

河川堤防の植生転換による堤防植生機能確保とコスト縮減の取り組み

山崎 裕治¹

¹近畿地方整備局 近畿技術事務所 品質調査課 (〒573-0016 大阪府枚方市山田池北町11番1号)

近年の維持管理費縮減に伴う除草回数減少により、河川堤防植生はノシバから外来植物への遷移・繁茂が進行し、耐侵食性や視認性の低下などの問題が生じている。これに対し、近畿地方整備局では、「植生転換」が中・長期的なコスト縮減対策の1つとして位置づけられている。

本報告は、河川堤防の「低草丈草種への植生転換」による、適正な堤防植生機能確保と維持管理コスト縮減に向けた取り組みについてとりまとめたものである。検討結果は、「堤防植生管理の導入の手引き(案)植生転換の施工・維持管理編」としてとりまとめた。近畿技術事務所では、管内への試行拡大に向けて、この手引き(案)を用いた現場への技術支援を行った。

キーワード 堤防除草、堤防点検、コスト縮減、植生転換、低草丈草種

1. はじめに

堤防除草は、堤防点検などによる状態把握のための環境整備及び堤体の保全のため、年2回を基本として実施している。

近畿地方整備局管内においては、除草費は維持管理にかかる費用の内の1/5を占めており(図-1)、河川改修事業(堤防強化等)の進捗に伴い、除草面積が増加することから、今後、除草費がさらに増加することが想定されるため、堤防除草コスト縮減を図っていく必要がある。

平成28年度、河川維持管理計画の改訂の検討に伴い、近畿地方整備局管内で取り組まれた4つのワーキングのうちの1つである堤防除草コスト縮減ワーキングでは、短期的なコスト縮減対策である「遠隔式草刈機による除草」、「堆肥化」、「ロール化」、「刈放し」、「野焼き」、「動物除草」等の導入、及び中・長期的なコスト縮減対策である「低草丈草種による植生転換」の試行が位置づけられた¹⁾。

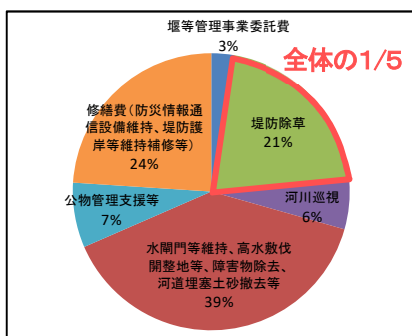


図-1 R3年度河川維持修繕費の内訳

2. 植生転換の概要

(1) ノシバによる堤防管理の課題

堤防植生とは、「堤防法面の表面を覆う植生」を示す。土堤による新堤防(高上げ、拡幅等による補強等を含む)の築造後の法面保護には、通常ノシバが用いられる。

ノシバは、①国内全域において、根の活着が早く、健全に生育すること、②入手及び施工上の取り扱いが容易であること、③堤防植生に求められる機能に優れていることなどから、堤防管理上望ましい植生である²⁾。

そのノシバを維持するためには、年4回以上の除草が必要であるが、近年、年3~5回から年2回に除草回数が減少し、シバ以外の他の植生の侵入・繁茂によりノシバの衰退が進行している。また、シバを維持するうえで重要となる養生期間の抜根除草等が行われていない堤防が多く、ノシバの衰退を助長している。

ノシバの衰退等により、植栽後10年程度までに高茎草本等の他の植生に遷移する事例が多い(図-2)。

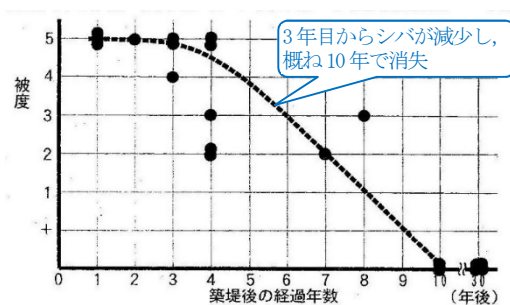


図-2 シバの被度の経年変化(年2回除草)³⁾



図-3 ノシバによる堤防管理の課題

高茎草本等の他の植生の侵入・繁茂により、堤体の耐侵食性の低下、堤防点検等の状態把握及び水防活動への支障、刈草量の増加による堤防除草コスト（処分費）の増加等の問題が発生している（図-3）。

