

筑波台地における地下水涵養の実態

Groundwater Recharge Mechanism of Tsukuba Upland Area

嶋田 純*・谷口 真人**・川村 隆一***

Jun SHIMADA, Makoto TANIGUCHI and Ryuichi KAWAMURA

I はじめに

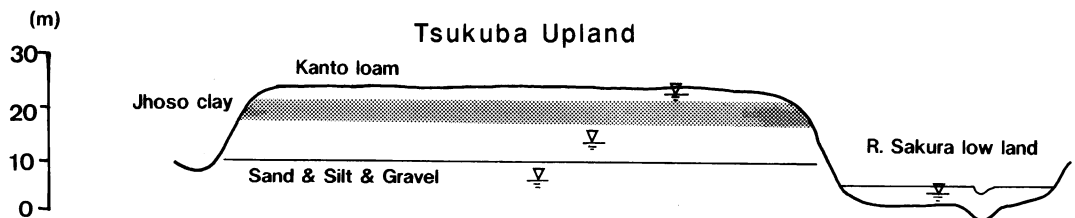
筑波研究学園都市の位置する台地の地下水は、第1図に示すように台地に広く分布するいわゆる常総粘土層を不整合に覆う関東ローム層中の地下水を不圧地下水とし、その下部の砂ないし砂礫質の常総層中の被圧第1帯水層をはじめに、深度300m程度の深さまでに数層の被圧帯水層が存在している。これらの帯水層は深層ほど被圧水頭が低い、いわゆる涵養域タイプの地下水状況を呈している。特に台地面とこれを刻む桜川、小貝川およびそれらの支流が形成する沖積面との間には、常総粘土層を挟んで複数の帯水層があり台地面からの地下水涵養の実態究明に興味が注がれた。

II 研究方法

筑波大学水理実験センター圃場内(第2図)に常総粘土層を貫く深さ7.6mのボーリング孔(100mm)を掘削し、深度2mから1m間隔で6つの圧力センサータイプの間隙水圧計(Valcom VPRN-AX-K, S-5)を設置し、各水圧計の間は膨張性のシール材(応用地質㈱製;商品名ナイスシール)で隔離した(第3図)。計測は1989年4月より30分間隔で行い、結果はフィールド用データロガー(U-LOGGER L810)に集録した。

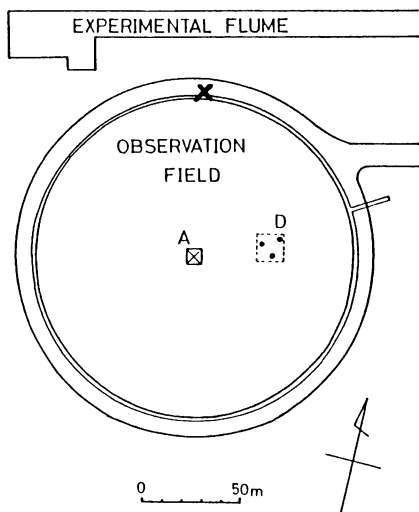
III 結果

連続的なデータ集録が可能になった1989年8月以降の水圧変化を第4図に示す。基本的な年変化は、



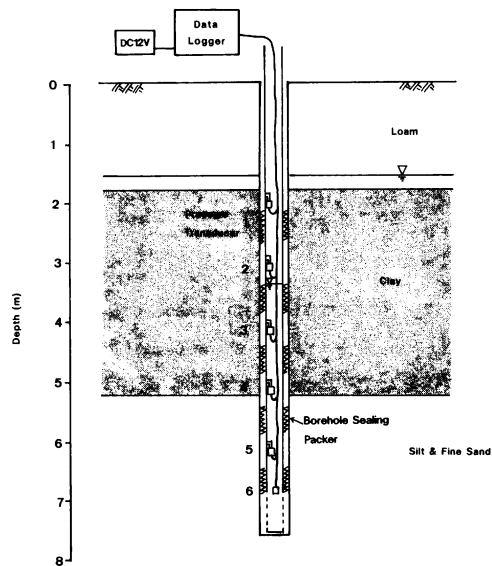
第1図 筑波台地の模式断面地質図

*筑波大学地球科学系・水理実験センター **筑波大学水理実験センター(現:奈良教育大学) ***筑波大学水理実験センター(現:科学技術庁防災科学技術研究所)



Experimental field of Environmental Research Center, the University of Tsukuba.

