

渡良瀬遊水地における湿地・再生（植生再生実験）

Wetland restoration at Watarase Retarding Basin (vegetation restoration experiment)

研究第一部 主任研究員 飯島 正典
研究第一部 主任研究員 佐藤 礼二
研究第一部 次 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、約33km²の面積を有するわが国最大級の遊水地であり、利根川水系の治水及び利水上の要の施設として機能する一方、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、ヨシ原を基盤とする豊かな自然環境を形成するなどの多様な動植物の生息・生育の場となっている。

しかしながら、かつての自然環境と比較すると、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かつての景観は今日の渡良瀬遊水地では殆ど見られなくなり、環境の劣化も指摘されるようになっている。また、渡良瀬遊水地においては、今後、更なる治水容量の確保が必要とされており、調節池内の掘削による治水容量の確保に伴い、現況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、如何に調和を図っていくかの検討を行っているところである。

本稿では、第2調節池内において、掘削による基盤環境の変化に伴う植生再生についての実証から定量的な科学的知見を得ることを目的に検討した植生再生実験計画と実験計画に基づき造成された植生再生実験池の1年目のモニタリング結果の概要を報告する。

キーワード：湿地環境 植生再生実験 明るい湿地 水生植物帯 シードバンク

With an area of about 33 km², the Watarase Retarding Basin is one of the largest retarding basins in Japan. The retarding basin functions as a key facility for flood control and water utilization in the Tone River System as one of the largest low moorland (wetland) areas in Japan and also provides habitat for diverse animal and plant species by forming a rich natural environment consisting mainly of reed fields.

Because of decreases in ponds and wetlands in recent years, however, the Watarase Retarding Basin has lost most of its scenic landscapes consisting of open water surfaces surrounded by extensive ecotones, and it has been pointed out that the environment of the retarding basin area has deteriorated. It is said that the flood control capacity of the Watarase Retarding Basin needs to be increased in the coming years. Because the excavation of the retarding basin to increase its flood control capacity is planned, a number of studies are currently underway to find ways to maintain a good balance between the conservation of the wetland environment and the restoration and creation of wetland environments by means of excavation.

This paper briefly reports on a vegetation restoration experiment plan drawn up to gain quantitative and scientific knowledge on vegetation restoration needed to cope with environmental changes caused by excavation and the results of the first-year monitoring of a vegetation restoration experiment basin created according to the experiment plan.

Key words : wetland environment, vegetation restoration experiment, lightly vegetated wetland, aquatic plant zone, seed bank

1. はじめに

渡良瀬遊水地は、広さ約33km²の面積を有する我が国最大級の遊水地である。また、利根川の中流部に位置し、渡良瀬川、思川、巴波川の3河川が合流する地点にあり、その下流で利根川が合流している。

渡良瀬遊水地は、利根川水系の治水及び利水上の要の施設として機能しており、遊水地内には第1調節池～第3調節池があり、自然越流による洪水調節を行い下流への洪水軽減がなされている。(図-1)

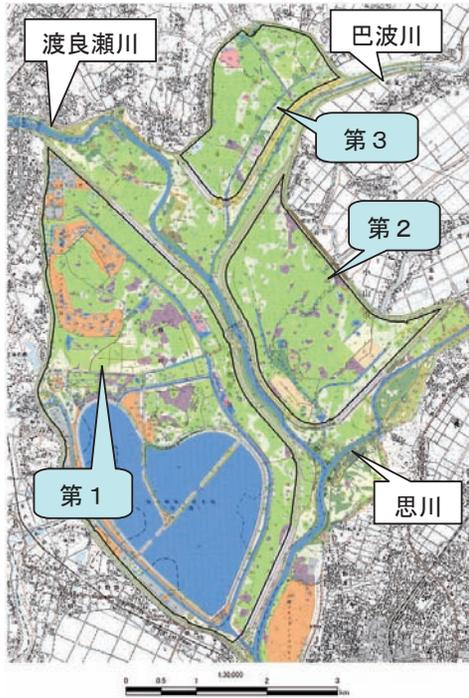


図-1 位置図

また、渡良瀬遊水地は、我が国を代表する広大なヨシ原を基盤とする多様な動植物の生息・生育の場となっており、毎年3月にはヨシ焼きがほぼ全域にわたって行われ広大なヨシ原が維持されている。

