

オゾン処理がカンキツ‘不知火’果実の 長期貯蔵中の腐敗防止に及ぼす影響

池田 裕朗

キーワード：‘不知火’，オゾン，長期貯蔵，腐敗

広島県では‘不知火’果実の収穫は、通常1月下旬から2月に行い、常温で貯蔵を行った後、出荷は3月から始まり5月上旬頃まで行われる。このため、常温貯蔵においては、3月下旬頃からは外気温が急激に上昇することと、春先の降雨などによる多湿によって、貯蔵中に腐敗果が発生しやすい環境となり、しばしば腐敗果の多発が問題となっている。また、収穫から3か月以上貯蔵する長期貯蔵では、果皮の老化によりさらに腐敗果の発生を助長している。

この腐敗の原因は、樹上での果皮の老化により発生するクラッキングと呼ばれる果梗部の微細なひび割れや、収穫時などに付けられるはさみ傷などの傷口に、主に *Penicillium* 属菌などが付着することにより発生する。腐敗果の混入は市場の信頼性を低下させるだけでなく、農家の収益に大きな影響を及ぼすこととなる。

果実の腐敗防止対策には通常、収穫前に殺菌剤が散布されており、腐敗防止効果の高い薬剤や散布方法が検討されている。しかし、果実の腐敗は貯蔵後半に増加するため、収穫前の殺菌剤の散布効果は、不十分であることが考えられることから、貯蔵中に実施できる腐敗防止対策が必要となっている。そこで、筆者はフッ素に次いで酸化力が強く、強い殺菌力を示し、しかも食品への残留が無いとされるオゾンガスを用いた長期貯蔵技術について検討した。

食品保存へのオゾンの利用は、上用まんじゅう（内藤，1986）、香辛料（内藤，1987）、菓子（内藤，1998）など多数の食品について報告されている。田中ら（1998）はモモ、ブドウ等の青果物において冷温高湿庫内で負イオン（ 5×10^4 個/cm³）と低濃度オゾン（0.05ppm）の混合ガスにより鮮度を保ち長期貯蔵ができると報告している。カンキツでは、藤澤ら（2000）が‘清見’の長期貯蔵において果皮障害を避けるために、冷温高湿度条件が

適しており、貯蔵期間中にオゾンと負イオンを、各々0.05~0.12ppm、 $2 \sim 8 \times 10^4$ 個/cm³の濃度で庫内に充満させることにより、カビ類の発生はほとんど見られなかったと報告している。

また、*Penicillium* 属孢子の殺菌作用については、内藤（1982）は液体でオゾン0.3~0.5mg/Lを45~60分処理することで死滅に至ると報告している。しかし、‘不知火’果実における貯蔵中のオゾン処理による腐敗防止効果については報告されていない。

本調査で‘不知火’果実におけるオゾン処理による腐敗防止技術について若干の知見を得たので、その結果を報告する。

材料および方法

1. 常温条件下におけるオゾン処理濃度の違いが‘不知火’果実の腐敗発生に及ぼす影響

供試果実は、豊田郡瀬戸田町に植栽され、12月下旬に腐敗防止剤のチオファネートメチル（2000倍）を散布し、その後、防寒資材である三重袋で被袋されたもので、2000年1月30日に収穫した‘不知火’果実を用いた。また、供試果実数は、果梗部の切り返し時にはさみによって付けられた傷が確認できた70果（以下有傷果実と記す）と、確認できなかった45果（以下無傷果実と記す）の合計115果とした。

貯蔵は広島県立農業技術センター果樹研究所柑橘研究室（三原市木原町）の容積5.25m³の恒温貯蔵庫を用いた。果実は底に新聞紙を敷いたプラスチックコンテナ（36×52×30cm）に果梗部が上になるように並べ、果実を3段重ねとした。貯蔵庫内の温度は、農家等の常温貯蔵庫で活用できるように柑橘研究室における平均外気温の平年値を半旬毎に設定し、常温条件とした（図1）。湿度は80%以上とした。

