

V. 参考資料

参考資料として、以下に報告書の形でまとめるまで議論を深めることは出来なかったが、技術専門委員会で今後議論を深めていく必要があると考えた荒木・兵頭・春日の3講演に関して参考資料として残すこととした。講演時に使用したパワーポイント資料と合わせて、講演概要のまとめ、質疑応答についても合わせて示した。講演者の意図を必ずしも100%伝えきれていない面はあるが参考になれば幸いである。

また技術専門委員会で議論となった事項の中でフードバンク活動、環境負荷のLCA評価に関しても参考資料として残すこととした。

1. 「海外のコールドチェーンよりの視点」

コールドチェーンとは何かから考え始めることとする。コールドチェーンの詳細な定義はこの協議会の議論の中で決めていきたい。一般的には「From Farm to Table (農場から食卓まで)」との考え方で、川上から川下へタテの関係で食品経済学上の各構成主体の相互関係に潜む問題を析出するのが「フードチェーン」という概念である。そのほか「フードチェーン」では無く、全体的なシステム(フードシステム)として考える概念もあるが、ここでは「フードチェーン」の考え方を取る。

実は日本の温度帯流通技術は世界でも突出しているが、どういふわけかその技術シーズが海外に技術移転された事例が少ない。

東南アジアにおいて単体企業でコールドチェーンを確立したケースはあるが、市場としてコールドチェーンが入っているのかという観点からは入っていないのが実情、経済面の事情、制度上の問題などがあると思われる。

海外コールドチェーン文献よりの情報として、Science Directで「food cold chain」をキーワードに検索したところ46661件がヒット、2000年以後公表でコールドチェーン高度化開発普及協議会の趣旨を考慮した30件の文献リストを添付したので参考にしてほしい。意外に海外ではコールドチェーンが取り上げられている印象があった。以下に文献リストより興味を引いた例について示す。

- ①「複数温度帯のジョイント流通システムによる品質保持期間の延長(台湾)」:台湾のアウトソーシング需要を背景に提唱された流通システムモデル、冷凍・冷蔵温度帯を同一車両に入れて物流する方式。日本国内にも宅急便など同様の技術があるが、技術の普及および海外への技術移転が十分になされていないのが現状
- ②国際冷凍協会(IIR)の二つの大きいチャレンジ目標は「健康改善」、「環境改善」である。
- ③全世界のCO2排出量の1%程度がコールドチェーン起因とする研究者もいる。
- ④農産物のフードチェーンはたがいに脈絡が無い基準で管理されているとの論文あり。
- ⑤中国では2010年~2015年にコールドチェーン物流発展計画あり(現状で10%以上と食品ロスが多い)
- ⑥万国共通でコールドチェーンに対する消費者の認識不足があった。(インド、スロベニア)
- ⑦消費者の認識不足に関しては技術的解決は困難、冷凍食品についても消費者意識の改善のための組織的なアクションは存在するが短期的な意識改革は見込めないのでは。社会的な問題と考えた方が良く、海外のコールドチェーンの技術としての歴史は1877年からと古く、実績もあるが、有機的にはつながないのが欠点といえる。

食品ロスの根本原因は①市場のメガトレンド、②製品とプロセスに関する理由、③マネジメント上の理由が考えられるが、協議会では技術的解決可能な②中心にやっていく必要がある。

海外の事例として、講演者が携わったジャカルタ市青果物中央卸売市場の例を取り上げる。

ジャカルタ市青果物中央卸売市場はコールドチェーンとはほど遠い状況であった。夜中に運び少しでも冷やしていた。市場再整備を行い、改善された点を搬入総量、最大キャパシティの形で定量的に算出する研究を行った。今回の協議会では海外事情(特にアジア)をどこまで組み入れるかがポイント、同じアジアといっても東アジア、東南アジアのフードチェーンは制度的に見て国ごとで均一でない

