

# 自然再生事業と緊急治水対策事業を踏まえた コウノトリが生育できる川づくり

Re-creating a white stork-habitable river while achieving nature restoration and  
emergency flood control project goals

研究第一部 主任研究員 都築 隆禎  
研究第一部 部長 渡部 秀之  
企画部 参事 竹内亀代司  
八千代エンジニアリング(株) 眞間 修一

円山川水系では、国の特別天然記念物であるコウノトリをシンボルとした地域づくりを進めていく中で、直轄管理区間における生態系の多様性の保全・再生を念頭においた対策及び持続可能な環境管理を踏まえた自然再生計画書を平成17年11月に策定した。

本研究は、策定した自然再生計画書の概要報告と自然再生事業の具体策として湿地の再生方法について検討した以下の内容について報告する。①各区間に成立可能な湿地タイプ・湿地植生。②抽水植物群落が成立する湿地を成立させるための湿地位置、形状。③目標とする湿地タイプを一定量確保するための維持管理のあり方。④河岸湿地再生の基本形状。

キーワード：コウノトリ、円山川、自然再生事業、湿地再生、緊急治水対策事業

In the region along the Maruyama River System, efforts are underway to re-create a region featuring the white stork, a nationally protected bird species. In November, 2005, a nature restoration plan encompassing the conservation and restoration of ecosystem diversity and sustainable environmental management in the river sections managed directly by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport was adopted.

This paper briefly describes the nature restoration plan and reports on a study of specific wetland restoration methods conducted taking into consideration (1) wetland types and wetland vegetation viable in each river section, (2) wetland location and configuration that enable emergent plant communities to be viable, (3) maintenance needed to retain a certain amount of wetland of the desired type, and (4) basic configuration of the restored riparian wetland.

*Key words : white stork, Maruyama River, nature restoration project, wetland restoration, emergency flood control project*

## 1. はじめに

円山川は、朝来市生野町円山を水源として、山間部を流れた後、豊岡盆地をゆる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、「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おり、昨年の9月には、コウノトリの野生復帰の節目となる放鳥が行われた。



図-1 円山川流域図

この円山川水系において、兵庫県は平成15年1月から地域の代表者や学識者とともに「円山川水系自然再生検討計画検討委員会」を立ち上げ、翌年度からは国土交通省も参加して、地域連携について重視した計画の策定を本格的に取り組んできた。

しかし一方で、平成16年10月の台風第23号による豪雨は、円山川下流域で浸水家屋11,874世帯、浸水面積4,083haに達する甚大な被害を発生させ、治水対策の重要性と河川改修の必要性を改めて浮き彫りにした。

これらの状況も踏まえ、「円山川水系自然再生計画



写真-1 台風第23号による浸水状況 (H16)

検討委員会」では、平成15年1月から11回の審議を行い、治水、利水上の機能を考慮しつつ、河川における豊かな自然環境の保全・再生・創出を図っていくための計画を平成17年11月に策定した。

本稿では、策定された自然再生計画の概要と自然再生事業の具体化策として最初に詳細検討を実施した湿地の再生方法について報告する。

なお、本稿の中で記述している「湿地タイプ」とは、常時河川と前面が繋がっている開放型の湿地と、ワンドや池のように閉鎖性が高い閉鎖型の湿地を示す。



写真-2 開放型の湿地 (左)、閉鎖型の湿地 (右)

## 2. 自然再生計画の概要

円山川水系の自然再生は、コウノトリの野生復帰に関わる地域の取り組みと、災害防止のための治水事業が進められる中で治水対策と合わせて河川環境の整備を行い、過去に損なわれた湿地や環境遷移帯等の良好な河川環境の再生を目指すものである。ここでは、自然再生計画の概要として、流域及び河川における課題と目標、自然再生のメニューを示す。

### 2-1 円山川流域及び河川の課題と目標

湿地環境を形成していた流域の水田では、昭和40年代半ばから行われたほ場整備事業により乾田化が進み、かつてコウノトリが生息していた頃のドジョウやメダカをはじめとする多様な生物の生息・生育環境が大きく減少している。また、用排水の分離等による河川と水路と水田の連続性の低下に加え、宅地開発に伴い水田と水路と山裾との連続性も大きく失われつつあり、生物の生息・生育環境が減少している。

以上の課題を踏まえ、円山川水系の自然再生計画では、“コウノトリと人が共生する環境の再生を目指して”をテーマに、多様な生物の生息・生育環境の復元を目指すものとして、自然再生の目標を設定した。

また、流域の中で河川に求められる役割と目標として、エコロジカルネットワークの根幹となる河川環境の保全・再生・創出や魚道の設置・改善、湿地環境の再生・創出、希薄化した川に対する意識をあらためることの4項目を設定した(図-2参照)。

