

ISSN 1346-7328

国総研資料 第817号
平成26年12月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.817

December 2014

国際フェリー・RORO船貨物流動に関わるロジットモデルの構築

佐々木 友子・渡部 富博

A Logit Model of Cargo Flow of International Ferries and RORO ships

Tomoko SASAKI, Tomihiro WATANABE

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

国際フェリー・RORO船貨物流動に関わるロジットモデルの構築

佐々木友子*・渡部富博**

要 旨

東アジア地域等との経済の結びつきが強まるなか、速達性やシームレス輸送といった特徴を持つ国際フェリー・RORO船による貨物輸送のニーズが高まっている。この高まる需要への対応策として費用、時間、輸送頻度などのサービス水準の向上や新規航路の開設などが想定され、それに伴う貨物量推計も必要となるが、国際フェリー・RORO船貨物量がどのように変化するかを予測できるモデル開発は十分とは言えない状況にある。

そこで本分析では、我が国と韓国、中国との間のコンテナ貨物輸送について、国際フェリー・RORO船・コンテナ船により輸送される船種別貨物流動の推計を、種々の説明変数の導入可能性が高く、隣接港湾の区別も可能であるロジットモデルを相手地域・輸出入別に構築し、実施した。さらに構築したモデルを用いて、輸送環境変化時の国際フェリーにより輸送されるコンテナ貨物流動の変化を分析した。

その結果、国際フェリー・RORO船貨物量については生産・消費地域別にみると再現が十分ではない結果も一部あるが、国際フェリー・RORO船・コンテナ船といった船種別のコンテナ貨物量を、国内船積・船卸港別にある程度再現できるロジットモデルが構築できた。さらに構築したモデルを用いて、韓国との国際フェリーを利用した場合の総輸送時間が短縮される場合や、新規に国際フェリー航路が開設される場合の国際フェリーにより輸送されるコンテナ貨物流動の変化を分析した。

キーワード：国際フェリー，国際RORO船，ロジットモデル，貨物流動

*港湾研究部主任研究官

**港湾研究部港湾システム研究室長

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所

電話：046-844-5028 Fax：046-844-6029 e-mail: sasaki-t92y2@mlit.go.jp

A Logit Model of Cargo Flow of International Ferries and RORO ships

Tomoko SASAKI*

Tomihiro WATANABE**

Synopsis

Economic relations with East Asian countries have increasingly developed, and a demand for international ferries and RORO (Roll on and Roll off) ships, which are capable of faster and more efficient transport than international maritime container ships, is growing. It is considered that the countermeasures to the growing demand will be improvement of service level and opening of new routes etc. But it is difficult to estimate how the cargo flow of international ferries and RORO ships will change in those cases.

For this analysis, we developed a logit model to estimate the cargo flow of international ferries and RORO ships between Japan and South Korea/China by each region and export/import. Although the model doesn't fully reproduce cargo flow of international ferries and RORO ships by production and consumption region, we developed a logit model that reproduces cargo flow of international ferries and RORO ships. And we analyzed how the cargo flow of international ferries will change when the service level changes.

Key Words : International Ferry, International RORO Ship, Logit Model, Cargo Flow

* Senior Researcher of Port and Harbor Department
** Head of Port Systems Division, Port and Harbor Department
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone : +81-46-844-5028 Fax : +81-46-844-6029 e-mail:sasaki-t92y2@mlit.go.jp

目 次

1. はじめに	1
2. 国際フェリー・RORO船貨物流動推計モデルの構築	1
2.1 ロジックモデルの構築フロー.....	1
2.2 設定条件	2
2.3 モデルの検討結果.....	6
3. 輸送環境変化に関わる貨物流動分析	17
3.1 既存航路のサービス水準変化時の貨物流動分析	17
3.2 新規航路開設時の貨物流動分析.....	22
4. おわりに	23
謝辞	24
参考文献	24

1. はじめに

東アジア地域等との経済の結びつきが強まるなか、速達性やシームレス輸送といった特徴を持つ国際フェリー・RORO船による貨物輸送のニーズが高まっている。この高まる需要への対応策として費用、時間、輸送頻度などのサービス水準の向上や新規航路の開設などが想定され、それに伴う貨物量推計も必要となるが、国際フェリー・RORO船貨物量がどのように変化するかを予測できるモデル開発は十分とは言えない状況にある。

国内のフェリー・RORO船貨物輸送の経路選択モデルに関わる研究としては、以下のようにいくつかの開発例がある。

財団法人運輸政策研究機構¹⁾では国内貨物の幹線貨物輸送機関分担予測モデルとして、自家用貨物車や内貿ユニットロード等（中長距離フェリー、コンテナ船、RORO船等）などの経路を選択するネスティッドロジットモデルを構築している。久保ら²⁾は国内のユニットロード貨物を対象に、国内長距離フェリー航路需要を再現できる犠牲量モデルを構築している。田中ら³⁾は北海道－関東間の貨物流動を対象に、コンテナ船・フェリー・RORO船などの経路を選択するロジットモデルを構築している。

山鹿ら⁴⁾は北海道－関東間の金属機械工業品を対象とした内貿バルク系貨物についてフェリー・RORO船・その他船舶などの経路を選択するロジットモデルを構築している。渡部ら⁵⁾は我が国の海上ユニットロード貨物輸送に焦点をあて、海上ユニットロード貨物輸送に関わるフェリー・RORO船やトラックなどの機関を選択するロジットモデルを構築している。赤倉ら⁶⁾は国内長距離貨物輸送の主要ODを対象に、内貿ユニットロード輸送を船種別に区分した輸送機関分担モデルをコンディショナルロジットモデル並びにネスティッドロジットモデルにより構築している。

一方国際フェリー・RORO船を対象としたモデル開発は、柴崎⁷⁾らが既存の国際コンテナ貨物流動モデルを拡張し、北部九州・下関と韓国・中国を結ぶ国際フェリー・RORO船航路を含めたモデルを構築しているが、わが国の地域が北部九州・下関と限定されたものとなっている。また野田ら⁸⁾は我が国と韓国・中国との間の国際海上輸送について、フェリーやRORO船による貨物輸送の状況を推計できるモデルを犠牲量モデルにより検討しており、大阪湾や北部九州地域の国際フェリー・RORO船貨物量のある程度再現可能なモデルを構築している。ただし、野田らの開発した各経路の費用と輸送時間に貨物の時間価値を乗じたものを加えた総犠牲量が最小の経路が選択される

とする犠牲量モデルでは、説明変数は各経路の費用と輸送時間に限定され、フェリー・RORO船とコンテナ船の荷役方式の違いや輸送頻度を直接説明変数にできない。加えて、費用・輸送時間ともに大きな経路が選択されている状況については再現することが難しいため、港湾の設定としては隣接港を区別せずに京浜港、阪神港、北部九州といった設定をしたモデルとなっている。

そこで本分析では、我が国と韓国、中国との間のコンテナ貨物輸送について、国際フェリー・RORO船・コンテナ船により輸送される船種別貨物流動の推計を、種々の説明変数の導入可能性が高く、隣接港湾の区別も可能であるロジットモデルを相手地域・輸出入別に構築し、実施する。さらに構築したモデルを用いて、輸送環境変化時の国際フェリーにより輸送されるコンテナ貨物流動の変化を分析する。

2. 国際フェリー・RORO船貨物流動推計モデルの構築

2.1 ロジットモデルの構築フロー

(1) ロジットモデルの概要

本分析では、多くの説明変数を取り扱うことができること、確率的選択モデルであるため再現精度の向上が期待でき、隣接港などもモデルに導入可能であることから、ロジットモデルを用いることとした。ロジットモデルについて文献9)を参照して以下に述べる。

交通需要予測における非集計分析によって構築される非集計モデルは、個人が利用可能な選択肢群の中から最も望ましい選択肢を選ぶといった合理的な選択ルールに基づいて行動することを仮定してモデル化しようとするものであり、ある選択肢*j*の持つ望ましき（効用） U_j は、 U_j のうち観測可能な要因による確定項を V_j 、観測不可能な要因により確率的に変動する確率項を ε_j とし、その線形性を仮定すると式(1)により表されるとされている。

$$U_j = V_j + \varepsilon_j \quad (1)$$

この確率項の分布をガンベル分布と仮定したものがロジットモデルである。

個人*n*が利用可能な選択肢集合 J_n の中から選択肢*i*を選ぶ確率 P_{in} は式(2)、効用の確定項 V_i は式(3)と表される。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_i)}{\sum_{j \in J_n} \exp(V_j)} \quad (2)$$

$$V_i = \alpha X_i + \beta Y_i + \dots \quad (3)$$

ここに、

α, β, \dots : パラメータ

X_i, Y_i, \dots : 説明変数

今回の国際フェリー・RORO船に関わる貨物流動予測モデルの構築にあたっては、国際フェリー・RORO船・コンテナ船の船種別に、我が国の生産・消費地と、相手地域(韓国, 中国)との間の貨物の輸送状況, 即ち貨物の純流動が必要となるために、後述するとおり平成20年度の全国輸出入コンテナ貨物流動調査のデータを活用することとしており、モデルの構築にあたっては、このデータを用いて式(2)で示されるように個々の荷主 n が、輸送経路 i を選択する確率 P_{in} を算出する非集計型のロジットモデルを構築することが可能である。

ただし将来の貨物流動を推計する際には、将来存在するであろう荷主やその荷主ごとの貨物量・サービス水準を個別に想定することは現実的には難しく、例えば都道府県単位などの生産・消費地のゾーン単位で集計した将来貨物量やサービス水準を想定する方が現実的であると考えられる。従って本分析では、荷主レベルでの非集計ロジットモデルではなく、都道府県単位などの生産・消費地のゾーン単位で各輸送経路を選択する確率を算出したデータを用いて、各ゾーン z の輸送経路 i を再現する集計ロジットモデルを構築することとした。今回の分析で構築する集計ロジット型のモデルについて、生産・消費地 z の輸送経路の選択肢集合 J_z の中から選択肢 i を選ぶ確率 P_{iz} は式(4)、効用の確定項 V_i は式(5)となる。

$$P_{iz} = \frac{\exp(V_i)}{\sum_{j \in J_z} \exp(V_j)} \quad (4)$$

$$V_i = \alpha X_i + \beta Y_i + \dots \quad (5)$$

ここに、

$\alpha, \beta \dots$: パラメータ

$X_i, Y_i \dots$: 説明変数

(2)モデル構築フロー

モデルの構築にあたっては、図-1に示すフローに従った。まず平成20年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査データを使用して国内の生産・消費地と相手地域である韓国, 中国の港湾の間の経路別にコンテナ貨物流動実績を整理する。なお本分析では、野田ら⁸⁾の既報の分析で設定している全国を207区分とする生活圏区分を、国内の貨物の生産・消費地として分析を行うこととする。次にその整理した経路毎に時間、費用、寄港航路便数といったサービス水準データを作成し、集計ロジットモデルにより説明変数を検討し、パラメータを推定する。そして検討・推定した結果についてパラメータの符号条件、 t 値などによりモデルの適合性を判断し、採用したモデルを用いて経路別の貨物流動再現の検討を行った上で国際フェリー・RORO船貨物流動量を算出する。

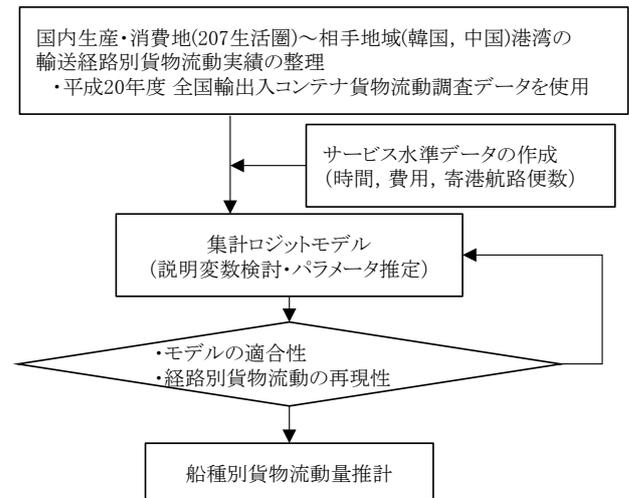


図-1 モデル構築のフロー

2.2 設定条件

(1)対象とする相手地域について

本分析において対象とする相手地域を選定するにあたり、本分析で使用する平成20年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査データに基づく国際フェリー・RORO船の相手国別貨物量や当該調査が実施された時点の国際フェリー・RORO船航路の状況について述べる。

平成20年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査データをもとに、輸出入合計でのわが国の国際フェリー・RORO船貨物の状況を仕向国・原産国別、仕向港・仕出港別に図-2に示す。なお平成20年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査の調査期間は平成20年11月の1ヶ月間であるため、以降に示す貨物量は当該期間に通関申告が行われた1ヶ月間の貨物量であることをここに注記する。わが国の国際フェリー・RORO船輸出入貨物は186千トンであり、仕向国・原産国別にみると、中国が最も多く約4割を、次いで韓国が約3割を占めている。仕向港・仕出港別にみると、釜山港が約6割を占めており、次いで上海港、青島港と続く。

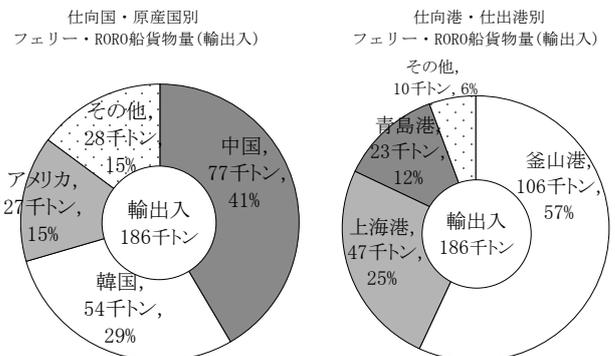


図-2 わが国の国際フェリー・RORO 船貨物の状況(輸出入)

次に輸出について、国際フェリー・RORO船貨物の状況を仕向国別、仕向港別に図-3に示す。わが国の国際フェリー・RORO船輸出貨物は57千トンであり、仕向国別にみると、韓国が最も多く約4割を、次いでアメリカが約3割を占めている。仕向港別にみると、釜山港が約8割と大半を占めており、次いで上海港、青島港と続く。

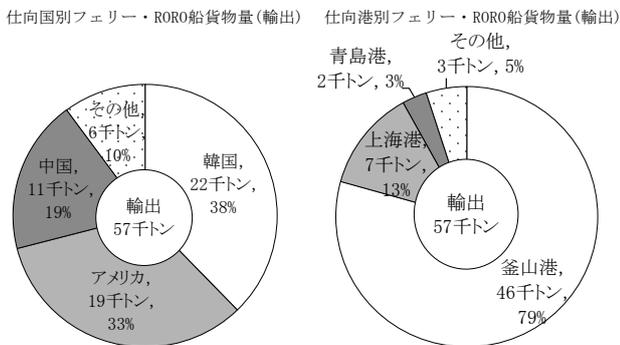


図-3 わが国の国際フェリー・RORO 船貨物の状況(輸出)

さらに輸入について、国際フェリー・RORO船貨物の状況を原産国別、仕出港別に図-4に示す。わが国の国際フェリー・RORO船輸入貨物は128千トンであり、原産国別にみると、中国が最も多く約5割を、次いで韓国が3割近くを占めている。仕出港別にみると、釜山港が約5割を占めており、次いで上海港、青島港と続く。

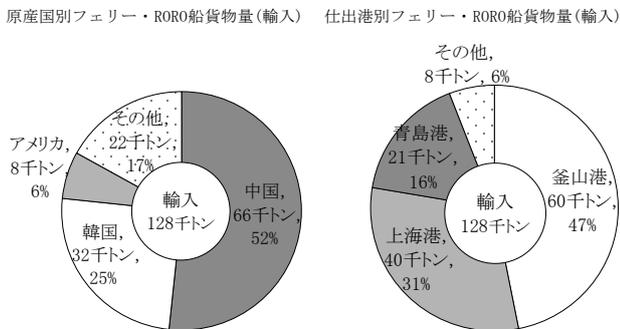


図-4 わが国の国際フェリー・RORO 船貨物の状況(輸入)

次に、平成20年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査が実施された平成20年11月現在のわが国の国際フェリー・RORO船航路の状況を図-5に示す。平成20年11月現在では国際フェリー航路は韓国・中国・ロシアとの航路が11航路、国際RORO船航路は中国との航路が1航路存在していた。

このように、わが国の国際フェリー・RORO船貨物は韓国、中国貨物が大半を占めていること、また北東アジアにおけるシームレス物流システムへのニーズが高まっていることなどを踏まえ、本分析では韓国、中国の貨物を対象としてモデル構築を行うこととする。なお中国については地域が広範囲であることから、図-5に示したわが

国との国際フェリー・RORO船航路の状況も勘案し、図-6に示す中国の地域のうち、平成20年11月現在でわが国との国際フェリー・RORO船航路のあった天津港・青島港の存在する中国北部地域と、太倉港・上海港の存在する中国中部地域を対象とすることとした。

なおこの中国の地域区分については、(財)国際東アジア研究センターの中国経済の地域間産業連関分析の例を参考に、当該センターの区分上の東北地域と華北地域をあわせた地域を中国北部地域、華東地域と華中地域をあわせた地域を中国中部地域などとしたものである。中国北部・中部地域の区分の詳細については表-1に示す。

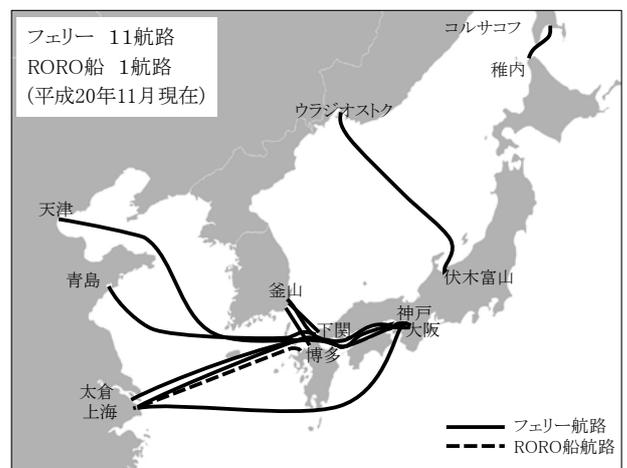


図-5 わが国の国際フェリー・RORO船航路 (平成20年11月現在)



図-6 本分析での中国の地域区分

表-1 中国北部・中部地域の区分の詳細

地域区分	地域の内訳
中国北部地域	遼寧省・吉林省・黒竜江省・北京市・天津市・河北省・山東省・内モンゴル自治区
中国中部地域	上海市・江蘇省・浙江省・山西省・安徽省・江西省・河南省・湖北省・湖南省

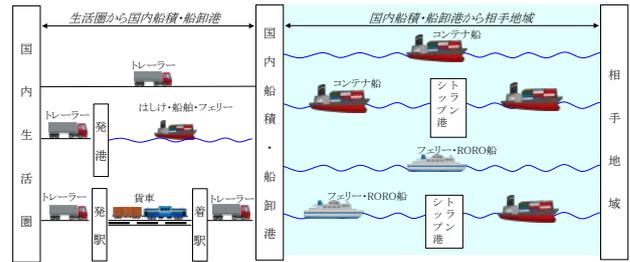


図-7 貨物流動実績の整理のイメージ

(2) わが国の地域区分について

先に述べたように、本分析では、野田ら⁸⁾の既報の分析で設定している全国を207 区分とする生活圏区分を、国内の貨物の生産・消費地として分析を行うこととする。なお、207 区分の詳細は付録-Aに示す。

(3) 貨物流動実績の整理

平成20年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査の結果を用いて、相手地域(韓国, 中国北部, 中国中部)・輸出入別に、わが国の207生活圏と相手地域港湾との貨物流動実績を、トレーラー、はしけ・船舶・フェリー、貨車といった国内輸送手段別、国内船積・船卸港別、コンテナ船・フェリー・RORO船といった仕向・仕出港までの船種別、直送・トランシップ別で分類して整理した。貨物流動実績の整理のイメージは図-7に示すとおりであり、例として韓国から関東地方への輸入貨物についてデータを整理した結果を表-2に示す。なお分析にあたっては207生活圏を生産・消費地としたが、表-2では関東地方としてまとめて表示している。

データ整理の際、生活圏は先に述べたとおり207生活圏、国内の船積・船卸港は貨物取扱実績のあった全ての港湾、フェリー・RORO船航路の相手地域港湾も貨物取扱実績のあった全ての港湾とした。ただしコンテナ船航路の相手地域港湾については、簡便のため、わが国との輸出入コンテナ貨物取扱量やわが国との位置関係を勘案し、中国北部地域は大連港、中国中部地域は上海港と設定した。トランシップ港も同様に簡便のため、韓国の港湾でのトランシップは釜山港、中国北部地域の港湾でのトランシップは大連港、中国中部地域の港湾でのトランシップは上海港、中国南部地域の港湾でのトランシップは香港港、台湾の港湾でのトランシップは高雄港、シンガポール港・タンジュンペラパス港でのトランシップはシンガポール港としてそれぞれ設定した。また各生活圏において実績の選択確率が1%未満であった経路は本分析の対象外とした。

表-2 データ整理例(関東地方から韓国への輸出貨物)

