

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450492

研究課題名(和文)河川堤防法面ににおける半自然草地の創出に向けた環境緑化技術の開発

研究課題名(英文)Development of restoration techniques for the re-creation of semi-natural grasslands in riverdykes

研究代表者

山田 晋(YAMADA, Susumu)

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・助教

研究者番号：30450282

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：河川堤防緑化の際、多様な植物種を含む草地の創出方法が模索されている。本研究では草地の刈り取り管理時に発生する(多量に種子を含む)刈り取り残渣を植生復元材料として用いた、生態緑化技術を開発することを目的とした。研究対象地とした利根川中流域には、在来植物種の種多様性に富む草地が複数箇所にわたり点々と分布した。その分布には近年の堤防改修履歴がないことや、土壌pH・リン濃度が低いことが関連していた。一方、刈り取り残渣を用いた緑化を実施するための基礎的知見として、刈り取り時期、撒き出し時期、撒き出し厚に関する基本的な知見が蓄積され、多数の植物種の生育する草地を創出可能であることが圃場レベルで確認された。

研究成果の概要(英文)：Land managers now attempt to enhance species richness in re-construction of riverdykes. Application of seed-containing plant material was tested for a successful technique to transfer plant species onto revegetation of riverdykes. Location of semi-natural grassland was looked for in total length of 30 km in the dyke of Tone River. Semi-natural grasslands were sparsely but unignorablely distributed in the area. The distribution was associated with the absence of re-construction of dyke more than 20 years, and is associated with low soil pH and phosphorous. Effects of litter amounts, dates of harvest and scatter on the seedling emergence of species were tested in field experiments.

研究分野：復元生態学

 キーワード：レストレーション 刈り取り残渣 土壌pH 土壌有効態リン酸 優先効果 種子散布時期 セイタカア
ワダチソウ チガヤ

1. 研究開始当初の背景

河川堤防は、洪水から国民の生命・財産を守るため、永年にわたり築堤や補修が継続的に行われている長大な河川管理施設である。この河川堤防の植生に求められる機能は、洪水を安全に流下させるための耐侵食機能である。また、河川巡視や堤防点検における視認性の確保の点からも、河川堤防における適切な植生管理が重要である。しかしながら、維持管理予算の縮減によって、河川堤防では従来のような高頻度の刈取りによる堤防植生管理を行うことが困難となった。この堤防植生管理のあり方の変更は、河川堤防における外来植物の蔓延などの植生変化を招いている。外来植物の優占する河川堤防の耐侵食機能や河川巡視・堤防点検における視認性は、シバやチガヤが優占する河川堤防よりも劣ることが知られるため、河川堤防の管理上望ましい植生を維持・誘導するための効率的な堤防植生管理が求められている。

河川堤防には、局所的ながら植物種多様性に富む半自然草地在り分布する。河川堤防ではその新設や補修のたび法面緑化が施されてきたが、近年では緑化の際、多様な植物種を含む草地の創出が求められるようになった。しかし、耐侵食性を確保するため、緑化時に一般的な手法を適用できないという技術的課題がある。また、自然再生地と同一の地域性系統をもつ種苗を自力で収集しなければならない。

2. 研究の目的

本研究では、堤防草地において裸地の形成を極力抑えながら緑化を行う必要があるという技術的課題と、自然再生地と同一の地域性系統をもつ種苗の収集という2つの問題を解決し、多様な植物を創出するための生態緑化技術を開発することを研究目的とした。

利根川の河川堤防を広範に現地調査を実施し、半自然草地の現存分布を把握するために植生調査を実施した。また、圃場において緑化試験を試行し、優占種となるチガヤと復元目標種の発芽・定着状況および埋土種子由来の雑草種の発生状況を把握した。

3. 研究の方法

(1)【堤防植生調査1】利根川における河川堤防の造成履歴と植生の関係 - 土壌条件に着目して - (山田ら, 2017; 松崎ら, 2016)

河川堤防に成立する草地植生は、草刈り管理の継続性や空間的な連続性などの面から草原性植物の重要な生育地になりうることに期待されている。河川堤防に成立する草地植生の生物多様性保全機能に着目し、草原性植物の生育地として機能しうる草地植生が、どのような条件下で成立しているのかを河川堤防の改修履歴や土壌理化学性との関係から検討した。茨城県取手市付近の利根川河川堤防 64 地点を 2014 年秋季に調査した。

