

竹野地区の多自然水路における環境回復と課題

一般財団法人九州環境管理協会環境部陸圏生物課係長 林田 創
 環境部水圏生物課主席研究員 宇野 潔
 主任 望月 佑一
 環境部生態工学室主席研究員 大井 和之

要 旨

竹野地区では、平成 18 年度から 26 年度にかけて、ほ場整備事業が行われ、そのうち E 水路については、ニッポンバラタナゴを保全対象種として多様な魚類の生息に配慮した工法が採用された。工事完了から 8 年が経過した時点で魚類・イシガイ類およびその生息環境を調べた結果、多様な淡水魚類の生息環境が形成されている可能性が示された。

1. はじめに

竹野地区は、福岡県久留米市田主丸町に位置し、耳納連山の麓に広がる水田地帯である。本地区では、平成 18 年度から 26 年度にかけて、ほ場整備事業が行われ、その事前調査では、ニッポン



図 1 竹野地区の位置

バラタナゴ *Rhodeus ocellatus kurumeus* (環境省 絶滅危惧 I A 類、福岡県 絶滅危惧 I B 類)、カゼトゲタナゴ *Rhodeus smithii smithii* (環境省 絶滅危惧 I B 類、福岡県 絶滅危惧 I B 類) などのタナゴ類や、ヒナモロコ *Aphyocypris chinensis* (環境省 絶滅危惧 I A 類、福岡県 絶滅危惧 I A 類)、アリアケスジシマドジョウ *Cobitis kaibarai* (環境省 絶滅危惧 I B 類、福岡県 絶滅危惧 I B 類) などの希少淡水魚類の生息が確認された。^{1) 2)}

工事対象の農業用水路のうち、多自然水路として計画された E 水路については、平成 20 年に工事が完了した。工事から 8 年経った平成 28 年から 29 年にかけて、E 水路の魚類等の生息状況および生息環境を調べた結果を報告する。

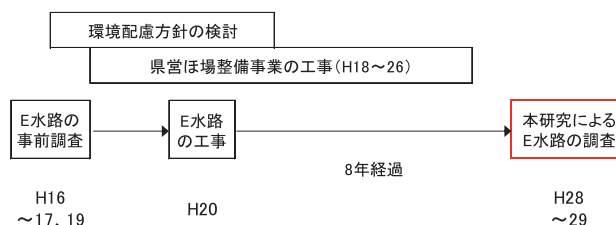


図 2 事業における環境配慮の取組の経緯

2. E 水路の整備方針

2. 1 保全対象種とその生息環境

E 水路では、本地区の多様な魚類の生息環境を回復させることを目標とし、農業用水路の生態系を指標するニッポンバラタナゴが保全対象種に選定された。

これに伴い、表 1 に示すニッポンバラタナゴの生息条件を確保しつつ、多様な環境を創出することを狙いとして、多自然水路が整備されることとなった。



図 3 ニッポンバラタナゴ(平成 29 年 6 月 8 日)

表 1 ニッポンバラタナゴの生息条件

項目	生息条件
水深	鳥類等からの捕食を回避するため水深 50cm 前後の水域があること
流速	止水または極めて緩やかな流れがあること
カバー (隠れ場)	仔稚魚期のカバーとなる水生植物などがあること
越冬場	冬(非かんがい期)に水深 35cm 以上、流速 10cm/秒以下の水域が維持されること
産卵基盤	産卵基盤のヌマガイ、イシガイなどが生息すること
底質	イシガイ類の生息環境として砂泥から泥底(ヌマガイ)や礫から砂泥底(イシガイ)があること

注:「平成 19 年度ほ場整備に伴う環境配慮計画事業(竹野地区)報告書(平成 20 年 3 月)をもとに作成

2. 2 環境配慮対策

当初計画では、E 水路の線形はほぼ直線化され、三面コンクリート構造となる計画であったが、生息環境への配慮として、3 つの対策を実施されることになった。

- ① 水路断面を大型化し、その内部に多自然水路を整備することで、通水断面を確保しつつ、水深・流速の多様化や、カバー(隠れ場)の確保が図られた。
- ② 複数箇所に小型堰や土砂吐を設けることで、魚類の越冬場となる深みの確保と流速の低減が図られた。
- ③ 水路底のコンクリート張をなくし、現況の底泥を覆土することで、タナゴ類の産卵基盤であるイシガイ科二枚貝類(以下、「イシガイ類」とする)の生息環境の確保が図られた。

