

滋賀県安曇川扇状地の地下水

岸 和 男* 菅 野 敏 夫*

Ground Water of the Ado River Fan, Shiga Prefecture

By

Kazuo KISHI & Toshio KANNO

Abstract

The Ado river fan is situated on the west side of the lake Biwa, and the fan is the largest in this area. The main aquifers are fan deposits of the Quaternary age.

The geological and hydrological researches of the area were done in July 1964.

The estimated recharge to the ground-water reservoirs is 4.5 cubic meters per second from the Ado river and 0.8 cubic meters per second from the irrigation water diverted from the Ado and the Kamo rivers.

Discharge from the ground-water reservoirs is by effluent seepage in the spring zone and by flowing wells, and they amount to about 3.5 cubic meters per second.

The discharge is less than the recharge and the estimated amount of about 1.0 cubic meter per second may go into the ground-water reservoirs or the lake Biwa.

Dug wells in large diameter in the upper and middle parts of the fan yield free ground water of 1,500 cubic meters per day. In the spring zone, a well yields artesian ground water of 1,000 cubic meters a day.

In the middle and lower parts of the fan, some artesian ground waters deeper than 50m contain much total-Fe ions.

要 旨

1) 安曇川および鴨川表流水の伏没量は平水時において約 4.5 m³/sec であり安曇川扇状地の地下水の有力な供給源となつている。

2) 河川を除く地下水供給は用水路および湛水田などを通じて行なわれ、これらを合計した伏没量は 0.8 m³/sec 程度となつている。

3) 扇状地中部の湧水地帯および自噴帯における湧水量と自噴量との合計は約 3.5 m³/sec である。

4) 地下水供給量と排水量との差は約 1.0 m³/sec であつて、供給量が多い。この差 1 m³/sec は扇状地地下水の貯溜増加量あるいは琵琶湖湖底への排出量を示していると考えられる。

5) 扇状地中部および上部では主として自由面地下水を利用の対象とし、大口径の浅井戸によつて 1,500 m³/

day 程度の取得が可能であろう。

6) 自噴帯に賦存する深度50m以浅の被圧地下水は1井当り 1,000m³/day 程度の取得が可能であるが、大量の揚水を行なうと一般民家の自噴井に影響し自噴が停止するおそれがある。

7) 扇状地下部の被圧地下水は鉄分がきわめて多く、中部でも深度50m以深の被圧地下水は鉄分が多い場合があり、その開発利用に際しては水質の面についての考慮が必要である。

8) 地下水の総取得可能量の推定および大規模な取得をはかる場合にはさらに精密な水理地質調査を行なうとともに年間4回以上の水文調査を行なう必要がある。

1. ま え が き

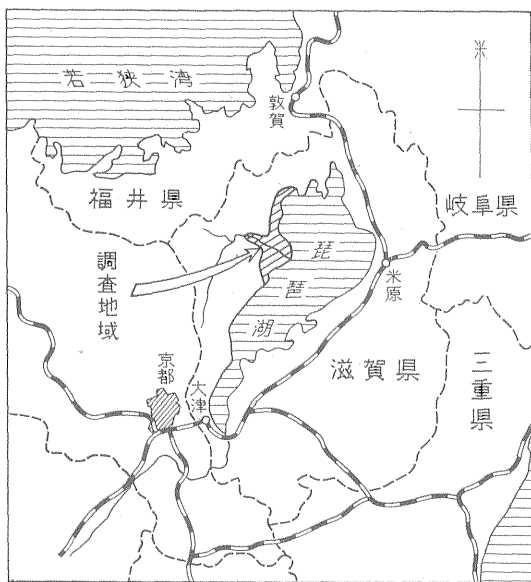
わが国でもつとも大きな水面積を有する琵琶湖は貯水量約 270億 m³ といわれ、宇治川および京都疎水によつ

* 応用地質部

て京阪地区に通じ各方面での水利用がはかられている。

琵琶湖の東南岸は姉川・野洲川など多くの河川によって形成された平野がひろげ、自然環境および立地条件が有利なことに古くから紡績工場などが操業しており、わが国でも数少ない湖岸工業地帯として繁栄してきた。一方、西岸は地形的に湖に臨む斜面が急傾斜を呈しており、また主要河川である安曇川を除くと、いずれも河川規模が小さいため、平野の発達が東南岸にくらべて劣っている。さらに交通不便などの立地条件が加わって、工業的には立ち遅れた地域である。しかし地元において国鉄琵琶湖湖西線設置の声が上がっており、湖西線が建設された暁には京阪地区とは距離のおよび時間的に近くなるので、近い将来には二次産業の発展を期待することができるし、さらに京阪地区への通勤時間が1~2時間ともなれば、そのベッドタウン的な性格も兼ねるようになる。将来の発展を考慮した場合、琵琶湖西岸のうちもつとも大きな河川である安曇川の流域における水の多目的利用が急激に増加するものと予想される。したがって、安曇川流域を中心とした地域について地下水の流動、表流水からの地下水供給量および地下水開発可能量の一端を事前に明らかにしておくことは今後の水利用をはかる場合の基礎的資料としてきわめて有意義である。また琵琶湖の水高度利用に関連して湖水の水位を下げた場合、沿岸の地下水がどのような影響を受けるかという問題を解く場合の一つの手がかりともなるであろう。

