

東京大学生産技術研究所 正員 虫明 功臣

〃 正員 岡 泰道

〃 正員 小池 雅洋

1. はじめに

多摩丘陵の長池試験流域（自然地区）と永山試験流域（都市化地区）に深度別のテンシオ・メータを埋設し吸引圧の継続観測を行っている。ここでは降雨後の表層不飽和帯の水理ポテンシャルの経日変化に着目し、地盤の相違に基づく不飽和帯水分の挙動の相違、および表層不飽和帯水分量の経日変化から、日蒸発散量の推定の可能性について検討した。

2. 自然林地と都市化地盤の三相分布

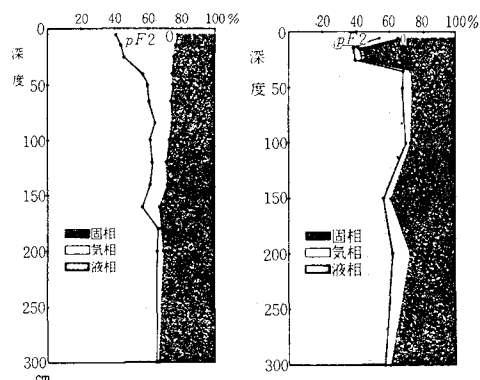
テンシオ・メータの埋設深度毎に採取した円筒サンプルの pF -水分試験結果より固相・気相・液相の三相区分を深度方向に描いたのが図1(a), (b)である。重力水の範囲については議論のあるところであるが、ここでは $pF0$ から $pF2$ の間の含水率が重力排水可能な間隙とし、気相の占める範囲として示した。 $pF0$ は飽和状態を示す。

自然林地の土壌では、気相が表層25cm付近までは30~40%と大部を占め、50cm以下160cm付近までは10~15%、それ以深では数%と小さくなる。これに対して都市化地盤の場合には、表層は転圧や踏固めなどにより固相部分が著しく大きく、深度150cm付近まで気相はほぼ5%以下と、自然林地に比べきわめて小さい点が注目される。以上より、自然林地の場合表層より2m付近までは重力水が移動できる間隙の割合が大きく、土壌の雨水保留能が高いのに対して、都市化地盤ではそれがきわめて低下しているのがわかる。

3. 水理ポテンシャル・プロファイルの経日変化

3-1. 経日変化とその修正

図2(a)は深度別に観測された吸引圧を基に水理ポテンシャル分布の経日変化を示したものであり、図の右から左に日の経過を示す。左上りのポテンシャル勾配は上方への水分移動を、左下りは下方への水分移動をそれぞれ表わしている。ただし、図2(a)では、b, d点でく型の分布をしている。これは、両点に



(a) 長池流域（自然林地） (b) 永山流域（都市化地盤）

図1. 三相区分図

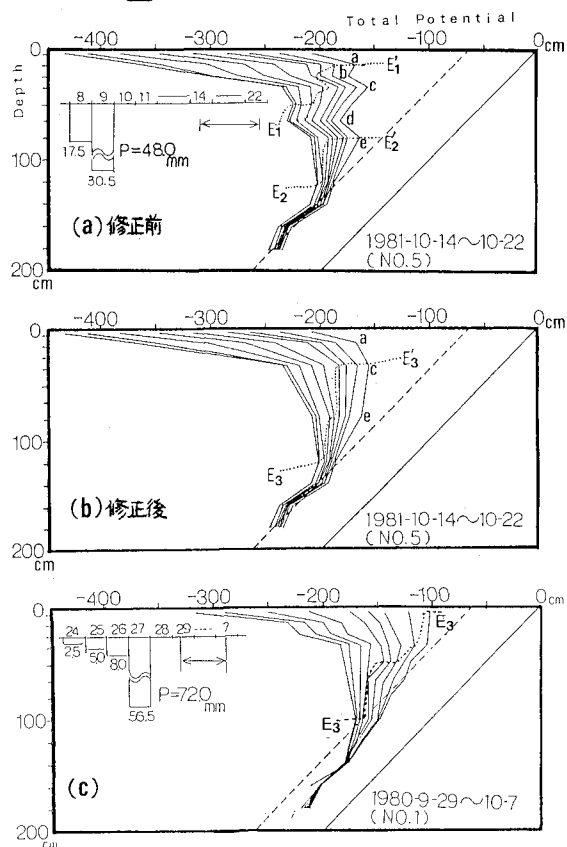


図2 自然林地の水理ポテンシャル経日変化

上,下層から水分が集中することを意味するが,日変化で見れば両点とも脱水しているという矛盾を含んでいる。こうした矛盾は,観測深度の特殊性によるのか,器械の不備によるのか,現状では明らかでないが,本稿では, b, d 点のような観測値は無視して図2(b)のa c c e のように修正した。

