

新たな海陸複合一貫輸送システムによる 長距離小ロット輸送の輸送時間と労働投入量の改善策

Improvement of Transport Time and Labor Input of Long-distance Small Lot Transportation by Intermodal Freight Transportation

加藤博敏 (一般財団法人運輸総合研究所) 相浦宣徳 (北海商科大学) 根本敏則 (敬愛大学)
Hiroto KATO (Japan Transport Research Institute)
Nobunori AIURA (Hokkai School of Commerce), Toshinori NEMOTO (Keiai Univ.)

要旨

国内物流業界における人手不足やトラックドライバーの労働基準の厳格運用などの動向から、長距離輸送トラック 1 台あたりの配送先数の抑制が必要となり、小ロット貨物は、その輸送方法の変更を余儀なくされている。本稿では、この長距離小ロット輸送として、野菜の出荷輸送を例に取り上げ、労働基準と市場受付締切時間の制約条件の下で、生産者の受取収入の水準を最大化する輸送ルートを選択する際に生ずる、輸送中の鮮度劣化による商品価値低下の抑制と、輸送に係る労働投入に伴う輸送費用の抑制との間のトレードオフ関係を明らかにする。また、長距離小ロット輸送のルート選択の課題の改善策として、12ft 海上コンテナを利用した輸送システムを紹介し、この有効性を考察する。

Abstract

In the logistics industry, there have been tough business conditions including labor shortage, compliance with driving-hour regulation and common practices of small shipment. For these reasons, freight transport over long distances is beginning costly, requiring innovations. In this study, under the conditions of driving-hour regulation and time-window requirement in the market we clarify that there is a trade-off relationship between maintaining product value and transportation cost in route selection and that the transportation system using a 12 ft container in offshore intermodal route is well performed in long distance transportation of small cargo.

1. はじめに

国内輸送量の 9 割 (重量ベース) を担うトラックドライバーを始めとして、労働力不足が顕在化している。また、安全対策、働き方改革のために、労働時間のあり方の見直しなどが進められている。輸送能力維持のため、輸送効率の高いルートやシステムの利用により、労働生産性を向上させていくことが喫緊の課題である。

一方、2015 年の調査¹⁾の結果⁽¹⁾では、出荷 1 件あたりの平均貨物量の減少 (小ロット化) は下げ止まったが、食料工業品・飲料などの軽工業品、農水産品では、小ロット化が進み 0.5 トン/件を下回った。輸送効率を上げるため、食品・飲料メーカーなどでは、中長距離輸送においても共同輸送の取り組みを始めている。

しかし、全国出荷量の 4 割以上⁽²⁾を占める北海道・九州産の野菜出荷をみると、トラック²⁾が、北海道外向けの 5 割強⁽³⁾、南九州のある県の本州向けの 85% 程度を担っているが、北海道

内の一部を除き、発地から各市場までの小ロットの共同輸送は行われていない。トラックでは、従前、3 箇所以上の市場を廻りながら荷卸しすることで、小ロット輸送に対応してきたが、ドライバーの労働基準の拘束時間を順守するため、1 台あたりの卸箇所数を 2 箇所以下に抑えざるを得なくなり、出荷輸送の方法の変更を余儀なくされている。

本稿では、長距離小ロット輸送の継続性に注目し、2 章で、野菜生産者の受取収入の水準を最大化する輸送ルート選択を例に、輸送中の時間経過による鮮度劣化に伴う「商品価値低下の抑制」と、輸送に係る労働投入に伴う「輸送費用上昇の抑制」の間の、トレードオフ関係を明らかにする。

次に、分析事例として取り上げる長距離の野菜輸送の課題を整理 (3 章) し、ここから、小ロット輸送の場合のルート選択への影響と、課題等についての定量的検証を行う (4 章)。最

¹⁾ 本調査の調査対象は、製造業・卸売業・倉庫業等の 4 業種で、農業団体は含まれない。また、総輸送距離の長短、代表輸送機関別などの品目別小ロット推移も公表されていない。

²⁾ 出典統計等の「トラック」には、輸送経路の途上、フェリーや RORO 船を利用する輸送量を含む。

後に、4章の課題検証の結果に対して、鉄道と同規模の12t級の海上コンテナと、労働生産性に優れる海上輸送を組み合わせた複合一貫輸送システムの有効性を考察する(5章)。

2. 長距離野菜輸送のルート選択におけるトレードオフ関係

2.1 既往研究

高田⁽⁴⁾は、輸送サービス選択の際に、代替性の高い類似商品で、発注量を一定とする場合、販売機会の損失(発注から納品までのリードタイム長短による)と、高品質サービスの実現により高額となる輸送費用とが、トレードオフの関係にあることを、体系的に整理している。

