

磐田市およびその周辺地区工業用水源地調査報告

東海地域調査 第4報

森 和雄*・米谷 宏**

Résumé

Investigation of the Groundwater for Industrial Purposes in the Vicinity of Iwata City

by

Kazuo Mori & Hiroshi Kometani

Use of groundwater pumped up in quantity of 20,000m³ per day is only the water source for industry on the district. The groundwater in the southwestern suburbs of City Iwata and in the left side of the River Tenryu is favourable in the quality but in the region of Imanoura-kawa south of City Iwata, the salt water percolates remarkably into the artesian aquifer from the sea.

It is the most urgent work, in a great measure, to prevent the salt water invasion and to obtain an abundant, harmless water resources in the district.

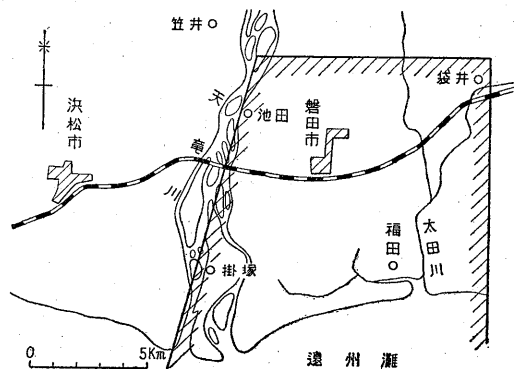
要 旨

- 1) 西遠地域工業用水源地調査の結果に基づいて、磐田市附近における水分布の精査を行い、同地区の工業用水源の性格を明らかにした。
- 2) 250点の既設井、湧水等の水露頭の調査を中心として、地下水の流動状態、供給源を異にする地下水帯の区別、塩水侵入の状況等を明らかにした。
- 3) 磐田市街地南端から南方4kmの一带、掛塚町から北方4kmの一带において、良質な地下水の利用が計画できる。
- 4) 塩水侵入地帯の拡大防止を考慮するとともに、有力な水源候補地として天竜川伏流水源を確保しておくことが必要である。

- 1) 磐田ヶ原の地下水と天竜川の地下水との関係
 - 2) 顕著な塩水侵入地帯の規模および現況
- を明らかにし、将来の工業用水源の確保に役立てる目的をもつて企図されたものであり、蔵田延男・村下敏夫両技官の指導協力のもとに実施されたものである。このほかさらに西遠地域全体について、河川の流量測定・電気探査・揚水調査・観測井による地下水位の長期観測等を併せて行っているが、これらは別に改めて東海地域全体報告書としてとりまとめる予定である関係上、この報告ではふれていない(50,000分の1地形図見付・掛塚参照)。

1. 緒 言

東海地域工業用水源調査の一環として、昭和28年以来西遠地域について調査を継続しているが、この報告はそのうち28年9月および29年6月に、磐田市を中心として行つた地点調査の結果をとりまとめたものである。この地点調査は地域調査に際して解決を保留した2つの点すなわち



第1図 調査範囲図

* 地質部
** 技術部

調査規模

調査範囲	約 70 km ² (第1図参照)
水露頭水温・水比抵抗等の測定	250カ所
電気探査および鑿井孔内電気検層	10カ所
工場水源井各種精密検測	12カ所
水質分析	65カ所

第1表 磐田市における主要工場の揚水量
および水源井の現況

工場名	揚水量 m ³ /日	井戸 本数	井戸深度 m
帝国製麻K. K. 磐田工場	3,600	2	63および90
専売公社 磐田アルコール工場	1,000 ~2,000	1	62
山下酒造K.K.西新町工場	900	1	90
遠州別珍K. K.	800	1	50
大日本ビロードK. K.	800	5	—
大黒酒造K. K.	800	1	80

