河川における特定外来生物（植物）等 6 種の埋土種子分布及び発芽特性

山岸 裕^{*1)}・畠瀬頼子²⁾・舟久保敏¹⁾

1) 国土交通省国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT.

2) 一般財団法人自然環境研究センター Japan Wildlife Research Center

摘要: アレチウリ, オオブタクサ, オオキンケイギク, オオハングソン, シナダレスズメガヤが生育している全国の 6 河川（北上川, 荒川, 鬼怒川, 多摩川, 木曽川, 吉野川）を対象として, 生育箇所周辺における植生調査及び土壌の採取を行った。さらに採取した土壌の撒きだし実験を行った。また, 実験で発芽がみられたオオカワヂシャについても分析した。その結果, オオハングソンを除く 5 種で, 撒きだし 2 年目にも発芽が確認され, 永続的土壌シードバンクの形成が示唆された。また, シナダレスズメガヤ, オオカワヂシャでは, 地上部に生育が確認されなかった箇所でも実生発芽が多数見られ, 種子散布が進んでいることが分かった。

キーワード: 河川, 特定外来生物（植物）, 埋土種子, 発芽調査

YAMAGISHI, yutaka, HATASE, yoriko and FUNAKUBO, satoshi: **Occurrence and germination of buried seeds of 6 alien species including specified invasive alien species (plants) in rivers**

Abstract: We conducted a survey on vegetation and a sampling of topsoils on the riverbed of growing sites of 5 species (*Sicyos angulatus* L., *Ambrosia trifida* L., *Coreopsis lanceolata* L., *Rudbeckia laciniata* L. and *Eragrostis curvula* (Schr.) Nees) in nationwide six rivers. After that, we performed a germination experiment using the sampled topsoils. We also analyzed *Veronica anagallis-aquatica* L. that germinated in the experiment. As a result, germination was observed in the second year of the experiment, with five species except *Rudbeckia laciniata* L., suggesting the formation of persistent soil seed banks.

Key words: river, specified invasive alien species (plants), buried seed, germination experiment

1. はじめに

「生物多様性国家戦略 2012-2020」（平成 24 年 9 月）では, 愛知目標の達成に向けたわが国の国別目標を設定しており, 外来種対策の具体的な施策のひとつとして, 河川における外来種の急速な分布拡大を踏まえた対策の推進, 外来植生等に関する調査研究及び効果的な対策の検討を行うとしている。さらに, 「生物多様性国家戦略 2012-2020」では, 愛知目標を踏まえ, 防除の優先度の考え方を整理し, 計画的な防除等を推進するとともに, 各主体における外来種対策に関する行動や地域レベルでの自主的な取組を促すための行動計画を策定することを国別目標の一つとしており, これを受けて策定された「外来種被害防止行動計画（平成 27 年 3 月：環境省, 農林水産省, 国土交通省）」においては, まん延防止のために侵入初期段階の外来種対策を重視している。

外来植物対策においても, 今後の侵入の危険性を踏まえて効率的な管理方針の立案を行うことが重要である。そのためには地上の植生状況のみならず, 種子供給源及び発芽可能な埋土種子集団である土壌シードバンクにおける外来種の存在を把握することが重要と考えられる。

河川における土壌シードバンクに関する研究としては, 植生復元のために表層土壌の撒きだしを行った研究⁷⁾, 河川の氾濫原における土壌シードバンクの分布^{1,8)}や増水による種子散布²⁵⁾についての研究などがあるが, いずれも河川植生全般について取り扱ったものであり, 特定の外来植物を対象としたものではない。一方, 河川における特定の外来植物の埋土種子の分布を扱った研究としては, アレチウリ(*Sicyos angulatus* L.)で, 埋土種子の分布がオギ群落で確認されたという研究⁹⁾が, オオブタクサ(*Ambrosia trifida* L.)で, 土壌シードバンクを考慮した個体群動態モデルによるシミュレーションを用いた芽生え除去による駆除効果の研究¹⁵⁾が, また, シナダレスズメガヤ(*Eragrostis curvula* (Schr.) Nees)で, 種子の水中での沈降速度が細砂と同程度であり, 台風時の出水により堆積した種子のほとんどが, 表層に細砂やシルトが堆積した箇所を確認されたという研究¹⁸⁾がある。しかし, このように外来植物の河川における土壌シードバンクの形成に関する知見については, 種類も限られており, さらなる研究が必要である。

