

## 2. 法面緑化による土壌侵食防止効果の基礎実験

静岡県立磐田農業高等学校環境科学科環境緑化コース

3 年 鈴木 翔平 他 5 名

### 1 動機

近年、日本国内において手入れの行き届いていない人工林の林床では、裸地化が進んでいる。裸地化した土壌では、雨滴による土壌侵食量が増加する。林地における土壌侵食を放置すれば膨大な量の土砂が流下することになり、この土砂が溪流内に堆積すると豪雨時の土石流の材料となる可能性がある。また、貯水ダムの貯水量を減らす原因ともなる。

本校の環境緑化コースでは、環境緑化に関する学習に取り組んでおり、今回は、森林（緑）の持つ、土砂災害防止機能に注目し、法面緑化による土壌侵食防止効果の基礎実験を実施することにした。

### 2 研究方法

箱（縦 50 c m × 横 35 c m × 深さ 15 c m）に土（培養土）を入れ、法面緑化植物である①木本類（ニセアカシア）の種子を播種したもの、②草本類（ホワイトクローバー）の種子を播種したもの、③播種しない裸地のもの（土のみ）を製作する。単管を組み、上記の各箱を斜めに傾けて（傾斜角度 40 度）設置し、木本類緑化法面、草本類緑化法面、裸地法面の 3 つの法面を製作する。各法面に手作り散水装置で散水（ホースにハスロを付け、高さ 2 m より水压を一定にして降雨強度約 120 mm/h r を 30 分間散水）し、土壌侵食量を調べる。

※傾斜角度 40 度の設定理由：急傾斜地崩壊危険区域の傾斜角度は 30 度以上とされているため、侵食状態をより顕著なものとするために角度を少し大きめに 40 度に設定した。

※降雨強度約 120 mm/h r の設定理由：過去の台風において観測された降雨強度は 80 mm/h r から 150 mm/h r のため、この中間位の値の降雨強度約 120 mm/h r とした。測定項目と比較調査項目を以下に記す。

### 3 測定項目

#### （1）植物関係

ア 草丈（c m） イ 被度（%） ウ 根系長（c m） エ 茎葉重量（g/m<sup>2</sup> 風乾重） オ 根系重量（g/m<sup>2</sup> 風乾重）

#### （2）侵食状況、土壌

ア 流出土砂量（g/m<sup>2</sup> 絶乾重） イ 侵食形態の観察  
ウ 透水試験（透水係数（c m/s e c）×10<sup>-2</sup>）

### 4 比較調査項目

（1）草丈と播種後日数との関係（2）根系長と播種後日数との関係（3）被度と播種後日数との関係（4）茎葉重量と播種後日数との関係（5）根系重量と播種後日数との関係（6）透水係数と播種後日数との関係（7）植生処理別の播種後日数と流出土砂量の関係（8）植生の刈り取り後における植生処理別と流出土砂量の関係（9）植生処理別の侵食形態の特徴

### 5 測定方法

#### （1）法面の数・・・27 個

ア ニセアカシア 12 個 イ ホワイトクローバー 12 個 ウ 対照区（土の

み) 3 個

(2) 播種量：1 m<sup>2</sup>当たり、5,000 本の成立希望本数とした。

理由は、傾斜角 45 度の法面における植生の初期生長での侵食防止効果が一番大きい 1 m<sup>2</sup>当たりの成立本数は、10,000 本以上と言われる。その次に 3,000～5,000 本が良いとされているため、今回の実験の傾斜角 40 度では、1 m<sup>2</sup>当たりの成立希望本数 5,000 本が適当であるとした。

(3) 侵食実験の回数 (※各 3 回としたのは平均値を求めるため)

ア 播種後 50 日：ニセアカシア 3 回、ホワイトクローバー 3 回

イ 播種後 80 日：ニセアカシア 3 回、ホワイトクローバー 3 回

ウ 播種後 110 日：ニセアカシア 3 回、ホワイトクローバー 3 回

エ 播種後 110 日：ニセアカシア (茎葉を刈り取り、根系のみの状態) 3 回

ホワイトクローバー (茎葉を刈り取り、根系のみの状態) 3 回

※根系のみの侵食実験を行った理由

同一播種後日数 (播種後 110 日) のものを取り上げて、同じ程度に生育した植物において、地上部を刈り取ったものと、刈り取らないものとで侵食状態を比較することで、地上部及び地下部が侵食に対してどのように作用しているのかを知るために行った。

オ 対照区 (土のみ)：3 回

(4) 侵食実験の流れ

ア 前日に、侵食実験を行う試験区の土の含水量を揃えるために、ジョロで十分に給水しておく。

イ 侵食された土 (流出土砂) を受け止めるため、法面の下にガーゼを敷いたバットを置く。

ウ 散水終了後は、法面の侵食状況を観察し、侵食の形態、侵食の大きさを記録する。

エ 土の透水性を調べるために、土のサンプル (表土深さ 0～5 cm の土) 1 個 (容積 100 c c) を円筒に採取し、透水試験 (透水係数 (cm/sec) を求める) を行う。

