

広島県太田川水系工業用水源地域調査報告

本間 一郎* 比留川 貴** 岸 和男*** 野間 泰二***

Hydrogeological Investigation of the Water Resources in the
Ota River Basin, Hiroshima Prefecture

by

Ichirō Homma, Takashi Hirukawa,
Kazuo Kishi & Yasuji Noma

Abstract

There is the delta region of the Hiroshima city at the lower part of the Ota river.

At present, in this region the surface water is utilized for public and industrial water supply in the quantity amounting to 150,000 m³ per day, but the ground water for factories only 10,000 m³ per day.

The distribution of the aquifers in this delta region is considerably explained in detail by many boring data and the facies relation of the river sediments is detected by the electric prospecting.

The surface flow of the Ota river could not transform in large quantity to the ground water of the delta region.

With regard to the water quality, the surface water is rich in SiO₂ and poor in SO₄²⁻ and Ca²⁺, but the ground water in the delta region is generally rich in Cl⁻, SO₄²⁻ and Fe. Judging from the results of the writers' investigation, the surface flow of the Ota river should be utilized in a high degree in future.

要 旨

1) 太田川は流域面積 1,690 km² をもつ広島県下最大の河川であり、河口には代表的な三角洲を形成している。またその最小流量は、広島市戸坂付近で約 20 m³/sec であるが、その利用は農業用水以外にはごく少量しか用いられていない。とくに広島市およびその付近では国内最良の水質を有する太田川を擁しながら、工業の面では、あまり発展していない。

2) 調査地域内における工業用水使用量は、循環使用分を含めても、30,000 m³/day に達しない。

水源別取得量は、多量なものから順に地下水・上水道水・河川水および海水となっている。そのうち深井戸による地下水の取得量は、約 7,000 m³/day である。

3) 広島三角洲の地下地質は、砂礫と粘土との互層からなり、第 1 砂礫層は、自由面地下水、第 2 砂礫層以下は被圧面地下水の帯水層となっている。

4) 佐東町温井・八幡付近から古川沿いに安古市町付

近にかけて、南北に延びる透水性堆積物の分布が相当な深部にまで認められ、自由面地下水の透水帯となつている。この自由面地下水は太田川表流から供給されており、さらに下流側三角洲における被圧面地下水の供給源の一つともなつている。

5) 太田川水系の表流の水質は、きわめて溶存成分が少ないが、流域の地質がおもに花崗岩類からなるために Total SiO₂ に富む特徴を有している。下流流域の自由面地下水は、一般に Fe が多く、表流水に比較して溶存成分が増加している。三角洲地帯における被圧面地下水は、海水の混入によつて Cl⁻ が多く、混入の上限は山陽本線鉄橋上流付近まで達している。

1. 緒 言

瀬戸内海の沿岸は、自然的な立地条件に恵まれて紡績・化学などの諸工業が古くから繁栄してきた。そして広島県内でも呉市・大竹市は、それぞれ工業地帯として発展しているが、広島市は、わが国で第 1 級の良質を誇る太田川を擁しながら、工業の面では未開発地帯となつている。また一方太田川は、かんがい用水以外には、ほ

* 物理探査部
** 技術部
*** 地質部

とんど未利用の河川であつて、その流量が豊富なことは広島市のみでなく、その周辺の都市における都市用水、あるいは工業用水などの水源としても、きわめて重要な河川である。

この調査は、このような水資源を有する太田川の水分布の実態と、利用面における種々の問題を明らかにする目的で、昭和33年10月その下流流域における工業用水源調査を行なつた。

なお調査にあたり、地元広島県商工部・広島市水道局の絶大な御協力を賜り、予期以上の能率的な調査ができたこと、また広島大学豊田英義助教授・桑代勲氏に貴重な種々の御助言をいただいたことに対し厚く謝意を表する。

2. 調査の規模

調査範囲

第1図に示す範囲内、面積約100 km²

2万5千分の1地形図：広島・海田市・祇園・深川・毛木・可部

5万分の1地形図：加計・可部

野外調査時期

第1次 昭和33年10月23日～11月8日

第2次 昭和33年11月10日～11月15日

調査実績

水比抵抗・水温の測定 約400カ所

水質分析、表流および地下水 44カ所

電気探査 3測線 24測点

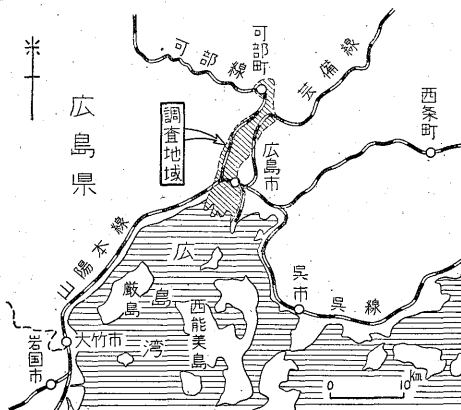
調査の対象となつた工場 17工場

収集したボーリング柱状図 約80本

調査員および野外作業の分担

第1次

蔵田 延男 調査の企画・とりまとめ



第1図 調査範囲図

本間 一郎 電気探査

比留川 貴 水質分析

岸 和男 井戸一般調査、工場調査

野間 泰二 井戸一般調査、地質調査

第2次

尾崎次男・茅山芳夫 水文測量、予備調査

3. 太田川とその水利用

3.1 太田川の概観

太田川は、おもに花崗岩・古生層などの古期岩類からなる中国脊稜山脈に源を發し、これらの地層を流下する途中諸支流を集めて広島市に至り、瀬戸内海に注いでいる。これらの諸支流は、この流域の地質構造および地形に支配され、いずれも北東-南西方向の流路をなしている。太田川本流の流路延長は110 km、流域面積は1,690 km²となつていて、県内最大の河川である。

調査地域内の山地は花崗岩地域特有の丘陵である。また各所に扇状地形がみられるが、可部町西方、灰川と根ノ谷川に挟まれた地区に多少広いのがある以外は、いずれもごく小規模のものである。沖積平野は、太田川・根ノ谷川・三篠川の合流点付近は狭く、城山付近の古川分流点から南側では平野の幅も約2 kmほどとなつて、こゝに大きな中洲が形成されている。支流安川が本流に合する付近で、ふたゝび兩岸の山が迫り、平野の幅も、1 km 足らずとなるが、そこから南方においては、急に海に向かって開けている。その付近から太田川は、猿猴川・京橋川・元安川・天満川・福島川などを分流し、代表的な三角洲を形成している。

3.2 太田川の水利用

太田川は、広島県にとつてきわめて重要な河川となつている。その太田川表流の涵養源となつている降水量は流域の上流部では年平均2,500 mm、下流部では1,500 mmに達しており、広島市戸坂地先での最少流量は、19.8 m³/secとなつている。また、太田川表流の水質は、とくにすぐれており、諸都市の上水道水源、工業用水源に利用されている。そのほか太田川の表流は可部町より上流では、おもに発電用に、下流では約45 km²のかんがい用に利用されている。

都市の上水道水源および工業用水源としては、太田川の表流および伏流は、現在およそ第1表のような規模で利用されている。

このうち安芸上水道は原水のまゝ、それぞれの都市の工業用に使用されている。

さらに太田川表流に依存する上水道の増設、および工業用水道の新設計画が進められている。この計画の概要は第2表のようであるが、完成後の太田川の表流および

第1表 太田川の上水道による工業給水

水道名	事業者名	取水地点	取水量 (m ³ /day)	工業用水充当量 (m ³ /day)	給水区域	水源
広島上水道	広島市	{ 広島市戸坂 " 原	60,000 60,000	— 8,500	広島市 府中町	表流
呉 "	呉市	" 戸坂	27,000	—	呉市	表流
安芸 "	安芸上水道組合	" "	7,500	4,500	府中・船越・海田・ 矢野・坂町	"
計			154,500	13,000		

第2表 太田川水系水道計画

用水別	水道名	計 画		料金 (円)	計画完成後の 総取水量 (m ³ /day)	
		新設	増設			
上水道	広島	35	30,000		150,000	
	呉	33	8,000		35,000	
	安芸	—	—		7,500	
計			38,000		192,500	
工業用水道	広島	新設	35	60,000	340	60,000
計				98,000		252,500

伏流の総取水量は252,500 m³/dayに達することとなる。

4. 工業用水および工場井戸利用の現況

4.1 工業用水利用の現況

調査地域内における、工場別用水取得量、および工業用水の水源地別利用現況は、第3表に示した通りである。

この地域における工業用水源は、表流・地下水・上水道水・海水などであるが、その取得量は、いずれも少量で、循環使用分を含めたその合計は30,000 m³/day前後である。

表流は太田川本流からは、ほとんど利用されておらず、太田川派川の京橋川から約4,000 m³/day程度取水されている。しかしこれは取水地点が感潮部であるために、ほとんど海水に近い水質となつている。このほかに温品川から約400 m³/dayの表流が取水されている。

被圧面地下水の取得量は、約7,000 m³/dayであり、工業用水総取得量の約37%にあつていて、それらはおもに冷却用水に使用されている。そのうち山陽本線から海側における2,3の工場では、夏季に比較的低温の水が得られることと、経済的にも廉価なことなどのため、塩水が多量に混入した地下水を約3,500 m³/dayほど使用している。

自由面地下水は合計約2,300 m³/day程度取水されているが、そのうち1,000 m³/dayは太田川水系以外である広島市外府中町のキリンビール K.K. 広島工場で、4

本の浅井戸により取水されている。

調査した工場のうち、2,3の工場では工場用水の大部分を上水道水に依存しており、今回の調査では、工業用水に使用している上水道水の総量は、約4,000 m³/dayで工業用水取得量の約20%に相当している。

4.2 工場井戸利用の現況

この地域における工場用井戸(被圧面井戸のみ)の孔径は、5吋以上のものは数本だけで、ほとんどが2~3吋であり、揚水ポンプは大半7.5 HP以下の低揚程ポンプである。また被圧面地下水取得量7,000 m³/dayに対する井戸数は、25本であり、1本当りの平均揚水量は23.3 m³/h程度となる。なお井戸側管とポンプの吸水管とが直結されている井戸が大部分なので、揚水水位は測定できなかつたが、揚水ポンプから考察すると、いずれも10mを超えてはいない。

5. 地 質

5.1 地表地質

太田川流域の地質は、大別して古生層と花崗岩類とからなり、このうち古生層は、太田川・水内川・三篠川の下流流域に細長く東西に分布し、花崗斑岩・石英斑岩は北部地域に、そしてこのほかの地域には花崗岩類が広く分布している。古生層は、砂岩・粘板岩・輝緑凝灰岩・珪質凝灰岩・チャート・石灰岩等からなり、広い区域にわたる花崗岩類の侵入のため、その分布も散在し、また一部はホルンフェルスなどに変つている。

