

食品保存へのオゾンの利用に関する研究（第22報）

包装ギョウザの皮の貯蔵性に及ぼすオゾン処理の影響

内藤茂三

生めんおよびギョウザの皮等の無加熱小麦粉製品は、主原料である小麦粉の微生物と製造工程での二次汚染微生物によりその貯蔵期間が決定される。既報^{1, 2)}において小麦粉をオゾン処理することにより微生物菌数を減少させることができ、小麦粉に残存する微量のオゾンにより比較的長期間微生物の増殖が阻止されることを報告した。さらにオゾン処理した小麦粉を用いて3つの工場で生めんを試作した結果、製造工程における二次汚染菌が減少すると共に貯蔵性が向上することを報告した³⁾。

この原因はオゾン処理により、小麦粉に残存するオゾンおよび生成されるオゾン化合物が増加し、これらが殺菌作用を示すのではないかと考えられる^{1, 4)}。オゾン処理した小麦粉を用いて生めんを製造した場合、オゾン処理濃度が上昇するに伴い生めんの物性に若干の変化が見られた⁴⁾。このことは小麦粉中に残存するオゾンおよび生成されるオゾン化合物が増加するに伴い、グルテンの性質に変化を及ぼしていると考えられる⁵⁾。

そこで今回は、ギョウザの皮の貯蔵性を向上させることを目的として、種々のオゾン濃度で処理した小麦粉を用いてギョウザの皮を製造し、これらの製品を貯蔵した場合の品質の変化について検討した。あわせて小麦粉のオゾン処理による物理化学的特性の変化についても若干の検討を行った。

実験方法

1. 試料

小麦粉は市販の中力粉3種類を混合したもの（水分14.2%，灰分0.37%，粗蛋白質8.9%）を用いた。

2. オゾン処理

既報³⁾と同様にオゾン処理にはオゾン濃度自動調節機（冷凍機付き、スガ試験機株式会社製、OMS-2AC）を用い、オゾン濃度0.50～50ppm、流量100ℓ／分、温度10℃で1時間処理を行った。

3. 処理試料の貯蔵条件

オゾン処理を行った試料各5kgを、ポリ塩化ビニリデン（PVDC）をコートした二軸延伸ポリエチレンフィルム（KPET）から作られた袋（70cm×30cm×60cm）に入れてシールした。これを温度20℃、相対

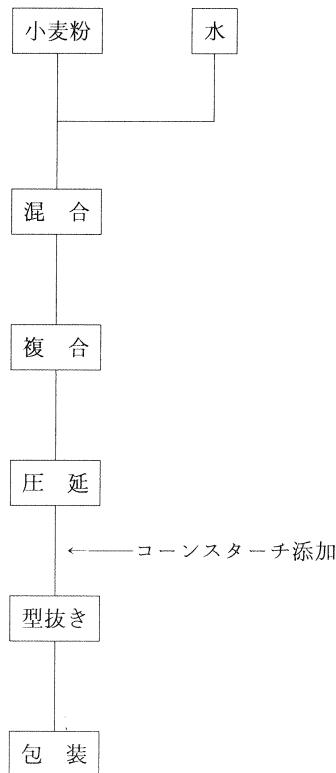
湿度75%の恒温恒湿器中に90日間貯蔵した。なおKPETの厚さは80μmで酸素ガス透過率は10.7cc/m²/24hr, atm (25°C, dry), 透湿度は6.0g/m²/24hr (40°C, 90%RH) であった。

4. 小麦粉生地の粘弾性測定

アミログラフ, ファリノグラフおよびエキステンソグラフを用いて常法⁶⁾に従って測定した。

5. ギョウザの皮の製造方法および貯蔵試験

ギョウザの皮の製造工程を第1図に示した。なお、ギョウザの皮の製造にはオゾン処理後20°Cで24時間貯蔵した小麦粉を用いた。小麦粉（水分14.2%）10kgに3,600gの水を加えて、小型ミキサーを用いて60r.p.mで30分間混合した後、複合機にかけ麵帯（9×150m/m）とし、さらに圧延機で薄くし、打ち粉（コーンスター）をふり、打抜機で製型し20枚を1組としてKNY/EVAの包材を用いて包装し、5°C, 10°Cおよび25°Cで貯蔵試験を行った。



第1図 ギョウザの皮の製造工程

6. 微生物菌数の測定

試料25gに滅菌生理食塩水を加えて全量を250mlとした後ホモゲナイズし、菌数は試料液を適宜希釀して平板培養法で測定した。なお細菌数の測定には標準寒天培地（栄研）、酵母菌数の測定にはクロラムフェニコール（30μg/L）を加えたYM寒天培地（自家製）、糸状菌数の測定にはクロラムフェニコール（30μg/L）を加えたツアペック寒天培地（自家製）をそれぞれ用いた。さらに細菌については形態学

