

エチレンガス制御による果実の鮮度保持及び追熟促進技術

誌名	実用化技術レポート
ISSN	
著者名	農林水産技術会議事務局
発行元	農林統計協会
巻/号	133号
掲載ページ	p. 19-40
発行年月	1985年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



昭和59年度(2)

実用化技術レポート



農林水産技術会議事務局

1985

昭和59年度(2)

実用化技術レポート

(No. 133)

エチレンガス制御による果実の鮮度 保持及び追熟促進技術

目 次

I	技術開発の背景とねらい	20
II	試験研究結果の要約と新技術の特徴	20
1.	試験結果の要約	20
2.	新技術の特徴	21
III	試験研究結果の概要	21
1.	エチレン吸収剤利用によるウメの鮮度保持技術	21
(1)	エチレン吸収剤封入の効果と包装条件の検討	21
(2)	エチレン吸収剤封入による鮮度保持試験	23
2.	エチレン処理によるカキの短期脱渋果追熟促進技術	25
(1)	エチレン処理条件の検討	25
(2)	カキの短期脱渋果のエチレン処理による追熟促進試験	30
(3)	渋ガキの短期脱渋装置の設計並びに運転方法	33
IV	新技術の効果及び留意事項	39
V	参考文献	40

I 技術開発の背景とねらい

青ウメは梅干し、梅酒の原料として利用されるが、加工適期は、果実の黄化が始まる内果皮黄化完了期ないし、それより少し前とされている。収穫はその頃に行うのが良いことになるが、このような果実は、収穫後にエチレン排出量が急増するとともに黄化軟熟し、とくに小梅ではこれらの変化が急速に進むため、市場流通時にしばしば問題となる。品質のよい青ウメを出荷するには、何らかの鮮度保持対策をとる必要がある。

渋ガキのアルコール脱渋では、一般には15 kg詰段ボール箱に果実を詰め、その上から35%前後のアルコール水溶液を散布する方法がとられている。この方法は、脱渋期間が2週間前後と長く、出荷しても輸送中に脱渋が終了しないため、市場近くで一時保管し、脱渋が終わるのを待って市場取引きされるのが実状である。一時保管する場所の確保の問題、所定の脱渋期間が経過しても渋味が残ったり、あるいは汚損果が発生したりする問題等、現状の市場流通には不利な面が多い。このため、一部の産地ではアルコール脱渋に加温または炭酸ガス処理を併用し、短期脱渋した果実を出荷している。しかし、このような短期脱渋効果は果肉が硬いため、さわし柿として十分な評価が得られていない。さわし柿は肉質が粘質で甘味を多く感じるのが特徴であり、このような果実を出荷するには、何らかの追熟促進を図る必要がある。

エチレンは収穫後の果実の成熟、すなわち追熟と密接な関係があり、エチレン濃度が高い環境下では、これを除去することにより、追熟が抑制され、一方、エチレンがほとんど検出されない環境下では、それを添加することにより促進されると言われている。もちろんエチレンに対する反応は果実の種類によって異なるが青ウメや渋ガキはそれを極めて敏感に反応する果実である。そこで、青ウメではエチレン吸収剤利用による鮮度保持について、渋ガキの短期脱渋果では、エチレン処理による追熟促進について検討した。

なお、この実用化レポートは、1981年～1983年に行った総合助成試験の一部をまとめたものである。

II 試験研究結果の要約と新技術の特徴

1 試験結果の要約

(1) 青ウメの鮮度保持技術

現行出荷段ボール箱(大きさ30×27×16cm)の内側に、針穴付きポリエチレン袋(厚さ30 μ , 大きさ65×75cm, 144個のつき穴をもめん針であけたもの)をあてて、この中に果実1kgを詰めた開孔ポリエチレン袋(厚さ30 μ , 大きさ20×30cm, 直径8mmの穴を12個あけたもの)6個と、市販のエチレン吸収剤2袋を入れて針穴付きポリエチレン袋の口を折り込んで包装した。この方法では、青ウメの果肉軟化を抑

制し、果肉の褐変を防止して、果実の鮮度を保持できることを認めた。

(2) 渋ガキの短期脱渋果の追熟促進技術

気密性と保温性に優れた脱渋室（床面5.0m²）と加温用ヒーター、室内空気攪拌用ファンモーター等を組み合わせた脱渋装置を試作した。その中に果実を1.7t搬入した後、室内を30℃付近まで速やかに昇温させるとともに、アルコールを散布し、脱渋処理を行った。処理開始2日後に脱渋室を一時開放して室内空気を入れかえた後、エチレン濃度が5ppm前後になるよう25~35mlのエチレンを添加して、1日間の処理を行った。3日後に脱渋室より果実を搬出した。この方法では、果肉が適度に軟化して粘質で、甘味の強いさわし柿ができることを認めた。

2 新技術の特徴

(1) 青ウメの鮮度保持技術

現行の出荷作業の外に、針穴付きポリエチレン袋に包装すること、袋の内部にエチレン吸収剤を封入することの二つが加わる。これらの作業はいずれも簡単であるので、このことで労力を多く要する必要はとくになく、現場ですぐに活用できる。

選果場で取扱う1回の出荷量は、ウメの栽培が集団化されていない面もあり、比較的少ないところが多い。このような産地では、常温出荷が一般的に行われており、この方法では常温下（30℃以下）でも鮮度保持効果が大きい。

(2) 渋ガキの短期脱渋果の追熟促進技術

アルコール脱渋時の加温に加えて、エチレン処理を行う短期脱渋法では、これまでの2週間前後の日数をかけて脱渋し、同時に追熟を行った慣行法に比べて、脱渋所要日数が3分の1程度である。したがって、産地では短期間に脱渋した、品質のよいさわし柿が出荷することができる。また、短期脱渋法では汚損果の発生がもともと少ないが、脱渋中に仮りに汚損果が発生しても選果時に取り除くことができ、さわし柿の商品性の向上に果たす役割も大きい。

III 試験研究結果の概要

1 エチレン吸収剤利用によるウメの鮮度保持技術

(1) エチレン吸収剤封入効果と包装条件の検討

ア. 目的

エチレン吸収剤封入の効果とポリエチレン袋の包装条件を検討する。

1. 試験方法

材料には福島県果樹試験場産の竜峡小梅を用いた。

15×30cm、厚さ30μのポリエチレン袋に径0.5mmのもめん針で0、2、4、6個の

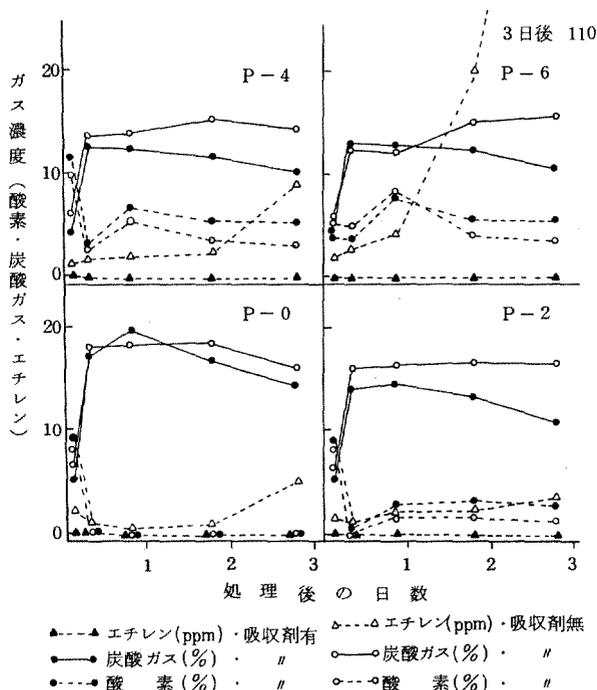
つき穴をあけ（以下、P-0区……P-6区という）、これに果実を0.4kgずつ詰め、エチレン吸収剤封入区と無封入区に二分して密封し、25℃恒温室に静置した。