そこで, 本研究では, 外来植物の河川空間における土壌シードバンクの分布特性及び発芽特性を把握することを目的と

* 連絡先著者 (Corresponding author) : 〒305-0804 つくば市旭 1 番地 E-mail : yamagishi-y92d2@mlit.go.jp

して、河川敷での植生調査及び採取した土壌サンプルの撒きだし実験を行った。

2. 調査方法

本研究を実施するにあたり、最初に特定外来生物による生態系に係る被害の防止に関する法律第5条の規定に基づく特定外来生物飼養等の許可を得た。

2.1 調査対象の設定

ここで対象とした外来植物は、国土交通大臣が防除の主務大臣等になっている特定外来生物（植物）の5種のうち、アレチウリ、オオキンケイギク (*Coreopsis lanceolata* L.)、オオハンゴンソウ (*Rudbeckia laciniata* L.) の3種を対象とした。また、生態系被害防止外来種リストに掲載されており、外来植物対策の研究事例が多いオオブタクサ、シナダレスズメガヤの2種を追加し計5種とした。

2.1.1 調査地区の設定

次に、河川水辺の国勢調査のデータ等により対象種の生育が確認されている北上川、荒川、鬼怒川、多摩川、木曽川、吉野川の6河川を選定した。対象種のうち、オオハンゴンソウは北上川以外において確認が難しい可能性が高いため、北上川で集中的にデータを取得することとした。アレチウリやオオブタクサ等、多くの河川で一般的に生育している種については、調査分析における地域性に由来する偏りを回避するために、複数の河川で調査を実施することとした。1河川あたり3地区で調査することとし、「河川環境データベース」ウェブサイト¹²⁾で提供されている河川水辺の国勢調査による直近の植生図 GIS データ及び植物相データ等に基づき、対象種が分布する可能性の高い場所を把握した。各地区の選定にあたり、対象種の分布状況（生育面積や河川横断方向における分布のばらつき等）、植生の状況（植生タイプや遷移段階の多様性等）、地形の状況（主に比高差の観点から見た地形

のバリエーション等）、水際（流路の複雑さや流入支川や流入水路の存在）及び堤内地側（交通量の多い車道、人家・耕作地等の人為性の高い土地利用への隣接等）からの外来植物の侵入しやすさ、流程（上流・中流・下流）の多様さ・調査地区間の距離等の観点から総合的に判断し、各河川3地区、計18地区の調査地区を設定した（表-1、図-1）。

2.1.2 植生調査箇所の設定

植生調査箇所の設定については、1つの調査地区内で、①対象種の代表的な生育地点（2箇所程度）、②典型的な在来植生の地点（1箇所程度）、③対象種の代表的な生育地点から近い水際、または種子が流れ着きやすそうな水際（1箇所程度）、④対象種の代表的な生育地点の近傍等で、対象種が侵入・拡大しつつあるとみられる地点（1箇所程度）、⑤低木が混じる群落や林縁など、遷移がやや進んだ地点（1箇所程度）の6箇所とし、高木林内及び堤防上には設定しないこととした。なお、実際の調査箇所の設定にあたっては、各調査地区で、堤防上等の見通しのよい場所から地区を見渡し、植生・地形・外来植物の侵入可能性に関する状況（流路形態や堤内地側の土地利用、流入支川の状況等）などについて概略を把握した上で、調査地区ごとに設定した主たる対象種が典型的に生育する場所を含むように、河川縦断方向200m程度の区間において、堤外地側の堤防法肩から水際まで、多様な環境を巡るように任意に踏査し、前述の条件を満たす調

