

常時観測データを用いた自動車交通による大気汚染濃度の推計

# Estimation of air pollution from road traffic based on regular observation data

古俣直紀\*\*・松本昌二\*\*\*・宮腰和弘\*\*\*\*

Naoki Furumata, Shoji Matsumoto and Kazuhiro Miyakoshi

## 1. はじめに

地方都市では公共交通機関の未整備、施設の郊外立地などの影響により、車交通量はますます増加する傾向がみられ、大気汚染の実態を正確に把握することは地域環境管理の基本である。そのために自動車排出ガス測定局（以下、自排局とする）が設置され、連続的に汚染濃度の監視を行っており、その設置場所は近くに住居があり、交通量が多く渋滞している路線の道路端、交差点近傍となっている。

しかし、新潟市周辺に設置されている自排局は5ヶ所にすぎない。1992年度現在の $\text{NO}_2$ 濃度を測定している全国の自排局は345ヶ所であり、一般局の数1,406に較べて極めて少ない。<sup>1)</sup> 渋滞地点全てに自排局を配置することはコスト的に困難であるとはいえ、商業施設の新設、道路の整備等による渋滞地点の位置変化に対応しきれていないと言えよう。

一方、車交通量、渋滞状況などについては、警察署と建設省によって常時観測されている箇所が市街地に多く分布している。これら常時観測データを利用して、多数の渋滞地点の汚染濃度を推計し監視することは、環境管理の補完的な方法になり得ると考える。

そこで本研究は、新潟市を対象として、交通、気象などの常時観測されているデータのみを用いて、自動車交通による沿道の大気汚染濃度を推計する方法について実用性を検討することを目的としており、その実用性の範囲内で渋滞地点の濃度推計を試みている。

詳細な車交通流の実態にもとづいた大気汚染予測モデルに関しては、かなり研究が蓄積されている<sup>2)</sup>。本研究では、常時観測データを用いるという制約から、我が国の道路の環境影響評価で実用化されている濃度推計の方法を採用した。

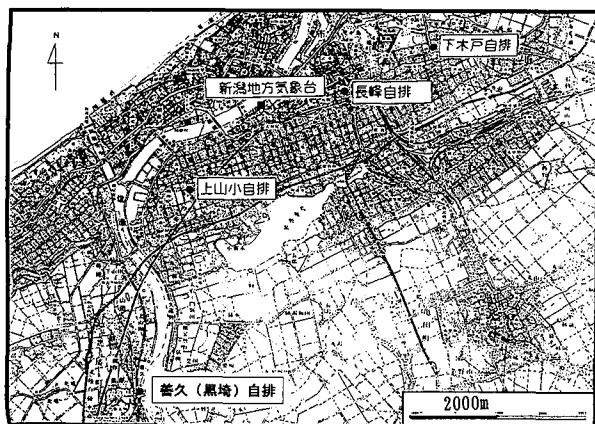


図-1 対象自排局の位置

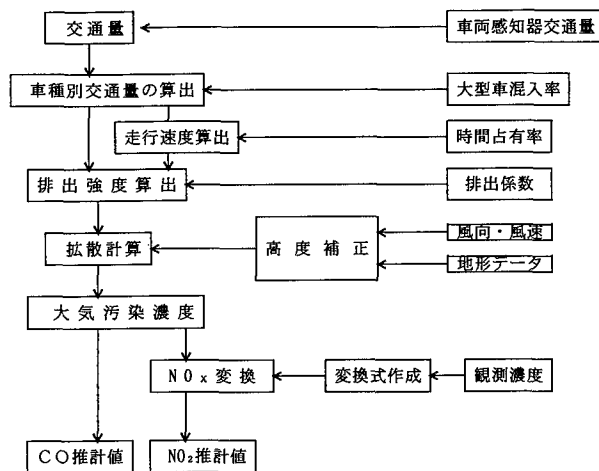


図-2 濃度推計フロー

※-ワ-ト 計画情報、交通公営  
 \*\*正会員 工修 日本道路公団  
 (〒100 東京都千代田区霞が関33-2 TEL:03-3506-0111)  
 \*\*\*正会員 工博 長岡技術科学大学工学部教授 環境・建設系  
 (〒940-21 長岡市上富岡町1603-1 TEL:0258-46-6000)  
 \*\*\*\*正会員 工博 長岡工業高等専門学校環境都市工学科  
 (〒940 長岡市西片貝町888 TEL:0258-34-9280)

