

総説

ブドウの貯蔵法に関する諸問題

榊田 忠 衛

(昭和41年10月30日受理)

Problems on the Storage of table grapes

By Tadae KUSHIDA

一般に青果物貯蔵の目的は、そのものの利用期間を延長し、利用度を高めるためである。貯蔵期間は、ブドウの場合、短期のものと、長期のものに区別できる。短期の貯蔵は大体1ヵ月以内のものでその目的は主として、収穫期における一時的供給過多による不利を除くためであるが、時には病害裂果、災害等の避難、早期収穫による樹勢の保護などの間接的利益を図ることもある。長期の貯蔵は翌年のブドウが収穫されるまでの端境期(11月～6月)における需要を充たすためである。ブドウの貯蔵が一つの企業として成立するためには原料ブドウ、貯蔵期間、貯蔵方法などの選択で経済的な問題が非常に重要である。しかし、こゝでは経済面にはふれないで、技術面についてのみ述べようと思う。

山梨県勝沼地方で古くから行なわれたブドウ貯蔵法¹⁾²⁾に、カメにブドウの果房とスギやヒノキの緑葉を交互に詰め、それを土中に埋める方法があった。この方法でも2月頃まで貯蔵できたが、各家庭で2～3個のカメを使用する程度で、その量は僅少であった。その後貯蔵量を増大するため、ブドウを箱詰めのまま、日蔭に造られた冷涼な土蔵や横穴に貯蔵する方法がかなり普及した。しかし、この方法は天候の影響を受けやすく、カメ貯蔵のものよりも一般に品質が良くなかった。昭和32年頃、勝沼町に約20トンの収容能力をもつ電気冷蔵庫が建設され、今までの天然条件に代って人工的な条件でブドウを貯蔵する試験が初められた³⁾。その結果、甲州ブドウは冷蔵のみによっても3～4月頃まで商品価値を保ち得る見通しがついたので、各農家でも逐次冷蔵庫を設置するようになり、現在その数が20位になっている。しかしなお、品質改良や貯蔵期間の延長など問題も多いので、山梨県庁特産課においては昭和39年より引き続き著者らにその研究を委託している。また科学技術庁においては本年度より、いわゆる、コールド・チェーンの調査研究の一環として、高級果実の生産地冷蔵庫による試験をブドウについて実施することになり、その仕事を山梨県に委託している。そのための大型冷蔵庫の建設が目下、勝沼町で進められている。

1. ブドウの貯蔵原理

何物によらず、貯蔵を考えるには、まずそのものの貯蔵中における品質低下の状態をよく調べなければならない。ブドウの場合には一般に、外傷の発生やカビ類⁴⁾の繁殖腐敗のほか、果梗・果粒のしおれと変色、脱粒、食味の低下などがおこりやすい。貯蔵の原理

はこれらの品質低下の原因を除去して、長く新鮮な状態に保つことである。青果物においては、加工食品と違って、いわゆる生体貯蔵であるから、その生命を維持するための呼吸や蒸散などの生理作用による品質低下を完全に除去できないが、それを如何にして最少限にとどめるかが問題である^{5,6)}。従って収穫後の果実の生理作用についてよく知らなければならない。それには、生理化学的分野の研究が必要であるが、本稿では、あまり化学的分野にはふれないで、もっと実際面から果実の呼吸や蒸散作用について記述する。

(1) ブドウの呼吸作用とそれに及ぼす因子

青果物はすべて、ある濃度以上の酸素が存在すれば正常な酸素呼吸を行なって、体成分を酵素的に酸化し、遊離するエネルギーを生命維持に利用する。果実が樹上にある時にはこのエネルギーは物質の合成などに使われるが、収穫後では大部分熱となって失なわれる。果実は呼吸作用の結果、炭酸ガスと水とを失なって、次第に老化するものである⁶⁾。

呼吸の速度は普通1kgの果実が1時間に排出する炭酸ガスの量であらわされる。収穫後のブドウの呼吸速度は果房全体で測定すると、野菜類よりはずっと小さく、また時間の経過と共に漸減し、追熟現象のみられる桃やバナナのように一時的な呼吸の急激な上昇(climacteric rise)はみられない⁷⁾。果粒と果梗では呼吸速度が非常に違い、果梗は野菜のように非常に大きい値を示すが、果粒の値は小さい⁸⁾。これは果梗面には気孔が多いが、果粒面には気孔がなく、その上ワックス様のもので蔽われているためと考えられる。

