

生鮮食料品輸送のイノベーション

難波基光*

生鮮食料品の輸送は、「必要な商品」と「必要な量」を「指定された場所・日時」に移動するという当然の課題をもっているが、近年、消費者の需要動向に対処するためには、一層キメ細かい輸送改善が要求されている。しかも、生鮮食料品は、「衛生面からの安全性」が保持されなければならない。本稿では、最近の生鮮食料品輸送における新しい技法として、①冷凍材搭載冷凍トラックに、CAコントロールをして、野菜、果物を輸送する事例と②パーシャルフリージングによる鮮魚の国鉄コンテナ輸送の事例を紹介する。

Innovation in the Transportation of Fresh Food Products

Motomitsu NAMBA*

It goes without saying that transport of fresh food products has the task of transporting "the needed amount" of "needed product" to the "designated place at the designated time". More recently, however, much more detailed service improvements have been demanded in order to respond to the demand trends and requirements on the part of users. In this area of transporting fresh food products, there is a special requirement of needing to maintaining "safety from health and sanitation standpoint". In this article, I would like to mention two of the new technologies that have been introduced in this field recently: the first is the method of carrying vegetables and fruit by having CA control in a refrigerated truck containing refrigeration equipment, and the second is the containerized transport of fresh fish under partial freezing on the Japanese National Railways.

1. はじめに

食生活には、経済性・利便性が要請されるが、一方、嗜好の個性化・高級化への志向も進んでいる。また、中・高年人口の増加、核家族化等を反映し、消費は一般に小ロット化し、健康と安全に対する食生活上の関心は一層強まっている。

この結果、味の良い、のど越しの良い食品が好まれ、嗜好の重点はハードなものよりはソフトなものへ、ドライなものよりはウェットなものへと移行している。

こうした現象によって、生鮮食料品と加工食品の境界が不明瞭となり、高付加価値の食品やウェットチルド食品が増加している。

生産・流通パターンは、素材食品を除くと、大勢としては、小品種・大量型から多品種・少量型へと移行しており、また、品質・安全性に対する要請の増大に伴い、生産・流通過程での品質管理・温度管

理は更にキメ細かい配慮が不可欠となってきている。

ここでは、流通（物流）諸活動の1つである輸送の面について考察する。

2. 食品輸送のパターンと特性

食品の輸送は、品目からみて大まかに3つのパターンに分類されよう。

第1は、生鮮食料品に代表される流通パターンであり、卸売市場を主流とするものである。(Fig. 1)

第2は、加工食品、酒類、冷凍食品、ウェットチルド食品等の流通で、メーカーから何段階かの卸売業者を経て小売店へ流れるものである。(Fig. 2)

第3は、製パン、生菓子等に代表されるもので、メーカーから直接小売店へ配送されるパターンである。(Fig. 3)

3. 生鮮食料品輸送の課題

生鮮食料品輸送の課題は、輸送商品の品質変化・劣化があってはならないことである。これは食品衛生上から要求される絶対条件である。

* 日通総合研究所物流コンサルタント部主任研究員
Senior Researcher, Technical Consultant Division,
Nittsu Research Center, Inc.
原稿受理 昭和60年4月10日

