

気象水門・化学組成のデータ融合化による阿武隈川流域の積雪特徴の同定

福島大学共生システム理工学類 非会員 ○六角 日七
 総合地球環境学研究所 藪崎 志穂
 福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹

1. 序論

温室効果ガス濃度上昇による地球温暖化の加速に伴い、さらなる大規模な影響が懸念されている。IPCC 第6次評価報告書によると、SSP5-8.5では3.3～5.7℃高くなる可能性が高いとされている。また、大雨の頻度と強度は1950年代以降増加している。降雪に関しては、上空で雪が融解し、雨になるため、減少するように見える。しかし、温暖化により蒸発し、大量に水分を含んだ空気が一気に冷却され、降雪をもたらせば、大雪となる可能性は高まることになる。これらの増減は地域によって異なっており、地域特有の水門現象を解明することで、将来に備えた対策が可能になると考える。本研究では、気候変動がもたらす地域スケールでの水門現象変化の解明に着手し、将来の環境変化に備える取り組みを可能としていきたい。

2. 研究方法、およびデータセット

本研究の対象領域である阿賀野川流域を図1に示す。主要水域は、只見川、阿賀川、長瀬川である。本研究では阿賀野川の空間的な降雪プロセス（広域供給源調査）の検討とともに、特定地域（裏磐梯地区：桧原）を対象とした時間変化に応じた水文、化学特性の同定（短時間供給源調査）を進めている。日本海起源の降雪の波及する範囲とそれ以外の範囲を分離することで、地域スケールの降雪の影響を求める。解析方法、およびデータセットの内容は以下に示す通りである。

- ① 阿賀野川流域内での降雪サンプリング。
- ② イオン組成分析実施、海塩性イオン、非海塩性イオン、 Cl^-/Na^+ による評価。
- ③ 安定同位体比分析実施、算出した $d-excess$ 値に基づく経路同定。
- ④ イオン組成、安定同位体比や気象状況を基にした総合解析。

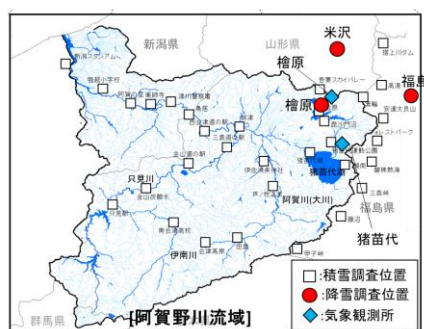


図1 解析対象地域

気象データとして AMeDAS の観測値を用いた。化学組成データはイオンクロマト、同位体の分析機器により化学分析値を導出した。日本海起源の影響を同定するため、イオン組成の総負荷量、 $Cl^-/Na^+=1.8$ となる海水域の影響指標¹⁾、安定同位体より導出することのできる $d-excess$ 値が20‰以上で日本海起源、20‰以下であれば太平洋起源、その他(地域固有の起源)として求めることのできる特性²⁾を用いた。なお、 $d-excess$ 値を以下の式(1)より得られる。

$$d-excess = \delta D - 8 \cdot \delta^{18}O \quad (1)$$

ここで、 δD :水素同位体、 $\delta^{18}O$:水素同位体である。

3. 広域供給源調査解析

阿賀野川流域の支川ごとに分別し、海からの距離とイオン組成による評価を図2に示す。阿賀川と長瀬川では、突発的なイオンを観測した場所があるものの、日本海からの距離が離れるほど全体的にイオンの検出量が低下する傾向を示す。しかし、只見川では、日本海からの距離に関わらず、上流部でも Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ が比較的多く検出された。この傾向は Cl^-/Na^+ 比の評価も同様で、只見川は海岸からの距離に関わらず1.8に近似した。他の流域も日本海付近で1.8に近似するものの上流側へ移動するにつれて低い値に遷移する。只見川のみ日本海起源の寄与が大きい理由として、越後山脈から吹き降ろされる降雪の影響が示唆される。なお、日本海由来のイオン成分としては Na^+ とともに SO_4^{2-} が増加する傾向は北西風によって運ばれてきた大気汚染物質が湿性沈着した可能性も示している。

$d-excess$ 値の結果として図3に2014～2021年までの $d-excess$ 値の分布状況を示す。継続的に計測

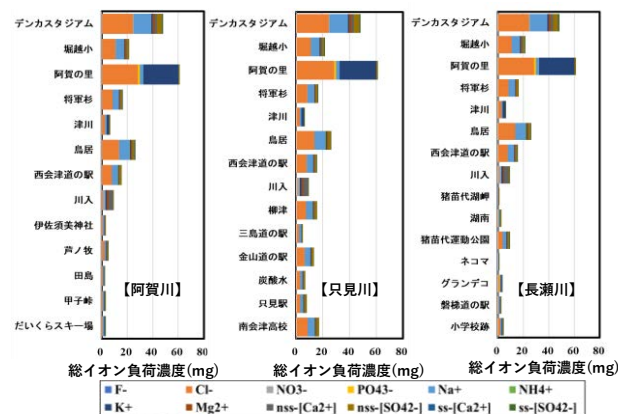


図2 阿賀野川流域イオン組成

キーワード：気候変動、降雪、阿賀野川流域、水文データ

連絡先：〒960-1296 福島県福島市金谷川1 福島大学共生システム理工学類 Tel and Fax 024-548-5261

された各年の結果より、20%以下の d-excess 値を示す地点が特に裏磐梯地区、南会津地区に偏って出現することもあった。しかし、2021 年度は 20%以下の地点が観測されず、全般に日本海起源の降雪の影響が大きかった年と解釈できる。ただし、裏磐梯地区は相対的に低い d-excess 値を示しており、例年通り日本海起源の寄与度は小さく、地域固有の影響が感知されている。越後山脈よりも標高の高い飯豊山地～吾妻山の高地閉塞効果により地域固有性が現れやすい状況³⁾ は 2021 年も確認されている。

