

在来草種への植生転換と多段テラス造成による

畦畔法面の省力管理 マニュアル



2008年1月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
近畿中国四国農業研究センター



表紙写真の説明

左上：チガヤの出穂

左下：広幅二重ネット工法

右上：多段テラスの造成

右下：広幅レシプロ式草刈機による草刈り作業

はじめに

水田畦畔の雑草管理は、大部分は草刈りによって行われており、農作業のなかでも過酷な作業のひとつである。とくに中山間地域では、基盤整備が進むなかで大規模な畦畔法面が造成され、畦畔の草刈り作業が、水稻作総作業時間の20%以上の割合に達する場合があり、大きな問題となっている。また、高齢者が畦畔法面の草刈り等の補助的作業を担う場合が多く、急傾斜面での草刈り作業は、肉体的・精神的な負担が大きく、足場が不安定であるため、農作業事故も発生している。

これらの問題を解決するためには、畦畔の法面管理に関する体系的な研究が必要であるため、近畿中国四国農業研究センターが主査となり、愛媛大学、愛媛県農業試験場、鳥取県農業試験場、和歌山県総合農業技術センター、ゾイシアンジャパン(株)、クミアイ化学工業(株)、(株)ニッカリ、(財)日本植物調節剤研究協会と共同して2005年度から先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「中山間地域の畦畔法面の省力的植生管理システムの開発」に取り組んできた。畦畔法面を草刈り管理の省力化に有効な在来草種へ植生転換するとともに、作業の足場となる多段テラスとそれを活用した草刈機を組み合わせた新たな草刈り作業システムの開発を行い、このたびその成果をマニュアルとして取りまとめた。

ここに、本研究にご協力、ご助言をいただいた関係機関の皆様に厚くお礼を申し上げます。また、研究を体系的に取りまとめた執筆者の労を多とし、本成果が中山間地域の農業の振興と農地の保全に活用され、今後ともご批判、ご教示を賜れば幸いです。

2008年1月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
近畿中国四国農業研究センター

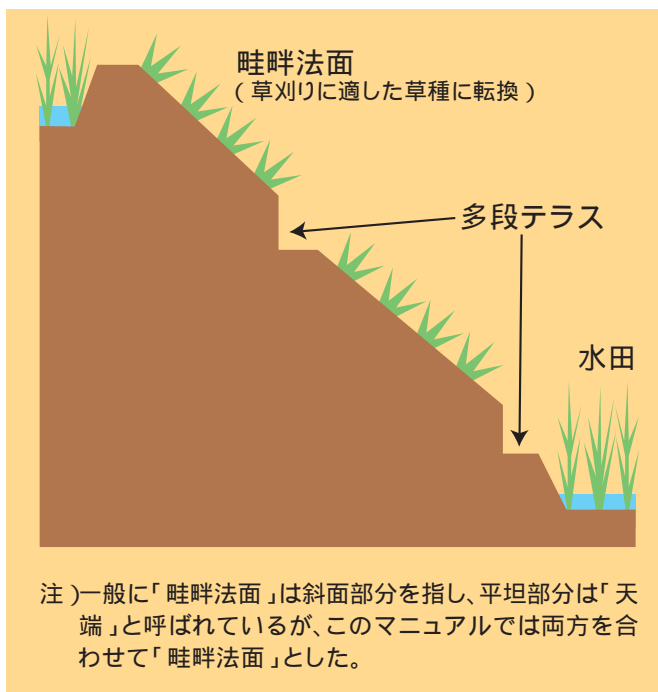
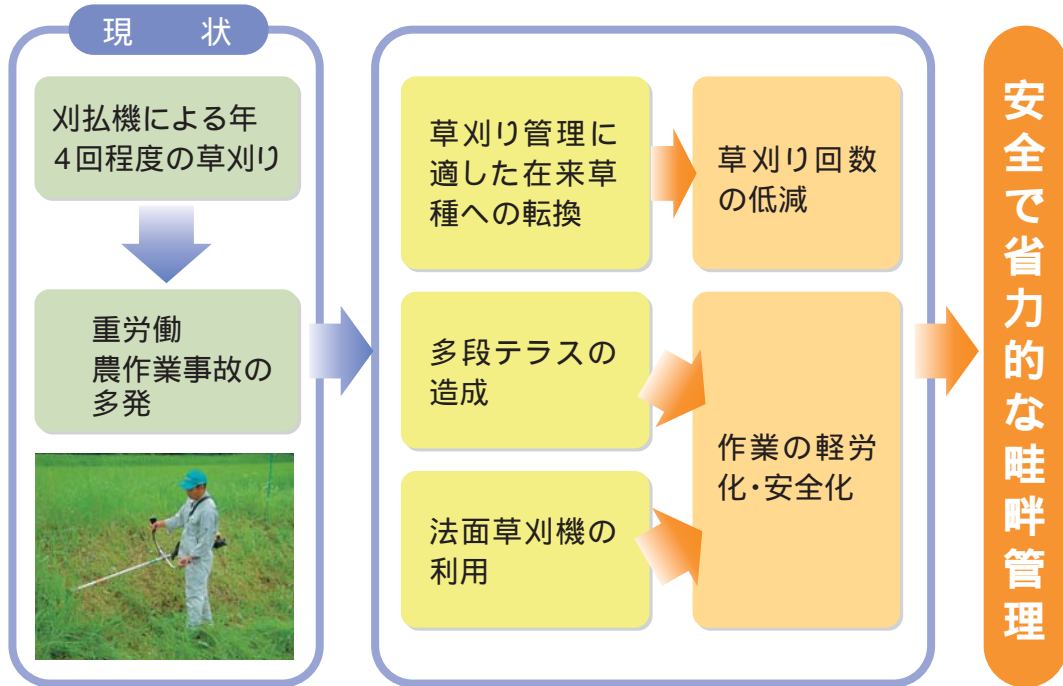
研究管理監 家常 高

目次

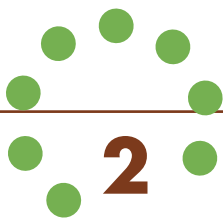
1	技術の概要	1
2	在来草種への植生転換	2
	1) このマニュアルで取り上げた草種の特徴と適応場面	2
	2) チガヤ	3
	(1) 生育特性	3
	(2) 植栽方法	4
	3) タマリユウ	5
	(1) 生育特性	5
	(2) 植栽方法	5
	(3) 経営評価	9
	4) シバ	10
	(1) 生育特性	10
	(2) 植生誘導	12
	(3) 経営評価	15
	5) 施工方法(広幅二重ネット工法、細幅二重ネット工法、プラグ苗工法)	16
	(1) 施工手順	16
	(2) 経営評価	18
3	多段テラスの造成と草刈り作業	19
	1) 多段テラスの造成・維持	19
	(1) 多段テラスとは	19
	(2) 造成前に調査すること	19
	(3) 狭幅作業道造成機による簡易造成法	19
	(4) 維持法	20
	(5) 作業能率と経費	21
	(6) 取り組み事例の紹介	21
	2) 畦畔法面の草刈り作業	22
	(1) 一人用作業機	22
	(2) 二人用作業機	24
付表1	広幅二重ネット工法の補助作業の作業時間と経費	25
付表2	法面における刈払機による草刈り作業時間と経費	25
付表3	多段テラス造成に伴う法面強度の検討	26
付表4	多段テラス(畦畔法面管理作業道)についてのアンケート集計結果	28
	執筆者、問い合わせ先	29

1 技術の概要

大規模な畦畔法面の雑草管理は、多大な労力を要し、斜面での作業のため危険であり、高齢化が進んでいる中山間地域では大きな問題になっています。ここで紹介する技術は、雑草管理作業を省力化するため、植生を刈取り管理に適した在来種に転換し、作業の足場となる多段テラスを造成して軽労型の草刈機で管理する方法です。技術のひとつを取り入れても省力化になりますが、3つの技術を組み合わせることによって、より有効な方法となります。



多段テラスを利用した法面草刈機による草刈り



2 在来草種への植生転換

1) このマニュアルで取り上げた草種の特徴と適応場面

ここでは在来の3草種を取り上げました。

これらの草種は畦畔を被覆した後は雑草の発生が減って管理が楽になります。適切な管理を行えば長期にわたって維持できることから、植生転換の初期費用がかかりますが、長期的にみると有利になります。

(1) 草種の特徴

チガヤ



地下茎を張りめぐらすので斜面を保全する能力が高く、草刈機で刈りやすい草種です。

タマリユウ



リュウノヒゲの矮性種で、草丈は10cm程度です。環境条件に対する適応性は広く、密生した後は管理が容易です。

シバ



踏みつけや刈込みに強い草種です。草刈機で刈りやすく、刈った後の刈草が少ないので、処理が容易です。

(2) 適応場面

斜面が崩れるおそれのある場所は、斜面土壌の保全の能力が高いチガヤが適しています。

草刈り管理を大幅に楽にしたい場合や陽当たりの悪い場所ではタマリユウが適しています。

シバが混在する場合は、刈払いと除草剤・抑草剤散布により、シバ優占植生に誘導できます。

(近畿中国四国農業研究センター 大谷一郎)

