

IV-67

交流距離を用いた分布交通量の予測

福井工業高等専門学校 環境都市工学科 正員 武井 幸久

1. はじめに

交通量の4段階推計、路側実測に基づく交通量推計等では、距離効果を考慮するために重力モデルが用いられる。そして、エントロピー概念により理論の意味も明確にされた¹⁾。だが、その予測精度は十分なものではない。モデルが距離効果を適切に反映しているかどうかという点は問題として残されたままである。

そうした点を背景に、既に人の心理的側面を踏まえ、交流距離²⁾指標を提起した。本研究では、この指標に基づく分布交通の予測法「交流モデル」を提起する。これは距離抵抗パラメータ γ を2に固定し、逆算した抵抗指標、交流距離を用いる予測手法である。今回は滋賀県と大阪府の道路交通センサスOD表をベースに、交流モデルの有効性を実証的に示す。

2. 交流モデルの概念

2. 1 交通圏像と交流距離

我々は、あくまで主観的な環境像を前提として行動する。客観的環境そのものを知ることはできない³⁾。また、主観的な環境像は個々人で微妙に変化するが、地域集団毎に概ね共通し、共同主観的環境像³⁾として共有されている。このことは、交通圏に関しても当然成り立つ⁴⁾。即ち、交通は共同主観的な交通圏像及びその指標に基づいて行われる。そこで従来の時間距離等の客観的距離指標と恣意的なパラメータ γ に基づく交通量の予測は現象との整合性をもてないことになる。

勿論、時間距離等は交通圏像の抵抗指標とも一定の関係をもつ²⁾。だが、整合性を考えるなら、交通圏像の抵抗指標に着目するべきである。さらに予測モデルに関しても、原型的な重力構造($\gamma=2$)²⁾を基に再構築する必要がある。こうした観点から、ある時点の任意のOD間の生起確率 p_{ij} を次式(1)で定義する。

$$p_{ij} = \alpha u_i v_j R_{ij}^{-2} (= T_{ij} / T) \quad (1)$$

$$u_i = O_i / T, v_j = D_j / T$$

但し T は生成量、 $O_i D_j$ は i - j の発生集中量、 R_{ij} は交通圏像の距離抵抗、 T_{ij} は分布交通量である。

従来のモデルは R_{ij} に時間距離等を一元的に与える。今回は1977, 80, 85, 90年道路交通センサスOD表⁶⁾、

だが、ここでは交通圏像の実態を反映させるため式(2)、交流距離(式(1)から逆算した抵抗値で、内々交通抵抗を1とする相対指標)を想定する。 R_{ij} を共同主観的

$$R_{ij} = \sqrt{k O_i D_j / T_{ij}} / R_{ii} \quad (2)^{2)}$$

$$R_{ii} = \sqrt{k O_i D_i / T_{ii}} \quad (k = \alpha / T)$$

交通圏像の構造的に安定した指標で、交通圏像の変化を反映するODペアに固有な値とみなすわけである。

一方、交通圏像は階層性⁴⁾をもち、①1日圏②週間圏…等が定義できる。各レベル毎に以上の考え方は適用できる筈である。その際、問題となるのは T_{ij} が0の場合である。そして、ここでは①レベルで交通量が0となるODペアは②レベルの交通圏に帰属するとみなし、 $T_{ij} = 1/7$ として R_{ij} を仮設する。

2. 2 交流(アンカー)モデル

交流距離 R_{ij} が構造的に安定であれば、将来の生成量 X 、発生・集中量 $X_i Y_j$ 、生起確率 P_{ij} 、分布交通量の初期推計値 x_{ij} として、次式(3)が成り立つ。

$$x_{ij} = X P_{ij} \quad (P_{ij} = \alpha x_i y_j R_{ij}^{-2}) \quad (3)$$

$$x_i = X_i / X, y_j = Y_j / X$$

だが、 x_{ij} はトリップ・エンド条件を満たさない。そこで式(4)を先験確率とし、エントロピー法を適用すれば、分布交通量の推計値 X_{ij} が式(5)⁵⁾($\lambda_i \mu_j$ はラグランジェ未定係数)で求まる。さらに $A_i = \lambda_i$, $B_j = \mu_j / X$ とおけば、式(5)が式(6)へ一般化される。この解は R_{ij} 、 P_{ij} が安定していると仮定した場合のデトロイト法の解と同一⁵⁾であることが知られている。

$$q_{ij} = x_{ij} / X \quad (4)$$

$$X_{ij} = \lambda_i \mu_j x_{ij} \quad (5)$$

$$X_{ij} = A_i B_j X_i Y_j R_{ij}^{-2} \quad (6)$$

かくして式(3)(6)はODペアの R_{ij} の変化を個別的に考慮でき、画一的な指標 γ を考える必要はなくなる。以上の原型的な重力モデルを「交流モデル」と定義する。

