

静岡縣西遠地域工業用水源地域調査報告
東海地域調査の第2報

藏田 延男* 村下 敏夫* 森 和 雄* 小池 正八**

Résumé

Areal Investigation for Industrial Water Supply
in Seien District, Shizuoka Prefecture

by

Nobuo Kurata, Toshio Murashita, Kazuo Mori & Shohachi. Koike

In these districts, confined ground water for industrial water sources is fully utilized, amounting to $15 \times 10^4 \text{ m}^3$ per day in the maximum quantity.

The ground water in numerous, large aquifer is usually supplied from the River Tenryu and other sources, and as the result of collective pumping by dyeing and wearing Plants in the vicinity of Hamamatsu City, a remarkable abnormality occurred on the pressure surface.

Annual observation of water-level has been commenced in drilled holes and also in domestic wells in Cities of Hamamatsu and Iwata.

要 約

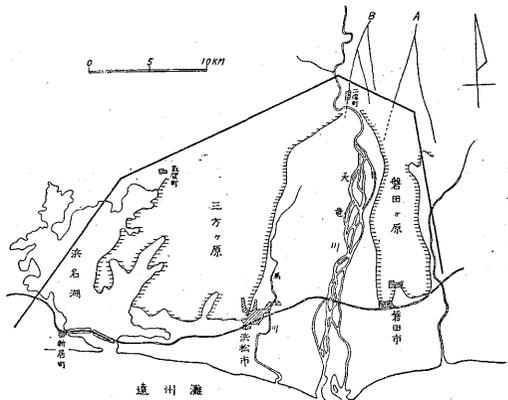
1. この調査報告は西遠地域の工業用水の需要に対して、水資源全体の立場からどのような需給関係にあるかをたゞし、今後の用水対策に資するための調査の第1回分の結果を記載している。
2. 地域全体の工業用水使用量は最大約 $135,000 \text{ m}^3/\text{d}$ 以上で、100%地下水に依存している。
3. 地域全体に亘る自由面地下水および被圧面地下水の水理を明らかにし、供給経路の概略を示している(第2図および第4図)。
4. 洪積層中の被圧面地下水は、一部天竜川の表流水と関連し、概して豊富、良質である。
5. 浜松市附近の工場用井戸収水深度は 40~95 m 間に集中し、その高度の集団揚水は、浜松市の低地部の大半を蔽う影響帯を現出し、自噴帯の後退をさえ生じている。
6. 水源保全の第1歩として、被圧面地下水の圧力面の観測孔を掘鑿、観測を開始したが、影響帯の保護、監視を行うことが必要である。
7. 今後の調査で、地域内供給水量の確認を行う。

1. 緒 論

本報告は三重・愛知・岐阜および静岡の4県にまたが

る東海地域工業用水源保全調査の一環として、昭和28年度に行つた天竜総合開発地域南半部を含む、西遠地域の水資源地域調査第1次分の結果の概要を記載したものであり、東海地方工業育成に伴う用水源確保の基礎的資料となるものである。

浜松市および磐田市を中心とする西遠地域は、天竜川および浜名湖をようして、豊富な地表水利用が期待されるのであるが、従来とも染色・紡績・織布・機械・楽器・木材関係約3,000余の大小工場群が100%地下水源に依



第1図 西遠地域調査要圖
太實線: 調査範囲 A: 光明東断層 B: 光明西断層

* 地質部

** 技術部

存しており、その年間総用水量 4,000 万 m^3 は、同じく地下水に全面的に依存している三重県全体の用水量に既に上廻っており、さらに工場分布が台地・丘陵の外縁に沿って密集・偏存している実態を勘案すれば、著しく豊富な供給水源と著しく高い透水性の地盤とが保証されない限り、面倒な問題を提示するようになるだろうということは、全国各地の例からみて、おおよそ明らかな事実である。

元来地下水は、供給源と地盤透水性とに制約されるに関らず、工場の業種および規模により、地表水よりも実際に得易く適しているために、盛んに捕集・利用され、したがってその保全を計ることは、国あるいは地方行政機関がまず先に採上げなければならない仕事である。ここに保全策として考慮されるものは、井戸揚水量の調整、工業用水道の建設、新設工場の水源選定のための指導、地下水強化施設など種々の場合が考慮されるのであるが、いずれにしてもその根本は、水資源の量的分布について理解されていることが必要なのである。したがってそれらについてほとんど数字的根拠のない多くの地域において、まず自然状態での水供給の関係を量的に明らかにし、それに基づいて上水、農、工の水利用の偏存を調整・是正していくことがどうしても必要である。いわゆる総合開発計画もそこまで到達して漸く本来の目的を達するのである。

当地質調査所の行っている調査は3カ年度に亘る計画であり、当地域としてはまず量的調査の段階には至っていないが、第1次分の調査結果としてとりまとめて参考に供する次第である。

なお昭和28年9月以降の調査実績はおおむね次の通りである。

1. 調査範囲： 浜松市・磐田市・浜名郡および磐田郡・天竜川流域低地 226 km^2 を中心として第1図に示す約 600 km^2
2. 調査した水露頭： 約 500 点
3. 実地計測を行った工場： 約 40
4. 電探・揚水試験その他特殊調査： 46 点
5. 水位観測孔： 6', 65.25 m 1本掘鑿
6. 蒐集した工場用水調査票 180, 深井戸地層図 30 (参照地形図 50,000 分の1見付・秋葉山・浜松および掛塚)

2. 西遠地域の水分布および利用の現況

2.1 概観

長さ 220 km の本流と 5,100 km^2 の流域面積を有する天竜川を挟んで、西に 72 km^2 の水面積、126 km の湖岸線を有する浜名湖、東に中泉の地名の由来する湧水

群等比較的大きな水資源を擁する本地域は、東海地方において、駿河湾北岸平野とともに濃尾平野に次いで水に恵まれた土地であることが予想される。しかしこのうち浜名湖は塩水の侵入をみ、また天竜川の水は三方ヶ原および磐田ヶ原の中間二俣町下流右岸にあつて、従来沖積平野に一括されている低位の段丘堆積物の介在によつて、南方平野部に対する滲透・供給の途をかなり阻害されており、深層被圧面地下水の一半の供給源とはなつてはいるが、北東—南西の方向に伸びている浜松市の現在の集団利用地帯に対する地下水供給源としては、必ずしも非常に有利な関係ではなさそうである。天竜川の左岸磐田ヶ原南端附近には、磐田市中泉を中心とする磐田湧水群がある。現在磐田郡福田(フクデ)町より移動、拡張している別珍・コール天工場群がその生命とする用水をこの湧水に関連の深い地下水に求めて盛んに利用しているが、これらを含め天竜川左岸地区はむしろ豊富な地下水分布地帯と推定できる。