しかし、野菜の取引は、他府県産品による代替性が高いが、気象条件などから出荷の量・時期を完全にコントロールすることは出来ず、また、生産者が卸売業者へ委託販売するため、いわゆる受発注の概念は無い。商品価値を落とさず販売するには、輸送の確実性や信頼性に加えて、委託先の受付締切時間³に間に合い、かつ、短い時間の輸送ルートが選択の条件となる。一方、出荷にかかる輸送経費を抑えるには、労働投入量が小さい(労働生産性が高い)輸送ルート選択が有効となる。こうした輸送のトレードオフ関係を検証する研究事例は無い。

2.2 考察の概要と対象

生産者の受取収入は、販売収入(卸売価格)から、集出荷経費(包装荷造材料費、選別・荷造労働費等)と販売経費(出荷運送料、卸売手数料等)を引いた額となる。出荷を担う産地側各JAは、生産者の受取収入増のため、鮮度維持による卸売価格の上昇、出荷運送料等の抑制による経費節減が叶うルート選択を行う。

本稿では、長距離輸送のルート比較が可能な九州各県から東京圏への輸送⁴を例に、野菜生

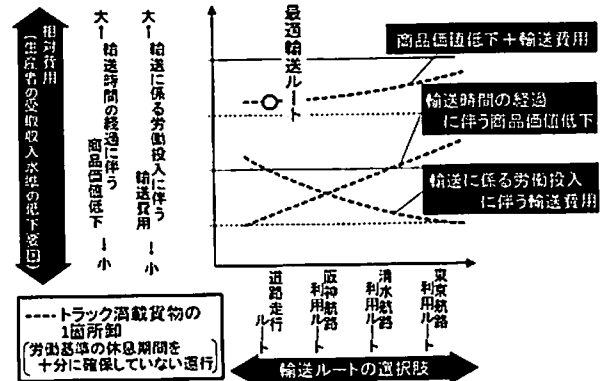


図1 長距離輸送の商品価値低下と労働投入費用の関係

産者の受取収入水準を最大化する視点から、輸送ルート選択する場合の、輸送中の時間経過による鮮度劣化に伴う「商品価格低下の抑制」と、輸送に係る労働投入に伴う「輸送費用上昇の抑制」の関係を考察する。

考察は、トラックを利用した長距離輸送を対象とし、トラックが全区間を道路走行するルート、発地の最寄港からの航路(阪神港行き、清水港行き⁵、東京港行き)を利用する海運利用ルートを、ルート選択の考察の対象とする。

2.3 輸送ルート選択におけるトレードオフ

消費者は、価格などよりも、鮮度を最も重視して、購入野菜を選んでいる^{6, 5)}。このことから、野菜を、市場で高値取引するためには、トラック積込作業開始から市場での荷卸し作業完了までの所要時間(以下「総輸送時間」という。)を短くし、収穫から、市場到着までの時間経過による鮮度低下を抑えることが有効となる。時速80kmで高速道路を走るトラックと、最高時速40~50km程度で航海する船の幹線輸送の組み合わせは、道路走行距離の割合が高いほど、総輸送時間は短く、鮮度は保たれ、商品価値低下は抑えられる。

一方、1人で12トンの貨物を輸送するトラック(本稿では、増トン車と呼ばれる最大積載量12トンのトラックを考察対象とし、以下「12

³ 青果の販売は、生産者に代わって出荷を担う産地側各JAが、卸売市場の卸売業者に委託して行う。全国の中央卸売市場取扱量の約12%を扱う東京の大田市場では、開場前日24時が入荷受付の締切時間となっている。

⁴ ほぼ毎日運航する海上定期航路が利用可能であり、道路走行のみによる長距離輸送と比較可能な地域として、全国の野菜出荷量2割弱を占める九州内の4県を分析例とした。

⁵ 既存上り清水航路は大分港のみのため、4.2の計算では、大分港を利用する大分県発、熊本県発のみを対象とする。

⁶ 例えば、東京市場で、熊本県産が年間シェア2割を占めるトマト、本州露地物産期初めに宮崎県産が5割弱を占めるピーマンの賞味期限は約1週間である。卸売業者は、小売店頭でも鮮度を保てる状態で販売するため、一部、品目を除き、販売受託の受付締切を、収穫翌日24時としている。

ト車」という。)の道路走行と、航海中3人体制でトラック126~160台⁷分の貨物を運ぶ海上輸送との組み合わせは、道路走行距離の割合が高いトラックほど、輸送量(トンキロ)当たりの労働投入量は大きくなり、輸送の費用は嵩む。

以上の定性的な関係を図1に示す。このように、野菜生産者の受取収入水準を最大化する長距離輸送のルート選択において、商品価値低下の抑制と、輸送費用上昇の抑制は、トレードオフ関係にある。輸送の確実性などが確保され、かつ、他の条件が同一の場合、商品価値の低下分と輸送費用の計が最小となるルートが、最適な輸送ルートとして選択されることとなる。なお、この関係の定量的検証は、図3と併せて4章図4に関する考察として行う。