2) チガヤ

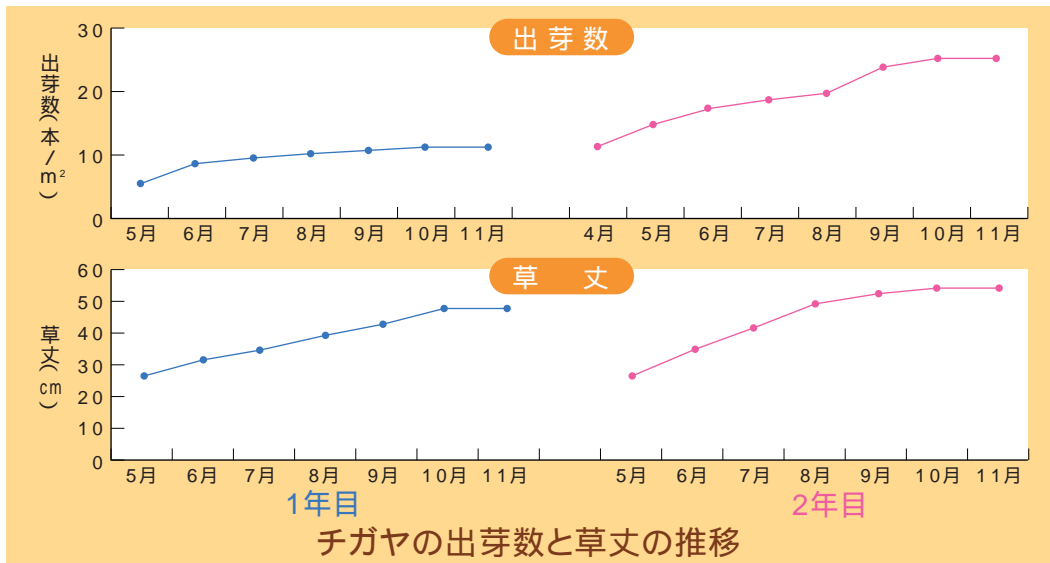
(1) 生育特性

生育状況

植え付け1年目は、1株から10本程度の芽が出ますが、2年目の夏には芽が20本程度となり、1株当たりの被覆面積は増加します。
草丈は、2年目には40～50cm程度になります。

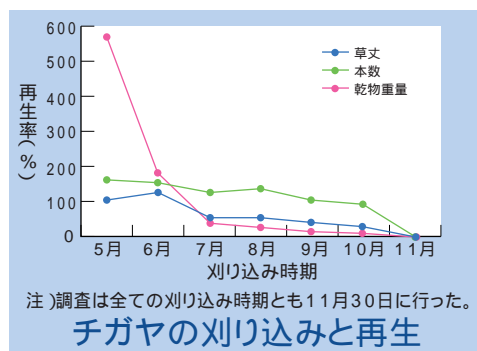


チガヤの苗



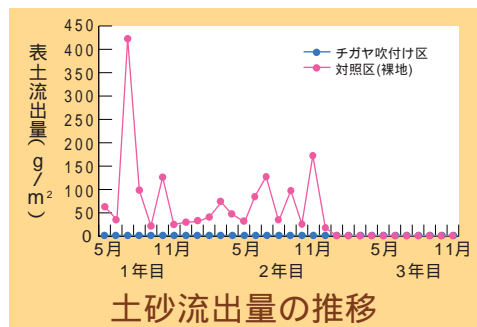
刈り込みと再生

チガヤは春の芽出し後、6月までに刈り込みを行うことで、根茎からの萌芽による増殖が盛んになります。
草丈、本数、地上部現存量が増大し、再生率が100%を上回ります。



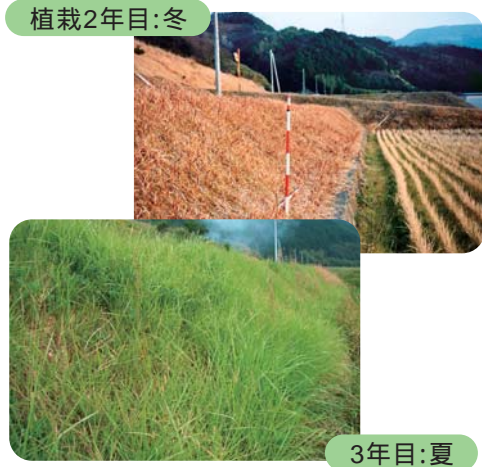
土砂流出抑止効果

チガヤを吹付けた場合は、当初より土砂流出が認められません。裸地区では、2年程度は降雨のたびに土砂流出が生じます。



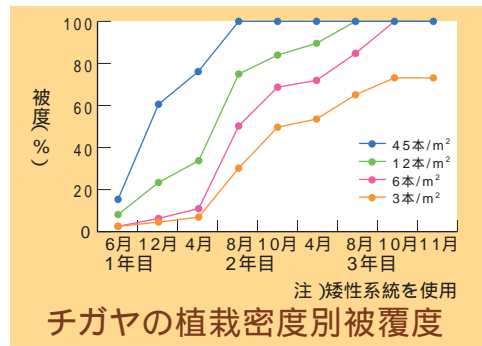
(2) 植栽方法

チガヤを畦畔法面に12本/m²(約40cm間隔)で植栽すると約2年間でほぼ全面を被覆し、侵食防止、崩壊防止、雑草抑制に有効です。早期に全面を被覆する場合は、刈り込みと施肥が有効です。また雑草対策は、除草剤、草刈りで行います。植栽時にシバを混植することにより、チガヤが被覆するまでシバにより早期に地表を被覆することができます(P.16参照)



植栽密度

1年間で全面を被覆するには45本/m²を植え付ける必要がありますが、12本/m²で植え付けても、2年間で全面を被覆できます。



3年目:秋



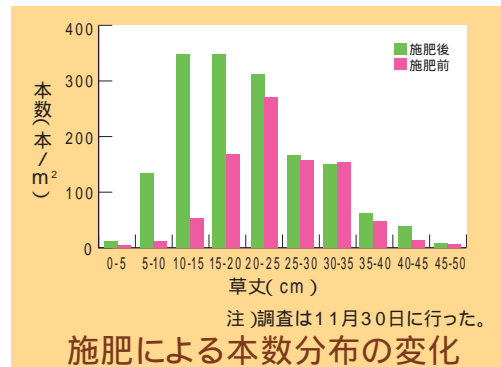
3年目:冬

植栽時期

早春の2月下旬から3月中旬までが適期です。

施肥

5月に刈り取った後、成分量で硫酸アンモニウム:6.3g/m²、過リン酸石灰:10.8g/m²、硫酸カリ:15g/m²、苦土珪カル:19.2g/m²を施すと、本数は20%から30%程度、地上部の現存量は80%程度増加します。



雑草管理

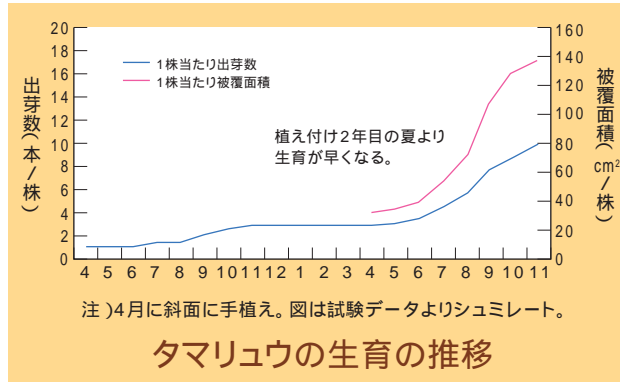
チガヤが全面被覆すると、雑草を1/10程度に抑制できます。6月に草刈り後、グリホサート剤(ラウンドアップハイロード等)40g/10aを50L/10aの水に混合して散布すれば、雑草発生率を30%以下に抑制することができます。

(愛媛大学 江崎次夫・岩本徹・川崎哲郎)

3) タマリユウ

(1) 生育特性

植え付け1年目は、1株から3～5本程度の芽が出ます。2年目の夏には芽が10本程度となり、1株当たりの被覆面積は増加します。



タマリユウ

(2) 植栽方法

手植え法

市販のタマリユウマット苗を購入し、分割して移植します。



タマリユウマット苗



分割苗



手植えすると、労力は多くかかりますが、確実にタマリユウは活着し、移植後の乾燥にもある程度耐えます。

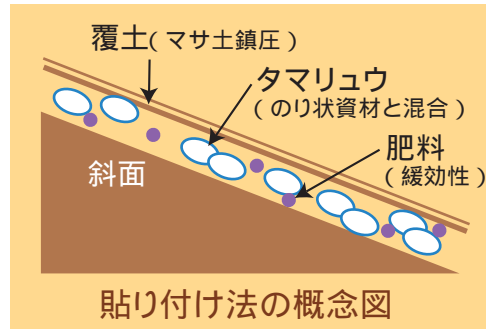
活着までと、植え付け1年目の夏に高温が続いたときには、灌水が必要です。

省力的植栽法

タマリユウ苗をのり状資材と混合し、それを畦畔法面に貼り付け、その上からマサ土で覆い、鎮圧します。4月に m^2 当たり120株貼り付けると、半年後には約200本の芽がでます。ただし、出芽にムラが生じ、全面被覆するまでの期間は手植えに比べ長くなります。

手植えよりも省力化が図れます((3)経営評価参照)。

急傾斜の法面では、マサ土の流亡が懸念されますので、緩傾斜(斜度30°程度まで)の法面に限られます。



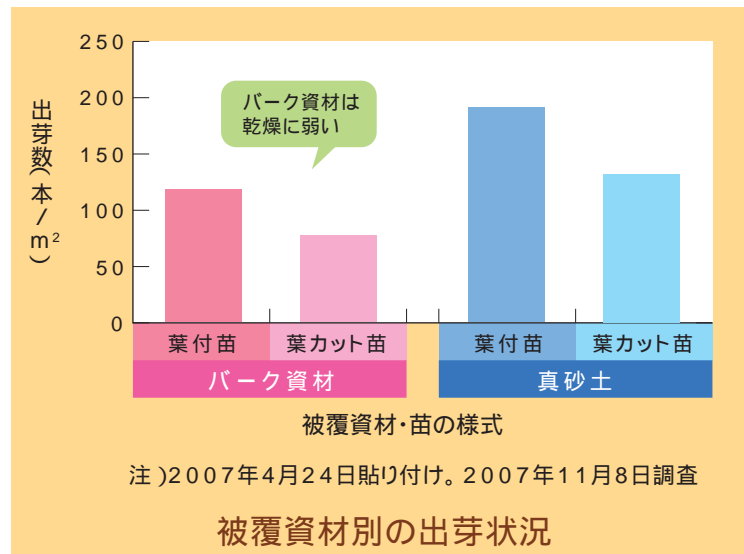
苗の貼り付け状況(2007年4月)



