

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 異なる堆積環境下における南極積雪中の水安定同位体比と
主要イオンに関する研究
(Study on water stable isotopes and major ions in Antarctic snow
under different accumulation environments)

氏 名 保 科 優

論 文 内 容 の 要 旨

南極内陸で掘削される深層アイスコアは、過去の大気成分を保存しており、これを分析することで古環境を復元することができる。特に水安定同位体比は気温の指標となり、氷期—間氷期といった長時間スケールの気温復元へ用いられるが、積雪堆積後に水安定同位体比、主要イオン濃度が変化してしまうことで、季節—数年単位の高時間分解能の気候復元は困難とされている。本研究では、高時間分解能でのアイスコアに保存される水安定同位体比、主要イオンの変動を理解することを目的とした。ドームふじとその380 km圏内2地点で採取された表層積雪の高時間分解能の酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$)、主要イオンのデータの変動から涵養量との関係に着目した。過去50年の年間涵養量は29—41 kg m⁻² a⁻¹であることが、火山噴火の指標となる非海塩性の硫酸イオン、薄いクラスト層、Na⁺、Cl⁻による年代決定より示された。 $\delta^{18}\text{O}$ の変動は、涵養量の少ない場所ほど長周期で変動しており、1年周期の季節変動は見られなかった。また、 $\delta^{18}\text{O}$ は年気温の変動と関係がなく、数年単位での $\delta^{18}\text{O}$ 変動は気温とは対応していないことを示した。

一方、大気中の水蒸気が、雪面の起伏により風で積雪内に取り込まれること（通風：ventilation）での水蒸気凝結が水安定同位体比を変化させるため、これによる $\delta^{18}\text{O}$ の変化を見積もった。これにより、水蒸気凝結によって降雪の同位体比は10%程度増加した。また、季節変動の振幅が小さくなり、平均の $\delta^{18}\text{O}$ は積雪の平均値と近い値となった。主要イオン濃度については、水蒸気が凝結することによって希釈され、濃度が減少することが考えられる。しかし、涵養量が毎年一定であれば $\delta^{18}\text{O}$ の季節変動は保存される。ドームふじの涵養量は年変化が非常に大きく、時には負の涵養量も観測されている。そのため、涵養速度の不均一より堆積後の $\delta^{18}\text{O}$ 、主要イオン濃度の変化量に時間的不均一を生じさせ、これが数年周期となり、積雪に保存されることを示した。

また、東西南極の異なる積雪堆積環境下の浅層コアの $\delta^{18}\text{O}$ と主要イオンの変動を比較することで、アイスコア中の季節変動の保存と涵養量との関係を明らかにした。それぞれの $\delta^{18}\text{O}$ 、主要イオンの季節変動は、涵養量が $100 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 以上の場所で見られることが周波数解析より明らかとなった。しかし、東南極の 1993–2010 年の涵養状態から、 $128 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ の平均涵養量でも、強風域で削剥が大きいと $\delta^{18}\text{O}$ 、主要イオンの季節変動が保存されないことが明らかとなった。これより、 $\delta^{18}\text{O}$ と主要イオンの季節変動が保存されるのは、涵養量が $100 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 以上かつ風が穏やかで安定した堆積環境であることを示した。また、涵養量の $\delta^{18}\text{O}$ と主要イオンへの影響を調べるため、 $\delta^{18}\text{O}$ と主要イオンの相関係数を涵養量で比較を行った。その結果、両者の関係は涵養量 $100 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 以上では、正相関または相関なし、それ以下ではほとんどが逆相関の関係であった。この逆相相関は、低涵養量の内陸で起きている水蒸気の凝結が $\delta^{18}\text{O}$ を増加させることで強化されていると示唆された。

本研究によって、涵養量 $100 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ を境に $\delta^{18}\text{O}$ と主要イオンの関係が変わることから、高涵養域と低涵養域ではアイスコアの主要イオンの解釈が異なる可能性を示唆した。涵養量がアイスコアに保存される化学成分の変動を支配しているため、気候復元を行う際には掘削する場所の涵養量、また、気候復元を行う対象となる年代の涵養量を考慮する必要がある。