(2)【堤防植生調査2】チガヤ型植物多様性ホットスポットに侵入したセイタカアワダチソウの影響評価 (根本・山田, 2017)

利根川河口から 93km 地点の千葉県柏市大室地先の河川堤防(周囲堤)において、在来植物種が多様な植物群落は複数地区に転々と確認された。それら地区から 1 地点を調査地として定めた。

法の長さ 15m 幅 20m の堤防法面の全面に、1m のメッシュをかけ各メッシュ (1m × 1m) 毎に主要草類の被度を測定した。同地の植生は相観からチガヤ優占群落ではあるが、ススキ或いはセイタカアワダチソウが局所的に優占する箇所が確認された(以下それぞれの群落を典型チガヤ型、ススキ型、セイタカアワダチソウ型と記す)各型別に 1 m² の枠を 10 個ランダムに設け、2015 年 10 月 5 日に種別の草高と被度を測定した。

ホットスポットの植生を典型チガヤ型、ススキ型、セイタカアワダチソウ型に分け、表層土壌を各々 10 地点でサンプリング、2015 年 11 月 10 日に EC 値、全窒素値、有効態リン酸値(ブレイ第二法)を測定した。

(3)【緑化試験1】河川高水敷における裸地の出現時期がその後の成立植生に及ぼす影響(山田・根本, 2017 印刷中)

裸地の出現するタイミングは、裸地化した後に成立する植物群落の種構成に影響を及ぼす。望ましい植生への効率的な誘導に資する知見を得るため、河川高水敷において 3 月、6 月、9 月に創出した裸地で、その後の植生を 3 年間追跡した。

本研究の試験区では、乱塊法で配置された 1.5m × 1.5m のプロットを 3 反復で配置した。プロット間は 70cm の距離を空けた。飛来種子や発芽を抑止するため、試験開始時期となるまでプロットを防草シートで覆った。防草シートを 2011 年 3 月 28 日、同 6 月 21 日、同年 9 月 6 日に取り去り、それぞれ春季、夏季、秋季の処理区とした。試験期間中は毎年 5 月と 10 月に地上植生刈り取りを実施した。

(4)【緑化試験2】優占種の導入時期と導入方法は種多様性に配慮したチガヤ草地の成立植生を大きく変えるか?(山田・根本, 2016)

治水上望ましい植生タイプとされるチガヤ、それも複数の草原性植物(復元目標種)の混生するチガヤ群落へと、築堤後の植生を誘導することができるかを明らかにするため、3 年間の圃場試験を実施した。夏季まで 3 時期(3 月区、5 月区、7 月区)に、復元目標種とチガヤを導入した。優占種としたチガヤの導入方法として市販のチガヤマット、播種(1000 粒/m²)、苗(非導入)を設定した。チガヤを除く導入種は、ツリガネニンジン、ワレモコウなど 8 種を選んだ。試験に用いた土壌は、生石灰により高 pH 化され、貧栄養土壌とは言えない利根川築堤用の土壌を用

いた。年2回の刈り取りを実施した。

(5) 【緑化試験3】播き出し厚が刈り取り残渣からの種子の発芽量に及ぼす影響 (Yamada & Nemoto, 2015)

単位面積に撒き出す刈り取り残渣の量が多いほど、植生復元地での種子密度は高まる。一方で、増加する残渣の量は種子の発芽を阻害するようになる。種子量とバイオマス量、および両者の比が発芽密度に及ぼす影響を把握すれば、得られた種子が効率よく発芽する残渣撒き出し方法を植生復元に利用できる。そこで、複数の撒き出し方法によって発芽した種子量を比較した。

本研究は東京都西東京市にある東京大学附属生態調和農学機構の、周囲を畑地や温室に囲まれた栽培圃場において実施した。試験に供する刈り取り残渣は、(1)の試験を実施した千葉市の二次草地で10月に得た試料(地上部の乾燥バイオマスは約390g/m²)とした。ヨーロッパにおける先行研究を念頭に、「植生復元地と復元材料取得地の面積比」を2:1, 1:1, 1:2, 1:4と設定した。50cm×33cm、深さ10cmのトレーに8cmほど土壌を敷き、~の厚さで刈り取り残渣を敷きつめた。これとは別に、刈り取り残渣には含まれない草原生植物(メガルカヤ、ユウガギク、カワラナデシコ、オトギリソウ)の種子を、各試験区に30粒ずつ播種した。各条件区5反復で試験を実施した。トレーには自動冠水を行った。

