

積雪の安定同位体とイオン組成の関係に関する研究

福島大学大学院共生システム理工学研究科 学生会員 鈴木 絢美
 総合地球環境学研究所 非会員 藪崎 志穂
 福島大学大学院共生システム理工学研究科 正会員 川越 清樹

1. はじめに

気候変動による影響を評価するため、将来の気候を時空間的に定量化した気候モデルの出力データをベースに解析した結果が利用されるが、これらは巨視的な空間、平滑化された時間を対象にしたものが多く、地域のニーズに応じた緻密な適応策を設計すること、極端な現象を反映させることに対して不足する情報になる可能性も含んでいる。この不足に対して、気候モデルをダウンスケーリング化すること、地域の特徴を明確化させて気候変動の影響を投影させるアルゴリズムを開発させることが必要になる。また、Gormanは「これまでのモデルでは、冬期における平均降雪量を注目してきたが、温暖化が進行すると毎年生じる降雪の振幅幅が拡大することで極端な豪雪になる可能性があることが見過ごされている」ことを指摘している¹⁾。そのため、細やかな時空間の降雪現象を気候的に捉えて、解釈することが必要とされている。本研究では、積雪量の多少を特徴付けるプロセスの解明を目的に、積雪試料の安定同位体比を求め、地域に対する空間的な積雪環境の構成の把握を試みた。流域内の地域に対する積雪環境の空間特徴を明らかにし、降雪起源となる水循環過程も推察することで、気候の予見を誘導させる地域スケールに対する積雪の情報化に取り組んだ。

2. 研究対象領域、方法とデータセット

研究の対象領域は阿賀野川流域である。安定同位体比による流域内を対象とした地域スケールに対する積雪の情報化は、以下の方法より実施された。

- ① 阿賀野川流域内で積雪試料をサンプリングし、安定同位体比を分析して、その結果を基に空間的な積雪環境構成を解析した。
- ② 経年の積雪深と安定同位体比の空間分布を比較し、流域内の積雪多少に伴う地域的な特徴を求めた

これらの①、②の結果を基に流域空間内の地域スケールに応じた積雪の情報化を進めた。阿賀野

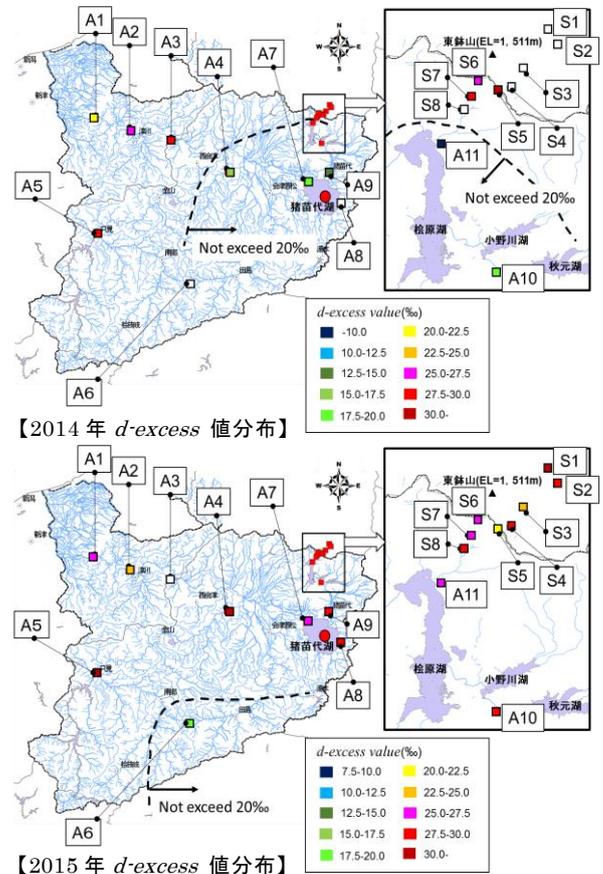


図1 各年の d -excess 値分布図

川流域で安定同位体比を分析した積雪試料サンプリングの延べポイントは19ヶ所(2013年1ヶ所, 2014年12ヶ所, 2015年18ヶ所)である。本解析結果は2014年, 2015年の分析結果を中心に説明する。なお, 安定同位体比について, 早稲田らが説明している d -excess 値 20‰を基準²⁾に日本海由来と太平洋由来の分類を行った。

領域内における積雪量の多少に関して, 阿賀野川流域内および周辺に分布する積雪観測された AMeDAS(12ヶ所)のデータを基に中井により開発された多雪指数(Seasonal Snow Depth Index: 以下 SSDI)を用いて解析した。なお, 継続的に観測された期間(1985年から2015年の計31年間)を, 積雪量の多少を解析期間の対象として設定した。

