

アユのマイクロハビタット ～巻き上がる砂礫に注目して～

坪井潤一・芦沢晃彦・岡崎 巧・熊田那央*1・有馬智子*1・阿部信一郎*2

これまでアユ *Plecoglossus altivelis* のマイクロハビタットとして重要視されてきた環境条件は、主要な餌生物である藻類の付着基質となる石の存在であった。しかし、最近では大型の石が点在するような河川環境であっても、アユの生息密度や、種苗放流による資源添加効率が低い場所がみられる。釜無川において予備調査を行ったところ、アユの生息密度が低いエリアでは、平水時でも多量の砂礫が河床から水中に巻き上がり、石の表面は砂や造巢性のトビケラによって覆われていた（図1）。本研究では、アユの生息場所および非生息場所の物理的環境、特に流下する砂礫に注目し、アユの定着を阻害する要因について検討を行った。

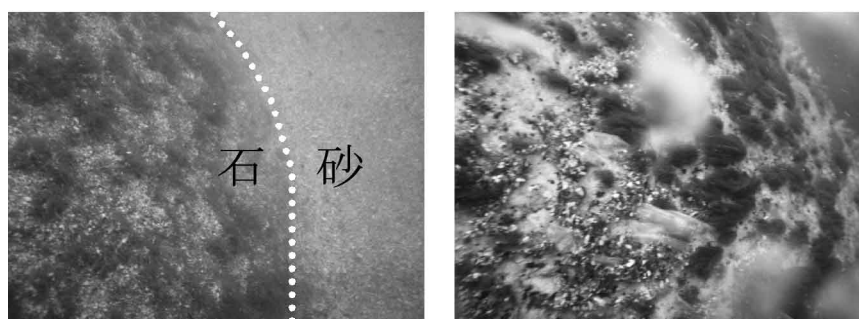


図1 表面を砂で覆われた石（左）と表面をトビケラ類の巣によって占有された石（右）

材料及び方法

2009年4月28日から7月8日にかけて、延べ8日間にわたり、富士川の上流域である釜無川において調査を行った（図2）。釜無川では天然アユの遡上はほぼ皆無であり、4月15日から5月15日にかけて5回にわたり種苗放流が行われた。3箇所での放流場所周辺で、無作為に場所を決め、1日1箇所あたり3投ずつ、投網（目合い18mm）による捕獲を行った。延べ72投について、それぞれ捕獲を行った直後に、投網で囲まれた範囲内の物理環境を調べた。水深（cm）、流速（cm/sec.）、サーバーネット（開口部25cm×25cm、目合い0.475mm）で採取された流下する砂礫の重量（g、河床から5cm浮かせた状態で1分間）、流下する砂礫の粒径（mm）、河床を縦に4分割する3本のライン上（10cm間隔で10箇所、計30箇所）に占める長径65mm以上の石¹⁾の割合（%）、および長径65mm以上の石のうち表面が砂もしくは砂で造られたトビケラ類の巣で覆われている石（以下、砂かぶり石）の割合（%、砂かぶり石数 / 全石数）を測定した。

2009年6月8日から9日にかけて、投網による捕獲調査を行った3箇所において、付着藻類の現存量および生産量をStevenson (1990)の方法に従い測定した²⁾。ミクロクロス³⁾を使って採取した付着藻類のクロロフィル量を分光光度計を用いて測定した⁴⁾。

アユのマイクロハビタットを調べるため、従属変数を投網1投によるアユ捕獲有無、説明変数を調査時期、調査場所、流下した砂礫の重量（g）、流下した砂礫の粒径（mm、ランダムに選んだ10粒の平均値）、水深（cm）、流速（cm/sec）、65mm以上の石の割合、65mm以上の石のうち砂かぶり石の割合として、ロジスティック重回帰分析を行った。

Tsuboi Jun-ichi, Ashizawa Akihiko, Okazaki Takumi, Kumada Nao, Arima Tomoko, Abe Shin-ichiro

*1 筑波大学, *2 独立行政法人水産総合研究センター



図2 調査地 (★, 上から順に上流区, 中流区, 下流区)

結果

透視度のみ下流の調査区ほど低い傾向がみられたが、いずれの定点でも付着藻類の現存量および成長量に有意な差は認められなかった（川幅、水温、透視度は Kruskal Wallis 検定、藻類現存量、藻類生産量は ANOVA, 表 1）。