呼吸商(RQ)、即ち排出する炭酸ガスと吸入酸素との容積比は呼吸によって果実内のどんな物質が分解されたか知る指針となる。一般に糖類が分解される時には $RQ=1$ となり、有機酸など比較的酸素組成の多いものでは $RQ>1$ 、反対に脂肪など酸素組成の少ないものでは $RQ<1$ となる⁹⁾。ブドウの場合には生育中の未熟期で $RQ=2.9\sim 3.1$ 、成熟期で1.3位といわれる⁹⁾。収穫後においても $RQ>1$ で、呼吸によって主として有機酸が消費されることが推定される。

ブドウの呼吸作用は品種、産地、年度、収穫時期、果粒の大小、種子の有無などブドウ自身の内的因子ばかりでなく、温度、湿度、環境ガスの組成など種々の外的因子によって影響される。温度と呼吸作用との関係は通常温度係数 Q_{10} であらわされる。一般に青果物では $Q_{10}=1.9\sim 3.0$ 、平均2.4で、 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ の段階で最高の値を示めす⁹⁾。つまり 10°C 以下では呼吸は急減する。しかし熱帯性の果実の中には例外があって、 10°C 以下になると呼吸が急上昇して、いわゆる低温障害を起こすものもあるが、ブドウではそのような現象はみられない⁷⁾。湿度と呼吸作用との関係は後述する湿度と蒸散作用との関係ほど明瞭ではないが、一般に青果物は湿度が高いほど呼吸作用が盛んになるといわれる⁶⁾。

環境ガスと呼吸作用との関係は、いわゆる追熟現象のある果実では特に密接であるが⁹⁾、ブドウでも無関係なわけではない。ブドウは空気中の酸素がかなり減少しても正常な呼吸作用を維持するが、10%以下になるに従って徐々に抑制される⁸⁾。しかし極度に減少すれば恐らく無気呼吸に入り、間もなく細胞が死滅することにならう。一方、炭酸ガスは5%位に増加すると明らかに呼吸を抑制し始め⁸⁾、更に高濃度になると無気呼吸をへて、終に生理的障害をおこさせるものと思われる。炭酸ガスには細胞を麻酔する作用があって、高濃度では酸素欠乏の場合よりも強い障害を与えるといわれる⁹⁾。酸素と炭酸ガス以外のガス類、例えば、バナナやリンゴの貯蔵で問題^{7,10)}にされているエチレンガスなどについての

研究はブドウではまだ行なわれていない。

(2) ブドウの蒸散作用とそれに及ぼす因子

蒸散とは水分や揮発性物質が気孔または表皮から失なわれる現象で、一種の生理作用と考えられる。これによって果実は萎凋し、芳香を失なって品質を低下する。蒸散作用も果実自身の内的因子や外因の条件によって非常に影響を受ける。樽谷¹¹⁾は各種の果実を室温、5°、0°Cに貯蔵して、目減りが5%に達するまでの日数を調べ、温度に対する蒸散作用が、果実の種類によって異なることを報告した。それによれば、欧州系のブドウは温度が低くなるに従って蒸散量が急減するのに対し、米国系のブドウは温度の変化にかかわらず蒸散がいつもはげしく起り、従って前者は貯蔵しやすいが、後者は貯蔵しにくい。

湿度が高い場合には蒸散が盛んであるが、蒸散量に比例するのはいわゆる相対湿度 (*R. H.*) ではなくて、水蒸気圧のデフィシット (*V. P. D.*) である⁶⁾。

$$V. P. V. = (V \times 0.98) - V'$$

*V*はある温度における最大水蒸気圧、*V'*はその温度における湿度を水蒸気圧であらわしたものである。これによると、同じ*R. H.*でも温度が低い程*V. P. D.*は小さく、蒸散量も少ないことになる。

