

三重県四日市市およびその周辺における被圧地下水についての再検討

森 和 雄* 村下 敏夫* 後藤 隼次**

Reinvestigation on the Artesian Water in Yokkaichi City and its Vicinity

by

Kazuo Mori, Toshio Murashita & Hayaji Gotō

Abstract

Yokkaichi city and Kusu town along the Ise bay are underlain chiefly by Tertiary and Quaternary formations. The Tertiary formations contain permeable sand and gravel, and the Quaternary formations contain clay and sand.

Geological, hydrological and chemical studies show that the area has one ground-water basin which is controlled by geology. Artesian water in this basin is classified into three ground-water systems. Artesian water in the northern part of this basin is charged by the Mitaki river, that in the southern part by the Suzuka and Utsube rivers, and that in the middle part mainly by rainfall.

The artesian water of Tertiary formations is very good in quality, but that of Quaternary formations in the coastal area is rich in chlorine.

So recent industrial wells tap almost the Tertiary aquifers. The water level of artesian wells has lowered year by year. Now the pumping level of artesian wells is about 40 m below the ground surface. We found through the reinvestigation that the lowering rate of the pumping level has been in so rapid after the water level was over 30 meters.

In the coastal area, we can see ground-sinking. We think that this might have been caused by overpumping of ground water in Quaternary sediments.

要 旨

四日市工業地帯は、工業用水法に基づく指定地域であって、新設の工業用井戸は、政令によって定められた基準によって許可されることになっている。しかし四日市指定地域に隣接する同市北部の三滝川左岸一帯および南部の楠町においては、工業用井戸が一応条件なくして掘さくされている。

これらの地域における帯水層は、四日市の西側の丘陵を構成する新第三系大泉層および暮明層にあって、とくに暮明層は砂礫にとみ主要な帯水層を介在している。暮明層の下位は、鈴鹿市街地付近にある多くの工業用井戸が採水している亀山層であって、同層は粘土にとみ、帯水層は砂である。指定地域内においては、同層までの到

達深度は 450~500m と考えられる。

地質・水質・水文などのデータによると、暮明層以浅の地下水は、地質的制約をうけた一つの地下水域を形成し、その水域内において内部川沿岸以南の地下水は、鈴鹿川・内部川によっておもにかん養された地下水系、北部の三滝川沿岸のそれは、おもに同河川によって養われた地下水系、また四日市港から市街地に至る中間帯のそれは、おもに天水をかん養源とする地下水系に属する。

指定地域内にある深井戸の水位は、年々低下して、100~200m のそれは地表面下 40m 台にも達している。そして臨海部においては、地盤沈下に原因すると考えられる井戸ケーシングの拔上りなどが認められる。したがって水位その他の変化から考察すると、四日市に関するかぎり地域指定の効果はあがっていないように考えられる。

確定的な資料ではないが、揚水水位が 30m を超える。

* 地質部

** 技術部

と、水位低下が急に増大することから、新設井戸の許可および揚水量はこの水位を超えないように抑制することが必要であろう。

1. 緒言

当地域における地下水は、1952年および1956年の2回にわたって調査され、その結果はそれぞれ地質調査所月報に掲載されている。とくに1956年の調査は、工業用水法に基づく地域指定と井戸の許可基準の策定を目的としていた。

同法による地域と許可基準は、政令によって定められているが、その概要はつぎのとおりである。指定地域の範囲は、第2図に示すとおりであり、井戸の許可基準は揚水機の吐出口断面積 82 cm^2 以下のものは井戸のストレーナの上限が100m以深であること、吐出口断面積が 82 cm^2 を超えるものは井戸のストレーナの上限が200m以深であることである。

しかし四日市市は、石油工業のコンビナートなどによる工場の新設あるいは増設などによって、著しい発展を示している。一方工業用水道による給水量は、これらの工場はもちろん、既存工場の需要をみたくは充分ではなく、許可井戸の本数は現在他の6指定地域に比較してもっとも多い。また指定地域に隣接する地区においては、工場の誘致・工業用井戸の増加が目立ち、海岸埋立造成による新設工場群の建設が行なわれつつある。

工業用水道による給水が不安定であるということが最大の原因であるとはいえ、地下水のあり方が同一条件下にあるところで、一方ではさく井に制限をうけ、一方では自由にさく井ができるという矛盾が極端に起こっているのが現状である。

臨海部においては地盤の沈下が1956年に比較して目立って多くなってきている。したがって地盤沈下抑制の立場から指定地域・井戸の許可基準について再検討の必要があると考え、1962年2月に四日市市および隣接の楠町・鈴鹿市について地下水の調査を実施した。これは、その結果をとりまとめたものである。

2. 指定地域における工業用水の現況

工業用水道

県営工業用水道は、現在第3期前期工事まで終了しており、その概要はつぎのとおりである。

区分	水源	給水量
第1期	三滝川・内部川	50,000 m^3/day
第2期	町屋川	45,000 "
第3期前期	長良川	125,000 "

第3期後期 長良川 125,000 m^3/day

(1962年12月完成予定)

なお長良川下流に河口ダムを建設して、愛知・三重両県で $25\text{ m}^3/\text{sec}$ を取水し、三重県はその1/2の1,000,000 m^3/day を桑名市・四日市市および鈴鹿市などの工業用水として給水することを立案している。

深井戸

指定地域内における深井戸(経過措置および許可による)の本数は、調査当時86本を数え、夏季の最盛時においては約100,000 m^3/day が揚水されていると報告されている。この水量は、前回の調査当時より若干多い値となっている。

