

カキ平核無の炭酸ガス脱渋に関する研究(第1報)

脱渋におよぼすガス組成と温度の影響について*

米田 義弘, 沢村 泰則, 福長 信吾

Studies on the Removal of Astrigency with Carbon Dioxide of Persimmon (Hiratanenashi) 1.

Influence of composition of atmosphere and temperature on the removal of astrigency.

Yoshihiro KOMEDA, Yasunori SAWAMURA and Shingo FUKUNAGA

緒 言

平核無の脱渋法は、現在、ほとんどが炭酸ガス脱渋法で行なっている。これは、従来のアルコール脱渋法よりも脱渋が早く、脱渋後の果実日持ちがすぐれ、かつ、大量処理が容易なためである。しかし、炭酸ガス脱渋では、しばしば、果頂部の黒変あるいは、部分的な果肉軟化を伴ないがちであり、しかも、一種の醜臭を生じ、本来の果実の風味を損ないがちである。そのため、炭酸ガス脱渋の欠陥を是正し、より完全、より安全な脱渋操作法が強く要望されてきた。

炭酸ガス脱渋で最も問題となるのは、果頂部の黒変であつて、これには二つの型がみられる。佐藤ら⁸⁾が軟化現象と称する黒変は果肉の軟化を伴なうもので、いわゆる“はちまき”と呼ばれるものである。北川⁹⁾が部分軟化型黒変、門田¹⁰⁾が褐変と称しているものも、これに入るものかも知れない。いま一つの型は、障害と症状が非常によく似ているが、果肉の軟化を全く伴わないもので、筆者らの一人¹⁾が富有のポリ密封貯蔵の際に発生を認めた生理障害果に酷似している。この二種類の型が、発生機構的に同一の原因によるものかどうかは明らかにされていない。

筆者らは、これらの黒変障害の発生が、脱渋中における果実の呼吸障害に起因するものと考え、脱渋時の炭酸ガス濃度、酸素濃度、および温度について、1970年から2年間にわたつて実験を行なつた。その結果、ガス組成、あるいは温度と黒変果の発生、脱渋速度、果肉軟化との間に、同様な知見を得たので、1971年の成績について報告する。

* 本報告の概要は昭和47年春の園芸学会で発表した。

実験材料および方法

実験 I. ガス組成に関する実験

10月20日に収穫した、本県平垣部産(梶原市)の平核無を供試して、21日より実験を開始した。果実は黄色、果肉硬度1.9kg、1果平均重163gのM級果実であつた。

実験区分は炭酸ガス濃度0、40、60、80%、および酸素濃度1、2、4%の組合せによる12区をもうけた。

実験方法は容量32lのプラスチック容器に果実40個を入れ、上面に厚さ0.1mmのビニールを両面接着テープで貼りつけ、密封した。ガス組成は炭酸ガス、空気、窒素ガスをガス流量計を用いて、適当な割合で混合し、所定組成の混合ガスを毎日十分に注入交換することによつて、調整を行なつた。調整後のガス濃度変化は、1日で、炭酸ガスは±3%の増減中に止つたが、酸素は実験区により異なり、4%区では4.5~2.2%、2%区では2.5~1.3%、1%区では1.5~0.7の変動が生じた。

実験期間中の室温は、実験開始後4日目までは16~24℃、5日目から14日目までは14~18℃で経過した。

測定法および調査方法は次の通り行なつた。

(1) 果肉硬度、果実表皮を剥皮し、直径3mmのユニバーサル型硬度計で測定した。果頂部、赤道部、果腹部について、それぞれ2ヶ所を測定した値の全平均をもつて硬度とした。

(2) アセトアルデヒド、Ripper氏変法により分析した。

(3) アルコール、610 μ m、比色法により測定した。

(4) ガス組成、オルザットガス分析器、およびBekman溶存酸素分析計で測定した。

(5) その他、脱渋所要日数は果実を取り出し、官能に

よりほとんど渋が感じられなくなるまでの処理日数とした。障害果の発生は脱渋後3日目以降は増加しなかつたので、3日目の発生割合を調査した。

実験Ⅱ. 温度に関する実験

実験Ⅰと同じ果実および方法で実験を行なった。

実験区分は20℃区、30℃区、40℃区をもうけ、温度はプラスチック容器を断熱材で覆い、果実に光が直接当たらないように木箱に入れた100W電球により加温し、サーモスタットにより調整した。

