

IV-157 地方生活圏の分布交通量と距離抵抗

福井工業高等専門学校 土木工学科 正員 武井 幸久

1. はじめに

交通は人と物、平日と休日に区分され、時間的変動への関心も高まっている。一方、その推計法は二重制約型の重力モデルを前提とするものが中心で、①距離パラメータの推定と調整係数に関する収束計算、逆に②路側交通量を基に各種交通量を求める方式等がある。

本研究は、①②の検討ベースとして、重力モデルを原型(交通量は距離の二乗に反比例($\gamma=2$))に戻し、逆算距離抵抗(地域間交流指標)を用いた推計の考え方を提起する。そこで今回は、昭和52、平成元年度の福井都市圏PT調査結果を基に、逆算距離抵抗の特性、その指標に基づく重力モデルの有効性を明らかにする。

2. 重力モデルの位置づけ

2. 1 研究の背景と目的

地方の生活圏は安定性が強く、交通は圏域間の交流実態を示す。そこで、交流の観点から①の方式を簡便化・統一化し、交流パターンの指標化による具体的な議論が必要である。また、時間変動では交通目的等に応じ②の推計を精緻化することが課題となる。以上の点から重力モデルと逆算距離抵抗に着目し、生活圏の実態に即した推計法を検討する。これが目的である。

2. 2 重力構造

半世紀前、社会物理学のモデル式(1)が導入された。

$$T_{ij} = k O_i D_j / R_{ij}^{-2} \quad (1)$$

そして現在は、二重制約型の式(2)が一般的である¹⁾。

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j f(R_{ij}) \quad (2)$$

$$A_i = [\sum B_j D_j f(R_{ij})]^{-1}$$

$$B_j = [\sum A_i O_i f(R_{ij})]^{-1}$$

但し、 T_{ij} :ゾーン*i, j*間の分布交通量、 $O_i D_j$:ゾーン*i, j*の発生・集中交通量(1)では人口)、 R_{ij} :ゾーン*i, j*間の距離抵抗、 $k, A_i B_j$:調整係数。

また、関数*f*では以下の式(3)(4)などの式が提案され、

$$f(R_{ij}) = R_{ij}^{-\gamma} \quad (3)$$

$$f(R_{ij}) = \exp(-\gamma R_{ij}) \quad (4)$$

R_{ij} に距離を代入しパラメータ γ が推定される。第一の提起は γ ではなく、逆算距離抵抗 r_{ij} (地域間交流指標)に着目すべきだという点である。

2. 3 逆算距離抵抗

逆算距離抵抗は式(5)²⁾で定義される。これは、次の

$$r_{ij} = \sqrt{k O_i D_j / T_{ij}} \quad (5)$$

仮定の下で、式(1)(式(2)、(3))を変形したものである。

i. ゾーン間の分布交通量はゾーン間の主観的・集団的距離指標(逆算距離抵抗)の二乗に反比例する²⁾。

ii. r_{ij} (無次元)は交通目的や手段に応じて特定の分布をもつ。 T_{ij}, O_i, D_j も特定の分布に従う。

そして、 r_{ij} を用いれば、内々交通量の交通抵抗、距離の算定が困難な場合にも対応できることになる。

3. 逆算距離抵抗の特性と重力構造

3. 1 福井都市圏における逆算距離抵抗

3. 1. 1 福井都市圏の交通現況と検討内容

福井都市圏では昭和52、平成元年の2回PT調査³⁾が行われた。(表・1)は結果の概略的傾向を示すが、交流の広域化・自動車化、業務交通の倍増等の特徴を初め、交通量が比較的安定している点が読みとれる。また、(全一帰宅)は帰宅を除外した交通量を表す。ここでは市郡単位の8ゾーンを対象に、昭和52、平成元年の逆算距離抵抗 r'_{ij}, r_{ij} を算定し、時間距離 R_{ij} との比較、12年間の逆算距離抵抗の変化について検討する。その方法は、次の回帰式(6)(7)と相関係数を求めるもので、結果を(表・2)に示す。(表・3)は、