表1 上流区, 中流区, 下流区の河川環境

	上流	中流	下流
n.s. 川幅 (m)	29.32±8.67	38.78±10.72	31.65±4.54
n.s. 水温 (°C)	14.26±3.13	15.19±2.94	16.30±2.81
* 透視度 (cm)	97.69±2.80	92.89±8.58	79.88±14.80
n.s. 藻類現存量 (μg)	1.592±1.218	2.478±1.403	2.100±0.630
n.s. 藻類生産量 (μg/日)	1.267±1.257	0.320±1.731	0.442±0.854

* $p < 0.05$

ロジスティック重回帰分析の結果、投網1投によるアユ捕獲有無の有効な説明変数として、調査時期、流下する砂礫の粒径、河床に占める石の割合、および砂やトビケラの巣で覆われている石の割合が選択された（表2）。調査時期については、日を追うごとにアユの放流量が増え、また河川全体にアユが分散していったため、調査の後半ほどアユが捕獲されやすかったと考えられた。物理環境については、流下する砂礫の粒径が大きいほど、河床に占める石の割合が低いほど、砂やトビケラの巣で覆われている石の割合が高いほど、アユが捕獲されにくい傾向がみられた（表2、図3）。

表2 ロジスティック重回帰分析によって選択された投網1投によるアユ捕獲有無を説明するモデル

	係数	自由度	p
調査回	0.380	1	0.014
流下した砂礫の粒径	-4.461	1	0.001
河床に占める>65mmの石の割合	0.150	1	0.047
砂やトビケラの巣で覆われている石の割合	-0.026	1	0.062
定数	-0.110	1	0.955

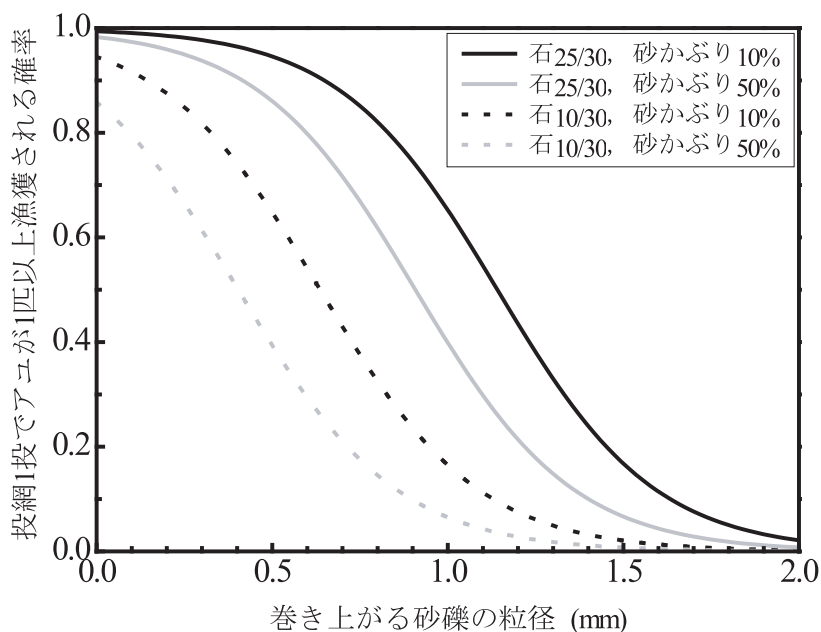


図3 投網1投でアユが1匹以上漁獲される確率。巻き上がる砂の粒径が大きいほど、河床30定点のうち長径65mm以上の石の占める割合が低いほど、長径65mm以上の石のうち砂やトビケラの巣で表面が覆われている石の割合が高いほど、アユの捕獲率が下がる。

アユの捕獲有無に影響していた物理環境に関する3つの変数のどれもが、流下する砂礫の重量と相関（河床に占める石の割合のみ負の相関）がみられた（表3）。そのため、流下する砂は粒径によってはそれ自体がアユの忌避要因となるだけでなく、堆積により石を埋没させたり、石表面を覆ったりすることで餌環境を悪化させ、アユの定着を阻害していると示唆された。

表3 流下した砂礫の重量とアユ捕獲有無の説明変数として選択された3つの変数との相関

		流下した砂礫 の粒径	河床に占める >65mmの石の割合	砂やトビケラの巢で 覆われている石の割合
流下した砂礫の重量	<i>r</i>	0.6270	-0.4231	0.3005
	<i>p</i>	< 0.0001	0.0002	0.0103

