

不織布センターテープ挿入袋の精米流通用包材としての 包装適性について

加藤 熙・安藤欽治*・川合信行*・川島英雄*

米は、籾でサイロ貯蔵したり、玄米を紙袋や麻袋で包装し、低温倉庫や常温倉庫に貯蔵されている。貯蔵米は、胚の活性度、脂肪酸度、物理特性等の品質劣化を生じ、また菌類着生による変質米が発生することがあるので、米の貯蔵に関して農水省等で詳細な研究が実施されている。玄米の貯蔵に関わる菌類とその推移については、鶴田ら^{1)~7)}のほか、数多くの報告^{8)~16)}がある。しかし、精米の貯蔵に関する研究は、流通過程が複雑で、取扱量が小さいこともあり、実用上の工夫はされているものの、報告された例はない。

精米の小売用包装材料として、1~25kg入りのプラスチックフィルム小袋が使用されているが、密封袋の場合は、積み重ねると袋内の空気が動いて、袋がずれたり崩れたりして、倉庫での保管や運送、小売店での棚積で不都合を生じている。

この不便を解消するため、有孔袋¹⁷⁾が用いられているが、有孔袋の場合には、雨や水がかかったり、高湿度の気候条件では、穴の部分から吸湿してカビが発生することが多い。こうした精米の流通条件を改善するため、不織布センターテープ挿入袋を開発し、密封袋や有孔袋と比較試験を行った結果、吸湿度やカビの発生状況に改善の効果が認められたので、これらの結果について報告する。

試 験 方 法

1. 供試米 宮城県産ササニシキを使用した。供試米は、昭和63年産で、平成元年6月15日にとり精したもの。水分含量は、15.1% (130℃12時間乾燥)であった。

2. 保存条件 供試米は、小袋及びビニールに充填し、プレハブ式恒温恒湿器内に設置した組立棚に重ならないように並べた。保存温湿度条件は、試験1は、25℃80% RH で17日間、試験2は30℃88% RH で20日間、試験3は、30℃90% RH で19日間であった。

3. 袋のサイズ、充填量 試験に使用した小袋は、試験1、2では、135mm×175mmの四方シール小袋(シール幅は5mm)で、これに供試米を200gづつ充填した。試験3では、95mm×120mmの四方シール

* 富士特殊紙業㈱技術部

小袋で、供試米を80gづつ充填した。

4. 袋の種類形態 密封袋、有孔袋、不織布センターテープ挿入袋、および無包装（ジャーレ）の包装形態で比較試験を行った。包装資材は、ナイロン（Ny）／ポリエチレン（PE）とユニチカ特製73g／㎡目付の不織布（スパンボンド）を使用した。

密封袋は、Ny／PE 及び不織布の2種類とした。有孔袋は、Ny／PE で、試験1、2では、袋の片面に、1.5mmφの穴を、縦に35mm間隔で4個づつ、横に90mm間隔で2列、計8個開けた。試験3では、袋の片面に、1.5mmφの穴を、縦に25mm間隔で4個づつ、横に50mm間隔で2列、計8個開けた。

不織布センターテープ挿入袋は、Ny／PE 小袋の中央に縦3mm幅の空隙部を設け、空隙部を埋めるように幅15mmの不織布テープを袋内面にシールした。

無包装の試料は、90mmφのガラスジャーレに供試米50gを入れ、蓋をせずに保存した。

5. 測定方法

5. 1. 発カビ状況 保存試験中、1日に1回、肉眼観察を行い、カビ発生の有無、コロニーの数や大きさなどを調べて経時変化を記録した。

5. 2. 重量変化 各試料の重量を、(株)島津製作所製 EB-3200S 型上皿直示天秤（0.1g感度）により測定した。

5. 3. 水分活性 試験2及び試験3の試料は、保存試験を終って、重量測定後、同一試料の発カビ部分とカビが発生していない部分について水分活性の測定を行った。測定しようとする部分のフィルムをカッターナイフで切取って、表層の精米を採取し、ROTORONIC 社製水分活性測定装置 Hygroskop DT 型を、低温用恒温機 IWAKI 製 ICB-150L 型内に設置し、25℃で測定した。

実験結果及び考察

1. カビの発生状況 25℃80% RH で保存した場合、第1表に示すように、ジャーレに入れた精米は15日後にカビが発生したが、不織布センターテープ挿入袋、有孔袋、密封袋のいずれもが、17日間経過後も精米にカビの発生は見られなかった。不織布で作った小袋に充填した精米は、16日まではカビ発生がなかったが17日後では10点中8点にカビ発生が認められた。

80% RH という湿度条件では、精米の吸湿が非常に小さいと考えられ、精米の水分量がカビの発生に必要な量に達するまでに、Ny／PE 小袋の場合はかなりの日数を要することが分かった。

