

付着藻類量の時空間変動推定を目的とした名取川流域の栄養塩濃度推定

東北大学大学院工学研究科
 宮崎大学工学部社会環境システム工学科
 東北大学大学院工学研究科
 東北大学大学院工学研究科

学生会員 ○渡邊 健吾
 正会員 糠澤 桂
 正会員 会田 俊介
 正会員 風間 聡

1. はじめに

これまで付着藻類量の増殖過程を数値解析的に表現する研究は多く行われている。しかし、既往研究は局所的な河川区間のみを対象としており、広域 (e.g., セグメント, 流域スケール) を対象とする藻類量分布推定に踏み込んでいない。これは、一般的に藻類量予測のために流量や水温, 栄養塩濃度といった環境因子を入力値とすることが原因である。流域規模の藻類量分布予測を実現するためには, 種々の影響因子の時系列的な分布データを用意する必要がある。

渡邊ら(2014)は名取川流域における栄養塩濃度と標高に相関があるとして, 標高値の関数により藻類増殖率を推定し, 付着藻類量の推定モデルを構築したり。しかし, ファーストフラッシュや点源負荷による応答を表現しつつ, より精度の高い付着藻類量推定を行うためには, 栄養塩濃度の入力をモデルに組み込むことが望ましい。本稿では, 名取川流域における栄養塩動態のシミュレーションを目的としている。土地利用データから定義した栄養塩負荷量と生活排水による点源負荷量の斜面・河道における動態を移流拡散方程式により再現し, 分布型栄養塩流出モデルを構築した。将来的には, 分布型水文モデル²⁾と本研究における栄養塩流出モデルを既存の付着藻類量推定モデル³⁾に組み込み, 時空間的な付着藻類量推定を目指す。

2. 現地観測・栄養塩測定結果

宮城県中央部に位置する名取川流域 (流域面積 939km²) を研究対象流域に選定した (図-1)。栄養塩流出モデルの検証のために計 9 地点にて河川水を採取し, 実験室にて栄養塩濃度の測定を行った。調査期間は月 1 回の頻度で 2014 年 8 月~11 月, 2015 年 3 月~2016 年 2 月で実施した。ここで, 河川の TN:TP の組成比が 17:1 の場合に付着藻類が最も生長すると知られている。名

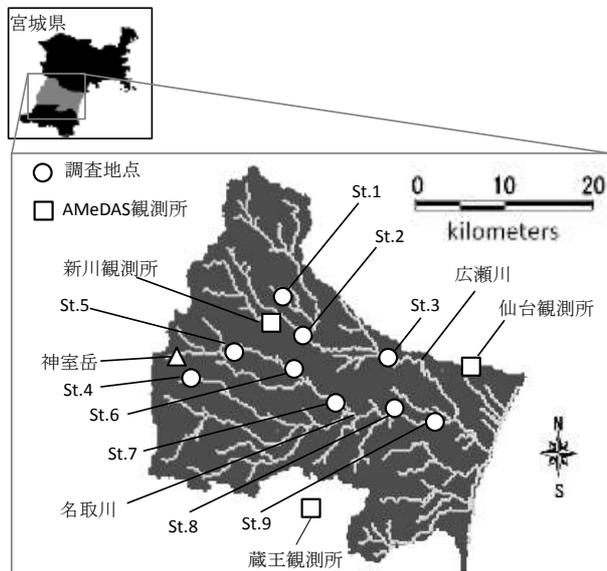


図-1 研究対象流域

取川水系では, 多くの実測値について TN:TP の割合が 17 を上回っていた。従って, 名取川水系における制限要因はリンと判断し, 推定する栄養塩として本研究では TP を採用した。

3. 栄養塩流出モデル

河川内での TP 濃度は一次元移流拡散方程式に従うとして, 式(1)を用いた。また, 式(1)における縦分散係数 D は式(2)を用いて推定した。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{L}{Ad} \tag{1}$$

$$\frac{D}{Hu} = 2.92 \times 10^{-3} \left(\frac{B}{H} \right)^{2.62} \tag{2}$$

ここで, C は TP 濃度(mg/L), A は河道断面積(m²), u は流速(m/s), D は縦分散係数(m²/s), L は単位時間あたりの TP 流入量(mg/s), d はグリッドあたりの河道長 (m)である。 H は水深(m), B は河川幅(m)を示す。河川環境データは分布型水文モデル²⁾から求めた。

