

研究成果報告書

研究開発課題名	センチピードグラスを用いた農地畦畔における草刈省力化技術の改良研究
研究総括者	有限会社田中農場 代表取締役 田中 里志
研究開発組合	① 有限会社田中農場 (鳥取県八頭郡八頭町下坂地区を拠点とする農業法人) ② 有限会社アルファグリーン (神奈川県横浜市中区山下町に本社を置く土壌改良剤・環境保全全般の研究開発及び販売会社)
試験研究機関	国立大学法人 鳥取大学

1 事業の実施内容

1. 1 事業の背景及び目的

過疎化や高齢化に伴う、耕作放棄地増加要因の一つに、農地畦畔の草刈り作業が挙げられる。申請者らは、環境に優しい緑化工法による草刈り省力化の新技术を提案する。本緑化工法は、既存の防草資材であるプラスチック製シートに代えて、低コストな生分解性資材である畑地用紙マルチの敷設あるいは、畦畔土壌の pH 調整により雑草発生を抑制した畦畔に、被覆植物としてセンチピードグラス(以下、ムカデ芝と表す)の匍匐茎苗(本事業で開発するムカデ芝匍匐を用いて育苗した苗)を植え付け、短期間(最速で半年間、標準 1.5 年間(施工 2 年目)を想定)で理想的なムカデ芝畦畔を造成する。草刈り省力化の新技术は、従来の畦畔草刈り労力の 9 割削減を目標にする。

1. 2 事業の内容及び実施方法

(1) 研究開発の内容

理想的なムカデ芝畦畔(雑草が発生しにくい・ムカデ芝が優先的に長期間生存可能)を短期間[最速で半年間、標準 1.5 年間(施工 2 年目)を想定]で造成する畦畔緑化技術を開発するために、3 年計画で以下に示す研究および監視・普及活動を実施する。本技術のポイントは、以下の 3 点である。

- ① 環境負荷源となるプラスチック材料の被覆資材を雑草抑制に用いないこと
- ② 活着・生育に優れるムカデ芝苗(匍匐茎苗)つくりとその利用
- ③ より低コスト化、省力化を目指すこと

1) 紙マルチを被覆資材として用いるムカデ芝ピット苗工法の開発(R2 年度)

農地畦畔における草刈り“ゼロ化”化を目指して開発された BT 工法^{*}で用いられるベタ〜とシート[®]は、プラスチック材料であり、長期的に農業生態系への負荷が懸念される。また、材料費が高い。そこで、ベタ〜とシート[®]に代わる低環境負荷・低コストな防草被覆資材として紙マルチを適用した。

畑地用紙マルチを敷設して、敷設畦畔における耐久性(分解特性)、雑草抑制効果、ムカデ芝の生育・被覆状態への影響、紙マルチ敷設が土壌環境(土壌水分、地温等)に及ぼ

す影響、さらに作業性について無マルチ状態、BT 工法※に用いるベタ〜とシート®敷設と比較し、紙マルチ工法の実用可能性を検討した。

※BT 工法：Best Turf 工法。H28～30 年度農林水産省官民連携新技術研究開発事業「農地畦畔における草刈り“ゼロ化”管理の省力化技術の開発」で開発された新工法。プラスチック製専用防草シート（ベタ〜とシート®）を法面に張り、その上にムカデ芝ピット苗を定植する畦畔緑化技術である。

2) 土壌 pH 調整により無マルチで雑草抑制をおこなうピット苗工法の開発（R2～4 年度）

物理的に畦畔法面を被覆して雑草抑制をおこなう方法に代えて、法面土壌表面部分のみ雑草が生育し難い pH 条件に調整して雑草を抑制しつつムカデ芝の生育・繁茂を促す工法を検討した。無マルチで定植後の雑草抑制ができれば、コスト、労力の大幅な削減が可能になる。具体的には、畦畔の土壌表面 pH を硫黄華で強酸性（pH3～4）あるいは消石灰で強アルカリ性（pH9～10）に調整してムカデ芝苗定植後の初期生育時の雑草抑制効果とムカデ芝の生育・被覆状況を比較検討した。また、ムカデ芝の強酸性、強アルカリ性への適応性も検討した。さらに、土壌 pH を安定的に設定レベルに調整するための方法についても検討した。

3) 活着・成長に優れたムカデ芝苗（匍匐茎苗）の開発と匍匐苗工法の検討（R2～4 年度）

ムカデ芝は、発芽後の成長速度が極めて遅く、この間に雑草との競合に負けてしまうことが多い。これが、ムカデ芝による畦畔緑化の失敗原因の一つになっている。この点を克服するためにピット苗を用いる方法があるが、育苗に 2 ヶ月以上を有してしまう。ムカデ芝は、旺盛な匍匐伸長能を有しており、生育適期では日伸長量は 3.4 cm/日に達する。また、節根を有する匍匐茎は旺盛な再生能力があり、これらの特異的な生育特性を活用することで、匍匐茎から効率的に高い生育能を持った苗を短期間で育成できると考えた。本事業では、この匍匐茎苗を短期間で効率的に生産する方法を開発した。

4) 省力化、省コスト化の定量評価

新技術の効果の安定性、確実性も考慮に入れて、資材費、育苗費、敷設～管理作業の時間・強度等を定量的に調査し、従来工法（吹き付け工法、BT 工法）と対比し、省力化、省コスト化の観点から開発する新技術の優位性を明確化する。これらの結果を総合的に解析して作業体系の見直しに適用するとともに、実証試験において、一連の作業・管理体系を踏まえて省力化、省コスト化の効果を検証する。また、新工法の費用対効果を算出するための資料収集を行う。この評価には、実現性の観点から鳥取県農林水産部農業振興戦略監 とっとり農業戦略課研究・普及推進室長、松田悟氏のアドバイスを受けることを予定しており、承諾を得ている。

5) 新工法の「手引き書（マニュアル）」の作成

事業 1 年目、2 年目の各年度に得られる上記の 1～4 の研究結果を取りまとめた結果を評価し（技術的な安定性・優位性、省力化・省コスト化の評価、作業時の安全性等）暫定

版マニュアルとして成果を体系化する。各年度の暫定版マニュアルに基づいて実証試験をおこない、適宜上記の 1～4 の研究にフィードバックするとともに、標準工法としての評価を行い、マニュアルを継続的に改善・修正する。最終年度末に、一連の成果を完成版として取りまとめる。エビデンスデータを盛り込んだ詳細版と普及用の簡易版の 2 つのバージョンを考えている。

（２）実証試験

「環境に優しい雑草抑制法（土壌 pH 調節）によるピット苗工法」と「被覆茎苗工法」を組み合わせた新工法の「手引き書（マニュアル）」に従って実証試験を施工する。上記の 5 に示したとおり、各年度の成果を踏まえて実証試験をおこない、その結果を試験研究、マニュアルにフィードバックし、技術としての完成度を高めてゆく。また、実証試験サイトは展示サイトとしても活用し、地域の農家、行政、土地改良区、農業関連団体への情報発信をおこなう。

（３）機能監視活動

有限会社田中農場が主体となって実証試験後も継続して観察・管理した。この活動には八頭町下坂自治会も協力してもらった。

1. 3 事業着手時に想定した技術的問題点への対応

技術的問題点	対応
紙マルチを農地法面の雑草抑制に適用した事例がなかった。	紙マルチを製造する地元の製紙会社と協議して、定植後最低 2 月以上分解せず雑草抑制効果を持たせるために、耐水性を強化した畑用紙マルチ（120 g/m ² × 130cm 幅 × 30m 巻）を使用することとした。当初の計画では、数種類の紙マルチを供試する予定であったが、雑草抑制効果を重視して 1 種類に限定した。
土壌 pH と雑草生育との研究例はあるが、実際に土壌 pH 調整により農地畦畔の雑草抑制をおこなった事例はない。	既往の土壌 pH と雑草生育の関連性についての研究成果にもとづいて、雑草が生育し難い pH 領域を強酸性側（pH3 台）と強アルカリ性側（pH9 台）に設定した。
ムカデ芝の強酸性、強アルカリ性域への適応についての情報がない。	設定する土壌 pH 条件におけるピット苗の活着性と匍匐根の活着状況について栽培試験を行って確認した。

1. 4 事業の実施体制

(1) 本事業における試験研究機関と事業実施主体との役割分担

【役割分担表】

研究開発の項目	事業主体		研究機関
	(有)田中農場	(有)アルファグリーン	鳥取大学
紙マルチの耐久性、雑草抑制効果	○	○	◎
紙マルチ上におけるムカデ芝苗の生育特性	○	○	◎
紙マルチを用いない雑草抑制法の検討	○	○	◎
活着・成長に優れたムカデ芝苗(匍匐茎苗)の開発	○	◎	○
省力化、省コスト化の定量評価	○	○	◎
新工法の「手引き書(マニュアル)」の作成	◎	○	○
マニュアル検証・作成のための実証試験	◎	○	○
機能監視活動	○	○	
研究開発成果の活用と指導普及体制づくり	○	◎	

(注) ◎は主担当、○は担当 鳥取大学に、研究調査を委託する。

観察活動には田中農場の補助として八頭町下坂自治会も協力する。

1. 5 事業の年度計画と実績

項 目	令和 2 年度		令和 3 年度		令和 4 年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
紙マルチの耐久性、雑草抑制効果	■	■	■	■	■	■
紙マルチ上におけるムカデ芝苗の生育特性	■	■	■	■	■	■
紙マルチを用いない雑草抑制法の検討	■	■	■	■	■	■
活着・成長に優れたムカデ芝苗(匍匐茎苗)の開発	■	■	■	■	■	■
省力化、省コスト化の定量評価	■	■	■	■	■	■
新工法の「手引き書(マニュアル)」の作成	■	■	■	■	■	■

マニュアル検証・作成のための実証試験						
機能監視						
研究開発成果の活用と指導普及体制づくり						

注)  は計画、 は実績。

1. 6 研究開発の概要、結果、課題等

(1) ムカデ芝ピット苗を用いた低コストで省力的な畦畔緑化工法の開発

特別な装置を用いず人力施工可能なムカデ芝ピット苗による緑化工法は、少人数で小面積の施工に適用しやすい。ピット苗定植法において重要な点は、生育に良好な光環境を作り、施工初年度に雑草に負けないようにムカデ芝を生育させることである。

ムカデ芝の初期生育は畦畔に繁茂する雑草よりも遅いため、ムカデ芝苗を定植後、適切に雑草管理をおこなわないと、ムカデ芝は雑草に覆われ生育不良となり良好な被覆状態にできない。そのため、生育初期段階での雑草抑制が重要である。

そこで、畦畔の法面表面をマルチ資材で物理的に覆って雑草の発生を抑え、ムカデ芝の生育が雑草に抑制されないようにする手法を検討してきた。そこで、H28～30 年度農林水産省官民連携新技術研究開発事業において、ムカデ芝匍匐根の貫通性を高めた防草シート（べた〜っとシート®）で被覆して苗を定植する工法（BT 工法；畦畔管理省力化組合、2019）を開発したが、プラスチック素材の防草シートは、劣化するとマイクロプラスチック化して農業生態系内に負荷されるリスクがあること、また高い導入コストが課題となった。これらの課題を踏まえ、初期導入コストと環境負荷、さらに作業の労力を低減するために、2つの雑草抑制手法を適用して更なる改良に取り組んだ。

一つは、畑地用紙マルチで物理的に雑草抑制する方法、もう一つは、マルチ資材で被覆せず、畦畔の土壌表面 pH を調整して雑草の生えにくい状態にして雑草抑制する方法である。後者の手法は、ムカデ芝の生長と被覆には匍匐根の活着が重要であり、土壌表面を物理的に被覆しないほうが望ましいという、令和元年の予備試験結果を受けて検討することとしたものである。

令和元年からの予備試験結果を踏まえ、[図 1](#) に示した取り組みフローのとおり、[図 2](#) に示した地点において、低コストで省力的なピット苗移植工法の開発に取り組んだ。ここでは、実証試験に至るまでに取り組んだ以下の 4 つの試験結果の概要を述べる。

- 1) 紙マルチ試験
- 2) 土壌表面 pH 処理試験
- 3) 土壌表面強酸性化検証試験
- 4) 土壌硫黄酸化能評価試験

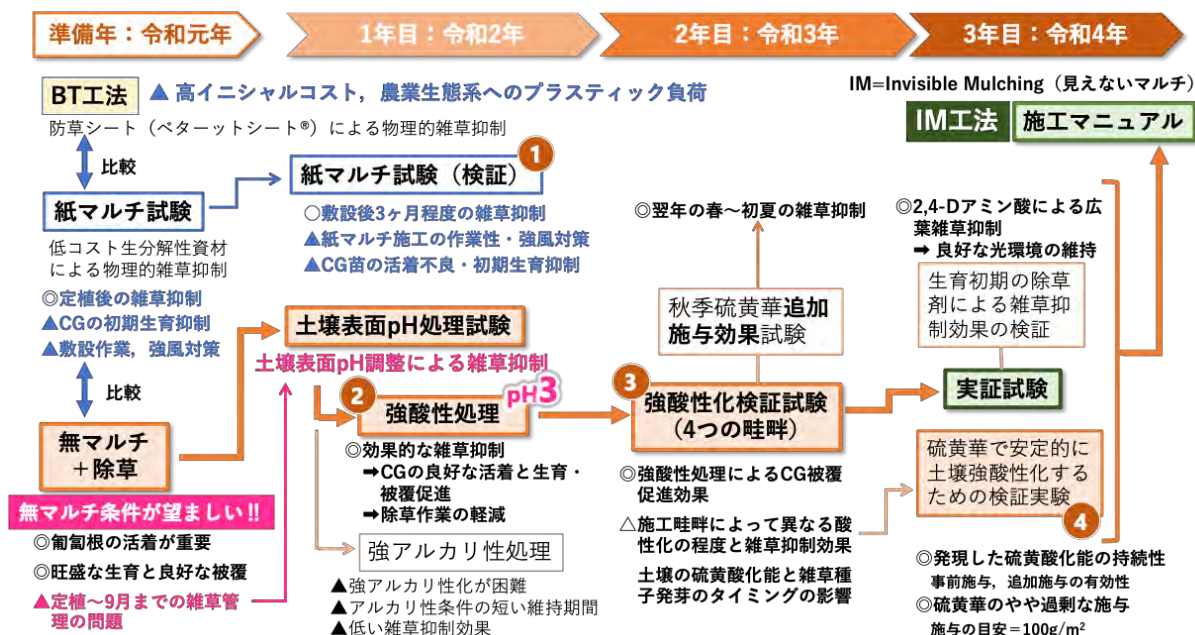


図 1. 低コスト、省力化を目指したムカデ芝苗移植工法の改良・開発の取組



図 2. 試験畦畔

1) 紙マルチ試験

紙マルチを被覆資材として用いるムカデ芝ピット苗工法の開発（令和 2 年度）

BT 工法のベタ〜とシート®代替品として、雑草を物理的に抑制する紙マルチを用いる工法を検討した。

【試験区】 鳥取県八頭町内の田中農場管理農地畦畔（全長 95m、法面の高さ 1.2～1.3 m）を試験地とし、ベタ〜とシート®を敷設する標準区（S）と紙マルチ区（P）を設定した。紙マルチは耐水性を強化した畑用紙マルチ（ $120 \text{ g/m}^2 \times 130\text{cm}$ 幅 $\times 30\text{m}$ 巻；三洋製紙製）を使用した。1 つの試験区幅は 1.5m とし、 $1\text{m} \times 1\text{m}$ コドラートを中央に設置して、ムカデ芝の生育、雑草の抑制効果を調査した。茎葉処理剤（ラウンドアップ）で除草し、枯れ草を除いて裸地状態にした畦畔法面にマルチ資材を敷設後、ムカデ芝ピット苗（タキイ種苗、ティフブレア 200 穴セルトレイ苗）を 2020 年 6 月 24 日に定植した。植密度は S 区では 8 株/m^2 区（S8 区、BT 工法標準栽植密度）、P 区では無植栽（雑草抑制効果確認のため）、5、8、14 株/ m^2 とし（P0、P5、P8、P14 区）、それぞれ 3 反復設置した（図 3）。また、14 株/ m^2 を植栽した無マルチの対照区（C14 区）も設けた。

【紙マルチ敷設】 2019 年度の試験ではベタ〜とシート®用固定ピンで紙マルチを固定したが、ピン周囲の土壤密着部位において紙マルチの分解が居所的に進行してマルチ固定能が低下し、風による剥離や破れの被害が大きかったため、紙マルチの周囲に杭を打ち、麻紐を格子状に張って紙マルチを固定した（図 4、5）。紙マルチ敷設後、マルチ収縮により法面密着性の低下が生じたため、適宜、杭と麻紐を追加して固定・補修した。

【結果：紙マルチの耐久性と雑草抑制効果】 紙マルチは、敷設後約 3 か月間（9 月下旬まで）雑草発生を効果的に抑制した（図 6）。敷設後約 1 ヶ月経過すると土壤との接触箇所の分解が進行して紙マルチの強度が著しく低下し始めた。麻紐の張り増しや角材（10cm 角・長さ 1.8m）をマルチ上に置く等の強風対策を講じたが、9 月上旬の台風で紙マルチが大きく破損し、その後、破損部位から雑草が発生した。9 月下旬には破損していない部分の分解が急速に進行して雑草抑制効果がなくなった。紙マルチ消失後に発生した雑草量は、植栽密度と対応しており 5、8、14 株/ m^2 の順に低下し、14 株/ m^2 区は 5 株/ m^2 区の半分以下であった（図 7）。