工業用水道が夏季においては高温(最高 28°C 前後)となり、大半低温冷却を目的とする当地域の工業用水源としては不向であり、かつ第1期・第2期の水源が夏季には著しく減水するために、依然として地域指定前と同様に地下水の汲揚げが行なわれている。しかし他の季節には、地下水の汲揚げは極力抑制されており、年間通じての地下水採取量は地域指定前よりは減少している。

指定地域に隣接する楠町・鈴鹿市などでは新設工場・既設工場および上水道などの水源として地下水が利用されている。工業用水としての採水量は、楠町で約28,600 m^3/day 、鈴鹿市では約10,300 m^3/day のほかに、市営工業用水道からほぼ同量の供給をうけている。

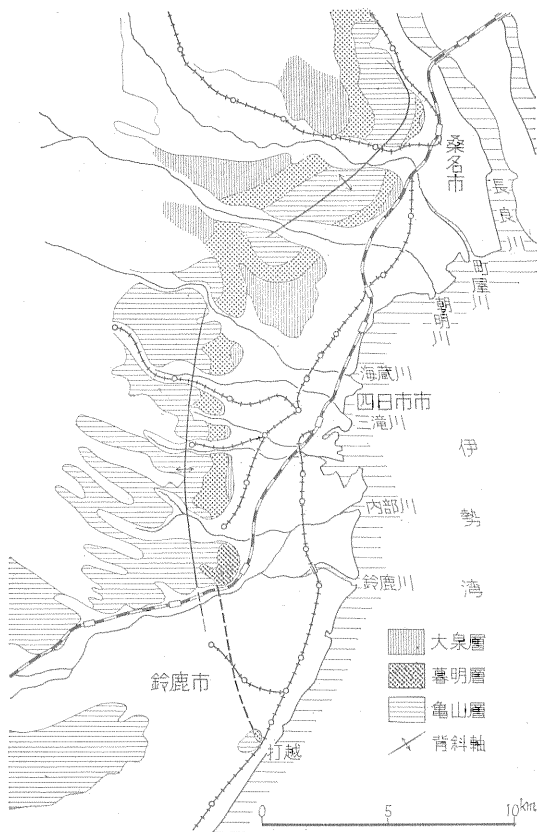
3. 地質

指定地域における深度796mまでの地下地質は、第四系および新第三系である。

第四系については、赤嶺秀雄¹⁾によって報告されている。それによると、海岸平野におけるその層序は、上部砂礫層・上部粘土層(以上沖積層)、下部砂礫層・下部粘土層(以上洪積または沖積層)である。上部砂礫層は腐植物・貝殻の破片を混えるシルト~粘土を挟み、下部粘土層はきわめてやわらかく四日市港周辺で厚さ15~20mである。下部粘土層は、上部粘土層に比較してかなりしまっており、やや過圧密された粘土のようである。

また第四系のもっとも厚いところは、内部川の河口付近であって約50m、四日市港付近では30~40mである。なお前者のもっとも厚いところは、鈴鹿川が分流する付近で3つに分かれる地下谷のうち中央の地下水谷の方向にあたっている。

平野周縁部における地質と、平野の地下地質との関連については、過去の調査では不明な点が多かったが、竹原平一²⁾による「伊勢湾西岸の奄芸層群層序」の研究と四日市市における796mのさく井資料とから、おおよそ



第1図 四日市市およびその付近の地質構造
伊勢湾西岸の電気検層詳層序
横山次郎教授記念論文集, 1916
名古屋大学理学部教授竹原平一引用

の関連を明らかにすることができた。

四日市市の平野の西縁には標高75m程度の丘陵があって、その東側は比較的急な崖をなして平野に臨み、その西側は次第に勾配を増す比較的平坦な台地を形成して鈴鹿山麓に接する。そして丘陵は、新第三系の大泉層・暮明層・亀山層で構成されている。丘陵東部には、ほぼ南北に走る背斜構造があって、軸の中心部では下部の亀山層、その両翼には暮明層・大泉層が分布している。背斜軸の東部における地層は、東に10~20°の傾斜をなして平野の地下に潜入している。

なお亀山層は、四日市以南においては泥岩を主体とし、砂層を挟在するが砂礫はほとんど認められない。しかし北方の桑名市一帯では砂礫が発達する市原層に移化する。暮明層は、礫の著しく発達した地層であって、上部の大泉層はシルト勝ちの地層であると報告されている。

四日市温泉として掘さくされた796mの井戸（第5図参照）の地質は、468mまで砂礫が存在し、それ以深では

泥岩および砂岩となっている。したがって468m以深の地層は、亀山層と考えることができる。そして四日市市における許可井戸の深度は、300mに及んでいるが、それらはいずれも亀山層には到達していないことになる。収集したさく井地質柱状図および電気検層図から平野部地下の地層を対比・検討したが、地層の横への連続性が欠けており、層傾斜の算定は困難である。一応の目安として第3図の電気検層図の低抵抗を示す下限部（P）を巨視的地層の特徴と考えて、その傾斜を求めてみた。すなわち三菱油化・味の素のそれぞれの工場内では、±3°の東傾斜を示し、また熊沢製油と板硝子間では5°程度の東傾斜となり、西縁部の地表部の傾斜よりは緩くなっているものと考えられる（第2図の第三紀層の傾斜方向参照）。

