

渡良瀬川における植物成長調整剤を用いた 効率的・効果的な堤防植生管理手法の提案

PROPOSAL FOR INTRODUCTION OF EFFICIENT AND EFFECTIVE TECHNIQUE FOR CONTROLLING EMBANKMENT VEGETATION WITH THE PLANT GROWTH REGULATORS FROM A CASE IN WATARASE RIVER

大澤寛之¹・山田政雄¹・塩見真矢¹・小笠原勝²

Hiroyuki OHSAWA, Masao YAMADA, Shinya SHIOMI and Masaru OGASAWARA

¹ 渡良瀬川堤防管理技術検討会事務局（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 農博 宇都宮大学教授 雑草と里山の科学教育研究センター（〒321-8505 栃木県宇都宮市峰町350）

Recent invasion and growth of alien plants has brought negative effects for embankment management, such as causing structural damages and impeding river inspection/embankment examine works.

To solve these problems caused by alien plants, this report focuses on the safe and effective plant growth regulators which has been improved under the revised Agricultural Chemicals Regulation Act. In addition, it proposes more efficient and effective technique for controlling embankment vegetation by using the plant growth regulators based on the on-site operation tests in Watarase River.

Key Words: Technique for controlling embankment vegetation, Plant growth regulators, Use safety, Effect verification, Cost reduction, Regional alliances

1. 検討の背景

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ある。その維持管理は、堤防表面における異常の有無を点検可能にするため、年2回の除草を基本として行っている。しかしながら、年2回の除草では外来植物の侵入・繁茂等の影響により出水期間中の河川巡視・堤防点検への支障やカラシナ等による堤防機能の弱体化等の問題が生じている。そのため、維持管理予算が厳しい中で、効率的・効果的な堤防植生管理手法が求められている。

2. 渡良瀬川における堤防植生の現状と課題

(1) 堤防植生の現状把握

平成23年秋季と平成24年春季に、渡良瀬川河川事務所管内における堤防植生の現状を把握するため、一般的に知られている堤防植生タイプ区分調査¹⁾を実施した。

その結果、シバタイプが約20%、チガヤタイプ及び外来牧草タイプがそれぞれ約40%を占めていた(図-1)。また、外来牧草タイプのうち、堤防維持管理上支障となるカラシナ型が36.7%確認された(図-1)。

これら堤防植生タイプは、堤防の耐侵食機能と密接な

関係^{1),2)}があり、この耐侵食機能を保持するためには、根系が均一かつ密で厚くなる堤防植生タイプを維持することが重要視されている。特に、シバタイプやチガヤタイプについては、外来牧草タイプより耐侵食機能が優れていることが知られている¹⁾。

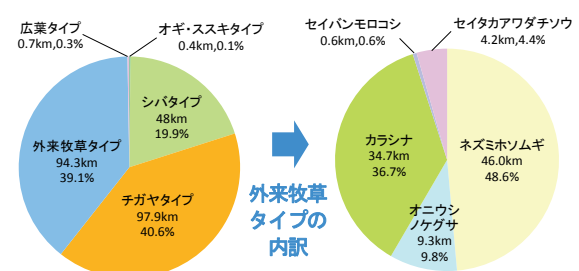


図-1 渡良瀬川管内の堤防植生タイプの現状(延長割合)

(2) 堤防管理面から見た現状の課題と対応の必要性

渡良瀬川における堤防管理面から見た現状の課題と対応の必要性について整理した。

a) シバタイプ

シバタイプは、耐侵食性に優れているが、維持するためには年4回以上の除草回数が必要^{1),3)}であり、現状の年2回除草では、外来牧草へ遷移してしまう傾向にある。そのため、現状のシバを維持する管理手法が必要となる。

b) チガヤタイプ

チガヤタイプは、耐侵食性に優れている¹⁾が、草丈が高くなり、河川巡視・堤防点検への支障をきたすことが懸念される。そのため、チガヤの草丈管理が必要となる。

c) 外来牧草タイプ

外来牧草タイプは、耐侵食性が低く¹⁾、外来植物の繁殖に伴い法面の草丈が高くなることから、河川巡視・堤防点検へ支障を与えている。特にカラシナ型は根が肥大化し夏場に腐食するため、堤防の表土が軟化し、堤防表面の裸地化及び堤体の弱体化など堤防機能の低下が起きている。そのため、外来牧草を衰退させる必要がある。