生産地方	主な国内輸送手段の発港または発駅	主な国内輸送手段	主な国内輸送手段の着港または着駅	国内船積港	船種	直送 or トランシップ (TS)	仕向港	貨物量 (千トン)
関東	-	トレーラー	-	常陸那珂港	コンテナ船	直送	釜山港	0.9
				千葉港	コンテナ船	直送	釜山港	2.2
				東京港	コンテナ船	TS	台中港	0.02
					コンテナ船	直送	釜山港	18.2
				川崎港	コンテナ船	直送	釜山港	0.1
				横浜港	コンテナ船	直送	釜山港	31.9
				新潟港	コンテナ船	直送	釜山港	0.008
				清水港	コンテナ船	直送	釜山港	0.05
				名古屋港	コンテナ船	直送	釜山港	0.6
				四日市港	コンテナ船	直送	釜山港	0.02
				大阪港	コンテナ船	直送	釜山港	2.0
					フェリー	直送	釜山港	0.6
				神戸港	コンテナ船	直送	釜山港	0.5
				福山港	コンテナ船	直送	釜山港	0.002
				広島港	コンテナ船	直送	釜山港	0.001
					コンテナ船	直送	釜山港	0.1
				下関港	コンテナ船	直送	釜山港	0.6
フェリー	直送	釜山港	0.09					
北九州港	コンテナ船	直送	釜山港	0.03				
	フェリー	直送	釜山港	0.01				
博多港	コンテナ船	直送	釜山港	0.00				
	フェリー	直送	釜山港	0.00				
東京港	はしけ・船舶・フェリー	横浜港	横浜港	コンテナ船	直送	釜山港	0.00	
倉賀野駅	貨車	東京駅	東京港	コンテナ船	直送	釜山港	0.02	
宇都宮駅				フェリー	直送	釜山港	0.007	
越谷駅				フェリー	直送	釜山港	0.02	
東京駅				フェリー	直送	釜山港	0.02	

(4) サービス水準データの作成

(3)で整理した貨物流動実績の各経路について、時間、費用、寄港航路便数といったサービス水準データを作成した。サービス水準データの設定概要については表-3に示す。

なお国内輸送時間について、はしけ・船舶・フェリーを利用した場合は航路便数に基づく待ち時間について、式(6)により算出される便数に基づいて設定した。

$$T_w = \frac{7\text{day} \cdot 24\text{hr}}{F} \cdot \frac{1}{2} \quad (6)$$

ここに、

T_w : 待ち時間

F : 航路便数(便/週)

表-3 サービス水準データの設定概要

	項目	対象	設定概要
時間	国内輸送時間	トレーラー	陸上輸送距離とトレーラーの走行速度（一般道路 34.5km/h, 高速道路 73.1km/h ¹⁰⁾ を元に算出. 長時間輸送の場合は休憩時間を考慮して設定 ¹¹⁾ .
		はしけ・船舶・フェリー	海上輸送距離と内航コンテナ船の航行速度 ¹⁰⁾ を元に, ヒアリング等による搬入締切時間, 荷役時間, 横持ち時間のほか航路便数に基づく待ち時間 ¹²⁾ も考慮して設定.
		貨車	JR 貨物各支社コンテナ列車時刻表をもとに, 走行時間のほか, 発着駅における待ち時間も考慮して設定.
	海上輸送時間	国際フェリー・RORO 船	文献 12) を元に設定.
		国際コンテナ船	Lloyd' s データによる国内各港と相手地域港湾との航行時間の実績を元に設定.
	港湾諸時間	国際フェリー・RORO 船・コンテナ船	ヒアリング等による荷役時間, 通関手続き時間 ¹³⁾ , 便数に基づく待ち時間 ¹²⁾¹⁴⁾ 等を設定. トランシップ貨物の場合はトランシップ港におけるコンテナ滞留時間 ¹⁰⁾ も考慮して設定.
費用	国内輸送費用	トレーラー	20FT コンテナの料金 ¹⁰⁾ を実勢運賃も考慮して設定.
		はしけ・船舶・フェリー	ヒアリング結果や輸送距離を元に算出し, 横持ち費用 ¹⁵⁾ も考慮して設定.
		貨車	輸送距離と距離別貨率表を元に算出し, 発送料や到着料等も考慮して設定 ¹⁶⁾ .
	海上輸送費用	国際フェリー・RORO 船	ヒアリングによる各々の航路の実勢料金を元に設定.
		国際コンテナ船	輸送時間をもとに 1TEU の輸送費用を算出 ¹⁰⁾ し, ヒアリングなどを元に実勢運賃を考慮して設定.
	港湾諸費用	国際フェリー・RORO 船・コンテナ船	ヒアリングを元に港湾荷役費用等を考慮して設定. トランシップ貨物の場合はトランシップ港における港湾諸費用 ¹⁰⁾ も考慮して設定.
寄港航路便数	寄港航路便数	国際フェリー・RORO 船	文献 12) を元に設定.
		国際コンテナ船	定期コンテナ航路一覧表 ¹⁴⁾ や各港ホームページなどを元に設定.

また国際フェリー・RORO 船・コンテナ船の港湾諸時間についても, 寄港航路便数による待ち時間を式(6)により設定したが, 国際フェリー・RORO 船はより急ぐ貨物が輸送経路を選択していると考えられ, 式(6)の平均待ち時間がかかる場合は実際には他の経路を利用することが想定されるため, 運航頻度が高い国際フェリー・RORO 船航路は式(6)で算定される平均待ち時間を用いるが, 運航頻度が低い国際フェリー・RORO 船航路でも最大48時間となるよう設定することとした. なお国際フェリー・RORO 船・コンテナ船に関わる港湾諸時間については, 上述の寄港航路便数による待ち時間と, 通関手続き, 荷役時間を考慮したコンテナヤード搬入締切時間とを比較して長い方を用いることとした.

(5) 説明変数候補

ロジットモデルの効用の確定項 V_i の説明変数の候補を表-4に示す. 説明変数候補は, 船種によらずパラメータ

を共通とする船種共通変数と, 船種ごとに固有のパラメータを求めることとなる船種固有変数を考えた. これらの説明変数候補の組み合わせを検討した上でパラメータ推定を行うこととした. 例えば,

$$V_i = \alpha \cdot (\text{総時間}) + \beta \cdot (\text{総費用}) + \gamma \cdot (\text{国際航路寄港航路便数}) + \delta \cdot (\text{荷役方式ROROダミー})$$

といった説明変数候補の組み合わせや,

$$V_i = \alpha \cdot (\text{コンテナ船の総時間}) + \beta \cdot (\text{フェリーの総時間}) + \gamma \cdot (\text{RORO船の総時間}) + \delta \cdot (\text{総費用}) + \varepsilon \cdot (\text{国際航路寄港航路便数の逆数})$$

などの組み合わせが考えられる. なお説明変数の組み合わせを検討する際は, 以下のことに留意した.

- ・総時間(あるいは総費用)と海外時間・国内時間(あるいは海外費用・国内費用)は同時に説明変数にしない
- ・国際航路寄港航路便数と国際航路寄港航路便数の逆数は同時に説明変数にしない
- ・海外時間(あるいは海外費用)と国内時間(あるいは国

内費用)は必ず同時に説明変数にする

- ・コンテナ船の総時間, フェリーの総時間, RORO船の総時間は必ず同時に説明変数にする (海外時間, 国内時間, 総費用, 海外費用, 国内費用, 国際航路寄港航路便数, 国際航路寄港航路便数の逆数, 荷役方式ROROダミーの場合も同様)
- ・国際航路の寄港航路便数を説明変数として利用する際は寄港航路便数による平均待ち時間は時間に加算しない

なおRORO船の利用が無い場合は, RORO船の総時間などのRORO船のみに係わる説明変数は使用しない。

表-4 説明変数候補

	船種共通変数	船種固有変数
時間	総時間(時間)	コンテナ船の総時間(時間)
		フェリーの総時間(時間)
		RORO 船の総時間(時間)
		海外時間(時間)
		コンテナ船の海外時間(時間)
		フェリーの海外時間(時間)
費用	総費用(万円/TEU)	コンテナ船の総費用(万円/TEU)
		フェリーの総費用(万円/TEU)
		RORO 船の総費用(万円/TEU)
		海外費用(万円/TEU)
		コンテナ船の海外費用(万円/TEU)
		フェリーの海外費用(万円/TEU)
寄港航路便数	国際航路寄港航路便数(便/週)	コンテナ船の国内時間(時間)
		フェリーの国内時間(時間)
		RORO 船の国内時間(時間)
		国内費用(万円/TEU)
		コンテナ船の国内費用(万円/TEU)
		フェリーの国内費用(万円/TEU)
ダミー変数	荷役方式ROROダミー(フェリー・RORO船は1, コンテナ船は0)	コンテナ船の国内費用(万円/TEU)
		フェリーの国内費用(万円/TEU)
		RORO 船の国内費用(万円/TEU)
		国際コンテナ船航路寄港航路便数(便/週)
		国際フェリー航路寄港航路便数(便/週)
		国際RORO船航路寄港航路便数(便/週)
寄港航路便数	国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数	国際コンテナ船航路寄港航路便数(便/週)の逆数
		国際フェリー航路寄港航路便数(便/週)の逆数
		国際RORO船航路寄港航路便数(便/週)の逆数
		フェリーダミー(フェリーは1, それ以外は0)
		RORO船ダミー(RORO船は1, それ以外は0)
		コンテナ船ダミー(コンテナ船は1, それ以外は0)

2.3 モデルの検討結果

2.2(3)で整理したわが国の207生活圏と相手地域である韓国, 中国北部, 中国中部との貨物流動実績と2.2(4)

で作成したサービス水準データを用い, 2.2(5)で示した説明変数候補を組み合わせて, 相手地域(韓国, 中国北部, 中国中部)・輸出入別にパラメータを推定した。なお推定したパラメータによりモデルの適合性を検討する際, パラメータの符号条件は時間, 費用, 寄港航路便数の逆数の各パラメータについてはマイナス, 寄港航路便数, 荷役方式ROROダミーの各パラメータについてはプラスとした。荷役方式ROROダミーについては, 振動などを嫌う貨物は水平荷役方式である国際フェリー・RORO船を選好する傾向が強いと考えられるため, 荷役方式ROROダミーの符号条件はプラスであると考えた。

以下に相手地域(韓国, 中国北部, 中国中部)・輸出入別にパラメータを推定した結果やモデルの適合性, さらに推定したパラメータを用いてモデルの現況再現性を検討した結果を示す。

(1) 韓国輸出

わが国から韓国へ輸出されたコンテナ貨物を対象として分析を行った。

対象とした生活圏は韓国への輸出貨物があった173の生活圏であり, 貨物量は約221千トン, うちフェリー約21千トン, コンテナ船約200千トンである。パラメータ推定結果については, 符号条件が問題無く, パラメータのt値が全て1以上であったモデルについて付録-Bの表-B.1に示す。このうち, 採用することとしたモデルKE-8のパラメータは表-5に示すとおりであり, 総時間(国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算), 総費用, 国際航路寄港航路便数の逆数を説明変数としたモデルとなった。なおこの結果から算定される貨物の時間価値は528円/h・TEUである。

表-5 韓国輸出のパラメータ推定結果(モデル KE-8)

説明変数	パラメータ	t値
総時間* (時間)	-0.0136	-2.41
総費用(万円/TEU)	-0.257	-7.29
国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数	-1.98	-2.77
尤度比	0.217	

*国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算

採用したモデルKE-8を用いて推計した港湾別・船種別貨物量の現況再現値とその実績値の比較を図-8に示す。コンテナ船貨物量がやや過小・過大に再現された港湾があるが, フェリー貨物量はおおむね再現できた。

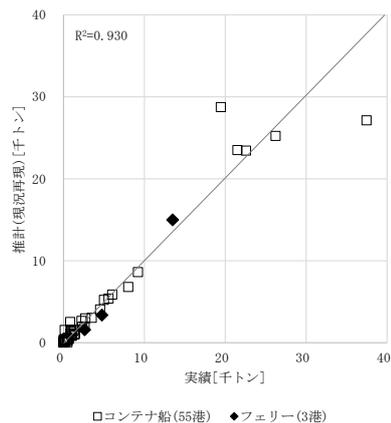
また国際フェリー貨物の取り扱いがあった大阪港, 下関港, 博多港におけるコンテナ船貨物量とフェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値を比較した結果を図-9に

示す。フェリー貨物量は大阪港で実績約13.5千トンに対し現況再現では約15.0千トンとやや過大に推計，下関港で実績約4.8千トンに対し現況再現では約3.4千トンとやや過小に推計，博多港で実績約2.6千トンに対し現況再現では約1.6千トンとやや過小に推計などされたが，おおむね再現できた。

次に，国際フェリー貨物取扱実績のあった大阪港，下関港，博多港について生産地方別フェリー貨物量の実績値と推計（現況再現）値を比較した結果をそれぞれ図-10，図-11，図-12に示す。大阪港フェリー貨物量は近畿地方発の貨物が実績約12.4千トンに対し現況再現では約13.4千トンとやや過大に推計，下関港フェリー貨物量は中国地方発の貨物が実績約2.0千トンに対し現況再現では約1.0千トンと過小に推計，博多港フェリー貨物量は九州地方発の貨物が実績約1.8千トンに対し現況再現では約1.5千トンと過小に推計などされたが，おおむね再現できた。

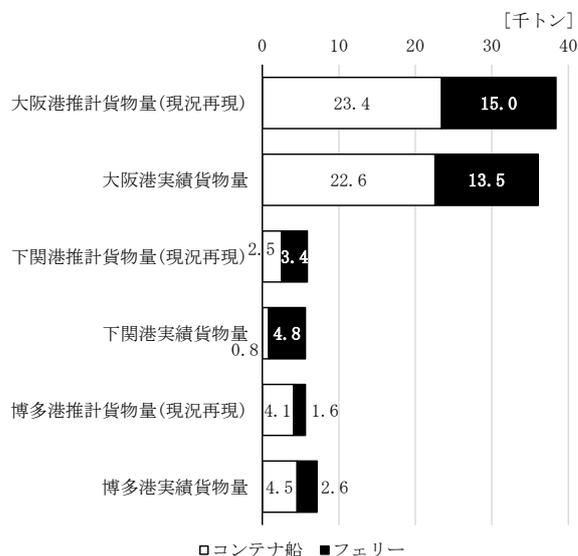
さらに国際フェリー貨物の取り扱いがあった3港の中からフェリー貨物量の多い大阪港に着目し，図-10に示したように大阪港フェリー貨物の大半は近畿地方が占めているため，近畿地方に着目して府県別の船種別貨物量割合の実績と推計（現況再現）を図-13に示す。大阪港フェリー貨物は滋賀県では実績約61%に対し現況再現では約24%と過小に，大阪府では実績約11%に対し現況再現では約29%と過大に，兵庫県では実績約9%に対し現況再現では約24%と過大に推計されるなどしたが，近畿地方全体でみるとおおむね再現できた。なお全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計（現況再現）については付録-Cの図-C.1に示す。

加えて貨物量の多い大阪港フェリー貨物について，207生産生活圏別の貨物量実績を図-14に，207生産生活圏別の貨物量推計（現況再現）を図-15に示す。実績では滋賀県の大津・彦根・近江八幡の3つの生活圏と大阪府の大阪生活圏で1千トンを超える大阪港フェリー貨物量があった一方，現況再現で大阪港フェリー貨物量が1千トンを超えたのは滋賀県の彦根・近江八幡の2つの生活圏と大阪府の大阪・堺の2つの生活圏，兵庫県の姫路生活圏であり，大阪港フェリー貨物量の再現性が高い生活圏があるものの，おおむね再現できた。なお当地図の表示範囲外の生活圏は実績値，推計値ともに大阪港フェリー貨物量が0トンであったため表示していない。



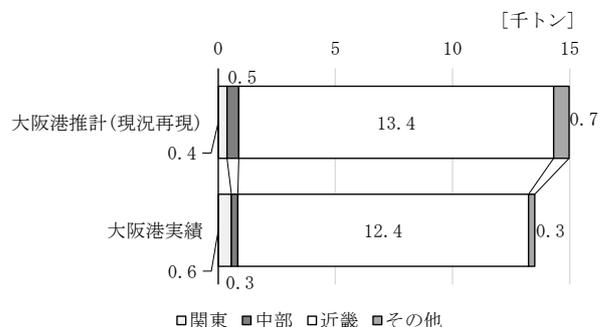
注) グラフの直線は傾き1，切片0

図-8 港湾別・船種別貨物量の実績値と推計（現況再現）値（韓国輸出）



□コンテナ船 ■フェリー

図-9 国際フェリー貨物取扱実績のあった港湾におけるコンテナ船・フェリー貨物量の実績値と推計（現況再現）値（韓国輸出）



□関東 ■中部 □近畿 ■その他

図-10 生産地方別大阪港フェリー貨物量の実績値と推計（現況再現）値（韓国輸出）

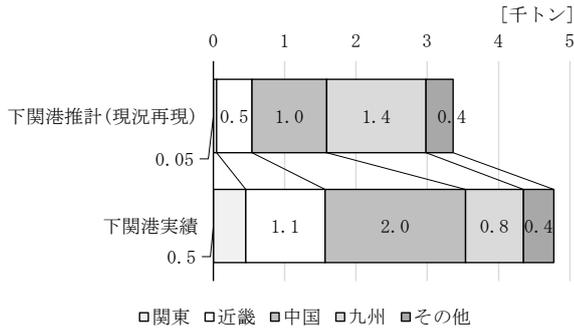


図-11 生産地方別下関港フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値(韓国輸出)

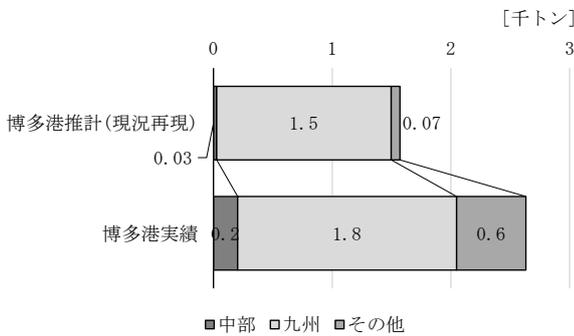


図-12 生産地方別博多港フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値(韓国輸出)

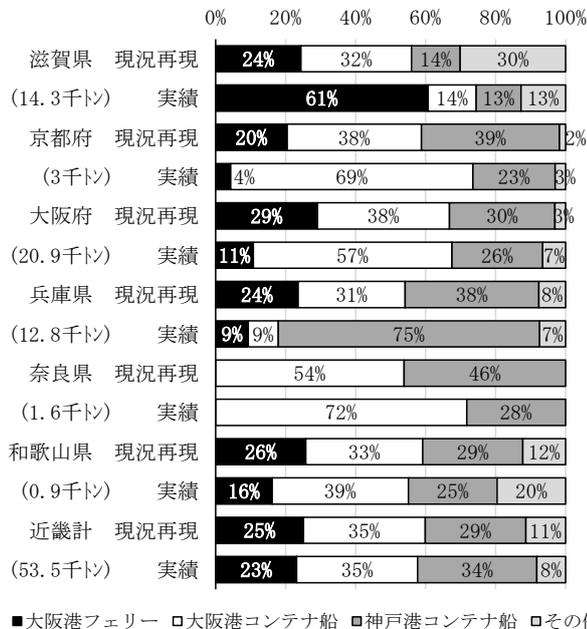


図-13 近畿地方府県別の船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)(韓国輸出)

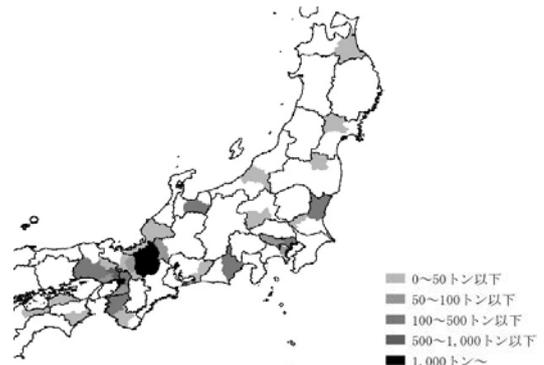


図-14 大阪港フェリー貨物の207生産生活圏別貨物量(韓国輸出・実績)

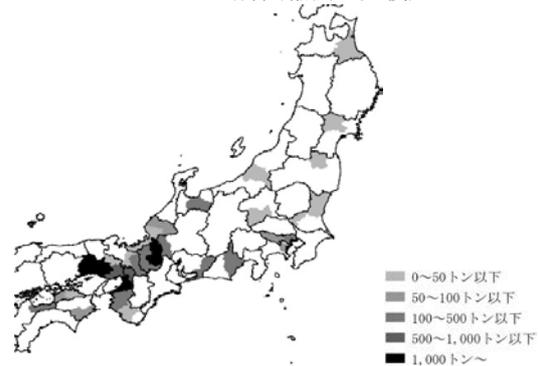


図-15 大阪港フェリー貨物の207生産生活圏別貨物量(韓国輸出・現況再現)

(2) 韓国輸入

わが国へ韓国から輸入されたコンテナ貨物を対象として分析を行った。

対象とした生活圏は韓国からの輸入貨物があった181の生活圏であり、貨物量は約350千トン、うちフェリー約29千トン、コンテナ船約322千トンである。パラメータ推定結果については、符号条件が問題無く、パラメータのt値が全て1以上であったモデルについて付録-Bの表-B.2に示す。このうち、採用することとしたモデルKI-3のパラメータは表-6に示すとおりであり、総時間(国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間を加算)、コンテナ船の海外費用、フェリーの海外費用、国内費用、荷役方式ROROダミーを説明変数としたモデルとなった。

表-6 韓国輸入のパラメータ推定結果(モデルKI-3)

説明変数	パラメータ	t値
総時間*(時間)	-0.0211	-1.74
コンテナ船の海外費用(万円/TEU)	-0.203	-0.99
フェリーの海外費用(万円/TEU)	-1.41	-1.99
国内費用(万円/TEU)	-0.309	-7.41
荷役方式ROROダミー	11.1	1.54
尤度比	0.273	

*国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間を加算

採用したモデルKI-3を用いて推計した港湾別・船種別貨物量の現況再現値とその実績値の比較を図-16に示す。コンテナ船貨物量がやや過小・過大に再現された港湾があるが、フェリー貨物量はおおむね再現できた。