しかしながら、かつての遊水地の自然環境と比較すると、池沼の減少、地下水位の一時的な低下などによる湿地の乾燥化が進行している。このため、開水面の周辺に広いエコトーンを伴ったかつての景観が殆ど見られなくなり、湿地環境の多様性の減少なども指摘されている。また、渡良瀬遊水地においては、今後、更なる治水容量の確保が必要とされており、調節池内の掘削による治水容量の確保に伴い、現況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、如何に調和を図っていくかの検討を行っているところである。

既往の調査・検討においては、現況での基盤環境条件から成立する植生との関係についての把握がなされた。

しかし、治水容量確保のための掘削に伴い、現況の湿地環境の保全と掘削による湿地環境の再生・創出の調和を目指していくためには、掘削による基盤環境の変化に伴う植生再生についての定量的な科学的知見を得る必要がある。そのため、本研究は、その実証データを収集すべく第2調節池内において植生再生実験計画を検討した。また、実験計画に基づき造成された植生再生実験池の1年目のモニタリング結果の概要を報告するものである。

2. 植生再生実験計画策定の考え方

渡良瀬遊水地の湿地環境の保全・再生においては、科学的知見に基づいて目標を設定し予測評価等を行い、それに基づいて掘削計画を策定することとしているが、自然環境の変化とそれに対する生物・生態系の応答は蓋然性が乏しく、計画には多くの不確実性が含まれることから、事前に実証実験などを行い予測評価の検証を行いつつ、その結果を掘削計画に反映させることによってより順応的に実施していくこととしている。

実証実験である植生再生実験の全体計画としては、「多様性のある湿地環境と水際部の変化に満ちた景観」を目指し(写真-1)①新たに創出(再生)する湿地環境と②保全・再生を図る現在の環境とに分けた再生実験の目標を掲げ実験計画の具体化を図ることとした。

なお、本稿では、①新たに創出(再生)する湿地環境の再生を目標とした植生再生実験について報告することとする。



写真-1 目標とする渡良瀬遊水地のイメージ

※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より

3. 植生再生実験計画策定の検討

今回の植生再生実験は、前述のとおり「新たに創出(再生)する湿地環境」を目標に、今は見られなくなったかつての氾濫原や水辺の多様な植生の再生を行うこととし、目標植生は、ヨシやオギが優占していない植被率の低い湿性草地(仮に「明るい湿地」と呼ぶ)や沈

水・浮葉植物や抽水植物の生育する立地（仮に「水生植物帯」と呼ぶ）とした。（写真－２）



写真－２ 再生目標とする湿地イメージ

3-1 再生目標に向けた仮説

目標植生を成立させるため、既往知見や既往の調査結果を基に以下の仮説を立てた。

仮説1：水生植物帯は水深30cm程度を維持する平坦な水底に成立し、明るい湿地はそれに続く緩やかな傾斜の地形に成立する。

渡良瀬遊水地の既存池沼において、水生植物帯は池沼水面が干上がらない環境下で生育維持されており、その水深は概ね30cm程度であった。

仮説2：ヨシ地下茎が残存すれば、ヨシ優占群落は再生しやすい。
ヨシ地下茎の分布する深さは、場所によって異なる。

既往の湿地再生試験地（平成12年に実施）の現況から、ヨシ地下茎が残存している掘削面では、ヨシ優占群落へ遷移している。また、平成17～18年度に実施されたシードバンク試験土壌採取地の状況から、ヨシ地下茎の分布する深さは様々であった。

