



Title	環境アセスメントのための大気汚染物質濃度簡易予測手法
Author(s)	片谷, 教孝; 原, 秀幸
Description	第13回衛生工学シンポジウム (平成17年11月17日 (木) -18日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 2 事例報告 . 2-5
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 13, 79-82
Issue Date	2005-11-16
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1336
Type	departmental bulletin paper
File Information	2-5_p79-82.pdf



2-5 環境アセスメントのための大気汚染物質濃度簡易予測手法

○片谷 教孝（山梨大学大学院医学工学総合研究部）、原 秀幸（（株）ジャステック）

1. はじめに

自動車の排ガスによる大気汚染は、環境問題の中でも特に大きな要因の一つである。このような状況に対応し、環境の保全を図るために、種々の施策が実施されている。環境アセスメント(環境影響評価)もその代表的な施策の1つであり、日本では長らく法制化が遅れていたが、1997年の環境影響評価法の施行により、ようやくその形態が整った。これまでの環境アセスメントの事例を見ると、道路事業はもちろんのこと、大半の事例において、自動車交通に起因する大気汚染が、予測評価の対象として取り上げられており、環境アセスメントの中でも自動車による大気汚染が重要な問題となっていることがわかる。

環境アセスメントで用いられる予測手法については、各都道府県等が技術指針を示している例が多いが、必ずしも明確に規定されているわけではない。的確な予測を行うためには、対象地域の自然条件や都市化の状況等の人工的な条件に合わせ、また対象事業の特性も考慮した予測評価手法を選定することが必要である。しかし現実には、極めて画一的な手法が用いられている傾向が強い。

本研究の目的は、予測の目的や地域特性に合わせた予測手法という観点から、それほど高い精度を必要としない場合に適用可能な、簡便な予測手法を得ようという点にある。

2. 予測手法の現状と問題点

森本(2004)によれば、東京、神奈川、千葉、山梨、長野の5都県における46事例の大気汚染予測評価手法を調査したところ、ほとんどがブルーム・パフモデルによる予測を行っており、一部にJEAモデルを利用した例が見られるものの、極めて画一的な手法が用いられていることが明らかとなっている。

ブルーム・パフモデルは、窒素酸化物総量規制マニュアルをはじめとして、多くの大気

汚染予測に関連するマニュアルやガイドライン等に記載された、最もスタンダードといえる予測手法であり、これまでの適用事例の蓄積も多いため、信頼性もある程度確保されていると言える。しかし、これを用いて年平均濃度等の長期予測を行うためには、多くの計算量を要し、必ずしも有利とは言えない。また環境アセスメントに限らず、地方自治体が環境保全施策検討のために濃度予測を行う際にも、同様のことが言え、場合によっては円滑な環境行政の遂行の妨げとなる可能性も否定できない。特に、スクリーニングレベルの予測を行う際や、対象事業に伴う交通量が現状と比較して少なく、影響がそれほど大きくないことが予想される場合には、要求される精度のレベルはやや低下することから、簡便な予測手法も適用の可能性が出てくる。

3. 本研究のモデルの考え方

自動車に起因する大気汚染物質の濃度は、一般に交通量と正の相関を持つ。ただし自動車から排出された汚染物質は、大気中の移流・拡散により濃度が変化するため、交通量と濃度の間には、必ずしも比例的な関係は存在しない。しかしマクロに見れば、交通量と大気汚染物質濃度の間には、線形のあるとみることが可能である。もちろん自動車以外の発生源の影響を強く受けるような場合には、このような関係は成り立たないが、そういう場合を除けば、交通量から大気汚染物質濃度を推定することは十分に可能というのが、本研究のモデルの基本スタンスである。

4. 研究方法と使用データ

本研究では、まず大気汚染物質濃度と自動車交通量データの関連性を確認するため、種々の交通量データを用いて単回帰分析を行った。次に、実際の濃度予測に用いる統計モデルを得るため、複数の交通量データを用いた重回帰分

析を行った。最後にそこで得られた重回帰モデルを用いて、実際の環境アセスメント事例に適用を試み、一般のプルーム・パフモデルによる予測結果と比較することによって、有効性を検証した。

