

渡良瀬遊水地における土壌シードバンク調査について

Soil seed bank survey at Watarase Retarding Basin

研究第四部 主任研究員 富沢 美和
研究第一部 次 長 児玉 好史
研究第一部 主任研究員 飯島 正典
い だ 株 式 会 社 鈴木 敏弘
い だ 株 式 会 社 福嶋 朝子

本稿は、渡良瀬遊水地の湿地再生における土壌シードバンクの活用方策を検討することを目的として、遊水地内の複数箇所の土壌を用いたシードバンク調査の結果から、その活用の有効性と活用の際に注意すべき点について報告するものである。

平成17・18年の調査において、渡良瀬遊水地の3箇所3深度の土壌を異なる4つの水位条件下にまきだしたところ、合計43科157種類、5,839個体の植物種が確認された。いずれの土壌採取地点においても、出現種の種数・個体数ともに約4割が湿地や水中に生育する植物種であり、遊水地の土壌は湿性植生の再生に活用できることが示唆された。土壌採取地の現在の地上植生において確認されている絶滅危惧種のうち約4割(8種)がシードバンクからも確認された。また、ミズワラビやタコノアシ等、現在の渡良瀬遊水地では、ほとんど生育が確認されていない絶滅危惧種もシードバンクから出現し、これらの種を含む植生の再生においても、土壌シードバンクを活用することは有効であると考えられた。

一方でシードバンクからは、土壌採取地の地上植生では確認されていない外来種も多数出現し、渡良瀬遊水地の土壌中には外来種のシードバンクが蓄積されていると考えられた。中でも多年草で、定着した場合の周辺植生への影響が大きいと考えられる種としてはセイタカアワダチソウが挙げられ、これらの外来種については種子の分布量や分布深度について慎重に把握した上で活用する必要があると考えられた。

キーワード：土壌シードバンク、植生復元、湿地再生、絶滅危惧種、外来種

In order to devise ways to make effective use of the soil seed bank for wetland restoration at the Watarase Retarding Basin, seed bank surveys were conducted by using soil samples taken at multiple locations in the retarding basin. On the basis of the survey results, this paper reports on the usefulness of the soil seed bank and considerations in using it.

In the 2005 and 2006 surveys, soil samples taken from three different depths at three different locations at the Watarase Retarding Basin were sowed under four different water level conditions. As a result, a total of 5,839 individuals in 157 plant species in 43 families were identified. At all soil sampling locations, about 40 percent, in terms of both the number of species and the number of individuals, of the identified plants were either wetland or aquatic plants. This suggests that the soil at the retarding basin can be used for the restoration of wetland vegetation. Of all endangered species of surface vegetation identified at the soil sampling sites, about 40 percent (8 species) have been found in the seed bank, too. Other endangered species that have hardly been sighted in the Watarase Retarding Basin area, such as *Ceratopteris thalictroides* and *Penthorum chinense*, have also been found in the soil seed bank, indicating that the use of the seed bank is an effective way to restore vegetation including these species.

The seed bank survey, however, has also revealed the presence of many alien species that had not been sighted in the surface vegetation at the soil sampling sites, indicating that the seeds of alien species are also stored in the soil at the Watarase Retarding Basin. Among those alien species, *Solidago altissima* is a perennial plant species that, if established, is likely to greatly influence the surrounding vegetation. It was considered necessary, therefore, to use these alien species only after carefully examining the quantities of the seeds of these alien species and the depths at which those seeds exist.

