

国内貨物輸送の外部費用の推定

～普通貨物自動車とRORO船・コンテナ船の外部費用の比較～

鈴木 裕 介

(神戸大学経営学研究科学術研究員)

目 次

1. はじめに
2. 交通セクターの外部費用に関する先行研究
3. 国内貨物輸送の外部費用の推定方法
4. 国内貨物輸送の外部費用の推定
5. むすびにかえて

1. はじめに

モータリゼーションは、わが国の社会経済の発展に大きな役割を果たしてきた。一方で国内貨物輸送におけるトラック利用が拡大するにつれて、都市の道路ではトラックがあふれ、大気汚染や道路混雑といった様々な交通問題が顕在化している。そこで近年、国は環境負荷の小さい国内貨物輸送を実現するために、トラックから内航海運や鉄道へのモデルシフトを促す政策を実施している。また企業も経済活動における環境負荷の軽減という観点から、国内貨物輸送における内航海運や鉄道の利用可能性を検討している。

もっとも社会全体において、どのような輸送モードが利用されることが最適かといった議論を行うためには、実際の輸送コストに加え、輸送モード別に発生する外部費用¹を考慮する必要がある。しかしわが国では未だに輸送モード別に外部費用がどの程度発生しているかについて、十分な研究蓄積がない状況にあり、外部費用という観点からモデルシフトの議論を行う環境は整っていない。一方で欧米では1990年代から輸送モード別の外部費用を定量的に把握し、貨物輸送のあり方などの議論に結びつける取り組みが行われている。

そこで本稿では国内貨物輸送を担う輸送モードのうち、普通貨物自動車と内航海運に焦点をあて、その外部費用の推定を試みる。まず2節では交通モードの外部費用に関する先行研究を整理する。そして3節以降では、先行研究をもとに、わが国の国内貨物輸送の外

¹ 本論文では、国内貨物輸送によって発生する事故や大気汚染など、総コストのうち利用者によって内部化されていない費用を、国内貨物輸送による外部費用と定義することにする。

部費用を推定するための手法を特定化する。そして実際に普通貨物自動車と内航海運の外部費用を推定し、その外部費用の特徴について考察する。

2. 交通セクターの外部費用に関する先行研究

交通セクターの外部費用を定量的に把握しようとする研究は、欧米を中心に行われている。その研究の目的は、交通プロジェクトや政策の評価、利用者への適正な費用負担のあり方の検討、交通全般の外部費用の削減のための施策評価及び実施すべき政策の優先順位の設定などが挙げられる。

交通セクター全体の外部費用を推定した研究としては、UNITE (2003) やCE Delft (2007) などがある。UNITE (2003) は、近年のヨーロッパ規模の代表的な研究の一つとされ、自動車、鉄道、航空、海運の旅客、貨物輸送別の内部費用及び外部費用を推定している。外部費用の項目としては、事故、大気汚染、騒音、気候変動、混雑、景観、原子力発電におけるリスクなどを対象としており、EU15カ国、エストニア、ハンガリー、スイスの18カ国を対象に、総費用の対GDP比や限界費用などを推定している。またCE Delft (2007) は、これまでの先行研究を整理した上で、EU諸国で交通セクターの外部費用を推定するための手法及び単位コストなどの指標を検討し、ハンドブックとしてまとめている。輸送モードとしては自動車、鉄道、航空、海運を取り上げ、これらの輸送モードによる事故、大気汚染、騒音、気候変動、自然や景観への影響などの外部費用の推定方法を提示している。

次に自動車の外部費用を推定した研究としては、Mayeres et al. (1996) やLevinson et al. (1998) などが挙げられる。例えばMayeres et al. (1996) はブリュッセルを対象に、乗用車、バス、路面電車、都市鉄道、トラックの外部費用を推定している。その費用項目としては、事故、大気汚染、騒音、気候変動、混雑をとりあげ、限界外部費用関数を導出し、1991年と2005年のブリュッセルにおける外部費用について、車種別、ピーク時、オフピーク時別の限界外部費用を推定している。また日本を対象とした研究としては、兒山・岸本 (2001) やMizutani et al. (2009) などが挙げられる。兒山・岸本 (2001) は、日本全国レベルでの自動車の外部費用を、乗用車、バス、小型トラック、大型トラック別に推定している。費用項目としては、事故、大気汚染、騒音、気候変動、混雑、インフラ費用過小負担をとりあげ、主に海外の先行研究を踏まえて、それを日本に適用させて推定を行っている。またMizutani et al. (2009) は、欧米の先行研究をもとに外部費用の推定方法を特定化し、わが国の111都市における自動車の事故、大気汚染、騒音、気候変動、混雑の外部費用を推定している。そして自動車の外部費用と都市構造の関係について分析している。

