

# 奈良市およびその周辺における在来井戸の構造および諸元 ならびに地下水層の水理的特性に関する研究

A Study on the Unconfined Groundwater Well in Nara basin

細野 義純\*

Yoshizumi Hosono

## I 研究目的

奈良市を中心とする奈良盆地北部は、かつての都であり、多くの人が居住し、生活の営まれた地域であるが、その生活のための水は、遺跡調査等の結果からも、湧泉や井戸に依存していたものと考えられる。現在では、この地域は都市化が進行し、水道の普及に伴って水利用の形態は変化し、井戸等の所在そのものが失せつつある現状にある。

しかしながら、現在でも寺社等の一部には往時の井戸の存在するところがあり、また、それ以外の旧家等にも在来井戸が残されているものがある。この研究では、これらの井戸を調査し、井戸の構造（掘り方を含む）、諸元（大きさ、深さ）、取水能力（地下水面の位置、変動の特性、継続して汲み上げられることが可能な水量）等の水理特性を明らかにし、地域の自然的特性とともに、かつての大和の水利用がどのようなものであったか等を知るための基礎資料を得ようとするものである。

## II 研究地域の概要と問題点

奈良盆地北部の地域にあっては、その地形形成史の上からも礫層の発達に乏しく、井戸に十分な水量を供給し得るような水理地質的な条件の存在は認め難い。事実、遺跡から発掘された井戸の状態にしても、井戸に接して連続する砂礫層の存在は報告されていない。

考古学の分野において、関東の井戸の例として比較されることの多い羽村市五の神の「まいまいず井戸」、類似の井戸として関西では取り上げられることの多い府中市堀田マンション建設地での井戸址の例、あるいは最近報告された青梅市新町の大井戸<sup>1)</sup>などは、それぞれ関東ローム層に被覆された、拜島礫層、立川礫層、青梅礫層と呼ばれる段丘構成礫層の中に掘り下げた井戸である。

このような帯水層の分布と、水理地質的条件に関する根本的な違いがあるにも係わらず、これまで奈良盆地北部の地域の地下水に関しては研究報告例は殆ど無く、全国的な視点からみて

も研究の空白域とも言える地域である。

一方では、奈良盆地は地下水の宝庫であると考えられていた向きもある。かつて奈良の市長は、京都大学に依頼して奈良盆地の地下水調査を行ない、その量の多いことに驚喜して「鯨が泳げる程の水がある」と新聞発表したことがあるとの記載も残されている（山本荘毅;1994）。<sup>21</sup>

この見解は一面では理解できるものの、一面では適切ではない。すなわち、地下水を包含している地層（帯水層 aquifer）に求められる水理的能力には、水を貯蔵（貯留）する能力と、水を伝達する能力の2つがある。奈良盆地の不圧地下水の帯水層とされるシルト質粘土ないしは細砂では、前者に相当する比保留量（specific retention, 比残留率）は大きい値をとるが、後者に相当する比浸出量（specific yield, 比産水率）は劣っている。この関係は帯水層をなす地層の土粒子の粒径に起因するもので、粘土またはシルトといった微細な粒子からなる部分では土壤水分としての分子間力が作用して、土壤間隙の場にあつて、重力に抗して保持している水量が大きいことを意味している。この結果、含水量は高く維持されるが、水の移動量は乏しいものとなる。粒径の大きい砂礫層ではこの逆となる。

この研究は、以上のような状況に鑑み、奈良盆地北部の不圧地下水について、水文地質学的手法によって、奈良盆地の形成に伴う帯水層の生成過程とともに、当該地域における地下水の賦存機構と水理的特性を知ることにより、地下水にかかわる諸問題、例えば歴史的にはどのようにして地下水の利用が続けられてきたかという問題と、今後に予想される本地域の環境汚染等によってもたらされる地下水汚染問題への対応など、将来における望ましい地下水環境を保全するために留意すべき条件や要因について考察するものである。

