

貨物流動のモーダルシフトによる環境負荷軽減の可能性と効果

小林 一成¹・北村 眞一²・片谷 教孝³

¹ 非会員 山梨大学大学院 医学工学総合教育部持続社会形成専攻
(〒 400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11)

E-mail: issei@march.js.yamanashi.ac.jp

² 正会員 山梨大学大学院 医学工学総合研究部持続社会形成専攻
(〒 400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11)

E-mail: skita@yamanashi.ac.jp

³ 正会員 桜美林大学 リベラルアーツ学群基礎数理専攻 (〒 194-0294 東京都町田市常盤町 3758)

E-mail: katatani@obirin.ac.jp

現在, 日本において物流の大部分を担っているトラック輸送であるが, 他の輸送機関に比べ環境負荷が大きく問題とされてきた。この研究ではモーダルシフト (以下, MS) 実施の際の時間, 費用, 環境への影響を総合的に評価し, MS の可能性と効果を定量的に評価することを最終的な目的としている。

本報ではその第一段階として, 各地方運輸局が実施している MS 等取り組み事例公表制度で公開されている区間 (都道府県間) で, MS が進んだ場合の温室効果ガスの削減効果の検証を手始めに, 全都道府県間 (47 × 47) を対象区間として同様の試算を行った。試算結果から 300km 以上の中長距離帯で最大約 1900 万 t-CO₂ の削減が見込まれ, 京都議定書の目標達成に向けた有効性が示唆された。

Key Words: modal shift, environmental burden, logistics

1. はじめに

現在, 地球規模の環境問題として地球温暖化問題が議論されている。この原因として産業革命以降の化石燃料の大量消費による人為起源の温室効果ガスの大量排出が指摘されている。IPCC 第 4 次評価報告書第 1 作業部会報告書では人為起源の温室効果ガスの増加が温暖化の原因とほぼ断定している¹⁾。2005 年に発効した京都議定書における日本の排出削減目標は'90 年比-6%とされているが, 環境省の発表によれば'05 年の日本の温室効果ガスの総排出量は CO₂ 換算で 13.6 億 t-CO₂ であり, これは'90 年比 7.8%の増加である。

運輸部門において温室効果ガス削減のために温室効果ガスの排出原単位が小さな鉄道や船舶へのモーダルシフト (以下, MS) がひとつの有効な施策として提案されている。日本の鉄道の貨物輸送分担率は, 戦後復興期の国内貨物輸送や高度経済成長期の臨海工業地帯を支える輸送基盤として大きいシェアを持っていたが, モータリゼーションに伴い低下し, 今ではトンキロベースで 4%程度に留まっている。政府は平成 13 年の閣議決定新

総合物流施策推進大綱の中で MS 化率 (500km 以上の長距離輸送における鉄道・船舶の輸送分担率) を 50% 以上にすることを目標に掲げ, 鉄道輸送の輸送力, 利便性の向上を図るとしているが, 現在の陸上貨物輸送のシェア (トンベース) を距離帯別で見ても, 鉄道は 1000km 以上の長距離帯で 3 割近くシェアを持っているが, 1000km 以下では 9 割以上がトラックによって運ばれている。

MS に関する研究は'80 年代から行われており, 近年では地球温暖化問題に焦点があたってきている。これまでに, 温暖化の抑止効果についての分析 (小原ら, 1994.²⁾) や MS の可能性についての検討 (中里ら, 1995³⁾) はなされてきてはいるが, 輸送時間や費用の変化と環境負荷を同時に分析し, 実現可能性を含めて総合的に評価している研究はほとんどみられない。

本研究は, 運輸部門における貨物流動の MS による費用, 輸送時間, 環境負荷への影響を総合的に評価し, MS の可能性と効果を定量的に評価することを最終的な目的としている。

現状では MS は企業レベルで取り組まれていて, これを各地方運輸局が「MS 等事例公表制度」を制定し, MS

表-1 改良トンキロ法で使用される排出原単位 (参考表)

