

## 河川に降下したナマズ稚魚の移動分散と生息場所の解明

森 晃

栃木県

### ①研究の背景

一時的水域とは 1 年のうち、ある時期に冠水することで形成される水域を指し、水田、小溝、排水路、および河川のワンド等が含まれる。ナマズ (*Silurus asotus*) といった淡水魚類は通水後速やかに恒久的水域（一年中水の存在する水域）である河川から侵入し、水田や水路において卵をばらまいたり、水草に産み付ける（片野ら, 1988; 斉藤ら, 1988）。斉藤ら（1988）はナマズを含めた多くの魚種が卵を広範囲にばらまくように産卵する理由として、水深が浅く、高温になりやすく干やがりやすい一時的水域での危険を分散し、仔稚魚間の競争を減少させるためであると考察している。水田や水路において大型の捕食者は存在せず、卵は親の保護を受けることなく孵化し、自然発生した動植物プランクトンを補食し成長する（Katano・Matsuzaki, 2012）。この水田水域における淡水魚類の繁殖を保証していたのは、水路－水田、河川、水路間の落差のない連続性であると考えられている（前畑, 2008）。

ナマズは沖縄地方を除く日本全土に分布する純淡水魚である。生息域は温暖な地域の河川の中・下流域や湖沼である。近年、ナマズは圃場整備事業に伴う水田水域と河川間の移動障害により生息数を減少させており（田崎・金澤, 2001）、地域によっては絶滅危惧種に指定されていることから、早急に保全対策を講じる必要がある。

現在までにナマズの繁殖行動に着目した研究は複数存在する（例えば、片野ら, 1988 ; Maehata, 2002 ; 舟尾・沢田, 2013）。一方、仔稚魚期の成長については、本種の養殖技術開発のために飼育環境下において調べられているものの（梅沢ら, 1994）、野外環境における情報は少なかった。

筆者は栃木県宇都宮市の水田水域において 3 年間ナマズ的生活史の解明を目的とした調査を実施している。1 つはナマズの成魚の河川における行動生態解明を目的としたバイオテレメトリーを用いた追跡調査である。これにより、成魚の活動性の季節変化、選好する環境が徐々に明らかになってきている（森ら, 2013）。2 つめは繁殖水路における稚魚の初期生活史解明を目的とした調査である。これにより、5 月初旬に孵化した稚魚は 7 月中旬には全長 150mm に成長し、河川に降下することがわかっている（森ら, 2014）。しかし、河川に降下した後の稚魚の生態は定かではない。稚魚の生息条件を把握することは個体群の保全に必要である。

PIT タグは近年開発された標識の 1 種で、多くの小河川の小型魚を対象として、移動性や生息地利用の解明に寄与している（Teixeira・Cortes, 2007 ; Kano et al. 2013）。このことから、ナマズの稚魚に PIT タグを適用することで、様々な行動生態学的情報を収集することができると考えられる。

そこで本研究では稚魚に PIT タグを装着し継続的に追跡することにより、河川における移動分散の範囲や生息条件を定量的に把握する。また、この知見をもとに稚魚の生息に適

した河川環境整備，管理の指針を提示する。

平成 25 年度の予備実験によって，PIT タグの装着がナマズの稚魚におよぼす影響（成長，生存）を室内環境において定量的に把握した．その結果，ナマズの稚魚に対して PIT タグ装着は可能であることが明らかになり，野外での追跡調査を実施することができると考えられた．なお，成魚の定義は田崎・金澤（2001）を参考に雌雄ともに標準体長 200mm 以上の個体とし，200mm 以下の個体を稚魚（当歳魚）とした．

## ②研究の方法

### 調査地の概要

研究対象地は，栃木県宇都宮市西鬼怒川地区の水田地帯を流れる谷川および谷川に接続する小排水路（延長約 560m）とした（図 1）．

#### 谷川（恒久的水域）

谷川は湧水と西鬼怒川からの取水を主な水源とする全長 2.8km の農業用小河川で，通年通水される恒久的水域である（高橋ら，2009）．1996 年度から 2001 年度まで実施された圃場整備によって谷川周辺の水田排水路は整理統合，用排分離等の改修が加えられた．圃場整備以前の谷川は水田内を網目状に流れる多数の水田排水路と落差なく接続していた（藤咲ら，1999）．これらの水路は水田とも落差なく接続し，フナ類やドジョウといった魚種の生活史を保障する上で重要な役割を果たしていたと考えられた（藤咲ら，1999）．この圃場整備事業と併行し 1997 年度から 2004 年度に県営農村自然環境整備事業が導入された．これにより，上流区間 0.7km の自然河道および河畔林の現状存置，中流河道付け替え区間に近自然化工法（井桁護岸，フトン籠等）の設置といった環境配慮対策が施された（高橋ら，2009）．

