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

ADAPTABLE NATIVE GRASS SPECIES ON EMBANKMENT SLOPE AND ITS PLANTING METHOD IN THE COLD AREA

渡邉和好¹・丸山政浩²・林田寿文³・矢部浩規⁴ Kazuyoshi WATANABE, Masahiro MARUYAMA, Kazufumi HAYASHIDA and Hiroki Yabe

¹正会員(独) 土木研究所寒地土木研究所(〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34)
²(独) 土木研究所寒地土木研究所(同上)
³正会員 博士(環境科学)(独) 土木研究所寒地土木研究所(同上)
⁴正会員 博士(工)(独) 土木研究所寒地土木研究所(同上)

In general, the river embankment is covered with the vegetation such as grass in order to protect the slopes. In a cooler region such as Hokkaido, alien species such as Kentucky Bluegrass have been used to protect the embankment. The purpose of this research is to clarify appropriate native grass species in the cooler region and how to plant them.

The investigation using native species was conducted on the left embankment along Chitose River. As native species, seven species were chosen, and the planting method was used humic acid spraying and vegetation sheets. The survey data collected for 3 years revealed that 5 native species (Yoshi (*Phragmites australis*), Ogi (*Miscanthus sacchari florus*), Biroudosuge (*Carex fedia* Nees var. *miyabei* (Franch.) T. Koyama), Yamaawa (*Calanagrostis epigeios*), and Ooyomogi (*Arlemisia vulgaris*)) were available in cooler region. It was also revealed that vegetation sheet was effective as planting method.

Key Words: river embankent, native grass species, vegetation sheet

1. はじめに

河川堤防は一般的に盛土で造られていることから,降 雨や洪水などによる法崩れまたは洗掘を防止するため法 面を芝などにより被覆することを基本としている¹⁾.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、草刈りおよび刈草の処分コスト縮減 を目的としてチガヤの導入も試行されている.一方,北 海道のような冷涼な気候では、野芝やチガヤの生育には 適せず,他の在来種も生育が遅いため,在来種では、工 事後短期間で堤防法面全面を被覆することが難しいと考 えられてきた.そのため、北海道では、冷涼な気候下で 短期間に法面を被覆することが可能なケンタッキーブル ーグラスなどの外来牧草種が堤防植生では広く用いられ ている.

近年,北海道でも在来種の保全の観点から堤防植生を 外来種から在来種への切り替えが望まれていることを受 けて,堤防の築造を行う北海道開発局では堤防法面の植 栽種として在来種の使用が可能となるように工事の仕様 書が変更されたが、具体的に使用できる草種が明示され ていないこと、在来種を用いた植栽工法が確立されてい ないこと、堤防の安全性に関わる事項のため安易な試験 施工が出来ないことなどの理由から、実際の工事で在来 種が使用された実績はほとんどないのが現状である.

本研究は、このような背景を踏まえ堤防法面植生とし て北海道などの寒冷地域に適した在来植生種およびその 植栽工法を明らかにすることを目的に、堤防側帯法面を 試験地として在来種を用いた試験施工の結果を報告する ものである.

2.試験植栽概要

(1) 試験植栽地の概要

石狩川の支川,千歳川左岸KP30.1 付近の堤防側帯法 面を試験植栽地とした.法勾配は4割,南向き,周辺は 畑地が広がっている.1区画は,法長8m×幅5mを設定し

£1 Ø	新友	小 ★ 平	* } № 46 DII.		植栽工法		
47 A	俚怕	生月心	附近现代和主力计	種子+腐植酸吹付	種子+植生シート	苗+腐植酸吹付	苗+植生シート
イネ科	ヨシ	多年生 地下茎繁殖	主力種	(1):H23	(2) : H23	(3):H23 (9):H23	(6)∶H23 (12)∶H24
イネ科	オギ	多年生 地下茎繁殖	主力種	(1):H23	(2) : H23	(10):H24	(13):H24
イネ科	ヤマアワ	多年生 地下茎繁殖	主力種			(4) :H23	(7):H23
カヤツリグサ科	ビロードスゲ	多年生 地下茎繁殖	主力種	(1):H23	(2) : H23	(5):H23 (1):H24	(8)∶H23 (14)∶H24
キク科	オオヨモギ	多年生 地下茎繁殖	先駆種	(3)、(4)、(5):H23 (9),(10),(11):H24	(6),(7),(8):H23 (12),(13),(14):H2		
イネ科	エゾヌカボ	多年生 地下茎繁殖	先駆種	(3),(4),(5):H23 (9),(10),(11):H24	(6), (7), (8) : H23 (12), (13), (14) : H2		
タデ科	オオイヌタデ	1年生 種子繁殖	先駆種	(3), (4), (5) : H23	(6), (7), (8):H23		

