

兵庫縣東播地域加古川下流平野部工業用水源調査報告

藏田 延男* 森 和 雄*

Résumé

On the Investigation of the Groundwater for Fabric Industry
of Kakogawa District, Hyōgo Prefecture

by

Nobuo Kurata & Kazuo Mori

Consumptive quantity of water for fabric industry in these district amounts to 140,000 m³ a day, 36 percent of the groundwater being supplied.

Some of the surface water from the River Kako permeates down to the river bed at the upper stream and supplies the free water in the Kakogawa Plain.

Confined water mainly supplied from diluvial gravel bed is profitable source so far as over-pumping does not occur.

On the whole, groundwater in these districts should be ingeniously utilized in the limit of 80,000-90,000 m³ a day.

要 約

1) 兵庫県庁の申請に基づき東播地域加古川下流平野部の工業用水源確保を目的とする水調査を行った。

2) 工業用水使用量は 140,000 m³/日、地下水依存度 36%であるが、将来も自由面地下水 3、被圧面地下水 7 の程度の割合で地下水を利用して行くことが予想される。

3) 加古川縦断方向の表流流量変化の測定によると、加古川市日岡山地先の上流側においては比較的多量の伏流の存在が推定できるが、日岡山地先より下流に向つては表流が地下水に転化していることを示すような結果は認められなかつた。

4) 下流平野部一円に亘つて、既設井の調査を行い、水比抵抗法により地下水の流動状態を明らかにした。

5) 日岡山地先の調査断面の河床下通過可能水量は意外に小さく、そのほかの供給源からの供給量も含めて、下流平野部における自由面地下水利用可能量は、最大限 30,000~40,000 m³/日程度と推定される。

6) 被圧面地下水は加古川の比較的上流側あるいは播磨層の露出している台地の雨水が滲透して供給されるものと推定されるが、深度 130 m 未満の収水層では 1,800 m³/日以下、また 150 m 以上の深部の収水層では、1,300 m³/日以下に揚水量を抑制して利用すべきである。

7) 加古川左岸平野部では自由面地下水・被圧面地下水を合せて、最大限 80,000~90,000 m³/日程度の利用がなお可能であるが、特に被圧面地下水に対する鑿井に際しては、その位置・間隔・揚水規模等について計画的な調整をはかることが必要である。

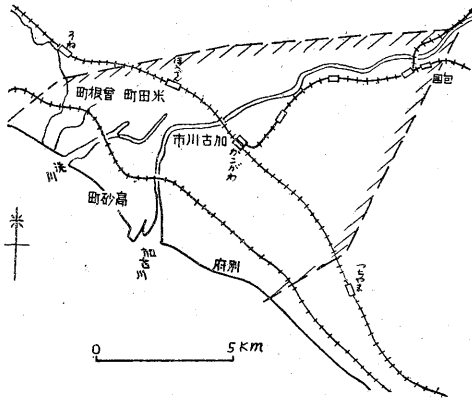
1. 緒 言

兵庫県下西播地域工業用水源地域調査の進捗に伴ない、深部帯水層を明らかにする必要から、その東側隣接地域の東播一円に分布している播磨層および明石層中の被圧面地下水について、昭和 27 年以來若干の調査を進めていた。

しかるにたまたまその地域内西部に、集水面積 1,850 km² の加古川があり、この水系の水が加古川市と播磨上水道組合の上水源、日本毛織 2 工場と高砂町一円の臨海工業地帯の工場用水源等を主体として、すでにかなり高度に利用されており、しかも高砂港を中心として考慮されている播磨工業基地整備計画の将来の進展を期待すれば、水資源の保全、用水源の合理的管理等水に関連した一連の問題は、地方行政面において強力にとりあげられる必要に迫られる地域と考えられるので、兵庫県の要望に応じ、昭和 28 年度受託調査として、地域調査を加味した地点調査の形式により、地下水源に関連する総合的調査を行った。ときあたかも加古川市臨海部には近江絹糸紡績株式会社の化纖工場新設の工事がはじまつており、望ましい量と質の工業用水を確保するとともに、い

* 地質部

兵庫縣依頼調査、発表許可昭和 29 年 10 月



第1図 調査範囲

かにして水源の枯渇を阻止するかということ、本地域としてもきわめて重要な問題であるので、調査の最終結論を出すにはなお若干の検討を要するが、とりあえず兵庫県庁の承認を得て本報告にとりまとめ参考供する次第である。

なお野外調査作業に当り、特別の御協力をいただいた姫路工業大学岸田孝蔵助教授および加古川市水道課の方々に厚く御礼申し上げます。

2. 調査の規模

東播地域全体の概要は西播地域調査に関連し、兵庫県の熱心な協力により27年度以来調査を行っていたのであるが、昭和29年2月

- 1) 加古川下流平野部水露頭約480点につき、水比抵抗・水温その他の測定を行い、地下水流動状態、特に加古川表流水との関連について調査を進めるとともに
- 2) 加古川表流について、5断面の流量測定を行い、縦断方向の流量変化を求め、
- 3) 電探12測点により、平野部地下地質の連続性の概略を知り、
- 4) 既存深井戸に関する資料のとりまとめにより、帯水層の透水性に関連する被圧面地下水の地域的特徴を明らかにし、
- 5) 加古川市日岡山地先加古川敷に調査断面を設け、電探13測点によりその地下透水断面を推定し、次いで3月に入り現地側岸田孝蔵氏に依頼して、
- 6) 調査断面上に2カ所の試掘を行い、揚水試験により表層透水係数を求め、基底流動量の推算を行い、
- 7) 以上の結果を総合して、水の需給の関係を検討したのである。