オ 根を掘り起こし植物を採取し、地上部 (茎葉) と地下部 (根系) を切り分け、約 2 週間風乾した後、熱風乾燥器の中で、一昼夜 80℃ の状態で乾かし、茎葉重量と根系重量を測定する。

カ 流出土砂は、乾燥器 105℃、一昼夜で絶乾にし、重量を測定する。

6 研究結果 ※ (値は 3 回の測定値を平均したもの)

(1) 草丈と播種後日数との関係

| 草丈 (cm)   | ニセアカシア | ホワイトクローバー |
|-----------|--------|-----------|
| 播種後 50 日  | 8.2    | 7.5       |
| 播種後 80 日  | 11.0   | 10.0      |
| 播種後 110 日 | 14.3   | 14.6      |

考察：ニセアカシア、ホワイトクローバーともほぼ同じくらいの草丈であった

(2) 根系長と播種後日数との関係

| 根系長 (cm)  | ニセアカシア | ホワイトクローバー |
|-----------|--------|-----------|
| 播種後 50 日  | 9.0    | 7.4       |
| 播種後 80 日  | 13.1   | 8.6       |
| 播種後 110 日 | 16.2   | 9.5       |

考察：ニセアカシアの根の特徴は、直根が太く長く伸びる。ホワイトクローバーの根

の特徴は、細く短い根が多数出る。

(3) 被度と播種後日数との関係

※被度とは：法面を真上から見て、土の表面が覆われている割合

| 被度 (%)    | ニセアカシア | ホワイトクローバー |
|-----------|--------|-----------|
| 播種後 50 日  | 80     | 90        |
| 播種後 80 日  | 85     | 100       |
| 播種後 110 日 | 95     | 100       |

考察：ホワイトクローバーは、一つの根元から 6，7 本の茎を出し、更に地表面を這う性質があるため、地表面を早期に覆うことができる。ニセアカシアは、一つの根元に幹 1 本であり、葉は羽状複葉ではあるが、ホワイトクローバーと比べると、地表面を覆う力は劣る。

(4) 茎葉重量と播種後日数との関係

| 茎葉重量 (g/m <sup>2</sup> ) | ニセアカシア | ホワイトクローバー |
|--------------------------|--------|-----------|
| 播種後 50 日                 | 93.0   | 117.0     |
| 播種後 80 日                 | 215.5  | 395.0     |
| 播種後 110 日                | 310.0  | 525.0     |

考察：ホワイトクローバーは、一つの根元から 6，7 本の茎を出すために、草丈はニセアカシアとほぼ同じであるが、茎葉重量は、播種後 80 日から 110 日の期間では、ニセアカシアより約 1.5 倍から 2 倍ほど重い。1 本の茎を比べればニセアカシアの方が太いが、株立ちしないため本数はホワイトクローバーと比べかなり少ない。

(5) 根系重量と播種後日数との関係

| 根系重量 (g/m <sup>2</sup> ) | ニセアカシア | ホワイトクローバー |
|--------------------------|--------|-----------|
| 播種後 50 日                 | 63.0   | 110.0     |
| 播種後 80 日                 | 298.0  | 422.0     |
| 播種後 110 日                | 363.5  | 661.0     |

考察：ニセアカシアはホワイトクローバーよりも根は長いのであるが、細根は少ない。しかし、ホワイトクローバーの根は短いが多数の細根が生じるため、根茎重量はニセアカシアの約 1.5 倍位重い。

(6) 透水係数と播種後日数との関係

※透水係数は値が大きいほど、透水性が高い（水はけがよい）

| 透水係数 (cm/sec) × 10 <sup>-2</sup> | ニセアカシア | ホワイトクローバー |
|----------------------------------|--------|-----------|
| 播種後 50 日                         | 3.0    | 4.3       |
| 播種後 80 日                         | 6.3    | 5.3       |
| 播種後 110 日                        | 7.2    | 2.0       |

考察：播種後 50 日では、ホワイトクローバーの試験区の方が、透水係数が大きく透水性が高いが、播種後 80 日、110 日では、ホワイトクローバーの透水係数が小さくなり透水性が低くなっていった。逆にニセアカシアは、播種後 80 日、110 日と透水係数が大きくなり、透水性が高くなっていった。この理由は、ホワイトクローバーの細かな根が土壌中にびっしりと張り巡り、土壌中の間隙を小さくしてしまい、透水性を低下させたのである。また、ニセアカシアは、太い直根が土壌中の間隙を大きくし、透水性を高めたのである。

(7) 植生処理別の播種後日数と流出土砂量の関係

| 流出土砂量 (g/m <sup>2</sup> ) | ニセアカシア | ホワイトクローバー | 対照区   |
|---------------------------|--------|-----------|-------|
| 播種後 50 日                  | 223.0  | 200.5     | 936.0 |
| 播種後 80 日                  | 202.5  | 171.0     |       |
| 播種後 110 日                 | 190.0  | 187.5     |       |

