

食品保存へのオゾンの利用に関する研究（第30報）

ワキシーコーンスタークで製造した包装生切もちの
貯蔵性に及ぼすオゾン処理の影響

内藤茂三

加熱殺菌を行ったレトルトもちは簡便性と流通安定性の面から市場が拡大してきたが、もちの色、香、更には物性など食味の劣化の問題も多い。最近では消費者の高級化志向もあってレトルトもちに代って脱酸素剤を使用した包装生切りもちが主流になってきた。

一方、増大する消費に対応するため、もち米以外の原料、例えばワキシーコーンスタークを主とするもち種でん粉を用いて生切りもちを生産するシステムが開発されている。

ワキシーコーンスタークを用いた生切りもちの長所は、製造方法が簡単であり、製品の価格が安いということである。一方、これの短所は、原材料に微生物が多いこと、蒸練機で処理する場合に加熱温度が過度に上昇すると粘度が下がり易く、このために高温処理ができず殺菌が十分にできないことなどである。

したがって脱酸素剤を用いて密封包装する方式がとられるが、この場合、貯蔵期間が長くなると酵母や嫌気性細菌による変敗現象が多発している。

そこで今回、これらの変敗現象を防止する目的で変敗原因菌を同定するとともに汚染源を検討し、更に、これらの微生物のオゾンによる殺菌効果についても検討を行った結果、2、3の知見を得たので報告する。

実験方法

1. 試料

変敗した包装生切りもちは、愛知県内の2工場（A工場：膨張と異臭生成品、B工場：膨張と白斑点生成品）より採取した。

なお原材料（ワキシーコーンスターク、上新粉、米粉、食品添加物、水）も同時に採取した。

2. 包装オゾン処理生切りもちの製造

生切りもちはオゾン照射自動濃度調節器（スガ試験機株式会社製、型式OMS-2AC）の中に入れ、5℃においてオゾン濃度1.0, 25, 50ppmで30分間処理を行った。またオゾン処理を行った試料と同程度の流

速で、無菌空気による処理を行ったものも同時に調製して対照とした。なお試料は8つ切り（30g／1切れ）として脱酸素剤（T社製の水分依存型、高水分用、酸素吸収量1000ml）とともにK-ナイロン-ポリエチレン（K-ナイロン15μm／ポリエチレン50μm）小袋（24.0cm×16.6cm）に密封した。

3. オゾン処理した原材料で調製した包装生切りもちの製造

原材料（ワキシーコーンスターク、上新粉、米粉）をそれぞれ5℃でオゾン濃度0.5、5、50ppmで6時間処理後、蒸練、整形処理を行って生切りもちを製造した（試料の8つ切り、包装方法は2. と同様）。

4. 微生物菌数の測定

試料（密封包装品）の外装を70%エタノールで殺菌し、滅菌済みアルミ泡上に生切りもちを取り出し、滅菌メスで細かくきざみ、その25gと225mlの滅菌生理食塩水を加えてホモゲナイザーにて10分間処理して試料原液とした。これを常法により希釀して生菌数を測定した。好気性細菌数は標準寒天培地を用いて30℃で2日間培養後、出現した集落数とした。

また嫌気性細菌数は希釀に嫌気性希釀液¹⁾を用い、また嫌気性希釀液の入った試験管に試料を入れ嫌気性ホモゲナイザーで炭酸ガスを吹き込みながら均質にして試料原液とした。なお使用した培地はB.L.寒天培地（栄研株製）に馬脱纖維血液（株日本生物材料センター製）を5%添加したものを用いた。培養はガスパック式嫌気ジャー（B.B.L.株製）を用いたガスパック法を行い、37℃で2日間培養後、出現した集落数を計測し、嫌気性菌数とした。

酵母菌数の測定はクロラムフェニコール入り（30mg/L）YM寒天培地（自家製）、糸状菌の測定はクロラムフェニコール入り（30mg/L）ツアペック寒天培地（自家製）を用いてそれぞれ希釀平板法で測定した。

5. 微生物の同定

平板培地上に発育した各集落について菌を鏡検して菌形を観察するとともに、胞子の存在の確認を行い、生理的性質を調べた。桿菌で運動性があり、カタラーゼ反応陽性、胞子を形成するグラム陽性菌をBacillusとした。また均一の大きさの2連状、4連状あるいは小房状の球菌で非運動性、カララーゼ反応陽性、ブドウ糖を酸化的に分解する胞子を形成しないグラム陽性菌をMicrococcusとした。

6. 貯蔵試験

温度30℃、相対湿度80%RHの恒温恒湿器中で最高3ヶ月間貯蔵した。

7. pHの測定

10倍希釀した好気性細菌測定用試料を用いて、pHメーターで測定した。

8. 一般分析、重量および容量の測定

一般分析および重量の測定とともに常法²⁾に従い、また容量は5L容のビーカーに水を入れ、試料を浸漬後、溢れた量を測定して算出した。

9. 空中浮遊微生物の測定

空中浮遊微生物の捕集はピンホールサンプラー（三基科学社製）により、毎分26.5Lの速度で2分間空気を吸引した。この際、サンプラーのターンテーブルの上には前記4. の微生物菌数測定用の平板培地を用いた。同時に落下法についても測定し、細菌は5分間、真菌は20分間シャーレを開放し、それぞれ所定温度で培養したのち測定した。

実験結果

1. 生切りもちの原材料の微生物

第1表に膨張と異臭が発生した生切りもちの製造工場（A）の原材料の微生物菌数と菌叢を測定した結果を示した。生切りもちの主原料であるワキシコーンスターちは*Bacillus* が中心であり、*Micrococcus*等はほとんど検出されなかった。しかし、上新粉や米粉は*Micrococcus*が多く、ついで*Bacillus*の順であった。その他の原材料は微生物はほとんど検出されなかった。なおすべての原材料から酵母は検出されなかった。

第2表に膨張と白斑点が発生した生切りもちの製造工場（B）の原材料の微生物菌数と菌叢を測定した結果を示した。

本工場のワキシコーンスターちは、 $5.2 \times 10^2 / g$ の*Bacillus*と $3.5 \times 10^2 / g$ の酵母が検出された。なお上新粉と米粉の菌数および菌叢は製造工場（A）の原材料とほぼ同じであった。その他の原材料は微生物はほとんど検出されなかった。

