

尼崎市工業用水源小規模地域調査報告

淀川水系地域調査 第1報

藏田 延男* 村下 敏夫* 後藤 隼次** 阿部 喜久男**

Groundwater Researches for Fabric Industry of Amagasaki City

By

Nobuo Kurata, Toshio Murashita, Hayaji Gotō & Kikuo Abe

Abstract

Groundwater of 110,000 m³ per day is pumped out from about one hundred deep wells, which is being utilized for fabric industry, at Amagasaki City.

The heavy pumping from these wells caused the excessive lowering of the artesian head, so that the encroachment of salt-water and the land-subsidence took place at the coastal area of this city

The water discharge from the 1st~4th aquifers should be severely controlled as a counter plane.

要 約

1. 淀川水系水地域調査の一環として、尼崎市の工業用深井戸水源を主対象とした小規模水地域調査を行った。

2. 尼崎市の地下水利用量 110,000 m³/日は、深度 250 m までの間の 6 層の帯水層により収水されているが、深度 100~120 m まで(第 4 帯水層以浅)とそれ以深の部分とでは、水温、水質、湧出量などで明らかに区別できる。以浅の部分は利用過大であり、以深の部分はまだ利用度が低い。

3. 尼崎市の地下水は武庫川から供給されるものがかかり明らかにその経路を追跡し得られるが、神崎川その他の供給経路については明らかにできない。

4. 過剰な揚水により圧力面が低下し、塩水の混入、地盤の沈下などを促進した経緯が種々の調査結果により示される。

5. 工業用深井戸の利用を規制することが必要であり、特に第 4 帯水層以浅の抑制措置は厳しくなくてはならない。

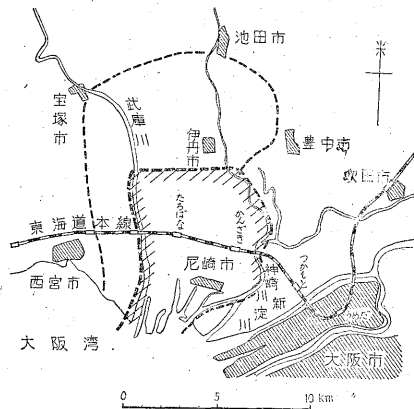
1. 緒 言

京阪神工業地帯の一環をなしている尼崎市は、大阪湾北岸に面し、その南側臨海部から東部神崎川沿岸にかけては、1次金属、2次金属、化学、製紙などの関係工場が集団をなして立地しており、市全体の工業生産額は全

国における工業都市のなかでも屈指の位置を占めている。

しかしこゝでは昭和初年から認められた地盤沈下が年を追って激化し、戦後にあつては臨海工業地帯にみられる地盤沈下についてもまた典型的な土地となつている。

たまたま工業用水法の施行にあたり、その第 1 号指定地域としてその地盤沈下の原因の 1 つと考えられる工業用井戸の掘鑿規制を行うにあたり、地下水理の実態を把握する必要を生じたので、昭和 31 年以降着手の淀川水系工業用水源地域調査の一部としてとりあげ、31 年 4 月から 9 月に至る期間に、地域調査としては小規模であるが、約 40 km² にわたる範囲の総合水理地質調査を行つ



第 1 図 尼崎市工業用水源調査範囲図
太い破線内精査地区、点線で囲んだ範囲概査地区

* 地質部
** 技術部

た。この報告はその調査結果を記載しているが、同時にこの報告は工業用水法による指定地域の劃定、井戸規制基準の決定のために必要な準備調査の基本をも示している。また今後工業用水道の布設に伴ない漸次廃止されて行くと考えられる深井戸群が、まだ活潑に利用されていた時期の最後の姿を記録に止めておくことにより、将来何年か先に、この土地の地下水理を比較研究するときの参考にも供し得られるものと思う。

本調査の関係所員およびそれぞれの担当作業部門を示すと下記の通りであるが、調査現地における戸外作業にあつては、尼崎市建設局各位の協力を得て、きわめて能率的に目的を達することができたのである。報告を纏めるにあたり、尼崎市の関係各位に厚く御礼を申し述べる。

調査の担当

蔵田延男・村下敏夫

主として工場用水源井の水位・揚水量・水温・水比抵抗などの測定、鑿井記録の蒐集およびそれらの総合

森 和雄

電気探査、工場以外の水露頭調査

後藤隼次・阿部喜久男

水質分析試料の採取、現場および室内における化学分析および総合

なお本調査報告の内容の一部については昭和31年11月5日、通商産業省工業用水審議会に、審議資料として提出した。

2. 調査の規模^{註1)}

本調査はこの報告に記載している範囲では、従来行っている地域調査として小規模の類に属している。今後淀川水系流域一円の地域調査の進展に伴ない、地下水供給量などについて補測を行うつもりであるが、とりあえず流量測定は武庫川のみ止め、そのほか尼崎市全市にわたり井戸の詳細な揚水条件、地下水の流動状態、水質の特徴などを知り、臆測的ではあるが地下水供給量の概略を求めようとしたのである。

調査は次のような順で行つた。

昭和31年4~5月： 調査票による調査、表流流量測定資料の蒐集および尼崎市役所職員による武庫川表流流量測定の技術指導^{註2)}

註1) 調査範囲については、5万分の1地形図大阪西北部および広根参照。作業用には昭和29年測図尼崎市1万分の1都市計画図を使用した。

註2) 技術部尾崎次男らにより測定方法、測定精度などを指示して武庫川および六堰用水について18断面測定。

同年6月： 第1次調査、尼崎市南部および東部36工場
同年8月： 第2次調査、同上中部および北部29工場、武庫川伏流水および伊丹段丘電気探査
同年9月： 第3次調査、以上の補足調査
なおこれらの調査作業によって得られた実績は次の通りである。

工場巡検(工場用水源調査)	65工場
一般水露頭調査	110カ所
電気探査	24測点
水試料の化学分析	83カ所
工場用水調査票蒐集	42カ所
鑿井地質断面図蒐集	62

3. 尼崎市の水理的環境

面積47km²の尼崎市はおよそ四辺形の行政区画を有している。その東側は神崎川およびその支流猪名川を境として、大阪、豊中両市に対し、北は伊丹市と直接接し、西側は南北方向に流下する武庫川によって武庫郡良元村および西宮市に対しては、神崎川は下流が南西方向に延び、そこから武庫川河口までの約3kmの間が大阪湾に面しており、この部分が海岸線から奥行2km前後の所まで、主として大正、昭和にかけての埋立てでできた新しい地盤となつている。

東を流れる神崎川の本流は上流で淀川の水を受け入れており、これと支流猪名川の水とが合わさるのであるが、全体排水河川の様相を呈しており、勾配は緩く、現在塩水の溯上限界は京阪神電鉄の鉄橋附近にまで達している。これに対して西を流れる武庫川は、尼崎市の北北西40kmの三国岳に源を發し、宝塚附近で平野にでて扇状地をつくり、相当多量の表流を河床下あるいは兩岸に伏設、滲透させている。宝塚より下流の平均勾配は1/200であるが、途中多数の砂止め堰堤が設けられているので、表流はせき止められるごとに兩岸および河床下にその一部を伏設させている。

尼崎市の北隣伊丹市には台地状の砂礫質洪積層が広い面積を占めているが、その東側は猪名川に対して10~15mの比高差を有する段丘崖、また西側は武庫川に対し4~5mの比高差を有する段丘崖を擁し、全体として直上降雨の滲透地盤として有能なように考えられる。かりにこれを伊丹段丘と呼ぶこととすると、この伊丹段丘の北方には播磨層および明石層と推定される洪積層の分布が認められ、少なくともこの播磨層の上のついていると考えられる伊丹段丘堆積層はその表面を南に傾斜させて尼崎市にはいり、京阪神電鉄附近まで追跡できるが、これ以南になると沖積層下に没し去つてしまう。

尼崎市はおよそ以上のような水理地質的環境下にある

ので、全体として地表水には恵まれないが、地下水には恵まれており、大正初年頃には尼崎市中部および北部にあつては多数の自噴井が存在しており、市内全体の地下水位(被圧面地下水の圧力面を含む)も著しく高かつたようである。しかるにその後工場の増設、生産の増加に伴ない、唯一の水源である地下水利用量は増加の一途をたどり、特に臨海部埋立地と神崎川沿い下流の一帯に集団的に立地した工場群の井戸濫掘のため、局部的な地下水位低下から漸次広範囲の水位低下を生じるに至り、これにはほかの原因も加わつて、地下水中への塩水の混入、地盤沈下などの障害を誘発し、井戸揚水量の減少、水質の悪化とともに、防災、利水の面で重大な改善を必要とする状況にたちいたつたのである。

4. 地盤沈下の概況

尼崎市における地盤沈下は、隣接の大阪市における地盤沈下と密接に関連している関係上、以前から問題となつてい。地盤沈下のために直接蒙つた損害も大きい、一方対策の面でも進んでおり、人口に膾炙している点ではむしろ大阪、東京などの地盤沈下地帯をしのいでいる観がある。

現在では淀川河口附近を中心に、下流側が大きく、上流側が小さくなる同心円的に並んだ沈下量等値線を描きながら、なお盛んに沈下を続けているが、尼崎市の調査によると、こうした沈下の現象は国鉄線以南の部分全域に認められ、昭和8年以降現在までの沈下総量は海岸部で平均2.0m以上に達しているという。なお局所的な沈下量の大きさからみると、神崎川尻では4m以上にも達している所が漁師によつて指摘されており、地盤の形成当時からみれば、全体がさらに大きな量の沈下をしていることと推定される。

