

長距離内航RORO貨物船輸送における 燃料価格上昇の影響

EFFECT OF OIL PRICE RISE ON DOMESTIC RORO CARGO SHIP TRANSPORTATION OF LONG DISTANCE ROUTES

鈴木武¹

Takeshi SUZUKI

¹正会員 博(工) 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1)

To consider measures for Green House Gases reduction and for adapting oil price rise, the author surveyed specifications and fuel consumption of domestic RORO cargo ship and container ship. And the author estimated functions to produce fuel consumption of those ships. To detect change of cargo transportation due to oil price rise, a modal split model for general cargo transportation of long distance routes in Japan was built. Using the model, the author calculated the modal split with high oil price, and estimated fossil fuel consumption. The primary effects on the long distance cargo transportation are as follows: (1) the shipping cargo load decreases a little, (2) the shipping companies decrease the ship navigation speed, (3) The fossil fuel consumption from the cargo transportation decreases associated with the changes of modal share.

Key Words : *Cargo transportation, container ship, RORO cargo ship, fuel consumption, CO2 emission, oil price*

1. はじめに

2008年7月の洞爺湖サミットで温室効果ガスの削減が主要テーマの一つにとりあげられるなど、温室効果ガスの削減に対して世界的に関心が高まっている。また、2008年10月には日本でも排出量取引の国内統合市場の試行が開始されるなど、京都議定書第一約束期間における温室効果ガスの削減に向けた取り組みが強められつつある。

一方、2004年のイラク戦争の後、燃料油価格は急激に上昇した。例えば、主要な船舶燃料であるC重油の価格は、輸入CIF価格でみると2004年には25¥/lであったが2008年8月には93¥/lと3.7倍に上昇した。こうした燃料価格の上昇は、内航海運の経営に深刻な影響をもたらすと同時に、輸送技術の変化や輸送機関の分担関係の変化をもたらし、それらを通してエネルギー消費量とCO₂の排出量の変化をもたらすことになる。

原油の輸入CIF価格は2003年頃まで20\$/Bであったが、2004年ごろから上昇を始め、2008年8月には135\$/Bを記録した。しかし、その後、米国のサブプライムローン問題を契機とする世界的な経済停滞や原油先物市場に対する規制の動きなどで価格が急速に低下した。原油価格は、世界的な経済停滞と投機的資金の引き上げによって、一時期の高値が沈静化

している。しかし、新興国の発展などによる世界的な石油需要の高まりや資源の有限性を考慮するならば、石油価格が2003年の水準まで戻りその水準を維持し続けるとは考えにくい。現に、IEAもエネルギー白書で2030年に原油価格が200\$/Bに上昇すると予測している¹⁾。

こうしたインパクトが起こった場合に適切な対策をとることができるよう、内航RORO貨物船、内航コンテナ船の燃料消費を調べ、長距離輸送区間における貨物輸送の輸送機関分担モデルを構築し、燃料価格上昇のインパクトが輸送機関の分担関係にどのような影響を与え、化石燃料の消費量がどのように変化するかを調べた。

2. 船舶の燃料消費

(1) 内航 RORO 貨物船

内航RORO貨物船の燃料消費量推定式を作るため、内航RORO貨物船を運航している船社に対し2007年12月にアンケート調査を行った。回答を求めた項目は①港間航海時間、②1ラウンドの燃料消費量である。10社に調査票を発送し、9社から回答を得た。回答のあった船舶の中にはLOLO貨物区画を持つ船舶があったため、それらの船舶を除いた船舶を分析の対象とした。対象とした船舶指標の基本統計量は

表-1、航路指標の基本統計量は表-2、航路区間指標の基本統計量は表-3のとおりである。ここでは、航路距離は航路1周の距離である。貨物積載能力は、12mシャシの貨物積載量を11t、8tトラックの貨物積載量を2.6t、乗用車を1.5tとしたときの重量基準での貨物の積載能力である。貨物積載量は、区間ごとの貨物積載量を区間距離を重みにして航路1周分を平均したものである。運航速度は、航路距離を運航時間で除して求めた区間平均速度を2乗し、区間距離を重みにして航路1周分を平均したものを1/2乗した値である。