## 2. 推計の方法

大気汚染物質の中から、自動車交通の影響を考慮して、窒素酸化物と一酸化炭素を推計対象とした。対象とした自排局は、新潟市設置の3ヶ所（上山小、下木戸、長峰）と新潟市周辺で県設置の1ヶ所（黒埼）であり、図-1にその位置を示す。これら4ヶ所の測定場所は、道路端から3.3-9.3m離れ、地上高3.0-4.2mにある。

濃度推計方法は、「建設省所管道路事業環境影響評価技術指針」<sup>3) 4)</sup>をベースとした排出強度の算出、拡散計算によるものであり、図-2にフローを示す。本研究では、常時観測データのみを用いるため、以下の条件を設定した。

- ①自動車走行台数については、平成2年道路交通情勢調査（以下、道路センサスとする）の交通量、および車両感知器（以下、ディテクターとする）観測の交通量を用いる。
- ②大型車の走行台数は、道路センサスによる24時間観測の大型車混入率を用いて算出する。
- ③走行速度は、ディテクターによって観測された時間オキュパンシーに基づいて算出する。
- ④新潟市内の観測値からあらかじめ $\text{NO}_x$ 変換式を作成し、推計された $\text{NO}_x$ 濃度を $\text{NO}_2$ 濃度に変換して、環境基準と比較する。

## 3. 推計の前提条件

### 1) ディテクター交通量

ディテクター観測の交通量について、新潟市内4地点で道路センサス交通量との比較を行った。図-3は、上山小自排局の近傍道路において、ディテクター交通量と道路センサス交通量とを比較したものである。両者の時間交通量の寄与率は0.991が得られ、ディテクター交通量は十分な信頼性があると認められた。

### 2) 大型車混入率

平成2年道路センサス<sup>5)</sup>をもとに、新潟市内市街地部および郊外部の大型車混入率を設定した。24時間観測点の中から、市街地部については万代2丁目と内野、郊外部については一日市と鳥屋野を選び、それぞれの平均値を大型車混入率とした。図-4は、本推計において設定した平日の大型車混入率である。

### 3) 走行速度

走行速度については、ディテクター観測の時間占有率より以下の式(1)を用いて算出した。なお、平均車長(L)については、大型車の混入を考慮し、大型車混入率によって加重平均を行った。この方法はかなり誤差を伴うものであるけれども、やむを得ず採用した。

$$V = \frac{Q}{Occ} \times (L + d) \cdots \cdots (1)$$

ただし、V：走行速度(Km/h)、Q：走行台数(台/h)、L：平均車長(m)、Occ：時間占有率、d：感知領域(m)

### 4) 排出係数

排出係数については、建設省土木研究所および東京都環境保全局の行った2種類の調査結果を比較検討した。<sup>6) 7)</sup>2種類の排出係数を走行速度全域にわたって設定するため、2次式または3次式の回帰分