第2図 水理実験センター圃場と間隙水圧観測用ボーリング孔位置

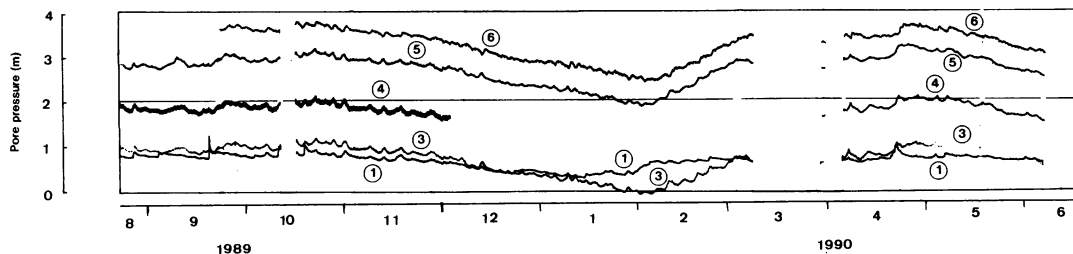


第3図 マルチパッカー式間隙水圧測定システム

不圧地下水の水位変動パターン(第5図)に一致し、夏季に高く冬季に低い傾向にある。但し、4月以降の変化に見られるように、より深部の被圧地下水の揚水の影響(第6図参照)を受けている部分もある。各水圧計の変動パターンはほぼ平行しており、年間を通じて一定の下向きフラックスが存在していることを裏付けている(第7図)。

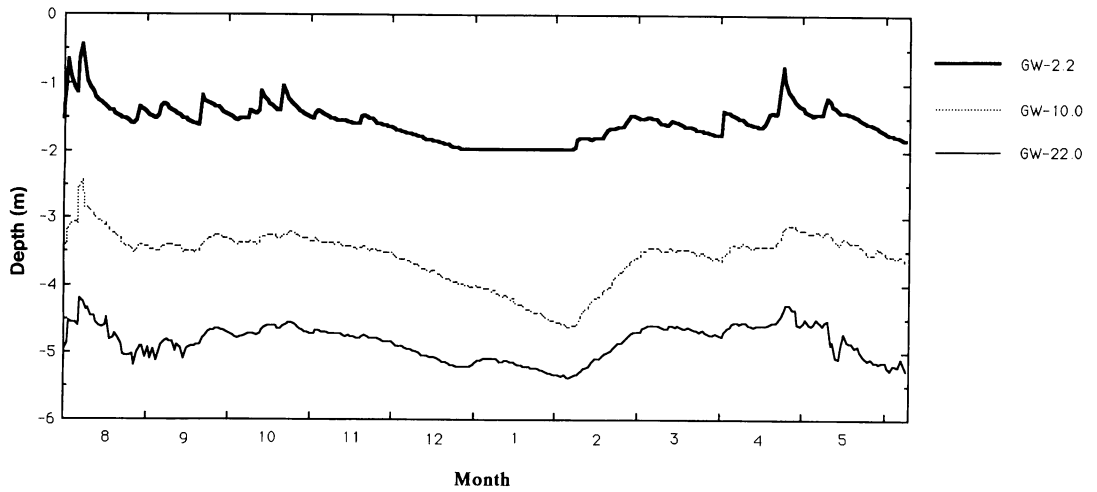
第4図に示された間隙水圧の変化パターンをより詳細に見ると、浅層不圧地下水の降水に伴う水位上昇が時間の遅れがほとんどなしに下向きに伝播されている(第8図)。また、10月から1月にかけては降

水量が少ないため(第9図)各深度のセンサーとも自然状態の低減傾向を示しているが、深部ほどその勾配が急である。さらに1月から3月では、粘土層下部の③の間隙水圧は一時的に0mに低下し、実質的にこの深度の地下水がほとんどなくなり不飽和状態近くにまでなっているものと思われる。これらの現象は、粘土層下部の砂質系帯水層の透水性(10^{-3} cm/s)がその上部のローム層の透水性(10^{-4} cm/s)に比べて相対的に高いために、下部の方がより早く冬季間の排水が引き起こされている現象と考えると説明がつく。