トラック輸送は事業者間競争が激しく、労働基準の休息期間を削り、安く、短い総輸送時間で輸送する事業者が多く存在したこともあり、道路走行ルートが選択される場合が多かった。

3. 長距離の野菜輸送の課題

本章では、長距離の野菜輸送のルート選択に影響を及ぼす現状の課題を整理する。

3.1 ドライバーの労働基準の順守重視の動き

トラックは、1990年以降の規制緩和政策と輸送需要低迷による事業者間競争の激化、高速道路網の充実などを背景とし、低廉な価格と高い機動性などから、現在、長距離貨物輸送において重要な役割を担っている。

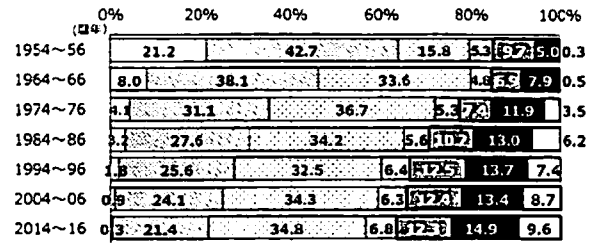
ところが、拘束時間13時間/日以内、運転時間2日平均9時間以内等とされるトラックドライバーの労働基準⁽⁶⁾(表1)に対し、2015年9月の実態調査では、長距離トラックドライバーの各々の時間は、16時間43分、10時間33分⁽⁷⁾と、平均ですら基準超過の状態にあった。

ドライバーの過重労働による2012年の関越道ツアーバス事故を受けた行政等の安全対策、人手不足や「働き方改革実行計画」(2017年)に代表される働き方改革の動向を背景としたド

表1 トラックドライバーの労働時間等のルール

拘束時間 (起床から睡眠まで)	原則13時間/日以内。最大16時間以内(15時間超は2回/週以内)
休息期間 (勤務と次の勤務の間の自由な時間)	1ヶ月293時間以内 連続8時間以上(フェリー乗船中は休息期間の扱い。)
運転時間	2日平均で9時間/日以内。2週間平均で44時間/週以内
連続運転時間	4時間以内(4時間毎に30分以上の休息時間)

「トラック運転者の労働基準等の改訂基準⁽⁶⁾」に基づき作成



○東京 □100km以下 □100km超 □300km超 □500km超 ■北海道 ▨九州7県
各道府県庁の最寄り駅間の道路距離による。
100km以下：千葉、埼玉、神奈川 100km超：福島、北関東3県、山梨、長野、静岡
300km超：宮城、山形、新潟、北陸3県、東海3県、滋賀、京都、奈良
500km超：上記以外の本州・四国15府県 1000km超：北海道、九州7県
※ 東京都中央卸売市場年報(農産物編)に基づき作成<沖縄・外国産を除く割合>

図2 東京市場の取扱野菜の輸送距離帯別の産地シェア

ライバーの就労条件改善のため、トラック事業者や荷主企業は、労働基準を順守できるように運行体制等の見直しを進めている。

3.2 長距離化・小ロット化が進む野菜の輸送

(1) 野菜の輸送距離の長距離化

野菜の全国出荷量の約4分の1を占める北海道産は、卸売市場取扱量の9割が関東以南の市場へ、同約7分の1を占める九州産は、5割以上が近畿以東の市場へ出荷されている^{(2),(3)}。

中央卸売市場側から見ると、東京中央卸売市場(青果取扱9市場で全国の26%を取引)まで、長距離輸送(500km超)される野菜の割合は4割近くに及び、1,000km以上離れた九州7県産も1割近くにまで増えている⁽⁹⁾(図2)。

(2) 野菜が長距離・多頻度輸送される背景

年間264日開場(2017年)する青果市場で、野菜が常に新鮮な状態で高値取引されるよう、九州からも1,000km以上離れた市場へ、収穫日翌日中に届ける多頻度輸送が行われている。

特に、東京大田市場は、取扱量が多く、大田市場での取引実績の有無と、その取引価格は、他市場での価格評価をも左右するため、長距離輸送による出荷運送料が嵩むにも拘わらず、遠隔地の産地からも出荷される。

(3) 野菜輸送の小ロット化

国民1人当たりの野菜消費量は、微減傾向が

⁷ 図4、図7の算出対象とした航路の就航船舶の積載台数。

続き⁽¹⁰⁾、人口減少とともに、総消費量の減少が見込まれる。一方、地方の生産地においては、生産者の高齢化等により出荷拠点毎の出荷量は減少傾向にあると言われている。