第1表 膨張と異臭が発生した生切りもち製造工場（A）の原材料の微生物菌数と菌叢

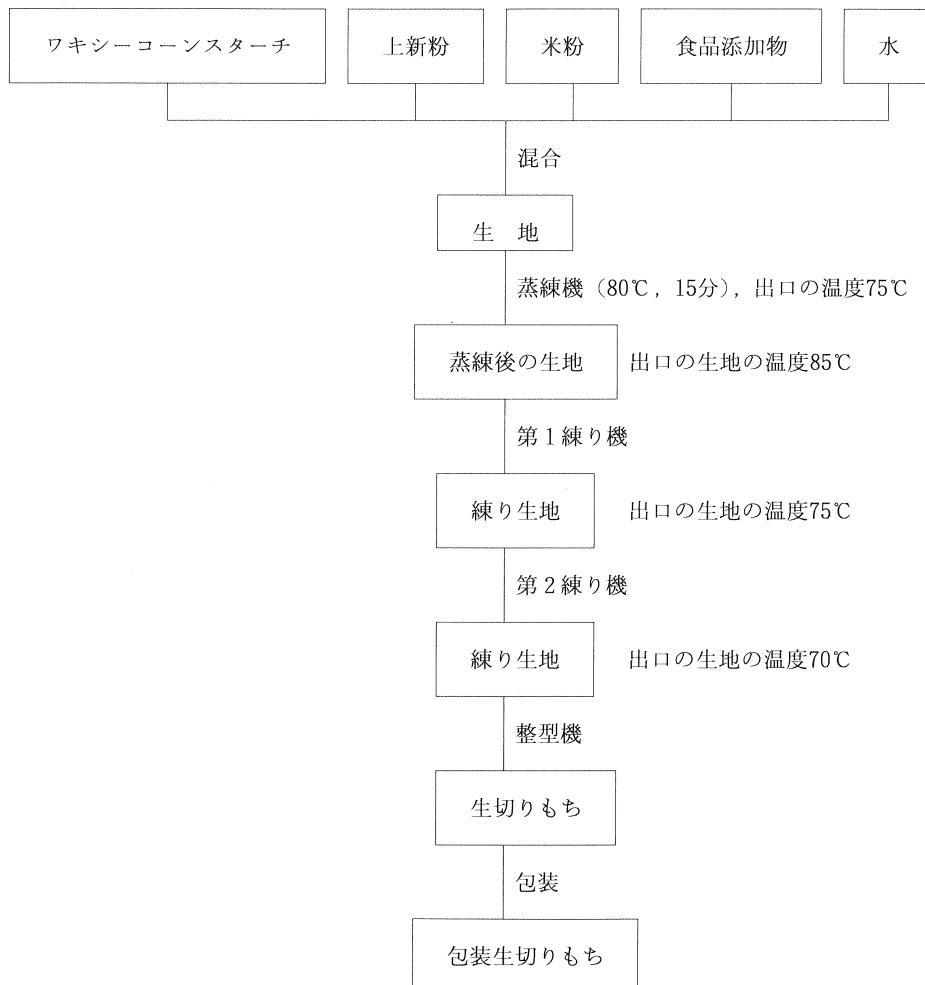
原 材 料	菌数 ($/ g$) よび菌叢			
	<i>Bacillus</i>	<i>Micrococcus</i>	酵 母	その他
ワキシコーンスターち	3.1×10^2	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
上新粉	5.0×10^2	1.2×10^4	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
米粉	3.9×10^2	1.1×10^3	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
食品添加物	3.0×10^2 以下			
水	3.0×10^2 以下			

2. 製造工程中の半製品、製品の微生物変化

生切りもちの製造工程を第1図に示した。膨張と異臭が発生した生切りもちの製造工場（A）の各製造工程の半製品および製品の微生物菌数と菌叢の変化を第3表に示した。生地の混合の段階で、すでに $1.1 \times 10^6 / g$ の*Micrococcus*、 $1.0 \times 10^5 / g$ の*Bacillus*が存在しており、80°C、15分間の蒸練機による処理後においても $5.5 \times 10^6 / g$ の*Micrococcus*、 $1.2 \times 10^5 / g$ の*Bacillus*が検出された。また第1練り機の

第2表 膨張と白斑点が発生した生切りもち製造工場（B）の原材料の微生物菌数と菌叢

原 材 料	菌数 ($/g$) および菌叢			
	Bacillus	Micrococcus	酵 母	その他
ワキシーコーンスターク	5.2×10^2	3.0×10^2 以下	3.5×10^2	3.0×10^2 以下
上新粉	3.1×10^2	1.0×10^4	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
米粉	7.8×10^2	5.1×10^2	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
食品添加物	3.0×10^2 以下			
水	3.0×10^2 以下			



第1図 包装生切りもちの製造工程

第3表 膨張と異臭が発生した生切りもち製造工場（A）の原材料の微生物菌数と菌叢

	菌数 ($/ g$) および菌叢				
	<i>Micrococcus</i> (白色)	<i>Micrococcus</i> (灰色)	<i>Bacillus</i>	酵母	その他
混合生地	6.0×10^5	5.0×10^5	1.0×10^5	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
蒸練機出口生地	3.0×10^5	2.5×10^5	1.2×10^5	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
第1練り機入口生地	2.0×10^5	1.9×10^5	3.0×10^5	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
第1練り機出口生地	3.0×10^5	5.0×10^5	5.2×10^5	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
第2練り機入口生地	1.5×10^5	1.7×10^6	5.5×10^5	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
第2練り機出口生地	5.0×10^5	8.9×10^5	6.0×10^5	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
整型後の生切りもち	7.3×10^5	8.2×10^5	6.3×10^5	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下
包装後の生切りもち	6.5×10^5	8.2×10^5	6.0×10^5	3.0×10^2 以下	3.0×10^2 以下

入口および出口生地で、それぞれ $3.9 \times 10^5 / g$, $8.0 \times 10^5 / g$ の *Micrococcus*, $3.0 \times 10^5 / g$, $5.2 \times 10^5 / g$ の *Bacillus* が検出された。なお最終製品には $1.5 \times 10^6 / g$ の *Micrococcus* および $6.0 \times 10^5 / g$ の *Bacillus* が検出された。

膨張と白斑点が発生した生切りもちの製造工場（B）の各製造工程の半製品および製品の微生物菌数と菌叢の変化を第4表に示した。本工場の混合生地では *Micrococcus*, *Bacillus* の外に $5.7 \times 10^3 / g$ の *Saccharomyces* が検出された。また各工程の *Micrococcus* および *Bacillus* の菌数は製造工場（A）のそれよりも約 1/10 少ないことが分った。

第4表 膨張と白斑点が発生した生切りもち製造工場（B）の原材料の微生物菌数と菌叢

	菌数 ($/ g$) および菌叢				
	<i>Micrococcus</i> (白色)	<i>Micrococcus</i> (灰色)	<i>Bacillus</i>	酵母	その他
混合生地	3.5×10^4	2.5×10^4	1.2×10^4	5.7×10^3	3.0×10^2 以下
蒸練機出口生地	1.2×10^4	1.0×10^4	1.5×10^4	3.8×10^2	3.0×10^2 以下
第1練り機入口生地	2.0×10^4	1.8×10^4	2.0×10^4	7.2×10^2	3.0×10^2 以下
第1練り機出口生地	3.7×10^4	2.7×10^4	2.1×10^4	4.1×10^3	3.0×10^2 以下
第2練り機入口生地	6.1×10^4	8.7×10^4	2.2×10^4	5.0×10^3	3.0×10^2 以下
第2練り機出口生地	6.5×10^4	8.9×10^4	2.0×10^4	8.2×10^3	3.0×10^2 以下
整型後の生切りもち	7.2×10^4	1.1×10^5	2.7×10^4	1.2×10^3	3.0×10^2 以下
包装後の生切りもち	7.5×10^4	1.2×10^5	2.9×10^4	1.5×10^4	3.0×10^2 以下

