

不織布を用いた土壌表面被覆による 土砂流出防止

九州農業試験場 総合研究第2チーム 生駒 泰基

1. はじめに

南西諸島の沿岸海域は、世界でも有数のサンゴ礁域を形成している。これらのサンゴ礁は、それ自体が将来にわたって保護・管理すべき地球的資産であるばかりでなく、重要な水産資源、観光資源であるとともに多種多様な生物が息をする遺伝資源の宝庫としても貴重である。加えて、近年の地球環境の視点からみると、これらの地域は二酸化炭素の固定・蓄積源として注目されている。

ところが、近年、これらの沿岸地域において、立地条件や特殊土壌の分布に加え、森林の開発、水田の減少等に起因する土砂の海洋流出が顕在化している（写真－1）。さらに、産業廃棄物の海洋投棄や生活排水の影響が加わることによって、サンゴの死滅に端を発した魚介類の減少など沿岸海洋生態系の破壊が進みつつあり^{5,7)}、早急に有効な対応策を確立することが必要とな



写真－1 海洋への土砂流出の状況

っている。

このような事態に対処するため、環境庁により公害防止プロジェクト「南西諸島における海洋への土砂流出の発生機構の解明と防止技術に関する研究」が発足した。このプロジェクトでは、農耕地から流れ出る土砂を対象に、沖縄県、建設省、それに農林水産省の研究機関が参画し、圃場内外で土砂の流出を低減させる方策について検討している。ここでは、土砂流出の現状と、九州農業試験場畑地利用部作付体系研究室で実施した土砂流出防止研究の概要について述べる。

2. 土砂流出を引き起こす要因

土砂流出を引き起こす自然的要因としては肉食性の高い国頭マージ土壌（赤黄色土）が、沖縄本島中部・北部や石垣島、久米島などに広く分布していることがあげられる（図－1）。国頭マージ土壌の特徴は、重粘で腐植が少ない、強酸性で緩衝力が弱い、透水性が悪い、塩基に乏しい³⁾、等である。その結果、団粒形成が悪くなるため保水性が劣り、土壌粒子が分散し易くなる。土砂流出は、図－2に示した過程を繰り返しながら発生する。そのため、分散率、粘土率が高く、飽和透水係数の低い土壌ほど侵食を受け易くなるが、国頭マージ土壌はこれらの条件を全て満たしていると言える。従って、土

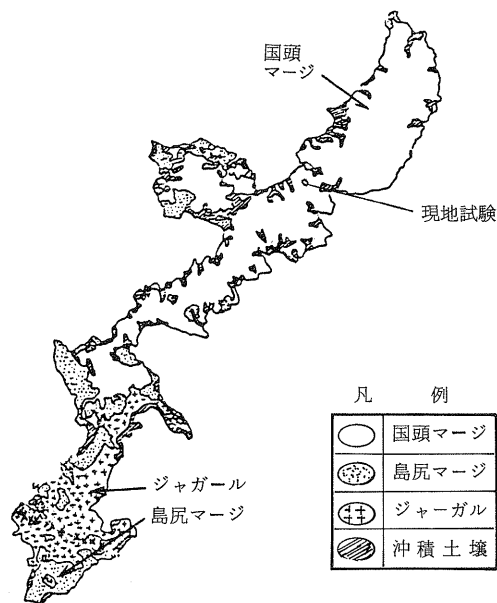


図-1 沖縄島の土壌分布図

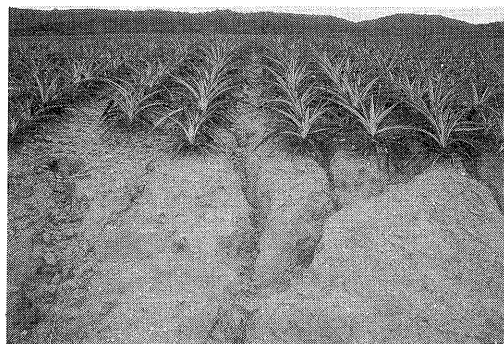


写真-2 パインアップル畑での土壌侵食の状況

砂流出を防ぐには、この土砂流出発生過程のサイクルを絶つ必要がある。また、南西諸島が亜熱帯域に位置し、高温多湿で有機物の分解が早い上に、大雨が多いことも土砂流出を甚大にさせる原因となっている。

