

近年における大阪都市圏周辺での気温と 大気汚染物質濃度との相関関係*

後藤 隆 雄**

要 旨

大阪都市圏周辺における気象庁の観測地点15か所と最寄りの大気汚染測定局から抽出した12年間(1981年4月～1993年3月)の各日平均, 日最高, 日最低気温の各月平均値(T_{mean} , T_{max} および T_{min}) および同期間の各月平均大気汚染物質濃度データを用いて, 各月毎の3年間の移動平均を求め, 相関計算等を行い, 気温と大気汚染物質濃度との相関関係を調べた。

(1) 月別の時系列相関としては, NO_2 や NO_x では5, 6, 9, 12, 2月において増加傾向が大きいう特徴があった。気温では10～3月の寒候期で増加傾向は顕著であったが, 5月では逆に減少傾向が明らかであった。

(2) 気温と大気汚染物質との相関は5, 6, 9と12月に顕著であった。5月では NO_x と T_{mean} との負の相関が11地点で有意となり, T_{mean} の増加で NO_x 濃度は減少し, 高 T_{mean} 地点ほど NO_x 濃度の減少は大きかった。

(3) 12月においては NO_2 - T_{max} と, NO_x に対する NO の比- $(T_{\text{max}}-T_{\text{min}})$ とで次のような特徴があった。前者は大阪市を取り囲むような地点で有意が多く, NO_2 濃度は T_{max} が高くなると高濃度を示した。後者も大阪市とその周辺で有意地点が多く, 回帰係数値が大きくなり, NO 汚染を示唆していた。いずれの現象も都市化が関係している事を示した。

1. はしがき

現在わが国では155の気象官署が気温等の気象データを提供しているが, その官署所在地の8割が国土の3%に過ぎない都市の人口集中地域(DID)に立地しており, 気温の永年変化に与える都市化の影響が懸念されている。世界的にもこの都市化の影響を取り除き, 気温の正しいデータセットを提供し, 地球温暖化の監視を強化しようとする研究も始まってきている(Karl and Jones, 1989)。わが国の野口(1994)の研究によると, 日最低気温は冬期を中心に著しい変化が認められている。この中で彼は人口規模が大きくなるに従って気温変化率は上向き, 地方気象台所在都市や100万都市

では著しい昇温を示し, この昇温率と都市規模(人口)との間に強い相関が見られることを示した。この気温変化の影響が出現する都市人口は約2万人であることも示されている。

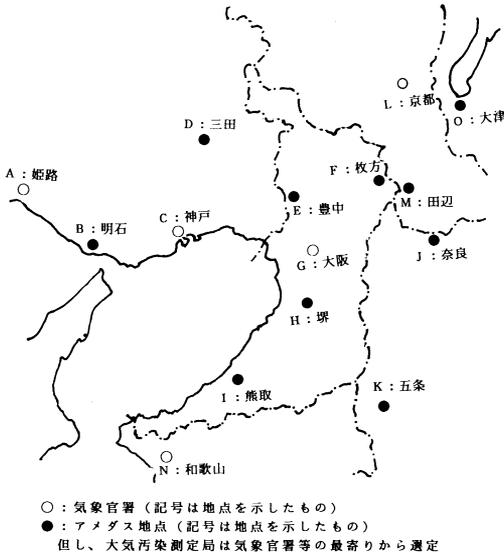
一方, グローバルな気温変動は昔から経済活動に大きな影響を与えてきたが, 朝倉(1991)は気象が経済活動(景気動向指数)に影響を与えている様子を1950年から1993年までの期間について示し, 強い相関のあることを実証した。この中で彼は“気象が経済を左右しているような感じを受けるかも知れないが, 気象には経済が上向いている時, そのペースを加速させる力があるのだ”と説明している。つまり, “日平均気温が例年よりも高いほど景気をさらに向上させる力があるのだ”と言う。また大気汚染物質濃度(特に NO_2)と景気変動とは以前から有意に関係していると言われていた。それ故に気温と例えば NO_2 濃度とは当然相関していると思われる。そしてその相関は都市の規模および地理的条件等により季節的にも異なっていると推定できる。

* Correlation between atmospheric temperature and atmospheric pollutants concentration in recent years around Osaka Metropolitan.

** Gotoh Takao, 神戸大学工学部.

—1994年6月29日受領—

—1995年8月4日受理—



第1図 大阪都市圏における15の気象観測地点及び大気汚染物質濃度測定地点。

ここではこれらの状況から大阪市の気象官署を中心として約 50 km 内外の気象庁の観測地点15か所とその最寄りの大気汚染測定局を選定し、前者については1981年4月から1993年3月までの12年間の月別の日平均気温 (T_{mean})、日最高気温 (T_{max})、日最低気温 (T_{min}) を抽出し、後者については前者と同時期の二酸化窒素 (NO_2)、一酸化窒素 (NO)、二酸化硫黄 (SO_2) および測定局によっては浮遊粒子状物質 (SPM) も抽出した。

2. データの収集と計算

気象官署等で観測された気温データと大気汚染測定局で測定された大気汚染物質濃度データとを関係付けるためには、両者が距離的に近く、高度の差が少ない等の大気環境的にも近いことが必要であるだけでなく、データが確実に測定されている局であることも必要である。気象官署等周辺に複数個の大気汚染測定局が存在する場合、この観点から測定局の選定を行った。

