

生態系に配慮した魚道等の整備について ～圃場復元とコウノトリ育む農法の拡大へ～

田中 祐行¹

¹近畿地方整備局 豊岡河川国道事務所 調査課 (〒668-0025兵庫県豊岡市幸町10-3)

兵庫県豊岡市を流れる円山川は、平成16年10月に発生した台風23号の甚大な被害を受け、河川激甚災害対策特別緊急事業により河道掘削等の河川改修が進められてきた。河道掘削により発生する膨大な浚渫土砂を仮置きするため、下鶴井・野上地区の圃場34haを借地した。そして、事業の完了を受け、平成26年から平成28年にかけて圃場を復元し、地権者へ返還するとともに、生態系に配慮した水路と水田魚道を整備した。

本稿では、圃場復元を行うにあたり、河川～水路～水田をつなぐ生態系ネットワーク構築を目的とした、水路と水田魚道整備による効果検証についての取組み事例を報告するものである。

キーワード 圃場復元、環境配慮型水路、水田魚道、整備効果

1. はじめに

円山川は、朝来市生野町円山に源を発し、山間部を流れた後、豊岡盆地を緩やかに蛇行しながら流れ、豊岡市の津居山で日本海に注ぐ一級河川である。



豊岡盆地は、国の特別天然記念物であるコウノトリの我が国最後の生息地であった。現在では、「兵庫県立コウノトリの郷公園」において、飼育下での保護増殖が進められているほか、遺伝的多様性に配慮するため、国内各地で飼育が行われている。その取組を推進すべく、兵庫県が中心となり「コウノトリ野生復帰推進連絡協議会」を立ち上げた。産・官・学・地域から組織された協議会であり、各団体によるコウノトリ野生復帰に関し

た取組みについて情報交換を行う場として重要な役割を果たしている。

また、豊岡では広大な農地を利用した米作りが盛んで、「コウノトリ育む農法」が推奨されている。コウノトリが1年を通して田んぼで採餌出来る環境を持続させるため、無農薬・減農薬、冬季湛水や深水管理を行うことにより、コウノトリを付加価値としてブランド米化し、お米の取引価格アップにつなげている。

こうしてコウノトリの野生復帰の取組みは、地域に大きな経済効果を生み出していると言える。

コウノトリの野生個体が増加すると共に、コウノトリ育む農法を採用する営農者が年々増えてきており、生物の生息できるエリアがどんどん広がってきている。しかし、ほとんどの田んぼには水路と落差が生じており、連続性が確保されておらず、生物が棲みやすい環境が整っているとは言えないのが現状である。

以上のことから、圃場において生態系に配慮すべき事項は、水路と田んぼの連続性を確保し、生物が生息できる環境を拡大することが重要であると考えられる。

2. 下鶴井地区圃場復元整備の概要

円山川、出石川は平成16年10月の台風23号により、立野地区と出石町鳥居地区の2箇所破堤、29箇所越水するなどして、死傷者58名、浸水家屋7,944戸という甚大な被害を受けたことにより、円山川は河川激甚災害対策特別緊急事業に認定され、河道掘削、築堤、堤防強化などの緊急的に治水対策事業が行われた。

河道掘削においては膨大な浚渫土砂が発生するため、事業進捗を図ることを目的に、浚渫箇所

広大な土地が広がる豊岡市下鶴井・野上地区の圃場を借地することとした。そして、事業の完了を受け平成26年から平成28年にかけて圃場を復元し、地権者へ返還するとともに、生態系に配慮した水路と水田魚道を整備した。

下鶴井・野上地区圃場は、円山川右岸8.8k~10.2k付近に位置している(図-2)。なお、下鶴井・野上圃場整備に先立って、隣接する赤石地区では平成13年度から環境に配慮した生態系配慮型水路整備が進められていた。



図-2 下鶴井地区圃場の位置

2.1 経緯

激特事業の実施により生じた掘削土砂の一部を下鶴井地区・野上地区の水田を借地し仮置きしていた。

仮置き土砂の搬出後に水田を復元し、地権者に返還する際に、農地の復旧方法及び水生生物の生息環境や移動に配慮した水路、水田魚道の設置について、検討し整備する必要があった。