氾濫原裸地を維持する場合、ヨシ等の遷移を抑制する対策が必要である。

仮説3：地表より90cmまでの深さでは、現況植生には見られない種や重要種の種子も存在し、シードバンクとして利用可能であるが、表層では外来種の種子が多く含まれる。

平成17～18年度に実施されたシードバンク試験結果から、表層へいくほど外来種を含む多くの種子が含まれており、地表90cmまでの深さでは重要種の種子も存在した。このことから、深く掘削することにより現況植生には見られない種が存在し、シードバンクとして期待できる。

なお、シードバンク試験結果の詳細は、リバーフロント研究所報告 第18号 2007年9月の「渡良瀬遊水地における土壌シードバンクについて」を参照されたい。

仮説4：渡良瀬遊水地の地下水の水質環境は、周辺河川に比べて貧栄養である。

水生植物帯は、比較的貧栄養の水質環境で生育しており、過去の定期水質試験結果から、地下水を供給源とした池沼は、周辺河川に比べ貧栄養な水質環境となることが考えられる。

仮説5：現状地下水位よりも深く掘削し地下水が排水されると、掘削区域周辺の地下水位が低下し、掘削区域周辺の植生へも影響が及ぶ。

平成17年度のベルトトランセクト調査を基に解析検討が進められ、現況での基盤環境条件から成立する植物群落との関係についての把握がなされたが、基盤環境条件の一つとして地下水位が挙げられ、地下水位の大小により成立する植物群落は異なる。

基盤環境条件から成立する植物群落との関係の詳細は、リバーフロント研究所報告 第18号 2007年9月の「渡良瀬遊水地における植生区分と面的図化について」を参照されたい。

なお、今回の仮説に対して、今後のモニタリング結果から仮説の妥当性や仮説の見直し・再検証を行っていくこととなり、再生目標に向けた知見の集積を図りつつ適宜事業に反映させていくこととなる。

3-2 仮説に基づく実験池の位置選定等

実験池の位置選定にあたっては、平成18年5月において、渡良瀬遊水地第2調節池内の絶滅危惧植物分布調査が実施されており、その調査範囲内において実験池の選定を行うことを基本とした。

位置選定及び掘削範囲については、仮説1により掘削後の池が干上がらないよう、地下水以外の水源供給も考え、既存河川・水路の近傍箇所とした。また、絶滅危惧植物分布調査結果から、希少重要種の生育箇所を避け、かつ、セイタカアワダチソウ等の外来種の生育が多い箇所及び範囲とし、実験池造成工事時に周辺環境への影響を極力少なくするため、近隣にアクセス道路が存在する箇所とした。

以上を勘案のうえ、与良川の近傍である以下の箇所及び掘削範囲を実験池として選定した。(図-2)



図-2 実験池の位置

3-3 仮説に基づく実験デザイン

実験池の掘削深については、仮説3から現況植生には見られないシードバンクを期待し深く掘削することと、仮説1から掘削後の池が干上がらない高さまで掘

削することから、実験池箇所に相当する与良川の最低水位の安定化を図るため、与良川と実験池との間にバイパス水路を設け、実験池箇所に相当する与良川水位が月あたり15日間は下回らない水位であるY.P.+11.6mの高さでバイパス水路内に土囊を設けることとした。

掘削底面から現況地盤までの掘削形状は、仮説1の「明るい湿地はそれに続く緩やかな傾斜の地形に成立する。」とのことから、掘削底面から緩やかな勾配とし、今後、基盤環境と植生再生との解析を行うにあたって基盤環境条件を明確にしておく必要があるため、階段状の掘削形状とした。また、仮説2からヨシ等の優占を抑制し氾濫源裸地を維持するため、現況地盤から1.5mの深さより掘削勾配を急(1:2)にした。さらに掘削後の維持管理の難易性を比較検討するため、ヨシやヤナギ類等の出現を除去するなどの維持管理を施す列とそのまま放置する列として、階段状の掘削を2列に設けた。

