国内貨物輸送における 中・長距離フェリー航路に関する研究

松 尾 俊 彦*

A Study on Middle/Long-Distance Ferryboat Services for Domestic Freight Transport

Toshihiko MATSUO

Abstract

In Japan, the role of truck transportation has been important on the logistics. But, truck transportation has also such problems as shortage of drivers, traffic jams, environmental problems by truck exhaust gas, and so on.

The author has studied with the discriminant analysis about the modal choice model of shippers and discussed that a modal shift from truck to coastalship transportation is effective to resolve environmental problems with the modal choice model.

In this paper, the author studied Middle/Long-Distance Ferryboat Services that have considerable effects on modal shift. Firstly the author showed a modal choice model for ferryboat or truck transportation with the discriminant analysis. According to the model, the author proposed some ferryboat routes effective to modal shift.

1. はじめに

近年、わが国の国内貨物輸送におけるトラックの役割は、物流需要の高度化・多様化を受け、極めて重要なものとなっている。1990 年度におけるトラックの貨物輸送分担率は、輸送トン数で 90%、輸送トンキロでも 50%と高い割合となっている。しかしながら、トラック輸送に関するいくつかの社会的な問題も顕在化してきている。第 1 に、労働時間の短縮や若年労働者の減少などによる労働者不足の問題である。第 2 に道路混雑の問題、第 3 にトラックの排気ガスに含まれている黒煙や NO_x ・ SO_x による環境問題である。これらの問題については、トラックの大型化やディーゼルエンジンの改良など、トラック輸送そのものに係わる技術的な改善が検討されているが、他方でトラック輸送を他の輸送機関にシフトするという、いわゆるモーダルシフトも検討されている。

筆者は、貨物輸送に対する荷主の輸送機関選択問題について判別モデルを示し⁽²⁾、これを用いてモーダルシフトの経済効果や環境問題に対する効果について検討を加えた⁽³⁾。しかし、モーダルシフトを促進するための具体的な方策については示すまでには至らなかった。

そこで本研究では、トラック輸送のモーダルシフト先として、県間にわたる貨物輸送において、重量ベースでわずか 4.3%しか利用されていない中・長距離フェリーに注目し、貨物輸送の OD(発着地)に対して現状のフェリー航路が適切であるかどうかを検討する。さらに、新たに開設すればフェリーが利用されやすく、モーダルシフトに有効と思われる航路について検討を加えるものである。

* 正会員 広島商船高等専門学校 (〒725-02 広島県豊田郡東野町 4272-1)

2. 分析方法および使用データ

2.1 分析方法

荷主が貨物を出荷する際、フェリーを利用するか否かについては、まず貨物輸送の OD に対して地理的にあるいは時間的に利用可能なフェリー航路があるかどうかを検討すると思われる。すなわち、貨物輸送の OD の近くにフェリーターミナルがあるかどうか、また便数も比較的多い航路があるかどうかを検討すると思われる。次に、そのフェリー航路を利用した際の輸送時間や輸送費用を、トラック輸送の場合と比較すると考えられる。

そこで今回は、まず貨物輸送の OD とフェリー航路の位置関係および便数のみに注目し、貨物輸送の距離やターミナルまでの距離がどの程度であればフェリーが利用されるのか、また便数がどの程度であればフェリーが利用されるのかを示すモデルを構築することにした。フェリーを利用するか否かについては、輸送時間や輸送コストの他に貨物の品目やロットなども影響すると思われるが、これらの要因を導入すると貨物輸送の OD とフェリー航路の位置関係が鮮明とならないので、今回はこれらを省いて検討することにした。また、目的変数は、貨物輸送においてフェリーを利用するか否かを確定的に示すモデルとして、(1) 式のような線形 2 群判別モデルを構築することにした。

$$Z = A X_1 + B X_2 + C X_3 + D X_4 + E X_5 + F \quad \cdots (1)$$

ただし、

X_1 : 貨物の発地からフェリーターミナルまでの道路距離 (km)