オゾン処理は2000年2月25日から開始し、オゾン発生

量200mg/h および800mg/h の発生器（ニッスイ（現 J.E.C）社製 SBI-L40 および L200）を用い、1 時間毎に30分間行った。処理終了直後のオゾン濃度は高濃度区：75ppm、中濃度区35ppm、低濃度区：20ppm、無処理区：0 ppm とした。処理開始14日目以降は濃度障害が発生したことから、処理間隔を12時間毎に広げることで処理濃度を低下させ、処理終了直後のオゾン濃度は、中濃度区0.6~0.8 ppm、低濃度区：0.3~0.4ppm および無処理区：0 ppm とした。オゾン発生時には負イオンを 5.0×10^4 個発生させた。

腐敗果の発生調査は14日毎に行い、腐敗の初発部位と腐敗原因を調査した後、腐敗果は廃棄した。

2. 刺傷の深さとオゾン処理による腐敗防止効果

前述の1. と同様にして収穫した無傷の‘不知火’果実を用いた。果実への刺し傷処理は、柑橘研究室で栽培、貯蔵していたネーブルオレンジの緑かび病が発生した果実を水中に浸漬し攪拌して作成した緑かび病菌の孢子懸濁液に浸した注射針で行った。果実への付傷は、果実側面の位置に果皮表面から0, 1, 2, 3, 5 mm の深さに、1 か所/果行った。処理した果実は、前述の恒温貯蔵庫に入れオゾン処理を行った。オゾンガスは12時間毎に30分間発生させ、0.6ppm で処理を行い、オゾンガス発生時には負イオンを 5.0×10^4 個発生させた。貯蔵温度は柑橘研究室の半旬別平均外気温に合わせて半旬毎に設定し(図1)、湿度80%以上として貯蔵し、腐敗果実の発生数を調査した。

3. 低温条件下におけるオゾン処理方法の違いが果実の腐敗発生に及ぼす影響

供試果実は広島県立農業技術センター果樹研究所柑橘研究室ほ場に栽植され、腐敗防止剤を散布せず、2001年2月8日に収穫した‘不知火’の無傷果実100果を用いた。2001年2月15日から貯蔵を開始し、貯蔵条件は湿度70%

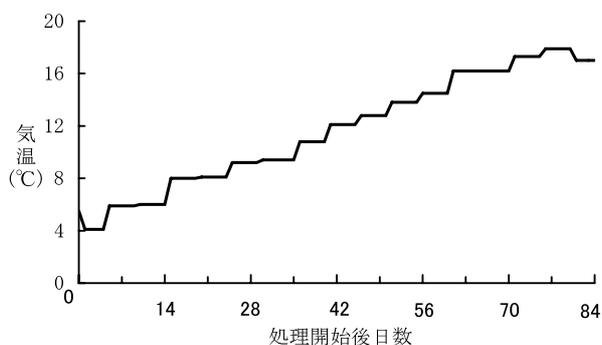


図1 貯蔵中の貯蔵庫の温度変化

以上、温度は農協等の低温貯蔵庫の活用を想定して5℃とした。処理区はオゾン発生量200mg/h の発生器を用いて、オゾンガスを12時間毎および24時間毎に30分間発生させてガス濃度を0.8ppm としたオゾン2 回処理区およびオゾン1 回処理区、0.1ppm 以下の低濃度オゾンガスを常時発生させる低濃度オゾン区、エチレン除去を常時行うエチレン除去区および無処理区を設けた。なお、オゾン2 回処理区および1 回処理区では、オゾンガス発生時には負イオンを 5.0×10^4 個発生させた。

