

新規堤防等における植物成長調整剤を用いた養生方法の提案

PROPOSAL FOR APPLICATION OF PLANT GROWTH REGULATOR TO VEGETATION MANAGEMENT OF NEW RIVER LEVEE

青山治彦¹・山本嘉昭¹・八木裕人¹・須田隼人²・塩見真矢³・野村利幸⁴・中濱匡⁴
Haruhiko AOYAMA, Yoshiaki YAMAMOTO, Hiroto YATSUKI, Hayato SUDA, Shinya SHIOMI,
Toshiyuki NOMURA and Tadashi NAKAHAMA

¹正会員 (公財) 河川財団 河川総合研究所 (〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町11-9)

²(公財) 河川財団 河川総合研究所 (〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町11-9)

³日本工営株式会社 大阪支店技術第二部 (〒530-0047 大阪府大阪市北区西天満1-2-5)

⁴関東地方整備局 渡良瀬川河川事務所 管理課 (〒326-0822 栃木県足利市中町661-3)

The surface of new river levee is normally covered with a lawn (*Zoysia japonica*). That lawn is cured for three years after construction, with special care, such as pulling out the weeds by hand, lawn-mowing, and fertilization. For this care, the lawn is fully revitalized on the surface of levee and its functions, such as reduction of critical flood risk and weed control, can be fully demonstrated.

However, weed pulling method is enormously expensive and has faced a manpower shortage that also has the problem of aging.

As a way to save costs and alleviate labor shortage, we propose to apply "Plant Growth Regulator (including herbicide)", which are confirmed to be safe and effective under a recent revision of the Agricultural Chemicals Control Act, for vegetation management of new river levee

Key Words : levee vegetation management, new river levee, levee maintenance, herbicide, weed control, Cost Reduction, Plant Growth Regulator, *Zoysia japonica*

1. はじめに

河川堤防は、河川及び流域の治水安全度を確保する上で最も重要な構造物で、土による築造を原則としている。その法面は、流水、雨水からの保護、維持管理の容易さといった観点から、芝を植栽し、視認性・耐侵食性を確保し、適切に維持管理を実施している。芝は、低草丈で成長するため堤防の変状を発見し易くなると共に、表層の根の密度が高いため堤防の耐侵食性が確保されるといった維持管理面から優れた特性を備え、明治以前より堤防植生として用いられている。

同時に、芝により維持管理された堤防は、洪水防御といった治水面からの役割のみならず、利水面からは人と自然の触れ合いの場の提供、ならびに環境面から良好な河川景観の創出等といった側面からも公共の福祉に多大に貢献している。

この堤防に植栽された芝は、築堤後3年間、人力による抜根、芝刈、および施肥による養生方法で適切に管理し、雑草の侵入が少ない質の高い状態を保つことで、その機能が長期に渡り発揮される。そして、このような堤防植生

を維持することで、上述した堤防としての役割を十分に果たすことが可能となる。なお、ここでの「雑草」とは、目標植生に非意図的に侵入し、治水面等に係る被害の防止、軽減、および拡大防止の処置を講じる必要がある植生と定義する。

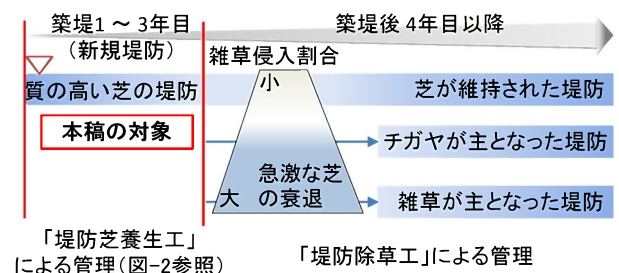


図-1 河川堤防築堤後の経過年数と植生遷移

しかしながら、近年、抜根作業など多くの人手を要する作業の実施が、人手不足などの影響により困難になってきている。

本稿では、渡良瀬川河川事務所管内の堤防において、新規堤防において、抜根作業の代わりに、これまで養生方法として使用されていなかった農薬を用いた実証実験を実

施し、その有効性について報告するものである。

2. 新規堤防植生の現状と課題

(1) 新規堤防植生の現状

H29 年現在、渡良瀬川河川事務所管内で実施している養生方法（堤防芝養生工）を図-2 に示す。

養生1年目									養生2,3年目								
4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月