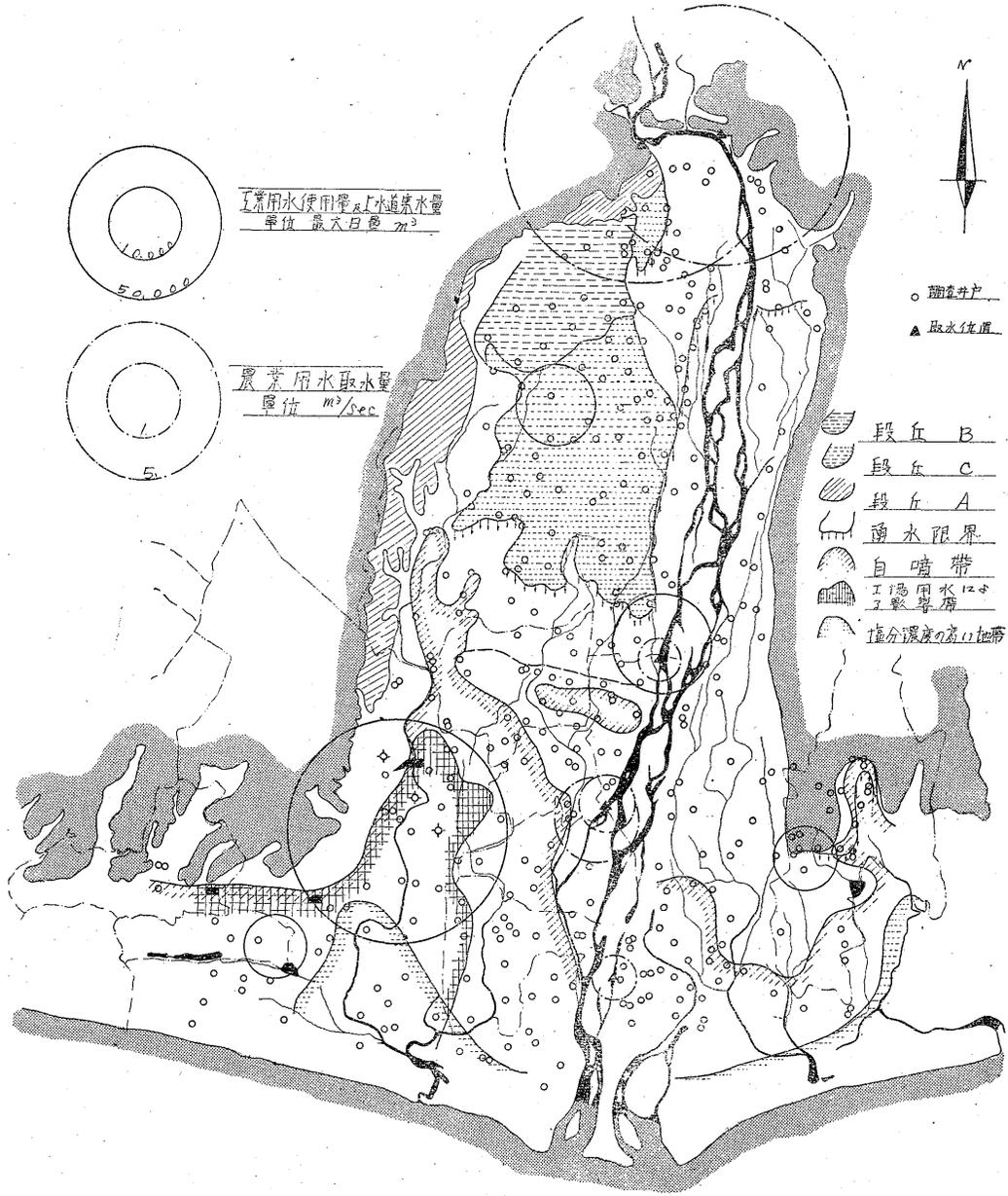
2.2 地下水の分布およびその供給源

しかしこれをやゝ細部に亘り検討すれば、必ずしも右岸側が乏しいとは限らず、背面三方ヶ原および低位段丘下の地下水に連なる被圧面地下水は、その一定揚水量に対する水位降下の割合が名古屋市内のそれより遙かによく、水都大垣市街地のそれをもやゝ上廻る優秀さを示している。

すなわち 2,600 の工場を有する浜松市街地、市東北角の原島工業基地および市西南部の東洋紡績浜松工場を中心とする一帯を含め、約 4.5 km^2 内の工場のみ総揚水量は、夏季最大 100,000 m^3/d (年間 3,000 万 m^3) となり、これにさらに一般住家の掘抜井戸、自噴量を加算すれば、四日市港背面の集団揚水量を上廻り、また大垣市全体の工場揚水規模と大差のない状態となる。したがつていまかりにこれから逆に地下水流動量の概略を推定すれば、むしろ有利な級に属するであろう。

天竜川右岸に広く分布する三方ヶ原洪積台地は、海拔標高 25~95 m、沖積低地との比高差 20~80 m で、上位に 10 数 m の厚さの礫層があり、主として直上の降雨によつて涵養される自由面地下水を有し、台地上の住家・水田および一部工場の用水源となつている。これに対し台地地下には深度 100 m 附近に砂岩・泥岩互層が現われるが、それまでの間は不規則な相変化を伴う粘土・砂礫の堆積層(下層堆積層)で、このなかに被圧面地下水を含んでおり、その一部は浜名湖畔において住家の飲用・養魚用に利用されており、また一部は湖底に湧出している。

三方ヶ原の北東側に接し、天竜川右岸平野部の北半を構成する低位段丘堆積層中には、一部天竜川表流水に供



第2図 西遠地域水調査要図 水使用状況

給源をもつものを含め、飲用・工場用に利用されている自由面地下水が分布している。この部分の深層の被圧面地下水については、その露頭に乏しく詳らかでない。

しかしこれらの段丘南端、自由面地下水が湧水となる部分以南では主として馬込川に排水する。さらに別個の自由面地下水が浅層に分布するとともに、その深層には一部低位段堆積層、一部三方ヶ原下層堆積層と推定される堆積層中に被圧面地下水が含まれ、その賦存の機構は

ある程度明らかに示される。

天竜川左岸磐田ヶ原は海拔高度 10~100 m、左岸低地とはほぼ直線状の急斜面をもつて接している。上位に三方ヶ原の礫層に対比される堆積層が厚く分布し、このなかに自由面地下水を有するが、これもまた主として直上の降雨によるものと考えられる。井戸深度の最大は 45 m に達し、水位は概して深い。しかし合地南端磐田市見付前面および御殿附近には、湧出量の比較的豊富な湧水

が散在し、また優秀な自噴井も認められる。これらの地質的関連については目下検討中であるが、少なくとも現在のところこれらの水源が天竜川の表流水から主に供給されていると考えられる事実は見当らない。

しかし左岸低地には、北方に湧水群があり、南方に旧川敷などがあり、少なくとも川敷沿い近くでは有力な滲透地点が存在するようである。したがって現在まで明らかにされた範囲では、天竜川の滲透水は、浅層地下水としてむしろ左岸に、深層地下水としてむしろ右岸に供給されているものが有力視される。

これらの地下水生成の経路の概略は、次章に示されるが、なおその量的関係については、次回調査の主眼とする考えている。

2.3 天竜川の表流水

磐田郡二俣町鹿島流量観測所における天竜川の流量観測記録によれば、集水面積 4,880 km² に対し、昭和15年以降24年までの年平均流量は 156~307 m³/s の間に収まり、平均 190 m³/s で、これより推算される年間流出総量は平均 5,973×10⁶m³ となる。