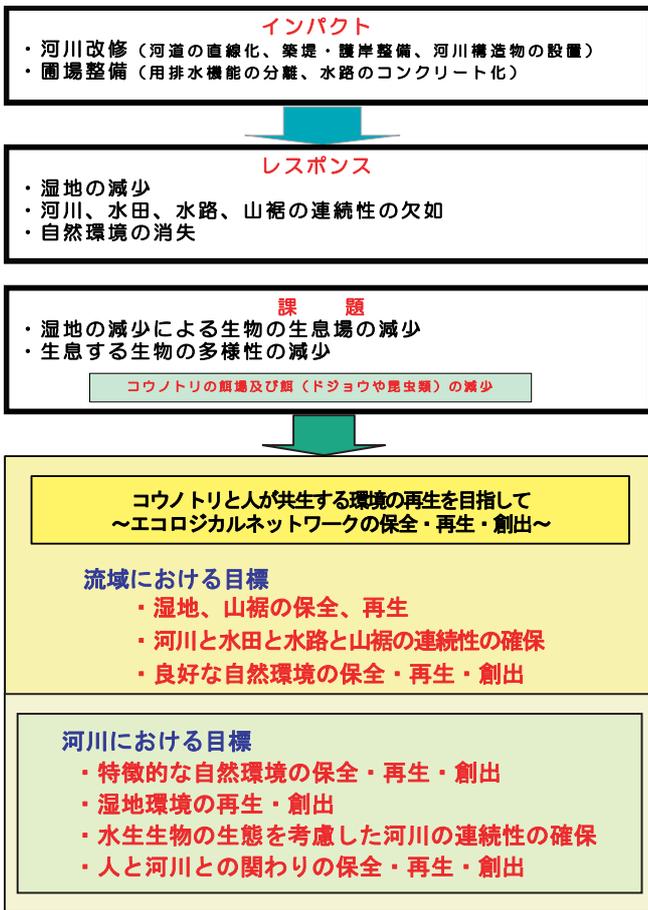


図-2 円山川流域及び河川の課題と目標

## 2-2 自然再生メニュー

### (1) 湿地環境及び環境遷移帯の再生・創出

湿地環境及び環境遷移帯の再生・創出にあたっては、野上試験湿地（3-2参照）の遷移の状況を踏まえ、堤防防護ラインの河道側水際部を水平、あるいは緩い横断勾配で掘削、造成する（図-3参照）。また、ほ場整備に伴う乾田化の進行により大幅に湿地環境が減少している現状を踏まえ、河川区域内の水田や休耕田を利用した大規模な湿地環境を創出する（図-4参照）。



写真-3 野上試験湿地の状況（H17）

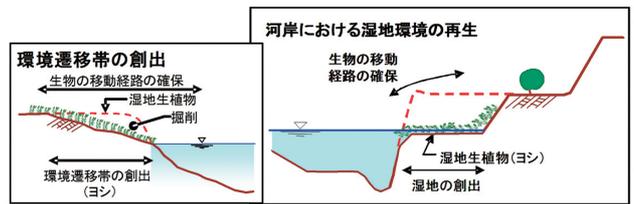


図-3 河岸における再生イメージ

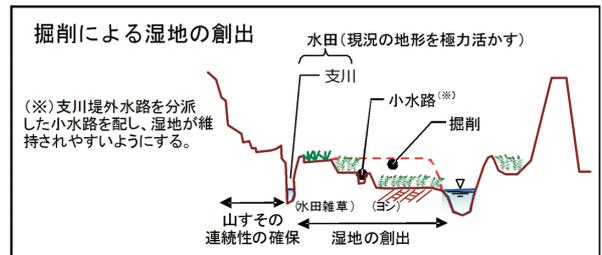


図-4 水田・旧流路を利用した湿地イメージ

### (2) 多様な流れ・河岸環境の再生

多様な流れ・河岸環境の再生にあたっては、小規模水制工設置等の工夫によって、速い流れや遅い流れ、瀬や淵が創出されるよう流れに多様性を持たせる。また、水制工間の堆砂機能を利用し、変化に富んだ水際及び河床を再生する（図-5参照）。