以下、実験池の掘削デザインイメージは図-3のとおりである。

3-4 仮説に対応させたモニタリング調査計画

モニタリング調査については、大別すると、植生調査、土壌断面・地下茎調査、基盤環境調査、水質調査、景観調査、地下水位調査を計画した。

調査項目の詳細、調査内容、調査箇所及び時期、調査項目ごとに対応する仮説を表-1及び図-4のとおりに整理し、実験池造成後1年目のモニタリング計画を策定した。

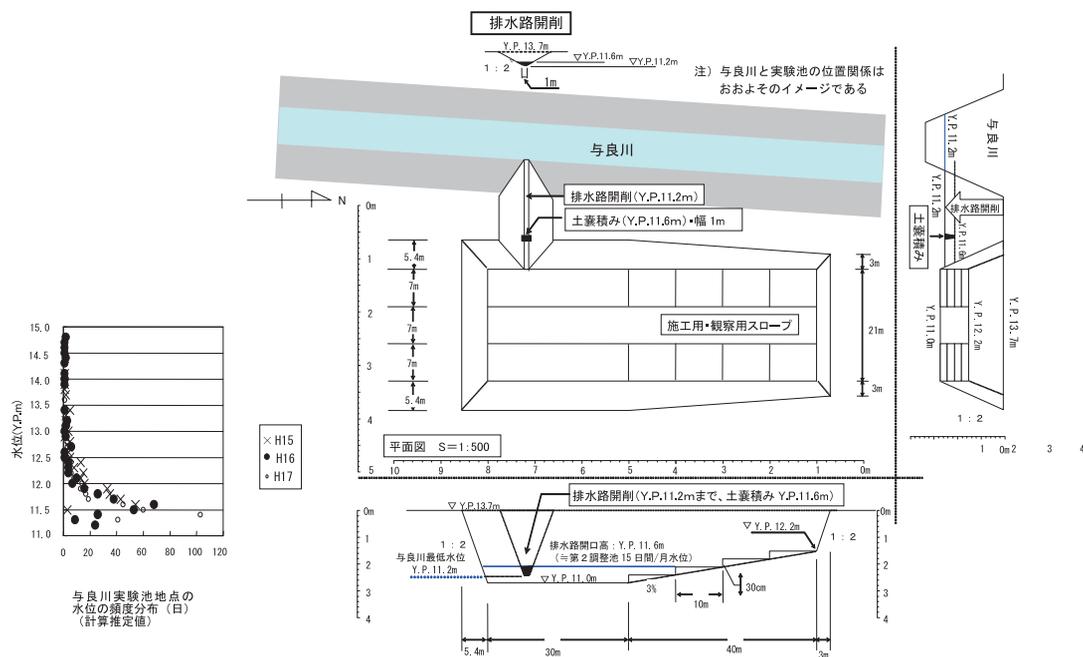


図-3 実験池の掘削デザインイメージ

表-1 モニタリング調査内容

調査項目	調査内容	調査箇所	時期	対応する仮説	凡例	
(1) 植生調査	コドラート調査	永久コドラート (2m×2m) による群落組成調査、ヨシ・オギ密度調査	実験池内 24 箇所、実験池外 10 箇所	春、夏、秋	1, 2, 3	■
	植生図作成調査	浸良瀬遊水地の植生区分の考え方に基づく植生図の作成調査	実験池を含む周囲 130m×60m	秋	1, 2, 3, 5	■
	植物相調査	調査区毎の植物相調査	実験池内 10 箇所、実験池外 2 箇所	春、夏、秋	1, 2, 3, 5	■
	絶滅危惧植物調査	絶滅危惧種の分布状況調査	実験池外の 10m 幅トランセクト 10m ピッチ	春 (5 月)	5	■
	種子トラップ調査	発芽した植物の種と個体数調査	実験池内の無種子土壌を敷き詰めた 1m×1m×2 箇所	月 2 回の計 16 回	3	■
(2) 土壌断面・地下茎調査	土壌構造調査	実験池内の 5 箇所の法面	春～秋に各 1 回	2, 3	■	
	ヨシの地下茎の分布状況調査	実験池外周の法面	連続			
基礎環境調査	土性、酸化還元状態、土壌硬度	コドラート調査と同一箇所	春	1, 5	■	
	地表部の光子量、土壌水分		春、夏、秋			
	土壌温度	代表 1 箇所	連続			
(3) 水質調査	水質調査 (T-N、T-P、クロロフィル a、濁度、電気伝導度)	実験池、与良川各 1 箇所	春、夏、秋	4	●	
(4) 景観調査	定位置からの写真撮影	4 定点	月 2 回の計 16 回	-	-	
(5) 地下水位調査	水位計による連続測定	実験池、与良川、周辺 3 箇所	連続	5	●	
	月に 1 回の地下水位測定	実験池周辺	月に 1 回			

