

## 2. 環境大気中の未規制物質に関する 調査研究（第7報）

—— ベンゾ(a)ピレンについて ——

植山洋一，吉川昌範\*，正通寛治，稲津悦朗\*

（\*現環境保全課）

### I 緒 言

浮遊粉じんの発生源には、工場・自動車などの人為的発生源によるもの、土壌、海塩粒子などの自然発生源によるもの、大気中の化学変化によって生成するガス状からの転換によるものなど様々なものが含まれているが、ベンゾ(a)ピレンなどの多環芳香族炭化水素（PAHs）は、ガソリン、重油など化石燃料等の不完全燃焼によって発生し、大気中では主として浮遊粉じんに付着して存在すると言われている。PAHsは発がん作用あるいは発がん促進作用を有するものが多く、その生体影響が懸念されること、また燃焼行為は日常的に行なわれているためその環境分布は極めて広いと考えられることから、各地で分析手法の開発、調査が実施されている。<sup>1-2)</sup>

当所では昭和57年度の環境庁委託「有害物質全国総点検調査」以降、58～60年度に季節別に県内数ヶ所において、ベンゾ(a)ピレンを中心に調査を行なった。今回その調査結果をまとめ、季節変化、NO<sub>x</sub> や重金属、無機イオンとの関係および風速などの気象要因を用いて因子分析を行なうなどの検討を加えたので、以下その結果について報告する。

### II 調査方法

#### 1. 調査地点

図1に調査地点を示す。試料採取位置の地上からの高さは白方以外は約10mあるいはそれ以上である。

#### 2. 調査期日

（春期）昭和60年5月7日～5月21日

（夏期）昭和59年8月2日～8月14日

（秋期）昭和58年10月24日～11月7日

（冬期）昭和60年2月8日～2月21日

なお春江および芦原は秋期のみ、白方および坂井は春・夏・冬期に調査した。

#### 3. 測定方法

（1）使用した主な機器、試薬等

①ハイボリウムエアースンプラー（10 $\mu$ mカット装置付、愛知時計電機製） ②遠心分離器  
③超音波発生装置 ④ロータリーエバポレーター ⑤高速液体クロマトグラフ（TRIOTAR  
Ⅲ 日本分光製）⑥分光けい光光度計（FP-550 A 日本分光製）⑦恒温室（-40℃～+40℃ SANYO製）⑧原子吸光光度計（AA-855



| 地点名 | 試料採取位置 |         | 地上からの高さ (m) | 周囲の概況         |
|-----|--------|---------|-------------|---------------|
| ①三国 | 三国町    | 三国西小学校  | 12          | 水田、海まで約2,500m |
| ②白方 | 福井市    | 白方一般観測局 | 3           | 水田、海まで約2,500m |
| ③春江 | 春江町    | 大石小学校   | 8           | 水田            |
| ④坂井 | 坂井町    | 坂井町役場   | 9           | 水田            |
| ⑤芦原 | 芦原町    | 芦原小学校   | 12          | 市街地、水田        |
| ⑥福井 | 福井市    | 福井保健所   | 14          | 市街地中心         |
| ⑦敦賀 | 敦賀市    | 気比公民館   | 16          | 市街地中心         |

図1 調査地点

型およびAA-8200 mark II 型 Jarrel Ash社製）⑨分光光度計（100-50 型 ダブルビーム 日立製）⑩試料捕集用濾紙（PALLFLEX 2500QAST 8×10 inch）⑪ベンゼン、ジメチルスルホキシド（無けい光溶媒 同仁化学研究所製）⑫アセトニトリル（高速液体クロマトグラフ用溶媒 半井化学薬品製）⑬ベンゾ(a)ピレン（和光純薬製）

## (2) 試料採取方法

ハイボリウムエアースンプラーに石英繊維製濾紙を装着し、約1 m<sup>3</sup>/minの吸引流量で24時間（大体午前10時から翌日の午前10時まで、一部48時間）大気試料を採取した。試料採取した濾紙は、秤量後分析時まで約-25℃の恒温室に保存した。

## (3) 分析方法

### 1) 浮遊粒子状物質濃度・含有率

濾紙をデシケータ（相対湿度50%）中に48時間以上放置後、0.1 mgまで秤量し、その重量を吸引量で除して浮遊粒子状物質濃度を求めた。またその重量で各成分の重量を除して含有率を算出した。

### 2) ベンゾ(a)ピレン（B(a)P）、ベンゾ(k)フルオランテン（B(k)F）

濾紙を47mmφのベルトポンチで切り抜き、細片にして10 mlのスピッツ管に入れる。エタノール2 mlとベンゼン6 mlを加え超音波抽出し、遠心分離後上澄液を分取する。5%水酸化ナトリウム溶液3 mlを加え攪拌し、再度遠心分離する。次にその上澄液を分取してロータリーエバポレーターで減圧濃縮し、ジメチルスルホキシド0.2 ml加えて溶解し、その試験溶液を高速液体クロマトグラフに20 μl注入する。

なおB(k)FおよびB(a)Pの保持時間はそれぞれ約16.3分、17.8分であり、その前後に分光けい光光度計の波長を切り換えることによりそれぞれのスペクトルを得た。また定量にはピーク高さを用いた。

分析条件：カラム温度 45℃

カラム充てん剤 Finapaksil-C18

移動相 アセトニトリル-水 75:25 励起波長 Ex B(k)F 309 nm B(a)P 370 nm

移動相流量 1 ml/min けい光波長 Em B(k)F 414 nm B(a)P 406 nm

### 3) 金属成分

濾紙を10×17cm切り取り細片後、硝酸一過酸化水素水で湿式分解し、原子吸光光度計を用いて測定した。

- Fe, Mn, Ni, Zn, PbおよびCd : 空気-アセチレンフレーム
- Ca : Sr濃度が1,000 ppmになるようにSrCl<sub>2</sub>溶液を添加後、空気-アセチレンフレーム
- Al, Ti : 亜酸化窒素-アセチレンフレーム
- V : フレームレス
- Na, K, Mg : 炎光光度法