図-2 渡良瀬川河川事務所管内で実施中の堤防芝養生工

養生期間3年間は、年3回抜根が実施されるが、この作業員（千㎡あたり）は、芝刈の作業員に比べて約3倍（標準歩掛見合）の人手が必要であり、実績で延べ約4,800人（積算歩掛見合、H26年度の1年間）が携わっている。さらに、抜根作業員の高齢化により担い手が減少しているのみならず、しゃがみ作業等のため敬遠される作業であり、現場における人手不足が深刻化している。

また、抜根や芝刈という物理的な雑草防除手段では、芝を衰退させるシロツメクサ等の雑草進入を防除できず、4年目以降に実施する年2回の除草では、芝を保てない。

(2) 新規堤防植生の課題

上述の養生方法における人手がかかる抜根作業に代わり、人手不足を軽減できる方法として、近年の農薬取締法改正により安全で効果の確認されている「植物成長調整剤（その他の農薬を含む、以下「植調剤」という）」および、芝刈等の機械施工へ着目し、従来の養生方法に代わる効率的かつ効果的な新規堤防植生の養生方法を見つけることを課題とし、現地実証実験を行った。

3. 新規堤防における植調剤を用いた芝の養生に関する実証実験

(1) 実験の目的

張芝を施工した新規堤防（以下、新堤という）において、抜根作業を植調剤散布や芝刈りに変更し、雑草抑制、及びコスト縮減効果が得られるかについて検証することを目的として実験を行った。

(2) 実験の設定条件

a) 実験場所、区画設定

実験を実施する場所は、渡良瀬川の左支川である秋山川（左岸・川裏）で、平成28年度に張芝施工された新堤の一區画とした。區画の設定は、幅20m、法長20mを一區画とし、図-3のように実験区を設定した。



図-3 実験区の場所、区割り

b) 実施期間

実施期間は、通常の堤防芝養生工と同じ3年間のうち1年目にあたる平成29年5月～平成30年3月までとした。

c) ケース設定

養生開始1年目を対象とし、図-4の対照区に示す抜根に代わる植調剤と芝刈による管理を実施した4つの実験区と対照区（通常管理抜根3回、施肥1回）を設定した。

具体的には、対照区の3回の抜根に代わり3回植調剤を用いる管理から、2回、1回と段階的に植調剤の使用を減らす代わりに、芝刈を0回、1回、2回と増やした実験区を設け最適なケースを設定した。

実験 ケース名	平成29年（1年目）											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			
対照区 (通常管理)			抜	肥	抜			抜				
	抜根、刈取、施肥による管理											
実験区1		薬		薬				薬				
	3回の抜根に代わり3回の植調剤による管理											
実験区2		薬						薬				
	雑草が繁茂する春と秋の2回の植調剤による管理											
実験区3		薬		刈	肥			薬				
	植調剤を基本としつつ、シバが伸びてきた夏場に刈取による管理											
実験区4		薬		刈	肥			刈				
	芝刈を基本としつつ、雑草繁茂の初期の春に植調剤による管理											

* 実験区の施肥は、雑草に肥料が消費される影響が小さい芝刈直後に実施

凡例

化学的手法	薬	芝等選択性植調剤（5月アシュラム+ハロスルフロメチル 7月アシュラム 10-11月 MCPA イソプロピルアミン塩）										
物理的手法	抜	抜根	刈	芝刈	その他	肥	施肥					

図-4 実験ケース

d) 使用した植調剤

使用した植調剤は、雑草の繁茂時期と種類を考慮し、基本的に芝には影響がなく、その他の植物に選択的に作用する以下の植調剤を用いた（表-1）。

表-1 実験に使用した植調剤と作用

時期	植生状況	適用した植調剤と作用
H29.5	ネズミホソムギ等のイネ科雑草、シロツメグサ等の広葉雑草の生育初期	シバには影響がなくイネ科雑草を抑制するアシュラムおよび広葉雑草の種子からの発芽を抑制するハロスルフロンメチルを散布
H29.7	エノコログサ、メシバのイネ科雑草の生育初期、雑草一般の生育期	シバには影響がなくイネ科雑草を抑制するアシュラムを散布
H29.10	カシナ等の広葉雑草の生育初期	既に生育している広葉雑草を抑制する MCPA イソプロピルアミン塩を散布

e) 管理手法

実施した管理手法を表-2に示す。

表-2 実験で実施した管理手法

管理手法	内容
植調剤の散布	・散布日：降雨時を避け、周辺への飛散防止を考慮し平均風速 3m 以下の時に実施 ・散布方法：背負式動力噴霧機
抜根	・人力にて雑草を根より除去
芝刈	・ハンドガイドを使用 ・芝刈り後の集草は未実施
施肥	・普通化成(8-8-8)を、散布機を用いて 10,000㎡あたり 300kg 散布