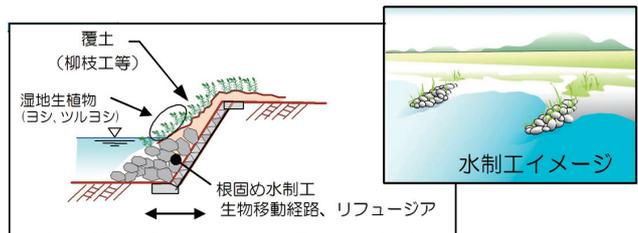


図-5 小規模水制工設置による多様な河岸・河床の再生イメージ

### (3) 連続性の確保

河川の縦断的連続性の確保については、本川の蓼川井堰をはじめとした連続性を損なう堰・落差工に対し、魚道の改善や新設、落差部の解消を行い、生物の移動可能範囲を拡大し、生物生息場としての機能向上を目指す。また、河川と水路の接続部の樋門については、階段形やスロープ形等（図-6参照）により落差を解消するとともに、水深を確保し、樋門周辺の落差を解消する。

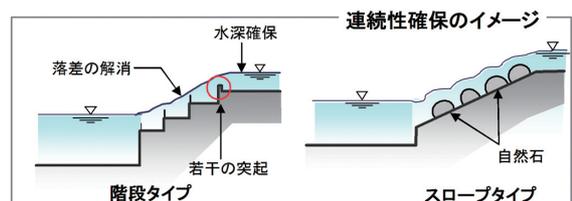


図-6 堰・落差工の連続性確保のイメージ図

### 3. 湿地再生計画

円山川では、下流の感潮区間において塩性湿地、流水辺一年草群落、低層湿原等の植生が成立している。この区間では感潮区間であるが、条件を整えばどの箇所においても低層湿原の成立可能な基盤が備わっていると考えられる。一方、感潮区間より上流では、礫原草原及び河畔林が主体であるが、一部流水辺一年草群落のヤナギタテ群落も見られる。また、ヤナギ林は、河口～上流まで広く分布している。

このような現状を踏まえ、湿地再生計画として、以下の基本方針を設定し、湿地の再生方法を検討することとした。

- ①現況湿地の水理的・水質的特性に基づき湿地の立地特性を把握し、各区間に成立可能な湿地タイプ・湿地植生を示す。
- ②目標とする湿地タイプとして、コウノトリの餌場となるような抽水植物群落が成立する湿地を取り上げ、このタイプの湿地を成立させるための湿地位置、形状を検討する。
- ③再生湿地の遷移を想定し、経年的に確保される湿地タイプ毎の面積を示す。当初目標とする湿地タイプを一定量確保するために必要となる維持管理のあり方について、基本的考え方を示す。

#### 3-1 円山川の湿地植生の立地特性分類

円山川の湿地植生の立地特性については、潮位と河川の流量の影響度合いから分類することとした。なお、河川流況の度合いについては、ヨシ原化が湿地遷移の一つの到達点となることから、ヨシの立地条件より推定することとした。図-7に朔望平均潮位、平水位、水力計算による流量規模別の計算水位、ヨシの立地条件の調査結果を重ね合わせて示す。

これより、ヨシ群落は、奈佐川流入点（河口から9km付近）を境に、下流部は朔望平均干潮位から満潮位の潮位影響区間に成立していることが確認された。また、それより上流部は、年に3～5回発生する流量時の水位付近に成立していることが確認された。

#### 3-2 野上試験湿地の遷移状況整理

円山川では、平成12年度、野上地区（河口から9.5～11.8km）において河積確保の観点から高水敷の掘削を行った。掘削に際しては湿地環境を試験的に再生することを目指して平水位相当の地盤高さであるT.P.+0.31mに掘削した。ここでは、この地区の造成後の土砂堆積等、遷移状況について整理する。