他方この表流水の利用の面は、現在浜名用水（右岸取入、水田3,500町歩分の 5.8 m³/s）磐田用水（左岸取入、5,700町歩分の 13.9 m³/s）など2つの総合井堰と下流の中の町・半場・飯芳および掛塚（水利権合計 2,48 m³/s）の4井堰により、農業用水が取水されているが、このほかには直接の利用対象は全くなく、笠井町常光において、浜松市上水道水源が、かすみ堤外川敷から 18,000 m³/d の伏流水を揚水し、その一部が工業用に供給されているに過ぎない。

したがって表流水の利用規模は農業用水を灌漑期 100日分と見積れば、年間流出総量の2~4%程度以外で低い値を占めている。このほかに天竜川にあつては、流筏用に 33.4 m³/s、浜松市内染色工場排水の稀釈・都市洗滌用に 11.2 m³/s が慣行的に認められており、後者は浜名用水と同一取入口で取水されている。従つてこれらのものを合せて二俣町下流側の利用率は漸く 22~45%に達する。

現在天竜川総合開発計画により、佐久間および秋葉両発電所堰堤工事が進んでおり、これに伴う三方ヶ原総合用水路の計画などにより水資源利用の高度化が期待されるが、他方それらの下流側に対する影響としては、表流流量および河床の変化に伴い、表流水滲透部の機能、滲透量などに変化を生じる可能性があり、これらは、潜在的に生じつつある自然の水位低下、利用施設の増加に伴う局部的異常水位の出現などとともに水資源保全上、最も注目を要する点であり、特に工業用水源確保の立場からは必要な観測が直ちに行われなければならないであら

う。

2.4 地下水利用の現況

天竜川沿岸と磐田市の一部とでは天竜川の表流水以外に湧水が農業用水源になつているが、一般家庭用・養魚用・上水道用および工業用の水源は、磐田ヶ原の天竜川利用を除いてことごとく地下水に依存している。台地部を除けば、自由面井戸の掘鑿は極めて容易で、天竜川右岸段丘上では一般用以外、防火用井などが多数掘鑿されている。しかし工業用には主として深井戸により、被圧面地下水が利用されており、総揚水量は最大 135,000 m³/d と算定される。

浜松市上水道は笠井町常光の天竜川伏流に集水暗渠による主水源を、また市内東伊場町に被圧面井戸の補給水源をもち、合計最大 20,600 m³/d の水を得ており、磐田市もまた鑿井による上水道を計画している。

3. 西遠地域の地下水水理

3.1 自由面地下水に対する地形的制約

本地域の西半を占める三方ヶ原の地表面は多少の起伏を伴いつつ、概して南西西に 1/100~1/300 程度の勾配で傾いており、その東縁は部分的にやゝ不規則な出入はあるが、大部分急斜面をなしている。自由面地下水を含む礫層はその基底部には不規則な凸凹を示しているが、東側天竜川流域低地よりは概して高く位置し、自由面地下水そのものはほとんど三方ヶ原固有のものとなつており、その動水勾配も多少の起伏を示すが、全体としては西南方浜名湖に向つて下つている。

東側磐田ヶ原においても自由面地下水を含む礫層は、その厚さが三方ヶ原のそれと比較して厚く、水位も遙かに深い。その基底部は南部を除いて、天竜川流域低地より高く位置しており、自由面地下水としては同低地の地下水との関連はほとんどない。しかし磐田ヶ原表面は概して南斜し、地下水面もまたこれに準じており、磐田市内においては、低地部地下水への供給が認められる。

天竜川流域低地は、基岩山地よりの溢出部二俣町鹿島において海拔高度 36 m であり、これより川口まで 25 km、¹⁵/10,000 の勾配を示しており、東西両側を三方ヶ原および磐田ヶ原に遮られた形であるので、この部分の自由面地下水はある程度豊富で、捕集し易いであろうと予想できる。既に述べた右岸北部に広く分布する低位段丘は 25,000 分の 1 以下の小縮尺の地形図に示される程度であるが、実際の地形変化は明瞭であり、少なくとも自由面地下水の分布をかなり劃然と制約する地形的因子となつている。これらの段丘は、第2図に示す段丘A、段丘Bおよび段丘Cに区別できる。このうち段丘Cのみはその南限の地形的区別が困難であるが、これら段丘群の

第1表 西遠地域所在主要工場地下水利用現況

工場名	遠産製水冷蔵 K.K.		日本形染 K.K.		東洋紡績 K.K. 浜松工場			日本国有鉄道浜松工場			丸一織物 K.K.		東陽興業 K.K.			日本楽器製造 K.K.		大和染工 K.K.		玉川紡績 K.K.		藤田晒工場	
所在地	浜松市海老塚町 328		浜松市船越町		浜松市東伊場町1172			浜松市東伊場町1			浜松市浅田町		浜松市中沢町 565			浜松市中沢町 250		浜松市木戸町 853		浜松市北寺島町 239		浜松市元浜町 1ノ593	
用水量 m³/d	1,300		3,000		7,481			2,400			1,000		3,300			440		3,300		1,180		1,000	
井戸の種類	深井戸	浅井戸	深井戸		深井戸			深井戸			深井戸		深井戸			深井戸		深井戸		深井戸		浅井戸	
井戸数	1	1	2		3			3			2		3			1		2		1		2	
鑿井深度 m	108	6.3	126	223	120	150	105			150	36	72	80	80	125	54	213		25	6	6		
收水層深度 m	24.54		96~107	96~107 196~198 202~203 211~214	39~46 54~61.5 75~99	39~46 57~61.5 73.5~80 139~145	24~30 39~45 57~60 78~93						73~80	73~80	106~124		198~210		20~25				
揚水量 m³/h		54	104	100	21	21	21	50	50	160			67	37	120		125		49	87	87		
水位降下量 m	1.6	4.8	7	7.9	2.4	2.9	6.2	—	—	—	—	—	—	—	120	—	3.6	—	—	—	—		

静岡県西遠地域工業用水源地調査報告 (藏田延男・他3名)

工場名	浜松染工 K.K.		東京セロハン紙 K.K.			浜松紡績 K.K.			帝国製麻 K.K. 磐田工場		専売公社磐田アルコール工場		大東紡績 K.K. 高塚工場			浜名湖食品 K.K. 第一工場			浜名湖食品 K.K. 第二工場						新日本紡績 K.K.		富士紡績 K.K. 鷺津工場					日清紡績 K.K. 浜松工場			
所在地	浜松市浅田町 73		浜松市早出町 1550			浜松市宮竹町 500			磐田市		磐田市		浜名郡可美村高塚 1788			浜名郡篠原村馬郡 2,428			浜名郡雄踏町宇布見						浜名郡新居町新居 250		浜名郡鷺津町					浜名郡北浜松貴布称			
用水量 m³/d	1,300		5,450			1,530			4,250		2,000		230			675			1,300						360		4,590					14,000			
井戸の種類	深井戸		深井戸			深井戸			深井戸		深井戸		深井戸			深井戸			浅井戸						深井戸		深井戸					浅井戸			
井戸数	2		2			3			2		1		2			2			6						2		5					2		24	
鑿井深度 m	72	105	117	126	36	36	81	60	45	68	76	54	51	51	3.75	4.35	4.12	3.45	4.35	2.85	60		91	30	92	90	90	4.5~15							
收水層深度 m			110	110						60	72~74	36~50	42~50	42~50							9~13 39~51	36~38 69~74 88~91	16~25	33~45 63~65 70~76 78~90	48~58 67~87	20~30 37~44 71~75									
揚水量 m³/h			114	114	14	13	53	165	170	130	35	115		19	3.5	9.5	3.5	2.4			38	15	19	25	11	7.6	最大の井戸 240								
水位降下量 m	0.6	0.6	—	4.2	1.36	1.36	1.36	—	—	5.4	1.8	1.05	2.2	2.2	1.8	2.1	0.9	2.5			0.75	4.6	3	3	16	11.4									