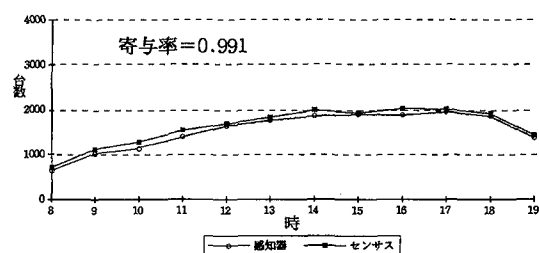


図-3 上山小観測交通の比較

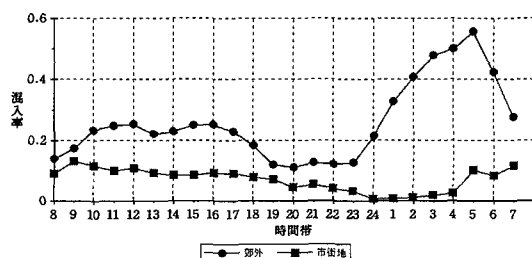


図-4 新潟市内大型車混入率（平日）

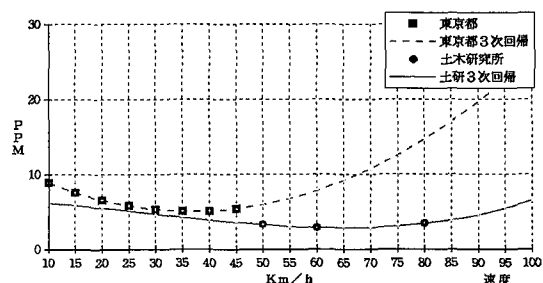


図-5  $\text{NO}_x$ 排出係数（大型車）

析により補間を行った。その排出係数を用いて、上山小、下木戸地点の12時間汚染濃度を推計して自排局観測値と比較したところ、土木研究所の方が相関が高いため、その回帰式を用いることとした。図－5に本研究の排出係数の一例（NOx大型車）を示す。

### 5) 風向・風速

風向・風速については、新潟地方気象台観測による16方位時間別データを用いた。また、風速については、式(2)によって、予測点高度での風速を算出した。

$$U=U_0\cdot(H/H_0)^{\alpha}\cdots\cdots(2)$$

ただし、U：高さH(m)の推計風速(m/s)  
 U<sub>0</sub>：基準高さH<sub>0</sub>(m)の風速(m/s)  
 α：べき指数〔市街地：1/3、郊外：1/5〕

拡散式については、「建設省所管道路事業環境影響評価指針」<sup>4)</sup>に従い、有風時（風速が1m/sを超える場合）にPlume式、静穏時（風速が1m/s以下の場合）にPuff式を使用している。

### 6) NOx変換式

環境基準で定められるNO<sub>2</sub>濃度を推定するために、新潟市におけるNOx変換式を作成した。平成4年度の一般局国設新潟のNOx、NO<sub>2</sub>濃度時間平均値について回帰分析を行い、変換式(3)が寄与率0.922で得られた（図－6）。<sup>8)</sup>これは建設省土木研究所の式（土研式）に比べて2-3倍高い値となる。<sup>10)</sup>

$$NO_2=0.418\cdot NO_x+0.0018\cdots\cdots(3)$$

## 4. 大気汚染の現況と推計結果

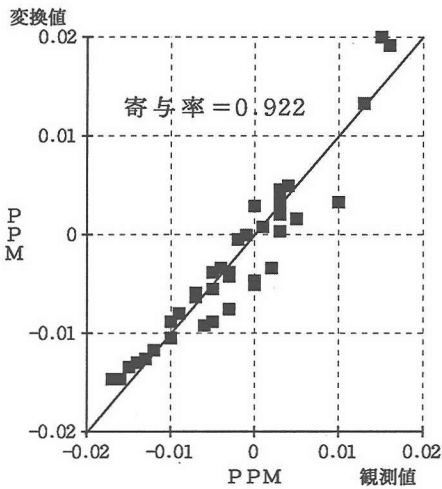
### 1) 対象地点の交通状況

上山小地点の交通状況（平日）を図－7に示す。自排局4ヶ所のほとんどで、昼間の時間交通量は2,000台を超えている。大型車走行台数は、本研究において設定した大型車混入率によって算出した台数であるが、朝ピークの時間帯に多くなっている。路線バスの走行を考慮した場合、実際の走行状況をうまく再現できていると考える。また、深夜の走行速度は高いのが通常であるが、図－7では特に高く推定されている。これは時間占有率の有効数字の少ないことが主な原因であり、高速時ほど（時間占有率が小さいほど）誤差が大きくなる性質を持っている。従って深夜の走行速度については、信頼性に欠

