

平成 23・24 年度農林水産省補助事業

卸売市場コールドチェーン導入の手引

初版：平成 24 年 3 月 (株)流通システム研究センター

第 2 版：平成 25 年 3 月 食品チェーン研究協議会

【目次】

はじめに	1
1 卸売市場を通じたサプライチェーンにおける温度管理の現状	3
1.1 コールドチェーン体制の必要性	3
1.2 川上・川下の事業所における低温管理の動向	3
1.3 コールドチェーン化の2つのタイプ —— 冷蔵庫の設置と、卸売場の低温化	4
1.4 卸売場の低温化の難しさ	4
1.5 卸売市場の低温化の状況	5
2. 低温化施設・設備導入の留意点	6
< 共通の留意点 >	6
2.1 基本的な知識の習得	6
2.2 導入目的と対象の明確化	6
2.3 コストパフォーマンスを考えた機器・資材の選択	6
2.4 扉の大きさ	6
2.5 冷熱を有効に生かす構造・動線の検討	6
2.6 メンテナンス対応への考慮	6
< 卸売場の低温化（空調）の留意点 >	7
2.7 現在の卸売場の温度の把握	7
2.8 空調対象区域の設定	7
2.9 卸売場全体の空調の必要性の検討	7
2.10 卸売場を低温化（空調）する場合の相談相手	8
2.11 冷熱機器の取付位置	8
< 冷蔵庫・保冷库設置の留意点 >	8
2.12 目的（冷却か保冷か）の設定	8
3. 使用する機材に関する紹介	9
3.1 冷凍機、ヒートポンプ	9
3.2 卸売場の低温化の手段	11
3.3 仕切用機材	11
3.4 出入口に使用できる機材	11
付録1 コールドチェーン化の計画書の書式	14
付録2 コールドチェーン化のための設備投資を検討するためのチェックリスト	16
付録3 導入事例におけるコールドチェーン化の効果	18
1 青果産地の市場での冷蔵庫の設置	18
2 消費地の卸売市場での冷蔵庫の設置	20
3 卸売場の低温化（卸売場への空調設備の設置）	21
参考文献	23

はじめに

この手引書は、卸売市場の開設者や卸売業者が新たにコールドチェーン化のための設備投資を行おうと考えた時、実際の行動を起こす前に読んで頂くことを念頭に作成したものです。

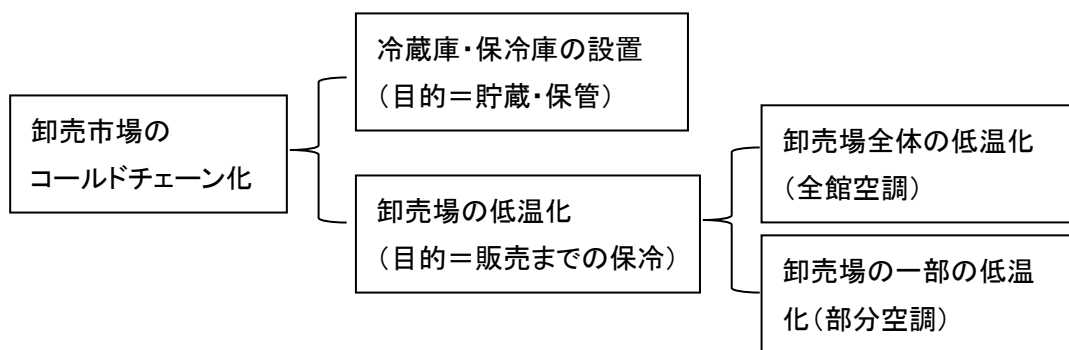
この手引書の作成に先立って、農林水産省平成 22~23 年度補助事業「一貫したコールドチェーン体制の整備事業」を活用して設備投資を行った卸売市場の投資効果、運用実態等の調査を行いました。その結果をベースに、これから卸売市場のコールドチェーン化を進めようと考えている卸売市場開設者、卸売業者等の参考として頂くために、温度管理の難しい卸売市場を現場的に捉え、効果的かつ低コストなコールドチェーン化を実現可能な形で提案することを念頭に、手引書として整理したものです。

卸売市場のコールドチェーン化としては、大きく分けて、貯蔵・保管を目的とした「冷蔵庫・保冷庫の設置」と「卸売場の低温化」(空調)があります。また卸売場の低温化には、卸売場全体を外気から遮蔽し低温化するもの(全館空調)と、卸売場のうち一部を区切って低温化するもの(部分空調)があります(図1)。

このうち、冷蔵庫の設置については使い勝手などのソフト面はともかく、ハード面だけを取り上げるなら、これまでも実績は多く、それほど難しい問題はありません。しかし、卸売場の低温化は冷蔵庫の設置とは大きく異なり、多くの難しい点があります。その点にとくに留意しながら、卸売市場のコールドチェーン化について、導入のためのポイントを整理してみましょう。

なおこの手引書は、平成 24 年 3 月に株式会社流通システム研究センターが発行したもの(初版)に、食品チェーン研究協議会が委員会を設けて再検討を加え、第 2 版として発行するものです。

図1 卸売市場のコールドチェーン化の類型



平成 23 年度事業 検討委員会 名簿

氏名	所属・部署・役職
市村 一雄	独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構花き研究所 花き研究領域長
太田 育秀	太田 PE・技術士事務所 所長
椎名 武夫	独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 食品工学研究領域 流通工学ユニット長
鈴木 徹	東京海洋大学 海洋科学部 食品生産科学科 食品品質設計学講座 食品冷凍学研究室 教授
◎藤島 廣二	東京農業大学 国際食料情報学部 食料環境経済学科 教授
古川 博一	古川技術士事務所 所長

委員会事務局（事業主体）：(株)流通システム研究センター

平成 24 年度事業 検討委員会 名簿

氏名	所属・部署・役職
椎名 武夫	独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 食品工学研究領域 流通工学ユニット長
日佐 和夫	元・東京海洋大学大学院 海洋科学技術研究科 食品流通安全管理専攻 教授
古川 博一	古川技術士事務所 所長
松田 健次	東京都中央卸売市場 管理部 市場政策課長
◎松田 友義	千葉大学大学院 園芸学研究科 教授（食品チェーン研究協議会 会長）

委員会事務局（事業主体）：食品チェーン研究協議会

1 卸売市場を通じたサプライチェーンにおける温度管理の現状

1.1 コールドチェーン体制の必要性

取り扱う生鮮食料品等を低温にすることには、以下の効果があります¹。

①品質・鮮度保持

- ・呼吸量と呼吸熱の上昇を抑えあるいは低下させて、体内水分の蒸散と成分の消耗等を防ぐ（青果物、花き）
- ・酵素による自己消化の進行を抑え、あるいは停止させる（水産物、畜産物）
- ・冷却によって硬度を高め、衝撃や摩擦による品質低下を防ぐ（青果物、水産物、畜産物、花き）

②熟度・開花・成長の進行の抑制

- ・成熟（老化促進）ホルモンであるエチレンの発生を抑える、またエチレンへの感受性を低下させる（青果物、花き）

③微生物や病害虫の増殖防止

- ・人間に害のある微生物や病原菌の増殖を防ぎ、あるいは死滅させる（青果物、水産物、畜産物）
- ・農畜水産物の品質を劣化させる微生物の増殖を防ぎ、あるいは死滅させる（青果物、水産物、畜産物）
- ・青果物や花きが保有している病害虫（人間には害はない）の増殖を防ぎ、あるいは死滅させる（青果物、花き）