結論として、この協議会では技術的に解決可能な課題(複数温度帯のジョイント流通システム、品質評価、ロス削減等)に特化すべきと考える。

2. 「コールドチェーンの役割 ロジスティクスの視点から」

ロジスティクスから見たコールドチェーンに関する話題を提供する。某家電メーカーと「海上-航空貨物の輸送モード選択モデルの構築」のテーマで、海上輸送による費用の低減効果と航空輸送による価値の陳腐化防止効果を最適化するモデル構築であった。一般的には海上輸送、航空輸送の選択は、「重量」と「価格」と言われているが、家電の場合は平均下落率 0.25%/日（90%/年、価格ドットコムで数ジャンルを平均して算出した）ということもあり、「販売価格、価格下落率」で算出すると数億円レベルのコストダウンに結びついた。

豪州南マグロの物流費用と環境負荷に関して、生鮮航空マグロと冷凍海上マグロで比較したこともあるが、物流費用、CO2 排出量を見ても、冷凍の方が良いとの結果が得られた。

コールドチェーンの施設面から見た問題点として①6割以上が30年以上使用され老朽化している（東京都市圏物資活動調査（2006年報告）、②都内の冷蔵倉庫はほぼ満杯状態で、在庫率が高くなっており、回転率が高くする必要がある。そのための荷さばきスペースが少ないところが多い。

消費者の離散選択モデルと消費者の価値計測を用いて「鯖選択モデル」を作り、ノルウェー産の鯖が日本産より98円高く評価されているとの結果を出し、実態と合致したとの成果もある。

しかし調査結果と実態が合わない場合もある。商品以外の価値、情報（包装形態、CM）などの影響が大きい場合である。食感性コミュニケーションズ上田理事の研究で「生たらこは価格と総合評価が線形で乗らず、着色度合の影響が大きかった」例もある。

3. 「冷凍食品の流通実態と課題」

まず前半で「冷凍食品の微生物規格基準検討のための厚生労働省科学研究の概要」を、後半に「食品全体の微生物規格に関する国際動向」について話す。

「冷凍食品の微生物規格基準検討のための厚生労働省科学研究の概要」では冷凍食品とその類似形態の食品について述べる。

冷凍食品だけではなく、出荷時に冷凍状態である食品（以後、冷凍流通食品と暫定的に称する）があり、冷凍食品には保存基準、成分規格があるが、冷凍流通食品にはその様なものは無く、-15℃より高い温度で冷凍されているものもある。

冷凍食品と冷凍流通食品の違いについてはスライド4枚目にまとめた。冷凍流通食品に関しては、保存基準、成分規格が無いだけでは無く、販売時の温度も常温~冷凍とさまざままで販売時に小分けされることがあるとの特徴を持つ。

冷凍食品の成分規格は、加熱して食べるものかそのまま食べるものかで分類され、加熱して食べるものについては凍結前に加熱しているかしていないかで成分規格を決めている。それとは別に生食用鮮魚介類に関する規格がある。

平成17年、冷凍パン生地の冷凍成分規格の変更に関する諮問が厚生労働省から食品安全委員会にあった。これは海外の冷凍パン生地メーカーが日本に輸出が決まった時、冷凍パン生地は小麦粉など原材料から出来ているが特に殺菌・洗浄工程があるわけでない。そういう食品に対し E.coli 陰性の規格を守ることは難しい。小麦粉は畑で栽培されているため野鳥・野生動物由来の E.coli が全くゼロにはならない。それに対し E.coli 規格を求めるのは不合理だというクレームがついた。

このことについて諮問を受けた食品安全委員会では何回も議論を重ね、冷凍パン生地は E.coli を除外する工程の無い食品であって、またパンにするため焼成することが必要であって、その焼成温度で原材料由来の微生物のリスクが無視できるレベルまで小さくなる。従って冷凍パン生地から E.coli 陰性の規格を無くしてもリスクは増えることはないとの結論を出した。

評価結果と共に、今後冷凍パン生地の以外の冷凍食品の規格に関して諮問する時は、個別に諮問するのでは無く冷凍食品全体の規格について整備してから来てほしいという注文がついた。厚生労働省では冷凍流通食品の実態しだいでは冷凍食品全体の基準を考え直す必要が出てくると考え、冷凍食品以外の冷凍流通食品の流通、微生物汚染の実態の把握、冷凍食品定義の見直しの必要性確認のため、平成19年~21年に「冷凍食品の安全性確保に関する研究」（食品の安心・安全確保推進研究事業）を行うこととなった。この研究事業にあたっては日本冷凍食品協会初め多くの協力研究機関に協力をお願いした。

