

配船スケジュールを考慮した荷主の港湾選択 行動分析

茅野 宏人¹・石黒 一彦²

¹学生会員 神戸大学大学院 海事科学研究科海洋ロジスティクス科学専攻 (〒658-0022 兵庫県神戸市東灘区深江南町5-1-1)

E-mail: 121w303w@stu.kobe-u.ac.jp

²正会員 神戸大学大学院准教授 海事科学研究科 (〒658-0022 神戸市東灘区深江南町5-1-1)

E-mail: ishiguro@maritime.kobe-u.ac.jp

本研究では、ロジットモデルを用いて東北・中国・四国地方の輸出入コンテナ貨物の荷主の港湾選択行動分析を行った。効用関数に従来考慮されなかった配船スケジュールから得られる変数を導入している。モデルのパラメータ推定結果より、地方荷主の港湾選択は陸上輸送距離、海上輸送日数、平均待ち時間、週間延べ便数が主要因であることが明らかとなり、上記3地域ごとの地域特性はないことが推察される結果を得た。また、輸出の場合には海上輸送運賃は荷主の効用に影響を与え、その際陸上と海上それぞれの運賃を考慮していることが示唆された。

Key Words : 配船スケジュール, 平均待ち時間, 集計ロジットモデル, 港湾選択要因

1. はじめに

現在、世界のコンテナ貨物輸送量の増加に伴い、日本の輸出入において、大都市港だけでなく地方港においてもコンテナ貨物取扱量は増加している。地方港に寄港する定期便は大半が韓国航路、中国航路、およびアジア航路であるが、それらは北米や欧州発着のコンテナ貨物の輸送にも利用されている。この海外でトランシップされる輸送が増加傾向にあり、地方に立地する荷主にとっての選択肢の一つとして確立してきている。また環境意識の高まりを背景に、航路を誘致して地元荷主に地元港からの輸出入を促そうとする地方自治体と、既に成熟した地方港サービスの中で新たな成長源を求めようとする船社の双方の思惑が一致することにより地方港利用貨物が増加し、今後ますます地方港の果たす役割が大きくなることが予想される。一方で地方の荷主企業は依然として地元の港をあまり利用せず、京浜港、阪神港といった大都市港を利用して輸出入を行っているのが現状である。なぜ地方の荷主は高い陸上輸送費を支払い、長い陸上輸送時間を費やして大都市港を利用して輸出入を行うのだろうか。荷主にとっては生産地から一番近くの港湾を利用することが陸上輸送費用、陸上輸送時間の観点からは最も合理的な行動と考えられる。地方荷主がわざわざ大都市港を利用するのは、それら以外の選択要因があると

考えられる。

このような背景のもと本研究では、集計ロジットモデルによる荷主の港湾選択行動モデルにより、荷主の港湾選択要因を特定することを目的とする。

荷主の港湾選択行動をモデル化して分析した研究として、岡本 (1999)¹⁾は中核国際港湾の一つである新潟港を対象に非集計ロジットモデルを構築し、中核港湾の有効利用について検証を行っている。岡本は貨物の時間評価をデータ化する必要性を指摘した上で、陸上運賃、貨物輸送の時間費用、海上運賃、寄港頻度といった説明変数を用いた分析を行っている。

また地方ごとの荷主特性を考慮した港湾選択構造分析を行った研究に、石原 (2010)²⁾の研究がある。石原はアジア域内の近海輸送を利用している西日本発着の貨物を対象に、集計型のロジットモデルを用いた分析を行っている。ロジットモデルの説明変数として陸上輸送距離、寄港頻度、海上輸送日数、船舶容量、県内港湾利用ダミー変数を用いている。ただしこの研究は地方港からは直行便がほとんどであるアジア域内の近海航路のみを対象にした分析であり、地方港からはトランシップ輸送が多くなる近海以外の航路への輸送に対して応用できるものではない。

また、Malchowら (2004)³⁾は非集計型ロジットモデルを用いてアメリカ国内の港湾選択問題に取り組んでいる。

ロジックモデルの変数に海上輸送距離，陸上輸送距離，寄港頻度，船腹量，そして最終寄港地確率（ある港が目的地への最終寄港地である確率）を用いている。著者は市場シェアは貨物品目や船社によって変わり，船のスケジューリングが港湾選択において重要だと結論付けた。しかしこの研究では陸上輸送の影響が強く海上輸送に関して注視していない。

これらの研究より，荷主の港湾選択には時間とコストに関する要因が大きく影響を及ぼしていると考えられる。しかしどちらの研究も，時間に関係する船の配船スケジュールについては便数を集計するだけに留まり，寄港曜日が同じ便でも1便ずつとして計算されている。

本研究では，従来研究では考慮されなかった詳細なスケジュールデータに基づく海上輸送日数，配船スケジュールが港湾選択要因となると仮定する。例えば，寄港頻度が週2便であるとき，その内訳が同じ曜日に2便なのか，それぞれ違う曜日に寄港しているのか，またその間隔が何日あるのかによって，荷主にとっての使い勝手が異なり，結果として選択確率に影響を与えていると考える。輸出入において寄港曜日も含めた配船スケジュールの把握を行えば，荷主の船待ち時間を考慮した輸送日数・寄港頻度のデータ化が可能となる。得られたデータを用いて地方（東北，中国，四国）荷主の港湾選択モデルを構築し，モデルの推定結果より変数としたそれぞれの要因の組み合わせについての検証を行う。

