

沿道ベンゼン濃度の推定と過剰生涯発ガンリスク評価に関する研究

石 世 昆 (大阪大学) 加賀昭和 (大阪大学)
近藤 明 (大阪大学) 井上義雄 (大阪大学)

1. はじめに

有害大気汚染物質のベンゼンは白血病の原因となる発ガン物質であり、平成9年環境省により「優先取り物質」として環境基準 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ が設定された。また、米国 EPA では $2.2 \sim 7.8 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\mu\text{g}$ のベンゼンのユニットリスクが提唱されている。この値とベンゼン暴露濃度の積をとると過剰生涯発ガンリスクが算出できる^{1,2)}。一方、大気中のベンゼン濃度は希薄であるため、その濃度測定は容易ではない。ベンゼンの発生源が主としてガソリン車等の移動発生源と考えられることから、 NO_x 等窒素酸化物との相関関係があれば、全国各地に設置されている自動車排気ガス測定局(以下自排局という)の窒素酸化物データからベンゼン濃度は推測できる³⁾。本研究では、兵庫県芦屋市の国道43号線沿道近傍領域を研究対象地域とし、主として自動車排ガスに含まれるベンゼンによる過剰生涯発ガンリスク評価を目的として、シミュレーションによる沿道ベンゼン濃度の推定を行った。また、シミュレーションのパラメータとしてのベンゼンの排出量を NO_x データから見積もったので報告する。なお、ベンゼン濃度の測定は同市打出町に設置されている打出自排局で行い、その他のデータも同測定局の観測データを用いた。

2. ベンゼン濃度の測定と沿道ベンゼン濃度の推定

2.1 ベンゼン濃度測定

ベンゼン濃度測定は平成14年11月8日11時から19日10時の期間に行った。打出自排局は芦屋市の南部に位置し、沿岸部とほぼ平行に東西に走る国道43号線の北側約10メートルの位置に設置されている(図1)。なお、(1)交通量が多いこと、(2)瀬戸内海と六甲山に挟まれ南北の風向が卓越すること、により打出自排局を測定地点に選定した。ベンゼンのサンプリングは同自排局の排ガス導入管



図1 芦屋市打出町周辺の地図

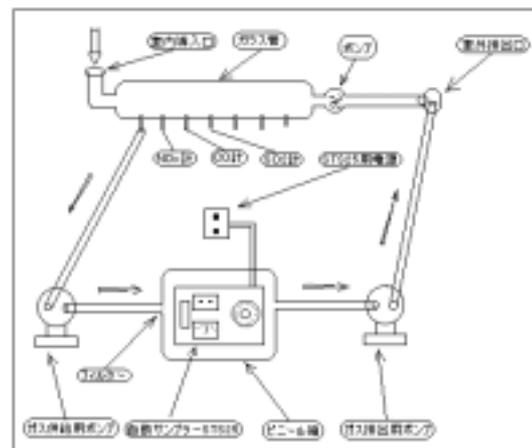


図2 サンプリング装置図

より分岐し，1時間間隔で自動サンプラ（パーキンエルマー製 STS-25）により，また分析は自動着脱装置を装備した GC-MS（島津製作所製 GC-17A + QP5000）により，行った．

2.2 ベンゼン濃度と窒素酸化物濃度との関係

ベンゼンと窒素酸化物の測定期間中における濃度の時系列変化を図3に示す．ただし，NO，NO₂，NO_xの測定値は打出自排局の測定データを用いた．図3において，ガソリン車がディーゼル車に比べて多く通過する昼間期はベンゼンの方が窒素酸化物に比べて高い傾向を示し，反対にディーゼル車がガソリン車に比べて多く通過する夜間には窒素酸化物が高い傾向を示す．ガソリンには無鉛化に対する代替措置としたオクタン価向上のためのベンゼンが添加されており，ディーゼル燃料である軽油には添加されていないことを考慮すると，全期間にわたってベンゼンと窒素酸化物の濃度変化がほぼ一致している．ただし，12時におけるベンゼンの測定値は分析に誤りがあったものと思われる．

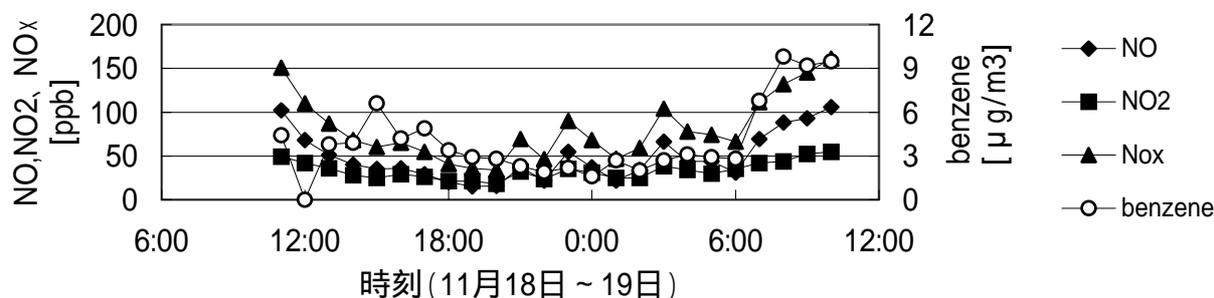


図3 ベンゼンとNO，NO₂，NO_xの濃度変化

2.3 沿道ベンゼン濃度推定

図4にベンゼンとNO_xの濃度の関係を示す．ただし，図4はNO_xにおけるガソリン車とディーゼル車の寄与率考慮していない．この図よりNO_xの濃度がわかれば，ベンゼン濃度が推測できる．例えば，交通センサシステムを利用することにより，道路沿いのベンゼン濃度の推定が可能となる．表1は平成14年の打出町における車