その他、植調剤の散布時、散布後における安全性を確認するために、周辺への飛散状況を感水試験紙で検査すると共に、植物ポット苗試験と下流における水質検査を実施した。

(3) 実験のモニタリング調査と評価方法

a) モニタリング調査

実験のモニタリング調査は、毎月 1 回(H29.11～H30.3 は隔月)、前項で設定した区画に対し、生育する全植物の種名、植被率(%),草高を調査するとともに、調査区の法尻正面より全景の写真を撮影し堤防植生の変化、視認性を確認した。

なお、モニタリングを行うタイミングは、抜根、芝刈、および植調剤散布を実施する直前とした(表-3)。

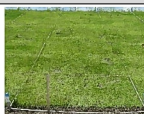
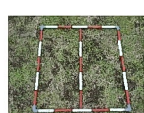
b) 評価方法

評価は、はじめに対照区と実験区における上述項目から判明する、芝の植被率、雑草の侵入種数、およびシロツメグサ等の特定の侵入雑草の有無を比較する。

次に、抜根に変わる植調剤や芝刈といった手段で、どの程度まで植生の維持管理が可能か判断し、最適な管理方法を評価・検証した。

さらに、本実験に係る管理コストを算出し、通常の管理方法と比較した。

表-3 モニタリング項目

目的	モニタリング項目	モニタリング方法	写真
a. 芝の生育状況・植被率の把握	芝の植被率	芝の植被率(%)を記録し、推移を確認する。	
b. 芝以外の種類及び混入率の把握	植物相	芝以外に生育する全植物について種名と植被率(%)について調査し、植生遷移状況を確認する。	
	視認性	赤白ポール等の目印を堤防法面に置き、目視の可否を確認する。	
	平均草高	全体の平均草高を記録し、推移を確認する。	

4. 実験結果と考察

(1) 実験結果

表-4に実験区毎の結果を示し、抜根と植調剤、もしくは芝刈による管理手法の違いによる雑草の侵入状況について特徴的な事項を記載した。

表-4 植調剤を用いた実験区毎の結果

実験ケース名	結果
実験区 1	➢ 植調剤散布(5,7,10月)により、全ケースの中で最も、芝以外の雑草を抑制した。(抜根で対応不能なシロツメグサも含む、図-5) ➢ 高温時の植調剤散布(7月)により、薬効により一部の芝が黄化した。(その後回復)
実験区 2	➢ 植調剤(5,10月)により、対照区以上に芝以外の雑草を抑制した。 ➢ 7月は無処理であり、その後の10月まで、5月散布後に発芽した雑草が一部に侵入した。(図-5)
実験区 3	➢ 植調剤(5,10月)により、対照区以上に芝以外の雑草を抑制した。 ➢ 7月の芝刈りの実施により、芝以外の雑草の生育を抑制したが、地表付近の葉茎や地中の根が残存し、シロツメグサやイネ科雑草がその後、再繁茂した。(図-5) ➢ 7月の施肥を実施したことにより、芝の生長が促進されていた。
実験区 4	➢ 植調剤(5月)により、対照区以上に芝以外の雑草を抑制した。 ➢ 7月の芝刈りの実施により、芝以外の雑草の生育を抑制したが、地表付近の葉茎や地中の根が残存し、広葉雑草やイネ科雑草がその後、再繁茂した。(図-5) ➢ 7月の施肥を実施したことにより、芝の生長が促進されていた。 ➢ 実験区 3(10月に植調剤散布)と実験区 4(10月に芝刈)の雑草侵入の違いは観察されていない。

