

鳥取大学 工学部 正 員 ○鈴木 幸一
鳥取大学 工学部 正 員 道上 正規
鳥取大学 工学部 正 員 檜谷 治
鳥取大学 工学部 学生員 佐藤 英治

1. はじめに

一般に、不圧地下水位は地表からの浸透水の影響を受けるが、本研究は図-1に示す鳥取県西部に位置する箕蚊屋平野を対象に、主として降雨による地下水位の変動特性を数値シミュレーションしようとしたものである。

2. 基礎式と数値シミュレーションの方法

ダルシー則を適用した不圧地下水位の連続方程式は、図-2に示す記号を用いて次のように表わすことができる。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left\{ Kh \frac{\partial (h_0 + h)}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ Kh \frac{\partial (h_0 + h)}{\partial y} \right\} + q_s - q_d = n \frac{\partial (h_0 + h)}{\partial t} \quad (1)$$

ただし、 K は透水係数、 n は土の有効空隙率、 q_s および q_d はそれぞれ単位面積当りの地表からの浸透量および揚水量である。(1)式は、 h に関しての非定常非線形方程式であるから、式中の非線形項のうち一部の h を仮定して線形化し、さらに、空間に関して有限要素法を、時間に関して差分法を適用することによって解くことができる。数値解析を行なうに当たり、計算領域を図-3に示すような三角形要素に分割する。この図の破線で示す外部境界の水位は、河川水位および海水位で与えられ、全て基本境界条件となる。地表からの浸透量 q_s は、図-4に示すようなタンクモデルを用いることによって推定する。このモデルでは、浸透量 q_s を次のように表わすことができる。

$$q_s = \beta S, \frac{dS}{dt} = R - q_s - q \quad (2)$$

$$\text{ただし、} \begin{cases} q = \alpha(S - L) : S > L \\ q = 0 : S \leq L \end{cases}$$

R : 単位時間雨量

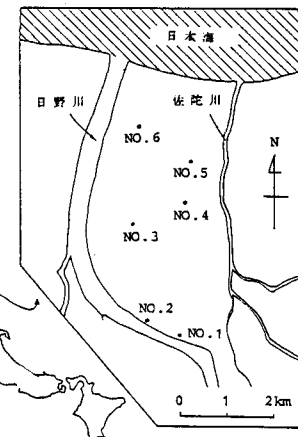


図-1 箕蚊屋平野の概況

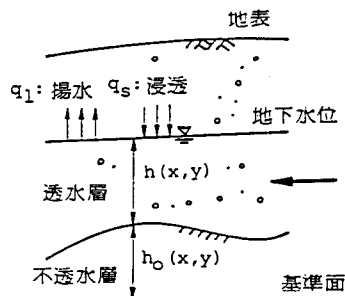


図-2 記号図

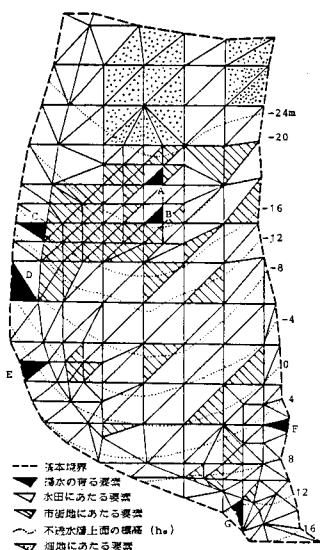


図-3 有限要素メッシュ

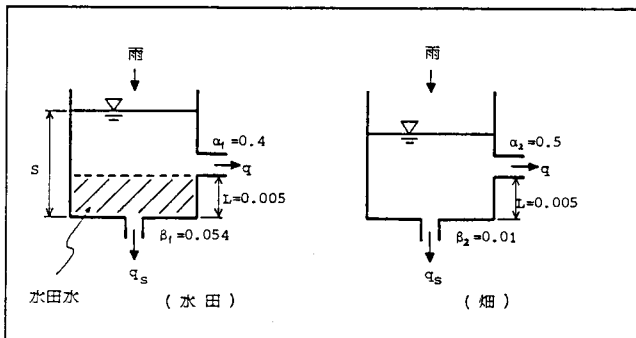


図-4 浸透水のタンクモデル諸定数

タンクモデルの諸定数は、水田水の減水深や地質条件および観測値の特性を考慮して決定した。また、対象としている平野では、夏期の不圧地下水位面は比較的高く、図-5の地質図にみられるように、夏期には地下水位は地表面地下下の難透水層内で変化すると考えられるから、有効空隙率 n は、夏期において $n=0.02$ 程度とみなされる。一方、冬期においては地下水位は砂利層のいわゆる滞水層内で変化するから、有効空隙率はかなり大きくなり $n=0.15$ 程度となる。⁴⁾