表-1 組み合わせ一覧

()は試験区を示す



た(図-1). 区画の上半分を上区,下半分を下区と呼ぶ. 植栽を行った区画を試験区,植栽を行わず放置した区画 を対照区と呼ぶ.各試験区の上区,下区それぞれの中央 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(図-1).平成23年度に8試験区と4対照区を, 平成24年度に6試験区と1対照区を設けた.^{2),3)}

(2) 植栽試験草種

試験区で植栽する草種は、平成22年度に文献調査およ び千歳川堤防で植生調査を行い堤防法面の一部に群落を 形成するなど自生していることを確認した在来種のうち、 長期的、安定的に自生する主力種としていずれも多年草 で地下茎繁殖するイネ科のヨシ・オギ・ヤマアワ、カヤ ツリグサ科のビロードスゲの4種を選定した.また、主 力種が生育するまでに時間を要することが予想されたた め、早期に法面を被覆する先駆種として多年草でキク科 のオオヨモギ、イネ科のエゾヌカボ、1年草でタデ科の オオイヌタデを選定した.

(3) 植栽工法

主力種のヨシ、オギ、ビロードスゲは種子工法と苗工 法、ヤマアワは苗工法を用いた.先駆種のオオヨモギ、 エゾヌカボ、オオイヌタデは種子工法を用いた.種子工 法は、堤防植生工事で一般的に用いられている腐植酸吹 付と植生シートに挟み込む2種類の工法を用いた.植生 シートは水溶性のある紙2枚で種子および若干の肥料を 挟んで接着し表面にワラムシロを取り付けたものである. 苗は1試験区あたり15本、種子は腐植酸吹付の発生期待 率を50%と推定して、主力種は1,100本/㎡(ヨシ500本、 オギ500本、ビロードスゲ100本)、先駆種は550本/㎡ (オオヨモギ200本、エゾヌカボ250本、オオイヌタデ 100本)となるように施工した.

試験植栽は、側帯法面に生えている草を除去し、耕耘、 整地および既存根茎の除去を行い、それぞれの試験区を 区分するための分離板を埋設した後に、表-1に示す種 と苗、主力種および先駆種の草種、植栽工法の組み合わ せで行った.カッコ内の数字は試験区を示し、施工年度 を表示した.例えば、試験区(3)は、主力種としてヨシ苗 を、先駆種としてオオヨモギ、エゾヌカボ、オオイヌタ デの種を腐植酸吹付工法で平成23年度に施工している.

各試験地への植栽は,平成23年6月21日に試験区(1)~ (8),平成24年7月6日に試験区(9)~(12)で実施した.

3. 調査方法

試験区(1)~(8)は平成23~25年の3年間, 試験区(9)~ (12)は平成24~25年の2年間に渡ってモニタリング枠の全 体および草種別の被度調査を毎年, 6月下旬, 7月下旬か ら8月上旬および9月下旬頃の3回実施した.

草種別の被度は生育段階および植物体の重なりにより 単純に合計すると全体被度を超える場合があることから, 以下の相対被度に変換した.

相対被度=種別被度×全体被度/種別被度の合計(%)



4. 調査結果

(1) 全体被度の経年変化

平成23年に植栽した試験区(1)~(8),対照区(1)~(4)の

全体被度の経年変化を図ー2に示す.