3. 生切りもち製造工場の空中浮遊微生物

製造工程中の二次汚染微生物を検討するために、工場雰囲気中の微生物菌数を測定した結果を第5表に示した。(A), (B) のいずれの製造工場においても各工程が仕切られておらず、原材料の混合から蒸練、練り、整形、包装の工程まで、すべて同一の空間内で作業が行われているため、いずれの工程においても空中浮遊微生物菌数には大きな差異が認められなかった。

なお、両製造工場ともに、いずれの工程においても空中浮遊微生物菌数は比較的少なかったが、菌叢は両者でやや異なり、B製造工場ではピンホールサンプラー法および落下法のいずれにおいても酵母が検出された。

第5表 生切りもち製造工場の空中浮遊微生物

製造工程	微生物菌数											
	ピンホールサンプラー法						落下法					
	A製造工場			B製造工場			A製造工場			B製造工場		
	細菌	酵母	糸状菌	細菌	酵母	糸状菌	細菌	酵母	糸状菌	細菌	酵母	糸状菌
生地混合機付近	53	3	9	35	9	8	3	0	1	2	1	1
蒸練機入口付近	43	3	8	41	10	6	2	0	1	3	1	1
蒸練機出口付近	46	4	4	39	8	7	6	0	2	4	2	1
第1練り機入口付近	41	3	5	35	7	8	4	0	0	3	1	1
第1練り機出口付近	55	2	7	31	9	7	6	0	1	4	0	0
第2練り機入口付近	46	2	8	41	10	5	5	0	1	5	2	1
第2練り機出口付近	56	3	5	36	8	9	6	0	1	3	1	0
整型機付近	32	2	7	31	6	4	5	0	1	3	1	0
カッター付近	39	1	4	36	8	3	4	0	0	2	0	0
包装機付近	41	2	2	35	9	5	5	0	1	3	0	0

ピンホールサンプラー法：空気53L当たりの菌数

落下法：細菌はシャーレ5分間開放、酵母および糸状菌はシャーレ20分間開放

4. 生切りもち貯蔵中の変化

4.1 微生物菌数の変化 A, Bの両製造工場で製造された包装生切りもちを30°C, 80%RHで30日間貯蔵し、その間の一定日時経過ごとに順次試料を取り出し、菌数および菌叢を測定した結果を第6表に示した。

A工場での製造直後の製品では、好気性細菌が主であり、 $7.2 \times 10^4 / g$ のMicrococcusおよび $3.8 \times 10^4 / g$ のBacillusが検出された。

しかし貯蔵5日後にはMicrococcus, Bacillus, 嫌気性細菌がそれぞれ $2.6 \times 10^8 / g$, $7.5 \times 10^5 / g$, $3.2 \times 10^3 / g$ 検出され、更に貯蔵20日後にはそれぞれ $5.7 \times 10^6 / g$, $5.3 \times 10^5 / g$, $6.1 \times 10^4 / g$ 貯

第6表 生切りもちの貯蔵中の微生物菌数の変化

貯蔵期間 (日)	A工場で製造された生切りもち(／g)				B工場で製造された生切りもち(／g)			
	<i>Micrococcus</i>	<i>Bacillus</i>	嫌気性菌	酵母	<i>Micrococcus</i>	<i>Bacillus</i>	嫌気性菌	酵母
製造直後	7.2×10^4	3.8×10^4	—	—	2.0×10^5	2.9×10^4	—	1.4×10^4
5	2.6×10^6	7.5×10^5	3.2×10^3	—	3.7×10^5	3.5×10^4	3.2×10^4	2.2×10^5
10	4.8×10^6	6.6×10^5	5.7×10^3	—	8.9×10^5	4.6×10^4	2.1×10^5	6.7×10^5
15	5.3×10^6	5.8×10^5	3.9×10^4	—	1.5×10^6	6.3×10^4	5.8×10^5	8.2×10^5
20	5.7×10^6	5.3×10^5	6.1×10^4	—	6.2×10^6	5.8×10^4	7.8×10^5	5.7×10^5
25	5.0×10^6	4.8×10^5	5.1×10^5	—	8.5×10^6	1.2×10^4	1.2×10^6	1.2×10^6
30	4.1×10^6	3.7×10^5	7.2×10^5	—	4.1×10^6	2.1×10^4	1.1×10^6	5.1×10^6

— : 3.0×10^2 以下／g蔵30日後にはそれぞれ 4.1×10^6 ／g, 3.7×10^5 ／g, 7.2×10^5 ／g となった。

B工場での製造直後の製品では、好気性細菌と酵母が主であり、 2.0×10^5 ／g の*Micrococcus*, 2.9×10^4 の*Bacillus*, 1.4×10^4 ／g の*Saccharomyces*が検出された。

しかし貯蔵5日後には*Micrococcus*, *Bacillus*, 嫌気性細菌, *Saccharomyces*がそれぞれ 3.7×10^5 ／g, 3.5×10^4 ／g, 3.2×10^4 ／g, 2.2×10^5 ／g 検出され、更に貯蔵20日後にはそれ 6.2×10^6 ／g, 5.8×10^4 ／g, 7.8×10^5 ／g, 5.7×10^5 ／g, 貯蔵30日後にはそれ 4.1×10^6 ／g, 2.1×10^4 ／g, 1.1×10^6 ／g, 5.1×10^6 ／g となった。

このように貯蔵期間の延長とともに嫌気性細菌および酵母のいずれも増加する傾向を示した。

なお嫌気性菌の種類についてはA社では*Enterobacteriaceae*に属する*Erwinia*が主要菌であり、B社では*Lactobacillus*, *Leuconostoc*を中心とする乳酸菌が中心であった。

4.2 pH, 一般成分の変化並びに形態の変化 30℃で30日間貯蔵中におけるpH, 一般成分, 重量および容量の経時的变化を第7表に示した。いずれの工場で製造された生切りもちにおいても水分, 脂質, たんぱく質が増加し, 炭水化物が減少した。またpHは貯蔵期間の延長とともに低下する傾向を示したが, 特にB工場で製造された生切りもちは初発6.60に対して30日貯蔵後では5.50と著しく低下した。これは微生物の増殖にともない, 生成される炭酸ガスや有機酸によるものと思われる。さらにいずれの試料においても重量が減少し, 容量が増加した。

5. 包装生切りもちの膨張と異臭の発生並びに膨張と白斑点の生成現象

5.1 膨張および異臭発生現象 製造後, 1~4週間で包装生切りもちが膨張と異臭の発生現象を起こした。これを開封したところ, 有機酸臭を含む強力な腐敗臭が認められたことから, 細菌による変敗と考えられた。微生物としては5菌株の細菌 (No.1~5, 細菌数 9.3×10^7 ／g) と1菌株の酵母 (No.6, 酵母菌数 6.3×10^2 ／g) を検出した。なお正常品からは, 4菌株の細菌 (No.1~4, 細菌数 2.8×10^5 ／g) と1菌株の酵母 (No.6, 酵母菌数 3.1×10^2 ／g) を検出した。

