

タンクモデルを用いた不圧地下水涵養量の推定

名城大学理工学部 正 員 原田 守博
名城大学理工学部 学生員 ○ 荻田 章仁
名城大学大学院 学生員 山田 達也

1. はじめに

沖積平野など広域の地下水状態を解析する際には、地下水への涵養量を適切に評価することが必要である。降雨や灌漑水による鉛直方向の涵養過程は、地表の土地利用や浅層地質の影響を受ける複雑な不飽和浸透現象であるが、神野ら(2001)はタンクを用いた簡易なモデルで表現し、良好な結果を得た¹⁾。神野らの解析は時間単位の涵養強度を対象としたものであるが、日単位の涵養現象に対する適用性は十分検討されていない。そこで本研究では、扇状地における日降雨データに対する涵養強度の推定を行ない、本モデルの適用性を検討する。

2. 対象地域における不圧地下水位の変動特性

対象地域は滋賀県南部に位置する野洲川扇状地である。地域内には不圧地下水の観測井が図-1に示すように13箇所設置されており、過去16年にわたって日単位の水位データが得られている。観測された水位の年間変動の一例を図-2に示す。これを見ると、地下水位は降雨後や水田灌漑期(5月~9月)に上昇していることがわかる。降雨や灌漑水の浸透には地表の土地利用や浅層の地質特性が密接に係わっているもので、地下水への涵養量はこれらの影響を強く受けているものと推察される。観測井周辺の土地利用は図-3に示すように農地から市街地まで様々であり、浅層の地質も砂礫層から粘性土層まで場所的に異なっていることから、地下水涵養量も空間的に変化していることが予想される。次節では、降雨量と地下水位の日データを用いて地下水涵養量を求め、土地利用状況や浅層地質特性との対応関係を検討することを目指す。

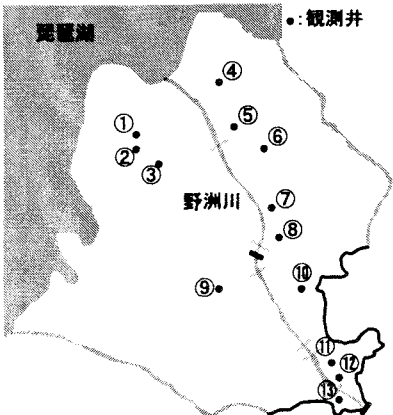


図-1 地下水観測井の分布



図-2 地下水位変動の一例 (近江富士観測井)

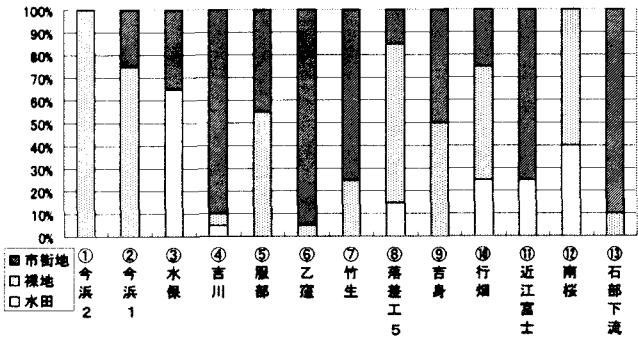


図-3 観測井周辺の土地利用状況(半径50m)

3. 涵養過程のモデル構築およびパラメータの同定方法

図-4は本研究で用いるタンクを用いた地下水涵養モデルである。モデルの入力データは re (降雨高)と ep (蒸発散高)であり、式(1)~(3)によって h_w (タンク内の水位)と q_w (涵養高), h_f (地下水位上昇高)が計算される。モデルのパラメータは FI (表面流出率), RO (浅層土壌における降雨損失率), AL (土壌の不飽和浸透特性), NE (帯水層の有効間隙率)の4個である。これらのパラメータは、いくつかの降雨イベントに対する地下水位上昇高の計算結果が観測値にフィッティングするように決定される。同定されたモデルは他の降雨イベントに対して有効性が検証される。降雨

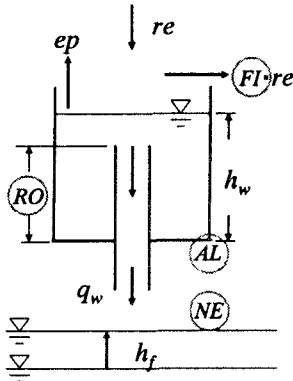


図-4 タンクモデルの構造

イベントの選定に当たっては、無降雨期間が7日以上ものを抽出し、Thorntwaite 式によって求めた月毎の日蒸発散量から降雨前の無降雨期間の蒸発散量が等しくなるイベントとした。さらに一雨降雨総量がほぼ同量で、地下水面深度が同程度のものに限定した。

