

4. 計画段階に係る技術情報等

4.1 環境配慮対策の検討

環境配慮対策の検討においては、水域ネットワークの接続性、地区特性（勾配等）、保全対象生物の生活史等を十分考慮することが重要である。

(1) ネットワークの接続性を考慮した環境配慮対策の検討

水域ネットワークの確保については、「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の技術指針」（農林水産省、平成 27 年 5 月）の第 3 章ネットワークの保全・形成の基本的な考え方において、“農村地域における生物を保全するためには、生物が生活史を全うするとともに、種が継続的に存続できるよう、生息・生育環境と移動経路から構成される生物のネットワークが確保されていることが重要である”と解説されている。

環境配慮対策の検討においてはネットワークの確保は最も重視すべきポイントであり、排水路内にどんなに高機能の配慮施設を設置したとしても、地点の上下流との接続が確保されていないければ、施設の機能を十分に発揮させることができない。

本項では、実証調査の全国 10 地区の調査結果より、ネットワーク確保の観点から生態系配慮施設を検討する際の留意事項を抽出し、以下 a 及び b に整理した。環境配慮対策の検討においては、施設の種類だけでなく、上下流でのネットワーク接続性を考慮した適切な配置を検討することが重要である。

a. 山間地におけるネットワーク接続性確保に当たっての留意事項

3.2.2 章 (2) g.水路魚道の項目で示したとおり、平坦地に区分される地区では水路魚道の設置事例は無いが、傾斜地の地区では、水路魚道の設置が地点周辺の魚類の多様度の確保に寄与していることがうかがえた。

10 地区の中でも山間地に位置する J 地区は、地区内の水路勾配が急なため落差工や堰などが多く設置されており、環境配慮対策として水路魚道が各所に設置されている。これにより地区内の水路網でのネットワークはある程度確保されている。しかしながら、今回の実証調査において河川と地区内水路との接続部では分断が生じており、魚類の行き来が制限されていることで、魚類相が徐々に単調化している可能性がうかがえた。河川からの外来種の遡上の心配がない反面、生活史において水路と河川との行き来が必要な種群は本地区では生息しにくくなり、魚類全体の多様度指数は低下していくことが懸念される。

このことから、ネットワークの分断が起きやすい山間部の地区は特に、保全対象生物の保全のための環境配慮対策の検討を主としつつ、地区周辺に生息する多様な魚種の河川－水路間の移動経路となるような環境配慮対策についても同時に検討していくことが望ましい。



可動堰



落差工

図 4-1 移動阻害となりうる構造物の一例

b. 平坦地における外来種の侵入拡大の可能性

水路のネットワークの接続性確保は、良い面ばかりではなく、国外外来種や国内移入種の生息分布域の拡大を促してしまうというネガティブな側面もある。

例えば、平坦地に区分される I 地区では、特定外来生物のカダヤシが保全対象生物のメダカと同所的に確認されているほか、オオクチバスやブルーギルも地区の水路網全体で確認されている。地区内の勾配が緩く接続性が良好であることから、保全対象生物だけでなく特定外来生物も移動しやすい状況となっている。

一度地区内に侵入した特定外来生物を完全に駆除することは困難である。環境配慮対策によるネットワーク接続確保の検討においては、配慮対策が特定外来生物の侵入拡大に寄与しないよう、概査および精査段階で地区周辺（取水源含め）の特定外来生物の生息状況を的確に把握し、配慮施設の種類や配置を考える必要がある。

(2) 地区特性を考慮した環境配慮対策の検討

3.1.2 章 (1) に示した通り、実証調査の調査対象とした 10 地区については、平坦地と傾斜地の 2 つの地区特性で区分し、必要に応じ地区区分を考慮して環境配慮対策の効果を検証した。そこで、本項では、実証調査の全国 10 地区のうち、魚巢ブロックが設置されている 6 地区のデータに基づき、地区特性を考慮した環境配慮工法の選定の考え方を解説する。

図 4-2 は、平坦地の 3 地区 (D 地区・H 地区・K 地区)、傾斜地の 3 地区 (B 地区・E 地区・J 地区) のそれぞれで、実証区と対照区の魚類の多様度指数を比較した結果である。平坦地の 3 地区では、実証区 (魚巢ブロックありの地点) と対照区のいずれも多様度指数が相対的に高く、両データ群間に有意差はみられない。一方で、傾斜地の 3 地区では、実証区 (魚巢ブロックありの地点) の方が、対照区よりも有意に多様度指数が高くなっている。一方で、環境データの平均流速は平坦地・傾斜地ともに、実証区の方が対照区よりも流速が有意に遅い傾向がみられた。

魚巢ブロックの機能は退避場の提供であり、魚類の生息環境を直接的に改善するタイプの施設ではないが、深み工とセットで設置されることが多いこと、水路壁に穴があることで水際の流れが複雑になることなどにより、結果として魚巢ブロック周辺で流速の緩和が生じやすくなっていることが想定される。

今回の比較により、魚巢ブロックのような避難場所を提供するタイプの配慮施設の主な利用目的として、傾斜地においては速い流速から一時的に逃れるための利用が想定され、平坦地においては速い流速からの避難場ではなく、例えば捕食者から避難する場等としての利用が想定された。同じ施設であっても、地区特性によって施設の利用目的が異なる可能性を考慮し、適切な種類の施設や設置位置を選定することが望ましい。

平坦地では魚巢ブロック設置地点と対照地点で多様度指数の有意差がみられていない。勾配の緩い地区では、地区全体の流速が遅いと想定され、速い流れから避難するための利用場面は少ないと想定。

傾斜地では魚巢ブロック設置地点の多様度指数が対照区よりも有意に高い。また、魚巢ブロック地点の平均流速は対照区よりも有意に遅くなっている。速い流れを避けるための一時的な避難場として利用する魚種が多い可能性がある。