また国際フェリー貨物の取り扱いがあった大阪港，下関港，博多港におけるコンテナ船貨物量とフェリー貨物量の実績値と推計（現況再現）値を比較した結果を図-17に示す。フェリー貨物量は大阪港で実績約14.6千トンに対し現況再現では約14.2千トンとやや過小に推計，下関港で実績約8.5千トンに対し現況再現では約7.9千トンとやや過小に推計，博多港で実績約5.4千トンに対し現況再現では約6.5千トンとやや過大に推計などされたが，おおむね再現できた。

次に，国際フェリー貨物取扱実績のあった大阪港，下関港，博多港について消費地方別フェリー貨物量の実績値と推計（現況再現）値を比較した結果を図-18，図-19，図-20に示す。大阪港フェリー貨物量は関東地方着の貨物が実績約3.8千トンに対し現況再現では約0.3千トンと過小に推計，下関港フェリー貨物量は関東地方着の貨物が実績約1.2千トンに対し現況再現では約0.1千トンと過小に推計，博多港フェリー貨物量は九州地方着の貨物が実績約4.4千トンに対し現況再現では約5.7千トンと過大に推計などされたが，おおむね再現できた。

さらに国際フェリー貨物の取り扱いがあった3港の中からフェリー貨物量の多い大阪港に着目し，図-18に示したように大阪港フェリー貨物の大半は近畿地方が占めているため，近畿地方に着目して府県別の船種別貨物量割合の実績と推計（現況再現）を図-21に示す。大阪港フェリー貨物は兵庫県では実績約6%に対し現況再現では約13%と過大に，和歌山県では実績約1%に対し現況再現では約15%と過大に推計されるなどしたが，それ以外の府県や近畿地方全体でみるとおおむね再現できた。なお全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計（現況再現）については付録-Cの図-C.2に示す。

加えて貨物量の多い大阪港フェリー貨物について，207消費生活圏別の貨物量実績を図-22に，207消費生活圏別の貨物量推計（現況再現）を図-23に示す。実績では埼玉県の熊谷生活圏，東京都の東京生活圏，大阪府の大阪・堺の2つの生活圏で1千トンを超える大阪港フェリー貨物量があった一方，現況再現で大阪港フェリー貨物量が1千トンを超えたのは愛知県の豊田生活圏，大阪府の大阪・堺・東大阪の3つの生活圏であり，関東地方の生活圏である熊谷，東京の再現性が低い結果となった。なお当該図の表示範囲外の生活圏は実績値，推計値ともに大阪港フェリー貨物量が0トンであったため表示していない。

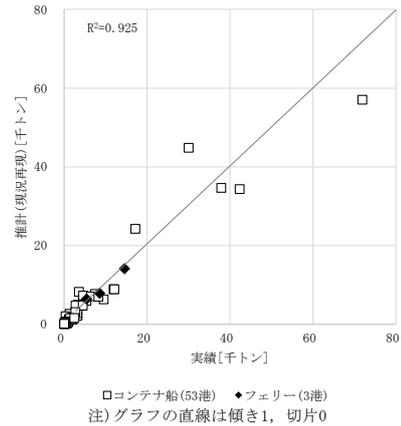


図-16 港湾別・船種別貨物量の実績値と推計（現況再現）値（韓国輸入）

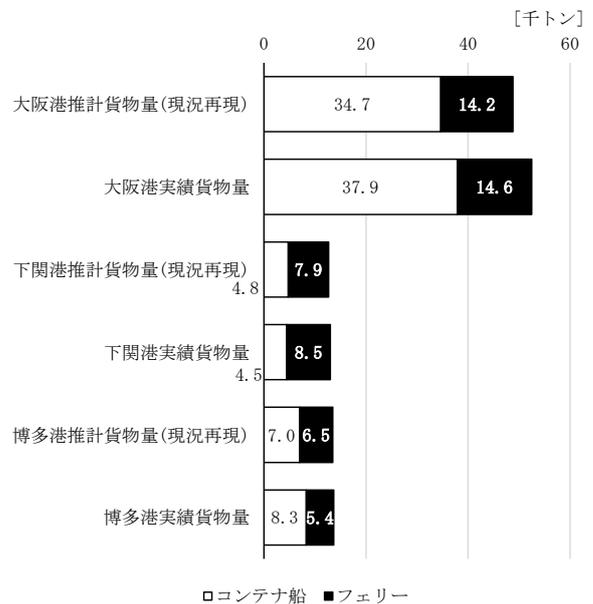


図-17 国際フェリー貨物取扱実績のあった港湾におけるコンテナ船・フェリー貨物量の実績値と推計（現況再現）値（韓国輸入）

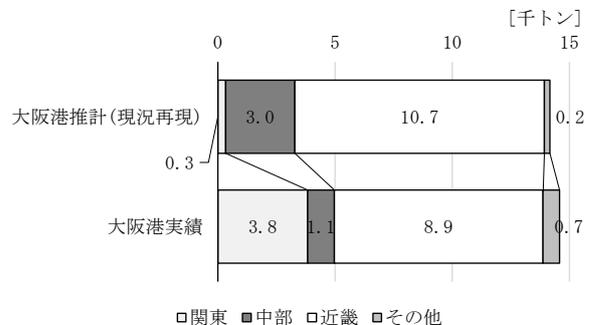


図-18 消費地方別大阪港フェリー貨物量の実績値と推計（現況再現）値（韓国輸入）

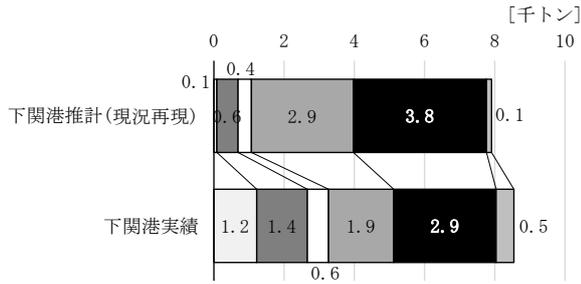


図-19 消費地方別下関港フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (韓国輸入)

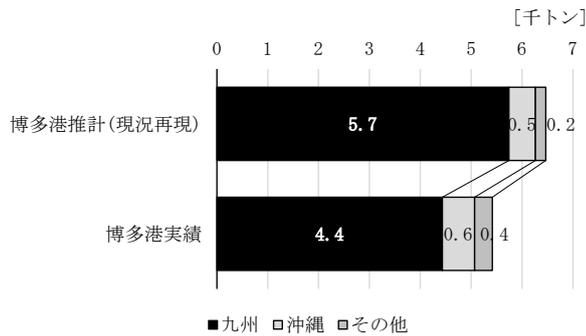


図-20 消費地方別博多港フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (韓国輸入)

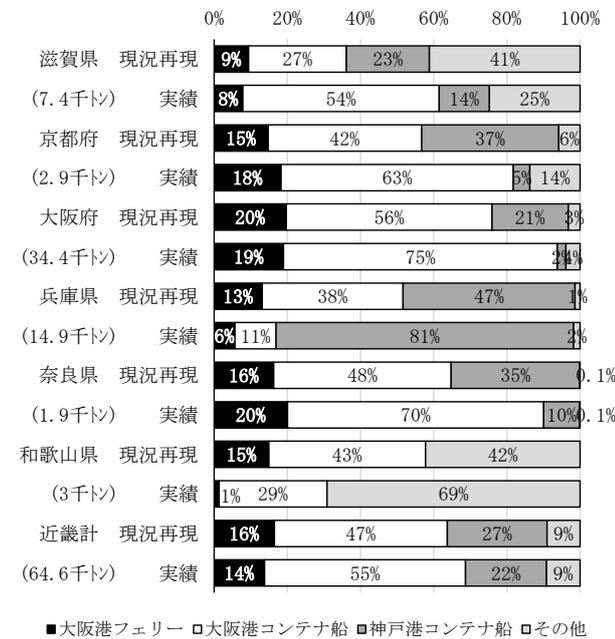


図-21 近畿地方府県別の船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現) (韓国輸入)

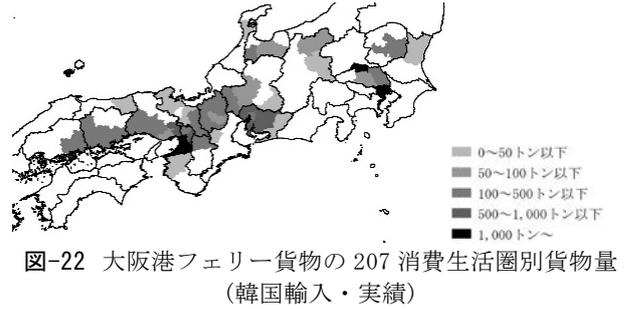


図-22 大阪港フェリー貨物の207消費生活圏別貨物量(韓国輸入・実績)

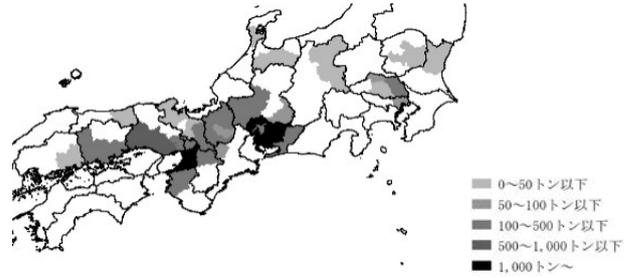


図-23 大阪港フェリー貨物の207消費生活圏別貨物量(韓国輸入・現況再現)

(3) 中国北部輸出

わが国から中国北部地域へ輸出されたコンテナ貨物を対象として分析を行った。

対象とした生活圏は中国北部地域への輸出貨物があった179の生活圏であり、貨物量は約267千トン、うちフェリー約3千トン、コンテナ船約264千トン、RORO船は1千トンに満たない。パラメータ推定結果については、符号条件が問題無く、パラメータのt値が全て0.5以上であったモデルについて付録-Bの表-B.3に示す。このうち、採用することとしたモデルCNE-3のパラメータは表-7に示すとおりであり、総時間(国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算)、海外費用、国内費用、国際航路寄港航路便数の逆数を説明変数としたモデルとなった。

表-7 中国北部輸出のパラメータ推定結果(モデルCNE-3)

説明変数	パラメータ	t値
総時間* (時間)	-0.00526	-0.83
海外費用(万円/TEU)	-0.103	-1.93
国内費用(万円/TEU)	-0.245	-6.09
国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数	-0.965	-2.05
尤度比	0.165	

*国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算

採用したモデルCNE-3を用いて推計した港湾別・船種別貨物量の現況再現値とその実績値の比較を図-24に示す。コンテナ船貨物量、フェリー貨物量、RORO船貨物量ともにおおむね再現できた。

また国際フェリー・RORO船貨物の取り扱いがあった神戸港、下関港、博多港におけるコンテナ船貨物量、フェリー貨物量、RORO船貨物量の実績値と推計(現況再現)値を比較した結果を図-25に示す。フェリー貨物量は神戸港で実績約1.5千トンに対し現況再現では約3.4千トンと過大に推計などされたが、おおむね再現できた。

次に、国際フェリー・RORO船貨物取扱実績のあった神戸港、下関港、博多港のうちフェリー貨物量の多い神戸港、下関港について生産地方別フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値を比較した結果をそれぞれ図-26、図-27に示す。神戸港フェリー貨物量は近畿地方発の貨物が実績約0.7千トンに対し現況再現では約2.5千トンと過大に推計、下関港フェリー貨物量は近畿地方発の貨物が実績約0.2千トンに対し現況再現では約1.4千トンとやや過小に、また中国地方発の貨物が実績約1.2千トンに対し現況再現では約1.4千トンとやや過大に推計などされたがおおむね再現できた。

さらに国際フェリー・RORO船貨物の取り扱いがあった3港の中から下関港に着目し、図-27に示したように下関港フェリー貨物の大半は中国地方が占めているため、中国地方に着目して県別の船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)を図-28に示す。下関港フェリー貨物は広島県では実績約2%に対し現況再現では約7%と過大に推計されるなどしたが、それ以外の県や中国地方全体で見るとおおむね再現できた。なお全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)については付録-Cの図-C.3に示す。

加えて貨物量の多い下関港フェリー貨物について、207生産生活圏別の貨物量実績を図-29に、207生産生活圏別の貨物量推計(現況再現)を図-30に示す。実績では山口

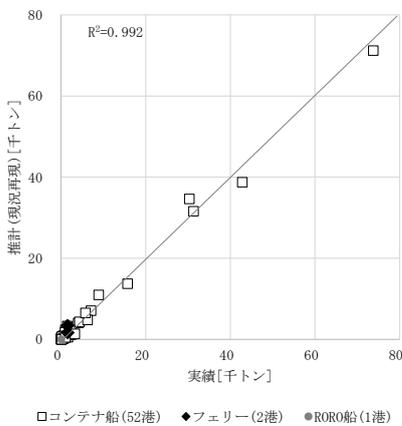


図-24 港湾別・船種別貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (中国北部輸出)

県の下関生活圏で500トンを超える下関港フェリー貨物量があった一方、現況再現で下関港フェリー貨物量が500トンを超えたのは広島県の広島生活圏、山口県の下関生活圏であり、下関港フェリー貨物量の再現性が高い生活圏があるものの、おおむね再現できた。なお本地区の表示範囲外の生活圏は実績値、推計値ともに下関港フェリー貨物量が0トンであったため表示していない。

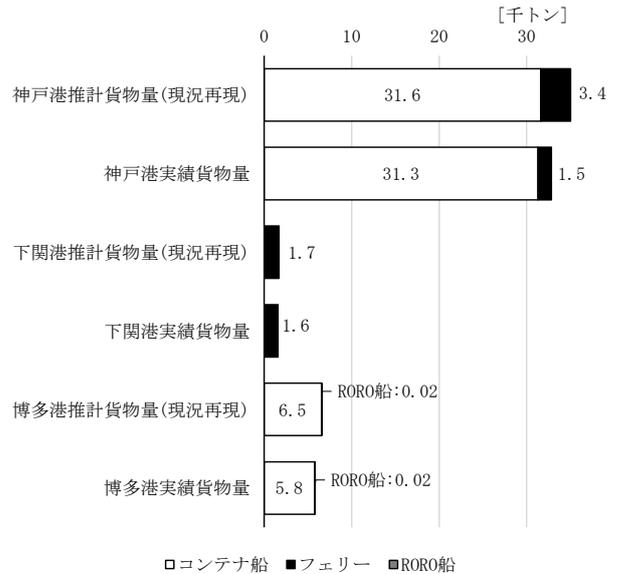


図-25 国際フェリー・RORO 船貨物取扱実績のあった港湾におけるコンテナ船・フェリー・RORO 船貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (中国北部輸出)

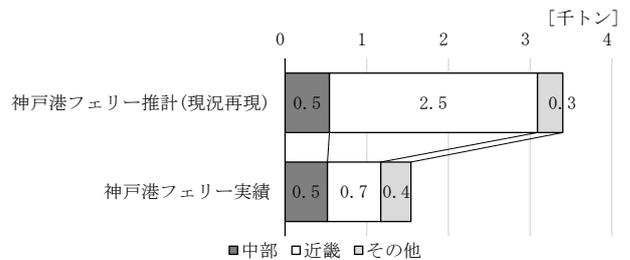


図-26 生産地方別神戸港フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (中国北部輸出)

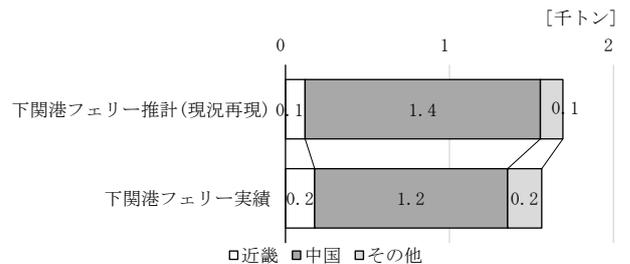


図-27 生産地方別下関港フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (中国北部輸出)

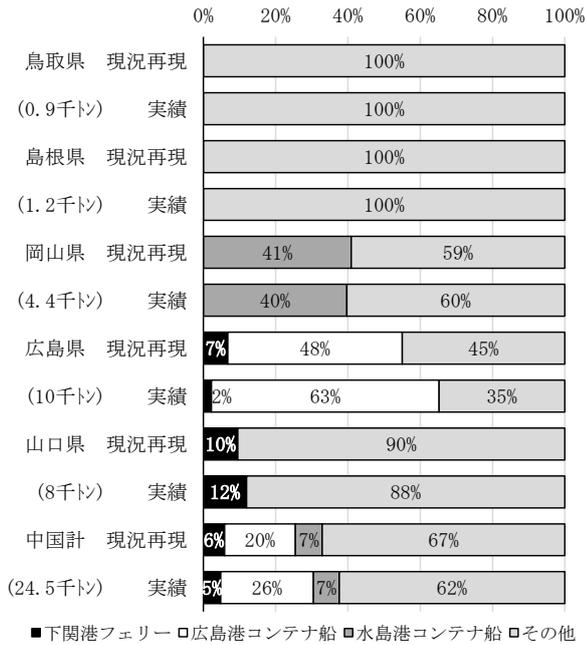


図-28 中国地方県別の船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現) (中国北部輸出)



図-29 下関港フェリー貨物の207生産生活圏別貨物量(中国北部輸出・実績)



図-30 下関港フェリー貨物の207生産生活圏別貨物量(中国北部輸出・現況再現)

(4) 中国北部輸入

わが国へ中国北部地域から輸入されたコンテナ貨物を対象として分析を行った。

対象とした生活圏は中国北部からの輸入貨物があった191の生活圏であり、貨物量は約1,039千トン、うちフェリー約20千トン、コンテナ船約1,019千トンである。パラメータ推定結果については、符号条件が問題無く、パラ

メータのt値が全て0.5以上であったモデルについて付録-Bの表-B.4に示す。このうち、採用することとしたモデルCNI-1のパラメータは表-8に示すとおりであり、総時間(国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算)、海外費用、国内費用、国際航路寄港航路便数の逆数を説明変数としたモデルとなった。

表-8 中国北部輸入のパラメータ推定結果(モデルCNI-1)

説明変数	パラメータ	t値
総時間* (時間)	-0.0104	-1.76
海外費用(万円/TEU)	-0.170	-4.47
国内費用(万円/TEU)	-0.379	-7.40
国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数	-2.02	-3.05
尤度比	0.315	

*国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算

採用したモデルCNI-1を用いて推計した港湾別・船種別貨物量の現況再現値とその実績値の比較を図-31に示す。コンテナ船貨物量がやや過小・過大に再現された港湾があるが、フェリー貨物量はおおむね再現できた。

また国際フェリー貨物の取り扱いがあった神戸港、下関港におけるコンテナ船貨物量、フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値を比較した結果を図-32に示す。フェリー貨物量は神戸港で実績約3.4千トンに対し現況再現では約13.0千トンと過大に、下関港で実績約17.0千トンに対し現況再現では約10.8千トンと過小に推計などされた。本モデルは尤度比も高く図-31においても全体の再現性は良い一方でフェリー貨物の再現性が低くなった要因としては、先に示したように中国北部輸入実績は全貨物量約1,039千トンのうちフェリー約20千トン(約2%)、コンテナ船約1,019千トン(約98%)とフェリー貨物の割合が非常に低いことが考えられ、そのためフェリー貨物の経路選択の再現性が低くなったものと推察される。

次に、国際フェリー貨物取扱実績のあった神戸港、下関港について消費地方別フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値を比較した結果をそれぞれ図-33、図-34に示す。神戸港フェリー貨物量は近畿地方着の貨物が実績約2.0千トンに対し現況再現では約11.3千トンと過大に推計、下関港フェリー貨物量は関東地方着の貨物が実績約3.9千トンに対し現況再現では約0.03千トンと過小に推計、中部地方着の貨物も実績約4.6千トンに対し現況再現では約0.2千トンと過小に推計などされた。

さらに国際フェリー貨物の取り扱いがあった3港の中からフェリー貨物量の多い下関港に着目し、中国地方に着目して県別の船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)を図-35に示す。下関港フェリー貨物は鳥取県では実

績約2%に対し現況再現では約0.4%と過小に推計されるなどしたが、それ以外の県や中国地方全体でみるとおおむね再現できた。なお全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)については付録-Cの図-C.4に示す。

加えて貨物量の多い下関港フェリー貨物について、207消費生活圏別の貨物量実績を図-36に、207消費生活圏別の貨物量推計(現況再現)を図-37に示す。実績では東京都の東京生活圏、岐阜県の岐阜生活圏、愛知県の名古屋生活圏、大阪府の東大阪生活圏、山口県の下関生活圏、福岡県の福岡生活圏で1千トンを超える下関港フェリー貨物量があった一方、現況再現で下関港フェリー貨物量が1千トンを超えたのは山口県の下関生活圏、福岡県の北九州・福岡・久留米の3つの生活圏であり、遠方の生活圏である東京、岐阜、名古屋、東大阪の再現性が低い結果となった。なお当地図の表示範囲外の生活圏は実績値、推計値ともに下関港フェリー貨物量が0トンであったため表示していない。

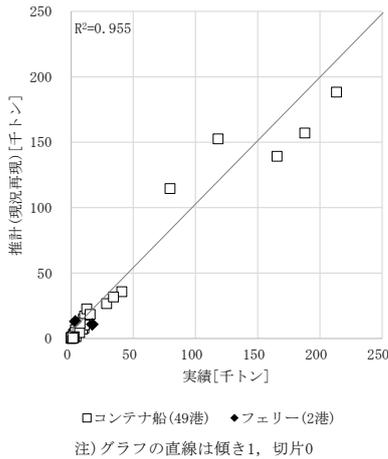


図-31 港湾別・船種別貨物量の実績値と推計(現況再現)値(中国北部輸入)