なお、下鶴井圃場整備に際して、平成26年3月に学識経験者からなる「下鶴井地区圃場復元検討会」を設立し、検討事項について様々な観点から審議し、指導・助言をいただきながら本取組みを実施した。

2.2 農地の復旧方法

借地前の田面高はEL0.4~0.8mと1枚毎に違っていたため、基盤入替・盛土等により、対象区間の田面高をかさ上げしてEL0.8mに統一した。

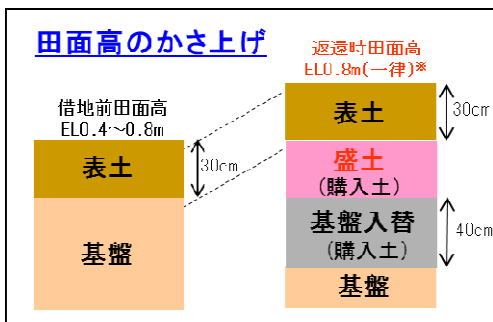


図-3. 農地の復旧方法

2.3 水路の復旧方法

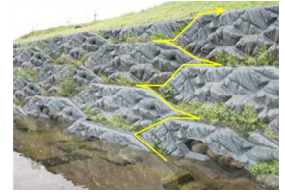
水路の復旧方法に際しては、コウノトリの餌資源の増加に資する工法を重視して、

- ①コウノトリの採餌のため、田面での生物繁殖を促す
⇒水田魚道の整備
- ②水路の餌資源を増やすため、水路の構造に配慮する
⇒水路内に魚巣を配置する
⇒植物が生育できる土羽を確保する

③カエル等が水路~水田を移動できるよう水路壁面を工夫する⇒水路壁面に斜路を設ける等の考えに基づき、以下の2水路型(カゴボックス・ブリードロック)を採用した。



①カゴボックス型



②ブリードロック型

図-4 水路の復旧方法

2.4 水田魚道の設置

水田魚道の設置に際しては、水田1筆(3000m²)あたり1箇所水田魚道を設置することを基本方針とした。

水田魚道の構造については、赤石地区で採用し、効果の見られ



図-5 水田魚道

3. 環境に配慮した水路

3.1 水路の形状と配置

環境配慮型水路として、土の部分があり、水際に植物の生育が期待でき、水際植物の生育により、魚類等の生息場・休息場を提供できるカゴボックス型及びブリードロック型を採用した。ブリードロック型はブロック自体に斜路があるため、カエル等がブロックの斜路を通過して水路~水田を移動することが期待できる。

水路を違うタイプで整備し、それぞれの効果について検証する。環境配慮型水路の位置を図-6に、水路の現状を図-7に示す。

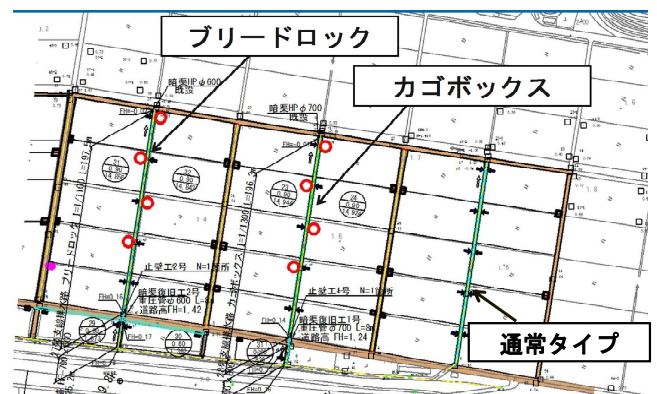


図-6 環境配慮型水路の位置



図-7 環境配慮型水路の現状 (H30. 11. 8 撮影)