かつて谷川に生息していたナマズは地域住民に自家消費されるほど豊富であった（加藤ら，1999）．その後，圃場整備事業に伴う環境変化の影響により，1996 年にナマズの生息が確認できない状態となった（加藤ら，1999）．しかし農村自然環境整備事業の導入後，西鬼怒川地区の魚類相は徐々に回復しており（藤咲ら，2003），ナマズも近年存在が再確認されている（守山ら，2006）．

#### 小排水路（一時的水域）

調査対象の小排水路の大部分はコンクリート構造（ベンチフリューム）であるが，底面には湧水による浮き上がりを防ぐため，45cm 間隔で隙間（40cm×25cm）があり，底泥が露出している．水路内には沈水植物が生育し，シャジクモ *Chara braunii* が優占する．灌漑期のみ通水する一時的水域であり，水田排水部はパイプ化し，水路底から約 60cm の落差が生じているため，小排水路から水田への魚類の遡上は不可能である．また，農作業の必要上各水田の排水量は大きく変化し，灌漑期中でも水路の一部で水枯れが起こったことを確認している．小排水路はヒューム管（直径 1m）によって谷川と落差なく接続し，魚類の移出入が可能なのはこの接続部だけである．

水路内の 4 箇所には落差工が存在している（以降，これらの落差工は下流から第 1 落差と呼ぶ）．2011 年 7 月に魚類の移動障害を解消するために第 1 落差に延長 150cm，幅 20cm のポリエチレン製コルゲート管を水路魚道として設置した（以下，魚道）．ナマズは降雨に