X_2 : フェリーの航路長 (km)

X_3 : 貨物の着地からフェリーターミナルまでの道路距離 (km)

X_4 : 貨物輸送 OD 間の主要国道距離 (km)

X_5 : フェリーの便数 (便数 / 週)

A, B, C, D, E, F: 係数

次に、この判別モデルを利用して現状の貨物輸送とフェリーの利用について検討し、新たに開設したら利用されやすい航路や容量不足と思われる航路について検討することにした。

2.2 使用データ

今回の分析では、貨物輸送に対してフェリーを利用したか否か、あるいはフェリーを使用した場合のターミナル名などが必要となる。そこで、これらについて公表されている第 5 回「全国貨物純流動調査」(1990 年調査) の 3 日間磁気テープデータを使用した。

実際に判別分析に使用したデータの作成は、まず純流動調査データから県間をまたぐ貨物で (沖縄県を除く)、代表輸送機関がトラック (フェリー利用を含む) のものを抽出した。さらに、中・長距離フェリーについて考えているため、貨物輸送の OD 間の距離が 100km 以上でかつフェリー航路が 98km 以上* のデータを抽出した。

(1) 貨物輸送の OD と道路距離

純流動調査データは、フェリーを利用したか否か、あるいは使用したターミナル名などが記された詳細なデータであるが、その性格上貨物輸送の OD が県単位でしか公表されない。したがって、分析に当たっては、貨物輸送は各県庁間で行われたものと仮定した。なお、各県庁間の最短距離は、県庁間を結ぶ主要な国道距離を利用し、Warshall-Floyd 法で求めた。

(2) フェリー航路

分析に使用したフェリー航路は、純流動調査において実際に利用された航路 (一部 RORO 船航路を含む) と当時開設されていた中・長距離フェリー航路の合計 55 航路とした (表 1 参照)。ただし、3 港以上を結ぶ航路については、各港を起終点港として扱った。たとえば、東京～那智勝浦～高知の航路については、①東京～高知、②東京～那智勝浦、③那智勝浦～高知の 3 航路があるものとして扱った。

なお、青函航路と離島航路については、フェリーに対する代替経路、すなわち陸路がないため、今回の

* 中距離フェリーとは、航路長が 100km 以上で 300km 未満のものをいうが、宇和島～別府間の航路長が 98km で、この航路は四国～九州間を結ぶ重要な航路と思われたため、98km 以上とした。

分析では除いた。

(3) 貨物輸送の OD とフェリーターミナルまでの距離

貨物輸送の OD は県庁間と仮定したので、フェリーターミナルまでの距離は、次のように求めた。まず、各県庁およびフェリーターミナルの緯度経度を 0.1 分単位で測定し、中分緯度航法により直線距離を計算した。次に、県庁間の道路距離 (X_4) と直線距離 (D_s) を回帰分析したところ、(2) 式のような関係式を得た (図 1 参照)。そこで、(2) 式により貨物の発着地とフェリーターミナルまでの直線距離を主要道路距離に変換した。なお、係数下の括弧内の数値は F 値である。

$$X_4 = 1.404 \cdot D_s \quad (R^2 = 0.9678) \quad \dots\dots (2)$$

(112434)

(4) フェリーを利用しなかった場合のフェリー航路

判別分析を行う場合、実際にフェリーを利用したものについては、それらの $X_1 \sim X_5$ のデータを使用すればよい。しかし、フェリーを利用しなかった場合は、もしフェリーを利用したならば、どの航路を利用するかを決め、その場合の $X_1 \sim X_5$ を用意しなければならない。

そこで、フェリーを利用しなかった貨物輸送の場合は、フェリーを利用した場合の距離が最短となる航路を利用すると仮定した。すなわち、各県庁間から $X_1 + X_2 + X_3$ が最短となる航路を求め、これらの $X_1 \sim X_5$ のデータを使用した。