2. 対象地域とデータ

(1) 東北地方

東北地方における各県を生産地とする輸出入別コンテナ貨物取扱量を下表に示す。東北地方は各県内それぞれ1つのコンテナ港湾が存在する。輸出・輸入のどちらも大都市港である京浜港から離れるほど地元港利用率が上がっている。このことから，荷主は貨物を陸上輸送によるコスト・時間をかけて大都市に運ぶより，近い港を利用したいと考えていると予測できる。

表-1 平成20年度コンテナ貨物取扱量（輸出，東北地方）

	県内主要コンテナ港湾	全貨物量(F/T)	地元港利用(F/T)	地元港利用率
秋田県	秋田港	19027	11929	62.7%
青森県	八戸港	30325	9446	31.1%
宮城県	仙台塩釜港	97907	25644	26.2%
岩手県	大船渡港	14228	3576	25.1%
山形県	酒田港	13752	1748	12.7%
福島県	小名浜港	70993	2917	4.1%

表-2 平成20年度コンテナ貨物取扱量（輸入，東北地方）

	県内主要コンテナ港湾	全貨物量(F/T)	地元港利用(F/T)	地元港利用率
秋田県	秋田港	27320	23766	87.0%
青森県	八戸港	27769	22511	81.1%
岩手県	大船渡港	16118	7141	44.3%
宮城県	仙台塩釜港	87251	38477	44.1%
山形県	酒田港	23446	4702	20.1%
福島県	小名浜港	80937	6895	8.5%

(2) 中国地方

次に中国地方の輸出入別の貨物取扱量を表3，表4に示す。輸出入ともに一番地元港利用率が高い広島県は広島港，福山港など4つのコンテナ港湾を所有している。距離的に大都市港である阪神港からより離れている山口県より広島県の地元港利用率が高いのは，「準ハブ港化」を目指す広島港に原因があると考えられる。「準ハブ港化」とは平成20年度から広島港が近隣他港を利用する県外貨物を内航フィーダーで集約し，ハブ港である阪神港に次ぐ港とする動きである。

山口県の次に阪神港から離れた位置にある島根県は，輸出において2番目に地元港利用率が高く，地元港利用率の他県との差を陸上距離の違いで説明できる。しかし輸入では阪神港から近い岡山県，鳥取県よりも島根県の地元港利用率が劣っている。つまり荷主の港湾選択には，陸上距離以外の要因が強く働いており，海上輸送に関する所要日数・寄港頻度といった輸送船のスケジュールの影響が大きいと考えられる。

表-3 平成20年度コンテナ貨物取扱量（輸出，中国地方）

	県内主要コンテナ港湾	全貨物量(F/T)	地元港利用(F/T)	地元港利用率
広島県	広島港、福山港	78989	37847	47.9%
島根県	浜田港	7779	3066	39.4%
山口県	徳山下松港、岩国港、下関港	121775	43470	35.7%
岡山県	水島港	77565	22740	29.3%
鳥取県	境港	13420	2038	15.2%

表-4 平成20年度コンテナ貨物取扱量（輸入，中国地方）

	県内主要コンテナ港湾	全貨物量(F/T)	地元港利用(F/T)	地元港利用率
広島県	広島港、福山港	142969	107721	75.3%
山口県	徳山下松港、岩国港、下関港	74631	31549	42.3%
岡山県	水島港	136757	53611	39.2%
鳥取県	境港	12797	5014	39.2%
島根県	浜田港	16109	3640	22.6%

(3) 四国地方

四国地方では愛媛県が松山港，今治港，三島川之江港の3港を所有しており，高知県，香川県，徳島県にはそれぞれ1港の県内港湾がある。阪神港から離れた高知県と愛媛県は輸出，輸入ともに地元港利用率が高くなっており，四国の中で最も阪神港に近い徳島県は一番地元の港利用が少ない。東北・中国・四国地方とも都市から離れるほど地元港利用が多くなる傾向にあることから，やはり陸上輸送による時間・コスト消費が港湾選択に影響を与えているという予測が立てられる。

表-5 平成20年度コンテナ貨物取扱量（輸出，四国地方）

	県内主要コンテナ港湾	全貨物量(F/T)	地元港利用(F/T)	地元港利用率
高知県	高知港	4377	2002	45.7%
愛媛県	松山港、今治港、三島川之江港	65175	17094	26.2%
香川県	高松港	18572	3314	17.8%
徳島県	徳島小松島港	15453	1346	8.7%

表-6 平成20年度コンテナ貨物取扱量（輸入，四国地方）

	県内主要コンテナ港湾	全貨物量(F/T)	地元港利用(F/T)	地元港利用率
高知県	高知港	7664	4808	62.7%
香川県	高松港	38083	17216	45.2%
愛媛県	松山港、今治港、三島川之江港	68009	28381	41.7%
徳島県	徳島小松島港	27165	7478	27.5%

3. 荷主の港湾選択モデル

(1) ロジットモデル

本研究では荷主の港湾選択行動について、ランダム効用理論に基づいて検討する。具体的には荷主の経路選択行動はロジットモデルにより説明できるものとして分析を行う。

(2) 使用する変数

・陸上輸送距離

陸上輸送距離とは貨物の生産・消費地から船積港までの内陸距離(km)のことで、国土交通省が発行する平成20年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査⁴⁾から得られるデータを使用する。より詳細な分析を行うため貨物の生産・消費地を各県およそ4つの生活圏に分類し、生活圏-船積港のペアで分けた。