シバタイプ チガヤタイプ 外来牧草タイプ

図-2 主な堤防植生タイプ毎の状況

これらの課題と対応の必要性から、関連分野の研究者や専門家等からなる「渡良瀬川堤防管理技術検討会」及び、地域の関係者からなる「渡良瀬川堤防管理手法懇談会」を通じて、渡良瀬川における新たな堤防植生管理について検討することになった。

3. 堤防植生管理の目標設定と現地実証実験

(1) 堤防植生管理の目標設定

堤防植生管理の目標は、現状の維持管理コスト程度の範囲で、堤防機能の低下や堤防点検等に支障のない堤防植生管理を行うことを前提に、①外来牧草タイプは、カラシナ等の外来牧草を衰退させ、シバやチガヤへの植生の転換を図る。②シバタイプは、現状の植生を保つように管理する。③チガヤタイプは、草丈管理を前提に現状の植生を保つように管理する。を設定した。この目標達成に向けて、新たな堤防植生管理手法を整理し、現地実証実験を経て、その有効性について検証を行った。

(2) 現地実証実験

現地実証実験で検証する堤防植生管理手法は、①近年の農薬取締法改正で安全性や効果があり過去に河川堤防で使用実績がある「植物成長調整剤散布」②過去に行われていた伝統的な手法である「芝焼き」③現状で行われている「刈取り」の組合せとし、現状の維持管理コスト程度の範囲内で、現在の知見により効果が見込める12ケースを選定した(表-1)。

なお、植物成長調整剤については、平成2年の事務連絡「農薬の使用に関する河川の維持管理について」で、原則上水道取水口の upstream 区域で使用が制限されていたが、近年の農薬取締法改正により、厳しい試験を合格し安全

確認されたもののしか登録・使用ができなくなった経緯もあり、現地実証実験の堤防植生管理手法として採用した。

表-1 堤防植生タイプ別の実験ケース

堤防植生タイプ	実験ケース
外来牧草タイプ (カラシナ型以外)	1 フルルプリミドール散布(11月)+刈取り(5月)
	2 ビスピリバックナトリウム塩散布(4月)+刈取り(5月)
	3 刈取り(5月、8月)+芝焼き(6月)
外来牧草タイプ (カラシナ型)	4 MCPAイソプロピルアミン塩散布(11月)
	5 グリホサートカリウム塩散布(11月)+芝焼き(2月)
シバタイプ	6 MCPAイソプロピルアミン塩+ハロスフロメチル散布(11月)
	7 MCPAイソプロピルアミン塩+ハロスフロメチル散布(11月)+芝焼き(2月)
	8 MCPAイソプロピルアミン塩+ハロスフロメチル散布(11月)+刈取り(8月)
チガヤタイプ	9 フルルプリミドール散布(11月)+刈取り(5月)
	10 ビスピリバックナトリウム塩散布(4月)+刈取り(8月)
	11 刈取り(5月、8月)+芝焼き(6月)
	12 刈取り(5月、8月)+集草処分(5月)

(3) 使用する植物成長調整剤

本実験で使用する植物成長調整剤は、農林水産省令や環境省令に基づき農林水産省に登録され安全性が確保されているフルルプリミドール(粒剤)、ビスピリバックナトリウム塩、グリホサートカリウム塩、MCPAイソプロピルアミン塩、ハロスフロメチルの5種類とした。

使用量は、濃度による差を把握する目的で、農林水産省に登録されている規定の使用量の下限値の105%、平均値、上限値の95%の3段階に分けて使用した。

4. 現地実証実験の実施

(1) 現地実証実験の実施概要

実験場所は、植物成長調整剤に関わる実験ケースを河川以外の管理された用地の宇都宮大学附属農場内(1実験ケース当りの面積:16㎡)とし、刈取り・芝焼きの実験及び刈取り・集草処分の実験は渡良瀬川と秋山川の河川堤防(実験ケース面積:No.3が150㎡, No.11が120㎡, No.12が1,000㎡)とした。

平成25年5月から順次実験を開始し、毎月1回(冬季は隔月)のモニタリング調査を平成26年10月まで実施した。調査項目は、堤防の目視点検時における視認性を検証するための草丈調査と、堤防植生による耐侵食性を検証するための植物相調査を実施した。