### Ⅲ 研究方法と結果

調査地域は、奈良市、大和郡山市、天理市の奈良盆地北部の範囲とした。最初に調査地域内に残されている在来井戸（不圧井）の分布調査を実施した。これらの井戸の所有者または管理者の了解を得て、聞き取り調査と、井戸の実地確認調査を行った。聞き取り調査の内容は、①井戸の掘られた時期。②その後の改修の有無、改修の内容。③現在および過去の使用状況。④これまでに涸渇したことの有無と、涸渇した場合にはその時期及び当時考えられた原因など。とし、ほかに関連する情報についても聞き及ぶことができたものもあった。

また、井戸の実地確認調査では、大縮尺の基本図を用いて、井戸の位置と地点の標高を決定した上で、井戸内部を強力な照明器具を用いて観察し、必要な場合には井戸内部の写真撮影も併用して、①井戸側の構造の確認。②使用材料の判定。③井戸各部の大きさ等の測定。を行い、ついで、④地上部井桁型式の確認。を行った。

さらに測水作業と呼ばれる、①水位、②井戸深の測定。③湛水深の計算を行った。

調査の結果は、対象とした井戸の分布状況を図-1に、井戸の諸元に関する結果を表-1、および表-2に掲げる。

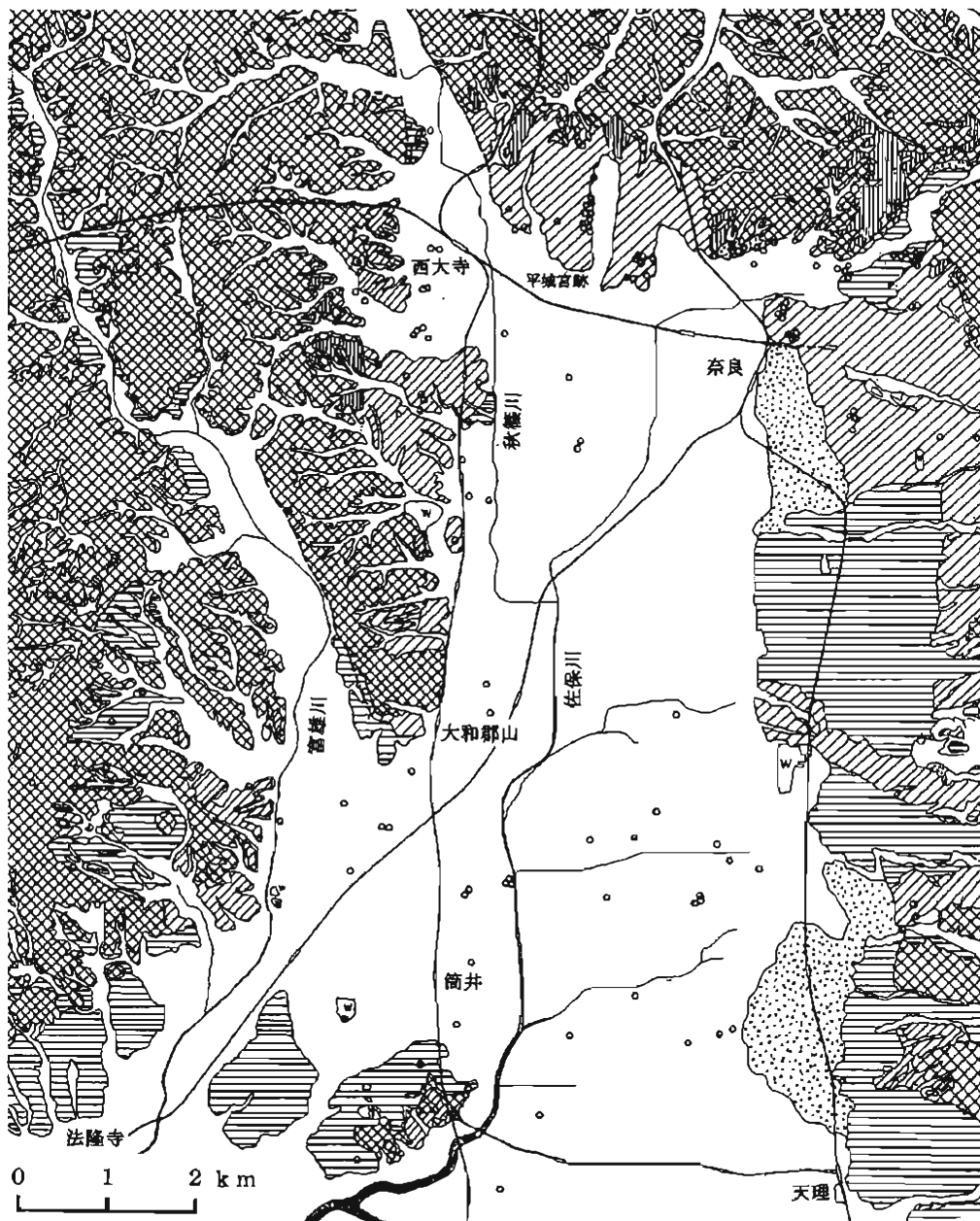


図1 観測に用いた井戸の分布と地形区分

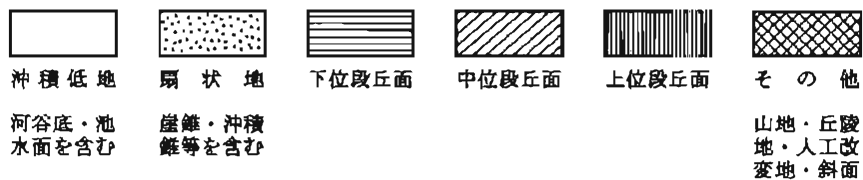


表1 地形区分別、階級別、井戸の深さ・水位・湛水深の頻度数 [括弧の数字は地域南部(大和郡山・天理市域)の数:内数]

	井戸深〔地表から井戸底までの落差 m〕										水位 〔地表から地下水(井戸内水面)までの落差〕						湛水深(水丈け) 〔井戸内に湛水する地下水の深さ〕						合 計					
	1 m 未満	1 m 以上 2 m 未満	2 m 以上 3 m 未満	3 m 以上 4 m 未満	4 m 以上 5 m 未満	5 m 以上 6 m 未満	6 m 以上 7 m 未満	7 m 以上 8 m 未満	8 m 以上 10 m 未満	10 m 以上	不 明 (測定不能)	1 m 未満	1 m 以上 2 m 未満	2 m 以上 3 m 未満	3 m 以上 4 m 未満	4 m 以上 5 m 未満	5 m 以上 7 m 未満	7 m 以上	不 明 (測定不能)	1 m 未満	1 m 以上 2 m 未満	2 m 以上 3 m 未満		3 m 以上 4 m 未満	4 m 以上 5 m 未満	5 m 以上 7 m 未満	7 m 以上	不 明 (測定不能)
