

ヒノキ林斜面における林床被覆による土壌侵食の抑制機能の解析

東京農工大学大学院農学府 ○宮田秀介・五味高志
 京都大学大学院農学研究科 小杉賢一朗・水山高久

1. はじめに

密植後に管理施業が不十分なヒノキ林斜面では林床が裸地化することがしばしば起こり、表面流の発生および表層土壌の侵食が大きな問題となっている。本研究はヒノキ林斜面での表面流・土壌侵食観測および林床被覆の剥ぎとり試験結果に対して土壌侵食モデルを利用することによって、林床被覆の効果の定量的な評価を目的とした。

2. 観測方法

三重県大紀町のヒノキ人工林（40年生、立木密度 3500 本/ha）の隣接する 2 斜面（勾配約 40°）において観測を行った（図 1）。一方の斜面は林床が裸地化し（Plot A）、もう一方は下層植生（シダ）とリターで完全に林床が覆われている（Plot B）。それぞれに観測プロット（幅 1m×長さ 2m）を 3 プロットずつ設置し、表面流量と土壌侵食量を観測した。表面流量は転倒マス式流量計により測定し、土壌侵食量は 2～4 週間ごとにプロット下端の土砂受け箱に集まった土砂を回収し風乾重量を求めた。Plot B では観測開始から 16 ヶ月後にプロット内の下層植生を刈り取った上で土壌を攪乱しないように注意して林床の全てのリターを除去し、さらに 8 ヶ月間観測を続けた（Plot B'）。ここでは、林床被覆の剥ぎとり前後で土壌の特性が変わっていないと考える。

3. 表面流量・土壌侵食量観測結果

Plot A ではしばしば降雨量を超える非常に大きい表面流量が観測された。Plot B においても Plot A より少ないものの年間で総降雨量の 11.2～54.3%もの表面流が観測された。年間土壌侵食量（2004/10/13～2005/10/12）は Plot A、B でそれぞれ 330～450（平均：376）、62～140（平均：103） $\text{g/m}^2/\text{yr}$ であり、Plot B の侵食量は Plot A の約 27%であった。林床被覆を除去した Plot B' では Plot A と同程度の表面流出量が観測されたにも関わらず（ $p < 0.05$ ）、Plot B' の土壌侵食量は Plot A よりもはるかに多かった（図 2）。Plot A と Plot B' は降雨、斜面勾配、斜面長、林床被覆などの要素はほぼ同じであることから、Plot A と Plot B' の大きな侵食量の差は、土壌の受食性の違いによると考えられる。Plot B' と Plot B の土壌の受食性が等しいと考えると、Plot A と Plot B においても受食性が異なっていたと予想される。これらの結果は Plot A（＝林床被覆のないプロット）と Plot B（＝林床被覆のあるプロット）を比較するだけでは林床被覆の侵食軽減効果のみを独立して評価することができないことを示唆している。

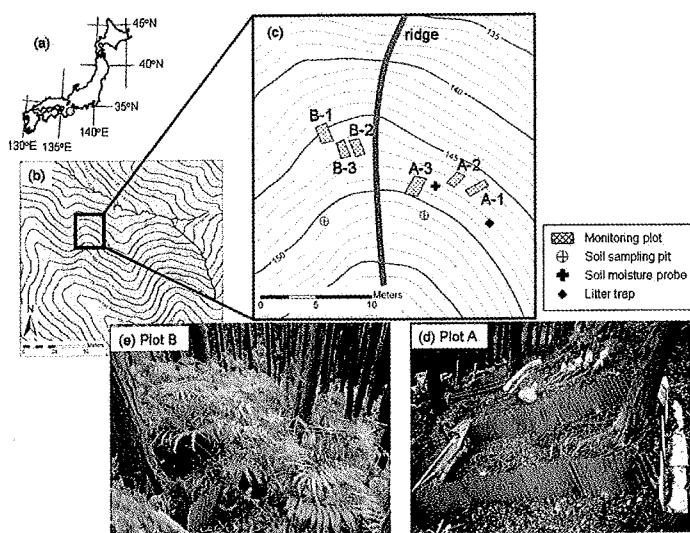


図 1 観測地の (a, b) 位置, (c) 観測プロットの配置および (d) Plot A と (e) Plot B の様子。図 1c 中の灰色線は 2 斜面 (Plot A および Plot B) の境界を示す。

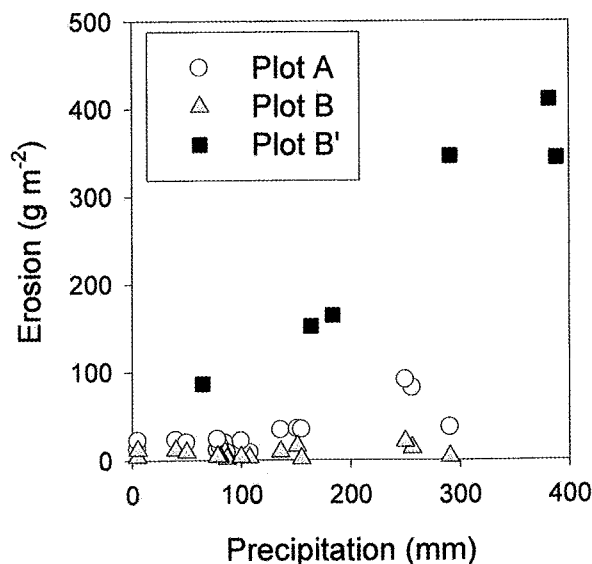


図 2 各観測期間の降雨量と侵食量の関係

4. 土壌侵食モデルの利用による土壌の受食性および林床被覆効果の定量化

土壌の受食性と林床被覆の影響を独立して評価するために土壌侵食予測モデル (Morgan–Morgan–Finney model ; Morgan, 2001) を用いて解析した。本モデルは雨滴衝撃および表面流による土壌の剥離量 (ここでは表面流による土壌剥離量は無視できると仮定) と表面流による侵食土砂の輸送能力を比較し、小さい方を侵食量値とするものである。雨滴衝撃による土壌剥離量 F (g/m²)、表面流による土砂輸送能力 T_C (g/m²) はそれぞれ次式により求められる。