表 1 判別分析に利用したフェリー航路

No.	フェリー航路	航路長	No.	フェリー航路	航路長
1	青森	207km	29	東予	242km
2	室蘭	231	30	川之江	214
3	大洗	753	31	高知	283
4	八戸	253	32	北九州	463
5	仙台	603	33	別府	422
6	大洗	775	34	細島	507
7	東京	1,074	35	宮崎	555
8	名古屋	1,331	36	鹿児島	811
9	野辺地	122	37	志布志	631
10	新潟	716	38	境泉北	466
11	敦賀	1,131	39	高松	122
12	舞鶴	1,172	40	松山	287
13	釧路	1,340	41	新居浜	214
14	直江津	731	42	今治	222
15	仙台	803	43	甲浦	172
16	那智勝浦	481	44	北九州	446
17	徳島	642	45	大分	400
18	高知	761	46	別府	405
19	北九州	1,103	47	日向	470
20	志布志	1,109	48	広島	183
21	川崎	950	49	徳島	514
22	追浜	979	50	八幡浜	137
23	新潟	440	51	北九州	179
24	小松島	105	52	大分	127
25	徳島	101	53	別府	133
26	松山	303	54	宇和島	98
27	新居浜	231	55	高知	290
28	今治	240			

- 注 1) 途中寄港するものについては、その港も起終点港とした。
 2) 純流動調査における航路名としては、以下のようになっている。
 ① 東京～徳島については東京～小松島
 ② 川崎～日向については川崎～細島
 ③ 神戸～日向については神戸～細島
 ④ 徳島～北九州については小松島～北九州
 3) 追浜～菊田航路はRORO船航路である。

3. フェリー利用に関する判別分析結果

判別分析に使用した 362,470 レコードについて、フェリーを利用したグループ (G_1) と利用しなかったグループ (G_2) の基本統計量をみると、まず貨物輸送の発着地からターミナルまでの平均距離 (X_1) は G_1 と G_2 ではあまり差は認められない (表 2 参照)。しかし、着地側のターミナルまでの平均距離 (X_3) は、 G_1 の方が G_2 の 7 割程度と短い距離となっている。また、 G_1 はフェリーの航路長 (X_2) と貨物輸送の距離 (X_4) が比較的長くなっており、週当たりの便数 (X_5) も 2 倍近くになっている。

これらのデータを用いて判別分析を行ったところ、(3) 式のような結果となった。Z の値が正となればフェリーが利用され、負ならばフェリーは利用されない。なお、各係数下の括弧内の数値は F 値である。

図 1 県庁間の直線距離と道路距離

$$\begin{aligned}
 Z = & -0.0005935 \cdot X_1 + 0.00796471 \cdot X_2 - 0.00141068 \cdot X_3 \\
 & (13.7) \quad (1967.9) \quad (108.5) \\
 & + 0.00451594 \cdot X_4 + 0.09757134 \cdot X_5 - 7.5227795 \quad \dots\dots(3) \\
 & (1813.8) \quad (3462.0)
 \end{aligned}$$

モデルが有効かどうかを正判別率でみると、 G_1 では73.5%、 G_2 については85.8%、また全体についても85.3%と高い値を示しているのでモデルは有効と考えられる(表3参照)。

フェリーを利用するか否かについて、説明変数の影響の度合いを F 値でみると、まずフェリーの便数(X_5)が大きく影響し、その符号がプラスであるため、便数が多ければフェリーを利用する傾向が強くなることが分かる。次に、フェリーの航路長(X_2)と貨物輸送のOD間の距離(X_4)が影響し、これも長距離となればフェリー利用の傾向が強くなる。フェリーターミナルまでの距離は、貨物の着地側の距離(X_3)の方が発地側の距離(X_1)より影響を与え、符号がマイナスであることから、ターミナルまで近ければフェリーが利用されやすい傾向にあることが分かる。したがって、着貨物の多い方の近くにターミナルを設ける方が利用されやすいといえる。なお、 X_2 が長ければフェリーが利用される傾向になるが、これは X_4 との関係があるからと思われる。判別分析に利用した X_2 と X_4 の相関係数は、全体では0.45と相関はあまり強くないが、フェリーを利用したもののみでは0.79と割と高い相関を示している。したがって、 X_4 が長ければフェリーが利用されやすく、また、フェリーを利用したものについては X_2 も長かったため、このような結果となったと考えられるべきで、遠回りするようなフェリー航路があればフェリーが利用されやすいと考えるべきではない。