研究の概要としては、①冷凍食品以外の冷凍流通食品および輸入冷凍食品の流通実態調査、②冷凍流通食品の微生物汚染実態調査（輸入食品については別途調査されていることもあり省いた）③各種冷凍・冷蔵温度帯での食品保存試験による微生物挙動の研究、④諸外国の微生物規格基準の調査をおこなった。

研究班では冷凍流通食品を便宜上、冷凍食品以外に凍結品、フローズンチルド、フローズンドライと4分類した。これらは製造時は凍結されているが、流通のさまざまな段階で温度変更され、さまざまな温度で扱われている。

そもそも冷凍食品の温度変更は製造業者が選択するが、色々な事情を参考にし、製造業者のメリット、流通業者のメリット、販売業者のメリット、消費者のメリットなどの事情がある。

冷凍食品以外の冷凍流通食品としてはさまざまな例があり、同じ食品であっても小売店の方針により異なる温度で販売されるものあり。特におせち料理やクリスマスケーキの様に季節性のある商品は冷凍保存する時期とそうでない時期があるものもある。

このような事情で食品群で分ける方法で流通実態を定量的に把握するのは難しいことが分かった。

次に大手の流通業者などコールドチェーンの特定の段階でヒアリングすれば冷凍流通食品の実態がわかるのではと考えたが、保存状態を変更するのはメーカーと販売側の個別交渉であり、流通業を包括的に補足することは困難であることが分かった。

輸入冷凍食品の数量の把握を厚生労働省の輸入食品監視統計、日本冷凍食品協会の冷凍食品統計データから定量的な把握を試みたところ、平成18年の国内の冷凍食品の流通数量は約300万t、うち輸入冷凍食品は約48%を占めることがわかった。しかし財務省「貿易統計」と「冷凍食品統計データ」の品目不一致から冷凍食品以外の冷凍流通食品についてははっきりした数字は分からないが、無視出来ない数量の冷凍流通食品が販売されており、相当の伸びで増加が推測されることが分かった。

つづいて、同一分類の食品で異なる温度帯で流通しているものの微生物汚染の実態を確認した。一部では凍結食品、チルド食品の方が冷凍食品よりも有意に汚染度合が高かった。

また病原体を食品（チルドギョーザ）に摂取してさまざまな温度帯に保管し、保管期間と菌数の変化を調べた。リステリアについては5℃保管でも2週間後には5乗増加していることが分かり、0℃以下の保管では菌数が増加しないことが分かった。

次に海外の食品微生物規格を調査した。調査に当たっては冷凍食品以外でも規格があるものを取り上げた。国際規格としてのcodex、EU、イギリス、スイス、オーストラリア、ニュージーランド、アメリカ、韓国について調査した。また調査に当たっては微生物規格だけでなく、基準のある食品の分類、フードチェーンにおける適用箇所、自主規格基準か規制のための規格基準かも合わせて確認した。

codexは自主規格だが、これより厳しい規格を作る場合科学的根拠を適切なリスク評価を用いて説明する必要があり、そうしないとWTOへ提訴されることもあり、従って実質的な国際規格となっている。

codexでは、ナチュラルウォーター、乳児用食品、香辛料について規格があり、適用される場所が明記されており、サルモネラなど病原微生物の規格が多いとの特徴がある。

さらに詳細にみると、日本とかなり異なり適用場所が明記され、対象微生物、指標値・サンプリングプラン・検査法がすべて一緒に規格になっている。新たに採用されたレディツイーート食品の場合を見てみると、対象菌はリステリア、nは1ロットから取るサンプルの量、mは基準値を示す。ここでは1ロットから5サンプルを取り、100/gまではOK（増殖しない食品）、陰性/25g（増殖する食品）が基準となる。cはサンプリング数nの内、規格値mを超えるものがc以下であれば良いことを示す値でレディツイーート食品では0である。

次に乳幼児用のフォローアップミルクについて、中温性好気性細菌は5（n）検体サンプリングし、内の中で2（c）検体は500/g（m）を超えてもOK、ただし1検体でも5000/g（M）をこえるものがあってもだめであることを示す。