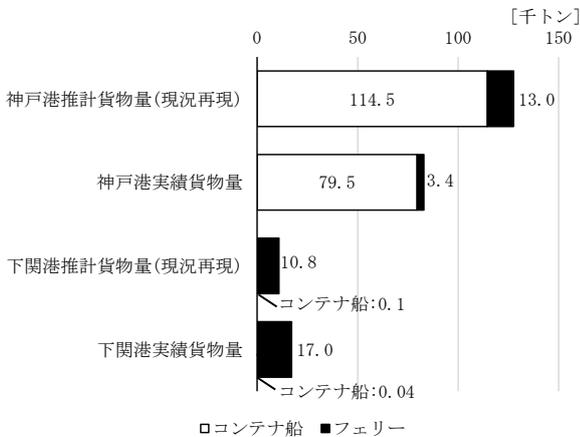


図-32 国際フェリー貨物取扱実績のあった港湾におけるコンテナ船・フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値(中国北部輸入)

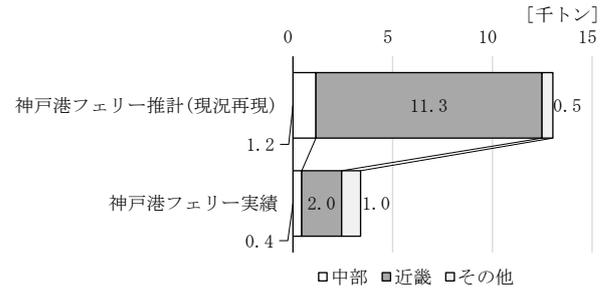


図-33 消費地方別神戸港フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値(中国北部輸入)

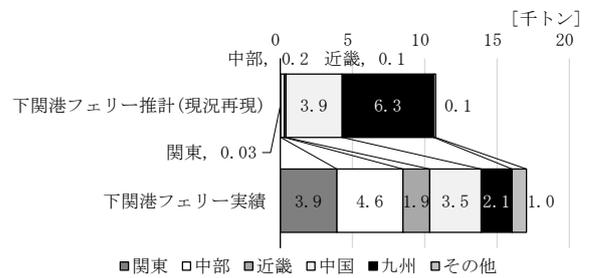


図-34 消費地方別下関港フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値(中国北部輸入)

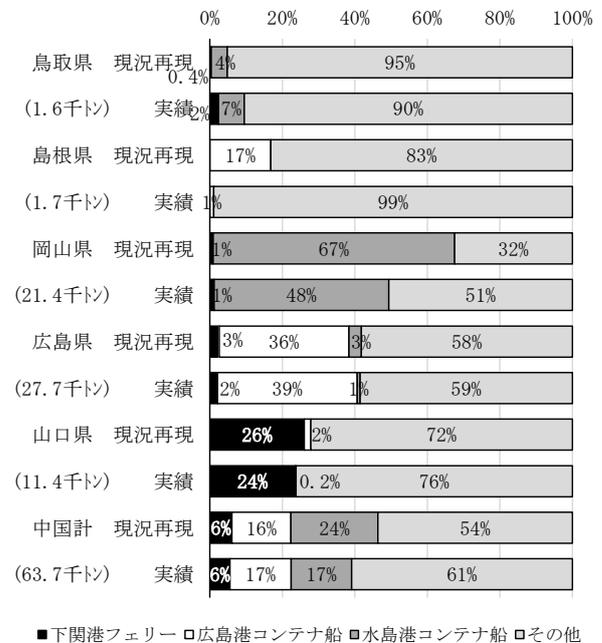


図-35 中国地方県別の船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)(中国北部輸入)

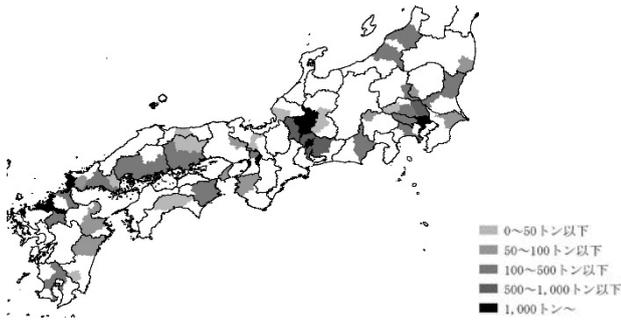


図-36 下関港フェリー貨物の207消費生活圏別貨物量 (中国北部輸入・実績)

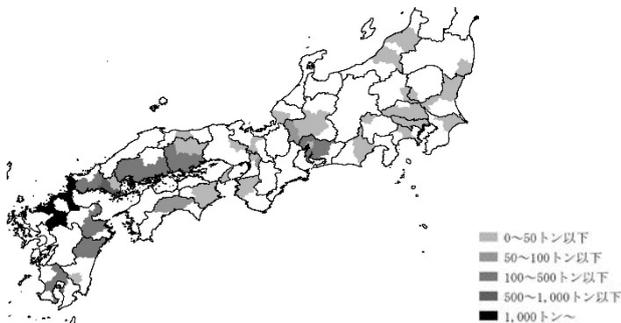


図-37 下関港フェリー貨物の207消費生活圏別貨物量 (中国北部輸入・現況再現)

(5) 中国中部輸出

わが国から中国中部地域へ輸出されたコンテナ貨物を対象として分析を行った。

対象とした生活圏は中国中部地域への輸出貨物があった177の生活圏であり、貨物量は約517千トン、うちフェリー約4千トン、コンテナ船約511千トン、RORO船は約2千トンである。パラメータ推定結果については、符号条件が問題無く、パラメータのt値が全て0.5以上であったモデルについて付録-Bの表-B.5に示す。このうち、採用することとしたモデルCCE-4のパラメータは表-9に示すとおりであり、総時間(国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算)、海外費用、国内費用、国際航路寄港航路便数の逆数を説明変数としたモデルとなった。

表-9 中国中部輸出のパラメータ推定結果(モデルCCE-4)

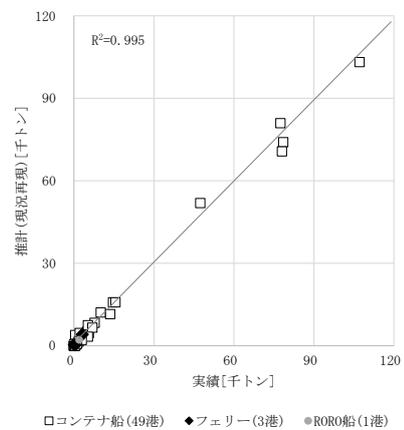
説明変数	パラメータ	t値
総時間* (時間)	-0.00542	-0.68
海外費用(万円/TEU)	-0.122	-1.64
国内費用(万円/TEU)	-0.288	-6.39
国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数	-2.15	-2.85
尤度比	0.162	

*国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算

採用したモデルCCE-4を用いて推計した港湾別・船種別貨物量の現況再現値とその実績値の比較を図-38に示す。

コンテナ船貨物量、フェリー貨物量、RORO船貨物量ともにおおむね再現できた。

また国際フェリー・RORO船貨物の取り扱いがあった大阪港、神戸港、下関港、博多港におけるコンテナ船貨物量、フェリー貨物量、RORO船貨物量の実績値と推計(現況再現)値を比較した結果を図-39に示す。フェリー貨物量は大阪港で実績約3.2千トンに対し現況再現では約4.1千トンとやや過大に推計などされたが、おおむね再現できた。またRORO船貨物量も博多港で実績約1.9千トンに対し現況再現では約2.2千トンとやや過大に推計などされたが、おおむね再現できた。



注) グラフの直線は傾き1, 切片0

図-38 港湾別・船種別貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (中国中部輸出)

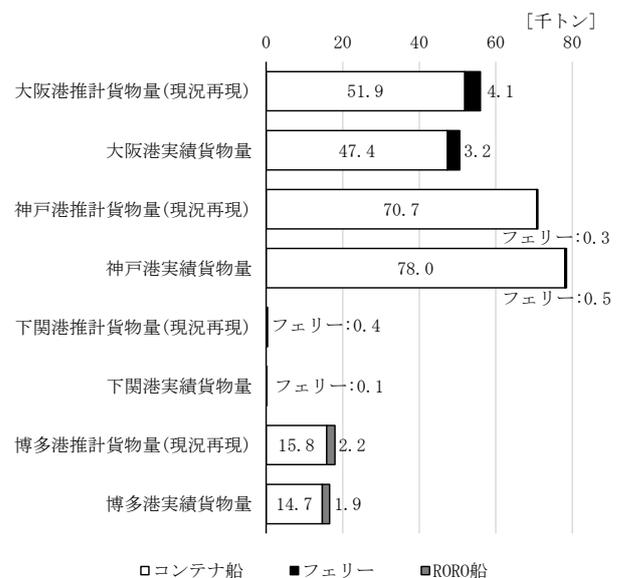


図-39 国際フェリー・RORO 船貨物取扱実績のあった港湾におけるコンテナ船・フェリー・RORO 船貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (中国中部輸出)

次に、国際フェリー・RORO船貨物取扱実績のあった大阪港、神戸港、下関港、博多港のうちフェリー・RORO船貨物量の多い大阪港、博多港において、生産地方別フェリー・RORO船貨物量の実績値と推計(現況再現)値を比較した結果をそれぞれ図-40、図-41に示す。大阪港フェリー貨物量は中部地方発の貨物が実績約1.7千トンに対し現況再現では約1.0千トンと過小に、また近畿地方発の貨物が実績約0.7千トンに対し現況再現では約2.7千トンと過大に推計され、博多港RORO船貨物量は九州地方発の貨物が実績約1.4千トンに対し現況再現では約2.0千トンと過大に推計などされた。

さらに国際フェリー・RORO船貨物の取り扱いがあった4港の中からフェリー貨物量の多い大阪港に着目し、近畿地方に着目して府県別の船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)を図-42に示す。大阪港フェリー貨物は大阪府では実績約1%に対し現況再現では約4%と過大に推計されるなどした。なお全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)については付録-Cの図-C.5に示す。

加えて貨物量の多い大阪港フェリー貨物について、207生産生活圏別の貨物量実績を図-43に、207生産生活圏別の貨物量推計(現況再現)を図-44に示す。実績では三重県の四日市生活圏で1千トンを超える大阪港フェリー貨物量があった一方、現況再現で大阪港フェリー貨物量が1千トンを超えた生活圏は無かった。なお当地図の表示範

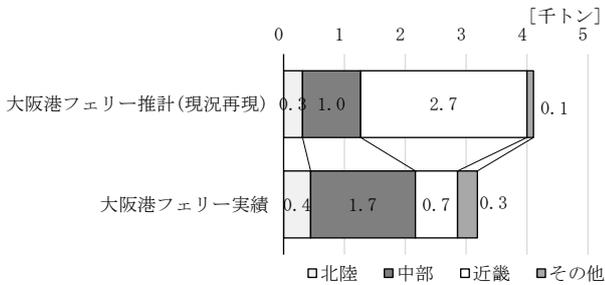


図-40 生産地方別大阪港フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (中国中部輸出)

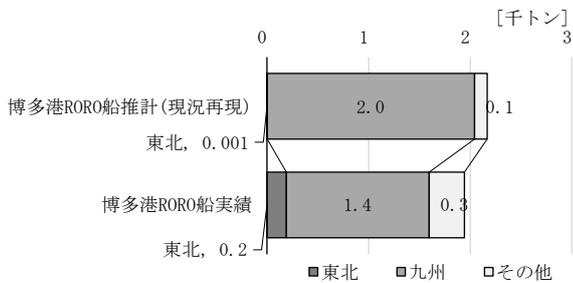


図-41 生産地方別博多港 RORO 船貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (中国中部輸出)

囲外の生活圏は実績値、推計値ともに大阪港フェリー貨物量が0トンであったため表示していない。

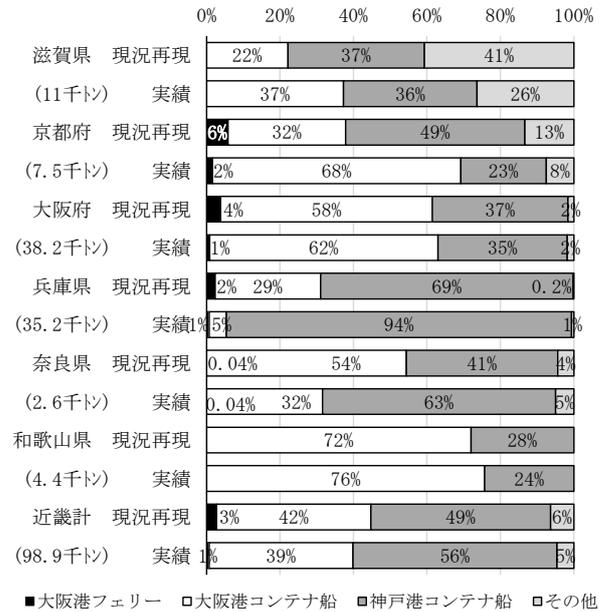


図-42 近畿地方府県別の船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現) (中国中部輸出)

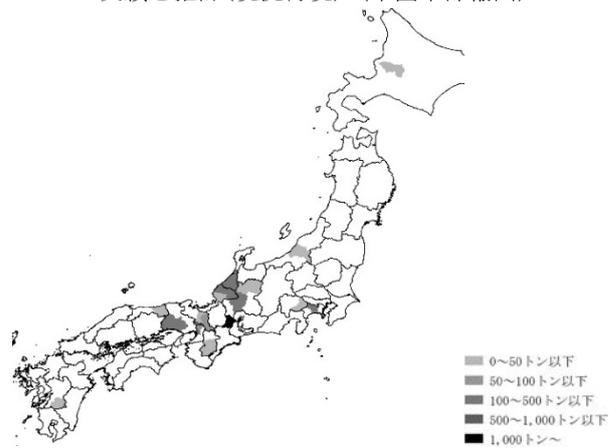


図-43 大阪港フェリー貨物の207生産生活圏別貨物量 (中国中部輸出・実績)

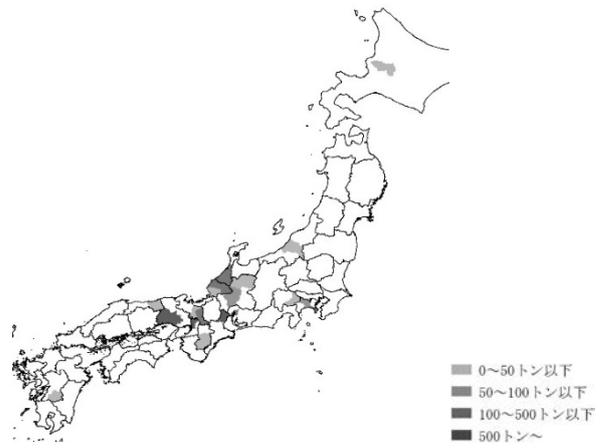


図-44 大阪港フェリー貨物の207生産生活圏別貨物量 (中国中部輸出・現況再現)

(6) 中国中部輸入

わが国へ中国中部地域から輸入されたコンテナ貨物を対象として分析を行った。

対象とした生活圏は中国中部からの輸入貨物があった187の生活圏であり、貨物量は約1,714千トン、うちフェリー約22千トン、コンテナ船約1,685千トン、RORO船は約7千トンである。パラメータ推定結果については、符号条件が問題無く、パラメータのt値が全て1以上であったモデルについて付録-Bの表-B.6に示す。このうち、採用することとしたモデルCCI-6のパラメータは表-10に示すとおりであり、総時間(国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算)、総費用、国際航路寄港航路便数の逆数を説明変数としたモデルとなった。なおこの結果から算定される貨物の時間価値は394円/h・TEUである。

表-10 中国中部輸入のパラメータ推定結果(モデルCCI-6)

説明変数	パラメータ	t値
総時間* (時間)	-0.0158	-1.50
総費用(万円/TEU)	-0.401	-7.30
国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数	-2.43	-3.83
尤度比	0.387	

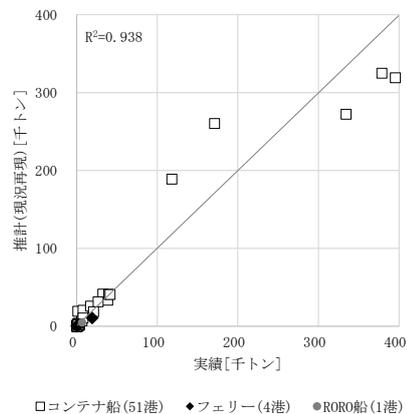
*国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算

採用したモデルCCI-6を用いて推計した港湾別・船種別貨物量の現況再現値とその実績値の比較を図-45に示す。コンテナ船貨物量がやや過小・過大に再現された。

また国際フェリー・RORO船貨物の取り扱いがあった大阪港、神戸港、下関港、博多港におけるコンテナ船貨物量、フェリー貨物量、RORO船貨物量の実績値と推計(現況再現)値を比較した結果を図-46に示す。フェリー貨物量は大阪港で実績約19.2千トンに対し現況再現では約10.6千トンと過小に、RORO船貨物量は博多港で実績約6.8千トンに対し現況再現では約4.8千トンとやや過小に推計などされた。本モデルは尤度比が高い一方でフェリー・RORO船貨物の再現性が低くなった要因としては、先に示したように中国中部輸入実績は全貨物量約1,714千トンのうちフェリー約22千トン(約1%)、RORO船約7千トン(約1%)、コンテナ船約1,685千トン(約98%)とフェリー・RORO船貨物の割合が非常に低いことが考えられ、そのためフェリー・RORO船貨物の経路選択の再現性が低くなったものと推察される。

次に、国際フェリー・RORO船貨物取扱実績のあった大阪港、神戸港、下関港、博多港のうちフェリー・RORO船貨物量の多い大阪港、博多港において、消費地方別フェリー・RORO船貨物量の実績値と推計(現況再現)値を比較

した結果をそれぞれ図-47、図-48に示す。大阪港フェリー貨物量は関東地方着の貨物が実績約3.1千トンに対し現況再現では約0.05千トン、中部地方着の貨物が実績約6.4千トンに対し現況再現では約1.4千トンと過小に推計され、博多港RORO船貨物量は関東地方着の貨物が実績約3.2千トンに対し現況再現では約0.2千トン、中部地方着の貨物が実績約1.5千トンに対し現況再現では0.008千トンと過小に、九州地方着の貨物が実績約1.5千トンに対し現況再現では約4.5千トンと過大に推計などされた。



注) グラフの直線は傾き1, 切片0
図-45 港湾別・船種別貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (中国中部輸入)

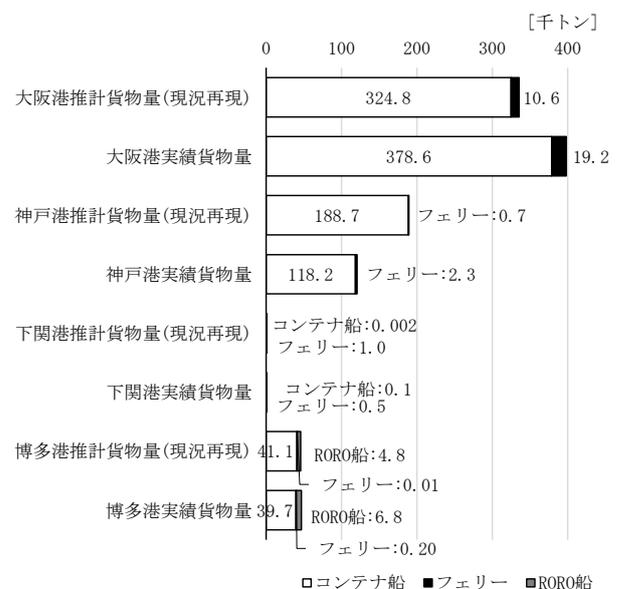


図-46 国際フェリー・RORO 船貨物取扱実績のあった港湾におけるコンテナ船・フェリー・RORO 船貨物量の実績値と推計(現況再現)値 (中国中部輸入)

さらに国際フェリー・RORO船貨物の取り扱いがあった4港の中からフェリー貨物量の多い大阪港に着目し、**図-47**に示したように大阪港フェリー貨物の大半は近畿地方が占めているため、近畿地方に着目して府県別の船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)を**図-49**に示す。大阪港フェリー貨物は近畿地方の府県においてはおおむね再現できた。なお全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)については**付録-Cの図-C.6**に示す。

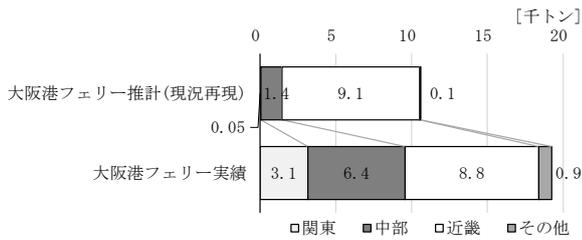


図-47 消費地方別大阪港フェリー貨物量の実績値と推計(現況再現)値(中国中部輸入)

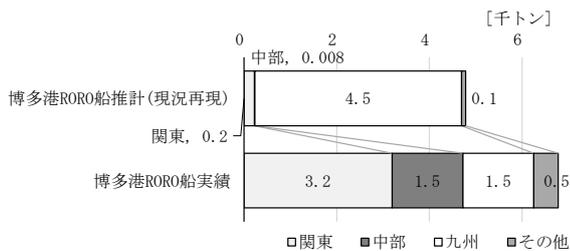


図-48 消費地方別博多港RORO船貨物量の実績値と推計(現況再現)値(中国中部輸入)

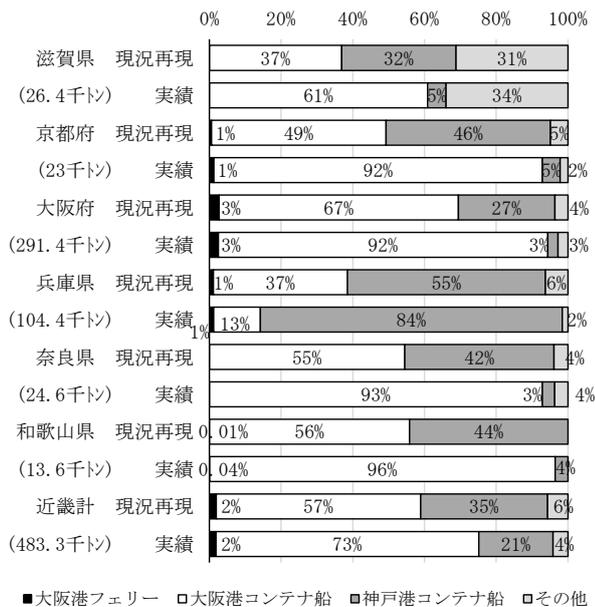


図-49 近畿地方府県別の船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)(中国中部輸入)

