

四日市市工業用水法指定地域内の  
地下水揚水可能量について

蔵田 延男\* 小西泰次郎\* 尾崎 次男\* 野間 泰二\*  
岸 和男\* 後藤 隼次\*\*

Possible Quantities of Ground-water Development in the Area  
Designated by the Government Ordinance on the  
Industrial-water Law, in Yokkaichi City

by

Nobuo Kurata, Taijiro Konishi, Tsugio Ozaki,  
Yasuji Noma, Kazuo Kishi & Hayaji Goto.

Abstract

Heavy pumping of ground-water gave rise to the decline of water level and the land subsidence in the coastal plain of Yokkaichi city. Since 1957, Industrial-water law has been enforced on a part of the plain, the pumping of ground-water has been regulated.

But the land subsidence grew larger year by year, so the regulation became more severe in 1962.

Accordingly users have studied on the pumping of possible quantities of the ground-water, in order to keep the water-level of wells in good condition and to prevent the land subsidence.

The writers gave an advice to the users about the selection of wells for the observation of water-level and the method of measurement.

要 旨

四日市市の臨海部には、地下水位の低下・地盤沈下などが認められたので、その一部が昭和32年に工業用水法による指定地域となった。しかし、地下水位の低下が著しく、地盤沈下も目立ってきたので、昭和37年に指定地域の拡大と井戸基準の強化とが行なわれた。

地元工場群は、この措置に対して、地下水源の有効、合理的な利用を図る目的で、地下水位の低下、地盤沈下などを誘起しない範囲内の地下水汲揚量の算定を行なうべく、地下水の調査をすすめることにした。

このため地質調査所は、この調査のうち地下水位観測地点の選定、水位の測定方法などの技術的指導を行なった。

ま え が き

四日市市の工業用水法指定地域内の工場群は、昭和37年以来、工業用水道通水（昭和39年度に予定されている）後における既設井戸の転換について種々研究を行な

っていたが、そのうちもつとも重要な検討事項である“指定地域内における地下水の揚水可能量を明らかにすること”に関しては、従来の関連から地質調査所工業用水課が、その解明作業の企画・指導を行なうことになっていたもので、昭和38年2月11日から同28日に至る期間、われわれが現地においてその準備調査と測定方法の実際研究とを行なった。その後、野間は38年11月18日から同21日にかけて若干の補足検討を行なったが、昭和39年現在、地盤沈下観測井による沈下量測定や地下構造調査研究などと平行して、これが試験、測定が現地各事業所の手によつて、断続的に行なわれている。

この報告はこうした一連の調査のうち、準備段階における調査研究についての部分報告である。

1. 当時の現地における問題点

昭和31年6月工業用水法制定公布によつて、四日市市の臨海部の一部は昭和32年6月の施行令公布と同時に、工業用深井戸の新設が規制されるに至つた。この四日市市地区に対する施行令の内容は、

ポンプ吐出口断面積 82 cm<sup>2</sup> 以下でストレート位置

\* 地質部

\*\* 技術部

100 m 以深か、ポンプ吐出口断面積  $82 \text{ cm}^2$  をこえるものはストレナ位置 200 m 以深に限るか、いずれかであるべきとして、この基準に合わないものは新設を許可しないというものであった。これは工業用水法地域指定のための一つの基準である地盤沈下の進行が、四日市についてはまだ顕著でなかったこともあり、私ども地質調査所の意見により、他の指定地域に比較すれば、もつともゆるやかなものとなった。

そしてまたこの省令施行のときには、既存の井戸は、前述の基準にかかわらず、届出さえすれば全部許可がうけられるものとみなされて、そのまま使用してよしいという工業用水法第 6 条による経過措置がとられていた。

ところが昭和 36 年第 2 室戸台風が阪神地区をおそい、とくに地盤沈下地帯にあつて高潮などにより甚大な被害を生じた結果、従来何らの制限のなかつたビル用地下水の揚水を法律によつて規制し、あわせて工業用水法による規制をも強化し、一層の効果をあげる必要があるとの主張が強くとえられるに至り、既設井をも工業用水道の完成後 1 年たつたときには使用を禁ずるという工業用水法改正が行なわれるに至り、その施行に合わせて、許可基準そのものも地域ごとに修正強化することとなった。