ガス組成は炭酸ガス60%、酸素2%とし、ガス調整は毎日行なつた。

実験期間中の温度は、20℃区では17~22℃、30℃区では26~32℃、40℃区では36~45℃で経過した。

実験結果

実験Ⅰ. ガス組成に関する実験

(1) 障害果の発生

軟化を伴わない果頂部の黒変果(以後、黒変果と呼ぶ)は第1表に示すように、炭酸ガス60%以上で、酸素1%区にいちじるしく発生した。また、炭酸ガス80%では、酸素2%区にわずかながら発生した。

果頂点腐敗果の発生は炭酸ガス60%以下で、酸素1%区に発生し、とくに炭酸ガス0%区でいちじるしかつ

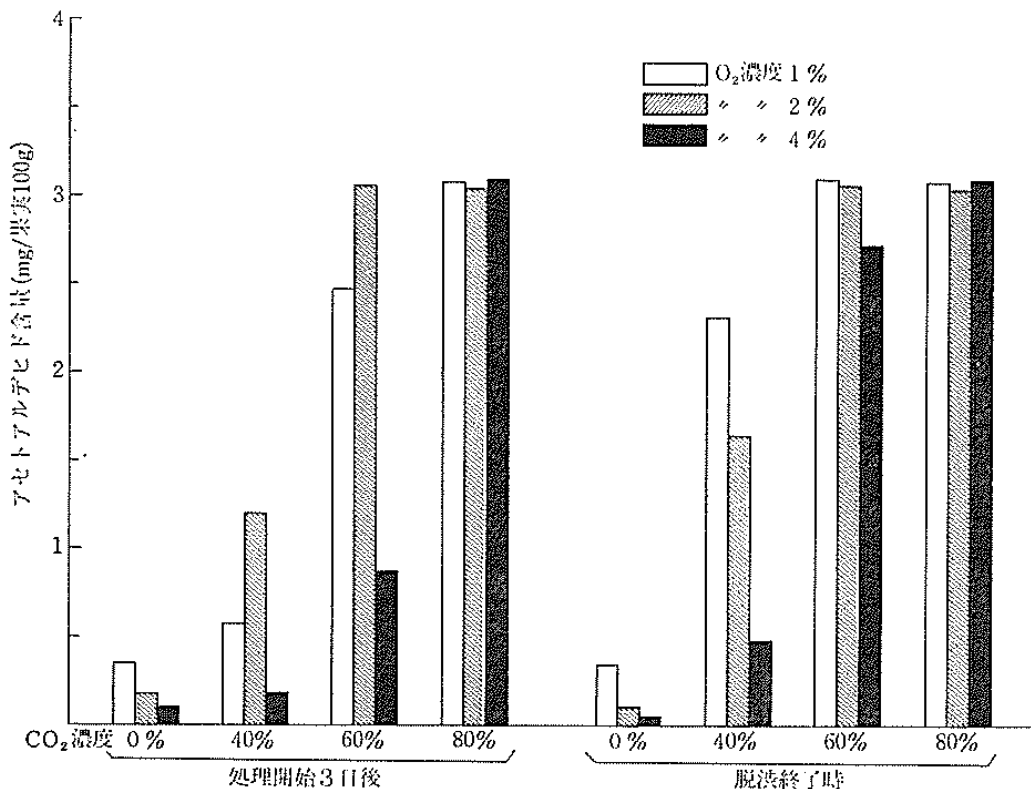
第1表 黒変果、果頂点腐敗果の発生率(脱渋終了後3日目)

CO ₂	O ₂			果頂点腐敗果		
	1%	2%	4%	1%	2%	4%
0%	0	0	0	38.7	0	0
40%	0	0	0	11.1	0	0
60%	44.8	0	0	10.3	0	12.5
80%	63.2	9.0	0	0	0	0

