

渡良瀬遊水地における湿地保全・再生のモニタリング計画

Monitoring plan for wetland conservation and restoration in the Watarase Flood Control Basin

生態系グループ 研究員 平 和樹
河川・海岸グループ グループ長 佐合 純造
リバーフロント研究所 主席研究員 佐々木春喜
生態系グループ 研究員 川口 究

日本有数の広大な湿地でもある渡良瀬遊水地は、かつては大小の池沼が点在し、水生植物や湿生植物などの群落が多く見られる豊かな生物多様性が育まれていた。しかし近年、河川水位の低下等に伴う遊水地内の乾燥化が進み、それに伴う環境の単調化、セイタカアワダチソウなどの外来植物の繁茂が目立ち、かつての、生物多様性に富んだ、特徴的な生物が数多く生息・生育する環境が失われつつある。

これを受け、平成 22 年 3 月に「渡良瀬遊水地湿地保全・再生基本計画」が定められ、掘削による渡良瀬遊水地の湿地保全・再生事業が進められている。

そこで、この掘削による湿地保全・再生事業を確実に遂行するため、湿地保全・再生の効果のモニタリング計画を検討し、またモニタリング結果を今後の掘削手法等へフィードバックする手法を検討した。モニタリング計画の検討では、モニタリングの目的を整理し、それらの目的のために必要な調査項目、調査頻度、調査範囲等を検討し、今後のモニタリング計画としてとりまとめた。またモニタリング結果をフィードバックする手法として、掘削による地下水位変動と掘削後に成立する植生について、モニタリングにてどのような結果が得られた場合にフィードバックするかを判断するための、管理基準（フィードバックライン）の設定について検討を行った。

キーワード：湿地保全・再生、順応的管理、モニタリング計画、地下水、植生評価

The Watarase Flood Control Basin, one of the largest wetlands in Japan, used to have rich biodiversity, with scattered ponds and swamps of all sizes and abundant communities of aquatic and wet plants. In recent years however, the flood control basin has dried out due to lowering of the level of rivers, etc., reducing the environmental diversity, restricting the growth of exotic plants, including *Solidago altissima*, and causing the former habitat of distinctive organisms with rich biodiversity to vanish.

In response, the “Basic Plan for Wetland Conservation and Restoration in the Watarase Flood Control Basin” was formulated in March 2010 and a wetland conservation and restoration project in the Watarase Flood Control Basin was promoted by excavation.

A plan to monitor the effectiveness of conservation and restoration of wetlands has been considered, in order to accomplish a wetland conservation and restoration project promoted by excavation, as well as consideration of how to reflect information from monitoring results in future excavation. With the monitoring plan in mind, its purpose has been reviewed, and the items, frequency, and scope of investigation required for that purpose have been examined and collectively arranged in the future monitoring plan. Moreover, the creation of control standards (“feedback limit”) has been discussed and should be used to determine, according to the monitoring result, when to give feedback information on groundwater level fluctuation caused by excavation and post-excavation vegetation having emerged.

Key words: Conservation and restoration of wetlands, adaptable management, monitoring plan, groundwater, evaluation of vegetation

1. はじめに

我が国最大級の遊水池である渡良瀬遊水地は、利根川水系の治水の要として洪水流量の低減に大きな役割を果たすとともに、貯水施設により大都市の水需要に対応してきた。また、かつては大小の池沼が点在し、水生植物や湿生植物などの群落が多く見られる豊かな生物多様性が育まれていた。しかし現在、渡良瀬遊水地の更なる治水容量の確保が必要とされており、また環境面においても、遊水地内の乾燥化が進み、環境の単調化が進んでいる。またそれに伴い、セイタカアワダチソウをはじめとする外来植物の繁茂が目立っており、かつての、生物多様性に富み、特徴的な生物が数多く生息・生育する環境が失われつつある。

これらの問題を受け、平成12年に「渡良瀬遊水地の自然を生かしたランドデザイン（以下、ランドデザイン）」が策定され、第2調節池は「自然環境と遊水池の役割を考えながら、湿地や豊かな自然環境を再生する場」と位置づけられた。その後平成22年に、第2調節池の掘削による湿地保全・再生方策について具体的にとりまとめられた「渡良瀬遊水地湿地保全・再生基本計画（以下、基本計画）」が策定された。

現在、この基本計画に基づいて第2調節池の掘削が進められている。本論では、この掘削による湿地環境の再生および現存する良好な湿地環境の保全を確実に推進するための、今後のモニタリング計画およびその結果のフィードバック手法の検討内容について報告する。

2. モニタリング計画の検討

2-1 順応的管理の必要性と考え方

掘削による湿地再生手法は、様々な現地調査と科学的な解析による評価を用い、掘削による地下水位の変化とそこに再生する植生の予測に基づいて策定されている。しかし、自然環境の成立・維持のメカニズムは相当に複雑であり、掘削による湿地環境の保全・再生においても、当初に想定した結果と異なる方向が示される可能性がある。そのため、掘削の前後を通じてモニタリングを行い、掘削による湿地環境の保全・再生状況を評価するとともに、次段階の掘削のための基礎データ収集及び湿地再生に有効な手法（掘削手法）の検討を行うことで、新たに得られた知見を次段階の掘削に反映する順応的管理を行っていく必要がある。

