

円山川水系加陽地区における大規模湿地再生の取組み

Large-Scale Wetland Restoration Efforts in the Kayo District of the Maruyama River System

自然環境グループ 研究員 小林 慶浩
自然環境グループ 次長 都築 隆禎
自然環境グループ 研究員 工藤 雄大

円山川水系では、国土交通省と兵庫県によるコウノトリをシンボルとした地域づくりの推進の中で、円山川における自然再生を実施していくため、地域の代表者・学識者からなる検討委員会を設立し、平成17年に「エコロジカルネットワークの保全・再生・創出」を目標とする円山川水系自然再生計画が策定された。円山川水系自然再生計画では、河川環境の課題と目標を整理し、複数の整備メニューが設定された。このうち、「湿地環境の再生・創出」という目標に対して、支川の出石川における「大規模な湿地環境の創出と山から湿地の連続性確保」を整備メニューとして、加陽地区において大規模な湿地環境創出が行われた。加陽地区の湿地環境の創出は平成21年～平成25年にかけて実施され、閉鎖型湿地や開放型湿地等の多様な施設が整備された。整備後、検討委員会の専門部会の中で湿地の各施設における環境状況を評価するとともに、改善方針を検討し、改良工事を実施して平成30年に現在の形状に竣工した。本稿では、加陽湿地の整備の内容、改良とその効果など、大規模湿地整備事業としての整備と評価を解説する。

キーワード：自然再生計画、湿地創出

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism and Hyogo Prefecture established a study committee consisting of local representatives and academics in order to implement natural regeneration of the Maruyama River System as part of the promotion of regional development with the stork as a symbol and in 2005, the Maruyama River System Nature Restoration Plan was formulated with the goal of "preserving, restoring, and creating an ecological network". In the Maruyama River System Nature Restoration Plan, issues and goals for the river environment were organized, and several maintenance menus were established. In response to the goal of "restoration and creation of wetland environment," a large-scale wetland environment was created in the Kayo area, with "creation of a large-scale wetland environment and ensuring the continuity of wetlands from mountains" in the Deishi River, a branch river, as the maintenance menu. The creation of the wetland environment in the Kayo area was implemented from 2009 to 2013, and various facilities such as closed and open wetlands were developed. After the improvement, the environmental conditions at each of the wetland facilities were assessed within the specialized subcommittee of the study committee, improvement policies were discussed, and improvement work was completed in its current form in 2008. This paper describes the development and assessment of the Kayo wetland as a large-scale wetland improvement project, including the details, improvements and their effects.

Keywords: nature restoration plan, wetland creation

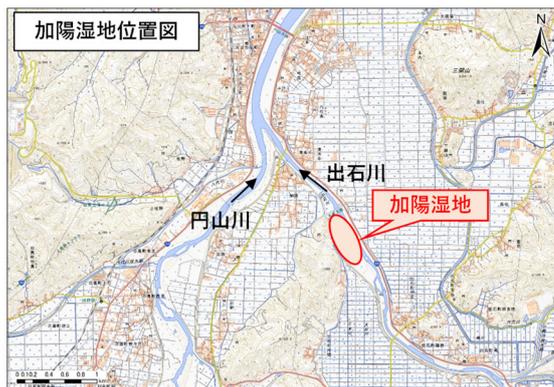
1. はじめに

円山川は、水源を兵庫県朝来市生野町円山に発し、大屋川、八木川、稲葉川等の支川を合わせて北流し、豊岡盆地にて出石川、奈佐川等を合わせ日本海に注ぐ一級河川である。円山川は支川の出石川合流点付近で環境が大きく変化しており、合流点より上流側では瀬淵が発達し、アユの産卵場やカマキリ等の礫河床の魚類の生息、カワラハハコ群落等の礫河原の植生が見られる。合流点より下流では河床勾配が緩く、感潮区間となっており、干潟、ヨシ原、ワンドなど特徴的な環境が成立し、タナゴ類等の淡水魚、ハゼ類等の汽水魚が生息、ヨシやオギ等を代表とした植生が成立している。

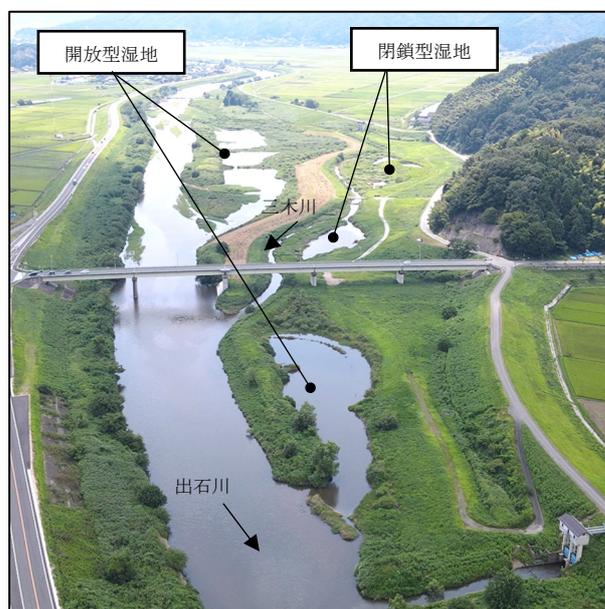
円山川では、明治期から河道改修、水門・樋門整備等の河川工事が多く実施され、また周辺の圃場整備等によって流域の環境は大きく変化してきた。国の特別天然記念物であるコウノトリはかつて国内で普通に見られていたが、こうした環境の変化により円山川流域でも一時姿を消した。円山川の一次支川である出石川でも同様の環境変化が見られ、周辺の乾田化や河川改修による河道の固定化・直線化、それによる氾濫原湿地減少などにより単調な環境となっていた。