的な観察（菌形、グラム染色性等）を行うとともに生化学的な諸性状を検討して、同定を行った。すなわち*Bacillus*は鏡検して菌形を観察すると共に芽胞の存在の確認を行い、カタラーゼ反応、グラム染色性の検討等をして同定し、*Micrococcus*は鏡検して菌形を観察すると共に、カタラーゼ反応、グラム染色性、糖の分解方法（ペプトン水使用）⁷⁾を検討して同定した。また真菌については平板上に発生したコロニーを釣菌し、スライドカルチャーを行い形態的な特徴から菌属を同定した^{8), 9)}。

7. 空気中微生物の捕集方法

空中浮遊微生物はピンホールサンプラー（三基科学株製）により毎分26.5ℓの速度で空気を2分間吸引し、標準寒天培地、クロラムフェニコール（30μg/L）を加えたYM寒天培地、クロラムフェニコール（30μg/L）を加えたツアペック寒天培地の3種類の微生物測定用平板培地に捕集した。空中落下微生物の捕集は5分間に上記平板を開放することにより行った。

8. チアミンおよびリボフラビンの測定

チアミンの定量にはチオクローム蛍光法^{10)~12)}を用いた。ギョウザの皮に少量の水を加えて加熱し、糊化後、アミラーゼを用いて糖化させ、次いで常法に従ってタカジアスターーゼ処理を行い定量用検液とした。

リボフラビンの定量にはルミフラビン蛍光法^{10)~12)}を用いた。また定量用検液はチアミン定量用と同一の抽出試料を用いた。

9. 色調の測定

測色色差計（日本電色工業株製、ND-K6B型）を使用し、ギョウザの皮をガラスセルに詰め込み、測定したデーターをUCA系（L, a, b値）で表した。

実験結果

1. オゾン処理小麦粉の物理化学的特性

小麦粉生地の粘弹性に対するオゾンの影響をアミログラフ、ファリノグラフおよびエキステンソグラフを用い、処理直後および20℃で90日間貯蔵後の小麦粉について検討した。

オゾン1時間処理（10℃）直後の結果を第1表に示した。アミログラフのデーターは、0.50～5.00 ppmのオゾン処理では各特性値の変化はほとんどみられなかった。10～50ppmのオゾン処理によりMV（最高粘度）およびMVT（最高粘度時の温度）が増加したが、GT（糊化開始温度）はほとんど変化しなかった。粘度に影響を与える主な因子はでん粉の性状およびアミラーゼ活性であると考えられている。そこでアミラーゼ活性を測定したところ、オゾン処理により全く変化が認められないので、でん粉の性状又はたんぱく質に変化があったと推定できる。

0.5～50ppmのオゾン処理では、小麦粉の吸水率およびファリノグラフでの各特性値にはほとんど変化は認められなかった。

第1表 オゾン処理小麦粉の物理化学的特性

	オゾン濃度 (ppm)						
	対照	0.50	1.00	2.00	5.00	10.0	50.0
アミログラム							
糊化開始温度 (GT, °C)	57.5	57.0	56.5	56.5	57.0	58.5	58.0
最高粘度到達温度 (MVT, °C)	88.0	87.5	87.5	88.0	88.5	91.0	92.0
最高粘度 (MV, BU)	560	555	550	555	555	560	585
ファリノグラム							
吸水率 (Abs, %)	53.2	52.5	53.0	53.0	52.8	54.1	54.0
バロリメーターバリュ (VV)	47	46	47	48	49	48	51
生地生成時間 (DT, 分)	2.5	2.5	2.3	2.5	2.5	2.7	2.5
生地の安定度 (Stab, 分)	2.0	2.5	4.0	4.7	5.0	4.6	5.0
生地弱化度 (WK, Bu)	60	60	50	55	60	55	55
エキステンソグラム							
(135分)							
伸張力 (E, mm)	115	117	115	117	118	112	115
伸張抵抗 (R, BU)	471	480	475	485	480	481	491
形状係数 (R/E)	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.3	4.3
面積 (A, cm ²)	77	78	73	70	75	70	73

オゾン処理時間：1時間, 10°C

アミログラフの測定：小麦粉65g（13.5%水分換算）に脱イオン水450mlを加え, 30°Cから95°Cまでの粘度を測定

エキステンソグラフでの結果は、135分測定結果で、R（伸長抵抗）が427BUとなり、オゾン10および50ppm処理でそれぞれ480, 490BUとなった。またE（伸長度）は対照試料が、120mmに対し、オゾン10および50ppm処理で各々118, 114mmとなった。

以上の結果よりエキステンソグラフでのオゾン処理の影響は、オゾン10および50ppm処理においてRの増加とEの減少として現わされた。

2. 微生物の変化

2.1 製造工程における変化 ギョウザの皮は製造工程に殺菌工程がないため、原料である小麦粉の微生物および製造工程中の二次汚染微生物がそのまま最終製品に移行することになる。また水分が35~40%と比較的高いため、ギョウザの皮は非常に腐敗しやすい食品ということができる。