また、これらの調査以外に、植物成長調整剤の安全性確認実験を実施した。

(2) 植物成長調整剤散布における安全性確認実験の実施

実験で使用する各植物成長調整剤は、安全性が確保されたものであるが、有効成分の固定分解状況や流出の有無について一般的に懸念される面もあることから、補足的に安全性確認実験を実施した。

a) 植物成長調整剤の固定分解状況の確認実験

植物成長調整剤は、植物・土壌への吸収・吸着で固定され、光や植物体内での酵素、微生物等により分解される。その固定分解状況は、植物成長調整剤の種類や対象

植物等により異なるため、本実験で確認した。

実験内容は、植物に植物成長調整剤を散布した箇所において、散布前、散布後(1日後、1週間(7日)、3週間(21日)、10週間(70日)、30週間(210日))の植物体及び土壌を合わせてサンプリングし、個々の有効成分濃度を分析して、固定・分解状況の経過を把握した。

結果は、散布後3週間で概ね固定分解され10週間で検出されなくなった(図-3)。この固定分解状況は、一般的な植物成長調整剤として妥当な結果であった。

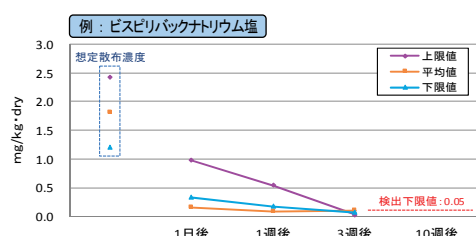


図-3 植物成長剤調整剤の固定分解状況(例)

b) 植物成長調整剤流出の有無の確認実験

植物成長調整剤が、土砂降り相当の降雨によって、表土と共に流出することが懸念される面もあることから、流出の有無を確認する実験を実施した。

実験内容は、①雨量強度30mm/h程度の人工降雨を降らせる散水装置を設計製作、②実験区へ5種類の植物成長調整剤を散布、③散布の24時間後に人工的な降雨を降らせる実験を開始、④実験開始後に、実験区内、実験区直下0.5m、実験区直下4m、実験区直下10mの位置で表層土壌のサンプリングを実施、⑤サンプルから有効成分濃度を分析して、流出の有無を確認した。

なお、サンプリングのタイミングは降雨直前、降雨開始後20分後、40分後、60分後、1日後、1週間後とした。

結果は、植物成長調整剤を散布した実験区の直下0.5m、さらにその下流の全地点、及び、全ての時間帯で有効成分は全く検出されなかった(図-4)。

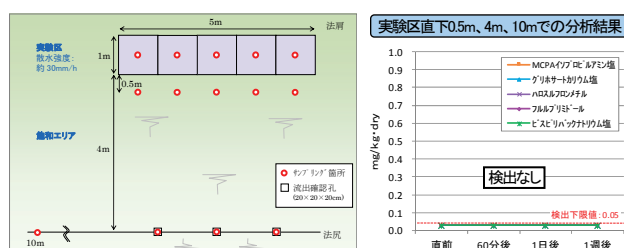


図-4 植物成長調整剤流出の有無の確認実験場と実験結果

以上のように、植物成長調整剤の土壌等への固定分解状況や降雨による流出について、その安全性を確認した。

5. 効果検証における評価方法及び評価結果

(1) 効果検証における評価方法

各実験ケースの効果検証における評価方法は、堤防の目視点検時における視認性を評価する草丈と、堤防植生による耐侵食性を評価する植物相(広葉植物とイネ科植物の種数)に区分し、3段階評価とした(表-2)。

草丈については、出水期間中(6月～10月)における堤防植生の成長期である8月と9月を評価月とした。また、草丈の評価値は、3または2であれば、堤防の目視点検が可能であることを実験地にて確認している。

植物相(広葉植物とイネ科植物の種数)については、一般的にシバやチガヤを含むイネ科植物の方が広葉植物より耐侵食性に優れているので、その増加・減少における傾向を評価値としている。

なお、堤防植生の成長変化による雨水等の堤体への浸透に対する影響については、各実験ケースにおいて植生(根系を含む)が実験エリア全体に確認されていることから、影響はないものとする。

表-2 効果検証における評価値

評価値	草丈		植物相(種数)	
	8月	9月	広葉植物	イネ科植物
3	～40cm		減少	シバ・チガヤが維持
2	40～80cm		現状程度	イネ科が増加・維持
1	80cm～		増加	イネ科が減少