こうした環境変化を受け、国土交通省と兵庫県によって、円山川における自然再生を進めるために地域の代表や学識者からなる円山川水系自然再生検討委員会が設立され、平成 17 年 11 月に「コウノトリと人が共生する環境の再生を目指して～エコロジカルネットワークの保全・再生・創出～」を目標とした円山川水系自然再生計画が策定された。以降、円山川では自然再生計画に基づき、委員会に諮りながら湿地再生等の自然再生事業が実施されてきた。

円山川自然再生計画では、本川の上流ブロック、下流ブロック、支川出石川ブロックの各ブロックで整備メニューが立案されている。このうち出石川ブロックでは先述のとおり河道改修等による河川環境の単調化、乾田化等による湿地減少が課題となっており、「湿地環境の再生・創出」という目標に対して、「大規模な湿地環境の創出と山から湿地の連続性確保」が整備メニューとして設定された。この整備メニューに基づき、「動植物の生息・生育場の機能の確保」、「陸域と水域の連続性の確保」の観点から出石川 1.0 km～2.0 km に位置する加陽地区で大規模湿地の創出が実施された。整備により約 7.2ha の湿地が造成され、整備後の平成 30 年 10 月にはラムサール条約湿地の範囲が拡大され、加陽湿地も条約湿地に含まれるようになった。



図－1 加陽湿地の位置図



図－2 加陽地区の大規模湿地（加陽湿地）R4 撮影

加陽地区は大正 10 年（1921）「鶴山」のコウノトリを天然記念物として生息地の指定をした地域にも隣接し、戦前の主なコウノトリの営巣地が集中していた地区でもある。当時の加陽地区は緩流河川が蛇行する区間となっており、周辺はまとまった氾濫原湿地環境となっていた。以降、河道改修により流路のショートカットが行われたが、整備時はまだ蛇行流路が旧流路として残置されていた。その後、昭和 23 年には農地利用により旧流路の埋め立てが進められ、旧流路は消失し周辺は水田地帯となった。こういった経緯から、加陽地区が湿地整備の対象となり、平成 19 年には「出石川加陽地区湿地再生パートナー協議会」が設立され、湿地整備の検討が行われた。以降、協議会において学識経験者のアドバイスや地域住民の意見を反映しながら、加陽地区湿地計画が立案された。湿地整備の施工は平成 21 年～平成 25 年にかけて実施され、開放型湿地、

閉鎖型湿地、湿地に接続する支川の三木川等の多様な施設が整備された。整備後、円山川水系自然再生検討委員会の流れをくむ円山川水系自然再生推進委員会の技術専門部会（以下「技術部会」という）において、各施設の整備の評価と改善方針が検討され、改良工事が実施された。改良工事は平成30年に竣工し、現在の形状となる加陽湿地が完成した。

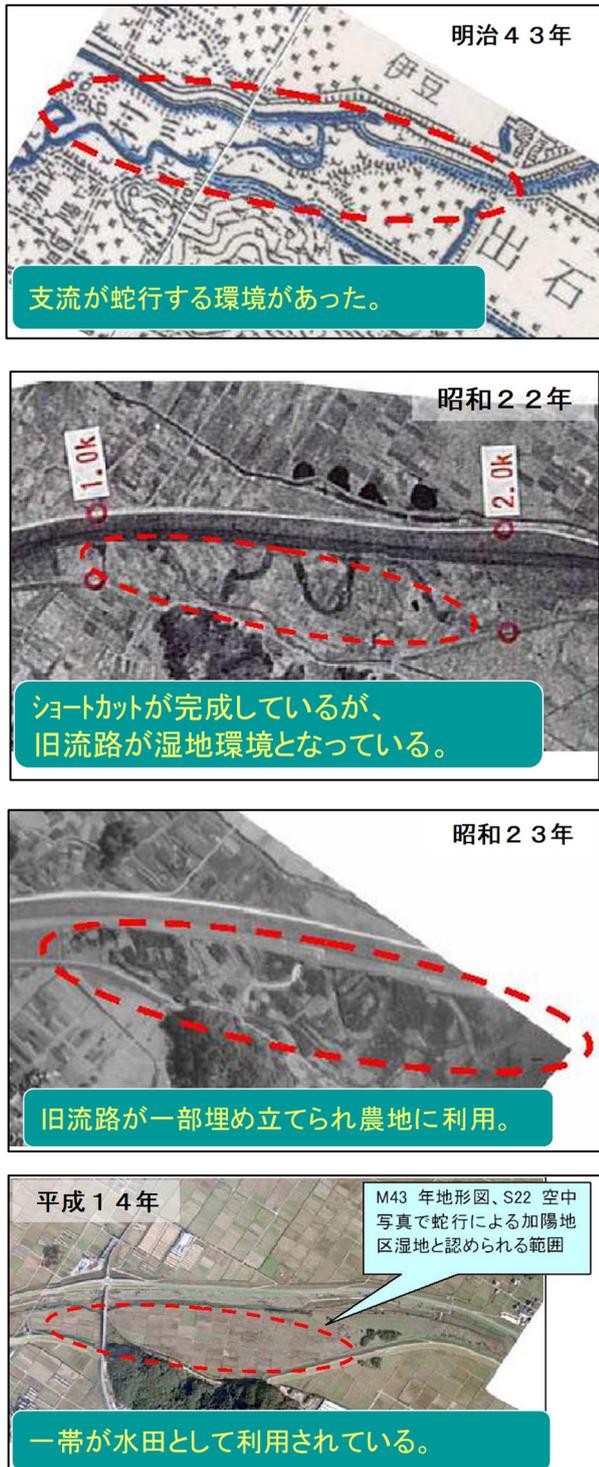


図-3 加陽地区のかつての姿と変遷

本稿では、加陽湿地の整備の内容、改良とその効果など、大規模湿地整備事業としての整備効果を解説する。

2. 加陽湿地整備の内容

2-1 整備の概要

加陽湿地の整備の計画検討にあたっては、平成19年に「出石川加陽地区湿地再生パートナー協議会」を立ち上げ、湿地整備の内容について国、県、市、学識経験者だけでなく、地域住民にも参画いただくことで、地域と連携した具体的な計画検討を行った。

