

1. はじめに

都市圏の物資流動調査が最近本格的に行なわれるようになった。物資は事業所、中継施設、家庭など多様な活動主体間と、主として経済の論理に従って移動していると考えられる。その実態は極めて複雑に錯綜しており、人や自動車の交通と比べてモデル化が困難である。物の移動は空間的なゾーン間、業種相互間や施設間など種々の角度から分析されるべきであるが、ここではゾーン間の移動量に関して既往の分布モデルを適用して、その適合度の比較検討を行なつたものである。

2. 分析対象

- 1) 昭和47年実施の東京都市圏物資流動調査結果のうち、物資のゾーン間分布量(重量表示)
- 2) 品目は分類および品目計。ゾーンは大ゾーン45(東京では3~5区で1大ゾーン)および中ゾーン118(1区で1中ゾーン)の場合をとりあげた。
- 3) 都市圏の内部に発着地を有する分布量を対象。全品目計で約155万トン/日である。

3. ゾーン内内モデル

ゾーン内内量 T_{ii} は、 T_{ij} と分離して検討した。重力モデルではゾーン内距離 D_{ii} の設定が困難であり、オホチユニティーモデルも T_{ii} の推計精度が低いことを考慮したためである。品目別の総移動量に対する内内量の割合を表-1に示す。内内モデルとしては第1に T_{ii} を直接求めるもの(モデル(1)(2))、第2に「内内率」を定義してこれを推計するもの(3)~(6)の6ケースを検討した。結果を表-1に示す。(3)~(6)においてもモデル値 T_{ii} を算出した。

一回帰計算の重相関係数 R は、

内内率モデルではかなり小さい。表-1 ゾーン内内モデルの適合度の比較(中ゾーン)

モデル値の実績値に対する適合度に関しては、

両者の類似的な相関係数は全体に非常に上昇して、(3)~(6)でも0.9

以上になる場合が多い。

-RMS誤差や χ^2 値をみ

ると、内内率モデルで

はゾーン面積を考慮し

た(5)、(6)はやや適合度

が低く(4)がもっとも良

い。

-内内率モデルでは(2)が

よい。簡便さも考慮す

ると、6ケースのうち

(2)が最善と言えよう。

品 目	内 々 量 (発着に対する割合)	(1) $T_{ii} = K \frac{G_i^2}{(S_i + A_i)^2}$	(2) $T_{ii} = K \frac{G_i^2 A_i^2}{(S_i + A_i)^4}$	(3) $T_{ii} = K \frac{G_i^2 A_i^2}{D_{ii}^2 (S_i + A_i)^4}$	(4) $T_{ii} = K \frac{G_i^2 A_i^2}{D_{ii}^2 (S_i + A_i)^4}$	(5) $T_{ii} = \alpha S_i \frac{A_i^2}{(S_i + A_i)^2}$	(6) $T_{ii} = \alpha S_i \frac{A_i^2}{(S_i + A_i)^2}$	重相関係数(R)
1. 農林産品	52,384 ⁺ (36.8%)	0.808 0.865 2.17 6.32	0.831 0.939 1.40 4.24	0.431 0.899 1.43 4.70	0.347 0.939 1.39 4.22	0.206 0.906 1.12 4.49	0.348 0.933 2.18 5.85	重相関係数(R) 相関係数r χ^2 値($\times 10^4$) Abs-RMS
2. 鉄産品	87,916 ⁺ (43.1%)	0.835 0.891 5.54 1.788	0.857 0.948 3.940 14.62	0.405 0.869 3.62 15.41	0.399 0.948 3.94 14.60	0.224 0.913 2.12 1.178	0.376 0.946 4.43 15.50	R r χ^2 ($\times 10^4$) Abs-RMS
3. 金属機械品	48,985 ⁺ (14.8%)	0.785 0.925 1.22 3.55	0.795 0.942 0.966 3.22	0.475 0.902 1.13 5.67	0.369 0.942 0.970 3.23	0.439 0.911 0.984 5.03	0.429 0.931 1.62 3.50	R r χ^2 ($\times 10^4$) Abs-RMS
4. 化学工業品	164,028 ⁺ (28.8%)	0.763 0.822 15.3 3.080	0.799 0.909 9.44 2350	0.466 0.823 9.07 2610	0.310 0.909 9.47 2350	0.221 0.745 15.3 2170	0.292 0.808 19.5 2260	R r χ^2 ($\times 10^4$) Abs-RMS
5. 軽機工業品	67,076 ⁺ (32.7%)	0.783 0.879 4.44 1.320	0.847 0.976 1.91 7.77	0.838 0.973 1.90 7.24	0.540 0.977 1.92 7.43	0.292 0.919 2.99 1080	0.511 0.933 5.15 1390	R r χ^2 ($\times 10^4$) Abs-RMS
6. 特殊品	19,297 ⁺ (25.3%)	0.746 0.606 2.21 4.65	0.819 0.849 1.07 3.40	0.370 0.660 1.06 4.10	0.560 0.849 1.07 3.40	0.442 0.664 0.87 4.11	0.571 0.717 1.97 4.54	R r χ^2 ($\times 10^4$) Abs-RMS
7. 品目合計	444,906 ⁺ (28.8%)	0.883 0.835 8.42 3390	0.908 0.895 5.79 2750	0.588 0.879 0.23 2910	0.529 0.895 5.77 2750	0.439 0.672 12.9 2880	0.439 0.672 12.9 2880	R r χ^2 ($\times 10^4$) Abs-RMS