表2 判別分析に使用したデータ

グループ	変数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
G_1	X_1	186.42	232.293	1	1,541
	X_2	531.84	408.423	98	1,340
	X_3	145.17	198.949	1	1,972
	X_4	848.36	442.478	102	2,373
	X_5	21.78	24.741	1	70
G_2	X_1	184.64	159.759	2	1,174
	X_2	328.81	176.916	98	1,172
	X_3	257.64	177.453	2	866
	X_4	392.65	264.910	100	2,087
	X_5	12.81	15.974	2	70

G_1 : フェリーを利用したグループ

G_2 : フェリーを利用しなかったグループ

表3 判別モデルの正判別率

判別モデル 実データ	レコード数		正判別率
	G_1	G_2	
G_1	10,777	3,885	73.5 %
G_2	49,246	298,562	85.8 %

G_1 : フェリーを利用したグループ

G_2 : フェリーを利用しなかったグループ

4. 判別モデルとフェリー航路

フェリー利用に関する判別モデルが構築できたところで、このモデルを利用し、現状のフェリー航路あるいは新たに開設すればフェリーが利用されやすい航路について検討を加える。ただし、ターミナルは貨物輸送のODとなる県に設けると仮定する。

4.1 貨物の輸送距離とフェリーの航路長および便数

判別モデルを用いて新たに開設するフェリー航路について検討を加える場合、フェリーの航路長(X_2)と貨物輸送のOD間の距離(X_4)との関係を知る必要がある。すなわち、フェリーを利用して輸送する際の距離が、陸路で輸送する際の距離に対してどの程度の長さになるのかを考えなければならない。

そこで、 X_2 ではないが現状のターミナル間の道路距離(D_i)とフェリーの航路長(X_2)の関係をみると、(4)式のようになった(図2参照)。なお、各係数下の括弧内の数値は F 値である。

$$\begin{aligned}
 X_2 = & 115.1151 + 1.016196 \cdot D_i \quad (R^2 = 0.8371) \quad \dots\dots(4) \\
 & (12.4) \quad (354.6)
 \end{aligned}$$

図2によれば、道路距離に対してフェリーの航路長は0.7~3.6倍程度とばらつきが見られるものの、(4)式によればフェリー航路長は陸路に対して同程度か長くても約2倍程度と考えればよい。

そこで、ターミナルまでの距離を15kmと仮定し($X_1 = X_3 = 15$)、 X_2 が X_4 と同じ場合、1.5倍の場合、そして2倍の場合について、それぞれ(3)式がフェリー利用となる場合の X_4 と過当たりの便数(X_5)の関

係を求めた(図3参照)。

図3によれば、週当たりの便数が7~35便とすれば、貨物輸送のOD距離は350km以上でないとフェリーが利用されないことが分かる。したがって、中距離フェリーは航路が開設されている県間の貨物輸送だけでは、便数を相当数設けないと利用されないで、航路を維持するにはターミナルを持つ県以外への貨物輸送でも利用されなければならない。あるいは、中距離フェリーは長距離フェリーとはやや性格が異なり、それを利用するかどうかについては、貨物輸送のODと航路の位置だけの問題ではなく、たとえば本州と北海道あるいは四国・九州を結ぶ、いわゆる橋のような性格を持っているから、航路が維持されているとも考えられる。

