

大阪市立大学大学院 学生員 中川美利

大阪市立大学工学部 正員 西村 昂

1. はじめに

自動車排出ガス公害は、都市及びその周辺地域における交通量の増加とともに深刻化しているが、自動車排出ガス対策として現在考えられているものには、①道路上の自動車の流れをスムーズにする ②自動車を低公害車にする ③総量規制 ④公害のない交通機関の開発 等があるが、ここでは①、③の問題の一例として、自動車排出ガス総量を最小にするような交通配分、総走行台キロ制約下での処理可能交通量について考察してみた。

2. 問題の定式化

問題は、平均走行速度と排出係数の関係から交通量と排出係数の関係を近似的に導き、総排出量を最小にする配分として定式化する。いま、アーク k, l に流れる OD ペアー i, j のフローを f_{ij}^{kl} とすると、OD フローが配分されるためには次の3つの条件を満足する必要がある。

$$1) \text{ OD 交通量保存条件式 } ; \sum_l f_{ij}^{kl} - \sum_k f_{ij}^{kl} = \begin{cases} f_{ij} & (k=i) \\ -f_{ij} & (k=j) \\ 0 & (k \neq i, j) \end{cases} \quad (1)$$

$$2) \text{ 容量制約条件式 } ; \sum_i \sum_j f_{ij}^{kl} \leq C_{kl} \quad (\text{ここに } C_{kl} \text{ は、アーク } k, l \text{ の交通容量}) \quad (2)$$

$$3) \text{ 非負制約条件式 } ; f_{ij}^{kl} \geq 0 \quad (3)$$

次に、自動車の平均速度と排出係数の関係は「阪神高速道路公団」で行なわれた調査結果¹⁾ から NO_x についてはほぼ直線、 CO については双曲線と近似されることがわかるが、これらを基礎に交通量と排出係数の関係を導きこれを折線近似するものとする。目的関数 T は、

$$T = \sum_k \sum_l \{ \alpha a_{kl} f_{kl}^2 + (\alpha b + \beta) f_{kl} \} \longrightarrow \min \quad (4)$$

(ここで、 f_{kl} はアーク k, l の交通量、 $E(V) = \alpha V^2 + \beta$ 、 $t = l(aV + b)$ とする。 α, β, a, b は定数)

これによって総排出量を表す目的関数は2次式で表わされ整数変数を含む最小化問題として定式化されることになる。排出ガス成分によって排出量関数の形が異なるが、一般には排出ガス成分に対するウェイトによって加重した総排出量を最小とする交通パターンを求める問題といえる。次に、総走行台キロに制約された場合に与えられた交通需要のすべてが受け入れられるが、あるいはどれ位が制約されるかについて考察してみよう。この場合に、走行台キロ数に関する次の制約条件を追加する必要がある。

$$\sum_k \sum_l l_{kl} f_{kl} \leq L \quad (5)$$

この時、目的関数として配分交通量を最大とするものを設定してやればよい。

$$T = \sum_i \sum_j f_{ij} \longrightarrow \max \quad (6)$$

なお、制約条件(5)において右辺の f_{ij} は、そのOD構成率を P_{ij} とすると、 $P_{ij} T$ におきかえる必要がある。

3. おわりに

総排出量最小化交通配分問題の定式化を試みたが、排出量関数を交通量の1次式で表わすと2次計画問題となり走行時間を交通量の1次式で表わした場合の最小時間配分と同じ問題となる。排出量関数はまだ調査例が少なくどのような交通配分が望ましいかについての結論は出し難い。排出ガス総量のみでなく地域別の許容排出量等を設定したり、また排ガス成分の中で問題の大きいもののみに限って考察することが現実的な場合もあろう。

参考文献 阪神高速道路公団 自動車の走行状態と排出ガスの関係について 第12回日本道路会議論文集 1975