

報 文

551.49 : 62 (521.74)

大阪市工業用地下水源調査報告

—淀川水系地域調査 第2報—

工業用水調査グループ

On the Water Resources for Industry in Osaka City

By

Co-operative Group of Hydrogeology for Industrial Water Supply

Abstract

In this report, water resources for industry in Osaka city is described in detail.

The amount of ground water utilized for industry in this city is 200,000 m³/day, and it is almost all pumped up at the lower reaches of the Shin-Yodo river. The loose deposits in the alluvial plain amount to 110 m in maximum thickness.

The writers believe that the land-subsidence in this part has been occurred certainly owing to the geological characteristics and the artificial discharge of ground water of this city.

要 旨

大阪湾の北東部に位置する大阪市は、京阪神工業地帯の中核をなしているが、工業用水を大量に必要とする工場群が、淀川三角洲に立地しているために、隣接の尼崎市とともに水位の低下から揚水量の減少、地盤沈下という一連の災害を生じている。この対策の1つとして、尼崎市については昭和32年度工業用水法に基づく指定地域とに定められたが、大阪市についても同様にその必要性が認められる。本報告はこのような実情にかんがみ、大阪市における工業用水の取得、利用の現況を明らかにするために行った調査の結果をとりまとめたものである。

大阪市の地下地質は、砂礫と泥ないし粘土からなる累層(A層)と泥ないし粘土を主体とし、砂、砂礫を挟有する累層(B層)との2つに大別される。A層は新淀川流域に発達し、正蓮寺川河口では層厚は最大110mに達するが、寝屋川流域では30m程度となっている。

A層の地下水はB層よりも一般に無機成分に富み、北東から南西に向かって成分含有量が増加し、化学組成は海水の組成に近い傾向を示すが、還元性であつてSO₄²⁻が少なく、かつA層、B層(上層部のみ)ともに天然ガスを産する。

大阪市における工業用水は、大半冷却用水として使用され、これらはおもにA層からまた染、晒などの洗

滌用水はB層から収水されている。その取得量は、約200,000 m³/日と推定され、その大半が新淀川流域で揚水されている。

このように淀川によつて形成された軟弱な三角洲で、大量の地下水が取得されるので、水位の低下が著しく、特に昭和28年以降にこの傾向が顕著に認められる。また地盤沈下は新淀川流域にはなほだしく、沈下量は臨海部で150cmにも達し、20cm以上を示す面積は約80 km²で、大阪市の面積の $\frac{1}{3}$ に相当している。

ま え が き

水面の高さ海拔86mの琵琶湖を水源とする淀川は、大阪湾に注ぐまでのその幹川水路は僅か79kmに過ぎないが、集水面積は8,400 km²に及び、その水系内には古くから文化の発達した大阪平野と京都盆地を含み、わが国の歴史の重要舞台となつてきた。そしてこれらの地方は最近には京阪地域あるいは京阪神地域としてわが国産業界の拠点となつて、多数の人口と盛んな商工業に支えられて、股賑をきわめている。

しかし淀川三角洲に立地している尼崎・大阪・堺などの臨海工業地帯と、その背後に連なる大阪市の商業地帯、吹田・茨木・高槻などの衛星都市群および京都盆地の工業地区では、工業に必要な用水の面で、水位の低下、揚水量の減少、水源の汚染、地盤沈下、工業用水道布設の緊急性などの点からすでにしばしば社会的な話題にと

りあげられている。

こうした事情から、われわれはこれらの地域における一連の用水問題を淀川水系全体の立場から考慮して最善の対策をみいだす目的をもって、同水系を対象とする水地域調査に着手した。すでに派川神崎川に関連して尼崎市を中心とした地域の調査を行い、その結果に基づいて工業用水法の適用をもたらしたのであるが、こゝに尼崎市と水理地質的に密接に関連のある大阪市についての調査結果を報告する。この調査を行った昭和31年度には、このほかに高槻・吹田・堺などの衛星都市群の工業用水源調査、桂川—淀川水文測量および京都盆地西半部の地下水調査など行っており、これらについては32年度においてさらに調査を進めたいと、逐次報告して行く予定である。

なお31年度に行つたこれらの調査は、京都盆地の地下水調査(特別研究費による)以外は工業用水道事業費によつてその経費がまかなわれているが、その他特に大阪市に関する調査では、大阪通商産業局商工部・大阪府土木部・同商工部・大阪市水道局を始め、地元工場側の熱意ある協力を得ることができた。またこの報告に掲載されている記録のなかには、好意的、積極的に提供して頂

いたものが少なくない。こゝにこの報告をとりまとめるにあつて、これらの関係各位に厚く御礼を申し述べる。

1. 調査の規模

この調査は、昭和31年11月25日～12月14日と、32年2月10日～同26日の2回にわたつて行つており、その調査規模は次に示す通りである。

調査範囲 大阪市一円(第1図参照)

調査担当者

地質部	蔵田 延男
同	村下 敏夫
同	黒田 和男
技術部	後藤 隼次
同	池田喜代治
同	阿部喜久男

調査対象工場 57

化学分析試料 70

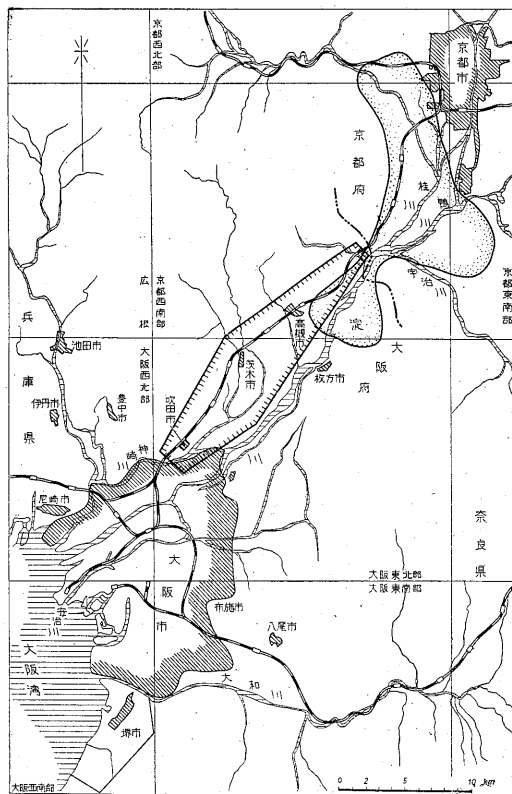
なお大阪工業地帯は、工場の分布から、東淀川区・西淀川区・此花区および福島区を含む新淀川流域と、都島区・城東区など、大阪城附近から南方に延びる上町合地以東の寝屋川流域とに大別することができる。しかも工業用水の取得、利用の面、あるいは水理地質について、両地区はそれぞれ異なつた特徴をもっている。したがつて本報告書では、便宜上新淀川流域と寝屋川流域とに区別して記述することとした。

2. 淀川の河道変遷と大阪市附近の古地理および地質の概況

2.1 河道変遷と古地理

淀川は琵琶湖に源を發し、流頭は瀬田川、次いで宇治川と名を改め、桂川および木津川の合流後において始めて本来の淀川となる。一方この下流では神崎・中津・木津および尻無の4川を分流しており、わが国で最も古くから河川工事が行われた河川でもある。

すなわち古図によれば、かつての淀川は現在の淀川および大和川の水を集めており、当時の大和川は現在の八尾、布施両市の東側一帯の土地に深野池・新開池などの沼沢地を作り、この水が毛馬において淀川に注いでいたが、現在の上町合地に遮ぎられた、これらの沼沢地は排水不良で、常に氾濫を繰り返していた。4世紀の初頭に上町合地を東西に横断する難波の堀江(現在の天満川)が開鑿されて以来、次々に河川、運河の開鑿、護岸、築堤などが行われるに至つた。こうして三国川(現在の神崎川)の開鑿(8世紀)、大和川の分離(18世紀)を経てこんにちに至つている。



第1図 大阪市工業用水調査範囲図

現在大阪市附近の地質をあんずるに、上町台地には洪積層が直接地表近くに露われており、その西および東は低く沖積低地となっている。そしてこの洪積台地は南方堺市付近から南北方向に細長く延びて、淀川左岸に至つて初めて沖積低地下に没している。堺からの往古の街道は、この台地上を通つており、その東側には前述の沼沢地、西側大阪湾岸には浅い海が迫まつていたと考えられる。上町台地西側に沿つて汀線あるいは砂洲などの存在を物語る地名などが随所に残つている。しかしこれらの浅い海は、時を経るに従つて漸次埋積され、西方に陸地が拡がるに伴ない、淀川の水は上町台地北端からこれらの新しい堆積物中に伏没、浸透するに至つたのである。

2.2 地質の概況

このようにしてできあがつた大阪市街地の地下地質は、ほぼ第2図の通りで、比較的連続性に富む堆積層が上下に重なり合い、水理地質的にある程度相互に区別できる帯水層を形成している。しかし全体としての堆積層は細粒の泥砂・粘土に富み、三角洲として形成されたその地盤は、顕著な軟弱地盤であり、堆積物の自然圧密などもまぬかれるわけには行かず、いわゆる地盤沈下の生じ易い条件にあつたことは疑問の余地がない。

