

(Ⅱ-14) 京都市工業用水道の水源調査について

京都大学工学部 正員 工博 合 田 健
全 正員 末 石 富太郎
全 〃 中 西 弘

§1 ま え が き

京都市周辺の染色業を中心とする産業発展をはばむ因子の1つとして廉価良質の工業用水の不足があり、昭和29年以来調査が進められてきたが、その結果によると、工場用水を地下水に依存したものが65%におよび、業種別使用量では染色繊維関係が圧倒的に多く56%に達し、次いで食料品関係の12%となつている、さらに用途別使用水量は洗浄用46%、製品処理用21%、冷却用14%で他都市に比較して洗浄用水の占める割合が大きい。従つて要求される水質もこのような特殊性と関連して鉄、マンガンおよび硬度の十分低いものとされている。

工業用水の大口需用先はとくに一地区に集中しているわけではなく、市の南部の伏見、東九条および吉祥院地区が過半数を占めており、工業用水を使用している約700工場の中約17%が用水不足に悩んでいて不足量は約50,000m³/日と推定している。用水不足のためやむをえず上水を使用しているところもあり、実際の不足量はさらに増大する見込である。このため京都市では工場誘致の余地や将来の発展を考慮して、将来の主な給水区域を市の南部および西南部として工業用水道の計画を建て一応調査段階における水源候補地として需要区域に最も近い桂川久世橋上流左岸堤内地（京都市南区吉祥院運動公園南隅）と右岸堤内地（南区久世向井代）の2ヶ所を選び地下水の揚水ならびに水質調査を依頼され、本年8月以降各種の調査を行つたのであるが、ここにその成果の1部を要約検討してみる。

§2 揚 水 試 験

非定常および定常状態における地下水位低下とその速度を調べるため上記2ヶ所に内径1.5m、深さ8mの浅井戸を掘り、その周囲7ヶ所に内径5.1cm 深さ7mの観測井を下げ、非定常試験を含めて、左岸吉祥院地区では8月7日から14日まで、右岸久世向井代では8月23日から30日までそれぞれ1週間の連続揚水試験を行つた。揚水ポンプは15馬力、吸水側口径200mmであり、揚水量は吐口水槽に設けた四角ゼキで測定した。

非定常揚水試験では揚水開始後の揚水井および観測井における水位低下速度を測り、その結

果から Theis の井戸関数を用いて異なる揚水量に応ずる水位低下量を算定するものである。

$$P = \frac{Q}{4\pi T} \int_u^\infty \left(\frac{e^{-u}}{u} \right) du = \left(\frac{Q}{4\pi k m} \right) F(u)$$

$$U = \frac{r^2 S}{4 t T}$$

ただし、P：水位低下量、Q：汲上げ率、T：伝達係数（帯水層の厚さ m × 透水係数 k ）

r：揚水井からの水平距離、S：貯留係数、t：汲出時間、F(u)：井戸関数、である。

必要な透水係数値 k は揚水が定常状態になつたとき、Forchheimer の公式（底からのみ流入する場合） $Q = 4 k r_0 (H - h_0)$ より逆算的に求めうる。ただし、H：初めの地下水深、 h_0 ：井戸の水深、 r_0 ：井戸の半径 である。

桂川左岸（吉祥院地区）の揚水結果は第1表、右岸（久世向井代）の成績は第2表の通りである。

汲上げ量は左岸では $6,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 右岸では最初 $2,600 \text{ m}^3/\text{日}$ であつたがなお汲上げに余裕があつたので、途中から $3,200 \text{ m}^3/\text{日}$ に変更した。

§3 水質について

吉祥院地区の地下水には鉄、マンガン、アンモニアなどが含まれているところがあることはすでに知られているが、地域的には良好な水質のところもあり、要するにこの地区の地下水水質についてはこの調査を行うまで明らかでなかつた。8月7日から14日までの連続揚水試験と平行して水質試験を行つた。

