

低下する日本の地下水位

地下水位観測情報

工業地帯における水保全

水温が年間を通じて一定していること 水経費が低廉であること 水源に限られた工場敷地内で井戸の掘さくにより手軽に得られ その維持 管理が容易なことなどの利点から わが国の工業地帯では数多くの井戸が開発され 多量の地下水が工業用に利用されている。そして地下水の使用量は工業の発展に比例して増加している限られた地域で 同一帯水層に数多くの井戸が開発され揚水量が増加すると地下水面はだんだん低下し いわゆる地下水ストックに食い込んでいく。こうした井戸の過剰揚水は井戸の排砂量の増加 井戸側管周辺の帯水層の崩落あるいは水みちの破壊を生じ やがては地盤沈下をひきおこす。

地質調査所では 工業地帯にこのような災害を起さないように早くから地下水の保全の必要を提唱してきた。そして災害を未然に防ぐために工業地帯の37カ所に設けられた井戸について地下水位の経年観測を続けてきた。

地下水位の変動

自由面地下水の場合はいつもそうであるが 被圧面地

下水の場合にもしばしばその地下水面（被圧面地下水の場合は圧力面）が1年を通じて一定不変のものではなく季節的に変動する。そして地下水面あるいは圧力面の昇降は 特別な例を除いては降水量の多寡によって変動するのが普通である。したがって わが国のような湿潤な気候に恵まれたところでは5月頃から10月頃までの多雨期に地下水面が高く 11月頃から翌年の寡雨期にかけては地下水面が低くなっている。

第2図および第3図に示してある地下水位曲線は浜松地区および静岡地区にそれぞれ設けられた観測井（前者は被圧面 後者は半被圧面）の記録であって 降水量と地下水面との昇降の関係をよくあらわしている。しかしながら同じ地区であっても長い間の地下水位経年曲線はそれぞれ異なっている。

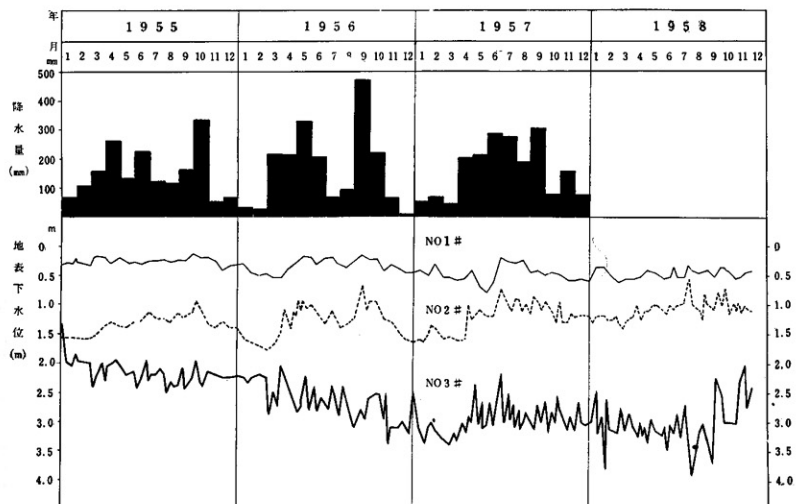
たとえば 第2図では浜松地区の No. 3 井の曲線は他の2井の曲線に比べて複雑であるとともに 8, 9 月頃の地下水位が著しく低下していることが認められ しかも No. 3 井の地下水位だけが年々低下している。

