

堤防を対象とした植物成長調整剤・除草剤の 2年目使用の効果と植生管理法への反映

EFFECTS OF SECOND YEAR USE OF HERBICIDES
FOR LEVEE VEGETATION MANAGEMENT

青山治彦¹・山本嘉昭¹・八木裕人¹・小林裕之²・中濱匡²

Haruhiko AOYAMA, Yoshiaki YAMAMOTO, Hiroto YATSUKI, Hiroyuki KOBAYASHI and
Tadashi NAKAHAMA

¹正会員 公益財団法人 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国土交通省 関東地方整備局 渡良瀬川河川事務所 管理課 (〒326-0822 栃木県足利市田中町661-3)

River levee, controlled by country, is covered with turf, *Zoysia Japonica*, after construction. That turf is managed by, manual root extraction, weeding, and fertilization (3, 2, 1time/year each) for first three years. After the fourth year, weeding and grass gathering is implemented (2, 1time/year each)

However, under this vegetation management, due to the lack of labor for root extraction workers and invasion of the plant which declines turf early, the levee turf cannot be maintained properly. It causes deterioration of visibility at levee patrol and inspection and increase the disposal cost of cutting grass.

In the previous report, we focused on plant growth regulators and herbicides to address these issues, and obtain certain effects conducted by one-year field experiment. In this paper, based on the results, we clarified the effect of using the herbicides over two years.

Key Words : levee vegetation management, Integrated Weed Management (IWM), herbicide, Plant Growth Regulator, Maintenance cost, Alien plants invasion, perennial plant

1. はじめに

堤防は通常、野芝等の芝類を植栽することにより法面を保護している。野芝は、低草丈で生長するため堤防の亀裂や陥没などの変状が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う維持管理面から優れた特性を備えている。この野芝等の堤防植生は、適切な回数の刈り込み等の管理を継続的に実施した場合において、上記の治水機能ならびに良好な河川景観の創出、不法投棄の抑制等の環境面の機能を発揮する。

国が管理する河川堤防では、築堤後に野芝等で覆い、養生工・除草工により堤防植生の管理を行っている。養生工は、築堤後3年間、人力による抜根、芝刈、および施肥（それぞれ年3, 2, 1回）を実施する³⁾。また、除草工は、築堤後4年目以降、年2回の刈り込み（除草、芝刈）と1回の集草（通常管理）を基本として実施している（図-1参照）。

しかし、このような堤防植生管理のもと現状においては、渡良瀬川では以下のような問題が生じている。

築堤後1～3年目までの養生工においては、抜根作業の人手不足が深刻化し実施が難しくなっている。この結果、芝を早期に衰退させるシロツメクサ、ムラサキツメクサ等の植生が侵入し、その繁茂・拡大により早期に芝が衰退する問題が発生している。

築堤4年目以降の除草工においては、刈り込み回数の減少などの理由から芝が維持できず、セイヨウアブラナ・カラシナのような堤体を弱体化させる懸念のある植生、セイタカアワダチソウ、セイバンモロコシ等の高草丈の植生が侵入し、芝・チガヤ以外の植生が主となった堤防に遷移し、堤防点検時等の視認性への支障、集草・処分費の増大等の問題が発生している。（図-2参照）



図-1 築堤後の経過年数に応じた堤防植生の管理手法

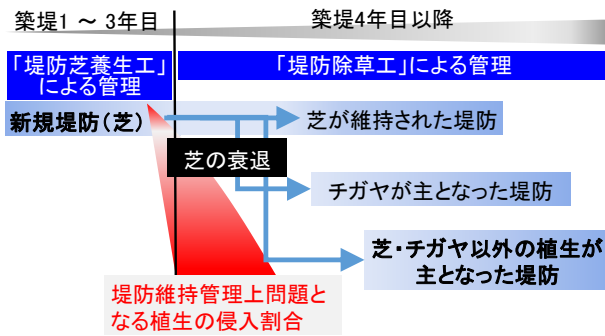


図-2 河川堤防築堤後の経過年数と植生遷移

これらの問題に対応する堤防植生管理の新たな1つのアプローチとして、著者らは、植物成長調整剤・除草剤（以下「植調剤等」という）に着目し、渡良瀬川等における現地実験を1年間行い、一定の効果を得た¹⁾。