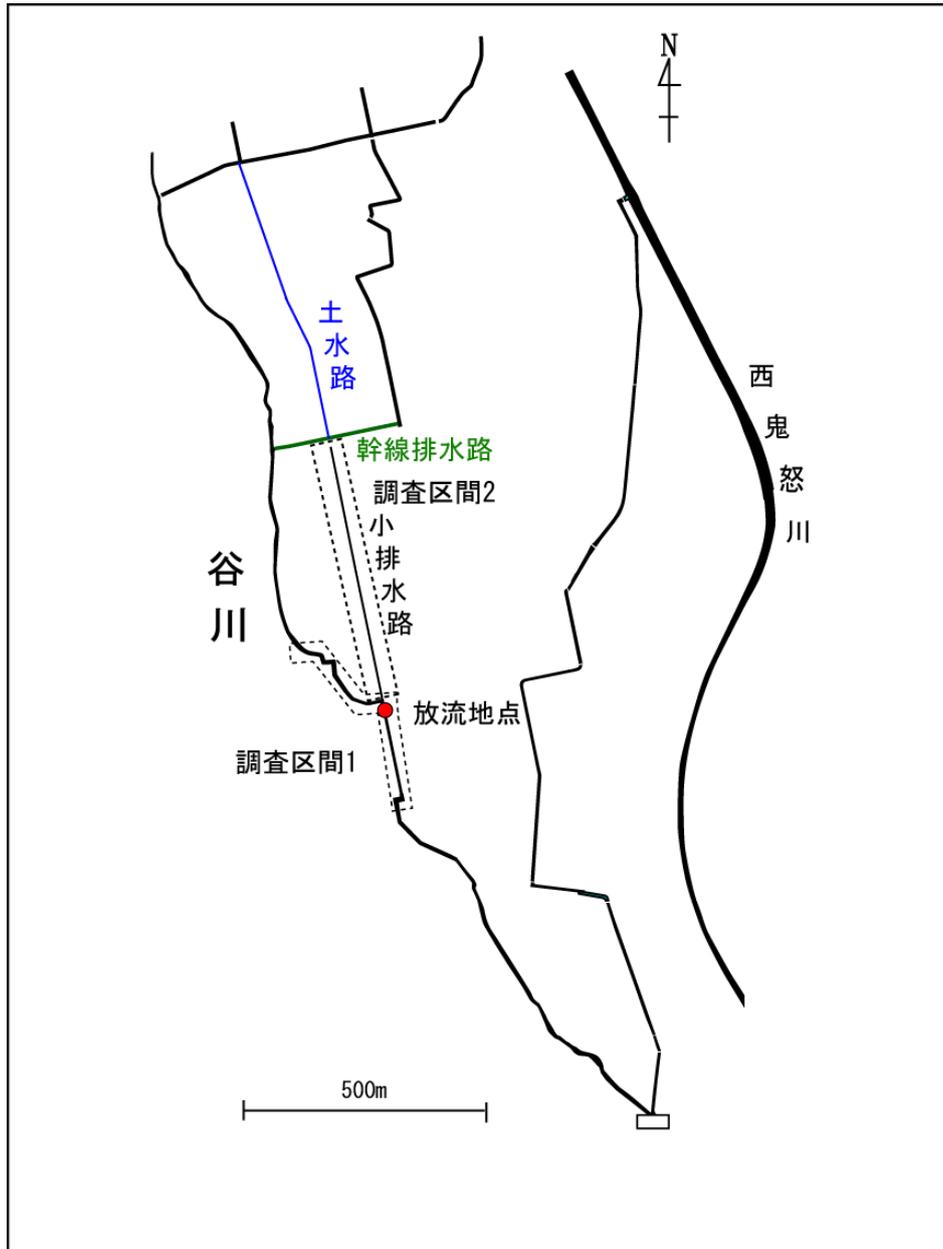


図1 調査対象地および調査区間

よる水量増加による魚道や落差の移動障害が解消されることで、上流域まで遡上し産卵することがわかっている (森、, 2014)。

ナマズの採捕とタグの装着: PIT タグとは小型のマイクロチップとコイルが内包された標識の 1 種である。使用する PIT タグの質量は約 0.1g, 長さ 12mm である (Biomark, HPT12)。これを供試魚の腹腔内に装着し, 専用の読み取り機 (Biomark, HPR-Plus Reader) とアンテナを使って固有の識別番号を読みとる。2014 年 8 月 25 日から 9 月 3 日にかけて谷川および小排水路内で電気ショッカーやタモ網を用いてナマズの稚魚および成魚合計 22 個体を採捕した (表 1)。採捕したナマズは麻酔を導入し, 体重と体長をそれぞれ, 0.1g と 1mm 単位で測定した。その後, PIT タグを装着した。まず, 腹部を上に向けた状態で, 肛門から約 2cm の表皮に注射針を挿入し, 針を持ち上げハサミを用いて腹部に小さな切れ込みをいれた。続けて, 錐を使って切り込みから腹膜を貫通し, 消毒したタグをやさしく腹腔内に挿入した (図 2)。すべての装着個体は谷川中流部 (36°38'50.51"N, 139°55'57.12") において放流した。

表 1 各装着個体の情報

タグID	重量(g)	全長(mm)	採捕日	成長段階
C8E	10	98	8月25日	稚魚
C5F	20	120	8月25日	稚魚
C84	15	114	8月25日	稚魚
C77	14	104	8月25日	稚魚
C69	14	106	8月25日	稚魚
C70	12	103	8月25日	稚魚
C6C	50	174	8月26日	稚魚
CA5	620	474	8月26日	成魚
CA2	11	107	9月1日	稚魚
DD9	17	132	9月1日	稚魚
C67	242	327	9月1日	成魚
C88	47	176	9月1日	稚魚
C5E	303	332	9月2日	成魚
DCA	570	430	9月2日	成魚
CB4	280	348	9月2日	成魚
C7A	574	422	9月2日	成魚
C99	198	136	9月3日	稚魚
C57	184	199	9月3日	稚魚
C68	25	155	9月3日	稚魚
DED	58	193	9月3日	稚魚
DA0	146	272	9月3日	成魚

装着個体の追跡：調査者が携行した防水性のアンテナを使い，対岸から対岸へとジグザグに遡行することで，放流した装着個体の分布を調べた（山下ら，2010）．装着個体の存在が確認された地点の位置情報，その場所の代表的な環境要因を測定した．環境要因として水深，底質，植生カバーの種類を計測または記録した．調査は2014年9月1回（20日～22日，10月1回（26日～27日），12月1回（7日～8日），2015年4月2回（12日～13日，25日～26日），5月2回（15日～16日，29日～30日），6月1回（28日～29日）の計8回実施した．調査は放流地点周辺（区間1，約500m），ナマズの繁殖場として利用される小排水路（区間2，約560m）の2区間で実施した．区間1は9月から6月に計8回，区間2は4月から6月に計5回調査した．



図2 稚魚に装着したPITタグ

ナマズの繁殖状況の把握：ナマズの繁殖状況を把握するために、タモ網を用い小排水路において卵および稚魚の採捕調査を実施した。調査は追跡調査と同時に行った。採捕された卵は計数し、その場に戻した。稚魚は実験室に持ち帰り、全長および体重を測定し、翌日小排水路に放流した。調査区間は小排水路の落差工の存在地点で分け、合計 5 区間設定し、採捕した卵や稚魚は区間ごとに集計した。

### ③研究の結果

#### ナマズの移動

追跡調査から得られた各個体の移動距離を表 2 に示した。PIT タグを装着したナマズ 22 個体のうち、12 個体（成魚 3 個体、稚魚 9 個体）について位置および環境情報を 24 点収集することができた。