この事実は人為的な原因によるもので おそらく No. 3 井が近隣の工業用井戸による揚水の影響を受けているためと思われる。



自記水位観測井

名古屋市立高等工業学校の協力で立派にできあがった水位観測井 建屋のなかに自記水位計がみえる



第2図 浜松地区観測井の地下水位曲線

揚水量と地下水位

地下水の揚水量が地下水面の形態に変化を与えていることは 前述の例にも示される通りであるが 主要工業地帯の地下水面はどのようになっているか 例をあげて紹介しよう。

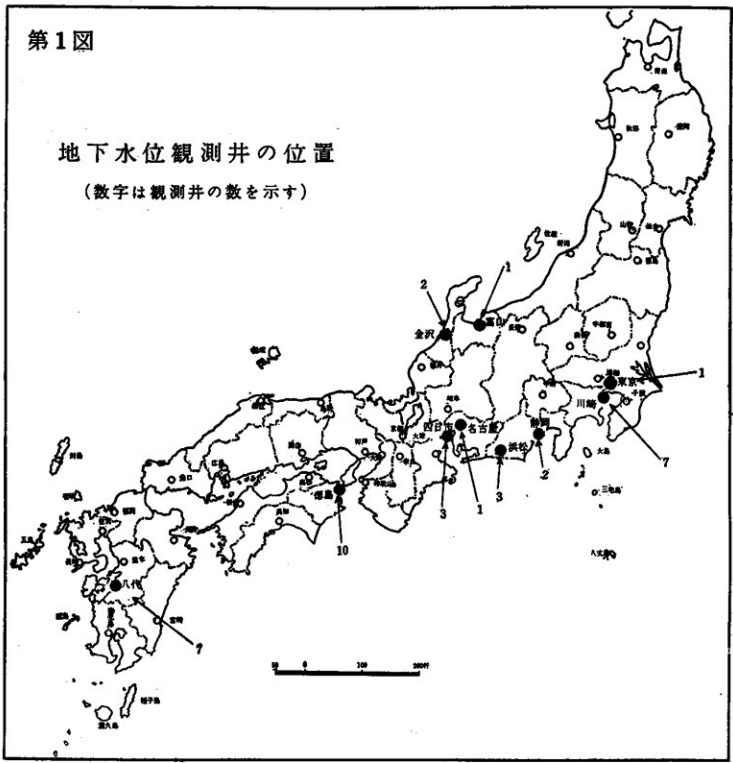
第4図は名古屋地区観測井（深度101m）と東京地区観測井（深度 111m）の記録をそれぞれ示している。

この図では多雨期に地下水位（正しくは圧力面の深さというべきだが）が異常に低下していることがわかる。

この事実は夏季に低温な地下水が多量に揚水され 工業用に使用される結果が考えられる。そして使用量の減少とともに地下水位は寡雨期に回復していく。

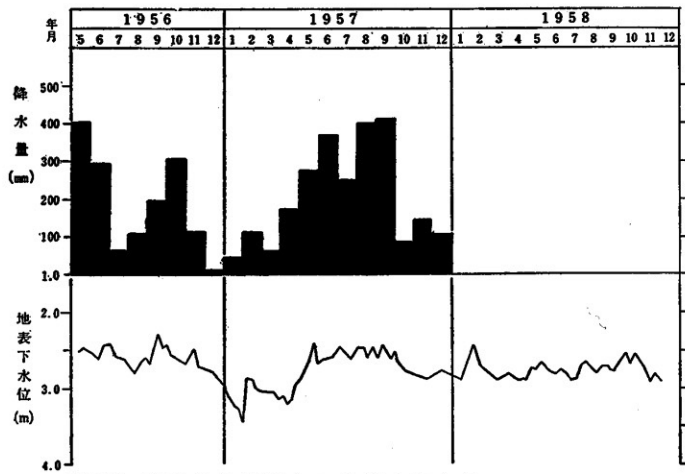
主要工業地帯では 夏季に集中的に地下水が揚水される結果 容水地盤の規模が小さいところほど また地下水供給量が小さいところほど地下水位が著しく低下する。

第4図の名古屋地区では 最高水位と最低水位との差は5m余りもあり しかもその差は毎年増加している。また 地下水位曲線からわかるように 地下水位は年平均 約1mの割合で低下している。



東京地区では地下水位の年較差は約4mであり 名古屋地区のような夏季の異常低下は認められないが それでもなお地下水位は1年間に約2m低下している。

こうして 主要工業地帯の地下水面が年々低下の一途をたどっている事実は いまやおおうべくもない事実なのである。

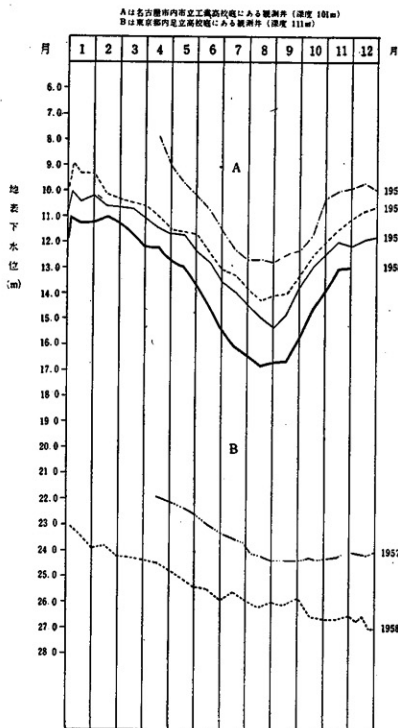


第3図 静岡地区観測井の地下水位曲線



水位観測井
普通水位観測井では 井戸の水位を5日ごとに測定することになっていて 測定には「浮子測定器」「マグネット・ベル」などが使用される 観測井が屋外にあきるときは 写真のようにふたをしカギをかけておく必要がある