既報^{1), 2)}において小麦粉の最適オゾン処理濃度、温度、時間および貯蔵性向上の可能性について検

討した結果、小麦粉の微生物が $1/10$ ~ $1/100$ に減少し、貯蔵性が向上すること報告した。今回は、オゾン処理小麦粉を20℃で貯蔵して90日間の経時的な菌数と菌叢の変化を調べ、貯蔵14日後の結果を第2表に示した。細菌と真菌を合わせた菌数はオゾン濃度0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0, 50ppm処理、20℃貯蔵でそれぞれ 6.2×10^2 , 5.1×10^2 , 5.0×10^2 , 2.1×10^2 , 1.2×10^2 , $9.8 \times 10^1/g$ となり貯蔵前の約 $1/2$ ~ $1/10$ の菌数となった。表は省略したが、貯蔵期間の延長(90日まで)により若干の減少傾向を示した。

これは既に報告したように²⁾、小麦粉に残存するオゾンにより菌数が減少するためである。

そこで、オゾン処理直後的小麦粉を用いて工場においてギョウザの皮を製造し、製造工程中の微生物菌数を測定した。まず、製造工程中の二次汚染微生物を検討するために、各製造工程における空気中の微生物菌数を測定した結果を第3表に示した。本工場はいずれも各工程が仕切られておらず、原料のミキシング、複合、圧延、型抜き、包装工程に至るまですべての工程は同一空間内で行われているためか、いずれの製造箇所の各測定値には大きな差異は認められなかった。従って、本工場の製造工程内はほぼ均一に微生物が拡散しているものと考えられる。なお、この製造工場の空中微生物の主要発生源の一つが食品原材料(小麦粉等)であるとすれば、原料のミキシング工程での空中浮遊微生物および空中落下微生物が他の工程よりも多くなる筈である。しかし、他の工程とほとんど差異が認められなかった。

第2表 オゾン処理小麦粉の貯蔵中における微生物菌数および菌叢の変化

	菌数/g					
	オゾン濃度(ppm)					
	0.50	1.00	2.00	5.00	10.00	50.00
総菌数(生菌数)						
貯蔵前	1.5×10^3	1.5×10^3	1.1×10^3	8.5×10^2	8.1×10^2	7.5×10^2
20℃貯蔵後	6.2×10^2	5.1×10^2	5.0×10^2	2.1×10^2	1.2×10^2	9.8×10^1
中温性耐熱性芽胞菌数						
貯蔵前	2.4×10^2	2.7×10^2	4.2×10^2	1.5×10^2	2.5×10^2	1.0×10^2
20℃貯蔵後	1.6×10^2	1.1×10^2	1.5×10^2	1.2×10^2	1.8×10^2	1.0×10^2
高温性耐熱性芽胞菌数						
貯蔵前	3.5×10	6.5×10	6.1×10	3.5×10	5.1×10	3.6×10
20℃貯蔵後	1.5×10	4.5×10	3.8×10	1.2×10	1.0×10	2.8×10
糸状菌数						
貯蔵前	1.2×10	1.1×10	1.2×10	1.3×10	1.1×10	1.5×10
20℃貯蔵後	1.2×10	1.2×10	1.1×10	1.5×10	1.1×10	1.5×10

オゾン処理：1時間、10℃、貯蔵期間：14日、貯蔵湿度：75%

このことは主要原材料である小麦粉飛散による直接的影響が少ないことを示唆するものである。特に浮遊真菌数は屋外の気候因子のうち温湿度条件によって左右される可能性が大きいものと思われる^{13), 14)}。

表には示さなかつたが、本工場の空中微生物は*Micrococcus*が主要菌種であり、その他*Bacillus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucor*が検出された。

オゾン濃度5.0ppmで10℃、1時間処理した小麦粉を用いた場合の工程中の菌数の結果を第4表に示した。

第3表 ギョウザの皮の製造工程中の空中浮遊微生物

	菌数					
	ピンホールサンプラー法			シャーレ開放法		
	細菌	酵母	糸状菌	細菌	酵母	糸状菌
原料混合機周辺	105	8	10	51	3	5
複合機周辺	98	6	17	61	2	6
圧延機周辺	110	7	15	58	3	4
コーンスターチ添加機周辺	120	6	12	75	4	8
型抜き機周辺	95	8	10	68	5	6
包装機周辺	100	7	12	70	3	7

ピンホールサンプラー法：空気53L当たりの菌数

シャーレ開放法：シャーレ5分間開放

第4表 ギョウザの皮の製造工程における微生物の変化

	菌数/g	
	対照	オゾン処理
原材料		
小麦粉	8.5×10^2	1.2×10^2
水	3.0×10 以下	3.0×10 以下
混合、攪拌	1.5×10^3	2.0×10^2
複合	2.2×10^3	2.5×10^2
圧延	3.5×10^3	3.0×10^2
コーンスターチ添加	5.1×10^3	6.2×10^2
型抜き	8.5×10^3	7.9×10^2
包装	8.8×10^3	9.5×10^2