これらの効果は、商品としての価値を維持できるだけでなく、品質の劣化に伴う商品ロスや販売機会ロスの削減につながります。また食品安全上のリスクの削減や、取引先からの信頼確保にも寄与します。

1.2 川上・川下の事業所における低温管理の動向

青果の産地での予冷は、1975年前後から全国で徐々に整備が進められ、1990年ごろに普及が一巡しました。水産物のほとんどは、産地で冷凍、または氷詰め・水氷詰めされたうえで卸売市場に運ばれます。

一方、卸売市場の販売先に目を向けると、スーパーなど小売店では冷蔵のショーケース等が普及しています。配送センターでは、生鮮食品を冷蔵温度帯で扱うのが一般的です。

食品メーカーにおいても、仕入れた生鮮原料の冷却・冷蔵が必要な場合があります。例えば、2012年に発生した食中毒事故を受けて改正された「漬物の衛生規範」は、浅漬の原料の場合、仕入れた原料を10℃以下で保管するよう製造業者に求めています²。

¹ 株式会社流通システム開発センター（平成18年度農林水産省補助事業）「卸売市場における品質管理の高度化に向けた規範策定のためのマニュアル」、平成19年3月
<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/sijyo/info/pdf/manual.pdf>

² 「漬物の衛生規範」（厚生労働省通知。2012年10月改正）
http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/gyousei/dl/121012_1.pdf

1.3 コールドチェーン化の2つのタイプ —— 冷蔵庫の設置と、卸売場の低温化

卸売市場のコールドチェーン化は、同じ低温化であっても、冷蔵庫（保冷库）の設置と、卸売場等の低温化では、低温化の対象、設定温度が大きく異なります。まず、その対象や設定温度の違いを確認してみましょう。

- ①低温管理の対象：卸売場の低温化は人間（作業員）と商品が同居する空間における温度管理であり、冷蔵庫（保冷库）は基本的には商品のみを対象としています。
- ②期間：卸売場は、商品にとって一時的な利用（通過）であるのに対し、冷蔵庫は、一定時間（日、週、月）の滞留を前提とした利用です（保冷库は、短時間の保管と温度維持が目的です）。
- ③温度設定：卸売場の低温化は、人間と商品の両方にとっての適正環境条件となるよう温度領域を設定します。一方、冷蔵庫（保冷库）は、商品にとっての貯蔵の最適条件によって温度帯が決まります。具体的には卸売場の空調は10～20℃（場合によっては25℃もある）の範囲であり、冷蔵庫は10℃以下が一般的です。入荷時点での品温が高い場合には、冷蔵庫内である程度の冷却が期待されます。
- ④高さ（床からの寸法）：卸売場の空調の対象範囲を考える際の床からの寸法（高さ）は、商品が比較的短い時間滞留するために置かれる高さ、人間の居住性、作業性に対応する範囲であって、ほとんどが3～3.5m程度に収めることができます。一方、冷蔵庫（保冷库）内の高さは、一般に一定面積内の収容量を大きくしようとしますから、可能な範囲で高くなる傾向があります。

1.4 卸売場の低温化の難しさ

卸売場は一般に、コールドチェーン化の観点からみれば、以下に挙げるような困難な条件下にあります。

- (1) 出入口は広いところが多く、人と物の出入りが激しい

卸売場の出入口は広くかつ出入りの多い時間帯は扉も閉めてないところが多く、そこからの人と物の出入りは頻繁で外気の流入量が多くなるため、ますます温度管理を難しくしています。

- (2) 人と物の両方が対象

冷蔵庫は一般に物が対象であり普通の建物空調は主に人間が対象ですが、卸売場の空調は青果物、水産物、花き、食肉などが主な対象ではあるものの、同時にそこは人が長時間働く場所であり、人の健康にも配慮する必要があるという点に特徴があります。

既存の卸売場を低温化する場合には、さらに以下のような難しさがあります。

- (1) 開放部が多い

卸売場の建物は開放部が多く、温度管理の対象にはなりにくいものです。

- (2) 低温施設が常温卸売場の温度上昇を招く

近年、低温管理施設（主に簡易保冷库）が卸売場内に多数導入されていますが、その多くは開口部を塞ぐ形で作られていますから、それらは卸売場内の空気の流れを悪くし、温度管理をしていない常温卸売場の温度を上昇させています。さらに冷凍機の室外機が卸売

場内に設けられる場合には、排熱によっても卸売場の温度上昇を招きます。

(3) 空調対象容積が大きい

古くからある卸売市場の建物の多くは屋根が高い上に天井もありません。この屋根（天井）の高い卸売場をそのまま空調対象にする時は、対象容積はきわめて大きくなってしまいます。

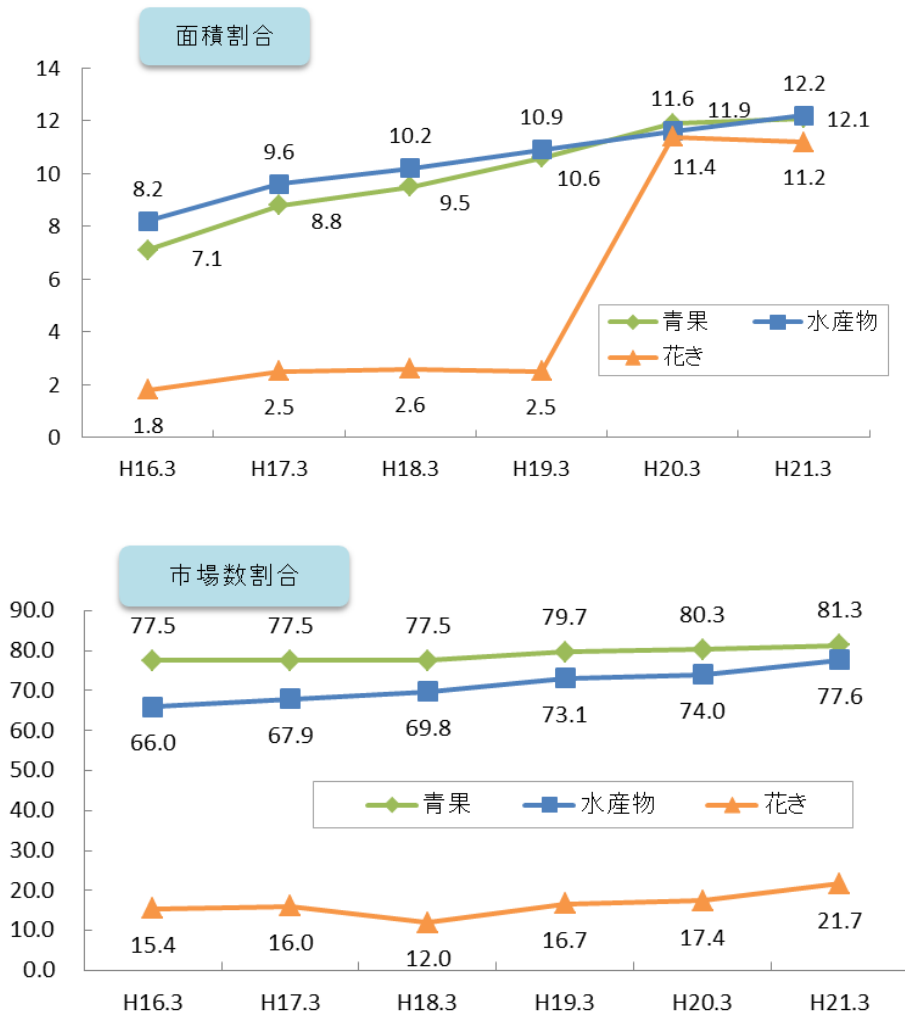
(4) 断熱性、密閉性が低い

既存の卸売場の建物の外壁をそのまま活用する空調は、断熱性が低いために外部から侵入する熱が大きく、冷却負荷はきわめて大きくなります。

1.5 卸売市場の低温化の状況

中央卸売市場における卸売場の低温化は、徐々に進められてきています。青果を例にとると、平成16年3月の7.1%から、平成21年3月には12.1%に向上しています。しかし、1.4で述べたような難しさがああり、卸売市場にもよりますが、まだ十分とは言えない状況です。