長い距離を運航する船舶においては、船舶の航走にともない発生する海水の流体抵抗が、船舶が航行中に消費するエネルギーの中で最も大きなエネルギー消費要素である。そのため、船舶の燃料消費量は海水の流体抵抗に概ね比例すると考えられる。海水の流体抵抗は船舶の前面投影面積と速度の2乗に比例する。船舶の前面投影面積は、船舶の形状が概ね相似であれば、船舶の総重量の2/3乗に比例する。また、内航RORO貨物船は積載貨物重量が船体重量に比して大きくないため、内航RORO貨物船の総重量はそのDWTに概ね比例する。それらより、1区間（港から港まで）ごとの内航RORO貨物船の燃料消費量を以下のように定式した。

費量を以下のように定式した。

$$FO = k_r \cdot DWT^{2/3} \cdot V^2 \quad (1)$$

ここで、 FO は船舶の航海時の燃料消費量でA重油とC重油の合計（kg/km）、 k_r は定数、 DWT は船舶の載貨重量トン（t）、 V は区間平均速度（km/h）である。

船舶ごとのDWT、航路1周分の燃料消費量、区間距離と区間平均速度を使い、最小自乗法で式(1)の係数を推定した。推定された k_r の値は 1.25×10^{-4} である。その値を使って推計した燃料消費量と調査によって得た燃料消費量を比較した場合の相関係数は0.68である。また推定に使用したサンプルの数は32である。

利用者の利便性を高めるために、船舶のDWTが2000、3000、4000、5000、6000、7000の場合の燃料消費量を計算し、その結果をグラフにした（図-1）。このグラフを使えば内航RORO貨物船の燃料消費量を直ちに把握することができる。

DWTおよび運航速度の平均値を式(1)に代入して距離あたりの船舶の燃料消費量を求め、それを貨物積載量の平均値で除すことにより、t・kmあたりの燃料消費量が0.036kgと求められる。

表-1 内航 RORO 貨物船の船舶指標

項目	GT	DW	船長	船幅	満載喫水	速力	建造年	主機出力
N	32	32	32	32	32	32	32	32
Min	2,242	2,300	114.5	16.7	5.0	18.0	1992	4,531
Max	13,950	6,969	199.0	27.0	7.2	30.0	2007	47,647
Mean	9,477	5,774	157.9	24.3	6.7	22.1	2001	16,011
SD	3,087	1,074	17.4	2.5	0.5	2.0	3.9	7,002

注) Nは標本数、Minは最小値、Maxは最大値、Meanは平均値、SDは標準偏差である。単位は、GT、DWTがt、船長、船幅満載喫水がm、速力がknot、主機出力がkWである。

表-2 内航 RORO 貨物船の航路指標

項目	航路距離	貨物積載能力	貨物積載量	運航速度
N	32	32	32	32
Min	1,132	639	368	31.0
Max	4,435	2,633	2,441	50.6
Mean	2,420	1,917	1,551	37.4
SD	883	520	550	5.0

注) Nは標本数、Minは最小値、Maxは最大値、Meanは平均値、SDは標準偏差である。単位は、航路距離がkm、貨物積載能力と貨物積載量がt、運航速度がkm/hである。

表-3 内航 RORO 貨物船の航路区間指標

項目	距離	運航時間	平均速度	積載率
N	116	116	116	116
Min	72.2	2.4	21.0	0.00
Max	1313.1	37.0	51.2	1.00
Mean	667.7	18.6	35.2	0.73
SD	330.1	8.2	6.0	0.26

注) Nは標本数、Minは最小値、Maxは最大値、Meanは平均値、SDは標準偏差である。単位は、距離がkm、運航時間がh、平均速度がkm/hである。

(2) 内航コンテナ船

現在就航している内航コンテナ船の諸元データを使い、内航RORO貨物船の燃料消費関数をもとに内航コンテナ船の燃料消費関数を推定した。

収集することができた内航コンテナ船のデータを燃料消費関数の推定に使用した。収集したデータの項目および統計量は表-4のとおりである。

内航コンテナ船と内航RORO貨物船が、主機の出力あたりの燃料消費量と航海速力で航行する場合の主機の負荷率が等しいと仮定すると、航海速力で航行する場合には主機の出力あたりの燃料消費量が等

