

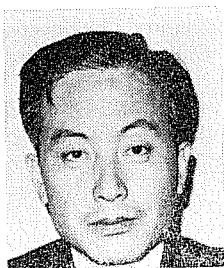
果実の低温貯蔵と品質保持技術

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	伊庭, 慶昭
巻/号	2巻7号
掲載ページ	p. 30-36
発行年月	1979年7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



果実の低温貯蔵と品質保持技術



伊庭慶昭*

1. 貯蔵中の果実の変化

一般的には、果実を貯蔵することは貯蔵中にいろいろな変化が起るので、よくないとされています。一番困るのが腐敗で、次は品質の劣化です。このほか水分の蒸散による重量減もあります。これらの点について、農家の人は案外関心がない。貯蔵した温州ミカンでみると（第1表）、3月中旬には腐敗果の発生歩合は4%なのに、果実の減量歩合は12%と3倍も大きい。この腐敗果の4%というのは100個のうち4個が腐ったということでよく目につくし、もし10個も腐ろうものなら大騒ぎになります。ところが水分の蒸散による減量は目に見えないので、農家

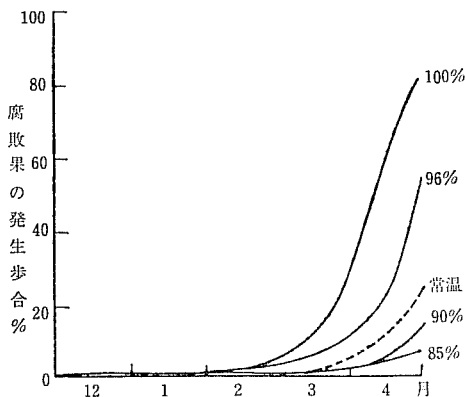
第1表 各月の貯蔵量の減少歩合(%) (累計)

区 別	1月中旬	2月中旬	3月中旬	4月中旬
果実の減量歩合	5.0	9.0	12.0	15.0
腐敗果の発生歩合	0.2	1.0	4.0	12.0

第2表 昭和48年度産ウンシュウミカンの出荷量と推定貯蔵損失量 (単位万トン)

	1月	2月	3月	4月	計
貯蔵果の出荷量	48.8	48.9	31.2	5.9	134.8
推定貯蔵量	51.4	54.2	36.8	7.7	150.1
腐敗による損失	0.1	0.5	1.3	0.8	2.7
果実の減量による損失	2.5	4.8	4.3	1.0	12.6

計 15.3万トン×81円=123億9,000万円



第1図 貯蔵温度と腐敗果の発生歩合(3℃)

の人は余り問題にしないようだが、その損失がいかに大きいか、第2表が明らかに物語ってくれます。

貯蔵すると、なぜ水分の蒸散が多くなるのか。湿度100%のときは果実の水分蒸散がほとんどないが、90%台になると、蒸散が急激に増加します。

第1図に示すとおり、4月における湿度100%の貯蔵ミカンでは、80%以上が腐っています。この湿度を下げると腐敗が急速に減って、温州ミカンの場合85%が適湿度ということが、経験的に明らかにされています。最近の低温貯蔵庫は、果実の種類によってうまく湿度が調節できるよう、温度と湿度がセットされていますが、その関係を第3表に示しておきました。

* 果樹試験場興津支場貯蔵研究室長

第3表 各種果実の最適貯蔵条件と貯蔵期間
(ASHRE Guide & Data Book 1962)

	貯蔵温度	貯蔵湿度	貯蔵期間	凍結温度	水分含量
リンゴ	0	85~90	2~6カ月間	-1.1	84.1
ウンシュウミカン	3~5	85~90	3~4 "	-1.1	87.3
オレンジ	0~1	85~90	8~12週間	-0.8	87.2
グレープフルーツ	0~10	85~90	4~8 "	-1.1	88.8
レモン	12.7~14.4	85~90	1~4カ月	-1.3	89.3
ブドウ	-1~0.5	85~90	3~6カ月間	-1.2	81.6
モモ	-0.5~0	90	2~4週間	-0.9	78.6
洋ナシ	-1.5~0	85~90	2~3カ月間	-1.5	82.7
カキ	-1	85~90	2カ月間	-2.2	78.2
サクランボ	0	85~90	10~14日間	-1.8	83.0