### 4) 水溶性成分

濾紙を2×17cm切り取り細片後、水を加え還流冷却器を取りつけて加温抽出し、分光光度計を用いて測定した。

- SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> — クロム酸バリウム法
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup> — サリチル酸ナトリウム法
- Cl<sup>-</sup> — チオシアン酸第二水銀法
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup> — インドフェノール法

なお秋期の試料については、ベンゾ(k)フルオランテン、Al, Ti, Na, K, Mg, Cl<sup>-</sup>およびNH<sub>4</sub><sup>+</sup>は分析しなかった。

## III 結果および考察

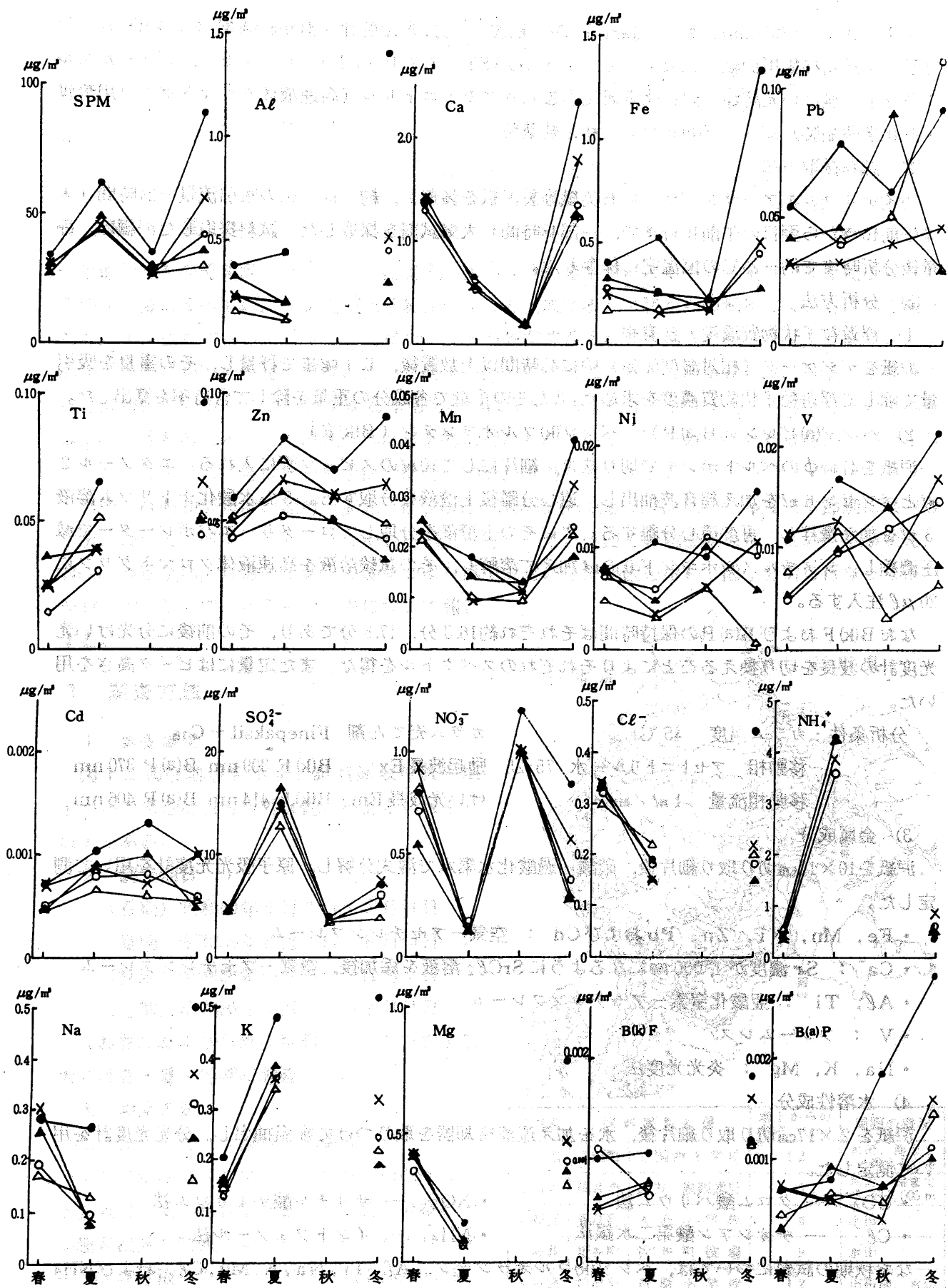


図2 季節変化(平均値)

○三国      ▲白方(秋期は春江)  
●福井      ×坂井(秋期は芦原)  
△敦賀

別表に測定結果（平均値）を、図2に季節変化（平均値）を示す。

### 1. 浮遊粒子状物質（SPM）

浮遊粒子状物質濃度は5地点共夏期に高く、春期・秋期に低い季節変化を示したが、冬期は地点によって異なっていた。福井は冬期に高くなったが、このことについて、昭和58～61年度に実施したスパイクタイヤによる道路粉じん調査結果<sup>5)</sup>と本調査結果を比較すると（調査地点や試料採取位置の地上からの高さ（道路粉じん調査の場合約1m）が異なるが、同じ福井市内の調査地点でみると）、図3に示すように福井は道路粉じん調査結果と春期（4月）、夏期（8月）は同程度であり、冬期（2月）は大きく異なっているが、やはり高くなっていること、一方三国、敦賀では冬期に高くなっていないことから福井では道路の影響が地上付近だけでなく、十数mの高さまで及んでいることが考えられる。なお福井は各季節共高く、これは市街地中心部に位置するため種々の発生源の影響を受けたものと思われる。

