

河川堤防における刈草放置の堤体強度への影響について

THE IMPACT ON THE RIVER EMBANKMENT STRENGTH BY MOWED GRASS

大澤寛之¹・戸谷英雄¹・山本嘉昭¹・山田政雄¹・吉田高樹¹

Hiroyuki OHSAWA, Hideo TOYA, Yoshiaki YAMAMOTO, Masao YAMADA, and Takaki YOSHIDA

¹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）

It focused on after weeding in the river embankment mowed grass. Mowed grass is related to the next thing, visibility of the embankment surface at the time of embankment inspection and strength of the embankment vegetation root system, Prevent the mulch of leaves of the embankment topsoil, Intrusion suppression of the mole, etc. From field test and monitoring survey, it revealed the impact on the river embankment strength by mowed grass. The resulting findings are considered to contribute to the achievement of the future of efficient and effective embankment vegetation management techniques.

Key Words: The river embankment, Technique for controlling embankment vegetation, Mowed grass, Root system strength, Effect verification

1. 背景と目的

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河川管理施設であり、その施設延長も長大である。その維持管理は、除草2回/年・集草1回を基本としており、維持管理予算の中で最も大きなウェートを占めている。しかしながら、この維持管理では近年増加傾向にある外来植物の侵入繁茂等の影響により堤防の耐侵食機能の低下や河川巡視・堤防点検への支障等の問題が生じている。

特に集草は、堤防点検時の堤防表面の視認性を確保するほか、日当たりを良くして堤防植生の生育密度を高め、刈草の分解による堤防の腐植土化の進行を防止し、耐侵食性に優れたシバやチガヤの維持や、モグラ等の侵入抑制の効果等が期待される。

本研究は、除草後の刈草に注目し放置した場合の堤体強度への影響を明らかにするとともに、今後の効率的・効果的な堤防植生管理手法の検討に寄与することを目的とした。

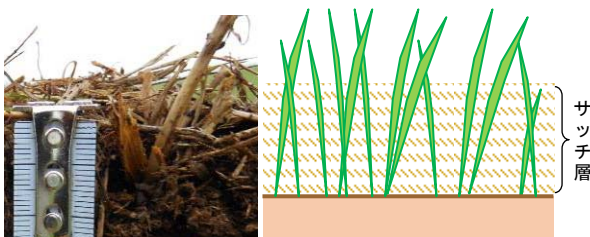


図-1 サッチ層のイメージ

2. 試験概要

試験は、高規格堤防完成区間の河川堤防川表において、縦断方向50m毎に区切って3ケース(ケース1:維持管理水準を上げた集草2回, ケース2:現状の維持管理水準である集草1回, ケース3:維持管理水準を下げた集草0回)の試験区を設置し(図-2)、2010年から2014年の5年間モニタリング調査を実施した。

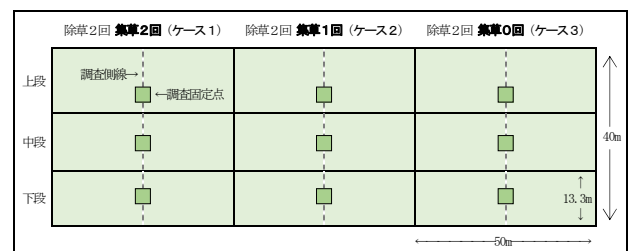


図-2 試験区の配置図

除草時期は、通常除草が行われる5月下旬と9月下旬の2回とした。集草2回(ケース1)は除草の後の2回を、集草1回(ケース2)は5月下旬のみとした。なお、試験開始時における堤防植生の生育状況は、築堤時に施工したシバがほぼ消失し、ネズミホソムギ、メヒシバが優占する外来牧草タイプに判別される。

調査項目は、堤防植生を立体的に分析・評価するため、地上部に対する影響を把握する(1)サッチ層厚と(2)刈草堆積分布、地下部に対する影響を把握する(3)土壌硬度と(4)根毛量、堤防植生の遷移状況を把握する(5)植物相と(6)植生分布と(7)植被率の7項目とした(表-1)。