腐敗果実の発生数については7日毎に調査を行い、果実品質は糖酸度分析装置（堀場製作所製、NH-1000）を用いた。また、食味に変化がないか調査した。

さらに、出庫後の店持ち試験として、2001年6月14日にオゾン処理を終了した後、常温（平均気温19.5~20.2℃）状態における腐敗発生について調査した。

結果および考察

1. 常温条件下におけるオゾン処理濃度の違いが‘不知火’果実の腐敗発生に及ぼす影響

高濃度区では処理14日目には果皮が茶褐色に変色し、さめ肌状の果皮障害が発生したため、試験処理を中止し、処理区から除いた。この果皮の変色は、ハッサクなどの果実の虎斑症の症状に類似していたことから、過剰な濃度のオゾンの強い酸化力によって、果皮内のポリフェノール類が酸化されて褐変したものと考えられる。*Penicillium* 属菌は0.6ppm のオゾンガスにより100%死滅すると原口ら(1969)が報告しているため、当初0.6ppm を中心とした処理区を設定する予定であった。しかし、処理開始14日目まではオゾン処理時間の間隔が1時間と短く、オゾンが蓄積して高濃度区では75ppm もの高濃度となったと考えられ、1 時間毎にオゾンガスを発生させる処理を継続すると、中濃度、低濃度区でも果皮色の変化が懸念された。そのため、その後は処理間隔を12時間毎に広げることでオゾン処理濃度を低下させて試験を継続した。その結果、12時間処理間隔での処理直後のオゾン濃度は、中濃度区0.6~0.8ppm、低濃度区：0.3~0.4 ppm となり、無処理区は0 ppm となった。

無傷果実によるオゾン処理試験では、処理98日目の累積腐敗果率は、無処理区の26.7%に対し、中濃度区が5.3%、低濃度区は9.3%と低く、腐敗防止効果が認められた。腐敗果実発生推移をみると、無処理区では処理28日目（3月24日）から腐敗果率が急激に上昇、その後も増加したのに対し、中濃度区では70日目（5月2日）まで腐敗果の発生は認められず、その後も緩やかな発生

にとどまった。低濃度区では、28日目（3月24日）に腐敗果の発生が認められたが、その後の発生は中濃度区同様、緩やかな発生を示した（表1）。

有傷果実を用いたオゾン処理における処理98日目（6月1日）の累積腐敗果率は、無処理区の30.0%に対し、中濃度区が17.5%で腐敗防止効果が認められたが、低濃度区では、無処理区より5%少ない発生率にとどまった。なお、無処理区および低濃度区では処理28日目から腐敗果率が急激に上昇したのに対し、中濃度区では56日目から上昇する傾向が認められた。また、その後の腐敗果の発生は低濃度区では56日目、無処理区では70日目以降の新たな発生は認められなかった（表1）。

これらのことから、オゾンの処理濃度は、本調査では処理14日目までは、35ppmと高かったが、高濃度区の果皮障害発生以後に、処理間隔を広げて処理濃度を下げた後の0.6ppmでも腐敗防止効果が認められた。そのため、今後、さらに適正な濃度を調査する必要はあるが、0.6ppmの濃度付近で腐敗防止効果を得られるものと考えられた。しかし、腐敗防止効果が認められた中濃度区でも、有傷果実では、累積腐敗果率が高いことから、果皮に傷がある場合には、オゾン処理効果は低い。したがって、オゾン処理による貯蔵を行う場合には、収穫時や果梗枝の切り返し時などに、ハサミ等で傷を付けないようにすることが重要である。

無傷果実における腐敗の初発部位は、オゾン無処理区では果梗部が20果中15果と非常に高かったのに対し、オゾン処理区（中濃度区および低濃度区）では、全体の腐敗果実は少なかったものの、腐敗の初発部位は果頂部や果実側面が多く、果梗部からの腐敗は1果のみしか認めら

れなかった（表2）。一般的に‘不知火’果実の腐敗の多くは、果梗部分と果頂部分から発生し、しかも前者で多い傾向がみられる。果梗部は成熟に伴い微細なクラッキングが発生しやすいこと、デコ部分の凹みに水滴などが溜まりやすいこと、果頂部の果皮には、雌ずいの脱落痕跡や、へそ状の傷などがある場合が多いことなどが、腐敗しやすい原因と考えられる。

本試験では、オゾン処理区ではこの果梗部の発生はほぼ抑制したことから、こうした微細な傷からの腐敗に対する抑制効果は高いと考えられる。しかし、容器に接していた果頂部の腐敗の抑制効果は低かった。

有傷果実での初発部位は、無処理区で12果中9果、低濃度区でも10果中6果と果梗部からの腐敗が多かったが、中濃度区では果梗部からの発生は認められなかった（表2）。このことから、中濃度区のオゾン処理によって、通常の作業中に生じる傷からの腐敗は、かなり抑制できる可能性が高いと考えられる。