オゾン処理：5 ppm, 10℃, 1時間, 混合、攪拌：60rpm, 30分

無処理小麦粉で製造した場合、工程が進むにつれて菌が増加した（最終製品： $8.8 \times 10^3 / g$ ）が、オゾン処理の小麦粉の場合は工程中の菌数はやや増加するもののその度合は少なかった。

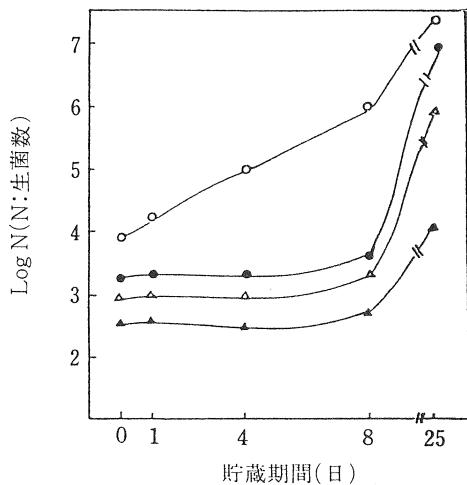
オゾン処理小麦粉を用いたギョウザの皮の菌数は、対照に比較して約 $1/10$ の菌数となったが、小麦粉に残存するオゾンによって抵抗性の比較的弱い *Micrococcus* の増殖が抑制されたことによると考えられる¹⁵⁾。

2. 2 貯蔵中における変化

工場で製造した生めんを滅菌ポリエチレン袋に入れて 5°C , 10°C , 25°C で貯蔵した。

はじめに 5°C で貯蔵した場合の細菌数の変化を第2図に示した。製造直後の対照区、オゾン濃度 0.5 , 5.0 , 50ppm 处理区の細菌数はそれぞれ 8.0×10^3 , 3.5×10^3 , 1.1×10^3 , $6.7 \times 10^2 / g$ であった。このようにオゾン処理した小麦粉で製造された生めんは初発菌数がやや減少しており、さらに貯蔵中における微生物の増殖も抑制された。即ち貯蔵1日後では対照区、オゾン濃度 0.5 , 5.0 , 50ppm 处理区の細菌数はそれぞれ 1.8×10^4 , 3.0×10^3 , 1.2×10^3 , $7.0 \times 10^2 / g$ であった。貯蔵期間の延長に伴い対照区は著しく菌数が増加したが、オゾン処理区は貯蔵8日までは増殖が抑制された。なお、図は省略したが 10°C 貯蔵では3日、 25°C 貯蔵では1日で対照区の菌数とほぼ同じとなった。

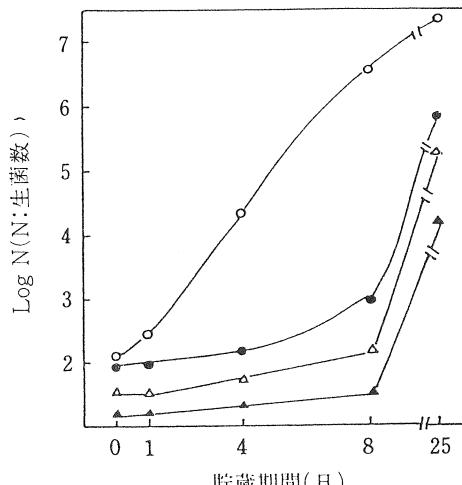
次に 5°C で貯蔵した時の酵母菌数の変化を第3図に示した。製造直後の対照区の菌数は $1.2 \times 10^2 / g$