気象官署等から抽出した気温データは、12年間(1981年4月～1993年3月)の各月別日平均気温 (T_{mean})、日最高気温 (T_{max})、日最低気温 (T_{min}) である。15の気象官署等は、兵庫県下の姫路市 (A)、明石市 (B)、神戸市 (C)、三田市 (D) の4か所、大阪府下の豊中市 (E)、枚方市 (F)、大阪市 (G)、堺市 (H)、熊取町 (I) の5か所、奈良県下の奈良市 (J)、五条市

(K) の2か所、京都府下の京都市 (L)、田辺町 (M) の2か所、和歌山市 (N)、大津市 (O) である。この内、欠測データが見られたが、そのほとんどはわずかであり、周辺官署等の測定データより欠測データを補足することは可能であった。これら15地点はすべて人口2万人以上であり、大都市でないD、I、K、Mも近年10年間に1割以上の人口の社会的増加がみられたことから、DIDに位置していると考えられ、ヒートアイランドの影響を受けていると思われる。

第1図にA～Oの地点を示す。

大気汚染測定局の測定項目としては、 NO_2 、NO、SPM および SO_2 の各月別平均濃度を適用した。この中で SPM データはすべての地点では得られず、6局(姫路、明石、神戸、豊中、大阪、京都)のみであった。15測定局中で測定項目のデータ欠損のために問題となった測定局は1局もなかった(環境庁、1982-1994)。

計算は次の2種類を行った。Aは、各月別データ(気温および大気汚染物質濃度)の時系列回帰計算である。

Bは、各月別の大気汚染物質濃度と気温との相関回帰計算である。

A. 各月別の年次時系列データの線形回帰式の計算は以下のように分類して行った。

①大気汚染物質濃度データ… NO_2 (01), NO (02), $\text{NO}_x = \text{NO}_2 + \text{NO}$ (03), NO_x 中の NO の比 (以下K値と呼ぶ) (04), SO_2 (05), SPM (06)

②気象データ… T_{mean} (07), T_{max} (08), T_{min} (09), $T_{\text{max}} - T_{\text{min}}$ (10)

ここでは各時系列の相関係数を、そのまま算出するのではなく、3年間で移動平均したデータによって計算を行った。これらの時系列相関係数を R01, R02, R03, …… R10 のように表す。

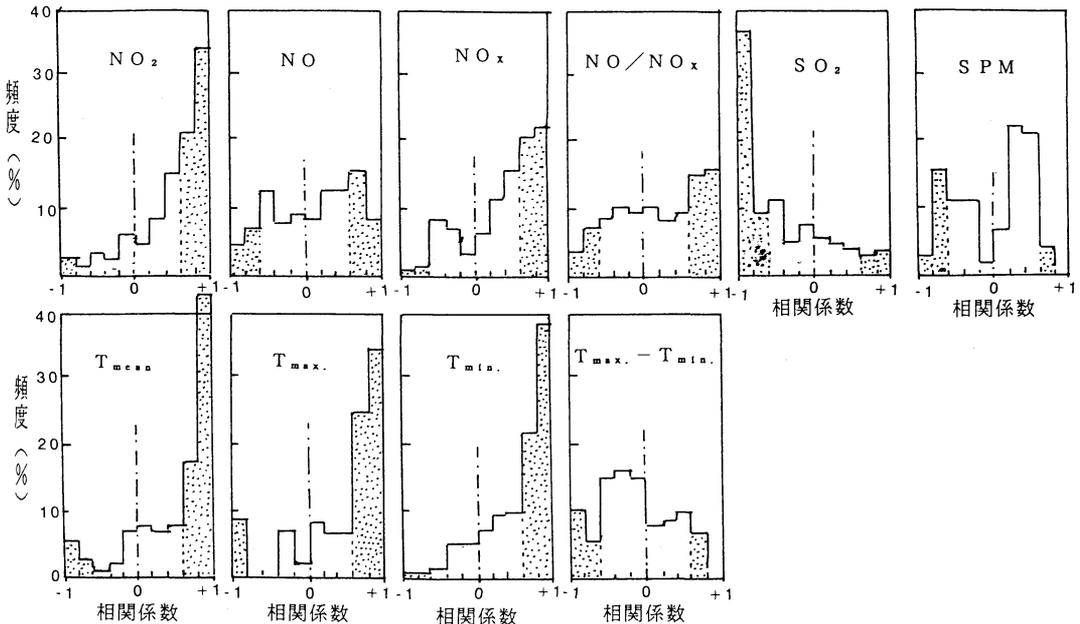
B. 上記と同様に3年間で移動平均したデータを用いて①と②の相関の回帰計算を以下のように分類して行った。

上記の②をX軸とし、①をY軸として、相関マトリックスの計算を行った。例えば、R11は、 NO_2 (01) と T_{mean} (07) との相関係数である。同様に、R51は、 SO_2 (05) と T_{mean} (07) との相関係数である。これらを第1表に示す。

上記A、B. で得られた相関係数値が、相関関係において有意であるか否かは、相関表を用いて行った。サンプル数は3年間で移動平均化したため、10となり、相関係数は、0.650以上で、危険率5%以下で有意であり、0.600以上で、危険率約6%以下で有意であること

第1表 気温 (T_{mean} , T_{max} , T_{min}) と大気汚染物質 (NO_2 , NO , SPM , SO_2) 濃度との月別相関の記号.