たまたま四日市市の場合には前回指定後、指定地域の内外に、日本合成ゴム・三菱江戸川化学・大協和化学などの用水型工場がさかんに進出する状勢を迎えるようになり、深井戸水位の低下は明らかに顕著な下がりカーブを示すに至つていたので、沈下現象の顕著にあらわれないうちに少しでも地下水が保全できたらという配慮を行なつて、施行令をも次のように改めた。

すなわち、ポンプ吐出口断面積  $21 \text{ cm}^2$  以下でストレナ位置 100 m 以深か、 $46 \text{ cm}^2$  以下で 230 m 以深を許可するというように規制を強め、指定地域の範囲をも拡大し、南側に隣接する楠町をも（ただしここでは吐出口断面積  $21 \text{ cm}^2$  以下でストレナ位置 50 m 以深か、 $46 \text{ cm}^2$  以下で 150 m 以深かという基準）含めて、新しい工業用水法の指定地域とすることとなった。

そこで工業用水道の受水と別に、地下水の使用にも充分な未練のある地元工場群は、この新法による施行令に反対の態度をとり、地下水使用者同志の話し合いによる、いわゆる自主的な立場から井戸の揚水規制を行なうことを前提として、省令施行の延期を訴えてきた。

そこで通商産業省企業局は地質調査所と話し合つて、工業用水道完成後における井戸利用の禁止に対する特例許可を充分な幅をもつて考慮することとして、それまでの期間（当時約 4 年間を想定）自主調整をはかりつゝ、現実に生じている水位低下や地盤沈下の観測を続けると

いう約束のもとに、とりあえず省令の施行にふみ切つたのである。

そこで地元工場側は 37 年 10 月以降各工場が、それぞれ毎週木曜 14 時を期して一斉に、井戸の水位と揚水量とを測定し、これを 1 週間ごとに幹事会社に通報し、これらをまとめて、地下水位の経年変化を求め、さらにそれから、四日市市域で利用できる地下水の量的限界を知るとぐちにしようという計画がたてられ、これはすぐに実行に移されたのである。

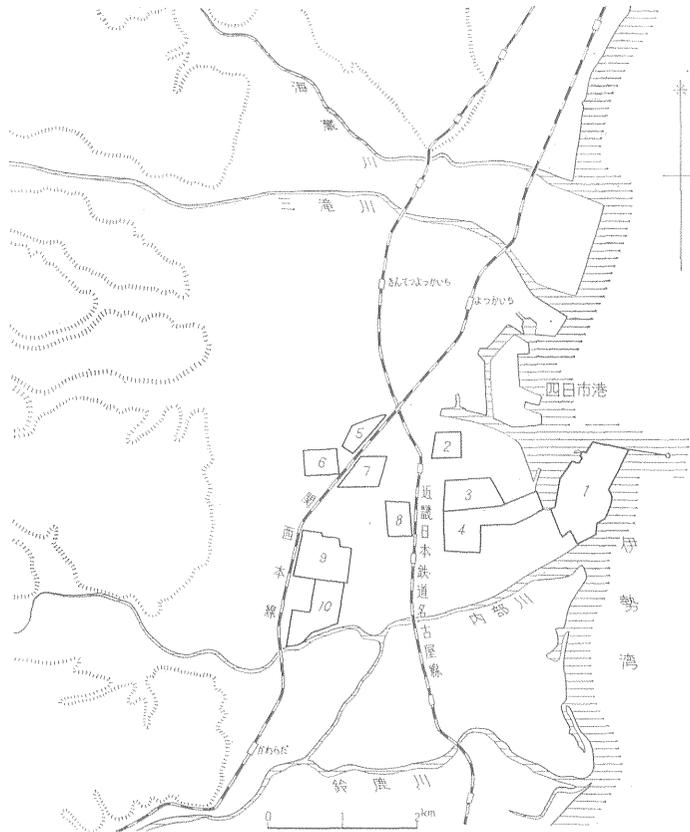
われわれはこの観測の効果をあげるため、地元工場側を実地に指導し、あるいは測定方法の改むべきところなどをチェックにすることとなった。

