

樹木の降雨遮断・蒸散作用による斜面安定化効果に関する基礎的研究

ハザマ ○今井 久, 池田 穣

1.はじめに

近年、のり面の緑化工で、樹木が導入される事例が多い。のり面緑化工は、地球温暖化対策としての CO_2 の吸収をはじめ、①安全、②地域自然環境、③美観・景観、④永続性、⑤環境負荷などに係わる性能¹⁾が期待されている。樹木による緑化をより普及するためにはその性能をより定量的に示す必要がある。樹木の性能を定量的に示す観点から、本報では①安全にかかわる樹木の防災機能として、樹木の降雨遮断・蒸散作用がもたらす斜面安定化効果について、現地調査を実施しその効果について考察する。

2.現地調査

2.1 計測概要

樹木周辺の降水量、間隙水圧計測をハザマ技術研究所（茨城県つくば市）構内の植樹帯にあるシラカシ（樹高 6m, 胸高直径 30cm）を対象に実施した。シラカシは常緑広葉樹で、日本国内に広く分布する樹木で道路斜面などにも多く植えられ、その特性を把握することは適用範囲が広く有意義と考え選定した。

計器配置を図-1 に示す。断面図中の根系はイメージ²⁾である。シラカシは約 4m 間隔で植えられ、その 1 本を対象に雨量計 3 個（R1,R2,R3）、テンシオメータ 5 個（S1,S2,S3,D1,D2）を設置した。また、樹木から離れた箇所に雨量計 1 個を設置し、樹木の影響のない雨量も計測した。雨量計は R1 から R3 へと順に幹から離れるよう設置している。テンシオメータ S1,S2,S3 は深度 50cm に設置、D1,D2 は深度 1m に設置している。S1 と D1 は幹の近傍に設置した。S1,S2,S3 と順に幹から離れるよう設置している。D2 は樹冠のかからない樹木の影響のない位置に設置した。これら計器は 2008 年 10 月に設置し、以降連続観測を実施している。

テンシオメータ設置時に観察した根系の状況を写真-1 に示す。テンシオメータ（S1,S2,S3,D1）設置時には直径 5mm 程度の根系は複数観察されたが、テンシオメータ（D2）設置時には根系は観察されなかった。

2.2 降水量計測結果

降水量計測結果として、12 月から 2 月にかけての 13 の降雨イベントごとの各地点の降水量を図-2 に示す。R1,R2,R3 の順で降水量が多く、樹冠通過率が大い傾向が認められる。これは樹冠の厚さの影響と考えられる。降水量と樹冠通過率の関係を図-3 に示す。少なくとも図-3 からは降水量と樹冠通過率の関係は見いだせない。樹冠通過率はおよそ 60%程度となっている。

2.3 間隙水圧計測結果

計測データの一例を、図-4 に示す。間隙水圧は常時負値を示し、サクションが発生している。降雨に伴い間隙水圧は上昇する。S1,S2,S3 は D1,D2 よりも降雨に伴う間隙水圧上昇がはやく、また、樹冠から離れるほど降雨にとも

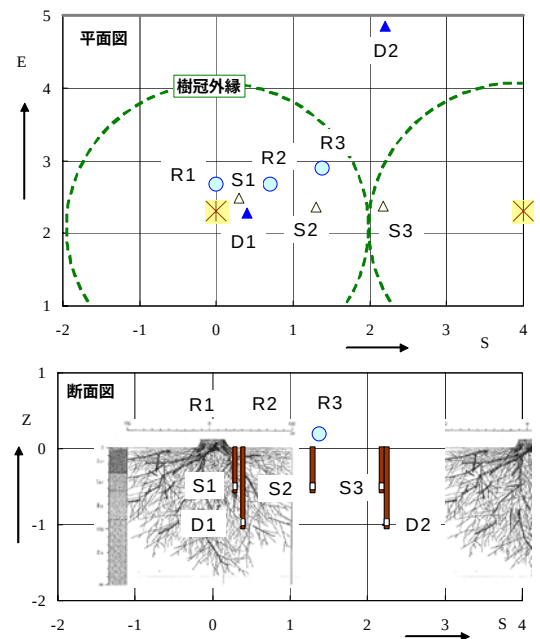


図-1 計測地点位置図 (単位: m)



(a) テンシオメータ設置時に確認された根系



(b) 掘り出された根系

写真-1 現地状況と根系の成長状況

なう間隙水圧も高い影響が見られ樹冠による降雨遮断効果の現れと考えられる。間隙水圧の計測では樹木の蒸散時の吸水に伴うサクシヨンの発生（間隙水圧の減少）が期待されたが、根系の確認された S1,S2,S3,D1 では蒸散時（昼間）の間隙水圧の減少は認められなかった。一方、根系の確認されていない D2 では日中気温の高いときに間隙水圧の低下が確認された。設置時に確認されなかったが付近まで根系が伸張り吸水の影響が出た可能性が考えられる。S1 はセンサ受感部が地表にあるテンシオメータを設置したため気温上昇に伴う間隙水圧の上昇が発生したと考えられる。