2014 年 9 月から 12 月には多くの個体が放流地点周辺に分布していた（表 2、図 3）。しかし、2015 年 4 月 12 日には C99 と DED、4 月 25 日には 0 個体、5 月 15 日には C99 のみと、発見された個体数は 2014 年に比べて減少した（表 2、図 4）。これらの個体は放流地点周辺の谷川に分布していた。5 月 29 日には C99 と C8E が発見された。C99 は 15 日の滞在場所の近くで発見された。C8E は放流地点から 42m 上流の小排水路内で確認され、繁殖移動したと考えられる。6 月 28 日は C6C と C8E が発見された。C6C は設定した調査区間の外であったものの、偶然発見された。C6C の滞在場所は幹線排水路と土水路の接続部、放流地点から 883m 離れた地点であり、装着個体の中で最も長距離移動した。

表 2 各装着個体の移動距離

ID	前回の滞在地点からの移動距離 (m)							合計移動距離 (m)	
	2014/9/22	2014/10/26	2014/12/6	2015/4/12	2015/4/25	2015/5/15	2015/5/29		2015/6/28
<b>C57</b>	-	116.6*	-	-	-	-	-	-	116.6
C5E	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
<b>C5F</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
C67	137.6*	-	-	-	-	-	-	-	137.6
<b>C68</b>	85.2*	-	-	-	-	-	-	-	85.2
<b>C69</b>	42.7*	10.7	0.9	-	-	-	-	-	54.3
<b>C6C</b>	-	-	-	-	-	-	-	883*	883.0
<b>C70</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
<b>C77</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
C7A	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
<b>C84</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
<b>C88</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
<b>C8E</b>	-	-	-	-	-	-	42.0*	1.3	43.3
<b>C99</b>	-	-	-	74.3*	-	1.1	12.5	-	87.9
<b>CA2</b>	78.7*	26.9	1.4	-	-	-	-	-	107.0
CA5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
CB4	10.8*	0.8	0.2	-	-	-	-	-	11.8
DA0	-	18.1*	-	-	-	-	-	-	18.1
DCA	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
<b>DD9</b>	6.5*	13.4	15.7	-	-	-	-	-	35.6
<b>DED</b>	22.0*	-	-	24.1	-	-	-	-	46.1

