

レモンの催色ならびに貯蔵に関する研究

(第1報) 溶解アセチレンによる催色について

井伊谷 雄平

Studies on the degreening and storage of lemons

I. On the degreening of lemons by Fusing Acetylen

by

Yūhei Iiya

1. まえがき

広島県下のレモン栽培面積は約40ha、生産量は700tと推定され、全国生産量の約半分を占め、特産的な役割を維持してきた。しかるに、1964年貿易が自由化されるにおよび、生産および栽培農家の経営安定化が必要となった。本研究はとくに出荷に際して問題となっている催色方法について、試験を行なったものである。

レモン果実を完全着色するまで樹上におくと、果形・外観および品質が低下するので、一定の大きさになると、緑果でも採取し、催色処理をしてから出荷する。この量は全生産量の約30%と推定される。わが国のレモンは12月に採取できる果実が最も多いが、この時期は温州ミカンの収穫期にあたるので、採取労力の分散、レモンの周年にわたる供給などの点から、催色は今後とも一層必要な技術と考えられる。

レモンの催色法として従来国内ではカーバイト法が用いられているが、この方法は有効ガス発生量が不安定な上に、硫化水素・燐化水素など爆発の危険性の高い不純物を含み、大量果実の催色には操作上不便であり、また完全着色するまでに長時日を要する欠点がある。そこで1962～63年の2カ年にわたって、溶解アセチレンを用いて試験した結果、実用化の見通しがついたので報告する。

この試験にあたって広島県立呉工業試験場、中国電力尾道営業所、豊当郡瀬戸田町南生口農協、園主および多数の当支場研修生・実習生の協力を得た。またこの取まとめに当っては古橋信哉支場長の指導を賜った。ここに深甚の謝意を表する次第である。

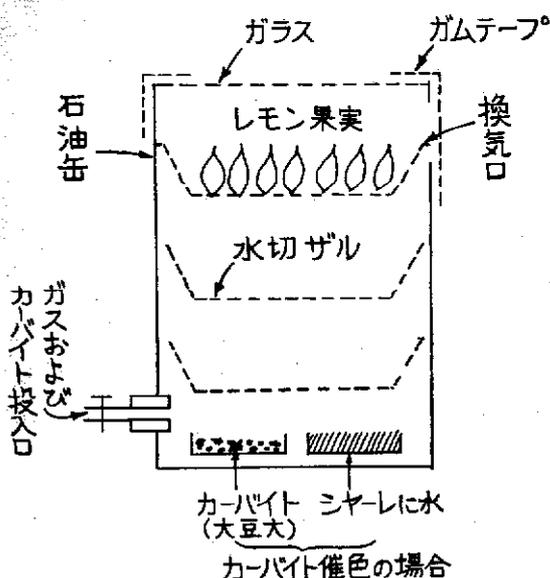
2. 試験材料および方法

(1) 供試果実

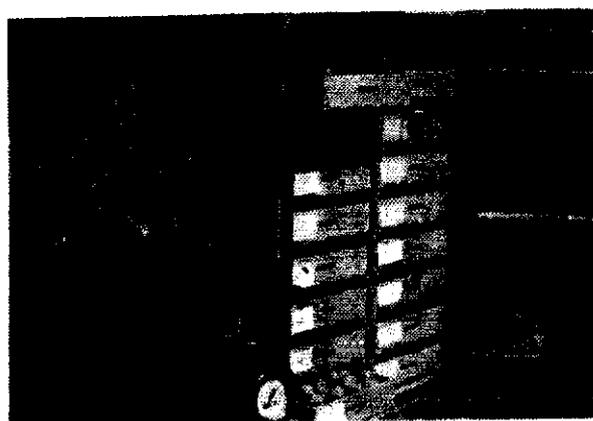
1962年には、瀬戸田町大谷清氏園約30年生5樹から、10月8日から11月12日の間5回にわたって、M級（直径5.1～5.5mm）約1,500個を採取し、各回とも各処理区にランダムに割付けた。1963年には、同町南生口農協が集荷した果実を3回にわたり、濃緑果と淡緑果に分け計7,800個を用いた。