2. 水利用の現況

磐田市および^{ふくて}福田町一帯は古くから別珍・コールテンの製造工業に関連した中小企業が盛んなどころとして知られている。従来は福田町がその中心となっていたのであるが、その重要な用水源である地下水中に漸次塩水の混入が認められるに至つたため、最近では磐田市および周辺の水量および水質ともに有利な地区に向つて続々と工場移転が行われている状況にある。当地区にはこのほか、専売公社磐田アルコール工場・帝国製麻株式会社磐田工場および酒造工場若干があり、全体としてまだ未整備の工業地帯ではあるが、その用水源が100%地下水に依存している点は浜松市とよく似ている。揚水総量 20,000m³/日のほか、近く磐田市上水道が3カ所の鑿井により6,500m³/日の揚水を行う予定であり、このほかに各工場の水源地拡張計画および新設工場の分をも考慮すると、急速に揚水量の増加することが見込まれる。

主要な工場の揚水量および水源井の現況は第1表に示す通りであるが、深井戸揚水条件について2,3の例を示すと、

示すと、

遠州別珍株式会社：深度50m, 孔径6吋で自噴量 800 m³/日

帝国製麻株式会社：深度60m, 孔径12吋で、水位降下5mに対して3,600m³/日

磐田市上水道水源試掘井：深度52m, 孔径12吋で、水位降下5mに対して1,400m³/日

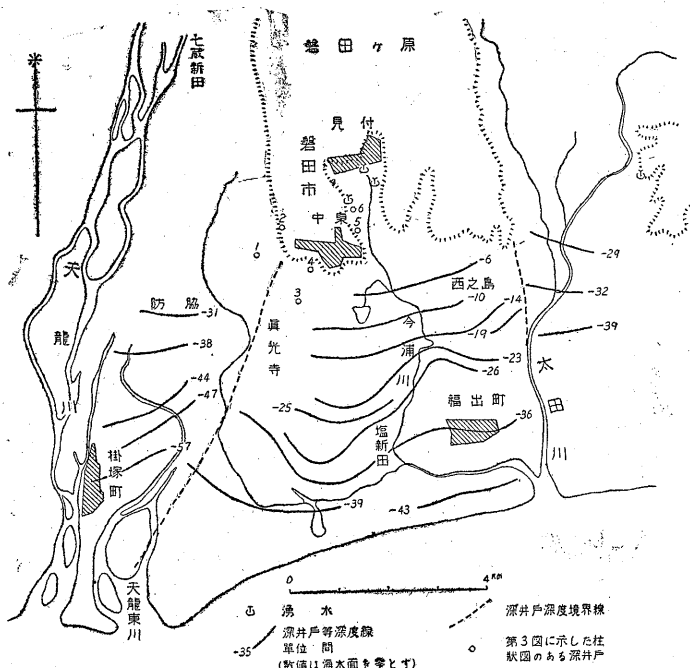
の程度で、井戸効率に関する限り浜松市の深井戸群のそれに比較すれば若干下廻っているようである。

3. 容水地盤としての地質の概要

磐田ヶ原を構成している磐田礫層は、磐田市中泉を南の起点として北方約11kmに亘つて分布しており、南に向つて僅に傾斜している。薄い粘土・砂を含む礫層からなっており、層厚100m以上と推定される。

磐田礫層の下位には磐田市北方8km附近の広瀬・三川両村附近に露出する小笠礫層が存在する。礫の組成は磐田礫層と酷似しているが、台地状地形を呈さず、磐田礫層と同様南に傾斜するが、その角度は比較的急である。

太田川左岸の丘陵地帯には小笠礫層が露出し、ときに数層の粘土層を挟み層厚は約200mに達し、西南に5°前後傾斜して当地区に及んでいる。また台地西端一帯には、これよりも低位の段丘礫層が分布しているが、これはいずれも旧期および新期洪積層に相当するものと考えられる。なお平野部全般には砂・礫および粘土からなる沖積層が洪積層上を薄く蔽っている。



第2図 深井戸等深度線図

被圧面地下水として利用の対象となつている帯水層はほとんど洪積層中に分布しており、磐田ヶ原南方の平野部における被圧面地下水を収水する深井戸深度(第2図参照)は、大体において磐田礫層の上限を示しているものと考えられる。なお太田川流域では主として小笠礫層、一部新期洪積層中に被圧面地下水の分布が推定される(第3図参照)。