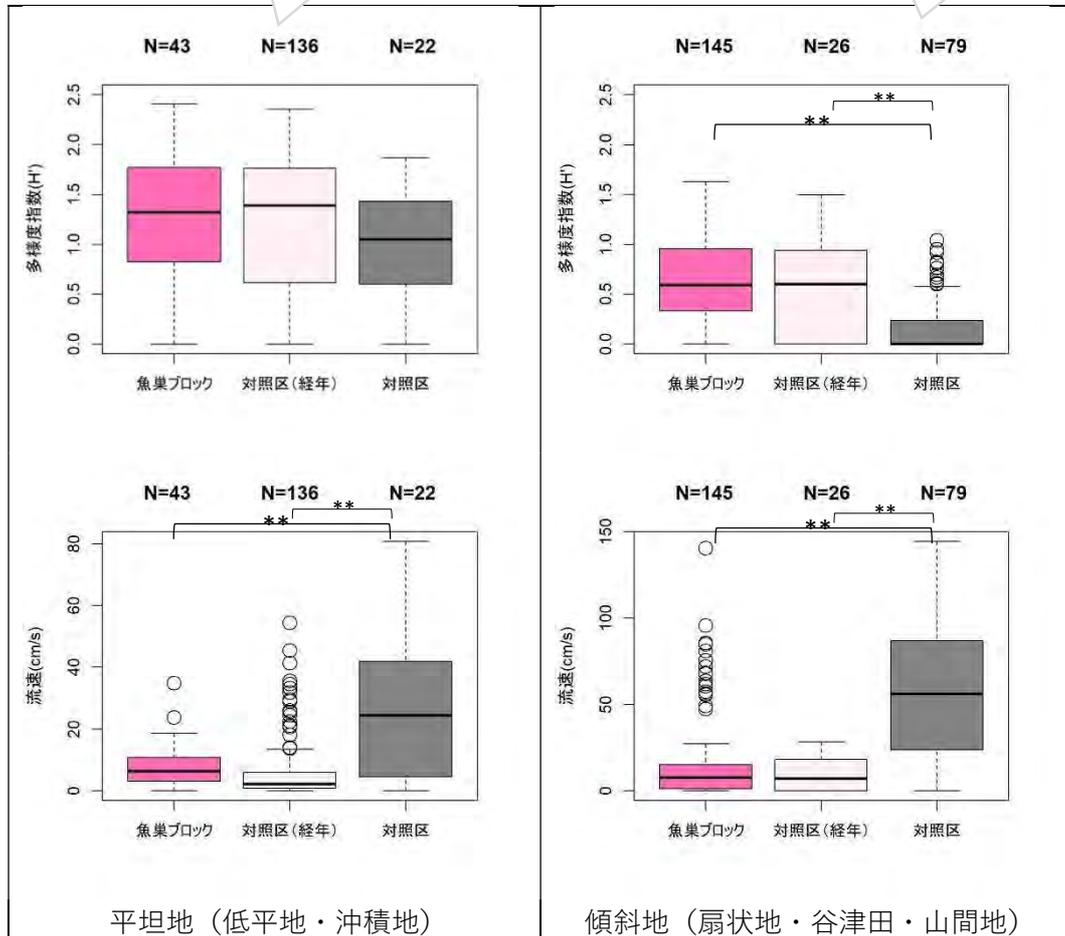


図 4-2 魚巢ブロック設置地区における地区特性と魚類の多様度指数との関係性

(3) 保全対象生物に応じた環境配慮対策の種類と組合せの検討

実証 10 地区で保全対象生物として挙げられている魚類、両生類、二枚貝類について、環境配慮対策の種類や組合せを整理した。維持管理の実施可能性も考慮し、保全対象生物の生活史に応じた適切な施設を適切な数量・配置で設置することが重要である。

(a) 魚類

実証調査の全国 10 地区における魚類の保全対象生物と生態系配慮施設周辺での確認状況（各年の確認個体数合計）を表 4-1 に示す。

地点区間内（排水路 10~50m 区間）に生息場または移動経路のいずれかの目的の施設のみ設置しているケース、両方を組み合わせて設置しているケースなど、設置状況は様々であった。保全対象生物のうちドジョウはあらゆるタイプの配慮施設周辺で確認されており、施設の種類の選ばず、配慮効果が発揮されやすい魚種であることが示唆された。また、生態系配慮施設の設置数量と保全対象生物の確認状況との間に明瞭な関係性はみられないが、複数施設を組み合わせることで異なる生態の保全対象生物の生息環境をコンパクトに提供できる可能性も想定される。最終的には、維持管理の実施可能性も考慮し、保全対象生物の生活史に応じた適切な施設を適切な数量・配置で設置することが重要である。

表 4-1 (1) 魚類の保全対象生物と生態系配慮施設周辺での確認状況

保全対象種	配慮区分	環境配慮対策	地区名	配慮対策が実施されている地点での確認個体数合計					
				2019		2020			
				かんがい期	非かんがい期	かんがい期	非かんがい期	かんがい期	
スナヤツメ類	生息場のみ	現況保全	B地区	2					
		現況保全、蛇籠	B地区		5		2	11	
ヤリタナゴ	生息場のみ	ワンド、石張	H地区	16	2		1	2	
		魚巢・ホタルブロック、石張、深み	H地区	78	82	43	27	13	
		深み工	F地区	8		15			
		深み工、ワンド工	F地区	1					
		石張	H地区	1				3	
カネヒラ	生息場のみ	土水路	K地区	5					
		木柵階段工	K地区	24	1	8			
	移動経路のみ	水田魚道	K地区	1				1	
アカヒレタビラ	生息場のみ	現況保全	B地区				1		
		現況保全、蛇籠	B地区	1	1		1	2	
		二面張水路	B地区	2	6	3		11	
	生息場+移動経路	ワンド、階段式魚道	B地区				3		
ニッポンバラタナゴ	生息場のみ	魚巢ブロック	K地区				8		
		魚巢ブロック（横穴）	K地区			483	1	47	
		土水路	K地区			6			
		木柵階段工	K地区			160	25		
		移動経路のみ	水田魚道	K地区			83	14	128
カゼトゲタナゴ	生息場のみ	魚巢ブロック	K地区	9		19	14		
		魚巢ブロック（横穴）	K地区	2		10			
		土水路	K地区	24	15	9			
		木柵階段工	K地区	231	39	148	21		
		移動経路のみ	水田魚道	K地区	16	4	11		28
タカハヤ	生息場のみ	ピオトープ	J地区	3	92	104	107	90	
		ピオトープ、魚巢ブロック	J地区	41	115	117	44	64	
		ピオトープ、魚巢ブロック、木工沈床、練石傾斜護岸	J地区	53	94	76	63	16	
		ピオトープ、魚巢ブロック、練石傾斜護岸	J地区	3	1		4	29	
		ピオトープ、木工沈床	J地区	1	9		4		
		魚巢ブロック	J地区	10	18	110	111	26	
		魚巢ブロック+深み	J地区		73	171	144	187	
		深み(低水溝)、魚巢ブロック	J地区	63	41	32	27	74	
		移動経路のみ	魚道(千鳥X型)	J地区	1				
			千鳥X型魚道	J地区	6	4	2		
		生息場+移動経路	ピオトープ、カゴ型護岸ブロック、木工沈床、魚道（ドジョウ用）	J地区			1		
			ピオトープ、水田魚道	J地区			2		4
			柵、魚道(千鳥X型)	J地区	25	10	7	7	1
ヨドゼゼラ	生息場のみ	深み（滞筈）、植生ブロック、植生護岸	I地区			3	1		