琵琶湖沿岸の地下水については、湖東南地区は昭和33年度に工業用水源地域調査として実施されているが、今



第1図 調査位置図

回は、湖西地区のうち、もつとも河川規模が大きい安曇川扇状地を中心とした地域を対象として調査研究を行なった。

本報告は、主として扇状地における水の浸透機構を解明するための一つの方法として行なつた水文および水理調査の結果をとりまとめたものであるが、あわせて、石田川および知内川地区における井戸分布と帯水層の状態などについても簡単に記述している。

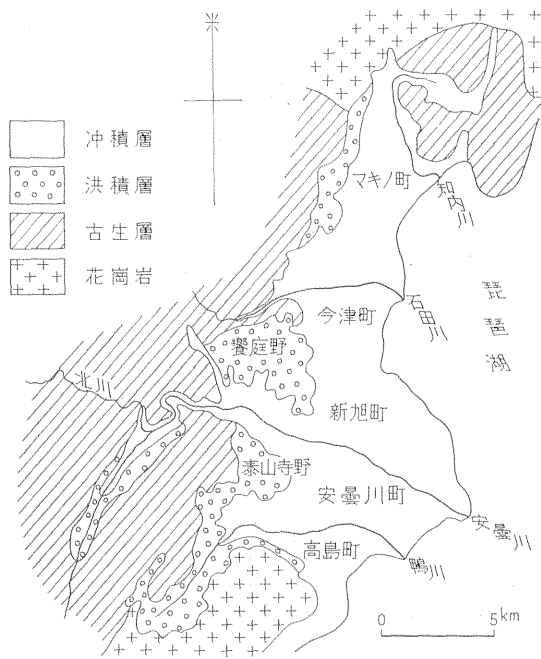
2. 調査地域の概要

2.1 水理的環境

調査地域は琵琶湖の北西部に位置し琵琶湖西岸では唯一の比較的大きな平野である。この地域は水理的環境から安曇川および鴨川の扇状地地区と石田川から知内川にかけての琵琶湖沿岸地区との2つに分けられる。

安曇川を中心とする平野は安曇川および鴨川によって形作られた扇状地であり、その後背には饗庭野、泰山寺野と呼ばれる大きな洪積台地がみられる。この洪積台地の西側は頁岩・砂岩などから構成される古生層の山地であり、南側湖岸沿いは花崗岩からなる山地である。

石田川から知内川にかけての地区は湖岸に沿つた幅1~3kmの間に湖水面との標高差が10m以内の沖積低地がみられ、その後背には洪積層および沖積層の小規模の扇状地が分布している。さらにその西側は古生層からなる山地となつている。



第2図 琵琶湖西岸の地質

古生層および花崗岩の山地は非透水性の岩盤であり調査地域における容水地盤の基盤となつている。洪積台地および北部の小扇状地群は、礫・砂・粘土からなり、容水地盤を形成する。

調査地域を流れるおもな河川は、琵琶湖西岸でもっとも大きな流域面積をもつ安曇川を始め、その南側の鴨川、北方の石田川・百瀬川・知内川などである。地形的にみるとこれらの河川のうち安曇川・鴨川・百瀬川は地下水の供給源となりうる環境下にあり、石田川は両岸平野の地下水によつて涵養される排水河川的な環境下にある。また知内川は中流部においては排水河川、下流部では地下水の供給河川的な環境にある。しかし安曇川を除く諸河川はその流域規模がごく小さく表流水からの地下水供給は量的にごく少ないと考えられる。

2.2 安曇川流域の概観と流況

安曇川は京都市左京区白井付附近に源を發し、琵琶湖西岸に連なる比良山地の西側の谷を約 30km 北に流れ、高島郡市場地先において西側の丹波高地から發する北川と合流し、そこから流路を東に変じ、さらに 18km ほど流下して琵琶湖に注いでいる。安曇川は高島郡朽木村原地先において山地部を脱し、そこから下流に狭少な沖積平地を作り、さらに下流において約 23 km² の扇状地を形成している。中流部の狭少な平地の両側は比高 100~140 m をもつ洪積台地である。安曇川の河床面はこの狭少な平地では両岸平地と同高度ないし若干低いが、扇状地に入ると急激に扇状地面より高くなり河口付近まで天井川の様相をみせている。安曇川扇状地の半径は約 6 km であり扇頂部の標高は 100 m、扇央部付近が 90 m、以下扇端部に向かつて勾配がゆるやかになり末端部の湖岸では 87 m 前後となつている。扇状地の地表面勾配の変化を示すと次のとおりである。