(2) 催色装置

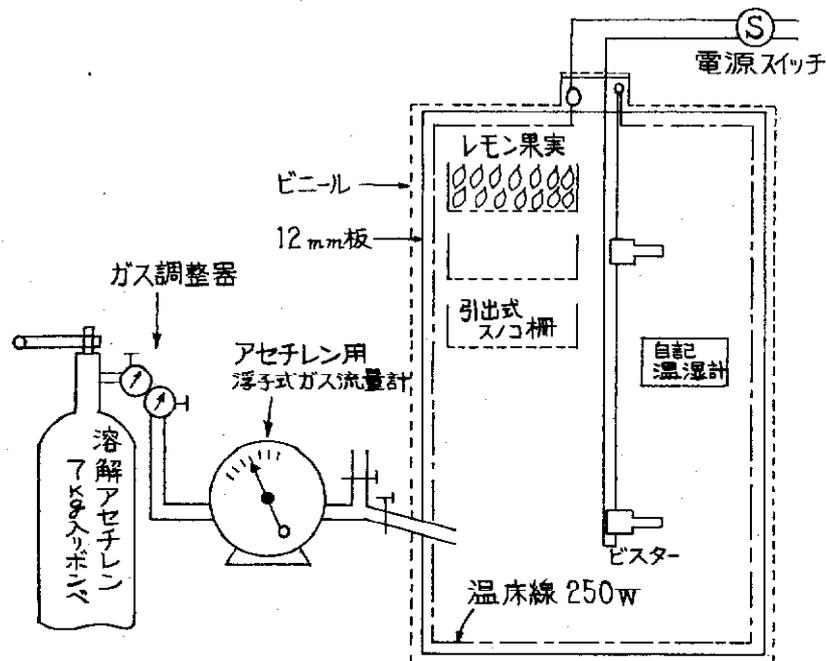
1962年には石油缶（18ℓ容）20個を、第1図のように改造して用い、1963年は第2図・第3図のような、内容積1m³木製ビニール張りで、引出式スノコ柵18個と温床線を内装した催色庫2個を用いた。



第1図 催色装置略図 (1962年)
石油缶18ℓ



第2図 催色装置



第3図 催色装置略図 (1963年)

木製内容積 $1\text{ m}^3 = 1.5 \times 1.0 \times 0.7\text{ m}$

(3) 催色方法

① 催色ガスはボンベ7kg入り溶解アセチレン (以下 C_2H_2 と略す) とカーバイド (以下 CaC_2 と略す) を用い、 C_2H_2 ガスは注射筒およびアセチレン用浮子式ガス流量計を用いて所定量を吹き込み、ガス濃度の変化をアセチレン用検知管で調査した。

② 保温は1962年には定温器を用い、1963年には内装した温床線250Wとヒスター2個によって行ない、庫内には自記温湿度計を入れた。

③ ガス交換は催色ガスを封入して20時間 (13時～9時) 密閉し、4時間 (9時～13時) 開放して新鮮な空気と入れかえる間歇燻蒸を行なった。

(4) 調査方法

① 着色程度は果皮全面が黄化したものを10とし、着色した果皮面積で10区分し、1個ずつ観察シプロットの平均を出した。

② 落蒂果は催色操作中自然に蒂の落ちたもののほか、軽い指圧で落下したものを含めた。

3. 試験成績

(1) C_2H_2 ガス濃度

レモンの着色に及ぼす C_2H_2 ガス濃度の影響は第1・2・3表の通りである。処理時期および温度条件などの差があるが、2% (容積%) 程度がよく着色を催すことが認められた。0.1%以下では処理後1週間室温に放置しても、5分着色にとどまり、完全着色には3週間以上を要した。また2%以上の高濃度にしても着色を一層促進する効果は見られなかった。

第1表 レモンの着色に及ぼす C_2H_2 ガス濃度の影響 (1962)

調査日	C_2H_2 濃度 (%)	0.001	0.003	0.01	0.03	0.1
処理直後 (10.14)		1.0	1.3	2.3	3.0	4.8
1週間後 (10.22)		1.2	1.5	3.0	3.5	5.3

