

釧路川支川における流出解析による面源負荷特性の比較

Comparison of non-point source load characteristics by runoff analysis in branches of the Kushiro River

北見工業大学工学部地球環境工学科	○学生員	灘宏太 (Kouta Nada)
北見工業大学工学部社会環境系	正会員	駒井克昭 (Katsuaki Komai)
神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻	正会員	中山恵介 (Keisuke Nakayama)
広島大学大学院先進理工系科学研究科	正会員	中下慎也 (Shinya Nakashita)

1. はじめに

釧路湿原は豊かな自然が残る国内最大の湿原であり¹⁾、国の特別天然記念物に指定されているタンチョウなどの野生動物の生息地や人間の生活においても保水・浄水機能などの重要な役割²⁾を果たしている。しかし、近年湿原の面積は急激に減少している一方でハンノキ林の分布域は増加している。既往の研究では栄養塩の貯留がハンノキ林の拡大に影響を与えている可能性³⁾や釧路湿原の塘路湖などの湖の植生と全窒素 (TN)、全リン (TP) の増加傾向の関係性が指摘されている⁴⁾。駒井ら⁵⁾は、幌呂川、雪裡川、久著呂川、ヌマオロ川 (以下、主要な4支川とする) において分布型流出モデルを用いて土地利用別の面源負荷を想定した物質の集積箇所の推定およびそれらがハンノキ林の分布と一致することを明らかにした。本研究では考察が行われていない仁々志別川、アレキナイ川で同様の検討を行うと共に主要な4支川との比較を行った(図-1)。

2. 研究方法

本研究では、2014年10月の降水による流出を解析対象とした。対象物質は植物の栄養物質となるTN、TP、および懸濁物質(SS)である。駒井ら⁵⁾は久著呂川における面的な物質の流出量と流出点における流出量の関係に基づいて、土地利用別(牧草地、畑地、林地、湿地)の各物質の発生率を求めた。本研究においても同じモデルとパラメータが適用できると仮定して、各物質の面源負荷を以下のように与える。

$$C_{jk}Q_k = \sum_{i=1}^4 P_{ij} \left(\frac{r}{r_0} \right)_k^n f r A_{ik} \quad (1)$$

ここに、 C_{jk} : 流出点Kでの物質jの濃度、 Q_k : 流出点Kでの流量、 P_{ij} : 土地利用iの単位面積当たりの物質jの発生率、 r : 流出点Kの集水域での降水量、 r_0 : 基準となる降水量、 f : 流出率、 A_{ik} : 流出点Kの集水域内の土地利用iの面積である。降水、土地利用、および植生分布のデータは駒井ら⁵⁾と同じデータを用いた。

出水時における流域全体の物質の流出解析は分布型流出モデル⁶⁾を用いて行った。このモデルでは表面流ではKinematic wave方程式、不飽和浸透流(飽和域の地下水流も含む)ではRichards式を基礎式とし、表面流と浸透流による移流・拡散による物質の集積状況を保存物質として追跡する。本研究では、駒井ら⁵⁾と同様に湿原域周辺における物質の流入・貯留量の基礎的特性を検討するため、①同

一の発生率を有する仮想の物質を発生源毎に与えた場合、②土地利用別にSS、TN、およびTPに相当する発生率を与えた場合の2ケースについて各物質の集積状況について検討する。

3. 結果と考察

(1) 同一の発生率を有する仮想の物質を発生源毎に与えた場合(ケース①)

