

内貿ユニットロードのモード別輸送特性とコスト構造を考慮した需要予測モデルの提案

Study on a Demand Forecasting Concept for the Domestic Maritime Unit-loaded Cargo arising from the Characteristics of Unit-loaded Transportation system and Freight Charge based on costing

渡部 富博* 中野 武** 森川 雅行*** 石井 伸一**** 野口 幸司*****

Tomihiro WATANABE, Takeshi NAKANO, Masayuki MORIKAWA, Shinichi ISHII, Koji NOGUCHI

1. はじめに

国内の長距離輸送においては、従来から内航海運が重要な役割を果たしてきたが、近年、荷主の物流コスト削減やJIT(ジャストインタイム)輸送などのニーズの高度化により、コンテナやシャーシなどのユニットロード輸送を活用した複合一貫輸送が大きく進展している。また、内貿ユニットロード輸送は、環境にやさしい輸送モードであり、モーダルシフトの担い手としての期待も大きい。

さらに、最近では、政府の規制緩和政策とも相俟って、内貿ユニットロードに関する新造船建造や、新規航路参入の緩和などの規制緩和が進められてきており、船社が自由に船舶を投入・撤退できるという内貿ユニットロード輸送の変革の時期でもある。

今後はこうした制度的な変化や、IT革命などを背景とした物流革新、環境に対する影響や労働力問題などを踏まえて、内貿ユニットロード輸送に関する適切な政策を展開することが重要である。そのためには、船社や荷主などのモデル構築などによる定量分析が欠かせないが、内貿ユニットロード輸送はその実態がつかみにくいなどの問題もあり、課題も多い。

これまででも、内貿ユニットロードに関する研究として、トラック輸送におけるフェリー航路選択に関する研究¹⁾や、意向調査をもとにトラック事業者の内貿ユニットロードへのモーダルシフトの可能性などを検討した研究^{2) 3)}などがあるが、内貿ユニットロードの代表的な輸送モードであるフェリー、コンテナ、RORO船の輸送特性を踏まえて、荷主や船会社の行動を考慮した需要予測手法を提案したものはないようである。

本分析は、コンテナ船、フェリー、RORO船(Roll on-Roll off船)の輸送モード別に、航路

や貨物等の実態や輸送特性などの分析を行うとともに、荷主の輸送機関選択構造や船会社の船舶投入意思決定構造を明らかにし、今後の需要予測モデルの方向性を示すものである。

2. 内貿ユニットロード輸送概要と貨物流動分析

以下では内貿ユニットロードの各輸送モード別の航路や、輸送貨物、地域間流動などに関する分析を行う。

(1)航路概要

輸送モード別の航路数は、1999年末でコンテナ航路、RORO船、中長距離フェリー航路(航行距離300km以上)とも26航路ある。1995年には、コンテナが23航路、RORO船が26航路、フェリーが28航路であり航路数自体にはあまり変化はない。

また、コンテナ、フェリー、RORO船の航路形成が多い北海道と関東地方との航路数をみると、1999年末で、コンテナ航路3航路、中長距離フェリー3航路、RORO船航路6航路の合計12航路があり、これら3つの輸送モードの航路が複数存在していることがわかる。なお、中長距離フェリー航路網の状況を図-1に示す。

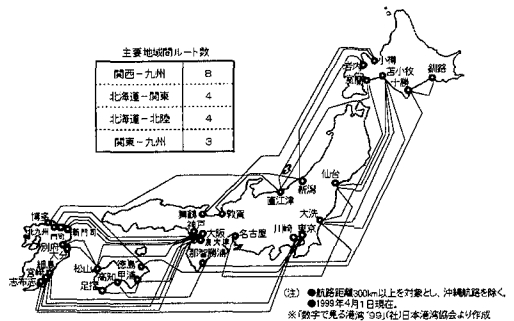


図-1 中長距離フェリーの航路図

(2)輸送貨物量

国内における内貿ユニットロード輸送の推移を、図-2に示す。コンテナ、フェリー、RORO船の合計で約1億5,200万ト(1997)の輸送量がある。フェリーは、近距離航路や離島航路などもすべて含んだ貨物量であるため、全輸送量の88%を占める。