3.2 水路のモニタリング調査結果

水路に生息・生育する魚類・両生類・植物等のモニタリング調査を平成27年度以降実施している。平成30年度までの実施状況及び平成31年度の予定を表-1に示す。

表-1 モニタリング調査実施状況

項目	H25年度			平成26年度			平成27年度			平成28年度			平成29年度			平成30年度			平成31年度		
	3月	4月	7月	3月	4月	7月	3月	4月	7月	3月	4月	7月	3月	4月	7月	3月	4月	7月	3月	4月	7月
圃場整備																					
モニタリング																					
検討会	①			②			③			④			⑤			⑥			⑦		

3.2.1 魚類

【中干し前の経年変化】

- 確認されている魚種は、各水路タイプとも同様であり、大きな違いは見られなかった。
- 通常タイプ、カゴボックス型、ブリードロック型水路のいずれもコイ科稚魚の個体数が多く、中干し前の排水路は、コイ科稚魚(平均体長約20mm)の生育場となっていると考えられた。

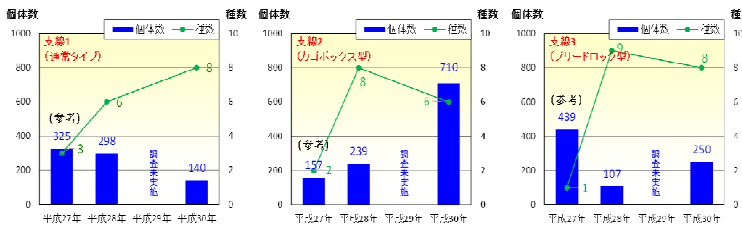


図-8 水路別の魚類経年変化(中干し前)

【中干し後の経年変化】

- 確認されている魚種は、各水路タイプとも同様であり、大きな違いは見られなかった。
- 通常タイプ、カゴボックス型、ブリードロック型水路のいずれもメダカ類・カダヤシの個体数が多く、中干し後の排水路は、メダカ類(平均体長23~24mm)・カダヤシの生育場となっていると考えられた。

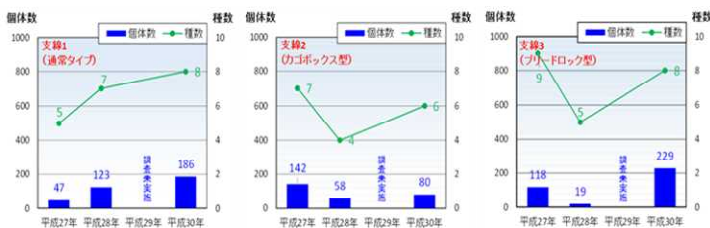


図-9 水路別の魚類経年変化(中干し後)

【底生魚類の経年変化】

- ドジョウは、環境配慮型水路であるブリードロック型・カゴボックス型の水路で中干し後に多く確認された。産卵後の生育地となっていると考えられた。
- ナマズは、水田で再生産された当歳魚が確認されており、カゴボックス型、ブリードロック型の環境配慮型水路で多く確認されていた。

表-2 水路別の底生魚類経年変化

種名	支線1(通常タイプ)			支線2(カゴボックス型)			支線3(ブリードロック型)		
	H27(参考)	H28	H30	H27(参考)	H28	H30	H27(参考)	H28	H30
ドジョウ			1					1	2
ナマズ		3			2	7		43	13
ジュズカケハゼ			1					1	1
ドンコ									
シマビレヨシノボリ									

種名	支線1(通常タイプ)			支線2(カゴボックス型)			支線3(ブリードロック型)		
	H27(参考)	H28	H30	H27(参考)	H28	H30	H27(参考)	H28	H30
ドジョウ	8	1	2			12			24
ナマズ									
ジュズカケハゼ		1		11			3	6	3
ドンコ			1						11
シマビレヨシノボリ							1		2

