

# 八代地域の地下水揚水量の変化について

熊本高専 正 員 藤野 和徳

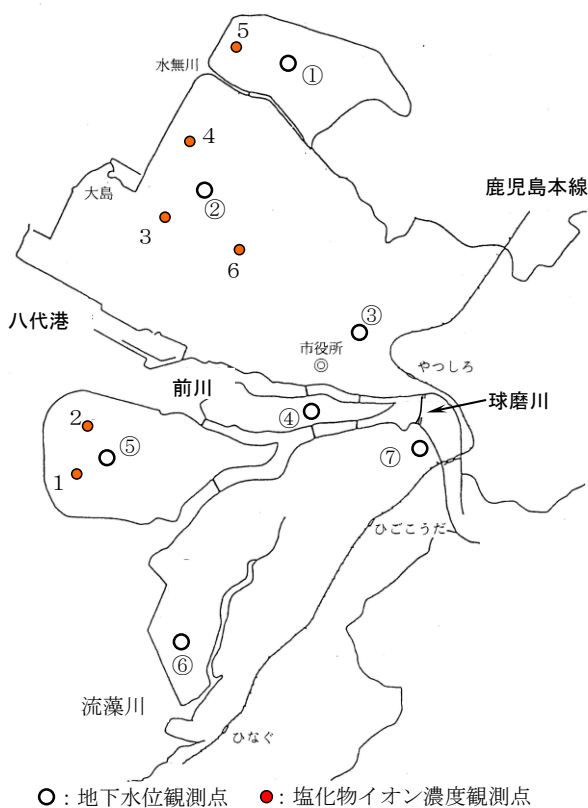
〃 学生員 吉田 亜寿翔

## 1. はじめに

八代市には球磨川が流れ、この球磨川の河川水が地下に浸透し、豊富な伏流水(地下水)を形成している。この地下水を八代地域ではこれまで各種用水に利用してきた。近年、人口の減少、米・イグサの作付面積の減少、企業努力による工業用水量の減少に伴い、地下水の揚水量は減少していると思われる。しかしながら、まだ、各種用水を地下水に頼っており、適正な地下水利用であるかを検討していく必要がある。

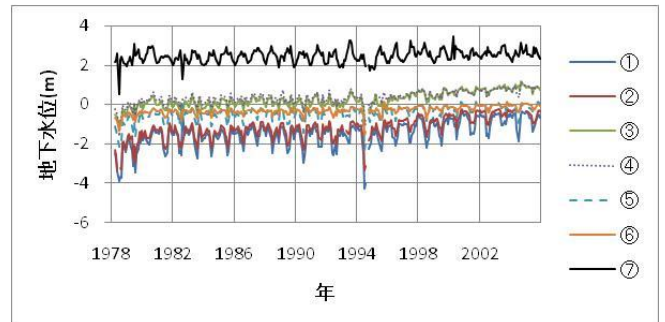
本研究は、八代地域がどの程度の地下水を利用しているかを、観測地下水位から推定する手法を提案し、八代地域の地下水利用が適正であるかを検討するものである。

## 2. 八代地域の地下水



図－１ 地下水位観測地点

図－１に八代地域の地下水位観測地点 7 カ所を



図－２ 地下水位の変化

示す。⑦は不圧地下水の井戸であるが、それ以外は全て被圧地下水帯の観測井戸である。図－２に地下水の経年変化を示す。近年、地下水位は上昇傾向にある。

八代地域は各種用水に地下水が利用されていることから、地下水の塩水化などの地下水障害対策の一環として地下水位の観測が続けられ、また揚水量の調査が行われている。

1978 年 4 月より①②③の地下水位の観測が開始され、1985 年にはさらに④⑤⑥の 3 カ所の地下水位の観測が始まり、⑦については 1987 年から観測されている。また、1976 年から 1977 年にかけて八代市域の全戸に対して地下水の揚水量について聞き取り調査を行い、その結果が八代市井戸水実態調査報告書に纏められ、この時の日揚水量は 637000m<sup>3</sup>であった。

八代地域で地下水は大部分が被圧地下水からを揚水しており、その被圧帯水層はの帯水層は、球磨川の右岸と左岸では差異はあるが、被圧帯水層は 3 層からなっている。また、透水係数は八代平野南部地域地下水利用適正化報告では、 $k=3\sim5\times10^{-3}m/sec$  と報告されている。

## 3. 揚水量の推定手法

揚水量を明らかにするための聞き取り調査は、多くの人員と時間を要することから、観測地下水位を情報量として利用し、推定する方法が有効だと考えられる。本研究では、次式で示す定常被圧地下水の地下水流方程式で地下水位を計算し、⑦を除く 6 カ所の地下水位にできる限り一致するように揚水量を求めることと

した。⑦の地下水位は境界水位として与えた。

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = \sum_i \frac{q_i}{T \cdot \Delta x \cdot \Delta y} \quad (1)$$

ここで、

$h(m)$  : 地下水位(m),  
 $T(m^2/日)$  : 透水量係数  
 $\Delta x, \Delta y$  :  $x, y$  方向の格子間隔