介在により、二俣町附近溢出部南方における天竜川沿いの自由面地下水は、一層狭い範囲に追いやられている。

3.2 容水地盤としての体積層

本地域西北部には、千枚岩・片岩類および秩父古生層が存在し、また東北方には砂岩・粘板岩および珪岩などからなる三倉層が露出し、これらを切つて北微東の方向に連なる平行な2つの断層（光明東断層および光明西断層）によつて、二俣地溝帯ができています。そしてこれら地溝帯両側の断層南側に楔形地塊となつて第三紀層の分布が認められる。これら第三紀層は従来二俣層・家田層および戸綿層などと区分して扱われていたが、このうち二俣層は砂岩・礫岩を含む泥岩を主体としており、不透水度高く、これに比較して上位の家田層と戸綿層とは砂岩優勢の砂・泥岩互層および砂岩・礫岩の累層よりなり特に戸綿層は透水性がやゝ高い帯水層を形成していると考えられる。

一方三方ヶ原および磐田ヶ原においては、従来とも電気探査・深井戸掘鑿などが行われているが、その地下に確かな第三紀層の存在は知られておらず、少なくとも三方ヶ原北部においては、古生層上に直接洪積層が重なっているものと推定される。しかしその南部には砂岩優勢の堆積層が推定され、浜松市内の深井戸群中には、深度120m以下に同様の堆積層の連続して分布するのが認められる。

洪積層下部は泥・砂および礫の著しく不規則な累層であるが、その分布は三方ヶ原・天竜川流域低地、磐田ヶ原全体に亘り、豊富な帯水層を形成し、その透水性もかなり高い値を示している。これらの上を蔽い、三方ヶ原および磐田ヶ原では上部洪積層に相当する礫層および若干の赤土層、また天竜川流域低地では主として沖積砂礫層が分布している。

なお北部地域における二俣地溝帯を形成する光明断層は南に延びて天竜川下流に向つて連続しているものと一応推定できる。

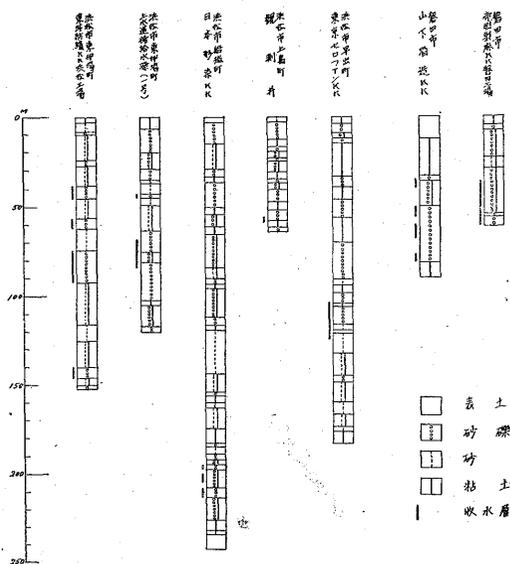
以上述べたような諸般の資料に基いて、三方ヶ原南部より浜松市北部を通り、磐田ヶ原南端に至る東西方向の線上に選定した20余点の深度200mの4極比抵抗法による電探計測結果は、おおむね次の通り要約される。

- a. 天竜川流域低地の沖積砂礫層の厚さは最大30m
- b. 下部洪積層担当層は天竜川右岸で、層比抵抗30,000 Ω -cm 台、左岸で50,000 Ω -cm 台を示し、少しく性質の差異を予想させる
- c. 浜松市で地下120m、同市と天竜川との中間地点で同じく150m以下に、それぞれ上層よりやゝ高い層比抵抗を示す部分が認められる。もしこれを第三紀層の上部とすれば、天竜川左岸に至り、それは120~130m

附近に擡頭する関係になつている。

b. 三方ヶ原下部の洪積層は、天竜川右岸のそれに類似しており、また磐田ヶ原下部の洪積層は同じく左岸のそれと層比抵抗の値および曲線形においてよく一致している。

これら各種の調査結果を総合するに、本地域内における帯水層は、地理的にも垂直的にもかなり規模の大きい分布を示しているが、天竜川以東とそれ以西において性状がやゝ相違しているようであり、また下位の第三紀層と推定される砂岩優勢の堆積層上面の起伏を勘案し、少しく掘り下げた水理地質調査を全域に亘つて行うことが、水供給の根本を突くために必要と感ぜられる。