	NO_2	NO	NO_x	NO/NO_x	SO_2	SPM
T_{mean}	R11	R21	R31	R41	R51	R61
T_{max}	R12	R22	R32	R42	R52	R62
T_{min}	R13	R23	R33	R43	R53	R63
$T_{max} - T_{min}$	R14	R24	R34	R44	R54	R64



第2図 気温 (T_{mean} , T_{max} , T_{min}) および大気汚染物質 (NO_2 , NO , SO_2 , SPM) 濃度の月別時系列相関の相関係数計算結果のヒストグラム.

を示している。以下計算の都合上この値を適用した。

3. 結果と考察

3.1 月別時系列データの相関

第2図は3年間の移動平均データの10年間の時系列回帰を行った時の相関係数値の頻度分布を示している。各項目の相関のデータ数は各月15地点の計180個のデータであり、各図はそれらのヒストグラムを示している。

図中の打点領域は相関係数0.60以上および-0.60以下であり、危険率約6%で相関が有意である地点の割合(頻度)を示している。図より次のことが分かる。

(1) NO_2 濃度の増加傾向が顕著である。(2) NO については増加傾向が見られるものの、減少傾向もかなり見られる。(3) SO_2 についても減少傾向の方が大きい

が、増加傾向も無視できないと思われる。(4) SPM は増加傾向よりは減少傾向の方が多い。

気温については(5)日平均 T_{mean} での増加傾向が最も顕著であり、各月各地点の過半数以上が正の有意を示している。(6)日最低 T_{min} が T_{mean} に続き、負の相関の有意地点はほとんど見られなかった。(7)日最高 T_{max} は上記2者に比べて正の相関が少なく、負の相関地点が多かった。(8) $K=NO/NO_x$ および $T_{max} - T_{min}$ には大きな特徴は見られなかった。

上記有意頻度の月別割合を示すと、第2表になる。ここでは有意頻度の存在割合を6種類に区別して表している。

表より次のことが見られた。(1)日平均気温はいずれの月でも増加傾向を示すのではなく、6、9月の暖候期の一部と、10および12~3月の寒候期に増加傾向

第2表 気温 (T_{mean} , T_{max} , T_{min}) および大気汚染物質 (NO_2 , NO , SPM , SO_2) 濃度の月別時系列相関の計算結果.

	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10
4月	○	○	○	●	▲					
5月	◎	○	◎	●	△		△	△		△
6月	◎	○	◎	○	▲		◎	◎	◎	●
7月	◎	▲	●	◎	●		◎	●	◎	
8月	○	●	●	○	▲					
9月	○	●	○	○	▲	▲	◎	◎	◎	
10月		●	○	○	△	▲	◎		◎	△
11月	◎	○	○	○	△	▲	●	◎	●	○
12月	◎	●	○	●	△	▲	◎	◎	◎	
1月	○	●	●	●	△	▲	◎	◎	◎	▲
2月	◎	●	◎	●	△		◎	◎	◎	
3月	○	●	●	○	△		◎	◎	◎	

01: NO_2 , 02: NO , 03: NO_x , 04: NO/NO_x , 05: SO_2 , 06: SPM , 07: T_{mean} , 08: T_{max} , 09: T_{min} , 10: $T_{max} - T_{min}$

◎: 危険率6%以下で正の相関の有意地点が80%を越えるもの, ◎: 危険率6%以下で正の相関の有意地点が60%を越えるもの, ○: 危険率6%以下で正の相関の有意地点が30%を越えるもの, ●: 危険率6%以下で正の相関の有意地点が15%を越えるもの, ▲: 危険率6%以下で負の相関の有意地点が30%を越えるもの, △: 危険率6%以下で負の相関の有意地点が60%を越えるもの

があった。有意が顕著であった12月における有意地点の回帰係数値は 0.05~0.24 (Deg./Y) の範囲であった。さらに5月においては明らかに負の相関が有意の地点が多く存在した。これら有意地点の回帰係数値は -0.05~-0.25 (Deg./Y) であった。(3) 上記 T_{mean} と全く同様の傾向は, T_{max} にも見られた。(3) T_{min} も上記 T_{mean} と同様の傾向であるが, 5月における負の相関の有意地点数が大幅に減少した。(4) NO_2 濃度はいずれの月も増加傾向を示し, 特に5, 6, 7月の暖候期と10, 11, 2月の寒候期でこの傾向が大きい特徴が見られた。寒候期における増加傾向は首都圏をはじめ全国的な傾向であるが, 春期, 初夏の増加傾向は大阪都市圏周辺での特徴と見られている(池沢, 1993)。例えば, 12月における R01 の有意地点の回帰係数値は 0.24~1.25 ppb/Y と分布している。(5) NO 濃度の場合には NO_2 濃度ほど顕著ではなかったが, 一般的に増加傾向であった。また7, 8月および3月において負の相関が多く見られた。(6) NO_x 濃度の場合には全般的増加傾向は同様であるが, 上記2者と異なり, 減少傾向の月はなかった。(7) SO_2 についてはすべての月で減少傾向(負の相関の有意地点が多い)が顕著で, 特に10~3月の寒候期で多かった。しかし, 7月においては堺市, 田辺町等の都心(大阪市)周辺部で増加傾向がみられる。(8) SPM 濃度については6地点のため詳細な傾向は不明であるが, ここでは増加傾向は見られず, 9~1月の秋から冬で減少傾向が

