

しらす斜面の安定性に関する現地調査並びに原位置試験について

鹿児島大学 学生員○帖佐竜将 鹿児島大学 正会員 山本健太郎
鹿児島大学 寺本行芳 基礎地盤コンサルタンツ(株) 永川 勝久
鹿児島大学 平 瑞樹

1. はじめに

日本は森林が国土の約70%を占め、斜面崩壊の大半は表層崩壊で、誘因である降雨の影響がかなり大きい。そのため、表層崩壊の危険性があるしらす自然斜面の安定性評価や抽出方法（用いるべき指標）などの提案は、災害発生前の予測手法として意義があると考えられる。そこで、我が国において、真っ先に亜熱帯化が懸念される九州地方の最南端に位置する鹿児島県において、森林生態学的と地盤工学的観点から、表層崩壊跡地での現地調査並びに原位置試験によるしらす自然斜面の安定性評価を行う。具体的には素因となる斜面特性の把握のために、植生（森林）生育状況などの現地詳細調査（検土杖、乾燥密度測定も含め）と、簡易的な原位置試験（簡易動的コーン貫入試験、土層強度検査棒）を実施する。特に、土検棒では斜面表層内部の粘着力と内部摩擦角の推定をはじめ、斜面の安定性評価も概略的に可能である。

2. 現地調査

テストフィールドを鹿児島大学農学部附属高隅演習林に設定し、定期的に植生が斜面安定に与える効果についての現地詳細調査と簡易的な原位置試験を実施してきた。テストフィールドは空中写真、既存資料や現地調査（樹木調査や検土杖による斜面中腹での表層土厚さなど）を基に表層崩壊発生後の経過年数を同定した。現在、同じ領域内でかつ、北向き、ほぼ同じ標高高さ（約520 m）の6地点のしらす自然斜面を表-1に示すように設定した。現地詳細調査では、斜面傾斜と崩壊地の面積、植生の種類、樹高と胸高直径、密度や樹齢、腐葉土のチェック、表層土の厚さの計測などを実施した。図-1~4に、表層崩壊発生後の経過年数の増加に伴う植生の個体密度(100 m²)、有効表層土層深、Fisher-Williamsの方法による多様度指数 α ¹⁾、常緑広葉樹の出現率などをグラフにまとめた。有効表層土層深は、斜面中腹でのいくつかの地点の表層土厚さの平均である。また、図-1, 3, 4は良い相関が見られ、おおよそ40-50年程度経過すると極相に達し、素因としての表層崩壊の準備が整ったと考えられる。

3. 原位置試験

簡易的な原位置試験として、簡易動的コーン貫入試験²⁾と土層強度検査棒³⁾を実施した。図-5, 6には一例として、表層崩壊後の経過年数が最も大きいNo.4でのコーン貫入試験とベーンコーンによるせん断試験結果を示す。図-5を見ると、打撃回数が0回でも貫入量が6cmあり、貫入深さが10cm程度までは N_d 値は増加しているが、その後、貫入深さが60cm程度まで減少を続け、この辺りが有効表層土層深であることがわかる。また、貫入深さが3.3m程度辺りから N_d 値が急に増加していることも観察される。次に、図-6にはベーンコーンにかかる鉛直荷重 W_{vc} を5回変え、せん断試験を実施した時のベーンコーンにかかるトルク T_{vc} との相関関係を示す。このケースに関してはかなり良い相関が得られ、換算式³⁾により c, ϕ を算出するとそれぞれ、 $c_{dk}=4.88$ (kN/m²), $\phi_{dk}=6.87$ (deg.)となった。また、No.4で採取したサンプルの乾燥密度は0.82 (g/cm³)であった。一般的に、経過年数が大きいほど風化が進行し、 c, ϕ や乾燥密度が小さくなる傾向を得た。ただ、原位置にて実際に試験を実施すると、軽石や根の影響が特に、せん断試験結果に与える影響は大きいと感じた。

表-1 テストフィールドでの表層崩壊特性

テストフィールド	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
表層崩壊発生後の経過年数 (年)	12	22	40	58	28	8
斜面平均傾斜 (°)	38	41	40	39	37	42
崩壊地の面積 (m ²)	36	29	61	114	34	42

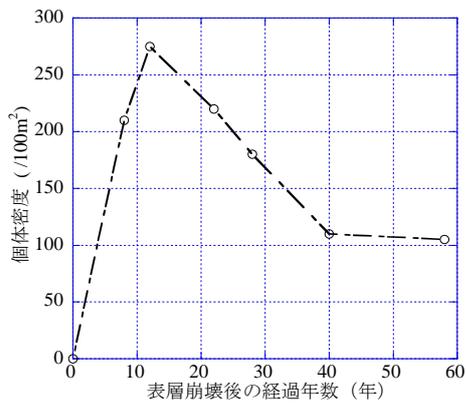


図-1 個体密度 (/100 m²)