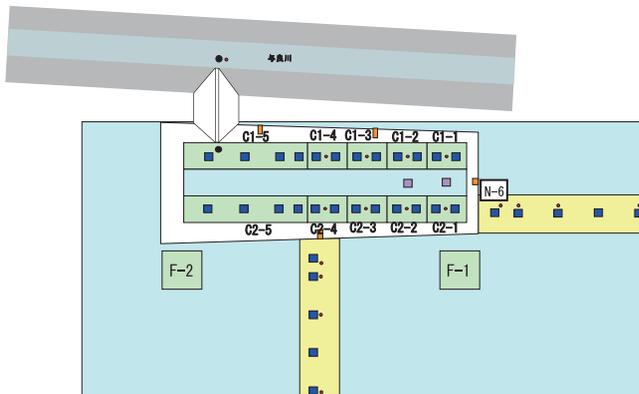


図-4 モニタリング調査地点の配置

4. 1年目のモニタリング結果の概要

今まで述べてきた植生再生実験計画及びモニタリング計画に基づいて、平成 18 年度末に実験池を造成し、平成 19 年度から 1 年目のモニタリング (平成 19 年 4 月～12 月) を実施した。

ここでは、1 年目のモニタリング結果について、主に植生調査を中心に報告することとする。

4-1 実験池内に発芽した植物

実験池内に発芽した植物は、春季 12 科 16 種、夏季 25 科 56 種、秋季 26 科 63 種、3 季全体では 28 科 81 種であった。

そのうち、目標とした水際や水面の植物 (水草) は、ミズワラビ、ミズハコベ、ヨシ、フトイの 4 科 5 種が確認され、いずれも主に抽水状態で生育する植物であった。水生植物帯である沈水植物、浮葉植物は今回確認されなかった。

重要種についてみると、環境省のレッドリストで絶滅危惧等に指定されている種では、ヌマアゼスゲ、アゼオトギリ、ミゾコウジュ、ハナムグラ、タコノアシなど 9 科 10 種、栃木県、茨城県、群馬県、埼玉県版レッドデータブックに記載されている重要種では、ミコシガヤ、アリアケスミレ、コマツカサススキ、ヌマトラノオなど 6 科 7 種が確認された。

一方、外来種は、アメリカアゼナ、セイタカアワダチソウ、コバナキジムシロ、アメリカセンダングサなど 5 科 9 種であった。

発芽したいずれの種も 1 年目であるため、群落としてのまとまりは認められない状況であった。また、ヤナギ類の分布量は比較的多かった。

4-2 再生目標に向けた仮説の検証結果

今回のモニタリングにおいて実験池内及びその周辺で発芽・確認された植物は、表-2 のとおりである。

今回の調査結果から、植生調査に対応する仮説 1、2、3、5 の検証結果についてまとめた。

仮説 1：水生植物帯は水深 30cm 程度を維持する平坦な水底に成立し、明るい湿地はそれに続く緩やかな傾斜の地形に成立する。

【調査結果】

- ・常時冠水している Y.P.+11.6m 未満の試験区では植物は観察されなかった。
- ・水辺の植物は、いずれも抽水状態で生育する植物であった。水生植物帯である沈水植物、浮葉植物は今回確認されなかった。