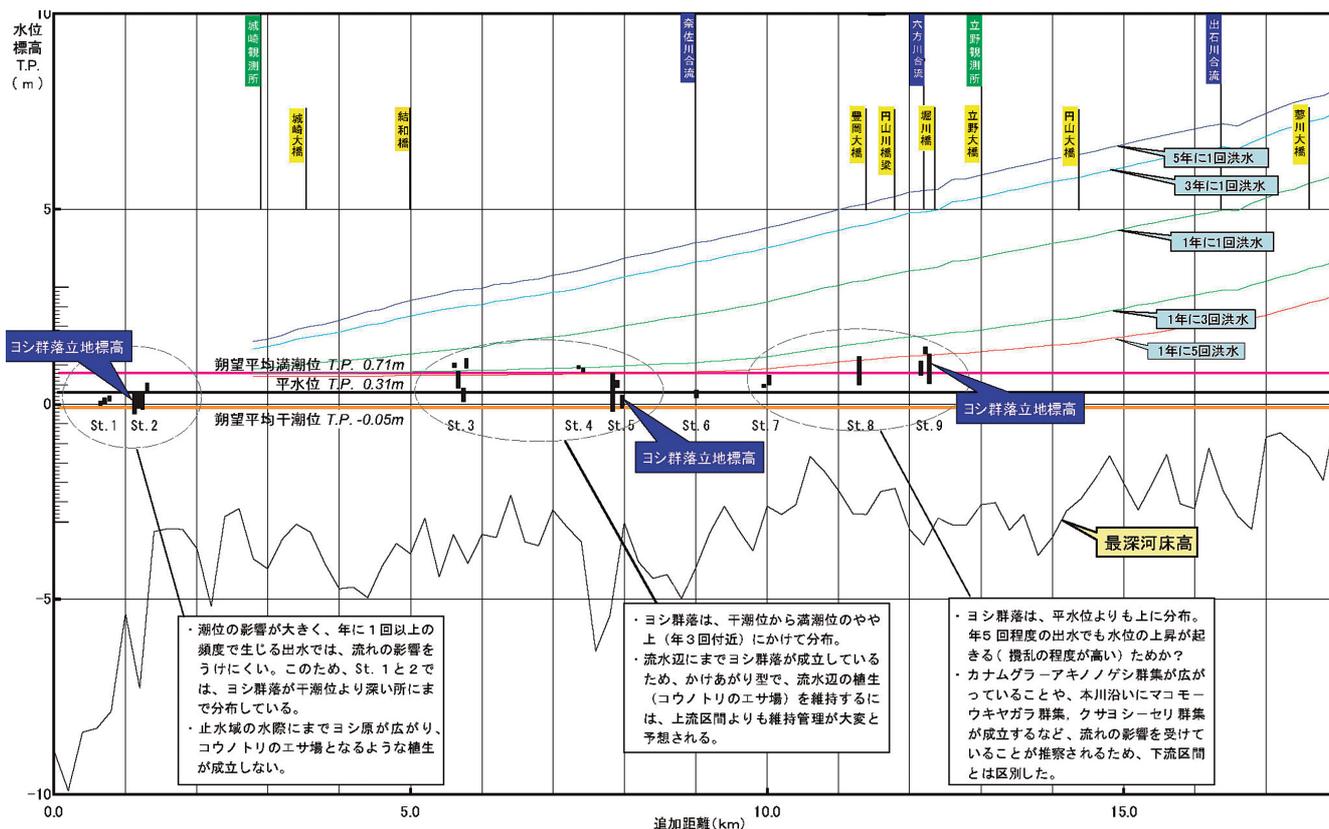


図-7 流量規模別の計算水位とヨシの立地範囲

(1) 試験湿地の植生横断

円山川では、平成16年10月に大規模な出水が発生している。このため、植生の遷移状況は試験施工後で大きな洪水の影響を受けていない平成16年5月の植生断面図より確認した(図-8)。

土砂の堆積している箇所には、ヨシ・クサヨシの繁茂が著しく、河岸部(水際部)にはマコモが生育している。平均水深20cm以下となると植物の生育は見られない。また、マコモが河岸部および内部の凹地周辺に成立していることから、流水の影響を受ける環境にあることが推定される。

ヨシは、マコモよりも比高の高い箇所に位置し、それよりも高い箇所ではクサヨシが優占している。

クサヨシ	：地盤高T.P.+0.30m~0.52m
ヨシ	：地盤高T.P.+0.20m~0.44m
マコモ	：地盤高T.P.+0.08m~0.39m (T.P.+0.08m以深になると水域のみ)

(2) 試験湿地の形状の変遷

野上試験湿地では、平成12年造成時、平成16年5月、11月、平成17年8月、11月に横断形状が測量されている。

野上試験湿地地形変化を図-9に示す。

平成16年5月と平成12年の造成時の地形変化を見ると、河岸部では堆積傾向、高水敷内では概ね洗掘傾向であったと判断できる。河岸部で10~20cm堆積、高水敷き内で10~20cm洗掘が見られた。中~大規模洪水が生じない場合の堆積、洗掘量を4年のデータで推定すると、堆積量2~5cm/年、洗掘量2~5cm/年となる。

また、平成16年10月の大規模出水後には、全般的に堆積傾向となり、最大堆積深は約50cm(H16.5.26~11.09)であった。凹部もほぼ、造成時の高さまで埋め戻された。

