

千曲川におけるギンブナの産卵行動と一時的水域の物理特性との関連性評価

AN ASSESSMENT OF RELATION BETWEEN *Carassius auratus langsdorfii*'s SPAWNING BEHAVIOR AND PHYSICAL FEATURES OF TWA IN CHIKUMA RIVER

傳田正利¹・對馬孝治²・時岡利和³・天野邦彦⁴・辻本哲郎⁵

Masatoshi DENDA, Kouji TSUSHIMA, Toshikazu TOKIOKA, Kunihiko AMANO and Tetsuro TSUJIMOTO

¹ 正会員 (独) 土木研究所水循環研究グループ河川生態チーム研究員 (〒305-8516茨城県つくば市南原1番地6)

² 正会員 農博 (独) 土木研究所水循環研究グループ河川生態チーム研究員 (同上)

³ 正会員 (独) 土木研究所水循環研究グループ河川生態チーム研究員 (同上)

⁴ 正会員 工博 (独) 土木研究所水循環研究グループ河川生態チーム上席研究員 (同上)

⁵ 正会員 工博 名古屋大学大学院教授工学研究科社会基盤工学専攻 教授 (〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町)

We have observed the use of TWA by *Carassius auratus langsdorfii* as a spawning ground and tried to relate their spawning behaviors to the physical condition of TWA. A Hydraulic model was employed to presume the flooding condition. Also consider was a riverbed conditions. Following results are obtained as necessary conditions for TWA to be a good spawning ground for *Carassius auratus langsdorfii*.

TWA should be connected to main river flow during spawning periods. Flow velocity in the TWA should be slow enough for *Carassius auratus langsdorfii* to be able to spawn. TWA should not be inundated thoroughly such that *Carassius auratus langsdorfii* can find spawning base (i.e. aquatic vegetation). These result imply that serious of TWA which are located at various relative elevations can provide good spawning site for *Carassius auratus langsdorfii* because water level of Chikuma river fluctuate dramatically.

Key Words : Chikuma river , Temporary water area , spawning ground , *Carassius auratus langsdorfii* , hydraulic characteristics

1. はじめに

魚類群集の多様性を維持するには、魚類群集を構成する各魚種の個体群が生活史の各段階で必要とする資源 (生息場所、餌等) を必要に応じ利用できることが必要である¹⁾²⁾。生活史の中でも特に産卵行動は、魚類群集の多様性及び群集を構成する個体群維持の第一段階であり極めて重要である。産卵期を迎えた魚類が産卵に適した場所 (以下、産卵場) へ任意に移動し産卵できる環境づくりは河川生態系保全にとって重要な課題である。

河川に生息する魚類の一部には、産卵期に通常の生活圏から周辺環境に移動し産卵を行う種 (以下、魚類) がいることが知られている。これらの種は産卵期の小中出水をきっかけに本流と一時的水域 (以下、TWAとする) の間に形成された流路 (以下、出水時流路) を利用しTWA

へ移動し産卵をすることが知られている。これらの魚種には、本流とTWAが接続すること、TWA内に産卵に適した環境があることが再生産する上で極めて重要であるとされている³⁾⁴⁾⁵⁾。既往研究が指摘する現象は、河川生態系の保全、場の多様性の保全を考える上で重要な示唆を与えている。

これら知見を河川改修事業に反映するには、既往研究の知見に加え水理学・河川工学的な分析が必要となる。つまり、魚類の産卵行動に関する知見を水理学的な分析 (出水による接続頻度、出水時流路及びTWA周辺の流速、水深等) と関係づけて再理解し河川計画に生かしていく必要がある。

このような背景から、本研究では信濃川水系千曲川でTWAが産卵場として利用される実態をギンブナ (*Carassius auratus langsdorfii*) を指標種に現地調査を通じ評価すると同時に、出水時の本流との接続頻度、

出水時の接続状態等を水理計算結果で詳細に再現し産卵行動との関係性を評価する。その後、TWAが産卵場として機能するために必要な物理条件を抽出し、TWAに産卵場としての機能を期待する場合に物理条件としてどのような点に配慮する必要があるかを提言することを目的とする。なお本論文で「産卵場」という場合にはギンブナが産卵場所として利用する場所を指すものとする。

