

II-214

地下水塩水化解析モデルによる塩水化対策の検討

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 松原 武司, 古賀 淳一, 田中 里美
九州産業大学土木工学科 正会員 細川 土佐男

1. はじめに

本検討の対象となるB川下流部の平野はリアス式海岸を形成し、沈降した谷地形をB川が浸食・運搬した土砂で埋めた埋積谷である。そのため平野部では砂礫層が厚く分布しており、主要な地下水帯を形成している。この地下水は、B川下流部に位置するS市上水道及び民間事業者の工業用水の主要水源となっており、その揚水量は年間約12,000千 m^3 に達している。地下水観測等から、揚水源地直前まで地下水の塩水化が進行しており、将来S市の水事情に大きな影響を与えるものと予想される。

本検討は、地下水塩水化解析モデルを用い塩水化防止のための対策について検討した。

2. 検討対象地域の概要及び地下水塩水化の動向

対象地域の地下水は河川からの伏没により涵養され、粘土・シルト層により浅層地下水と深層地下水に分かれ、深層地下水は被圧されている。各揚水井ではこの被圧帯水層（TP. -10m~-40m）から地下水を揚水している（図-1参照）。揚水井はB川上流7~8km付近（以下、K水源地区）に位置し、昭和30年代から水源地の拡張が始まり、現在ではS市上水用揚水井が9本、民間揚水井が4本集中している。また、本地域では平成7年から本格的な地下水観測が行われており、K水源地区下流側にm観測井（河口から3.5km）、j観測井（河口から5.0km）、f観測井（河口から5.5km）、i観測井（河口から6.2km）と4本の観測井が設置され、地下水位観測の他、各観測井の深度方向5~10mごとに塩素イオン濃度、電気伝導度が観測されている。K水源地区に最も近いi観測井（直線距離で500m程度）では、TP. -30m以下の観測点で水道基準値である200mg/lを超える塩素イオン濃度の値が観測された（図-2参照）。

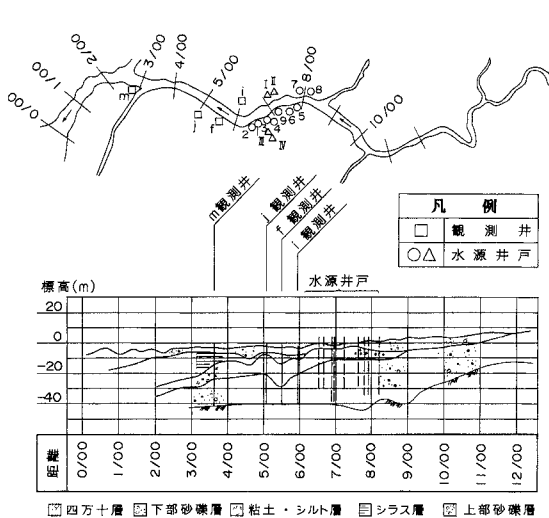


図-1 地質構造及び揚水井、観測井位置

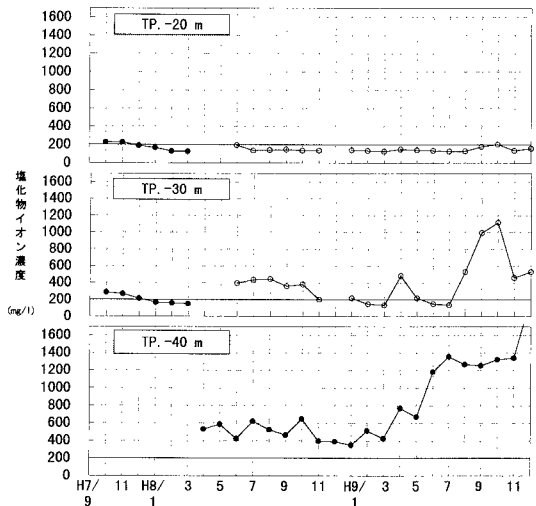


図-2 i観測井塩素イオン濃度経時変化

キーワード：地下水塩水化、塩水化解析モデル

連絡先：〒810-0001 福岡市中央区天神1-6-8

TEL 092-751-1431

FAX 092-751-3038

3. 地下水塩水化解析モデル

(1) 解析検討手法

本検討では、対象となる被圧帯水層の地下水塩水化の解析を、「平面二次元地下密度流解析モデル」を用い検討した。

(2) 基礎方程式

$$\text{塩水層: } n \frac{\partial h_s}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial x} \{ (h_s - y_L) u_s \} - \frac{\partial}{\partial z} \{ (h_s - y_L) v_s \}$$