車種	最大積載量 [kg]	中央値	積載率別輸送トンキロ毎燃料使用量 [ℓ/t・km]					
			10%	20%	40%	60%	80%	100%
ガソリン車	軽貨物車	350	2.74	1.44	0.758	0.521	0.399	0.324
	～1,999	1000	1.39	0.730	0.384	0.264	0.202	0.164
	2,000 以上	2000	0.886	0.466	0.245	0.168	0.129	0.105
軽油車	～999	500	1.67	0.954	0.543	0.391	0.309	0.258
	1,000～1,999	1500	0.816	0.465	0.265	0.191	0.151	0.126
	2,000～3,999	3000	0.519	0.295	0.168	0.121	0.0958	0.0800
	4,000～5,999	5000	0.371	0.212	0.120	0.0867	0.0686	0.0573
	6,000～7,999	7000	0.298	0.170	0.0967	0.0696	0.0551	0.0459
	8,000～9,999	9000	0.253	0.144	0.0820	0.0590	0.0467	0.0390
	10,000～11,999	11000	0.222	0.126	0.0719	0.0518	0.0410	0.0342
	12,000～16,999	14500	0.185	0.105	0.0601	0.0432	0.0342	0.0285

出典:グリーン物流パートナーシップ会議「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」

を中心に企業レベルで行われた様々な物流合理化事例が公表されている。本報では、これらの公表事例に基づいて、MS を推進した場合に期待される温室効果ガスの排出削減量の推計と、さらに全都道府県間で同様に MS を推進した場合に期待される削減量を推計した結果を報告する。

2. 推計方法

MS のための排出量計算には、いくつかの推計法がある。これらの方法には精度、必要となるデータに違いがある⁴⁾。精度が高いとされている順に、燃料法、燃費法、改良トンキロ法、地域間マトリックス法、従来トンキロ法、輸送料金法がある。

(1) 精度上位の計算法 — 燃料法、燃費法

これら2つの計算法は、実際の運搬で消費した燃料の使用量(燃料法、式(1))、もしくは実測した平均燃費(燃費法、式(2))を用いる。燃料法は実際に消費した燃料から CO₂ 排出量を算出するので最も精度が高い。しかし計算に使用するデータは、実際の運搬業務を行う物流事業者でなければ得ることができない。

$$\text{排出量} = \text{燃料使用量} \times \text{排出係数} \quad (1)$$

$$\text{排出量} = (\text{輸送距離/燃費}) \times \text{排出係数} \quad (2)$$

(2) 精度下位の計算法 — 改良トンキロ法、地域間マトリックス法、従来トンキロ法

これらの計算法は主に将来推計や、取り組み実績の自己評価に向いた方法とされている。

改良トンキロ法(式(3))とは、車両や輸送重量、積載率によって燃費が変化しやすいトラック輸送について車両、積載率毎に細分化した排出原単位を用いるもので、使用車種と積載率のデータが必要となる(表-1)。

地域間マトリックス法(式(4))は、特積事業者(複数荷主による混載輸送)が荷主ごとに排出量の按分が必要になる場合に、按分することが難しい燃料法に代わる代替法であり、物流事業者が算出した輸送モード別輸送区間別排出原単位を用いる。ただし当面は業界平均値を使用することになっているが、これは現在整備中である。