社会的要因としては、大規模な公共事業や農業基盤の整備（沖縄振興法）、民間資本による大型レジャー施設の開発、米軍の演習、基地内の整備などがあげられる。これらのうち、農地からの土砂流出の大部分は、沖縄県の基幹畑作物であるパインアップルとサトウキビの栽培に

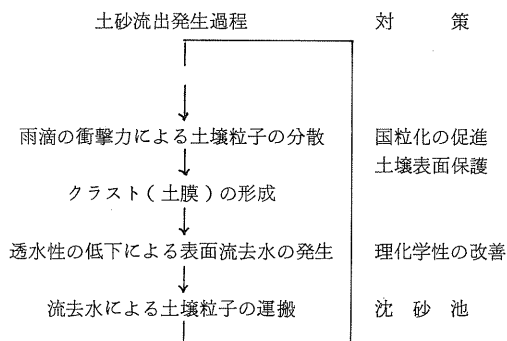


図-2 土砂流亡の発生機構とその対策

伴うものである（写真-2）。国頭マーヅは強酸性のため、通常、栽培できる作物はパインアップルに限られる。しかし、換金作物としてはサトウキビの方が優れているため、国頭マーヅが分布している地域でも、緩傾斜で作業機械が入りやすいところでは、土壌改良を行ってサトウキビを作付けしている。そのため、急傾斜で土壌が流れ易い、条件の悪い場所にパインアップル畑が残る形となっている。さらに、昭和40年代のパインアップル景気の時に急傾斜地を開墾した畑地において、その後、基盤整備が進んだこともパインアップル畑で侵食が発生し易い原因となっている。

そうしたことに加え、作物の栽培体系や生育特性も土砂流出に大きく影響している。サトウキビの作型には春植え、夏植え、それに株出しがある。株出しについては、残渣により土壌表面が保護され、土砂流出の危険性は低い。春植え、夏植えは、植付け時の梅雨や台風による土砂流出の危険性が高い。パインアップルにも春植え、夏植えの2つの作型があり、共に植付け後2年を経て初めて収穫となり、その後2～3年栽培を続け3～4回収穫を行う（図-3）。サトウキビ同様、植付け時期が梅雨や台風の時期に当たるうえ、パインアップル畑は植付けから1年間は植被率も低く、先に述べたよう

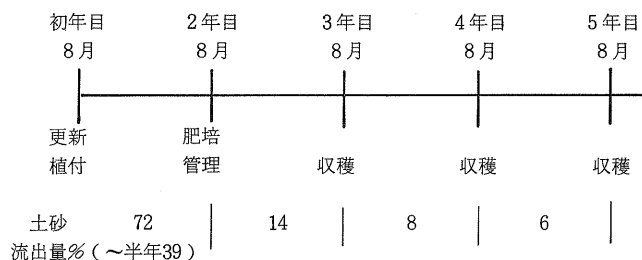


図-3 パインアップルの栽培体系と土砂流出量(夏植え)

な社会的背景とあいまって、サトウキビ畑に比べて格段に侵食を受け易い。パインアップル畑における植付けから1年間の土砂流出量は、全栽培期間の70%以上に当たる⁸⁾といわれている。従って、植付けから1年間の土砂流出を抑えれば十分な土砂流出防止効果が得られることになる。

3. 不織布による土砂流出防止効果の現地試験

前述したことから、著者らは土砂流出が著しいパインアップル畑の更新時に的を絞って、マルチ資材や被覆植物を用いた、土壌表面の被覆による土砂流出防止法の開発を行っている。

既存の被覆資材としてはポリ・ビニルフィルムや藁稈類が上げられる。ポリ・ビニルフィルムは取り扱いが簡便であるが、地下への水の浸



写真-3 ポリフィルムマルチ畑での侵食状況

透を妨げるため、多量の水を圃場外に排出したり、表面流去水の流路となる畦間部分で侵食を受け易く、場合によっては無被覆栽培より土を流すこともある(写真-3)。敷藁マルチは土砂流出防止効果が高く、沖縄県