本論文では、その成果を踏まえ、2年に渡って植調剤等を使用することで新たに明らかになった「新規堤防（芝）」「芝・チガヤ以外の植生が主となった堤防」における実験効果について報告する。

なお、堤防植生管理の植調剤等を含む農薬の使用は、国土交通省が平成2年に自主規制しているが、その後の農薬取締法改正（平成14年）をはじめ、農薬自体の毒性の低下等の様々な進展が図られている。著者らは、渡良瀬川等の沿川地域への説明、下流利水者への事前の報告などの調整を行うとともに、堤防における周辺環境への安全も考慮した上で、植調剤等を試用した。

2. 植調剤等の1年目使用で得られた効果と課題

(1) 得られた効果

a) 新規堤防（芝）の植生管理手法

人手がかかる抜根作業に代わる養生工として、植調剤等を使用した際の効果を得ることを目的に実験（養生1年目）を行った。

この結果、通常管理の抜根3回に代わり植調剤等を3回使用する手法が最も効果が高く、侵入した維持管理上問題となる植生の種類と量が減少し、通常の養生工よりも良い状態を維持することが可能であった。同時に、通常の養生工の抜根で対応不能であったシロツメクサの侵入・繁茂も抑制でき芝堤の質の向上が見られた他、概算管理コストは通常の養生工に比べて、80～90%程度の縮減が見込めた。

b) 芝・チガヤ以外が主となった堤防の植生管理手法

維持管理上問題となる植生を衰退させ、堤防植生管理が容易な植生へ転換するために、通常の除草工に加え植調剤等を秋季に年1回試用した。この結果、セイバンモロコシ、セイタカアワダチソウが被覆する割合を翌年の夏季に8割ほど減少させた。また、これらの植生に代わ

って繁茂してきた植生は、夏季の草高が50cm～100cmとセイバンモロコシの半分程度のイネ科1年生草本のエノコログサやメヒシバであった。

(2) 残る課題と解決方針

a) 新規堤防（芝）の植生管理手法

新規堤防の張芝直後より植調剤等を使用することで、良好な芝の状態を維持する手法の知見は得られた。

しかし、植調剤等の使用に際しては、現時点では地域からの合意、下流利水者への事前の報告などの調整が必要と考えられ、新規堤防の築堤後、直ぐに植調剤等を使用できるとは限らない。また、調整が終了し、植調剤等が使用可能となった際には、築堤後からの時間経過により、様々な植生が堤防に侵入している可能性も想定される。これらのことから、築堤後に直ぐに植調剤等が使用できず、途中から使用する場合の条件を検討しておくことが重要である。

そこで、養生工の途中から植調剤等を使用するケースを設定し、張芝直後より植調剤等を使用して良好な芝の状態を維持しているケースと植生状況を比較することにより、設定したケースの妥当性、改善点等を検討する方針とする。

b) 芝・チガヤ以外が主となった堤防の植生管理手法

前節で述べた秋季の植調剤等の使用と刈り込みによる植生管理手法は1年間のみの結果である。今回対象とした1年生植生のセイヨウアブラナ・カラシナの種子は、埋土種子として残存している可能性が高く、これらの寿命は概ね4～6年程度⁹⁾であることから、植調剤等の使用を中止した場合、再繁茂してくる懸念がある。同時に、多年生植生のセイバンモロコシやセイタカアワダチソウの地下茎が残存し、一部が夏季に急激に生長してきたため、植調剤等の処理を中止した場合、これらの植生は再生し、拡大・繁茂する恐れがある。

このため、植調剤等を連用することにより、どの程度、多年生植生を抑制することが出来るか検証する必要がある。また、イネ科1年生植生のエノコログサやメヒシバの植被率は20%程度であったが、このような処理を継続した場合、どのような傾向を示すか、さらに、維持管理の面からセイバンモロコシやセイタカアワダチソウより刈草量が減少するかなどの検証も必要である。

これらのことから、1年目の実験内容を継続し、維持管理上問題となる植生の衰退度合い、それらの植生より堤防植生管理が容易なイネ科1年生植生の繁茂状況をモニタリングし、植調剤等を継続使用した場合の効果を評価する。この時、植調剤等の1年間および2年間の使用の効果の比較は、その連用の必要性や使用方法を見出すうえで重要な情報となる。