指定地域の南に接する楠町では、深度200m程度の深井戸が存在するが、これらはいずれも砂礫層にとみ、亀山層と確認されるような地層には達していないようである。

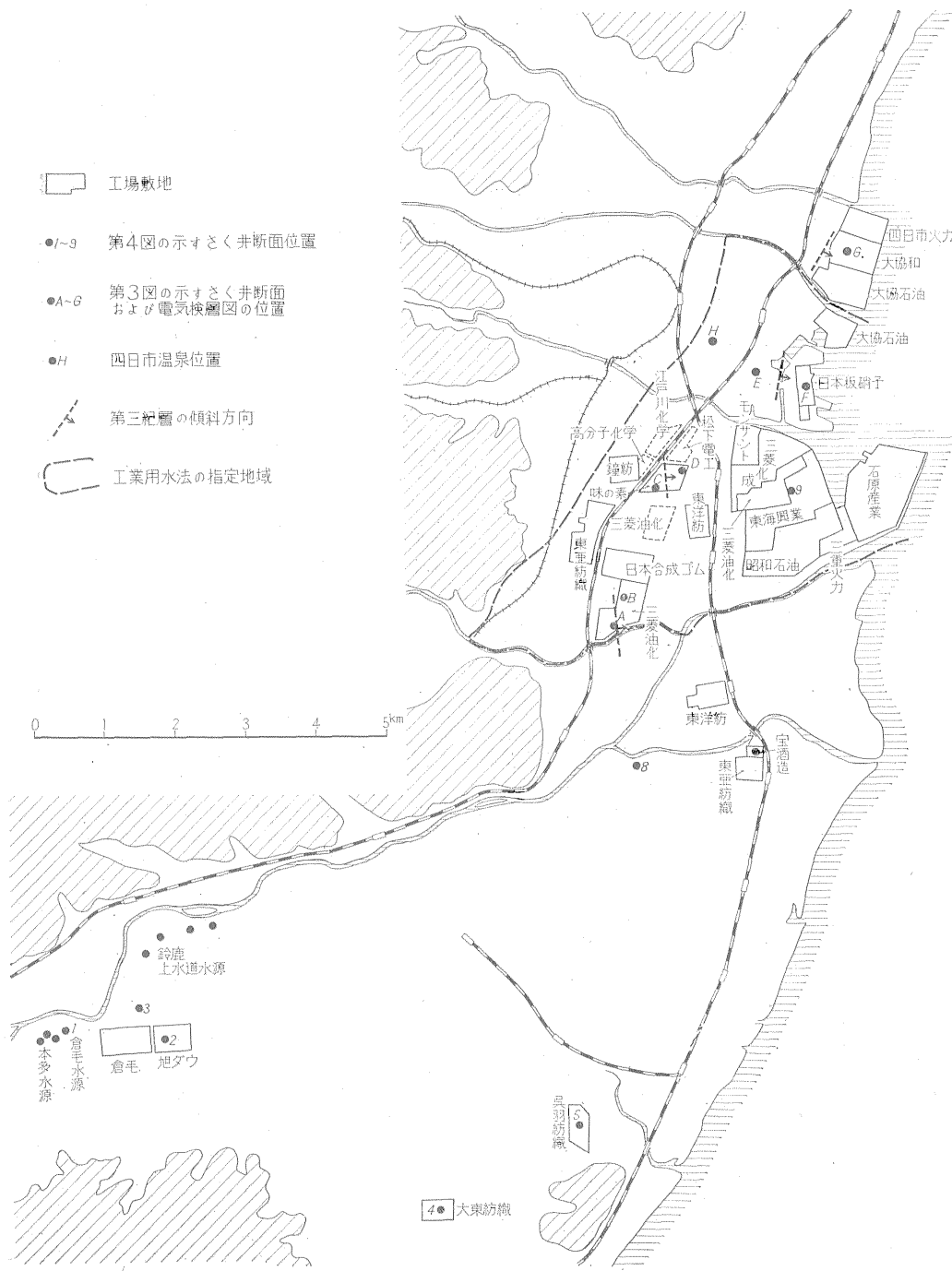
指定地域および楠町における地下地質のうち、大泉層と暮明層とは、電気検層による比抵抗からも区分できないほどよく類似している。

鈴鹿市にある工業用井戸は、表層の砂礫層（段丘礫層）を除くと、四日市温泉の468m以深の地層と類似しており、竹原平一の報告にしたがっても亀山層と考えることができる。なおここにある深度約280mのさく井試料によると、37m以深は粘土～シルト層であって、ところどころに重炭を混える。そして190m以深においては、幾分砂質となっている。37m以浅は、厚さ数mの砂礫と粘土とからなる。

