

阿武隈川と雄物川の地域固有性の解明のための流域比較検討

福島大学大学院共生システム理工学研究科 非会員 幡谷 有翼
 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

気候変動に伴う気温上昇や降水の極端化に応答した水質の環境動態の変化が見込まれる。加えて少子高齢化や気候変動に適応したライフスタイル導入により社旗構造も変化することが予測される。そのため、気候変動や社会構造変化により水環境の変動が顕在化することも示唆される。こうした影響をふまえて、特に富栄養化¹⁾や濁質化の長期化²⁾等の様々な流域圏の影響評価の研究が進められている。いずれの研究とも気候システムの温暖化による水循環の変化は明瞭に示される傾向にある。一方、特に流出の流末に位置する河川下流側は、多岐にわたる要因を複雑に混在させる環境場であるため、水質変化のインパクトは大きくなりうる。ただし、その影響評価等の事例は少ない水質をモニタリングする取り組みはすでに整備されているものの規定の環境要素のみを観測することにとどまるため、水質を変化させる負荷要素の影響が流域内で系統化しにくく、河川下流側の影響を同定することも要因考えられる。将来的な影響評価を進めるためにも、上流域から流出される負荷の特徴を化学的に系統化することが必要である。

試料の化学成分を導出する誘導結合プラズマ源質量分析法(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, 以下 ICP-MS)は、1980年代はじめに実用化された高感度かつ元素の同時定量ができる優位性をもち、微量・超微量成分分析に大きく寄与した。近年は機器が汎用化され、容易に利用できるものになっている。こうした分析は、上流域から流出される負荷の特徴を化学的に系統化することに有用である。しかし、未だ利用例は希少である。

以上の背景を踏まえて、本研究では、多元素・微量元素による化学成分を用いて、流域の支川と本川の相互関係を捉えるとともに、小流域の土地利用を主体とする地域に応じた流域特性とも比較することで、流域の特徴や上下流との流出される負荷の特徴を化学的に系統化することに取り組んだ。

本研究は、流域特性と ICP-MS により求められる化学成分の流出負荷量の関係性を系統化することを主とする。水環境の負荷影響の基盤データを開発することを目的とする。既往研究を踏まえて、研究対象河川を太平洋側から阿武隈川流域と日本海側では雄物川流域に設定し、流域間の比較も含めて解析に取り組んだ。

2. 研究方法、およびデータセット

研究方法は、流域内のサンプリングした試料の化学分析と地域特性分析に大別される。各々の結果を統合して比較検討を進めて、本川及び支川ごとの流出負荷量とその要因となる共通性及び固有性を求める。なお、研究対象は東北地方に存在する河川国道事務所管轄の阿武隈川本川水位観測所周辺 14 地点と主な支川 22 地点、雄物川本川水位観測所周辺 14 地点と主な支川 10 地点である(図 1 参照)。

以下(1), (2)に各研究の方法の詳細とデータセットについて記載する。

(1) 化学分析

サンプリング試料について、元素濃度を導出した。元素濃度は、ICP-MS 7500Series を用いて誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)より濃度情報を取得した。各流域の主要元素の濃度を化学的特徴の代表値として設定し、流域の流出負荷量(平常時水位に基づく)を求めた。

(2) 地域特性分析

地域特性の情報を整備するため、水文水質データベースから得られる流況データと、数値地理情報を利用して地質、表層土壌、植生被覆、地形、土地利用、人口の水質形成に寄与すると考えられる条件を流域ごとに整理した(表 1 参照)。

本研究では、流出負荷量との相対評価を行い分類に対する流域特性の背景を分析することで各流域の普遍性及び固有性を求めた。

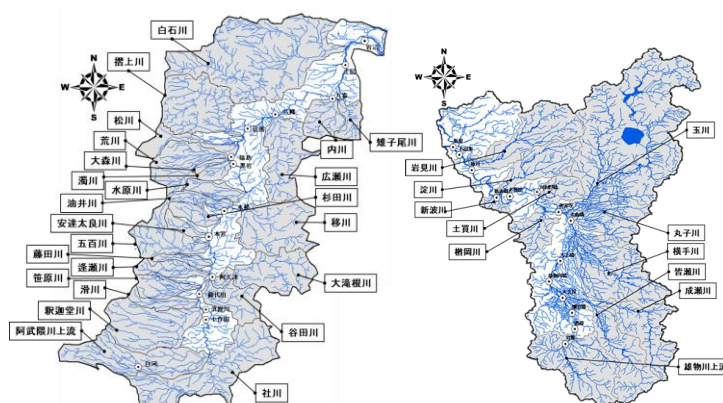


図 1 阿武隈川流域対象地点

キーワード：地域固有性，土地利用，化学成分，流出機構

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

3. 解析結果

河川水中の元素量を導出し、Ca, Na, Si, Mg, K の 5 つが主要元素量になることが把握された。両河川とも流出負荷量は本川で流量増加に比例し下流側程高まる結果を得た。また、特定区間で負荷量が上昇または減少する特性が明らかにされた(図2参照)。

地域特性との比較では阿武隈川流域と雄物川流域の傾向は異なり、共通の負荷要因は認められない。各流域の固有的な要因により負荷は増減する可能性を示唆している。なお、比元素流出量の比較では、すべての主要元素において雄物川流域が大きい傾向を示し、相対的に変動性が高いと解釈される。阿武隈川流域は河口付近(岩沼)で急増していることが分かった。