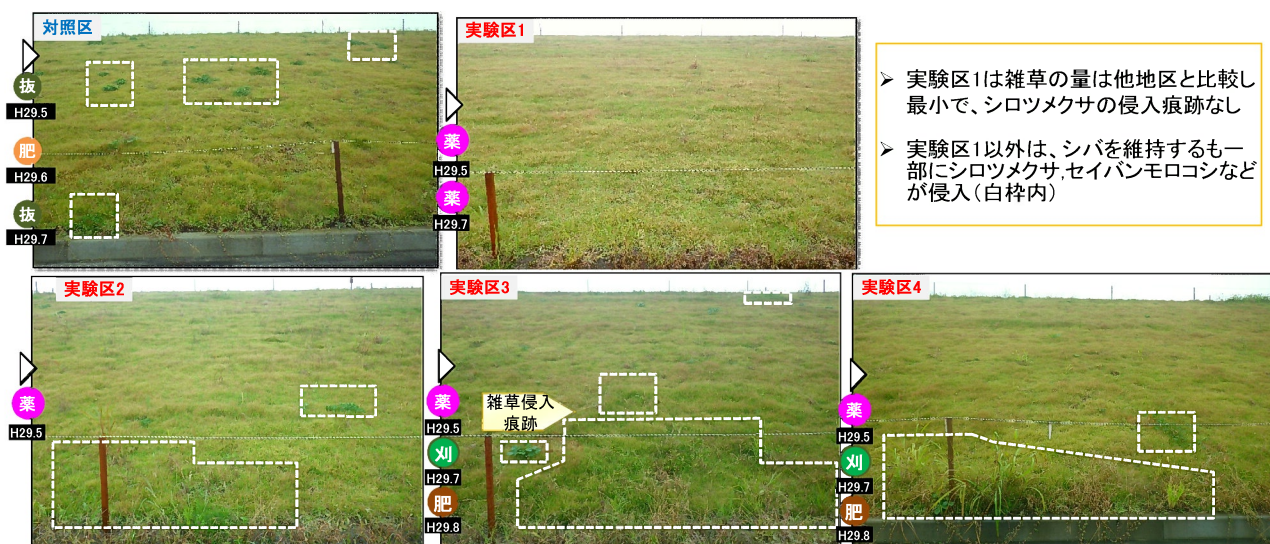


図-5 植調剤等の使用回数と雑草の侵入状況（H29.10 管理実施前の状態）

：写真撮影時までの管理方法

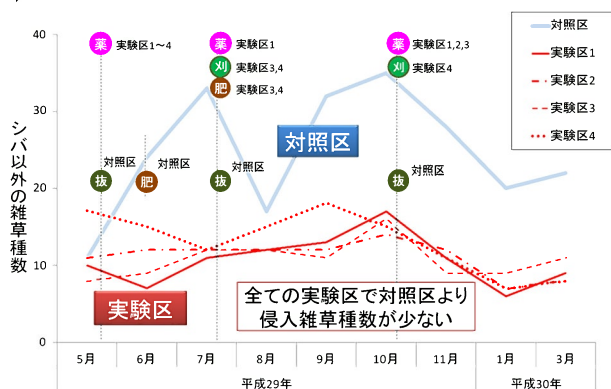


図-6 対照区と実験区の雑草侵入種数の推移

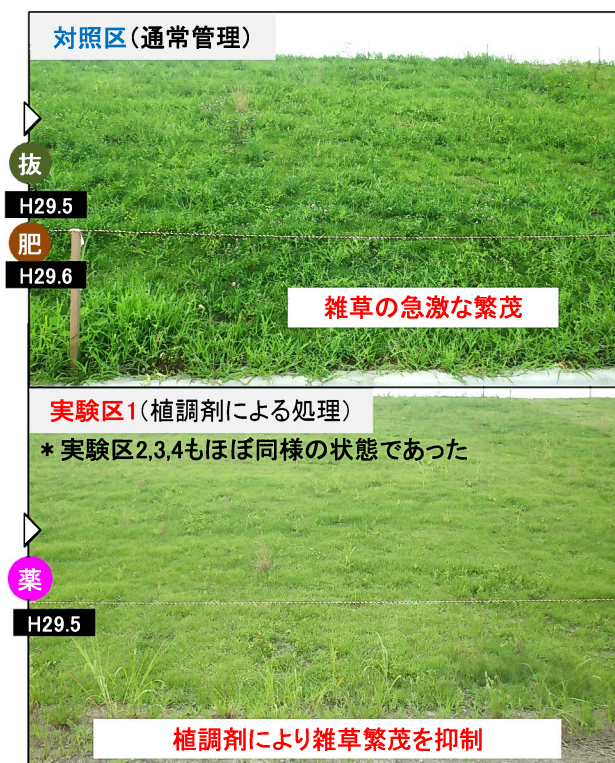


図-7 植調剤の有無による養生初期の雑草繁茂量の違い（H29.7管理実施前の状態）

(2) 考察

a) 雑草の侵入種数と繁茂量

植調剤を用いた全ての実験区において、対照区と比較して芝以外の雑草の侵入種数および繁茂量を抑制しており（図-6、図-7）、植調剤が抜根の代替手段として十分以上の効果を発揮した。

