

岡山県南岡南基地に対する工業用水源地点調査報告

蔵田 延男* 村下 敏夫* 尾上 孝* 小池 正八**

Résumé

Report on the Water Source for Konan Industrial Center, Okayama Prefecture

by

Nobuo Kurata, Toshio Murashita, Takashi Onoue & Shōhachi Koike

According the result of regional survey for the southern part of Okayama Prefecture, the hydro-geological survey was performed on the study of underflow of the River Asashi as source of water supply for Konan center.

From the results of pumping tests in 6 boreholes, electric prospectings in 150 points and also of examination of wells in vicinities of the surveyed section between Sanbonmatsu, Okayama City, and Gion, Takashima Village, it is presumed that the quantity of water available for supply would amount to about 3.5-4m³ per second and available for pumping 1m³ per second through the sand-gravel sediments in the section.

要 約

1. 地域調査の結論に基づいて、岡山市岡南基地に対する工業用水源候補地として、岡山市三本松一上道郡高島村祇園を結ぶ旭川川敷に調査断面を選定し、地下水量を調査した。
2. 150点の電探、6本のボーリング、揚水調査および水位観測などの計測調査に、諸般の水利地質的考慮を入れると、該調査断面の通過可能水量は自然状態で0.836 m³/sec、下流部で揚水し最小の動水勾配を与えたときは、3.93 m³/sec となり、背面よりの補給水量の続く限り、これだけの水が集め得られることが推算された。
3. 実際には、既利用分、下流および上流への影響を考慮すると、捕集可能量は 1 m³/sec 程度になり、捕集適地としては左岸寄りを選定されるべきである。

1. 緒 言

岡山県南臨海工業地帯として育成されている岡南・水島および玉島3基地に対し、工業用水源をどこのどのような水に求めればよいかということについては、すでに岡山県南工業用水源地域調査報告により概略的結論が求められた。これら3基地のうち水島基地に対しては、高梁川表流の調整にまつ以外、現状では有力な新水源を保證する根拠を発見できなかつた。また水島基地に対して

は、その最も好ましいと思われる水源について、その一部の捕集工事を県南水道組合が進めており、その補助水源を旧高梁川敷に求めるべきであるとし、その調査を進めているのであるが、特に岡南基地については、その背後地、予定される生産規模、附近の地質条件などより推定して、地点調査のモデル地区としての価値ありと認め、昭和27年全1カ年を費し、岡山市水道部（現在水道局）の協力を得て、水源候補地点の精査を行つた。本報告書はその調査結果を岡山市当局諒解の下に要約したものである。

各般の調査作業および調査結果とりまとめに当り、現岡山水道局長岡崎平夫氏以下関係各位の与えられた理解ある御協力に心からの敬意と謝意を表する。

2. 調査の規模

岡山県南工業用水源地域調査の結果、岡南基地工業用水源のために選定された対象は、当時の旭川調査断面附近あるいはその下流側、すなわち岡山市三野、上道郡高島村祇園・今在家附近の旭川現および旧川敷地における伏流水であり、その附近で既利用の水源に著しい影響を与えずに捕集可能な水量を求め、それに伴つて適当な水源位置と施設規模とを決定することがこの調査の目的であつた。このため岡山市水道部協力の下に実施し得た調査は、次の通りである。

1. 電気探査、メガーおよびギツシルニーによる4種

* 地質部 ** 技術部

中心法および2極法, 150点

(この中当所の指導により水道部岩上弥一の計測100点)

2. ボーリング6本, 延 144.5m (このうち当所の指示および指導により水道部粕山治郎氏の掘孔4本)

3. 調査断面上流側および下流側約8km²の地下水位および地盤高の測量 (この作業の大部分は水道部の手による)

4. ボーリング孔および既設井における揚水調査 (このうち一部は当所の指示により水道部担当)

