

# 都市活動に伴う大気汚染濃度の変動

## 曜日変動からいえること

環境資源研究室 神成 陽容\*1

### 1. 曜日で異なる大気汚染濃度

いま、都市環境のなかで影響の大きい大気汚染問題として、二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）や浮遊粒子状物質（SPM）の問題がある。とりわけ、東京とその周辺の汚染は深刻であり、その原因のひとつが自動車交通であることはよく知られている。さて、大気汚染濃度は、気象条件や排出条件などによって時々刻々変化しており、常時監視している測定局の濃度をみると、1時間毎の濃度は種々の条件によって十倍以上もの変動をしているが、長期間の統計解析を行うことにより発生源との関係が明瞭にみえてくることがある。ここで紹介するのは、都市活動の変化と連動していると考えられる平日と休日の濃度の違いを主題とした東京の事例である<sup>1)</sup>。

図1は、東京都が測定している全測定局について、1995年度の毎日の平均濃度を平日と土曜日、休日（日曜日と祝日、盆、正月3が日）に分けて整理した結果である。NO<sub>x</sub>、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、SPM、CO、NMHCといった種々の汚染物質とも休日に濃度が低下する傾向がみられる。特に、NO<sub>x</sub>濃度は低下傾向が大きい。これに対し光化学オキシダント濃度は土曜、休日に高くなる傾向がある。光化学オキシダントの主成分であるオゾン(O<sub>3</sub>)はNOの酸化で消費される性質があるため、NO<sub>x</sub>の発生源地域では光化学反応により生成されるO<sub>3</sub>よりもNOによって消費されるO<sub>3</sub>の方が多くなるためである。また、健康に影響があるとされているNO<sub>2</sub>はNOから2次的に生成される成分が多いため、休日の低下幅はNO<sub>x</sub>ほど顕著ではないが、NO<sub>x</sub>排出量の

低下によりやはり大気中濃度は休日に低下している。

試みに、NO<sub>2</sub>濃度の環境基準による長期的評価を通年と休日に分けて行ってみると図2のようになり、東京都内の測定局では仮に休日だけでの評価を行うと環境基準を超過する測定局が通年評価の1/3程度に減少する。毎日が日曜日だったら、NO<sub>2</sub>汚染は大分改善される訳である。こういった大気汚染濃度の変動が都市の排出量の変動によるものであることは明らかである。我々は、個々人の活動は独立ではあるものの、集団としては週間単位で変化する排出行動を行っている。排出と濃度の関係をインプット、アウトプットとしてとらえれば、我々は、期せずして一種の実験

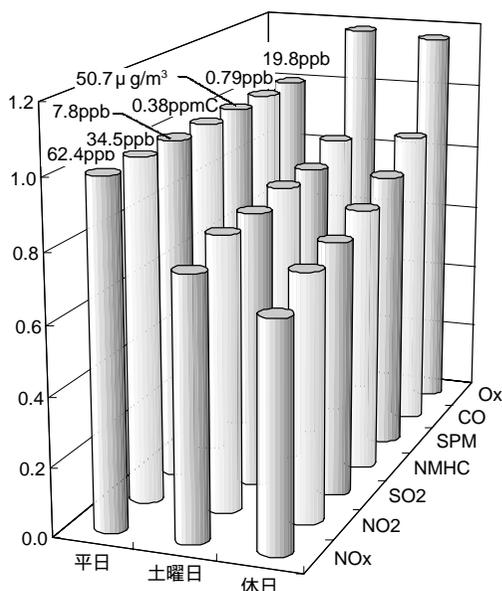


図1 曜日別平均濃度  
(1995、都内一般局平均濃度)

\*1 かなり あきよし(室長、主任研究員)

を行っているようなものともいえる。

図3は、東京都区部における1990～1995年の地域平均NO<sub>2</sub>濃度の時系列から気象変動の影響を可能な限り除くためのフィルタリングを行ってとりだした週間濃度変動である(日曜日には祝日を含む。通常の濃度表示ではなく時刻別濃度の平日平均からの偏差であることを注意が必要)。このように詳細にみると、土曜日の午後から月曜日の朝にかけての濃度低下の状況を明瞭にみることができる。

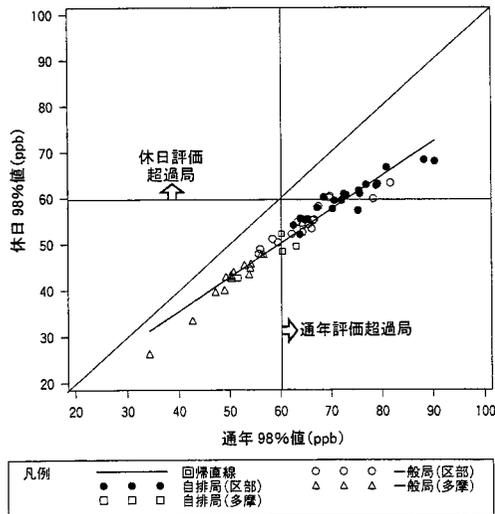


図2 通年評価、休日評価によるNO<sub>2</sub> 98%値の比較(1990～1995年度の日平均濃度データによる。プロットは各測定局の比較結果である。)