最後に海運の外部費用を推定した研究では、主に大気汚染や気候変動の外部費用やタンカー事故の環境被害の推定が行われている。例えば大気汚染の外部費用を推定した研究としては、Isensee and Bertram (2004) やGallagher (2005)、Lee et al (2009) などが挙げられるほかPaul et al. (2009) は、台湾の国内コンテナ輸送を取り上げ、トラックと短距離海運 (short sea shipping) の大気汚染と気候変動の外部費用を推定し比較している。タンカーの事故の環境被害を推定した研究としては、Cohen (1986) などが挙げられ、タンカー事故による原油の流出と海洋汚染の影響を評価している。また貨幣評価までは行わ

ないものの、船舶からの大気汚染物質の排出量から海運の大気汚染問題を分析した研究としては、Endresen et al. (2003) やEC (2002) などが挙げられる。例えばEC (2002) は大気汚染物質別の船舶からの排出係数の設定を行い、地域別の船舶の動向をもとに、船舶から大気汚染を分析している。日本の研究としては、海洋政策研究財団 (2009) や赤倉他 (2009) などが挙げられる。海洋政策研究財団 (2009) では、外航船舶を対象に大気汚染物質の排出係数を設定し、現在及び将来の船舶からの大気汚染の影響を分析している。また赤倉他 (2009) は、先行研究で設定された船舶の燃料消費量の推定式やCO₂の排出係数を用いて、日本の外航・内航船からのCO₂の排出量を推定している。

3. 国内貨物輸送の外部費用の推定方法

本稿では、国内貨物輸送による外部費用を推定するために、普通貨物自動車と内航海運、特にRORO船とコンテナ船の外部費用を推定する。以下では輸送モード別の外部費用の推定方法の概要を説明する。

3.1 外部費用の概要

本稿は国内貨物輸送による外部費用として、事故、大気汚染、騒音、気候変動、混雑に関する外部費用を分析する。そして各輸送モードの外部費用は、各外部費用項目を推定し、それを輸送モード別に総和することで算定する。但し、UNITE (2003) は内航海運の騒音の外部費用は地域住民へ影響を与える水準ではないため無視できるとしている。そのため本稿では内航海運による騒音の外部費用はないものとした。また内航海運による混雑の外部費用についても、港湾内の船舶の混雑をデータなどから捉える事が出来なかったため考慮しなかった。

$$EC_a = C_{acc,a} + C_{air,a} + C_{dB,a} + C_{war,a} + C_{con,a} \quad (3.1)$$

EC_a : 輸送モードaの外部費用

$C_{acc,a}$: 輸送モードaの事故の外部費用

$C_{air,a}$: 輸送モードaの大気汚染の外部費用

$C_{dB,a}$: 輸送モードaの騒音の外部費用

$C_{war,a}$: 輸送モードaの気候変動の外部費用

$C_{con,a}$: 輸送モードaの混雑の外部費用

a : 輸送モード (a=truck=普通貨物自動車、a=ship=内航海運)

3.2 外部費用の推定における主要な変数

まず普通貨物自動車と内航海運の外部費用を推定するためには、普通貨物自動車の年間交通量及び旅行速度、RORO船・コンテナ船の年間運航量と年間燃料消費量を導出する必要がある。

普通貨物自動車の年間交通量については、Mizutani et al. (2009) の手法を引用し、高

速道路、一般道路別に算出する²。具体的には『道路交通センサス』によってデータが得られる主要道路の交通量については、3.2式、3.3式のように同データより路線別、平日休日別の普通貨物自動車の一日あたりの走行台数を集計し、その台数に各路線の区間距離を乗じ、最後に2005年の平日休日数³を乗じることで、主要道路における車種別の年間交通量を得ることができる。一方『道路交通センサス』の調査対象とされていない市区町村道の交通量は、詳細のデータを得ることができないため、幅員5.5m以上の市区町村道を対象とし、一日当たりの普通貨物自動車の交通量は、同じ都道府県の一般都道府県道と同程度と仮定して3.4式のように算出する⁴。そしてその一日当たりの普通貨物自動車の交通量に、幅員5.5m以上の市区町村道延長を乗じ、最後に2005年の平日休日数を乗じることで、市区町村道の車種別年間交通量を算出する。

