

輸送品目に着目した国際コンテナ荷主の行動分析

981008 上野 潤 指導教官：岡本直久

研究の背景と目的

わが国の貿易活動における輸送手段では重量ベースで約99.8%、金額ベースで4分の3が海上輸送によるものである(図-1)。さらにアジア諸国への邦企業の直接投資によって物流構造が大きく変化し、家電製品等の輸入が増大する傾向にある。特に食料品・家電製品・日用品など暮らし系貨物(生活に密着した貨物)の占める割合が約6割にまでなっている。具体的な例を挙げると、スーパーマーケットに陳列してある商品の中から輸入品をはずしたら1割か2割しか残らないという調査結果もある¹⁾。これらのことから日本は貿易で成り立っている国であり、中でも海上コンテナ輸送の効率性向上が我が国の



出典：H10年度全国コンテナ貨物流動調査
図-2 中枢・中核国際港湾配置図

の経済活動に大きな影響を与えていることがわかる。我が国の港湾整備方針には、図-2に示す主要港湾への集中投資と、地方港の育成をはかるべきとの分散投資政策とが議論されている。集中投資を行い港湾の取扱貨物量を増やすことができると、利用料金が下がるなどのスケールメリットがはたらき港湾の利用効率性が高まるが、国内輸送距離が長くなるという欠点を持つ。一方、分散投資によって国内貨物を分散することができれば国内輸送距離を短縮することができ、それによって国内輸送コスト

削減が期待できる反面、スケールメリットがはたらきにくく港湾の利用効率性は低下してしまう。この相反する政策について国民全体の便益という視点から、どちらの政策にどれだけ重きをおくべきかという議論がなされているもののまだ正確な方針が定まっているとは思えない。

また、国際コンテナ輸送貨物国内輸送手段はトラックに大きく依存し、高コスト、高環境負荷といった問題を引き起こしており、港湾の効率の活用を考えた際には、内航海運へのシフトが望まれている。

本研究は、上記2つの事項を議論するための定量的な評価手法に関する基礎的な検討であり、港湾政策が荷主行動に与える影響を把握するための需要予測モデルを作成する。このモデルにより、港湾政策がもたらす国内の輸送形態の変化と、モーダルシフトの可能性について議論することが出来ると思う。

研究の進め方

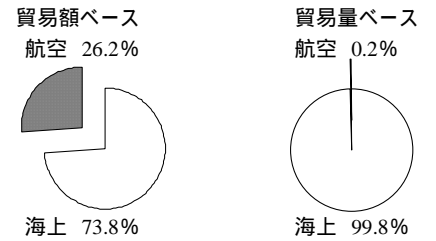
本研究では、国際コンテナ荷主(荷物を出す主体)の国内輸送機関選択行動と国際港湾選択行動を分析する。フローを(図)に示す。これらの選択行動は品目によって差が生じるのではないかと仮説のもとに、平成5年、10年度のコンテナ貨物流動調査データ^{2), 3)}を基に荷主の行動要因分析を行い、各国際港湾、国内輸送機関の利用実態を時系列的変化も交えて明らかにする。荷主行動のモデル化として、ロジックモデルを適用し、品目ごとにパラメータ推定を行い、荷主の行動を定量的に表現する。

これらの分析を比較して海運に有利な貨物の特性を抽出する。また荷主の各選択行動要因の解明、さらには環境負荷軽減や道路混雑軽減に有効であると思われるトラックから船へのモーダルシフト実現可能性についても言及を行う。

全国輸出入コンテナ貨物流動調査²⁾³⁾を用いた現状把握

参考文献²⁾³⁾について 国際海上コンテナ貨物の流動実態を的確に把握しようという目的で最近では5年に一度行われている。主な調査項目として、国内の生産地、消費地、コンテナ詰め地、取出し地、輸送機関、輸出入港、品目、貨物量、相手国を申告ごとに知ることができる。