表-1 調査項目

調査目的	調査項目	調査回数	調査位置	調査内容
地上部に対する影響を把握する	(1) サッチ層厚	2年目(2011年度)より 年4回(各除草前後)	調査測線の各段 (上・中・下)中央付近	表土を採取し、スケールで厚さを計測 データは3回計測した平均値を採用
	(2) 刈草堆積分布	5年目(2014年度)の秋季	各試験区 全面	刈草が堆積している範囲を平面図上に記録し、スケールで厚さを計測
地下部に対する影響を把握する	(3) 土壌硬度	2年目(2011年度)より 年4回(各除草前後)	調査測線の各段 (上・中・下)中央付近	刈草を取り除きサッチ層を含む堤防表土を山中式土壌硬度計で計測、データは各段(上・中・下)で計測した平均値を採用
	(4) 根毛量	年1回 秋季(隔年で実施)		コアサンプラーでφ10cm、深さ20cmの表土を採取 表層0-3cm, 3-6cm, 6-10cm, 10-20cmに分けて、土と根系を分離し、湿重量を室内で測定
堤防植生の遷移状況を把握する	(5) 植物相	年2回(春季・秋季)	各試験区における 上段・中段・下段	草丈と主たる構成種の分布状況の把握
	(6) 植生分布		各試験区 全面	優占種の平面的分布を把握
	(7) 植被率	4年目(2013年度)の 夏季より各除草前後	調査測線の各段 (上・中・下)中央付近	1×1mのコドラートを対象に、植生で覆われている面積を比率で記録

サッチ層厚と耐侵食力に関する調査は、法面全体を上段、中段、下段に3分割した上で、各ケースの中央に測線を引き、その各段の中央付近に調査用の固定点を設置して計測した(図-2)。

植物相に関する調査は、設置した測線上を踏査し、上段・中段・下段毎に出現種を記録したほか、測線付近の草丈を記録した。また、植生分布に関する調査は、法面全体の優占種の分布状況を面的に記録した。

3. モニタリング調査結果

5年間にわたって継続的な除草・集草管理を行い、モニタリング調査を実施した結果、以下のことが成果として得られた。

(1) サッチ層厚

サッチ層厚は、3地点の地表面からサッチ層が確認できる深さまでを計測し、平均値を算出した(表-1, 2, 図-3)。

集草2回(ケース1)は、最初期を除けばサッチ層は概ね5mm以下で推移し、シバの生育に適したレベルを維持していた。集草1回(ケース2)と集草0回(ケース3)は、集草2回(ケース1)に比べサッチ層が厚く、平均厚は集草1回で12.7mm、集草0回で14.2mmとなり、集草回数が減るほど大きくなっていった。

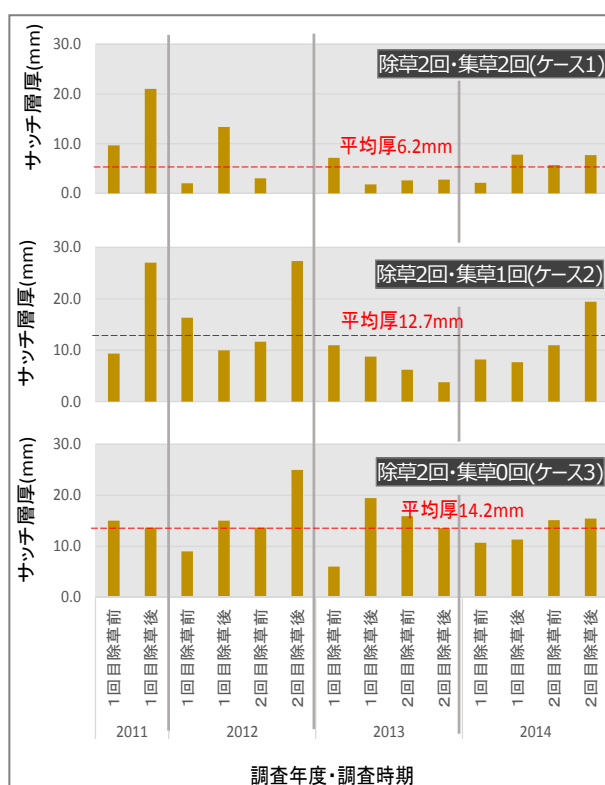


図-3 試験区ごとのサッチ層厚の比較(上・中・下段の平均値)