TP の発生量は降雨量に規定されるとして, 式(3)を用いて計算格子ごとに TP 発生量を推定した。TP が発生す

キーワード 水文モデル, 付着藻類推定, リン, 栄養塩動態

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 TEL:022-795-7459

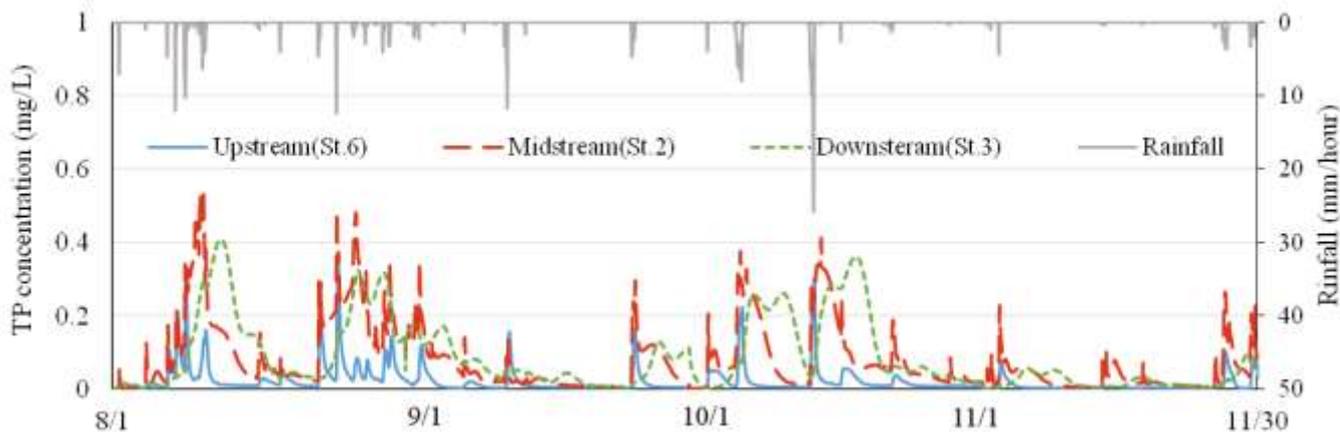


図-2 2014年8月~11月におけるTP濃度推定結果

る土地利用は市街地・水田・畑・森林とした。

$$TP = k(Rain - Inf - Eva)^P \quad (3)$$

ここで、 TP は TP 発生量(mg/s/grid), $Rain$ は降水量(mm/s/grid), Inf は浸透量(mm/s/grid), Eva は蒸発散量(mm/s/grid), k と P はそれぞれ式(3)におけるパラメータである。係数 P はキャリブレーションにより値を決定した。係数 k については、式(4)から推定した。

$$k_i = U_i \div \sum_{year} (Rain - Inf - Eva)^P \quad (4)$$

i は土地利用, U は年間の土地利用別 TP 原単位(mg/grid/year)を示す。各グリッドにおける TP 原単位を降雨項の年間積算値で除することで k を推定する。推定した k を土地利用別に平均することで、その土地利用における代表的な k の値を推定した。また、名取川流域内にある 3 箇所の下水処理場からの点源負荷としての TP も与えた。降雨によらない負荷源のため、時間ステップで一定値を与えた。

河道を含む計算格子で発生した TP はそのまま河道へ流入するとした。一方、河道を含まない計算格子で発生した TP は表面流出により最終的に河道へと流出するものと、地下へ浸透して基底流出により河道へ流出するものと分けて計算した。

4. シミュレーション結果

2014年の実測期間におけるTP濃度の推定を実施した。例として St.1~St.3 のシミュレーション結果を図 2 に示す。横軸は時間、左側の縦軸は TP 濃度、右側の縦軸は新川観測所における降雨量を示している。シミュレーション結果は、降雨量に応じて栄養塩濃度が上昇する過程や、TP 濃度のピークを示す時間が下流ほど遅れる現象を表現できている。また、調査地点全体における RMS の平均値は 0.05mg/L を示しており、良好な精度と言える。TP 濃度の空間分布の例として、2014年9月

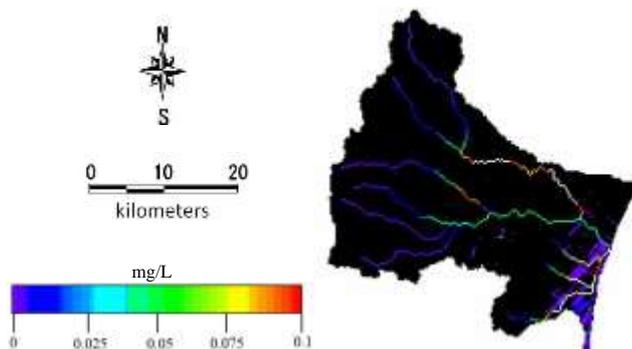


図-3 2014年9月における月平均TP濃度の空間分布
(白色は0.1mg/L以上を表す)

における TP 濃度の平均値を図 3 に示す。名取川流域では上流域に森林地帯が多く分布し、中流域には田園や畑、そして下流域に都市が広がっている。このような土地利用が、下流域で相対的に栄養塩濃度が高い原因として考えられる。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金 (25241024, 竹門康弘; 26630247, 渡辺幸三; 26820196, 糠澤桂), および福島県の支援により実施されました。ここに深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 渡邊健吾, 糠澤桂, 会田俊介, 風間聡, 分布型流出モデルを用いた名取川流域の付着藻類量推定, 平成26年度土木学会東北支部技術研究発表会, VII-6
- 2) K.Nukazawa, J. Shiraiwa, S. Kazawa: Evaluations of seasonal habitat variations of freshwater fishes, fireflies, and frogs using a habitat suitability index model that includes river water temperature, Ecological Modeling, 222, 3718-3726, 2011.
- 3) Urs Uehlinger, Heinrich Buhner, Peter Reichert: Periphyton dynamics in a flood prealpine river, evaluation of significant processes by modeling, Freshwater Biology, 36:249-263, 1996

(2016.4.4提出)