

地域間貨物流動のモデル化とモーダルシフト分析への適用

岡山大学大学院環境学研究科 学生員 ○石田 卓也
 岡山大学大学院環境学研究科 学生員 新家 誠憲
 岡山大学大学院環境学研究科 正会員 阿部 宏史

1. 研究の背景と目的

2005年2月16日に「京都議定書」が発効し、我が国は2012年までにCO₂排出量を1990年比6%削減することを求められている。環境省が公表している2001年の推計値によれば、運輸部門のCO₂排出量は国内の22%を占めるとともに、最近では大幅に増加しており、多くは自動車からのCO₂排出に起因している。

日本政府は、京都議定書の公約達成に向けて、モーダルシフト促進を提案しているが、具体的な対象品目や地域別の削減量は決められていない。従って、今後の目標実現に向けては、対象輸送手段や品目を決定し、地域別に施策実施効果を検討していく必要がある。

本研究では、モーダルシフト政策の可能性を探る目的で地域間貨物流動のモデル化を行い、地域間交易におけるモーダルシフト施策がCO₂排出削減に及ぼす効果を定量的に分析する。

2. 使用データと分析の手順

(1) 使用データ

本研究では、基礎データとして、国土交通省が作成・公表している「貨物地域流動調査」並びに「全国貨物純流動調査」を使用する。前者のデータからは、都道府県間の輸送手段別・32品目別貨物流動量を収集し、後者については「2000年表VI-1 都道府県間物流時間」及び「2000年表VI-2 都道府県間輸送費用」を収集した。

データは、1975年～2000年の25年間、5年毎6時点について収集し、地域は47都道府県を基本単位とする。

(2) 分析方法

本研究では、①～⑥の手順に従って、モーダルシフトによるCO₂削減量を推計する。

①モーダルシフト対象貨物品目の選定

1975～2000年までの貨物量を品目別に比較する。

②モーダルシフト対象都道府県の選定

全国発生・集中シェアから2%以上を基準として対象都道府県を選定し、新たにOD表を作成し、ODペアが多く存在する品目を選定する。

③集計ロジットモデルによる輸送特性分析

品目別の輸送特性を把握するため、所要時間と輸送コストを用い、集計ロジットモデルを適用し、両要因の相対的重要度を把握する。(k₁=海運, k₂=自動車)

$${}_k P_{ij} = \frac{\exp[{}_k V_{ij}]}{\exp[{}_k V_{ij}] + \exp[{}_k V_{ij}]} \quad (1)$$

$$\ln[{}_k P_{ij} / {}_k P_{ij}] = \alpha({}_k t_{ij} - {}_k t_{ij}) + \beta({}_k c_{ij} - {}_k c_{ij}) + \gamma \quad (2)$$

ここで、 p_{ij} は、手段ごとの選択確率（分担率）を表し、 t_{ij} と c_{ij} はそれぞれ所要時間と輸送コストを表している。また、 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ は、未知パラメータである。

④グラビティモデルによる現況再現性の確認

モーダルシフト後の貨物量を推計するために、Leontief & Stroutの修正グラビティモデルを適用する。

$${}_k T_i^{rs} = \frac{S_i^r D_i^s}{X_i} \cdot \frac{1}{({}_k d^{rs})^{\beta_i}} \cdot (c_i^r + k_i^s) \cdot \delta_i^{rs} \quad (4)$$

ここで、 ${}_k T_i^{rs}$ は輸送手段3種類別の品目別貨物輸送量実質値である。また、 S_i^r は、自地域も含めた r 地域の総供給量を表し、 D_i^s は地域 s への総需要量を示している。地域間距離 ${}_k d^{rs}$ は、一般化費用と定義する。 $c_i^r \cdot k_i^s$ は、地域の需要・供給ポテンシャルである。

⑤モーダルシフトによる貨物量の算定

「新総合物流施策大綱」で目標としている50%のモーダルシフト化率を数値目標とする。仮想的なケースとして、2000年時点で自動車の分担率が発生ベースで50%以上の地域における分担率を50%に下げ、鉄道、海運へシフトさせる。そして、④のグラビティモデルによりモーダルシフト後の貨物量を推計する。

⑥CO₂削減量の推計

二酸化炭素排出原単位を用いて、モーダルシフト後の二酸化炭素排出削減量を求める。

3. 分析結果

図 1 に、輸送手段別の地域間貨物輸送量の推移を示す。1975～2000 年の貨物輸送を見ると、鉄道・海運の分担率が低下する一方で、自動車による貨物輸送量の増加が著しい。従って、近年の地域間貨物輸送量の増加には、自動車貨物輸送の増大が寄与している。

表 1 は、手順①、②で選定した 6 品目と都道府県数を要約した表である。対象都道府県は 8～10 県である。

品目別に見ると、鉄鋼、機械、石油製品、化学薬品は、もともと海運輸送の貨物量が大きいことから、モーダルシフトの実現可能性が高いと考えられる。

表 2 に、パラメータの推計結果を示す。パラメータの値から、木材、石油製品については、海運へのシフトを考える場合、所要時間の短縮が効果的であると考えられ、その他の 4 品目については、輸送コストの改善がモーダルシフトにつながると思われる。

