

Ⅲ-94 大和高原における地下水開発に関する研究

京都大学工学部 正員 工博 松尾新一郎
同 大学院 学生員 工修 河野伊一郎

1. まえがき. 本報告は山間部の小盆地における地下水開発可能量の推定方法に関する見解とその考察である。調査および考察の対象地として奈良県の大和高原をとりあげた。当地域は名阪国道の貫通予定によって大きく発展するきざしをみせ、将来は学園都市として数万の人口が予想されている¹⁾。一方、その用水対策についてはいまなお未解決であるという実状にかんがみ、特に都祁地域において地下水開発量の推定を試みた。都祁地域は大和高原の南部に位置し面積約 10km^2 の高原地帯の一部である。地形的には一つの分水界に囲まれた小盆地の集合で、降雨後の水循環は蒸発散を除いては地表あるいは地下を流動し最終的に一河川より流出している。こうした条件のもとで以下に述べる地下水開発可能量の推定方法を実施した。これまでびわ湖周辺地帯の地下水位変動²⁾、奈良盆地における地下水開発³⁾など広範囲の地下水を巨視的な立場から研究してきた。本報告はその一連の研究である。

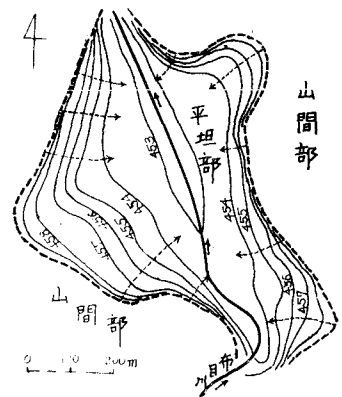
2. 地下水調査. 地下水開発を目的とする地下水調査の主幹をなすものは地下水の流動状態の調査、帯水層の状態および地下水涵養源の性格の把握である。

a) 地下水位の測定と地下水位等高線図。地下水は地下水位等高線とほぼ直角の方向に移動するので地下水流の方向を知るために地下水位等高線図が必要である。図-1は都祁地域のうちの北白石地区の地下水位等高線図である。高原地帯を流れる河川は一般に周辺の地下水によって涵養されている場合が多く、同図からもこの状態を理解することができる。

b) 帯水層の状態。既存のボーリングデータを参考にし、電気探査を行ない、地形や地質の状態を考慮することによって代表地点を選び新たにボーリングを行なった。柱状図を作成するかわりにこのボーリング孔を利用して簡単な注水・揚水試験を行ない帯水層の透水係数を求めた。各地点の基盤の深さの差はあっても北方向の透水係数の変化が非常に少く、帯水層のほとんどが 10^{-3}cm/sec のオーダーであり、山間部の小盆地の特性を示しているように思う。

c) 地下水涵養源について。地域を平坦部と山間部とに分けると地下水涵養源は後者のすのみと考えてよい。なぜなら平坦部の表土は水田土壌で不透水性である。したがって地下水涵養状態を把握するためには山間部における降雨、流出状態あるいは地覆や土質、地質条件の調査が要求される。これらできるだけ定量的に把握するために3)で述べるような考え方が適当であると考ええる。

3. 地下水開発可能量の推定方法. 図-2のようなモデルを考え、地下水をつぎの3段階に区別して考察し、最終的にその相互関係から開発可能量の推定を行なう。 Q_m = 山間部における湧水期の地下流出量、すなわち涵養能力。 Q_b = 山間部から供給され得る水が平坦部の帯水層へ移動しうる山間-平坦境界線での流動能力。 Q_p = 平坦部における揚水量。



5/1-1 地下水位等高線図

a) Q_m については山間部の個々の地塊の
能てではなく、山間部のいくつかの区分帯
のそれを代表するものでなくてはならない。
一般に降雨後の地下水流出力の変化は指数
関数であらわせる。したがって比較的長時
間降雨がなくとも地下水供給が急激になく
ならずなだらかな降下曲線を描く。当地区