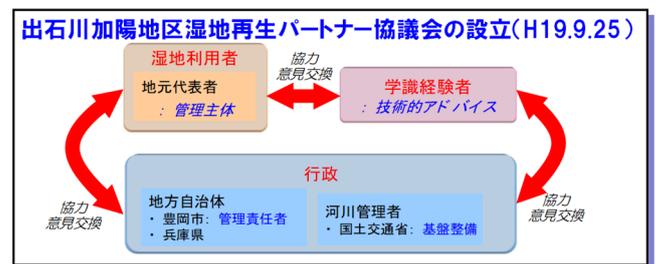


図-4 パートナー協議会の仕組み

パートナー協議会における意見を踏まえて、加陽湿地のコンセプト（案）を作成した。整備前の加陽湿地は一帯が水田となっていたが、一部はビオトープとして利用されており、平成20年に生物生息状況の現地調査を実施し、生物相の把握を行った。把握した生物相の現況とパートナー協議会におけるコンセプト（案）を踏まえて、加陽湿地の整備施設と施設配置の全体像を設定し、設計が行われた。設計をもとに平成22年～平成25年にかけて段階的な施工により加陽湿地整備が実施された。

加陽湿地の施設は主に閉鎖型湿地（上流・下流の2か所）、開放型湿地（上流・下流の2か所）、三木川となっており、陸域には草地環境・樹林環境が成立するように整備された。それぞれの施設ではコンセプトが設定されており、閉鎖型湿地は「水田ビオトープの代替」という位置付けで、水田同様に水深の浅い閉鎖水域として整備された。また上流側の閉鎖型湿地は上池と下池の2つに分かれており隣接する山からの湧水を用水供給に活用し、下流側の閉鎖型湿地は三木川から取水することで、上流側と下流側で環境の差を持たせた。開放型湿地は「水路の代替、魚類の再生産の場」として、出石川と接続し水位変動の影響を受ける湿地として整備された。また上流側の開放型湿地には「魚類の隠れ場」として、湧水時などで魚類が生息できるように部分的に水深の深い箇所が整備された。三木川は「二

枚貝等の生息場」として、部分的に湾曲させる等によって瀬や淵を創出した。また周辺陸域は湿性の低茎草地、高茎草地、乾性の低茎草地、樹林環境などの植生をコンセプトとした。

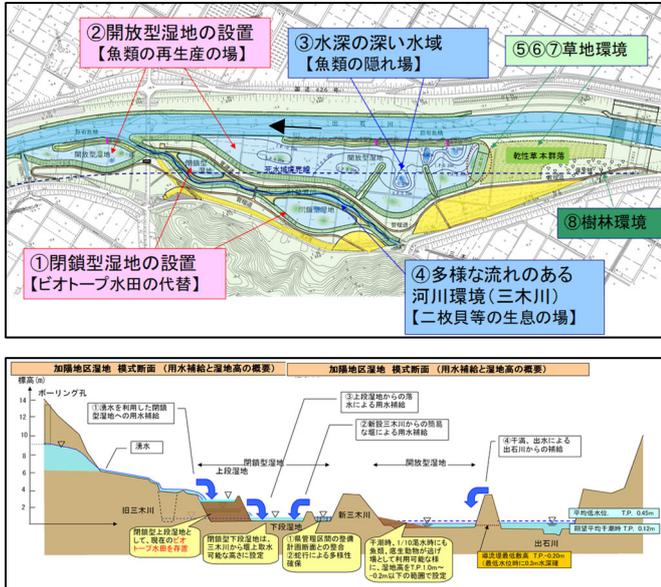


図-5 加陽湿地の整備の計画図（平面図・断面図）

表-1 整備した各施設のコンセプト

環境	構造
①閉鎖型湿地	・流入部のみ他水域とつながった水深の浅い閉鎖型湿地 ・水深0.05~0.20m(現在の加陽ビオトープ水域の25%~75%をしめる水深) ・ミクリ、ガマ等の抽水植物が部分的に繁茂する陸域も必要 ・ヌルデ・アカメガシワ等の樹林環境と隣接した閉鎖型湿地 ・出水時のみ河川や水路とつながる閉鎖型湿地(キンパナ、ナマス等の産卵場)
②開放型湿地	・出石川とつながった開放型湿地(下流の水位変動を常に受ける) ・水位低下時には干出ししない地盤高とする
③水深の深い水域	・湧水時や水温の低い冬季に魚類が息できる水深の深い環境
④多様な流れのある河川環境(三木川)	・部分的に湾曲させることにより、瀬や淵を創出する ・ワンドの設置等により緩流域を創出する ・水際の植生を繁茂させるため、部分的に緩勾配の堤防法面とする
⑤草地環境(湿性低茎草本群落)	・やや湿潤な土壌でタデ科植物等の低茎草本が生育する環境
⑥草地環境(乾性低茎草本群落)	・比高が高く、やや乾燥した土壌でイネ科植物等の低茎草本が生育する環境
⑦草地環境(湿性高茎草本群落)	・やや湿潤な土壌でオギ等の高茎草本が生育する環境
⑧樹林環境	・湿地環境や草地環境と連続した樹林環境