$$Q_a = Q_{a, trunk} + Q_{a, city} \quad (3.2)$$

$$Q_{a, trunk} = c \cdot \left[\sum_b (DIS_{a,b} \cdot CAR_{b,k=week}) \right] + (365 - c) \cdot \left[\sum_b (DIS_{a,b} \cdot CAR_{b,k=holi}) \right] \quad (3.3)$$

$$Q_{a, city} = c \cdot DIS_{a,city} \cdot CAR_{city,k=week} + (365 - c) \cdot DIS_{a,city} \cdot CAR_{city,k=holi} \quad (3.4)$$

Q_a : 普通貨物自動車の年間交通量 (台km)

$Q_{a, trunk}$: 普通貨物自動車の主要道路における年間交通量 (台km)

$Q_{a, city}$: 普通貨物自動車の市道における年間交通量 (台km)

$DIS_{a,b}$: 主要道路bの路線延長 (km)

$DIS_{a,city}$: 市道の路線延長 (km)

$CAR_{b,k}$: 主要道路における普通貨物自動車の平日休日別交通量 (台/日)

$CAR_{city,k}$: 市区町村道における普通貨物自動車の平日休日別交通量 (台/日)

a : 輸送モード (a =普通貨物自動車)

b : 主要道路の路線

c : 平日日数

k : 平日休日別

RORO船及びコンテナ船の年間運航量については、3.5式のように算定する。RORO船及びコンテナ船に関するデータは、日刊海事新聞社『内航RORO船ガイド』と内航ジャーナ

² 本稿では、普通貨物自動車の外部費用の推定は高速道路、一般道路別に分析を行う。その内訳は、国土交通省(2005)『道路交通センサス』による区分である高規格幹線道路、都市高速道路を高速道路とし、一般国道、主要地方道(都道府県道)、主要地方道(指定市道)、一般都道府県道と『道路交通センサス』の調査対象ではない市区町村道を一般道路とする。また本稿では、『道路交通センサス』の調査対象である道路を総称して主要道路と呼ぶこととする。

³ 2005年の平日日数は246日、休日日数は119日である。

⁴ 本稿では市区町村道のうち、道路幅員5.5m以上の路線を分析対象とする。一方道路幅員5.5m未満の市区町村道について、兒山(2004)は、日本における自動車交通の騒音の外部費用の推定において分析対象としている。しかし市区町村道における交通量は詳細のデータが得られず、特に幅員5.5m未満の道路の交通量の推定にはかなり大胆な仮定を設ける必要があるため、本稿で対象に含めない。

ル『2005年版 海上定期船ガイド』などから得ることができる。そこで2005年に定期運航しているRORO船及びコンテナ船について航路別に、週当たりの運航回数と各航路の運航距離を乗じ、船種別、航路別の週当たりの運航kmを計算する。そしてそれに年間の週数を乗じると船種別、航路別の年間運航量となる。最後に船種別に各航路の年間運航量を総和することで、RORO船及びコンテナ船の年間運航量を算定する。

$$Q_{a,d} = \sum_e (DIS_{a,e} \cdot VOY_{a,d,e} \cdot w) \quad (3.5)$$

$Q_{a,d}$: 船種dの年間運航量 (運航km)
 $DIS_{a,e}$: 航路eの航路延長 (km)
 $VOY_{a,d,e}$: 船種別の航路eにおける航海回数 (回/週)
 w : 年間の週数
 a : 輸送モード (海運)
 d : 船種 (d=RORO=RORO船、d=CONT=コンテナ船)
 e : 航路

またRORO船・コンテナ船の大気汚染と気候変動の外部費用の推定では、船種別の燃料消費量に関するデータを用いる。そこで船種別の運航量から燃料消費量の導出する鈴木(2008)の算定式をもとに、RORO船とコンテナ船の年間燃料消費量を算定する。

