

鉄道総研 ○ 外狩麻子 鉄道総研 村石 尚
 鉄道総研 秋山保行

1. はじめに

鉄道のり面における植生工は、表層土の浸食防止を設計上の主たる目的として施工されている。しかしながら、植生工の有するのり面防護機能とは浸食防止効果に限られるわけではなく、その他の効果～例えば、植被による雨水の遮断及び侵入延滞、蒸散作用による土中からの水抜き (root uptake) など～は不確定なものとして取り扱われ、のり面工の設計及び管理に反映されていないのが現状である。

これらを背景に、のり面の耐雨性に及ぼす植生の効果とその適用範囲等を明確にすることを目的とした模擬実験を実施している^{1,2)}。ここでは、小型土槽を用いた屋内散水実験から、人工散水後の土槽内の土中水分に関する結果を報告する。

2. 実験概要

小型土槽 (l=50cm, w=50cm, d=60cm) に密度管理のもと稲城砂を締固め、1つには植物(ヤマハシ)を播種し、もう片方は裸地のままとした。その後約 10 ヶ月間屋外に設置し、適宜給水を与え植物を育成した。実験実施時の植物の育成状態は、全体の約 13%での平均高が 114.31cm、約 28%が 53.94cm、そして残り約 59%が 18.90cm であった。散水実験に先立ち、使用した稲城砂の pF 試験等を行った。

土槽内地表面から 15cm と 35cm の深さに土壌水分計を挿設して、土中水分の変化を測定する。また、土槽底部にはロードセルを敷設することで、土槽全体が計量型ライツクとして機能し土槽内の水収支を重量値の変化において求めることができる。人工散水は 7 時間実施し、散水により土槽内に侵入した水のフラックスは、どちらの土槽においても平均 35mm/h であった。散水終了後には土槽を屋外に設置し、約 3 週間測定を継続した。この間、給水及び自然降雨による雨水の侵入を許さなかった。

3. 実験結果と考察

図 1 に 2 つの土槽の重量変化を示す。経過日数は散水終了時からのかつであり、土槽からの排水量は重量減少量から除いてある。裸地槽での重量減少量が 2 日経過以降、ほぼ収束していくのに対して、植生槽での重量減少は、減少の割合を若干変えながらも、測定期間中土中水分の消失が続いていることが判る。測定開始初期の時点での重量の減少は、屋外への移動時の植物体及び土槽付着水の損失等と考えている。

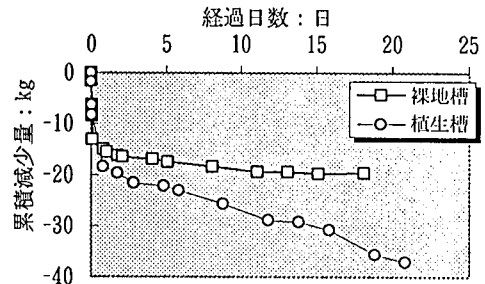


図 1 土槽の重量減少の推移

図 1 の測定値から得られた、蒸発速度 (E) 及び蒸発散速度 (ET) の測定期間中の推移を図 2 に示す。双方共、上向きのフラックスのため負値で表現している。E 及び ET は、温度・湿度等の気象条件や土中水分量などによって決定される為、各測定日によって様々となるが、蒸発速度より蒸発散速度が上回るのは明白である。

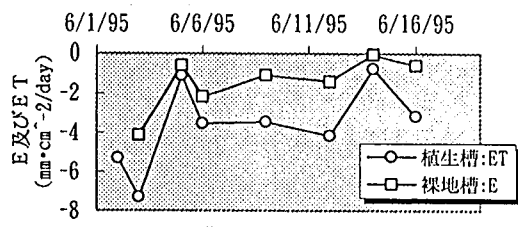


図 2 蒸発及び蒸発散速度

2 本の土壌水分計による土中水分の測定値を図 3 に示す。この図中の経過日数も散水終了時からのかつである。双方とも、排水による土中水分の減少によってサクション (負圧) が上昇するが、裸地槽では、その後はわずかな変化を示すに留まり、一方、植生槽

では、サクションの上昇が急激に高まり、-800cm (pF2.9) に到達している。

このような高いサクション値域ではわずかな土中水分の変化でもサクション値が大きく現れ、消失した土中水分の量的な把握が難しいため、測定されたサクション値を体積含水率に変換する。サクション(マトリックポテンシャル)と体積含水率の関係式は、Brooks - Corey の水分特性曲線³⁾を用いる。

$$\theta = (\theta_s - \theta_r) \left\{ \frac{\psi_{cr}}{\psi} \right\}^\lambda + \theta_r \quad (1)$$