(注) 採取10.8, 処理10.10～14, 室温17～23°C, 各区40果平均

第2表 レモンの着色に及ぼすC₂H₂ガス濃度と温度の影響 (1962)

調査日	温度(°C)	室温(16~22)			24			32		
	C ₂ H ₂ 濃度(%)	0.1	0.3	1.0	0.1	0.3	1.0	0.1	0.3	1.0
処理直後(10.26)		3.7	4.0	4.3	3.7	4.7	6.7	4.7	6.7	8.0
1週間後(11.2)		4.7	6.0	5.7	4.7	5.7	8.0	5.3	7.7	9.7

(注) 採取10.19, 処理10.22~26, 各区30個平均

第3表 レモンの着色に及ぼすC₂H₂ガス濃度の影響 (1962)

C ₂ H ₂ ガス濃度 (%)	1	2	4	8	16
処理直後	7.2	9.0	8.7	9.9	9.6

(注) 採取11.2, 処理11.5~10, 28°C, 各区45個平均

(2) 処理温度

着色に及ぼす処理温度の影響は、第2・4・5表の通りである。ガス濃度の0.1%場合28°Cが最もよく着色した。25°C以下、32~33°Cでは着色が遅れる傾向が見られた。

第4表 レモンの着色に及ぼす温度の影響 (1962)

調査日	温度(°C)	室温(13~21)	24	28	32	変温(29~16)
処理直後(10.18)		3.0	4.5	5.3	5.0	3.5
1週間後(10.25)		3.3	4.8	5.5	5.3	3.8

(注) 採取10.12, 処理10.14~18, C₂H₂濃度0.1%, 各区40個平均第5表 レモンの着色・減量および落蒂果率に及ぼす温度と処理回数およびCaC₂の影響 (1963)

処理月日	処理温度(催色ガス)(°C)	供試果数	処理回数別の着色果割合(%)					催色中の減量歩合(%)	催色中の落蒂果率(%)
			4	5	6	7	8		
24/X	33(C ₂ H ₂)	1,503	1.2	1.6	19.1	56.4	21.7	14.0	14.2
1/XI	28(C ₂ H ₂)	1,258	2.6	2.3	25.7	65.2	4.2	6.0	4.4
30/X	28(C ₂ H ₂)	949	1.3	7.9	14.2	43.7	32.9	7.6	36.7
7/XI	25(C ₂ H ₂)	875	0	3.3	13.3	43.0	40.4	8.1	25.9
5/XII	28(C ₂ H ₂)	1,645	2.1	10.4	24.2	46.3	17.0	7.1	18.3
13/XII	28(CaC ₂)	1,565	5.0	23.9	25.7	38.9	6.5	6.0	39.5

(注) C₂H₂ガス2%, CaC₂360g/m³

(3) 処理回数(ガス交換回数)

完全着色に必要な処理回数は第5・6表の通りである。淡緑果では4~5回、濃緑果では7~8回であった。

第6表 レモンの着色に及ぼす催色ガス・処理回数の影響 (1962)

催色剤の種類と濃度	供試果数	処理回数別の着色果割合 (%)			
		5 (回)	6	7	8
C_2H_2 2%	60	48	35	18	0
CaC_2 360 g/m ³	180	33	46	16	5