2-2 大規模な掘削にあたっての工夫

加陽湿地の施設のうち、上流側の開放型湿地は掘削面積が非常に大きい施設となっていた。そこで、段階的な施工における掘削方法の工夫として、加陽地区はかつて蛇行した流路が形成されていたことを考慮し、旧川状の蛇行に掘削し、水路を復旧することで、開放型湿地の機能(魚類の再生産の場、逃げ場)の早期効

果発現が図られた。旧川の河岸法尻には浸食防止や魚類生息場の観点から環境配慮型の工法として木工沈床が設置された。また、旧川の他に開放型湿地下流端で段階的施工により一部を試験湿地として掘削し、モニタリングが実施された。モニタリングの結果を踏まえハビタット機能を評価しながら、試験地から掘削範囲を段階的に拡大し、開放型湿地が整備された。

このように大規模湿地造成である加陽地区の整備では掘削規模も大きなものであったが、段階的施工により部分的な掘削とモニタリングで施工後の魚類等の生息状況、植生の変遷をチェックし、その結果をフィードバックしながら全体の施工を実施した。

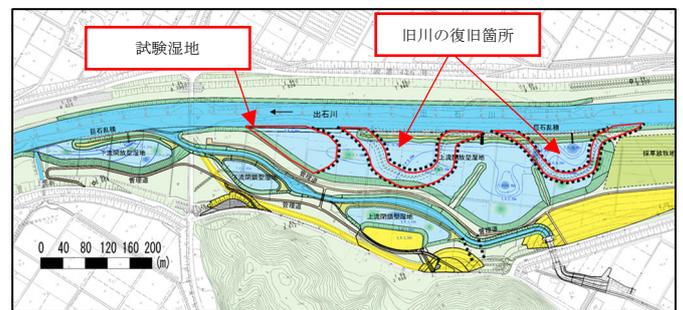


図-6 開放型湿地の旧川復旧箇所・試験湿地箇所

3. 整備後の課題を踏まえた改良工事の実施

3-1 改善方針の検討

平成25年に当初想定した加陽湿地の施設の整備が概ね完了した後に、円山川水系自然再生推進委員会の技術部会において、有識者との現地視察会が実施された。現地視察とこれまでのモニタリング結果から、下記のような施工後の課題が確認された。

- 各施設の細やかな整備方針が未定
- 閉鎖型湿地の水深が深く、カワウの餌場となる
- 閉鎖型湿地の水位調節ができない
- 緩傾斜化した法面は外来植物が多く繁茂 など

そこで、改善方針を検討するため、技術部会にワーキングを設置した。ワーキングでは下記の方針をもとに改善方針の検討を実施した。

- ① 各湿地などの目標の設定
- ② 目標に応じた想定種と利用条件の設定
- ③ 想定種に適した生息環境の整備

各施設において、その整備方針と期待する機能から、生息・生育が想定・期待される種と必要な環境条件(表-2参照)を設定し、これらの種の生息環境を整備することを目標として各施設で改良内容の検討を行った。

表-2 各施設の目標設定

施設	施設別の整備方針	期待する機能	生態・生育が想定・期待される種と必要な環境		
			動物	必要な環境条件	
加瀬湿地	閉鎖型湿地	水田環境や池環境による多様な生物の生息環境	カエル、トンボ等の生息、繁殖環境 魚類の生息環境（遡上による生息） トノサマガエル、メダカ、ドジョウ、コイ・フナ類（産卵）、ナマズ（産卵）、タモロコ、コイ、フナ、ナマズなど	・浅い緩流域、深み（魚類等の逃げ場、隠れ場）：上流閉鎖型湿地下池、下流閉鎖型湿地 ・水田に類似した環境（浅い水域）：上流閉鎖型湿地上池 ・背丈の低い水際植物（ミソソバ等） ・背丈の高い水際植物（ヨシ・ガマ等） ・背丈の低い陸域の植物（チガヤ等） ・出石川～三木川～湿地の連続性	
	開放型湿地	魚類の再生産の場	魚類の産卵・稚魚の生息場所 魚類の出水時の避難場所	・深み ・背丈の低い水際植物（ヤナギタデ等） ・背丈の高い水際植物（ヨシ・ガマ等） ・背丈の高い陸域の植物（オギ等） ・出石川と開口部による連続性	
	三木川	魚類の移動経路、供給源	魚類の移動経路	-	・移動が可能な堰等の施設
	周辺草地	在来種を中心とした多様な草地	・バッタ等の生息環境 ・カエルの採餌場所 ・カヤネズミ等の生息	バッタ類など	・背丈の低い植物（チガヤ等） ・背丈の高い植物（オギ等）
	放牧地		・但馬牛の餌となる野草	-	・背丈の低い植物（チガヤ等） ・背丈の高い植物（オギ等）
	土砂溜め	湿地内への土砂堆積抑制	出水時の土砂の捕捉	-	-

3-2 各施設の改良工事の実施

先述の通り設定された目標に応じて各施設で改良工事の内容を決定した。改良工事は段階的に実施され平成30年に竣工した。

《閉鎖型湿地（上流）》

閉鎖型湿地上流は水田環境として、カエルやトンボ類、魚類等多様な生物の生息場が期待する機能となっているが、水深が一様となっていたことから、部分的な深みの造成や、下池では捨石による間隙環境や浅場の造成を行い、水深に変化を持たせた。また水位調節が可能な施設がなかったため、余水吐の設置などが行われた。