以上より、そのような問題を解決するとともに、現状の年2回除草で維持可能な、ノシバに代わる堤防植生への転換が必要である。

(2) 植生転換とは

植生転換とは、堤防の維持管理に支障を及ぼす高茎草本等の現況堤防植生を草丈の低い他の植生（以下、低草丈草種という。）に転換することをいう。低草丈草種による植生転換は、年2回程度の除草により、草丈が低く、根張りの良い植生が堤防法面を密に被覆し、雑草の侵入・生育を抑制する。それにより、堤防植生に求められる機能（堤体の耐侵食性の確保、堤体の変状等を発見しやすい視認性の確保、堤防除草コストの縮減）を長期的に保持するとともに、中長期的なコスト縮減効果が期待できる。

(3) 植生転換に用いる低草丈草種

植生転換に用いる低草丈草種は、近畿地方整備局管内の河川堤防における試験施工の結果より、堤防植生機能に優れ、雑草抑制効果が高い草種は、現時点で在来種3種（改良コウライシバ（TM9）、改良ノシバ（エルトロ）、ノシバとコウライシバの種間雑種（ビクトール））及び外来種2種（改良ムカデシバ（ティフブレア）、改良イヌシバ（ザッソレス））の計5種の適用が考えられる。ただし、植生転換の試行では在来種を用いることを基本とし、外来種を用いる場合には地域のコンセンサスを得ることを基本とする⁴⁾。

(4) 植生転換のコスト縮減効果

植生転換の10年間のコスト試算では、TM9張芝による植生転換により、従来のノシバ張芝よりも10年間で維持管理コストが最大約30%の縮減を見込まれる（図-4）。

【コスト試算の考え方】

- ・ イニシャルコストは、TM9 張芝（2,453 円/m²）とノシバ張芝（1,681 円/m²）の施工単価（表土剥ぎ取り・埋め戻しを含む）から算出した。
- ・ ランニングコストは、以下の通り算出した。
 - ▶ TM9は、1～3年目まで年2回抜根除草、4～10年目まで年2回機械除草に係るコストを計上した。
 - ▶ ノシバは、1～3年目まで年2回抜根除草、4～10年目まで年2回機械除草・集草に係るコストを計上した。
 - ▶ ノシバは、年2回除草では衰退し、堤防植生の機能を保持できない事例が多いため、張替え1回のコスト（単位面積分）を計上した。ノシバの衰退によるセイバンモロコシ等の高茎草本の繁茂等による刈草量（運搬・処分費）の増加は考慮していない。

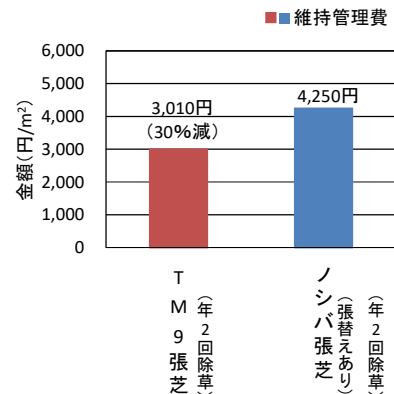


図-4 10年間トータルコスト試算結果

(5) 植生転換の試行

平成28年度の堤防除草コスト縮減ワーキングより、植生転換の試行拡大における今後5年間（平成29～令和3年度）の目標は、近畿地方整備局管内における全除草面積約1,700万m²のうち、その全除草面積の1%である約18万m²（年間約4万m²）を対象とすることが位置づけられた。

令和元年度時点では約9万m²の植生転換が試行され、3箇年の達成度は約50%である。

3. 生育調査による堤防植生機能の効果検証

(1) 調査目的

植生転換に用いる低草丈草種（5種）についての生育調査では、堤防植生機能の効果等を検証することを目的とする。

(2) 調査内容

5草種による植生転換箇所（近畿技術事務所 研修用堤防）において、堤体の視認性を把握するため、導入種及び侵入種の草丈を測定するとともに、堤体の耐侵食性を把握するため、導入種・侵入種の被度及び根系強度を測定した。植生転換箇所の維持管理方法は、主に施工1～3年目まで年2回抜根除草（6・9月）、施工4年目以降は年2回機械除草（5-6月、9-10月）を実施した。

(3) 植生転換の評価の目安 (案)