調査の規模は以上のものであつて、予定した調査断面上の試掘が経費の関係上でできなかったため、下流平野部

への地下水供給量についてはなお検討の余地が少なくないが、地域調査の段階としては充分と思われる。これと別に岸田孝蔵氏が兵庫県南基盤地質調査の一環として、特に播磨層(地下水涵養面積を考慮する場合関係が深い)を精査中であり、さらに加古川水系地域内35カ所における地下水位継年観測第2年次分が実施されている。これらについてはまた別にとりまとめる予定である。なお工場用水使用状況その他東播地域全般についての概要は、兵庫県播磨地域工業用水源調査報告水理地質篇および基礎地質篇(1953, 兵庫県)を参照願いたい(50,000分の1地形図高砂あるいは25,000分の1地形図加古川および三木参照)。

3. 水利用の現況

加古川の表流水は美囊川との合流点より下流側において、加古川堰堤による播磨上水道町村組合の最大取水量 $3.6\text{ m}^3/\text{秒}$ (130個)を含め、合計 $8.7\text{ m}^3/\text{秒}$ (313.5個)の水利権をもっている。美囊川合流点直下の加古郡八幡村宗佐地先の昭和14年より同20年までの期間における流量観測の結果は第1表のようであつて、もし農業用水の使用限界を平水と低水との中間の水量で見込むとすれば、こゝでも他の西日本の多くの河川と同様、もはやこれ以上に取水できる余裕は考えられない。

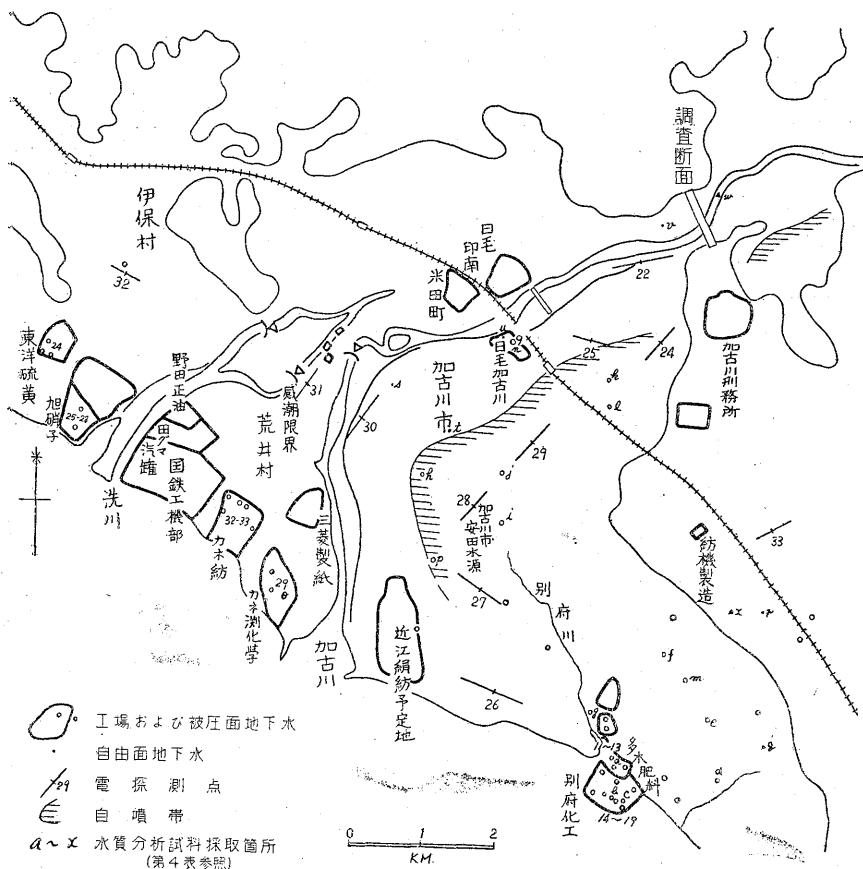
第1表 加古川井の口流量観測結果

	最大水量	平水量	低水量	濁水量	最小水量	年平均水量
昭和14年	250.39	13.34	9.37	5.21	4.29	18.19
15年	193.45	16.96	10.10	5.29	1.07	25.88
16年	798.50	27.78	15.47	6.93	5.11	66.13
17年	1,268.72	29.98	21.20	15.38	14.68	53.49
18年	602.24	11.11	4.63	1.14	0.76	29.70
19年	114.95	13.81	8.74	1.65	1.43	22.29
20年	174.89	9.35	—	—	3.00	—
24年	815.02	31.72	15.30	4.61	2.43	62.91

加古郡上荘村井の口(流域面積 $1,771\text{ km}^2$)における昭和14~20年および24年度分
単位 $\text{m}^3/\text{秒}$

したがって地下水は広く利用されており、播磨上水道組合の給水圏と加古川刑務所とを除けば、一般民家および主要施設のほとんど全部が、深淺それぞれの地下水に依存している状態である。その使用水量の概要を第2表に示した。

特に日本毛織加古川および印南両工場では、直径18~30mの集水池を設け、12~16吋管で表流の滲透水を直接吸い上げている。また別府化学工場構内の深井戸群は臨海部に位置しているにもかかわらず、井戸ごとの収水



第2図 加古川下流平野部總覽図
第2表 加古川下流平野部使用水量 (最大日量)*

	水源位置あるいは所有者		備 考		水源位置あるいは所有者		備 考
	表流	地下水			表流	地下水	
	取水量 m ³ /日	集水量 m ³ /日			取水量 m ³ /日	集水量 m ³ /日	
左 岸 地 区	加古川市中津上水源		1,500	浅井戸			
	加古川市刑務所	220		支流曇川	150,000		m ³ /日 農業用48,000 上水 14,000 "
	加古川市東部中学校外		150		日本毛織印南工場	7,800	工水 88,200 "
	日本毛織加古川工場		6,000	浅井戸 非常用6,500m ³ /日	鐘ヶ淵紡績高砂工場	9,500	主に浅井戸 夏季増加分4,500 m ³ を含む
	加古川市尾の上上水源		300		国鉄高砂工場	**	
	紡機製造加古川工場		150	疑わしい水量	鐘ヶ淵化学高砂工場	**	4,000
	インプレス製造土山工場		70		旭硝子伊保工場	**	200
	別府化学		8,600	別に海水 3,000m ³ /時	東洋硫黄		350
	多木肥料		3,600	" 600m ³ /時	三菱製紙高砂工場	24,000	** 4,800
	播磨製紙			不明	タオル・染色・晒の小工場および一般家庭用		2,000
	灌漑用水源		8,000	夏季の推定値			
	一般家庭用		3,500	35,000人, 100L/日 としての推定			
	合 計	220	31,870		合 計	170,000	28,650

