

## 物質流出成分に寄与する地域条件の因果関係の検討

福島大学共生システム理工学類 非会員 ○古川 綾華  
 総合地球環境学研究所 非会員 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. はじめに

気候変動や社会構造変化は、水資源の持続的な確保や水環境の保全に多大な影響を与える。このため、水資源、水環境の管理を重点化する必要がある。河川の水質、水量の変化を着実に把握し、水環境、流域の地域特性を明確にする取り組みを講じなければならない。この一環として、水質と土地被覆の関係を比較検討し、地域特性を誘導できるデータを整備することが必要である。本研究の対象流域の阿武隈川では、先行研究として木内らが本川<sup>1)</sup>、鈴木らが阿武隈川左支川の荒川<sup>2)</sup>にて土地被覆と流出される化学成分の関係の研究を進めてきた。しかしながら、本川、支川の間を含む流域全体像は比較されてなく、支川の地域特徴は明確にされていない。以上の経緯を踏まえて、本研究は、阿武隈川本川に関わる支川(小流域)を調査対象地域に設定し、数値地理情報より得られる土地被覆の状況と化学流出成分(水質、負荷量)の関係を比較し、阿武隈川の地域特徴を明らかにすることを目的に取り組んだものである。この取り組みにより、阿武隈川本川の物質循環系、および水質に負荷される地域特徴が定量化されるとともに、流域圏に対する土地被覆に応じた環境負荷制限対策を誘導できる基盤データも整備できる。

## 2. 研究方法・研究対象地域

研究対象地域は阿武隈川の計 19 の支川である(図 1 参照)。支川の河口域でサンプリングした水試料(2020 年 8 月)について化学分析を行い化学流出成分のデータ、流域の土地被覆のデータを整備することで流域の特性要素を抽出し、これらデータに基づいた因果関係を支川毎に検討した。支川の因果関係の比較結果に基づいて阿武隈川支川の地域特徴を求めた。以下(1)、(2)に各研究方法の詳細を記載する。

## (1) 化学分析

支川の化学成分のデータを得るため、イオン濃度(陰イオン:F, Cl, NO<sub>2</sub>, Br, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 陽イオン:Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>)を求めた。

イオン濃度に用いた導出法は、イオンクロマトグラフィー法、重炭酸滴定法、デジタルパックテストによる水中の溶存態の含有量である。イオンクロマトグラフィー法においては ICS-3000 を用いてデータを取得した。

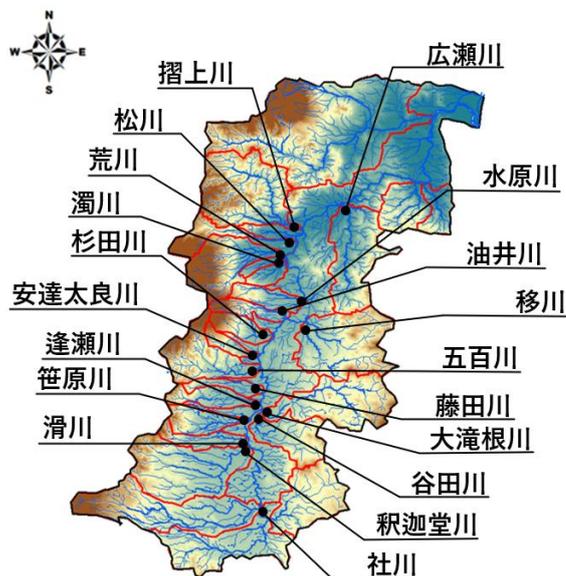


図 1 阿武隈川流域における研究対象河川

## (2) 地域特徴分析

研究対象である阿武隈川流域の地域特徴を把握するため、数値地理情報(国土地理院:国土数値情報)の土地利用細分メッシュ 100m を用いて各小流域の土地被覆を解析した。本研究では、解析ツールとして GIS (地理情報システム) を使用した。各流域の地域条件として土地被覆状況を明らかにし、地域特徴を求めた。

## 3. 化学的な物質流出成分の結果

イオンクロマトグラフィー法、重炭酸滴定法で得られた化学組成の分析結果を図 2 のトリリニアダイアグラムに示す。4 地点を除くすべての地点で炭酸カルシウム型に分類される結果を得た。この型は概ね河川や浅層地下水に属することを示唆する。松川、荒川、笹原川は、非炭酸カルシウム型に分類された。この型は概ね温泉水や化石水等が属する。荒川流域は、陽イオンで Ca<sup>2+</sup>、陰イオンで SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の割合が占めることが示され、火山由来の温泉水帯の影響により全体的に酸性を帯びた流出になることを示唆する。松川も同様に火山由来の温泉水帯の影響を受けているが、pH は中性で留まり酸性の影響を受けていない。摺上川は炭酸ナトリウム型となった。この型は、深層地下水や停滞水等が属する。イオンバランス上で特徴を示した支川は松川、荒川、摺上川、笹原川であり、その他に関しては顕著な特徴が認められなかった。

キーワード: 気候変動, 物質流出, 地域特性, 水水量

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

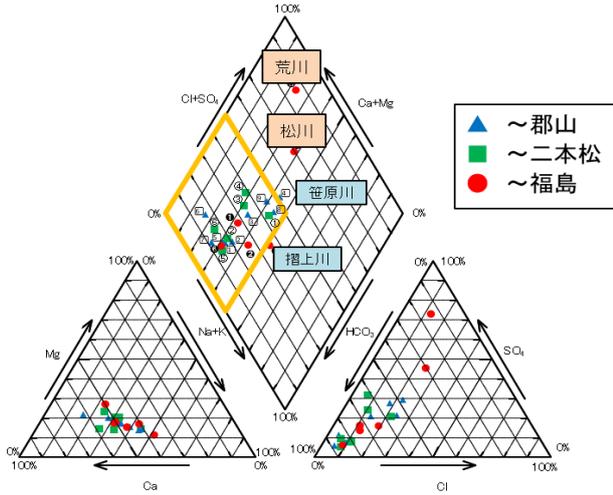


図2 阿武隈川支流河川のトリリニアダイアグラム

化学分析で得られたイオン濃度の結果でデータのばらつき認められたイオン(Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)を図3に示す(下流順). 荒川と松川で SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の値の増加が認められる. 水質に負荷に関連深い要素である HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>に注目すると, 下流側で摺上川と松川, そして社川をはじめとする上流側で値が顕著な増加が明らかにされた.

