

# メーカーと小売業との商取引の見直しによる 一貫パレチゼーションの導入効果に関する研究

1155016 加納 俊宏

指導教員 黒川 久幸 教授

## 1. はじめに

### 1.1 研究の背景

需要の急激な変化に対応し、販売の機会損失や過剰在庫を避けるために、小売店への貨物輸送は多頻度少量の輸送となっている。また、商品の取引において、引渡し場所までの運賃を商品価格に含めるという「店着価格制」という商慣行が定着している。したがって、多頻度少量発注に伴う物流費用の増加は、メーカーや卸売業の負担であり小売業に直接影響しない。このため多頻度少量の貨物輸送がより進行している。

例えば、最新の 2010 年の物流センサスによれば、5 年間で貨物輸送量が 8.3%減少したのに対し、輸送件数は 22.8%も増加しており、多頻度少量輸送の進行が指摘されている。

しかし、多頻度少量輸送は輸送における積載率の低下を招き、物流費用の増加や CO<sub>2</sub> 排出量の増加など、悪影響を与える恐れがある。

このため、サプライチェーン上の荷送り人と荷受人の間における商取引の改善が求められている。

### 1.2 研究の目的

商慣行の改善に関する既存研究においては、メーカーから小売業までサプライチェーン上の広い範囲を対象とし、かつ商慣行の改善効果について物流費用やCO<sub>2</sub>排出量等、様々な視点から網羅的に検証されているものはない。

そこで、本研究ではメーカーと小売業の間における商取引の見直しによる一貫パレチゼーションを対象とし、取引の大口化に伴う改善効果について物流費用やCO<sub>2</sub>排出量だけでなく、製品鮮度等の視点も含めて検証する。

そして、実際の飲料メーカーと小売業の加工食品の商取引の事例を基に、一貫パレチゼーションの実施による改善効果を明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究対象

図 1 に示すように飲料メーカーの関東工場から小売業の江別物流センターまでのペットボトル製品の流通を対象とする。

まず、実線で示す従来輸送では、関東工場から札幌物流センターまで、パレット単位の輸送が行われ、札幌物流センターと江別物流センターの間は、小売業からの発注に基づきケース単位の配送となっている。

そして、点線と一点鎖線で示す鉄道及び船舶を用いた一貫パレチゼーションによる輸送は、札幌物流センターを経由せずに直接、関東工場から江別物流センターに配送される工場直送となっている。なお、図中に示す数値は、輸送時間や輸送距離、そして、貨物ターミナルや港における荷役時間、物流センター等における保管期間を示す。

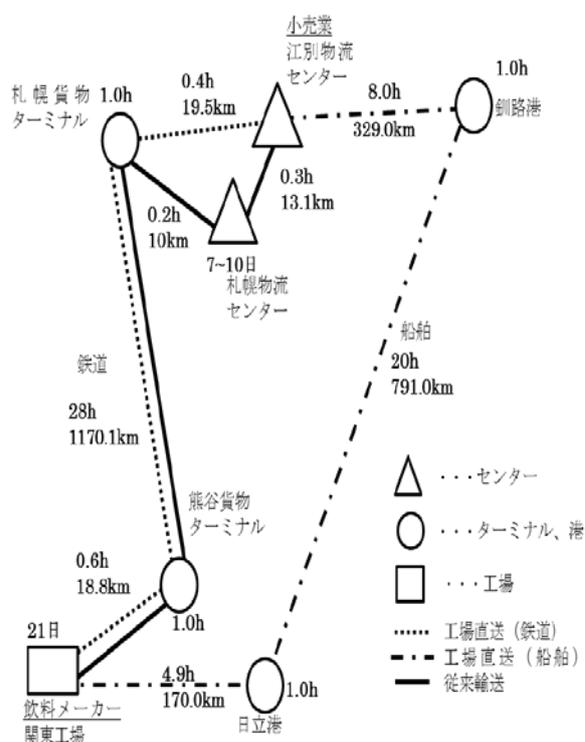


図 1 工場直送と従来輸送の経路図

### 3. 一貫パレチゼーションによる改善効果の算出及び分析方法

#### 3.1 CO<sub>2</sub>排出量

本研究では、関東工場から江別物流センターまでの輸送中のCO<sub>2</sub>排出量のほか、一貫パレチゼーションによるパレット荷役の影響を考慮するためにトラックの荷役待ち時のCO<sub>2</sub>排出量についても算出する。