参考文献²⁾³⁾を用いた現状把握 (外国との航路を持つ国際港湾)~(都道府県)の輸送機関分担を調査した。国際コンテナの国内輸送機関はトラックの分担率が高い(図-1)。一方、港湾利用に関しては五大港(東京・横浜・名古屋・大阪・神戸)と呼ばれる大港湾の取扱貨物量がとりわけ大きく(図-2)、その集荷圏も広い。その一方で、取扱量が小さい地方港湾は集荷圏も小さく国内輸送機関分担率はトラックによるものが100%に近い。時系列的には輸出入貨物の地方分散化、トラックの分担率増加傾向を把握することができた。



出典：数字で見る港湾2000
図-1 国際コンテナ貨物の輸送機関シェア

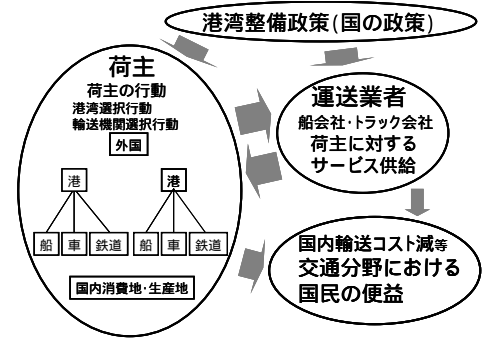


図-3 政策が与える影響

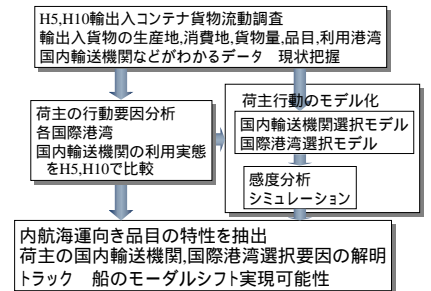


図 本研究のフロー

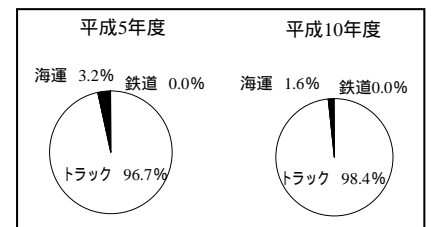


図-1 国際コンテナ取扱港湾シェア(トンベース)

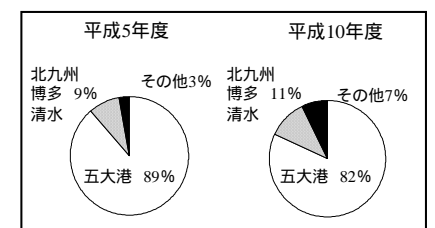


図-2 輸送機関分担率(トンベース)

荷主の行動要因分析

参考文献²⁾³⁾の集計データより国際港湾、品目、距離と荷主の輸送機関選択、港湾選択各行動の関係を分析した。

国際港湾と距離帯別内航海運選択率の関係 (国際港湾) ~ (都道府県)間の距離帯別内航海運選択率を港湾別に示したのが(図 - 1)である。全国国際港湾を見ると中長距離で内航海運が選択されており、距離帯別で輸送機関に差が生じている。東京・横浜・大阪・神戸の4港湾の比較では、貨物取扱規模は同程度ながら距離帯と選択率の関係は港湾ごとに特徴的である。これらのことから輸送距離と内航海運の寄港頻度、航路数のような輸送機関のサービスレベルも行動分析の説明変数として成り立つのではないかと考えた。

品目と距離帯別内航海運選択率の関係 次に品目ごとの距離帯別内航海運選択率を示したのが(図 - 2)である。この分析で品目を、距離が長くなるにつれ、選択率が上昇する品目 距離が長くなっても選択率が上昇しない品目 距離ごとに選択率の差がはげしい品目という3タイプに大きく分類することができた。とを比較して長距離でも品目別の選択率に違いが生じるのは品目ごとの価格が、またのような変化を示すのは(国際港湾) ~ (都道府県)での輸送機関のサービスレベルがそれぞれ関係していると考えられる。従ってここでの分析からは)でも述べられた輸送機関のサービスレベルに加え、品目ごとの価格も行動分析の説明変数として有効に機能しそうであるということがわかった。

