

地方都市における通勤交通流動特性について

Characteristics of Journey-to-Work Travel of Local Cities in Hokkaido

梶谷有三*・下村光弘**・田村 亨***・斉藤和夫****

By Yuzo MASUA, Mitsuhiro SHITAMURA, Tohru TAMURA and Kazuo SAITO

1. まえがき

通勤交通は、居住地と従業地との地理的位置関係によって発生するものであるから、通勤トリップ長はこれらの位置関係、特に従業地の空間分布としての都市構造（一極集中型あるいは多極分散型）等によって異なってくる。また、通勤トリップ長は通勤者がそれぞれの住宅から近い従業地を勤務先としているか（通勤距離の最小化）、あるいは遠くの従業地を勤務先しているか（通勤距離の最大化）等の通勤者の交通行動によっても異なってくる。通勤トリップ長を基礎にした交通流動特性の分析は、通勤交通におけるエネルギー消費の観点、持続可能な都市の形成あるいは各種の交通政策等を考えるうえでも重要である。

本研究では最適職住割当問題を定式化して総通勤距離の最小値及び最大値を算定するとともに、これらの値と実際の総通勤距離から新たな交通流動特性指標としての交通流動率について考察を試みる。本研究においては、北海道の地方中心都市である旭川都市圏、函館圏及び釧路都市圏を対象に実施されたパーソントリップ調査のうち、通勤交通を対象に種々の分析を行う。

2. 最適職住割当問題と交通流動率について

n 個のゾーンからなる都市の最適職住割当問題は、次のように式 (1) から (3) の制約条件式の下で式 (4) の目的関数を最適化する問題として定式化することができる。ここで、 R_{ij} 、 d_{ij} は、ゾーン ij 間の交通流動としての通勤 OD 交通及び交通抵抗として

キーワード：通勤交通、最適職住割当問題、交通流動率

*正会員 工博 専修大学北海道短期大学教授 土木科
(〒079-0197 美瑛市光珠内町)

(TEL 01266-3-0250 E-mail:masuya@senshu-hc.ac.jp)

**正会員 工修 苫小牧工業高等専門学校助教授 環境都市工学科

***正会員 工博 室蘭工業大学助教授 建設システム工学科

****F 会員 工博 室蘭工業大学教授 建設システム工学科

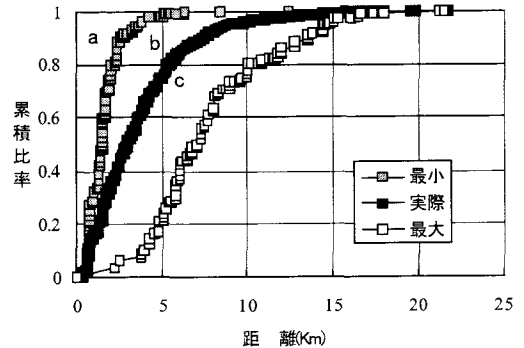


図-1 累積頻度分布曲線 (旭川圏)

$$\sum_{j=1}^n R_{ij} = E_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n R_{ij} = E_j \quad (i=1, \dots, n) \quad (2)$$

$$T_{ij} \geq 0 \quad (3)$$

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} \cdot R_{ij} \rightarrow \text{Min or Max} \quad (4)$$

の距離である。また、 E_i はゾーン i における発生トリップ数（常住就業者数）、 E_j は集中トリップ数（従業就業者数）である。

この問題は、典型的な Hitchcock 型輸送問題でもある。そうすると、式 (4) の目的関数 T (総通勤距離最小化の値 $T_{\min}$ 及び最大化の値 $T_{\max}$) と実際の総通勤距離 T_{act} との関係から、交通流動率は以下の式 (5) のように定式化することができる。そして、この指標を通してある都市構造において起こりうる通勤交通流動の範囲（最小値と最大値の差）のなかで、実際の通勤交通はどの位置にあるのか、及び実際の通勤交通はより最小化に向った、あるいはより最大化に向った交通流動であるのか等に関して種々分析を行うことができる。

$$\text{交通流動率} = \frac{T_{\text{act}} - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \quad (5)$$