貼り付け状況

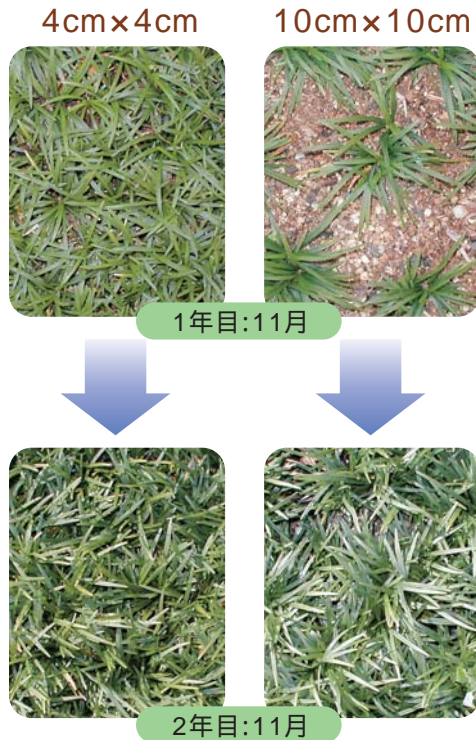
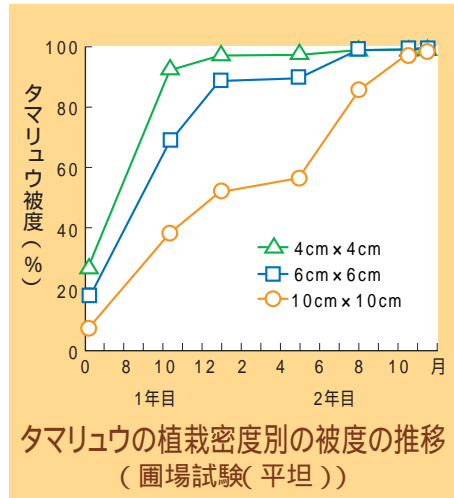


貼り付け苗の出芽状況(2007年11月)



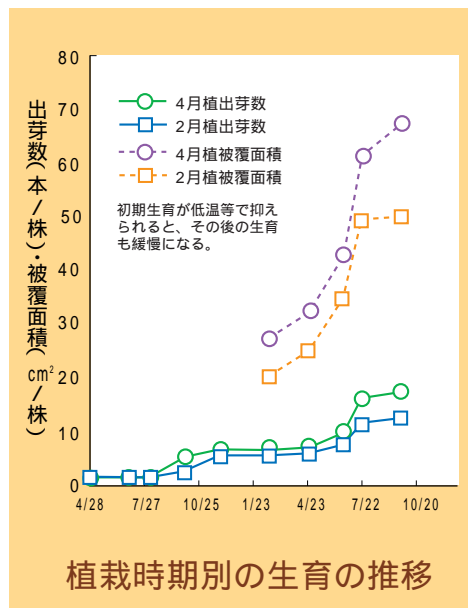
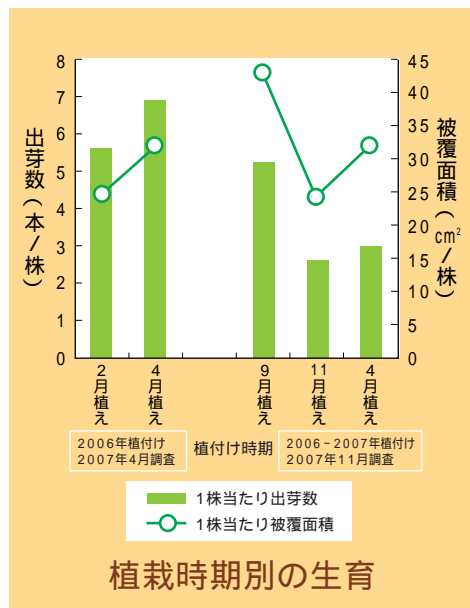
植栽密度

1年間で全面を被覆するには、4cm間隔で植え付ける必要があります。10cm間隔で植え付けても、2年間でほぼ全面を被覆できます。



植栽時期

タマリユウの植え付けは、4～5月に行います。9月の秋植えも可能です。気温の低い時期や高温で乾燥する時期の植え付けは不向きです。

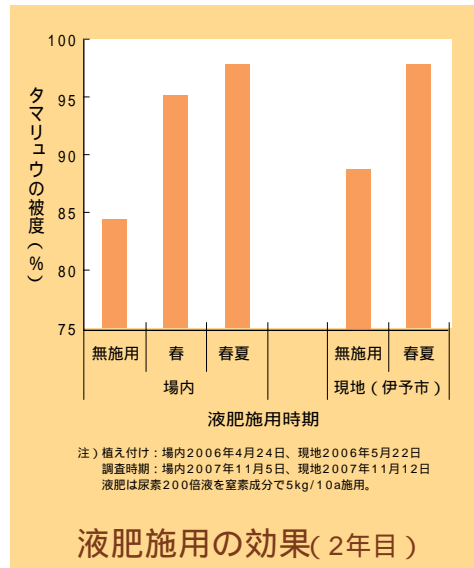
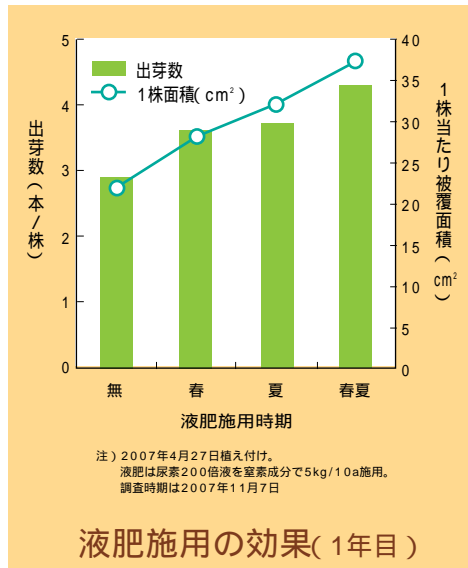


施肥

タマリユウの生育を良くするには、施肥が有効です。

時期は、春と夏が効果的です。雑草処理(草刈り、除草剤散布等)後に施用します。

斜面への散布となるので、液肥施用が効果的です。

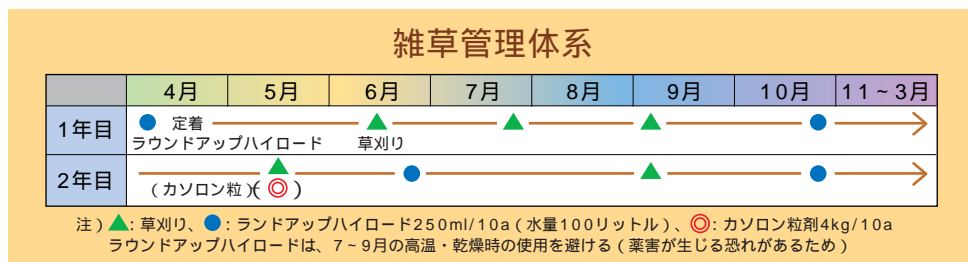
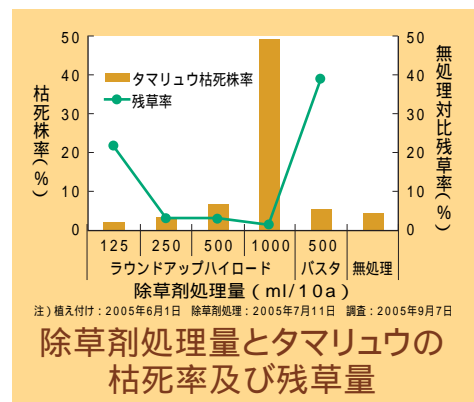
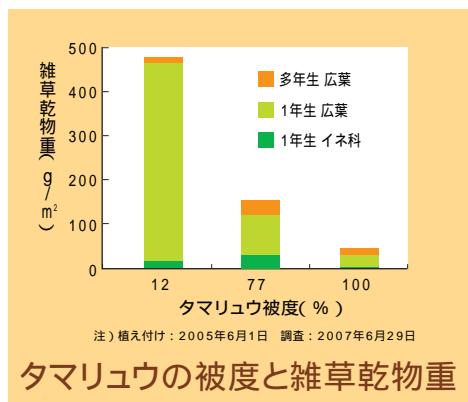


雑草管理

タマリユウが全面被覆すると、雑草量を1/10程度に抑制できます。

全面被覆するまでの雑草管理はラウンドアップハイロードの散布(250ml/10a)が効果的です。

スギナが優占する場合は、春の草刈り後のカソロン粒剤処理が有効です。



(3) 経営評価

1年目の植生転換の作業時間は、手植え法では31.0時間/100m²ですが、苗をのり状資材に混入し貼り付けることで、16.9時間/100m²に省力化できます。

植生転換の作業時間(1年目・100m²当たり)

単位:hr

作業内容		作業名	手植え法	貼り付け法
定植関連	苗準備	小ブロック分割	0.7	0.8
		苗の1本分割	7.5	9.0
	定植	手植え	19.5	
		資材混入・張付け		2.5
覆土等	施肥	0.6	0.3	
	マサ土被覆 板グワ抑え		1.2 0.4	
(小計)			(28.3)	(14.2)
除草作業	草刈り	6月・草刈機除草	0.7	0.7
		7月・草刈機除草	0.7	0.7
		9月・草刈機除草	0.7	0.7
	除草剤散布	4月・ラウンドアップH	0.3	0.3
		10月・ラウンドアップH	0.3	0.3
(小計)			(2.7)	(2.7)
合計			31.0	16.9