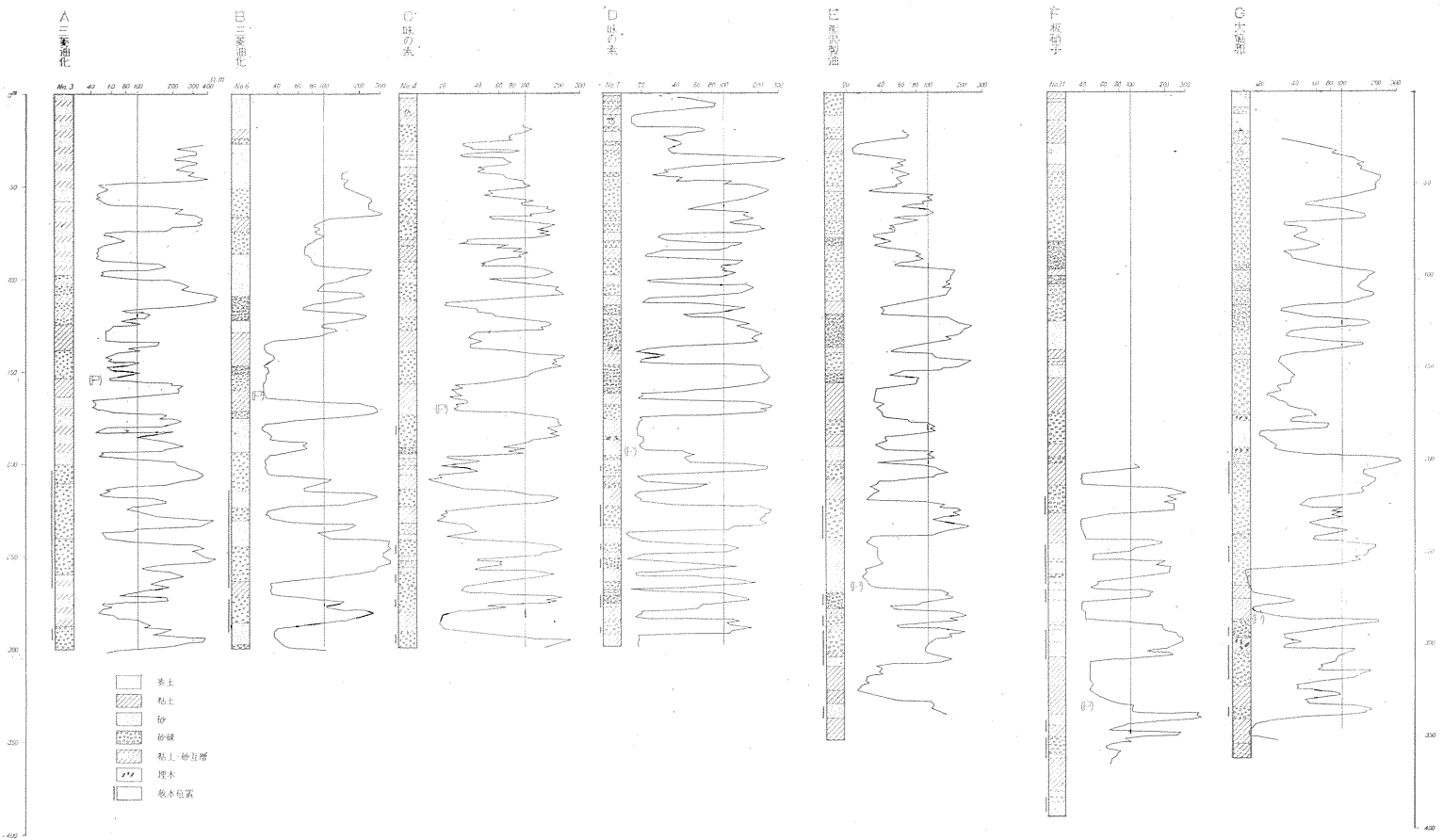
4. 帯水層とその性質

調査地域内における帯水層は、第四系および新第三系の砂・礫層である。指定地域においては井戸の許可基準によって100m以浅の帯水層が利用できないから、許可井戸はほとんど新第三系の大泉層・暮明層を利用していることになる。楠町にある上水道および工業用井戸もまた同様である。しかし鈴鹿市の工業用井戸においては、第四系および第三系の亀山層が利用されている。暮明層および亀山層の岩相の相違はすでに説明したように、前者が砂礫にとみ後者が砂からなる。したがって後述のように両者の帯水能は、かなり顕著に相違し、地下水開発の面においても優劣の差が著しい。

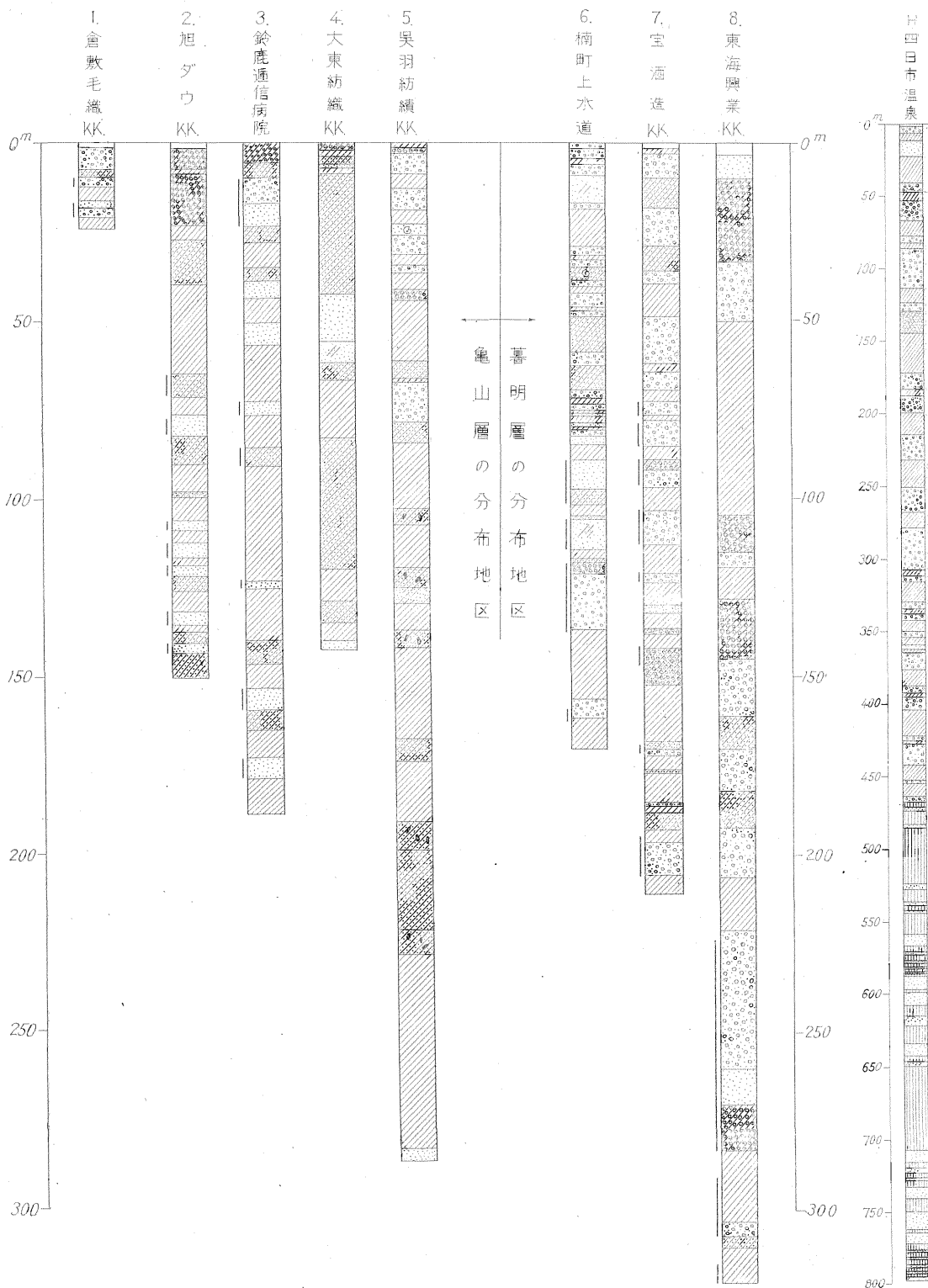
暮明層の分布範囲は、竹原平一によると第1図に示すように鈴鹿市南東部の岸岡山の北端と、鈴鹿川高岡橋北部の山地際とを結んだ線の東側である。このことから鈴鹿市においても、おおむね池田部落と近鉄名古屋線箕田



