

全国から見た福井県の酸性雨の特徴とその要因

福井県衛生環境研究センター

○高岡大、吉川昌範

1. はじめに

福井県では 1987 年から通年での酸性雨調査を実施しているが、その降雨は全国でも酸性度が高い状況が続いている。

そこで本報では全国の pH およびイオン成分データを解析するとともに、マッピングや発生源寄与解析 (PMF 法) を活用し本県の酸性度が高い原因を明らかにしたので報告する。

2. 方法

2-1. 解析対象データ







解析対象データは、地球環境研究センターが公開している第 4 次および第 5 次酸性雨全国調査データを用いた。

- ・期間：2004～2014 年度
- ・項目：pH、イオン成分 (SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+})

2-1. マッピング解析

マップの作成に当たっては、国立環境研究所が提供する「見え見えくん 3.6.1.1」を使用した。

マップでは pH の数値分布範囲を 6 つに区分し、それぞれに対して異なる色のマーカーを割り当て地図上に表示した。

pH 区分	マーカー	
	色	表示
$\text{pH} \leq 4.30$	紫	
$4.30 < \text{pH} \leq 4.55$	赤	
$4.55 < \text{pH} \leq 4.80$	橙	
$4.80 < \text{pH} \leq 5.05$	黄	
$5.05 < \text{pH} \leq 5.30$	水	
$5.30 < \text{pH}$	青	

2-2. PMF 解析

PMF 解析の実施に当たっては、アメリカ合衆国環境保護庁 (US-EPA) がウェブ上で公開している「EPA PMF 5.0」を用い、基本的な計算条件は「EPA PMF 5.0 User Guide1」に準拠した。

3. 結果

3-1. グラフ解析

pH の経年変化は日本海に面する福井、金沢、福岡の 3 地点が最も低いレベルで、次に京都木津が続く、川崎はほぼ全ての年で最高値を示していることから日本海側から内陸、太平洋側に向かって減衰する要素 (移流) が存在すると推測される。

次に pH 経月変化 (図 1) において日本海沿岸部 3 地点は 11～2 月に低下していたことから移流は冬の季節風によるものと考えられる。

3-2. マッピング解析

(1) 典型的な pH マップ

似たパターンが多く見られた典型的な pH マップでは変動傾向は都道府県単位ではなくブロック単位でまとめた変動を示した。ブロックはおおまかに日本海沿岸部、瀬戸内海沿岸、関東の 3 つに分けられ、季節を問わず最も酸性度が高い傾向を示したのは日本海沿岸部で、逆に最も低かったのは関東であった。

標高図ベースのマップ (図 2) では日本海沿岸部と関東の間には 3,000m 級の日本アルプスがそびえ立っており、雨雲が日本海側で降雨となるため関東への移流の影響は小さいと考えられる。

(2) 2007 年 11 月の pH マップ

2007 年 11 月は全てのマップの中で全国的な酸性度が最も高く、日本海沿岸部以外のブロックも総じて高かった (図 3)。このことから、通常は日本海沿岸部まで留まる移流の影響範囲が太平洋側にまでせり出すほど強い特徴的な月であったと考えられる。

(3) 2011 年 9 月の pH マップ

2011 年 9 月は全てのマップの中で全国的な酸性度が最も低かった (図 4)。ほとんどの月のマップで酸性度が低い傾向を示す関東ブロックについてもことさら低くなっていることから、関東も普段から少なからず移流の影響を受けていると考えられる。

3-3. PMF 解析

(1) 通年データ解析

1~12 月の通年データを対象として解析を行った結果、移流が硫酸イオン濃度に占める割合は 33.8%、硝酸イオン濃度に占める割合は 58.9%、全体質量としては 16.0%を占めていた。

(2) 秋冬季データ解析

秋冬季の移流の寄与割合をより詳細に解析するために対象データを 11 月~翌 2 月に絞って PMF 解析を行った結果、移流が硫酸イオン濃度に占める割合は 61.4%、硝酸イオン濃度は 85.1%、全体質量としては 31.8%を占めていた(図 5)。通年データの解析結果と比較すると秋冬季は硫酸、硝酸、全体質量の全てで寄与割合が増加していた。

(3) 計算値と実測値の比較

マッピング解析において酸性度が非常に低かった 2011 年 9 月の実測値と秋冬季データの PMF 計算

値を比較した結果、移流の寄与分を除外すると質量、硫酸、硝酸イオン濃度の全ての項目で両者の値はほぼ一致した(図 6)。このことから 2011 年 9 月は移流の影響がないバックグラウンド値を示していたと考えられ、この時の福井の pH は 5.28 であった。