4. まとめと考察

阿武隈川流域は、比流量及び比元素流出量が安定的な量になり、本川の負荷量の変化も相加的に変化するため、概ね流出負荷量の変化は同定しやすい。一方、雄物川流域では、比流量の変化が大きいと、季節変化等の環境変化に応じて河川中の化学成分の変化も生じやすいと推定される。雄物川流域で負荷変動の大きい変動区間である木原田、刈和野橋、神宮寺、大曲橋地点では、玉川、丸子川、横手川と大規模支川の影響が化学成分に支配的になると考えられる(表2参照)。不安定な理由として、支川の合流による面積変化と土地利用変化が考えられる(図3参照)。雄物川流域の上流(成瀬川、皆瀬川)の土地利用は森林域が面積のほとんどを占めるが、変動した区間である大上橋-大曲橋は、横手川が合流し水田面積が、215.7(km²)加わる。大曲橋-神宮寺では玉川、丸子川の大規模支川が合流し森林面積が、1138.1(km²)加わる。このことから、本川の河川水が、森林から水田、また森林と徐々に影響を受けたことで安定化しないと考えられる。

本研究は、いずれも平水時の状態による評価であったため、今後、出水変化に応じた負荷量の変化も捉えることが本質のプロセスの理解につながると考える。

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(21K18785)、科学研究費補助金(20K01150)の助成を受けたものである。ここに記して謝意を示す次第である。

参考文献：

- 1). 梅田信・桑原亮：将来の環境変化が国内のダム湖水質に与える影響の予測，土木学会論文集 G(環境)，Vol.71, pp. I_127-I_134, 2015.
- 2). 新垣和・鈴木健・川越清樹：気候に応じた外部負荷流入特性と貯水池の富栄養化指標・濁度の関係についての検討，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.73, pp.I_751-I_756, 2017.

表1 使用したデータセット

	詳細要素	データセット
流況	・平均平水流量	水文・水質データベース(流況)
地形	・流域図 ・流域面積 ・標高 ・流路延長	河川データ 流域メッシュデータ 基盤地図情報 10m
地質	・未固結 ・堆積岩 ・凝灰岩類 ・火山岩類 ・変成岩	20万分の1土地分類基本調査
表層土壌	・ボドゾル ・褐色森林土 ・黒ボク土 ・赤黄色土 ・褐色低地土 ・灰色低地土 ・グライ土 ・泥炭土 ・未熟土 ・岩屑土	20万分の1土地分類基本調査
植生被覆	・寒帯、高山帯植生 ・亜寒帯、亜高山帯植生 ・ブナクラス域 ・ヤブツバキ域 ・河辺・湿原・沼沢地・砂丘植生 ・植林地、耕作地植生 ・その他(市街地等を含む)	植生図
土地利用	・田 ・その他の農用地 ・森林 ・荒地 ・建物用地 ・道路 ・幹線交通用地 ・その他用地 ・河川地及び湖沼	土地利用細分メッシュデータ
人口	・2015年総人口	500mメッシュ別将来推計人口データ

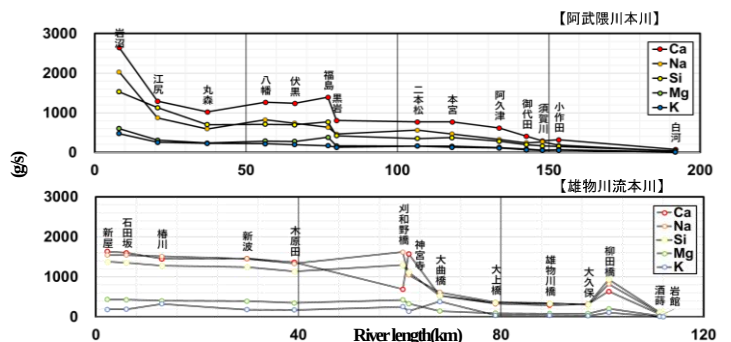


図2 本川主要元素の推移

表2 本川変動区間に流入する支川(雄物川流域)

支川	Ca	Na	Si	Mg	K	地質	土壌	植生	地形	土地利用
土質川	0.351	0.300	0.285	0.086	0.039	凝灰岩類	黒ボク土	ヤブツバキ	小規模緩やか	田(17%) 農地(3%) 森林(76%)
櫛岡川	0.351	0.661	0.384	0.126	0.084	堆積岩	褐色森林土	ヤブツバキ	小規模緩やか	田(10%) 農地(2%) 森林(85%)
玉川	0.278	0.227	0.219	0.064	0.032	凝灰岩類 火山岩類	多様な土壌 (ボドゾル、 褐色森林土)	多様な植生 (ブナクラス)	大規模緩やか	田(10%) 農地(1%) 森林(83%)
丸子川	0.445	0.344	0.292	0.120	0.037	未固結 凝灰岩類	多様な土壌 (グライ土)	その他 (市街地等)	中規模平均勾配	農地(1%) 森林(44%)
横手川	0.266	0.370	0.270	0.072	0.030	堆積岩	多様な土壌 (褐色森林土)	ヤブツバキ	大規模緩やか	田(26%) 農地(5%) 森林(61%)

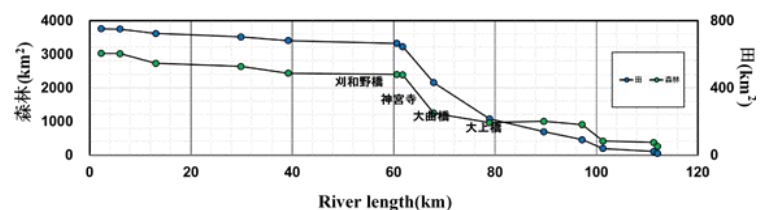


図3 変動区間の土地利用変化(雄物川流域)