表-2 サッチ層厚の経年変化

			ケース1 除草2回, 集草2回			ケース2 除草2回, 集草1回			ケース3 除草2回, 集草0回		
年度	調査回	日付	法上段	法中段	法下段	法上段	法中段	法下段	法上段	法中段	法下段
2011	1回目除草前	5/19	10	9	10	10	10	8	15	18	12
	1回目除草後	6/23	21	21	21	28	30	23	15	8	18
2012	1回目除草前	5/14	2	2	2	14	17	18	7	10	10
	1回目除草後	7/3	30	10	0	15	10	5	15	20	10
	2回目除草前	9/4	9	0	0	15	5	15	10	15	16
	2回目除草後	10/22	0	0	0	30	32	20	30	25	20
2013	1回目除草前	5/15	8	7	6	7	13	13	4	5	9
	1回目除草後	7/12	1	2	2	11	7	9	20	16	22
	2回目除草前	9/10	1	4	3	9	5	4	15	12	20
	2回目除草後	11/8	2	2	4	2	5	5	16	13	12
2014	1回目除草前	5/13	1	3	2	12	8	4	9	10	14
	1回目除草後	7/14	8	7	8	6	12	5	6	9	19
	2回目除草前	9/2	7	7	2	10	11	12	10	20	16
	2回目除草後	10/15	8	7	8	25	15	19	18	12	17

単位mm

(2) 刈草堆積分布

法面における刈草の堆積状況は不均一であることから、刈草堆積の平面分布と植生との相関性について把握するための調査を実施した。

調査は5年目(2014年)の2回目除草の後に実施し、各ケース内を踏査し、刈草が面的に堆積している範囲及び堆積状況を記録した(表-1, 図-4)。

調査結果から、集草1回(ケース2)と集草0回(ケース3)は、秋季において多くの箇所では刈草堆積が認められたが、サッチ層厚に明確な差は見られなかった。また、刈草堆積箇所と植生分布には、特に相関性が認められなかった。