扇頂部~1 km	5/1,000
1 km~2 km	3/1,000
2 km~5 km	1/1,000 以下

このように当扇状地はかなり勾配のゆるい扇状地であり、湖岸近くでは扇状地の末端というより湖岸低地となり遊水池が各所に点在している。

朽木村原地先より上流の安曇川の流域面積は約 258 km² であり、市場地先において合流する北川はほぼ 1/2 に相当する 125 km² の流域面積をもつている。この北川では長期間にわたる流量観測が行なわれており完備した観測資料が得られている。この資料から算出された各期の流量および比流量を第 1 表に示した。それによると北川では平均流量に対して豊水量・平水量の値が少なく、したがつて、年間を通しての変動が比較的少なく、水量的

第 1 表 北川の流量および比流量

年	流量 (m ³ /sec)		比流量 ($\frac{\text{m}^3/\text{sec}}{100\text{km}^2}$)	
	昭和37年	38年	37年	38年
渇水量	1.5	1.1	1.2	0.9
低水量	2.0	2.2	1.6	1.8
平水量	3.0	2.9	2.4	2.3
豊水量	4.4	3.8	3.5	3.0
年平均流量	5.4	4.2	4.3	3.3

に安定した河川といえる。安曇川全流域の正確な流況は把握できないが約 1/2 の流域面積をもつ北川の流況とそう大きな差異はないものとみて差支えない。調査時における安曇川の平地部に入るところの流量は 5.8~6.8 m³/sec であり、比流量は 2.3~2.6 m³/sec/100km² であつた。また安曇川扇状地の南部を流れる鴨川の平地部に入る地点の比流量は 2.3 m³/sec/100km² となり、この二者と北川の比流量を比較すると調査時点における流量は、ほぼ平水量に相当するものと考えて差支えない。

3. 河川流域の水文

扇状地における表流水の伏没量および湧出量を求めるため安曇川・鴨川および用水・支流などの流量測定を行なつた。安曇川については河川縦断方向に数カ所の流量測定断面を設け上流側断面流量と下流側断面流量の差をその区間の伏没量あるいは湧出量とした。また扇状地内を流れる用水そのほかの表流水については、扇状地をいくつかの小地区に分けその地区に流入する水量と流出する水量との差をもつて伏没量および湧出量とした。

3.1 扇状地の表流流量

安曇川扇状地の扇頂部付近から扇状地に流入する表流群を大別すると、安曇川を境にして北側扇状地には安曇川から取水した 1.7 m³/sec のかんがい用水が流れ、あまねく扇状地区内の水田にかけられている。南側扇状地には北側とほぼ同量の 1.4 m³/sec のかんがい用水が安曇川から取得されて扇状地上部~中部の水田にかけられている。このほか南側扇状地に流入する表流水として泰山寺野の谷からの支流の流量が 0.1 m³/sec 南端を流れる鴨川およびその付近の用水群の流量が 0.8 m³/sec ある。中央を流れる安曇川本流の流量は 4.1 m³/sec である。

以上の表流水量の合計は 8.1 m³/sec であり、前述のとおり調査時の流量は平水量に相当するので、1年のう

ち約半分の期間はこの程度の表流水量が扇状地内に流入しているものと考えられる。

3.2 安曇川表流水の伏没量と増加量

流量測定の上流部の断面(A-1断面)は安曇川町長尾地先の農業用堰堤の直下流に設け、最下流部の断面(A-7断面)は河口から約1km上流の地点に設定した。測定は洪積台地に挟まれた狭少な平野地区では2区間に分け、扇状地内では2区間に分けて行なった。さらに測定結果から顕著に表流水が伏没の状態を示すA-3断面(安曇川町十八川地先)からA-6断面(安曇川町川島地先)の約3kmの区間をさらに小区間に分けて測定している。測定結果は第2表に示してあるが要約すると次のとおりである。

1) 上長尾堰堤から安曇川町南古賀付近(A-2断面)までの約4kmの区間では、2回測定した平均で2.238m³/secが増加している。

2) 南古賀付近から扇頂部下流約1kmの地点、A-3断面までの約2.6kmの区間では2回平均0.715m³/secが増加している。この区間の河長1km当りの増加量は0.28m³/sec/kmでありA-1~A-2断面の0.56m³/sec/kmの約1/2である。このような値を示すのは扇頂部からA-3断面までの間でも若干減少しさらにその上流部に