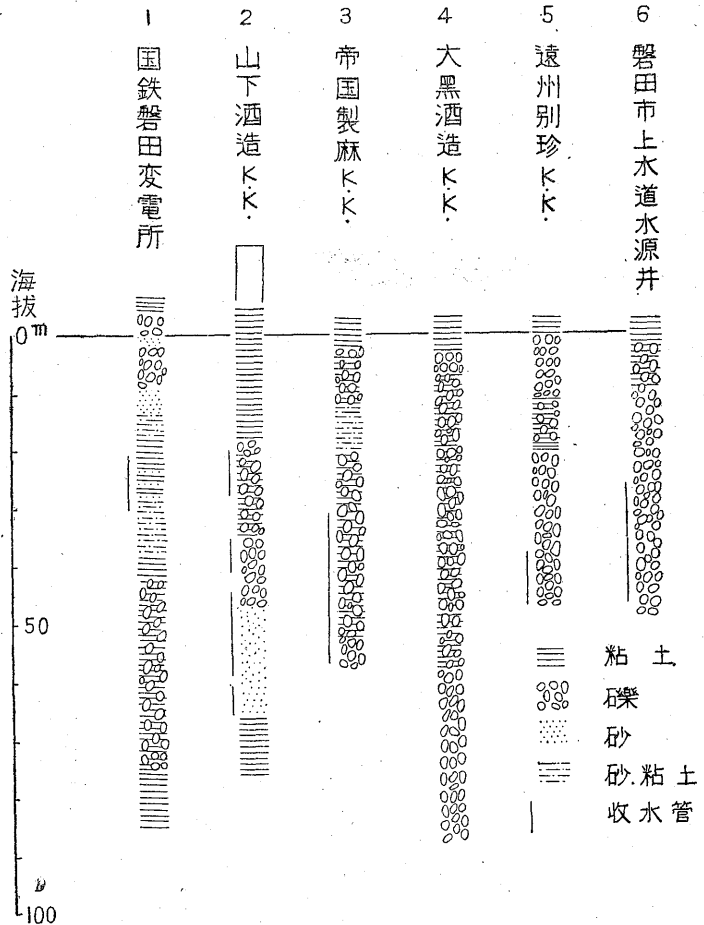
4. 地下水の水理

4.1 被圧面井戸^{註1)}註2)

被圧面地下水を収水する深井戸^{いどおり}は磐田ヶ原一帯と磐田市西方の井通村附近(この附近では自由面地下水で比較的良質の水が得られている)を除けばほとんど地区全体に亘つて分布している。これらは南海道地震その外の原因により年々自噴量の減少、水位の低下を生じてはいるが、なお現在井戸総数の約1/3が自噴を継続している。

天竜川と太田川との中間に広がる平野部における被圧面井戸群は、深度の点からみて長野村真光寺附近と天竜川東河口を結ぶ線によつて2分される(第2図参照)。すなわちその一方は十束村防脇の深度「-30間」(海面下30間の意、以下同じ)の井戸を最北として、南方掛塚町において「-57間」の深度を示す、傾斜 13/1,000 の収水層をもつ一連の井戸群であり、天竜川の表流あるいは伏流から供給されているものと考えられる。他方はこの分布区域と東方の太田川との間にあつて、磐田市見付南部一円の「+1間」の圧力面を有する自噴帯にはじまり、於保村塩新田および福田町において「-36間」、福田町南部の海岸近くで「-43間」となるような、傾斜 16/1,000 の収水層をもつ一連の井戸群である。そしてこの間の不連続部は磐田ヶ原西縁を劃する天竜川の侵蝕崖の平野部地下への延長に関連しているものと考えられる。