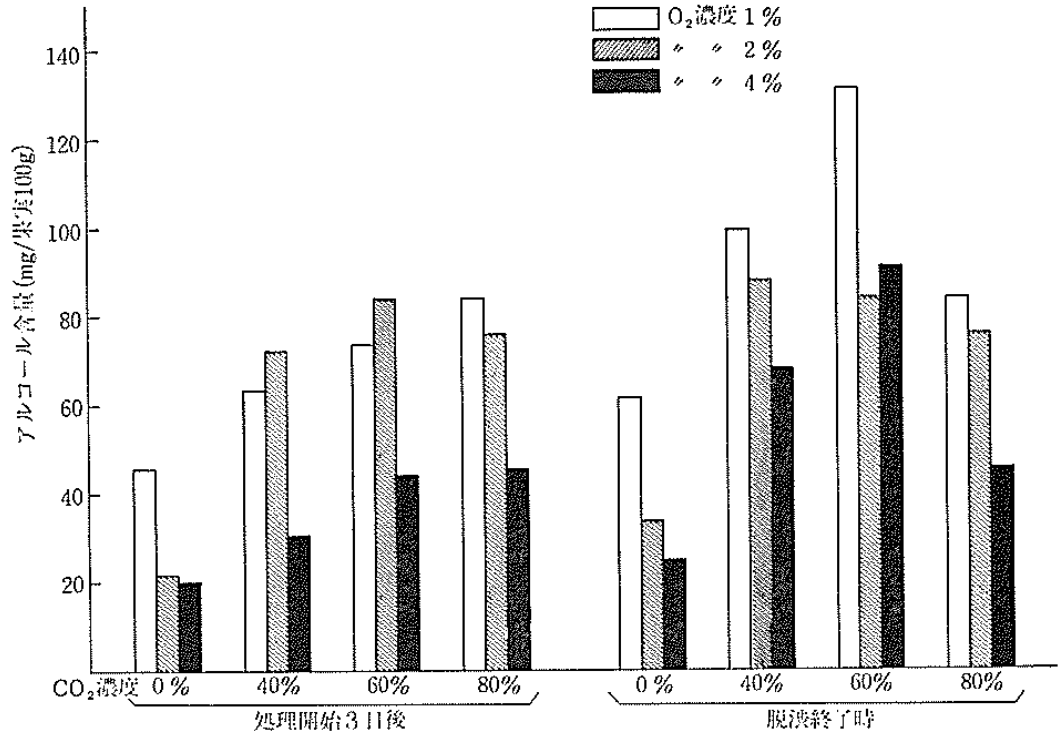
た。また、炭酸ガス60%、酸素4%区に類似障害が発生した。果頂点腐敗果の症状は脱渋中に果頂点が黒変し、そこから拡大して、直径5~10mmあるいはそれ以上の変色部を生じ腐敗軟化した。

(2) アセトアルデヒド・アルコール含量

アセトアルデヒドの蓄積速度を処理開始後3日目の含量でみると、第1図のように、炭酸ガス濃度が高くなるにしたがつて蓄積は早くなり、とくに炭酸ガス60%以上で早かつた。また、酸素濃度については、炭酸ガス40~60%のとき、酸素2%区でもつとも蓄積が早かつた。脱渋終了時のアセトアルデヒド含量は、炭酸ガス濃度が高いほど多くなつており、60%以上でいちじるしく多かつた。これに対して、炭酸ガス0%区ではごくわずかし



第1図 ガス組成がアセトアルデヒド含量におよぼす影響



第 2 図 ガス組成がアルコール含量におよぼす影響

蓄積しなかつた。

アルコールの蓄積速度を処理開始後 3 日目の含量で見ると、炭酸ガス濃度は高くなるにしたがつて蓄積は早くなり、酸素濃度については、4%区で蓄積がおくれた。脱洗終了時のアルコール含量は、酸素 1%区で多く、炭

酸ガス濃度では、40%以上で多かつた。しかし、炭酸ガス 0%区でもかなりの蓄積がみられた。

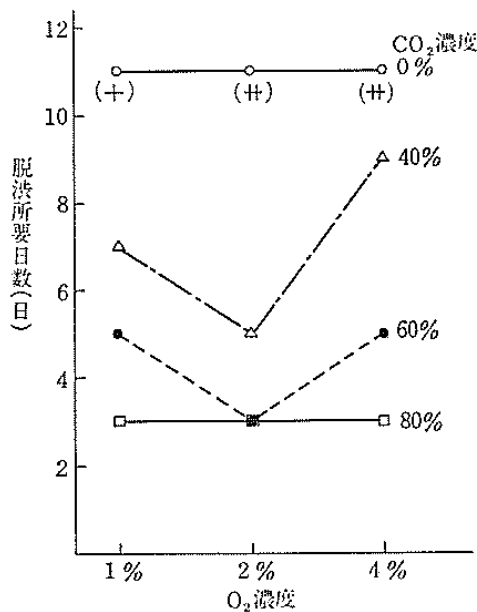
(3) 脱洗速度

第 3 図に示すように、炭酸ガス濃度は高くなるにしたがつて、脱洗は早くなり、とくに 60%以上で早かつた。窒素ガスを用いた炭酸ガス 0%区では、11日間を経過しても完全に脱洗されなかつた。また、酸素濃度については、炭酸ガス 60%以下の区では、酸素 2%区で脱洗がもつとも早く、1%区は 2%区よりおくれ、4%区はもつともおくれた。