また、観察では中濃度区では果実を三段重ねとした時に一番下となってコンテナと接している果頂部からの腐敗がやや多かった。

このようにオゾン処理による果梗部側からの腐敗はほぼ防止できたが、果頂部からの腐敗発生に対しては、プラスチックコンテナに密着した部分へのオゾンの効果がおよびにくかったものと考えられる。これは、貯蔵中には果梗部を上にして貯蔵していたこと、オゾンガスの比重は空気より重く、空気1.0に対してオゾンは1.7である（内藤、1987）ため、上から下へ動きやすいことから、果梗部はオゾンの被曝を受けやすい状態にあったためと考えられる。

表1 オゾン処理が貯蔵中のカンキツ‘不知火’果実の累積腐敗果率に及ぼす影響

果実の傷の有無	オゾン処理区	累積腐敗果率 (%)							
		0	14	28	42	56	70	84	98(日)
無	高濃度	0.0	0.0						
	中濃度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	4.0	5.3
	低濃度	0.0	0.0	4.0	5.3	8.0	8.0	9.3	9.3
	無処理	0.0	4.0	20.0	21.3	24.0	25.3	25.3	26.7
有	高濃度	0.0	2.5						
	中濃度	0.0	0.0	5.0	5.0	12.5	12.5	15.0	17.5
	低濃度	0.0	5.0	15.0	22.5	25.0	25.0	25.0	25.0
	無処理	0.0	2.5	20.0	22.5	27.5	30.0	30.0	30.0

注) 高濃度区：処理開始14日目まで75ppm，中濃度区：処理開始14日目まで35ppm，14日目以降0.6～0.8ppm。

低濃度区：処理開始14日目まで20ppm，14日目以降0.3～0.4ppm，無処理区：0ppm。

果実の傷の有：果梗部の切り返し時にはさみによって付けられた傷が確認できた果実。無：確認できなかった果実。

温度：常温条件，湿度：80%以上，負イオン： 5.0×10^4 個/cm³。

以上のことから、常温貯蔵庫での、‘不知火’果実の長期貯蔵においては、無傷の果実を用いてオゾンを12時間ごとに30分間発生させて、0.6ppmで処理を繰り返す必要があると考えられた。

2. 刺傷の深さとオゾン処理による腐敗防止効果

無処理区では、日数の経過に伴って累積腐敗果率は高くなった。しかも、刺傷の深さが深くなるほど処理開始5日目の累積腐敗果率は高くなり、処理開始25日目には刺傷の深さ2mm以上では累積腐敗果率は100%となった(表3)。

一方、オゾン処理区は、いずれの刺傷の深さにおいても累積腐敗果率は無処理区に比べて明らかに低かった。

刺傷の深さ別に比較すると、刺傷の深さ1mmの累積腐敗果率は、25日目に無処理区では86.7%であったのに対し、オゾン処理区で30.0%と腐敗防止効果が認められた。しかし、刺傷の深さ2mm以上になると、処理開始25日目の累積腐敗果率はオゾン処理区でも86.7~100%となり、腐敗防止効果は認められなかった。貯蔵7日までの短期間では、刺傷の深さが3mm以下の場合、オゾン処理区の腐敗果率は3.3%以下で、無処理区と比較して顕著な腐敗防止効果が認められた(表3)。

オゾンガスは組織内部にまで侵入して殺菌する性質はないため、微細な傷で深さが1mm以上の場合には、オゾンガスが達しにくく、そのために腐敗防止効果が劣ると考えられる。したがって、前述のとおり、オゾン処理による貯蔵を行う場合には、収穫時や果梗枝の切り返し時などに、ハサミ等で傷が付いていない果実を用いることが重要である。