浅井戸により収水している磐田市中泉附近の台地上では、地下水位 17~20m 程度で、見付南部における湧水



第3図 深井戸柱状図

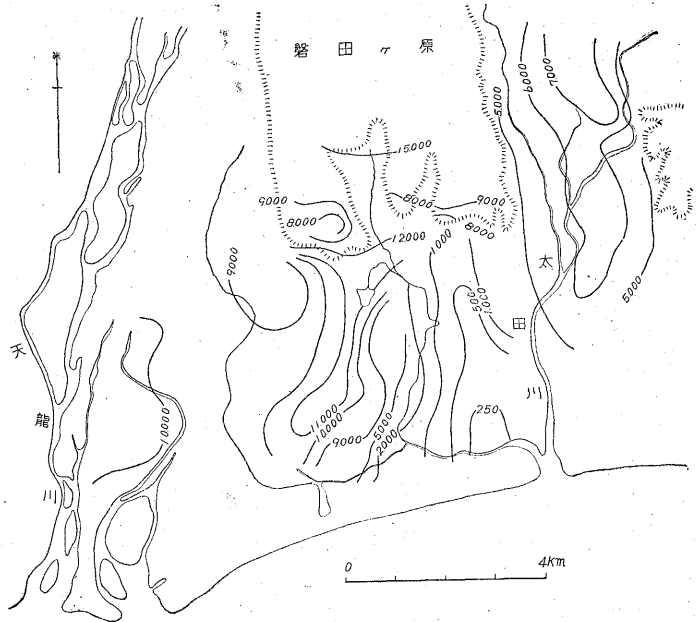
帯の水頭とはゞ一致している。また附近に存在する工場そのほかの深井戸群(深度60~70m)について、地質柱状図あるいは周辺の地質露頭から推定すると、地表下5m前後までは粘土層で、それ以深は砂礫層が主となり、粘土層は介在するが連続性がなく、また顕著な不透水盤も発見されない。おそらく湧水帯の水は地表近くの粘土層より下位の帯水部から湧出して来るものと考えられるが、いずれにしても台地上の自由面井戸、台地縁部の湧水および台地周辺部の被圧面井戸の水はすべて相通じた一連のものとして解釈される。

太田川流域ではこれらの地区と異なり、現在利用の対象となつている帯水層については、上位から20間前後、30~40間層および50~60間層の合計3層が区別される。このうち最も広く一般に利用されている帯水層は30~40間層であり、これ以外の2層は局部的に発達しているに過ぎない。

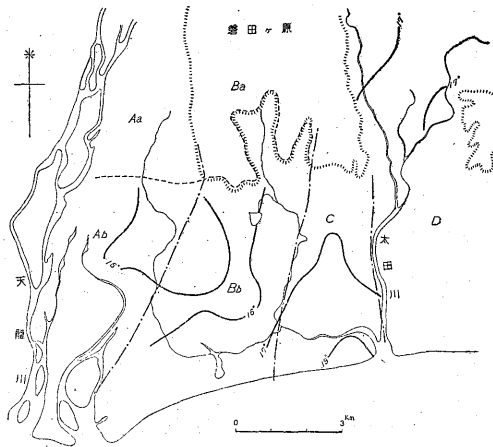
註 1) 井戸の深度を示すのにmに換算せず、地元の慣行を重んじて「間」を用いた。
 註 2) 広く分布する自由面地下水は一般に工業用水源として利用価値に乏しい。

4.2 水比抵抗^{註3)}

先に述べた長野村真光寺附近と天竜川東河口とを結ぶ不連続線を境界として、その西側をA帯、東側のうち今の浦川附近までをB帯、それより東方太田川までをC帯、太田川流域をD帯として便宜上区分する。(第4図参照)と、まずA帯においては、十束村松本附近から掛塚町一円の中洲地帯にかけて、10,000 Ω -cm 台を中心とする水比抵抗の著しく高い部分がある(第5図参照)。またB帯では見付町の15,000 Ω -cm 台の自噴井にはじまり、南方の湧水帯、御殿一帯の深井戸群が両者とも12,000 Ω -cm 台を示している。さらに11,000~10,000 Ω -cm 台の水が磐田ヶ原西南部を取り囲み、長野村鮫島附近まで細長く伸びている。中泉附近の磐田ヶ原台地上の自由面井戸は8,000



第5図 水比抵抗等値線図



第4図 水温等値線および分帯図

~9,000 Ω -cm 台で、平野部の被圧面地下水の値とは一見不連続の観があるが、地下水位から判断すると同一水層と考えられ、台地上の水比抵抗の低いのはおそらく地上汚染による水質の変化に原因しているものと解せられる。これを要するに、磐田ヶ原から鮫島に伸びる帯状の水比抵抗の高い部分が磐田ヶ原を通過して来る地下水の示す有力な流動方向に相当していることは明らかである。