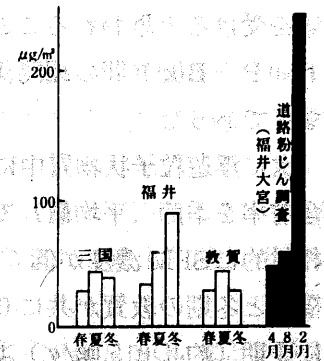


図3 道路粉じん調査結果との比較

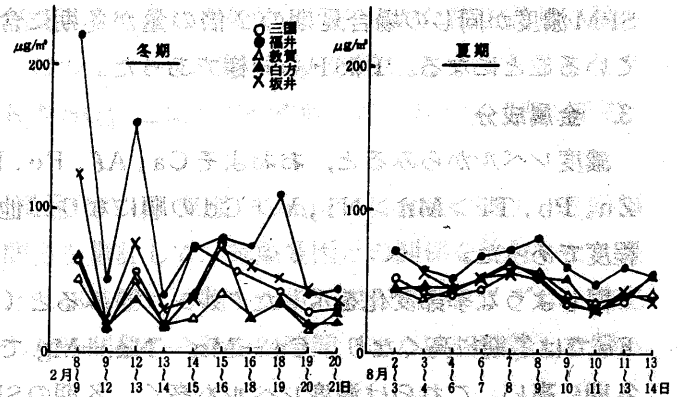


図4 経日変化（SPM）

次に各地点の経日変化を比較すると図4に示すように夏期では大体同様な変化を示しているが、冬期では2月8～14日までは大体同様でそれ以降は異なっていた。これは地点によって道路粉じんなど発生源の影響や降雨など気象要因に差があるためであろう。

### 2. B(a)P, B(k)F

全データ（約200個）でみると、B(a)PはND～7.30 ng/m³、B(k)FはND～4.52 ng/m³の濃度レベルであった。（NDはいずれも0.10 ng/m³未満とした。）B(a)PおよびB(k)Fの最高値は両方共福井で、冬期の2月8～9日に出現した。なおこの時は測定した金属成分、水溶性成分す

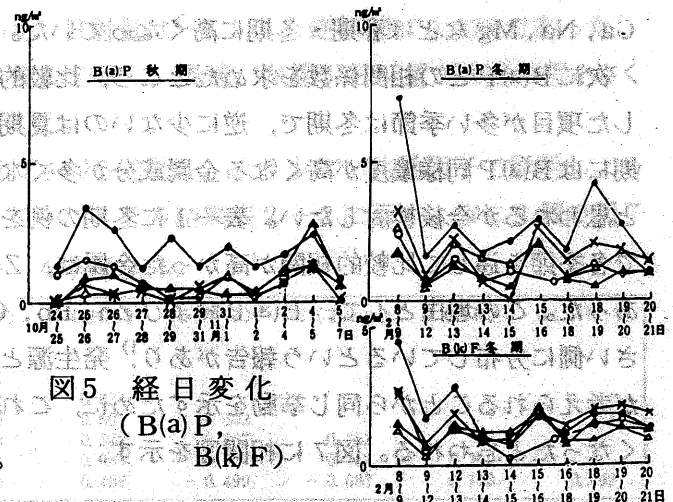


図5 経日変化  
（B(a)P,  
B(k)F）

べてが高い値を示した。またB(a)Pについて全国規模で実施された「有害物質全国総点検調査」の結果（全地域の平均値 1185地点）と本調査の5地点の平均値を比較すると、それぞれ夏期0.58 ng/m³、0.72 ng/m³、冬期2.92 ng/m³、1.60 ng/m³で全国の濃度レベルよりも、夏期は大体同程度、冬期は低い結果であった。

5地点の中ではSPM同様、福井が高く、特にB(a)Pの秋期（1.85 ng/m³）、冬期（2.83 ng/m³）では顕著であった。福井市街地の中心に位置し、自動車などの発生源の影響をより強く受けていると思われる。一方季節間を比較すると、B(a)P、B(k)F共に夏期よりも冬期に高い値を示した。この傾向は5地点共通であり、気象要因によると推測される。

経日変化の例を図5に示したが、B(a)P—B(k)F間および5地点間の変化の傾向が似通っていた。これはB(a)PとB(k)Fは同じような構造をしていることから同様な挙動を示すと思われること、燃焼に伴って排出されることから微小粒子に付着し、地上高くまで広がり、広域的な気象要因の影

響を受けられること、によると考えられる。なお B(a)P - B(k)F 間の相関係数は福井で 0.87, 坂井で 0.89 などであった。

次に浮遊粒子状物質中にどれ位含まれているかを示す含有率を季節(平均値)でみると、図 6 に示すように相対的に SPM 濃度が低く B(a)P 濃度が高かった秋期の福井と冬期の敦賀が共に 0.053  $\mu\text{g/g}$  と最も高く、全体的に夏期(約 0.015  $\mu\text{g/g}$ )よりも冬期(約 0.030  $\mu\text{g/g}$ )の方が高かった。すなわち浮遊粒子状物質中に B(a)P は、SPM 濃度が同じ場合夏期の 2 倍の量が冬期に含まれていることになる。B(k)F も同様であった。

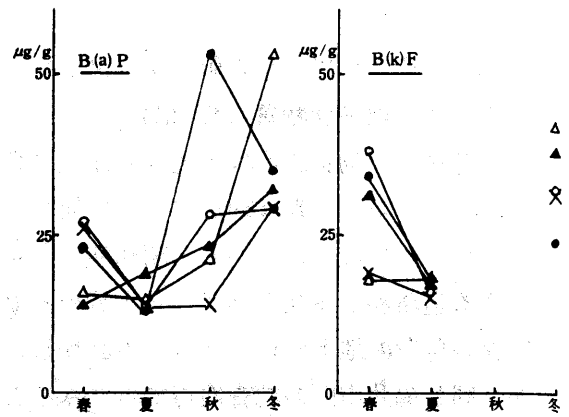


図 6 含有率の季節変化  
(○三国 △敦賀 ×坂井 ●福井 ▲白方)