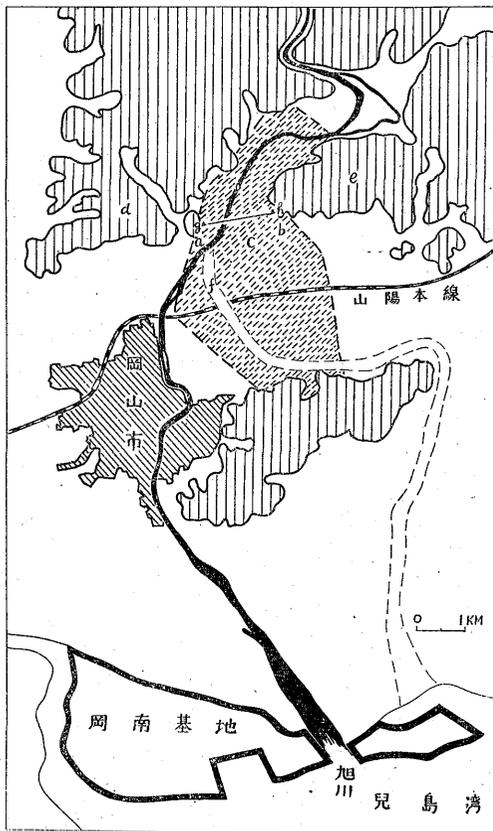
5. 既設井および必要な水資料の化学分析 (この大部分は当所の指示により水道部実施)

6. 調査断面附近におけるその他の水理地質調査

以上各般の調査結果を当所において解析綜合し, 以下に述べる結論を得た。

3. 水理地質の概要

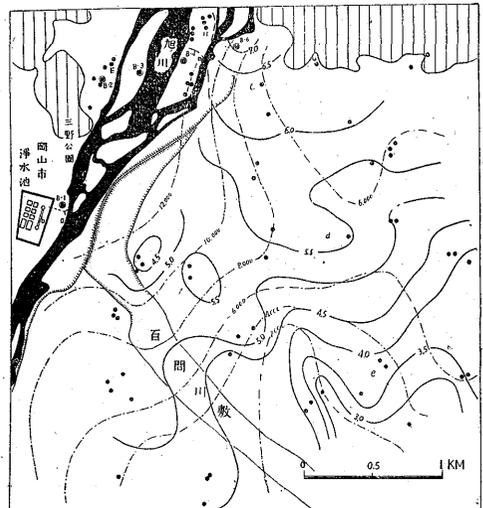
第1図に示した調査地附近は, 旭川が岩盤山地をまさ



第1図 岡南基地工業用水源調査範囲(点線の部分)を示す。(25,000分の1地形図岡山北部および同南部参照)
 a 岡山市三野 e 竜の口山
 b 高島村祇園 f 百間川敷
 c 同 今在家 g-h 調査断面
 d ダイミ山

に脱出しようとする個所であり, 特に調査断面附近にあつては, 流水は谷部全体の幅に亘つて3~4流に分れ, 多数の中洲を作り, そのあるものはしばしば洪水によつて出沒する (以下第2図参照)。

調査断面とその上流部との左岸側一帯は, 竜の口山(海拔 257.9m)に連なる粘板岩層が露出し, その南側山麓に沿つて花崗岩体が露れている。右岸側も同様粘板岩層が連続しているが, 石英斑岩が所々に貫いており, さらにその一部, 岡山市宿西側の峡谷部では粘板岩上に, 亜炭層を挟む頁岩層, またその西方ダイミ山一円にかけては花崗岩上に, 透水性が著しく高いとは考えられない粘土質礫岩層が重なっている。このうちダイミ山一円に分布する礫岩層は, その連続が旭川敷下にも推定できる関係にあり, その層比抵抗は6,000~10,000 Ω-cm台で, 旭川川敷でこれに比較しうる層が求められる。電気探査結果に地質の考慮を含ませれば, 調査断面附近およびその上流側では, 谷部の不透水性基盤岩は粘板岩および花崗岩質のもので, その表面到達深度は, 40~60m程度と推定され, この上に厚さ10~20mの礫岩層があり, さらにその上に河谷堆積物として砂礫層と粘土質砂礫層とが推定される。



