

渡良瀬遊水地における湿地保全再生手法の検討

Wetland conservation and restoration methods in the Watarase Flood Control Basin

研究第一部 主任研究員 佐藤 礼二
 技術普及部 部長 佐合 純造
 研究第一部 部長 児玉 好史
 研究第四部 主任研究員 石井 正人

渡良瀬遊水地は、栃木県、群馬県、埼玉県、茨城県の4県にまたがり、渡良瀬川と思川、巴波川の三川が合流する約33km²の面積を有する広大な遊水地であり、利根川水系の治水の要として洪水流量の低減に重要な役割を果たすとともに、大都市の水需要に対応した利水上の要の施設として流域の人々の暮らしに寄与している。

一方、全国でも有数の大規模な低層湿原（湿地）として位置づけられ、特に本州最大の面積を有するヨシ原を基盤として豊かな自然環境を形成しており多様な動植物の生息・生育の場となっている。

しかし、今日の渡良瀬遊水地とかつての良好な自然環境を比較すると、池沼・湿地の減少などから、開水面の周辺に広いエコトーンを伴った多様な湿地を形成する景観が殆ど見られなくなり、乾燥化や外来種の侵入による環境の劣化も指摘されるようになってきている。また、洪水対策の強化として調節池内の掘削による治水容量の確保が必要とされており、現行の湿地環境の保全と掘削による湿地環境の再生・創出について検討を行っているところである。

本検討では、第2（洪水）調節池での掘削による湿地保全再生手法について整理し、乾燥化などの変化を生じさせずに掘削可能と考えられるエリアを選定する手法を検討し、湿地保全再生に向けた掘削レイアウト（案）を作成した。また、地下水位への影響や掘削に伴う植生環境変化の評価についても検討した。

キーワード：河道環境、河道掘削、河川再生事業、ヨシ原再生、湿地環境

The Watarase Flood Control Basin, which is an enormous flood control basin whose total area extends to approximately 33km², is located at the junction of three rivers, including Watarase, Omoi and Uzuma, and crosses the border of four prefectures, including Tochigi, Gunma, Saitama and Ibaraki. It plays an important role in reducing flood flow as a strategic spot for flood control in the Tone River System, and contributes to the lives of residents in watershed areas as a key facility for water utilization that meets the water demands of major cities.

On the other hand, it is one of the most famous large low moors (wetlands) in Japan, and forms a rich natural environment, lying on a reed bed whose area is the largest in Hoshu Island, and which provides habitat for many kinds of animals and plants.

However, compared with the past favorable natural environment, the present Watarase Flood Control Basin offers few landscapes formed by diverse wetlands with large ecotones around the open water surface due to the loss of ponds and wetlands. It is also pointed out that aridification and invasion by exotic species have been causing deterioration in the environment. In order to consolidate flood-control measures, it is necessary to secure flood-control capacity by excavating flood-control reservoir beds. Conservation of the existing wetland environment, as well as restoration and recreation of the wetland environment by excavation, are under consideration.

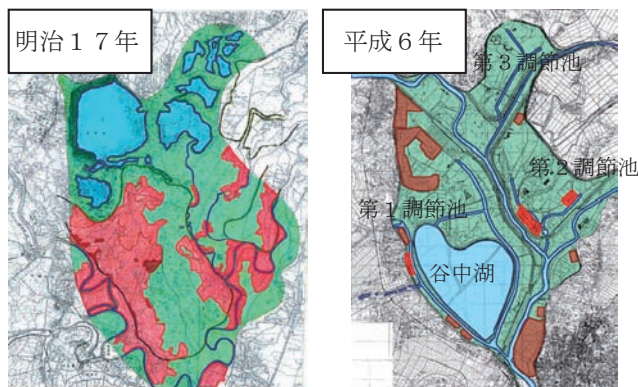
This study aims to draw up an excavation layout (draft) for conservation and restoration of wetlands. For this purpose, methods for wetland conservation and restoration by excavation at the second flood-control reservoir will be devised, and methods to select areas that can be excavated without causing changes such as aridification will be reviewed. It also aims to review the impact on groundwater levels and assess the environmental change of vegetation due to excavation.

Key words : *river channel environment, river channel excavation, river restoration project, reed bed restoration, wetland environment*

1. はじめに

渡良瀬遊水地は、東京から60km圏内にある広さ3,300haの広大な遊水地である。この土地も120年前には人々が田畑を耕し漁業などを行って豊かに暮らしていたが、度重なる洪水被害と拡大する足尾鉍毒の対策としての遊水地が計画され、渡良瀬川の河道付け替えや周囲の堤防工事が大正15年に完成している。

また、昭和38年からは洪水調節機能の強化を図り、調節池化工事を開始し、途中平成2年には首都圏の水がめとして谷中湖が作られ、平成9年には3箇所の調節池が完成して現在の姿となっている。