減少も増加もしない地点が存在するためと考えられる。

3) A-3断面(安曇川町十八川地先)からA-6断面(安曇川町川島地先)までの約2.8kmの区間では3回の測定平均で3.205m³/secの表流水が伏没している。減少量は上流側断面流量の63%に当り河川長1km当り1.14m³/secである。このようにA-3~A-6断面の間は表流水の伏没が大きいので小区間に分けて測定を行なっている。

4) A-3断面から江若鉄道鉄橋(A-4断面)までのわずか700mの区間で約0.7m³/secが減少し、A-4断面からA-5断面(安曇川町三ツ矢地先)までの1kmの間が1.56m³/sec、A-5からA-6断面の間が約0.53m³/secの減少量を示した。この小区間の河川長1km当りの減少量は上流側からそれぞれ1.01, 1.56, 0.48m³/secを示し、A-4断面とA-5断面の間がもつとも著しく減少している。

5) A-6断面から河口近くのA-7断面までの約2kmの区間では0.96m³/secが減少している。

以上のように安曇川表流水は洪積台地に挟まれた地区では両岸平地の地下水によつて涵養されて増加し、扇状地に入ると直ちに伏没浸透を始め、河口付近まで連続して減少している。伏没量の合計は扇頂部の流量が5~6

第2表 安曇川表流流量の縦断方向の増減

番号	測定場所	7月31日 第1回 流量 (m ³ /sec)	流量差 (m ³ /sec)	7月31日 第2回 流量 (m ³ /sec)	流量差 (m ³ /sec)	8月1日 流量 (m ³ /sec)	流量差 (m ³ /sec)	平均 流量差 (m ³ /sec)	上流側断面 流量に対する 流量差の 百分率 (%)	区間の 長さ (km)	流量差 区間の長さ (m ³ /sec km)
A-1	安曇川町 長尾上流約2km	3.396				2.265					
			+2.483				+1.993	+2.238	79	4.0	+0.56
A-2	安曇川町南古賀	5.879				4.258					
			+0.474				+0.957	+0.715	14	2.6	+0.28
用-1,2 A-3	〃 庄堺, 新旭町 井の口 十八川	0.741		5.053		0.740 4.475					
			-3.241		-3.054		-3.319	+3.205	63	2.8	-1.14
A-6	〃 川 島	2.361		1.999		1.336					
			-0.960						41	2.1	-0.46
A-7	〃 北舟木, 南舟木	1.401									
A-3	〃 十八川					4.128					
							-0.707		17	0.7	-1.01
A-4	江 若 鉄道鉄橋					3.412					
							-1.558		22	1.0	-1.56
A-5	安曇川町二ツ矢					1.863					
							-0.527		28	1.1	-0.48
A-6	〃 川 島					1.336					

第 3 表 安曇川扇状地における支流, 用水などの流量測定結果

No.	測定場所	流量 (m ³ /sec)	No.	測定場所	流量 (m ³ /sec)
1	滋賀県高島郡安曇川町庄 塚	1.277	45	滋賀県高島郡安曇川町南 市	.006
2	// //	.003	46	// //	.020
3	// //	.021	47	// 五番領	.039
4	// //	.021	48	// 十八川	.258
5	// //	.026	49	// //	.012
6	// 三重生	.005	50	// //	.012
7	// //	.005	51	// //	.042
8	// 馬 場	.021	52	// //	.022
9	// 佐 賀	.040	53	// //	.516
10	// 上 寺	.003	54	新旭町太 田	.070
11	高島町北 出	.009	55	// //	.005
12	// //	.029	56	// //	.021
13	// 武 曾	.099	57	// //	.023
14	// //	.180	58	// //	.301
15	// //	.433	59	// //	.012
16	// 拝 戸	.064	60	// //	.362
17	// //	.010	61	// 四ノ坪	.010
18	// //	.008	62	// 藁 園	.184
19	// 音 羽	.010	63	// //	.084
20	// 宮 野	.068	64	// //	.015
21	// 永 田	.015	65	// //	.050
22	// //	.055	66	// //	.017
23	// 鯨 川	.005	67	// 深 溝	.130
24	// //	.013	68	// //	.048
25	// //	.044	69	// //	.010
26	// //	.094	70	// //	.010
27	// 出 鴨	.016	71	// //	.190
28	安曇川町川 島	.129	72	// 針 江	.565
29	// //	.059	73	// //	.002
30	// //	.046	74	// //	.040
31	// //	.307	75	// 森	.024
32	安曇川町藤 江	.063	76	// //	.015
33	// 横 江	.007	77	// 田 井	.066
34	// //	.111	78	// 辻 沢	.020
35	// //	.492	79	// //	.003
36	// 下小川	.978	80	// 今 市	.310
37	// //	.064	81	// //	.016
38	// //	.076	82	// 平 井	.152
39	// //	.030	83	// 安 井	.191
40	// //	1.112	84	// 川原市	.454
41	高島町北 鴨	.011	85	// //	.031
42	安曇川町三尾里	.132	86	// //	.005
43	// //	.053	87	// //	.490
44	// //	.002			

m^3/sec のとき、その $\frac{2}{3}$ 以上に相当する $3.5 \sim 4.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ に達する。

