

改正省エネルギー法における輸送時に発生する 二酸化炭素排出量の算定方法の比較に関する研究

A study on the comparison of the measure for CO₂ emission from transportation in the revised Law Concerning the Rational Use of Energy

濱田剛 (東京海洋大学大学院)、岩尾詠一郎 (専修大学)、苦瀬博仁 (東京海洋大学)

Takeshi HAMADA (Tokyo University of Marine Science and Technology)

Eiichiro IWAO

(Senshu University)

Hirohito KUSE (Tokyo University of Marine Science and Technology)

要旨

改正省エネルギー法が施行され、輸送時についても、二酸化炭素排出量の算定、報告が求められることとなった。二酸化炭素排出量の算定方法は複数あるが、算定方法によって、算出される算出結果は異なる。

本研究では、貨物車輸送における二酸化炭素排出量の複数の算定方法を感度分析により比較し、特徴を整理することを目的とする。

Abstract

Revised Law Concerning the Rational Use of Energy has been enacted and gone into effect. It has required companies to measure their output of CO₂ from transportation. In this law, there are three measurements for CO₂ emission and each of them has different characteristics.

The purpose of this study is to clarify each characteristic of these measurements by the sensitivity analysis.

1. はじめに

わが国は京都議定書を批准したことにより、2008年から2012年までの間に、温室効果ガスの排出量を1990年度比で6%削減しなければならなくなった。その中でも、他の温室効果ガスに比べ排出量の多い二酸化炭素の排出量を削減することが重要となっている。

二酸化炭素の排出を減らすための取り組みの1つに、改正省エネルギー法がある。改正省エネルギー法では、平成18年度から新たに輸送時に発生するエネルギーの使用の合理化が義務化された。また、一定規模以上の荷主、物流事業者については、輸送時のエネルギー使用量とともに、二酸化炭素排出量を算出し報告することとなった⁽¹⁾。

このとき、輸送時に発生する二酸化炭素排出量の算定方法は複数あり、荷主、物流事業者はそれらの算定方法の中から1つを選び、

二酸化炭素排出量を算出する。しかし、算定方法によって算出結果の値は異なるため、二酸化炭素排出量に違いが生じる。

2. 研究の目的と方法

2.1 本研究の目的

本研究では、輸送時に発生する二酸化炭素排出量の複数の算定方法について、感度分析を用いて比較することを目的とする。このとき、輸送機関の中でも輸送量の多い貨物車輸送を対象として研究を進める。

2.2 本研究の手順

本研究は以下の手順を進める。

①本研究の位置づけを述べる。(2章)

②改正省エネルギー法の概要を述べ、二酸化炭素排出量の算定方法の概要と違いを述べる。(3章)

③二酸化炭素排出量の算定方法を比較する

ために必要な値を仮定し、感度分析をし、その結果を述べる。(4章)

④二酸化炭素排出量の算定方法を比較し、考察を述べる。(5章)

2. 3 本研究の位置づけ

改正省エネルギー法における二酸化炭素排出量の算定方法について詳しく紹介しているものに、「ロジスティクス分野におけるCO₂排出量算定方法共同ガイドライン⁽²⁾」と「二酸化炭素排出量算定ガイド⁽³⁾」がある。

「ロジスティクス分野におけるCO₂排出量算定方法共同ガイドライン」では、それぞれの算定方法の精度と作業負荷を示している。

また、「ロジスティクス環境会議の二酸化炭素排出量算定ガイド」では、積載率が変化した場合の二酸化炭素排出量について比較しているとともに、実際の輸送データから、算定方法の精度を検証している。

既存研究には、環境報告書で公表されている二酸化炭素排出量から製品の環境負荷を求めている論文⁽⁴⁾や、産業連関表から業種別の環境負荷を求めている論文⁽⁵⁾がある。

それらに対し本研究は、算定方法別に、輸送距離、輸送重量、燃料使用量、燃費、積載率、車種について、感度分析を用いて二酸化炭素排出量を比較している点で特徴がある。

3. 改正省エネルギー法の概要と輸送における二酸化炭素排出量の算定方法

3. 1 改正省エネルギー法の概要

省エネルギー法とは、『エネルギーの使用と合理化に関する法律』の略称で、燃料資源その他エネルギーの有効利用のために工場、事業所、住宅、建築物、機械器具について省エネルギーへの取り組みを求める法律である⁽⁶⁾。