2-2 モニタリングの目的

掘削による湿地環境の保全・再生を順応的管理のもとに推進していくため、順応的管理に資するモニタリ

ングを実施する必要がある。そこで、モニタリングの目的として以下の4点を整理した。

I. 湿地環境の保全・再生状況の評価

掘削が進められている第2調節池には、一部に良好な湿地環境が残されており、このような地区は掘削を行わない保全すべき地区として基本計画にて設定されている。そのため、掘削によりこの地区へ影響が及んでいないかどうか、すなわち良好な湿地環境が維持されているかどうかを確認・評価する必要がある。

また、自然環境のメカニズムは無数の条件が絡み合った非常に複雑なものであり、掘削後に成立した環境について、事前に予測した結果とは異なる現象が見られる可能性も十分に考えられる。そのため、掘削により湿地環境を再生する地区において、掘削により目標とする環境が形成されているかどうか、掘削の効果を確認する必要がある。

II. 第2調節池周辺への影響把握

掘削する第2調節池のみではなく、その周辺地域の地下水位等への影響が考えられる。そのため、第2調節池周辺地域における影響を把握する必要がある。

III. 段階施工のための基礎データ収集

第2調節池は広大であり、本事業は段階的に施工されることになる。先に掘削を終えた場所などは、事業の進行途中に植生の遷移が進行し、植生が安定することも予想され、モニタリング結果によっては、モニタリング項目の追加、簡素化、範囲・頻度の変更等を行う必要がある。そのため、渡良瀬遊水地の動植物の生息、生育状況、植生の遷移などの環境変化の特性に関する情報等の基礎データを収集して次段階のモニタリング手法等へ反映させる必要がある。

IV. 湿地保全再生に有効な手法（掘削手法）の検討

掘削による湿地の再生は、地下水位付近まで掘削する湿潤な環境や、浅い、または深い開放水面、水路との接続の有無など、様々な形に掘削を行うよう、基本計画にて定められている。そのため、掘削手法の違いによる湿地再生状況の違いに関する情報を収集し、次段階の掘削手法へフィードバックし、掘削手法の改善等を行う。また、開放水面下の水生植物を再生するための有効な掘削手法やシードバンクを利用するための掘削手法に関する情報も収集し、次段階の掘削手法へフィードバックする。

表-1 モニタリング計画（一部）

調査対象範囲	基本調査	調査項目	調査内容		調査頻度	目的 ^{※1}				評価			
			調査方法			I	II	III	IV	評価方法	評価結果の活用方針		
掘削地 【掘削後に開始】	地形変化調査	地盤標高	掘削後の測量	横断測量	変遷を確認するため3年に1回程度			●	●		掘削後の地形変化	施工ケース別整理結果より、湿地再生に有効な基盤環境条件(植生調査等との比較)を検討し、掘削方法へ反映	
		植生	植物相調査	調査範囲内を歩きながら、出現する種を目視で確認し、種名を記録する。		春季(5月上旬～中旬)、夏季(6月下旬～7月上旬)、秋季(9月下旬～10月上旬)の3回実施	●		●	●		掘削後の変化(季節変化、経年変化):構成種、種類数、群落面積等 ・重要種、外来種の分布状況 ・掘削後に再生する植生の初期過程、季節変化、遷移状況 ・基盤環境(地下水位、冠水頻度、土壌水分量)と植生の相関	施工後の植生が、全体として目標とする環境にむかっているかの確認 ・外来種の侵入など、「環境の悪化」を示唆する「シグナル」がみられていないかどうかの確認 ・掘削後の裸地状態からの再生・遷移過程の把握により、植生再生初期における評価のための指標を検討
	植物調査		植物重要種・植物外来種	絶滅危惧植物調査	調査範囲を10m×10mのメッシュに区切って、メッシュごとに絶滅危惧種の出現状況を観察する。また、調査時にセイタカアワダテソウについても合わせて記録を行う。		春季(5月上旬～中旬)に1度実施	●		●	●		
		景観	定点写真撮影	試験施工地の道路に設定した定点から各実験地の景観の写真撮影を行う。		事務所職員等が、見回り時などに年間を通して適宜実施	●					景観の時系列変化	植物調査結果の評価の補完
		鳥類相	目視観察・鳴き声	掘削地及びその周辺において、目視観察及び鳴き声による確認で鳥類の生息状況を記録する。					●				
		昆虫相	ビットフォールトランプ法・ラインセンサス法(トンボ類)	掘削地周辺にビットフォールトランプを設置し、徘徊性の生物を捕獲する。水面周辺にラインを設定し、ライン上を歩きながら確認されたトンボ類を記録する。		調査実施主体と調整の上で決定			●			動物相の変化(構成種の傾向、種類数、重要種・外来種の確認状況等)	次段階施工時のモニタリング指標、モニタリング手法の検討
		哺乳類・両生類・は虫類相	目視観察・フィールドサイン法	掘削地及びその周辺において、目視観察及びフィールドサイン法による確認で小動物の生息状況を記録する。					●				