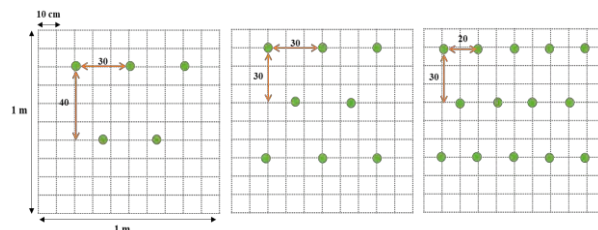


図 3. 栽植密度

（左： 5 株/m^2 ，中央： 8 株/m^2 ，右： 14 株/m^2 ）

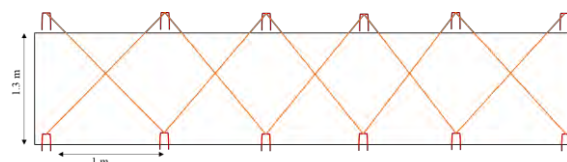


図 4. 紙マルチ敷設の模式図



図 5. 紙マルチ敷設の様子



図 6. 紙マルチの分解過程

【結果：土壌環境とムカデ芝の生育】 紙マルチは透水性がないため、定植したムカデ芝の苗は乾燥ストレスを受け、活着と初期生育が大きく抑制された。9月中旬、降雨後1週間経過後の土壌水分含量を土壌水分センサー（WET センサー、Delta-T 社）で計測したところ、裸地区（無マルチ区）に対して、S 区の水分会量は 15%、紙マルチ区は 23% 低く、紙マルチ下は土壌が乾燥しやすい環境に置かれていた（計測時にセンサーを何カ所も土壌に突き刺して計測することから、紙マルチの破損を避けるため 9 月におこなった）。定植後ムカデ芝苗がもっとも雑草の脅威にさらされる 3 ヶ月間、紙マルチの分解を抑制するためには耐水性を高める必要があり、マルチの持続期間（防草期間）と耐水性はトレードオフの関係があり、ムカデ芝の初期生育には不適な環境となっていた。一方、紙マルチには地温低下効果があった。P 区の 8 月の 10cm 深日平均地温の平均値は 28.4℃であり、シートが黒色の S 区よりも 3.5℃、裸地区より 0.6℃低かった。

ムカデ芝は乾燥ストレスを受けると葉が赤色化する（図 8）。定植後の 1 週間、20mm 以上の降水があったにもかかわらず、透水性のない紙マルチに覆われている P 区ではムカデ芝が顕著に赤色化し、定植後 4 週経過しても 40～70% の株が赤色化した状態にあった。S 区でも株の赤色化が認められたが、P 区よりも軽微で定植 4 週後にはほぼ回復していた（図 9）。

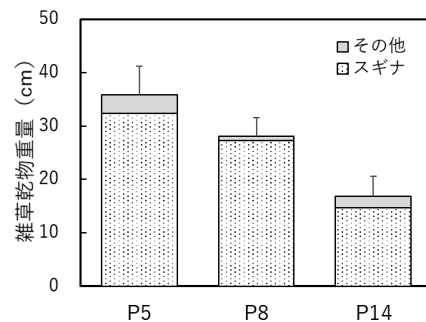
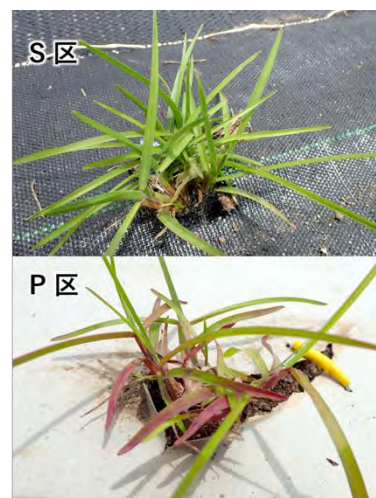
図 7. 紙マルチ区の雑草量
(11 月 5 日)

図 8. 乾燥ストレスによる赤色化

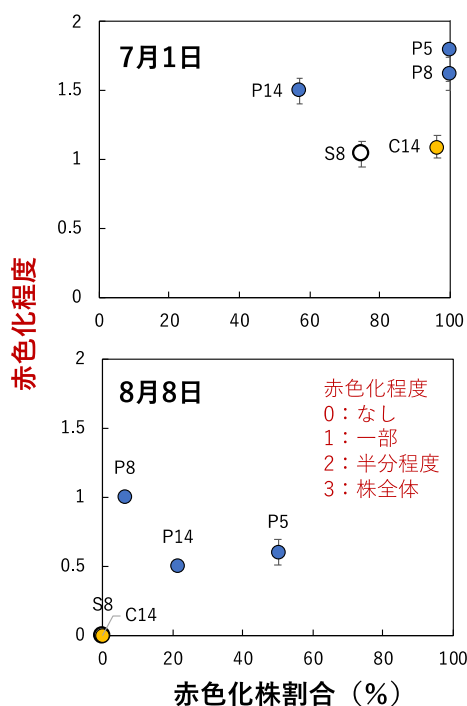


図 9. 赤色化割合と赤色化程度

定植後の乾燥ストレスはムカデ芝の匍匐の発生と伸張に大きく影響し、P 区のムカデ芝の生育は S 区よりも大きく抑制され、S 区に対して成長が約 2 週間遅れた (図 10)。被覆率は定植 3 ヶ月後の 9 月下旬にほぼ一定になった (図 11、12)。S 区 (8 株/m²) 区が最も高く約 70% に達した。P 区の被覆率は植栽密度に対応しており、14 株/m² 区で最も高く 60% 程度あったが、S 区と同じ植栽密度 (8 株/m²) では 30% 程度にとどまり、P 区は施工初年度のムカデ芝の被覆程度が S 区よりも大きく劣る結果となった。

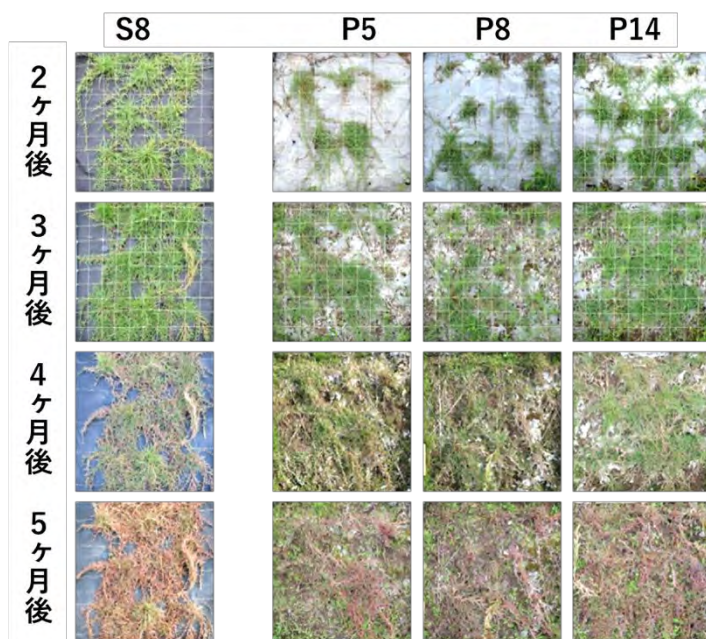


図 11. 紙マルチの劣化と被覆状態の変化

【紙マルチ工法の課題：施工、管理の観点から】

a) 紙マルチ敷設作業の困難性：厚手の紙マルチを使用した、施工法面に不陸や礫があると紙マルチの密着性の低下や破れの原因になるため、施工前の畦畔法面の整備に手間と時間を要する。礫質な畦畔では礫を除いて施工面を平坦にすることは困難であるため紙マルチの適用性は極めて低いといえる。

また、法面の高さが 2m を越えるような畦畔では敷設、定植時に紙マルチを破らないように作業することは大変であり作業性の点で適用が難しい。さらに、強風時や雨天時の敷設は困難であり作業計画を立てづらいという問題がある。

b) 敷設後のマルチ管理（風対策）：杭（竹串）と麻紐で紙マルチを固定するが、わずかな隙間があるとそこから風が吹き込み、風にあおられて紙マルチが剥がれたり破れたりする原因になる。そのため、紙マルチの法面への密着性が重要であるが、実際の敷設では困

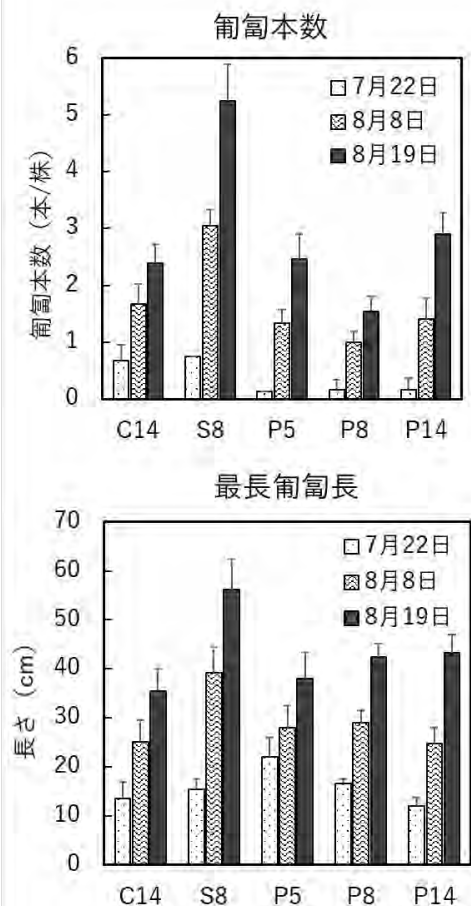


図 10. 匍匐本数と最長匍匐長

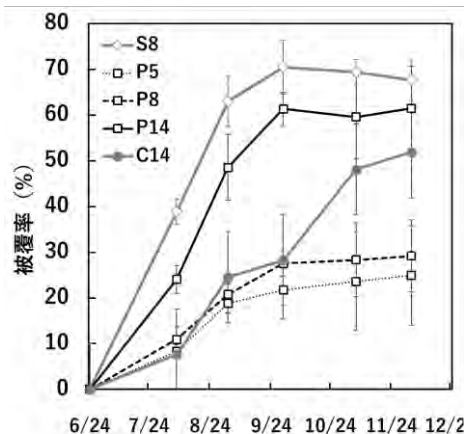


図 12. 被覆率の変化

難を伴う作業であり作業効率も低下する。また、敷設後 2 週間程度で紙マルチの収縮によって密着性が低下するため、敷設後、密着不良箇所や風で破損した箇所を補強したり修繕したりすることが必要である。とくに、定植後 1 ヶ月間は注意深い監視と管理が必須である。

c) ムカデ芝苗の定植の煩わしさ：カッターナイフで紙マルチを十字に切り裂いて定植穴を空けて定植するが、大きな植え穴を空けるとそこが雑草発生部位になるため大きさは最小限にしなければならない。S 区も含めてシート上に苗を植える方法に共通する問題であるが、植え穴を空けた箇所に礫やモグラの穴があり、植え付けができないことが多々ある。これにより作業効率が低下するとともに、活着不良の原因にもなる。さらに、紙マルチを土壌で汚した部位は分解が早まるため、極力紙マルチを土壌で汚さないように作業をする必要がある。なにより、紙マルチを破らないように作業をする必要があり、これが作業の効率を大きく低下させる。

【紙マルチ工法の課題：ムカデ芝の生育の観点から】

a) 紙マルチの収縮への対応：敷設、定植後、紙マルチが収縮するため、紙マルチ上の植え穴と定植したムカデ芝株の位置がずれ、苗が紙マルチの下に隠れてしまう問題が生じやすい。そのため、定植後 1～2 週間は、紙マルチの下に隠れた苗を日が当たるように引き出す対応が必須である。エンボス加工マルチを用いれば、収縮問題は軽減できると思われるが完全には回避できない。

b) 乾燥ストレスによる生育抑制：紙マルチは透水性がないため、ムカデ芝は乾燥ストレスにより活着、初期生育が抑制され、これが初年度の被覆率を低下させる原因となった。3～4 ヶ月で紙マルチが分解されるため、2 年目は雑草を刈り取る管理を徹底すれば、生存株により畦畔をほぼ被覆することができるとは思われるが、紙マルチの施工と管理に要する手間と時間を考慮するとその利点を見いだすことが難しい。

【結論】 紙マルチ工法は、定植後 3 ヶ月間の雑草抑制効果が高く初年度の除草管理は軽減されるが、乾燥ストレスでムカデ芝の初期生育が抑制されるため、初年度に良好な被覆状態にするのが困難であると結論された。また、作業性および適用性において問題があり、紙マルチを用いる利点を明確化できなかった。

2) 土壌表面 pH 処理試験

土壌 pH 調整により無マルチで雑草抑制をおこなうピット苗工法開発（令和 2～3 年度）

生分解性資材である紙マルチ敷設の雑草抑制効果の有効性を確認したが、作業性の悪さと定植後のムカデ芝の生育抑制が課題となった。これらの結果を踏まえて、施工作業の簡易化と雑草抑制効果の両立のために、土壌表面を物理的に被覆する手法に代わる新たな方法を検討した。その手法とは、施工法面土壌表面部位（2～3cm）のみを雑草の生育し難い環境（強酸性あるいは強アルカリ性）にして、そこにムカデ芝ピット苗を定植するものであり、以下の 2 点を検討し、硫黄華による土壌表面酸性化処理の有効性を見いだした。

①土壌 pH 調整資材の選定とムカデ芝の土壌 pH 適応性（屋外ポット試験）

②土壌 pH 調整による雑草抑制効果とムカデ芝生育への影響（現地畦畔試験）

①土壌 pH 調整資材の選定とムカデ芝の土壌 pH 適応性（屋外ポット試験）（令和 2 年度）

土壌表面の土壌 pH 調整による雑草抑制方法を現地に適用するために、土壌 pH の調整資材、ムカデ芝苗の強酸性から強アルカリ性の適応性を検討した。

【方法】 雑草の pH 適応性に関する既往の研究（図 13）から酸性条件は pH4 以下、アルカリ性条件は pH9 以上に設定することとし、表 1 に示すとおり表層 3cm、全層の土壌 pH を強酸性（pH3、3.5、4）、強アルカリ性（pH9、10）に調整した水田土壌（畦畔土壌を想定、5 年以上雑草管理のみの休耕田）充填ポット（底部有孔）にティフブレア®200 穴トレイ苗（タキイ種苗）を定植して 2 ヶ月間栽培した（2020/7/17～9/15、適宜灌水、3 連）。また、土壌 pH 維持効果を検討するため、表層 3cm のみ同様に pH 調整した後、無植栽で 7/17 に屋外に設置し（無灌水、2 連）、1、2、4 ヶ月後に深さ別に土壌 pH を測定した。さらにトレイ（縦 505×横 350×深さ 100 mm）に同土壌を充填し、表層 3cm を pH 調整（3.5、4、9）後、7/23 に定植したムカデ芝苗から発生した匍匐根の活着状況を調査した。

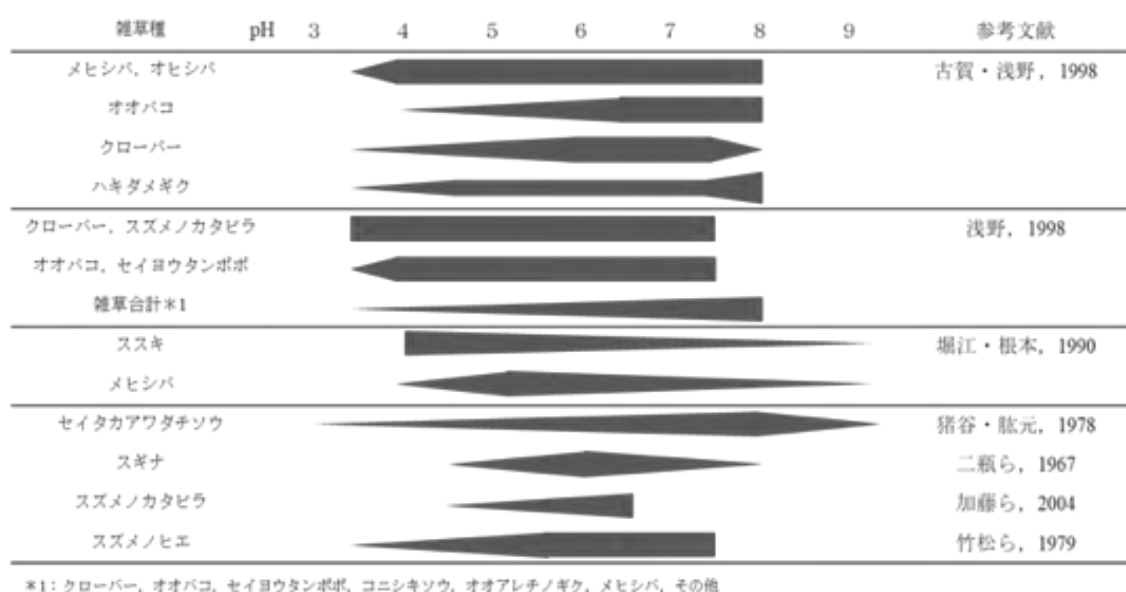


図 13. 先行研究における雑草生育と土壌 pH の関係

【結果：土壌 pH 処理のムカデ芝生育への影響】

ムカデ芝苗は広範な土壌 pH 条件（pH3～9）に適応でき、匍匐根は pH3.5、pH9 でも活着できたことから、畦畔土壌を雑草生育抑制可能な強酸性あるいは強アルカリ性に設定してもムカデ芝を適用できる結果を得た。表層、全層処理いずれも、全ての pH 処理区で根の乾物重が低下し、ムカデ芝根は強酸性、強アルカリ性により負の影響を受けたが、地上部の乾物重は増加した（図 14）。pH 処理で地上部が増加する反応は畦畔被覆には効果的に作用すると考えられた。総匍匐長は、硫黄華の pH4 全層処理で最