ウ. 試験結果

ポリエチレン袋内のガス濃度経過は第1図に示すように、酸素濃度は処理後急に低下してP-0区ではほぼ0%の状態に推移したが、フィルムの穴数が多くなるほど高い値となり、P-6区では5%前後で推移した。炭酸ガス濃度は処理後急速に上昇し、数時間後からはいずれの区も10~20%の高い値で推移した。エチレン濃度は、エチレン吸収剤封入区では0.1ppm以下のかなり低い値で推移したのに対し、無封入区では日数が経過するにつれて上昇し、3日後にはP-0区では4ppm、P-6区では110ppmに達した。

開封時（3日後）及びその2日後に果実の鮮度を調査した結果は第1表に示すように、P-0区、P-2区ではエチレン吸収剤封入区、無封入区ともに硬度低下、クロロフィル含量の減少が抑制されたが、障害果の発生やアルコール含量の増加（異臭の発生）などによる鮮度低下が大きかった。P-6区のエチレン吸収剤封入区では硬度低下、クロロフィル含量の減少が抑制され3日後までは収穫時とほとんど変わらない鮮度を保持した。これに対し、エチレン吸収剤無封入区では硬度低下による鮮度低下が大きかった。

ウメ果実はエチレン生成量が極めて多いため、エチレンの蓄積も早い。



第1図 ウメ果実包装時のポリエチレン袋針穴数及びエチレン吸収剤封入が袋内ガス濃度に及ぼす影響
PE-0~PE-6はポリエチレン袋の針穴数

第1表 ウメ果実包装時のポリエチレン袋の針穴数及びエチレン吸収剤封入が果実の鮮度に及ぼす影響

包装区分	エチレン 吸収剤 の有無	硬 度 (kg)				クロロフィル含量 (mg%)			アルコール含量 (mg%)		障 害 果 率 (%)	
		収穫 当日	3日後	4日後	5日後	収穫 当日	3日後	5日後	収穫 当日	3日後	3日後	5日後
無包装	無	1.09	0.59	0.14	0.03	3.6	2.5	1.6	0	9	0	0
P-0	有		1.08	0.94	0.96		3.2	3.1		112	11	12
	無		1.03	0.89	0.86		3.6	3.4		150	11	12
P-2	有		1.01	0.94	0.76		3.2	3.4		26	0	1
	無		0.99	0.85	0.66		3.6	3.6		73	2	2
P-4	有		1.02	0.90	0.63		3.1	3.3		2	0	2
	無		0.78	0.49	0.18		3.0	2.6		1	0	1
P-6	有		1.04	0.72	0.44		3.5	2.6		2	0	0
	無		0.52	0.23	0.00		3.3	2.2		3	0	0

包装区分：P-0～P-6はポリエチレン袋の針穴数。

障 害 果：果実表面の一部がかっ色に変色

このような環境下では果肉軟化が速く進むので、エチレン吸収剤封入の効果が大きい。

(2) エチレン吸収剤封入による鮮度保持試験

ア. 目 的

現行の出荷容器にエチレン吸収剤を封入し、室内で鮮度保持効果を確認するとともに、この方法で試験的に出荷し、箱詰時の作業性や市場での評価を調査する。

イ. 試験方法

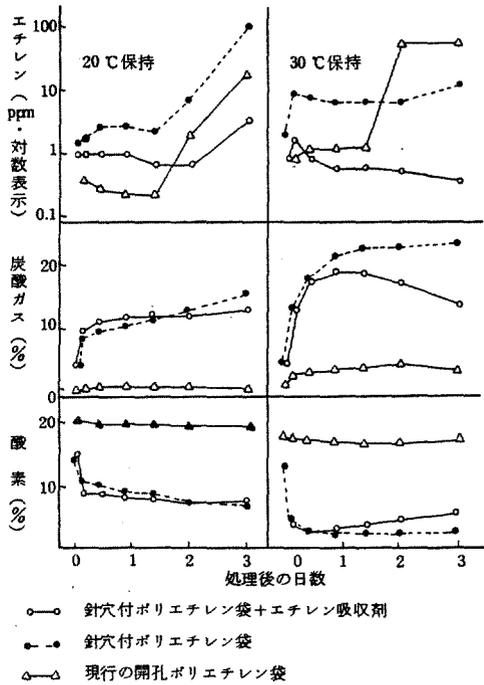
室内試験は、伊達郡梁川農協管内の白加賀を供試し、エチレン吸収剤封入区、エチレン吸収剤無封入区、現行法の区とし、いずれも所定の包装をした後、20℃及び30℃の恒温に静置した。このうちエチレン吸収剤封入区は、この試験を行うにあたり包装条件を検討した結果から、現行の6kg詰段ボール箱(30×27×16cm)の内側に、厚さ30μ、大きさ65×75cm、もめん針で144個の突き孔をあけたポリエチレン袋をあて、その中に前述した(1)項のP-6区と同様のポリエチレン袋に青ウメ1.0kg詰め、それを6個と市販のエチレン吸収剤2袋を入れて、段ボール箱の内側にあてたポリエチレン袋の口を折り込んで包装したものである。エチレン吸収剤無封入区は、これと同様の方法によりエチレン吸収剤を封入しないものである。現行法の区は、青ウメ1.0kgを開孔ポリエチレン袋に詰め、それを6個段ボールに入れて包装したものである。

出荷試験は、伊達郡梁川農協管内の白加賀と福島市庭坂農協管内の甲州最小を供試して室内試験と同様の方法によるエチレン封入区のみを東京その他の市場へ出荷した。

ウ. 試験結果

室内試験でのポリエチレン袋内のガス濃度経過、開封時及びその2日後に果実の鮮度を調査した結果は第2図、第2表に示すとおりである。

ポリエチレン袋内の酸素濃度は、現行法の区では17~20%であったのに対し、針穴付ポリエチレン袋を用いた区では処理直後に3~10%まで低下し、30℃下で低下が大きかった。炭酸ガス濃度は、針穴付ポリエチレン袋を用いた区では処理後も10%以上



第2図 ウメ果実の包装方法及び保持温度別袋内ガス濃度経過

第2表 ウメ果実の保持温度及び包装方法別の鮮度変化

保持温度	包装方法	目盛り (%) 開封時	果肉硬度 (kg)			クロロフィル含量 (mg%)			酸含量 (%)			障害果率 (%) 開封時
			収穫当日	開封時	開封後2日後	収穫当日	開封時	開封後2日後	収穫当日	開封時	開封後2日後	
20℃	針穴付ポリエチレン吸収剤	0.5	1.00	0.40	2.8	1.4	4.3	3.8	0			
	針穴付ポリ袋	0.5	1.04	0.89	0.23	2.7	2.5	0.7	4.4	4.4	3.7	0
	現行の開孔ポリ袋	0.8	0.75	0.22	1.6	0.4	4.1	3.5	0			
30℃	針穴付ポリエチレン吸収剤	0.5	1.06	0.68	2.8	2.1	4.2	4.0	0			
	針穴付ポリ袋	0.5	1.04	1.02	0.74	2.7	2.8	2.4	4.4	3.5	3.3	88
	現行の開孔ポリ袋	1.8	0.89	0.48	1.1	0.4	3.6	3.8	2			