植生転換の評価は、堤防植生機能（「雨水に対する侵食防止機能」及び「流水に対する侵食防止機能」としての耐侵食性と視認性）の達成・維持、及びコスト縮減に着目して設定した（表-1）。具体的な評価目安としては、導入した低草丈草種による、①被度（地表面を覆う割合）の達成、②低草丈の維持、③根系強度の達成、及び④侵入雑草の抑制が挙げられる。

表-1 植生転換の評価目安(案)

評価項目		評価目安 (案)
耐 侵 食 性	雨水に対する侵食防止機能	導入種の被度 70%以上
	流水に対する侵食防止機能	導入種の被度 70%以上、かつ根系強度 250 kg・cm 以上
視認性		草丈 10 cm 以下の導入種は被度 70%以上であること、かつ草丈 10 cm 以上の侵入雑草は被度 50%以下であること
コスト		標準的なトータルコスト以下*

※「堤防除草コスト縮減対策の導入の手引き (案) (H27.2) 近畿地方整備局 近畿技術事務所」参照

(2) 低草丈草種の生育状況モニタリングによる効果検証

前節で挙げた評価項目毎に植生転換の効果を検証した。低草丈草種（5種）の草丈や根系強度等については期待される効果が確認されたが、侵入雑草との競合によって3~4年目以降に被度等の低下傾向が確認され、効果の持続的な発揮には、侵入雑草対策が課題であることが確認された。

- a) 導入種の被度：各草種とも施工3年目までは70%以上を維持しているが、改良コウライシバ（TM9）及びノシバ・コウライシバの種間雑種（ビクトール）は、その後徐々に減少傾向である。
- b) 草丈の維持：改良コウライシバ（TM9）は、草丈10cm以下を維持している。その他草種についても概ね20cm前後を維持している。
- c) 根系強度の達成：施工2年目の時点では、概ね各草種ともに250 kgf.cmを達成したが、4年目には一部根系強度が低下した草種（ビクトール）もみられた。
- d) 雑草の被度：エルトロ、ビクトールを除き、施工3年目までは50%以下であった。

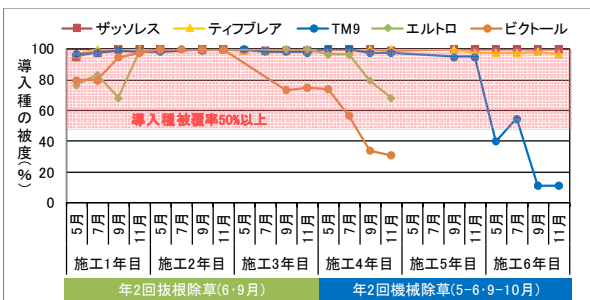


図-5 各導入草種の被度

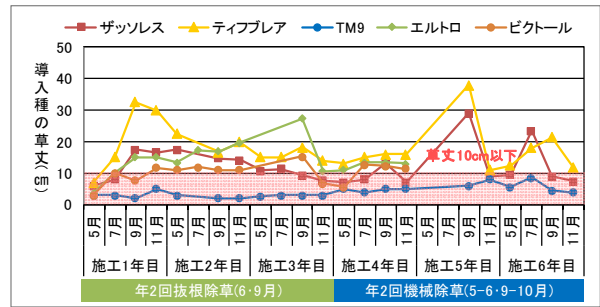
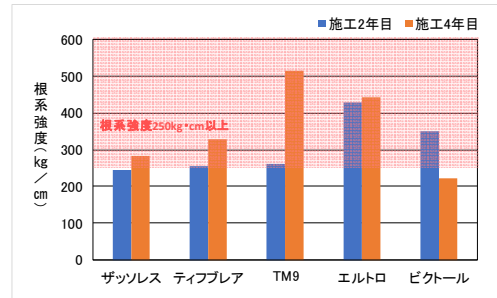


図-6 各導入草種の草丈



<参考: 植生タイプ別の根系強度>
 ・シバタイプ : 400~600 kgf・cm
 ・チガヤタイプ : 250~400 kgf・cm
 ・外来牧草タイプ : 200~350 kgf・cm
 ・広葉タイプ : 100~250 kgf・cm