本研究では次のデータを使用した。

(1) 大気汚染物質濃度データ

大気汚染物質濃度データは環境省編の「日本の大気汚染状況 (H12 年度版)」の年平均値を使用した。対象地点は青森県 5 局、宮城県 15 局、栃木県 15 局、神奈川県 22 局、埼玉県 31 局、長野県 11 局、愛知県 30 局、香川県 10 局、熊本県 11 局、合計 150 局とした。これは、種々の地域特性をもつ県を対象とする方針で選定したもので、固定発生源の強い影響が予想されるような地点は、あらかじめ除外したため、対象地点数は各都道府県の常時監視測定局数よりも少なくなっている。対象年度は平成 11 年度として、年平均濃度データを用いた。対象物質は、NO、NO₂、SPM、ベンゼン、非メタンHC、COとした。

(2) 交通量データ

交通量データは「H11 年度一般道路交通センサス」を使用した。ここでは、ある地点の濃度は、その地点を中心とした一定距離範囲内の交通量に依存するという仮定をおき、影響範囲の距離としては、大気常時監視測定局から半径 2 キロ、3 キロ、4 キロ以内の 3 とおりを試みた。使用した交通量の項目は、平日の 24 時間自動車交通量、乗用車交通量、貨物車交通量、大型車交通量 (大型車のみ 12 時間計)、大型車混入率、混雑度、旅行速度の 7 項目である。これらのデータについて、各測定局ごとに影響範囲内の交通量を集計した。使用した交通量観測地点は合計 3094 地点であった。

元の交通量データは断面交通量であるため、これを台キロ交通量に換算した。具体的には、影響範囲内の道路の区間距離のすべてを交通量観測地点で調査した自動車が走行したと仮定して、以下の式で台キロ交通量を算出した。

交通量×区間距離(※)=台キロ交通量

※区間距離……地図上から実際の道路の距離を測りとった。

5. 単回帰分析

NO、NO₂、SPM、ベンゼン、NMHC、CO 濃度と上記で示した 7 つの交通量データについて回帰分析を行い、各交通量との相関係数を求めた。その結果を表 1～表 6 に示す。

表 1 各交通量と NO との相関係数
(n=150)

測定局からの距離	2キロ	3キロ	4キロ
24時間交通量	0.700**	0.722**	0.708**
乗用車交通量	0.677**	0.698**	0.679**
貨物車交通量	0.678**	0.712**	0.718**
大型車交通量	0.690**	0.723**	0.723**
大型車混入率	0.435**	0.438**	0.429**
旅行速度	-0.467**	-0.542**	-0.565**
混雑度	0.266**	0.230**	0.374**

(**=1%有意、*=5%有)

表 2 各交通量とNO₂との相関係数
(n=150)

測定局からの距離	2キロ	3キロ	4キロ
24時間交通量	0.720**	0.771**	0.765**
乗用車交通量	0.720**	0.762**	0.749**
貨物車交通量	0.665**	0.731**	0.747**
大型車交通量	0.671**	0.736**	0.753**
大型車混入率	0.392**	0.393**	0.394**
旅行速度	-0.542**	-0.633**	-0.648**
混雑度	0.314**	0.382**	0.436**

(**=1%有意、*=5%有)

表 3 各交通量と SPM との相関係数
(n=140)

測定局からの距離	2キロ	3キロ	4キロ
24時間交通量	0.439**	0.454**	0.454**
乗用車交通量	0.412**	0.426**	0.423**
貨物車交通量	0.459**	0.478**	0.490**
大型車交通量	0.475**	0.495**	0.506**
大型車混入率	0.363**	0.351**	0.376**
旅行速度	-0.299**	-0.350**	-0.388**
混雑度	0.227**	0.223**	0.276**

(**=1%有意、*=5%有)

NO、NO₂、SPMではすべての項目で1%有意となった。一酸化窒素は、乗用車より大型車や貨物車による影響が高くなった。混雑度に関しては、相関がさほど高くならなかった。これは、混雑が必ずしも大都市圏だけのものではないためと考えられる。

NO₂の相関係数はNOより高くなった。中でも24時間交通量がもっとも相関が高くなり、大型車、乗用車より交通量全体における相関が高いという結果が得られた。同様にSPMもすべての項目で1%有意となったが、NO、NO₂と比べると全体的に相関は低く、各相関係

