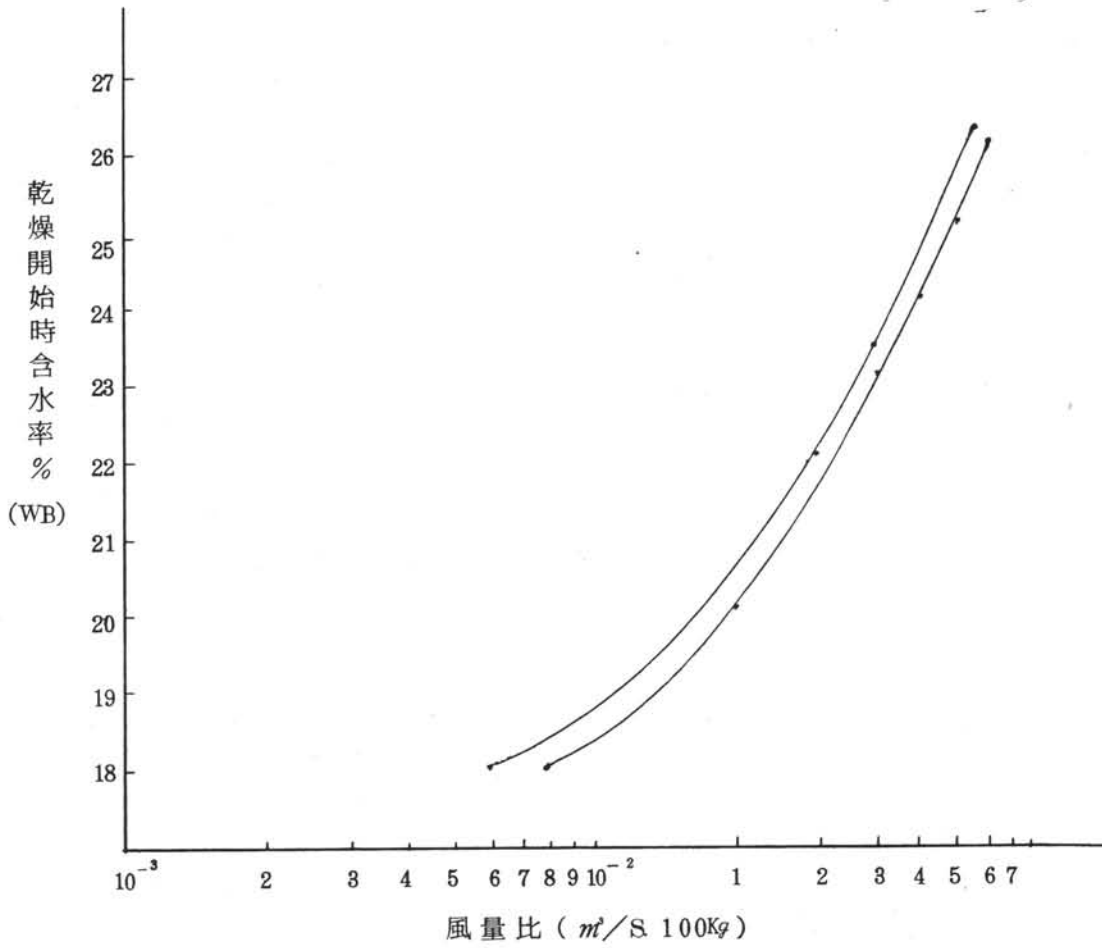
乾燥籾100kg当り消費電力量は、風量比が0.01~0.045 m³/s、100kgのとき2.38~9.21 KWH、1 KWHを4.5円とすると電力料金は10.8~41.4円/乾籾100kgとなり、乾燥経費が低減されることが確認された。