### 3. 金属成分

濃度レベルからみると、おおよそ  $\text{Ca}, \text{Al}, \text{Fe}, \text{Na}, \text{K}, \text{Mg} > \text{Zn}, \text{Pb}, \text{Ti} > \text{Mn} > \text{Ni}, \text{V} > \text{Cd}$  の順になり、他の報告<sup>3)</sup>と同程度であった。

同じような季節変化を示したグループをみると(図 2),  $\text{Al} - \text{Fe}$  では冬期に高くなり、 $\text{Ca} - \text{Mn} - \text{Na} - \text{Mg}$  でも秋期に低く、冬期に高い。これらは濃度レベルも高く、冬期の SPM 濃度上昇の要因になっていると思われる。別図に示すように含有率でも  $\text{Ca}, \text{Na}, \text{Mg}$  などは春期・冬期に高くなっていた。

次に B(a)P との相関係数を求めたところ、比較的高い相関を示した項目が多い季節は冬期で、逆に少ないのは夏期であった。冬期には B(a)P 同様濃度が高くなる金属成分が多くなることによると思われるが今後検討したい。表-1 に冬期の例を示す。その中で各季節を通して比較的高かった金属は、 $\text{Zn}, \text{Pb}, \text{Cd}$  であった。この理由として、B(a)P および  $\text{Zn}, \text{Pb}, \text{Cd}$  は粒径の小さい側に分布しているという報告があり<sup>1)</sup>、発生源として燃焼起源が考えられることから同じ挙動を示すために、これらが相関が良くなったと思われる。図 7 に相関図を示す。

表 1 B(a)P との相関係数 (冬期)

| 項目                 | 三国     | 白方     | 坂井      | 福井      | 敦賀     |
|--------------------|--------|--------|---------|---------|--------|
| SPM                | 0.68*  | 0.80** | 0.86**  | 0.85**  | 0.66*  |
| Al                 | 0.25   | -0.07  | 0.62*   | 0.82**  | 0.43   |
| Ca                 | 0.34   | 0.25   | 0.28    | 0.90**  | 0.46   |
| Fe                 | 0.26   | -0.06  | 0.66*   | 0.82**  | 0.56   |
| Pb                 | 0.33   | 0.63*  | 0.84**  | 0.73**  | 0.48   |
| Ti                 | 0.30   | -0.02  | -0.07   | 0.76**  | 0.31   |
| Zn                 | 0.39   | 0.64*  | 0.88**  | 0.90**  | 0.65*  |
| Mn                 | 0.31   | 0.31   | 0.74**  | 0.87**  | 0.79** |
| Ni                 | 0.31   | 0.32   | 0.08    | 0.73**  | 0.13   |
| V                  | 0.32   | 0.58*  | 0.71**  | 0.59*   | 0.70*  |
| Cd                 | 0.30   | 0.66*  | 0.79**  | 0.90**  | 0.49   |
| Na                 | 0.27   | -0.23  | -0.06   | 0.49    | -0.46  |
| K                  | 0.50   | 0.43   | 0.86**  | 0.86**  | 0.46   |
| Mg                 | 0.29   | -0.11  | -0.14   | 0.42    | 0.30   |
| $\text{SO}_4^{2-}$ | 0.75** | 0.66*  | 0.73**  | 0.84**  | 0.43   |
| $\text{NO}_3^-$    | 0.28   | 0.04   | 0.50    | 0.62*   | 0.41   |
| $\text{Cl}^-$      | 0.35   | -0.01  | 0.51    | 0.12    | -0.19  |
| $\text{NH}_4^+$    | 0.63*  | 0.53   | 0.55    | 0.35    | 0.27   |
| $\text{NO}_x$      | 0.90** | 0.64*  | 0.80**  | 0.92**  | 0.59*  |
| WV                 | -0.24  | -0.58* | -0.82** | -0.78** | -0.44  |
| SR                 | 0.26   | -0.16  | -0.25   | 0.02    | -0.09  |
| SIN-T              | 0.82** | 0.68*  | 0.73**  | 0.84**  | 0.60*  |

WV: 風速 SIN-T: 逆転層のタイプ \*\* : 1% 有意  
SR: 日射量 \* : 5% 有意

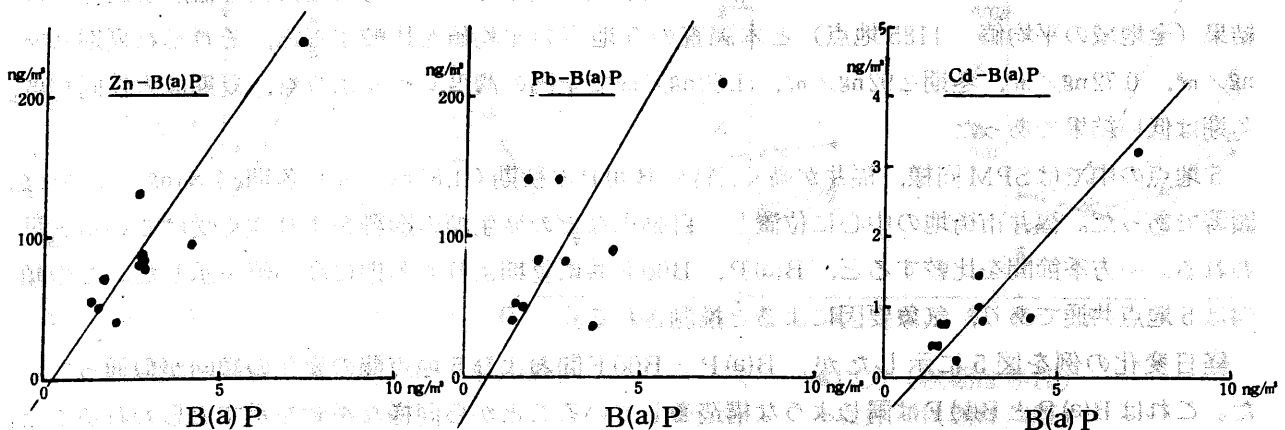


図 7 相 関 図 (福井 冬期)