3.3 用水・支流などの伏没量と増加量

安曇川扇状地の中ないし下部には湧水地帯がみられ、その湧水量と上部における用水・支流などの表流水の伏没状態を知るために扇状地を3つの地区に分けて表流水の増減を測定している。測定区域および流量測定結果は第3図と第3表に示してある。

南側扇状地では上、中2つの地区に分け上部地区は安曇川町庄塚一武曾一高島町永田一出鴨一安曇川町三尾里一十八川を結んだ区域とし、下部地区は安曇川町十八川一北鴨一下小川一川島を結んだ区域とした。

上部地区に流入する用水および支流の合計流量は約 $1.83 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、そのうち鴨川表流水は $0.43 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。鴨川の表流水は測定地点から約4km下流の宿鴨付近までの間にその大半が伏没し、そのほかの支流、用水などの表流水は約 $\frac{1}{2}$ の水量が減少している。この区域の南端部の小地区には湧出地帯がみられるが、その湧出量と水田からの蒸散量とを合わせても $0.1 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以下と推定されるので、上部地区の伏没量は約 $0.7 \text{ m}^3/\text{sec}$ として大差はない。

中部地区では上流側の流入量が $1.125 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、下流における流出量が $3.474 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、差引き、 $2.349 \text{ m}^3/\text{sec}$ が増加している。この地区では標高90mの等高線より下流側に湧水地帯がみられ、そこより上流側の安曇川沿い地区では若干伏没、浸透するものと考えられるので湧出量は $2.349 + \alpha$ の値で示される。

北側扇状地では扇状地の中部を横切る測線が設けられず、新旭日町川原市一辻沢一深溝一太田を結んだ範囲を一区域とした。したがって上部地区の減少量、下部地区の湧出量とに分けた値は求められなかった。測定結果によれば上流側流入水量が約 $1.67 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、下流の流出量が約 $2.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、差引き $0.55 \text{ m}^3/\text{sec}$ が増加した値として示される。

この地区の上部では南部扇状地と同様に表流水が伏没するものと当然予想され、実際の湧出量は測定された増加量よりもかなり大きな値となるものと考えられる。扇状地の形態、湧水地帯の面積、南部扇状地の単位面積当りの湧出量などから推定すると、湧出量は $1 \sim 1.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度とみられ、上部における伏没量は $0.5 \sim 0.6 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。

測定区域の下流側、湖岸までの地区では、水路の流速がきわめて遅く、遊水池になつていたりして流量測定条件が悪く表流水の測定は行なわなかった。たおこの地区においては表流水の伏没、浸透はまず考えられず、ま