註 3) 水比抵抗法による調査結果に基づいている。水比抵抗の値の変化により、地下水の流動状態の概略が広い視野から追跡できる。文献 1) 参照。

一方C帯では福田町と南御厨村西之島とを結ぶ線にそつて、水比抵抗の著しく低い部分が楔形に食い込んでいる。すなわち福田町附近で250 Ω -cm 台(クロール含有量1,500mg/L相当)、西之島附近で500~1,000 Ω -cm (同じく400~700mg/L程度に相当)を示し、海岸線にほぼ直角に約5km、内陸側に向つて低比抵抗部が入りこんでおり、これは塩水混入帯と認められる。こゝではその背面においてまだそれほど地下水利用も行われていないにもかかわらず、このような関係が認められていることは、地質的な弱帯部が存在していることを暗示させる。古地理による古磐田海のほど中央にそつてこの塩水混入帯が発達していることは、たとえ震害による変化があつたにせよ、根本的には地質的に原因が求められようである。

D帯については全般に分布する30~40間層についてのみ、その水比抵抗および水温を示した。田原村木原を中心として7,000 Ω -cm 台、さらにそれを取り囲んで6,000~5,000 Ω -cm 台が拡がっている。50~60間層の水は比較的良好であるが、それ以外の地下水には全般的に鉄分が多い。

4.3 水温

A帯の西部および南部を通りB帯にかけて15~16°Cを示し(第4図参照)これが水比抵抗10,000 Ω -cm以上の分布範囲と一致している。C帯では福田町南部にあつて19°C台、北方南御厨村一円で17~18°Cを示し

磐田市およびその周辺地区工業用水源地点調査報告 (森 和雄・米谷 宏)

ロール含有量の多いほど高温となつている。D帯の30~40層においては東西の台地脇にのみ16~17°Cの水が分布し、そのほかはすべて17°C台となつており、(第4図では30~40間層のみを示した)50~60間層においては17°C台と19°C前後のものが区別できる。