刈り取り残渣および播種した種子から発芽した種は、出芽が確認できた段階で速やかに抜き取った。周辺からの雑草種の移入(シードレイン)が、植生復元の際の妨げになることが知られるため、雑草種の発芽個体数についても同様に記録した。

(6) 【緑化試験4】刈り取り残渣を用いた植生復元手法圃場実用化検証試験(実施中)

刈り取り残渣を用いた植生復元手法の実用性を検証するため、2015年秋季に、堤防植生調査を実施した柏市の利根川河川堤防から4m²×24地点=96m²の範囲の刈り取り残渣を収集し、東京大学生態調和農学機構の圃場において撒き出しを行った。撒き出しは「植生復元地と復元材料取得地の面積比」を1:1および1:2に設定したケースを設定した。また、撒き出し時期を11月、3月、7月の3ケース設定した。この試験は現段階でも実施中となっているが、現段階における植生の現状について経過報告を行う。

4. 研究成果

(1) 【堤防植生調査1】利根川における河川堤防の造成履歴と植生の関係 - 土壌条件に着目して -

調査対象地の河川堤防には、在来植物種の種多様性が高く外来植物がほとんど見られない植物群落が、複数箇所にはわたって無視で

きない面積で分布していた。

河川堤防に成立する草地植生は3つに分類された。G1はG2, G3より在来種数が多く、多くの草原性植物が生育した。G1はG2, G3よりも旧堤防が有意に多く存在し、土壌pHと有効態リン酸の値が有意に低かった。他2グループのうち、G2は在来種が優占したのに対し、G3は外来種の優占に特徴づけられた。

種多様性が高く多様な草原性植物が生育する群落は、1950年代以降堤防改修の履歴がなく、土壌pHや有効態リン酸の値が低い貧栄養な土壌条件下に成立していること、逆に、セイタカアワダチソウやアカツメクサなどの外来植物が優占する種多様性の低い群落は、1950年代以降堤防の改修が行われた場所で多く確認され、土壌pHや有効態リン酸の値が高い富栄養な土壌条件下に成立していた。

(2) 【堤防植生調査2】チガヤ型植物多様性ホットスポットに侵入したセイタカアワダチソウの影響評価

セイタカアワダチソウは堤防に沿った長さ20mの範囲でみれば法面上のどの高さにも出現した。しかし一様に分布していたわけではなく、被度の高くなる箇所がいくつか認められた。また法面を上部、中部、下部に分けた場合、セイタカアワダチソウは中部で少なく、下部で増加する傾向が認められた。

本調査を行ったチガヤ型ホットスポットはその優占種から典型チガヤ型、ススキ型、セイタカアワダチソウ型に分けられたので、各地点のEC値、全窒素値、有効態リン酸値(ブレイ第二法)を測定したところ、EC値の3地点の平均値は11.8~12.7ms/mの範囲にあり有意差がなかった。全窒素値は0.48~0.49の範囲でいずれの地点も少なく、かつ有意差がなかった。有効態リン酸値(ブレイ第二法)の平均値はチガヤ型地点が3.12mg/100g、ススキ型地点が3.16mg/100gであったのと比較しセイタカアワダチソウ型地点は3.63mg/100gでいくぶん高かった。しかしながら有意差は認められなかった。

三つの群落型別に作成した群落構造図の特徴は以下のものであった。すなわち、典型チガヤ型は構成種数が34種と多かった。外来種のセイタカアワダチソウとオオアレチノギクも確認できたが、両者の被度はごく僅かであり、セイタカアワダチソウの草丈は優占種のチガヤより明らかに低かった。ススキ型の構成種は典型チガヤ型と類似したが、株を形成するススキが圧倒的に優占したため、他種の被度はどれも僅かだった。セイタカアワダチソウ型ではセイタカアワダチソウの被度が他の構成種と比べ明らかに大きかった。またその草丈は他の群落構成種より明らかに高かった。セイタカアワダチソウが優占しているにもかかわらず、量的には僅かであったが20種以上の在来種が混在していることがわかった。

セイタカアワダチソウは堤防下端の法尻付近の被度が顕著に高かった。本種の生育を規定している要因の一つとして表土の土壤化学性が予め想定されたが、両者の相関は必ずしも明瞭でなく、法尻に堆積しやすい刈り取りリターなどの属性が影響を及ぼしている可能性もある。