また、夏（7月）の植調剤の使用と、草刈の実施という管理の違いによる侵入雑草の種数の差は確認されなかった（図-6）。しかし、その後の秋における雑草繁茂量は、植調剤を用いた実験区1で他の実験区より圧倒的に少なかった。実験区2～4では、秋に確認された雑草が結実して種子を形成していたことから、次年度以降、これらが発芽し、拡大していく可能性も想定される（図-5）。

b) 植調剤の雑草繁茂抑制効果

春から夏にかけて新堤に繁茂してきた雑草は、多くが植生基盤土（採取土）に多数存在する埋土種子由来のものである（実験地で確認された雑草 48 種のうち植生基盤土の雑草が 38 種確認された¹⁾）。築堤時に、植生基盤土にどの程度雑草の種が入っているか把握することが難しい現状では、張芝後の最初の抜根（5月）で、そのときに繁茂している雑草を除去することは可能であるが、その後の春から夏にかけて埋土種子から生えてくる雑草を防除することは困難である。一方、植調剤は、繁茂している雑草と、埋土種子由来の雑草もある程度抑制可能であり、築堤初期における芝の維持という面からその効果は高い（図-7）。

また、夏から秋にかけて繁茂してきた雑草に関しては、7月に植調剤を散布した実験区1では、抜根では対処不能のしろツメクサを含む芝以外の雑草の生育を全体的に抑制した。しかし、その他の対照区と実験区では、地表付近の葉茎や地中の根が残存し、広葉雑草やイネ科雑草がその後、再繁茂した（図-5）。芝堤から雑草堤に植生遷移する第1段階とされる芝を覆い、土壌を肥沃にするシ

ロツメクサの侵入繁茂⁴⁾を植調剤により抑制したことで、その他の雑草の侵入を抑え、質の高い状態を長期に保つことが可能になると考えられる。

なお、施肥に関しては、実施した実験区のほうが、芝の生育量は良くなったが、施肥をしない実験区においても、特別な影響は確認されなかった。

また、実験区3と実験区4の植調剤と芝刈の差は観察されなかった。

c) コスト検証結果

植調剤を用いた堤防植生管理の施工単価は、通常管理(抜根3回、施肥1回)に比べて、約80～89%のコスト縮減が見込めた(図-8)。

なお、施工単価は、平成3年の植調剤散布の歩掛実績を基に施工実績のある業者へのヒアリングを通じてトラック等の単価を修正したものをを用い、通常管理は平成26年度の渡良瀬川河川事務所管内における直接工事費を基にした。

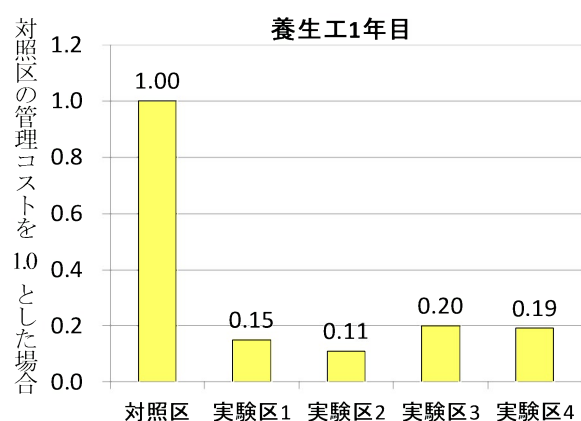


図-8 対照区と実験区の管理コスト比較

5. 実験結果のまとめと新規堤防における植調剤を用いた養生管理手法の提案

(1) 実験のまとめ

前述の実験結果を以下にまとめた。

1. 抜根に代わり植調剤を使用することにより、侵入雑草の種類と量が減少し、現状の管理より良い状態で芝を維持管理することが可能であった。
2. 抜根で対応不能なシロツメクサの侵入も防除した。
3. 概算管理コストは、通常管理に比べて、80～90%程度の縮減が見込めた。

(2) 新規堤防等における植調剤を用いた養生方法の提案

堤防管理の観点から、現状における堤防植生の課題に対応した新たな堤防養生方法のあり方について以下に提案する。

現時点で最も効果が高く、また経済性評価も得られて

いる管理手法である「植物成長調整剤を用いた方法」を堤防芝養生工へ適用することを提案する。

本方法は、養生1年目に、年3回植調剤散布を実施するものとし、5月と7月は芝以外のイネ科植物、広葉植物を枯死させる植調剤を散布し、10月は芝以外の広葉植物を枯死させる植調剤を散布する(表-5)。