【検証】

- ・実験池造成後 1 年目であるため、明るい湿地、水生植物帯の成立に至る確認はできなかった。今後とも調査を継続しデータを得ていく必要がある。

仮説 2：ヨシ地下茎が残存すれば、ヨシ優占群落は再生しやすい。

【調査結果】

- ・周辺からの地下茎の伸長によるものと考えられるヨシが、実験池の側面や地盤高の高い調査区を中心にみられた。

【検証】

- ・調査区内のヨシの発芽の被度は低いことから、生きた根茎は残存していなかったものと考えられる。今後の遷移状況をモニタリングする必要がある。

仮説3：地表より90cmまでの深さでは、現況植生には見られない種や重要種の種子も存在し、シードバンクとして利用可能であるが、表層では外来種の種子が多く含まれる。

【調査結果】

- ・実験池内で確認された81種のうち、55種は周辺植生(F-1, 2)では確認されなかった種である。(表-2)
- ・実験池に発芽した絶滅危惧種10種のうち5種が攪乱依存種であった。(アゼオトギリ、ミゾコウジュ、タコノアシ、ヌカボタデ、カンエンガヤツリ)

- ・コドラート調査においては、外来種の発芽は殆どみられなかった。(被度、群度は少ない。)(写真-3)

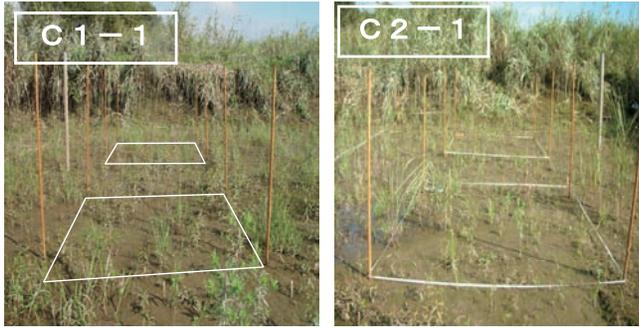
【検証】

- ・確認された種には、外部からもたらされた種(風散布、水散布等)やシードバンク由来の種等が考えられる。
- ・実験池は7回延べ24日間完全に冠水した。攪乱依存種も確認されており洪水による攪乱が植生の成立、遷移にも影響を与える可能性が考えられる。(図-5, 写真-4, 5)
- ・掘削により外来種が抑制されたことが考えられる。
- ・ヤナギ類が初期段階に進入するという課題が抽出された。