アレキナイ川流域では、発生源を牧草地・畑地にした場合(図-2(a))、発生した物質の濃度が上流部と中流部で高く、

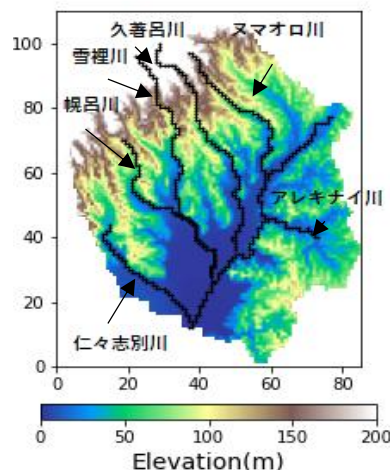
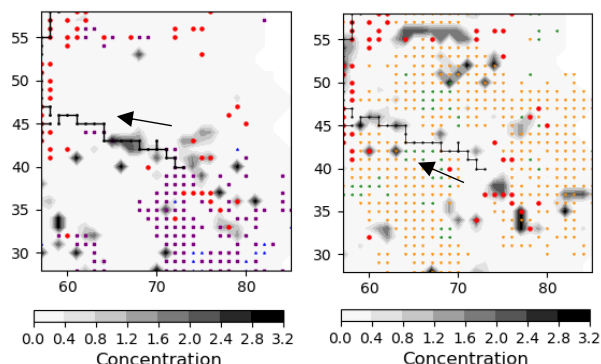


図-1 釧路川流域における研究対象領域



(a) 発生源: 牧草地・畑地 (b) 発生源: 林地

図-2 アレキナイ川流域の出水後の物質濃度の分布、背景色: 仮想の物質濃度(初期濃度が基準) ●, ▲, ▼, ◆: 物質の発生源(牧草地, 畑地, エゾイタヤシナノキ群落, 落葉針葉樹植林), ●: ハンノキ林, 実線: 河川, 軸: 500 m×500 m サイズのメッシュ番号, 矢印: 河川の流れ

集積している。一方、発生源を林地にした場合(図-2(b)), 物質が上流部と中流部にかけて広く集積している。仁々志別川流域でも同様の結果が示された。物質の発生場所の違いが集積域に影響を及ぼす可能性があることが確認できた。主要な4支川でも同様の傾向が示されている⁵⁾。

(2) 土地利用別に SS, TN, および TP に相当する発生率を与えた場合 (ケース②)

アレキナイ川流域では, TN (図-3(a)) と SS (図-3(b)) の両方で上流部から中流部にかけて広範囲に濃度が高く, 上流部での物質の集積箇所がハンノキ林と一致している場所がわずかにある。しかしアレキナイ川流域の TP と仁々志別川流域の SS, TN, TP でハンノキ林と高濃度域の場所の一致はほとんど見当たらなかった。また, アレキナイ川流域の TN および SS (図-3) と牧草地・畑地からの集積域(図-2(a)) が似ているのは, SS 及び TN が牧草地からの発生率が大きいためである。主要な4支川の物質の集積箇所とハンノキ林の位置を比較すると TN では, 幌呂川, 雪裡川, ヌマオロ川(図-4(a)), SS では, 幌呂川, 雪裡川(図-4(b)), TP では, 幌呂川, 雪裡川の集積場所が一致する傾向が見られる⁵⁾。

ハンノキ林が植生している地点の各物質の発生率の平均値(図-5)で比較するとアレキナイ川流域で SS, TN の平均値が他の支川よりも高くなっている。これは, アレキナイ川が塘路湖周辺で緩勾配となり物質が集積しやすくなっていることや発生源となる牧草地や林地が多いことが一因と考えられる。また, 仁々志別川では, 他の支川に比べて極端に平均値が低くなった。これは流域が大きい緩勾配でかつ発生源が少ないためと考えられる。主要な4支川⁵⁾のほうが本研究の対象流域よりもハンノキ林と明確に一致する箇所が多かったが, 流域の地形勾配や発生源の有無といった流域特性に依存することが示唆された。

4. おわりに

アレキナイ川流域で SS と TN の集積場所がハンノキ林の位置と一致する傾向がわずかに見られたが, 主要な4支川ほど濃く集積している箇所は見られなかった。場所によっては面源由来の栄養塩の集積以外の環境要因が植生に及ぼす影響が考えられるため, 今後, これらの流域別の特徴が生じる原因について考察する予定である。