3. 植調剤等（2年目）を用いた堤防植生管理の実験方法

(1) 実験場所及び区画設定

実験場所は、図-3 に示す平成 28 年度に張芝施工（築堤 2 年目）された新堤の秋山川（渡良瀬川の左支川）左岸川裏 0.8k 付近、ならびに、芝・チガヤ以外が主となった堤防の渡良瀬川左岸川裏（H17 築堤）1.9k 付近とした。区画の設定は、幅 20m、法長 15～20m を一区画とした。



図-3 実験場所

(2) 実施期間

実施期間は、事前の調査を含め平成28年10月から開始し、平成30年11月までの2年間である。なお、本論文で言う2年目使用とは平成29年12月～平成30年11月までを指す。

(3) ケース設定

実験ケース設定の内容を以下に記し、図-4 にまとめ、図中の管理手法の略号と使用植調剤等は下部に記した。

a) 新規堤防（芝）の植生管理手法

（対照区）通常管理を行ったケース（養生工）

（実験区 1）養生工の初期から 2 年間にわたり植調剤等を使用するケース

（実験区 2）養生 1 年目は通常の養生工を実施、2 年目より植調剤等を 1 年だけ使用したケース

b) 芝・チガヤ以外が主となった堤防の植生管理手法

（対照区）通常管理を行ったケース（除草工）

（実験区）通常管理に加え 2 年間にわたり晩秋に植調剤等を使用するケース

本論文の対象

ケース	平成28年度												平成29年度												平成30年度													
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
新規堤防（芝）	対照区																																					
	実験区1																																					
	実験区2																																					
芝・チガヤ以外が主となった堤防	対照区																																					
	実験区																																					

図-4 実験ケース設定

(4) 植生管理手法

今回実施した実証実験の植生管理手法を表-1 に示す。

なお、植調剤等は、新規堤防（芝）、芝・チガヤ以外が主となった堤防に分けて記載した。表-2,3 に今回の実証実験に用いた植調剤等の特徴・効果を示した。

表-1 実証実験における植生管理手法

管理手法	内容
抜根	・人力にて植生を根より除去
刈り込み（除草、芝刈）	・ハンドガイド式除草機により刈高 10cm 程度で除草の実施。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
集草処分	・除草後の草を法尻もしくは天端に集めて処分。
植調剤等	・散布日は降雨時を避け、周辺への飛散防止を考慮し平均風速 3m 以下の時に実施。 ・散布方法は動力式噴霧機を搭載した給水車と、低ドリフトノズルを付属したハンドガイドをホースにより接続し散布

a) 新規堤防（芝）の植生管理で使用した植調剤等

植生の生育時期と種類を考慮し、基本的に芝には影響が少なく、1 年生植生および、多年生植生等に選択的に作用する植調剤等を用いた。

表-2 実験に使用した植調剤等と作用

使用時期	使用時期	植調剤等	薬量	希釈水量	植調剤等の作用と目的
新規堤防（芝）	5月, 7月	アシュラム	0.50ml /㎡	200ml /㎡	植生一般の生育期にシバには影響がなくエノコログサ、メシバの1年生イネ科植生を抑制
	5月, 12月	ハロスルフロメチル	0.04g /㎡	200ml /㎡	シバには影響がなく、シロツメクサ等の広葉植生の生育初期、種子からの発芽、生育初期を抑制
	10月, 12月	MCPA イソプロピルアミン塩	1.25ml /㎡	100ml /㎡	シバには影響がなく、既に生育している、シロツメクサ等の広葉植生を抑制

b) 芝・チガヤ以外が主となった堤防の植生管理で使用した植調剤等

侵入した維持管理上問題となる植生を枯殺・抑制し、新たな植生による堤防管理を目指すことを目的に、非選択性の植調剤等を用いた。

表-3 実験に使用した植調剤等と作用

使用時期	使用時期	植調剤等	薬量	希釈水量	植調剤等の作用と目的
芝・チガヤ以外が主となった堤防	11月, 12月	グリホサートカリウム塩	1.50ml /㎡	100ml /㎡	1年生, 多年生のイネ科広葉植生のほとんどの植生を枯殺, 抑制

