

II-2 丘陵尾根部における不圧地下水位変動モデル

東京大学 生産技術研究所 虫明 功臣
東京大学 大学院 ○岡 泰道

1. まえがき

流域の水循環機構を解明するには、地表面下での水の挙動を把握することが重要となる。本稿では、多摩丘陵西部、長池試験流域(図1)の尾根部に設置された不圧地下水観測井のうち、W1-L~W4-Lの四つを対象とし、タンクモデルを用いて不圧地下水位変動モデルを作成し、モデルと流域の土質条件との対応、或いは不飽和帯の水分保留量や地下水涵養量などの時間的な変動特性について検討を加えた。解析は日単位とし、1977年8月~1978年9月の観測資料を対象とした。

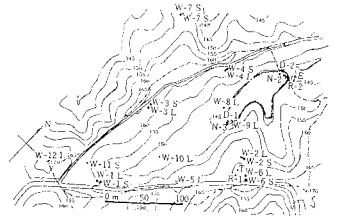


図1 長池試験流域の概要

2. モデル作成に当たっての考え方

尾根部における観測井の地下水位変動の概念図とここで提案するモデルとの対応関係を図2に示す。モデル作成にあたっての基本的な考え方は次の通りである。(1) 観測井が尾根部に位置することから、不圧地下水の変動を支配するのは、鉛直方向の地下水涵養と下流方向への地下水流去の二つの要素である。(2) 不飽和帯の土湿不足が補われるまでは地下水涵養が行なわれないと考え、図2のモデルの上段タンクに不飽和帯の限界容量 μ を設ける。上段タンクの高さは不飽和帯の水分保留能に対応し、これを越える降雨は表面流出となる。(3) 上段からの浸透高を m 倍して下段に入れるという操作を施す。この m は観測井付近の土層の平均的な有効空隙率に相当し、この操作により、下段の水位を実測水位と対応させることができる。(4) 下段の横穴からの流出は地下水流去量に対応する。(5) 蒸発散は、東京農工大波丘地利用実験実習施設の小型蒸発計の資料を用い、月平均蒸発量(冬期1~3月はその値の70%)を無降雨日に上段から差し引くことにする。

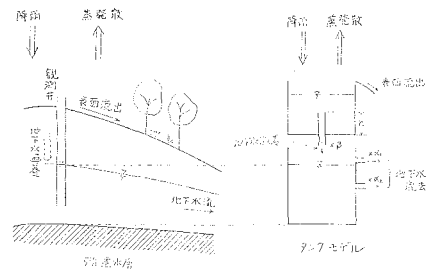


図2 地下水位変動モデルの概念図

3. 各観測井の不圧地下水位変動モデル

(1) W1-L: W1-Lは四つの観測井の中で最も浅く、降雨に対する反応が極めて敏感であり、また降雨に対する時間遅れは約1日である。試算の結果決定したパラメータを図3(a)に示す。またモデルによって計算した地下水位 H_{cal} と実測水位 H_{obs} の対応、推定地下水涵養量 R 、不飽和帯水分量 M 、及び表面流出量 Q を図4(a)に示す。W1-Lでは同程度の降雨に対してもその時点の地下水位が異なると水位の変動状態が違ってくるということが、試算の過程で明らかとなった。即ち、標高154m付近までは水位上昇が速やかだが、それ以上になると上昇が緩慢になる。これは下段を断面にすることにより解決できたが、この物理的な意味は、有効

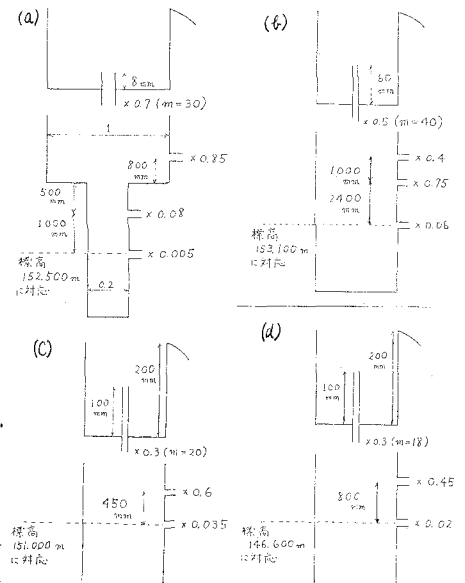


図3 各観測井の地下水位変動モデル
(a)W1-L (b)W2-L (c)W3-L (d)W4-L

空隙率が上層部では大きく、下層部では小さいという、土質条件の相違に対応すると考えることができる。

(2) W2-L: W2-LはW1-Lに次いで水位変動が大きい。比較的深度の観測井であるため、降雨に対する時間遅れは2~6日と長い。決定したモデルを図3(b)に示す。不飽和帯の限界容量は60 mmとW1-Lに比べて大きい。これは地下水面の深さや土質条件の相違によるものと考えられる。計算結果は図4(b)に示す。