つぎの第4表は香川大学の樽谷先生の著書から引用したものです。これによる温度が下がれば、蒸散量は低下するが、「極端に低下するもの」(A型)と、「中間的なもの」(B型)および「温度に関係なく蒸散が激しいもの」(C型)とに分類できるようです。

第4表 果実の種類による蒸散特性
(樽谷 1963)

蒸散特性	種類
A型 温度が低くなるにつれて蒸散量が極度に低下するもの	カキ, ミカン, リンゴ, ナシ, (スイカ)
B型 温度が低くなるにつれて蒸散量も低下するもの	ビワ, クリ, モモ, ブドウ(欧州種), スモモ, イチジク, (メロン)
C型 温度にかかわらず蒸散がはげしく起こるもの	(イチゴ), ブドウ(米国種), サクランボ

の多いミカンを貯蔵することが奨励されてきました。

これまでの調査によると、消費者側は糖が多くて酸の少ないものを好み、他方生産側は糖も多いが酸も中間ないし多いものが一番おいしいというように、それぞれ違った評価をしているようです。この傾向はほかの調査でも大体同じということです。つまり、ミカンを食べなれてくると糖と酸が適当にないとうまくない。いいかえるとコクのあるミカンとは糖と酸とが適当にあるものということです。

従来は酸の多い林温州ミカンが貯蔵系統として推奨されてきましたが、最近では青島温州に替わってきています。先般、青果連主催の品評会が東京で青島温州を主体に行なわれたんですが、やはり酸が少なく糖の多いものが値段が高かった。今後は貯蔵に際して酸よりも糖を中心に考え、貯蔵中の糖分の保持が問題になると思います。酸は低温にさえ保てば減り方は少ないが、反対に糖はほとんど温度の影響がなく、むしろ収穫時の糖分のほうが重要のようです。

貯蔵用のミカンを収穫する場合には収穫時期をおくらせ、樹上で十分成熟させることも糖分を高め、うまいミカンにする一つの方策です。

2. 貯蔵中の成分の変化

貯蔵中の品質保持の問題としては、成分の変化があります。温州ミカンの場合には、糖と酸との関係で大体味が決まり、これまでは消費者と余り接触がなく、生産者だけで考えていた時代は糖も酸も適当にあるもののおいしいとされてきました。ミカンを貯蔵すると貯蔵中に酸が減少するので、できるだけ酸

3. 貯蔵庫の種類と貯蔵方法

温州ミカンの貯蔵病害とその発生原因の関係を第5表に示しておきましたが、これらのうち腐敗の主たる原因となるものは、青かび病、緑かび病、灰色かび病の三つです。

しかもこれらの三つのかび病は、収穫、運搬、貯

第5表 温州ミカンの貯蔵病害と発生原因

青かび病	Penicillium italicum	} 果皮の傷に孢子附着
緑かび病	” digitatum	
灰色かび病	Botrytis cinerea	高湿とくに低温, 又は無予措
軸腐病	Phomopsis citri	樹上で黒点病菌による伝染, 果実の抵抗力低下で発病
黒腐病	Alternariu citri	開花期に菌が侵入, 貯蔵条件の悪化で発病
黒斑病	Phoma citricarpa var mikan	樹上で侵入, 箱や貯蔵中の低温で発生
炭そ病	Colletotrichum gloeosporioides	貯蔵に侵入高温で発生
虎斑病		生理障害 乾燥, 未熟, 低温でやすい
油胞黒変症		” 未熟, 低温, 過湿でやすい

蔵中に伝染するものであり、そのつぎの軸腐病、黒腐病、黒斑病および炭そ病は収穫前に樹上で果実に感染し、それが貯蔵庫の中で伝染するものであります。さらに、また、一番下の虎斑病、油胞黒変症はミカンの生産障害の主たる犯人で、とくに虎斑症は、ほかの果実には伝染しないが、一旦罹病すると商品価値が全然なくなってしまいます。つぎの油胞黒変症は余り大きな問題にはならないが、それでも常温貯蔵庫などで庫内温度がマイナスになると発生するので注意する必要があります。