障害果: 内果皮周辺の果肉が褐変して一部空洞化するもので、外観からは異常がほとんど分らない。

が大きかった。エチレン濃度は1～2日後までは1 ppm前後の低濃度で推移し、その後上昇する傾向を示したが、エチレン吸収剤を封入した区は他の2区より低い値で推移した。

果実の鮮度を調査した結果では、目減りは0.5～1.8%でいずれの区でも小さかった。硬度は、20℃ではエチレン吸収剤封入区が最も高く、次いでエチレン吸収剤無封入区、現行法の区の順に低くなったが、30℃以下では針穴付ポリエチレン袋を用いたエチレン吸収剤封入区、無封入区とも現行法の区より硬度が高く保持された。クロロフィル含量は、針穴付ポリエチレン袋使用では、エチレン吸収剤封入区、無封入区をとわず包装中は現行法の区より多く緑色保持の効果が高かった。酸含量はエチレン吸収剤封入区で多い傾向が認められた。酸素不足によると思われる障害果の発生は、30℃下でエチレン吸収剤無封入区が最も多く、次いで現行法の区で、エチレン吸収剤封入区では皆無であった。

出荷試験は、1日20ケースずつ東京中央卸売市場その他に向けて6回行った。農協選果場での箱詰作業は、針穴付ポリエチレン袋をあてる作業は簡単で、そのための労力増加は僅かであった。市場評価は、現行法より包装・輸送の発熱が少なく、果実の緑色保持や肉質軟化が少なく鮮度が保持され、いずれの市場でも評価が高かった。

2 エチレン処理によるカキの短期脱渋果追熟促進技術

(1) エチレン処理条件の検討

ア. 目的

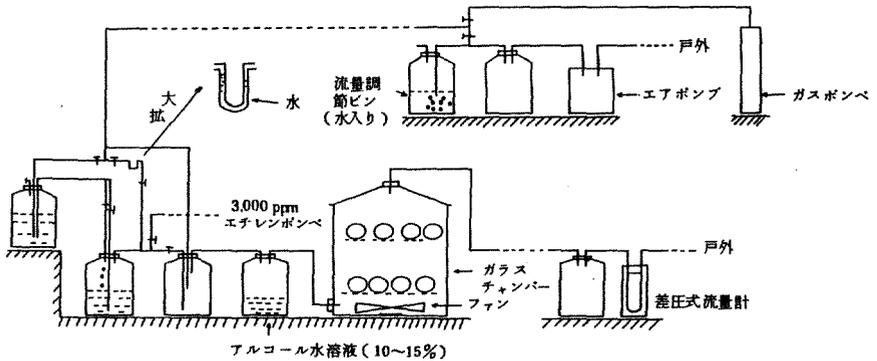
エチレン処理濃度、エチレン処理時の環境、炭酸ガス・酸素濃度、温度及び果実の熟度、エチレン処理後の保持温度等がカキ果実の脱渋・追熟に及ぼす影響を明らかにし、短期脱渋果のエチレン処理条件を検討する。

イ. 試験方法

材料には福島県果樹試験場会津試験地産の会津身不知を用いた。実験には第3図に示す装置を用い、実験を5回行ったが、各実験での処理方法は以下のとおりである。

ア) エチレン処理濃度の影響(実験I)

恒温室内の温度を30℃とし、ガラスチャンパー内に果実を入れた後、まず10%のエタノール水溶液上を通した戸外空気をこの中に導入し、1日間のアルコール脱渋処理を行った。その後1日間は戸外空気のみ通気し、2日後からはエチレン処理を1日間行った。エチレン処理濃度は0, 1, 5, 10 ppmとなるように高濃度エチレンガスを通気ガス中に少量ずつ注入して行った。その後チャンパーから果



第3図 渋ガキのアルコール脱渋及びエチレン処理装置

実を取り出し、15℃恒温に移した。

(イ) エチレン処理時の環境炭酸ガス・酸素濃度の影響(実験Ⅱ)

処理開始2日後に戸外空気からボンベ入り混合ガスに切り替え、チャンパー内のガス交換がほぼ終わった2時間後から5 ppmのエチレン処理を1日間行った。これ以外は実験Ⅰと同じ方法をとった。

(ロ) エチレン処理時の温度の影響(実験Ⅲ)

実験開始2日後に戸外空気を通気しながら、一方は恒温室内を30℃のまま、他方は30℃から20℃に下げた後、5 ppmのエチレン処理を1日間行った。これ以外は実験Ⅰと同じ方法をとった。

(ハ) 果実の熟度の影響(実験Ⅳ)

着色程度により良好果と不良果の二段階に区分し、25℃恒温室内のチャンパーに入れた。まず15%エタノール水溶液を用いて1日間のアルコール脱渋処理を行った後、1日間は戸外空気のみ通気し、2日後からはエチレン濃度0.3 ppmで1日間の処理を行った。3日後にチャンパーから果実を取り出し、15℃恒温に移した。

(ニ) エチレン処理後の保持温度の影響(実験Ⅴ)

アルコール脱渋処理時のアルコール濃度及び温度条件は、実験Ⅰと同じである。脱渋処理後は戸外空気を通気しながらエチレン濃度0.5 ppmで1日間の処理を行った後に、チャンパーから果実を取り出し、10℃、15℃及び20℃の各恒温室内に静置した。

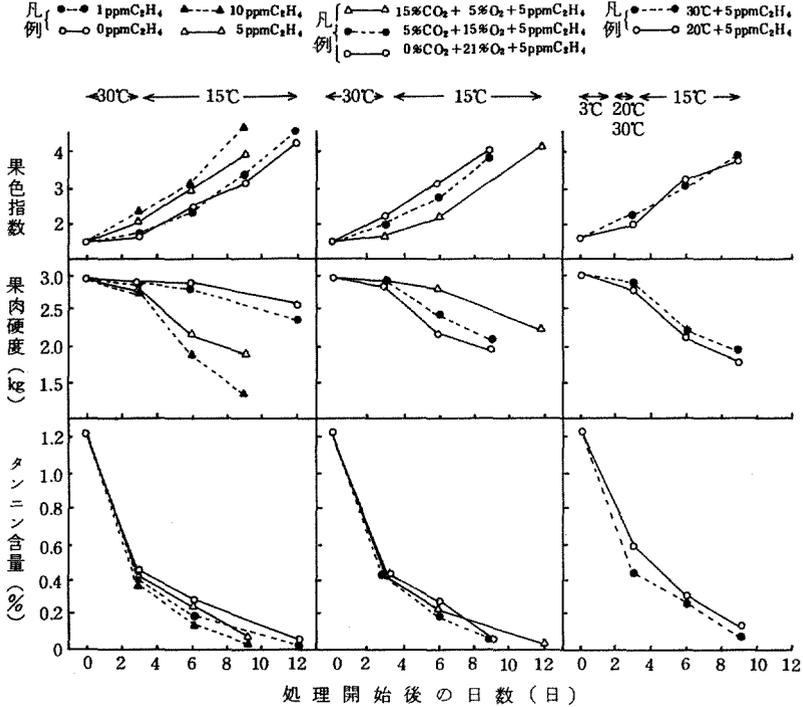
ウ. 試験結果

アルコール脱渋及びエチレン処理果実のタンニン含量、果肉硬度、果色指数の変化について実験Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの結果を第4図に示し、果肉硬度、果皮のクロロフィ

