

レモンの催色ならびに貯蔵に関する研究

(第2報) ポリエチレンフィルム包装による

低温貯蔵について

井伊谷雄平, 坂井 堅

Studies on the degreening and storage of lemons

2. On the cold storage of lemons by the packing of polyethylene
film

by

Yūhei Iiya and Katashi Sakai

1. まえがき

レモンは、わが国では12月に採取できる果実が最も多く、一旦貯蔵し、市況によって、5月頃までに出荷されているが、一層長期間の貯蔵が望まれている。レモンの貯蔵法としては、今日適切な方法が確立されておらず、温湿度の調節やガス交換は概して不十分で、果重の減少や腐敗果が多く、品質・外観を損じている。

本研究はレモンの長期貯蔵法を確立するため1962～64年にわたって、ポリエチレンフィルム袋（以下ポリ袋という）など包装資材や、OEDなど塗布剤を用い、低温貯蔵による実用化試験を行なったものであるが、所期の成績を得たので報告する。

この研究の実施に当っては、故岡田康雄前支場長の懇篤なる指導を賜り、多数の当支場研修生・実習生の協力を得た。ここに記して深謝の意を表する次第である。

2. 試験材料および方法

(1) 貯蔵庫の概況

柑橘支場内に既設のもので、木造モルタル、スレート葺で3室に区切られ、1室は16m²で二重壁、屋根型天井の中央に排気口があり、コンクリート床の中央には、直径11cm土管の吸気口が東側庫外から通じている。中央室にはルームクーラー（東芝式柑橘腐敗防止装置OR-100型）を床土2.3mの採光窓にとりつけ、3月初めから運転し低温貯蔵室（以下低温室という）とした。また北側室を対照の普通貯蔵室（以下普通室という）とした。

(2) 供試果実、貯蔵期間および処理区

第1表 供試果実および貯蔵期間

項目	年次	1962	1963	1964
供試果採取園		瀬戸田町A	瀬戸田町A	瀬戸田町B
採取月日		12月25日	12月17日	12月16日
供試果の大きさ		L.M.S	M	L.L.L.M
予措日数		34日	44日	44日
予措減量(%)		0.3	6.9	1.7
貯蔵開始月日		1.30	1.31	1.31
" 終了 "		4.15	4.25	6.30
" 日数 "		76	85	152

第2表 処理区

包装処理区	貯蔵温度		低温貯蔵			普通貯蔵		
	年次		1962	1963	1964	1962	1963	1964
ポリ袋 (0.03mm) 1果			○	○	○	○	○	○
" (0.06, 有孔) 10果					○			○
Sロール紙			○	○		○	○	
OED 1% 塗布			○			○		
" 5% "				○			○	
鮮度保持剤 A "					○			○
対照無包装			○	○	○	○	○	○
1区果数			40	25	40	40	25	40
反復数			4	4	3	4	4	3

別に1963年ポリ袋、低温室を用い、包装個数（1, 5, 10個）、袋の開閉と貯蔵性について試験した。

(3) 果実分析

貯蔵の前後に、1プロット5個ずつ常法によって、1果平均重、果肉歩合、果汁歩合およびクエン酸含量を調査した。香氣は果汁1cc、果皮0.5gについて、VRS装置を用いてその強さを測定した。

