

降水に含まれる短寿命宇宙線生成核種の測定法

中野佑介, 井上睦夫, 小村和久

〒923-1224 石川県能美市和気町 金沢大学環日本域環境研究センターLLRL

Y. Nakano, M. Inoue, and K. Komura

Measurement of short-lived cosmogenic nuclides in rain water

[はじめに]

核破砕反応起源の宇宙線生成核種には、窒素や酸素から生成する ^3H ($t_{1/2} = 12.3$ 年), ^7Be (53.3 日) 等とアルゴンから生成する ^{24}Na (15.0 時間), ^{28}Mg (20.9 時間), ^{39}Cl (56.0 分), ^{38}Cl (37.2 分), ^{38}S (2.83 時間) 等がある. アルゴン由来の核種は、そのほとんどが 1 日未満と短い半減期をもつため、その時間スケールの大気現象の解明を目的とした研究において非常に有用なトレーサーとなり得る. しかしながら、大気中のアルゴン存在度は約 1% であるため、その核破砕反応による核種の生成率は低く、短寿命宇宙線生成核種の測定は非常に困難である. 当研究室では、バッチ法による目的核種の回収および極低バックグラウンド γ 線測定により、降水中のアルゴン由来の短寿命宇宙線生成核種について多核種同時検出に成功した (桑原 修士論文, 2006). さらにこれら核種の定量に期待される. 本研究では、降水中の短寿命宇宙線生成核種を利用した地球化学的な応用研究に向けて、試料採取方法および処理法の確立を目的とした.

[採水方法の再検討]

従来は、当施設屋上 (面積: 27 m^2) を捕集面として雨どいを経由して降水を回収した. その一方で、コンクリート面との接触による元素の溶出, 吸着, 実験前の降下物の影響が懸念された. 本研究では、新たにスチールパイプの骨組みに張ったブルーシート (面積: 15 m^2) を捕集面とした採水器を作製し (Fig. 1), 従来法と比較した. その結果、従来法では、 Na^+ , Mg^{2+} , F^- , Cl^- , および SO_4^{2-} 全てにおいて屋上捕集面からの明らかな汚染がみられ、採水器を利用した降水試料採取が有効と考えられる.

[樹脂の選定]

バッチ法の迅速化のため、先の研究で用いた陽および陰イオン交換樹脂 (Powdex-PCH, -PAO) より粒子径が大きく、デカンテーションが容易な陽イオンおよび陰イオン交換樹脂 (Amberlite-IR120B, -IRA410J) を降水試料に各 1 g/L 加えて 10 分間攪拌した. 溶存イオンの回収率を Powdex 樹脂 (樹脂量, 各 0.2 g/L ; 攪拌時間, 5 分) と比較した. その結果、Amberlite は樹脂からの汚染の寄与も大きく目的核種の回収率が著しく低かった (Na^+ , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} ; Amberlite, $<30\%$; Powdex, $>75\%$). 本研究における核種回収を目的としたバッチ法において、Powdex 樹脂が適当と考えられる.

[攪拌時間の検討]

擬似降水試料 (海水を 1000 倍希釈) 1 L に Powdex-PCH, -PAO をそれぞれ 0.4 g ずつ加え、攪拌時間 1-20 分の範囲で目的核種の回収率を攪拌前後の溶存イオンの濃度比より算出した. その結果、10 分間の攪拌で回収率 90% 以上に達し、それ以降は緩やかに上昇する傾向が明らかになった (Fig. 2). 収率, 処理時間を考慮した結果、攪拌時間は 10 分間が妥当と考えられる. さらに攪拌前後の降水試料の溶存イオン濃度比より回収率を算出した結果、一雨ごとに溶存イオン濃度が大きく変動し、溶存イオンが高濃度で回収率が低下する傾向がみられた. 試料ごとに回収率の確認が必要である.

[改良した方法で核種の測定]

本研究で確立した方法で処理した樹脂をプラスチック容器に封入、尾小屋地下測定施設の Ge 半導体

検出器(相対効率 93.5%)で γ 線測定をおこなった. その結果, ^{24}Na , ^{28}Mg が定量的に測定可 (^{24}Na , 0.5-4.7 atom/L ; ^{28}Mg , 1.1-3.8 atom/L), ^{39}Cl , ^{38}Cl , ^{38}S は信頼度の高い値は得られなかった. ^{39}Cl , ^{38}Cl および ^{38}S は ^{24}Na や ^{28}Mg と比較して生成率が高いが, 半減期が短いので, より迅速な採取・化学分離が不可欠である.

[今後の予定]

より信頼度の高い処理方法への改良を試みる. さらには, 降水の短寿命宇宙線誘導核種濃度より, 大気上層部の物質循環モデル(生成高度, 雨滴による物質輸送など)の構築を試みる.



Fig. 1 Rain-water sampler (15 m²) installed on a roof of our laboratory (LLRL, Kanazawa Univ.)

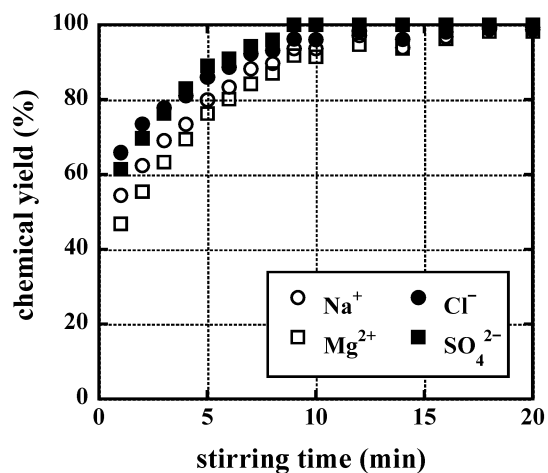


Fig. 2 Chemical yield for Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻ and SO₄²⁻ through the batch treatment

文献: 桑原優宇 (2006) 宇宙線誘導核種の挙動とトレーサー利用への試み. 金沢大学自然科学研究科修士論文