第2図 四日市市およびその周辺の工場位置



結果層別検電の断面図北く分る中四日市市



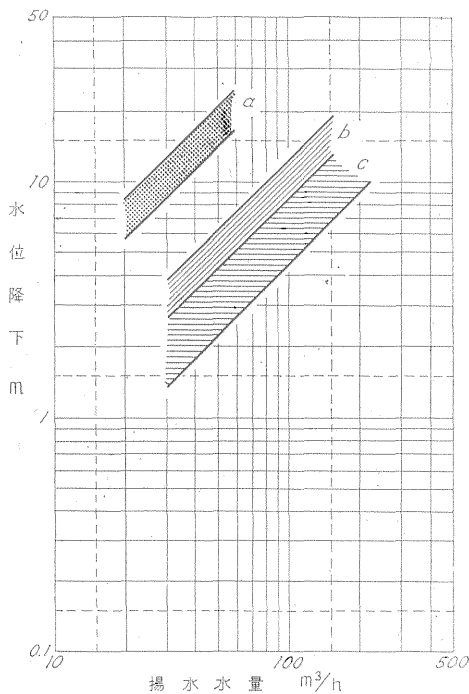
第4図 鈴鹿市・楠町および四日市市のさく井地層断面図

第5図 四日市温泉さく井断面図

駅とを結ぶ線の東側では、四日市市および楠町と同様に暮明層の存在が考えられる。また四日市市から桑名市にかけても西部丘陵の地質構造からみても暮明層が分布するとともに、北方に向かうほど亀山層と同位層の砂礫にとむ市原層がその下位に連続する可能性がある。

このような地層の分布から考察すると、鈴鹿市における既存工場は、いずれも暮明層の分布地帯をはずれており、第四系の下位に連続する亀山層の分布地帯に立地していることになる。

帯水層の能力を表現するものの一つにあげられる比湧出量は、つぎのとおりである。なおこの値を求めるために作図した、水位降下と揚水量との関係は、第6図に示してある。いま帯水層の深度によって巨視的に区分すると、



第6図 深度別・地区別の水位降下と揚水量との関係

- a 鈴鹿市西部 150 m 以浅
- b 四日市市 200~300 m
- c 四日市市・楠町 200 m 以浅

- 1) 地域指定前に掘さくされた200m以浅の井戸(現在楠町においても多く利用されている)の比湧出量……12~20 m³/h/m
- 2) 許可井戸の比湧出量…… 8~12 m³/h/m
- 3) 鈴鹿市において亀山層から採水する井戸の比湧出量…… 2~3 m³/h/m

これらの値から判断すると、新第三系の帯水能は上部から下部になるほど低下することが明らかである。

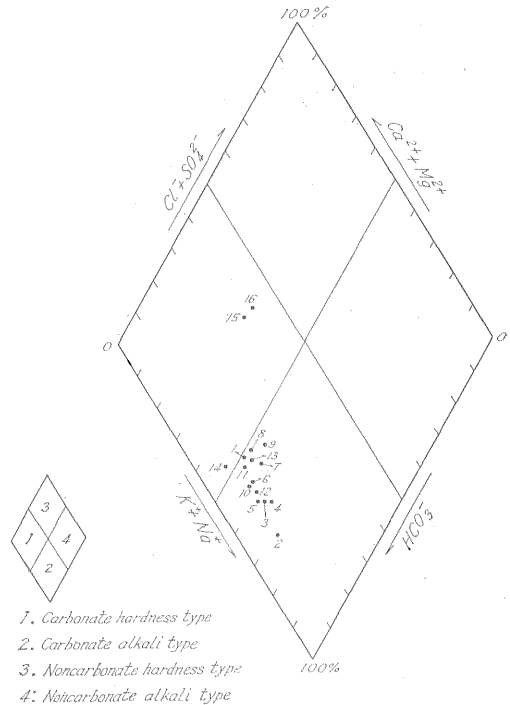
許可井戸の掘さくにあたって、200~300 mの深度における帯水層の水文の性質を測定したデータによると、それは次表のようになりにかなり相違していることができる。

