

環境負荷の地域間依存と物流システム

九州大学工学部

学生員○山下正治

学生員 山浦 真

同 上

正 員 井村秀文

正 員 二渡 了

1.はじめに

物流システムの在り方は、環境負荷の発生に大きく関わっている。現在の物流システムにおいては、道路、鉄道といったインフラシステムが、自動車、鉄道、船舶といった輸送機関の物量分担率を大きく支配している。我が国の現在の輸送機関別分担率は、自動車91%、船舶8%、鉄道1%であり、環境負荷の大きい自動車による輸送が大部分を占めている。このため、鉄道や船舶の分担率を大きくするためのモーダルシフトの必要性が唱えられている。

本研究では水陸両用の未来型の新交通システム（マリン・エクスプレス、以下；M・Eと省略）を導入することにより、モーダルシフトを促進し、環境負荷の軽減する可能性について検討する。このため、地域間の物の流れに着目し、昭和60年地域間産業連関表25分類を用いて修正グラビティ・モデルを作成する。次に、ある区間にM・Eを導入すると想定して、地域間の環境負荷の依存関係と物流システムの変化について解析を行なう。

2.修正グラビティ・モデルへの構築

ある財（i）が、第r地域から第s地域へ取引され移動する量 T_{rs}^i を、以下の要因考慮したモデルとする。

- [1] 移出（発送）地域の供給ポテンシャル c_i^r
- [2] 移入（到着）地域の供給ポテンシャル k_i^s
- [3] 両地域間の距離 d_{rs}^i
- [4] 商品別距離感応度 β_i
- [5] 移出地域のその財の供給総量 S_i^r
- [6] 移入地域のその財の需要総量 D_i^s
- [7] その財の全国シェア X_i
- [8] その財の移動可能性 δ_i^{rs}

3.モデルの作成手順

- (1) 地域間交易と距離の関係
- ・現実の移動量 T_{rs}^i と地域間財貨移動量 W_{rs}^i （ $W_{rs}^i=S_i^r \cdot D_i^s \cdot X_i$ で与えられる）の比を求め、これと両地域間の現実の距離 d_{rs}^i とを対数にとり、その線形関係から β_i を決定する。
- (2) 需要ポテンシャル、供給ポテンシャルの決定
- ・取引量 T_{rs}^i が
- $$T_{rs}^i = \frac{S_i^r \times D_i^s}{X_i} \times \frac{1}{(d_{rs}^i)^{\beta_i}} \times (c_i^r + k_i^s)$$
- で表せるものとし、 c_i^r 、 k_i^s 、の推定値を仮定し、その残差平方和を最小にする c_i^r 、 k_i^s を決定する。

4.モデルの作成

地域間の距離としては、県庁所在地間の鉄道の平均距離、それに県人口を加味したもの、都市人口を加味したものを検討した。結果的には、最も相関が良かった県庁所在地間の鉄道の平均距離を用いることとした。

距離の感応度 β_i は、全国一定とした場合と地域別に異なるものとの2通りの解析を行なったが、後者の適合性が優れていたため、本解析には、後者を用いることとした。また、地域間産業連関表の金額の流れを産業連関物量表を用いて物量に換算した。

5.解析結果と考察

(1) 九州（大分）-四国（八幡浜）間にM・Eが導入された場合

表-1 日本の商品別、地域別距離感応度

[1] 物流システムの考察

表-1により、プラスチック製品、金属、化学工業機械全般については、人口密度が高い地域では、その感応度は、小さく、その財は、距離に関係なく全国的に取引される。また、農林水産業は、一般的に、その移動距離に左右される度合いが強く、自地域を、中心に流通していることがわかる。また、感応度の大きい北海道の窯業・土石製品は、この産業が、この地域に、集中していることを示している。

[2] 窒素酸化物の削減量

ここでは、M・Eを導入することによる供給量、需要量の増加分をM・Eで分担するものとして

各地域	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州
産業	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7	β_8
農林水産業	2.00	3.03	2.05	1.52	2.72	2.79	2.14	2.14
鉱業	1.80	3.12	1.56	0.94	2.72	1.00	3.06	3.34
食料品・たばこ	1.43	1.98	0.87	1.14	0.95	1.95	1.87	1.69
繊維	5.28	2.65	1.16	0.18	0.16	0.13	2.40	1.91
木材・木製品	2.32	3.06	1.76	1.31	1.10	2.03	1.77	2.18
パルプ・紙	2.05	2.80	1.48	2.02	1.40	2.56	2.47	4.01
化学工業	4.25	2.95	0.81	0.68	0.45	1.00	1.44	1.18
石油・石炭製品	2.48	3.84	0.74	1.07	0.83	1.38	3.06	2.80
プラスチック製品	2.97	1.79	0.58	0.68	0.41	1.03	2.13	2.48
窯業・土石製品	5.01	3.43	1.69	1.70	1.28	0.97	2.55	1.43
鉄鋼製品	2.96	2.24	1.82	1.35	1.09	1.73	2.68	1.96
非鉄金属製品	3.01	2.07	1.06	0.95	0.76	0.96	2.20	2.85
金属製品	2.94	1.90	0.59	0.12	0.40	0.92	1.31	1.81
一般機械	2.23	1.62	0.38	0.51	0.18	0.60	0.73	0.68
電気機械	2.42	1.05	0.26	0.12	0.16	1.42	2.37	1.11
輸送機械	2.87	1.53	0.24	0.67	0.30	0.49	2.33	2.73
精密機械	2.73	2.42	0.04	0.72	0.62	1.31	1.16	1.28
その他の製品	3.22	2.01	0.82	0.75	0.57	1.71	2.29	1.98