(4) 果肉硬度

脱洗直後の果肉硬度は第 2 表に示すように、当初 1.9 kg の硬度からみて、酸素濃度 1%区、2%区ではあまり硬度の低下はみられなかつたが、4%区では、いちじるしく低下し、脱洗後の軟化も早かつた。また、炭酸ガス濃度については、低濃度区ほど低下する傾向がみられた。

実験 II、濃度に関する実験



第 3 図 ガス組成が脱洗所要日数におよぼす影響

(注) (+) 洗みがわずかに残つた。
(++) 洗みがかなり残つた。

第 2 表 脱洗直後の果肉硬度 (kg)

CO ₂	O ₂		
	1%	2%	4%
40%	1.6	1.7	1.1
60%	1.6	1.6	1.2
80%	1.9	1.8	1.4

第3表 脱渋時温度が脱渋におよぼす影響

処 理 区		20℃区	30℃区	40℃区
脱渋所要日数(日)		3	2	2
脱渋直後の果肉硬度(kg)		1.6	1.7	1.6
黒変果発生率(%)		0.0	*7.0	0.0
はちまき果発生率(%)		0.0	2.8	32.8
アセトアルデヒド含量(mg%)	処理開始2日後	1.139	3.037	3.011
	脱渋終了時	3.057	3.037	3.011

* 症状は軽度

障害果の発生は第3表のように、黒変果が30℃区に軽症のものが発生した。これに対して、軟化を伴う黒変果(以後“はちまき”と呼ぶ)は30℃区、40℃区に発生し、とくに40℃区でいちじるしく発生した。普通大気下では果実を40℃の恒温器に入れておいても“はちまき”症状は現われなかつた。

アセトアルデヒドの蓄積は30℃区、40℃区で速やかであつたが、脱渋終了時の含量には、各温度間で差は認められなかつた。

脱渋速度は30℃区、40℃区と高温ほど脱渋が早く、2日間で脱渋された。しかし、20℃区では3日間を要した。

果肉硬度は各温度間で差がなく、脱渋時高温による硬度の低下はみられなかつた。

考 察

ガス脱渋の際に生ずる障害果は、脱渋時のガス組成に関係する。黒変果は炭酸ガス60%以上の高濃度区で発生したが、これは門田³⁾の報告と一致する。ただ、この場合、酸素濃度に強く規制され、2%以下の低濃度、とくに1%区で発生がいちじるしい、このことは、黒変障害が果実の呼吸障害と何らかの関係をもつことを推測させる。高田⁹⁾は、無炭酸ガス下での実験で、果実内の揮発性成分の蓄積から、カキの正常呼吸に必要な最低酸素濃度は2.5%と推定しているが、このことから考えれば、黒変障害は明らかに酸素欠乏状態で発生すると言えるであろう。しかし、同じ酸素欠乏状態であつても、炭酸ガス60%より低い低濃度区では黒変障害は現われない。福長ら¹⁾は富有の密封貯蔵で黒変果の症状に酷似する果頂部褐変障害果の発生が、酸素欠乏と高炭酸ガス濃度条件下でいちじるしいことを認め、これが果実内のアセトアルデヒド蓄積と密接に関係があると報告しているが、脱渋終了時のアセトアルデヒド含量と黒変果の発生率とは明らかな関係は認められなかつた。しかし、脱渋中の蓄積速度から考えれば、蓄積の早い炭酸ガス60%以上、酸

素2%以下の区で、黒変果の発生がみられる点で、やはり黒変障害がアセトアルデヒドに無関係であるとは考え難い。緒方ら⁷⁾がリンゴにアセトアルデヒド処理をしてヤケ類似症状の発生を認めているが、筆者らも、これと同じ方法で、平核無に軽微であるが、果皮の褐変するのを認めた。これらのことから、黒変障害は、酸素欠乏、炭酸ガス高濃度の条件下では、果実のいちじるしい呼吸障害を招き、アセトアルデヒドの異常蓄積が黒変果を発生させるものと推測する。