普通貨物自動車の旅行速度については、Mizutani et al. (2009)の手法に一部改良を加えて、高速道路、一般道路別に設定する。まず高速道路の旅行速度は、日本全体の高速道路では著しく混雑する区間は限られていることから、本稿では法定速度を旅行速度とした。一方、一般道路の旅行速度は、『道路交通センサス』の対象区間の調査地点におけるピーク時の旅行速度とピーク時一時間あたりの交通量、道路kmあたりの信号数のデータを用いて、3.6式のようなスピード・フローモデルを推定し、そのモデルを用いて一日平均の旅行速度を推定する^{5 6}。

$$V_a = 45.9 - 0.0044 q_a - 5.9513 SIG \quad (3.6)$$

$adjR^2 = 0.32$

V_a : 自動車の平均旅行速度 (km/h)
 q_a : 一般道路における一車線あたりの自動車の交通量 (台/h)
 SIG : 一般道路における信号の数 (箇所/km)
 a : 輸送モード (自動車全体)

⁵ 本稿ではピーク時、オフピーク時別に旅行速度を設定せず、一日平均の旅行速度を設定した。

⁶ Mizutani et al. (2009)が推定したスピード・フローモデルは、旅行速度を交通量と道路沿道のDID地域の割合で説明するモデルとなっているが、本稿では信号による混雑の発生を説明するために、道路の1kmあたりの信号数を説明変数として採用した。

3.3 各外部費用の推定方法

以下では普通貨物自動車の事故、大気汚染、騒音、気候変動、混雑の外部費用とRORO船・コンテナ船の事故、大気汚染、気候変動の外部費用の推定方法を費用項目別に説明する。

事故

$$C_{acc,a} = \sum_g (P_{acc,g} \cdot POP_{acc,a,g}) \quad (3.7)$$

- $C_{acc,a}$: 輸送モードaの事故の外部費用 (円),
 $P_{acc,g}$: 事故被害タイプgの単位コスト (円)
 $POP_{acc,a,g}$: 輸送モード別の被害タイプgの被害者数 (人)
 g : 被害タイプ (g=1=死亡、g=2=重軽傷)

事故の外部費用は、Mizutani et al. (2009) を引用し、各輸送モードの事故による被害の発生数に被害別の単位コストを乗じ、それを総和することで算定する。また対象とする被害は、事故による死亡、重軽傷被害とする。まず被害発生数の算定方法については、自動車の事故による被害数は、(財)交通事故総合分析センター『交通統計』より得ることができる。しかしこのデータでは車種別の事故の発生数に関するデータは得ることができない。そこですべての車種の事故リスクは同程度と仮定した上で、自動車全体の走行kmあたりの被害発生確率を計算し、その指標に普通貨物自動車の年間交通量を乗じることで、普通貨物自動車による事故の被害発生数を算定する。一方内航海運の事故の発生数は、海上保安庁の『平成17年における船舶海難及び人身事故の発生と救助の状況』より得ることができる。しかし内航海運についても、船種別の事故の発生数に関するデータは得られない。そこですべての内航船舶の事故リスクは同程度と仮定し、船舶の運航kmあたりの被害発生数を計算し、その指標にRORO船・コンテナ船の年間運航量を乗じることで、RORO船・コンテナ船の事故による被害発生数を算定する。また事故の単位コストは、普通貨物自動車と内航海運で共通の指標を用い、内閣府 (2007) の指標を引用する⁷。

大気汚染

次に大気汚染の外部費用は、普通貨物自動車とRORO船・コンテナ船から排出される大気汚染物質の排出量に大気汚染物質別の単位コストを乗じることで算定する。また対象とする大気汚染物質はPM₁₀とNO_xとする。まず大気汚染物質の排出量の算定については、普通貨物自動車からの排出量は、環境省 (2005) のPM₁₀とNO_xの排出係数に普通貨物自動車の年間交通量を乗じることで計算する。一方RORO船・コンテナ船からの排出量は、港湾内におけるRORO船及びコンテナ船を対象とし、EC (2002) の船種別、大気汚染物

⁷ 事故の単位コストは、内閣府 (2007) より、一人当たりの費用を死亡229,032千円、重軽傷1,063千円とする。

質別の排出係数に各船種の港湾内における年間燃料消費量を乗じることで計算する⁸。大気汚染物質別の単位コストについては、PM₁₀とNO_xの単位コストは日本における適当な先行研究がないため、CE Delft (2007) をもとに設定する⁹。

$$C_{air,a} = \sum_h P_{air,h} \cdot EMI_{a,h} \quad (3.8)$$

$C_{air,a}$: 輸送モードaの大気汚染の外部費用 (円),
 $P_{air,h}$: 大気汚染物質hの単位コスト (円/t)
 $EMI_{a,h}$: 輸送モード別の大気汚染物質hの年間排出量 (t)
 a : 輸送モード別
 h : 大気汚染物質 (h=NO_x, PM₁₀)、