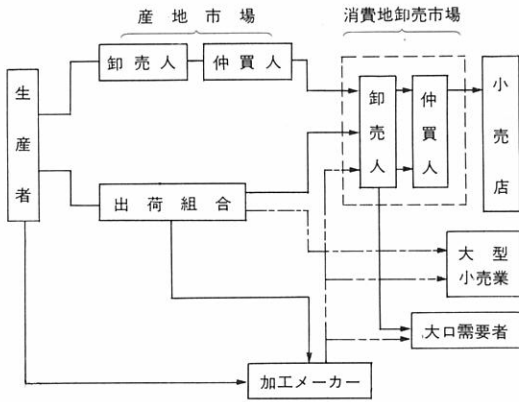


Fig. 1 生鮮野菜の流通チャネル
Distribution channel of fresh food products

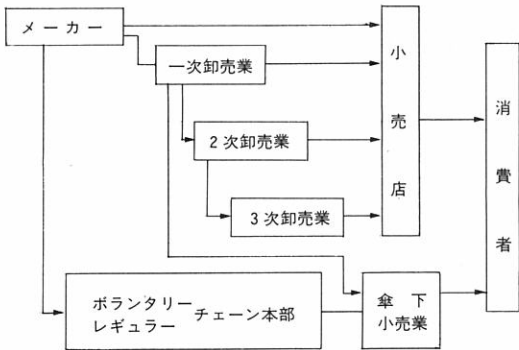


Fig. 2 加工食品、酒類の流通チャネル
Distribution channel for processed food products and liquor

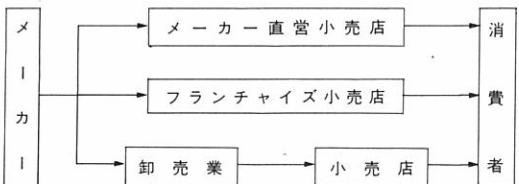


Fig. 3 パン、生菓子の流通チャネル
Distribution channel of bread and fresh confectionery products

次に、可食可能であっても、外見の変化は商品価値を著しく低下させる。これは流通上の問題である。

今日、冷凍・保冷トラック、コンテナの開発や、冷凍・冷蔵保管設備、産地予冷技術、消費端末のクールボックス、冷蔵庫の普及等で、格段の改善ができていますが、各流通過程では輸送商品の小ロット化、異種商品の積み合せ要請等があり、これらの対応に限りない課題を抱えている。

Table 1 保冷ボデー主要諸元
Main specifications for cooling body

主要内法寸法	長さ	9,300mm
	幅	2,280mm
	高さ	1,850mm
床面積	20.7㎡	
内容積	38.37㎡	
保冷性能	K=0.44kcal/m ² h℃	
冷凍機能力	外気 38℃	
	庫内 5℃時	7,400kcal/h
	0℃時	6,900kcal/h

現在、生鮮食料品の一般的輸送は、冷凍車によって行われているが、更に、鮮度保持を可能とする冷凍車+CAコントロール*併用の青果物のトラック輸送の事例と、大衆魚を凍結しないで産地から消費地に輸送し、家庭では刺身でも可食できるシステムについて、5トン保冷コンテナにパージアルフリージング技法を採用し、鉄道で長距離輸送を実施した事例を紹介する。

4. 鮮度保持装置付冷凍トラックによる青果物の鮮度保持輸送

一般的に青果物輸送の鮮度保持の手段としては、産地の予冷**施設で予冷された青果物を市場まで冷蔵・保冷トラックで輸送している。

ここで紹介する鮮度保持装置付冷凍トラックは、移動する「予冷库」という発想である。

トラックボディは、断熱構造とし、予冷されていない産地積荷の青果物を短時間に適正温度まで冷却する必要から冷凍材を装備する。

さらに、鮮度維持のため N₂ガス、CO₂ガスを封入するものである。

保冷ボディの主要諸元は、Table 1 に示すが

- ・庫内の冷氣循環を均一にするために通風ダクトを設ける。
- ・庫内へ N₂ガス、CO₂ガスを導入するために導入

* 青果物は、雰囲気ガスの組成を変えるとある範囲内で呼吸量を変える性質がある。この性質を利用し、青果物の呼吸量を抑制する雰囲気ガスに組成することをCAコントロール (Controlled Atmosphere) といい、この方法で貯蔵することをCA貯蔵という。