(3) 【緑化試験1】河川高水敷における裸地の出現時期がその後の成立植生に及ぼす影響

裸地の出現時期は、その後の成立植生における生活史別の出現種数や被度に有意差をもたらした。6月に裸地が形成されるとチガヤの優占化が進む一方、3月および9月に裸地が形成されると、チガヤ被度は低く、代わってセイタカアワダチソウの被度が高まった。裸地の形成時期に応じて異なる裸地形成直後の飛来種子や発芽可能な種の種構成が、こうした差異をもたらす一因と考えられた。

(4) 【緑化試験2】優占種の導入時期と導入方法は種多様に配慮したチガヤ草地の成立植生を大きく変えるか？

3年目における試験区のチガヤのバイオマスはマット区>苗区>播種区となった。導入しなかった種(雑草)のバイオマスは3月区では試験1年目から大きかったが、7月区の雑草バイオマスはチガヤ導入区では小さかった。

復元目標種の発芽率は施工時期によって異なったが、最大の発芽率を記録する施工時は、種ごとに異なった。ただし、マット区では、マット上が乾燥したため復元目標種の発芽率は低かった。一方、復元目標種の残存率は全般に3月区で低かった。3月植栽ではチガヤ導入手法によらず雑草バイオマスがチガヤのそれを上回り、関東地域のチガヤ草地創出には3月は不適な植栽時期と考えられた。5月、7月のマット植栽によってチガヤが寡占する群落が形成されたが、復元目標種の発芽率の低さゆえ、発芽率を改善させない限り多種からなるチガヤ草地の創出はマット植栽では難しい。5月または7月の播種あるいは苗植栽によってチガヤ・雑草・復元目標種の混生群落形成された。チガヤバイオマスは3年間増加し続けており、これら試験区はチガヤ優占草地へ変化する可能性がある。当該区ではチガヤバイオマスの増加に伴って一部の復元目標種の残存率が低下しており、これらの残存状況をより長期間追跡する必要がある。

(5) 【緑化試験3】播き出し厚が刈り取り残渣からの種子の発芽量に及ぼす影響

いずれの種についても、4:1区の出芽数が、他と比較して顕著に少なかった。その他の条件区については、定量を播種した植物種に関しては、播き出し厚と発芽個体数との間に顕著な差異は認められず、刈り取り残渣の

結実種子に由来する植物種については、播き出した残渣量に比例して、出芽個体数が増加する傾向が認められた。ヨーロッパにおける刈り取り残渣を利用した緑化の研究では、750-800g/m²の残渣を復元地に撒き出すことで、出芽個体数が最大化することが明らかとなっている。本研究の播き出し厚2:1区の残渣量は780g/m²に相当する。本結果は、ヨーロッパの知見と大きな齟齬はないものとなった。

(6) 【緑化試験4】刈り取り残渣を用いた植生復元手法実用化検証試験

刈り取り残渣から発芽・生育したと推定される種数は21種となった。このうち、帰化種として、オニウシノケグサ、セイタカアワダチソウ、ヘラオオバコ、アカツメクサの4種が確認されたが、多数個体が確認されたのはオニウシノケグサのみだった。

刈り取り残渣を得た植物群落の主要な優占種であったススキ、トダシバは、いずれの試験区からも多数の個体が出芽した。オニウシノケグサやノハラアザミは、7月撒き出し区においてはほとんど確認されなかったが、他の種については、撒き出し時期と出芽状況との間に明瞭な対応は認められなかった。また、撒き出し厚が各植物種の出芽に及ぼす影響は不明瞭だった。

ネコハギ、ナンテンハギ、ユウガギクなど過半の試験区から出芽した種がある一方、アキノタムラソウ、ウマノアシガタ、チカラシバ、ツリガネニンジン、ノハラアザミ、ミツバツチグリ、ワレモコウ、ヒメヨツバムグラなど、ごく少数の試験区のみ発芽が限定された種も少なくなかった。

今後、これら出芽した種の定着状況をモニタリングする予定である。

(7) まとめと今後の課題

本研究によって、河川堤防において、多種の在来植物種が生育する半自然草地が、かなりの面積で残存していること、その分布には、堤防造成の履歴(近年の堤防改修履歴がないこと)や土壤化学性(pHが低く、リン濃度が低いこと)が密接に関連していることが明らかとなった。本成果は、利水施設としての側面のみならず、生物多様性の観点から河川堤防の重要性を評価した点で、重要な研究である。ただし、外来種であるセイタカアワダチソウの分布状況と土壤化学性との対応は必ずしも明瞭でないことなど、これらの属性のみによって堤防植生を構成する植物種の分布が規定されているわけではないと考えられ、今後もさらなる研究が必要である。

