

## 松本市渚交差点における大気中ベンゼン濃度の予測

土屋としみ\*・原田 勉\*\*・野溝春子\*・笹井春雄\*  
薩摩林光\*・林 弘道\*・横内陽子\*\*\*

1997年10月から実施している有害大気汚染物質モニタリング調査結果によると、松本市渚交差点ではベンゼン濃度の年平均値が調査開始から2003年まで環境基準超過が続いた。そこで同交差点におけるベンゼン濃度の実態把握を目的に、交差点周辺の濃度分布調査を行なった。その結果測定局は汚染状況をよく反映する妥当な場所であることがわかった。

また、2004年度のデータを解析し、同交差点における大気常時監視項目を用い、ベンゼン濃度の予測を行なった。ベンゼン濃度はCO濃度、風速、SPM濃度の3つを用いた予測式でよく説明できた。

予測式を用いて1日ごとに求めたベンゼン濃度から、月間及び年間の平均濃度予測を行なった。その結果、実測値で環境基準値を下回った月においても、予測値の月平均では環境基準を上回るケースのあることがわかった。人為汚染源の少ない八方尾根での観測データを比較対照として、予測式の妥当性の検証を行なった。渚交差点における1日ごとの予測値の最低値は、八方尾根の年平均濃度と比較した結果近い値を示し、予測式が妥当であることがわかった。

キーワード：有害大気汚染物質、ベンゼン、八方尾根、予測

### 1. はじめに

大気汚染防止法第18条の23の規定により、本県では1997年10月から有害大気汚染物質モニタリング調査を一般環境4地点、沿道1地点、発生源周辺1地点で毎月一回実施している。その結果によると沿道の地点である松本市渚交差点では、ベンゼン濃度の年平均値が調査開始から2003年まで、7年連続で環境基準を超過した。

本研究では松本市渚交差点におけるベンゼンの環境基準超過の実態を把握するため、交差点周辺の濃度分布調査を行なうとともに、2004年度のデータを解析し、大気常時監視項目から予測式を推定して、1日ごとのベンゼン濃度の予測値を求め、更に月間及び年間の平均濃度の予測を行なった。

周辺に汚染源の少ない八方尾根での観測データを比較対照として、予測式の妥当性を検証した。

### 2. 調査方法

有害大気汚染物質測定方法マニュアル<sup>1)</sup>に基づく容器採取-ガスクロマトグラフ質量分析法に従った。

あらかじめ減圧した、内面を不活性化処理したステンレス製試料採取容器 (Canister, 内容量6 L) に、パッシブエアースンプラーを装着し、約3.3mL/minの流速で24時間連続採取した。実験室に持ち帰り、Canisterを加圧処理した後、試料濃縮導入装置を用いて低温濃縮・加熱脱離してガスクロマトグラフ質量分析計に導入し分析した。内部標準ガスはトルエン-d<sub>8</sub>を使用した。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 経年変化

松本市渚交差点は図1のとおり国道19号線と、松本駅から上高地、松本インターチェンジ方面へ通じる国道143号線 (国道158号線) が交差している。1999年度の道路交通センサス報告書<sup>2)</sup>によると、平日24時間の交通量は渚交差点近くの測定場所で、国道19号線が約21000台、国道143号線が25000台と交通量が非常に多く、渋滞しやすい交差点である。また、2002年度末から2004年度にかけて、以前交差点にあった大きな工場と、それを取り囲んでいた高さ2mあまりの塀が取り払われ、大規模なショッ

\* 長野県環境保全研究所 環境保全チーム 〒380-0944 長野市安茂里米村1978

\*\* 長野県環境保全研究所 循環社会チーム、

\*\*\* (独)国立環境研究所

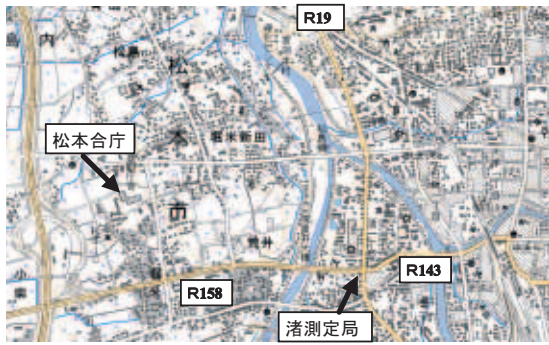


図1 測定地点

表1 ベンゼン濃度の経年変化

		(μg/m <sup>3</sup> )							
年度		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
松本市 渚交差点		5.2	4.5	5.5	4.9	3.4	3.1	3.3	2.8
松本 合同庁舎		3.0	1.9	2.6	2.2	1.3	1.0	1.2	1.2
全国平均 (沿道)		4.8	4.4	3.3	3.1	2.9	2.6	2.5	2.4
全国平均 (全地点)		3.4	3.3	2.5	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8