なお、HACCPに従って作られているものはこの規格を当てはめる必要性が無いと記載され、製造工程で保障出来ないものに関する規制である旨明記されている。

EUにおいては、飲料水以外は規制のための規格基準であり、食品安全基準（店頭販売時）と工程衛生規格基準（製造工程終点）に分かれている。乳肉・玉子中心にみると、食品安全基準としては適用箇所（店頭販売時）、対象微生物（リステリアorサルモネラ）が定められている。

オーストラリア、ニュージーランドも規制のための規格基準であり、製造加工、店頭販売時に分かれ、対象微生物は病原微生物が多い。

アメリカはほとんど州法による規制が多く連邦法での微生物規格基準は少ないが規制のための規格基準である。また別途 CID（政府などの調達仕様）がありこれは自主規格基準である。連邦法で規制されているのはサルモネラが多い

韓国では、非常に多くの病原微生物が示されている。適用箇所は示されていない

海外の食品微生物規格基準全体をまとめると

- ①肉・肉製品など食品の材料による分類が多い
- ②リステリア、サルモネラといった病原体の規格が多い
- ③規格基準が適用される箇所（店頭販売時など）を明記している国もある
- ④拘束力として自主規格基準と規制のための規格基準に分けられている
- ⑤冷凍食品に特化した規格はアメリカと韓国でアメリカは自主規格のみであり、韓国は日本の規格をそのまま使用したと思われる。

研究班としての結論は、冷凍食品の方が微生物汚染が多いという実態は無い。

冷凍食品は加熱の有無による分類されているが、食材の内容を問わず、汚染指標菌を対象とした微生物規格基準が設定される論理的必然性は小さい。また外国の微生物基準を見ると、c, n, m, M が使われており、国際的にも説明のできる微生物規格基準策定の理論を早急に構築する必要がある。

次に「食品の微生物規格基準設定に関する考え方の国際動向」であるが、適用場所はどうであれ、検査するだけでは安全性は担保されない。検査していなかった部分が汚染されているとの懸念は否定できない。HACCP など工程がきちんとしているかが重要で、製造の履歴が無ければ、やむおえず検査する必要が出てくると考える。

微生物規格基準設定に関する国際動向のもとになるのは、WTO による衛生および植物衛生に関する協定（SPS 協定）である。それによると「加盟国の国民の生命あるいは健康を守るための衛生対策によって達成され、その国により適正であると認められる保護レベル」つまり、ALOP（適切な衛生健康保護水準）により規制する必要がある。食品の場合は、健康被害が生じる場合はある一定の目標値を持って制御しようとする値であり、加盟国は独自に設定可能だが、輸出国に関してなぜその値を設定したか説明する必要がある。たとえば単位人口当たりのサルモネラ死亡数などがそれにあたる

ただし、ALOP を作っても、食品の微生物規格にすぐに対応出来ないので、FSO（摂取時安全目標値）の概念が導入された。これは ICMSF が提唱、日本人イラストレーター源竜也がイラスト化しており、codex 用語として認められている。（仮訳として「消費時点でのその食品中のハザードの汚染頻度と濃度であって、その食品を摂取した結果としての健康被害が ALOP を超えない最大値」とされている）

食べる直前に関しては保健所などでコントロール出来ないので、FSO に対応する考えとして PO（消費以前のフードチェーンの段階で守るべき目標値）を決める。この様な考え方で製造時の微生物規格 MC が決められていく。

コーデックス食品衛生部会において 2009 年 MC 見直しの新規作業が決定、フィンランド・日本が共同議長となり 2010 年 5 月東京で作業部会、現在作業文書原案作成中である。

今後食品の微生物規格を定める場合は、どの様な食品群に適用するか、フードチェーンのどの段階で適用するのか、食品安全、工程管理、規制目的、自主基準といった規制の目的、使用する微生物の種類について検討が必要である。

平成 22 年~24 年度に「冷凍食品の安全衛生性確保のための微生物規格基準設定に関する研究」という新規研究班を開始し、一応名目は冷凍食品だが、全食品に関して新しい研究を開始しているところである

海外のコールドチェーンよりの視点

荒木 徹也

(東京大学大学院農学生命科学研究科)

配布資料(文献リスト)の概要

- ScienceDirect 上で food cold chain と検索。
- 46,661件がヒット。
- 絞り込み条件① 検索語との関連の高い順
- 絞り込み条件② 2000年以降に公表
- 絞り込み条件③ コールドチェーン高度化普及協議会の趣旨を考慮
- 検索語との関連性で上位400件のなかから、配布資料(文献リスト)掲載の30件を選定。

What Is Food Cold Chain?

