

イルクーツクの降水化学 (2)

○ 原 宏¹⁾, 北山 響¹⁾, Tamara Khodzher²⁾, 大泉 毅³⁾, 村尾 直人⁴⁾

1) 東京農工大学, 2) Limnological Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,

3) アジア大気汚染研究センター, 4) 北海道大学

1. はじめに

イルクーツクでは炭酸水素イオン、 HCO_3^- が経常的に測定され世界でも貴重な降水化学データである。ここではカルシウム化合物の意義を降水化学、PMF 解析、エアロゾル化学の3方向から考察した。

2. 解析データ

降水化学は日単位捕集された2000-2009年のEANETデータによる。エアロゾル化学は週単位捕集されたフィルターパックデータを用いた。

3. 結果と考察

3.1 降水化学

イルクーツクの降水では Ca^{2+} と SO_4^{2-} が主要イオンであり、 nss-Ca^{2+} の濃度が増加するとpHも増加する傾向が認められた。この2種の化学種と H^+ の関係を時系列変化からはっきりとした季節変動の関係が認められた(図1)。 H^+ 濃度が増加するのは

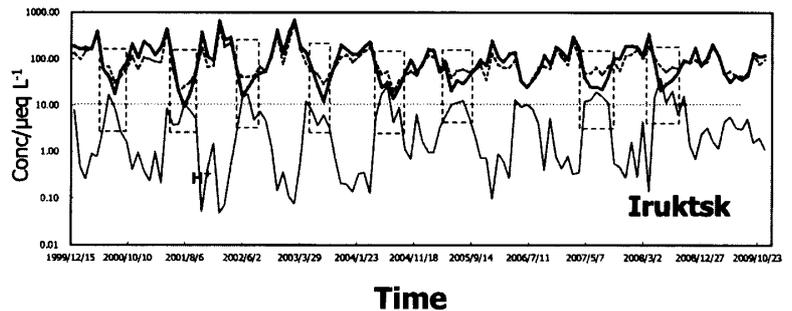


図1 降水中のイオン濃度の時系列変化: ; nss-SO_4^{2-} , — ; nss-Ca^{2+} , - - - ; H^+ .

nss-Ca^{2+} 濃度も nss-SO_4^{2-} 濃度も低下し、かつ nss-SO_4^{2-} 濃度が nss-Ca^{2+} 濃度を超えているときであった。

3.2 降水化学のPMF

カルシウム化合物の種類は化学平衡論から CaCO_3 であることをすでに示した。ここではさらにPMFを応用し HCO_3^- を加除双方の場合を検討した。4つの因子のうちカルシウム化合物に対応する因子組成を示す(図2, 3)。 HCO_3^- を加えないときは陰イオンが、陽イオンの半分であり主要な陰イオンの存在が示唆される。 HCO_3^- を加えて計算しなおすと CaCO_3 と MgCO_3 の存在が示された(図2, 3)。

3.3 エアロゾル化学

エアロゾルおよび降水の Ca^{2+} 濃度さらに降水量の1-12月各月の値を、それぞれの年間平均値で規格化した月平均値で比べた(図4)。エアロゾルの Ca^{2+} は変動幅が小さく8月、3月に最低、最高、降水量は大きく変動し3月に最低、7月に最高、降水の Ca^{2+} は8月に最低、3月に最高の値をとった。

3.4 pHと Ca^{2+} 濃度が関係するメカニズム

イルクーツクのpHは CaCO_3 と思われる塩基が最も大きく支配し、 H_2SO_4 という酸の濃度に最も左右される。この塩基はエアロゾルから取り込まれる。その月間変動幅は大きくはないが、8月に最低値が出る。降水量の変動は変動幅も大きくエアロゾルとは逆相関でもある。この関係が大気過程でも保たれるとすれば、低濃度のエアロゾルを多量の降水で捕捉することになるので降水中の濃度は低下する。このとき他の酸や塩基の濃度も同様に低くなるが、カルシウム化合物のそれが最も顕著に低下する。したがって H_2SO_4 の寄与が相対的に大きくなる。その結果酸の濃度が最大になりpHは最低値を取る。

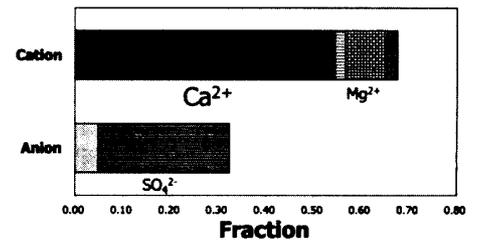


図2 Ca^{2+} 関連の PMF 因子の組成: (1) HCO_3^- を除いた場合.

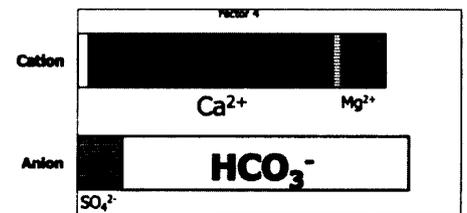


図3 Ca^{2+} 関連の PMF 因子の組成: (2) HCO_3^- を加えた場合.

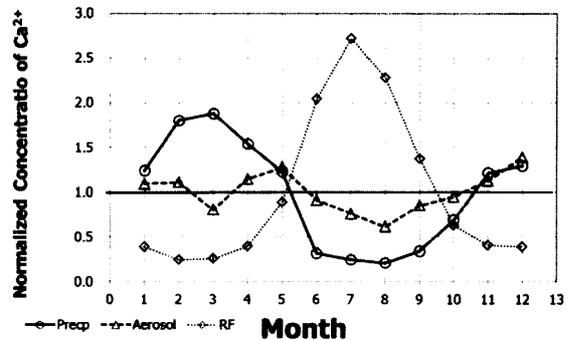


図4 降水とエアロゾルの Ca^{2+} および降水量の規格化した月平均値
—○— : 降水 Ca^{2+} , - - -△- - : エアロゾル Ca^{2+} ,□..... : 降水量.