キーワード：物資流動、経路選択、交通行動分析、港湾計画

* 正会員：工修 運輸省港湾技術研究所 主任研究官
(〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 TEL/FAX 0468-44-5035)
** 運輸省港湾技術研究所 研修生(福岡市港湾局)
*** 正会員，工修 運輸省港湾技術研究所 計画基準研究室長
**** 正会員，工博 (株)野村総合研究所
***** 工修，(株)野村総合研究所

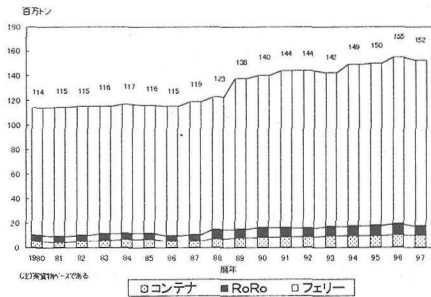


図-2 内貿ユニットロード輸送量の推移⁴⁾

(3) 地域間流動と船舶輸送モード

1995年に実施された全国貨物純流動調査⁵⁾ (以下「純流動調査」と呼ぶ) の3日間調査データを用いて、地域間流動状況のうち、フェリー、コンテナ、RORO船の複数の内貿ユニットロードの輸送モードが存在し、しかも輸送貨物量も多い北海道と関東地方間の内貿ユニットロード輸送について、モード別の構成比率を計算した結果を図-3に示す。

関東発北海道着では、フェリー利用のトラックが全体の80.1%、コンテナ船が9.2%、RORO船が10.7%となっている。また北海道発関東着では、フェリー利用のトラックが全体の70.3%、コンテナ船が3.9%、RORO船が25.8%となっており、内貿ユニットロード輸送貨物のうちコンテナやRORO船による輸送割合が2~3割とかなり多いことがわかる。

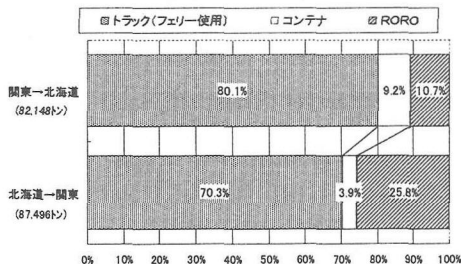


図-3 内貿ユニットロードの輸送モード別割合 (北海道-関東)

(4) 品目構成

港での荷役方式の全く異なるRORO船とコンテナ船について、純流動調査に基づく輸送貨物の品目構成を図-4に示す。

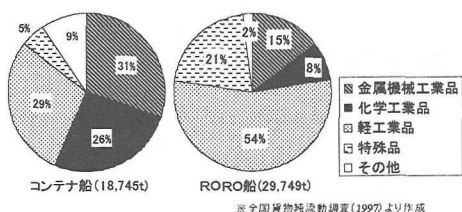


図-4 コンテナ船とRORO船の輸送貨物の品目構成

コンテナ船、RORO船による輸送とも、自動車部品、産業機械などの金属機械工業品、紙や製造食品などの軽工業品、合成樹脂や化学薬品などの化学工業品、くずものや動植物性飼料などの特殊品が主な輸送品目となっている。ただし、輸送品目の構成をみると、RORO船では紙を中心とする軽工業品の輸送が半分以上を占める、コンテナでは化学薬品などの化学工業品の比率が高いなど品目構成にも違いがみられる。

3. 輸送ダイヤの現状と荷主の輸送モード選択

荷主は、物流コストの削減などを目的に、効率的な輸送、よりスピーディでニーズにあった輸送サービスを求めている。輸送における時間指定や納期指定なども多くなっている。

以下では、東京から北海道への貨物の輸送を対象に、トラック輸送 (一部フェリー利用)、RORO船、内航コンテナ船の各輸送モードについて、荷役時間や船舶の航行時間などの分析を行い、実際の輸送サービスの状況と荷主のニーズなどへの影響を検討する。