国際航路週間寄港頻度と国際港湾選択行動の関係 参考文献²⁾³⁾と国際輸送ハンドブック⁴⁾⁵⁾を基に国際港湾別の貨物量と国際航路週間寄港頻度の関係を調べた。各国際港湾をプロットしたものが(図 - 3)で、貨物量と寄港頻度は高い相関を示している。またでも述べたように、コンテナ取扱量が多く、その集荷圏も広い五大港や北部九州港(下関港、北九州港、博多港)では国際航路の寄港頻度数がその他の地方港湾に比べ大きいことがわかる。

こうした状況の背景には、単なる輸送コスト最小となるように港湾を選択するわけではなく、港湾別の寄港頻度が重要な条件であるという考え方が存在すると考えられ、荷主がどの港で輸出入を行うのかという国際港湾選択行動モデルの説明変数として有用であるとわかった。

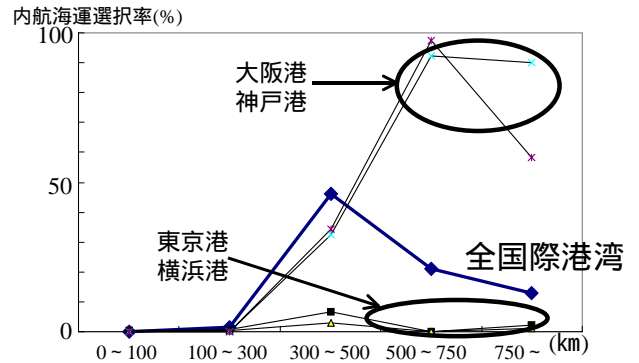


図 - 1 国際港湾と距離帯別内航海運選択率の関係 (平成 10 年度)

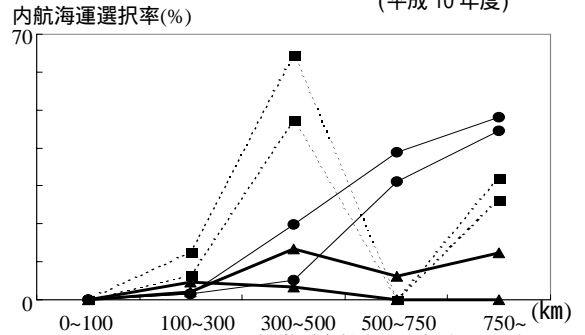
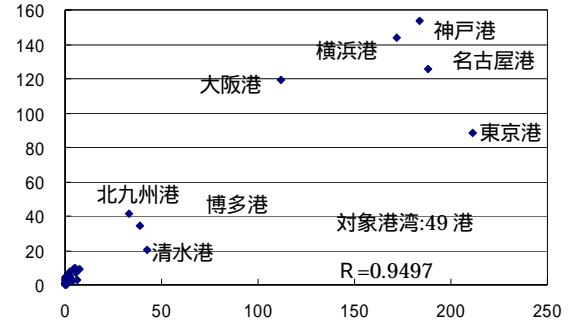


図 - 2 品目と距離帯別内航海運選択率の関係

国際航路週間寄港頻度(便/週)



出典:国際輸送ハンドブック 取扱貨物量(万トン)
図 - 3 港湾別週間寄港頻度と貨物取扱量の関係 (平成 10 年度)

表 - 1 原産国別輸入貨物の選択港湾シェア(単位:%)(平成 10 年度)

原産国/国際港湾	鹿島港	東京港	横浜港	川崎港	新潟港	大阪港	神戸港	下関港	北九州港	博多港	貨物量(トン)
韓国		84.77	14.30		0.24			0.13	0.03	0.45	17568
中国	0.18	58.75	35.05	5.47		0.20	0.36				72472
アメリカ		78.65	21.35								27467