改正省エネルギー法は、平成18年度から施行され、輸送に係る措置が新たに創設された。輸送に係る措置では、年間輸送量が3,000万トンキロ以上の荷主(特定荷主)には、主務大臣への計画の提出義務と、委託輸送に係

表1 特定荷主と特定輸送事業者の基準

対象	基準	
特定荷主	年間輸送量	3000万トンキロ以上
特定物流事業者	保有車両台数	トラック 200台以上
		鉄道 300車両以上
		船舶 総船腹量2万総トン以上
		航空 総最大離陸重量9000トン以上

※物流事業者は基準のうち、いずれかを満たせば特定物流事業者となる。

表2 特定荷主と特定輸送事業者の義務内容

特定荷主	計画の策定	<ul style="list-style-type: none"> ○事業部ごとに省エネ責任者の設置 ○モーダルシフト実施のためのマニュアルを作成等
	定期報告	<ul style="list-style-type: none"> ○委託輸送に係わる貨物重量(t)、輸送距離(km)、輸送量(t・km)の合計 ○委託輸送に係わるエネルギー使用量 ○エネルギー消費原単位: 委託輸送に係わるエネルギー使用量÷売上高、輸送コスト等の合計 ○省エネ措置の実施状況 ○エネルギーの使用に伴う二酸化炭素の排出量等
特定輸送事業者	計画の策定	<ul style="list-style-type: none"> ○省エネへの取り組みを示す方針を策定し、定期的に見直し ○低燃費車等を導入等
	定期報告	<ul style="list-style-type: none"> ○エネルギー使用量:ガソリン、軽油等の使用量 ○エネルギー消費原単位: 貨物輸送の場合:エネルギー使用量÷輸送トンキロ 旅客輸送の場合:エネルギー使用量÷輸送キロ(車両・船舶走行キロ) 航空輸送の場合:エネルギー使用量÷利用可能トンキロ ○省エネ措置の実施状況 ○エネルギーの使用に伴う二酸化炭素の排出量等

るエネルギー使用状況等の定期報告が義務づけられた。また、一定規模以上の輸送車両数や輸送重量を有する輸送事業者(特定輸送事業者)には、国土交通大臣への中長期計画の提出と、エネルギー使用状況等の定期報告が義務づけられた⁽¹⁾。(表1, 2)

3. 2 輸送における二酸化炭素排出量の算定方法と本研究の対象範囲

輸送における二酸化炭素排出量の算定方法には、燃料法、燃費法、改良トンキロ法、輸送区間別輸送重量法(地域間マトリックス法)、従来トンキロ法、輸送料金法の6つの算定方法がある⁽²⁾。これらのうち、輸送区間別輸送重量法は、データの収集量が少なく、まだ使用される原単位の値が定まっていないため作成中となっている。従来トンキロ法は、改良トンキロ法における鉄道、内航船舶、飛行機で輸送する場合の計算方法として吸収された。輸送料金法は、精度が低く、他の方法が不可能な場合にのみ使用される代替手段である。

よって、本研究では、燃料法、燃費法、改良トンキロ法の3つの算定方法を対象とする。

3. 3 本研究で対象とする二酸化炭素排出量の算定方法

(1) 燃料法

燃料法は、燃料使用量のみから二酸化炭素排出量を算定する方法である。(式1)

燃料法では、貨物車輸送の場合でも、貨物車以外の輸送の場合でも、式は変わらない。なお、CO₂排出係数(α)は使用した燃料の種類別に設定している。(表3)

$$O = E \times \alpha \quad (式1)$$

O : CO₂排出量[tCO₂]

E : 燃料使用量[kl]

α : CO₂排出係数[tCO₂/kl]

(2) 燃費法

燃費法は、輸送距離と燃費から二酸化炭素排出量を算定する方法である。(式2)このとき燃費は実測のデータか、改正省エネルギー法で示されている平均的な燃費の値を使用することができる。(表4)

燃費法では、貨物車輸送の場合でも、貨物車以外の輸送の場合でも、式は変わらない。なお、CO₂排出係数(α)は燃料法と同じ値である。(表3)

$$O = L \div M \times \alpha \quad (式2)$$

O : CO₂排出量[tCO₂]