ID：太字は稚魚を示す。\*：放流地点からの移動距離を示す。

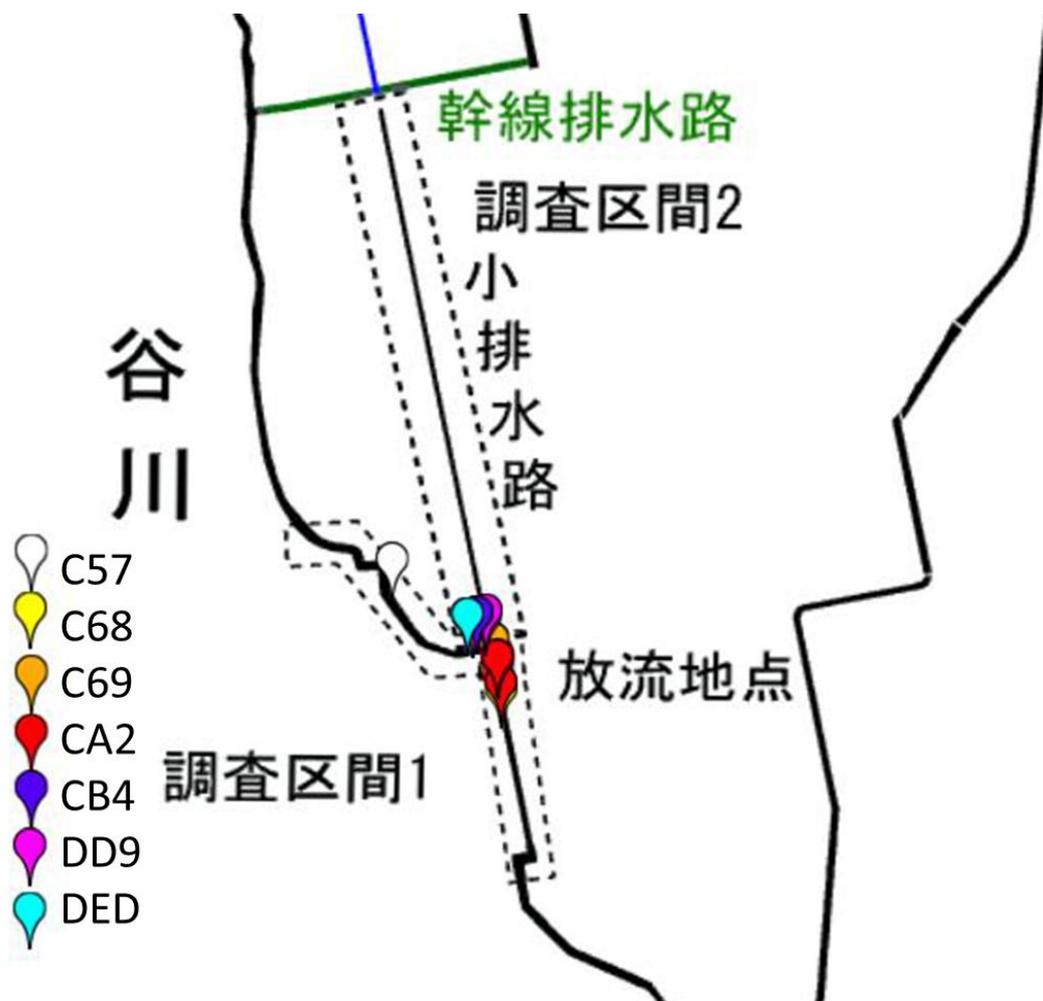


図3 2014年9月から12月の各装着個体の滞在位置



図4 2015年4月から6月の各装着個体の滞在位置

これまでに本調査地において、電波発信機を装着したナマズ成魚を追跡し、季節別の移動パターンや生息地選好性を把握したものの（森，2014），稚魚に関する行動生態学的情報は収集することができなかった．そこで、PIT タグを用いて稚魚を追跡したところ、14 個体中 9 個体について存在を確認することができ、繁殖移動した稚魚（C8E）も確認された．このように、体サイズの小さいナマズの稚魚を追跡する手法として PIT タグの有効性が示されたものの、課題もみられた．

既往の研究では、成魚は小排水路下流のある場所に長期間生息しており、繁殖のために小排水路に移動した後にも元の場所に回帰するという行動（生息地固執性）がみられた（森，2014）．もし、稚魚も同様の行動特性があるとするれば、長期間同じ場所に生息するので、装着個体の発見確率は高くなるはずである．しかし、2014 年 9 月から 12 月には放流地点周辺に多くの個体を確認したが、2015 年 4 月以降発見される個体は減少した（表 2）．河川におけるヨーロッパオオナマズの成魚と未成魚の季節別の移動距離を調べた研究では、春季には未成魚の方が成魚よりも移動分散することが報告されている（Slavik et al. 2007）．これらのことから、稚魚は成魚と異なり、1 地点に固執するのではなく、より広範囲に分散する可能性が考えられた．以上を考慮すると、今後はより調査範囲を広げることで、稚魚の正確な移動分散の情報を収集することが必要であると考えられる．

#### ナマズの生息環境

各装着個体が利用した環境の水深の平均値は  $46.0 \pm 20.9\text{cm}$  であった．最も多く利用された水深は 51~60cm の範囲で、利用頻度は 23.8% であった（図 5）．調査区間 1 の代表的な底質は 6 タイプに分けられ、各装着個体が利用した環境の底質は 4 タイプであった（図 6）．底質の中で泥が最も多く利用され（40.9%）、次いで礫（礫径 10mm 以上）であった（36.3%）．各装着個体が利用した環境の植生カバーは 4 タイプに分けられ（図 7）、沈水植物（おもにコカナダモ）が最も多く（41.7%）、次いで抽水植物（29.2%）であった．

以上のように、PIT タグを用いることで稚魚が利用した具体的な生息環境の情報がはじめて収集された．調査区間 1 は谷川の中でも比較的ナマズの生息数が多い区間であることがわかっている（森，2014）．その特徴として、流路が直線状、比較的水深が深く水量が多い、流心部の大部分はコカナダモが密生し、河岸の法面にヨシやキショウブ、ショウブ、アヤメ等の抽水植物が繁茂しカバー構造が形成されていた．この区間では成魚の選好する環境要因が解明されており、流心部よりも水際を利用し、泥や比較的大きな礫を有意に選好した．稚魚も似たような選好性が見られた．つまり、泥や礫などの底質、沈水植物や抽水植物などカバーを利用した（図 8）．沈水植物コカナダモの群落には水生昆虫や小型の魚類が多いことを確認しており、稚魚は摂餌場と生息場として利用したと考えられた．こうした植生を維持することによってナマズ稚魚の生息環境を確保することにつながると考えられる．