また、輸入貨物を航路別に見ると、(表 - 1)のように北米貨物は全て東京湾にある東京港、横浜港が選択されているが、韓国貨物は、東京湾の他、新潟や北部九州港も選択されている。これは単に国際航路の寄港頻度数や輸送コストだけでは説明することのできない港湾選択行動である。実際、東京湾~釜山の航海日数は3日だが、北部九州~釜山は1日となっている。ここには明らかに荷主ごとにリードタイムに対する考え方が異なるということがわかる。

従って、(図 - 3)と(表 - 1)より、航路別、港別に国際航路の寄港頻度、航海時間(日数)を説明変数に導入する必要がある。

荷主行動のモデル化

国内輸送機関選択モデル(1)では荷主が選択可能な輸送機関 m の集合から最も自らの効用 V を最大にする輸送機関を、国際港湾選択モデル(2)では(1)で求めた V を各港湾~都道府県の輸送機関サービスレベルの合成変数(ログサム変数) Λ に変換した値を説明変数に加え荷主の効用を最大にする港湾 s を算出するモデルである。ロジットモデルで分析を行う際に説明変数として用いたものを(表 - 1)にまとめた。

$$P(m) = \frac{e^{V_m}}{\sum_m e^{V_m}} \dots (1) \quad P(s) = \frac{e^{V_s + \lambda \Lambda_s}}{\sum_{s'} e^{V_{s'} + \lambda \Lambda_{s'}}} \dots (2) \quad \text{ただし、} \Lambda_s = \ln \sum_{m'} e^{V_{m'} + V_{sm}}$$

$$V = b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n$$

表 - 1 各モデルの説明変数

国内輸送機関選択モデル
・所要時間・輸送費用・貨物量
・内航海運航路数、
・寄港頻度・積み替えに要する時間

国際港湾選択モデル
・国際港湾~都道府県の交通サービス合成変数(ログサム変数)
・品目1トン当たりの価格
・国際港湾のLOS(国際航路数、寄港頻度)

表 - 2 国内輸送機関選択モデルの概要

- 1) 選択肢数: 2 肢
トラック、船
- 2) 説明変数: 4
・ 共通説明変数
 輸送コスト
 所要時間
 待ち時間(寄港頻度)
・ 固有説明変数(船)
 輸送貨物量
- 3) 対象サンプル: (都道府県) ~ (国際港湾) の OD 輸送機関がトラック、船であるものの中から同一県内輸送のものをのぞいたサンプル。

国内輸送機関選択モデルの前提条件 まず、対象とする輸送機関であるが、サンプル数が比較的大きいトラックとはしけ・船舶、フェリーをまとめた船の**2肢選択**とする。対象とするサンプルであるが、国際港湾とコンテナ詰め地・取出し地が同一県内の近距離輸送はモードの変化が起こりにくいことと、参考文献²⁾³⁾では、国内の貨物発地、着地は都道府県までしか判別できず船のLOS設定が困難なことから、これらのサンプルを除いて分析を行う。

国内輸送機関選択モデルパラメータ推定結果

1) 対象となる全サンプルの推定結果 表 - 2 にモデルの概要を、表 V - 3 に推定結果を示す。

様々な説明変数の組み合わせで推定を行った結果、表 - 3 に示す組み合わせにおいて尤度比、的中率が高いモデルを構築することができた。各説明変数も輸送費用、所要時間、待ち時間はパラメータの符号条件が正しく、t 値が有意な値を示した。ただ、船の固有説明変数として組み込んだ貨物量に関しては、

t 値が有意でないもの、パラメータの符号条件が合致しないものがあるが、これは

輸出入コンテナ貨物の多頻度小口化が進展し、品目サイズが小さくなってきているためではないかと考えられる。

表 V - 3 国内輸送機関選択モデルパラメータ推定結果(的中率の上段は全体、下段は船)