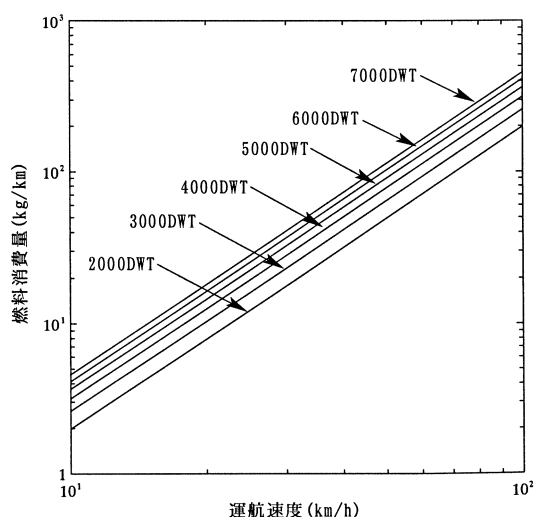


図-1 内航 RORO 貨物船の燃料消費

表-4 内航コンテナ船の諸元

項目	GT	DW	積載能力	速力	主機出力	建造年
N	18	18	18	18	18	18
Min	498	1,224	120	12.5	2,719	1993
Max	5,818	4,150	270	20.6	18,464	2008
Mean	1,144	1,866	189	14.6	4,878	2002
SD	1,488	730	58.6	2.3	4,414	5.0

注) Nは標本数, Minは最小, Maxは最大, Meanは平均, SDは標準偏差である。単位は, GT, DWTがt, 積載能力がTEU, 航海速力がknot, 主機出力がkWである。

表-5 内航 RORO 貨物船の主機出力あたり燃料消費量

項目	燃料消費量
N	32
Min	0.142
Max	0.243
Mean	0.182
SD	0.025

注) Nは標本数, Minは最小, Maxは最大, Meanは平均, SDは標準偏差である。単位はkg/kWhである。

しいと考えることができる。そこで、式(1)を用いて航海速力で航行する際の内航RORO貨物船の燃料消費量を求め、その場合の主機出力あたりの燃料消費量を求めた(表-5)。

得られた主機出力あたりの燃料消費量を使って内航コンテナ船の航海速力で航行する際の燃料消費量を求め、次式を仮定して最小自乗法により燃料消費関数を推定した。

$$FO = k_{c1} \cdot (DWT + k_{c2})^{2/3} \cdot V^2 \quad (2)$$

ここでFOは船舶の航海時の燃料消費量(kg/km), k_{c1} と k_{c2} は定数, DWTは船舶の載貨重量トン(t), Vは平均速度(km/h)である。

小型の内航コンテナ船の場合, 貨物積載重量に対して船体重量が相対的に大きくなるため, 満載排水量がDWTと比例すると考えると推定精度が悪くなる。そのため, 満載排水量とDWTの間にはDWTと比例しない一定量の部分があると考え, 燃料消費量推定式にその項を組み込んだ。

推定されたパラメータの値は, k_{c1} が 2.11×10^{-4} , k_{c2} が557であった。その値を使って推計した燃料消費量と調査によって得た燃料消費量の相関係数は0.997であった。なお, 推定に使用したサンプルの数は18である。

利用者の利便性を高めるため, 船舶のDWTが1000, 1400, 1800, 2000, 3000, 4000の場合の燃料消費量を計算し, その結果をグラフにした(図-2)。このグラフを使えば, 内航コンテナ船の燃料消費量を直ちに把握することができる。

DWTおよび運航速度の平均値を式(2)に代入して距離あたりの船舶の燃料消費量を求め, TEUベースの消費率を0.8, 20ftコンテナを想定し, コンテナの貨物積載重量を8.4t, コンテナの総重量を10.3tとしてt・kmあたりの燃料消費量を求めると0.023kgで