図2 中央卸売市場における低温卸売場の整備率(単位:%)



(出典) 卸売市場の将来方向に関する研究会報告 (H22.4) ³

³ http://www.maff.go.jp/j/shokusan/ryutu/sizyou_kenkyu/07/pdf/04.pdf

2. 低温化施設・設備導入の留意点

<共通の留意点>

2.1 基本的な知識の習得

開設者や卸売業者等の発注側も、設備投資に関連する基本的な技術知識や商品知識を持って業者に対応すべきです。投資目的への適合性、コストパフォーマンス（投資効果）、使い勝手、メンテナンス面等を総合的に考え、使う立場に立って、導入施設・設備について工事業者と対等に議論し最適な条件を導き出すには、設備の導入主体が自らの問題として技術的課題や設備・機器・資材を検討すること、それができる知識、能力を持つことが求められるのです。

そのように自分たちが勉強するのと並行して、部外の専門家、コンサルタントの意見を求め、指導を仰ぐことが望まれます。

2.2 導入目的と対象の明確化

新たなコールドチェーン化のための施設は、具体的に何を対象とし、どのような条件、状況を作り出すために導入するかを意識し確認することが必要です。

何をどの程度の温度でどのように管理するかを明確にすることは、その投資効果を明らかにし、関係者にその効果をアピールする上でもきわめて重要であると同時に、無駄な投資を避けるためにも大事な手続きです。

2.3 コストパフォーマンスを考えた機器・資材の選択

工事業者に全面的に依存するのではなく、自らも適切で低廉な機器・資材を探し、低コストで効果の高い低温管理施設をつくるよう心掛けましょう。目新しい技術や表面的な効果だけを考えるのではなく、常にコストパフォーマンス（投資効果）を考えた投資が必要です。機器の設置場所・位置・方向も冷熱の効果的な利用という点からは重要な要素となります（機器・資材の種類は3で紹介しています）。

2.4 扉の大きさ

扉の開放による庫外の空気の侵入は、庫内外の温度・湿度差に大きく影響を受けます。搬入車両の操作を考慮して扉を大きくしがちですが、庫内からの冷気の流出量と外気の流入量（いわゆる換気量）は扉開口部の幅に比例し、扉の高さは幅より大きな影響を与えますので、扉を必要以上に大きくしないことが重要です。

2.5 冷熱を有効に生かす構造・動線の検討

仕切り内部の冷熱の効果的な循環を工夫するとともに、外部に漏れて出る冷気の流れも有効に活用する工夫をするなどして冷熱を有効に使いましょう。出入口からの人や物の出入りに際して流出する冷気をできるだけ常温部分に流れるようにして、常温卸売場の温度を下げることに成功している市場もあります。それには有効な動線を考慮に入れた構造・配置が必要です。

2.6 メンテナンス対応への考慮

冷凍機のフィルターが目詰まり、冷媒の洩れ、ビニールシートの切れ・破れ・汚れなど、必要な時に適切に対処するメンテナンス体制が重要なのはいうまでもありませんが、予めメンテナンスし易い寸法、構造、取付位置、資材種類を念頭において設計をすることは、メンテナン

ス費用の軽減だけでなく、常により状態で稼働させるために重要です。

＜卸売場の低温化（空調）の留意点＞

2.7 現在の卸売場の温度の把握

何となくコールドチェーン化の対象を決めるのではなく、その対象あるいは対象ゾーンが低温化を本当に必要としているかを事前にきちんと調査しておくことが必要です。整備事業の事例のなかにも、事前に対象区域の温度を計測してあれば、もっと別の効果的な投資ができたと考えられる例がありました。

2.8 空調対象区域の設定

対象となる商品とその入荷量を勘案して空調の対象区域（ゾーン）を設定する必要があります。卸売場での滞留時間は本来的には短いのが基本ですから、その間に品温を下げるなどとは考えず、滞留中の温度上昇を防ぐという視点で低温化の対象となる区域と面積を決めることが求められます。

2.9 卸売場全体の空調の必要性の検討

青果、水産のいずれにも卸売場は全館空調が理想的であるのは確かですが、現実にはほとんど必要ありません。コールドチェーン化といっても温度を下げればよいというものではないのです。

まず、魚介類のうち、鮮魚は氷または水氷の入った容器に入っているのが普通ですから、鮮魚の周辺温度は氷によって決まるのであって、卸売場の空気温度は鮮魚とは関係なく、せいぜい氷の解ける時間に影響を与える程度です。そして氷は徐々に融解し、その蒸発によって周辺の空気も冷却されますから、空調するまでもなく鮮魚売場の空気温度は周辺環境よりも確実に低くなっています。

一方青果物では、産地で予冷された物も卸売市場到着時には 20℃近くまで温度が上昇している例が沢山あります。予冷不足、輸送中の温度管理の不備によるものです。しかし、それでも予冷品は 20℃を下回る品温を維持している場合がほとんどであり、鮮度保持上は、到着時の温度以下の品温をできるだけ長く維持することが求められますから、卸売場あるいは予冷品置き場の実際の空気温度（設定温度ではありません）は、20℃以下であることが求められます。

非予冷品の品温は到着時にも 20℃を超えている場合が多いですから、たとえ空調下に置いても空調能力ではその品温を下げるのは無理です。非予冷品は基本的には低温卸売場に入れる必要はありません。スペースに余裕があって低温卸売場に入れることができれば、それなりの効果はありますが、それでも品温を下げるまではいきません。

予冷品は量的には全青果物の 20～30%程度と考えられますから、それだけのために全館空調するよりも、低温が必要な対象に限定した区域を低温化し、その他の区域は常温であっても可能な限り低い温度を維持する工夫をする方が、現実的な対応といえます。なによりも卸売場の長時間にわたる滞留を避けることが、品質・鮮度の保持には有効です。これは青果物に限らず水産物についてもいえることです。

以上から、卸売場の低温化（空調）が必要なのは以下のような品目に限られます。

【水産物】

- ①水分を多く含んだ水産加工品（しらす干し、一夜干し、うに、煉製品等々）
- ②氷が周辺に十分には置けない大型鮮魚類（マグロ、カツオなど）、貝類
- ③凍結品で搬出までに多少時間がかかるもの

【青果物】

- ①予冷品
- ②非予冷品でも軟弱で品質保持が難しい物（例えば桃、梅など）
- ③そのまま放置しては鮮度落ちして商品価値が下がると思われるもの

全館空調をする場合には、におい、エチレン、作業者の健康にも注意が必要です（一般的に一人当たり必要な新鮮空気量は $20\text{m}^3/\text{h}$ とされています。激しい動きを伴う場合はこの値が大きくなります）。解決策としては換気の回数を多くする必要があり、冷却負荷が大きくなります。

2.10 卸売場を低温化（空調）する場合の相談相手

これまで作られてきた卸売場の低温化の多くは、冷蔵倉庫関係の業者によって設計されています。しかし、同じ冷熱利用分野でも冷蔵倉庫と空調とは、これまで述べてきたように考え方が異なります。