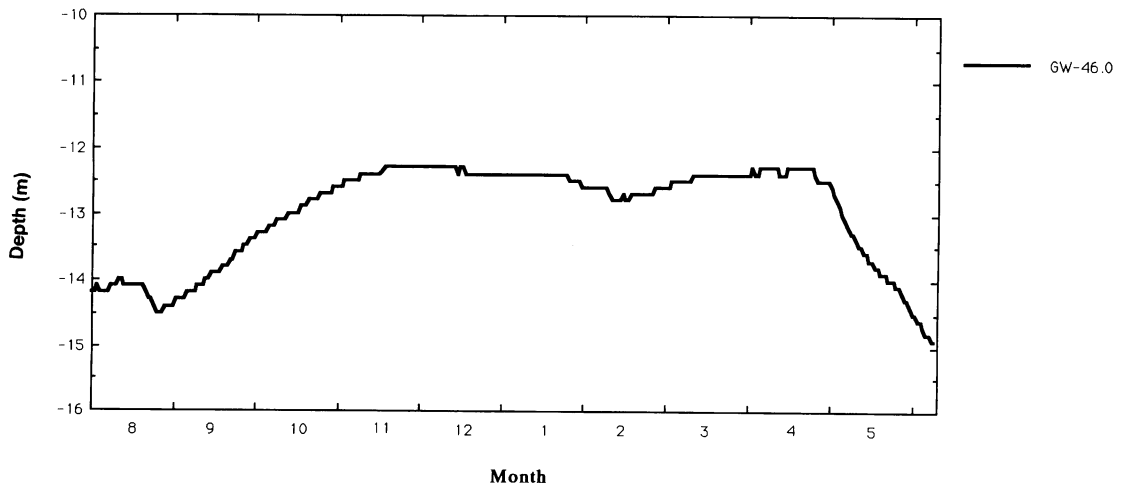
第4図 間隙水圧の年変化

Ground Water Level

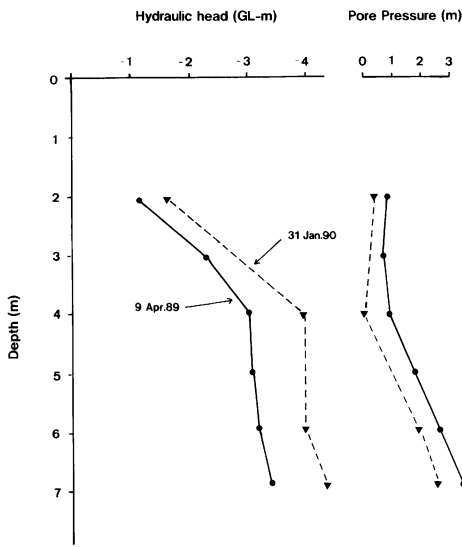


第5図 水理実験センター圃場内にある地下水観測井の水位変化 (2.2m, 10.0m, 22.0m深の観測井)
(1989年8月~1990年6月)

Ground Water Level



第6図 水理実験センター圃場内にある地下水観測井の水位変化 (46.0m深の観測井)
(1989年8月~1990年6月)



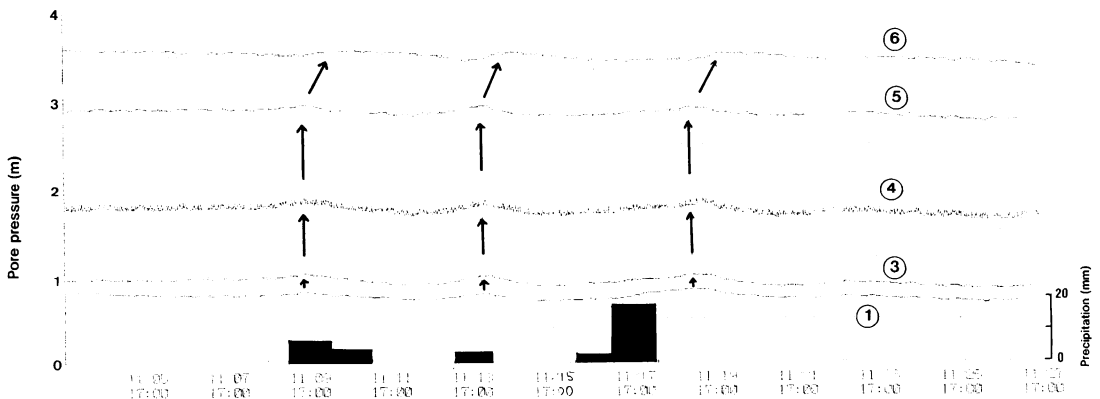
第7図 間隙水圧の鉛直プロファイル

安原他(1988(b))は、筑波台地の28地点における常総粘土層の透水性を求めており、その結果を基に対数平均値を求めると、 5×10^{-7} (cm/sec)となる。第7図の2~3m間の間隙水圧の測定結果から、豊水期および渇水期ともに動水勾配はほぼ一定で、0.98となっている。これらの事実を基に、粘土層を伝わ