** 青果物は、収穫後も呼吸、蒸散、微生物等の作用によりその組織が変化し鮮度低下をもたらすが、低温下におくことにより、これらの作用を抑えることが可能となる。このため、産地において収穫後出荷まで鮮度維持のため青果物を冷却することを予冷という。

孔を設ける。

- ・ガスの漏洩を防止するためにドレンホールにゴム蓋をするとともに、側面および後方ドア内側にカーテンを設け、気密性を維持する。
- ・自動的に庫内の温・湿度をセンサーで感知し、輸送中の温度コントロールをする。
- ・外部に N₂ガス及び CO₂ガス用ポンベの携行装置を設ける。

以下、この冷凍トラックによる輸送実験の概要を述べる。

- (1) 輸送品目 レタス、イチゴ
- (2) 輸送数量 レタス750ケース、イチゴ750梱
- (3) 輸送距離 約1300km (福岡—東京)
- (4) 輸送時間 約30時間
- (5) 鮮度保持方法 青果物を積載後、ガス封入シールを行い、冷凍機をフル運転し、商品の品温を所定温度に下げる。(レタス7℃ 積込時11.5~12℃、イチゴ5~7℃ 積込時10℃)。同時に N₂ガス及び CO₂ガスを注入し、庫内のガス濃度を所定の値にする。(O₂ガ

Table 2 五感による評価比率
Evaluation rate by the five senses

項目	評価基準	比率				(参考) 評価基準
		鮮度保持冷凍コンテナ輸送		一般冷凍車輸送		
		産地発送時	市場到着時	産地発送時	市場到着時	
① 萎凋	4	100%	92%	100%	66%	① 萎凋 なし 4 果肉 } 僅かに認められる 3 ガク } 別 明らかに認められる 2 著しい 1
	3	—	2	—	25	
	2	—	1	—	4	
② 色沢	4	100	84	93	40	② 色沢 収穫時の色沢 4 やや劣る 3 明らかに劣る 2 著しく劣る 1
	3	—	11	7	50	
	2	—	5	—	5	
	1	—	—	—	5	
③ 着色	4.0	—	—	26	1	③ 着色 完全 4 やや不完全または過度 3 明らかに劣る 2 著しく劣る 1
	3.5	8	—	30	7	
	3.0	49	58	20	64	
	2.5	43	37	23	23	
	2.0	—	5	1	5	
④ スレ、オセ	4	85	63	76	15	④スレ、オセなし 4 果肉 } 僅かに認められる 3 ガク } 別 明らかに認められる 2 著しい 1
	3	15	28	24	57	
	2	—	4	—	23	
⑤ 腐敗	4	100	100	100	87	⑤ 腐敗 なし 4 ある 0
	0	—	—	—	8	
	その他	—	—	—	5	
⑥ 香り	4	100	100	100	100	⑥ 香り 良好 4 やや劣る 3 明らかに劣る 2 著しく劣る 1
⑦ 食味	4	100	99	98	91	⑦ 食味 良好 4 やや劣る 3 明らかに劣る 2 著しく劣る 1
	3	—	1	2	4	
	その他	—	—	—	—	
⑧ 総合鮮度の評価	10	100	84	100	29	⑧総合鮮度の評価 ほぼ収穫時の状態 10 市場出荷が十分可能な状態 7 無理をすれば売れる状態 5 売れないが食べられる状態 3 食べられない状態 1
	7	—	11	—	66	
鮮度の評価	その他	—	5	—	5	