第2図 調査断面におけるボーリング孔の位置および断面下流側における地下水位等高線(1952年10月測定)と地下水の水比抵抗等値線(1953年1月測定)とを示す

● B-1~6 ボーリング孔と番号

● 水位調査井

たゞし E は江川水位観測井

H は疋田精米所水位観測井

a 岡山市上水道水源旭川取入口

b 同 上 伏流捕集井

c 祇園

d 中井

e 走田

— 5.0 — 地下水位等高線(単位海拔 m)

---6000--- 水比抵抗等値線(単位 Ω-cm)

調査断面背面約4,000m間は、谷幅 800~1,000m を有し、ここに概略推定 500~600万 m^3 の地下水包蔵空隙を伴っており、現に岡山市中原一円の中洲地帯では、総数約100本の既設井が、これら川敷地下水に水源を求めて畑地灌漑に供せられている。しかし地域調査当時における旭川流量測定結果では、この附近における流量絶対量の明らかな減少が認められず、附近に期待される伏流はかなり上流部から供給されてきているものと考えられる。

旭川左岸に当る上道郡高島村祇園・今在家附近は、降雨時には、地上に容易に地下水が湧出するほどに水位浅く、また1952年10月の既設井による地下水位測定により求めた等高線図によると(第2図参照)、祇園一中井一赤田の諸部落を連ねる方向に地下水位の高い部分が推定できる。また1953年1月に測定した水比抵抗等値線によると、百間川敷分岐点上流の廃川敷に12,000 Ω -cm 台の旭川表流水と同じ値を示す部分が見出される。前者は有力な伏流水の影響を受けている部分、後者は表流水の滲透している部分と推定される。さらに調査断面の下流約1,000m、旭川右岸にある岡山市上水道水源地附近より西南方に向う透水路も推定されるが、既設井の分布少なく、これについてはその詳細な形は求められない。

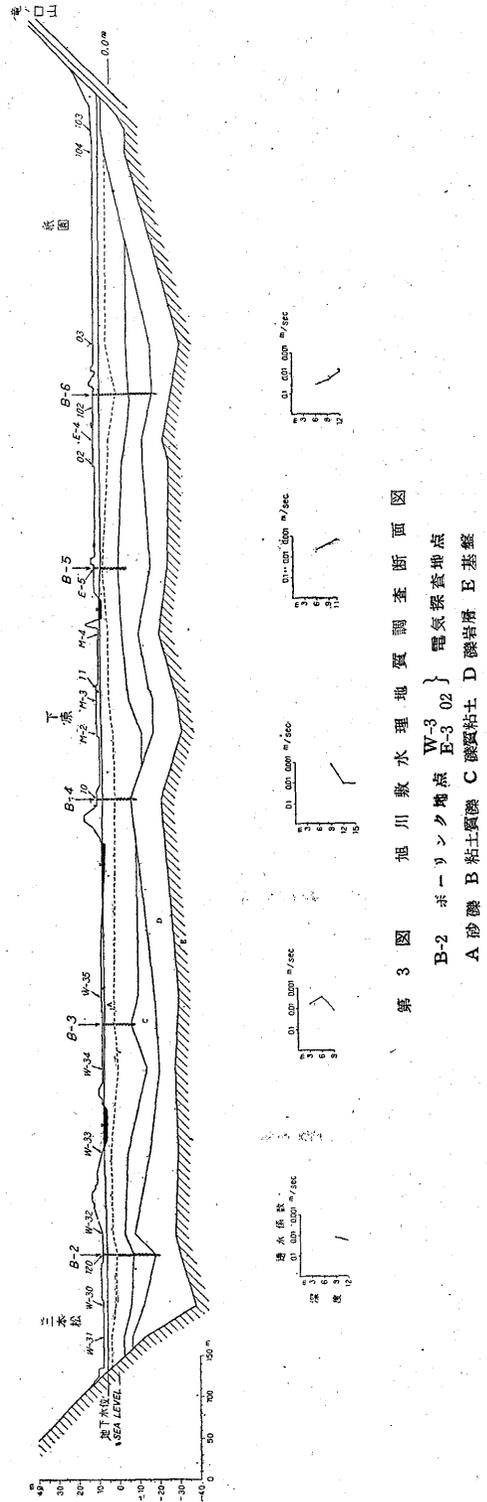
祇園附近は祇園用水をはじめ3つの農業用水路の分岐点の下流に当り、その漏水滲透は地下水にある程度影響するようであるが、年間を通じればそう大きい問題になるほどではない。右岸三野附近にも農業用水取入口があるが、これらは調査断面の上流4,500m附近に新設された玉柏取水堰堤の完成により統合されるので、今後は全く関係のないものと考えてよろしい状態である。玉柏取水堰は深度4~6mの矢板打込を行った関係上(表流の取水16.3 m^3 /sec、伏流の有効透水断面の一部が矢板打込のため遮断されていると推定)、この直接下流に当る一部に水理変化を予想しなければならないが、調査断面附近における伏流に涸渇をきたすような心配は考えられない。