- 注1)定植関連作業は4月に実施。
 2)かん水作業時間を除いて集計した。
 3)ラウンドアップHは、ラウンドアップハイロードを示す。

1年目の植生転換経費は、手植え法では61千円/100m²ですが、貼り付け法では74千円/100m²になります。

2年目は除草作業として草刈り2回、除草剤散布2回の計2.0時間/100m²、4千円/100m²が必要です。

タマリユが約2年間でほぼ全面を被覆すれば、3年目以降の除草作業は大幅に軽減されます。

1年目には、多くの経費と労力を要しますので、小面積ずつ徐々に取り組みむことがポイントです。

植生転換の経費(1年目・100m²当たり)

単位:円

作業内容		資材名など	手植え法	貼り付け法	備考
定植関連	苗準備	タマリユ苗代	26,549	31,859	手植え10,000本 張付け12,000本
		ポリ容器	720	720	3個、5年
		コンテナ	550	550	5個、5年
	定植	移植コテ のり状資材	144	2,933	2個、5年
被覆等	被覆等	尿素	587	1,750	手動式22,900円
		肥料360日タイプ		15,709	
		マサ土		984	厚さ2cm 2本、5年
		板グワ カナツチ		540	2本、5年
(小計)			(28,550)	(55,045)	
除草作業	草刈り	草刈機除草3回	1,417	1,417	5年、固定費率35%
	除草剤散布	除草剤散布2回	647	647	手動式22,900円
	(小計)			(2,064)	(2,064)
労働費			31,000	16,900	1,000円/hr
合計			61,614	74,009	

- 注1)一部N株式会社の単価見積りを引用。
 2)かん水作業を除く。

(愛媛県農業試験場 木村浩・山本和博・住吉俊治・河野靖・弓達隆)

4) シバ

(1) 生育特性

シバは庭園・公園の芝草、さらに放牧地の牧草として、わが国で古くから利用されています。元来、シバはマット状に生育し、草高が低いことを生育特性とします。これら特性の活用は、雑草の生育抑制とともに、畦畔法面の省力管理に繋がるのが期待されています。

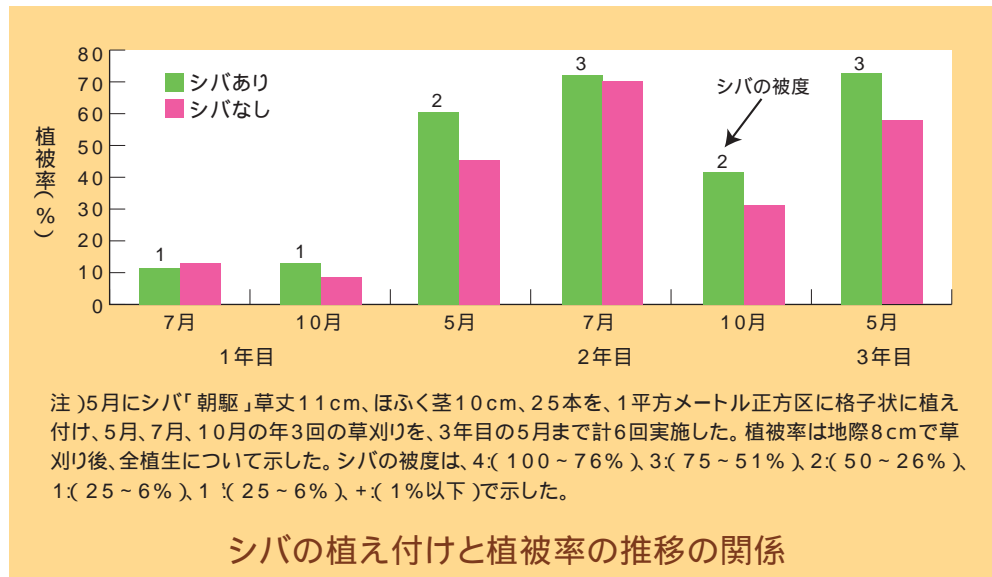
畦畔法面が新たに造成された場合、土壌の侵食回避の為、迅速な被覆植生の増加が望まれ、マット状に生育するというシバの生育特性の活用が望まれます。

シバ「朝駆」は、畜産草地研究所から2002年に品種登録されたほふく茎の伸びが良く、迅速な被覆が期待できることを最大の特徴とするシバです。

シバを植え付けることによって、植被率は高く推移しますが、とくに他の草種の発生が少ない5月頃においても植被率を高くすることができます。



シバ「朝駆」



シバの被覆によって、2年目以降のメヒシバの発生割合は減少します。なお、メヒシバはわが国で最も厄介な畑の一年生雑草です。

シバの植え付けが発生草量とその発生割合(%)の推移に及ぼす影響¹⁾

		処理 順位	シバあり			シバ無し		
			1	2	3	1	2	3
1年目	7月	発生草種 発生割合	メヒシバ 56	オヒシバ 17	カヤツリグサ 11	メヒシバ 44	カヤツリグサ 21	イヌビユ 16
	10月	発生草種 発生割合	メヒシバ 66	オヒシバ 18	イヌビユ 7	メヒシバ 46	イヌビユ 23	オヒシバ 17
2年目	5月	発生草種 発生割合	マツバウンラン 30	チチコグサモドキ 23	シバ 19	マツバウンラン 48	チチコグサモドキ 16	スズメノカタビラ 13
	7月	発生草種 発生割合	ヒメムカシヨモギ 31	シバ 25	メヒシバ 10	メヒシバ 38	ヒメムカシヨモギ 29	メマツヨイグサ 9
	10月	発生草種 発生割合	シバ 35	ヒメムカシヨモギ 22	メヒシバ 20	メヒシバ 59	ヒメムカシヨモギ 15	メマツヨイグサ 12
3年目	5月	発生草種 発生割合	メマツヨイグサ 28	シロツメクサ 27	シバ 26	メマツヨイグサ 60	シロツメクサ 18	ヨモギ 7

注1) 発生量の推定値である乗算優占度(被度と草高の積)の合計に占める上位3草種とその割合(%)を示す。

植え付け年の雑草防除の対象としてメヒシバに着目することで効果的なシバの被度の拡大が期待できます。

高頻度の草刈りは雑草制御とシバの拡大に有効ですが、裸地から新しくシバを植え付けても、年3回の草刈り2年程でシバ「朝駆」はかなり被度を拡大します。



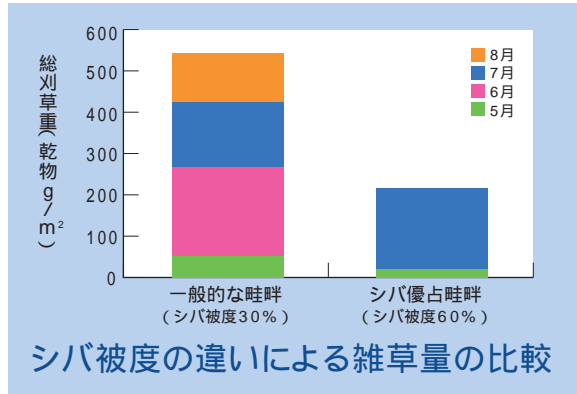
長田武正(1989)増補日本イネ科植物図譜より作成

(近畿中国四国農業研究センター 伏見昭秀)

(2) 植生誘導

シバ植生に誘導する利点

畦畔法面にシバが混在する場合、シバを広げていくことで、雑草の発生が抑えられ、その後の管理を省力化することができます。畦畔法面の維持管理には、一般的に年3～4回の草刈りが必要ですが、シバを優占化させれば、発生する雑草量が少なくなり、年2回程度の草刈り、もしくは薬剤散布のみで管理することが可能です。



一般的な畦畔



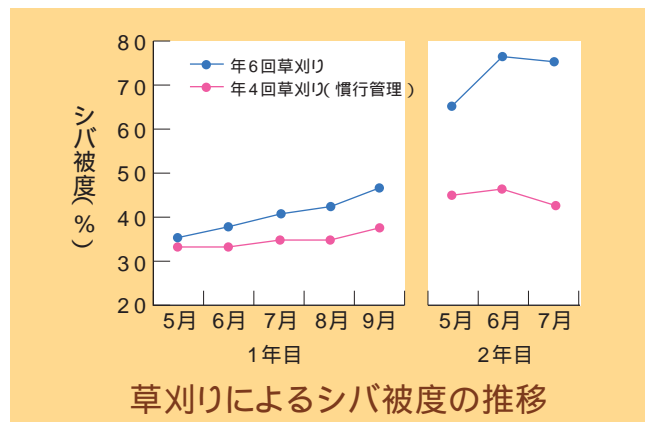
シバ優占畦畔

シバ植生畦畔への誘導方法

a 草刈りによるシバへの誘導

シバが混在した畦畔で草刈りを年4回行った場合では、シバはあまり広がりにません。

5月から9月まで大型の草を繁茂させないように、年6回程度行うことにより、シバの被度が高まります。



b 薬剤を活用した誘導法

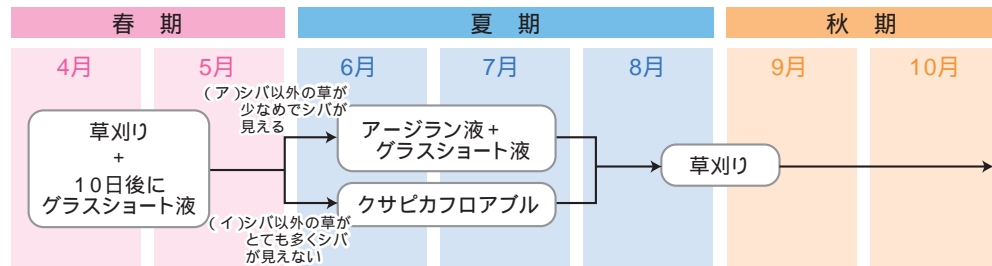
薬剤を使用した場合には、草刈り回数を減らした省力的なシバ誘導が可能です。

春期4－5月に草刈りを行い、草刈り後10日前後にグラスショート液剤を散布します。

初夏6－7月に、(ア)シバ以外の草が比較的少なくシバが見えている場合にはアージラン液剤(500ml/10a)+グラスショート液剤(500ml/10a)を散布、(イ)シバ以外の草、特にメヒシバが多くシバが覆われている場合には、クサピカフロアブル(400ml/10a)を散布します。