※1 モニタリングの目的は、それぞれ以下の通りである。I：湿地環境の保全・再生状況の評価、II：第2調節池周辺への影響把握、III：次期段階施工のための基礎データの収集、IV：湿地再生に有効な手法(施工方法)の検討

※2 動物調査については、河川水辺の国勢調査における調査結果も利用する。

注) 網掛けは、NPO 団体、周辺の教育機関、学識者、などの協力により調査を実施する項目を示す。

2-3 モニタリング計画

(1) モニタリング計画

表-1の通り、今後のモニタリング計画を検討した。モニタリング計画は、その対象範囲、調査項目、調査方法、頻度、評価方法、評価結果の活用方針等について、前項に示したモニタリングの目的とともに整理した。

(2) モニタリングの進め方

モニタリング項目のうち、鳥類、昆虫類、両生類、爬虫類、哺乳類の生物調査については、NPO 団体、周辺の教育機関、学識者等と連携して実施する。モニタリング結果のとりまとめについては国土交通省が一括して行うものとし、必要に応じて調査手法等について調整を行うものとした。またモニタリング結果の評価やモニタリング項目等の再検討については、その都度、有識者等からなる渡良瀬遊水地湿地保全・再生モニタリング委員会に諮ることとした。

3. モニタリング結果をフィードバックする手法の検討

順応的管理では、管理対象の状態に目標を定めるとともに、日常的管理について管理の状態に対する閾値(管理基準：フィードバックライン)を設けた上でモニタリングを行い、閾値を超えた場合に適切なフィードバック(アクション)を実行する必要がある。そこで、モニタリングを実施する地下水位・水質調査、植生調査におけるフィードバックラインの設定方法につ

いて検討を行った。以下に地下水位・水質調査および植生調査における評価・フィードバックの視点とフィードバックラインの設定方法を示す。

① 地下水位・水質調査

【評価・フィードバックの視点】

- 掘削による影響が判断された場合にフィードバックを検討

【フィードバックラインの設定方法】

- 過去からの地下水位の変動について、過去の変動の範囲からの逸脱の有無を確認
- 降雨変動以外の影響が地下水変動に現れているかを確認
→後述「先行降雨-地下水変動モデルによる評価」

② 植生調査

【評価・フィードバックの視点】

- 現況を保全する地区の環境が保全されているかを評価

- 目標とする湿地環境が再生されているかを評価

- 環境の悪化が判断された場合にはフィードバックを検討

- 第2調節池全体として多様な湿地環境が保全・再生されているかを評価

【フィードバックラインの設定方法】

- 標準区を設定し、比較を行うことで成立した湿地環境を評価

- 環境の悪化を示唆する「シグナル」をフィードバックラインとして設定

- 「地区別での植生評価」
- ・植生群落の面積割合による評価(第2調節池全体)
- 「第2調節池全体での植生評価」

3-1 地下水位におけるフィードバックラインの設定

(1) 先行降雨-地下水変動モデルによる評価

第2調節池では、今後本格的に掘削による湿地再生事業が進められていくこととなる。しかし、第2調節池の地質構造は、過去の掘削により互層となっている箇所が確認されている。そのため、透水性の砂層の分布等によっては、掘削により地下水位への影響が遠方まで及ぶ可能性が考えられる。それに対し、モニタリング計画では地下水位の観測を行うこととしており、地下水位の急激な低下などが確認された場合にはモニタリング委員会に諮りつつ、対策案を検討する事としている。

しかし、第2調節池内の地下水位変動は、大雨による上昇や長期の渇水等による低下、1年のうちの豊水期、渇水期による影響等を受けて常に変動している。そのため、保全地区周辺の掘削が行われ、地下水位が変動した場合、それが降水や渇水の影響であるか、掘削の影響であるかを見分けることが困難である。

そこで、先行降雨を考慮した降雨-地下水位変動のモデルを作成し、降雨による変動以外の、掘削の影響を通常の地下水位変動から分離して評価するための手法を検討した。

(2) モデル化の方法

次の線形式により、地下水位を先行降雨(観測日より前の降雨量)によって表すモデル式を構築する。

$$Y = W_1 \cdot X_1 + W_2 \cdot X_2 + \dots + W_n \cdot X_n$$

Y: 目的変数(ここでは地下水位)

$X_1 \sim X_n$: 説明変数(ここでは様々な期間の先行降雨)

$W_1 \sim W_n$: 各説明変数の重み係数

実測データを最もよく説明できるような $W_1 \sim W_n$ を回帰分析によって求める。実測データの説明の程度は、モデルによる地下水位と実測地下水位の差(残差)を決定係数 R^2 によって評価する。

(3) 使用したデータ

① 地下水位データ

1982年(S57)以降継続して取得されているB7(小池)観測地点の日水位データのうち、欠測の無い直近の期間である1999年7月~2008年6月のデータを用いた。