第7表 生切りもちの貯蔵中の一般成分、pH、重量、容量の変化

	A工場で製造された生切りもち				B工場で製造された生切りもち			
	貯蔵期間(日)				貯蔵期間(日)			
	0	10	20	30	0	10	20	30
水分	46.5	46.3	47.8	49.5	45.8	46.7	47.2	47.8
灰分	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3
脂質	0.5	0.6	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	1.0
たんぱく質	4.0	4.2	4.5	4.7	4.5	4.9	5.2	5.4
炭水化物	48.8	48.7	46.7	44.8	49.0	47.3	46.6	45.5
pH	6.55	6.40	6.32	6.10	6.60	5.75	5.35	5.05
重量の増減率 (%)	0	-0.75	-1.80	-2.50	0	-0.87	-1.65	-2.31
容量の増減率 (%)	0	+40.5	+75.6	+98.0	0	+51.2	+82.0	+99.5

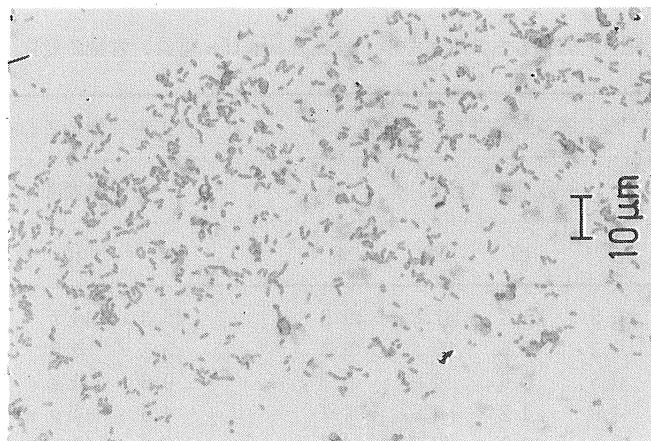
これらの変敗および正常生切りもちから分離した微生物を同定した結果を第8表に示した。また主要変敗原因菌と考えられた3菌株の細菌の形態を写真1, 2に示した。

5.2 膨張と白斑点の生成現象 製造後、1~2週間で包装生切りもちが膨張と白斑点の生成現象を起こした。これを開封したところ、アルコール臭を含む強力なエステル臭が認められたことから、酵母による変敗と考えられた。微生物としては、6菌株の細菌 (No.1~6, 細菌数 $5.5 \times 10^5/g$) と3菌株の酵母 (No.7~9, 酵母菌数 $7.5 \times 10^8/g$) を検出した。なお正常品においても菌数は少ないが同様に6菌株の細菌 (No.1~6, 細菌数 $1.4 \times 10^5/g$) と3菌株の酵母 (No.7~9, 酵母菌数 $1.7 \times 10^5/g$) を検出した。

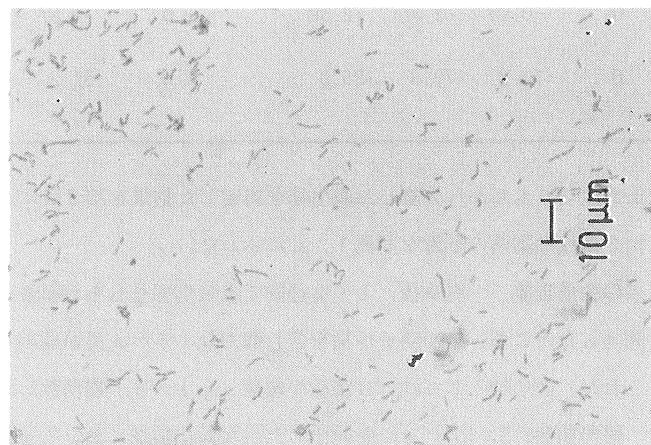
これらの変敗および正常生切りもちから分離した微生物を同定した結果を第9表に示した。また主要変敗原因菌と考えられた3菌株の酵母の形態を写真3~5に示した。

第8表 膨張と異臭が発生した生切りもちから分離した微生物の同定

分離菌株 No.	菌の種類	変敗品中の 菌数 (%)	正常品中の 菌数 (%)	同定名	分離源
1	細菌	5.1×10^7	1.5×10^5	<i>Bacillus subtilis</i>	変敗品, 正常品
2	細菌	2.8×10^7	8.0×10^4	<i>B. licheniformis</i>	変敗品, 正常品
3	細菌	8.2×10^6	2.0×10^4	<i>Micrococcus sp.</i>	変敗品, 正常品
4	細菌	2.7×10^6	1.2×10^4	<i>Micrococcus sp.</i>	変敗品, 正常品
5	細菌	3.5×10^4	5.1×10^3	<i>Erwinia sp.</i>	変敗品
6	酵母	6.3×10^2	3.1×10^2	<i>Sacch. cerevisiae</i>	変敗品, 正常品

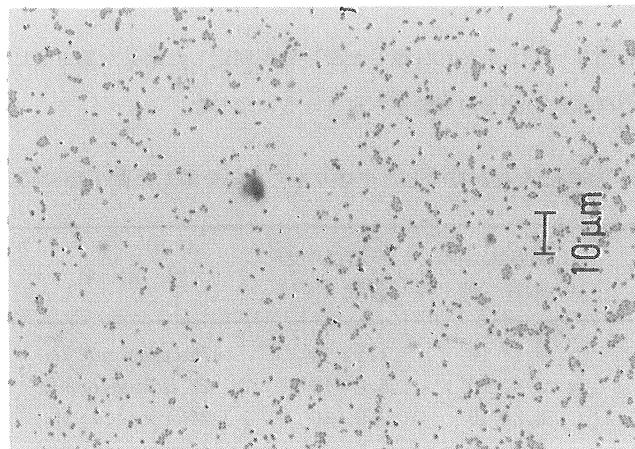


No. 1 *Bacillus subtilis*



No. 2 *Bacillus licheniformis*

写真1 膨張および異臭発生現象が生じた包装生切もの 主要変敗菌（1）



No. 3 *Micrococcus sp.*

写真2 膨張および異臭発生現象が生じた包装生切もの 主要変敗菌（2）

第9表 膨張と白斑点が生成した生切りもちから分離した微生物の同定

分離菌株 No.	菌の種類	変敗品中の 菌数 (%)	正常品中の 菌数 (%)	同 定 名	分 離 源
1	細菌	3.5×10^4	1.2×10^4	<i>Bacillus subtilis</i>	変敗品, 正常品
2	細菌	2.1×10^4	2.0×10^4	<i>B. licheniformis</i>	変敗品, 正常品
3	細菌	1.2×10^5	3.5×10^4	<i>Micrococcus sp.</i>	変敗品, 正常品
4	細菌	1.0×10^5	7.3×10^3	<i>Micrococcus sp.</i>	変敗品, 正常品
5	細菌	7.7×10^4	2.7×10^4	<i>Lactobacillus sp.</i>	変敗品 正常品
6	細菌	5.6×10^4	3.2×10^4	<i>Leuconostoc sp.</i>	変敗品 正常品
7	酵母	6.2×10^8	1.0×10^5	<i>Sacch. cerevisiae</i>	変敗品, 正常品
8	酵母	7.1×10^7	5.2×10^4	<i>Saccharomyces sp.</i>	変敗品, 正常品
9	酵母	5.7×10^7	1.0×10^4	<i>Saccharomyces sp.</i>	変敗品, 正常品