刈草堆積箇所の範囲は、除草施工時のムラによって生じたものであり、各除草時において変化したためと考えられる。

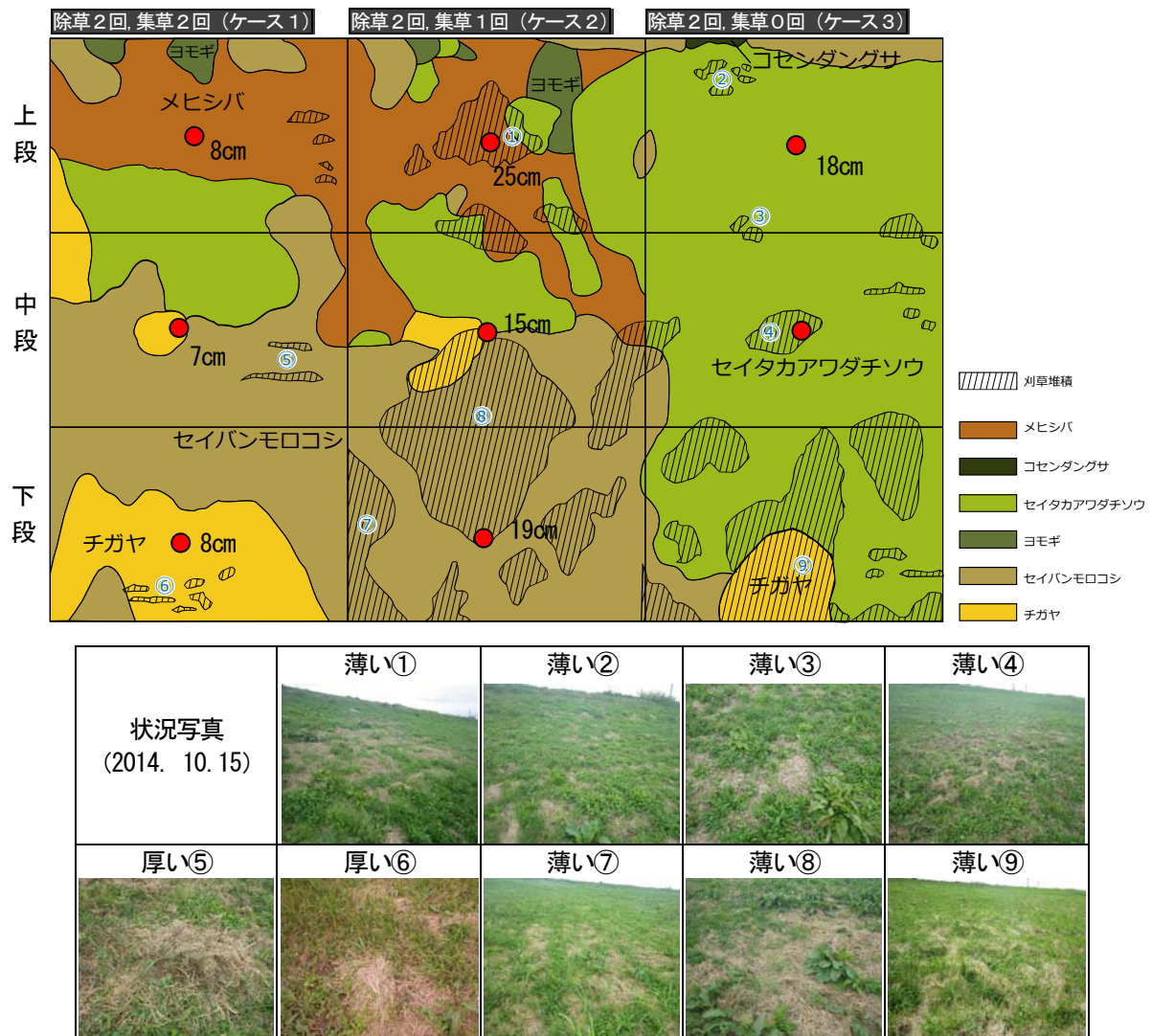


図-4 刈草堆積箇所と植生分布について

(3) 土壌硬度

堤防表土の土壌硬度は、植生の根付き易さの指標となるため調査を実施した(表-1, 図-5)。

土壌硬度の計測値は、各ケースにて徐々に値が下がっており、堤防表土が柔らかくなる傾向がある。これは、堤防表土の土壌がサッチ層の発達による腐植土化や植生遷移に影響し、土壌硬度が変化したものと考えられる。

特に、5年目(2014年)2回目では、集草2回(ケース1)や集草1回(ケース2)に比べ、サッチ層が厚い集草0回(ケース3)は腐植土化が進行したことで、土壌硬度が低下したものと考えられる。

(4) 根毛量

堤防植生の平均根毛量は、耐侵食力の指標¹⁾となるため調査を実施した。

各ケースの上段・中段・下段の中央付近の堤防表面において、コアサンプラーで根系を採取し、層別に平均根毛量を計測した(表-1, 図-6)。

経年変化の分析結果からは、ケース毎の根毛量の変化にはあまり傾向がみられず、植生の生育状況によって根毛量の差が大きく出ている。

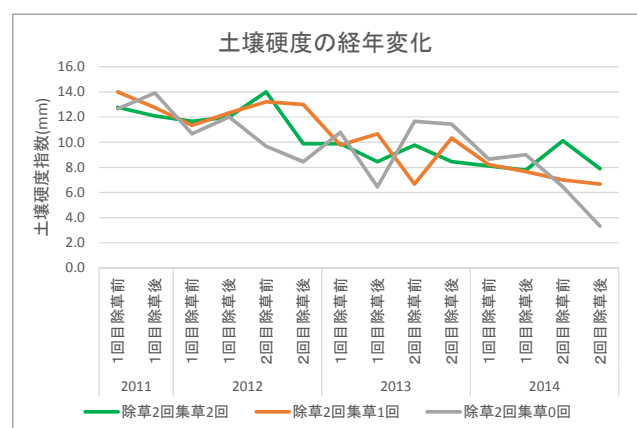
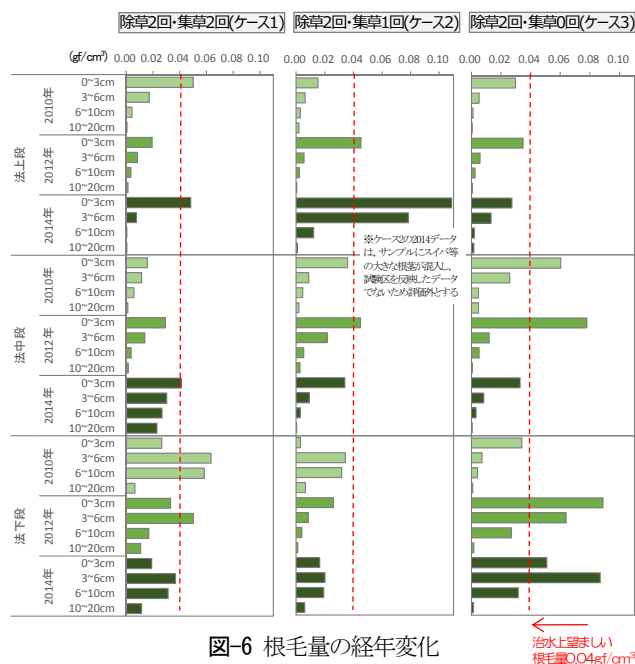


