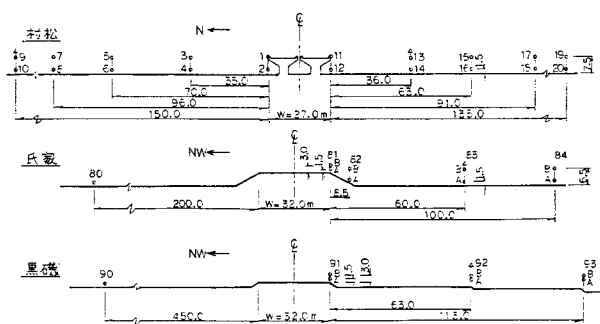


日本道路公団 試験所 正員 服部 俊一
 日本道路公団 試験所 正員 長瀬 秀喜
 (株)長大橋設計センター 正員 〇原 田 邦彦

1. 概要 オゾン濃度が NO_x 中の NO_2 濃度の割合に大きな関わりを持っていることは定性的に良く知られている。しかし、沿道におけるオゾン濃度の実測例は少ない。このため実際の $\text{NO}_x \rightarrow \text{NO}_2$ への予測にオゾン濃度を利用することは難しい。本研究では高速道路の沿道で長期にわたって行なわれた実測結果を用いて NO_2/NO_x とオゾン濃度、日射量、 NO_x 濃度との関係を調べ、最終的にオゾン濃度以外の要因を用いて NO_x から NO_2 を予測する回帰式を設定した。

図1 道路断面および測点位置図



2. 解析に用いたデータ 解析に用いた実測データは東名高速(村松高架), および東北道(氏家盛土, 黒磯低盛土)の沿道で行なわれた長期間の観測結果である。解析の対象としたデータの測定期間は村松についてはS.54.4 ~ S.54.7の4ヵ月, 氏家と黒磯についてはS.54.3 ~ S.54.8の6ヵ月間である。解析の対象とした測定項目は1時間値の NO_2 , NO_x , オゾン濃度でこれらについて風向, 風速, 日射量(御前崎測候所, 宇都宮地方気象台)による整理を行なった。測定地点の道路断面と測点位置は図1に示したとおりである。

3. 実測データの整理結果

- オゾン濃度は深夜から早朝にかけて低いレベルにあるが午前中から上昇して午後2~4時にピークを持ち、以後減少するパターンを示している。(図2)
- a. のオゾン濃度の時間変動パターンは日射量の変動パターンによく似ているが、オゾン濃度は日射量に比べて約2~3時間の位相遅れを示している。(図2) オゾンと日射量の位相差を考慮した相関係数は位相差2~3時間で最も高い値を示している。(図3)
- 直角風時のオゾン濃度(図4)を見ると風下側の道路近傍で低く道路から離れる程高くなる傾向がある。この傾向はオゾン濃度が上昇する昼間に顕著であり、夜間は距離による変化は少ない。
- 図2に風上側の濃度をB.G.として控除した NO_2 と NO_x 濃度の比率の時間変動を示したが、この値はオゾン濃度の変動に対応した動きをしている。また、 NO_2/NO_x の値は道路から60m付近まで増加するがそれより遠方ではほぼ同レベルとなっている。
- 風上側のB.G.を控除した NO_2/NO_x の値とオゾン濃度の相関係数は非常に高い値を示している。(図5)

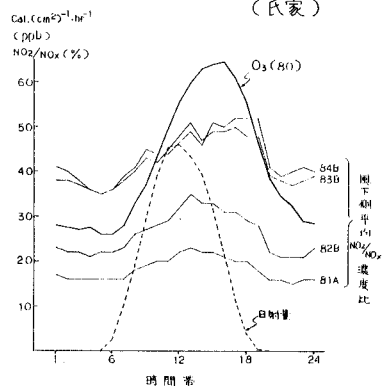
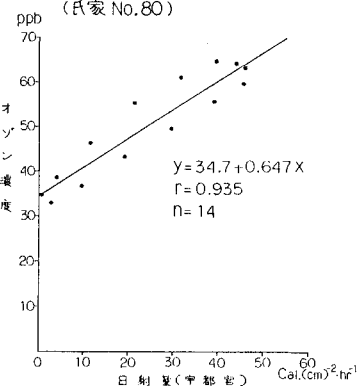
図2 オゾン, 日射量, NO_2/NO_x の時間変動(氏家)

図3 オゾン濃度と2時間前日射量の相関図(氏家No.80)



4. 回帰式の設定 ここでは風下および平行風時のデータを対象として風上側の濃度をB.Gとして控除したNO₂, NO_x濃度と日射量を用いて(1)と(2)に示した式について現点別に回帰を行なった。回帰された係数a, bの値は(1), (2)ととも道路からの距離により増加する傾向がある。ここでは係数a, bを道路中央からの距離でさらに回帰した。ここで設定された回帰の結果は次のとおりである。