* 加古川堰堤による表流と被圧面井戸による以外の農業用水は含まれていない。
** 播磨上水道町村組合により供給されている。

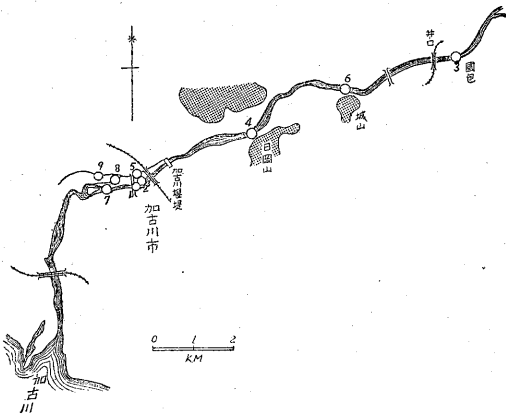
層の選択宜しきを得て、従来は比較的良好な水源であつた。また鐘ヶ淵紡績の温調用深井戸群も、その位置、地質条件の割合には良好な湧出状態を示している。

播磨層および明石層中の被圧面地下水の利用カ所数は、本調査地域内では36を算えるが、その揚水総量は15,000 m³/日、夏季最盛時にあつて28,000 m³/日程度で、その比較的広くかつ厚く分布する帯水層の規模から推測すれば、まだ相当量の揚水を期待できるように思われる。

4. 加古川の表流流量

加古郡上荘村井の口(同村国包の対岸)における流量観測結果は、第1表に示す通りで、加古川の表流の年流出総量は平均1,255×10⁶m³となり、同集水面積に対する降雨総量2,500×10⁶m³の約50%に相当する。

これより下流部における表流縦断方向の水量変化を検討する目的で、エクマンメルツ流速計を使用し、第3図に示したような地点において、それぞれ断面流量の測定を行つた。その結果は第3表に示してある。



第3図 加古川表流流量測定位置図

これによると測定条件のやゝ不良な第2日目(2月24日)測定断面No.6が目立つて多い以外には、上流より下流に向い顕著な流量変化は認められない。この調査当時は冬季流量としては異常に豊富であり、この測定結果の取扱いに腐心していたが、その後29年夏の渇水期に当り、兵庫県庁耕地課において2回に亘つて同様な流量変化の測定が行われた。この測定断面は第3図に示した地点と多少ずれているが、最寄りの断面にあてはめて概略の数値を示すと第3表に附記したようになる。この結果によると、日岡山地先より下流側では顕著な流量の増減は認められないが、井の口・日岡山地先の間、すなわち断面6付近にあつて、井の口あるいは日岡山地

第3表 加古川表流流量測定結果

断面番号(第3図参照)	昭和29年冬季調査 当時の測定流量 (2月23・24日) m ³ /秒	昭和29年夏季兵庫県庁 耕地課の測定流量 (8月17日) m ³ /秒
1	(測定失敗)	—
2	18.496 (2月23日)	1.93(上流播磨水道取入前) 4.13
3	21.238 "	5.96(1,200m上流において) 6.87
4	21.050 "	6.30(上流右岸農業用水) 3.3取入前
5	3.173 "	—
6	29.622 (2月24日)	3.96(上流1,200mにおいて) 2.90
7	19.323 "	—
8	2.400 "	—
9	0.783 "	—

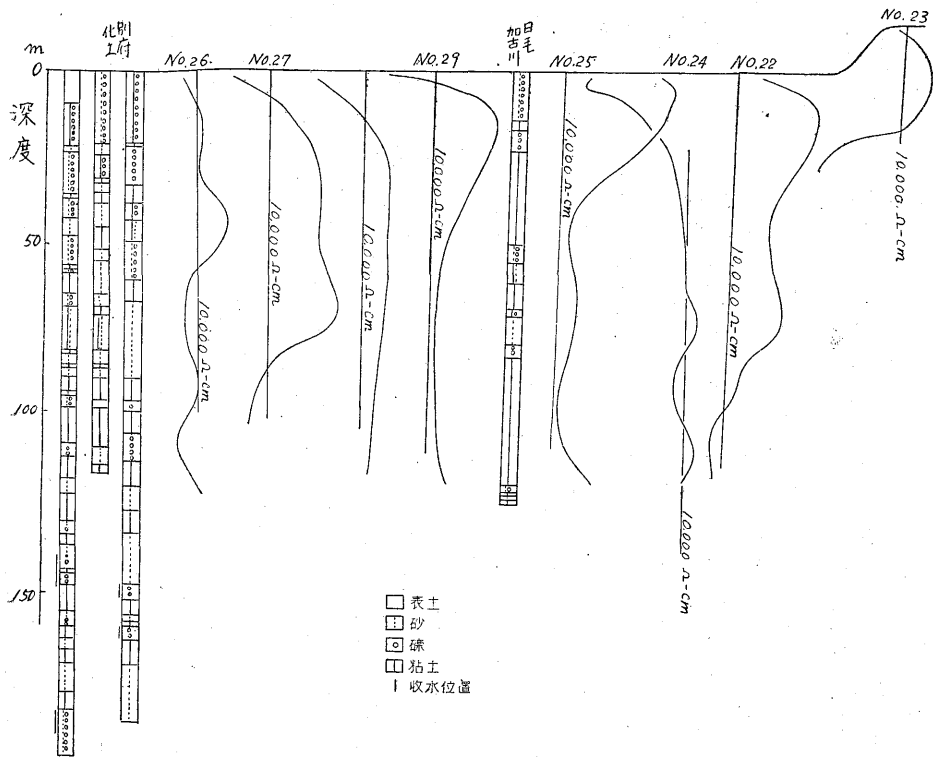
先の流量(これは概略等しい)の35~50%以上(2~3m³/秒の流量)の減少が示されている。この区間は河況および兩岸の地下水理より推定して伏流あるいはそれに近い地下水が比較的豊富に存在することが予期できるところであり、県庁実施の測定結果がむしろこの傾向を示しているものと考えられる。