何よりも温度領域が異なっており、対象容積にも大きな違いがあります。冷蔵庫の建物あるいは囲いは断熱性を持ったもので作られており、そこへの出入りの頻度の違いもありますが、基本的には外部とは遮断され密閉された空間です。また、冷気の流れの活かし方も、冷蔵倉庫と建物空調とは異なります。

冷蔵庫はともかく、卸売場の低温化（温度領域から見て空調化）は、冷蔵倉庫の専門家・業者に委託するのではなく、まずは空調の専門家・業者の知恵を借りることをお勧めします。

また、一般の冷熱工事店は、卸売市場の空調化工事に関する経験があるとは限らず、そのノウハウを持っていない場合があるので注意が必要です。工事店に依頼する前に空調の専門家の協力を得て、効果的な設備投資を心掛けるべきです。

2.11 冷熱機器の取付位置

卸売市場の天井（屋根）が高いのはほぼ全国共通ですが、冷気は低い方に流れますから、低温空調の視点でいえば高い天井まで低温化するのは無意味です。

もし新たに卸売場の低温化（空調）を図るなら、人間の身長と、通常、商品を積み上げる高さよりも少し高い位置までを空調の対象とし（ $3\sim 3.5\text{m}$ ）、冷凍機の冷熱の吹き出し位置と方向は、その高さから下を対象とするよう工夫することが望まれます。

<冷蔵庫・保冷库設置の留意点>

2.12 目的（冷却か保冷か）の設定

ここでは青果、水産を問わず、1日以上滞留（貯蔵）を目的とする入れ物を冷蔵庫、一日未満の一時保管を目的としたものを保冷库（あるいは低温保管庫）と呼ぶことにします。

冷蔵庫の冷凍機は多少の冷却能力（品温を下げる力）が必要ですが、保冷库は品温の上昇を防ぐのが目的ですから、冷蔵庫ほどの冷凍機能力は必要ありません。また、品温を下げる目的が明確な時には、囲いの断熱性能よりも冷却能力に重点を置くことが求められます。

3. 使用する機材に関する紹介

3.1 冷凍機、ヒートポンプ

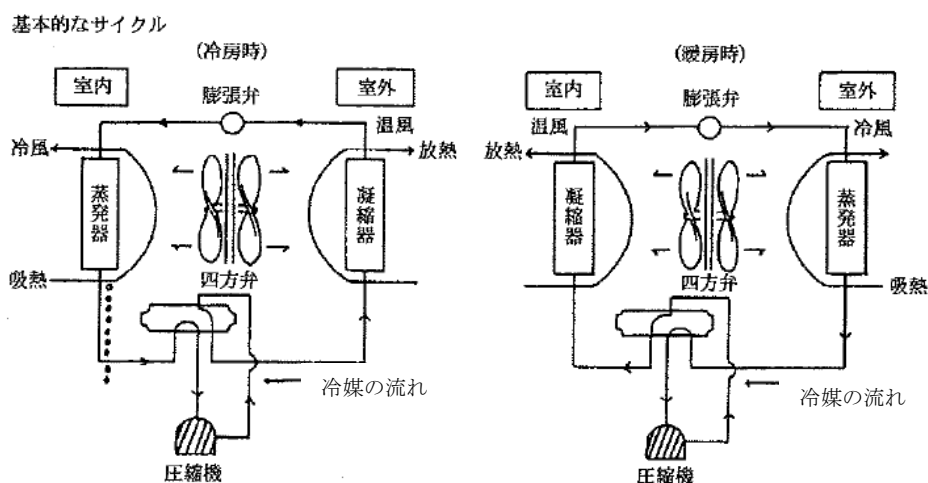
冷凍機には冷熱専用（冷専）と冷暖両用あるいは温熱利用の機能があります。冷凍機には空調（冷専、冷暖両用）、冷却、凍結、保冷、冷蔵とそれぞれの目的によって必要な能力に違いがありますが、必要な温冷熱を生み出す方法、機械の構造は基本的には同じです。必要な熱量や設定する温度帯に応じて、能力や除霜装置の有無が決められます。

図3にヒートポンプを構成する機器とその組み合わせ方を示しましたが、冷と暖とは図の中央付近にある四方弁によって冷媒（例えばフロン）の流れる方向を変えるだけで、その切り替えを行うことができます。

冷凍機で冷暖両用（冷暖切換利用または冷暖並行利用）あるいは温熱だけを利用する機能を持つものをヒートポンプといいます。また、冷凍機そのものをすべてヒートポンプと呼ぶ人もいます。冷熱を利用する場合は左側の図の流れを採用することになり、冷熱は図中の蒸発器（ユニットクーラー）を経由して、対象区域に放出されるのです。

現在使用されている冷媒にはフロン以外にも各種あります。フロン類の一部（CFC、HCFC）は、漏れ出した場合にオゾン層破壊の原因となることから、生産・販売が規制されるとともに、利用を終えた機器からの回収も進められています。また、現在使われているフロン系冷媒（HFC）は、オゾン層保護法による規制の対象ではありませんが、温室効果ガスに分類されているために、回収が義務づけられ、再利用するか無害化处理を必要とします。冷凍機の業界において、温室効果の小さい冷媒への改善が進められています。

図3 ヒートポンプの主要構成機器および冷房、暖房時における冷媒の流れ



資料：「農業電化試験場だより」昭和63年3月第53号

表1 低温(空調)施設の選択

改善項目		検討事項	方策	効果	長所	短所	採用基準					
							既設	新設				
建物全体の機械換気	排気のみ	室内の汚染または太陽熱で高温化した空気の安定排除	建物屋根部分に排気ファンを設置	常時室内の空気を入れ替える事で、清潔な環境を維持できる	比較的室内の空気が均一に入れ替わる	室内が負圧となり、埃・虫等が侵入しやすくなる	○	○				
	給気のみ	一定した外空気を安定導入	建物壁部分に給気ファンを設置	室内が外部と比べて陽圧になり埃・虫等の進入が少なくできる	必要とする場所を選別して給気できる	空気の流路で外気温度の影響を受けやすい	○	○				
	給排気	給気、排気を同時に実施	建物屋根および壁部分に給排気ファンを設置	隅々まで均一な環気ができる	吸排気量の調整で室圧を自由にコントロールできる	場合によりダクト等の補助設備が必要になる	○	○				
室内全体の冷却	井戸水	ハンドリングエアコンを設置し、井戸水を流して床部分を冷却	建物の柱脇または天井部に、水冷ハンドリングユニットを設置	室内全体を急速冷却できる	部屋温度を任意に設定できる	機械機器の設置スペースが必要	使用可能な井戸がある場合、熱源は不要					
	空冷チラー+空調機	空冷チラーで冷水を作り、ハンドリングエアコンで室内を冷却					○	○				
	パッケージエアコン	低温対応パッケージエアコンで室内を冷却	建物の柱脇または天井部に、冷却ヒーターかパッケージエアコンを設置				○	○				
効率的で省エネな冷却	断熱	建物全体の断熱	断熱塗装	太陽輻射の影響を受ける部分の断熱	細部まで断熱できる	施工が容易	汚れやすく、定期的なメンテナンスが必要	○	○			
			断熱材取付		断熱効果が高い	高い保冷効果が望める	施工が困難	○	○			
	流失防止	室内空気の流失防止	鋼製シャッター	常時閉鎖を基本に管理	手で入口を常時閉鎖	室内空気の流出が少ない	遮断に有効	開閉に時間がかかり、その間に空気が流失	○	○		
			シートシャッター	人感センサー等で高速性を活かした自動開閉をし物、人の通過時以外は閉鎖	自動で入口を常時閉鎖	短時間で開閉ができ、室内空気の流失が少ない	短時間で開閉ができ、室内空気の流失が少ない	故障頻度が高く、日常的なメンテナンスが必要	○	○		
	必要箇所のみ区画	天井区画	断熱パネル	建物内の空調必要箇所のみ区画	断熱効果が高い	必要に応じて高さを変える事で、断熱効果が高い	二重天井にすることで空調体積が減少するうえ、天井からの放熱も減る	天井の高さが低くなる	○	○		
			塩ビシート						断熱効果が高い	高い保冷効果が望める	スペースの変更対応が困難	○
		断熱パネル	断熱効果が高い						高い保冷効果が望める	スペースの広さ等用途変更に関する対応が容易	○	○
		塩ビシート	使用形状により断熱効果が低い						スペースの広さ等用途変更に関する対応が容易	エアリークが多く、冷房効率が悪い	○	○
	(空気の漏洩箇所を無くす)	建物の気密化	壁等固定部	壁の穴、隙間等を塞ぐ	空気の漏洩部を充填材、コーキング材等で閉鎖	機械の運転効率が向上	即、省エネ運転ができる	接触部が摩耗しやすく、消耗品としてのメンテナンスが必要	○	○		
			稼働部	稼働シートと躯体との接点を塞ぐ	空気の漏洩部に温度軟質塩ビシート等を被せ、空気を閉鎖				○	○		