3-3 湿地計画高の設定

湿地タイプ毎の計画高は、分類毎、立地特性毎の成立標高を調査結果より設定する。計画上の切り下げ高は、改修後の水位低下量および一定期間の堆積厚を考慮して設定する。

$$\text{湿地計画高} = \text{湿地タイプ立地標高仮定値} - \text{改修水位低下量} - \text{堆積厚}$$

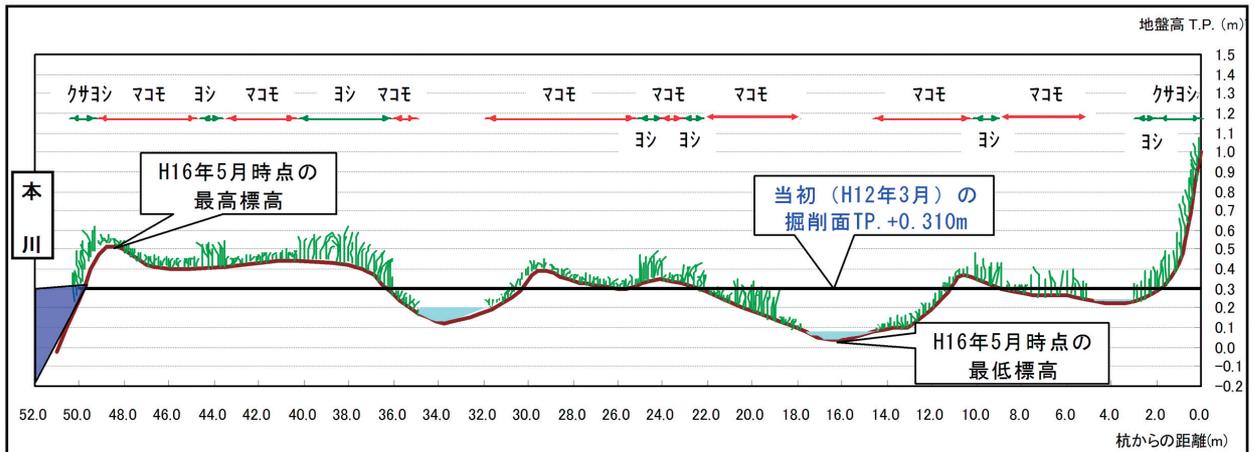


図-8 野上試験湿地の植生断面

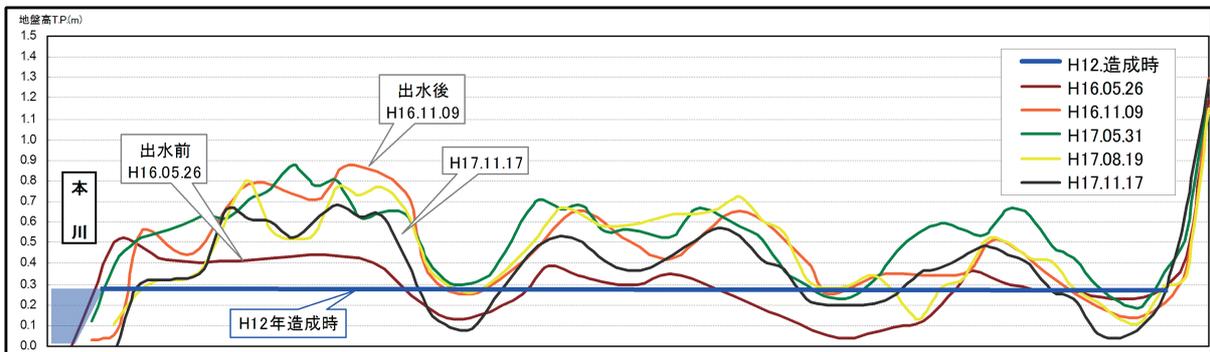


図-9 野上試験湿地形状の変遷

(1) 湿地タイプ立地標高仮定値の設定

円山川に現存する湿地環境の現状把握調査結果を基にして、湿地タイプ立地標高の仮定値を設定した。図-10に9～16kmの湿地タイプ立地標高仮定値を示す。

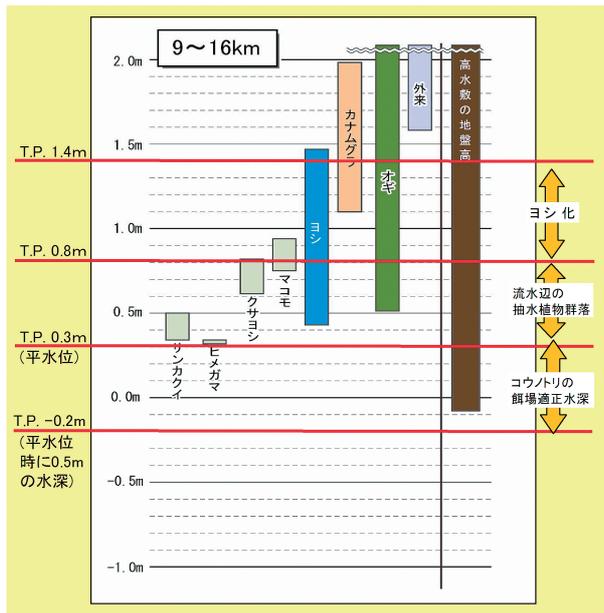


図-10 9～16km湿地タイプ立地標高仮定値

(2) 河川改修事業後の水位低下量の設定

ヨシは、年に3～5回発生する流量時の水位付近に成立していることが水理計算より判断されたことより、その時の流量時の改修による水位低下量を採用することとした。設定値は、区間ごとに次のとおりとなった。  
0.0～10.2km区間：-0.0m、10.2～16.4km区間：-0.1m