表 4-1 (2) 魚類の保全対象生物と生態系配慮施設周辺での確認状況

保全対象種	配慮区分	環境配慮対策	地区名	配慮対策が実施されている地点での確認個体数合計						
				2019		2020		2021		
				かんがい期	非かんがい期	かんがい期	非かんがい期	かんがい期		
ドジョウ	生息場のみ	ピオトープ	J地区	20	48	74	21	10		
		ピオトープ、魚巣ブロック	J地区	13	14	9	9	3		
		ピオトープ、魚巣ブロック、木工沈床、練石傾斜護岸	J地区	9	13	21	8	3		
		ピオトープ、魚巣ブロック、練石傾斜護岸	J地区	3	5	31	10	2		
		ピオトープ、木工沈床	J地区	2	2	36	26	3		
		ワンド、石張	H地区	17	8	13	16	1		
		ワンド工、玉石・魚巣ブロック	E地区	36	74	47	26	49		
		井桁沈床工	A地区	4	59	67	36			
		井桁沈床工、堆砂工	A地区	27	40	30	41			
		魚巣・ホタルブロック、石張、深み	H地区	4	5	26	15	1		
		魚巣ブロック	J地区	1	2	1	3			
		魚巣ブロック	K地区			5				
		魚巣ブロック+深み	J地区		1	13	2	1		
		玉石・魚巣ブロック	E地区	17	22	15	6	48		
		現況保全(河川)	A地区	4	10	16	12			
		現況保全、石積護岸	A地区	22	59	53	12			
		深み(低水溝)、魚巣ブロック	J地区	7	21	16	8	8		
		人工淵	E地区	1						
		土水路	K地区			1	3			
		木柵階段工	K地区	19	1	19	6			
		石張	H地区	2	1	3				
	移動経路のみ	千鳥X型魚道	J地区		4		4			
	生息場+移動経路	ピオトープ、カゴ型護岸ブロック、木工沈床、魚道(ドジョウ用)	J地区	9	8	12	3	3		
		ピオトープ、水田魚道	J地区	15	13	29	17			
		ポーラスブロック、魚道	E地区	6	29	59	38	186		
		ワンド工、バイパス水路	E地区	17	13					
		玉石・魚巣ブロック、魚道	E地区	51	34	11		8		
		深み工、水田魚道、水路魚道(ナマス用)	A地区	1	71	38	166			
		土水路、魚道下のマス、水田魚道、水路魚道(千鳥X型)	A地区	17	147	280	92			
		土水路、水田魚道	A地区	6		97				
		ホトケドジョウ	生息場のみ	2面張割栗石横断面	G地区	11	43	34	21	4
				井桁沈床工	A地区				1	
	井桁沈床工、堆砂工			A地区				2		
現況保全(河川)	A地区				6	2	14			
現況保全、石積護岸	A地区			1	6		3			
自然護岸+土水路存置	G地区			2			6			
移動経路のみ	水田魚道(粗石付き斜路)		G地区	6	1	7	3	1		
	水路魚道		G地区	11		6	6			
生息場+移動経路	既設石張断面		G地区		4	19	1	2		
	空石積断面		G地区		7	6	10			
	土水路、魚道下のマス、水田魚道、水路魚道(千鳥X型)		A地区			2				
	土水路、水田魚道		A地区			1				
	2面張空石横断面、水路魚道(粗石付き斜路)	G地区	32	37	49	16	7			
	既設石張断面、水路魚道(粗石付き斜路)	G地区	12	17	15	11				
ギバチ	生息場のみ	現況保全	B地区	4	3	2				
		現況保全、蛇籠	B地区	4	3	92	1	2		
		二面張水路	B地区	25	52	53	1	26		
	生息場+移動経路	ワンド、階段式魚道	B地区	22	29	53	48			
サクラマス(ヤマメ)生息場のみ	井桁沈床工	A地区				1				
	井桁沈床工、堆砂工	A地区		1	1					
	現況保全、石積護岸	A地区				2				
ミナミメダカ	生息場のみ	魚巣ブロック	K地区	196	22	282	64			
		魚巣ブロック	D地区	27	23	10	19	10		
		魚巣ブロック(横穴)	K地区	28		16	8	27		
		蛇籠工	D地区	1	4		4	10		
		小水路、環境配慮護岸	I地区	4		4	4	5		
		深み(滞筋)、植生ブロック、植生護岸	I地区	3		1	1	1		
		深み工	F地区	42		583				
		深み工、ワンド工	F地区	15		81				
		土水路	K地区	48	25	65	27			
		木柵階段工	K地区	122	59	66	44			
	移動経路のみ	水田魚道	K地区	62	15	1	3	12		
	カワヨシノボリ	生息場のみ	ワンド工、玉石・魚巣ブロック	E地区	3	4	2		4	
			玉石・魚巣ブロック	E地区	1	1	1	1	2	
人工淵			E地区	1	5					
生息場+移動経路		ポーラスブロック、魚道	E地区	1	2					
		ワンド工、バイパス水路	E地区	2	1					
	玉石・魚巣ブロック、魚道	E地区		17						

(b) 両生類

実証調査の全国10地区における両生類の保全対象生物と生態系配慮施設周辺での確認状況を表4-2に示す。

調査地区において、両生類を対象に設置された生態系配慮施設は、J地区のカエル用の階段とD地区のカエルスロープであり、このうちJ地区ではカエル用の階段の設置地点において、毎年ニホンアカガエルが確認されていたほか、シュレーゲルアオガエルの幼体・幼生も確認された。A地区の土水路ではトウキョウダルマガエルが成体・幼体・幼生とも多く確認され、J地区のビオトープでは、ニホンアカガエル、トノサマガエル、シュレーゲルアオガエルが確認されていることから、これらの施設もカエル類の保全対象生物にとって好適な環境となっていると考えられる。

