

## 林齢の異なる森林小集水域において渓流水質に与える基岩地質の影響 -Sr 同位体比を用いて-

### Effects of bedrock geology on streamwater chemistry in forested watersheds; using Sr isotope ratio as geological index

# 福島 慶太郎 [1]; 徳地 直子 [2]; 中野 孝教 [3]

# Keitaro Fukushima[1]; Naoko Tokuchi[2]; Takanori Nakano[3]

[1] 京大院・農・森林科学; [2] 京大・フィールド研; [3] 総合地球環境学研究所 研究部

[1] Forest Sci., Kyoto Univ.; [2] FSERC., Kyoto Univ.; [3] RIHN

#### 1. はじめに

渓流水質は一般に集水域内の生物地球化学プロセスを反映するため、森林生態系の物質循環を把握するのに有効である。異なる生態系を持つ集水域からの渓流水を比較することにより、大気降水物量、植生、基岩地質など、生態系を構成する各コンパートメントが、森林生態系の物質循環全体に及ぼす影響を把握することができる。中でも植生の影響を把握することを目的として、集水域を単位とした伐採前後の水質変化 (Bormann and Likens, 1979) や、林齢の異なる集水域における水質比較 (Leak and Martin, 1975; Pardo et al. 1995) が行われてきた。

しかしながら、前述のように、異なる森林流域から流出する渓流水の水質形成には、植生の違いのみならず、基岩地質の違いが大きく関わっている。森林生態系の物質循環において、基岩は風化によってミネラル元素を供給する点で重要な役割を担っている。渓流水の水質形成の上で重要な位置にある地下水水質は、基岩を浸透する過程で形成され、基岩の化学性や物理性は渓流水質に多大な影響を及ぼす。たとえば、渓流に流出する養分元素のうち、窒素は植物と土壌間を閉鎖的に循環するのに対し、Ca や Mg は基岩にも大量に存在し、主な起源としているため、植生の影響のみならず地質の影響も受けると考えられる。さらに近年、堆積岩中に窒素が存在することが指摘され (Holloway et al. 1998)、地質の違いが渓流水中の  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  のみならず  $\text{NO}_3^-$  濃度にも影響を与えることを示唆する結果も出されている (国松 1998)。以上のことから、集水域間での渓流水質の比較をする際には、基岩地質の影響の分離が必要といえる。

本調査地のスギ人工林では、集水域単位で林齢がそろい、伐採直後から植栽 90 年生林まで隣接して存在することを利用して、各集水域で渓流水質を測定し、森林の伐採及びその後の成立に伴って物質循環がどのように変化するかを明らかにする研究を行っている。今回の発表では、岩石に固有な値を持つとされる Sr 同位体比 ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) を用い、林齢の異なる集水域間で地質条件を比較した。本研究では、(1) 地質の違いを Sr 同位体比で表すことができるか、(2) Sr 同位体比が異なった場合に、林齢による養分元素濃度の変化とは異なる水質形成が見られるかを検討し、異なる集水域において渓流水の水質形成に及ぼす地質の影響を明らかにすることを目的とした。

#### 2. 調査地及び方法

調査地は奈良県十津川村の神納川流域に存在するスギ人工林で、集水域を単位に毎年皆伐・植栽施業が行われ、伐採直後の 0~40 年生までと 88 年生の集水域が隣接して存在する。そのうち計 33 箇所の集水域で渓流水を定期的に採取した。採取した渓流水については、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  濃度をイオンクロマトグラフィー法で、Si、Sr 濃度を ICP 発光光度分析法で測定した。また、2003 年 8 月に 2,4,14,29,40,88 年生集水域の渓流水及び神納川の河川水を採取し、Sr 同位体比を測定した。さらに 4,14,29,40,88 年生集水域から 2003 年 7 月に 0~10、10~30、30~50cm までの土壌を採取し、1M の酢酸アンモニウム溶液で抽出した土壌抽出液の Sr 同位体比を測定し、渓流水と比較した。Sr 同位体比は、陽イオンカラムクロマトグラフィー法によって Sr を分離・濃縮した後、Ta フィラメントに塗布し、表面分離型質量分析計を用いて測定した。

#### 3. 結果及び考察

土壌抽出液と渓流水の Sr 同位体比を比較すると、4 年生を除いたすべての集水域において土壌抽出液の値 (0.70966~0.71010) が渓流水の値 (0.70779~0.70876) よりも有意に高かった。Sr の起源は降雨と基岩であり、土壌抽出液の Sr 同位体比が渓流水の値よりも高くなっているのは、渓流水の Sr が 50cm 以深で供給され、渓流水の Sr 同位体比を形成したと考えられる。

渓流水の Sr 同位体比と各集水域の林齢との間には有意な相関がなく、集水域の位置と明瞭な関係があった。つまり、神納川の右岸側に位置する集水域の渓流水の Sr 同位体比は 0.70867 及び 0.70876 で、左岸の値より有意に高かった (4 流域で 0.70779~0.70791)。このことから、Sr 同位体比は林齢よりも地質に影響されると考えられる。さらに、神納川の Sr 同位体比は 0.70827 と、右岸の集水域からの渓流水と左岸の集水域からの渓流水の中間の値を示したことから、左岸からの渓流水と右岸からの渓流水は、調査した流域とそれぞれ同様の傾向をもつことが示唆された。また、Sr 同位体比が高い右岸に存在する集水域から流出する渓流水の  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  濃度は、左岸側よりも高い傾向があった。これらのことから、神納川左岸と右岸では地質の相違があり、集水域間の水質を比較する際には、Sr 同位体比によって示される地質の違いを考慮する必要があることが示された。

今後降雨と各集水域での基岩の Sr 同位体比を測定し、各集水域での地質の影響をより詳細に把握する必要がある。