(3) W3-LとW4-L: この二つの観測井は全般的に水位変動が小さく、変動の傾向も類似している。図3(c)(d)に示す同型のモデルでシミュレートした。この二つのモデルと前二者との違いは、上段タンクに溢水部を設けて表面流出成分を組み入れた点である。実測値と計算値の適合度向上のためにこの構造を採用するに至ったが、W1-L, W2-Lについてもより大きな降雨については同様な構造が必要と思われる。計算結果は図4(c), (d)に示す。

4. 結果の考察

以上の解析から、尾根部の不圧地下水水位の変動が図2のモデルによって比較的精度よく再現できることがわかる。モデルにおいて、上段から下段へ浸透させる際の倍率 m に着目すると、 $m=18\sim40$ となっており、これは有効空隙率にして2.5~5.6%に相当する。流域での土質調査から得られた、平均的な有効空隙率の実測値が4%であるから、上の値とほぼ符合する。従って、ここで提案したモデルは現地の土質条件とある程度対応づけが可能であることが示される。

今回、蒸発散量については、2.(5)で述べたように便宜的な方法をとったが、長期のシミュレーションにおいては、蒸発散の効果が極めて大きいため、今後は水収支解析から得られる蒸発散量や長池試験流域内の自記蒸発計の資料の分析などと合わせて、さらに検討の必要がある。

また、モデルによる推定水位と実測水位の適合度が比較的良好で、かつ、このモデルが現地の土質条件を反映することが、このモデル全体の構造の妥当性をある程度保証すると考えれば、計算された不飽和帯水分量 M 、地下水涵養量 R 、或いは表面流出量 Q などもこのモデルによって検討できることになる。しかし現段階では計算結果を示すに止め、水収支解析結果や、テンシオメーターによる不飽和帯水分量の観測資料などとの対応等については、今後の課題としたい。

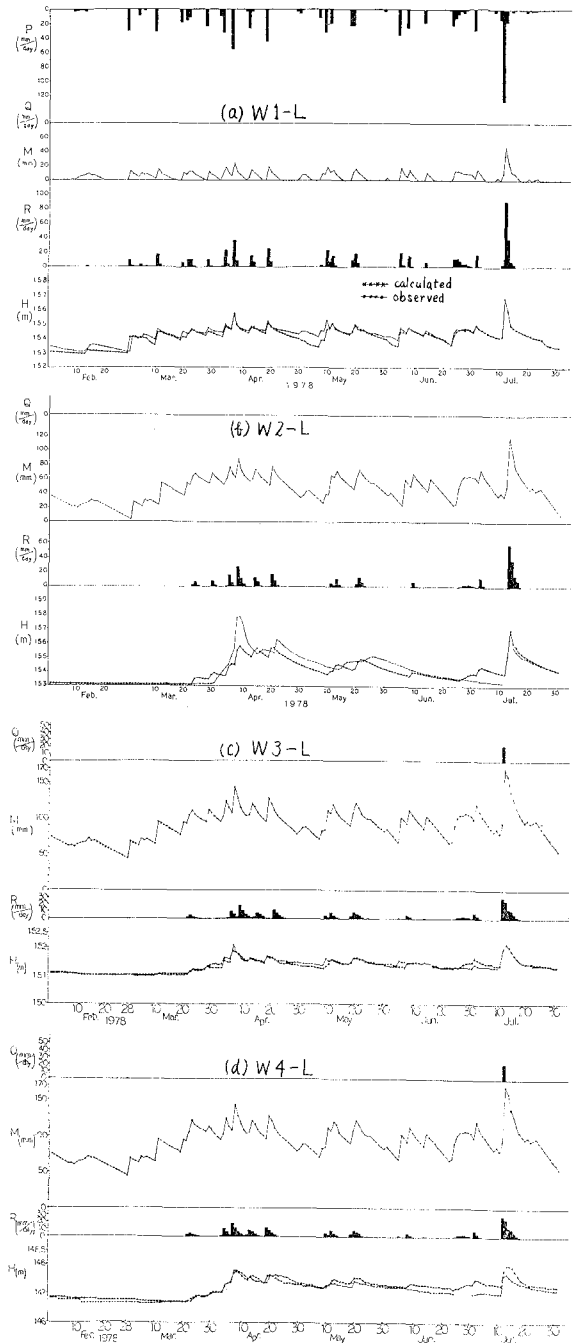


図4. 各モデルによる計算結果