

在来種を用いた堤防法面緑化に関する研究

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 水環境保全チーム ○谷瀬 敦
林田 寿文
平井 康幸

堤防法面の緑化には環境保全の観点から在来種による堤防法面緑化が望まれている。そのため、千歳川堤防側帯法面において、平成23年から試験地周辺で採取した在来種の種を用い、導入する種の種類や植栽工法及び管理手法等の確立を目的とした緑化の試験施工を行った。その結果、生育状況や植被率などから在来種による堤防法面緑化は可能であり、維持管理のための草刈りも在来種の生育には影響がないことが分かった。

キーワード：堤防植生、在来種、植被率、試験施工

1. はじめに

北海道の河川堤防では法面植生種として寒冷気候においても活着しやすく成長も速い外来種のケンタッキブルーグラスやクリーピングレッドフェスク等がこれまで導入されてきたが、近年、地域固有の生態系を保全するために在来種の導入が求められている。本州以南では堤防植生として在来種である野芝が用いられており、近年では、草刈り及び刈草の処分コスト削減を目的としてチガヤの導入も試行されている。一方、北海道では冷涼な気候のため、野芝やチガヤの生育には適していない。また、他の在来種も生育が遅く、短期間で堤防法面全体を被覆することが難しいと考えられてきたため、北海道において在来種による堤防植生の導入事例はほとんどない。

本資料は、このような背景を踏まえ北海道の河川堤防法面の植生に適した在来種の種類、植栽工法を明らかにすることを目的として、千歳川堤防側帯において平成23年6月に試験植栽を行い、追跡調査を行った結果をとりまとめたものである。

2. 試験区の設定、施工方法

(1) 試験植栽値の概要

試験植栽は、恵庭市東部の千歳川左岸堤防の側帯法面

(KPI/30) で実施した。法面は4割勾配、南西向きで、周辺は畑地が広がっている。

図-1 に試験区の配置と植栽工法を示す。1区画は、法長8m×幅5mとし、区画の上区、下半分を下区と呼ぶ。各試験区の上区、下区のそれぞれの中央に、被度調査を行うための2m×2mのモニタリング枠を設けた。

(2) 植栽試験草種

表-1 に試験に用いた草種の一覧と導入理由を示す。千歳川堤防法面において事前調査時に確認された草種の内、一定の群落を形成し地下茎繁殖力が高いと推定された多年草のヨシ、オギ、ビロースグ、ヤマアワの4種

表-1 試験植栽種

科名	種名	生育形	試験種別	導入理由
イネ科	ヨシ	多年生 地下茎繁殖	主力種	・千歳川堤防で群生を確認 ・地下茎繁殖力が高く、安定した群落を形成する
イネ科	オギ	多年生 地下茎繁殖	主力種	・千歳川堤防で群生を確認 ・地下茎繁殖力が高く、安定した群落を形成する
カヤツリグサ科	ビロースグ	多年生 地下茎繁殖	主力種	・千歳川堤防で群生を確認 ・地下茎繁殖力が高く、安定した群落を形成する ・従来型堤防緑化種と生育携帯が近く、違和感が少ない
イネ科	ヤマアワ	多年生 地下茎繁殖	主力種	・千歳川堤防で生育確認 ・地下茎繁殖力が高く、安定した群落を形成する
キク科	オオヨモギ	多年生 地下茎繁殖	先駆種	・千歳川堤防で生育確認 ・種子吹付工による導入成功事例あり
イネ科	エゾヌカホ	多年生 地下茎繁殖	先駆種	・千歳川堤防で生育確認
イネ科	オオイスタデ	多年生 種子繁殖	先駆種	・千歳川堤防でパッチ状群生を確認