Key words : soil seed bank, vegetation restoration, wetland restoration, endangered species, alien species

1. はじめに

土壌シードバンクとは、土壌中や土壌表面のリター層に生きたまま保存されている植物の種子集団のことである。近年、土壌シードバンクを利用した植生復元方法は、自然の回復力を活かした方法として期待されている。しかし、種子の寿命や発芽特性によって土壌シードバンクからの再生が期待できない植物種もあることや外来種の種子が土壌シードバンクに大量に蓄積している場合もあるなど、その利用には留意すべき点が少なくないとされる。貴重な土壌シードバンクを無駄なく有効に活かすためには、あらかじめ土壌シードバンクの種組成や量、それらの場所による違いなどを調べておくことが望ましいとされている¹⁾。

本研究では、渡良瀬遊水地の湿地再生における土壌シードバンクの活用方策を検討することを目的として、遊水地内の複数箇所の土壌から出現する植物種の把握を行った。渡良瀬遊水地の湿地再生においては、水辺の多様な立地の植生の再生を目的としている。その中で、遊水地において現在はほとんどみられなくなった環境として「明るい湿地（植被率の低い湿性草地）」や「水生植物帯」が再生目標の一部に挙げられている。これらをふまえ、再生目標となる植物種の土壌シードバンクからの出現状況とその出現条件について調査・考察を行った。

2. 調査地と方法

2-1 渡良瀬遊水地の概要

渡良瀬遊水地は、茨城県古河市の北西に位置し、面積33km²、治水容量17,680万m³の日本で最大級の遊水地である²⁾。渡良瀬川、思川、巴波川の3河川が流入し、すぐ下流で利根川と合流している（図-1）。



図-1 渡良瀬遊水地の位置
利根川上流河川事務所資料²⁾より

遊水地内には本州で最大級といわれるヨシ原を主体とする低層湿原が広がり、絶滅危惧種を含む約1,140種の植物種が確認されている³⁾。しかし、これまでの歴史的経緯の中で、河道の付け替えによる土砂の堆積や調節池化事業に伴う冠水頻度の低下などにより、池沼の減少や乾燥化が進む傾向が懸念されている⁴⁾。この課題解決に向けて、平成14年度より、渡良瀬遊水地の湿地の保全・再生に向けた検討が実施されている。本研究はその一貫として実施したものである。

2-2 調査土壌の採取

調査土壌は渡良瀬遊水地内の渡良瀬川河道付近1箇所（河道a地点）、第2調節池内2箇所（2-c地点、2-a地点）の計3箇所から採取を行った（図-2）。採取地点の選定においては、植生や土地利用の経年的な状況を整理し、「過去から改変されていない地点」かつ、「過去に沼や河道であった地点」と考えられる場所を選定した。



図-2 土壌採取地点（茶色）および
シードバンク調査試験池（青色）位置図

調査土壌は平成17・18年の3月上旬に、地表面より0-30cm（表層）、30-60cm（上層）、60-90cm（下層）の3層より採取した（表-1）。なお、河道aについては60-90cm付近が砂層であったため、120-150cmの深さを下層として採取した（写真-1）。採取土壌は3地点×3深度の計9タイプである。

表-1 土壌採取の深さ及び採取年度

土壌採取深さ	土壌採取地点		
	河道部	第2調節池	
	河道 a	2-c	2-a
表層(0-30cm)	H18	H18	H18
上層(30-60cm)	H17	H17	H18
下層(60-90cm)	H17 注1)	H17	H18

注1) 河道 a 下層は 120-150cm の土壌を採取

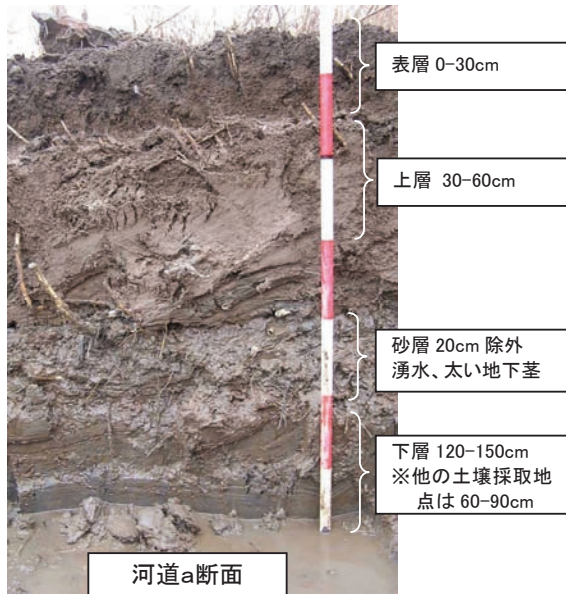


写真-1 土壌採取地点の断面 (河道 a)