2. 研究の方法

(1) 調査地の概要

調査は2005年5月から2005年8月に信濃川水系千曲川で行った。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2475m）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，調査地とする）で行った。調査地の河床は、主に礫で構成され河床波形態は複列砂州である。調査対象としたTWAは、ギンブナの移動、本流との接続頻度が異なる左岸高水敷上のTWA4箇所と右岸河岸沿いの1箇所とした。左岸側のTWAは高水敷の内部にあるTWA(TWA1)，左岸砂州上にあるTWA2, 3, 4, 右岸河岸沿いのTWA5とした（図-1）。但し、TWA3は伏流水により小規模な流路でTWA4と接続していた。景観的にみて本調査地点ではTWA1～3はタマリ、TWA4, 5はワンドと分類できる。



TWA	平水時の接続	周囲長(m)
1	接続なし	247.13
2	接続なし	145.29
3	接続なし	108.54
4	接続あり	536.42
5	接続あり	113.19

TWA	面積(m ²)	最大水深(m)
1	650.02	1.2
2	493.16	0.7
3	474.51	0.7
4	6956.62	1.2
5	270.07	0.6

図-1 調査地の概要

千曲川流域では2004年12月から2005年6月末まで、流量変化が少なく小規模な出水も確認されなかった。調査地でも2005年に入ってから6月30日に初めて小規模な出水を記録し、7月4日にはじめて調査地内で流量380m³/s程度の流量が確認された。調査地内の流量推定方法は後述する。

調査地では本流とTWAでウグイ、オイカワ、ギンブナ、アブラハヤ、ニゴイ、モツゴを主とする10科24種の魚類が確認された⁶⁾。本流ではウグイ、オイカワが優占し、TWAではアブラハヤ、ギンブナ、トウヨシノボリ、ド

ジョウ、ニゴイが本流よりも多くの生息が確認された。ギンブナは本流、TWAともに生息が多数確認されている。(2)現地調査の方法

TWAの本流との接続状態、産卵基質である水際植生の状況、及びTWA内の魚類群集、特に各魚種の稚魚・仔魚の生育状況を把握する目的でTWA 1～5内の出水痕跡の確認、魚類採捕調査を行った。調査日時を表 1に示す。

表-1 調査日時と調査概要。

TWA	5月27日	6月29日	7月27日	8月4日
1				
2				
3				
4				
5				

: 調査実施
- : 出水のため調査実施せず

TWAと本流の接続状態はTWA内部及び周辺部の出水痕跡、現地状況等を確認し本流との接続の有無を確認した。魚類採捕は各TWA内部をエレクトリックフィッシャー（スミスルート社製、Model LR-24, 出力電圧500V～900V, 出力電流最大40A, 10分間）による採捕を行った。また、各TWA内を調査員2人、タモ網（目合3mm）で15分採捕調査を行った。両手法ともTWA内で捕獲圧が均一になるように留意し採捕した。各調査日時の捕獲圧を上記の条件で統一した。採捕した魚類は持ち帰り体長、湿重量を実験室内で計測し集計した。

(3) データ解析

a) 成長曲線の作成及び成長曲線を用いた産卵時期の推定

TWAに生息する魚類群集の内、ギンブナの産卵時期を推定するために既往研究⁷⁾からギンブナの成長曲線（ギンブナの体長と産卵からの日数の関係、以下、成長曲線）を作成した。ギンブナの産卵行動は概ね4月上旬⁷⁾からとされている。調査期間を考慮すると4月上旬に産卵した場合、最大で産卵から約120日間成長期間があることを考慮し、産卵から120日目の体長以下の個体を抽出し作成した成長曲線をもとに産卵時期を推定した。

b) 流量観測所水位データと調査地の流量の水位 流量曲線の作成と流量発生頻度の算定

調査地の流量を算定するため、最寄の流量観測所である生田流量観測所の水位データ(h)から調査地の流量(Q´)のh-Q´曲線を以下の手順で作成した。2000年～2003年までの生田流量観測所のh-Q（但しQは生田流量観測所の流量）曲線を作成した。GISにより生田流量観測所と調査地の流域面積を算出し流域面積比を算出した。生田流量観測所のQに流域面積比を乗じ調査地の流量Q´としh-Q´曲線を作成した。その後、土木研究所が開発した分布型流出モデルのWEPモデル⁸⁾により、鼠橋地区の流量を算出しその妥当性を検証し良好な結果を得たため得たh-Q´曲線を利用した。h-Q´曲線作成後、