一方、河川堤防に残存する半自然草地から発生する刈り取り残渣を用いて、他種の在来種からなる草地を新たに創出する手法についても、その実用化に向けて、刈り取り時期、撒き出し時期、撒き出し厚に関する基本的な知見が蓄積され、圃場レベルでは多数の植物

種が出芽することが明らかになった。複数時期において刈り取り残渣を回収すれば、さらに多種の植物種からなる植物群落を創出できる刈り取り残渣を得ることができる。今後、こうした資材を用い、また、pHが低く、リン濃度が低い土壌を用いることで、植物種多様性に配慮した河川堤防緑化を実用化する準備が整いつつある状況である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計7件)

山田晋・根本正之(2017, 印刷中): 河川高水敷における裸地の出現時期がその後の成立植生に及ぼす影響. 日本緑化工学会 42. (査読有)

山田晋・根本正之・小柳知代・山本嘉昭・八木裕人(2017): 植物種多様性の高い河川堤防半自然草地における植生と立地特性. 日本緑化工学会 42, 428-432. (査読無)

根本正之・山田晋(2017): チガヤ型植物多様性ホットスポットに侵入したセイタカアワダチソウの影響評価. 日本緑化工学会 42, 433-436. (査読無)

Yamada, S., Nemoto, M. 2016. Effects of bare-ground revegetation techniques using *Imperata cylindrica* on changes in the floristic composition during early succession. *Open Journal of Ecology* 6, 471-483. (査読有)

<http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=68727>

山田晋・南定雄(2015): クロマツ二次林の林床・林縁植生における秋季の結実種数および種子数の経時変化. *ランドスケープ研究* 78, 655-658. (査読有)

<http://doi.org/10.5632/jila.78.655>

安部真生・山田晋・根本正之・大黒俊哉(2015): チガヤ草地内のギャップサイズが在来種植栽個体の生育に及ぼす影響 - 生育型に着目して -. 日本緑化工学会 41, 91-96. (査読有)

<http://doi.org/10.7211/jjsrt.41.91>

山田徳美・山田晋(2015): バーコードシステムを利用した種子撒き出し実験における発芽個体の効率的追跡調査方法. 日本緑化工学会技術報告, 41, 251-254. (査読無)

<http://doi.org/10.7211/jjsrt.41.251>

〔学会発表〕(計6件)

白土晃一・山田晋・根本正之・大黒俊哉(2017): ススキ 実験群落における数種の草本植物の生育特性. 日本生態学会第64回全国大会, 2017年3月15日. 早稲田大学, 東京.

松崎弘利・小柳知代・山田晋・加藤裕一・樋口利彦(2016): 利根川における河川

堤防の造成履歴と植生の関係 - 土壌条件に着目して -. 日本生態学会第63回大会. 2016年3月22日. 仙台国際センター, 仙台.

山田晋・根本正之(2016): 優占種の導入時期と導入方法は種多様性に配慮したチガヤ草地の成立植生を大きく変えるか?. 日本生態学会第63回大会. 2016年3月24日. 仙台国際センター, 仙台.

白土晃一・山田晋・根本正之・大黒俊哉(2016) 種多様性に配慮したシバ・チガヤ型造成草地の植生分布と土壌環境. 日本生態学会第63回大会. 2016年3月22日. 仙台国際センター, 仙台.

Yamada S, Minami S, Nemoto M 2015 Effects of litter amounts on the seedling emergence of understory species in semi-open woodlands. Society for Ecological Restoration. Manchester, UK, 25 August 2015.

山田晋・根本正之・南定雄・大黒俊哉(2015): 遮光処理が数種の半自然草地構成種の発芽および生育に及ぼす影響. 日本生態学会第61回大会. 2015年3月21日. 鹿児島大学, 鹿児島.

〔その他〕

ホームページ

<http://www.isas.a.u-tokyo.ac.jp/detail/index.php?id=178>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 晋 (YAMADA, Susumu)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教

研究者番号: 30450282

(2) 研究分担者

小柳 知代 (KOYANAGI, Tomoyo)

東京学芸大学・環境教育研究センター・講師

研究者番号: 80634261

(3) 連携研究者

該当者なし

(4) 研究協力者

該当者なし