4.2 新たに開設すれば利用されやすいフェリー航路

純流動調査においてもフェリーが利用されておらず、かつ判別モデルでもフェリー利用とならない貨物輸送については、そのOD間に利用しやすい航路がないためと考えることができる。そこでこのようなODペアの貨物輸送量を求めたところ、表4に示すような結果となった。ただし、表4には図3を参考にして貨物輸送のOD間の距離(X_4)が350km以上のもののみを示している。なお、実際に利用できる適切なフェリー航路がないため、計算にあたって選択された航路が、やや現実離れと考えられる場合もある。たとえば、群馬~愛知の場合のように利用されると思われる航路が日本海側の新潟港~敦賀港が選択される場合もある。

表4をみると新たにフェリー航路を検討すべき地域は、①関東~中京、②関東~関西、③大阪~広島・山口、④宮城~関東、そして⑤愛知~広島などが考えられる。そこで、判別モデルにより①東京港~名古屋港、②東京港~大阪港、③大阪港~広島港、④仙台港~横浜港、そして⑤名古屋港~広島港(豊後水道経由)の5航路について検討する(表5参照)。

まず、東京港~名古屋港の航路が判別モデルでフェリー利用となるためには、週あたりの便数が22便以上となり、約1日3便であるから少し便数が多く思われる。

ところで、フェリー航路のダイヤを貨物輸送を中心に考えると往航は深夜発・早朝着が便利といわれる(航海時間は6時間前後か30時間前後となる)。また、復航も帰り荷がある場合は深夜発・早朝着が便利で、帰り荷がない場合は昼間

図2 ターミナル間の道路距離とフェリー航路長

図3 判別モデルのシミュレーション結果

表4 実際の貨物流動および判別モデルでもフェリーが利用されないODペア

No.	発着地	トン数	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Zの値	利用した航路
1	東京 ~ 愛知	50,475	2	481	270	362	3.5	-2.09755	東京 ~ 勝浦
2	東京 ~ 大阪	40,106	2	481	173	503	3.5	-1.32397	〃
3	東京 ~ 岐阜	38,805	2	481	291	396	3.5	-1.97364	〃
4	大阪 ~ 広島	32,961	12	240	85	352	7.0	-3.46567	大阪 ~ 今治
5	埼玉 ~ 愛知	32,843	33	481	270	395	3.5	-1.96693	東京 ~ 勝浦
6	神奈川 ~ 新潟	31,544	35	481	772	373	3.5	-2.77563	〃
7	千葉 ~ 愛知	28,910	44	481	270	398	3.5	-1.95991	〃
8	東京 ~ 兵庫	27,549	2	481	193	535	3.5	-1.20767	〃
9	群馬 ~ 愛知	24,225	240	440	130	352	4.0	-2.36424	新潟 ~ 敦賀
10	神奈川 ~ 大阪	22,945	35	481	173	474	3.5	-1.47452	東京 ~ 勝浦
11	千葉 ~ 大阪	21,299	33	481	173	536	3.5	-1.19334	東京 ~ 勝浦
12	宮城 ~ 神奈川	20,665	224	440	455	383	4.0	-2.67381	新潟 ~ 敦賀
13	千葉 ~ 大阪	18,376	44	481	173	539	3.5	-1.18632	東京 ~ 勝浦
14	愛知 ~ 広島	18,232	205	240	85	493	7.0	-2.94347	大阪 ~ 今治
15	茨城 ~ 大阪	16,412	142	481	173	611	3.5	-0.91934	東京 ~ 勝浦
16	大阪 ~ 山口	14,815	12	240	197	497	7.0	-2.96885	大阪 ~ 今治
17	千葉 ~ 兵庫	13,855	44	481	193	571	3.5	-1.07003	東京 ~ 勝浦
18	秋田 ~ 埼玉	13,465	302	440	453	552	4.0	-1.95350	新潟 ~ 敦賀
19	宮城 ~ 東京	13,292	225	440	467	354	4.0	-2.82170	〃
20	茨城 ~ 愛知	13,142	299	440	130	470	4.0	-1.86637	〃