資料提供：三建設備工業株式会社

3.2 卸売場の低温化の手段

表1は、卸売場の低温化（空調）を計画する際の検討に役立つように、いろいろな条件、要素、パターン別に適用の適否等を、空調の大手業者（三建設備工業(株)）の協力によってまとめたものです。

建物全体の機械換気というのは、低温化とはいっても冷凍機を用いずに換気だけでもある程度の低温化は可能という見地から、いくつかの方法を整理したものです。

表1に使われている空冷チラーとは、冷水を造る装置のことで、冷水を使って空調（冷房）する方法を想定しています。かつての建物空調の多くにはこの方式が採用されていました（間接冷却式）。今でも使用可能なのはいうまでもありません。パッケージエアコンというのは、小型のエアコン装置のことで、図3に示す要素（装置）がセットされているものです。水を媒体とせずに、冷媒で直接冷却管を介して空気を冷やす直接冷却式です。

3.3 仕切用機材

空調、冷蔵、保冷のいずれにしても対象区域（ゾーン）を仕切らなくてはなりません。仕切りに使用されるものには、築造壁（コンクリート、土、レンガなどがあり、壁の内部に断熱材を入れたものもある）、プレハブ式パネル、ビニールシート（カーテン）、可動間仕切り（上下あるいは左右）、断熱性防水布（幕）などがあります。

卸売市場に使用されているのは、プレハブ式のパネルやビニールシートが多いですが、パネルの場合は一般に断熱材をサンドイッチ（ボード）するか現場発泡させており、断熱材（パネル）の厚さはその対象区域（ゾーン）の設定温度帯によって異なります。可動式間仕切りの一種でもある「蛇腹式」の折り畳み式で上下する断熱シート（幕）は、導入時に多額の経費がかかるとともに、温度管理が難しくコストパフォーマンスも悪いので、今では新規に入れようとするところはほとんど無くなっています。

ビニールシートは既存の卸売場等の一角に低温のゾーンを作ろうとする場合に採用されているケースが多いようです。これは相対的に安価で、作業性は高く一応の熱遮断性はありますが、断熱性はほとんどありませんし、結露で床面を濡らす恐れがありますから、導入時にはその点に留意する必要があります。

3.4 出入口に使用できる機材

冷蔵庫や空調ゾーンへの出入口は、作業性、動線、予算を考慮に入れ、どのような機材を使用するかを決めなくてはなりません。

表2は、卸売場に冷蔵庫や空調ゾーンを設ける場合に使用できるとされる機材を整理したものです。シートシャッターは、すでに高速で開閉できるものが市販されていますから、作業性はきわめて高いといえますが、断熱性はオーバースライダーや防熱扉に較べると低くなります。低温卸売場などで使用されている例が多いようです。

ビニールカーテン（シート）は、本体の仕切りが同じ材質のもので、そのカーテンを出入口部分だけ重ね合わせてあるだけの例が多いようです。断熱性が低いものの、コスト、作業性などの点が評価され、卸売場の空調には多数使用されています。ただし、この場合は裾部分あるいは天井部分に隙間があり、出入口とは無関係に冷気の流通は避けられません。とくに裾の部

分は出入口を始め、囲った部分全体において隙間があり、かつ汚れも激しく、常にその部分の付け替え等のメンテナンスが成されない限り、シート全体の断熱性の低さからくる冷気の流出よりも裾部分からの流出が多くなる可能性があります。

防熱扉には片開きと両開きがあり、これは主に断熱パネルを使った冷蔵庫、保冷庫に使用されています。エアカーテンは開放部分に仕切りや出入口を造るのが難しい部分に採用します。冷蔵庫の扉の開閉が多く、かつその時間も長いような構造の場合に、冷気が逃げることを防ぐのが目的で設置します。また、広い開放部分のあるスペースをその状態のまま低温下に置こうとする時にも利用できます。その能力によっては天井から床までの長さに到達するエアカーテンもありますから、コストパフォーマンスを考慮した上で、広い開放部（例えばセリ場）と通路を遮断する時などにも使えます。

簡易間仕切りは、折りたたみのできる簡易断熱性のパネルで、下部にキャスターがついており、開閉が容易ですから、裾の部分にスカートをつけるなどの冷気の流出対策ができていれば、有効な出入口あるいは仕切りにもなります。

ドックシェルターは冷蔵庫の前室などの荷の搬出入口に取り付けるもので、扉ではありませんが、出入口からの冷気の逃げを無くすには効果的です。大型の冷蔵庫、低温卸売場などのプラットホーム式の出入口で使用されています。

表2 低温部分の出入口に使用される機材

製品名	イメージ	使用温度帯								断熱能力 (熱貫流率)	耐用年数 (保証期間)	製品説明	
		25℃ ~ 20℃	20℃ ~ 10℃	10℃ ~ 5℃	5℃ ~ 0℃	0℃ ~ -5℃	-5℃ ~ -20℃	-20℃ ~ -35℃	-35℃ ~				
オーバースライディングドア		←————→									0.95W/ m ² ・k 程度	2年間 または 1,400開閉	・出荷入荷の開口をトラックサイズにすることで、倉庫・トラック庫内の冷気流出を最小限に抑える。 ・ドックシェルターとの併用で効果は増大。
高速シートシャッター		←————→									—	1年間 または 50,000開閉	・高速開閉及び高气密で空気の流出入量が最小限におさえられ省エネ効果につながる。 ・防犯性能が低いため、シャッター・オーバースライディングドアとの併用で安全性は保持される。
ビニールカーテン		←————→									—	2年間	・透明で見通しがよい為、出入口の安全確保も容易。 ・防音・防塵・防虫などに優れる。 ・簡易的な個室(間仕切り)にも設計可能。
両引き防熱扉				←————→							—	1年間	・ポリウレタン注入発泡で断熱性能が高い。 ・フォークリフト、カゴ車の通るルートに使用。
片開き防熱扉			←————→							—	1年間	・ポリウレタン注入発泡で断熱性能が高い。 ・人の出入り開口として設置。	
エアーカーテン		←————→									—	1年間	・オーバースライディングドアやシートシャッターと連動し、エアーカーテンを作動させて空気の流出入などを最小限に防ぐ事が可能。 ・タイプとして「遮熱用」と「防虫用」の2用途ある。
パネルゲート簡易間仕切り		←————→								—	1年間	・断熱効果は少ないものの、簡易・一時的な遮熱空間を造りだす。 ・温度帯としては花卉での使用が一般的。	
ドックシェルター		←————→									—	1年間	・トラック接車に有効。隙間を最小限に抑えることが可能。 ・オーバースライディングドアとの併用で搬出入での冷気流出を最小限におさえることが可能。
断熱パネル t42 (壁及び天井)		←————→								0.49W/ m ² ・k 程度	1年間	・保冷する場合に欠かせない断熱性能のある壁。 ・現在ではノンフロントタイプの断熱材を使用し、環境に配慮している。 ・熱伝導率も抑えられ、冷却効率が良くなる。	