$$F = KK_e \quad (1)$$

$$T_C = CQ^2 \sin S \quad (2)$$

ただし K : 土壌の受食性 (g/J), K_e : 各観測期間について総降雨量から求めた林内雨エネルギー (J/m²), C : 植生などによる地面の被覆係数 (Universal Soil Loss Equation における C と同じ値を用いる), Q : 観測された表面流量 (mm), S : 斜面勾配 (°) である。ここで C は Kitahara *et al.* (2000) が林床被覆の異なるヒノキ林斜面に対して求めた USLE の C の値を用いる。

各プロットについて土砂輸送能力 T_C と実測の侵食量 E_{obs} を比較したところ、観測誤差が大きい表面流量 Q の小さい観測期間を除き $T_C > E_{obs}$ となった (図 3)。このことは、各プロットにおいて表面流は十分な土砂輸送能力を有していたことを示す。すなわち雨滴衝撃による土壌剥離量 F (移動可能な土砂の生産) が侵食量 E_{obs} の制限要因であったと考えられる。そこで各プロットに対して $E_{obs} = F$ となるように土壌の受食性 K を定めた (図 4)。Plot B' の K は Plot A の約 4.4 倍であった。また Plot B に対して求められた K は Plot B' に比べて非常に小さかった。これは Plot B では林床被覆の効果が含まれているためであり (見かけの K)、実際の K は Plot B' と等しくなるはずである。すなわち、Plot B と Plot B' について求められた K の違いが林床被覆の効果といえる。そこで林床被覆係数 F_C ($0 < F_C < 1$) を導入すると、Plot B に対する式 (1) は次のように表される。

$$F = K'(1 - F_C)K_e \quad (3)$$

ただし K' : 実際の受食性である。式 (3) から、 F_C は降雨エネルギーが林床被覆によってどの程度緩和されるかを表すパラメータとみなすことができる。Plot B の各プロットに対して求められた F_C の平均が 0.95 であったことから、Plot B の林床被覆は 95% の林内雨の降雨エネルギー (雨滴衝撃力) を緩和していたことが示唆された。

5. おわりに

林床被覆のあり・なし・剥ぎとりプロットでの表面流量・土壌侵食量観測結果に対して土壌侵食モデルを利用し、土壌の受食性と林床被覆の効果の定量化を試みた。林床被覆のあるプロットにおいて年間侵食量が被覆のないプロットの約 27% となった観測結果は、林床被覆のあるプロットではないプロットに比べて土壌の受食性が 4.4 倍高い (侵食されやすい) 反面、林床被覆によって 95% もの降雨エネルギーが緩和されているという二つの要因の相互作用によるものであることが示された。本研究で行った方法を適用することにより、森林の管理施業 (間伐・皆伐など) による土壌および林床被覆の経時変化にともなう土壌侵食の経時変化を予測することができると考えられる。

参考文献 Morgan (2001) Catena 44: 305-322. Kitahara *et al.* (2000) J. For. Res. 5: 231-236.

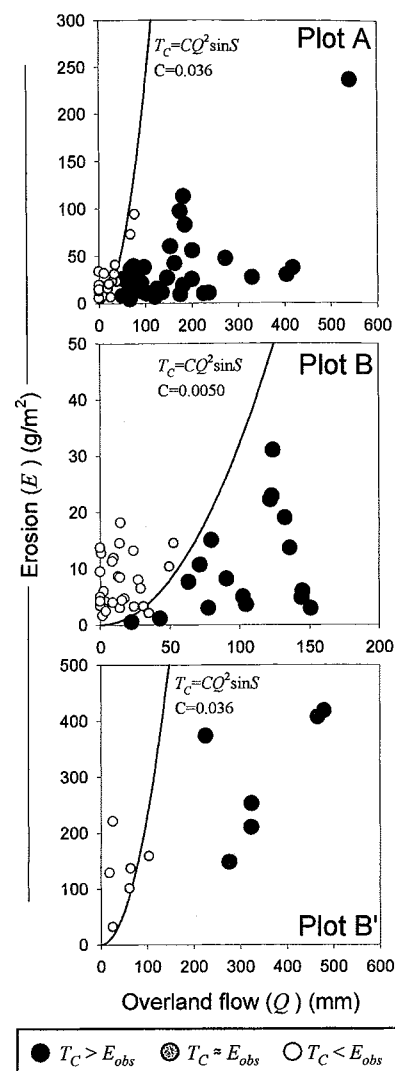


図 3 各観測期間の表面流と侵食量の関係

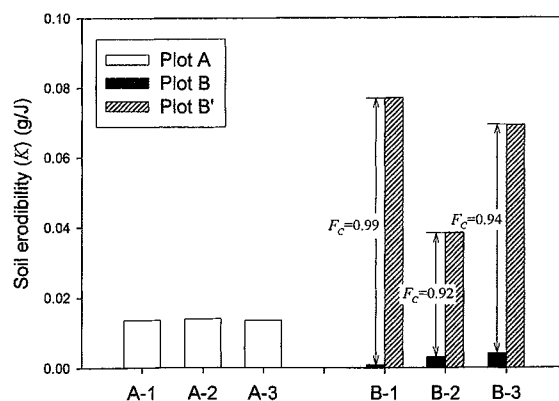


図 4 各プロットについて求められた土壌の受食性 K および林床被覆効果 F_C