図－1 渡良瀬遊水地の土地利用変化

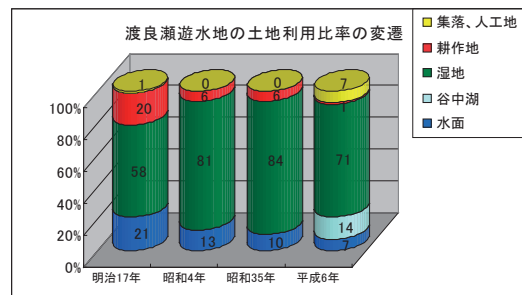
図－1は、明治17年と平成6年の渡良瀬遊水地の土地利用の変化を示している。明治17年には北部に青色で示された自然の池沼が点在しているが、平成6年ではその池沼が消滅し、第1調節池には貯水池の谷中湖が完成している。池沼が減少した要因としては、渡良瀬川の河道付け替えによる洪水土砂の堆積や地下水位の低下による乾燥化、調節池化による攪乱頻度の低下などが挙げられている。本検討では、第2調節池での掘削による湿地保全再生手法について、渡良瀬遊水地湿地保全・再生検討委員会において意見をいただきつつ検討したものである。

2. 第2調節池における湿地保全再生の考え方

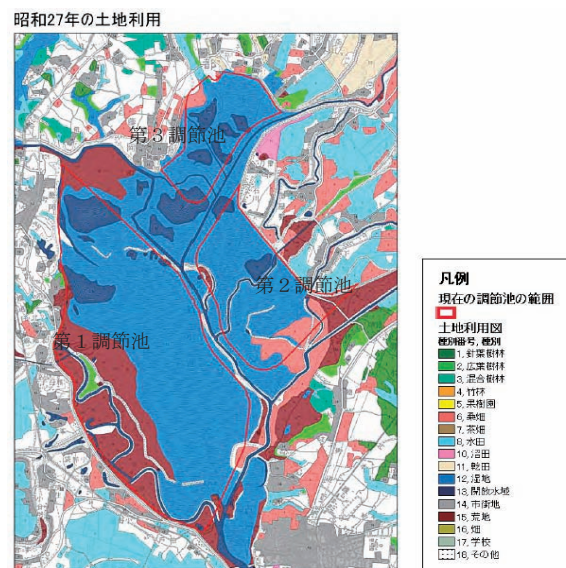
2-1 湿地保全再生の目標

渡良瀬遊水地では、多様な価値観を有する人々が将来の地域づくりに向かって協働するための基盤となる共通の目標像として、平成12年3月にランドデザインをまとめており、平成19年度までの検討では、渡良瀬遊水地における湿地保全再生の考え方として、渡良瀬遊水地のランドデザインの基本理念と基本方針や新河川法の新たな管理目標としての『河川環境（水質、景観、生態系等）の整備と保全』について整理した。これらの知見や現在までの現地調査や実証試験の結果

を踏まえ、湿地保全再生における過去からの遊水池の変遷や土地利用の推移を考慮して、目標とする湿地像を設定する。目標とする湿地像には、「渡良瀬遊水地保全・再生検討委員会」等での検討を踏まえ、地元住民や関係諸機関、NPO等の利害関係者のもつ湿地像との整合を図りつつ設定することが望ましい。図－2に、明治17年から平成6年までの4時期における渡良瀬遊水地の土地利用比率の変遷図（ランドデザインのデータから作成）を示す。また、図－3に昭和27年の渡良瀬遊水池周辺の土地利用状況図を示す。昭和27年の土地利用状況では、渡良瀬遊水池における水面（池沼）の分布が比較的北側に偏在し、第2調節池内にもいくつか分布していたことが分かる。また、図－2からは、水面の面積の比率が、明治17年には21%あったが、平成6年には7%（貯水池の谷中湖は除く）まで少なくなっていること、昭和35年には耕作地が大幅に減り、湿地が84%まで増えたが、それ以降、人工地（運動施設、公園等）の増大と谷中湖の掘削により、湿地面積が10%以上減ったことが分かる。これらは、多様な自然を有する湿地環境が減少していることを示す。



図－2 土地利用比率の変遷図



図－3 昭和27年の土地利用状況

2-2 グランドデザインにおける位置付け

グランドデザインにおいて、第2調節池の将来像は「自然環境と遊水池の役割の調和を考えながら、湿地や豊かな自然環境を再生する場」として位置付けられている。また、グランドデザインでは、第2調節池湿地保全・再生の方向性については、次のように整理されている（図-4の将来イメージ図参照）。

- ・遊水池の役割と調和した自然環境の創出を行う
- ・比較的乾燥化した立地に育生するオギ群落等に替えて湿地を再生する
- ・比較的単調な植生を有する区域を掘削することにより多様な湿地環境を創出する
- ・自然環境の再生による動植物の研究フィールドや湿地再生の学習の場として利用する