植栽から約1ヶ月が経過した平成23年7月25日時点の全体被度は、試験区(3)上区、(5)上区を除いて50%以下となっている.対照区は試験区に比べ低い被度となっている.草種別相対被度は、主力種が10%以下、先駆種は20%程度となっている.試験区の自然侵入種は15~40%程度と主力種、先駆種よりも高い値を示している.対照区の自然侵入種は20~40%と試験区の自然侵入種と同程度の値を示した.

植栽から3ヶ月が経過した平成23年9月22日時点の全体 被度は、対照区(3)下区を除いて80%以上となっている. 対照区は試験区に比べ若干低めの被度となっている.草 種別相対被度は、主力種が5%以下、先駆種は10~30% 程度となっている.試験区の自然侵入種は60~95%程度 と高い値を示している.対照区の自然侵入種は40~75% と試験区の自然侵入種と同程度の値を示した.

植栽から1年が経過した平成24年6月25日時点の全体被 度は、20~90%程度と試験区間でバラツキが大きくなっ ている.対照区は20~60%程度と試験区に比べ低い被度 となっている.草種別相対被度は、主力種が最大10%程 度で、先駆種は20~60%程度といずれもH23年9月22日 時点より高い被度となっている.試験区の自然侵入種は 5~70%程度と試験区間でバラツキが大きくなっている. 対照区の自然侵入種は25~60%と試験区の自然侵入種に 比べてバラツキがやや少なくなっている.

植栽から1年3ヶ月が経過した平成24年9月27日時点の 全体被度は、試験区は(1)上区、対象区は(1)、(2)、(3)、 (4)の下区と(4)上区を除いて100%となっている.最も低 かったのは対象区(3)下区の80%であった.対照区の過半 数が100%に達していなかった.草種別相対被度は、主 力種が2~30%程度、先駆種は30~85%程度となってい る.大部分の試験区で6月25日時点より大きな値となっ ている.試験区の自然侵入種は10~90%程度と試験区間 でバラツキが大きくなっている.対照区の自然侵入種は 80~100%と試験区の自然侵入種に比べてバラツキは少 ない.

植栽から2年が経過した平成25年6月24日時点の全体被 度は、試験区は(7)上区の90%以外は100%となっている. 対照区、試験区で差はない. 草種別相対被度は、主力種 が2~45%程度、先駆種は35~90%程度となっている. 平成24年9月27日の値と比べて主力種は過半数の試験区 で被度が低下している. 先駆種は大部分の試験区で横ば いとなっている. 試験区の自然侵入種は5~100%程度と 試験区間でバラツキが大きくなっている. 対照区の自然 侵入種は100%となっている. なお、平成25年度は対象 区(1)、(2)の調査は行っていない.

植栽から2年3ヶ月が経過した平成25年9月27日時点の 全体被度は、試験区(6)下区、(7)上区、(8)下区を除き 100%となっている.草種別相対被度は、主力種が10~ 45%程度、先駆種は50~80%程度となっている.6月24





日の値と比べて主力種は試験区(2)下区,(4)下区,(6)上 下区,(8)上下区で低下し,残りは上昇している.先駆種 は試験区全ての試験区で上昇している.試験区の自然侵 入種は5~90%程度と試験区間でバラツキが大きくなっ ている.対照区の自然侵入種は90~100%となっている.

(2) 草種別相対被度の経年変化

草種別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試験区の相対被度としている.

(a) ヨシ

種子と苗、腐植酸吹付と植生シートいずれも1年目は 相対被度は10%未満となっている.2年目以降は相対被 度が上昇し、苗・植生シートの被度が最も高く20%程度 となっている.種子・植生シート、苗・腐植酸吹付は共 に10%程度となっている.種子・腐植酸吹付は2年目以 降1%以下となっている.

(b) オギ

腐植酸吹付,植生シートとも2年目までは相対被度が 10%以下となっている.3年目に相対被度が高くなり9月 には種子・腐植酸吹付,種子・植生シートとも25%と なっている.

(c) ビロードスゲ

苗・腐植酸吹付,苗・植生シートの相対被度は1年目 が3%以下,2年目も5%以下であるが,3年目に高くなり 腐植酸吹付が35%,植生シートが15%となっている.種 子・腐植酸吹付,種子・植生シートは3年間を通して2% 以下となっている.