2005年1月1日から8月4日までの流量の発生頻度を集計し後述する水理計算結果を合わせ本流との接続頻度を算出した。

c)水理計算によるTWAの接続頻度，接続時の水理状況の推定

調査地の出水時の流況再現，本流とTWAの接続状態再現及び接続頻度の算定，出水時のTWA及び冠水域の流速を算定する目的で調査地内の水理計算を行った。平水時から出水時までの幅広い流量を条件として計算を行うことから，一般座標系の使用が可能で，水際部の境界条件の自由度が高く一般座標系を用いた平面2次元流解析プログラム⁹⁾を用いて定常計算を行った。

河床形状データは調査地のレーザープロファイラによる測量成果，水域内の河床高現地測量データを基に内挿し流下・横断方向ともに6mピッチの河床高データを整備した。流量データは，以下の条件を設定した。上流端流量データは，調査地周辺の流量観測データがないため定常流量（ $Q=40 \text{ m}^3/\text{s}, 50 \text{ m}^3/\text{s}$ ，以降 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 刻みで $400 \text{ m}^3/\text{s}$ まで）の流量を与えて計算した。調査地の平均流量は約 $15 \text{ m}^3/\text{s}$ で $40 \text{ m}^3/\text{s}$ は平水よりも0.5m程度水位が上昇した状態である。下流端水位データの整備に関しては，上流端から与える流量に対応してManning式による等流水深を下流端水位として設定した。初期水位データの整備は，各計算横断面においてManning式による等流水深を初期水位条件として設定した。等流公式におけるエネルギー勾配 I_e は，対象横断面の上下流断面（流下方向に $\pm 6\text{m}$ ）の最深河床勾配とした。逆勾配が生じている区間では，計算区間全体の最深河床勾配である $1/227$ を与えた。Manningの粗度係数 n （以下， n ）については，一般的な河床粗度として良く使用される数値である $n=0.032$ とした。計算時間ステップ t は， $t=0.1[\text{sec}]$ を基本とし，数値振動が発生する場合は $t=0.05[\text{sec}]$ とした。水理計算の妥当性は，7月27日の現地調査時に $40 \sim 50\text{m}^3/\text{s}$ の出水状態を現地観測した。現地観測の結果，冠水域は水理計算結果と良好に合致し，水理計算結果は冠水域，冠水状態を良好に再現していると考えられた。

上記の条件で算出した水理計算結果をGIS（ESRI社，ArcGIS Ver.9）を用いて図化し空間分析ツール（ESRI社，Spatial Analyst）を用いて10mグリッドの流速，水深を算出し本流と一時的水域の接続時，水理状態を分析した。同時に各TWAの位置もGIS上に図化しTWAが出水時の水域に完全に水没した状態を本流との接続状態とし流量発生頻度と合わせ本流とTWAの接続頻度を算出した。また，TWA内の出水時の平均流速を算定する目的で水理計算結果をGISで集計し，出水流量とTWA内の平均流速の相関図をTWAごとに作成した。

3. 結果

(1)魚類現地調査の結果

魚類調査により，オイカワ319匹，ニゴイ 67匹を含む合計679匹の稚魚・仔魚が確認された。ギンブナは鯉耙が41～57を判読でき正確な同定が出来る29匹のみを解析に使用した。ギンブナと類似する魚類は，解析に使用したものを除き29匹確認できた。

表 2にギンブナの採捕個体数を示す。ギンブナの捕獲結果は，TWA1，TWA 2～4，TWA5で異なった。TWA1では調査期間中ギンブナは採捕されなかった。TWA 2～4では7月27日から採捕された。TWA 5では5月27日に調査からギンブナが捕獲された。