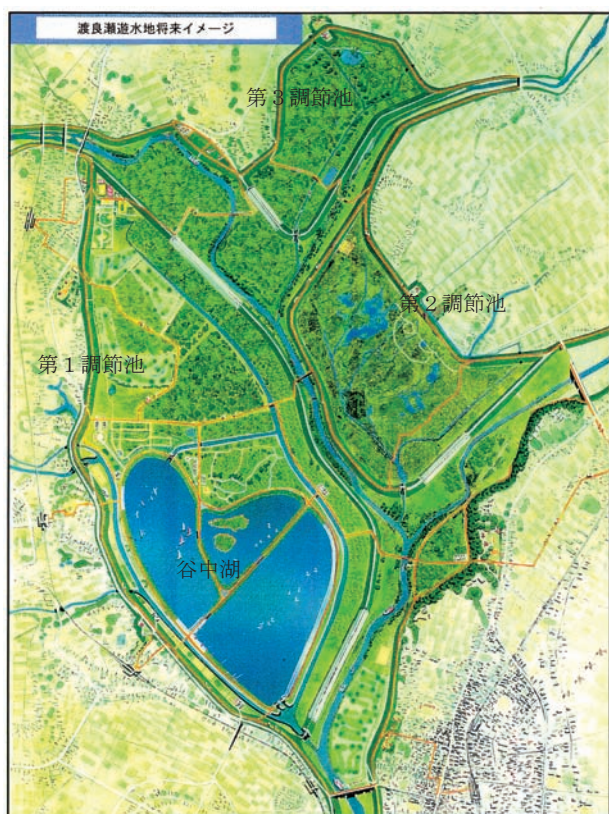


図-4 渡良瀬遊水地の将来イメージ図
(グランドデザインより)

2-3 湿地保全再生目標の設定

第2調節池の湿地環境の保全・再生では、渡瀬遊水池のグランドデザインに掲げられた目標を目指し、治水・利水と整合の取れた湿地環境の保全・再生に配慮した計画を策定することを目標とする。ここでは、第2調節池の保全・再生の目標とする湿地像を明治17年当時の渡良瀬遊水池全体として設定し、以下の目標を設定した。

- ・かつて多くの池沼が点在していた、変化に満ちた水際部を再生
- ・現在だけではなく、過去に存在していた種の復元を含めた多様性のある湿地環境の創出
- ・明治17年頃の湿地環境を一つの例として、水面を20%程度（浅い水面・深い水面を配置）とする
- ・生態系の保全の例として、チュウヒの営巣環境の確保などを考慮して、保全するエリア（基本的に掘削等をしない）の面積を20%程度とする
- ・残りの60%で良好な湿地環境の保全・創出を行う

3. 湿地保全再生手法の検討

3-1 湿地保全再生手法の検討

第2調節池の計画レイアウト案の検討を進めるために、以下の点に配慮するための手法の検討を行った。

- ・多様な水面の創出（水深、対象とする植物・生物、池内水路との関係）
- ・良好な湿地の創出（乾燥化、地下水位分布）
- ・多様なハビタットの形成（植生分布、貴重種の依存環境）
- ・貴重種の保全・再生（移植可能性、埋土種子の活用）
- ・外来種対策（外来種の抑制）

(1) 多様な水面の創出方法

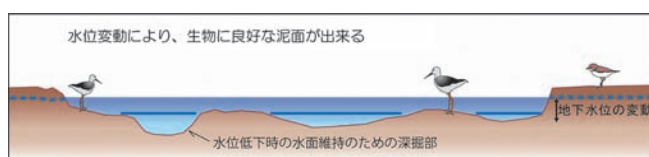
水面の形成には、平成19年度までに検討したように、水路に接続し、水路からの攪乱の影響を受け、攪乱依存種の再生が期待される水面（図-8の水面①）の掘削と、掘削による周辺地下水位への影響が小さく、保全するエリアへの影響が抑えられる、地下水を供給源とした水路に接続しない水面（図-8の水面②）の掘削が考えられる。これらのそれぞれの掘削手法に対して、多様な動植物の生活の場を確保するために様々な水位を設定した水面を配置する。

図-5には、水路に接続した水面の模式図を示す。水路に接続した水面では、水路からの流水と地下水からの湧水の双方から安定した水面の確保を期待する。また、水路からの流水は栄養塩の供給が期待でき、多様な動植物の生活の場が確保できる。なお、水面から続く湿地では、中小洪水時における冠水による攪乱が期待でき、攪乱依存種の再生が期待される。



図－5 水路に接続した水面

図－6に地下水を供給源とする水路に接続しない水面の模式図を示す。ここでは、攪乱に依存しない限定された環境に適応した動植物の環境を創出する。また、水面の横断・平面形状に変化を持たせ、地下水位の変動に伴い水鳥の採餌場等となる良好な泥面を創出する。



図－6 水路に接続しない水面

(2) 良好な湿地の創出

第2調節池では、池内水路近傍での地下水位低下や冠水頻度の低下により乾燥化が進行していると考えられている。図－7に乾燥化の指標と考えられる昭和50年から平成17年までにヨシからオギ群落に変化した植生の分布区域図を示す。