図-5 土壌硬度の経年変化

平均根毛量の値は、関東地方ではシバタイプで平均0.052gf/cm³、チガヤタイプで平均0.030gf/cm³、外来牧草タイプで平均0.023gf/cm³の値が知られている²⁾。

植生の生育状況により根毛量に幅があるが、0~3cm程度の表層において0.04gf/cm³程度の根毛量を持っていれば耐侵食力として良好と判断できる。



なお、根毛量調査は、調査箇所1点で評価を行うため、植生の生育状況にばらつきがある場合、正確な値を表さない可能性がある。

(5) 植物相

植物相調査は各試験区の測線を踏査し、出現種の記録する調査を実施した(表-1, 3)。

確認種は、全体で57種であり、ネズミムギ、チガヤ、セイパンモロコシなどのイネ科植物と、セイタカアワダチソウ、ムラサキツメクサなどの広葉植物が高かった。種数は、集草2回(ケース1)が50種と若干多かったが、集草1回(ケース2)と集草0回(ケース3)に比べて大きな違いは見られなかった。

(6) 植生分布

各ケースの面的な植物の生育状況について把握するため、除草直前に優占種に着目した植生分布調査を実施した(表-1, 4)。

堤防植生は除草という人為的なインパクトを受けるために、除草前後によって優占種が大きく変動することが特徴的である。

初年度(2010年)には、春季にネズミホソムギ等が全体的に優占種となっている状況が分かる。このネズミホソムギは、夏季に枯死するため、秋季にはヨモギ、セイタカアワダチソウ、アキノエノコログサ、オギ(次年度以降のデータからチガヤの可能性もある)が優占種となっている。全体的には外来牧草タイプの特徴を示し、法面の下段部分には高水敷から拡大したと思われるオギ(チガヤの可能性)が侵入している状態である。