見られた。

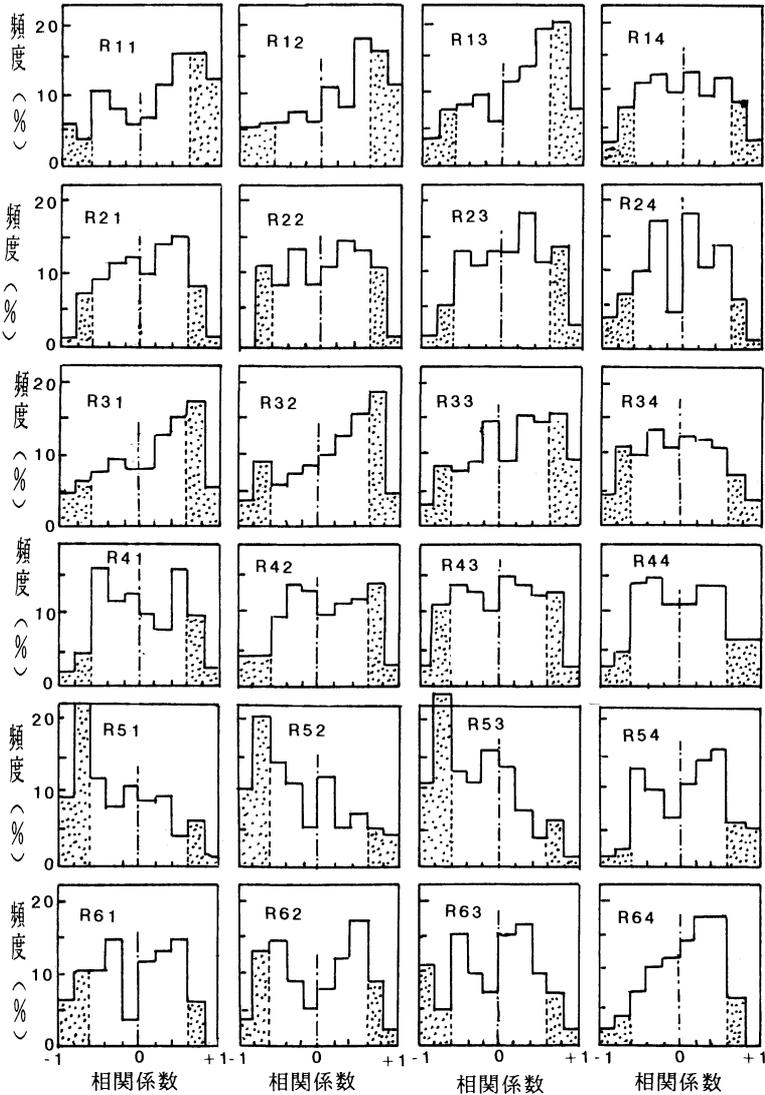
3.2 気温と大気汚染物質濃度の月別相関

3.2.1. 月別特徴の概要

第2節で述べた方法に従って, 気温と大気汚染物質濃度の相関計算を行った。

第3図は第2図と同様に相関係数値の頻度分布図を示している。この各項目のデータは, 各月15地点の計180データであり, 図はヒストグラムを示したものである。第2図と同様に打点領域は, 相関係数0.60以上および-0.60以下であり, これは危険率約6% (5%が0.650) で相関が有意である地点の割合(頻度)を示している。図より次のことがわかる。

(1) R11, R12, R13 では正の相関が有意である割合が他の相関に比べて高い。これは, 前節で述べたように NO_2 濃度がすべての月について増加傾向を示し, 気温も T_{mean} , T_{max} および T_{min} について多くの場合増加傾向を示したことと関係している。(2) NO_2 に比べて NO の方は高相関地点数は減少している。この傾向も前節と同様である。(3) NO_x の場合には, T_{min} との相関, つまり R33 が高くなっている。(4) K値については R44 で高相関性の地点が多く見られる特徴がある。(5) SO_2 については NO_2 とは逆に負の相関である地点が卓越している。特に T_{min} との相関 R53 の高相関の頻度が高いという理由は見当たらないが, 季節に関係していると推定できる。また正の相関地点も存在していることも特徴である。(6) SPM の場合には



第3図 月別の気温 (T_{mean} , T_{max} , T_{min}) と大気汚染物質 (NO_2 , NO , SO_2 , SPM) 濃度と相関の相関係数計算結果のヒストグラム。

地点数が少ないため正確な検討はできないが、一般的に負の相関側であると見られる。特に T_{min} との相関 R63 の高相関頻度が高かった。

第3表は、第2表と同様に危険率約6%で有意である月別の割合を示している。ここでは第2表と同様に有意頻度の存在割合を6種類に区別して表している。

この表より次のような特徴が見られる。

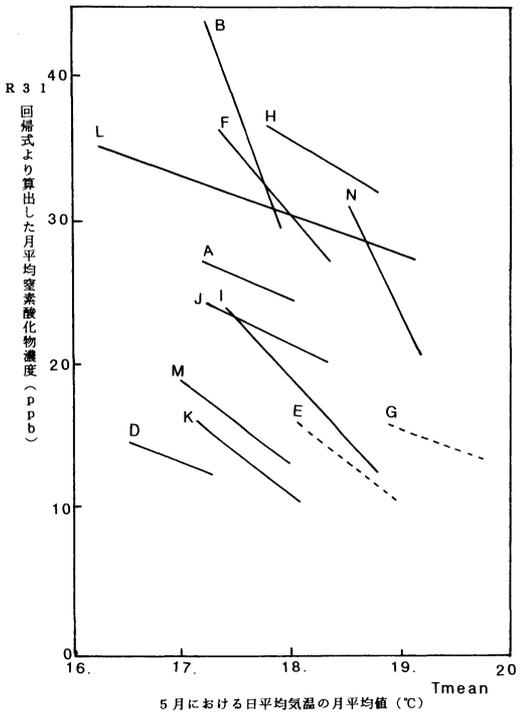
(1) 暖候期について、4月ではSPMと気温との間に負の相関関係がみられた。5月においては気温の経時変化がマイナスである地点が多かったことと関係し