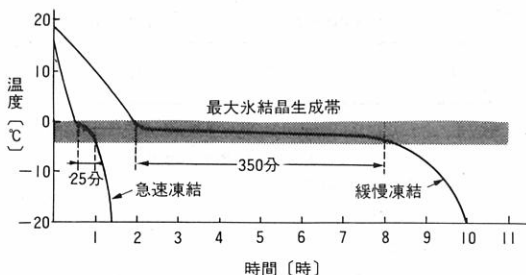


Fig. 4 凍結曲線
Freezing curve

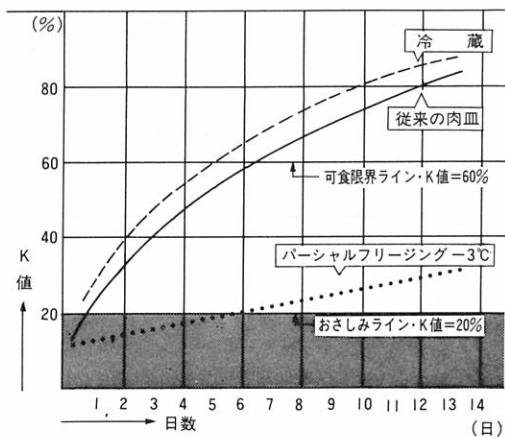


Fig. 5 K値と保存温度 (いわしの場合)

K Values and the storage temperature (for sardines)

ス14.5~15.0% 通常21.5%、CO₂ガス1.6~2.0%)

(6) 結果

①レタス

従来の普通トラックによる輸送と比較し、良否を判定する。切口芯の色で評価したが、従来の輸送方法より芯の色の変化が少ない。かつ、結球状野菜では乾燥すると鮮度低下を起すといわれているが、実験では葉の乾きが少なく成果を得ている。

②イチゴ

五感による判定ではあるが、一般の冷凍トラックと比較して、Table 2のような効果を得ている。

5. 鮮魚輸送コンテナによる鮮魚の鮮度保持輸送

魚類の鮮度保持輸送は、従来「冷凍」か「冷蔵」*の状態で行われているが、「パーシャルフリージ

ング」と呼ばれている方法は、魚体の表面に薄い氷の膜を作り蒸散と呼吸を抑制する貯蔵方法である。

この技法でコンテナによる鉄道輸送を実施するものである。

魚の凍結時間と温度の関係からみると、魚肉は0℃では凍らず、-2℃~-3℃の最大氷結晶生成帯で凍り始め結晶化するといわれている。

冷凍魚のように急速凍結では、最大氷結晶生成帯を約25分間しか通過しないので、結晶化が少なく、微細となり細胞を壊すことは少ない。

一方、冷蔵の緩慢凍結の場合は、約350分間も最大氷結晶生成帯に滞在するため細胞が壊され、鮮度低下をもたらすといわれている。(Fig. 4)

そこで、パーシャルフリージングは-3℃という新しい温度帯で魚体全部を凍結することなく、品温保持しようとするものである。

この温度帯では、細菌の増殖抑制作用からも優れていることが確認されている。

鮮度の判定は、魚が死ぬと魚肉のエネルギー物質ATP (アデノシン3リン酸) が一定のパターンで分解して行くことがわかることから、分解中に「イノシン」と「ヒポキサンチン」がどれだけ出来たかの比率を求め判定する。この値を魚類鮮度判定恒数K値と呼び、数値が低い程、鮮度が高いことを示す。

$$K \text{ 値} (\%) = \frac{⑤+⑥}{①+②+③+④+⑤+⑥} \times 100$$

- ①ATP (アデノシン3リン酸) → ②アデノシン2リン酸 → ③アデノシン1リン酸 → ④イノシン酸 → ⑤イノシン → ⑥ヒポキサンチン

K 値の具体例としては、イワシの場合、可食限界では60%以下で、「さしみ」で喰べられる限界は20%以下といわれている。

最近の家庭用冷蔵庫にもパーシャルフリージングの0℃~-3℃の温度帯の室が設けられている。

これは、パーシャルフリージングによる貯蔵が鮮度保持上適正であることが認められてきたためと考えられる。(Fig. 5)

* 鮮魚等の冷却による鮮度保持方法は、品目、輸送時間、保存期間、利用形態等により、0~-1℃の冷蔵といわれる温度帯と-20~-60℃の冷凍といわれる温度帯に区分され、輸送、保存、処理されている。最近、この冷蔵と冷凍の中間温度帯である-1~-5℃のパーシャルフリージングと呼ばれている冷却方法が開発されている。