いま少し地下地質を細かく検討すると、まず鑿井資料から、

A層、砂礫と泥ないし粘土とからなる累層

B層、泥ないし粘土を主とし、そのなかに砂あるいは砂礫を挟む累層

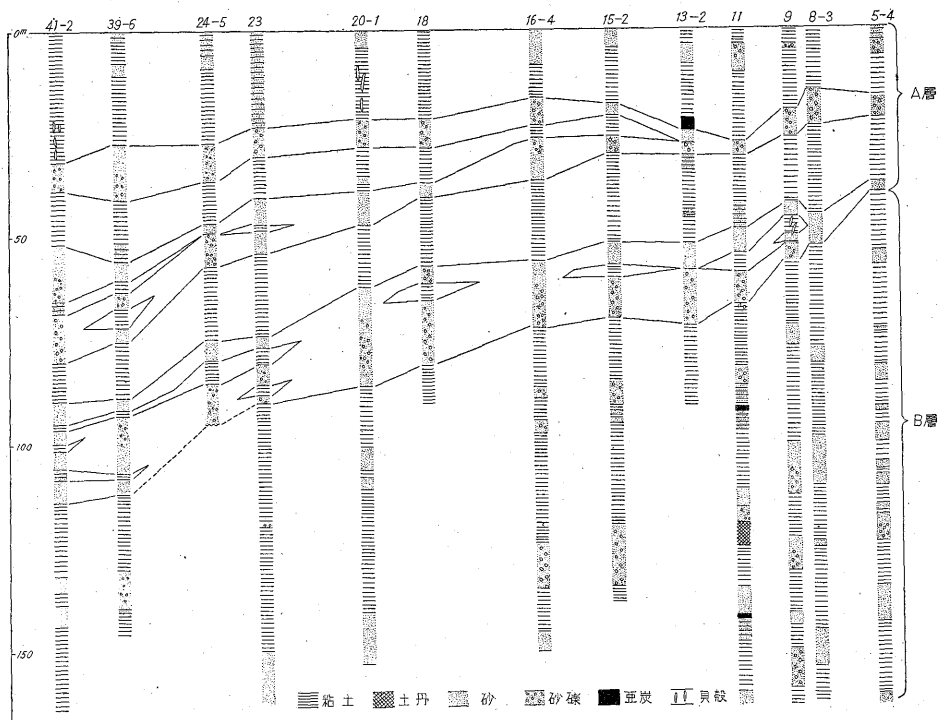
の2つに分けられる。

鑿井地質図および鑿井試料を基にして、さらに詳細に検討すると、新淀川流域に分布するA層は、3つの粘土層と3つの砂礫層とから構成されている。

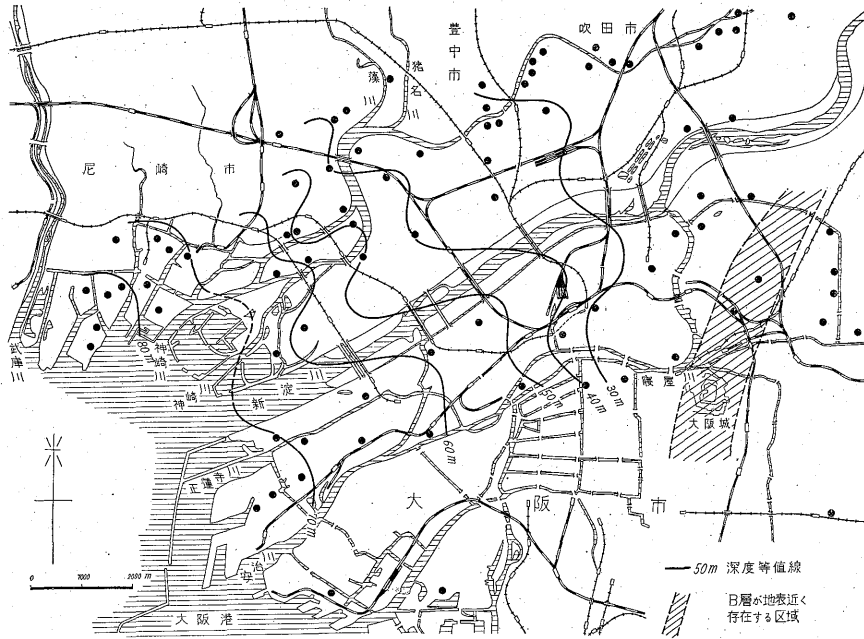
最上位の粘土層の厚さは、15~30mであつて、海岸寄りが幾分厚くなつている。そして東淀川区三国町、東区平野町附近から以西の粘土層は、おむね貝殻混りである。

第1砂礫層は、最上位の粘土層の下位にあたり、比較的広範囲にわたつて連続分布する。しかし第3、4図に示したB層が地表近く存在する区域、あるいは三国町附近では、この層は、鑿井地質図に記載されておらず、おそらく尖滅しているものとみられる。またこの層は、新淀川の右岸と左岸とでは、堆積相がかなり異なつている。すなわち右岸神崎川寄りには、礫質で、層厚は4~5mであつて、堆積相・層厚ともにほとんど地理的变化がない。しかし左岸安治川寄りでは、層厚は5m~15mで、礫を主体とするが、砂または粘土の薄い層をレンズ状に挟在し、堆積相層厚ともにその変化が著しい。

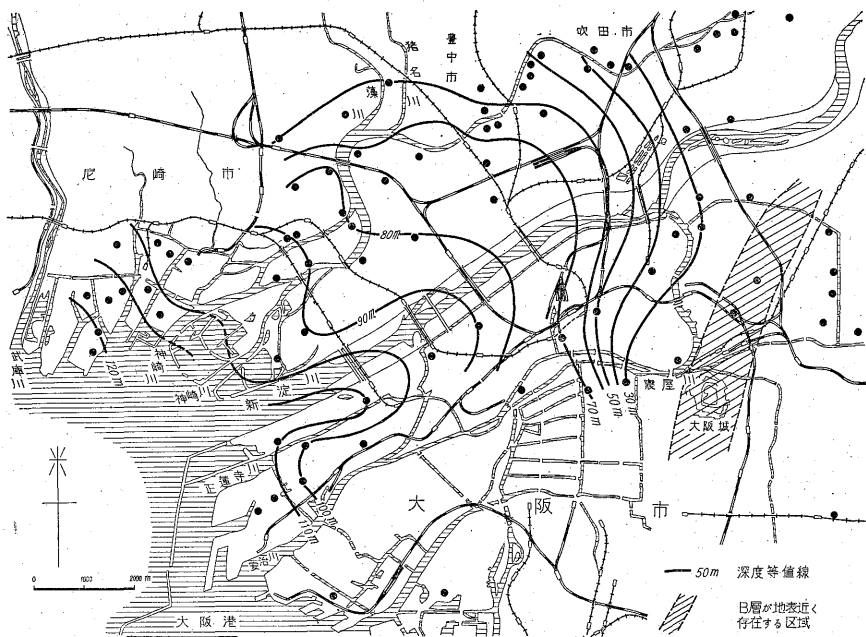
第2粘土層は、最大15m、一般に10m以下の層厚であつて、おむね内陸部に向かつて薄くなり、京阪神急



第2図 新淀川流域における鑿井地質柱状図 (番号は第2表の番号と同じ)



第3図 新淀川流域における第3粘土層上限の深度等値線図



第4図 新淀川流域におけるB層上限の深度等値線図

行電鉄神戸線附近ではすでに尖滅している。

第2砂礫層は、第2粘土層が尖滅する附近で、第1砂礫層と合するが、第1砂礫層と同様に、新淀川の両岸では発達程度が相違する。すなわち、右岸にあつては、層厚10m以下の礫混り砂、砂で、層厚の変化が著しいが、神崎川河口附近では幾分厚くなる。左岸における当砂礫層は、3層中最も発達しており、層厚は一般に18m程度であるが、臨海部では25~30mにも達する。なおこの層も薄い粘土、砂混り粘土、砂をそれぞれレンズ状に挟在している。

第3粘土層は、最大30mの層厚を有し、新淀川流域では、第2砂礫層の発達する海岸寄りよりも、内陸側で厚くなる傾向をもっているが、安治川寄りでは、内陸側が薄く、10m以下となる。

第3砂礫層は、新淀川右岸にあつては、3層中最も発達しており、厚さ4~5m以下の粘土を挟在する砂礫層で、三国町附近から急に層厚を増し、15~25mに達する。しかし左岸では砂を主体とし、層厚は20m以下であつて、臨海部では4~5m以下の粘土を、多いところでは、数層レンズ状に挟在している。そして第1砂礫層と同様に、堆積相の変化が著しく、安治川附近では、薄い砂と粘土との互層、いわゆる重箱層となる。なお第3砂礫層に挟在されている粘土には、貝殻あるいは浮石が記載されている。

以上を要約すると、A層は北東から南西に向かつて発達し、阪神電鉄伝法支線の西側では急に層厚を増し、第2、第3砂礫層は、粘土・砂・礫混り砂などの細粒物質の互層となり、かつその消長が著しい。

A層の下位にあるB層は、厚さ数mの砂または砂礫の層と厚さ20~30mの粘土層とで構成された特徴ある地層である。新淀川流域のB層は、北東寄りで多く利用されているが、臨海部ではその利用が少ないので、B層の地理的变化をうかがうことはできないが、北東寄りではかなり厚い細砂、砂が主体となり、臨海部よりも幾分粗粒となつている。鑿井資料では、B層は深度240mまで確認されている。また海岸寄りでは、B層の上部の粘土、砂混り粘土が、貝殻混りとなつている。なお第3図および第4図は、第3粘土層の上限およびB層の上限の深度を等値線で示したものである。第2粘土層の上限はほぼ水平で、おむね深度30m前後にあつて、海岸寄りでも40m以深とはならないが、第3粘土層は、西方に向かつて傾斜し、臨海部では深度70m前後となつている。そして、新淀川流域においては、その左岸沿いと、神崎川の左岸沿い、また尼崎市東部にあつては、藻川の右岸沿いに凹部が認められる。B層の上限は、図に示したように、上町台地の西側ではかなり急勾配で深く

なり、全体としては新淀川流域が凹部をなし、西方に開いた盆状構造を呈している。

第4図で明らかのように、A層の厚層は毛馬閘門附近で30m前後、正蓮寺川河口では最大110mに達する。

木津川河口におけるA層は、新淀川流域と類似しているが、最上位の地層は砂、砂礫混り粘土であつて、その下位に層厚15~20mの貝殻混り粘土が存在し、層厚数mの砂礫を挟在して、ふたたび上部と同程度の層厚の貝殻混り粘土となり、最下位が、薄い粘土を挟有する砂礫層で、A層の層厚は、おむね60m前後となつている。

上町台地の東側、寝屋川流域におけるA層は、砂礫と粘土とからなる、層厚25~30mの地層で、台地の西側におけるような地層の特徴はみられない。そしてB層は、資料によると、薄い砂層を挟在する一連の粘土層で、深度540mまで連続している。

なお大阪沖積低地の地質に関する資料に基づいて判断すると、B層はいわゆる大阪基盤層に相当し、その上位にあつて、3つの粘土層と3つの砂礫層とで構成されるA層は、梅田層、天満層あるいは上町層などの第四系の堆積層に相当するものと考えられる。

3. 収水層と地下水の化学組成

3.1 収水層^{註1)}

大阪市内におけるおもな工業用井戸のストレーナの位置は、第2表に示してある。工業用井戸は、その用途により、それぞれ単独にA層あるいはB層から収水するもの、A、B両層併せて収水するものとなり、その地理的分布は次の通りである。