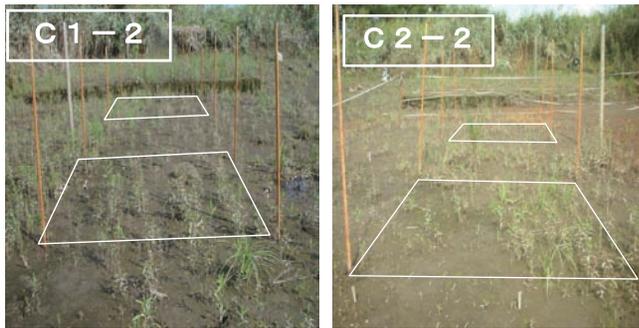
表-2 植物相調査結果

	確認回数が多い順	科名	和名	生活型 注1)	種子散布型 注2)	絶滅危惧種 重要種 外来種 注3)	第2調整池 現地確認種 注4)
実験池内のみ確認種	1	ヤナギ	アカメヤナギ	木本(ヤナギ類)	風散布		○
	2	ゴマノハグサ	アメリカアゼナ	1年草	水散布	外来種	
	3	ヤナギ	タチヤナギ	木本(ヤナギ類)	風散布		○
	4	ヤナギ	カワヤナギ	木本(ヤナギ類)	風散布		○
	5	アカバナ	チョウジタデ	1年草	風散布+水散布		
	6	キク	トキンソウ	1年草	重力散布		
	7	アブラナ	スサシタゴボウ	2年草	重力散布		
	8	カヤツリグサ	カヤツリグサ	1年草	重力散布		
	9	ゴマノハグサ	アゼナ	1年草	水散布		
	10	カヤツリグサ	ミコシガヤ	多年草	重力散布	重要種	○
	11	オトギリソウ	アゼオトギリ	多年草	風散布	絶滅危惧種	
	12	シソ	ミゾコウジュ	2年草	重力散布	絶滅危惧種	○
	13	カヤツリグサ	コマツカサススキ	多年草	水散布	重要種	
	14	トクサ	スギナ	多年草	風散布		○
	15	ミズワラビ	ミズワラビ	1年草	風散布	重要種	
	16	タデ	オオイヌタデ	1年草	水散布		
	17	ユキノシタ	タコノアシ	多年草	水散布	絶滅危惧種	
	18	カヤツリグサ	ヒメクグ	多年草	重力散布		
	19	クワ	ヤマグワ	木本	食散布		
	20	タデ	イシミカワ	1年草-蔓性	食散布		○
	21	キンポウゲ	タガラシ	1~2年草	重力散布		
	22	アブラナ	タネツケバナ	1~2年草	自力散布		○
	23	バラ	コバナキジムシロ	1~2年草	重力散布	外来種	
	24	ミゾハコベ	ミゾハコベ	1年草	水散布		
	25	ゴマノハグサ	トキワハゼ	1年草	雨滴散布		
	26	イグサ	イ	多年草	水散布		
	27	ナデシコ	ノミハツヅリ	1~2年草	重力散布		
	28	アブラナ	イヌガラシ	1年草	重力散布		
	29	ミンハギ	キカシグサ	1年草	風散布+水散布		
	30	アカネ	ヘクソカズラ	夏緑藤本	動物散布		○
	31	シソ	ニガクサ	多年草	重力散布		○
	32	キク	アメリカセンダングサ	1年草	付着散布+水散布	外来種	
	33	キク	タカサブロウ	1年草	重力散布+水散布		
	34	カヤツリグサ	タマガヤツリ	1年草	水散布		
	35	カヤツリグサ	ヌマガヤツリ	1年草	風散布		
	36	ヤナギ	オノエヤナギ	木本(ヤナギ類)	風散布		
	37	タデ	ヤナギタデ	1年草	水散布		○
	38	タデ	エゾノギギシ	多年草	風散布+付着散布	外来種	
	39	キンポウゲ	キツネノボタン	多年草	重力散布		
	40	マメ	クサネム	1年草	重力散布+水散布		
	41	ブドウ	ヤブガラシ	多年草	不稔(クローン繁殖)		○
	42	アワゴケ	ミズハコベ	1年草	水散布		
	43	キク	アメリカタカサブロウ	1年草	重力散布+水散布	外来種	
	44	キク	ヒメムカシヨモギ	1年草	風散布	外来種	
	45	キク	ハハコグサ	1~2年草	風散布		
	46	キク	ウラジロチチコグサ	1~2年草	風散布	外来種	
	47	キク	ノゲシ	1~2年草	風散布		
	48	イグサ	コウガイゼキショウ	多年草	水散布		
	49	イグサ	クサイ	多年草	付着散布		
	50	イネ	アシソソ	1年草	重力散布		○
	51	イネ	オオクサキビ	1年草	重力散布	外来種	
	52	カヤツリグサ	チャガヤツリ	1年草	重力散布		
	53	カヤツリグサ	カンエンガヤツリ	1年草	水散布	絶滅危惧種	
	54	カヤツリグサ	ヒデリコ	1~多年草	水散布		
	55	カヤツリグサ	フトイ	多年草	水散布		
-	タデ	ギンギシ属の一種	-	-			
周辺植生のみ確認種		11科13種					
実験池・周辺植生共通確認種		14科25種					
計		34科93種					