2-3 シードバンク調査

渡良瀬遊水地内の2箇所に異なる水位条件を設定することのできる階段型の試験池を設け(図-2)、9タイプの採取土壌全てについて、図-3に示す異なる4水位条件への撒き出しを行った。

シードバンク調査は、各採取土壌タイプ(9タイプ)の各水位条件(4水位条件)につきそれぞれ3つのコドラートをを設定し、コドラート内に出現する発芽個体の種の同定と計数を行い、同定した個体は抜き取りを行った。コドラートの大きさは1コドラートあたり0.5×1mである。

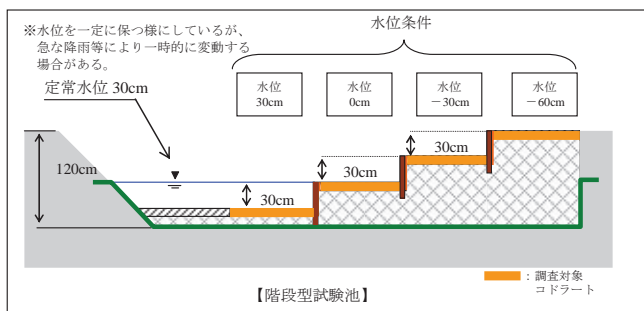


図-3 階段型試験池の概要

また、対照試験区として試験池の周辺にプラスチック容器を設置し、種子を含まない土壌(種まき培土)を敷き詰め、外部から飛来する種子の種類・量を調査した。平成17年・18年ともに3月下旬に試験池へまきだし、4月から10月までの間、1週間から2週間に1回の間隔で調査を行った。

3. 土壌シードバンクからの出現種

3-1 出現種数および個体数

平成17・18年度の調査で、9土壌条件から合計43科157種類、5,839個体の植物種を確認した。なお、これらは対照試験区から出現した種を除いた値である。

3-2 絶滅危惧種の出現状況

土壌シードバンクから出現した絶滅危惧種は表-2に示す13科16種類、1,125個体であった。このうち半数の8種が土壌採取地の現在の地上植生に生育する種であった。これらは表層や上層土壌からの出現個体数が多く、地上植生で前年に生産されて散布された種子が発芽した可能性も高いが、これらの種を含む植生の再生に生育地の土壌を活用することはある程度有効であると考えられた。一方で土壌採取地の現存植生で確認された絶滅危惧種21種のうち、トネハナヤスリ等13種がシードバンク調査では出現しなかった。

また、ミズワラビやミズコウジュ、タコノアシなど現在の地上植生にはみられない種も土壌シードバンクから出現した。これらはいずれも裸地的な明るい湿性環境に生育する種であり、出水などで運ばれた種子等が土壌中に含まれていた可能性も考えられるが、今はみられなくなった種の再生においても土壌シードバンクの活用の有効性が示唆された。