この結果、多頻度で、日々、各地の市場に運び込む野菜輸送は、小ロット化が進んでいる。

3.3 小ロット貨物輸送の課題

各産地から全国各地への小ロット輸送には、最大積載量が小さい鉄道コンテナ輸送（5トン積 12ft サイズ）が、北海道産野菜の道外向け出荷の5割弱を担うなど、活用されている。しかし、列車の増便には、JR 旅客各社等とのダイヤ調整を必要とすること、九州内など非幹線区間の走行可能両数が限られていることなど、輸送能拡充には限界がある。

九州発の東京圏向けの小ロット輸送では、各産地毎に仕立てた 12 トン車で、近畿・東海地方での一部荷卸しや、東京圏内の市場巡回を行い、3 箇所以上に小ロットずつ卸すことで対応してきた。現在は、ドライバーの拘束上限時間数順守のため、荷卸し箇所数を 2 箇所以下に抑制する事業者が増えている。

これらのことから、野菜などの青果物の外、自ら共同輸送に取り組むことのできない中小メーカー等の製品輸送も含めて、小ロット貨物の長距離輸送を巡る環境は、厳しさを増している状況にある。

4. 野菜の長距離小ロット輸送のルート選択と課題

3 章に示した労働基準順守の重視、輸送量の小ロット化が、2 章で示した長距離輸送のルート選択に及ぼす影響や、生ずる課題を考察する。具体的には、過去一般的に行われていた、1 台分の貨物 12 トンを 3 箇所に卸す場合を例に、労働基準のドライバーの休息期間確保状況の差によるルート選択の変化、課題を考察する。

4.1 労働基準を順守する 12 トン車による小ロット輸送のルート選択の変化

ドライバーの労働基準では、勤務と翌勤務の

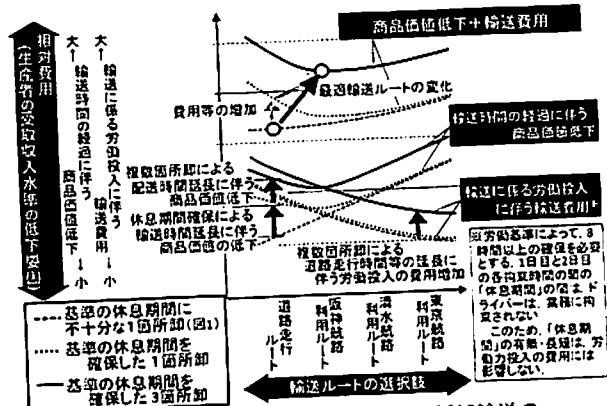


図3 労働基準の休息期間を確保して行う3箇所卸輸送の商品価値低下と労働投入費用の関係

間に 8 時間以上の休息期間を確保することとしている。九州発の東京圏向けの道路走行ルートでは、基準の 1 日分の運転時間では走り切れない道路距離であり、休息期間の確保が必要となる。基準どおりの時間数を確保することで、総輸送時間は長くなる。

更に、小ロット輸送の必要性から、3 箇所少量ずつ巡回配送を行うことで、荷卸完了までの総輸送時間と走行距離は長くなる。このため、1 箇所卸の場合に比べて、商品価値は低下し、輸送費用は大きくなる。

図 3 には、12 トン車が 1 箇所へ配送する場合（図 1）を基準として、道路走行ルートで労働基準の休息期間を確保した場合、更に、配送先を 3 箇所とした場合の、商品価値低下と輸送上昇の定性的な関係を示した。各々の相対費用が増大するとともに、道路走行ルートの休息期間を確保することにより、図 3 の例では、最適ルートは阪神航路ルートに変化する。

4.2 総輸送時間と労働投入量の現状

図 3 の相対費用の増減の関係を検証するため、それぞれの直接的要因となる総輸送時間と労働投入量を、九州 4 県から東京圏まで長距離輸送する場合を例に、輸送ルート毎に計算し、その結果を図 4 に示す。

図 4 の各図には、12 トン車が、東京大田区 1 箇所で 12 トン全ての貨物を卸す場合について、労働基準の休息期間を十分確保しない運行（図 4 中の破線）と確保した運行（同点線：道路走行ルートの総輸送時間のみ）を、また、休息期

間を確保し、大田区・板橋区・越谷市の順に4トンずつ3箇所卸す場合(同実線)を示した。

図中の総輸送時間は、発地の積込開始から着地の荷卸完了までに要する時間とし、労働投入量の値は、「貨物輸送量(トンキロ)」あたりの「輸送に携わる労働者の従事時間」とした。なお、労働投入量の算出は、加藤ら⁽¹¹⁾が、複合一貫輸送を対象として「輸送に携わる労働者の従業時間」あたりの「貨物輸送量(トンキロ)」で示した物流労働生産性指標LPIの逆数 $1/LPI$ とし、表2の条件により求めた。