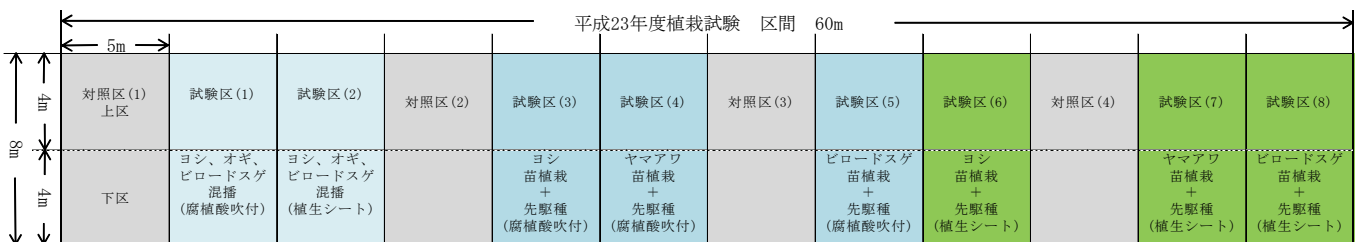


図-1 試験区・対照区の配置、植栽工法

を主力種として選定した。また、早期に法面を被覆する先駆種として多年草のオオヨモギ、エゾヌカボ、1年草のオオイヌタデの3種を選定した。

(3)植栽工法

主力種のヨシ、オギ、ピロードスゲは種子植栽と苗植栽、ヤマアワは苗植栽で行った。先駆種のオオヨモギ、エゾヌカボ、オオイヌタデは種子植栽で行った。種子植栽は、堤防植生工事で一般的に用いられている腐植酸吹付工法と植生シートによる工法の2通りで行った。苗植栽は1試験区当たり15本、種子植栽は主力種では発生期待本数を合計で1,100本/m²（ヨシ500本/m²、オギ500本/m²、ピロードスゲ100本/m²）になるように、先駆種では発生期待本数を合計で550本/m²（オオヨモギ200本/m²、エゾヌカボ250本/m²、オオイヌタデ100本/m²）になるように配合して施工した¹⁾。各試験区における植栽工法の組合せを図-1に示す。

3.調査方法

(1)被度調査

試験植栽実施時に設定したモニタリング枠内において、試験後の被度、生育状況等を調査した。調査期間は平成23~26年の4年間で、毎年、6月下旬、7月下旬から8月上旬および9月下旬の3回調査を実施した。被度(%)は、各植物種がモニタリング枠内を覆う割合を示す。本調査では、20cm×20cmを1単位(モニタリング枠の1%)として草種別に植物で覆っている総量を目視で計測し、モニタリング枠に占める割合を草種別被度として求めている。また、モニタリング枠全体の植被率についても調査した。植被率はモニタリング枠内のうち、裸地以外の植生で覆われている比率を表す。草種別の被度は生育段階および植物体の重なりにより単純に合計すると植被率を超える場合があることから、以下に示す相対被度に変換した²⁾。

$$Pi^* = Pi \cdot W / \Sigma Pi$$

ここで、Pi*は各草種別の相対被度、Piは草種別の被度、Wは(方形区全体の)植被率を表す。

(2)草刈り調査

上区は平成25年7月6日、下区は8月7日に堤防除草工事と同様に草丈が10cm以下となるように草刈りを実施した。刈草は収集せずに存置した。調査は草刈り前の6月24日~26日、上区草刈り後約1ヶ月後の8月1、2日、上区草刈り後約3ヶ月及び下区草刈り後約2ヶ月の9月26~28日の3回行った。

モニタリング枠において、植被率、各草種別被度及び20cm×20cmのメッシュ(1%)毎の優占種を測定した。

Atsushi Tanise, Kazufumi Hayashida and Yasuyuki Hirai

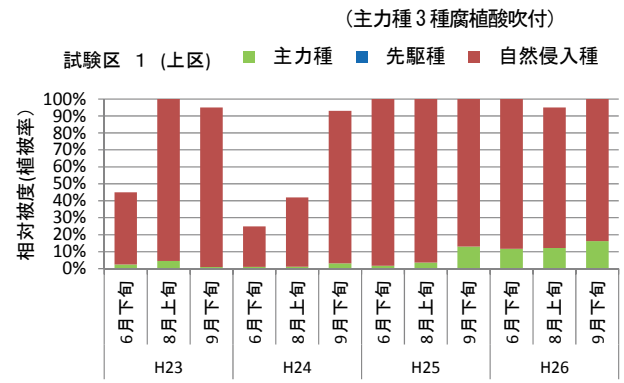


図-2(a) 植生別被度推移 (試験区1)

