

大気汚染防止のための計算機制御の構想

京都大学工学部 正員 高松武一郎 榎木義一 内藤正明
 “ 正員 赤木靖春 橋本伊織 学生員 ○池田有光
 大阪府公害室 正員 溝口次夫

大都市、産業都市における大気汚染による公害は、最近ますます深刻となりその対策が急がれている。しかしながら、現象が複雑であるため、適切な防止対策が確立していないのが現状である。

本研究は都市の大気汚染防止のための現象の解析、汚染濃度算出モデルの作成および最適制御法の確立に関するものである。すなわち、大気汚染を防止するための最も経済的な制御技術を確立することであるが、このためには関連した多くの問題、たとえば大気安定度の予知、汚染質の伝播、汚染の影響さらには測定器械、公害の経済評価などを解決しなければならない。

都市全体のいかなる地点も基準の汚染度をこえぬようにするにはどのような排出源の排出強度の抑制が最も効果的であるかという最適な政策を決定することは本研究の目標であり、これは従来の防止対策と異なる大きな特徴は汚染度の分布を都市全域にわたって予測し、その予測値が基準の汚染度をこえる場合、それを防止する最も効果的な措置を前もって算定して指令することにある。すなわち、将来の予測計算を行なうことを大きな特色とし、この点が大きな意義を有すると同時に大きな困難の伴うところである。これは一種のプロセス制御の問題であるが、対象プロセスが非常に複雑なシステムであること、しかもシステム全体が時間とともに大きく変化することのために、この制御には高速度計算機を利用した高度な制御のテクニックを用いねばならない。上述のような特性をもつ対象システムをとりあつかう場合、適応制御の概念が効果的であろう。

この研究の第一段階は汚染の分布状態を時間的、場所的に算出する汚染質輸送の数学モデルを決定することにある。このモデルのパラメーターを支配するのは風速、風向、風の乱れなどの気象因子であるから、各種気象条件とモデルパラメーターの関係を決定しなければならない。気象データは本来統計的な性質を持つものであるから、データ処理には統計的な数理手法を充分活用しなければならないだろう。またこの場合、準線型化法や感度解析はパラメーターの推定に充分役立つであろう。

第二段階は気象についての考察である。汚染状況を予知するには気象条件を予知せねばならない。どの因子がどの程度の精度で予知が可能であるかを検討し、これに基づいてモデルの形を修正確立すると同時に測定点、測定項目、その時間々隔などの決定を行なう。

第三段階は一応確立されたモデル式をこれまでに得られているデータに基づいて *Computer-Simulation* し、モデルの妥当性やパラメーターの精度を検討する。この *off-line* の計算で大体の検討を終了した後、*on-line* によって実際のデータを用いながら計算する。すなわち、一種の予備練習段階を設けて結果を充分検討する。

才四段階すなわち最終段階では制御政策について検討する。まず排出源については実際にはどのような排出強度の制御が工業の立場から可能であるかを検討する。さらに最適制御を決定するのに目的関数をどう評価するかについて検討しなければならない。この場合人間感情的な問題は我々 engineers の対象にするには困難な問題があるので当面は除かなくてはならないだろうが将来は充分検討すべきである。実際のデータ収集システム、制御センターの機能や権限はどうあるべきかについても検討する。

これによって我々の最終目的とする最適制御政策が確立されたと考える。大気汚染公害に対する根本策は排出カスの無害化にある。しかし現状からすると近い将来これが成功を収めることは難しく、その間刻々と大気汚染が進行している現在、公共の厚生と企業の損失をともに考慮に入れた最適制御の方法は大いに有意義であると強調してよさう。

対象とする都市域では建物によって地表の凹凸が大きいことや局所的な温度変化が激しいため、地表に接する大気の混合が激しい。そのためこの地域における汚染物の伝播に従来平らな草原などで確かめられている拡散式の解をそのまま適用するのは困難と思われる。そこで地表近くの混合の激しい部分を完全混合槽と仮定し地上濃度を算出する。このモデルの概略を図1に示す。この槽の物質収支から次式がえられる。

$$V \frac{dC}{dt} = (C_b - C) \bar{r} + Q_i - \phi$$

ここで C_b : 槽上方濃度, C : 観測点濃度, Q_i : 槽内の汚染物排出量, ϕ : 降雨その他による汚染物の消滅を表わす項, t : 時間, V : 槽の容積であり、完全混合とみなしうる高さおよび広がりをもつ。 $\bar{r}$: 槽上面における垂直移動量を表わす新しいパラメーターである。これは垂直混合拡散係数と線型関係があると考えられ、大気安定度の予測から得られる。 C_b は他地域の排出源の水平拡散によって決まるものである。旧々の排出源に対しては従来の拡散式が当てはまるので、周囲に不規則に存在する排出源のうちで観測点に影響を与えるものを風配図を用いて選り出し、それぞれの排出源による濃度を算出し、これを

風向時間頻度を考慮して重ね合わせて観測点上方の平均濃度 C_b とする。拡散式中の分散パラメーターは大気安定度の予測結果から求める。さらに C_b の算出には汚染物の到達時間遅れを考慮する。大気の安定度を予測し、これを利用して観測点濃度を算出し、排出源の最適制御法を決定する。これらの計算結果を実測値と比較し、そのパラメーターを修正しながら予測を進める。この過程の概略を図2に示す。

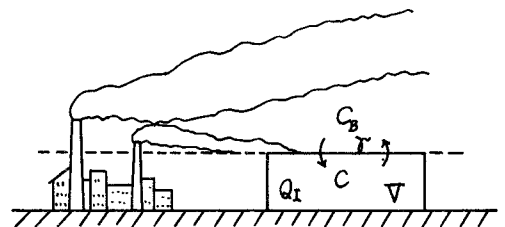


図1 濃度算出モデル

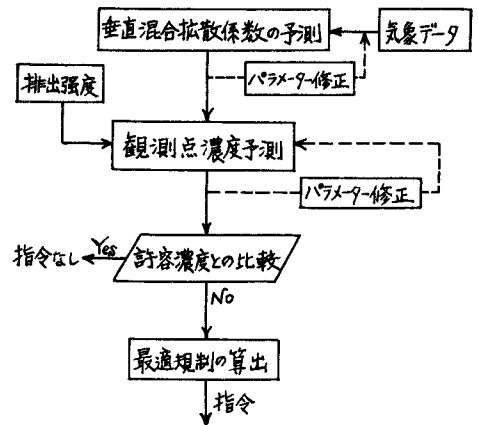


図2 計算過程の概略