資料提供：文化シャッター株式会社

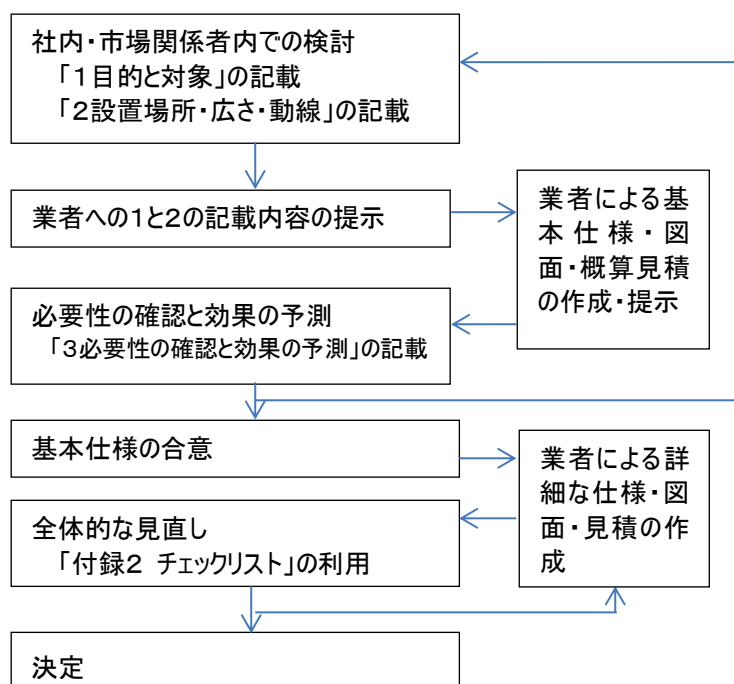
注) 耐用年数は運用方法や設置環境によって大きく異なります。表中では代表的な保証期間を示しています。

付録1 コールドチェーン化の計画書の書式

コールドチェーン化のため、低温管理施設を設置するための計画を作成する際、書式と、記入上の留意点を示します。

ここでは、既存の建物へのプレハブ冷蔵庫の設置、または卸売場の一部の低温化（空調）を、右のような流れで検討することを想定しています。

図4 低温管理施設の計画立案・決定の流れの想定



1 目的と対象

項目	記入欄（記入上の留意点）
① 目的	※施設設置の目的を明確にする。例えば、卸売場での鮮度低下防止、保管（販売機会拡大）、安全性確保など。顧客の要請への対応や、他の市場・事業者と比較しての競争力強化も大きな目的になる。 →本書での解説：1.1、1.2、1.5、2.2 冷蔵庫の場合：2.12
② 対象となる品目	※品目、品目群を記載。季節による変化も記述。
③ 温度設定	※対象とする品目に応じて計画する。 →本書での解説：1.3③ 「品質高度化マニュアル」も参考に。
④ 冷蔵・保冷の期間	※施設に入れる時間帯、出ていく時間帯を記述。 ※1日以上保管する場合は、何日程度保管するか記述。 →本書での解説：1.3、2.2
⑤ 予想最大数量	※最も多い時期に商品を置く数量を記述。 パレットの数、箱の数などを把握し、必要な面積や高さがわかるようにする。

2 設置場所・広さ・動線

項目	記入欄（記入上の留意点）
⑥ 面積と高さ	※通路も含め、確保すべき施設内の面積を記述 ※積載できる商品の高さや、リフト車の利用等も考慮し、必要な高さを記述
⑦ 対象区域	※既存の建物内に設置する場合、どの区域を使うのか、図面で記述。 →本書での解説：2.5 卸売場の低温化：2.8
⑧ 出入口と動線の想定	※入荷から出荷までの動線が短く済むよう、想定する。図面に記載する。

3 必要性の確認と効果の予測

項目	記入欄（記入上の留意点）
⑨ 現在の室温（卸売場の低温化の場合）と必要性確認	※温度ロガー等を使い、現在の卸売場における、設置予定区域、および周辺区域の温度の推移を測定する。 ※業者が予測する新施設内温度と比較し、必要性を確認する。 →本書での解説：2.7、2.8
⑩ 低温化により期待される効果	※費用と見合った効果が得られそうか、なるべく定量的に把握する。 →本書での解説：1.1、付録3

付録2 コールドチェーン化のための設備投資を検討するためのチェックリスト

コールドチェーン化のための設備投資を決定する際に、以下のようなチェックリストで投資内容をチェックして、投資の万全を期するようにして下さい。

チェック内容	○	×	対策等
1. CC（コールドチェーン）化の目的は明確か			
① 何のために CC 化するかを確認したか			目的の明確化
② 卸売場の低温化(空調)の場合、対象面積は必要十分か			全館空調ではない場合
③ 冷蔵(庫)か、保冷(庫)か			使用パネル、温度の違い
④ (空調、冷蔵とも)対象となる商品の最大数量は、今後の取扱量の変化含めて、厳密に検討したか			面積の設定に関連
⑤ 空調の対象品目は明確か			見落としはないか
⑥ 冷蔵、保冷の時間、日数の予測と効果は確認しているか			コストパフォーマンス
⑦ どのような環境条件を作り出そうとしているか			温度、湿度、人の出入り
⑧ どのような効果を生み出そうとしているか			品温の維持、品温の低下
2. その卸売場の低温化(空調)は本当に必要か？			
① 対象区域の現在の温度はどうなっているか			対象区域の現状を把握する
② 周辺区域との温度差はどの程度か確認しているか			低温化の必要性の度合い
③ 対象商品の現在の品温はどの程度になっているか			品温との差を把握する
④ 低温化するとどう変わるか(効果のイメージの確立)			
⑤ 低温化は本当に必要か、冷凍機を使用する以外に目的は果たす方法はないか			ブロワー、サーキュレーター の設置等
⑥ 低温区域をつくることで場内動線への影響はどうか			その適否の判定
⑦ 流出する冷気を有効に活かすことを検討したか			出入口、動線も関係する
3. 冷蔵庫、保冷库の導入に関して			
① 冷蔵か短時間の保冷か、その目的は明確か			保冷は作業性に配慮する
② 冷蔵庫、保冷库の設置場所は既存の動線にどのような影響を与えるかを検討したか			出入口の数、位置および広 さが大きく影響する
③ 導入後に効率的で合理的な動線が組めるか(設置場所は最適か)			
④ 卸売場内設置の場合、場内空気の流れに悪い影響を与えないか、与えそうな場合はそれを防ぐ方法はあるか			ブローアの設置など
⑤ 収容する数量はピークに合わせているか。その場合の庫内の作業性は確保されるか			
⑥ 長時間あるいは長期間在庫した場合の対応は考えてあるか			温度設定を慎重に
4. 導入設備、対象区域の構造等について			
4.1 卸売場の空調について(部分空調を前提に)			
① 常温部分との仕切りをどうするか検討したか			パネル、ビニールシート等
② パネル、シートのいずれの場合も、(作業効率を考えた上で)出入口の数は最小限になっているか			少ないほど温度管理は容易
③ 出入口の位置は、出入りの際に流れ出る冷熱が活かせるように位置になっているか			可能な限り常温部分に流れるようにする
④ 天井は既存の屋根とは別につくるか、その場合の高さは熱効率と作業性を含めて検討したか			一般には 3～3.5m あれば十分と考えられる
⑤ (パネル、ビニールシートとくに後者の場合)仕切りと天井、床との接点部分から冷熱が逃げにくいようにしたか			隙間から洩れ出る冷熱を最小限に、スカート等が必要
⑥ ビニールシートの場合、出入口は冷気が逃げにくくなっているか(作業性、コストも考慮して)			いろいろな方法、資材があることに留意する