	輸送費用 (円)	所要時間 (時間)	待ち時間 (時間)	貨物量 (トン)	尤度比	的中率	サンプル	時間費用 (円/時間)
10年度輸出 パラメータ t 値	-0.0002	-0.7872	-0.0500	0.0003	0.28	97.17	44556	3978.63
	-68.44	-68.89	-18.46	1.35		34.42		
10年度輸入 パラメータ t 値	-0.0002	-0.6457	-0.0884	-0.0191	0.88	97.77	55584	4185.67
	-62.71	-58.97	-25.67	-16.13		14.86		

2) 品目別のパラメータ推定と感度分析 内航海運向き品目の特性を知るために平成 10 年度サンプルを用いて輸出入別、品目別にパラメータ推定を行い、各説明変数について感度分析を行った。サービスレベルが正の値に推移するということは、内航海運の所要時間短縮など、内航海運のサービスレベルが向上したことを示す。ここでは、内航海運にサンプルがある品目を対象とした。一部の分析結果を(図 - 1),(図 - 2)に示す。

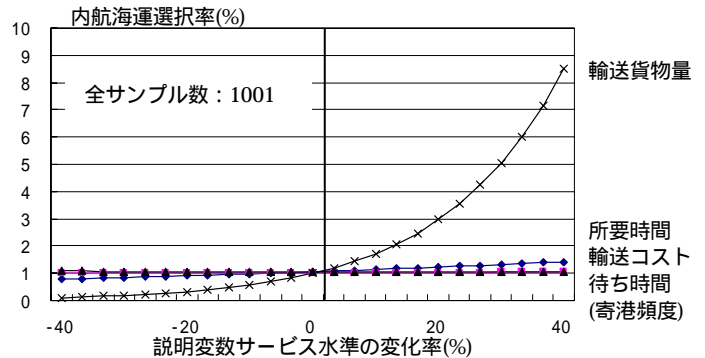


図 - 1 所要時間の影響が大きい輸入、砂利の感度分析結果

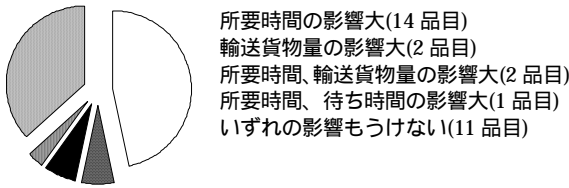


図 - 3 品目別感度分析分類結果(対象 30 品目中)

これら対象品目は、それぞれの特性により(図 - 3)のように 5 グループに分類することができた。

この分析で、品目によって輸送機関選択要因には違いがあることを定量的に示すことができ、グループ分けをすることでほとんどの品目で輸送機関選択に大きな影響を与えているのは所要時間であること、輸送コスト水準の変化は荷主の輸送機関選択行動に変化を与えないということがわかった。いずれの影響も受けない品目については、モデルで想定した説明変数以外に輸送機関選択要因があるか、またはトラックに有利な品目であるということが出来る。また所要時間が影響を及ぼす品目は待ち時間と連動していないことから、トータルでのリードタイムを短縮するような政策が有効ではないかということがわかった。

3) 国内輸送機関選択シミュレーション 2)の結果をもとに、内航海運の総所要時間を短縮するような場合を想定して内航海運選択率の変化を分析した。ここでは、本モデルで対象とした全ての内航航路が一律でフェリー並みに所要時間に関するサービス水準の変化が起こったことを想定した(表 - 4)。結果を(図 - 4)に示す。内航海運の所要時間を短縮することで全ての数値が倍以上に増えることがわかった。また、所要時間短縮後の海運貨物量が多い品目が多い OD で国内所要時間短縮の政策を行うことで効果的にトラックから船へモーダルシフトを進めていくことができると考える。