調査地域内の地質は、可部町南方太田川・根ノ谷川・三篠川の合流点付近の一部に古生層が分布するのみで、広く花崗岩が分布し、風化および侵食がかなり進み、また各所に扇状地堆積物がみられる。

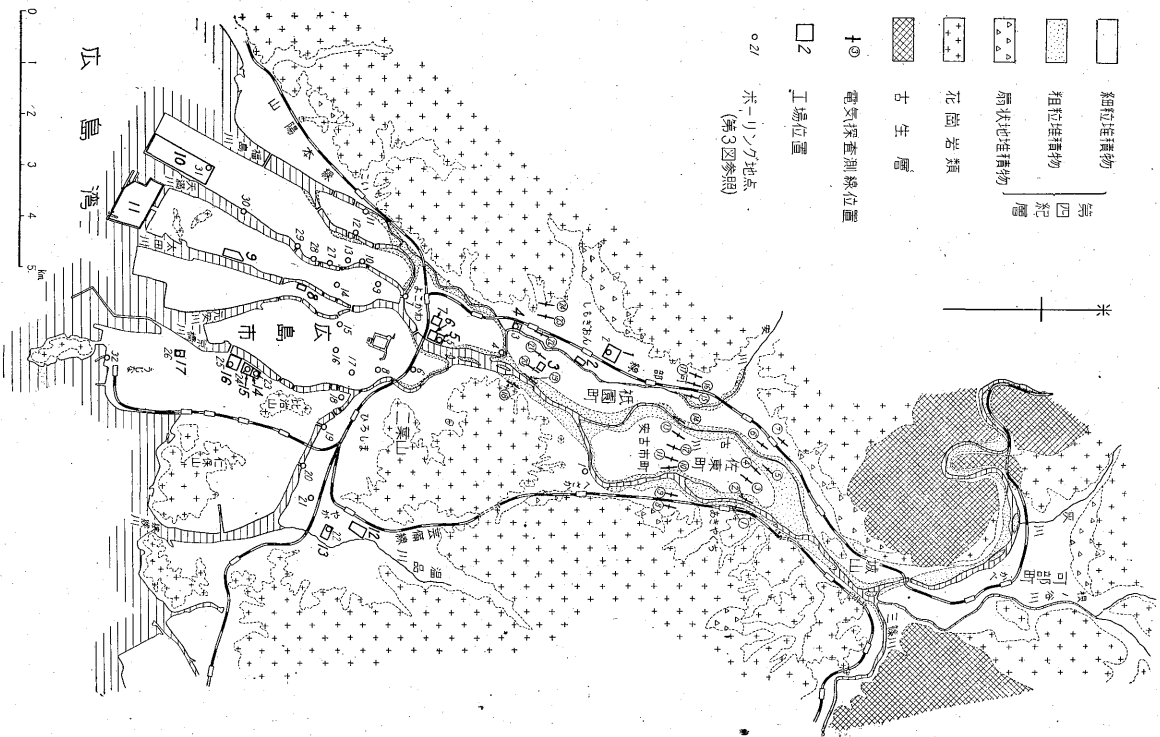
この付近の断層の顕著なものとしては、可部町東部より、広島三角州地域の西部山麓付近を通る北東-南西に走るものがある。このほか、これとほぼ平行するものが若干考えられるが、下流部においては第四紀層に覆われて判然としない。河川の流路の方向も、これら断層群に支配されているものと考えられる。

第3表 太田川水系下流流域における工場用水利用の現況

番号	工場名	水源別工業用水使用量 (m ³ /day)					用途	井戸諸元				ポンプ諸元		水温	備考		
		総量	表流	上水道水	地下水	海水		循環水	井戸番号	孔径 (in)	深度 (m)	ストレーナ位置 (m)	種類			吐出口径 (in)	馬力 (HP)
1	三菱造船 K.K. 広島精機製作所	600			600		c	1	12*	19	6~11, 14~18	B	5	15	16.5	夏季だけ使用	
								2	12	19	—	B	5	—	—		
2	K.K. 大下回春堂広島工場	115		5	110		c, w, b	1	3	20	—	V	3	5	—		
								2	3*	20	—	V	3	10	16.1		
3	広島県西部酪農協同組合	550			550		w, c, b	1	3	9		V	3	5	17.1		
								2	3	9		V	3	5	17.9		
								3	3	9		V	3	5	17.3		
								4	2	9		V	2	3	—		
4	岸本牛乳 K.K.	100			100		w, c	1	3	21	8~12, 17~21	V	3	5	19.2		
								2	2	21	//	V	2	1	15.9		
								3	2	21	//	V	2	1/2	—		
5	広島製紙 K.K.	2,720		20	2,700		w, b	1	6*	24		V	6	20	16.7		
								2	6	—		V	6	15	16.5		
								3	4	24	22~24	V	4	10	17.0		
6	明星ゴム工業 K.K.	70		20	50		c	1	2	—		V	2	3	16.0		
								2	2	—		V	2	3	—		
7	西川ゴム工業 K.K.	66		16	50		c	1	2	24		V	2	2	—		
								2	3	24		V	3	5	16.2		
8	広島市中央市場	760			760		c	1	2 1/2	29		V	2 1/2	3	17.4		
								2	2	29		V	2	2	17.6		
9	長谷川ゴム K.K.	110			90		c, b, 蓄	1	4"	36	26~30, ? ~36	V	4	3	17.1		
10	三菱造船 K.K. 観音工場	3,600		1,000		1,600	1,000	c, 試									
11	// 江波工場	990		790			200	c, 試									
12	国鉄広島工場	400	400					c, b, 試									
13	キリンビール K.K. 広島工場	÷660		1,660	1,000		—*	m, w, c, b	1	12	13		} T	6	20	17.0	上水取得量1,660m ³ /dayの内1,100m ³ /dayは安芸上水道の原水、工場内に合計700m ³ /hの冷却塔があり、循環使用している。
								2	2*	13							
								3	12	13							
								4	12	13							
14	鈴木化学工業 K.K.	5,770	4,000	370	1,400			c, w, b, m	1	3	30	—	V	3	3	17.4	
									2	2	31	—	V	2	2	—	
									3	2	31	—	V	2	2	—	
									4	2	30	—	V	2	2	—	
									5	2	32	28~32	V	2	2	17.8	

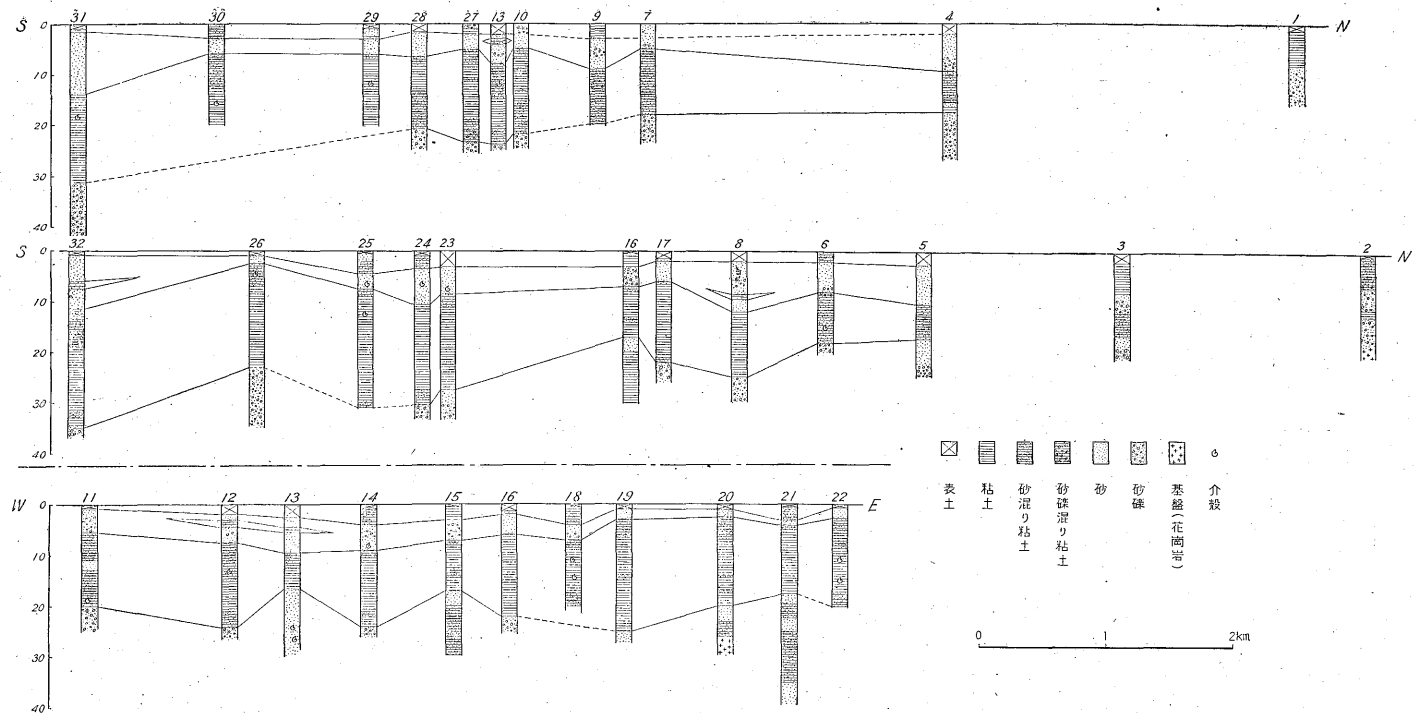
15	広島ガス K.K.	1,660	55	1,200	360	c, w	1 2 3 4	3 3 4 4	30 32 32.5 30	— 29~32 30~32.5 —	V V V V	3 3 3 4	5 7.5 7.5	— 18.2 17.8	〔33年11月より海田市町へ 移転〕	
16	専売公社広島地方局	* 55	90	800	あり	c, b, m, ca										
17	広島糧工 K.K.	890				c, w, m	1	*2	6					18.5		

註1) 総量の欄 *印は総取得量
 註2) 用途の欄 c: 冷却用 w: 洗浄用 b: ボイラー用 m: 原料用 ca: 温湿度調整用 蓄: 蓄力機用 試: 試験用
 註3) 孔径の欄 *印は m 単位
 註4) ポンプ種類の欄 V: ヒューガルポンプ T: タービンポンプ B: ポアホールポンプ