でもパインアップル畑に導入するように指導しているが、南西諸島では入手困難で、また作業性が悪いなどの理由で広く行われていない。被覆植物を用いた草生マルチは、生育期間のみならず枯死した後も敷き草状となって土壌表面を覆うため、土砂流出防止効果は維持される¹⁰⁾が、播種してから土壌表面を覆うまではその効果が期待できない。特に、パインアップル畑では、植付時期が梅雨や台風の季節に当たるため、草生マルチだけでは十分な土砂流出防止対策とはならない。また、作物との養分・光競合がおり、主作物のパインアップルの生育を抑制する場合もある。

これらに代わる新資材の条件としては、広く普及して入手が容易で、特殊な作業機や技術を要しないものを第一とした。さらに、土壌表面を被覆しながら地下への水の浸透を妨げないと云う点を考慮に入れて、野菜作の“べたがけ資材”として用いられている不織布を取り上げることとした。この資材は、表-1に示

表-1 不織布の特性

材 質	ポリプロピレン
サ イ ズ	2.4 (W) × 50 (L) m
重 量	24 g/m ²
遮 光 率	70% (黒色)
通 気 性	3,000 l/m ² ・sec
透 水 性	有り
流 滴 性	有り
保 水 力	500 cc/m ²

したような特性を持ち合わせている。

現地試験は、沖縄県東村に位置する社団法人沖縄県産業開発青年協会訓練所内に借地し（図－1），傾斜3度で造成した圃場に傾斜方向20m，水平方向10mの試験区を設けて実施した。

まず、不織布と既存の被覆資材の土砂流出防止効果を比較検討した（表－2）。不織布，ポリフィルムとも傾斜方向に畦幅2m，畦間1mで平畦マルチ（写真－4，被覆率60%）とし，敷藁マルチには藁稈類の代替として乾物で10a当たり500kgのススキを全面にマルチした。9月12～15日の降雨では対照区で392kg/10aの土砂が流出したが，各マルチ区では土砂の流出は認められなかった。その後の9月25～27日の降雨では対照区の土砂流出量150kg/10aに対

し，不織布マルチ区で対照区の84%と土砂流出が抑制されたが，ポリマルチ区では対照区の3倍以上と大量の土砂流出が認められた。雨量の多い160mmの降雨時に対照区で土砂流出量が少ないのは，146mmの降雨時に表層の流され易い土砂が流されたためと考えられ，マルチ区での土砂流出防止効果は低めに現れている。総土砂流出量は，不織布マルチで対照区の23%，ポリマルチ区では93%であった。両者の違いについては，不織布マルチでは土壌中への水の浸透を妨げず，表面流去水量も低く抑えたため，土砂流出の発生を防いだと考えられる。一方，ポリマルチでは，降雨の度に水が畦間に集まって透水性が低下したところに，大雨で畦間に集中した表面流去水により多量の土砂流出を招い

表－2 各種被覆資材によるマルチ下での降雨量と土砂流出量*
（kg/10a），との関係（1991年）

処 理 区	降 雨 日（月/日）			計
	8/9～10	9/12～15	9/25～27	
（降 雨 量 mm）	76	146	160	
慣行栽培区（対照）	0（－）	392（100）	150（100）	542（100）
ススキマルチ区	0（－）	0（0）	0（0）	0（100）
不織布マルチ区	0（－）	0（0）	126（84）	126（23）
ポリマルチ区	0（－）	0（0）	503（335）	503（93）