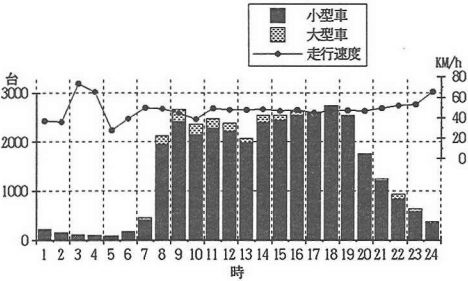
けると推察される。

### 2) 対象地点における観測濃度<sup>8)</sup>

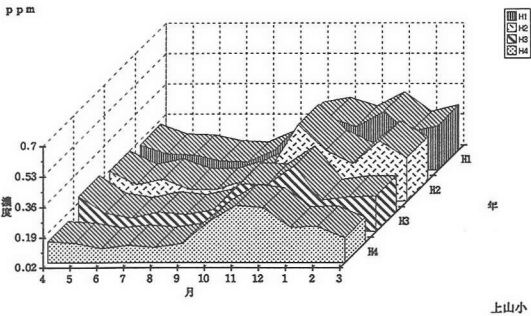
NOx、COについて、月平均観測濃度の経年変化をみると、どの自排局でも極端な高濃度は観測されていない（上山小の月平均濃度のNOxは0.02-0.05ppm、COは0.4-0.6ppm）。また、冬季になると観測濃度が



図－6 NO<sub>x</sub>変換式の相関図



図－7 上山小の交通状況（平日）



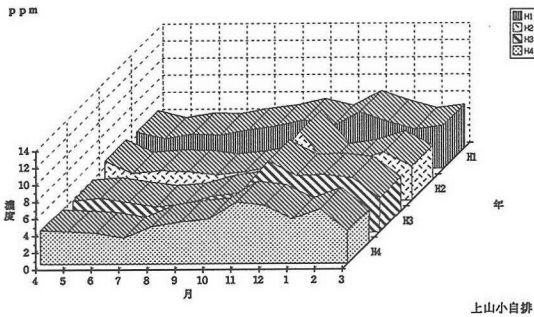
図－8 NO<sub>x</sub>月<sup>平均</sup>濃度経年変化（上山小、平日）

高くなり、一般的に言われているNOx濃度が冬季に高くなるという傾向が、新潟市においても確認された。この傾向は、自動車排出ガスの直接的影響が比較的少ない一般局でも同様にみられた。

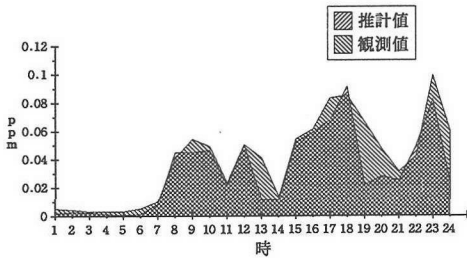
また、月間ピーク濃度は、図－8、図－9のように、月平均濃度のおよそ10倍前後の値が観測されており、新潟市のような地方都市においても、ピーク時にはかなり高い濃度になることがわかる。

3) 時間帯別濃度の推計

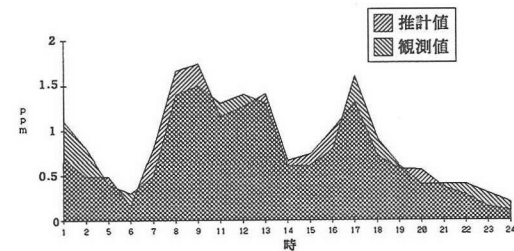
NOxとCOの汚染濃度は、前述のように秋から冬にかけて高いので、冬季の高濃度期について汚染濃度の推計を行った（平日は1994年11月15日、休日は1994年11月30日）。自排局4ヶ所のなかで推計精度が最も高かった上山小地点について、濃度推計の結果