第2図 オゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮の貯蔵中における細菌の変化

- 対照
- 0.5ppm オゾン処理
- △—△ 5.0ppm オゾン処理
- ▲—▲ 50ppm オゾン処理

貯蔵温度： 5°C



第3図 オゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮の貯蔵中における酵母の変化

- 対照
- 0.5ppm オゾン処理
- △—△ 5.0ppm オゾン処理
- ▲—▲ 50ppm オゾン処理

貯蔵温度： 5°C

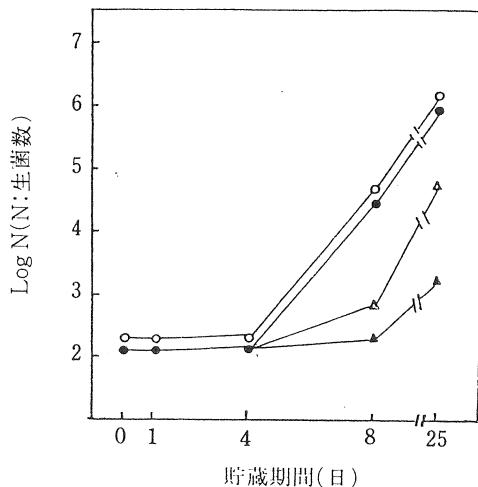
であったが、オゾン濃度0.5, 5.0, 50ppm処理区ではそれぞれ 9.5×10^4 , 5.0×10^4 , $2.0 \times 10^4/g$ であった。貯蔵期間の延長に伴い、対照区は著しく増加したが、オゾン処理区は貯蔵4日までは増殖が抑制された。しかしオゾン処理区においては貯蔵4日以後、徐々に菌数が増加し、貯蔵8日では対照区、オゾン濃度0.5, 5.0, 50ppm処理区でそれぞれ 6.5×10^6 , 3.0×10^3 , 2.0×10^2 , $5.0 \times 10^2/g$ となり、オゾン処理の濃度の差異が認められた。

なお10℃貯蔵および25℃貯蔵においては、それぞれ4日、2日貯蔵により菌が増殖し、対照区とほぼ同じ菌数となった(0.5ppm処理区)。5.0, 50ppm処理区はいずれも0.5ppm処理区よりも菌の増殖が1~2日おくれた。これは小麦粉中に残存するオゾンが酵母に作用した結果と考えられる。

また5℃で貯蔵した場合の糸状菌の変化を第4図に示した。製造直後の菌数は全試験区とも $1.2 \sim 2.1 \times 10^2/g$ であった。貯蔵4日まではいずれの試験区も菌数の増加は認められず、貯蔵8日後、対照区、オゾン濃度0.5, 5.0, 50ppm処理区の菌数はそれぞれ 9.2×10^4 , 7.0×10^4 , 8.0×10^4 , $1.5 \times 10^2/g$ となり、対照区とオゾン濃度0.5ppm処理区は著しく増加したが、オゾン濃度5.0, 50ppm処理区は増殖が抑制された。

10℃で貯蔵した時は、対照区、オゾン濃度0.5, 5.0ppm処理区は菌数が著しく増加したが50ppm処理区では抑制された。長期間(30日)貯蔵することにより、オゾン濃度50ppm処理区においても青カビが発生した。

なお25℃貯蔵では、糸状菌は発生しないが、すべて細菌により腐敗した。



第4図 オゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮の貯蔵中における糸状菌の変化

○—○ 対照 ●—● 0.5ppm オゾン処理
 △—△ 5.0ppm オゾン処理 ▲—▲ 50ppm オゾン処理

貯蔵温度：5℃

オゾン濃度0.5, 5.0, 50ppmで小麦粉を処理してギョウザを試作し, 5℃, 10℃, 25℃に25日間貯蔵後の外観をそれぞれ写真1, 2, 3に示した。