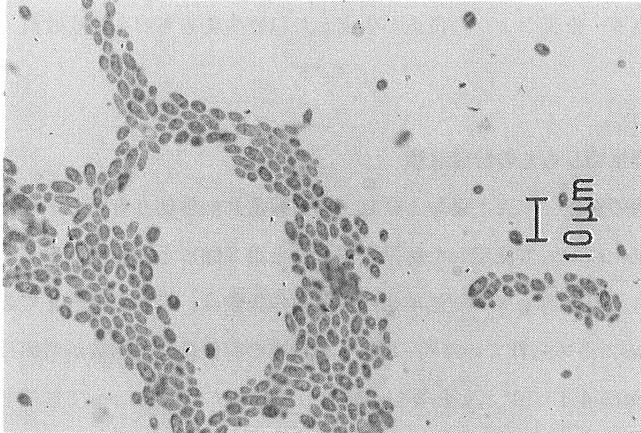
No. 7 *Saccharomyces cerevisiae*

写真3 膨張および白斑点が生成した包装生切もちの主要変敗菌（1）

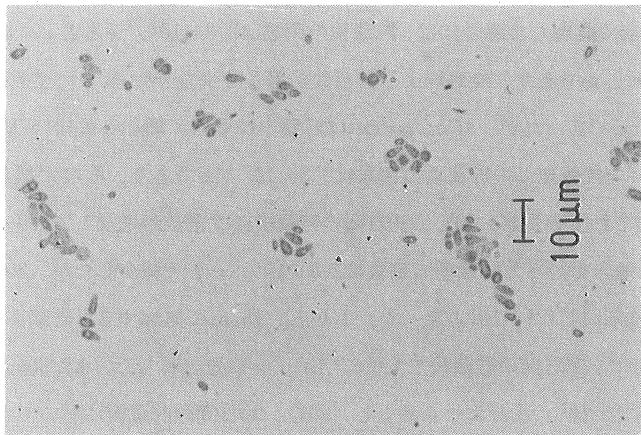
No. 8 *Saccharomyces sp.*

写真4 膨張および白斑点が生成した包装生切もちの主要変敗菌（2）

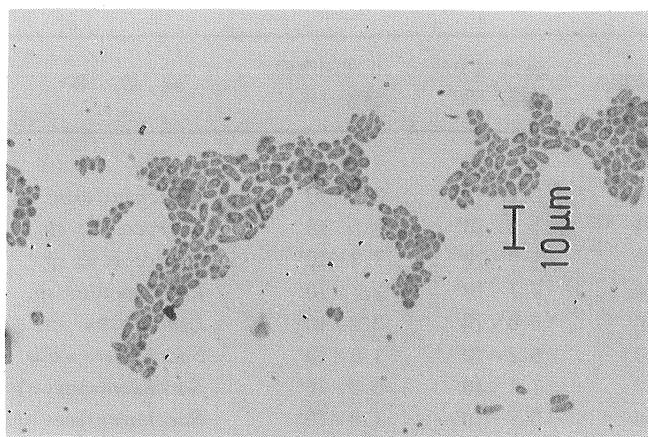
No. 9 *Saccharomyces sp.*

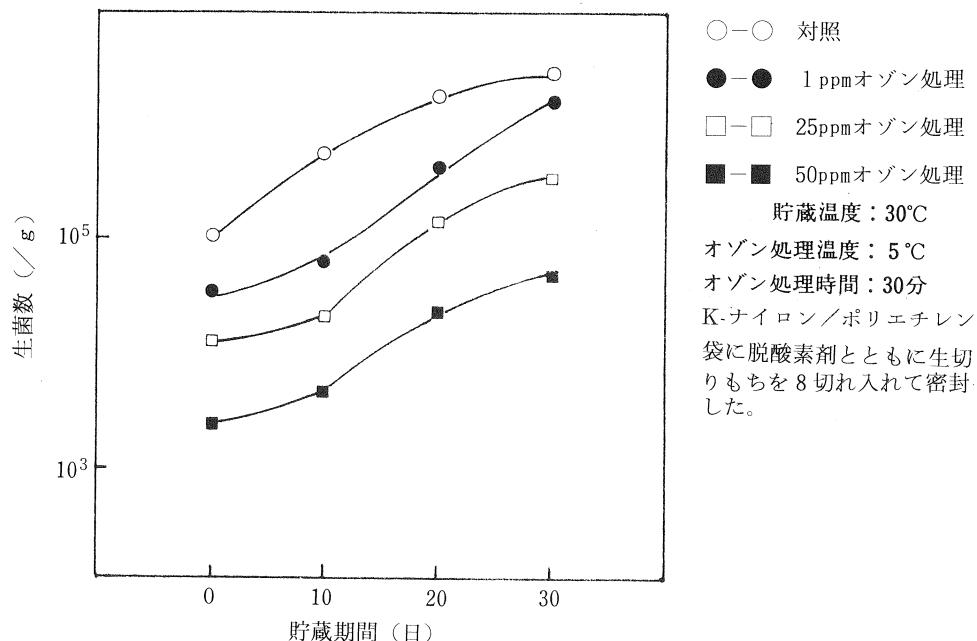
写真5 膨張および白斑点が生成した包装生切もちの主要変敗菌（3）

6. 包装オゾン処理生切りもちの貯蔵試験

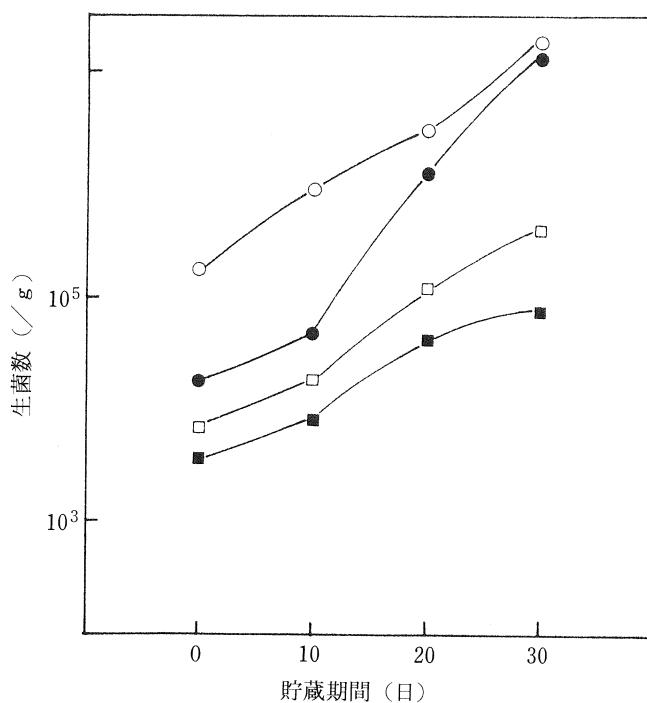
6. 1 好気性細菌の変化 A工場およびB工場で製造した生切りもちをオゾン処理後貯蔵試験を行った。好気性菌の変化について測定した結果を第2図と第3図に示したが、いずれもオゾン処理により菌数が減少した。A工場でのオゾン無処理品の貯蔵前の菌数は、 $1.5 \times 10^5 / g$ であり、その大部分は *Micrococcus* と *Bacillus* で占められていたが、30℃、30日間の貯蔵後には菌数が増加して $4.6 \times 10^6 / g$ となり、特に *Micrococcus* が $4.1 \times 10^6 / g$ と著しく増加した。オゾン濃度 1 ppm で処理を行うと貯蔵前の菌数は $5.8 \times 10^4 / g$ まで減少したが、30℃、30日間の貯蔵後には無処理試料とほぼ同じ $2.5 \times 10^6 / g$ となった。しかし 25 ppm で処理すると貯蔵前の菌数は $1.2 \times 10^4 / g$ 、30日間貯蔵後でも $5.8 \times 10^5 / g$ にとどまった。さらに 50 ppm で処理した場合には、貯蔵前の菌数は $3.8 \times 10^3 / g$ と著しく減少し、30日間貯蔵後においても $6.8 \times 10^4 / g$ であり、無処理よりも菌数が著しく少なかった。いずれの試料においても *Bacillus* は $10^3 \sim 10^6 / g$ であったが、*Micrococcus* は貯蔵中に著しく増加して $10^4 \sim 10^8 / g$ となった。