図－9 CO月平均濃度経年変化（上山小、平日）



図－10 NOx推計濃度（上山小、平日）



図－11 CO推計濃度（上山小、平日）

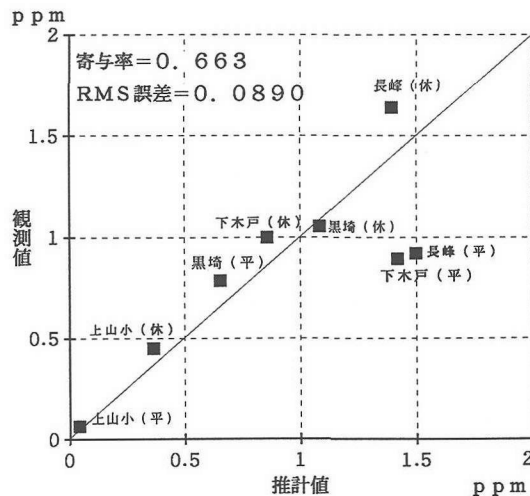
を図－10、11に示す。なお、バックグラウンド濃度は時間変動が大きく、推計値に加算する場合としない場合を比較したところ、統計的には加算しない場合の方が適合度が高いので、加算しないこととした。

表－1は、対象4地点における時間帯別濃度の推計値と観測値のRMS誤差と寄与率を示したものである。NOx濃度の推計については、長峰地点の推計においてRMS誤差が大きかった。これは、周辺に建造物があり、風向・風速データが設定した値と異なるためと考える。CO濃度の推計については、全体的にRMS誤差が大きく、これは排出係数の設定に問題

表－1 対象4地点の時間帯別濃度推計結果

| 空<br>素<br>酸<br>化<br>物<br>推<br>計 | 平      | 地 区                             | R M S 誤 差 | 寄 与 率 (R <sup>2</sup> ) |        |
|---------------------------------|--------|---------------------------------|-----------|-------------------------|--------|
|                                 |        | 上 山 小                           | 0.0148    | 0.799                   |        |
|                                 |        | 下 木 戸                           | 0.0723    | 0.684                   |        |
|                                 |        | 長 峰                             | 0.2171    | 0.612                   |        |
|                                 | 日      | 黒 埼                             | 0.0349    | 0.814                   |        |
|                                 |        | 休                               | 上 山 小     | 0.0122                  | 0.788  |
|                                 |        |                                 | 下 木 戸     | 0.0660                  | 0.550  |
|                                 | 長 峰    |                                 | 0.0575    | 0.550                   |        |
|                                 | 日      | 黒 埼                             | 0.0783    | 0.188                   |        |
|                                 |        | 一<br>酸<br>化<br>炭<br>素<br>推<br>計 | 平         | 上 山 小                   | 0.1841 |
| 下 木 戸                           | 1.1462 |                                 |           | 0.088                   |        |
| 長 峰                             | 0.9761 |                                 |           | 0.581                   |        |
| 日                               | 黒 埼    |                                 | 0.4223    | 0.588                   |        |
|                                 | 休      |                                 | 上 山 小     | 0.2252                  | 0.625  |
| 下 木 戸                           |        |                                 | 1.0985    | 0.086                   |        |
| 長 峰                             |        |                                 | 1.0426    | 0.023                   |        |
| 日                               | 黒 埼    |                                 | 0.9126    | 0.192                   |        |

（網掛け部分は、R<sup>2</sup> 0.55以上、RMS 0.2以下）



図－12 日平均NOx濃度相関図

があったと考える。特に、下木戸地点のCOについては、交差点を2本の単路部とみなして推計したために大きな誤差が生じたと考える。寄与率は、全体的に平日に比べて休日に低い値となり、これは休日の大型車混入率の設定に問題があると考えられる。

4) 日平均濃度の推計

環境基準が日平均で定められていることから、時間帯別に求めた大気汚染濃度を平均して日平均の濃度を求めた。図-12、図-13は、それぞれNOx、COの日平均濃度を示したものである。この結果でも長峰地点、下木戸地点は推計の適合度が低いが、長峰地点は風向・風速データに問題があり、下木戸地点は交差点部であることが影響していると考えられる。

5) 推計方法の実用性

常時観測データのみを用いた時間帯別濃度の推計方法は、NOx濃度ではおおむね  $R^2=0.55-0.8$  が得られ、実用性があると評価できる。CO濃度では、半分の地点で  $R^2=0.2$  以下であるため、実用性は低い。しかし、日平均濃度に関しては、NOx、CO共に  $R^2=0.7$  に近い値が得られ、全体の傾向を知るためには実用的な方法と言える。