数の差が少なかった。乗用車交通量より大型車交通量による影響が高く、大型車混入率もある程度の相関が認められた。SPMは、固定発生源の排出が比較的多く、自然の発生源もあるため、相関が低くなったと考えられる。

ベンゼンは24時間交通量、乗用車交通量、貨物車交通量、大型車交通量がすべて1%有意となった。逆に大型車混入率、旅行速度、混雑度は高い有意性が認められなかった。ベンゼンは自動車台数に依存し、旅行速度や混雑度など道路事情には影響が少ない。

NMHCは、大型車混入率以外はすべて1%有意、大型車混入率も3キロ、4キロ地点は5%有意の結果となり、多くの項目が1%有意の結果となった。最も相関が高かった項目は旅行速度であり、NMHCは交通量より自

表4 各交通量とベンゼンとの相関係数 (n=26)

測定局からの距離	2キロ	3キロ	4キロ
24時間交通量	0.757**	0.690**	0.639**
乗用車交通量	0.729**	0.661**	0.606**
貨物車交通量	0.774**	0.705**	0.672**
大型車交通量	0.732**	0.701**	0.655**
大型車混入率	0.469*	0.417*	0.320
旅行速度	-0.062	-0.386*	-0.401*
混雑度	0.050	0.129	0.154

(**=1%有意、*=5%有

表5 各交通量とNMHCとの相関係数 (n=66)

測定局からの距離	2キロ	3キロ	4キロ
24時間交通量	0.435**	0.479**	0.456**
乗用車交通量	0.427**	0.457**	0.424**
貨物車交通量	0.397**	0.471**	0.469**
大型車交通量	0.328**	0.419**	0.416**
大型車混入率	0.140	0.242*	0.267*
旅行速度	-0.563**	-0.523**	-0.483**
混雑度	0.352**	0.331**	0.321**

(**=1%有意、*=5%有

表6 各交通量とCOとの相関係数 (n=50)

測定局からの距離	2キロ	3キロ	4キロ
24時間交通量	0.539**	0.620**	0.607**
乗用車交通量	0.563**	0.617**	0.597**
貨物車交通量	0.446**	0.576**	0.602**
大型車交通量	0.456**	0.575**	0.602**
大型車混入率	0.166	0.270	0.306*
旅行速度	-0.536**	-0.610**	-0.600**
混雑度	0.418**	0.392**	0.431**

(**=1%有意、*=5%有

動車の速度による影響が高い傾向が見られる。

COは大型車混入率以外すべて1%有意となった。相関係数の傾向が非メタン炭化水素と似ているが、相関係数は若干高くなった。中でも24時間交通量が最も高くなり、旅行速度も高い相関が認められたため、交通量全体の影響と旅行速度による影響が考えられる。

5. 重回帰分析

NO、NO₂、SPM、ベンゼン、NMHC、CO濃度について、24時間交通量、乗用車交通量、貨物車交通量、大型車交通量、大型車混入率、旅行速度、混雑度を説明変数とし、変数減少法、または強制投入法で重回帰分析を行った。紙面の関係上、個々の分析結果は割愛し、得られた重回帰式のみ示す。

(1) NO

$$Y = 2.332 \times 10^{-8} \times X_1 - 3.692 \times 10^{-4} \times X_2 + 2.217 \times 10^{-2}$$

測定局から4キロ以内の、X₁=大型車交通量、X₂=旅行速度

(2) NO₂

$$Y = 3.98 \times 10^{-9} \times X_1 + 3.981 \times 10^{-2} \times X_2 + 1.618 \times 10^{-2} \times X_3 - 7.703 \times 10^{-3}$$

測定局から4キロ以内の、X₁=24時間交通量、X₂=大型車混入率、X₃=混雑度

(3) SPM

$$Y = 5.336 \times 10^{-9} \times X_1 + 5.117 \times 10^{-2} \times X_2 + 7.724 \times 10^{-3} \times X_3 + 1.632 \times 10^{-2}$$

測定局から3キロ以内の、X₁=乗用車交通量、X₂=大型車混入率、X₃=混雑度

(4) ベンゼン

$$Y = 2.591 \times 10^{-6} \times X_1 + 0.387 \times X_2 + 0.79$$

測定局から2キロ以内の、X₁=24時間交通量、X₂=混雑度

(5) NMHC

$$Y = 8.648 \times 10^{-8} \times X_1 - 4.664 \times 10^{-3} \times X_2 + 0.349$$