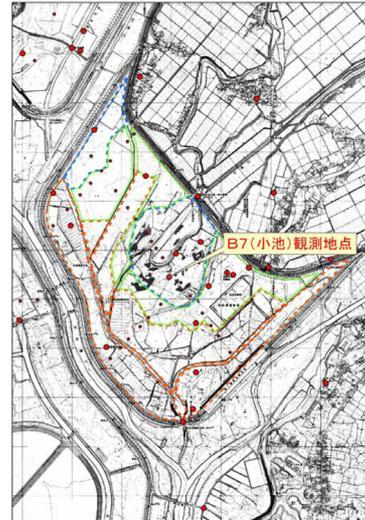


図-2 B7(小池)観測地点の位置図

② 降水量データ

気象庁アメダスの古河の日降水量データと用いた。

(5) 解析結果

全期間(1999年7月~2008年6月)の地下水位と降雨データを用いた回帰分析の結果を表-2および図-3に示す。決定係数 R^2 は0.23と低く、モデルによる観測値の再現が難しい。特に水位が低下した時期の再現性が低い。

このため、平常時と渇水時(地下水位低下時期)を別のモデルで表すこととした。

対象期間を平常時と渇水時に分け(最低水位が13.0mより低くなる4回の顕著な水位低下時期を渇水時とした)、それぞれの回帰分析結果を表-3に、水位の観測値・モデル計算値を図-4に示した。

決定係数 R^2 は平常時で0.56とあまり高くはないが、ピーク水位や13.5m以下の低水位を除けば、変動傾向は概ね表現されている。

実データを用いて予測した期間(1999年7月~2008年6月)以降の渇水時について見ると、2008年の地下水位低下を再現できているものの、2009年の地下水位低下は、観測値よりも約1m低い予測となっていた。

表-2 全期間一括の回帰分析結果

		係数
切片		0.4516
当日降雨		-0.0337
1日前降雨		0.1927
2-3日前降雨		0.2680
4-10日前降雨		0.2926
11-20日前降雨		0.1563
21-30日前降雨		0.0524
31-60日前降雨		0.0153
61-90日前降雨		-0.0242
91-150日前降雨		0.1795
151-365日前降雨		0.0539
回帰統計		
重相関 R	0.48	
重決定 R^2	0.23	
補正 R^2	0.23	
標準誤差	0.10	
観測数	3157	

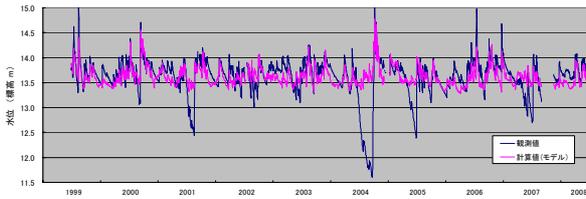


図-3 全期間一括のモデルによる解析結果

表-3 平常時と渇水時を分けた長期の回帰分析結果（日水位データによる）

平常時		変数	係数
回帰統計		切片	0.2093
重相関 R	0.75	1日前降雨	0.3491
重決定 R ²	0.56	2-3日前降雨	0.4612
補正 R ²	0.56	4-10日前降雨	0.4442
標準誤差	0.08	11-20日前降雨	0.1993
観測数	2842	21-30日前降雨	0.0511
		91-150日前降雨	0.1446
渇水時		変数	係数
回帰統計		切片	-1.3604
重相関 R	0.84	2-3日前降雨	0.3758
重決定 R ²	0.71	4-10日前降雨	0.4370
補正 R ²	0.70	11-20日前降雨	0.2679
標準誤差	0.13	21-30日前降雨	0.3922
観測数	315	31-60日前降雨	0.7201
		61-90日前降雨	0.6195
		91-150日前降雨	0.5521
		151-365日前降雨	1.4762

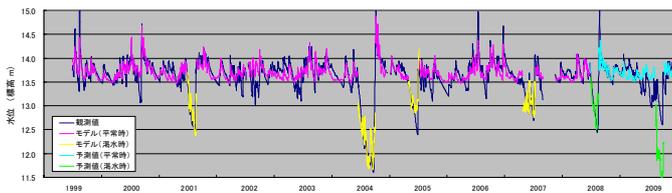


図-4 平常時と渇水時を分けた解析の結果

(6) 地下水位モニタリング地点における水位変動管理手法の検討

先行降雨-地下水位変動のモデルの検討の結果、現況を保全する地区の地下水位モニタリング地点での掘削影響の有無を評価する水位変動管理基準を設定するための以下の知見が得られた。

- ① 先行降雨-地下水位変動モデルとモニタリング結果の比較から、平常時の水位変動と、渇水による水位低下時期を一つのモデルで設定することが難しい。
- ② 10年間の長期の地下水位データに基づくモデルでは、平常時と渇水時を分けたモデルを設定することで、再現性の高いモデルを作ることができる。
- ③ 長期の地下水位データに基づくモデルでは、平常時の水位変動の予測は可能であるが、1年以上先の渇水時の予測水位は予測が難しい。