(5) 安全性の確認

植調剤等の周辺への飛散状況を感じ試験紙で検査すると共に、下流における水質検査を実施し、植調剤等の散布時、散布後における安全性を確認した。

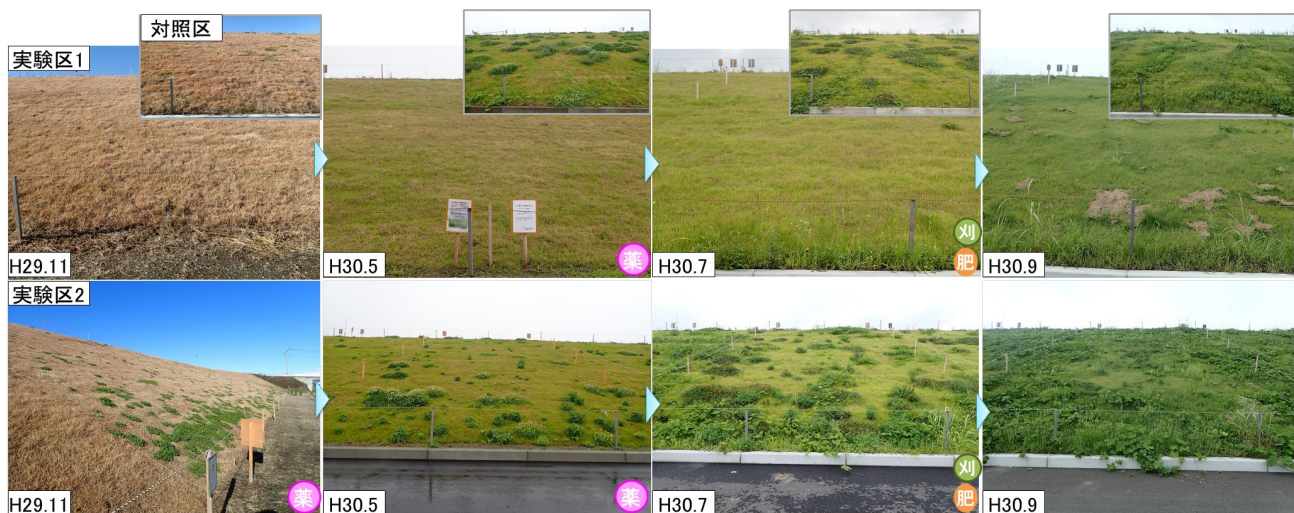


写真-1 植調剤等を初期から使用したケース（実験区1）と途中段階から使用したケース（実験区2）の比較

(6) モニタリング調査と評価方法

a) モニタリング調査

モニタリング調査は表-4 に示す項目について、平成28年11月～平成30年11月の期間において、毎月実施した。(12月～3月は隔月、刈草重量はH30.5とH30.9に計測した。)なお、モニタリングを実施するタイミングは、刈り込み、および植調剤の散布を実施する直前とした。

表-4 モニタリング項目

項目	方法、確認項目	写真
定点写真	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	
植物相	生育する全植物について種名と植被率(%), 草高について調査し、植生を確認	
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	
刈草重量	1調査区につき代表的な箇所3箇所1m×1mを刈り取り、十分に風乾後、重量計測	

b) 評価方法

実証実験における評価は、対照区を基準とした①堤防植生の状態、②視認性、③コスト面から評価を行った。

植調剤等の散布に関するコストは、平成3年の国土交通省の歩掛実績を基とし、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用いた。また、通常管理（養生工、除草工）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算出した。

4. 実験結果

(1) 新規堤防（芝）の植生管理手法

養生工の途中段階より植調剤等を使用したケース（実

験区2）について、植調剤等を使用する直前の平成29年11月における植生状況を写真-1に示す。この時点では、シロツメクサとムラサキツメクサ（以下「ツメクサ類」という）が植被率5%程度で侵入し草高はそれぞれ10cm, 30cmであった。一方、初期から植調剤等を使用している実験区1では、ツメクサ類の侵入を完全に抑制した状態であった。

