

雨水のイオン分析

慶應義塾高等学校 2 年

選択 SS (地質) 履修 M.H A.N

概要

2004 年 4 月～6 月にかけて、降水のたびに本校屋上にて雨水を採取し、イオン分析計でイオン成分を分析した。その結果、日によってイオン濃度には 100 倍もの差が生じることがわかった。イオン濃度は降水量が少ない日ほど高く、降水間隔が長いほど高いことから、雨水に含まれるイオン成分は大気中の浮遊物質であるといえる。成分には海水に由来する成分（海塩粒子）のほか、鉱物粒子由来のカルシウムイオンや、大気汚染物質に由来するイオンなども含まれる。

はじめに

雨水は真水ではなく、さまざまなイオンが溶けている。このイオンの種類および量を分析によって調べ、その起源を探るとともに、濃度の変動のしくみについて探究する。

方法

2004 年 4 月～6 月にかけて、本校屋上（横浜市港北区日吉）で雨水を採取した。採取の仕方は、100cc のプラスチック容器を屋上に設置しておいて、雨が降った翌日朝に回収し、新しい容器を設置するという方法をとった。



図 1 本校校舎（右上が気象観測所）



図 2 蓄積する雨水のサンプル

採取した雨水は、イオン分析計（イオンクロマトグラフィー）で分析を行った。分析装置は TOA-DKK 社製の IA-200 で、測定可能なイオンの種類を以下に示す。

陽イオン： Li^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+}

陰イオン： F^- 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 Br^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-}