(2) 効果検証における評価結果

前述の評価方法により、堤防植生タイプ別に各実験ケースの効果評価を行った(図-5～図-16)。

a) 外来牧草タイプ(カラシナ型以外)の実験ケース

本堤防植生タイプでは、ケースNo.2が堤防植生の成長期である8月と9月の評価月において目視点検が可能な草丈が維持され、植物成長調整剤散布により広葉植物の抑制効果が確認できることから(図-6)、有効な管理手法として評価できる。

b) 外来牧草タイプ(カラシナ型)の実験ケース

本堤防植生タイプでは、植物成長調整剤散布後に、管理目標とするカラシナの衰退が確認されている。特に、ケースNo.5が堤防植生の成長期である8月と9月の評価月において目視点検が可能な草丈が維持され、芝焼き後は広葉植物が抑制されイネ科植物が増加していることから(図-9)、有効な管理手法として評価できる。

c) シバタイプの実験ケース

本堤防植生タイプでは、全てのケースにおいて植物成長調整剤散布や芝焼きにより、広葉植物の抑制効果があり、シバが良好に維持され、年間を通じて目視点検が可能な草丈が維持されていることから(図-10, 図-11, 図-12)、全てのケースが有効な管理手法として評価できる。

d) チガヤタイプの実験ケース

本堤防植生タイプでは、ケースNo.10が堤防植生の成長期である8月と9月の評価月において目視点検が可能な草丈が維持され、チガヤの成長も良好で植物成長調整剤

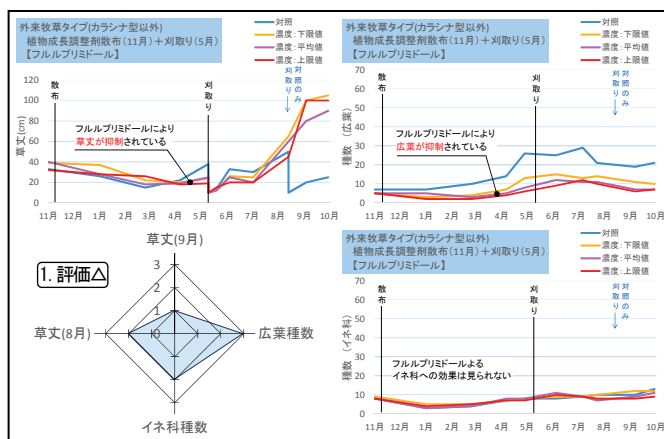


図-5 No1.フルペリミドール散布(11月)+刈取り(5月)の実験結果

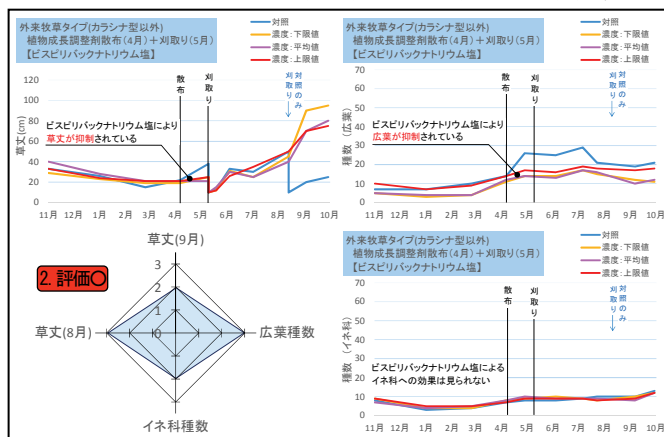


