

4 段・5 段フィルターパック法の比較

藤田大介・西澤憲彰

Comparison between 4 and 5 Stages Filter Pack Method

Daisuke FUJITA, Noriaki NISHIZAWA

1. はじめに

大気中の酸性雨成分の調査の一環として全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染研究部会では、乾性沈着と湿性沈着の 2 通りの方法で大気および降雨の分析を行ってきた。乾性沈着については、これまでは、4 段のフィルターパックを用いて調査しており、平成 28 年度からは第 6 次調査に移行し、同部会は 5 段のフィルターパックを推奨している。同部会は、第 3 次調査からフィルターパックを採用しており、第 4、5 次調査は、ガスおよび粒子状物質を分けて採取する方法を採用している。このように調査が進むにつれてより詳細な調査に変化している。

5 段のフィルターパックは、既存の 4 段フィルターパックに $2.5\mu\text{m}$ 以下の粒子を分流するインパクトを追加した構造となっている。第 5 次調査までは、ガスおよび粒子状物質に分けて採取する方法であったが、第 6 次調査は、インパクトを追加することにより、粒子状物質の大きさごとに分けて採取することが可能となり、これまでの第 5 次調査よりも詳細な調査が可能となる。そのため、当センターでも、5 段のフィルターパックへの移行を目的として、大気汚染常時測定局福井局において 4 段、5 段のフィルターパックおよび $\text{PM}_{2.5}$ の成分分析と並行試験を実施したので報告する。

2. 調査方法

2. 1 フィルターパックについて

フィルターパックは、複数の素材の異なるろ紙をろ紙フォルダーに装着し、空気を吸引することにより、吸引した空気について、ろ紙ごとに分析することを目的としており、ろ紙ごとに分析する成分が異なる。

4 段のフィルターパックは、上から順に F0、F1、F2、F3 ろ紙となっている。F0 ろ紙は、テフロンろ紙で、微小粒子のエアロゾル成分を採取する。F1 ろ紙は、ポリアミドろ紙で、 HNO_3 ガス、 HCl ガス、 SO_2 ガスおよび NH_3 ガスの一部を採取する。F2 ろ紙は、炭酸カリウム含浸ろ紙で、F1 で採取されなかった HCl ガスおよび SO_2 ガスを採取する。F3 ろ紙は、リン酸含浸ろ紙で、F1 で採取されなかった NH_3 ガスを採取する。

また、5 段のフィルターパックは、4 段のフィルターパックの F0 の前にインパクトと I0 ろ紙を加えた構成となっている。I0 ろ紙は、石英繊維ドーナツろ紙で、粗大粒子のエアロゾル成分を採取する。

2. 2 サンプリング場所、時期および方法

大気汚染常時測定局福井局の屋上においてサンプリングを図 1 のように行った。

サンプリングの時期については、 $\text{PM}_{2.5}$ の成分分析のサンプリングに合わせ、3 季に 2 週間ずつ行った。(表 1 参照)(春 1 : 4 段、5 段フィルターパックとも雨に濡れ欠測。秋はポンプの故障により欠測。)

表 1 サンプリング時期

春1	春2	夏1	夏2	秋1	秋2	冬1	冬2
—	5/16 ~5/23	7/19 ~7/26	7/26 ~8/2	—	—	1/17 ~1/23	1/23 ~1/31

図 1 のとおり大気汚染常時測定局福井局の屋上に 2 つのフィルターパックを並べ、1.5m のチューブを接続し、柴田科学製のミニポンプ MP- Σ 500N II を用いて毎分 2L で 1 週間連続吸引した。