上記の知見を基に、地下水位モニタリング地点における水位変動管理の手法について検討した。

- ① 掘削工事等の影響で地下水位低下が生じた可能性のある時期（評価対象期間）を抽出する。影響の有無が不明な場合には半年～1年分のデータ毎に評価を行う。
- ② 地下水位モニタリングデータと降雨データ（日データ）を準備し、先行降雨を用いてモデルによる対象期間の予測水位を算出する。
- ③ 予測水位と実測水位を比較して、実測水位が系統的に低くなっているかどうかを見る。系統的に低ければ、降雨起因ではなく、掘削の影響と評価する。
- ④ 水位低下期間が渇水期にあたっている場合には、渇水期が終了し、降水量が平常時に戻るまで判断を保留し、平常時の予測水位に戻っていれば影響ないと判断し、実測水位が予測水位まで回復しない場合には、降雨以外の影響が及んでいると評価する。

(7) 今後の課題

今回の検討で、B7（小池）地点における一定の地下水位変動評価手法を検討した。ただし、B7（小池）地点には、今のところ掘削の影響がおよんでいないと考えられ、実際の掘削影響を検証できていない。今後は、詳細な事前の地下水位データがそろっていて、その後掘削が行われる地点（水位安定型実験地周辺の地下水位連続観測地点）の掘削前後のデータを用いて、その有効性を検証していく必要がある。

3-2 植生によるフィードバックラインの設定

(1) 植生再生の方針

「基本計画」において、渡良瀬遊水地の掘削計画の策定にあたり第2調節池を3つの考えでゾーニングし（「現況を保全する地区」、「緩衝帯地区」、「湿地の再生を進める地区」）、保全・再生目標となる環境タイプ（多様な湿地環境、深い池等）をゾーン毎に配置して目標像となる計画レイアウトがイメージ図で示されている（図-5）。

しかし、掘削によって変化する地下水の動態などの環境の変化やそれに伴って成立する植生について完全に予測することは難しい。そのため、必ずしも目標像に示されたレイアウトにはこだわらずに、掘削事業と平行して進められるモニタリングによって、掘削後実際に再生した植生を評価し、必要に応じて次年度の掘削方法、掘削計画を見直す。このようなフィードバックによって、最終的に基本となるゾーニングごとに再生目標とする環境タイプが第2調節池内のいずれかの場所で創出されることを目指すこととする。

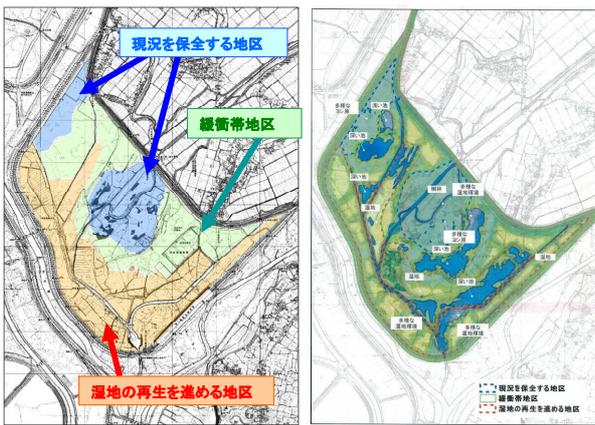


図-5 基本計画における第2調節池計画レイアウト

(2) 掘削により創出する湿地環境

前項のゾーニングの考え方にに基づき、掘削により創出する湿地環境として基本計画に示されている「再生目標となる環境タイプ」について、掘削後の植生の遷移状況を考慮し、それぞれにおいて成立すると想定される植生を整理した。

表-4 掘削の再生目標となる環境タイプ及び成立すると想定される植生

再生目標となる環境タイプ (基本計画)	成立すると想定される植生	
	掘削直後	掘削後2~3年後
①湿地	一年生草本	ヨシ・オギ群落、オギ群落、ヨシ・カササゲ群落
②多様な湿地環境	一年生草本	ヨシ・オギ、カササゲ群落、チガヤ群落、ヨシ・アゼスゲ群落
③浅い池	浅い水面	沈水・浮葉植物の群落形成
④深い池	深い水面	沈水・浮葉植物の群落形成

【注意】：植生遷移の「一年生草本」の段階では、オオアレチノギクなどの外来植物が一次的に優占する場合も想定される。

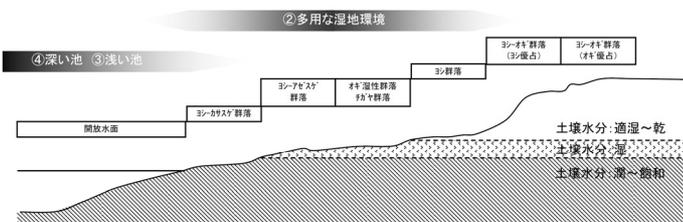


図-5 基本計画における第2調節池計画レイアウト

(3) 地区別の植生評価

—環境タイプごとの「植生の評価」—

「緩衝帯地区」、「湿地の再生を進める地区」では掘削が実施されるため、「標準区 (定義については後述の“標準区との比較による植生の評価”を参照)」を設定し、湿地植生の再生状況を評価する必要がある。「植生の評価」は、環境区分ごとに想定される優占種、下層の優占種を複数設定し、これらの優占種のどれかが再生した場合、“目標達成”とする。また植生が再生過程だった場合には、モニタリングを継続することとする。モニタリング調査の際、「環境の悪化」を示唆する「シグナル (定義については後述の“シグナルによる環境の悪化の把握”を参照)」が確認された場合、モニタリング委員会に報告し、「対策」の実施について検討することとする。