3. 調査方法

3. 1 調査区間の設定

調査区間は、多自然水路における空石積、ヤシロール、蛇かごなどの護岸構造や、小型堰などの環境構造の違いにより、最下流の E1 から最上流の E12 まで 12 区間を設定した(図 4)。

なお、E 水路の 3 箇所にある小型堰は、堰板が外されている状態では魚類の移動は自由であった。一方、E 水路の中央および最上流には大きな落差を伴う転倒ゲートがあり魚類の移動は制限された。

3. 2 調査方法

調査は、冬(平成 29 年 2 月 28 日、3 月 4 日/非かんがい期)、春(平成 29 年 6 月 8 日/かんがい期)、夏(平成 29 年 9 月、23 日、24 日/かんがい期)の 3 季行った。調査項目は、魚類およびイシガイ類の生息状況(種類、個体数、体長(殻長))、生息環境(水温、水深、流速、植生、植被率、底質)とした。魚類・イシガイ類の調査では、定置網等により調査区間の上下流端を閉め切った上で、タモ網(網目合 5mm)、サデ網(網目合 5mm)、投網(網目合 12mm)を使用して、2 名で 30 分間採集した後、記録を行い元の場所へ放流した。水温は、デジタル水温計(佐藤計量器製作所製 SK-1260)により、水面下 10cm の位置で測った。また、水中用温度計測データロガー(Onset 社製 UA-002-64 測定精度±0.47℃)を E6(小型堰・三面)、E7(土砂吐)、E11(空石積)の水底付近に設置し、自動で 1 時間毎に測定・記録した。水

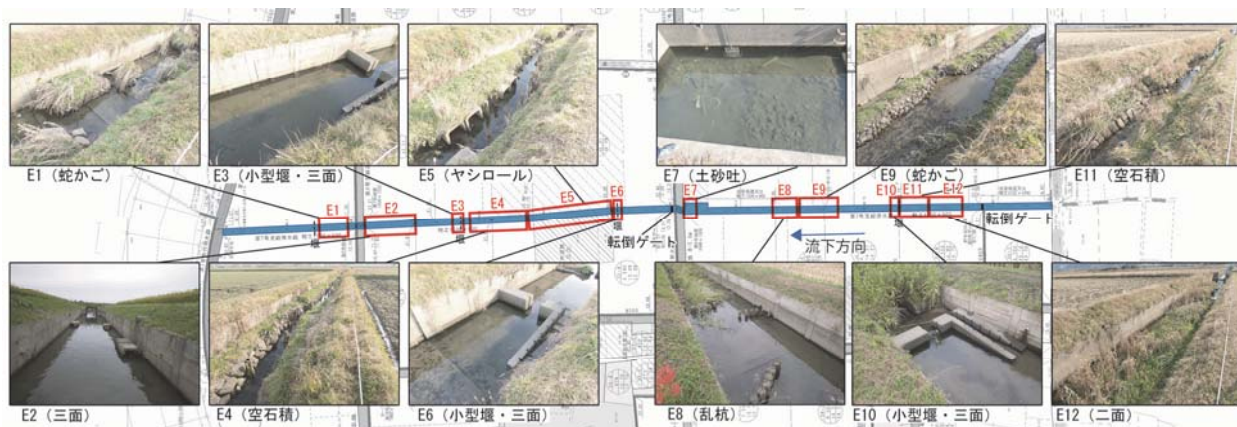


図 4 調査区間の環境構造

深は、各調査区間の最も深い箇所の水深を金尺で測った。流速は、電磁流速計(ケネック社製 LPT-200-09PS 測定精度±2cm/秒)により、水面から水深の 6 割の位置で測った。植生および植被率は、水路内を植物が覆う割合を目視により記録した。底質(河床材料)は、スコップ等で採取し、目視により泥、砂、礫、石の区分を判断し記録した。