た多量に湧水するような環境でもない。

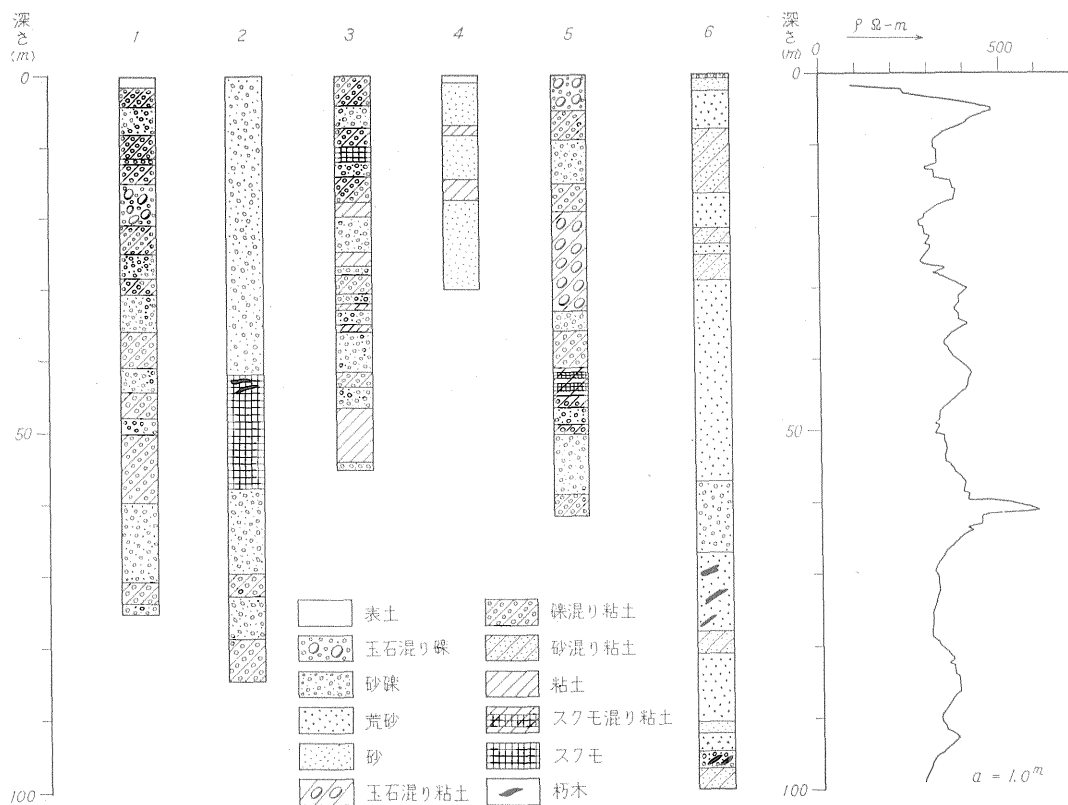
以上のように安曇川扇状地に流入する支流、用水などの表流水は流入量の約 $\frac{1}{3}$ に相当する約 $1.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ (うち $0.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ は鴨川の伏没量) が上流部において伏没し、中～下流部 (ほぼ標高90m等高線より下流側地区) において $3.4 \sim 3.6 \text{ m}^3/\text{sec}$ が湧水している。

4. 井戸分布と帯水層

安曇川扇状地において作井柱状図が残されている井戸は4本のみであり、また基盤にまで達している井戸はみられず、容水地盤の全貌を知るためには資料が少ない。さく井柱状図は第4図にその位置は第5図に示してある。これらの井戸のうち1本は大阪通産局によつて設けられた地下水位の観測井である。深度30mの井戸2本は工業用に利用され他の1本はかんがい用の井戸である。

扇状地の南部、高島町宮内地区には深度65mのかんがい用井戸があり、かんがい期のみ $6,000 \sim 7,000 \text{ m}^3/\text{day}$ の揚水を行なっている。作井標本によれば、地質はおもに砂礫および粘土混り砂礫からなり15mと45m付近に粘土あるいはスクモが挟在している。揚水試験によれば、この井戸の限界揚水量は約 $5,000 \text{ m}^3/\text{day}$ 、比湧出量 $2,500 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$ であり、この地区の帯水層はかなり透水性にすぐれている。扇状地末端の安曇川町舟木に設けられた大阪通産局地下水位観測井では、坑内電気検層、揚水試験などが行なわれている。その詳細は大阪通産局から中間報告として発表されているが、概要は次のとおりである。深度100mまでの地質は大半が砂礫からなり、大別して29m以浅と29~100mの2つの地層に区別される。29m以浅の地質はおもに粗砂および砂混り粘土からなり砂礫は花崗岩類のものが多く、29m以深は礫混り砂が主体で古生層起源のものが多く、また67m以深に埋木が挟在している。この井戸の口径は150mm、ストレーナの位置は83.5~94.5mであり揚水試験の結果では透水量係数 $840 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$ 、透水量係数 8.67×10^{-2} 、限界揚水量 $900 \text{ m}^3/\text{day}$ 、比湧出量 $400 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$ と算出されている。水質は塩素イオン、硫酸イオンなどは少ないが鉄が28ppmとかなり多く、また可燃性の天然ガスの発泡が認められる。

北側扇状地の中部に深度30mの工業用井戸が2本ある。地質柱状図によれば地質はおもに砂からなり、厚さ1.5~2mの粘土層を2枚はさんでいる。井戸1本で約 $3,000 \text{ m}^3/\text{day}$ の揚水を行なっており、ポンプ停止時にはわずかに自噴する。帯水層の透水性は比湧出量 ($900 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$) からみるとかなりすぐれており水質も鉄分が少なく良好である。



第4図 安曇川扇状地およびその付近の地質柱状図 (位置は第5図に示してある。)

扇状地中部地区の各家庭には径1~2", 深さ10~50mの掘抜自噴井が掘られ、その数は数10本に達している。また自噴地帯に点在する養魚場では径2~3"の鉄管を4m²ほどの敷地に7~9本まとめて深さ10~15m打込み、地下1~2mのところまで自噴させ、低揚程のポンプで揚水している。この1群井の揚水量は1,500~2,500m³/dayであり、鉄管1本当りの比湧出力は100~200m³/day/mである。