図4の破線、点線、実線を、図3のそれぞれと比較すると、鮮度低下の要因となる総輸送時間、輸送費用の増加要因となる労働投入量それぞれの右上がり、右下がりの傾向や、3箇所卸(実線)にした場合の従来の1箇所卸(破線)との上下関係など、同様の関係を占めることが確認できた。

4.3 労働基準に照らした輸送時間の課題

図4の検証例で、更に、労働基準にある運転時間の順守状況を詳細にみると、以下の課題が明らかになった。

労働基準で2日平均9時間以内(2日間で18時間以内)とされるドライバーの運転時間は、道路走行ルートでの宮崎発では、2日分を超える19時間30分程度となった。大分・熊本発は17時間10~40分となり、出庫から集荷地、配送地から帰庫までの運転時間を勘案すると基準の18時間を超える。

阪神航路利用ルート⁸では、各航路とも、下船後2日目の運転時間が9時間50分前後となる。2日平均9時間以内で走行するためには、配送完了翌日3日目の運転時間を8時間程度に抑える必要が生じ、帰り荷の輸送に制約が生じる。

このため、両ルートで2日目中に市場配送を完了するには、交代ドライバーの確保など、何らかの追加的労働投入が必要となり、輸送費用の増加で、商品価値の低下分と輸送費用の計

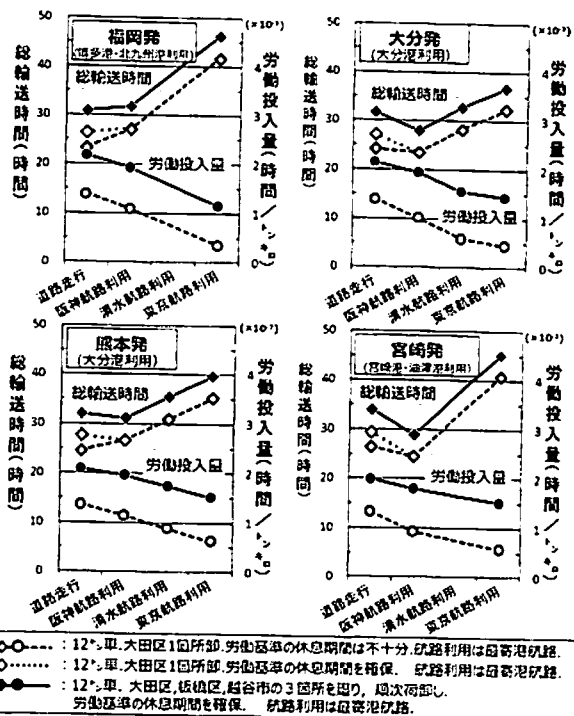


図4 12h車による1箇所卸・3箇所卸の総輸送時間と労働投入量

表2 総輸送時間と労働投入量の計算条件

- 計算条件
- ・航路は、各発地の最寄りの港に、現在航路の便を利用。
 - ・荷役は手荷役とし、着地における手待ち時間/箇所は1時間。
 - ・高速道路利用は、道路走行ルートは最寄りIC間、東京航路以外の海上輸送ルートでは下船港最寄りICから、1箇所目の着地最寄りICまでとし、その他は一般道利用とした。
 - ・ドライバーは、制限速度や表1などの法令等を守る。
 - ・上記以外の条件は、加藤ら⁽¹¹⁾の附表による。

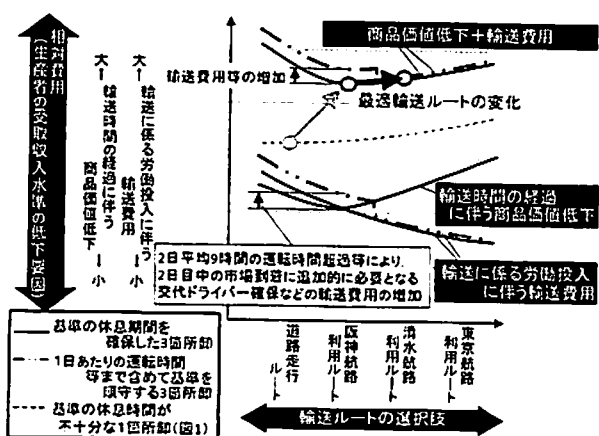


図5 労働基準の一日当たりの運転時間等まで考慮した3箇所卸輸送の商品価値低下と輸送費用の関係

は上昇する(図5中の二点鎖線)。このことにより、最適なルートは、清水航路ルートに変化する。

配送先を2箇所以下に抑制する現状の実態(3.3節)は、こうした非効率なドライバーの

⁸ 清水航路利用ルート、東京航路利用ルートの下船後の配送完了までの運転時間は、それぞれ5時間弱、3時間弱と、単

時間に留まる。但し、東京航路利用ルートは、航海時間が長いため、2日中の市場到着は適わない。

運用を回避しつつ、労働基準を順守するための対応と考えられる。

労働基準順守という制約条件の下

で、生産者の受取収入の水準の維持しつつ、小ロット輸送を継続するためには、総輸送時間や労働投入量の抑制できる輸送システム構築が必要となる。

5. 海陸小ロット輸送システム

鉄道 12ft コンテナ同様に輸送ロットの小さい 12ft の海上コンテナ⁹と、労働生産性に優れた海上輸送ルートを使って、九州広域の小ロット貨物の輸送を行おうとする動きがある。