表-1 調査対象地区一覧

Table 1 List of investigation areas

河川	No.	対象地区距離	左右岸	住所
北上川	1	16～17km付近	右岸	宮城県石巻市成田境山畑9地先
	2	21～22km付近	左岸	宮城県石巻市桃生町檜崎地先
	3	24～25km付近	左岸	宮城県登米市津山町柳津大土7地先
荒川	1	12～13km付近	左岸	東京都足立区梅田1丁目22-17地先
	2	18～19km付近	左岸	東京都足立区鹿浜2丁目7-2地先
	3	25～26km付近	右岸	東京都板橋区舟渡4丁目16-1地先
鬼怒川	1	53～54km付近	左岸	栃木県真岡市鷺巣911地先
	2	62～63km付近	左岸	栃木県真岡市寺分392地先
	3	86～87km付近	右岸	栃木県宇都宮市白沢町1006地先
多摩川	1	20～21km付近	右岸	神奈川県川崎市多摩区堰1丁目10-1地先
	2	28～29km付近	右岸	東京都稲城市押立1777-1地先
	3	49～50km付近	右岸	東京都あきる野市二宮東1丁目9-7地先
木曽川	1	41～42km付近	左岸	愛知県一宮市北方町北方新堤下174地先
	2	47～48km付近	右岸	岐阜県各務原市下中屋町3丁目156地先
	3	49～50km付近	左岸	岐阜県各務原市川島小網町2151地先
吉野川	1	16～17km付近	右岸	徳島県名西郡石井町藍畑東覚円358-6地先
	2	21～22km付近	左岸	徳島県阿波市吉野町西条大牛地先
	3	37～38km付近	左岸	徳島県阿波市阿波町三本柳2地先

図-1 調査対象地区の位置図

Fig. 1 Location of the investigation areas

査箇所を設定した。

2.2 植生調査

2.1 で設定した各調査地区・調査箇所（計 108 箇所）において、ブラウン－ブランケ法^{9,11)}による植生調査を平成 26 年 10 月及び平成 28 年 6 月下旬～7 月上旬に実施し、階層ごとの出現種の種名、被度階級（優占度階級）、群度階級、高さを記録した。各箇所において、方形区の大きさは 3 m×3 m を標準とし、水際等の狭長な群落では、3 m×3 m 相当の面積を保ちつつ、2 m×4 m など縦横を適宜調整した。

2.3 土壌採取

植生調査を実施した 108 箇所及び任意に設定した土性の異なる対照区 2 箇所の計 110 箇所において、以下の方法による土壌採取を平成 27 年 2 月下旬～3 月上旬に行った。対照区は、土壌サンプルの高熱処理により埋土種子を死滅させた区として設定したものであるため、全河川のうち土性の異なる 2 箇所を設定し、それらの土壌サンプルを取得しやすい荒川（壤土）及び吉野川（砂礫）で採取を行った。対照区以外では植生調査箇所のコドラート枠内に土壌採取地点を設定した。採取を実施する地点において、縦 30 cm×横 30 cm×深さ 5 cm 程度の範囲で、土壌を採取した。地上部の植生は、地際から刈り取り除去した。掘り取った土壌は目開き 11.2 mm の試験用ふるいにかけて、ふるいを通過した土壌をよく攪拌し、計量カップを用いて 1 箇所あたり 2.5 リットル分を採取した。採取した土壌サンプルは、厚手のビニール袋に 2 重に入れて厳重に扱い、ダンボールに梱包して搬出し、国土技術政策総合研究所緑化温室倉庫内において、ダンボールに梱包したまま常温で保管した。

2.4 撒きだし実験

植生調査箇所における土壌中の埋土種子を確認するため、撒きだし実験を行った。

2.4.1 実験区の設定

上記の現地で採取した土壌サンプル 110 個及び資材を用いて実験区を作成した。作成は平成 27 年 4 月 28 日に実施した。

プランター（内径：縦 59 cm×横 18 cm×高さ 16 cm 容量：約 13.1 L）を 112 個用意した。プランターの底に、透水性をもつ防根シートを敷設した。基盤材は、適切な土壌支持機能と保水・透水機能が発揮できるよう、パーミキュライトと川砂の混合割合を 1:1 とし、よく混合した上でプランター 1 個につき 5 L 分を入れ、均一な厚さに敷き均した。採取した土壌サンプル 110 個分の実験区に加え、対照区として基盤材のみの実験区（以下、「基盤材区」という。）を 2 つ設けることとし、計 112 個の実験区を作成した。基盤材を充填したプランターを緑化温室のスチール台（縦 1.3 m×横 2.4 m 程度；6 台）に敷き並べた。実験区の配置は、各河川毎に 1 つのスチール台に配置し、地区毎、箇所毎に順番に並べた。対照区として設定した計 4 つの実験区は、別途小さな台の上に配置した。次に、各土壌サンプルをプランター上に全量撒き