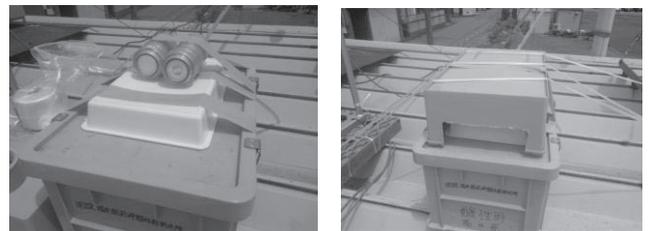


図 1 大気汚染常時測定局福井局の屋上に設置した並行試験の様子

2. 3 分析方法

I0 ろ紙、F0 ろ紙、F1 ろ紙、F3 ろ紙は、デジチューブにろ紙と純水 20mL を入れて攪拌する。F2 ろ紙は、デジチューブにろ紙と 0.03% 過酸化水素水を入れて攪拌する。その後でイオンクロマトグラフで分析をする。

$\text{PM}_{2.5}$ についてもデジチューブ内で抽出し、イオンクロマトグラフで分析する。

3. 結果および考察

3. 1 4 段、5 段のフィルターパックの結果

4 段、5 段のフィルターパックの結果の比較は、各サンプリング時期の SO_4^{2-} と SO_2 ガスの合計値(図 2)、 NO_3^- と HNO_3 ガスの合計値(図 3)、Cl⁻ と HCl ガスの合計値(図 4)および NH_4^+ と NH_3 ガスの合計値(図 5)で行った。いずれの成分についても、4 段および 5 段のフィルターパックについて、よく似た結果を得ることができた。分析成

分ごとに季節的に同じ変動を示さず、 SO_4^{2-} と SO_2 ガス、 Cl^- と HCl ガスおよび NH_4^+ と NH_3 ガスは夏季に高く、 NO_3^- と HNO_3 ガスは冬季に高いという結果であった。ただし、フィルターが濡れていたことやポンプの故障により春1、秋1および秋2の結果はないため評価できない。

