

利用者均衡配分時における経路交通量の計算手法の比較分析

名城大学 ○瀧 大活

名城大学 正会員 松本幸正

名古屋工業大学 正会員 藤田素弘

1. はじめに

利用者均衡配分は、理論的かつ合理的な配分手法であることから、今日広く用いられるようになってきた。しかしながら一般に、利用者均衡配分によってリンク交通量は一意に求めることが可能であるが、実務にとって最も重要となる経路交通量は一意に求めることができない。そこで本研究では、利用者均衡配分によって求められたリンク交通量に一致するリンク交通量を生じる経路交通量を求めるための種々の手法について、簡単なネットワークを用いて比較分析を行う。

2. 経路交通量の計算手法

本研究では、経路交通量を求める手法として以下の3種類を用いる。

- ①積み重ねによる方法¹⁾
- ②エントロピー最大化による方法²⁾
- ③勾配射影法を用いた方法³⁾

積み重ね法とは、利用者均衡配分のアルゴリズムにおいて、リンク交通量を更新するための更新パラメータ α を一次元探索によって求めるが、このパラメータと記憶した利用経路を用いて

$$h_{ijk}^{(n+1)} = \alpha f_{ijk} + (1-\alpha)h_{ijk}^{(n)} \quad (1)$$

として経路交通量を順次更新していく手法である。ただし、 h_{ijk} はゾーン*i-j*間の第*k*番目の経路交通量、 f_{ijk} は現在使われている経路が*k*経路の時OD交通量を与える。

エントロピー法とは、 v_i^* を利用者均衡配分により求めたリンク交通量、 x_{ij} をゾーン*i-j*間のOD交通量とすると

$$\max \prod_i \prod_j \prod_k \frac{x_{ij}!}{h_{ijk}!} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{subject to } & \sum_i \sum_j \sum_k \delta_{ijk}^l h_{ijk} = v_l^* \\ & \sum_k h_{ijk} = x_{ij} \end{aligned} \quad (3)$$

として経路交通量を求めたものである。この式から

$$h_{ijk} = e^{\sum_l \lambda_l \delta_{ijk}^l} \cdot e^{\mu_{ij}} \quad (4)$$

ただし、

$$\lambda_l = \log \frac{v_l^*}{\sum_i \sum_j \sum_k \delta_{ijk}^l e^{\sum_{n \neq l} \lambda_n \delta_{ijk}^n} \cdot e^{\mu_{ij}}} \quad (5)$$

$$\mu_{ij} = \log \frac{x_{ij}}{\sum_k e^{\sum_l \lambda_l \delta_{ijk}^l}} \quad (6)$$

となる。

勾配射影法は、 t_{ijk} をゾーン*i-j*間の第*k*番目の経路の所要時間、 r_{ij} をその経路数とすると

$$d_{ijk} = \left(\frac{1}{r_{ij}} \sum_k t_{ijk} - t_{ijk} \right) h_{ijk} \quad (7)$$

で見られるように、現在の試行解からの探索方向をそのODペアの平均所要時間とその経路の所要時間との差によって求める。

3. 適用事例

図.1のような12ノード、25リンクからなるネッ

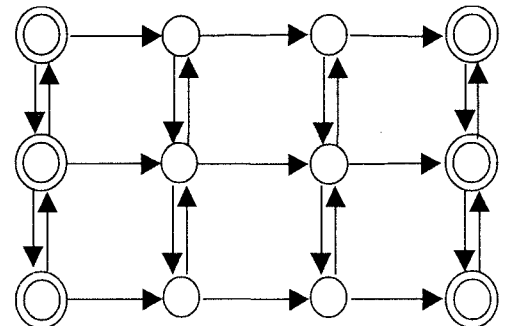


図.1 ネットワーク図

トワークを用いて、経路交通量を求める各手法の適用計算を行った。このネットワークは左端の3つのノードが起点であり、右端の3つのノードが終点となっている9ODペアのネットワークである。各OD交通量はそれぞれ100台とし、リンクコスト関数にはBPR関数を用いた。

それぞれの手法によって求められた各OD別の経路数を表.1にまとめた。その結果を見ると、積み重ねによる方法とエントロピー法が同じ値を示しているが勾配射影法は大きく違う値となっている。しかしながら、積み重ねによる方法、エントロピー法は非常に微小な交通量しか流れていない経路も数えているため、そのような経路を除くと勾配射影法による経路数とほぼ同数となった。

次に、実際に各経路に流れる交通量がどのように異なるかを見る。ODペア2のときの主な経路ごとの交通量をそれぞれ表.2、表.3に示した。ODペア7のとき、各経路交通量はそれぞれの手法で比較的近い値を出しているが、ODペア2のときは、各手法で経路交通量は異なっている。

利用者は、経路を選択する上で経路上の右左折の回数も考慮に入れると考えられる。そこで、表.2の経路から右左折回数をそれぞれ計算し、各右左折回数における経路交通量の平均を求めたのが表.4である。この結果、右左折の回数が増えることによって経路交通量が減少していることがわかる。右左折の回数が多くなれば本適用事例で用いたネットワークの場合には遠回りになることから、このような結果となったと考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、実務上最も重要となる経路交通量を利用者均衡配分によるリンク交通量に一致するように求めるための3つの手法を比較分析した。簡単なネットワークを用いた適用計算の結果、各手法によって求まる経路交通量は異なることがわかった。また右左折回数に着目した経路交通量も、それぞれの手法で異なることがわかった。

今後は、実際のドライバーの経路選択行動を表わしたモデルを開発し、経路選択行動を組み込んだ利用者均衡リンク交通量に一致する経路交通量推定手法を開発していく必要がある。

表.1 各ODにおける経路数

OD 番号	積み重ね法	エントロピー法	勾配射影法
1	5	5	1
2	8	8	3
3	12	12	4
4	8	8	3
5	8	8	1
6	8	8	3
7	11	11	3
8	7	7	4
9	7	7	1

表.2 OD2の各経路交通量

経路	1	2	3	4
積み重ね法	19	16	42	18
エントロピー法	24	21	42	13
勾配射影法	44	40	14	0

表.3 OD7の各経路交通量

経路	1	2	3	4
積み重ね法	39	21	23	17
エントロピー法	33	25	30	12
勾配射影法	44	30	22	0

表.4 右左折回数と平均経路交通量

左	右	積み重ね法	エントロピー法	勾配射影法
0	0	99.785	99.912	100.000
1	0	22.887	22.491	48.095
0	1	26.261	25.820	36.624
1	1	16.722	16.525	23.193
2	1	5.134	8.303	22.950
1	2	5.575	6.176	—
2	2	9.743	12.403	18.812

参考文献

- 1)M. G. H. Bell and Y. Iida : Transportation network analysis, Wiley, 1997
- 2)R. L. Tobin and T. L. Friesz: Sensitivity analysis for equilibrium network flow, Transportation Science, Vol. 22, No. 4, pp. 242-251, 1988
- 3)土木計画学研究委員会: 第18回土木計画学講習会テキスト 交通ネットワークの分析と計画, 1987