だし、厚さにムラが出ないように均一に敷き均した。2.5 L 分の撒きだし厚さは、基盤材上面でのプランター内径（56.2 cm×16.0 cm）に基づく計算値によると 2.8 cm であった。対照区のサンプルは、土壌中の埋土種子を確実に死滅させるため、緑化温室の恒温器を用いて、約 80 °C で約 24 時間熱処理²⁰⁾した後に撒きだした。基盤材のみの実験区は、熱処理せず、基盤材料をそのまま用いた。

温度計を用いて温室内の気温を計測した。温度計は、温室内の南側の壁面に 1 個設置した。計測間隔は 1 時間、計測期間は平成 27 年 4 月 29 日～平成 29 年 2 月 22 日までとした。

温室の側面の窓には、外部から種子の侵入を防ぐため、網戸を利用して寒冷紗を設置した。また、出入口 2 箇所には、内側から寒冷紗を吊り下げ、扉を開閉して出入りする際に種子の混入が生じないようにした。

2.4.2 撒きだし実験

撒きだし実験は、出現実生調査法により行った。調査期間は平成 27 年 5 月～平成 29 年 2 月とした。調査は、すべての実験区において月 2 回程度の頻度で実施した。なお、灌水は、温室内のミストスプリンクラーで、土壌の乾燥状態を見ながら、季節により週 1～3 回程度に設定し自動で行った。

実生の同定は、本葉 1～2 枚にまで成長したものを対象に行った。実験区ごとに各植物種の個体数、同定時の生育状況（生育段階）を記録した。実生の同定は、既存の文献^{2,3,16,21)}等を参考に行った。対象種 5 種については、いずれも幼植物段階で同定可能であった。対象種以外も調査の対象としたが、全種について同定済みの実生は抜き取った。さらに各調査回で、新たな実生発生がみられた個体数を記録した。

2.5 集計・解析方法

植生調査及び撒きだし実験では、2.1 で対象とした 5 種以外にも多数確認されたが、本研究では、前述の対象種 5 種及び特定外来生物（植物）で発芽が確認されたオオカワヂシャ（*Veronica anagallis-aquatica* L.）の計 6 種について、集計・解析することとした。

集計・解析に用いたデータは、植生調査では、各植物種の調査箇所での出現の有無、被度階級、撒きだし実験では、各調査箇所から採取した土壌を用いたプランターでの各植物種の発芽の有無、発芽時期及び発芽個体数である。

3. 調査結果及び考察

3.1 気温

温室内の気温を図-2 に示す。夏季には、側面の窓を開け、冬季には閉めていたが、最高気温で 53.1 °C、最低気温で -4.7 °C を記録し、平均は 19.3 °C であった。なお、屋外の気温と比較するために、同時期のつくば市（館野）における気温データ¹⁰⁾と比較した。屋外の気温は、最高気温で 35.6 °C、最低気温で -6.5 °C を記録し、平均は 15.4 °C であった。このため、温室内の温度は、平均で 4 °C 程度屋外より高温になっており、特に、夏季の日中における温度がかなり高温になっ

ていたことがわかる。

3.2 各植物種の各河川での生育状況及び撒きだし実験での発芽状況

各植物種の各河川での植生調査結果による地上部生育状況及び撒きだし実験での発芽状況を各河川毎に箇所数で表示したものを表-2に示した。アレチウリは、撒きだし実験での発芽も含めると、すべての河川で確認された。オオブタクサは、木曽川、吉野川では、確認されなかった。オオキンケイギクは、多摩川、木曽川のみで確認された。オオハンゴンソウは、北上川のみで確認された。シナダレスズメガヤは、北上川、荒川を除く4河川で確認された。なお、オオカワヂシャは、平成26年の植生調査では確認されなかったが、平成28年度の植生調査では、調査時期も関連したためか、3河川で確認された。

