

常温貯蔵庫に関する研究(2)

誌名	研究報告
ISSN	13465236
著者名	山下,雅弘 坂東,慎之介 森末,文徳 山地,茂伸
発行元	香川県産業技術センター
巻/号	7号
掲載ページ	p. 36-38
発行年月	2007年6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



常温貯蔵庫に関する研究(第2報)

山下雅弘, 坂東慎之介, 森末文徳*, 山地茂伸*

常温貯蔵庫の新システムによる予措の適用について検討を行った。その結果、相対湿度が一定の環境下において、果実の予措期間は、温度による影響は少なく、風速によって決定されることがわかった。また新システムでは、ファンから対面までの気流および対面に沿う気流を避けて、果実を設置することで、均一な流速を得ることが可能であることがわかった。

1 緒言

果実を長期保存し、市場に少なくなったときに出荷することで、付加価値を高める方法がある。この保存方法は、早朝の冷気を貯蔵庫に導入し、日中は庫内を密閉することにより低温を維持し、冷暖房を使うことなく保存する方法である。この貯蔵管理では、果実を予措(表皮の水分を減少させ、農産物の呼吸を減少させる処理)し、庫内への搬入、一定期間ごとの積み替え作業、早朝の換気作業などがある。しかし、農業分野では、高齢化の進展に伴い、これらの管理が負担となり、不十分となりがちであり、品質の低下が課題となっている。近年、この貯蔵方法について、新しいシステムが開発され、有効な手段と考えられ始めている。そこで香川県農業試験場と共同で、この新しいシステムの有効性を調べることになった。

平成17年度は、この新しいシステムによって、貯蔵庫内部がどのように変化しているかを知るため、風速、温度、湿度を計測した¹⁾。その結果から、果実近傍の空気の流は少なく、滞留していることがわかった。また、温度、相対湿度が一定の環境では、果実の予措期間は風速によって決定されることがわかった。

そこで、平成18年度は、相対湿度、風速が一定の場合に、温度によってどの程度減少量が異なってくるかを検討した。また、さまざまな貯蔵庫環境において、流体解析を行い、空気の流れがどのようになっているかを検討した。

2 実験及び考察

果実は、収穫の多い年と少ない年を交互に繰り返し、多い年と少ない年で、果皮の厚さが異なり、少ない年(平成18年)のほうが、果皮が厚い。この果皮の厚さの違いから、予措期間も異なることが予想される。そのため、平成17年の果実と平成18年の果実との予措期間の違いを調べた。実験方法は、予措の時期である12月の平均気温7.5℃、平均相対湿度60%に設定した恒温恒湿器の中で、内径100mmの亚克力製管の中に果実サンプル6個を入れ、管の一端から風速0.05m/sの風を送風した。このときの平成17年の果実と平成18年の果実との重量減少率と経過時間の関係を図1に示す。これから経過時間に比例して、重量が減少してい

る。1日の減少の目安は、平成17年で約0.5%、平成18年で約0.7%であった。これは果皮が厚い方が、果皮に含まれる水分等が多く、これが予措により、乾燥されるためではないかと思われる。また、平成18年の果実は、重量減少率にばらつきが大きかった。この原因として、果皮の外皮と内皮との間が密着していない浮き皮と呼ばれるものがあり、このためではないかと思われる。

次に年によって、平成18年のような暖冬や、平成17年のような厳冬の違いがある。このようなさまざまな条件における予措の違いを見るため、平成18年の果実を用いて、相対湿度を60%、風速を0.05m/sとした時の温度が10.0℃、7.5℃、4.0℃における重量減少率と経過時間の関係を調べた。その結果を、図2に示す。