また、補足調査として春(平成 30 年 4 月 11 日)に E3(小型堰・三面)において潜水観察を行った。

4. 調査結果

4. 1 魚類・イシガイ類の生息状況

採集による魚類・イシガイ類の調査結果を表 2 に示す。工事後の E 水路では、22 種の魚類と 2 種のイシガイ類の生息が確認された。

ニッポンバラタナゴは、これまでに 6 個体が確認されており、このうち夏には、体長 15~26mm の未成魚 4 個体が確認されている(図 5)。その他の希少種では、ヤリタナゴ、アブラボテ、カネヒラ、カゼトゲタナゴ、ヌママツ、ゼゼラ、ツチフキ、アリアケスジシマドジョウ、アリアケギバチ、ミナミメダカが確認された。

また、E3(小型堰・三面)における潜水観察では、ニッポンバラタナゴ 3 個体のほか、カゼトゲタナゴのイシガイへの繁殖行動が確認された(図 5)。



図 5 左:ニッポンバラタナゴ未成魚(平成 29 年 9 月 24 日)、
右:カゼトゲタナゴの繁殖行動(平成 30 年 4 月 11 日)

4. 2 生息環境

生息環境の調査結果を表 3 に示す。

水温は、冬は 10.7~15.5℃、夏は 22.9~24.2℃の範囲にあり、上流側ほど水温が低い傾向にあった。

水深は、6~120cm の範囲にあり、E7(土砂吐)が最も深かった。

流速は、最大 16.7cm/秒であり、E1(蛇かご)、E4・E11(空石積)、E5(ヤシロール)のように、複断面で流路幅が狭まる区間で速くなっていた。

植生は、下流側 E2(三面)では沈水植物(オオカナダモ)の植被率が 10~20%であった。E5(ヤシロール)、E8(乱杭)、E9(蛇かご)では、マコモやタデ類等の抽水植物の植被率が 5~30%であった。

底質は、流速が抑えられた区間では砂や礫混じりのシルトであった。流速が比較的速い E4・E11(空石積)、E5(ヤシロール)では、石が主であった。

5. 考察

5. 1 水深

水深は 6~120cm の範囲にあり、ニッポンバラタナゴの生息に適した 50cm 前後(40~60cm)の水深は、E3、E6、E10(いずれも小型堰・三面)などで確保されていた。地区内の標準的な三面コンクリート水路では、通常時の水深が一様に 2cm 程度となっている状態が見られており、水深の単調化は回避され多様であった。

5. 2 流速

ほ場整備事業により、水路や小河川が統廃合され、直線化が進んだことで、従前と比較して水路の流量が増し、流速が速まる心配があった。しかしながら、工事後の E 水路の流速は最大 16.7cm/秒と緩やかであり、小型堰や土砂吐などの区間では最大 5.7cm/秒といずれの区間でもニッポンバラタナゴが好む止水に近い環境が確保できていた。また、アブラボテやカゼトゲタナゴなどの緩やかな流れを好む魚種³⁾の生息環境も確保できており、流速の単調化は回避されていた。

5. 3 カバー

魚類が鳥類や大型魚類等による捕食の危険から身を隠したり、増水時などに避難する場所は一般にカバーと呼ばれ、倒木、岩、くぼみ、水際の植物等がカバーになり得るといわれている⁴⁾。

表 2(1) 魚類・イシガイ類の調査結果(個体数)