帯水層の深度 (m)	静水位 (m)	透水系数 (cm/sec)	水温 (°C)
217~222	20.25	1.65×10^{-3}	19.2
244~249	18.10	9.42×10^{-3}	19.1
292.5~297.5	0.05	3.47×10^{-3}	19.5

5. 水質

指定地域内における深井戸のうち100m以浅のものについての水質は、1952年米谷宏によって、また1956年には室住正世および比留川實によって詳細に報告されているので、今回は深度200~300mの許可井戸に重点をおいて検討した。

本地域における200~300mの地下水の化学的組成は、key diagram (第7図参照)によると、ほとんどNaHCO₃型に属する。1956年の報告に基づいて同様にして求めた100~200mの地下水の化学的組成は、同じくNaHCO₃型である。しかしdiagramに用いた成分HCO₃, Cl, SO₄, Ca, Mg, Na, Kの主成分量は、100~200mおよび200~300mの地下水で、地区別な相違を示して



1. Carbonate hardness type
2. Carbonate alkali type
3. Noncarbonate hardness type
4. Noncarbonate alkali type

第7図 Key diagram

いる。

すなわち、100~200m 層の地下水のうち、鈴鹿川以南一楠町および三滝川沿岸においては、主成分量が 3epm 以下であるのに対して、指定地域内のそれは 3~4epm であって、とくに著しい地理的相違は認められない。200~300m の地下水のうち、楠町および指定地域にあっては近鉄名古屋線よりも上流側の内部川左岸約 1km の範囲内の主成分量は、2epm 以下である。しかし内部川から遠ざかるにしたがって成分量が増加し、2~3epm 台を示す。そして地理的には西から東一丘陵から海岸の方向に向かって増加し、四日市港付近で最大値を示す。

換言すれば、鈴鹿川・内部川および三滝川沿岸の地下水と、この中間帯の地下水とはかなり明瞭な水質的相違を示すとともに、垂直的には、100~200m の地下水と 200~300m の地下水の主成分量は相違し、下部の方がむしろ少ないという傾向を示している。なお前回の報告によると、100m 以浅の地下水は Cl などにとみ、深度 100m 前後を境として帯水層の水理的連続性が考えられている。

地下水温は、100~200m 層においては 17~21°C を示し、丘陵地帯から海岸に向かって漸次増加する傾向にあるが、200~300m 層の水温もまた同様の傾向を示し、18~23°C の間にある。なかでも鈴鹿川および内部川沿岸の地下水は、低温を示している。

Key diagram において $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 型を示す地下水は、鈴鹿川沿岸の自由面地下水である。この地下水は、溶存酸素にとみ、また HCO_3^- は東部の指定地域内における深井戸のそれよりも少なく、Ca/Mg が約 2 で指定地域のそれ (Ca/Mg=1) よりも多い特徴を示している。この型は、淡水の起源を示すものであって、この地下水が後述のように揚水に伴ない河川からの浸透補給を受けていることから肯定することができる。これに対して指定地域内の NaHCO_3 型の地下水は、地層内において酸化→還元、Ca と Na との置換による水の軟化の過程をたどっているものと考察される。

6. 地下水

四日市市における地下水のかん養については、前 2 回の調査においても議論されてきたが、周辺の地質が明らかにされるにしたがってその全貌を知ることができるようになった。

指定地域および楠町において利用されている大泉層・暮明層は、西側の丘陵に露出していて、下位の亀山層との境界は、第 1 図のように示される。したがって大泉・暮明層の地下水域は、地質的制約を受けており、その西の境界は亀山層との境界にひとしい。また過去 2 回の調

査結果から、大泉・暮明層の地下水は、西から東に向かって一すなわち地層の傾斜の方向に流動することが知られていた。これらのことから地下水域の西の限界は、地下水のかん養地帯の限界にもあたる。

地質的制約をうける地下水域の特徴は、地下水のかん養源がおもに降水であることで、大泉・暮明層の地下水もまたその好例である。ただ本地域においては、南側に鈴鹿川・内部川、北に三滝川があり、その河床下においては大泉・暮明層が露出していることが考えられるので、これらの河川によってもまた両者の地下水がかん養されているものと考えられる。鈴鹿・内部川に近接した上流側の被圧地下水の水質が、表流水に近い性質をもっていることがすでに報告されているが、これはそのかん養の事実を証明するものであろう。

鈴鹿市街地付近における地下水は、大別して河川沿岸の沖積低地のものと、丘陵を構成する亀山層のものとに区別できる。亀山層の地下水の水域および水系は、十分に調査することができなかったが、おそらく亀山層のそれも、大泉・暮明層の地下水と同様に地質的制約をうけるものと考えられることができる。