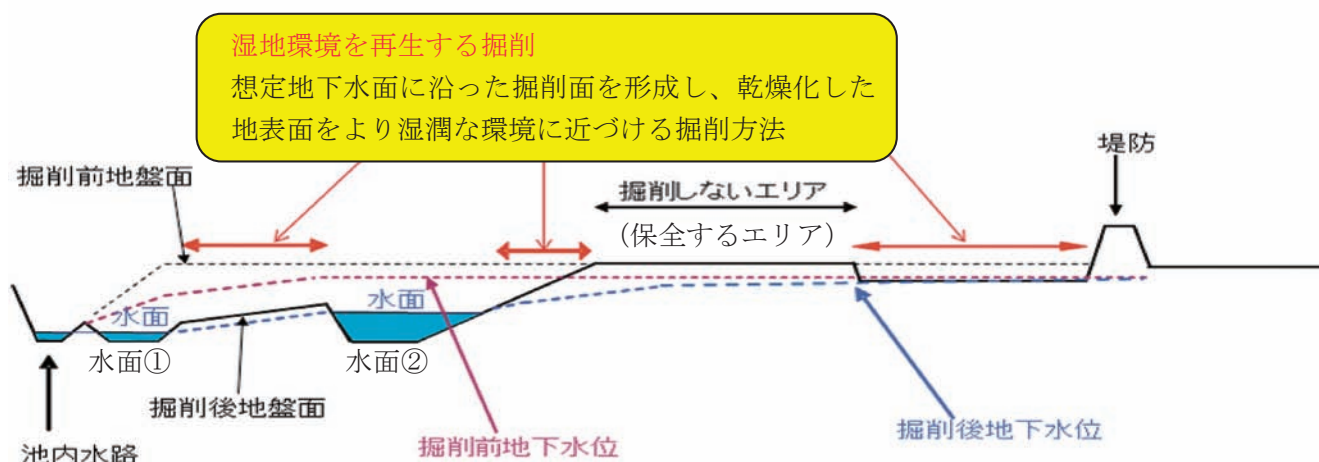
これらの乾燥化が進んでいると考えられる区域に対しては、地下水面近傍まで地盤を切り下げることにより良好な湿地を再生する、「湿地環境を再生する掘削」を配置する。図－8に「湿地環境を再生する掘削」と掘削水面や掘削しないエリア（保全するエリア）との関係の模式図を示す。



図－7 ヨシ→オギ変化区域図 (S50→H17)

(3) 多様なハビタットの形成

前項までの水面形成や湿地環境を再生する掘削の形状を検討するにあたっては、対象となる生物や目的とする配慮すべき動植物の生息環境を想定してハビタットの形成方法の検討を行う必要がある。図－9に、対象とする生物や目的とする生息環境毎に考えられるハビタットの形成方法案を示す。なお、ハビタットの形成方法毎に、維持管理上の留意点及び想定される利用方法、想定される場所の考え方についても整理した。



図－8 湿地環境を再生する掘削の模式図

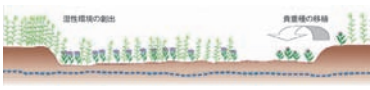
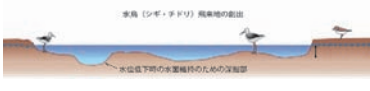
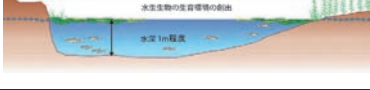
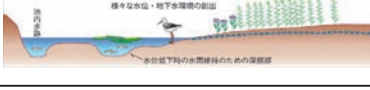
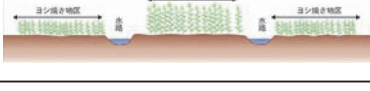
	掘削方法および保全方法	再生目標となる環境タイプ	対象となる生物(代表的・特徴的なもの)	維持管理面での留意点	想定される利用方法	第2調節池で想定される場所の考え方
地下水位よりも高い深度までの掘削		湿地	・湿地性の昆虫類 ・抽水植物、湿性植物 ※オギ→ヨシ	掘削初期段階では攪乱性植物(重要種を多く含む)が出現し、一定の年月を経過すれば自然遷移により消失する。時間経過に伴いヨシ等が繁茂。	・自然環境学習・観察(再生したエコトーン(植物、昆虫、鳥類など))	・乾燥化が進んだ地区(ヨシ→オギ変化) ・地下水位深度が深い地区
浅い水面を作る掘削		浅い沼	・シギ・チドリ類 ・餌となる水生昆虫、貝類等	水面の深さが一定程度より浅いとヨシ等の植物が侵入するため、定期的な管理(刈り取り、掘削等)が必要。 ※比較的短いタイムスパンでの管理	・自然環境学習・観察(再生した開放水域(植物、鳥類、昆虫など))	・乾燥化が進んだ地区(ヨシ→オギ変化)
深い水面を作る掘削		深い沼	・ガン・カモ類 ・魚類 ・浮葉・沈水植物	当面は管理不要 ※比較的長いタイムスパンでの管理	・自然環境学習・観察(再生した開放水域(植物、鳥類、昆虫など))	・乾燥化が進んだ地区(ヨシ→オギ変化)
地内水路と接続して水位を安定させ、段階的な地下水位、水位の条件を作る掘削		多様な水辺環境(遷移帯)	・トンボ類、湿地性の昆虫類 ・抽水植物、湿性植物 ※より多様な生物相	水際では抽水植物の繁茂、水面でも時間経過により土砂の流入・堆積がある	・自然環境学習・観察(再生したエコトーン(植物、昆虫、鳥類など))	・乾燥化が進んだ地区(ヨシ→オギ変化) ・池内水路の周辺
ヨシ焼きをしない地区の設定		多様なヨシ原	・チュウヒの営巣地(ヨシ焼きをしない地区) ・小型哺乳類等 ・重要な植物(ヨシ焼き地区に多い)	ヨシ焼きをしない地区は遷移が進むと樹林化する	・野焼きの継続と現在採取している場でのヨシ刈の継続 ・自然環境学習・観察(チュウヒ等鳥類観察)	・既存ヨシ刈り利用地区(ヨシ焼き実施)
樹林の保全・再生による昆虫類の保全		樹林	・重要な昆虫	遷移が進むと樹林化するため、再生も容易と考えられる	・自然環境学習・観察(昆虫類の観察、採集)	・既存の樹林地 ・池内水路の周辺