Table 3 鮮魚輸送コンテナ主要諸元
Main specifications of containers for transporting fresh fish

自重	1,800kg	保冷性能	K10=0.26kcal/m ² h℃
荷重	5,000kg	扉	後観音扉型
主要寸法	外法	高さ	2,350mm
		幅	2,438mm
	内法	長さ	3,658mm
		高さ	1,900mm
		幅	2,210mm
		長さ	3,361mm
入口	高さ	1,810mm	
	幅	2,210mm	
床面積	7.43m ²		
内容積	14.10m ³		

Table 4 K値
K. Value

	パーシャルフリージングによる輸送	従来の水氷による輸送
サバ	14.1%	34.8%
イワシ	13.7	—

Table 5 パーシャルフリージングのいなしに関する消費者アンケート調査結果
The results of the consumer survey investigation of partial freezing (for sardines)

鮮 度			外 見		
評 価	件数	%	評 価	件数	%
A.非常に良かった	50	33.3	A.非常に良かった	37	24.2
B.良かった	83	55.3	B.良かった	76	51.0
C.普通	16	10.7	C.普通	30	20.1
D.あまりよくない		0.0	D.あまりよくない	6	4.0
E.悪い		0.0	E.悪い		0.0
F.その他	1	0.7	F.その他	1	0.7
計	150	100.0	計	150	100.0

この技法を利用した鮮魚のコンテナによる鉄道輸送に使用したものは、国鉄の私有冷蔵コンテナの構造基準第2種に適合したものである。(Table 3)

以下、輸送実験の概要を述べる。

Table 6 生産者による産地直送便の例
Example of direct delivery by producers

便 名	企 業 名	取 扱 品 目
	宮城県北24市町村による「地域産業創造センター」	漬物、地酒、手作ハム、ササニシキ
かごしまの味・ふるさと便	鹿児島県経済連	ハウスみかん詰合せ かぼちゃ、ボンカン、茶などの詰合せセット
大分の味	大分県経済連	大分県の20種類の特産品
紀伊の味・友の会		伊勢海老、アワビ、サザエ、温州みかん、ネーブル、次郎柿、菓子、ハチミツ
	新潟県魚沼郡津南町など6町村	コシヒカリ、山菜、メロン、モチ、野沢菜

- 輸送品目 サバ、イワシ
- 輸送数量 178ケース
- 輸送距離 約640km (岩手～東京)
- 輸送時間 約13時間
- 鮮度保持方法 魚箱に詰め、-5℃の予冷库で約20時間冷やし、翌日、コンテナに積込み液体窒素により庫内温度を-10℃まで冷やす。
- 結果 魚類鮮度判定恒数K値において、サバ、イワシのいずれも15%以下と好成绩を得ている。(Table 4)

参考までに、このパーシャルフリージングにより輸送した「イワシ」について消費者のアンケート調査したところ Table 5 に示すとおり好評であった。

6. 宅配使用の保冷容器の開発

近年、宅配便の取り扱い量が大幅な伸びを示しているが、その大きな要因としては、スピード化、到着日時のタイムリー化によって、輸送サービスの質が著しく向上し、国内48時間の輸送体制が確立されたことが挙げられる。

このことによって、生産者による産地直送便 (Table 6) 輸送業者による産地買付け直送便 (Table 7) が名乗りをあげ、生鮮食料品が宅配便利用という形で増加しはじめた。

現在のところ、小口少量の宅配生鮮食料品は、品質、鮮度保持を輸送のスピード化と発泡スチロール

Table 7 輸送業者による産地買付け直送便の例
Examples of purchase in the producing locality and direct delivery by transport companies

