

河川中流域における一時的水域の生態的機能評価に関する考察

傳田正利* 三輪準二** 末次忠司***

1. はじめに

河川内には、水が絶え間なく流下する本流部以外に、ワンドと呼ばれる河岸沿いの入江状の止水水域や、タマリと呼ばれる高水敷上の水たまり状の止水水域や締め切られた小流路があり、これらは一時的水域と呼ばれている。

一時的水域には、本流部とは異なる特徴的な環境が形成される。例えば、流速は本流と比較して遅く、底質は細粒分が多い等の特徴がある。これらの一時的水域の物理環境の特徴は、本流とは異なる生息空間を水生生物に提供する。その結果、一時的水域及びその周辺に、本流とは異なる生物群集の生息が可能になり、多くの既往研究で、河川の生物多様性に貢献していると指摘されている。

一時的水域の保全や一時的水域が自律的に形成される河川のメカニズム保全は、日本における河川生態系保全、自然再生において有効な手法の一つと考えることができる。

本研究では、この一時的水域の生息空間提供機能を「一時的水域の生態的機能」と呼び、一時的水域が魚類群集に対して持つ生態的機能の内、出水時の魚類避難場提供を評価した事例を紹介する。本稿で紹介する事例では、小規模出水時に魚類群集が一時的水域へ避難する状況を現地調査により明らかにした結果と出水時の流況を水理計算で再現した結果を比較し、一時的水域が避難場として機能した理由を考察する。同時に、一時的水域を保全・復元することにより期待される効果、その実現のために河川管理上配慮すべき事項について考察することを目的とする。

2. 研究の方法

2.1 調査地の概要

本稿の調査は、信濃川水系千曲川で行った。本河川は、流域面積7,163km²、流路延長214kmの大河川である。甲武信ヶ岳（標高2,475m）から

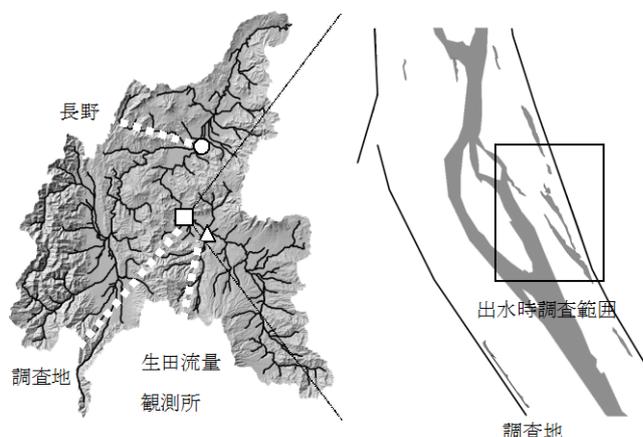


図-1 調査地の概要

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地区（長野県埴科郡坂城町、以下、単に調査地と記述する）で行った。調査地の概要を図-1に示す。

調査地は、長野県境から95.6～97km区間で、流域面積2,560 km²、河道幅約100m、河床勾配1/200、河岸両岸に築堤が行われている区間である。調査地の河床は、主に礫で構成され、河床形態は複列砂州である。礫の主要構成材料は、20～200mm、 $d_{50}=100\text{mm}$ 、最大粒径200～300mm程度である。

調査地は、中流域の中でも特に一時的水域が多い地域である。右岸側には、本流と比高差が少なく年に複数回冠水する高水敷が形成され、現地調査を行った1997～1998年8月までは、右岸高水敷に一時的水域が9箇所存在していた。これらの一時的水域は、平水時にはそれぞれ独立しているが、小規模な出水時には本流と一時的水域及び一時的水域間が接続する。

2.2 現地調査の方法

出水時の魚類調査は、1999年5月27～28日の調査地内の高水敷の冠水時に魚類採捕調査を行った。図-2に出水時魚類調査の状況を示す。調査箇所は、調査が可能な本流の低流速部、本流から一時的水域へ接続する流路（以下、出水時流路と記述す



図-2 出水時魚類調査の概要

る)、出水時流路から一時的水域(タマリ)への流入口、一時的水域(タマリ)内で魚類採捕調査を行った。低流速域では、定置網(目合5mm、袖網5m、袋網部6m)3箇所、高流速域では、投網(目合5mm程度)を用い魚類採捕を行った。投網は1点10回、合計3地点で行った。

2.3 データ解析

2.3.1 一時的水域内の出水前後の魚類群集変化

出水中の一時的水域内の魚類群集の変化を分析するため、出水前、出水中の魚類群集データを取りまとめた。出水前(1999年5月26日)、出水中



出水前



出水中

図-3 出水中の本流と一時的水域の接続状況

(1999年5月27日)の一時水域内の魚類群集変化、出水前後の体長を比較した。

2.3.2 一時的水域内周辺の出水時流況再現

出水時の流況を再現する目的で、不定流計算を行った。1999年5月26日午前0時から1999年5月29日午前0時までの毎正時の生田流量観測所データを不定流計算の入力データとした。河床粗度は、一般的な河床粗度として良く使用される $n=0.032$ を使用して行った。