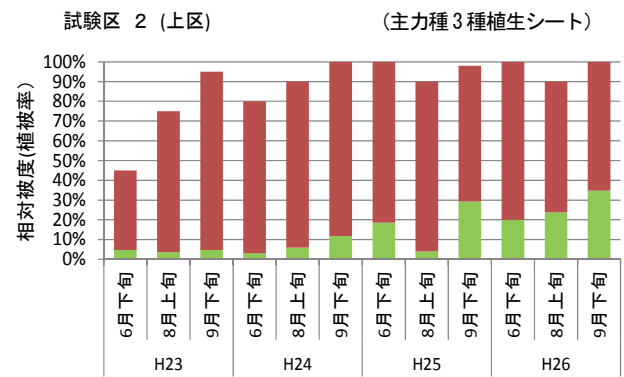


図-2(b) 植生別被度推移 (試験区2)

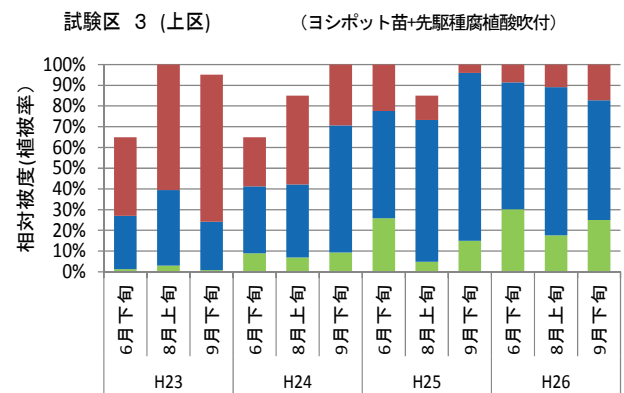


図-2(c) 植生別被度推移 (試験区3)

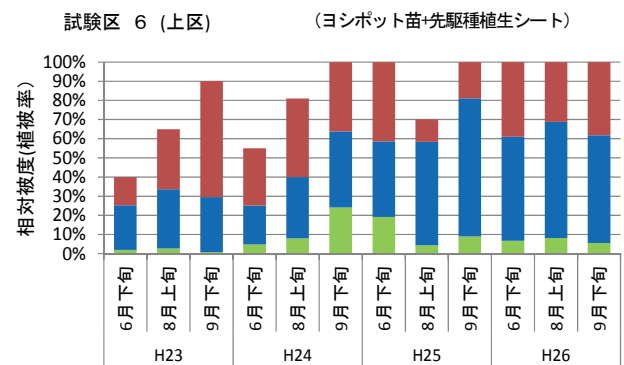


図-2(d) 植生別被度推移 (試験区6)

なお、メッシュ内に主力種及び先駆種が確認された場合はこれを優占種とした。

4.調査結果

(1)被度調査結果

a)主力種3種の種子導入結果

図-2(a)、(b)に試験区1と試験区2の上区での調査結果を示す。植被率(相対被度合計)は植栽2ヶ月後の8月上旬から高い値となっているが、ほとんどが自然進入種によるものである。また、試験区1では植栽翌年に植被率が下がっているが、これは、初年度に一年草であるイヌビエが旺盛に繁茂したが2年目以降には確認できなかったことによると考えられる。主力種の相対被度は年毎に増加していることから、一度生育が確認されると堤防法面上でも安定的に群落を形成するものと考えられる。