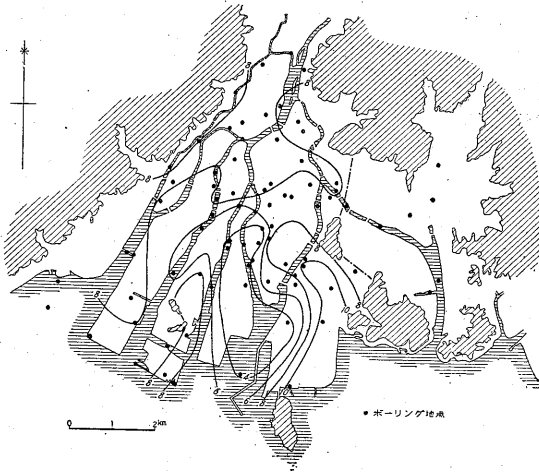
1. 三菱造船 K.K. 広島艦艇製作所
2. K.K. 大下回春堂広島工場
3. 広島県酒造醸造業協同組合広島牛乳工場
4. 岸本牛乳 K.K.
5. 広島製紙 K.K.
6. 明星ゴム工業 K.K.
7. 西川ゴム工業 K.K.
8. 広島市中央市場
9. 長谷川ゴム K.K.
10. 三菱造船 K.K. 広島造船所観音工場
11. 三菱造船 K.K. 広島造船所江波工場
12. 日本国有鉄道広島工場
13. キリンビール K.K. 広島工場
14. 鈴木化学工業 K.K.
15. 広島サス K.K. 広島工場
16. 専売公社広島地方局

第2図 太田川水系下流域域地下水調査要図

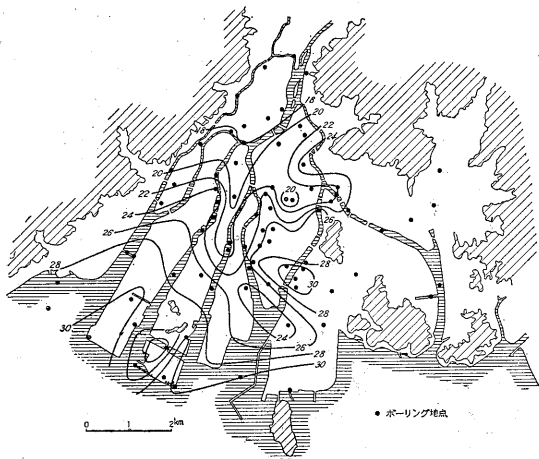


44—(122)

第 3 図 太田川水系広島三角洲におけるボーリングおよび一部さく井地層断面図 (第 2 図ボーリング地点位置参照)



第4図 広島三角洲地域の第1砂礫層(自由面地下水を含む)の下限等深線図(単位 m)



第5図 広島三角洲地域の第2砂礫層(核圧面地下水を含む)の上限等深線図

5.2 地下地質

収集された広島三角洲地帯における80本余のボーリング柱状図は、三菱造船 K.K. 広島造船所観音工場の119mのものほか数本を除いては、大半が20~30mのものであつて、建造物の基礎資料のためのボーリングである。

したがつて、地下地質を知るためには充分な資料ではないが、桑代勲¹⁾およびそのほかの研究者の資料から求められる第1砂礫層の下限と、第2砂礫層の上限の深度分布は第4,5図に示す通りとなる。なお南北、ならびに東西方向の地質断面は第3図に示してある。これらから判断すると、太田川河口付近の地下地質は、比較的連続性に富む砂礫および粘土ないし砂礫質粘土の互層からなり、資料の範囲内では、おのおの2つの砂礫層および粘

土質層に區別しうる。第1砂礫層は表土層を含む第1粘土層の下位にあり、層厚は場所によりかなりの変化はあるが数m~10m程度である。

なお詳細に検討すれば、第1砂礫層は三角洲地帯上端の広島市新庄付近から福島川沿いの平野西方山地近くの一帯、同じく上端付近から猿猴川沿いの、白島—広島駅付近、比治山南方の皆実・宇品の一帯および太田川河口付近の江波南方一帯に厚く分布し、また中間にレンズ状の粘土質(粘土ないし砂混り粘土)の薄層を挟む所は一般に厚い。また二葉山—比治山—仁保山を結ぶ線(鎖線)以東は急に薄く、1~2m程度となる。したがつて第2粘土層上限の深度も急に浅く3m前後になつている。これは太田川ないしその分流による三角洲形成時における堆積条件が異なるものと思われる。第2粘土層は、粘土および砂礫質粘土を主とし、その多くは貝殻混りであり層厚は10~20mでおおむね下流に向かつて厚くなつている。また上述のものほか、広島市中央南部の吉島地区および京橋川・元安川両河口付近では、第2粘土層までの深度が浅く、2.5~4mとなつているが、それは当時の河川の流路を物語つているものと考えられる。第2砂礫層の層厚は、大半のボーリング深度が、その下底まで達していないので不詳であるが、かなり変化はあるらしく、資料の範囲内では、その最大の層厚は約20mに達している。なお上限深度は下流に向かうに従つて次第に深くなるが、横川橋付近から南方に向かう地帯、京橋川・元安川両河口付近および江波南西方では浅くなつている。

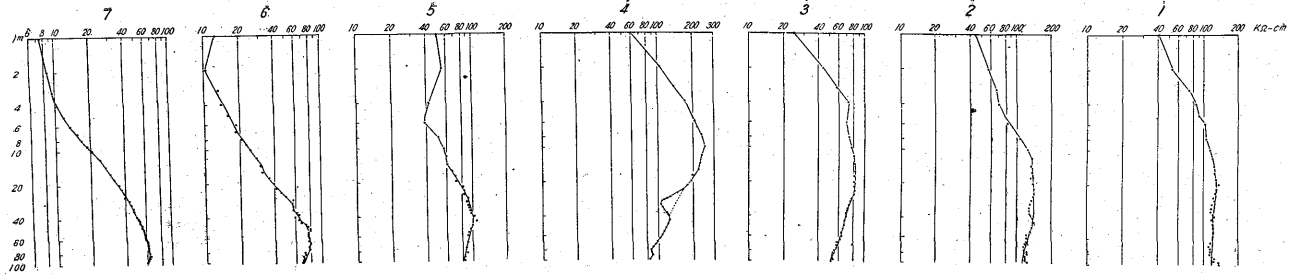
5.3 電気探査による河谷堆積物の調査

電気探査は第2図に示す通り、3測線を設定し、各測線上にほぼ300~500mの間隔で測点を設け、それぞれ4極法により垂直探査を実施した。なお電極間隔は36mまで2mずつ増し、それ以降は4mずつ増して100mまで測定した。

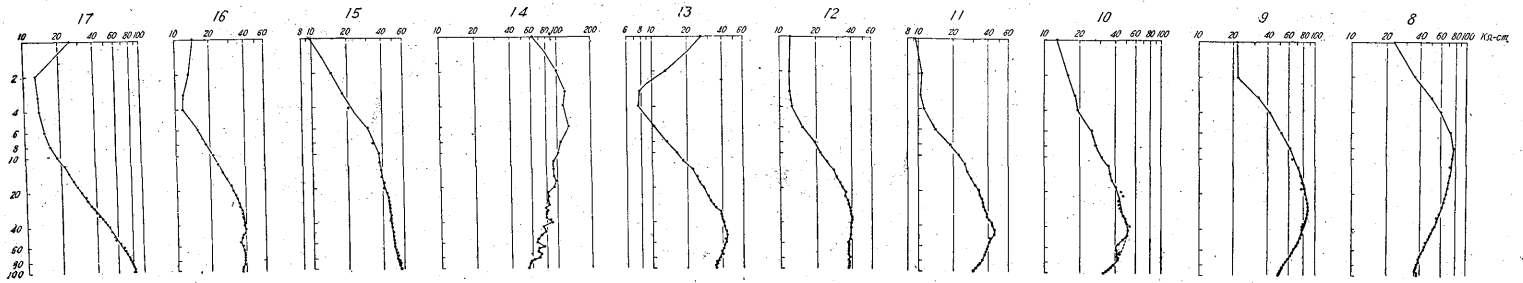
第6~8図に示した深度比抵抗曲線によると、各測線とも東山麓部に近い部分では表層の近くから高い層比抵抗を示し、電極間隔を増加するにかゝらず、ほぼ一定の層比抵抗を示す。

平野中央部においては、地下深部にいくぶん低い層比抵抗が認められる。また西山麓部近くにおいては、地下浅所では低い層比抵抗を示すが、電極間隔の増大に伴つて漸次比抵抗値は上昇する。

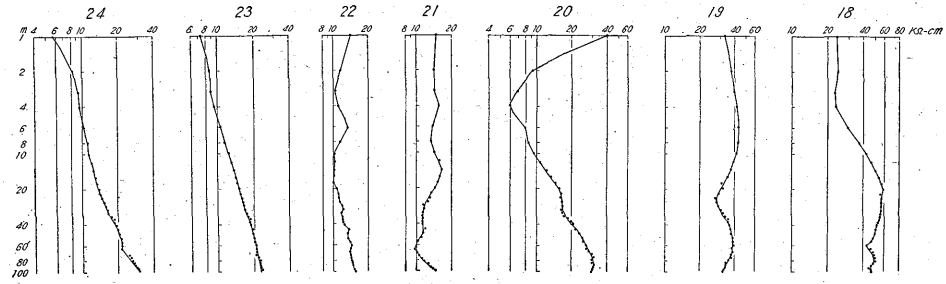
一般に第I測線では最も高い見掛け比抵抗値を示し、第II、第III測線と南下するに従つて、漸次低い値となる傾向が認められるが、これは、本地域の北部平野では、堆積物が主として比較的粗粒な物質で構成され、下流に向かうに従つて漸次細粒な物質に遷移するという堆



第 6 図 太田川水系下流域地下の層比抵抗曲線 (第 I 測線)



第 7 図 太田川水系下流域地下の層比抵抗曲線 (第 II 測線)



第 8 図 太田川水系下流域地下の層比抵抗曲線 (第 III 測線)