図-9 ハビタットの形成方法案

(4) 貴重種の保全と再生

貴重種の保全と再生については、貴重種の良いハビタットとなる湿地環境を創出し、その再生に努めるとともに、貴重種への環境変化が予測される場合には、新たな湿地再生地への移植を行う。また、表土の撒きだし等、埋土種子を活用する(図-10)。

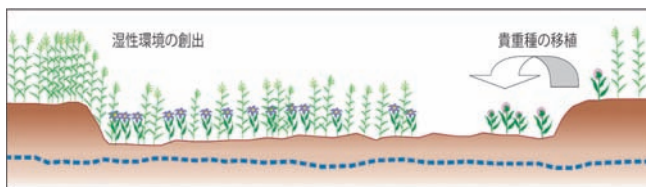


図-10 湿地環境の創出と貴重種移植の模式図

しかし、貴重種の分布を解析すると、貴重種とそれが出現する植生区分については特別な相関関係が少ない結果となった。図-11を見ると、貴重種の出現数が一番多い右上のヨシ・カササゲ群落と、貴重種の出現数が一番少ない左下のオギ湿性群落の相関は他の植生区分とほぼ同一の相関にある。これはどの植生区分であっても、面積が広ければ、貴重種の出現数が多く狭ければ少なくなる傾向が得られることになり、植生区分だけの単純な解析では、貴重種が特定の植生群落を好んで生息しているわけではないことを示している。したがって、貴重種の保全については、現時点での知見では、植生区分による貴重種保全箇所の設定はできなかった。

(5) 外来種対策

平成18年度から行われている第2調節池内の重要種補足調査により、近年、渡瀬遊水地での増加が懸念されている外来植物(セイタカアワダチソウ)の分布が把握されつつある。これらセイタカアワダチソウの繁茂している乾燥化した地域に対しては、積極的に湿地環境を再生する掘削を行って、湿潤化を進め、セイタカアワダチソウの増殖を抑制する。

3-2 湿地保全再生ゾーンの検討

2-3で設定した第2調節池における湿地保全・再生目標を達成するために、図-12のように保全地区として掘削しない地区を20%程度、浅い水面・深い水

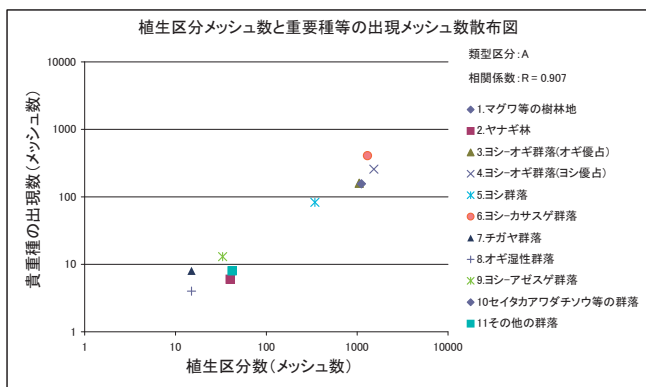


図-11 植生区分数と貴重種の出現数の関係(シムラニンジン・タチスミレ・エキサイゼリ)