3.2.2 両生類

平成27年度と28年度に確認した水路内の両生類の種数と個体数を図-10に示す。

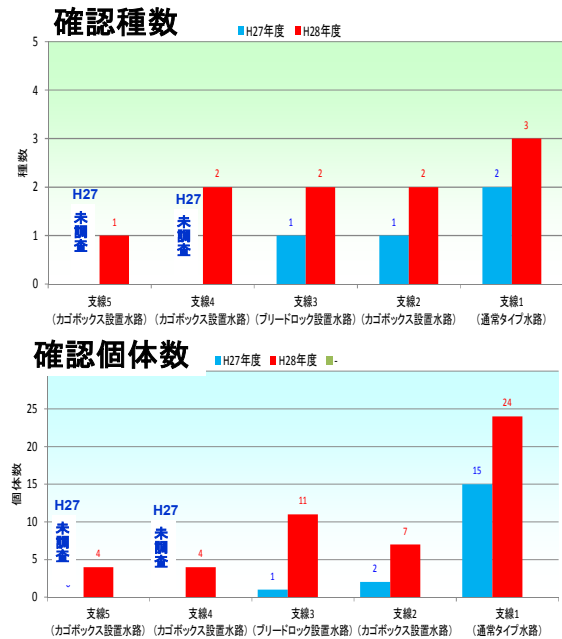


図-10 水路別の両生類経年変化

- 平成27年度は、確認個体の7割がヌマガエル、3割がウシガエルであった。
- 平成28年度は、確認個体の7.5割がヌマガエル、2割がトノサマガエル、0.5割がアマガエルであった。
- 支線1通常タイプの水路内で、多くの両生類が確認された。畔が管理されておらず両生類の良好な生息地となっており、また、水路に落ちると畦に戻れないため、確認個体数が多かったと推察された。

4. 水田魚道

4.1 水田魚道のモニタリング調査

4.1.1 水田魚道遡上調査

水田魚道を整備したことにより、流域内で再生された生態系ネットワーク(河川～水路～水田)の効果を検証するため水田魚道遡上調査を行うこととした。水田魚道遡上調査は平成27年度から令和元年6月まで継続して調査している。調査時期の選定にあたっては、田んぼを産卵場として利用する魚類である、ナマズ、ドジョウ、フナ類を対象種とし、田んぼに水を張る田植え時期(5月初旬～中旬)と、田んぼの水を抜く中干し前(5月下旬～6月上旬頃)とした。なお、通常タイプ水路には魚道を整備していない。

4.1.1.1 調査方法

平成30年度の調査位置を図-11に示す。また、遡上魚を採捕する網の設置状況とビデオ撮影の状況(一昼夜のビデオ撮影を4日連続で実施)を図-12に示す。

調査では、遡上した「魚種」「個体数」「体サイズ」を記録するとともに、「水面落差」「越流水深」「堰上版勾配」を計測した。

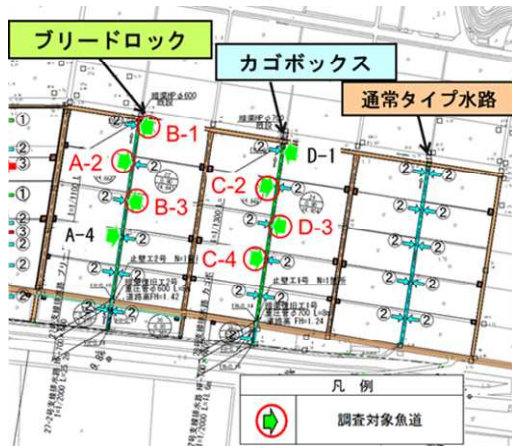


図-11 水田魚道遡上調査の位置



図-12 採捕する網の設置状況とビデオ撮影状況

4.1.1.2 調査結果

田植え時期の調査結果を表-4に、中干し前の調査結果を表-5に、ビデオ撮影の結果を表-6に示す。

【田植え時期】

- ギンブナ、タモロコ、ドジョウ、ナマズ、メダカの遡上が確認された。
- 水田の水管理(排水量)による越流水深と水面落差の大きさに関係は見られなかった。

- 遡上したギンブナ、タモロコ、ドジョウ、ナマズは多くの個体が成熟個体であり、産卵のために遡上したと考えられた。

表-4 水田魚道の遡上調査結果(田植え時期)