注) X_4 が 350 km 以上のデータである。

発・夕方着が便利といわれる。

そこで、フェリーの航海時間について検討しなければならないが、フェリーでは港内や水道を航行するときは減速しなければならない。したがって、単純に航路長を船速で割った時間よりも実際の航海時間は長くなる。そこで、航路長と実際の航海時間の関係を求めるため、航路長を単純に公表されている船速で除した時間 (T_c) と実際の航海時間 (T_r) の関係について回帰分析を行ったところ、(5)式のようになった(図4参照)。

$$T_r = 0.957597 + 1.067047 \cdot T_c \quad (R^2 = 0.9828) \quad (5.4)^* \quad (1827.5) \quad \dots\dots(5)$$

(5)式により東京港～名古屋港の航路長 482km (260 マイル) から、船速 25 ノットで計算すると航海時間は約 12 時間、30 ノットでも約 10 時間となる。また、浦賀水道、伊良湖水道の航行を考えるとさらに航海時間は必要となるので、夕方発・早到着が限界であろう。旅客にはよくても、貨物輸送には出港時刻が早すぎるかもしれない。もし、深夜発・早到着にこだわるなら 50 ノット前後の TSL (テクノスーパーライナー) で 6 時間強となるので、浦賀水道等の航行を考えても深夜発・早到着になると考えられる**。

次に、東京港～大阪港の航路であるが、この航路は週あたり 1 便でも判別モデルではフェリー利用の航路となるので、きわめて利用されやすい航路と考えられる。しかし、航路長が 709km (383 マイル) であるため、20 ノット前後のフェリーであれば深夜発で夕方着となる。したがって、深夜発・早到着にこだわるなら 14 ノット前後のフェリーか RORO 船 (約 30 時間)、あるいは TSL (約 8 時間) が適切な航路と考えられる。

以下同様に検討すると、大阪港～広島港航路は便数が 33 便以上必要となり便数的に現実的ではない。また、仙台港～横浜港は週 17 便以上が必要で、便数的には難しくはないと思われるが、航路長が東京港～名古屋港とほぼ同距離となり、26～30 ノットのフェリーでは貨物輸送にとって出航時間が早すぎる航路となる。TSL では約 6 時間となるため深夜発・早到着が可能である。最後に、名古屋港～広島港は週 1 便でもフェリー利用となり、さらに 17 ノットで約 30 時間となるため、深夜発・早到着の可能な航路であるから、開設が効果的な航路である。加えて、この航路は大阪府の道路混雑や大気汚染の問題に対しても効果があり、開設が重要な航路と考えられる。

4.3 輸送容量が不足しているフェリー航路

判別モデルで計算すればフェリーが利用される貨物輸送の OD ペアであるにもかかわらず、実際にはフェリーが利用されていないものについては、その OD ペアにフェリー航路があれば輸送容量が不足していると考えられる。また、フェリー航路がなければ、利用可能航路がその OD に対して適切ではなかったということになる。そこで、このような OD ペアの貨物輸送量を求めた結果を表 6 に示す。ここで注意しなければならないのは、兵庫～岡山や大阪～岡山など比較的近距离でも判別モデルでフェリー利用となる点であるが、これらの場合の利用可能航路が神戸港～高松港で、週あたりの便数が 70 便と非常に多いために、このような結果となった。たとえば、神戸港および大阪港から岡山港に新たにフェリー航

表 5 新たに開設するフェリー航路と必要な便数

No.	フェリー航路	X_1	X_2	X_3	X_4	$Z > 0$ となる便数
①	東京～名古屋	2	482	14	362	22便以上が必要
②	東京～大阪	2	709	12	503	1便でもよい
③	大阪～広島	12	348	5	352	33便以上が必要
④	仙台～横浜	10	524	5	383	17便以上が必要
⑤	名古屋～広島	14	861	5	493	1便でもよい