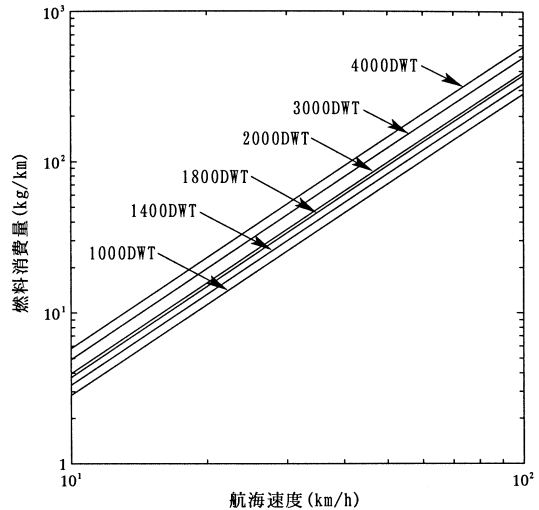


図-2 内航コンテナ船の燃料消費

あった。それは内航RORO貨物船の0.64倍の値であり, 内航コンテナ船が内航RORO貨物船よりもエネルギー効率が良いことを表している。

3. 燃料価格上昇の影響

輸送産業は燃料を多量に消費する産業であるため, 燃料価格の上昇は輸送産業に大きな影響を与える。輸送産業への一次的な影響として, 化石燃料価格の上昇によって輸送コストが増大し, 輸送価格の上昇が起こり, 輸送機関ごとの輸送量のシェアが変化するという構図を考えることができる。そうした状態の変化の傾向を調べるため, 一般貨物の長距離国内輸送を対象に輸送機関分担モデルを構築し, そのモデルを使って輸送機関分担の変化を予測し, その特徴を分析した。

(1) 輸送機関分担モデルの構成

他の輸送機関との競合が顕著である一般貨物の輸送を分析の対象とした。一般貨物の輸送で海上輸送が比較的大きな割合を占めるのは, 東京都, 愛知県, 大阪府と北海道, 福岡県の間で貨物流動である。それらの区間のうち, 大阪府=福岡県は県庁所在地間の距離が600km強と他の区間に比べると輸送距離が短い。また, 北海道=東京都は輸送パターンが他の区間より複雑で, シンプルなモデルでは再現が難しい。こうした点を考慮し, 北海道=愛知県, 北海道=大阪府, 東京都=福岡県, 愛知県=福岡県を分析の対象にした。

貨物輸送における時間の価値が分布を持つと考え, 輸送にかかる費用と輸送にかかる時間が与えられたとき, 一般化費用が最小となるように輸送機関が選択されると考えるモデル(犠牲量モデル)を使い, 輸送機関の分担の状況を再現し, 予測した。使用した犠牲量モデルの式系は次のとおりである。

$$G_i = C_i + v \cdot T_i \quad (3a)$$

$$P_j = \int_{v|G_j - \min(G_i)} \psi(v) dv \quad (3b)$$

$$\psi(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma v} \exp\left\{-\frac{(\log v - \mu)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad (3c)$$

ここで、 G_i は*i*輸送機関の一般化費用、 C_i は*i*輸送機関の運賃、 v は時間価値、 T_i は*i*輸送機関の輸送時間、 P_j は*j*輸送機関の輸送割合、 ψ は時間価値の確率密度分布、 μ および σ は確率分布の母数である。

各輸送機関の輸送形態は、海上輸送を現在運航されている内航RORO貨物船輸送における12mシャシで、鉄道輸送を10tコンテナによる輸送で、トラック輸送を特大12mの1車貸切輸送で代表させた。

海上区間では、輸送時間を各船会社が提供している船舶運航時刻表から求め、乗降船等の港での時間を2h/港²⁾とし、内航距離表による港間距離に船会社のヒアリングをもとに設定した運賃単価11¥/t/kmを乗じて運賃を設定した。鉄道区間では、JR貨物時刻表から輸送時間と運賃を設定した。トラック区間は、勝原（2003）³⁾をもとに運賃を設定し、輸送時間は道路距離を一般道路34km/h、高速道路75km/h（1999年度値、道路交通センサス）で除した値とした。端末輸送の距離は、県域をカバーすることを想定して25kmと設定した。

時間価値分布は広く使われている対数正規分布とし、北海道ルートと福岡県ルートでは分布が異なるものとした。

(2) モデルの適合性

高橋（2007）⁴⁾の手法による貨物地域流動調査、内航船舶輸送実績調査等を用いて、2005年度の北海

道=愛知県、北海道=大阪府、東京都=福岡県、愛知県=福岡県間の貨物の輸送量を海上輸送、鉄道輸送、トラック輸送に分けて算定し、それらを対象に輸送機関分担モデルによる再現計算を行った。推定の条件と結果は表-6のとおりである。観測値とモデルによる計算値の相関係数は0.973である。また、推定された時間価値分布関数の母数は、 μ が北海道で2.63¥/t/h、九州で4.99¥/t/h、 σ が北海道で2.16¥/t/h、九州で3.74¥/t/hである。