て、 NO_2 および NO_x 共に負の地点が多くなっている。さらに SO_2 の場合には気温の減少傾向と SO_2 の減少傾向との相関のため、正として算出されたものである。6月は暖候期の中で唯一 NO_2 および NO_x 共に増加傾向を示した。これは第2表のR01, R03およびR07~R09の正の相関地点が多数を占めているためである。8月および9月は NO_2 , NO_x および SO_2 に多少の特徴がみられるが、大きな変化ではなかった。10月ではSPM濃度との相関R61およびR62の高相関地点が高頻度で存在している。

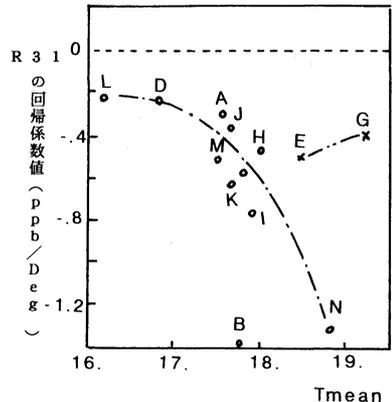
第3表 月別の気温 (T_{mean} , T_{max} , T_{min}) と大気汚染物質 (NO_2 , NO , SPM , SO_2) 濃度と相関の計算結果 (1981年4月~1993年3月).

	R11	R12	R13	R14	R21	R22	R23	R24	R31	R32	R33	R34	R41	R42	R43	R44	R51	R52	R53	R54	R61	R62	R63	R64
4月												●		●							△	▲	▲	
5月	▲	▲		△	▲	▲		▲	△	▲		▲	●	●		●	○	◎		○				
6月	◎	○	○		○	●	○		○	○	○		●	●	○	●	▲	▲						
7月	●	●	●					●		●	●				○									
8月									▲	▲	▲						●	●	●	●	▲	▲	▲	
9月	○	●	●					▲	●	●	●		●	●		○	▲	▲						
10月									●	●	○	●	●	●				▲			◎	◎	○	○
11月	●	○	○						●	●	○	●	●	●				▲			●	●		
12月	○	◎	●	○		○	●	○	●	○	○	○	●	●		○	▲	▲	▲	●		○		
1月	○	◎	○	●				●	○	○	○	○	●	●	●		▲	▲	▲	●				
2月	◎	○	○		●	○	○		○	◎	◎	◎	●	●	●		△	△	△	△	▲	▲		
3月	○	○	○			●	●		●	●	○	▲	●	○	●		△	△	△		▲	▲	▲	

◎：危険率6%以下で正の相関の有意地点が80%を越えるもの、◎：危険率6%以下で正の相関の有意地点が60%を越えるもの、○：危険率6%以下で正の相関の有意地点が30%を越えるもの、●：危険率6%以下で正の相関地点が15%を越えるもの、▲：危険率6%以下で負の相関の有意地点が30%を越えるもの、△：危険率6%以下で負の相関の有意地点が60%を越えるもの



第4図(a) 5月における相関係数R31(NO_x-T_{mean})の11地点での値と相関係数R21($NO-T_{mean}$)の2地点での値と、平均 T_{mean} との関係.



5月における12年間の日平均気温の月平均値(°C)

第4図(b) 相関係数R31の11地点とR21の2地点(E, G)での回帰係数値と T_{mean} 平均値との関係.

(2)寒候期では、12月から3月まで NO_2 , NO_x , SO_2 および SPM 濃度が気温との相関に大きく関係しているという結果を示している。特に12~2月は高相関地点の割合が大きかった。前節で述べたように気温のプラスの時系列変化が寒候期において顕著であったこと

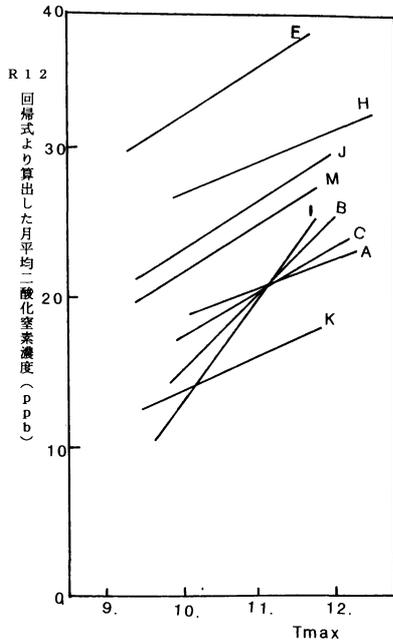
と関係して、 NO_2 や NO_x と気温相関係数もこの時期に高くなっていることを示した。

3.2.2. 5月のR31の特徴

NO_2 , NO および NO_x と気温との相関関係は、第3表のように負の相関の有意地点が多くなっている。ここではその最も高割合のR31の例について検討を行う。

第4図(a)は、5月の相関R31中で負の相関関係が危険率6%で有意となっている11地点と同様にR21で有意の2地点について、線形回帰した回帰式とその気温範囲を示している。図中のA, B, C……は第1図に示した地点である。