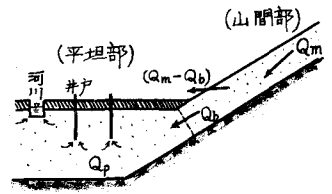
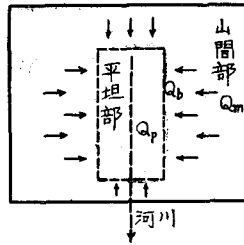


図-2 地下水流動のモデル

のように蒸発散以外はすべて布目川から流出していることを考えると、逆にこの河川流量から Q_m の
定量的推定を行なうことができる。そこで、湧水流量はそのほとんどが地下水流出によるものと考え
られるのでこの流量を山間部の面積で除し、巨視的ではあるが単位面積当りの Q_m の算定を行なった。

b) Q_b については山間-平坦の境界線上での地下水勾配、透水層厚さ、および透水係数の値が必要
である。境界付近では基盤が比較的浅く平坦部とくらべると簡単に電探や簡単なボーリングから推定
した。 Q_b の値は Q_m とは全く別に Darcy の法則によって算定できる。そこで Q_m と Q_b との連続性
の考察が重要である。いま $Q_m < Q_b$ の関係が得られたらその区分帯の Q_m の算定が誤ったか、
あるいは一時的な Q_b の増大などによる過剰評価と考えられ、いずれにせよ不合理である。むしろ、
その値の小さい方を Q_b として採用すべきである。 $Q_m \geq Q_b$ の関係が成立すべきで、 $(Q_m - Q_b)$ の水
量は境界を地下水として流下することができず、表面流として逃がっている部分である。現地において
境界部を小さい溝となって流出している水量がこれに相当する。

c) Q_p はもっぱら滞水層の性格に左右される。いわゆる井戸理論を用いて Q_p の算定を行なう。井戸
の構造、配置、あるいは水位低下量は許される範囲内で任意に定められる。しかし正常な地下水開発
(長期継続揚水) が行なわれるためには、 Q_m と Q_p 、あるいは Q_b との間につぎのような関係が総括
的に満たされなければならない。 $Q_m \geq Q_b \geq Q_p$ ここで、 $Q_p \rightarrow Q_b$ とすることは理論的に
は可能であって、経済性あるいは必要性から判断されるべきものである。

4. 都祁地域の地下水開発可能量。 2) で地下水調査結果と 3) で述べた考え方にもとづいて
約 10 km^2 (内平坦部が 1.8 km^2) の当地域の開発可能量を推定した。布目川の湧水流量から逆算して
 Q_m を求めると $15,000 \text{ m}^3/\text{day}$ 、山間-平坦境界線で Darcy の公式を適用して $Q_b = \frac{\pi}{4}(k \cdot i \cdot h)$
の値を求めると $9,400 \text{ m}^3/\text{day}$ 、 Q_p についてはおおよそ 200 m 四方の平坦部に井戸一本を配置し、
45本の井戸から約 $4,000 \text{ m}^3/\text{day}$ の揚水量となった。以上は 3) で述べた Q_m 、 Q_b 、 Q_p の関係を
満足し妥当な結果と考える。

5. あとがき。 以上、地下水の調査から山間部小盆地における開発可能量についての考え方と取
扱い方、および都祁地域で行なった調査の最終結果について報告する。左範囲に亘る大規模な開発を
取り扱う場合には特に、揚水試験のみで開発可能量の推定を行なうことは危険であり、数年間で揚水
量が急減することがあり用水計画に大きな支障をきたすことになる。そうした意味で巨視的ではある
が地下水の収支のサイクルを考慮した考え方が必要であると考え。

参考文献 1) 国土開発計画協会(1963):「奈良県新統合開発計画調査報告書」

2) 松尾, 河野(1962):「なわ湖周辺地帯の地下水性状に関する研究」および同別冊, 近畿地方建設局。

3) 松尾, 河野(1964):「奈良盆地の地下水開発に関する研究」奈良県統合開発課。