

## 降雨に対する平面2次元非混合淡塩境界面の変動シミュレーション

九州大学工学部  
九州大学工学部  
沖縄総合事務局

学生員 ○茹 瑛  
正会員 神野 健二  
長田 実也

九州産業大学工学部  
九州大学工学部  
九州大学工学部

正会員 細川土佐男  
学生員 中川 啓  
正会員 田尻 要

1. はじめに：地下ダムの計画を進める際には、対象地の水収支のほか、海岸近辺での塩水くさびの侵入解析が水管理の大きな課題となっている。そこで本報では、I島における塩水くさびの平面的な侵入についての数値解析をおこない検討した。

2. 解析対象地の概要：解析対象地の平面図を図-1に示す。現地は、北東から北西に延びる谷地形を示し、谷の中央部では標高3-5mの平坦面を形成している。この谷地形は、海岸より300m付近で一旦狭まり、これより内陸部で末広がりとなる。現地では、日降雨量と地下水位、電気伝導度などが測定され、降雨によって浅い位置での電気伝導度が変化することや、降雨により地下水位が鋭敏に反応することがわかっている。また現地では、主産業としてサトウキビが栽培されており、そのため地表面がかなり乱されていることなどから降雨の浸透は時間単位で生じている可能性がある。

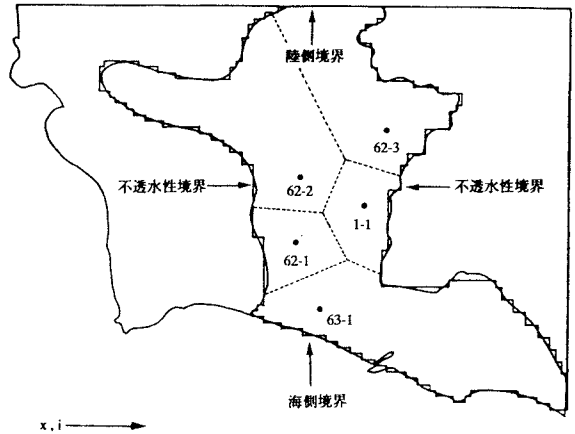


図-1 現地概略および解析領域図

3. 降雨による水位上昇量の推定：解析に先立っては降雨の浸透特性の空間的分布を明らかにする必要がある。そこで、まず全体像を明らかにするため、図-2のようなモデルを検討した。R(t)を時間降雨量、Y(h<sub>T</sub>(t)-h<sub>L</sub>)をステップ関数、h<sub>T</sub>(t)をタンクの水位、h<sub>L</sub>を流出孔の高さ、a<sub>L</sub>を流出係数、q<sub>w</sub>(t)を不飽和帯から地下水面への流出量として、

$$\frac{dh_T}{dt} = R(t) - q_w(t) \quad \dots \text{タンクの水収支}$$

$$q_w(t) = Y(h_T(t) - h_L) a_L (h_T(t) - h_L) \quad \dots \dots \dots \text{①}$$

$$Y(h_T(t) - h_L) = \begin{cases} 1 & h_T(t) \geq h_L \text{ のとき} \\ 0 & h_T(t) < h_L \text{ のとき} \end{cases}$$

一方、時刻tにおける地下水位の標高をH<sub>w</sub>(t)、有効空隙率をn<sub>e</sub>とすれば、次式が成り立つ。

$$\frac{dH_w(t)}{dt} = \frac{q_w(t)}{n_e} \quad \dots \dots \dots \text{②}$$

したがって、パラメータであるh<sub>L</sub>とa<sub>L</sub>を観測した地下水位の上昇に、式②による計算値がベストフィットするように求めることにより降雨R(t)に対する応答モデルを作ることができる。このようにしてサトウキビ畑に降った雨が観測孔ごとにどの程度浸透するかを示したのが図-3である。モデルによる推定値(D)と観測値(E)は、よく合っている。

4. 数値解析：数値解析については、くさび先端位置の推定に適した格子点固定法の差分法によりおこなった<sup>1)</sup>。さらに、図-1のようにティーセン分割し、先に各領域ごとに求めたパラメータを降雨入力処理のパラメータとして導入した。解析領域は図-1に示すように、標高0m地点を結び、これで囲まれる部分を

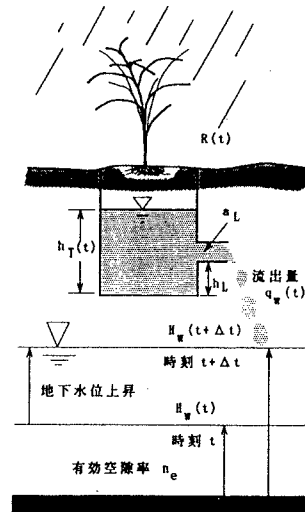


図-2 地下水位上昇モデル

解析領域とした。現地は、基盤から上に3層が堆積した多層地盤であるが、本計算では地表面から20mの上層部のみを対象として解析をおこなった。両側を不透水性境界とし、指定水頭境界として海側境界、陸側境界をそれぞれ定める。なお、格子幅は  $\Delta X, \Delta Y=25\text{m}$  の正方向格子を用いた。