5. まとめ

- ・秋から冬にかけて季節風によって SO_4^{2-} 、 NO_3^- を含む大陸由来の移流物質が福井県および日本海沿岸部の地域全体に渡って広域的な影響を及ぼしている。
- ・PMF 解析を行った結果、秋冬季の移流が硫酸イオン濃度に占める割合は 61.4%、硝酸イオン濃度は 85.1%、全体質量としては 31.8%と推計された。
- ・移流の影響を除いた福井県本来の pH は 5.28 程度と推計される。

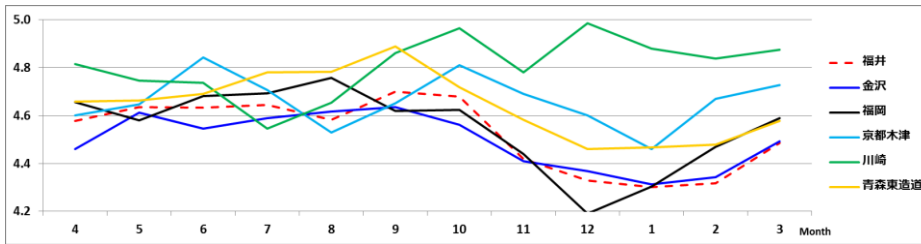


図 1 代表 5 地点の年平均 pH の推移 (2003~2014)

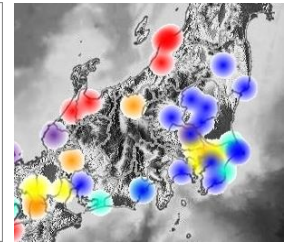


図 2 標高図ベースの pH マップ

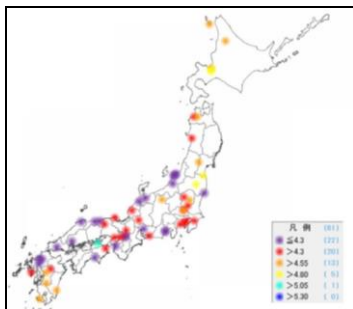


図 3 2007 年 11 月の pH マップ

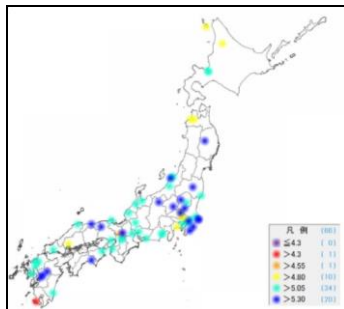


図 4 2011 年 9 月の pH マップ

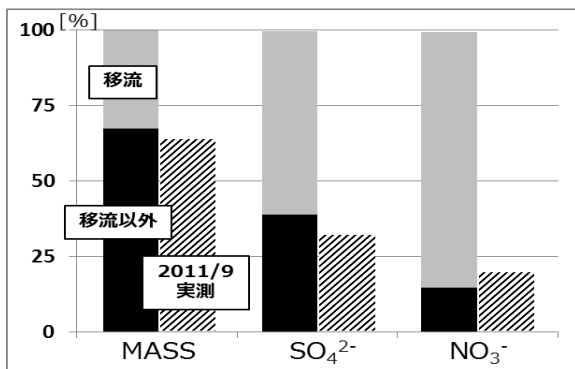


図 6 PMF 計算値と実測値の比較

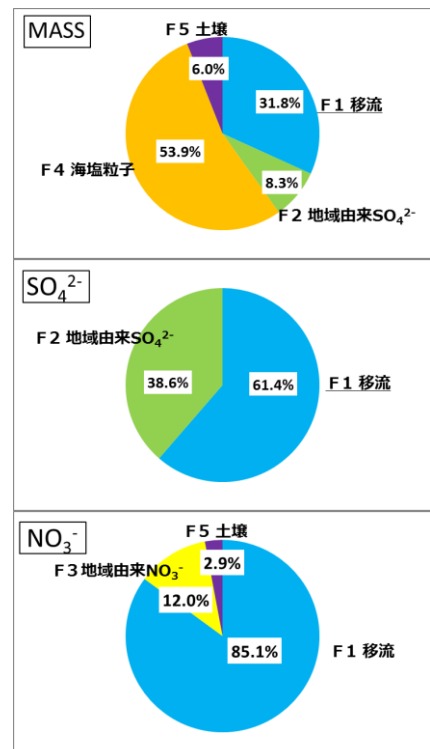


図 5 発生源寄与割合 (秋冬季)