要するに井の口・日岡山地先の間で表流のうちかなりの流量が伏流あるいはそれに近い地下水として一度転化し、日岡山地先附近ではこれらがふたたび表流に再現しており、それより下流側に向つてはもはやほとんど著しい減少を示さず、むしろ全体としてみれば兩岸地下水の供給を受けるような傾向にあることが察知できる。

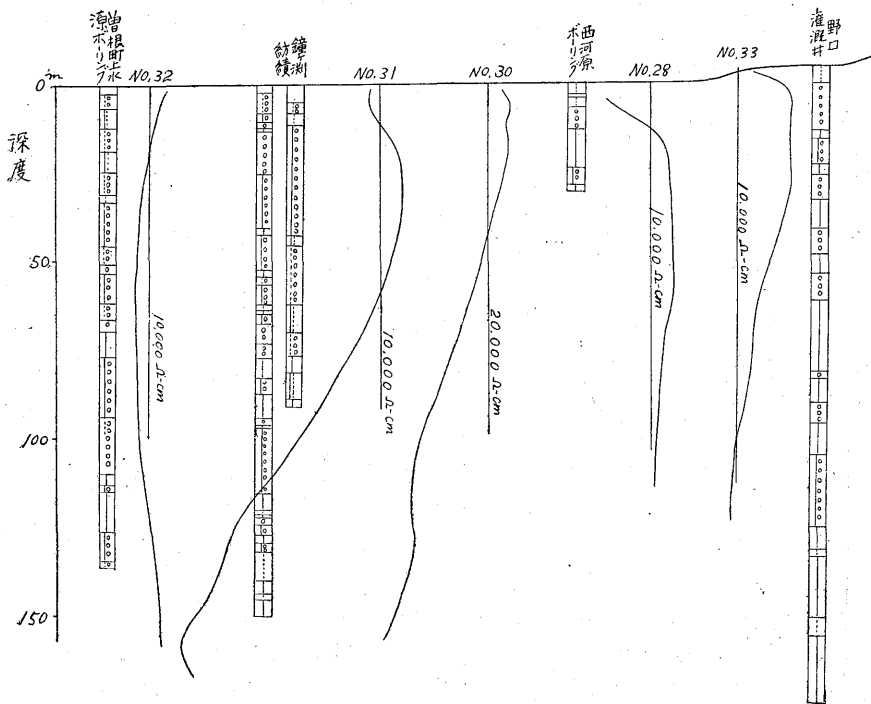
5. 水理地質の概要

集水面積1,850 km²の加古川は、調査地域の北東より南西に向つて流れ、その右岸は石英斑岩あるいは石英粗面岩と凝灰岩とが、不規則な分布の岩盤山地を形成している。これらの岩盤山地の一部は左岸にも現われるが、こゝでは、この上に粘土質砂礫層を主体とする播磨層(洪積統)が重なり、同層は南東方に厚く分布し、この下位にさらに明石層(鮮新—洪積統)および神戸層(中新統)が分布している。

加古川左岸の加古川市内の低地部では、沖積層の厚さは20~30 mまでで、この下位に播磨層が厚さ50~60 m程度で分布している。したがつて約80 m以下の深部は明石層に相当する部分であり、播磨層と明石層との境界面は、既存鑿井地質試料によると、1/100~1/150の勾配で西あるいは北西に向つて傾いている。岸田孝蔵氏によれば、別府化学の鑿井地質試料では、深度180 m前後から以下が神戸層に相当するものと判断されており、も



第4図 臨海部より台地に向う N-S 方向の断面に沿う既設井柱状地質および電探による層比抵抗の変化



第5図 NW-SE 方向の断面に沿う既設井柱状地質および電探による層比抵抗の変化(凡例第4図に同じ)

しこの判断に誤りがなければ、東方明石市二見町海岸の神戸層の露頭との関係より推定して、明石層と神戸層との境界面もまた上述の勾配と同じ程度の勾配を示して北西方に傾いていることとなる。

日岡山より南方に向い、加古川市尾の上附近の臨海部に至る間に、ギッシルニーによる電探8測点を設けて計測した結果、および附近既設井の柱状地質断面とを第4図に示す。播磨層相当部は比較的一様な層比抵抗を示し、明石層(砂礫層および粘土層、ともにやゝ硬い)相当部の層比抵抗は少し高くなる傾向を示している。

また加古川市野口附近より同安田・友沢・荒井村小松原を経て曾根町東方地点を結ぶ加古川横断方向(NW-SE)に計測した5測点の結果および附近既設井の柱状地質断面を第5図に示す。これよりみれば、加古川右岸に至ると、層比抵抗は著しく低くなるのが判る。地下水には塩水の侵水がかなり明瞭に認められるのであるが、また井戸湧出能力も左岸一円に比較すれば一段と低く(本文第9節参照)、加古川の旧分流の洗川川敷附近を境界として、水理地質的にかなり急激な変化があるものと推定される。この点について現在岸田孝蔵氏のもので地質構造上の検討が行われているが、あるいは構造上の脆弱部に特に塩水の侵入が強生している可能性もある。また左岸日岡山南方に連なる自噴井の分布限界(自噴帯の西縁)もこの地質構造と何らかの関係を有するかも知れない。いままでに岸田孝蔵氏の作製した東播地域の $1/25,000$ 地質図によれば、播磨層の地上に露出している区域は、その面積 180 km^2 程度で、この附近の平均降雨量 $1,150\text{ mm}$ を乗ずれば年間集水量 $207 \times 10^6\text{ m}^3$ 、1日当り $567,000\text{ m}^3$ の水量となる。この何%かが地下に滲透し、地下水、特に深層における被圧面地下水を涵養するかは容易に明らかにはなし得ない。しかし播磨層の形成する台地部は 70 km^2 に亘り、農業用溜池の分布する密度が本邦で最も高いところであり、蒸発失散水量も大きい、一方において水田とともにその滲透により失われる水量もあり、特に浅層部・深層部を隔離する厚い粘土質堆積層も広くは分布しておらず、さらに大きな排水河川もない状況より推定して、相当程度の地下深部への滲透が行われているとみななければならぬ。