図 4 計算による航海時間と実際の航海時間

* 95%で有意である。本論文の他の部分においては、有意水準 99%で有意となった。

** TSL の荷役方式が RORO であれば深夜発・早到着も支障はなからうが、LOLO 方式であれば深夜や早朝に荷役作業が可能かどうか問題がある。

路を開設し、判別モデルでもフェリー利用とするには、週当たりの便数が約 50 便以上必要となる(図 3 参照)。神戸港～高松港のように本州～四国航路の場合は、週当たりの便数が 70 便以上のようによくても利用され易いが、本州間で 50 便以上は現実的とは思われない。したがって、表 6 についても X_4 が 350km 以上のものについて考えることにする。

そこで、6 番目の大阪～福岡、9 番目の兵庫～福岡については、既存の大阪港～北九州港および神戸港～北九州港を結ぶフェリー航路が存在している。しかし、表 6 にみられるようにフェリーが利用されない貨物輸送があるのは、明らかにフェリー航路の容量不足と思われる。同様に、17 番目の神奈川～福岡(追浜港～苅田港)航路も容量不足と考えられる。したがって、フェリーの便数を増便すれば、よりフェリーが利用され、モーダルシフトが促進するものと思われる。

新たなフェリー航路の開設については、4 番目の愛知～福岡、そして埼玉～福岡、栃木～岡山、静岡～福岡、神奈川～福岡、そして東京～岡山が考えられる。そこで、①名古屋港～北九州港、②東京港～北九州港、③静岡港～北九州港の 3 航路について検討する(表 7 参照)。

まず、3 航路とも便数は 1 便でも判別モデルではフェリー利用となる。また、名古屋港～北九州港は航路長が 967km であるから、19 ノットで 30 時間となり深夜発・早到着が可能な航路となる。さらに、大阪・兵庫の道路混雑・大気汚染に対しても効果があるので、開設は重要な航路と考えられる。

次に、東京港～岡山港であるが、この航路は浦賀水道や明石海峡などを航行せねばならず、航路としては余りよくないが、16 ノット前後とやや遅い速力で深夜発・早到着になる。

最後に、清水港～岡山港であるが、航路長 940km で名古屋港～北九州港とほぼ同程度であるが、明石海峡を通過しなければならない点とやや流動量が少ない点が問題として残る。

5. おわりに

今回の研究は、トラック輸送のモーダルシフト先として、中・長距離フェリーに注目した。ただし、分析にあたっては貨物輸送の OD とフェリー航路の位置および便数のみに注目したため、判別モデルの説明変数としては、貨物の品目やロットなどの貨物特性を省いたものとなった。したがって、判別モデルの正判別率がフェリーを利用しなかったものに対しては割と高いものとなったが、フェリーを実際に利用したものに対しては少し低い値となった。すなわち、フェリーを実際に利用する場合に利用者が考慮する要因は、単に位置関係と便数のみではなく、他の要因も影響を与えていると思われる。たとえば、本州から北海道や四国への貨物輸送は、ターミナルまでの距離が長くても利用せざるを得ない場合があるし、貨物特性や輸送時間・コストの問題も残る。ただし、コストについては、トラック輸送を巡る問題が国民経済的・社会的な問題であるため、単に企業経営面からのみ捉えるべきではないと思われる。特に、環境問題については外部不経済として扱われてきたように、市場にまかせていたのでは解決しない性格の問題である。したがって、ややフェリー運賃が高くても国の補助金などによりフェリーが利用されやすい環境をつくる必要があると考えられる。