一方、リンゴの生理障害にもいろいろありますが、リンゴの場合はミカンと異なり貯蔵病害より貯蔵中の生理障害のほうが損失が大きいのといえます。

さて、ここで貯蔵庫の代表的な事例を二つ程、ご

第6表 各種の貯蔵方法

貯蔵庫による分類	屋外貯蔵 簡易貯蔵 納屋貯蔵	短期貯蔵 (仮貯蔵)
	普通貯蔵 送風貯蔵	中期貯蔵 (本格貯蔵)
	低温貯蔵 C A 貯蔵	長期貯蔵 (特殊貯蔵)
貯蔵容器類に	積みあげ貯蔵 (床などに果実を) つみかさねる	
	箱貯蔵 { 深箱 (リンゴ箱・コンテナ) 浅箱 (貯蔵箱・トロ箱)	
	平タナ貯蔵	
	引き出し式タナ貯蔵 (貯蔵箱による)	

紹介したいと思います。貯蔵法にもいろいろなものがあるので第6表に挙げておきました。

貯蔵で最も簡単な方法は、千野前場長が興津支場長時代によく玄関にミカンをころがしておかれたが、これが一番いい貯蔵法です。この原理をそのまま採用したのが、納屋を使っての常温貯蔵です。ただしこの方法は、乾燥し易く、果皮がしなびて外観がよくないが中味はほとんど変わらず、短期貯蔵や仮貯蔵にはこのような方式が簡便です。他方、商品として少しでも値よく販売しようとする、外観が問題となるので一般には吸気口と排気口をとりつけた普通の貯蔵庫が利用されています。内部は平棚貯蔵か、引き出し式棚貯蔵になっているものです。

次に、貯蔵上の経済問題を考えますと、実際に貯蔵する量と貯蔵庫の減価償却との関係として分析できるわけです。たとえば坪10万円の償却費に対しては、10%の貯蔵率より20%貯蔵率のほうが、減価償却費は割安になり、経済性が高くなります。しかし、ミカンの場合には比重が0.8で丸いから積み上げると空隙ができます。この空隙を計算に入れて、理論的な貯蔵量を求めると1立メートル当たり500キロが可能です。ところが現実には100キロしか貯蔵できないから貯蔵率は20%というのが正確な表現と思うのだが、現実には10%と呼んでいる。

これは経験的なもので仕方がない。要は貯蔵率のアップをどうするかがわれわれの重要な研究課題の一つである。

なお、調査で分ったことの一つは、換気量との関係で、普通の貯蔵庫では、大体1時間に1回の換気が必要ということです。静岡県では冬季乾燥して、

湿度は50%ぐらいになる。この湿度で計算すると大体10%は詰められる。そしてそのときの貯蔵庫内の湿度は大体85%となります。この85%が実はミカン貯蔵の適湿度なのであります。したがって通常の換気量で85%の貯蔵庫内の湿度を保つためには、10%の貯蔵しかできないということになる。そこで適湿度を保ちながら貯蔵率を上げるために、送風貯蔵が採用され、さらに長期間の貯蔵のために低温貯蔵が普及するようになったわけです。

これと普通倉庫との相異点は、一つには新鮮な空気の取入口がついていることであり、二つには加湿機がついていることです。冷蔵庫の常識から言って、庫内は乾燥するので、加湿機の設定ということになりますが、実際には果実から水分が沢山出るので、加湿機よりもむしろ除湿機が必要ということになるのが実態のようである。

4. 経済的な貯蔵方法

当初は貯蔵庫内の装置の自動化ということで、機械に頼りすぎ、機械化装置化は放任の状態であった。ところが冬から春にかけての貯蔵には気候寒冷のため、冷凍機自体余り使用しない。そのため除湿ができず密閉加湿状態がつづいて湿度が100%近くまで上がり、腐敗果の発生も多い。これを防ぐには除湿機をつけるか、あるいは1月、2月の寒い時期には新鮮な空気（乾いた空気）を取入口から入れて庫内の湿度をできるだけ下げてやる。3月以降は密閉して、冷凍機で温度を下げるという方式をとることです。