*：土砂溜枦内より採取した土砂のみ。

（ ）内の数字は，対照区を100としたときの指数を示す。

（生駒，1992年）



写真－4 現地試験の状況（不織布マルチ）

たと推察される。以上の結果，不織布マルチは，全面被覆したススキマルチより効果は劣るものの，被覆率60%で高い土砂流出防止効果を有していることが確認できた。

次に，不織布マルチの土砂流出防止効果をより高めるためのマルチ法を検討した。傾斜方向マルチ区と等高線マルチ区の比較では，6月9日の降雨時には

効果に差は認められなかったが，8月7日では傾斜方向マルチ区は対照の19%の土砂流出量に対し，等高線方向マルチ区は7%と2倍以上の差が認められた（表－3）。両日の降雨パターンは6月9日は30mm/hrを上回る短時間の降雨であったのに対し，8月7日には10mm/hr前後の長時間の降雨であった。等高線方向マルチでは，時間当たりの表面流去水量が少なく，その変動も小さいため，長時間の降雨に対

表-3 被覆方向の違いによる降雨量と土砂流出量* (kg/10a)との関係(1992年)

処 理 区	降 雨 日		計
	6/9	8/7	
(降 雨 量 mm)	76	97	
慣行栽培区(対照)	374 (100)	714 (100)	1,088 (100)
傾斜方向マルチ区**	45 (12)	135 (19)	180 (17)
等高線方向マルチ区**	44 (12)	52 (7)	96 (9)

*: 土砂溜枡内より採取した土砂のみ。 **: 被覆率60%。

()内の数字は、対照区を100とした時の指数を示す。

(生駒, 1995年)

表-4 被覆率の違いによる降雨量と土砂流出量* (kg/10a)との関係(1992年)

処 理 区	降 雨 量		計
	8/29~31	12/14	
(降 雨 量 mm)	208	72	
慣行栽培区(対照)	367 (100)	216 (100)	583 (100)
60%マルチ区**	242 (66)	20 (9)	262 (45)
全 面 マ ル チ 区	44 (12)	0 (0)	44 (8)

*: 土砂溜枡内より採取した土砂のみ。

**: 傾斜方向マルチ。

()内の数字は、対照区を100とした時の指数を示す。

(生駒, 1995年)

して効果が高いと思われた。また、被覆率については、当然の事ながら被覆率を高めれば土砂流出防止効果は高まる(表-4)。しかし、透水性の高い不織布においても、被覆率を高めれば表面流去水量も増加し、下流域での新たな侵食の危険性も予想される。従って、排水路が整備されていない圃場で被覆率を高めることは避けるべきである。

4. 不織布による土砂流出防止効果の特性

不織布マルチは、土壌表面を雨滴の衝撃から保護して土壌粒子の分散を抑えること、土壌中への水の浸透を妨げず、畦間に水を集中させないこと、保水効果により表面流去水の発生を遅

らせたり平均化することなどにより土砂の流出を防ぐ。こうした不織布の効果を相対的に評価するためUSLE式^{1,2)}を適用し、他の土砂流出防止技術と比較検討した。

USLE式とは、圃場の傾斜や作物の違いなど土壌流亡に影響を及ぼしている要因を統一的に予測するものである。

これは、

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

A: 侵食流亡土量, R: 降雨係数

K: 土壌係数, L: 斜面長係数

S: 傾斜係数, C: 作物管理係数

P: 保全係数

で示され、 $A = R \cdot K$ が基本方程式となる。

L, S, C, Pは補助的な因子で各々の標準状態を1とするもので、 $1 >$ で土壌流亡量が減少することを意味する。土壌表面被覆は保全係数Pに関わっており、本研究において被覆率60%の不織布マルチの保全係数は0.2~0.4を得ている。他の栽培様式の保全係数については、等高線帯状栽培は0.27、横畦栽培では0.55⁹⁾となっている。不織布マルチの保全係数はこれらと同等か優っており、横畦や等高線帯状栽培のように畦の崩壊による急激な土砂の流出を招く危険性も少ない。

傾斜係数は傾斜角10度を標準とし、3度で0.46、2度で0.29、1度で0.18となっている。不織布マルチの係数は10度の傾斜畑を3度以下の緩傾斜に造成し直した時の値に相当する。

作物管理係数では、サトウキビで0.2、パイナップルで0.5⁸⁾の値が報告されている。作物管理係数は栽培期間の平均で示されるため、

生育段階によってその値は異なり、サトウキビでも植付け直後は1に近い値である。パインアップルでは、植付け後～半年は0.99、半年後～1年は0.49、1年後～2年は0.32となる。従って、処理直後から高い効果を発揮する不織布マルチは、侵食流亡土量を減少させるための有効な手段といえる。