注: rは実績値とモデル値との間の類似的な相関係数である

G_i : 発着量 A_i : 集中量 D_{ii} : ゾーン内距離 S_i : ゾーン可能地面積 $TE_i = G_i + A_i$

4. 重力モデル

都市内における物流の場合、距離は分布量に対し大きな影響を与えたりとも言われるが、東京圏の場合の回帰分析結果を表-2に示す。ゾーン内内量 T_{ii} は分析対象から除いた。

(1) 回帰分析

①大ゾーン：品目3, 5では重相関係数 R が比較的高い。この2品目は移動量が全域にわたって分散しており、距離のパラメータ β は1をこえた。

α , β の間に大きな差はないが、全般に α のほうがやや大きい。

②中ゾーン： R は大ゾーンの場合より低い。トは大ゾーンの場合より相対的に小さくなっている。

(2) 適合度

平均フルート長は実値よりも大きくなる場合が多い。重量ランク別の重みづけ誤差($W-RMS$)は、品目3, 5で小さい。中ゾーンのほうはやや誤差が大きくなる。

5. オポチュニティーモデル

中ゾーンのケースのみ検討した。OM-1とOM-2の2つのモデルの適合度を表-3に示す。

OM-1は、ゾーン内内量 T_{ii} とあらかじめ除いた発生量 G_i とを、ミゾーンにもっとも近いゾーンから順次分布させるタイプ、OM-2は発生量は G_i とし、与えられた T_{ii} と(注)の式で求めた T_{ij} とを求めるタイプである。

L 値は全域共通とし、平均フルート長が実値に近づくように L 値を変化させた後に、フルータ法で収束計算を行った。

適合度は全般的にOM-1のほうが高い。平均フルート長では両者の差は少ない。

6. まとめと今後の課題

(1)中ゾーンのケース、重力モデルとOM-1では品目によって適合度の優劣($W-RMS$)が異なるが、品目3, 5および2では両者の間に大きな差はない。

(2)モデル値と実値との相関係数(r)は、全品目を通じてOM-1のほうが大きい。OM-2の適合度は他の2つのモデルに比べて全体的に低い。

(3)重力モデルは中ゾーンのケース大ゾーンに比べ適合度がやや低下するが品目内肉厚には変化が小さい。

今後の課題としては、①品目を細分する。②発着の業種または施設の組合せごとにゾーン内分布量を検討する。

③特定の分布パターンと事業所分布と関連させて個別的にチェックする。④分布モデルの適合度の向上だけに限定せず、都市構造の中での物流の役割と特性を明らかにするようにする。などである。

