

水際における生息場所タイプと魚類の生息分布 —砂鉄川における現地調査結果から—

RELATIONSHIP BETWEEN HABITAT TYPES IN STREAM MARGIN AND FISH DISTRIBUTION IN THE SATETSU RIVER

萱場祐一¹・吉田桂治²・田村秀夫³・剣持浩高⁴・高木茂知⁵・林尚⁶

Yuichi Kayaba, Keiji Yoshida, Hideo Tamura, Hirotaka Kenmochi, Shigenori Takaki and Takashi Hayashi

¹正会員 工修 (独) 土木研究所自然共生研究センター センター長 (〒501-6021 岐阜県各務原市川島笠田町無番地)

²正会員 国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所 調査第一課長 (〒020-0066 盛岡市上田 4-49-1)

³正会員 国土交通省河川局防災課 防災調整官 (〒100-8918 千代田区霞が関 2-1-3)

(前 リバーフロント整備センター 研究第一部次長)

⁴正会員 工修 北海道札幌土木現業所事業課 河川係長 (〒064-0811 札幌市中央区南 1 1 条西 1 6 丁目 2 番 1 号)

(前 リバーフロント整備センター 研究第四部 主任研究員)

⁵正会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社水工事業本部長 (〒163-0730 東京都新宿区西新宿 2-7-1)

⁶パシフィックコンサルタンツ株式会社河川部技術課長 (〒163-0730 東京都新宿区西新宿 2-7-1)

Stream margin plays an important role on aquatic organisms. Channelization has deteriorated the structure of stream margin, and most of efforts for the conservation of stream have been spent for developing new revetment functioning natural stream margin. However the knowledge of stream margin has not been accumulated well enough to develop new techniques. In this research, several habitat types found along stream margin in the Satetsu River were surveyed in order to make clear about the function of each habitat on fish. Consequently, the fish abundance was the highest in the habitat with wood cover and overhanging bank in comparison with the habitat with only herbs and no-vegetation. Those results will contribute to the development of new types of revetments.

Kew Words : Stream margin, fish habitat, wood cover, overhanging bank

1. はじめに

水際に見られる生息場所は河川改修により影響を受けやすいことから、今まで環境保全型護岸に代表される多種多様な保全手法が開発・施工されてきた。しかし、これら保全手法の効果は不明な点が多く、事業を実施する上で問題を抱えている。これは中～下流域における水際域の生態的機能の解明が遅れ、水際処理の工法を評価するための基礎的な知見が不足していることに起因している。例えば、上流域では、溪畔林から供給される餌資源の量や質、そして、その季節変化が水生生物に及ぼす影響が綿密に研究され¹⁾、溪畔林を人為的に改変することによる生物学的な応答の予測はある程度可能である。しかし、中～下流域における水際域の知見は少なく、我が国における研究を見ても、植物のある河岸、浅くて流れの遅い淀み状の水域、ワンド状の水域等対象となった生息場所は限定されているし^{2),3),4)}、研究数も少ない。今後、中～下流域における水際の保全を効率的に行うためには、実際の河川に見られる様々な水際タイプを取り上げ、個々の水際タイプの魚類生息場所として

の機能を解明していくことが必要である。

本研究では、北上川の1次支川砂鉄川を対象として、幾つかの水際タイプを対象とした現地調査を行い、水際の形状や植物の繁茂状態の違いに伴う魚類の生息状況そして物理量との関係を解析し、その傾向について検討を行ったのでこれを報告する。

2. 方法

(1) 砂鉄川の概要

本報告で対象とした北上川水系左支川砂鉄川は、流域面積 375.1km²、流路延長 46km の 1 級河川である。砂鉄川では、平成 16 年度完成を目指して床上浸水対策特別緊急事業が行われ、この方策の一貫として、蛇行流路約 1km (河床勾配 1/885) を直線化し、約 600m の新たなショートカット (河床勾配 1/500) 区間が出現した (図-1)。本報告は、河道のショートカットに伴う生物相への影響の把握を目的として行った生息場所調査及び魚類調査から、特に、水際域における調査結果を取りまとめたものである。