・海上輸送日数

海上輸送日数は週間刊行物である SHIPPING GAZETTE⁵⁾と国際輸送ハンドブック⁶⁾を用いて集計する。 SHIPPING GAZETTEからは輸出入の国内港湾-外国港湾間の日数が得られる。大都市港から北米・欧州への直行輸送と釜山、上海などの近海港から北米・欧州への直行輸送は輸送にかかる日数は同じであるものと考え、東北・中国・四国地方港湾と日本近海港湾との港湾間日数を使用する。これをさらに、同じ地方港-近海港ペアの複数の便の中で最短の輸送日数、輸送日数を便数により平均する相加平均・調和平均の3つに分類する。

・配船スケジュール

SHIPPING GAZETTEと国際輸送ハンドブックで調べた輸出入の、すべての便について調べる。配船スケジュールについては更に2つに分類する。

週間延べ便数・・・1ヶ月当たりの便数で記載されている便や、デイリーサービスの便を1週間当たりの便数に換算した頻度

平均待ち時間・・・荷主がランダムに港湾に来ると仮定したときの、全荷主の平均待ち時間である。平均待ち時間は便数だけでは求まらず、それぞれの港湾の寄港曜日も把握しなければならない。

・海上輸送運賃

Drewry container freight insight⁷⁾を使用し、各国の主要な港湾間運賃を変数とした。コンテナ流動調査と合わせた年月のデータが得られなかったため、入手できた中

で最も近い2009年7月のデータを使用した。

4. 分析結果および考察

各地方から北米・欧州の輸出入について4変数でパラメータ推定を行った結果、最大6つの変数パターンの結果が得られた。地方港ダミー変数を含んだモデルのパラメータ推定では有意な結果が得られなかったため、地方港ダミーを除いた陸上輸送距離・海上輸送日数・寄港頻度の3変数モデル推定結果について考察する。

(1) 東北地方

(a) 北米（輸出）

東北-北米の輸出についての推定結果を下に示す。

(表-7) 符号条件は正しく、尤度比も十分高い結果を得た。しかし陸上輸送距離に関してはどの変数の組み合わせでもt値の絶対値が小さく、説明力を持たないと言える。

海上輸送日数で最もt値が良いのは陸上輸送距離・海上輸送日数（相加平均）・週間延べ便数のモデル4で、このとき週間延べ便数についてもt値の絶対値が大きくモデル全体の中で一番信頼度が高いと言える。海上輸送日数では最短日数で推定したモデル1、2のt値の絶対値が相加・調和平均より小さく、相加・調和平均の比較ではほとんど違いがない。よって荷主は輸送時間について平均日数を考慮すると考えられる。

配船スケジュールの変数の比較で、平均待ち時間が有意なのはモデル2に対してモデル1だが、その他の変数でモデル2より有意だとは言えない。

表-7 東北-北米（輸出）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	-2.31E-03 (-0.39)	-2.61E-03 (-0.37)	-4.16E-03 (-0.66)	-3.48E-03 (-0.54)	-3.02E-03 (-0.52)	-2.97E-03 (-0.47)
海上輸送日数(最短) (日)	-2.15 (-1.5)	-2.57 (-1.71)				
海上輸送日数(相加平均) (日)			-2.00 (-1.59)	-2.37 (-1.97)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					-2.03 (-1.63)	-2.37 (-1.94)
平均待ち時間 (日)	-0.29 (-0.60)		-0.49 (-1.06)		-0.35 (-0.73)	
週間延べ便数 (便/週)		1.21E-03 (0.44)		6.20E-03 (2.23)		4.59E-03 (1.66)
ρ^2	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

(0内はt値)

(b) 欧州（輸出）

東北-欧州の輸出ではモデル3のみ陸上輸送距離、海上輸送日数の符号条件が逆転し、それ以外のモデルでは符号条件が合い、尤度比も高い結果を得た。陸上輸送距離については説明力を持つと言えるほどの数値に至らなかった。海上輸送日数のt値が良いのはモデル2、モデル4、モデル6で、これらは共通して配船スケジュールに関する変数は週間延べ便数となっている。海上輸送日数、配船スケジュール両方の変数でt値が良好なのはモデル4である。

配船スケジュール変数の t 値に関して、平均待ち時間の方が週間延べ便数より良好なのはモデル 1 とモデル 5 だが、どちらも陸送距離、輸送日数の t 値は有意な値ではない。

表-8 東北-欧州（輸出）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	-1.06E-03 (-0.33)	-5.11E-03 (-0.97)	1.14E-03 (0.34)	-3.26E-03 (-0.86)	-4.59E-04 (-0.13)	-4.38E-03 (-1.01)
海上輸送日数(最短) (日)	-0.50 (-0.64)	-2.84 (-2.28)				
海上輸送日数(相加平均) (日)			0.35 (0.58)	-1.86 (-2.82)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					-0.17 (-0.24)	-2.29 (-2.64)
平均待ち時間 (日)	-1.98 (-13.6)		-2.73 (-18.4)		-2.25 (-15.3)	
週間延べ便数 (便/週)		1.77E-02 (1.82)		8.30E-02 (8.47)		4.95E-02 (5.05)
ρ^2	0.89	0.87	0.89	0.86	0.89	0.87

(0内はt値)

(c) 北米・欧州(輸出)