「現況を保全する地区」では掘削を実施しないが、周辺の掘削による地下水位の低下により乾燥化などの影響を受ける可能性がある。そのため、乾燥化に伴う植生への影響についてモニタリングし、掘削による影響があると判断された場合には、モニタリング委員会に報告し、掘削方法および掘削計画の変更を検討することとする。現況が保全されている場合、引き続きモニタリングを継続する。モニタリング調査により、「環境の悪化」を示唆する「シグナル (定義については後述の“シグナルによる環境の悪化の把握”を参照)」が確認された場合は、「緩衝帯地区」などと同様にモニタリング委員会に報告し、「対策」の実施について検討する。

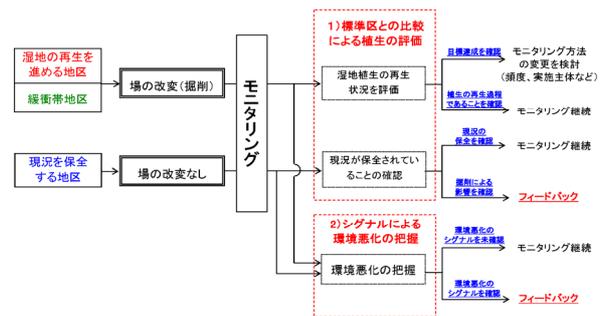


図-6 地区別の植生評価の流れ

1) 標準区との比較による植生の評価

植生に関するフィードバックラインを設定するため、地区ごとに「標準区」(変化を比較するための“対照区”)を設定した。渡良瀬遊水池では2005年にベルトトランセクト調査が実施されており、これを「標準区」の設定に活用した。掘削しない現況を保全する地区では、周辺の掘削前に「永久コドラート調査」を実施し、この調査結果を「標準区」とする。掘削後の「永久コドラート調査」の結果を掘削前の調査結果と比較し、その変化をモニタリングする。標準区との比較による植

生評価の考え方を図-7に示した。また、環境タイプごとの標準区の家を表-5に示す。

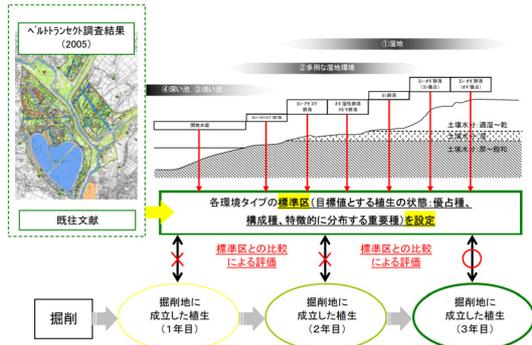


図-7 標準区との比較による植生評価の考え方

2) シグナルによる環境悪化の把握

「環境の悪化」への「対策」講じる場合は、「環境の悪化」に至る「前段階」で対応することが望ましい。そのため、「環境の悪化」を示唆する「シグナル」を設定することとした。環境タイプごとの環境悪化のシグナル案を表-5に示す。

(4) 「シグナル」の調査イメージ

【環境の悪化において留意すべきシグナル】

乾燥化の影響を確認するため「路傍性の雑草(表-7

参照)」が出現・増加するかモニタリングにて確認する。

また「多様な湿地環境」を創出するため、掘削した場所で植生図を作成した際に地区ごとに「単一の植物群落のみが優占」していないかモニタリングする。

これらのシグナルが確認された場合、モニタリング委員会に報告し、必要に応じて掘削の方法・計画の見直しを検討する。

【緊急的な対応を検討すべきシグナル】

掘削範囲内の「植物相調査」の際に、環境タイプごとの「緊急的な対応を検討すべきシグナル(表-5)」が確認された場合、地図上に分布範囲とともに位置を記録する(図-8)。

「緊急的な対応を検討すべきシグナル」が確認された場合、委員・学識経験者に助言を得て除去作業などの「対策」を実施する。

表-5 環境タイプごとの標準区及び環境悪化のシグナル(案)