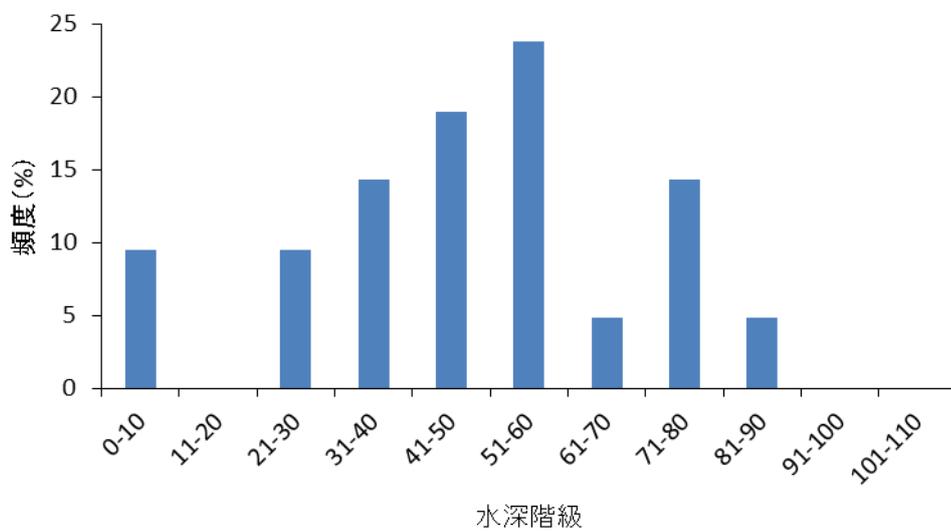


図 5 装着個体が利用した水深の範囲

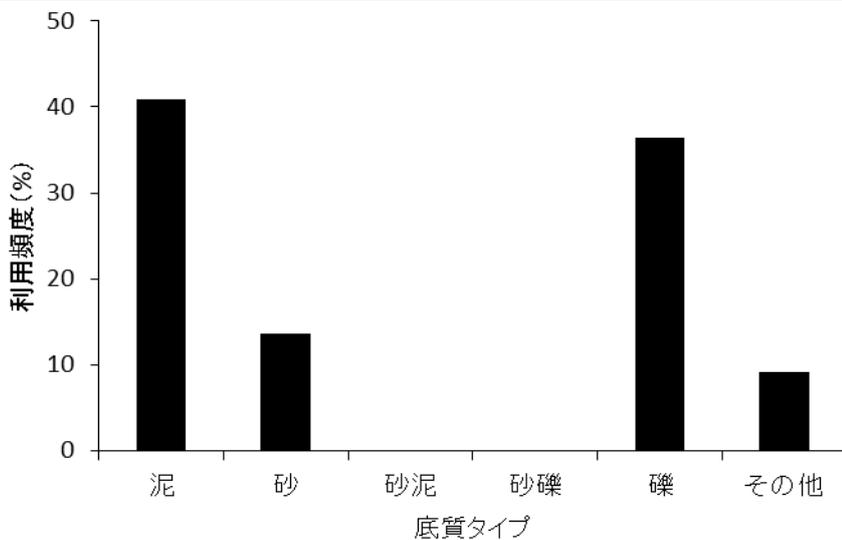


図 6 各装着個体が利用した底質タイプ

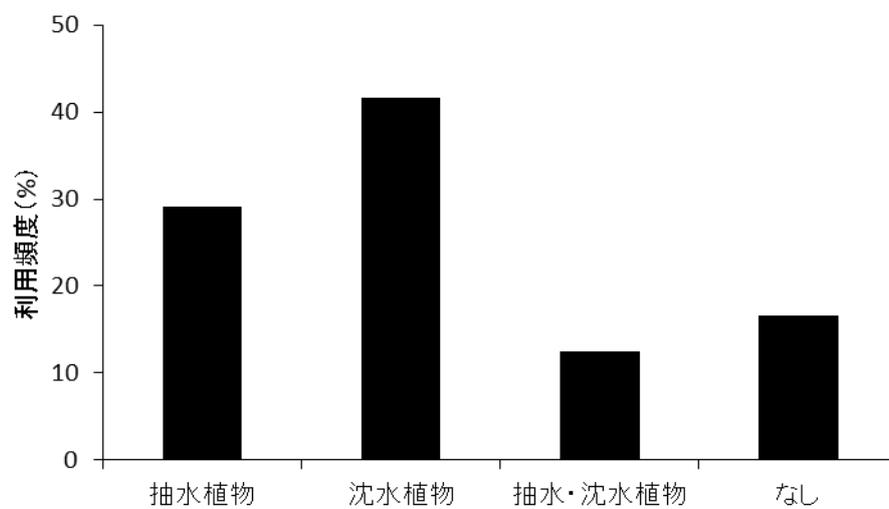


図7 各装着個体が利用した植生カバータイプ

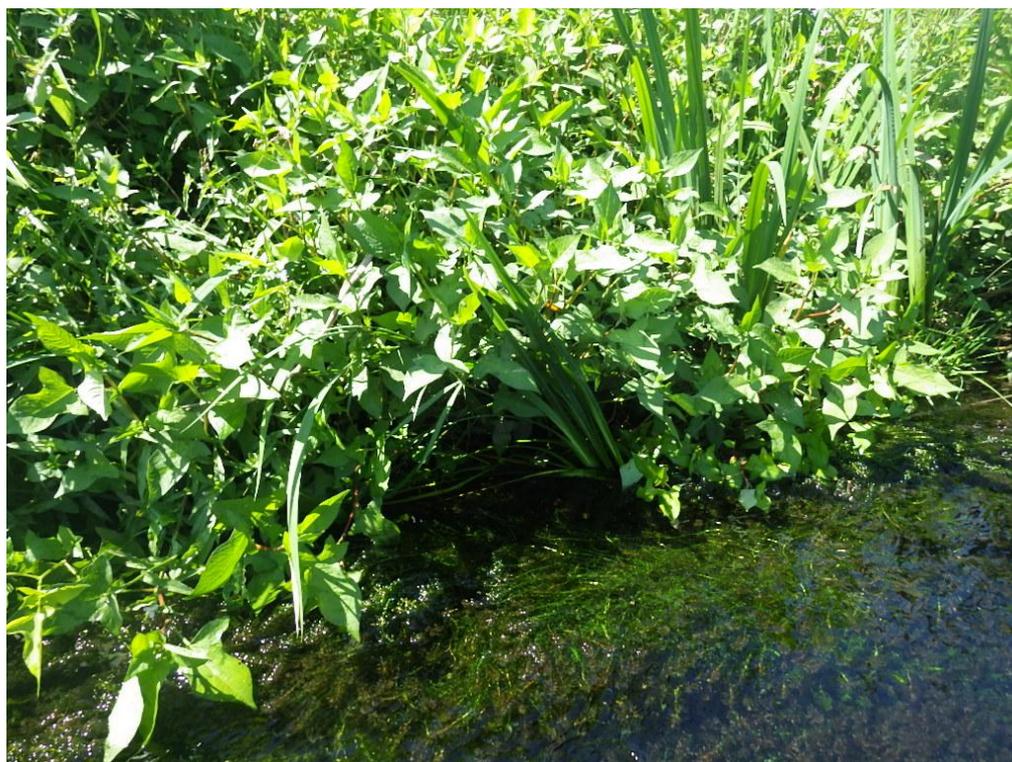


図8 装着個体が利用した代表的な環境

### ナマズの繁殖状況

小排水路において、ナマズの繁殖状況を把握する目的で調査を4月から6月にかけて5回実施した。その結果、ナマズの卵は5月16日に区間3（入り口から280mから350m）に16粒発見された（図9）。5月29日には孵化稚魚と思われる個体を15個体採捕した（区間2：11個体，区間3：3個体，区間5：1個体）。これらの稚魚の全長の平均値は $18.1 \pm 3.7\text{mm}$ であった。6月28日には稚魚を12個体採捕した（区間2：3個体，区間3：4個体，区間5：5個体）。これらの稚魚の全長の平均値は $36.2 \pm 32.1\text{mm}$ であり，全長10から20mmと70から95mmの孵化時期の異なる2群が存在していた。

5月に孵化した全長約18mm稚魚は，6月下旬には70mm以上に成長していた。また，6月下旬に体サイズの小さな稚魚が出現した。この稚魚は体サイズから6月中旬に孵化したと考えられる。

以上のことから，小排水路においてナマズが再生産したことが明らかになった。対象水域のナマズの個体群の保全のためにも，小排水路における繁殖状況は経年的にモニタリングする必要があるだろう。



