

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

自動車排出ガスは、道路を走行する自動車によってもたらされるが、交通量、走行台キロ、速度などの交通工学的に操作可能な指標と関連しているといえる。ここでは、環境のレベルを排出ガス量からとらえることとし、地域の走行台キロ分布をもとに地域の環境容量（排出許容量という意味で）制約を数ケース設定し、対象地域の交通量を環境容量制約内になるようにした上で、総トリップ数（処理交通量）を最大とする交通配分について考察し、環境容量の設定のしかたと処理可能交通量との関係を考察した。さらに、自動車交通需要のすべてを道路網に受け入れられない場合の交通制御対策の考え方についても、おおまかな考察を試みた。

2.問題の定式化

1) 環境容量制約下での処理可能交通量

OD交通量 F が与えられているとき、各地域の環境容量制約を、各々走行台キロ分布のパターンから設定して、道路網に流しうる最大の総トリップ数を求めてみよう。すなわち、ODフロー f_{ij} のうちアーク kl を通るフローを f_{ij}^{kl} とすると、制約条件式および目的関数は、次のように定式できる。

$$\begin{aligned} \text{i) ODパターン一定} \quad & f_{ij} = P_{ij} T \\ \text{ii) OD交通量保存式} \quad & \sum_k f_{ij}^{kl} - \sum_l f_{ij}^{lk} = \begin{cases} f_{ij} & (k=i) \\ -f_{ij} & (k=j) \\ 0 & (k \neq i, j) \end{cases} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{iii) 非負制約式} \quad & f_{ij}^{kl} \geq 0 \\ \text{iv) 環境容量制約式} \quad & e \left(L_{kl} \sum_i \sum_j f_{ij}^{kl} \right) \leq L_{kl} \\ \text{v) 目的関数} \quad & T = \sum_i \sum_j f_{ij} \longrightarrow \max. \end{aligned}$$

ここに、 e : 自動車1台、1km走行あたりの排出係数

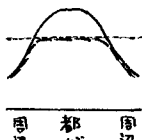
L_{kl} : kl を含む地域の環境容量

P_{ij} : OD構成率

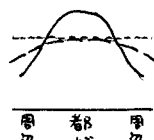
環境容量制約の設定パターンは、現状の走行台キロの分布パターンに対して、一定比率低減型(a)、局地低減型(b)、周辺拡散型(c)、その他(d)のタイプが考えられる。



(a)



(b)



(c)



(d)

—— 現状の汚染分布
 - - - 環境基準
 - - - 環境容量制約

環境容量制約のパターン例

問題を解く際、各地域への配分交通量が、それぞれの地域の環境容量とアンバランスであれば、できるだけ環境容量に見合うように交通配分を修正した上で、最大の処理可能交通量 T を求める。以上により、自動車交通需要 F のどれ位が、道路網に受け入れられるかがわかる。

さて、道路に対する交通需要 F が、環境容量制約内で道路網にすべて配分できない場合、時間的、場所的なピークカットの方法として発生需要を抑制するか、他のモード（マストランシット）へ転換させる必要が生じよう。

2) 交通需要の抑制、転換

自動車交通需要のすべてを満たすことは、適正な都市環境からみて、困難と考えられるから、都市活動上、自動車利用の必要性の低いものから抑制あるいは転換を考えるべきであろう。

現実的には、個人的努力（時間的延期、断念など）、社会的努力（法的規制、輸送等の合理化、効率化、通信系による代替、マストランシットの整備など）によって対応していく必要がある。交通需要抑制問題の単純な1例として、抑制量を最小とする抑制計画が考えられる。

つぎに、マストランシットへの転換の問題を考えてみよう。

自動車交通需要と道路網の処理可能最大交通量との差（ $F-T$ ）を他のモード（鉄道）に転換させる場合にも、種々の方法が考えられる。たとえば、転換費用を最小とする、あるいは、転換量（台、台キロ）を最小とする定式化などは、代表的なものであろう。ここでは、その1例として、次のような目的関数を考え定式した。

社会的費用の増分（ SC ）+ モード転換費用（ MC ） $\longrightarrow \min$.

モード転換費用（ MC ）は、転換トリップキロに対して比例している（あるいは、ステップ関数）とすると、 MC は次のように定式できる。

$$\text{モード転換費用}(MC) = \phi \sum_i \sum_j g_{ij} \cdot l_{ij}$$

ここに l_{ij} : i, j 間の距離

g_{ij} : ODペア i, j の転換トリップ数

ϕ : 単位トリップキロあたりのモード転換費用

制約条件式としては、

$$\text{マストランへの転換の上下限: } 0 < g_{ij} \leq (F-T) \cdot P_{ij}$$

排ガスによる社会的費用（ SC ）は、単純化して、台、台キロ、台キロ・人に比例させて考えることができる。ここでは、台キロに比例するとして以下のように表わせる。

$$\text{社会的費用の増分}(SC) = \phi' \sum_i \sum_j g_{ij} \cdot \bar{l}_{ij}$$

ここに、 g_{ij} : 現状の i, j 間の OD フローと配分結果の OD フローとの差

$\bar{l}_{ij}$: i, j 間の平均的距離

ϕ' : 1台キロあたりの社会的費用

社会的費用に関しては、議論がまだ定着せず、数量的にも明らかにすることが困難な段階といえるから、試行的に数段階の値を設定して、その大きさによって転換計画などのように変化するかを検討する方法などが考えられよう。

3. おわりに

マクロ的な視点から定式化を試みたが、一般に、都市域では環境容量制約を満たす交通配分が得難く、計画交通量をさばくには、マストランシット網を整備拡充し、これに転換させる方向の対応が必要である。

この範囲と影響の大きさは、環境容量制約の設定のパターンによって変化するといえる。実際には、すべての交通需要は受け入れられなから、自動車走行総量を制限することになろう。なお、地域ごとの規制に代わって総量で規制する方法も考えられるが、同様に定式化できるが局地的に問題が残ることになる。

排ガスの場合、当然、車種、走行モードによって環境に対する影響が異なるが、ここでは、交通量のみで取り扱った。今後、よりミクロ的な視点から、排ガスに影響を及ぼす諸要因を取り上げた検討も必要である。