(2) 調査方法

a) 調査地点と調査時期

調査は、ショートカット区間に1区間 (St. 1)、この上流に2区間 (St. 2, St. 3) を選定した (図-1)。各調査区間の平均河床勾配は St. 1 で 1/500, St. 2, 3 で 1/850 程度である。いずれの調査区間も水域を横断方向に流心部と水際部に分け、それぞれ流心部 3×3m、水際部 1×5m を標準的な大きさとするコドラートを数個設置した。調査は平成 16 年 7 月 2～5 日、8 月 2～5 日、10 月 14～17 日の 3 時期に行い、全期間で設置した総コドラート数は流心部で 28、水際部で 66、合計調査コドラート数は 94 である。各調査時期の流量は平水流量～豊水流量の範囲内にあり、各調査時期間で大きな変化はなかった。

b) 魚類調査

現地調査は、魚類調査と物理環境調査からなる。魚類調査では、流心部を潜水観察により、水際部を電気ショッカーにより実施した。潜水観察では、ある程度水深のあるコドラートでは、コドラートの上流側から観察者が自然に流下し生息する魚種の種、個体数、体長を確認した。水深が小さく流下が困難なコドラートについては、下流側から静かに近づき同様の調査を実施した。電気ショッカーを用いた調査では、まずコドラートを囲い網で仕切り、魚類が逃げられないようにしてから、電気ショッカーのオペレーター 1 名、魚類採捕者数名で捕獲を行った。捕獲した魚類は種の同定、個体数、体長を確認した。なお、体長の確認は体長を 5 つに区分し (I : ~3cm, II : 3~5cm, III : 5~10cm, IV : 10~20cm, V : 20cm~)、これを記録した⁵⁾。

c) 物理環境調査

物理環境の調査では、1つのコドラートに 9 地点測点なるべく等間隔になるよう設置し、各地点において流速、水深、水際部については後述するように水際部の状態を調査した。流速については 6 割水深で 1cm/s 単位まで、水深についてはスタッフを用い 1cm 単位まで読みとった。

d) 水際調査の詳細と水際タイプ区分方法

水際の生息場所としての区分については定まった方法がないが、既往の研究から水中に没している植物と陸上から繁茂する植物には異なる機能があることが報告されている²⁾。そこで、本研究では、水際に繁茂する植物については水中部に繁茂している場合と陸上から繁茂している場合の 2 つを識別し記録することとした。また、河岸上部が底状 (ひさしじょう) になると、魚類の生息場所としての機能が向上することが一般的に知られているため、河岸が切り立ち底状になっていると判断された場合には、河岸底部の突端から河岸がえぐれた部分の最も深い地点までの水平距離を測定し、僅かでも河岸底部が張り出し底状を呈している場合には「底有り」と判断し記録した。以上の記録結果から水際タイプの区分を行った。区分は、水中の植物の繁茂状態、底の有無、陸上からの植物の繁茂状態を 3 つの組み合わせから表現することとした。ただし、水中、陸上の双方から木本類が繁茂している場合には、水中から木本類が繁茂し

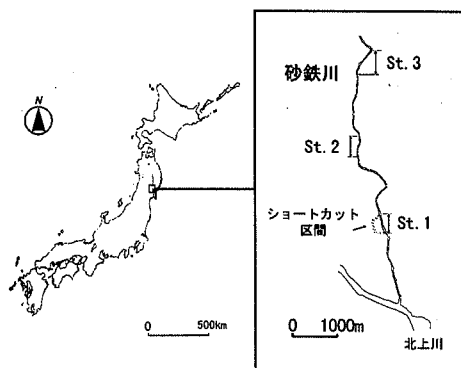


図-1 調査河川及び調査区間位置図

ている場合と機能的に同等であると考え、水中から木本類が繁茂している場合と同一の分類群とした。

3. 結果

(1) 水際の区分について

前述した水際の区分方法に基づき各コドラートの水際タイプ及び各タイプに対応するコドラート数を示した (図-2)。図中には水中部から繁茂している植物のタイプ、底の有無、陸上部から繁茂している植物のタイプを示し、この 3 つの状態の組み合わせを階層的に示した。なお、植物の繁茂が無い状態を「裸地」として示してある。また、水際に人工構造物が設置してあったタイプは検討から除外した。全タイプの中で、1つ以上のコドラートを確認できた水際タイプ数は 9 で、その中で 3 つ以上のコドラート数があり、解析対象となった水際タイプ数は 5 つだった。コドラート数が最も多い水際タイプは「裸地タイプ」でその数は 35 であった。次いで、水中、陸上とも草本が繁茂している「草本-草本タイプ」でコドラート数 8、水中が裸地で陸上から木本類が繁茂しコドラートの上空を覆っている「裸地-木本タイプ」のコドラート数が 6 であった。河岸が底状となる草本 (底) -草本タイプ、木本 (底) タイプのコドラート数は 3 だった。