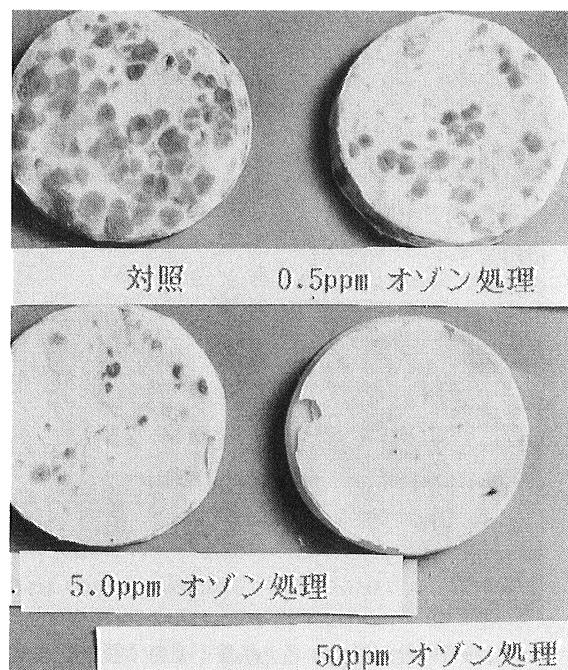


写真1 5℃で25日間貯蔵後のオゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮

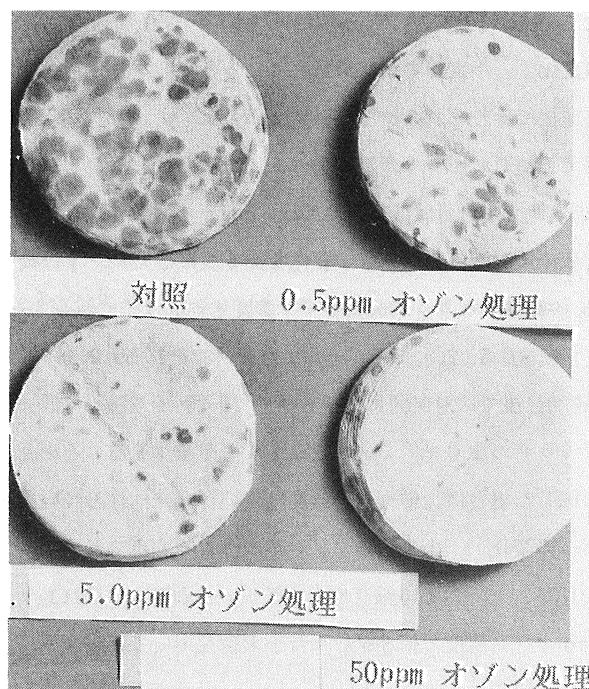


写真2 10℃で25日間貯蔵後のオゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮

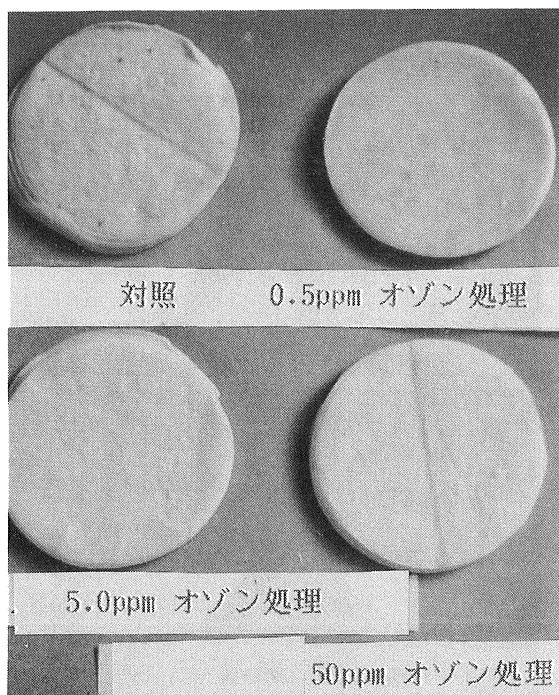


写真3 25℃で25日間貯蔵後のオゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮

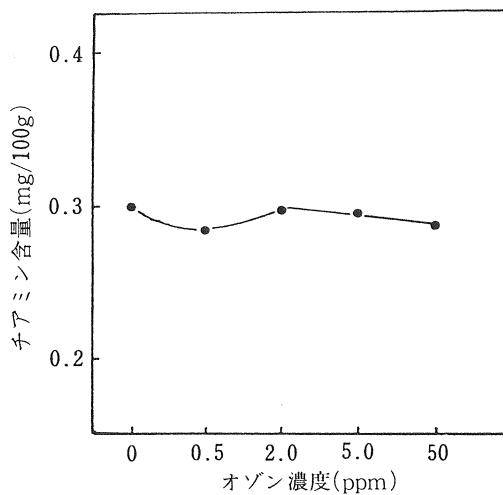
3. 食品成分の変化

3. 1 チアミンの変化 小麦粉のオゾン処理によるチアミンの分解率はオゾン濃度0.5, 5.0, 50 ppmで10℃, 1時間処理後でそれぞれ3, 2, 15%であった¹⁶⁾。オゾン濃度0.5, 2.0, 5.0, 50ppm処理小麦粉を用い、工場で製造したギョウザの皮中のチアミン含量を測定した結果、対照区、オゾン濃度0.5, 2.0, 5.0, 50ppm処理区の含量は0.27~0.30mg/100gであり差がなかった（第5図）。

次にこれらの5℃貯蔵中におけるチアミンの変化を第5表に示した。1日後では対照区および処理区は0.24~0.29mg/100gの範囲となり、50ppmオゾン濃度処理区はやや減少する傾向を示した。貯蔵8日後では対照区、オゾン濃度0.5, 2.0, 5.0, 50ppm処理区でそれぞれ0.28, 0.27, 0.26, 0.25, 0.22mg/100gとなった。貯蔵30日後では対照区および処理区で0.20~0.27mg/100gの範囲となり、オゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮のチアミンは貯蔵中にやや減少することを認めた。

10℃および25℃で貯蔵した場合は、やや分解速度は早いがほぼ同様の傾向を示した。

3. 2 リボフラビンの変化 小麦粉のオゾン処理によるリボフラビンの分解は少なく、オゾン濃度0.5, 5.0, 50ppmで10℃, 1時間処理後のリボフラビンの分解はいずれも全く認められなかった¹⁶⁾。0.5, 2.0, 5.0, 50ppmオゾン濃度で処理を行った小麦粉を用いて工場で製造したギョウザの皮のリボフラビン含量を測定した（第6図）。