表-2 ギンブナの採捕結果

TWA	5月27日		6月29日		7月27日		8月4日	
	A	B	A	B	A	B	A	B
TWA1								
TWA2					3		11	
TWA3					3	1		
TWA4					1	2		
TWA5	1		1				3	3

A: 孵化後1年未満
B: 孵化後1年以上

図 2に既往研究から作成した成長曲線⁷⁾，表 3にギンブナ個体の産卵時期を示す。TWA2で捕獲された個体は産卵後30日～45日程度，産卵後32日程度の魚類が最も多かった。産卵時期の推定では2005年7月1日前後と推定された。TWA3で捕獲された個体は産卵後32日から45日程度の体長の個体，産卵時期の推定では2005年6月15日前後と推定された。TWA4，5では産卵後1年後及び産卵後30～40日程度の個体が確認された。産卵後30～40日程度の個体では産卵時期の推定では2005年6月15日前後と推定された。

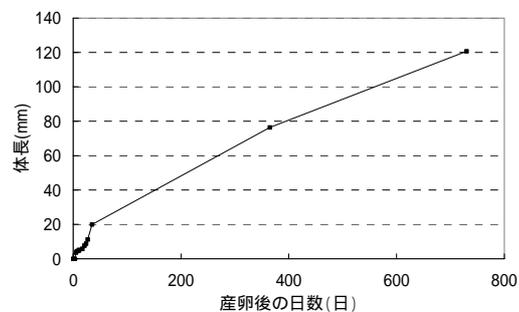


図-2 ギンブナの成長曲線

表-3 各TWAにおけるギンブナの推定産卵時期

TWA	体長(mm)	個体数	産卵推定時期	採捕日
2	16	1	2005/7/7	2005/8/4
	17	3	2005/7/6	2005/8/4
	19	1	2005/6/25	2005/7/27
	19	3	2005/7/3	2005/8/4
	24	2	2005/6/30	2005/8/4
	25	1	2005/7/1	2005/7/27
	27	1	2005/7/1	2005/7/27
	28	1	2005/6/18	2005/8/4
	29	1	2005/6/17	2005/8/4
3	27	1	2005/6/23	2005/7/27
	28	1	2005/6/10	2005/7/27
	33	1	2005/6/5	2005/7/27
4	35	1	2005/6/22	2005/8/4
5	32	2	2005/6/15	2005/8/4
	33	1	2005/6/14	2005/8/4

(2) 水理計算による一時的水域の冠水状態及び接続頻度の算定結果

図 3に各出水流量における調査地の冠水状態のうち明瞭な変化を示した出水流量である $Q = 40, 200, 350 \text{ m}^3/\text{s}$ の冠水状態を示す。 $Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$ ではTWA3が本流と出水により接続した。左岸高水敷の低地が冠水し本流から水がせき上げにより流入する出水時流路でTWA3付近が接続した。高水敷の冠水域内にTWA3が完全に沈み冠水域の入り江の一部となった。 $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ では流量の増加と共に出水時流路・冠水域が更に拡大しTWA2が接続した。一方、 $Q = 350 \text{ m}^3/\text{s}$ では冠水状態に大きな変化が見られる。左岸高水敷の砂州上流から本流の流れが越流し大規模な冠水域が生じ水深も1m以上の部分が増加した。その結果、TWA3, 4は冠水域の中央に水没した。一方、TWA2は小規模な出水時流路の一部として出水時流路の河岸部に水没した形になった。水理計算結果から、 $Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$ でTWA3が、 $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ でTWA2が本流と接続し、TWA1は $Q = 450 \text{ m}^3/\text{s}$ の流量では本流と接続しなかったと考えられた。

(3) 水理計算による一時的水域の接続時の水理状況の算定結果

図 4に $Q = 40, 200, 350 \text{ m}^3/\text{s}$ の冠水状態における調査地内の流速分布を示す。 $Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$ では冠水域及び出水時流路内では流速は約 0.25 m/s 以下と遅くほぼ止水域に近い状態であった。同様にTWA3周辺でも流速は遅かった。 $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ でも冠出水時の流路内、TWA3周辺での流速は約 0.5 m/s 以下と遅いが、 $Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$ と比較して冠水域の面積が拡大し冠水域内に流速が 0.5 m/s 以上の箇所が増加した。