なお、対照区等での発芽状況は、調査期間内に、対象区1(壤土)でカヤツリグサ(*Cyperus microiria* Steud.)1個体、タネツケバナ(*Cardamine scutata* Thunb.)1個体、対象区2(砂礫)でコニシキソウ(*Euphorbia maculata* L.)1個体、ヒメムカシヨモギ(*Conyza canadensis* (L.) Cronquist)1個体が発芽したのみであった。また、基盤材区では、基盤材区1でメヒシバ(*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler), エノキグサ(*Acalypha australis* L.), ヒメムカシヨモギがそれぞれ1個体、基盤材区2でオヒシバ(*Eleusine indica* (L.) Gaertn.)1個体が発芽したのみであった。そのため、外部からの混入種子はわずかであり、特に、6種の外来種の混入はなかったと考えられる。

3.3 各植物種の撒きだし実験での発芽時期及び発芽個体数

各植物種の撒きだし実験での発芽状況について、各植物種毎に発芽時期及び発芽個体数を表示したものを表-3に示した。

アレチウリについては、永続的土壌シードバンクを形成する^{19,23)}と考えられているが、2年度目も初年度の発芽個体数の半数程度が発芽し、永続的土壌シードバンクを形成することが示唆された。発芽時期については、10月以降の秋季・冬季の発芽は非常に少なかった。

オオブタクサについては、種子には休眠性があるとされ、永続的土壌シードバンク形成の可能性が示唆^{19,24)}されてい

るが、本実験では、2年度目にも発芽は見られたが、発芽個体数は非常に少なかった。こちらも、10月以降の秋季・冬季の発芽は、非常に少なかった。

オオキンケイギクについては、種子には休眠性が知られ^{4,5)}、発芽時期は、9月～11月²⁾とされているが、平成27年度は、4月～9月に87個体が発芽した。このことから、土壌かく乱など散布後に発芽条件が整うと比較的速やかに発芽する性質を持つ可能性がある。また、2年度目にも一定量発芽しており、永続的土壌シードバンクが形成されていると考えられる。

オオハンゴンソウについては、初年度の4月～9月にのみ発芽が確認された。近藤ら¹⁴⁾の発芽実験では、オオハンゴンソウの種子は、地表面や埋土深2cmの浅い地中では、ほとんどの種子が発根して埋土種子を形成せず、深さ4cmでは埋土種子を形成する種子の割合が半分程度となり、8cm以上の深い地中ではほぼ全ての種子が埋土種子を形成したと報告されている。本実験で用いた土壌サンプルは、地表面から5cmまでの深さの土壌を採取したものであり、撒きだしの厚さも計算値で2.8cm程度であったため、初年度にのみ発芽が確

表-2 各植物種の各河川での生育状況及び撒きだし実験での発芽状況 (箇所数)

Table 2 Number of sites where target alien plants were growing and germination were observed in the experiment in respective river

(単位:箇所数)							
対象種	北上川	荒川	鬼怒川	多摩川	木曽川	吉野川	合計
アレチウリ	地上部で生育	7	5	0	4	5	9
	撒きだし実験で発芽	2	4	1	3	3	1
オオブタクサ	地上部で生育	3	9	4	8	0	0
	撒きだし実験で発芽	3	7	3	8	0	0
オオキンケイギク	地上部で生育	0	0	0	4	8	0
	撒きだし実験で発芽	0	0	0	3	4	0
オオハンゴンソウ	地上部で生育	7	0	0	0	0	0
	撒きだし実験で発芽	6	0	0	0	0	0
シナダレスズメガヤ	地上部で生育	0	0	8	3	10	8
	撒きだし実験で発芽	0	0	11	7	14	11
(オオカワヂシャ)	地上部で生育	0	0	1	1	0	1
	撒きだし実験で発芽	0	0	11	10	0	1

注)この表で、土壌サンプル採取後、地上部改変のあったH28時点の多摩川-1地区及び2地区の一部、鬼怒川-3地区の地上部植生はカウントしていない。

表-3 各植物種の発芽時期及び発芽個体数

Table 3 Number of germination of target alien plants in respective time

(単位:発芽個体数)					
対象種	平成27年度		平成28年度		合計
	4～9月	10～3月	4～9月	10～2月	
アレチウリ	44	2	26	0	72
オオブタクサ	119	1	3	0	123
オオキンケイギク	87	12	23	21	143
オオハンゴンソウ	158	0	0	0	158
シナダレスズメガヤ	2,087	54	29	0	2,170
オオカワヂシャ	19	121	21	22	183