北米・欧州航路をまとめたデータを使用してモデル推定を行った。各モデルで変数の符号条件が合い、尤度比も高い数値が得られた。陸上輸送距離について t 値は十分説明力を持つほどの値ではない。ただ配船スケジュール変数との組み合わせでは週間延べ便数の方が t 値は有意である。

海上輸送日数は北米、欧州別で推定した結果と同様週間延べ便数との組み合わせのとき t 値の絶対値が大きい。

配船スケジュールについては週間延べ便数、平均待ち時間両方の変数で t 値が良好である。特に平均待ち時間を変数としたモデルで北米、欧州のどちらも有意な値ではなかったモデル 3 についても高い値が得られた。

表-9 東北-北米・欧州（輸出）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	-0.19 (-0.70)	-0.44 (-1.04)	-0.21 (-0.70)	-0.32 (-0.10)	-0.21 (-0.75)	-0.40 (-1.12)
海上輸送日数(最短) (日)	-1.19 (-1.88)	-2.76 (-2.82)				
海上輸送日数(相加平均) (日)			-0.78 (-1.41)	-2.03 (-3.55)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					-1.01 (-1.73)	-2.34 (-3.27)
平均待ち時間 (日)	-1.16 (-8.32)		-1.51 (-10.7)		-1.30 (-9.20)	
週間延べ便数 (便/週)		0.01 (3.66)		0.02 (8.45)		0.02 (6.11)
ρ^2	0.91	0.90	0.91	0.89	0.91	0.90

(0内はt値)

(d) 北米（輸入）

東北-北米の輸入は、平均待ち時間を説明変数とするとうり良い結果が得られなかった。週間延べ便数を含むモデル 2、モデル 4、モデル 6 はいずれも尤度比、t 値ともに良い数値が得られた。モデル 4 は陸上輸送距離・海上輸送日数の 2 変数で一番 t 値が良い。

表-10 東北-北米（輸入）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	-4.68E-03 (-4.66)			-5.34E-03 (-5.14)		-5.13E-03 (-4.98)
海上輸送日数(最短) (日)		-0.31 (-2.58)				
海上輸送日数(相加平均) (日)				-0.42 (-3.99)		
海上輸送日数(調和平均) (日)						-0.41 (-3.78)
平均待ち時間 (日)						
週間延べ便数 (便/週)	7.09E-02 (19.2)			5.79E-02 (15.9)		5.79E-02 (15.9)
ρ^2	0.33			0.32		0.32

(0内はt値)

(e) 欧州（輸入）

東北-欧州の輸入についても平均待ち時間をモデルの変数として推定したが良い結果が得られなかった。モデル 2、モデル 4、モデル 6 は尤度比、t 値、符号条件から説明力のあるモデルであると言える。モデルの中でも海上輸送日数を相加平均でとったモデル 4 は 3 変数全て他の 2 つのモデルより t 値の絶対値が大きくなっている。

表-11 東北-欧州（輸入）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	-7.58E-03 (-6.62)			-9.21E-03 (-11.3)		-8.88E-03 (-10.4)
海上輸送日数(最短) (日)		-0.95 (-7.22)				
海上輸送日数(相加平均) (日)				-0.78 (-10.9)		
海上輸送日数(調和平均) (日)						-0.86 (-10.7)
平均待ち時間 (日)						
週間延べ便数 (便/週)	8.15E-02 (6.51)			2.70E-01 (21.5)		1.99E-01 (15.9)
ρ^2	0.45			0.44		0.45

(0内はt値)

(f) 北米・欧州（輸入）

北米・欧州航路を合わせたモデルの推定では尤度比は十分高く、符号条件もそれぞれの変数で合致したものとなっている。ただし北米、欧州別の分析と同じく平均待ち時間を変数としたモデルでは有意な結果が得られなかった。

それぞれの変数で t 値の絶対値が一番大きいのは海上輸送日数であり、最も説明力のある変数である。更にパラメータの絶対値の大きさも 3 変数の中で海上輸送日数が一番大きいので、北米・欧州航路において荷主は港湾選択の際に輸送日数を重視していると考えられる。

表-12 東北-北米・欧州（輸入）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)		-0.59 (-7.92)		-0.76 (-11.8)		-0.72 (-11.1)
海上輸送日数(最短) (日)		-0.83 (-9.64)				
海上輸送日数(相加平均) (日)				-0.89 (-14.3)		
海上輸送日数(調和平均) (日)						-0.88 (-13.6)
平均待ち時間 (日)						
週間延べ便数 (便/週)		0.02 (4.59)		0.02 (6.50)		0.02 (5.49)
ρ^2		0.38		0.37		0.38

(0内はt値)

(2) 中国地方

(a) 北米（輸出）

どの組み合わせも符号条件が正しく尤度比も説明力のある数値が得られている。

海上輸送日数については最短でとったモデル 1、モデル 2 では t 値にほとんど差はなく、相加平均・調和平均を変数にしたモデルにおいては平均待ち時間との組み合わせのモデル 3、モデル 5 が高くなった。

配船スケジュールに関して、週間延べ便数の方が t 値は良い。中でもモデル 4 とモデル 6 が特に高い数値であり、これは輸送日数を平均で取った場合である。北米航路を利用する中国地方の荷主にとっては曜日関係なく便数が増えるほど港湾を利用すると考えられる。