$Q = 350 \text{ m}^3/\text{s}$ では冠水域内の流速は更に増加しTWA3, 4の周辺では流速が約 1 m/s 程度の流速域が増加した。

図 5に出水流量とTWA内の平均流速の相関図を示す。TWAごとに異なる変化を示した。TWA4, 5は $Q = 150 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上では急速にTWA内の平均流速が増加し $Q = 350 \text{ m}^3/\text{s}$ では約 0.8 m/s 以上であった。TWA2, 3はTWA4, 5程顕著な流速の増加がなかった。流速の増加がみられたTWA2でも $Q = 400 \text{ m}^3/\text{s}$ でないと約 0.2 m/s であった。

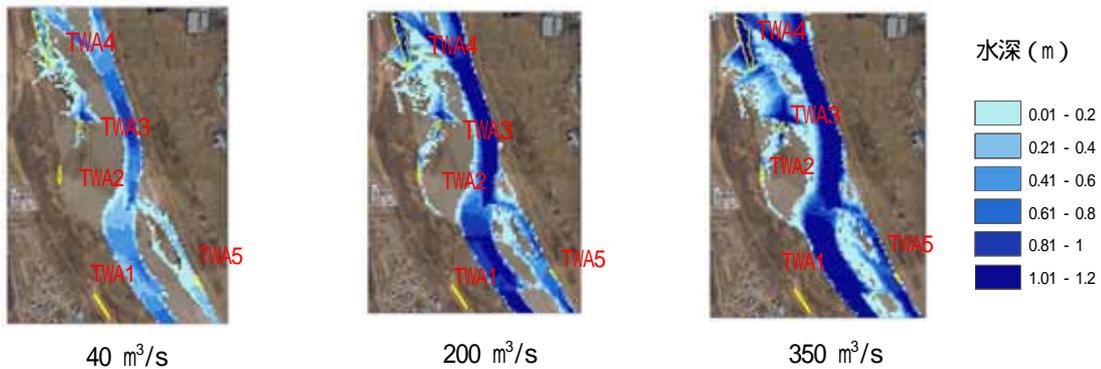


図-3 調査地の冠水状態

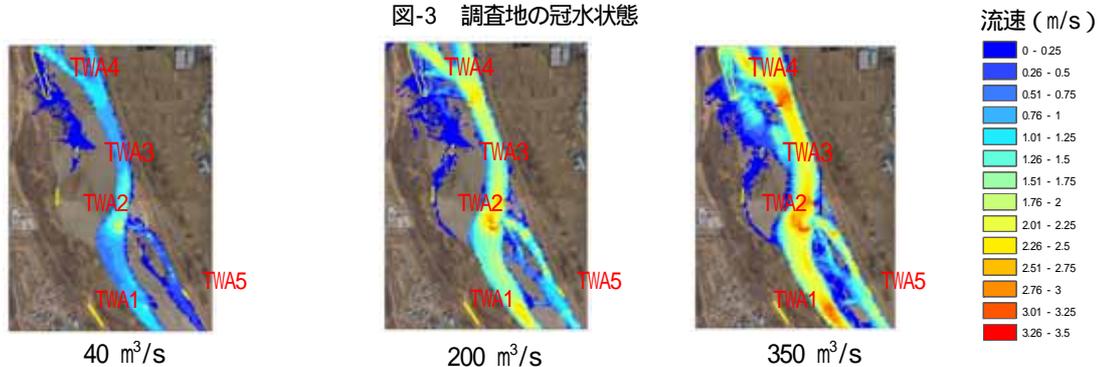


図-4 調査地の流速分布

次に、表 4に調査地の流量の算定結果から $Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$ 及び $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の回数及びTWA1～5の接続回数及び2005年に初めて本流と接続したと推定される日時を示す。TWA3はTWA2に対し本流と出水時より頻繁に接続していたと考えられた。

表-4 各TWAにおける接続頻度及び初回の接続日時

TWA	Q	接続回数	産卵期初接続
1	1500	0	-
2	200	4	2005/7/4
3	40	30	2005/6/29
4		本流と常時接続	
5		本流と常時接続	