4. 計算結果

今回のタンクモデルを実際に用いて、降雨時の水位上昇を計算した結果の例を示す。降雨イベントは、無降雨期間の蒸発散量が 30mm 前後、一雨降雨量が 35~50mm、降雨開始時の地下水位標高が同様のものを3つ選択した。観測井⑬(石部下流)と観測井①(今浜1)においてタンクモデルを適用したときの水位上昇の数値解と観測値の比較を図-5, 6に示す。CASE-1 の降雨イベントに対してフィッティングを行ったところ、モデルパラメータは観測井⑬では $FI=0.1, RO=2.0, AL=0.45, NE=0.20$ 、観測井①では $FI=0.05, RO=1.0, AL=0.60, NE=0.20$ 、となった。市街地が90%を占める前者の方が、同25%の後者よりも FI 値が小さくなっているなど、土地利用に応じてパラメータが変化するのがわかる。同定されたパラメータを用いて他の降雨イベントに適用させたところ、観測井⑬では比較的良好な結果が得られたが、観測井①では若干の誤差が見られた。今後他の観測井についても解析し、モデルの精度評価を行う必要がある。

$$\frac{\partial h_w}{\partial t} = (1 - FI) \times re(t) - q_w(t) - ep(t) \quad (1)$$

$$q_w(t) = AL(h_w(t) - RO) \times Y\{h_w(t) - RO\} \quad (2)$$

$$\frac{\partial h_f(t)}{\partial t} = \frac{q_w(t)}{NE} \quad (3)$$

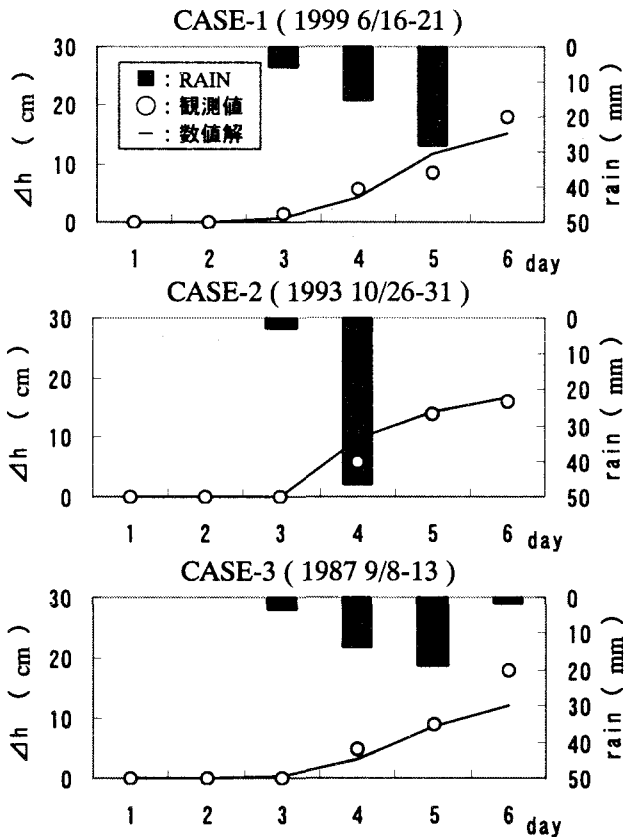


図-5 計算結果—観測井⑬(石部下流)

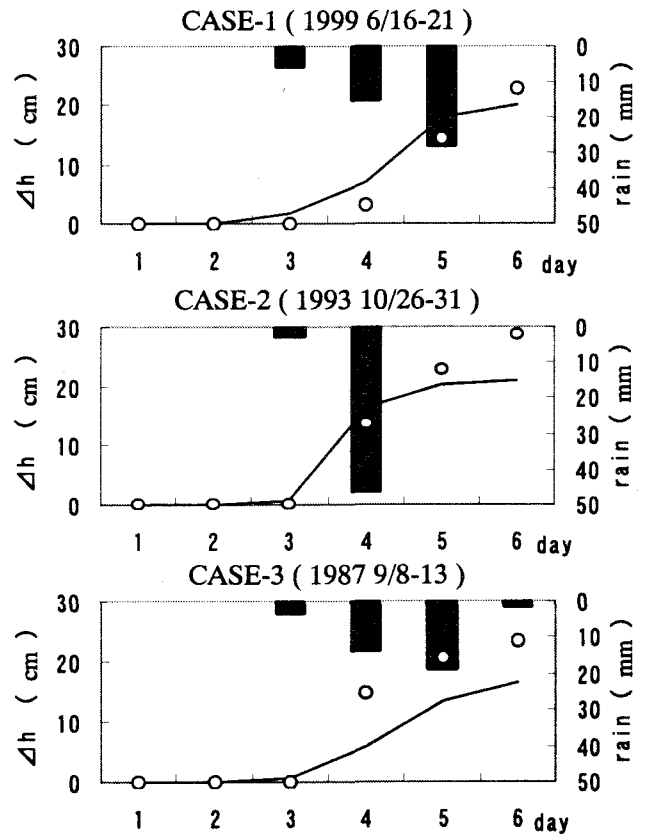


図-6 計算結果—観測井①(今浜1)

5. おわりに

現段階では2地点の解析に留まっているが、今後は全観測井について同様に解析を行ない地下水涵養量と土地利用・浅層地質との係わりを明らかにする予定である。こうした検討を通じて、広域地下水解析で必要となる地下水涵養量を、扇状地全体について面的に得ることが可能となる。

参考文献 1) 神野健二・堤敦・大枝良直：地下水位上昇期の観測値を用いた雨水の涵養モデル検討，水工学論文集，第45巻，p.367-372，2001。