- From Farm to Table(農場から食卓まで)
- 川上から川下へ、タテの関係で食品経済学上の各構成主体の相互関係に潜む問題を析出するのが**フードチェーン***という概念
- 実は**日本の温度帯流通技術は世界でも突出しているが、どういうわけかその技術シーズが海外に技術移転された事例が少ない**

*「フードシステム」という概念(産業組織論)もあるが、本題ではないためここでは深入りしない。

コールドチェーンの高度化

- コールドチェーン設定温度の複数化
- 複数温度帯のジョイント流通システムによる品質保持期間の延長
- 豊かで健全な食生活を維持しつつ食品ロス、エネルギーロス、CO₂排出量の削減を図る



国際冷凍協会(IIR)の二つの大きなチャレンジ(健康改善、環境改善)とも合致する
(Coulomb, 2008)

複数温度帯ジョイント流通システム

- Multi-Temperature Joint Distribution (MTJD) Model
- アウトソーシング需要を背景に提唱された、流通システムモデル (Kuo et al., 2010)
- 台湾での上記需要が背景となっている
- 日本では上記のMTJDモデルを実現するための技術はすでにあるが、その技術の普及および海外への技術移転が十分になされていないのが課題(その意思はあるか?)

環境負荷削減に向けてのLCA評価の必要性

- 全世界のCO₂発生量の1%程度がコールドチェーンに起因 (James et al., 2010)
- 冷凍車のCO₂排出量削減: 蒸気圧縮式冷凍機から空気サイクル式冷凍機へ
→ COP改善と冷凍機重量の削減が課題 (Tassou et al., 2009)
- 食品のLCA評価研究レビュー (Roy et al., 2009)
- Eco designによるCO₂排出量の削減は可能ではあるが、農産物のフードチェーンは互いに脈絡のない、異なる会社・基準によりその多くが管理されている (Zufia et al., 2008)

中国の農産品コールドチェーン物流発展計画 (2010-2015)

- 果実・野菜、肉類、水産物の流通ロスは、「それぞれ20-30%、12%、15%に達し、果実・野菜の損失は1,000億元以上に達する。
- 重点プロジェクトは以下の通り。
 - (1) 冷凍・冷蔵庫建設プロジェクト
 - (2) 低温配送処理センターの建設プロジェクト
 - (3) コールドチェーン運送車両および冷凍設備プロジェクト
 - (4) コールドチェーン物流企業育成プロジェクト
 - (5) コールドチェーン物流全行程の監視制御およびトレーサビリティプロジェクト
 - (6) 肉類と水産物のコールドチェーン物流プロジェクト
 - (7) 果実・野菜のコールドチェーン物流プロジェクト
 - (8) コールドチェーン物流の監督管理と検査プロジェクト

<http://www.jetro.go.jp/biznews/asia/4c7c48299d788>

コールドチェーンに対する消費者意識の問題

- 認識不足は万国共通なのではないか? [スロベニア (Likar et al., 2006; Ovca et al., 2009)、インド (Joshi et al., 2010)]
- 技術的解決は困難
- 冷凍食品についても消費者意識の改善のための組織的なアクションは存在するが、短期的な意識改革は見込めない

海外コールドチェーンの技術としての歴史は古く、実績もあるが...

- 1877年: ブエノスアイレスからフランスまで凍結肉の貨物輸送
- 1910年までに、イギリスは総計60万トンの凍結肉を輸入
- 2002年: 全世界で冷凍輸送車両100万台以上、冷凍コンテナ40万台、その他の冷凍輸送システム多数(以上、James et al., 2006)
- しかし、輸送システム=チェーンとは限らない

ステーキホルダー間の連携が鍵だが...