8－9月には草刈りを行います。このようなシバ誘導法を行うことで、シバの被度は5%程度から3年後には80%程度にまで広がります。

薬剤を活用したシバ誘導法



シバ優占化の過程(初期のシバ被度は5%)

イタリアンライグラスなど大型の冬雑草が繁茂した場合には、冬期のシバ休眠期に非選択性除草剤を茎葉散布して下さい。

クサピカフロアブルは、高温時に散布した場合、シバに対し葉枯れを生じさせ、生育を損なうことがあります。

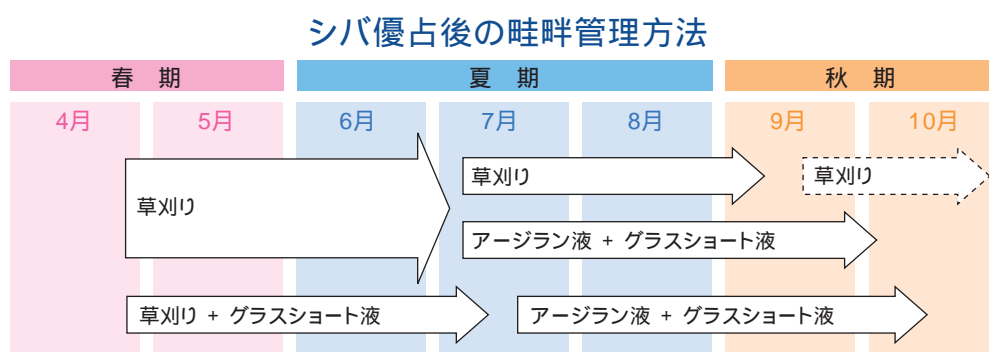
スギナが優占している場合には、春期にスギナが伸びてきたところで、グラスショートの代わりに2、4-Dアミン塩(100g/10a)を散布する方法が有効です。

シバ優占後の畦畔管理

シバの被度が80%以上になると雑草の侵入が少なくなり、草刈りや薬剤処理の回数をさらに減らすことが可能です。草刈りについても、雑草の発生量が少ないことから、労働時間を短縮できるとともに、労働負担も軽減できます。

草刈りのみで管理する場合は、春期と夏期(暖地では秋期も)の年2(～3)回でシバ畦畔を維持できます。

薬剤を使用する場合は、下図のような管理方法をお勧めします。薬剤を使用することで、雑草の生育を抑え、美しい畦畔を維持することが可能です。



草刈りのみの管理の場合、強害雑草であるクローバーなどが侵入することがあるので、侵入した場合は薬剤を併用してください。

使用する薬剤の特性

グラスショート液剤(抑草剤)

ススキやチガヤなど多年生を含むイネ科雑草に対して抑草効果が高く、広葉雑草に除草効果があります。

クサピカフロアブル(抑草剤)

イネ科、広葉、カヤツリグサ科の各雑草に対して、抑草および除草効果があります。特に、メヒシバ、エノコログサなどのイネ科雑草に対する効果に優れます。

アージラン液剤(除草剤)

芝生でも用いられている薬剤で、シバの生育に影響することなく、メヒシバ、エノコログサなどのイネ科雑草や広葉雑草に除草効果があります。抑草剤とは、対象とする植物群落の植生を維持し、かつ一定の期間その伸長成長を抑制することにより管理場面の省力化に資する薬剤の総称です。

上記の薬剤は農薬登録を有し、水田畦畔で使用することができます。使用にあたってはラベルをよく読み、周囲に飛散しないよう注意して散布してください。

(3) 経営評価

薬剤散布を併用した管理では、誘導期間中から慣行管理と比べ、作業時間は短く、経費も同程度で済みます。

シバが優占化すれば、更に作業時間、経費を削減可能です。

シバへの誘導期間中の作業時間(100m²当たり)

単位:時間

作業内容	作業名	1回あたり作業時間	年4回草刈り区 (慣行管理)	年6回草刈り区	年2回草刈り+ 年2回薬剤散布区
草刈り	(刈払機準備・片付け 草刈り 刈草集め・持ち出し)	0.7	2.8 (0.7×4回)	4.2 (0.7×6回)	1.4 (0.7×2回)
薬剤散布	(散布器準備・片付け 薬剤散布)	0.3	—	—	0.6 (0.3×2回)
合計			2.8	4.2	2.0

シバへの誘導期間中の経費(100m²当たり)

単位:円

作業内容	投入資材	年4回草刈り区 (慣行管理)	年6回草刈り区	年2回草刈り+ 年2回薬剤散布区(ア) (1回目薬剤A 2回目薬剤A+薬剤B 使用)	年2回草刈り+ 年2回薬剤散布区(イ) (1回目薬剤A 2回目薬剤C 使用)	前提条件 (・管理面積は15a ・主な管理器具は 5年毎に更新 ・燃料は200円/L)
草刈り	刈払機 燃料	1,357 80	1,357 120	1,357 40	1,357 40	関連経費を含む 0.1L/100m ² 使用
薬剤散布	薬剤散布器(充電式) 薬剤A 薬剤B 薬剤C	—	—	576 552 133	576 276 52	関連経費を含む
(小計)		(1,437)	(1,477)	(2,658)	(2,301)	
労働費		2,800	4,200	2,000	2,000	1千円/時間
合計		4,237	5,677	4,658	4,301	

注)薬剤Aはグラスショート液:50ml/100m²、薬剤Bはアージラン液:50ml/100m²、
薬剤Cはクサピカフロアブル:40ml/100m²

和歌山県農林水産総合技術センター農業試験場 川西孝秀・垣内仁・森本哲矢
(財)日本植物調節剤研究協会 橋本仁一・山木義賢・高橋宏和・林伸英
クミアイ化学工業(株) 小林正典・山地充洋・花井涼・小川安則

5) 施工方法

(1) 施工手順

広幅二重ネット工法

チガヤ(9-25本/m²)とシバ苗が木綿の二重ネットにはさんであります。

ネットの幅は115cmで、通常50mで一巻になっており、重さは20kgぐらいです。

草が生えている法面では、地際から刈っておきます。

ネットの上端を目串で2-3箇所止めて、下に向けてネットを広げて張ります。

下端を目串で止めて、鋏でネットを切ります。

時間をおくと苗が乾燥して定着率が悪くなるので、ネットを広げたらすぐ目土を20L/m²ぐらい掛けます。

目土は雑草の種子が入っていない、山から切り出したばかりのものを使います。

ネットが引っかからないように板の角を丸くしたトンボを用いて、目土の厚さを2cm程度、ネットが見えないぐらいに調整します。

最後に十分灌水をします。

タマリユウ苗をはさんだネットも同じように施工します。

乾燥が厳しい時期にはワラコモをかけて、U-ピンやロープで抑えておきます(下左)。

流水による侵食には、アスファルト乳剤散布も効果的です(下右)。



細幅二重ネット工法(筋植え工法)



幅12cmの木綿の二重ネットの間にチガヤやタマリユウなどの苗がはさんであります。

溝切機で、深さ5-6cmの溝を切ります。間隔はチガヤで20cm、タマリユウで10cmが標準です。作業はスパイクの付いた滑りにくい靴を履いて行います。

専用の植え付け道具を用いて、ネットを溝に差し込んでいきます。

1ロールのネットの長さは約10mです。

植え付けの終了後には、灌水します。石などが多く溝切が難しい場合は、他の植え付け方法にします。

プラグ苗工法

チガヤ苗の入った生分解性プラスチックのプラグを、法面に打ち込みます。

プラグの大きさは、長さ11.5cm、太い部分の直径が28mmです。地面がやわらかい場合は木槌などでそのまま打ち込み、硬い場合は専用の穴あけ機具などを用いて、穴を開けておきます。

(試験段階なので、プラグの販売はしていません。)



(2) 経営評価

チガヤへの転換

植生転換の作業時間(1年目・100m²当たり)
単位:時間

作業内容	作業名	広幅二重ネット工法	細幅二重ネット工法
定植 関連	草刈り 施工	0.7 (ネット延展、 目土掛け等)	0.7 37.5
	除草 作業	0.7 草刈機除草(1回)	0.7
合 計		38.9	38.9

1年目の作業時間は100m²当たり38.9時間、関連経費は広幅二重ネット工法は256千円、細幅二重ネット工法は316千円です。

2年目以降は、除草管理として草刈り2回、計1.4時間が必要です。

植生転換の経費(1年目・100m²当たり)

作業内容	作業名	広幅二重ネット工法	細幅二重ネット工法	備考
定植 関連	ネット苗	205,000	275,000	厚さ2cm 100本 5年
	目土	10,000	—	
	竹目串	300	300	
	鉄、金槌等	190	20	
	溝切り機	—	500	
	ネット挿入機	—	300	
	除草 作業	草刈機除草(2回)(定植関連刈払いを含む)	1,397	
(小 計)		(216,887)	(277,517)	
労 働 費		38,900	38,900	1,000円/hr
合 計		255,787	316,417	

注1)ネット苗を購入して施工したときの経費です。 2)業者に施工を依頼することもできます。

タマリユウへの転換

植生転換の作業時間(1年目・100m²当たり)
単位:時間

作業内容	作業名	広幅二重ネット工法	細幅二重ネット工法
定植 関連	草刈り 施工	0.7 (ネット延展、 目土掛け等)	0.7 75.0
	除草 作業	草刈機除草(2回)	1.4
除草剤散布		除草剤散布(2回)	0.6
合 計		40.2	77.7