本研究をまとめるに当たり、東京都市群交通計画委員会のオマから多くの真ご協力いただいた。ここに感謝の意を表するものである。 ※文献 新谷山川、黒川「都市内物流と事業所に關する若干の考察」 第28回土木学会学術講演会

表-2 重力モデル回帰分析結果 $T_{ij} = k \frac{G_i A_j}{D_{ij}^\beta}$

品目	データ件数	回帰係数				重相関係数(r)
		k	α	β	γ	
1.農林水産品	1654 (694)	0.289 (3.696)	0.524 (0.527)	0.222 (0.353)	0.390 (0.835)	0.349 (0.456)
2.鉱産品	288 (195)	0.355 (0.166)	0.447 (0.508)	0.459 (0.485)	0.263 (0.220)	0.573 (0.532)
3.金属機械品	5266 (1408)	0.016 (0.500)	0.666 (0.721)	0.534 (0.666)	0.656 (1.277)	0.451 (0.645)
4.化学工業品	3670 (1226)	0.056 (0.128)	0.702 (0.756)	0.274 (0.520)	0.573 (0.747)	0.483 (0.557)
5.軽工業品	4997 (1278)	0.818 (1.178)	0.474 (0.681)	0.469 (0.693)	0.945 (1.237)	0.460 (0.558)
6.特殊品	705 (357)	0.040 (0.732)	0.615 (0.386)	0.318 (0.395)	0.176 (0.448)	0.494 (0.419)
7.合計	7961 (1708)	0.013 (1.365)	0.836 (0.761)	0.657 (0.685)	1.202 (1.613)	0.532 (0.684)

(注) ()内数値 = 大ゾーンの場合 $G_i A_j$ = トン
カッコ内 = 中ゾーンの場合 $D_{ij} = 100^m$ 単位

表-3 ゾーン間分布モデルの適合度の比較

品目		重力モデル		オポチュニティーモデル(中ゾーン)	
		大ゾーン	中ゾーン	OM-1	OM-2
1.農林水産品	平均フルート長	35.6(1.12)	36.4(1.45)	28.6(1.14)	29.5(1.17)
	相関係数 r	0.710	0.560	0.610	0.444
	$W-RMS$	108.2	125.0	121.3	170.3
2.鉱産品	L	57.2(1.64)	61.5(1.90)	34.5(1.07)	28.8(0.81)
	r	0.548	0.526	0.725	0.40
	$W-RMS$	98.0	85.7	92.7	87.5
3.金属機械品	L	28.8(0.99)	31.5(1.20)	29.0(1.11)	29.4(1.12)
	r	0.855	0.699	0.724	0.717
	$W-RMS$	107.7	166.4	153.7	170.4
4.化学工業品	L	35.9(1.11)	37.3(1.41)	28.2(1.06)	27.3(1.03)
	r	0.646	0.555	0.653	0.520
	$W-RMS$	174.0	203.3	193.0	271.6
5.軽工業品	L	26.9(1.03)	26.9(1.16)	26.0(1.13)	24.7(1.07)
	r	0.924	0.648	0.654	0.511
	$W-RMS$	74.8	122.5	126.5	232.1
6.特殊品	L	20.2(1.32)	27.7(1.41)	23.5(1.12)	23.4(1.11)
	r	0.787	0.742	0.752	0.662
	$W-RMS$	177.5	148.6	161.7	182.9
7.品目合計	L	28.9(0.96)	30.5(1.16)	28.1(1.07)	26.3(1.01)
	r	0.636	0.532	0.559	0.495
	$W-RMS$	125.6	154.6	163.2	248.8

(注) 平均フルート長モデル値の単位はkm, ()内はモデル値/実値

各モデルともフルータ法による収束計算を行なった。

$$OM-1 \quad T_{ij} = G_i (e^{-L D_{ij}^\beta} - e^{-L D_{ij}^\beta}) \quad \beta = 0$$

$$OM-2 \quad T_{ij} = G_i (1 - e^{-L D_{ij}^\beta}) - (T_{ii} + \sum_{k=2}^{n-1} T_{ik})$$

$$T_{ii} = T_{ii}$$