3 交流モデルの検証

3. 1 道路交通センサス・データの交流距離

交流距離の有効性は既に福井県を対象に確認した²⁾。

大阪府(77ゾーン)・滋賀県(52ゾーン)について(1)従来型重力モデル(時間距離)と(2)交流モデル(交流距離)、(a)内々交通を含まない(b)含むの4通りの組合せを考え、各年度から後の年度の交通量を推計した場合の精度を比較した。但し、時間距離は「道路時刻表」⁷⁾を基に推定し、内々交通の時間距離は次式(7)⁸⁾により求めた。

$$r_{ij} = 0.13 L_{ij} \quad (L_{ij} : \text{ゾーンの凸包の周長}) \quad (7)$$

その結果は、両年度ともOD交通量が0でないODペアの推計値に限定して、 χ^2 値、推計値と実績値の比の平均とその標準偏差を精度指標とし、乗用車(表1、2)、小型貨物車(表3、4)に分けて整理した。

3. 2 交流モデルの有効性

まず表1～4より、推計値と実績値の比の平均は(a) (b)とも(2)交流モデルの方が1.0(実態)に近く、その標準偏差も(a)の4例を除いて小さく、 χ^2 値も小さい。殊に(b)では(2)の精度指標が殆ど変化せず、内々交通も的確に予測できる。つまり、(2)は交通量の多い部分の予測精度を格段に向上させると言える。かくして大阪府・滋賀県の自動車交通に関しても、(2)交流モデルの有効性、交流距離が極めて安定した指標であることが確かめられた。しかも、予測期間における交流距離の変化を交通圏像の変化として検討するための基盤が整えられたことになる。予測精度は、そうした対応関係の定量的な把握により大きく向上する筈である。

表1 OD交通量推計精度:大阪府(乗用車)77ゾーン

前年度 ⇒推計年	距離種別	(a)内々交通を含まない場合			(b)内々交通を含む場合		
		χ^2 値	標準偏差	平均	χ^2 値	標準偏差	平均
1977 ⇒1980	(1)時間距離	1932186	2.284	1.84	3609156	2.552	2.06
	(2)交流距離	1048623	1.225	1.31	1263080	1.931	1.36
1977 ⇒1985	(1)時間距離	1885046	1.653	1.77	3383711	1.837	1.91
	(2)交流距離	1304686	1.714	1.28	1381758	1.618	1.27
1977 ⇒1990	(1)時間距離	2443966	2.071	1.84	4258806	2.273	2.04
	(2)交流距離	1615452	1.766	1.32	1985891	1.899	1.37
1980 ⇒1985	(1)時間距離	1731512	1.551	1.68	3110105	1.669	1.77
	(2)交流距離	1099409	1.444	1.12	1124890	1.361	1.08
1980 ⇒1990	(1)時間距離	2228772	1.938	1.75	3877657	2.064	1.89
	(2)交流距離	1400096	1.620	1.20	1617554	1.632	1.21
1985 ⇒1990	(1)時間距離	2024969	1.787	1.65	3687730	1.932	1.78
	(2)交流距離	1300015	1.785	1.22	1575701	1.838	1.26

表2 OD交通量推計精度:滋賀県(乗用車)52ゾーン

前年度 →推計年	距離種別	(a)内々交通を含まない場合			(b)内々交通を含む場合		
		χ^2 値	標準偏差	平均	χ^2 値	標準偏差	平均
1977 ⇒1980	(1)時間距離	193302	1.672	1.59	282314	1.585	1.48
	(2)交流距離	97201	1.132	1.04	116694	1.198	1.07
1977 ⇒1985	(1)時間距離	206896	1.377	1.48	318957	1.430	1.35
	(2)交流距離	119793	0.998	0.93	138957	0.991	0.93
1977 ⇒1990	(1)時間距離	330665	2.770	1.54	427668	2.459	1.37
	(2)交流距離	172169	1.341	0.97	211337	1.572	0.97
1980 ⇒1985	(1)時間距離	187907	1.302	1.40	319638	1.306	1.23
	(2)交流距離	104444	0.935	0.93	121059	0.963	0.93
1980 ⇒1990	(1)時間距離	300345	2.652	1.46	417626	2.208	1.24
	(2)交流距離	157225	1.079	0.92	168514	1.151	0.92
1985 ⇒1990	(1)時間距離	313158	2.707	1.50	420860	2.343	1.31
	(2)交流距離	165161	1.541	0.97	199112	1.647	0.99