No. 種別	種	E1 蛇かご			E2 三面			E3 小型堰・三面			E4 空石積			E5 ヤシロール			E6 小型堰・三面			
		冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	
		1	魚類	ギンブナ			2			6		1	4				1			2
2		ヤリタナゴ	1	1																
3		アブラボテ	3		1		4		4				2		1		2	18	1	
4		カネヒラ					4							1				1		
5		ニッポンバラタナゴ		1	2		1	2												
6		カゼトゲタナゴ	4				1	9	6	3	6						2	1	6	
7		オイカワ	8		67	1	6	38	23	62	32	1	1	6	2	11		7		
8		ヌマムツ	82	1	26	56	2	35	207	40	2	6	2	5	30	21	23	2	44	
9		タカハヤ	1							1								2		
10		モツゴ						2										1	1	
11		ムギツク									2									
12		ゼゼラ			1						2									
13		カマツカ	3		1				2	3								1		
14		ツチフキ			1			1		2										
15		イトモロコ						1	1	9										
16		アリアケスジシマドジョウ		1																
17		アリアケギバチ																	1	
18		ナマズ					1											1	1	
19		ミナミメダカ																	1	
20		ブルーギル			1															
21		ドンコ	1	2	2			3		1	1	1	2	1					4	
22		トウヨシノボリ	4	3	1					1		2		1						
23	イシガイ類	ヌマガイ	1			4	1		1	2				1	1		15	4	9	
24		イシガイ							1	8	6								1	
計	魚類	個体数(個体)	107	9	105	57	15	101	238	107	69	8	5	12	36	3	34	31	33	62
		種数(種)	9	6	11	2	6	10	4	5	13	3	3	3	4	3	4	6	8	8

注: E3における潜水観察結果は含まない。

表 2(2) 魚類・イシガイ類の調査結果(個体数)

No. 種別	種	E7 土砂吐			E8 乱杭			E9 蛇かご			E10 小型堰・三面			E11 空石積			E12 二面			
		冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	
		1	魚類	ギンブナ	11		1													
2		ヤリタナゴ																		
3		アブラボテ	1	1			1													
4		カネヒラ																		
5		ニッポンバラタナゴ																		
6		カゼトゲタナゴ					1													
7		オイカワ	97		5	9	4	3			12								1	
8		ヌマムツ	40		3		4		33		3	42		45				1		
9		タカハヤ	2		1			5				5								
10		モツゴ		1	1		1													
11		ムギツク																		
12		ゼゼラ																		
13		カマツカ																		
14		ツチフキ																		
15		イトモロコ																		
16		アリアケスジシマドジョウ																		
17		アリアケギバチ																		
18		ナマズ																		
19		ミナミメダカ																		
20		ブルーギル																		
21		ドンコ						3		2				5			1	3		
22		トウヨシノボリ											1							
23	イシガイ類	ヌマガイ	1																	
24		イシガイ																		
計	魚類	個体数(個体)	151	2	11	10	10	11	0	33	2	15	42	5	6	45	0	2	1	4
		種数(種)	5	2	5	2	4	3	0	1	1	2	1	1	2	1	0	2	1	2

表 3(1) 生息環境の調査結果

生息環境	E1 蛇かご			E2 三面			E3 小型堰・三面			E4 空石積			E5 ヤシロール			E6 小型堰・三面		
	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏
	水温℃	15.5	24.8	23.6	13.3	26.7	23.7	13.1	25.3	23.2	13.4	23.9	23.1	13.1	24.2	23.0	13.4	24.4
水深cm	27	18	29	20	34	22	40	45	44	13	8	15	18	6	14	40	35	36
流速cm/秒	2.5	8.8	16.7	<2	<2	<2	5.7	<2	5.2	15.4	5.7	13.2	4.1	7.4	14.4	<2	<2	<2
植生(注)	なし	なし	沈水	沈水	沈水	沈水	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	抽水	なし	なし	なし
植被率%	0	0	5	20	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
底質1	シルトシルト	砂	シルトシルトシルト	シルトシルト	砂	シルト	砂	砂	シルト	石	石	礫	石	石	礫	シルト	砂	シルト
底質2	砂	砂	礫	—	粘土	粘土	砂	礫	シルト	礫	礫	石	礫	シルト	石	砂	礫	砂