試験区1と試験区2を比較すると試験区2の植生シート工法の方が主力種の相対被度は高い結果となったが、絶対値は小さい。

b)ヨシ苗植栽+先駆種種子導入結果

図-2(c)、(d)に試験区3と試験区6の上枠での調査結果を示す。

植被率は植生シート工法の試験区6において、植栽翌年の8月まで植被率が低い値で推移している。ヨシと先駆種3種を合わせた在来種の相対被度の合計は初年度から20~40%程度あり、主力種のみ種子導入試験結果(図-2(a)、(b))と比較すると、高い値を示している。また、試験区3,6とも在来種の相対被度は時間が経過する毎に増加し、特に腐植酸吹付で施工した試験区3では、平成25年9月以降、相対被度が90%を超える結果も示している。また、植生シート工法の試験区6では植栽後初期の段階で自然種の浸入を低く抑えるが、在来種の相対被度も腐植酸吹付の試験区3と比較すると低い値であった。なお、平成25年8月上旬の被度が低くなった原因は、草刈りの影響により一時的に裸地が現れたことによるものである。

c)ヤマアワ苗植栽+先駆種種子導入結果

図-2(e)、(f)に試験区4と試験区7の上区での調査結果を示す。試験区4と試験区7を比較すると、植栽翌年の8月までは、腐植酸吹付で施工した試験区4の方が、植被率が高い値で推移している。その後は試験区7の8月調査を除いて100%に近い値の植被率となっている。試験区7の8月の調査結果が低い値になった理由は、草刈り後に一時的に裸地が現れたことによるものである。在来種のみ結果と比較すると植生シートで施工した試験区7の方が相対被度は高い値となった。主力種ヤマアワの相対被度は試験区4、試験区7ともに植栽3年後の平成26年でも低い値となっている。

図-2(g)、(h)に試験区4と試験区7の下区の調査結果を示す。上枠での調査結果(図-2(e)、(f))と比較すると主力種ヤマアワの被度は下区の方が高い値となっている。

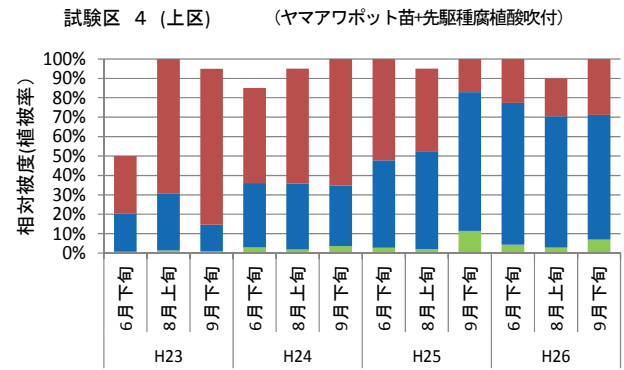


図-2(e) 植生別被度推移 (試験区4)

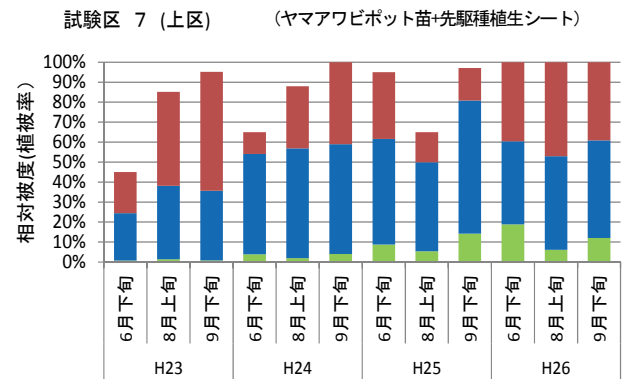


図-2(f) 植生別被度推移 (試験区7)

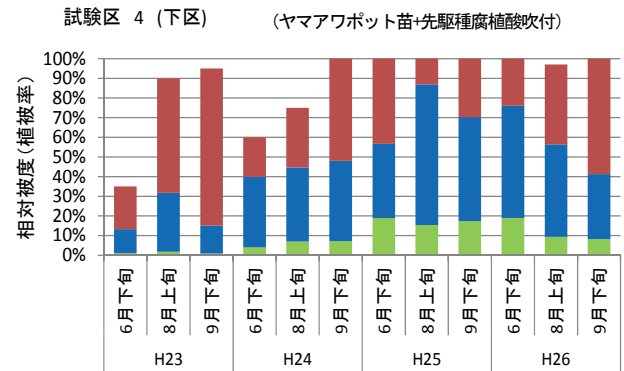


図-2(g) 植生別被度推移 (試験区4下区)