L : 輸送距離[km]

M : 燃費[km/kl]

α : CO₂排出係数[tCO₂/kl]

(3) 改良トンキロ法

改良トンキロ法は、輸送重量と輸送距離から二酸化炭素排出量を算定する方法である。

(式3)このとき、輸送距離は、実輸送距離、輸送計画距離、輸送みなし距離(都道府県庁間距離)を使用することができる。また、貨物車の積載率が不明な場合は、改正省エネルギー法で示されている平均的な積載率を使用することができる。(表5)

改良トンキロ法では、輸送機関が貨物車と貨物車以外で原単位は異なる。なお、輸送機関が貨物車の場合、改良トンキロ法燃料消費量原単位(β)は、車種別・使用燃料の種類別・最大積載量別・積載率別に設定している。

表3 CO₂排出係数⁽²⁾

単位発熱量等一覧		単位	CO ₂ 排出係数
1	ガソリン	kl	2.32tCO ₂ /kl
2	軽油	kl	2.62tCO ₂ /kl
3	A重油	kl	2.71tCO ₂ /kl
4	B重油	kl	2.98tCO ₂ /kl
5	C重油	kl	2.98tCO ₂ /kl
6	液化石油ガス	t	3.00tCO ₂ /kl
7	ジェット燃料油	kl	2.46tCO ₂ /kl
8	都市ガス	Nm ³	2.08tCO ₂ /千Nm ³
9	電気 昼間の電気 夜間の電気 電気(一般電気事業者以外)	千kWh 千kWh 千kWh	0.555tCO ₂ /千kWh

表4 貨物車の平均的な燃費⁽²⁾

燃料	輸送の区分		燃費(km/l)	
	最大積載量(kg)	営業用	自家用	
ガソリン	軽貨物車	9.33	10.3	
	~ 1999	6.57	7.15	
	2000以上	4.96	5.25	
軽油	~ 999	9.32	77.9	
	1000 ~ 1999	6.19	7.34	
	2000 ~ 3999	4.58	4.94	
	4000 ~ 5999	3.79	3.96	
	6000 ~ 7999	3.38	3.53	
	8000 ~ 9999	3.09	3.23	
	10000 ~ 11999	2.89	3.02	
	12000 ~ 16999	2.62	2.74	

表5 平均的な積載率と原単位⁽²⁾

輸送区分	車種	燃料	最大積載量(kg)	平均積載率		原単位	
				自家用	営業用	自家用	営業用
軽・小型・普通貨物車	ガソリン		軽貨物車	10%	41%	2.74	0.741
			~ 1999	10%	32%	1.39	0.472
			2000以上	24%	52%	0.394	0.192
小型・普通貨物車	軽油		~ 999	10%	36%	1.67	0.592
			1000 ~ 1999	17%	42%	0.53	0.255
			2000 ~ 3999	39%	58%	0.172	0.124
			4000 ~ 5999	49%	62%	0.102	0.0844
			6000 ~ 7999			0.082	0.0677
			8000 ~ 9999			0.0696	0.0575
			10000 ~ 11999			0.061	0.0504
			12000 ~ 16999			0.0509	0.0421

表6 改良トンキロ法燃料消費量原単位⁽²⁾

輸送区分	車種	燃料	最大積載量(kg)	積載率					
				10%	20%	40%	60%	80%	100%
軽・小型・普通貨物車	ガソリン		軽貨物車	2.74	1.44	0.758	0.521	0.399	0.324
			~ 1999	1.39	0.73	0.384	0.264	0.202	0.164
			2000以上	0.886	0.466	0.245	0.168	0.129	0.105
小型・普通貨物車	軽油		~ 999	1.67	0.954	0.543	0.391	0.309	0.258
			1000 ~ 1999	0.816	0.465	0.265	0.191	0.151	0.126
			2000 ~ 3999	0.519	0.295	0.168	0.121	0.096	0.08
			4000 ~ 5999	0.371	0.212	0.12	0.087	0.069	0.057
			6000 ~ 7999	0.298	0.17	0.097	0.070	0.055	0.046
			8000 ~ 9999	0.253	0.144	0.082	0.059	0.047	0.039
			10000 ~ 11999	0.222	0.126	0.072	0.052	0.041	0.034
			12000 ~ 16999	0.185	0.105	0.060	0.043	0.034	0.029