結果

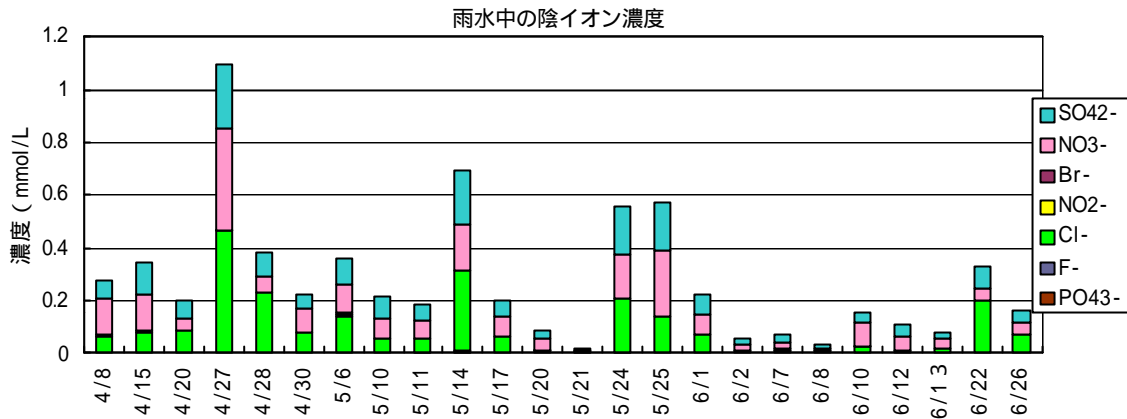


図 3

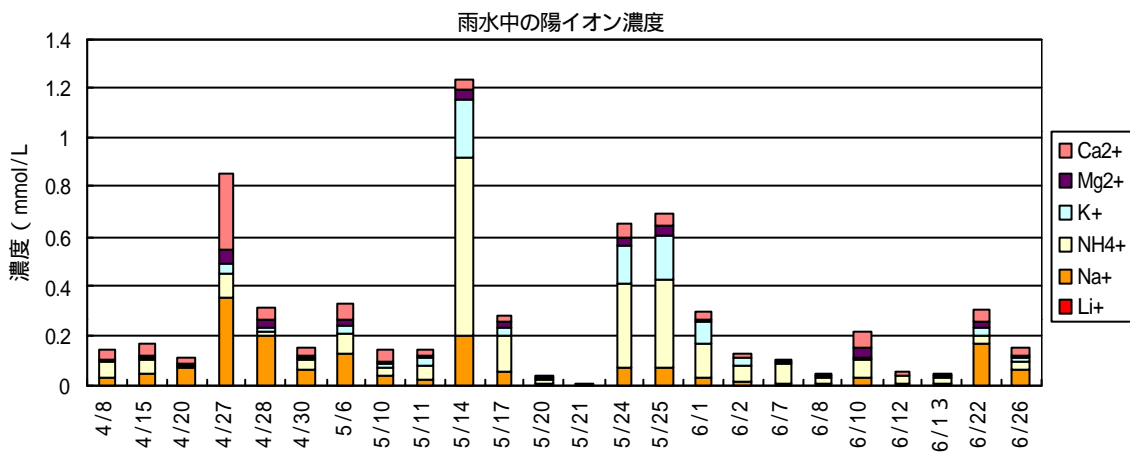


図 4

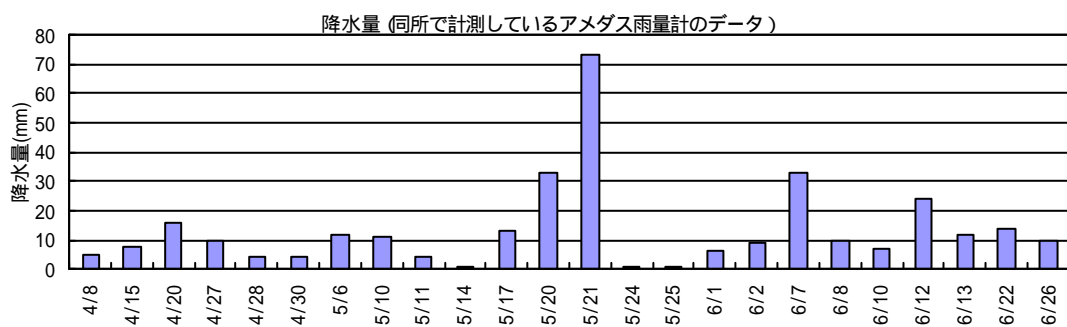


図 5

考察

降水の濃度に違いが生じる原因は？

一つは降水量の違いが原因と思われる。そこで、雨水を採取したのと同じ慶應高校屋上にある気象庁アメダス雨量計のデータと対応させてみた(3番目のグラフ)。すると、概ね降水量の多い日の雨水には溶存イオンの量が少なく、逆に降水量の少ない日の雨水は多量

のイオンが溶けていることがわかった。これは、溶質であるイオン成分が一定である場合、溶媒である水の量が多くなればなるほど濃度は薄くなるからである。

降水量の少ない順に並べ替えたものを以下に示す。これからも、降水量の少ない日ほどイオンが多く含まれる雨水となっていることがわかる。

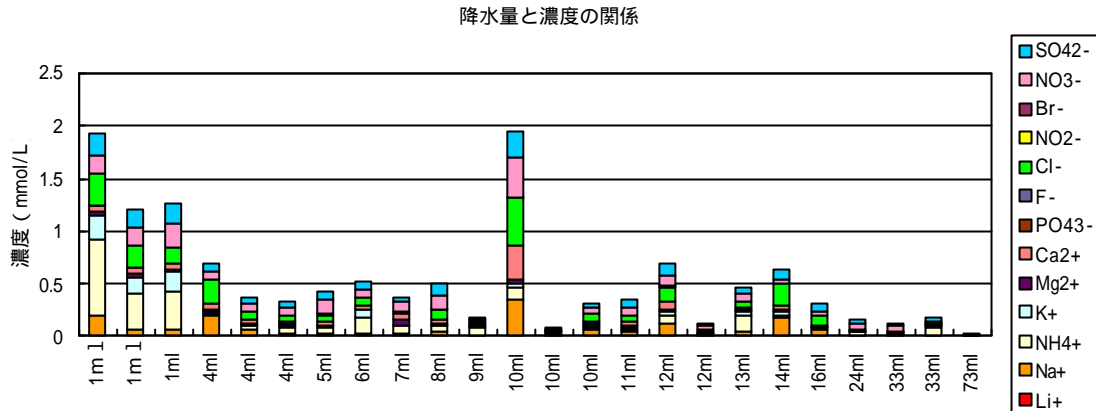


図 6

もう一つの原因としては、大気中に浮遊する溶質の量が変化する可能性である。降水中に含まれるイオンは大気中に浮遊する物質である可能性が高い。そこで降水の間隔に注目した。結果、下図からわかるように、降水の間隔が長いと雨水のイオン濃度は高くなる。これはイオン成分となる空気中の物質が、雨が降らなければ日ごとに大気中に蓄積されるからである。