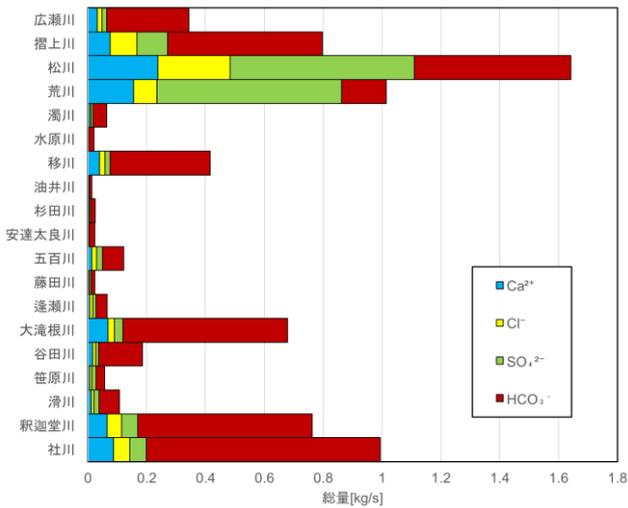


図3 阿武隈川支流河川のイオン流入量

#### 4. 地域特徴分析結果

図4に阿武隈川流域の土地被覆の割合を示す. 凡例の「田」は, 水田, 蓮田等が当てはまる. 「その他の農用地」は, 畑や果樹園, 牧草を含む草地等が当てはまる. 全体的に田を含む農用地が割合を占めている結果を示した.

化学分析で特徴の認められた松川, 荒川, 摺上川, 笹原川に着目すると, 笹原川以外の3地点で比較的農用地の割合が小さく, 森林の割合が大きい分布になることが分かる. 建物用地については, 松川が多い傾向を示している.

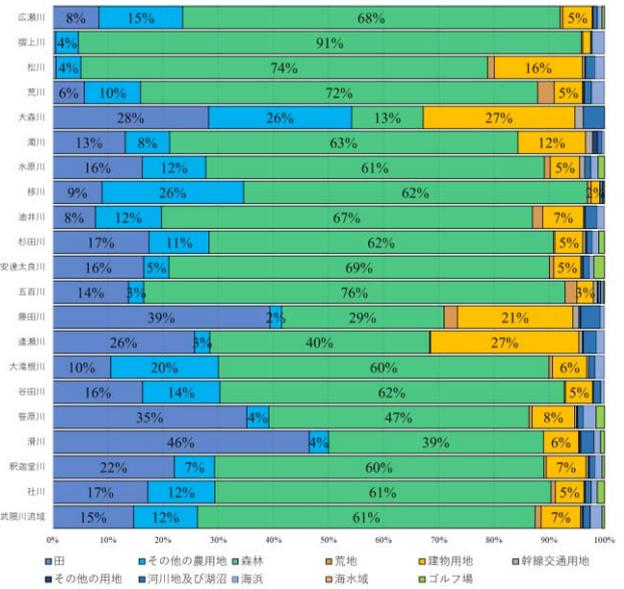


図4 阿武隈川流域の土地被覆割合

#### 5. まとめと考察

トリリニアダイアグラムより, 荒川と松川が温泉水帯の影響を受けている結果を得たが, pHで松川が荒川と異なり中性を受ける. この結果は, 比較的住宅地が存在し, 希釈効果が生じたためと推測される.

イオン流入量の HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の結果で摺上川と松川, そして上流の河川で値が大きくなったが, 流域面積を考慮すると, 面積の大きい上流側の河川で負荷量が大きくなる傾向を示した. また, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の高まる支川は, 総じて農用地の土地被覆割合が多いため, 農用地からの排出負荷が高いと考察できる. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>やその他のイオン流入量が低い値となった, 上流側に位置する笹原川についても, 農業排水が一要因とされる全窒素 TN が例年的に高い値を示している.

トリリニアダイアグラムでの分類, イオン流入量, そして土地被覆の比較で阿武隈川流域の特徴が把握できた. しかし, 農用地の影響を考察する上で季節別のサンプリング試料の比較検討が必要と考えられるため, 季節変動のデータを精査しなければならない.

謝辞: 本研究の一部は, 総合地球環境学研究所の同位体環境学共同研究事業, 科学研究費補助金(19H02395), 科学研究費補助金(20K01150)の助成によって実施された. ここに謝意を示す次第である.

#### 参考文献

- 1) 木内豪, 虫明功臣: 阿武隈川流域における平常時の水質と栄養塩負荷の実態, 水工学論文集, Vol.51, pp. 1177-1182, 2007.
- 2) 鈴木健, 穂積香奈, 藪崎志穂, 川越清樹: 阿武隈川支川におけるアルミニウム生産・動態の同定への水質解析, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.74, pp. I 457-I 462, 2018.
- 3) 治田伸介, 須戸幹, 江口定夫: 水田からの窒素, リン, COD 流出負荷の実態と課題, 水環境学会誌, Vol.38, pp. 81-91, 2015.