(2) 確認魚種及び個体数について

全期間、全区間において確認された魚種及び各魚種の個体数を示す (表-1)。最も多く確認された魚種はアブラハヤ (*Phoxinus lagowskii steindachneri*) で全確認個体数 2006 個体の内 1414 個体を占めた。ウグイ (*Tribolodon hakonensis*)、ニゴイ (*Hemibarbus barbus*) が次いだが、その個体数はそれぞれ 187 個体、109 個体とアブラハヤと比較して少ない。

(3) 流心部と水際部の魚類生息密度と物理量

流心部と水際部における魚類生息状況の違いを明らかにするため、各調査期における両部の生息密度を示す (図-3)。ここで生息密度とはコドラートで確認もしくは採捕さ

れた個体数をそのコドラートの面積で除した値を示す。7月
は水際部で生息密度が高く、8月、10月になると水際の
生息密度が低下することが分かる。次に、両部における体
長クラスを見ると(図-4)、水際部では7月にクラスIに
該当する個体が多く、総確認個体数は1,000個体に達した。
この傾向は8月になると弱まり、更に10月になるとクラス
IIに該当する個体が増加している。一方、流心部において
はクラスIに該当する個体数はほぼゼロであり、クラスII
~IVに該当する個体数が多いが、その個体数は水際部に比
べると著しく小さい。次に、両部に設置したコドラートに
おける流速と水深の平均値を見ると、流心及び水際におけ
る水深の平均値はそれぞれ63cmと25cm、流速の平均値は
76cm/sと10cm/sを示し、水際における流速、水深は流心と
比較して非常に小さかった。

（4）水際タイプ別の魚類生息密度と物理量

各水際タイプにおける魚類生息密度を示す(図-5)。植
物が全く繁茂していないタイプ(裸地)における生息密度
が最も小さく、次いで、植物が水中・陸上に繁茂している
タイプ(草本-草本)で生息密度が大きくなった。ただし、
裸地タイプとの有意な差は見られなかった。水中は裸地、
陸上に木本類が繁茂するタイプ(裸地-木本)は比較的
生息密度が大きく、裸地タイプと差が見られた(Fisher's
PLSD検定, $P<0.05$)。植物が水中・陸上から繁茂する
場合で河岸が底状に張り出しているタイプ(草本(底)-
草本), 木本類が水中から張り出し河岸が底状になっ
ているタイプ(木本(底))では生息密度が大きくなり、
裸地タイプ及び草本-草本タイプと比べて有意な差が
見られ(Fisher's PLSD検定, 草本-草本タイプ×草本
(底)-草本: $P<0.05$, それ以外の組み合わせ: $P<0.01$)、
河岸が底状になり水際を覆うことによる一定の効果が
認められた。次に、各タイプの物理量を示す(表-2)。流
速については各タイプで差が見られなかったが、水深に
ついては、裸地と草本-草本, 草本-草本(底), 木本
(底)と有意な差が見られた(Fisher's PLSD検定: $P<0.05$)。

4. 考察

流心部と水際部の比較から水際部では有意に生息密度
が高く、特に、7月の結果は体長クラスI(体長:2cm以下)
のアブラハヤが水際部に集中して分布した。一方、流心部
の生息密度は水際部と比較して1/10~1/50程度に留まり、
体長クラスI(3cm以下)の個体は全く確認できず、体長
クラスII(3~5cm), III(5~10cm), IV(10~20cm)の個
体のみが確認された。また、対象区間における流心の平均
流速(76cm/s)は水際のそれ(10cm/s)と比較して著しく
大きかった。魚種は異なるがオイカワ(*Zacco platypus*)
とウグイに関する選好流速と体長に関する研究によると⁶⁾
、オイカワで20mm以上、ウグイで40mm以上になると選
好流速を増大させることが報告されている。体長30mm以
下の個体が水際に多く、流心における個体サイズが大き
いの、この