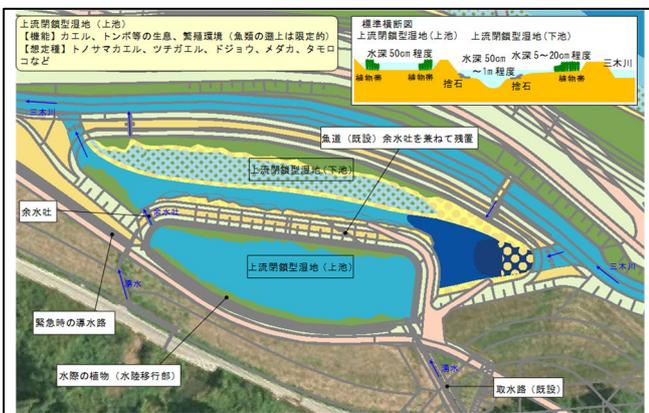


図-7 閉鎖型湿地（上流）上池の改良内容



図-8 閉鎖型湿地（上流）下池の改良内容

《閉鎖型湿地（下流）》

閉鎖型湿地下流は上流と異なり魚類の生息環境、遡上による生息（氾濫原性魚類の再生産の場）を主な期待する機能としており、氾濫原性の魚類の産卵期に湛水ができるように、堰板により水位操作が可能な堰を三木川と合わせて設置した。また上流と同様に水深に変化を持たせるための深場や浅場の造成、余水吐の設置などが実施された。

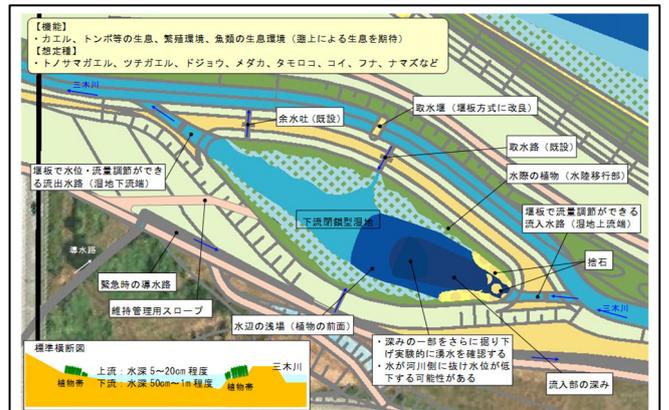


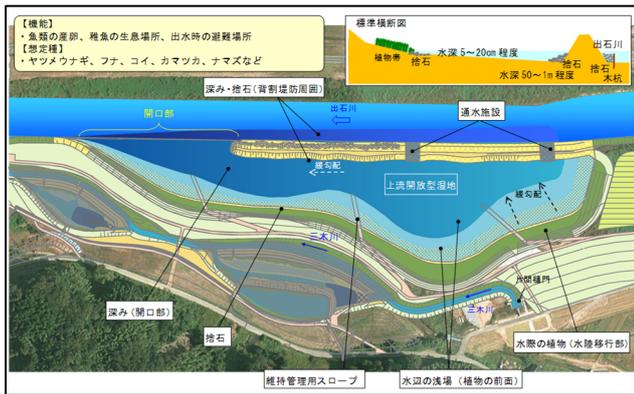
図-9 閉鎖型湿地（下流）の改良内容

《開放型湿地（上流）》

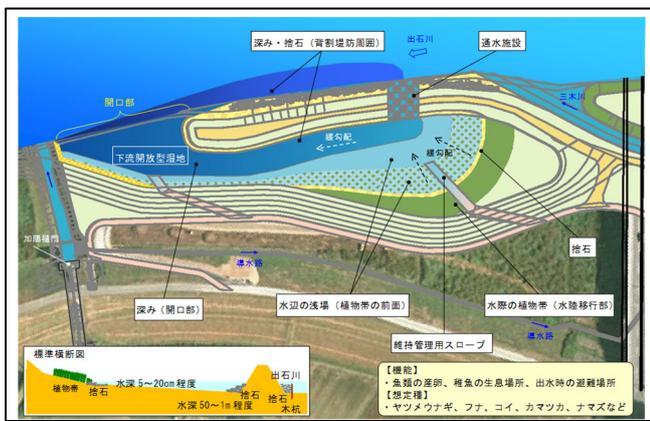
開放型湿地上流は魚類の産卵、稚魚の生息、出水時の避難場所などを期待する機能としており、改良にあたっては大型魚類が利用可能なように出石川との接続する開口部付近に深場が造成され、水際部は捨石による間隙環境や緩傾斜掘削による浅場が造成された。また水交換が滞らないように通水施設も設置された。

《開放型湿地（下流）》

上流よりも規模は小さいが、上流と同様の整備方針であり、深場・浅場の造成、間隙環境、通水施設の設置が行われた。



図一 10 開放型湿地（上流）上池の改良内容



図一 11 開放型湿地（下流）上池の改良内容

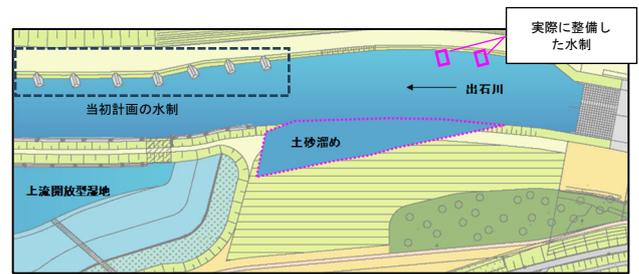
3-3 土砂溜めの設置

各施設の改良とは別途、加陽地区の湿地再生では土砂堆積の懸念が大きかったことから、土砂堆積を抑制する湿地形状の検討が行われてきた。「湿地と本川の背割り堤の高さ調整」、「背割り堤の上流部を開放」、「湿地内に流入土砂溜めの設置」、「湿地手前の上流で土砂捕捉」の土砂堆積抑制のための複数パターンを想定し、出水時の平面二次元定常流解析等により、堆積箇所と水理特性を関連付け、土砂の捕捉に対して効果のある案の検討が行われた。検討の結果、「湿地手前の上流での土砂捕捉」が最も広大な施設である開放型湿地への土砂堆積抑制に効果的であると判断され、湿地の上流部での土砂溜め設置が決定された。