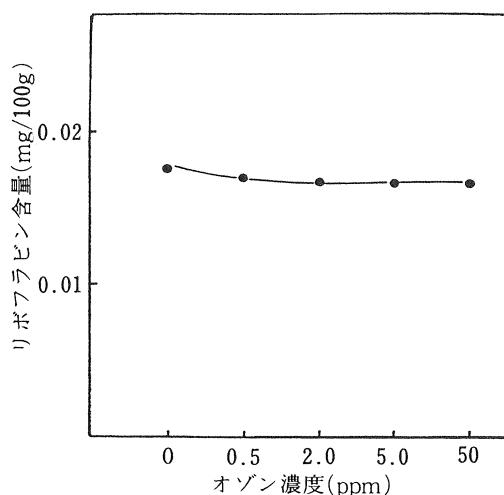
第5図 オゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮のチアミンの変化

第5表 オゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮の貯蔵中におけるチアミンの変化

貯蔵期間 (日)	チアミン含量 (mg/100 g)				
	対照	0.5	2.0	5.0	50
0	0.30	0.29	0.29	0.29	0.27
1	0.29	0.28	0.29	0.28	0.24
4	0.29	0.28	0.27	0.26	0.23
8	0.28	0.27	0.26	0.25	0.22
10	0.28	0.28	0.26	0.25	0.22
15	0.29	0.27	0.27	0.25	0.23
20	0.28	0.27	0.26	0.24	0.22
25	0.27	0.26	0.25	0.23	0.21
30	0.27	0.27	0.25	0.23	0.20

貯蔵温度: 5 °C

その結果、対照区、オゾン処理区の含量は0.018~0.019mg/100gでオゾン処理によりリボフラビンは全く変化しなかった。貯蔵中におけるリボフラビンの変化を第6表に示した。5°Cで30日間貯蔵した結果、対照区、オゾン処理区とも0.017~0.018mg/100gとなりオゾン処理による変化は全くなく、製造直後とほとんど差がないため、ギョウザの皮に含まれるリボフラビンはオゾンに対して極めて安定であることが確かめられた。また10°Cおよび25°Cで貯蔵した場合もほぼ同様の傾向を示した。



第6図 オゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮のリボフラビンの変化

第6表 オゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮の貯蔵中におけるリボフラビンの変化

貯蔵期間 (日)	リボフラミン含量 (mg/100 g)				
	対照	0.5	2.0	5.0	50
0	0.019	0.018	0.019	0.017	0.017
1	0.018	0.019	0.018	0.018	0.018
4	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
8	0.018	0.018	0.018	0.016	0.016
10	0.016	0.016	0.016	0.017	0.017
15	0.018	0.017	0.018	0.018	0.018
20	0.017	0.018	0.017	0.017	0.017
25	0.018	0.017	0.018	0.018	0.018
30	0.018	0.018	0.018	0.017	0.017

貯蔵温度：5℃

3. 3 色調の変化 5℃貯蔵中におけるギョウザの皮の色調の変化を第7表に示した。オゾン処理区のものの製造直後の色調はL値が大きくなりやや明るくなった。その値はオゾン処理濃度の増加とともに上昇し、50ppm処理区では対照区に比較して肉眼的にも明らかに明るくなった。5℃で3日間貯蔵して経時的にL, a, b値を測定した結果、いずれの値も低下し、肉眼的にも明度は低下した。L値

第7表 オゾン処理小麦粉で製造したギョウザの皮の貯蔵中における色調の変化

オゾン濃度 (ppm)	貯蔵期間 (日)				
	0	1	2	3	
L	0	81.20	81.00	77.59	78.44
	0.5	80.84	80.94	81.17	79.69
	2.0	81.79	81.20	81.26	80.70
	5.0	82.38	82.71	82.58	81.56
	50.0	84.60	84.27	84.20	82.26
a	0	- 2.59	- 2.58	- 2.92	- 2.64
	0.5	- 2.83	- 2.81	- 2.92	- 2.64
	2.0	- 2.80	- 2.75	- 2.53	- 2.72
	5.0	- 2.72	- 2.56	- 2.50	- 2.78
	50.0	- 2.03	- 2.06	- 2.26	- 2.37
b	0	17.90	17.48	16.47	16.98
	0.5	17.95	17.91	17.73	17.31
	2.0	17.94	17.80	17.25	17.10
	5.0	17.89	16.44	16.40	16.33
	50.0	17.98	17.95	15.36	15.74

貯蔵温度：5℃

の低下はオゾン処理濃度が高いほど大きく、50ppm処理区では貯蔵3日後で82.26となった。つまりオゾン処理により漂白されたギョウザの皮は3日間貯蔵中に漂白前の状態にもどる現象が認められた。