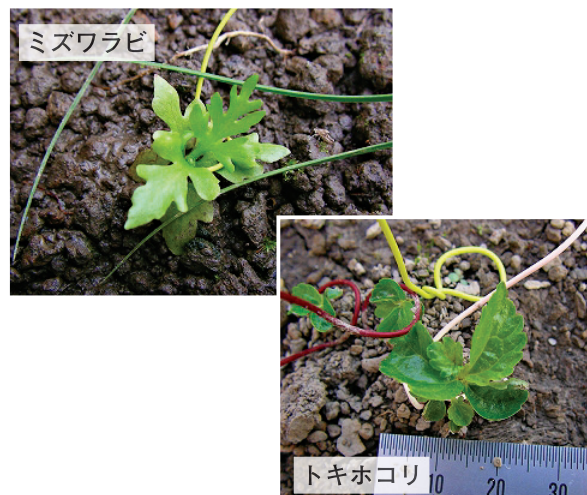


写真-2 土壌シードバンクから出現した絶滅危惧種

表-2 シードバンク調査で確認された絶滅危惧種
表層～下層土壌のシードバンク調査で出現した種の個体数と地上植生における確認状況を示す。

No.	科名	和名	河道a				2-c				2-a				土壌シードバンクからの合計出現個体数				
			表層	上層	下層	地上植生	表層	上層	下層	地上植生	表層	上層	下層	地上植生					
1	ミズニラ	ミズニラ				×	1			×				×	1				
2	ミズワラビ	ミズワラビ		1		×		1		×	115	22	3	×	142				
3	イラクサ	トキホコリ				×				×	198	6		○	204				
4	タデ	ホソバイヌタデ	13	71	1	○				×			1	×	86				
5		サデクサ	4	2		○				×				×	6				
6	ドクダミ	ハンゲショウ				○	1			○	4	1		○	6				
7	アブラナ	ヨイヌガラシ	4	21		×				×				×	25				
8	ユキノシタ	タコノアシ	2	1		×				×	16	17	5	×	41				
9	トウダイグサ	ノウルシ				×	4			○				○	4				
10	スミレ	タチスミレ				×	1			×				×	1				
11	アカネ	ハナムグラ				×	26			○	6			○	32				
12	シソ	ミゾコウジュ	222			×				×	1		2	×	225				
13	ゴマノハグサ	カワヂシャ		286	10	○				×				×	296				
14	カヤツリグサ	ヤガミスゲ	6			×				×				×	6				
15		ミコシガヤ	8	5		○		2	1	○		27	3	×	46				
16		カンエンガヤツリ	1			×	3			×				×	4				
13科 16種類						種数	8	7	2	5	6	2	1	4	6	5	5	4	1125

【絶滅危惧種の選定基準】以下の1-5の文献に記載されている種及び亜種

1. 環境庁:「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物 植物I」(環境庁編,2000年)
2. 栃木県:「レッドデータブックとちぎ」(栃木県・栃木県立博物館編,2005年)
3. 茨城県:「茨城における絶滅のおそれのある野生生物<植物編>」(茨城県編,1997年)
4. 群馬県:「群馬県の絶滅のおそれのある野生生物 植物編」(群馬県編,1999年)
5. 埼玉県:「改訂・埼玉県レッドデータブック2005 植物編」(埼玉県編,2005年)

3-3 再生目標となる植物種の出現状況

湿地再生への土壌シードバンク活用の有効性をみる指標のひとつとして、各出現種の主な生育環境(水中、湿地、陸上の3タイプに区分)を整理した。これは水中や湿地を主な生育環境とする種が再生目標となる植物種と考えたためである。

土壌採取地毎に出現種の主な生育環境の特徴をみると、3地点で概ね同様の傾向を示した(図-4)。いずれの地点においても種数・個体数ともに4割程度もしくはそれ以上が湿地や水中を主な生育環境とする植物種であった。特に河道a地点では個体数で見ると約7割が湿地を主な生育環境とする種であった。

各地点の採取深度別の優占種(出現個体数の多い上位3種)をみると、地点により違いがみられた(表-3)。河道a上層・下層および2-a地点表層では湿地や水中を主な生育環境とする種が優占し、絶滅危惧種も含まれていた。一方、2-c地点の表層や2-a地点上層・下層などでは、陸上種が多くを占めた。土壌シードバンクの構成は、その場所の来歴(出水の影響や人為的土地改変、植生の変遷など)に大きく左右されるとされるが、このような地点間および深度間の優占種等の違いについては十分な解釈ができていない。

これらのことから、今回調査を行った箇所の土壌には、水中や湿地を主な生育環境とする湿地らしい植物

種が含まれ、湿地再生にはある程度有用であると考えられる。ただし、優占種の多くが一年草であり、攪乱等により裸地的な環境が維持されなければ遷移により比較的短期間で消失すると考えられる。