まず新淀川流域におけるA層では、第1、第2砂礫層から収水する井戸は、東淀川区の東寄り、または福島区に、僅かに存在する程度である。

第3砂礫層から収水する井戸は、東淀川区、西淀川区にあり、おもに冷却用に用いられている井戸である。

また第3砂礫層およびその上位の砂礫層から収水する井戸は、東淀川区の西寄りから西淀川区にかけて多い。

B層から単独収水する井戸は、同層が比較的浅層部に存在する、東淀川区の東半部に多く、また臨海部でも良好な水質を必要とする工場にあつて利用されている。

A、B両層から同時に収水する井戸のうち、B層と第2、第3砂礫層から収水する井戸は臨海部に、B層と第3砂礫層とから収水する井戸は内陸部に多い。

寝屋川流域、および木津川流域における工業用井戸

註1) 収水層とは、帯水層のうち、収水の対象となつているものをいう。

第1表 大阪市工業用水

番号	水温 (°C)	pH	RpH	Dis O ₂ (cc/l)	HCO ₃ ⁻ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	NO ₂ ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	NH ₄ ⁺ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)
淀川 (毛馬開門) 工業用水道水 (大阪ガス K.K.)	8.3	7.0	7.0	7.15	37.8	8.6	0.01	8	0.50	—	—
	11.2	6.8	7.3	7.32	33.6	8.5	0.00	0	0.87	—	—
1	24.5	7.2	7.4	—	86.1	4.9	0.00	5	0.7	—	—
3-2	28.5	7.8	8.0	0.42	158.6	4.3	0.02	5	2.2	1.7	39.2
4 浅井戸	17.5	6.8	7.3	—	241.0	37.6	0.01	21	1.2	—	—
4-3	18.8	7.1	7.4	0.40	158.6	8.5	tr.	5	2.2	6.8	31.8
5-2	19.9	7.2	7.8	3.70	253.2	7.8	0.01	4	20.00	—	—
5-4	20.9	7.0	7.6	3.47	157.4	5.0	0.00	5	15.75	11.8	16.2
6-2	18.6	7.0	7.9	4.16	286.7	98.0	0.03	7	2.2	—	—
6-3	19.8	7.0	7.8	0.77	250.1	8.2	0.05	9	2.4	18.4	16.3
7	19.3	8.0	8.1	—	335.5	3.9	0.03	5	1.8	22.7	20.9
8-1	18.0	7.1	7.6	—	259.3	22.0	多量	6	6.91	—	—
9	21.5	7.2	7.6	0.33	201.3	4.9	0.03	2	5.25	16.7	17.0
10-1	18.2	7.6	7.9	—	262.3	9.7	0.00	5	6.37	20.6	31.8
11	17.6	7.0	7.5	4.09	280.6	47.2	0.03	5	2.6	—	—
12-2	17.5	7.0	7.8	4.13	265.4	34.8	0.02	5	2.2	—	—
13-2	17.1	7.1	7.6	0.25	222.7	22.2	0.00	1	5.25	15.9	34.0
14-20	16.7	7.0	7.6	0.63	237.9	207	0.01	11	7.61	15.2	161
14-23	16.9	6.8	7.3	0.53	350.8	118.3	0.01	2	7.43	—	—
14-25	19.6	7.0	7.8	0.23	256.2	5.0	多量	2	14.00	20.4	26.9
14-26	19.6	7.0	7.6	0.08	268.4	6.8	多量	2	17.76	20.4	32.6
15-1	18.0	7.5	7.9	—	269.6	57.7	0.02	2	8.40	18.0	45.7
16-1	16.3	6.8	7.3	0.00	131.2	168.5	0.00	63	0.50	8.2	77.0
16-4	21.8	7.0	7.6	0.67	231.8	7.4	0.01	0	9.61	—	—
17-2	17.4	6.8	7.4	0.05	213.5	72.4	多量	1	6.35	—	—
18	17.8	7.0	7.4	0.00	213.5	75.2	〃	1	3.23	14.0	60.9
20-1	20.4	7.0	8.0	0.40	384.3	6.3	0.02	1	6.37	—	—
20-3	18.2	7.1	7.6	0.67	204.4	76.8	tr.	21	6.37	12.5	56.9
21	21.8	7.0	7.6	0.23	280.6	17.4	多量	1	13.41	—	—
22-1	20.7	7.2	7.8	0.77	280.6	388	0.01	8	11.84	24.4	234
22-3	21.3	7.1	7.6	0.13	305.0	202	tr.	10	11.84	19.5	143
23	19.6	7.4	7.8	5.11	289.8	322	0.00	5	12.72	25.7	154
24-3	18.8	7.0	7.4	0.06	189.1	525	0.04	0	1.2	—	—
24-5	19.9	7.0	7.5	0.79	253.1	23.1	0.06	2	3.2	14.1	41.3
25-2	16.1	7.0	7.5	1.23	280.6	78.1	0.00	115	8.6	—	—
26	10.2	7.2	7.4	—	155.6	85.2	0.00	4	2.0	—	—
27-210	16.2	7.2	7.4	0.40	91.5	11.4	0.01	9	0.8	—	—
27-209	18.0	7.2	7.4	0.00	112.9	10.7	0.00	9	0.9	—	—
28-4	23.3	7.3	7.8	0.14	215.3	5.0	0.01	6	1.8	6.5	67.3
30	22.0	7.4	7.8	1.33	222.7	6.9	0.02	0	7.32	—	—
31-221	28.5	8.0	8.0	—	143.4	4.3	0.01	4	0.8	1.7	34.0
31-222	27.5	7.8	8.0	0.46	137.3	3.9	0.03	1	1.0	1.5	32.0
32	19.4	6.8	7.2	—	56.1	9.0	0.00	5	3.64	2.7	8.8

大阪市工業用地下水調査報告 (工業用水調査グループ)

水質分析一覽表(1)

Fe ²⁺ (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)	全 硬 度 CaO (ppm)	Total SiO ₂ (ppm)	KMnO ₄ cons. (ppm)	P (ppm)	ρ (Ω-cm)	備 考
0.00	2.55	10.2	4.1	23	16.4	7.8	0.01	16,500	○
0.00	0.12	9.2	2.1	16	2.0	5.1	tr.	14,500	○
1.95	0.98	8.6	2.4	17	34.4	2.9	0.01	9,300	○
0.10	0.19	10.47	3.6	23	16.6	4.8	0.30	4,220	
6.66	18.34	36.4	15.8	87	30.8	10.1	0.30	3,260	
2.44	0.22	8.9	6.7	28	42.4	9.7	0.44	5,910	
0.56	0.00	21.6	14.9	64	40.0	13.2	0.29	3,300	○
1.37	0.00	12.2	7.8	34	34.8	8.7	0.09	5,100	○
1.52	0.00	37.1	26.1	112	56.4	11.6	0.27	2,150	
0.50	0.01	28.0	16.0	76	46.8	8.0	0.26	3,580	
0.10	0.23	37.6	19.3	98	60.0	18.6	0.56	2,980	
1.25	1.09	26.7	31.2	108	65.6	13.5	0.31	3,200	○
0.94	0.33	18.0	12.5	53	56.4	8.1	0.32	4,100	○
0.15	1.97	19.2	18.6	68	53.2	12.6	0.36	3,300	○
3.38	0.00	25.8	17.3	76	54.8	11.3	0.60	3,040	
4.24	n.d.	23.9	15.2	68	52.8	6.5	0.07	3,430	
3.36	1.69	20.8	13.1	59	58.0	13.8	0.09	3,500	○
3.14	1.11	12.4	16.9	55	26.0	5.1	0.18	1,600	○
2.58	0.40	13.2	13.9	49	46.4	13.2	0.34	2,200	○
0.65	0.00	15.1	13.8	52	43.2	14.4	0.25	3,300	○
0.71	0.00	14.7	13.7	51	42.4	13.1	0.20	3,300	○
1.50	3.60	28.2	20.4	85	54.8	7.2	0.12	2,500	○
5.53	0.00	29.8	19.2	85	22.8	5.1	0.00	1,850	○
0.73	0.76	21.6	13.3	60	56.8	12.0	0.62	3,500	○
6.12	3.28	27.1	21.7	86	41.2	5.1	0.00	2,500	○
4.70	1.88	18.4	16.0	61	43.6	5.7	0.01	2,500	○
0.53	0.00	21.2	20.7	76	62.0	16.5	0.53	2,300	○
3.31	0.72	26.1	19.0	79	51.6	8.1	0.01	2,500	○
0.77	0.80	31.2	14.9	77	53.6	16.2	0.15	2,500	○
0.91	0.00	30.8	39.1	132	40.0	10.5	0.20	9,800	○
1.15	1.19	30.0	26.4	102	40.4	9.3	0.19	1,250	○
4.08	2.50	56.7	39.4	169	51.6	10.8	0.01	1,000	○
7.12	0.00	77.2	53.9	232	49.2	9.8	0.05	840	
5.10	1.64	21.4	13.6	61	56.8	12.0	0.15	3,200	
1.45	0.00	33.9	29.9	116	52.0	11.7	多量	1,600	
5.46	0.00	6.4	8.2	28	64.4	10.6	0.30	6,600	
1.25	0.00	7.1	5.6	23	50.4	4.2	0.20	8,000	
2.33	0.00	7.2	6.7	27	49.6	4.3	0.18	6,000	
0.45	0.00	2.8	2.3	9	78.8	19.1	1.40	3,600	
0.53	0.00	8.0	3.9	19	60.0	14.4	0.56	3,500	○
0.02	0.02	12.8	3.0	25	16.8	6.2	0.20	4,680	
tr.	0.04	11.7	2.9	23	34.0	5.3	5.25	5,150	
4.48	0.00	13.5	3.7	26	11.6	11.1	0.01	9,000	○

第1表 大阪市工業用水

番号	水温 (C°)	pH	RpH	Dis O ₂ (cc/l)	HCO ₃ ⁻ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	NO ₂ ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	NH ₄ ⁺ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)
33-3	14.1	6.8	7.3	1.31	48.8	69.6	00.0	20	0.4	—	—
34-1	17.4	7.2	7.8	—	729.0	3,424	多量	11	23.09	—	—
37-南	18.1	7.2	7.5	—	353.8	995	tr.	1	18.66	—	—
37-北	19.1	7.4	7.6	—	372.1	790	tr.	3	14.00	—	—
39-3	19.6	6.8	7.5	0.02	258.0	564	0.22	2	25.20	32.7	165.0
39-4	18.8	7.0	7.6	0.24	344.7	1,427	0.03	3	35.48	—	—
39-6	19.5	7.0	7.5	0.29	286.7	508	0.00	2	42.00	—	—
41-2	20.9	7.2	7.7	0.75	420.9	148	0.01	10	12.60	26.4	117
42	18.2	7.2	7.4	—	268.4	1,064	tr.	3	13.30	—	—
44	19.8	7.0	7.5	0.05	280.6	656	0.00	1	3.2	—	—
45-1	33.4	7.8	8.0	0.36	221.4	4.9	0.01	5	1.2	2.5	70.1
45-3	19.0	7.6	8.0	—	172.6	139	多量	68	1.6	—	—
46	18.8	6.9	7.5	0.00	222.7	690	0.01	1	2.8	—	—
47-1	19.5	7.3	7.8	—	189.1	445	0.06	5	9.76	—	—
47-2	21.8	6.8	7.4	—	208.6	6.8	0.02	2	4.73	14.3	28.4
47-3	24.0	7.3	8.1	1.06	233.0	6.7	0.03	0	7.62	—	—
48-1	16.9	7.2	7.8	2.50	253.2	93.7	tr.	5	10.66	—	—
48-2	19.2	7.0	7.6	—	170.8	142.5	0.01	5	5.98	21.5	51.5
49	17.9	7.2	7.4	—	198.3	199.2	0.02	9	2.8	—	—
50	(16.1)	7.8	8.0	—	591.7	2,502	0.28	1.2	3.2	—	—
51	18.8	7.0	7.6	—	424.0	6,138	0.00	8	9.62	—	644
52	19.8	7.4	7.8	—	268.4	12,709	0.03	1,792	5.2	—	—
53	18.8	7.2	7.8	4.31	513.6	4,616	0.00	215	10.26	—	2,115
55	17.2	7.2	7.4	0.03	433.1	19.9	tr.	3	1.2	—	—
56-1	19.4	7.3	7.6	—	207.4	9.2	多量	4	7.6	—	—
56-2	17.8	8.0	8.0	—	262.3	8.5	0.05	5	1.8	14.8	20.6
57	21.3	7.5	8.0	—	286.7	387	1.50	2	18.8	—	—

註 1) この表の番号は、第2表の番号と同じ。例えば10-1の10は
 2) 備考欄での○印は31年11月から12月にかけての調査時の

は、A, B 両層あるいはB層から単独収水しており、前者のなかには、B層から収水する井戸が相当数に存在する。

3.2 地下水の化学組成

地下水の試料72個の分析結果を、収水層の深度別分類に基づいて検討すると、大阪市内における地下水は、次のような化学組成をもっているのが理解できる。

水温 深井戸の水温は、おもにストレートの位置と数によって異なるが、大阪市内における工業用井戸では、14.1~33.4°Cの広範囲にわたっている。収水層別の水温は、次の通りである。