12ft コンテナの利用により、途中の積替時間を抑え、複数配送先の巡回も回避することで、輸送時間と労働投入量の抑制を両立できる可能性がある。

この輸送システムを「海陸小ロット輸送システム」とし、仕組みや特徴を整理した上で、総輸送時間と労働投入量の抑制効果を検証する。

5.1 海陸小ロット輸送システムの仕組み

海陸小ロット輸送システムは、以下の工程で構成される（図6）。

① 配送先別では 12 トン車 1 台の量にまとまらない貨物を、発地で 12ft 海上コンテナに積込み、コンテナ積載用セミトレーラー等（以下、「台車」という。）により、発地側の特定の港湾近傍に集積する。

なお、九州発の近畿以東向け輸送の場合、貨物の集荷範囲は、海路利用により、発着地間の総輸送距離が短縮できる中・南九州を中心とする広域を、対象とする。

② 乗船港側で、配送先方面別の 3 個積台車にコンテナを積み替え、利用航路の船舶に乗船

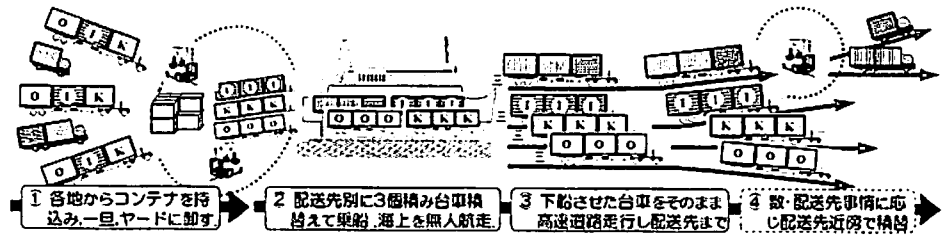


図6 海陸小ロット輸送システム

させ、ドライバー不在の無人航送を行う。

乗船前に、配送先方面別に台車を仕立てることで、下船後に、配送先の複数箇所卸に費やす時間・労働力の解消・低減を実現する。

③ 下船港にて、牽引用ヘッドにより 3 個積台車を牽引・下船し、そのまま、配送先へ向かう¹⁰。この際、配送先まで高速道路を利用し、総輸送時間短縮を図る。

④ 乗船前に、配送先毎の 3 個単位に、コンテナをまとめられない場合などは、配送先近傍の積替基地において、1~2 個積台車に積み替えて配送する。

5.2 海陸小ロット輸送システムの特徴

海陸小ロット輸送システムの特徴を以下にまとめる。

- ・小ロット輸送に適した 12ft コンテナの利用。
- ・積替をコンテナ単位で行うことにより、積替・混載時の時間・労働力を抑制。（結果的に、荷傷みの原因となる積替回数も抑制。）
- ・労働生産性の高い海上輸送ルート⁽¹¹⁾の利用。
- ・幹線道路走行に 3 個積台車を利用することで最大積載量が大きくなり¹¹、生産性が向上。
- ・航路と高速道路等の組合せの工夫次第で、12 トン車満載の 1 箇所卸しと同等の総輸送時間での輸送も可能（次節参照）。
- ・海上の無人航走と、集配送や幹線道路走行の分業で、自宅通勤運行が可能になるなど、ドライバー負担を軽減し、就労環境も改善。

5.3 海陸小ロット輸送システムの総輸送時間と労働投入量の抑制効果の検証

海陸小ロット輸送システムによる総輸送時

⁹ 海上コンテナと鉄道コンテナの大きな違いは、鉄道コンテナが貨車などへの固定に中央緊締方式を取るのに対し、海上コンテナは四隅のツイストロック方式を取っていることである。また、海上コンテナは、多段積が可能な高い剛性を備えている。両者の 12ft コンテナは、ほぼ同サイズであり、一部私有コンテナで、両固定方式を備えたものがある。

¹⁰ 対象船舶が、内航 RORO 船の場合は、港湾運送事業者による下船荷役の後の発車となる。

¹¹ 本稿では、小ロット輸送を対象としたため、12ft 海上コンテナ 1 個当たりの積載量を 4 トンとした。12ft 鉄道コンテナの最大積載量 5 トンに対し、12ft 海上コンテナは 6 トン程度積載可能であり、3 個積台車では 18 トンの輸送も可能である。