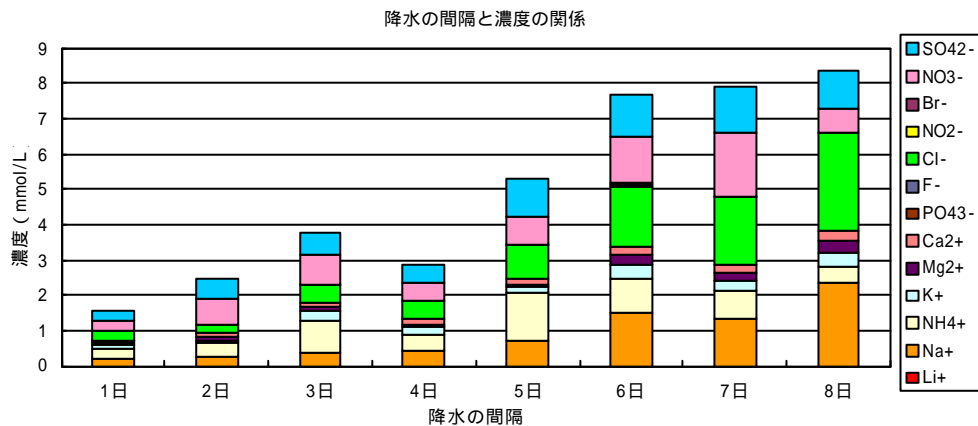


図 7

雨水に溶けている成分は何に由来する？

雨水にはさまざまな成分が溶けている。次ページに、雨水に含まれる主要イオンの平均濃度と、海水に含まれる同じイオンの濃度を示した。雨水に含まれる Cl^- や Na^+ や Mg^{2+} の割合は、海水に含まれる成分の割合と類似している。これらの成分は、海水のしぶきが蒸発してできた海塩粒子が雨に含まれたことによると考えられる。本校の立地場所が東京湾から近く(海岸から 10km)、海塩粒子が生産されては風に乗って運ばれていることが推測される。

雨水に含まれる主なイオン成分

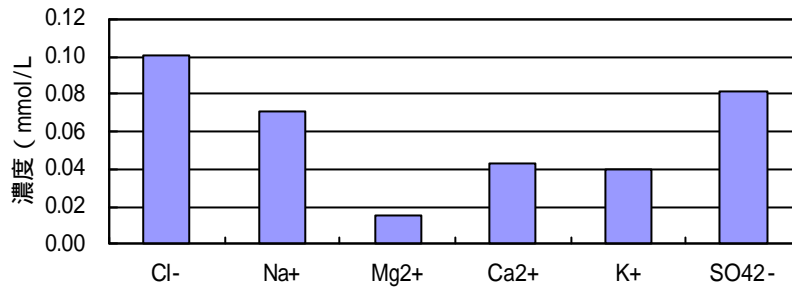


図 8

海水に含まれる主なイオン成分

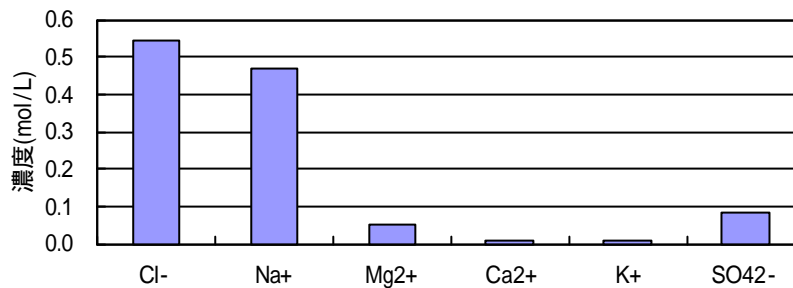


図 9

しかし、 Ca^{2+} や K^{+} や SO_4^{2-} の割合は海水の成分とは異なる。つまり、これらは海塩粒子以外にも起源があることになる。

Ca^{2+} は、学校の校庭にまかされている石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の粉塵、または Ca^{2+} を含む鉱物粒子の砂塵が空气中に浮遊し、これが雨に溶けた可能性がある。

K^{+} が多い日の降水には同時に NH_4^{+} や PO_4^{3-} も多く、雨水を採取した容器の中に有機物（落ち葉や虫や鳥の糞？など）が混入した可能性が高い。

SO_4^{2-} は雨水にかなり多いが、これは石油の燃焼により生じた SO_2 が、大気汚染物質として大気中にたくさん存在しているためであると考えられる。

まとめ

雨水に含まれるイオン成分には Cl^- 、 Na^+ などの海塩粒子由来のイオンが多く含まれ、そのほか SO_4^{2-} 、 NO_2^- 、 NO_3^- 等の大気汚染物質由来のイオンも含まれる。サンプル水の回収の仕方により有機物が混入すると、 PO_4^{3-} 、 NH_4^+ 、 K^+ といった有機物に含まれるイオンなども回収した水に含まれることになる。

降雨と降雨との間隔が長ければ、その間に多くの物質が大気中に蓄積されるため、これを吸収して降ってくる雨水のイオン濃度は濃くなる。逆に降水量が多くなると、大気中の物質が大量の水で薄められるため、雨水のイオン濃度は薄くなる。

参考文献

http://www.chi-net.or.jp/camp/camp98/group_3/index.html 海水のイオン濃度