※表中の単位の無い数字の単位は(l/t・km)

(表6)一方、輸送機関が貨物車以外の場合は、原単位を輸送手段別に設定している。なお、CO₂排出係数(α)は燃料法と同じ値である。(表3)

$$O = W \times L \times \alpha \times \beta \div 1000(kl/l) \quad (式3)$$

O : CO₂排出量[tCO₂]

W : 輸送重量[t]

L : 輸送距離[km]

α : CO₂排出係数[tCO₂/kl]

β : 改良トンキロ法燃料消費量原単位[l/t・km]

3. 4 本研究で対象とする二酸化炭素排出量の算定方法の違い

以上のことから、二酸化炭素排出量の算定方法の違いによって使用するデータ項目が異なることが明らかとなった。(表7)

また、算定方法は精度によっても差がある。

燃料法は、二酸化炭素排出の原因となる燃料使用量のみから直接二酸化炭素排出量を求めている。そのため、精度が高い。燃費法は、燃料使用量の代わりに、輸送距離から燃費を除すことで燃料使用量を算出し、二酸化炭素排出量を求めている。そのため、直接燃料使用量から二酸化炭素排出量を求めている燃料法より、精度は低い。一方、改良トンキロ法は、輸送距離と輸送重量を乗じた輸送トンキロから燃料使用量を推定し、求めている。そのため、間接的な算定方法であり、精度は燃料法、燃費法に比べ低い。

4. 感度分析による二酸化炭素排出量の算定方法の比較

4. 1 本章の目的

表7で示したように、二酸化炭素排出量を算出する場合に必要なデータ項目は6つある。そこで本章では、3章で示した6つのデータ項目のうち、1つの指標を変化させ、それ以外の5つの指標を固定した場合の感度分析から算出される二酸化炭素排出量を、算定方法別に求めることを目的とする。なお、本研究では、使用する燃料を軽油とした。

4. 2 本章の方法

本章は、以下の手順を進める。

①6つのデータ項目それぞれに基準値とデータの変動範囲を設定し、仮定を述べる。

②6つのデータ項目ごとに、算定方法別に二酸化炭素排出量を算出する。

③②で算出した結果を6つのデータ項目それぞれについて比較する。

4. 3 基準値とデータの変動範囲の設定

感度分析では、複数の値を変動させると、

表7 算定方法別の二酸化炭素排出量の算定に必要なデータ項目

データ項目	燃料法	燃費法	改良トンキロ法
輸送距離		○	○
輸送重量			○
燃料使用量	○		
燃費		○	
積載率			○
車種			○

表8 基準値とデータの変動範囲

データ項目	基準値	データの変動範囲
輸送距離	100km	0km - 500km
輸送重量	100t	0t - 500t
燃料使用量	(0.03kl)	0kl - 0.1kl
燃費	3km/l	1km/l - 15km/l
積載率	60%	10% - 100%
車種	10t/台	2t/台 - 10t/台

※燃料使用量は、輸送距離と燃費から求めているため、基準値を()内に示している。

感度が明確にならない。そこで、1つの変数を動かして、他の変数を固定した。そのとき変数を固定する値を基準値とする。(表8中央)

このとき、基準値は、車種を10tとし、輸送距離、輸送重量を100km、100tとした。車種を10t車としたため、燃費は10t車の平均的な燃費を抽出し3km/lとした。(表3)積載率は10t車の平均的な積載率を抽出し60%とした。(表5)燃料使用量は貨物車1台当たりの燃料使用量として、輸送距離から燃費を割った値から0.03klと算出した。また、1つの変数を動かすときのデータの変動範囲は、表8の通りとした。

4. 4 本研究における感度分析での仮定

(1) 燃料使用量と算定方法における仮定

燃料使用量を輸送距離と燃費から求めることとする。(式4)輸送距離、燃費のいずれかが変化した場合は、併せて燃料使用量も変化させた。また、燃料使用量が増加する場合には、本研究では、燃費を変化させた。このとき、燃料使用量の値が輸送距離から燃費を除いた値と同値となり、燃料法と燃費法が同じ値をとる。ここで、本研究では、燃料法と燃費法のうち、燃費法を対象とした。これは、燃料法が燃料使用量の実データから求めるのに対し、燃費法はみなしの燃費を使用するこ