- { A層の3砂礫層から収水するもの 14.1~18.8°C
- { 第3砂礫層とB層とから " 17.4~21.3°C
- { B層のみから " 19.3~33.4°C

このうち、内陸部でB層から収水する深度180~545mの深井戸が24.5~33.4°Cを示している。

pH, RpH 新淀川流域のA層のpHは、6.8~7.6、RpHは7.0~7.9で、B層をもあわせて収水する試料では、アルカリ性が強くなっている。B層のpHは7.0~7.8、RpH7.6~8.0で、深度の増加とともにアルカリ性となる傾向がみられる。

寝屋川流域では、A, B両層のものpHは、6.9~7.6、RpH7.5~8.0、B層はそれぞれ6.8~8.0、7.4~8.1で、深層ほどアルカリ性となっている。

Dis O₂ A, B両層とも一般にDis O₂は少ないが東淀川区三国町以東、すなわちB層が地表近く存在する付近では、その上層部から収水する井戸に、Dis O₂が多い。

水質分析一覽表 (2)

Fe ²⁺ (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)	全 硬 度 CaO (ppm)	Total SiO ₂ (ppm)	KMnO ₄ cons. (ppm)	P (ppm)	ρ (Ω-cm)	備 考
0.10	6.90	12.4	5.4	29	7.2	16.2	0.01	6,300	○
—	Total 27.39	137.3	251.3	769	300.8	42.1	0.02	220	○
5.33	14.87	140.2	102.5	431	53.2	14.4	tr.	500	○
5.64	9.01	111.6	91.4	366	55.6	15.6	0.01	560	○
5.25	2.18	87.5	65.4	272	36.8	9.0	tr.	880	○
5.00	0.00	140.3	129.0	492	36.4	11.7	tr.	440	○
5.72	2.34	82.4	62.7	259	32.0	11.6	0.00	880	○
1.60	1.54	42.0	34.0	136	71.2	15.3	0.27	1,350	○
6.77	15.71	171.4	154.7	594	52.0	20.5	0.00	480	○
2.08	0.00	82.7	58.8	502	70.4	9.6	1.28	600	
0.02	0.30	6.8	2.5	15	41.2	9.9	0.88	3,680	
0.50	0.18	23.8	17.3	73	61.6	10.4	1.20	1,890	
2.00	1.29	86.6	64.5	540	62.8	8.5	1.12	800	
2.45	1.37	56.1	41.2	172	61.6	11.7	0.44	950	○
0.46	0.00	15.1	10.4	44	4.0	6.3	0.40	4,000	○
0.27	0.00	10.6	6.0	27	46.8	16.5	0.48	3,600	○
0.03	0.70	29.4	19.6	86	62.4	9.0	0.48	2,000	○
0.96	0.00	20.4	15.7	64	52.0	13.2	0.63	2,100	○
1.69	0.00	28.2	20.4	87	60.8	7.1	1.12	1,700	
0.00	0.22	91.3	168.9	1,034	50.4	17.2		255	
5.54	0.00	198.9	156.8	638	56.8	11.7	0.01	420	○
7.71	0.00	373.2	879.4	5,099	64.4	5.8	0.00	65	
5.13	2.08	386.3	379.6	1,413	59.6	16.2	0.02	140	○
1.94	0.91	21.5	14.8	64	52.4	17.4	1.16	2,550	
0.32	0.00	27.2	14.7	71	64.4	10.6	0.88	4,170	
0.03	0.18	18.0	10.0	48	53.2	11.1	0.80	3,900	
1.75	n.d.	101.8	50.2	258	70.8	10.3	0.20	830	

第2表の工場番号, 1はその工場の井戸番号を示す。

採水試料を示し, 印の無いものは32年2月中に行つた調査時の採水試料を示す。

HCO₃⁻ 新淀川および寝屋川流域のA層は, 100~420 ppm および170~280 ppm, またB層はそれぞれ150~390 ppm, 110~435 ppm であつて, 地理的増減はほとんどみられない。

Cl⁻ 新淀川流域におけるCl⁻は, 第5図に示したように, 内陸部から臨海部に向かつて, 指数函数的に増加し, 特に阪神電鉄伝法支線以西では, 急激に増加する。またB層の地下水は, 4~17.5 ppm で, ほとんどが10 ppm である。

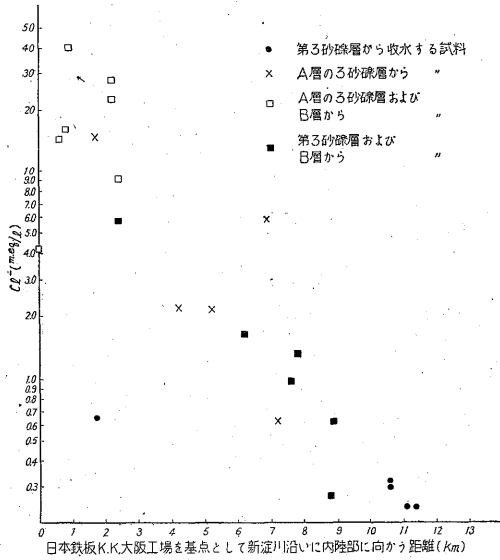
寝屋川流域では, A層のそれが78~690 ppm, B層は, 新淀川流域と同様の値を示している。

木津川流域の地下水中には, Cl⁻の含有量が多く, 最高12,700 ppm に達するが, この流域ではかなり内陸部にまでCl⁻が多いものと推定される。

SO₄²⁻ SO₄²⁻が10 ppm 以上を示す試料は, 分析試料の僅か10%程度であつて, しかもその分布は不規則である。そしてCl⁻の含有量に対して, SO₄²⁻は小さい値を示し, 臨海部ではCl⁻が500~1,420 ppm の値に対して, SO₄²⁻は僅かに3 ppm 以下となつている。これは後述のように天然ガスの賦存と密接な関係にあるものと考えられる。

NH₄⁺ NH₄⁺は, きわめて多量に含有され, 特に新淀川流域では, B層の上部と, 阪神電鉄伝法支線以西の臨海部のA層とにこの傾向が著しいが, おもむね深度180 m 以深のB層には, NH₄⁺の含有量がきわめて少ない。

Fe Feは, Fe³⁺よりもFe²⁺として存在し, B層はA層よりも含有量は少なく, 2 ppm 以下であるが, A層



第5図 新淀川流域における Cl⁻ の地理的変化

は 2.5 ppm 以上となつている。

Ca²⁺ および Mg²⁺ これらのイオンは、地区的には阪神電鉄伝法支線以西の深井戸に特に多い。

B層における両イオンは、北東から南西に向かつて増加し、Ca²⁺/Mg²⁺ の当量比は、逆に減少する傾向にある。

Ca²⁺/Mg²⁺ の当量比と Cl⁻ との関係をみると、A層では内陸部から臨海部に向かつて Cl⁻ が増加するのに対して、Ca²⁺/Mg²⁺ にはほとんど増減がなく、B層においては僅かに Ca²⁺/Mg²⁺ の減少するのに対して、Cl⁻ の増加が認められる。

KMnO₄ cons. KMnO₄ cons. は、一般に 10 ppm 程度あるいはそれ以上の高い値を示しているが、これは不安定な炭素含有有機物の存在以外に、dis. O₂ および SO₄²⁻ が少なく、NO₂⁻、Fe²⁺ の多いことなどの事実から、地下水が還元性であることにおもな原因を有しているものと考えられる。

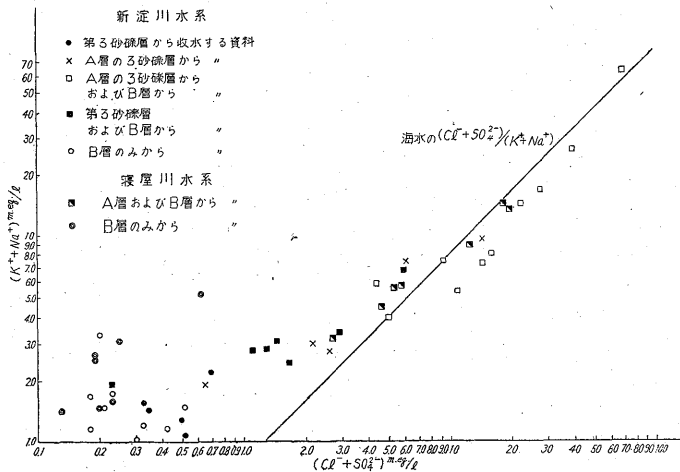
そして KMnO₄ cons. は、A層では内陸側に少なく、B層では上層部に多く、下層部には非常に少なくなつている。

(K⁺+Na⁺)/(Cl⁻+SO₄²⁻) 第6図に示した (K⁺+Na⁺)/(Cl⁻+SO₄²⁻) によると、新淀川下流部および寝屋川流域で、A、B 両層から収水する深井戸の試料、また臨海部におけるA層のそれはほぼ海水の組成に近い傾向を示すが、B層は両流域ともに上記のものとは異なつた性質を示し、新淀川流域の内陸部のA層およびA、B 両層から収水する試料は、ほぼその中間の性質を具えている。

天然ガス 大阪市内では、天然ガスを産する井戸がかなり多く、その分布はおもむね全域にわたつており、先に実施した隣接尼崎市の臨海部に存在する工業用井戸にも認められた。

これらの調査によると、天然ガスは、A層の第2砂礫層あるいは第3砂礫層およびB層、またはB層が単独に収水する井戸などに産し、特に大阪市内では、阪神電鉄伝法支線以西と、寝屋川流域(B層から収水する井戸のみ)において顕著に認められる。しかしB層から収水する深度 180 m 以深の井戸には天然ガスの存在は認められない。

微生物 内陸部の第1砂礫層から収水する地下水中に



第6図 (Cl⁻+SO₄²⁻) と (K⁺+Na⁺) との関係

K⁺、Na⁺ の測定をしていない試料については次式より算出
 $(\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}) - (\text{NH}_4^+ + \text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = (\text{K}^+ + \text{Na}^+)$

は、Leptothrix ochracea, Spirophyllum ferrugineum などの鉄バクテリアが検出され、また鉄管内の附着物からも上記のバクテリアが検出される。また K.K. 高瀬染工場の集水タンク (同工場の井戸深度は 165~540 m) からは、Beggiatoa, Thiobirio などの硫黄バクテリアが検出されている。

以上要約すると、A層はB層よりも溶存成分に富み、特にA層では、北東から南西に向かって溶存成分が増加し、海岸寄りでは、海水の組成に類似した性質を具えていることがわかる。しかし Cl^- ($Na^+ + K^+$) の増加に対して、 SO_4^{2-} が少ないことが、特徴である。そして一般に NH_4^+ , $KMnO_4$ cons. が多く、かつ一部では天然ガスを産することなどから考慮すると、A, B 両層の地下水はともに還元性であり、特に臨海部のそれは、天然ガス地帯における鹹水のような性質を具えているものと考えられる。

なお分析結果から判断すると、A, B 両層から収水する井戸の水質は、主としてA層の性質に近い性質を具えている。

第7図の Key Diagram によると、新淀川流域のB層は Carbonate hardness (Secondary alkalinity) の区分に属し、A層は内陸部から臨海部に向かって、Carbonate hardness から Noncarbonate alkali (Primary salinity) となる傾向を示している。また寝屋川流域におけるB層は Carbonate alkali (Primary alkalinity) の区分に相当し、これに対しA層は Noncarbonate alkali で、新淀