3. 試験成績

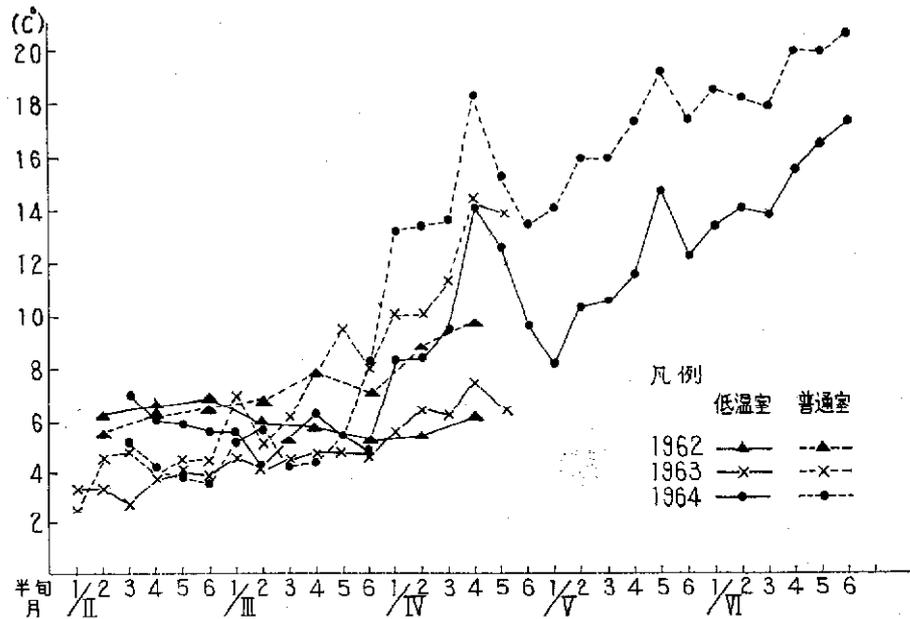
(1) 貯蔵庫内の温湿度

庫内の温湿度は第1・2図の通りであった。

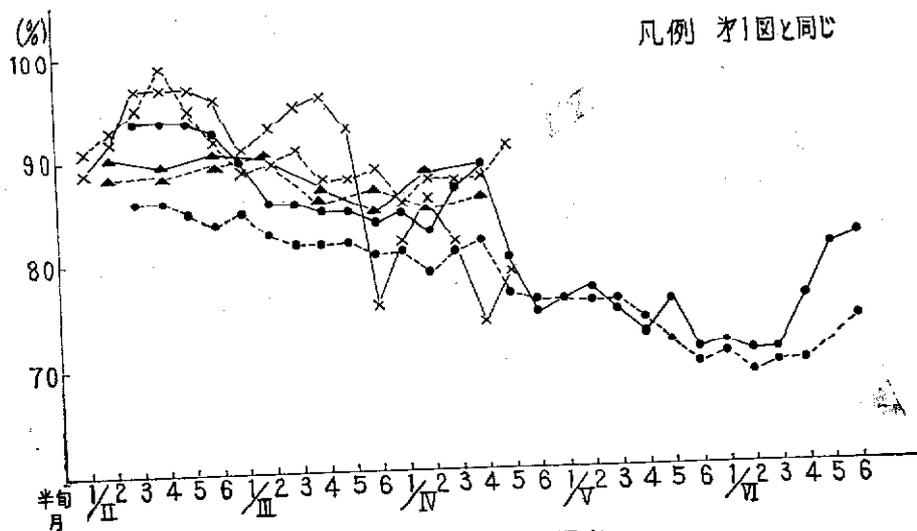
1962年は2月末まで両室とも6~7°Cであったが、その後普通室は外気温の上昇にともなって上昇した。低温室は3月2日からルームクーラーの運転を始め、4月中旬まで5~6°Cに保ち、普通室に比べて2~4°C低温であった。湿度は両室とも3月中旬までは90%前後であり、その後85~90%であった。なお低温室は3月中旬以後乾燥するので、5日毎に5ℓの散水をした。

1963年の普通室は3月中旬まで4~6°Cで、以後上昇し4月下旬は14°Cとなった。低温室は3月からルームクーラーを運転し、4月下旬まで5~7°Cに保ち、普通室より3~7°C低温であった。湿度は普通室では、2月下旬過湿となったが、以後およそ85~90%であった。低温室は3月まで高湿であったが、以後75~85%でやや乾燥した。

1964年は3月下旬まで、両室ともおよそ4~6°Cであったが、4月外気の異常高温に伴ない急上昇し、普通室18°C、低温室14°Cとなった。その後一旦下がったが再び徐々に上昇し、6月下旬それぞれ20°Cおよび17°Cとなった。低温室は3~6月およそ3~5°C低温であった。湿度は4月中旬まで普通室が85~95%、低温室が80~85%であり、その後両室とも70~80%となり甚だ乾燥した。