(d) ヤマアワ

1年目は苗・腐植酸吹付,苗・植生シートとも相対被 度は2%程度,2年目は10%程度となっている.3年目は 苗・植生シートが35%,苗・腐植酸吹付が30%となって いる.

(e) 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.

(f) 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. (g) オオヨモギ

- 506 -

表-2 優勢自然侵入種

試験区(全16区画)

オオヨモギ

	H23	H24	H25
イヌビエ	16	0	0
シロツメクサ	0	13	7
ムラサキツメクサ	0	2	5
クサフジ	0	1	1
コヌカグサ	0	0	2
対照区(全8区画)			
	H23	H24	H25
イヌビエ	8	0	0
シロツメクサ	0	8	2
コヌカグサ	0	0	1

平成23年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年に植栽した試験区(9)~(12)の2カ年の調査結果を示す.

0

0

1

試験区(11),(13)は、1年目は相対被度が低いままで あったが、2年目から上昇している.その他の試験区は1 年目から被度が右肩上がりに高くなる傾向を示している. 2年目では、15~50%程度となっている.腐植酸吹付、 植生シートで明確な差は見られない.

(3) 自然侵入種

平成23年6月に植栽した試験区(1)~(8)上下区(全16区 画)および対象区(1)~(4)上下区(全8区画)における優 勢自然侵入種を表-2に示す.区画ごとにその年の調査 で最も高い相対被度を示した自然侵入種を各区画の優勢 自然侵入種とした.

平成23年は試験区,対照区ともイネ科の一年草である イヌビエが全ての区画で優勢種であった⁴.2年目の平成 24年は試験区ではマメ科の多年草であるシロツメクサが 16区中13区,マメ科の多年草であるムラサキツメクサが 2区,マメ科の多年草であるクサフジが1区で優勢種で あった.対照区はシロツメクサが全区で優勢種であった. 3年目の平成25年は試験区ではシロツメクサが16区中7区, ムラサキツメクサが5区,イネ科の多年草であるコヌカ グサが2区,クサフジが1区で優勢種であった.対照区で はシロツメクサが4区中2区,オオヨモギ,コヌカグサが それぞれ1区で優勢種であった.1年目に全ての区画で優 勢種であったイヌビエは2年,3年目は全く確認されな かった.

また、平成24年7月に植栽した試験区(9)~(12)の自然 侵入種についても、試験区(1)~(8)と同様に、1年目は全 ての区画でイヌビエが優勢種となり、2年目はシロツメ クサが11区画、ムラサキツメクサが1区画で優勢種と なった.

(4) 工法別被度

腐植酸吹付を行った試験区(3), (4), (5), 植生シート を使用した試験区(6), (7), (8)の主力種, 先駆種, 自然



侵入種の平均相対被度を図-4に示す.

1年目の全体被度は腐植酸吹付が植生シートと比べ高 くなっているが、2年目、3年目は差が見られなかった. 腐植酸吹付の自然侵入種の被度は3年間を通して植生 シートの被度より高くなっている.

主力種+先駆種の被度は、1,2年目は腐植酸吹付が植 生シートより低く、3年目は差が見られない。1年目の腐 植酸吹付は15~35%程度、植生シートは25~40%程度で ある。2年目の腐植酸吹付は40~50%程度、植生シート は55~75%程度である。3年目の腐植酸吹付は65~85% 程度、植生シートは70~80%程度である。

5. 考察

(1) 寒冷地の堤防法面緑化に利用可能な在来植生種

3年間に渡る現地試験植栽の結果から、寒冷地の堤防 法面緑化に利用可能な在来植生種は、主力種としてはヨ シ、オギ、ビロードスゲ、ヤマアワの4種、先駆種とし てはオオヨモギの1種であることが明らかになった.

植栽後,1年目,2年目は自然侵入種の被度が主力種+ 先駆種の相対被度より高い値を示していたが,2年目以 降,主力種+先駆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.ヨシ,ヤマアワは2年目から被度が高くな り,オギ,ビロードスゲは3年目から被度が高くなって いった.一般的に在来種は外来種に比べて生育が遅いと 言われているが、調査結果からもそのことが確認された.