もともと市の南部にあたるこの一帯は、神崎川、武庫川およびそれらの分流である小壘田川(現在では河道は存在しない)・庄下川・蓬川などの氾濫堆積物でできており、そこではいままから1,500年以前の史蹟は発見されていない。それ以後と考えられる史蹟、すなわち古代から江戸時代までの史蹟は国鉄線を境として北側に18カ所、南側阪神電鉄線以北において12カ所あるが、阪神電鉄線以南においては尼崎城址附近にしか発見されていない。この事実からみると、尼崎城址の南側はすべてごく新しい時代にでき上つた地盤であり、特に海岸附近は大正・昭和にかけて埋立てられて、陸地となつたところが大部分を占めている。したがつてこれらの地区では堆積物の自然圧密も行われているわけであり、そのほか南海道地震の後に生じた瀬戸内海沿岸一帯にわたる地盤沈下も多少なり関係しているものと思われる。しかしいづれ

にしても、地下水位の低下に伴つて、沈下が著しく促進している事実はかなり明瞭であつて、その水位低下がかりに井戸揚水によつてのみ生じたものでないとしても、尼崎市の場合、その環境、井戸が集団的にかつ過剰に利用されている状況などから判断して水位低下のおもな原因は工業用井戸群の過剰揚水によつてもたらされたことが首肯できる。また井戸揚水と沈下速度の関係、あるいは井戸揚水量と沈下量との地理的・時間的關係などについて、従来尼崎市で行つていた調査結果も大体においてこの関係を裏書きしている。

第1表 尼崎における地盤沈下量
ケーシング抜き上りの高さの測定値
(単位: mm)

地 点 月	東浜町 関電東発電 所内 深度 182 m			西海岸町 深度 57 m		
	29年	30年	31年	29年	30年	31年
1	4.35	3.96	4.40	5.39	17.08	10.32
2	6.14	2.21	4.70	7.14	13.08	9.17
3	7.63	3.52	6.20	10.93	14.52	11.98
4	5.40	4.06	5.17	16.63	14.47	9.81
5	6.85	3.45	5.30	12.37	12.86	8.91
6	6.36	5.34	7.04	15.67	13.30	9.78
7	6.02	6.09	8.62	16.60	12.91	10.41
8	5.86	6.90	—	16.58	12.75	—
9	4.68	7.26	—	16.05	13.46	—
10	4.89	7.72	—	15.87	12.86	—
11	4.20	5.23	—	16.33	10.46	—
12	3.16	4.73	—	17.28	10.51	—
年 計	65.54	60.47	—	168.24	158.28	—

註 ほかに鶴町に深度124mのがあるが管頭沈下するので観測記録にはならない。

こうして年間沈下量の最大は20cmにも達したのであるが、この間昭和9年の室戸台風に始まり、昭和25年のジェーン台風まで、数回の高潮による水害を甘受しなければならなかつたのである。そこで臨海部に所在する工場は、例えば関西電力、古河電工のように敷地全体を3m前後の高さの防潮壁で取り囲み、また工場施設ごとにその外壁をコンクリートで補強し、屋内に浸水しないよう、出入口に差込式の鉄扉を用意し、あるいはあらかじめ合盤を高くしておくなど、種々の対策を講じている(図版3・4)。

他方尼崎市当局においては、昭和27年11月、28年1月、29年1月とそれぞれ深度の異なる観測井を設け、地盤沈下量の深度別測定を開始し、武庫川河岸には表流水の地下注入を目的とする鑿井を行い、わが国最初の地下水強化の事業を試みたのである。さらにジェーン台風以

求計画されていた臨海部全体を取り囲む堤防は、昭和29年4月 O.P. 7mの、神崎川から武庫川に及ぶ16kmの長さの閘門式防潮堤として完成をみたのである。

こうして尼崎市は地盤沈下と闘ってきたのであるが、その対策の多くは防潮という点に限られており、積極的に沈下を防止—抑止するという企はまだ行われていない註3)。したがって沈下を完全に防止するということは困難な事業であるとしても、その促進を抑制する対策を取り上げることが是非必要と考えられる。

すでに述べたように、尼崎市では地下水が量的には恵まれていたのであるが、多数の工場が集团的に地下水を利用し、一定面積に対して過大な揚水量を要求されるに至り、著しい圧力面低下を生じ、帯水層の物理的構造が破壊するとともに、非可採水層の脱水、収縮などを誘発し、軟弱、未凝固の堆積層の部分の変形が直接地表面の低下を促がしたものと結論される。したがって地下水の過大な使用を抑制し、過度の地下水依存度を軽減する目的で、この地域に工業用水法を適用し、工業用水道の布設と井戸掘鑿の規制を行うように計画するに至つたのである註4)。

5. 用水取得の現況

5.1 尼崎市の水利用

尼崎市全体の用水取得の現況はおおむね第2表に示した通りである。工業用淡水のうち54%は地下水源に依存しており、しかもそのほとんど大部分が被圧面地下水となつている。

5.2 工業用深井戸の利用

尼崎市内に所在する地下水利用工場について、その使用している井戸の諸元および揚水規模などについて調査した結果は第3表に示した通りである。

註3) 武庫川河岸の地下水補給井はその成果についてまだ結論的なことはいえないが、地下水位の低下を抑止するという目的に関する限り、地盤沈下の抑制対策の一環ともいえる。

註4) 工業用水道は武庫川に取水する灌漑用水の余剰分と阪神上水道組合の余剰水とを主水源として、昭和31年度通商産業省の助成金を得て着工されている。

註5) 表に示した以外に、三菱電機(深井戸4本、揚水量2,250 m³/日)・尼崎製氷(20 RT, 1本, 1,500 m³/日)・郡是製糸(3本, 800 m³/日)・三井化学工業(1本, 650 m³/日)・関西電力東発電所(1本, 450 m³/日)・関西紙業(1本, 3,000 m³/日)・ダイヤモンド製薬(1本, 360 m³/日)・旭硝子工業(1本, 900 m³/日)・大阪冶金工業(3本, 1,000 m³/日)などおよび浅井戸を用いている染工業・関西化工など2,3の工場があり、合計揚水量は最小に見積つて110,000 m³/日となる。

第2表 尼崎市の用水取得状況
(灌漑用水を除く)

水源別	用途別	取得水量 (m ³ /日)	備考
河川水	尼崎市上水道による		淀川を水源とする阪神上水道組合から分水するもの 100,000 m ³ /日 淀川柴島水源から導水するもの 36,000 m ³ /日 神阪製紙 47,400 m ³ /日 キリンビール 2,800 〃 大日本セルロイド 1,800 〃
	一般給水用	56,000	
	工業給水栓給水用	28,000	
	工業用原水供給	(最大) 52,000	
地下水	工場専用水道	9,000	おもに市内北部(推定)
	工業用	110,000	
	一般用	2,500	
海水	工業用	3,849,500	

註) ほかに淡水の循環使用により50,000 m³/日以上が得られていることになっている。

これらの井戸はすべて工場構内に設けられており、任意に揚水されている。第3表註5)に示した約100本の深井戸の1本当たり平均揚水量は1,000 m³/日強の程度であるが、なかには揚水動力150 HP、ポンプ能力6,000 m³/日、揚水水位43 mというような条件で利用している工場もあり、その結果周囲一円に著しい圧力面の低下を生じ、これに伴つて地下水中への塩水の呼び込み、地盤の沈下を促進している。

また水質の面では、この地域、特に南部の臨海地帯では2価の鉄に富み、また *Crenothrix*, *Leptothrix* などの鉄バクテリアが多量に棲息し、水垢の附着による収水孔の目詰まりなどを促進している。こうして揚水量の減退、水質の悪化などが多くの井戸に認められ、全体としてかなり悪い条件の下に用水を得ているのが実状である。

しかし一方、約40の工場についてその用水の用途別検討を行うと、冷却用が75~80% (ただし海水による冷却分を除く) を占めており、必然的に少しでも低温な水を得るために16~17°C 台の水温の地下水が収水できるこれらの深井戸が重視されるわけであり、しかもほかに低廉に利用できる水源のない現在では、工場の拡張に伴つてなお盛んに鑿井を行つているのである。

