

水生昆虫に着目した降水現象極端化が河川生態系に与える影響評価手法の開発

独立行政法人土木研究所水環境研究グループ河川生態チーム 正会員 ○傳田 正利
同上 正会員 萱場 祐一

1. はじめに

降水現象の極端化が全国の河川で確認され、その適応策の必要性が指摘されている。河川生態系を構成する生物群集は、地域固有の流量変動とそこに適応・進化してきたため、降水現象の極端化は、河川生態系に何等かの影響を及ぼす可能性がある。しかし、この河川生態系への影響は一部の先行研究で指摘され始めた段階であり、適応策の検討を行うための知見は十分ではない。降水現象の極端化が河川生態系に与える影響を解明し、緩和策を検討するためには、生態シミュレーションの手法が有効である¹⁾。例えば、降水現象極端化に起因する流況・河川水温の変化への反応が顕著な生物に着目し、生態シミュレーション手法を開発する必要性が挙げられる。筆者らは、この研究の一環として、河川の水生昆虫に着目して生態シミュレーションの開発を行っている。一般に、水生昆虫は、その個体の成長と個体群の再生産が流況と水温に大きく影響を受け、降水現象極端化に起因する流況変化とそれに伴う河川水温の変化への反応が顕著であると推定されるためである。本発表では、筆者らの開発した水生昆虫の生態シミュレーションの概要および、生態シミュレーション手法の再現性についての検証結果を報告する。

2. 研究の方法

(1) 対象河川および調査地の概要

対象河川は信濃川水系千曲川である。本河川は流域面積 7163km²、流路延長 214km の大河川であり甲武信ヶ岳(標高 2,475m) から、長野盆地を流下し、新潟県境に入り信濃川と名前を変える。調査地は千曲川の中流部に位置する常田新橋付近(長野県上田市、以下、「調査地」と記述する)で行った。

(2) ヒゲナガカワトビケラ (*Stenopsyche marmorata*) の選定理由と生態の概要

調査地を含む千曲川の水生昆虫群集ではヒゲナガカワトビケラが優占し、他の水生昆虫に比べて湿重量が大きく、千曲川における水生昆虫現存量への主要な部分を占める。

ヒゲナガカワトビケラは、卵、幼虫、蛹、成虫の順で成長する。幼虫段階では5回の脱皮を行い5齢幼虫に成長する。その後、蛹化(ようか)し、成虫に成長する。初夏・晩秋の水位安定期に、成虫の雌雄が飛翔し、飛翔の過程で交配・着床が行われる。着床は、ヒゲナガカワトビケラの個体群が再生産をする上で重要な意味を持ち、卵の孵化・幼虫期の成長に適した上流側の瀬に着床することで、次世代の個体群に安定した成長環境を与えることが出来る。その後、越冬し、翌年に上述の孵化・成長・再生産の過程が行われる。一般に1年に2~3世代の回転があるとされ、その特性は、河川の流況・水温特性(成虫になるまでに必要な積算温度等)により異なることが知られている²⁾。

(3) 調査地におけるヒゲナガカワトビケラの生態の特定

生態シミュレーションは多くの手法が開発されているが、その中で、個体ベースモデル(Individual Based Models: IBMs)を選択し、開発を行った。IBMsは、生物種の個体レベルでの生態に着目し、その成長過程をモデル化する手法である。(2)節で述べたように、ヒゲナガカワトビケラの世代交代数は、流況・水温により大きな影響を受ける。本研究では、既往文献からヒゲナガカワトビケラの生態を整理するとともに、調査地における流況・水温から、その成長に関するパラメータを定量的に整理した。

キーワード: 降水現象極端化, 河川生態系影響評価, 生態モデル, ヒゲナガカワトビケラ

連絡先: 〒350-8516 茨城県つくば市南原1-6 (独) 土木研究所水環境研究グループ河川生態チーム

TEL: 029-879-6775 e-mail: denda@pwri.go.jp

(4) ヒゲナガカワトビケラの生態シミュレーションモデルの概要と検証

上記で定量化したヒゲナガカワトビケラの生態を流況シミュレーションと IBMs で再現した。2014年4月～2015年3月における調査地内の流況を平面流計算で再現し、平面流況計算の瀬に該当する計算グリッド内でトビケラの IBMs を実行した。水温に関しては、最寄の水質観測所地点の水温時系列を調査地に均一に与えた。モデルの検証は、ヒゲナガカワトビケラの個体群の再生産に重要な飛翔行動が正確に再現されているかを重点的に検証した。モデルにより、複数回シミュレーションを行い、(イ) 飛翔行動を行う時期、(ロ) 飛翔後の着床位置の2点を整理した。その後、飛翔時期、着床位置を現地調査で確認した。

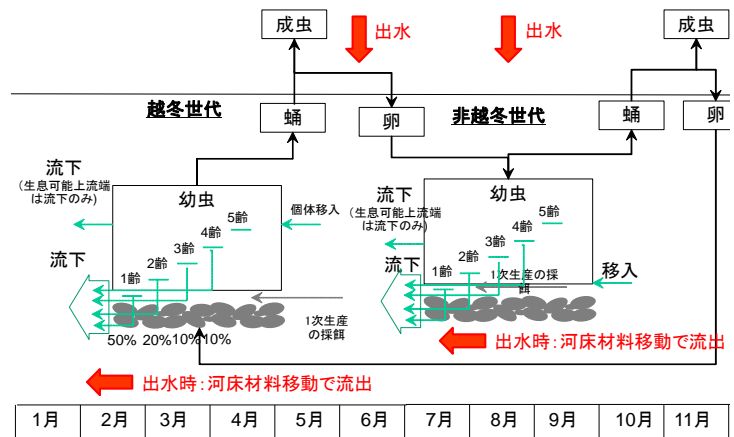


図-1 ヒゲナガカワトビケラの生活史概要

3. 結果と考察

(1) ヒゲナガカワトビケラの生態の整理と定量化

図-1 にヒゲナガカワトビケラの生態のブロック図を示す。ヒゲナガカワトビケラモデルを用いた試行計算の結果、調査地のヒゲナガカワトビケラは、1年間に2回、再生産を行っていることが算出され、千曲川のヒゲナガカワトビケラの生態に関する既往研究の成果と良好に合致した。



図-2 ヒゲナガカワトビケラの飛翔シミュレーション結果

(2) 飛翔行動に着目したヒゲナガカワトビケラの生態モデルの検証

図-2 にヒゲナガカワトビケラの飛翔シミュレーションの結果を示す。開発したモデルを用いた複数回のシミュレーションで、着床場所が瀬になることが確認出来た。現地調査により、シミュレーション上で着床することが示された場所で、ヒゲナガカワトビケラの齢期の低い個体を確認することが出来、シミュレーションモデルの妥当性を確認することが出来た。

4. まとめ

降水現象極端化が河川生態系に与える影響を評価する対象生物として水生昆虫の一種であるヒゲナガカワトビケラに着目し、個体ベースモデルを用いた生態再現モデルを開発した。その精度を千曲川の現地調査結果と比較検証した結果、ヒゲナガカワトビケラ個体群維持に重要な飛翔行動を概ね再現できた。

引用文献

- 1) 楠田哲也・巖佐庸：生態系とシミュレーション，朝倉書店，pp. 130-140，2002.
- 2) 西村登：日本の水生昆虫⑨ ヒゲナガカワトビケラ，pp. 24- pp. 96，文一総合出版，1987.