表 3(2) 生息環境の調査結果

生息環境	E7 土砂吐			E8 乱杭			E9 蛇かご			E10 小型堰・三面			E11 空石積			E12 二面		
	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏	冬	春	夏
	水温℃	13.6	24	22.9	11.6	23.4	22.9	10.7	23.8	23.1	11.2	24.4	23.2	11.5	23.6	22.9	11.3	24.6
水深cm	77	120	95	30	78	44	11	60	15	48	50	49	20	20	13	35	18	14
流速cm/秒	2.3	<2	<2	3.0	<2	2.2	9.5	<2	<2	5.4	5.0	<2	5.4	13.3	<2	<2	6.0	<2
植生(注)	なし	なし	なし	なし	抽水	抽水	なし	抽水	抽水	なし	なし	なし	なし	冠水	冠水	冠水	冠水	冠水
植被率%	0	0	0	0	5	10	0	30	5	0	0	0	0	5	5	5	5	5
底質1	シルトシルトシルト	シルトシルト	砂	砂	礫	砂	砂	礫	砂	砂	腐植	砂	石	石	石	砂	砂	砂
底質2	—	礫	礫	—	礫	シルト	礫	砂	シルト	—	礫	礫	礫	—	—	礫	礫	礫

注：植生の「冠水」は、陸上植物の一部が水中に浸かっている状態を表す。

E水路では、蛇かご、空石積護岸、ヤシロール護岸のすき間や沈水・抽水植物の内部、水路底の砂泥や腐植(リター)、石、上下を反転して設置されたU字溝等がカバーに該当する。また、小型堰や乱杭の下流裏側等も洪水時の避難場となる可能性がある。

なお、マコモやタデ類等の抽水植物は、水路底がコンクリートで張られていないE5(ヤシロール)、E8(乱杭)、E9(蛇かご)に分布しており、コンクリート底版の回避が抽水植物の定着につながったと考えられた。ゼゼラ、ミナメダカは水生植物に卵を産みつけることから³⁾、抽

水植物群落がこれらの魚の産卵場となる可能性がある。

5. 4 越冬場

冬季の農業用水路では、魚類の適切な越冬場が必要とされる⁵⁾。橋のような大型のカバーが存在し、水深35cm以上、流速10cm/秒以下で、砂泥と腐植が堆積する環境が農業用水路における越冬場となっているとの報告があり⁶⁾、これが越冬条件の目安となる。

冬の調査では、E7(土砂吐)の水深は77cmで調査区間中最も深く、流速は2.3cm/秒であった。また、小型堰

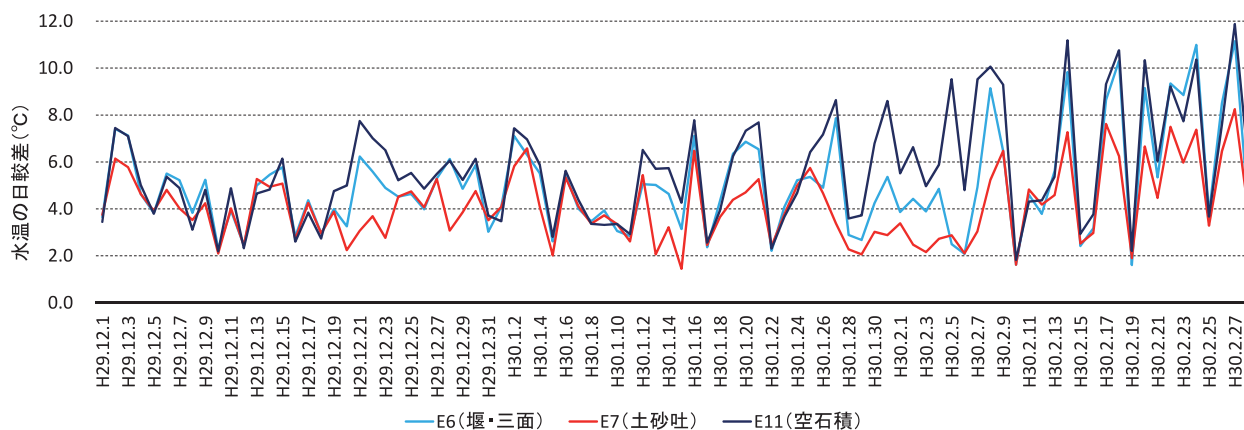


図 6 冬季における水温の日較差(12月～2月)