(3) 堆積厚の設定

野上試験湿地では、過去5年程度の期間で約20～30cmの堆積を記録している。本検討では実績値の下限となる20cm/5年を堆積厚として設定した。

3-4 河岸湿地持続のための維持管理方針の検討

野上試験湿地の遷移状況を踏まえ、湿地維持管理のために必要となる項目を考慮し、円山川河岸湿地再生において選択する維持管理方針を検討した。

(1) 湿地造成後の遷移

湿地造成後の堆積による標高上昇と植生の変化について、定性的に評価した。湿地植生は、おおまかには次の遷移形態を示すと想定される。

- ①湿地造成直後は、干潟状の泥地状態である。
- ②施工1～2年後には、一年草抽水植物群落が成立する。

- ③数年経過すると、土砂堆積もある程度進み、多年草抽水植物群落が増加する。一年草は水際などに限られるようになる。
- ④一定規模出水で堆積・侵食がバランスすれば、一定期間、抽水植物群落の成立が期待できる。
- ⑤さらに土砂堆積が進むと、長期的にはヨシ原あるいはオギ原化が進み、ヤナギなどの樹木も侵入する。

なお、流水の交換が少ない閉鎖型の湿地では、遷移期間の長短はあっても、いずれはヨシ原化すると考える必要がある。

従って、閉鎖型の湿地で抽水植物群落を維持するには、何らかの形で攪乱を人為的に与える必要性が高い。また、開放型の湿地では、適度な攪乱が流水により生起するように、再生湿地の標高および形状を適切に設定することで、定常的に抽水植物群落が成立する可能性がある。

(2) 湿地再生における設計・維持管理方針の検討

湿地遷移を一定レベルに維持するために必要となる管理内容を概略検討し、その実現性を踏まえ、円山川における一定量の湿地確保に適した湿地設計方針、維持管理方針を検討した。なお、初期の湿地標高は激特事業切り下げ高 (T.P.0.0m) で設定し、仮定に基づく遷移予想から湿地確保の割合を推定した。

①再生湿地標高変化の予想条件

再生湿地標高変化の予想条件は次のとおりである。

○土砂堆積速度

再生した湿地の標高変化を推定した。堆積量は未確定な部分であるが、野上湿地の観測実績より、20cm/5年と仮定した。

この際、水衝部、水裏部など水理的影響の異なる箇所があるものの、全ての区間で同一の堆積傾向を示すものとした。

○成立標高

調査結果、学識者意見に基づき、標高毎の成立植生等を表-1のとおり一義的に設定した。

表-1 植生との成立標高

対象	成立標高	備考
コウノトリの採餌場	T.P. -0.2～0.1m	平水位時に水深20～50cm
抽水植物群落	T.P. 0.1～0.4m	植生調査結果より設定
ヨシ群落	T.P. 0.4～1.3m	
オギ群落	T.P. 1.3m～	

②再生湿地標高変化の予想結果

各成立標高面積の推移を図-11に示す。再生初年度～施工3年後までの事業初期から、コウノトリの採餌場となる標高が15ha以上成立する。しかし、施工5年後には適正標高が成立しなくなり、10年後はほぼなくなるため維持管理が早期段階から必要となる可能性が高い。

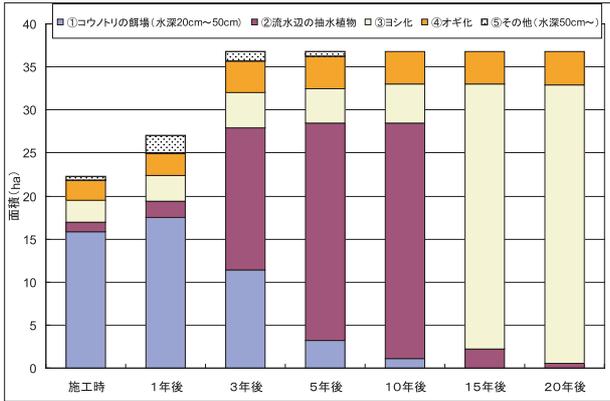


図-11 各成立標高面積の推移

③維持管理方針の検討

湿地再生後10年程度経過するとコウノトリの採餌場あるいは抽水植物群落の成立可能な面積が、減少傾向となる。これを踏まえ、経年的な堆積状況や遷移状況のモニタリングを実施し、一定量の目的に合致した湿地面積を確保するための維持管理時期、方法の検討が不可欠となる。