(網掛け部分は環境基準超過)

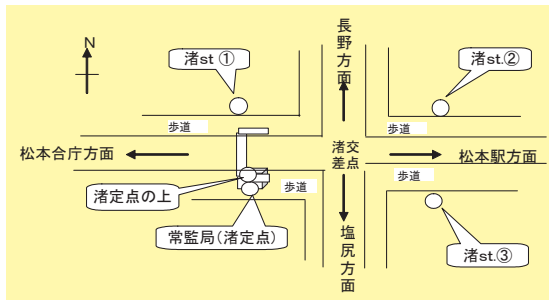


図2 濃度分布調査地点  
(調査期間中の主風向NNW, 平均風速2.0/sec)

ピングセンターがオープンした。

渚交差点におけるベンゼン濃度の経年変化を全国の値と比較し、表1に示す<sup>3), 4)</sup>。なお、同地点周辺の一般環境濃度として、約1.2km離れた松本合同庁舎のデータをあわせて示す。大気汚染防止法に基づく「自動車の燃料の性状に関する許容限度及び自動車の燃料に含まれる物質の量の許容限度」の改正により、2000年1月1日からガソリン中のベンゼン含有率の許容限度が、それまでの5%以下から1%以下に改正された。このことにより大気中のベンゼン濃度は全国的に見ても大きく改善され、沿道においても2001年度には全国平均値が環境基準を下回るようになった。しかし渚交差点では減少の度合いは緩やかで、2004年度になってようやく環境基準を下回った。なお約1.2km離れた一般環境測定地点である松本合同庁舎では、濃度の変動パターンは一致するものの、環境基準超過は一度も見られなかった。

### 3.2 濃度分布調査

渚交差点における測定地点の妥当性を評価するため、2002年6月24日から25日にかけて図2のとおり、常時監視測定地点(渚定点)を含めて、交差点周辺4地点で濃度分布調査を実施した。また高さの違いによる濃度差を見るため、渚定点(地上高3.1m)の鉛直方向(地上高6.8m)に採取地点を設けた。

調査期間中の主風向は北北西、平均風速は2.0m/sであった。渚交差点における年間の気象状況をみると、主風向が北北西、年間平均風速は2.0~2.4m/sである。このことから、調査期間は年間の気象状況をほぼ代表する条件であったと考えられる。

調査の結果を図3に示す。主風向の風下に位置する渚定点は渚st③とともに、それぞれ3.0 μg/m<sup>3</sup>、3.2 μg/m<sup>3</sup>と高い濃度を示し、道路を挟んで風上にあたる渚st①、②では0.8 μg/m<sup>3</sup>、1.8 μg/m<sup>3</sup>と低い値であった。また高度差を見ると、定点上(地上高6.8m)では2.1 μg/m<sup>3</sup>と、渚定点(地上高3.1m)濃度の約2/3であった。これらのことから年間主風向の風下にあたる渚定点の場所は、渚st③とともに自動車排ガスの影響を強く受け、沿道の測定局として汚染状況を代表できるポイントであるといえる。

### 3.3 大気常時監視項目との相関

大気汚染常時監視データを用いてベンゼン濃度を推定する試みは、関東地方環境対策推進本部大気環境部会によって1998年度から2000年度のデータを用いて行なわれ、ベンゼン濃度はCO及び非メタン炭化水素濃度と相関があり、これらの成分を用いてベンゼン濃度が推定できることが報告されている<sup>5), 6)</sup>。

表2 渚交差点における2004年度大気常時監視項目との相関  
( $P_{0.001}=0.84705$ )

	ベンゼン	風速	SPM	NO	NO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>
ベンゼン	1.000						
風速	-0.946	1.000					
SPM	0.133	-0.072	1.000				
NO	0.955	-0.938	0.121	1.000			
NO <sub>2</sub>	0.718	-0.762	-0.087	0.702	1.000		
CO	0.979	-0.904	0.186	0.946	0.678	1.000	
NO <sub>x</sub>	0.952	-0.949	0.076	0.985	0.815	0.935	1.000