田植え時期:水田魚道の遡上調査結果 (フ):ブリードロックに設置された水田魚道 (カ):カゴボックスに設置された水田魚道

No	種名	4/30-5/1(給水)					5/1-5/2(給水)					5/3(補足)					計
		A-2(フ)	B-1(フ)	B-3(フ)	C-4(カ)	D-3(カ)	A-2(フ)	B-1(フ)	B-3(フ)	C-4(カ)	D-3(カ)	A-2(フ)	B-1(フ)	B-3(フ)	C-4(カ)	D-3(カ)	
1	コイ																
2	ギンブナ																11
-	フナ属																
3	タイリクバラタナゴ																
4	タモロコ		3	7	31	2	9		2	24						2	80
5	ドジョウ			1	2						1					1	5
6	ナマズ							1	7			1	1	2	1		5
7	メダカ			1													1
計			3	9	33	2	10	12	2	26	1	2	5	2	3	5	115

【中干し前】

- コイ、フナ属、タイリクバラタナゴ、タモロコ、ドジョウ、ナマズの遡上が確認された。
- 水田の水管理(排水量)による越流水深と水面落差の大きさに関係は見られなかった
- 個体数の最も多かったコイの平均体長は30mmで当歳魚であった。
- タモロコは、田植え時期よりも小さい個体も確認され、田植え時期は成魚が遡上し、中干し前は成魚とともに当歳魚も遡上したと考えられる。
- ドジョウ・ナマズは、全てが成熟個体であった。
- フナ類は、当歳魚と1歳魚も遡上したと考えられる。

表-5 水田魚道の遡上調査結果(中干し前)

中干し前:水田魚道の遡上調査結果 (フ):ブリードロックに設置された水田魚道 (カ):カゴボックスに設置された水田魚道

No	種名	A-2(フ)		B-1(フ)		B-3(フ)		C-2(カ①)		C-2(カ②)		C-4(カ)		D-3(カ)		計
		6/5	6/6	6/5	6/6	6/5	6/6	5/31	6/1	6/5	6/6	6/5	6/6	6/12	6/13	
1	コイ			8	1	23				18	1	1				52
2	ギンブナ					1				8	1					10
-	フナ属					1	2									4
3	タイリクバラタナゴ								1							1
4	タモロコ							9	3	24	3		3			42
5	ドジョウ							1		2						3
6	ナマズ									4						4
7	メダカ															
計				8	3	35	3	34	27	1	4				1	116

【ビデオ撮影】

- フナ類、タモロコは夕方から夜にかけて遡上し、夜行性のドジョウは日没から夜半にかけて遡上する傾向が見られた。

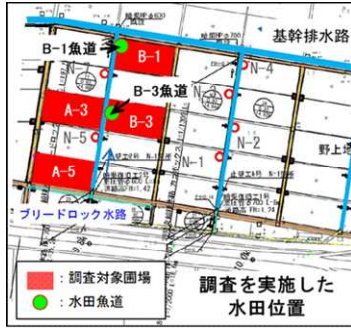
表-6 ビデオ撮影結果

種名	遡上/降下	5月3日							計
		16	17	18	19	20	21	22	
フナ類	遡上		1						1
	降下								0
タモロコ他	遡上		6	1					7
	降下		1						1
ナマズ	遡上					6	5	1	12
	降下					1	3	1	2

種名	遡上/降下	5月4日							計
		16	17	18	19	20	21	22	
フナ類	遡上								0
	降下								0
タモロコ他	遡上								1
	降下								0
ナマズ	遡上								2
	降下								2

4.1.2水田降下調査

水田降下調査は平成30年6月の中干し前に実施した。実施した水田位置と排水口の形状（魚道の有無）を図一13に示す。



図一13 水田降下調査位置と排水口の形状
調査結果を表一7に示す。

- コイ、フナ類、タモロコ、ドジョウ、ナマズ、メダカの降下が確認された。
- 最も個体数が多かった魚種は、タモロコで総個体数の77%を占めた。次いで、個体数が多かった魚種は、ドジョウ（総個体数の18%）、ナマズ（総個体数の3%）であった。
- 水田魚道の有り・無しにより降下数の違いも見られたが、水田の水管理（排水量の差）による違い<B-3の排水量が多かった>も影響していると考えられる。
- タモロコの体長は11～34mm、平均体長21.4mmであったことから、ほぼ全ての個体が水田で孵化したものと推測される。
- ドジョウの体長は14～97mmであり、大半の個体は30mm以下であったことから、多くは水田で孵化したものと推測される。
- タモロコ、ドジョウ、ナマズは、降下個体よりも遡上個体の方が大きいことから、これらは圃場へ遡上して産卵し、孵化した個体群が降下調査で確認されたと推測される。
- コイは、当歳魚が水田に遡上し、降下が確認され、メダカは、成魚が水田に遡上し、降下が確認されたと推測される。