チェック内容	○	×	対策等
⑦ 冷凍機の設置場所、ユニットクーラーの数、取付位置は、熱の有効な使い方、場内平準化を考えて決めているか			対象区域内の温度が可能な限り均一になるよう
⑧ 吹き出し温度は、対象品の品温を何度にするかと想定し、それに合わせて決めたか			
⑨ 空調対象面積が広い場合、サーキュレーターによるゾーン温度の平準化を検討してみたか			サーキュレーターの取付位置も影響が大きい
⑩ 低温区域の出入り時に外部に流れる冷熱を有効に活かす工夫はしたか(冷気が外部に流れることは最大限抑えたい)			フロアによる常温部への誘導等
4.2 冷蔵庫・保冷库について			
① 構造はパネル式か建物の壁の利用か、その組み合わせか、最適なものにする検討は十分に行ったか			
② 搬入口と搬出口は同一か、別か、その使い方は決めているか、出入口の寸法は使い方に適合しているか			想定している搬出入手段との関係で検討する
③ 出入口の寸法は出入りに使う道具・機器・資材等の寸法を考えて決めたか			
④ 搬入と搬出の手段が異なる場合は、それに合わせた出入口の寸法にしてあるか			
⑤ 冷熱の冷気吹き出し位置と吹き出し方向は庫内冷気の平準化に大きく影響する。それを考慮して決めているか			庫内温度の平準化
⑥ 冷蔵と保冷とは冷凍機能力に差があってもよい。無駄なあるいは過剰な能力になっていないか			保冷は品温の維持、冷蔵には多少の冷却能力も必要
⑦ 出入口の構造、材質、パネルとの合わせ目は温度管理に大きく影響する。それを考慮して決めたか			
⑧ デフロストの頻度は適切か			多すぎてもいけない
4.3 冷蔵・保冷・空調に共通する事項			
① 設計を決める前に専門家に相談したか			相談費用よりも節約経費の方が大きくなる可能性あり
② 基本となる仕様・条件について、発注者の方から数字を明示したか			目的の数値化
③ 設計、条件設定など、工業者に一任せず、基本的な要件は自社側で検討して決めたか			材質、温度、出入口関係諸要素、庫内の温度分布等
④ 事業者との契約時に、性能保証をとるようになっているか(前提としての性能の数値化)			
5. メンテナンスについて(冷蔵、保冷、空調共通)			
① 構造、材質、取付位置・角度、高さなどは、冷凍機関連機器のメンテナンスを考えて決めたか			事前の検討がないとメンテナンス費用が高む
② 機器の洗浄、清掃は容易にできるようになっているか			
③ 機器の洗浄、清掃の間隔は予め決めてあるか、誰がやるか			
④ メンテナンスに関しては予め業者と契約しているか			
⑤ 定期点検の期間、費用等は予め想定(設定)しているか			
⑥ ビニールシートの寿命は予め確認しているか			交換は定期的に行うか
⑦ ビニールシートの場合の裾部分の交換は予め期間を決めてあるか			
⑧ ビニールシートの破れ、硬化等による冷熱の洩れへの対策はきちんと決めているか			

付録3 導入事例におけるコールドチェーン化の効果

平成23年度整備事業の事例をもとに、コールドチェーン化に伴って、どのような効果が生じたのか、いくつかのタイプに分けて解説します。

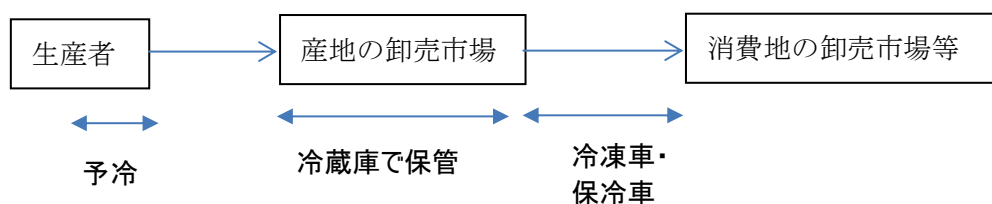
1 青果産地の市場での冷蔵庫の設置

1.1 設備や運用の特徴

青果の産地に立地する卸売市場には、地域の農協や集出荷業者と同じように、生産者から直接集荷し、消費地に出荷する役割を果たしているものがあります。このような市場では、集荷した青果物の鮮度を維持し、消費地に届けることが課題になります。気温の高い時期に収穫期を迎える品目では、特に重要です。

この場合、卸売市場に冷蔵庫（または保冷库）を設置することと、消費地までの輸送に冷凍車または保冷車を用いることが解決策になります。

図5 青果の産地に立地する卸売市場と冷蔵庫の位置づけ(例)



こうした冷蔵庫の事例には、いくつかの共通点があります。

① 取り扱う品目が絞られる

産地として取り扱う品目が絞られるので、冷蔵庫において、その品目にとって最適な温度を設定することができます。

② 入庫の頻度は高いが、出庫の頻度は少ない

生産者からの荷物は順次入庫するため、扉の開閉頻度が高くなりがちですが、出庫の頻度は少ない傾向があります。そのため、入口と出口を分けることが有効であり、出口に関しては自動扉・エアカーテン等を設置せずに済みます。

③ 冷却能力が必要な場合がある

入荷した商品が生産者によって予冷されていない場合には、保冷以前に冷却することが望まれ、冷却能力のある冷凍機が必要です。

1.2 効果

このような事例では、以下の効果が顕在化しています。

① 不良品発生の抑制

産地の卸売市場の取扱量は、入荷先の生産者の生産量に依存するので、冷蔵庫の設置が取扱

数量の増加に直結するわけではありません。しかし、冷蔵庫導入前の時点で、鮮度・品質の低下などにより出荷先からのクレームや不良品が発生していた場合には、その損失を回避することができます。

ある果実の産地の事例では、猛暑の時期に、果実の1割程度が過熟による不良品（腐敗、破裂）とされ、価格が極端に下がったことがありました。冷蔵庫で冷却することにより、こうした不良品がほとんどなくなりました。

ある葉物の産地の事例では、冷蔵庫の設置の前後で、不良品の発生率が4%から2%程度へと減りました。

②販売先との価格交渉力の向上

①の不良品の発生という懸念材料が減ることにより、鮮度・品質に自信を持つことができます。このことにより、消費地の業者との間での価格交渉が有利になります。また消費地からクレームを受けることによる、経営者・従業員のストレスを緩和できます。

③生産者の意識の向上

冷蔵庫導入以前は、不良品が発生した場合に、「原因が卸売市場にあるのか」、あるいは「生産者が出荷した時点ですでに問題があったのか」を明らかにすることができませんでした。