図より一般的傾向としては日平均気温が高いほど、



12月における日最高気温の月平均値(°C)
第5図(a) 12月における相関係数R12(NO₂-T_{max})の9地点での回帰係数値と平均T_{max}との関係。

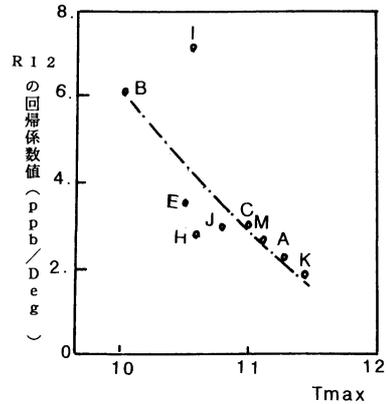
NO₂濃度が高いことを示している。また隣接している田辺町(M)、奈良市(J)、五条市(K)が類似の回帰式を示していることも特徴である。

第4図(b)は、回帰した12年間の日平均気温と線形回帰により算出した回帰係数値との関係を示している。X印はR21の場合の回帰係数値を示している。

図から明石市(B)を除外すれば、一点破線のような傾向が得られる。このことより5月における日平均気温が高くなるほど、回帰係数値は大きなマイナス値になり、NO₂濃度の減少が大きくなることを示している。さらに高温側の豊中市(E)や大阪市(G)のR21の例を考察すると、高温側でNO₂濃度が減少しているのに対して、NO濃度は増加傾向を示している。

近年5月において大阪都市圏周辺部でNO₂およびNO_xの高濃度汚染が進行しているが(池沢, 1993)、これは上述したように5月におけるR31等の高相関性から気温が減少したことによっていると思われる。この高相関性は5月の特徴である移動性高気圧下等の中規模気象条件にも関係していると思われるが、更なる検討が必要である。

3.2.3. 12月におけるR12およびR44の特徴



12月における12年間の日最高気温の月平均値(°C)
第5図(b) 相関係数R12の9地点での回帰係数値とT_{max}平均値との関係。

12月での相関関係の特徴は、前述したように正の相関の有意地点が高頻度で存在することである。特に、T_{max}との高相関の頻度が高いことが見られる。ここではこれらのうちNO₂とT_{max}との相関R12と、K値と(T_{max}-T_{min})との相関R44についての検討を行う。

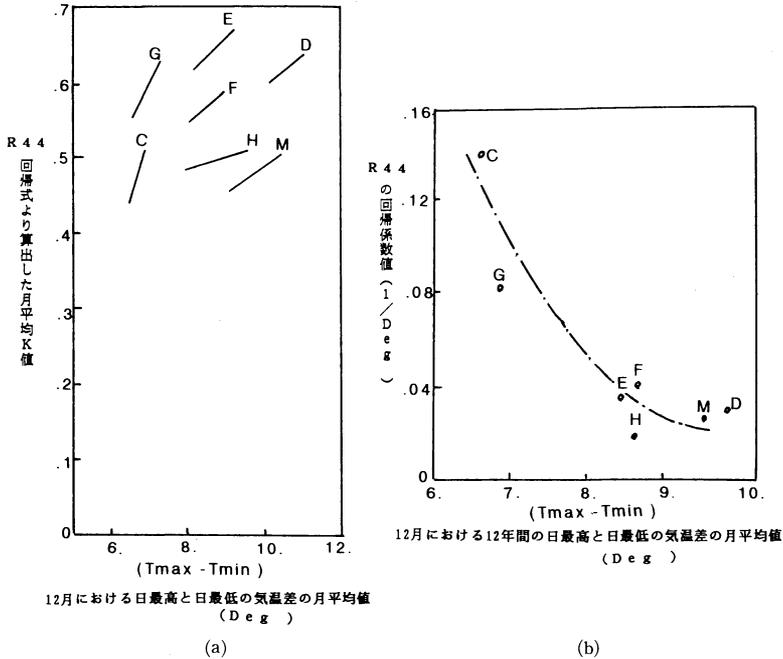
第5図(a)は12月の相関R12中で正の相関関係が危険率6%で有意となっている9地点について線形回帰した回帰式とその温度範囲を示している。図中のA, B, C……は第1図に示した地点である。

図より次のような特徴が見られる。(1)兵庫県下のA, B, C地点は類似の相関傾向を示し、T_{max}値が上昇するほどNO₂濃度は増加している。(2)隣接している奈良市(J)と田辺町(M)も類似の相関傾向を示している。(3)推定NO₂濃度は都心部周辺の豊中市(E)、堺市(H)で高く、都心から離れた五条市(K)で低くなっている。

第5図(b)は、回帰した12年間の日最高気温と線形回帰により算出した回帰係数値との関係を示している。

図より、一般的傾向として12年間の12月のT_{max}値が高い地点ほどR12の回帰係数値が減少している様子が認められる。12月における日最高気温は都心周辺部では高くなく、R12の回帰係数値が大きいことを示している。

第6図(a)は、12月の相関R44中で正の相関関係が危険率6%で有意となっている7地点について線形回帰した回帰式とその温度範囲を示している。ここで



第6図 (a)12月における相関係数R44 (K値-($T_{max}-T_{min}$))の9地点での回帰係数値と($T_{max}-T_{min}$)平均値との関係。(b)相関係数R44の9地点での回帰係数値と($T_{max}-T_{min}$)平均値との関係。