本報では最も簡便な従来トンキロ法(式(5))を用いた。使用する CO₂ 排出原単位を表-2に示す。

$$\text{排出量} = \text{輸送トンキロ} \times \text{積載率別排出係数} \quad (3)$$

$$\text{排出量} = \text{区間別出荷重量} \times \text{区間別排出係数} \quad (4)$$

$$\text{排出量} = \text{輸送トンキロ} \times \text{排出係数} \quad (5)$$

表-2 従来トンキロ法で使用する排出原単位

輸送機関	排出原単位 [g-CO ₂ /t・km]
営業用普通車	173
鉄道	22
内航船舶	39
国内航空	1,490

出典:グリーン物流パートナーシップ会議「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」

3. 公表事例に基づく推計

各地方運輸局で公開されている MS 事例は、発着都道府県の組合せで見ると 90 通りの OD からなる。この組

合せのODで運ばれている貨物が、仮に今後さらにMSが進んだとしてCO₂の排出削減量を試算した。

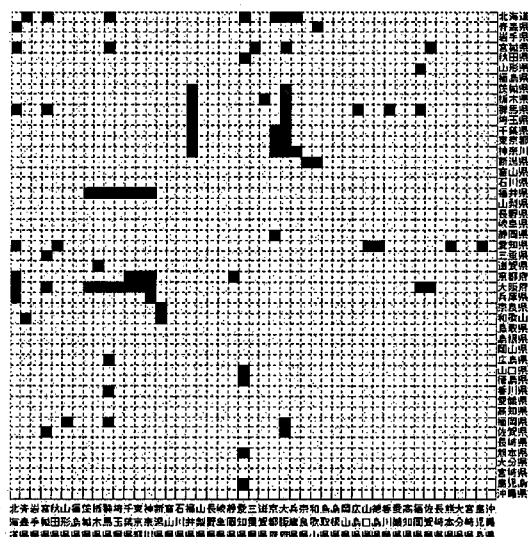


図-1 各地方運輸局のMS公開事例におけるOD分布

表-3 推計削減量と輸送分担率

シフト率*[%]	削減量 [Mt-CO ₂]	輸送分担率 [%]
20	0.59~0.63	20.4
40	1.17~1.27	39.3
60	1.76~1.90	58.2
80	2.34~2.53	77.1
100	2.93~3.16	96.0

* 鉄道へMSするトラック貨物量の割合

4. MSによる温室効果ガス排出削減効果の試算

以上と同様の試算を全都道府県をODに加えて行った。

(1) 使用データ

試算に用いるデータは、輸送重量については国土交通省による第7回全国貨物純流動調査(物流センサス2007年調査)⁵⁾の都道府県間の輸送重量データ(3日間調査)、輸送距離はwebアプリケーション(道路time-table <http://douro-timetable.jp/index.html>)を用いて各都道府県の県庁所在地までの道路距離を検索したものを使用した。このwebアプリは、高速道路(有料道路)を含む国道ネットワークの中で任意の交差点やインターチェンジから起点、終点を指定しその間の最小距離ルートとその所要時間を検索するものである。検索には高