図-6 No2.ビスフェノールA塩散布(4月)+刈取り(5月)の実験結果

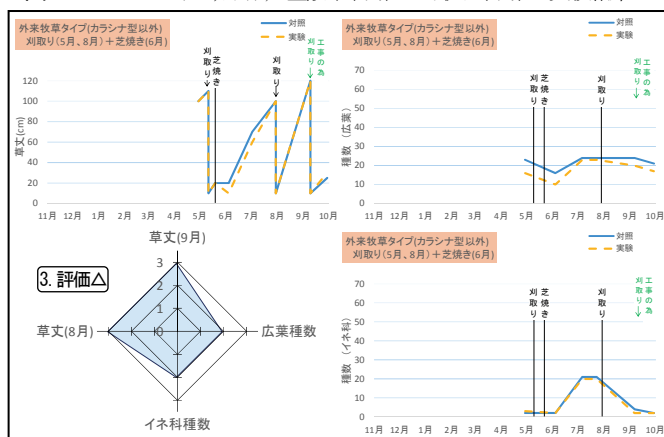


図-7 No3.刈取り(5月, 8月)+芝焼き(6月)の実験結果

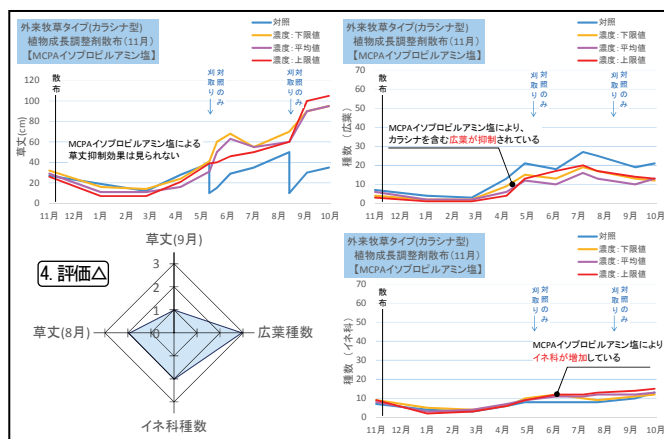


図-8 No4. MCPAイソプロピルアミン塩散布(11月)の実験結果

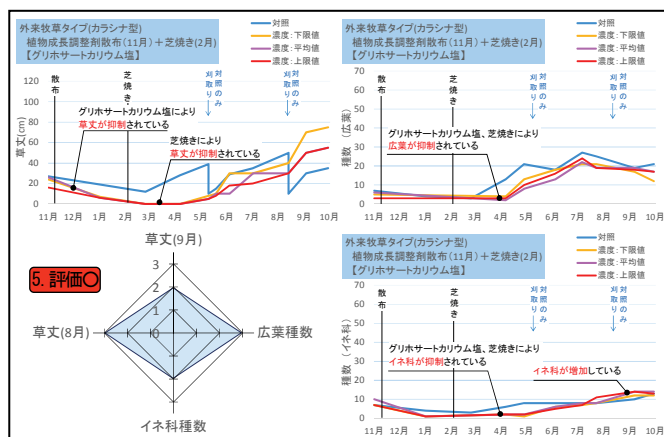


図-9 No5.グリホサートカリウム塩散布(11月)+芝焼き(2月)の実験結果

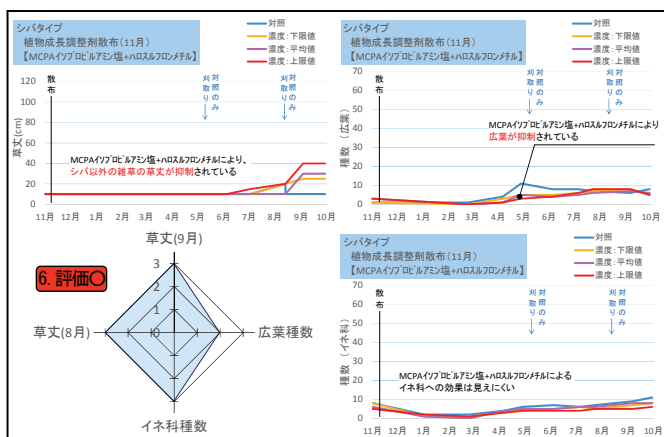


図-10 No6. MCPAイソプロピルアミン塩+DSDA塩散布(11月)の実験結果

散布により広葉植物の抑制効果が確認できることから(図-14)、有効な管理手法として評価できる。

また、ケースNo.11が堤防植生の成長期である8月と9月の評価月において目視点検が可能な草丈が維持され、チガヤの成長も良好である(図-15)。加えて、刈取り後の芝焼きにより集草・処分費が削減できることから、有効な管理手法として評価できる。

6. コスト評価を加えた各管理手法の総合評価

(1) コスト単価の算出

現地実証実験の効果検証結果に対する評価は、実際に河川堤防での実用化を考慮した場合、維持管理作業におけるコスト評価も含めた総合評価が必要となる。

そこで、現地実証実験の各実験ケース及び比較するための通常管理における各コスト単価を算出した(表-3)。

各コスト単価の算出にあたっては、植物成長調整剤の散布歩掛は過去の実績歩掛を基に施工実績のある業者へのヒアリングを通じて設定し、通常管理コストは現行の積算単価とした。