なお、ブドウの蒸散量は湿度や温度ばかりでなく、気圧、光線、空気の動揺など多くの条件によって左右されることが考えられるが、そのような研究報告はない。

(3) 貯蔵の最適条件

以上述べたように、果実の呼吸や蒸散作用をコントロールする外的条件のうち、最も重要なものは温度、湿度、および環境ガスの組成である。ブドウの場合には低温障害がないので、貯蔵の最適温度はできるだけ低い温度で、しかも結氷点以上であるといえる。ブドウの氷結点は品種によって若干異なり、米国種では-2.0°、欧州種では-3.5°とも言われる¹²⁾。現在ブドウの貯蔵に実用されている温度は一般に0°C付近である。

最適湿度の決定にはブドウの蒸散と呼吸および病害の発生の両面を考慮しなければならぬ。普通最適湿度は相対湿度として80~90%といわれるが¹²⁾、ブドウの品種や貯蔵温度によって多少差違がある。

最適環境ガス組成についての報告はないので、著者らにおいて目下研究中であるが、恐らく炭酸ガスは5~10、酸素は10%以下ではないかと思われる。

2. ブドウの貯蔵技術

(1) 貯蔵原料の選択

技術面から見れば貯蔵しやすい原料を選ぶことである。ブドウは品種によって貯蔵性が非常に異なることは前にも述べたが、一般に米国系のブドウは3~4週間しか貯蔵できないのに対し、欧州系のブドウは4~6カ月貯蔵できるといわれる¹²⁾。また同じ甲州種でも年度、産地、樹令、肥培条件、収穫時期、熟度などによって品質が異なり、貯蔵性に变化を生ずることは当然考えられる。山梨県内でも甲府地区のものよりは勝沼地区のものがよく、勝沼地区でも畑毎に貯蔵性が違うといわれる¹³⁾。原理的には呼吸と蒸散などの生理作用の弱いものほど貯蔵性があるといえるけれどもそれがどんな品質のものであるか、今後の研究によらなければならない。経験者の言うところによれば作柄が良く、糖・酸・タンニン等の成分が豊富で、果梗が太く、果粒が密着し、果皮が厚いもので、完熟したもの

よりはやく未熟のものの方がよい。また外傷や病害のあるものが混在してはいけない³⁾。

(2) ブドウの殺菌防腐

収穫したブドウ果房には沢山の微生物が付着していて、それらが貯蔵中に繁殖して腐敗の原因となる。従って貯蔵前はもちろんのこと貯蔵中にも絶えず殺菌防腐に努めなければならない。現在防腐剤として亜硫酸ガスが実用されている。その使用量はブドウの重量、仕切られた空間の容積、温度・湿度など多くの条件によって変化する。普通、自由空間に対して亜硫酸ガスとして0.2~0.5容量%で、20分間位保つのがよい¹³⁾。亜硫酸ガスは時々刻々、果実や容器に吸収されるのでその分だけ余分に加えなければならないが、その量はブドウ100kg当り大体5~10g程度ではないかと思われる。また亜硫酸ガスの防腐効果は一時的なものであるから、その後は7~10日毎に使用するのがよい。この場合の濃度は0.05%位が適当である¹⁴⁾。

亜硫酸に代わる新しい防腐剤としてジブプロモ・テトラクロロ・エタン(DBTCE)が有望視されているが、まだ実用されていない^{15,16)}。ポルドー液、ダイセン水和剤、その他の農薬を使用した報告¹⁷⁾もあるが、毒性の点で問題があろう。なお将来は放射線などを用いる殺菌法も考えられるかも知れない。

(3) プレクーリング

既に述べたように、低温は呼吸と蒸散作用を抑えるばかりでなく、微生物の繁殖を防止する点からみても一番有効な貯蔵条件である。従って原則的には一刻も早く冷却することが望ましいが、ブドウでは実際の場合急冷を行なうことには多少問題があるようである³⁾。一般にプレクーリングの手法には冷風、冷水、砕氷などを用いる方法や真空にして気化熱を利用する方法⁶⁾などがあって、それぞれ一長一短があるが、ブドウの場合には冷風を用いる方法が最も簡単で、果実を害さないので実用されている。