桂川右岸久世向井代地区の地下水については従来の資料はなく8月23日から30日の間水質試験を行つた。それらの結果を第3表に示す。

左岸では鉄、マンガン、アンモニアが目立ち、特にマンガンが 0.78 PPM 含まれているので無処理では染色、洗浄用を主とする工業用水源として明らかに不適当である。地下水位は桂川より低く桂川伏流水と関係があるように思われるが事実は密接な関係がつかみがたく、この地点の上流で桂川に流入する天神川の影響などが考えられる。

右岸では鉄、マンガン、アンモニアはなく水質は極めて良好で P^H を除いて水質的に桂川と関係があると考えられるが地下水位は僅かながら桂川より高い。

これらの点についてさらに行つた検討、考察の結果をあわせて講演発表の予定である。

第1表 桂川左岸（吉祥院地区）揚水試験結果

揚水量 6,000m³/日

経過時間	揚水井 水位低 下 (mm)	観測井水位低下 (mm)						
		No. 1	2	3	4	5	6	7
0秒	0	0	0	0	0	0	0	0
10	210	9	6	9	6	12	10	18
30	560	21	11	12	14	17	16	18
1分	680	29	17	17	21	24	22	19
10	910	56	45	38	46	51	48	44
30	928	72	62	61	65	70	69	62
1時間	932	87	77	70	76	84	81	86
10	10 30	171	139	153	169	167	163	159
30	10 76	240	211	224	231	232	230	228
60	11 04	266	239	254	246	260	260	271
120	11 28	271	237	263	250	267	269	258
160	13 08	453	427	441	431	452	452	439

第2表 桂川右岸（久世向井代）揚水試験結果

揚水量 2,600 m³/日

経過 時間	揚水井 水位低下 (mm)	観測井水位低下 (mm)						
		No. 1	2	3	4	5	6	7
0秒	0	0	0	0	0	0	0	0
10	74	6	1	2	2	6	4	2
30	295	13	9	7	9	19	11	8
1分	603	29	20	15	19	34	21	18
10	2121	63	56	45	53	72	52	49
1時間	2538	71	66	54	62	86	60	61
10	2618	63	47	38	52	68	55	48
30	2686	138	129	122	131	161	132	134
60	2813	219	206	204	211	242	210	201
120	2753	163	159	156	164	192	165	163

一時停止 揚水量変更 3,200 m³/日

0時間	4423	58	54	51	57	87	59	59
4	4425	86	73	62	75	98	85	78
10	4428	125	109	104	124	135	120	107
30	4558	195	193	194	198	209	192	195

第3表 水質試験結果 (平均値)

試 験 項 目	左 岸 揚 水 井	右 岸 揚 水 井	桂 川 (久 世 橋 上 流)
試 験 期 間	8 月 7 日 ~ 14 日	8 月 23 日 ~ 30 日	8 月 7 日 ~ 14 日 8 月 23 日 ~ 30 日
気 温 ℃	29.7	31.4	31.3
水 温	20.2	19.5	26.6
p ^H	6.5	6.0	7.0
濁 度 PPM. (以下同じ)	0.1	0.1	11.6
色 度	0.1	0.1	13.3
ア ン モ ニ ア 性 窒 素	0.70	0.00	0.08
亜 硫 酸 性 窒 素	0.000	0.000	0.010
塩 素 イ オ ン	9.5	8.9	7.8
硬 度	51.8	45.2	40.2
酸 度	22.7	39.3	6.1
ア ル カ リ 度	59.3	37.6	33.0
鉄	0.22	0.02	0.28
マ ン ガ ン	0.78	0.00	0.05
溶 存 酸 素	0.36	1.06	6.30
比 色 硅 酸	12.5	10.4	11.1
蒸 発 残 留 物	114	110	100
一 般 細 菌 数	420	260	43,000
大 腸 菌 群	陽 性	陽 性	陽 性