表-13 中国-北米（輸出）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	-6.87E-03 (-3.01)	-5.90E-03 (-2.78)	-3.87E-03 (-2.79)	-2.78E-03 (-2.15)	-4.58E-03 (-3.02)	-3.30E-03 (-2.30)
海上輸送日数(最短) (日)	-3.07 (-4.03)	-2.94 (-4.09)				
海上輸送日数(相加平均) (日)			-1.13 (-4.49)	-0.81 (-3.41)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					-1.44 (-4.41)	-1.01 (-3.24)
平均待ち時間 (日)	-0.50 (-2.04)		-0.74 (-2.94)		-0.76 (-2.96)	
週間延べ便数 (便/週)		3.16E-02 (5.46)		8.56E-02 (14.5)		9.08E-02 (15.5)
ρ^2	0.41		0.40	0.39	0.40	0.38

(0内はt値)

(b) 欧州（輸出）

モデルの尤度比はモデル全てにおいて十分高いと言える。しかし陸上輸送距離はモデル 3 以外のモデルの符号条件が合わない。週間延べ便数を含むモデル 2、モデル 4、モデル 6 では符号条件が逆である。モデル 3 は陸上輸送距離と平均待ち時間の t 値の絶対値が小さいためこれら 6 つのモデルでは中国-欧州の輸出を説明できない。

表-14 中国-欧州（輸出）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	3.62E-03 (2.56)	3.67E-03 (2.53)	-1.98E-05 (-0.02)	5.81E-04 (0.55)	6.29E-04 (0.58)	1.10E-03 (0.97)
海上輸送日数(最短) (日)	-0.43 (-1.39)	-0.68 (-2.17)				
海上輸送日数(相加平均) (日)			-0.89 (-5.78)	-0.95 (-6.15)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					-0.90 (-4.77)	-0.98 (-5.30)
平均待ち時間 (日)	-0.12 (-1.03)		-0.05 (-0.48)		-0.03 (-0.26)	
週間延べ便数 (便/週)		-1.20E-01 (-11.8)		-1.50E-01 (-14.3)		-1.50E-01 (-14.6)
ρ^2	0.29	0.30	0.39	0.40	0.35	0.37

(0内はt値)

(c) 北米・欧州（輸出）

海上輸送日数は相加平均の t 値が有意であった。週間延べ便数の変数では、仕向け地を合わせると t 値が良い結果とならなかった。逆に平均待ち時間のモデルでは十分説明力の高い数値が得られている。北米・欧州航路では荷主は船待ち時間を考慮する傾向にあると考えられる。

表-15 中国-北米・欧州（輸出）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	0.05 (0.05)	0.06 (0.56)	-0.12 (-1.49)	-0.05 (-0.59)	-0.09 (-1.08)	-0.04 (-0.46)
海上輸送日数(最短) (日)	-1.08 (-3.59)	-1.17 (-4.07)				
海上輸送日数(相加平均) (日)			-0.96 (-7.42)	-0.97 (-7.64)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					-1.05 (-6.49)	-1.06 (-6.79)
平均待ち時間 (日)	-0.20 (-1.94)		-0.24 (-2.64)		-0.23 (-2.45)	
週間延べ便数 (便/週)		1.33E-02 (2.67)		3.57E-03 (0.68)		1.04E-02 (2.04)
ρ^2	0.31	0.31	0.39	0.39	0.36	0.36

(0内はt値)

(2) 中国地方

(d) 北米（輸入）

モデル全体の尤度比は十分高い結果である。中国-北米においても輸入は平均待ち時間をモデルの変数とする推定結果が得られなかった。モデル 6 に関しては配船スケジュール変数の符号条件が合わず、現象説明力が無いと思われる。t 値についてモデル 2 は海上輸送日数が、モデル 4 は週間延べ便数が良い値を得られなかった。

表-16 中国-北米（輸入）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)		-3.33E-03 (-3.21)		-3.94E-03 (-3.06)		-3.62E-03 (-2.90)
海上輸送日数(最短) (日)		-0.08 (-0.61)				
海上輸送日数(相加平均) (日)				-0.54 (-6.25)		
海上輸送日数(調和平均) (日)						-0.60 (-6.17)
平均待ち時間 (日)						
週間延べ便数 (便/週)	1.47E-01 (22.5)			1.29E-03 (0.15)		-1.11E-03 (-0.21)
ρ^2		0.24		0.28		0.28

(0内はt値)

(e) 欧州（輸入）

モデル 2 は陸上輸送距離の符号条件が逆であり、説明力に乏しいモデルである。

モデル 4 とモデル 6 を比べると東北-欧州の輸入と同じように 3 変数全てモデル 4 が高く有意なモデルであると言える。モデル 4 より荷主は、輸送日数は平均したもので陸上輸送距離と週間延べ便数を考慮した港湾選択をしていると言える。

表-17 中国-欧州（輸入）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)		3.40E-04 (0.46)		-4.98E-03 (-6.14)		-3.89E-03 (-4.74)
海上輸送日数(最短) (日)		-0.67 (-7.87)				
海上輸送日数(相加平均) (日)				-0.93 (-16.0)		
海上輸送日数(調和平均) (日)						-0.93 (-14.7)
平均待ち時間 (日)						
週間延べ便数 (便/週)	-2.54E-01 (-23.1)			-3.55E-01 (-33.2)		-3.49E-01 (-32.6)
ρ^2		0.26		0.41		0.39

(0内はt値)

(f) 北米・欧州（輸入）

符号条件について見ると、陸上輸送距離ではモデル2が逆転しており、週間延べ便数を用いたモデルは全て逆転している。よって中国地方の荷主は、輸入においては考えた3変数だけで説明できず別の効用があると考えられる。