6. 地下水理

6.1 帯水層の分布

尼崎市工場分布地帯における帯水層の分布は第3図に示した通りで、現在利用されている範囲では合計6層を

第3表 尼崎市における工業用井戸

工場名	製品名	使用水量 m ³ /日	水源別取得水量 (m ³ /日)					
			浅井戸	深井戸	上水道	河川水	海水	循環水
森永製菓 K.K. 塚口工場	キャラメル・ビスケット・チョコレート	27,800	—	春夏 4,689 7,848 秋冬 5,074 2,373	800	—	—	エヤコンの水を原料の冷却に使用
日本パイプ製造 K.K. 所 尼崎製造	ガス管・電線用管	550	—	500	あり	—	—	50
尼崎製氷冷蔵 K.K.	氷(20 RT)・冷蔵	1,500	—	1,500	あり	—	—	—
金井重工業 K.K. 特殊鋼線製造所	鋼線	—	—	夏 400~ 500 冬 200~ 250	あり	—	—	—
大阪冶金工業 K.K.	継目無銅管・ハダカ鋼線・電気用銅・軟鋼	1,440	—	770	あり	—	—	670
三和冷凍 K.K.	氷	1,000	—	1,000	あり	—	—	—
日本スピンドル K.K.	スピンドル	2,070	—	70	80	—	—	—
キリンビール K.K. 場 尼崎工場	ビール	13,700	—	8,400	あり	工水*** 5,300	—	あり
大日本セルロイド K.K. 場 大崎工場	セロファン・ラクトロイド	7,500	—	(計画) 5,000 6,000	—	工水 2,500 (計画 5,000)	—	—
神崎製紙 K.K.	パルプ紙	84,000	—	5,000	—	工水 45,000 河水 9,000	—	25,000
揖津板紙 K.K.	段ボール中芯紙 黄紙板 チップボール	27,000	—	18,000	—	—	—	9,000
塩野義製薬 K.K. 場 瀬工	ビタミン・ヒド ラジンなど合成 薬	6,550	—	4,750	400	—	—	1,400
常盤冷蔵 K.K.	氷・冷蔵	10,900	—	900	400	—	—	—
大日繊維工業 K.K.	麻布・糸・袋	450	—	300	150	—	—	—
大同鋼板 K.K.	薄板・鋼板 亜鉛鍍金鋼板	6,350	—	(計画) 3,000 7,000	350	—	—	3,000
神戸港湾冷蔵 K.K.	氷(25 RT)・冷蔵	1,200	—	1,200	あり	—	—	あり
住友金属工業 K.K. 所 管製造	鋼塊・鍛鋼品 ツギ目なし鋼管 管材・鋼片	43,680	—	11,000	2,500	—	21,800	8,380
大日電線 K.K. 尼崎工場		1,800	—	800	1,000	—	—	—

水源の現況 (1956-8 現在) (1)

用途	井戸諸元						備考
	No.	井戸径 (吋)	収水管の深度 ()は井戸深度を示す* (尺)	揚水機**	吐出孔径 (吋)	馬力 (HP)	
温湿調整	1	8	(300)	BHP	4	15	深井戸最大揚水量 春 5,704 m ³ /日 夏 9,396 〃 秋 6,048 〃 冬 3,711 〃
	2	12	82-98, 115-142, 287-307, 365-376	do	6	35	
	3	14	75-90, 125-145, 190-210, 280-305, 371-379	do	6	50	
原料冷却	4	14	76-96, 120-150, 287-312, 364-374	do	6	50	秋 6,048 〃 冬 3,711 〃
	5	12	74-98, 124-143, 285-312, 367-376	do	6	35	
冷却	東	10	77-100, 107-120, 147-160, 166-179	do	4	7.5	廃井 1 本
	西	10		do	4	7.5	
冷却	—	—	(120)	TP	4	7.5	冷凍機 3 台
洗滌・冷却		10	(250)	BHP	5	30	深度 150' の廃井 1 本
洗滌・冷却	25HP	10	(120)	do	4	25	
	30HP	12		(200)	do	5	
冷却		8 1/2	65-85, 140-150, 196-206, 237-247	BHP	3	15	
冷却	1	3	(10 m)	CP	2	5	
	2	3	(5 〃)	do	1.5	1	
	3	3	(12 〃)	do	1.5	1	
	4	3	(12 〃)	do	1 1/4	1	
	5	1.5	(15 〃)	デール ポンプ	1	1/2	
	6		(12 〃)	CP	1 1/2	1/2	
冷却 仕込 洗滌	1	12 1/2	168-225	BHP	6	40	廃井 1 本
	2	15	174-212	do	7	40	
	3	15	90-120, 141-150, 190-210	do	7	50	
	4	15	95-116, 138-143, 177-207	SB	6	50	
冷却 温湿調整 洗滌	1	14	160-210, 250-265	BHP	8	50	1 本休止 (No. 3)
	2	14-12	75-82, 87.5-100, 155-184, 220-236	do	7	60	
	3	14	173-203, 252-272	do			
冷却 原料 温湿調整	1	12	51-80, 109-121, 150-156, 193-235, 295-321, 400-452	BHP	7	50	補給水源井 工業用水不足時の補充 補給用 補給用
	2	15	102-119, 152-170, 191-258	do	8	80	
	3	12	69-75, 104-110, 117-130, 190-265	do	6	50	
	4	13 1/2	103-123, 198-248	do	6	50	
	5		64-77, 110-125, 160-165, 200-260	do	6	50	
原料 冷却	1	12	80-100, 120-170		6	30	休、止
	2	14	(550)		8	50	
	3	14	80-100, 120-170				
	4	14	80-100, 120-140		8	35	
	5	16	180±, 250-300		8	85	
	6	15	(300)		7	50	
	7	14 1/2	(570)		8	50	
温湿調整 冷却	1	12	220-256	SB	6	40	廃井 3 本
	2	14	118-152, 216-255	BHP	8	65	
	3	12	227-250	do	6	60	
	4	14	103-115, 139-151, 178-185, 198-248	do	8	65	
冷却		8	116-122	BHP	3 1/2	15	
原料温湿調整		10	230-265	BHP	4	20	廃井 1 本
冷却 (メッキ)原料	1	15	155-166, 260-270	BHP	7	50	
	2	15	128-162	do	6	30	
	3	15	138-162	do	6	30	
冷却			(200)	AL	2		
冷却	1	22	265-301	BHP	10	150	新井 20' 355' (153-168, 213-226, 272-310)
	2	20	277-312	do	10	150	
	3	18	260-302	do	10	120	
		12	208-226, 287-300, 407-428	BHP	5	30	

第3表 尼崎市における工業用井戸

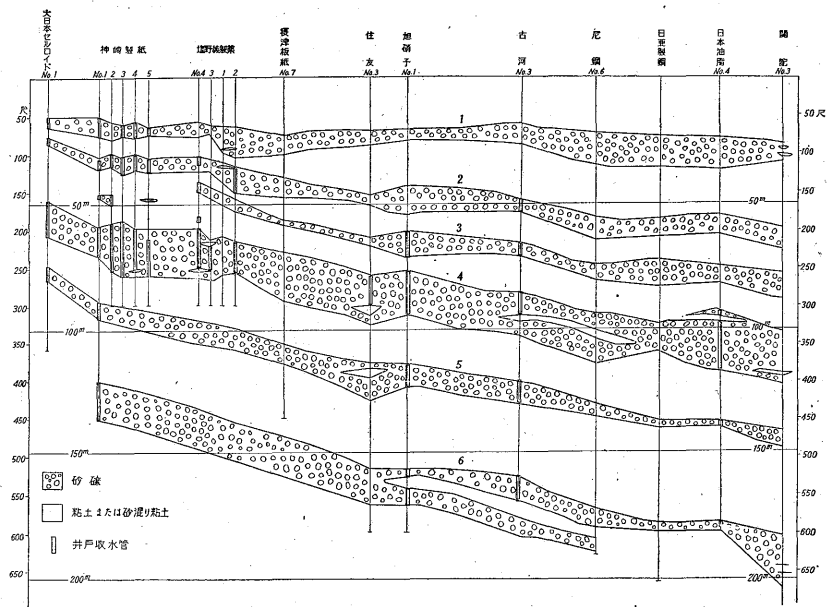
工場名	製品名	使用水量	水源別取得水量 (m ³ /日)					
			浅井戸	深井戸	上水道水	河川水	海水	循環水
大阪曹達 K.K. 工場		1,050		730	320			
旭硝子 K.K. 尼崎工場	板硝子			2,000	1500-2500			3000-3,500
日本硝子 K.K. 尼崎工場	硝子瓶	980		700 (計画 1,010)	240			50
東洋ゴム K.K. 尼崎工場	生ゴム加工	405		350	55			
大阪チタニウム製造 K.K.	スポンジ・チタニウム	7,970		3,600	350		あり	4,020
関西電力 K.K. 尼崎東発電所	電力10,800,000 kWh	750		450	300			
神鋼鋼線鋼索 K.K.	鋼索・鋼線・針金・鬼針金	1,000			200			
古河電気工業 K.K. 大阪伸銅所	金属精錬および材料加工	2,455		2,090	365			
K.K. 尼崎製鋼所	鋼塊・鋼材	7,200		6,000	200		1,000m ³ /時 (計画1,500m ³ /時)	
日亜鋼業 K.K.	鉄線・鉄板	560		100	400			60
日亜製鋼 K.K. 尼崎工場	鋼・鋼管・鋼帯	9,160		3,000	2,600		3,560	あり
日本油脂 K.K. 尼崎工場	石鹼・グリセリン・脂肪酸・酸素・水素	6,660		6000	660			
関西電力 K.K. 尼崎第一発電所	電力60,000,000 kWh	2,410,000		1,000	9,000		2,400,000	
関西電力 K.K. 尼崎第二発電所	電力70,000,000 kWh	1,242,500		1,500	1,000		1,240,000	
尼崎製鉄 K.K.	銑鉄・加工品一式	8,200		1,700	300		6,000	
白石工業 K.K. 尼崎工場	充填剤・化成品一式	676		24 m ³ /時	100			
小西製薬 K.K.		200		200				
大谷重工業 K.K. 尼崎工場		800		800				
日本ヒューム管 K.K. 尼崎工場		60		60				

* 現場において得られた記録をなるべく正確に伝えるため
 ** BHP: ポアホール, TP: ダービン, CP: セントリ
 *** 阪神上水道組合から分水されている尼崎市工業用水道水