輸送機関選択シミュレーションより、内航海運所要時間の短縮はトラックから船へのモーダルシフト推進に有効であるという結果が得られた。

表 - 4 想定した所要時間サービス水準の変化

内航海運の高速化 30 km/h 40 km/h 国内輸送モードを変更する際にかかる所要時間の短縮 4 時間 2 時間
--

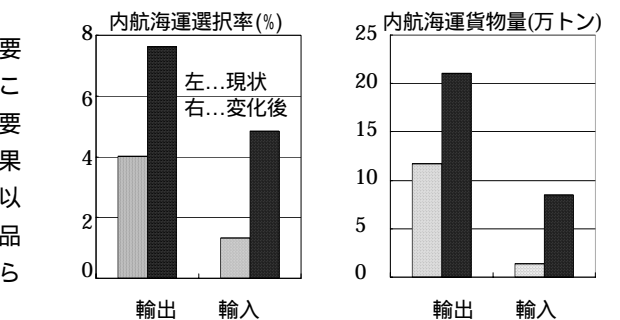


図 - 4 所要時間サービス水準変化による輸送機関選択行動の変化

国際港湾選択モデルの前提条件

対象とする輸送機関はトラック、船とする。選択可能な港湾数は、ある都道府県から選択可能な港湾として五大港、北部九州港、清水港の9港にログサム変数をトラックのみとして貨物発地着地となる都道府県と同一県内にある港湾を加えた合計10港を設定すると、貨物量、サンプル数ともに実際に選択された港湾ほとんどの割合をカバーすることができる。同一県港が五大港、もしくは都道府県が内陸であるか、海に面していても国際港湾を持たない場合には9港選択となることもありうるので、ここでは9~10港選択で国際港湾選択モデルを構築する。

輸出入が行われている国は10の国・地域に分類し、国際航路もこれに合わせ集約した。一方で、外国での貨物積み替えを考慮し、国内各港湾の就航航路に関わらず、どの国際港湾からでも全ての国、地域と輸出入を行うことができるものとする。ここでは分類した10の国・地域の中で、寄港頻度と航海日数が明らかにすることができた7の国・地域とそれに対応する国際航路を対象として分析を行う。

国際港湾選択モデルパラメータ推定結果

1)航路別の推定結果 モデルの概要を(表 - 6)に示す。推定は年度別、輸出入別、航路別に行った。例として平成10年度輸入の航路別推定結果を(表 - 7)に示す。全てのパラメータ符号条件、t値ともに有意な値となり、尤度比、的中率も10港選択としては高いモデルを作成することができた。

国際港湾選択シミュレーション

国際港湾選択モデルの推定結果をもとに(表 - 8)のようなケースを想定して国際港湾選択の変化を分析した。それぞれのケースを、中枢港湾とよばれる主要港(東京,横浜,名古屋,大阪,神戸,下関,北九州,博多)とその他地方港に分けてシミュレーションを行った。また距離による違いも考慮し、対象とした貨物は近距離向けが輸出、韓国貨物、遠距離が輸出、欧州貨物とした。結果を(図 - 5,6)に示す。

(図 5,6)より短距離貨物の場合、荷主の国際港湾選択要因としては、主要港における国際航海日数(ケース1)と国際航路の寄港頻度(ケース2)が、長距離貨物の場合は国際航海日数(ケース1)が非常に大きく影響していることがわかった。いずれのケースも選択率、貨物量において主要港のほうが荷主に与える影響が大きいということがわかった。

まとめと今後の課題

本研究の結論と成果

本研究の結論として、

荷主の国内輸送機関選択要因は品目ごとに異なり、そのほとんどで国内輸送にかかる所要時間の影響が大きい。

内航海運の所要時間短縮を行うことがトラック 船へのモーダルシフトに有効である。

荷主の国際港湾選択要因は、主要港における国際航路の日数や寄港頻度変化の影響が大きい。

ということがわかった。

また本研究で得られた成果としては、結論の他、

品目別パラメータ推定、感度分析を行うことで品目ごとの輸送機関選択要因の違いを細かく表現することができた。

ネスティッドロジットモデルを適用することにより、国際コンテナ荷主の行動を非常によく説明することができた。

ことが挙げられる。

本研究の課題 品目別パラメータ推定で、どの説明変数の影響も受けない品目がどのような要因で輸送機関選択を行っているのかを探る必要がある。荷主の行動分析で一定の成果を示すことができたので、今後は船会社の配船行動を把握し、国民の便益という視点から港湾整備政策について論じていきたいと考えている。