(2) コスト評価を加えた各管理手法の総合評価

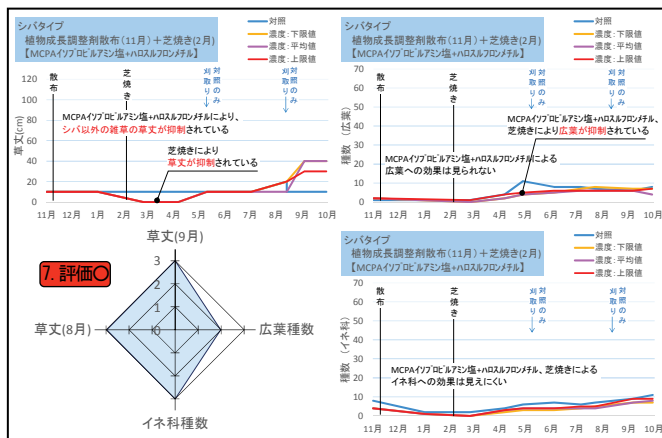


図-11 No7. MCPAタイプ[®]ロピ[®]リン塩+ナトリウム塩散布(11月)
+芝焼き(2月)の実験結果

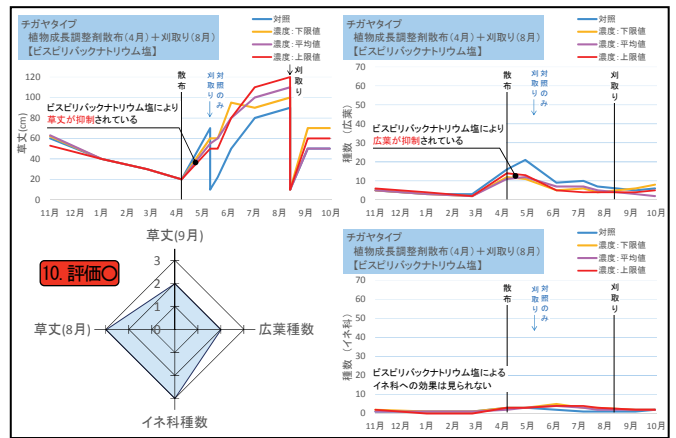


図-14 No10. ビス[®]リバックナトリウム塩散布(4月)+刈取り(8月)の実験結果

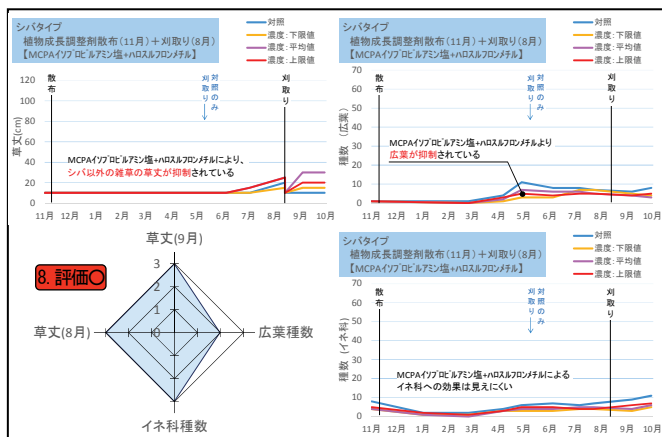


図-12 No8. MCPAタイプ[®]ロピ[®]リン塩+ナトリウム塩散布(11月)
+刈取り(8月)の実験結果

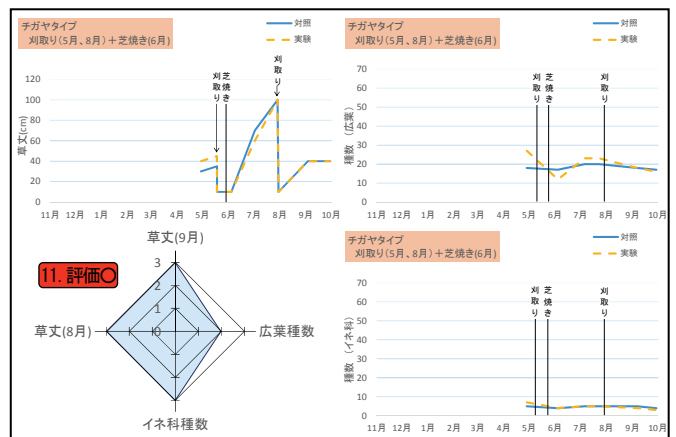


図-15 No11. 刈取り(5月、8月)+芝焼き(6月)の実験結果

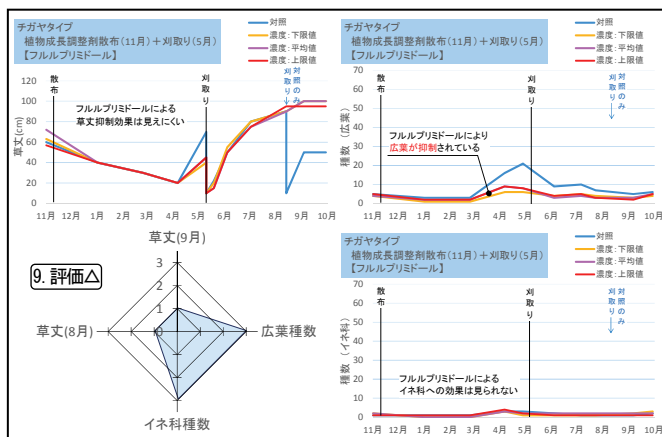


図-13 No9. フル[®]プリミ[®]ール散布(11月)+刈取り(5月)の実験結果

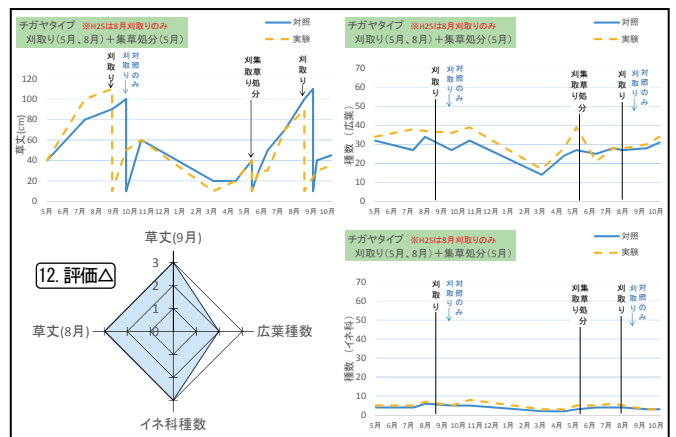


図-16 No12. 刈取り(5月、8月)+集草処分(5月)の実験結果

各管理手法の総合評価は、前述の効果検証における評価結果に、算出した各コスト単価をコスト評価として加えて総合的な評価を行い、効率的・効果的な堤防植生管理手法を選定した。

a) 外来牧草タイプ（カラシナ型以外）の総合評価

実験ケースNo.2の管理手法は、堤防植生機能としての効果評価が高く、コスト評価でも通常管理コストに対して0.74倍と約25%のコスト縮減が見込める(表-3)。

b) 外来牧草タイプ（カラシナ型）の総合評価

実験ケースNo.5の管理手法は、堤防弱体化の原因とな

るカラシナを確実に衰退できる等、堤防植生機能としての効果評価が高く、コスト評価でも通常管理コストに対して0.61倍と約40%のコスト縮減が見込める(表-3)。

c) シバタイプの総合評価