実験 I

実験 II

実験 III



第4図 エチレン処理濃度、エチレン処理時の環境炭酸ガス・酸素濃度及び温度がカキ果実の脱渋及び追熟に及ぼす影響

注) 果色指数: 1 (果実のヘタ部周辺の緑色が強く、果肉部は黄色) ~ 5 (果実ヘタ部周辺の緑色は消失し、果頂部は橙黄色)

ル・カロチノイド含量の変化について実験Ⅳ・Ⅴの結果を第5図に示した。

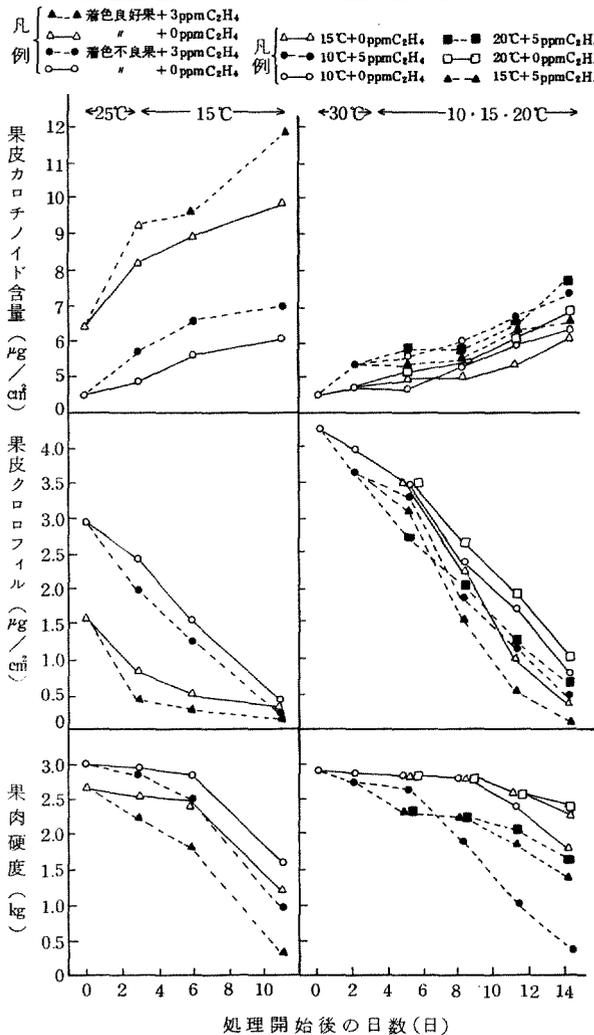
(7) エチレン処理濃度の影響 (実験 I)

果実のタンニン含量の減少は 30°C 以下においた最初の3日間の減少が大きく、15°C 移行後は緩やかに減少した。エチレン処理濃度が高くなるほど、タンニン含量の減少はやや速くなる傾向が認められたが、その差は比較的小さかった。

硬度低下の速さはエチレン処理濃度によって明らかに認められ、1 ppm 処理区では無処理区より若干速い程度であったが、5 ppm、10 ppm とエチレン処理濃度が高くなるにつれて硬度の低下が急速になった。10日後の硬度は 1 ppm 処理区で

実験Ⅳ

実験Ⅴ



第5図 カキ果実の脱渋及び追熟に及ぼすエチレン処理時の果実熟度、エチレン処理後の保持温度の影響

は2.4kg、5ppm処理区では1.9kg、10ppm処理区では1.3kgであった。硬度と肉質との関係を見ると、硬度が2.5kg前後から肉質が粘質になって甘味を強く感じるようになり、硬度が1.5kg前後になると果肉が軟かくなり、ナイフで果肉を切ると果汁がしみでるようになる。短期脱渋後の市場流通期間を2~3日程度と想定すると、エチレン処理濃度は5ppm前後が適当と判断される。

果色指数はエチレン5、10ppm処理区が3日後より高い値で推移し、エチレン処理により果実へタ部の緑色の消失及び果頂部の橙黄色化が促進された。

硬度低下と果色向上との関係を見ると、エチレン無処理果では果色指数が4のときでも硬度は2.5kg以上を示すのに対し、エチレン5ppm処理果では約1.9kgを示し、エチレン処理果は外観の変化の割には硬度低下が先行した。エチレン処理はこのように果肉軟化先行型の

追熟を示すので、処理濃度は必要最低限にするのがよい。

(イ) エチレン処理時の環境炭酸ガス・酸素濃度の影響（実験Ⅱ）

エチレン処理時のガス環境が高炭酸ガス・低酸素濃度になるほど、硬度低下及び果色指数に及ぼすエチレン処理の効果が小さくなった。エチレン処理時の炭酸ガス濃度は5%以内、酸素濃度は15%以上に保つのがよいと判断される。

なお、炭酸ガス15%、酸素5%のガス環境下ではエチレンの5 ppmの処理効果が小さいので、エチレン濃度をさらに上げて処理した結果、果色指数の上昇には効果がなく、硬度低下のみ効果があった。高炭酸ガス・低酸素のガス環境下でエチレン処理した果実は外観の変化の割には果肉軟化が先行するようになるので、エチレン処理は空気組成に近いガス環境下で行うようにし、ヘタ部周辺に緑色が残る着色不良果ではとくに重要である。

(ウ) エチレン処理時の温度の影響（実験Ⅲ）

タンニン含量の減少は30℃区より20℃区の方が遅かった。これは脱渋時の温度の影響によるものである。硬度低下は30℃区より20℃区がわずかながら速くエチレン処理効果はやや大きい。なお、食味調査の結果では、肉質は20℃区と30℃区で若干異なり、20℃区では果肉全体が粘質になったような感じで肉質が優れた。

エチレン処理時の温度は、処理果実の肉質の点からみると、20℃前後がよい。しかし、エチレン処理と併行して脱渋を速く進めるには、30℃前後の高温下でエチレン処理する方が実用的である。

(エ) エチレン処理時の果実の熟度の影響（実験Ⅳ）

供試した着色良好果はヘタ部周辺から緑色部分が消失し、果頂部が橙黄色を示すもの、着色不良果はヘタ部周辺に緑色が残り、果頂部は黄色に近いものである。着色程度がこのように異なる果実を用いてエチレン処理した結果、硬度低下は着色良好果で3日程度、着色不良果で2日程度促進された。果皮のクロロフィル・カロチノイド含量はエチレン処理により着色良好果、不良果ともに促進されたが、果実の着色程度による効果の差はほとんどみられなかった。

硬度低下に及ぼすエチレン処理の効果は果実の着色程度で差がみられたことから、エチレン処理には果実の着色程度をそろえる必要がある。着色良好果では、アルコール脱渋処理前から硬度が低く、エチレン処理の効果も大きいから、エチレン処理濃度はやや低めにする方が無難である。

なお、果皮のカロチノイド含量は、収穫時の果実の着色程度によってかなり異なる。着色不良果は脱渋処理後にカロチノイド含量が増加しても、着色良好果の収穫時のカロチノイド含量より少ない。着色不良果は地色の緑色が消失しても黄

色に近い色を示し、外観ではかなり劣るから、短期脱渋用には着色良好果を用いるのが得策である。

(㊦) エチレン処理後の保持温度の影響 (実験V)

エチレン処理果の硬度低下は無処理果よりいずれの温度下でも6日程度早く進み、保持温度による差はとくに認められなかった。果実の硬度は15℃及び20℃下では緩やかに低下したが、10℃下ではある時期を過ぎてから急速に低下した。10℃以下では硬度低下とともに果肉が水浸状を呈するようになり、このような症状はエチレン処理果、無処理果ともに現れたが、現れる時期はエチレン処理果の方が早かった。