不織布の欠点としては、まず第一にポリフィルムが8円/㎡であるのに対し不織布は30円/㎡と高価である点が上げられる。実際に普及を図る場合には、費用と効果を勘案して被覆率を決める必要がある。次に、材質がポリプロピレンのため紫外線により繊維が脆くなり、1年程度で崩壊するなど、ポリフィルムと比べ耐久性が劣る。更に化学繊維のために分解せず、圃場に残存するため環境保全の面から問題となる。

これらの欠点のうち、材質については天然繊維の不織布が商品化されており、環境保全の問題は解消されつつある。また、耐久性が劣る点については、パインアップルでも1年を経過すれば作物管理係数は0.32となり、作物自身によって土砂流出を抑えられるようになるので、土壌表面被覆資材として用いる場合には特に問題とはならない。むしろ、一定期間を経過すると崩壊すると云う特徴は、不織布を取り除く必要がなくなるので利点となる。

芽・生育することができる。そこで、被覆植物の種子を不織布に付着させる、あるいは播種してからマルチを行えば、被覆植物が大きくなるまでは不織布で、不織布が崩壊してくる頃には、土壌表面を被覆するまでに育った被覆植物で土砂流出を防ぐ、複合的な土壌表面被覆法が可能となる。この技術を、著者らはリレークロッピングに習ってリレーカバリングと呼称している。すでに適応草種の選定を済ませ、実用化に近い段階までできているので、その概要を以下に紹介する。

播種、覆土、鎮圧、マルチングの作業行程を1回で行えるように、綿屑をシート状に成型(80 g/㎡)し、デンプン糊をバインダーとしてイタリアンライグラスの種子を付着させたもの(資材A)及びグリーンリーフ(豆科牧草)の種子を付着させたもの(資材B)をK社に依頼して試作した。種子量は㎡当たり7gとした。このシートは、ポリプロピレン製の不織布に比べ保水力が高く、土壌への親和性にも富んでいるので十分に覆土の役目を果し、無鎮圧でも被覆植物の発芽率が高い。重粘な国頭マージ土壌は、鎮圧作業により透水性が低下し、土砂流出を招き易くなるため、無鎮圧で植生を確保できることは、大きな利点である。また、天然繊維

表-5 綿屑シートマルチ下における降雨量と土砂流出量*
(kg/10a)との関係

処 理 区	降 雨 日 (月/日)			計
	10/8~14	10/26~28	11/11~28	
(降 雨 量 mm)	254	107	114	
慣行栽培区(対照)	642 (100)	164 (100)	91 (100)	897 (100)
資 材 A 区 **	111 (18)	39 (24)	30 (33)	202 (20)
資 材 B 区 **	161 (25)	39 (24)	25 (28)	225 (23)

*: 土壌溜枳内より採取した土砂のみ。 **: 被覆率60%。

()内の数字は、対照区を100とした時の指数を示す。

(生駒, 未発表)

5. 不織布マルチ法の改良と新

資材

不織布マルチの一定期間が経てば崩壊すると云う特徴を、より積極的に利用する方法としては、以下のものがある。

イネ科牧草や子葉の小さい豆科牧草は布目を通してマルチ上に萌



写真-5 綿屑シートと被覆作物（イタリアンライグラス）との組合せによるリレーカバリング

のため、化学繊維のように崩壊後の二次公害のおそれもない。土砂流出防止効果も不織布マルチと同等で（表-5）、非常に有望な資材である（写真-5）。今後は綿屑シートによる土壌表面被覆が植生被覆へ支障なく移行し、土砂流出防止効果を安定して維持することができるかが課題として残されている。

この他に、新しいマルチ資材としては静岡県製の製紙試験場（現富士工業技術研究所）が開発した製紙滓にバークを混ぜたバークシート等があげられる。こうした資材には直接的な土砂流出防止効果のほか、有機物が供給されることにより、団粒化が促進されるなどの2次的な効果も期待できる。パインアップルの収益性から考えて、価格的には現時点での普及は難しいが、環境保全的なコストを計算に入れれば、検討する余地は十分にあると考える。