3. 低温条件下におけるオゾン処理方法の違いが果実の腐敗発生に及ぼす影響

貯蔵温度5℃の低温貯蔵中においては、無処理区では、処理21日目から腐敗の発生が認められ、その後は少しずつ増加した。処理開始90日後から累積腐敗果率は急激に高まり、処理終了時には30%まで腐敗が発生した。無処理区以外では、処理開始60日目までは腐敗果の発生は少なく、その後一時的に急激な増加が見られたが、漸増傾向にあった。処理120日目の腐敗果率は、無処理区で30.0%であったのに対し、オゾン2回処理区および1回処理区で14.0%、16.0%と低かった。低濃度オゾン区およびエチレン除去区では、23.0%および25.0%で腐敗防止効果は低かった。オゾン2回処理区は、いずれの調査日においても、累積腐敗果率は他処理区に比較して低くなった。特に処理開始60日後までは累積腐敗果率0.9%で腐敗防止効果は高かったのに対して、その他の処理区は60日目頃まではほぼ同様の累積腐敗果率で推移したが、4月27日以降、低濃度オゾン区およびエチレン除去区では10%を超える累積腐敗果率となった(図2)。

オゾン1回および2回処理区で腐敗防止効果が高かったのは、*Penicillium*属はオゾン濃度0.6ppmでほぼ100%の致死に至るとされており(原口ら, 1969), 本調査ではオゾン濃度0.8ppmであったことと、5℃の低温での貯蔵であったため果実体質の低下と腐敗発生の原因である*Penicillium*菌の増殖を抑えることができたことによると考えられる。低濃度オゾン区ではオゾン濃度が*Penicillium*菌の致死濃度に達していないことや、田中ら(1998)が報告している負イオンをオゾンガスに混合させなかったこと、エチレン除去区では、老化物質であるエチレンを除去することにより果実体質の低下を抑制

表2 オゾン処理が貯蔵中のカンキツ‘不知火’果実の腐敗初発部位に及ぼす影響

果実の傷の有無	オゾン処理区	調査果数	果梗部 (果)	果実側面 (果)	果頂部 (果)	全面 (果)
無	中濃度区	4	0	1	3	0
	低濃度区	7	1	3	3	0
	無処理区	20	15	2	3	0
有	中濃度区	7	0	3	4	0
	低濃度区	10	6	1	1	2
	無処理区	12	9	0	2	1

注) 中濃度区：処理開始14日目まで35ppm、14日目を以降0.6~0.8ppmで処理を行う。

低濃度区：処理開始14日目まで20ppm、14日目を以降0.3~0.4ppmで処理を行う。

無処理区：0ppmで処理を行う。

果実の傷の有：果梗部の切り返し時にはさみによって付けられた傷が確認できた果実。

無：確認できなかった果実。

温度：常温条件、湿度：80%以上、負イオン： 5.0×10^4 個/cm³。

することだけでは *Penicillium* 菌の増殖を抑えきれなかったことが、腐敗果率が高かった原因であると考えられる。

本調査では収穫前に腐敗防止剤を散布していない果実を用いたが、オゾンを1日当たり1ないし2回処理することを繰り返すことで、120日の貯蔵期間中の腐敗果率を15%程度に抑えることが可能であった。そのため、農薬の使用回数を減らしてもオゾン処理によって長期貯蔵が可能であると考えられる。

果実品質は、無処理区では糖度は減少したが、その他の区では処理前より同等もしくは上昇した。クエン酸含量は、無処理区で最も低下し、処理終了時には1.07%であったのに対し、オゾン2回処理区および1回処理区では、1.25%、オゾン低濃度区およびエチレン除去区では1.41%と酸の減少が抑えられた（表4）。

果実は貯蔵中も酸を呼吸により消耗していくため、少しずつ酸含量の低下が見られるが、オゾン低濃度区およびエチレン除去区では、常時オゾンガスが発生したり、

表3 オゾン処理が刺傷処理を行ったカンキツ‘不知火’果実の腐敗初発部位に及ぼす影響

処理区	処理開始後 日数	累積腐敗果率 (%)				
		刺傷の深さ (mm)				
		0	1	2	3	5
オゾン処理区	5日	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7日	0.0	0.0	0.0	3.3	43.3
	10日	0.0	6.7	30.0	43.3	86.7
	25日	0.0	30.0	86.7	93.3	100.0
無処理区	5日	0.0	10.0	40.0	60.0	96.7
	7日	0.0	36.7	50.0	83.3	100.0
	10日	0.0	46.7	70.0	96.7	100.0
	25日	20.0	86.7	100.0	100.0	100.0