下のE3、E6、E10はいずれも水深が40、40、48cm、流速が5.7、2未満、5.4cm/秒であり、砂泥や腐植の堆積があった。したがって、これら土砂吐と小型堰下の深みでは、大型のカバーを除くと越冬条件の目安を満たしていた。また、翌年12月から2月における水温の連続観測結果からは、E6(小型堰・三面:水深40cm)、E7(土砂吐:水深77cm)、E11(空石積:水深20cm)の水路底における水温の日較差平均は、それぞれ5.0、4.1、5.7℃であり、水深が深いほど水温が安定しており、越冬環境として適すると考えられた(図5)。これらのことから、土砂吐や小型堰下の深みが、魚類の越冬場として機能している可能性が高い。冬にギンブナ、オイカワ、ヌマムツの採集個体数が突出して多かったこともこれを裏づけていた。

5.5 産卵基盤・底質

ニッポンバラタナゴをはじめとするタナゴ類は、イシガイ類のエラの中に卵を産みつける。このため、農業用水路に生息するタナゴ類の最大の脅威は、イシガイ類の消失であるといわれる⁷⁾。

ニッポンバラタナゴの産卵基盤となるイシガイ類は、3回の調査を通して個体数の約8割が小型堰下の深みで採集された。ここは砂礫混じりシルトが10~30cm程度の厚さで堆積しており、イシガイ類は体の大部分を埋没させていた。このことから、小型堰下の深みはE水路におけるイシガイ類の主要な生息場であると考えられる。小型堰下の潜水観察では、カゼトゲタナゴのイシガイに対する繁殖行動が確認されたことから、この区間がカゼトゲタナゴの繁殖場となっていることも示唆された。

一方、流速が比較的速いE4・11(空石積)、E5(ヤシロール)では、工事の際に覆土された泥は流されており、主な底質は石であった。石や礫の裏側には、ドンコ、ヨシノボリが卵を産みつけることから³⁾、流速が速まる区間では泥が流され、結果的にこれらの魚種の産卵場となる可能性がある。

6. 水路における環境整備の課題

魚類・イシガイ類および生息環境の調査結果から、工

事後8年が経過したE水路の小型堰下の深み等では、ニッポンバラタナゴの生息に適した水深や流速、カバー、越冬場が確保され、また、産卵基盤であるイシガイ類が継続して確認されていることから、ニッポンバラタナゴの生息条件が満たされていると考えられる。潜水観察も含めると、これまでに9個体のニッポンバラタナゴが確認されており、このうち夏には、体長15~26mmの未成魚4個体が確認されたことで、E水路でニッポンバラタナゴが繁殖している可能性がある。

E水路のように縦断方向に1/300程度の勾配があり流速が速くなりがちな水路では、横断的な構造物である小型堰が流速の抑制や底泥の維持、水深の確保に有効であると考えられ、魚類の移動を阻害しない限り、水制工、捨石等を横断的に配置することで、同様の効果が期待できる。

ただし、ニッポンバラタナゴが確認された範囲は、E水路下流側のE1~E3に限られている。その他の魚種についても、E7より上流側での確認種は、ギンブナ、オイカワ、ヌマムツ、ドンコ等、比較的大型で遡上能力が高い種が主であり、E水路のほぼ中央に位置する転倒ゲートが魚類の上流への移動を制限している可能性がある。この転倒ゲートには、魚道が設置されているものの、小型種で遊泳力が小さいニッポンバラタナゴがこの魚道やその直下の落差を越えて遡上することは難しいと考えられる(図7)。E水路は農業用水路であり、営農のための水管理やゲート操作が最優先であることを考慮しつつ、ゲート上下間の移動経路を確保することが課



図7 非かんがい期の転倒ゲート部の落差
(平成28年12月8日)



図 8 堰板が設置されていない現在の E3(小型堰・三面)
写真奥は E4(空石積)(平成 29 年 9 月 23 日)