## 4. 水溶性成分

濃度レベルは、 $\text{SO}_4^{2-} > \text{NH}_4^+ > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^-$  の順であった。また  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$  が福井で冬期に高くなった他は5地点共極めて類似した季節変化を示した（図2）。すなわち  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$  は夏期 > 冬期、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$  は春期 > 夏期であった。別図に示すように含有率でも同様な結果であった。SPM濃度が夏期に増加する要因として  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$  が影響を与えていると思われる。 $\text{Cl}^-$  が福井で冬期に高くなった理由の一つに融雪剤の影響が考えられる。<sup>5)</sup> また夏期には光化学反応が盛んになるため硫酸塩が増加するのであろう。<sup>4)</sup>

なお  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$  は年間を通じて微小粒子側に存在し、その組成として  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  などが考えられること、Na、Ca、Mg は海塩粒子あるいは土壌粒子といった自然発生によるもので年間を通じて粗大粒子側に偏在すること、Kは陸上植物を燃焼させた灰に比較的多く含まれ年間を通じて微小粒子側に偏在していることが報告されている。<sup>4)</sup> このためNa、Ca、Mgが似たような季節変化を示し、微小粒子側に存在するB(a)Pとの相関がKや  $\text{SO}_4^{2-}$  と比べてやや低いのであろう。（表1参照）

## 5. 気象要因とB(a)P、B(k)Fとの関係

大気汚染常時監視観測局から得られたNOx、風速(WV)、気温(Temp)、日射量(SR)、逆転層のタイプ(SIN-T)の各本調査日に対応する時間帯を集計して、気象要因との関係を検討した。但し日射量は昼間の日射量を合計して24時間（または48時間）で割った値、逆転層のタイプは、地上よりも144 m、185 mの気温が高いタイプを示した時間数の合計を24時間（または48時間）で割った値である。

相関係数行列の側（福井）を表2-1に示す。B(a)Pに対して  $\text{NO}_3^-$  は0.496、B(k)Fは0.605、NOxは0.824、風速は-0.549、気温は-0.578、日射量は-0.539、逆転層は0.376であった。すなわちB(a)Pは、 $\text{NO}_3^-$ 、NOx、B(k)Fと同じ変動を示し、風速、気温、日射量が大い程小さくなり、逆転層があると大きくなる傾向がうかがえた。

さらに、多数の変動要因によって総合的に表わされる変動を、より少ない共通因子で説明しようとする多変量解析法の一つの因子分析を行なってみた。その結果表2-2に示すように3個の因子で累積寄与率が100%に達した。因子1が最も大きく、67%の寄与率であった。因子軸の解釈であるが、因子1は、B(a)PやNOxなどが正で風速が負の、

表2-1 相関係数行列（福井 4季節全体）

|   | 1 ( $\text{NO}_3^-$ ) | 2 (B(k)F) | 3 (B(a)P) | 4 (NOx) | 5 (WV) | 6 (Temp) | 7 (SR) | 8 (SIN-T) |
|---|-----------------------|-----------|-----------|---------|--------|----------|--------|-----------|
| 1 | 0.607                 |           |           |         |        |          |        |           |
| 2 | -0.014                | 0.605     |           |         |        |          |        |           |
| 3 | 0.496                 | 0.605     | 0.824     |         |        |          |        |           |
| 4 | 0.607                 | 0.280     | 0.824     | 0.824   |        |          |        |           |
| 5 | -0.490                | -0.169    | -0.549    | -0.602  | 0.602  |          |        |           |
| 6 | -0.477                | -0.222    | -0.578    | -0.532  | 0.267  | 0.752    |        |           |
| 7 | -0.363                | -0.229    | -0.539    | -0.543  | 0.227  | 0.752    | 0.752  |           |
| 8 | 0.224                 | 0.059     | 0.376     | 0.496   | -0.499 | -0.037   | 0.113  | 0.499     |

共に大きな因子負荷量をもつことから、汚染物質が風によって拡散・希釈されるという意味に解釈され、因子2は気温・日射量の因子負荷量が大いことから、B(a)Pなどが温度が高く、光化学反応によって分解を受ける、と解釈されるが、逆転層を含めて因子軸の解釈は容易でなかった。今後気象データの変更など因子分析の入力データについて、検討したい。

表2-2 累積寄与率

| 因子 | 寄与率   | %      | 累積寄与率%  |
|----|-------|--------|---------|
| 1  | 3.670 | 67.133 | 67.133  |
| 2  | 1.101 | 20.149 | 87.282  |
| 3  | 0.743 | 13.592 | 100.874 |

表2-3 因子負荷量

|                       | 1      | 2      | 3      |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| 1 ( $\text{NO}_3^-$ ) | 0.640  | 0.085  | -0.388 |
| 2 (B(k)F)             | 0.399  | -0.109 | 0.676  |
| 3 (B(a)P)             | 0.898  | 0.035  | 0.294  |
| 4 (NOx)               | 0.896  | 0.178  | -0.054 |
| 5 (WV)                | -0.634 | -0.407 | 0.083  |
| 6 (Temp)              | -0.710 | 0.403  | 0.163  |
| 7 (SR)                | -0.661 | 0.560  | 0.110  |
| 8 (SIN-T)             | 0.384  | 0.604  | 0.008  |



なお、冬の2月8～9日は5地点共に、各成分に共通して濃度が高く、気象データをみると、風速が各地点共小さく、日射量が少なく、逆転層も長時間持続した。天気は8日は早朝霧が出、後くもり一時晴れ、翌日は雨であり、捕集した粉じんの色は真黒であった。

#### IV 結 語

県下5地点で季節毎に試料を採取し、B(a)P、B(k)Fや金属成分、水溶性成分を測定し、各項目間の関係、気象要因との関係を検討した。その結果

(1) B(a)PはND～7.30 ng/m<sup>3</sup>、B(k)FはND～4.52 ng/m<sup>3</sup>の濃度レベルで互いに似通った変動を示し、冬期に高く、地点別では福井が高かった。金属成分ではK、Zn、Pb、Cdなど、水溶性成分ではSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>などと相関がみられたが、地点によって、季節によって相関の程度は異なっていた。