土砂溜めの設置にあたっては、出石川の土砂は砂分が主であることから、砂分について土砂の補足効果のある土砂溜め形状が検討された。

また土砂溜めがより効果的に土砂を捕捉できるようにするため、土砂溜めの対岸部に水制が整備された。整備にあたっては土砂捕捉が効果的になるように、水制の位置や形状、個数などについてシミュレーション結果を踏まえた複数案を技術部会で検討し、整備を進

めた。



図一 12 設置した土砂溜め（点線範囲）

4. 加陽湿地の現状の機能とその評価

4-1 目標の達成状況

加陽湿地の改良工事は平成 30 年 3 月に竣工した。以降、施工後のモニタリング調査等が継続され、年度ごとにモニタリングの結果が技術部会で報告された。これらの調査結果や定期測量等を活用し、令和 4 年に加陽湿地の目標達成状況の評価が実施された。生物の生息状況はモニタリング調査等により、土砂堆積等の形状については測量成果により評価した。なお、加陽湿地は竣工直後の平成 30 年 7 月豪雨による大規模出水（出石川の弘原観測所で最大流量は 839m³/s※出典：国土交通省水文水質データベース）を経験しており、この出水を踏まえ土砂堆積の状況の評価した。

設定された目標となる各施設の「整備方針」、「期待する機能」、「生息・生育が期待される種と必要な環境条件」（表-2）に対して、調査結果からの評価概要を総括して、表-3に示す。各整備施設では、それぞれ目標とした生物種の生息が確認された。また、測量データと水位観測の結果から整備時に想定した水深、形状を概ね維持していた。これらの結果から、令和 4 年度時点において加陽湿地の各整備施設は整備方針に基づく期待する機能を概ね維持していた。ただし、一部で土砂堆積傾向やヤナギ類等の木本の侵入が見られたことから、今後土砂堆積の進行による機能低下の可能性に留意する必要がある。

設定された目標に対して良好な結果が得られていたこと、また改良工事竣工から 5 年経過したことから、以降の加陽湿地におけるモニタリング調査は、生物相把握については定期的・統一的に生物相の調査を実施する「河川水辺の国勢調査」で、土砂堆積傾向など湿地形状の変化については「定期測量」等に移行することを提案し、現状評価と合わせて第 40 回の技術部会に諮り評価された。

表-3 各施設の目標に対する現状評価

施設	整備方針	期待する機能	評価結果の概要	評価
①閉鎖型湿地	水田環境や池環境による多様な生物の生息環境	カエル、トンボ等の生息・繁殖環境 魚類の生息環境(遡上による生息)	◆評価軸: カエル、トンボ類の生息、繁殖環境 ・周辺でトノサマガエルを含む8種のカエル類を確認、再生産も確認。 ・周辺で15種のトンボ類(ヤコ)と3種の成虫を確認。 ・周辺で8種のバッタ類を確認。 ◆評価軸: 魚類の生息環境(遡上による生息) ・各種の生息を確認。ナマズやコイ科魚類の稚魚、付着卵(魚種不明)を確認。 ◆評価軸: 必要な環境条件 植生 ・各種生が周辺に成立。	○良好
	魚類の再生産の場	魚類の産卵・稚魚の生息場所 魚類の遡上時の避難場所	◆評価軸: 魚類の産卵、稚魚の生息場所、魚類の避難場所 ・コイ、フナ類、カマツカの生息を確認。オイカワ等の未成魚の生息場・コイ科魚類の産卵場として機能。 ◆評価軸: 必要な環境条件 植生 ・各種生が周辺に成立。 ◆評価軸: 必要な環境条件 形状 ・浅い水域、浅い緩流域・深みは維持されているが、堆積傾向は見られる。 ※堆積傾向は今後も注視。 ⇒生息・生育が期待される種が確認され、必要な環境条件も成立・維持。	○良好
②開放型湿地	魚類の移動経路、供給源	魚類の移動経路、供給源	◆評価軸: 魚類の産卵、稚魚の生息場所、魚類の避難場所 ・三木川ではこれまで魚類が31種、接続する閉鎖型湿地では22種確認されている。 ・閉鎖型湿地で生息を期待する種でもあるナマズ、タモロコ、コイ、フナ類等7種が三木川・湿地内ともに確認されており、移動経路・供給源として機能している。 ・また魚類の確認状況から堰は移動を阻害しておらず、必要な環境条件(移動可能な堰等の設置)が成立している。 ⇒期待する機能(移動経路・供給源)を発現しており、必要な環境条件(堰が魚類の移動を阻害していない)も成立・維持。	○良好
	在来種を中心とした多様な草地	バッタ等の生息環境 カエルの採餌場所 カヤネズミ等の生息	◆評価軸: バッタ類、カエル類、カヤネズミ等の生息 ・周辺で8種のバッタ類の生息を確認。生息場として機能。 ・カヤネズミの球果を2箇所確認。生息場として機能。 ・周辺草地ではトノサマガエルの成体が複数確認されており、採餌等で利用されていると考えられる。 ◆評価軸: 必要な環境条件 植生 ・各種生が周辺に成立。 ⇒生息・生育が期待される種が確認され、必要な環境条件も成立・維持。	○良好
③三木川	在来種を中心とした多様な草地	但馬牛の餌となる野草	◆評価軸: 必要な環境条件 植生 ・各種生が周辺に成立。 ⇒生息・生育が期待される種が確認され、必要な環境条件も成立・維持。	○良好
④周辺草地	在来種を中心とした多様な草地	但馬牛の餌となる野草	◆評価軸: 必要な環境条件 植生 ・各種生が周辺に成立。 ⇒生息・生育が期待される種が確認され、必要な環境条件も成立・維持。	○良好
⑤放牧地	在来種を中心とした多様な草地	但馬牛の餌となる野草	◆評価軸: 必要な環境条件 植生 ・各種生が周辺に成立。 ⇒生息・生育が期待される種が確認され、必要な環境条件も成立・維持。	○良好
⑥土砂溜め	湿地内への土砂堆積抑制	出水時の土砂の捕捉	◆評価軸: 出水時の土砂の捕捉 ・竣工後とH30.7豪雨後のH30測量データを比較すると地盤高が60cm程度増加しており、土砂が堆積している。 ・H30測量とR2測量データを比較すると地盤高が低下している。R1年に実施された維持掘削により、土砂溜め内の土砂を撤去している。 ⇒設計条件のとおり土砂を捕捉。	○良好