5. 結果と考察：図-3 中には、本計算による水位上昇の計算結果もあわせて示している。タンクモデルを用いて水位上昇の表現はよく表すことができた（図-3 中に、G曲線）。図-4 には、降雨前の地下水位の分布を示している。また、図-5 には、降雨補給後24時間経過した地下水位の分布を示している。双方の図を比べると、地下水位が変動しているようすがあらわれており、降雨後、地下水位が全般的に上昇し海側へ流下する流速が速くなっており、くさびを海側へ押し出すものと考えられる。しかし、塩水くさびの海側への後退は非常に緩慢であり、格子幅を大きくとったためにその変動は容易に表現できなかった。すなわち、塩水くさびの後退は日レベルの降雨ではほとんど起こりえず、より長い期間での解析が必要であると考えられる。図-6 には、3ヶ月間の降雨を与えて計算したものの結果である。ここでやっとくさびの海側への後退が見られた。また実際のボーリング孔での電気伝導度の測定値では、内陸部でもランダムかなり高い値を示しており、揚水による人為的な攪乱も考えられる。今後はより詳細な観測を行ない、塩水侵入のメカニズムを検討したい。

No 63-1 1991.02.13

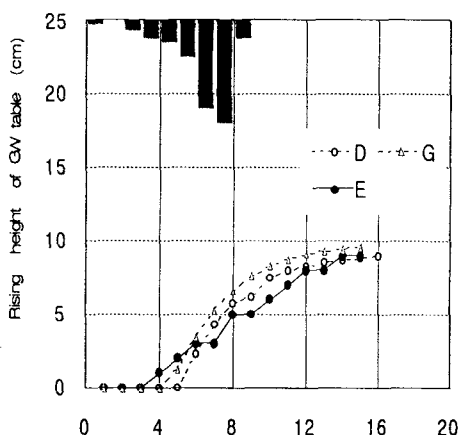


図-3 降雨に対する水位の上昇

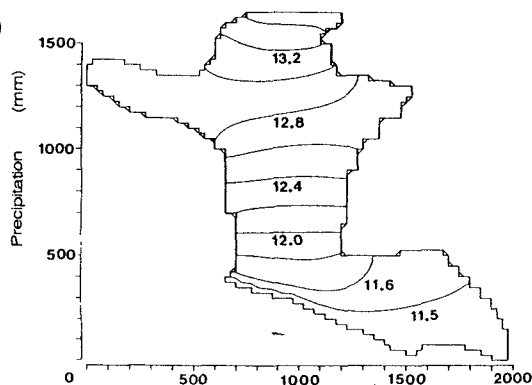


図-4 降雨補給前の地下水位分布

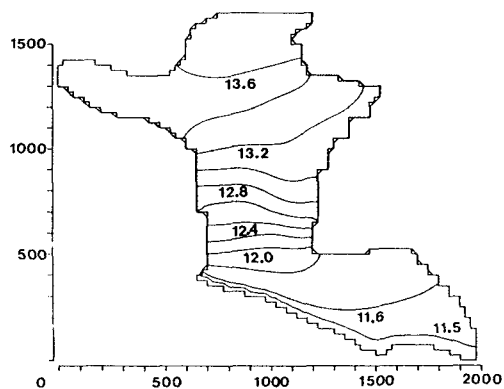


図-5 降雨補給後24時間の地下水位分布

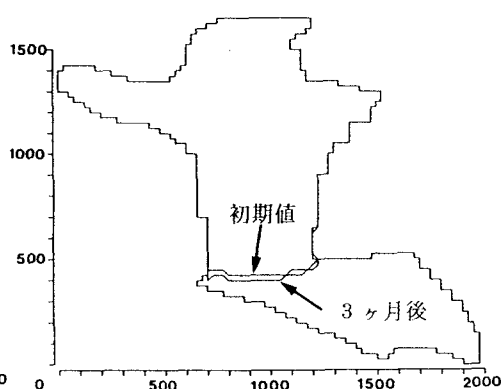


図-6 3ヶ月降雨を与えた計算結果

6. おわりに：今後は蒸発散を考慮した解析や、水位の下降なども考慮したモデルを検討したい。

謝辞：本研究にあたり貴重な資料や助言を頂いた関係諸機関に御礼申し上げます。

参考文献：1) 藤野和徳：地下密度流の数値解析と塩水侵入の制御に関する基礎的研究、九州大学学位論文、1988