加えて貨物量の多い大阪港フェリー貨物について、207消費生活圏別の貨物量実績を**図-50**に、207消費生活圏別の貨物量推計(現況再現)を**図-51**に示す。実績では東京都の東京生活圏、岐阜県の岐阜生活圏、愛知県の豊田生活圏、大阪府の大阪・堺・東大阪の3つの生活圏、兵庫県の神戸生活圏で1千トンを超える大阪港フェリー貨物量があった一方、現況再現で大阪港フェリー貨物量が1千トンを超えたのは大阪府の大阪・堺・東大阪の3つの生活圏であり、遠方の生活圏である東京、岐阜、豊田などの再現性が低い結果となった。なお当地図の表示範囲外の生活圏は実績値、推計値ともに大阪港フェリー貨物量が0トンであったため表示していない。

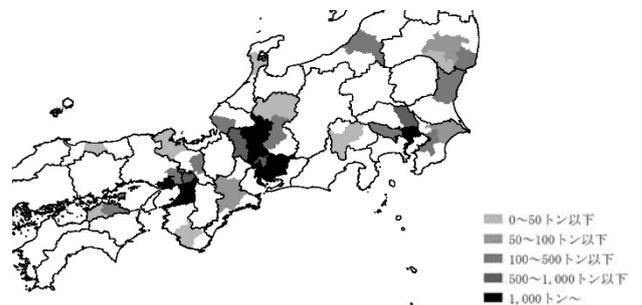


図-50 大阪港フェリー貨物の207消費生活圏別貨物量(中国中部輸入・実績)

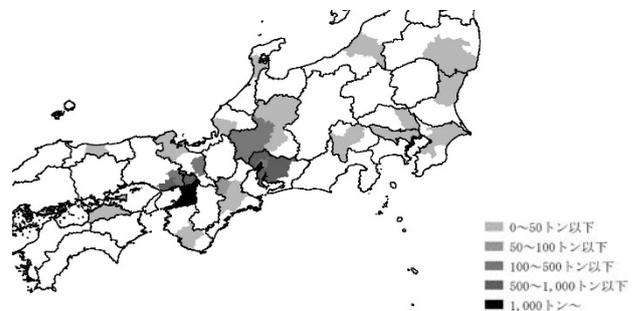


図-51 大阪港フェリー貨物の207消費生活圏別貨物量(中国中部輸入・現況再現)

3. 輸送環境変化に関わる貨物流動分析

2. で構築したモデルを用いて、国際フェリー航路の輸送環境変化時の貨物流動に関して3.1では既存航路について、また3.2では新規航路について分析を行う。

3.1 既存航路のサービス水準変化時の貨物流動分析

日本と韓国の間では、平成24年10月から日本のシャーンシの韓国国内の通行が開始され、平成25年3月からは韓国のシャーンシの日本国内通行がパイロットプロジェクトとして開始されており¹⁷⁾、このパイロットプロジェクトでは、韓国国内から日本国内工場までのリードタイムが従

来の5日間から4日間に短縮されたとの報告もある¹⁸⁾。

本分析ではこの事例を参考に、国際フェリーを利用した韓国から日本の消費地までの総輸送時間が、シャーンシの相互通行により、1日短縮される場合について分析を行った。具体的には2.3(2)で構築した韓国輸入貨物に関わるロジットモデルを用い、韓国との間に既に国際フェリー航路が就航しているわが国のA港、B港、C港について、A港あるいはB港、さらにはA港とB港双方の国際フェリー航路により輸入される全ての貨物がシャーンシ相互通行により輸送されると仮定した3ケースについて、その総輸送時間が現況よりも1日短縮されるとした場合の貨物流動変化についてそれぞれ分析を行った。

(1) A港国際フェリーのみ短縮される場合

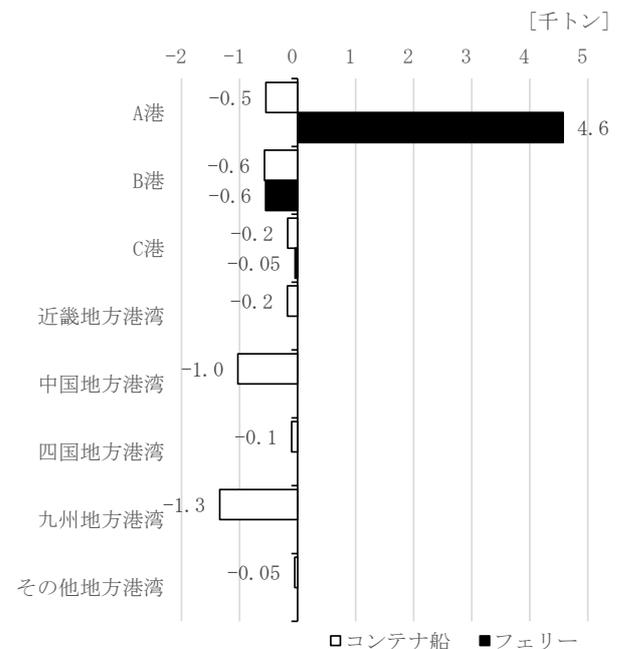
韓国との国際フェリーが就航しているわが国のA港の国際フェリー航路により輸入される全ての貨物がシャーンシ相互通行により輸送されると仮定し、その総輸送時間が現況よりも1日短縮されるとした場合について分析を行った。なお本分析の対象はA港からの輸送距離も勘案し、近畿地方、中国地方、四国地方、九州地方が消費地である貨物とした。

A港シャーンシ相互通行想定時のフェリー航路就航港と地方別の港湾貨物量変化について図-52に示す。A港のフェリー貨物量は現況再現時の約7.2千トンに比べて約4.6千トン(現況再現の約6割)増加した。この増加した貨物は、国際フェリー航路が就航しているB港、C港のフェリー貨物や自港、他港のコンテナ船からの転換であり、具体的には自港のA港のコンテナ船は約0.5千トン(現況再現の約1割)減少、国際フェリー航路が就航しているB港のコンテナ船は約0.6千トン(現況再現の約1割)減少、フェリーは約0.6千トン(現況再現の約1割)減少、同じく国際フェリー航路が就航しているC港のコンテナ船は約0.2千トン(現況再現の約1%)減少、フェリーは約0.05千トン(現況再現の約0.4%)減少した。また中国地方の港湾のコンテナ船では約1千トン(現況再現の約5%)減少、九州地方の港湾のコンテナ船では約1.3千トン(現況再現の約1割)減少するなどした。

またA港のフェリー貨物量について、現況再現時とA港シャーンシ相互通行(総輸送時間1日短縮)想定時の推計時の消費地方別貨物量を図-53に示す。A港の地方別フェリー貨物量で現況再現時に比べて増加したのは主に中国地方、九州地方の貨物で、中国地方では現況再現時の約2.9千トンから約4.6千トンに、九州地方では現況再現時の約3.8千トンから約6.2千トンに増加した。

さらにA港207消費生活圏別フェリー貨物量の推計(現

況再現)結果を図-54に、A港シャーンシ相互通行想定時の推計結果を図-55に、A港207消費生活圏別フェリー貨物のA港シャーンシ相互通行想定時推計の現況再現時からの増加量を図-56に示す。現況再現時ではA港フェリー貨物は福岡県の北九州・福岡の2つの生活圏で1千トンを超えた一方、A港シャーンシ相互通行想定時にA港フェリー貨物が1千トンを超えたのは広島県の広島生活圏、山口県の下関生活圏、福岡県の北九州・福岡の2つの生活圏となり、A港フェリー貨物が1千トンを超える生活圏が増加した。またこれまでA港フェリーを利用していなかった生活圏(図-54で白塗りの生活圏)でもA港シャーンシ相互通行想定時に新たにA港フェリーの利用が発生しており、A港フェリー貨物の増加量が500トンを超えたのは、福岡県の北九州・福岡の2つの生活圏であった。なお当地図の表示範囲外の生活圏は現況再現時、シャーンシ相互通行想定時ともにA港フェリー貨物量が0トンであったため表示していない。



注)各地方貨物量はA港、B港、C港の貨物量を除いた貨物量である

図-52 A港シャーンシ相互通行想定時のフェリー航路就航港と地方別の港湾貨物量変化(韓国輸入)

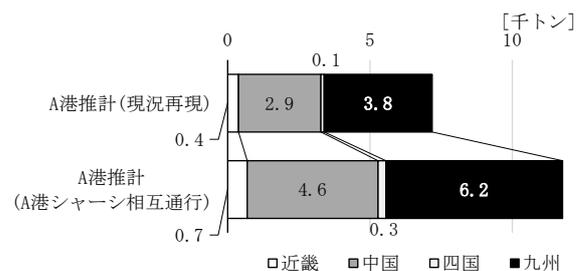


図-53 A港フェリー貨物の現況再現時とA港シャーンシ相互通行想定時の消費地方(韓国輸入)

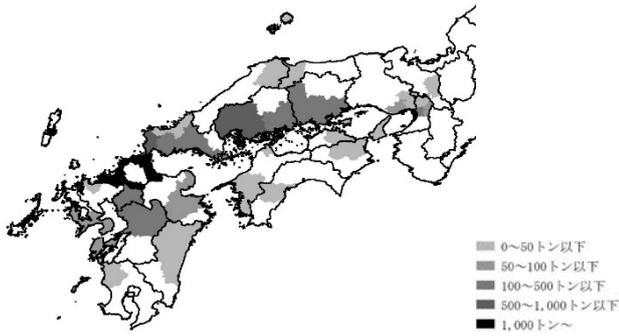


図-54 A 港 207 消費生活圏別フェリー貨物量
(韓国輸入・現況再現)

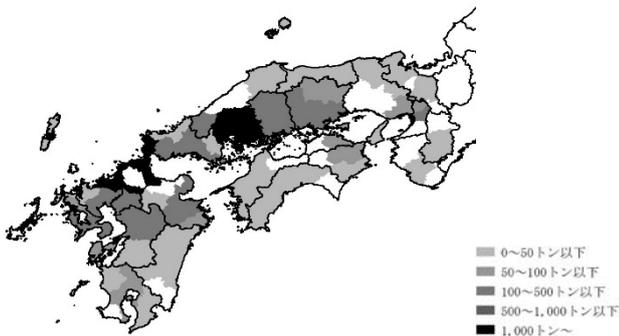


図-55 A 港 207 消費生活圏別フェリー貨物量
(韓国輸入・A 港シャーシ相互通行想定時推計)

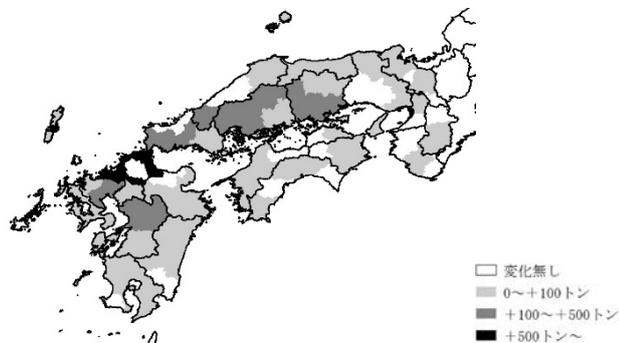


図-56 A 港 207 消費生活圏別フェリー貨物
(韓国輸入・A 港シャーシ相互通行想定時推計の
現況再現時からの増加量)

(2) B 港国際フェリーのみ短縮される場合

韓国との国際フェリーが就航しているわが国の B 港の国際フェリー航路により輸入される全ての貨物がシャーシ相互通行により輸送されると仮定し、その総輸送時間が現況よりも 1 日短縮されるとした場合について分析を行った。なお本分析の対象は B 港からの輸送距離も勘案し、近畿地方、中国地方、四国地方、九州地方が消費地である貨物とした。

B 港シャーシ相互通行想定時のフェリー航路就航港と

地方別の港湾貨物量変化について図-57に示す。B 港のフェリー貨物量は現況再現時の約 5.8 千トンに比べて約 4.3 千トン(現況再現の約 7 割)増加した。この増加した貨物は、国際フェリー航路が就航している A 港、C 港のフェリー貨物や自港、他港のコンテナ船からの転換であり、具体的には自港の B 港のコンテナ船は約 1.0 千トン(現況再現の約 1 割)減少、国際フェリー航路が就航している A 港のコンテナ船は約 0.5 千トン(現況再現の約 1 割)減少、フェリーは約 0.6 千トン(現況再現の約 1 割)減少、同じく国際フェリー航路が就航している C 港のコンテナ船は約 0.3 千トン(現況再現の約 1%)減少、フェリーは約 0.1 千トン(現況再現の約 1%)減少した。また九州地方の港湾のコンテナ船では約 1.3 千トン(現況再現の約 1 割)減少するなどした。

また B 港のフェリー貨物量について、現況再現時と B 港シャーシ相互通行(総輸送時間 1 日短縮)想定時の推計時の消費地方別貨物量を図-58に示す。B 港の地方別フェリー貨物量で現況再現時に比べて増加したのは主に九州地方の貨物で、現況再現時の約 5.7 千トンから約 8.7 千トンに増加した。さらに B 港 207 消費生活圏別フェリー貨物量の推計(現況再現)結果を図-59に、B 港シャーシ相互通行想定時の推計結果を図-60に、B 港 207 消費生活圏別フェリー貨物の B 港シャーシ相互通行想定時推計の現況再現時からの増加量を図-61に示す。現況再現時では B 港フェリー貨物は福岡県の福岡生活圏で 1 千トンを超えた一方、B 港シャーシ相互通行想定時に B 港フェリー貨物が 1 千トンを超えたのは福岡県の北九州・福岡の 2 つの生活圏となり、

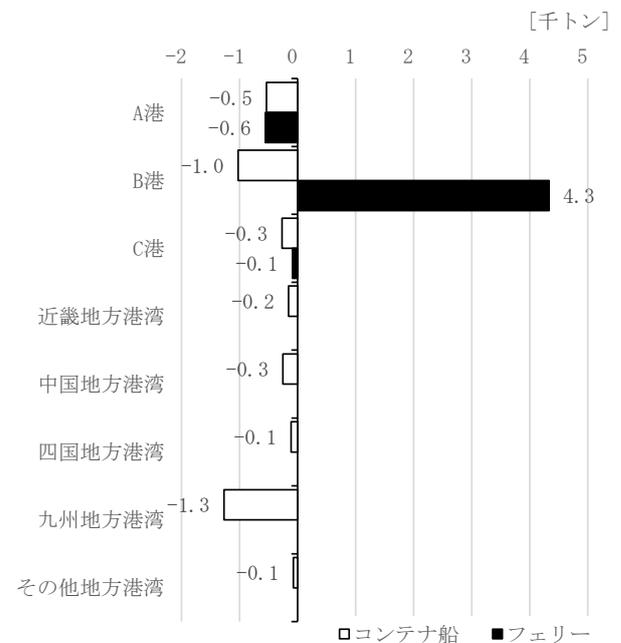


図-57 B 港シャーシ相互通行想定時のフェリー航路
就航港と地方別の港湾貨物量変化(韓国輸入)

B港フェリー貨物が1千トンを超える生活圏が増加した。またこれまでB港フェリーを利用していなかった生活圏(図-59で白塗りの生活圏)でもB港シャーシ相互通行想定時に新たにB港フェリーの利用が発生しており、B港フェリー貨物の増加量が500トンを超えたのは、福岡県の福岡生活圏であった。なお当地図の表示範囲外の生活圏は現況再現時、シャーシ相互通行想定時ともにB港フェリー貨物量が0トンであったため表示していない。

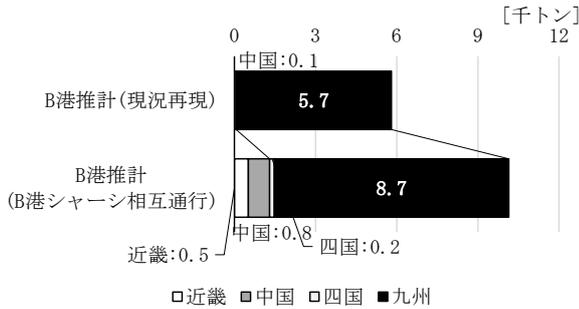


図-58 B港フェリー貨物の現況再現時とB港シャーシ相互通行想定時の消費地方 (韓国輸入)



図-59 B港207消費生活圏別フェリー貨物量 (韓国輸入・現況再現)



図-60 B港207消費生活圏別フェリー貨物量 (韓国輸入・B港シャーシ相互通行想定時推計)

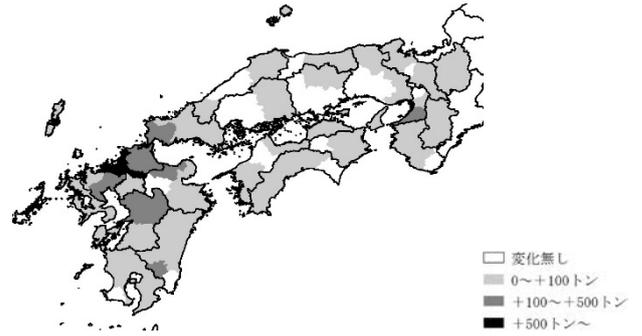


図-61 B港207消費生活圏別フェリー貨物増加量 (韓国輸入・B港シャーシ相互通行想定時推計の現況再現時からの増加量)

(3)A港, B港双方の国際フェリーで短縮される場合
 (1)(2)に示したとおりA港とB港の韓国輸入国際フェリー一貨物の消費地は九州地方が多いことで共通していることから, A港とB港の国際フェリー航路により輸入される全ての貨物がどちらもシャーシ相互通行により輸送されると仮定し, その総輸送時間が現況よりも1日短縮されるとした場合についても分析を行った。なお本分析の対象はA港, B港からの輸送距離も勘案し, 近畿地方, 中国地方, 四国地方, 九州地方が消費地である貨物とした。

A港, B港シャーシ相互通行想定時のフェリー航路就航港と地方別の港湾貨物量変化について図-62に示す。A港のフェリー貨物量は現況再現時の約7.2千トンに比べて約3.8千トン(現況再現の約5割)増加し, B港のフェリー貨物量は現況再現時の約5.8千トンに比べて約3.5千トン(現況再現の約6割)増加した。この増加した貨物は, 国際フェリー航路が就航しているC港のフェリー貨物や自港, 他港のコンテナ船からの転換であり, 具体的にはA港のコンテナ船は約1.0千トン(現況再現の約2割)減少, またB港のコンテナ船は約1.4千トン(現況再現の約2割)減少, 国際フェリー航路が就航しているC港のコンテナ船は約0.4千トン(現況再現の約1%)減少, フェリーは約0.1千トン(現況再現の約1%)減少した。また九州地方の港湾のコンテナ船では約2.4千トン(現況再現の約2割)減少するなどした。

またA港, B港のフェリー貨物量について, 現況再現時と各港のみシャーシ相互通行想定時, A港, B港シャーシ相互通行(総輸送時間1日短縮)想定時の推計時の消費地方別貨物量を図-63, 図-64に示す。A港の地方別フェリー貨物量で現況再現時に比べて増加したのは主に中国地方, 九州地方の貨物で, 中国地方では現況再現時の約2.9千トンから約4.4千トンに, 九州地方では現況再現時の約3.8千トンから約5.6千トンに増加した。またB港の地方別フ

フェリー貨物量で現況再現時に比べて増加したのは主に九州地方の貨物で、現況再現時の約5.7千トンから約8.0千トンに増加した。

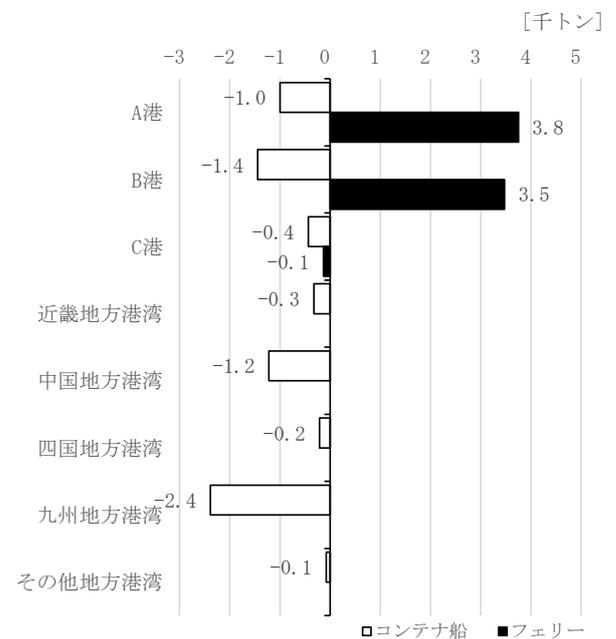
さらにA港207消費生活圏別フェリー貨物量のA港、B港シャーシ相互通行想定時の推計結果を図-65に、B港207消費生活圏別フェリー貨物量のA港、B港シャーシ相互通行想定時の推計結果を図-66に、A港207消費生活圏別フェリー貨物のA港、B港シャーシ相互通行想定時推計の現況再現時からの変化量を図-67に、B港207消費生活圏別フェリー貨物のA港、B港シャーシ相互通行想定時推計の現況再現時からの変化量を図-68に示す。