4. 調査断面における水理地質調査

4.1 直接野外の観察および計測操作によつて求めた事項

1. 調査断面は、地域調査に際して選定した断面位置を多少修正し、旭川の流向に対して直角になるように選んだ結果、全長1,430mとなつた(註1)。

註1) この位置はさらに少しく上流側に選定した方が安全であつたが、調査作業に対する協力者である岡山市水道部の意向をも取入れた結果、多少水理的に不都合なところとなつた。大局には影響なしと思われるが、今後の他の調査に際し、考慮を要する点と思う。



第3図 旭川敷水理地質調査断面図

B-2 ボーリング地点 W-3 電気探査地点
A 砂礫 B 粘土質礫 C 礫質粘土 D 礫岩層 E 基盤

2. 6本のボーリング(うち1本は調査断面西南方)は、1952年3月より B-1, 2, 6, 5, 4 および 3 の順に実施(このうち、6および5を当所において6月12日より8月20日までの期間に担当)した註2)。その結果地表面下、上層より順に砂礫層(10~20cm大、あるいはそれ以上の大きさの石英粗面岩・花崗岩・粘板岩などの礫を含む)・粘土質砂礫層 および 褐色粘土質砂層(小礫若干を含む)が重っている。たゞしボーリングで捕捉されたもので明らかに不透水盤と認められるものはない。しかし電探結果よりすれば、40m以下のところには粘板岩、一部花崗岩盤の存在が推定され、その表面は多少右岸側が深い。

3. ボーリング孔について、それぞれ15, 12, 9 および 6m と各深度にドライブパイプを引き上げつつ揚水試験を実施し、フホルヒハイマーの井底のみから湧出する場合使用される公式により透水係数を算定した。

なお附近既設井若干についても同様実施し、改めて参

考に資した。

4. 地形測量により得た調査断面にボーリングによる地質断面を入れ、電探結果によりこれらを連繋せしめ第3図註3)を得た。

この結果をみれば、最上位砂礫層の部分(大部分断面Aに属する)の透水度は、特に両岸側が大きく、中央部が小さい。下側の粘土交り砂礫層(一部分断面A、大部分断面Bに属する)は右岸側が大きく、左岸側に小さい傾向が認められる。

5. 調査断面において

- a. 海面上に位置する有効透水断面 7,740m²
- b. 海面下に位置する有効透水断面 10,710m²
- c. 一部のボーリングコアから不透水層と判断した方が適当と考えられ、電探その他の地質判断からも利用の対象となる透水層と推定されない部分

の3つが区別される。

ボーリング孔水質試験結果

(岡山市水道局衛生研究所分析)