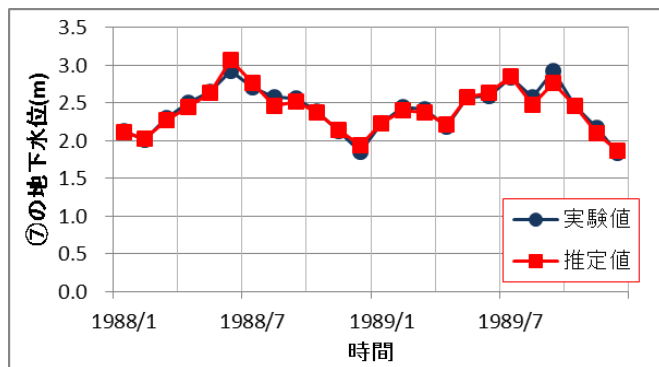
$h$  を求める数値計算は差分法を使用している。

揚水量の推定は揚水量が既知である 1977 年の地下水位から透水量係数を求めるのがよいが、1 年を通して①～③の地下水位が観測されているのは 1979 年であることから、式(2)を用いて 7 か所の観測地下水位が揃っている 1988 年から 1991 年の 4 年間の地下水位と降水量を使用し、1979 年の④～⑦の各月の地下水位を回帰分析により推定した。

$$h = a_0 + \sum_{i=1}^5 a_i x_i \quad (2)$$

ここに、 $a_0 \sim a_5$  は定数、 $x_1 \sim x_3$  はそれぞれ①～③の地下水位、 $x_4$  は当月の降水量、 $x_5$  は前月の降水量とした。

図－3 に⑦の実測地下水位と推定地下水位の比較を示す。



図－3 地下水位⑦の推定結果

揚水量を求めるに当って、土地被覆図を参考に解析領域を 6 つに分類し、6 つの揚水量を求めることとした。6 つの分類を以下に示す。

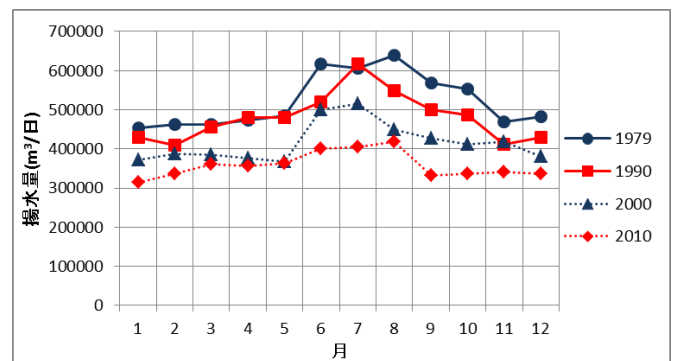
- 1 : 球磨川右岸の工業用地
- 2 : 球磨川右岸の田畑
- 3 . 球磨川右岸の住宅用地
- 4 . 球磨川右岸の山側 (田畑+果樹園)
- 5 . 球磨川左岸の田畑
- 6 . 球磨川左岸の住宅用地

差分法で地下水位を算定する際、格子間隔は 500m メッシュとし、各格子点には井戸が設置されていると

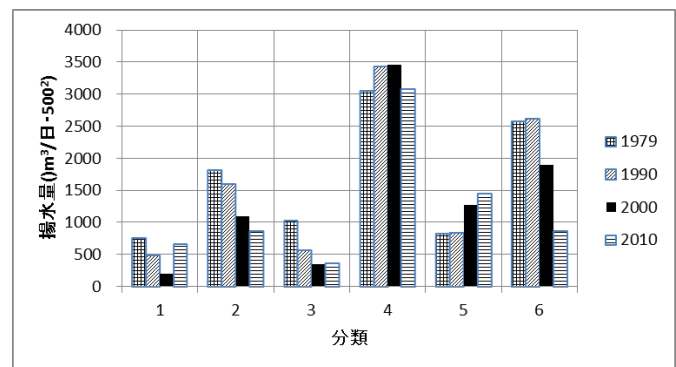
して、一つの分類内では揚水量は一定として観測地下水位と推定地下水位の差の 2 乗和を適応関数値として、これが小さくなるよう、遺伝的アルゴリズムを用いて揚水量を推定した。推定はまず透水量係数を仮定し 1979 年の揚水量を推定したところ、8 月の揚水量が最大となったため、8 月の日揚水量が 637000m<sup>3</sup>/日程度になるよう透水量係数を設定し、推定を行った。

#### 4. 推定結果

1979 年、1990 年、2000 年、2010 年の各月の日揚水量の推定値を図－4 に示す。1979 年の年間揚水量を 100% とすると 1990 年は 92.1%，2000 年は 79.5%，2010 年は 68.6% となり、算定結果より、年々揚水量は減少傾向がみられた。



図－4 揚水量の推定値



図－5 各分類の揚水量の変化 (推定値)

#### 5. 結び

観測地下水位と推定地下水位の差が小さくなるように揚水量を推定手法の定式化ができたと考える。現在の揚水量は 1978 年の調査時の 70% 弱の結果となった。示していないが塩化物イオン濃度も現在安定していることから、ほぼ揚水量は適正の範疇に入ると考えられる。