表-18 中国-北米・欧州（輸入）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)		0.02 (0.40)		-0.34 (-4.83)		-0.27 (-4.00)
海上輸送日数(最短) (日)		-0.44 (-6.11)				
海上輸送日数(相加平均) (日)				-0.69 (-14.1)		
海上輸送日数(調和平均) (日)						-0.70 (-12.9)
平均待ち時間 (日)						
週間延べ便数 (便/週)		-0.02 (-3.25)		-0.11 (-19.5)		-0.10 (-17.5)
ρ^2		0.19		0.31		0.29

(0内はt値)

(3) 四国地方

(a) 北米（輸出）

符号条件についてモデル1は平均待ち時間が、モデル2では週間延べ便数が逆だ。t値から陸上輸送距離はどれも説明力が弱く、配船スケジュール変数に関しては平均待ち時間のモデルは全て良い結果は得られなかった。

海上輸送日数はどのモデルもt値はほとんど変わらない。これは四国地方から近海港までの便が各港湾から週1便であることが多い為輸送日数を変えてもt値の変化は小さいと考えられる。

表-19 四国-北米（輸出）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	-1.96E-02 (-1.41)	-1.64E-02 (-1.27)	-1.07E-02 (-1.29)	-8.35E-03 (-1.11)	-1.16E-02 (-1.26)	-1.02E-02 (-1.17)
海上輸送日数(最短) (日)	-8.74 (-2.10)	-7.08 (-1.89)				
海上輸送日数(相加平均) (日)			-3.38 (-2.18)	-2.88 (-2.01)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					-4.00 (-2.08)	-3.60 (-1.97)
平均待ち時間 (日)	0.49 (1.34)		-0.39 (-1.12)		-0.29 (-0.82)	
週間延べ便数 (便/週)		-5.88E-04 (-0.08)		4.81E-02 (6.09)		4.17E-02 (5.30)
ρ^2	0.67	0.66	0.65	0.65	0.65	0.65

(0内はt値)

(b) 欧州（輸出）

陸上輸送距離のt値に関して、四国-北米の輸出の場合より更に低く符号条件も逆転しているの、四国-欧州の輸出貨物について陸上輸送距離は現象説明力を持たないと言える。

海上輸送日数についての符号条件は合致しているが配船スケジュールを週間延べ便数としたときのt値の絶対値が小さい。モデル1、モデル3、モデル5ではモデル3が輸送日数のt値が良く、これは相加平均の日数を輸送日数の変数としたモデルである。

表-20 四国-欧州（輸出）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	3.92E-04 (0.04)	2.50E-03 (0.25)	5.95E-03 (0.97)	7.46E-04 (0.10)	5.26E-03 (0.74)	1.47E-04 (0.02)
海上輸送日数(最短) (日)	-5.92 (-2.32)	-3.04 (-1.28)				
海上輸送日数(相加平均) (日)			-2.65 (-2.47)	-2.41 (-1.70)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					-3.15 (-2.28)	-2.77 (-1.55)
平均待ち時間 (日)	1.35 (7.52)		0.79 (4.41)		0.89 (4.93)	
週間延べ便数 (便/週)		-3.80E-02 (-2.47)		-4.56E-03 (-0.32)		-1.45E-02 (-0.95)
ρ^2	0.80	0.78	0.79	0.78	0.79	0.78

(0内はt値)

(c) 北米・欧州（輸出）

パラメータの符号条件について見ると平均待ち時間のモデルが逆転している。パラメータに着目すると海上輸送日数が最も絶対値が大きい。更に東北地方と中国地方よりもこの傾向が強いため輸送日数は四国地方の荷主の効用に与える影響は大きいと言える。

表-21 四国-北米・欧州（輸出）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	-0.97 (-1.23)	-0.64 (-0.85)	-0.22 (-0.43)	-0.26 (-0.49)	-0.33 (-0.57)	-0.42 (-0.67)
海上輸送日数(最短) (日)	-6.87 (-3.19)	-5.11 (-2.51)				
海上輸送日数(相加平均) (日)			-2.71 (-2.84)	-2.77 (-2.81)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					-3.28 (-2.72)	-3.37 (-2.64)
平均待ち時間 (日)	0.76 (4.83)		0.10 (0.62)		0.17 (1.09)	
週間延べ便数 (便/週)		-0.04 (-6.10)		-0.02 (-2.64)		-0.02 (-3.16)
ρ^2	0.78	0.77	0.76	0.76	0.76	0.76

(0内はt値)

(d) 北米（輸入）

尤度比は3つのモデル全て十分高い数値である。海上輸送日数に関してどのモデルもt値は絶対値が大きい、特にモデル4は他のモデルよりも大きい。しかしモデル4は配船スケジュール変数である週間延べ便数の符号条件が逆であるので有意なモデルではない。

モデル2とモデル6の比較では陸上輸送距離・週間延べ便数がどちらもt値が絶対値で2以上なく3変数とも有意な数値のモデルが得られなかった。

表-22 四国-北米（輸入）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)		-1.35E-03 (-0.53)		-6.86E-03 (-2.01)		-3.14E-03 (-1.08)
海上輸送日数(最短) (日)		-0.38 (-2.62)				
海上輸送日数(相加平均) (日)				-0.83 (-4.88)		
海上輸送日数(調和平均) (日)						-0.46 (-2.99)
平均待ち時間 (日)						
週間延べ便数 (便/週)		9.50E-03 (1.14)		-5.51E-02 (-6.64)		6.47E-03 (0.75)
ρ^2		0.27		0.32		0.28