A港については、現況再現時ではA港フェリー貨物は福岡県の北九州・福岡の2つの生活圏で1千トンを超えた一方、A港、B港シャーシ相互通行想定時にA港フェリー貨物が1千トンを超えたのは、A港のみシャーシ相互通行想定時と同じく広島県の広島生活圏、山口県の下関生活圏、福岡県の北九州・福岡の2つの生活圏となり、A港フェリー貨物が1千トンを超える生活圏が増加した。またこれまでA港フェリーを利用していなかった生活圏(図-54で白塗りの生活圏)でもA港シャーシ相互通行想定時に新たにA港フェリーの利用が発生しており、A港フェリー貨物の増加量が500トンを超えたのは福岡県の北九州生活圏であった。なおA港のみシャーシ相互通行想定時に増加量が500トンを超えていた福岡県の福岡生活圏はA港、B港シャーシ相互通行想定時の増加量は400トン弱となった。また山口県の萩生活圏、高知県の須崎生活圏においてはA港フェリー貨物量が減少した。

B港については、現況再現時ではB港フェリー貨物は福岡県の福岡生活圏で1千トンを超えた一方、A港、B港シャーシ相互通行想定時もB港フェリー貨物が1千トンを超えたのは福岡県の福岡生活圏のみであった。B港のみシャーシ相互通行想定時に1千トンを超えていた福岡県の北九州生活圏はA港、B港シャーシ相互通行想定時は900トン強となった。またこれまでB港フェリーを利用していなかった生活圏(図-59で白塗りの生活圏)でもB港シャーシ相互通行想定時に新たにB港フェリーの利用が発生しており、B港フェリー貨物の増加量が500トンを超えたのは、B港のみシャーシ相互通行想定時と同じく福岡県の福岡生活圏であった。また熊本県の本渡生活圏、大分県の日田生活圏においてはB港フェリー貨物量が減少した。なお当該図の表示範囲外の生活圏は各港フェリー貨物量が0トンであったため表示していない。

なお(1)(2)で分析したA港シャーシ相互通行想定時やB港シャーシ相互通行想定時と比較すると、A港、B港ともにシャーシ相互通行想定時はA港のフェリー貨物量は現

況再現時に比べて約3.8千トンの増加であり、A港のみシャーシ相互通行想定時の増加量約4.6千トンより少ない結果となった。またA港、B港ともにシャーシ相互通行想定時はB港のフェリー貨物量は現況再現時に比べて約3.5千トンの増加であり、B港のみシャーシ相互通行想定時の増加量約4.3千トンより少ない結果となった。ただしA港、B港ともにシャーシ相互通行想定時のA港、B港のフェリー貨物増加量の合計は約7.2千トンとなり、A港のみシャーシ相互通行想定時の増加量約4.6千トンやB港のみシャーシ相互通行想定時の増加量約4.3千トンより多い結果となった。このことから、複数港湾においてシャーシ相互通行を実施した場合は、単独の港湾においてシャーシ相互通行を実施した場合よりも各港湾のフェリー貨物増加



注)各地方貨物量はA港、B港、C港の貨物量を除いた貨物量である。

図-62 A港、B港シャーシ相互通行想定時のフェリー航路就航港と地方別の港湾貨物量変化(韓国輸入)

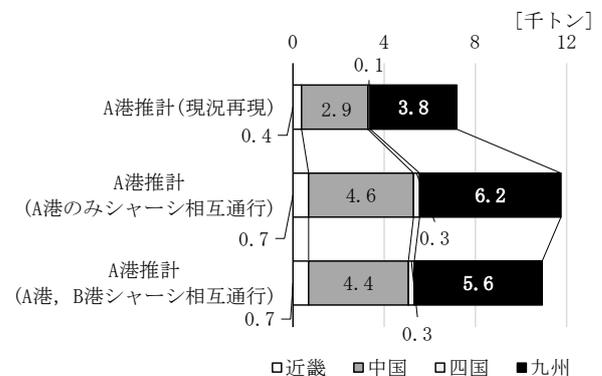


図-63 A港フェリー貨物の現況再現時・A港シャーシ相互通行想定時・A港、B港シャーシ相互通行想定時の消費地方(韓国輸入)

量は少なくなるが、各港湾のフェリー貨物の増加量の合計としては、複数港湾においてシャーシ相互通行を実施した場合は単独の港湾においてシャーシ相互通行を実施した場合よりも多くなる場合があることがわかった。

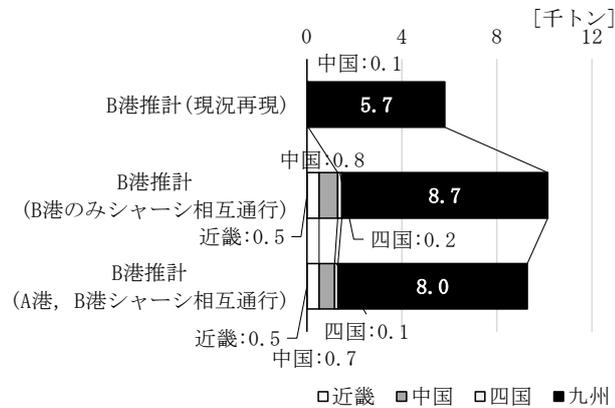


図-64 B 港フェリー貨物の現況再現時・B 港シャーシ相互通行想定時・A 港, B 港シャーシ相互通行想定時の消費地方 (韓国輸入)

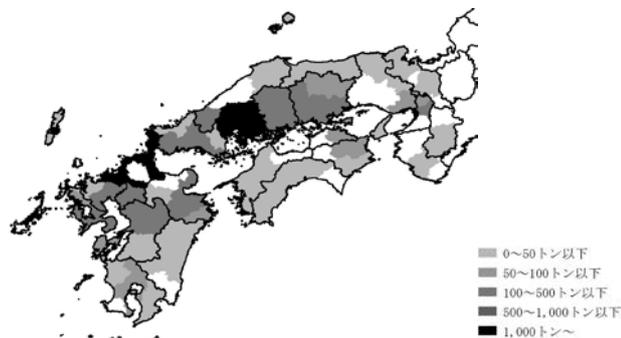


図-65 A 港 207 消費生活圏別フェリー貨物量 (韓国輸入・A 港, B 港シャーシ相互通行想定時推計)

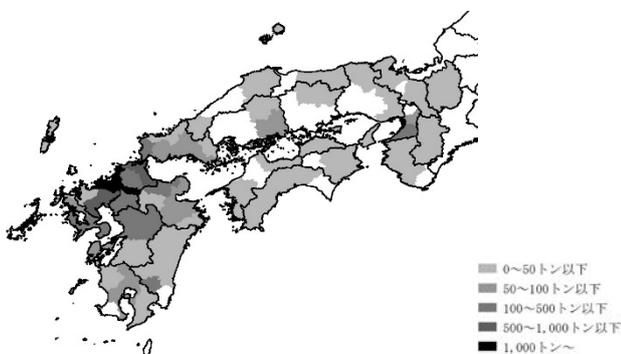


図-66 B 港 207 消費生活圏別フェリー貨物量 (韓国輸入・A 港, B 港シャーシ相互通行想定時推計)

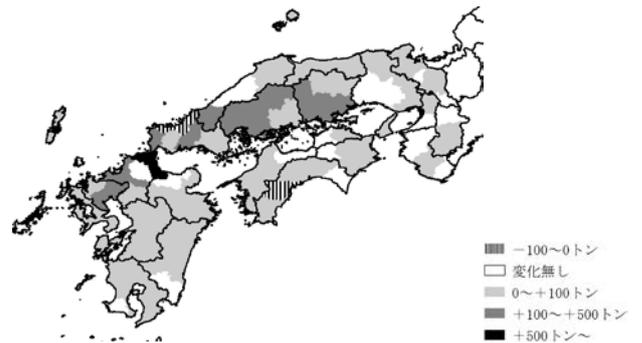


図-67 A 港 207 消費生活圏別フェリー貨物増加量 (韓国輸入・A 港, B 港シャーシ相互通行想定時推計の現況再現時からの増加量)

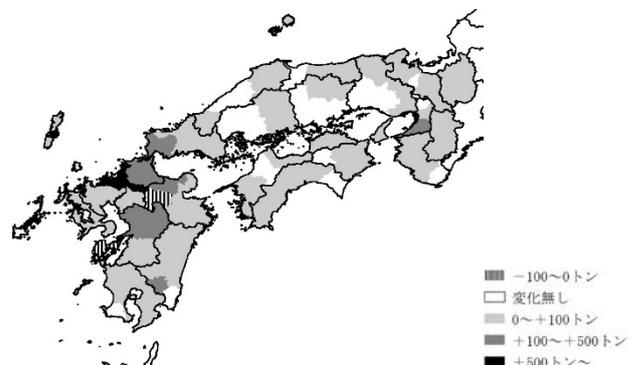


図-68 B 港 207 消費生活圏別フェリー貨物増加量 (韓国輸入・A 港, B 港シャーシ相互通行想定時推計の現況再現時からの増加量)

3.2 新規航路開設時の貨物流動分析

新規航路開設時の貨物流動変化として、釜山港と関東地方のD港を結ぶフェリー航路が新規に開設された場合について分析を行った。具体的には2.3(2)で構築した韓国輸入貨物に関わるロジットモデルを用い、釜山港からD港へのフェリー航路を選択肢として新規に与えた場合の貨物流動変化について分析を行った。なお本分析の対象はD港からの輸送距離も勘案し、東北地方、関東地方、北陸地方が消費地である貨物とした。

釜山港とD港を結ぶフェリー航路のサービス水準については、国際航路寄港航路便数を週1便と設定し、表-3に示した各データなどを用いて設定した。

D港フェリー航路新規開設時の貨物量の現況再現時からの変化について図-69に示す。D港のフェリー貨物量は新規航路の開設により約6.0千トン発生した。またこれらの貨物は主にD港や関東地方の港湾のコンテナ船からの転換であり、具体的には自港のD港のコンテナ船は約2.9千トン(現況再現の約1割)減少したが、国際フェリー航路が就航しているA港, B港, C港では大きな変化は無かった。また関東地方の港湾のコンテナ船では約2.7千トン(現況

再現の約5%)減少するなどした。

またD港のフェリー貨物量についてD港フェリー航路新規開設時の推計時の貨物の消費地方別貨物量を図-70に示す。D港フェリー航路新規開設時の貨物は大半が関東地方の貨物であった。さらにD港フェリー航路新規開設時のD港207消費生活圏別フェリー貨物量の推計結果を図-71に示す。なおD港フェリー貨物量が50トン以下であった生活圏については地図上に着色しておらず、当地図の表示

範囲外の生活圏はD港フェリー貨物量が50トン以下であったため図には表示していない。D港フェリー貨物が1千トンを超えて消費されたのは東京都の東京生活圏、500トンを超えて消費されたのは埼玉県の大宮生活圏、千葉県船橋生活圏、茨城県の土浦生活圏と、関東の生活圏でD港フェリー貨物が多く消費される結果となった。

4. おわりに

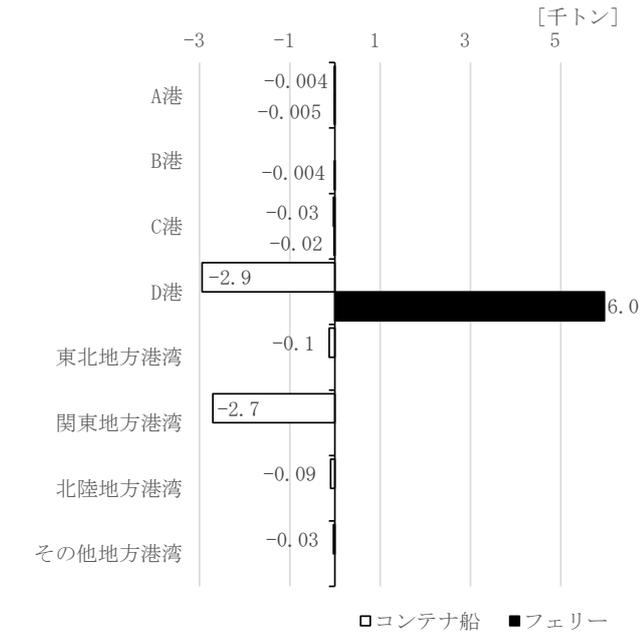
本分析は、平成20年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査データを用いて我が国と韓国、中国との間のコンテナ貨物輸送について、国際フェリー・RORO船・コンテナ船により輸送される船種別貨物流動の推計を、ロジットモデルを相手地域・輸出入別に構築し、実施したものである。

国際フェリー・RORO船貨物量については生産・消費地方別にみると再現が十分ではない結果も一部あるが、国際フェリー・RORO船・コンテナ船といった船種別のコンテナ貨物量を、国内の港湾別にある程度再現できるロジットモデルが構築できた。

さらに構築したモデルを用いて、輸送環境変化時の国際フェリーにより輸送されるコンテナ貨物流動の変化について分析できた。具体的には、韓国とわが国のある港湾を結ぶ国際フェリーを利用した場合の総輸送時間が現況よりも1日短縮されるとした場合、例えばある港湾ではフェリー貨物量は現況再現時に比べて約4.6千トン(現況再現の約6割)増加するなどの結果を得た。さらに背後圏が重複している複数の国際フェリー就航港において同時に総輸送時間が現況よりも1日短縮されると場合は、単独の港湾において総輸送時間が現況よりも1日短縮される場合よりも各港湾のフェリー貨物増加量は少なくなるが、各港湾のフェリー貨物の増加量を合計すると、複数港湾において総輸送時間が現況よりも1日短縮される場合は単独の港湾において総輸送時間が現況よりも1日短縮される場合よりもフェリー貨物増加量の合計は多くなる場合があることがわかった。

また釜山港と関東地方のある港湾を結ぶ国際フェリーが新規に就航した場合、その港湾の国際フェリー貨物量は約6.0千トンであるという結果を得た。

なお今回は船種の選択や国内船積・船卸港の選択などを段階的に考えるネスティッドロジットモデルも検討したが、良好な結果が得られなかった。今後は平成25年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査が行われたことや日本と韓国を結ぶRORO船の東京サービス¹⁹⁾や九州-沖縄-台湾でRORO船サービス²⁰⁾が開始されたことなどを踏まえ、サ



注)各地方貨物量はA港, B港, C港, D港の貨物量を除いた貨物量である。

図-69 D港フェリー航路新規開設時の現況再現時からの港湾別貨物変化量

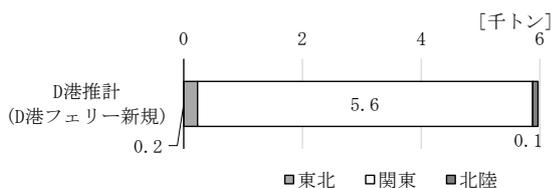


図-70 D港フェリー航路新規開設時の地方別フェリー貨物量推計値 (韓国輸入)

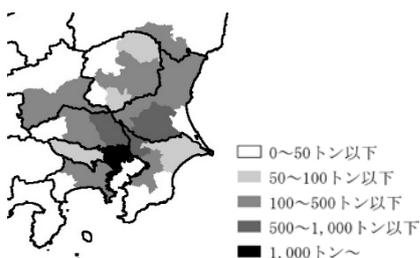


図-71 D港207消費生活圏別フェリー貨物量 (韓国輸入・D港フェリー航路新規開設時推計)

ービス水準のさらなる精査や経路選択行動をより再現できるようなモデルの構造を模索するなどして、今回構築したモデルの更なる精度向上を目指し、モデルの拡充・高度化を図ることが必要であると考えている。

(2014年11月17日受付)

謝辞

本研究をとりまとめるにあたり、東京海洋大学兵藤哲朗教授、京都大学古市正彦教授、京都大学赤倉康寛准教授、東海大学梶田佳孝准教授、国総研港湾研究部・空港研究部の方々など、多くの方々にご助言を頂きました。末尾ながらここに記して深く感謝致します。

参考文献

- 1) 財団法人運輸政策研究機構(2001)：長期輸送需要予測に関する調査報告書，運政機構資料，120031
- 2) 久保登・勝原光治郎・管直往・金相賢・李永雨(2002)：犠牲量モデルを用いた国内フェリー・RORO航路需要のネットワーク解析手法に関する研究，日本造船学会論文集，第191号
- 3) 田中淳・柴崎隆一・渡部富博(2003)：内貿ユニットロード貨物の輸送機関分担に関する分析，国土技術政策総合研究所資料，No. 60
- 4) 山鹿知樹・柴崎隆一・角野隆(2004)：バルク系貨物を対象とした背後流動・輸送機関分担の分析と利用港湾/輸送機関選択モデルの構築，国土技術政策総合研究所資料，No. 201
- 5) 渡部富博・佐々木友子・赤倉康寛・井山 繁(2012)：国内海上ユニットロード輸送に関わる経路選択と環境対策についての一考察，国土技術政策総合研究所資料，No. 708
- 6) 赤倉康寛・渡部富博(2013)：国内長距離貨物輸送の機関分担への炭素税導入の影響試算，沿岸域学会誌，vol. 26 No. 1
- 7) 柴崎 隆一・藤原 利久(2011)：マルチモード国際物流モデルを用いた国際フェリー・RORO船利用促進施策のシミュレーション～北部九州を例に～，第43回土木計画学研究発表会・講演集
- 8) 野田巖・岩崎幹平・渡部富博・井山繁・佐々木友子(2014)：犠牲量モデルによる国際フェリー・RORO 船輸送の貨物流動推計，国土技術政策総合研究所資料，No. 801
- 9) 社団法人 交通工学研究会(1993)：やさしい非集計分析
- 10) 港湾事業評価手法に関する研究委員会編(2011)：港湾投資の評価に関する解説書2011
- 11) 厚生労働省労働基準局：トラック運転者の労働時間等の改善基準のポイント，<http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/kantoku/dl/040330-10.pdf>
- 12) 内航ジャーナル株式会社(2009)：2009年版 海上定期便ガイド
- 13) 財務省(2012)：第10回輸入手続の所要時間調査，https://www.mof.go.jp/customs_tariff/trade/facilitation/ka20120921.htm
- 14) 日本海事新聞社：日本海事新聞，2009年1月29日
- 15) 日本内航海運組合総連合会(2011)：国内コンテナ・フィーダーに関する研究，http://www.e-naiko.com/kaaiun_data/rprt-feeder201110all.pdf
- 16) 公益社団法人鉄道貨物協会(2013)：2013 JR貨物時刻表
- 17) 国土交通省(2013)：日韓間のシャーシの相互通行のパイロットプロジェクトについて～韓国シャーシの日本国内の通行開始～，http://www.mlit.go.jp/report/press/tokatsu01_hh_000102.html
- 18) 日本海事新聞社：日本海事新聞，2013年10月29日
- 19) 日本海事新聞社：日本海事新聞，2013年10月1日
- 20) 日本海事新聞社：日本海事新聞，2014年6月13日
- 21) S. Morichi・T. Yai・T. Hyodo(1989)：Air Transport Policy Analysis for Future Network in Japan, Selected Proceedings of The Fifth World Conference on Transport Research, Vol. I, pp. 507-520

付録-A

表-A.1 国内の10 地方区分と207 生活圏区分

10地方区分	47都道府県	207生活圏	10地方区分	47都道府県	207生活圏	10地方区分	47都道府県	207生活圏	10地方区分	47都道府県	207生活圏
北海道	北海道	札幌	関東	茨城県	水戸	中部	岐阜県	岐阜	四国	徳島県	徳島
		函館			土浦			大垣			阿南
		小樽			下館			高山			池田
		旭川			鹿島			多治見			高松
		室蘭			宇都宮			美濃加茂			丸亀
		釧路		足利	静岡		松山				
		帯広		小山	浜松		今治				
		北見		今市	沼津		宇和島				
		岩見沢		大田原	名古屋		八幡浜				
		留萌		前橋	豊橋		新居浜				
		苫小牧西		桐生	豊田	高知					
		稚内		沼田	津	安芸					
		滝川		渋川	四日市	須崎					
		紋別		大宮	伊勢	中村					
		士別		川越	上野	北九州					
		根室		熊谷	尾鷲	福岡県					
		深川		秩父	大津	久留米					
		富良野		千葉	彦根	飯塚					
		江差		銚子	近江八幡	佐賀県					
		静内		船橋	京都(京都市)	唐津					
東北	青森県	青森	東京都	東京	近畿	京都府	舞鶴	九州	福岡県	福岡	
		弘前		八王子			宇治			伊万里	
		八戸		島しょ			亀岡			長崎	
		むつ		横浜			京都			佐世保	
		盛岡		川崎			大阪			平戸	
	宮古	相模原	堺	厳原							
	釜石	小田原	豊中	石田(隠岐)							
	釜巻	甲府	東大阪	熊本							
	一関	富士吉田	神戸	八代							
	宮城県	仙台	新潟県	姫路		人吉					
		石巻	新潟	尼崎	本渡						
		古川	長岡	洲本	大分						
		秋田	三條	豊岡	中津						
		能代	十日町	篠山	日田						
	秋田県	横手	村上	奈良	佐伯						
		大館	上越	五條	宮崎						
		山形県	山形	両津	和歌山	都城					
			米沢	富山	田辺(白浜)	延岡					
			酒田	高岡	新宮	日南					
	新庄		魚津	鳥取	小林						
福島	砺波		米子	鹿児島							
福島県	会津若松	金沢	倉吉	鹿屋							
	郡山	七尾	松江	加世田							
	いわき	輪島	浜田	川内							
	白川	福井	出雲	西之表							
	原町	敦賀	益田	名瀬							
北陸	石川県	福井	福井県	武生	中国	岡山県	岡山	沖縄	沖縄県	石垣	
		長野		長野			津山			名護	
		松本		上田			広島			沖繩	
		諏訪		飯田			福山				
		飯田					三次				
	富山県	富山	山口県	下関							
		高岡		宇部							
		魚津		山口							
		砺波		萩							
		金沢		徳山							
新潟県	新潟	岩国									
	長岡										
	三條										
	十日町										
	村上										