測定局から2キロ以内の、X₁=24時間交通量、X₂=旅行速度

(6) CO

$$Y = 1.164 \times 10^{-7} \times X_1 - 6.69 \times 10^{-3} \times X_2 + 0.614$$

測定局から3キロ以内の、 $X_1=24$ 時間交通量、 $X_2=$ 旅行速度

NOでは大型車交通量が、NO₂では24時間交通量が選択された。NO、NO₂は旅行速度や混雑度といった交通の状態より24時間交通量、乗用車交通量などの交通量による影響が高く、交通量の増減が濃度に直接反映される結果となった。

SPMは乗用車交通量、大型車混入率、混雑度が選択されたが、大型車混入率による影響が最も高い影響がある結果となった。

ベンゼンは石油化学系の工場などがない地域では、自動車由来がほとんどであると推定されるが、都市部で特に石油化学系の工場などが多く立ち並ぶ地域では、自動車由来より工場由来が多くなる。このため変数減少法では良い結果が得られなかったため、いくつかの説明変数を強制投入した結果、最も説明力が高くなった結果を用いた。COとNMHCは比較的旅行速度や混雑度の交通状態による影響も寄与しており、一酸化炭素は低速の時排出される物質であるため、このような結果となったと思われる。

以上より、どの汚染物質の回帰式も何らかの交通量と、混雑度または旅行速度で表すことができる結論づけられる。

6. 予測手法の検証

重回帰分析で算出した回帰式について、具体的な事例による検証を行うため、過去の環境アセスメント事例と照らし合わせ検討を行った。ここでは1事例のみの結果を示す。

○甲府市西関東連絡道路の事例

当計画路線は、山梨県の甲府市、笛吹市(旧石和町と春日居町)、山梨市を南西から北東に通過する国道140号の北側を平行する形で計画され、延長約6.2kmの地域高規格幹線道路である。計画区間を図1に示す。

今回は予測地点を甲府市桜井町(図中の予測地点)とし、計画路線による大気汚染濃度の影響を予測した。予測値が環境基準に適合しているか検証するため、日平均値の年間98%値及び、日平均値2%除外値に換算した。

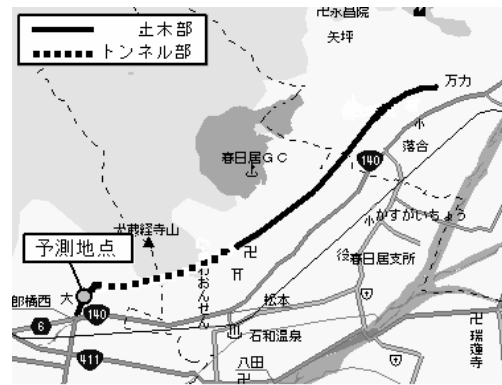


図1 西関東連絡道路計画路線図

表7 大気汚染物質評価結果

	二酸化窒素の 日平均値(ppm)	一酸化炭素の 日平均値(ppm)
アセスメントモデル	0.0387	1.327
本研究モデル	0.0352	1.355
環境基準値	0.04~0.06	10以下

得られた結果は、NO₂濃度、CO濃度のいずれも環境基準値以下で、適合していると評価できる。またアセスメントで実際に用いられたモデルとの比較でも、近い値が得られた。

7. おわりに

本研究では、自動車交通量と大気汚染レベルの関係を、簡便に表現するモデルを得ることを目的とした。

はじめに、交通量と大気汚染物質濃度の関係について単回帰分析を行った結果、大半の組み合わせにおいて有意な相関が得られ、自動車交通との関連が確認された。次いで重回帰分析を行い、最も説明力のあった重回帰式を濃度予測モデル式として導いた。その結果、どの汚染物質のモデルも、何らかの交通量と混雑度または旅行速度の組み合わせで説明することができることが示された。

最後に、得られたモデル式の有効性を検証するため、実際のアセスメント事例に適用した。その結果、アセスメントのモデルとほぼ同様の予測値が得られ、本研究のモデルの有効性が示された。

参考文献

森本大輔;平成15年度山梨大学工学部循環システム工学科卒業論文(2004).