第 9 表 試験番号 8 の乾燥経過

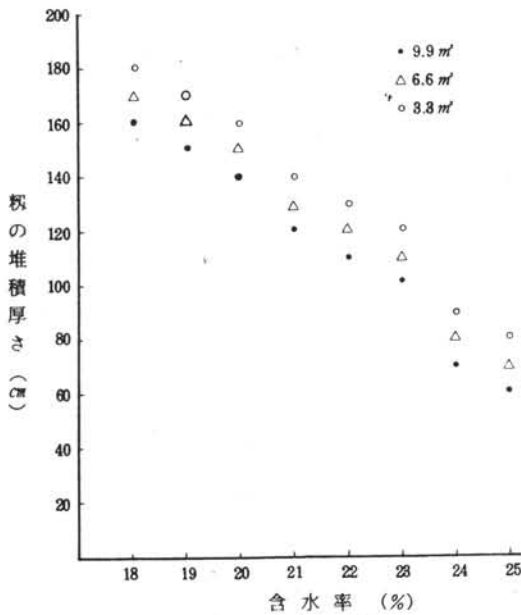
調査月日 (経過日数)	項 目	採 取 位 置 (すのこから の高さ cm)				静 圧	堆 積 高 さ cm	送風機 回転数 rpm	電 力 w	備 考
		30	50	90	130					
10. 28	含 水 率(%)	18.0	18.0	18.0	18.0	mmAq	145.4			
	品 質									
	粗 (%)	0	0	0	0					
10. 31	含 水 率(%)	13.3	15.3	18.0	18.0	18				
	品 質									
	粗 (%)	0	0	0	0					
11. 11	含 水 率(%)			16.0	16.1					
	品 質									
	粗 (%)	0	0	0	0					
11. 14 (75)	含 水 率(%)	11.8	12.3	15.7	16.9	18				平均 14.2%
	品 質									
	粗 (%)	0	0	0	0					
11. 26	含 水 率(%)	11.5	11.8	13.9	16.3					
	品 質									
	粗 (%)	0	0	0	0					
12. 9	含 水 率(%)	11.1	11.5	12.4	14.4		133.1			平均 12.35
	品 質								130	
	粗 (%)	0	0	0	0					

第 10 表 試験番号 9 の乾燥経過

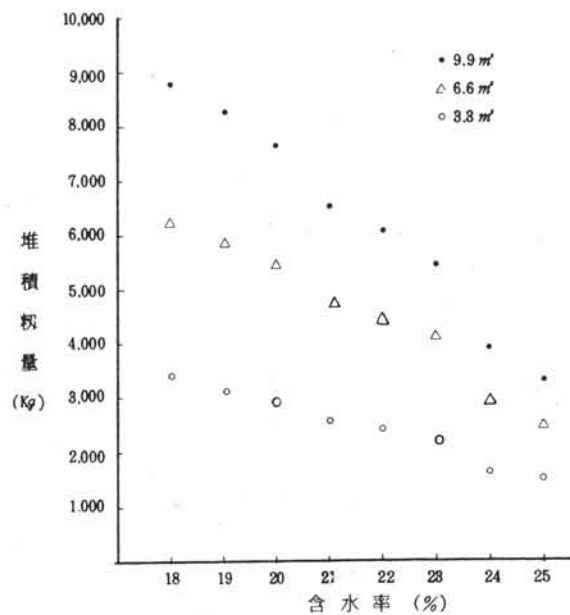
調査月日 経過日数	項 目	採 取 位 置 (すのこから の高さ cm)					静 圧	堆 積 高 さ cm	送風機 回転数 rpm	電 力 w	備 考
		30	50	80	120	160					
10. 28	含 水 率(%)	18.3	18.3		1	18.3	mmAq	173.9			
	品 質										
	粗 (%)	0	0								
10. 31	含 水 率(%)	13.6	15.9	16.5	18.3	18.3	18				
	品 質										
	粗 (%)	0	0	0	0	0					
11. 11	含 水 率(%)				16.3	16.5					
	品 質										
	粗 (%)				0	0					
11. 14 (75)	含 水 率(%)	11.6	12.2	13.0	16.5	16.9	18			平均 14%	
	品 質										
	粗 (%)	0	0	0	0						
11. 26	含 水 率(%)	11.7	11.9	12.4	14.9	15.8					
	品 質										
	粗 (%)	0	0	0	0						
12. 9	含 水 率(%)	11.2	11.4	11.5	13.1	14.8		161.6		平均 12.4	
	品 質								131		
	粗 (%)	0	0	0	0						