騒音

騒音の外部費用は、前述のように普通貨物自動車のみ推定し、内航海運による騒音の外部費用は発生しないものとする。普通貨物自動車の騒音の外部費用の推定方法はMizutani et al. (2009) の手順に従い、まず自動車交通全体の騒音による外部費用を推定し、その後普通貨物自動車の騒音被害を配分する方法を用いる。具体的には、自動車起因の騒音レベルを推定し、その騒音被害に騒音の単位コストを乗じることで推定する。まず道路投資の評価に関する指針検討委員会 (1998) によって構築された推定モデルを利用し、自動車起因の騒音レベルを推定する。次に推計された自動車起因の騒音レベルの曝露人口を導出する。そしてその結果に、騒音の単位コストを乗じることで、騒音の外部費用を推定する¹⁰。そしてバスや普通貨物自動車の騒音被害は乗用車などの4.5倍であると仮定し、普

⁸ RORO船及びコンテナ船の港湾内での年間燃料消費量は、環境省 (2003) をもとに設定する。環境省 (2003) では内航海運 (フェリー以外) の年間燃料消費量のうち10.6 %が港湾内で消費されるとしている。

⁹ 大気汚染別の単位コストは、国別の人口密度などを考慮しCE Delft (2007) のベルギーにおける大気汚染物質別の単位コストをもとに、PM₁₀の単位コストを5.78円/g、NO_xの単位コストを0.47円/gと設定する。一般に大気汚染物質の単位コストは、大気汚染による健康被害や農作物の被害などを貨幣評価した上で算定されるため、分析対象の地域の人々の所得や人口、文化、生活習慣に依存するとされる。そのため他の地域の単位コストを用いてわが国の大気汚染の外部費用の推定することはあまり好ましくない。また本稿で設定した単位コストと鈴木 (2010) の推定結果をもとに算定したPM₁₀の単位コストを比べると、その値は30分の1の水準となる。これはEUの指標を円換算する際に用いた為替相場に影響を受けている部分があるほか、ベルギーとの人口規模や大都市の数などが異なるため、単位コストに大きな違いが出てきているのではないかと考えられる。しかし本稿では、国内貨物輸送の大気汚染の外部費用を過小評価する可能性はあるものの、わが国では輸送モード別の大気汚染の外部費用に関する研究蓄積が十分ではないこと、CE Delft (2007) が輸送モード間の外部費用を推定し比較することを念頭に単位コストを設定していることなどを考慮し、CE Delft (2007) の指標をもとに単位コストを設定する。

¹⁰ 騒音の単位コストは、Mizutani et al. (2009) より一人あたり5,000円/dBとする。

通貨物自動車の騒音の外部費用を計算する¹¹。

気候変動

気候変動の外部費用は、大気汚染の外部費用と同様の方法で推定する。普通貨物自動車とRORO船・コンテナ船から排出されるCO₂の排出量を導出し、CO₂の単位コストを乗じることで推定する¹²。CO₂の排出量については、普通貨物自動車からの排出量は大城他（2001）の排出係数に普通貨物自動車の年間交通量を乗じることで計算する。一方RORO船・コンテナ船からの排出量は、EC（2002）の船種別の排出係数に各船種の年間燃料消費量を乗じることで計算する。

$$C_{war,a} = \sum_h P_{war} \cdot EMI_{a,h=CO_2} \quad (3.9)$$

$C_{war,a}$ ：輸送モードaの気候変動の外部費用（円）、
 P_{war} ：気候変動の単位コスト（円/t）
 $EMI_{a,h=CO_2}$ ：輸送モード別のCO₂の年間排出量（t）
 a ：輸送モード別
 h ：大気汚染物質（CO₂）

混雑

混雑の外部費用も前述のように普通貨物自動車のみ推定する。前節で推定した日本全体の一般道路の旅行速度をもとに、混雑によって利用者が被る時間損失量を推定し、その損失量に時間価値を乗じることで推定する¹³。また利用者の時間損失量は、混雑が発生していない場合の移動時間を基準に、混雑が発生した場合にかかる追加的な移動時間とする。その時間損失量の推定において、混雑が発生していない場合の旅行速度は前述のスピード・フローモデルの切片より45.9km/hと設定し、混雑による旅行速度の低下による利用者の時間損失量を推定している。また高速道路の混雑については本稿では考慮しない。