果皮のクロロフィル含量の減少及びカロチノイド含量の増加に及ぼす保持温度の影響はエチレン処理果、無処理果の間で差がなく、クロロフィル含量の減少は15℃下で、カロチノイド含量の増加は20℃下で速かった。

硬度低下は10℃下で特異な変化を示したが、別の実験では10℃下と15℃下では低下速度がほぼ同じか、10℃下の方が若干速かった。ただし、果肉が水浸状になる症状はこの実験でも認められ、10℃前後の温度は肉質に何らかの異常を起すようである。なお、5℃下では硬度の低下はかなり遅くなる。

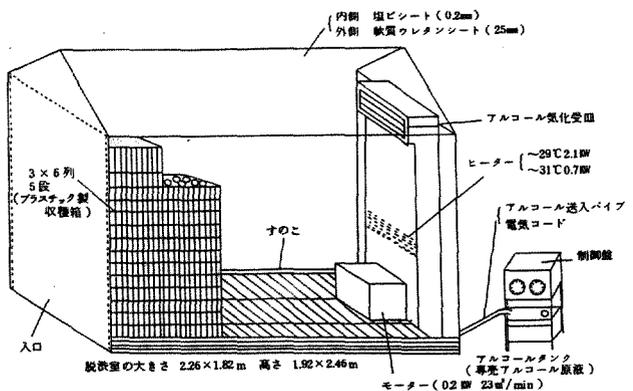
(2) カキの短期脱渋果のエチレン処理による追熟促進試験

ア. 目 的

渋ガキの短期脱渋時にエチレン処理を行い、さわし柿として粘質で甘味の多い品質良好果を出荷する。

イ. 試験方法

材料は会津若松市農協管内産の会津身不知を用いた。短期脱渋装置は第6図に示すように外観は5.0mの屋根型tentで、外周りは断熱シートとビニールシートで被覆し、脱渋室内には送風ファン、加熱ヒーター、アルコール気化用受皿



第6図 渋ガキの短期脱渋装置

などを組み込んだセットを置くものである。

まず脱洗室内にプラスチック製収穫箱に詰めた果実約1.7 t.(最大収容量1.8 t)を搬入し、入口を密閉した後直ちに制御盤上の送風ファン及び加熱ヒーター兼用スイッチとアルコール送入ポンプのスイッチを入れた。2日経過した後に脱洗室の入口を一時開放して脱洗室内の空気を入れかえた後、エチレン25mlを脱洗室内に送入した。3日後に脱洗室より果実を搬出し、選果してから市場に出荷した。

試験は福島県果樹試験場と会津若松市農協選果場で合わせて4回行った。初め2回のエチレン送入量は25mlであったが、市場評価では果肉軟化をさらに早めても果実の日持ちに問題はないとのことで3回目以降は35mlにした。処理方法の一例は第3表に示すとおりである。

第3表 渋ガキの脱洗処理方法の一例

	初日	第2日目	第3日目	第4日目
(カキ果実の収穫)	13時	6時	13時	13時
	14時	変性アルコール(90%)	脱洗した室内にエチレン25mlを密閉し、10分間開放	脱洗室より果実を搬出
	脱洗室に果実搬入	アルコール送入自動停止	(3日目以降35ml)	(選果・箱詰し市場出荷)
	加温開始・アルコール送入	466ml/hr × 15.5時間		

ウ. 試験結果

脱洗室内の気温及び果実温は16時間後には25℃以上、30時間後には30℃前後に達した(第7図)。果実温上昇は速く、しかも収穫箱の積付位置による温度差がほとんどなかった。

脱洗処理直後の果実内エタノール含量は0.22~0.29%を示し、目標の0.2%以上であった。散布アルコールに対する果実のアルコール吸収率は7割以上に達し現行のポリエチレン袋使用のものと同程度か、それ以上の吸収率を示した。

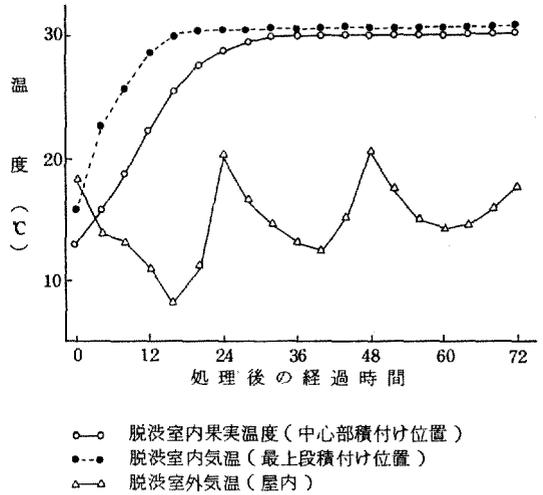
脱洗室内のエチレン処理濃度はエチレン送入後では約4 ppmで、以後徐々に低下して1日後には約2 ppmに達した。

3日後の脱洗処理終了直後の果実の渋味をタンニンプリント法で調べた結果、渋み指数は着色良好果では渋味をほとんど感じない1~1.5であったが、ヘタ部に緑色が目立つ着色不良果では渋味がわずかに残る2前後を示した。なお、タンニン

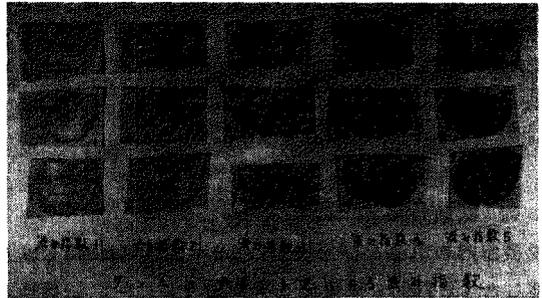
リント法は、5%塩化鉄水溶液をしみ込ませたる紙を一夜風乾して黄色の試験紙を作り、その上に切断した直後の果肉を押しあてる方法であり、渋味のある部分は青～黒色に染色するのでその染色程度により第8図に示す5段階に区分するものである。このタンニンプリント法では、果肉が硬くて果汁が少ないときにはろ紙上に果肉切片を強く押しつけるようにする。

市場関係者による短期脱渋果の評価は良好であった。

アルコール脱渋に伴う汚損果の発生はほとんどなく、また、エチレン添加量を多くした3回目以降は市場でのセリ時に果肉が粘質になり、市場での評価が高まった。現行法で脱渋した果実(脱渋期間14日間)と短期脱渋果(3日間の短期脱渋後4日間経過)との品質比較を行った現地試食会では、現行法で脱渋した果実の方が渋味が若干残るかという程度で、渋味、肉質、汚損の程度などは両者の間で差がほとんどみられなかった。



第7図 渋ガキの短期脱渋中の温度変化



第8図 タンニンプリント法によるカキ果実の渋み指数

- 渋み指数
- 1 : 渋みを感じないか、ほとんど感じない。
 - 2 : 食べているときは渋みを感じないが、食後に渋みをわずかに感じる。
 - 3 : 食べているときにはわずかに渋みを感じるが食後に強い渋みを感じる。
 - 4 : 食べるとすぐに渋みを感じ、食用不可
 - 5 : 食べた瞬間に強い渋みを感じ、直ちに口からはき出すほどの渋み。