題である。

こうした状況において、E3、E6、E10 の堰板が設置されておらず、上流側の空石積区間等が浅くなっているのは改善の余地がある(図 8)。魚類の移動に配慮して、かんがい期に限りここを堰上げすることで、上流側の水深や流速がニッポンバラタナゴの生息条件に近づき、生息適地がわずかでも広がる可能性がある。試しに堰板を設置することが考えられるが、営農上の水路管理との調整が課題である。その際には、木製の堰板では流亡や経年劣化による破損が考えられるため、堰板を耐久性の高い素材で作直すことや、堰板を小型堰にワイヤー固定する等の改良が考えられる。

ニッポンバラタナゴ以外では、緩やかな流れに生息するヤリタナゴ、アブラボテ、カネヒラ、カゼトゲタナゴ、ゼゼラ、アリアケスジシマドジョウ、アリアケギバチ、ミナミメダカ等³⁾の希少種を含む魚類や、タナゴ類の産卵基盤であるヌマガイ、イシガイの生息が確認されているため、E 水路には多様な魚類の生息環境が形成されている可能性がある。ただし、工事前に E 水路に生息していたドジョウは確認できていない。ドジョウは水田等の一時的な水域に遡上して産卵することが知られており³⁾、乾田化のために水田と水路間の落差が大きくなった結果、ドジョウの生息が難しくなった可能性がある。

ところで、土地改良事業においては、景観との調和にも配慮する必要がある⁸⁾。E 水路では、魚巣として用いられた蛇かごやコンクリート U 字溝等が、人工的な素材や形状という点で多自然水路の中で視覚的に際立つ。

これらは極力水面下に隠れるように配置することで、農村景観によりなじんだ水路となることが考えられる。

7. おわりに

環境配慮工法は、魚類等の水生生物の生息に好適な環境を提供する一方で、一部で通水機能が損なわれることや、草刈り等の農家の管理労力が増すことも考えられる。E 水路においては、話し合いにより営農と環境配慮の調整が図られ、地域の方のご理解の上で E 水路の整備が行われた。環境配慮では、こうした課題の解決や、地元の方との合意形成を図りつつ、検討を進めることが重要である。

なお E 水路には、廃材と思われる素焼きの管がいくつか沈められており、その中では、ギンブナ、アリアケギバチ、ナマズが確認されている。これらの管は地元の方により魚巣として投入された可能性が高く、水路の魚たちが地元の方にとって身近な存在であることを示すエピソードとして、ここに書き残しておきたい。

謝辞: 本研究を行うにあたり、竹野第二土地改良区をはじめ地元の皆様には快く調査のご許可をいただき、心より御礼申し上げます。また、福岡県朝倉農林事務所および福岡県土地改良事業団体連合会には、過年度の調査・検討結果の使用をご快諾いただきました。ここに改めて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 環境省自然環境局野生生物課(編):環境省レッドリスト 2018. (2018 公表)
- 2) 福岡県環境部自然環境課:福岡県の希少野生生物(福岡県レッドデータブック 2014)ー爬虫類/両生類/魚類/昆虫類/貝類/甲殻類その他/クモ形類等ー. (2014)
- 3) 編・監修/細谷和海・写真/内山りゅう:山溪ハンディ図鑑 15 日本の淡水魚. (2015)
- 4) 飯野哲也:農業用水路の生息魚類に及ぼすカバーの効果. 埼玉県農林総合研究センター研究報告 6 号. 69-72. (2006)

- 5) 端憲二:魚類の生息を考慮した水路の改良. 農業土木学会誌 55(11). 47-52. (1987)
- 6) 西田ほか:農業水路における魚類の越冬環境に関する研究－東京都国立市を流れる府中用水を事例として－. 環境情報科学論文集 23. 197-202. (2009)
- 7) 北村淳一:タナゴ亜科魚類:現状と保全. シリーズ日本の希少魚類の現状と課題. 魚類学雑誌 55(2). 139-144. (2008)
- 8) 農林水産省:水とみどりの「美の里」プラン 21. (平成 15 年 9 月 5 日公表)