

淡路島中部地域における深井戸に関する調査研究

キーワード

深井戸, 電磁波探査, 地下水

株式会社アスカソイルコーナ 正会員 奥野日出

大阪府立大学大学院 生命環境科学研究科 国際会員 小山修平

1. はじめに

近年, 深井戸による水源確保は灌漑目的の水不足や防災用の非常水源だけでなく, 地域環境保全に資する水として広く注目されている. しかしながら, 地下水の量は利用度が増加するに従い, 井戸の相互干渉による恒常的傾斜的な水位低下や井戸性能の経年劣化が発生するため, 井戸の新設時には計画揚水量を確保し得る有効な計画が不可欠である. それには地下水盆下の地質構成や既設井戸の分布などの地域特性を予め整理しておくと共に地域の水理特性から計画揚水量の概算や地下水盆下の地下構造可視化の詳細調査を行う必要があると考えられる. 本文では井戸計画に係わる一連の調査解析手法と結果をとりまとめ, 水源選定位置での揚水試験結果より既設及び新設井戸の性能を評価した.

2. 地下水盆の地域特性^{1),2)}

当地域は大阪湾に面する洲本市街より内陸に至り南北に地下水盆領域が2分され, 表1には地下水盆の地域特性について主な状況を一覧にして示した. これらの特性は涵養域の広さ, 地下水盆下の基盤岩起伏, 断層付近の地下水供給から揚水量の多少や多様な地下水賦存の形態が想定され, また表層地形下の水質が井戸水の用途に影響することも推察される. 新設井戸の計画時には, 表1に示すような地域特性を捉え, 計画揚水量が確保される井戸長(帯水層厚), 井戸干渉のない位置, 用途に適する水質の目安を得ることが必要と言える.

洲本市南部の地域特性は地下水盆内にある孤立丘で分断される表層地形から井戸水の用途が区分され, 洪積台地下は水道・農業水, 沖積低地では工業・雑用水に集中している. 一方, 同市北部の特性としては涵養域が南部の約1/6程度にある洪積台地下に井戸が多在しており, ため池による水不足を補うため昭和40年代から今日に至り水源開発が進められてきた. しかしながら, 近年既設井戸の枯渇や目詰まり, 電蝕などによる井戸性能の低下に加え, 新設時の井戸干渉や揚水量確保の位置選定が重大な課題となってきた.

3. 地域の水理特性^{1),2)}

既存資料より, 地域毎に揚水量, 透水係数などの水理特性を整理しておくことは井戸計画に不可欠と言える.

図1には帯水層厚 d と揚水量(適正揚水量) Q との関係を示す. 帯水層は一般に透水性の高い粗粒子の砂, 礫などの地層をいうが, ここでは試錐日報より水引き現象

表1. 地下水盆の地域特性

地域区分	洲本市南部	洲本市北部
地下水盆面積 (km ²)	87.92	14.13
(長径短径) 単位 km	(7,4)	(3,1.5)
表層地形	洪積台地 沖積低地	洪積台地
山地境界の地質	花崗岩類 和泉層群	花崗岩類
帯水層の地質	大阪層群砂層他 沖積層砂礫	大阪層群砂層他
基盤底の起伏	詳細は不明	顕著
地質構造	山地境界に断層	断層・撓曲複数
井戸水の用途	水道・農業・工業	農業
井戸調査個数	18	13 (15)
井戸長 (m)	46 ~ 162	59 ~ 167
揚水量 (m ³ /day)	200 ~ 2500	150 ~ 2300

() の内, 2箇所がデータ不十分や砂, 砂利のスライム確認と電気検層結果に基づいて決定されたストレーナパイプ全長を帯水層厚 d とした. また鮮新世・大阪層群の地層は調査ボーリングのコア観察より粘土, 砂共に固結しているところが多く, 必ずしも砂層が透水性良好とは限らず, 粘土層の亀裂部や粘土砂互層などに透水性の高いところもあり, ストレーナ位置はスライム確認だけでなく, 水引き現象など総合的に評価した上で決定されることを理由に図2に示す透水係数 k もストレーナパイプ全長を帯水層厚 d として計算した.