(3) 影響の分析

燃料価格の上昇による貨物輸送への1次的な影響としては、化石燃料価格の上昇によって輸送コストが増大し、輸送価格の上昇が起こり、輸送機関ごとの輸送量のシェアが変化するという構図を考えることができる。実際には輸送に関する他の要素の影響や社会・荷主による影響などもあるため、前述のとおり形で影響が発現するとは限らない。さらには、影響が様々なところに波及し、一般均衡の状態に進んでいくため、影響はさらに別の様相に展開していく。しかし、本研究ではインパクト発生直後における影響発現の一つのパターンとして前述した1次的な影響を想定し、そうした影響を対象に予測を行った。

各輸送機関が使用する燃料油は、船舶がC重油、トラックが軽油であるとし、鉄道は電力を使用し、その電力を得るために石炭、原油、重油、LNGを使用するとして計算を行った。

船舶の燃料消費量は、6500DWTの内航RORO貨物船が貨物2500tを積載し、平均速度35km/hで運航すると想定し、式(1)より求めた。鉄道の電力消費量は497kJ/t/km（2004年度値、鉄道統計年報）とした。なお、鉄道の電力消費量の値は鉄道貨物輸送全体の値であるため、一般貨物輸送の場合はこれよりも大きな値となる可能性がある。トラックの燃料消費量は、車両最大総重量25tのセミトレーラが11tの貨物を積載し、一般道路を34km/h、高速道路を75km/h程度の平均速度で走行するものとし、鈴木（2004）⁵⁾のコンテナトレーラーの燃費グラフをもとに燃料消費量を0.035l/t/kmと設定した。

船舶が使用するC重油の価格は29¥/l（2004年内航燃料価格）とし、トラックの軽油価格は91¥/l（2004年小売価格）とした。1kWhを発電するために使用する燃料の量は2002年のエネルギーバランス表の事業発電の比率に従うものとし、石炭を0.082kg、原油を0.009l、重油を0.015l、LNGを0.042kg消費するものとした。各燃料の単価はそれぞれ6¥/kg（2004年一般炭輸入CIF価格）、26¥/l（2004年原油輸入CIF価格）、26¥/l（2004年C重油卸売価格）、30¥/kg（2004年LNG輸入CIF価格）とした。

2004年時点をBaseとし、化石燃料価格が2004年時

表-6 輸送機関分担の再現計算の条件と結果

No	区間	機関	貨物量	距離	時間	費用	シェア 観測値	シェア 計算値
1	北海道 =愛知	船	2,911	1,326	39.9	15,149	0.908	0.904
2	北海道 =愛知	鉄道	295	1,584	31.0	16,910	0.092	0.091
3	北海道 =愛知	トラック	0	1,321	28.1	38,895	0.000	0.005
4	北海道 =大阪	船	1,598	1,620	70.5	18,383	0.762	0.772
5	北海道 =大阪	鉄道	455	1,994	38.0	19,926	0.217	0.226
6	北海道 =大阪	トラック	43	1,764	35.6	51,867	0.021	0.003
7	東京=福岡	船	739	1,228	38.5	14,071	0.334	0.420
8	東京=福岡	鉄道	776	1,205	24.7	14,412	0.351	0.304
9	東京=福岡	トラック	697	1,116	15.3	27,141	0.315	0.277
10	愛知=福岡	船	2,792	798	34.2	9,341	0.651	0.540
11	愛知=福岡	鉄道	199	851	19.9	11,626	0.046	0.160
12	愛知=福岡	トラック	1,296	833	11.5	20,248	0.302	0.300

注) 単位は、貨物量がkt (M/t)、距離がkm、時間がh、費用が¥/tである。

点の2倍に上昇する状態をCase1、Case1の状態で高速道路料金を30%低減する状態がCase2、Case2の状態船舶の運賃収入（Baseの運賃×貨物量）が最大になるように船舶の運航速度を決定する状態をCase3とした（表-7）。Case3は、化石燃料価格の上昇分が運賃に転嫁され、運賃上昇による収入増加と化石燃料価格の上昇による支出増加が相殺されるという想定である。

各Caseの条件のもとでt・kmあたりの運賃の上昇と化石燃料消費を求めると表-8～9のとおりとなった。Case1～3においては船舶運賃が0.64¥/t/km、鉄道運賃が0.33¥/t/km、トラック運賃が1.33～3.18¥/t/km上昇する。これらの条件変化を与えたとき輸送機関ごとの貨物輸送量のシェアがどのように変化するかを、作成した輸送機関分担モデルによって計算した。