1年目の植生転換作業時間は、100m²当たり広幅二重ネット工法は40.2時間、細幅二重ネット工法は77.7時間です。関連経費は広幅二重ネット工法は328千円、細幅

二重ネット工法は100m²当たり611千円です。

2年目は、除草管理として草刈り2回、除草剤散布2回の計2.0時間が必要です。

広幅二重ネット工法の補助作業の作業時間と経費は、付表1を参照してください。

植生転換の経費(1年目・100m²当たり)

作業内容	作業名	広幅二重ネット工法	細幅二重ネット工法	備考
定植 関連	ネット苗	275,000	530,000	厚さ2cm 100本 5年
	目土	10,000	—	
	竹目串	300	300	
	鉄、金槌等	190	20	
	溝切り機	—	500	
	ネット挿入機	—	300	
	除草 作業	草刈機除草(3回)(定植関連刈払いを含む)	1,417	
除草剤散布	除草剤散布(2回)	900	900	
(小 計)		(287,807)	(533,437)	
労 働 費		40,200	77,700	1,000円/hr
合 計		328,007	611,137	

注1)ネット苗を購入して施工したときの経費です。 2)業者に施工を依頼することもできます。

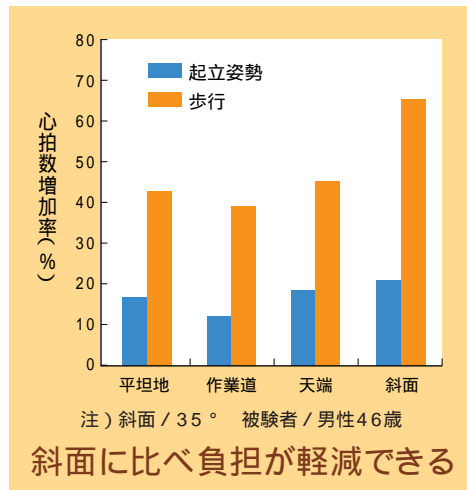
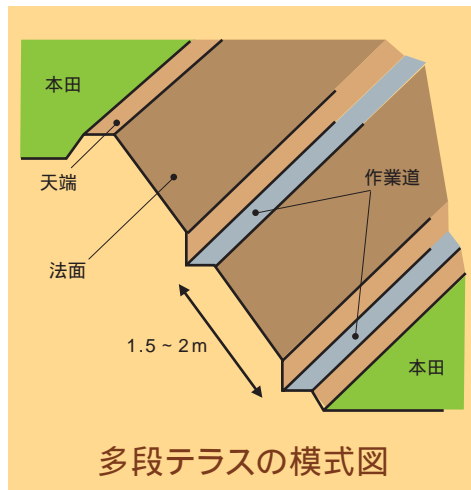
(ゾイシアンジャパン株式会社 長沼和夫)

3 多段テラスの造成と草刈り作業

1) 多段テラスの造成・維持

(1) 多段テラスとは

大規模な畦畔法面に等高線に沿って作業道を1.5～2m間隔に造成したもので、そこを草刈り作業時の足場にする事で、畦畔法面の草刈り作業が楽に、安全に行えます。



(2) 造成前に調査すること

植生のある畦畔法面で水田並びに畦畔の管理が行われている法面への造成はおおむね可能です。付表3に多段テラス造成に伴う法面強度の検討例を示します。

雨雪の影響等による侵食や崩落が多段テラスの造成によって助長されることが予想される箇所や湧水箇所への造成は避けたほうが良いでしょう。

(3) 狭幅作業道造成機による簡易造成法

利用する機械

作業道造成には、狭幅作業道造成機(歩行型溝掘機MRV2VHS、逆転ロータリ、片排土)を用います。



狭幅作業道造成機

多段テラス造成の手順

作業道を設置する法面は、事前に草刈り作業を行い、刈草は集草もしくは持ち出します。

作業道の設置箇所や間隔は、それまでの刈払機による草刈り作業時の足場位置の痕跡に習って、設置間隔が1.5～2m程度で決定し、石灰等により水平にマーキングします。

作業道の幅(足場)は、作業道の延長方向をみて両足を揃えて立てる25cmを目標とし、造成作業は前後進の往復作業を1～2回行いながら幅を広げます。

作業道造成の作業時間

100m当たりの作業時間は、1時間程度です。

安全作業のためのポイント

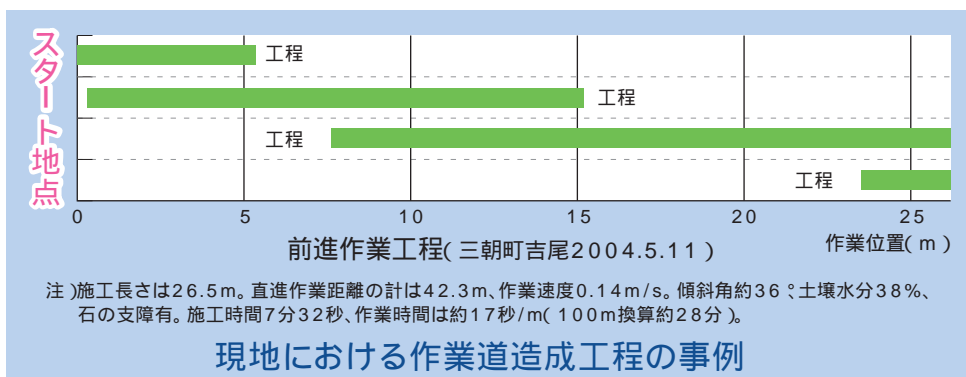
造成機の中央にロープをくりつけ、補助者が法面上側から引っ張るなどして安全を確保します。

ハンドルを持ち上げ気味にしてロータリを積極的に掘削面に押しつけることで、運転操作はより安定します。

こぶし大以上の石が埋没していたり、葛の太い根がある箇所では、スリップや作業機滑落の危険が生じるので、無理をせず前進し、支障のない位置から作業を再開します。



補助者による安全確保の事例



(4) 維持法

作業道の造成直後に歩行面の踏み固めを行うとともに、谷側の肩部への排土をスコップなどを用いて叩き締めを行います。

造成作業中に作業機のスリップが生じる湿った箇所には、消石灰を1m当たり0.8～1kg散布することで歩行面が締まります。(造成機の前進作業後に散布し、後進作業時に攪拌する方法と、造成後に散布する方法がありますが、後者がお勧めです。)

(5) 作業能率と経費

多段テラス造成作業時間
(100m当たり)

単位:時間

作業名	人員	作業時間
マーキング	3	0.08
造成機操作	2	0.75
石灰処理等	1	0.75
確認・休憩	3	0.17
合計	3	1.00

注)造成準備のための草刈作業時間は含まない。

多段テラス造成経費
(100m当たり)

単位:円

項目	経費	備考
機械利用経費	1,235	価格220,500円、5年
固定費	1,103	造成距離8,000m/年
変動費	132	消費量0.66L/100m
資材費	3,500	消石灰100kg/100m
労働費	3,000	1,000円/h、3名
合計	7,735	

(6) 取り組み事例の紹介

鳥取県における多段テラスの造成事例



高低差の大きい農道沿いへの造成例
(鳥取県東伯郡三朝町吉尾)



法尻位置への造成例
(鳥取県八頭郡智頭町大屋)



造成作業の様子
(鳥取県西伯郡伯耆町間地)



造成作業の様子
(鳥取市河原町谷一木)

付表4に多段テラスに関する導入農家のアンケート集計結果を示します。

(鳥取県農業試験場 三谷誠次郎
近畿中国四国農業研究センター 田中宏明・大黒正道・中元陽一・細川雅敏)

2) 畦畔法面の草刈り作業

(1) 一人用作業機

刈払機

多段テラス(作業道)または天端に立って草刈りします。

基本は刈下げ作業となります。法尻が田面や水路の場合は、草を落とさないように刈上げ作業とします。

作業道の上に刈った草が残らないように、やや下側に草を集めます。

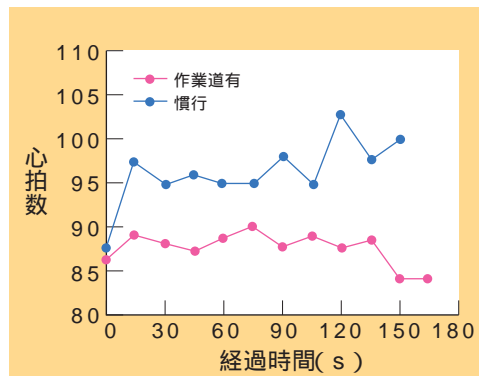
作業道における草刈り作業時の心拍数増加率は、斜面に比べて軽減します。



作業道を利用した草刈り作業



作業道のやや下に刈り草を集める



刈払機による法面草刈り作業中の心拍数変化

斜面草刈機利用

作業道または天端に立って、等高線に沿って往復しながら草刈りします。作業道の間隔を刈幅(50cm)の整数倍(2~4倍)に合わせて造成することが重要です。



天端からの草刈り作業



作業道からの草刈り作業

人力けん引式法面草刈機利用

a 特徴と作業方法

2本のロープでけん引するロータリ式の小型法面草刈機です。シバやチガヤ等が優占する比較的草高の低い(50cm程度)法面で利用します。

天端を往復歩行しながら上から1段目の作業道のやや下まで等高線に沿って草刈りし、その後上から1段目の作業道を往復歩行して、その下の法面の草刈りを同様に行います。

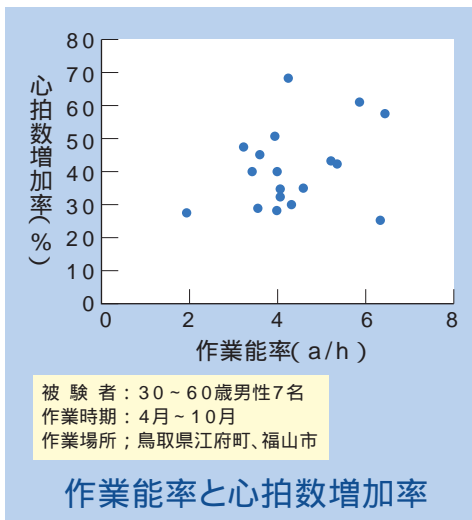
草量にあわせて作業速度(歩行速度)を自由に調整できます。



人力けん引式法面草刈機



b 作業能率、作業負担と経費



草刈り作業能率は、1時間当たり4a(2～6a)です。

休憩等を含めた作業時間は、刈払機とほぼ同じ100m²当たり約0.7時間です。

法面上で作業する慣行の刈払機の草刈り作業時間、経費は付表2に示します。

草刈り経費

(100m²当たり、のべ4回)