要は経済的な貯蔵法としては、外気をできるだけ利用して1～2月の寒い期間は湿度を下げて乾燥ぎみにし、3月、4月の暖くなる時期には密閉して湿度が高くなっても温度を下げて、それに耐えられるような果実に馴らしておくことです。ただ問題は温州ミカンの場合、価格が安くて低温貯蔵を利用できないことと、もう一つはわれわれの指導上の失敗もあって、低温貯蔵はどうも腐り易いという観念を農家に植えつけてしまったことです。

5. 送風と果実の収納容器

貯蔵庫は大別して普通型と低温型の2種あり、普通、低温ともに平箱、浅箱および深箱の3種類があります。平箱とは、縦90cm×横45cm×高さ7cm。浅

第7表 貯蔵箱および容器の種類による腐敗果の発生歩合

(1967年12月23日貯蔵開始 6回反復)

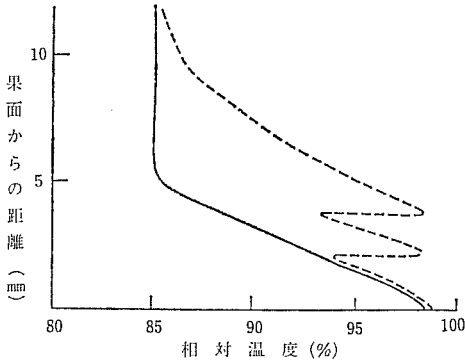
貯蔵庫	貯蔵箱	供試果数	腐敗果の発生歩合				
			1月17日	2月6日	2月29日	3月19日	4月10日
普通	平箱	600	0.5	2.0	2.8	6.3	12.7
	浅箱	1,300	2.4	4.8	8.2	26.2	51.5
	深箱	1,400	3.0	7.1	11.7	38.0	71.0
低温	平箱	600	0.3	1.6	3.3	4.7	9.7
	浅箱	1,300	1.4	3.6	8.2	16.4	40.3
	深箱	1,400	1.7	2.6	10.6	21.7	46.9

箱とは縦58cm×横39cm×高さ19cm。深箱とは縦49cm×横33cm×高さ30cmです。

たとえば第7表で、3月19日の欄でみると、普通貯蔵の平箱では腐敗果の発生歩合は6.3%だが、浅箱では26.2%、深箱では38.0%と箱が深くなっていくほど腐敗果の発生歩合が高くなっています。このことは低温貯蔵でも同様で、平箱4.7%、浅箱16.4%、深箱21.7%。さらに貯蔵容器がコンテナになると、腐敗がふえ、さらに同じ平箱や浅箱、深箱でも普通型より低温型のほうが腐敗果の発生も少ないことが明らかです。

また、こんな話があります。ミカン農家は自分の家の貯蔵庫では6%しか腐らないのに、金をかけた組合の低温貯蔵庫では22%も腐るということで、低温貯蔵に悪い印象を植えつけ、その後はうまくいかないということです。実際問題として、大きな低温貯蔵庫には木箱をつけるわけにはいかない。木箱だと1箱12キロを詰めるのに10分ないし15分かかります。これに対してコンテナだと1分ぐらいで済む。問題は能率的なコンテナでの腐敗を防止することです。

腐敗は送風によっても防げます。まず果面からの距離と湿度との関係ですが、ミカンの中味は90%が水分なので、このため果実の表面はほとんど100%に近い湿度の状態になっています（実際はクチクラ層があり、測定値は98%である）。また、果実から1センチぐらい上のところは、いわゆる貯蔵庫内の空間に相当するところで、85%ぐらいです。そこで98%と85%との2点をとって湿度がどう変化するかを調べたのが第2図です。最近、極く細かい空間をはかれる湿度計が入手できたので、これで測定してみると、結果は推定したとおり、約5ミリぐらいの



