

## 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			
論文名	立山山岳域における水・物質循環			
論文調査委員	主査	九州大学	准教授	久米 篤
	副査	九州大学	教授	大槻恭一
	副査	富山県立大学	教授	渡辺幸一

## 論文審査の結果の要旨

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、それらから生成された二次汚染物質の森林への負荷量が増加している。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り、日本へも越境輸送されている。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いる。これまでに降水や霧水、積雪の大気化学的分析や観測が行われてきたが、植生との相互作用についてはほとんど解析されておらず、高山域における観測もほとんどなされていなかった。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）と微気象の観測を行い、湿性沈着中の主イオン種成分と酸素、水素、ストロンチウム（Sr）の安定同位体比の測定を基に、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 2839 m）における夏季の降水量は、平野部に比べて平均 2.2 倍（297 mm/月、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、気象条件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ることがあった。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時間が長く、林内雨量の方が林外雨量よりも多いこともあった。酸素水素同位体比の解析結果から、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を明らかにした。

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、降水量は増加したため、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結論した。さらに、台風による栄養塩を大量に含んだ降水の沈着も確認した。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 80 % 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  $K^+$  と  $Mg^{2+}$  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と結論した。

大気沈着と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 ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) を測定した結果、ハイマツ樹体や周囲の高山植物の値は、土壌を構成する礫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を明らかにした。

以上要するに、本研究は日本の高山帯における水・物質循環の実態を初めて解明したものであり、生態水文学および生物地球科学の発展に寄与する価値ある業績と認める。よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。