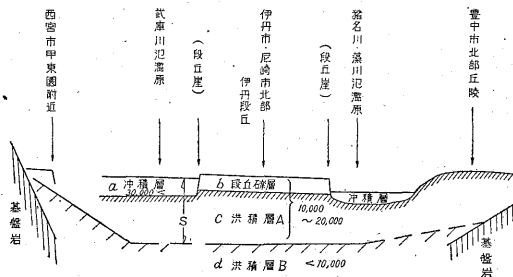
水源の現況(1956-8 現在 (2))

用途	井戸諸元					備考
	No.	井戸径(吋)	収水管の深度 ()は井戸深度を示す* (尺)	揚水機**	吐出孔径(吋)	
冷却	1	12	(372) 埋没のため現在 (372)	AL	6	45×2
	2	8	(360) // (295)	AL	3 1/2	30×2
	3	12	(300) // (137)	AL	5	
冷却	1	12	204-238, 259-318, 383-406, 520-532, 545-568	BHP	5 1/2	30
	2	12	(350)	do	5 1/2	30
洗滌冷却	1	8	210'-222	BHP	3 5/8	10
	2	12	(89 m)	do	4 1/8	15
		10	(52 m)	BHP	4	20
洗滌(海水) 冷却(地下水)	1	14	150-164, 182-206, 228-253, 276-323	BHP	6	75
	2	14	300-335, 415-420	do	6	75
	3	8	80-97, 170-184	do	4	50
洗滌・冷却		12	(190 m)	AL	1 1/2	50
洗滌・冷却		12	210-233, 272-299	AL	6	30
冷却 水圧用機	1	12	(700)	BHP	6	40
	2	12	(600)	do	6	40
	3	12	160-640	do	6	40
	3	12	(300)	AL	6	
	6	14	(600)	BHP	5	30
洗滌	1	12	(200)	AL	5	30
	2	12	180-192, 237-257	do	6	30
	1	12	205-220, 246-272, 326-347, 360-374	AL		50
	2	12	185-208, 246-267, 325-357	do		50
	3	12	195-206, 210-220, 248-278, 321-327	do		50
	4					
	5	12	197-211, 249-269	do		50
	6	12	250-270, 360-380	do		50
	7	12	189-205, 245-250	do		50
	8	12	205-221, 258-278	do		50
	9	12	195-226, 250-277, 310-326	do		50
	10	12	190-225, 245-275, 310-325, 330-345, 370-390	do		50
	11	14	195-220, 240-272	BHP		45
冷却 工(けん化用 水)ボイラー	1	14	(800→545)	BHP	6	
	2		(400→97)			
	3	14	(400)	do	7	
	4	14	327-392, 458-465, 585-591 (600→340)	do	5	
	5	14	(300→115)	do	5	
	6	12	(300)	do	6	
	7	14	(400)	do	7	
	8	14		do		
冷却	1	10	137.5-148 m, 184-187.5 m, 172.5-198 m	AL	8	100
	2	12	224.5-235.1 m, 241.5-251.4 m	do	6	100
	3	12	108-112 m, 138-141 m, 144-152 m	do	8	計画中
冷却	3	12	740-745, 755-765, 785-795, 860-840	AL	12	100
	4	10	610-680	do	10	20
	5	12	325-390	BHP	6	40
	6	10	340-400	AL	10	30
洗滌・冷却		12	(400)	AL	6	75
冷却		15	(400?)	BHP	3	10
冷却・洗滌		8	(45 m)	BHP	3	5
冷却			(90 m)	TP	6	15
			(30 m)	AL	6	—

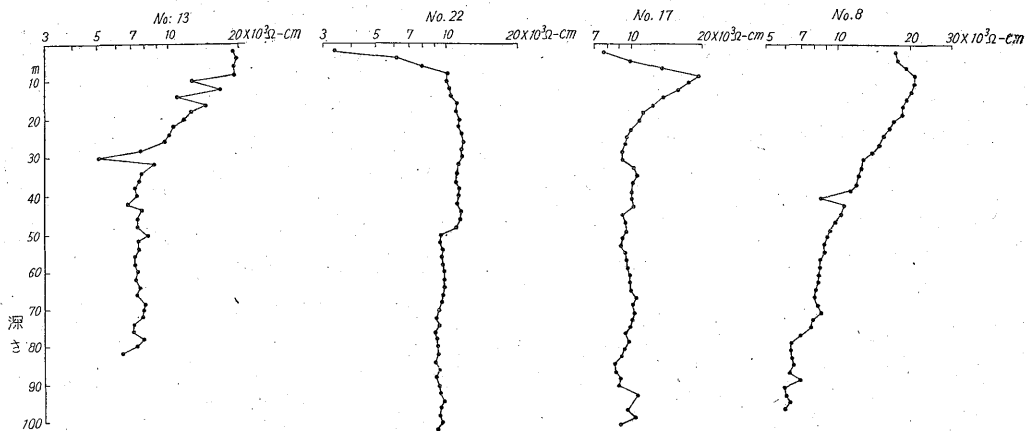
本欄に限り深度を尺の単位で示すこととした。
 ヒューガル、SB: 水中モーター、AL: エヤリフト各ポンプを示している
 を指している



第3図 尼崎市における帯水層の関係(工場における掘井記録による)



第4図 尼崎市およびその周辺部における地質の関係を概念的に示している。数字は電気探査の結果求められた層比抵抗(単位 $\Omega\text{-cm}$)、Sの深さは同じく電探により伊丹市西野附近で30m、尼崎市常松附近で40~50m、同市守部附近で60m程度と推定される(第7図参照)



第5図 尼崎市における電気探査によって得られた比抵抗曲線の一部(測点位置第7図参照)

算する。これらの帯水層は比較的連続性の大きい砂礫層であり、帯水層相互の間にはかなり緻密な粘土質泥層が挟まれており、不透水層となつている。6層のうち第5および第6両帯水層は第4以浅の帯水層に比較して、堆積物としての固結度が高く、水温、水質などにより明瞭な区別ができる。

尼崎市北部に分布する伊丹段丘と武庫川河川敷およびその西方甲山山麓にわたつて、メガーによる電気探査を行う一方、山麓沿いの地質露頭を踏査した結果から判断すると、第4図に示すように武庫川河川敷の沖積層(a)、伊丹段丘砂礫層(b)、洪積層A(c)および同B(d)の4種の堆積層が分布していることが理解できる。このうち洪積層Aと伊丹段丘砂礫層とは層比抵抗のうえでは区別できないが、洪積層AとBとは層比抵抗のうえでも区別でき、その地表露頭を追うと洪積層Aは伊丹市の丘陵部に露われており、ほぼ播磨層に相当するものと推定できる。これに対し洪積層Bは武庫川西方の地表近くに連なつており、微砂および粘土優勢な明石層に相当するものと考えられる。

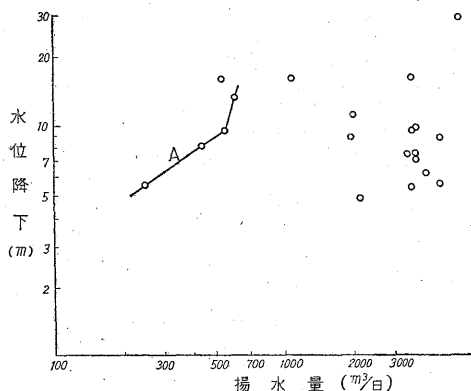
したがつてこれらの尼崎市北部における地下地質を臨海部にあてはめると、6層の帯水層のうち第1帯水層は沖積層に相当し、第2～第4帯水層が播磨層、第5および第6帯水層が明石層にほぼ相当するのではないかと考えられる。なお第4帯水層の下限一播磨層に相当する部分の基底一は、臨海部では深度120m附近にあるが、神崎川寄り北部地帯では100m前後に位置している。

6.2 被圧面地下水の圧力面の低下

深井戸における揚水量と水位降下との関係から判断すると、現状では地下水は決して豊富であるとは考えられない。しかし大正初年頃には、尼崎市のうち、北部には多数の自噴井が存在し、大正13年当時市の上水源として設けられた神崎浄水場構内の深井戸群は、静止水頭が地下5m前後でヒューガルポンプで揚水していたが、これが現在では地下17mにまで低下している。またキリンビールでもかつては自噴していたのが、現在では地下20～28mに下がつており、水中モーターポンプを用いてかろうじて揚水しているという状態である。

さらにまた日本硝子では昭和9年当時、静止水頭は地下7mで飲用適の良水であつたのが、同14年にはCl⁻が70～80mg/lに増加し、現在では静止水頭地下31m Cl⁻ 690mg/lとなつている。

このように全体として圧力面の低下が生じており、現在では臨海部の深井戸孔内水位はポンプ停止時にあつて25～30m程度を保つのが普通となつているといふことができる。



第6図 尼崎市における深井戸揚水量に対する水位降下の関係
A 大日織維工業 K.K. の深井戸(孔径10吋、
収水深度70～80m)

6.3 揚水量に対する水位降下の関係

尼崎市内東部における深井戸群について、その揚水量に対する水位降下の関係を求めると、深度100m前後までの収水井に関する限り、ほぼ第4図のように纏められる。図中Aに示した単層収水を行つている大日織維工業の深井戸では、適正揚水限界はほぼ550m³/日程度で、このほか多層収水を行つている一般の場合にも水位降下10m程度で適正揚水限界に到達するものと推定される。したがつてもし10mを上廻るような水位降下を起こして揚水量の増加をはかつて行くと、過剰揚水状態に陥ることとなる。