表 1. 実験条件

処理区		①栽培試験	②匍匐根接地試験	③pH維持効果試験
処理区	設定 pH	処理部位	処理部位	処理部位
硫酸	SA	3 表層3cm 全層		
		4 表層3cm 全層		
硫黄華	S	3.5 表層3cm 全層	表層3cm	表層3cm
		4 表層3cm 全層		表層3cm
硫酸アルミニウム	Al	4 表層3cm 全層	表層3cm	表層3cm
硫酸鉄(II)7水和物	Fe	4 表層3cm 全層	表層3cm	表層3cm
消石灰	Ca	9 表層3cm 全層		表層3cm
		10 表層3cm 全層	表層3cm	表層3cm
無処理	C	5.81		

も多くなり、養分としての硫黄の効果も示唆された（図 15）。また、発生した匍匐の総長は、表層処理のほうが全層処理よりも長くなり、ムカデ芝の根への影響の結果と考えられた。なおこの傾向は強アルカリ性処理区において顕著であった。検討中の工法では、土壌 pH の調整は土壌表面 2～3cm に限定するため、ムカデ芝の根域への影響は小さいと判断した。

【結果：土壌 pH 処理の維持効果】

強酸性化処理にはその維持期間が長い硫黄華が適当であった（図 16）。pH3.5 に設定するのに必要な硫黄華を添加した場合、施与後 2 ヶ月で pH3.5 に達し、その後上昇に転じたが 4 ヶ月後も pH4 付近に維持されていた。硫酸アルミニウムや硫酸鉄の場合、施与直後は設定 pH の 4 前後であったが、その後上昇して 4 ヶ月後には元の土壌の pH である 5.5～6 に達した。一方、消石灰による強アルカリ性状態の維持期間は短く、pH9、pH10 区どちらも添加直後は 9.5 以上あった pH が 1 ヶ月後には 7.5 付近に低下した。これらの結果より、雑草発生抑制のためには pH の維持期間の長い硫黄華を用いて強酸性化することが適当と考えた。

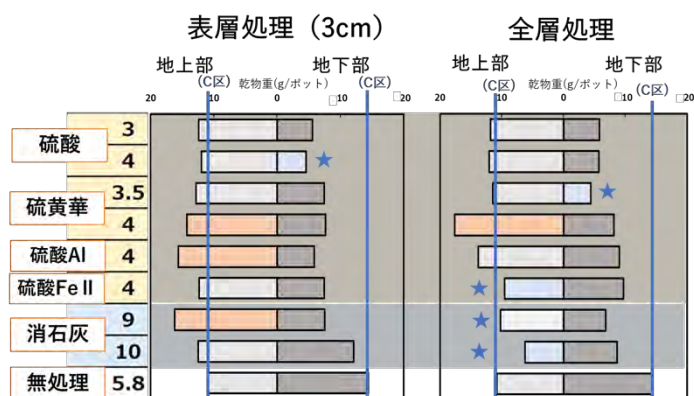


図 14. pH 処理がムカデ芝の地上部、地下部乾物重に及ぼす影響

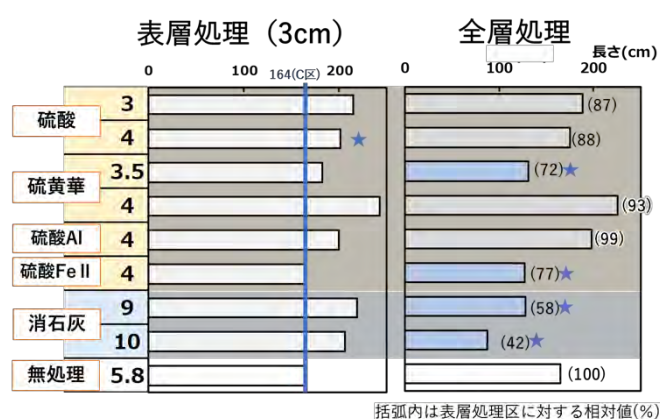


図 15. pH 処理がムカデ芝の総匍匐長に及ぼす影響

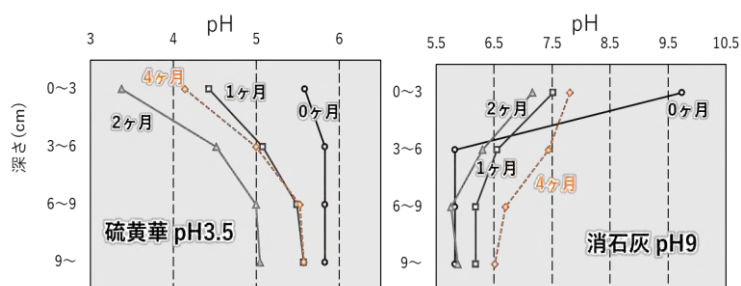


図 16. pH 処理の維持効果

②土壌 pH 調整による雑草抑制とムカデ芝生育への影響（現地畦畔試験）（令和 2,3 年度）

畦畔法面の表面土壌（3cm 厚）の pH を強酸性、強アルカリ性化することによる雑草抑制効果とムカデ芝の生育・被覆への影響を明らかにするために現地畦畔試験をおこなった。とくに、pH 処理をした土壌表面部位が防草マルチのように機能して雑草を抑制できるのかという点に焦点をあてた。

【方法】 紙マルチ試験と同じ畦畔を試験地とした。茎葉処理剤（ラウンドアップ）で除草し、枯れ草を除いて裸地状態にした後、土壌表層 3cm を硫黄華、粒状消石灰を pH 緩衝曲線法で決定した設定 pH するための必要量を散布し、強酸性（設定 pH3、4）、強アルカリ性（設定 pH9、10）処理をおこなった。各処理区への施与量（m² あたり）は、pH3 区 硫黄華 50g、pH4 区 硫黄華 17g、pH9 区 粒状消石灰 667g、pH10 区 粒状消石灰 889g であ

り、散布後直ちに表層 3cm 部位に熊手で混和した。各区の幅は 1.5m とし、1m×1m のコドラートを中央に設置した。2020 年 6 月 24 日に上中下の 3 列・千鳥状にムカデ芝苗（ティフ・ブレア®、200 穴トレイ苗）を定植した（株間 20cm、条間 30cm、14 株/m²）。対照区として pH 無処理区、無植栽区も設置した（各処理区 3 反復設置）。ムカデ芝は、赤色化程度、草高、ランナー本数（10cm 以上）・最長ランナー長、被覆率、雑草によるムカデ芝遮蔽程度、雑草は主要種別に草高を計測し、15cm の高さで計 3 回（8 月 5 日、9 月 2 日、11 月 5 日）刈取り、雑草量を調査した。また、定期的に表面土壌を採取し土壌 pH を測定するとともに、11 月 5 日には深さ 30cm までの土壌 pH のプロファイルを測定した。

【結果：土壌 pH 調整による施工初年度の雑草抑制効果】

表層 3cm の土壌 pH は、強酸性区では 1 週間目から低下しはじめ、処理後約 1 か月で設定 pH まで低下し、その後上昇に転じたが、4.5 ヶ月経過後でも 0.5～1 程度の上昇にとどまった（図 17）。強酸性区の pH は 11 月上旬においても最表層は強酸性状態が維持され（pH3 区 3.8、pH4 区 4.5）、下層にも強酸性処理の影響が及び pH3 区ではムカデ芝の根域は pH4 前後の強酸性状態になっていた（図 18）。強アルカリ性区では消石灰を必要量の 2 倍量を添加したが、設定 pH まで上昇せず中性付近に維持された。消石灰は施与量が硫黄華より多くなるため、作業的に粉末状の資材は扱いにくいと、粒状資材を用いたことが原因と考えられるが、11 月上旬においても最表層は pH7 前後であった。

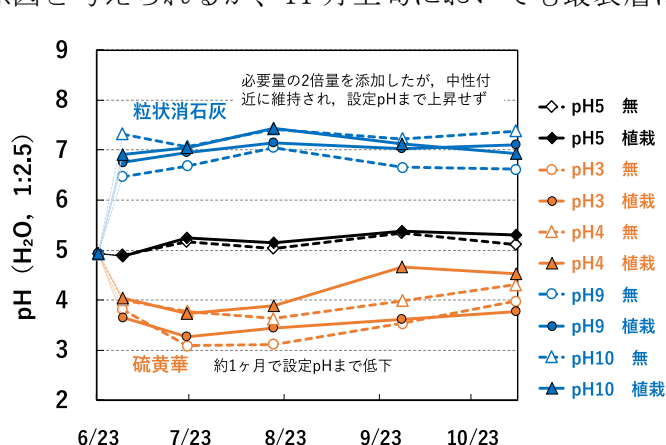


図 17. 各処理区の土壌 pH の経時的変化

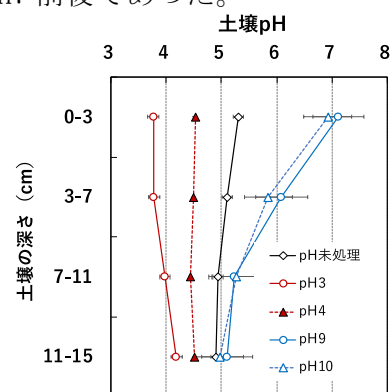


図 18. 資材施与 4.5 ヶ月後の土壌 pH プロファイル

ムカデ芝無植栽区において、定植から 11 月 5 日の間（4.5 ヶ月）に発生した雑草量は、強酸性区で顕著に減少した（図 19 左）。なお、主要な雑草は、定植（6 月 24 日）～8 月 5 日ではスギナ、カヤツリグサ、エノキグサ、8 月 5 日～9 月 2 日ではエノキグサ、メヒシバ、カヤツリグサ、9 月 2 日～11 月 5 日ではスギナ、メヒシバ、ヒレタゴボウ、イヌビユであった。総雑草量は、pH 未処理区に対して pH3 区では 39%、pH4 区では 14%減少しており、強酸性処理による雑草抑制効果が認められた。とくに、定植直後の夏季（定植～8 月 5 日：6 週間）の雑草抑制効果が大きく、pH3 区では 77%、pH4 区では 45%減少した。一方、無植栽の強アルカリ性区では pH 未処理区よりも雑草量が増加した。土壌が中性付近に維持された結果秋雑草量が増加したためと考えられる。定植直後の夏季（定植～6 週間）では、pH9 区で 35%、pH10 区で 13%減少していた。

ムカデ芝植栽区（図 19 右）では、ムカデ芝が被覆した部位の雑草が減るため、pH 未処理区でも総雑草量が減少したが、強酸性化区、とくに pH3 区で顕著に雑草量が減少した（pH 未処理区に対して 58%減）。pH3 区では定植～6 週間、そしてムカデ芝が旺盛に繁

茂する 8 月～9 月、すなわち、高刈りによる雑草管理が重要な期間の雑草発生量が著しく減少していた。pH3 区では定植から 6 週間の雑草量が無植栽・pH 未処理区よりも 85%、植栽・pH 未処理区よりも 70%も雑草量が減少した。強酸性区（pH3、pH4 区）では、最初の除草前の 8 月 5 日においてもほぼ全てのムカデ芝株が明確に目視でき、ムカデ芝の雑草による遮蔽がほとんどなく、ムカデ芝にとって良好な光環境となっていた（図 20）。

以上のことから、雑草抑制には土壌表面を pH3～3.5 の強酸性に維持することが最も効果的であり、強酸性表面土壌が雑草を抑制するマルチのように機能できることが明らかになった。強酸性処理で雑草が効果的に抑制できれば、8 月上旬、9 月中下旬頃の 2 回の草刈りで済むことになり、施工初年度から雑草管理の省力化が可能になる。

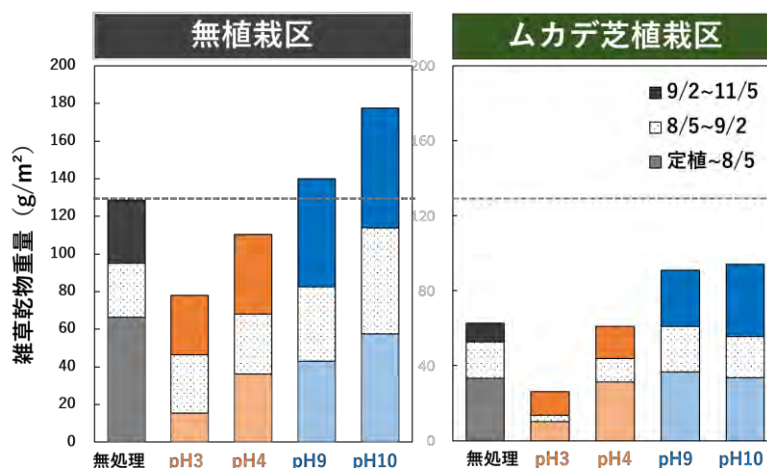


図 19. 土壌 pH 処理による雑草抑制効果

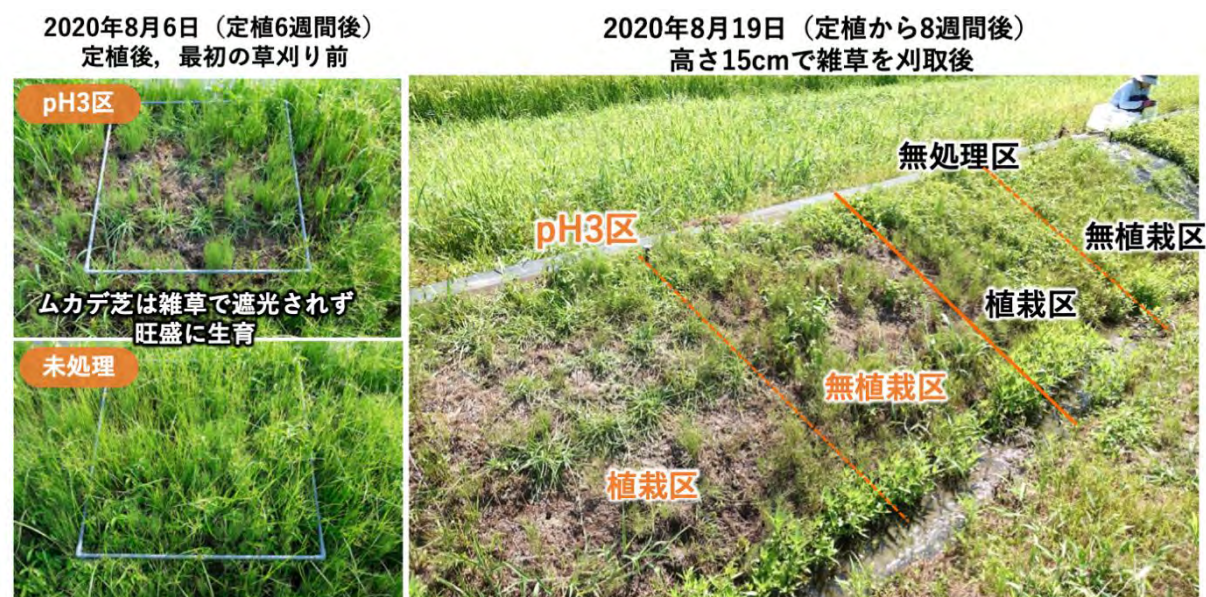


図 20. 土壌表面の強酸性処理による雑草抑制効果

【結果：土壌 pH 調整がムカデ芝の生育に及ぼす影響】 定植 1 週間後、全ての pH 処理区のムカデ芝が赤色化し、2 週間目でピークとなった。赤色化程度は、強酸性区（pH3、pH4 区）において強く、酸ストレスを受けていたと考えられたが、1 ヶ月でほぼ解消し、良好な生育に転じた。

定植 2 か月後（8 月 19 日、これ以降は発生した匍匐を個別に確認できなくなった）の株あたりの匍匐本数は pH3 区が最も多く（平均 3.9 本）、BT 工法区（紙マルチ試験の S 区）よりも平均 1 本程度少なかったものの、pH 無処理区より 1.5 本多く、強酸性処理が雑草を効果的に抑制した結果、ムカデ芝が雑草で遮光されず良好に生育でき、匍匐が旺盛に発生しと考えられた（図 21）。pH4 区は雑草抑制効果が pH3 区より低かったため、その

影響が匍匐本数に反映され、pH3 区よりも少なくなった。

強アルカリ性区は pH3 区よりも匍匐本数が平均 1 本以上少ないが、pH 未処理区よりも若干多く、雑草抑制効果は低いもののムカデ芝の生育を促進する効果が認められた。最長匍匐長は、pH 処理で長くなっており、先のポット試験の結果と同様に地上部成長を促す効果も認められた。なお、pH 無処理区 (C 区) の匍匐本数は、上述の紙マルチ区 (P14) と同程度であったが、最長匍匐長は紙マルチ区より 15cm ほど長く、発生した匍匐の根の活着が初期生育に及ぼす影響の重要性が確認された。

