

降水時は地下水レベルの上昇による土壌表層付近からのイオンの流出や表面流出の寄与が大きくなるため、表層付近に多く分布する N が、 NO_3^- として流出することが知られている。これまでの多くの報告においては、増水時には SO_4^{2-} 濃度は低下することが指摘されているが、本集水域では、 NO_3^- と同時に流出していることから、増水時の SO_4^{2-} 流出には、地表付近からの流出も大きく寄与している可能性が示唆された。また、本集水域では、これらの流出が河川の一時的な酸性化に寄与していると考えられた。後述するように、本集水域では、過去に蓄積したと考えられる S が、流入量（沈着量）以上に流出しており、S の蓄積形態とその起源について、今後さらに検討する必要がある。

③物質収支の概評

釜ヶ谷集水域における主要なイオンの流入・流出収支を図 3-3-3-5 に示した。本集水域では、 SO_4^{2-} 流入量に対し、2005-2006 水年においては約 190%、2006-2007 水年においては約 170%の流出がみられ、流入量以上に SO_4^{2-} が流出していることが明らかとなった。1 水年目については、生態系内でほとんど利用されない Cl^- の収支バランスが取れていないが、この点を考慮して、仮に Cl^- の流入と流出が同程度であったとして補正した場合も、 SO_4^{2-} は流入量の約 110%は流出している計算となった。

欧州では、酸性雨原因物質の排出量削減により沈着量が減少した現在でも、特に過去において沈着量が多かった地域で溪流・河川からの SO_4^{2-} の流出が続いていることが報告されており、過去に蓄積した S の流出が示唆されている。本集水域でも同様の現象が生じていると考えられ、上述した増水時における SO_4^{2-} の流出挙動は、何らかの形態で蓄積されている S の流出の寄与を示唆していた。また、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} などの塩基は、流入量に対し、900%以上も流出しており、河川水は中和されている一方で、土壌の中和能は減少しつつあることを示唆していた。

さらに、非常に多い N 沈着量を反映して NO_3^- も植物吸収が盛

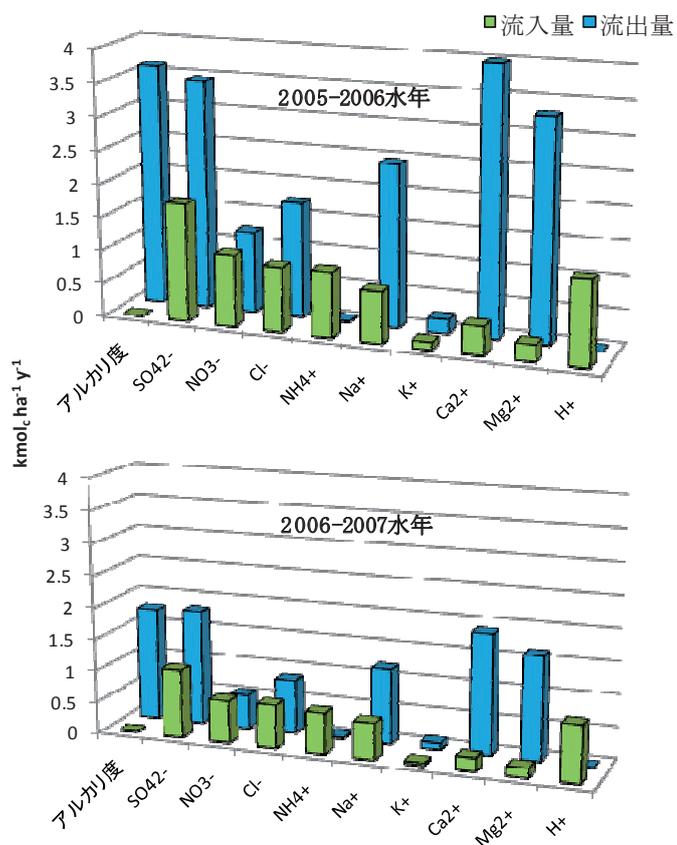


図 3-3-5 釜ヶ谷集水域における物質収支
アルカリ度の流入量は 0 とした。

んな夏季においても一定量流出しており、NO₃⁻流出に伴う河川への酸の負荷も示唆していた。実際、河川水中のNO₃⁻濃度は上昇しpHは低下していた。今後、NO₃⁻流出による河川の酸性化の可能性について、継続して監視することが必要である。

酸性沈着による集水域酸性化を議論するためには、酸性沈着によるH⁺負荷や森林生態系内部の物質循環におけるH⁺を生成する過程と、生態系内でH⁺を消費する過程について、収支を計算することが有効である⁴⁾。日本の多くの集水域では、生態系外部由来（酸性沈着）によるH⁺負荷量より、生態系内におけるアルカリ度の生成量が多く、森林生態系における酸中和能が大きいことが報告されている⁵⁾が、釜ヶ谷集水域においては、表3-3-3-1に示すように、酸性沈着によるH⁺負荷が中和能を上回り、集水域酸性化を引き起こす可能性を示唆していた。

表 3-3-3-1 釜ヶ谷集水域におけるH⁺負荷量とアルカリ度生成量

水年	H ⁺ 負荷量		アルカリ度生成量
	kmol _c ha ⁻¹ y ⁻¹		
2005-2006 水年	4.04	>	3.61
2006-2007 水年	2.12	>	1.78

注. 外部由来のH⁺負荷量は、N、SO₄²⁻及びH⁺の収支⁷⁾から求めた。アルカリ度は流出量を生成量とした。

④まとめ

本重点調査においては、これまでの議論を支持する定量的なデータとともに、今後の集水域解析を考える上で重要な情報も得られた。主な成果として、

- i. 山岳地域における降水量分布を考慮した湿性沈着量と、大気濃度実測から求めた乾性沈着量から、森林地域における総沈着量がより精緻に推計された。その結果、欧米における渓流水へのNO₃⁻流出の閾値とされている10kg-N ha⁻¹ y⁻¹をはるかに超えるN沈着量（特に1水年目は28.7kg-N ha⁻¹ y⁻¹）が確認された。
- ii. 増水時におけるSO₄²⁻の特徴的な流出傾向から、集水域内の地表面付近に蓄積しているSの寄与が示唆された。
- iii. 釜ヶ谷集水域の物質収支の結果も、流入量以上のS流出を示しており、過去に蓄積されたと考えられるSによる河川の酸性化への寄与を支持していた。
- iv. 蓄積していたSに加え、多量のN沈着に伴うNO₃⁻流出が、河川の酸性化に大きく寄与しているものと考えられた。

上記の成果から、伊自良湖集水域においては、過去に大気から負荷・蓄積したと考え

⁷⁾ Nの収支に伴うH⁺の負荷量（純生成量）は、(NO₃⁻_[out] - NO₃⁻_[in]) + (NH₄⁺_[in] - NH₄⁺_[out])として算出。SO₄²⁻及びH⁺については流出量と流入量の差 (SO₄²⁻_[out] - SO₄²⁻_[in]、H⁺_[out] - H⁺_[in])として算出。