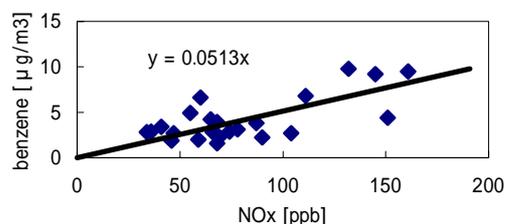


図4 ベンゼン濃度とNO_x濃度の関係

表1. ベンゼンの推定排出量

	乗用車	バス	小型貨物車	普通貨物車	バイク	TOTAL
ガソリン車 Nox 排出原単位 [g/km]	0.06	-	-	-	0.30	-
ディーゼル車 Nox 排出原単位 [g/kwh]	-	4.5	4.5	4.5	-	-
打出町 平均速度 [km/h]	-	23.3	23.3	23.3	-	-
交通量 [台/day]	39605	156	9074	21021	2140	71996
ガソリン車 NOx 排出 [g/mday]	2.4	-	-	-	0.6	879.4
ディーゼル車 NOx 排出 [g/mday]	-	4.5	262.9	609.0	-	-
ベンゼン推定排出量 [µg/ms]	0.8	1.6	92.0	213.1	0.2	307.7

両交通量から、ベンゼン排出量の推定を行った結果を示す。国道 43 号線打出自排局近傍のベンゼン推定排出量は $307.7 \mu\text{g}/\text{ms}$ と見積もった。

3.沿道近傍拡散モデル

沿道簡略モデルとしての拡散計算には 3次元標準 k-モデルを用いた。計算区域は芦屋市東側にある西宮市の夙川から、芦屋市西側にある神戸市の深江本町 1 丁目まで、全長 3000m とし、東西方向に 5 つのブロックに分割し、ブロックごとに拡散計算を行った。図 5 に計算領域を東側から見た断面図を示す。計算メッシュは x 方向（道路に垂直方向：N-S 断面）に 50 分割、y 方向（道路方向：E-W 断面）に 40 分割、z 方向（高さ方向）に 40 分割とした。また、道路の上部に阪神高速道路を設けた。

道路に沿った沿道建造物の高さ及び周辺の建造物の高さは実地調査を実施し、モデルの形状パラメータとして設定した。また、風向条件は平成 13 年度の打出自排局における風向風速データより、8 方位の年平均頻度分布を、風速条件は年平均風速 $1.2\text{m}/\text{s}$ を適用した。排気ソースは東・西行き 2 領域に $307.7 \mu\text{g}/\text{ms}$ を設定した。

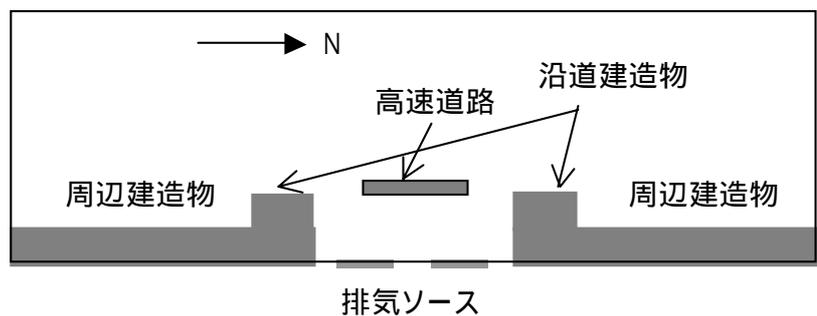


図 5 計算領域の断面

3.1 沿道簡略モデルによるベンゼン濃度とリスクレベル

図 5 に各ブロックの z 方向から見たベンゼン濃度分布図を示す。各ブロックとも建造物の高さ設定が異なるため断面高さが異なっているので直接比較はできないが、全体的に南風が卓越しており、北側のベンゼン濃度が高く出ている。高速道路と両沿道建造物に囲まれた国道 43 号線部分は $50 \sim 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度の高濃度が生じている。また、北側周辺建造物面の濃度は $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度の値を示しており、実状と比較して数倍高い値と思われる。沿道建造物と周辺建造物の高さの違いによる段差により、死水領域が形成され高濃度を示す部分も見受けられる。図 6 に各ブロックの z 方向から見たリスクレベル分布図を示す。リスクレベルはリスクユニットと曝露濃度の積で表され、リスク評価するうえで重要な要素となる。リスクユニットはある物質を単位濃度で一生涯曝露したと仮定したときにエンドポイント（死亡、発ガン物質であれば発ガン）に至る確率の増加分を示す。リスクユニットは $5 \times 10^{-5}\text{m}^3/\mu\text{g}$ を用いた。

4.まとめ

芦屋市の国道 43 号線沿道部を対象として、ベンゼンによる過剰生涯発ガンリスク評価のためのベンゼン濃度を、シミュレーションを元に推定した。また、車種別交通量と NO_x の濃度からベンゼンの排出量を推定した。その結果、実状の数倍のベンゼン濃度分布が得られたが、モデルの計算精度が原因と思われる。今後の課題とする。



図5 各ブロックに置けるベンゼン濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

図6 ブロックにおけるリスクレベル

参考文献

- 1) 中西準子：技術屋の環境政策論（第1回～第20回），SEKAI 1992.7～1994.12
- 2) 国立環境研究所：都市域におけるVOCの動態解明と大気質に及ぼす影響評価に関する研究（特別研究），平成10～12年度
- 3) 増田厚，梶原秀夫，中西準子，「リスク評価のための大気中ベンゼン， NO_x ，COの連続測定」，横浜国大環境研紀要，26：23 - 37（2000）