図-7 各導入草種の根系強度

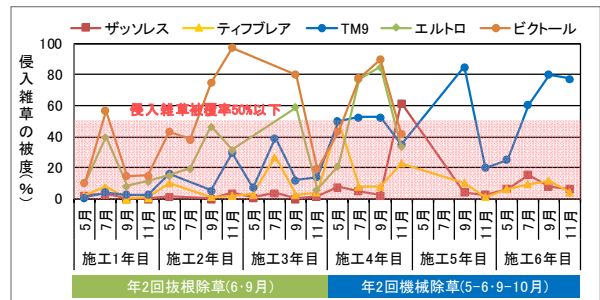


図-8 各導入草種の雑草被度

4. 刈草量調査によるコスト縮減効果の検証

(1) 調査目的

低草丈草種による植生転換箇所における刈草量調査では、養生期間中に抜根除草を実施することによる堤防除草コスト縮減効果等を定量的に検証することを目的とする。

(2) 調査内容

改良コウライシバ（TM9）による植生転換箇所（奈佐川、木津川上流、紀の川）において年2回抜根除草後の刈草量を測定するとともに、植生転換していない箇所（対照区）において年2回機械除草後の刈草量を測定し、比較した。

(3) 調査結果

各植生転換箇所において年2回抜根除草を2年間継続した刈草量は、植生転換していない対照区（年2回機械除

草を2年間継続)と比べて大幅な削減(刈草量削減率31~79%)が確認された。

また、10年間の維持管理コスト試算では、紀の川を事例として、植生転換箇所では植生転換していない箇所と比べて26%コスト削減が見込まれる(図-9)。

今後、各植生転換箇所において、抜根除草を3年間継続し、通常管理以降(施工4年目以降)の刈草量と植生転換していない対照区の刈草量を比較することで、通常管理以降後の刈草量の削減率や集草の要否を確認する必要がある。

【維持管理コスト試算(紀の川)の考え方】

- ▶ 植生転換箇所は、1~3年目まで年2回抜根除草(処分費は測定した刈草量を反映)、4~10年目まで年2回機械除草(集草・処分なしと想定)に係るコストを計上した。なお、3年目は2年目の処分費を採用した。
- ▶ 植生転換していない箇所は、1~10年目まで年2回機械除草・集草(処分費は測定した刈草量を反映)に係るコストを計上した。なお、3年目以降は2年目の処分費を採用した。

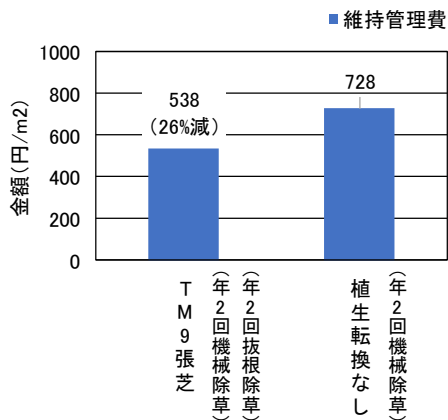


図-9 10年間維持管理コスト試算結果

5. 植生転換効果持続に向けた管理手法の検討

(1) 植生転換における雑草の侵入状況

植生転換における雑草の侵入状況について、改良コウライシバ(TM9)を例として、施工初期の記録がある施工2年目の侵入種を「流用土由来の侵入種」と仮定して、施工2年目及び最新年(施工6年目)の侵入種を比較した。

施工6年目に確認された草種数(29種)に対して、施工2年目及び施工6年目ともに確認された草種数(12種)の割合は約4割(41%)である。そのため、施工6年目における流用土からの侵入種率は約4割、周辺からの侵入種率は約6割と考えられる。また、流用土からの侵入種(施工2年目:19種)のうち、施工6年目まで生育していた種(施工1~3年目の年2回抜根除草で抑制できなかったと推定される種:12種)の割合は約6割(63%)であった。

表-2 流用土由来の侵入種のうち、施工6年目までの生育草種

区分	特徴	種名
夏型1年草	春から秋までに生育し、夏から秋頃に結実する1年生雑草	アレチヌスビトハギ
		キンエノコロ
		ヒメムカシヨモギ
冬型1年草	秋から翌年にかけて生育し、春に結実する越年生雑草	カスマグサ
		ヤハズエンドウ
		ヒメジョオン
夏型多年草	春から秋までに生育し、夏から秋頃に結実・枯死する多年草	セイバンモロコシ
		スギナ
		スゲ属
冬型多年草	秋から翌年にかけてロゼット状で越冬し、春から秋に生育、夏から秋頃に結実する多年草	ヨモギ
その他	-	イネ科 sp①
		イネ科 sp②
合計		12種