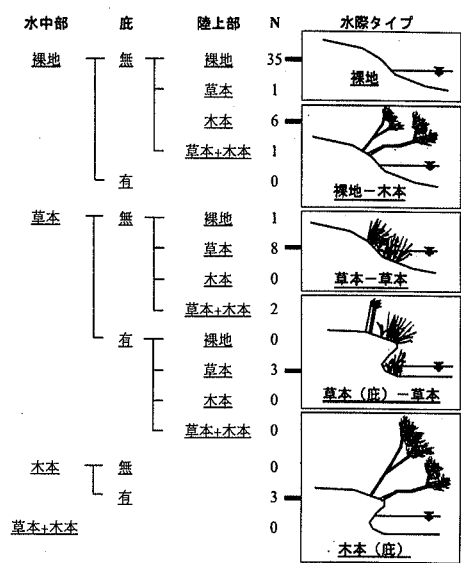


図-2 水際タイプの状況

表-1 確認魚種と個体数

種名(学名)	確認 個体数
スナヤツメ (<i>Lethenteron reissneri</i>)	4
ヤツメウナギ科の一種(幼生) (<i>Petromyzontidae</i> sp.)	25
ウナギ (<i>Anguilla japonica</i>)	1
オイカワ (<i>Zacco platypus</i>)	45
アブラハヤ (<i>Phoxinus lagowskii steindachneri</i>)	1,414
ウグイ (<i>Tribolodon hakonensis</i>)	187
モツゴ (<i>Pseudorasbora parva</i>)	2
タモロコ (<i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>)	10
カマツカ (<i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>)	30
ニゴイ (<i>Hemibarbus barbus</i>)	109
コイ科の一種(稚魚) (<i>Cyprinidae</i> sp.)	107
ドジョウ (<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>)	3
ギバチ (<i>Pseudobagrus tokiensis</i>)	34
アユ (<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>)	12
メダカ (<i>Oryzias latipes</i>)	7
シマヨシノボリ (<i>Rhinogobius</i> sp.CB)	3
オオヨシノボリ (<i>Rhinogobius</i> sp.LD)	4
トウヨシノボリ (<i>Rhinogobius</i> sp.OR)	3
ヨシノボリ属の一種 (<i>Rhinogobius</i> sp.)	5
ヌマチチブ (<i>Tridentiger brevispinis</i>)	1
合計個体数	2,006

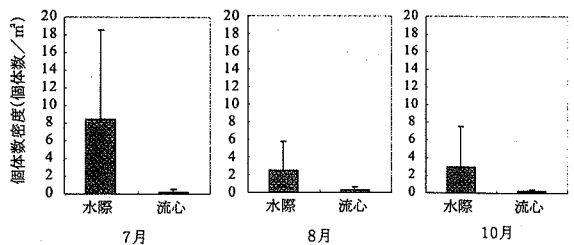


図-3 水際部と流心部における
生息密度の平均値及び標準偏差の季節変化

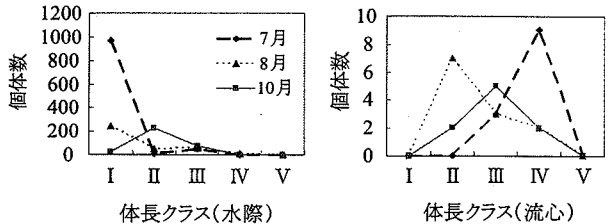


図-4 水際部・流心部での体長クラス季節変化

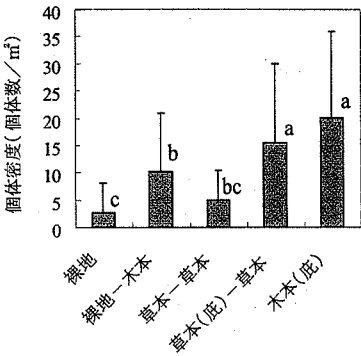
ような成長段階における遊泳能力の違いと流心、水際にお
ける流速の差を反映したものと考えられる。
対象区間は中流域に該当し、河床勾配は1/500~1/900で

あったが、この程度の勾配であっても依然として流心部の流速が稚仔魚の生息にとって大きく、水際部に稚仔魚が集中したことは注目に値する。比較的勾配の緩やかな中流域においても低流速域を確保するような水際域処理技術の導入が重要な課題と言える。

水際タイプ別の生息密度は、裸地と水中・陸上から草本類が繁茂する草本－草本タイプでは有意差は見られなかった。自然共生研究センター実験河川において実施した裸地タイプと草本－草本タイプにおける魚類生息量比較実験結果によると、両タイプで有意な差が確認され²⁾、水際植物に生息場所としての機能が確認された。この実験では、直線状の河道において、水際植物を刈り取りとることで裸地タイプを造成したため水際近傍の流速が増大し、生息量が減少したと考えられた。しかし、砂鉄川では入り江状の裸地や湾曲部内岸側の堆積域の裸地にもコドラートを設置したため、裸地タイプでも流速が遅く、稚仔魚の生息密度が高くなり、裸地タイプと有意差が見られなかったものと推測される。両タイプにおける流速に有意差が認められなかったこともこの考察を支持しているだろう。今後、裸地タイプをより細かく分類し、生息場所としての機能を詳細に把握していく必要がある。