図-2 温室の気温

Fig. 2 Temperature inside greenhouse

認められた可能性がある。

シナダレスズメガヤについては、他の対象種に比較して発芽個体数が非常に多く 2,000 を超える発芽が確認された。村中ら¹⁷⁾によると、シナダレスズメガヤは永続的土壌シードバンクを形成する可能性は低いとされている。本実験でも最初の発芽適期を過ぎると発芽個体数は顕著な減少を示したが、翌年の発芽適期にも数十個体のオーダーの発芽が確認されたことから、永続的土壌シードバンクを形成する可能性も否定できない。

オオカワヂシャについては、発芽時期は、秋から春²⁴⁾とされているが、本実験でも平成 27 年度の 10 月～3 月に最も多くの発芽がみられた。志賀ら²²⁾の実験では、休眠の誘導を含めて永続的土壌シードバンクの形成については、さらなる研究が必要とされているが、本実験では、翌年度も一定量の発芽がみられ、永続的土壌シードバンク形成の可能性が示唆された。

3.4 各植物種の地上部生育と実生発芽との関連

各植物種の各河川での植生調査結果による地上部生育状況及び撒きだし実験での発芽状況について、各植物種毎に地上部植生と実生発芽との関連を示したものを表-4 に示した。

アレチウリ、オオブタクサでは、埋土種子による実生発芽のみで確認された箇所が少数見られた。アレチウリでは、地上部植生のみの確認箇所が最も多かったが、オオブタクサとともに、両方での確認も多くみられた。

オオキンケイギク、オオハンゴンソウでは、植生調査で確認された生育している河川数は少ない（表-2）が、埋土種子による発芽が見られる箇所は、地上部にも該当種が生育する箇所に限られていた。

シナダレスズメガヤは地上部植生がみられない箇所でも埋土種子による実生発芽が多数みられた。

オオカワヂシャについては、植生調査では平成 26 年は確認されなかったが、これは本種の発見が困難な 10 月に調査したためと考えられる。平成 28 年は 6 月下旬～7 月上旬に植生調査したところ、数箇所において生育が確認された。し

かし、地上部、埋土種子による実生発芽の双方で確認された箇所はなかった。ただし、生育している河川数は 3 河川と少ない（表-2）ものの、埋土種子による実生発芽のみで確認された箇所が多く、特に、鬼怒川、多摩川については、広い範囲で埋土種子が蓄積されていると考えられる。

3.5 各植物種の植生調査における被度階級と実生発芽との関連

オオカワヂシャを除く各植物種毎に発芽がみられた箇所について、地上部の植生調査におけるブラウンプランク法による被度階級と撒きだし実験による発芽個体数の関連について検討した。表-5 は、各植物種毎に発芽がみられた箇所について、被度階級毎に各植物種の発芽がみられた箇所の箇所数、平均発芽個体数及び標準偏差を示したものである。ここで用いた被度階級は、平成 26 年秋及び平成 28 年初夏の植生調査のうち、被度階級の高い方を用いた。なお、被度階級は、対象種が確認された場合、+、1～5 の順で地上部の被度（優占度）が高くなる。

各植物種とも地上部の被度が増加するにつれて平均発芽個体数が多くなる傾向がみられた。また、アレチウリでは、被度階級が 5 であっても 4 箇所の平均発芽個体数が 9.5 となっており、他の植物種に比較し、埋土種子量がそれほど多くなくても、地上部植生の被度階級が高くなる場合があること、シナダレスズメガヤでは、被度階級 2 及び 3 で平均発芽個体数が 100 を超えるなど、他の植物種に比較し、1 箇所あたりの発芽個体数が多い傾向がみられた。

4. まとめ

以上の結果から、今回対象とした外来植物の防除対策について以下のことが推測された。

・各植物種毎に撒きだし初年度及び 2 年度目の発芽個体数を確認した（表-3）。オオブタクサでは 2 年度目の発芽は比較的少ない傾向が伺われた。このため、1 年草ではあるが、抜