	B-1	B-2	B-3	B-3	B-4	B-5	B-6	伏流水	旭川
採水深度 m	11	9	6	9	9	6	6	岡山市上水源井戸	同 右
pH	6.9	6.0>	6.3	6.2	6.4	6.2	6.4	7.0	取 入 口
酸度	5		23	26		50	16		
アルカリ度	25		20	21		45	32		
遊離炭酸			20.24	22.88		44	14.1		
SiO ₂			11.77	12.84					
CaO			6.16	6.92					
MgO			1.99	1.88					
Fe ₂ O ₃			0.17	0.13		0.35	1.50		
Mn ₂ O ₃			0.02	0.03					
SO ₄ ^{''}			4.69	fine		tr	tr		
Cl'	6.38	9.93	7.09	7.65	7.45	9.8	9.8	7.81	7.5
F'			0.08	0.07					
アンモニア態窒素	0	0	0	0	0	0	0	0	0
亜硝酸態窒素	0	0	0	0	0	tr	tr	0	0
硝酸態窒素			tr	tr		tr	tr		
KMnO ₄ 消費量	1.58	4.3	0.79	2.53	1.877	1.58	2.844	1.264	2.538
総硬度	1.3	2.1	0.9	0.95	3.0	3.13	1.46	0.9	1.031
固形物総量			54	55				73	
細菌数								2	1445
		白濁			微白濁	濁度 3 色度 0.5	同 50		

備考

分析は1952年9月より1953年1月までに行つたが、揚水調査直後の試料で十分本来の水質を示すに至っていないものもある

註2) ボーリング作業は、コアボーリング機500型(試錐ポンプE5型 附属)にディーゼルエンジンH10型を附して作動させた。ほとんど砂礫層の掘進に終始したため掘進速度は0.65~0.85m/dに止つた。

註3) 第3図の下に実測した透水係数が記入されている。

6. 各ボーリング孔における水質分析結果は表の如くである。これらは揚水不十分のため採水しているもので、2, 3の要素については必ずしも正確とは思われない。しかし附近既設井の水質をも考慮すれば、大局において著しい相違は認められない。ただし遊離炭酸の比較的多い点については多少の考慮を要する。地域調査報告書中にも示してある通り、岡山市附近には点々と、遊離炭酸の比較的多い（20 mg/L 以上の）場所が存在しているようであるが、その原因はわからない。

7. 調査断面上における岡山市江川の灌漑井および同中洲の疋田精米所の井戸については、1952年4月以降、またボーリング孔についてはそれぞれ開孔後、観測孔として水位および水温の5~10日ごと観測を行い、1953年2月まで継続した結果水位および水温の年変化の概略を推定する緒を得た。なお既設井およびボーリング孔の湧水条件は大差ないものとみなし、断面方向にこれらの年変化を比較すると次のようになる。

- a. 水位変化については、右岸側が1m以下、中央部で1.6m、左岸側で1.5mを示し、渇水期・豊水期ともに、B-3, B-6附近が断面中最も高い位置にあり、かつ全体として海面上5m程度に止る。
- b. 水温年較差は比較的大きく、12~15°Cを示し、特に江川の既設井は18°C以上にもおよぶ。

4.2 若干の計算および考察を経て求められた事項

1. 断面におけるaおよびbについて、bは海面下に位置する有効透水断面であるから、この部分の地下水は自然状態の下では流動していないと仮定して、Aについてのみ地下水勾配（1/950）および透水係数からダルシーの公式を適用させ、自然状態における通過可能水量を求めた。その計算基礎は、透水係数の測定時の条件に従って、それぞれの深度から下層の部分がその係数に代表されるものとし、また調査断面附近の既設井より直接求めた係数および砂の試料について、間接的な測定より得た値を考慮し、原則として相隣れるボーリング孔の中間地点を境界として区分した。その結果は $0.836 \text{ m}^3/\text{sec}$ となつた。

次にaおよびbにおいて人口的により大きい動水勾配を与えた場合、すなわちa, b全体から排水すると仮定した場合、その上流側において地下水が流動し得る最小の動水勾配をボーリングのコアから推定して、それぞれ $1/260$ および $1/170$ とし、a, bについて前述の方法により透水係数を与えて通過可能水量を算出すると、 $a' = 3.052 \text{ m}^3/\text{sec}$, $b = 0.878 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。