図9 小排水路で確認されたナマズの卵

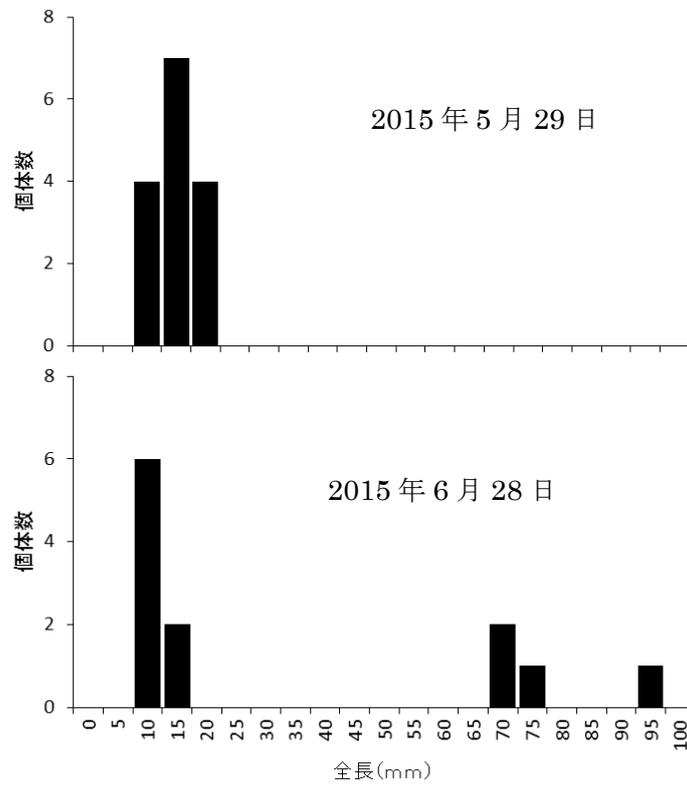


図 10 小排水路に出現した稚魚の全長組成



図 11 ナマズの卵や稚魚が発見された小排水路の環境の例

引用文献

- 藤咲雅明, 神宮字 寛, 水谷正一, 後藤 章, 渡辺俊介 (1999) : 小河川・農業水路系における魚類の生息と環境構造との関係, 応用生態工学, **2**(1), 53-61.
- 藤咲雅明, 鈴木正貴, 水谷正一 (2003) : 自然再生最前線 魚類の生息からみた谷川における自然環境の再生と回復, 農村と環境, **19**, 60-67.
- 舟尾俊範, 沢田裕一 (2013) : 水田地帯の小河川におけるナマズ *Silurus asotus* の侵入および繁殖について, 魚類学雑誌, **60** (1), 43-48.
- Kano Y., Kawaguchi Y., Yamashita T., Sekijima T., Shimatani Y., Taniguchi Y. (2013) A passive integrated transponder tag implanted by a new alternative surgical method: effects on the oriental weather loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) and application in a small irrigation system. *Landscape and Ecological Engineering* 9:281-287.
- 片野修, 斉藤憲治, 小泉顕雄 (1988) : ナマズ *Silurus asotus* のばらまき型産卵行動, 魚類学雑誌 **35**, 203-211.
- Katano O., Matsuzaki S. (2012) : Biodiversity of freshwater fish in Japan in relation to inland fisheries, *Ecological Research Monographs*, Springer Japan, 431-444.
- 加藤 潤, 中島香子, 水谷正一 (1999) : 場と主体の変化から見た農村部における魚とりの変遷過程—栃木県西鬼怒川地区を事例として—, 農村計画学会誌, **18**(1), 43-54.
- Maehata M. (2002) : Stereotyped sequence of mating behavior in the Far Eastern catfish, *Silurus asotus*, from Lake Biwa, *Ichthyological Research*, **49**(2), 202-205.
- 前畑政善 (2008) : ナマズ類の繁殖生態と水辺移行帯, “川那部浩哉 [監修], 鯰—イメージとその素顔—”, 八坂書房.
- 森 晃, 水谷 正一, 後藤 章. (2013) 小河川における超音波テレメトリーを用いたナマズの行動解析. 応用生態工学 **16**:23-35.
- 森 晃 (2014) 圃場整備後の水田水域におけるナマズの生活史の解明. 東京農工大学博士論文.
- 森 晃, 水谷 正一, 後藤 章 (2014) 圃場整備後の小排水路におけるナマズ *Silurus asotus* の繁殖と成育. 農業農村工学会論文集 **82**:121-130.
- 守山拓弥, 藤咲雅明, 水谷正一, 後藤 章 (2006) : 新設された魚道における魚類の遡上りが上流の農業用小河川の魚類相におよぼす影響, 農土論集, **245**, 123-124.
- 斉藤憲治, 片野修, 小泉顕雄 (1988) : 淡水魚の水田周辺における一時的な水域への侵入と産卵, 日本生態学会誌, **38**, 35-47.
- Slavík O., Horký P., Bartoš L., Kolářová J., Randák T. (2007) : Diurnal and seasonal behaviour of adult and juvenile European catfish as determined by radio-telemetry in the River Berounka, Czech Republic, *Journal of Fish Biology*, **71**, 101-114.
- 高橋伸拓, 水谷正一, 後藤 章 (2009) : 設置環境の違いからみた井桁護岸の生息魚類に対する効果, 農業農村工学会論文集, **262**, 17-25.
- 田崎志郎, 金澤 光 (2001) : ナマズの養殖技術, 新魚種開発協会.
- Teixeira A · R V Cortes (2007) : PIT telemetry as a method to study the habitat requirements of fish populations: application to native and stocked trout movements, *Hydrobiologia*, **582**(1), 171-185.

梅沢一弘, 鈴木 栄, 田中深貴男 (1994) : ナマズ仔魚の生残率に及ぼすシェルターの影響,  
埼玉県水産試験場研究報告, **52**, 93-96.

山下奉海・河口洋一・谷口義則・鹿野雄一・石間妙子・大石麻美・田中 亘・斉藤 慶・関  
島恒夫・島谷幸宏 (2010) : 佐渡島の小河川における魚類を対象とした農業用取水堰改  
良効果の検証, 応用生態工学, **13**(1), 61-76.