第1図 貯蔵庫内の温度



第2図 貯蔵庫内の湿度

(2) 果重の生理的減量

1962~64年における果実包装法と貯蔵温度が、レモンの生理的減量に及ぼす影響は第3表および第3図の通りである。

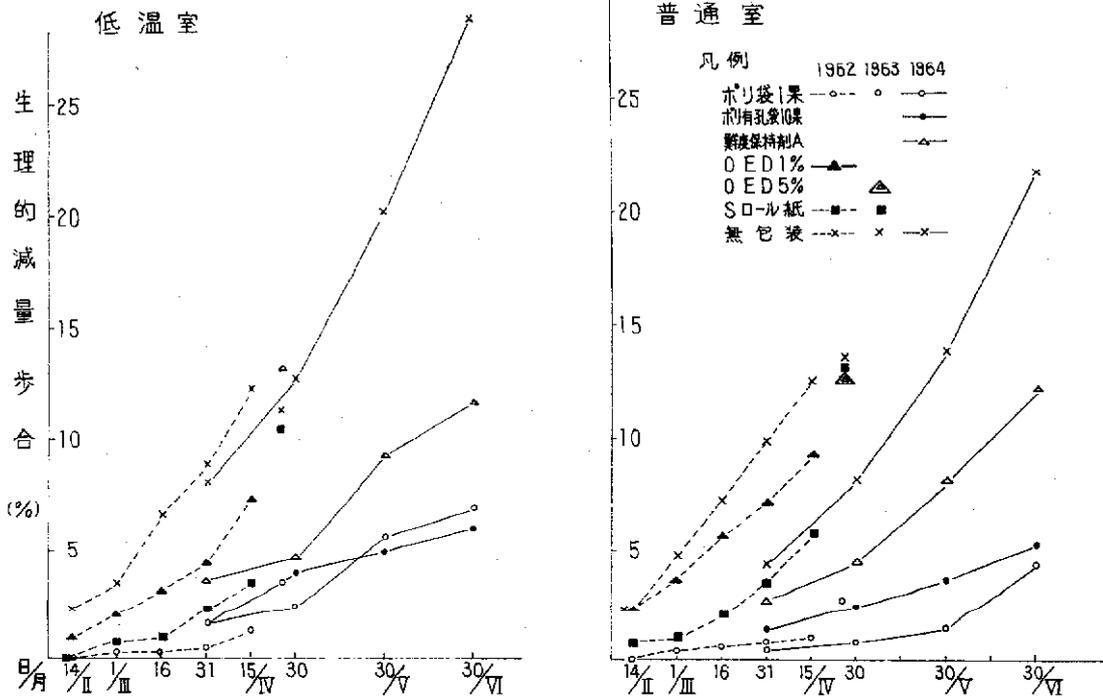
各年度を通じて、ポリ袋包装が明らかに少なく、4月下旬2~3%で、無包装12%の約1/4であり、6月下旬5~6%で、無包装の22~28%の約1/4であった。またその他の処理に比べても少なかった。しかし低温貯蔵の効果は明らかでなかった。

第3表 レモンの生理的減量歩合に及ぼす貯蔵温度と包装法の影響

貯蔵温度	包装法	年次		1962					1963
		調査月	日	2.14	3.1	3.16	3.31	4.15	4.25
低温室	ポリ袋	1	果紙	0.0 ^(%)	0.3	0.3	0.5	1.3	3.4 ^(%)
	Sロー	ル	紙	0.0	0.8	1.0	2.3	3.6	10.4
	OED	1%	装	1.0	2.0	3.3	4.5	7.5	13.2 ^(a)
	無	包	装	2.3	3.5	6.7	8.9	12.2	11.1
普通室	ポリ袋	1	果紙	0.0	0.3	0.5	0.8	1.0	2.7
	Sロー	ル	紙	0.8	1.0	2.0	3.6	5.9	13.0
	OED	1%	装	2.2	3.7	5.7	7.2	9.2	12.8 ^(a)
	無	包	装	2.2	4.7	7.2	9.9	12.4	13.4
有意性	貯蔵温度	法	用	+	N.S.	***	(*)	N.S.	N.S.
	包装	法	用	***	***	***	***	***	***
	交互作用			***	***	N.S.	***	**	N.S.