川流域の臨海部よりも alkali の占める割合が大きい。地下水の化学組成を、地層の堆積環境を示す1つの指標として考えれば、B層はおもに陸成の堆積物、またA層は他の地質条件などを考慮すると、新淀川流域では三角洲層、寝屋川流域では瀉成層^{註1)}であると結論される。

3.3 水質の変化

水質の悪化は、一部の工場では確認されているが、当地域における工業用水がおもに冷却用水である関係上、水質についてはほとんど経年的な測定記録がない。

しかしここに掲げた新淀川河口に位置する大阪瓦斯 K.K. 西島工場の記録は、断続的ではあるが、 Cl^- の急激な増加をよく表わしている。

測定年月日	No. 2 井 (ppm)	No. 3 井 (ppm)	No. 4 井 (ppm)	No. 5 号 (ppm)
年 月 日				
25. 12. 5.	205	213		
27. 1. 14.				1,521
27. 3. 14.			547	
28. 6. 1.	163		642	
29. 5. 6.	385	561	911	1,822
30. 7. 18.				1,765
30. 9. 5.			896	
31. 6. 25.	1,280		1,280	2,660

この資料では、昭和 25 年以前のものがないので、その増加の程度は不明であるが、増加の原因が揚水量の増大あるいは、それに関連ある地盤沈下の現象などに関係していることは推察できる。

すなわち地盤沈下の現象から推察すると、後述のように新淀川流域においては、揚水量が地下水供給量よりも多く、かつその差が経年的に増大している。しかも前項で述べたように、新淀川流域のA層は、三角洲の堆積層であり、 Cl^- 濃度は下流側ほど高くなっている。したがって新淀川の最下流にあたる当工場附近では、揚水に伴ない上流側からよりもむしろ下流側から地下水が補給される関係上、このように Cl^- 濃度が高くなっているものと考えられる。

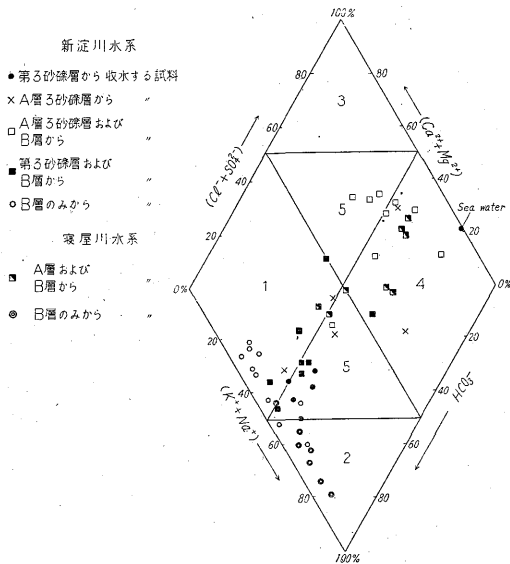
4. 地下水利用の現況

4.1 工業用水利用の現況

調査対象となつた工場の、工業用水の水源別取得量と工業用井戸の諸元は、第2表に示す通りである。

なお工業用水のうち、淡水の水源別取得総量は、新淀川以北と以南とでは次のようになつている。

註1) 竹中準之助：大阪市沖積層の研究(その4)、沖積粘土の土質力学的研究、日本地質学会第62年総会(1955年)講演



第7図 Key Diagram

($K^+ + Na^+$) の測定してない試料については次式より算出
 $(HCO_3^- + Cl^- + SO_4^{2-}) - (NH_4^+ + Fe^{2+} + Fe^{3+} + Ca^{2+} + Mg^{2+}) = (K^+ + Na^+)$

第2表 大阪市における工業用

番号	工場名	工業用水源別取得量 (1日当り)						用途
		総量 (m³)	表流 (m³)	上水道水 (m³)	地下水 (m³)	循環水 (m³)	海水 (m³)	
1	五光染工 K.K.	586.4	90	1.4	495	—	—	原, 洗, 汽
2	住友化学 K.K. 大阪製齒練淀川工場	125	—	71	54	—	—	原, 洗, 冷, 汽, 温
3	飯田晒染工場	2,534.6	373.7	0.9	2,160	—	—	洗
4	鐘ヶ淵紡績 K.K. 中島工場	3,330	160	20	3,150	—	—	汽, 温
5	大阪染工 K.K. 三国工場	1,350	—	—	1,350	—	—	汽
6	不二製油 K.K. 大阪工場	3,750	—	150	3,600	—	—	冷, 汽
7	三国セルロイド K.K.	163.3	—	33.3	130	—	—	汽
8	田岡洗料製造 K.K.	1,052	—	120	500	432	—	原, 洗, 冷, 汽
9	山本洋晒工場	2,600	—	900	1,700	—	—	洗, 汽
10	日本アルミニウム工業 K.K.	2,069	—	869	600	600	—	洗, 冷, 汽
11	日本油脂 K.K. 三国工場	1,419	—	—	198	1,221	—	冷, 他
12	塩野香料 K.K. 大阪工場	504.3	—	55.6	448.7	—	—	冷
13	大五栄養化学 K.K.	1,400	—	350	1,050	—	—	原, 洗, 汽
14	武田薬品工業 K.K. 大阪工場	15,627	—	(I) 2340 4330	6,287	2,670	—	冷, 洗, 温, 汽, 原

大阪市工業用地下水調査報告 (工業用水調査グループ)

水取得と用井戸の現況(1)

井 戸 諸 元				ポンプ諸元		
番号	孔径 (吋)	深 度 (m)	ス ト レ ー ナ ー の 位 置 (m)	種 類	吐出口径 (吋)	馬 力 (HP)
	8.6	181.2	151.1~181.2	B	4	10
	10	100.0	不明	C	4	10
1	12.10	208.9	164.9~170.8 179.9~186.1 195.1~202.1	B	6	30
2	12.10	223.9	163.2~167.6 181.2~183.2 192.6~197.8 203.7~217.5	B	6	30
1	16	37.3	25.75~30.9	B	4	15
2	10 ³ / ₄	39.3	15.6	B	4	7 ¹ / ₂
3	10 ³ / ₄	39.3	23.2	B	5	15
4	16	37.3	23.3~27.2	B	5	15
1	14	124.6	71.1~79.8 91.6~93.3 106~112.6 121~124.6	A	6	50
2	14	151.2	不明	B	6	30
3	1.5m	7.0	"	C	4	7.5
4	12.10	196.8	161.5~168 159.3~180.2 190.0~193.6	B	6	40
1	8	100.0	41.8~46.5 59~64 92~96	A	5	50
2	10 ¹ / ₂	118.0	40~45.8 60~63.7 65.5~68.0 91.3~96.0 107~109 112~114.5	B	6	30
3	14	151.5	93.4~97.9 105.0~109.2 110.5~115.2 132.9~141.9	B	8	50
	6	130.0	101.5~105.0 116.5~121.0 123.0~127.5	A	6	154
1	12	136.1	45.4~54.5 41.8~73.7 76.9~78 101.8~105 119.5~127.2	B	6	40
2	6	107.4	不明	A	3	15
3	12	166.2	45.5~53.0 98.7~110.3 145.6~154.0	B	6	50
	12.10	226.8	150~159 174.2~178.5 201.5~204 207.6~209.9 209.4~215.5	B	6	40
1	12	121.0	23~27.5 42.5~50 50.5~63 103~121	A	6	100
2	12	60.5	不明	A	6	75
	10	242.1	{ 3.1~4 9.1~10 14.5~15.3 18.8~19.6 25.2~26 29.2~32.8 31~31.5 39.5~40.8 49.5~50.5 59.2~60.3 61.9~62.8 65.5~66 68.8~70.3 72.2~73.5	B	3	15
1	8	90.8	不明	B	5	15
2	14	211.8	{ 48.5~54.2 59.0~68.8 82.0~85.3 147~149.8 185.5~191.4	A	8	50
1	12	90.0	不明	B		30
2	12	90.9	29~29.7 59.4~71.5	B		20
1	12	215	60~73 125~140 149~155 161~164 172~175 182~191	B	5	50
8	12	106	60.6~69.7	B	6	50
9	12	103	66.7~74.3	B	6	50
10	15	103	66.7~74.3	B	5	30
12	15	103	65~74.3	B	5	30
13	15	103	不明	B	5	25
14	12	103	"	B	5	30
15	12	106	64~72.7	B	5	30
16	12	106	63.7~72.7	B	5	30
17	12	103	不明	B	5	30
19	11	75.5	24.2~28.8 62~72	B	5	30
20	14	91	20.9~29.7 58~73.7	B	6	30
21	14	188	91~94 129~735 136~141 148~155 157~162 167~170 171~177	B	6	50

第2表 大阪市における工業用

番号	工場名	工業用水源別取得量 (1日当り)						用途
		総量 (m ³)	表流 (m ³)	上水道水 (m ³)	地下水 (m ³)	循環水 (m ³)	海水 (m ³)	
15	藤沢薬品工業 K.K. 大阪工場	1,366	—	436.0	610	320	—	冷, 洗, 原, 温, 汽
16	田辺製薬 K.K. 加島工場	12,217.8	—	1,327	7,400	3490.8	—	冷, 温, 原, 洗, 汽
17	明治乳業 K.K. 大阪工場	2,550	—	150	2,400	あり	—	冷, 洗, 汽
18	大阪酸素工業 K.K. 大阪工場	720	—	—	720	—	—	冷
19	大同化成工業 K.K.	480	—	—	480	—	—	冷
20	別府製紙 K.K.	3,636	—	36	3,600	—	—	洗, 汽
21	日本農薬 K.K. 大阪工場	175	—	45	130	—	—	洗, 冷, 温, 原
22	三協製紙 K.K.	8,690	—	90	8,600	—	—	原, 汽
23	古河鋳業 K.K. 大阪製練所	7,760.0	—	2,000	3,600	2,160	—	冷, 洗, 原, 汽
24	大阪製鋼 K.K. 西島工場	17,855	4,800	215	7,270	5,570	—	冷, 汽
25	オリエント化学工業 K.K.	594.6	—	90.6	504	—	—	洗, 冷, 原, 温
26	寿製紙 K.K.	2,046	—	10	1,800	236	—	原, 洗
27	敷島紡績 K.K. 城北工場	3,360	—	180	3,180	—	—	原, 温, 汽
28	鐘淵紡績 K.K. 淀川工場							洗, 原, 汽
29	十条製紙 K.K. 都島工場	21,954	21,954	—	—	—	—	洗, 原, 汽
30	久野染工 K.K.	1,800	—	—	1,800	—	—	洗, 汽
31	K.K. 高瀬染工場	4,400	—	800	3,600	—	—	洗, 汽, 原, 冷,

大阪市工業用地下水調査報告 (工業用水調査グループ)

水取得と用井戸の現況(2)