## 2. 地下水位について

毎週木曜 14 時に一斉に水位と揚水量とを測定する観測ネットに加わつていた工場は、三菱モンサント・三菱化成・東海瓦斯化成・三菱油化四日市・同川尻・日本合成ゴム・昭和石油・三菱江戸川化学・味の素の 9 工場で約 35 本の井戸であつたが、このほか石原産業・東洋紡績塩浜・松下電工・鐘淵紡績などがきわめて協力的で、楠町所在工場や大協和化学などを含め、合計 30 工場約 60 本の深井戸について、水位、揚水量のチェックを行なうとともに爾後の継続測定を依頼した。このうち水中モーターポンプ井でもコードのまきつけが不都合で、水位測定用の電線を挿入するに困難なものが少なくなつたので、現地購入の電線管を提供し、約 25 カ所の水位測定の便宜をはかつた。

これらの水位測定記録は、揚水量とともにその後それぞれの工場でとりまとめられているが、少なくとも調査当時には、もつとも深い運転水位は 45 m 前後で、名古屋通商産業局に報告されていた 50 m 級の異常に深い運転水位は、井戸自身の目ざまりによつて生じた一時的現象によるものということがわかつた。多くの記録から判断すると、38 年 2 月ごろで、静止水位 28~30 m、運転水位 35~40 m ぐらいが一般揚水実績と考えられる  $1,500 \text{ m}^3/\text{day}$  から  $2,000 \text{ m}^3/\text{day}$  の水量に相当するものと思われる。

ただし注目すべき点は全体として、揚水量が一定しておらず、井戸ごと、時間ごとの変化が多く、とくに三菱江戸川化学などのように当時まだ完全にフル運転に入っていない操業状態の工場もあつて、圧力面が低下しながらもまがりなりにも着いたかたちを示すのは、38 年夏以降と考えられたので、段階試験を行なう時期を 38 年 9 月以降と想定した（その後工場側の都合により 39



- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| 1 : 石原産業K.K. 四日市工場      | 6 : 鐘ヶ淵紡績K.K. 四日市工場  |
| 2 : 三菱モンサント化成K.K. 四日市工場 | 7 : 味の素K.K. 東海工場     |
| 3 : 三菱油化K.K. 四日市工場      | 8 : 東洋紡績K.K. 塩浜工場    |
| 4 : 東海瓦斯化成K.K. 四日市工場    | 9 : 日本合成ゴムK.K. 四日市工場 |
| 5 : 三菱江戸川化学K.K. 四日市工場   | 10 : 三菱油化K.K. 川尻工場   |

第1図 四日市市工場位置図

年2月末までのところ、まだ本格的な段階試験は行なわれていない。

### 3. 地下水利用可能量の推定について

地元工場側の要請する特例許可の認容範囲については38年10月以降他の指定地域の分と併せて通商産業省企業局に地質調査所が協力して、鋭意検討を進めているが、そこで残置できる水量というものを、地下水理的に、その地域への自然供給量の範囲内で、しかも実際の井戸分布の関係を考慮して、日量何千  $m^3$  というように推定しなければならない。むろんそのときの個々の井戸が適正揚水量の範囲内で利用されていることは当然であるが、工業用水法指定地域内ではすでに水量の規制が行なわれているので、個々の井戸について適正揚水量を上廻る心

配はない。

そこで結局地下水供給量を推定して、特例許可井戸の利用総量を充分安全側に抑えることが肝心であり、その数値を求めることが当面の目的の重要な部分を占めることとなる。

すでにわれわれは、数次にわたる四日市市およびその周辺の地下水についての調査結果から適正揚水限界水位を、上部層（深度70~80m前後まで）について8m、同じく中部層（100~200m間）で11m、200m以深で25mと考えており、少なくともこれらの水位まで、現在の低下している圧力面を上昇、回復させることが必要であると説いてきた。そしてそのためには現在揚水されている10余万  $m^3/day$  の地下水を、その殆どしくは殆ど以下に当たる55,000  $m^3/day$  にまで減少させなければならないという推定を行なっていた。

