

自動測定機を用いた野外トレーサ調査について

岩崎好陽 中浦久雄 谷川昇
泉川碩雄 朝来野国彦

1 はじめに

煙突から排出される汚染物質の大気拡散濃度を予測するにあたって、最も重要なのは有効煙突高度の算出と拡散式のパラメータの設定である。前者についてはすでに筆者らは実測調査に基づき検討を行い、その結果を一部報告してきた¹⁾。

後者については、実測からの検討として、今までに各機関により、風洞実験ないし野外トレーサ調査がなされてきた²⁾。このうち野外トレーサ調査は実規模での有効な調査であるにもかかわらず、経費および手間等の関係から、今まで数多くの実験はなされておらず、十分な解析ができる程ではなかった。

今回、連続試料導入装置(ガスサンブラ)を用い、トレーサガスを間欠的に連続測定することを試みた。またあわせて地上11mの高度より、トレーサガスを散布し、ブルーム式によって得られる理論値と実測値との関係を考察した。

2 実験

トレーサ用ガスとしてはSF₆(六弗化イオウ)とCBrF₃があるが、分析感度を調べた結果SF₆を採用した。SF₆の分析はECD検出器を用いたガスクロマトグラフ(以下ガスクロと記す)で行った。ガスクロでの分析条件は以下のとおりである。

分析計 柳本製G-1800ECD
カラム シリカゲル 60~80mesh 3φ 2m
カラム温度 50°C
キャリアガス N₂

またガスクロの前にはガスサンブラ(柳本GSL-11A)を設置し、一定時間ごとに試料をガスクロに導入した。

つぎに野外トレーサ実験については、地上11mの高度から、高圧ポンペによりSF₆(99.8%)を毎分1ℓの流量で流した。また図1に示すように、放出点より

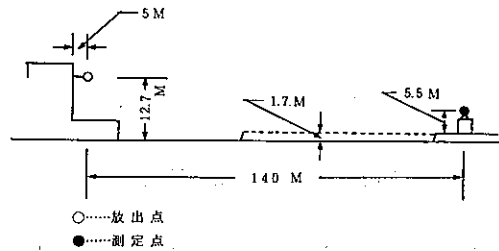


図1 調査実施場所の概要

南南東の約150m離れた地点に測定機を設置し、連続測定を行った。測定の周期は約5分であり、大気の吸引ガス量は毎分0.9ℓであった。

なお、風向風速は地上5.5mの点において同じく連続測定した。また試料採取も同高度で行った。

また、ブルーム式に用いる大気安定度については、東京管区気象台(東京都千代田区大手町)のデータ(日射量、雲量)を参考にし、日本式に修正したMeadeの安定度分類表により決めた。

この調査は1982年12月13日~17日に実施したものである。

3 結果および考察

測定期間中の風向頻度は図2に示すとおりである。方位WNWを中心にW, NWを含んだ方位が多く、この3方位で全体の約60%を占めた。WNWに多少方位が片寄ったのは、近くの河川による影響と考えられる。

また風速測定地点での風速頻度については、30分間平均値で1m/s未満が約7%, 1m/s以上2m/s未満が約69%, 2m/s以上3m/s未満が約24%とほとんど3m/s未満の風であり、測定期間中は風が弱かった。1m/s未満についてはブルーム式が適用できないため、解析からはずした。

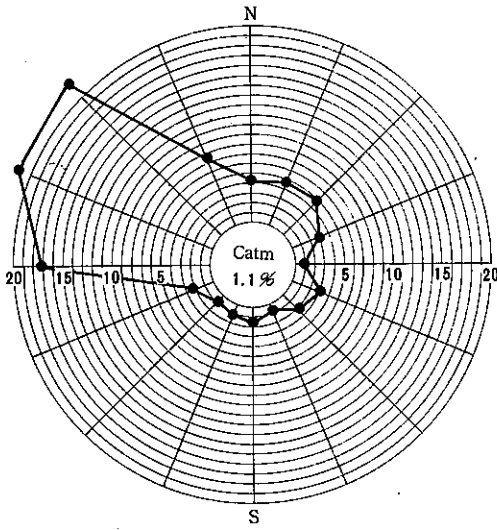


図2 調査期間中の風配図

SF₆の測定チャートの一部を図3に示す。この図からわかるとおり、SF₆のピークのリテンションタイムは約2分30秒であり、設定の5分間周期で十分に測れることがわかる。測定レンジのフルスケールは0~40 ppbであり、感度の面からは更に低濃度まで測定ができ、採取地点よりさらに遠方での測定が可能である。