表 3 は、仮想的なケースとして、モーダルシフト化率を 50%にした場合のシフト量と増加率である。また、図 2 には、金属製品のモーダルシフト後の CO₂削減量を地域別に示した。この結果から、全品目を通して、他地域から関東地域への輸送による CO₂削減量が多いことが分かる。この結果は、地方圏から都市圏への貨物輸送が増加している傾向を反映しており、モーダルシフトを通じて、地方圏からの貨物輸送による CO₂削減が期待できることを示唆している。また、本研究で選択した地域は、海運輸送による貨物量が、他の地域と比べて大きかったことも原因と考えられる。したがって、海運の割合が従来から大きい地域を中心に、モーダルシフトを実施していくことが有効と考えられる。

4. 結論

本研究の分析結果から、品目に応じた交通条件の改善を通じて、モーダルシフトの実現可能性が高くなることが示唆された。また、CO₂削減量は、他地域から関東地方へのモーダルシフトによる効果が大きい。

今後の研究課題としては、貨物の発生、集中についてもモデル化を行い、より操作性の高い、総合的なモデルの構築を目指していくことが考えられる。

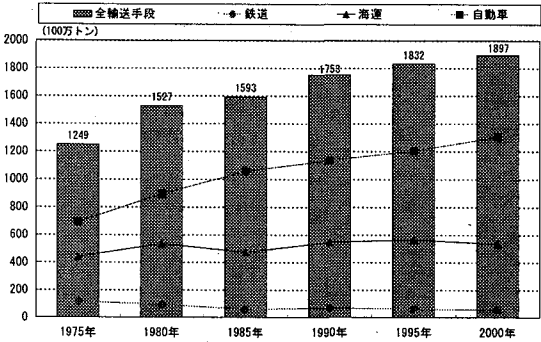


図 1 輸送手段別の地域間貨物輸送量の推移（内々除）

表 1 使用した都道府県データ

			都道府県数	サンプル数 自由度 n	47都道府県間総貨物量 海運 自動車		対象都道府県間貨物量 海運 自動車	
1	林産品	木材	7	19	272	4,903	44	177
			9	16			6	177
2	金属機械工業品	鉄鋼	8	22	5,437	3,233	3,211	715
3		金属製品	8	19	91	4,058	12	280
4		機械	5	12	4,950	11,920	99	98
			8	17			605	324
5	化学工業品	石油製品	9	19	12,467	3,040	1,338	340
			10	20			222	137
6		化学薬品	9	22	2,646	2,090	934	278

表 2 集計ロジットモデルによる推計結果

			所要時間 α (時間)	輸送コスト β (円トンキロ)	定数項 γ	時間係数 (α/β)	R	R ²	調整済 R ²	
1	林産品	木材	-0.052 (-2.060)	-0.017 (-1.530)	3.168 (2.762)	3.059	0.60	0.36	0.26	
			-0.117 (-3.804)	0.641 (1.055)		0.68	0.46	0.43		
2	金属機械工業品	鉄鋼	-0.038 (-1.746)	-0.026 (-2.024)	-0.598 (-0.960)	1.432	0.61	0.38	0.29	
3		金属製品	-0.043 (-1.709)	-0.017 (-1.843)	4.828 (5.388)	2.529	0.68	0.46	0.40	
4		機械	-0.007 (-0.745)	-0.027 (-2.582)	1.233 (1.765)	0.259	0.63	0.40	0.32	
			-0.044 (-3.415)	2.153 (2.872)		0.73	0.54	0.49		
5	化学工業品	石油製品	-0.038 (-1.927)	-0.005 (-0.404)	0.434 (0.646)	7.6	0.47	0.22	0.13	
			-0.079 (-3.262)	-0.370 (-0.776)		0.62	0.39	0.35		
6		化学薬品	-0.036 (-1.861)	-0.017 (-2.450)	4.588 (6.758)	2.118	0.76	0.57	0.52	

表 3 海運輸送における品目別のモーダルシフト量と増加率

品目名	都道府県	サンプル	対象都道府県 間貨物量	シフト量	増加率
木材	7	36	854,401	801,132	1.94
金属製品	8	36	115,856	1,291,375	11.15
機械	5	18	25,508,257	81,979	1.00
石油製品	9	66	115,850	73,931	1.64

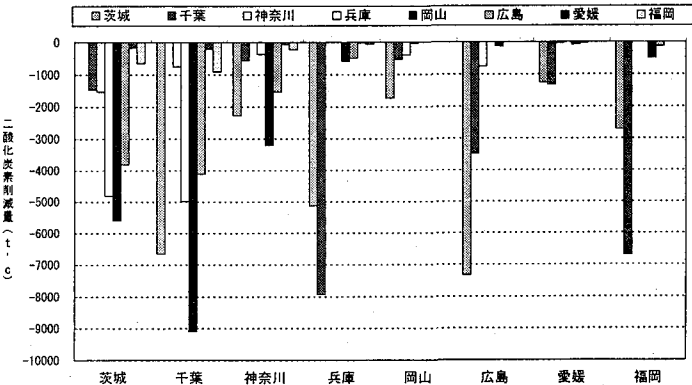


図 2 モーダルシフト後の CO₂削減量（金属製品）