(1) 分析概要

集荷は午後、配送は午前というのが貨物輸送においては一般的であることから、東京から北海道 (札幌市内) への輸送にあたり、1日目の16時に東京港の臨海部で集荷を行い、その後輸送モード別に輸送することとし、2000年4月現在の運航ダイヤのもとで札幌市内の荷受人への配送がいつになるかを検討した。

なお、トラック利用の場合は青森港発4:30、函館港着が4時間後の8:30の青函フェリーを利用、コンテナ船は東京港発20:00、苫小牧港着が36時間後の翌々日の8:00の航路を利用することとした。RORO船については、東京港発24:00、苫小牧港着が30時間後の翌々日の6:00の航路を利用するケース1と、日立港発23:00、苫小牧港着が21時間後の翌20:00の航路を利用するケース2の2つの経路の検討を行うこととした。

また、シャーン (荷台) をヘッドで引き入れたり自走するなどの方式での荷役となるRORO船やフェリーと、主に船舶のリフトでコンテナを積み上げる (LOLO: Lift on Lift off) コンテナ船では荷役方式が違うため、陸揚げや船積みにかかる時間が大きく異なる。したがって、港での荷役時間は、利用船舶へのフル積載を前提に船社などへのヒアリング結果等をもとに、フェリーおよびRORO船は1時間、コンテナ船は3時間とした。

(2)各輸送モード別の輸送スケジュール

(a)トラック輸送のケース

トラック輸送は、1日目の16時に東京で集荷後、11時間30分後の翌3:30までに青森港に到着し、フェリー利用により函館港に8:30に到着するが、荷役時間1時間と、函館一札幌間の陸上輸送時間5時間がかかるため札幌到着は2日目の14:30となる(図-5)。

(b)RORO船のケース

東京港発苫小牧港着の航路を利用する経路(ケース1)では、16時に集荷後、24:00の東京港出航まで、荷役時間1時間を考慮しても約7時間の待ち時間がでる。東京港出航後は、3日目の6:00に苫小牧港着となるが、到着後の荷役1時間と苫小牧一札幌間の陸送時間1時間がかかるため、3日目の8:00に札幌着となる(図-5)。

また、東京から茨城県の日立港まで約2時間かけて陸上輸送し、日立港発23:00の航路を利用する経路(ケース2)では、翌日の20:00に苫小牧港着となる。ケース1と同様、2時間後には札幌着となるから、2日目の22:00に札幌到着となる(図-5)。

(c)内航コンテナ船のケース

コンテナ船の場合は、16時に集荷後、20:00の東京港出航まで、荷役時間3時間を考慮しても約1時間の待ち時間がでる。出航後は、36時間後の翌々日の8:00に苫小牧港着となるが、陸揚げ作業に約3時間、苫小牧一札幌間の輸送に約1時間を要することから札幌到着は3日目の昼12:00となる(図-5)。

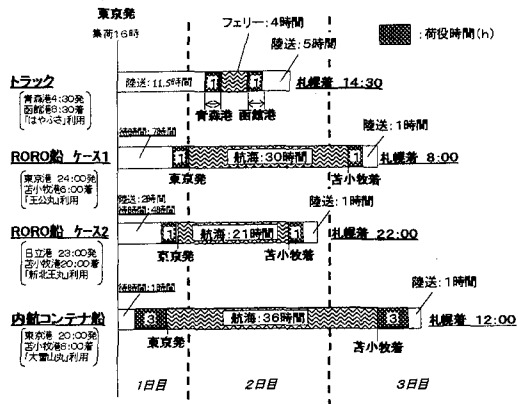


図-5 東京一札幌間の各輸送モードのスケジュール

(3)荷主の輸送モード選択要因

以上のように、現状の各輸送モードのダイヤでの輸送を考えた場合、札幌到着時刻には大きな違いがあることから、荷主が2日目午後配送希望か、3日目午前配送希望かなどにより、その輸送経路選択も変わってくる事が予想される。