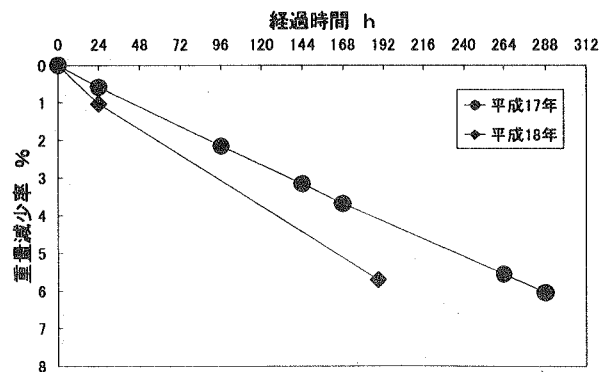


図1 果実における重量減少率と経過時間の関係 (温度7.5℃, 平均相対湿度60%, 風速0.05m/s)

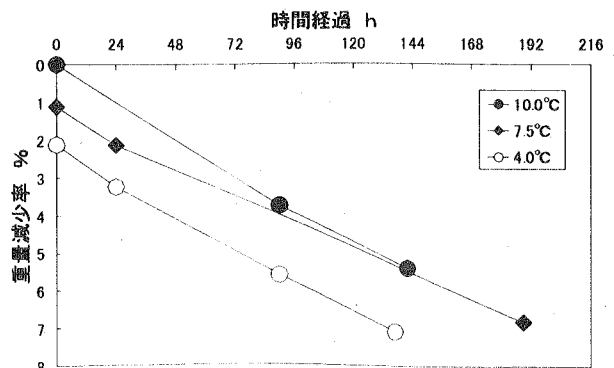


図2 温度の違いによる重量減少率と経過時間の関係 (平均相対湿度60%, 風速0.05m/s)

*香川県農業試験場

この中で、7.5℃、4.0℃の経過時間が0の時に、それぞれ約1%、2%すでに減少しているが、これは収穫から実験開始までに、それぞれ12日、6日経過しているため、その保管中に減少したものである。保管は、温度約8℃、平均相対湿度100%、無風の環境であった。これによると、経過時間と重量減少率との傾きは、ばらつきを考慮すると、ほぼ同じと考えられ、温度に関する影響は、冬場の4~10℃の範囲で、あまり大きくないと考えられる。この温度範囲での、相対湿度60%における絶対湿度は0.0030(4℃)~0.0046(10℃) kg/kgD. A.、また相対湿度100%における絶対湿度は0.0050(4℃)~0.0076(10℃) kg/kgD. A.であり、乾燥によって完全に空気が飽和したとしても、果実から取り除ける水分は、空気1kg中で、2~3gの範囲である。また、温度一定として、相対湿度が40%、80%の時、最大で果実から取り除ける水分は、10℃の空気1kg中でそれぞれ約3g、1.5gであり、温度より相対湿度の影響のほうが大きいことが予想される。今後、湿度変化による重量減少率を確認する必要がある。

次に、実際の農家で設置されるであろう状況に応じた貯蔵庫の流体解析を行った。基本となる貯蔵庫の計算モデルは、図3に示すとおり、天井にファンを2個、壁面下部に排気口4穴、床面にも排気口6穴設置したものである。このモデルの特徴は、以下のとおりである。

- ・ファンを定格運転した場合、風速は4.7m/sとした。
- ・排気口(床面)、排気口(壁面)の境界条件は、いずれも大気圧空間への解放とした。
- ・果実を入れた木箱は省略し、貯蔵庫のみで流体解析した。

このときの速度ベクトル分布図を図4に示す。白黒表示のため見づらくなっているが、ファンからはほぼ真下に向かって強い気流が流れ、床面に沿って、排気口(床面および壁面)へと直接流出する気流が、支配的であった。床面近傍を除く空間においては、ほぼ均一な流速分布となった。以上の結果から、ファンから出口へと直行する気流と、倉庫内を循環する気流によって構成されているといえる。

一方、実際の農家の貯蔵庫においては、設置場所の制約等で、ファンや排気口が、図3のように設置されることは少ない。これまでに、現地調査を行った結果では、貯蔵庫の外形は概ね直方体であるが、ファンや排気口の数、設置位置を変更する必要がある事例を、確認した。そこで、実際に想定される下記の状況に対して、流体解析を行った。その結果を、図4~11に示す。

[ファンの設置位置・数に関する計算モデル]