表-4 各植物種の地上部生育と実生発芽との関連

Table 4 Relation between growing site and germination in the experiment of target alien plants

(単位:箇所数)					
対象種	地上部植生のみ確認	実生発芽のみ確認	両方で確認	両方で確認されない	合計
アレチウリ	18	2	12	76	108
オオブタクサ	7	4	17	80	108
オオキンケイギク	5	0	7	96	108
オオハンゴンソウ	1	0	6	101	108
シナダレスズメガヤ	0	14	29	65	108
(オオカワヂシャ)	3	22	0	83	108

注)この表で、土壌サンプル採取後、地上部改変のあったH28時点の多摩川-1地区及び2地区の一部、鬼怒川-3地区の地上部植生はカウントしていない。

表-5 各植物種の地上部の被度階級と平均発芽個体数

Table 5 The relation between cover degree in growing site and average number of germination in the experiment of target alien plants

被度階級	アレチウリ	オオブタクサ	オオキンケイギク	オオハンゴンソウ	シナダレスズメガヤ
なし	箇所数	2	4	0	14
	平均発芽個体数±SD	3.0 ± 2.8	1.5 ± 1.0	—	10.2 ± 23.7
+	箇所数	2	2	1	1
	平均発芽個体数±SD	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	5.0 ± 0.0	—
1	箇所数	3	5	0	1
	平均発芽個体数±SD	4.7 ± 1.2	1.6 ± 1.3	—	1.0 ± 0.0
2	箇所数	1	1	3	0
	平均発芽個体数±SD	5.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	7.0 ± 4.4	—
3	箇所数	2	5	3	3
	平均発芽個体数±SD	3.5 ± 2.1	14.8 ± 19.1	39.0 ± 61.5	28.0 ± 26.3
4	箇所数	0	3	0	1
	平均発芽個体数±SD	—	7.0 ± 5.0	—	12.0 ± 0.0
5	箇所数	4	1	0	1
	平均発芽個体数±SD	9.5 ± 9.7	11.0 ± 0.0	—	61.0 ± 0.0

取・刈取による種子供給抑制が有効な防除法となる可能性がある。アレチウリ、オオキンケイギクでは2年度目以降も相当数の発芽が確認され継続的な抜取・刈取が必要である。

・各植物種毎に地上部植生と埋土種子発芽の関係を確認した(表-4, 5)。オオキンケイギク、オオハングンソウは、植生調査で生育が確認された河川数は少なかったが(表-2)、地上部植生がみられる箇所でのみ実生発芽がみられたため、地上部でみられない箇所への埋土種子の拡散は比較的少なかったと考えられる。埋土種子が拡散しにくい場合には、地上部の植物体の継続的な除去が土壌中への埋土種子の蓄積を防止するために有効であると考えられる。アレチウリ、オオバタクサは、地上部植生がみられない箇所でも埋土種子がみられるため、注意が必要である。特に、アレチウリでは、少ない埋土種子でも地上部で優占する場合があるため、継続的なモニタリングが必要である。シナダレスズメガヤは、土壌への種子散布量が非常に多く、地上部で確認されていない箇所でも多数見つかるため、すでに土壌への種子散布、拡散が進んでいる河川が多く、防除が難しい。オオカワヂシャは、植生調査で3河川のみで生育が確認されたが、地上部植生が見られない箇所でも埋土種子が存在しており、広く永続的土壌シードバンクを形成している可能性が高い。各種とも地上部の被度階級が増加するに伴って埋土種子量が増加する傾向がみられた。地上部の被度階級が低い侵入初期段階での防除が、埋土種子の蓄積を防ぐためには必要と考えられる。