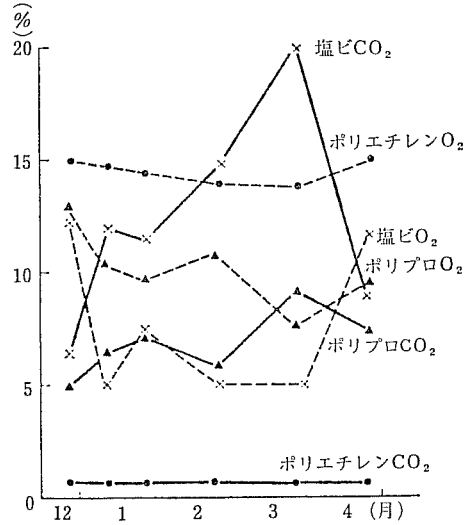
第2図 果実表面の湿度勾配の推定図

ところから一直線に98%まで湿度が高くなっている。これを湿度勾配と名づけた。そして木箱の場合にはうまく湿度の勾配ができていないが、コンテナだと果実が沢山入って重なるためか、木箱のような湿度勾配ができない。その理由は98%が少し下がっても、直ぐ次の果実にあたり、再び湿度が高くなって100%近くなる。そこで送風が必要になる。私が農業機械化研究所に流動研究員としてお世話になっていたとき、この送風の実験をやってみたのだが、送風自体は横からのほうが楽のようだが、果実表面に湿度のむらができるので、現在は下から換気扇をつけて送風することによって湿度の均一性を保つことにしている。

それから次に、特殊な貯蔵方法としてCA貯蔵があります。これは低温にすることによって果実の呼吸を抑え、また密閉にして、酸素を吸えなくすると、果実が死ぬことを知って考案された貯蔵法です。まず、空気中にある21%の酸素をどこまで少なくして死なずに呼吸を抑えられるか、リンゴでは3%まで下げられることがわかりました。

つぎに吐き出す炭酸ガスのほうは濃度が薄いと希釈の原理あるいは拡散の原理で広がり、幾らでも炭酸ガスを吐き出せるようになるので、炭酸ガスの濃度を平常時の0.03%から3%に上げて、吐き出しにくい状態にする。そうすると、呼吸を抑え、低温がプラスしてリンゴの長期間の貯蔵を可能にするということです。これが話題のCA貯蔵です。なお、このCA貯蔵したリンゴを「マジックリンゴ」と称して、市場に出し一時は好評を博したこともありました。その後フジとか世界一といった新品種が誕生し、品種更新がすすんで、貯蔵しなくても高価に売れる状態がつづいたので、余り普及しませんでした。

しかし最近、再びCA貯蔵の機運が盛り上ってき



第3図 各種フィルムの個装内のO₂, CO₂濃度の炭化(鈴木・小中原 1972)

ているようです。他方、ミカンでもこのCA貯蔵を試みたが、酸素や炭酸ガスの濃度調節その他の問題で、採算に合わず現在は行なわれておりません。しかしいろいろ試験をやってみて、ミカンの場合は酸素15%、炭酸ガス1%が一番よいことがわかっていました。しかもこの条件をつくる簡便法が一つあって、それがポリエチレンで果実そのものを一つずつ包むことだということを見出した。厚さ0.02ミリのポリエチレンで包むと、第3図に示すように炭酸ガスはほぼ1月から4月まで安定して保てるし、酸素も15%ではほぼ安定させられることを実証した。反対に塩ビなどを使うと炭酸ガスがふえたり、ポリプロピレンでは安定した炭酸ガスや酸素の濃度が得られない。やはりポリエチレンが一番よいということです。現在はこの技術を応用して、ナツミカンを主体に中晩生柑橘のポリ個装という名称で広く普及してきています。

この方法のもう一つのメリットは、湿度95%を保つのに適当な湿度調節機がない。既存の湿度調節機ではせいぜい90%までが限界です。むしろ80%以下の調節が主体なのですが、その点このポリ個装にしておくと、貯蔵庫内の湿度が85%ぐらいになるとポリエチレンの中は98%ぐらいになっていて大変具合がよらしい。