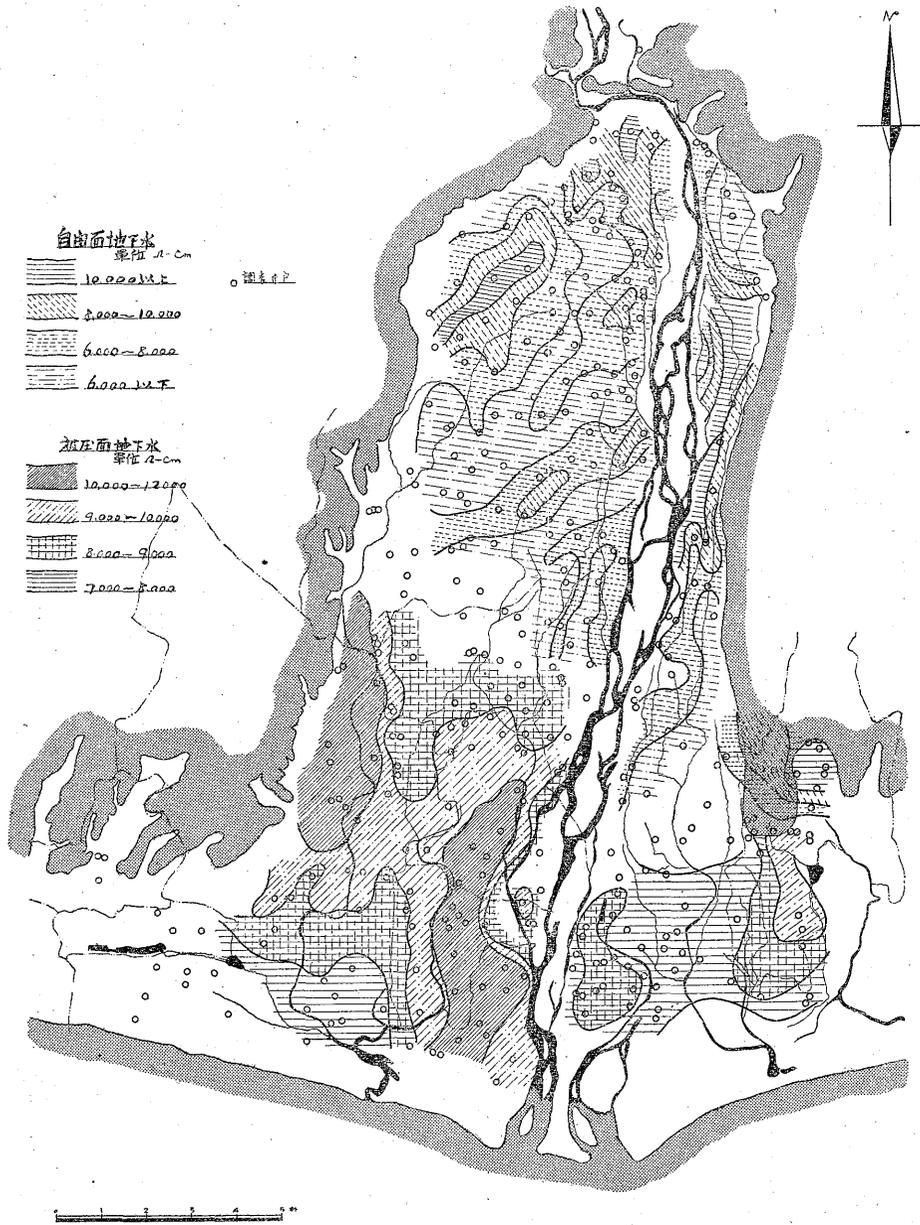
第3図 西遠地方における代表的な鑿井柱状地質断面

3.3 自由面地下水

自由面地下水は調査地域内に広く分布し、特に三方ヶ原台地・天竜川右岸低位段丘上では一般住家および一部工場用水として、また南方平野部でも住家の1/3程度が掘抜による被圧面地下水に依存しているほかは、打込あるいは手掘井戸による自由面地下水が利用されている。

井戸深度は北部の段丘Aの1帯では12m前後、その他は2~4m程度までである。右岸段丘Cの末端に沿い、ほぼ東西方向に連続して湧水があり、これらを結ぶ湧水帯は天竜川沿いに北上し、左岸に延びている。

水比抵抗の測定結果は第4図に線図化した通りである。9月調査当時降雨後数日を経た天竜川・二俣町附近の表流水は12,000 Ω -cm程度で、約17km下流の中野町附近で11,000 Ω -cmとなつており、これに対し自由面地下水のそれは12,000 Ω -cm以下、1,000 Ω -cm台ま



第4図 西遠地域調査要図 自由面および被圧面地下水・水比抵抗によって示される水理

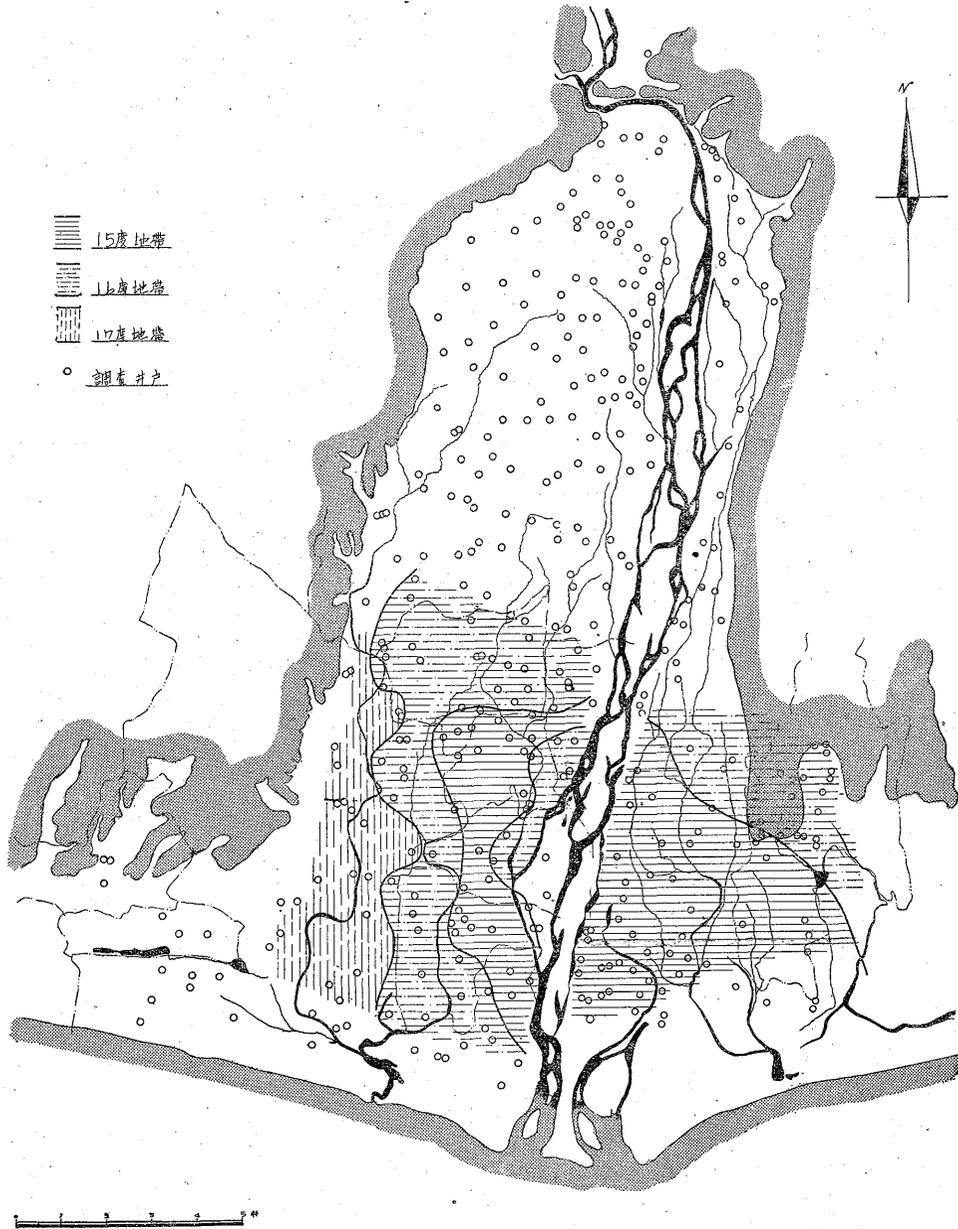
での値を示している。

第4図では便宜上 6,000 Ω-cm 以上の部分とそれ以下の部分とに分けた。6,000 Ω-cm 以上の部分は高い値のところから低いところへ流動しており、この関係は地下水面にも示されている。しかし 6,000 Ω-cm 未満の部分は集落その他の外来汚染が著しく、水比抵抗法による地下水動向の判断には適していない。第4図の平野部南半において、自由面地下水の水比抵抗が示されていないのはそのためである。なお自由面地下水層の透水度を測定

した結果によると、 $0.0014 \sim 0.0072 \text{ m}^3/\text{sec}$ の値であった。

3.4 被圧面地下水

被圧面地下水は三方ヶ原および磐田ヶ原をも含め、調査地域内にかなり広く分布している。磐田ヶ原についてはなお多少の疑問があるが、その西側は三方ヶ原にかけほ一連、類似の帯水状態と考えられる。主要な帯水層は洪積層であるが、浜名湖畔には鰻養殖用および一部工場用の被圧面井戸およそ 50 本があり、そのうち 湖南地