井 戸 諸 元				ポ ン プ 諸 元		
番号	孔 径 (吋)	深 度 (m)	ス ト レ ー ナ ー の 位 置 (m)	種 類	吐 出 口 径 (吋)	馬 力 (HP)
22	14	91	19.7~33 51.6~74.5	B	5	30
23	12	91	21.8~27.3 28.8~32.1 60.7~76	B	5	25
24	14	91	21.2~28.8 30.6~37.3 56.7~77.3	B	6	50
25	12 ³ / ₄	179	93~95.5 120~141 166~171	W	5	36
26	12 ³ / ₄	207	73~76 130~132 133~141 148~151 171~174 181~184 185~192	B	6	50
1	12	136.0	53~68 85~90 120~130	A		50
2	10	136.0	52~70 85~91 120~130	A		40
1	10	72.6	不 明	B	5	25
2	8	60.6	"	B	3	10
3	8	54.5	"	A	3	15
4	12 ¹ / ₂	185.3	124~134.5 145.3~149.6 169.2~178.4	W	5	40
1	12	90.8	59.7~75	B	5	30
2	12.10	75.6	195~23.2 59.7~75	B	7	50
1	8	90.9	22.8~25.8 38.5~40 59.1~60.7 71.5~80.1	B	4	15
	10	84.7	19.6~24.3 30.3~34.9 59~65 66.8~72.5	A	1 ¹ / ₂	20
1	12	154.1	140.7~152.9	B	5	30
2	14	94	70.5~82.0	B	6	50
3	14	90.4	41.0~47.8 64.9~70.2 73.1~84	B	6	50
1	10	182.0	145.2~150 153.2~158.7 170~173.2	B	4	15
1	14-10	174	153~165	B	8	50
2	14	171	154~166	B	8	60
3	16-12	170	82~91 156~165	B	9	75
4	16	127	76~91 92.5~94.5 112.5~116	B	9	75
1	14	180.0	42~54 74~76 80~85 88~90 118~120 150~162	B	7	50
1	12	55.2	不 明	B	6	30
2	12	34.9	"	B	4	20
3	14	89.8	50.3~57.5 83.1~89.8	B	4	15
5	14	94.5	86.3~94.5	B	6	40
1	6	74.4	57.6~74.4	T		10
2	8 ¹ / ₂	67.1	21~26 56.4~58.1 58.5~59.9 64.8~67.1	B	6 ¹ / ₂	10
2-2-2	12	90.8	24~32.5 51.9~54.1 58.1~66.8	B	5	30
206	12	49	24.3~30.3 39.2~42.4	B	6	30
207	12	35	25.0~30.3	B	6	20
208	12	48.5	23.8~29.7	B	6	30
209	12	35	不 明	B	6	30
210	12	35	"	B	6	20
1	—	20	"	B	—	25
2	—	20	"	B	—	25
3	—	20	"	B	—	25
4	—	20	"	B	—	25
5	—	20	"	B	—	25
	—	—	—	—	—	—
	14	90.8	不 明	B	4	20
217	3	210	"	C	4	10

第2表 大阪市における工業用

番号	工場名	工業用水源別取得量 (1日当り)						用途
		総量 (m³)	表流 (m³)	上水道水 (m³)	地下水 (m³)	循環水 (m³)	海水 (m³)	
32	K.K. 浪速製紙所	2,600	—	—	2,600	—	—	洗, 汽
33	大日本製菓K.K. 大阪工場	4,300	—	(I) 2,000 1,300	1,000	—	—	冷
34	旭硝子 K.K. 淀川工場	2,580	1,740	370	470	—	—	冷, 原, 洗
35	三菱製紙K.K. 浪速工場	24,140	23,660	(I) 270 70	—	140	—	洗, 汽
36	東洋マム工業 K.K. 大阪工場	4,206	—	(I) 374 432	3,000	400	—	冷, 汽
37	住友化学工業 K.K. 大阪製造所 春日出工場	37,800	27,800	(I) 2,800 6,000	1,200	—	—	洗, 冷, 原, 汽
38	住友電気工業 K.K. 大阪製作所	6,500	—	(I) 5,000 1,500	—	—	—	冷, 洗, 汽
39	大阪瓦斯 K.K. 西島工場	16,500	—	(I) 2,100 2,200	12,000	—	—	冷
40	住友金属工業 K.K. 製鋼所	15,558	—	(I) 6,550 208	—	8,800	—	冷, 汽, 洗
41	日本鉄板 K.K. 大阪工場	5,650	—	(I) 2,093 400	3,160	—	—	洗, 冷, 汽
42	北港製油 K.K.	800	—	(I) 600	200	—	—	冷
43	日本石鹼 K.K.	—	—	—	—	—	—	原, 冷, 汽
44	植田製油 K.K.	1,800	—	—	1,000	—	—	冷, 洗

大阪市工業用地下水源調査報告 (工業用水調査グループ)

水取得と用井戸の現況(3)

井 戸			諸 元				ポンプ諸元					
番号	孔径 (吋)	深度 (m)	ストレーナーの位置 (m)				種類	吐出口径 (吋)	馬力 (HP)			
218	3	294	不明				C	4	7.5			
219	3	426	"									
220	3	165	"									
221	3	540	"									
222	3	255	"									
223	3	327	"									
2	14	62	16.7~21.8	25.7~34.9			B	6	30			
1	12	43.2	不明									
2	12	57.8	"									
3	12	26.2	"				B	4	15			
4	12	42.5	"				B	5	30			
1	8	54	23.4~24.0				B	5	20			
2	14	59	23.4~24.0				B	4	20			
—	—	—										
1	14	181.2	117.5~120.0	122.8~125.5	154.8~167.3	168.5~170.9	A		100			
北部	14	136	58~63	90~94	125~130			A	4	100		
南部	14	106	53~67	85~91	99~105			A	4	100		
47	14	117	52~60	82~88			T	7	60			
1	14	139	57.5~65	93~104	106~111	124~132	A	7	50			
2	14	100	59~65	92~100			B	7	50			
新3	14	145	56.6~63.6	90~95	96~103	104~109	126~134	B	7	50		
4	14	145	34.6~38.8	48.8~50.6	56.7~63.6	67.6~70.6	88.8~93.8	100~102.3	128.7~135.5	B	7	50
5	14	79	34.9~38.5	56.4~63.0	67.6~69.7			B	7	50		
6	14	145	55.5~59.7	62.4~66.7	92.5~106.2	107.8~111.4	129.9~137.8	B	7	50		
本1	20, 12	180	129~134	165~178			B	5	30			
本3	20, 12	200	127~133	166~178			B	8	75			
本4	18, 14	200	129~132	170~177			B	5				
本6	18	180	不明				B	8	75			
本7	14	180	129~134	166~179			B	5	60			
北2	18	180	不明				B	5				
北3	18	180	"				B	8	100			
北4	18	180	"				B	8	75			
1	14	181.2	59.8~64.1	63.9~79.6	83.8~92.4	95.5~100.0	133.0~137.2	171.7~178.5	B	7	50kW	
2	14	181.2	69~79.3	97.0~99.2	100.6~105.5	108~113.5	130.8~135.3	170.4~178	B	7	50kW	
1	8	75.5	36.5~42.3 60.6~66.5				A			7.5		
	12	198.5	120.2~135.4 150.5~157.2 180.2~188.6				B	6	30			
1	8	50	不明				B	3	15			
2	12	106	18.2~25.8	41.5~45.5	52.0~54.5	86.5~95.2			B	5	30	

第2表 大阪市における工業用

番号	工場名	工業用水源別取得量 (1日当り)						用途
		総量 (m³)	表流 (m³)	上水道水 (m³)	地下水 (m³)	循環水 (m³)	海水 (m³)	
45	積水化学K.K. 旭工場	(工場新設中のため用水状況不明)						
46	荒川林産化学工業 K.K. 今福工場	767	—	207	470	90	—	洗, 冷
47	関西紙業K.K. 大阪工場	5,564	—	44	5,520	—	—	原, 洗, 汽
48	共進社 油脂工業 K.K.	326	—	80	200	46	—	冷, 汽, 原
49	新光製糖 K.K. 今福工場	15,255	14,400	615	240	—	—	冷, 洗, 原, 汽
50	K.K. 寿屋 大阪工場	2,200	—	2,000	200	—	—	冷, 洗, 汽, 原
51	積水化学工業 K.K. 大阪泉尾工場	3,028	—	12	1,676	1,340	—	冷, 洗, 汽, 原
52	日本酸素 K.K. 大阪工場	1,400	1,000	100	300	—	—	冷
53	江戸川化学工業 K.K. 浪速工場	4,200	1,660	340	2,200	—	—	冷, 洗, 汽, 原
54	大優化工業 K.K.	84	—	—	84	あり	—	冷
55	大日本紡績 K.K. 平野糸工場							洗
56	摂津酒造 K.K.	3,980	—	200	3,780	—	—	冷, 原, 洗
57	関西電力 K.K. 木津川発電所	276,863	276,000	225	288	350	—	冷, 汽

註 1) 原: 原料用水, 洗: 洗濯用水, 汽: 汽缶用水,
 2) B: ボア-ホールポンプ, C: 渦巻ポンプ, A:
 3) I: 工業用水道水

	表流	上水道水	地下水	循環水
新淀川以北	5,424 m³/日	11,201 m³/日	55,813 m³/日	16,464 m³/日
” 以南	121,014 ”	16,651 ”	53,917 ”	11,502 ”

新淀川以南のうち、此花区および福島区では、昭和29年夏から、地下水の一部を工業用水道水(計画取水量52,500 m³/日)に切替えているので、地下水の取得量は、新淀川以北と同程度となっている。また新淀川以南では、鐘ヶ淵紡績 K.K. 淀川工場、本州製紙 K.K. 都島工場などが、毛馬閘門の下流側から、また旭硝子 K.K. 淀川工場、三菱製紙 K.K. 浪速工場、聯合紙器 K.K. の3社が中津川運河から、表流を工業用水としてそれぞれ32,400 m³/日、47,000 m³/日取水している。

先述のように、新淀川流域と寝屋川流域とでは、地下地質の分布状態および水質がかなり相違するが、工場の分布あるいは揚水方法にもそれぞれ特徴がみいだされる。

すなわち、東淀川区三国町から相川町にかけては、当初神崎川の表流を利用する目的で建設された染色、晒などの工場がある。また東淀川区の西部から西淀川区にかけては、製鋼、製薬、製紙などの工場が立地し、製薬工

場にあつては、恒温の冷却用水を、また製紙工場にあつては良質の水を特に必要とする。此花区には、大量の冷却用水を使用する製ガス、合成化学、製鋼などの諸工場があり、その東部から福島区、北区にかけては低温の冷却用水を要求する製水工場が存在している。

しかし神崎川寄りに位置する染色工場は、表流が工場排水あるいは都市排水で汚染されて、使用不可能となった現在、質的にすぐれたB層が取得の対象となつている。しかしB層はA層よりも透水性が小さいので、必要水量を確保するために、井戸の深度が増加し、なかには200mを超えるものがある。しかし臨海部では、良質の水質を必要とする製紙工場が、B層を利用しているほかは、低温の水を要求する工場が圧倒的に多いので、A層がもつぱら収水の対象となつている。しかし前述のように、A層には鉄分が多いので、鉄管中に「水あか」が附着し、冷却効果は著しく低減してしまう。

寝屋川流域に存在する工場は、当初その表流を利用す

水取得と用井戸の現況 (4)

