貨物輸送のグラビティ・モデルに関する考察

岐阜大学工学部　正員　加藤　晃
名城大学理工学部　正員　○水野　弘

1. はじめに

種々の交通需要分布の形態に関する考え方として、グラビティ・モデル、機会均等モデルおよび推移確率モデルなどがある。これらは最近種々な分野で需要流動パターン式として実証と理論化が成されている。本論文は貨物輸送モデルの基本的骨組をグラビティ・モデルに適用し、かつ、具体的には中部圏を研究対象とした貨物流動分析に関する事項について述べる。

2. 貨物流動モデルの考え方

本論文における貨物流動モデルに関する考え方として、つぎのように考えている。すなわち、

1) 原則としてグラビティ・モデルが成立する。

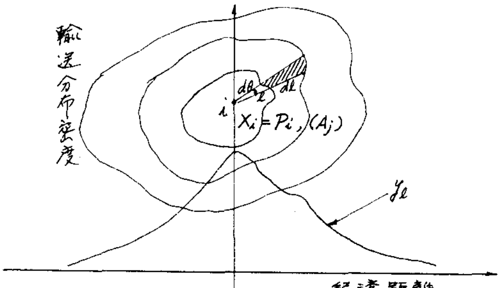
2) グラビティ・モデルを構成する因子として対象地域の発送貨物量（P_i），到着貨物量（A_j）を採用し、その輸送距離（l）に対する貨物輸送分布状態は機会均等モデルを適用する。すなわち、地域iからの貨物の分布密度関数（y_l）を定式化し（図－1参照）、地域相互間の貨物量の分布については交易的特性係数（K_{ij}）を考える。

3) 以上の考えに基づき貨物流動モデルの基本的構成はつぎのようになる。

$$X_{ij} = P_i \cdot y_l \cdot \frac{A_j}{X} \cdot K_{ij} = \frac{P_i \cdot A_j \cdot y_l \cdot K_{ij}}{X} \qquad (1)$$

ここで、　X_{ij} ： $i-j$ 地域間貨物流動量，　P_i ： i 地域における発送貨物量，
A_j ： j 地域における到着貨物量，　X ：　対象地域全体の総発・着貨物量（ $X=\sum_i P_i = \sum_j A_j$ ， $i,j=1,2,\cdots n$ ），y_l ：経済的距離に関する貨物分布密度関数，
K_{ij} ： $i-j$ 地域間の交易的特性係数

図－1　輸送分布



$$X_i = X_i \int_0^{2\pi}\int_0^{L} y_l\, l\, d\theta\, dl = X_i \int_0^{L} a e^{-bl} dl$$

L ：有限距離

式(1)は一般的なグラビティモデル式と同形となり、一応、貨物輸送におけるグラビティモデルの仮説が成立する。そこで、さらに式(1)の各構成因子の特性について説明しておく。

3. 貨物流動モデルを構成する因子の特性

a) 貨物流動の分布密度関数（y_l）

図－1示すごとく、ある地域iを発着地点として流動する貨物量は、地域相互の環境が一定であると仮定するならば、一様に経済的距離に逆比例して流

動する確率密度が示される。いま、地域間の空間距離を $l_{ij} = \alpha d_{ij} + \beta d_{ii} + \gamma d_{jj}$（ここで、$d_{ij}$ 地域拠点間距離，d_{ii}，d_{jj}：両地域の区域面積を円の面積に換算したときの半径，α，β，γ：主に交通施設量整備によってあらわされる経済距離にするためのパラメーター）とすると、i 地点より l までの区間に分布する発送貨物量 $P_i(l)$ はつぎのようにあらわされる。

$$P_i(l) = P_i \int_0^{2\pi}\int_0^{l} y_l \cdot l \, dl \, d\theta \qquad (2)$$

ここで　$P_i(l) \geq 0$，また $\lim_{l \to \infty} P_i(l) = P_i$，$P_i$ は i 地域より発送される総貨物量

実際は $P_i(l)$ はある有限な距離で P_i に等しくなることから式(2)は有限距離修正係数 λ_i を乗ずることにより式(4)のようにあらわされる。

$$P_i = \lambda_i P_i \int_0^{2\pi}\int_0^{L} y_l \, l \, dl \, d\theta \qquad (3)$$

ここで　L：有限距離をあらわす。

また、P_i を貨物品目(k)について考えるならば式(3)は、つぎのようになる。

$$P_i^k = \lambda_i^k P_i^k \int_0^{2\pi}\int_0^{L} y_l \, l \, dl \, d\theta \qquad (4)$$

さて、上式の中で　$\lambda_i^k \int_0^{2\pi}\int_0^{L} y_l \, l \, dl \, d\theta$　をつぎの指数減衰関数としてあらわす。

$$Y_l^k = \lambda_i^k \int_0^{2\pi}\int_0^{L} y_l \, l \, dl \, d\theta = \lambda^k a^k \int_0^{L} e^{-b^k l} \, dl \qquad (5)$$

式(5)は対象地域全体について経済距離の増加により分布密度が一つの指数曲線であらわされることを意味し、中部圏全体について貨物品目ごとに Y_l のパラメーターを算出したものが表－1である。

表－1　輸送分布密度関数 Y_l のパラメーター

貨物品目	a_i^k	b_i^k	λ^k
1　食料品	0.4617	0.5841	1.2651
2　繊維工業	0.3495	0.5129	1.467
3　紙、パルプ	0.3953	0.3847	0.9732
4　化学工業	0.4741	0.4391	1.035
5　窯　業	0.4264	0.5346	1.254
6　金属、鉄鋼	0.4559	0.5156	1.131
7　機　械	0.4158	0.5286	1.271
8　その他工業	0.4175	0.4530	1.085
9　農林水産	0.4057	0.5931	1.462
10　鉱産品	0.4139	0.5436	1.313

b)　P_i，A_j について

P_i，A_j については、地域経済活動量を流動貨物量に変換する作業が入る。地域経済量ならびにその地域間の流動は地域産業連関分析でかなり正確に把えることが可能である。しかし筆者らは、簡単に地域の産業出荷額とその発着貨物量を単純回帰式で関連させた。

4. むすび

以上　貨物流動モデル式として、グラビティ・モデルを、3つの部分に分割して論義してきた。すなわち、$X_{ij} = (P_i \cdot Y_l) \cdot \left(\frac{A_j}{X}\right) \cdot K_{ij}$ なる定義式のうち、$P_i \cdot Y_l$ はある地域 i の発送貨物量(P_i)が Y_l なる分布密度関数に従って機会均等に分布することを示し、$\left(\frac{A_j}{X}\right)$ は j 地域の全体的な誘引力を示すものであり、K_{ij} とともに $i-j$ 地域間における特定地域間結合因子としてモデルの中に織込んだ。Y_l のパラメーター（表－1）は交通機関別、経路別等に取扱われた値ではないが、これらの性質については交易係数 K_{ij} と十分に関連づけ検討すべきである。