表 6 判別モデルではフェリー利用にも係わらず
実際はトラック輸送の OD ペア

No.	発着地	トン数	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Z の値	利用した航路
1	兵庫～岡山	54,792	2	122	49	142	70.0	0.84986	神戸～高松
2	大阪～岡山	41,828	40	122	49	174	70.0	0.97182	〃
3	鳥取～岡山	26,046	176	122	49	145	70.0	0.76014	〃
4	愛知～福岡	22,883	205	463	75	773	7.0	0.11123	大阪～北九州
5	香川～高知	20,138	155	122	141	146	70.0	0.64734	神戸～高松
6	大阪～福岡	17,695	12	463	75	632	14.0	0.27203	大阪～北九州
7	愛知～岡山	17,224	231	122	49	315	70.0	1.49521	神戸～高松
8	鳥取～島根	13,643	176	122	214	149	70.0	0.54544	〃
9	兵庫～福岡	11,585	2	446	75	600	21.0	0.68106	神戸～北九州
10	埼玉～福岡	10,914	567	463	75	1,168	7.0	1.68018	大阪～北九州
11	岐阜～岡山	10,672	222	122	49	346	70.0	1.64054	神戸～高松
12	栃木～岡山	10,559	660	122	49	770	70.0	3.29535	〃
13	京都～岡山	10,211	88	122	49	220	70.0	1.15106	〃
14	兵庫～鳥取	10,143	2	122	179	187	70.0	0.86969	〃
15	三重～岡山	8,788	168	122	49	271	70.0	1.33390	〃
16	静岡～岡山	8,260	408	122	49	501	70.0	2.23012	〃
17	神奈川～福岡	6,017	25	979	79	1,106	2.0	5.33816	追浜～苅田
18	兵庫～島根	5,047	2	122	214	289	70.0	1.28094	神戸～高松
19	東京～岡山	4,917	2	642	124	677	3.5	0.81324	東京～徳島
20	兵庫～高知	4,876	2	122	141	265	70.0	1.27554	神戸～高松

表 7 新たに開設するフェリー航路と必要な便数

No.	フェリー航路	X_1	X_2	X_3	X_4	Z > 0 となる便数
①	名古屋～北九州	14	967	75	773	1 便でもよい
②	東京～岡山	2	795	10	677	〃
③	清水～岡山	10	940	75	501	〃

なお、データの整理および準備では広島商船高等専門学校流通情報工学科吉田智香、水下佐知子、松本尚子学生の協力を得た。心より感謝申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 運輸省編：第5回物流センサスー平成2年全国純流動調査一，平成4年9月。
- (2) 拙稿：内航海運の輸送機関選択に関する研究，日本航海学会論文集，第83号，113-120，平成2年9月。
- (3) 拙稿：環境問題とモーダルシフト，日本物流学会ジャーナル，第1号，63-83，1992年11月。
- (4) 日本旅客協会：全国フェリー・旅客船ガイド，1990年6月。
- (5) 日本海運集会所：内航距離表，1982年9月。
- (6) 海事産業研究所：新たな需要構造に対応した長・中距離フェリーネットワーク整備のあり方に関する調査報告書，平成5年3月。
- (7) 海事産業研究所：モーダルシフト推進のために，平成5年3月。
- (8) 運輸省：内航海運の現況，平成5年7月。
- (9) 運輸省：日本海運の現況，平成5年7月。

質 疑 応 答

今井昭夫(神戸商船大学)：前書きにも書かれていますように、荷主は輸送時間と輸送コストも考慮に入れて輸送機関の選択を考えていると思われます。判別モデルにこれらの要素を入れなくても正判別率が高くなっていますが、コストと時間が変われば機関分担率も変化すると思われます。この点、モデル構造には影響を及ぼさないのでしょうか。

松尾俊彦：荷主が輸送機関を選択する際に、輸送コストと輸送時間は大きな影響を及ぼすことは確かです。今回のモデルでは、距離と便数しか説明変数を用意していませんが、ある程度の正判別率が得られました。したがって、輸送時間と輸送コストの情報もすべてではありませんが、これらの輸送距離の中に内包されていると考えられます。

三木楯彦(神戸商船大学)：陸路と海路の距離差が海路有利なケース、例えば阪神～南九州のような場合はバイパス効果が大きく、フェリーの利用率は高くなると考えられます。このような地勢的特徴を考慮に入れてはいかがでしょうか。

松尾俊彦：先生のおっしゃる通りだと思います。距離差を説明変数に入れてもよかったかと思います。今後の課題とさせていただきます。