引用文献

- 荒井香織・亀山章(2006) 河川氾濫原の埋土種子の分布と発芽特性. 日本緑化工学会誌, 32(1): 56-61.
- 浅井元朗(2015) 植調雑草大鑑. 株式会社全国農村教育協会, 357pp.
- 浅野貞夫(1996) 原色図鑑芽生えとたねー植物3態／芽ばえ・種子・成植物一. 株式会社全国農村教育協会, 280 pp.
- Banovetz, S.J. and Scheiner, S.M. (1994) The Effect of Seed Mass on the Seed Ecology of *Coreopsis lanceolata*: American Midland Naturalist, 131(1): 65-74.
- Banovetz, S.J. and Scheiner, S.M. (1994) Secondary Seed Dormancy of *Coreopsis lanceolata*, American Midland Naturalist, 131(1): 75-83.
- 傳田正利・黒川貴弘・三輪準二(2010) 千曲川高水敷におけるアレチウリ埋土種子の分布特性とその形成要因に関する研究. 環境工学研究論文集, 47: 39-47.
- 今橋美千代・鷲谷いづみ(1996) 土壌シードバンクを用いた河畔冠水草原復元の可能性の検討. 保全生態学研究, 1: 131-147.
- 伊藤浩二・加藤和弘・高橋俊守・石坂健彦・藤原直夫(2003) 河川氾濫原における土壌シードバンクの分布特性と水流の影響. ランドスケープ研究, 66(5): 591-594.
- 伊藤秀三(1985) 野外調査法. 鈴木兵二・伊藤秀三・豊原源太郎, 生態学研究法講座3 植生調査法II-植物社会学的研究法. 共立出版, pp. 8-35.
- 気象庁. “過去の気象データ・ダウンロード”. 気象庁ホームページ. <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/> (参照: 2017年4月20日).
- 国土交通省. “平成18年度版 河川水辺の国勢調査 基本調査マニュアル [河川版] (河川環境基図作成調査編)”. 河川環境データベース (河川水辺の国勢調査). http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/mizukokuweb/system/Download/H24K_manual_river/H24K_07.kizu.pdf (参照: 2017年4月20日).
- 国土交通省. “提供データの一覧とダウンロード”. 河川環境データベース (河川水辺の国勢調査). <http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/index.html> (参照: 2014年10月1日).
- 国土交通省国土地理院. “地理院地図”. 国土地理院ホームページ. <http://maps.gsi.go.jp/#5/35.362222/138.731389/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0l0u0t0z0r0f0> (参照: 2017年4月20日).
- 近藤哲也・石垣春・鄭亜紀子(2014) オオハングンソウ種子の発芽特性と埋土種子形成. 日本緑化工学会誌, 40(2): 315-323.
- 宮脇成生・鷲谷いづみ(1996) 土壌シードバンクを考慮した個体群動態モデルと侵入植物オオバタクサの駆除効果の予測. 保全生態学研究, 1: 25-47.
- 森田弘彦・浅井元朗(2014) 原色雑草診断・防除事典. 一般社団法人農山漁村文化協会, 191 pp.
- 村中孝司・鷲谷いづみ(2003) 侵略的外来牧草シナダレスズメガヤ分布拡大の予測と実際. 保全生態学研究, 8: 51-62.
- Nakayama, N., Nishihiro, J., Kayaba, Y. Muranaka, T., and Washitani, I. (2007) Seed deposition of *Eragrostis curvula*, an invasive alien plant on a river floodplain. Ecol Res, 22: 696.
- (財)日本植物調節剤研究協会編(2008) 自然植生中における外来植物の防除マニュアル(暫定版)～問題化している外来植物の特徴と防除方法～. (財)日本植物調節剤研究協会, 12pp.
- 西田智子・黒川俊二・柴田昇平・北原徳久(1999) 畑雑草種子の生存に及ぼす加熱時間の影響. 雑草研究, 44(1): 59-66.
- 大野啓一(2000) 芽生えをさがそう(生態園観察ノートNO.8). 千葉県立中央博物館, 14 pp.
- 志賀隆・鎌倉久美・草竹啓之・廣本貴稔・佐々木靖弘・野田大介・古菌保英(2004) 外来植物オオカワヂシャの生育環境と種子生産. 水草研究会誌, 80: 11-19.
- 清水矩宏ほか(2001) 日本帰化植物写真図鑑. 全国農村教育協会, 554pp.
- 竹松哲夫・一前宣正(1987) 世界の雑草I—合弁花類—. 全国農村教育協会, 712pp.
- 米森由佳・倉本宣(2000) 多摩川における増水による種子散布と増水後の護岸植生についての研究. ランドスケープ研究, 63(5): 527-530.

(2017年5月19日受理)