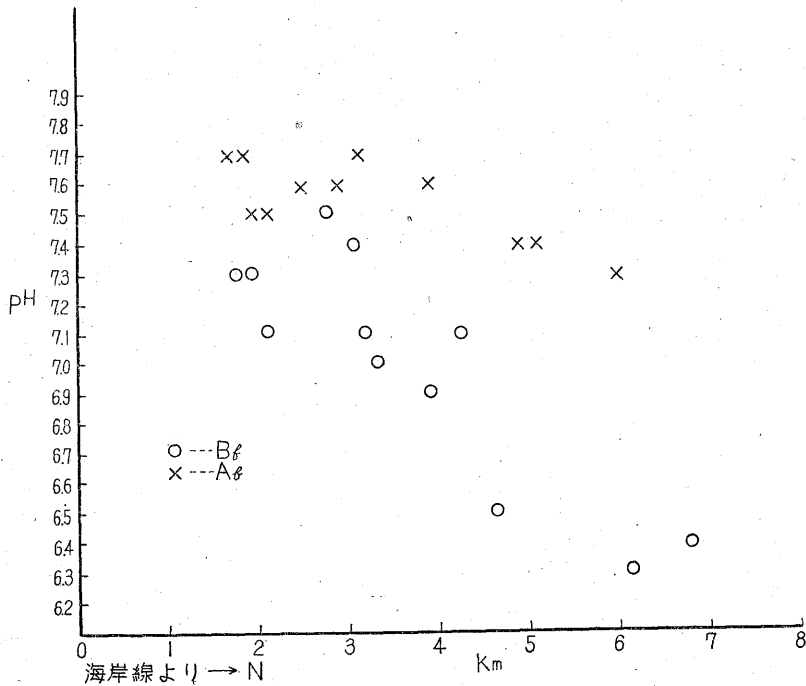
5. 水質の組成

水質分析の結果により地下水帯の区別を行い、それぞれの特徴を見出す目的で、調査地区内において500~1,

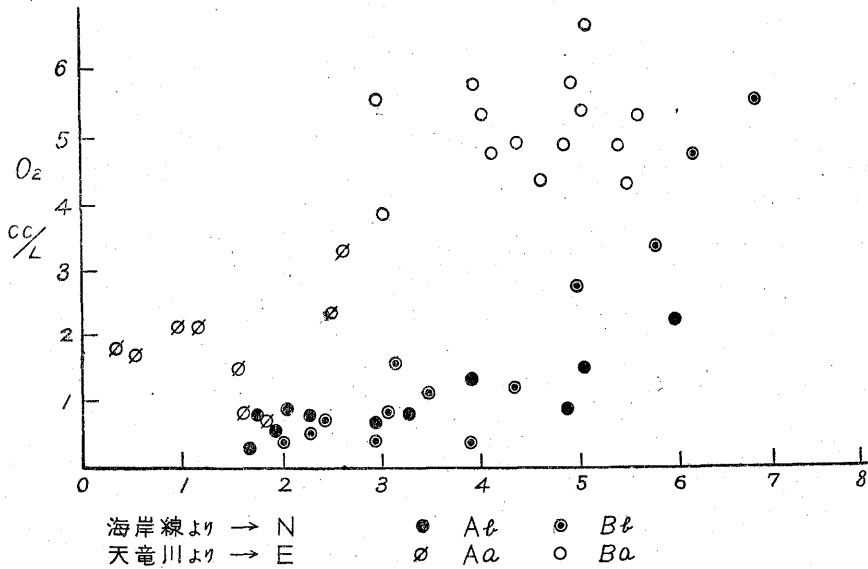
500m間隔でなるべく測点が均等に分布するようにして、井戸あるいは湧水を選定し、採水、分析を行った。すなわち総計65点の試料を集め、16要素について分析し、水温・井戸深度・湧出状態等を考慮して整理・総合した結果各地帯ごとにそれぞれ一定の特徴があることを理解し得た。A・BおよびC帯のうちAおよびB帯は、さらにそれぞれaおよびbに2分されるが、A・B・C各帯の水質要素の概略分析値を示すと第2表のようになる。次に各帯の特徴の概略にふれておく。

第2表 水質の特徴

地帯別	深度 m	pH	Diss. O ₂ cc/L	Free CO ₂ mg/L	Fx. Base meq/L	Cl ⁻¹ mg/L	NO ₂ ⁻¹ mg/L	NH ₄ ⁺¹ mg/L	P mg/L	Fe ⁺² mg/L	SO ₄ ⁻² mg/L	全SiO ₂ mg/L	全硬度 O
A-a	5~20	6.5~7.1	1.00~4.00	2.0~10.0	1.00~1.50	2.0~10.0	0.01~0.14	0.0~tr.	0.01~0.10	0.01~1.00	10±3	5~15	3.00~5.00
A-b	50~80	7.3~7.7	0.20~2.00	<0.5	1.00~1.15	1.0~3.0	0.00~0.20	0.0~0.3	0.01~0.20	tr.~0.04	5~10	3~10	3.00~3.20
B-a	5~20	5.7~6.5	4.00~6.00	5.0~15.0	0.10~0.80	10.0~30.0	0.00~tr.	0.0~0.4	0.01~0.10	0.00~0.03	0~8	15~25	1.00~3.00
B-b	30~60	6.3~7.5	0.30~5.00	0.5~8.0	0.50~1.15	2.0~80.0	0.00~tr.	0.0~0.3	0.05~1.00	0.00	5~15	10~25	1.00~2.00
C	40~80	6.6~7.1	0.50~1.50	2.0~10.0	1.10~2.00	100.0~1,500.0	0.00~1.90	0.0~0.3	0.03~1.00	0.00~1.00	80~300	20~70	2.00~50.00



第6図 pHの地理的変化図



第7図 Diss. O₂ の地理的変化図

pH (第6図参照) A-b帯において7.3~7.7, B-b帯において6.3~7.5を示し, 両者ともに海岸に向つて値の増加する傾向があるが, B-b帯ではA-b帯に比較してその増加率が大きい。C帯では6.6~7.1を示し, B-b帯に準ずる。

