

溶存硝酸の三酸素同位体組成をトレーサーに用いた地下水中の窒素循環解析

Geochemical studies on nitrate in groundwater using triple oxygen isotopes as tracers

角皆潤 [1]; 小松大祐 [1]; 代田里子 [1]; 中川書子 [2]; 張勁 [3]

Urumu Tsunogai[1]; Daisuke Komatsu[1]; Satoko Daita[1]; Fumiko Nakagawa[2]; Jing Zhang[3]

[1] 北大院・理; [2] 北大院・理・地球惑星; [3] 富山大・理

[1] Fac. Sci., Hokkaido Univ.; [2] Earth & Planetary Sci., Hokkaido Univ.; [3] Sci. Faculty, Toyama Univ.

【研究背景】

硝酸などの結合態窒素は陸上植物の必須元素であり、また制限元素であることが多い。地下水中における結合態窒素の起源や挙動を明らかにすることは、地下水系と陸上生態系の相互作用を明らかにする上で重要である。また近年東アジア域を中心に大気中への人為的固定態窒素 (NO_x など) の放出量が増大しており、これがもたらす NO_3^- 沈着量の増大が、森林などの陸上生態系に与える影響について関心が集まっている。

陸上生態系は、大気から沈着する NO_3^- ($\text{NO}_3^-_{atm}$) の多くを光合成 (同化) 過程において吸収していると一般に考えられているが、陸上生態系は多要素からなる複雑系で不均質性が大きい。さらに、有機体窒素から再生した NO_3^- ($\text{NO}_3^-_{re}$) に関しては放出源として挙動するため、生態系そのものの局所的観測から、生態系全体の吸収量を定量化したり、生態系毎の吸収量の差異を評価することは難しい。そこで本研究では、 $\text{NO}_3^-_{atm}$ だけが自然発生源で唯一 0 以外の値を示し、かつ一般の反応過程において値が変化しない、 NO_3^- の三酸素同位体組成 ^{17}O ($= ^{17}\text{O}-0.52 \times ^{18}\text{O}$) に着目し、陸上生態系を経由して溶出した地下水に含まれる NO_3^- の ^{17}O 組成を定量化することで、大気から沈着する NO_3^- と陸上生態系間の相互作用を定量化することに挑戦した。

【利尻島について】

利尻島は大規模な河川が存在せず、降雪や降雨の多くは一度山体内部に浸透してから山麓の低地に湧出することが知られている。つまり湧水は広域的な陸上生態系 降水間の相互作用の結果を反映していると考えられる。そこで島内で広域的に湧水試料を採取し、含まれる NO_3^- の ^{17}O 値等を分析した。

【結果・考察】

湧水の NO_3^- 濃度は平均 14 μM で、同島の降水中の平均的な NO_3^- 濃度 18 μM とほぼ同レベルであった。一方、 $^{17}\text{O}_{\text{NO}_3}$ 値は平均+2.3 ‰ (最小+1.5 ‰から最大+3.5 ‰) となり、全試料において有意な ^{17}O 異常が見られるものの、 $\text{NO}_3^-_{atm}$ とは大きく異なる ^{17}O 値を示すことが明らかになった。

同島では降水と湧水で NO_3^- 濃度がほぼ等しいことから、沈着する $\text{NO}_3^-_{atm}$ は生態系とほとんど相互作用せずにそのまま湧出している可能性も考えられたが、実際は湧水中の $\text{NO}_3^-_{atm}$ 混合比は平均 10 % 弱であり、多くは効率的に生態系に利用されている。また吸収分を補うように $\text{NO}_3^-_{re}$ が溶出していることから、同島内の窒素循環系は定常状態に達していて、窒素循環系内に取り込んだ NO_3^- とほぼ等量の NO_3^- を系外に排出しているものと考えられる。