貯蔵温度	包装法	年次	1964			
		調査月日	3.31	4.30	5.30	6.30
低温室	ポリ袋 1果		1.6 ^(%)	2.4	5.6	6.9
	ポリ有孔袋 10果		1.5	4.0	4.9	6.0
	鮮度保持剤 A		3.7	4.7	9.3	11.7
	無包装		8.0	12.5	20.1	28.5
普通室	ポリ袋 1果		0.5	0.8	1.4	4.5
	ポリ有孔袋 10果		1.4	2.4	3.7	5.3
	鮮度保持剤 A		2.8	4.5	8.1	12.2
	無包装		4.5	8.1	13.8	21.7
有意性	貯蔵温度		+	+	*	+
	包装法		(***)	***	***	***
	交互作用		N.S.	N.S.	+	N.S.

(注) (a) はOED 5%塗布



第3図 レモンの生理的減量歩合に及ぼす貯蔵温度および包装法の影響

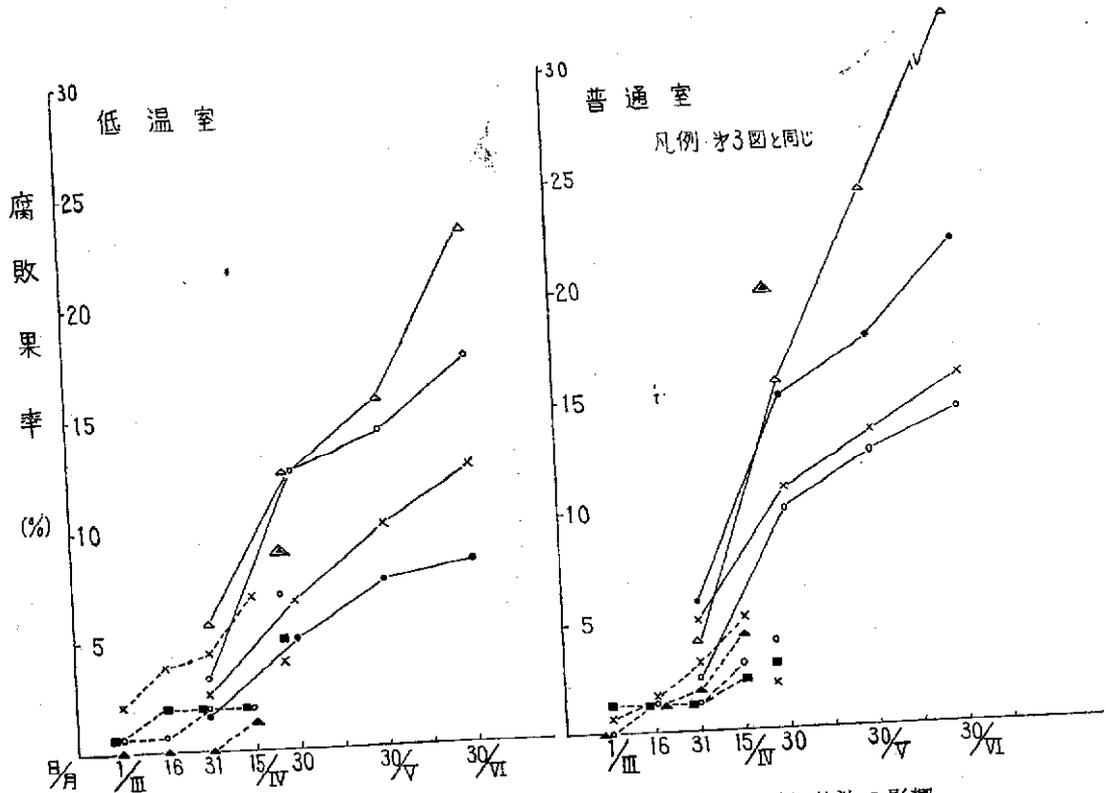
(3) 果実の腐敗

1962~64年における果実包装法と貯蔵温度が、レモンの腐敗果率に及ぼす影響は、第4表および第4図の通りである。包装法による腐敗果率の差は、貯蔵の後半になって生じ、鮮度保持剤A (N社) およびOED 5%塗布は腐敗果が多かった。また概して低温室は腐敗率が少なかった。