100～120m以深の第5および第6帯水層から収水する深井戸については、井戸数が少なく、揚水量に対する水位降下の関係は正確に求められない。しかし揚水状況から推測すると、第5、第6両帯水層で800～1,000m³/日が適正揚水限界で、それ以上は過剰揚水の範囲にはいるように考えられる。この場合揚水量に対する水位降下はやはり10m近い値であるから、下部帯水層にもほぼこの程度の数値を適正揚水限界の目標として用いてさしつかえなさそうである。

7. 水質の地域的特徴

尼崎市および一部西宮市における地表水および地下水の水質についての分析および測定結果は第4表に、またその試料採取地点は第7図に示してあるが、その地域的特徴はほぼ次のように纏められる。

1) pHは一般に6.4～8.0の間にあり、深度により概して不同であるが、一般には内陸側から海岸側に至るほど高い値を示す傾向が認められる。

2) Cl⁻は概して多く、採取試料のうち50mg/l以上の値を示すものが65%を占めている。特に阪神電鉄線以南と神崎川寄りの深度50～100mの井戸に多く、庄

第4表 尼崎市における地表水および

No.	試料採取地点	収水深度あるいは収水管 挿入深度 (m)	水温 (°C)	pH	RpH	溶存酸素 (cc/l)	M.O. アルカリ 度 (mg当量)
1	神崎川支流猪名川	—	34.0	7.6	8.0	4.93	1.20
2	武庫川(宝塚市先)	—	29.2	7.2	7.2	4.69	0.40
3	〃(六堰地)	—	27.5	6.8	7.1	4.20	0.54
4	〃(甲武橋上流)	—	33.0	8.0	8.0	4.92	0.56
5	〃(武庫大橋)	—	21.0	6.8	6.8	5.75	0.16
6	〃(最下の潮止堤)	—	21.0	6.7	6.8	—	0.16
7	武庫川左岸湧水	—	19.0	6.7	7.1	2.30	0.48
8	〃	—	21.3	7.1	7.2	2.43	0.54
9	西宮市上水道武庫川水源	—	18.0	6.8	7.2	4.33	0.48
10	〃	6.0	16.2	6.8	7.3	3.70	0.40
11	尼崎市上水道武庫川水源	(浅井戸)	16.8	6.1	6.8	4.05	0.40
12	尼崎製缶K.K.	(〃)	25.0	6.8	7.0	0.34	0.50
13	武庫川支流仁川	5.5	18.3	6.2	7.0	4.36	0.46
14	郡是製糸K.K. 2号井	15.2~22.7, 27.6~33.3 19.7~22.1, 26.7~33.3	17.7	6.4	7.2	0.97	0.86
15	三菱電機K.K. 4号井	43.3~50.3, 70.3~75.7 87.2~98.5	15.5	6.4	7.2	3.07	1.02
16	〃 3号井	18.2~23.3, 45.4~54.5 72.8~78.8	17.3	6.6	7.2	2.94	1.58
17	〃 2号井	20.6~24.5, 106~113	17.4	6.4	6.9	0.86	0.88
18	尼崎市上水道園田水源内	45	18.3	6.8	7.3	0.56	2.16
19	西武庫南武	0.65	22.0	6.2	7.0	1.60	0.64
20	〃北武	0.65	20.8	6.4	7.2	1.20	2.00
21	関西化学工業K.K. 堂	7~8	15.4	6.3	7.2	4.98	0.48
22	水栗山田	(浅井戸)	17.0	6.6	7.1	1.22	2.94
23	〃	〃	15.5	6.8	7.3	0.11	5.24
24	森永製菓K.K. 1号井	〃	18.5	7.2	7.5	1.35	2.14
25	〃	不明	17.8	7.2	7.7	0.35	3.40
26	〃 3号井	22.7~27.2, 37.8~44.0 57.5~63.5, 84.6~92.3 112~115	17.1	6.5	7.3	0.85	1.32
27	日本パイプ製造K.K.	21.2~30.3, 32.4~36.3 44.5~48.5, 50.3~54.2	16.8	6.4	7.3	—	1.20
28	小西製薬工業K.K.	54.5	17.2	6.4	7.3	3.79	1.12
29	日本スピンドル製造K.K.	不明(打込井)	16.2	6.8	7.5	—	4.84
30	キリンビールK.K. 4号井	28.8~35.2, 41.8~43.4 52.5~61.5	16.5	7.4	7.8	4.32	1.72
31	〃 1号井	50.9~68.2	17.2	6.7	7.4	0.61	3.64
32	〃 上水原水	—	20.3	6.4	7.0	4.17	0.40
33	大日本セルロイドK.K. 2号井	22.8~24.8, 26.5~30.3 45.5~55.7, 66.6~71.5	22.9	6.8	7.3	1.14	1.88
34	〃 1号井	48.5~63.5, 75.6~80.5	16.8	6.8	7.2	1.68	1.96
35	阪神上水道水	—	—	6.6	7.1	4.45	0.48
36	関西紙業K.K.	182	22.5	7.0	7.3	0.53	2.04
37	西宮市朝日ビールK.K.	30.3~35.8, 38.8~40.3 55.2~64.2, 75.5~87.5 92.6~95.0, 114~119 123~126	17.3	6.7	7.2	0.00	1.18
38	ダイヤマ製薬K.K.	63.5	16.8	6.6	7.0	0.17	0.96
39	立花金属工業K.K.	39.4	16.5	6.8	7.1	0.17	0.72
40	金井重工業K.K. トラペラー製造所	45.4	17.2	6.8	7.3	0.08	1.06
41	尼崎製氷冷凍K.K.	36.3	15.8	6.6	7.2	—	1.72
42	和光硝子K.K.	75.8	17.3	6.8	7.4	3.09	1.56
43	金井重工業K.K. 特殊鋼線製造所	75.8	17.8	6.7	7.2	2.43	0.72
44	大阪冶金工業K.K.	60.6	17.3	7.2	7.4	—	2.16
45	三井化学工業K.K.	90.9	18.0	6.8	7.2	0.00	1.94

地下水水質分析結果 (1)

Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	total Fe (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	全 硬 度 (°dH)	total SiO ₂ (mg/l)	P (mg/l)	KMnO ₄ 消費量 (mg/l)	水比抵抗 (Ω-cm)
41.5	5	tr.	0.45	14.8	2.9	2.7	12.0	0.06	8.7	5,200
44.0	6	0.0	0.54	17.5	1.4	2.8	13.6	0.00	6.4	5,500
67.9	6	0.0	0.80	14.7	1.5	2.4	17.6	0.00	4.7	5,000
56.2	8	0.0	0.91	12.8	1.3	2.1	22.4	0.00	3.5	5,200
18.5	26	0.1	0.23	8.7	0.6	1.3	16.4	0.07	5.7	9,800
11.1	10	0.9	0.23	7.9	0.8	1.3	48.4	0.04	6.8	9,800
54.8	10	0.0	0.01	12.3	1.4	2.0	20.4	0.00	1.8	7,400
56.2	6	0.0	0.01	9.8	1.2	1.6	6.8	0.06	3.2	7,000
62.8	22	0.1	0.05	12.5	1.4	2.1	12.0	0.05	1.6	6,500
75.0	22	tr.	0.06	12.0	1.8	2.1	11.2	0.00	0.9	6,400
36.9	8	0.1	0.23	16.3	2.3	2.8	20.4	0.08	8.5	5,700
58.2	4	0.3	0.68	11.3	1.1	1.8	8.4	tr.	2.8	6,200
25.0	8	tr.	0.02	10.1	1.1	1.7	10.0	0.00	1.3	11,400
58.8	17	0.1	0.24	13.5	5.6	3.2	20.0	0.01	0.6	4,600
57.1	52	0.1	0.02	20.3	7.7	4.6	17.2	0.01	1.3	4,500
42.6	24	0.7	0.34	1.45	6.3	3.5	23.6	0.05	2.7	5,700
51.4	45	0.1	0.16	18.0	7.3	4.2	18.8	0.01	0.6	4,800
34.6	6	0.7	1.35	15.5	8.3	4.1	31.2	0.08	3.2	5,200
88.6	28	0.1	0.91	16.9	2.7	3.0	18.4	0.24	5.2	4,200
112.1	26	tr.	1.35	22.7	5.2	4.4	32.4	0.22	6.8	2,950
61.1	30	0.1	2.05	20.0	2.5	3.4	14.0	0.02	3.5	4,800
93.7	25	0.2	7.05	27.3	9.3	6.0	26.8	0.05	10.7	2,700
271.2	50	0.5	11.85	29.1	24.7	9.8	35.6	0.02	9.1	1,500
66.2	34	0.3	0.19	39.6	4.7	6.6	23.2	0.20	10.7	3,100
12.8	0	0.1	1.47	19.6	12.5	5.6	19.6	0.22	11.7	4,200
25.6	15	1.0	0.16	16.6	7.9	4.2	43.2	0.12	4.4	4,900
31.2	33	4.6	1.14	16.3	8.3	4.2	30.4	0.06	2.6	4,800
32.1	23	0.0	0.93	12.7	6.3	3.4	46.0	00.0	1.0	5,300
60.4	275	1.2	0.45	19.1	30.4	9.7	22.0	0.08	9.5	1,250
322.1	3	1.5	2.96	15.8	14.3	5.5	30.4	0.08	6.3	930
24.8	7	1.5	5.21	17.7	10.5	4.9	54.6	0.17	8.5	4,700
14.2	7	1.6	0.02	7.6	1.4	1.4	8.0	0.03	3.7	13,500
81.0	5	1.0	0.45	8.2	5.8	2.5	30.8	0.22	6.0	2,450
60.4	5	1.3	9.56	17.5	11.8	5.1	32.0	0.13	10.8	5,500
14.2	1	0.8	1.86	7.8	1.7	1.5	19.2	0.06	4.7	14,000
15.6	0	2.0	1.14	14.4	9.3	4.2	85.2	0.24	6.8	4,100
66.7	12	0.1	6.00	13.1	4.7	2.9	24.8	0.00	0.6	5,000
76.1	6	0.4	4.10	7.1	2.9	1.7	22.4	0.00	3.5	6,200
71.6	2	tr.	0.10	6.3	2.7	1.5	30.0	0.08	2.5	7,300
88.8	1	tr.	0.91	6.7	3.6	1.8	34.8	0.12	2.5	5,900
60.4	7	1.3	16.40	15.1	9.7	4.4	41.2	0.03	9.5	3,400
79.2	0	1.0	0.54	11.8	5.9	3.0	31.2	0.01	2.8	4,700
26.9	tr.	0.1	2.27	7.1	4.1	1.9	60.8	0.20	4.4	8,300
118.5	3	0.1	0.91	16.4	10.4	4.7	30.8	0.05	4.7	2,300
113.6	2	0.0	3.33	15.0	9.9	4.4	43.2	0.02	2.5	3,700