3-2. 自然林地と都市化地盤との比較

図2(a),(b)と図3(a),(b)には,自然林地と都市化地盤の修正前,修正後の水理ポテンシャル・フロファイルの経日変化を,(c)にはそれぞれ別の期間の修正後の図を例示する。図中には,吸引圧 pF_0 と $pF_{1.8}$ に対応するポテンシャルが記入されている。

自然林地,都市化地盤とも日の経過とともに,全深度でポテンシャルが減少し脱水が進んでいることがわかる。深度別に見ると,両者とも表層5~35cmで変化が大きく,降雨後早い時点でフラックスが下向きから上向きに転ずる。上向きフラックスは蒸発散作用によるものと考えられ,日の経過とともにその影響が下方に進んでいるのうかがえる。ここに挙げた例以外のものも含めて,自然林地では表層から深度120cm付近まで上向きフラックスが生じるのに対して,都市化地盤の場合にはその範囲が表層から35cm付近に限られている点が両者の著しい相違として指摘できる。また,両者とも蒸発散の影響を受けない下層では,ポテンシャル勾配がほぼ-1を示し,等吸引圧下で,言い換えれば重力勾配により,不飽和鉛直浸透が進行しているとみなせる。

3-3. 日蒸発散量の推定

水理ポテンシャル・フロファイルの上向きフラックス部分の吸引圧変化を pF -水分曲線を通して水分変化量に換算することによって,日蒸発散量を推定する。なお,3-1で述べた水理ポテンシャル・フロファイルのく部を無視するという修正法にも問題があるので,上向きフラックスから下向きへの境界が複数ある場合には,図中の E_1-E_1' , E_2-E_2' に示すようにそれぞれの境界の上部の水分減少量を蒸発散量として,修正後の値と比較した。図4には,それらの推定値と近接する東京農工大波丘地利用実験実習施設のパン蒸発量に0.7を乗じた値(0.7Ep)を示す。水面からのパン蒸発量と地表面からの蒸発散推定値とを量的に比較議論することはできないが,両者は類似の傾向を示すことから,ここでの推定値はかなりの妥当性を持つものと判断される。

4. おわりに—テンシオメータは通常毎週1回の管理でありその間に水柱部への空気の混入が生じるなどによって,全深度にわたって継続的に良好な記録が得られた例は少ない。精度よい観測値が得られれば,この記録を基に不飽和帯水分の挙動を定量的に追跡可能と考えられる。

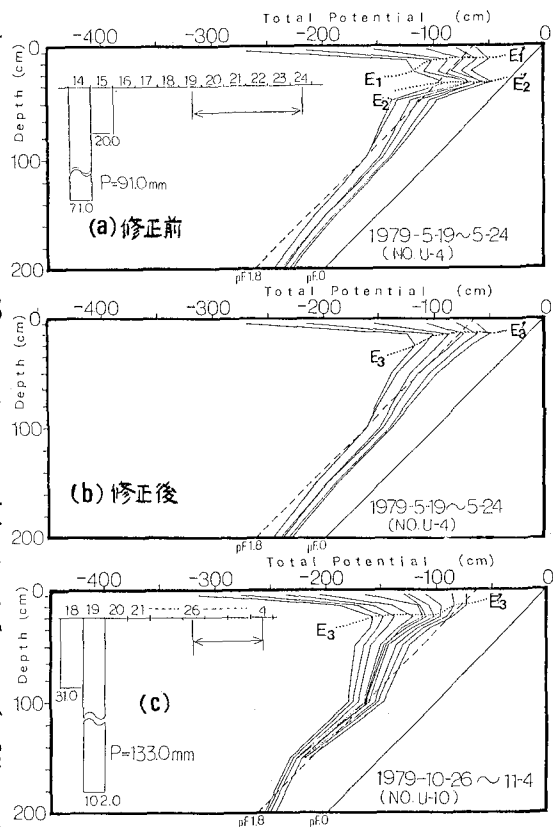


図3. 都市化地盤の水理ポテンシャル経日変化

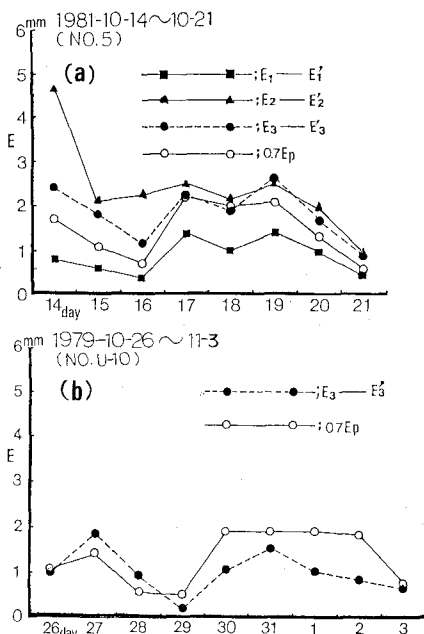


図4. 推定蒸発散量とパン蒸発量の比較