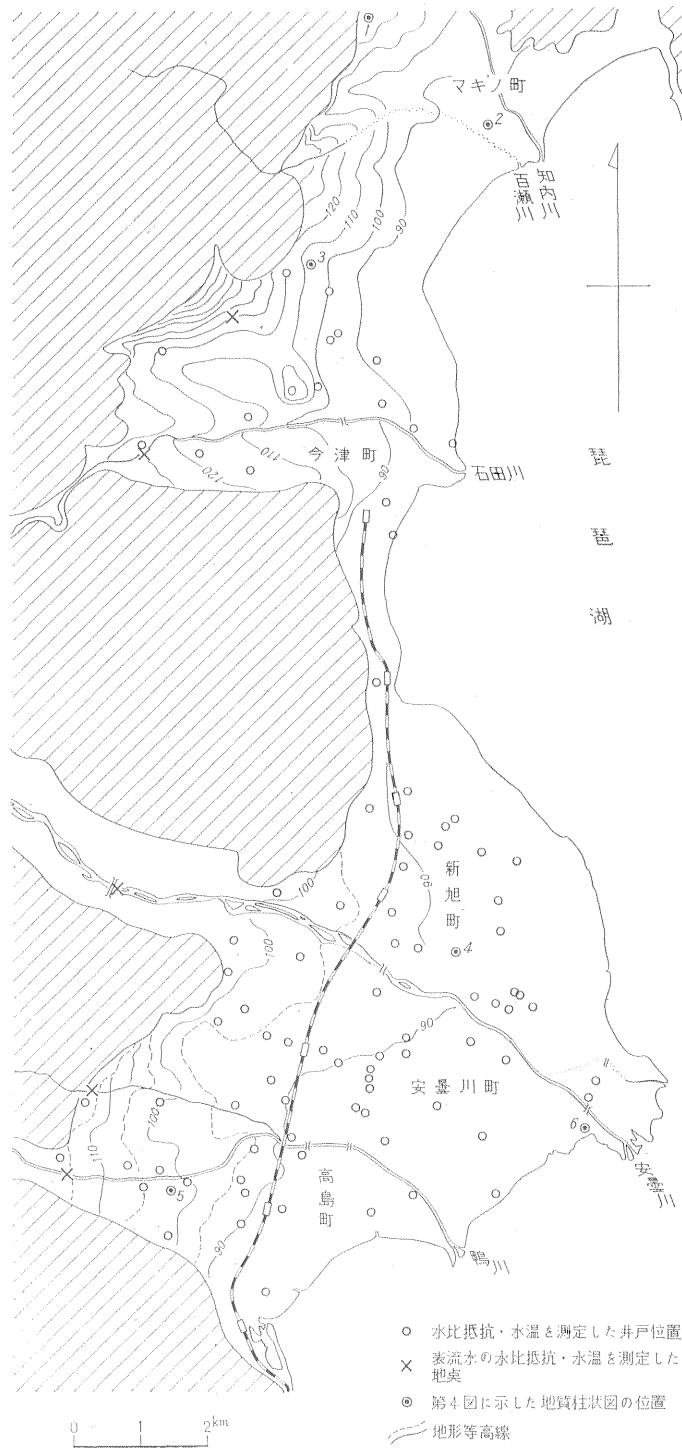
扇状地には以上の被圧地下水を取得している井戸のほか、一般民家および簡易水道などで自由面地下水を取得している。自由面地下水をやや多量に取得している簡易水道水源が南北両扇状地に各1本ある。北側扇状地中部の径5m、深さ4.3mの井戸では1,000m³/dayの揚水に対し0.4mの水位降下を示し、南側扇状地中部の浅井戸では比湧出力が1,000m³/day/mであり、ともにその地区の浅部の帯水層の透水性がすぐれていることを示している。

安曇川扇状地の北方、今津町川上地点に深さ48mの試験掘井がある。柱状図資料によれば地質は砂礫、砂礫混り粘土、および粘土の互層からなり10m付近にスクモが挟

在する。井戸の口径は75mm、ストレーナは20mから47mの間の砂礫層の部分全部切つてある。揚水試験データによれば、1mの水位降下で約300m³/dayの揚水が可能であり、井戸口径の小さな割合には揚水量が多い。今津町では、このほか川尻地区に旧養魚場で利用していた深さ30~50mの井戸が数本あり、わずかに自噴している。また浜分、辻川、南浜などの地区に深さ100m以上といわれている自噴井戸が数本みられるが水量が少なく、かつ水質が悪いため利用されていない。