2.3.3 魚類の遊泳行動から見た水理計算結果の評価

出水時の流況再現結果を魚類の遊泳行動能力から評価した。魚類の遊泳行動能力は、その体長と関係性があることが知られている。魚類の遊泳行動能力は、巡航速度(魚類が遊泳を長時間続けられる速度)、突進速度(瞬間的に出せる最大の速度)の2種類に分類される。巡航速度は1秒間当たり体長の2~3倍の速度突進速度は体長の10倍程度とされている²⁾。つまり、突進速度以上の流速では流速に抗して行動をすることが出来ず自分の意思で場所の選択が出来なくなる可能性が極めて高いと考えられる。これに対し、突進速度以下の空間では空間選択を意図的に行う可能性が残ると考えられる。

2.3.4 選択可能空間の定義と選択可能空間を利用した魚類避難場機能の評価

魚類の突進速度を一つの閾値として利用し、本研究では水理計算による流速ベクトルの絶対値が魚類の突進速度以下の空間を魚類が意図的に行動・空間選択を行いうる空間「選択可能空間」と定義し、魚類群集全体の遊泳行動から流況を評価することに用いた。調査地内の魚類群集調査結果から魚類群集の平均体長を算出し、調査地内に生息する魚類群集の平均体長(以下、平均体長BL)と仮定した。算出した平均体長6.8cmを用いて、突進速度を $10BL/秒$ として算出し閾値とした³⁾。GISの空間解析機能を用いて閾値以下の空間を抽出し選択可能空間を抽出し、流量変化に伴う選択可能空間の変化を把握した。

3. 研究の結果

3.1 出水時魚類調査結果

表-1では、出水前の主な魚類群集は、アブラハヤ、シマドジョウ、ドジョウで構成されていたのに対し、出水中ではギンブナ、オイカワ、ウグイ、

表-1 一時的水域内での出水前と出水中の魚類の比較

魚種	個体数(匹)		平均体長(mm)	
	出水前	出水中	出水前	出水中
アカザ	3	2	51.67	82.50
アブラハヤ	14	4	71.36	75.75
アユ		8		130.63
ウグイ	7	19	28.86	115.26
オイカワ		20		107.25
カマツカ	2		45.50	
ギンブナ		25		158.16
シマドジョウ	12	3	62.42	79.33
タモロコ				
トウヨシノボリ	1		46.00	
ドジョウ	12	2	101.67	96.00
ナマズ		1		428.00
ニゴイ	2		392.50	

アユが多かった。また、出水中に採捕された魚類の体長は概ね100mm前後と大型であった。

3.2 出水時流況再現結果

図-4に1999年5月27日の冠水状態と流速を示す。非常計算は、出水時魚類調査において観察された冠水域と良好な整合性を示した。出水時調査時には、高水敷上の低地沿いに本流と一時的水域を接続する、幅5m程度、流速1m/s程度の出水時流路が形成され、そこでは本流流量の変動に伴い流量が変化した。現地での冠水域の形状、水深等とも良好な整合性を示し、非常計算による流れ場の再現は良好と判断した。

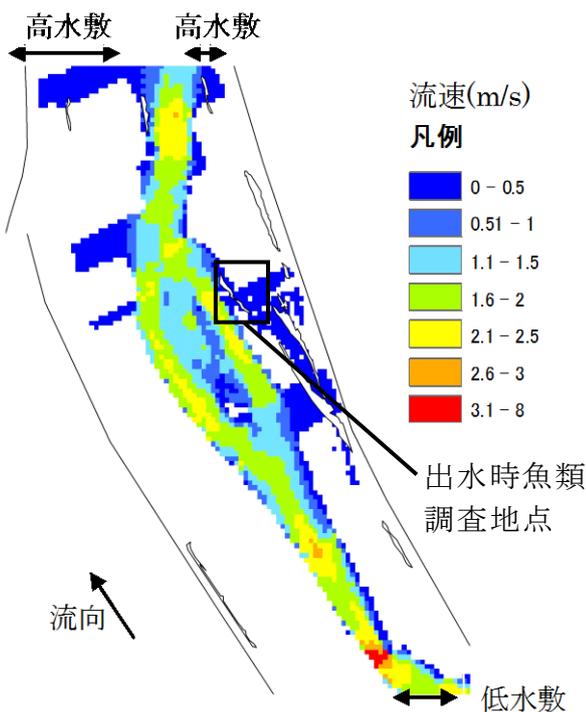


図-4 出水時の本流と一時的水域との接続状況

3.3 魚類の遊泳行動から見た水理計算結果の評価

図-5に出水時魚類調査の選択可能空間の抽出結果を示す。出水時調査時には、右岸高水敷上の出水時流路沿いに選択可能空間が形成されている。また、高水敷の河岸沿いに選択可能空間が形成された。出水時の魚類調査地点は、全地点ともに選択可能空間内部だった。