(4) 貯蔵設備とその管理

青果物貯蔵用の冷蔵室は品質管理上特に均一な温度を保つことが要求される。そのためには部屋の天井をできるだけ低くする方がよいが、一方在庫量も考えると、全体として立方体に近いものが理想的である。貯蔵室としては外気の影響を受けないように防熱を完全にし、内壁に結露を生じないよう工夫すると共に、換気もしやすいことが望ましい。冷凍機はファン付直接膨張式ブロワー方式のもので、ファン速度を少なくとも2段以上に切り換え得るものがよい。また小型冷蔵室には加湿装置が是非必要である¹⁸⁾。

果実は貯蔵中絶えず呼吸と蒸散作用を行なって、温度や湿度の上昇を起すので、それを取除くために冷凍機を運転しなければならない。その効果を高めるためには適度の送風が望ましい。風量は部屋の構造、果実の包装法などによって決めなければならない。裸のブドウに送風する場合、風速を2倍にすると蒸散量が3割方増加するといわれる¹⁴⁾。なお貯蔵の初期には過湿になりやすいので風量を多くしてもよいが、後期には乾燥しやすいので風量を最少限にとどめ、必要ならば水蒸気の発生などによって湿度を保つようにする。

3. ブドウの貯蔵方法

(1) 冷房貯蔵(冷蔵)

ブドウでは氷結しない限りの低温に保つことが最も効果的な貯蔵手段である。実際には湿度の調節も行なわれるが、主として低温処理だけで行なう方法を冷房貯蔵と呼んでいる。

甲州ブドウは現在この方法で、3～4月頃まで、箱詰め状態で貯蔵されている。もちろん、ブドウも肉類や魚貝類と同様に氷結点以下の低温で凍結貯蔵することも可能であるが、凍結すれば組織が破壊されて、解凍しても新鮮な状態には戻らず、これは加工品としては考えられるが、ブドウ果の貯蔵法ではない。

(2) ガス貯蔵 (CA貯蔵)

上記冷蔵条件のほかに環境ガスの組成を調節して貯蔵する方法である。CAとは調節された空気 (Controlled Atmosphere) の意味である。CA貯蔵法の従来の方式は果実の呼吸作用によって庫内のガス組成が最適になるまで放置し、その後は過剰の炭酸ガスをスクラバーで除去し、不足する酸素は空気を送って補給しながら貯蔵する方式である¹⁹⁾。この方式を実施するには気密な貯蔵室が必要で、また最適ガス組成になるまでに長い時間 (リンゴで約1カ月) を要することなどが欠点であった。ブドウでは現在本式のCA貯蔵は実施されていないが、ポンベの炭酸ガスを庫内に吹き込んで貯蔵する方式が一部で行なわれ好成績を得ている³⁾。ブドウの場合呼吸速度がかなり遅いので、この炭酸ガス吹き込み方法は簡便で効果的なCA貯蔵法といえるかも知れない。なお最近米国で開発され普及し始めた、テクトロール方式は最適混合ガスを製造して庫内に送るもので²⁰⁾、従来の方式に比較して理論的に有利な点が多い。即ち最初から最適ガス条件になり、貯蔵室の気密性があまり要求されず、換気の効果あげ、また出庫を一時にしなくてもよいことなどである。

(3) 包装の仕方を考えた貯蔵方法

山梨県内で実施されている方法は約8kg入りの木箱に果房を詰め蓋をしないうで、庫内に積上げる方法である。米国では果房の間に、適度の水分と防腐剤 (亜硫酸塩) を含ませた鋸屑を入れて貯蔵する方法²¹⁾ が実用されているので、わが国でも穀殻などを利用する貯蔵法が再検討されてもよいと思う。

最近、青果物の包装にプラスチックの袋がよく使用される。プラスチックは種類や製法によって物理性が異なり、ポリエチレンは水分をほとんど通さないが、ガスをかなり通すので、この袋を利用して青果物の蒸散を抑えると共に、場合によっては炭酸ガスが内部にたまって、CA貯蔵の効果が期待できるのではないかと考えられる。このような考えから、リンゴなどでも研究されているが^{22, 23)}、著者もブドウについて昨年実験し、その利用効果を認めている⁸⁾。たゞ多量の処理に手間がかかるのが欠点である。