表 4-2 両生類の保全対象生物と生態系配慮施設周辺での確認状況

保全対象種	配慮区分	環境配慮対策	地区名	配慮対策が実施されている地点での確認個体数合計									
				2019		2020				2021			
				かんがい期 成体	非かんがい期 幼体・幼生	かんがい期 成体	非かんがい期 幼体・幼生	かんがい期 成体	非かんがい期 幼体・幼生	かんがい期 成体	非かんがい期 幼体・幼生		
アカハライモリ	生息場のみ	井桁沈床工、堆砂工	A地区		1								
		現況保全（河川）	A地区		19				3				
ニホンアカガエル	生息場のみ	ビオトープ	J地区			5	2	1			2	148	
		ビオトープ、魚巣ブロック	J地区	1		1	14	3			2	3	
		ビオトープ、魚巣ブロック、木工沈床、練石傾斜護岸	J地区			1							
		ビオトープ、魚巣ブロック、練石傾斜護岸	J地区			2	27	1				1	
		ビオトープ、木工沈床	J地区			1						1	
		井桁沈床工	A地区	50		1							
		井桁沈床工、堆砂工	A地区						2				
		魚巣ブロック、脱出スロープ	D地区			3							
		魚巣ブロック	J地区	1				3					
		魚巣ブロック+深み	J地区			2	30	3			1	29	
	現況保全、石積護岸	A地区	20										
	蛇籠工	D地区		1	1								
	深み(低水満)、魚巣ブロック、階段（カエル用）	J地区	1	3	3	28	3			2	10		
	深み(低水満)、魚巣ブロック	J地区		1	4	11	1			1	28		
	移動経路のみ	千鳥X型魚道	J地区			1		1					
	生息場+移動経路	ビオトープ、水田魚道	J地区			1							
		深み工、水田魚道、水路魚道（ナマズ用）	A地区	7									
		土水路、魚道下のマス、水田魚道、水路魚道（千鳥X型）	A地区	25		6	102						
		土水路、水田魚道	A地区	17			106						
柵、魚道(千鳥X型)		J地区	1	1	3		1		4	5			
トノサマガエル	生息場のみ	ビオトープ	J地区			1		1					
		ビオトープ、魚巣ブロック	J地区	1									
		ビオトープ、魚巣ブロック、練石傾斜護岸	J地区			1							
		ビオトープ、木工沈床	J地区			1		2					
		魚巣ブロック+深み	J地区			1							
		深み(低水満)、魚巣ブロック	J地区	1		2							
	生息場+移動経路	ビオトープ、カゴ型護岸ブロック、木工沈床、魚道（ドジョウ用）	J地区	1				1		1			
トウキョウダルマガエル	生息場のみ	井桁沈床工	A地区	3									
		井桁沈床工、堆砂工	A地区	3		1	2						
		現況保全（河川）	A地区	22		4	2						
		現況保全、石積護岸	A地区	30									
	生息場+移動経路	深み工、水田魚道、水路魚道（ナマズ用）	A地区	155	20	25							
シュレーゲルアオガエル	生息場のみ	土水路、魚道下のマス、水田魚道、水路魚道（千鳥X型）	A地区	129	51	20	659						
		土水路、水田魚道	A地区	117	18	1	119						
		ビオトープ	J地区								4		
ビオトープ、魚巣ブロック		J地区		1	1	2				2			
ビオトープ、魚巣ブロック、練石傾斜護岸		J地区								1			
深み(低水満)、魚巣ブロック、階段（カエル用）		J地区								13			
移動経路のみ	千鳥X型魚道	J地区					5			6			
生息場+移動経路	ビオトープ、水田魚道	J地区								1			

※移動経路は魚類を対象とした配慮だが、表記している。

(c) 二枚貝類（イシガイ類・ヌマガイ類）

実証調査の全国10地区における二枚貝類（イシガイ類・ヌマガイ類）の保全対象生物と生態系配慮施設周辺での確認状況を表4-3に示す。

イシガイ類・ヌマガイ類は、ワンド、深み工、土水路などで確認されていた。これらの施設は、流速を緩和し、土砂のある程度の堆積も可とすることから、これらの二枚貝類の生息が可能だったことが想定される。

タナゴ等を保全対象生物に選定した際には、タナゴ類の産卵のためのイシガイ類の保全もセットで考える必要があり、その際には下表に示すような施設が有用と考えられる。

表 4-3 貝類の保全対象生物と生態系配慮施設周辺での確認状況

イシガイ類・ヌマガイ類	配慮区分	環境配慮対策	地区名	配慮対策が実施されている地点での確認個体数合計			
				2019		2020	
				かんがい期	非かんがい期	かんがい期	非かんがい期
ヒガシタブネドブガイ	生息場+移動経路	ワンド、階段式魚道	B地区			1	
オバエボシガイ	生息場のみ	魚巢・ホタルブロック、石張、深み	H地区	2			
		石張	H地区				2
ヨコハマシジラガイ	生息場のみ	現況保全、蛇籠	B地区	2			
		二面張水路	B地区	1			
ニセマツカサガイ	生息場のみ	ワンド、石張	H地区	1			
イシガイ	生息場のみ	土水路	K地区	1			
		木柵階段工	K地区	2			
タテボシガイ	生息場のみ	ワンド、石張	H地区			1	
マツカサガイ広域分布種	生息場のみ	ワンド、石張	H地区	2		1	1
		魚巢・ホタルブロック、石張、深み	H地区		6		
		深み工	F地区	2			
		土水路	K地区	1	3		
		石張	H地区	1		2	1
マルドブガイ	生息場のみ	魚巢ブロック（横穴）	K地区	3			
		木柵階段工	K地区		1		
ヌマガイ	生息場のみ	魚巢ブロック	D地区	1	1		
		深み（滞筋）、植生ブロック、植生護岸	I地区		2		

4.2 環境配慮に係る維持管理計画の検討

維持管理計画の検討に当たっては、維持管理の手法だけでなく実施程度（頻度、実施範囲など）を明示することや、維持管理の担い手不足が深刻な現状をふまえた省力化につながる工夫を盛り込むことが望ましい。

維持管理計画の検討段階では、選定した環境配慮工法に必要な維持管理作業を具体的に検討し、例えば重機や土砂搬出のトラックの進入路などが必要であれば設計段階の留意事項として引き継いだり、維持管理体制の充実度を考慮して配慮施設の種類や数量を調整したりなど、維持管理の実施可能性を高めることを念頭に具体内容を計画に盛り込んでいく必要がある。