本研究の濃度推計フローでは、排出強度の算定と拡散計算の二段階から誤差が生じる。第一段階では土木研究所の排出係数と大型車混入率が、第二段階では風向風速データが、誤差の主な原因である。

5. 渋滞地点における濃度推計

新潟市周辺の平成5年渋滞実態調査<sup>9)</sup>により、朝夕ピーク時に1,000m程度の渋滞が認められた箇所の中から6地点を選び、道路端2m、地上高1.5mの場所で、実用性があると判定されたNOx、NO<sub>2</sub>濃度を推計した(表-2)。時間は、平成2年10月2日、午前7時から8時、午後4時から5時の2つの時間帯とした。時間交通量は、2,000から3,000台の箇所がほとんどで、速度は15-40km/hである。

比較のために、表-3に自排局のピーク時観測濃度を示す。表-2の推定値と表-3の観測値が著しく違う主な原因は、自排局の測定場所が道路端・地上高とも離れているからと考えられる。

環境基準は、時間濃度の1日平均値で設定されており、NO<sub>2</sub>が0.06ppmとなっている。本研究の変換式(3)によれば、NOxで0.169ppmである。今回の渋滞地

点における推計結果は時間推計値ではあるが、NO<sub>2</sub>濃度は環境基準を越えて非常に高く、自排局におけるピーク時の10倍以上の値が推計された。自排局の測定場所が、道路近傍の汚染濃度の高い所に必ずしも位置していないことに注意が必要である。

6. まとめ

交通、気象などの常時観測データのみを用いて、NO<sub>2</sub>とCOの大気汚染濃度を推計する方法について、実用性とその問題点が明らかになった。時間濃度の推計方法は、NOx濃度では実用性があると評価でき

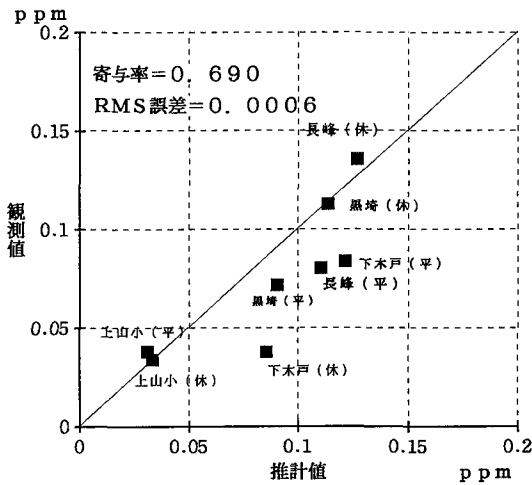


図-13 日平均CO濃度相関図

表-2 渋滞地点のピーク時濃度推計結果

| 地 区    | 時 間 | 小型車<br>(台) | 大型車<br>(台) | 速度<br>Km/h | NO <sub>x</sub> | NO <sub>2</sub> |
|--------|-----|------------|------------|------------|-----------------|-----------------|
| 明石1丁目  | 朝   | 2811       | 258        | 18.4       | 0.9356          | 0.3799          |
|        | 夕   | 3429       | 149        | 14.8       | 0.3162          | 0.1213          |
| 笹越橋    | 朝   | 2320       | 212        | 40.2       | 0.5067          | 0.2234          |
|        | 夕   | 2044       | 89         | 26.5       | 0.1903          | 0.0687          |
| 大野大橋西詰 | 朝   | 2847       | 262        | 24.8       | 0.7287          | 0.2935          |
|        | 夕   | 2552       | 111        | 26.8       | 0.2483          | 0.0929          |
| 黒崎IC   | 朝   | 1394       | 128        | 28.3       | 0.3731          | 0.145           |
|        | 夕   | 2271       | 99         | 43.7       | 0.3261          | 0.1254          |
| 小針IC   | 朝   | 2037       | 187        | 14.3       | 0.4888          | 0.1933          |
|        | 夕   | 2370       | 103        | 49.8       | 0.2689          | 0.1015          |
| 有明大橋東詰 | 朝   | 1495       | 137        | 18.2       | 0.7284          | 0.2934          |
|        | 夕   | 2292       | 99         | 10.7       | 0.2668          | 0.1007          |