一方、B工場のオゾン無処理品の貯蔵前の菌数は $2.5 \times 10^5 / g$ であり、その大部分は *Micrococcus*、*Bacillus*、酵母で占められていたが、30℃、30日間の貯蔵後には菌数が増加して $2.0 \times 10^7 / g$ となった。

オゾン濃度 1 ppm で処理を行うと貯蔵前の菌数は $2.8 \times 10^4 / g$ まで減少したが、30℃、30日間の貯蔵後には無処理試料とほぼ同じ $1.1 \times 10^7 / g$ となった。しかし、25 ppm で処理すると貯蔵前の菌数は $8.5 \times 10^3 / g$ にまで減少し、30℃、30日間の貯蔵後でも $6.8 \times 10^5 / g$ にとどまった。また 50 ppm で処理した場合には、貯蔵前の菌数は $5.1 \times 10^3 / g$ と著しく減少し、30℃、30日間の貯蔵後においても $8.1 \times 10^4 / g$ であり、無処理よりも著しく少なかった。いずれの試料においても *Bacillus* は $10^3 \sim 10^5 / g$ であったが、*Micrococcus* は貯蔵中に著しく増加してそれぞれ $10^4 \sim 10^7 / g$ となった。



第2図 A工場の製造したオゾン処理生切りものの貯蔵中の好気性菌の変化



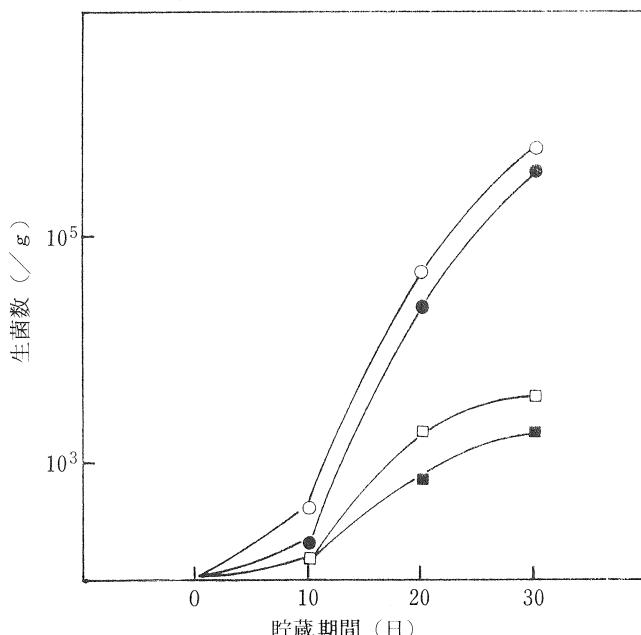
第3図 B工場の製造したオゾン処理生切りものの貯蔵中の好気性菌の変化

記号および処理条件は第2図と同じ

6. 2 嫌気性細菌の変化 A工場およびB工場で製造した生切りもちをオゾン処理後、貯蔵試験を行った。嫌気性菌について検討した結果を第4図と第5図に示したが、いずれもオゾン処理により菌数が減少した。A工場のオゾン無処理品の貯蔵前の菌数は 3.0×10^2 以下／gであったが、30℃、30日間の貯蔵後には菌数が増加し、 7.2×10^5 ／gとなった。オゾン濃度1ppmで処理の場合には、30℃、30日間の貯蔵後には無処理試料とほぼ同じ 5.5×10^5 ／gとなった。しかし25ppmおよび50ppm処理の場合には、30℃、30日間の貯蔵後には、それぞれ 6.1×10^3 ／g、 1.5×10^3 ／gとなり、いずれの試料においても、主要な菌は*Enterobacteriaceae*に属する*Erwinia*と推定された。次にB工場のオゾン無処理試料の貯蔵前の菌数は 3.0×10^2 以下／gであったが、30℃、30日間の貯蔵後には菌数が増加して、 1.1×10^6 ／gとなった。

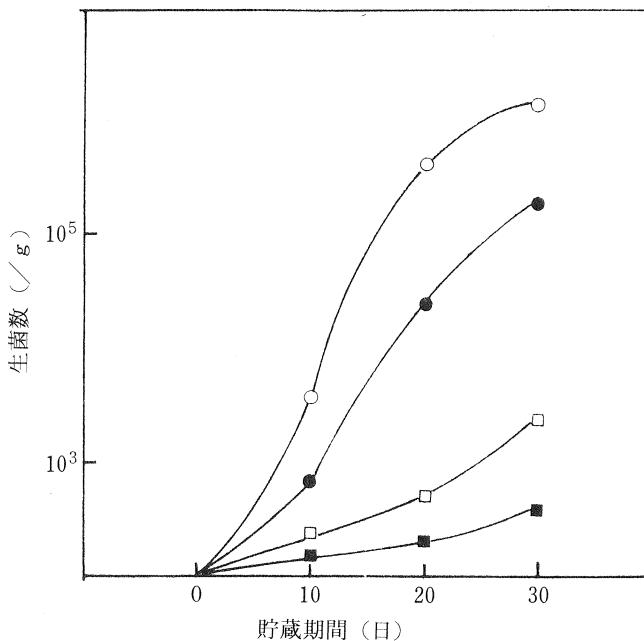
オゾン濃度1ppmで処理を行うと30日間貯蔵後には無処理試料よりもやや少く 3.5×10^5 ／gとなった。さらに25ppmおよび50ppmで処理の場合には、30℃、30日間の貯蔵後にはそれぞれ 3.6×10^3 ／g、 5.1×10^2 ／gとなり、いずれの試料においても主要な嫌気性菌は*Lactobacillus*と*Leuconostoc*を中心とする乳酸菌であった。

6. 3 酵母の変化 A工場で製造した生切りもちはオゾン無処理試料において貯蔵前は勿論、30℃で30日間貯蔵したものも酵母は検出されなかった。しかしB工場で製造した生切りもちのオゾン無処理品の菌数は貯蔵前に 1.4×10^4 ／gであったが、30℃、30日間の貯蔵をしたもののは菌数が増加し、 5.1×10^6 ／gとなった。