とを想定しており、値を設定して計算を行っている本研究に適しているためである。そこで5章の感度分析では、燃費法と改良トンキロ法の2つの算定方法について比較する。

$$E = L \div M \quad (\text{式4})$$

E : 燃料使用量[kl]

L : 輸送距離[km]

M : 燃費[km/kl]

(2) 輸送時の貨物車の台数における仮定

大量の荷物を輸送するとき、貨物車は複数台必要となる。このときの貨物車の台数は、以下の式から求めることと仮定する。(式5) 燃費法から二酸化炭素排出量を算出するとき、1台当たりの燃料使用量に台数をかけることで燃料使用量を求めた。

$$N = W \div (T \times R) \quad (\text{式5})$$

N : 貨物車の台数[台]

W : 輸送重量[t]

T : 車種[t/台]

R : 積載率[%]

4. 5 感度分析の算出結果

(1) 輸送距離を変化させた結果

輸送距離は0kmから500kmまで変化させた。燃料使用量も輸送距離に併せて変化する。

その結果、燃費法と改良トンキロ法はともに、輸送距離が増加すると二酸化炭素排出量は増加する。燃費法と改良トンキロ法を比較すると、燃費法によって算出された二酸化炭素排出量が多いが、改良トンキロ法と近似している。(図1)

(2) 輸送重量を変化させた結果

輸送重量は0tから500tまで変化させた。

その結果、燃費法と改良トンキロ法はともに、輸送重量が増加すると二酸化炭素排出量は増加する。燃費法と改良トンキロ法を比較すると、燃費法によって算出された二酸化炭素排出量が多いが、改良トンキロ法と近似している。(図2)

(3) 燃料使用量を変化させた結果

燃料使用量は0klから0.1klまで変化させた。燃費も燃料使用量に併せて変化する。

その結果、燃費法は燃料使用量が増加する

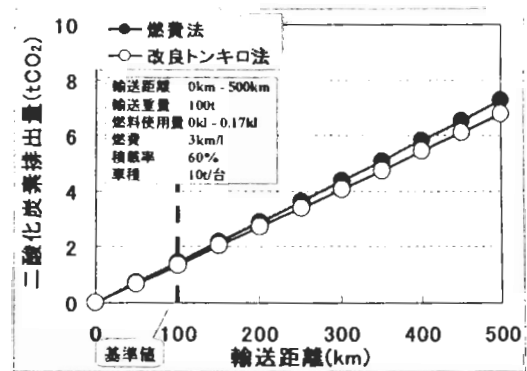


図1 輸送距離の変化による二酸化炭素排出量

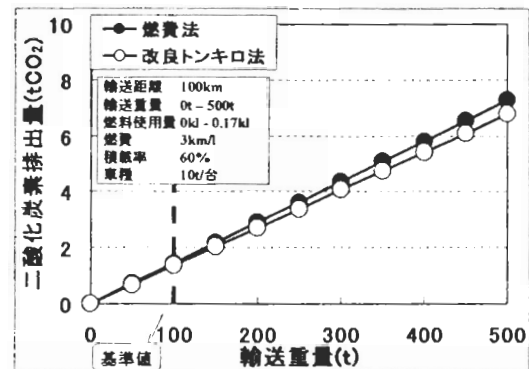


図2 輸送重量の変化による二酸化炭素排出量

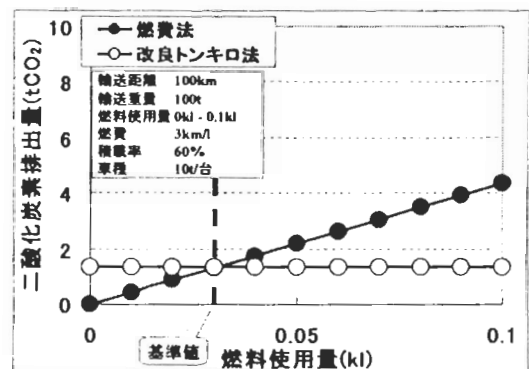


図3 燃料使用量の変化による二酸化炭素排出量

と二酸化炭素排出量は増加するが、改良トンキロ法は燃料使用量の値を使用せずに二酸化炭素排出量を求めているため変化しない。燃費法と改良トンキロ法を比較すると、燃費法によって算出された二酸化炭素排出量が多いが、燃料使用量が少ないときは改良トンキロ法によって算出された二酸化炭素排出量が多い。(図3)