(3) 維持管理を簡素化する湿地標高の検討

湿地再生後、5～10年後に確保させる湿地の状況を考慮し、もっとも維持管理が少なく、一定量の湿地が確保可能となる標高の初期設定値を検討した。

①初期の湿地標高検討ケース

設計標高を、過去の調査結果による植生等の成立標高と土砂堆積速度を踏まえ、激特事業による切り下げ高を基準に複数ケースを設定して、経年的なコウノトリの餌場および抽水植物の成立する面積の推移を確認した。検討ケースを表-2に示す。

表-2 初期の湿地標高検討ケース

ケース	実験計画区以外	
ケース1	全てT.P. 0.0m	激特事業切り下げ高
ケース2	全てT.P. -0.2m	ケース1に5年分の堆積厚見込
ケース3	全てT.P. -0.4m	ケース1に10年分の堆積厚見込
ケース4	T.P. 0.0m : -0.2m : -0.4m = 1 : 2 : 1 閉鎖型湿地は T.P.-0.2m	
ケース5	T.P. 0.0m : -0.2m : -0.4m = 2 : 1 : 1 閉鎖型湿地は T.P.-0.2m	
ケース6	T.P. 0.0m : -0.2m : -0.4m = 1 : 1 : 2 閉鎖型湿地は T.P.-0.2m	
ケース7	T.P. 0.0m : -0.2m : -0.4m = 1 : 1 : 1 閉鎖型湿地は T.P.-0.2m	

②初期の湿地標高検討の結果

ケース毎の成立標高面積の推移を図-12に示す。全ての標高を画一的に設定すると、○事業初期にコウノトリの餌場が確保されるが、継続性が低くなる(ケース1)、○初期にコウノトリの餌場が確保できない(ケース3)など、極端な状況が発生する。

このため、5年、10年後の堆積遷移を考慮して、初期の設定標高を適度にバランスさせる案(ケース4～7)を採用するのが適当と判断した。

ケース7は事業初期の餌場面積確保、堆積遷移に伴う減少傾向の抑制の点で優位である。また、設定標高の面積配分比率が1:1:1のため、堆積遷移予測の見込み違いによるリスクも少ない。

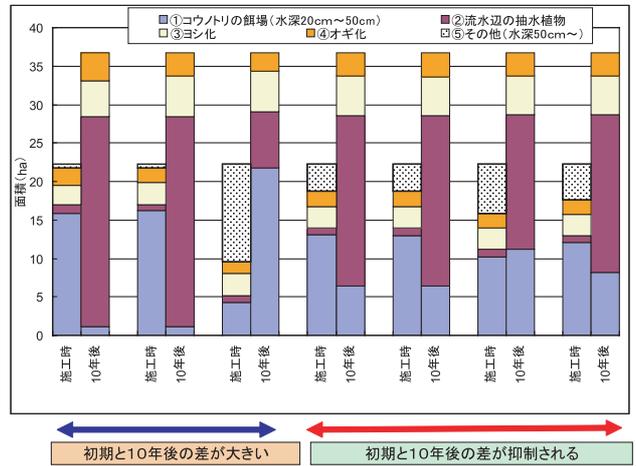


図-12 ケース毎の成立標高面積

3-5 河岸湿地再生の基本形状の検討

以上の検討を踏まえ、河岸湿地再生を行うための基本形状および施工方法について以下のとおり提案を行った。なお、河岸湿地として再生する湿地タイプについては、現状の円山川における湿地を参考に設定した。

(1) 湿地タイプの分類

現状の立地特性の整理結果を基に、湿地タイプの分類は、○河川流量の影響(大or小)、○塩分の影響(大、中、小)、○流水との関係(開放型or閉鎖型)、○成立する湿地植生の4項目を指標として整理した。図-13に湿地タイプの分類フローを示す。これに伴い、