輸送機関分担モデルで計算した輸送機関ごとの貨物量シェアは図-3、船舶貨物量と化石燃料消費量は図-4のとおりである。

本研究で作成した輸送機関分担モデルでは、化石燃料価格の上昇が単に生じた場合（Case1の場合）、本研究で対象とする全4区間で船舶輸送の貨物量シェアが減少し、鉄道輸送のシェアが増加する。そして、トラック輸送のシェアが存在する東京=福岡県、愛知県=福岡県間ではトラック輸送のシェアも減少する、という結果になった。

この輸送機関分担モデルで設定している各輸送機関の燃料消費構造では、化石燃料の使用が最も多いのがトラック輸送、次に多いのが船舶輸送、最も少

ないのが鉄道輸送である。そのため、化石燃料価格が上昇すると、化石燃料の使用が多い輸送機関ほど輸送費用の上昇が大きくなる。そうした状況の下で犠牲量モデルの特性に従い、運賃上昇が中位にある船舶輸送も貨物量シェアを減じ、鉄道輸送がシェアを増加するという傾向が現れたといえる。

化石燃料価格が上昇した状態で高速道路料金が30%減額された場合（Case2の場合）、鉄道輸送の貨物量シェアが減少してトラック輸送のシェアが増加し、それによってトラック輸送のシェアの減少が小さくなる。

化石燃料価格が上昇し高速道路料金が30%減額された状態で、船舶の¥・kmの対象4区間の合計が最大になるように船舶の運航速度が決定される場合（Case3の場合）、船舶の運航速度は32.4km/h、船舶の運賃上昇は0.46¥/t/km、化石燃料消費量は0.79MJ/t/kmとなった。そのとき対象4区間合計の船舶の貨物量はBaseに対して3%減少する一方で、化石燃料消費量はBaseの7.9PJから6.8PJへと14%減少する。また、4区間のうち短距離の区間である北海道=愛知、愛知=福岡は船舶輸送の貨物量シェアが

表-7 ケースごとの計算条件

ケース	化石燃料 価格指数	高速道路 料金指数	船舶 運航速度
Base	1	1	35
Case1	2	1	35
Case2	2	0.7	35
Case3	2	0.7	-