積相の変化によるものと考えられる。

次に層比抵抗の平面的分布をみると、 $a=10\text{ m}$ (第9図)の場合には、測点(1)、(2)および(9)付近、すなわち調査地域の北東端に約 $60\sim 70\text{ k}\Omega\text{-cm}$ 以上の比較的高い値の部分があり、東方に向かつて高い値を呈している。測点(18)、(19)にも $40\text{ k}\Omega\text{-cm}$ 程度の比較的高い層比抵抗を示す部分がある。また、測点(4)、および測点(14)付近では、とくに著しく高い層比抵抗の部分認められる。これらの地帯以外の地点においては、全般的に $10\sim 20\text{ k}\Omega\text{-cm}$ 程度の比較的低い値を示す地帯が広く分布する。

このような分布傾向は、探査深度を増加した $a=20, 40, 60, 80\text{ m}$ などとした場合においてもほぼ同様である。たと測点(17)においては $a=40\text{ m}$ (第10図)の場合に認められる通り、 $50\text{ k}\Omega\text{-cm}$ 以上の高い値が現われ、深度を増すに従つてこの傾向は著しくなる。

次に比抵抗断面図(第11図)中、(イ)(ロ)(ハ)(ニ)(ホ)(ヘ)の記号を付したものについて、個々に述べる。

(イ) 第1層として層比抵抗の値は、ほぼ $10\sim 30\text{ k}\Omega\text{-cm}$ を示し、概して地表下 $1\sim 5\text{ m}$ 付近にきわめて薄い層をなして地表に分布し、表土を示しているものと考えられる。

(ロ) 第2層として概して $50\sim 150\text{ k}\Omega\text{-cm}$ の高い値を示し、第I、第II測線の地表下 50 m 以浅に分布する。第I測線においては太田川右岸の測点(2)において比較的厚く堆積していることが認められ、測点(4)において一旦層厚を減ずるが、それより西方に向かつて第2層底面は緩傾斜をなし、測点(7)においては層厚約 60 m に及んでいる。また第II測線においては、測点(8)より漸次層厚を増し、第I測線同様太田川右岸において最も厚く堆積し、それ以西は深度ほど 30 m 以浅に水平に分布するが、測点(14)には認められない。これはおもに砂などから構成され、比較的新しい時期に堆積した沖積層と考えられる。

(ハ) 比較的地下浅所より $70\sim 100\text{ k}\Omega\text{-cm}$ 以上の高い層比抵抗を示し、深部に至るまでその他の部分におけるものと傾向を異にして高い値を呈している。平面的には測点(5)、(14)に認められ、南北に帯状に連なることが推察される。この高い層比抵抗帯は地下深部まで同様の傾向を示し、太田川西方をこれに平行して流れる古川にほぼ沿つて分布することからして、河床などに起因する礫層が、比較的厚く堆積しているものと考えられる。

(ニ) 各測線とも位置的にはおのおのその両端にあり、 $30\sim 120\text{ k}\Omega\text{-cm}$ と相当幅のある層比抵抗の値を示している。測点(1)、(8)、(18)などは本地域の東端部に位

置しその東方山地は花崗岩から構成されている。したがつて、(ニ)の部分は、花崗岩を表わしていると考えられ、地域の東部および西部に分布し、いずれも地下浅所より西方、あるいは東方へ傾斜している。またその比抵抗値が大幅に変動しているのは、同じ花崗岩でも、風化の程度その他により、その比抵抗が著しく相違することを示しているものと思われる。なお第I測線の(1)、(2)および第II測線(17)では、いずれも $100\text{ k}\Omega\text{-cm}$ を超える高い値を示し、おむね新鮮な花崗岩の存在を示しているものと思われる。また第I測線(3)、第II測線(9)、(16)、第III測線(24)付近に $30\sim 40\text{ k}\Omega\text{-cm}$ の層比抵抗を示す一群が分布するが、これは新鮮な花崗岩の上部にあたる風化された花崗岩体と推定される。

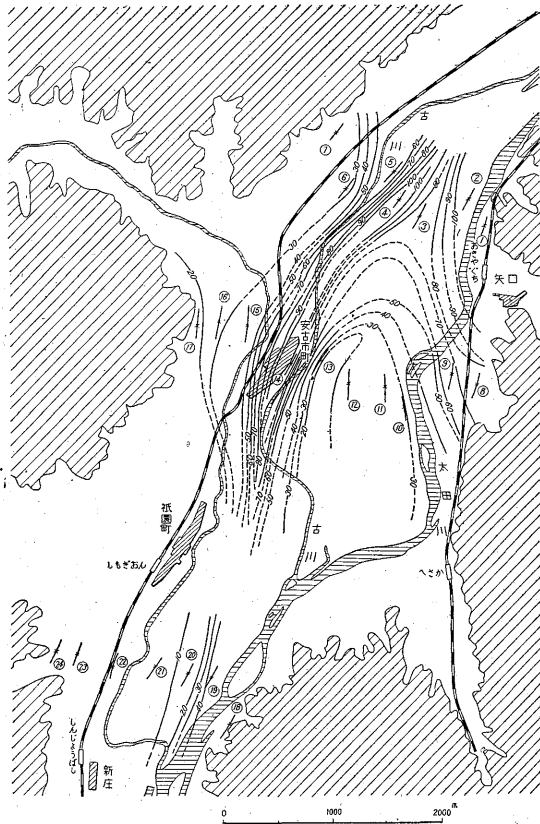
(ホ) 地表下 $30\sim 50\text{ m}$ 以深に分布し、 $10\sim 30\text{ k}\Omega\text{-cm}$ の低い層比抵抗を示して、 100 m 以深まで厚く分布している。熊谷直一⁵⁾の報告によれば、広島市内においては非常に厚い花崗岩の風化帯が推定されているし、また(ニ)の部分の深度ならびに比抵抗値から、この層は、花崗岩の風化帯あるいはこれに類するものではないかと思われる。

(ヘ) $8\sim 19\text{ k}\Omega\text{-cm}$ の最も低い比抵抗を示し、第III測線すなわち本地域中南部に主として認められる。測点(21)付近では、最も厚く堆積し、西方に向かうにつれて層厚を減じ、西端では層厚約 20 m となつている。これはその比抵抗値からみて、太田川下流における砂・粘土などに富む沖積世堆積物と思われる。

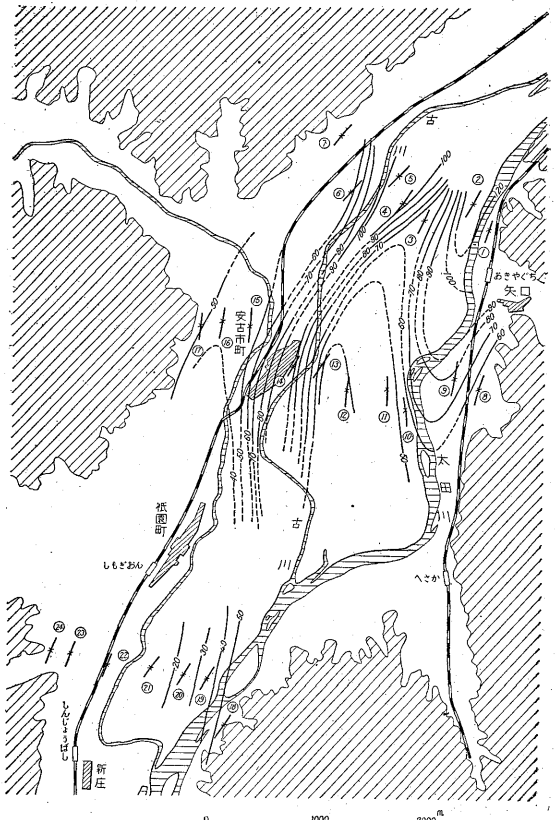
以上の結果本地域の北東部、太田川東部山地を構成する花崗岩およびこれに類する岩石ならびにその風化帯は、東は佐東町柳原・高陽町小田・同川成、また広島市新山・祇園町長和久付近に分布し、また西は佐東町中組・安古市町中須・祇園町長束付近に認められる。これらの付近ではいずれも比較的浅く急傾斜をなして分布していると思われ、とくに佐東町安佐大橋、および安古市町中須西方においては、新鮮な花崗岩の分布が認められる。佐東町温井八幡付近から古川に沿い安古市町に及ぶ南北に、帯状をなした礫層様物質の分布が推定され、相当の深部まで厚く堆積していることが推察される。

本地域の比較的地下浅所に分布する第2層は、北端の第I測線(大明地一敷組)においては、西方に向かつて漸次層厚を増し、中央の第II測線(岩坪一中須)においては、ほぼ水平な分布が考えられ、これらいずれも沖積層であると推察される。

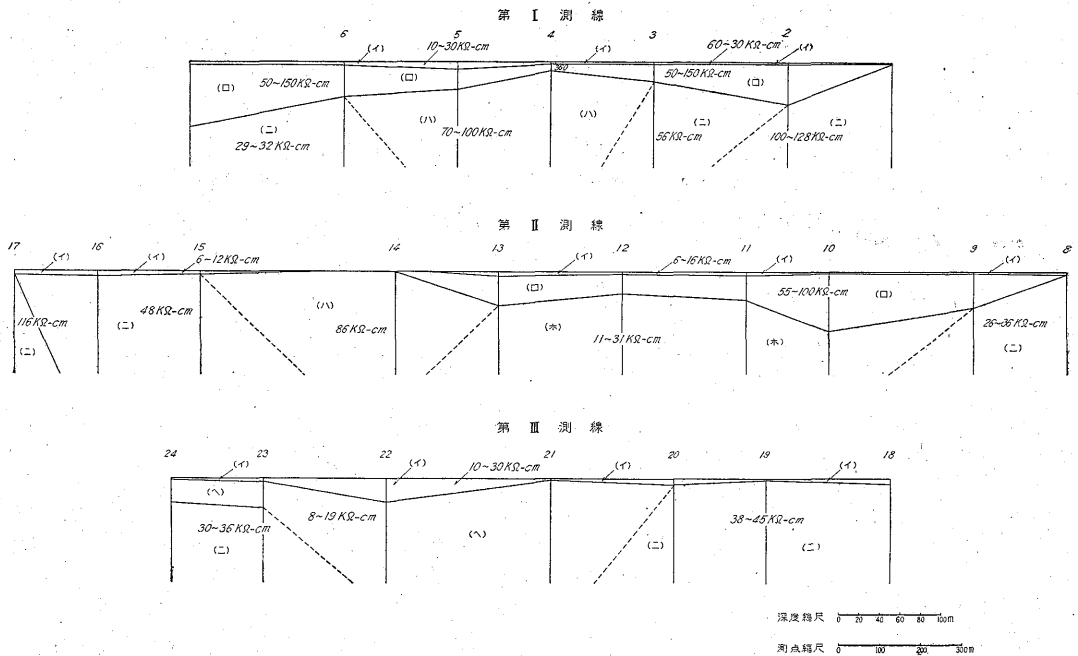
東野一中筋間の地下 30 m 以深には、花崗岩の風化したものか、あるいはこれに類似する岩石の分布が考えられる。