間と労働投入量の抑制効果を見る。

九州東岸中央の大分港に、広域からコンテナを集積し、大分港発の航路利用する場合を例に、海陸小ロット輸送システムの総輸送時間と労働投入量を、4.2 同様の条件で計算し、図4の一部データに重ね、図7に示す。

各発地とも、12ト車で3箇所卸（図7中の実線）を行う場合に比べて、海陸小ロット輸送システムによる3箇所への配送（同一点鎖線：3配送先の値の平均値）は、12ト車による1箇所卸（同破線）と同程度まで、総輸送時間、労働投入量を抑えられることが確認できる。

唯一、宮崎発の阪神航路利用の場合において、12ト車3箇所卸（宮崎港発の阪神航路利用）に比べて、総輸送時間の短縮効果が見られない。計算例とした海陸小ロット輸送システムを、大分港集積・大分航路利用としたため、発地から乗船港までの道路走行距離が長くなったためである。しかし、4.3節で示した、12ト車で3箇所卸するために9時間50分前後も要する阪神港下船後2日目の運転時間は、巡回配送を回避できることで、各着地まで7時間30～50分程度に抑えられる。他の3発地域（福岡、大分、熊本）とともに、労働基準に1時間強の余裕を持って、配送先に到着することが可能となる。

12ト車による3箇所卸に比べて、総輸送時間も短く、労働投入量も抑制できる海陸小ロット輸送システムによって、阪神航路利用ルートが最適なルートとなり得ることが確認できる。

なお、清水航路利用でも、総輸送時間は30時間程度（2日目の運転時間は2時間30～50分程度）に抑えられるので、野菜の東京圏出荷にも利用可能である。また、総輸送時間の長期化に伴う商品価値の低下（輸送中の在庫金利等の増加）よりも、輸送費用の抑制が重視され、配送締切が3日目午前中以降でも良い軽工業品などの輸送の場合は、東京航路（同30分～1時間40分程度）も選択肢になり得る。

以上のことから、長距離輸送を巡る厳しい環境の中で、労働基準を順守しながら、配送先の

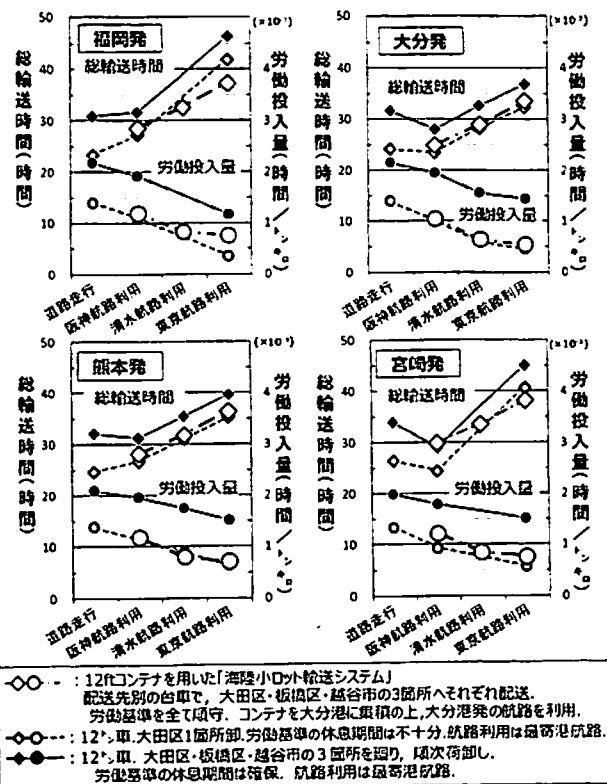


図7 海陸小ロット輸送システムによる総輸送時間と労働投入量

受付締切時間までに到着させるという制約条件の下で、長距離小ロット輸送を行う場合であって、

- ・ 総輸送時間と労働生産性が、共に優れる鉄道輸送の輸送能力が十分確保出来ない。
- ・ 発着地間で、RORO タイプの船による海上輸送ルートの選択が可能。

という状況にある地域間、品目の輸送では、海陸小ロット輸送システムは、総輸送時間、労働投入量のそれぞれを抑制し、生産者の受取収入の水準の維持・向上に有効な輸送ルートの選択肢を提供できる可能性が確認できた。

5.4 海陸小ロット輸送システムと対比して見る既存輸送システムの運用

最後に、海陸小ロット輸送システムを運用していく上で留意すべき、既存の輸送システムの運用の特徴を整理する。

(1) 復荷確保による12ト車の高い実車率

12ト車は、比較的狭隘な集配送先での集荷・配送も可能な、全国で普及する汎用性の高い車両である。下りの帰り荷が少ない中・南九州で仕立てられる12ト車は、機動性・汎用性を