- 上記題目を指摘する文献は多数(Narro et al., 2009; Desmarchelier et al., 2007)
- 政府主導の海外事例もある(カナダ、Jol et al., 2007)
- しかし、日本国内でも青果物コールドチェーンにおける卸売市場業界の慣行が上記題目の障壁となっている事例からも、問題解決が容易でないことは自明
- 単に技術的解決を望むのではなく、コールドチェーン高度化普及協議会が上記問題の解決事例となることを目指すべき

無線ICタグを利用したトレーサビリティの確立

- 温度湿度モニタリングに有用 (Abad et al., 2009)
- 生鮮食品の輸送ロス削減のための効果的なツール (Wang et al., 2010)
- 誰かやってくれればいいな...

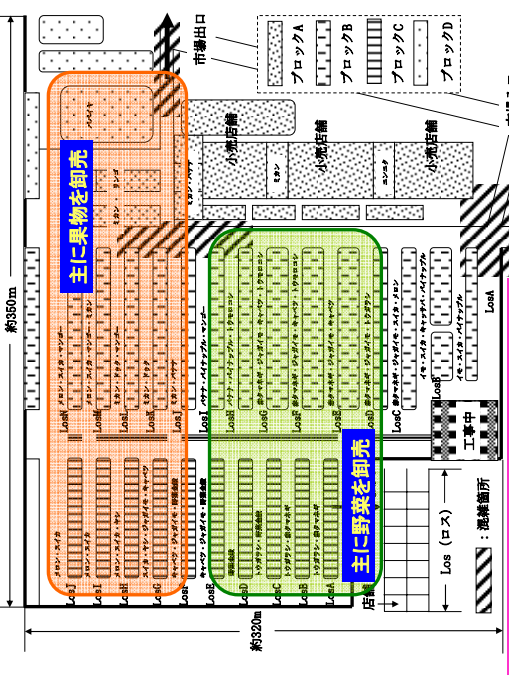
食品ロスの根本原因

- 食品製造、卸売、小売関係者にインタビュー(イギリス24名、スペイン19名)
- 根本原因① 市場のメガトレンド
- 根本原因② 製品とプロセスに関する自然な理由
- 根本原因③ 現場の人々が直接的な影響力を及ぼすマネジメント上の理由 (Mena et al., 2010)

コールドチェーン高度化普及協議会は根本原因②の対策に絞るべき

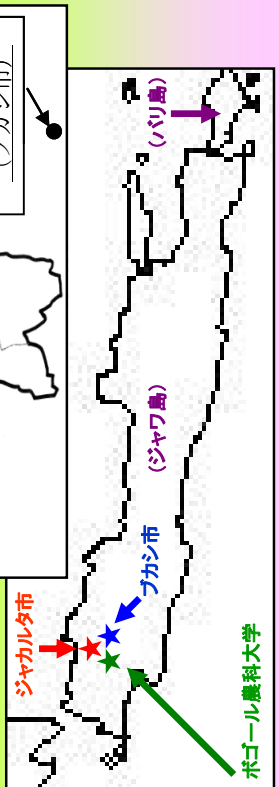
**ジャカルタ市青果物中央卸売市場の
再整備計画に関する研究
～搬入許容量モデルによる事業実施効果の予測～**

青果物中央卸売市場(再整備前の旧市場)の平面図



6m²、8m²のキオスク店舗が多い。

**ジャカルタ市
青果物中央
卸売市場と
関連施設の
ポジション**



旧市場キオスクへの青果物搬入風景



青果物の荷姿 その① スイカ・メロン



青果物の荷姿: その② 木箱・ダンボール



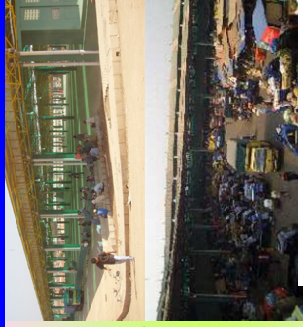
青果物の荷姿: その③ 竹かご・網袋



旧市場の問題点

- 通路が狭いことによる交通渋滞
- 大量の廃棄物の腐蝕による劣悪な衛生環境
- 規制緩和政策による青果物搬入量の増大
(旧市場の許容能力を超過)
- 雨天時の取引量の減少
(旧市場の通路に屋根がなく、地面がぬかるむ)
- 物的・人的インフラが全体的に不足
(冷蔵施設が皆無、狭い駐車場、管理人員不足)

市場再整備計画(2002年-)



