

## 立山山岳域における水・物質循環

上原, 佳敏

<https://doi.org/10.15017/1500777>

---

出版情報：九州大学, 2014, 博士（農学）, 課程博士  
バージョン：  
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 上原 佳敏

論文題名 : 立山山岳域における水・物質循環

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

近年、人的な汚染物質の排出の増加により、窒素化合物や硫黄化合物、さらにそれらから生成された二次汚染物質の森林への負荷量増加の影響が懸念されている。これらの大気汚染物質の排出は、アジア東部沿岸地域で年々増加傾向にある。日本へも越境輸送されており、その影響は全地球レベルに広がっている。富山県・中部山岳国立公園の立山は、日本海側に面し、人為的な栄養塩の発生源から地理的に離れた所に位置するため、広域大気汚染の影響を観測するのに適しており、降水や霧水、積雪の大気化学的分析や観測が行われてきた。しかし、これまでのほとんどの観測は積雪期間中か森林限界以下の地点において実施されており、また植生との相互作用についてもほとんど解析されてこなかった。そのため、高山生態系への大気汚染の影響を調べる為に、森林限界以上の無雪期間中における大気沈着物の系統的な観測や影響評価が必要な状況であった。

本研究では、立山の山頂付近において、大気沈着（雨、霧、林内雨）及び微気象観測を行い、湿性沈着中の主イオン種成分と安定同位体比（H, O, Sr）の測定を基に、日本の山岳地域の森林限界上部に優占するハイマツ（*Pinus pumila* Regal）生態系への大気沈着の影響を、水・物質循環の相互作用を重視した観点から明らかにすることを目的とした。

立山を構成する雄山に隣接した浄土平（標高 2839m）における夏季の降水量は、平野部に比べて平均 2.2 倍（297mm month<sup>-1</sup>, 7 年間平均）であり、降水はハイマツ樹冠によって約 20%（6 年間平均）を遮断されていたが、年や期間によって遮断率は大きく変化し、最大で 98%の林外雨が樹冠遮断されていた期間があった。一方、浄土平では霧が多く発生し、霧粒が付着して葉が濡れている期間が長く、林内雨量の方が林外雨量よりも多い期間もあった。酸素水素同位体比の解析結果からは、林内雨中には霧水が約 35%含まれていることが推定され、ハイマツは降雨の有無に関わらず、樹冠で霧水を効率良く捕捉し、林床に水分を供給している事が分かった。

浄土平の大気沈着の酸性度は、日本の平均値と比較して低いものの、立山の他の標高や過去の富士山の観測結果と比べると高かった。立山全体では、標高と共に各種イオン成分濃度は低下する傾向が見られたが、降水量は増加したことから、浄土平では低標高地(富山市)と同程度の酸性沈着・窒素沈着量が観測された。また、高濃度の酸性物質を含む霧が度々観測され、山頂付近の降水や霧水は、局地的な大気汚染の影響に加え、大陸からの広域大気汚染の影響を受けていると考えられた。さらに、台風によって栄養塩を大量に含んだ降水も沈着した。これらの結果とハイマツの林内雨の観測結果から、ハイマツは針葉表面に付着した無機窒素成分の約 70%を吸収しており、大気沈着は、高山生態系の貧栄養な環境下において、重要な窒素の供給源だと考えられた。一方、ハイマツ樹冠からは大量の K<sup>+</sup>と Mg<sup>2+</sup>が溶脱しており、ハイマツの林内雨は、山岳環境において周囲の植生へ栄養塩類を直接供給する重要な要素であることが示された。

大気沈着及び、ハイマツや周囲の高山植物種、土壌・岩石・地表水の Sr 同位体比（<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr）を測定した結果、ハイマツ樹体や周囲の高山植物の値は岩石や渓流水の値よりも、積雪中の黄砂や降水の値に近かった。これは、頂上付近のハイマツ群落や周囲の高山植物の栄養塩供給には、海塩や黄砂などの大気沈着が重要である事を示唆した。日本の山岳地帯の頂上付近の森林限界上部では、

大気からのイオン供給が物質循環過程の主体をなしており、基岩の影響は非常に小さいこと、また黄砂や海塩が重要な陽イオンの供給源になっている事が明らかになった。

本研究では、日本の山岳地帯の森林限界上部における大気沈着と微気象の観測を行った。その結果、高濃度の酸性沈着が観測された期間もあり、低標高地と同程度の酸性沈着・窒素沈着量が負荷されており、広域大気汚染の影響を受けている事を示した。一方、そこで優占するハイマツは、大気沈着中の無機窒素を樹冠部分で保持していた。また、台風による海塩成分や、黄砂成分による栄養塩類の供給があり、ハイマツや周囲の高山植物はそれらを利用して生育している事を解明した。森林限界以上の高山植物は、大気沈着を重要な栄養塩供給源として生育しており、越境汚染の影響も受けやすいことが明らかになった。