(2) 気象要因との関係では、風速、気温、日射量が大きい程小さくなり、逆転層があると大きくなる傾向がみられた。

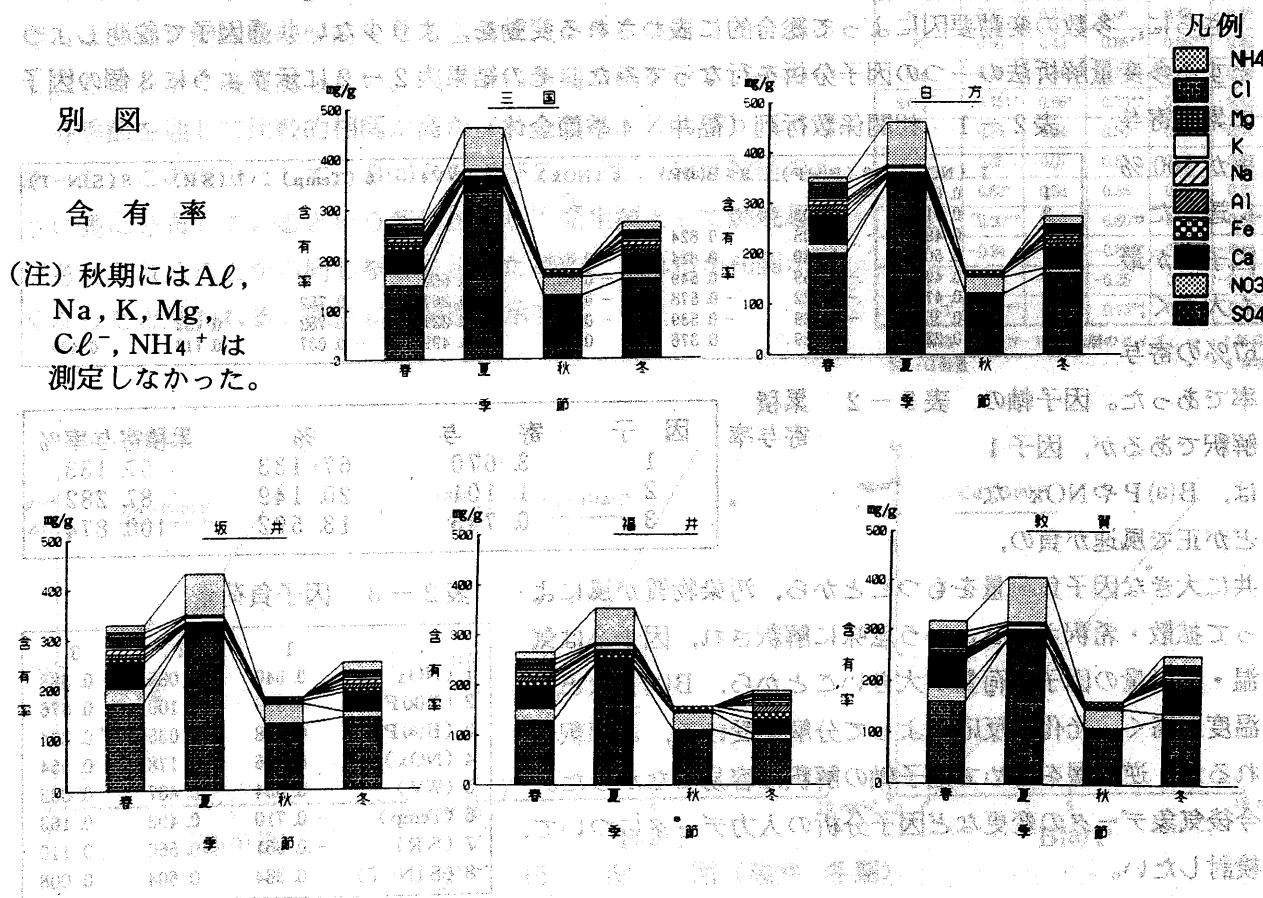
#### 参考文献

- 1) 山崎裕康他：大気汚染学会誌 18(1) 8 (1983)
- 2) 塩崎卓哉他：大気汚染学会誌 19(4) 300 (1984)
- 3) 溝畑 朗他：大気汚染学会誌 21(2) 83 (1986)
- 4) 松本光弘他：大気汚染学会誌 21(6) 501 (1986)
- 5) 植山洋一他：福井県公害センター年報 16, 99 (1986)
- 6) 環境庁大気保全局大気規制課：有害物質全国総点検調査結果報告書(昭和59年3月)

#### 別 図

##### 含有率

(注) 秋期にはAl, Na, K, Mg, Cl<sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>は測定しなかった。



(上段は各成分濃度 ( $\mu g/m^3$ ), 下段は各成分含有率(%) )

別表 測定結果 (平均値)