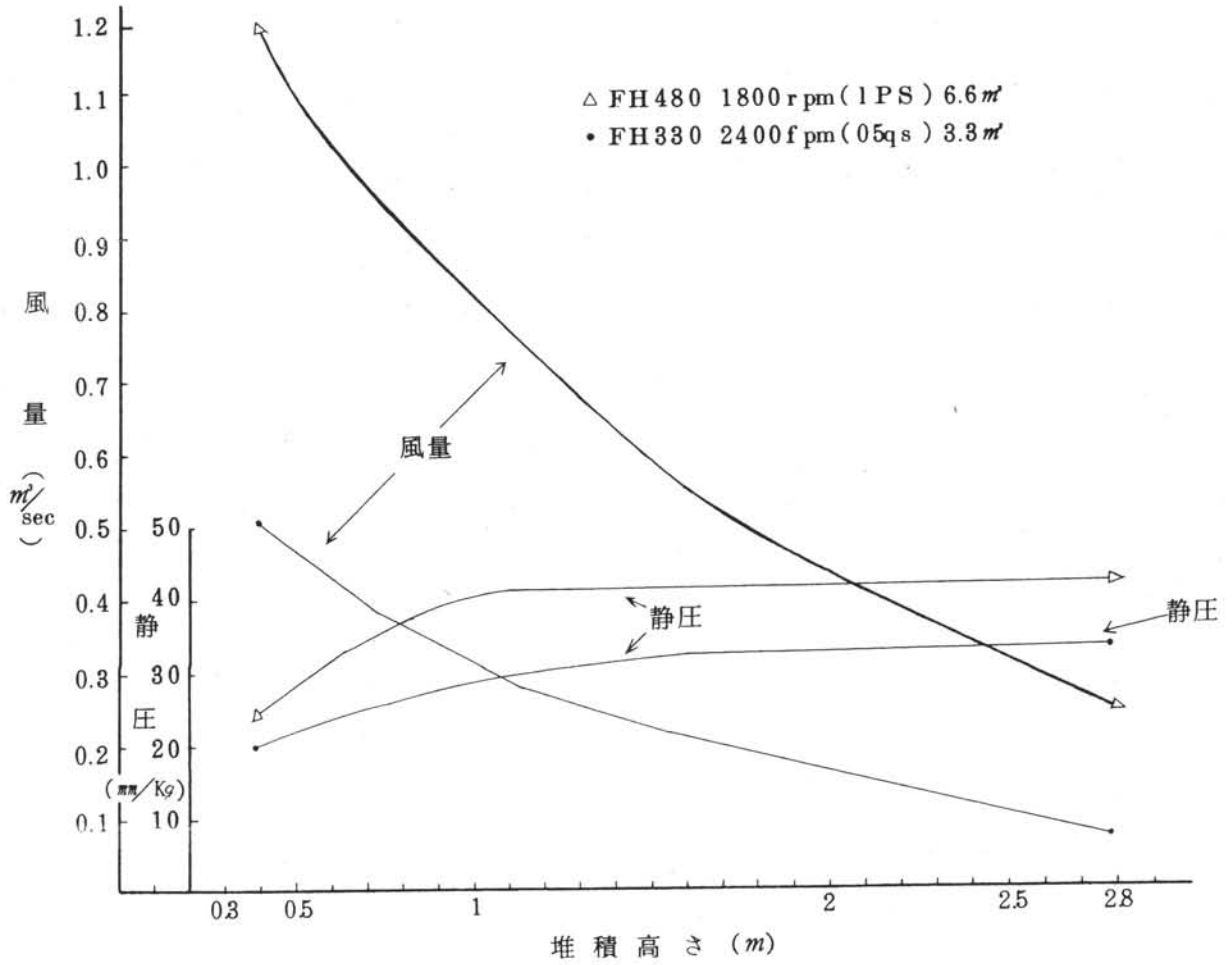
第2図 乾燥開始時含水率と安全最小風量比との関係
(脱種米の変質を0とした場合)