第4図 地下水位の経年変化



第4図 地下水位の経年変化

地下水位の回復

地下水を多量に揚水し使用している工業地帯では 電休日とか 祭日などの工場の休日には 井戸の揚水も停止あるいは減少するから 地下水位は急速に回復に向かう。第4図では年末から正月にかけての休日に地下水位が一時的ではあるが回復しているようすがよくわかる。

このような地下水位の一時的な回復は 1昼夜というような

時間内でも繰り返して行われる場合がある。

井戸の揚水を昼間に限り 夜間は停止するような工場にはこのような例が多い。

第5図は東京都品川区内の某工場に設けられた観測井(深度55m)の自記水位観測記録を示している。この工場は57,000m²の敷地面積に10本の深井戸(深度120m)を掘さくして 1日のうち昼間だけで2,200m³の地下水を揚水しており 揚水は午後6時までに停止している。

第5図に示した地下水位曲線では 地下水位は揚水開始前の午前8時~9時に極大に達しているが 揚水を開始すると次第に低下し 揚水停止直前では約4mも低下する。揚水停止後の地下水位は漸次回復し 翌日の揚水開始前には再びその日の極大に達する。日曜日に工

場が休み揚水を停止すると 地下水位は土曜日の夕刻から回復をはじめ 日曜日と月曜日の午前中の数時間を費して(揚水開始前までに)約6m上昇し極大に達する。

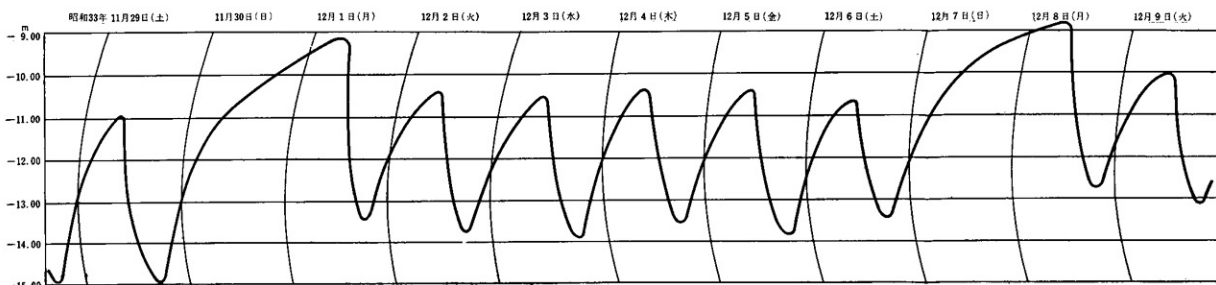
工場の休日が数日続けば第4図の地下水位はまだまだ回復する傾向を示しているが 揚水開始とともに回復途上の地下水位が また低下させられていることを示している。

第5図の地下水位曲線は揚水開始と停止とによって周期的変動を繰り返しつつ 揚水量の多少に応じ1年間を通じて次第に低下したり あるいは上昇したりする。

この場合 地下水が上昇することは地下水のエネルギーが蓄積されたことになり 下降することはそれが消費されていることになる。つまり休ませればエネルギーが蓄積され 次の行動開始が高い水位で つまり有利にはじめられるが 連続使用を行えば一般には疲労の連続となって水位の一方向的低下をきたすのである。一週間の変化をみても明らかにされるが週末に向って必ず低くなっている。もちろん十分豊富な地下水取得可能量のあるところではそんな傾向はないが 井戸集団のある工業地帯で部分的に過剰揚水の行われているようなところでは こうした傾向が常に明らかによみとられる。井戸管理上注意すべきことであろう。

井戸水位連続測定装置

地下水位の経年変化は自記水位計でトレースすればよいが ポンプ停止時あるいは揚水開始時等の短時間における水位の昇降を知るには特別な水位測定装置を必要とする。しかしこうした場合 従来の水位計ではコードを延ばしたり たぐったりして水面を求めなくてはならず その水位変化の測定には 相当な煩わしさがあった。連続測定装置はこうした煩わしさを解消したものと



第5図 某製薬工場(東京都品川区)内にある観測井の水位変化

言える。この測定装置を井戸水面下任意の深さに定置しておき 井戸水面の変化があれば その変化が直ちに地上にある計器の指針により読みとれるから 井戸水面が連続的に変化するときの測定にはきわめて有効である。