亀山層に介在する帯水層の能力がきわめて小さいことは、第 4 章において説明したが、このために鈴鹿川沿岸の自由面地下水が、比較的高度に利用されている。井戸は鈴鹿川の右岸にあって、堤体からの距離はおおむね 100m 以内で、井戸の深度は 38m ほどである。上水道用および工業用としての取水量は、それぞれ 50,000 m^3/day 、43,000 m^3/day である。この地下水は、水質が鈴鹿川の表流水に類似するとともに、水温と気温 (河川水温) との差および時間的変化がきわめて顕著であって、下流にある井戸ほど水温と気温の差が大ききようである。その一例としては、上水道水源 4 号井の水温は 6 月に 15°C の最低を、2 月に 21°C の最高を示している。井戸建設時における地下水位の調査および以上のような地下水学的資料から、鈴鹿川沿岸において取水する地下水は、鈴鹿川の表流水が転化したものとみなすことができる。そして鈴鹿市内においては、このような取水が容易である。

7. 地下水位

指定地域内における深度 100~200m の水位は、前回の報告によると、年平均 1m 程度の割合で低下していたが、楠町にある 132m の井戸水位の経年観測データ (第 8 図参照) によると、年間 2m の低下の割合が認められる。1952 年³⁾ と 1956 年²⁾ 調査における揚水水位の記録は、四日市港付近で最大 30m 程度であったが、1960 年においては 40~45m にも及び、年あたり 3m 以上

第1表 四日市市・楠町・鈴鹿市水質分析結果

(37年1月)

No.	試料採取地点	取水深度 または 井戸深度	Tw (°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)	Fe ²⁺ (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)	Total Hardness (ドイツ)	比色 SiO ₂ (ppm)	KMnO ₄ cons. (ppm)	P (ppm)	備考
1	四日市市 大協石油 K.K. 四日市製油所4号井	84~106	18.5	7.4	7.5	—	67.1	6.5	0.00	1	tr.	0.9	14.3	0.03	0.07	5.5	4.1	1.7	21.0	3.1	0.14	A.L.
2	熊沢製油 K.K. 5号井	223~338	22.8	7.1	7.4	0.11	95.2	4.1	0.00	4	0.7	6.6	22.3	0.84	0.00	4.6	2.9	1.3	36.4	7.0	1.24	
3	日本板硝子 K.K. 四日市工場10号井	203~339	22.8	7.1	7.4	—	109.8	7.5	0.00	3	—	6.0	23.5	1.24	0.24	6.5	4.4	1.9	34.0	9.4	0.83	休止井
4	三菱油化 K.K. 四日市工場2号井	203.5 以下	19.1	6.9	4.3	0.16	93.9	8.5	0.00	2	0.4	1.3	24.9	1.33	0.07	5.9	3.6	1.7	33.0	3.5	0.17	
5	3号井	223~320	22.5	7.1	7.4	0.13	95.2	4.7	0.00	4	0.5	4.9	20.2	1.00	0.00	5.6	4.1	1.8	48.7	6.2	0.98	
6	石原産業 K.K. 四日市工場14号井	138~188	20.2	6.9	7.2	0.27	78.1	6.8	tr.	2	0.0	0.9	18.7	0.07	0.09	5.7	4.0	1.7	22.3	2.9	0.10	
7	17号井	203~248	21.3	7.1	7.5	—	87.8	10.9	0.00	2	tr.	2.1	19.1	0.48	0.00	5.9	4.3	1.8	23.3	4.2	0.42	
8	味の素 K.K. 東海工場1号井	201~292	20.1	6.8	7.2	—	54.9	5.8	0.00	2	tr.	1.1	12.2	0.00	0.03	4.7	3.2	1.4	22.7	4.0	0.11	
9	三菱油化 K.K. 川尻工場3号井	202~294	19.1	7.0	7.2	—	39.0	5.4	0.00	2	tr.	1.2	9.1	0.24	0.07	3.4	2.3	1.0	21.0	2.5	0.10	
10	三重郡楠町 東洋紡績 K.K. 楠工場1号井	95~134	18.3	7.0	7.4	0.06	81.7	5.8	0.00	1	0.0	1.3	18.4	1.04	0.00	6.6	3.5	1.7	22.7	2.5	0.10	
11	東亜紡績 K.K. 楠工場8号井	54~149	18.0	6.8	7.3	0.05	78.2	6.8	0.00	1	0.0	1.2	16.8	0.20	0.00	6.7	3.9	1.8	26.3	2.4	0.12	
12	宝酒造 K.K. 楠工場33号井	80~134	18.6	7.0	7.4	—	90.5	5.8	0.00	3	0.0	1.2	21.0	0.20	0.00	6.6	3.5	1.7	15.1	3.1	0.16	
13	楠町上水道水源	89~161	18.0	6.9	7.4	—	63.4	6.8	0.00	1	0.0	1.1	14.5	0.01	0.05	6.0	3.2	1.6	15.0	3.3	0.12	
14	鈴鹿市 定五郎橋	150	18.2	7.1	7.3	—	76.9	3.4	0.00	1	0.0	5.5	10.4	2.22	0.23	7.4	3.4	1.8	35.3	4.0	0.36	自噴
15	鈴鹿市上水道第二水源	30	18.8	6.5	6.9	0.80	35.4	7.5	0.00	7	0.0	2.0	6.0	0.01	0.03	9.3	3.1	1.9	8.5	4.2	0.04	
16	倉毛紡績 K.K. 鈴鹿工場	8.5~ 20.3		6.5	6.9	5.67	26.8	7.8	0.00	5	0.0	1.9	5.0	0.00	tr.	8.2	4.4	1.7	6.5	4.9	0.02	