(4) 薬剤を利用する貯蔵方法

ブドウの貯蔵に利用される薬剤は防腐剤、蒸散防止剤、呼吸抑制剤などに分類できる。防腐剤については既に述べた通りである。

蒸散防止剤としてはワックス様のものが考えられる。ブドウの果粒面には天然ワックスが付着しているので、ワックス使用の効果はあまり期待できないが、果梗に応用すれば効果があるものと思われる。市販のOED-100、OED-グリーンなどはオキシエチレン高級脂肪族アルコールで一種のワックスであるが、デラウェアに使用すると蒸散防止の他に脱粒防止の効果があるといわれる²⁴⁾。

呼吸抑制剤として現在知られているものは植物ホルモンに属するもので、24D、245T⁶⁾、N⁶-ベンジルアデニン即ちN⁶-ベンジルアミノプリン (BA) 等で、中でもBAは20～300 ppmで、青果物の鮮度保持に有効である。その作用の機構はまだ明らかでないが、呼吸または核酸崩壊の抑制にあるのではないかとされている²⁵⁾。

文 献

- 1) 農耕と園芸編：ブドウ栽培の新技術 誠文堂新光社 (1961)
- 2) 岸光夫：ブドウの貯蔵 農業および園芸, **40**, 137 (1965)
- 3) 雨宮憲治：ブドウの貯蔵 山梨の園芸, **14**, 42 (1966)
- 4) 小林徳成：ブドウの貯蔵に関する研究 食品衛生学誌, **3**, 183 (1962)
- 5) 松本熊市：果実及そ菜貯蔵の研究 養賢堂 (1949)
- 6) 緒方邦安：園芸食品の加工と利用 養賢堂 (1963)
- 7) BIALE, J. B. : The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. *Adv. in Food Res.*, **10**, 293 (1960)
- 8) 櫛田忠衛：未発表
- 9) SMITH, W. H. : The use of CO₂ in the transport and storage of fruits and vegetables. *Adv. in Food Res.*, **12**, 95 (1963)
- 10) HULME, A. C. : Some aspects of biochemistry of apple and pear fruits. *ibid.*, **8**, 297 (1958)
- 11) 樽谷隆之：果実そ菜の貯蔵 日食工会誌, **10**, 186 (1963)
- 12) JACOBS, B. : *Food and food products*. vol. III, Interscience Pub. p.1829 (1951)
- 13) NELSON, K. E. and G. A. BAKER : Studies on the sulfur dioxide fumigation of table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, **14**, 13 (1963)
- 14) NELSON, K. E. et al : Relation of decay and bleaching injury of table grapes to storage air velocity and relative humidity and to sulfur dioxide treatment before and during storage, *ibid.*, **15**, 95 (1964)
- 15) CHIARAPPA, L. et al : Effect of dibromo-tetrachloro-ethane(DTCE) and other chemicals on Botrytis decay of Emperor grapes in storage. *ibid.*, **13**, 83 (1964)
- 16) NELSON, K. E. et al : Control of Botrytis decay in stored grapes with DTCE. *ibid.*, **14**, 145 (1963)
- 17) 山沢良太郎：甲州ブドウの有利な簡易貯蔵法 農業および園芸, **39**, 1377 (1964)
- 18) 島八郎：果実・野菜類の新しい保存法 食品と科学, **8**, 201 (1966)
- 19) 岡本辰夫：果実類のCA貯蔵 日食工会誌, **10**, 520 (1963)
- 20) 竹内龍三：Tectrol式CA果実貯蔵方式 食品工業, **8**, 129 (1965)
- 21) NELSON, K. E. et al : The influence of sawdust handling methods on the quality of table grapes for export. *Am. J. Enol. Vitic.*, **14**, 94 (1963)
- 22) 岡本辰夫：リンゴ果実のポリエチレン袋による貯蔵について 弘前大農報, **7**, 23 (1961); **8**, 29 (1962)
- 23) 萩田卓夫：ポリエチレン包装によるリンゴ果実の貯蔵に関する研究 農産加工誌, **8**, 14 (1961)
- 24) 松島照夫：葡萄デラウェアの果房の鮮度保持剤による処理効果 農業および園芸, **39**, 1425 (1964)
- 25) 高橋和彦：N⁶-benzyladenineによる野菜・果実の鮮度保持 食品工業, **8**, 69 (1965)