2年目(2011年)の春季では全体的にムラサキツメクサが優占種となっているが、ネズミホソムギが混合して生育している状態であり、外来牧草タイプの特徴を示していた。

表-3 各ケースにおける植物確認種と出現頻度

No.	科名	種名	生活形	ケース1 除草2回 集草2回			ケース2 除草2回 集草1回			ケース3 除草2回 集草0回		
				法上段	法中段	法下段	法上段	法中段	法下段	法上段	法中段	法下段
1	トクサ科	スギナ	多年草	5	5	5	6	6	3	2		
2	タデ科	スイバ	多年草	2	3	2	3			2	2	4
3		ギンギン	多年草	4	3	3	4	3	2		1	1
4		エゾノギンギン	多年草	3	1		1	1		1	1	3
5	ナデシコ科	オランダミミナグサ	一年草		1	1			1		2	2
6	ヒユ科	ヒナタイノコズチ	多年草	1	1			1		1	1	
7	ドクダミ科	ドクダミ	多年草	1	2		1					
8	マメ科	ツルマメ	一年草					1	1			
9		ムラサキツメクサ	多年草	8	6	6	7	4	3	7	5	5
10		シロツメクサ	多年草							1		
11		ヤハズエンドウ	越年草	2		2	1	2	1	2		3
12		スズメノエンドウ	越年草	1								
13	カタバミ科	カタバミ	多年草	3		1	1	1		1	1	
14		オウチカタバミ	多年草		1					1		
15	トウダイグサ科	エノキグサ	一年草	2							1	1
16	ブドウ科	ヤブガラシ	多年草	2			2			1		
17	ガガイモ科	ガガイモ	多年草		1					1	1	1
18	アカネ科	ヘクソカズラ	多年草	1								
19	ヒルガオ科	ヒルガオ	一年草		2							
20		アメリカナシカズラ	一年草	1	1	1		1	1	1	2	1
21	ハマウツボ科	ヤセウツボ	一年草	2	2	1					1	
22	オミナエシ科	ノヂシャ	越年草	1	1	1			1			1
23	キク科	フタクサ	一年草	1	1					1		
24		ヨモギ	多年草	9	3		6	5	2		1	
25		アメリカセンダングサ	一年草	1								
26		コセンダングサ	一年草	1			1			1		
27		オオアレチノギク	一年草	2			1					1
28		ヒメムカシヨモギ	一年草									1
29		ハルジオン	一年草	4	3	3	2	2	2			
30		オオデシバリ	多年草			1						1
31		コウゾリナ	越年草	1								1
32		セイタカアワダチソウ	多年草	6	10	4	6	8	5	9	7	10
33		ヒメジョオン	一年草	1	1	1				1		
34		セイヨウタンポポ	多年草	1					1	3		
35	イネ科	アオカモジグサ	多年草	2	2		1	1				1
36		メヒシバ	一年草	4	4		4	4	2	4	1	
37		シナダレスズメガヤ	多年草		1	1			1			2
38		オニシノケグサ	多年草	1	4	2	2	1	2	1	1	2
39		ウシノシツベ	多年草									1
40		チガヤ	多年草	4	5	9	0	3	5	2	5	7
41		ネズミホソムギ	越年草	2	2	2	4	3	3	3	1	2
42		ネズミムギ	越年草	4	4	3	4	3	4	4	3	4
43		オギ	多年草	1	6	5		4	4	1	1	
44		ススキ	多年草				1			1		
45		シマスズメノヒエ	多年草	1	1	1	1			1	1	
46		スズメノヒエ	多年草							1		
47		チカラシバ	多年草		1				1		1	1
48		ヨシ	多年草						2			1
49		イチゴツナギ	多年草			1		1	1	1	1	1
50		オオスズメノカタビラ	多年草			2		1	3	3	2	2
51		アキノエノコログサ	一年草	3	2		4	5	1		1	3
52		キンエノコロ	一年草	1				1	1			
53		セイパンモロコシ	多年草	4	4	6	1	5	6	5	2	3
54		シバ	多年草	5		1	5		1	5	2	1
55	カヤツリグサ科	アオスゲ	一年草		1	1	1					
56		ヒメクダ	一年草	1								
57		カヤツリグサ	一年草		1				1			2
小計(種)			一年草	13	11	6	7	6	8	5	6	7
			越年草	5	3	4	3	3	4	3	2	5
			多年草	20	19	16	15	16	17	21	18	19
種数合計(種)				38	33	26	25	25	29	29	26	31
				50			41			47		