Diss. O₂ (第7図参照) A-a帯で1~4cc/L, B-a帯で4~6cc/Lを示し, 両者は劃然と区別できる。A-b帯はB-b帯に比較して水平距離に伴なつて減少する率が小さく, 溶存量もまた少ない。

Free. CO₂ A-a帯で10mg/Lまで, A-b帯で0.5mg/Lまで, B-a帯で10mg/L, B-b帯中心部で2~8mg/L, 海岸近くで0.5mg/Lに変化する。C帯では一般に不規則である。

Cl C帯のみ100~1,500mg/Lの異常値を示す。特に多いもののうち3個の試料について海水との比較を行うと第3表のようになり, C帯における海水の侵入が明らかに認められる。

第3表 C帯における地下水と海水との比較

試料番号	Ca/Cl	Mg/Cl	SO ₄ /Cl
43	0.04	0.05	0.13
55	0.11?	0.06	0.10
57	0.03	0.05	0.19
海水	0.02	0.06	0.19

NO₂ A-a帯では0.14mg/Lまで, またB-a帯の台地

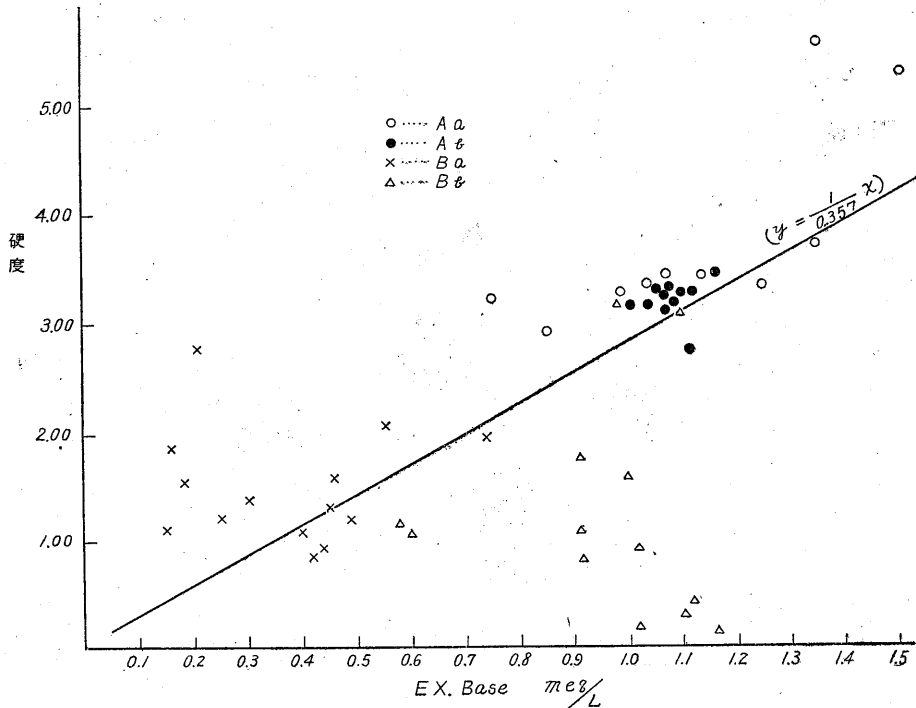
上の自由面地下水が0.02mg/Lを示す以外は一般に問題にならない。

NH₄ 全地区を通じて1mg/L以下に止まっている。A帯は最小でB帯では0.4mg/L程度までのものが多く, C帯とともに一般に不規則な値の分布を示している。

P A-a帯およびB-b帯では0.01~0.1mg/Lの範囲であるが, A-b帯ではB-b帯と異なつて海岸に向つて漸増する傾向を示す, B-b帯は海岸近くで0.1~1.0mg/Lを示し, 帝国製麻K.K., 大黒酒造K.K.のものが0.15~0.35mg/L, またこれより南方にかけて0.05~0.08mg/L程度となつている。C帯は福田町1.9mg/Lが最高で, 北部台地に近づいて0.1~0.3mg/L, 中間に0.03~0.06mg/Lの部分があり, B-b帯と同様中央部が低く, 南北両側に向つて高くなつている。