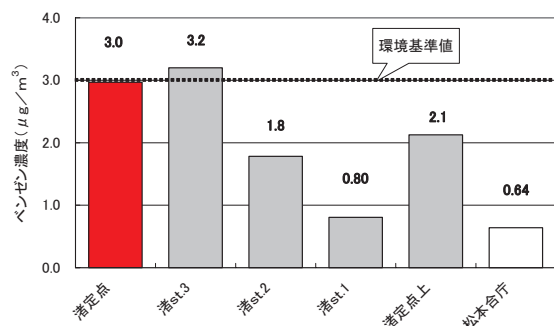


図3 濃度分布調査の結果 (2002.6.24~25)

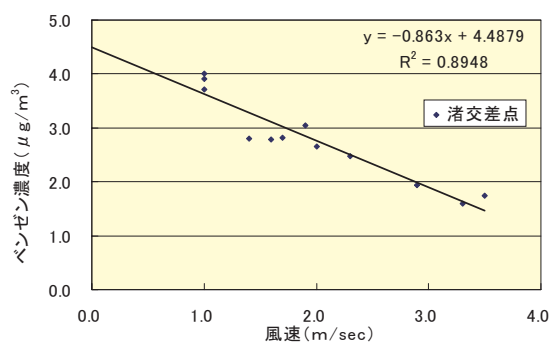


図4 風速との相関 (2004年度)

ショッピングセンター等周辺整備が終了した2004年度の渚交差点におけるベンゼン濃度と、同地点における大気常時監視項目との相関を表2に示す。ベンゼン濃度は自動車排ガス起源であるCO, NO, NO<sub>x</sub>と相関係数0.95 ( $P_{0.001}=0.84705$ )以上の高い相関関係を示した。また風速も相関係数0.9以上と強い相関が見られた。風速とベンゼン濃度の強い相関は県内の一般環境の測定地点では見られず、渚交差点に特徴的なものであった。これは測定地点が発生源に近接し、前述したように発生源からの影響を直接受けるためと考えられる。

2004年度のベンゼン濃度と風速及びCO濃度の関係(日平均値)を図4, 5に示す。実測値のベンゼン濃度と風速の関係式を外挿すると、渚交差点での日平均値の最高値は4.5 μg/m<sup>3</sup>程度であると考えられる。

重回帰分析を用いて、相関の良い風速とCO濃度を中心に、ベンゼンの濃度を最もよく説明するための変数の組み合わせを検討した。その結果ベンゼン濃度は

$$C = 2.9 \times CO - 0.14 \times WS - 0.0036 \times SPM + 0.66$$

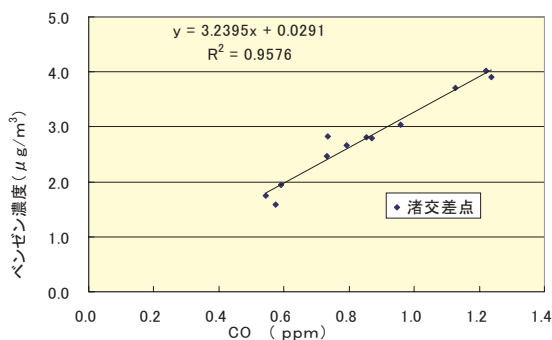


図5 CO濃度との相関 (2004年度)

C : ベンゼン濃度 (μg/m<sup>3</sup>)

CO : CO濃度 (ppm)

WS : 風速 (m/s)

SPM : SPM濃度 (μg/m<sup>3</sup>)

の式で最もよく説明できた(重相関係数R=0.99)。

### 3.4 予測式を用いたデータの解析

上記の関係式を予測式として用い、2004年度の

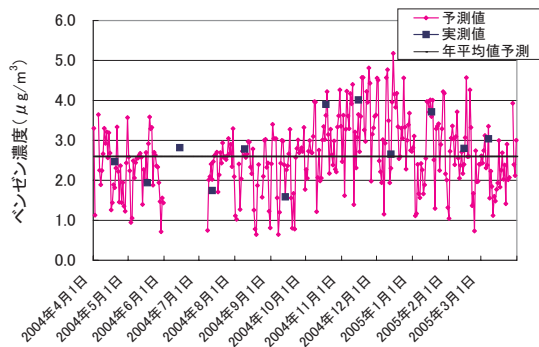


図6 ベンゼン予測値と実測値 (2004年度)

一日ごとのベンゼン濃度を予測し、そこから年平均値を推定した(図6)。その結果、予測値による年平均値は $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、月1回の実測値の年平均値 ( $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) とほぼ一致した。