注) オゾン処理区はオゾンガスを12時間ごとに30分間発生させ、0.6ppmで処理した。
温度：常温条件、湿度：80%以上、負イオン： 5.0×10^4 個/cm³。

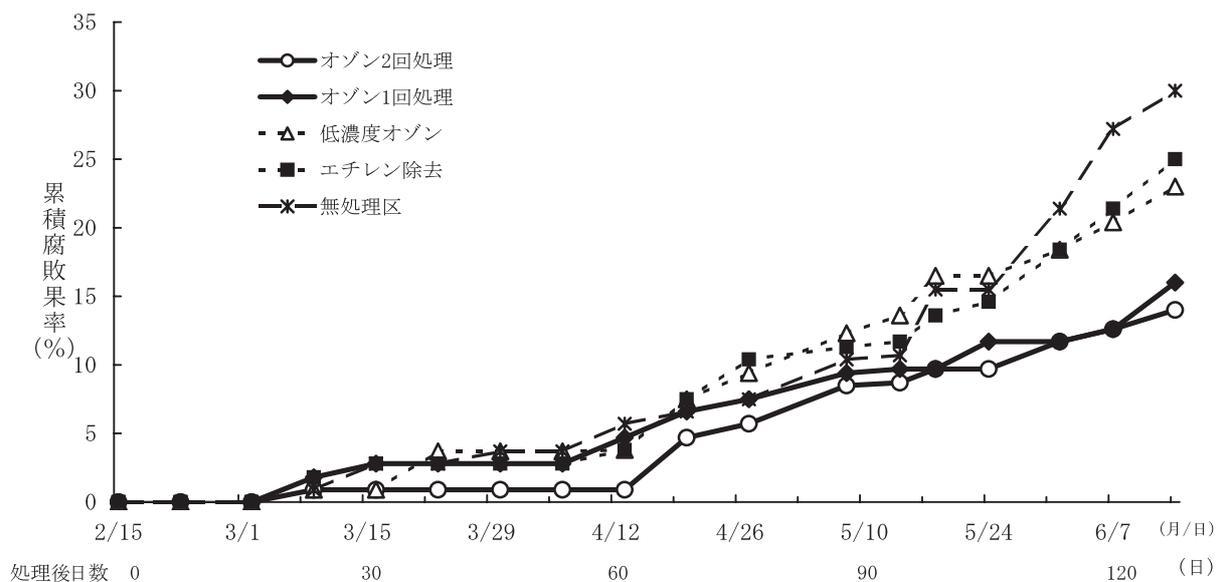


図2 カンキツ‘不知火’へのオゾン処理方法の違いが累積腐敗果率に及ぼす影響（2001年）

注) オゾン2回処理区：12時間毎に30分間発生し0.8ppm、オゾン1回処理区：24時間毎に30分間発生し0.8ppm、低濃度オゾン区：0.1ppm以下のオゾンを常時発生、エチレン除去区：常時エチレン除去、無処理区：オゾン処理およびエチレン除去を行わない。
貯蔵温度：5℃、湿度：70%以上。

表4 オゾン処理方法の違いが‘不知火’の果実品質に及ぼす影響(2001年)

処 理 区	Brix	クエン酸含量 (%)
処 理 前	14.7	1.71
オゾン2回処理	14.6	1.26
オゾン1回処理	14.6	1.25
低濃度オゾン	14.8	1.41
エチレン除去	15.1	1.42
無 処 理	14.2	1.07

注) オゾン2回処理区：オゾンガスを12時間ごとに発生させて0.8ppmの濃度で処理。
 オゾン1回処理区：オゾンガスを24時間ごとに発生させて0.8ppmの濃度で処理。
 低濃度オゾン区：0.1ppm以下のオゾンガスを常時発生。
 エチレン除去区：エチレン除去を常時行う。
 無処理区：オゾン処理およびエチレン除去処理を行わない。
 温度：5℃，湿度：70%以上，果実は腐敗防止剤を無散布で収穫。

表5 オゾン処理が長期貯蔵(120日)後の‘不知火’果実の腐敗発生に及ぼす影響(2001年)