第1表 カビの発生状況 (試験1 保存条件: 25℃80% RH)

日 数	A. 挿入袋										B. 有孔袋										C. 密封袋 (Ny/PE)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														
6																														
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														
12																														
13																														
14																														
15																														
16																														
17																														
18																														
19																														
20																														

日 数	D. 密封袋 (不織布)										E. シャーレ																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													

カビ発生状況 - : 未発生

+ : 胚芽にのみ発生

第2表 カビの発生状況（試験2 保存条件：30℃88% RH）

日数	A. 挿入袋										B. 有孔袋										C. 密封袋 (Ny/PE)																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
1																																											
2																																											
3																																											
4																																											
5																																											
6																																											
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9																																											
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15																																											
16																																											
17	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-																																	
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	●	○	◎	○	○	●	◎	○	○	○																							
19	+	○	+	+	+	+	+	○	+	-	●	◎	●	○	○	●	●	○	○	○																							
20																																											

日数	D. 密封袋 (不織布)										E. シャーレ																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																						
1																																										
2																																										
3																																										
4																																										
5																																										
6																																										
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9																																										
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
13	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	+	+	○	○	○	+	○	○	+	○	○	+	○	○	+	○	○	+	○	○	+	○	○	+	○	○	+	○	○	+	
14											○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15																																										
16																																										
17	◎	○	○	○	○	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
18											○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
20																																										

カビ発生の状況 - : 未発生 + : 胚芽にのみ発生 ○ : 胚芽周辺にひろがる
 ◎ : 20mm φコロニー ● : 表面全体にコロニー

30℃88% RH の場合には、第2表に示すように、袋の種類によってカビ発生の状況に大きな違いが認められた。シャーレに入れた精米は、10日後にカビ発生が認められた。恒温恒湿器の風量が大きいため、直接送風にさらされている精米の表面では、カビのコロニーが大きくなりやすいようであった。

不織布センターテープ挿入袋では、12日後までカビ発生は認められず、13日後に10点中3点で、14日後に半数でカビが発生した。19日後には、カビ発生試料は9点となったが、うち7点は13日後と同じく不織布センターテープ近辺の数粒に発カビが見られた程度で、2点は不織布センターテープ周辺に20粒以上の米で発カビが見られた。

有孔袋では、11日後からカビ発生が認められ、13日後には10点全部で孔周辺の米粒で発カビが見られ、40粒以上でカビが発生した試料が2点となった。14日後には半数、17日後には全試料で、発カビした米が20粒以上となり、17日後には40粒以上の米で発カビしたものが4点となった。表面全体にカビのコロニーが発生したものが、19日後には4点となった。

不織布袋は、11日後に10点全部でカビ発生が見られ、カビのコロニー数の増加も有孔袋よりやや大きく、19日後には全試料で表面全体にカビが見られた。密封袋では、19日経過後もカビ発生は認められなかった。

30℃90% RH の場合には、第3表に示すように、不織布センターテープ挿入袋と有孔袋では8日後に、不織布では6日後に発カビが見られた。不織布センターテープ挿入袋は14日後に全試料で発カビしたが、19日後のコロニー数増加はそれほど大きくなかった。しかし、有孔袋と不織布袋では、14日後からコロニー数増加が大となり、18～19日後には、半数以上の試料で直径20mmの範囲にコロニー発生が認められた。

2. 吸湿量の変化 30℃88%及び90% RH で19日保存後、各試料の重量を測定し、重量増加から吸水量%を計算した。第1図は、小袋に充填した試料の吸湿率%の平均値を示す。

密封袋の場合は、0.14から0.20%の吸湿率であったが、他の3種類の小袋では、1.5%から2.6%までの吸湿率となり、袋の種類及び保存湿度条件により違いが認められた。即ち、88% RH では、不織布センターテープ挿入袋が1.38%から1.59% (平均1.47%)、有孔袋が1.65%から2.06% (平均1.80%)、不織布袋が2.02%から2.18% (平均2.12%)であったが、90% RH では、88% RH と比較して、それぞれ0.3%から0.5%高い吸湿率となった。