- (1)ファンのうち1個を停止させた場合(結果:図5)
- (2)ファンを長手方向の側壁上部に2個配置した場合(天井からファン中心までの距離:ファンの直径、結果:図6)
- (3)ファンを長手方向の側壁中央上部に1個配置し

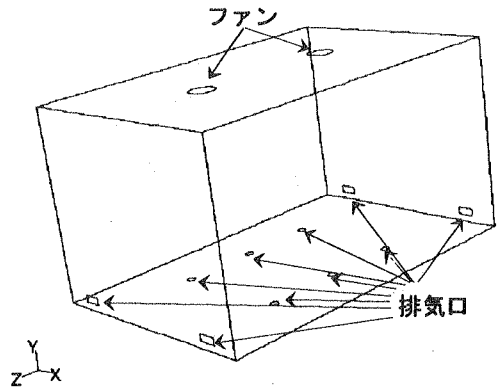


図3 計算モデル(ワイヤフレーム)

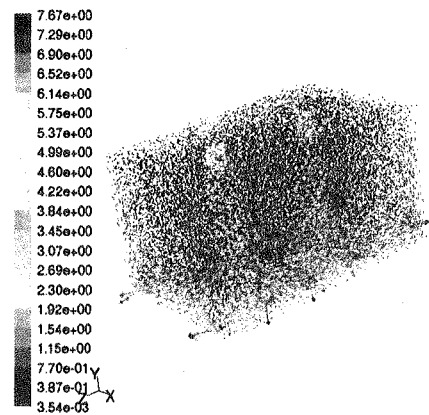


図4 速度ベクトル分布図(基本型)

た場合(ファンの高さ:同上、結果:図7)

- (4)給気ファンを短軸方向の側壁中央上部に1個配置した場合(ファンの高さ:同上、結果:図8)

[排気口の変更に関する計算モデル]

- (5)床面排気口6穴のうち、中央よりの2穴をふさいだ場合(結果:図9)
- (6)床面の排気口を全てふさいだ場合(結果:図10)

[従来の納屋型をそのまま利用した計算モデル]

- (7)屋根の形状を変更し、床の排気口面積を従来の1/2にした場合(結果:図11)

モデル(1)では、基本型と同様に、ファンからはほぼ真下に向かって強い気流が流れ、床面に沿って、排気口(床面および壁面)へと直接流出する気流が、支配的であった。モデル(2)~(4)では、ファンから対面する壁面へ向かう強い気流が流れ、対面の壁面に沿って、床に向かい、そこから排気口(床面および壁面)へと直接流出する気流が、支配的であった。モデル(5)および(6)では、全体として基本型と同様であるが、床面の排気口が一部あるいは全てふさいだため、残った排気口からの流出量が増加している。モデル(7)においては、体積が増加したため、基本型と同様であるが、その他の空間の流速が、他のモデルよりも弱いことが観察される。どのモデルにおいても、ファンから対面の床・側

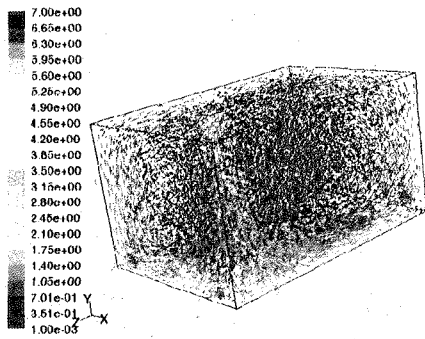


図5 速度ベクトル分布図(1)

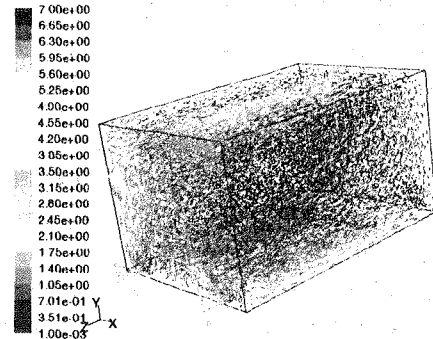


図8 速度ベクトル分布図(4)

