

## 野生動物自動行動追跡システムを用いた降下期のアユ行動特性の把握とそのモデル化に関する 基礎的検討

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  
 応用地質株式会社 エンジニアリング本部 応用生態工学研究所 非会員 額綱 渉  
 日本工営株式会社 環境部 非会員 佐藤 翔  
 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 黒川 貴弘  
 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 三輪 準二

### 1. はじめに

アユ (*Plecoglossus altivelis altivelis*) は、全国の河川で常に保全の対象となる重要な魚種である。アユに関する研究は数多く実施され、アユの生態や個体群保全への関心の高さを示している。これらの既往研究の特徴は、潜水観察や実験によるものが多く、調査時間や実験条件が限定されている点特徴的である。

筆者らは野生動物自動行動追跡システム (Advanced Telemetry System, 以下, ATS と記述する) を開発し、既往研究で取得していない降下期のアユ行動の定量的把握を行った<sup>1)</sup>。この結果、アユの行動は流速・水深といった物理環境との関係性が深く、物理環境情報を用いてアユの行動様式をモデル化することの可能性が見出された。このような背景から、本研究では降下期のアユの行動様式と物理環境の関係性を定量的に分析し、その行動をモデル化する手法を検討することを目的とする。

### 2. 研究の方法

#### (1) 調査地の概要

調査は、信濃川水系千曲川で行った。本河川は流域面積 7163km<sup>2</sup>, 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鼠橋付近 (長野県埴科郡坂城町, 東経 138°12'4.6", 北緯 36°25'14.4", 以下, 調査地と記述する) で行った。

#### (2) 現地調査の方法

##### a) 野生動物自動行動追跡システムの概要と位置特定精度

ATSは、指向性アンテナを有した複数の受信局で構成される。各受信局は、約5分ごとに指向性アンテナを回転させ、野生動物に装着した電波発信機から発信される電波が到来する角度を計測する。その後、各受信局の電波到来角を用いて三角測量の原理で野生動物の位置を算出するシステムである。調査地では、ATSの精度は一部のエリアには誤差が著しく低下するエリアが見られたが、ATSは平均位置特定誤差25.45mで位置検出が可能であった。なお、誤差が著しく低下するエリアは誤差傾向を判断して修正し、上記と同様の誤差に修正した。

##### b) アユ行動追跡調査

既往研究でアユの行動に影響が少ないと考えられる電波発信機 (LOTEK 社の MCFT-3GM, 周波数: 144MHz 帯, 直径: 8.2mm, 長さ: 19mm, 水中重量約: 1g, 発信寿命: 14 日間) を使用した。調査地近傍の築場でアユ成魚 2 個体 (以下, 供試魚と記述する) を購入し調査地区に運搬後、アユの腹腔を約 15mm 開腹し、電波発信機を挿入・装着した。その後、調査地内で約 20 時間蓄養し、2009 年 8 月 28 日の正午~2009 年 9 月 11 日まで行動を追跡した。

#### (3) データ解析

##### a) 平面流計算を用いた流況再現

行動データ取得時の流速・水深の算定、アユの流速・水深の選好性抽出を目的として、平面2次元流解析プログラム<sup>1)</sup>を用いて、定常の平面流計算を行った。計算結果は、現地に設置した水位計データと計算の水位を比較して検

キーワード アユ, 降下期, 行動特性, 物理環境, モデル化  
 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

証し、良好な一致を確認した。

## b) アユの行動データの分析

ATS で得たアユの行動データと平面流計算の結果の関係性を分析し、アユの行動圏・利用した空間の流速・水深特性を分析した。行動分析の対象は良好な行動データが得られた2009年8月28日～年9月12日を対象とした。アユの利用した空間の流速・水深に関しては、ATSの位置特定誤差を考慮し、水理計算結果と関連付けた。これらにより得たアユの行動と流速・水深の関係性をアユの行動が大きく変化するとされる4つ時間帯、時間帯1;前日20:00～5:00, 時間帯2;5:00～7:00, 時間帯3;7:00～17:00, 時間帯4;17:00～20:00, に分け評価した。