謝辞: 本研究は科研費(21K12321)の助成により実施された。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 環境省釧路自然環境事務所: 釧路湿原自然再生プロジェクト湿原データセンター, 自然再生の取り組みに至る経緯と背景, http://kushiro.env.gr.jp/vision/vision_article1_1.html, (最終閲覧日 12 月 10 日)
- 2) 釧路湿原自然再生協議会, 釧路湿原自然再生全体構想～未来の子供たちのために～ 2015 年改訂版, 釧路湿原自然再生協議会運営事務局, pp. 1-3, 2015

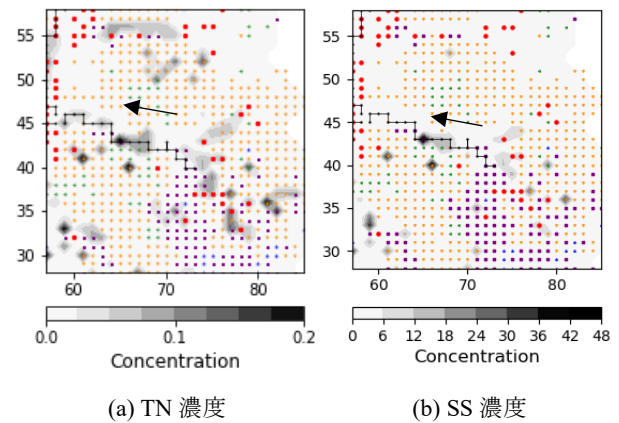


図-3 アレキナイ川流域の出水後の TN 濃度と SS 濃度の分布。背景色: 物質濃度(初期濃度が基準)。図中の記号は図-2 と同じ。

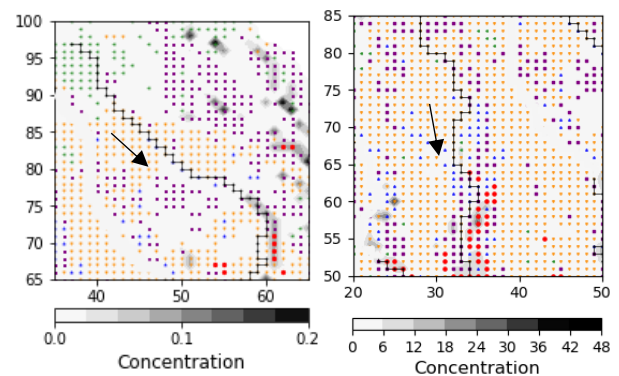


図-4 スマオロ川流域と雪裡川流域の出水後の物質濃度の分布。背景色: 物質濃度(初期濃度が基準)。図中の記号は図-2 と同じ。

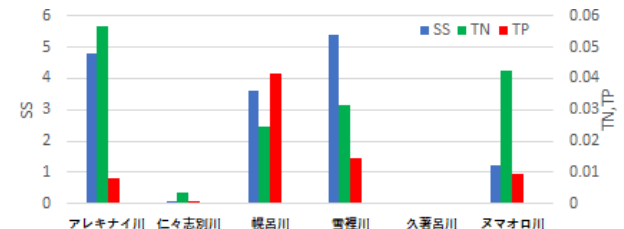


図-5 ハンノキ林がある地点での物質(SS, TN, TP)の濃度の平均値

- 3) 橋治国, 中村信哉, 中川亮: 釧路湿原温根内地区の地下水質と土壌, 北海道の湿原, 財団法人前田一歩園財団創立 20 周年記念論文集, pp. 9-12, 2002
- 4) Takamura N., Kadono Y., Fukushima M., Nakagawa M., and Kim B.-H. O.: Effects of aquatic macrophytes on water quality and phytoplankton communities in shallow lakes, *Ecological Research*, Vol. 18, pp. 381-395, 2003
- 5) 駒井克昭, 中山恵介, 河合守, 新谷哲也, 中山慎也: 釧路川流域における湿原再生に向けた栄養塩輸送量の評価手法に関する研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 2015
- 6) Bouragba S, Komai K., Nakayama K.: Assessment of distributed hydrological model performance for simulation of multi-heavy-metal transport in Harrach River, Algeria. *Water Science and Technology*, Vol. 80, No. 1, pp. 11-24, 2019