面の配置を20%程度、良好な湿地環境の創出地区を60%程度として、第2調節池内を以下の3つのゾーンに区分した。

(1) 現況を保全する地区

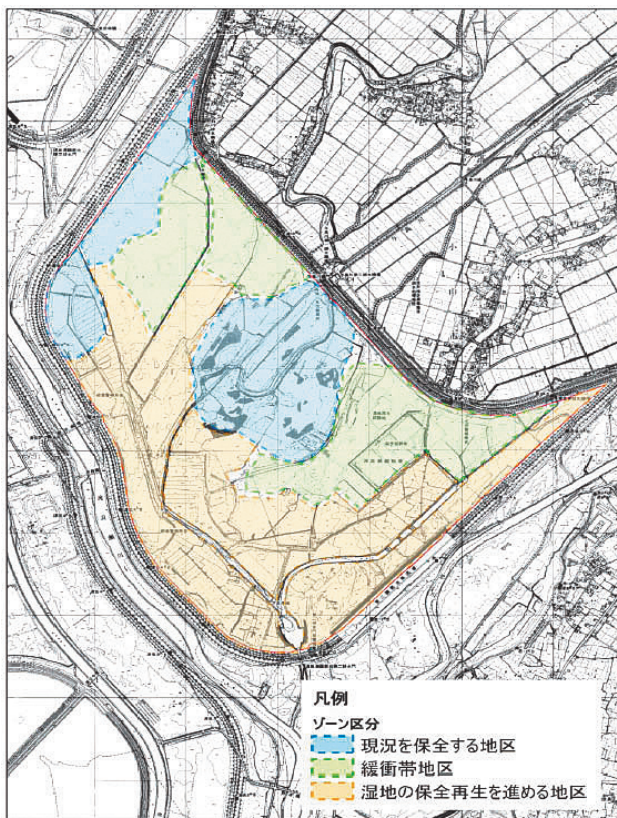
地下水深度が浅い範囲(湿潤)から、第2調節池面積の20%を目安に、現況を保全する地区とした。また、第2調節池内でのチュウヒ(絶滅危惧ⅠB類)の蒾(ねぐら)確認箇所に配慮するとともに、チュウヒの営巣が設定できる範囲を保全地区と設定した。この地区では基本的に掘削等の改変は行わない。

(2) 湿地の保全再生を進める地区

地下水位深度が深く、乾燥化の進んだ地区を湿地の保全再生を進める地区として設定した。ここでは、水路に接続した水面を形成することにより、洪水時の攪乱効果を期待するとともに、湿地環境を再生する掘削地や生物多様性に配慮した水面を創出する。

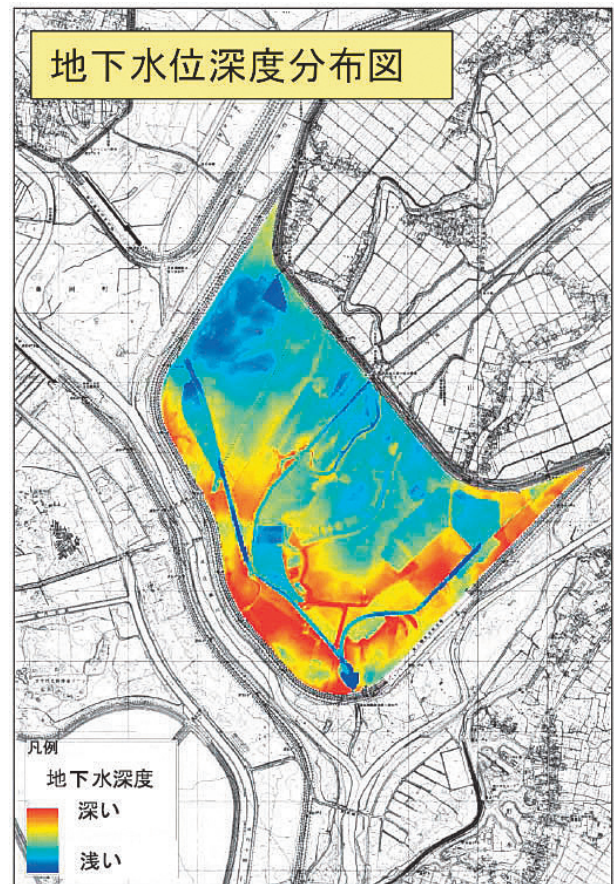
(3) 緩衝帯地区

緩衝帯地区は現況を保全する地区の周辺で、地下水位が比較的浅い範囲について設定した。ここでは、現況を保全する地区の地下水位変化を極力抑えるために、地下水を供給源とする、水路に接続しない水面や湿地環境を配置し、その地区の地下水流動を抑制することにより周辺地区の地下水位の変化を少なく抑える。



図－12 湿地保全再生ゾーン区分

なお、3つのゾーン区分を行う際には、図－13の第2調節池内の地下水位深度やチュウヒの蒾(ねぐら)確認箇所、土壌成分分布などの既存情報を基に設定した。ただし、地下水位深度については、調節池内の微地形や既存の掘削、盛土等によって非常に入りくんだ分布を示すので、各ゾーン区分の配置を簡略化するために画一的な地下水深による区分は行わずに、地下水深の深い箇所が多い範囲や地下水深の浅い箇所が多い範囲を括って各ゾーンを設定した。