3.考察

降水量計測から得られた降雨遮断効果（樹冠通過率 60%）の影響を、半限長斜面（勾配 $\theta = 45^\circ$ ，すべり面深さ 1m，すべり面上の土粒子密度 2.65Mg/m^3 ，粘着力 $c=5\text{kN/m}^2$ ，内部摩擦角 $\phi=30^\circ$ ，間隙率 0.5，初期飽和度 60%）を想定，この安定性を次式（ F_s は安全率， W は表層の平均重量）にて試算する。飽和度 60%に対する安全率 F_s は 1.02 となる。

$$F_s = \frac{c + W \cos \theta \tan \phi}{W \sin \theta}$$

樹冠遮断の無い場合（樹冠通過率 100%）は 25mm/h，樹冠遮断のある場合（樹冠通過率 60%）は 15mm/h として降雨浸透に伴う表層重量の増加による安全率の経時変化を比較する。

樹冠遮断の無い場合は約 4 時間で $F_s < 1.0$ ，樹冠遮断のある場合は約 6 時間で $F_s < 1.0$ となり，樹木の効果により約 2 時間長く安定状態の確保が可能となる。樹木のある場合は根系によるせん断抵抗力の増加も想定され，さらなる安定状態の確保が期待される。

以上は，限られた計測データから想定された樹木の降雨遮断効果に着目した試算である。ここに

示した調査結果や，仮想斜面での試算から樹木の斜面安定性効果が定量的に示されたと考える。樹木の効果については，今後より多くのデータや樹木を植えたことによるデメリットも含めた検討も必要であると考えられる。

【参考文献】

- 1) (社) 全国特定法面保護協会：のり面緑化工の手引き，山海堂，pp.5-9，2006.
- 2) 荻住昇：根系図説，誠文堂新光社，1979.

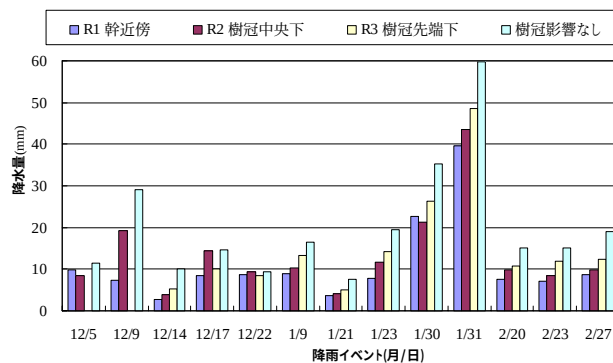


図-2 降雨イベントにおける各地点の降水量

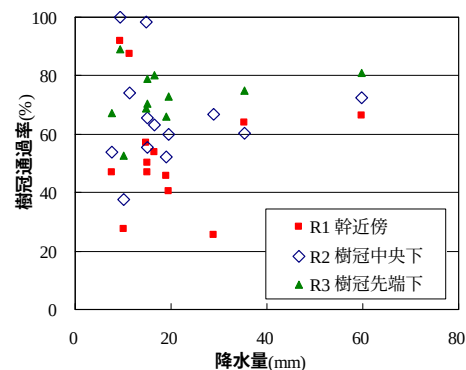


図-3 降水量と樹冠通過率の関係

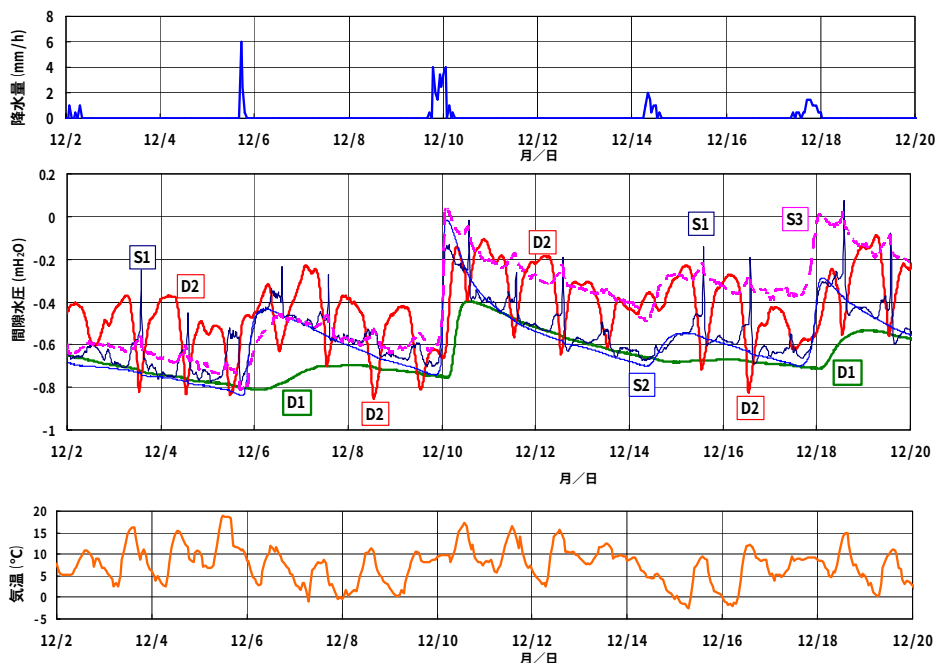


図-4 間隙水圧，降水量，気温の観測データ