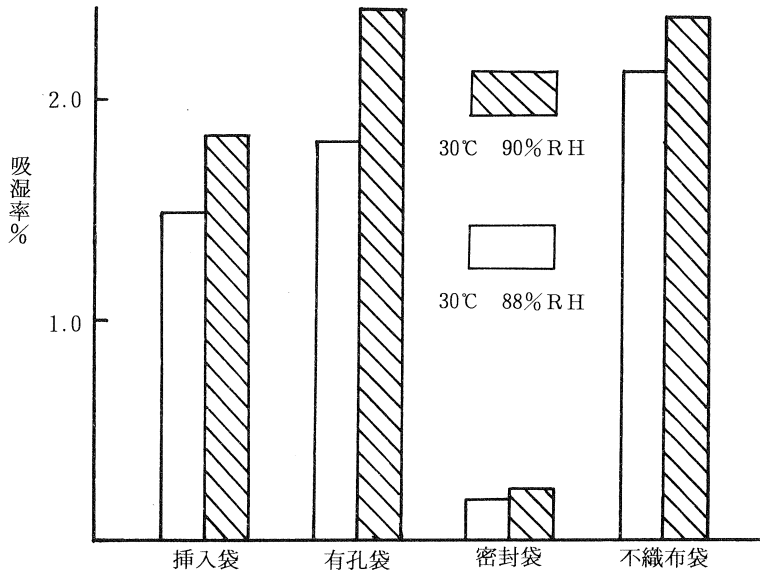
供試精米の吸湿率を調べるため、ガラスシャーレで一重になるよう充填し、蓋をせずに保存試験を行った結果、第2図に示すように、30℃88% RH では25℃80% RH に比べて吸湿速度が早く、16日経過後(ほぼ平衡状態)の吸湿量も、前者で約1.8%、後者が約1.4%となった。始発時の水分量が15.1%であるから、平衡水分量は16.9%、16.5%となる。精米の等温吸湿曲線¹⁸⁾によれば、平衡水分量は80% RH で約15.6%となり本試験の結果とやや異なっているのは、米の種類と始発時水分量の相違によるも

第3表 カビの発生状況（試験3 保存条件：30℃90% RH）

日数	A. 挿入袋										B. 有孔袋										C. 密封袋 (Ny/PE)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10																														
11																														
12																														
13																														
14	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	+	○	○	+	+	○	○	○
15																														
16																														
17																														
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	+	○	○	○	○	○	○	○
19	+	+	○	+	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
20																														

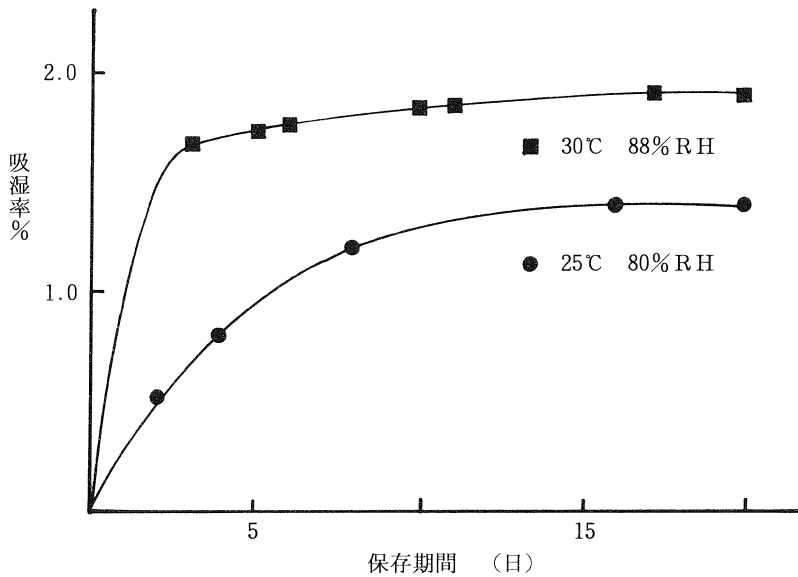
日数	D. 密封袋 (不織布)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-
7	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10										
11										
12										
13										
14	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15										
16										
17										
18	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
19	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
20										

カビ発生状況 - : 未発生 + : 胚芽にのみ発生 ○ : 胚芽周辺にひろがる
 ◎ : 20mm φコロニー



第1図 小袋充填米の吸湿率比較 (19日後)

始発時水分：15.1%



第2図 シャーレ充填米の吸湿率経時変化

90mm φ ガラスシャーレに供試米100gを充填

フタをせずに恒温恒湿器で保存

始発時水分：15.1%

第4表 保存後（試験2，試験3）の供試米の水分活性

	30℃88%RH, 20日後			30℃90%RH 20日後
	カビ発生部分	カビ未発生部	棚板接触部分	
A. 挿入袋				
1	0.761	0.787	0.779	0.799
2	0.775	0.779	0.781	0.827
3	0.750	0.785	0.790	0.828
4	0.781	0.770		
5	0.758	0.784		
6	0.768	0.782		
平均	0.766	0.781	0.783	0.818
B. 有孔袋				
1	0.802	0.815	0.808	0.884
2	0.808	0.817	0.807	0.881
3	0.801	0.811	0.811	0.861
4	0.802	0.806	0.789	
5	0.797	0.815	0.809	
6	0.810	0.812		
平均	0.803	0.813	0.805	0.872
C. 密封袋				
1		0.715		0.731
2		0.724		0.737
3		0.716		0.731
4		0.715		
5		0.724		
平均		0.719		0.733
D. 不織布				
1	0.805		0.781	0.806
2	0.828		0.791	0.821
3	0.806		0.786	0.825
4	0.819		0.777	
5	0.813		0.779	
平均	0.814		0.783	0.814
E. シャーレ				
1	0.759		0.743	
2	0.750		0.749	
3	0.747		0.723	
4	0.762		0.751	
5	0.756		0.748	
平均	0.755		0.743	