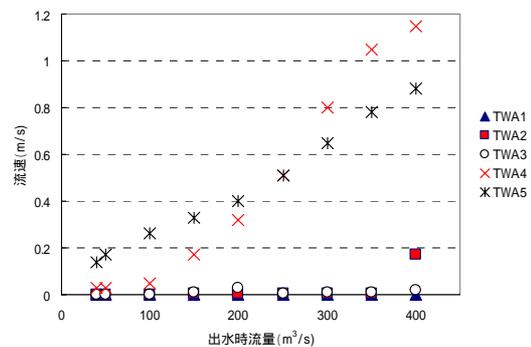


図 5 出水流量とTWA内の平均流速の相関図

TWA2は200 m³/s以上でも顕著な流速の増加はなく約0.6m/sであった。

4. 考察

(1) TWAがギンブナの産卵場として機能するための本流との接続の重要性

ギンブナの稚魚・仔魚確認はTWAごとに異なる変化を示し、本流との接続があるTWAの方がギンブナの稚魚・仔魚の確認数が多かった。このことはTWAの接続回数が産卵場として機能するための重要な条件であることを示し既往研究の結果と一致している。特に顕著な例はTWA 1, 2, 4, 5である。TWA1では調査期間中には一度も本流との接続がなくギンブナの稚魚・仔魚の確認はなかった。TWA2では、本流と初めて接続のあった7月4日の出水以降ギンブナの稚魚・仔魚の確認が見られる。TWA2では接続前、ギンブナの産卵能力のある個体（以下、親個体）の確認もなくTWA内に生息したギンブナが産卵したとは考えづらく、7月4日の出水に乗りギンブナの親個体が移動しTWA2内部で産卵したと考えることができる。一方、本流と常時接続するTWA5ではギンブナは5月27日の調査から親個体、稚魚・仔魚のいずれかが継続的に確認されている。TWA4でも他のTWAでは採捕されることが少ない親個体が2個体捕獲されている。TWA4とTWA5の採捕結果の違いは、TWA4は隣接する空間が流速の早い瀬であるのに対し、TWA5周辺には低流速で水深が深いギンブナが選好しそうな空間多いためと考えられる。ギンブナの親個体がTWA5周辺に多く生息しアクセスしやすいため多くのギンブナの稚魚・仔魚が確認されたと考えられる。

TWA4, 5は本流から常時簡易に移動できるためTWA2, 3のように出水による接続を待たず小規模な出水を契機にTWAへアクセスし産卵できるため継続的な個体の確認があったと考えられる。出水による一時的水域への移動・産卵は、ギンブナの産卵特性として広く知られている。調査地でも、1999年～2002年までの調査でも5月～6月ギンブナがTWAへ移動し捕獲に用いた漁具や水草等の浮遊物に産卵する状況が確認されている（未発表）。つまり、ギンブナは産卵期の出水時にTWAに移動し産卵を行っているため本流とTWAの接続頻度が重要な物理環境要因となってくると考えられる。

成長曲線から推定した産卵時期と本流とTWAの接続時期の整合性が上記の説を更に強く支持する。特に顕著な整合性を示すのが、TWA2の稚魚・仔魚の産卵時期と接続時期の関係である。TWA2で確認された稚魚・仔魚の産卵時期は成長曲線から7月4日前後で、TWA2が初めて本流と接続するのが7月4日であるため概ね一致し7月4日の出水時本流からギンブナが移動しTWA2を産卵場所として利用したことを示す結果となっている（図 2, 表 3）。

このように図 2, 表 3の結果は、TWAが産卵場とし

て機能するためには出水による本流との接続が重要な条件であるという仮説を支持している。一時的水域の産卵場の機能を保全・復元しようとする場合一時的水域への接続頻度の設定が重要な条件になる可能性を示唆した結果となっている。