	沖積低地	0	11 (7)	14 (12)	12 (6)	10 (4)	3 (1)	1 (0)	2 (1)			7 (3)	26 (19)	20 (9)	4 (2)	1 (0)	1 (1)			8 (3)	9 (6)	17 (10)		17 (13)	4 (0)	1 (0)	1 (1)	1 (0)
扇状地							2 (0)				4 (0)	1 (0)		3 (0)		2 (0)			0 (0)					1 (0)	1 (0)		4 (0)	6 (0)
下位段丘面		3 (1)	7 (0)	10 (3)	3 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)	1 (1)		4 (0)	11 (1)	11 (2)	2 (0)	3 (2)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	2 (1)	2 (1)	14 (2)	6 (1)	4 (2)				4 (1)	30 (7)
中位段丘面		1 (0)	4 (0)	6 (0)	3 (1)	8 (1)	1 (0)	2 (0)	3 (1)	2 (0)	30 (3)	10 (1)	16 (1)	11 (2)	4 (0)	5 (2)	3 (0)	7 (0)	4 (0)	3 (0)	10 (2)	5 (0)	5 (1)	4 (0)	2 (0)	1 (0)	30 (3)	60 (6)
上位段丘面						1 (0)		3 (0)	1 (0)		0 (0)	1 (0)		3 (0)	1 (0)				0 (0)					4 (0)	1 (0)		0 (0)	5 (0)
その他		2 (0)	1 (0)								0 (0)	2 (0)	1 (0)						0 (0)	1 (0)	2 (0)						0 (0)	3 (0)
																											164 (47)	