の特徴は、これらの地点が都心（大阪市）とその周辺部に位置していることを示している。さらに都心部とその北側（D, E, F, G）では月平均のK値がすべて0.50以上となっており、 NO_x 濃度に対するNO濃度の寄与率が高いことを示している。これは幹線道路等から排出されたNOが酸化されずに拡散していると考えられ、12月では冬型の季節風がまだ強くなかったためと推定できる（森，1983）。

第6図（b）は、12月における($T_{max}-T_{min}$)の12年間の平均値と、R44回帰式の回帰係数値(1/Deg)との関係を示している。図より分かるように一般的傾向として($T_{max}-T_{min}$)が大きくなるほど、R44の回帰係数値は小さくなっている。冬期、特に12月においては都市化が進行すればするほど、($T_{max}-T_{min}$)が減少している実態（原田，1982）が明らかになっていることから、都市化が進行しているほどこの回帰係数値(上記気温差に対するK値の変化)が大きくなり、 NO_x 濃度に対するNO濃度の割合が大きくなっている。つまり、NO汚染が進行していることを示している。

SO_2 濃度については、正の相関が有意である地点は見られず、これについてはさらなる調査研究が必要である。

SPM濃度では、 T_{max} との相関R62が6地点中3地点（明石、神戸、大阪）で有意となっている。これはSPMが NO_2 などと異なり、移流拡散は小さく、輸送される距離が小さいため、発生源での都市部でヒートアイランド現象と同時にSPMの高濃度化が起っていると推定できる。

3.3 大阪市と神戸市における冬期での特徴

上記の計算結果から、冬期においては都心部とその周辺で大気汚染の増加と気温の上昇が同時進行していると推定できる。

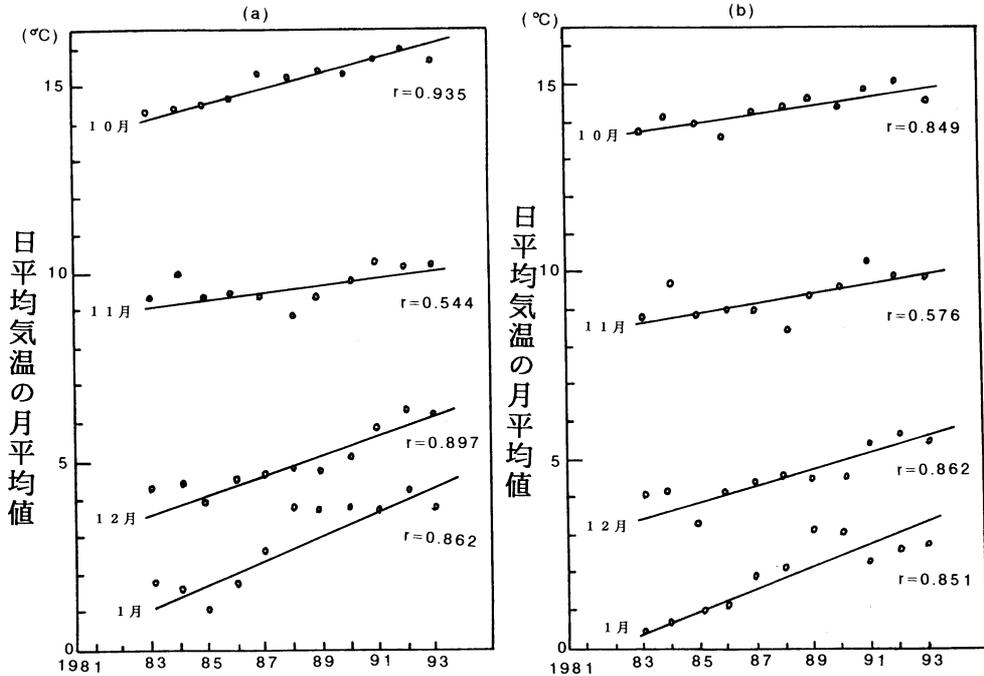
ここでは都心部である大阪市（G）と周辺部である神戸市（C）について冬期の特徴を以下検討する。

第7図は、大阪市（a）と神戸市（b）における冬期での月平均気温(T_{mean})の3年間の移動平均値とその線形回帰式を示している。

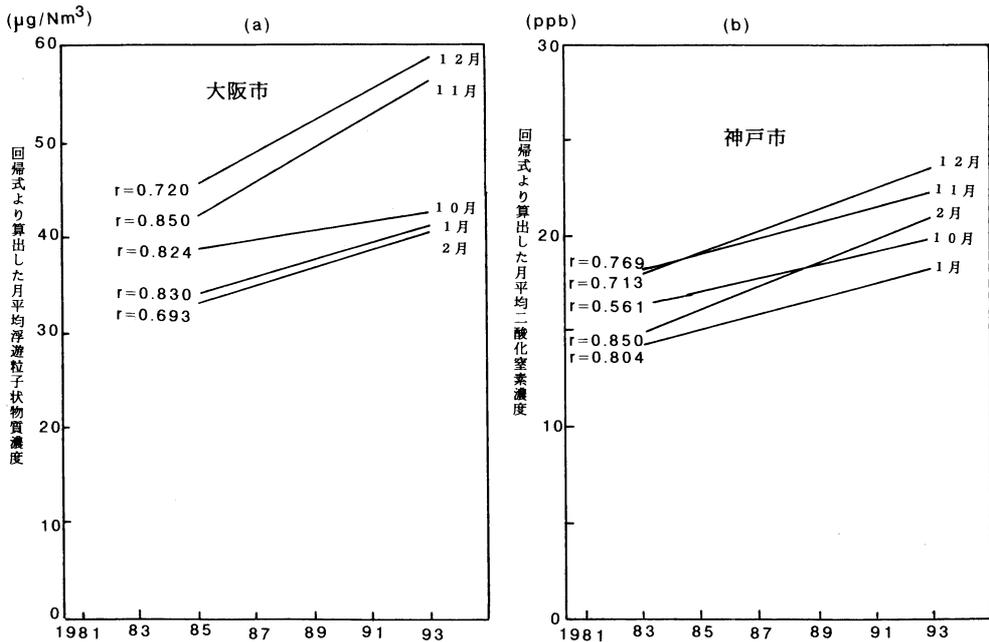
(a)および(b)図のいずれにおいても11月を除き、高い相関関係でもって回帰式が危険率1%以下で有意に成り立っていることを示している。