(2) 草種の生活史に応じた除草時期(案)の提案

前節の雑草の侵入状況及び維持管理状況等を踏まえ、雑草の草種に対する効果的な除草時期(案)を検討・試行した。除草時期(案)の検討にあたっては、各草種の生態・生活史から4分類に区分して設定した(図-10)。

- ①夏型1年草: 結実前の夏季, 又は秋季に機械除草
 - ②冬型1年草: 結実前の春季に機械除草
 - ③夏型多年草: 通常管理, 又は除草頻度を増やす等※
 - ④冬型多年草: 通常管理, 又は除草頻度を増やす等※
- ※今後、効果的な管理手法の検討が必要

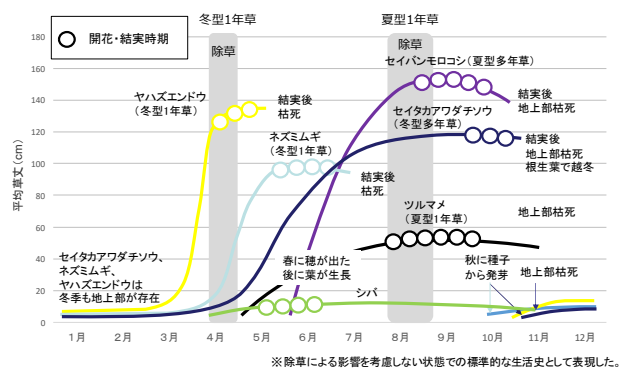


図-10 主な雑草の生態・生活史

6. 堤防植生管理の導入の手引き(案)⁵⁾

(1) 目的

堤防植生管理の導入の手引き(案)(以下、手引き(案)という)は、平成29年度から各河川で試行されている植生転換について、“施工・維持管理の段階で失敗しない”ことを目的として、近畿技術事務所がこれまでに蓄積してきた知見等を基に、植生転換の施工及び維持管理の方法をとりまとめたものである(初版H29.3,現時点R3.3)。

(2) 失敗しないポイント

a) 【基盤造成】施工範囲

植生転換を実施する施工範囲は、堤防法肩から法尻ま

での法面全体を対象とすることが望ましい。法面上部、又は下部のように法面の一部を施工範囲とした場合、植生転換を実施していない箇所から植生転換の施工範囲内に外来植物が侵入・繁茂する可能性がある。

b) 【基盤造成工】表土剥ぎ取り・客土埋め戻し

現況法面等への施工の場合、表土剥ぎ取り後に埋め戻す客土材は種子や根茎が混入している流用土を使用しないことが望ましい。植栽草種の生育に適した土性である購入土を推奨する。なお、剥ぎ取り・埋め戻し厚さは15cm程度とし、クズ、イタドリ等の深根性の雑草の場合は30cm程度が望ましい。

c) 【植生工】芝の品質確保

近年、堤防に施工された芝において、張芝施工後の初期段階に現地及び周辺の植生と異なる種類の雑草が生育している箇所が見受けられる。これは、施工時に納入された芝に混入していた雑草が生育していたものと考えられ、張芝に求められる機能を早期に低下させる大きな要因となる。そのため、施工時におけるシバの品質規格の確認方法(案)により、芝の品質を確認することが望ましい(図-11)。

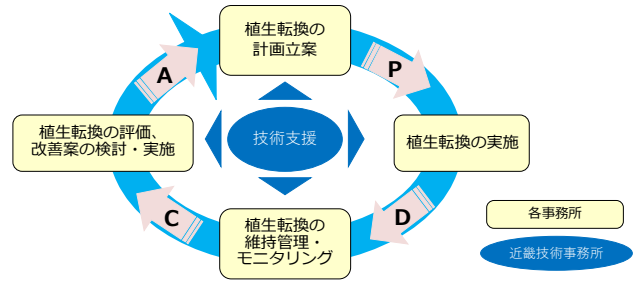


図-12 植生転換の技術的支援の流れ及び内容

トの縮減を図る中・長期的な対策として、低草丈草種による植生転換の試行実施が位置づけられた。

この低草丈草種による植生転換を現場で適切かつ円滑に進めるためには、植生転換のPDCAサイクルの各段階において管内各事務所に対して技術的な支援が必要である。近畿技術事務所では、平成25年度から低草丈草種による植生転換の調査・検討を実施しており、これまでに多くの知見・技術を蓄積してきている。これらのノウハウを最大限に活かし、平成29年度までに各河川事務所を技術的に支援する体制を構築した(図-12)。