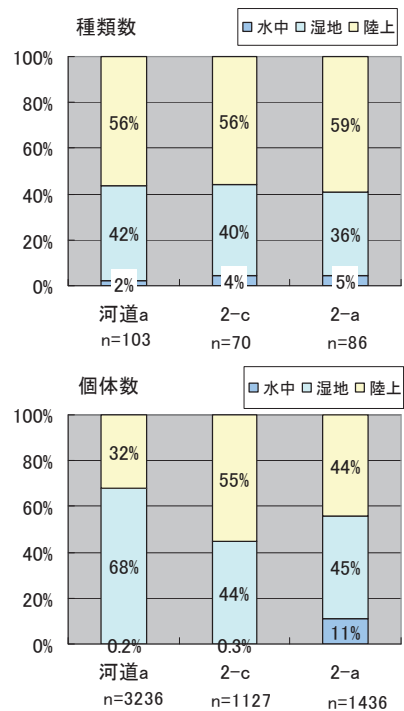


図-4 出現種の主な生育環境

表-3 シードバンク調査における優占種 (確認個体数の多い上位3種)

	河道a		2-c		2-a		注1) 種名欄の色 注2) 種名の※:重要種
	生育環境	種名	生育環境	種名	生育環境	種名	
表層	陸上	タチタネツケバナ(463)	陸上	ハナイバナ(188)	湿地	トキホコリ(198)※	一年草 多年草
	湿地	ミゾコウジュ(222)※	陸上	ハルジオン(137)	水中	ミズワラビ(115)※	
	湿地	スカシタゴボウ(193)	湿地	ヌカキビ(122)	陸上	タチタネツケバナ(52)	
上層	湿地	スカシタゴボウ(681)	湿地	アゼナ(17)	陸上	ハルジオン(57)	一年草 多年草
	湿地	カワヂシャ(286)※	湿地	ケイヌビエ(16)	陸上	ミコシガヤ(27)※	
	陸上	シロザ(174)	湿地	ヒメタイヌビエ(14)	水中	ミズワラビ(22)※	
下層	湿地	アゼナ(147)	湿地	アゼナ(260)	湿地	アゼナ(164)	一年草 多年草
	湿地	スカシタゴボウ(14)	陸上	カントウヨメナ(6)	陸上	オニタビラコ(119)	
	湿地	カワヂシャ(10)※	陸上	ツユクサ(3)	陸上	アキノエノコログサ(36)	

表-4 土壌シードバンク調査で確認された外来種 (確認個体数が10個体以上の種)

No.	科名	和名	生育形	河道a		2-c		2-a		シードバンク調査での合計確認個体数
				地上植生	シードバンク	地上植生	シードバンク	地上植生	シードバンク	
1	ナデシコ	オランダミミナグサ	一年草	×	2	×	1	×	7	10
2	アカザ	コアカザ	一年草	×	14	×		×	6	20
3	キク	ハルジオン	一年草	×	75	×	140	×	140	355
4		ノボロギク	一年草	×	15	×	2	×	7	24
5		セイタカアワダチソウ	多年草	×	4	○	74	×	21	99
6		オニノゲシ	一年草	×	2	×	2	×	16	20
7		ヒメジョオン	一年草	×	7	×	25	×	15	47

3-4 外来種の出現状況

シードバンクから出現した外来種は17科38種類であった。そのうち、個体数が10個体以上確認された種は表-4に示す7種であり、コアカザ以外は全ての土壌採取地点のシードバンク調査で確認された。また、セイタカアワダチソウを除き、いずれも土壌採取地点の地上植生では確認されておらず、現在、地上に外来種が確認されていない箇所においても土壌中には外来種のシードバンクが形成されている可能性があり、土壌シードバンクを植生再生に活用する際に留意が必要と考えられる。特に多年草のセイタカアワダチソウについては、一度、定着すると一定の期間、優占状態が継続することが考えられることから、極力、その種子を含まない土壌を用いるなどの配慮が必要と考えられる。