表 4-4 に、実証調査の全国 10 地区の維持管理の実施状況をふまえ、維持管理計画の検討段階の留意事項を整理した。「生態系配慮施設の維持管理マニュアル」（農林水産省農村振興局、平成 28 年 3 月）なども参考としながら、維持管理で目指すべき状態（例：草刈りの草丈、水路底に土砂を残す割合や場所など）や具体的な作業数量を明示しておき、事業完了後の維持管理がスタートした段階で実態に応じた内容への修正を図っていくことが望ましい。

また、維持管理の担い手不足は年々深刻化している。そのため、維持管理計画の検討段階から、新たなツール活用による省力化や、情報共有や引き継ぎを想定した電子化等の観点なども盛り込むことが望ましい。

表 4-4 維持管理計画の検討段階における留意事項

主な検討項目		留意事項
維持管理全体に係る事項	維持管理内容の定量化・マニュアル化	・ 維持管理計画の具体内容について、実施内容（頻度、実施面積など）をできるだけ定量化して記載するとともに、誰でも引き継いで参照・改訂できるマニュアルなどの形で残しておくことが望ましい。
	省力化	・ 維持管理に係る各種情報・データの電子化や、UAV 等を用いた維持管理箇所の選定・記録など、省力化につながる新たなツールの導入可能性も検討することが望ましい。
維持管理の個別メニュー	水路の草刈り	・ 保全対象生物の生態に応じ、植生を残すべき箇所や撤去してよい箇所、草刈りの適切な時期と頻度の検討が必要。
	水路の泥上げ	・ 保全対象生物の生態に応じ、土砂を残すべき箇所や撤去してよい箇所、泥上げの適切な時期と頻度の検討が必要。 ・ 重機を用いる可能性がある場合、設計段階における重機やトラック等の進入路の確保も検討項目に含める必要。
	外来種の駆除	・ 水利施設の新設・改修や、生態系配慮施設の設置（特に水路魚道）が国外外来生物（特に在来種への影響が大きい特定外来生物）の侵入・定着に寄与する可能性がある場合、モニタリングによる早期発見や、駆除方法等をあらかじめ検討しておく必要。

5. 設計段階に係る技術情報等

5.1 環境配慮工法の選定に係る留意事項

環境配慮工法の「生息・生育環境の確保」および「移動経路の確保」のそれぞれの配慮目的をふまえた上で、現地の地形・水利条件や維持管理体制も考慮し、確実に機能を発揮できる工法を選定することが重要である。

5.1.1 水路における生物のネットワーク

(1) 移動経路の確保に寄与する工法と留意事項

「環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の技術指針」（農林水産省、平成27年5月）において、魚類等の移動経路を阻害する要因は「水路内の落差、水路と河川との落差が大きすぎる事」又は「流速が速すぎる事」が挙げられている。

これらを解消する環境配慮工法として、「落差の解消」や「流速の低減（多様な流速の創出）」を図ることが重要であり、階段式の魚道や瀬・淵の設置等が該当する。

以下に、令和元年度～令和3年度に実証調査を行った全国10地区において落差の解消や流速の低減を目的として設置されている生態系配慮施設の現況評価と工法選定時の留意事項を示す。

a.水路魚道

■水路魚道（千鳥X型）（A地区）

【現況評価】

- ・ かんがい期には越流深が確保され、プール部ではドジョウや、ギバチの成魚・稚魚が確認された。上流側のドジョウ水路は魚類や両生類、水生昆虫等の繁殖場利用を想定して整備されており、本水路もかんがい期に魚類を遡上させ、非かんがい期までに流下させるという機能を発揮していた。
- ・ 非かんがい期は上流部で接続するドジョウ水路の通水が止まるため、通水が無い。維持管理が定期的になされており、プール部の堆積物などは無かった。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 本事例のように繁殖場への移動経路の確保であれば、周年で通水していなくても問題はない。どの場所に何のために魚類を遡上させるかという目的を明確にし、通水状況を考慮した上で設置の可否や適切な配置を検討する。



水路魚道(千鳥X型)



水路魚道(千鳥X型)の上流部

■魚道（千鳥X型）（J地区）

【現況評価】

- ・ 隔壁無しのタイプについては、傾斜はそれほど急ではなく、年間を通じて通水がある魚道では、数cmの水深が保たれていれば魚類は遡上可能と考えられた。
- ・ 隔壁付きタイプについて、通常は通水量が少なく越流水深が浅く、魚類の遡上は困難だが、降雨後など通水量が多い場合は、保全対象のタカハヤやドジョウは遡上可能と考えられた。
- ・ 上流部は用排水兼用のため、一部の魚道では、遡上した先に取水用の堰板が設置されており遡上が阻害されていたり、出水時の魚道内のゴミ堆積を防ぐために堰板が外されていたりしていた。
- ・ その他、勾配の大小に関わらず隔壁の間隔が同じで魚道のプールが機能していない、魚道の登り口（落差の手前）に水深が設けられておらず魚が勢いを付けられない、魚道を遡上した先の環境が用意されていないなどの問題点も散見された。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 保全対象の魚種の泳力等生態を踏まえた流速、構造となるような設計が必要。
- ・ 魚道の配置に当たって、魚類の生息場として地区内を見渡し、遡上の必要性が高い環境・遡上の必要のない環境を見極めつつ効果的に設置することが重要である。



水路魚道①



水路魚道②

■水路魚道（E地区）

【現況評価】

- ・ ハーフコーン型の魚道で、オイカワやアユが確認されており、遡上する魚種にとって移動経路確保の機能を発揮していた。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 地区の保全対象生物に加え、水路内を利用する主要魚種の移動も考慮した魚道タイプの選定が必要である。



ハーフコーン型魚道



水路魚道

■粗石付き魚道（J地区）

【現況評価】

- ・ 自然石が横断方向に隔壁状に貼り付けられた魚道は、十分な流量があり勾配が緩やかであれば魚類の遡上効果が見込める（写真左）。一方で勾配が急で水量が少ない場合は水深が不足し、増水時以外は遡上不能となる（写真右）。
- ・ 自然石の貼り付けが等間隔で石と石の間が広く、石による流速の低減や遡上する魚類の待避場所となるプール部の創出効果が低いと考えられるケースも見られた。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 粗石付き魚道を設置する場合には、遡上に必要な最低限の水位が確保できる流量・勾配の条件の場所に設置する必要がある。
- ・ 粗石付き魚道は、石の大小や形状の違い、並べ方によって、流量、流速、落差の変化に富んだ多様な越流状況を創出する点が魅力であり、保全しようとする魚類の遡上する姿をイメージしながら施工することが効果的である。