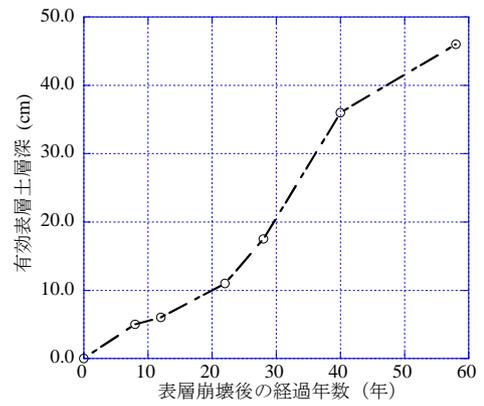


図-2 有効表層土層深 (cm)

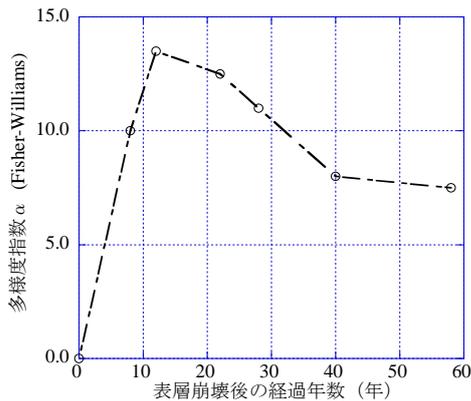


図-3 多様度指数 alpha (Fisher-Williams の方法)

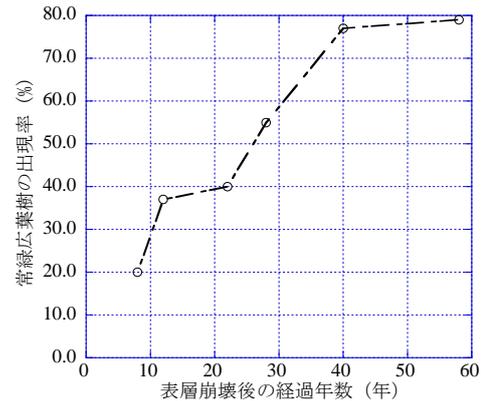


図-4 常緑広葉樹の出現率 (%)

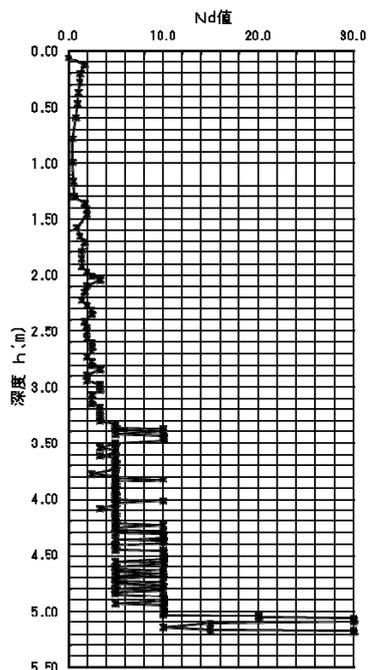


図-5 簡易動的コーン貫入試験結果 (No.4)

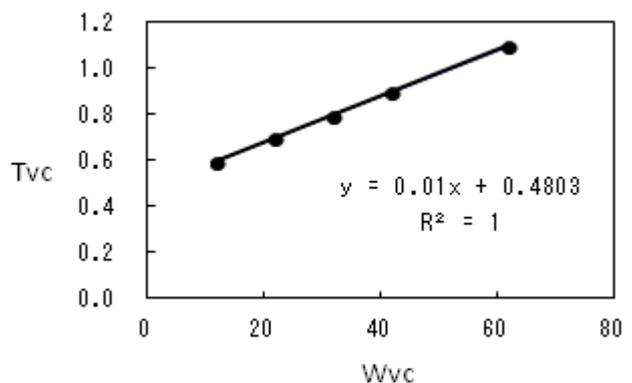


図-6 ベーンコーンせん断試験結果 (No.4)

4. おわりに

しらす自然斜面においては、地形学的に崩壊間隔が短く、樹木の成長も早いため、樹木の追跡調査が可能である。斜面崩壊は森林を伴っている場合がほとんどなため、従来からの地盤工学的な検討に森林生態学的観点から森林を見ることにより、斜面の安定性を判断できる多様度指数や常緑広葉樹の出現率のような指標を定量的に提案していきたいと考えているところである。

【参考文献】 1) 田川日出夫、沖野外輝夫：生態遷移研究法，共立出版株式会社，1979.1. 2) 地盤工学会：地盤調査—基本と手引き—，pp.113-118，2005. 3) 独立行政法人土木研究所：土層強度検査棒による斜面の土層調査マニュアル（案），2010.7.