

大気汚染の環境容量を考慮した交通抑制策の作成方法について

京都大学工学部 正員 〇山中 英生
住宅・都市整備公団 正員 藤井 謙悟
南海電鉄 正員 小林 淳

はじめに 都市における自動車交通の増大は、大気汚染や騒音など深刻な交通公害をもたらしており、環境保全の立場から、都市内の自動車交通を管理・抑制する必要性が指摘されてきた。本研究では、自動車排出ガスの影響が大きく、排出ガス規制のみでは交通集中地域における改善が望めないといわれる窒素酸化物(NO_x)の大気汚染を取り上げ、環境改善目標(環境容量)を考慮した交通需要抑制策策定のための一分析手法を提案する。

交通需要と NO_x 汚染の関係 交通抑制策策定にあたっては、汚染と交通需要の関連を把握することが基礎となる。筆者らは、自動車OD交通量を母体として、交通量配分および NO_x 拡散モデルにより、 NO_x 汚染濃度を予測するモデルを既に開発しているが、この成果から、OD交通量と NO_x 濃度は図-1に示す関係に単純化される。ここで、格子点 NO_x 濃度とは、予測対象地域内に等間隔に設けた地点(格子点)での年平均一日 NO_x 濃度である。

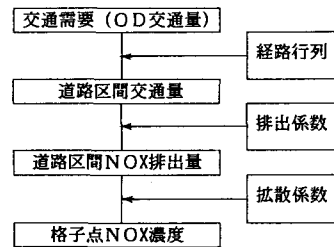


図-1 OD交通量と格子点 NO_x 濃度の関連

まず、交通量配分モデルにより、各ODペアの経路が推定されると、以下のような経路行列が定義でき、道路区間交通量 Q_j はOD交通量 X_{mn} により次式で表わされる。

$$Q_j = \sum_m \sum_n R_{mnj} \cdot X_{mn} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 j :道路区間 m, n :ゾーン N :ゾーン数
 R_{mnj} : $m \rightarrow n$ のOD交通量のうち道路区間 j を通る交通の割合(経路行列)
次に、この道路区間単位長あたりの単位時間に排出される NO_x 量は、交通量に自動車一台の単位走行距離あたりの NO_x 排出量(排出係数) E を乗じて求められる。

$$Q_j = E \cdot Q_j \quad \dots\dots (2) \quad Q_j: \text{道路}j\text{の}NO_x\text{排出量}$$

さらに、道路区間から NO_x は大気により拡散されて地域の汚染をもたらす。この関係は道路 j を線発生源として、大気拡散モデルにより、格子点 i での NO_x 濃度を求める係数(拡散係数) F_{ij} を用いて以下のように表わされる。

$$NX_i = \sum_j F_{ij} \cdot Q_j \quad \dots\dots (3) \quad NX_i: \text{格子点}NO_x\text{濃度}$$

NX_i は道路からの影響濃度であり、これに他の発生源(工場・船舶など)の影響濃度 C_i を加えた格子点 NO_x 濃度 NT_i は以下のように表わされる。

$$NT_i = \sum_m \sum_n \phi_{mni} \cdot X_{mn} + C_i \quad \dots\dots (4)$$

$$= \sum_m \sum_n B_{mni} + C_i \quad \dots\dots (5)$$

$$\therefore \phi_{mni} = \sum_j F_{ij} \cdot E \cdot R_{mnj}$$

(注) 実際には排出係数は車種・走行状態により変化し、拡散係数は気象条件(時間帯・季節)により変化する。このため(4)(5)式では道路区間別車種構成比率と走行モード・時間帯構成比率により補正を加えている。また(4)(5)式では単位変換のための定数は省略している。

交通需要の影響分析 (4)式における B_{mni} の係数は、ゾーン m から n へのOD交通量が格子点 i へ与える NO_x 濃度を示すものであり、この係数を k 個の格子点を含む地区について示すと図-2のように表わされる。この行列

	O D ペア			格子点 濃度
	1->1	... m->n	... N->N	
格	B _{1,11}	... B _{1,mn}	... B _{1,NN}	NX ₁
子	B _{i,11}	... B _{i,mn}	... B _{i,NN}	NX _i
点	B _{k,11}	... B _{k,mn}	... B _{k,NN}	NX _k
総汚染量	TB ₁₁	... TB _{mn}	... TB _{NN}	TN