4. 考察

4.1 一時的水域の魚類避難場機能

出水時における一時的水域内の魚類調査は興味深い結果を示した。出水前にアブラハヤ、シマドジョウ、ドジョウ、ウグイで魚類群集が構成されていたのに対し、出水中は、アユ、ウグイ、オイカワ、ギンブナを主とする魚類群集に変化した。また、出水中に確認された魚類は体長が100mm以上の個体が多かった(表-1)。特に興味深いのは、平水時の一時的水域の魚類群集調査では採捕が少ないアユが多く確認されていること、平水時の調査よりも大型の個体が多く捕獲されていることである。

本流と一時的水域の魚類群集の平均体長を比較した結果、本流に生息する魚類群集の平均体長は、

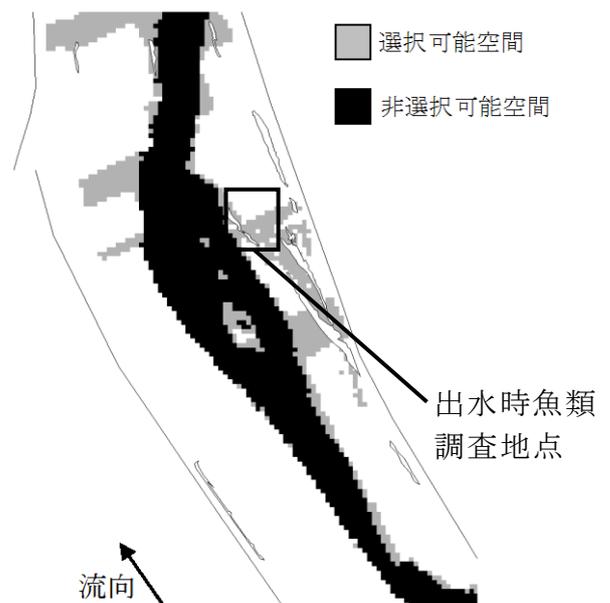


図-5 出水時の一時的水域と本流との接続状況

一時的水域に生息する魚類群集よりも大きいことが明らかになっている³⁾。この結果は、出水時魚類調査で捕獲した魚類は、本流から移動してきた可能性が高いことを示している。

魚類が本流から移動してくる要因は、図-4、図-5が定量的に示している。一時的水域を中心とした出水時魚類調査の地点は、本流と比較して流速が遅い空間であり、その空間は、選択可能空間に属している。魚類調査結果、水理計算結果及び選択可能空間の抽出結果は、出水時、一時的水域へ移動した魚類は、本流の高流速域を避け、低流速域内で遊泳能力以下の空間である一時的水域に移動したことを示している。一時的水域が魚類避難場として機能するためには、一時的水域周辺に選択可能空間が形成されることが必要であることを示している。

4.2 一時的水域の保全・復元により魚類群集多様性に期待される効果及びその実現のために河川管理上配慮すべき事項に関する考察

出水時、一時的水域のような選択可能空間が存在しない場合には、一部の魚類は流下し、生存できない可能性もある。その傾向は、遊泳能力の低い魚種（アブラハヤ等）で顕著であると考えられる。

その結果、河川内の魚類群集多様性は減少し、魚類群集は良好な状態を維持できないと考えられる。魚類群集多様性の保全のためには一時的水域のように魚類避難場（選択可能空間）として機能し、魚類の生存可能性を高める生息空間保全・復元が一つの方法となる。

更に、発展させて考えれば様々な流量規模の出水で河川内に選択可能空間が出現する河川管理が必要となると考えられる。

その実現のためには、河川の営力で河道内に複雑な地形（砂州）の形成を促す、ダイナミズムに配慮した河川管理が必要であると考えられる。

5. まとめ

信濃川水系千曲川において、一時的水域の魚類避難場の機能を検証するため、出水時に、一時的水域周辺で魚類採捕調査を行った。同時に水理計算により出水時魚類調査時の流況の再現計算を行い、魚類が一時的水域を避難場として利用する要因を検証した。その結果、一時的水域周辺には、魚類が流下を避けるのに適した魚類の遊泳能力以下の低流速域が形成され、低流速域の形成が一時的水域を魚類避難場として利用するための条件の一つであることが明らかになった。

謝 辞

北陸地方整備局千曲川河川事務所、坂城町役場の職員の方々には、調査期間中、様々な面で便宜を図っていただいた。更埴漁業共同組合宮原修氏には魚類採捕で多大なご協力をいただいた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 根岸淳二郎・萱場祐一・佐川志朗：氾濫原の冠水パターンの変化とその生態的な影響 ～淡水性二枚貝の生息状況の観点から～、土木技術資料、Vol.50、No.11、pp.38-41、2008
- 2) 塚本勝巳：魚の遊泳行動、月刊海洋科学、Vol.15、No.4、pp.176-177、1983
- 3) 傳田正利・天野邦彦・辻本哲郎：一時的水域の魚類群集多様性向上への寄与とそれを支える物理環境に関する研究、土木学会論文集G、Vol.62、No.3、pp.340-358、2006

傳田正利*



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所水環境
研究グループ河川生態
チーム 研究員、博士
(工学)
Dr.Masatoshi DENDA

三輪準二**



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所水環境
研究グループ河川生態
チーム 上席研究員
Junji MIWA

末次忠司***



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所水環境
研究グループ長、博士
(工学)
Dr. Tadashi SUETUGI