

土地利用に応じた阿武隈川の物質流出機構の地域特性解析

福島大学共生システム理工学類	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、危惧される富栄養化の進行¹²⁾等による影響評価の研究が展開されている。水質の将来像を予測することに関しては、各流域の形状規模に応じた内部生産性と地域特性に応じた外部負荷性の双方の緻密な情報をふまえれば更に精緻な評価が可能になる。本研究は、河川の各小流域の土地利用に応じた物質流出機構と地域特性を把握するために、水文量と物質流出量、および流域の土地利用の比較分析に取り組んだものである。この取り組みの実践により、広範領域と小流域との物質循環の関係性を明示、および今後、進展される土地利用開発と気候変動に伴う水環境負荷影響の基盤データを開発することを目的とする。

2. 研究方法, およびデータセット

研究方法は、流域面積内の地域特性解析とサンプリングした試料の化学分析に大別される。各々の結果を統合して比較検討を進めて、各小流域ごとの物質流出成分の地域固有性を求める。なお、研究対象は東北地方に存在する国土交通省管轄の阿武隈川本川 13 ヶ所と主な支川 19 ヶ所である(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

流域内の物質循環を明らかにするため、福島河川国道事務所管轄の水位観測所周辺 13 ヶ所と主な支川 19 ヶ所で試料サンプリングを実施した(2020 年 8 月～9 月). サンプリング試料について、多元素濃度を導出した. 多元素濃度は、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. 各流域の多元素の濃度を化学的特徴の代表値として設定し、および濃度を求めた.

(2) 流域条件解析

流域を形成する情報を整備するため、数値地理情報を利用して植生、土地被覆、地形、地質の条件を整理した。クラスター分析を行い各条件内の子細状態をグループ分類することとした。グループ分類に対する流域条件の背景を分析することで各流域の地域固有性を求めた。また、この地域固有性と物質流出成分の関係を求めることを試みた。

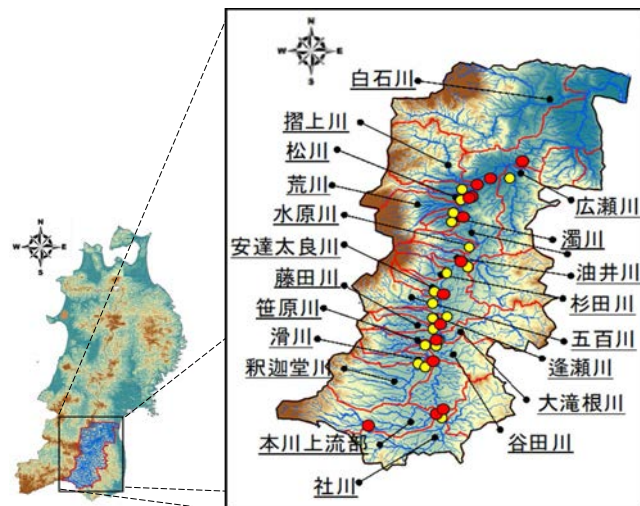


図1 研究対象領域 調査位置図

表1 地域特性解析の条件

条件	利用データ	仔細条件	備考欄
植生	自然環境保全基礎調査 植生図 (発行：環境省)	・高山・亜高山帯樹林 ・落葉広葉樹樹林帯自然・代償 ・常緑樹林帯自然・代償 ・常緑林・耕作地・人為改變地	第7回自然 環境保全基 礎調査まで の統合結果 図
土地 被覆	土地利用細分メッシュ (発行：国土地理院)	・全国の土地利用の状況について 各利用区分（田、その他の農 用地、森林、荒地、建物用地、 幹線交通用地、湖沼、河川等） を分類	
地形	基礎地図情報 10m (発行：国土地理院)	・土壌（岩石地、黒ボク土壌、 赤色土壌等）等を分類	
地質	20 万分の 1 表層地質図 (発行：国土交通省国土情報課)	20 万分の 1 表層地質図に記載の 地質を岩種毎に分類	

数値地理情報としてのデータセット，および子細条件は表 1 に示す．植生，地質は空間解像度 $1\text{km}\times 1\text{km}$ の情報を利用し，土地被覆，地形は $250\text{m}\times 250\text{m}$ で行っている．

クラスター分析は、異なる性質のものが複雑に混在する集団から、互いに類似する性質のクラスターを抽出させる統計的な分析手法であり、自然科学の分野でも多くの解析事例をもつものである³⁴⁾。予め分類の基準が設定されていないことから、分類のための外的基準や評価が与えられていない教師無しの分類法となり、本解析で試みる相対的な地域特性を決定するためには適した解析法といえる。この解析では、階層的方法より、ウォーフォード法によるクラスター間の距離測定法から各条件をグループ化した。