表-5 現時点で提案する堤防芝養生工(1年目)の管理手法

管理区分	管理手法	備考
堤防芝養生工	養生1年目は、植物成長調整剤散布を3回(5,7,10月)実施する。	立地条件、周囲の環境等により除草剤散布が不能の場合には抜根・刈取による工事を実施する。

(3) 河川堤防における植調剤の使用に係る留意点

a) 植調剤が使用不可の箇所に対する対応

現時点では植調剤を含む農薬の河川での使用は原則禁止されている。このため、河川での農薬使用に関する社会情勢や沿川住民への配慮を踏まえ、養生方法の条件を定めることが必要である。そのため、植調剤の実験においては、芝に無害なものを選ぶのはもちろん、周辺の住宅や農地への飛散、河川への流出等、十分に注意し、安全面を担保する必要がある。

なお、立地条件、周囲の環境等により植調剤散布ができない場合には、人力による抜根及び芝刈を行い、管理の質を保つことが必要である。

b) 適用する植調剤の種類について

本実験に使用した植調剤は、「茎葉処理剤」もしくは「茎葉兼土壌処理剤」を使用しており、これらに比べて残効が長い「土壌処理剤」は使用していない(表-6)。これは、土壌処理剤が流出した場合、周辺田畑に及ぼす影響が懸念されるためである。

表-6 植調剤の種類と除草効果の期間

種類	茎葉処理剤	土壌処理剤
使用時期	雑草の成長期	雑草発生前
効果期間	1～2ヶ月	3～4ヶ月
薬剤の作用機構	茎や葉の表面から吸収され、すでに生えている雑草を枯らす(種には効果無)	土壌表層に膜を作り、種よりこれから生えてくる雑草を防ぐ(草丈が大きくなると効果減)
吸収経路から分類した植調剤の種類	植物に直接付着させ吸収させ効果を発揮する「茎葉処理剤」、土を介して吸収させる「土壌処理剤」、両方の特性を持つ「茎葉兼土壌処理剤」の3種類がある。	

しかしながら、今後、法尻に排水路が整備されており、植調剤の流出の危険性が低く、周辺田畑への影響が少な

いなどの条件を満たす地区には、出芽抑制期間が長い土壌処理剤の使用し、植調剤の散布回数を減らすことを検討する余地がある。

6. 今後の課題

本実験を踏まえた、今後の主な取り組み課題は、下記の3点である。

1. 現時点における最適な手法を展開することによる、質の高い芝堤の拡大、将来の管理費の抑制
2. 植調剤散布と芝刈などの管理手法の組み合わせによる更なる最適化によるコスト抑制と、堤防植生の質の向上
3. 1年目に侵入し、種子を結実した雑草などの2年目以降の繁茂状況の影響の検証

また、今回の実験は小規模の実験区域で行われたことから、大規模な面積を管理するときに問題となる雑草の生育状況の違いによる植調剤効果のばらつき、施工性とコスト、及び隣接地から実験地への影響が判明しておらず、これらの事項も規模を拡大して実用化に向けて検証する必要がある。

このため、前年度の計画を継続しつつ、今まで成果をあげたケース設定を基本とし、規模を拡大して効果等を検

証する拡大実証実験を平成29年12月より実施中である。

具体的には、今回の実験で得られた抜根作業を植調剤散布に代替した最適ケース（養生1年目に、年3回植調剤散布を実施）を軸として、秋山川の堤防芝養生工に実験を展開している。拡大実証実験においては、上記課題を解決し最適な養生方法を検討する予定である。

謝辞：本稿は、「渡良瀬川堤防管理技術検討会」を通じて検討されたものであり、座長の築瀬範彦教授（足利工業大学）をはじめ、小笠原勝教授（宇都宮大学）、佐々木寧名誉教授（埼玉大学）、清水義彦教授（群馬大学）、松本健作助教（群馬大学）から貴重なご意見等を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省 関東地方整備局渡良瀬川河川事務所：平成29年度 渡良瀬川河川管理施設監理検討業務報告書, 2017
- 2) 国土交通省：河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）, 2015.
- 3) 国土交通省 関東地方整備局 土木工事共通仕様書, 2017.
- 4) 北川明ほか：植生の遷移と堤防の管理, 水工学論文集第39巻, 1995.

(2018. 4. 3 受付)