また、技術的な支援等を通じて、平成29～令和3年度までの5年間で植生転換に関する知見を蓄積し、より効率的・効果的な植生転換技術を確立することを目指している。

7. 植生転換の技術支援

(1) 技術的支援の体制

平成28年度、改訂に向けて検討された近畿地方整備局管内各河川の河川維持管理計画において、堤防除草コス

(2) 技術的支援の流れ及び内容

近畿技術事務所では、各河川事務所が立案した植生転換の計画及び導入状況を把握し、導入箇所の状況等に応じた施工及び維持管理の留意点等を該当事務所へ提示する。また、植生転換の異常等が発生した場合には、該当事務所への情報提供又は該当事務所からの依頼に応じて原因究明・対策検討を行い、対応等を提案する(図-13)。

(3) RiMaDISを用いた河川巡視による点検・評価の確立

各河川事務所で行った植生転換箇所について、全試行箇所においてモニタリング調査を行うことは現実的ではないため、RiMaDISを用いた河川巡視(図-14)による点検・評価手法を確立した。

河川巡視による植生転換の状態把握は月1回(上旬)とし、「RiMaDISを利用した植生転換の状態把握及び異常発生等の登録マニュアル(案)⁶⁾」に基づいて記録することとした。

植生転換の状態把握結果の評価は、RiMaDISにて出力された様式の全景及びコドラート写真より、導入種及び侵入種の概ねの被度を算出し、設定した評価目安から評価を行う。

芝の品質規格チェック表(案)

工事名	確認日	平成	年	月	日	
施工業者名						
項目	内容	確認方法				
□ 品種	指定した品種であること 【確認項目】 □ 産地証明書で証明されていること	産地証明書				
□ 葉	正常な葉形、葉色を保ち、萎縮、徒長、蒸れがなく、生き生きとしていること。全体に、均一に密生し、一定の高さに刈込であること。 【確認項目】 □ 葉に茶色、又は黒色に変色する蒸れ(黄色への変色は問題ない)がないこと。(冬施工以外) □ 全体に、均一に密生していること。 □ 全体に、一定の高さに刈込であること。(目安として最低年3回以上) □ 芝生の刈込みを定期的に実施していること。(目安として最低年3回以上) □ 窒素、リン、カリの三要素が配合された適量の肥料を施していること。(目安として年間の施肥量が1㎡当たり10g以上)	現地目視①②③ 現地目視③④ 現地目視①②③ 生産業生管理表				
□ ほふく茎	ほふく茎が、生氣ある状態で密生していること。 【確認項目】 □ ほふく茎になびて、ちぎれやすいものがないこと。 □ ほふく茎に茶色、又は黒色のものがないこと。 □ 全体に、隙間なく密生していること。 □ 芝生の刈込みを定期的に実施していること。(目安として最低年3回以上) □ 窒素、リン、カリの三要素が配合された適量の肥料を施していること。(目安として年間の施肥量が1㎡当たり10g以上)	現地目視②③④ 現地目視②③④ 現地目視③④ 生産業生管理表				
□ 根	根が、平均にみずみずしく張っており、乾燥したり、土くずれのないもの。 【確認項目】 □ 根に乾燥や土くずれがないこと。 □ 平均にみずみずしく張っていること。 □ 全体に、隙間なく密生していること。 □ 芝生の刈込みを定期的に実施していること。(目安として最低年3回以上) □ 窒素、リン、カリの三要素が配合された適量の肥料を施していること。(目安として年間の施肥量が1㎡当たり10g以上)	現地目視②③④ 現地目視②③④ 現地目視③④ 生産業生管理表				
□ 病害虫	病害(病斑)がなく、害虫がいないこと。 【確認項目】 □ 葉にバツバツや不規則な枯れがないこと。(冬施工以外) □ 葉に損傷された跡がないこと。(冬施工以外) □ 葉にガの幼虫などの害虫がいないこと。(冬施工以外) □ 芝生の刈込みを定期的に実施していること。(目安として最低年3回以上)	現地目視①②③ 現地目視①②③ 現地目視①②③ 生産業生管理表				
□ 雑草等	小石、雑草、異なる品種の芝草等が混入していないこと。また、根際に対しカサや枯れ葉が堆積していないこと。 【確認項目】 □ 小石やごみ等が混入していないこと。 □ 雑草や異なる品種の芝草等が混入していないこと。 □ 根際に対しカサや枯れ葉が堆積していないこと。 □ 人為的除草による跡を行っていること。(目安として最低年1回以上) □ 適正な除草剤の散布を行っていること。	現地目視①②③ 現地目視①②③ 現地目視①②③ 生産業生管理表				