第4表 尼崎市における地表水および

No.	試料採取地点	収水深度あるいは収水管挿入深度 (m)	水温 (°C)	pH	RpH	溶存酸素 (cc/D)	M.O. アルカリ度 (mg当量)
46	大日織維工業 K.K.	69.5~80.3	18.1	6.8	7.3	0.11	2.08
47	常盤冷蔵 K.K.	50.2~67.2	17.0	6.7	7.4	0.71	1.64
48	神崎製紙 K.K. 2号井	30.9~36.0, 46.0~51.5	17.6	6.9	7.4	0.00	2.40
49	" " 3号井	17.9~22.7, 31.5~33.3	17.8	6.9	7.3	0.00	2.40
50	塩野義製薬 K.K. 1号井	66.6~77.5	18.1	6.8	7.4	0.00	3.20
51	" " 2号井	36.4~46.0, 65.5~68.2	18.1	7.0	7.6	0.48	3.74
52	三和冷凍 K.K.	19.7~25.8, 42.4~45.5	16.0	7.2	7.6	0.13	3.60
53	大和同鋼板 K.K.	59.4~62.4, 71.7~75.0	18.0	6.7	7.3	0.00	3.32
54	摂津板紙 K.K. 2号井	41.7~49.1	18.6	6.7	7.3	6.24	3.24
55	" " 5号井	166.5	18.6	6.8	7.4	0.00	2.80
56	神戸港湾冷蔵 K.K.	60.6	20.0	6.4	7.0	3.91	0.36
57	住友金属工業 K.K. 1号井	80.4~91.1	21.0	6.8	7.2	0.00	1.96
58	" " 2号井	83.9~94.5	21.0	6.7	7.3	0.00	3.60
59	" " 3号井	78.8~91.5	21.0	6.8	7.2	2.65	2.12
60	大日電線 K.K.	63.0~68.5, 87.6~90.9	19.5	7.2	7.8	3.47	3.88
61	旭硝子 K.K. 2号井	106	19.5	6.7	7.0	—	0.72
62	日本硝子 K.K. 1号井	63.6~67.3, 81.8~89.4	—	7.0	7.5	0.49	4.00
63	" " 2号井	不明	17.5	7.0	7.6	1.13	2.60
64	東洋ゴム工業 K.K.	52	17.7	7.0	7.4	5.73	1.00
65	神鋼鋼線鋼索 K.K.	63.6~67.6, 82.3~90.5	18.3	7.2	7.4	—	0.72
66	古河電気工業 K.K. 2号井	182	21.0	6.8	7.3	0.16	1.44
67	" " 3号井	48.5~194	24.0	6.9	7.6	0.28	4.24
68	大阪チタニウム製造 K.K.	100~101.5, 126~127.3	20.5	6.7	7.2	0.00	2.32
69	大阪ソーダ K.K.	92.6	20.0	7.4	7.6	—	2.72
70	K.K. 尼崎製鋼所 3号井	90.9	19.2	7.2	7.4	—	1.48
71	" " 6号井	182.0	22.4	7.1	7.5	0.63	5.04
72	日亜鋼業 K.K.	60.6	17.0	7.0	7.2	5.17	0.48
73	日亜製鋼 K.K. 2号井	56~63, 74.6~80.9	18.8	8.0	8.2	—	6.08
74	" " 11号井	98.5~108.0	19.3	6.4	7.3	0.00	1.92
75	大阪製鋼 K.K.	57.2~66.6, 72.7~82.4	21.3	7.0	7.4	—	1.56
76	日本油脂 K.K. 4号井	99.4~118.5	19.9	7.0	7.6	0.06	3.60
77	" " 6号井	139~141, 177~179	17.9	7.1	7.8	0.31	3.32
78	" " 1号井	90.9	21.2	7.1	7.4	0.16	4.44
79	関西電力 K.K.	139~150, 185~188	22.0	7.6	8.0	—	5.40
80	尼崎第1火発 1号井	194~200	21.1	6.8	7.5	0.00	3.68
80	" 尼崎第2火発 5号井	185~206	21.1	6.8	7.5	0.00	3.68
81	" " 3号井	224~226, 228.4~230.9	24.8	7.3	8.0	—	4.16
82	尼崎製鉄 K.K.	238~240, 245~253	21.3	7.3	7.7	—	3.48
83	白石工業 K.K.	121	16.8	7.2	7.3	—	2.08
83	" " 不明	不明	16.8	7.2	7.3	—	2.08

備考 試料採取地点およびその番号は第7図参照

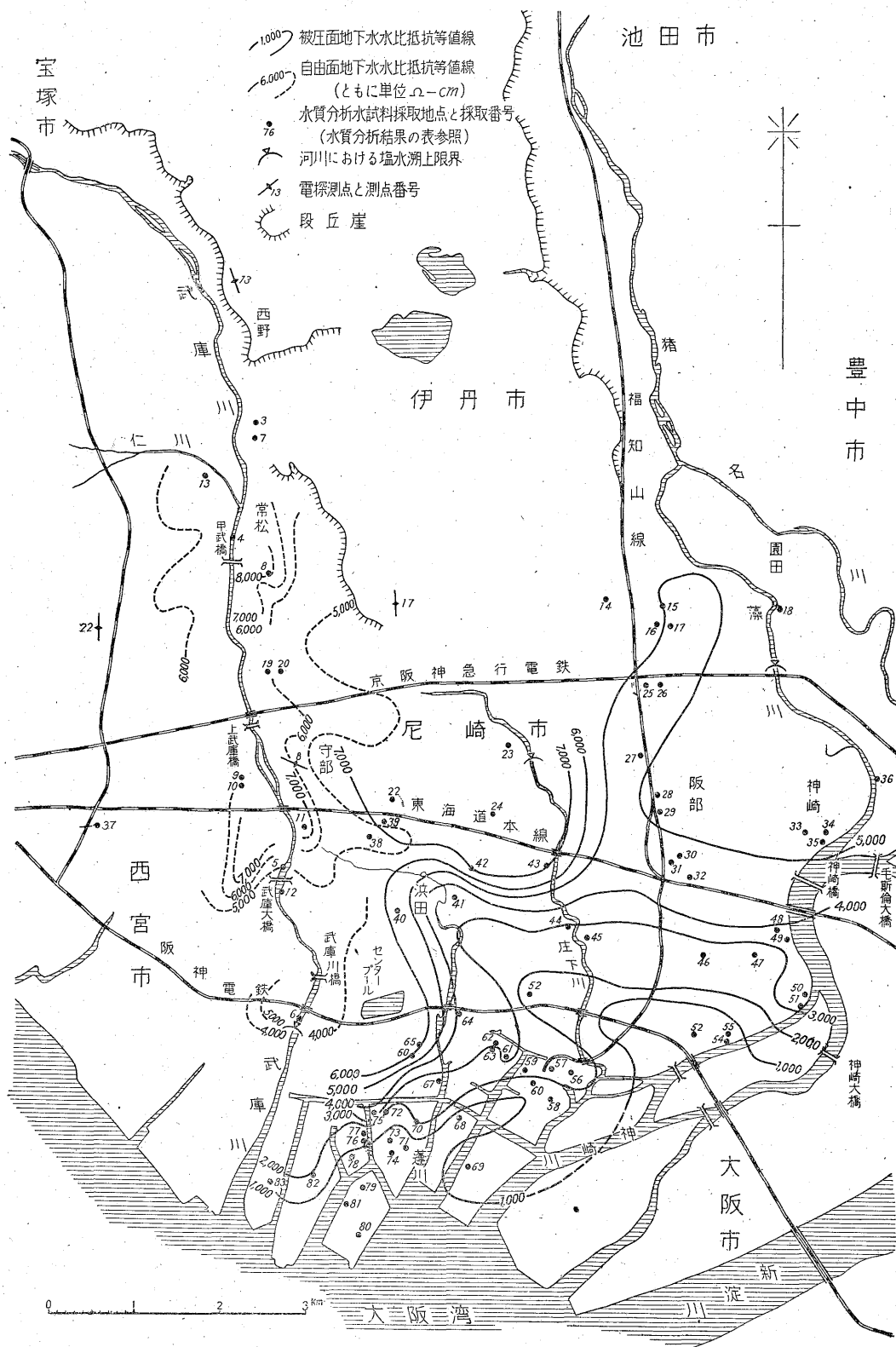
No. 1 および No. 2 は試料採取を示した図

地下水水質分析結果 (2)

Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	total Fe (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	全硬度 (°dH)	total SiO ₂ (mg/l)	P (mg/l)	KMnO ₄ 消費量 (mg/l)	水比抵抗 (Ω-cm)
22.7	tr.	5.0	4.10	13.6	8.3	3.8	39.2	0.27	5.3	5,000
66.6	1	0.9	5.47	19.6	12.0	5.5	41.6	0.21	4.7	2,850
24.2	3	1.9	1.48	16.0	10.9	4.8	32.6	0.19	9.8	4,100
34.1	5	2.0	1.32	17.0	10.6	4.8	42.8	0.09	9.2	3,500
29.8	tr.	2.1	6.83	18.7	12.5	5.5	38.0	0.24	5.3	3,400
116.0	88	1.1	8.43	31.2	18.4	8.6	42.8	0.25	12.0	1,550
129.0	3	0.5	2.28	9.7	12.5	4.3	36.4	0.24	11.4	1,900
758.0	33	4.2	20.05	108.4	64.5	30.2	66.0	0.04	4.2	500
287.0	3	1.4	6.38	51.5	28.4	13.8	40.8	0.24	6.0	1,050
457.0	5	0.4	5.01	67.2	38.2	18.3	39.6	0.06	4.7	750
10.6	7	1.3	0.45	8.8	1.7	1.6	11.2	0.01	6.3	12,500
78.1	1	0.7	10.71	20.6	10.5	5.3	41.2	tr.	7.6	2,800
167.0	tr.	1.3	5.70	36.1	18.8	9.4	44.8	0.02	5.3	1,500
106.5	4	0.7	8.66	21.2	13.0	6.0	40.0	0.17	4.2	2,400
1,235.0	7	1.5	2.05	53.4	78.3	25.6	22.8	0.05	7.1	340
49.7	tr.	1.0	8.66	8.3	4.1	2.1	45.2	0.08	9.5	4,400
10.6	0	7.5	2.05	21.4	17.1	7.0	41.6	0.28	5.2	3,100
690.0	66	4.3	0.91	30.8	44.6	13.7	20.4	0.21	7.3	580
174.0	9	1.6	4.10	15.8	11.2	4.8	58.0	0.15	3.2	1,850
28.4	0	3.7	1.36	7.1	4.1	1.9	60.4	0.08	2.2	7,700
28.4	3	0.3	3.87	7.9	4.0	2.0	53.6	0.17	4.5	6,200
24.8	tr.	5.3	2.82	22.2	15.9	6.8	64.0	0.46	10.5	2,400
256.0	2	7.5	36.70	68.6	33.1	17.3	40.4	0.06	8.7	800
60.4	4	0.8	11.62	26.0	15.1	7.1	38.8	0.01	11.8	2,700
408.0	5	1.6	16.86	59.4	36.0	16.7	54.8	0.01	5.8	920
60.4	1	3.8	1.14	22.6	19.8	7.8	47.8	0.54	7.9	2,050
209.0	5	1.2	19.36	20.7	18.8	7.3	44.0	0.01	8.9	1,300
3580.0	109	0.8	0.68	100.2	183.5	56.6	29.2	0.20	9.5	135
568.0	0	0.9	10.93	60.5	54.5	21.1	49.2	0.20	8.4	685
44.0	4	3.7	3.19	16.8	10.3	4.7	52.8	0.16	16.9	4,000
198.0	0	0.9	0.43	12.5	15.8	5.4	32.0	0.46	7.3	1,300
1608.0	98	0.8	0.64	47.6	82.8	25.8	20.8	0.14	9.2	270
85.5	0	2.9	7.52	21.4	19.2	7.0	108.4	0.29	9.5	2,400
8.5	tr.	1.6	0.68	19.6	20.2	7.5	46.0	0.33	10.5	2,200
124.9	0	1.7	3.19	34.6	18.0	9.0	44.6	0.07	4.1	1,700
11.3	0	1.3	0.46	23.2	13.0	6.3	63.2	0.33	11.1	2,400
85.2	—	3.7	4.56	18.8	14.0	5.9	46.4	0.17	9.2	2,000
355.0	3	4.2	15.95*	47.7	34.0	14.6	47.6	0.03	6.8	1,500

1956-4-7月採水 分析:化学課

の範囲外であるので図示されていない



第7図 尼崎市における水理地質調査要図

下川あるいは蓬川下流部では、日産製鋼のように3,580 mg/l、日本油脂のように1,400 mg/lにも達する井戸があり、塩水が内陸側の地下水中に奥深くまで浸入している状況が明らかに示されている。なお深度別にみると、100 m 前後までの深さの地下水に海水の混入が認められるのに対して、関西電力火力発電所の深度150 m以下の井戸(Cl⁻ 8~10 mg/l)では、深層部にはその徴候がなく、良水のまゝ存在していることが示される。

3) 鉄の含有量は国鉄東海道線以北では、0.02~9 mg/l、平均2.3 mg/l、同以南では0.4~36 mg/l、平均6 mg/l、前後の値を示しており、南下するに従って増加する傾向が認められる。

特に鉄の含有量は全国的にみても概して多い部類に属する。

4) Ca²⁺ および Mg²⁺ はともに北部に多く、南部に少ない傾向がある。平均値を求めてみると、Ca²⁺ が北部では15.3 mg/l、南部では28.6 mg/l、Mg²⁺ が北部では9.4 mg/l、南部では22.0 mg/lとなる。なお Mg/Ca が南部ほど高い値を示しているのは、明らかに海水が影響していることを裏書きしている。

5) SiO₂ についても南部は北部に比較して多く、北部の平均32.8 mg/l に対して南部は平均43.6 mg/l を示している。

6) 日本油脂・尼崎製鋼・古河電工・大阪チタニウム製造などで、120 m 以深に収水層を有する井戸では天然ガスが検出される。

7) 深井戸の水温は一般に播磨層に相当すると考えられる第2~第4帯水層中では16~17°C 合で深度による区別が明らかでないが、明石層に相当すると考えられる第5, 第6帯水層中の地下水は、20~24°C を示し、著しく高温となつている。

8. 地下水の供給および流動

8.1 武庫川水系による地下水供給

伊丹市西部における武庫川流量6 m³/秒程度の時期にあつて縦断方向の流量変化を調査した結果によると、仁川合流点より下流では、約1 km ごとに、それぞれ上流側流量の15%程度が伏没、滲透しているのが示されるが、全体として宝塚市川面地先から下流では、武庫川表流の伏没する度合はかなり高い。

兩岸地下水の水温・水比抵抗・溶存酸素などの測定結果によると、武庫川表流は数カ所にある砂止め堰堤などの影響を受けてその両側に特に滲透する水量を増加している傾向があるが、これら伏没・滲透した水は河道沿いの限られた幅の部分をつなぐつて南下して行き、漸次地下深層に透過し、臨海部の地下水を涵養しているものと推

定される。

8.2 神崎川による地下水供給

神崎川については塩水の溯上限界が奥深いので、表流の流量変化を調査することがやゝ困難である。兵庫県耕地課の調査によると、猪名川では池田市宮の原地元までに若干の伏没水量が認められるが、それより下流では増加の一途をたどっている。兩岸の自由面地下水の水位もまた地下水が表流を涵養している形を呈しており、以下著しい伏没部はなさそうである。伊丹市南端附近から南に向かって、浅い既設井の湧出量が比較的大きな地帯があり、国鉄福知山線に沿つて地下水の利用度も高くなつている。これが藻川の表流と関係があるか否か明らかでないが、少なくとも播磨層中には著しい水量の供給が行われている事実はみあたらない。

8.3 被圧面地下水の流動

第7図に被圧面地下水の水比抵抗測定結果が等値線で示されている。水比抵抗の高い部分から低い部分に向かつて地下水が流動しているものとすれば、蓬川右岸、庄下川上流にあつては武庫川筋から強力に滲透供給を受けていることが推定できる。しかしこの水は阪神電鉄蓬川鉄橋一浜田一東海道線庄下川鉄橋を結ぶ線以東では急速に弱まり、この線以東の部分には神崎川の方向からの塩水を混じえた低い水比抵抗を示す地下水が広い範囲を占めている。第7図に示した水比抵抗等値線は1,000 Ω-cm が Cl⁻ 400 mg/l、1,500 Ω-cm が 200 kg/l、2,000 Ω-cm が 120 mg/l 程度にほぼ相当しており、蓬川河口と神崎川阪神電鉄鉄橋附近とを中心として塩水が浸入しているのが推定できる。なお大阪市側の調査により、一層正確に理解できると思われるが、いずれにしても淡水の供給源を追跡することはできない。たゞ神崎、坂部および園田附近に向かつて北東方から供給されているのが僅かに指摘できるが、その供給源は明らかでない。また伊丹市南部から南に向かつて延びている湧出量の比較的大きい部分は、ごく浅い帯水層中の地下水に限られているので、深層に収水している井戸についての測定結果では、第7図のようにむしろ低い水比抵抗の部分で奥深く入り込んだ状態で示されてしまつている。