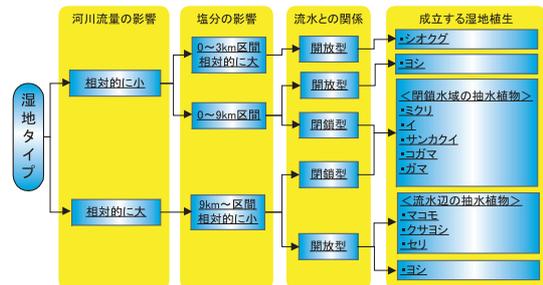


図-13 円山川における湿地タイプ分類フロー

円山川の湿地タイプの特徴を整理した。

- 出水時の冠水状況が影響する植生は、マコモ、セリ、ヨシなど流水辺に成立する抽水植物群落である。
- 流水辺の立地条件は、開放型湿地で河川流量の影響を受ける点にある。このような開放型湿地の抽水植物は、概ね9kmより上流区間で成立可能である。
- 一方、ミクリ、イ、カンガイ、コガマ、ガマ、サンカクイなどは閉鎖型の湿地に成立するので、冠水状況の変化は受けにくく、地下水位（河川平水位）との関係に依存する部分大きい。このため、閉鎖型湿地の抽水植物は、平水位との関係に留意すれば概ね3kmより上流の広い区間で成立可能である。
- ヨシ原は、河川流量の影響を受ける区間、受けない区間、開放型、閉鎖型、いずれの水理的特性を有する区間にも成立する。

なお、円山川の現存植生と本検討結果より、ヨシ原は河口から16km区間のすべての区間で成立するが、区間毎にタイプが異なるヨシ原が成立することがいえる。

## (2) 湿地配置方針

湿地配置の方針については、最低限の条件として河川管理上の要件（堤防防護ラインの確保、河川管理施設への影響回避）の条件確保を大前提とすることとした。さらに、対象区間の特徴を踏まえ、かつ次の条件を考慮して湿地タイプ及び配置を決定するものとした。

- 野上などの湿地保全区域
  - 自然再生計画書において示されている保全区域は保全を前提とする。
- 高水敷の広さ、および河川占用の解除の可能性を考慮した用地の余裕
  - 比較的広い用地が確保可能な場合は、閉鎖型の湿地を配置する。
- 施工時期
  - 平成17～19年度間に緊急治水対策事業において河岸部の掘削を行う箇所以外（平成20年度以降に施工する箇所）は、既施工箇所でのモニタリング調査を基に、形状の評価・分析を行い、湿地形状の改良等も含めて今後検討する。
- 湿地再生箇所における保全的要素
  - 自然再生計画書における保全区域以外でも高水敷内においてオオマルバノホロシ等の希少種が新たに確認された箇所は、湿地再生のために設定した掘削形状の変更を含めて再検討を行う。
- 事業エリアと試験エリア
  - 試験目的の湿地箇所とそれ以外の事業エリアに区

分する。なお、試験エリアは、本検討結果における湿地形状の評価（当初の予測・分析の妥当性の検証）、維持管理に対する検証、数年後に実施する予定の別途箇所の湿地再生への反映等を目的として試験湿地を設け、重点的にモニタリングを実施する。試験エリアは、比較検証を行うため同一条件の湿地を2～4セット設置する。

- 初期～10年後のコウノトリの採餌場としての全体バランスを考慮
  - 湿地敷高配分の1：1：1を確保する。
- 既往調査による高水敷への堆積状況（堆積傾向）に留意する。
- 高水敷に用地確保が可能な場合は、横断方向に段差を設ける。
- サーモセンシング調査結果に基づく湧水箇所
  - 湧水により常時水供給が可能と判断されることより閉鎖型を採用する。

## 4. おわりに

本研究の成果及び今後も引き続き実施される他の自然再生事業については、自然再生計画策定後に名称を変更した「円山川水系自然再生推進委員会」の下部組織として設置した「同技術部会」にて、専門的知識を有する学識経験者のご指導、地元委員（漁業、NPO）の方々等からご意見をいただき、現在も審議を継続している。

なお、ここに提案した円山川の湿地の再生方法については、平成18年度以降に施工される緊急治水対策による高水敷掘削について適用する予定である。

最後になりましたが、本検討にあたって、国土交通省豊岡河川国道事務所各位、「円山川水系自然再生推進委員会」及び「同技術部会」の学識経験者・地元委員各位、関係行政機関各位には、ご指導及びご助言をいただきました。ここに厚く御礼を申し上げます。

### <参考文献>

- 1) 豊岡河川国道事務所：平成15,16年度 円山川自然再生計画検討業務 報告書（平成16年3月，平成17年9月）
- 2) 豊岡河川国道事務所：円山川自然再生計画調査業務 報告書（平成16年3月，平成17年3月）
- 3) 都築隆禎・水野雅光・坂本俊二・辻光浩・池村彰人：コウノトリと人が共生する川づくり，リバーフロント研究所報告，第16号，pp25-34（2005）