表2 地形区分別、地域別、井戸側・井桁の型式の頻度数 [括弧の数字は地域南部(大和郡山・天理市域)の数:内数]  
 (表中、AI～DIVの区分はC-Xを除き、宇野(1982)の分類法を参考とした)

	井戸側の型式								地上部・井桁等の型式							合計
	AI類 素掘り	CI類 石組円筒形	CV類 切石組	C-X類 石組角筒形	DI類 瓦組	DIV類 埴組 (井戸瓦)	その他 コンクリート ビューム管 積	不明	花崗岩井蓋組	凝灰岩池井蓋組	モルタル塗噴 円筒	特殊型	井桁なし	陶管 コンクリート ビューム管 その他	不明	
沖積低地	2 (1)	8 (5)	-	-	-	4 (2)	13 (8)	33 (18)	11 (4)	4 (3)	5 (2)	12 (12)	-	12 (10)	16 (3)	60 (34)
扇状地	-	-	1 (0)	-	-	-	-	5 (0)	-	2 (0)	3 (0)	-	-	-	1 (0)	6 (0)
下位段丘面	1 (1)	10 (1)	1 (0)	1 (0)	-	2 (1)	3 (3)	12 (1)	6 (1)	3 (0)	3 (0)	2 (0)	1 (0)	11 (6)	4 (0)	30 (7)
中位段丘面	3 (0)	13 (3)	2 (0)	-	1 (0)	6 (0)	-	35 (3)	13 (1)	5 (0)	17 (1)	2 (0)	1 (0)	6 (4)	16 (0)	60 (6)
上位段丘面	-	1 (0)	1 (0)	-	-	-	-	3 (0)	1 (0)	-	2 (0)	-	-	-	2 (0)	5 (0)
その他	-	-	-	-	-	1 (0)	-	2 (0)	-	-	1 (0)	-	-	-	2 (0)	3 (0)
																164 (47)

宇野：奈良市およびその周辺における在来井戸の構造および諸元ならびに地下水層の水利的特性に関する研究

図1は、観測に用いた井戸の分布と地形区分とを重ね合わせて示したものである。地形区分については1/25000の国土地理院発行の都市圏活断層図「奈良」<sup>3)</sup>「桜井」<sup>4)</sup>「大阪東北部」<sup>5)</sup>「大阪東南部」<sup>6)</sup>各図幅中に示されている地形区分を参考にして描き入れたものである。この都市圏活断層図で表現されている地形区分は「上位段丘面」「中位段丘面」「下位段丘面」「沖積低地」「扇状地」「埋立地・干拓地」に限られており、例えば、山地、丘陵地、人工改変地、麓斜面、沖積錐等については表示はなく、無塗色白地の状態となっている。したがって、これら無塗色白地の部分は、図1の凡例にも添記したように「その他」の区分を設けて表示した。また、都市圏活断層図では塗色され、沖積低地と区分されている部分には、河谷底、水面も含まれている。図1では、この部分は逆に白地で示してある。

このほか、現地調査の結果を踏まえて、この研究の目的に適合させるべく原著の表現または解釈に一部修正を加えた箇所もある（秋篠地区、富雄川左岸）。

図1からすぐに読みとれるものは、井戸の分布の非一様性である。研究の計画当初から予想されたことではあったが、奈良市の一帯は、水道施設が整備されて以降、新たな開発が進行し、このような新興住宅地域には在来井戸は存在しない。逆に以前からの居住地には在来井戸が密集する傾向がある。このような状況から、地域の地下水面図の作成とか、地域における分布の統計処理等を意図する場合には、特別な注意を必要とするものと理解している。