第5圖 西遠地域水調査要圖 被壓面地下水水温分布圖

区に分布する比較的長深度のものには、第三紀層中の被圧面地下水を収水していると推定できるものもある。すなわち、それらの井戸において80m以深では砂および粘土の互層となり、上位砂礫層中の水に比較して水温が概して高く、しかも90m以深では水質の面からみて背面からの淡水供給量が優勢で、塩水の侵入によく耐えている帯水層となつている。

もしこれが第三紀層であれば、浜松市附近にも第三紀

層中の帯水層の分布が認められることとなる。同地区にあつて、深度120m以深、特に195~215m前後に2~3層の収水層として一部の井戸に利用されているものがそれに当る。しかし主帯水層は、その上位に重なる洪積層中の40~95m間の2~3層の帯水層、さらに100~120m間の1層の帯水層であり、しかもこれらはその収水深度に関らず、水抵抗はほぼ一定しており、むしろ地理的变化を顕著に示している。したがつてそれらを線

第2表 西遠地域工場用深井戸水源水質の一部地質調査所化学課分析 単位 mg/L
たゞし水比抵抗のみ現地測定 単位 Ω-cm

場 所	試料採取井戸	深度 m	Cl	SO ₄	SiO ₂	Ca	Mg	固形物 総量	水比抵抗	
被 圧 面 地 下 水	浜松市東伊場町1	日本国有鉄道浜松工場 No.3	150	3.6	6.0	32.8	4.1	1.5	105	8,800
	〃 〃1172	東洋紡績 K.K. 浜松工場	150	3.0	6.0	36.0	3.7	1.7	108	8,600
	〃 〃	水道補給水源	120	2.8	6.0	37.6	3.1	1.1	114	8,800
	〃 浅田町	南部加工 K.K.	100	3.6	7.0	34.4	2.8	1.3	110	9,600
	〃 船越町	丸忠染色 K.K.	108	9.3	10.0	36.0	6.4	3.2	127	7,160
	〃 浅田町	浜松染工 K.K.	126	2.4	6.0	31.2	0.4	1.7	98	9,400
	〃 船越町	相會形染 K.K.	75	3.0	6.0	43.2	2.6	1.6	101	10,640
	〃 板屋町	浜松機関区	124	4.0	3.0	38.4	6.0	4.2	104	7,400
	〃 北寺島町	遠州染工 K.K.	126	2.9	8.0	31.6	0.4	0.8	110	7,000
	磐田市	遠州別珍 K.K.	45	4.2	tr	39.6	3.3	2.3	62	11,200
	〃 天竜	帝国製麻 K.K. 磐田工場	60	8.4	11.0	22.4	17.7	5.0	93	3,960
	〃 栄町	大黒酒造 K.K.	90	2.0	10.0	22.4	2.9	1.6	96	9,400
	浜名郡二俣町	東洋紡績 K.K. 二俣工場	21	4.5	11.0	16.4	4.5	2.9	61	7,400
	〃 新居町	新日本紡績 K.K.	60	2,230	14.0以上	20.8	130.3	167.5	4,550	152
〃 鷺津町	富士紡績 K.K. No. 4号鷺津工場	90	28.4	10.0	26.8	3.7	6.0	170	4,120	
浜松市中田島町	中田島養魚場	—	135	14.0以上	28.4	14.5	8.2	331	2,320	
自由 面 地 下 水	浜松市船越町	丸忠染色 K.K.	4.6	58.4	14.0以上	28.0	34.9	13.3	290	2,720
	浜名郡北浜町	日清紡績 K.K. 浜松工場 No. 1	15	6.5	14.0	14.4	20.8	3.6	124	6,200
	〃 〃	〃 No. 2	15	6.8	15.0	15.6	19.8	3.3	112	6,200
	〃 〃	〃 No. 3	16	6.8	11.0	14.4	19.1	3.1	102	5,800
磐田市二ノ宮	磐田二ノ宮湧水	—	4.2	10.0	24.8	8.3	5.4	90	8,400	

図化した第4図の被圧面地下水の部分は、その概略の動向を示しているものと解せられる。

被圧面地下水の水温もまた、第5図に示す通り収水深度には顕著な関係なく、むしろ地理的变化を示している。水温年較差は1例として東洋紡績浜松工場 No. 1井(深度 120 m)をとれば 0.4°C を記録している。

浜松市附近ではこれらの帯水層は全体として緩やかに南に傾いており、既設井に関する限り、総深度の1/3~1/4に相当する厚さが収水可能層と考えられる。

第2図に示されている自噴帯は面積約 100 km² に達し、臨海部に向つて開いている。しかしこのうち、浜松市街地では集団揚水に伴い圧力面の全面的低下を生じ、非自噴帯を現出している。この地帯では休日などの揚水停止時には水位が回復し、そのあるものは本来の自噴井に立戻る。1例として市内永田附近では、かつて地上 1.5 m まで自噴した井戸が現在夏季には地下 2 m にまで下り、比較的揚水量の少ない冬季には地盤高に止つているというような例がある。

第2図に示した過去の自噴限界は、自然湧水をも含めこのような過剰揚水による自噴帯の後退を示すものであり、この調査により把握された重要な事実の1つである。

3.5 地下水の水質

水質分析は都合により、21 試料の一部の無機成分について行つた。その結果は第2表の通りである。

他地域と比較して硫酸がやゝ多く、臨海部を除けばクロールは著しく少ない。珪酸は本邦陸水の標準を少しく上廻る程度で、天竜川右岸の低位段丘中の地下水は標準以下に止まるようである。

新日本紡績および中田島養魚場の例は、臨海部における塩水の混入を示している。第2図に示した塩分濃度の高い地帯は、クロールおよび硫酸 100 mg/L 以上の地下水分布地帯を示している。

なお磐田市の水質調査結果によると同市内内の多数の井戸、特に深井戸の水もまたクロールは 3~5 mg/L で硬度も著しく低く、自由面地下水の微酸性 (pH 6.0~6.6) であるのに対し、被圧面地下水は概してアルカリ性の方 (pH 7.2~7.4) に傾いている。

4. 浜松市およびその附近における被圧面井戸の現況

4.1 分布および排水量

面積 71 km² の浜松市内には、大工場 18 を含め総数

約2,600の工場が分布し、その用水の一部約6%は、浜名郡笠井町常光における天竜川敷の伏流水源〔現在最大集水量 18,576 m³/d〕および市内東伊場町の補給水源井〔揚水量 2,000 m³/d〕に依存する浜松市上水道を利用しているが、90%以上は約2,000の工場においてそれぞれ被圧面井戸によつて供給されている。

市内で3,000 m³/d以上の大きい用水量を示しているのは、

東洋紡績浜松工場(東伊場町)	7,500 m ³ /d
東京セロハン紙(早出町)	5,500 "
大和染工木戸工場(木戸町)	3,300 "
東陽興業(中沢町)	3,300 "
日本形染(船越町)	3,000 "

であるが、当所において行つた工場用水調査票による調査を参考とし、実地の工場巡検より推定すれば、総計概略100,000 m³/dとなり、しかもその70%は染色・整理、紡績および織布関係に消費されている。