第4表 レモンの腐敗果率に及ぼす貯蔵温度と包装法の影響

		年次		1962				1963
		調査月日		3.1	3.16	3.31	4.15	4.25
温度	包装法							
		ポリ袋 1果			0.6(%)	0.6	1.9	1.9
	Sロール紙			0.6	1.9	1.9	1.9	5.0
	OED 1%			0	0	0	1.3	9.0(a)
	無包装			1.9	3.8	4.4	6.9	4.0
	ポリ袋 1果			0	1.3	1.3	3.1	4.0
	Sロール紙			1.3	1.3	1.3	2.5	3.0
	OED 1%			0	1.3	1.9	4.4	200.(a)
	無包装			0.9	1.3	3.1	5.0	2.0
	貯蔵温度			N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
	包装法			N.S.	(+)	***	*	*
	交互作用			N.S.	(+)	**	N.S.	N.S.
		年次		1964				
		調査月日		3.31	4.30	5.30	6.30	
温度	包装法							
				3.3(%)	12.5	14.2	17.5	
低温室	ポリ袋 1果			1.7	5.0	7.5	8.3	
	ポリ有孔袋 10果			5.8	12.5	15.8	23.3	
	鮮持保持剤 A			2.5	6.7	10.0	12.5	
	無包装			2.5	10.0	12.5	14.2	
普通室	ポリ袋 1果			5.8	15.0	17.5	21.7	
	ポリ有孔袋 10果			4.2	15.8	24.2	37.2	
	鮮度保持剤 A			5.0	10.8	13.3	15.8	
	無包装			N.S.	N.S.	+	N.S.	
有意性	貯蔵温度			N.S.	N.S.	*	***	
	包装法			N.S.	N.S.	N.S.	***	
	交互作用			N.S.	N.S.	N.S.	***	

(注) (a) はOED 5%塗布



第4図 レモンの腐敗果率に及ぼす貯蔵温度および包装法の影響

1963年ポリ袋に、果実をそれぞれ1, 5, 10個宛包装し、密閉したものと、袋に通気孔(径5mm1果当り1孔)をあけたものについて、低温貯蔵した結果は第5表の通りである。5~10個包装して密閉すると、腐敗果は顕著に多くなり、通気孔をあけると腐敗果は少なくなった。

第5表 レモンの減量および腐敗に及ぼす包装個数およびポリ袋の開閉の影響 (1963)

処 理 区	調 査 項 目	供試果数	生理減量 (%)	腐敗果率 (%)	健全果重率 (%)
平 均	ポリ有孔袋(0.06mm)10個包装	40	1.6	2.5	96.1
	" (0.04mm) 5 "	40	1.9	0.0	98.2
	" (0.03mm) 1 "	40	1.3	5.0	93.8
	均		1.6	2.5	96.0
平 均	ポリ袋(0.06mm)10個包装	40	0.0	80.0	21.3
	" (0.04mm) 5 "	40	0.0	52.5	51.8
	" (0.03mm) 1 "	40	0.6	7.5	92.2
	均		0.2	46.7	55.1
有 意 性	袋 の 開 閉		**	**	*
	包 装 果 数		N.S.	**	**
	開 閉 × 果 数		+	**	**

(注) 低温貯蔵 1963.1.31~4.25.

1962~64年の貯蔵中の腐敗病の種類は、第6表の通りである。1962~63年は青カビ病と軸腐病が多く、両者で約80%を占め、1964年は約90%が軸腐病によるものであった。

第6表 レモン貯蔵中の腐敗病の種類

年次	温度	項目	供試果数	腐敗果数(同率) (個)(%)	種 類 別 発 病 率 (%)			
					青カビ	緑カビ	軸腐	その他
1962	低	温室	640	19(3.0)	58	0	37	5
	普	通室	640	24(3.8)	33	17	46	4
1963	低	温室	400	29(7.3)	45	3	35	17
	普	通室	400	25(6.3)	48	8	32	12
1964	低	温室	480	66(13.8)	9	0	91	0
	普	通室	480	108(22.5)	6	0	88	6

(注) 各種包装法を含む。

(4) 果皮の萎凋状態

ポリ袋に包装した果実は、ほとんど萎凋せず、両室とも採取時と外観の鮮度はほぼ同様であった。CED、鮮度保持剤Aを塗布した果実はこれに次ぎ、Sロール紙包装果は萎凋し、無包装果は両室とも甚だ萎凋し、6月下旬には果皮はやや硬化し、外観を著しく損じた。