透水係数 k の算定はテームの平衡式を用いた.

$$Q = \frac{2.72 \cdot k \cdot (H - h_0) \cdot d}{\log_{10} (R/r_0)} \quad \text{----- (1)}$$

ここに, Q : 揚水量 (m³/min), 但し図1, 図2は (m³/day) に換算, k : 透水係数 (m/min), 但し図2は (cm/sec) に換算, H : 自然水位 (m), h_0 : 揚水位 (m), d : 帯水層厚 (m), r_0 : 井戸の半径 (m), R : 影響半径 (m), $R=250 \sim 1000$ m である.

図1より d と Q の関係においてパラツキがあることや, $Q=a \cdot d$ の相関式に地域差が出ていることは涵養域やその地下構造の影響を受けているものと考えられる.

すなわち, 図2に示す大阪層群または大阪層群と沖積層を伴う帯水層での平均的な k 値のオーダーは $10^{-4} \sim 10^{-2}$ (cm/sec) の範囲にあり, 10^{-2} (cm/sec) のオーダーに

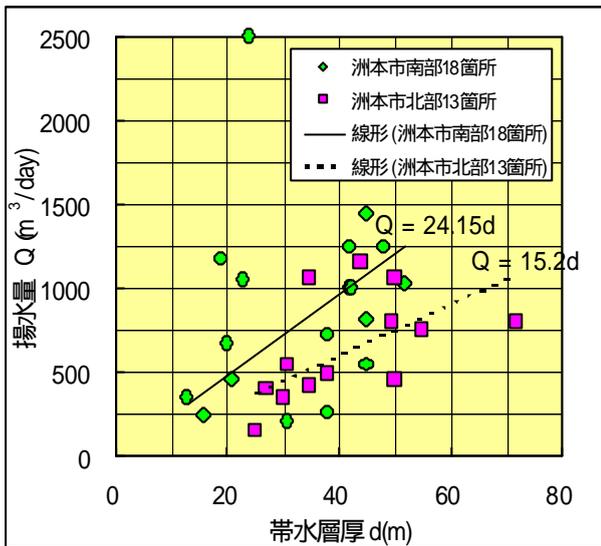


図1.帯水層厚 d と揚水量 Q との関係

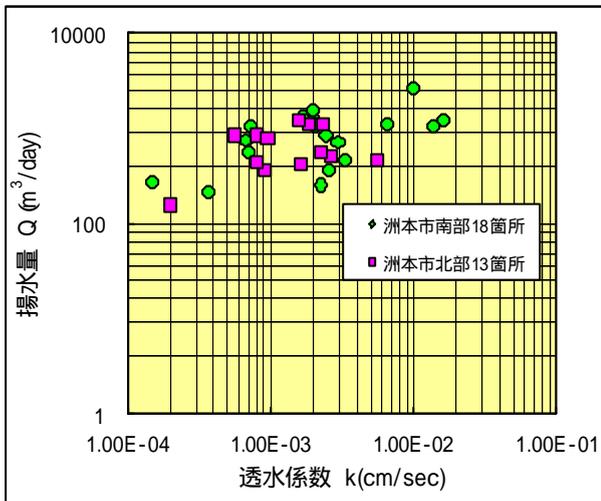


図2.透水係数 k と揚水量 Q との関係

ある地域は南部沖積層の帯水層を含み、大阪層群の帯水層では両地域共に $10^{-4} \sim 10^{-3}$ (cm/sec) の範囲にある。

以上より、井戸計画時には地域区分に基づく d-Q 相関式により計画揚水量が概算でき、また帯水層を構成する地層を考慮した透水係数を与えて計画揚水量を試算することもできる。