土壌シードバンク調査での確認個体数が多かったハルジオンとセイタカアワダチソウについて、土壌深度別の個体数を示したものが図-5である。河道aおよび2-c地点では表層の土壌から大部分が出現したが、2-a地点では上層、下層からも多く確認された。一般的に地上の種子供給源に近い地表面近くに多くの種子が存在するとされることから、表層の土壌には外来種の種子も多く存在すると考えられる。表層の土壌を除くことで外来種の出現を押さえることが出来ると考えられるが、2-a地点では下層土壌からも多くの個体が出現しており、定着した場合の周辺環境への影響が大きいと想定される外来種については、分布量や分布深度について事前に把握する必要があると考えられる。

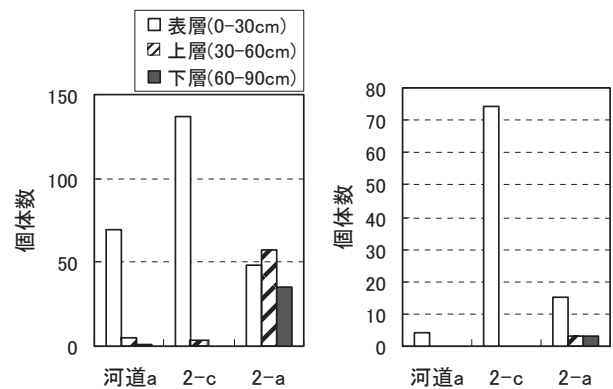


図-5 ハルジオン (左) とセイタカアワダチソウ (右) の土壌採取地点別・深度別出現個体数

4. 水位条件と出現種の特徴

再生目標とする植物種の発芽と生育のために整えるべき条件についての示唆を得るために、各生育環境区分(水中、湿地、陸上)の比較的多く確認された種について、水位条件別の出現個体数を整理した(図-6)。各水位条件における土壌含水率および地温(水温)を図-7に示す。水位条件により、土壌含水率および地温(水温)は異なっており、植物種によって多くの個体が出る水位条件に違いがみられた。