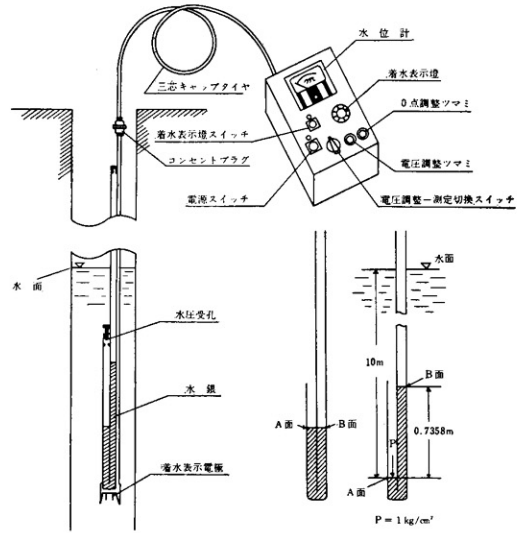
つぎに従来の電気水位計と連続測定装置の大きな相違点を述べると 電気水位計は2つまたは1つの電極が水面に達したとき 電気が流れ地上の計器に表示されるが連続測定装置は 水中のある点から水面までの水深変化すなわち 水圧の変化によって電流を変化させ その変化が地上の計器の指針により示されるという仕組みになっている。

では 連続測定装置の原理を簡単に説明しよう。 まず普通の水の単位重量は 1 g/cm^3 と見てよいので 水面下 10m では $1,000 \text{ g/cm}^2 = 1 \text{ kg/cm}^2$ の圧力がある。水銀の単位重量は 13.59 g/cm^3 である。いま第6図のような管に地上で水銀を入れると 水銀面AとBは一致している。これを水面下10mに下げると水銀面Aは 1 kg/cm^2 の圧力を受けるので水銀面Bは水銀面Aよりも 1 kg/cm^2 の圧力分だけ高くなりA面とB面との差は

$$10\text{m} \div 13.59 = 0.7358\text{m} \text{ となる。}$$

つぎに 水面が低下し水面下 5m になると

$$5\text{m} \div 13.59 = 0.3679\text{m} \text{ の差となる。}$$



第6図 井戸水位連続測定装置

このように水面までの高さが変化する つまり 井戸水位が変化すると水銀面Aと水銀面Bとの差も変化することになる。水銀面A～Bの差またはB面の移動量などを電気抵抗に変えれば容易に指針によって読み取れる。

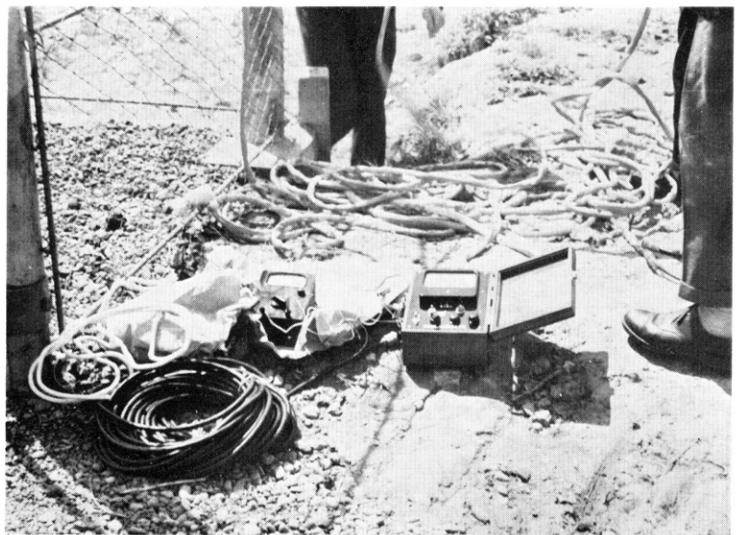
以上のように原理は簡単であるが ポアホールポンプの排気孔に挿入できる細い径に仕上げるため 3年にわたって苦心して研究してもらったのである。現在この測定装置には一段着水表示 二段着水表示とにより浅井戸用と深井戸用に区別してある。この両者合わせて一セットとして井戸の調査現場で使用している。

(地質部 工業用水課)



水位観測井

自噴性の井戸の場合には こんなふうな観測施設になる



井戸水位連続測定装置

井戸の水位変化を連続的に測定できるように作られているので 井戸の揚水試験とか揚水運転中の水位変化を測定するとき使用すると便利である。現在深井戸用と浅井戸用の2種類があるが井戸の地上開口部が20mm程度の孔径があれば使用できる (向かって右浅井戸用 左深井戸用)