4. 水源位置選定と井戸性能の評価²⁾

地域区分に基づく d-Q 相関式や透水係数より計画揚水量の概算ができて、地下水供給が良好な水源位置周辺の地下構造を把握することが必要である。

著者らは、水源確保に課題の多い洲本市北部3地区で地下水盆下の可視化を電磁波探査(30 箇所)より地下500m ~ 1km の比抵抗断面図を作成して基盤岩、帯水層などの分布状況を明らかにした。この結果、表層地質図に示される断層・撓曲以外に基盤岩起伏の状況や断層位置の詳細を把握して、計画揚水量を確保し得る井戸位置を選定した。ここでは比抵抗分布と地質との関係、揚水試験結果から得られた井戸性能について評価を行った。

探査結果から、既設井 K-1 は南北に走る先山断層と安乎撓曲の中間に位置する地溝帯にあり、K-1 から 650m

離れた新設井 F-1 では安乎撓曲に隣接する基盤底に位置することが把握でき、いずれも適切な水源位置と判断された。尚基盤岩は高比抵抗 200 ~ 1000 -m、帯水層では低比抵抗 20 ~ 40 -m を示し、比抵抗値と地質との対応は試錐時のスライムや電気検層結果と整合した。

次に K-1, F-1 井戸の揚水試験結果を表 2、図 3 に示す。

表 2. 井戸性能の対比

井戸名称	既設井 K-1	新設井 F-1
施工年月	昭和52年3月	平成15年7月
施工時揚水量(m ³ /d)	1150	1054
揚水試験年月	平成15年10月	平成15年7月
適正揚水量(m ³ /d)	504	1054
井戸長[帯水層厚](m)	102,[42]	142,[50]
孔底の地質	大阪層群(未着岩)	風化花崗岩
透水係数 k (cm/sec)	テーム(試算) ヤコブ(回復) 同(連続揚水)	
	3.56E-03 1.02E-03 6.02E-04	2.37E-03 2.23E-03 1.31E-03
ストレーナ仕様	スリット加工	巻き線加工
開口率(%)	3~4	25

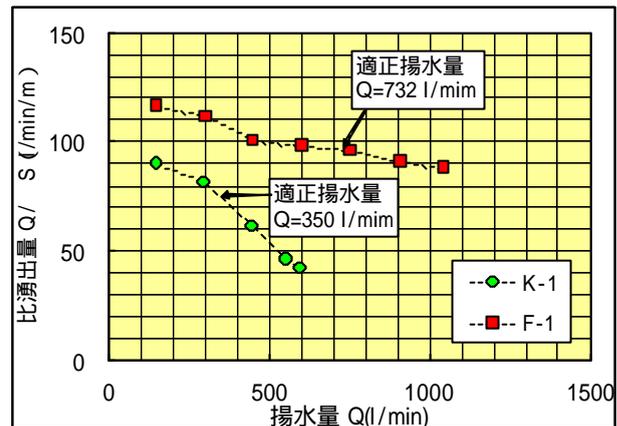


図3.比湧出量 Q/ S と揚水量 Q との関係

K-1, F-1 共に施工時 1000m³/day 以上の揚水能力があったが、築 25 年後の K-1 では適正揚水量が約 1/3 に低下し、図 3 より揚水に伴う比湧出量の低下傾向から井戸性能の衰えが知れる。また連続揚水時の透水係数は、経年使用の目詰まりなどが原因となる井戸損失より 10^{-4} cm/sec のオーダーとなった(表 2)。新設井 F-1 では、井戸の経年劣化防止として開口率の高いストレーナを採用し、図 3 より井戸性能の良好な状況が把握できた。

以上、本調査研究では地下水盆の地域特性をとりまとめ、水理特性の整理より計画揚水量の概算法と水源位置選定の地下構造可視化結果を述べ、また揚水試験による井戸性能の評価を記述した。これらは計画揚水量を確保するための井戸計画の有効な調査手法と考える。

<引用文献>

- 1) 「全国地下水資料台帳」:平成15年,国土交通省
- 2) 奥野日出,小山修平(2006):電磁波探査による洪積台地下の揚水源選定(),平成18年度農業土木学会大会講演会(宇都宮),p.914-915