第9図 太田川水系下流域における地下の層比抵抗分布
($a=40$ m, 単位 $k\Omega\text{-cm}$)



第10図 太田川水系下流域における地下の層比抵抗分布
($a=40$ m, 単位 $k\Omega\text{-cm}$)



第11図 太田川水系下流域における地下の層比抵抗断面 (単位 $k\Omega\text{-cm}$)

祇園町芦田屋・長束付近には砂・粘土などからなる沖積層が分布する。

6. 地下水理

6.1 自由面地下水

調査地域における自由面地下水の状態を知るため、約400点の浅井戸について、水温と水比抵抗の測定を行なった。それらの結果は、第12図に示した通りである。

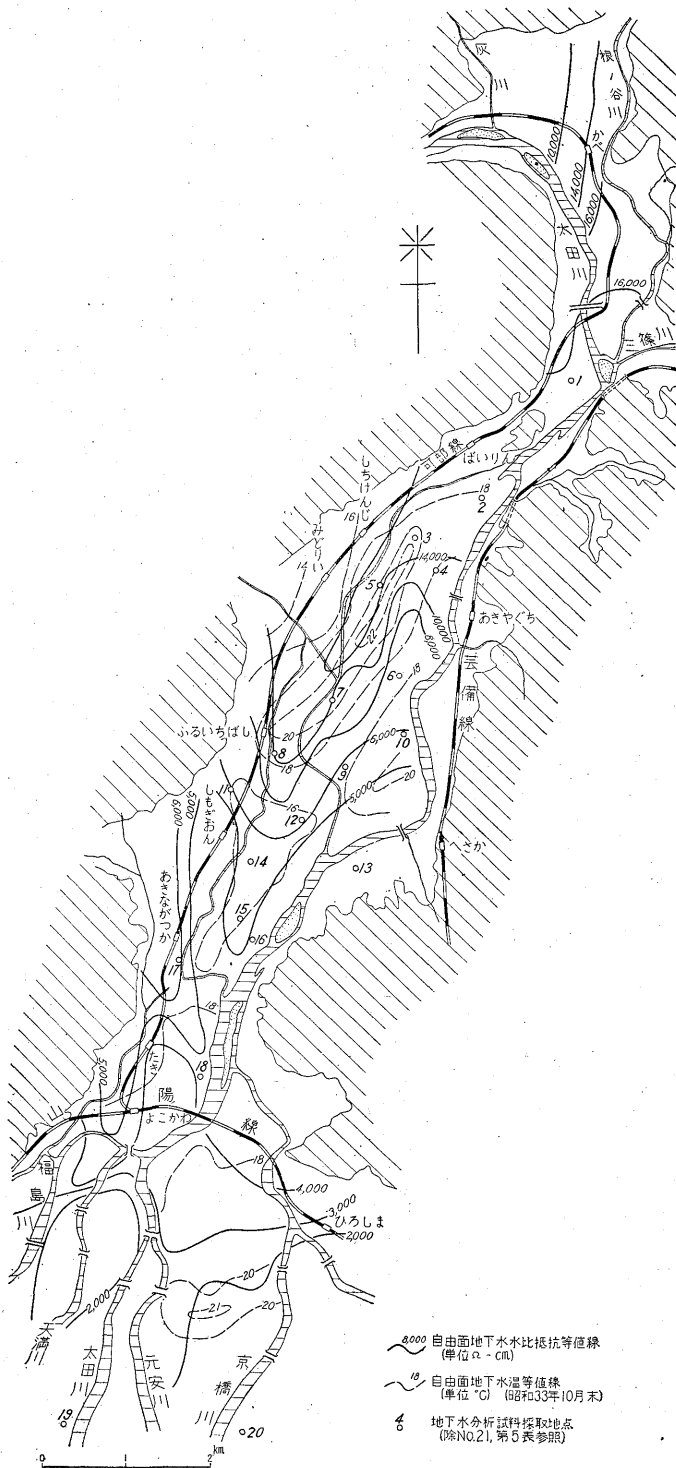
可部町付近では、約50点の浅井戸を選んで測定を行なったが、それによればこの地区の地下水は、可部扇状地の地下水と、3川合流点付近の地下水とに、大きく分けることができる。可部扇状地の地下水は全般的にいつて 9,000 Ω -cm 以上の比較的高い水比抵抗を示している。とくに根ノ谷川沿いの狭い地区に 15,000~24,000 Ω -cm を示す高い水比抵抗の地下水が認められ、灰川の方角に向かって漸次その値が低くなっている。3川合流点付近の地下水は、12,000~20,000 Ω -cm の水比抵抗を示し、山ぎわの地区を除いて、3河川によるそれぞれの影響がみられる。

広島市牛田付近より上流、城山までの平野では、約230点の浅井戸について調査を行なった。この地域では、自由面地下水の水比抵抗は、3,000~15,000 Ω -cm の値を示し、地区全体の傾向として、上流側ほど値が高くなっている。また山麓における花崗岩風化帯(通称マサと呼んでいる)中の地下水は、きわめて高い水比抵抗を示している。佐東町温井付近に水比抵抗 15,000 Ω -cm 台の値を示す地下水が舌状に分布し、その先端は、安古市町付近まで達している。

太田川左岸地区では、地下水の水比抵抗の値は局部的変化が大きく、山ぎわと太田川沿いの一部の狭い所では 8,000 Ω -cm 台を示すが、そのほかの所では、全般的に低い値を示している。

また平野部内における支流に沿った局部的な地区に、水比抵抗の比較的高い地下水が認められる。

広島市内では、ポンプ井戸が各所に点在し、散水その他の雑用に使用されており、1 km²につき約9点の割合で測定を行な



第12図 地下水分析試料採取地点および自由面地下水の水比抵抗・水温等値線

第4表 太田川水系表流水(含中国地方主要河川)

No	試料採取地点	流域のおもな地質***	Tw (°C)	pH	RpH	T.S.M (ppm)	free CO ₂ (ppm)	HCO ₃ ⁻ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	NO ₂ ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)
1	太田川 殿賀	1. 花崗岩, 2. 石英斑岩, 3. 古生層	12.2	6.9	7.0	47.3	4.0	29.3	4.9	0.00	2.1
2	滝山川 加計	1. 石英斑岩, 2. 玢岩, 2. 花崗岩	13.1	6.7	6.9	43.1	3.6	22.5	5.1	0.00	0.9
3	丁川 田の原	1. 玢岩, 2. 花崗岩	12.2	6.8	6.9	57.7	3.6	29.3	4.9	0.00	3.6
4	太田川 久日市	1. 花崗岩, 2. 石英斑岩, 2. 玢岩, 3. 古生層	13.3	6.8	7.0	52.8	3.0	22.5	4.9	tr.	1.4
5	水内川 川井	1. 花崗岩, 2. 古生層	14.2	6.8	6.9	44.8	3.6	24.6	3.4	0.00	4.1
6	西宗川 早木	1. 花崗岩, 2. 古生層	13.7	6.8	7.0	63.4	3.0	33.0	5.2	0.05	2.4
7	鈴張川 郷	1. 花崗岩	15.3	7.0	7.1	71.2	2.0	37.4	4.7	0.02	3.9
8	太田川 太田川大橋	1. 花崗岩, 2. 石英斑岩, 3. 玢岩, 4. 古生層	13.8	6.8	6.9	50.8	2.4	24.9	4.8	0.00	4.1
9	根ノ谷川 上根	1. 花崗岩, 2. 石英斑岩	14.6	6.8	7.0	50.7	3.0	27.1	4.0	0.00	2.9
10	三篠川 井原市	1. 花崗岩, 2. 石英斑岩, 3. 古生層		6.8	7.0	50.6	3.0	31.7	4.0	0.00	3.1
11	関川 坊地	1. 花崗岩, 2. 沖積層	15.5	7.1	7.2	69.8	2.0	46.2	5.5	0.07	4.0
12	太田川 戸坂	1. 花崗岩, 2. 石英斑岩, 3. 玢岩, 4. 古生層, 5. 沖積層	13.7	6.8	6.9	52.8	2.0	26.7	5.4	0.00	2.7
13	安川 上安	1. 花崗岩, 2. 沖積層	15.9	6.9	7.1	77.3	3.0	44.8	5.1	tr.	4.3
14	小瀬川 大竹市木野	1. 花崗岩, 2. 古生層	15.5	6.6	6.8	50.3	3.4	25.6	3.3	0.00	1.4
15	錦川 岩国	1. 古生層, 2. 花崗岩	16.2	6.9	7.1	64.2	2.4	40.5	4.3	0.00	4.8
16	沼田川 三原市長谷	1. 花崗岩, 2. 沖積層	8.0	7.0	7.1		1.0	32.4	5.7	tr.	4.0
17	高梁川 高梁	1. 古生層, 2. 花崗岩		7.4		68.4		46.4*	3.3		2.5
18	旭川 久世	1. 花崗岩, 2. 古生層		7.0		54.6		28.6*	4.3		1.6
19	吉井川 津山市	1. 花崗岩, 2. 第三紀層, 3. 古生層		6.8		50.7		23.3*	3.8		3.6
20	厚東川 厚東	1. 古生層		7.4		102		81.4*	7.1		3.2
21	江川 川本	1. 花崗岩, 2. 石英斑岩		7.0		64		31.0*	10.3		3.1
22	斐伊川 上津	1. 花崗岩, 2. 閃緑岩		6.9		61		32.0*	9.4		4.1
23	日野川 幡郷	1. 花崗岩, 2. 安山岩		6.9		68.8		28.6*	7.6		1.9
24	天神川 倉吉市	1. 花崗岩, 2. 安山岩		6.9		71.7		30.9*	7.2		1.7
25	千代川 河原	1. 花崗岩, 2. 古生層, 3. 安山岩		7.0		58.7		27.1*	5.6		3.0
26	中国地方主要河川 平均値**			7.0		63.9		34.9	5.9		2.9
27	日本河川平均値			6.7		83.5		43.3*	7.1		12.0
28	世界河川平均値					99.8		71.35	5.68		12.12

註1) * は比留川貴が算出した値 $[K^+ + Na^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+}] - [Cl^- + SO_4^{2-}]$ の式から求めたもの。
 註2) ** は比留川貴が算出した値, 太田川水系では戸坂の資料, 太田川以外は表中の各資料を用いて算術平均で求めたもの。