表1は在来井戸の所在場所を地形区分別に確定させた後に、井戸の深さと地下水面（井戸内水面）の位置を地表からの落差で示し、その結果から井戸内に湛水する地下水の深さを計算したものである。

奈良盆地北部におけるこの地域については、さらに南部と北部については違いがあるものと考え、参考までに地域の南半部に相当する大和郡山・天理市にかかる部分を内数で示してある。

この表から、地形区分別に沖積低地、下位段丘面、中位段丘面、上位段丘面の順に地下水面が深くなっていく傾向が読みとれる。井戸の深さもそれに応じて深くなっていく。しかしながら、段丘間に地下水面の不連続の存在も予想されず、地表からごく浅い部分に地下水が存在することで、これが奈良盆地の地表的な特性とすべき事かも知れない。

井戸の深さについては、人為によって変え得るものであるとの考えに立てば、これが数値として意味があるのかといった疑いもあるであろう。筆者も最初はそのように考えていた。現在でも一般には深井戸のような場合を除き、取り上げられる例は少ないように思われる。吉村信吉は一連の地下水研究の初期の段階で、その意義に関する説明は無かったが、断面として表現したものの中に井戸の深さを棒状に表して地下水面とともに示した例がある。<sup>7)</sup> 筆者はその後、この数値が井戸の水理を考える上で役に立つものであることに気が付いた。

すなわち、ここでは手掘りの井戸に限られるが、かつて井戸掘り作業は井戸底の狭い作業面積のもとで、スコップ、鋤（井戸掘り用に専用のものもあった）等を用いて土砂を掘り集め、バケットに収容して、地上に待機している引き上げの作業員らによって速やかに外に運びだされ、土捨て場に移される。作業はこれの繰り返しで、地下水の湧出が始まると作業員は体の一部を水に浸けた状態で掘削作業を続ける（武蔵野では、井戸下駄という竹馬のような足場を使

うこともあった)。掘ることのできる速さと湧出して井戸に溜まる水深の速さとの競争となる。湧出量が少なければ井戸は深く掘り進めることができるが、湧出量が多ければ、腰のあたりまで水が浸かることとなれば井戸掘りは終了する。もちろん地下水位の降下する季節に作業が行われるが、人力による井戸掘りはこのようにして行われた。現在ではベント機などを使えば、あるいは井筒工などの工法によれば、水に接することなく、井戸を掘ることも可能であるが、このような工法の導入は、ごく最近のことである。在来井戸にこだわったのも、以上のような理由がある。

井戸の底に溜まっている水の深さを「水丈け」とよんでいる。井戸調査を行うと、利用者からこの数字を尋ねられる。予想以上に多いと思えば喜び、少ないと不安がる。しかしながら、良い井戸とは、本来「水丈け」すなわち湛水深がせいぜい数十種どまりで、十分な水量が湧出し続ける井戸が地下水の動きが活発で優れた井戸であるということができる。

奈良盆地の地下水は、表1に示すように、湛水深が身の丈を超えるものが少なくない。このことから、地下水の湧出量（前出の比浸出量に相当する概念）は少なく、停滞性の強い地下水域であると結論づけられる。

表2は在来井戸の調査のうち、井戸の構造に関するもので、井戸側の型式と、地上部にみられる井桁等の型式を、表1と同様に、地形区分別地域別に整理したものである。

井戸側の型式には、かなりの地域性があるもののように感じた。ここでは、宇野（1982）による分類と呼称でほぼ説明できるので、その方式に従った。奈良における在来井戸のあるものについては、良く保存され、近世前期まで遡るものもあるようであるが、正確には判らない。聞き取り調査の段階では、信じるにたるものとして「室町時代までは遡らないのではないか」といった答えが印象的であった。

井戸側については 埴組（井戸瓦）と瓦組が、井桁については井籠組が関東（武蔵野）では見られないものであり、井戸側からの地下水流入の考え方ともからんで地域性の認められるものではないかとも考えられるが、将来の課題としておきたい。井桁については、とくに花崗岩井籠組が目立つが、これに関しては庭園等の景観の上から後日になって改修し、または新規に造られたといった例もあるので、さらに検討を要しよう。花崗岩井籠組は高貴な感じを受けるもので、京都御所をはじめ、格調の高い寺社・庭園に多く、これが今でも改修の際、好まれているのかも知れない。