$$r_{ij} = a + b \cdot R_{ij} \quad (6)$$

$$r_{ij} = a + b \cdot r'_{ij} \quad (7)$$

(表・1) 福井都市圏における交通の現況

目的・手段	種別	生成量(昭和52年:上段、平成元年:下段、():比率)		
		総計 (千台、%)	内々計 (千台、%)	地域間 (千台、%)
目的	全目的・全手段 (100.0, 100.0)	1,277,848 (100.0) 1,520,835 (119.0)	1,090,807 (100.0) 1,235,407 (113.3)	187,041 (100.0) 285,428 (152.6)
	通勤・通学 (27.7, 22.7)	353,764 (100.0) 345,500 (100.2)	289,585 (100.0) 274,457 (94.8)	64,179 (100.0) 71,043 (110.7)
	私用 (17.3, 15.0)	221,936 (100.0) 227,903 (102.7)	202,937 (100.0) 199,627 (98.4)	18,999 (100.0) 28,276 (148.8)
	業務 (13.6, 23.2)	173,556 (100.0) 352,605 (203.2)	142,367 (100.0) 271,451 (190.7)	31,189 (100.0) 81,154 (260.2)
	帰宅 (41.4, 39.1)	528,592 (100.0) 594,827 (112.5)	455,918 (100.0) 489,872 (107.4)	72,674 (100.0) 104,955 (144.4)
	(全一帰宅) (58.6, 60.9)	749,256 (100.0) 926,008 (123.6)	634,889 (100.0) 745,535 (117.4)	114,367 (100.0) 180,473 (157.8)
	自動車 (38.9, 60.7)	497,447 (100.0) 923,514 (185.7)	374,240 (100.0) 678,439 (181.3)	123,207 (100.0) 245,075 (198.9)
	マスト (7.9, 3.9)	101,335 (100.0) 59,456 (58.7)	58,391 (100.0) 32,176 (55.1)	42,944 (100.0) 27,280 (63.5)
	徒歩・二輪 (53.2, 35.4)	679,066 (100.0) 537,865 (79.1)	658,176 (100.0) 524,792 (79.7)	20,890 (100.0) 13,073 (62.6)

(注) 目的・手段欄の数値は全交通量に対する比率(昭和52年、平成元年)である。

(全一帰宅)に関する発生日点毎の同様指標である。(1) χ^2 値、比の平均と標準偏差は、私用目的を除き r_{ij} を用いた場合の方がかなり小さい。

3. 1. 2. 地域間分布交通量の距離抵抗

(表・2)の上段は式(6)、下段は(7)に対応している。(2) 内々交通を含む場合も、 r'_{ij} により比較的高精度(表・3)を併せてみると、以下の点が明らかになる。の予測が可能で、3.1.3の傾向を基に r_{ij} を補正すると精度は更に向上することも確かめられた。

(1). R_{ij} は r_{ij} と高い相関性を示すが、係数bの値は目的・手段毎、発生日点毎に大きなばらつきをみせる。即ち、 r_{ij} は分布交通の抵抗パターンを良く反映し、それをを用いた推計法も従来のものに比べ精度が高いと言える。だが、近くの抵抗が大きくなる傾向、私用や発生日点に関する乖離等の定量的把握が必要である。

つまり、 γ を一定にして R_{ij} を代入した場合、交通目的・手段、発生ゾーン毎に r_{ij} との関係は異なり、交通抵抗のパターンを適切に反映するとは言えない。むしろ r'_{ij} の方が交通抵抗として有効だと考えられる。加えて r'_{ij} の場合、多くが $b' \leq 1.0$ となり、12年間に抵抗が近くは大きく、遠くは小さくなる傾向を示す。

3. 1. 3 内々交通量の距離抵抗

一方、(表・2)の右表は内々交通に対する r'_{ij} と r_{ij} の回帰係数、相関係数を示す。この抵抗も通勤と私用目的以外では大きくなる傾向をみせ、近くの目的地への抵抗が大きくなる特性を顕著に表す。内々交通に対する時間距離の算定法も考えられているが、それでは近くが相対的に遠くなるという変化を表現できず、内々交通の過大評価に関する説明も困難である。こうして、逆算距離抵抗を用いれば、内々交通を含め交通抵抗パターンを一括して議論できることになる。

3. 3 分布交通量の予測について

次は、 r_{ij} を用いた場合の推計精度の問題である。(表・4)の左表は上段が R_{ij} (γ も推定)、下段が r'_{ij} ($\gamma=2$)を基に平成元年の分布交通量を予測した際の精度指標、右表は内々交通を含む場合の精度指標を表す。指標は左から χ^2 、推計値/実績値比の平均と標準偏差を示し、次の点を読みとることができる。