図から分かるように、大阪、神戸のいずれにおいても10年間に1°C以上の気温上昇は明白である。

さらにいずれの地点も回帰係数値(勾配)は冬期の12月で大きく、0.2 (Deg/Y)を越えている。



第7図 大阪市(a)と神戸市(b)における冬期の月平均気温 (T_{mean}) の3年間の移動平均値とその線形回帰式.



第8図 大阪市(a)と神戸市(b)における冬期の月平均浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度と月平均二酸化窒素 (NO_2) 濃度との各時系列回帰式.

このように DID である 2 都市では冬期の気温上昇は、野口 (1994) の指摘通り鮮明であった。しかし 15 地点すべてについて検討を行うことは出来なかった。

第 8 図は、大阪市 (a) と神戸市 (b) における冬期での月平均浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度と月平均二酸化窒素 (NO_2) 濃度との各時系列回帰式を示している。ここで (a) では 2 月、(b) では 10 月の各 1 か月を除き、それぞれの回帰式は危険率 5% 以下で有意に関係している。

図から分かるように、大阪、神戸のいずれの回帰式も正の勾配を持っており、さらに 12 月で大きな回帰係数値を有している。また図から分かるように大阪の SPM の場合も神戸の NO_2 の場合もいずれも 12 月で最高濃度値を示している。このことは第 7 図の気温上昇が 12 月で高かったことと関係していると考えられる。つまり、12 月での気温上昇と関係して SPM 濃度の増加や NO_2 濃度の増加が見られたと推定できる。ただこの詳細な現象説明は今後の調査研究に待たなければならない。

4. 結論

大阪都市圏周辺における気象庁の観測地点 15 か所とその最寄りの大気汚染測定局から抽出した 12 年間 (1981 年 4 月～1993 年 3 月) の各日平均、日最高、日最低の各月平均値 (T_{mean} , T_{max} および T_{min}) および同期間の各月平均大気汚染物質濃度 (NO_2 , NO , NO_x , SPM, SO_2) を用いて、各月毎の 12 年間のデータを各月毎に 3 年間で移動平均し、それらについて相関計算等を行った。

計算結果には 3 つの特徴が認められた。

第 1 点は、時系列の経年変化においては、 NO_2 および NO_x 濃度で全季節的な増加が見られたのに対して (例えば、 NO_2 の 12 月 0.24～1.25 ppb/Y), 気温では特に冬期において T_{mean} (12 月 0.05～0.24 Deg/Y) および T_{min} の昇温が認められたが、5 月においては逆に降温が顕著であった (−0.01～−0.25 Deg/Y)。

第 2 点は、月別相関係数値として 5, 6, および 2

月での NO_2 および NO_x の増加が顕著であった。特に 5 月では NO_x と T_{mean} との相関が有意であった地点は 11 地点で、 T_{mean} 増加によって NO_x 濃度は減少する (第 4 図 (a))。さらに T_{mean} が増加すると NO_x 濃度が減少する傾向が大きくなることを示した (第 4 図 (b) の E, G)。これは 5 月の移動性高気圧下での気温上昇によって NO_x の移流拡散が大きくなるためであると推定できる。

第 3 点は、冬期の大気汚染として問題となる 12 月については、R12 と R44 において特徴があった。R12 では、9 地点が正の有意であり、地域的にも都心部周辺に多く、 T_{max} の増加で NO_2 濃度が増加している (第 5 図 (a))。増加割合は T_{max} の低い地点の方が高い地点よりも大きくなっている (第 5 図 (b))。R44 では、都心とその周辺部で有意地点が多く見られ、($T_{\text{max}} - T_{\text{min}}$) が増加するほど K 値は増加し (第 5 図 (a))、その増加率は ($T_{\text{max}} - T_{\text{min}}$) の小さい地点の方が大きくなっている (第 5 図 (b))。つまりこれらいずれの現象とも都市化の進行に原因していると推定できる。

参考文献

- 朝倉正, 1991: 経済活動と気象, 朝倉書店。
 原田朗, 1982: 大気汚染と気候の変化, 東京堂出版, 80-81。
 池沢正, 1993: 阪神間の幹線道路沿道における春季の NO_2 の高濃度出現について, 大気汚染学会誌, 28, 244-252。
 環境庁大気保全局, 1982～1994: 日本の大気汚染状況, ぎょうせい。
 Karl, T. R. and P. D. Jones, 1989: Urban bias in area-averaged surface air temperature trends, Bull. Amer. Meteor. Soc., 70, 265-270。
 森征洋, 1983: 日本各地の風配図, 香川大学教育学部研究報告第 2 部, 33。
 野口泰生, 1994: 日最高・日最低気温の永年変化に与える都市化の影響, 天気, 41, 123-135。