井 戸 諸 元				ポ ン プ 諸 元		
番号	孔 経 (吋)	深 度 (m)	ス ト レ ー ナ ー の 位 置 (m)	種 類	吐 出 口 径 (吋)	馬 力 (HP)
1	—	545	不 明	C	4	5
3	—	—	〃	A	4	15
新	12	75	42.5~49.5 68~75	B	5	30
1	16	100	不 明	B	8	30
2	16	130	〃	B	8	30
3	17	180	〃	T	5	10
1	6	75	30~75	T	6	30
2	12	80.1	30~38 67.5~73	B	6	40
1	12	75.75	21.5~26.7 34.2~48.8 52.6~64.3	B	5	15
	5	154.2	不 明	A		15
2	8.8 ¹ / ₂	105	55.5~59.4 67.3~73 89.4~97.3	B	4	10
4	10	215.4	145.5~149.5 181~185.1 189.7~193.9 199.6~203.6	A	4	20
	12	121	23~30 32~35 48.5~53 56~60 70.5~76.5 93.5~78 100~101 106~114.5	B	6	40
1	8	90.8	27 53 70	A		
東	12	161.8	14~19 78~81.2 120~122.7 151.8~154.2 155.4~157.7	A		50
西	10	128.5	不 明	A		
新		131.5	〃	W		
1	12	136	39~46.8 65.5~71 117.8~125.6	B	6	30
2	12	90.8	不 明	A	5	20
	15	242.0	218.1~237.5	A		100

冷: 冷却用水, 温: 温湿度調整用水
 エヤ リフト, T: タービン, ポンプ, W: 水中モーターポンプ, P: ピストン, ポンプ

る目的で建設されたが、寝屋川が神崎川と同様に汚染されている現在では利用の価値がなく、特殊な工場を除いては、冷却用水・洗滌用水はほとんど地下水に依存している現状である。そしてA層よりもむしろB層がおもに利用され、冷却用水の場合にはその上層部を、また洗滌用水の場合には、井戸深度を増して、それぞれ必要水量の確保に努めている。そしてこの地区には、深度540mにも及ぶ井戸が存在している。

大正区および住吉区などの木津川に沿う臨海部では、地下水に Cl⁻ が多く、かつ井戸の揚水量が小さいので、大量に工業用水を必要とする工場は、その水源を表流に依存しなければならない。

なお工業用井戸に設置されているポンプは、新淀川流域では、大半ボアー・ホール、ポンプであるが、B層から収水する井戸のなかには、ボアー・ホール、ポンプから水中モーターポンプに切替えられているものが相当数ある。寝屋川流域の深層部から収水する井戸数は、浅層部のものよりはるかに少ないので、一般に水位が高い。したがって浅層部から収水する井戸には、おもにボアー・ホール、ポンプがまた深層部のものには渦巻ポンプ

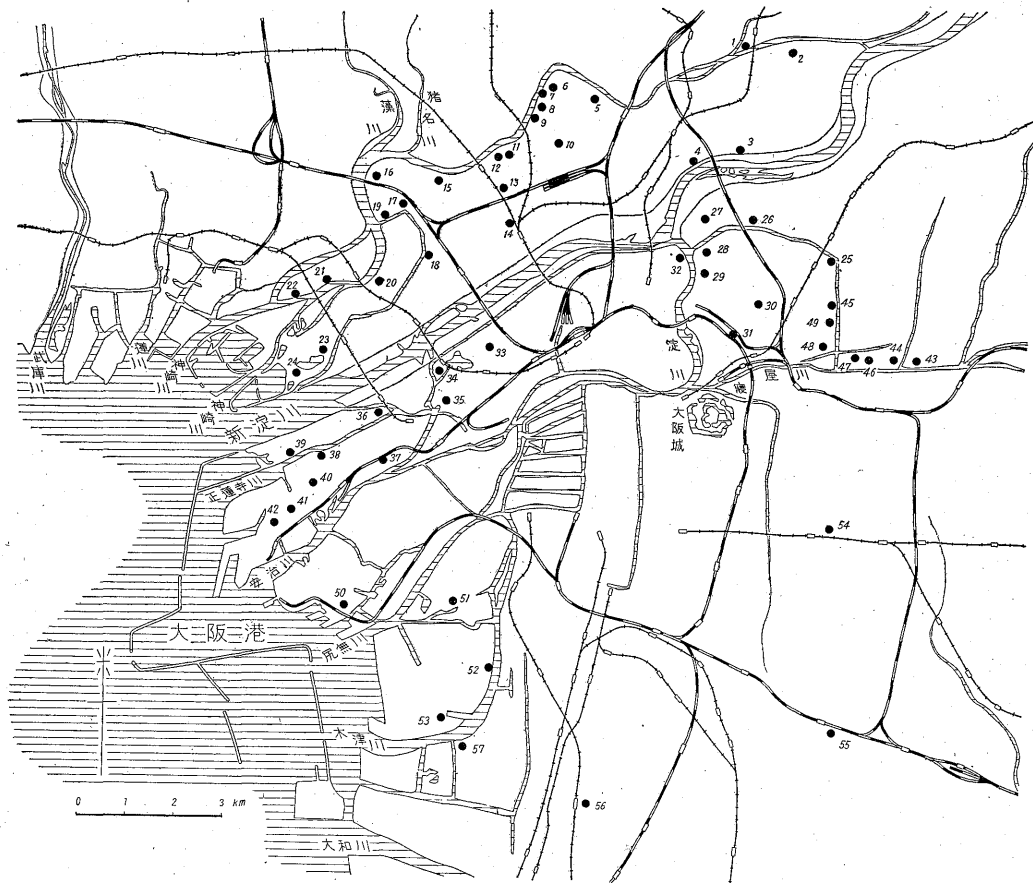
が利用されている。

4.2 大阪市内における地下水利用の現況

以上述べた工業用井戸のほか、大阪市内では、ビル

鑿 井 年 次	深 度 別 井 戸 本 数	
	100 m 以 浅	101 m 以 深
昭和20年以前	125本 (51)	78本 (28)
21~22	6 (0)	6 (2)
23~24	32 (8)	13 (2)
25~26	51 (7)	16 (3)
27~28	84 (1)	32 (1)
29~30	97 (0)	40 (0)
31. 12 月 現 在	50 (0)	19 (0)
合 計	445 (67)	201 (36)

註 () 内の数字は、廃井または休止井の本数である



第8図 調査対象工場位置図 (番号は第2表の番号と同じ)

ディングなどの冷房用井戸が最近とみに増加している。昭和31年に大阪府土木部港湾課が調査した。工業用井戸を含めたこれらの井戸の、鑿井年次とその数は次の通りである。

工業用井戸を含めた井戸の総数は、449本(上記の表には、深度不明のもの3を含まない)で、特に27~28年頃から急に増加している。これらのなかには、冷房用井戸が多数含まれており、調査報告によれば、冷房用井戸は約200本と認められ、その内訳は、次の通りである。

百貨店・病院・銀行など	76本
食品関係	30
娯楽施設	57
サービス施設	16

大阪市内における井戸の揚水能力は、最大5,400m³/日に達するものがあるが、能力とその比率は、上記の調査報告から、次のようになっている。

1,000m ³ /日以下	40%
1,001~2,000m ³ /日	33
2,001~3,000 "	15

3,001~4,000 "	10
4,001m ³ /日以上	2

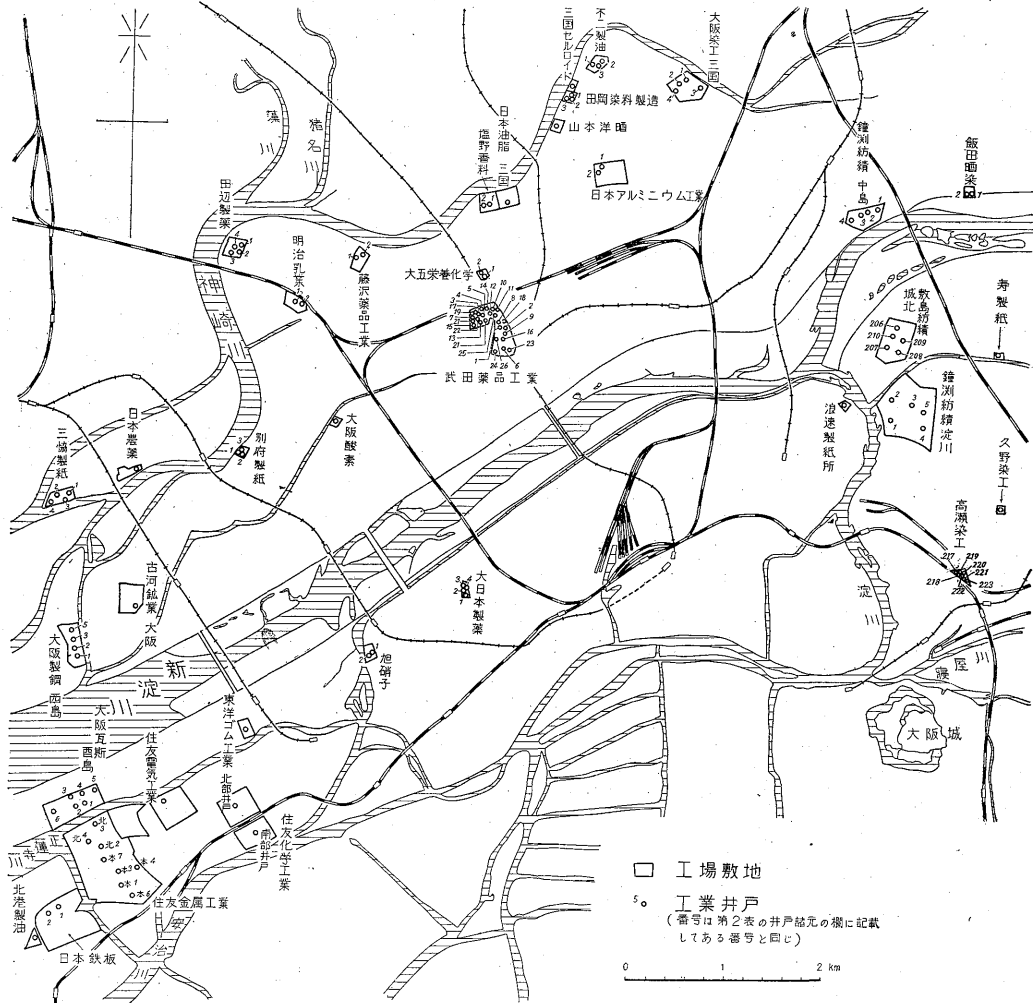
揚水能力から計算した総揚水量は、廃井を除くと、約920,000m³/日に達し、そのうちの660,000m³/日が、工業用井戸の揚水量となつている。また井戸の稼働時間を基にして推定すると、30年度の実際揚水量は総計260,000m³/日、うち工業用水としては200,000m³/日、残りが冷房用水などの非工業用水となつている。

なお工業用水の大半が冷却用として用いられ、また非工業用水の用途がおもに冷房用であることから考えると、地下水の取得量は夏季に最大となる。

5. 水位の変化とその影響

5.1 水位の変化

大阪市内の工業用井戸には、水位の経年観測が行われていないので、その変化を知ることができない。かつ一般に水位の測定孔のない揚水ポンプが使用されているので、水位の常時測定が不可能であつて、井戸の掃除、あるいはポンプ修理の機会に、測定されている程度であ