この状態で、実験区2においてH29.12にツメクサ類の生長期に効果のある植調剤等（MCPA イソプロピルアミン塩）を使用した結果、侵入・繁茂したツメクサ類は衰退した。しかし、実験区2ではツメクサ類を枯らしきるまでに至らず、H30.3より再生し始めH30.5には、散布前のH29.11状況に戻った。なお、実験区1ではこの期間に特に処理を実施していないが、ツメクサ類は繁茂しなかった。

植生の生育期（H30.5）に、実験区1、2共に植調剤等としてアシュラム（1年生植生を抑制）、ハロスルフロンメチル（広葉植生の生育初期、および種子からの発芽を抑制）を使用した。この時、写真-1の右から2列目（H30.7）に示すように、実験区1のツメクサ類の繁茂量が少ない箇所では抑制効果を発揮したが、実験区2のツメクサ類が残存し草高25cm程度に繁茂した状態での使用は効果が低かった。

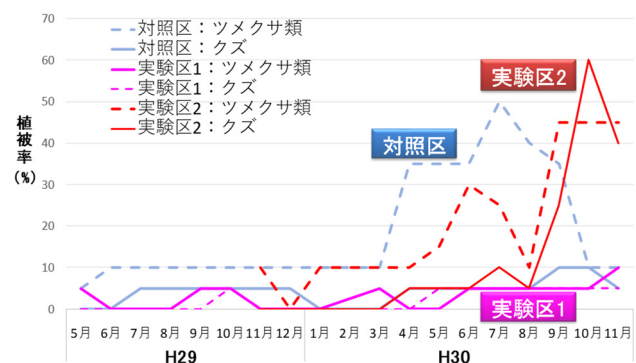
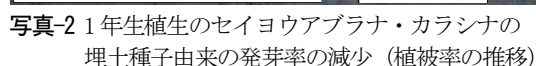
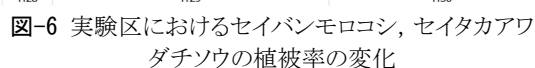


図-5 実験区におけるツメクサ類、クズの植被率の変化

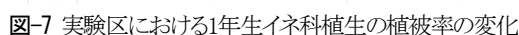
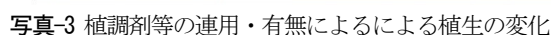
写真-2 に示すように植調剤等の散布前の秋季に、1 年生植生のセイヨウアブラナ・カラシナの埋土種子からの発芽が観察され、その植被率は、60%（実験開始前）であったが、その後、40%（実験開始より 1 年後）、20%（実験開始 2 年後）となっており年々減少した。但し、H28.11、H29.12 と晩秋の植調剤等の使用後は、セイヨウアブラナ・カラシナの地上部はほぼ 100%枯死した。



植調剤等を2年に渡り連用することにより、セイバンモロコシは1年目の植被率20% (H29.8) から2年目には10%、セイタカアワダチソウは、1年目は植被率20%、2年目は5%程度まで抑制された(図-6参照)。



また、これら1年生イネ科植生に転換されたことにより、刈草量は対照区 1.11kg/m^2 に対して、実験区では 0.79kg/m^2 と対照区の約7割に減少した。刈草量の減少も踏まえると、実験区の維持管理コストは植調剤等を利用する分が増加するにも関わらず、2年間の総コストで対照区の1.07倍とほぼ同等である。



5. 考察

(1) 初期から植調剤等を使用するケースと途中段階から植調剤を使用するケースの効果の違い

今回の新規堤防における実験ケースで、初期から植調剤等を使用した植生管理手法を実施した実験区1では、管理頻度が少なく、質の高い良好な芝の状態が維持された。これは、侵入植生を初期に抑制することで、効果的に対象とする植生を抑制できたためである。一方、植調剤等を途中から使用した実験区2ではツメクサ類、クズ等が抑制しきれなかった。