水中を主な生育環境とする植物種は、出現個体数そのものが少ない種が多かったが、水位条件30cmおよび0cmでの出現が大部分を占めた。

湿地を主な生育環境とする種の多くは水位条件0cmおよび-30cmで比較的多く出現した。

湿地に特に限らず生育する種(陸上種)の多くは水位条件-30cmおよび-60cmで比較的多く出現した。

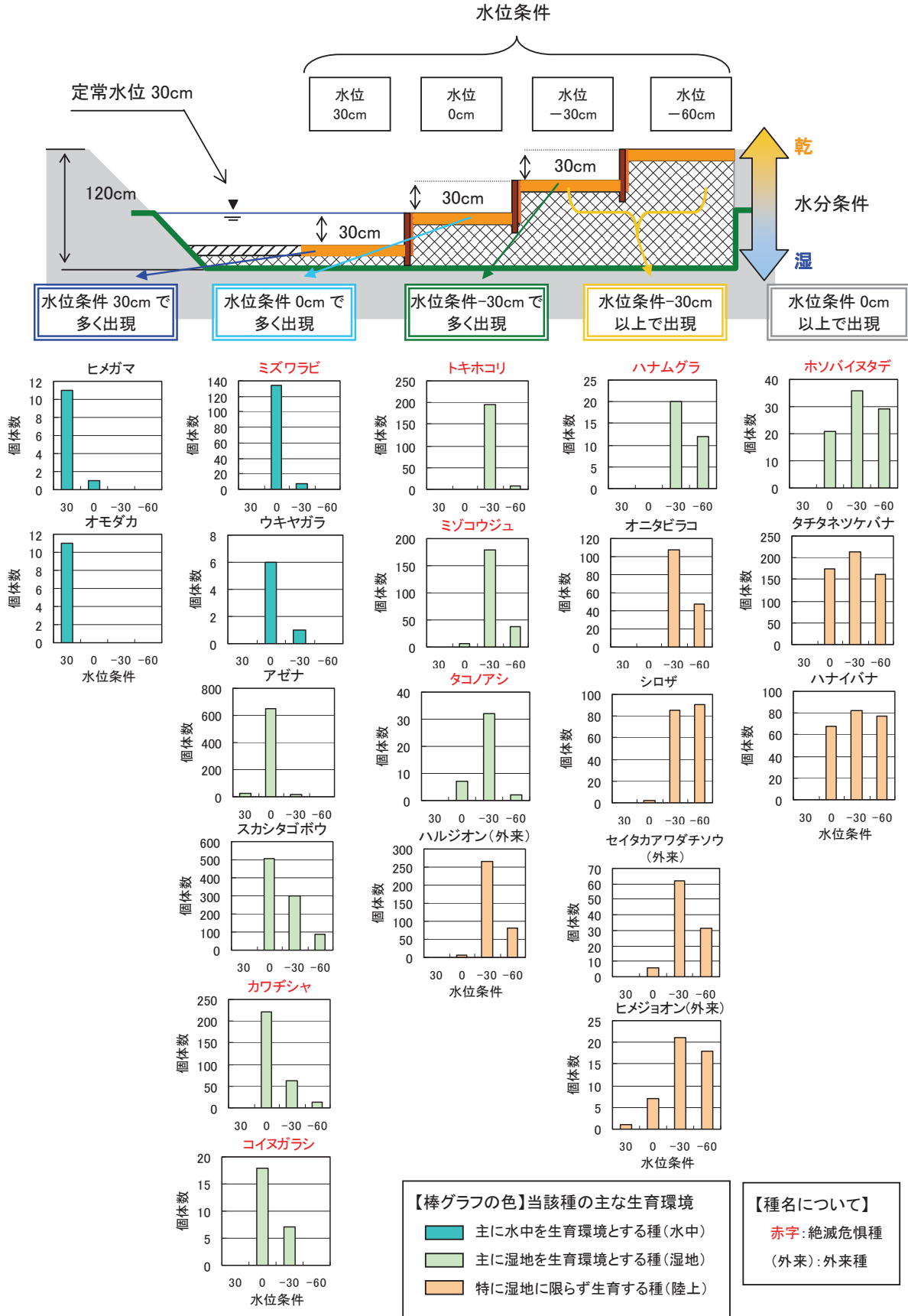


図-6 主な出現種の水位条件別の出現個体数
水中・湿地・陸上を主な生育環境とする種それぞれの主な出現種について、水位条件別の出現個体数(3コドラートの合計値)を示した。