| 季節 | 項目<br>地点 | SPM | B(a)P             | B(k)F             | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | Ca             | Al             | Fe             | Pb              | Zn             | Mn              | Ti               | Ni               | V                | Cd                | Na             | K             | Mg             |
|----|----------|-----|-------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|---------------|----------------|
| 春  | 三国       | 29  | 0.0007<br>(0.027) | 0.0011<br>(0.038) | 4.5<br>(150)                  | 0.71<br>(24.4)               | 0.32<br>(11.6)  | 0.28<br>(9.1)                | 1.31<br>(47.3) | 0.24<br>(7.7)  | 0.27<br>(8.7)  | 0.067<br>(2.21) | 0.043<br>(1.4) | 0.023<br>(0.80) | 0.014<br>(0.47)  | 0.0069<br>(0.23) | 0.0047<br>(0.16) | 0.0005<br>(0.017) | 0.19<br>(6.9)  | 0.13<br>(4.4) | 0.35<br>(11.6) |
|    | 白方       | 27  | 0.0003<br>(0.014) | 0.0006<br>(0.031) | 4.6<br>(200)                  | 0.54<br>(19.8)               | 0.33<br>(13.7)  | 0.31<br>(10.0)               | 1.38<br>(57.7) | 0.32<br>(9.9)  | 0.32<br>(10.7) | 0.042<br>(1.77) | 0.050<br>(1.6) | 0.025<br>(0.89) | 0.036<br>(1.38)  | 0.0080<br>(0.28) | 0.0052<br>(0.19) | 0.0005<br>(0.016) | 0.25<br>(9.2)  | 0.15<br>(4.9) | 0.40<br>(16.9) |
|    | 坂井       | 30  | 0.0008<br>(0.026) | 0.0005<br>(0.019) | 4.9<br>(170)                  | 0.93<br>(31.7)               | 0.34<br>(12.6)  | 0.46<br>(14.2)               | 1.42<br>(53.7) | 0.23<br>(7.1)  | 0.24<br>(7.9)  | 0.032<br>(1.10) | 0.045<br>(1.4) | 0.022<br>(0.76) | 0.024<br>(0.91)  | 0.0077<br>(0.27) | 0.0112<br>(0.38) | 0.0007<br>(0.023) | 0.30<br>(11.0) | 0.16<br>(5.0) | 0.42<br>(17.1) |
|    | 福井       | 34  | 0.0007<br>(0.023) | 0.0010<br>(0.034) | 4.3<br>(130)                  | 0.80<br>(23.8)               | 0.34<br>(10.7)  | 0.46<br>(13.1)               | 1.34<br>(42.9) | 0.37<br>(9.6)  | 0.40<br>(10.5) | 0.054<br>(1.57) | 0.059<br>(1.7) | 0.023<br>(0.67) | 0.025<br>(0.72)  | 0.0076<br>(0.21) | 0.0108<br>(0.33) | 0.0007<br>(0.019) | 0.28<br>(7.6)  | 0.20<br>(5.5) | 0.41<br>(12.6) |
| 夏  | 敦賀       | 31  | 0.0005<br>(0.016) | 0.0005<br>(0.018) | 4.3<br>(160)                  | 0.82<br>(27.5)               | 0.30<br>(11.1)  | 0.55<br>(18.3)               | 1.43<br>(56.6) | 0.16<br>(5.4)  | 0.18<br>(5.7)  | 0.032<br>(1.10) | 0.052<br>(1.7) | 0.021<br>(0.73) | 0.024<br>(0.78)  | 0.0047<br>(0.16) | 0.0074<br>(0.26) | 0.0005<br>(0.014) | 0.17<br>(5.4)  | 0.15<br>(4.8) | 0.42<br>(16.6) |
|    | 三国       | 44  | 0.0006<br>(0.014) | 0.0006<br>(0.016) | 15.0<br>(340)                 | 0.18<br>(4.1)                | 0.18<br>(3.9)   | 3.62<br>(82.2)               | 0.53<br>(11.9) | 0.20<br>(4.3)  | 0.26<br>(5.4)  | 0.039<br>(0.89) | 0.052<br>(1.2) | 0.018<br>(0.37) | 0.030<br>(0.68)  | 0.0058<br>(0.12) | 0.0094<br>(0.21) | 0.0008<br>(0.017) | 0.09<br>(1.9)  | 0.36<br>(8.3) | 0.06<br>(1.3)  |
|    | 白方       | 49  | 0.0009<br>(0.019) | 0.0008<br>(0.017) | 16.4<br>(340)                 | 0.11<br>(2.1)                | 0.15<br>(3.0)   | 4.24<br>(85.6)               | 0.54<br>(11.1) | 0.20<br>(4.2)  | 0.24<br>(5.1)  | 0.046<br>(0.97) | 0.061<br>(1.3) | 0.014<br>(0.28) | 0.039<br>(0.82)  | 0.0047<br>(0.10) | 0.0098<br>(0.20) | 0.0009<br>(0.018) | 0.073<br>(1.5) | 0.38<br>(8.0) | 0.083<br>(1.6) |
|    | 坂井       | 45  | 0.0006<br>(0.014) | 0.0007<br>(0.015) | 14.2<br>(310)                 | 0.13<br>(2.7)                | 0.15<br>(3.4)   | 3.78<br>(83.3)               | 0.50<br>(11.6) | 0.12<br>(2.8)  | 0.14<br>(3.1)  | 0.032<br>(0.74) | 0.066<br>(1.4) | 0.009<br>(0.21) | 0.0037<br>(0.86) | 0.0032<br>(0.07) | 0.0124<br>(0.28) | 0.0009<br>(0.019) | 0.08<br>(1.9)  | 0.36<br>(8.1) | 0.08<br>(1.5)  |
| 秋  | 福井       | 62  | 0.0008<br>(0.013) | 0.0010<br>(0.018) | 15.0<br>(240)                 | 0.13<br>(2.1)                | 0.19<br>(3.1)   | 4.32<br>(88.2)               | 0.64<br>(10.3) | 0.44<br>(7.3)  | 0.53<br>(8.7)  | 0.079<br>(1.28) | 0.082<br>(1.3) | 0.018<br>(0.29) | 0.065<br>(1.04)  | 0.0104<br>(0.17) | 0.0167<br>(0.27) | 0.0010<br>(0.016) | 0.26<br>(4.2)  | 0.48<br>(7.8) | 0.15<br>(2.3)  |