また、アマナツの場合、適湿が95%だが、先ほども述べたとおり、ポリ個装する場合にはむしろ湿度を低くしたほうがよい。湿度を低くすると作業が

容易だし、ポリ個装することによって果実そのものには適湿の95%を保てるということで、雑柑類の低温貯蔵技術は確立されたといっても過言ではありません。

何故ポリ個装するか。当初は省力のために25果をまとめて0.02ミリのポリエチレン包装を試みたが、3月末で腐敗が49%、5月末で83%も発生した。これは1個が腐ると一括ポリ包装しているため、中身の果実は全部腐ってしまう。やはり現状では読んで字のごとく1個ずつ包装するしか方法がなく、この個装労力がアマツの栽培面積の制限因子になっています。現在一つの目安として、被膜剤による方法に省力化の解決の兆しが見出されています。

6. 貯蔵前処理

ミカンを貯蔵する場合は、その前の準備として予措を行っています。この予措は正確には乾燥予措というべきでしょう。大体3%から5%、果実の重さが大体3%から5%位減るまで、乾燥したところに置いておきます。すると果皮がしおれて、生活能力が落ち、果肉から果皮へ生活力を補給するための養分が、半分ぐらいですむことになります。ちょうどしおれたミカンが糖分の分解を押えて、味のよさを保てるのと同じ原理です。

このほか、最近はまだ一つ予措の方法があります。追熟予措といって、虎斑症の出易い雑柑類で特に値段の高いネーブルに多く用いられています。この虎斑症の防止のために、温度20℃ぐらいで一週間保存すると、防止ができますが、これは乾燥予措と区別して追熟予措と呼んでいます。

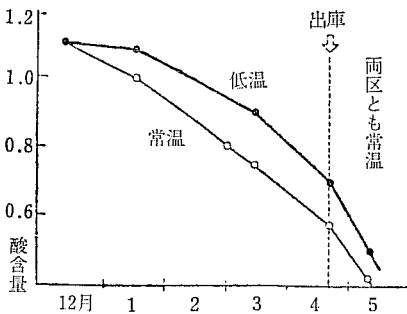
なお、この虎斑症の防止にもう一つ、カラリングがあります。ミカンハウスの中に入れ、昼間の高温を利用して貯蔵予措をするハウス予措と同じで、カラリングの場合も温度を20℃に上げるので、高温

効果もありますが、よく調べてみると、エチレンを入れたカラリング自体が虎斑症の防止に役立つことが明らかにされています。

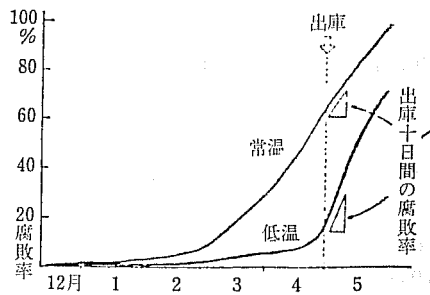
このカラリングには、ショット法とトリックル法および北川式などの方法があります。まずショット法ですが、エチレン(C₂H₄)の20~30ppmに1時間か2時間入れておく。そこに温暖で乾燥した新鮮な空気を入れて、密閉しておく。酸素が減り、エチレンの効果がなくなるので、効果がでるように間欠処理をします。トリックル法は新鮮な空気とともに、10ppmのエチレンを連続して通気します。これには装置が必要で経費がかかりすぎる。北川式は別名密閉法とも呼び、香川大学の北川先生が開発された方式である。これは500~1,000ppmの高濃度のエチレン槽の中にミカンを一日前後入れておくと、中の酸素が減って、色がつかない。その後段ボールでミカンを送る中に外気をあててやると、果実の中にも高濃度のエチレンが作用して、色がつく。ただし、この方法だと、へた枯れ障害が出る場合もある。安全性を考慮すれば、ショット法が経費も安く一番無難ではないかと考えられます。

7. 出庫後の問題点

貯蔵が終れば、あとは出庫およびその後の扱いが問題です。一般に貯蔵したミカンは果皮が弱い。これは果実を樹から落し選果機で選別し、箱詰めという各種の作業段階において、果実かなりの損傷を与えられていることもあります。さてここで、低温貯蔵で大変重要な問題を二つ程あげておきたい。その一つは、低温貯蔵の効果を上手に活かすにはコールドチェーンが必要だということです。第4図のように、貯蔵中の酸は低温のほうが常温より減り方が少ない。しかし、低温から出庫して常温にふれると、低温のほうが常温貯蔵のときより酸の減り方が