##### (1)輸送中のCO<sub>2</sub>排出量

輸送中のCO<sub>2</sub>排出量を式(1)に示すように従来トンキロ法を用いて算出する<sup>(2)</sup>。

$$X=W \times D \times A \text{-----式(1)}$$

X:CO<sub>2</sub>排出量 (t-CO<sub>2</sub>)

W:輸送重量 (t)

D:輸送距離(km)

A:従来トンキロ法CO<sub>2</sub>排出原単位(t-CO<sub>2</sub>/トンキロ)

##### (2)トラックの荷役待ち時のCO<sub>2</sub>排出量

江別物流センターにおけるトラックの荷役待ち時のCO<sub>2</sub>排出量を式(2)より算出する<sup>(1)(2)</sup>。なお、トラックの荷役待ち時間は、江別物流センターに到着するトラックの到着頻度とバースにおける荷役時間をもとにシミュレーションにより推計した。

$$Y=H \times B \text{-----式(2)}$$

Y:CO<sub>2</sub>排出量 (t-CO<sub>2</sub>)

H:トラックの荷役待ち時間 (h)

B:アイドリング時のCO<sub>2</sub>排出原単位 (t-CO<sub>2</sub>/h)

#### 3.2 物流費用

従来輸送と工場直送においてもっとも異なる物流費用は、表1に示す札幌物流センターに係る費用である。そこで、本研究ではこの費用について算出する。なお、保管は保管期間を1期10日とした場合の費用である。

表1 札幌物流センターにおける  
1ケースあたりの荷役費と保管費

	費用 (円/ケース)
入荷	9
出荷	9
保管	4

#### 3.3 スループットタイム

関東工場から江別物流センターまで製品が届くまでに輸送と保管、荷役にかかった時間の合計をスループットタイムとして算出する。そして、このスループットタイムを比較することにより、製品鮮度の向上効果を明らかにする。

#### 3.4 江別物流センター内の作業時間

従来輸送と一貫パレチゼーションによる工場直送では、江別物流センターの入庫作業で扱う荷姿が異なり、ケースとパレットとなる。

そこで、荷姿の違いが作業に与える影響について検討するために、江別物流センターにおける入庫作業を対象にビデオ計測による作業分析を行う。

### 4. 一貫パレチゼーションによる改善効果

#### 4.1 CO<sub>2</sub>排出量の削減効果

関東工場から江別物流センターまでの輸送中及び荷役待ち時のCO<sub>2</sub>排出量の算出結果を表2に示す。

表2より、鉄道を用いた工場直送と船舶を用いた工場直送では、CO<sub>2</sub>排出量の削減効果が異なることが分かった。鉄道を用いた工場直送では、年間18.5t-CO<sub>2</sub>の削減となっているが、船舶を用いた工場直送では、年間83.7t-CO<sub>2</sub>の増加となっている。

以上のことから環境面を考慮すれば、鉄道を用いた工場直送が望ましいことが分かった。

また、江別物流センターにおけるトラックの荷役待ち時のCO<sub>2</sub>排出量の削減効果に着目すると、工場直送を行った場合、パレットを用いた荷役が可能となるため従来輸送に比べて荷役待ち時間が短縮され、CO<sub>2</sub>排出量を年間で11.1t-CO<sub>2</sub>も削減できることが分かった。

このことからCO<sub>2</sub>排出量の削減効果の評価において、荷役待ち時のCO<sub>2</sub>排出量に着目することは重要であることが分かった。

表2 工場直送によるCO<sub>2</sub>排出量の削減効果

流通経路	CO <sub>2</sub> 排出量(t-CO <sub>2</sub> /年)		
	鉄道を用いた従来輸送	鉄道を用いた工場直送	船舶を用いた工場直送
輸送部分	484.2	476.8	579.0
荷役待ち部分	81.0	69.9	69.9
合計	565.2	546.7	648.9
従来輸送との差	0.0	-18.5	83.7

#### 4.2 物流費用の削減効果

表 1 に示す札幌物流センターにおける 1 ケースあたりの物流費用と年間の取り扱いパレット枚数、37,838 枚から入出荷等にかかる物流費用を算出する。1 パレットに 36 ケース積載が可能であることから、1 年間あたりの物流費用は 29,967,696 円となる。