匍匐の発生と伸張に伴いムカデ芝で法面が被覆され、11 月上旬における被覆率は、pH3 区で 82%、pH4 区で 70%に達し、強酸性区は、アルカリ性区 (pH9 区 60%、pH10 区 57%)、pH 無処理区 (52%) より良好な被覆状態となった (図 22、23)。ここで興味深い結果は 8 月下旬までは高く推移していた BT 工法区 (S 区) と紙マルチ区 (P14 区) の被覆率が、最終的に 60~70%に止まり、無マルチの強酸性区より下回ったことである。

ムカデ芝は匍匐の発生・伸張繁茂と匍匐根の活着が相乗的に作用して被覆率を高めてゆく。物理的に雑草を抑えるマルチ工法 (BT 工法、紙マルチ工法) は、定植後 2 ヶ月間はムカデ芝と雑草の競合環境を作らないため、ムカデ芝の匍匐発生を促すが、発生したムカデ芝の匍匐根の土壌への活着がマルチ資材で阻害されるため、9 月以降の生育が抑制され、被覆率増加が頭打ちになっている。BT 工法では 1 年目の生育・被覆状況が良好であっても全ての匍匐根がシートを貫通して土壌に活着できないので 2 年目以降繁茂したランナーに枯れが生じることも観察しており、それに伴う景観悪化や防草シートの劣化と環境への飛散が懸念される。

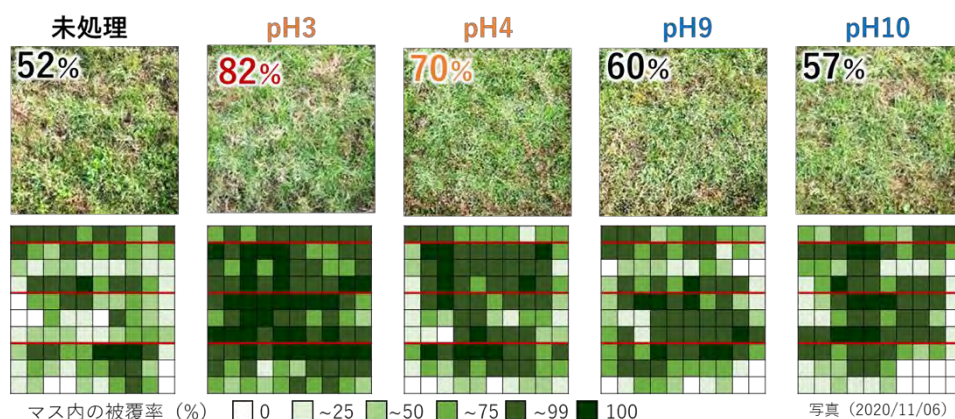


図 23. 定植 5 ヶ月後(11 月 6 日)の最終被覆率

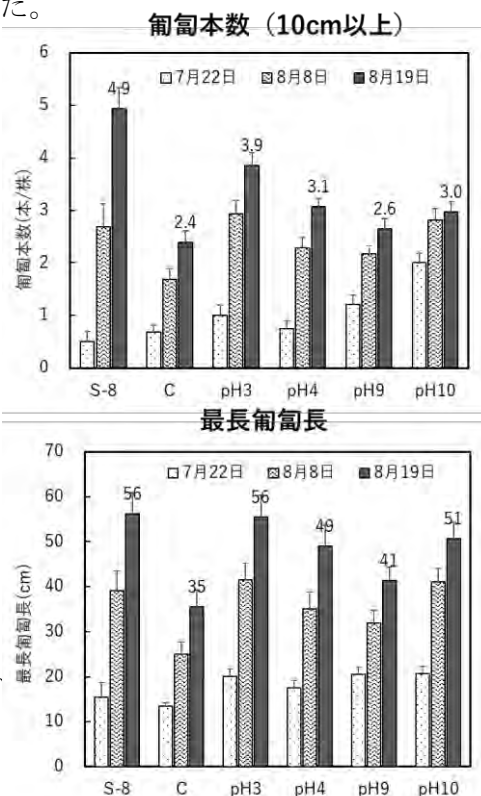


図 21. 土壌 pH 処理がムカデ芝の生育に及ぼす影響

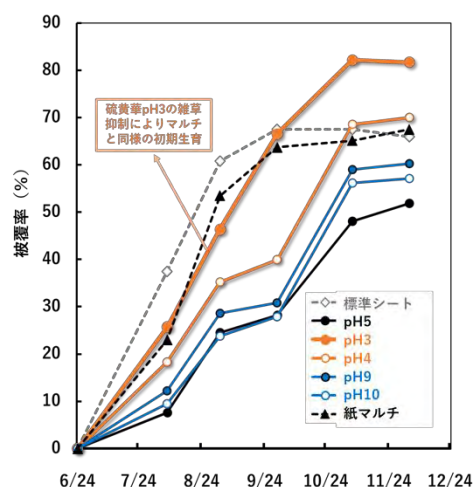


図 22. 被覆率の変化

無マルチ条件では、生育初期は雑草との競合で成長的には不利であるが、徐々に発生してきた匍匐根が土壌に容易に活着できるため、雑草との競合関係が弱まる。9月中旬以降も成長を維持でき、11月上旬頃までに9月下旬以降被覆率を2倍に増加させた。すなわち、無マルチ条件では後半に一気に繁茂する生育相を示していた。

以上のことから、土壌表面を硫黄華で強酸性化する方法は、マルチ区と無マルチ区の長所を活かした方法といえる。生育初期には強酸性化した表面土壌があたかもマルチを敷設したように機能して雑草を抑制してムカデ芝の生育促進、9月以降は繁茂した匍匐がしっかりと根を下ろして成長を維持し続けて法面を被覆してゆく。この傾向が pH3 区の被覆率の推移において顕著に示されていた。

【結果：施行2年目の土壌 pH、雑草発生状況、ムカデ芝被覆状況】

強酸性区の4月上旬の表面土壌 pH は、pH3 区 4.1、pH4 区 4.6 であり、上昇傾向にはあるが依然として強酸性状態を維持していた（図 24）。約 10 ヶ月間の土壌 pH 変動より、強酸性処理は処理後 2 ヶ月程度、雑草抑制に効果的なレベルに維持した後、徐々に上昇し翌春でも比較的強い酸性状態を維持していることが明らかになった。強アルカリ性区は pH10 区で pH が大きく上昇しており pH8.5 に達していた。

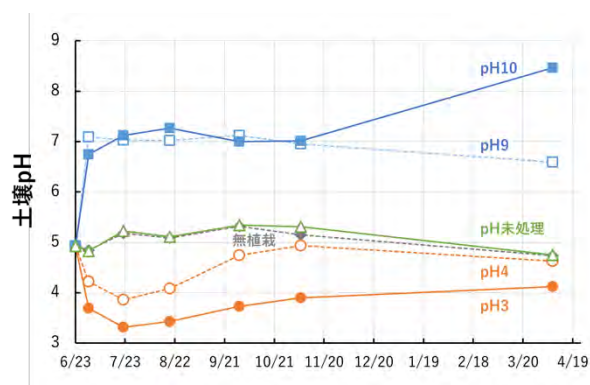


図 24. 表面土壌 pH の経時変化

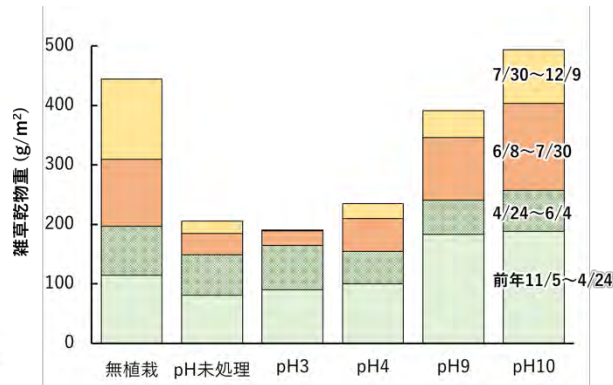


図 25. 2 年目の雑草発生量



図 26. 2 年目のムカデ芝施工畦畔

4 月中旬には、強酸性処理区は全面がムカデ芝で密に被覆され、前年に被覆率が低かった pH 未処理区、強アルカリ性区においても概ね全体に匍匐が広がり被覆していた。しかし、[図 25](#) のとおり良好な被覆状態にある強酸性区を含む全てのムカデ芝植栽区において 4～6 月までは雑草が繁茂した（4 月はスギナ、マメ科雑草、5～6 月単年性イネ科雑草）。2 年目の 5 月のイネ科種子雑草の発生は昨年施工前に発芽していなかった埋土種子由来と考えられる。pH3 区においても pH が 4 程度まで上昇していたため、埋土種子として残存していた雑草の発生を抑制できなかったと考えられる。強アルカリ性区においてはマメ科雑草が多く繁茂しており土壌 pH が中性～弱アルカリ性になっていたことがその要因と考えられる。

強酸性区では、6 月以降にはより密な状態の芝面が形成されており、6 月上旬の高刈り後、夏雑草の発生が抑制され、とくに pH3 処理区では 7 月以降の雑草発生がほとんど認められない状態を維持していた（[図 26](#)）。

【結論】 土壌 pH 調整は硫黄華による強酸性化が有効であり、硫黄華を用いた土壌表面強酸性化処理は初年度の雑草発生を抑制し、ムカデ芝を安定的に被覆させる簡易で効果的な手法といえる。施工畦畔の前処理（不陸除去）やマルチの敷設、さらに紙マルチに穴を空けて苗定植する煩わしさがなく、紙マルチ工法よりも簡易に施工できること、また、施工初年度から草刈り作業を軽減できること、かつ、ムカデ芝の生育・繁茂が促進され、2 年目の初夏までに発生する雑草を刈り取れば、それ以降は雑草が発生し難い法面が形成されることが明らかになった。

3) 土壌表面強酸性化検証試験

畦畔法面土壌の強酸性化処理の有効性についての現地検証試験（令和 3 年度）

令和 2 年度の試験で土壌表面部位（2～3cm）のみを硫黄華で強酸性化することで、苗移植後の雑草発生を大きく抑制しながらムカデ芝の旺盛な生育を促し、定植後 5 か月間で施工部位がほぼ被覆される結果を得た。また、施工初年度から草刈り作業も大幅に軽減できることも示され、土壌表面強酸性化処理法の有効性が確認された。この結果を受けて新たに 4 つの畦畔で本法の効果を検証する試験をおこなった。

【方法：土壌酸性化処理効果検証試験】 鳥取県八頭町内の田中農場が管理する雑草種の異なる 4 箇所の農地畦畔（A、B、C、D）で実施した（[図 2](#) 参照）。2021 年 5 月 22 日に試験畦畔の雑草に茎葉処理剤を散布し、6 月 11 日に枯れ草を撤去した。試験畦畔を裸地に整地後、6 月 23 日に硫黄華を表面散布・混和し、6 月 24 日にムカデ芝苗（ティフ・ブレア®、200 穴トレイ苗）を株間 20 cm、条間 30 cm 間隔（15 株/m²）で定植した。土壌表層 3cm を pH3 にするのに必要な硫黄華量は、pH を 1 低下させるのに必要な施与基準（土壌診断によるバランスのとれた土づくり Vol.1.3 -土壌診断に基づく改善対策-、（財）日本土壌協会）に従って、以下のように算出した。

硫黄華必要量 = pH 下げ幅 × 風乾土 100kg の土壌 pH を 1 下げるのに必要な硫黄華量

pH 下げ幅 = 施工前土壌 pH - 設定 pH

風乾土 100kg の土壌 pH を 1 下げるのに必要な硫黄華量 = 80g

処理区は、無処理区（C 区；無植栽・pH 未処理）、ムカデ芝植栽区（P 区；pH 未処理）、ムカデ芝植栽＋強酸性処理区（P3 区）を設置した（各区 3 反復）。処理区は幅 3m（施工法面の高さ 1～1.3m）とし、中央部に 1m×1m のコドラートを設置し、ムカデ芝と発生する雑草を定期的に調査した（[図 27](#)）。ムカデ芝は草高、最長ランナー長（匍匐本数と相関

あり)、被覆率、雑草による遮蔽程度、徒長状態、雑草は主要種別の草高、雑草量（15 cm 高刈り、計 4 回）を調査した。また、各試験区から定期的に土壌試料を採取し土壌 pH を測定した。



図 27. 硫黄華の散布と定植直後の畦畔

【畦畔の主要雑草】除草剤処理前の 5 月中旬、畦畔 A、B、C はスギナ、ツユクサが主要雑草として繁茂し、畦畔 C にはギシギシも繁茂していた。畦畔 D はチガヤが主要な雑草であった。施工後、畦畔 A、B はメヒシバ、畦畔 C はアメリカセンダングサ、メヒシバ、畦畔 D は多様な雑草種で構成されていた（表 2）。

表 2. 各畦畔の代表的な雑草

畦畔	処理区	7月15日	8月5日	9月9日	10月14日
畔A	C：無植栽区	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ
	P：植栽区	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ
	P3：植栽+硫黄華	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ
畔B	C：無植栽区	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ
	P：植栽区	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ
	P3：植栽+硫黄華	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ
畔C	C：無植栽区	アメリカセンダングサ	アメリカセンダングサ	メヒシバ	その他
	P：植栽区	アメリカセンダングサ	アメリカセンダングサ	アメリカセンダングサ	その他
	P3：植栽+硫黄華	アメリカセンダングサ	アメリカセンダングサ	メヒシバ	メヒシバ
畔D	C：無植栽区	その他	メヒシバ	メヒシバ	メヒシバ
	P：植栽区	その他	その他	メヒシバ	その他
	P3：植栽+硫黄華	その他	その他	メヒシバ	メヒシバ

【結果：土壌 pH の経時的変化】土壌 pH の低下傾向は畦畔によって異なった。また、令和 2 年の結果とも傾向が異なった。硫黄華施与後 3 週間で表面土壌 pH は 1.5 程度低下したが、雑草抑制に効果的な pH3 台にまで低下したのは畦畔 C、D のみで（図 28）、畦畔 D は pH3 台後半の強酸性状態を維持できた。令和 2 年試験畦畔では 1 ヶ月で最低 pH に達したが、全ての畦畔で 2 ヶ月以上を要した。畦畔の土壌特性には、土性、土色、理化学性において顕著な差異はなかった。

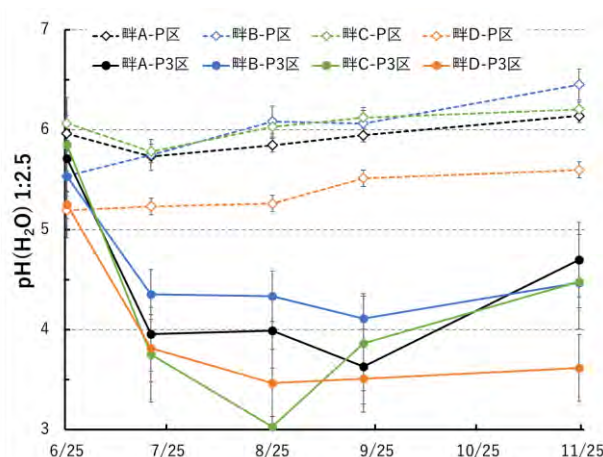


図 28. 表面土壌の pH の推移

この原因について土壌硫黄酸化能力の差異を考え、4) 土壌硫黄酸化能評価試験において検討した。

【結果：土壌酸性化処理による雑草抑制効果】 令和 2 年の試験では強酸性処理でムカデ芝定植後 1 ヶ月間以上雑草発生が効果的に抑制されたが、本検証試験においては強酸性処理区でも定植後直ちに雑草が発生し始めた（図 29）。畦畔 A、B ではメヒシバ、畔 C ではアメリカセンダングサが定植後直ちに発芽を始め、雑草発生を効果的に抑制できなかった。これは、雑草の発芽を抑制するレベルにまで強酸性化していなかったことが原因と考えられ、強酸性化するまでに発芽した雑草に対する効果は低く、発芽して根が 3cm よりも深く達していた雑草には、強酸性処理の効果は期待できないといえる。ただし、発芽雑草個体数は硫黄華未添加区（C 区、P 区）より少なく（目視による判定）、強酸性化の効果は認められた。

メヒシバやアメリカセンダングサは、7 月中旬までは強酸性処理で抑えられたが、7 月中旬～9 月上旬、畦畔 B、C では P3 区でも旺盛に成長し、草丈が 60～70cm 以上に達して密に繁茂した（図 30）。畦畔 C は雑草生育が最も旺盛となった 8 月に最も強い土壌酸性状態であったが、強酸性状態になる前に発芽していたメヒシバとアメリカセンダングサの生育を抑制できなかったといえる。メヒシバやアメリカセンダングサのような大型の遮蔽度の高い雑草種は、一旦発芽すると 7～8 月に旺盛に生育繁茂して（9 月中旬以降の雑草発生量は大きく減少するが）、その結果、ムカデ芝は雑草に覆われて、生育が著しく抑制されていた。