が確認されている。

周辺へのコウノトリの飛来状況については、湿地内での飛来数は年変動が大きく明確な傾向はないものの一定の飛来が確認されている。また湿地全面の出石川本川では改良後工事後に明確な飛来数の増加が見られている。

このように設定された目標以外の観点においても、加陽湿地は多様な生物の生息場となっている。

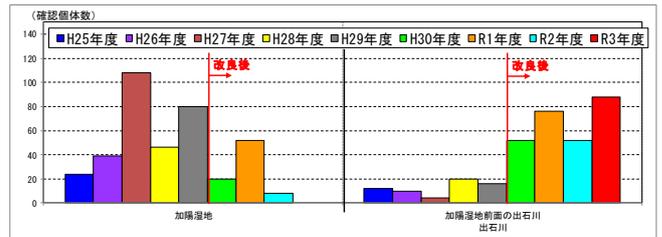


図-14 コウノトリの飛来数の変化



図-15 コウノトリの飛来状況(左:湿地内、右:湿地全面の出石川) R2撮影

4-2 目標以外の生物の生息について

加陽湿地の評価軸として設定されていないものの、良好な生物の生息状況が確認されている。水域では魚類のタナゴ類の産卵母貝となるイシガイ類が確認されており、稚貝の生息も確認されていることから、これらの淡水二枚貝の繁殖環境としても機能している。



図-13 確認された二枚貝とその稚貝(R1撮影)

水際部では、群落形成は見られていないものの、タコノアシ、オオアブノメなどの良好な湿性植物の生育

4-3 氾濫原環境の創出機能について

先述の加陽湿地の現状評価における評価事項の1つであるが、加陽湿地の整備施設が有する特筆すべき機能として人為的な氾濫原環境の創出を解説する。

下流の閉鎖型湿地および取水を行う三木川には堰板による水位操作が可能な堰が設置されている。この堰の水位操作により、周辺植生を含めて湿地内を湛水させることで人為的に氾濫原環境を創出することができる。水田環境を利用する魚種の産卵期である5月~6月にかけて、この氾濫原環境の創出を実施することで、これらの魚種の再生産に寄与する仕組みとなっている。なお、魚類の遡上に配慮し、堰板は下流から順に徐々に高くなるよう計4つの高さの異なる構成となっている。また設置にあたっては、堰板間のプールに土嚢を入れ底面を底上げし、堰板の天端の角部は越流水の剥離が生じないように丸みを持たせるなど、遡上への阻害要因をなるべく減らすように工夫を行っている。

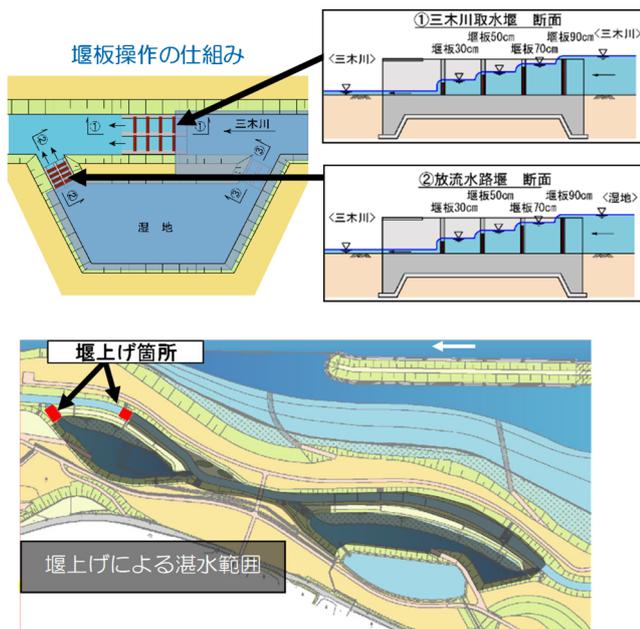


図-16 堰板操作の仕組みと湛水イメージ

この氾濫原環境の創出は令和3年度から実施されている。令和4年度に実施した5月下旬～6月下旬までの氾濫原環境の創出では、下流閉鎖型湿地に設置した水位計による連続水位観測の結果から、堰上げにより概ね50cmの水上昇が見られ、堰上げ期間中の1か月間はその水位が維持されていることが確認された。また景観変化から周辺の陸域植生を含む湛水も確認されており、堰上げによって氾濫原環境が創出されたことが確認された。堰上げ期間の終了後は、堰板を撤去して水位を低下させた。