3. 解析結果

解析対象期間は、定常に近い状態であった後に比較的多くの降雨があった期間として、夏期において昭和58年7月15日から7月24日まで、冬期において昭和58年11月11日から11月20日までのそれぞれ10日間を対象に行なった。図-6および図-7は、図-1の○印で示す古井戸のうち水田と畑の代表的な変動状態を示している地点No.3とNo.6での地下水位の時間的变化を、それぞれ夏期および冬期について示したものである。両図において、実線は解析値を、破線は観測値を示し、上部に時間降水量を示している。地下水位は水位が比較的高い夏期には降雨に非常に敏感で数時間遅れで応答していることがわかる。一方、水位の低い冬期では降雨に対する応答はあまり敏感でなく、降雨の影響は数日後まで尾を引くことがわかる。土の有効空隙やタンクモデルの諸定数は、観測値の特性を計算結果がよくシミュレートするように決定しているものの、解析による地下水位の降雨に対する応答特性は夏期および冬期ともに観測値による特性と非常によく一致している。

4. おわりに

土の有効空隙率やタンクモデルの諸定数の適切な選択を行なえば、上述のシミュレーション法はかなりよく不圧地下水位変動を表わすことができると考えられる。

(参考文献)

- 1) 福岡ら(建設産業調査会): 地下水ハンドブック、1979。

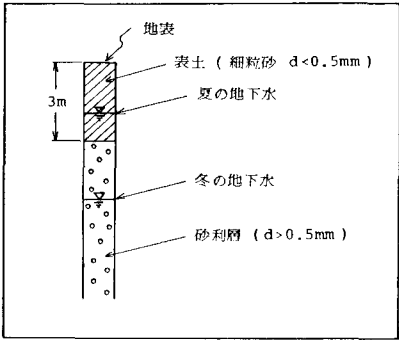


図-5 地下水位と地層

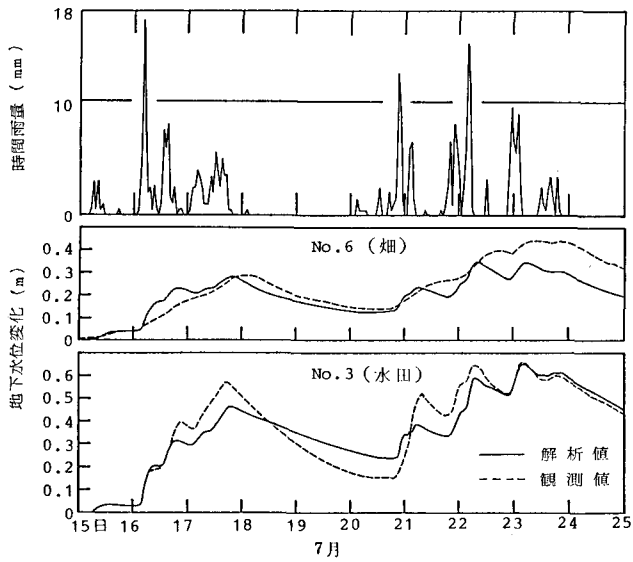


図-6 不圧地下水位の雨量応答特性(夏期)

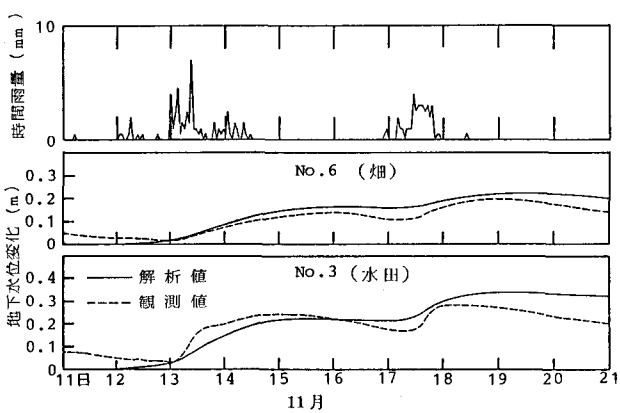


図-7 不圧地下水位の雨量応答特性(冬期)