(1) 日射量による回帰 $[NO_2/NO_x] = a[日射量]_{i-2} + b$

(8 ~ 21時)
$$\begin{cases} a = 0.0357 + 0.192 \text{ Log } l \\ b = -16.5 + 32.4 \text{ Log } l \end{cases}$$

(2) NO_x濃度による回帰 $[NO_2] = a[NO_x]^b$

昼(6 ~ 19時)
$$\begin{cases} a = 0.432 + 0.185 \text{ Log } l \\ b = 0.753 + 0.0567 \text{ Log } l \end{cases}$$

夜(20 ~ 5時)
$$\begin{cases} a = -0.271 + 0.585 \text{ Log } l \\ b = 1.03 - 0.144 \text{ Log } l \end{cases}$$

全日
$$\begin{cases} a = -0.00175 + 0.471 \text{ Log } l \\ b = 0.888 - 0.0539 \text{ Log } l \end{cases}$$

ただし、回帰に用いた現点は村松の地上7.5mと氏家、黒磯の路面上1.5mの現点である。また、濃度の単位は(ppb), [日射量]_{i-2}は2時間前の日射量の値(cal·cm⁻²·hr⁻¹), lは道路中央からの距離(m)である。

回帰式の検証例を図6~8に示した。図6と図7は時間帯別平均値の, 図8は日平均値の予測例である。図6は昼間については(1)式, 夜間については(2)式を, 図7は(2)式の昼夜別, 図8は(2)の全日の式を用いて予測したものである。時間帯別平均値で見ると日射量を用いた図6がNO_x濃度による図7に比べてかなり良くなっている。また、日平均値を予測する場合には図8に示した様にNO_x濃度による式で良く合っている。

図6 時間帯別平均値予測結果(氏家82)

$$[NO_2/NO_x] = 28.5 + 0.302 [日射量]_{i-2}^{0.830}$$

$$[NO_2] = 0.542 [NO_x]^{0.830}$$

図7 時間帯別平均値予測結果(氏家82)

$$\begin{cases} \text{昼} [NO_2] = 0.689 [NO_x]^{0.652} \\ \text{夜} [NO_2] = 0.542 [NO_x]^{0.830} \end{cases}$$

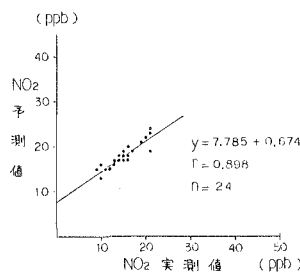
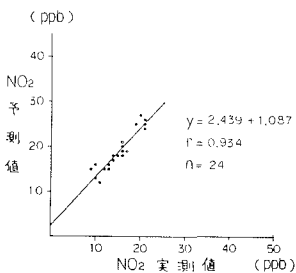


図4 直向風時の時間帯別 オゾン平均濃度 (氏家)

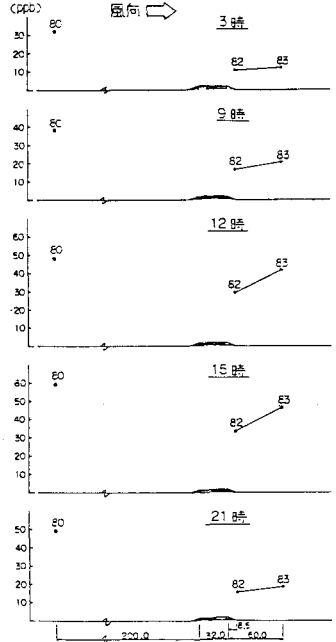


図5 オゾン濃度 - NO₂/NO_x 相関図 村松 No.15

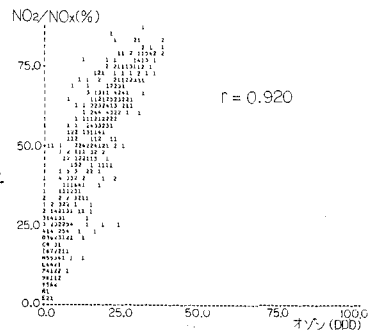
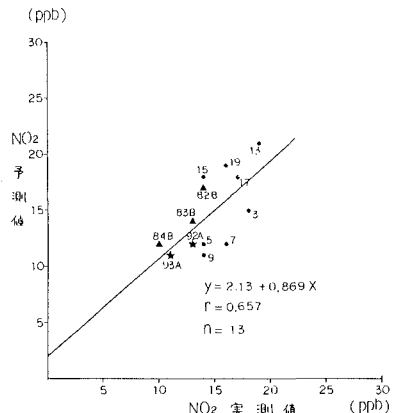


図8 日平均値予測結果



5. 今後の課題 本研究では風上側の濃度をB.Gとして控除したNO_x中のNO₂の割合について日射量, NO_x濃度による回帰式を設定したが、B.G濃度の設定方法等についても若干問題があり、このため今後さらにB.Gを含んだ場合の変換式についても検討する必要があると考えられる。