のと考えられる。また、80% RH より高湿度での平衡水分量が低湿度に比べて大きく増加するので、本試験でも、88% RH で吸湿速度が大になり、また88% RH より90% RH で吸湿率が大になったと考えられる。

3. 水分活性の変化 20日保存後の精米の水分活性値を第4表に示す。30℃88% RH で保存した精米の水分活性は90% RH 保存試料より低い値となり、第1図に示す吸湿率の大きさと一致した。また、小袋の種類による相違も一致し、有孔袋が最も大きく、次いで、不織布袋、不織布センターテープ挿入袋の順となり、密封袋は始発時とほぼ同じであった。前述のように（第1表から第3表）、小袋の種類に

よりカビ発生までの日数に差を認めたと、これは発カビに適する水分活性値に達するまでの日数に違いがあったためと考えられる。密封袋では、0.72から0.73という低い水分活性値でありカビの発生が見られなかった。

30℃88% RH の場合、カビ発生部分の水分活性は不織布センターテープ挿入袋で0.766有孔袋で0.803であり、発カビ部分周辺のカビ未発生部分は、不織布センターテープ挿入袋で0.781、有孔袋で0.813であった。両者とも、カビ発生部分の水分活性がカビ未発生部分よりも低い値となった。このような水分の挙動は、不織布センターテープ部や孔部から吸湿した水分が内部に拡散していくので、内部ほど低水分量になるが、カビ発生部分が逆に低い水分活性となったのは、カビ発生後10日以上保存を継続したので、カビの生育にとまって水分の蒸散が生じたためと考えられる。

要 約

精米の小売用包装材料として、新しく開発した不織布センターテープ挿入袋と、従来から使用されている有孔袋との比較試験を行った結果は次の通りである。

1. 88% RH 19日保存後の吸湿率は、不織布センターテープ挿入袋が1.38%から1.59% (10点の平均1.47%)、有孔袋が1.65%から2.06% (平均1.80%) であったが、90% RH 19日保存後の吸湿率は、88% RH と比較して、0.3%から0.5%高い吸湿率となった。

2. 88% RH 及び90% RH 20日保存後の水分活性値は、不織布センターテープ挿入袋では0.766、0.818で有孔袋の値 (88% RH 20日後が0.803、90% RH が0.872) よりも、それぞれ、0.037、0.054低い値となった。

3. カビの発生状況も、吸湿率や水分活性値の変化と関連して、不織布センターテープ挿入袋で改善が認められた。30℃88% RH では、不織布センターテープ挿入袋が、13日後に発カビし19日後もカビの生育度が大きくなかったのに対し、有孔袋では11日後に発カビし、13日以降保存日数経過とともに、カビのコロニー数が増加し表面全体にコロニーが発生した試料も数点あった。90% RH 保存の場合は、いずれも8日後に発カビしたが、不織布センターテープ挿入袋では、19日後もカビの生育がそれほど大きくないのに対し、有孔袋では、14日以降のカビの生育度が大きかった。

以上の結果から、不織布センターテープ挿入袋は、精米の包装材料として有孔袋より優れていると考えられる。

文 献

- 1) 鶴田・石原：食糧研報，26，1 (1971)
- 2) 鶴田：食品総合研報，28，10 (1973)

- 3) 鶴田・真鍋：日菌報, 15, 401 (1974)
- 4) 鶴田ら：食品総合研報, 32, 11 (1977)
- 5) 鶴田ら：食品総合研報, 32, 26 (1977)
- 6) 鶴田ら：食品総合研報, 34, 70 (1979)
- 7) 鶴田・斉藤：日菌報, 21, 121 (1980)
- 8) 真鍋・鶴田：日菌報, 16, 399 (1975)
- 9) 宮木ら：千葉大腐研報, 21, 133 (1968)
- 10) 宮木ら：千葉大腐研報, 22, 41 (1969)
- 11) 杉本ら：食衛誌, 18, 176 (1977)
- 12) 角田：食衛誌, 3, 347 (1962)
- 13) 角田：食糧研報, 17, 238 (1963)
- 14) 角田・石原：植物病理, 19, 181 (1955)
- 15) 西柳ら：食衛誌, 4, 85 (1963)
- 16) 柳瀬ら：食品総合研報, 25, 1 (1970)
- 17) 柳瀬ら：食糧研報, 24, 9 (1969)
- 18) 堤ら：食糧研報, 24, 1 (1969)