第4図 A工場の製造したオゾン処理生切りもちの貯蔵中の嫌気性菌の変化

記号および処理条件は第2図と同じ



第5図 B工場の製造したオゾン処理生切りものの貯蔵中の嫌気性菌の変化

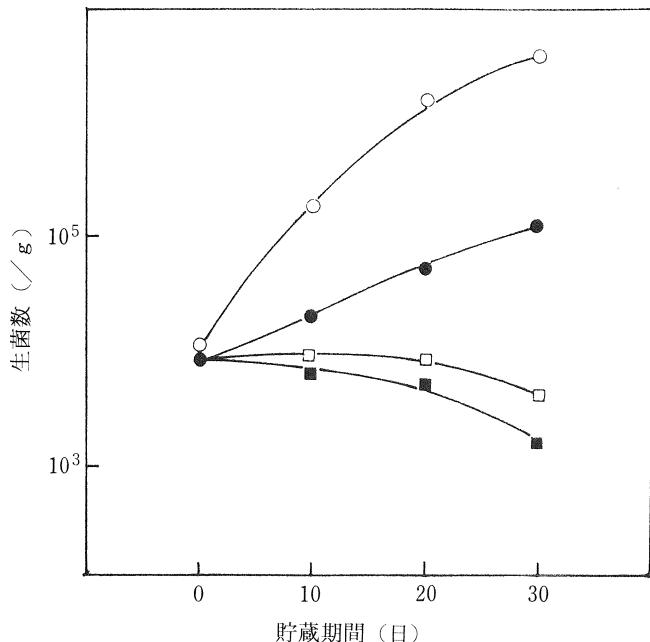
記号および処理条件は第2図と同じ

次にオゾン処理した場合の酵母菌数の変化を第6図に示した。オゾン濃度1ppmで処理を行うと貯蔵前の菌数はほとんど差はないが30℃、30日間の貯蔵をしたものはオゾン無処理品よりもやや少なく $1.2 \times 10^5/g$ となった。さらに25ppmおよび50ppm処理の場合には貯蔵前の菌数は1ppm処理と同じであるが30℃、30日間の貯蔵後にはそれぞれ $5.1 \times 10^3/g$ 、 $3.1 \times 10^3/g$ となり、減少傾向を示した。いずれの試料においても主要な酵母は*Saccharomyces*に属する菌であった。

7. オゾン処理した原材料で調製した包装生切りものの貯蔵試験

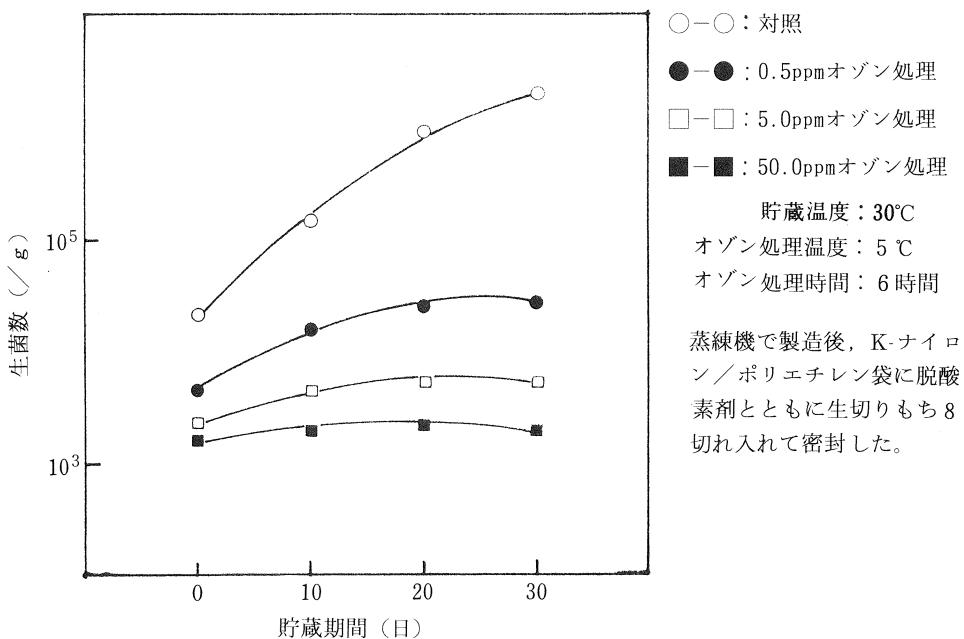
7.1 好気性細菌の変化 穀類をオゾン処理すると付着菌数が $1/10 \sim 1/100$ に減少することはすでに報告³⁾した。オゾン処理した原材料で製造した生切りものの貯蔵前の菌数はオゾン濃度0.5, 5.0および50ppmによる処理品でそれぞれ 5.1×10^3 , 3.2×10^3 , $1.2 \times 10^3/g$ であり、また無処理原料で製造した場合には $2.7 \times 10^4/g$ であった。

次に30℃で貯蔵した場合の菌数の変化を第7図に示した。30℃、30日間の貯蔵後のオゾン無処理品の菌数は $2.1 \times 10^6/g$ であったが、オゾン濃度0.5, 5.0および50ppmによる処理品ではそれぞれ 3.5×10^4 , 6.6×10^3 , $2.0 \times 10^3/g$ を示した。以上のことから、オゾン処理原材料を用いて製造した生切りものは、好気性菌の増殖が著しく抑制されることが認められた。この原因として、オゾン処理した原材料を使用した場合には初発菌数が少ないと、および原材料のオゾン処理により残存微生物が損傷を受け、さらに加熱等の併用効果により微生物の増殖が抑制されたことなどに起因するためと思われる。



第6図 B工場の製造したオゾン処理生切りものの貯蔵中の酵母菌の変化

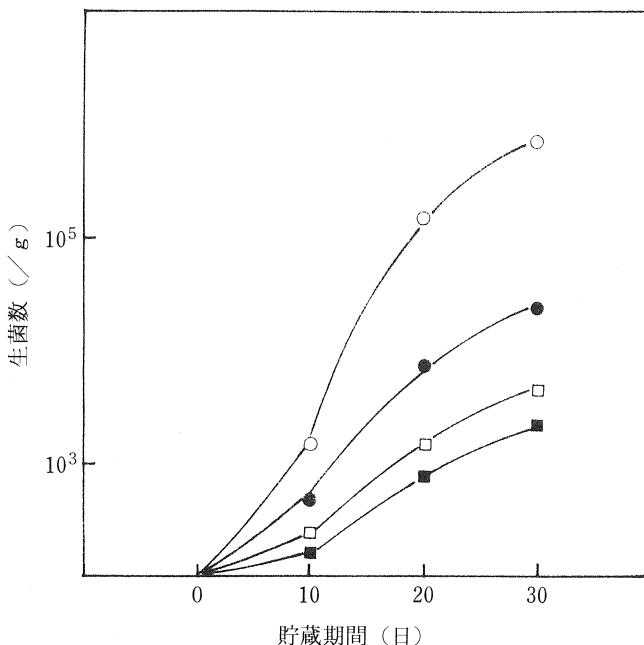
記号および処理条件は第2図と同じ



第7図 オゾン処理原材料で調製した包装生切りものの貯蔵中の好気性菌の変化

原材料（ワキシーコーンスターク、上新粉、米粉）のオゾン処理

7.2 嫌気性細菌の変化 オゾン処理した原材料で製造した生切りもちの30℃での貯蔵中における嫌気性菌の動態を第8図に示した。生切りもちをオゾン処理した場合と同様に貯蔵前の菌数が若干減少し、さらに貯蔵中における増殖も抑制された。オゾン無処理品の貯蔵前の菌数は 3.0×10^2 以下/gであったが、30℃、30日間の貯蔵後には菌数が増加し、 8.2×10^5 /gとなった。オゾン濃度0.5、5.0および50ppm処理品では30℃、30日間の貯蔵後にはそれぞれ 3.1×10^4 、 6.2×10^3 、 2.8×10^3 /gとなり、無処理品に比べて少なかった。なお本条件下での貯蔵中には、酵母は検出されなかった。