※10地方区分は「港湾の開発、利用及び保全並びに開発保全航路の開発に関する基本方針」（国土交通省港湾局 平成26年1月）をもとに設定。

207生活圏区分は、第5回（2010 年度）全国幹線旅客純流動調査207 生活圏ゾーン（国土交通省総合政策局）をもとに設定。

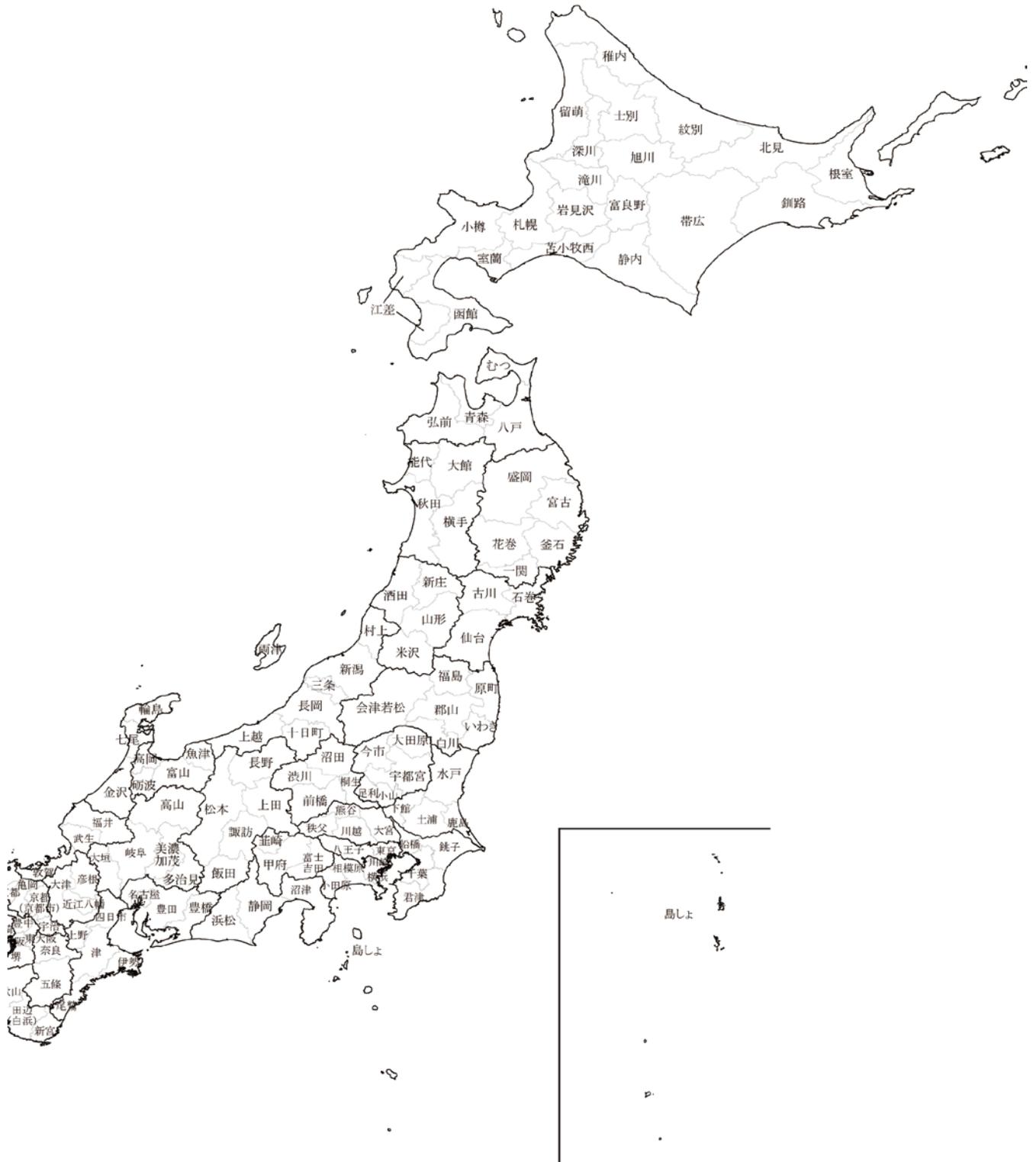


図-A.1 日本の207生活圏の位置図(東日本)

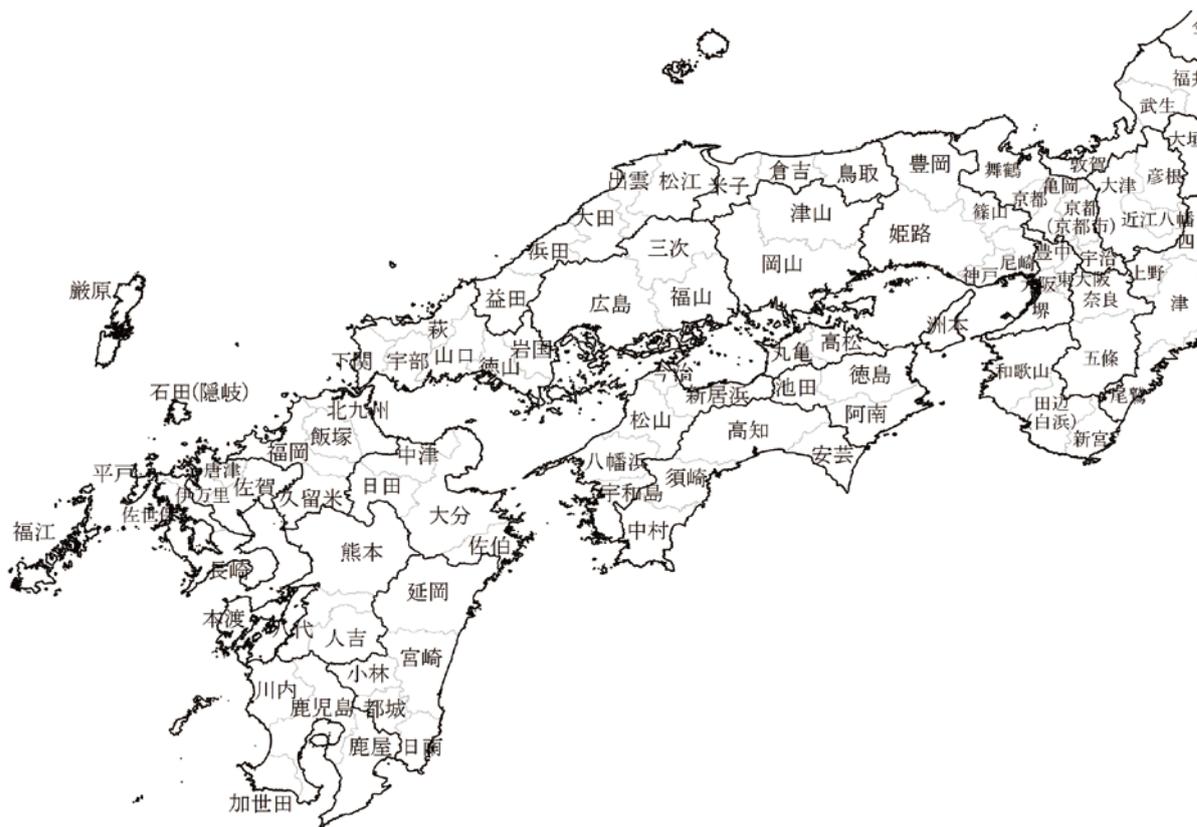


図-A.2 日本の207生活圏の位置図(西日本)

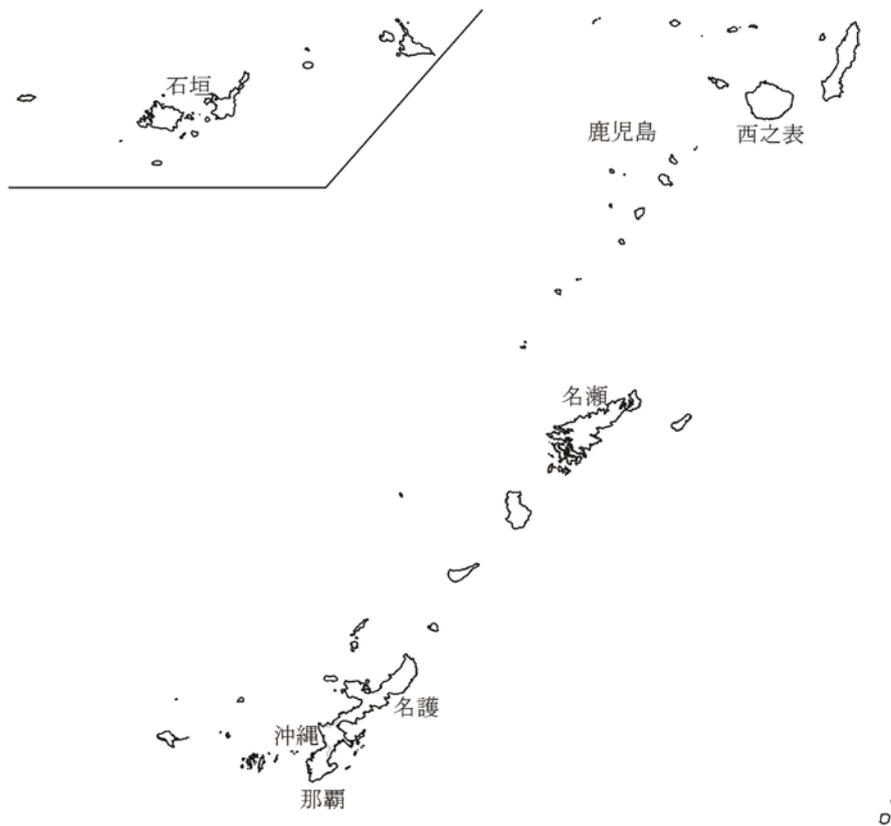


図-A.3 日本の207生活圏の位置図(南西諸島)

付録-B

表-B.1 パラメータ推定結果（韓国輸出）

	モデルKE-1	モデルKE-2	モデルKE-3	モデルKE-4	モデルKE-5	モデルKE-6	モデルKE-7	モデルKE-8	モデルKE-9	モデルKE-10	モデルKE-11
総時間(時間)	-0.0113 (-2.49)	-0.0099 (-1.30)	-0.0146 (-1.93)	-0.0129 (-1.67)							
コンテナ船の総時間(時間)					-0.0141 (-1.60)						
フェリーの総時間(時間)					-0.0671 (-1.34)						
総時間(国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算)(時間)						-0.0232 (-3.22)	-0.0141 (-1.08)	-0.0136 (-2.41)	-0.0237 (-1.90)	-0.0163 (-1.20)	-0.0174 (-1.32)
総費用(万円/TEU)	-0.238 (-7.34)					-0.277 (-7.15)	-0.286 (-7.06)	-0.257 (-7.29)			
コンテナ船の総費用(万円/TEU)		-0.242 (-6.72)			-0.254 (-6.59)						
フェリーの総費用(万円/TEU)		-0.233 (-5.96)			-0.148 (-1.87)						
海外費用(万円/TEU)			-0.328 (-2.01)	-0.422 (-2.36)					-0.288 (-1.35)	-0.883 (-2.08)	-0.371 (-1.66)
国内費用(万円/TEU)			-0.236 (-7.24)						-0.276 (-7.13)	-0.305 (-7.05)	
コンテナ船の国内費用(万円/TEU)				-0.265 (-6.69)							-0.334 (-6.84)
フェリーの国内費用(万円/TEU)				-0.177 (-3.76)							-0.172 (-3.41)
国際航路寄港航路便数(便/週)						0.0335 (3.17)			0.0336 (3.13)		0.0381 (3.44)
国際コンテナ船航路寄港航路便数(便/週)							0.0331 (3.12)			0.0371 (3.30)	
国際フェリー航路寄港航路便数(便/週)							0.146 (1.07)			0.469 (1.81)	
国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数								-1.98 (-2.77)			
尤度比	0.204	0.204	0.205	0.209	0.207	0.219	0.221	0.217	0.219	0.225	0.232

注) ()内はt値を示す。なおt値の算出にあたっては文献21)を参考に、各経路の貨物量に(分析に用いた生活圏数)/(分析に用いた総貨物量)を乗じて換算した修正貨物量を用いた。

表-B.2 パラメータ推定結果（韓国輸入）

	モデルKI-1	モデルKI-2	モデルKI-3	モデルKI-4	モデルKI-5	モデルKI-6	モデルKI-7	モデルKI-8
総時間(時間)	-0.00652 (-1.54)	-0.00955 (-1.53)	-0.0211 (-1.74)					
コンテナ船の総時間(時間)				-0.0133 (-1.40)				
フェリーの総時間(時間)				-0.0666 (-1.59)				
総時間(国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算)(時間)						-0.00764 (-1.44)	-0.00718 (-1.47)	-0.00863 (-1.33)
総費用(万円/TEU)	-0.307 (-7.51)					-0.305 (-7.33)	-0.317 (-7.49)	
海外費用(万円/TEU)		-0.419 (-2.81)		-0.311 (-1.66)				-0.346 (-2.60)
コンテナ船の海外費用(万円/TEU)			-0.203 (-0.99)					
フェリーの海外費用(万円/TEU)			-1.41 (-1.99)					
国内費用(万円/TEU)		-0.304 (-7.20)	-0.309 (-7.41)					-0.302 (-7.06)
コンテナ船の国内費用(万円/TEU)				-0.399 (-6.99)				
フェリーの国内費用(万円/TEU)				-0.128 (-2.16)				
国際航路寄港航路便数(便/週)						0.0110 (1.25)		0.0102 (1.12)
国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数							-1.65 (-2.64)	-1.65 (-2.57)
荷役方式ROROダミー			11.1 (1.54)					
尤度比	0.263	0.265	0.273	0.290	0.264	0.277	0.264	0.277

注) ()内はt値を示す。なおt値の算出にあたっては文献21)を参考に、各経路の貨物量に(分析に用いた生活圏数)/(分析に用いた総貨物量)を乗じて換算した修正貨物量を用いた。

表-B.3 パラメータ推定結果（中国北部輸出）

	モデルCNE-1	モデルCNE-2	モデルCNE-3	モデルCNE-4
総時間(時間)	-0.00308 (-0.72)			
海外時間(時間)		-0.00273 (-0.63)		
総時間（国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算）(時間)			-0.00526 (-0.83)	
海外時間（国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算）(時間)				-0.00388 (-0.56)
国内時間(時間)		-0.00902 (-0.54)		-0.0125 (-0.76)
海外費用(万円/TEU)	-0.122 (-2.74)	-0.126 (-2.75)	-0.103 (-1.93)	-0.114 (-1.95)
国内費用(万円/TEU)	-0.230 (-6.03)	-0.223 (-5.32)	-0.245 (-6.09)	-0.236 (-5.40)
国際航路寄港航路便数(便/週)				
国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数			-0.965 (-2.05)	-0.961 (-2.04)
尤度比	0.154	0.155	0.165	0.166

注) ()内はt値を示す。なおt値の算出にあたっては文献21)を参考に、各経路の貨物量に（分析に用いた生活圏数）／（分析に用いた総貨物量）を乗じて換算した修正貨物量を用いた。

表-B.4 パラメータ推定結果（中国北部輸入）

	モデルCNI-1	モデルCNI-2
総時間（国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算）(時間)	-0.0104 (-1.76)	
海外時間（国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算）(時間)		-0.00991 (-1.63)
国内時間(時間)		-0.0176 (-0.84)
海外費用(万円/TEU)	-0.170 (-4.47)	-0.173 (-4.42)
国内費用(万円/TEU)	-0.379 (-7.40)	-0.373 (-6.94)
国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数	-2.02 (-3.05)	-2.00 (-3.02)
尤度比	0.315	0.315

注) ()内はt値を示す。なおt値の算出にあたっては文献21)を参考に、各経路の貨物量に（分析に用いた生活圏数）／（分析に用いた総貨物量）を乗じて換算した修正貨物量を用いた。

表-B.5 パラメータ推定結果（中国中部輸出）

	モデルCCE-1	モデルCCE-2	モデルCCE-3	モデルCCE-4	モデルCCE-5	モデルCCE-6	モデルCCE-7
総時間(時間)	-0.00661 (-0.98)	-0.0141 (-1.80)					
コンテナ船の総時間(時間)			-0.0134 (-1.73)				
フェリーの総時間(時間)			-0.0417 (-2.28)				
RORO船の総時間(時間)			-0.0361 (-1.09)				
総時間（国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算）(時間)				-0.00542 (-0.68)	-0.00719 (-0.75)	-0.00807 (-0.82)	
海外時間（国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算）(時間)							-0.00690 (-0.60)
国内時間(時間)							-0.0124 (-0.51)
海外費用(万円/TEU)	-0.119 (-1.87)		-0.0641 (-0.93)	-0.122 (-1.64)			
コンテナ船の海外費用(万円/TEU)		-0.0591 (-0.86)			-0.0987 (-1.15)	-0.0997 (-1.13)	-0.109 (-1.09)
フェリーの海外費用(万円/TEU)		-0.274 (-3.06)			-0.235 (-2.44)	-0.152 (-1.46)	-0.153 (-1.46)
RORO船の海外費用(万円/TEU)		-0.263 (-1.16)			-0.202 (-0.88)	-0.161 (-0.67)	-0.161 (-0.67)
国内費用(万円/TEU)		-0.233 (-5.95)	-0.233 (-5.94)	-0.288 (-6.39)	-0.256 (-5.23)	-0.279 (-5.72)	-0.276 (-5.44)
コンテナ船の国内費用(万円/TEU)	-0.231 (-5.93)						
フェリーの国内費用(万円/TEU)	-0.457 (-2.54)						
RORO船の国内費用(万円/TEU)	-0.260 (-1.51)						
国際航路寄港航路便数(便/週)					0.0132 (1.34)		
国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数				-2.15 (-2.85)		-1.97 (-2.36)	-2.00 (-2.35)
尤度比	0.147	0.155	0.154	0.162	0.153	0.162	0.163

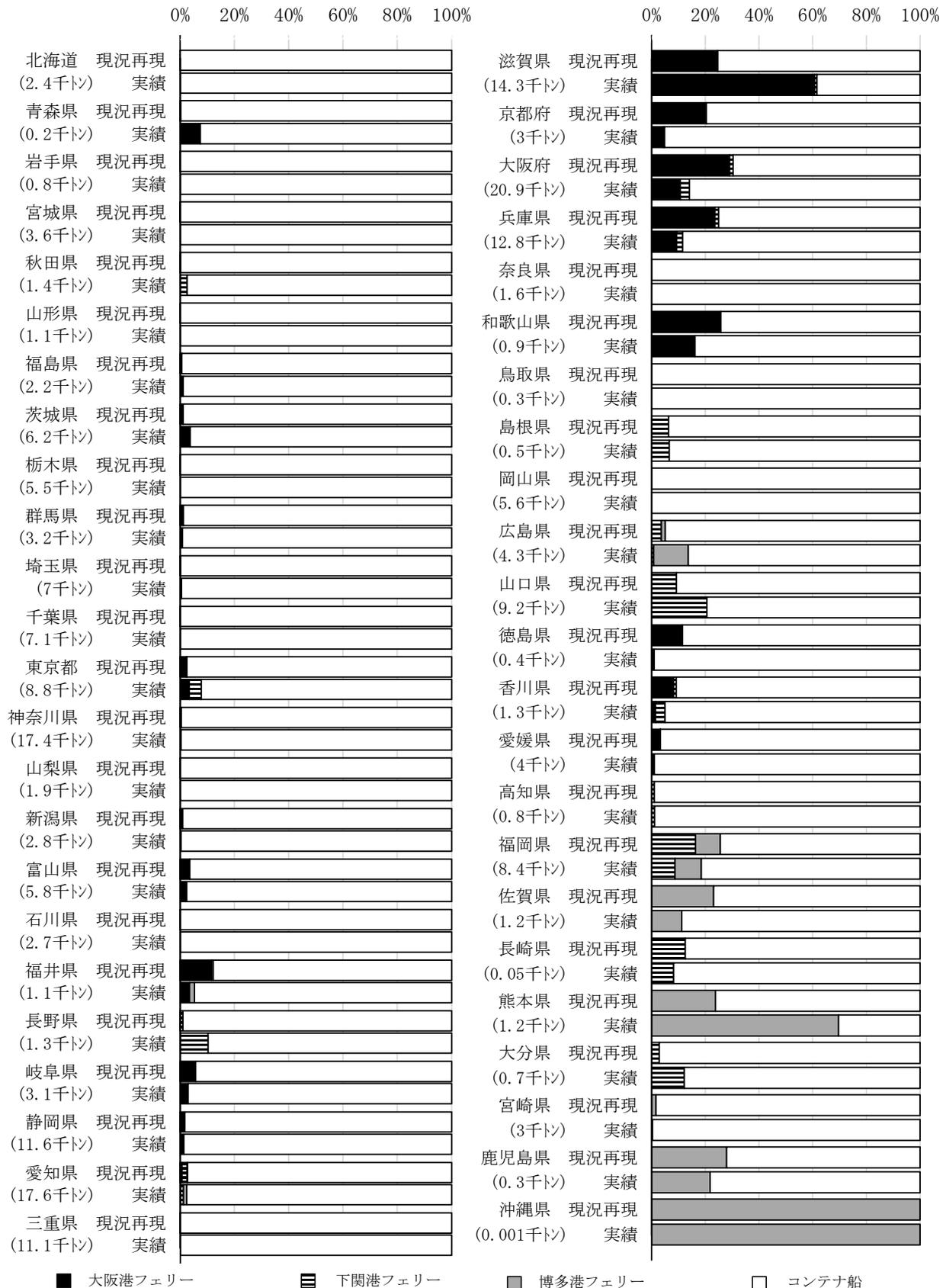
注) ()内は t 値を示す。なお t 値の算出にあたっては文献 21)を参考に、各経路の貨物量に（分析に用いた生活圏数）／（分析に用いた総貨物量）を乗じて換算した修正貨物量を用いた。