林田らが行ったサロベツ湿原におけるササ地下茎活性 度の月別変動調査⁵⁾では、ササは冬季から翌年春までに 地下部に栄養を蓄え、夏期に蓄えた栄養を用いて地上部 が成長していた.このことから、植栽後、1年または2年 の間、相対被度が低く留まっていたのは、その間、地下 茎を成長させ一定の状態まで成長し栄養を蓄えた段階で 地上部が成長を始めたものと考えられる.

先駆種のオオヨモギは1年目から相対被度が高くなり 始め3年間を通して右肩あがりの被度増加傾向を示して いた.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ようなことも見られず,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 されたエゾヌカボの草丈はヨシ,オオヨモギに比べると 低く,これらの草種との競合に負けたと考えられる.ま た,1年草のオオイヌタデは1年目に10%程度の被度が2 年目,3年間はゼロであった.同じく1年草で自然侵入種 のイヌビエが1年目に優勢種であったが2年目,3年目に 確認されなかったのと同様であり,他の草種との競合に 負けたものと考えられる.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.

(2) 植栽工法

植栽工法としては、早期に在来種の被度を上げるには 植生シート工法が有効であるが、導入に当たっては施工 コストを低減させる必要がある.

自然侵入種の被度が、3年間を通して植生シートが腐 植酸吹付より低くなっていた.これは、植生シートが自 然侵入種の進入を防ぐ効果を持っていたと考えられる. このことが、1年目に自然侵入種の被度が低く、全体被 度が腐植酸吹付より低かった理由と考えられる.ただし、 降雨浸食に対しては全体被度が腐植酸吹付より低くても、 植生シートそのものが被覆効果を発揮し、法面のガリ浸 食を防止する⁶.

植栽後,2年間の主力種+先駆種の被度は植生シート が腐植酸吹付より高い値を示していることから、早期に 在来種で堤防を被覆する点においては植生シートが有効 と考えられる.

以上のことから,在来種を確実に生育させ,植栽後に 全体被度が80%を確保できるまでの間,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.

6. おわりに

今回は,主力種1種類+複数の先駆種の組み合わせで 試験植栽を行った.

今後は、今回明らかにした主力種を組み合わせた試験 植栽を行い、より確実に堤防法面を被覆できる配合を明 らかにする必要がある.また、千歳川流域より冷涼で気 候条件が厳しい道東、道北においても、適用種の選定を 含めて適用可能か検証していく予定である.

堤防法面植生は長期的に植生による被覆状態を維持し ていかなければならず,試験導入した草種が維持されて いくのか,他の草種に遷移していくのか,その際,裸地 が生じないかなどの検証が必要であり,長期的な調査を 継続していくことも考えている.

さらに,降雨以外に洪水時における流水による法面侵 食に対する安全性についても明らかにしていく予定であ る.

謝辞:本研究を行うに当たり、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指導、調整を行って いただいた.また、(株)福田水文センター菊池敦司氏 から現地調査方法に関して貴重を提案、助言を得ている. 関係各位に謝意を表す.

参考文献

- (財)国土開発技術研究センター編:解説・河川管理施設等構 造令,pp.125,2000
- (2) 矢部浩規,林田寿文,数馬田貢,桃枝英幸:堤防法面への在 来種植生導入に関する調査,pp.30-37,寒地土木研究所月報 No.708, 2012
- 3) 矢部浩規、丸山政浩、林田寿文、数馬田貢:在来植生を用いた堤防法面緑化過程に関する研究、土木学会第40回環境システム研究論文発表講演集,pp.361-366,2012.
- 4) 矢部浩規,渡邉和好,丸山政浩:堤防法面植栽導入種と自然 侵入種間の被度推移について,土木学会第68回年次学術講演 会講演概要集VII, pp261-262, 2013.
- 5) 林田寿文, 渡邉和好, 横堀潤:湿原におけるササ活性度の年間変動, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要集II, pp.17-18, 2013.
- 6) 矢部浩規,丸山政浩:施工方法の違いによる植生種被度,堤防法面浸食に関する研究,土木学会第49回環境工学研究フォーラム講演集, pp.22-24, 2012.

(2014.3.30受付)