CaおよびMg 本邦河川水のCa平均値10.4mg/Lに比較⁴⁾して天竜川12.4mg/L, 太田川9.3mg/Lを示しているが, 地下水はA-b帯で14~17mg/L, B-a帯で5~10mg/L, B-b帯で1mg/L以下となつている。C帯のみは50~120mg/Lの異常を示しており, Ca/Mgを算出すると, A>B>Cの関係にあることが判る。

SiO₂ 本邦河川水のSiO₂平均値10mg/Lに対して⁴⁾天竜川30mg/L, 太田川10mg/Lを示していた。地下水はA-b帯は5~15mg/L, B-a帯は15~25mg/Lで, 本邦における地下水としては少ない部類に属する。ただし山下酒造・帝国製麻等では, 40mg/L程度, 今の浦川流域では50~70mg/Lにも達する例外がある。



第8図 硬度と過剰塩基との関係図

全硬度 本邦河川水硬度平均値 2.3° に対し⁴⁾、天竜川は 2.13° 、太田川は 2.02° を示していた。地下水も一般に 3° 未満に止まっている。硬度と過剰塩基との関係を求めると(第8図参照)A帯の試料では標準線上や、上側に並び、B帯では分散度がや、大きく、B-a帯では標準線より上側に、またB-b帯では下側にあつて散在している。

6. 結 論

(工業用水源確保に関する処見)

1. 磐田市・福田町および掛塚町を中心とする当地区内における工業用水の現在使用総量は、 $20,000\text{m}^3/\text{日}$ の程度で、その全部が地下水によつて供給されている。
2. 浜松市を中心とする天竜川右岸地区に比較して、工場密度あるいは水利用途等から判断するとまだ発展途上にある地区であるが、それだけに合理的な水利用計画の確立・推進がのぞまれる。
3. 磐田ヶ原南方に分布する被圧面地下水は、磐田市内の台地上の自由面地下水、台地南端の湧水あるいは南方平野部一円の掘抜井戸群の地下水と相通じて、一連のものと考えられ、いずれも磐田ヶ原礫層中の地下水である。この帯水層は海岸線附近で地下 80m 前後に分布するものと推定され、掛塚町一帯における被圧面地下水は

これと全く別に天竜川の表流あるいは伏流から供給されている。

4. 磐田市見付の南方および同中泉の南端から南に 4km 、幅 1km の一带は磐田ヶ原から供給される被圧面地下水が最も強く押し出している部分に相当している。これと対照的に福田町を中心として北方に伸びる塩水侵入帯が存在するが、もしこの塩水侵入帯の背面陸地側にあつて不当に多量の地下水が揚水されるような状態が生じれば、この塩水侵入帯は急速に拡大・北進することが予想できる。したがつてこの塩水侵入帯の拡大防止について考慮することは、当地区の水資源保全上最も重要なことと考えられる。

5. 良質の水が要求される場合には磐田市街地南端から南方 4km の一带および掛塚町から北方 4km の一带(第5図の $10,000\ \Omega\text{-cm}$ 以上の部分)が推奨できる。

6. 天竜川左岸堤外地に相当する富岡村七蔵新田には天竜川の伏流が地下浅所に分布し、低温かつ比較的良質でありながら現在未利用に止まっている。これらは将来の工業用水道水源として考慮される価値が充分にある。

7. 太田川流域は全般に鉄が多く、工業用水としての利用価値は小さい。

(昭和28年9月および29年6月調査)

参 考 文 献

- 1) 蔵田延男, 村下敏夫: 水比抵抗法による水調査について, 地質学雑誌, Vol.63, No.2, 1954
- 2) 蔵田延男外: 静岡県西遠地域工業用水源地域調査報告, Vol. 5, No. 6, 1954
- 3) 電気探鉱協会: 静岡県磐田郡磐田ヶ原地下水電気探査報告, 電探技調, No. 31, 1548
- 4) 小林 純: 本邦河川の水質について, 陸水学雑誌, Vol. 15 No. 3~4, 1550
- 5) 遠江風土記抄, 中古関係郡図, 磐田郡誌