図 29. 種子雑草の発芽
定植 1 週間後

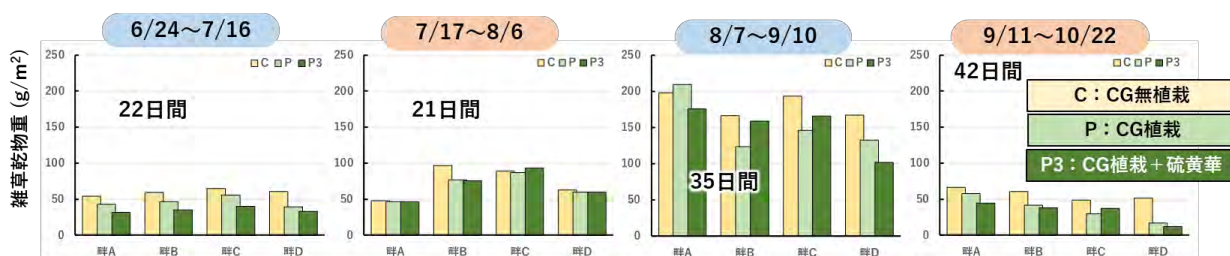


図 30. 時期別にみた各処理区で発生した雑草の乾物重

これらの雑草の発生を抑制する土壌強酸性処理のタイミングを検討する必要があるが、「強酸性処理をおこなっても雑草が繁茂することは想定されるリスクである」と捉え、発生する雑草は、刈り払って除去することを前提に管理すると考えることが实际的である。すなわち、定植から約 2 ヶ月間（7～8 月）の雑草管理を必須とする。なお、メヒシバやアメリカセンダングサが少なく多様な雑草種で構成されていた畦畔 D は、土壌 pH が 3.5 程度まで低下しており、8 月上旬以降の雑草の発生を乾物重で 20% 以上減少させた。

【結果：センチピードグラスの生育への影響】

8 月～9 月上旬、畦畔 A、B、C では強酸性処理区においてもムカデ芝は繁茂した雑草に覆い隠され、葉色が低下し葉も細くなり徒長した。8 月中下旬におこなうべき草刈りを 9 月上旬まで約 2 週間延ばした結果であり、この時期の草刈りの重要性をよく示す事例である。一方、強酸性処理で効果的に雑草抑制された畦畔 D は雑草による遮蔽度が低く維持されたため、ムカデ芝は健全な状態に維持され匍匐伸張も良好で旺盛に生育していた。

雑草に覆われるとムカデ芝の生育は著しく抑制されるが、雑草繁茂下でも硫黄施与した強酸性区（P3 区）は、P 区よりもムカデ芝の生育が良好であった。ムカデ芝の最長匍匐長は匍匐本数と相関があり、匍匐長が長いほど匍匐本数が多く、ムカデ芝の生育が良いことを意味する。図 31 のとおり、20cm 以上の匍匐発生株の割合を比較すると、雑草被覆のダメージが最も大きかった 9 月上旬において、畦畔 A では P 区 54%、P3 区 66%、畦畔 B では P 区 91%、P3 区 100%、畦畔 C では P 区 78%、P3 区 100%、畦畔 D では P 区 64%、P3 区 98% となり、雑草繁茂下においても強酸性区のほうが生育良好であった。

ムカデ芝の生育状況は、最終的に被覆状況に反映され、強酸性処理で雑草が最も抑制された畦畔 D の P3 区では 11 月上旬に 75% に達し匍匐がほぼ全面を被覆した（図 32、33）。強酸性処理で雑草繁茂を抑制できなかった畦畔は被覆状況が悪く、畦畔 B で約 40%、畦畔 A、C は、20～30% にとどまったが、P3 区の方が P 区より被覆率が高く、強酸性処理による被覆状態の改善効果が認められた。2021 年は 9 月中旬から約 1 ヶ月間続いた旱天のため、例年であれば被覆率が 1.5～2 倍に増大する時期であるが、乾燥ストレスにより被覆拡大が抑制されていた。

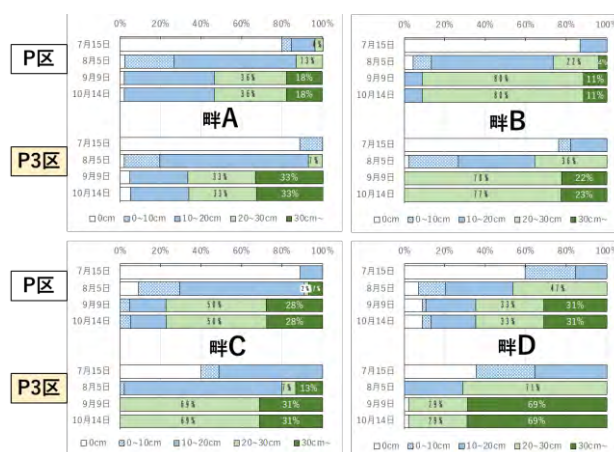


図 31. 各株の最長匍匐長と別割合
(各処理区 45 株平均)

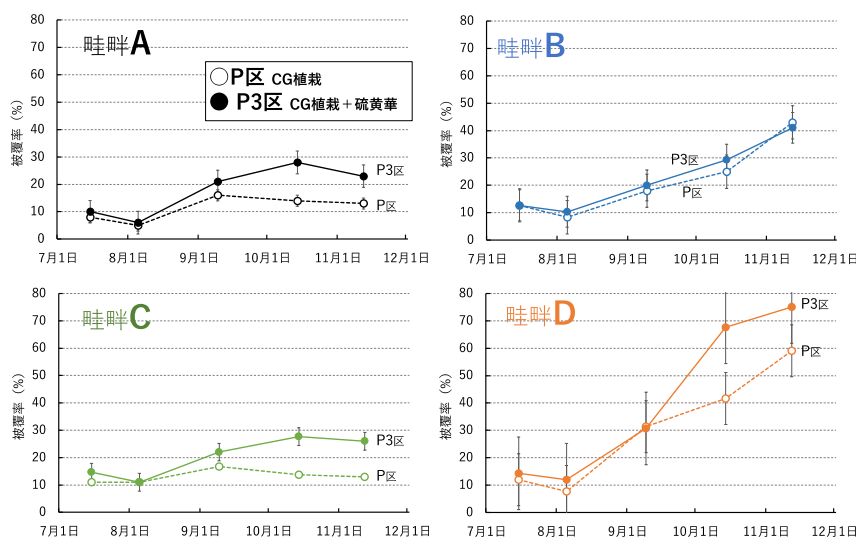


図 32. 被覆率の変化

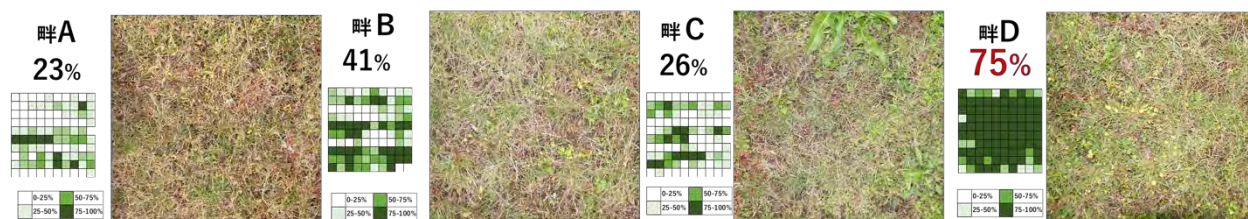


図 33. 各畦畔の強酸性処理区の最終被覆率(11 月 12 日)

2 年目の被覆率は定量化していないが、雑草繁茂状況と対応しており、雑草が多い畦畔は被覆状況が不良であった（図 34）。P3 区の 5 月上旬の春雑草量は P 区に対して、畦畔 A で 65%、畦畔 B で 64%、畦畔 C で 16%、畦畔 D で 48%低下しており、強酸性処理の 2 年目の雑草抑制効果が認められた。春雑草の発生の少ない畦畔 A、B の P3 区はほぼ全面が被覆されていた。畦畔 C はギシギシのような地下茎雑草が再生しており、被覆状況も昨年から大きく改善していなかった。硫黄華による強酸性化処理は初年度夏季の夏雑草を抑制できないケースがあるが、翌年の春雑草抑制効果が認められ、2 年目の被覆拡大に貢献していた。



図 34. 2 年目の春雑草発生状況(畦畔 A, 2022 年 5 月 11 日)

【結論】 土壌強酸性化処理で効果的に雑草が抑制できず雑草が繁茂するケースがある。その原因は、硫黄華による土壌酸性化と雑草の発芽のタイミングのズレであり、強酸性化するまでに発芽した雑草に対する強酸性処理の効果は低い。そのため、強酸性化処理で抑えきれない雑草は、刈り払って除去することを基本に対応しなければならない。とくに 7～8 月の雑草管理が重要である。硫黄施与区では、硫黄無施与区と比較して雑草繁茂下でもムカデ芝の生育が良好に維持されるため、大型の遮蔽度の高い雑草種が繁茂しても、夏季の草刈り（高刈り）を適切におこなうことで、ムカデ芝の枯死を防ぐことができれば、初年度の被覆率が 50%程度に達していなくても 2 年目の春雑草を抑制して被覆拡大につながる。また、土壌 pH の低下が不十分であった、あるいは低下速度が遅かったということも検討の課題であり、これは土壌の硫黄酸化能が影響した結果と考えられる。

4) 土壌硫黄酸化能評価試験

土壌強酸性化のための効果的な硫黄華施与の検討(屋内試験、現地畦畔試験)令和 4 年度

ムカデ芝ピット苗移植工法において施工初年度の雑草抑制のための簡便かつ効果的な手法として、硫黄華散布による畦畔法面土壌表面の強酸性化の有効性を検討してきた。しかし、硫黄華散布により設定したいレベル（pH3 付近）まで強酸性化できないケースがあり、これは開発工法の安定化のため課題である。そこで、令和 2, 3 年の現地試験において強酸性化が良好、不良であった畦畔土壌の硫黄酸化能を評価し、土壌を強酸性化させるための硫黄華施与量の判断基準を検討するとともに、土壌が十分に強酸性化しない場合の対策について検討した。

① 土壌の硫黄酸化能の評価

【方法】鳥取県八頭町内（図 2 参照）および大山町内の 8 か所の農地畦畔（畦畔 A、B、C、D、E、F、G、H、畦畔 A、B は土壌 pH 低下が不十分）の硫黄添加歴の無い土壌を供試して

硫黄添加培養実験*をおこなった（A、B、C、D、E、F では硫黄添加歴がある土壌も採取）。

*硫黄添加培養実験：風乾細土 20g を 100ml 容ポリ瓶に入れ、硫黄華を 0、50、100、200mg 添加し、最大容水量の 50%相当の水分条件、25℃で培養した。1 週間、4 週間後に pH(H₂O) を計測し硫黄華添加量と土壌 pH の関係を求めた。

【結果：土壌の硫黄酸化能を考慮した硫黄華施与】 設定した pH に低下させるのに要する硫黄華量を求めるために次の 2 つの方法を適用した。①硫黄華添加培養実験から求められた硫黄華添加量と pH 低下との関係（緩衝曲線法）から任意の pH に設定するのに必要な量を求める方法、②土壌診断によるバランスのとれた土づくり Vol.1.3 -土壌診断に基づく改善対策-（（財）日本土壌協会）に示されている pH を 1 下げるのに要する硫黄華量にもとづいて算出する方法（本試験では風乾土 100kg の土壌 pH を 1 下げるのに必要な硫黄華量として 80g を採用した）。

②の方法はあくまでも目安であり土壌の種類や特性の影響を大きく受けると考えられる。①の方法は、実際に施工する畦畔の土壌を用いるため、理論的に合理的であり、求めた必要量を施与すれば、希望の土壌 pH に調整できるはずであるが、硫黄は土壌微生物の作用で硫酸に変化するため、培養時の水分や温度条件等の影響を受ける。令和 2 年におこなった最初の強酸性化試験では、①と②の方法で求めた必要量はほぼ一致していたが、令和 3 年の検証試験の畦畔土壌は、①の培養による方法では pH が 5 程度までしか低下せず（培養条件が過湿気味であったのかもしれない）、②の方法で求めた量を施与したが、結果として雑草抑制効果が期待できる pH3.5 以下にまで低下できない畦畔があった。

そこで、改めて酸性化傾向が異なった土壌を適湿な水分条件で培養して、添加した硫黄華量に対する pH の低下傾向を比較した。過湿状態では硫黄がスムーズに酸化しないため、最大容水量の 50%の水分条件（降雨後 1 日経過した土壌水分状態を想定）を適用して硫黄を添加培養した。その結果、土壌が強酸性化しない原因として、硫黄華の添加量不足（初期土壌 pH が高いことも影響する）、土壌の硫黄酸化能の低さ、そして両者が影響しているケースの 3 つが考えられた（表 3）。令和 3 年の検証試験畦畔（A、B、C、D）では、最低 pH に達する時間が長く、2～3 ヶ月を要し、土壌の硫黄酸化が非常にスローであったが、令和 2 年（2020 年）の試験サイトは 1 ヶ月で最低 pH に達しており、硫黄酸化能の高い環境であった。畦畔 A、B では pH 低下が緩慢であることに加えて、現地の最低 pH が 3.5 に達していなかった。これは硫黄華の施与量の不足が原因と考えられた。令和 3 年の検証試験では硫黄増量施与の影響を確認するため、畦畔 A、B にコドラート設置区以外に P3 区の 1.5 倍量を施与した処理区を別に設けていた。その結果と比較すると、pH 低下時間の短縮はできなかったが、最低 pH を 3.5 以下にすることができたことから裏付けられた。なお 1.5 倍量施与（≒100g/3cm/m²）でもムカデ芝への悪影響は認められなかった。

表 3. 硫黄華添加培養実験と現地土壌 pH の変化から推定する硫黄華施与量の過不足

	pH3にするために 要する硫黄華量 (g/3cm・m ²)	硫黄華1gあ たりの土壌 pH低下能*	現地初期土 壌pH(a)	設定pH3へ の下げ幅	4週後の現 地土壌pH (b)	現地土壌 のpH変化 (b-a)	現地土壌の 最低pH	4週後現地土 壌pHとpH3と の差異	現地土壌最 低pHとpH3 の差異	硫黄華 施与量	4週目で土 壌pH3.5以 下	最低土壌 pH3.5以下	pH低下 傾向
畦畔A	65	-0.030	6.1	3.1	4.0	-2.1	3.6	13週目	1.0	0.6	不足		ゆっくり
畦畔B	67	-0.016	5.6	2.6	4.4	-1.2	4.1	13週目	1.4	1.1	不足		ゆっくり
畦畔C	79	-0.015	5.8	2.8	3.8	-2.0	3.1	9週目	0.8	0.1	適量	到達	ゆっくり
畦畔D	57	-0.020	5.2	2.2	3.8	-1.4	3.5	9週目	0.8	0.5	やや不足	到達	ゆっくり
畦畔A 1.5倍	98		6.1	3.1	4.3	-1.8	3.1	13週目	1.3	0.1		到達	ゆっくり
畦畔B 1.5倍	101		5.6	2.6	4.1	-1.5	3.3	13週目	1.1	0.3		到達	ゆっくり
2020年試験畦畔	50	-0.019	5.0	2.0	3.4	-1.6	3.4	4週目	0.4	0.4	適量	到達	良好
大山町畦畔 2022年	100	-0.017	5.8	2.8	4.1	-1.7	3.8	12週目	1.1	0.8	やや不足		ゆっくり
実証畦畔1 2022年	100	-0.017	5.2	2.2	未計測		3.3	11週目	—	0.3		未計測	到達
実証畦畔2 2022年	100	-0.023	5.2	2.2	未計測		3.1	11週目	—	0.1		未計測	到達

*硫黄華培養試験の4週間培養結果より

以上の結果から、硫黄の施与量は、施工する畦畔土壤毎に硫黄華を添加培養して必要量を求めることは現実的ではないため、やや多めの量を一律施与することが实际的と考えた。最終的に土壤 pH を 3.5 以下にでき、ムカデ芝に悪影響がない 100g/3cm/m² を暫定的に基準量に設定した。

令和 4 年度に実証試験をおこなった試験畦畔（八頭町、大山町）において硫黄華施与量 100g/3cm/m² を適用したところ、ムカデ芝の生育にダメージを与えることなく土壤を強酸性化して、常にムカデ芝に日が当たる程度に雑草発生量（主体はメヒシバ）を抑制することができた。令和 2 年施工畦畔のように硫黄酸化能の良好な法面土壤では過剰施与の可能性はあるが、緩衝曲線の結果から低下しても pH2.9～3.0 程度と予測され、ムカデ芝に対する障害はないと考えているが、酸緩衝能が低い粗粒土壤では検証が必要である。

硫黄華による土壤強酸性化のもう一つの課題は pH 低下が遅いことであり、雑草の発芽タイミングとの関係で雑草抑制効果に直接的に関わってくる。この課題に対して、硫黄華の施与履歴のある土壤では pH 低下速度を 2 倍程度速める傾向が認められたことから、事前に硫黄華を施与して土壤の硫黄酸化能を高めておくか、pH の低下が緩慢な場合には、硫黄華を追加施与することが有効と考えている。

② 硫黄華の追加施与による pH 低下効果

【方法】2021 年の検証試験において、pH 低下が不十分であった畦畔 A、B の硫黄華処理区（P3 区）に最初の硫黄華施与から 3 ヶ月後の 9 月中旬に最初の施与量の 1.5 倍量の硫黄華を追加散布して土壤 pH の低下効果と秋雑草、2 年目の春雑草の抑制効果を検討した。

【結果：硫黄華の追加施与効果】 硫黄華施与履歴を持つ土壤の硫黄酸化能が高くなっていることは、土壤の硫黄酸化スピードを高めることに適用できる可能性がある。令和 3 年の検証試験において pH 低下が不十分であった畦畔 A、B の硫黄華処理区（P3 区）において 9 月中旬に硫黄華を追加散布した結果、畦畔 A、B とともに、4 台前半に上昇していた pH がわずか 10 日間で 1 程度低下し、その後 3～3.5 に維持された。硫黄華を追加施与しない場合、土壤 pH は 11 月上旬には 4.5 程度まで上昇した（図 35）。硫黄華の追加施与は pH 低下が不十分な場合、土壤を強酸性化する有効な手段になると考える。