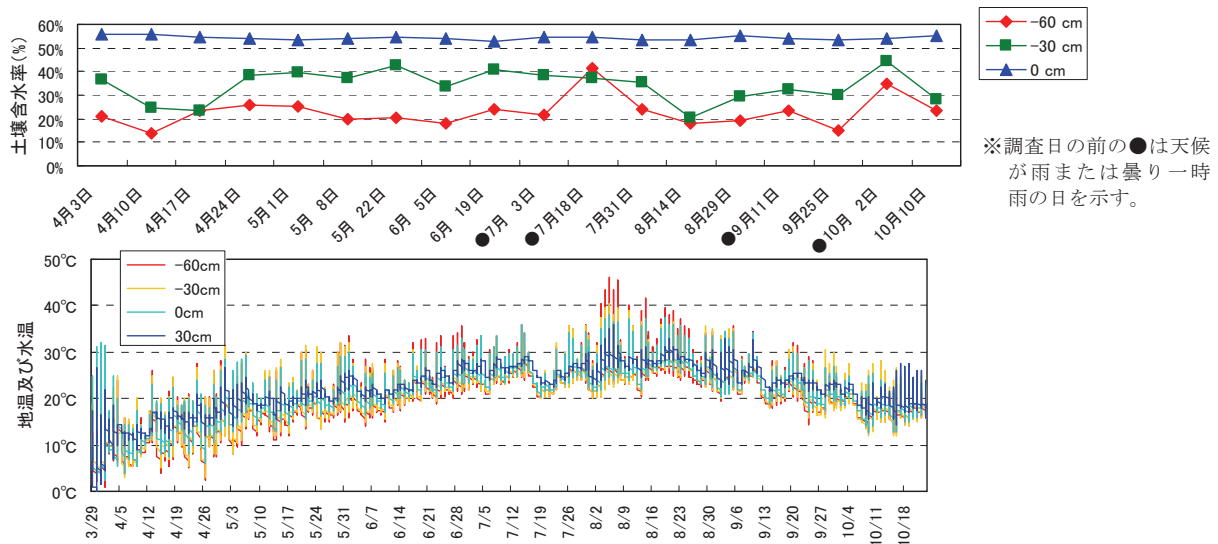


図-7 シードバンク調査階段型試験池（河道a表層土壌）の土壤含水率および地温（水温）

以上のことから、多様な水位条件を整備することで土壌シードバンクから多様な植物種を出現させることができると考えられる。ただし、水位条件-30cmより高い立地になると、特に湿地に限らずに生育する種（陸上種）の出現が増える可能性が考えられる。前項で特に配慮が必要と考えられた外来種のセイタカアワダチソウは、水位条件-30cmより高い立地で多くの個体が確認された。セイタカアワダチソウの出現を抑制するためには、少なくとも水位条件-30cmよりも低い立地を整備すると良いと考えられる。

5. 渡良瀬遊水地の湿地再生におけるシードバンクの活用について

今回の調査では、渡良瀬遊水地の3箇所3深度の土壌から湿地や水中に生育する植物種が出現し、遊水地の土壌は湿性植生の再生に活用できることが示唆された。中でも出現個体数の多い種は1年草が大部分を占め、これらが初期の再生植生を構成すると考えられる。

土壌採取地の現在の地上植生において確認されている絶滅危惧種のうち約4割（8種）がシードバンクからも確認され、これらの種を含む植生の再生においても、生育地の土壌を活用することは有効であると考えられた。また、ミズワラビ等、現在の渡良瀬遊水地ではほとんど生育が確認されていない種もシードバンクから出現し、現在は失われた植生の再生にも活用できると考えられる。しかし、渡良瀬遊水地には今回の調査で確認された他にも多数の絶滅危惧植物が生育しており、その全てが土壌シードバンクからの再生が期待できるわけではない。今後、それぞれの種の特性に合った更なる検討が必要であると考えられる。

一方で、シードバンクからは、土壌採取地の地上植生では確認されていない外来種も多数出現し、渡良瀬遊水地の土壌中には外来種のシードバンクが蓄積されていると考えられた。中でも多年草で、定着した場合の影響が大きいと考えられるセイタカアワダチソウは現状のヨシ原内においても侵入・定着がみられることから、土壌シードバンクを活用する際には、その種子の分布について事前の検討が必要であると考えられる。

6. おわりに

本調査の計画立案および結果のまとめに際し、応用生態学研究所の桜井善雄先生、神戸大学の角野康郎先生には多大なご助言を頂きました。また、土壌の採取や試験池の造成、調査の実施にあたっては利根川上流河川事務所の方々のご指導とご協力を頂きました。更に、今回まとめた調査結果は、種子から発芽した小さな芽生えの同定・計数という関連会社の方々による地道で工夫あふれる調査・分析に基づくものです。ここに記して厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 荒木佐智子・安島美穂・鷲谷いづみ：土壌シードバンクを自然再生事業に活かす「自然再生事業」（2003）
- 2) 利根川上流河川事務所：Watarase Retarding Basin 渡良瀬遊水地
- 3) 利根川上流河川事務所：平成17年度渡良瀬遊水地植物調査報告書（2006）
- 4) 利根川上流工事事務所：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