キーワード：気候変動，物質流出，地域特性，水文量

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

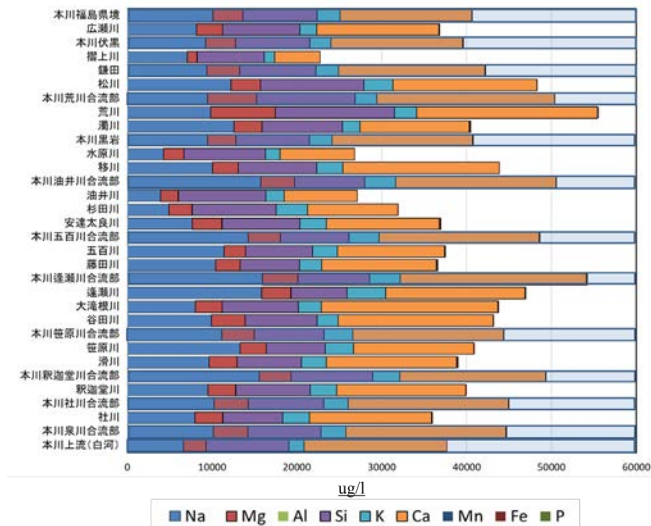


図2 阿武隈川流域における物質流出成分含有量

3. 化学的な物質流出濃度の結果

図2に、阿武隈川本川及び支川による、阿武隈川本川の物質成分濃度は、上流から中流域にかけて増加しており、逢瀬川との合流部を最大とし下流にかけて減少している。

また、今回の分析結果では荒川の値が本川、支川の各地点の中で最大の値となった。中でもMgの濃度が他の支川の2倍以上高い値を示した。

各濃度では、Na, Caは各地点ごとにばらつきが出たので何らかの地域特性があると考えられる。

4. 地域特性解析結果

(1) クラスタ分析による分類結果

クラスタ分析結果の分類を便宜的に統合化したものが表2となる。統合番号は相対的に近隣した位置関係で同値として示され、計3つのグループが示された。阿武隈川流域での植生は5区分、土地被覆で5区分、土壌で4区分、地質で5区分のグループに分類された。「4334（藤田川、笹原川）」、「5112（水原川、社川）」、「2113（北須川、油井川）」の分類カテゴリーは、重複の流域特徴を有したものである。条件より、似通った化学成分流出となる可能性が高い。

(2) 物質流出濃度の結果との比較

3章の結果と比較し、化学的な物質流出成分の大きな流域の条件(植生、土地被覆、地形、地質)を明らかにした。

化学成分流出に寄与していると考えられる流域条件として、植生では、ヤブツバキクラス域の落葉・常緑広葉樹林地体、土地被覆では、市街地の占拠割合が高い流域、土壌では、黒ボクをはじめとする腐植土、地質では、火山噴出物に関連する占拠割合が高い流域となった。阿武隈川流域の物質循環経路として物質流出成分濃度の推移から、市街地による人為的に流出量が高い流域と、森林や火山寄与による地域特性によって変化していることが明らかになった。

表2 各流域条件の比較と統合結果

流域	植生	土壌	地質	土地被覆	統合番号
荒川	1	1	1	1	1111
藤田川	4	3	3	4	4334
松川	3	1	1	1	3111
水原川	5	1	1	2	5112
杉田川	2	1	1	2	2112
谷田川	5	4	4	2	5442
五百川	1	4	4	1	1441
内川	5	4	4	1	5441
北須川	2	1	1	3	2113
大森川	4	2	2	5	4225
滑川	4	4	3	4	4434
逢瀬川	1	3	3	4	1334
大滝根川	4	1	1	3	4113
安達太良川	4	3	3	1	4331
広瀬川	2	4	4	3	2443
摺上川	3	4	4	1	3441
濁川	5	3	3	2	5332
白石川	5	3	3	1	5331
社川	5	1	1	2	5112
移川	1	1	1	3	1113
釈迦堂川	2	4	4	2	2442
阿武隈川上流	2	3	3	2	2332
雉子尾川	5	3	3	2	5332
油井川	2	1	1	3	2113
笹原川	4	3	3	4	4334
阿武隈川本川	5	3	2	4	5324
阿武隈川流域	2	3	3	2	2112

5. まとめと考察

物質流出成分と流域条件の比較検討から、阿武隈川流域の水質形成に寄与する流域条件として、落葉・常緑広葉樹林帯、市街地、腐植土、火山噴出物の要素が示された。更に、物質流出成分に相関の見られない流域があったことから、流域条件による負荷量増加のパターンとして自然的要因と社会的要因による分類が必要であることを明らかになった。

今回は、阿武隈川の流域条件として気候や推計人口の項目を考慮しないで解析を行ったため今後はいくつかの流域条件を追加し取り組む予定である。同様に太平洋側の代表としてこの結果と、日本海側の同規模な雄物川や最上川でも解析を行い地域特性と物質流出成分とその物質循環経路の解明する。

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(19H02395)、科学研究費補助金(20K01150)の助成を受けたものである。

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.
- 3)天野弘基，中川啓，河村明：多変量解析による地下水水質の分類特性—島原市における事例—，土木学会論文集 G（環境），Vol.72, pp.I_127-I_135, 2016.
- 4)中條壯大，森信人，安田誠宏，間瀬肇：クラスター分析を用いた時系列相関型の全球確率台風モデル，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.68, pp.I_1226-I_1230, 2012.