## c) アユの行動のモデル化とその検証

アユの行動をモデル化するため、生態モデリングの分野で行われる個体ベースモデル (Individual Based Model) を参考とした<sup>2)</sup>。平面流計算に用いた地形、平面流計算で得た流速・水深データをモデル化した。そのモデル上に、調査で得たアユの流速・水深に関する選好性、行動圏選択行動をプログラム化した仮想のアユを放流し、アユの行動追跡結果と比較し、その再現性を検討した。

## 3. 結果と考察

### 1) アユの流速・水深の選好性分析結果

図-1 にアユ 2 個体の利用した空間の流速を時間分類別に示す。アユ個体1, アユ個体2ともに各時間帯で巡航速度 (体長の2～3倍程度) より少ない空間を主として利用した。時間帯別の空間利用特性ではアユ個体1は時間帯3 (箱ひげ図3列目), アユ2は時間帯2 (箱ひげ図6列目) が利用した流速の幅が広い傾向があった。魚類に関する既往研究では、巡航速度が魚類行動に影響を与える指標として用いられることが多い。本研究の結果は、実験や室内観察で得られた既往研究の成果を、現地実測データとして実証していると考えられる。

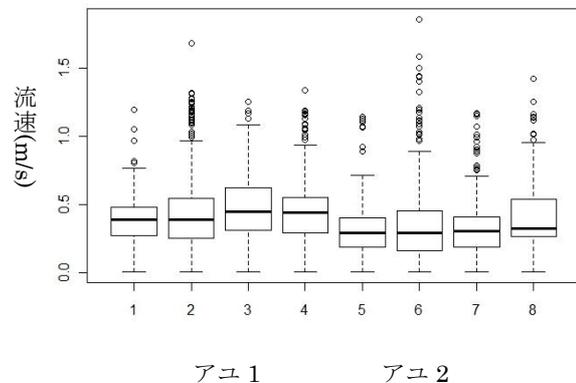
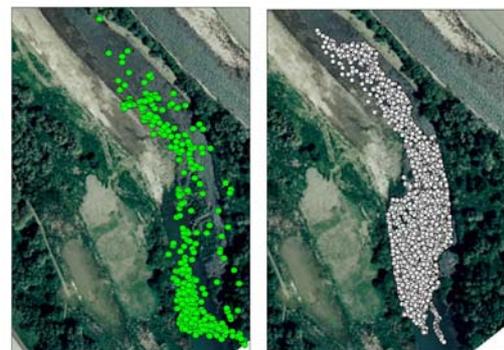


図-1 時間帯別のアユの利用空間の流速特性



左図：実測

右：再現

図-2 アユの実測とモデルによる再現結果の比較

### 2) アユ行動のモデル化とその精度検証

モデルは、アユ 2 個体の行動圏を良好に再現した。構築したモデルが行動範囲を再現したことは、降下期前のアユが必要とする空間特性とその選択行動を定量的に模倣することが出来たことを示している。今後、開発したモデルをベースにプログラムを発展させると同時に他の河川でのデータを加えモデルを発展させ、アユの空間選好性を理解することにより、今後のアユの生息場保全に関して、重要な情報を得ることが出来たと考えられる。

## 4. まとめ

野生動物自動行動追跡システムを用いて、降下期直前のアユ 2 個体の行動を2週間追跡し、利用した空間の流速・水深の特徴を活動時間別に分析した。同時に、個体ベースモデルを援用し、アユの行動を再現する基礎モデルの構築を試みた。その結果、アユは巡航速度以下の空間を主に利用していることを明らかにした。作成したアユの行動モデルは、良好にアユの行動圏、空間利用特性を再現した。

## 参考文献

- 1) 傳田 正利・額額 渉・佐藤 翔・黒川 貴弘・三輪 準二：野生動物自動行動追跡システムを用いた降下期のアユ行動特性の把握, II-59, 第38回土木学会関東支部技術研究発表会講演集, 2011年3月
- 2) 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, 2002