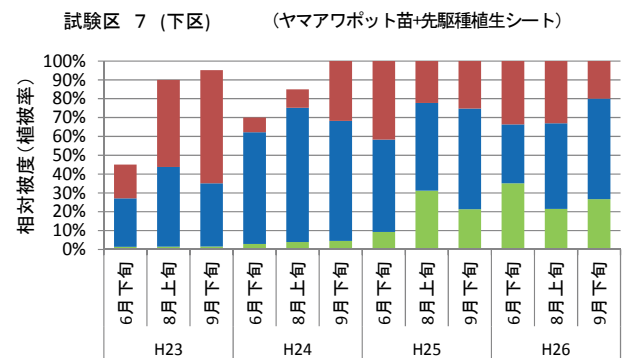


図-2(h) 植生別被度推移 (試験区7下区)

これは法面上部と比較して法面下部の方が湿潤しており、湿地を好むヤマアワは法面下部の方が生息区域の拡大が進み易かったことによると思われる。

d)ピロードスゲ苗植栽+先駆種種子導入結果

図-2(i)、(j)に試験区 5 と試験区 8 の上枠での調査結果を示す。主力種と先駆種を合わせた在来種の被度は植生シートで施工した試験区 8 の方が高い値を示しており、草刈りの影響が出た平成 25 年 8 月を除いて、2 年目以降は 80%を超える値となっている。

e)先駆種草種別被度の推移

先駆種の相対被度の経年変化を図-3 に示す。各試験区の上下区の平均値を図示する。

- ・エゾヌカボ

腐植酸吹付、植生シートとも 3 年間を通して相対被度が 5%以下となっている。

- ・オオイヌタデ

1 年目の 8 月に腐植酸吹付、植生シートとも相対被度が 10%となったが、2 年目、3 年目は 0%となっている。

- ・オオヨモギ

平成 23 年の植栽に使用したオオヨモギの種にヨモギが混在していたため、平成 24 年に追加試験区を設けて植栽試験を行った 2 カ年の調査結果を示す。

腐植酸吹付の 2 調査区では 1 年目の相対被度は低かったが、2 年目からは上昇している。その他の試験区は 1 年目から高い被度となっている。

(2)草刈り前後の調査結果

図-4 に試験区 7 のモニタリング枠内 (2m×2m) で主力種、先駆種、自然進入種及び裸地が優先したメッシュ (20cm×20cm) の変遷を示す。主力種としてヤマアワを苗、先駆種としてオオヨモギ、エゾヌカボ、オオイヌタデの種を植栽している。なお、オオヨモギの種にヨモギが混在し、優勢となっている。

草刈り前の 6 月 24 日調査では、主力種ヤマアワは上下区とも 10 メッシュで中心付近に分布していた。先駆種のヨモギは上区 60、下区 49 メッシュでヤマアワを囲むように分布していた。自然進入種は上区 30、下区 41 メッシュ。裸地はない。

上区草刈り後約 1 ヶ月経過した 8 月 1 日の調査では、ヤマアワは上区で 6 メッシュに減少し中心部から周辺部に遷移した。草刈りを実施していない下区では 35 メッシュと増加していた。ヨモギは上区 48、下区 50 メッシュとわずかに増減していた。自然進入種は上区 11、下区 15 メッシュと減少した。裸地が上区に新たに 35 メッシュ出現している。

下区草刈り後約 2 ヶ月経過した 9 月 26 日の調査では、ヤマアワは上区 15 メッシュと周辺部で増加、下区 21 メッシュと中心部で減少している。ヨモギは上区 68、下区 55 メッシュと増加している。自然進入種は上区 14、下区 24 メッシュと増加している。裸地は上区 3 メッシュ

試験区 5 (上区) (ピロードスゲポット苗+先駆種腐植酸吹付)

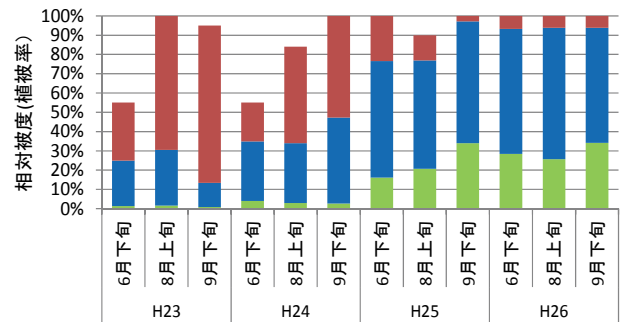


図-2(i) 植生別被度推移 (試験区 5)