4. 国内貨物輸送の外部費用の推定

2005年の日本のデータを用いて、普通貨物自動車と内航海運（RORO船・コンテナ船）の外部費用を推定した。その結果が表4.1である。

まず普通貨物車の外部費用は全体で10.7兆円となった。費用項目別では混雑の外部費用が大きく、ついで気候変動の外部費用が大きくなっている。日本を対象にした先行研究である兒山・岸本（2001）や鈴木（2010）の結果と比べると、大気汚染の外部費用がかなり小さくなっている。これは推定方法が異なることはもちろんであるが、前述のように小さい大気汚染物質別の単位コストを設定したことが要因である。また普通貨物自動車の走行

¹¹ 兒山（2004）より、普通貨物自動車とバスの騒音レベルは乗用車と小型貨物車の4.5倍と設定した。

¹² 気候変動の単位コストは、Mizutani et al.（2009）より14,000円/t-CO₂とする。

¹³ 普通貨物自動車の時間価値は、国土交通省道路局（2008）より、64.18円/分・台とする。

kmあたり、トンkmあたりの外部費用を高速道路と一般道路で比較してみると、すべての費用項目で高速道路の外部費用が一般道路よりも小さくなった。このことは高速道路の方が一般道路よりも事故が少なく、環境への負荷も小さいことを示している。内航海運の外部費用についてみると、普通貨物自動車と比べて輸送量が少ないため、外部費用の規模については単純に比較できないが、年間302億円の外部費用が発生していることがわかった。また費用項目別にみると、気候変動の外部費用が最も大きく、ついで大気汚染の外部費用が大きくなった。また事故の外部費用は僅かであることが分かった。

そして普通貨物自動車と内航海運のトンkmあたりの外部費用を比較すると、全体的な傾向として内航海運の外部費用が普通貨物自動車よりも小さくなっていった。この傾向は先行研究でも見られ、内航海運が安全で環境負荷の小さい輸送モードであることを示している。

表4.1 普通貨物自動車と内航海運の外部費用の推定結果

		外部費用 総額	外部費用 総額 (混雑を除く)	事故	大気汚染	騒音	気候変動	混雑
普通貨物自動車 総額	(億円)	106,569	21,634	3,357	3,865	3,034	11,378	84,934
高速道路	(億円)	3,527	3,527	236	779	203	2,309	
一般道路	(億円)	102,737	17,802	2,816	3,086	2,830	9,069	84,934
走行kmあたり	(円/km)	128.72	21.36	3.32	3.82	3.00	11.24	107.36
高速道路	(円/km)	15.92	15.92	1.07	3.52	0.92	10.42	
一般道路	(円/km)	129.86	22.50	3.56	3.90	3.58	11.46	107.36
トンkmあたり	(円/トン・km) ①	37.26	6.18	0.96	1.10	0.87	3.25	31.07
高速道路	(円/トン・km)	4.61	4.61	0.31	1.02	0.27	3.02	0.00
一般道路	(円/トン・km)	37.59	6.51	1.03	1.13	1.04	3.32	31.07
内航海運 総額	(億円)	302	302	5	29	0	269	
運航kmあたり	(円/km)	2,565.57	2,565.57	38.91	244.45	0	2,282.20	
トンkmあたり	(円/トン・km) ②	1.69	1.69	0.03	0.16	0	1.50	
①/②		22.1	3.7	37.5	6.9	-	2.2	-

(注)

・普通貨物自動車のトンkmあたりの外部費用は、『自動車輸送統計年報』より普通貨物自動車の1台あたりの平均積載量を計算し、それに普通貨物自動車の年間交通量を乗じることにより年間の輸送トンkmを計算して導出した。

・内航海運のトンkmあたりの外部費用は、内航海運の一隻あたりの平均積載量に関するデータが得られないため、RORO船・コンテナ船の年間運航量より内航海運のトンkmのデータを導出することができなかった。そのため『内航船舶輸送統計』のデータを用いて別途RORO船・コンテナ船の年間輸送トンkmを導出した。