3. 安定同位体比の空間解析結果

図1に2014年と2015年の d -excess 値の分布情報を示す。図1より, 日本海影響の d -excess 値 20‰

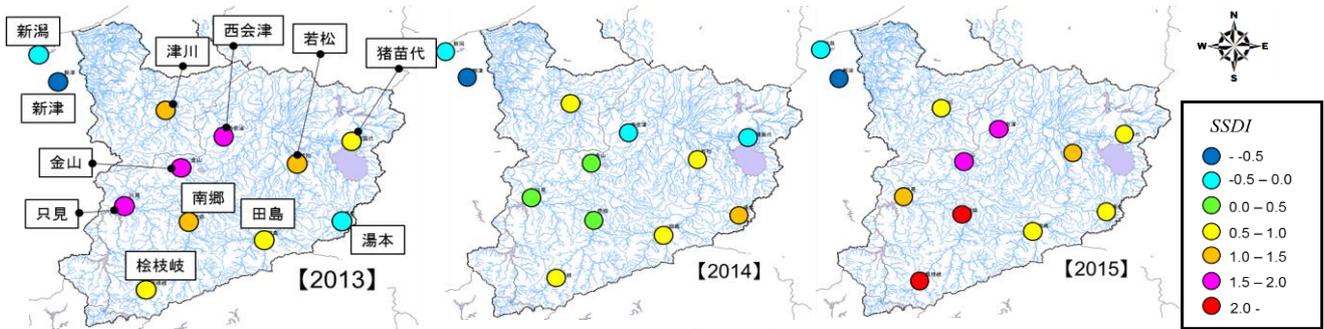


図2 経年の SSDI の推移分布図

の境界は阿賀野川流域東部に位置する流域上流側で明瞭に分離されていることが見てとれる。2014年時は流域東部の広い範囲に20%以下の領域が認められている。その一方で、2015年時は、流域南東部に位置する南会津地域のみ限定されて20%以下の領域が認められていることが明らかにされた。また、注目すべき結果として、特異な傾向を示すエリアが阿賀野川支流の長瀬川流域内(以下、裏磐梯地域と呼称する)に存在することも明らかにされた。

4. 積雪量の経年評価との比較

図2に2013年から2015年のSSDIの分布情報を示す。2014年において大きなSSDIを示したAMeDASは流域南東部の南会津エリア(湯本:SSDI1.41, 田島:SSDI0.89, 桧枝岐:SSDI0.73, 南郷:SSDI0.37)に集中し、以下、若松(SSDI0.53)を除いて少雪の状態だった。2015年において小さなSSDIを示したAMeDASは日本海側沿岸側の2ポイント(新潟SSDI-0.01, 新津SSDI-0.46)のみで、その他はいずれも大きなSSDIを示した。

これらの結果をまとめると、2014年は、流域全体として平年値よりもやや多い積雪状態にあったものの、流域東部の南会津エリアに多雪の偏った分布にあり、その他の地域は少雪の傾向にあったことが示された。また、2015年は、流域全体として過去と比較しても多雪状態にあったものの流域の下流側に位置する沿岸側は少雪であった。

5. 評価結果と考察

検討より、安定同位体比による流域内の積雪環境の空間的な特徴を把握することができた。特に明瞭な空間特性を示した流域東部と裏磐梯地域の2点について評価、考察する。

(1) 流域東部の地域特徴に関する波及影響

阿賀野川流域東部に位置する上流域の日本海起源とは異なる可能性を持つ積雪は、多雪、少雪に関係なく平常的に分布する結果を得ているものの、その空間的な波及範囲が異なる。特に、2014年は広い領域で日本海起源と想定にしにくい結果を得た。この

年に関すれば、2月7日から16日に南岸低気圧による断続的な降雪が認められ、関東地方を中心とした日本列島東側で記録的な積雪が認められている。この現象の発生は、南岸低気圧の影響が阿賀野川流域にも及び、広い範囲で太平洋起源の降水が生じて積雪として分布された可能性を示唆している。流域東部の積雪環境は、太平洋と日本海の双方の影響を受ける地域であるが、その境界は年単位の勢力の違いで遷移していくプロセスが推測される。

(2) 裏磐梯地域の特異な積雪環境

安定同位体比の結果より、裏磐梯地域では、少雪の場合に特異な積雪環境が現れることが示された(ポイントA10, A11)。流域東部の考察に示すとおり、当該地域も南岸低気圧の多降雪型の境界に位置し、年々の境界遷移も想定できる地域である。ただし、本地域の安定同位体比の特異な結果は、天水に近似した $\delta^{18}O$, δD の関係、およびd-excess値を示していること、標高に関わらずに $\delta^{18}O$, δD の値が小さいことを示している。レイリー過程に従うと、水は同位体比の軽いもの($\delta^{18}O$, δD 値が小さい)から蒸発する性質をもつ。位置的にA10は毘沙門沼、A11は桧原湖の近傍であり、双方の下流側には猪苗代湖も存在している。そのため、水域の蒸発の影響を受けた可能性も示唆される。なお、この試料をサンプリングした直前の2月2, 3日は著しい気温上昇が記録されていたことも明らかにされており、蒸発に関連した降雪が生じた可能性も推測される。

謝辞: 本研究の一部は、河川環境財団研究助成と文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)によって実施された。ここに謝意を示す。

参考文献:

- 1) Paul A. O' Gorman : Contrasting responses of mean and extreme snowfall to climate change, Nature, Vol.512, pp.416-418, 2014
- 2) 早稲田周・中井信之: 中部日本・東北日本における天然水の同位体組成, 地球化学, Vol.17, pp.83-91, 1983
- 3) 中井専入: “多雪指数”を用いた全国の高雪・少雪の年々変動と分布天気, Vol.62, No.3, pp.187-199, 2015