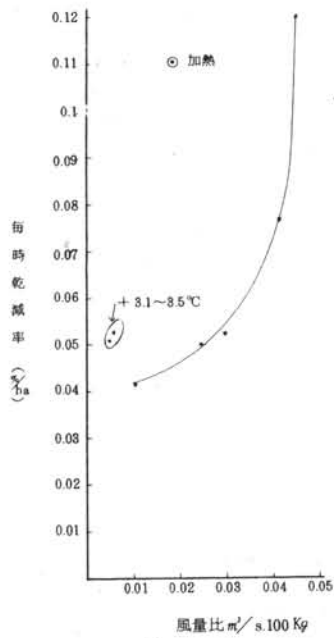
第3図 籾の含水率と堆積高さ
(FM580型1.5kWモーター)



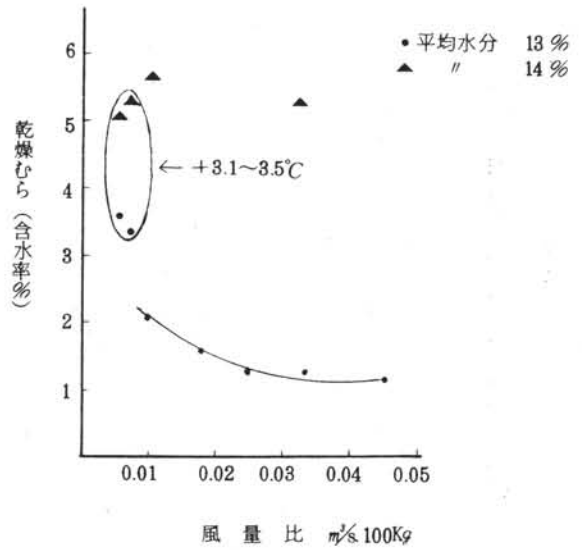
第4図 籾の含水率と堆積重量



第5図 籾の堆積高さ と風量、静圧



第6図 風量比と毎時乾減率



第7図 風量比と乾燥むら

第 11 表 風 速 (m/s) の 分 布

平面位置 試験番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	静 圧	堆積高さ	送風機	回転数
No. 1	0.50	0.50	0.40	0.39	0.33	0.42	0.50	0.48	0.40	$mmAq$ 26	95 ^{cm}	FH330	^{rpm} 2300
No. 2	0.32	0.40	0.44	0.43	0.37	0.41	0.37	0.37	0.41	31	160	〃	〃
No. 3	0.68	0.52	0.50	0.6	0.4	0.61	0.7	0.67	0.55	27	100	〃	2330
〃	0.23	0.30	0.40	0.20	0.22	0.40	0.31	0.41	0.46	27	150	〃	〃
No. 4	0.25	0.28	0.43	0.32	0.38	0.32	0.48	0.44	0.29	29	200	FH480	1750

(8) 食味について

貯溜乾燥したもので水分13%~15%のものは、第12表のように、食味は、架干しと差がなく良好であるが、中層、下層籾で水分11.5%程度の過乾燥米は、粘着度が小さく、食味も低下した。すなわち籾の水分が12%以下の過乾燥米は、粘着力が低下するとゆう長戸氏の報告と一致した。