表・2 回帰式(6)(7)の係数値と相関係数
(内々交通量を除く分布交通量の場合) (内々交通量のみの場合)

目的・手段	b, b'	a, a'	相関係数	b, b'	a, a'	相関係数
全目的・全手段	17.227 0.736	-203.674 44.774	0.8464 0.8535	—	—	—
目	通勤・通学	7.229 0.740	-52.254 26.871	0.7911 0.8171	—	—
	私用	6.282 0.483	-46.890 51.539	0.7413 0.8068	0.9793 0.6280	0.9985
	業務	5.466 0.823	-36.730 34.307	0.7893 0.7597	1.011 0.5002	0.9386
	(全一帰宅)	13.421 0.834	-165.918 15.892	0.8245 0.8527	1.4887 0.3090	0.9977
				1.1145	1.0348	0.9994
手	自動車	10.658 1.038	-124.771 29.485	0.8397 0.8471	1.3333	1.5610
	マストラ	1.184 0.405	0.439 11.768	0.7168 0.8264	—	—
				0.8418	-0.6918	0.9600

(注)：上段は式(6)、下段は式(7)に対応する係数値。

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) 重力モデルに関しパラメータ γ ではなく、逆算距離抵抗 r_{ij} ($\gamma=2$)に着目することの妥当性がほぼ確認できた。殊に、 r_{ij} は交通目的・手段、発生日点毎の交通抵抗パターンを比較的正確に反映しうる。

(2) 逆算距離抵抗 r_{ij} を用いた分布交通量の予測法も安定した地方生活圏では比較的高い精度を示す。

しかし、 r_{ij} の変化や時間変動に対する効果については、課題が残されている。今後も他の生活圏を対象とする同種の研究を行い、より明確で定量的な結論を引き出すために検討

表・3 発生日点毎の係数値

	発生交通量	b, b'	a, a'	相関係数
福井市	594,841	8.430	9.929	0.9377
	700,178	0.842	25.736	0.9255
鯖江市	135,166	8.864	-17.894	0.8896
	157,593	0.582	45.575	0.9747
武生市	152,753	9.990	-52.755	0.9159
	186,454	0.552	66.038	0.8230
坂井郡	218,654	23.831	-555.477	0.8558
	267,175	1.345	-86.778	0.9107
吉田郡	44,804	10.795	-98.746	0.8616
	54,412	0.522	55.370	0.9503
南条郡	25,575	13.130	-231.692	0.9223
	29,603	0.935	14.128	0.9827
丹生郡	71,852	11.385	-201.053	0.8237
	81,232	0.465	70.506	0.9597
今立郡	34,203	15.662	-196.146	0.9190
	44,188	1.155	-45.521	0.9825
合 計	1,277,848	13.421	-165.918	0.8245
	1,520,835	0.834	15.892	0.8527

(参考文献)

- 1) 野上他『パソコンによる数理地理学演習』
- 2) 武井幸久
第35回年講「80
第36回年講「81等

3) 福井都市圏PT
調査報告書「79'90

表・4 分布交通量推計に関する精度指標
(内々交通量を除いた分布交通量予測) (内々交通量を含む予測)

目的・手段	χ^2	平均	標準偏差	χ^2	平均	標準偏差
全目的・全手段	36,333.9 4,559.9	1.540 0.821	1.406 0.463	—	—	—
目	通勤・通学	5,913.1 1,778.2	1.531 1.012	1.172 0.589	—	—
	私用	6,230.2 9,430.3	2.060 1.505	2.392 3.321	2,604.8	0.967
	業務	7,788.2 2,969.6	1.183 0.962	0.897 0.885	10,561.8	1.704
	(全一帰宅)	19,797.0 2,717.3	1.470 0.886	1.233 0.506	4,759.8	1.148
					10,669.7	0.823
手	自動車	33,587.1 4,125.2	1.474 0.852	1.299 0.657	6,884.9	0.934
	マストラ	1,830.8 314.8	0.893 0.787	0.528 0.370	1,651.2	1.006
						0.415

(注)：上段は R_{ij} 、下段は r_{ij} による推計値に対応する。