活かして、帰り荷として、加工食品・飲料・雑貨などを北九州向けに運ぶことで、下りの復路でも高い実車率を確保している。

(2) 資機材の管理やコンテナの積替

ドライバーと共に移動する12トンの車に対し、人手から離れるコンテナは、コンテナ単位の運用・管理が必要となる。12ft海上コンテナを扱う事業者では、数少ない自社利用のコンテナヤードを経由させることで、所在や運用の管理を行っている。

また、RORO船への切り替えを2017年中に完了する、12ft海上コンテナ取扱の幹線航路では、船内では無ナンバー台車を利用して、車検費用などの維持管理費用を抑制している。更に、発着港双方で、フォークリフトにより、一旦、コンテナをヤードに卸した上で、集配を担うナンバー付台車との間で、積替作業を行っている。

6. おわりに

本稿では、九州から東京圏への野菜の出荷輸送を例に、生産者の受取収入の水準を最大化する最適なルート選択において、商品価値低下と輸送費用抑制がトレードオフの関係にあることを明らかにするとともに、本稿2～5章の考察から、表3のように、トラックドライバーの労働基準順守、輸送ロットの大小などによって、最適な輸送ルートが変化することを確認した。

本研究を通じて、労働基準を順守した上で行う、12トンの車による小ロットの複数箇所卸の輸送継続の難しさ、その課題を明らかにするとともに、海陸小ロット輸送システムによって、この課題を解決できる可能性を確認した。

本稿では、受取収入の水準の最大化のためのルート選択を考察したが、その定量的検証について、輸送時間の経過による鮮度劣化に伴う商品価値の低下については総輸送時間、また、輸送費用の増加については、輸送に係る労働投入量を用いて行った。ルート選択を、よりの確に行うためには、総輸送時間と労働投入量を、費用価値へ換算する手法の構築が必要である。

表3 労働基準順守、輸送ロットなどの差異によるルート選択の変化

輸送システム		12トンの車による輸送	海陸小ロット輸送システム	
輸送ロット、配送箇所数		12トンを1箇所	4トンを3箇所へ	
労働基準順守状況	休息期間	不十分	基準の8時間以上を確保	
	運転時間	—	基準の2日平均9時間以内	
輸送ルート	道路走行ルート	○	追加的な労働投入必要	—
	阪神航路ルート	—	○	○
	濠水航路ルート	—	○	○
	東京航路ルート	—	○	○
該当ケースの記載箇所		2.3節	4.1節	4.3節
			5.3節	5.3節

○,○の評価は、九州産東京圏向けの野菜輸送を対象とした、本稿の該当記載箇所の考察結果による。

また、海陸小ロット輸送システムの評価については、輸送に係る時間と労働投入量によって商品価値低下と輸送費用を評価するに留まった。5.4節の整理のように、海陸小ロット輸送システムの運用では、12トンの車に比べての下りの復路実車率が低下するリスク、コンテナや台車などの資機材の管理費負担、コンテナの積替費用など、システム特有の費用発生が考えられる。海陸小ロット輸送システム特有の発生費用も含めたシステムの評価が必要と考える。

謝辞

本研究の実施にあたっては、エキस्प्रेसコーポレーション(株)、日本通運(株)の他、日本長距離フェリー協会及び内航大型船輸送海運組合の会員企業を始めとした輸送関係、行政関係の多くの方々に、多大な協力をいただいた。また、運輸総合研究所(山内弘隆所長)メンバーに多くの指導・助言を戴いた。協力、指導を戴いた方々に、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 国土交通省：全国貨物純流動調査報告書，2017
- (2) 農林水産省：平成25年産野菜生産出荷統計，2014
- (3) 北海道開発局：農畜産物及び加工食品の移出実態(平成25年)調査結果報告書，2017
- (4) 高田富夫：ロジスティクス管理の方法，pp.116～131，山縣記念財団，2017
- (5) (一社)JC総研：野菜・果物の消費行動に関する調査結果，2016
- (6) 厚生労働省労働基準局：トラック運転者の労働基準等の改善基準のポイント，2016
- (7) 厚生労働省、国土交通省：トラック輸送状況の実態調査結果(全体版)，第3回トラック輸送における取引環境・労働時間改善中央協議会資料，2016
- (8) 農林水産省：平成25年青果物卸売市場調査報告
- (9) 東京都中央卸売市場：東京都中央卸売市場年報(農産物編)，各年資料
- (10) 農林水産省：野菜を巡る情勢，2017
- (11) 加藤博敏・相浦宣徳・根本敏則：長距離貨物輸送の物流労働生産性指標の提案と生産性向上に向けた考察，日本物流学会誌第25号，pp.79～86，2017

日本物流学会誌，第26号，pp153-160
平成30年6月