(4) 燃費を変化させた結果

燃費は、1km/lから15km/lまで変化させ

た。燃料使用量も燃費に併せて変化する。

その結果、燃費法は燃費が向上すると二酸化炭素排出量は減少するが、改良トンキロ法は燃費の値を使用せずに二酸化炭素排出量を求めているため変化しない。燃費法と改良トンキロ法を比較すると、燃費法によって算出された二酸化炭素排出量が少ないが、燃費が少ないときは改良トンキロ法によって算出された二酸化炭素排出量が少ない。(図4)

(5) 積載率を変化させた結果

積載率は、10%から100%まで変化させた。

その結果、燃費法と改良トンキロ法はともに、積載率は100%に近づくと二酸化炭素排出量は減少する。燃費法と改良トンキロ法を比較すると、燃費法によって算出された二酸化炭素排出量が多いが、積載率が向上すると差は減少しており、図を見ると60%以上では二酸化炭素排出量が近似している。(図5)

(6) 車種を変化させた結果

車種は、貨物車の最大積載量のことを指し、2t車や4t車などのことをいう。2t/台から10t/台まで変化させた。

その結果、燃費法と改良トンキロ法はともに、車種が大型になると二酸化炭素排出量は減少する。燃費法と改良トンキロ法を比較すると、燃費法によって算出された二酸化炭素排出量が多いが、車種が大型になると差は減少しており、図を見ると10t/台では二酸化炭素排出量が近似しているが、2t/台では二酸化炭素排出量の差は大きい。(図6)

5. 二酸化炭素排出量の算定方法の比較・考察

5.1 本章の目的

本章では、4章で算出した感度分析の結果を、差分から分析し、算定方法を比較することを目的とする。

5.2 本章の方法

①4-5で示した図1から図6の算定方法別の二酸化炭素排出量について、燃費法の二

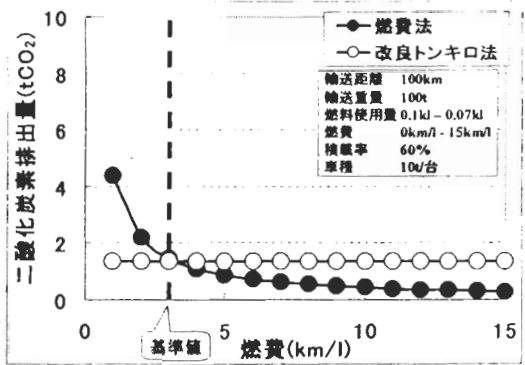


図4 燃費の変化による二酸化炭素排出量

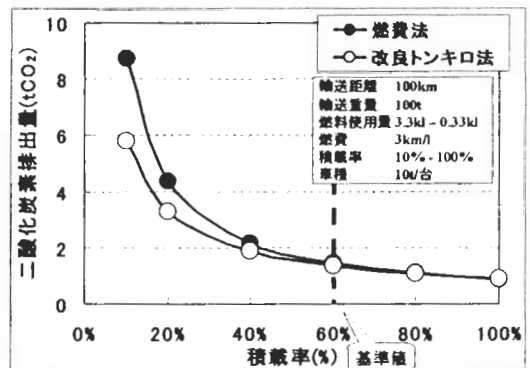


図5 積載率の変化による二酸化炭素排出量

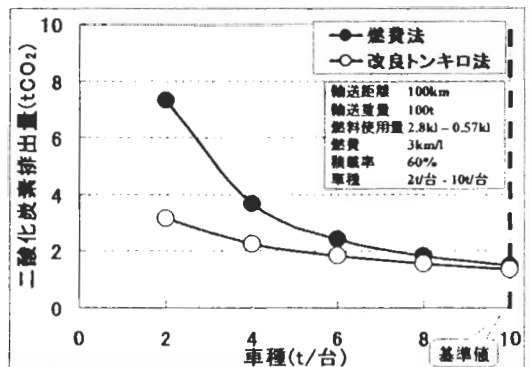


図6 車種の変化による二酸化炭素排出量

酸化炭素排出量から改良トンキロ法の二酸化炭素排出量を差し引いた差分(以下、差分とする)を表に示す。

②考察を述べる。

5.3 差分による二酸化炭素排出量の算定方法の比較

(1) 輸送距離の変化による差分

輸送距離を変化させた場合の計算の過程を例示する。輸送重量、燃費、積載率、車種の基準値はそれぞれ100t、3km/l、60%、10t/台であることから、輸送距離だけを変化させる