水質分析結果 (第13図参照)

NH ₄ ⁺ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)	total Hardness (dH)	total SiO ₂ (ppm)	KMnO ₄ cons. (ppm)	P (ppm)	備 考 ρw(Ω-cm)
0.5	0.8	5.3	0.00	0.01	4.6	1.7	1.03	13.2	1.0	0.00	22,000
0.1	0.9	5.4	0.00	0.03	2.9	1.3	0.71	9.3	1.4	0.00	30,000
tr.	0.8	5.3	0.00	0.03	5.5	2.0	1.23	14.7	2.5	0.00	19,000
0.1	0.8	4.5	0.00	0.01	3.7	1.5	0.86	9.6	2.0	0.00	27,000
0.1	0.6	4.2	0.00	0.03	4.1	1.9	1.01	15.5	1.2	0.00	27,000
0.2	0.8	6.3	0.00	0.01	5.1	1.9	1.15	18.7	1.5	0.00	19,500
0.1	0.9	6.8	0.00	0.05	6.7	1.9	1.37	23.5	1.5	tr.	21,000
0.2	0.8	4.9	0.00	0.05	5.0	1.8	1.11	12.6	2.1	0.00	27,000
0.1	0.9	4.8	0.00	0.01	4.1	1.9	1.01	15.8	1.2	0.00	27,000
0.1	1.1	5.2	0.00	0.02	4.9	2.2	1.19	15.9	1.2	0.00	16,500
0.1	1.3	7.6	0.00	0.04	8.0	2.5	1.69	21.8	1.7	0.00	17,000
0.1	0.9	5.1	0.00	0.07	4.8	1.7	1.06	14.2	2.2	0.00	27,000
0.3	1.0	7.2	0.00	0.07	8.8	2.0	1.69	21.1	1.3	0.00	16,500
0.1	0.8	4.1	0.00	0.05	4.1	1.5	0.92	12.5	1.4	0.00	32,000
0.1	0.9	4.8	0.00	tr.	8.9	2.4	1.80	11.4	0.5	0.00	17,500
0.1	0.8	6.3	0.00	tr.	6.3	1.9	1.32	16.4	1.9	0.00	参考文献, 分析者 広島県工業用水調査報告書No.3
tr.	0.94	5.3		0.08	9.6	2.1	1.83	14.0		tr.	日本鉱産誌 小林純
0.1	0.72	5.6		0.06	4.6	1.6	1.01	15.2		tr.	" "
0.1	1.00	4.8		0.12	4.6	1.2	0.92	12.6		tr.	" "
tr.	0.79	6.4		0.23	21.3	2.9	3.64	13.8		0.01	" "
tr.	1.05	9.6		0.11	5.1	2.1	1.20	14.5		tr.	" "
tr.	0.77	9.1		0.76	5.4	2.3	1.28	14.1		0.01	" "
tr.	1.19	7.0		0.06	4.5	2.0	1.09	21.9		0.01	" "
tr.	1.09	7.5		0.28	4.7	1.9	1.09	23.0		tr.	" "
tr.	0.78	6.1		0.06	4.7	1.8	1.07	14.0		tr.	" "
	0.90	6.3		0.14	6.8	1.95	1.40	15.2			筆者算出
0.19	2.0	6.6		0.11	10.4	3.6	2.28	10.0	0.70	0.02	三宅泰雄
	2.12	5.78			20.35	3.40	3.90	11.65			Clarke

註3) *** は 40 万分の 1 大日本帝国西部鉱産図からみた流域の地質で数字の数の少ない地層ほど分布する割合が多いことを表わしている。

うことができた。この地域の自由面地下水の水比抵抗は全般的に低い値を示し、その値は、大部分の地区で 2,000~4,000 $\Omega\text{-cm}$ となつている。天満川と太田川とに挟まれた三角洲の上流側の地区では、水比抵抗 2,000 $\Omega\text{-cm}$ 以下の地下水が認められ、とくにその地区の一部では 200 $\Omega\text{-cm}$ 台という地下水がみられる。このほかに、広島貨物駅付近にも 2,000 $\Omega\text{-cm}$ 以下の地下水が認められる。

調査地域内の自由面地下水温は 14~20°C を示し、第 12 図に示した通り、佐東町温井付近から、安古市町にかけてとくに高い地区がみられる。また広島市内の比治山西方付近にも高い値の地区がある。水温の低い地区は、祇園町八日市、および安川が平野部にてた付近に認められる。

水温と水比抵抗とにより、調査地域における地下水の流動状態を推定すると、第 12 図に示した通り、佐東町温井付近から安古市町にかけて、水比抵抗の値が高く、また水温も高くなつているが、いままでの例からして、調査時期に、このような状態を示す所は、地下水の流動が活発であるものと考えられ、また大きな供給源があるものと思われる。そこで、この地下水は、太田川表流により供給されているものと推定され、さらに広島三角洲における被圧面地下水の供給源の一部ともなつていると思われる。またこの地下水の透水帯は、佐東町温井より安古市町を通り、祇園町長和久付近まで達しているものと推定される。

調査地域では上記のほかには大きな流動状態は認められず、僅かに根ノ谷川沿いの狭い地区に、根ノ谷川から涵養されているものと思われる地下水が認められるにすぎない。

6.2 被圧面地下水

太田川下流における被圧面地下水分布地帯は、太田川三角洲の全域と祇園町より下流平野に認められる。広島市内において 80 本余のボーリングがあるが、前述の通り大半が地質調査目的のものであつて、深井戸として、使用しているのは、僅かにその 20% にすぎない。しかもその分布が、一様でないために、被圧面地下水については詳かでないが、調査しえた大体の事項のみ次に述べる。

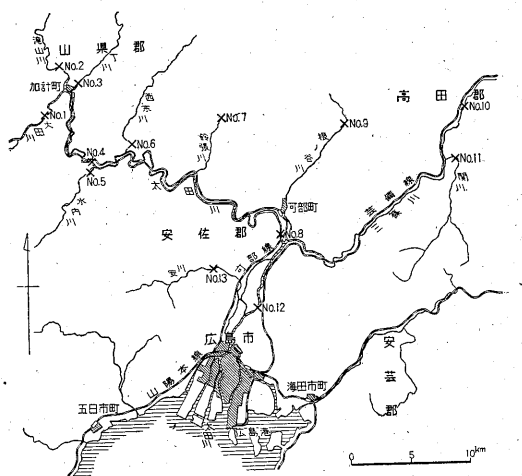
広島市皆実町付近から同市江波町付近までの地域における第 2 砂礫層中の地下水は、150 $\Omega\text{-cm}$ 以下の水比抵抗を示し、塩水混入の度合いが著しい。広島市三篠本町より上流側地区の被圧面地下水は、4,000~8,000 $\Omega\text{-cm}$ の水比抵抗を示し、塩水の混入はまず認められない。またこの地区の被圧面地下水は、おもに前述した太田川の表流に関連する、自由面地下水の透水帯より供給されてい

るものと考えられ、下流側山陽本線横川駅付近まで流下すると、1,000~3,000 $\Omega\text{-cm}$ の水比抵抗を示すに至つている。

7. 表流水および地下水の水質

7.1 表流水の水質

太田川の本流およびおもな支流合計 13 試料、関連調査で得られた 3 試料および日本鉱産誌などに報告されている中国地方主要河川の 12 試料、合計 28 試料の水質分析結果は第 4 表に、また太田川関係の採水点位置は第 13 図に示してある。



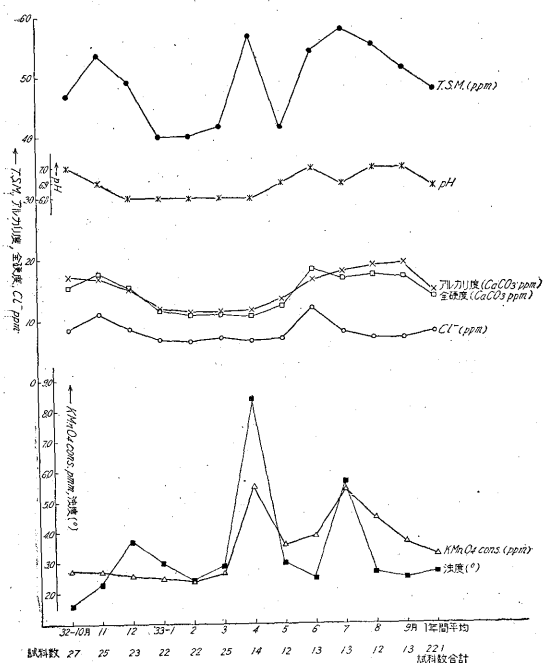
第 13 図 太田川水系表流水採水地点 (第 4 表参照)

広島市水道局浄水課の連続観測による太田川表流水の水質は(第 14 図参照)、1~5 月に溶存成分が稀薄であり 6~12 月に溶存成分の増加がみられる。ただし 4 月の分は濁度の増加による T.S.M. の増加と考えられる。単純な算術平均による各成分の平均値は、10 月および 12 月の値に近く、ほぼ調査期間中を通じて変わらない。

中国地方主要河川の水質については岡山大学小林純などの多くの報告があるが、各成分の含有量の概要は次の通りである。

pH 太田川水系の pH は 6.7~7.1 で沖積層の流域の長い関川の試料にアルカリ性の傾向がみられる。中国地方全般の pH は 6.6~7.4 で、流域に古生層の分布が広い厚東川および高梁川などの試料にはアルカリ性の傾向がみられる。

T.S.M. 太田川水系の T.S.M. は 43.1~77.3 ppm で、流域に火成岩類の分布の広い滝山川・水内川および太田川殿賀などの試料に 50 ppm 以下の低い値がみられ、流域に沖積層の分布の広い安川および関川などの試料にはほぼ 70 ppm 以上の高い値がみられる。中国



第 14 図 太田川表流水(広島市牛田水源地下水)分析結果(32年10月～33年9月の各月平均値, 広島市水道局浄水課の資料による)

地方全般の T.S.M. は 50~102 ppm で, 火成岩類の流域が広い小瀬川・吉井川・太田川および旭川の試料に 55 ppm 以下の低い値がみられ, ほぼ古生層中のみを流れる厚東川が最高で 102 ppm に達している。中国地方全般の T.S.M. の平均値は 63.9 ppm で, 本邦河川の平均値 88.5 ppm, 世界河川の平均値 99.8 ppm に較べて 65~72% の低値を示し, 火成岩地帯の表流水の特徴の一つとなつている。