### 3.5 季節変動と予測式の検証

北アルプス唐松岳の中腹 (1850m) に位置し、近隣からの汚染は殆どないと考えられる国設八方尾根酸性雨測定所で測定したデータと比較して、季節変動と予測式の検証を行った。ここでは八方尾根のデータは月2回測定した平均値を使用している。

渚交差点における季節変動を見ると、八方尾根のデータと同様に秋から冬にかけてベンゼンの濃度が高く、春から夏にかけて濃度が低くなる傾向が見られた (図7)。特に予測値の月平均値をみると、実測値と比べて、季節変動がより顕著になった。また、2004年12月のデータを見ると、実測値では $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と環境基準を下回っているものの、予測値の月平均値では $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と環境基準を上回った。なお1日ごとの予測値の最高値、最低値はそれぞれ $5.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。最高値となった日の風速の日平均値は $0.6 \text{m}/\text{sec}$ 、CO濃度は $1.6 \text{ppm}$ であり、年間最高値であった。また最低値となった日の風速は $6.1 \text{m}/\text{sec}$ で、日平均値としては年間最大値であり、CO濃度は年間最低値の $0.3 \text{ppm}$ であった。

予測値における最高値は $5.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、図4の実測値と風速との関係式から求められた切片 ( $WS=0 \text{m}/\text{sec}$ ) が $4.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であることから、ほぼ妥当な値と考えられる。また予測値の最低値は $0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、松本合同庁舎の2004年度実測の最低値が $0.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、バックグラウンド値である

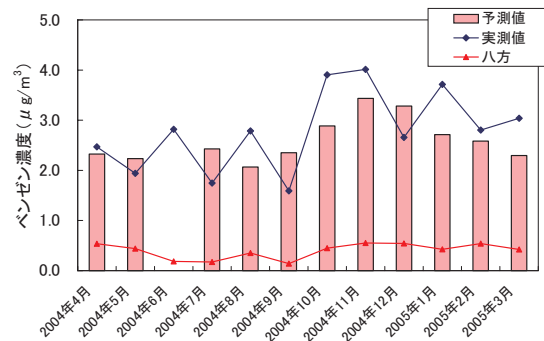


図7 予測値の月平均と実測値の比較 (2004年度)

八方尾根の2004年度年平均値が $0.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であることから、こちらも指標となる値に近い値となった。これらのことから、この予測式は妥当であると考えられる。

## 4. おわりに

ショッピングセンターのオープンによって広い駐車場ができ、以前渚交差点にあった大きな工場やそれを取り囲んでいた塀や植栽が取り払われ、渚交差点では時期を同じくしてベンゼン濃度と風速との相関が非常によくなった。これにより風速等常時監視項目を用いてベンゼン濃度を予測することが可能となった。

予測式については2005年度の測定結果に適用し、その妥当性を検証中であるが、交通量が現状のままであれば、本予測式によればベンゼン濃度の年平均値は環境基準をぎりぎり下回ると推定される。しかし商業化等に伴い交通量の増加のおそれがあるため、今後も交通量の変化には注意を払う必要がある。

予測式を用いることで今後の環境行政の施策に役立つものと考えられる。

## 文献

- 1) 環境省 (1997) 有害大気汚染物質測定方法マニュアル。
- 2) 長野県土木部道路建設課 (2001) 平成11年度新・道路交通センサス報告書。
- 3) 環境省ホームページ (2006)  
<http://www.env.go.jp/air/osen/monitoring>

/mon\_h16/tab1\_2\_3.html

- 4) 長野県生活環境部公害課 (1997~2004) 大気汚染等測定結果.
- 5) 関東地方環境対策推進本部大気環境部会(2002) 平成13年度ベンゼンによる大気汚染状況調査報告書.
- 6) 薩摩林光 (2003) 衛公研情報, 33(2), 4~7.
- 7) 井川学, 中田典秀, 大河内博 (1999) 降水中の揮発性有機化合物濃度とその支配要因, 大気環境学会誌, 34, 211~218.

## Presumption of benzene concentration in Nagisa intersection, Matsumoto City

Toshimi TSUCHIYA\*, Tsutomu HARADA, Haruko NOMIZO, Haruo SASAI,  
Hikaru SATSUMABAYASHI, Hiromichi HAYASHI, and Yoko YOKOUCHI

\* *Nagano Environmental Conservation Research Institute, Environmental Conservation Team,  
1978 Komemura, Amori, Nagano 380-0944, Japan*