(2) TWAがギンブナの産卵場として機能するための接続時の流速、水深の重要性

ギンブナの産卵行動に影響を与える物理環境としては、接続頻度だけでなく接続時の水理特性も重要な要素であると考えられる。本流とTWAの接続だけがギンブナの産卵行動に影響を与えると考えると7月4日の出水後TWA4でも稚魚・仔魚の確認個体数が増えると考えられる。しかし、TWA4では稚魚・仔魚の確認は1匹と少ないのに対しTWA2の稚魚・仔魚の確認個体数の方がTWA4よりも多くなっている。これは、本流とTWA接続時の水理条件がTWA2がTWA4よりも適していたためと考えられる。TWA2が接続する流量（ $Q=200$ m³/s以上）の場合、TWA3, 4周辺は流速が速く親個体は十分に定位することができないと考えられる。既往研究では、体長の2～3倍の流速までが魚類が安定して定位できるとされている¹⁰。調査地での魚類採捕データではギンブナの体長の最大は約150mm程度で流速では0.3m/s～0.45m/s程度までしか安定して定位することが出来ない。つまりTWA3, 4周辺ではギンブナの親個体は安定して産卵することが出来ない状態に近いと考えられる。また、出水時の水位増加量もギンブナ親個体の産卵行動に影響を与えると考えられる。TWA2が接続する流量（ $Q=200$ m³/s以上）の場合、TWA3, 4周辺は広大な冠水域になり、TWA3, 4は完全に水没し平水時の水面よりも出水時の水面は高くなると考えられる。ギンブナは産卵行動時の水面にある水草に産卵することが知られている¹¹。 $Q=200$ m³/s以上の接続状態の場合、平水時TWA3, 4の水際部に生育した産卵基質である水草を見つけ産卵することが難しい状態にあったと考えられる。一方、TWA2の周辺は出水による水位上昇がTWA3, 4と比較して少なく、流路幅が狭い出水時流路が形成され出水時流路の周縁部にTWA2が取り込まれるため、ギンブナの親個体は出水時流路の河岸部にTWA2の植生を見つけることが可能であったと考えられる。

このように図 4, 5の結果は、TWAが産卵場として機能するためには出水による本流との接続が重要な条件であると同時に接続時のTWA周辺の流速、水深が産卵場として適切な条件を維持している必要があることを示唆している。一時的水域の産卵場の機能を保全・復元しようとする場合一時的水域への接続頻度の設定に加え冠水時の流況の設定（流速、水深分布）が重要な要素になる可能性を示唆した結果となっている。

(3) TWAが産卵場として機能するための流量変動への対応の必要性

(2), (3)の結果からTWAが魚類の産卵場として機能するためには、魚類の産卵期に本流とTWAが接続するこ

と、本流とTWAが接続時、TWA内及び周辺冠水域の流速が親個体が安定して定位できる流速条件であること、TWAが著しく冠水域に水没せず、TWA内部の水草等の産卵其質が見つけやすいこと等の条件が必要であることがわかる(以下、この3条件を産卵場条件とする)。TWAが産卵場条件を満たすためには、出水時、TWAの位置が冠水域の上流端(図4では $Q=200\text{m}^3/\text{s}$)もしくは周縁部(図4では $Q=350\text{m}^3/\text{s}$)であることが最適である。

しかし、河川流量は確率的に変動し魚類が産卵期に入る4月~7月には様々な流量規模の出水が生じると考えられる。調査地では概ね $40\sim 600\text{m}^3/\text{s}$ 程度の小中規模出水が生じ様々な冠水状態が生じる。どの流量の冠水状態でも産卵場条件を満たすような場所にTWAが位置していると魚類の産卵場としての機能が低いと考えられる。

上記のような観点でみると調査地のTWA2~4は産卵場条件への対応という点で有利な配置形態になっている。TWA2~4は、ワンド・タマリ列の配置形態を持ちTWA4, 3, 2の順に本流との比高差が高くなり比高差の多様性がある。小規模な出水($40\text{m}^3/\text{s}\sim 100\text{m}^3/\text{s}$ 程度)ではTWA4, 3周辺が、中規模出水($200\text{m}^3/\text{s}$)以上ではTWA2周辺が産卵場の機能を担保し産卵期を通じて魚類が産卵するための物理条件の冗長性を担保していると考えられる。

