

(IV-51) 環境を考慮した総合物流拠点立地モデルの基礎的研究

流通経済大学 学生員 ユン ソンミ
流通経済大学 正会員 片山 直登
流通経済大学 若林 宏明

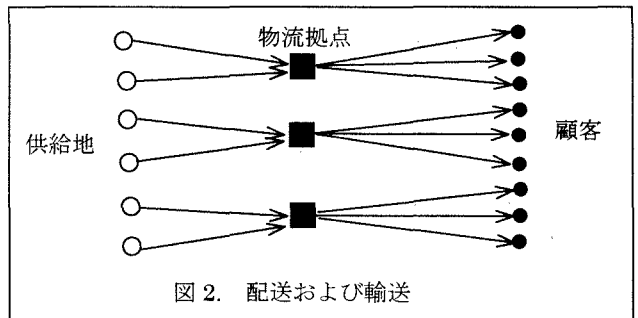
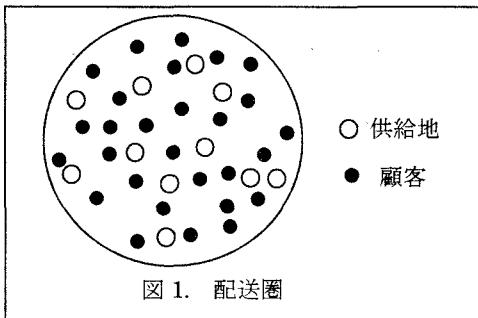
1. はじめに

自動車による貨物輸送量は全体の90%以上に達し、大都市での交通渋滞、環境問題、騒音などの要因の一つとなっている。特に、貨物自動車の排気ガスによる環境問題は深刻であり、NOxやPMなどが地域的な公害問題を引き起こしている。従来、多くの拠点立地モデルが提案されているが、これらの多くは輸送・配送と物流拠点の費用最小化を目的としたものであり、環境面を考慮したモデルは少ない。また、環境を考慮したモデルであっても、台・キロなどに排出係数をかけて排出量を算出するモデルにとどまっている。現実には、貨物車両などの集中により交通渋滞が発生すると、走行速度が低下するためNOxなどの排気ガスが急激に増加することが知られている¹⁾。本研究では、従来の費用最小化モデルに交通量-排出量の関係を組込むことによって、NOx排出量を考慮した適切な物流拠点数を求めるためのシステムデザイン的な基本モデルを提案する。

2. モデルの前提条件

前提条件は次の通りである。

- ① ある半径をもつ配送圏を与えられ、顧客は配送圏に均一に分布する。
- ② 供給地は配送圏に均一に分布する。
- ③ 個々の物流拠点の配送圏は等しく、割り当てられる顧客数も等しい。
- ④ 対象とする品種は同一品種とする。
- ⑤ 個々の顧客の需要量は等しい。
- ⑥ 需要は1ヶ所の物流拠点を經由して輸送・配送される。
- ⑦ 輸送・配送方法はピストン型とする。
- ⑧ 輸送車の積載容量は等しく、配送車の積載容量も等しい。
- ⑨ 輸送車の積載率は等しく、配送車の積載率も等しい。
- ⑩ 輸送費用と配送費用は発着地点間の距離に比例する。
- ⑪ NOx排出量は走行速度に依存し、走行速度は交通量と交通容量に依存する。
- ⑫ 配送圏域内の道路密度、交通容量および一般車両の密度が与えられている。



3. 総費用最小化モデル

苦瀬²⁾、Campbell³⁾は、輸送費用 TC 、配送費用 DC および施設費用 FC が次のように表わされることを示している。

$$TC = \frac{C_t Q N_0}{ab} \sqrt{A} \quad (1) \quad DC = \frac{C_d Q N_0}{cdN} \sqrt{A} \quad (2) \quad FC = C_c N^{\phi} \quad (3)$$

C_t : 単位あたりの輸送費用, N_0 : 顧客数に依存して決まる定数, A : 配送圏の面積, a : 輸送車の積載容量, b :

キーワード: 立地問題, 環境, 数理モデル

〒301-8555 茨城県竜ヶ崎市平畑120 流通経済大学流通情報学部片山研究室, TEL0297-64-0001, FAX 0297-64-0011

輸送車の積載率, C_d : 単位あたりの配送費用, c : 配送車の積載容量, d : 配送車の積載率, N : 物流拠点数, Q : 総需要量, C_c : 物流拠点数が1ヶ所のときの拠点費用, ϕ : 修正パラメータ