2. 通過可能水量aは自然状態において流動する水量であり、a', bは下流側における排水に伴つて上流側か

らの供給可能水量の範囲内で補給される水量である。ただしこの算定に用いた既値数は渇水期における測定値である。また実際には断面全体についての砂礫層中に存在する水脈状の部分や、表流直下の粗鬆な砂礫質の部分には透水性の高いものが推定されるので、真の通過水量あるいは通過可能水量は、上述の算定数値をなお相当程度上廻るものと見込まれる。

3. 調査断面の上流背面において比較的大きな地下水貯溜部が期待され、これによる調整機能により、調査断面附近においては、比較的に有利な条件で水の供給が得られるものと推定される。

4. 調査断面の西南方三野の岡山市現上水道水源が伏流 $0.31 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、倉敷レーヨン株式会社工場水道が $0.14 \text{ m}^3/\text{sec}$ を集水しており、このうち後者は表流の混入や著しいとはいえ、現在の量的にはほぼ好条件であり、この2施設程度の揚水施設は全断面についてなお3~4カ所程度は可能であるようにみられる。

5. 上述既利用施設の揚水量のほか、岡山市内の地下水利用量および高島村方向に向う透水部への供給水量を考慮すると、最小限度 $0.8 \text{ m}^3/\text{sec}$ の保全が必要であり、特に高島村の場合には水位の低下、自噴の停止などが問題になる点を考慮しなければならない。調査断面上流側岡山市中原および下原における灌漑用・飲用既設井群に対しては、夏季の用水位は水位の上昇分之間に合うものとしても、飲用水量については、井水位の低下の起らないよう考慮しなければならない。

6. 地域調査に際して示したように、調査断面上流部についての水文学的試算によると、 $3.76 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度の地下流動量が調査断面附近において期待される。

7. 実際の揚水施設においては、伏流水以外に表流水の吸引が生じるので、渇水量 $12 \sim 13 \text{ m}^3/\text{sec}$ の中の一部をも期待できる。

8. 実際集水可能量は、一般に実際の賦存地下水量の50%以下と見込まなければならない。

5. 結 論

1. 以上の結果により、調査断面全体に亘る通過可能水量は $3.5 \sim 4 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度、既利用施設の揚水量および断面下流部に対する供給水量を除いて実際集水可能量を50%とすれば、 $1.1 \sim 1.3 \text{ m}^3/\text{sec}$ と推定される。

2. その集水適地は、a. 断面における透水性の関係からはボーリング孔6, 3および2号の附近が、またb. 水位・水温などの条件からは、ボーリング孔6および3の附近が、c. さらに地表条件および附近ないし下流側に対する影響を考慮すれば、ボーリング孔5~6附近が、

あるいはその南側より百間川敷分岐点に至る地帯が適当の候補地であると判断される。

3. 集水施設は直径の大なる堅堀井戸が好ましい。

例えば B-5 附近に径 5 m, 深さ 6 m の井戸底のみから湧出するような井戸を施設する場合の湧出量および水位降下を計算すると, ボーリングからえた試料の篩分析の結果より, 粒径 1 mm 以下のものが移動を起さない範囲内における湧出量は, $0.06\text{m}^3/\text{sec}$ ($5.200\text{m}^3/\text{d}$), となり, また透水係数 $0.006\text{m}/\text{sec}$ を与えれば, 水位降下は 1 m と算定される。

(昭和 27 年 2 月～昭和 28 年 2 月調査)

参 考 文 献

1. 吉田 弥 七: 水源としての地下水の利用に就いて
土木学会誌 Vol. 17. No. 6, 1931
2. L. K. Wenzel: Methods for determining permeability of water-bearing materials with special reference to discharging-well methods. W. S. P. No. 887, 1942
3. C. F. Tolman: Ground Water. 1937
4. 酒井軍治郎: 地下水調査法, 1950
5. 岡山市岡南基地工業用水調査報告書および岡山市大原・西高月村牟佐附近地下水調査報告書, 日本国土開発株式会社 1952
6. 岡山県南工業用水源地域調査報告, 地質調査所月報 Vol. 4. No. 6, 1953