粗石付き魚道①



粗石付き魚道②

(2) 生息・生育環境の確保に寄与する工法と留意事項

魚類等の生息に関係する環境要因としては流速、水深、植生、底質などがあり、保全対象生物にとってこれらの環境条件が適した場を創出することで、生息場（採餌場、産卵場、仔稚魚の生育場、隠れ場）として機能すると考えられる。

以下に、令和元年度～令和3年度に実証調査を行った全国10地区において、生息場として「多様な流速・水深」、「空隙」、「多様な底質」、「多様な植生」の確保を目的として設置された生態系配慮施設の現況評価と工法選定時の留意事項を示す。

a. 配慮護岸

■ 二面張装工区間（B地区）

【現況評価】

- ・ 排水路の中流部は、河床は土砂で埋め戻し、護岸は魚巣ブロックを組み合わせた二面装工、落差工は階段式落差工としている。整備後10年以上経過後においても、一部区間で堆砂と抽水植物の繁茂が進み、流路や流速が多様な区間となっており、多くの魚類が確認されている。
- ・ 堆砂や水路幅の狭窄により非かんがい期に湍筋状の流れが生じており、結果として少ない流量でも魚類の生息に必要な水深が確保される状態となっている。
- ・ 通水阻害の視点では堆砂や抽水植物の繁茂はマイナスだが、多様な生息環境の提供や、環境の変化（出水や非かんがい期の流量減）に対する調整能力を有するという点で、重要な区間となっている。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 本来の排水機能を阻害しない範囲での維持管理の方法（土砂除去の程度等）を明確にし、管理者間での共有が必要である。



配慮護岸(二面装工区間)

■ 井桁沈床工（A地区）

【現況評価】

- ・ 地区内の流速の大きい路線に部分的に配置されており、流心の流速が速くても、水路壁部分は流速の緩和と植生の定着により生物の居場所を提供している状況が確認された。
- ・ 設置後10年以上して機能を発揮しており、適切な維持管理によるものと想定された。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 自然素材を活用する施設のため、設置効果の年数上限が不明である。



井桁沈床工①



井桁沈床工②



井桁沈床工③

■環境配慮護岸 (I 地区)

【現況評価】

- 生態系配慮施設により多様な環境が創出されており、経年で水路の状況に変化が少なかったため確認個体数が安定して多い。非かんがい期にはカダヤシ（国外外来種）の割合が多くなる傾向がある。

【工法選定に係る留意事項】

- 配慮護岸は国外外来種にとっても好適な環境を提供するため、地区内に国外外来種（特定外来生物）が既に侵入している場合、意図せずして生息範囲の拡大に寄与してしまう可能性がある。事業実施前での魚類相の確認と、水域ネットワークの接続性の変化による外来種侵入の可能性についても検討する必要がある。



環境配慮護岸①



環境配慮護岸②

■カゴ型護岸ブロック (J 地区)

【現況評価】

- ビオトープや水路区間の岸辺に設置されたカゴ型護岸ブロックは、調査対象とした 11 箇所のうち 8 箇所において、概ね最下段のブロック下部が広く水没し、水中の空隙が多く確保され魚巢として機能していたが、ビオトープの中には、土砂の堆積が進み、最下段のブロックがすっかり土砂に埋没し魚巢として機能していない箇所も見られた。
- 当地区ではカゴ型護岸ブロックが 3 段に積まれており、陸上部については適度に土が溜まって植物が生育し、凹凸が豊富であることからカエル類が移動の際に外敵から身を隠しやすく、陸域ネットワークの確保に役立っていると推察された。

【工法選定に係る留意事項】

- カゴ型護岸ブロックのうち、水中に浸かっている部分は魚巢として魚類等の隠れ場を提供し、陸上部分の多孔質空間は植生が生えることでカエル類の移動経路などの機能を提供する。
- 過剰な土砂供給がある水路では、堆砂によりブロックが埋没して陸地化してしまうことから、魚巢として機能を維持するためには定期的な土砂撤去が必要である。



ブロックが水に浸かる



水中の状況



一部のブロックが土砂に埋没

■ 蛇籠 (D 地区)

【現況評価】

- ・ 隙間が狭く一定以上の体サイズの魚類は利用困難である。設置区間の水路幅がその他の水路区間に比べて広く、水際の垂下植物等もないため、開放的な区間となっており、サギ等の捕食者に狙われやすい環境となっている。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 蛇籠の構造上、大型個体の利用を想定した間隙の設定は限界があるものの、保全対象生物の体サイズをふまえ、どの程度の間隙を創出するかを想定した上で、栗石のサイズを調整することが望ましい。
- ・ 魚類が集まる場合は、捕食者にとっても捕食しやすい環境となりうる。隠れ場となる垂下植物等の植生繁茂もある程度許容する設計や維持管理が必要である。



蛇籠

■ 浅瀬護岸 (K 地区)

【現況評価】

- ・ タナゴ類等の小型魚の生息、待避場として設置されているが、水位が護岸まで達しておらず、出水時に冠水している状態となっている。
- ・ 浅瀬護岸から水路内への植生侵入、木杭による流速変化や隙間に植物が生育し、小型魚の隠れ場として部分的な機能発揮になっている可能性がある。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ ほ場整備後は水路断面の拡大に伴い、大型魚や肉食性の種が進入する可能性があるため、魚類の多様性維持のため、多様な水深を確保することが効果的であるが、水路の管理水位や下流の堰管理の運用を踏まえ、適切な高さで設計する必要がある。



浅瀬護岸

■ ドジョウ水路 (土水路) (A 地区)

【現況評価】

- ・ 土水路区間はドジョウの他、トノサマガエルや水生昆虫類の生息場となっており、地区内で最も水生生物の多様性指数が高い地点となっていた。
- ・ 水路下流端に水路魚道が接続しており、かんがい期は土水路と周辺水路とが接続している。非かんがい期は通水が止まるため、陸地化している。
- ・ 抽水植物の繁茂と土砂の補足により水路が土砂で埋まりやすいが、定期的な維持管理作業により、整備後 10 年以上経過しても水路環境が維持されている。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 周辺水路との接続性を確保するための水路魚道も併せて設置することが望ましい。
- ・ 草刈りや泥上げなどの定期的な維持管理が必須であり、維持管理体制の構築や維持管理作業内容の共有などの実現可能性を念頭に選定することが望ましい。