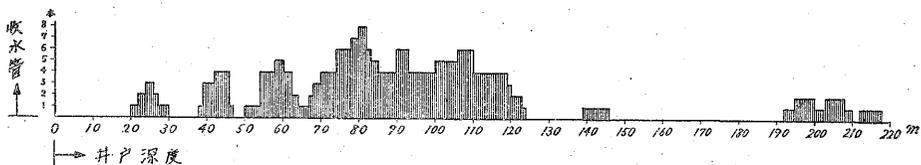
工場分布より推定される井戸分布は、

- 1) 馬込川東海道線以北の沿岸、特に船越町および木戸町一帯
- 2) 国鉄浜松駅南方、特に海老塚町および浅田町一帯にあつて著しく密集していることが理解される。このうち船越町は面積0.05 km²の範囲に日本形染をはじめ染色、一部晒および捺染の計23工場が集団となつて1区劃を形成しており、最高の分布密度を示している。海老塚町および浅田町一帯は現在まで比較的疎らであるが、部分的には既に高度の密集状態となつており、盛んに増加の一途をたどつている。なおこのほか三方ヶ原南麓沿いには、市内より市西南郊にかけ、国鉄浜松機関区・上水道東伊場補給水源・東洋紡績浜松工場・国鉄浜松工機部・専売公社浜松工場など大工場が点在し、最大15,000 m³/d程度の揚水が行われている。

このほか、市内に広く掘抜が利用されており、特に上水道給水圏外ではその利用度が高い。これら自噴性掘抜は市内北部で100~200 cc/s、南部で300~500 cc/s程度の湧出量を認め得るので、推定総数1,000本として、その排水量は20,000 m³/dを上廻るものと推定される。

したがつてこれらの被圧面地下水の総排水量は、120,000 m³/d以上と推定される。たゞし本地区の工業種よりみて、夏季用水期に比較して冬季の用水量はある程度減少するものとみなさなければならぬ。

4.2 井戸収水深度



第6圖 浜松市内における32本の被圧面井戸の収水層分布頻度

浜松市内の被圧面井戸は最大深度245 m(日本形染)であるが、200 m以上の深度のものは数本に止まり、大部分が100 m前後である。これらのうち保存されている約40本の鑿井地層図によると、帯水層の分布は著しく不規則で、隣接井との間に帯水層の関連を求めることは余り期待できない。比較的確實な資料に基いて、32本の井戸の収水深度の分布頻度を求めると、第6図のようになる。なお地元鑿井業者によると、3間層(自由面地下水)のほかに、40間層・50間層・70間層および115間層と都合4層が区別される。このうち70間層および115間層はその利用度が少ないが、全体としては妥当な分け方と考えられる。

4.3 圧力面

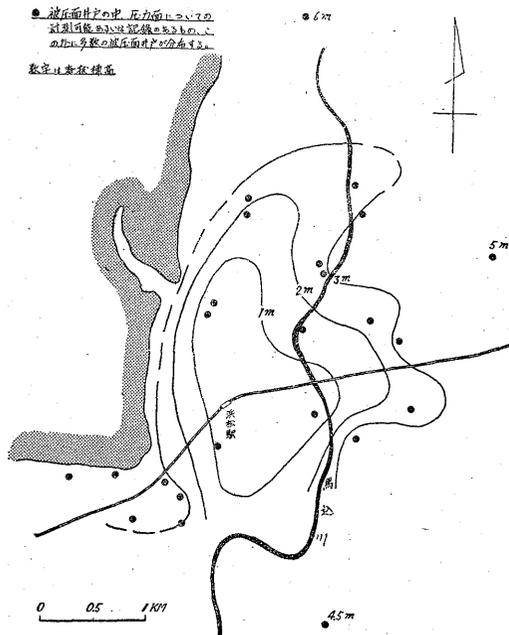
上述の40間層によつて代表される40~95 m間に集中している一連の帯水層は、元來被圧面地下水の主供給源として、浜松市内のうち三方ヶ原およびその東麓沿いのやま地盤の高い部分を除けば、大部分が自噴することは第2図が示している通りである。

しかし集団揚水に伴う過剰揚水は現在の40間層すなわち40~95 m間の利用頻度の最も高い帯水層に、著しい圧力面の低下を生じている。井戸水位の正確な記録に乏しいので、圧力面分布の細部は不明であるが、およその形は第7図の通りで、馬込川の流路に沿つてやま著しい谷部が現われており、こゝにまた塩分濃度の高い地帯の内陸側に深くつゝ込んだ部分が重なつている関係がみられる。

4.4 水位降下と揚水量との関係

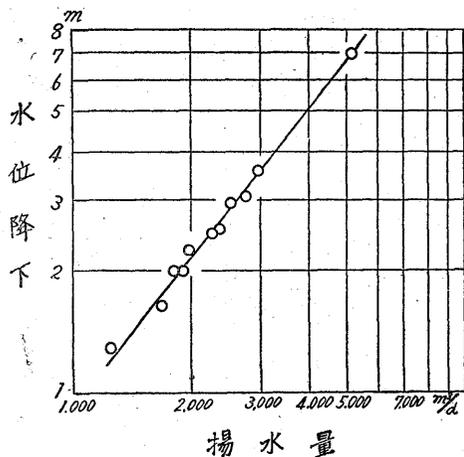
浜松市内に分布する工場用被圧面井戸群のうち10~12吋孔径で収水深度100 m以浅、常時揚水により直接相互に干渉していないと考えられる井戸について、その水位降下と揚水量との関係を求めると、第8図のようにもとめられる。もし水位降下がその収水層の透水性を表現するものとすれば、浜松地区では揚水量の割合に水位降下は小さいから、少なくとも40~95 m間の帯水層の透水性はかなりに大きいものとみなしてよいこととなる。

船越町などの高度の集団揚水地帯を除いて、現在の圧力面は地表面下0.3~2.0 m程度であるので3,000 m³/d以下の用水量の工場では浅井戸ポンプを利用している。しかし場合によつては、構内に既に数本の被圧面井戸があり、あるいは隣接工場で同一の収水深度で揚水していたりする関係上、揚水量に対して水位降下は漸増しており、井戸の揚水効率は低下の一途をたどつているものと



第7図 濱松市地区における壓力面等高線圖

● 被圧面井戸の中、壓力面についての計測可能あるいは記録のあるもの。この外に多数の被圧面井戸が分布する
数字は海拔標高



第8図 濱松市の被圧面井戸における水位降下と揚水量との関係

みなされる。

4.5 揚水による影響

天竜川流域低地の一部には、震害により自噴井の枯渇を生じたところがある。また工場の集団揚水あるいは掘抜井戸群の自然排水など 120,000 m³/d の消費は、自然湧水あるいは井戸数の増加とともに、自噴の減退、圧力面の低下を伴い、自噴限界の後退、自噴帯の縮少を生じるのであるが、こうした関係が市内北部に明らかに認められる。過去における圧力面の低下に関する正確な記録はないが、少なくとも 0.6m 程度の低下は推定できる

実証がある。

自噴しなくなつたところでは、内噴性の井戸に改造したり、あるいはポンプ井戸などが使われているが、これらは自噴帯の後退部のみでなく、工場周辺にも随所に見受けられ、特にその北縁より南縁、すなわち予想される影響圏の下流側の方にあつて甚しい。