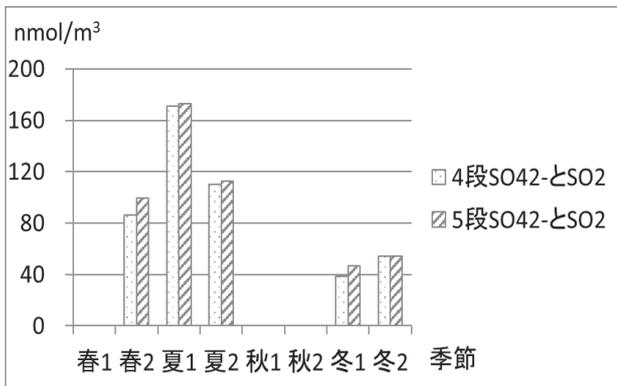


図2 SO_4^{2-} と SO_2 の濃度

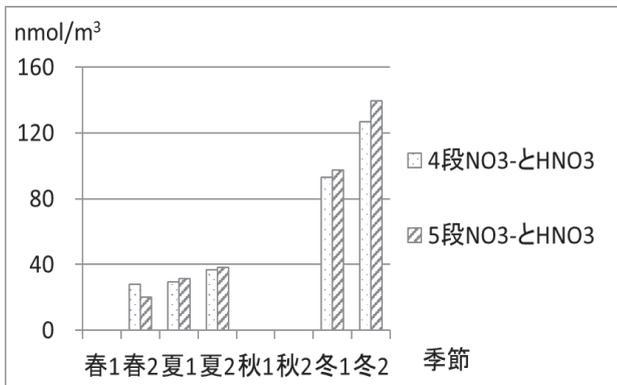


図3 NO_3^- と HNO_3 の濃度

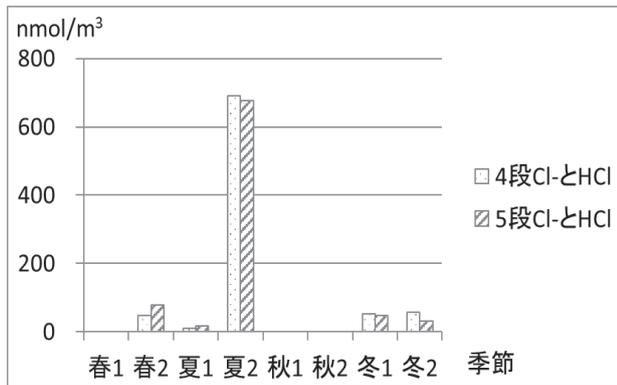


図4 Cl^- と HCl の濃度

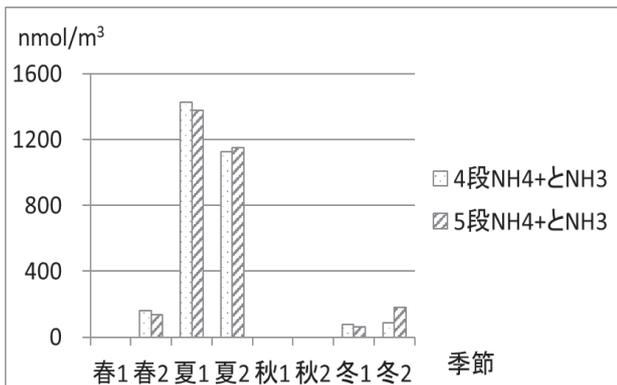


図5 NH_4^+ と NH_3 の濃度

4段、5段のフィルターパックのそれぞれの分析結果の相関についても、概ね良好な結果が得られた。(図6～図9、縦軸5段、横軸4段)

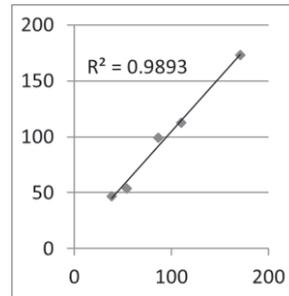


図6 SO_4^{2-} と SO_2 の相関

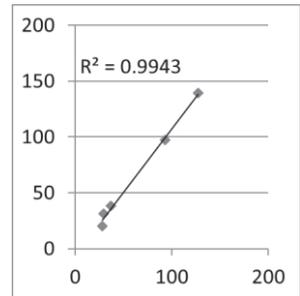


図7 NO_3^- と HNO_3 の相関

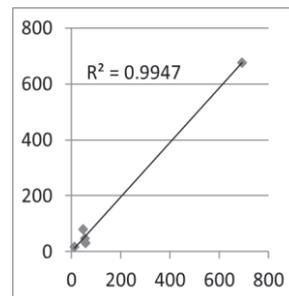


図8 Cl^- と HCl の相関

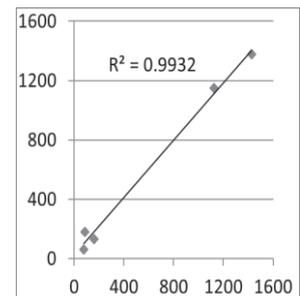


図9 NH_4^+ と NH_3 の相関

3.2 4段、5段のフィルターパックの結果とPM2.5の結果との比較

4段、5段のフィルターパックの結果と $\text{PM}_{2.5}$ の結果については、 $\text{PM}_{2.5}$ が1日ごとのサンプリングであるため、同期間の結果の合計値とフィルターパックの結果を比較した。(図10～図17)

アニオンおよびカチオンともに $\text{PM}_{2.5}$ の結果が若干高い結果となった。アニオンについては、 SO_4^{2-} は夏季、 Cl^- は冬季、カチオンについては、 K^+ が夏季、それ以外のカチオンについては、全季節とも $\text{PM}_{2.5}$ の結果が若干高いという結果が得られた。このような結果になった理由として、流量の違いが関係していると考えられる。 $\text{PM}_{2.5}$ のサンプリングは、 $24\text{m}^3/\text{日}$ 、フィルターパックは、 $2.88\text{m}^3/\text{日}$ の吸引流量でサンプリングしており、 $\text{PM}_{2.5}$ のサンプリングの方がろ紙により多くの粗大粒子を採取することができるため、このことが結果に差異を生じさせたと考える。