表1、表2には不明として集計されたものが多いことが気にかかる。これには所有者が個人である場合には、現状が上載物や作業スペース、個人の都合などによって、入りにくいことなどであり、寺社の場合には、宗教上の理由などで見合わせているものもあり、時間をかけてデータの取得に努めたく考えている。

井戸側のもつ思考について、重要と思われるものを指摘しておきたい。奈良盆地の地下水が地表近くに極く浅く帯水している事実は述べた。沖積低地では1m未満といった例が少なくない。このような環境では衛生的に問題があったのではないかと考えられることも当然であろう。

ところが、最近、橿原考古学研究所によって調査され（東大寺旧境内 第 85 次調査）、現地説明会が開かれ、現地を案内頂いたことがあった。<sup>10)</sup> このとき石組円筒形の井戸側が出現した。のちに鎌倉時代の井戸と結論づけられたが<sup>11)</sup>、この現場で井戸側の外側。すなわち裏ごめの部分が著しく青灰色を呈しており、裏ごめの材料も瓦片と粘土によって密に詰められているように思われた。このことは最初に示した礫層中に掘り込んだ井戸のように裏ごめ材は礫ではなく、透水性の極めて小さい素材を用いていることには、それなりの思考が存したのではないかと考える。裏ごめの部分の色が著しく青灰色を呈しているのは強い還元状態を示しているものであり、水の移動がない条件を示すものと理解する。このことは、地下水が地表近くに帯水するが故に、井戸側及びその裏込め部を経て、地表近くの水が直接、井戸内に入り込む事を避け、迂回して土壌による浄化を経た後、井戸底部から遅い速度で井戸内に入り込む地下水の流れ（流動系）を期待したものではないかと考える。このような思考に基づくものとする、帯水層の全断面から流入することにはならないから、水理諸式の上からも井戸内に流入する水量は少なくなる。もし多量の取水を必要とするならば、井戸の口径を大きくすれば良い。

唐招提寺の醍醐井や法華寺の井戸が大口径なのはこんな理由もあるのではないかと。ご教示願えれば幸甚である。

### 参考文献

- 1) 青梅市遺跡調査会 (1994)；青梅新町の大井戸発掘調査概報，pp.28
- 2) 山本莊毅 (1994)；日本の地下水 367，奈良盆地の地下水②，水，Vol.36，No.13，p.78～83
- 3) 八木浩司・相馬秀廣・岡田篤正・中田 高・池田安隆 (1998)；1/25000 都市圏活断層図「奈良」、国土地理院
- 4) 相馬秀廣・八木浩司・岡田篤正・中田 高・池田安隆 (1998)；1/25000 都市圏活断層図「桜井」、国土地理院
- 5) 中田 高・岡田篤正・鈴木康広・渡辺満久・池田安隆 (1996)；1/25000 都市圏活断層図「大阪東北部」、国土地理院
- 6) 中田 高・岡田篤正・鈴木康広・渡辺満久・池田安隆 (1996)；1/25000 都市圏活断層図「大阪東南部」、国土地理院
- 7) 吉村信吉 (1939)；昭和 13 年に起こった武蔵野台地地下水の浸水及び大増水、地理学評論、Vol. 15, No.3, p.165～187.
- 8) 宇野隆夫 (1982)；井戸考，史林，Vol. 65, No5, p.1～39
- 10) 今尾文昭 (2000)；東大寺旧境内 第 85 次調査現地説明会資料，橿原考古学研究所，pp.4
- 11) 今尾文昭 (2001)；東大寺旧境内 第 85 次調査，大和を掘る 19，2000 年度 発掘調査速報展，橿原考古学研究所附属博物館，p.42～43

平成 13 年 9 月 7 日原稿受理 \*文学部地理学科