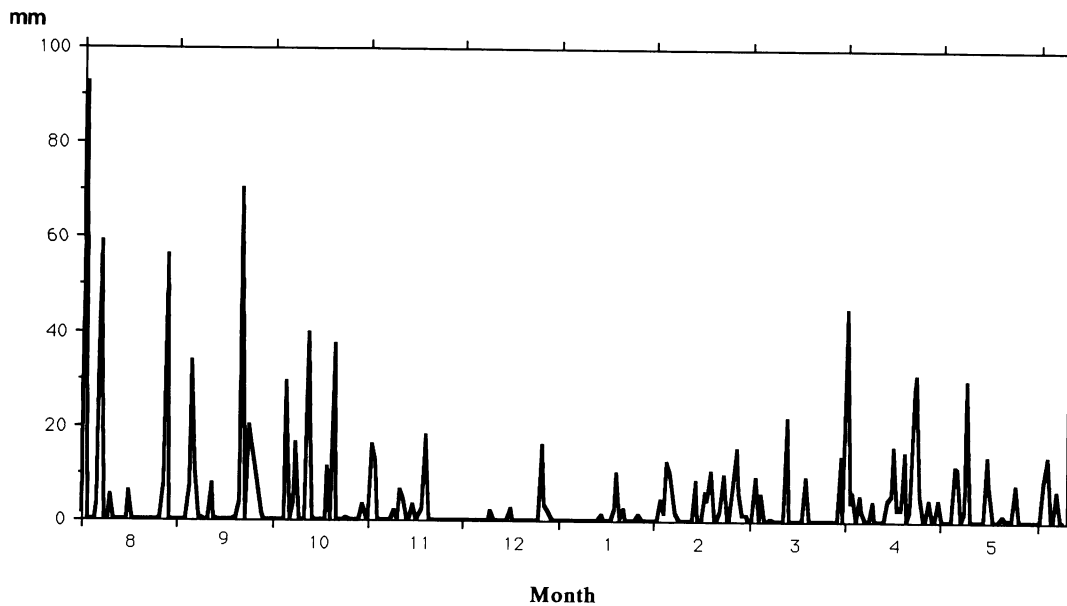
る下向きのフラックスを求めてみると、 0.42mm/d 、年間では 155mm となる。

水理実験センターの圃場における関東ローム層の透水係数実測値は平均で、 3×10^{-4} (cm/sec)であり、また1982から1988年の7年間の水理実験センターにおける降水量、ウエイグライシメーターによる実験蒸発散量の平均値はそれぞれ 1108mm 、 579mm であることを考慮して台地表層部での水収支を求めて見ると第10図のようになる。結果として、関東ローム層を伝わる横方向の地下水の動水勾配は $3.9/1000$ となり、この値は、当該地域の不圧地下水水面勾配と対比しても充分妥当な値である。ここで、粘土層の間隙率を60%とすると、前述のフラックスから降下浸透の実流速は 26cm/y となり、平均2mの粘土層の通過に要する時間は約8年程度と見込まれる。この数字は、安原他(1988(a))によって示された常総粘土層中のトリチウムプロファイルともよく一致している。

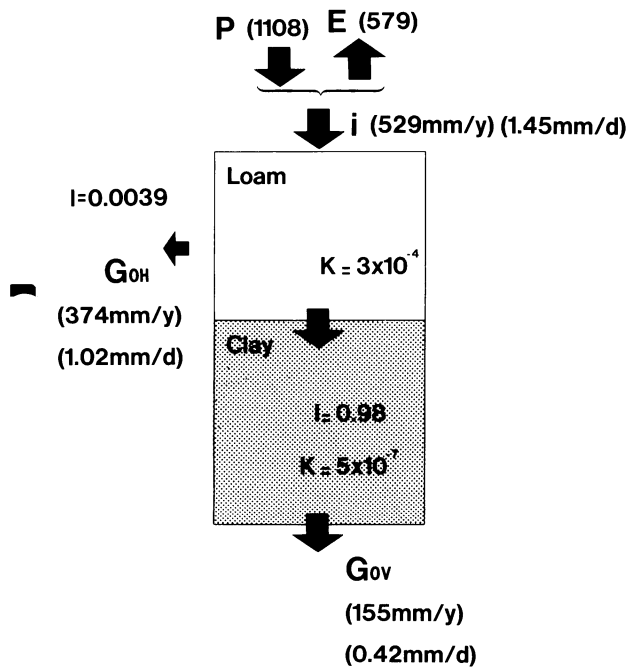
以上の結果から、本研究地域に代表される筑波台地においては、年間を通じてほぼ一様なペースで地表面から涵養された水の約30%程度が粘土層を伝わってさらに下方の帯水層を涵養している実態が明らかにされた。



第8図 降雨に伴う間隙水圧の伝播状況 (1989年11月)



第9図 観測期間中の降水量変化
(1989年8月～1990年6月)



第10図 筑波台地表層部での水収支

謝 辞

本報告は、1990年度日本水文科学会学術大会において発表したものに加筆、修正したものである。なお、本研究の実施に当たっては、平成元年度筑波大学学内プロジェクト研究により助成を受けた。

文 献

- 安原正也・丸井敦尚・田中 正 (1988(a))：筑波台地における鉛直下方地下水流動に及ぼす常総層上部の粘土層の影響．日本水文科学会1988年度学術大会要旨集．No. 213.
- 安原正也・丸井敦尚・布施谷正人 (1988(b))：筑波台地における常総層上部の粘土層の透水性について．日本水文科学会1988年度学術大会要旨集．No. 214.