処理区	累積腐敗果率 (%)			
	0日後	3日後	5日後	7日後
オゾン2回処理	0.0	12.8	12.8	29.1
オゾン1回処理	0.0	7.1	7.1	21.4
低濃度オゾン	0.0	23.4	23.4	36.4
エチレン除去	0.0	21.3	22.7	37.3
無 処 理	0.0	17.1	17.1	32.9

注) オゾン2回処理区：オゾンガスを12時間ごとに発生させて0.8ppmの濃度で処理。
 オゾン1回処理区：オゾンガスを24時間ごとに発生させて0.8ppmの濃度で処理。
 低濃度オゾン区：0.1ppm以下のオゾンガスを常時発生。
 エチレン除去区：エチレン除去を常時行う。
 無処理区：オゾン処理およびエチレン除去処理を行わない。
 温度：5℃，湿度：70%以上，果実は腐敗防止剤を無散布で収穫。

エチレンが分解されており，呼吸による酸の消耗が非常に少なかったと考えられる。しかし，オゾン1および2回処理区では，1日当たり30分ないしは60分間のみオゾンガスが発生しており，それらが消滅して再度オゾンガスが発生するまでの間に，呼吸により酸が消費していると考えられる。そのため，無処理区で最も減酸が促進され，オゾン低濃度区およびエチレン除去区で減酸が鈍化したものと推察される。

処理終了時の風味，特に香りと瑞々しさはオゾン1および2回処理区でやや低下したが，商品性を大きく低下させるものではなかった。

出庫後の腐敗果率は，オゾン1回区を除いて出庫3日後には腐敗果発生率が10%以上となった。出庫後7日目の累積腐敗果率は，オゾン1回区で20.9%と他の区より低く，その他の処理区では29.0%以上で明らかな差は認められなかった(表5)。これらの原因は，オゾンガスの半減期は90分程度と言われており，処理を終了すること

でオゾンガスによる殺菌効果が明らかに低下し，それらが完全に消滅した後は，腐敗の発生が急激に起こったと予想される。今後は，輸送および店頭での腐敗抑制方法について検討する必要がある。以上の結果より，収穫前の腐敗防止剤の散布を行わず，収穫された‘不知火’果実の腐敗発生を抑制し4ヶ月以上の長期貯蔵を行うには，5℃の低温貯蔵庫内で保存し，オゾン濃度0.8ppmと負イオンの処理を貯蔵庫の気密性により，12時間ないしは24時間ごとに行う方法が効果が高いと考えられた。オゾンガスを用いた長期貯蔵を行うにあたっては，貯蔵庫内のオゾン濃度を0.6ppm以上に確保し，なおかつ庫内全体にガスを拡散させる必要があることから，オゾン発生に使用する原材料である空気は，温湿度変化が少なく埃などの不純物をあまり含まないこと，オゾンガスの噴出口は貯蔵庫上部の冷房設備の吹き出し口の前にあること，オゾン発生器本体は吹き出し口より高い位置に設置すること，空気が循環できる冷房設備があること，貯

蔵庫は機密性が高いことなどが必要である。さらに、オゾンの労働環境における許容濃度（8時間平均値）は0.1 ppm 以下となっているため、オゾンを発生させる時間帯は、作業が行われにくい夕方から早朝までとする必要がある。貯蔵庫内での作業を行う場合には、オゾンガスが発生しないように発生装置の電源を切る、環境オゾンモニター等の検出器を設置する（宗宮ら、1993）などの対策を講じる必要がある。また、貯蔵する果実は、収穫・運搬時に丁寧に扱うこと、特に果梗枝の切り返し時にはハサミにより刺し傷が付いていないことが必要不可欠である。

摘 要

カンキツ‘不知火’果実の長期貯蔵中における腐敗を防止するために、オゾンガスを用いて、腐敗防止効果の高い処理濃度、処理方法および果実品質に及ぼす影響について検討を行った。