エ. 短期脱渋法の経済性

現行の出荷法との比較で短期脱渋法でかかる経費を調査した結果は第4表に示すとおりである。アルコール代は短期脱渋法では果実1kg当たり1.3~2.6円で、現行法の1.1~3.8円とたいして差がない。電力料、エチレン代、減価償却費は短期脱渋でのみ必要な経費であるが、電力料は加熱ヒーターに0.7円、送風ファンに0.2円であり、エチレン代は無視できる額である。減価償却費は購入費100万円、償却年数10年、1年に3回使用するとして約17円である。段ボール箱代は、短期脱渋法ではアルコール水溶液を散布する必要がないので両面段ボールのシングルものを使用するとして9円、現行法ではそれよりやや高い11円である。短期脱渋法の経費は果実1kg当たり約29円で、現行法の13~14円に比べて約2倍高いが、この高い分は減価償却にかかる経費である。

第4表 渋ガキの短期脱渋と現行の脱渋にかかる経費の比較

短期脱渋法	現行脱渋法
<p>1. アルコール代 変性90度アルコール使用 $7.6 \text{ l} \times 5,700 / 18 \text{ l} / 1,800 \text{ kg} = 1.3 \text{ 円/kg}$ 未変性95度アルコール使用 $7.2 \text{ l} \times 11,500 / 18 \text{ l} / 1,800 \text{ kg} = 2.6 \text{ 円/kg}$</p> <p>2. 電力料 加熱ヒーター $47.4 \text{ kW時} \times 25 \text{ 円} / 1,800 \text{ kg} = 0.7 \text{ 円/kg}$ (第1日38.9kW時第2日4.9kW時第3日3.6kW時) ファン $14.4 \text{ kW時} \times 25 \text{ 円} / 1,800 \text{ kg} = 0.2 \text{ 円/kg}$ (0.2kW×7.2=14.4kW時)</p> <p>3. エチレン代 $30 \text{ ml} \times 7,400 \text{ 円} / 5 \text{ l} / 1,800 \text{ kg} = 0.03 \text{ 円/kg}$ (5lスプレー缶 7,400円)</p> <p>4. 減価償却費 $900,000 \text{ 円} / 10 \text{ 年} / 3 \text{ 回} / 1,800 \text{ kg} = 16.7 \text{ 円/kg}$ (購入費100万, 10年使用, 1年3回, 1回1.8t)</p> <p>5. 段ボール箱代 $140 \text{ 円} / 15 \text{ kg} = 9.3 \text{ 円/kg}$ 合計 28.2円/kg~29.5円/kg (ランニングコスト 11.5円/kg~12.8円/kg)</p>	<p>1. アルコール代 変性35度アルコール使用 $0.2 \text{ l} \times 3,000 \text{ 円} / 18 \text{ l} / 15 \text{ kg} = 2.2 \text{ 円/kg}$ (二重段ボール箱) $0.1 \text{ l} \times 3,000 \text{ 円} / 18 \text{ l} / 15 \text{ kg} = 1.1 \text{ 円/kg}$ (上記以外の容器) 未変性35度アルコール使用 $0.2 \text{ l} \times 5,100 \text{ 円} / 18 \text{ l} / 15 \text{ kg} = 3.8 \text{ 円/kg}$ (二重段ボール箱) $0.1 \text{ l} \times 5,100 \text{ 円} / 18 \text{ l} / 15 \text{ kg} = 1.9 \text{ 円/kg}$ (上記以外の容器)</p> <p>2. 段ボール箱代 $160 \text{ 円} / 15 \text{ kg} = 10.7 \text{ 円/kg}$(二重段ボール箱) $180 \text{ 円} / 15 \text{ kg} = 12.0 \text{ 円/kg}$(上記以外の容器) 合計 $12.9 \sim 14.5 \text{ 円/kg}$(二重段ボール箱) $13.1 \sim 13.9 \text{ 円/kg}$(上記以外の容器)</p>

(3) 渋ガキの短期脱渋装置の設計並びに運転方法

短期脱渋装置は現在市販されていないので、装置の設計並びに運転にあたっては次の点に注意する。

ア. 脱渋室

イ) 脱渋室は搬入果1t当たり4~5m²以上の大きさにする。脱渋室内の炭酸ガ

ス濃度の上昇及び酸素濃度の低下は1日間で10%以内にするのがよい。果実の呼吸量を30℃下で20ml/kg/hrとすると、1日間に果実より排出する炭酸ガスの総量は0.48m³である。脱洗室の換気によりその2割が入れ替わるとすると、蓄積する炭酸ガス量は0.4m³である。

$$0.48 \text{ m}^3 \times (1 - 0.2) / V = 0.1 \text{ より } V = 3.8 \text{ m}^3$$

これに果実の容積1m³を加えると4.8m³になるからである。

(1) 脱洗室の気密程度は1日当たりの換気回数を0.3回以内にする。脱洗室にエチレンを注入し、最初の濃度と1日後の濃度との比率が0.75以上のときは、換気回数が0.3回以内である(第9図)。

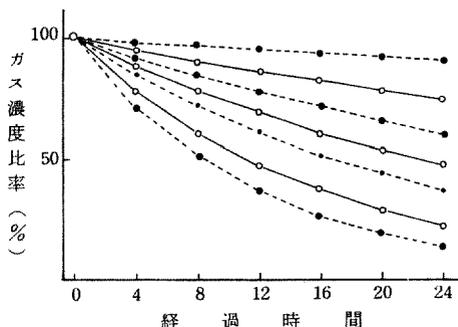
脱洗室の気密程度は、第10図に示すように、プレハブ式やテント式Aではかなり高い。テント式Aの密封方法は炭酸ガス脱洗で用いられるが、漏れた水が脱洗室内に入り易いので、アルコール脱洗では脱洗室の床面を高くするなどの対策が必要である。

なお、脱洗室内にエチレンを送入すると、第11図に示すように、その濃度の実測値は計算値と一致し、また、脱洗室内を一時開放するとその後はエチレンが検出されなくなり、エタノールガスとは対

照的である。エチレンは脱洗室内の水分その他に対する溶解度がエタノールガスに比べて極めて小さく、エチレンのこのような性質は気密程度の測定や脱洗室の容積の算出には便利である。ただし、塩化ビニールシートはガスの種類によって透過性が異なるが、透過量はかなり小さいので気密程度の測定にそれほど大きな誤差は生じないようである。

(2) 脱洗室は断熱構造とし、断熱材は0.8Kcal/m²・hr・℃前後、あるいはそれ以下のものにする。断熱構造でない場合は、脱洗室内側の結露により湿度が低くなるため、果実からの蒸散量が増加し、果実の鮮度が急速に失われることがある。

この外に、床面にはスノコを敷き、天囲面は多少傾斜している方がよい。汚損果の発生は、第5表に示すように、スノコを敷かないで天囲面が水平の場合、空気攪拌の弱い最下段と結露した水滴が落下する最上段に多いからである。

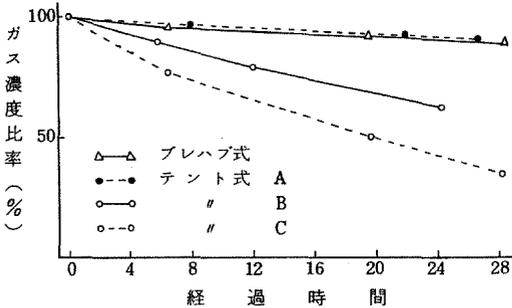


第9図 脱洗室内の気密程度とガス濃度比率の経時変化

気密程度：1日間に室外に漏れる量を脱洗室内の容積で割った比率
(1日あたりの換気回数)