HCO₃⁻ 太田川水系の HCO₃⁻ は 22.5~46.2 ppm で, ほぼ T.S.M. と同じ傾向を示す。滝山川および太田川久日市の試料が 25 ppm 以下の低い値を示し, 関川および安川の試料が 40 ppm 以上の高い値を示し, 厚東川が最高で 81.4 ppm を示す。中国地方全般の HCO₃⁻ の平均値は 34.9 ppm で, 本邦河川の平均値 43.3 ppm, 世界河川の平均値 71.35 ppm に較べて 50~80% の低い値にある。

Cl⁻ 太田川水系の Cl⁻ は 3.4~5.5 ppm で, 水内川・根ノ谷川・三篠川の試料が 4.0 ppm 以下の低値を示し, 関川・太田川戸坂および西宗川の試料が 5.2 ppm 以上の高い値を示す。中国地方全般の Cl⁻ は 3.3~10.3 ppm で, 平均値は 5.9 ppm となり, 本邦河川の平均値 7.1 ppm と世界河川の平均値 5.68 ppm との中間の値を示す。

SO₄²⁻ 太田川水系の SO₄²⁻ は 0.9~4.3 ppm, 中国

地方全般の SO₄²⁻ は 1.4~4.8 ppm で, 両者ともに規則性はない。中国地方全般の SO₄²⁻ の平均値は 2.9 ppm で, 本邦河川の平均値 12.0 ppm, 世界河川の平均値 12.12 ppm の 1/4 以下の低値を示し, 火成岩地帯表流水の最も顕著な特徴の一つを示している。

K⁺, Na⁺ 太田川水系の K⁺ は 0.6~1.3 ppm で, ほぼ Na⁺, Cl⁻ と同じ傾向で変化し, 水内川が 0.6 ppm の低い値を, また関川が 1.3 ppm の高い値を示す。

太田川水系の Na⁺ は 4.2~7.6 ppm で, ほぼ (Cl⁻ + SO₄²⁻) と同じ傾向で変化する。水内川および太田川久日市の試料が 4.5 ppm 以下の低い値を示し, 沖積層の流域の長い関川および安川の試料が 7.2 ppm 以上の高い値を示す。

Ca²⁺ 太田川水系の Ca²⁺ は 2.9~8.8 ppm で, ほぼ HCO₃⁻ と同じ傾向で変化する。火成岩類が流域に広く分布する滝山川および太田川久日市の試料が 4.1 ppm 以下の低い値を示し, 沖積層の流域の広い安川および関川の試料が 8.0 ppm 以上の高い値を示す。

Mg²⁺ 太田川水系の Mg²⁺ は 1.3~2.5 ppm で, ほぼ Ca²⁺ と同じ傾向で変化し, 滝山川および太田川久日市の試料が 1.5 ppm 以下の低い値を示し, 関川および, 三篠川の試料が 2.0 ppm 以上の高い値を示す。中国地方全般としての Mg²⁺ は 1.2~2.9 ppm で, 平均値は 1.95 ppm となり, 本邦河川の平均値 3.6 ppm, 世界河川の平均値 3.40 ppm に較べて約 1/2 の低い値である。

全硬度 太田川水系の全硬度は 0.71~1.69°dH で, 滝山川, および太田川久日市の試料が 1.0°dH 以下の値を示し, 関川および安川の試料が 1.7°dH 以上の値を示す。中国地方全般の全硬度は 0.92~3.64°dH でその平均値は 1.40°dH となり, 本邦河川の平均値 2.28°dH, 世界河川の平均値 3.63°dH に較べて 40~60% の低い値となつている。

Total SiO₂ 太田川水系の Total SiO₂ は 9.3~23.5 ppm で, T.S.M. とほぼ同じ傾向で変化し, 滝山川および太田川久日市の試料が 10.0 ppm 以下の値を示し, 鈴張川・関川および安川の試料が 21 ppm 以上の値を示す。中国地方全般としての Total SiO₂ は 11.4~23.0 ppm でその平均値は 15.2 ppm で, 本邦河川の平均値 10.0 ppm, 世界河川の平均値 11.65 ppm のほぼ 1.5 倍となつている。

その他の成分 太田川水系の KMnO₄ cons. は 1.0~2.2 ppm で, 本邦河川の平均値 0.70 ppm に較べて全部が高い値を示す。P は中国地方全般としてほぼ半数の試料に検出されるが, 太田川水系では鈴張川の試料だけに検出され, NH₄⁺ は太田川水系でやゝ高い値を示す

第5表 広島県太田川下流流域地下水

No	試料採取地点	井戸種類深度 (m)	T _w (°C)	pH	RpH	Dis. O ₂ (cc/l)	free CO ₂ (ppm)	HCO ₃ ⁻ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	NO ₂ ⁻ (ppm)
1	佐東町細田	堀井戸(浅)	21.5	6.2	7.0	5.10	17.0	73.0	10.3	0.00
2	" 梅林	打込み井戸(浅)	21.8	6.4	6.9	4.65	13.0	53.2	13.8	0.00
3	" 川内	堀井戸(浅)	18.2	5.9	6.7	5.68	11.0	52.8	22.3	0.00
4	" 川内柳原	打込み井戸約12m	21.2	5.9	6.9	2.41	18.0	56.4	8.3	0.00
5	" 川内上温井	" (浅)	20.7	6.0	6.8	2.42	15.0	43.6	7.4	0.06
6	" 川内中調子	堀井戸(浅)	18.3	5.9	6.9	3.03	23.0	81.5	27.2	1.13
7	安古市町 中筋	打込み井戸約2.5m	20.2	6.0	6.8	0.50	24.0	61.3	8.9	0.03
8	祇園町西原	" (浅)	22.4	6.2	7.1	2.23	29.0	73.6	7.6	tr.
9	" 東原	堀井戸(浅)	16.7	6.4	7.2	3.84	18.0	97.3	34.4	1.55
10	安古市町東野	打込み井戸(浅)	17.2	6.3	6.7	0.16	55.0	105.0	29.2	tr.
11	祇園町三菱造船 K.K. 広島精機製作所	深井戸約30m		6.4	7.2	1.54	14.0	112.2	13.7	tr.
12	" 西原小原	打込み井戸(浅)	15.7	6.4	7.2	tr.	62.0	124.5	36.0	tr.
13	" 東原	" 約9m	24.9	6.0	7.0	1.37	57.0	86.8	9.6	0.00
14	" 西原	堀井戸(浅)	16.8	6.6	7.1	0.17	74.0	200	28.3	0.00
15	" 広島牛乳	打込み井戸約9m	17.9	6.0	7.0	2.96	29.0	82.4	19.1	0.06
16	" 長和久	" 約9m	17.3	6.1	7.2	1.30	47.0	112.2	21.2	0.07
17	" 長東岸本牧場	" 約9m	19.2	6.6	7.0	1.74	18.0	71.9	14.7	0.00
18	広島市楠木町明星ゴム K.K.	深井戸約15m	22.2	6.6	7.2	4.18	60.0	212	51.5	tr.
19	広島市内長谷川ゴム K.K.	" 約36m	17.1	7.4	7.8	0.85	13.0	265	4,450	1.31
20	" 広島ガス K.K. 広島工場	" 約32m		7.0	7.4	0.79	40.0	172	9,180	2.50
21	府中町キリンビール K.K. 広島工場	集(工場構外の4) 合(本の井戸から) 水 約12m		6.5	6.9		6.0	45.5	6.2	0.00

試料がある。Fe²⁺は小林の資料に高値がみられるが、これは採水、分析法などの差によるものと思われる。

7.2 地下水の水質

調査地域内で21種の試料を採取して分析を行なった。水質分析結果は第5表、試料採取地点は第12図に示してある。

各成分の含有量の概要は次の通りである。

pH, RpH および Free CO₂ pHは5.9~7.4で、概して深度の増加および下流流域に向かつて、弱酸→中→アルカリ性の傾向を示し、溶存塩類の比較的小さい試料では、5.9~6.0前後である。RpHは6.7~7.8で、ほぼpHと同じ傾向で変化する。(pH-RpH)は0.4~1.0で、下流部の試料が低値を示している。Free CO₂は6.0~74 ppmで、古川と安川に挟まれた部分の試料が30 ppm以上の値を示すが、この範囲の試料にはTotal Feが3.0 ppm以上検出される試料が多い。

Dis. O₂ Dis. O₂は5.7 cc/l~痕跡の範囲で、概して上流部より下流部に向かつて減少するが、一般に古川沿いの試料が比較的高い値を示す。祇園町市街地以南の試料では、Total Feの中に占めるFe²⁺の割合が増加すると、Dis. O₂は減少する傾向を示す。

HCO₃⁻ HCO₃⁻は43.6~265 ppmで、概して上流

部より下流部に向かつて増加の傾向を示す。上流部では古川沿いの試料に低い値が、太田川沿いの試料に高い値がみられる。祇園町市街地以南の試料では、水温の低い試料とNo. 18の試料とにHCO₃⁻の高い値がみられる。

Cl⁻ Cl⁻は6.2~9,180 ppmで、古川沿いの試料が比較的低い値を示すが、そのほかの地域では10 ppm以下のCl⁻を示す試料は皆無である。Cl⁻が20 ppm以上の試料にはSO₄²⁻も例外なしに10 ppm以上検出され、同時にNO₂⁻も検出される試料が多く、汚染源としてのCl⁻の増加が考えられる。臨海部の試料ではCl⁻が4,400 ppm以上に達するが、その起源を海水に求めるときわめて異常な水質組成となる。しかしこの種の異常現象はすでに三原市・和歌山市などの臨海部の地下水にもみられている。

SO₄²⁻ SO₄²⁻は1.0~984 ppmで、ほぼCl⁻と同じ傾向で増減している。臨海部の試料では425 ppm以上の高値であるが、その起源を海水に求めると、Cl⁻に比べてSO₄²⁻が不足することとなる。

K⁺, Na⁺ K⁺は0.5~130 ppmで、Cl⁻, Na⁺と同じ傾向で変化する、上流部から下流部に向かつて増加する。

Na⁺は6.3~4,100 ppmで、ほぼCl⁻と同じ傾向で変化する、古川沿いの試料が低い値を示し、臨海部の試料に

水質分析結果 (第 12 図 参照)