図－13 第2調節池の地下水位深度分布図

3-3 計画レイアウトの検討

湿地保全再生ゾーンに、3-1で検討した湿地保全再生のための掘削方法を配置して、図－14の計画レイアウトの案を検討した。図中では、水面を形成する掘削の底面標高(Y.P.+m)をレイアウト内に数字として標記した。これら各水面の底面標高は、H17に調査した開水面データと地下水位観測データ等を参考に推定値で補完した図－13の地下水位深度分布図を基に設定した。

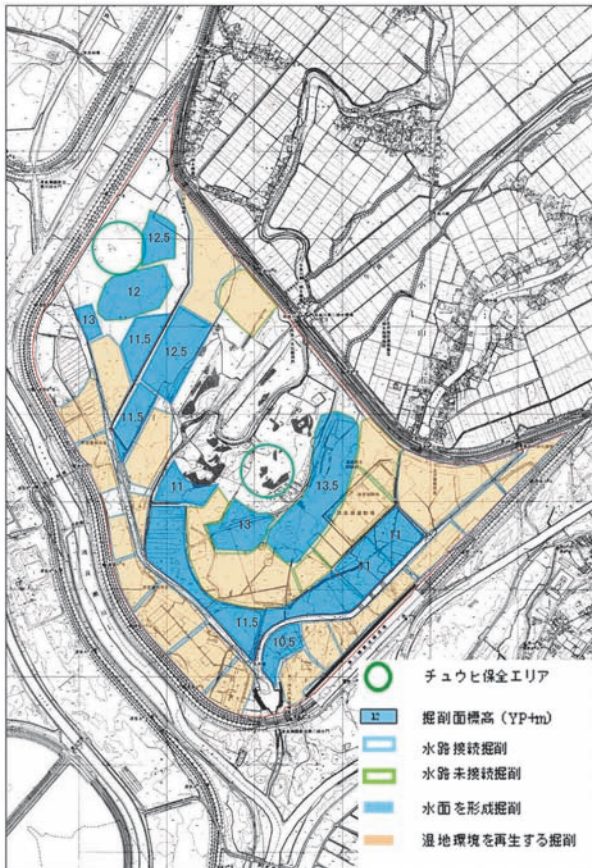


図-14 計画レイアウト案



図-15 湿地保全再生のイメージ図

また、湿地の保全再生や各水面水深のイメージが分かるように、図-15に示した。この図では、第2調節池の中心付近に比較的大きな保全地区が設定でき、チュウヒの保全エリアも2箇所確保できている。

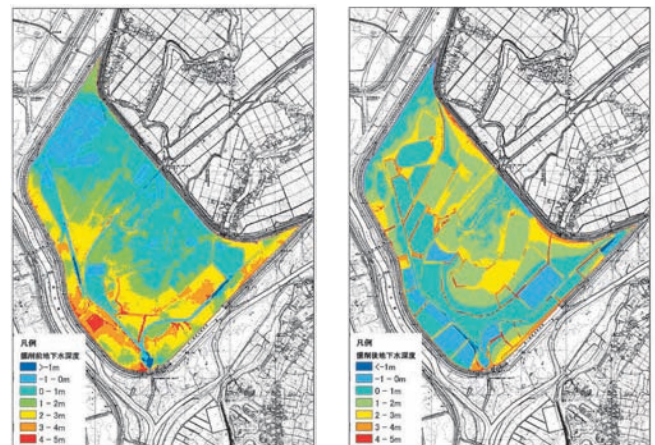
4. 計画レイアウトの評価

計画レイアウトを環境面から評価するため、掘削前後の地下水位深度分布の変化とそれに伴う植生区分の変化について検討を行った。

4-1 地下水位深度分布の変化

地下水位深度分布の変化については、H18に検討した地下水流動解析モデルを用いて掘削後の地形を解析モデルに反映させて検討した。図-16に掘削前後の地下水位深度分布の変化予測を示しているが、掘削前は、池内排水路に沿った部分が赤から黄色で示されており、地下水位深度が深く乾燥化していることが分かる。掘削後では、池内排水路に沿った部分が青く変化しており、地下水位深度が浅くなり、良好な湿地環境が創生されていることが分かる。

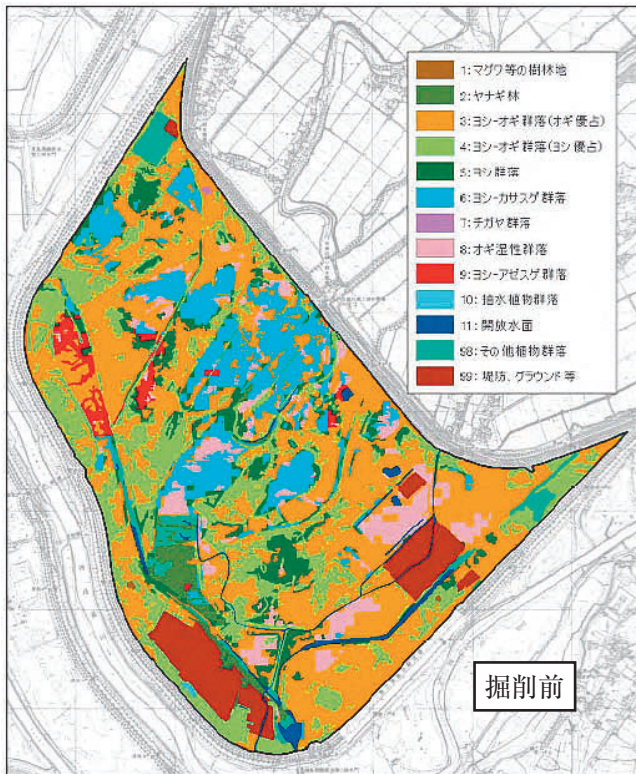
しかし、掘削をしないエリアでは、青色から黄色に変化した所があり地下水位の低下が見られる。