と式6、式7のように計算できる。その結果、表9が得られた。

輸送距離が増加すると、差分は一定の割合で増加する。差分は、輸送距離が50km増加するとおよそ0.5tCO₂増加する。(表9)

$$\frac{L(km)}{3(km/l) \times 1000} \times \frac{100(t)}{10(t/台) \times 0.6} \times 2.62(tCO_2/kl) \quad (式6)$$

$$100(t) \times L(km) \times \frac{0.0518(l/t \cdot km)}{1000} \times 2.62(tCO_2/kl) \quad (式7)$$

L：輸送距離[km]

(2) 輸送重量の変化による差分

輸送重量が増加すると、差分は一定の割合で増加する。差分は、輸送重量が50t増加するとおよそ0.5tCO₂増加する。(表10)

(3) 燃料使用量の変化による差分

燃料使用量が増加すると、差分は燃料使用量がおおよそ0.031klのとき0になる。差分は、0.031klまでは減少し、0.031kl以上になると増加する。(表11)

(4) 燃費の変化による差分

燃費が増加すると、差分は燃費がおおよそ3.2 km/lのとき0になる。差分は、3.2 km/lまでは減少し、3.2 km/l以上になると増加するが、燃費が1km/lのときは、燃費法と改良トンキロ法では3.2倍の差があり、一方、燃費が高くなると燃費法の変化は小さくなる。

(表12)

(5) 積載率の変化による差分

積載率が増加すると、差分は減少している。差分は、積載率が80%以上ではほぼ0になるが、積載率が10%のときは燃費法と改良トンキロ法では1.5倍の差がある。(表13)

(6) 車種の変化による差分

車種が増加すると、差分は減少している。差分は、車種が10t/台ではほぼ0になるが、車種が2t/台のときは燃費法と改良トンキロ法では2.3倍の差、4t/台では1.6倍の差がある。(表14)

表9 輸送距離の変化による差分

輸送距離(km)	二酸化炭素排出量(tCO ₂)		
	燃費法	改良トンキロ法	差分
0	0	0	0
50	0.73	0.68	0.05
100	1.46	1.36	0.10
150	2.18	2.04	0.15
200	2.91	2.71	0.20
250	3.64	3.39	0.25
300	4.37	4.07	0.30
350	5.09	4.75	0.34
400	5.82	5.43	0.39
450	6.55	6.11	0.44
500	7.28	6.79	0.49

表10 輸送重量の変化による差分

輸送重量(t)	二酸化炭素排出量(tCO ₂)		
	燃費法	改良トンキロ法	差分
0	0	0	0
50	0.73	0.68	0.05
100	1.46	1.36	0.10
150	2.18	2.04	0.15
200	2.91	2.71	0.20
250	3.64	3.39	0.25
300	4.37	4.07	0.30
350	5.09	4.75	0.34
400	5.82	5.43	0.39
450	6.55	6.11	0.44
500	7.28	6.79	0.49

表11 燃料使用量の変化による差分

燃料使用量(kl)	二酸化炭素排出量(tCO ₂)		
	燃費法	改良トンキロ法	差分
0	0	1.36	-1.36
0.01	0.44	1.36	-0.92
0.02	0.87	1.36	-0.48
0.03	1.31	1.36	-0.05
0.04	1.75	1.36	0.39
0.05	2.18	1.36	0.83
0.06	2.62	1.36	1.26
0.07	3.06	1.36	1.70
0.08	3.49	1.36	2.14
0.09	3.93	1.36	2.57
0.1	4.37	1.36	3.01

表12 燃費の変化による差分

燃費(km/l)	二酸化炭素排出量(tCO ₂)		
	燃費法	改良トンキロ法	差分
1	4.37	1.36	3.01
3	1.46	1.36	0.10
5	0.87	1.36	-0.48
7	0.62	1.36	-0.73
9	0.49	1.36	-0.87
11	0.40	1.36	-0.96
13	0.34	1.36	-1.02
15	0.29	1.36	-1.07