(5) 果実の品質

貯蔵前(1月下旬)および貯蔵後(4月下旬および7月上旬)の果実分析結果は第7表の通りである。ただしポリ袋1果包装と無包装果以外の分析結果は省略した。

果肉歩合は、ポリ袋包装では貯蔵前後で変化が認められないが、無包装ではむしろ増大した。両室間の差は明らかでなかった。

果汁歩合は無包装では明らかに減少し、また低温によって減少を防ぐことが認められた。

クエン酸含量は、ポリ袋ではやや減少し、無包装ではむしろ増大した。低温室はこの減少割合が明らかに少なくなった。

香気の減少は低温室で少なく、無包装果は両室ともむしろ増大の傾向があった。

第7表 レモンの品質に及ぼす貯蔵方法の影響

調査項目	包装法	果肉歩合 (%)			果汁歩合 (%)			クエン酸 (%)			果皮の香気 (V.R.S.Value)			果汁の香気 (V.R.S.Value)			1区 の分 析果 数
		前	P-1	C	前	P-1	C	前	P-1	C	前	P-1	C	前	P-1	C	
低 温 室	1962	62	60	65	62	63	57	6.85	6.60	6.70	-	-	-	-	-	-	10
	1963	63	58	63	66	61	50	6.27	6.55	7.39	54.4	40.4	45.0	40.7	49.4	49.8	20
	1964	63	68	75	59	63	55	7.66	6.88	8.08	71.2	67.4	83.6	40.1	12.2	66.4	15
	平均	62.7	62.0	67.7	62.3	62.3	54.0	6.93	6.63	7.39	62.8	53.9	64.3	40.4	30.8	58.1	-
	1962	62	63	64	62	63	58	6.85	6.40	6.50	-	-	-	-	-	-	10
普 通 室	1963	63	62	64	66	59	51	6.27	6.23	7.21	54.4	36.6	31.0	40.7	21.7	13.3	20
	1964	63	68	71	59	60	54	7.66	6.71	7.75	71.2	45.2	51.6	40.1	22.4	55.2	15
	平均	62.7	64.3	66.3	62.3	60.7	54.3	6.93	6.45	7.15	62.8	40.9	41.3	40.4	22.1	34.3	-
	貯蔵温度	N.S.			*			(**)			+			*			
包装法	**			***			***			N.S.			N.S.				
温度×包装	*			N.S.			N.S.			N.S.			+				

(注) 前：貯蔵前分析値、P-1：ポリ袋1果包装、C：対照無包装、1区5果3カ年9ブロック

4. 考 察

レモンの貯蔵適温は、Biale³⁾、松本⁵⁾などによると3~15.5°Cとされ、他の柑橘果実に比べてその範囲が広く、研究者によって異なる。本研究では4月およそ8°C以上になると腐敗果が急増した。また13°C以下の

低温貯蔵では果面が褐変し、じょう^{のう}囊が暗色化すると報じているが、本研究の低温室は2~3月2~6°Cであったが、それらの障害は認められなかった。貯蔵適温は他の柑果とほぼ同様と考えられる。

次に貯蔵湿度は85~90%とされ、庫内の換気の必要性が強調されているが、わが国ではこの条件を具備した貯蔵庫が少なく、一般に竹スノコ柵にバラ積みするか、湿った鋸屑に埋める方法がとられている。いずれも温湿度の調節が困難で、果実の生理的減量や腐敗が多く、外観や品質を損じている。しかるに、この研究のポリ袋包装によって、生理的減量の防止効果は、低温・普通室ともかなり満足できるものであった。これは厚さ0.03mmのポリ袋1果包装によって、貯蔵中の湿度と空気の組成を適度に保つことができたためと考えられる。また腐敗果は鮮度保持剤AおよびOED 5%の果面塗布では、貯蔵の後半明らかに多くなったが、その他の包装法間には有意な差が認められなかった。一般に腐敗は採取時の取扱い、栽培条件、病原菌の生息密度などによって大きな影響をうけるものと思われる。