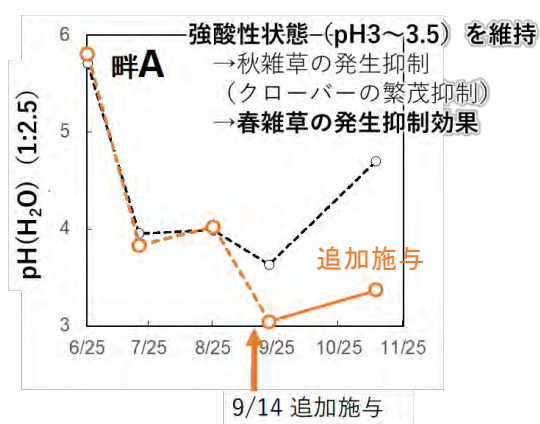


図 35. 硫黄華追加施与による pH 低下効果

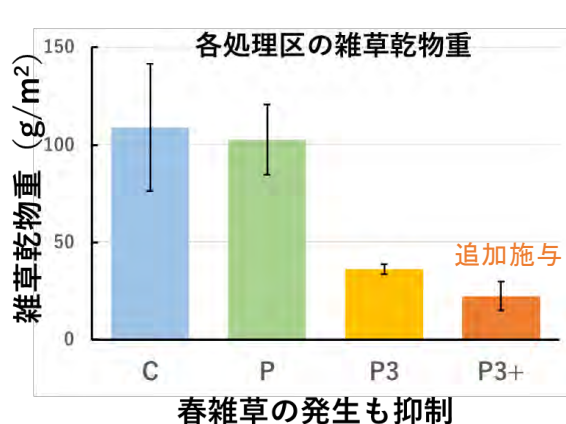


図 36. 硫黄華追加施与による春雑草抑制効果

硫黄華追加散布の結果、雑草発生抑制効果が低下し、秋雑草、とくにシロツメクサ（群落化してムカデ芝の脅威になる）の発生が抑制された。9 月中旬～2 ヶ月間はムカデ芝が被覆率を大きく高める期間であるが、強酸性化による芝への悪影響は認められなかった。強酸性処理効果が低下する 9 月中旬以降の硫黄華追加施与は、秋雑草の発生を抑制し、

センチピードグラスの被覆拡大を促す効果が期待された。また、図 36 のとおり、2 年目の春雑草の発生も顕著に抑制され（晩秋に発芽して越冬するカラスノエンドウなどのマメ科雑草の抑制が顕著）、5 月上旬の雑草発生量が P3 区に対して 40%以上低下した（P3 区は P 区に対して 60～65%以上雑草量が減少、よって硫黄追加施与の P3+区は P 区に対して 80%以上雑草量が減少）。春雑草の抑制によってムカデ芝の繁茂状況も良好になり、施工年に 30～40%であった被覆率が 5 月上旬ではほぼ全面を被覆した状態になっていた。

【結論】 硫黄華施与に対する土壌の強酸性化のレスポンスの違いは、硫黄華施与量、土壌の硫黄酸化能が影響していた。硫黄華を一律 100g/3cm/m² 相当施与することでムカデ芝への悪影響を抑えながら雑草抑制効果の高い pH3.5 以下にできた。硫黄施与履歴のない土壌では硫黄の酸化が緩慢であるため、それを高めるには事前に硫黄華を添加しておくこと（適切な予備添加量の設定は今後の課題）が効果的であるとともに、硫黄華の施与量の不足により 3 ヶ月以上経過しても pH が 3.5 以下にならない場合には、硫黄華の追加施与が効果的である。これにより土壌 pH をより早く低下させられ、秋季から翌春の雑草抑制効果が期待できる。

1. 7 実証試験（現場適用）の概要、結果、課題等

(1) IM 工法の実証試験

硫黄華施与で強酸性化した土壌表面が見えないマルチのように機能して雑草を抑制することから、この手法を IM（IM; Invisible Mulching、見えないマルチ）工法と命名し、令和 2～3 年度の 2 年間の検討結果を踏まえて、令和 4 年度、施工手順を作成するための実証試験に展開させた。

実証試験では、現場への実装を前提におき、硫黄華施与による土壌表面強酸性化処理とピット苗定植に要する作業の手順と所要時間を見積もること、実際の施工規模における本工法による施工初年度の雑草抑制効果とムカデ芝の被覆状況の検証、さらに強酸性化処理によって抑制できない雑草の対応について検討することを目的とした。また、実証試験の作業記録を元に IM 工法の作業面、コストにおける優位性を 2 つの苗移植工法（「BT 工法」、本事業で検討した「紙マルチ工法」と慣行草刈り管理と比較して検証した。

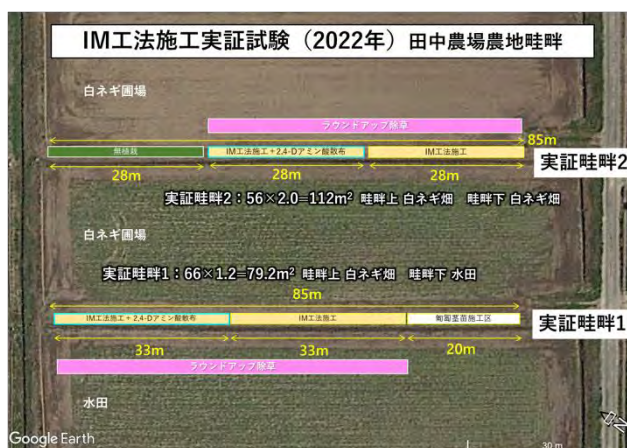


図 37. 実証試験畦畔

【方法】 鳥取県八頭町内の田中農場管理圃場畦畔で実施した。ムカデ芝の脅威となり、農地畦畔において一般的な雑草である「メヒシバ」を主要雑草とする 2 つの畦畔を選定した（図 37）。試験区は硫黄華を施与する標準施工区を二つ設置した（畦畔 1：法面高 1.2m × 長さ 66m 斜度 30～35 度、法面勾配 1：1.5～1.7、畦畔 2：法面高 2.0m × 長さ 56m 斜度 15 度前後、法面勾配 1：3.7 前後）。試験畦畔の一部を畦畔 1 では土壌強酸性化処理を行っていない葡萄苗木施工区、畦畔 2 では無施工・無管理区（雑草繁茂を放任）とした。硫

黄華施与量は $100\text{g}/3\text{cm}/\text{m}^2$ とした。作業の内容と手順は表 4 に示した。作業の流れは、施工畦畔準備、土壌表面強酸性化処理、定植そして雑草管理となる。各作業時間を 5 分刻みで計測すると共に高刈りの前後に写真を撮影し、雑草繁茂状況、ムカデ芝の被覆状況を記録した。なお、広葉雑草はメヒシバよりも草丈が低くてもムカデ芝の幼植物体を被覆して生育抑制する影響が大きいと、各畦畔の試験区を半分に区切り、一方に広葉雑草に選択的に作用する除草剤（2,4-D アミン塩：石原産業）を散布して雑草抑制効果を検証した。

表 4. IM 工法実証試験の作業内容と所要時間

年月日	作業	実証畦畔1	実証畦畔2
		66m×1.2m=79.2m ² 斜度30～35°	56m×2.0m=112m ² 斜度15° 前後
2022/6/14	畦上の枯れ草除去	計測せず	計測せず
2022/6/16	茎葉処理剤散布	二つ畦畔の合計 60分/1人（液剤調整10分、散布40分、片付け10分） 10倍液 6Lを10倍液5L/10a散布可能専用ノズルで散布	
2022/6/22	枯れ草除去 チップソー（発芽雑草も可能な限り除去）	60分/2人	90分/2人
2022/6/22	硫黄華処理（表面散布＋表面土壌との攪拌） 施与量：100g/m ² 500μmメッシュ篩（φ200mm）で散布	散布量8.00kg 40分/2人	散布量10.12kg 45分/2人
2022/6/28	ビット苗定植 15株/m ²	株間20cm×条間35cm 3段 990株 80分/4人	株間20cm×条間30cm 5段 1400株 105分/4人
2022/7/20	高刈①（刈り取り＋刈草除去）定植後22日目 除草剤散布のため（最初の高刈り時に実際的には①、②どちらのタイミングで除草剤を散布すればよい）	55分/1人	60分/1人
2022/7/20	除草剤散布（広葉雑草対策：2,4-Dアミン塩） 薬剤濃度300g/100L/10a 処理は各畦畔の半分	二つの処理区合計 30分/1人（薬剤調整5分、散布20分、片付け5分） 散布量 4L	散布量 5.6L
2022/7/30	高刈②（刈り取り＋刈草除去）定植後32日目	60分/1人	60分/1人
2022/8/22	高刈③（刈り取り＋刈草除去）定植後55日目	55分/1人	60分/1人
2022/9/21	高刈④（刈り取り＋刈草除去）定植後84日目	60分/1人	65分/1人
2022/10/28	高刈⑤（刈り取り＋刈草除去）定植後121日目	35分/1人	30分/1人

【結果：雑草抑制効果とムカデ芝の生育・被覆状況】

硫黄華施与した半月経過後（7月7日）にはメヒシバを主体に雑草が発芽して生育し始めた。硫黄華を施与していない畦畔 1 試験区に隣接する匍匐苗試験区（IM 工法実証試験と同時期に雑草を除去して裸地化）では、7月7日、ほぼ全面にメヒシバ（草丈 10～20cm）が繁茂しており、硫黄華処理により雑草発生は完全には抑えられなかったが、無処理に比べると雑草発生を顕著に抑制していることが認められた（図 38）。

さらに 2 週間ほど経過した 7月20日、硫黄華施与区ではメヒシバが全面に発生して草丈 30cm に達していたが、雑草の密度は地表面が確認できるほど疎であり、ムカデ芝苗に光が十分に当たる状態であった。一方、匍匐苗試験区ではメヒシバが密に繁茂しており、土壌表面強酸性処理の定植初期における雑草抑制効果の高さが検証できた。

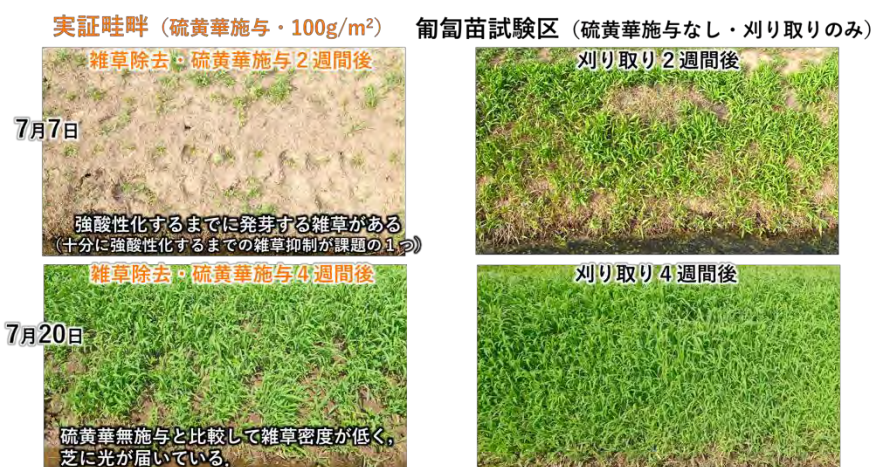


図 38. IM 工法の定植初期後の雑草抑制効果



図 39. IM 工法実証畦畔の雑草繁茂、ムカデ芝被覆状況

図 39 に畦畔 1、2 における雑草繁茂状況とムカデ芝生育状況を時系列的に示した。畦畔 1、2 ともに雑草生育が旺盛なのは 8 月下旬までであり、高刈り前には 30～50cm の草丈のメヒシバが繁茂していた。この間 3 回の高刈りを行い 15cm の高さで雑草を刈り払った（内 1 回は除草剤散布の為にいった）。次の高刈りまでの間、8 月下旬までは 10 日で草丈が 10～15cm 増す速度で雑草が再生した。しかし、雑草密度は法面表面に日が差し込む程度に低く維持されておりムカデ芝の徒長、消失は認められなかった。9 月に入るとメヒシバ再生速度は 10cm/10 日を下回るようになり、雑草密度も低下してきた。9 月下旬以降のメヒシバの再生はわずかになり、高刈りによる雑草管理の必要がない状況になっていた。

実証畦畔にはメヒシバ以外の広葉雑草も発生した。エノキグサ、アメリカセンダングサ、ツクサ、スベリヒユなどが主であった。これらは繁茂するとムカデ芝の生育する光環境を悪化させ、ムカデ芝の生育と被覆を阻害する。そこで、これらの雑草に対して選択的に作用する除草剤を定植後約 1 ヶ月経過した 7 月 20 日に散布した。その結果、これらの雑草がほぼ消失し、9 月下旬、秋雑草の発生時期まで広葉雑草の繁茂を効果的に抑制することができた（図 40）。広葉雑草抑制によるムカデ芝の生育改善効果は目視では明確に確認できなかったが、雑草管理作業（刈り払いとその後の刈り取り雑草の除去）が軽減された。

表面土壌 pH は畦畔 1、2 とも施工前に 5.0～5.4 であった pH が、約 3 ヶ月経過した時点（9 月 8 日）でも 3～3.5 に維持されていた。pH が十分に低下するまでに発芽した種子

雑草は強酸性化でも生育したが、発芽後に除草剤で枯らした広葉の夏雑草はその後の発生はほとんどなく、強酸性環境によりその発生が抑制されたと考えられる。



図 40. 広葉雑草除草のための 2, 4-D アミン塩の散布効果



図 41. 実証畦畔の最終被覆状況

定植後 4 ヶ月後の 10 月 28 日の被覆状況は、畦畔 1 では施工法面の半分程度が、畦畔 2 では 3/4 程度の面積が被覆されていた（図 41）。これまでの現地試験結果に基づけば、施工初年度に半分以上が被覆されていれば、2 年目の春以降 2 回程度の高刈りでほぼ全面を被覆できることから、強酸性状態を維持する硫黄華処理、夏季 7～8 月の雑草管理の徹底により、ムカデ芝畦畔を 2 年計画で完成できる可能性を実証できた。なお、施工初年度の雑草管理の省力化において、最初の高刈り後に広葉雑草対策として除草剤（2, 4-D アミン塩）の散布が効果的であり、ムカデ芝の良好な生育と繁茂にも繋がると期待された。

【結果：IM 工法の低コスト化、省力化の評価（施工初年度の結果に基づいて）】

①施工初年度の費用、労力：実証試験の作業内容と所要時間を表 4 に示した。畦畔の法面勾配によって作業効率が若干異なったが、これらを元に 100m² あたりの施工に必要な資材費、労力を表 5 にとりまとめ、他の工法（BT 工法、紙マルチ工法、慣行草刈り管理）と比較した。なお、他の工法の作業時間は、本事業による実験畦畔や地元の農家グループ

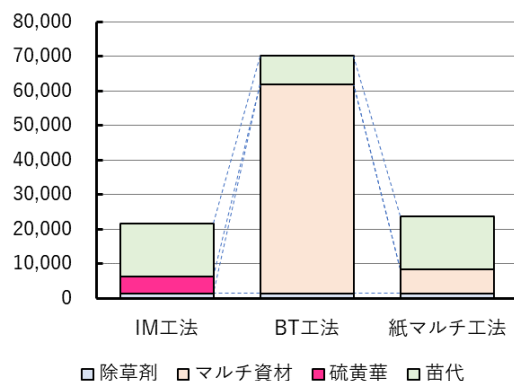
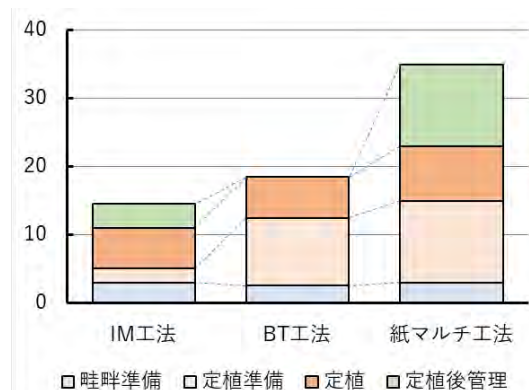
の作業を元に算定した。表 4 に示した作業には、広葉雑草抑制のための除草剤散布とそのための除草が高刈り 1 回分にカウントされているが、これらの作業は IM 工法のオプションであり、本評価には加えていない。

表 5. 各工法の資材費と労賃の比較(100m²あたり換算)