$$\text{淡塩水層: } (y_u - h_s) S_0 \frac{\partial h_f}{\partial t} - n \frac{\partial h_s}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial x} \{ (y_u - h_s) u_f \} - \frac{\partial}{\partial z} \{ (y_u - h_s) v_f \}$$

$$\text{淡水層: } (y_u - y_L) S_0 \frac{\partial h_f}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial x} \{ (y_u - y_L) u_f \} - \frac{\partial}{\partial z} \{ (y_u - y_L) v_f \} - Q_m \cdot \delta(x - x_m) \delta(z - z_m)$$

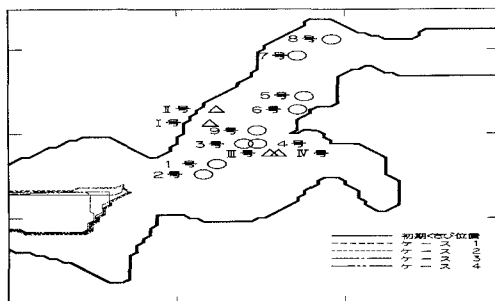
ここに、 n ：有効間隙率、 S_0 ：比貯留量、 Q_m ：井戸の揚水量、 $\delta(x)$ ：デルタ関数、 x_m 、 z_m ：揚水井の座標である（図－3参照）。

4. 塩水化対策及びその効果の検討

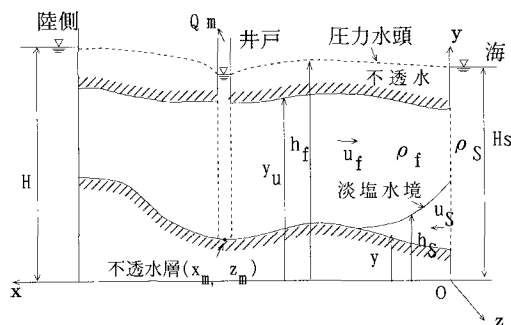
塩水化解析モデルを用い、一定期間揚水した後の塩水くさびの推移及びその時の各観測井地点での地下水位を対策案ごとに求めた。検討した対策案は、K水源地区で最下流に位置するS市2号井からの揚水を停止し、不足揚水量分を上流側S市1，3，4号井に振り替えた場合（ケース2）、S市1，2号井の分を3，4号井に振り分けた場合（ケース3）、同じく1，2号井の分をK水源地区の上流側に位置する7，8，9号井に振り替えた場合（ケース4）とした。また、現況のままの揚水をケース1とした。

5. 検討結果

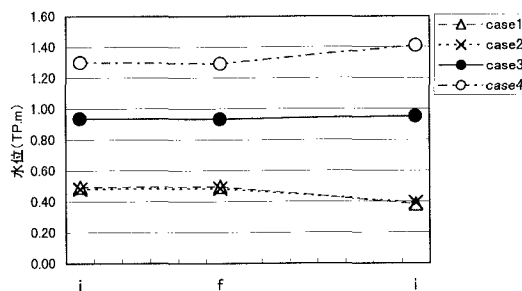
ケース1，2では塩水くさび先端位置はK水源地区へ進行するが、ケース3，4では後退する。ケース3と4の比較では、停止した1，2号井の揚水量をより上流の揚水井に振り分けたほうが、塩水くさびの後退は大きい（図－4参照）。また、対策案ごとの各観測井地点の地下水位計算結果を図－5に示す。



図－4 塩水くさびの推移



図－3 解析モデルの概念



図－5 各観測井での地下水位計算結果

6. 考 察

塩水化防止のためには、塩水くさびに近いK水源地区下流側揚水井の揚水を停止し、水源地区下流側での地下水位をTP. 1.0m以上に保つことが必要である。

参考文献

- 1) 細川土佐男：地下密度流の流動および分散現象の解析と淡水の有効取水に関する基礎的研究，平成4年8月
- 2) 中田・杉尾：海岸互層地盤における地下密度流について，土木学会西部支部，pp. 220-221，1990