当然のことながら、荷主の経路選択要因はこの到

着時刻だけではなく、輸送コストや輸送の信頼性・安全性など多くの要因がある。

さらに言えば、トラックとフェリー、RORO船は競合関係にあるとしても、コンテナに関しては、同じユニットロードとは言え、貨物輸送形態が大きく異なることから、荷主の輸送モード選択の検討時には注意が必要と考えられる。

4. 船会社の行動と需要予測モデルの方向性

内貿ユニットロード輸送は大量輸送機関であるがゆえに、船舶を投入するには一定のベースカゴ(基礎需要としての貨物、大口の荷主等)が必要である。基本的に荷主は、スケジュール(時間)と運賃(コスト)とを考慮しながら、輸送機関を選択しており、近年の規制緩和により供給が増加しているトラック輸送と競合する内貿ユニットロード輸送の船社においては、如何に低コストで船舶を調達し、荷主のニーズにあった運営をしていくかがポイントとなっている。

以下では、内貿ユニットロード輸送における船社の船舶投入などの行動について、船社ヒアリング等をもとに考察を加え、今後の内貿ユニットロード輸送に関わる需要予測モデルの方向性を検討した。

(1)船社の船舶投入行動など

船社のコストについては、投入する船舶の建造コスト(初期投資額)が重要であり、これは費用の一部となる減価償却費に大きく影響する。またどのような航路に船を何隻投入すれば十分にサービスを提供できるかなども問題となる。

例えば、航送速度が遅く、また荷役に要する時間が大きければ、それだけ船の回転率が低くなる。時間に対する要請の厳しい荷主に対応しデイリー運航などを行う必要がある場合には、船の回転率が低ければ、投入隻数を増やすしかない。

1隻10数億円～数10億円と言われる船舶を更に投入することになると、船会社にとって大変な初期投資の負担増となるだけではなく、船の運営のためのクルーなどの人件費もかさむこととなる。

このように、船舶を投入するかどうかの意思決定において、当該航路における船の回転率が極めて大きな決定要因となる。そしてこの回転率に大きな影響を与えているのが、寄港地や航送速度はもちろんのこと、荷役時間などである。

(2)内貿ユニットロード輸送の需要予測モデルの方向性

内貿ユニットロードの需要予測モデル形成において重要となるのは、需要予測を行った結果、需要が見込まれたとしても、それが船会社の船舶投入、ひいては実際の航路就航に結びつかなければ、現実の

ものとはならないということである。

今後の港湾整備において、円滑な物流の実現を図るとともに、投資効果を高めるために的確な需要予測が求められていることから、船社コストモデル、船社の経営収支モデルと荷主のルート選択モデル（輸送機関分担モデル）をリンクさせた内貿ユニットロードの需要予測モデルを提案する。

(a) 内貿の全体構成と方向性

従来は、県間OD貨物量などをベースに内貿ユニットロード航路などを想定し、各ルートのコストや所要時間などを勘案して荷主の経路・機関分担モデルを計算している。そして、得られたルート毎の貨物量をもとに、1便あたりの貨物の積取量（船積量+陸揚量）などを計算し、ルート成立の可能性のチェックをこの積取量により行うという簡便な手法をとってきた。

しかしながら、ルート成立のポイントとなる積取量などは、実績値を参考に決められることが多く、このプロセスは必ずしも船社の行動を反映しているとは言えず、航路の需要予測と実際の船社の船舶の投入に大きな乖離が生じることも希ではない。

そこで、今回は、船社へのヒアリング結果などをもとに、図-6に示すような従来の機関分担モデルに、船社側のコストや収支の検討モデルを加えた需要予測モデルを考えることとした。