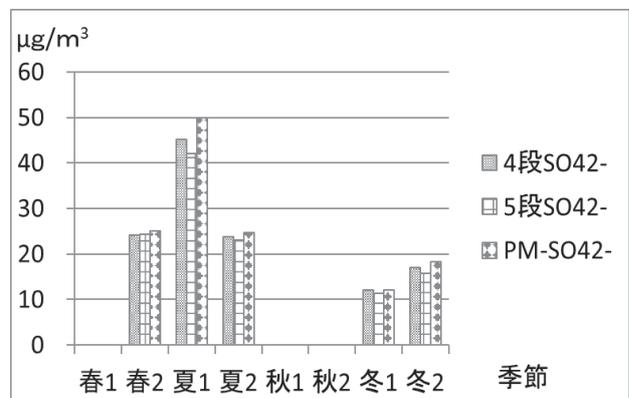


図10 SO_4^{2-} の濃度

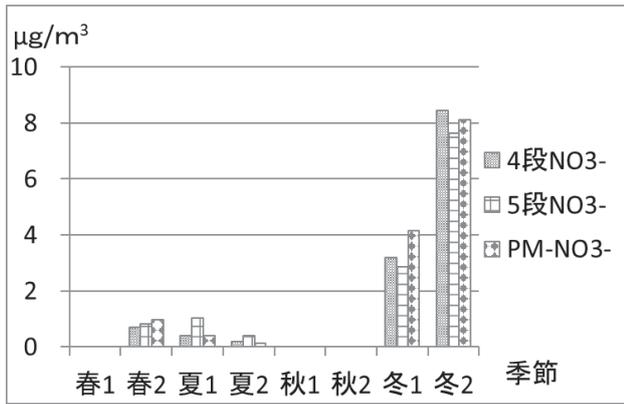


図 11 NO₃⁻の濃度

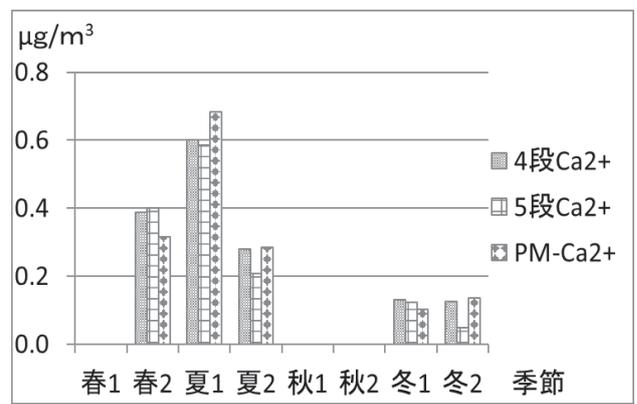


図 15 Ca²⁺の濃度

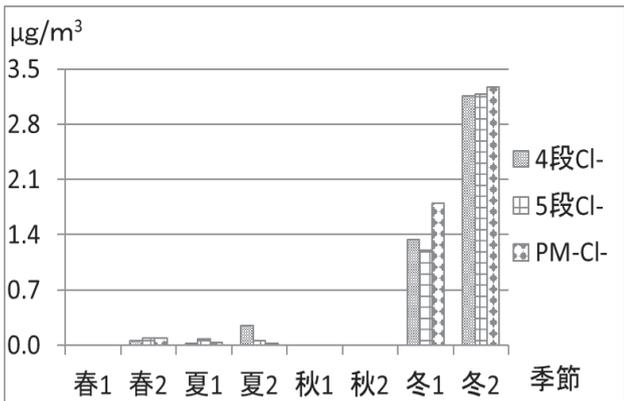


図 12 Cl⁻の濃度

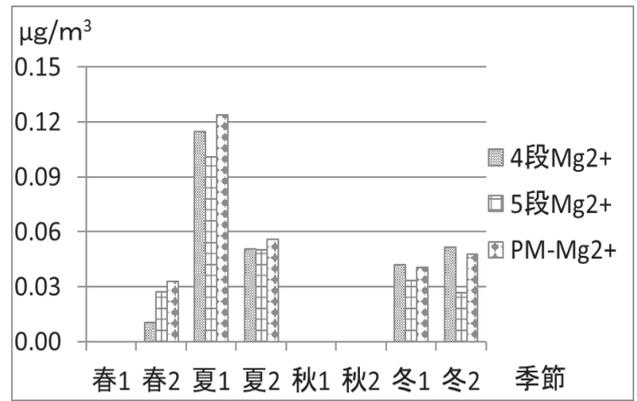


図 16 Mg²⁺の濃度

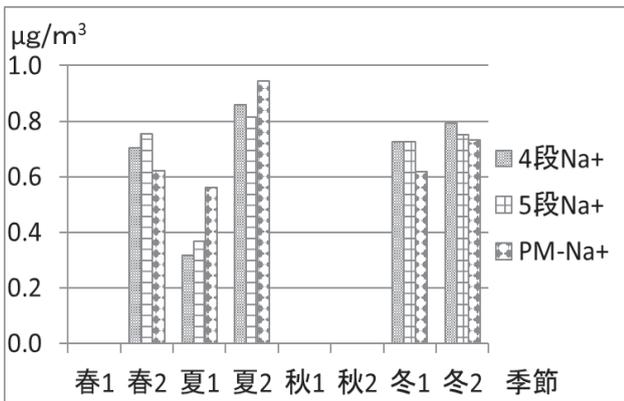


図 13 Na⁺の濃度

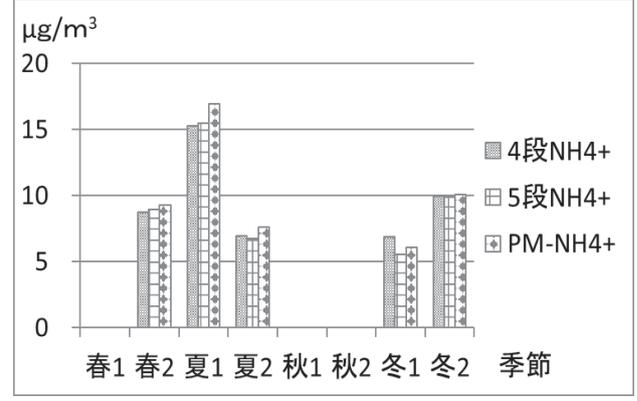


図 17 NH₄⁺の濃度

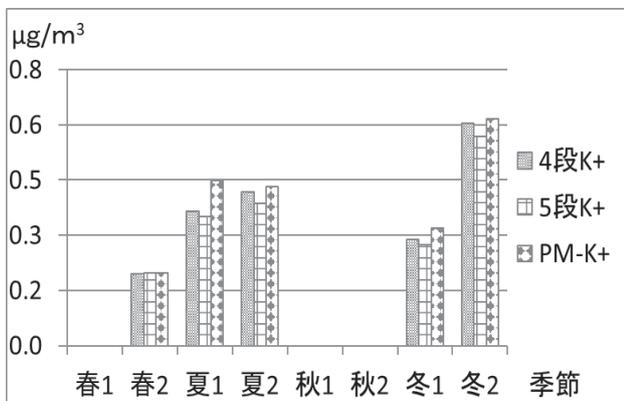


図 14 K⁺の濃度

4. まとめ

全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染研究部会の第6次調査では、5段のフィルターパックの使用が推奨されており、当センターでも4段から5段への移行を検討していることから今回の比較試験を行った。今回の比較試験の結果から、4段と5段のフィルターパックの結果について、大きな差がないという結果が得られたと考えられる。そのため、今後4段から5段に移行しても、その2方法による分析結果の差が少ないと考えられる。

参考文献

- 1) 全国環境研協議会 酸性雨広域大気汚染研究部会：
全国酸性雨調査 (94) ,-フィルターパック法による粒子・ガス成分濃度およびインパクト効果 その 1-,
2 (2016)
- 2) 全国環境研協議会 酸性雨広域大気汚染研究部会：
全国酸性雨調査 (98) ,-フィルターパック法による粒子・ガス成分濃度およびインパクト効果 その 5-,
13 (2017)