第5表 脱渋室内積付位置別
短期脱渋果の汚損指数

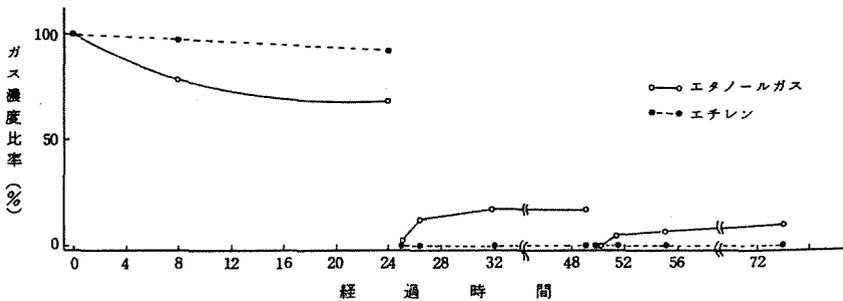
積付位置	A	B	E	平均
最下段	2.6	2.1	3.6	2.8
2 段目	2.3	2.1	1.8	2.1
3 段目	1.3	1.7	2.1	1.7
最上段	4.0	3.1	3.7	3.6



第10図 脱渋室の型式と気密程度

プレハブ式：塩ビ鋼板製パネルを組み立て、コーキング材で密封
 テント式A：ビニールテントのすその部分に水のおもしを用いて密封
 テント式B：ビニールテントのすその部分にガムテープと木片のおもしを用いて密封
 テント式C：テント式Bで木片のおもしのみ用いて密封

脱渋室：1.4×1.4×1.3mの立方体
 積付位置：A、E 風量の弱いコーナー一部
 B 風量の強い中央部
 汚損指数：1.なし～5.甚



第11図 脱渋室内のエチレン及びアルコールガス濃度の変化

処理方法：果実の入れてないプレハブ式脱渋室(5.4m³)にエチレンガス25ml, 純エタノール液125mlを送入。約24, 48時間後に脱渋室を一時開放。
 開始時のガス濃度：エチレン4.6 ppm, エタノールガス14.5 mg/l

イ. アルコールの散布方法

(ア) アルコールの散布量は搬入果実1t当たり純エタノールで4ℓにし、1時間当たりの散布量は0.25ℓにする。アルコールガスの爆発は62~360mg/ℓの濃度で560℃以上の条件下で起きる。脱渋室内で気化したエタノールは果実内に浸透するが、1時間に浸透する量はアルコールガス濃度10mg/ℓ, 搬入果実1t当たり0.07ℓである。アルコールガス濃度の上昇は第12図に示すように、実測値は計算値の3分の2程度の20mg/ℓ前後である。これはアルコールガスが果実以外にも

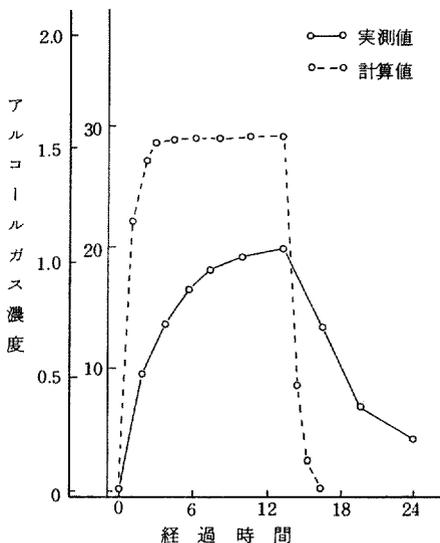
かなり吸収されること（第3図）によるもので、上記散布条件を厳守すれば爆発の危険性は全くないものと判断される。なお、変性アルコールを用いる場合は酢酸エチルも脱渋室内で気化するが、ガス濃度の実測値は5mg/l以下で爆発濃度の71~410mg/l（温度430℃）より極めて低いところにある。

(イ) アルコール気化受皿を通過する風量は果実1t当たり40m³/hr以上にする。アルコールガス濃度の上昇幅を気化受皿前後で5mg/l以内にするためである。ファンモーターの吹き出し口付近はこの風量の10倍があるので、気化受皿を吹き出し口付近に設置するとよい。なお、アルコールの気化熱は220 cal/gで、これによる温度低下は無視できるほど小さい。

ウ. 加温用ヒーターの性能

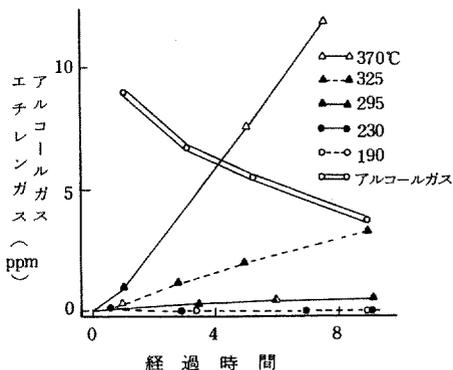
(ア) ヒーターの表面温度は200℃以下にする。ヒーターの表面温度が高くなると（第13図）、それにエタノールガスが触れてエチレンに変わり、脱渋室内のエチレン濃度が異常に高くなることがあるからである。

(イ) ヒーターの加熱能力は、第6表に示すように、加温時では搬入果実1t当たり約1200Kcal/hr、保温時では90Kcal/hrである。加温の条件は品温を12時間で15℃上昇させる設定であるが、品温上昇は速いほどよいから、加熱能力は少なくともこれ



第12図 脱渋室内のアルコールガス濃度の変化

脱渋条件：1坪のプルパ式脱渋室（5.4m³）に果実1tを搬入し、95%アルコールを230ml/hrで14時間送入。



第13図 アルコールガスよりエチレンガス生成に及ぼすヒーター表面温度の影響

脱渋室：1.8m³

第6表 ヒーターの加熱能力の算出（搬入果実1トン当たり）

1. 加温時			
品物の 加温	果実	$1,000\text{kg} \times 15^\circ\text{C} \times 0.9 / 12\text{hr}$ (果実の比熱 0.9Kcal/kg)	1,125 Kcal/hr
	容器	$50\% \times 2\text{kg} \times 15^\circ\text{C} \times 0.5 / 12\text{hr}$ (プラスチックコンテナの比熱 0.5Kcal/kg)	63 Kcal/hr
	その他 (スノコ等)	$100\text{kg} \times 15^\circ\text{C} \times 0.5 / 12\text{hr}$	63 Kcal/hr
漏洩熱	$15\text{m}^2 \times 0.8 \times 15^\circ\text{C} \times 12\text{hr} \times 0.5 / 12\text{hr}$ (脱渋室の表面積 15m^2 , 熱量流率 $0.8 \text{Kcal/m}^2/\text{hr}/^\circ\text{C}$)		90 Kcal/hr
換気熱	$3.7\text{m}^3 \times 0.3\text{回}/1\text{日} \times (20 \text{Kcal/m}^3 - 7 \text{Kcal/m}^3) / 24\text{hr}$ (空間容積 3.7m^3 換気回数 0.3 エンタルピー -25°C 20Kcal/m^3 10°C 7Kcal/m^3)		1 Kcal/hr
果実の呼吸熱	$2.55 \text{Kcal/kg} \times 0.02 \times 1,000\text{kg}$		-51 Kcal/hr
ファンモーターの発熱	$860 \text{Kcal/KW} \times 0.1 \text{KW}$		-86 Kcal/hr
			合計 1,205 Kcal/hr
2. 保温時			
漏洩熱	$15\text{m}^2 \times 0.8 \times (30^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})$ (脱渋室内気温 30°C 外気温 10°C)		240 Kcal/hr
果実の呼吸熱	$2.55 \text{Kcal/kg} \times 0.025 \times 1,000\text{kg}$		-64 Kcal/hr
ファンモーターの発熱	$860 \text{Kcal/KW} \times 0.1 \text{KW}$		-86 Kcal/hr
			合計 90 Kcal/hr