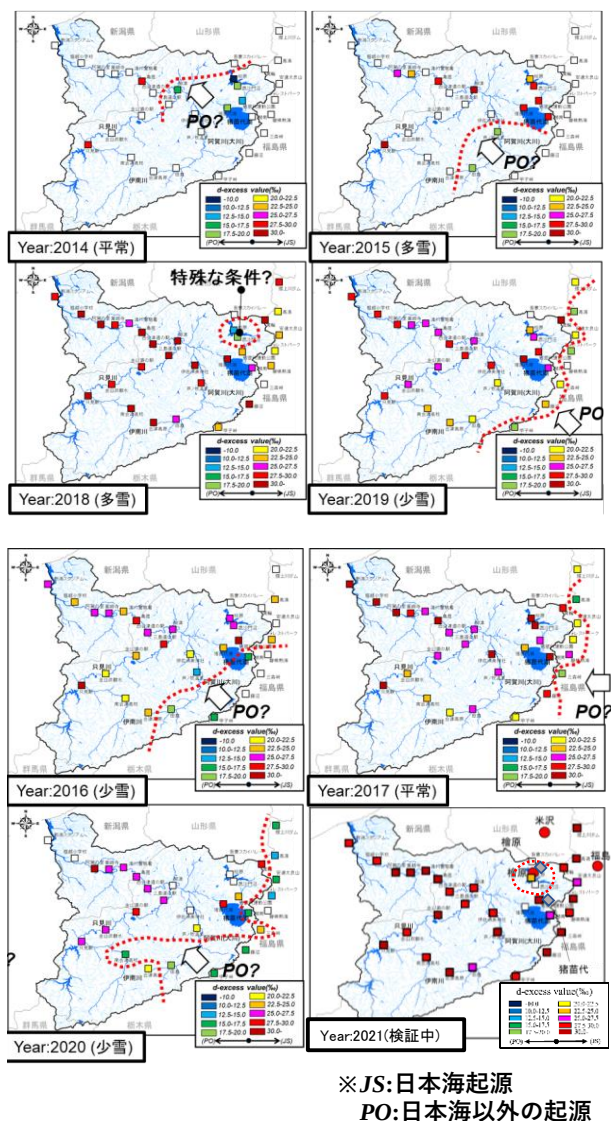


図3 阿賀野川流域 d-excess 値

4. 短時間供給源調査解析

広域供給源調査解析により、日本海起源の影響の少ない特徴的なデータの得られた桧原(裏磐梯地区)を対象地域とし、降雪が確認された日毎に降雪のサンプリングのイオン組成を分析した。この内の特殊な EC, PH 値を示す 10 個のサンプリングの化学特性の結果を図4に示す。d-excess 値より、日本海起源以外を示唆する 20%以下の降雪日を観測したのは、2020 年 12 月 14 日のみであった。該当日は、

総イオン負荷量が少なく、Cl/Na 比が 1.8 とはかけ離れていることから海塩の影響はあまり受けていないと考えられる。また、数日前から気温が高騰し、降水量が観測されていない状態であった。そこから気温が一気に低下し、14 日に d-excess 値の低い降雪が観測された。このことから、気温が高い日に猪苗代湖から水が蒸発し、猪苗代由来の降雪が一気にもたらされたのではないかと考える。また、総イオン負荷量が多くなればなるほど Cl/Na 比が高くなるが、1.8 とはかけ離れていることから日本海由来成分の寄与度は小さいと考えられる。

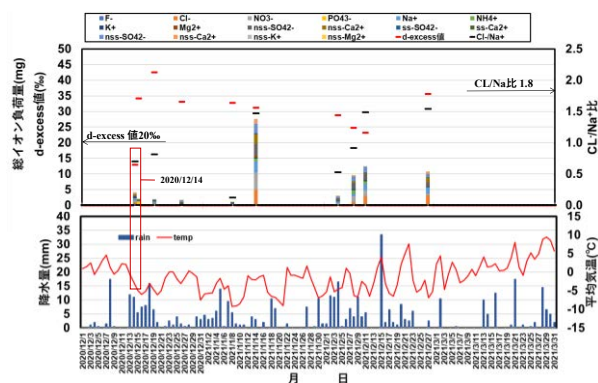


図4 桧原解析結果

5. 結論

広域的に見ると、只見川では海からの距離に関わらず日本海起源の寄与が大きい特性な地形であることが考えられる。また、桧原(裏磐梯地区)では、日本海起源以外の影響を受けた降雪が考えられ、気温が高くなり、一気に冷えるという条件がそろった場合に猪苗代由来の降雪が生じるのではないかと考えられる。地球温暖化が加速し、変わりゆく気象条件下で、変化を予測することが将来の災害や資源などの問題解決に役立てられる。今後も継続的なデータ収集を行うとともに、更なる精査を重ねて定量的な情報提示に努めたい所存である。

謝辞:本研究の実施において、総合地球環境学研究所の同位体環境学共同研究事業、科学研究費補助(21K18785) 科学研究費補助(20K01150)の助成を受けた。ここに謝辞を示す。

参考文献:

- 1) 呉 佳紅・佐竹 洋:富山の降水における Na/Cl 比と塩素同位体比の関係, 日本地球化学会年会要旨集 No. 51, 55-55, 2004
- 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) 鈴木絢美・川越清樹・藪崎志穂:化学分析による地域スケールに対する降雪イベント特徴の同定, 土木学会論文集 G(環境), Vol. 74, No. 5, I_1-I_9, 2018.