果頂点腐敗果は、炭酸ガス60%以下、酸素1%の区に発生し、とくに炭酸ガス0区でいちじるしかつた。高田⁹⁾は酸素欠乏下におかれた富有および平核無でこの症状に似た果頂部の部分軟化を認め、カキ果実は果頂部が低酸素濃度に敏感であるが、これは組織学的に果頂部が他部と異なつていることと関係があるかも知れないと述べている。このようなことから、果頂点腐敗果は、酸素欠乏状態で発生し、このような状態におかれる期間が長ければ、いちじるしくなるものと思われる。しかし、これが、炭酸ガス濃度が高くなると発生率が激減し、80%の高濃度になると全く発生がみられなくなることは、果頂点腐敗果が単に酸素欠乏だけに起因するものでないことを推測させる。本実験では炭酸ガス60%、酸素4%区でも発生を認めたが、前年度に行なつた実験⁹⁾では、このような高酸素濃度区で発生はみられなかつた。この点、再検討の要があろう。

“はちまき”の発生は脱渋時の温度が30℃以上の高温区にみられ、とくに、40℃区でいちじるしかつた。この症状は、始め障害部が水浸状となり、のち黒変し軟化する。このような障害は、普通大気下で果実だけを加熱しても現われないことから、単に温度だけでなく、脱渋時の果実の状態、たとえば、アルデヒドの蓄積などと何らかの関係において発生するものと思われる。

脱渋の速さは、ガス組成と密接な関係にあることが認められた。炭酸ガス濃度でみると、高濃度区ほど早く、とくに60%以上の区で早かつた。酸素濃度でみると、2%区でもつとも早く、1%区および4%ではかえつて遅れた。この傾向は炭酸ガス濃度の低い区で顕著であつた。この脱渋速度はアセトアルデヒドの蓄積速度に密接な関係がみとめられる。北川⁴⁾は脱渋にアセトアルデヒドが直接関係することを報告しているが、本実験でも、脱渋開始3日後(脱渋中)のアセトアルデヒドの蓄積の多い区で、脱渋が速やかに起つている。酸素2%区が脱渋を促進したのは、この区が1%区、4%区に比較して脱渋中のアルデヒド蓄積が早かつたことに原因していると考えられるが、4%区がアルデヒドの蓄積の少ないの

は、アルコールの生成量が低いことに原因しているためと思われる。1%区はアルコール生成量が多いにも拘わらず、アセトアルデヒドの蓄積の少ないのは、駒沢ら⁶⁾がカキの果実中にアルコールをアルデヒドにするアルコールデヒドロゲナーゼの存在を認めていることから、低酸素のため、この酵素活性が弱まったためと推定される。以上のことから考えられることは、脱渋速度は、先づ、果実の呼吸を抑制する条件下でアルコールを生成する速さとこれが酵素によつてアセトアルデヒドに変成蓄積してゆく速さによつて決められるものと思われる。このような、アルコール生成速度と酵素活性にとつて、酸素2%がもつとも適した濃度となるのではないかと推定される。

脱渋時の果肉硬度は、酸素濃度の影響が大きく、4%区での硬度低下がいちじるしく、脱渋後の軟化も早かつた。この傾向は炭酸ガス濃度が低いほど強く現われた。前年度に行なつた実験²⁾では、この炭酸ガス濃度と果肉硬度の低下との関係は一層、顕著に現われており、また、酸素濃度が8%にも達すると、炭酸ガス濃度にほとんど関係なく、果実は軟熟することを認めた。果肉の軟化はエチレンの生成と関係があると考えられるので、酸素4%以上では、エチレンの生成を抑制することが、ほとんどできなくなるものと思われる。

以上の実験結果から、炭酸ガス脱渋では、ガス組成の調整は極めて重要であると考えられる。脱渋速度、果実の軟化および障害果発生防止の面から、炭酸ガス60~80%、酸素2~3%が好適ガス組成の範囲と考える。一方、脱渋中の高温は、脱渋を早めるが、⁶⁾はちまき⁶⁾果などの発生を促すことになるので、30℃以上、とくに40℃付近にまで高めない配慮が必要である。

摘 要

カキ平核無のガス脱渋時のガス組成および温度が障害果の発生、脱渋速度、果肉軟化におよぼす影響について、1970年と1971年の2年にわたつて検討を行なつた。その結果は次の通りであつた。