注) 化石燃料価格指数はBaseでの燃料価格を1としたときの指数である。船舶運航速度の単位はkm/hである。-は推定の結果定まる値である。

表-8 運賃上昇

機関	Case1	Case2	Case3
船舶	0.64	0.64	-
鉄道	0.33	0.33	0.33
トラック	3.18	1.33	1.33

注) 単位は¥/t/kmである。-は推定の結果定まる値である。

表-9 化石燃料消費量

機関	Case1	Case2	Case3
船舶	0.93	0.93	-
鉄道	0.75	0.75	0.75
トラック	1.34	1.34	1.34

注) 単位はMJ/t/kmである。-は推定の結果定まる値である。

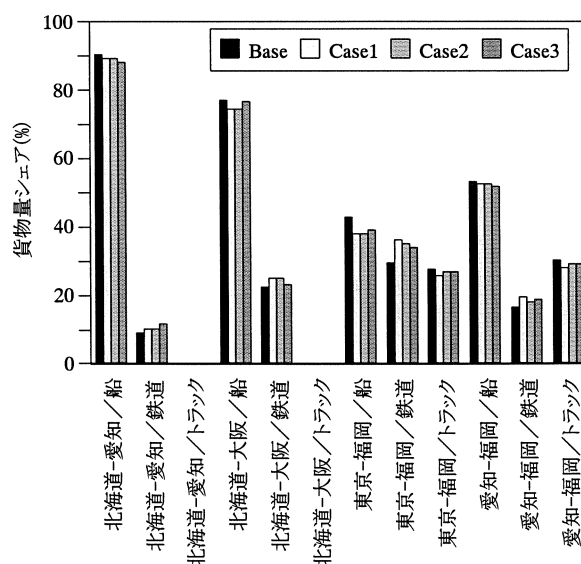


図-3 ケースごとの輸送機関の分担率

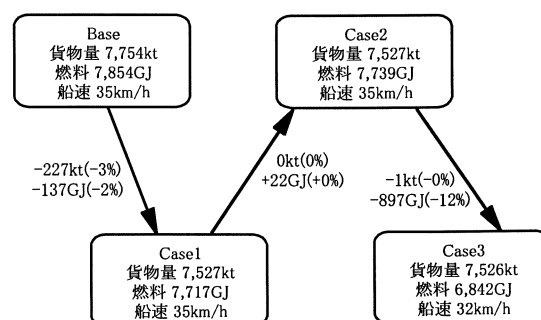


図-4 船舶貨物量と化石燃料消費量

低下する一方で、長距離の区間である北海道=大阪、東京=福岡は貨物量シェアが増加する。

以上をまとめると、国内の長距離一般貨物輸送においては、化石燃料価格の上昇によって①運航費用が上昇し船舶による貨物の輸送量が若干減少する、②船会社は利益低下を抑えるため船舶の運航速度を低下させる、③これらの変化にともない貨物輸送全体における化石燃料消費は減少する、という方向に変化を起こす可能性があるという推測が得られたといえる。

輸送機関ごとの輸送量については、今回設定した範囲の輸送環境の変化であれば目を見張るような変化は生じない可能性がある。それを前提にして考えるならば、各輸送機関における燃料価格上昇分のコストを運賃に適切に転嫁することやエネルギー効率の向上、運航速度の調整などによるコストの低減やCO2排出の削減を模索することが、輸送における重要な課題であることが示唆されたといえよう。

そうした示唆が得られたわけではあるが、運航速度の変更は航路の距離と各港での発着時間の関係や輸送頻度の都合などでどのような運航速度にでも設定できるわけではない。輸送需要の変化に対しても各輸送機関の輸送能力がうまく対応できない場合もある。また、燃料消費に関する設定にも不確実性がある。モデルはシンプルなものであり、条件が変化した場合の状態を十分定量的に表現する力を持っているといいきれものではない。さらに、今回考慮した以外の輸送を取り巻く条件も燃料価格の上昇と連動してあるいは無関係に変化するのが現実である。そのため、このモデルから得られた輸送機関ごとのシェアの変化は、モデルをフィッティングさせた状態から条件を若干変化させた場合に、どのような変化が起きる傾向があるかを知るためのシグナルでしかないと理解することが必要である。ここで得られた知見を参考とし、具体の区間を対象に現実の様々な要素を考慮して輸送の改善を検討し、より良い輸送の実現に繋げていくことが重要である。

4. まとめ

海上貨物輸送分野においてGHG削減の動きや燃料価格上昇などに適切に対応していくための施策検

討を可能にするため、内航RORO貨物船、内航コンテナ船の仕様と燃料消費を調べ、それらをもとに燃料消費関数を作成した。燃料消費関数を比較すると内航コンテナ船が内航RORO貨物船よりも燃料消費効率が良いことが分かった。そのことは、燃料消費量の削減、ひいてはCO2排出量の削減に向け、内航RORO貨物船の利点を活かすように燃料消費効率をさらに高めていく一方で、内航コンテナ船の活用範囲を広げていくことが重要な意味を持つことを示唆している。

燃料価格上昇による輸送機関ごとの貨物輸送量の変化の傾向を知るため、国内の長距離輸送区間を対象に一般貨物の輸送機関分担モデルを構築した。構築したモデルに化石燃料価格上昇等のインパクトを与え、輸送機関の分担関係がどのように変化し、化石燃料消費がどのように変化するかを傾向を調べた。その結果、化石燃料価格の上昇は、1次的には①運航費用が上昇し船舶による貨物の輸送量を若干減少させる、②船会社は利益低下を抑えるため船舶の運航速度を低下させる、③これらの変化にともない貨物輸送全体からのCO2排出量は減少する、という影響を引き起こす可能性があるという示唆を得た。

謝辞：国土技術政策総合研究所港湾研究部赤倉康寛氏に種々の物流関係データを提供頂いた他、様々な方々に協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) International Energy Agency (IEA): World Energy Outlook 2008, 57p, 2008.
- 2) 運輸政策研究機構：長期輸送需要予測に関する調査報告書, 382p, 2001.
- 3) 勝原光治郎：国内物流ネットワークに関する研究, 海上技術安全研究所報告, Vol.3, No.3, pp249-278, 2003.
- 4) 高橋宏直：モーダルシフト化率の推計方法と動向分析, 国土技術政策総合研究所資料, No.407, 42p, 2007.
- 5) 鈴木武：ユニットロードを対象とする港湾整備に伴うエネルギー消費量とCO2排出量の推計体系の基礎的整理, 国土技術政策総合研究所資料, No.192, 46p, 2004.