一貫パレチゼーションによる工場直送の場合、札幌物流センターを利用しないため、この物流費用がかからない。この削減された物流費用は、飲料メーカーの販売促進費として活用され、小売業から見れば製品の購入価格の低減、延いては販売価格の低減につながる。これにより、消費者の購買意欲の促進が期待され、飲料メーカー、小売業ともに売上の向上が期待される。

#### 4.3 製品鮮度の向上効果

従来輸送及び一貫パレチゼーションによる工場直送におけるスループットタイムについて表 3 に示す。

従来輸送と鉄道を用いた工場直送のスループットタイムを比較すると、工場直送におけるスループットタイムが従来輸送におけるスループットタイムよりも 240.1h 短いことが分かる。この時間短縮の要因は札幌物流センターにおける保管期間の削減が大きいことである。同様に船舶を用いた工場直送においてもこの効果は見られた。

以上のことから一貫パレチゼーションによる工場直送は、従来輸送よりも新しい製品が納品されることが分かる。しかし、これは従来輸送と工場直送が混在する場合に製造日の逆転が生じることを意味し、小売業において日付逆転を承認する必要がある。なお、船舶を用いた工場直送が、鉄道を用いた工場直送よりもスループットタイムが長いのは、北海道内のトラック輸送にかかる時間が長いことによるものである。

表 3 各流通経路でのスループットタイムと輸送・保管・荷役にかかる時間

流通経路	CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /年)		
	鉄道を用いた従来輸送	鉄道を用いた工場直送	船舶を用いた工場直送
輸送部分	484.2	476.8	579.0
荷役待ち部分	81.0	69.9	69.9
合計	565.2	546.7	648.9
従来輸送との差	0.0	-18.5	83.7

#### 4.4 入庫作業の改善効果

江別物流センターにおいて、従来輸送ではケース単位の手荷役が行われ、一貫パレチゼーションによる工場直送ではパレット単位のフォークリフトを用いた荷役が行われている。

そこで江別物流センター内における入庫作業を対象に荷姿の違いが作業時間に及ぼす影響を分析した。その結果を表 4 と表 5 に示す。

まず、パレット 1 枚あたりの作業時間は、手荷役が 876.5 秒に対しパレット荷役は 399.0 秒と、477.5 秒も短くなっていることが分かった。

これは 10 トン車に 15 枚から 16 枚のパレットを積載できることから約 2 時間の作業時間の短縮となり、大幅な作業効率の向上となっていることが分かった。

なお、この作業時間の短縮は手荷役の場合に発生していた「保管用パレットに商品を置く」という作業が不要になったためである。1 ケース 10kg ほどの飲料ケースを荷役する負担を考えると大幅な作業改善といえる。

また、パレット荷役の方が手荷役よりも作業工程が少なく、無駄な「手持ち」が起こりにくいことが分かった。

以上のことから、年間の入荷パレット枚数が 37,838 枚であるので、単純に見れば 5,018 時間もの作業時間の短縮が図られることが分かった。これは入庫作業の大幅な改善であり、人件費等の削減にも寄与することが分かった。

また、全日本トラック協会の資料によれば、大型トラックでは 7 割のドライバーが 40 歳以上と、高齢化が急激に進んでいる。この為、入出庫作業の一部を担っているドライバーの作業負荷低減に繋がると考えられる。

表 4 パレット 1 枚あたりの手荷役における各平均作業時間と割合

作業の種類	平均作業時間(秒)	割合(%)
I トラック内のパレットの下に引いてくるためのレールを入れる	15.0	1.7
II パースの前に空のパレットを置く	13.0	1.5
III トラックの奥からパレットを手前に引いてくる	18.0	2.1
IV 保管用パレットに商品を置く(60ケース)	446.5	50.9
V 保管用パレットを保管場所に置きに行く	252.0	28.7
VI 手持ち	132.0	15.1
合計	876.5	100

表 5 パレット 1 枚あたりのパレット荷役

における各平均作業時間と割合

作業の種類	平均作業時間(秒)	割合(%)
I トラック内のパレットの下に引いてくるためのレールを入れる	15.0	3.8
II トラックの奥からパレットを手前に引いてくる	18.0	4.5
III 保管用パレットを保管場所に置きに行く	338.0	84.7
IV 手持ち	28.0	7.0
合計	399.0	100