むろんこの利用可能水量は楠町などを含まない旧指定地域内についてであり、井戸相互の間隔がお互い影響し合わないくらい充分にあいているという前提に立っている。昭和27～28年以前までは、この程度の水量で水位低下は少なくとも顕著にはみとめられなかったが、以降急速に揚水量の増加に伴ない水位低下が進行したという点から考えても、この辺の数字がある程度妥当な数字と思われる。むろん昭和30年ごろ以前には主として上・中部層が取水の対象になっており、その後中・下部層に取水の対象が変つてはきているが、一定地域の地下水供給量に関する限りその取水深度はいまとくに問題にしくても差支えないように思われる。

しかしながら日量 55,000m<sup>3</sup> の被圧地下水を供給しているとして、年間雨量 1,500mm とすると約 17km<sup>2</sup> の集水面積を必要とする計算となり、降水の一部分(かりにその 1/6)が地下水となるとしても、50km<sup>2</sup> 近い集水面積が考えられなければならない(三滝川・内部川に挟まれた四日市市の沖積平野部が約 20 km<sup>2</sup>)。

四日市市沖積平野部地下の地質は、最大 30～40m の厚さの沖積層を除くと、概して、砂礫層にとみ、著しくレンズ状になっていることが特徴で、その層序・位置についてはきわめて難解な堆積物であるが、西方丘陵地帯に広く露出する暮明層(くらがり層)が丘陵東端で撓曲してたれ下がり、平野部地下に続いているという見方がもつとも妥当に思われるので、この地層関係から逆に推察すると、丘陵部の降水が、その一部を地下にもぐらせて、四日市市の沖積平野部の地下水供給を行なつていると考えるにそれほど矛盾は生じない。むしろ丘陵部にみられる第三紀層中の背斜構造が、三滝川右岸にもなるとほとんどその実質を失い、暮明層などが西の方から天水の受水層としての機能を発揮しえられる可能性が充分あるようにみとめられる。

#### 4. 地盤沈下について

四日市市における地盤沈下については、南海道地震による海岸堤防、橋梁などの決壊もしくは食い違いなどに

かくされて、昭和34～35年以前には地元ではほとんど関心がもたれていなかったし、たしかに気のつくような顕著な沈下現象は見当らなかつた。ところが、昭和36年度に実施された水準測量結果では、翌37年にかけての1年間に、鈴鹿川河口および塩浜、川尻一帯でそれぞれ 40 mm 以上の沈下量を示す地区があるという報告があり、それらの等沈下量曲線は、深井戸水位の低下地帯のかたちと、ある程度相関をもっているようにみられたので、数年来、きわめて僅かずつであるが、地盤沈下が生じはじめたものと考えられるようになった。38年2月当時そのつもりで、工場用深井戸の抜けあがり状況の視察をも併せて行なつたのであるが、その結果、31年当時の調査ではほとんど気付かなかつた井戸側管の抜けあがり現象が、石原産業の過半数の井戸に、また東洋紡績塩浜・東亜紡織・鐘淵紡績(ただし鐘紡にあつては深度 60m の井戸を除く)などにほとんど一様にみられ、とくに比較的新しい日本合成ゴムの昭和35年、37年設置の井戸にも抜けあがりが見とめられることが分つた。大部分はポンプ小屋床面をコンクリートで固めているので井戸側管抜けあがりに伴なう放射状割裂となつて、沈下が推定できる状態になつているが、日本合成ゴムを除けば、いずれも 20 年以上前の造成地盤であり、少なくとも盛土による沈下の範囲は充分上廻つていることに疑う余地がない。なお東海瓦斯化成では井戸周辺に手が加わつており、直接抜けあがりを指摘できなかつたが同社の構外水源井である河原田地区の各井戸にはいずれもコンクリート床に割裂を生じているという。

したがって東京・阪神の多くの例からみても、これらの井戸側管抜けあがりが少なくとも 10～20cm 以上のオーダーでの地盤沈下を物語つているということ指摘しなければならぬし、その地盤沈下の原因が地震のようなものでなく、表層近い部分の過剰な脱水圧密によるものでなからうかという推定も、この地区の地下地質と被圧地下水の圧力面の激しい低下と併せ考えれば、あながち過大な判断とは考えられないであろう。

(昭和38年2月調査)