4. 結論と今後の課題

最後に、今回の検討で明確になった点を整理すると、(1) 交流モデル(交流距離)は従来型重力モデル(時間距離)に比し、分布交通量予測の有効性が高い。(2) 交流距離は交通圏像の指標であり、大都市圏でもかなり安定しており、予測問題にも十分活用できる。逆に、交流距離指標は、その時間的变化を基に交流圏の拡大や縮小等の変化を議論する可能性を切り開くことにもなると考えられる。つまり従来のように広域的な傾向をパラメータ γ のみで一元的に説明するのではなく、個別のODペア毎に議論できるはずである。だが、交流距離の変動と他の要因との関連については、さらに詳細な分析が必要である。今後はそうした分析を行うと共に、交通圏像と交流距離の変化を定量的に結びつけるための検討を進めていく必要がある。

(参考文献)

- 1) 野上他『パソコンによる数理地理学演習』'86
- 2) 武井 14回交通工学研究発表会('94) pp. 133-136
- 3) 阿部『日本空間の誕生』(せりか書房)'95
- 4) 武井 28回日本都市計画学会('93) pp. 595-600
- 5) 佐佐木『都市交通計画第二版』'83 pp. 212-217
- 6) 『道路交通マシス OD調査報告書』'78, 81, 86, 91
- 7) 『道路時刻表1990』道路時刻表研究会'90
- 8) 谷村他『都市計画数理』'86 pp. 52

表3 OD交通量推計精度:大阪府(小型貨物)77ゾーン

前年度 ⇒推計年	距離種別	(a)内々交通を含まない場合			(b)内々交通を含む場合		
		χ^2 値	標準偏差	平均	χ^2 値	標準偏差	平均
1977 ⇒1980	(1)時間距離	1351792	2.359	1.76	2802900	2.966	2.12
	(2)交流距離	926311	2.058	1.29	1116336	2.281	1.35
1977 ⇒1985	(1)時間距離	1292935	1.775	1.78	2823191	2.440	2.10
	(2)交流距離	987873	1.719	1.27	1101759	1.710	1.28
1977 ⇒1990	(1)時間距離	1790056	3.198	1.97	3627773	3.604	2.35
	(2)交流距離	1354012	2.232	1.39	1639669	2.432	1.44
1980 ⇒1985	(1)時間距離	1095902	1.634	1.63	2583545	1.930	1.92
	(2)交流距離	1038780	1.750	1.14	1143000	1.773	1.13
1980 ⇒1990	(1)時間距離	1523212	2.820	1.81	3253105	3.223	2.16
	(2)交流距離	1327423	2.414	1.34	1472376	2.502	1.34
1985 ⇒1990	(1)時間距離	1463772	2.725	1.77	3167261	3.123	2.11
	(2)交流距離	976846	2.034	1.30	1201776	2.170	1.35

表4 OD交通量推計精度:滋賀県(小型貨物)52ゾーン

前年度 ⇨推計年	距離種別	(a)内々交通を含まない場合			(b)内々交通を含む場合		
		χ^2 値	標準偏差	平均	χ^2 値	標準偏差	平均
1977 ⇨1980	(1)時間距離	113277	1.400	1.42	260277	1.876	1.67
	(2)交流距離	107398	1.488	1.02	139416	1.559	1.00
1977 ⇨1985	(1)時間距離	173601	1.692	1.58	344744	2.257	1.77
	(2)交流距離	140320	1.796	1.01	138957	1.771	1.05
1977 ⇨1990	(1)時間距離	176114	1.603	1.45	318593	1.806	1.59
	(2)交流距離	128414	1.330	0.97	165930	1.409	1.01
1980 ⇨1985	(1)時間距離	172339	1.686	1.57	339505	2.234	1.75
	(2)交流距離	100049	1.905	1.02	104472	1.612	0.98
1980 ⇨1990	(1)時間距離	174796	1.595	1.45	314447	1.787	1.57
	(2)交流距離	121961	1.262	1.00	142401	1.185	0.97
1985 ⇨1990	(1)時間距離	160762	1.511	1.40	292005	1.671	1.46
	(2)交流距離	124094	1.192	0.98	205535	1.230	1.00