

琵琶湖流入河川の硫黄、窒素、ストロンチウムの安定同位体地球化学

Sulfur, nitrogen, and strontium isotope geochemistry of tributary rivers of Lake Biwa

中野 孝教[1]; 陀安 一郎[2]; 井桁 明丈[1]; 兵藤 不二夫[1]; 高津 文人[3]; 永田 俊[4]; 和田 英太郎[5]
Takanori Nakano[1]; Ichiro Tayasu[2]; Akitake Igeta[1]; Fujio Hyodo[1]; Ayato Kohzu[3]; Toshi Nagata[4]; Eitaro Wada[5]

[1] 総合地球環境学研究所 研究部; [2] 京大・生態研; [3] (独)科技振; [4] 京大・生態研; [5] 地球環境フロンティア

[1] RIHN; [2] Center for Ecological Research, Kyoto Univ.; [3] JST; [4] CER, Kyoto Univ; [5] Ecosystem Change Program, Frontier Research Center for Global Change

琵琶湖の水質や生物多様性は人間活動と共に大きく変化してきたが、その主な原因については不明な点が多い。最近、琵琶湖固有種である単年魚のイサザを用いた研究により、琵琶湖湖水の $\delta^{15}\text{N}$ 値が過去 40 年にわたって単調に増加してきたことが (Ogawa et al., 2001) 一方 $\delta^{34}\text{S}$ 値および $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ は単調に減少してきたことが明らかにされている (石井ら, 2001) (Fig.1)。これらの変化を説明するために、琵琶湖に流入する主要 41 河川に含まれる硫黄、窒素、ストロンチウムについて、濃度と同位体組成を測定した。

河川水の水質は、流域の地質および人間活動により東部、西部、南部、北部の大きく 4 地域に区分できる。河川水の NO_3 、 SO_4 および Sr 濃度は、南部の都市域および東部の農業地帯で高く、人口が少ない北部や西部の山岳地帯で低い。同一河川においても、これらイオンの濃度は、山間部から平野部に入る上流地点より湖岸に近い下流地点で高い。これらのことは、河川が平野部を流下する過程で、人間活動によりもたらされた窒素、硫黄、ストロンチウムの寄与を受けていることを示している。東部地域の河川の多くは $\delta^{34}\text{S}$ 値と $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ が湖水より低く、 $\delta^{15}\text{N}$ 値は高い。また流域に占める平野部の割合が増加すると共に両者の値は均質になっている。他地域の河川では、 $\delta^{34}\text{S}$ 値あるいは $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ の少なくともいずれかが琵琶湖の値より高い。これらのことは琵琶湖湖水の硫黄、窒素、Sr 同位体組成の時代的变化は、東部の平野部を流れる河川の寄与が相対的に強くなったことを示している。

湖水の $\delta^{34}\text{S}$ 値と $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ の経年変化を、1960 年の湖水の SO_4 および Sr の濃度と安定同位体組成、および東部を代表する 6 つの小河川の値を仮定して計算した。東部河川の琵琶湖への負荷を年間 1 % と仮定して計算結果は、イサザに見られる両同位体組成の変化を良く再現し、さらに求められ現在の湖水の SO_4 および Sr の濃度 (55 $\delta^{34}\text{S}$; g/L and 12 mg/L) は現在の湖水の両イオン濃度 (59 $\delta^{34}\text{S}$; g/L and 13.2 mg/L) とともに一致を示した。これらの結果も、東部の農業地帯を流れる小河川が琵琶湖の水質に大きな影響を与えているという考えを支持している。

肥料など人間活動によってもたらされる硫黄、窒素、有機物は酸 (硝酸、硫酸、有機酸) を発生し、平野部を構成する古琵琶湖層から Sr の溶脱を促進したと考えられる。他の陽イオンの濃度も都市化や農業化の進んだ南部や東部の河川で高いことも、このような人為起源の酸の発生による岩石の風化促進という可能性を支持している。河川水の Sr と SO_4 濃度の和が人口密度と良い相関を示すことは、このような考えと調和的であり、これら元素濃度は環境指標として利用できる。

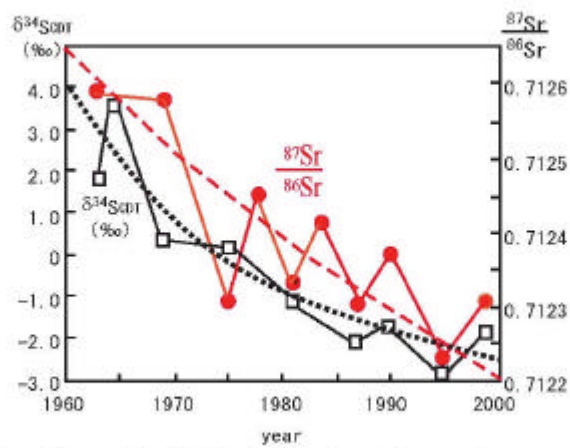


Figure 1. Annual change of the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and $\delta^{34}\text{S}$ values of *Leucopsarion petersi* over 40 years from 1960 to 1999. Modified from Ishii *et al.* (2001) and Ito *et al.* (unpublished data). Broken and dotted lines represent the calculated change in $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and $\delta^{34}\text{S}$ values of the lake water by inputs of small rivers from the eastern agricultural area. The $\delta^{34}\text{S}$ value of Isaza fish is assumed to be 2‰ lower than that of the ambient water.