裸地－木本タイプでは、裸地タイプと比較して有意に生息量が大きくなった。木本類の張り出しは水際の照度を低下させる。照度が相対的に高い場所から低い場所に定位する個体等を見ると視認性が低下し、逆に、低い場所から高い場所に定位する個体等を見ると視認性が向上することが報告されている⁷⁾。従って、木本類の張り出しは、水際に生育する個体の視認性を低下させ捕食圧を低下させる一方で、流心方向を流下する餌資源の視認性を向上させ摂餌の効果を高めている可能性がある。また、今回報告できなかったが、木本類の張り出し高さが小さく枝葉が水中に没している場合の方が、生息密度が高くなる傾向が見られた。木本類が水中に没している場合には、照度だけでなく水際の流速を低下させ、生息環境を改善させた可能性もある。ただし、物理環境調査結果では流速に差が生じていない。これは、没している枝葉周辺に形成される低流速域が局所的であり、今回の調査方法（1 コドラート 9 点の平均値）では、流速低減効果を把握できなかったためと考えられる。

水際部が草本、木本にかかわらず、河岸が底状になっている場合の生息密度は大きかった。サケ科魚類については底状の河岸が生息場として重要であることが指摘されていたが、砂鉄川ではコイ科魚類についても同様の結果が得られた。底の形成は底下部の照度を木本類の張り出し以上に強く低下させ捕食圧の低下、摂餌効率の向上を促すだけでなく、底下部の流速を低下させ遊泳能力の低い稚仔魚の生息に有利に働くことがその理由と考えられる。ところで、Grayling の一種、*Thymallus thymallus* 対象とした研究では、稚仔魚が水際の水深・流速とも小さい“浅くて遅い水際”を選好することが報告されており⁸⁾、“底有りの水際”のように水深が大きい場を選好する事実と異なった。しか



図－5 各水際タイプにおける生息密度の平均値と標準偏差
(同一添字は有意性なし)

表－2 各水際タイプの物理量
(同一添字は有意性なし)

	裸地	裸地－木本	草本 草本	草本（底） 草本	木本（底）
流速(cm/s)	13.6±15.3	9.0±8.3	12.3±7.9	7.38±6.6	16.0±13.9
水深(cm)	18.4±11.2	30.1±17.1	28.8±11.8	35.4±5.4	37.7±13.0

し、“底有りの水際”と“浅くて遅い水域”は捕食圧を低下させるという点で同様の効果を期待できるため、機能的には同様の生息場所と位置付けることもできよう。水生生物の物理環境に対する選好性の違いは、生息場の機能的側面に着目し、説明していくことが重要である。

5. おわりに

中流域においても河畔林が魚類の生息に機能することは多自然型川づくりにおける留意点と言える。今後はこれらの知見を元に水際の保全・再生手法を検討する必要がある。

参考文献

1) 中野繁：川と森の生態学 中野繁論文集，北海道大学図書刊行会，2003. 札幌
2) 河口洋一：水辺の植物が河川性魚類の生態に及ぼす影響，海洋と生物 149(25-6)，2003.
3) 駒田格知・山田久美子・鈴木興道：オイカワの仔・稚魚の生息場所と成長について，成長(33)，pp. 113-119，1994.
4) 佐川志朗・萱場祐一・荒井浩昭・天野邦彦：コイ科稚仔魚の生息場所選択－人工増水と生息場所との関係－，応用生態工学 7(2)，pp. 129-138，2005.
5) 建設省河川局河川環境課：河川水辺の国勢調査マニュアル河川版（生物調査編），（財）リバーフロント整備センター，p. 25，1997.
6) 鈴木興道：魚のすみやすい川づくりに資する魚類の生息分布とその場の流速，土木学会論文集 593(Ⅱ-43)，pp. 21-219，1985.
7) Helfman, F.S: The advantage to fishes to hovering in shade, copea(2), pp.392-400, 1981.
8) Gaudin, P. and Semepski, P.: The role of bank habitat in the early life of fish: the example of grayling, *Thymallus thymallus*, Ecohydrology & hydrobiology vol.1, pp.203-208, 2001.

(2005. 4. 7 受付)