全ての管理手法において、シバが良好に維持できることから堤防植生機能としての効果評価が高い。コスト評価においては、実験ケースNo.6の管理手法が通常管理コストに対して0.39倍と約60%のコスト縮減が見込める。同様に、実験ケースNo.7の管理手法では0.64倍と約35%のコスト縮減が、実験ケースNo.8では0.63倍と約35%の

コスト縮減が見込める(表-3)。

d) チガヤタイプの総合評価

実験ケースNo.10の管理手法は、チガヤが良好に維持され堤防植生機能としての効果評価が高く、コスト評価でも通常管理コストに対して0.74倍と約25%のコスト縮減が見込める(表-3)。また、実験ケースNo.11の管理手法では、チガヤが良好に維持され堤防植生機能としての効果評価が高く、コスト評価でも刈取り後の芝焼きにより集草・処分費が削減できることから、通常管理コストに対して0.74倍と約25%のコスト縮減が見込める(表-3)。

表-3 実験ケース毎のコスト単価

堤防植生タイプ	実験ケース	コスト単価	備考
外来牧草タイプ (カラシナ型以外)	1 フルルブリミドール散布(11月)+刈取り(5月)	86,633円	2.61倍
	2 ビスピリバクナトリウム塩散布(4月)+刈取り(5月)	24,383円	0.74倍
	3 刈取り(5月、8月)+芝焼き(6月)	24,363円	0.74倍
外来牧草タイプ (カラシナ型)	4 MCPAインプロピルアミン塩散布(11月)	10,220円	0.31倍
	5 グリホサートカリウム塩散布(11月)+芝焼き(2月)	20,357円	0.61倍
	6 MCPAインプロピルアミン塩+ハロメスフロントナル散布(11月)	12,820円	0.39倍
シバタイプ	7 MCPAインプロピルアミン塩+ハロメスフロントナル散布(11月)+芝焼き(2月)	21,157円	0.64倍
	8 MCPAインプロピルアミン塩+ハロメスフロントナル散布(11月)+刈取り(8月)	20,833円	0.63倍
	9 フルルブリミドール散布(11月)+刈取り(5月)	86,633円	2.61倍
チガヤタイプ	10 ビスピリバクナトリウム塩散布(4月)+刈取り(8月)	24,383円	0.74倍
	11 刈取り(5月、8月)+芝焼き(6月)	24,363円	0.74倍
	12 刈取り(5月、8月)+集草処分(5月)	33,130円	1.00倍
通常管理	刈取り(5月、8月)+集草処分(5月)	33,130円	—

