

大気汚染混合槽モデルの拡散度パラメータの推定

京都大学工学部 正員 高松武一郎 内藤正明
 学生員 池田有光 ○川田健二
 中本和洋

§1. まえがき

都市域の大気汚染現象を表現する数式モデルを、我々はすでに提案しているが^[1]、汚染物質の高濃度発生時を、数時間前に予測し、排出源の規制を最適に行ない、許容限度以下の濃度に常に保つためには、数式モデルに含まれるパラメータの予知が必要である。大気汚染は大気的气象状態、たとへば、気温、風速、大気安定度などの影響を受けるが、これらのうち比較的予知可能と思われる気象要因と、数式モデルに含まれるパラメータに強い関連があると考え、その関係関数を求め、汚染物質濃度予測を可能ならしめようとした。今回は、主に上方拡散度としての鉛直移動量を示すパラメータと混合拡散による温度伝導度の関係を報告する。なお、大気の汚染物質として、いおう酸化物を対象に考えている。

§2. 数式モデルとパラメータ推定

観測点汚染濃度計算式は次式である。

$$dC/dt = \gamma(C_B - C) + e_f \cdot Q_{IN}/V - kC \quad (1)$$

C ; 完全混合ゾーンの汚染物質濃度 [ppm] t ; 時間 [hr] V ; ゾーン容積 [m^3]

C_B ; ゾーン上の代表汚染物質濃度 [ppm]

Q_{IN} ; ゾーン内の汚染物質排出源強度 [$m^3 \cdot hr^{-1}$]

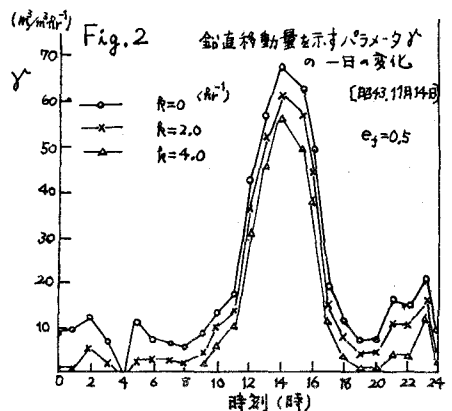
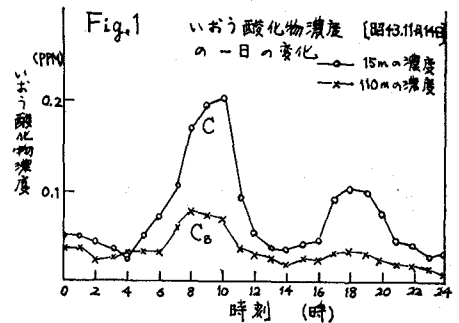
k ; 汚染物質の消滅に関するパラメータ [hr^{-1}]

e_f ; ゾーン内排出源のゾーンへの寄与度を示すパラメータ γ ; 大気の鉛直移動量を示すパラメータ [$m^3/m^3 \cdot hr^{-1}$]

パラメータ推定は次のように行なった。大阪市大淀区にある大阪タワーの 25m および 110m の高さにおける、電気伝導度法による、いおう酸化物濃度の一時間平均の実測値を、 C および C_B の実測値として与え、パラメータ k と e_f については適当な値 ($k=0, 2.0, 4.0, 6.0, e_f=0.67, 0.50, 0.25$ の各組合せ) を予め、与えておき、(1) 式による C の値が C の実測値に一致するよう一時間ごとに γ の値を求めた。一例として昭43年11月14日の C と C_B の実測値および γ の一日の変化を Fig.1, Fig.2 に示す。

§3. 混合拡散による温度伝導度

混合拡散による温度伝導度は次式で与えられている^[2]



$$\chi_M = z^2 \cdot (du/dz) \cdot \psi(R_i)$$

$$R_i \geq 0 \text{ のとき } \psi(R_i) = 0.0104, \quad R_i < 0 \text{ のとき } \psi(R_i) = 0.0104 - 0.0162 R_i \quad (2)$$

χ_M ; 混合拡散による温度伝導度 [$m^2 \cdot sec^{-1}$] z ; 地表からの高さ [m]

du/dz ; 鉛直方向の風速勾配 [$m/m \cdot sec^{-1}$] R_i ; Richardson 数

χ_M を求めるのに必要な気象要因は、風速、気温の鉛直分布であるが、これらは測定されていないので、測定された、当日の地上の風速、気温データから、風速については指数分布により気温については、初期条件と境界条件を仮定し、温度伝導方程式の差分近似式による解法[3][4]を用いて、逐次鉛直分布を求め、さらに(2)式により χ_M を計算した。前述と同日の地上の風速と気温および χ_M の一日の変化を

Fig.3, Fig.4に示す。

§4. γ と χ_M の関係

以上述べた方法で、同年11月14日、11月22日、12月10日について求めた γ と χ_M の同時刻の値を、プロットしてFig.5に示す。ここで $k=0$, $e_f=0.5$ のときの γ の値、および高さ50m~75mの平均値なる χ_M の値を用いている。図から γ と χ_M は、ほぼ線型に近い関係があることがわかり、これは温度伝導度と拡散係数が相似な性質を持つと考えられるという物理的意味から説明できよう。

§5. まとめ

以上述べた方法で、 γ と χ_M の関係式がデータ蓄積により、 γ が信頼度の高い χ_M の回帰式として求まれば、予知可能な気象要因から χ_M が予知され、この χ_M により γ が推定できよう。パラメータ k と e_f については、大体の固定した経験的な値を用いるとすれば汚染物質濃度が、予測されよう。しかしパラメータには当然、誤差や外乱の影響が含まれることが予想されるので、予測の際には適応的なパラメータ修正の問題を検討せねばならないだろう。なお、今回は、上空濃度 C_B の実測値が得られたが、実測値の得られない場合や、将来の予測の場合のため、 C_B を Q_{IN} と水平方向からの伝播によるもののある関数として表現する方法を検討中である。

[1] 土木学会年次学術講演会講演概要(昭43,10月)

[2] 土木学会年次学術講演会講演概要(昭44,5月 予定)

[3] Wu S.S.; "A study of heat transfer coefficients in the lowest 400 meters of the atmosphere" J. Geophysical Research, 70, 8., (1965)

[4] Richtmyer R.D. and Morton K.W.; "Difference Methods for initial-value problem" Interscience Publishers, New York, (1957)