卸売市場において冷蔵庫で保管するようになったことを生産者に伝えることにより、結果として生産者の意識が高まり、品質の向上につながりました。

1.3 費用

① 設備投資

平成23年度の事例ではいずれも、既存の建物のなかに、プレハブ冷蔵庫を設置しました。こうした既存の建物のなかに空間がある場合には、建設のコストを節約することができます。

産地の卸売市場では、午前中に生産者から集荷した青果物を、夕方以降に消費地に向けて出荷します。そのため高温期に、低温を保てるだけの冷却能力や断熱性能が求められます。

② ランニングコスト

ランニングコストには、電気代、冷蔵庫への入出庫を行う人件費、メンテナンス費用があります。

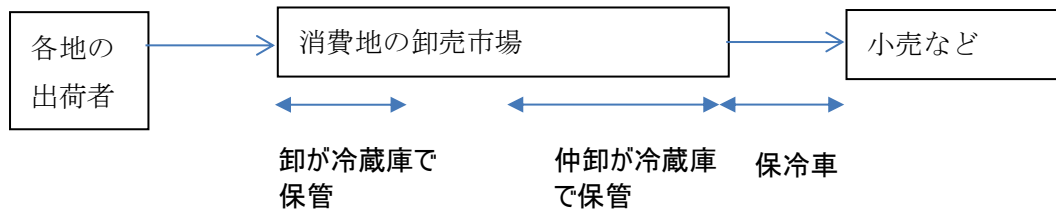
人件費については、荷受・検品・冷蔵庫保管までの動線をコンパクトにできれば、費用を抑えることができます。

2 消費地の卸売市場での冷蔵庫の設置

2.1 設備や運用の特徴

消費地の卸売市場では、さまざま地域から集荷されるさまざまな品目を扱います。こうした卸売市場での冷蔵庫の運用には、以下のような特徴があります。

図6 消費地の卸売市場と冷蔵庫の位置づけ(例)



① 入庫、出庫ともに入荷が激しい

入荷先と出荷先がともに多く、時間帯も広がります。そのため出入口での断熱が大きな課題になります。例えば、前室の設置、自動扉・エアカーテンの設置などの対策が有効になります。

② 有効な在庫管理の必要性

場合によっては市場での貯蔵日数が長くなることもあります。そのため、いつ入荷した商品の在庫が、どこに、どれくらいあるか、把握が困難になりがちです。品目別に区画を設けたり、先入れ・先出しをしやすい動線にしたりすることが求められます。

2.2 効果

整備事業の事例では、以下の効果が顕在化しています。

① 取扱量の増加

スーパーチェーンなど特定の需要者の期待に応え、その需要者向けの商品の保管スペースとして利用する場合には、その需要者との取引量次第で、市場の取扱数量も伸びていきます。

近隣の卸売市場で、まだ十分なコールドチェーン化が進んでいない場合には、近隣他市場に先んじて導入することが、市場間の競争力を高め、取扱量を伸ばす要因になります。

② 商品ロスの発生減少

ある市場では、冷蔵庫が広くなり、在庫の状況を把握しやすくなりました。これにより、在庫の滞留期間が短縮し、不良在庫が減らすことができました。

ある市場では、商品の日持ちが長くなり、販売先での販売可能日数が長期化しました。このことも、商品ロスの発生減少に貢献しました。

③労働環境改善や作業時間の短縮

ある市場では、冷蔵庫が広がったことで、作業効率も上がりました。商品の入れ替え、出し入れの時間が短縮され、1日あたり2時間／人程度の労働時間削減ができています。手で運搬する機会が減り、肉体的な負担も減っています。

2.3 費用

① 設備投資

平成23年度の事例ではいずれも、既存の建物のなかに、プレハブ冷蔵庫を設置しました。こうした既存の建物のなかに空間がある場合には、建設のコストを節約することができます。

② ランニングコスト

主なランニングコストは、電気代と、入出庫のための人件費、メンテナンス費用です。

入出庫の頻度の多い消費地の卸売市場では、電気代が高額になりがちです。

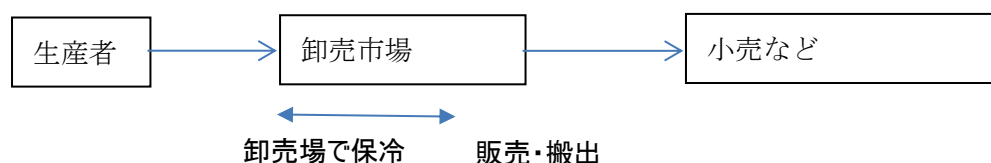
また、入庫→卸による冷蔵庫での保管→販売→小分け・荷捌き→仲卸による冷蔵庫での保管→出荷、といった工程がある場合、荷受場所・卸の冷蔵庫・卸売場・仲卸作業場・仲卸の冷蔵庫・積込場所、と移動するための動線を、なるべく短く設計することが重要です。

3 卸売場の低温化（卸売場への空調設備の設置）

3.1 設備や運用の特徴

生産者から受け入れた商品を卸売場に並べます。このとき、ビニールカーテン等で卸売場を一時的に仕切り、保冷するものです。こうした低温卸売場の運用には、以下のような特徴があります。

図7 青果の低温卸売場の位置づけ(例)



①卸売場への入荷から販売前までの保冷

卸売場へ入荷してから（夕方が多い）、販売・搬出が行われる前まで（翌朝が多い）の間だけ保冷されます。

②断熱能力の限界があり、外気温の影響を受けやすい

ビニールカーテンによる仕切りは、パネル等と比較すると断熱性が劣ります。施設の規模（面積）が小さいほど、面積あたりの外周（仕切り）が大きくなるため、効率が下がります。

このため、仕切り内部の温度は外気温に大きく左右され、たとえば「外気温より 10 度下げる」という結果になります。

3.2 効果

①販売単価の向上

ある市場では、日持ちがよくなり、販売単価が上昇しました。この市場では、地場野菜ブランドの導入時期と重なったため、ブランドの付加価値としてアピールすることにも成功しました。

卸売場で、特にセリを行う場合には、買参人が卸売場に集まるため、保冷の状況を見てもらうことができ、評価を得やすいと考えられます。

②労働時間の削減

ある市場では、以前は常温の卸売場で保管するために、商品に水をまく等の処理をしていました。低温化に伴って保湿もできるようになり、そうした作業が必要なくなりました。

3.3 費用

①設備投資

ビニールカーテンは、特に開閉をする部分や裾で劣化や汚れが生じやすく、早めの更新が必要となりがちです。

②ランニングコスト

断熱能力が期待できず、冷凍機を動かしつづけることになるので、電気代が高くなりがちです。場所によっては西日の影響も受けます。

参考文献

- 株式会社流通システム開発センター（平成 18 年度農林水産省補助事業）
「卸売市場における品質管理の高度化に向けた規範策定のためのマニュアル」、
2007 年 3 月、<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/sijyo/info/pdf/manual.pdf>
- コールドチェーン高度化開発普及協議会「調査報告書」2011 年 3 月、
<http://www.jsrae.or.jp/cck/cck2011.html>
- 低温流通食品研究会（編）「低温流通食品管理の鉄則」、2011 年
- 社団法人空気調和・衛生工学会「建築設備集成 10 流通・交通施設」、1989 年

初版 2012（平成 24）年 3 月
（株）流通システム研究センター

第 2 版 2013（平成 25）年 3 月
食品チェーン研究協議会
〒114-0024 東京都北区西ヶ原 3-1-12
西ヶ原創美ハイツ 2 階 食品需給研究センター内
TEL 03-5567-1991 FAX 03-5567-1960
<http://www.afcr.jp>