速道路を利用する場合、一般道のみ利用する場合で検索が可能である。これによって得た道路距離の都道府県間マトリックスを以下に示す。

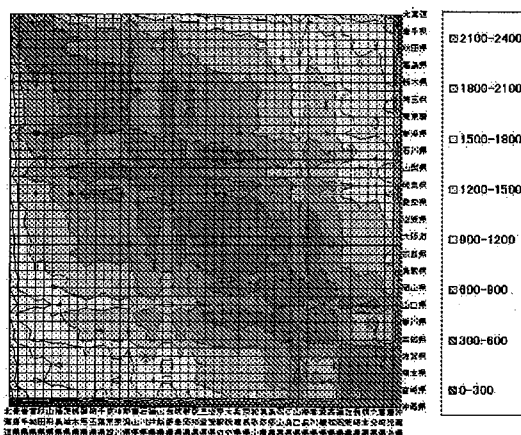


図-2 一般道のみ利用した場合の道路距離マトリックス

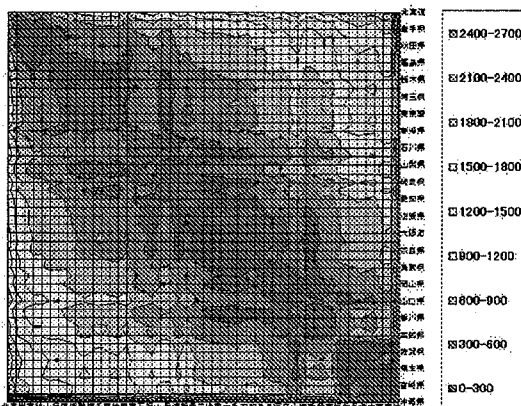


図-3 高速道路を利用した場合の道路距離マトリックス

(2) 仮定

試算を行う上で以下のことを仮定する。

1. 簡単のため排出原単位のみをトラックから鉄道に変えて計算する。
2. 輸送距離は鉄道輸送もトラック輸送と同じ距離を使用する。
3. 回送運りは考慮しない。

(3) 計算式

CO₂の排出量の推計は従来トンキロ法に基づき以下の式(6)で計算する。

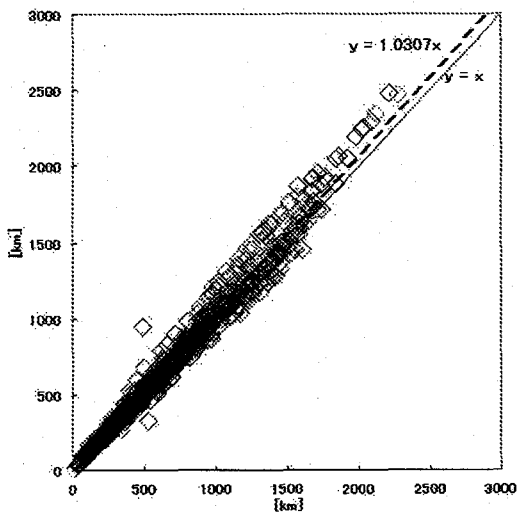


図-4 一般道のみ利用した場合と高速道路を利用した場合の道路距離比較

$$E_k = U_k \sum_i \sum_j (w_{ij} \times d_{ij}) \quad (6)$$

ここで E_k は温室効果ガス排出量 [t- CO_2], U_k は温室効果ガス排出原単位 [t- CO_2 /t-km], w_{ij} は ij 間の輸送重量 [t], d_{ij} は ij 間の輸送距離 [km], 添字 i は発都道府県, 添字 j は着都道府県, k は輸送モードを表す。

5. 結果と考察

試算の結果を表 4, 図 5-7 に示す。

距離帯別に見た温室効果ガス排出削減量は, 300km 未満が全体での削減量の半分以上占めている。これは貨物流動のほとんどが 300km 未満の近距離に集中していることによる。逆に MS は長距離 (新総合物流施策大綱による MS 化率の定義では 500km 以上) の流動ほど導入が容易で, 近距離の流動では改善につながるような MS 事業を企画することは容易ではない。近距離帯では MS を検討するより, 拠点の集約や共同輸送による改善が容易である。このことから 300km 以上の距離帯での MS を考えると, 今回の試算結果からは最大で 1870~1950 万 t- CO_2 の削減になることになる。これは 90 年の日本の総排出量 12.6 億 t- CO_2 に対して約 1.5% の削減に当る。京都議定書目標達成計画 (05 年閣議決定) に記載された運輸部門における施策で物流の効率化による削減目標 840 万 t- CO_2 (国交省 HP 参照) を考えれば, 今回の試算結果から MS の有効性は高く評価できる。