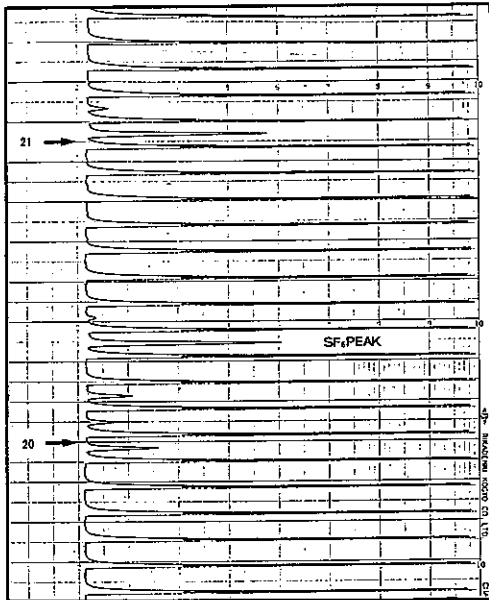


図3 SF₆測定チャートの一例

つぎに各風向別にSF₆の実測濃度の平均値を算出し、風向別に図示したのが図4である。この図から当然SF₆放出点にあたるNNWの方位が高濃度になっていることがわかる。また方位が22.5°ずれるだけで急激に濃度が低下し、主風向の濃度の10~20%になっていた。

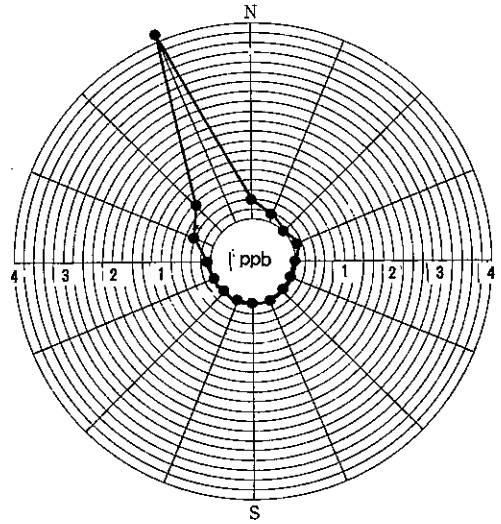


図4 風向別SF₆平均濃度

つぎに、以下に示すブルーム式により、実施した実験条件における理論値を算出し、実測値との比較検討を行った。

$$C(x, y, z) = \frac{q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right\} \times \left[\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{z - \text{He}}{\sigma_z}\right)^2\right\} + \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{z + \text{He}}{\sigma_z}\right)^2\right\} \right] \dots \textcircled{1}$$

ここで、x: 計算点でのx座標

y: " y "

z: " z "

q: 点煙源強度 (Nm³/s)

u: 風速 (m/s)

He: 有効煙突高 (m)

C(x, y, z): 計算点での濃度 (Nm³/Nm³)

σ_y: y方向の煙の拡がり (m)

σ_z: z方向の煙の拡がり (m)

σ_y, σ_zを求めるにあたってはPasquill-Giffordの

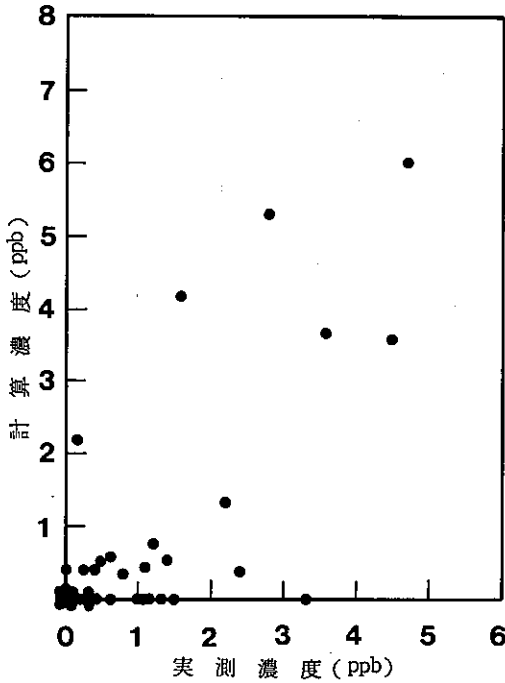


図5 実測濃度と計算濃度との関係(昼間, 30分値)

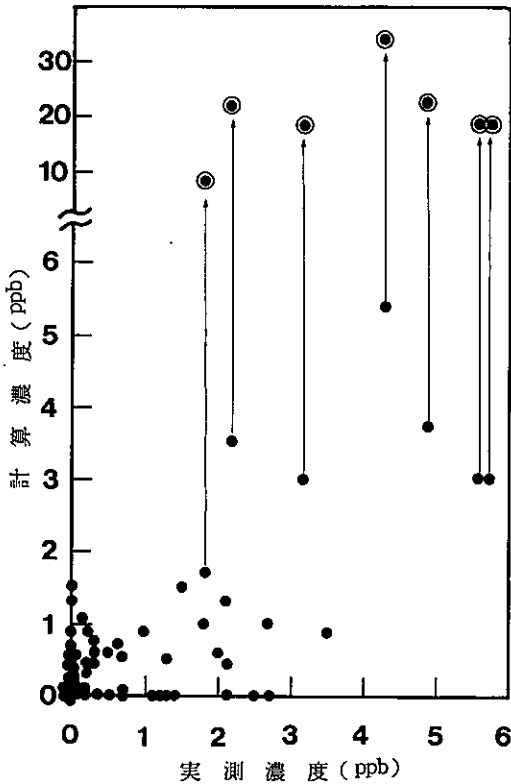


図6 実測濃度と計算濃度との関係(夜間, 30分値)