以上にする。

保温時の加熱量は加温時に比べてかなり少なく、電熱では 0.2KW もあれば十分である。温度調節器は室内温度を二段階に設定できるものがよい。また、検温部の位置を積付け容器の中段の高さにすると、加温時の気温の変化が品温のそれとほぼ一致する。

エ. ファンモーターの性能

(ア) ファンモーターは室内空気を1分間に約3回転させる送風量が必要である。室内空気がヒーターに触れて 7°C 上昇するときの風量は次のように算出される。

$$1200 \text{Kcal} / 0.25 \times 7^\circ\text{C} = 690 \text{m}^3/\text{hr} = 12 \text{m}^3/\text{min}$$

果実1t当たりの空間容積を 4m^3 とすれば、1分間当たりの送風量は丁度その3倍に当たる。

(イ) 積付けた中央部の容器も通風が十分行われるように設計する。通気性の大きい容器は通風量が多いので、品温上昇が速い(第14図)。渋ガキ脱渋用の通気孔のない段ボール箱では、品温上昇が遅れるばかりではなく、汚損果が多発しやすいので通気孔のある段ボール箱を用いることが大切である。

オ. エチレン送入装置

(ア) エチレン処理は、脱渋処理終了日に合わせて最後の1日間に3~5ppmの濃度で空気組成に近いガス環境下で行うようにする。一回の処理には着色が同程度の果実を搬入し、着色程度に応じてエチレン送入量を加減する方がよい。

(イ) エチレンの送入には第15図に示す装置を用いると便利である。ビューレット内の水を上下して所定のエチレン量を分取し、次に三方コックを操作してビューレット内に空気を入れ、送入パイプに残っているエチレンをこの空気で脱渋室内に送入する。

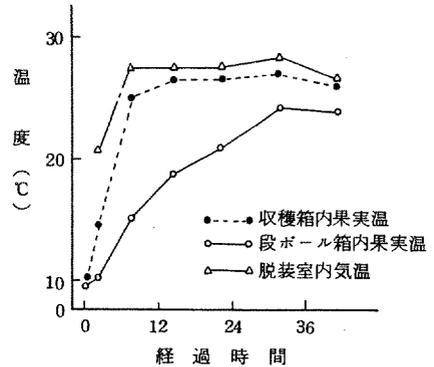
エチレン送入量は、脱渋室内の空間容積とエチレン処理濃度より算出する。搬入した果実とプラスチック収納箱の体積は、それぞれの重さを比重（果実0.98, 収納箱0.91）で除して算出する。

カ. 事故防止対策

(ア) ヒーター設置部付近には温度ヒューズを取り付け、過度の温度上昇にあうと電源が切れるようにする。

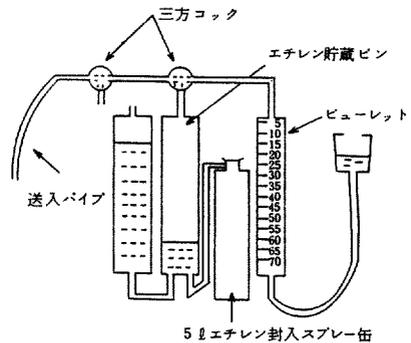
(イ) ファンモーターが作動しないときは全ての電源が切れるようにする。

(ウ) アルコール送入ポンプの空運転を防止し、送入パイプ内にアルコール液が流れていることを確認するために、送入ポンプの出口には小玉入りガラス管を連結し、アルコールを入れた容器には薬量表示目盛などをつける工夫が必要である。



第14図 加温時の果実の収納

容器別果実温上昇経過
収穫箱：プラスチック製スカン箱，20kg詰



第15図 エチレン定量送入装置

IV 新技術の導入効果及び留意事項

1 技術導入によって期待される効果

(1) ウメ果実のエチレン吸収剤利用による鮮度保持技術

この出荷方法では販売店で容器を開封するまでの鮮度低下はほとんどないので、これまでのように未熟な果実を収穫する必要がなく、果実の黄化が始まる直前の品質良好果を出荷することができる。また、これまで出荷することができなかった遠隔地の市場にも出荷することができる。

(2) カキの短期脱渋果のエチレン処理による追熟促進技術

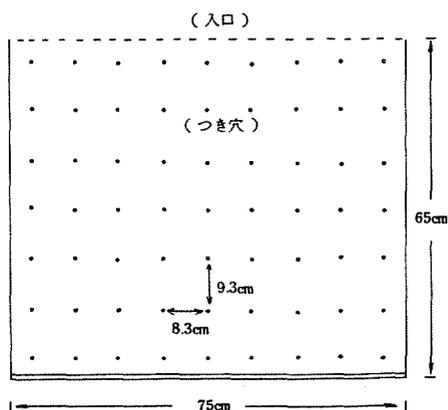
即食可能なさわし柿として出荷できるので、甘ガキ、モモなどの他の果実と同様な市場流通が可能になる。また、短期脱渋装置を導入した集出荷施設が媒体となり、良品果実を生産するための生産者の意志統一・栽培技術の向上などが期待される。

2 普及指導上の留意事項

ア. ウメ果実のエチレン吸収剤利用による鮮度保持技術

鮮度保持効果はガス通気性が適度にあるポリエチレン袋とエチレン吸収剤の組み合わせによりはじめて発揮される。このうちいずれかが欠けても十分な効果は発揮されない。ポリエチレン袋は第16図に示すように、7×9列に針で144個のつき穴をあけたものが適し、針穴のついていないポリエチレン袋やその他の材質でできた袋は使用できない。なお、このフィルムは現在市販されている方向で検討が進められている。

なお、過マンガン酸カリウムを使用しているエチレン吸収剤では、同物質が腐蝕性のある重金属であるため、使用後の処分方法に不安が残されている。



第16図 ウメ果実包装用針穴付ポリエチレン袋
(フィルムの厚さ 30 μ)

イ. カキの短期脱渋果のエチレン処理による追熟促進技術

短期脱渋装置は気密性及び保温性に優れた脱渋室、アルコール散布セット、加温用ヒーター・送風ファン組み合わせセット、エチレン添加セットなどから成り、ある程度の設備投資と安全運転するための知識が必要である。このためには、脱渋担当者を配置できるような集出荷団体に脱渋装置が設置されるものとする。

V 参考文献

- 1) 福島果樹試：流通利用に関する試験，福島果樹試業務報告，1981～1983
- 2) 古田道夫・明田川太七郎：渋ガキ（平核無）の脱渋処理法の改善，農及園，56，773～778（1981）
- 3) 加藤公道：エチレン制御による果実の鮮度保持と追熟促進技術，農流技研会報，59，9～15（1984）
- 4) 北川博敏：ミカンのカラリング，誠文堂新光社（1974）
- 5) 宮崎丈史：青ウメの鮮度保持に及ぼす包装とエチレン除去の効果，園学雑，52，85～92（1983）
- 6) 村上 來：渋ガキの大量脱渋方法，農及園，57，427～432（1982）

（試験研究担当者）

福島県果樹試験場	副 場 長	佐 藤 良 二
	栽 培 部 長	橋 本 登
	主任研究員	加 藤 公 道

（とりまとめ担当者）

執筆担当者

福島県果樹試験場	主任研究員	加 藤 公 道
----------	-------	---------

とりまとめ協力者

果樹試験場盛岡支場	栽培研究室長	福 田 博 之
-----------	--------	---------

編 集

農林水産省東北農業試験場企画連絡室

連絡科長	三 須 昇
主任研究官	高 田 隆 剛

協議機関

東北農業試験研究推進会議