加古川下流平野部の浅い自由面地下水の一半の供給源となつているものは、美嚢川合流点より下流にあつて、本流川敷に滲透・供給される伏流と考えられるが、これらは加古川市日岡山地先附近まで、基盤岩の比較的浅く存在する谷部沿いに、厚さ $4\sim 5\text{ m}$ の砂礫層中を流動していると推定される。表流の下流側へ向つての減少と、その伏没する水量の割合には日岡山地先附近で伏流量を多量に期待できない点等とを併せ考えれば播磨層中へ

の相当量の供給も予想できる。

6. 地下水の流動状態

6.1 自由面地下水

播磨層で形成されている台地部を除く加古川下流平野部一円について、表流、浅井戸等の水露頭450測点について、水比抵抗・水温および一部分水中溶存成分について測定あるいは分析を行つた。

水比抵抗の測定結果から、その等値線図を求めると第6図のようにまとめられる。第6図から加古川流域の自由面地下水の流動状態について、およそ次のような事実を指摘できる。

1) 加古川の表流水は、加古郡八幡村国包地先より一部分滲透し、川敷下の伏流となつて、加古川市日岡山地先の基盤岩の狭窄部に達し、こゝから下流に向い両岸の沖積層中に、舌状形をなして滲透して行く。しかし左岸および右岸いずれにおいても遠くまで到達するほどの強力な透水部ではない。

2) 左岸加古川市街地は、集落一都市汚染地帯として水比抵抗等値線を著しく乱しているようである(第6図には測定値のまま示してあるが、加古川市街地のところの等値線は、汚染を受けけない原水の状態ではおそらく加古川敷の方にくぼまないであろう)。

3) 国鉄山陽線鉄橋より下流側では、右岸側米田町米田、古新附近にやゝ強力な滲透部がある。その対岸加古川市河原、友沢附近にも備後・今福附近にかけてのびる透水部があるが、直接表流との関係はなさそうである。

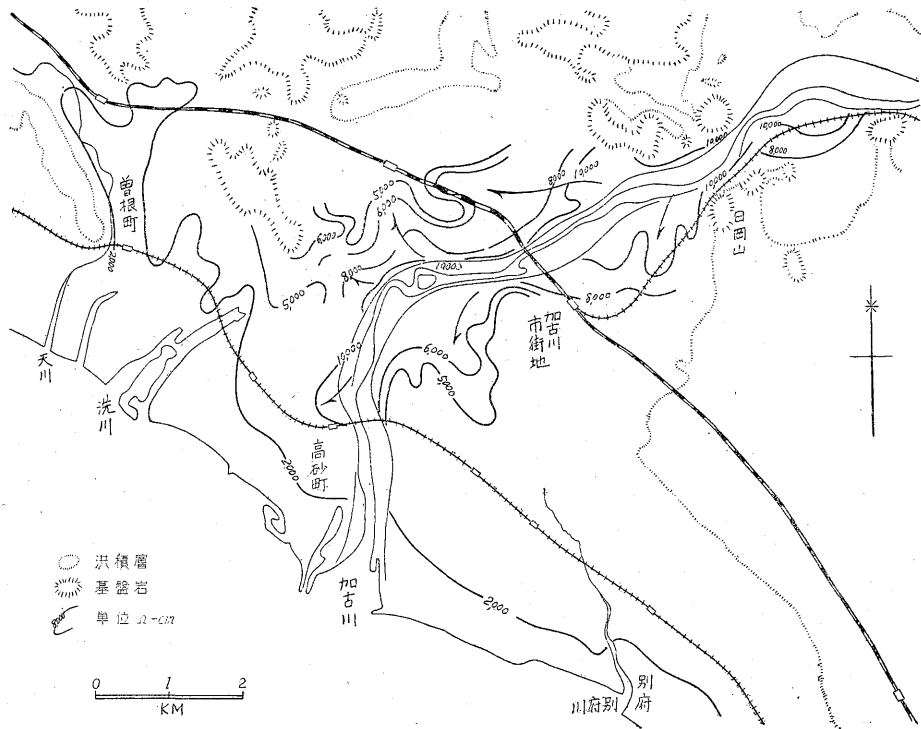
4) 洗川川敷には顕著な伏流～地下水の流動は推定されない。

5) 加古川市別府附近より加古川下流部を通過し、高砂町・荒井村・伊保村を経て阿彌陀村にかけて、西方に至るほど内陸側に寄つた線(第6図の $2,000\ \Omega\text{-cm}$ の等値線)以南の臨海部では、全体として塩水侵入の度合いが高い。

6.2 被圧面地下水

加古川下流平野部における被圧面井戸35について測定および分析を行つた。水比抵抗は臨海部の一部および洗川右岸を除けば、左岸はほとんど全部 $12,000\sim 16,000\ \Omega\text{-cm}$ の値を示している。平野部の被圧面地下水の供給源に一応近いと考えられる加古川市東部およびその東方の播磨層より形成されている台地上の被圧面井戸の水は、 $13,000\sim 23,000\ \Omega\text{-cm}$ 程度であり、調査当時地域内の加古川の表流の水比抵抗が $26,000\sim 23,000\ \Omega\text{-cm}$ なので、上流部での表流水の播磨層中への供給が一応考えられる関係にある。