5. むすびにかえて

本稿では国内貨物輸送の外部費用を定量的に分析するために、普通貨物自動車と内航海運であるRORO船・コンテナ船を対象に外部費用の推定を行った。その結果、内航海運の外部費用はすべての費用項目で普通貨物自動車を大きく下回っていることが分かった。このことは国内貨物輸送において、内航海運が安全で環境負荷の小さい輸送手段であることを示している。また国内貨物輸送において普通貨物自動車を活用する場合、高速道路を走

行することで、普通貨物自動車からの外部費用の発生を抑制できることが分かった。このことは近年政治的議論がある高速道路の料金問題において、普通貨物自動車が高速度道路をどのように活用すべきかという議論に一つの示唆を与えている。

しかし今回の国内貨物輸送の外部費用の推定には多くの課題が残されている。特に内航海運の外部費用の推定は、これまでわが国ではほとんど行われていない。そのためわが国における大気汚染の単位コストの設定など多くの課題が残されており、その結果、本稿では国内貨物輸送の大気汚染の外部費用が過小に評価されている可能性がある。今後これらの指標についてもさらに検討を加え、改良していきたい。

(参考文献)

- 赤倉康寛・鈴木武・松尾智征 (2009) 「我が国貨物の国際・国内海上輸送によるCO₂排出量の推定」, 『国土技術政策総合研究所資料』, 第497号, 1~29頁.
- CE Delft (2007) *Handbook on estimation of external cost in the transport sector*, Delft, 2007.
- Cohen, M.A. (1986), "The cost and benefit of oil spill prevention and enforcement", *Journal of environmental economics and management*, Vol.13, pp.167-188.
- 道路投資の評価に関する指針検討委員会編 (1998) 『道路投資の評価に関する指針 (案)』, (財)日本総合研究所, 東京.
- Endresen, O., E. Sorgard, J. K. Sundet, S. B. Dalsoren, I. S. A. Isaksen, T. F. Berglen and G. Gravir (2003) "Emission from international sea transportation and environmental impact", *Journal of Geophysical Research*, Vol.108, No.D17, 4560.
- European Commission (2002) *Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community*, European Commission, 2002, Brussels.
- Isensee, J. and V. Bertram (2004) "Quantifying external costs of emissions due to ship operation", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*, Vol. 218, No.1, pp.41-51.
- 海洋政策研究財団 (2009) 『平成20年度 船舶からの温室効果ガス及び大気汚染物質の総排出量算定調査報告書』, 海洋政策研究財団, 2009年, 東京.
- 環境省 (2003) 『届出外排出量の推定方法に関する補助説明資料』, 環境省総合環境政策局, 2003年, 東京.
- 国土交通省 (2008) 『費用便益分析マニュアル』, 国土交通省, 2008年, 東京.
- 兒山真也 (2004) 「日本における自動車交通騒音の外部費用の推計」, 『商大論集』, 第4巻, 第3・4号, 121~157頁.
- 兒山真也・岸本充生 (2001) 「日本における自動車交通の外部費用の概算」, 『運輸政策研究』, Vol.4, No.2, pp.19-30.
- Lee, P T.-W., K.-C. Hu, T. Chen (2010) "External costs of domestic container transportation: Short-sea shipping versus trucking in Taiwan", *Transportation Review*, Vol.30, No.3, pp.315-335.
- Levinson, D. M., et al (1998) "The social costs of intercity transportation: a review and comparison of air and highway" *Transport Review*, Vol.18, No.3, pp.215-240.
- Mayeres, I., S. Ochelen, and S. Proost, (1996) "The Marginal External Costs of Urban Transport," *Transportation Research*, Part-D, Vol.1, No.1, pp.111-130.
- Mizutani, F., Y. Suzuki and H. Sakai (2009), "Estimation of Social Cost of Transportation", *Kobe*

University Graduate School of Business Administration Discussion Paper 2009-30.

内閣府 (2007) 『交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書』, 平成19年3月.

大城温・松下雅行・並河良治・大西博文 (2001) 「自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数」,
土木技術資料, Vol.43, No.11, pp.50-55.

鈴木武 (2009) 「コンテナ船およびRORO貨物船の燃料消費量と長距離内航RORO貨物船輸送における
燃料価格上昇の影響」, 『国土技術政策総合研究所資料』, 第494号, 1~15頁.

鈴木裕介 (2010) 「地域の自動車利用に対する費用負担に関する分析－燃料税に対する議論を中心に－」,
『交通学研究2009年研究年報』, 125~134頁.

UNITE (2003), *Unification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency Final Report for
Publication*, UNITE, 2003, UK.