拠点数 N をパラメータとすれば, (1)~(3)式から総費用を算出することができ, 費用最小となる拠点数を求めることができる。

4. NOx 排出量最小化モデル

目的関数は供給地—拠点間の NOx 排出量と拠点—需要地間の NOx 排出量の合計値とし, これを最小にする物流拠点数を求める。ある地域の交通量を X としたとき, その地域にいる車両の走行速度 V と単位当たりの NOx 排出量 E は, (4)式, (5)式から求めることができる^{[1][4]}。さらに, 供給地 i (拠点 j)・拠点 j (顧客 l) 間における輸送車 (配送車) 1 台の NOx 排出量は, その経路上の NOx 排出量の和となる。

$$V = V_0 / \{1 + \alpha(X/C)^\beta\} \quad (4) \quad E = e_1 + e_2V + e_3V^2 + e_4V^3 + e_5/V \quad (5)$$

$$g_{ij} = \sum E^i \quad (6) \quad h_{jl} = \sum E^d \quad (7)$$

C : 交通容量, α, β : 道路に依存する定数, V : 走行速度, V_0 : 自由走行速度, $e_1 \sim e_5$: 排出係数

E^i : 輸送車の単位当たりの NOx 排出量, g_{ij} : i, j 間の 1 台の輸送車の NOx 排出量,

E^d : 配送車の単位当たりの NOx 排出量, h_{jl} : j, l 間の 1 台の配送車の NOx 排出量

ある物流拠点の配送圏において, 交通容量と道路密度与えられたとき, 拠点からの距離 r における輸・配送車の密度を求めることができる。その物流拠点の配送圏の半径 R ($=\sqrt{A/N}$) とすると, 輸送車密度 x_r^i および配送車密度 x_d^d は次式で与えられる。

$$x_r^i = \frac{(R^2 - r^2)Q}{(2r+1)Aab} \quad (8) \quad x_d^d = \frac{(R^2 - r^2)Q}{(2r+1)Acd} \quad (9)$$

一方, 輸送拠点からの距離 r における一般車両密度 y_r , 道路密度 D^o および交通容量 C^o が与えられたときに, 車両密度 X^o と交通量と交通容量の比 X/C は次式となる。

$$X^o = x_r^i + x_d^d + y_r \quad (10) \quad X/C = X^o/(D^o C^o) \quad (11)$$

以上のことから, (4)から(11)式を用いて, 各物流拠点の配送圏ごとの NOx 排出量が求まり, 全体の総 NOx 排出量を求めることができる。また, 物流拠点数 N を変化させることによって, 総 NOx 排出量が最小となる物流拠点数を求めることができる。

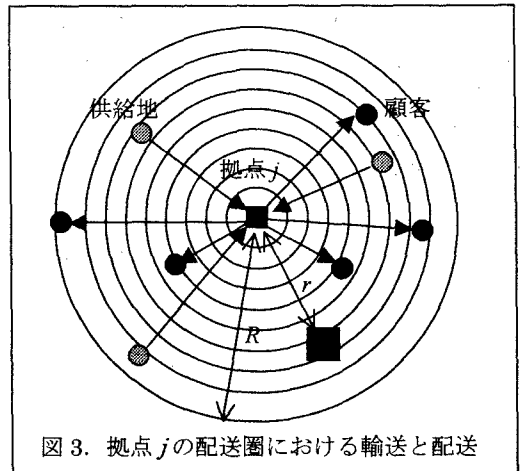


図3. 拠点 j の配送圏における輸送と配送

5. まとめ

本研究では, 拠点立地のための基本的なシステムデザインモデルに対して, 交通量—排出量の関係を組込むことによって, NOx 排出量を考慮したモデルを提案した。また, 物流拠点数をパラメータとして変化させることによって, 適切な物流拠点数を求めることができることを示した。

参考文献

- [1] 東京都環境保全局: 都内自動車走行量及び自動車排ガス量算出調査, 1996.
- [2] 産業研究所編: 物流変化に対応した新たな物流拠点の機能・整備に関する調査研究, 産業研究所, 1998.
- [3] Campbell, James, One-to-Many Distribution with Transshipments : An Analytic Model, Transportation Research , Vol.27, p330-340, 1993.
- [4] 片山直登, 百合本茂: 環境を考慮した総合物流拠点立地モデル, 日本物流学会, 全国大会予稿集, p68-71, 2000.