図-2 汚染寄与行列

をO-D交通量の「汚染寄与行列」と呼ぶ。

この行列において、地区の総汚染量TNでO-Dペアm->nの総寄与汚染量TB_{mn}を除いたものを汚染寄与率と名づける。これは地区に対するO-Dペアm->nの交通の影響の大きさを表わすものであり、汚染寄与率の大きいO-Dペアの削減が交通抑制策の課題となる。

図-3, 4 は、大阪市域を対象に大気汚染状況と予測した結果から、高い汚染濃度が推測された2つの地区を抽出し、これらの地区に対する汚染寄与行列を算定して、汚染寄与率の高いO-Dペアを表示したものである。この際汚染寄与行列は、都心部を中心とした方角別15ゾーン(市内9,市外6)で算定しており、経路行列の推計には都市圏を239ゾーンに分割し、最短経路分割配分法を用いている。

都心の地区1に最も影響の大きい交通は都心内々の交通量であり、その他都心部に端点をもち交通の影響が大きいことがわかる。これに対して、市域西北の地区2では地区を通

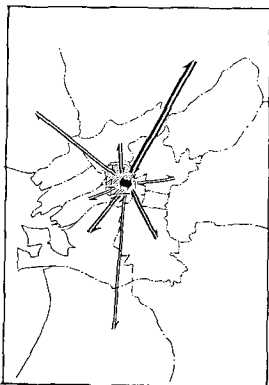


図-3 汚染寄与率の分布
(地区1:斜線部)

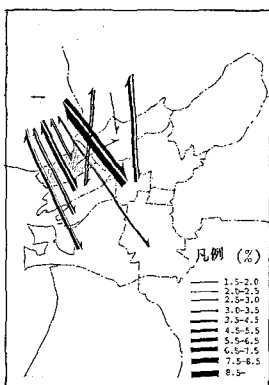


図-4 汚染寄与率の分布
(地区2:斜線部)

過する交通の影響が大きい。これらの地区に対する交通抑制対策としては、都心部への発生・集中交通量の抑制と、地区2では湾岸地域等への通過交通の迂回制御が有効なことが示唆されているといえよう。

最適交通需要算定モデルについて

交通需要と大気汚染の関式に示すような程型関係を保つと仮定すれば、環境目標達成のための最適交通需要は線型計画問題として算定できる。この場合の最適とは、環境の改善とそれに伴う交通削減量の最小化を考えることが現実的であろう。このようなモデルの一例として、交通量の総トリップ数を環境制約のもとに最大化する場合を示すと以下のようになる。

$$\text{目的関数 } Z = \sum_{m,n} X_{mn} \rightarrow \max \quad \dots (6)$$

$$\text{制約条件 } \left\{ \begin{array}{l} NT_i = \sum_{m,n} \varphi_{mni} X_{mn} + C_i \leq NX_i^\alpha + d \quad \dots (7) \\ X_{mn} \geq \rho X_{mn}^0 \quad \dots (8) \end{array} \right.$$

ここで、 NX_i^α は格子点NOx濃度に対する環境目標値、 α は環境目標の不達成に対する許容量を示す。(7)式は環境改善の制約を示す。
・(8)式において、 X_{mn}^0 は現状交通需要であり、 ρ はO-D交通量の削減率の上限を示す。(8)式は交通量削減の技術制約を示している。

図-5は、先の地区2に対するモデルの算定結果を示している。

これによると、環境目標の超過は2ppb以内($\alpha=2$)とすると、約14%のトリップ削減が必要で

あるが、5ppbの超過を許容すれば、4%程度の交通削減でよく、改善目標は交通抑制の現実性から設定すべきことがわかる。

おわりに この分析手法では交通量による経路変化を考慮していないので、予測モデルとしては問題があり、交通抑制策代替案の作成のための分析モデルとして用いるべきであろう。
1) 天野、山中、内芝：交通規制による大気汚染の低減効果に関する一考察 土木学会関西支部年次学術講演会 1983

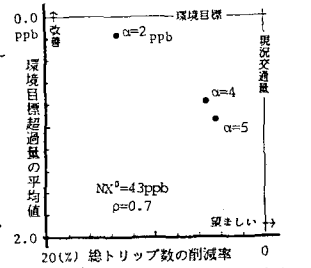


図-5 総トリップ数最大化モデルによる環境目標達成度と交通需要抑制率の算定結果