交通流動としての通勤 OD 交通及び交通抵抗としての距離を同時に分析できる曲線として累積頻度分布曲線がある。この曲線は、図－1 に示されている例のように横軸（X 軸）には各 OD の距離を、縦軸（Y 軸）には対象とする全ての OD 交通のうち、ある距離以内に到達可能な OD 交通量の累積比率をそれぞれ表している。そして、この累積頻度分布曲線と縦軸及び累積比率 1.0 で囲まれた面積値は、平均距離 MT である。したがって、最小値、実際及び最大値に対する平均通勤距離 MT_{min} 、 MT_{act} 及び MT_{max} は、図－1 に示す面積値を基に、それぞれ $MT_{min}=a$ 、 $MT_{act}=a+b$ 、 $MT_{max}=a+b+c$ として求めることができる。総通勤距離は、平均通勤距離に総トリップ数を掛けた値であることから、式（5）は平均通勤距離に置き換えて表現することもできる。そうすると、式（5）は図－1 の面積値 a、b、c を基に式（6）で表現することもできる。このように累積頻度分布曲線を基礎に、指標の概念を視覚的に容易に把握することもできる。

$$\text{交通流動率} = \frac{b}{b+c} \quad (6)$$

この指標は、式（6）で示されているように、実際の通勤トリップ長はもとより、ある土地利用パターンのもとで起こりうる総通勤距離の最小値及び最大値を考慮したものである。そして、この交通流動率を通して、土地利用パターンの相違等による交通流動の範囲が異なるなかで、実際の通勤トリップ長は最小値と最大値のどの位置にあるのか、あるいは最小値に比べてどの程度乖離しているかを考察することができる。この指標の値は、実際の通勤トリップ長が最小値と等しいとき 0、最大値と等しいとき 1 を取ることから、0 から 1 の範囲を取るとともに、値が 0 に近いときには実際の通勤トリップ長がより最小値に近づいていることを示している。また、分母の交通流動の範囲は、一般的に値が小さいときには従業地があるゾーンに一極集中を、大きくなるとより従業地が分散化している傾向を示すものである。

また、最適職住割当問題を基礎とした指標としては、式（7）及び（8）で示されている都市統合指数及び過剰率も提案されている。都市統合指数は、最適解における最小値と最大値の比であり、この指標を通して従業地の一極集中あるいは分散化などを把握することができる。一方、過剰率は最小値と実際の通勤距離の差と実際の値との比から算定することが

できる。この指標はエネルギー消費の面から望まれる最小値を基準にしていることから、実際の通勤トリップ長が理想とどの程度乖離しているかを把握することができる。

$$\text{都市統合指数} = \frac{T_{min}}{T_{max}} \quad (7)$$

$$\text{過剰率} = \frac{T_{act} - T_{min}}{T_{act}} \quad (8)$$

また、それぞれの指標は図－1 の面積値を基に、式（9）及び（10）で表すこともできる。なお、都市統合指数は 1（従業地の一極集中）から 0（全てのゾーンにおいて居住地と従業地が一致）の範囲を取るとともに、従業地の分散化に伴って値は小さくなっていく。また、過剰率は実際の通勤トリップ長が最小値に等しいときの 0 からトリップ長が最小値に比べて長くなるにしたがって 1 へ近づいていく値をとる。

$$\text{都市統合指数} = \frac{a}{a+b+c} \quad (9)$$

$$\text{過剰率} = \frac{b}{a+b} \quad (10)$$

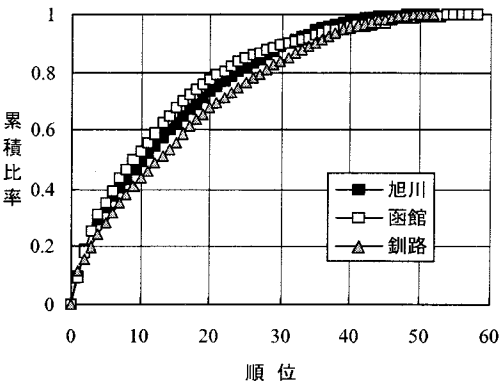
3. 地方都市における通勤交通流動特性について

(1) 各都市圏の通勤交通について

本研究では、北海道における地方中心都市である旭川都市圏、函館都市圏及び釧路都市圏を対象に種

表－1 分析対象都市圏の調査内容

項 目	旭川圏	函館圏	釧路圏
調査年次	1983年	1986年	1987年
対象市町村	1市5町	1市3町	1市2町
対象人口	398878	381637	244588
対象通勤トリップ数	126691	115602	81066