考察

投網1投によるアユ捕獲有無を説明する有効な変数として、3箇所設けた場所の違いが選択されなかった。このことは、釜無川におけるアユのいるいないは、河川スケールではなく餌環境などマイクロハビタットによって規定されることを支持する結果である。図4に示したとおり、砂礫の流下によって、アユにとって好ましくないマイクロハビタットが河川内に増えているいると考えられる。一方、古くからアユの分布に影響をおよぼし得ると指摘されてきた濁りについては、濁度 22mg/L 以上でアユが忌避行動を起こし、その濁度は透視度に換算すると 30cm 以下である⁹⁾。本研究では最も透視度の低かった下流区においても 80cm 程度であったため、濁りがアユの定着を妨げる要因であったとは考えられない。

魚類捕獲調査は全て平水時に行われたが、砂が常に巻き上がりながら流下していくと、砂が藻類を削り取ってしまうことも懸念される^{6,7)}。言い換えれば、平水時でありながら常に増水時のような付着藻類の流失が起こる可能性がある。近年、河床低下防止や高水敷のハリエンジュ繁茂、河川中のカワシオグサの繁茂を防ぐため、河川内への土砂投入が行われているが^{8,9)}、これに伴い付着藻類の現存量が減った事例もある⁹⁾。少なくともアユ種苗放流時期や、天然アユの遡上および産卵時期には、土砂投入は避けるべきであろう。

調査を行った釜無川など、種苗放流によって、アユ資源が維持されている河川では、今後、砂礫の流下量を考慮したアユ種苗放流場所の選定が、種苗の資源添加効率向上に必要不可欠である。

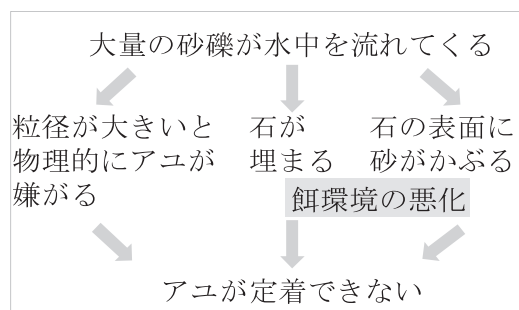


図4 巻き上がる砂がアユの定着を阻害する理由

謝辞

保坂一弥氏はじめ峡北漁業協同組合の方々には、アユ捕獲調査に特別な便宜を図っていただいた。ここに感謝申し上げます。

要約

1. 一見するとアユにとって良好な生息場所が多く点在しているも、アユ漁が不振な場所がある。
2. 潜水目視によって予備調査を行ったところ、アユの生息密度が低い場所では、平水時でも多くの砂が巻き上がりながら流下していた。
3. 本研究では、投網によるアユの生息状況調査に加え、巻き上がる砂などを含む環境測定を実施し、アユのマイクロハビタットについて解析を行った。

4. アユにとって以下の3つが忌避要因であった。1) 巻き上がる砂の粒径が大きい, 2) 河床 30 定点のうち長径 65mm 以上の石の占める割合が低い, 3) 長径 65mm 以上の石のうち砂やトビケラの巣で表面が覆われている石の割合が高い。
5. 今後, 砂礫の流下量を考慮したアユ種苗放流場所の選定がなされるべきである

文献

- 1) Bain, M. B., J. T. Finn, H. E. Booke (1985): Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. *N. Am. J. Fish. Manag.*, 5, 499-506.
- 2) Stevenson, R. J. (1990): Benthic algal community dynamics in a stream during and after a spate. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 9, 277-288.
- 3) 谷田一三・三橋弘宗・藤谷俊仁 (1999): 特殊アクリル繊維による付着藻類定量法. 陸水学雑誌, 60, 619-624.
- 4) Steinman, A. D., G. A. Lamberti (1996): Biomass and pigments of benthic algae. Stream ecology, eds by Hauer, F. R., G. A. Lamberti, Academic Press, California.
- 5) 社団法人 日本水産資源保護協会. (1995): 水産用水基準. 社団法人 日本水産資源保護協会, 東京.
- 6) Blenkinsopp S. A., M. A. Lock (1994): The impact of storm-flow on river biofilm architecture. *J. Phycol.* 30, 807-818.
- 7) Peterson C. G. (1996) Response of benthic algal communities to natural physical disturbance. Algal Ecology, eds by Stevenson R. J., M. L. Bothwell, R. L. Lowe, Academic Press, California.
- 8) 内田朝子 (1997): 矢作川における付着藻類と底生動物の基礎調査報告. 矢作川研究, 1, 59-80.
- 9) 皆川朋子・福嶋 悟・天野邦彦 (2004): 土砂投入が付着藻類に及ぼす影響—多摩川永田地区を事例に一—. 河川技術に関する論文集, 10, 477-482.