便名	企業名	取扱品目
フレッシュ便	松岡満運輸	夕張メロン等
りんごふるさと便	フジ急行貨物自動車	りんご、りんごジュース 長芋等
	三八五貨物自動車 運送	岩手わかめ、青森長芋、 秋田メロン、青森りんご 等
	中越運送	球根、20世紀ナシ、りん ご等
ふる里の味	ヤマト運輸	地方の名産品70品目をシ リーズ化した「グルメ70」 のほか季節商品が30品目 等
	近鉄大一トラック	山形特産品詰め合せ、山 形サクランボ、渥美メロ ン、新巻鮭等
こぐまのふる里の 味覚	名鉄運輸	果物等
「つばめ便名店街」 味のリクエスト	エスラインギフグ ループ	奥美濃白川新茶、信州戸 隠そば、八丈特級玉露、 鹿児島ハウス、みかん、 岡山の桃、山口秋芳梨、 新巻鮭等
デラックス味の散 歩道	西濃運輸	伊予カン、札幌ラーメン、 フィリピンマンゴ、北海 道グリーンアスパラ、山 形サクランボ等
うまいもの便	フットワーク	毛ガニ、とうもろこし、 アスパラ、ジャガイモ、 夕張メロン、新巻鮭等
味のふるさと便	福山通運	ネーブルオレンジ、府中 一味噌、せら幸水、豊水 ナシ、男爵、河内みかん、 新巻鮭、白尻昆布、福島 りんご、野沢菜漬
ふるさと小包	北海道郵政局	カニ、サケ、ニシンなど 86品目
サクランボ専用保 冷車	東北郵政局	山形サクランボ
クールベリカン便 ジェットクール便	日本通運	肉、ハム、ソーセージ、 バター、カマボコ、高級 青果物等

を主体とした断熱容器でカバーしているが、容器については、保冷性と経済性の面から試行錯誤しているような状態である。

そこで、輸送される生鮮食料品の各特質、要保冷温度、維持時間等から、保冷容器や冷却剤が経済的に開発されることが必要である。

一方、航空輸送の分野においても生鮮食料品のウエイトが高まっているが、輸送品目について把握す

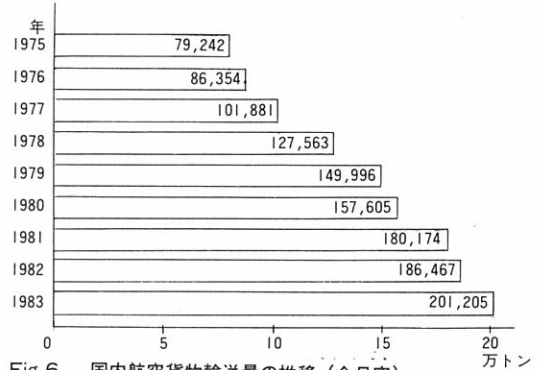


Fig.6 国内航空貨物輸送量の推移 (全日空)
Changes in air transport (All Nippon Airways)

ることは難しい状況にある。しかし航空貨物の輸送量は Fig. 6 のごとく年々めざましい伸びを示しており、これに伴い生鮮食料品の輸送量も増大しているものと考察される。

また、近年の地方空港の整備によるジェット機の就航は、ローカル路線における貨物を運ぶスペースの拡大と所要時間の短縮により輸送容量の増加をもたらすものとなっている。

このことは、消費者ニーズの多様化、高級化志向等に対応することになり、生産から消費までの新流通体系の整備に資するものと考えられる。

7. おわりに

生鮮食料品の輸送については、生産段階における集荷施設の整備や共同配送等により、物流の効率化が進められているが、なお、物流施設の近代化、包装規格等の標準化等による合理化とともに物流技術水準の向上が課題と考える。

なお、紹介した輸送事例は、(社)食品流通システム協会が、農林水産省の指導を受け、関係者の協力を得て実施した結果を概説したものである。

参考文献

- 1) 農林水産省食品流通局監修: 80年代の食品産業 1980, 11
- 2) 日本食糧新聞社: 食品問屋事典 食品物流の効率化 1981, 3
- 3) 首都圏懇話会: 空港立地周辺効果調査研究報告書, 1982, 6