氾濫原環境の創出期間中の現地調査結果から、周辺植生に魚類の付着卵が確認されたほか、多数のコイ科魚類の稚魚やナマズ、ドジョウ等の稚魚が確認された。

このように加陽湿地には、堰板操作によって人為的に氾濫原環境を創出し、魚類再生産の場として寄与する機能を持っていることが特徴的である。



図-17 堰上げ期間中の水位連続観測の結果



図-18 堰上げによる景観変化

5. 加陽湿地の維持管理・利活用について

5-1 維持管理について

加陽湿地は大規模湿地であり面積が広大であるため、湿地を維持していくための維持管理が当初から課題となっていた。そこで平成24年に、河川管理者である国土交通省と豊岡市が維持管理協定を締結し、河川管理者は出水等被災に伴う機能復旧を、豊岡市は日常点検、除草、清掃、簡易な補修を維持管理として受け持つこととした。また豊岡市は地域住民に一部の維持管理を委託するというかたちをとることで、国・市・地域住民が連携する維持管理が行われている。また、企業によるCSR活動の一環としての湿地内の土砂撤去・除草作業なども実施されるなど、企業参加による維持管理活動の試みもなされている。

維持管理にあたっては、各整備施設の整備方針・期待する機能に対してどのような維持管理が必要なのかを整理した「加陽湿地維持管理マニュアル(案)」を作成することで、多様な主体が維持管理に関わることができるような工夫を図っている。

このように、加陽湿地のような維持管理に大きな労力を要する大規模湿地などでは、国だけでなく多様な主体が協力して維持管理を行っていくことができる仕組みづくりが重要と考えられる。

5-2 利活用について

加陽湿地は生物多様性の創出の場として自然再生計画に基づき整備されたが、その規模の大きさから地域資源としてのポテンシャルも高く、利活用の取組みが国・市それぞれで行われている。

《国の取組み》

国では、加陽湿地における施工後のモニタリングの一部を「問診型モニタリング」として位置付け、平成 23 年から地域の小学校と連携した調査を実施してきた。

地域の小学生と屋内での勉強会や、現地でのモニタリング調査を実施することで、環境学習の場として加陽湿地を活用するほか、先述の地域が維持管理に参画できる方向性づくりが行われてきた。



図-19 問診型モニタリングの様子
(左：事前勉強会、右：現地調査) H29

※豊岡河川国道事務所 HP より引用
<https://www.kkr.mlit.go.jp/news/river/event/2017/o19a8v000000cy2y.html>

《市の取組み》

豊岡市では、加陽湿地を自然再生と地域活性が両立する場所として位置付け、拠点施設の整備が実施された。拠点施設は「加陽水辺公園」の名称で平成 30 年 6 月からオープンしている。加陽湿地を中心として周辺に駐車場や交流館、ふれあい広場などの施設を整備、地域資源として一般向けの利活用を図っている。

このように加陽湿地では自然再生としての生物多様性の創出・保全だけでなく、大規模湿地であることが地域資源となり、利活用につながる取組みがなされ、実際に多くの人に利用されている。



図-20 加陽水辺公園の整備イメージ

※豊岡市 HP より引用
<https://www.city.toyooka.lg.jp/shisei/kohokocho/news/1002848/1002877.html>

6. おわりに

本稿では、自然再生計画に基づき大規模湿地として整備された加陽湿地について、計画～整備～整備後の課題～改善検討～改良工事～評価に至る一連のプロセスについて解説した。加陽湿地の整備は長期の段階的なプロセスを踏んでおり、過程では有識者・地域を交え非常に多くの議論がなされる中で実施と改善を繰り返し、より環境上良好な湿地かつ地域に根差した湿地となるように整備された。また多くの自然再生箇所課題となる整備後の維持管理、利活用についても地域連携を積極的に図る取組みが実施されている。全国で湿地再生が実施された箇所は多数存在するが、加陽湿地のような大規模な湿地再生は他に類を見ないものであり、今後湿地をはじめとする自然再生の参考となれば幸いである。

最後に、本稿の作成にあたり、国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所各位にはご指導、ご助言を、復建調査設計株式会社各位にはモニタリング調査結果のデータ提供等の御協力をいただきました。ここに厚く御礼を申し上げます。

＜参考文献＞

- 1) 近畿地方整備局：円山川水系河川整備計画，2013
- 2) 近畿地方整備局，兵庫県：円山川水系自然再生計画書，2006
- 3) 都築隆禎、坂之井和之、池田有希、川田貴章：生態系ネットワークを念頭においた円山川水系の自然再生～事業実施状況の報告～，リバーフロント研究所報告，第 19 号
- 4) 小川洋：出石川加陽湿地の課題と改良の検討について～地域と連携した湿地再生～，近畿地方整備局，平成 26 年度 多自然かわづくりの事例
- 5) 豊岡河川国道事務所：加陽湿地の今後の活用について～地域と連携した取組み～，近畿地方整備局，平成 30 年度 多自然かわづくりの事例
- 6) 入江恭史：自然再生事業における地域住民と連携・協働した維持管理について～加陽湿地の事例～，平成 27 年度国土交通省国土技術研究会，2015
- 7) 濱田皓司：自然再生事業、その活用～加陽湿地の事例～について，平成 29 年度近畿地方整備局研究発表会 論文集，地域づくり・コミュニケーション部門：No. 12