5.4 考察

分析の結果、データの変動範囲の値を上昇させるにつれて、燃費法と改良トンキロ法の二酸化炭素排出量の差分が上昇する場合で、

かつこれら2項目が交差しない場合(輸送重量、輸送距離を変化させた場合)(前出、図1、2)と、交差する場合(燃料使用量を変化させた場合)(前出、図3)がある。

一方で、データの変動範囲の値を上昇させるにつれて、燃費法と改良トンキロ法の二酸化炭素排出量の差分が下降する場合で、かつこれら2項目が交差しない場合(積載率、車種を変化させた場合)(前出、図5、6)と、交差する場合(燃費を変化させた場合)(前出、図4)の4つの種類に分類することができた。

感度分析は、1ケースの例であり、一般解として適用できるものではない。しかし、ここでは、燃費法を用いて算出した二酸化炭素排出量を正確な値であると仮定して、改良トンキロ法による二酸化炭素排出量との比較分析をおこなった。

分析の結果、燃費法の二酸化炭素排出量の算出結果と改良トンキロ法の二酸化炭素排出量の算出結果が交差する場合と交差しない場合がある。

燃費法による二酸化炭素排出量の算出結果と改良トンキロ法による二酸化炭素排出量の算出結果が交差する場合(燃料使用量、燃費を変化させた場合)には、改良トンキロ法で二酸化炭素排出量を算出すると燃費法による算出結果より過大となることがある。この場合は、様々なケースで交点を求め、これを境界として、改良トンキロ法による二酸化炭素排出量が燃費法による二酸化炭素排出量を下回る場合は、燃費法を用いるような方法を考えるべきであろう。

一方で、燃費法による二酸化炭素排出量の算出結果と改良トンキロ法による二酸化炭素排出量の算出結果が交差しない場合(輸送重量、輸送距離、積載率、車種を変化させた場合)は、燃費法が正確な値と仮定すると、燃費法より改良トンキロ法の方が過少に算出される。この場合は、常に改良トンキロ法が過少に評価されている。この差分が小さいとき

表13 積載率の変化による差分

積載率 (%)	二酸化炭素排出量(tCO ₂)		
	燃費法	改良トンキロ法	差分
10%	8.73	5.82	2.92
20%	4.37	3.30	1.07
40%	2.18	1.88	0.30
60%	1.48	1.36	0.13
80%	1.14	1.07	0.06
100%	0.87	0.90	-0.02

表14 車種の変化による差分

車種 (t/台)	二酸化炭素排出量(tCO ₂)		
	燃費法	改良トンキロ法	差分
2	7.34	3.17	4.17
4	3.67	2.27	1.40
6	2.45	1.82	0.62
8	1.83	1.55	0.29
10	1.48	1.36	0.13

には、誤差範囲と考えても良いが、大きい場合には、問題があるといえる。そこでどの程度の誤差範囲であれば改良トンキロ法を用いて良いかをより詳しく分析すべきである。

以上のことから、基準値を変化させたり、範囲や条件を変化させたりすることで、より厳密な方法を見出すことが可能と考えられる。

6. おわりに

本研究では、輸送時に発生する二酸化炭素排出量の算定方法を感度分析から比較した。

今後は、本研究の結果から、算定方法の原単位の見直しによる算定方法によって算出される二酸化炭素排出量の差の減少を課題としたい。

参考文献

- (1) 経済産業省・国土交通省: 改正省エネ法の概要(輸送に係る措置)、2006
- (2) 経済産業省・国土交通省: ロジスティクス分野におけるCO₂排出量算定方法共同ガイドライン Ver.2.0、2006
- (3) 社団法人日本ロジスティクスシステム協会: 二酸化炭素排出量算定ガイド(Ver.2)、2006
- (4) 守永浩之・苦瀬博仁: ロジスティクスで発生する汚染物質と廃棄物に関する基礎的研究、2001
- (5) 守永浩之・苦瀬博仁: 消費者が購入する財の生産段階と流通段階におけるCO₂排出の特徴に関する研究、2002
- (6) 社団法人日本ロジスティクスシステム協会: 二酸化炭素排出量算定ガイド(Ver.2)、2006