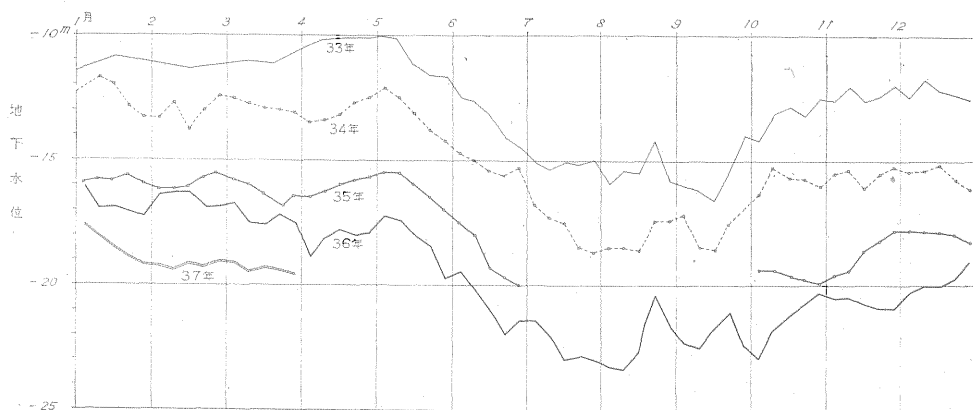
51—(503)

三重県四日市市およびその周辺における被圧地下水についての再検討(森 和雄・村下敏夫・後藤隼次)

注 水質分析方法

pH および RpH 比色法
 Dis.O₂ L. W. Winkler 法
 HCO₃⁻ メチルレット混合指示薬により硫酸溶液で滴定(M アルカリ度)
 Cl⁻ Mohr の銀滴定法
 NO₂⁻ Griess, Romijn 試薬による比色法
 SO₄²⁻ クロム酸バリウム懸濁液による比色法
 NH₄⁺ Nessler 試薬による比色法

K⁺-Na⁺ 炎分光法
 Fe²⁺ αα'-Dipyridyl による比色法
 Fe³⁺ 酸性亜硫酸ソーダで還元してαα'-Dipyridyl による比色法で Fe²⁺ の値を差引く
 Ca²⁺ N. N 指示薬で EDTA 溶液で滴定
 Mg²⁺ E. B. T. 指示薬で EDTA 溶液で滴定し Ca²⁺ の値を差引く
 SiO₂ モリブデン黄比色法
 KMnO₄ cons. 酸性酸化法
 P モリブデン青比色法



第8図 東海ガス化成 K. K. 四日市工場楠地区観測井 (182 m) における地下水位の経年変化

の低下となっている。地域指定後は、一時水位の上昇が認められたが、依然として低下の一途をたどっていることは、法律に基づく各社からの水位報告によっても明らかであって、地域指定の効果は、水位に関するかぎり効果をあげていない。また水位の変化記録をみると、揚水水位が 30m を超えると、低下の割合が急に増大する傾向が認められる。

200~300m の井戸の静水位はほぼ約 20m、動水位は約 30m であって、内部川沿岸のしかも上流側において高いが、臨海部では一般に低い値となっている。

なお 1952 年および 1956 年の調査時において作図された 100~200m の井戸の揚水水位等値線図によると、四日市港から市街地の南にかけて一内部川と三滝川との中間に向かって水位の凹みがあり、内部川および三滝川の沿岸では揚水水位が高くなっている。また 200~300m の井戸についても、同様なことがあらわれている。これは、ただ揚水量が中間帯において多いために起きる現象とも考えられたが、現在中間帯よりもむしろ両河川の沿岸における揚水量の方が多いことから考察すると、その原因が揚水量にあるのではなくて、水質の章で説明したように、そこにおける地下水のかん養源とその規模による相連にあると考える方が妥当であろう。中間帯のかん養源はほとんど天水であり、その両側は鈴鹿川・内部川および三滝川によって養われている。

8. 結 論

四日市の指定地域における許可井戸の多くは、新第三系の大泉層および暮明層に達している。とくに暮明層の帯水層は発達していて、当地域の主要帯水層である。

暮明層の分布地域は、同市の西にある丘陵の東縁までの間であって、この分布範囲が同層の地下水域に相当する。そして同層の地下水は、鈴鹿川・内部川・三滝川な

どの河川によって養われるものと、丘陵地帯における降水によって養われるものとの系統に分けられる。

暮明層の基底までの到達深度は、指定地域にあっては 450~500m と推定される。その下位の亀山層は透水性に乏しく、帯水能は暮明層に比較してかなり低い。

大泉層および暮明層に達している井戸の静水位および動水位は年々低下して、指定地域当時に比較して 10~15m の低下量を示している。そして臨海部においては、地盤沈下の現象が、1957 年調査時よりも顕著に現われている。

指定地域内における軟弱な地層は、臨海部では比較的厚くなっており、その沈下を極力抑制するには、100m 以浅の深井戸の使用を全面的に規制することが必要であろう。

なお暮明層が分布する楠町においても、上水道・工業のために地下水が採取されていて、指定地域と同様に水位の低下が著しい。したがってすくなくとも暮明層が分布する指定地域の隣接地についても、地下水の規制を行わなければならない、その効果をより一層高めることはできないであろう。

(昭和 37 年 1 月調査)

文 献

- 1) 赤嶺秀雄：表層地質説明書「四日市」，経済企画庁，1961
- 2) 工業用水調査グループ：三重県四日市市工業用深井戸水源調査報告，地質調査所月報，Vol. 8, No. 8, 1957
- 3) 蔵田延男・村下敏夫・森和雄・米谷宏：三重県工業用水源地域調査報告，東海地域調査第 1 報，地質調査所月報，Vol. 4, No. 8, 1953
- 4) 竹原平一：伊勢湾西岸の奄芸層群層序，横山次郎教授記念論文集，1961