

Primorskaya の降水化学

○毛利武史¹⁾, 大原信¹⁾, Tamara Khodzher²⁾, 原 宏¹⁾
¹⁾ 東京農工大学, ²⁾ Limnological Institute SB RAS

【はじめに】

Primorskaya はロシアの沿海州に位置し、EANET の観測地点の中でも日本との距離が短い。この Primorskaya の観測データのひとつの特徴は HCO_3^- の濃度が測定されており、これにより観測値のイオンバランスが良好であることである¹⁾。そこでこの HCO_3^- 濃度に着目しつつ、PMF による解析を取り入れ、Primorskaya の降水化学を解析した。

【方法】

降水データは、EANET より 2002 年から 2007 年までの Primorskaya のデータを用いた。PMF 解析は因子数を 4 とした。なお、PMF による解析は 2003 年から 2007 年までのデータを対象として行った。これは 2002 年度分のデータについては Ca^{2+} の主要な対イオンとなりうる HCO_3^- の分析がなされていないためである。

【結果と考察】

2002 年から 2007 年までの Primorskaya の降水の pH はほぼ 4 から 8 に分布していた。また、 SO_4^{2-} や NO_3^- の濃度が高い降水ほど pH の分布幅が広がる傾向があり(図 1)、これらのイオンが酸ではなく塩の形で降水に溶け込んだケースや、塩基の溶け込みの影響を強く受けて pH が上昇したケースが考えられる。

これら塩や塩基を検討するため、PMF による解析を行った。

まずこの PMF 解析結果の妥当性を、各イオンの実測値と PMF 解析による計算値との比較、および各因子のイオンバランスの確認により検討した。実測値と計算値の比較については(表 1)、主要なイオンにおいてよく一致している。また各因子のイオンバランスも良好であったため、Primorskaya における PMF 解析は有意なものといえる。これは、日本以外のアジアにおいて PMF 解析が成功した初めてのケースと思われる。

次にこの PMF の解析結果(表 2)から各因子に含まれる化合物を解釈した。解釈の結果は因子 1 が $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 及び NH_4NO_3 、因子 2 が $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、因子 3 が CaSO_4 、因子 4 が NaCl となった。

さて、先述したとおり Primorskaya の観測データの特徴のひとつは HCO_3^- が測定されていることである。この HCO_3^- は水溶液中で CO_3^{2-} 、 $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ と平衡状態になっており、pH により存在形態が大きく変わる。図 3 に Primorskaya における降水の HCO_3^- と pH の関係と CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の理論上の存在比率を示す。 HCO_3^- の実測値は曲線状にプロットされ、これと理論上の存在比率を比べると Primorskaya の降水中の CO_3^{2-} 種の濃度の和は大きくは変動していないものと考えられる。

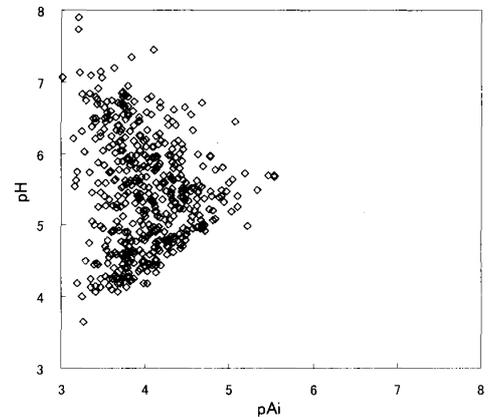


図1. プリモルスカヤのpAi に対するpH

表 1. 各イオンの実測値と計算値

ion 種	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	H^+
R ² 値	0.94	0.50	0.98	0.98	0.87	0.97	0.27	0.98	0.79	0.25

表 2. プリモルスカヤの各因子のイオン構成比

	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	H^+
因子 1	0.40	0.10	0.02	0.00	0.36	0.00	0.03	0.00	0.01	0.08
因子 2	0.00	0.00	0.07	0.44	0.24	0.06	0.02	0.13	0.05	0.00
因子 3	0.37	0.11	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.41	0.08	0.00
因子 4	0.12	0.00	0.38	0.00	0.00	0.40	0.06	0.00	0.04	0.00

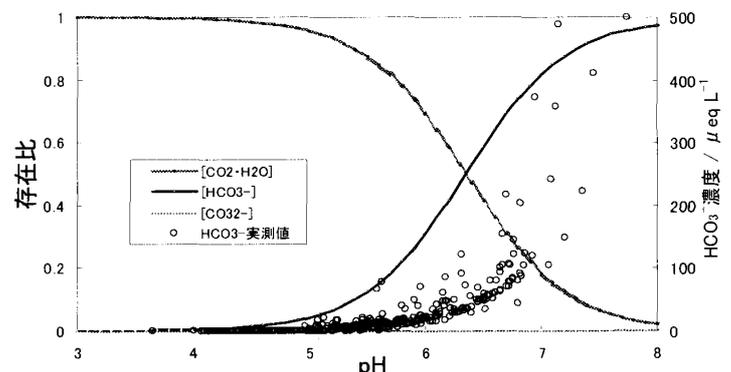


図3. CO_3^{2-} 種の存在比および HCO_3^- 濃度

1) 第 49 回大気環境学会年會講演要旨集(2008 年) p469 より

※図 1 中 $\text{pAi} = -\log([\text{nss-SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^-])$ で定義される量。中和が起こる前の pH の見積りに相当する。