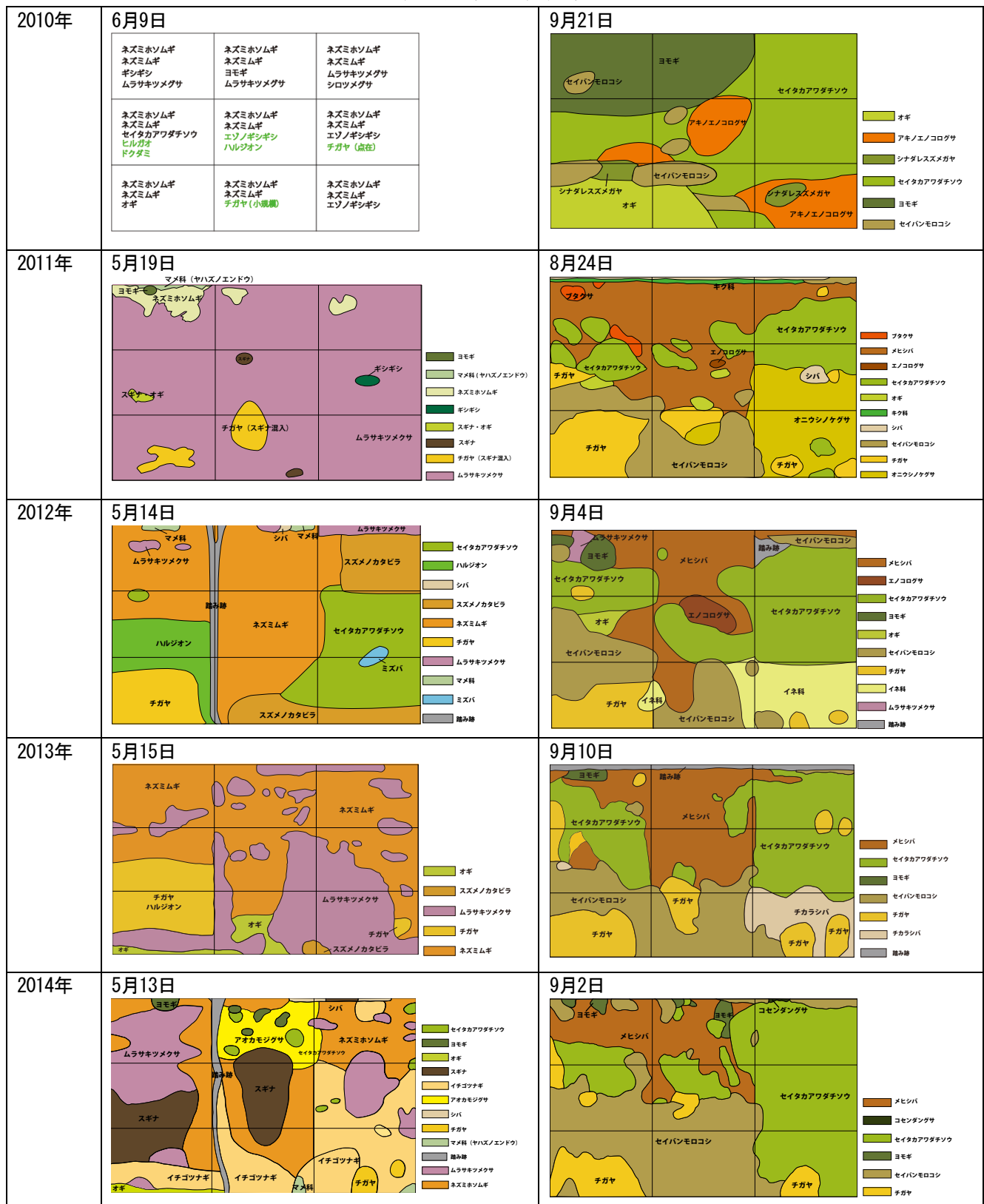
※出現頻度は5年×2回=10のうち確認された回数

※着色した種は合計の出現頻度が30を超えた種

2～5年目(2011～2014年)の植生分布については、上段が外来牧草タイプ、下段がチガヤ等の多年草という特徴を継続していたが、集草2回(ケース1)は徐々にチガヤの生育域が拡大、集草1回(ケース2)は一部チガヤが生育するがセイパンモロコシの分布域が拡大、集草0回(ケース3)は大部分にセイタカアワダチソウが繁茂していた。

これらの結果から、集草2回(ケース1)ではセイタカアワダチソウの拡大を抑えつつ徐々にチガヤに遷移、集草1回(ケース2)では外来牧草タイプが維持、集草0回(ケース3)では外来牧草タイプ(セイタカアワダチソウ)が増加している。