試験区 8 (上区) (ピロードスゲポット苗+先駆種植生シート)

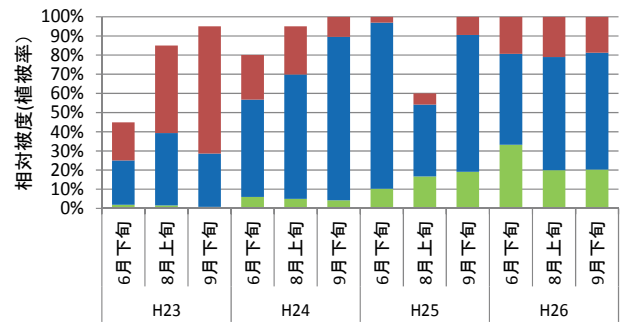


図-2(j) 植生別被度推移 (試験区 8)

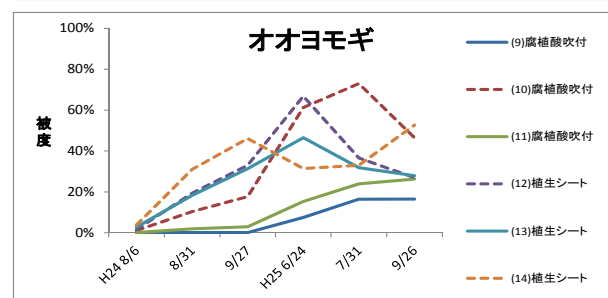
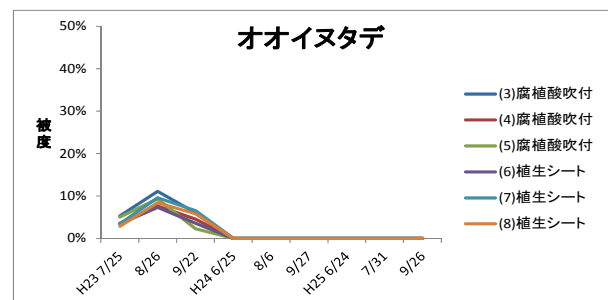
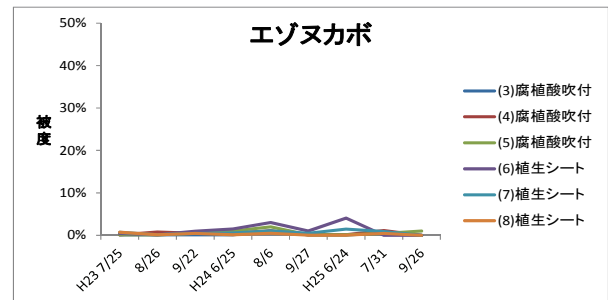
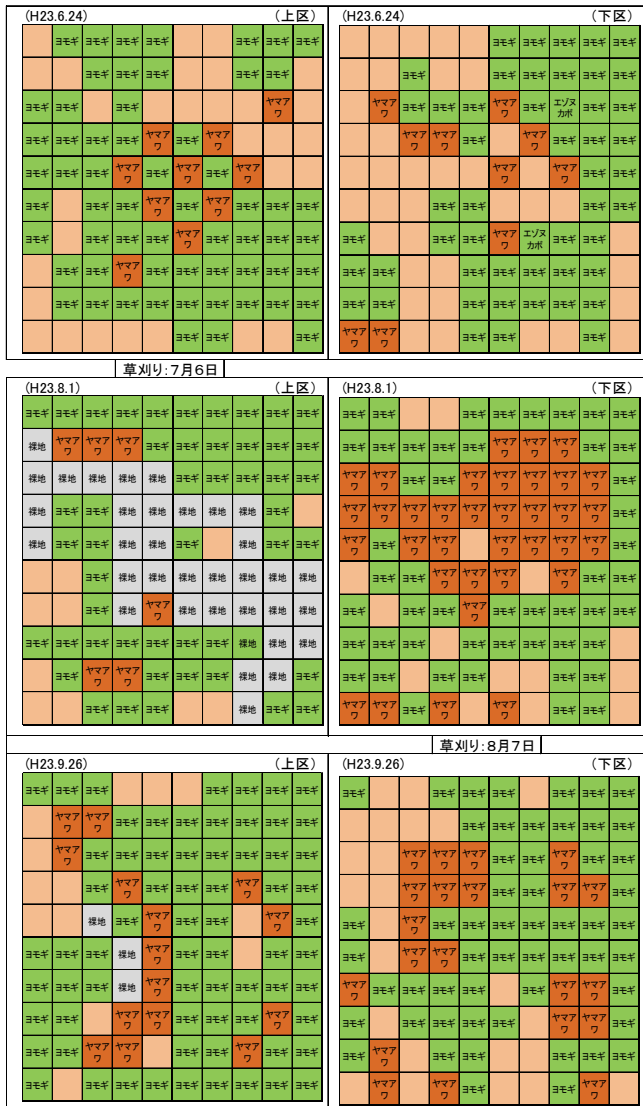