かんがい期のドジョウ水路



水路内の抽水植物の繁茂



多様な流速を生む石の配置

b.魚巢ブロック

■魚巢ブロック (J 地区)

【現況評価】

- ・ 当地区では水路内に設置された魚巢ブロックの多くが深みとセットで整備されており、土砂が溜まりやすい場所にもなっている。埋没していない魚巢ブロック内では、タカハヤやアカハライモリなどが多く採捕され、隠れ場所等の機能が発揮されていたが、土砂の堆積によって護岸沿いに寄洲が形成され、埋没している箇所もみられた。
- ・ 深みとセットになっていない箇所では、全般的に水量が少なく水深が浅いために、魚巢として利用しにくい状況となっていた。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 土砂供給が適度な環境であれば、深み工と組み合わせることで水量が少なくても魚類等の隠れ場としての機能が望める。
- ・ 土砂供給が過剰な場所ではブロックが埋没し、生物の利用空間として機能しなくなるため定期的な除去が必要である。



魚巢ブロックと深みが機能



土砂に埋没した魚巢ブロック



魚巢ブロックと深みが埋没

■魚巢ブロック (D 地区)

【現況評価】

- ・ 水路底とフラットになるように砂泥が堆積しており、深みとしては機能していなかった。水中カメラによる映像からも、利用頻度は高くない結果であり、施設規模が不足している可能性が考えられる。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 水路勾配や土砂供給状況をふまえ、土砂が堆積しやすいことが想定される場合には、機能低下や維持管理の手間の増加が想定されるため、設置の要否に熟慮が必要である。



魚巢ブロック①



魚巢ブロック②

■魚巣ブロック (E 地区)

【現況評価】

- ・ 内部に土砂は堆積していなかった。実証区は流速が速い水路であり、本施設は魚類の一時避難場所として有効であると考えられた。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 平常時も流速が速い水路区間においては、魚類の一時的な避難場として機能する施設として有効である。



魚巣ブロック

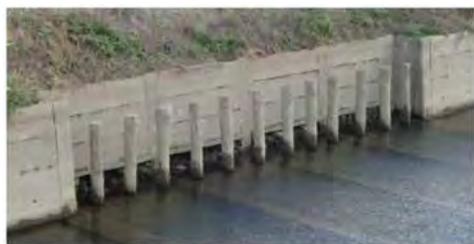
■魚巣ブロック (K 地区)

【現況評価】

- ・ 上流の小規模な水路において、かんがい期は水に浸かるものの非かんがい期は浸からない（出水時のみ浸かる）施設が確認された。

【工法選定に係る留意点】

- ・ 下流の堰高や運用も踏まえ、水位管理が可能な範囲で設計する必要がある。



魚巣ブロック①



魚巣ブロック②



魚巣ブロック③

c.水路底の配慮

■砂底水路（K地区）

【現況評価】

- ・ 砂底水路は地区流入部の比較的幅の狭い水路に設置されており、かんがい期は水深が確保されているが、非かんがい期は水位低下に伴い水深不足と水域の分断が生じていた。
- ・ 砂底水路近くに水路を一部掘り下げた深みを設置しており、非かんがい期は深みに移動していることがうかがえた。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 非かんがい期も水域連続性が維持されるよう安定した水量確保の検討ができるよう設計する必要がある。



砂底水路

■ポーラスコンクリート（E地区）

【現況評価】

- ・ ポーラスコンクリート設置場所の一部に水草が繁茂していた。水草の繁茂により流速が緩やかとなり、堆積した砂泥にドジョウが多数生息していたことから、本施設は緩流域を好む魚類にとって有効であると考えられる。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 水草が繁茂しすぎると水路の流れが悪くなり、土砂やゴミの堆積を誘発する可能性があるため、地区内の水路の一部のみに設置することが望ましい。
- ・ 地下水位が低いところは地下浸透により水量の減少が懸念、設計時に湧水量を考慮する必要がある。



水草の繁茂状況



川底の状況

d. 深み工

■ 深み（低水溝）（J 地区）

【現況評価】

- ・ 調査では、設置後 10 年以上を経過し、低水溝部分のみに土砂が堆積している区間と、水路底の全面に土砂が厚く堆積し低水溝が完全に埋没している区間があった。
- ・ 低水溝では、オニヤンマやゲンジボタルなどが採捕されており、単調なコンクリート水路において低水溝が底質の多様化を促し、底生動物等の貴重な生息場所になっている。

【工法選定に係る留意事項】

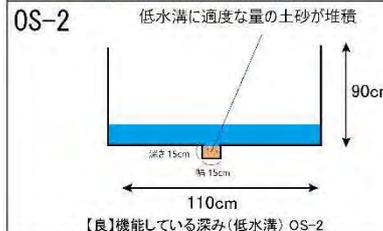
- ・ 本来、低水溝は、十分な環境配慮空間が確保できない単調なコンクリート水路床が続く区間において、水路の通水性を妨げない範囲で底生魚や底生動物の生息環境を提供する施設として考案されたものであり、土砂供給と排砂のバランスが適度な水路環境での設置に適している。
- ・ なお、土砂の堆積した環境は生物生息環境としてはより好ましいが、放っておくと過剰な土砂堆積によって通水機能を損ねる可能性がある。



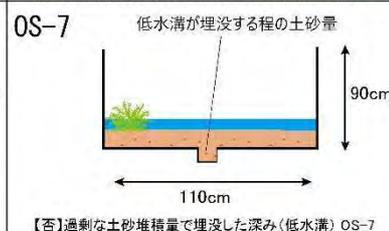
【良】機能している深み（低水溝）OS-2



【否】過剰な土砂堆積量で埋没した深み（低水溝）OS-7



適度に土砂が堆積している低水溝



土砂で埋没している低水溝

■ 深み工（A 地区）

【現況評価】

- ・ 非かんがい期に通水が止まり水枯れとなる路線に 2 か所設けられた深み工が、ドジョウ、タイコウチ、コオイムシ等の越冬場となっていた。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ このタイプの深み工は、非かんがい期は完全に周辺水域との接続性が絶たれ、水の入替えなどは雨天時にわずかに可能となる。濁りや富栄養化などの水質変化にある程度耐性のある種には適している。
- ・ 同路線には水田魚道も設置されており、深み工とのセットの配置により本路線のみでドジョウが生活史を全うすることが可能である。