(0内はt値)

(e) 欧州（輸入）

輸入では四国-欧州間輸送でのみ平均待ち時間で良好な推定結果が得られた。しかし海上輸送日数の符号条件が合わずモデル全体では有意なモデルであると言えない。

陸上輸送距離の t 値が良好なのはモデル 2 とモデル 5 である。しかしモデル 2, モデル 5 も輸送日数の符号条件が逆であるため有意なモデルではない。

モデル 4 のみ 3 変数全ての符号条件が正しいが、陸上輸送距離と海上輸送日数の t 値が不十分である。

表-23 四国-欧州（輸入）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	6.42E-03 (2.02)	5.27E-03 (1.82)		1.27E-03 (0.34)	7.05E-03 (1.88)	5.40E-03 (1.66)
海上輸送日数(最短) (日)	0.20 (1.06)	0.13 (0.93)				
海上輸送日数(相加平均) (日)				-0.25 (-1.48)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					0.23 (1.00)	0.11 (0.72)
平均待ち時間 (日)	-0.71 (-2.68)				-0.72 (-2.50)	
週間延べ便数 (便/週)		2.47E-01 (13.3)		6.12E-02 (3.34)		2.28E-01 (12.3)
ρ^2	0.37	0.36		0.35	0.37	0.35

(0内はt値)

(f) 北米・欧州（輸入）

平均待ち時間を変数としたモデルでは良好な結果が得られなかった。週間延べ便数について符号条件が逆転している。週間延べ便数以外の 2 変数で符号条件が合致し、 t 値が高いのはモデル 4 であるので、四国-北米・欧州（輸入）では荷主は相加平均した輸送日数と週間延べ便数を考慮した港湾選択を行っていると考えられる。

表-24 四国-北米・欧州（輸入）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)		0.24 (1.36)		-0.36 (-1.47)		0.10 (0.51)
海上輸送日数(最短) (日)		-0.26 (-2.82)				
海上輸送日数(相加平均) (日)				-0.59 (-4.99)		
海上輸送日数(調和平均) (日)						-0.33 (-3.23)
平均待ち時間 (日)						
週間延べ便数 (便/週)		-6.63E-03 (-0.89)		-3.60E-02 (-4.77)		-1.28E-02 (-1.72)
ρ^2		0.30		0.34		0.31

(0内はt値)

(4) 3 地方別の分析のまとめ

東北地方の輸出はどのモデルも良い推定結果が得られているため、採用した変数が荷主の港湾選択に大きく寄与していると考えられる。特に相手地域をまとめた分析で説明力が高くなっており、仕向地により効用の重みが変わらないと考えられる。陸上輸送距離は全体的にあまり有意とはならず、荷主の港湾選択要因であるとは判断できない結果となった。陸上輸送については陸上輸送時間と陸上輸送運賃で表現することも可能であるため、それらの変数を採用することによりモデルの改善が図られ

る可能性はある。輸入では表に示したモデルはすべての変数が有意である。ただし、平均待ち時間を採用した場合は、有意な結果が得られなかった。日本全体で輸入貨物量は輸出より約 300 万 TEU 多く取引されており、東北でも同様に輸送量より輸入量が多い。すなわち輸入の場合、荷主は輸送容量を重視し、寄港間隔を意味する平均待ち時間の重要性は低いと推察される。

中国地方の荷主は、輸出の場合北米に関しては3変数で説明ができるが、欧州向けではどのモデルも陸上輸送距離と配船スケジュールの2変数で有意な結果が得られなかった。陸上輸送距離は東北地方と同じく、時間と運賃に分けて再分析する必要があると考える。欧州向け貨物は他の地域と比較して貨物量に対する貨物の申告価格が高く、貨物価値が大きい。このことから欧州向け輸出において、荷主は特に週間延べ便数や平均待ち時間よりも素早い輸送を行うことに重点を置いていると考えられる。輸入の場合、東北地方と同じく輸入量の多さに起因して、平均待ち時間の重要性が低くなっているものと考えられる。輸入でも価値の高い貨物を輸送する為に、配船スケジュールは考えない傾向にあると考える。

四国地方も輸出入でおよそ中国地方と似た傾向がある。輸出では陸上輸送距離の説明力が弱い。また配船スケジュールに関して平均待ち時間より週間延べ便数を考慮していると思われるが、3地方の中で四国地方は最も貨物取扱量が少なく地方港発の便数が少ないので、1便増えることの荷主への影響が強いのではないかと考えられる。

(5) 3 地方全体の分析

地方別、相手地域別で荷主の港湾選択要因に違いがないと仮定して 3 地方全体を対象とした分析を行った。陸上輸送距離と海上輸送日数について、地方別、相手地域別の分析よりも良好な結果が得られた。例えば、地方別で仕向地をまとめた表 9, 表 15, 表 21 と 3 地方全体で仕向地をまとめた表 25 を比較すれば明らかである。海上輸送日数と配船スケジュール変数の t 値が地方別のモデルよりも高い。この結果から、荷主の地域特性はなく、また仕向地がどこであれ時間やコストを同程度の重みで考えていると推測できる。