(現 況) (掘削後)
図-16 掘削による地下水位深度分布の変化予測

4-2 植生区分の変化

植生区分の変化については、地下水流動解析の結果と掘削後の地形標高を用いてH18に検討した植生面的展開の①標高②地下水位深度③地下水位の変動をパラメーターとした決定木による閾値を用いる手法で、計画レイアウトによる掘削の後に成立すると予測される植生区分図を作成した(図-18)。なお掘削後の植生区分予測図では、樹林地、堤防・グランド等の植生図がないために未分類の空白が存在する。



図－17 植生区分の現況推定図（掘削前）

今回の設計レイアウトから、掘削後に予測される変化としては、比較的乾燥化していると考えられるヨシ-オギ群落（オギ優先）は分布面積が減っている。しかし、湿性環境を示すと考えられるヨシ-カササゲ群落とオギ湿性群落が大きく面積を減らしている。これは、現況の湿地環境に替えて水面が増加したことや地下水流動解析の結果、想定したよりも地下水位が低下した事が影響すると考えられる。

4-3 計画レイアウトの評価

今回の計画レイアウトによる掘削では、現況を保全する地区において地下水位の低下が予想より大きく現れたため、良好な湿地環境に影響を生じる結果となった。原因としては、掘削面を年平均地下水面に近く設定したため、解析モデルの地下水流動が大きかったことや、水路と池沼を近接してレイアウトしたために地下水の移動が大きくなったことが考えられる。今後の計画レイアウトの見直しにおいては、再生する湿地環境と保存すべき良好な湿地環境に十分配慮したものとなるような検討が必要である。

5. おわりに

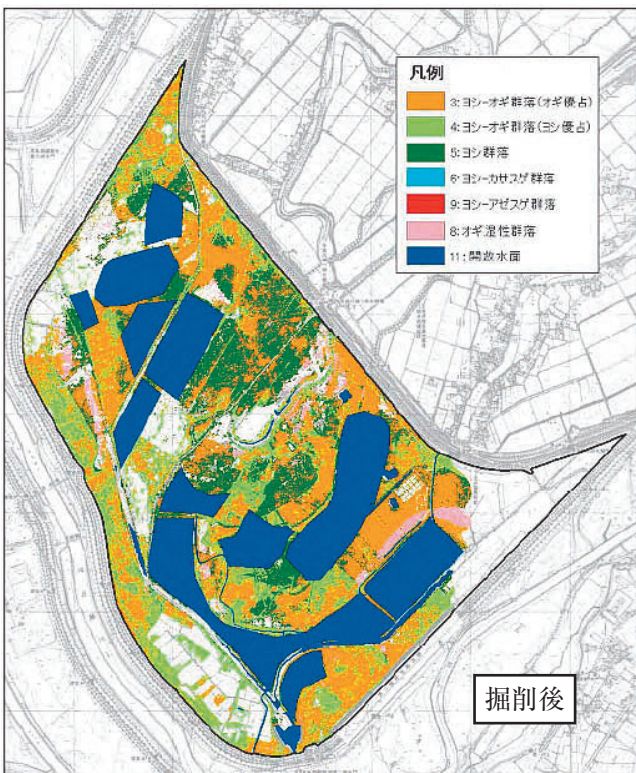
現在、第2調節地では、水辺植生再生実験と湿性草地再生実験を行っているが、当初再生を予想した植生に対して、意外な植生が優占種となって繁茂している。

その原因は、発芽時期に特定の種子が有利となる条件がそろったり、表土に特定の種子が多く含まれていたり、攪乱・冠水の条件が特定の種に有利に働くなど様々な理由が考えられる。

今回の湿地保全再生手法の検討においても、解析モデルなどによる計画検討と現地実験の結果を十分に踏まえて計画策定を進め、実際の施工に際しても過去の知見を踏まえた柔軟な対応が必要になると認識された。

< 参考文献 >

- 1) 渡良瀬遊水地の自然保全と自然を生かした利用に関する懇談会：渡良瀬遊水地の自然保全と自然を生かしたランドデザイン（2000）
- 2) 利根川上流河川事務所：H20渡良瀬遊水地湿地再生手法検討業務報告書（2009）



図－18 掘削後の植生区分予測図（掘削後）