表 - 6 国際港湾選択モデルの概要

1)選択肢数：9~10肢 五大港(東京,横浜,名古屋,大阪,神戸) 北部九州港(下関,北九州,博多),清水港 貨物発地、着地と同一県内にある港湾1港
2)説明変数：3 ・共通説明変数 国際航海日数 * 品目1トン当たり価格 国際航路寄港頻度 ログサム変数
3)対象サンプル：国内輸送機関がトラック・船であるサンプル全てを航路別にパラメータ推定

表 - 7 国際港湾選択モデルパラメータ推定結果(平成10年度,輸出)

説明変数	韓国貨物	中国貨物	東南アジア貨物	中東貨物	欧州貨物	北米貨物	オセアニア貨物
日数*品目単価(日・万円)	-0.027	-0.009	-0.040	-0.020	-0.020	-0.030	-0.003
寄港頻度(便/週)	0.305	0.045	0.042	0.373	0.225	0.102	0.400
ログサム	1.222	0.644	1.039	0.628	0.666	0.471	0.518
	58.40	79.00	128.64	55.53	105.04	125.89	47.40
尤度比	0.76	0.70	0.74	0.75	0.79	0.65	0.72
的中率	86.23	72.06	83.01	81.83	84.02	69.69	78.01
サンプル	7678	16026	58643	7754	26873	30220	4785

(説明変数の上段はパラメータ,下段はt値)

表 - 8 想定した国際港湾サービス水準の変化

ケース1：国際航海日数を短縮
ケース2：国際航路寄港頻度+3(便/週)

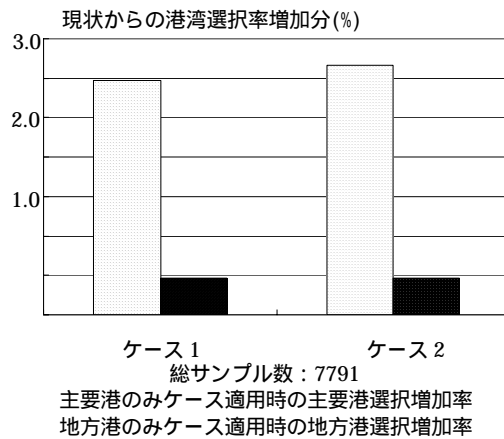


図 - 5 国際港湾選択シミュレーション結果 (輸出、韓国航路)

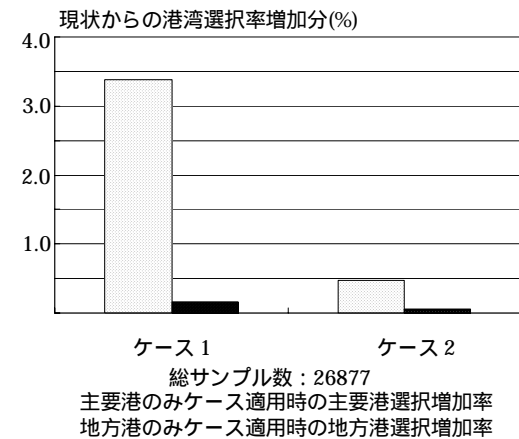


図 - 6 国際港湾選択シミュレーション結果 (輸出、欧州航路)

【参考文献】

- 1)日本港湾協会(2001)「新世紀港湾ビジョン」
- 2)運輸省港湾局(1994)「平成5年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査」
- 3)運輸省港湾局(1999)「平成10年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査」
- 4)オーシャンコマース(1992)「国際輸送ハンドブック 1993年度版」
- 5)オーシャンコマース(1997)「国際輸送ハンドブック 1997年度版」
- 6)岡本直久(1999)「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
- 7)花岡伸也・石黒一彦・菊地竜也・稲村肇「業種別の貨物流動から見た国際コンテナ貨物取扱荷主の港湾選択行動分析」土木計画学研究・講演集 No.17