- ・敷地面積 : 11.2ha
- ・建物面積 : 37,938㎡
- ・店舗数 : 3,573店舗
- ・業者数 : 2,224人

(再整備前)

- ・敷地面積 : 14.8ha
- ・建物面積 : 83,467㎡
- ・店舗数 : 5,225店舗
- ・業者数 : 4,351人

(再整備後)

搬入許容量モデル

- ・搬入許容量

$$C_{kp} = C_p \times \frac{S_{kp}}{S_k}$$

C_p : 単位面積あたりの荷積み可能量 [kg/㎡]

S_{kp} : 荷積み可能面積

C_{kp} : 適限搬入量 [kg/㎡]

S_k : 規格店舗面積 [㎡]

目的と方法

目的

- ・店舗規模や店舗面積、青果物の荷姿および搬入量を測定、分析する。
- ・青果物の市場への搬入許容量を予測するための数理モデルを提唱する。

方法

2000年10月から2001年4月、同年7月から8月、2002年11月、2004年8月の計4回、約9ヶ月間にわたる市場内でのフィールドワークを実施した。

売場面積の推算式

- ・必要売場面積

$$A = \text{Max}[A_1, A_2]$$

$$A_1 = \frac{C}{C_{kp}} \times \frac{\bar{t}_1}{t_2}$$

$$A_2 = \frac{C}{C_{kp}} \times \left(1 + \sum_0^N PI^n\right)$$

C : 搬入量 [kg]

PI : 日別滞貨率

\bar{t}_1 : 搬入された品目の平均滞留時間 [hr]

t_2 : 市場の開場時間 [hr]

再整備後の搬入可能量

品目名	2003年 年間 総搬入重量 (t)	年間総搬入可 能量(t)	せり出しを考慮 した年間総搬 入可能量(t)
ミカン	188,484	213,940	299,789
メロン	29,863	33,896	42,370
スイカ	32,434	36,814	46,018
マンゴー	108,733	123,419	172,786
トウガテシ	82,999	94,208	117,853
赤たまねぎ	44,952	51,023	63,829
トマト	52,519	59,612	108,067
ジャガイモ	63,754	72,365	90,456
キャベツ	50,174	56,950	100,454
残りの品目	169,790	192,721	265,296
全品目	823,702	934,948	1,287,031
		約115%	約150%

海外事情 (特にアジア) をどこまで組み入れるか？

- コールドチェーンの高度化は誰のためか？
(日本の消費者限定？ 海外も含む？)
- 東アジアや東南アジアのフード・サプライ・チェーンが制度的にみて均質ではないことに留意が必要(企業進出が容易ではない。コールドチェーン高度化普及協議会で取り扱う範囲を超えるかもしれないが・・・)
- コールドチェーンがシステムとして機能しないとすれば、根本原因はおそらく技術的課題とは別のところにある。