## 5. 一貫パレチゼーションに適した製品の検討

### 5.1 検討方法

加工食品の場合は製品の賞味期限を考慮する必要がある。つまり、一貫パレチゼーションによって大量の過剰在庫を抱え、製品の廃棄が生じては意味がない。

そこで、一貫パレチゼーションによる工場直送に適した需要量や賞味期間について検討を行う。具体的には、表 6 に示すデータを用いて小売業の物流センターにおける入出荷の荷役費及び保管費並びに廃棄ロス費を算出し、従来輸送と工場直送との比較から検討する。

表 6 小売物流センターでの  
従来輸送と工場直送における費用

費用分類(円/ケース)	従来輸送	工場直送
入荷費	9	9
出荷費	9	9
保管費	4	4
廃棄ロス費	1800	1800
メーカー		
物流		
センター		
入荷費	9	なし
出荷費	4	なし
保管費	4	なし

### 5.2 需要量ごとの小売物流センターにかかる費用

工場直送と従来輸送における需要量別の小売の物流センターでの費用の算出結果を図 2 に示す。

小売物流センターにおける製品の需要量が 1 日 2 ケース以上の場合、工場直送は従来輸送に比べ、費用が安いことが分かった。

しかし、1 日 1 ケースの場合は、工場直送の費用は 18,670 円であり、従来輸送の費用の 1,010 円よりも非常に高くなることが分かった。この要因は、製品の廃棄ロス費の発生によるものである。

以上のことから、製品需要量が少なく、廃棄ロスが発生しやすい製品の場合、一貫パレチゼーションの適用は難しいといえる。

また、賞味期間の違いについて検討した結果、

賞味期間が長い製品が一貫パレチゼーションに適していることが分かった。こちらでも廃棄ロスの発生が費用の違いを生む要因である。

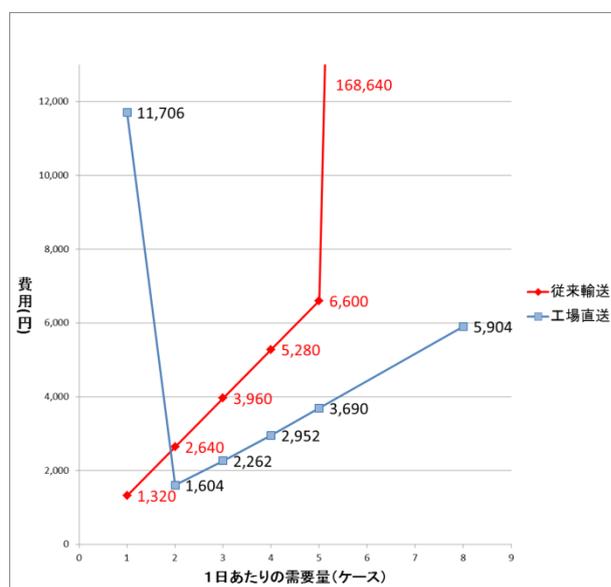


図 2 製品の需要量別における工場直送と従来輸送の費用の傾向

## 6. おわりに

本研究では、飲料メーカーと小売業の間における商取引の見直しによる一貫パレチゼーションの導入効果について明らかにすることを目的に検討を行った。

その結果、一貫パレチゼーションによる工場直送は、CO<sub>2</sub>排出量の削減や製品鮮度の向上、物流費用の削減、荷役における作業時間の短縮効果が得られることが明らかとなった。

また、一貫パレチゼーションに適した製品の検討を行った結果、需要量が多く、賞味期間が長い製品が適していることが分かった。

### 参考文献

(1) ロジスティクス分野におけるCO<sub>2</sub>排出量算定方法 共同ガイドライン

[http://www.kanto.meti.go.jp/seisaku/enetai/shoene1\\_data/pdf/20100331\\_ninusi\\_guideline.pdf](http://www.kanto.meti.go.jp/seisaku/enetai/shoene1_data/pdf/20100331_ninusi_guideline.pdf)

(2) 環境省 アイドリングについて

[http://www.env.go.jp/earth/cop3/dekiru/ta\\_03-2.html](http://www.env.go.jp/earth/cop3/dekiru/ta_03-2.html)