表一7 水田降下調査結果

No	種名	魚道なし		魚道あり		計
		A-3	A-5	R-1	R-3	
1	コイ		1	2	2	5
2	フナ類	10	1			11
3	タモロコ	5	4	2	959	970
4	ドジョウ		2		227	229
5	ナマズ		1	1	37	39
6	メダカ				1	1
	個体数	15	9	5	1,226	1,255
	種数	2	5	3	5	6

注) 調査期間は以下のとおりである

A-3:平成30年6月26日～27日、A-5:平成30年6月26日～27日
B-1:平成30年6月17日～18日、B-3:平成30年6月25日～27日

5. 考察

本取組みを行うにあたり、課題となっている河川～水路～水田の連続性の確保について、モニタリング結果を踏まえて以下のとおり考察する。

5.1環境配慮型水路の効果について

通常タイプ水路、カゴボックスタイプ、ブリードロックタイプの3種類の効果については、それぞれに大きな違いが見れなかったが、通常タイプ水路よりカゴボックスタイプ、ブリードロックタイプの2種類の方がフナ類・ドジョウ・ナマズなどの稚仔魚が多く確認されていることから、生育の場として利用されており、環境配慮型水路の効果を確認することが出来たと考えられる。また、カエルについては通常タイプ水路で多く確認されているが、水路に落ちた個体は水路を登れず停滞してまったためであると推察される。一方の環境配慮型水路はカエルが登りやすいよう工夫された水路であることから、移動が可能となるため、確認個体数が少なかったと推察されるので、環境配慮型水路の効果を確認することが出来たと考えられる。

5.1水田魚道および堰板改良の効果について

田植え時期、中干し前の遡上調査ではナマズ・タモロコの成熟個体が多く確認されていることから、産卵のために魚道から田んぼへ遡上していることが確認出来た。

中干しのための落水による降下調査では、ナマズ・タモロコの稚仔魚が確認されていることから、田植え時期に遡上した成熟個体が産卵し、孵化したものと考えられる。

ここまでの結果を踏まえると、水路と水田魚道を通じて魚類の一連の生活サイクルを確認することができたことで、河川～水路～水田の連続性が確保されていることが言える結果となった。

6. 今後の展望

本取組を今後いかに広報し、活用していくかが今後の展望であると考えている。平成30年度の終わりにかけて下鶴井地区周辺の田んぼでは新たに圃場整備が進められ、各田んぼに魚道を整備し、魚類等が遡上しやすいように環境に配慮した取組みを行っている。そこに堰板改良の効果など、自治体や営農者に対して本取組で得られた知見についてアピールし、理解していただいた上で広く活用してもらうことが必要であると考えている。また、コウノトリ育む農法とタッグを組み、さらに生物にとって住みやすい環境を創出することで、農法の需要の拡大に繋がり、地域の農業全体へ本取組みが波及することを期待している。

7. 終わりに

円山川下流域および周辺水田は水鳥の生息地として国

際的に重要な湿地として認められ、平成24年にラムサール条約湿地登録され、平成30年10月にはさらに上流区間が拡張登録されている。

しかし、本取組の舞台である下鶴井・野上周辺の水田はまだ登録されていない。今後、本取組が波及し水鳥にとって住みやすい環境をさらに拡大していき、追加登録につながるよう本取組みを推進していきたい。

最後に、下鶴井圃場復元に際し、快く調査協力頂いた営農者の方々と、環境配慮に関する助言や指導を頂いた、検討会の委員の皆様には謝意を表す。