1. 軟化を伴わないで、果頂部が黒変する⁶⁾黒変果⁶⁾は酸素2%以下の低濃度区および炭酸ガス60%以上の高濃度区で発生した。とくに酸素1%区でいちじるしく発生した。

2. 軟化を伴つて、果頂、果腹部が黒変する⁶⁾はちまき⁶⁾は30℃以上の高温で発生し、40℃区でいちじるしか

つた。

3. 果頂部が黒変軟化する⁶⁾果頂部腐敗果⁶⁾は酸素1%区、炭酸ガス60%以下で発生したが、炭酸ガス0%区において、もつとも発生がいちじるしかつた。

4. アセトアルデヒドの飽和蒸気下で、果皮に黒変果類似症が発生した。

5. 脱渋速度は、酸素では2%区がもつとも早く、炭酸ガスでは60%以上の区で早かつた。この脱渋の早かつた区は果実内のアセトアルデヒド蓄積速度も早かつた。また、脱渋時温度間では高温区で脱渋が早かつた。

6. 果肉軟化はとくに酸素の影響をうけ、4%区でいちじるしく軟化した。また、炭酸ガスでは低濃度区ほど軟化する傾向がみられた。果肉軟化と脱渋時温度との間には関係がみられなかつた。

7. 以上の結果より、脱渋時の好適ガス組成は、酸素2~3%、炭酸ガス60~80%と考えられる。一方、脱渋時の温度は30℃以上に上げることは危険と考えられる。

引用文献

1. 福長信吾・小田道宏・飯室聡・横沢弥五郎：1968、カキ果実の貯蔵法に関する研究(第1報)、奈良農試研報、2：10—16。
2. _____・米田義弘：1971、カキ平核無のガス脱渋と褐変障害に関する研究(予報)、昭和46年度園芸学会(秋)要旨。
3. 門田 稔：1971、カキ平核無の炭酸ガス脱渋における褐変防止に関する研究、和歌山果試研究報告、3：46—50。
4. 北川博敏：1968、カキの脱渋および貯蔵に関する研究(第5報)、園学雑、37：379—382。
5. _____：1970、カキの栽培と利用、養賢堂。
6. 駒沢利雄・内田 泉：1956、柿の脱渋機構について、農産技研誌、3：69—72。
7. 緒方邦安・邨田卓夫・岩田隆：1959、リンゴ果実のメタボリズムと揮発性成分に関する研究、園学誌、28：12—18。
8. 佐藤敬雄・伊藤三郎・志村勲：1962、カキ果の炭酸ガス脱渋に伴う軟化現象防止に関する研究、園試報告、B(1)：48—56。
9. 高田輝雄：1969、果実の呼吸および成熟に対する酸素濃度の影響、玉川大研究報告、9：45—53。

Summary

It was surveyed from 1970 to 1971 what influences gas composition and temperature would exercise upon the occurrence of defective fruits the removing velocity, and the softening of the product at the time of the removal of "Hiratanenashi's" astringency by CO₂ treatment.

The result is as follows.

1. So-called "Kokuhenka" fruits, the upper part of which was darkened, not softened, took place in the combination of below-2% O₂ density and over-60%-CO₂ and a lot of them, especially, appeared in 1%-O₂ plot.

2. "Hachimakika" fruits, another bad kind, whose upper and lateral parts were softened and darkened, began to appear at more than 30°C, and became the most remarkable in the plot at 40°C.

3. Bad fruits with softened and darkened apices were seen in the combination of 1%-O₂ density and below 60%-CO₂, but they were by far the most conspicuous in the plot with 1%-O₂ and 0%-CO₂.

4. Abnormal signs just similar to those of "Kokuhenka" fruits came out on the peel in the saturated vapour of CH₃CHO.

5. So far as the removing velocity was concerned, it was highest in 2%-O₂ plot and in more than 60%-CO₂ plot, respectively. As regards temperature, astringency was rapidly removed in warm plot. In those rapidly removed plots, it was found that CH₃CHO was accumulated within the fruit as rapidly.

6. As for the softening of fruit, it proved to be affected, above all, by the density of O₂. The fruit was strikingly softened in 4%-O₂ plot while it was apt to be so in the plot of lower CO₂ density. Softening had nothing to do with temperature at the removal of astringency.

7. It may be concluded from those above observations that the gas composed not only of 60-80% CO₂ but of 2-3% O₂ should be good for the removal of astringency. Meanwhile, it will be dangerous if temperature rises over 30°C at the removal.