激しく変動する河道内微地形の内部に人為的にワンド・タマリ列のような環境を作るとは物理環境の持続性を考えた場合困難な点が多い。ワンド・タマリ列の成立は、出水時に形成される2次流路の水位低下後の地形であると考えられる。つまり、治水許される範囲で低水路が変化し、出水時に2次流路が生じるような河川計画が結果としてタマリ列のような環境を持続的に維持することを可能とし魚類にとっての産卵場機能の提供を継続させることができると考えられる。

5. 今後の課題

本研究では、一時的水域(TWA)の産卵場としての機能検証とその成立要因を概括できた。しかし、産卵期の調査が2005年だけと短期間である。ギンブナの場合、出水が産卵に重要な役割を果たすため各年の出水の発生特性により産卵行動が変化することが考えられるため、複数年同様の調査を行い評価を行う必要がある。

本研究ではギンブナの稚魚・仔魚の個体群動態と水理計算を用いた出水時の冠水状態の推定を組み合わせ産卵場の成立要因を分析した。しかし、ギンブナの親個体の行動観察、魚卵の産卵状態、冠水した場所の植生の有無とその種、その面積、孵化後の稚仔魚の本川への脱出の可能性等検討すべき事項は多く継続的な研究を行う必要がある。

6. 結論

(1)信濃川水系千曲川で一時的水域(TWA)の産卵場とし

ての機能検証及びその物理条件をギンブナを指標種として検証した。その結果、出水により本流とTWAが接続することがTWAが産卵場として機能するために重要な物理条件であることを魚類調査結果、ギンブナ成長曲線による成長時期の算定、水理計算結果による接続時期及び冠水状況の算定を通して定量的に評価した。

(2)本流とTWAが接続以外に、出水時の本流とTWA間の接続状況(TWA内の流速、TWA周辺部の水没状況等)がTWAの産卵場の機能に影響を与える物理条件であることが示唆された。

謝辞:国土交通省北陸地方整備局千曲川河川事務所の職員及び更埴漁業共同組合の組合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。また、データ解析を進めるにあたり大日コンサルタント(株)環境・水工部原田守啓氏には水理計算で、(株)建設環境研究所自然環境一部山下慎吾氏には魚類生態に関して有益なご助言をいただいた。(株)復建調査設計の竹下邦明氏には現地調査において、(株)環境研究センターの一宮孝博氏にはデータ計測において多大なご尽力をいただいた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1)辻本哲郎・田代喬・伊藤壮志:生活圏の連結性に着目した魚類生息環境評価法の提案と河道内微地形の役割評価,河川技術に関する論文集,Vol.6,pp167-172,2000
- 2)楊継東・関根雅彦・浮田正夫・今井剛:行動モードを考慮した魚の選好性に関する実験的研究,土木学会論文集,No636/-13,pp35-45,1999
- 3)紀平肇:淀川・楠葉ワンド群の干し上げとその再生,淡水魚保護,pp63-66,1989
- 4)(財)河川環境管理財団大阪研究所:わんどの機能と保全・創造~豊かな河川環境を目指して~,pp99-103,1999
- 5)LAWRENCE C HALYK and EUGENE K.BALON:Structure and ecological production of the fish taxocene of a small floodplain system,Canadian Journal of Zoology Vol.61,pp2446-2464,1983
- 6)傳田正利・山下慎吾・尾澤卓思・島谷幸宏:ワンドと魚類群集~ワンドの魚類群集を特徴づける現象の考察~,日本生態学会誌No.52,pp287-294,2004
- 7)中村守純:日本のコイ科魚類(日本産コイ科魚類の生活史に関する研究),財団法人資源科学研究所,pp271-274,1969
- 8)都市河川流域の水循環解析と雨水浸透施設の効果の評価:賈仰文,倪广恒,河原能久,末次忠司,水工学論文集第44巻,pp151-156,2000年
- 9)土木学会水理委員会編:水理公式集,河川編,丸善,1999
- 10)玉井信行・水野信彦・中村俊六:河川生態環境工学 魚類生態と河川計画,東京大学出版会,pp190-192,1993
- 11)川那部浩哉・水野信彦:日本の淡水魚,山と溪谷社,pp352-353,1982

(2005.9.30受付)