6. お わ り に

以上のような土壌表面被覆法のほか、土壌改良剤の施用、心土破砕による物理性の改善、渦動排砂管、沈砂池、濾過槽による流域管理手法など、圃場の内外において土砂流出防止技術が開発されている。これらの技術は、単独で用い

ても効果は得られるが、自ずと限界があり、適応場面も各々限定される。今後は、これらの技術の成果を持ち寄り、総合的な土砂流出防止技術体系を作出することにより、互いの弱点を補完し、低コストで高い効果を持つ土砂流出防止対策が開発できると考える。

謝 辞

本研究の遂行に当たって、ご指導頂いた沖縄県農業試験場土壌保全研究室、多大のご協力を得た沖縄県産業開発青年協会の関係各位、並びに、本原稿を作成するに当たって適切な助言を頂いた九州農業試験場作付体系研究室持田室長に感謝の意を表します。

引 用 文 献

- 1) 細山田健三・藤原輝男. 1984. 侵食流亡土量の予測に関するUSLEの摘要について(I). USLE摘要の背景及び降雨係数. 農土誌 52 : 315-321.
- 2) 細山田健三・藤原輝男. 1984. 侵食流亡土量の予測に関するUSLEの摘要について(II). USLEにおける土壌係数, 傾斜斜面長係数, 作物管理係数及び保全係数. 農土誌 52 : 497-502.
- 3) 生駒泰基・須崎睦夫. 1993. 国頭マージ土壌での土壌表面被覆が土砂流出に及ぼす影響の解明. 第1報 不織布マルチによる土砂流出防止効果. 日作九支報 59 : 67-69.
- 4) 生駒泰基・須崎睦夫・持田秀之. 1995. 国頭マージ土壌での土壌表面被覆が土砂流出に及ぼす影響の解明. 第2報 不織布のマルチ方法および不織布と被覆作物との組合せによる土砂流出防止効果の検討. 日作九支報 61 (印刷中).
- 5) 木元俊宏. 1991. サンゴ再生を妨げる沖縄の赤土. 科学朝日 51 (3) : 12-13.
- 6) 国吉 清. 1987. 土壌侵食(水食)の要因解析, 特に沖縄県土壌の受食性について. 第1報

土壌の受食性と物理的性質. 沖縄県農試研究報告 12: 53-64.

- 7) Muzik, K. 1986. 絶滅に瀕する琉球列島のサンゴ礁生態系. 生物科学 38(2): 57-65.

- 8) 翁長謙良・呉屋 昭・松村輝久. 1991. 沖縄

県北部赤黄色土の土壌侵食の評価と対策. 土壌の物理性 63: 19-34.

- 9) 種田行男. 1975. 農地の土壌侵食量の予測. 農土論集 56: 8-12.

- 10) 上野義視. 1990. 熱帯畑地における有機物マルチの効果. 熱研資料 79: 1-94.



こりやい~や、軽くて楽だ!

省カタイプ・10アール当り

1キロ散布



少量化で省力化。

初・中期一発処理除草剤

フジガラス® 1キロ粒剤

フジガラス普及会
デュボン株式会社
ゼネカ株式会社
事務局
日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

改訂 雑草学用語集

日本雑草学会／編集・発行
B5判 234頁 定価7,210円(税込)

雑草を研究する上で必須の文献として高い評価を受けてきた旧版を大幅に改訂。雑草学研究に必要な用語はこれ1冊でこと足りるようという編集方針のもとに、第I編 学術用語編では現時点で必要な用語、解説用語を新たに選び直した。さらに第II編 雑草名編では新たに100種を追加し、第III編 除草剤名編では新たな薬剤も加え、わが国で登録されたことのある薬剤すべてを網羅した。

— 内容見本 —

全国農村教育協会

〒110 東京都台東区台東1-26-6(植調会館) 電話/03-3833-1821 FAX/03-3833-1665