ここで、 θ : 体積含水率, ψ : 圧力水頭 (cm), θ_r : 最少体積含水率 (0.1434), θ_s : 飽和体積含水率 (0.5773), ψ_{cr} : 限界毛管水頭 (-4.642 cm), λ : パラメータ (0.42) である。ここで用いた各係数及びパラメータは、pF 試験結果から算定した。得られた水分特性曲線を図4に示す。

算出した体積含水率の各土槽深さでの推移を図5と図6に示す。プロットは算出値、線分は推測値(近似)である。裸地槽では散水終了時(図5の0-day)に土槽底面で水位の形成が推測され、土中水分分布に排水による影響をかなり受けていることが認められるが、2日経過以降、土中水分の分布の変化は非常に小さい。一方、植生槽では、水位の形成を示唆する分布状態は認められず、時間の経過と共に徐々に土壌の乾燥が進行して行き、また、深さ方向での体積含水率の勾配も小さい。

以上のように、蒸発散に起因する土中からの水抜きは、量的な土壌乾燥と合わせて、根域での土中水分分布状態にもかなりの影響を及ぼす。これらは、引き続いて起こるであろう雨水の湿潤に対する抵抗となり、斜面内での水位の形成と上昇を延滞させる。

4. おわりに

散水後の土中水分分布に着目し、実験結果をもとに植物のよる土中水の水抜き (root uptake) について検証した。今後は、これがのり面工としての耐雨性やのり面の力学的安定にどの程度影響を及ぼすのかについて検討を進める。

〔文献〕(1)外狩 他: のり面植生工における降雨時の土中水分挙動に関する基礎実験, 平成7年度砂防研究発表概要集, 1995; (2) Togari-Ohta, A., Muraishi, H., Shugiyama, T.: Effect of vegetation introduced as Surface Treatment on Slope Stability, INTERPRAEVENT 1996 (投稿中) (3) Brooks, R. H., and Corey, A. T.: Property of porous media affecting fluid flow, ASCE, IR(92), pp.61-88, 1966

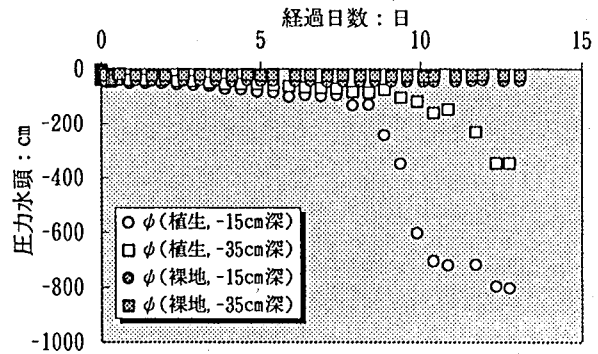


図3 サクションの推移

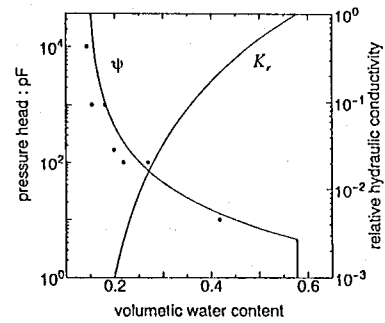


図4 水分特性曲線

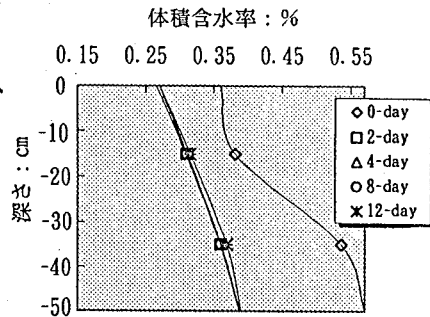


図5 体積含水率の変化: 裸地槽

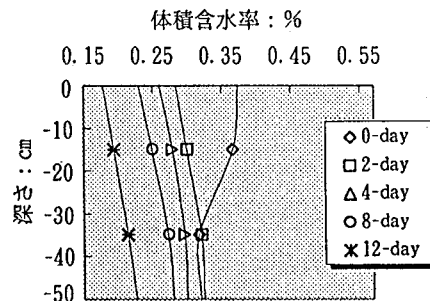


図6 体積含水率の変化: 植生槽