表-B.6 パラメータ推定結果（中国中部輸入）

	モデルCCI-1	モデルCCI-2	モデルCCI-3	モデルCCI-4	モデルCCI-5	モデルCCI-6	モデルCCI-7
総時間(時間)	-0.00834 (-1.34)	-0.0166 (-1.46)	-0.00702 (-1.05)	-0.0426 (-2.89)			
コンテナ船の総時間(時間)					-0.0281 (-2.10)		
フェリー ^① の総時間(時間)					-0.0802 (-2.12)		
RORO船の総時間(時間)					-0.0742 (-1.44)		
総時間（国際航路寄港航路便数から算出される待ち時間は非加算）(時間)						-0.0158 (-1.50)	-0.0144 (-1.70)
総費用(万円/TEU)	-0.375 (-7.51)					-0.401 (-7.30)	
コンテナ船の総費用(万円/TEU)		-0.359 (-6.90)					
フェリー ^① の総費用(万円/TEU)		-0.416 (-6.19)					
RORO船の総費用(万円/TEU)		-0.384 (-4.40)					
海外費用(万円/TEU)			-0.349 (-4.59)		-0.196 (-2.13)		-0.250 (-4.11)
コンテナ船の海外費用(万円/TEU)				-0.124 (-1.41)			
フェリーの海外費用(万円/TEU)				-0.423 (-5.82)			
RORO船の海外費用(万円/TEU)				-0.418 (-3.83)			
国内費用(万円/TEU)			-0.385 (-6.90)	-0.401 (-6.87)	-0.389 (-6.81)		-0.494 (-7.18)
国際航路寄港航路便数(便/週)の逆数						-2.43 (-3.83)	-3.17 (-4.15)
尤度比	0.346	0.349	0.347	0.367	0.357	0.387	0.404

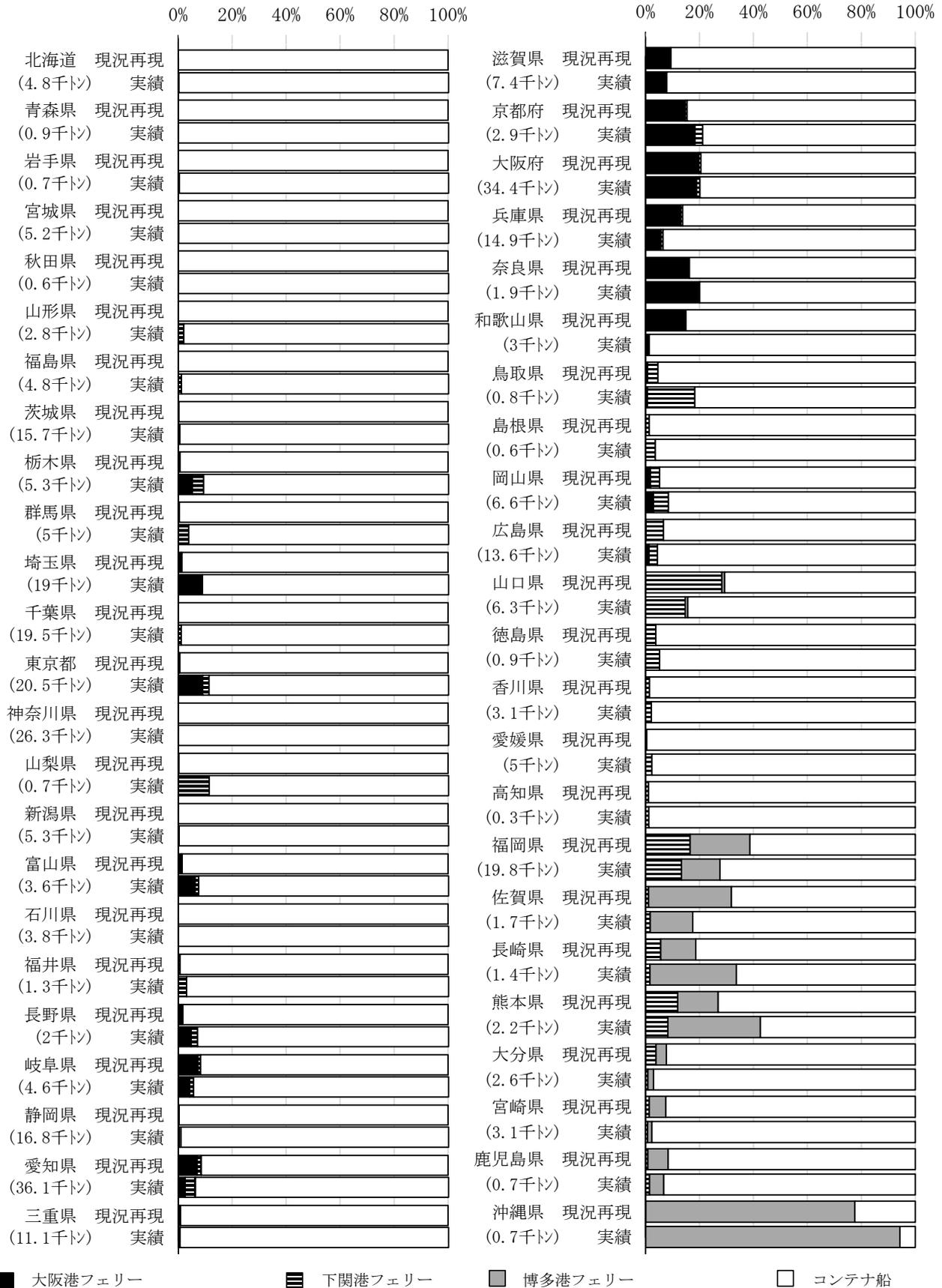
注) ()内はt値を示す。なおt値の算出にあたっては文献21)を参考に、各経路の貨物量に（分析に用いた生活圏数）／（分析に用いた総貨物量）を乗じて換算した修正貨物量を用いた。

付録-C



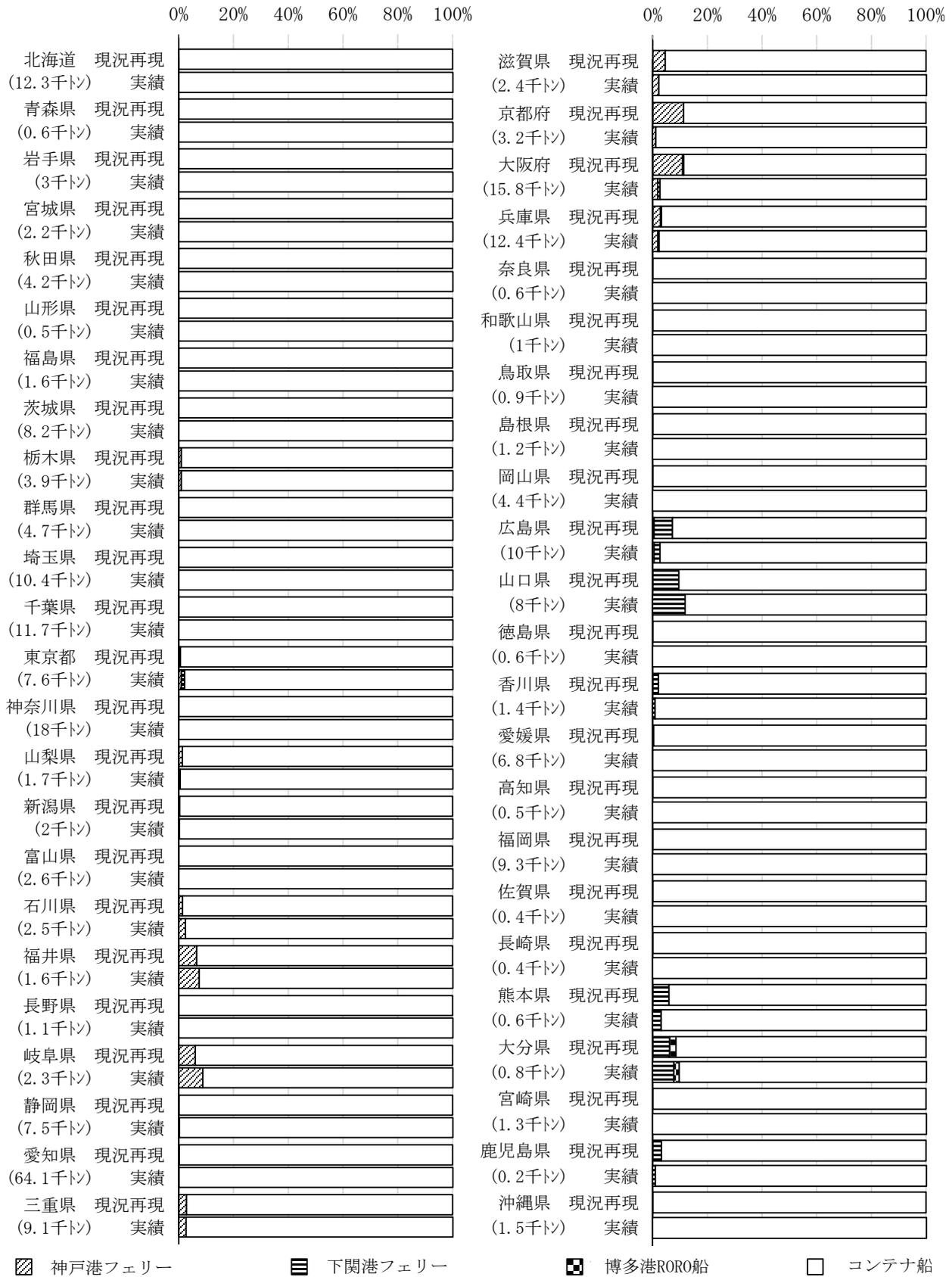
注)各都道府県名の下に記載してある貨物量は各都道府県貨物量の合計である。

図-C.1 全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現) (韓国輸出)



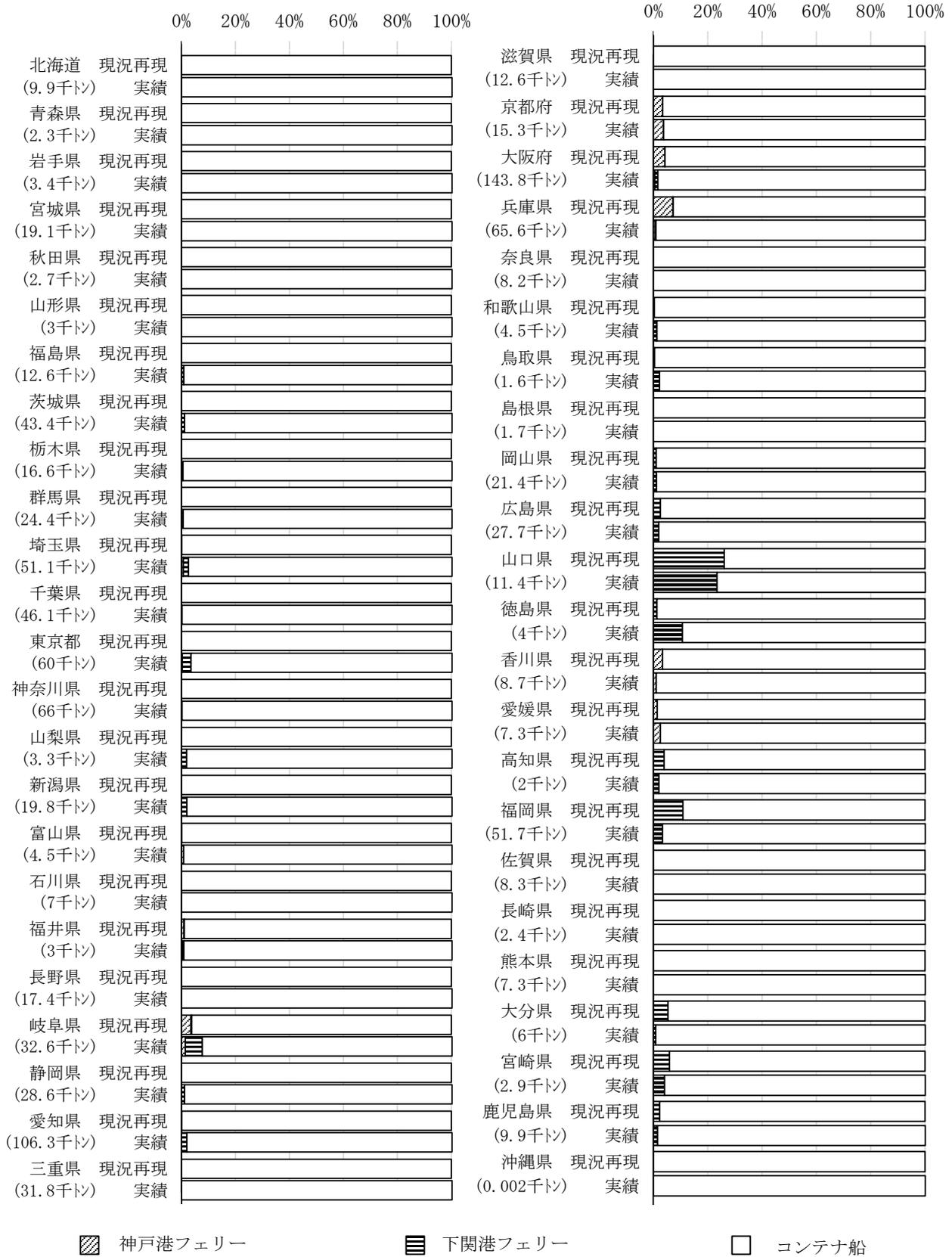
注)各都道府県名の下に記載してある貨物量は各都道府県貨物量の合計である。

図-C.2 全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現) (韓国輸入)



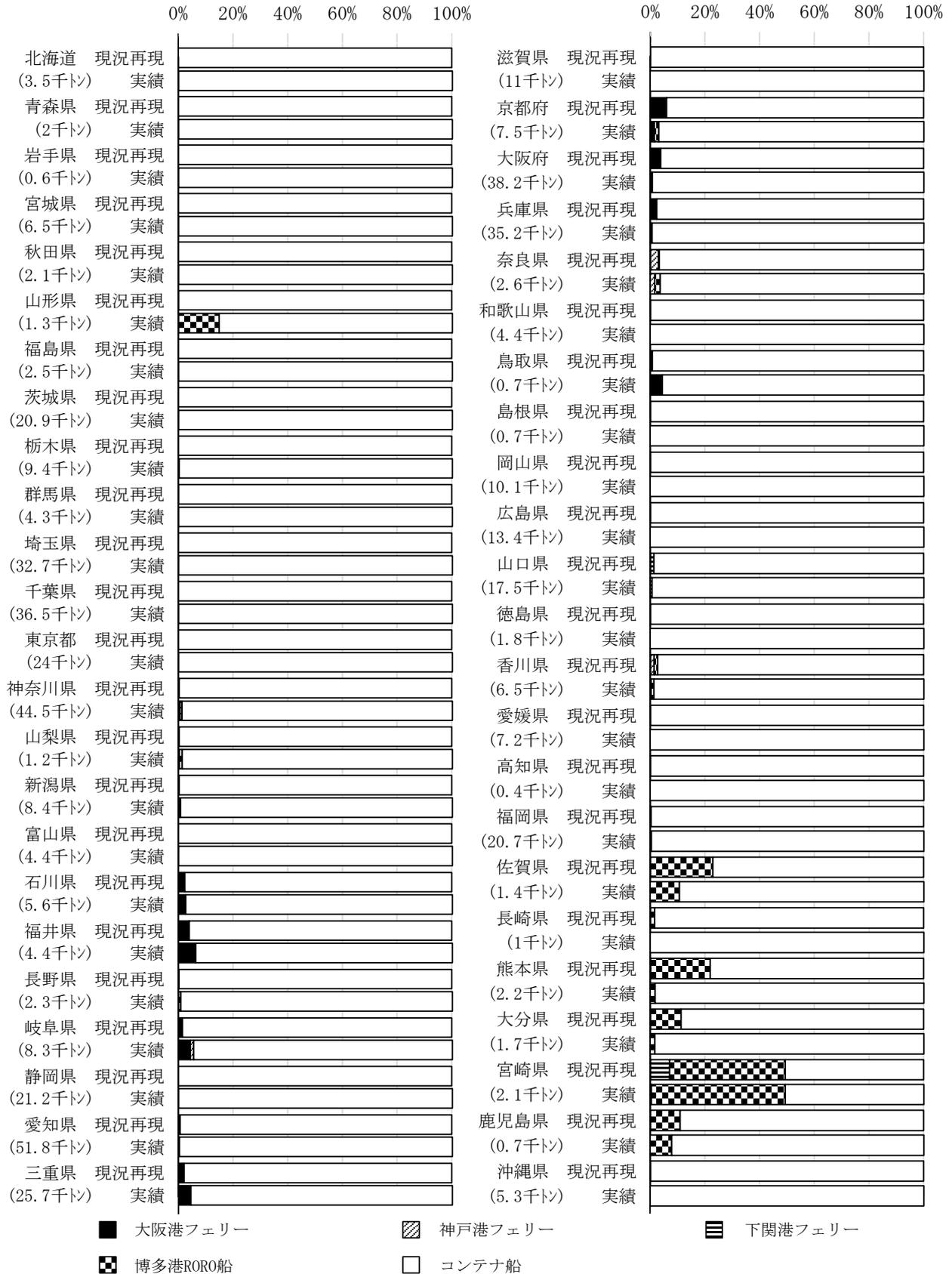
注)各都道府県名の下に記載してある貨物量は各都道府県貨物量の合計である。

図-C.3 全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現) (中国北部輸出)



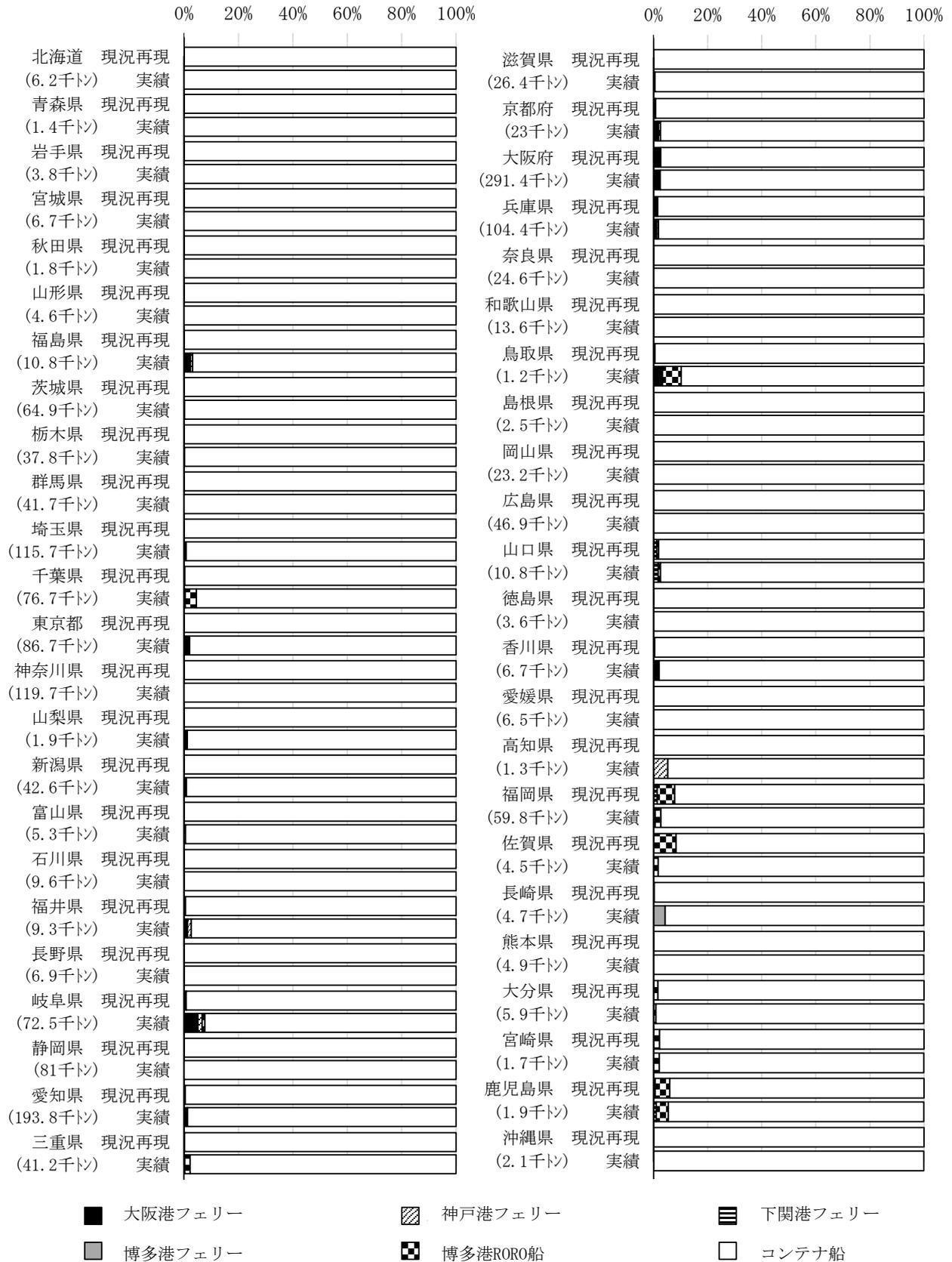
注)各都道府県名の下に記載してある貨物量は各都道府県貨物量の合計である。

図-C.4 全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現) (中国北部輸入)



注)各都道府県名の下に記載してある貨物量は各都道府県貨物量の合計である。

図-C.5 全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現) (中国中部輸出)



注)各都道府県名の下に記載してある貨物量は各都道府県貨物量の合計である。

図-C.6 全都道府県の都道府県別・船種別貨物量割合の実績と推計(現況再現)(中国中部輸入)

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 817 December 2014

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5018