(注) 採取11.2, 処理11.13~21, 28°C

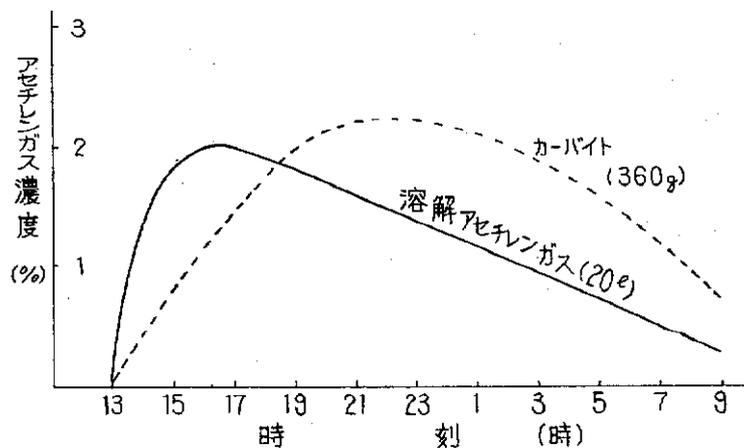
(4) CaC_2 と C_2H_2 の比較

完全着色に必要な処理回数を、 C_2H_2 と CaC_2 とで比較した結果は、第5表12月5~13日処理および第6表の通りである。第5表催色庫では CaC_2 がやや少なく、第6表催色缶では C_2H_2 がやや少ない回数で着色する傾向があった。

催色庫内のガス濃度の変化をアセチレン用検知管で測定した結果は第3図の通りである。

C_2H_2 では1~2時間で一定ガス濃度になるが、ガスもれなどで4時間以後次第に減少した。

CaC_2 では所定濃度に達する時間は5~6時間を要し、1 m³ 当り 360 g では、場合によっては爆発限界に入ることがある。

第4図 催色庫 (1 m³) 内のガス濃度の変化

(5) 落蒂防止

2, 4-D, ワセリン, ジベレリンを用いた落蒂防止効果は第7表の通りである。

催色前蒂部は 2, 4-D 250ppm 溶液を塗布すると、落蒂をほとんど防止できた。2, 4-D をワセリンと混用すると、蒂色は濃緑に保ったが、出庫の際ほとんど落蒂した。

また第5表の如く、 C_2H_2 催色は CaC_2 催色に比べ、落蒂果は明らかに少ないが、高温処理では落蒂果が多くなった。

第7表 落蒂防止に対する2,4-D, シベレリンおよびワセリンの効果 (1962)

処 理		調 査 項 目		落蒂果数	褪色蒂数	完全果数
短果梗	ワセリン	2,4-D	100ppm	17	0	3
"	"	"	1,000	9	0	11
"	"	"	10,000	20	0	0
"	"	"	100	6	6	8
"	"	"	250	0	3	17
"	"	"	500	0	3	17
"	"	"	1,000	0	5	15
"	"	"	10,000	0	14	6
"		ジベレリン	250	20	0	0
"		"	500	11	8	1
長果梗	ワセリン	2,4-D	1,000	17	0	3
"	"	"	1,000	1	2	17
短果梗	無処理			20	0	0

(注) 処理11.13~21, CaC_2 360 g/m³, 28°C, 5~8回

4. 考 察

従来レモンの催色法として、エチレンガス利用、アセチレンガス利用⁴⁾、発汗法、煉炭燻蒸法⁵⁾、カーバイト法⁵⁾、カーバイト催色新法などの報告があるが、わが国ではカーバイト法が一般に普及している。

このカーバイト (CaC_2) 法は次式 $[\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 + 30.4\text{Kcal}]$ によって得られるアセチレンガスを利用するものであるが、2~3の問題点がある。つまり CaC_2 1kg に対し水 560g を要し、水が少ないと CaC_2 と石灰の混合物が赤熱状態となり、爆発の原因になる場合があること⁷⁾、 CaC_2 のガス発生量は純度によって、226~300 l/kg の巾があり、有効ガスの測定が困難であること⁷⁾、発生ガス中に燐化水素・硫化水素のほか種々の不純物を含み、ことに燐化水素は発火点 (100°C) が低く、 CaC_2 と水の発熱反応、 C_2H_2 の可燃性 (空気との混合ガスの爆発限界は 2.5~81.0%, 発火点 299°C) とともに、爆発の原因となり易いこと、また CaC_2 法の催色日数は、7~8分着色果を出庫して、室温に放置すると、完全着色には3~4週間を要し、大量果実の催色には、操作上不便であることなどである。

本研究は不純物を含まない溶解アセチレン (C_2H_2) の利用によって、上述の危険性の一部および大量催色操作上の問題点を解決し、催色日数を約 $\frac{1}{3}$ に短縮した。しかし C_2H_2 ガスの可燃性による危険性は、なお残されているので、取扱いに充分留意する必要がある、催色の機構を求め、危険性のないガスの利用開発は、今後の研究にまつ所が大きい。