表-3 自排局の朝夕ピーク時観測濃度

| 地 区 | 時 間 | 小型車<br>(台) | 大型車<br>(台) | NO <sub>x</sub> | NO <sub>2</sub> |
|-----|-----|------------|------------|-----------------|-----------------|
| 上山小 | 朝   | 2582       | 273        | 0.084           | 0.026           |
|     | 夕   | 2527       | 238        | 0.054           | 0.013           |
| 下木戸 | 朝   | 1883       | 170        | 0.074           | 0.022           |
|     | 夕   | 1808       | 129        | 0.131           | 0.047           |

上山小：道路端9.3m、地上高4.2m  
下木戸： " 3.3m、 " 4.0m

るが、CO濃度では実用性は低い。しかし、日平均濃度に関しては、NO<sub>x</sub>、CO共に全体の傾向を知るためには実用的な方法と言える。

本研究の濃度推計フローでは、排出強度の算定と拡散計算の2段階から誤差が生じる。第1段階では、土木研究所や東京都以外の排出係数の適用、および大型車混入率の推定や実測の問題を考慮する必要がある。第2段階では、推定する地点近傍の風向風速データを実測または推定によって確保することが望ましい。

#### 【参考文献】

- 1) 柴田徳衛、他：車依存社会、自動車排ガス汚染から考える、実教出版、1995.
- 2) A. Matzoros and D.V. Vliet: A model of air pollution from road traffic, based on the characteristics of integrated flow and junction control: Part II-Model results, Transportation Research 26A, 4, 331-355, 1992.
- 有蘭 卓、他：交通制御による大気汚染低減効

果の評価用実用型シミュレータに関する研究、環境保全研究成果集、環境庁、1991.

- 3) 日本道路協会：道路環境整備マニュアル、1989.
- 4) 金安公造：道路の環境、交通工学実務双書、第10巻、1988.
- 5) 建設省北陸地方建設局：全国道路交通情勢調査、1991.
- 6) 足立義雄、他：道路走行時における自動車排ガス量に関する研究、土木研究所報告、第164号、1984.
- 7) 東京都環境保全局：都市内自動車交通量および自動車排出ガス量算出調査報告書、1992.
- 8) 新潟県環境保健部公害対策課：大気汚染測定結果報告、1993.
- 9) 建設省北陸地方建設局新潟国道工事事務所：渋滞実態調査作業報告書、1993.
- 10) 島津康男：新版環境アセスメント、NHKブックス、1987.

---

#### 常時観測データを用いた自動車交通による大気汚染濃度の推計

古俣直紀・松本昌二・宮腰和弘

新潟市内の自動車排出ガス測定局4ヶ所を対象として、交通、気象の常時観測されているデータのみを用いて、自動車交通による沿道の大気汚染濃度（窒素酸化物と一酸化炭素）を推計し、その誤差を検定することによって、常時観測データのみによる濃度推計の実用性を検討する。濃度推計方法は、「建設省所管道路事業環境影響評価技術指針」をベースにする。その結果、常時観測データのみを用いる推計方法は、NO<sub>x</sub>時間濃度では実用性があると評価できるが、CO時間濃度では実用性が低い。日平均濃度に関しては、NO<sub>x</sub>、CO共に全体の傾向を知るためには実用的な方法と言える。問題点として、採用する排出係数、大型車混入率の推定や実測、風向風速データの実測または推定があげられる。

#### Estimation of air pollution from road traffic based on regular observation data

Naoki Furumata, Shoji Matsumoto and Kazuaki Miyakoshi

This paper develops the method to estimate air pollution concentrations from road traffic by using regular observation data of traffic and wind, and identifies its applicability. The analysis uses the observation data of air pollution (nitrogen oxide and carbon monoxide) at the four measuring stations in the city of Niigata, and applies the method of estimating air pollution for the Environmental Impact Assessment of highways. The result reveals the possibility of using regular observation data, but some analytical problems such as the estimation errors of vehicle emission rates, traffic of large vehicles, and the direction and velocity of wind.