深み工



深み工以外の区間(完全に水が無い)

■深み工 (B 地区)

【現況評価】

- ・ 非かんがい期 (9 月以降) に、上流部のコンクリート三面張区間の水深は僅か数 cm 程度となった際に、深み工地点では 40cm~50cm 程度の水深が確保されており、魚類の待避・越冬の場として効果を発揮していた。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 土砂供給が過剰な路線や勾配が緩い路線の場合、深み工内に土砂が堆積して深みが維持されず機能低下する可能性が高い。平常時もある程度の流速が保たれ、土砂が堆積しにくい路線での設置に適している。



深み工 (幅広区間)

■集水柵 (A 地区)

【現況評価】

- ・ 土水路に接続する水路魚道の登り口に加え、柵渠構造の排水路と交差する箇所に設置された集水柵であり、最も多くの魚種がこの集水柵内で確認されていた。
- ・ 底質には礫と砂泥が薄く堆積し、流速はごく緩い状況となっており、土水路に遡上していく個体や非灌漑期に流下してきた個体の一時的な休息場として利用されていた。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 集水柵自体はシンプルな構造であり、複雑な構造の施設や、特定の種の利用だけを想定した施設よりも設置しやすく、効果も発現しやすい。施設検討の制約条件などが多い場合には、検討しやすい施設である。



水路魚道の下流端に配置された集水柵

e.ワンド工

■ワンド工 (E 地区)

【現況評価】

- ・ ワンド工内の岸際には水草が繁茂しており、平常の流況ではワンド工として流速緩和や土砂堆積の機能を発揮している。
- ・ ワンド工内のドジョウの確認個体数は2年目調査で減少する結果となっており、出水時にワンド工に堆積していた土砂が一部流出して生息環境が変化したことが原因と考えられる。
- ・ ワンド工が流路の外側（水衝部側）に設置されており、出水時の水の勢いを受けやすい状態である。今後も出水のたびに底質が流出する可能性が高い。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 水路の曲がり部にワンド工を設置する場合には流路の内側（淵が形成される側）に配置する。



かんがい期の状況



非かんがい期の状況

■ワンド工 (H 地区)

【現況評価】

- ・ 底質として泥分が堆積しており、砂質を好むオバエボシガイなど含むイシガイ類にとって望ましくない生息環境になっている。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 泥分は流失するが砂分は堆積する最適な流速が維持できる路線を選定し、設置する。



ワンド工

■幅広区間 (B 地区)

【現況評価】

- ・ 拡幅部 40cm 程度。流速は中央部が約 30cm/s、側面（拡幅部）は約 6cm/s と拡幅部で低い値を示している。
- ・ 1/10 確率降雨時には最大で 14.7m³/s の排水が流下するが、幅広区間が魚類の一時的な避難場所として有効に機能していた。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 土砂供給が過剰な路線や勾配が緩い路線の場合、土砂が堆積しやすく機能低下や維持管理に労力がかかる可能性がある。平常時もある程度の流速が保たれ、土砂が堆積しにくい路線での設置に適している。



幅広区間

f.ビオトープ

■ビオトープ（J地区）

【現況評価】

- ・ 当地区のビオトープは、水路とは区分されたため池型ビオトープと、水路内の一部区間の幅を広げたワンド型ビオトープに大別される。ため池型ビオトープは、山肌からの染み出し水により常に水深が一定に保たれた止水環境が維持されており、キイトトンボ等の止水性水生昆虫、アカハライモリ、モリアオガエルの成体などが確認され、止水性水生動物の繁殖場所や成育場所としてよく機能していると考えられた。
- ・ ワンド型ビオトープも、コンクリートでライニングされた水路内において貴重な緩流部や深場を提供しており、このような環境が維持されたワンド型ビオトープでは、タカハヤ、ドジョウ、ミズカマキリ、ガムシ等の良好な生息場所となっていると考えられた。
- ・ 一方、ワンド型ビオトープではほとんどの地点で土砂の堆積が進んでおり、水みちだけ残しビオトープのほぼ全面が陸化した地点、陸生植物が繁茂し水面が見えない地点も多く、従前の代替環境として機能していない箇所もみられた。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ ワンド型ビオトープは、単調な流れが連続する水路内にあって、ほ場整備前に旧水路（土水路）が有していた緩流部や深みなど魚類等様々な生物が好む生息環境の代替環境として有効な配慮工法であるが、水流で運ばれてきた土砂が堆積しやすく、陸化し植生が繁茂しやすい。機能を維持するには定期的に草刈や土砂を取り除く必要がある。
- ・ ドジョウなど魚類の生息場として整備する場合は、田んぼとの移動経路（魚道等）と併せて整備するなど、保全対象生物が生活史を全うできるネットワークを確保することが重要である。適切な設計条件で魚道が設置できない場合や、田の耕作者の理解が得られない場合は、別の方法で代替環境を検討する必要がある。
- ・ 水生生物を対象としたビオトープは水の供給条件も重要な要素である。ビオトープ設置位置の選定に当たっては、改変前の現地調査で山際の染み出し水や湧水のある場所など把握しておき、それら事前情報や条件を活かしてビオトープを造成することも、生物の保全、管理労力の軽減につながる。



ため池型ビオトープ



ワンド型ビオトープ



水田魚道を整備したビオトープ

■ビオトープ (K 地区)

【現況評価】

- ・ 緩傾斜土羽で高水敷に湿地を造成した区間（片岸・延長 40m）、木柵護岸と高水敷に湿地を造成した区間（両岸・延長 130m）、水底に土砂存置し護岸に環境保全型ブロックを配置した区間（片岸・延長 40m）となっている。対照区の地区内で唯一の環境配慮施設であり、通年通して多様な種の生息が確認出来ている。なお、湿地造成区間に繁茂する護岸植生に対し、地元住民から維持管理の面について意見があがっている。

【工法選定に係る留意事項】

- ・ 湿地造成規模等については事前に十分な検討を行う必要があるが、生物の観察会等を通じ、持続可能な生態系配慮の重要性の理解を得て、生態系配慮施設の適切な維持管理体制・方法を検討していく必要がある。



ビオトープ(湿地区間)