下層籾が12%以下になるのは、遠心送風機を利用して長時間乾燥した場合、または、加熱した場合であり、軸流送風機を利用する場合は、水分が12%以上になる場合が多い。

以上のように、籾の貯溜乾燥法は、籾の初期水分が26%以下の場合には第2図の風量を通風すれば、品質を低下することなく省力的に乾燥できることが明らかになった。とくに、籾の初期水分が21%以下の場合には、風量比0.02 m^3/sec . 100 kg以下においても安全に且つ経済的に乾燥することができる。

今後残された問題点としては、高水分籾を21%程度まで効率的に乾燥する方法および送風機の騒音防止法である。

3 摘 要

(1) 軸流送風機などを使用し、平面式の静置型通風乾燥箱を高くしたものを試作して、籾の初期水分別、風量別の貯溜乾燥試験を1968~1970年に実施した。

(2) 籾に含まれている脱稈米を変質させない籾の水分別の風量比(生籾100 kg当り風量)は、初期水分25%のものは、0.05 m^3/sec . 100 kg、初期水分23%のものは0.03 m^3/sec . 100 kg、初期水分20%のものでは0.01 m^3/sec . 100 kg、初期水分18%のものでは0.008 m^3/sec . 100 kgが必要である。

(3) 送風機の型式と籾の堆積高さについては、風量比を0.01 m^3/s . 100 kgとした場合、市販の軸流型送風機で、静圧が35 $mmAq$ 程度のものの場合には1.6~1.8 mが、また、静圧が40 $mmAq$ 程度の場合には2.0~2.4 mが最高限度と推定される。静圧が130 $mmAq$ 位の輻流型送風機を利用すれば堆積高さ3.1 mの籾の上層まで完全乾燥した。しかし、輻流型送風機の場合は下層籾が過乾燥になった。

(4) 静圧40 $mmAq$ 位の580 $mm\phi$ の軸流型送風機を利用し、6.6 m^2 のすのこ面積を有する乾燥箱を使用する場合の水分別堆積高さは、籾の水分24~25%のものは80~70 cm、水分21~23%のものは130~110 cm、水分18~20%のものは170~150 cmである。

(5) 通風時間は75~256時間(7日~40日)であり、籾100 kg当り消費電力量は2.4~9.2 kWhであり、乾燥コストが低減する。

4. 引用文献

- (1) 農機研(1970) ; 通気貯蔵、貯蔵乾燥に関する研究(謄写)
- (2) 伴敏三ほか(1964) ; 通気貯蔵、貯蔵乾燥法に関する研究(謄写)
- (3) 伴敏三ほか(1965) ; 通気貯蔵、貯蔵乾燥法に関する研究(謄写)
- (4) 三重農試(1968) ; 昭和43年度農業機械に関する試験成績書(謄写)
- (5) 三重農試(1969) ; 昭和44年度農業機械に関する試験成績書(謄写)
- (6) 三重県農業技術センター(1970) ; 昭和45年度農業機械に関する試験成績書(謄写)

第12表 ① 食味官能テスト(食検式)結果

	下層	中層	上層	下層	中層	上層			
外観	0.291	0	0	—	—	—		外	n、s
香り	0.083	-0.250	0.416	—	—(×)	0		香	4 > 3
味	-0.041	-0.666	0.208	—	×	—		味	n、s
粘り	0.083	-0.208	0.208	—	—	—		粘	n、s
硬さ	0.791	0.666	0.666	0	0	0		硬	n、s
総合	0.166	-0.541	0.333	—	×	—(0)		総	4.2 > 3

(注) 麩の水分上層 14.8% 中層 11.5% 下層 11.2% 架干し(基準) 13.2% —は基準と同じ。×は基準より悪い。-(0)は基準よりやや良い。基準は架干し。

第12表 ② 粘着度

	貯留乾燥麩			架干し
	上層	中層	下層	
粘着度(gr)	206	180	184	280