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 (dH)	total SiO ₂ (ppm)	KMnO ₄ cons. (ppm)	P (ppm)
8.9	0.2	0.5	9.4	0.02	0.04	18.0	3.4	3.30	19.5	1.8	0.00
6.6	0.1	1.5	8.6	0.18	0.16	14.2	3.2	2.72	14.4	1.0	0.00
13.1	0.1	1.2	13.4	0.03	0.04	21.0	4.3	3.93	16.4	0.7	0.00
8.0	0.1	1.5	8.4	0.14	0.03	11.4	3.1	2.31	14.4	1.2	0.00
4.9	0.3	1.3	6.3	0.08	0.03	9.5	2.0	1.79	12.3	1.8	0.00
16.5	0.1	2.5	15.6	0.03	0.02	26.5	4.5	4.74	21.4	2.3	0.00
5.5	0.1	2.3	7.5	0.08	0.02	13.4	3.6	2.70	26.0	1.2	0.00
7.4	tr.	3.1	14.3	0.09	0.05	14.9	1.8	2.50	17.1	5.7	0.00
11.5	0.3	8.0	24.5	0.03	0.04	22.6	6.9	4.75	30.1	1.4	0.12
17.2	0.3	2.2	17.2	3.67	0.25	27.2	6.0	5.18	30.6	1.0	0.01
4.5	0.1	1.8	17.7	1.30	0.17	21.6	4.4	4.03	26.4	1.1	0.01
19.6	1.3	4.0	21.3	4.06	0.14	29.4	8.6	6.09	34.7	4.5	0.25
4.9	tr.	2.0	10.0	3.03	0.18	18.0	2.9	3.18	17.5	0.9	0.00
25.3	1.3	2.6	23.7	3.96	0.19	48.4	10.3	9.13	31.5	3.0	0.13
16.0	0.1	3.1	14.8	0.02	0.04	24.5	4.0	4.34	25.0	2.2	0.08
18.6	0.1	3.1	15.3	2.50	0.37	27.4	5.8	5.16	25.7	1.5	tr.
1.0	0.1	2.0	12.2	3.02	0.28	13.4	2.7	2.50	22.2	4.3	0.03
41.0	1.0	5.7	51.9	2.95	1.05	41.1	12.4	8.60	26.3	3.7	0.07
425	0.1	112	2,280	2.10	0.15	232	310	103.8	30.7	5.2	0.03
984	9.0	130	4,100	2.80	0.29	1,230	546	294.7	40.0	6.3	0.06
7.2	tr.	1.4	8.6	0.02	0.07	10.1	1.7	1.80	21.0	2.2	0.03

顕著な増加がみられる。臨海部試料の Na⁺/Cl⁻ は、海水組成に較べて Na⁺ の不足がみられ、ほぼ海水組成の 80~92% である。臨海部以外の試料の Na⁺/Cl⁻ は、例外なしに Na⁺ が過剰であり、ほぼ Cl⁻ の増加とともに海水組成に近付き、また水温の高い試料が逆にこれから遠ざかる傾向を示している。(K⁺+Na⁺)/(Cl⁻+SO₄²⁻) は (Cl⁻+SO₄²⁻) が 0.8epm 以上では (K⁺+Na⁺) の不足がみられ、これらの事実から汚染現象と考えられる。汚染の少ないと考えられる水の分布は、古川沿いと水温の高い部分となる。

Fe²⁺, Fe³⁺ Fe²⁺ は 0.02~4.06 ppm, Fe³⁺ は 0.02~1.05 ppm で、両者とも古川沿いの試料に低く、祇園町以南の試料に急激な増加がみられ、その大部分を Fe²⁺ が占める傾向を示し、最高は 4.2 ppm に達している。

Ca²⁺ Ca²⁺ は 9.5~1,230 ppm で、臨海部の試料を除けばほぼ HCO₃⁻ と同じ傾向で変化している。古川沿いの試料と下流部の水温の高い試料とに、ほぼ 20 ppm 以下の値がみられる。臨海部の試料の Ca²⁺ は Cl⁻ と同じ傾向で変化し、最高 1,230 ppm の高値を示す。この高い値は海水 (Ca²⁺ は 400 ppm) の混入だけでは解釈困難となる。

Mg²⁺ Mg²⁺ は 1.7~546 ppm で、ほぼ Ca²⁺ と同じ

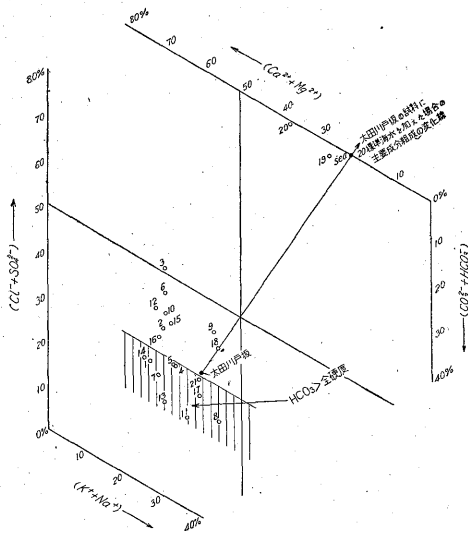
傾向で変化する。Ca²⁺/Mg²⁺ (epm) は、臨海部以外の試料では 2~4 で、No. 19 が 0.45, No. 20 が 1.37 で、海水の 0.19 と大きな相違が認められる。

全硬度 全硬度は 1.8~295 dH で、臨海部の試料では Cl⁻ と、それ以外の試料では HCO₃⁻ と同じ傾向で変化している。上流部の Cl⁻ が 15 ppm 以下の試料では、全硬度に対して HCO₃⁻ が過剰であり、下流部の水温の高い試料でも同じ傾向である。臨海部の試料の全硬度は、Cl⁻ の起源を海水とした時の全硬度の 1.3~1.8 倍の高い値となる。

Total SiO₂ Total SiO₂ は 12.3~40.0 ppm で、ほぼ下流部に向かつて増加し、HCO₃⁻ が 130 ppm 以下の試料の Total SiO₂ は HCO₃⁻ と同じ傾向で変化し、HCO₃⁻/SiO₂²⁻ はほぼ 1/3 である (SiO₂ を 2 価の陰イオンとする)。

その他の成分 NO₂⁻ は 0.00~2.50 ppm で、ほぼ 1/3 の試料に検出され、NH₄⁺ は tr.~9.0 ppm で、汚染現象の高いと考えられる試料と No. 20 の試料に高い値がみられる。

KMnO₄ cons. は 0.7~6.3 ppm で、ほぼ下流部に向かつて増加し、古川沿いの試料に低い値がみられる。P は 0.00~0.25 ppm で、半数の試料に検出されるが、古



第15図 地下水水質組成 (Key diagram)

川沿いの試料には全く検出されない。

主要成分の水質組成 HCO_3^- ($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$), ($\text{K}^+ + \text{Na}^+$) および ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) の4成分から得られた Key diagram は第15図に示されている。No. 19 および No. 20 の試料以外は Carbonate hardness, すなわち一時硬度で代表される水質組成で与えられるが, これを細別すると次の3種に分類される。

(1) 太田川戸坂の水質組成より一時硬度組成の強調される試料

これに属する試料は HCO_3^- 全硬度の組成を示し, No. 8 を除けば, 太田川戸坂の試料に較べて, HCO_3^- と ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) の占める割合がより高くなる試料で, 一般には表流水が浅層地下水になった場合にみられる水質組成の変化と考えられる。

(2) ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)/($\text{K}^+ + \text{Na}^+$) がほぼ一定で, HCO_3^- /($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$) のみの変化する試料

これに属する試料は汚染された試料と考えられる。

(1), (2) および (3) に属さない試料

これに属する試料は, (2) に示したものと異なつた汚染源の考えられる試料で, 太田川戸坂の試料に標準海水が加わつた場合の海水混入直線とほぼ同方向の水質組成変化を示す試料であり, No. 18 の試料は, ほぼその海水混入の出発点と考えられる。

海水の混入で示される水質組成は, 理想的には上に述べた海水混入直線にごく近い組成を示すべきであるが, この調査地域の試料のなかには, No. 19 および No. 20 で示される通り, かなり異なつた水質組成のものがみられ, 多量の Ca^{2+} が地層から溶出され, それに相当する Na^+ および K^+ が地層に吸着されたと考えないで

は説明できない水質組成である。

7.3 水質の総括

以上の総括は次の通りである。

まず太田川水系の表流水の水質の特徴は,

- 1) きわめて溶存成分が稀薄である。
- 2) 安川・鈴張川・関川および西宗川が合流して水質を悪化させている。
- 3) 滝山川および水内川が合流して水質を逆に良好している。

また太田川表流水の水質組成の特徴は,

- 1) SiO_2 がきわめて多いこと
- 2) SO_4^{2-} , Ca^{2+} がきわめて少ないこと
- 3) $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+}$ で一般の河川と反対の傾向にあることであり, これらの傾向は中国地方の火成岩地帯の河川一般にも適用されるが, 流域に古生層の分布する割合が増加すると, 本邦河川の平均水質に近づく。

なお太田川流域地下水の水質の特徴は,

- 1) 一般に表流水との親近度が低いが, 古川沿いにやや高い親近度の地下水がみられること
- 2) 表流水に較べて Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , および NO_2^- が急激に増加し, 汚染の傾向が強まること
- 3) 例外なしに Fe^{2+} , Fe^{3+} が検出されること
- 4) 臨海部地下水に海水の混入による急激な塩類の増加がみられること
- 5) 海水の混入の上限は, 現状では山陽本線の鉄橋のやま上流までと推定される。

(昭和33年10月~11月調査)

文 献

- 1) 地質調査所: 20万分の1地質図幅, 浜田, および同説明書, 鈴木敏調査, 1896
- 2) 地質調査所: 20万分の1地質図幅, 広島, および同説明書, 神津假祐・中村新太郎調査, 1912
- 3) 地質調査所: 日本鉱産誌, VI-b, 水および地熱, 1955
- 4) 小林 純外2名: 岡山県高梁川および鳥取県日野川の化学的研究, 日本化学雑誌, Vol. 72, No. 6, 1951
- 5) 熊谷直一外2名: 重力測定から見た広島市沖積地下の花崗岩基盤の深さ, 日本地質学会関西支部報, No. 32, p. 18~26, 1956
- 6) 蔵田延男外3名: 安芸郡海田市町付近工業用水調査報告, 広島県商工部企業課, 1955
- 7) 桑代 勳: 瀬戸内海の沖積平野, 地理学評論, Vol. 31, No. 3, p. 160~168, 1958
- 8) 杉原 健: 広島県河川の研究, 日本化学雑誌, Vol. 72, No. 2, 1951
- 9) 杉原 健: 四国地方河水の研究, 日本化学雑誌, Vol. 72, No. 3, 1951