100m ² あたり	IM工法 (硫黄華散布)	BT工法	紙マルチ工法	慣行管理
1年目	資材費 費用	資材費 費用	資材費 費用	
	除草剤 (ラウンドアップ) 1,440	除草剤 (ラウンドアップ) 1,440	除草剤 (ラウンドアップ) 1,440	
	硫黄華 100g/100m ² 4,895	マルチ資材: 標準シート+杭 60,500	マルチ資材: 紙マルチ+固定具(概算) 7,000	
	苗代 15株/m ² 15,300	苗代 8株/m ² 8,170	苗代 15株/m ² 15,300	
	21,635	70,110	23,740	
	労賃 時間 人 時間×人 費用	労賃 時間 人 時間×人 費用	労賃 時間 人 時間×人 費用	労賃 時間/1人 費用
	畦畔準備 除草剤散布 1 1 1 900	除草剤散布 1 1 1 900	除草剤散布 1 1 1 900	
	枯れ草除去 2 1 2 1,800	枯れ草除去 1.5 1 1.5 1,350	枯れ草除去 1.5 1 1.5 1,350	
	定植 硫黄華散布処理 0.5 4 2 1,800	不陸除去 0.5 4 2 1,800	不陸除去 0.5 4 2 1,800	
	定植 1.5 4 6 5,400	マルチ敷設 1.5 4 6 5,400	紙マルチ敷設 1.5 4 6 5,400	
2年目	マルチ穴あけ 0.5 4 2 1,800	マルチ穴あけ 0.5 4 2 1,800	マルチ穴あけ 1 4 4 3,600	
	定植 1 4 4 3,600	定植 1 4 4 3,600	定植 2 4 8 7,200	
	高刈り① 1 1 1 2,200	基本的には高刈り不要	紙マルチ管理 3 4 12 10,800	刈り払い① 1 2,200
	高刈り② 1 1 1 2,200		麻紐の増し張り, 破れの補修	刈り払い② 1 2,200
	高刈り③ 0.5 1 0.5 1,100		マルチで隠れた苗を引き出す作業	刈り払い③ 1 2,200
	高刈り④ 0.5 1 0.5 1,100			刈り払い④ 1 2,200
	雑草繁茂状況に依存する。 14 16,500	16.5 14,850	34.5 31,050	4 8,800
	雑草が抑制されれば①～③を2回にできる 38,135	84,960	54,790	8,800
	労賃 時間 人 時間×人 費用	労賃 時間 人 時間×人 費用	労賃 時間 人 時間×人 費用	労賃 時間/1人 費用
	高刈り① 1 1 1 2,200	高刈り① 0.5 1 0.5 1,100	高刈り① 1 1 1 2,200	刈り払い① 1 2,200
3年目以降	高刈り② 0.5 1 0.5 1,100	高刈り② 0.5 1 0.5 1,100	高刈り② 0.5 1 0.5 1,100	刈り払い② 1 2,200
	高刈り③ 0.5 1 0.5 1,100		高刈り③ 0.5 1 0.5 1,100	刈り払い③ 1 2,200
	2 4,400	1 2,200	2 4,400	刈り払い④ 1 2,200
	労賃 時間 人 時間×人 費用	労賃 時間 人 時間×人 費用	労賃 時間 人 時間×人 費用	労賃 時間/1人 費用
	高刈り① 0.5 1 0.5 1,100	高刈り① 0.5 1 0.5 1,100	高刈り① 0.5 1 0.5 1,100	刈り払い① 1 2,200
	高刈り② 0.5 1 0.5 1,100	高刈り② 0.5 1 0.5 1,100	高刈り② 0.5 1 0.5 1,100	刈り払い② 1 2,200
	1 2,200	1 2,200	1 2,200	刈り払い③ 1 2,200
				刈り払い④ 1 2,200

初年度の資材費は、表 5、図 42 に示すとおり、BT 工法が最も高く、IM 工法、紙マルチ工法の 3 倍以上の費用を要した。その要因は、BT 工法の専用防草シートと固定用の杭によるものである。IM 工法、紙マルチ工法では 2 万円程度であり、その大半は苗代が占める。これは、安定施工のためには BT 工法よりも密植しなければならないからである。

初年度の施工労力においては、IM 工法が最も省力的であり (図 43)、それが労賃にも反映された。なお、定植準備、定植作業については 4 名が作業する前提で見積もった。IM 工法は施工において、雑草抑制のための処理が硫黄華の散布のみであるため、マルチを敷設する方法も大幅に簡便化できる。逆に、定植後の高刈りによる雑草管理が必須であるため、施工後の管理に労力を要するが、トータルでも他の工法より省力的である。紙マルチ工法は、資材費では優位性はあるが、定植後の紙

図 42. 資材費の比較(初年度 100m²あたり)図 43. 作業時間の比較(初年度 100m²あたり)

マルチの管理に多くの労力を要する。また、マルチを敷設する方法は 4 人以上の作業員が必須であり、最低一人でも施工可能な IM 工法は人的な要件が低い。これらの作業時間を賃金に換算すると（表 5、図 44）、定植後の雑草管理が原則不要な BT 工法が最も低く、IM 工法が同程度の水準でそれに次いだ。紙マルチ工法は作業性が悪く多くの労力を要するため、他の 2 つよりも 2 倍以上の費用となった。なお、時間あたりの単価は、鳥取市農業委員会の令和 5 年度の作業委託料金を参考に設定し、一般作業は 900 円/時間、草刈り作業は 2,200 円/時間（機械、燃料代含む）を適用した。

資材代と労賃を合計した施工初年度の施工費用は、IM 工法が最も安価（39,235 円/100 m²）であり、BT 工法の半額以下のコストで省力的に施工できることが示された（図 45）。

① 2 年目以降の労力と費用：

表 5 に示すとおり 2 年目以降は発生する雑草管理が主となる。IM 工法と紙マルチ工法では 2 年目の春雑草を高刈りする管理が必須であり、夏～初秋に 2 回程度の高刈りをおこなう。夏季までにムカデ芝が全面を被覆すると発生する雑草量は激減するため、2 回目以降の高刈りの作業は軽減化される。BT 工法では植え穴からの雑草発生、飛来種子の雑草発生があるため、年 2 回程度の除草が必要である。

3 年目以降は芝面管理的な雑草管理に移行するため、年に 2 回程度発生してくる春雑草、夏雑草を除去する高刈りを行う。雑草が良好に抑制されれば、雑草量が 80～90%減少するので、高刈り作業は 100m²あたり 30 分程度の時間で完了できる。

IM 工法適用時の雑草管理コスト低減効果を慣行的な草刈り管理と比較した。慣行管理は草刈りを年 4 回とし、各 1 時間要すると試算した（実際はもう少し加算した数字が妥当と思われる）。10 年間で初年度施工コストを含めて試算すると、IM 工法では初期コストを回収するのに 6 年を要し、7 年目から導入メリットが認められた（図 46）。

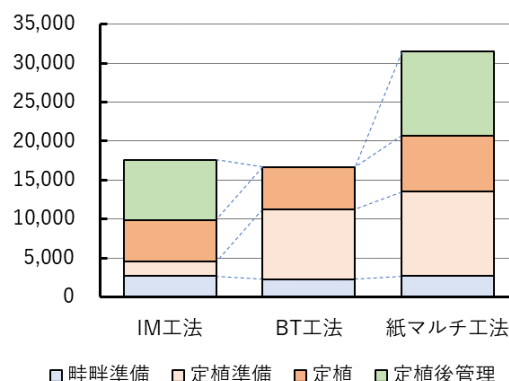


図 44. 労賃の比較(初年度 100m²あたり)



図 45. 作業時間の比較(初年度 100m²あたり)

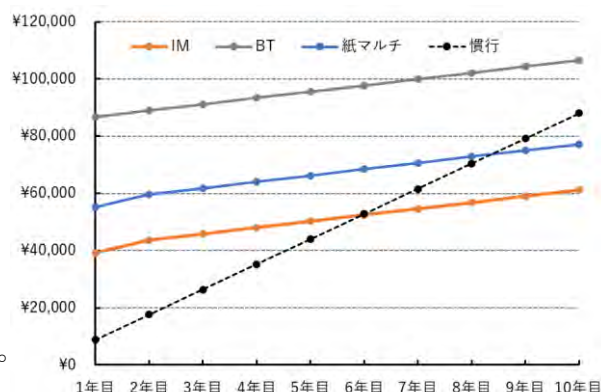


図 46. 導入コストを加味した費用の累積 (100m²あたり)

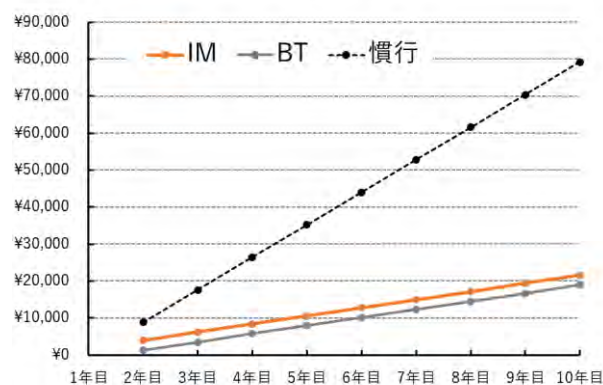


図 47. 2 年目以降の費用の累積 (100m²あたり)

一方、紙マルチ工法では 9 年目以降、BT 工法では 14 年目以降となった。初期導入コストが農地保全に適用できる補助金でカバーされると、**図 47** に示すとおり、IM 工法では、2 年目以降の畦畔の雑草管理コストが施工後 5 年目で 70%削減、10 年目で 73%削減できることが明らかになった。当初目標に掲げた 90%には届かなかったが、施工後の高刈りが年 1 回になれば、計算上は 5 年目で 85%、10 年目で 86%となる。ただし、10 年後に現在の慣行的な年 4 回の草刈り管理が維持できているかを考えると、畦畔雑草管理作業を軽減させることは、農地管理の持続性を高めるうえで極めて重要な意味を持つといえる。

【結果：IM 工法施工 2 年目の春雑草管理省力化の検討】

IM 工法は法面土壌表面の強酸性化により施工初年度の雑草発生抑制を意図したものであるが、強酸性状態が翌年の春まで維持されれば、4～5 月に発生する雑草（春雑草）の抑制効果も期待され、気温上昇に伴い成長を再開させるムカデ芝の良好な繁茂環境が維持できると考えられる。

4 月以降も現調査を継続したところ、**図 48** に示すとおり、IM 工法施工区では 4 月上旬において土壌 pH が 4.5 前後にあり、対照区よりも 1 程度低く維持されており、2 年目の春雑草の発生が顕著に抑制されていた。硫黄華末処理の隣接の対照区ではカラスノエンドウ、ヒメオドリコソウ等の越年生雑草が主に繁茂していたが、IM 工法区の雑草密度は極めて低くなっていた。別地点の施工法面においても雑草の発生が抑制されていた（**図 49**）。この低い雑草密度を鑑みれば 4 月の高刈りは不要と考えたが、成長すると密に繁茂するカラスノエンドウは 1 年生雑草であるため、その種子が成熟して土壌に落ちるまでに駆除することで、翌年の発生をより減少できると考え、4 月の除草効果を「高刈り」と「除草剤（2,4-D アミン塩）」で比較した。

IM 工法実証畦畔を 4 つに区切り、「高刈り」による除草と「除草剤」による除草を比較した（**図 50**）。高刈りは高さ 5cm で、4 月 3 日、4 月 28 日におこなった。4 月 28 日の高刈りは、上述のようにカラスノエンドウ対策としておこなった。このたびは 4 月に 2 回の高刈りを行う結果となったが、カラスノエンドウがある程度成長してから種子が成熟するまでに刈り取ればよく、4 月中旬頃の 1 回で十分といえる。一方、除草剤は 4 月 3 日に散布したのみで、高刈りはおこなわなかった。**図 50** に示すとおり、2,4-D アミン塩散布のみで、高刈りによる除草よりも効果的に雑草を抑制できた。除草剤処理区では主にオランダミミナグサが残存したが、ムカデ芝を被覆して光を遮る状況にはなっていなかった。また、早いものは 4 月から発芽するツユクサの発生抑制も確認された。2 つの実証畦畔法面



図 48. IM 工法の施工 2 年目春の雑草抑制効果



図 49. 八頭町別サイトにおける IM 工法施工 2 年目の雑草発生状況(2023 年 4 月 8 日)

の状況は図 51、図 52 に示したように、4 月上旬、発生したばかりの雑草を除草剤で除草することで、5 月中旬まで除草する必要がある状況に法面を維持できた。一方、高刈りでは、草丈 5cm 未満の雑草が残存し、それらが成長するため、除草剤よりも雑草を効果的に抑制することが困難であった。よって、2,4-D アミン塩が使用できれば、施工 2 年目の春先の雑草管理が高刈りよりも効果的かつ省力化できる。2 年目以降の除草剤併用効果を活用することで、前述した 2 年目以降の維持コストをさらに軽減できると期待される。

また、除草剤はクローバー（シロツメクサ）の繁茂を抑制することも期待できる。この点が除草剤使用のもう一つの利点であり、高刈りでのみではシロツメクサの繁茂抑制が難しく、一旦勢いがつくと旺盛に繁茂し、ムカデ芝が駆逐される危険性が高まる（図 52）。IM 工法の施工安定性を高めるために、施工 2 年目以降の雑草管理について、さらに継続して調査をおこなうことが必要である。



図 50. 高刈りと除草剤による施工 2 年目の春雑草抑制効果の比較

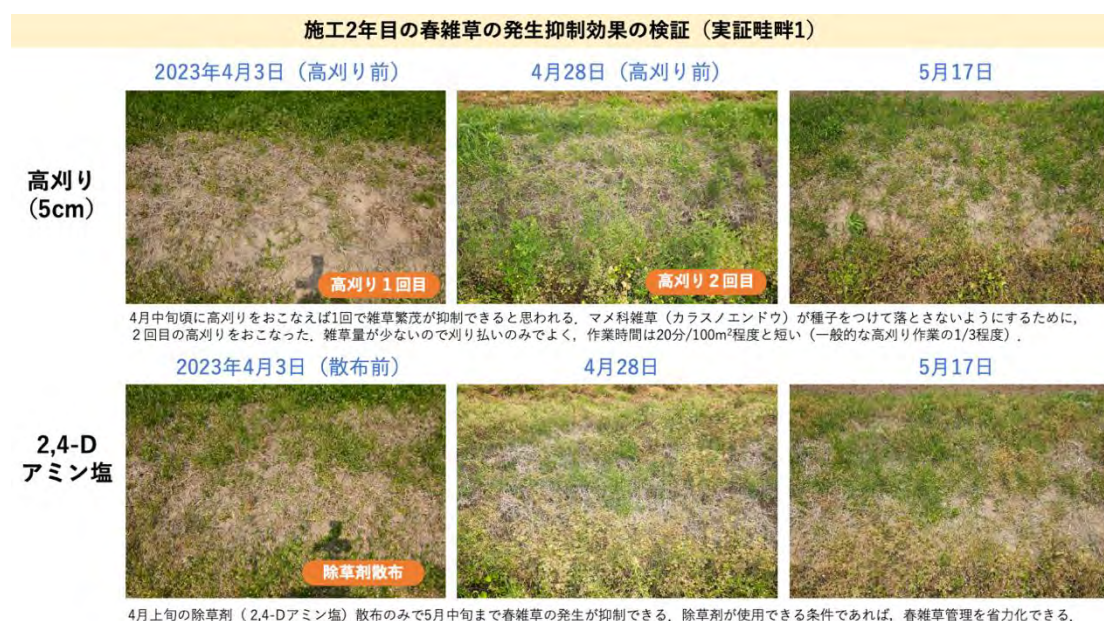


図 51. 高刈りと除草剤による施工 2 年目の春雑草抑制効果（実証畦畔 1）

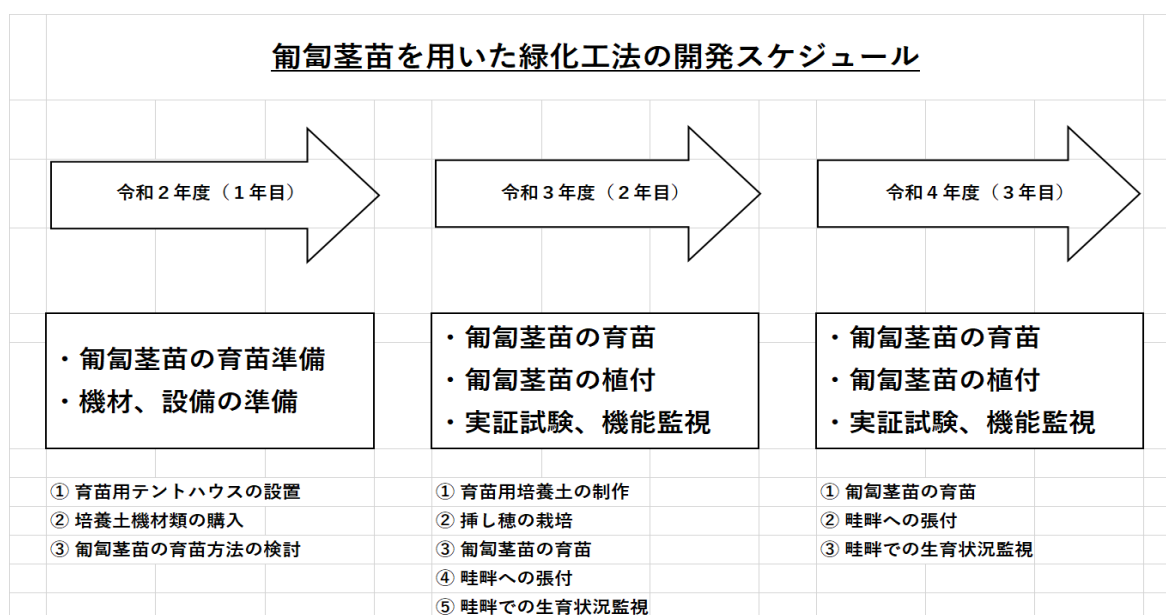


図 51. 高刈りと除草剤による施工 2 年目の春雑草抑制効果(実証畦畔 2)

（2）ムカデ芝匍匐茎苗を用いた低コストで省力的な畦畔緑化工法の開発

ムカデ芝は、旺盛な匍匐伸長能を有しており、生育適期では日伸長量は 3.4 cm/日に達する。また、節根を有する匍匐茎は旺盛な再生能力があり、これらの特異的な生育特性を活用することで、匍匐茎から効率的に高い生育能を持った苗を短期間で育成できると考えた。