単位:円

項目	経費	備考
機械利用経費	1,947	参考価格80,000円
固定費	1,867	利用面積:1,500m ² /年
変動費	80	燃料費20円/100m ²
労働費	2,800	700円/100m ²
合計	4,747	

(2) 二人用作業機

広幅レシプロ式草刈機

a 特徴

広幅レシプロ式草刈機は、二人作業を基本とするソリ付きの可搬式草刈機です。

刈刃の前方上位からエアーを送り出す多数の吹き出し口をもち、このエアーにより刈り草を後方へ倒し込むしくみとなっています。ソリ位置の調整が行えることで、刈り高さ・刃の傾きを選択できます。

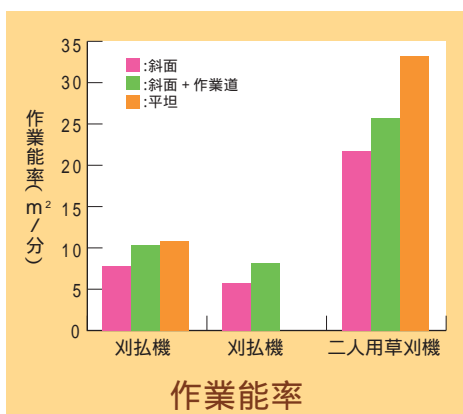
草高80cm程度のチガヤ群落でも刈り取りが可能で、膝下程度の草高であれば作業者の歩行に同調した速度で作業が行えます。



作業風景

b 作業能率

作業道を設置した畦畔法面での作業能率は25m²/分と刈払機の約3倍で、効率的な作業が可能です。



作業能率

c 作業時間と経費

草刈り作業時間 (100m²当たり、のべ4回)

単位:時間

作業名	人員	作業時間
草刈り	2	0.40
移動・休息	2	0.10
集草・持出	2	0.25
合計	2	0.75

草刈り経費 (100m²当たり、のべ4回)

単位:円

項目	経費	備考
機械利用経費	1,141	参考価格262,500円、5年
固定費	1,021	刈取り面積9,000m ² /年
変動費	120	消費量0.15L/100m ²
労働費	1,500	1,000円/h、2名
合計	2,641	

鳥取県農業試験場 三谷誠次郎
株式会社ニッカリ 大西久雄
近畿中国四国農業研究センター 亀井雅浩・奥野林太郎・窪田潤・高橋仁康

付表1 広幅二重ネット工法の補助作業の作業時間と経費

施工後の乾燥害や侵食が予想される場合は、わらコモマルチまたはアスファルトマルチを行います。

マルチ施工関連の
作業時間
(100m²当たり)

単位:時間

作業内容	作業時間
わらコモマルチ施工	13.6
アスファルトマルチ施工	17.6

マルチ施工関連の経費(100m²当たり)

単位:円

作業内容	作業名	わらコモマルチ	アスファルトマルチ	備考
マルチ施工	わらコモ	14,000	-	植生用
	Uピン	750	-	
	アスファルト乳剤	-	10,000	
	散布機損料等	-	2,312	
(小計)		(14,750)	(12,312)	
労働費		13,600	17,600	1,000円/hr
合計		28,350	29,912	

(ゾیشانジャパン株式会社 長沼和夫)

付表2 法面における刈払機による草刈り作業時間と経費

草刈り作業時間
(100m²当たり)

単位:時間

作業名	人員	作業時間
草刈り	1	0.25
集草・持出	1	0.25
移動・休憩	1	0.20
合計	1	0.70

草刈り経費(100m²当たり、のべ4回)

単位:円

項目	経費	備考
機械利用経費	1,437	
固定費	1,357	利用面積:1,500m ² /年
変動費	80	燃料費:20円/100m ²
労働費	2,800	700円/100m ²
合計	4,237	

草刈り経費試算の前提条件

- 価格: 58,160円(2007年10月全国平均価格、農林水産省)
- 耐用年数: 5年
- 年間固定費率: 35%(減価償却費、修繕費、部品費等関連経費含む)
- 利用面積: 経営面積1ha(畦畔率15%)で年4回、1,500m²×4=6,000m²
- 燃料費: 200円/L(ガソリン150円、潤滑油50円、概算値)
- 燃料消費量: 0.1L/100m²
- 労働費: 1,000円/h

(近畿中国四国農業研究センター カバークロップ研究近中四サブチーム)

付表3 多段テラス造成に伴う法面強度の検討

中山間の水田法面において、多段テラス造成に伴う崩壊危険性を明らかにするため、法面強度の検討を行いました。

1 現地調査法面

多段テラスを造成した鳥取県内の水田法面4箇所を対象としました。



調査地点 および
(鳥取市河原町)

調査地点
(鳥取県東伯市三朝町)

調査地点
(鳥取県日野郡江府町)

図1 現地調査法面の概況

表1 各調査地点での現場測定データおよび室内土質試験結果

調査地点番号		上		下		上		下	
法面形状	斜面長さ	3.9		4.0		5.8~7.1		3.8	
	勾配	36~41		40~45		37~48		37~40	
一般	湿潤密度	1.65	1.76	1.80	1.79	1.46	1.56	1.44	1.79
	乾燥密度	1.18	1.27	1.35	1.34	0.85	0.93	1.05	1.58
	土粒子の比重	2.60	2.60	2.77	2.77		2.63	2.51	2.66
	自然含水比	39.5	38.5	33.9	34.3	72.6	69.6	37.6	13.4
	間隙比	1.20	1.05	1.05	1.07		1.83	1.39	0.68
	飽和度	85.3	95.6	89.3	89.0		100.1	67.9	52.1
	液性指数	2						56	
粒度	砂分	27						27	
	シルト分	29						9	
	粘土分	42						8	
	最大粒径	9.5						53	
	塑性限界	62.1		56.9		108.5		77.2	
コンシステンシー	塑性限界	33.4		32.2		47.0		NP	
	塑性指数	28.7		24.7		61.5		NP	
	液性指数	0.21	0.18	0.07	0.09		0.37		-1.1
	コンシステンシー指数	0.79	0.82	0.93	0.91		0.63		2.1
分類	地盤材料の分類名	シルト(高塑性限界)				火山灰質粘性土 (黒芥ク)			
	分類記号	(MH)				(VH2)			
SR-2型原位 置せん断試験	粘着力 C	8.7	6.5	5.9	6.8	17.9	8.1	6.8	8.6
	内部摩擦角	30.9	41.9	38.2	39.8	29.2	47.9	41.6	39
簡易動的コーン貫入試験 No値(深さ20cmでの測定値)		2.0~3.2 (平均2.4)		0.8~6.6 (平均3.6)		1.6~2.0 (平均1.7)		2.0~6.3 (平均4.9)	

注) 上: 法面表面、下: 深さ20~25cm地点における測定値

2 法面強度の検討(安定解析)

調査法面のうち、水田法面に多く見られる土壌である調査地点 からの採取土を用いて、一面せん断試験(再成型試料を用いた定体積圧密非排水試験)を行い、土壌の強度 C_{cu} 、 ϕ_{cu} を測定しました(図2)。この数値を土の強度定数として用い、法面の勾配やテラスの設置位置を変化させて斜面安定解析を行ったところ(図3)、いずれのケースにおいても安全率 $F_s=1.556$ 以上となりました(安全率 F_s は、1.0以下で崩壊の危険があり、1.2以上が安定の目安です)。また、テラスの設置位置がどこであっても法面全体のすべりに対する安全率はほとんど低下しないこと、さらに、テラス設置位置を通る部分すべりの安全率は、法面

全体の安全率よりかなり大きいことがわかりました(表2)。以上より、造成前の法面全体が安定していれば、多段テラス造成に伴う強度低下はほとんどなく、崩壊の危険性は少ないと判断されました。

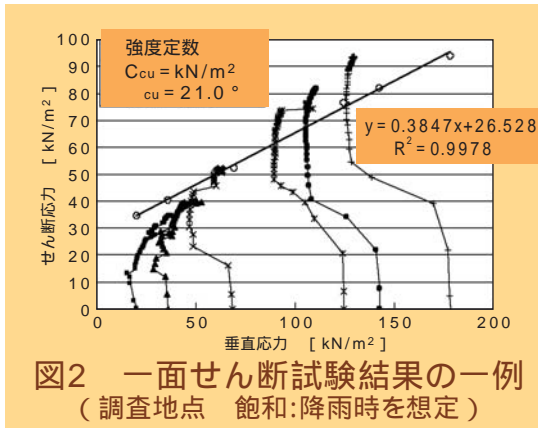


図2 一面せん断試験結果の一例 (調査地点 飽和:降雨時を想定)