表-4 中長距離帯 (300km~) での温室効果ガス排出削減量の試算結果

	削減量 [Gt- CO_2]	90 年総排出量比 [%]
一般道のみ	18.7	1.49
高速道利用	19.5	1.54

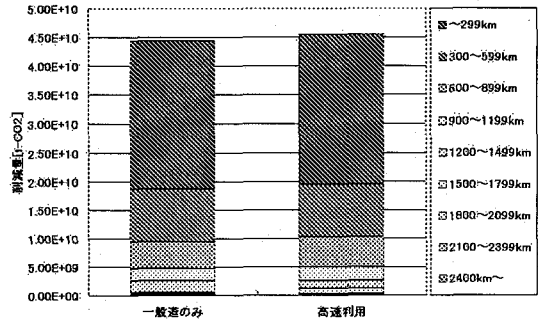


図-5 距離帯別削減量

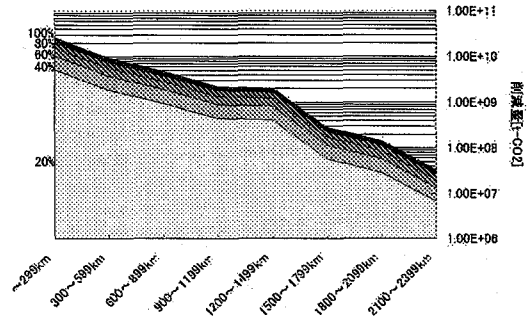


図-6 一般道のみ利用した場合の距離帯別削減量

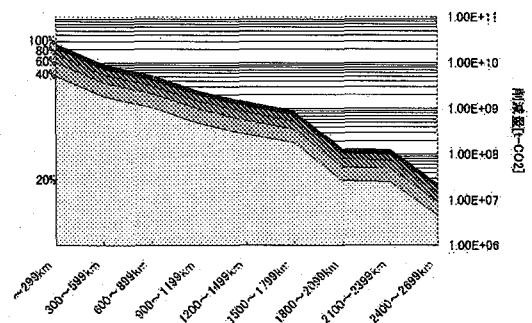


図-7 高速道路を利用した場合の距離帯別削減量

6. まとめと今後の展望

本報では物流センサスの流動量データを基にして MS による温室効果ガスの排出削減量の試算を行い MS の効果について検証した。その結果, MS により 300km 以

上の輸送距離帯で最大約 1900 万 t-CO₂(基準年総排出量比約 1.5%) が削減されることが分かった。今後は実際に MS を行ううえでの実行可能性についての議論を深めていく。

参考文献

- 1) IPCC: IPCC Fourth Assessment Report Working Group I Report, Summary for Policymakers, pp.11-12, 2007.
- 2) 小原 和浩, 富田 安夫, 金本 浩司: 都道府県間の物流にともなう輸送エネルギー消費量の推計土木学会年次学術講演会講演概要集第 4 部, Vol.49, pp.474-475, 1994.
- 3) 中里 亮, 兵藤 哲朗: 貨物輸送機関分担モデルを用いたモーダルシフト可能性に関する基礎分析, 土木学会年次学術講演会講演概要集第 4 部, Vol.50, pp.790-791, 1995.
- 4) 経産省・国交省: 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.
- 5) 国交省: 第 7 回全国貨物純流動調査, 2000.

AN EVALUATION OF THE FEASIBILITY AND THE ENVIRONMENTAL LOAD REDUCTION EFFECTS BY THE MODAL SHIFT OF THE FREIGHT TRANSPORTATION

Kazunari KOBAYASHI, Shinichi KITAMURA and Noritaka KATATANI

Freight transportation by heavy trucks has been occupying major fraction in these twenty or thirty years in Japan. However, it has a serious problem regarding the effects on global environment compared to the other transportation modes. The final goal of this study is to estimate the feasibility and the effects of the modal shift quantitatively based on the total evaluation of the change of transportation time, expense, and influence on environmental load by the modal shift.

In this report, as the first stage of this study, we performed a trial calculation of the reduction effect of the greenhouse gases when the modal shift would be progressed in all over Japan. This calculation was carried out on the prefecture-by-prefecture basis, and the procedure was according to the report by each District Transport Bureau. As a result, the reduction of approximately 19,000,000 t-CO₂ at the maximum was anticipated in a long distance zone more than 300km, and the contribution to the accomplishment of Kyoto Protocol was suggested.