第4図 常温、低温両貯蔵の腐敗果の比較



大きい。このために腐敗を抑えていた力が低下して、腐敗が吹き出すように増加し品質が急速に低下するわけです。せっかく低温貯蔵をしたものなら、消費者に届くまで冷たいままで運搬できるようコールドチェーンを用いるのがよい。

もう一つは、低温貯蔵庫は装置に多額の経費を要するので、倉庫の使用期間を出来る限り周年化する必要があります。温州ミカンでは12月から最大4月までの5カ月であり、また、ナツカンでも2月から6月までの5カ月で、いずれも半年以上貯蔵庫は遊休化していることになる。これを何如にフルに利用するかが、経済的な低温貯蔵確立の問題点ではないかと思われまます。

一つの解決法としては、低温貯蔵の需要の多い消費地で貯蔵することです。この場合の問題点は、輸送中の傷です。傷をつけたミカンを貯蔵すると、貯蔵中に、腐敗がふえるというデメリットがあるので、できれば生産地で貯蔵し、コンテナ船に載せて消費地に運ぶ。冬場は産地でコンテナ船に詰めて、そのまま大都市に運んで、あとは都市で利用するということができれば問題は解決すると思うのですが、まだそこまでは進んでいません。理想としては1日も早くコールドチェーンを完成し、さらに低温倉庫の周年利用の方途を解決できれば、一層普及するものと考えられます。

(いば・よしあき)

米の飼料化問題に論議高まる

▶「デントライス計画」はいかが？：

米は神穀であるという感覚がまだ強いのか、米の飼料化問題には各方面でいろいろと抵抗が強い。この信仰のカベを突破しなければ米の過剰と飼料自給化の問題は解決しないと、「デントライス」構想が東北大学の角田教授からぶち上げられて話題を呼んだ(角田重三郎『コメのエサ化と“デントライス”計画』畜産の研究 32巻12号, 33巻1号, 養賢堂)。「コメのエサ化にふみきったとき、輸入エサ用穀物の4分の1を直ちにまかなえ、近々のうちに2分の1をまかなえる」という角田教授の意見は、食管の問題をさておき、技術的問題としては大いに注目したいところだ。

トウモロコシでは、食用にスイートコーン、エサ用にデントコーンの品種が作られる。それならば、イネでも、食用品種のほかに飼料用イネの品種が育成・実用されてもおかしくないではないか。名づけて「デントライス計画」構想というのがそれだ。

▶稲の飼料化と財政問題：

元宇都宮大学菅原教授の研究成果の紹介も注目される(菅原友太『稲の飼料化に関する諸問題』農業および園芸 54巻5号, 養賢堂)。

「かりに(米を)飼料に転用する場合は、輸入飼料穀物なみの値段に引き下げるには、政府は1t当り約30万円程度の国庫負担を余儀なくされる。

……したがって食用米を増産して一部を飼料に転用することは、財政的にもかなり困難である。

そこで食用米のうち一定数量に限り、飼料用として認め、水田利用再編対策のなかで、転作物として認める方法も考えられる。そうすれば、飼料用米の栽培は、転作や集団転作の奨励補助金の対象になる。……しかし国庫負担とのからみで飼料米の買上げ価格をいかにするかは、財政上むずかしい課題は残るが、……飼料の自給率を向上し、畜産を発展させるためにも、余剰米をなくして所得の増大を図る意味でも、超多収の飼料専用品種を(速かに)育成すべきである……」。

として、大局的見地に立って積極論を提起している点は傾聴に値いしよう。

▶超多収の飼料用品種育成の可能性：

イタリア品種のアルポリオは、有望な特性をもつと菅原は指摘している。耐肥性も耐病性も強く、大粒で倒伏せず超多収で、10a当り1t以上の玄米収量も不可能ではないという。ただ米のたん白は7%でいどで、飼料用としてはもう少しほしいところだ。

農家の協力をえて、アルポリオと日本の稲の数品種とを交配し後代検定を行なっているが、コンヒカリの交配系統には千粒重31gでいどで、10a当り1t以上の超多収性飼料専用品種の育成への可能性を示唆しているという。