注：一般的に、張芝は冬施工(12～3月)であるため、冬施工を標準として項目を設定した。なお、春及び秋施工の場合を想定して、「冬施工以外」の項目を追加した。

図-11 芝の品質規格チェック表(案)

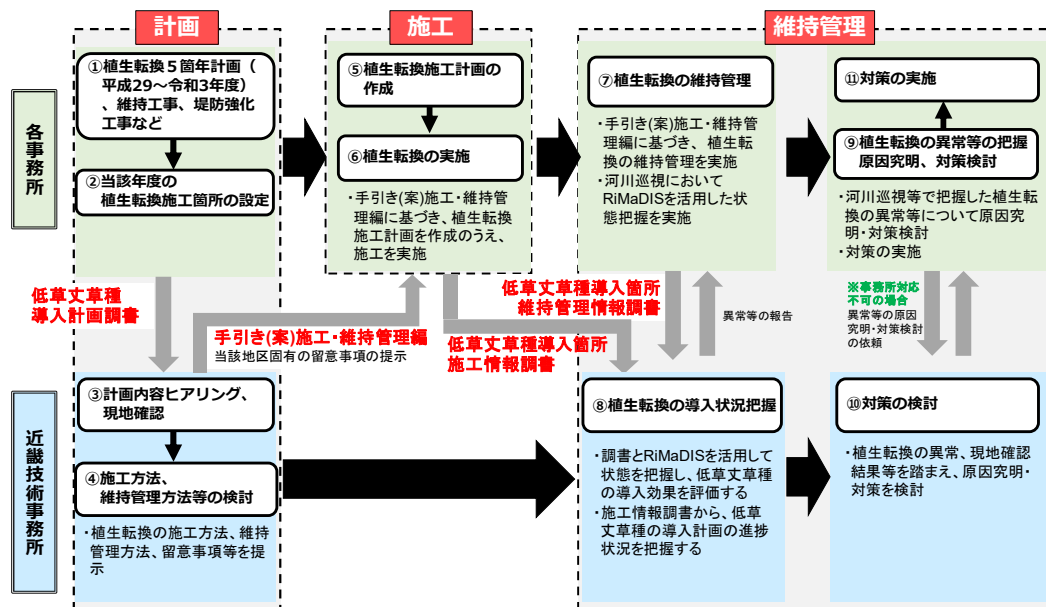


図-13 植生転換の技術的支援体制



図-14 RiMaDISを用いた河川巡視結果例

8. 今後の課題

低草丈草種による植生転換では、適正な堤防植生機能の確保、及び養生期間の施工1~3年目までの抜根除草による維持管理コスト削減効果が検証された。通常管理以降の植生転換箇所では、侵入雑草の被度増加が一部草種

で確認された。今後、雑草に強い新たな草種による試験施工及び基盤土壌の雑草抑制対策を検証する必要がある。また、刈草量調査を継続し、長期的なコスト削減効果の検証が必要である。

参考文献

- 1) 第1回堤防除草コスト削減WG：資料-3 堤防除草コスト削減WGについて(目的と概要)，H28.11.1.
- 2) 山本嘉昭ほか：堤防植生の課題に応じた新たな堤防管理のあり方の提案，河川技術論文集，土木学会 水工学委員会，2017年6月，第23巻.
- 3) 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.
- 4) 芝以外の植生による堤防管理の試行について，水管理・国土保全局河川環境課，H24.3.30 事務連絡.
- 5) 堤防植生管理の導入の手引き(案)【植生転換の施工・維持管理編】(令和3年3月)国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所品質調査課.
- 6) RiMaDISを利用した植生転換の状態把握及び異常発生等の登録マニュアル(案)(平成30年3月)国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所品質調査課.