IT革命による荷主ニーズの変化や物流革新による荷役時間短縮、規制緩和などが、荷主のルート選択や船社のコストに大きく影響する。

それらを考慮のうえ、船社のコストモデルにおいて、船価や人件費などをもとに船社のコストを計算する。さらに船社の経営収支モデルでは、荷主の経路・輸送機関選択モデルで計算される航路需要量と実勢運賃などをもとに船社の収入、さらには利益を検討し、実際に船を投入するか否かの判断をする。もし船社の収支などを勘案して、航路に船を投入しない、航路が成立しないということになれば航路設定条件を変更して再計算となる。

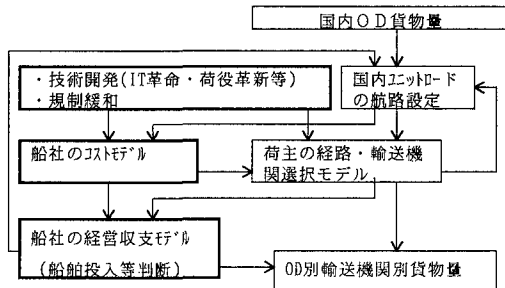


図-6 内貿ユニットロードの需要予測フロー

(b) 船社のコストモデル・経営収支モデル概要

船社が実際に船舶を投入するか否かは、一定のロ

ードファクターがあるとか、積取量がいくら以上といった単純なものではなく、投入船舶によるコストならびに航路運営に関わる費用と、船の運航に伴い得られる収入とを比較し、利益が上がるかどうか大きなポイントである。船社のコストは以下のように表すことができる。

$$TC = DC + OC + HC + PC$$

TC: 船社が船舶を投入し運営に要する総コスト

DC: 減価償却 (IC: 仁済コストに依存)

OC: 運営費 (燃料, 維持管理費等)

HC: 人件費 (加-等人件費, 福利厚生費等)

PC: 港湾関係諸費用 (荷役費, 岸壁使用料等)

また、船社が船舶を投入するか否かは次の判断式によって決定される（経営収支モデル）。

$$\text{利潤 } P = S - TC > 0$$

但し S: 船社の売上げ

$S = RF \times Q$, RF は実勢運賃, Q は貨物量

これらの式に必要なとされるデータは、現実には企業の内部データであることから入手が難しいが、現状の貨物量の動向や運賃表（タリフ）、関係者へのヒアリング等により把握が可能と考える。

5. まとめ

内貿ユニットロード輸送の代表的な機関でもあるコンテナ、フェリー、RORO船の航路や貨物流動の状況、輸送特性などを分析するとともに、荷主の輸送機関選択構造や船会社の船舶投入意思決定構造などについて検討を行った。

それにより、フェリー、コンテナ、RORO船のモード別の輸送の実態が把握できたほか、これら3つの輸送モードの選択は、荷主のニーズ、荷役時間や運航時間などの輸送機関別の特性によることが明らかとなった。

さらに、これらを踏まえ、内貿ユニットロードの需要予測は、船社行動に基づく航路の成立条件を考慮する必要があること、具体的にはこれまでの荷主モデルに船社が実際に船を投入するか否かの検討フローを組み込んだモデルを提案した。

今後は、今回の検討を踏まえ、コンテナ船やRORO船などの各輸送モードのコストや収支などの分析を行い、より精度の高い内貿ユニットロード輸送モデルの構築をしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 吉田尚志他, 北海道本土間トラック輸送の日本海側フェリー航路シフトの可能性, 土木計画学研究・論文集13, 1996.9
- 2) 宮前直幸他, 海上輸送ダイヤ条件の改善によるモーダルシフトの可能性, 土木計画学研究・論文集15, 1998.9
- 3) 宮前直幸他, 円滑な複合一貫輸送システムの構築に向けた一考察, 土木計画学研究・論文集16, 1999.9
- 4) 数字でみる港湾'99, (社)日本港湾協会, 1999.7
- 5) 全国貨物純流動調査: 運輸省, 建設省, 1997.3