計算した。表-3に示すように、その削減量は、約4,200トンである。

また、図-1は、産業別の削減量を示している。また自動車、船舶のNOx排出量の原単位は、それぞれ、9.4g/台・km、200g/隻・kmとした。

(2) 九州(福岡)-韓国(釜山)間にM・Eが導入された場合
[1] 物流システムの考察
・このモデルでは、地域間産業連関表とアジア国際産業連関表との分類の違いのため解析できた産業は、表-2に示すとおりである。表-2より、韓国の農林水産業の感応度は、韓国の他産業に比べ、比較的日本へ波及している。また、表-1と表-2をみると全般的に表-2の感応度が大きな値をとっている。これは、経済的、時間的距離はもとより、政治的な要素も含まれると思われる。

[2] 窒素酸化物の削減量
・[1]と同様の仮定のもとで、供給量、需要量増加分をM・Eで分担するものとして計算した。その削減量は、表-4に示すとおりで、把握できるだけで、約2,200トンである。また、解析できた産業が誘発する物流量を、全物流量の約35%とすると、削減量は約3,600トンとなる。図-2は、産業別の削減量である。

表-2 韓国を含めた商品別、地域別距離感応度

各地域	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	韓国
産業	β1	β2	β3	β4	β5	β6	β7	β8	β9
農林水産業	2.86	4.57	2.02	1.98	2.29	3.14	2.51	2.04	3.21
食料品・たばこ	1.45	1.99	1.88	2.25	1.22	2.31	1.78	1.72	0.92
木材・木製品	2.32	3.06	2.20	2.19	1.28	2.03	1.78	2.20	3.04
化学工業	3.47	2.93	0.89	0.84	0.47	1.07	1.46	1.10	2.41
非鉄金属製品	3.02	2.07	1.33	1.36	0.93	1.52	2.83	3.15	2.07

表-3 発送地域から見た地域別のNOx排出量の増減(トン)

北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	総計
-1,267	-2,197	-7,781	-2,654	-1,953	-1,667	9,310	4,027	-4,219

表-4 発送地域から見た地域別のNOx排出量の増減(トン)

北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	韓国	総計
-641	-396	-431	-247	-100	-391	-160	-361	552	-2,175

6.結論

このモデルによる解析の範囲では、それほど大きな汚染の削減量は得られなかった。これは、自動車による輸送分担率を現状のままと固定している以上、当然の帰着である。新しいインフラ整備によるモーダルシフトの促進が不可欠である。M・Eという新しい交通システムによって、モーダルシフトの動き全体が加速されるという効果も期待できることを忘れてはならない。

7.おわりに

地域間産業連関表を用いて、モデルを作り、物流システムと産業構造を把握した。今後は、交通機関の輸送分担率を変化させるようなモデルの作成を試みたい。

<参考文献>

- 1. マリーン・エクスプレス構想研究委員会：マリーン・エクスプレス構想に関する研究成果報告（平成3年度版）
- 2. 金子敏生：『経済変動と産業連関』（新評論、1967）、pp.185-215
- 3. 運輸省：港湾統計（流動表、年報）、1985
- 4. 運輸省：運輸経済統計要覧（平成3年度版）
- 5. 総務庁：昭和60年産業連関物量表

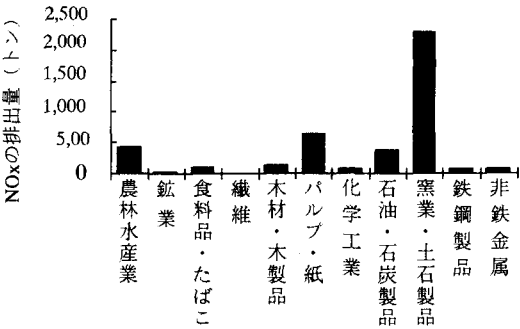


図-1 大分-愛媛間にM・Eが導入された場合：産業別の物流需要量変化に伴うNOx削減量

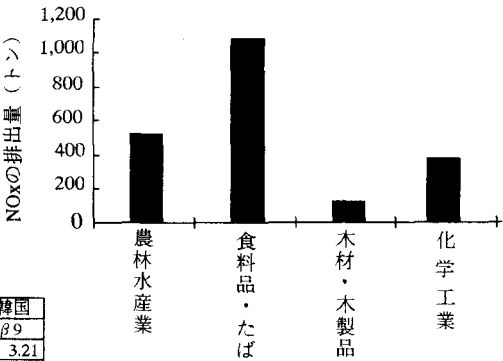


図-2 福岡-釜山間にM・Eが導入された場合：産業別の物流需要量変化に伴うNOx削減量