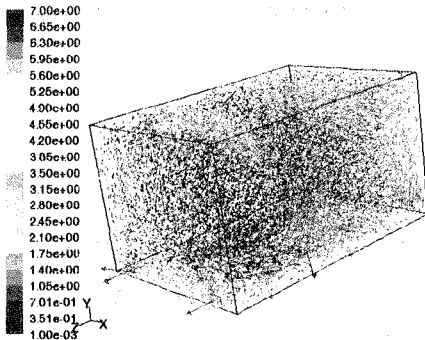


図6 速度ベクトル分布図(2)

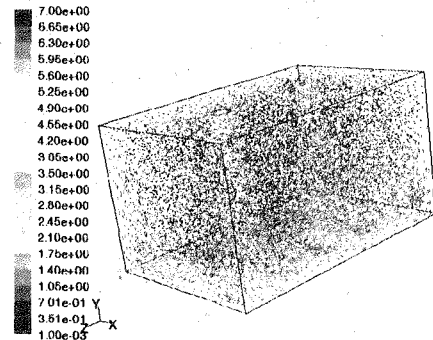


図9 速度ベクトル分布図(5)

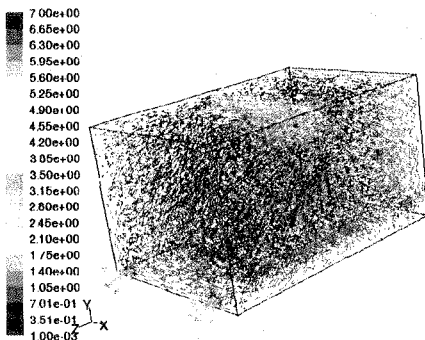


図7 速度ベクトル分布図(3)

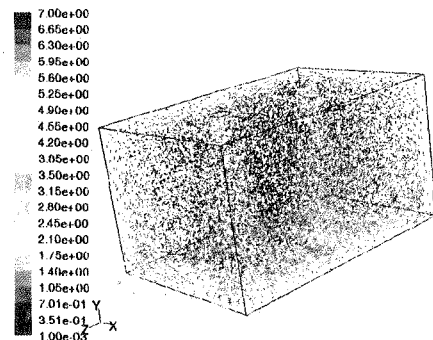


図10 速度ベクトル分布図(6)

壁に向かって強い気流が流れ、床面および壁面に沿って気流が広がり、排気口(床面および壁面)から外部へ放出されている。その他の空間においては、ほぼ均一な流速分布となっている。

これらのことから、全体として、ファンから対面までの気流および対面に沿う気流を避けて、果実を設置することで、均一な流速を得ることが可能と思われる。また、これらのことから、水分を含んだ空気の大半は、倉庫内で滞留するものと予想される。

3 まとめと今後の課題

以上の結果から、相対湿度が一定の環境下において、果実の予措期間は、温度による影響は少なく、風速によって決定されることがわかった。今後、温度一定における相対湿度の影響について、検討する必要がある。

また新システムでは、ファンから対面までの気流および対面に沿う気流を避けて、果実を設置することで、均一な流速を得ることが可能と思われる。また果実近傍の空気の流れが少なく、滞留していることがわかつ

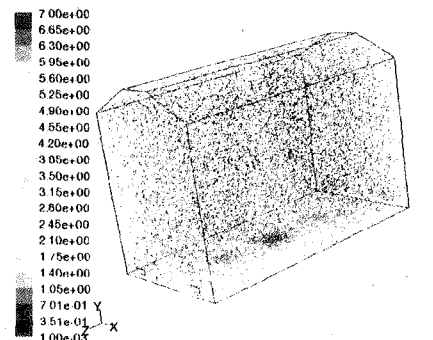


図11 速度ベクトル分布図(7)

た。今後、暖冬、厳冬における新システムの予措期間の推定を行うことが、重要な課題である。

参考文献

- 1) 山下雅弘, 坂東慎之介, 森末文徳, 山地茂伸: 常温貯蔵庫に関する研究(第1報), 香川県産業技術センター研究報告 No. 6 (2005)29-30