|    | 敦賀       | 45  | 0.0007<br>(0.015) | 0.0008<br>(0.018) | 12.7<br>(280)                 | 0.11<br>(2.5)                | 0.22<br>(4.8)   | 4.20<br>(91.1)               | 0.54<br>(12.2) | 0.11<br>(2.4)  | 0.18<br>(4.0)  | 0.042<br>(0.93) | 0.074<br>(1.7) | 0.010<br>(0.23) | 0.051<br>(1.11)  | 0.0031<br>(0.07) | 0.0115<br>(0.25) | 0.0007<br>(0.014) | 0.13<br>(2.9)  | 0.33<br>(7.5) | 0.08<br>(1.8)  |
|    | 三国       | 27  | 0.0007<br>(0.028) | —                 | 3.4<br>(130)                  | 1.00<br>(37.0)               | —               | —                            | 0.17<br>(6.3)  | —              | 0.18<br>(6.7)  | 0.050<br>(1.90) | 0.050<br>(1.9) | 0.013<br>(0.48) | —                | 0.0110<br>(0.41) | 0.0120<br>(0.44) | 0.0008<br>(0.030) | —              | —             | —              |
|    | 芦原       | 26  | 0.0004<br>(0.014) | —                 | 3.3<br>(130)                  | 1.00<br>(38.0)               | —               | —                            | 0.17<br>(6.5)  | —              | 0.18<br>(6.9)  | 0.040<br>(1.50) | 0.060<br>(2.3) | 0.011<br>(0.42) | —                | 0.0060<br>(0.23) | 0.0080<br>(0.31) | 0.0007<br>(0.027) | —              | —             | —              |
| 冬  | 春江       | 30  | 0.0007<br>(0.023) | —                 | 3.6<br>(120)                  | 1.00<br>(33.0)               | —               | —                            | 0.16<br>(5.3)  | —              | 0.22<br>(7.3)  | 0.090<br>(3.00) | 0.050<br>(1.7) | 0.013<br>(0.43) | —                | 0.0100<br>(0.33) | 0.0140<br>(0.47) | 0.0010<br>(0.033) | —              | —             | —              |
|    | 福井       | 35  | 0.0019<br>(0.053) | —                 | 3.9<br>(110)                  | 1.20<br>(34.0)               | —               | —                            | 0.19<br>(5.4)  | —              | 0.22<br>(6.3)  | 0.060<br>(1.70) | 0.070<br>(2.0) | 0.011<br>(0.31) | —                | 0.0090<br>(0.26) | 0.0140<br>(0.40) | 0.0013<br>(0.037) | —              | —             | —              |
|    | 敦賀       | 28  | 0.0006<br>(0.021) | —                 | 3.0<br>(110)                  | 1.00<br>(36.0)               | —               | —                            | 0.18<br>(6.4)  | —              | 0.22<br>(7.9)  | 0.050<br>(1.80) | 0.060<br>(2.1) | 0.009<br>(0.32) | —                | 0.0060<br>(0.21) | 0.0030<br>(0.11) | 0.0006<br>(0.021) | —              | —             | —              |
|    | 三国       | 42  | 0.0011<br>(0.029) | 0.0012<br>(0.032) | 5.9<br>(160)                  | 0.38<br>(10.5)               | 0.18<br>(4.4)   | 0.59<br>(17.5)               | 1.36<br>(37.4) | 0.45<br>(8.5)  | 0.44<br>(8.9)  | 0.111<br>(2.61) | 0.043<br>(1.0) | 0.024<br>(0.57) | 0.044<br>(1.03)  | 0.0093<br>(0.22) | 0.0146<br>(0.37) | 0.0006<br>(0.015) | 0.31<br>(7.8)  | 0.24<br>(5.5) | 0.39<br>(9.8)  |
| 冬  | 白方       | 36  | 0.0010<br>(0.032) | 0.0012<br>(0.038) | 5.0<br>(160)                  | 0.27<br>(9.1)                | 0.15<br>(4.9)   | 0.49<br>(16.9)               | 1.27<br>(42.4) | 0.29<br>(8.1)  | 0.27<br>(7.7)  | 0.029<br>(0.82) | 0.035<br>(1.0) | 0.018<br>(0.58) | 0.050<br>(1.54)  | 0.0058<br>(0.16) | 0.0083<br>(0.26) | 0.0005<br>(0.013) | 0.24<br>(7.7)  | 0.19<br>(5.5) | 0.35<br>(11.5) |
|    | 坂井       | 56  | 0.0016<br>(0.029) | 0.0016<br>(0.031) | 7.3<br>(140)                  | 0.57<br>(11.4)               | 0.22<br>(4.4)   | 0.87<br>(17.0)               | 1.80<br>(37.4) | 0.51<br>(8.0)  | 0.50<br>(8.3)  | 0.046<br>(0.78) | 0.064<br>(1.1) | 0.032<br>(0.60) | 0.065<br>(1.35)  | 0.0105<br>(0.20) | 0.0168<br>(0.34) | 0.0010<br>(0.018) | 0.37<br>(7.9)  | 0.32<br>(5.7) | 0.47<br>(9.3)  |
|    | 福井       | 89  | 0.0028<br>(0.035) | 0.0018<br>(0.024) | 7.0<br>(92)                   | 0.84<br>(10.0)               | 0.44<br>(5.9)   | 0.38<br>(6.3)                | 2.34<br>(29.9) | 1.42<br>(14.1) | 1.34<br>(13.3) | 0.092<br>(1.08) | 0.091<br>(1.1) | 0.041<br>(0.47) | 0.096<br>(1.25)  | 0.0155<br>(0.18) | 0.0213<br>(0.27) | 0.0010<br>(0.012) | 0.50<br>(5.8)  | 0.52<br>(5.7) | 0.79<br>(7.6)  |
|    | 敦賀       | 30  | 0.0015<br>(0.053) | 0.0011<br>(0.042) | 3.8<br>(130)                  | 0.29<br>(10.5)               | 0.20<br>(7.8)   | 0.53<br>(18.1)               | 1.26<br>(47.9) | 0.21<br>(6.3)  | 0.27<br>(8.4)  | 0.030<br>(0.92) | 0.049<br>(1.6) | 0.022<br>(0.78) | 0.052<br>(1.87)  | 0.0008<br>(0.02) | 0.0063<br>(0.20) | 0.0005<br>(0.017) | 0.16<br>(5.9)  | 0.21<br>(6.8) | 0.30<br>(9.9)  |