図より求めた。

①式により求めた結果と実測による値とを比較したのが図5である。ただし、この図には夜間に得られた結果については省略した。また上記の拡散パラメータに対応する評価時間が30分間であるため、実測でとられた値は30分間の平均値で示した。(5分間周期で得られる測定値を6回分平均した。)

夜間の測定結果を図5から省略したのは、夜間の結果が、図5に示されるバラつきの範囲から大きくかけはなれたためである。その理由はMeadeの安定度分類においては、夜間は風速が今回の実験のように3 m/s以下の場合は大気安定度EないしFになるが、E、Fの場合①式による計算結果では、今回の立地条件の場合、高濃度(10 ppb以上)になるか、低濃度(ほとんど0.0 ppb)になるかのどちらかであり、現実の実測濃度との対応がほとんどなかったためである。

今回の実験条件のような場合には日本式に修正されたMeadeの安定度分類は、夜間の評価について多少問題を残しているものと考えられる。参考までに風速3 m/s以下の夜間については、大気安定度AあるいはB程度で十分に対応できる数値が得られた。

このことを示したのが図6である。この図で二重の丸(●)で示したのがMeade安定度分類表により求めた計算値であり、黒丸(●)が大気安定度Aで計算し

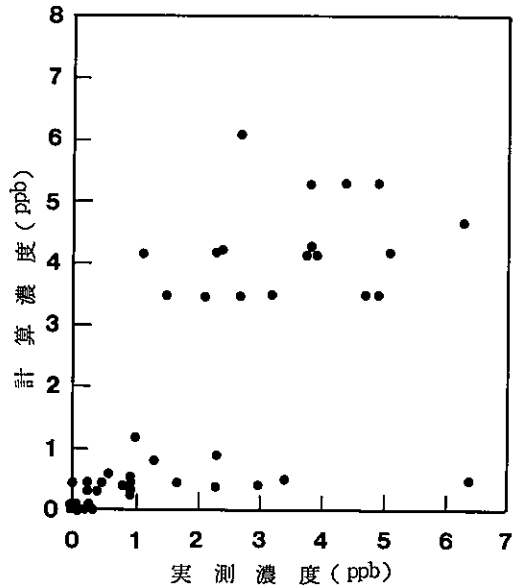


図7 実測濃度と計算濃度との関係(昼間, 瞬時)

た値である。図中比較的濃度が高い7点については同図中に示したが他の53点については全て 0.0 ppb となり図中では省略した。この図からも大気安定度 A で計算した方が実測値に近いことがわかる。参考までに大気安定度 A で計算した場合は相関係数は 0.73 (n=60) となった。

つぎに昼間について得られた図 5 の回帰直線を求めると

$$y = 0.91x - 0.13$$

x : 実測値

y : プルーム式による計算値

となり、比較的よい対応が示された。このときの相関係数は

$$r = 0.74$$

であった。

つぎに、トレーサガス SF₆ の濃度の瞬時値について検討を行った。解析にあたっては 12 月 13 日の昼間のデータのみに限った。以上の条件をもとに実測値とプルーム式による計算値との関係を求めたのが図 7 である。このとき回帰直線は

$$y = 0.77x + 0.43 \quad (n = 42)$$

となり、相関係数は

$$r = 0.71$$

となった。

4 ま と め

間欠的連続測定機を用い、トレーサガス SF₆ の実測濃度とプルーム式による計算値との比較検討を行った。この結果、夜間における Meade の安定度分類 (日本式に修正) は、実測値との関係からは不安定側に移す必要があり、実測値との相関はあまりなかった。昼間においては、実測値と計算値は比較的高い相関が得られ (相関係数 0.74)、また、回帰係数も 0.91 と 1 に近く、良い対応が示された。

5 お わ り に

今回の調査においては、放出点が比較的低煙源であり、実験の立地条件も十分とはいえなかった。更に調査期間を通して風が弱く、限られた風速条件で実施されたため、詳細な検討を行うためには、更に異なる条件における数多くの調査がなされることが必要と思われる。

参 考 文 献

- 1) 中浦久雄ほか：排ガス上昇高の測定と計算式の比較について、東京都公害研究所年報 1983 年版, 36, (1983)
- 2) 大気汚染研究全国協議会：大気汚染ハンドブック (気象編), コロナ社, 180 ~ 275