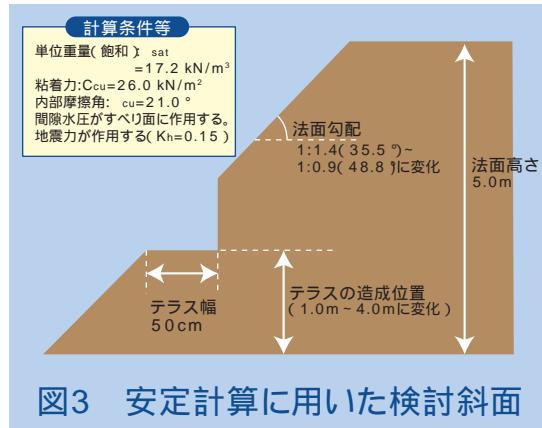


図3 安定計算に用いた検討斜面

表2 多段テラス造成に伴う法面安定性の解析結果(調査地点 飽和)

法面勾配	テラスの造成位置(基礎からの高さH)	各ケースでの最小安全率(Fsmin)とテラス造成の影響					
		全体すべり			テラス造成面を通る部分すべり		
		テラスなし	テラスあり	安全率の低下度合い /	テラスなし	テラスあり	安全率の低下度合い /
1:0.90 (48.0°)	H=4.0m	1.557	1.561	1.00	6.661	5.421	0.81
	H=3.0m		1.560	1.00	3.483	3.180	0.91
	H=2.0m		1.558	1.00	2.429	2.296	0.95
	H=1.0m		1.556	1.00	1.874	1.802	0.96
1:1.0 (45.0°)	H=4.0m	1.592	1.598	1.00	6.871	5.618	0.82
	H=3.0m		1.596	1.00	3.592	3.293	0.92
	H=2.0m		1.594	1.00	2.486	2.356	0.95
	H=1.0m		1.593	1.00	1.925	1.860	0.97
1:1.20 (39.8°)	H=4.0m	1.675	1.680	1.00	7.278	6.102	0.84
	H=3.0m		1.678	1.00	3.763	3.518	0.93
	H=2.0m		1.676	1.00	2.609	2.508	0.96
	H=1.0m		1.675	1.00	2.020	1.976	0.98

3 多段テラス設置可否の目安

多段テラスを設置しようとしている法面が安定しているかどうかを判断する目安として、逆算法による試算を行いました。その結果、法面の勾配に応じて、図4に示す土の強度定数C、が確認できれば多段テラスを設置しても問題がないと考えられました(C、は一面せん断試験によって求められます)。

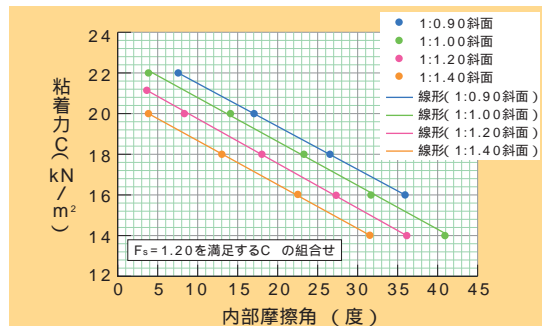


図4 法面安定のための強度定数の試算結果

(近畿中国四国農業研究センター 田中宏明・大黒正道・中元陽一・細川雅敏)
鳥取県農業試験場 三谷誠次郎

付表4 多段テラス(畦畔法面管理作業道)についてのアンケート集計結果

今後の普及推進の参考とするため、先進的に狭幅作業道造成機により作業道を設置した鳥取県日野郡の主要な農家13戸を普及展示モニターとして作業道の利用状況及び効果についてアンケート調査を行った。

設問1 作業道の目的別利用状況 (単位:人)

利用状況	1位	2位	3位	割合(%)
あぜの草刈り	13			100
施肥		2		15
薬剤散布			2	15
資材の運搬				
その他				

設問2 草刈り作業強度(肉体的辛さ)

作業強度	人数(人)	割合(%)
非常に楽	2	15
楽	11	85
普通		
きつい		
非常にきつい		
計	13	100

設問3 草刈り作業の軽労化(肉体的辛さの軽減程度)

軽減程度	人数(人)	割合(%)
前より辛くなった		
変化なし		
やや軽減された		
少し軽減された	3	23
半分くらい軽減された	1	8
かなり軽減された	4	31
大幅に軽減された	5	38
計	13	100

設問4 草刈り作業の安全性の向上(緊張感の軽減)

軽減程度	人数(人)	割合(%)
前より悪い		
変化なし		
やや良くなった		
少し良くなった	2	16
半分くらい良くなった	3	23
かなり良くなった	3	23
大幅に良くなった	5	38
計	13	100

設問5 草刈り作業の効率化(作業時間の増減)

増減程度	人数(人)	割合(%)
減少(20%以上)	5	38
減少(10~20%)	1	8
減少(10%未満)	3	23
変化なし	1	8
増加した(10%未満)	1	8
増加した(10~20%)	2	15
増加した(20%以上)		
計	13	100

設問6 作業道設置法面の傾斜

区分	人数(人)	割合(%)
緩やか	1	9
少し急	5	91
かなり急	5	
計	11	100

設問7 作業道を他に設置しますか

区分	人数(人)	割合(%)
現在のほ場のみ	4	31
他ほ場に設置したい	9	69
計	13	100

設問8 周辺農家の評価(6戸の周辺)

区分	人数(人)	割合(%)
作業道を設置したい	14	67
作業道を出来れば設置したい	7	33
設置するほどではない		
設置しない		
計	21	100

設問9 作業道を造る方法

区分	人数(人)	割合(%)
自分で機械を購入し設置する	1	8
JA等が機械を購入し農家に貸し出し	1	8
JA等が機械を購入し有料で設置	10	84
計	12	100

設問10 作業道設置の有無

区分	人数(人)	割合(%)
作業道設置を依頼しない	4	31
作業道設置を依頼する	9	69
(設置希望総延長2,030m)		
計	13	100

設問11 作業道設置費用

設置費用	人数(人)	割合(%)
50円~100円/m	5	63
100円~200円/m	3	37
計	8	100

設問12 作業道を造る上での要望

作業道の幅がもう少し広いほうがよい(10~20cm)

設問13 作業道を草刈り作業に利用した感想

作業中に転び、その都度休憩が必要であったがその程度が少なく非常に楽になった。

年齢が進むにつれ、作業道の良さが分かる。

とても楽に作業が出来て楽である。

作業道に足が掛かり、滑りにくく安全である。

法面の草刈りをしようという意欲ができました。

作業が楽になったが、作業道部分を刈るのに手間がかかる。

- 1)実施者:日野総合事務所農林局農業振興課
- 2)集計:平成17年8月22日(実施は7月)
- 3)対象:日野郡内の13戸の農家(日南町2戸、日野町3戸、江府町8戸)
- 4)設問の内容等:設問数13(上記のとおり)

執 筆 者

愛媛大学 農学部

江崎次夫、岩本 徹、川崎哲郎

愛媛県農業試験場

木村 浩、山本和博、住吉俊治、河野 靖、弓達 隆

鳥取県農業試験場

三谷誠次郎

和歌山県総合農業技術センター 農業試験場

川西孝秀、垣内 仁、森本哲矢

ゾイシアンジャパン(株)

長沼和夫

クミアイ化学工業(株) 生物科学研究所

小林正典、山地充洋、花井 涼、小川安則

(株)ニッカリ

大西久雄

(財)日本植物調節剤研究協会 研究所

橋本仁一、山木義賢、高橋宏和、林 伸英

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター

大谷一郎、亀井雅浩、伏見昭秀、田中宏明、大黒正道、中元陽一、
細川雅敏、奥野林太郎、窪田 潤、高橋仁康

問い合わせ先

近畿中国四国農業研究センター カバークロップ研究近中四サブチーム

〒721-8514 広島県福山市西深津町6-12-1

電話:084-923-5343 FAX:084-923-7893

<http://wenarc.naro.affrc.go.jp/index.html>

愛媛大学 農学部

〒790-8566 愛媛県松山市樽味3-5-7

電話:089-946-9803 FAX:089-977-4364

<http://www.ehime-u.ac.jp/>

愛媛県農業試験場

〒799-2405 愛媛県松山市上難波甲311

電話:089-993-2020 FAX:089-993-2569

[http://www.pref.ehime.jp/060nourinsuisan/150nogyo-shiken/
00001707021106/siteas/index.htm](http://www.pref.ehime.jp/060nourinsuisan/150nogyo-shiken/00001707021106/siteas/index.htm)

鳥取県農業試験場

〒680-1142 鳥取県鳥取市橋本260

電話:0857-53-0721 FAX:0857-53-0723

<http://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=47767>

和歌山県農林水産総合技術センター 農業試験場

〒640-0423 和歌山県紀の川市貴志川町高尾160

電話:0736-64-2300 FAX:0736-65-2016

<http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070109/gaiyou/001/001.htm>

ゾイシアンジャパン(株)

〒720-1622 広島県神石郡神石高原町大字近田275

電話:0847-82-2126 FAX:0847-82-2021

http://www.zoysian.co.jp/zoysian_j/

クミアイ化学工業(株) 生物科学研究所

〒439-0031 静岡県菊川市加茂3360

電話:0537-35-3159 FAX:0537-36-3769

<http://www.kumiai-chem.co.jp/>

(株)ニッカリ

〒704-8125 岡山県岡山市西大寺川口465-1

電話:086-943-0051 FAX:086-943-0405

<http://www.nikkari.co.jp/>

(財)日本植物調節剤研究協会 研究所

〒300-1211 茨城県牛久市柏田町860

電話:0298-72-5101 FAX:0298-72-7129

<http://www.japr.or.jp/>

このマニュアルは、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「中山間地域の畦畔法面の省力的植生管理システムの開発(2005～2007)」で得られた知見をまとめたものである。

在来草種への植生転換と多段テラス造成による
畦畔法面の省力管理マニュアル

2008年1月印刷

発行 | (独)農業・食品産業技術総合研究機構
近畿中国四国農業研究センター
〒721-8514 広島県福山市西深津町6-12-1