表-4 コスト評価を加えた各管理手法の総合評価

堤防植生タイプ	実験ケース	評価		
		効果	コスト	総合
外来牧草タイプ (カラシナ型以外)	1 フルルブリミドール散布(11月)+刈取り(5月)	△	×	△
	2 ビスピリバクナトリウム塩散布(4月)+刈取り(5月)	○	○	○
	3 刈取り(5月、8月)+芝焼き(6月)	△	○	△
外来牧草タイプ (カラシナ型)	4 MCPAインプロピルアミン塩散布(11月)	△	○	△
	5 グリホサートカリウム塩散布(11月)+芝焼き(2月)	○	○	○
	6 MCPAインプロピルアミン塩+ハロメスフロントナル散布(11月)	○	○	○
シバタイプ	7 MCPAインプロピルアミン塩+ハロメスフロントナル散布(11月)+芝焼き(2月)	○	○	○
	8 MCPAインプロピルアミン塩+ハロメスフロントナル散布(11月)+刈取り(8月)	○	○	○
	9 フルルブリミドール散布(11月)+刈取り(5月)	△	×	△
チガヤタイプ	10 ビスピリバクナトリウム塩散布(4月)+刈取り(8月)	○	○	○
	11 刈取り(5月、8月)+芝焼き(6月)	○	○	○
	12 刈取り(5月、8月)+集草処分(5月)	△	○	△

以上の総合評価(表-4)により、選定された新たな堤防植生管理手法は計7手法である。このうち、植物成長調整剤を用いた管理手法は計6手法が該当しており、植物成長調整剤を用いることの有効性が実証された。

また、芝焼きによる管理手法を組み合わせた実験ケースは計3ケース該当しており、芝焼きによる管理手法の有効性も合せて実証された。

7. まとめ

以上を踏まえ、今後の河川堤防での実用化に向けて、以下に示す根拠により「渡良瀬川における植物成長調整剤を用いた効率的・効果的な堤防植生管理手法」を提案する。

(1) 堤防植生の改善・保持効果

現在の年2回除草では解決できなかった出水期間中の河川巡視・堤防点検への支障が解消できることが実証された。また、肥大化したカラシナの根による堤防機能の弱体化を防げることが実証された。さらに、年2回除草ではその維持が困難な耐侵食性に優れたシバタイプの堤防植生の保持が可能となることが実証された。

(2) 植物成長調整剤の安全性

植物成長調整剤は、農薬取締法により農林水産省に登録されているものしか使用できず、その登録にあたっては、安全性を確認する試験を十分に行い、規定の使用量及び散布方法を行えば、環境や生物への影響がないことが確認されている。今回の現地確認実験を通じて、植物成長調整剤の土壌等への固定分解状況や降雨による流出について、その安全性を確認した。

(3) 維持管理コストの縮減

植物成長調整剤を用いた管理手法は、現状の維持管理コスト単価に比べて、約25～60%のコスト縮減が見込めることが算出された。

8. 今後の実用化に向けての課題

今後、河川堤防で実用化する場合の具体的な課題としては、①河川堤防スケールでの効率的な散布方法、②地域特性に配慮した施工管理、③実用化時における施工単価があげられる。

これらの課題を解決するために、河川堤防での現地実証実験を経て、実用化を目指す必要がある。

謝辞：本成果は、「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、座長の築瀬教授(足利工業大学)をはじめ、佐々木名誉教授(埼玉大学)、清水教授(群馬大学)、松本助教(群馬大学)から貴重なご意見を頂きました。また、渡良瀬川河川事務所管理課の小淵課長、廣瀬維持係長には、事務局として多大なご尽力を頂きました。この場を借りて、御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 佐々木寧・戸谷英雄・石橋洋宏・伊坂充・平田真二：堤防植生の特性と堤防植生管理計画，河川環境総合研究所報告 第6号，2000。
- 2) 建設省土木研究所河川部河川研究室：洪水流を受けた時の多自然型河岸防護工・粘性土・植生の挙動，土木研究所資料第3489号，1997。
- 3) 服部敦・望月達也・藤田光一：年2回の草刈りを行っている堤防のり面の耐侵食性の評価，水工学論文集 第41巻，1997。

(2015. 4. 3受付)