注1)生活型は「日本植生便覧」(至文堂, 1978)に従った。
 注2)種子の散布型は「千葉県自然誌 別編4 千葉県植物誌」(千葉県, 2003)に従った。
 注3)絶滅危惧植物:環境省レッドリスト掲載種。重要種:栃木県、茨城県、群馬県、埼玉県版レッドデータブック掲載種(絶滅危惧種)
 注4)平成18年度に実施した植物相調査において第2調整池で確認された種。



平均水面より約 60cm 高い掘削面



平均水面より約 30cm 高い掘削面



平均水面とほぼ同じ高さの掘削面

写真-3 コドラートの植生状況



写真-4 実験池の冠水状況【7月31日実験池水没】



写真-5 実験池の冠水状況【8月11日平常時の状況】

仮説5：現状地下水位よりも深く掘削し地下水が排水されると、掘削区域周辺の地下水位が低下し、掘削区域周辺の植生へも影響が及ぶ。

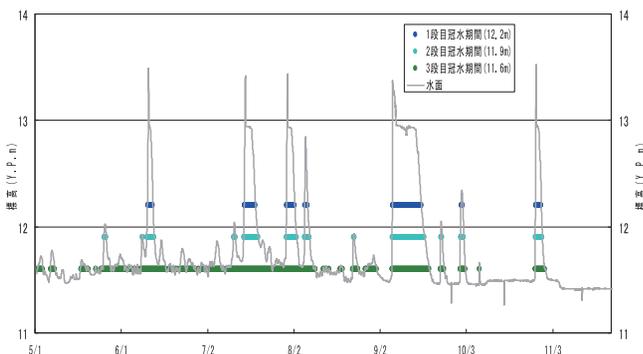


図-5 実験池の冠水状況

【調査結果】

- ・実験池造成前後（掘削前後）の地下水位への影響範囲としては、少なくとも40m程度、最大の地下水位低下量は、図-4に示すN-6地点で80cm弱程度が考えられた。
- ・周辺の植生調査結果及び絶滅危惧種分布調査結果とも地下水位が原因とされる大きな変化・事象は確認されなかった。

【検証】

- ・モニタリング1年目であるため、検証に必要なデータが得られていないものとする。
- ・今後影響が出てくる可能性はあるため、今後ともモニタリングを継続していく必要がある。

5. まとめ

今回の植生再生実験は、「新たに創出(再生)する湿地環境」を目標に、今は見られなくなったかつての氾濫源や水辺の多様な立地の植生の再生を実証するため、実施された。

実験池造成後1年目のモニタリング結果から、今後のモニタリングに必要なことをまとめると以下のことが考えられた。

- ・目標植生の一つである水生植物帯の構成種の発芽が確認できなかったことから、今後は水生植物の移植等を行い、実験池が水生植物の生育する環境であるかの検証が必要である。
- ・与良川の水位の上昇により実験池が冠水した。攪乱依存種の出芽も確認されており、洪水攪乱作用による植生の成立、遷移を視点としたモニタリングの実施が必要である。
- ・ヤナギ類は初期段階から進入し「明るい湿地」の阻害要因となる可能性があるため、その対策を検討する必要がある。

6. おわりに

最後に本報告をまとめるにあたり、渡良瀬遊水地湿地保全・再生検討委員会専門家会議委員の諸先生方には多大なご助言をいただいた。また、国土交通省利根川上流河川事務所の方々のご指導とご助力をいただいた。ここに記して、厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 飯島正典・児玉好史・富沢美和・柏原聡・安間智之・塚本吉雄：渡良瀬遊水地における植生区分と面的図化について リバーフロント研究所報告第18号, 2007.9
- 2) 富沢美和・児玉好史・飯島正典・鈴木敏弘・福嶋朝子：渡良瀬遊水地における土壌シードバンク調査について リバーフロント研究所報告第18号, 2007.9
- 3) 利根川上流河川事務所：H18 渡良瀬遊水地湿地再生検討業務報告書, 2007.3
- 4) 利根川上流河川事務所：H19 渡良瀬遊水地湿地再生手法立案検討業務報告書, 2008.3