ゾーン区分	創出する環境		標準区				環境悪化のシグナル			
	環境タイプ	環境の特徴	環境を構成する植物群落	優占種	主な構成種	特徴的に分布する重要種	環境の悪化に留意すべきシグナル	緊急的な対応を検討すべきシグナル		
湿地の再生を進める地区	湿地	湿地植生	オキゼン占1	オキ(中) ヨシ(少)	スマアゼセ	ツリフネソウ、ハンゲショウ、シロネ	オニナルコスゲ、スマアゼセ	【湿地・多様な湿地環境】: - 路傍性の雑草: イスタダ、カナムグラ、スギナ、ツクサ、ヒメジョオン、ヒルガオ、ヤエムグラ、ヤブガラシ等の出現・増加(想定される原因: 乾燥化) - ヤナギ類の高密度な実生の確認	【湿地・多様な湿地環境】: - セイタカアワダチソウ、ツルマメ小群落の確認(想定される原因: 乾燥化) - ヤナギ類の高密度な実生の確認	
			オキゼン占2	オキ(多) ヨシ(少)	コウヤワラビ	ノカラムツ、ハンゲショウ	コキツル、ハンゲショウ、ミゾコウジ、ヤガミナガ、ヤシロソウ、オキザリ			【多様な湿地環境】: - 単一の植物群落のみの優占
			ヨシ占	ヨシ(中) オキ(少)	コウヤワラビ	ノカラムツ、カナムグラ、ツリフネソウ、ハンゲショウ、シロネ	コキツル、ゴマノハグサ、ノウルシ、ノカラムツ、ハンゲショウ、ホトバノヨツバムグラ			
	ヨシ群落	ヨシ	ハンゲショウ	ノカラムツ、カナムグラ、ツリフネソウ、ハンゲショウ	コキツル、ノカラムツ、ハンゲショウ、ミコンガサ、カウヂシヤ					
	多様な湿地環境	複数の湿地植生(淡水・浮葉植物を含む)	その他の抽水植物	ガマ、マコモ						
			ヨシ群落	ヨシ	ハンゲショウ	ノカラムツ、カナムグラ、ツリフネソウ、ハンゲショウ	コキツル、ノカラムツ、ハンゲショウ、ミコンガサ、カウヂシヤ			
			ヨシ-カササゲ群落	ヨシ	カササゲ	-	オオヤマフズマ、オニナルコスゲ、サザサ			
			チガヤ群落	チガヤ	-	トダシバ、シロネ、アマトラノオ、メドハギ、チゴササ	チサスミ、チガヤ/シロネ/メドハギ、チゴササ			
	深い池	池周辺の植生	オキ湿性群落	オキ(多) ヨシ(中/少)	アゼセ	トダシバ、シロネ、エゾソコハギ、アマトラノオ、メドハギ	チサスミ、トネハサヤスリ、アマトラノオ、ホトバノヨツバム			
			その他の抽水植物	ガマ、マコモ						
緑帯地区	湿地	湿地植生	オキゼン占1	オキ(中) ヨシ(少)	スマアゼセ	ツリフネソウ、ハンゲショウ、シロネ	オニナルコスゲ、スマアゼセ	【湿地・多様な湿地環境】: - 路傍性の雑草: イスタダ、カナムグラ、スギナ、ツクサ、ヒメジョオン、ヒルガオ、ヤエムグラ、ヤブガラシ等の出現・増加(想定される原因: 乾燥化) - ヤナギ類の高密度な実生の確認	【湿地・多様な湿地環境】: - セイタカアワダチソウ、ツルマメ小群落の確認(想定される原因: 乾燥化) - ヤナギ類の高密度な実生の確認	
			オキゼン占2	オキ(多) ヨシ(少)	コウヤワラビ	ノカラムツ、ハンゲショウ	コキツル、ゴマノハグサ、ノウルシ、ノカラムツ、ハンゲショウ、ホトバノヨツバムグラ			【多様な湿地環境】: - 単一の植物群落のみの優占
			ヨシ占	ヨシ(中) オキ(少)	コウヤワラビ	ノカラムツ、カナムグラ、ツリフネソウ、ハンゲショウ、シロネ	コキツル、ノカラムツ、ハンゲショウ、ミコンガサ、カウヂシヤ			
	多様な湿地環境	複数の湿地植生(淡水・浮葉植物を含む)	その他の抽水植物	ガマ、マコモ						
			ヨシ群落	ヨシ	ハンゲショウ	ノカラムツ、カナムグラ、ツリフネソウ、ハンゲショウ	コキツル、ノカラムツ、ハンゲショウ、ミコンガサ、カウヂシヤ			
			ヨシ-カササゲ群落	ヨシ	カササゲ	-	オオヤマフズマ、オニナルコスゲ、サザサ			
			チガヤ群落	チガヤ	-	トダシバ、シロネ、アマトラノオ、メドハギ、チゴササ	チサスミ、チガヤ/シロネ/メドハギ、チゴササ			
	浅い池	池周辺の植生	オキ湿性群落	オキ(多) ヨシ(中/少)	アゼセ	トダシバ、シロネ、エゾソコハギ、アマトラノオ、メドハギ	チサスミ、トネハサヤスリ、アマトラノオ、ホトバノヨツバム			
			その他の抽水植物	ガマ、マコモ						
	深い池	池周辺の植生	ヨシ-カササゲ群落	ヨシ	カササゲ	-	オオヤマフズマ、オニナルコスゲ、サザサ			
その他の抽水植物			ガマ、マコモ							
開放水面(浅)			-							
開放水面(深い)			-							
現状を保全する地区	多様なヨシ原	樹林	ヨシ-カササゲ群落	ヨシ	カササゲ	-	オオヤマフズマ、オニナルコスゲ、サザサ			
			その他の抽水植物	ガマ、マコモ						
			開放水面(浅)	-						
			開放水面(深い)	-						
			※鳥類等が利用するために植生が発達しない開放水面が必要となる。							
			※掘削前の「永久コドラート調査」の結果と比較し、掘削後の植生の変化をモニタリングする。							