図-3 先駆種被度推移



■ ヤマアワ ■ ヨモギ ■ 自然侵入種 ■ 裸地

図-4 試験区7における優占種メッシュ

と減少している。

図-5に試験区3~8の主力種、先駆種、自然侵入種、裸地の優先メッシュ数を示す。8月1日の調査で、試験区3~8の上区のすべてにおいて裸地の優先が見られる。9月26日の調査では、その数を大幅に減らしている。下区の調査結果では裸地の出現はわずかである。

5.考察

(1)寒冷地の堤防法面緑化に適用可能な在来種

植栽後1年を経過するまでは在来種である主力種及び先駆種の相対被度は低い値で推移するが、2年目以降在来種の被度が高くなり、相対的に自然侵入種の被度は低下した。主力種+先駆種が自然侵入種との競合に打ち勝ってその生息域を拡大していったと考えられる。主力種のヨシ、オギ、ビロードスゲ、ヤマアワのいずれの種も植栽1年目の相対被度はゼロに近い値を示していた。2

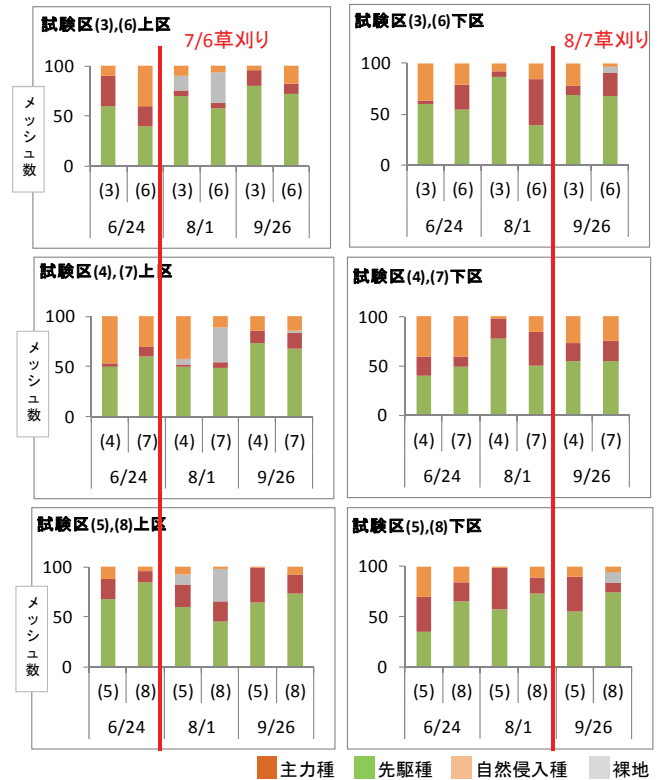


図-5 優占種メッシュ数

年目から徐々に被度が高くなり、3年目以降30%を超える被度となる種もあった。長期的に見れば、これらの種は堤防植生として適用は可能であると考えられる。

先駆種のオオヨモギは1年目から相対被度が高く、早期に被覆させるための主として適している。また、オオヨモギの相対被度増加に伴って主力種の相対被度が低下することもなく、主力種とオオヨモギは共存していたと考えられる。試験地で確認された先駆種エゾヌカボの草丈はヨシ、オオヨモギと比べると低く¹⁾、これらの草種との競合に負けたと考えられる。また、オオイヌタデは1年目に10%程度だった被度が2年目以降はゼロであった。これらのことからエゾヌカボ、オオイヌタデは堤防植生として利用することは困難と考えられる。

一般に、植栽施工後の堤防法面植生の植被率が80%程度以上であれば、工事完了の受け取り対象となっているが、今回の試験において、在来種のみで80%を達成した試験区はなかった。今後は、施工の際の発生活期本数を増やす試験植栽を行い、植栽後初期の植被率が向上するのかわ確認調査を行う必要がある。

(2)植栽工法

在来種の被度は植栽後3年目までは腐植酸吹付より植生シート工法の方が高くなっていた。逆に植被率は腐植酸吹付より植生シートの方が低くなっていた。これは、植生シートが自然侵入種の侵入を防ぐ効果を持っていたことが考えられる。また、植生シートの効果として、植栽後約1ヶ月間の降雨と法面侵食状況を調査した結果が

ら、植酸吹付区では水みちの形成が確認されていたのに対し、植生シート工法区では水みちの形成の確認はされず、施工後初期段階での法面侵食の防止効果があったことが確認されている³⁾。