図－2 各都市圏の集中トリップ数の累積順位曲線

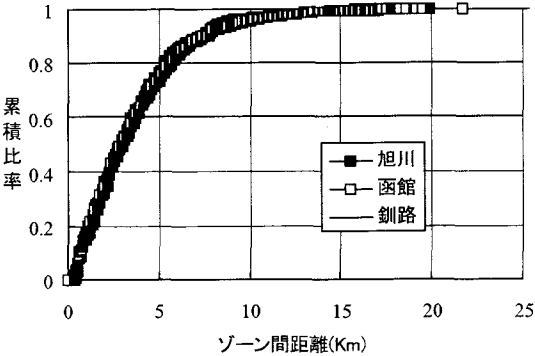
々の分析を行う。各都市圏の対象市町村数及び総トリップ数等は表－1 に示されている。また、各都市圏の分析対象ゾーン数は、旭川 52 ゾーン、函館 58 ゾーン及び釧路 52 ゾーンである。図－2 は、各都市圏の総通勤トリップ数に対する各ゾーンの集中トリップ数の比率を求め、各ゾーンを比率の大きい順位に並び替えて図示したものである。旭川及び函館都市圏は、CBD として 10%前後の集中トリップ比率を持つゾーンが 2 つあるのに対して、釧路都市圏は 11%のゾーンの次は 4%以下のゾーンであるなど各都市圏の都市構造が多少異なっていることが窺える。

図－3 は、通勤 OD 交通がどの程度の距離を克服しながら他のゾーンと結びつきを持って行動しているかを把握するため、都市圏ごとに全 OD ペアを対象に作成した累積頻度分布曲線である。表－2 に示すように平均トリップ長は函館が他の都市圏に比べて多少長いが曲線の全体的傾向は同じである。また、交通流動特性は、表－2 に示す「ある距離に対する累積比率」あるいは「ある累積比率に対する距離」等からも把握することができる。これら 3 都市圏の場合、5Km に対する累積比率を見ると、全通勤 OD 交通のうち 75%前後が 5Km 以内のゾーンを勤務先としていることが分かる。また、各都市圏とも多少都市形状等が異なっているが、多くの通交通は 7.5km 以内を通勤先としてことが累積比率 0.9 に対する距離からも理解できる。

(2)通勤交通流動特性について

各都市圏を対象に、それぞれ最適職住割当問題を解いて作成した累積頻度分布曲線が図－1、及び図－4、5 である。また、総走行距離及び平均トリップ距離に対する最小値及び最大値等を取りまとめた結果が表－3 である。累積頻度分布曲線を基にした図中の面積値と各平均トリップ距離の関係は、図－1 の旭川都市圏を例としたとき、面積値 a は表－2 の平均トリップ距離の最小値 (1.610km)、a+b は実際の距離(3.592)、a+b+c は最大値(7.692)とそれぞれ対応している。

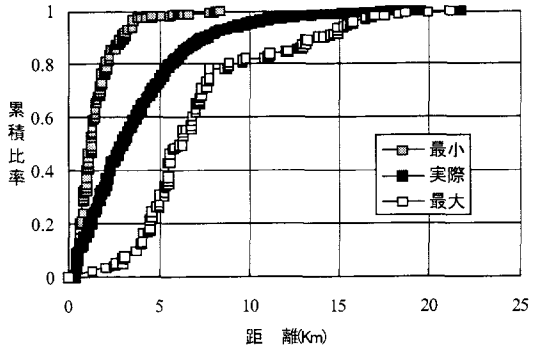
各都市圏に対する最小値及び最大値に対する累積頻度分布曲線の形状等を見ると、前述の CBD ゾーンでの集中トリップ比率の違い等、すなわち土地利用パターンの相違によって多少異なっている。例えば、



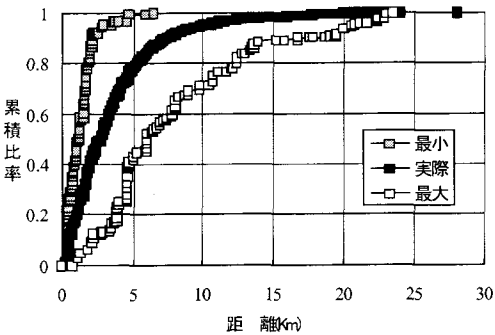
図－3 全トリップ数を対象としたときの累積頻度分布曲線

表－2 各都市圏のトリップ長に関する指標値

項 目	旭川圏	函館圏	釧路圏
平均トリップ長	3.592	3.704	3.536
標準偏差	4.022	4.161	4.345
5km累積比率	0.7672	0.7473	0.7885
10km累積比率	0.9676	0.9568	0.9513
50%距離 (km)	3.000	3.000	2.750
90%距離 (km)	7.350	7.500	7.500