第2図に示してある揚水に伴う影響地帯はこれに相当する。すなわち、この地帯の自噴井は、工場が1日あるいは数日に亘り、揚水を停止した直後に圧力面が上昇しあるいは自噴量が増加するというほど、明らかに揚水の影響が現われている。しかもこの地帯では圧力面の低下に伴い、揚水量の減少を生じ、その不足を補うため井戸の増掘・新設が行われるので、ますます井戸相互の被害は増大している。

浜松市南部の臨海部には、深度 100m 前後の自噴井にクロール含有量の高いものがある。これらについては過去の観測記録がないので、海水が漸次侵入していると断定することはできないが、天竜川沿いの滲透水の供給の比較的多い両側にその徴候がほとんど認められず、これより東方福田町方面に向い、また西方馬込川下流部に向つてクロールの増加しているという事実は、おそらく淡水の背面よりの供給量に差違があるということだけでなく、その背後地にあつて人為的に淡水の自然供給を上廻る過剰排水が行われ、海水の呼び込みを誘発するような条件になつていることも、直接の要因として考えなければならぬのであろう。

5. 磐田市およびその附近における

被圧面井戸の現況

磐田市においては別珍・コールテンの工場が多数ありこれらが湧水と大差のない良質の被圧面地下水をその水源として利用している 關係上、被圧面井戸は井戸総数 3,800 の極く一部に過ぎないが、その総揚水量は既に最高 12,000 m³/d 程度となつており、さらに現在市上水道(5,000 m³/d)をはじめ深井戸鑿井の計画が各工場にみられ、さらに今後激増することが予想される。

現在のところこれら被圧面地下水に関する正確な資料を欠くうらみがあるが、市南部の海拔高度 2.5m 程度の低地において、深度 60m、水位降下 5m 程度で、よく 3,600 m³/d (水比抵抗 6,000 Ω-cm 台)の揚水が可能であり、また中泉町東側の台地麓では、遠州別珍 6 吋井深度 50m で 16°C 台、800 m³/d の自噴量が認められる。北方台地上においても鑿井深度は増加するが、ほぼ同一の帯水層より収水している井戸が多い。見付町附近では 10~20m 深度で、中泉町附近のそれとやゝ異つた(水比抵抗 10,000~13,000 Ω-cm)収水層が得られており海拔高度 6~7m の中央鑿造 4 吋井でなお 130 m³/d の自噴量を保つている。

6. 被圧面地下水の観測孔

浜松地区における被圧面地下水の圧力面を、上述した

ような影響地帯外の自然状態が保たれているところで、長期間に亘り観測しておくことは、次に示すような目的に対して極めて有効・適切な処置と考えられる。すなわち、

- 1) 継年変化を通じて自然湧水その他の自然的影響による圧力面の変化を知るため
- 2) 季節変化および継年変化を通じて、影響地帯の拡大して来るのを予知するため
- 3) 特に天竜川総合開発に伴う佐久間・秋葉両堰堤の完成および表流水の取水に伴う下流側水理の変化を仮定し、その事業竣工の前後における圧力面の変化を知るため

この種圧力面の観測は影響地帯内においても行われることが必要なのであるが、とりあえず影響地帯外の浜松市最北部、上島小学校校庭東北隅に帯水層の調査を兼ね利用頻度の高い40~95m層に至る6吋鑿孔を行った。この掘鑿のため筆者の1人小池正八は所員高橋稠および丹治耕吉とともに作業に着手し、10月より12月にかけて、ロータリー300型をもつて深度62.8mに達し、これに4吋管を挿入、52.8~54.8m間の細礫層下半に2mの収水部をつけ、12月末完成当時水位1.3mの被圧面地下水観測孔を設けた。これにより29年1月以降、上島小学校に委託して圧力面・水温その他の観測をしている。

なおこの観測孔の掘鑿時得られた地層断面は第3図中に示してある通りである。

7. 地下水資源保全の対策と今後の調査の主眼点

7.1 水源保全の対策

2~5までに記した水理地質調査の結果によれば、西遠地域全体としては工業用水を全面的に地下水に依存しているとはいえ、かなりの余裕がある。しかし浜松地区ではその過半部が井戸干渉の段階に達しており、特に中小工場が被害の主対象である点よりして速急に対策を樹立すべきである。

すなわち、1) 第2図に示した影響地帯を、地下水資源保護地帯として、上水道および工業用の水を確保するため特別な監視が必要である。

2) 特に井戸収水層・揚水量と揚水水位に関する記録の完全な管理を行い、つとめて揚水量が地理的に偏存しないよう鑿井あるいは工場建設を指導すべきである。

3) 影響地帯においては干渉の進み具合を知るため、また影響地帯外においては自然の状態の圧力面の変化を知り、影響地帯内の圧力面の変化を補正するため、それぞれ被圧面地下水の長期観測を利用者側に左右されない公共機関で実施することが必要である。

4) 50間層、100~120間層およびそれ以下の深部帯水層の利用を奨励するとともに、

5) 大幅に外部依存の水源を期待することががのぞましい。浜松市西南部の現在の計画工業基地に化学工業を取り入れる限り、どうしてもこの種の水源が必要であり、同時にその一部を既設工場に振向けることが必要であろう。中小工場の密集している地区へは、滲透補給井を通じてその水を送り込み、現在の水源施設をそのまま利用させることも考えてよい場合と考えられる。

6) 現況において用水源の立場を中心としてみれば、浜松市においては東郊が、また磐田市においてはその南部が工場適地として推奨できよう。浜名郡北浜村日清紡績の井戸記録の示すように、北方の低位段丘の一部も水源には恵まれている。

7.2 今後の調査の主眼

以上の調査結果および中間結論に基いて、本地域における今後の調査は、

- 1) 天竜川の基底流動量および表流水の滲透推定箇所における滲透水量の調査
- 2) 天竜川流域低地全般の帯水層分布調査のための電気探査、およびその他若干の地盤透透度の調査
- 3) 磐田湧水群を中心とした附近の調査
- 4) 自由面地下水の水位、被圧面地下水の圧力面の長期観測

などの諸点に主眼を置いて実施し、総合的に水資源の保全、合理的開発に資したいと思う。

なお上述の項目4)のうち被圧面地下水の圧力面の観測は前節に記した通り、浜松市において1カ所行っており、また自由面地下水の水位の観測は、磐田市においてとりあえず4カ所開始している。

(昭和28年9月~12月調査)

参 照 文 献

(特に水理地質的関連の高いもの)

- 1) 横山次郎：遠江二俣町附近第三紀層および地質構造概観，地球，Vol. 21, No. 6, 1934
- 2) 小林国夫：浜名湖畔の洪積層，地質学雑誌，Vol. 49, No. 587, 1942
- 3) 石山礼蔵外2名：浜名湖地方の養魚に利用せる地下水に就いて，陸水雑，Vol. 12, No. 3, 1942
- 4) 電気探査協会：静岡県磐田郡磐田原地下水電気探査報告書，電探技調，No. 31, 1947
- 5) 郷原保真・佐々木実：三方ヶ原台地の地質と地下水，資源科学研究所彙報，No. 24, 1951
- 6) 静岡県(?)：天竜川佐久間・秋葉堰堤建設と下流農業その他用水調査，1952
- 7) 静岡県・浜松測候所：天竜地域降雨調査概報，1953