この原因として植調剤等の使用濃度、植生生育期における植調剤等の使用回数、および芝等の刈り込み頻度の3点が考えられる。以下、それぞれについて考察し、今後の植生管理手法の改善する際の留意点をまとめた。

a) 植調剤等の使用濃度

植調剤等の使用濃度は、農薬取締法に定められた規定範囲の平均濃度を適用している。この濃度設定は、H25～H26の河川外の試験場で得られた結果を基に、適用範囲の平均濃度を採用している。しかし、今回の実堤防の場合、試験場より実験区全域にわたって植生の生育が旺盛であり、薬剤の効果が限定された可能性がある。

b) 植生生育期における植調剤等の使用回数

H30.5の春季にツメクサ類がある程度繁茂していた実験区2では、春季から夏季の植生生育期における植調剤等の使用は1回であり、ツメクサ類の地表面のランナーをある程度抑制するためには、使用回数が少なかったことが考えられる。H29の養生1年目の実験では、5月、7月に植調剤等を2回使用した実験区のみ、効果的にシロツメクサ等を中心とした植生の侵入を抑制した²⁾。

c) 芝等の刈り込み頻度

養生工において、密度が高い芝を作ることによって維持管理上問題となる植生の侵入を抑制することが可能となるが、このためには刈り込み回数が重要である。しかし、現時点の植調剤等を使用し、刈り込みを組み合わせた実験ケースは、年に1回の刈り込みしか組み込んでおらず、芝の育成の面からすると頻度が少ないことが考えられる。

(2) 新規堤防（芝）における途中段階から植調剤を使用する際の留意点

前項の検討結果より、ツメクサ類等の維持管理上問題となる植生の侵入がある養生工時の芝堤における植生管理手法として、以下の項目を留意し今後の植生管理手法へ反映することが考えられる。

- 1) 植調剤等の使用濃度を規定範囲内の最大濃度等、高濃度側の設定を適用すること。
- 2) 植生生育期に、生長したツメクサ類が存在する場合は、生長期を的確に捉え、効果的な植調剤等を複数回使用すること。
- 3) 芝刈りの回数を増加し、芝の生育を促進させること。

(3) 植調剤等を連用することによる効果

芝・チガヤ以外の植生が主となった堤防において、植調剤等を2年間使用することで1年生植生のセイヨウアブラナ・カラシナの埋土種子からの発芽による植被率は減少しており、継続した植調剤等の使用は有効と考えられる。但し、埋土種子の寿命は4～6年であることから、さらに2～4年程度は植調剤などの使用を継続して、種子からの発芽による拡大繁茂を抑制する必要がある。

多年草のセイバンモロコシやセイタカアワダチソウ等に関しても、植調剤等の1年間の使用のみでは、繁殖器官である地下茎を完全に枯殺するまでに至らなかった。しかし、植調剤等を2年間使用することにより、夏季に再生してきた同植生の植被率は5～10%まで減少した。但し、完全に枯殺していないので、処理を継続し、モニタリングにより経過を観察する必要がある。

上記の維持管理上問題となる植生が衰退した後に生えてくる1年生イネ科植生のメヒシバやエノコログサの植被率は2年目において一気に上昇する。これは日照条件など有利な条件が揃うためと考えられる。なお、刈草量は少なくなることから、維持管理費の抑制が見込まれた。

6. まとめ

- 1) 養生工の途中段階から植調剤等を使用する場合は、使用する薬剤の濃度、回数、種類、刈り込み回数等、様々な検討が必要となる。一方、養生工初期から植調剤等を使用することで、効率的かつ効果的に良好な芝の状態を維持可能である。このことから、養生工の初期から植調剤等を使用する予防的な使用方法が質の高い芝堤を維持するために必要である。
- 2) 除草工の段階において、維持管理上問題のある植生が侵入した場合は、植調剤等の連用が基本となる。これらの植生が衰退した後に生えてくる1年生イネ科植生の植被率は2年目において一気に上昇するが、刈草量は問題植生より小さくなる。

謝辞：本論文は、「渡良瀬川堤防管理技術検討会」で検討された内容に基づいており、座長の築瀬範彦教授(足利大学)を始め、小笠原勝教授(宇都宮大学)、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) 青山治彦他：渡良瀬川における植物成長調整剤を用いた堤防植生管理手法の検討、河川技術論文集第24巻、2018
- 2) 青山治彦他：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、河川技術論文集第24巻、2018
- 3) 国土交通省 関東地方整備局 土木工事共通仕様書、2017。
- 4) 近藤 萬太郎：日本農林種子学 前編・総論、養賢堂、1933

(2019.4.2 受付)