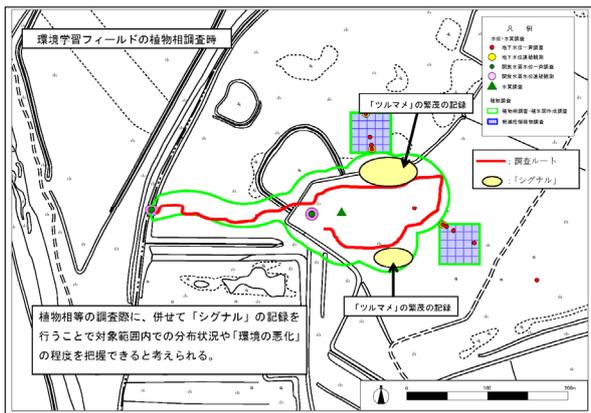


図-8 シグナル調査のイメージ
(例：環境学習フィールド)

(5) 第2調節池全体での植生評価

多様な湿地環境で構成される生物生息・生育空間を保全・再生するという観点から、第2調節池全体として多様な湿地環境が成立していることを確認する必要がある。そこで、およそ5年ごとに第2調節池全体での「植生の面積割合」を「将来的な目標とする植生の面積割合」と比較することにより、必要に応じて計画の見直し等を検討する。植生面積のデータは河川水辺の国勢調査の結果などを活用する。成立した植生と今後の掘削計画により創出が期待される湿地環境の状況が、目標とする植生の状況と著しく乖離している場合には計画の見直し等を検討する。また遊水地の生物多様性に大きな影響を与えるヤナギ林や、セイタカアワダチソウなどが優占する外来植物群落については、遊水地全体に占める面積を表-6の「第2調節池全体での植生の管理水準」を目安として管理を行うこととする。

なお、目標は長期的な将来の姿を示したものであり、また成立する植生の面積割合は動的なものであり常に変動することから、評価時点における植生の割合が目標のものと異なることが直ちに計画見直し根拠となるものではない。

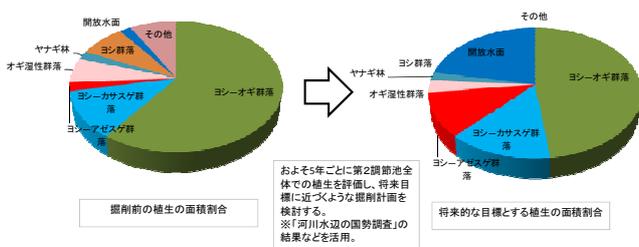


図-9 第2調節池全体での植生評価のイメージ

表-6 第2調節池全体での植生の管理水準

- ・ヤナギ林の面積割合を全植生面積の5%以下とする。
(将来的な目標で成立することが想定される2%を大きく上回らない程度を基準とした)
- ・外来植物群落の面積割合を全植生面積の10%以下とする。
(平成18~22年度遊水池全体のコードラート調査でセイタカアワダチソウが優占する群落に区分されたコードラートの割合(18.4%)の半数程度基準とした)

3-3 モニタリング項目間における原因と影響の分析

「水位・水質調査」、「植物調査」、「動物調査」のモニタリングの結果、いずれかの項目でフィードバックラインを超えた「異状」が確認された場合には、その他の項目との関係(原因及び影響)について総合的に分析することが必要である(図-10)。

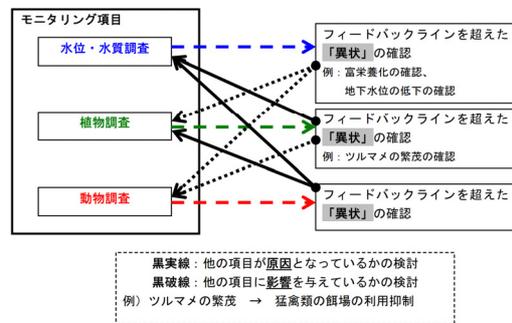


図-10 異常が確認された場合の原因と影響の分析のイメージ

4. おわりに

現在、渡良瀬遊水地第2調節池における湿地環境の再生のための掘削が既に実施されている。今後、本検討にて定めたモニタリングを実施し、その結果をフィードバックする順応的管理に基づいて掘削手法等を改善しながら目標とする環境を目指していくこととなるが、自然環境の成立には無数の条件が複雑に関係しており、想定したものと異なる環境が成立する可能性が十分考えられる。そのため、掘削や対策の影響・効果をモニタリングによって確認しながら再生手法について今後とも継続的に検討を進め、より効果的な手法に近づける努力が必要である。

<参考文献>

- 1) 国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所：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) 国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所：渡良瀬遊水地湿地保全・再生基本計画(2010)