台地部の浅い自由面井戸の水比抵抗は、平野部より全



第6図 加古川下流平野部自由面地下水比抵抗等値線

体としては高い値のようであるが、合地部の被圧面井戸の水比抵抗が平野部のそれに比較して著しい変化なく、また平野部における被圧面井戸の水比抵抗の計測結果はむしろ不規則な値の分布を示し、顕著な一定方向への増減を示していない。したがって合地部でも直上の降雨の深層部への滲透は有力なものではなく、むしろ被圧面地下水の主要な供給源は加古川およびその他の表流の比較的上流地帯にあるものと推定される。

7. 水質的地域的特徴

地域内の水露頭38点のうち表流1、自由面地下水を収水する浅井戸6、被圧面地下水を収水する深井戸16についての分析結果を第4表に示した。

これらの分析結果によれば、地域全体として酸性を呈し、特に浅井戸の場合にその傾向が強い。硫酸もまた浅井戸にやゝ顕著に認められる。鐘ヶ淵紡績の浅井戸を除いてクロールの含有量は一般に少ない。

Ca/mg は加古川の表流水で3.6、自由面地下水21点が0.6~7.0で平均2.5を示し、被圧面地下水16点が1.3~2.9で平均1.9を示している。

8. 調査断面における調査結果

8.1 電探による調査

調査断面を加古川市日岡山西端と、加古川を挟んでその対岸平荘村池尻とを結ぶ線上に設定した。調査断面の長さは600mで、その $\frac{2}{3}$ は川敷および流水域であり、両側の基盤岩の概要は第7図に示した通りである。岩盤露出部を含め、メガーによる電探13測点を計測し、第8図に示すような地質断面を推定した。その結果推定された砂礫質透水断面として、地下水面(地下水位1m)下 $1,800\text{m}^2$ を得た。

8.2 揚水試験による調査

第8図に示した2カ所に1m角の掘鑿を行い、No.1は水位1m、水深2.4m、No.2は水位約1m、水深1.9mの試験井を設け、回復法およびフォルヒハイマー法により透水係数を求め、No.1で 0.0102m/秒 、No.2で 0.016m/秒 の係数を得た^{註1)}。地下水面の勾配を調査全断面について、上流より下流に向うものとし、平均勾配 $\frac{1}{600}$ を用い、透水係数を平均 0.013m/秒 として透水断面通過可能水量を試算すれば、 $0.04\text{m}^3/\text{秒}$ 弱となる。

9. 被圧面井戸の揚水規模

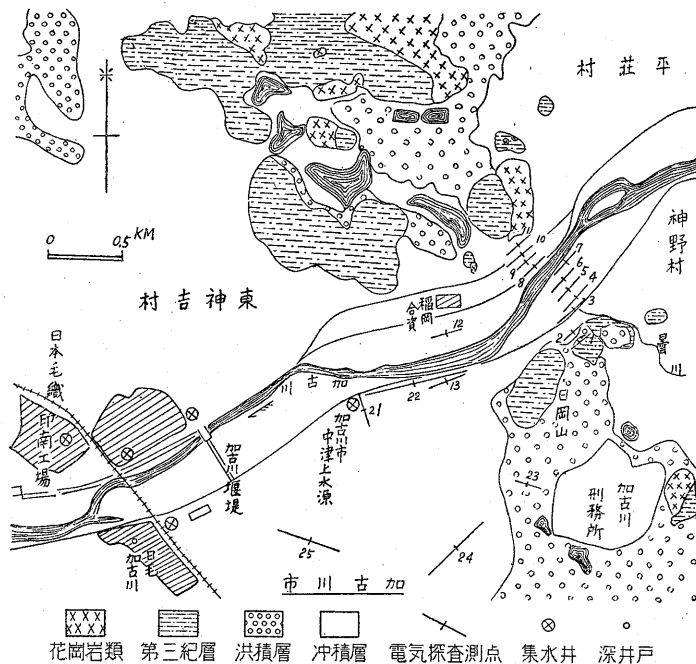
加古川流域にある既設の工場用被圧面井戸水源のうち

註1) 調査断面より1,150m下流の加古川左岸に当る加古川市中津上水源井(水位3m±、井深7.5m、径4m、粘土層上0.5mに止まる)の透水係数は同様にして求めて、 0.095m/秒 を得た。