表-4 植生分布の経年変化



セイタカアワダチソウの増加は、堤防表土の腐植土化と相関すると想定され、刈草放置の影響であると考えられる。

(7) 植被率

試験4年目(2013年度)より各ケースの上段・中段・下段の中央付近に1×1mのコドラートを設置し、植被率の調査を行った(表-1)。

特に、外来牧草タイプの特徴を維持し、種組成の違いが少ない法面上段の植被率を比較した(表-5, 図-7)。

表-5 法面上段コドラートの植被率

ケース	年度	調査回	調査日	植被率 (%)	優占種
ケース1 除草2回 集草2回	2013	2回目除草前	9/10	99	メヒシバ
		2回目除草後	11/8	99	ムラサキツメクサ
	2014	1回目除草前	5/13	99	ムラサキツメクサ
		1回目除草後	7/14	100	ムラサキツメクサ
		2回目除草前	9/2	95	メヒシバ
		2回目除草後	10/15	90	メヒシバ
	合計			97.0	
ケース2 除草2回 集草1回	2013	2回目除草前	9/10	99	メヒシバ
		2回目除草後	11/8	85	ヨモギ
	2014	1回目除草前	5/13	90	ヨモギ
		1回目除草後	7/14	100	ヨモギ
		2回目除草前	9/2	90	ヨモギ
		2回目除草後	10/15	90	ヨモギ
	合計			92.3	
ケース3 除草2回 集草0回	2013	2回目除草前	9/10	75	メヒシバ
		2回目除草後	11/8	80	スイバ
	2014	1回目除草前	5/13	75	ネズミムギ
		1回目除草後	7/14	80	ギンギン
		2回目除草前	9/2	80	メヒシバ
		2回目除草後	10/15	85	メヒシバ
	合計			79.2	

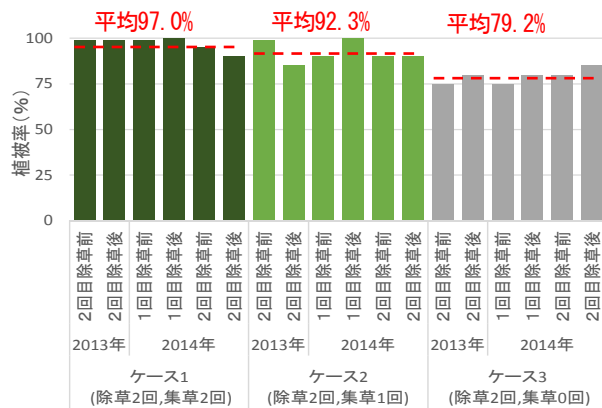


図-7 法面上段コドラートの植被率

調査結果からは、集草回数の違いにより植被率に差があり、集草回数が少ないほど植被率は低い。

これは、刈草が局所的に堆積することで裸地を形成し、植生の密度を低下させているためと考えられる。

4. まとめ

集草1回と集草0回は、サッチ層厚12mm以上の分布域が平面的に広がっていた。サッチ層は、土壌に分解蓄積されると腐植土化が進行し土壌硬度を低下させると考える。このことから、集草2回はチガヤが優占的に拡大したが、集草1回と集草0回では、腐植土化が影響して外来牧草が優占的に拡大したものと考えられる。

法面の耐侵食力指標となる平均根毛量は、外来牧草が優占した箇所と比べチガヤが優占した箇所は良好な値を示した。植被率は、集草回数が少ないほど裸地が増加する傾向を示した。

以上のことから、刈草の放置に伴いサッチ層が増加することで、堤防表土の腐植土化、優占種の変化、植被率の増減等に影響を与え、堤体強度の低下に繋がるという

関係があることが分かってきた。この成果から集草回数を増加させるなどの具体的な方法を確立させることで堤体強度の低下を抑制できると考える。

現場への適用については、集草回数を増加させた場合に維持管理費への影響が大きいため慎重を期すべきであるが、治水重要度等に応じた効率的・効果的な堤防植生管理手法への応用が可能であると考えられる。

5. 今後の課題

今後の課題としては、①土壌成分と堤防植生との関係の解明、②河川巡視・堤防点検における視認性確保への配慮、③新たな手法も含めた総合的な堤防植生管理の確立があげられる。

これらの課題を解決するために、さらなる知見の収集を行い、現場への適用を目指す必要がある。

謝辞：本研究は、国土交通省利根川上流河川事務所・大利根出張所管内の堤防の一部を試験フィールドとして5年間にわたり、使用させていただき、実施したものである。試験の実施にあたり、利根川上流河川事務所及び関係者のご理解とご厚意に感謝いたします。

参考文献

- 1) 宇多高明ら(1997)；堤防のり面に繁茂する植生の耐侵食性の評価方法に関する研究, 土木研究所資料第3489号第3編
- 2) 佐々木寧・戸谷英雄・石橋祥宏・伊坂充・平田真二(2000)；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, (財)河川環境管理財団

(2016. 4. 4受付)