第8図 オゾン処理原材料で調製した包装生切りもちの貯蔵中の嫌気性菌の変化
記号および処理条件は第7図と同じ

考 察

包装もちは殺菌処理を施さない生切りもちが市場から強く求められ、そのため安定流通のできる微生物制御を含めた製造技術の確立が急務となっている。特に、最近は低価格のものが要求され、もち米ではなくワキシーコーンスターーチを主原料とした生切りもちが多くなってきた。このため、蒸練機での加熱処理が十分でないため、微生物的に変敗する例が増加している。

脱酸素剤を使用した包装生切りもちを長期間貯蔵した場合、微生物的変敗防止にオゾンを用いる方法については既に報告した³⁾。これによると、生切りもちは25および50ppm濃度のオゾン処理によって貯蔵前の菌数が減少し、そのため貯蔵期間は2～4倍に延長された。さらに、1.25および50ppm濃度のオゾン処理を行った米で製造した生切りもちは貯蔵前の菌数が減少し、貯蔵期間が延長された。これは特

に嫌気性菌の増殖が抑制されたことによる。

また江川ら⁴⁾は変質状態の異なる生切りもちの微生物は、性質の異なる5種類の微生物群に類別されることを報告している。第1群は*Erwinia*を中心とする*Enterobacteriaceae*に由来するものであり、開封時に強い酸味臭が認められ、もち全体がペトペトに軟化し、暗黄色に変色してくるタイプである。第2群はヘテロ醸酵型の*Lactobacillus, Leuconostoc*を中心とする乳酸菌群に由来するもので、開封時に酸、アルコール臭が認められ、表面はクレーター状のくぼみが生成し、もちがボロボロと鱗片状に崩れるタイプである。第3群は同定不可能の強い生酸性を有する菌に由来するもので、開封時には異臭は認められない。第4群は拡散性黄色色素を生産する*Pseudomonas*に由来するもので、開封時に酸味臭があり、もち表面に黄色のシミ状の広がりが生成されるタイプである。第5群は*Bacillus*に由来するもので、開封時に特有のムレ臭、もち表面に無数の小孔が生成されて軟化するタイプである。

以上の第1群から第4群までの微生物による変敗は、菌叢から判断して明らかに二次汚染菌による変敗である。また第5群の微生物による変敗は原材料に由来する一次汚染菌が中心であると考えられる。

今回、膨張と異臭が発生した生切りもち（A工場製造）では、蒸練機出口生地において $5.5 \times 10^6 / g$ の*Micrococcus*, $1.2 \times 10^5 / g$ の*Bacillus*が検出された。さらに、開封時に有機酸臭を含む強力な腐敗臭が確認されたことから、原材料由来のこれらの菌による変敗と考えられる。製造工場の空中浮遊細菌は落下法で2～6個であるので、二次汚染菌は比較的少ないと考えられる。

また、膨張と白斑点が発生した生切りもち（B工場製造）では蒸練機出口において $2.2 \times 10^4 / g$ の*Micrococcus*, 1.5×10^4 の*Bacillus*, $3.8 \times 10^2 / g$ の酵母が検出された。さらに包装後の生切りもちは $2.0 \times 10^5 / g$ の*Micrococcus*, $2.9 \times 10^4 / g$ の*Bacillus*, $1.5 \times 10^4 / g$ の酵母が検出された。原材料由来の酵母および空中浮遊菌由来の酵母による汚染が認められた。さらに貯蔵期間の延長とともに、細菌および酵母のいずれもが増加する傾向を示した。また開封時にアルコール臭を含む強力なエステル臭が認められたことから酵母による変敗と考えられた。このことから、いずれも加熱不足が原因であると思われる。

次に生切りもちにオゾン処理をして貯蔵試験を行った結果、好気性菌、嫌気性菌、酵母、即ち*Micrococcus, Lactobacillus, Leuconostoc, Saccharomyces*がともに無処理にくらべて少なく推移した。またオゾン処理では、その濃度の上昇にともなって菌数の減少が大幅となった。

なお、上記の細菌はいずれもオゾンに対して耐性が弱いことが知られている⁵⁾。

一方オゾン処理した原材料で製造した生切りもちは初発菌数が減少し、貯蔵中における菌数の増加が著しく抑制された。このことは残存するオゾンにより、好気性菌、特に*Micrococcus*、嫌気性菌、特に*Lactobacillus, Leuconostoc*の増殖が抑制されたことが主な原因と考えらえる。

要 約

1. 膨張と異臭が発生した生切りものの製造工程（A工場）の微生物の変化を検討すると、生地の混合の段階においてすでに $1.1 \times 10^6 / g$ の *Micrococcus*, $1.0 \times 10^5 / g$ の *Bacillus* が存在しており、80°C, 15分間の蒸練機による処理後においても $5.5 \times 10^6 / g$ の *Micrococcus*, $1.2 \times 10^5 / g$ の *Bacillus* が検出された。また膨張と白斑点が生成した生切りものの製造工程（B工場）の微生物の変化は、A工場の菌の外に *Saccharomyces* が検出された。なお、いずれの工場の空中浮遊微生物も比較的少ないことが認められた。

2. 生切りものの30°Cでの貯蔵中に増殖する微生物は、A工場の製品では好気性菌の *Micrococcus*, 嫌気性菌の *Lactobacillus*, *Leuconostoc* が主体であった。またB工場の製品ではA工場の製品に検出された微生物の外には *Saccharomyces* が検出された。

3. 膨張と異臭が発生した生切りものの主変敗原因菌は原材料に由来する *Bacillus* であり、膨張と白斑点が生成した生切りものの主変敗原因菌は原材料および空中浮遊微生物に由来する *Saccharomyces* であった。

4. 生切りものをオゾン処理して30°Cでの貯蔵試験を行った結果、好気性菌、嫌気性菌、酵母のいずれも無処理にくらべて菌数は少なく推移した。

5. オゾン処理した原材料で製造した生切りものは初発菌数が減少し、貯蔵中においても菌数の増加が著しく抑制された。

文 獻

- 1) 光岡知足：腸球菌の世界、嫌気性菌の分離と同定、p. 322, 叢文社、東京(1980)
- 2) 永原太郎：食品分析法、p. 70-119, 柴田書店、東京(1957)
- 3) 内藤茂三・寺本祐毅・山口直彦：防菌防黴、15, 225-231(1987)
- 4) 江川和徳・石井修一・斎藤昭三：新潟食品研報、20, 51-59(1985)
- 5) 内藤茂三・志賀一三：日食工誌、29, 1-10(1982)