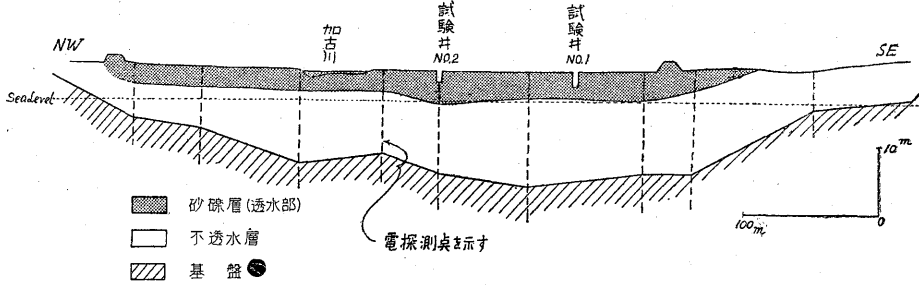
第4表 加古川下流平野部における水質

	採水箇所	水源 種別	深度	水温 °C	pH	Free CO ₂	HCO ₃ ⁻¹	Cl ⁻¹	SO ₄ ⁻²	NH ₄ ⁺¹	P	NO ₂ ⁻¹	Ca ⁺²	Mg ⁺²
a	阿閉町 多木肥料 K.K.No.3	深井	130	16.1	6.5	8.6	36.6	11.9	1	tr.	0.02	0.00	5.2	3.7
b	" 別府化学 K.K.No.2	"	113	17.2	6.9	7.5	38.4	10.6	5	0.0	0.00	tr.	5.4	4.4
c	" " No.8	"	207	20.3	7.1	6.4	67.3	4.9	0	0.0	tr.	0.00	6.7	4.9
d	" 本荘小学校	"	—	—	6.6	9.0	26.7	18.7	1	0.0	0.01	0.00	5.0	3.5
e	" 吉田	"	—	—	6.3	23.7	30.3	33.2	7	0.0	0.00	0.00	10.0	5.9
f	加古川市 中野	"	40	10.3	6.0	8.3	20.3	26.6	1	0.0	tr.	0.00	4.0	2.2
g	" 別府	"	45	—	6.9	4.6	31.0	16.6	8	0.0	0.01	0.00	8.3	3.7
h	" 南備後	"	27	14.0	7.1	5.5	66.0	8.5	>15	0.0	0.02	0.06	10.0	5.1
i	" 安田 近江絹糸 K.K. 試掘井	"	36	—	7.1	6.8	62.0	9.1	3	0.0	0.04	tr.	8.6	4.5
j	" 北在家	"	24	13.3	6.5	11.4	33.0	14.0	1	tr.	0.04	0.03	6.0	2.7
k	" 東溝の口	"	33	—	6.9	4.4	39.8	9.3	0	0.0	0.09	tr.	6.1	3.6
l	" 間形	"	—	—	6.7	6.5	30.3	15.9	0	tr.	0.02	0.00	6.1	2.8
m	" 中野	"	38	12.2	6.3	10.5	27.6	19.1	0	0.2	tr.	tr.	7.1	2.6
n	" 日毛 K.K. 加古川 工場	"	121	19.0	7.3	5.2	106.3	6.7	2	0.1	tr.	0.82	18.4	4.7
o	高砂町 鐘化 K.K. 高砂工場	"	151	—	6.9	11.6	51.3	804.5	>15	0.4	0.00	0.00	87.5	65.8
p	加古川市 尾上 農協組合	"	76	—	—	176.6	53.1	48.9	—	—	—	—	26.7	16.2
q	阿閉町 大中	浅井	—	—	6.7	17.3	41.6	16.3	1	tr.	0.02	0.06	7.3	4.9
r	加古川市 西谷小学校	深井	—	13.8	5.9	13.6	17.2	19.8	>15	0.1	0.00	0.01	10.7	16.6
s	" 友沢	"	—	12.2	6.0	19.5	40.2	49.4	>15	tr.	0.04	0.02	24.4	9.5
t	" 備後, 加古川中学	"	—	—	6.7	19.0	53.8	19.8	>15	0.0	0.00	tr.	23.4	7.9
u	" 日毛 K.K. 加古川工場	"	—	19.5	6.9	7.8	44.5	13.6	8	0.0	0.02	0.05	15.4	4.0
v	平荘村 稲田染工場	"	—	—	6.4	6.6	23.9	15.0	9	0.0	0.01	0.01	12.1	2.1
w	加古川市 加古川	川	—	—	6.8	1.0	20.6	8.1	5	tr.	0.02	tr.	6.9	1.9
x	" 二俣大池	池	—	—	6.4	3.7	68.5	17.0	15	0.1	0.00	0.03	10.6	3.3

註 a,b,c.....の符号は第2図参照, 採水: 昭和29年2月17~23日, 分析: 同3月18日~4月4日
地質調査所技術部通商産業技官米谷宏の協力による, 単位: 深度, 水温, pHを除いてすべて mg/L



第7図 加古川市日岡山附近における基盤地質図(附電探測線)



第8図 加古川市日岡山地先加古川敷における地質調査断面図

第5表 加古川流域における工場用被圧面井戸の水位降下と揚水量(第9図参照)

Ns.	工場名	所在地	孔径 時	深度 m	自然 水位 m	揚水 水位 m	水位 降下 m	揚水量 m ³ /日	備考
1	神戸製鋼 K.K. 大久保工場	明石市大久保町	14	120	2.4	3.30	0.90	1,800	
2			14	120	2.12	2.73	0.61	900	
3	日本綿業 K.K.	明石市魚往町	5	106	9.8	15.8	6.0	540	
4	柴田ゴム業 K.K.	"	10	91	自	噴		900	
5	インプレス製造 K.K.	加古川市平岡町	6	91	2.7	6.0	3.3	573	
6		加古川市野口	12	180	4.50	16.0	11.5	2,700	a.s.l. 16 m
7	農業短大	加古川市平岡町	8	151	8.0	12.0	4.0	1,440	" 22 m
8		"	12	151	2.0	13.0	11.0	1,800	" 21 m
9	日本毛織 K.K. 加古川工場	加古川市	4	122			5.7	900	自噴高約 1 m 揚水試験井
10	近江絹糸紡績 K.K.	加古川市安田	16		自	噴	8.8	2,300	
11	K.K. 多木製肥所	加古川市別府町	14	130	15	20	5.0	1,800	
12	"	"	12	120			6.0	1,800	
13	"	"	12	150			6.0	1,800	
14	別府化学工業 K.K.	加古川市阿閉町	12	190	3.3	10	6.7	1,320	
15	"	"	12	121	2.4	10	7.6	1,200	
16	"	"	14	173	3.2	10	6.8	1,440	
17	"	"	12	105	2.4	10	7.6	600	
18	"	"	14	191	3.5	10	6.5	870	
19	"	"	12	117	2.6	10	7.4	1,200	
20		加古川市古田	12	151	0	7	7.0	2,160	
21		" 二俣	12	142	3.0	12	9.0	1,800	
22	鐘ヶ淵紡績 K.K. 高砂工場	加古郡高砂町	12	40	3.0	9.0	6.0	2,740	
23	"	"	10~12	121, 255	4.5	7.5	3.0	1,000	
24	東洋硫黄工業 K.K.	印南郡曾根町	12	136	13.6	18.2	4.6	1,440	
25	旭硝子 K.K.	印南郡伊保町	8	—	1.4	12.1	10.7	200	
26	"	"	12	100	4.5	12.1	7.6	270	
27	"	"	12	152	2.5	10.5	8.0	430	
28	"	"	12	99	2.6	6.5	3.9	145	
29	鐘ヶ淵化学 K.K. 高砂工場	加古郡高砂町	12	136	5.0	11.0	6.0	4,700	*