(現実的な) 結論

- コールドチェーン高度化普及協議会は、
純粋に技術的に解決可能な課題(複数
温度帯のジョイント流通システム、品質
評価、ロス削減等)に特化すべき

- Abad E, Palacio F, Nuin M, Gonzalez de Zarate A, Juarros A, Gomez, S. Marco JM. 2009. RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain. *Journal of Food Engineering*, **93**, 394-399.
- Bogataj M, Bogataj L, Vodopivec R. 2005. Stability of perishable goods in cold logistic chains. *International Journal of Production Economics*, **93-94**, 345-356.
- Coulomb D. 2008. Refrigeration and cold chain serving the global food industry and creating a better future: two key IIR challenges for improved health and environment. *Trends in Food Science & Technology*, **19**, 413-417.
- Dabbene F, Gay P, Sacco N. 2008. Optimisation of fresh-food supply chains in uncertain environments - Part II: A case study. *Biosystems Engineering*, **99**, 360-371.
- Desmarchelier P, Fegan N, Smale N, Small A. 2007. Managing safety and quality through the red meat chain. *Meat Science*, **77**, 28-35.
- Hertog MLATM, Lammertyn J, De Ketelaere B, Scheerlinck N, Nicolai BM. 2007. Managing quality variance in the postharvest food chain. *Trends in Food Science & Technology*, **18**, 320-332.
- James SJ, James C. 2010. The food cold-chain and climate change. *Food Research International*, **43**, 1944-1956.
- James SJ, James C, Evans JA. 2006. Modelling of food transportation systems - a review. *International Journal of Refrigeration*, **29**, 947-957.
- Jol S, Kassianenko A, Wszol K, Oggel J. 2007. The cold chain, one link in Canada's food safety initiatives. *Food Control*, **18**, 713-715.
- Joshi R, Banwet DK, Shankar R. 2010. Consumer link in cold chain: Indian scenario. *Food Control*, **21**, 1137-1142.
- Kuo JC, Chen MC. 2010. Developing an advanced multi-temperature joint distribution system for the food cold chain. *Food Control*, **21**, 559-566.
- Li B, Sun DW. 2002. Novel methods for rapid freezing and thawing of foods - a review. *Journal of Food Engineering*, **54**, 175-182.
- Likar K, Jevsnik M. 2006. Cold chain maintaining in food trade. *Food Control*, **17**, 108-113.
- Luning PA, Marcelis WJ. 2009. A food quality management research methodology integrating technological and managerial theories, *Trends in Food Science & Technology*, **20**, 35-44.
- Magnussen OM, Haugland A, Hemmingsen AKT, Johansen S, Nordtvedt TS. 2008. Advances in superchilling of food - process characteristics and product quality. *Trends in Food Science & Technology*, **19**, 418-424.
- McDonald K, Sun DW. 2000. Vacuum cooling technology for the food processing industry: a review. *Journal of Food Engineering*, **45**, 55-65.
- Mena C, Adenso-Diaz B, Yurt O. 2010. The causes of food waste in the supplier-retailer interface: Evidences from the UK and Spain, *Resources, Conservation and Recycling*, In press (Available online 15 October 2010).
- Molins RA, Motarjemi Y, Kaferstein FK. 2001. Irradiation: a critical control point in ensuring the microbiological safety of raw foods. *Food Control*, **12**, 347-356.
- Montanari R. 2008. Cold chain tracking: a managerial perspective. *Trends in Food Science & Technology*, **19**, 425-431.
- Narrood C, Roy D, Okello J, Avendano B, Rich K, Thorat A. 2009. Public-private partnerships and collective action in high value fruit and vegetable supply chains. *Food Policy*, **34**, 8-15.
- Ovca A, Jevsnik M. 2009. Maintaining a cold chain from purchase to the home and at home: Consumer opinions. *Food Control*, **20**, 167-172.

- Rajkovic A, Smigic N, Devlieghere F. 2010. Contemporary strategies in combating microbial contamination in food chain. *International Journal of Food Microbiology*, 141, Supplement 1, Pathogen Combat: Control and prevention of emerging and future pathogens at cellular and molecular level throughout the food chain, 31 July 2010, S29-S42.
- Raspor P. 2008. Total food chain safety: how good practices can contribute? *Trends in Food Science & Technology*, **19**, 405-412.
- Rediers H, Claes M, Peeters L, Willems KA. 2009. Evaluation of the cold chain of fresh-cut endive from farmer to plate. *Postharvest Biology and Technology*, **51**, 257-262.
- Roy P, Nei D, Orikasa T, Xu Q, Okadome H, Nakamura N, Shiina T. 2009. A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. *Journal of Food Engineering*, **90**, 1-10.
- Tassou SA, De-Lille G, Ge YT. 2009. Food transport refrigeration - approaches to reduce energy consumption and environmental impacts of road transport. *Applied Thermal Engineering*, **29**, 1467-1477.
- Tassou SA, Lewis JS, Ge YT, Hadawey A, Chaer I. 2010. A review of emerging technologies for food refrigeration applications. *Applied Thermal Engineering*, **30**, 263-276.
- Sun DW, Zheng L. 2006. Vacuum cooling technology for the agri-food industry: Past, present and future. *Journal of Food Engineering*, **77**, 203-214.
- Wang L, Kwok SK, Ip WH. 2010. A radio frequency identification and sensor-based system for the transportation of food. *Journal of Food Engineering*, **101**, 120-129.
- Zufia J, Arana L. 2008. Life cycle assessment to eco-design food products: industrial cooked dish case study. *Journal of Cleaner Production*, **16**, 1915-1921.