以上のことから、在来種の生育が一定程度まで確認されるまでの間、降雨から法面を保護することが出来る工法としては植生シートが有効であると考えられる。ただし、施工費用を比較すると植生シートは腐植酸吹付の約2倍程度であることから、コスト縮減を図ることが、植生シート工法を導入する上での課題である。

(3)草刈りの影響

在来種の生育に対する草刈りの実施による影響は、一時的に裸地が出現することはあっても、その後の生育には影響がなく、在来種の被度の増加傾向は変わらなかった。また、裸地は調査期間中の降雨により法面が侵食されることもなかった。これは、植栽後2年を経過し、法面表層に植物の根毛が発達し、土砂の流出を防いだものと考えられる。

このことから、在来種による植栽箇所については、植栽後2年を経過して以降草刈りを実施しても影響はないと考えられる。

6.まとめ

本研究では、千歳川堤防法面を試験地として植栽試験を実施した。その結果、ヨシ、オギ、ビロードスゲ、ヤマアワ、オオヨモギが長期的に見れば堤防法面緑化に利用可能な在来種であり、エゾヌカボ、オオイヌタデは堤防緑化には向かないことを明らかにした。また、今回の

試験条件においては、腐植酸吹付より植生シート工法のほうが工事施工後の早期の在来種による被覆に対して有効であることが分かった。さらに、在来種の生育に対する草刈りの影響はないことを明らかにした。

7.おわりに

今回は、千歳川堤防で現地試験を行った。今後は、千歳川流域より冷涼で気候条件が厳しい道北において、適用種の選定を含めて、現地検証試験を実施して行く予定である。また、千歳川試験地においても、植栽後初期の在来種の相対被度を高めることを目的に、播種する種子量を今回よりも多くした追加植栽試験を行い、追跡調査を実施する予定である。

謝辞：千歳川現地試験施工の実施にあたっては、国土交通省北海道開発局札幌開発建設部千歳川河川事務所に多大なご協力を頂いた。関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 矢部浩規、林田寿文、数馬田貢、桃枝英幸：堤防法面への在来种植生導入に関する調査、寒地土木研究所月報、No. 708、2012年5月
- 2) 渡邊和好、丸山政浩、林田寿文、矢部浩規：寒冷地に適応した在来種の堤防法面植生適応種と植栽工法について、河川技術論文集、第20巻、2014年6月
- 3) 矢部浩規、丸山政浩：施工方法の違いによる植生種被度、堤防法面侵食に関する研究、土木学会第49回環境工学研究フォーラム講演集、2012年