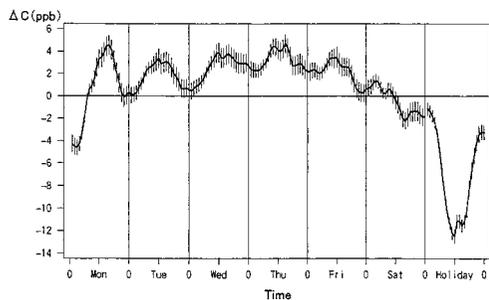


図3 東京都区部における週間NO<sub>2</sub>濃度変化(1990～1995年度の毎時区部平均濃度を、気象条件による変動をフィルタリングにより緩和処理し、時刻別平均濃度に対する曜日偏差を接続して表示。エラーバーは平均値の標準誤差を示す。)

## 2. 自動車交通に伴う排出量と大気汚染濃度の関連性

都市における大気汚染物質の排出と大気汚染濃度の関係を一種の実験の結果としてみようとするなら、インプットである排出量の変動を把握することが必要である。

各種の大気汚染物質は、それぞれ多様な発生源から排出されている。これら全ての発生源について、平日と休日の排出量を把握することは必ずしもたやすいことではないが、自動車排出に関しては幸い道路交通センサスで平日休日別の交通実態が捕捉されているので、その結果を利用して排出量を比較することができる。図4は、東京都内の幹線道路および細街路からの自動車排出量を推計した結果であるが、主要な特徴として以下の点があげられる。

- ① 休日には都内の乗用車走行量は若干増加するが、貨物車とりわけ普通貨物車の走行量は平日にくらべ激減する。図4のガソリン車とディーゼル車の走行

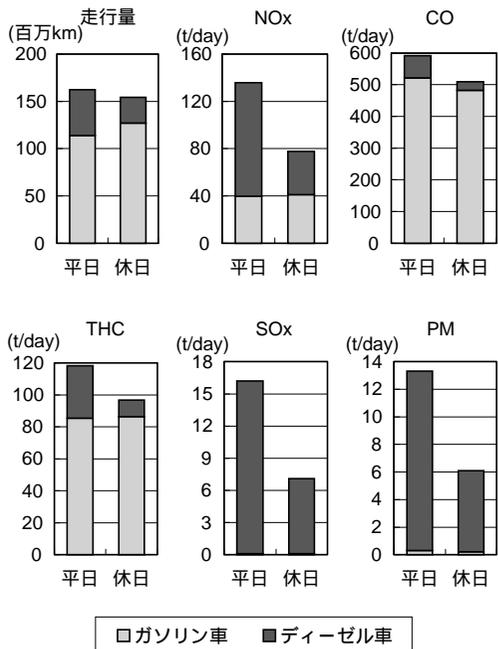


図4 自動車排出量の平日・休日比較(都内合計、1994年度)

量変化はこのことを反映している。

- ② CO や HC はガソリン車からの排出が多いため休日の減少は軽微であるが、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、PM はディーゼル車が排出の主体であるため休日の減少が著しい。

ここで、自動車排出量の休日/平日比と、大気汚染濃度の休日/平日比を比較してみよう(図5)。この図で、1対1の関係から大きくはずれていれば、自動車排出変動の影響が濃度変動にあまり寄与していないことから自動車が主発生源ではないだろうと考えられる。一方、1対1の関係に近い場合には、自動車排出の変動と類似する発生源活動もあり得るから、必ずしも自動車が主原因とは限らないが、全発生源に占める自動車排出の寄与などの他の情報をあわせて解釈することで以下のような点が指摘できる。

- ① NO<sub>x</sub>、NO<sub>2</sub>：自動車排出量は全発生源の60% (1995年度における東京都全域排出量<sup>2)</sup>)を占める主発生源であり、生活空間に近い地上から排出されることもあって、環境濃度への寄与が大きい。図5におけるNO<sub>x</sub>の排出量比と

濃度比はよく対応している。NO<sub>2</sub>濃度の休日低減も自動車排出によるところが大きいと考えられる。

- ② SPM：環境濃度に寄与する発生源はかなり多様であり、大気中の反応で形成される2次粒子の寄与も相当あるものと考えられている。図5の結果はSPM対策には自動車以外の発生源も重要であることを示唆している。
- ③ SO<sub>2</sub>：近年、軽油中の硫黄分の低下に伴い自動車の排出寄与は相対的に減少している(東京都における自動車からの排出寄与は1995年度で40%弱と推定されている<sup>2)</sup>)。従って、自動車排出量の減少による濃度低下の寄与はあまり大きくない。
- ④ CO：内燃機関とりわけ自動車が排出の主発生源であり、濃度比と排出量比はよく対応している。
- ⑤ NMHC：休日の濃度低下は自動車排出量の低減とおおむね符合している。しかし、NMHCは塗装において蒸発する炭化水素類が排出量の半分以上を占めると考えられており、自動車交通とも連動する休日の産業活動の低下が寄与していると考えられる。