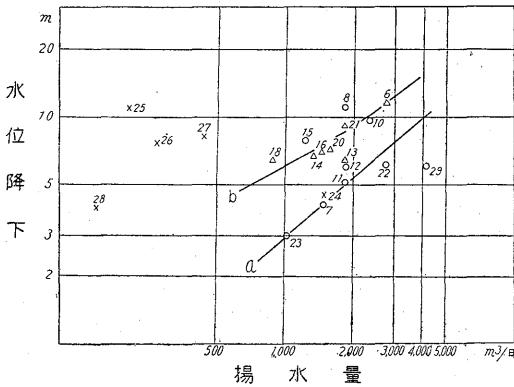
* 鐘ヶ淵化学 K.K. 高砂工場の場合は水比抵抗 200 Ω-cm 台で海水の吸引が大半を占めているため揚水量が大きい。なお表に示してある深度は井戸完成深度であり、収水深度ではない。

水位降下と揚水量との関係についてまとめ得られた結果は第5表および第9図に示した通りである。

第9図によれば、深度 130 m 以浅で収水している場合、すなわち地質的に播磨層および明石層上半部より収水している場合は、深度 150 m 以深で収水している場合、すなわち明石層下半部より収水している場合に比較して、一般に有利な揚水条件にあるということが出来る。しかも東部地区ほど揚水量の割合に水位降下量が小さく、西部に移るに伴ない、水位降下量が大きくなる傾向が認められる。特に加古川右岸印南郡にあつては被圧

面井戸の揚水量に対する水位降下量は著しく大きくなっている。たゞ加古川河口に近い高砂町臨海部附近では、海水の滲透、供給を受けており、そのために比較的大きい揚水量が示されている。

全体としてみると、第9図にも示されているように、播磨層および明石層上部より収水する 130 m 以浅の場合には、最大限 2,000 m³/日 (水位降下 5.5 m 程度) に多少の安全率を見積り、1,800 m³/日 (水位降下 5.0 m) を1本の井戸の揚水規模の限界とし、また明石層下半より収水する 150 m 以深の場合には、最大限 1,500 m³/日



第9図 加古川市下流平野部被壓面井戸の水位降下と揚水量との関係(第5表参照)

(水位降下7.5m程度)に安全率を見積つて、1,300m³/日(水位降下6.5m)を同様揚水規模の限界として、被圧面井戸の利用を考慮すれば適当であろう。

井戸相互間の干渉については充分な資料がないが、別府化学工業および多木肥料両工場に集団をなして10余本の深井戸があり、全体として干渉し合っているにせよ600×600mの面積で10,000m³/日の水量が得られている。各井戸は水位降下6~7mで600~1,300m³/日の揚水量をうることができ、水質は珪酸含有量が25~55mg/Lで多い部類に属するが、クロール含有量は7~17mg/L、また固形物総量は100~150mg/Lの範囲内で、臨海部でありながら海水の混入はほとんど認められず、全体として非常によい条件で深井戸が工場用主水源として使われている。

加古川左岸地帯は自噴地帯であり、その収水層の地質学的性質からして、1井に余り多量の揚水を期待することはできないが、適当な揚水量を保ちさえすれば、平野部各地点においてなお相当量の揚水を計画することが可能である。

10. 結 論

——水源の開発および保全について——

日岡山地先の調査断面における調査は結論的に余りよい結果を示さなかつた。しかし河床下透水断面の通過可能水量は理論的なものであり、砂礫層中の水みちを伝うさらに大きい流動量が推定される。水抵抗の調査結果からみても相当量の伏流あるいはそれに近い地下水が予想されるのであるが、一方表流流量の測定結果からみればこの付近では新たに表流が地下水に転化して行く傾向はほとんど認められない。またこの断面の通過水量はそ

の通路となる砂礫層の分布、地下水流動状態の調査結果等からみて、調査断面下流側における被圧面地下水にはほとんど無関係で、加古川市北部および対岸東神吉村の自由面地下水の一部を供給しているにとどまっているようである。要するにその期待できる水量はかならずしも豊富でないから、もし現在計画中の高砂町の新水源以外に工業用水道水源を加古川の伏流に求めて計画を進める場合には、日岡山の調査断面位置より上流側に候補地を選定すべきである。下流平野部における自由面地下水は別に加古川より直接供給を受けている箇所もあり、一部分地表水を併呑しうる集水施設にすれば(この一部分は高砂町が捕集計画を推進中であるが)、なお若干の未利用分の開発が許されるであろう。しかし利用の現状をかん案すれば、平野部のみの自由面地下水利用限界は30,000~40,000m³/日をでることはあるまい。

これに比較して被圧面地下水は、その集水背面が大きく、また平野部における利用可能地帯も広範囲に亘るので(ただし土地の制約を受けない限り)、少なくとも加古川左岸で130m以浅の帯水層で収水し、水位降下5mまでで1,800m³/日、また150m以深の帯水層で収水し、水位降下6.5mまでで1,300m³/日程度を最大揚水規模とすれば、隣接井との距離をつとめて大きくとる限りなお50,000~60,000m³/日程度の揚水は可能である。しかし実際には土地入手の面で制約を受け、集団揚水となる公算が大きいため利用量はこれをかなり下廻る結果となる。

加古川右岸は水量の点は別としても、水質の点で地下水利用を積極的に推進することはすゝめられない。現在右岸過半部を除けば、本地域の深層地下水への塩水の混入はまだほとんど認められないし、また地質的に地盤沈下の起る可能性もきわめて小さい。

将来上水源を含め工業・農業各種の鑿井に際しては、水保全の面から、井戸相互の間隔、収水深度、揚水規模について、計画的、合理的に調整して行くことが最も大切である。
(昭和29年2月調査)

参 考 文 献

- 1) 鹿間時夫: 明石層群について、地質学雑誌, Vol. 43, No. 515, 1937
- 2) 地質調査所: 兵庫県播磨平野天然ガス調査報告書, 大阪駐在員事務所概査資料, No. 602
- 3) 兵庫県: 兵庫県播磨地域工業用水源調査報告(基礎地質篇および水理地質編), 1953