表-25 3 地方-北米・欧州（輸出）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)	-0.03 (-0.31)	-0.04 (-0.43)	-0.17 (-2.17)	-0.09 (-1.23)	-0.15 (-1.79)	-0.10 (-1.22)
海上輸送日数(最短) (日)	-1.42 (-5.83)	-1.68 (-7.14)				
海上輸送日数(相加平均) (日)			-1.13 (-8.33)	-1.24 (-9.86)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					-1.26 (-7.80)	-1.38 (-9.33)
平均待ち時間 (日)	-0.37 (-5.00)		-0.50 (-7.18)		-0.45 (-6.33)	
週間延べ便数 (便/週)		0.03 (11.3)		0.04 (16.3)		0.03 (14.9)
ρ^2	0.63	0.63	0.66	0.65	0.65	0.64

(0内はt値)

陸上輸送距離、海上輸送日数、配船スケジュール以外の変数で海上運賃も荷主の効用に関わると考え、海上運賃をモデルに組み込み分析した。運賃の符号条件は合致し値も良好なため輸出において海上運賃は荷主の効用であると言える。海上運賃をモデルに含めたことで陸上輸送距離と週間延べ便数のt値が改善された。しかし海上輸送日数と平均待ち時間は運賃変数を入れてもt値やパラメータに大きな変化はなかった。陸上輸送距離は陸送時間と陸上運賃に分けられるので、荷主がコストを考える場合は陸上と海上それぞれの運賃を考慮していると思われる。

表-26 3地方-北米・欧州（輸出、運賃含む）のパラメータ推定結果

区分	モデル7	モデル8	モデル9	モデル10	モデル11	モデル12
陸上輸送距離 (100km)	-0.11 (-1.09)	-0.19 (-2.12)	-0.18 (-2.26)	-0.20 (-2.61)	-0.17 (-2.04)	-0.20 (-2.52)
海上輸送日数(最短) (日)	-1.45 (-5.62)	-0.99 (-4.57)				
海上輸送日数(相加平均) (日)			-1.13 (-8.06)	-0.92 (-6.88)		
海上輸送日数(調和平均) (日)					-1.25 (-7.51)	-0.98 (-6.29)
平均待ち時間 (日)	-0.29 (-2.95)		-0.46 (-5.05)		-0.40 (-4.33)	
週間延べ便数 (便/週)		0.11 (24.8)		0.09 (20.2)		0.09 (20.9)
運賃 ('000USD)	-0.27 (-16.7)	-0.81 (-33.3)	-0.06 (-3.72)	-0.56 (-22.7)	-0.11 (-7.20)	-0.62 (-24.9)
ρ^2	0.64	0.65	0.66	0.66	0.65	0.66

(0内は値)

輸入についても地方・相手地域を分けず分析を行った。地方別、相手地域別の結果と同じく平均待ち時間の有意な結果は得られなかった。しかし週間延べ便数を変数としたモデル2、モデル4、モデル6ではその他2変数と合わせて符号条件、t値ともに良好な結果が得られている。つまり、輸入においては東北地方以外の荷主は地域特性がなく、また相手地域関係なく港を選択していると言える。

輸入についても海上運賃を変数として分析してみたが、良い結果が得られなかった。

表-27 3地方-北米・欧州（輸入）のパラメータ推定結果

区分	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
陸上輸送距離 (100km)		-0.23 (-5.80)		-0.49 (-10.9)		-0.43 (-9.86)
海上輸送日数(最短) (日)		-0.47 (-11.3)				
海上輸送日数(相加平均) (日)				-0.61 (-16.8)		
海上輸送日数(調和平均) (日)						-0.61 (-15.8)
平均待ち時間 (日)						
週間延べ便数 (便/週)		1.13E-02 (4.14)		9.21E-03 (3.30)		6.02E-03 (2.16)
ρ^2		0.23		0.30		0.29

(0内は値)

海上輸送運賃は輸出においては考慮していると考えられ、その際は荷主は陸上と海上トータルのコストを見ていると考えられる。

5. まとめ

本研究では地方港発着貨物を対象に、ロジットモデルを用いて荷主の港湾選択行動分析を行った。配船スケジュールに着目した分析を行った結果、東北地方の輸出という特定の地域に限定すれば平均待ち時間の有意性が示された。平均待ち時間に関して、輸入の場合荷主は輸送容量を重視するため平均待ち時間の重要性は低いと考えた。地域、仕向地全体で見ると陸上輸送距離では良好なモデル分析ができなかったため時間と運賃の成分に分けて分析するべきである。また3地方全体をまとめた分析結果が良好なことから荷主の地域特性はないことが推察され、海上運賃は輸出の場合のみ有効であるという結果を得た。

今後の課題としては東北地方（輸出）でなぜ平均待ち時間が有意だったか原因を調査し、その他の地方でも荷主特性を表す配船スケジュール変数を考えることである。また陸上輸送距離を時間と運賃に分けて分析する必要がある。

参考文献

- 1) 岡本直久：中核国際港湾整備の効果と今後の方向、運輸政策研究、Vol.2, No.3, pp.2-8, 1999
- 2) 石原圭：近海コンテナ貨物輸送市場における発着港湾選択に関する一考察、2010。
- 3) Matthew B. Malchow, Adib Kanafani : A disaggregate analysis of port selection, Transportation Research Part E 40(2004)317-337.
- 4) 国土交通省港湾局：全国輸出入コンテナ貨物流動調査、2008
- 5) The Japan Press : SHIPPING GAZETTE, 2008.11.
- 6) オーシャンコマース：国際輸送ハンドブック、2009.
- 7) Drewry : container freight insight, 2009.7