なお、貯蔵に際し厚さ0.04mmポリ袋に5果、および0.06mmポリ袋に10果宛包装して、密封貯蔵すると、フィルムの厚さ、包装果数が増すほど、腐敗果が明らかに増大した。これは過湿になったこと、果実の呼吸作用によって酸素が減少し、炭酸ガスが増大したこと、青カビ病菌によってエチレンガスが生成されたためと考えられる。Biale, J.B.³⁾によると、酸素10%、炭酸ガス5%の人工空気下(14.4°C)では、果実の呼吸量は減じ、腐敗や落蒂果が少なくなって8~9カ月の長期貯蔵ができるが、酸素が2.5%以下、炭酸ガスが10%以上になると貯蔵力は減じ、また青カビ病菌によってエチレンが生成されると、呼吸作用を促進し著しく貯蔵力を減ずると報じている。本研究では、ポリ袋に径5mmの通気孔を、包装果数(5~10個)だけあけることによって換気をはかると、腐敗を防ぎ、かつ生理的減量も2%以下(4月25日)に抑制することができた。

貯蔵後の品質は、ポリ袋包装によって、蒸散および呼吸作用を抑制し、外観の鮮度および果肉・果汁歩合を、貯蔵前とほぼ同様に保った。また低温貯蔵によって呼吸作用などを抑え、クエン酸や香気の減少を防ぐことができた。無包装果で果肉歩合、クエン酸および香気が増大が見られるのは、生理的濃縮によるものと考えられ、無包装果の果重および果汁量の大巾な減少に伴って、絶対量はかなり少ないことが推測できる。

6月下旬における生理的減量と腐敗による減量の合計は、ポリ袋包装・低温貯蔵では14~23%となり、無包装・普通貯蔵の約45%に比べおおよそ1/2~1/3であった。また上記の品質維持効果を伴ない、出荷調整の効果も考えられるので、7月までの長期貯蔵が可能と考えられる。

5. 摘 要

1962~64年にわたって、ポリエチレンフィルム袋(以下ポリ袋という)などの包装資材、OEDなどの塗布剤を用い、ルームクーラー(東芝式OR-100型)による低温貯蔵を行なった。

結果の概要は次のようである。

- (1) ポリ袋に1果宛包装するか、ポリ有孔袋に5~10果宛包装して貯蔵すると、採取4~6カ月後でも、果実の生理的減量は顕著に少なくなった。また果皮の萎凋や果汁の減少を防ぎ、新鮮度を維持できた。
- (2) ポリ袋に5~10果入れ、密封して貯蔵すると、腐敗果が明らかに増加した。しかし、袋に径5mmの通気孔を5~10孔あけると、腐敗果を少なくすることができた。
- (3) 低温貯蔵した果実は、普通貯蔵したそれと比べて、クエン酸含量および香気の減少割合は明らかに少なく、腐敗果も少なくなる傾向があった。

引用文献

- (1) 水野勉：レモンの採取時期と貯蔵による果実の変化，農及園4(5)，540—550，1929。
- (2) 柚木崎勇次郎，宝満保；レモン培栽試験成績第一報，広島県立農事試験場大長柑橘分場特別報告第一号，1933。
- (3) Biale, J.B.: Storage of lemons in controlled atmos-phere. *ibid.* Calif. Citrogr. 38(12)427, 436—438,

1938.

- (4) 岩崎藤助：レモンの長期貯蔵に就いて，園芸の研究，32：31—44，1936。
(5) 松本熊市：果実及蔬菜貯蔵の研究，233—235，1945。

Studies on the degreening and storage of lemons
2. On the cold storage of lemons by the packing
at polyethylene film

by

Yūhei Iiyama and Katashi Sakai

Summary

From 1962 to 1964, the cold storage in a room cooler (Toshiba OR-100) was studied by the use of packing materials of polyethylene film bag etc. ("poly-bag" is used hereafter) and OED embrocation etc.

(1) Physiological loss in weight of stored lemon fruits were very little even after 4~6 months after their harvest when they were stored up in wrapping up one fruit apiece in a poly-bag or 5~10 fruits apiece in a vent poly-bag. Also it prevented from the withering of peel and the decrease of fruits juice. And so it maintained the freshness of lemon fruits in storage.

(2) The number of decayed fruits remarkably increased in seal tight storage when 5~10 fruits in a poly-bag were put in it. But the decay decreased when 5~10 vents with 5 mm in diameter were made holes on the poly-bag.

(3) The decrease of citric acid contained in the juice and flavour of the peel and fruit juice was less in cold storage than in ordinary storage. The fruits stored in cold tended to the decrease of the decayed fruits.