考察：ホワイトクローバーの方が、極わずかに流出土砂量が少なく、ホワイトクローバーの方が、播種後 110 日までにおいては、侵食防止効果がニセアカシアより若干高いことがわかった。しかし、播種後 110 日では、ニセアカシアとホワイトクローバーの流出土砂量は拮抗している。これは、ホワイトクローバーの播種後 110 日の土壌の透水性が低下し、水の浸透が遅れ、表面流量が増大して、侵食量が増えたと考える。対照区の流出土砂量と比べると、ニセアカシア、ホワイトクローバーとも約 1/4 から 1/5 に低下し、侵食防止効果を確認できた。

(8) 植生の刈り取り後における植生処理別と流出土砂量の関係

| 流出土砂量 (g/m <sup>2</sup> ) | ニセアカシア | ホワイトクローバー | 対照区   |
|---------------------------|--------|-----------|-------|
| 播種後 110 日                 | 384.6  | 514.0     | 936.0 |

考察：地上部の茎葉を刈り取り、根系のみによる侵食防止効果を比較した。ニセアカシアの方が、流出土砂量が小さく、根系においてはニセアカシアの方が侵食防止効果が高いことがわかった。これは、ニセアカシアの方が透水性が高く（上記（6）の結果より）水はけが良く、表面流量を低下させ、流出土砂量を低下させたと考える。逆に、ホワイトクローバーは、透水性が低く（上記（6）の結果より）表面流量を増大させ、流出土砂量を増大させたと考える。しかし、ニセアカシアは対照区と比べ、流出土砂量が約 6 割減、ホワイトクローバーは対照区と比べ、流出土砂量が約 4 割減であり、根系だけでも侵食防止効果を発揮することがわかった。

(9) 植生処理別の侵食形態の特徴（播種後 110 日の場合）

ア ニセアカシアの侵食形態

侵食の形跡は、幹部を中心として円形状に穴が掘られる。法面の下端から 5 cm の間で水膜が生じ、飽和含水量に達して表層土が緩まり法面の下端に近づくにつれて侵食が大きくなっていく。

| 法面の位置 | 侵食の深さ (cm) 平均値 | 円形状の円の大きさ (直径) (cm) 平均値 |
|-------|----------------|-------------------------|
| 上部    | 1.3            | 2.0                     |
| 中間部   | 1.5            | 2.3                     |
| 下部    | 2.0            | 3.0                     |

イ ホワイトクローバーの侵食形態

ホワイトクローバーは、一つの根元から 6、7 本の茎を出しているため、ニセアカシアのように幹部を中心とした円形状に侵食されるのではなく、根元周辺部の侵食は不規則な形に横につながっていく。法面の下端から 5 cm の間で水膜が生じ、飽和含水量に達して表層土が緩まり法面の下端に近づくにつれて侵食が大きくなっていく。

| 法面の位置 | 侵食の深さ (cm) 平均値 | 侵食の横の長さ (cm) 平均値 |
|-------|----------------|------------------|
| 上部    | 1.4            | 3.0              |
| 中間部   | 1.8            | 3.4              |
| 下部    | 2.2            | 4.0              |

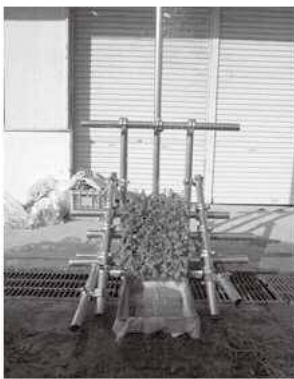
## 7 まとめ

- (1) 法面緑化による侵食防止効果を確認できた。
- (2) ホワイトクローバーは生育の初期段階では、法面を早期に覆い、高い侵食防止効果を確認できた。しかし、根系は浅く、土壌を囲い保持する効果は弱いことがわかった。
- (3) ニセアカシアは生育の初期段階では、ホワイトクローバーと比べ、侵食防止効果は若干劣るが、太い直根が長く伸び、土壌間隙を増大させ、透水性を高め、表面流を減少させる効果を発揮することがわかった。また、太く長く伸びる根により土壌を囲い保持する効果が期待できることがわかった。

## 8 研究後の感想、今後の計画

- (1) 崩壊斜面等での法面緑化の重要性について、実験を通して再確認できた。
- (2) 他の法面緑化材料による侵食防止効果を確認する。
- (3) 地域にある崩壊斜面の現場を調査する。
- (4) 校内の法面緑化を実践する。

### 手作り侵食実験装置の実験



### 根系重量、茎葉重量を測定

乾燥した根系部の重量を測定      乾燥した茎葉部の重量を測定



### 侵食実験

対照区の法面侵食



対照区の流出土砂



### 左はホワイトクローバー、右はニセアカシア

・特徴は、細かな短い根と茎が複数発生する



・特徴は、長く、太い直根