本研究による催色適温 28°C は田中⁸⁾によって紹介された Denny らの報告と一致し、32°C 以上にしても着色はさらに促進されない点は、Braverman らとほぼ一致した。

ガス濃度は有効ガスの測定可能な C_2H_2 ガスの利用によって、実用的なガス濃度の巾は狭められたものと考えられる。Marloth⁴⁾によると、 C_2H_2 ガス濃度は 1/2,500 が適当で、4時間ごとにガス交換すれば、60時間で着色するとしているが、本研究でこの低濃度ではほとんど着色しなかった。催色適温やガス濃度は、果実の成熟度や栽培条件、催色装置などによって異なるものと思われる。また同氏らはエチレンガスは、催色後腐敗や果皮の火焼けが多い欠点があるが、この点 C_2H_2 は安全であると述べているが、本試験でもこれら果実の傷害は見られなかった。なお、ガス交換を行わずに催色すると、10日以上処理しても完全着色しなかった。これは従来の報告で指摘されているように、酸素不足によるものと考えられ、ガス交換を行なって間歇燻蒸を行なうか、酸素の供給が必要であろう。 C_2H_2 による催色後の果皮色は CaC_2 によるものと差が認められず、果皮果肉への悪影響は認められなかった。

この C_2H_2 の経費は濃緑果 100kg を完全着色するのに 94円を要し、従来の CaC_2 の 87円に比較してやや

高いが、危険性が少なく、操作が簡便な点から考え、共同催色庫による大量果実の催色には、 C_2H_2 の実用性が高いものと考えられる。

5. 摘 要

1962～63年にわたって、溶解アセチレンを用いて催色試験を行なった。その概要は次のようである。

(1) ほとんどの果実が着色する条件は、溶解アセチレンガス濃度2%程度、 $28^{\circ}C$ で20時間密閉し、後4時間開放する間歇燻蒸を、5回(淡緑果)～8回(濃緑果)くり返す処理であった。

(2) 溶解アセチレン催色による落蒂果率は、カーバイト催色よりも少なかった。催色前、2,4-D 250ppm溶液を蒂に塗ると、高い落蒂防止効果があった。

(3) 催色に要する溶解アセチレンの経費は、カーバイトより高い。しかし溶解アセチレン催色は、催色操作が簡便で、危険性が比較的少なく、実用化の可能性が高い。

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：レモン栽培試験第1報，広島県立農事試験場大長柑橘分場特別報告第1号，1933.
- (3) 田中長三郎：果実の催色，柑橘の研究，372～376, 1933.
- (4) Marloth, R.H.: Coloring citrus with acetylene: Fmg.s. Afr., 10: 84, 1935. (Hort. Abstr., 5(1): 57, 1935による)
- (5) 岩崎藤助：果実の人工着色，柑橘栽培法330～334, 1953.
- (6) 榎本栄一：レモン催色新法，レモン科学全集(柑橘研究13) 203, 1961.
- (7) 松沢春雄，田口昇：アセチレン溶接安全教程，18～42, 1962.

Studies on the degreening and storage of Lemons

1. On the degreening of Lemons by Fusing Acetylen

by

Yūhei Iiya

Summary

Degreening lemon fruits by fusing acetylene were studied from 1962 to 1963. The results were as follows:

- (1) Most lemon fruits were colored when they were sealed tightly for 20 hours at 28°C and at about 2% fusing acetylene density, and were colored when intermittent fumigation which was ventilated for 4 hours were repeated from 5 times (light green) to 8 times (dark green).
- (2) The percent of calyx falling from a lemon fruit in fusing acetylene degreening was less than carbide degreening. The high preventive effect of calyx falling from a lemon fruit was applied to the calyx when it was painted by 2,4-D, 250 ppm solution before degreening.
- (3) The cost of fusing acetylene degreening was dearer than that of carbide degreening. But the former is simple in degreening process and less dangerous as compared with the latter. Therefore, fusing acetylene degreening has a high possibility for the practical use.