9. 地下水利用の規制

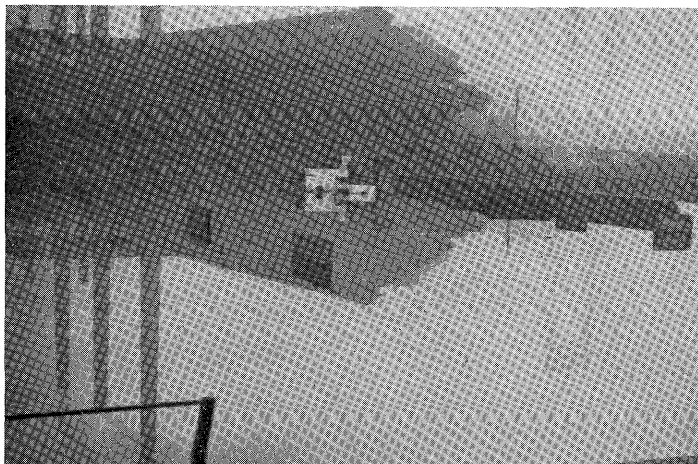
宝塚市川面地先における武庫川流量は記録によると、0.87 m³/秒まで減少することがあるが、夏季下流部で河床に流水がほとんど認められないときにでも、川面地先には3 m³/秒程度の流量が認められる。もつともこれより下流には尼崎、西宮両市の灌漑用水の取入れがあり、この全量が地下水になるのではないが、このほかに伊丹段丘その他の滲透水、神崎川水系一円からの供給を合わ

せると、尼崎市およびその周辺の地域の地下水供給量は地形規模の割合には必ずしも小さくはない。

したがって、尼崎市における総計110,000 m³/日の地下水利用量は、地域全体からみればそれほど過大な水量とは思われない。しかし問題は尼崎市南部の限られた範囲で、110,000 m³/日のうちの大部分が揚水されているという点であり、既設井のあるものが過大な水量を揚水し、局所的な過剰揚水状態を生じ、いくつかの過剰揚水地帯が接続し合い、圧力面の低下が四囲に波及し、それに伴って塩水の混入、地盤沈下が促されたものと考えられる。現在神崎川寄りに広く認められる水比抵抗の低い地帯が、塩水化の傾向を示していることは地下水悪化の経緯をある程度よく示しているものと解せられる。

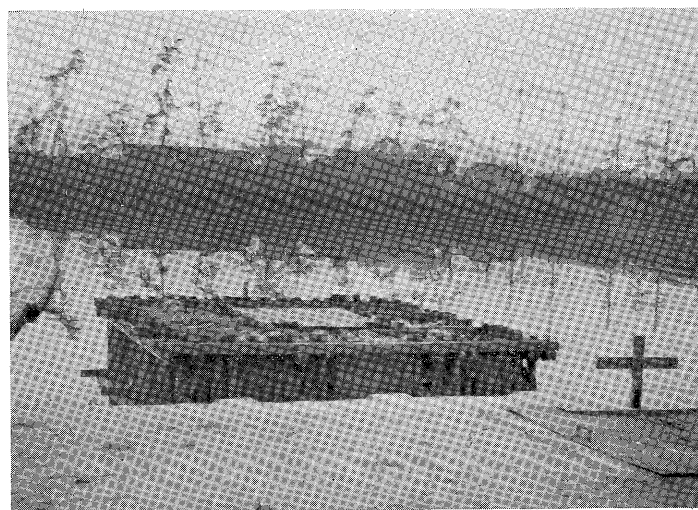
以上のような事情にあるから、尼崎市では原則的に工業用の井戸利用が抑制されることが望ましい。特に110,000 m³/日の揚水量のうちその90%以上が収水されている100~120 m以浅の帯水層については、厳しくその利用を抑制することが必要である。たゞ100~120 m以深の堆積層は固結度も高く、浅層部に比較すれば地盤沈下に関する割合も概して小さいと予想できるので、湧出能力も小さく、かつまだあまり利用されていない第5および第6両帯水層あるいはさらにそれ以下の帯水層については、その揚水量を努めて少な目に調節するという条件付きで、利用の余地を残しておいてさしつかえないであろう。

(昭和31年4~9月調査)

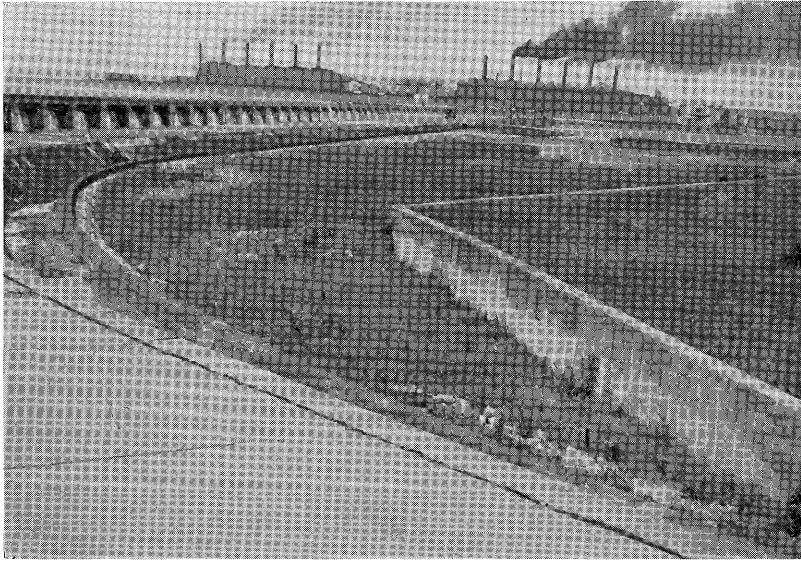


図版 1 尼崎市における地盤沈下，蘆川左岸東浜火力発電所西側にみられる海水プールとなつている工場跡

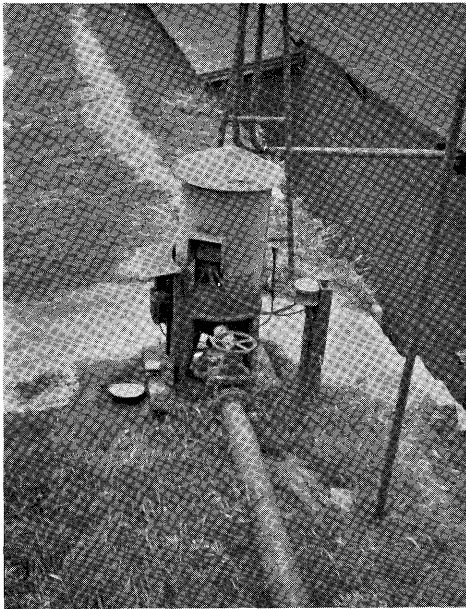
図版 2 尼崎市における地盤沈下，塚の内外，常に同一水面を保つている沈下地帯の一角



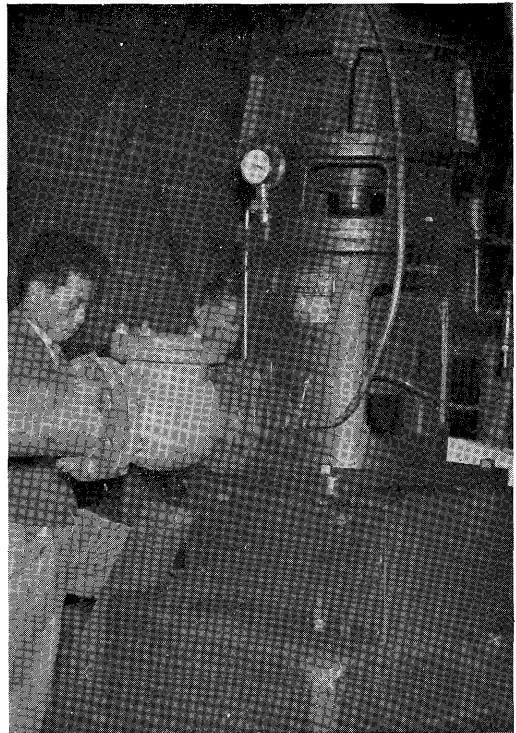
図版 3 尼崎市における地盤沈下対策，武庫川の表流水を地下に注入し，地下水の強化をねらつて施設された阪神電鉄武庫川駅南側の地下水補給井



図版4 尼崎市における地盤沈下対策, 閘門式防潮堤



図版5 沈下地帯で防潮を考慮して堤防上に施設されている深井戸 (尼崎製鋼6号井, 井戸深度182 m, 孔径14吋, 30 IPボアホール, 昭和26年鑿井当初揚水量5,400 m³/日, 現在2,500 m³/日可能)



図版6 沈下地帯で防潮を考慮して井戸台盤があらかじめ高く設けられている深井戸 (尼崎, 古河電工3号井, 井戸深度212 m, 孔径12吋, 40 IPボアホールポンプ, 昭和30年二重ケーシングに改造, 静止水頭昭和14年13.3m, 同31年23 m, 水位降下9 mで揚水量1,800m³/日)