図－4 函館都市圏の累積頻度分布曲線



図－5 釧路都市圏の累積頻度分布曲線

最小値に対する累積頻度分布曲線の場合、累積比率 0.8 に対する距離が旭川 2.00km、函館 2.13 及び釧路 1.88 である。一方、最大値の場合、距離 5Km に対する累積比率が旭川 0.2387、函館 0.3075、釧路 0.4323 などのように、最小値の曲線に比べて各都市圏の曲線形状は異なっている。特に、釧路は距離 10Km に対する累積比率 0.7147 と旭川 0.8042、函館 0.8222 に比べて小さい値である。

図－6 は、各都市圏の総トリップ数と平均距離の関係を図示したものである。総トリップ数の増大とともに、平均距離の増加及び最小値と最大値の範囲の拡大等が理解できよう。これら実際の距離と最小値、最大値を基に各都市圏の指標値を取りまとめた結果が表－2 である。図－7 には、総トリップ数との関係で各指標値を図示した。最小値と最大値の比から算定できる都市統合指数から見ると、釧路都市圏は旭川及び函館に比べて従業地が分散している傾向が窺える。また、最小値を基にした過剰率からは、都市規模としての総トリップ数及び従業地の一極化あるいは分散化等によって「無駄な通勤交通」も異なっていることが理解できる。

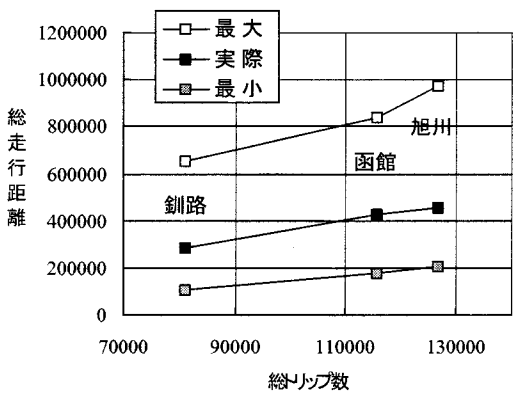
さらに、交通流動率からみると、旭川及び釧路は最小値と最大値の範囲の広がりの中なかでより最小値に向かった交通流動が行われていることが窺える。一方函館の場合、平均距離は他の都市と同じ程度であるが、従業地の分布状況から都市統合指数が総トリップ数に比べて小さいことから、交通流動率は他都市圏より大きい値を取っている。

4. あとがき

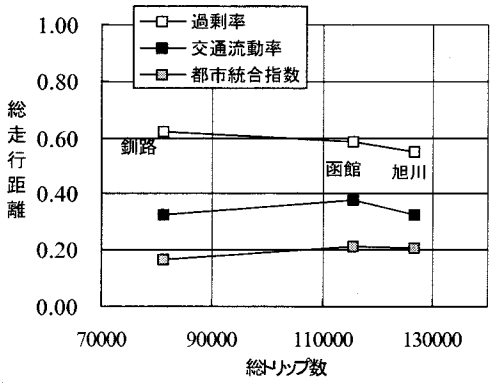
以上、本研究においては通勤交通流動特性を把握するための新たな指標として交通流動率について考察を行った。この指標は、実際の総通勤距離はもとより最適職住割当問題を基礎に算定できる総通勤距離の最小値及び最大値を考慮したものである。そして交通流動率を通して、ある土地利用パターンのもとで起こりうる交通流動の範囲（最小値と最大値の差）の中なかで、実際の通勤距離は最小値と最大値のどの位置にあるのか、あるいは都市規模及び都市構造等の相違によって通勤交通流動はどのように異なっているかについて北海道の 3 地方都市圏を対象に実証的分析を行った。

表－3 各都市圏の通勤交通流動の結果

項 目	旭川圏	函館圏	釧路圏
総トリップ数	126691	115602	81066
総走行距離 (人・km)	最小	203999	178273
	実際	455119	428155
	最大	974552	835152
平均トリップ 長距離 (Km/人)	最小	1.610	1.542
	実際	3.592	3.704
	最大	7.692	7.224
都市統合指数	0.2093	0.2135	0.1668
過 剰 率	0.5518	0.5836	0.6211
交通流動率	0.3259	0.3804	0.3282



図－6 総トリップ数と総走行距離との関係



図－7 総トリップ数と各指標値との関係

参考文献

- 1) BLACK, J. A. and KATAKOS, A. (1987), 「Optimisation methods and classification of city structure: Theory and empirical testing」, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol.14, pp93-107
- 2) 鈴木 勉 (1994), 「職住割当の最適化による通勤交通エネルギーの削減効果」, オペレーションズ・リサーチ, 5月号, pp243-248
- 3) 梶谷・浦田・浅水・田村・斉藤 (1998), 「時間距離からみた北海道の市町村間自動車交通流動の特性について」, 土木計画学研究・論文集, No. 15, pp583-591