本事業では、この匍匐茎苗を短期間で効率的に成苗する方法を開発し、畦畔に植付してこの苗の持つ旺盛な伸長機能を生かして、畦畔法面定植後の被覆を促し、雑草の抑制効果を図ることにより畦畔雑草管理作業を軽減させる。



1) 令和2年度 実施項目写真

① 育苗用テントハウスの設置



テントハウス L=10.0m



テントハウス W=5.0m

② 培養土用機材の購入



育苗箱12枚(1セット)



ムカデ 芝ランナー 押木



遮光用寒冷紗



葡萄茎苗運搬用ラック

2) 令和3年度 実施項目写真

① ムカデ芝ランナーの採取



ムカデ芝ランナー採取状況(令和3年6月28日)



ムカデ芝ランナー

② ムカデ芝の育苗



ランナー植付状況(令和3年6月29日)



ランナー植付 1箱(7本植)



ランナー押木



遮光用 寒冷紗設置状況

③ 第1回目ムカデ芝張付作業



第1回目ムカデ芝張付作業前(令和3年8月4日)



第1回目ムカデ芝張付作業前草刈り(令和3年8月4日)



第1回目ムカデ芝張付作業(令和3年8月5日)



第1回目ムカデ芝張付作業(令和3年8月5日)



第1回目ムカデ芝転圧作業(令和3年8月5日)



第1回目ムカデ芝張付作業完了(令和3年8月5日)

④ 第2回目ムカデ芝張付作業



第2回目ムカデ芝張付作業完了(令和3年8月31日)



第2回目ムカデ芝張付状況(令和3年8月31日)

3) 令和4年度 実施項目写真

① 第3回目ムカデ芝張付作業



第3回目ムカデ芝張付作業完了(令和4年6月28日)



第3回目ムカデ芝生育状況(令和4年7月30日) 生育順調

② 令和3年度植付箇所1年後の生育状況



第1回目植付の1年後生育状況(令和4年7月29日)



第2回目植付の1年後生育状況(令和4年11月4日)

5) 匍匐茎苗の植付による研究結果

令和3年から令和4年にかけて、ムカデ芝の匍匐茎苗を3回に分けて植付を行い、生育状況を確認した。

植付を実施するにあたり、「セントピードグラス匍匐茎苗を使用した農地畦畔緑地工法マニュアル」を作成し、このマニュアルに基づき、匍匐茎苗の育苗作業・植付前の事前準備・植付作業・植付後の維持、管理を実施した。

令和3年に植付した2箇所の状況について、上記②令和3年度植付箇所の1年後の生育状況の写真で判るように、ムカデ芝が畦畔全体を被覆しており、生育が順調に進んでいる様子が見られる。

この生育状況からみて、施工後の維持・管理をマニュアル通りに実施することにより、ムカデ芝が畦畔全体を被覆し、草刈作業の回数を減らせることが確認出来た。

研究結果から概略の施工スケジュールは、下記の通り。

ムカデ芝の匍匐茎苗植付による畦畔法面緑化工法の年間概略スケジュール

NO.	作業内容	時期	1年目								2年目					
			5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月		5月	6月	7月	8月	9月	10月
1	使用資材の準備	5月上旬～5月中旬	→													
2	培養土づくり	5月下旬～6月上旬		→												
3	ムカデ芝挿し穂採取植付	6月上旬～6月中旬		→												
4	ムカデ芝育成(ハウス内)灌水・養生	6月上旬～7月下旬		→	→											
5	施工場所の張付準備 (草刈り・整地・灌水)	7月下旬～8月上旬				→										
6	ムカデ芝張付 (張付後、転圧・灌水)	8月上旬～8月下旬				→										
7	施工場所の維持管理 (芝張付後の生育状況・灌水・草刈)	8月上旬～11月下旬				→	→	→	→							
8	施工場所の維持管理 (芝張付後の生育状況による草刈り)	5月上旬～10月下旬 (2年目)									→	→	→	→	→	→

6) 匍匐茎苗の育苗費用試算

匍匐茎苗の育苗費用を令和3年4年の実績から試算した結果、下記の通りとなった。

匍匐茎苗単価表					1セット(12箱)(7本/箱)当り
名 称	単位	数 量	単価(円)	金額(円)	備 考
育苗箱	箱	12	160	1,920	
培養土	kg	30	19	570	2.5kg/箱*12箱
挿し穂	本	84	50	4,200	7本/箱*12箱 摘取含む
合 計				6,690	
				558	m ² あたりの使用数(1箱)

7) 匍匐茎苗の現場植付費用試算

匍匐茎苗の現場植付費用を令和3年4年の実績から試算した結果、下記の通りとなった。

匍匐茎苗現場植付単価表					備 考
名 称	単位	数 量	単 価	金 額	
草刈り	m ²	1	420	420	
匍匐茎苗箱	箱	1	558	558	
植付手間	m ²	1	1,500	1,500	
養生・灌水	m ²	1	100	100	
合 計				2,578	1m ² 当り

2 事業の成果

2. 1 成果の内容

- (1) IM 工法の開発：土壌の表面部位を硫黄華で強酸性化して雑草の生育し難い環境にした畦畔法面にムカデ芝のピット苗を定植する工法を IM 工法（見えないマルチ工法）として開発し、その施工の手引き（マニュアル）を作成した。本工法は、従来のマルチを用いた工法（BT 工法）よりも安価であり、施工の作業性に優れている。

（添付資料 1 参照）

- (2) 匍匐茎苗を使用した工法の開発：匍匐茎苗は、成長が早いので、植付後、約 4 ヶ月で畦畔を被覆することが確認出来た。

匍匐茎苗の育苗方法、畦畔への張付作業、張付後の管理方法について、「セントピードグラス匍匐茎苗を使用した農地畦畔緑化工法マニュアル」を作成した。

（添付資料 2 参照）

2. 2 目標の達成度

(1) 成果から得られる効果

- 1) IM 工法は、低コストで省力的な技術的にハードルの低い工法であり、少人数の農地保全グループ、あるいは農家個人でも主体的に計画的に取り組むことができる。小スケール（～100m²）での適用性に優れており、畦畔緑化手法の一つとして、農地畦畔のムカデ芝に取り組む裾野を広げることができ。IM 工法による取り組みを一つのきっかけとして、地域での農地畦畔緑化の推進の一助になることを期待している。
- 2) 匍匐茎苗を使用した工法は、匍匐茎苗を育苗する必要があるため、IM 工法よりコストは掛かるが、植付作業以降は、IM 工法と同じように作業は、楽になり、草刈作業の回数低減が図れる。

(2) 従来技術との比較

1) 比較する従来技術

BT 工法 (Best Turf 工法)

H28～30 年度農林水産省官民連携新技術研究開発事業「農地畦畔における草刈り“ゼロ化”管理の省力化技術の開発」で開発された新工法。プラスチック製専用防草シート（ベタ〜とシート®）を法面に張り、その上にムカデ芝ピット苗を定植する畦畔緑化技術。

2) 従来技術に対する優位性

①経済性

IM 工法の初年度導入コスト（資材代＋労賃）は、100m²あたり 39,235 円であり、BT 工法（86,760 円）の半分以下で、従来法よりも低コストで導入できる。2 年目以降は、雑草管理が主になり、IM 工法のコスト（2 年目、4,400 円、3 年目以降 2,200 円）は BT 工法とほぼ同じである。なお、慣行の草刈り管理と比較すると、畦畔の被覆が完了する施工 2 年目以降では、施工 3 年目で 65%、5 年目で 70%の管理コストの低減となる。

②工程

IM 工法は裸地化した畦畔に硫黄華を散布して苗を定植する方法であり、マルチを敷設しないため、BT 工法よりも工程がシンプルであり、作業の難易度も低く、作業性に優れている。マルチを敷設する工法は法面の不陸除去が重要でありこの作業に労力を割かれるとともに、敷設したマルチに穴を空けて苗を定植する作業は難儀である。⑤の施工性でも述べているように、マルチの植穴に礫やモグラの穴が存在すると、その箇所には苗の定植が困難であり、マルチに穴を開けなおす必要があり、作業効率が低下する。また、無理をして定植した場合、活着不良で枯死する危険性が高くなる。

③品質

IM 工法は、定植後の雑草管理（高刈りと刈り取り雑草の除去）を手引きどおりにおこなうことで、ムカデ芝で密に法面が被覆された畦畔を施工 2 年目に完成できる。BT 工法では、ムカデ芝の匍匐根の活着がシートにより阻害されるため、親株の根への依存度が高く、長期的に被覆状態を良好に維持できるかどうか評価が必要である。

④安全性

BT 工法では高い畦畔ではマルチを敷設する作業時に高所での作業になるため転落事故（とくにマルチ敷設後、マルチ上での定植作業は滑りやすい）のリスクがあるが、IM 工法では硫黄華を散布するのみであり事故リスクはより低い。

⑤施工性

IM 工法は雑草抑制の為にマルチを敷設しないため、BT 工法と比較して、不陸の大きな畦畔、礫に富む畦畔、さらにモグラなどの土壌動物の活動穴に富む畦畔の法面においても施工性が高い。ただし、法面を一旦裸地化してから定植するため、法面が裸地状態にある期間が長く、豪雨による畔の崩壊リスクがあるため、急な斜度の法面への施工には注

意が必要である。適用困難な具体的な斜度については今後の検討課題であるが、法面勾配が 1:1.4 以下の急勾配の法面は避けた方がよい。

⑥周辺環境への影響

IM 工法では、BT 工法で用いられる防草シートのように、環境に残留し、ゴミ化する資材は使用しない。雑草抑制に用いる硫黄華は土壌改良資材として販売されているもの（土壌改革、細井化学製）を使用する。畦畔に施与した硫黄の周辺農地への影響は、酸化して生成した硫酸の下方浸透によって 15cm 深の土壌が施工半年後に pH が 1 程度低下することを確認している。硫黄を施与した表面土壌が流亡した場合は法面の下に位置する農地に硫黄が添加されることになるが、局所的に作物生育に影響が生じる状況になった場合には、石灰資材で中和することで対処可能である。なお、硫黄は植物の養分元素でもあり、近年、水田土壌における硫黄欠乏が報告されている状況を鑑みると、養分の補給という側面もある。一方、水路のコンクリートに対する硫酸の影響も危惧されるが、この点については今後検討が必要である。

2. 3 成果の利用に当たっての適用範囲・留意点

施工時の作業性の観点から、法面高さ 2m 程度（2m 以上の高い法面でも、小段があり、小段の面から 2m 以内であれば適用可）、法面勾配が 1:1.4 以上の緩勾配畦畔を想定している。また、急勾配畦畔ではムカデ芝が繁茂するまで水食の危険性が高くなることを留意する。さらに、チガヤに代表される地下茎で繁殖する雑草が多い～繁茂する畦畔では、施工前の茎葉処理剤による除草を徹底するとともに、施工後、再生してきたら直ちに茎葉処理剤を直塗りし駆除に努める。

IM 工法はマルチによる物理的な被覆で雑草を抑制するのではなく、化学的に土壌環境を調整して雑草の発生と生育抑制するものであり、定植したムカデ芝の苗は雑草とともに生育する。よって、施工初年度において、施工法面を半分以上覆うことができるように、雑草の管理を徹底することが極めて重要である。雑草が期待どおりに抑制できない場合、草刈りの頻度（回数）は慣行草刈りと大差ない場合もあるが、初年度においても雑草量の減少により作業は軽度化され、2 年目以降、ムカデ芝が法面を密に被覆すると雑草管理から芝管理のモードに変わり、畦畔管理作業が大幅に軽減される。

3 普及活動計画

3. 1 想定される利用者

農業生産法人、多面的機能支払交付金の対象となる農業者組織、個人農家

3. 2 利用者への普及啓発等の方法

施工手引書の作成と配布、地域の行政、土地改良区、農業関連団体と連携した普及活動、本事業により施工した実証試験サイトの展示

3. 3 利用者に対するサポート体制、参考資料等

施工手引書に基づく施工講習会の開催（個別対応、地域の行政、土地改良区、農業関連団体との連携）

3. 4 特許・実用新案等の申請予定

特許・実用新案等の申請予定はない。

4 研究総括者による自己評価

審査の ポイント	着眼点	申請時計画目標 ^{注1}	自己評価 ^{注2}	自己評価 の理由 ^{注3}
目標の 達成度	・効果 (従来技術に対する優位性)	・IM 工法：BT 工法よりも低コスト、省力であり、環境への負荷も小さい。	Ⓐ：優れている B：概ね妥当 C：不十分	・プラスチック製のシートを使用せず、硫黄散布のみで施工できるため。
	・信頼性 (品質、精度、安全性、耐久性等)	・IM 工法：シートを施工しないため、BT 工法よりも軽作業で安全に施工でき、ムカデ芝の良好な生育に重要な匍匐根の活着を促し、草丈のそろった密な芝面を形成できる。	Ⓐ：優れている B：概ね妥当 C：不十分	・ムカデ芝の匍匐の伸張と匍匐根の活着がシートで阻害されないため、芝の生育を良好に維持できる。
	・適用範囲・適用条件等	多様な状態の畦畔に適用しやすい。	Ⓐ：広範囲に適用 B：概ね妥当 C：限定的	・シートを敷設しないため、不陸や礫質な畦畔法面等への適用性も高い。
普及の 可能性	・想定される利用者への普及啓発の方法	施工マニュアル、展示畦畔、現地講習会	Ⓐ：十分な利用が見込まれる B：概ね妥当 C：限定的	・IM 工法に初めて取り組む者でも、半日程度の現地講習で施工法を修得できる。
	・利用者に対するサポート体制 (設計・積算・施工等の参考資料、相談窓口等)	行政と連携した施工マニュアルの配付、現地講習会の実施	A：十分に整備されている Ⓑ：概ね妥当 C：改善が必要	・技術的ハードルが低く、施工マニュアルがあれば、短時間で施工法を修得できる。
総合 コメント ^{注4}	IM 工法：BT 工法よりも、低コストで省力的、かつ環境負荷の小さい畦畔法面緑化工法であり、技術的ハードルも低いため、広く普及可能な技術である。 匍匐茎苗を使用した工法：匍匐茎苗を事前に育苗する必要はあるが、植付後の生育が早いので、広く普及可能な技術である。			

注 1) 成果報告書に記載の研究開発目標を記載する。

注 2) 評価結果欄は、A・B・Cのうち「A」を最高点、「C」を最低点として
3段階で記入（○付け）する。

注 3) 自己評価の理由を記載する。

注 4) 総合的なコメントを記載する。

5 今後の課題及び改善方針

(1) IM 工法の安定性と現場適用性をさらに高めるための課題として以下の 2 点を検討する必要がある。

1) 硫黄華による土壌表面酸性化処理の安定化と雑草抑制効果の更なる改善

(1)多様な土壌種に対する適正硫黄華施与量の設定

土壌により異なる硫黄酸化能や酸緩衝能、さらに生成した硫酸の洗脱特性などを考慮に入れ、硫黄華施与適正量を求める。

(2)土壌の硫黄酸化能を高める硫黄華施与タイミング

施与した硫黄華がスムーズに酸化されて、ムカデ芝の脅威となる夏雑草の発芽までに表面土壌を強酸性化する施与時期の検討。

(3)土壌酸性化処理と除草剤（茎葉処理剤散布）の効果的な併用法の検討

硫黄華散布後の発芽雑草に対する茎葉処理剤を散布効果の検討。

(4)畦畔法面土壌の水食の危険性を踏まえた雑草抑制・施工法の検討

法面の傾斜がきつく裸地化させると梅雨末期の豪雨で畔が崩れる危険性の高い畦畔における水食抑制のための雑草管理法、溝切り効果の検討。

(5) 硫黄華散布方法の改良

作業的に楽で、均一に、そしてドリフトを抑えて散布できる手軽な方法の検討。

(6) 施工 2 年目以降に発生するムカデ芝被覆状況悪化させる雑草の駆除法の検討

完成した芝面を長期的に良好な状態に維持するためにムカデ芝被覆後に再生するチガヤ、侵入してくるクローバー（シロツメクサ）の効果的な駆除方法を検討する。クローバーに関しては、施工初年度秋季の硫黄華追加散布効果が最も高いと考えられるため、土壌の強酸性化過程と関連付けて検討を深めたい。

2) 法面緑化の支援組織作り、とくに施工後の雑草管理体制づくり

IM 工法による畦畔緑化で最も重要な点は、定植から約 3 ヶ月間の雑草管理である。土壌強酸性処理は雑草の発生量を減らす、完全に抑えることはないため、適期に高刈りで雑草を刈り取り、刈草を取り除く作業を徹底しなければならない。この管理が不十分であると期待する被覆状態にできないため、IM 工法の安定的な施工とその後の維持管理のためには適期の雑草管理をサポートできる仕組み作り（農村 RMO など）が必須である。

(2) 匍匐茎苗を使用した工法の普及に向けて、匍匐茎苗の育苗コストについて、実証試験では、購入品や育苗作業の費用がかなり掛かっているので、まずは育苗コストを軽減する方法の検討を進める必要がある。

コスト的には、ピット苗を使用した IM 工法の方がメリットはあるが、匍匐茎苗を使用した場合、畦畔を被覆するまでの時間を削減出来るので、選択肢の一つとして、今回、匍

匍茎苗を使用した工法も開発テーマとして研究を進めた。

[添付資料]

- ・資料－１：「見えないマルチで雑草を抑える IM 工法」
- ・資料－２：「セントピードグラス匍茎苗を使用した農地畦畔緑化工法マニュアル」