第9図 新淀川流域における工業井戸の分布図

る。この程度の資料によると、新淀川流域におけるA層、およびB層から収水する井戸の水位は、断続的ではあるが、次のように変化している。

年次	A層から収水する井戸	B層から収水する井戸
昭和22年	9m	—
24年	—	—
26年	13"	16m
27年	14"	—
28年	16"	—
29年	24"	18"
30年	28"	23"

これから判断すると、A・B両層とも昭和28年頃までは、年当り1m程度の水位低下が認められるが、29年以降は年当り4~5mの低下となつている。

寝屋川流域も、新淀川流域と同様に、水位の測定は、ほとんど行われていないが、一般に年当り1.5m程度の水位低下があるといわれている。この地区でB層から収水する深度540mの井戸は、昭和27年まで自噴し、圧力面は地表上0.5m程度であつたが、28年、29年には地表面まで低下し、31年には地表下-0.5mとなつている。

またこれら地下水の取得量は、工業用水の用途から考慮すれば夏季に最大となるので、水位もまた夏季に最低となる。

藤沢薬品工業 K.K. 大阪工場(15-1)、大阪瓦斯 K.K. 西島工場(39-2)の井戸についての観測結果によると、次のような水位の月別変化が明らかにされている。

また東淀川区の東部にある深度200m以深の井戸は、地下水の取得量が最少となる1月上旬には水位が回復し

年 月	15~1	39~2
30年 3月	24.2m	—
〃 6月	28.3〃	—
〃 9月	29.5〃	—
〃 12月	23.6〃	—
31年 3月	29.4〃	—
〃 4月	29.1〃	23.5m
〃 6月	29.4〃	26.9〃
〃 7月	31.0〃	27.8〃
〃 8月	31.8〃	28.4〃
〃 11月	—	26.7〃

て自噴する。

西淀川区・福島区・此花区など海岸寄りの地区で、調査当時測定したA層から収水する井戸の静止水位は、井戸密度の高いところでは27~30mに達するが、一般に19~21mであり、またB層のそれは21~24mで、A層よりも幾分低くなっている。

運転水位は、その井戸の揚水量、あるいは隣接井の稼動状態によつて相違するが、A層から収水する井戸では30m前後、B層では36~40mとなつている。

5.2 水位低下に伴う影響

水位の低下に伴つて、井戸あるいは井戸の分布地帯では、種々の障害が生じている。最も顕著に認められるものとしては、揚水量の減退、水質の悪化(3.で詳述)、地盤沈下があげられる。

揚水量の減退

先述のように、大阪市内における水位低下は、昭和29年頃から顕著にあらわれ、28年以前の数倍に相当する低下が、現在では年間に起つている。

したがつて運転水位が、浅かつた頃に設置されたポンプでは、揚水水頭が次第に大きくなると、漸次ポンプ効率が低下し、それに比例して揚水量が減退する。しかし少なくとも、鑿井当初の揚水量に近い水量に回復させるためには、吸水管を延長し、ポンプの馬力をさらに大きくしなければならない。このようなことは各工場とも絶えず経験しており、次に示した日本油脂 K.K. 三国工場の例は、最も顕著なもの1つである。

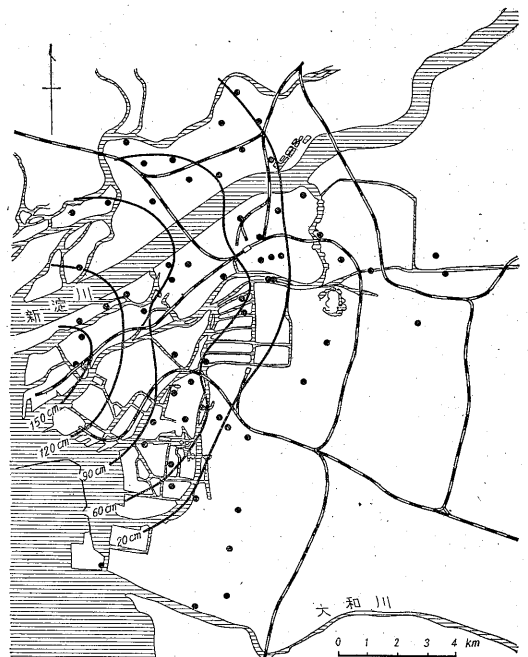
年 月	吸水管の長さ (m)
昭和 15年鑿井当初	20
〃 25年	27
〃 28年7月	31
〃 30年〃	37
〃 31年〃	44

この資料からも、28年以降の運転水位の急速な低下が推測される。しかしポンプの揚水には、おのずから限度があつて、ある限界以上に運転水位が低下すると、揚水量が極度に減退するので、より高い性能を有するポンプに切替えなければならない。しかし井戸孔径が小さく、他のポンプの設置が困難な場合には、いきおいその井戸は、廃井とならざるを得ない。井戸の分布密度の高い新淀川流域の下流部にある、深度100m未満の井戸の寿命が数年といわれるのも、このような原因によるものと推察される。

また水位の低下に伴う揚水量の減退以外に、過剰揚水による揚水量の低減という現象が、井戸の密集地区あるいはB層から収水する井戸に特に著しい。このような井戸は一般に揚水による排砂がはなはだしいので、ストレーナーの目づまりを生じ、そのために井戸の掃除が1~2年ごとに行われ、かつ井戸の総深度の1/3~1/2が、砂で埋没している例が少なくない。

地盤沈下

当工業地帯において、水位の低下に伴う最も大きな災害は、地盤の沈下である。大阪市および隣接の尼崎市における、この沈下については、早くから調査研究が行われている。そして沈下抑制の対策の一つとして、昭和29年6月から、福島・此花両区の工場に対して、中津川運河を水源とする工業用水道水の供給が行われていたのである。



第10図 19年間沈下基平面図(昭和10年~29年)
(大阪湾港湾技術調査会:昭和29年度事業報告書による)

大阪湾港湾技術調査会の昭和29年度事業報告書には、大阪市における地盤沈下について、大略次のような内容が記述されている。

地盤沈下の地理的分布を知るために、大阪市内に設けられた177個所の水準点について、観測された昭和10年～29年の19年間における総沈下量は、第10図に示した通りであつて、これによると、沈下の最もはなはだしい範囲はA層が発達する新淀川流域であり、寝屋川流域では沈下量が20cm台のところ、小範囲に認められる程度である。そして沈下量は、上流側から下流側に向かつて増加し、沈下量60cmの等値線附近が、ほぼ第2砂礫層の分布限界にあつている。すなわちA層の層厚が増大する方向に、沈下量もまた増加していることが明瞭である(第4図参照)。また沈下量の等値線の勾配は、新淀川の右岸方向～新淀川河口から北東方向に対して緩く、南東方向には急である。

なお沈下量が20cm以上に達する面積は、約80km²で、大阪市の面積の $\frac{1}{5}$ に相当している。

また昭和10年からの経年観測資料によると、昭和18～24年には、地盤沈下はほとんど認められなかつたが、昭和25年以降の沈下曲線は、沈下速度が漸次増加する傾向を示している。

そして昭和27～29年における、各1カ年間の揚水量調査によると、大阪市内における全深井戸群の月別揚水量は、主要な沈下観測所における月別沈下量と密接な関係にある。

なお短時間における沈下量は、局部的には不同であるが、長期間においては、局部的な不同が是正されてくる。

以上長期間にわたる調査結果から明らかのように、大阪市内の地盤沈下は、おもに地下地質と揚水量とに由来して起つている。すなわち水を必要とする工場群が、淀川・神崎川などによつて形成された三角洲という軟弱地盤に立地しており、かつこゝで大量に地下水の取得が行われていることに、地盤沈下の根本的原因があるものと考えられる。

なおA層から収水する井戸は、しばしばストレーナの附近で破損、切断し、あるいは全体が弓状に彎曲するが、B層から収水する井戸にはそのような災害はほとんど見受けられず、むしろ管頭が地表面上に露出するような傾向が、大阪市のみでなく隣接の尼崎市においても認められる。これはA層とB層との物理的性質が本質的に相違することによるものであつて、地盤沈下——堆積物の圧縮はB層よりもA層の方がより大きいものと考えられる。

6. 地下水保全に対する対策

以上の説明を要約すると、

1. 大阪市内における用水型の工場は、おもに新淀川流域に立地している。
2. 大阪沖積低地を構成するA層の地下水は、低温であるが、鉄分、塩分などの含有量が多く、またB層の地下水はA層のそれよりも高温であるが、水質の面では、はるかに優れている。
3. 大阪市内における地下水の取得量は、約260,000m³/日、うち200,000m³/日が工業用水であり、それらはおもに冷却用水として使用されている。
4. 寝屋川流域においては、地下水の取得によつて生じる障害は、それほど顕著ではないが、新淀川流域においては、揚水量の減少、水質の悪化、あるいは地盤の沈下などの現象が生じている。
5. 地盤沈下は、地下地質の性質にも関連があるが、長期間にわたる調査から、地下水取得量の減少によつて、抑制されることが明らかにされている。

このような結果から、大阪市内においては、特に災害を誘起し易い軟弱地盤で構成されている、新淀川流域について、その主原因となつている地下水の取得を、極力抑制する必要が生じてくる。地盤沈下のはなはだしい西淀川区に隣接する尼崎市南部地区は、昭和32年7月工業用水法に基づく指定地域に決められた。また大阪市内においても、此花・福島両区に対して、昭和29年夏から、地下水の代替として工業用水道水が供給されている。したがつてその他の地区、特に前記の地区と水理地質的に密接な関係にある西淀川区・東淀川区などに対しても、工業用水道水による地下水の代替を速急に考慮する必要がある。なおこの場合工業用水法による工業用井戸の新設規制とともに、大阪府土木取締条例^{註1)}(昭和23年3月22日公布)により工業用井戸以外の井戸に対する規制をも行いうるようすることが望ましい。

たゞこれらの地区における工業用水は、冷却用水が主体となつているので、低温、かつ恒温の水が要求されている。しかし恒温でしかも大量の水量を有する工業用水源は、淀川流域では確保できない。現在計画されている淀川を水源とする工業用水道は、夏季には高温となるので、この季節には多くの工場が自家構内にある井戸を利用して、低温な地下水を揚水し、冷却用水の水温を低下

註1) 大阪府土木取締条例(昭和23年3月22日、8号)には、次のものは知事の許可を要する、とあつて、その4に、地盤沈下区域および地下揚水が地盤沈下を誘引すると認められる区域内における地下30m以上の鑿井、その区域は知事がこれを指定する、と記載されている。

させることが必要となる。なお一般に大阪市における既存工場の現状は、用水の循環再使用、冷水施設などに対する関心が薄いので、今後この方面の関心を深めるとともに、ある程度高温の用水の使用にも耐えられるよう施設の工夫、改善を行うことが必要である。

(昭和31年12月, 32年2月調査)

文 献

1) 兼子勝：本邦天然ガス鉱床の地質学的研究，地

質調査所報告，Vol. 169, 1956

- 2) 木村春彦：大阪市第四紀層の地質及地盤強度，
鉱物と地質，Vol. 4, No. 3/4, 1951
- 3) 大阪府商工部：大阪天然瓦斯調査報告書，1949
- 4) 大阪湾港湾技術調査会：昭和29年度事業報告
書，1955
- 5) 鶴巻道二・岡崎優子・阪口理：大阪市の地下水
系の調査，大阪湾港湾技術調査会，昭
和30年度事業報告，1957