10℃および20℃貯蔵においてはその変化の程度の差異は認められるが、ほぼ同様の傾向を示した。

考 察

小麦粉のオゾン処理について殺菌効率¹⁾、貯蔵中の微生物²⁾、ビタミン¹⁶⁾、脂質¹⁷⁾および物性⁵⁾の変化、生めんの貯蔵性向上³⁾などについて既に報告した。

その結果、0.5～50ppmのオゾン濃度処理の場合、高オゾン濃度、低温、長時間処理により殺菌効率が高まり、さらに貯蔵中に微生物が減少し、チアミンおよびリボフラビンの分解は比較的少ないことを認めた。また0.5～5.0ppmのオゾン濃度では脂質の脂肪酸組成、POV、AVの変化および物性の変化はほとんど認められなかった。そこで今回は、0.5、2.0、5.0、50ppmのオゾン濃度で処理した小麦粉で製造したギョウザの皮の貯蔵性について検討した。ギョウザの皮は無加熱食品であるため、主原料である小麦

粉の汚染菌数と二次汚染菌数により貯蔵性が左右される。オゾン処理小麦粉を10日間貯蔵した場合、微生物菌数が減少した。この原因は既報²⁾のように小麦粉に残存するオゾンにより殺菌効果を生じたと思われる。このため今回は、オゾン処理直後の小麦粉を用いてギョウザの皮を製造し、二次汚染菌の影響について検討を行った。

オゾン処理小麦粉で製造したものの初発菌数が減少し、さらに貯蔵中における微生物の増殖が抑制された。これは比較的オゾン殺菌が容易な*Micrococcus, spp.*¹⁵⁾が主な二次汚染菌であったため、たとえ製造工場において二次汚染を受けてもオゾン処理区のものは残存オゾンの効果により、増殖が阻止され菌数が著しく減少したと考えられる。

オゾン処理（0.5～50ppm, 10℃, 1時間）区のチアミン含量は製造直後は対照区とほとんど差異がないが、貯蔵により5 ppm濃度以上のオゾン処理区では徐々に分解された。

これはギョウザの皮中に残存するオゾンによりチアミンが酸化分解されるものと考えられる。しかし、リボフラビンはオゾン処理により全く分解されず、酸化に対して極めて強いことが分かった。また色調はオゾン処理により若干漂白される傾向が認められ、この傾向は5～50ppmオゾン処理区で特に著しかった。

小麦粉中に存在する色素はカロチノイド系色素とフラボノイド系色素である。小麦粉はクリーム色を呈しており、その素となるカロチノイド系色素は小麦粉中では主として脂質成分と共に存し、水に対しては脂質と同様に溶解しにくい。また、この色素は熱に安定であるが、光や酸素には不安定であるため製粉工場では長い間、酸化剤による酸化が行われてきた。このため、オゾンによる小麦粉の漂白は主にカロチノイド系色素の分解によると考えられる。

要 約

1. オゾン処理した小麦粉を用いてギョウザの皮を製造し、二次汚染微生物に対するオゾン処理の影響を検討した。オゾン処理区の菌数は対照区に比較して約1/10の菌数となった。

これは小麦粉中に残存するオゾンによる二次汚染菌 (*Micrococcus, spp.*) の増殖抑制によるものと考えられる。

2. オゾン処理区のギョウザの皮は、さらに貯蔵中における微生物の増殖が抑制された。この原因是小麦粉中に残存するオゾンの微生物の増殖阻止によるものと考えられる。

3. オゾン処理区のチアミン含量は製造直後は対照区とほとんど差異はないが、オゾン濃度5.0ppm以上の処理区では貯蔵により徐々に分解されることを認めた。しかし、リボフラビンはオゾン処理により全く分解されず、酸化に対して極めて安定であった。

4. オゾン処理により色調はやや白色化し、若干漂白される傾向を示し、この傾向は特に5, 50ppmオゾン処理区が著しかった。この原因是小麦粉中のカロチノイド系色素がオゾンにより分解される

ためと考えられた。

文 献

- 1) 内藤ら：日食工誌，34, 788 (1987)
- 2) 内藤ら： 同上 ， 35, 69 (1988)
- 3) 内藤ら：防菌防黴，17, 517 (1989)
- 4) 内藤：未発表
- 5) 内藤：日食工誌，37, 810 (1990)
- 6) 日本麦類研究会：再改訂版 小麦粉ーその原料と加工品ー，p.950，日本麦類研究会(1981)
- 7) 坂崎利一訳：医学細菌同定の手引，第2版，p.68, 94，近代出版(1981)
- 8) 長谷川武治編著：微生物の分類と同定（上），学会出版センター(1984)
- 9) 小笠原和夫：カビの科学，地人書院(1984)
- 10) 日本薬学会編：衛生試験法注解，p.357～395，金原出版(1980)
- 11) 厚生省編：食品衛生検査指針Ⅰ，p.524～529，(社)日本食品衛生協会(1973)
- 12) 岩尾裕之，高居百合子編：ビタミンの分析，p.60～70，講談社(1970)
- 13) 外池：釀協，60, 13 (1965)
- 14) 岩原：同上，63, 119 (1968)
- 15) 内藤，三野宮：愛知食品工試年報，26, 104 (1985)
- 16) 内藤，難波：日食工誌，35, 794 (1987)
- 17) 内藤：同上，36, 878 (1989)