1. 常温条件下の貯蔵においては、湿度80%の貯蔵庫内で腐敗防止剤を散布した無傷の果実を用いた時、負イオン 5.0×10^4 個とオゾン濃度が処理14日目までは35ppm となるように1時間ごとに30分間、14日目以降は0.6~0.8ppm となるように12時間ごとに30分発生させる処理により、処理98日後の腐敗果率を無処理区の1/5程度に抑えることができ、長期貯蔵が可能であった。
2. 緑かび病菌の孢子懸濁液に浸した注射針で刺傷処理した果実を、1. と同様な条件でオゾン処理を行い貯蔵したところ、腐敗果率は、刺傷の深さ1 mm 以下では無処理の1/3程度で腐敗防止効果が認められたが、2 mm 以上では効果は認められなかった。
3. 5℃の低温条件下においては、腐敗防止剤を散布していない無傷の果実でも、湿度70%以上の貯蔵庫内で、負イオンを 5.0×10^4 個とオゾン濃度が0.8ppm となるようガスを12時間ないし24時間ごとに30分間発生させる処理により、処理120日後の腐敗果率を無処理区の1/2程度に抑えることができ、長期貯蔵が

可能であった。貯蔵後の果実糖度は無処理区と差がなく、酸度の減少はオゾン処理により0.18~0.19%抑制された。

謝 辞

本研究の実施にあたり、J.E.C 株式会社の大和巖氏には多大なるご支援、ご指導いただいた。また、小川勝利 広島県立農業技術センター果樹研究所長、栗久宏昭 副主任研究員にはご助言を頂いた。調査、分析にあたっては当研究室の一同には多大になる協力を得た。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

- 藤澤弘幸・高原利雄・緒方達志：2000. 冷温高湿貯蔵により、予措をせずに貯蔵した‘清見’タンゴールの果皮障害は抑制される. 園学雑. 69(別1)：213.
- 原口達一・清水湖・相磯和嘉：1969. オゾンによる鮮魚の保存. 日水誌. 35：915.
- 内藤茂三：1986. 上用まんじゅうのオゾン処理による保存性向上. 愛知食品工試年報. 27：30-38.
- 内藤茂三：1987. 食品保存へのオゾンの利用に関する研究(第20報) 香辛料のオゾン処理. 愛知食品工試年報. 28：80-87.
- 内藤茂三：1987. 食品保存へのオゾンの利用. 食品工業. 30(18)：28-48.
- 内藤茂三：1998. 食品保存へのオゾンの利用に関する研究(第37報) 菓子に生育する糸状菌とオゾン水殺菌. 愛知食品工技年報. 39：57-65.
- 内藤茂三・志賀一三：1982. 水中微生物に対するオゾンの殺菌作用. 日食工誌. 29：1-10.
- 田中敬一・朝倉利員・谷村泰宏・村松昇・石川(高野) 祐子・平山大秀・廣辻淳二：1998. 冷温高湿庫に貯蔵した果実の成分変化・負イオンとオゾン混合ガスにより微生物制御. 園学雑. 67(別2)：160.

Effect of the Ozonization on the Long-range Storage of Citrus 'Shiranui' Fruits

Hiroaki IKEDA

Summary

To prevent fruit rot during the long-range storage of citrus 'Shiranui', effects of ozone gas concentration and methods of ozone gas treatment were examined. Simultaneously, quality of fruit treated with ozone gas was also evaluated. In this experiment, fruit stored at room temperature were exposed to ozone gas at 35 ppm for 30 min every 1 hour in first 14 days, and followed at 0.6-0.8 ppm for 30 min every 12 hours till 98 days. Further, fruit stored at 5°C were exposed at 0.8 ppm for 30 min every 12 hours or 24 hours, that twice or once per day.

1. Only 5.3% of the ozonized fruit were rotted but 26.7% of non-ozonized fruit were rotted at room temperature after 98 days.
2. The effect of ozonization on the disease incidence of green mold was investigated using needle inoculation system. Percentage of diseased fruit under storage reduced to 30% after the ozonization, when the depth of injury by inoculation was less than 1 mm. However, prevention of fruit rot could not be observed when the depth of the injury was greater than 2 mm.
3. 14.0-16.0% of the ozonized fruit at 5°C were rotted as compared with 30.0% of non-ozonized fruit.
4. Ozone gas showed a slight inhibitive effect on decrease of acid but little effect on sugar content after long-range storage at 5°C.

Key Words : 'Shiranui' fruits, ozone gas, long range storage, fruit rot