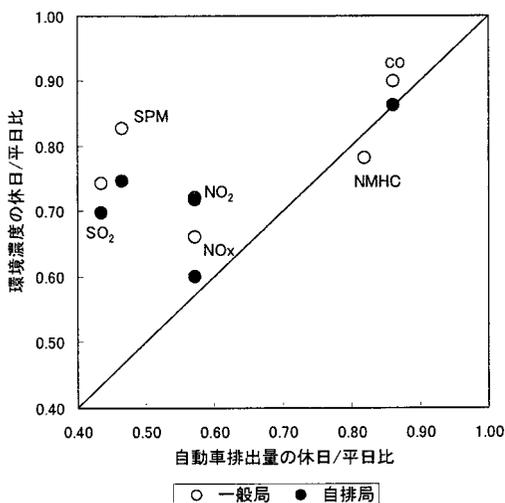


図5 自動車排出と環境濃度の休日低減割合比較

### 3. 厳しいNO<sub>x</sub>、SPM低減への道

以上のように整理した結果から何がいえるだろうか。まず、毎日が日曜日ならばNO<sub>2</sub>濃度の環境基準超過測定局は1/3に減少することを述べたが(図2)、このことは環境行政にとってはむしろ厳しい理解とならざるを得ない。すなわち、休日なみに自動車NO<sub>x</sub>排出量を40%削減しても環境基準の全局達成ができないことが以上のデータ整理から推測されるからである。この推測は、東京都で実施した自動車NO<sub>x</sub>排出量43%削減、他発生源排出量30%削減の場合の拡散モデルによる予測結果(=10測定局で環境基準超

過)とも整合する。

次に、SPM について NO<sub>2</sub> と同様に通年と休日の環境基準適合状況を比較してみると、図6のように休日であっても適合局が1局ふえるだけで状況はきわめて厳しい。自動車PM排出量は休日に50%以上減少することが推定されているから、現行の環境基準を達成するうえで自動車PM対策が万能ではないことを間接的に示していると考えられる。したがって、まだ十分把握されていない他の発生源の影響や2次生成粒子の影響を調べることが重要である。測定されているSPM濃度には、土壌粒子や海塩粒子等の自然起源の粒子が含まれていることにも注意が必要であ

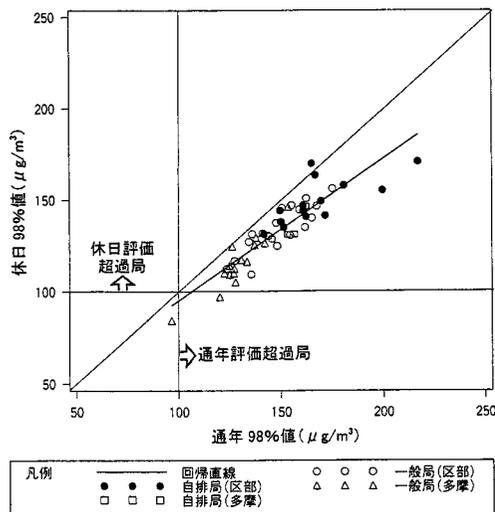


図6 通年評価、休日評価によるSPM 98%値の比較(1990~1995年度の日平均濃度データによる。プロットは各測定局の比較結果である。)

る。さらに、現在環境基準の定められているSPMは粒径が10μm以下の粒子(PM<sub>10</sub>)であるが、近年、さらに微小領域である2.5μm以下の粒子(PM<sub>2.5</sub>)の健康影響への重要性が指摘されている。自動車排出微粒子の多くは微小粒径側にあるため、今後PM<sub>2.5</sub>への移行など環境基準のみなおしが行われると自動車の寄与は増大するだろう。健康影響を防ぐために自動車PM対策が重要であることは論をまたない。

#### 4. おわりに

大気汚染濃度の曜日による変動を一種の実験であると述べたが、大事な実験条件である排出量変動に関して自動車以外は未調査であり、実験解析としては初期段階といえる。こうしているうちに、都心乗り入れ規制の試行やロ-ドプライシングなど本当の社会実験が先行する可能性も増してきた。しかし、そのような試みにおいても、環境に及ぼす効果を把握するためには総合的な都市発生源の変動状況を含めた排出実態を把握することが必要と考えられる。

#### 参考文献

- 1) 神成陽容、山本宗一；東京における休日の大気環境の特性、大気環境学会誌、33(6)、384 - 390 (1998)
- 2) 計量計画研究所(東京都環境保全局委託)；窒素酸化物削減対策検討基礎調査報告書、1997年3月