マキノ町では標高130m付近の辻地区に2本のかんがい用井戸があり夏期のみ揚水している。深さは75mおよび80mでありいずれも基盤に達していない。地質は礫および砂礫混り粘土であり揚水量から判断すると透水性はかなりすぐれている。また湖岸に近い知内地区に深さ85mの簡易水道水源井があり、低揚程のポンプで1,000m³/day以上の揚水が可能といわれている。

養庭野^{あいの}および泰山寺野とよばれている洪積台地には深井戸がみられず、一般民家では10~20mの掘井戸によつて自由面地下水を取得している。地質は砂ないし粗砂と粘土との互層からなり、全体の厚さは数十m以上と推



第5図 水温・水比抵抗を測定した井戸の位置

定されるので、透水性が劣つているとしても若干の地下水が深井戸によつて取得できるものと考えられる。

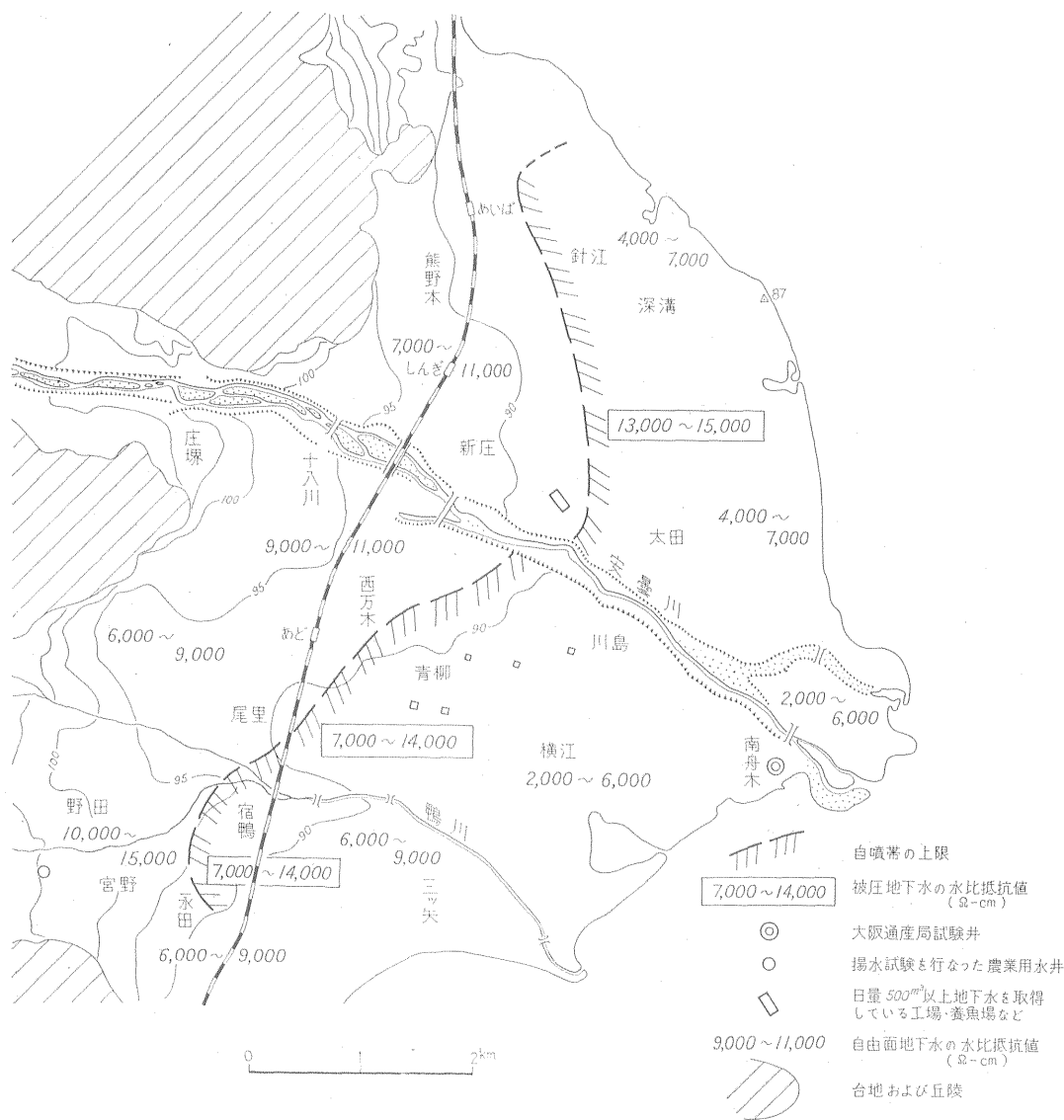
5. 地下水理

5.1 自由面地下水

調査地域には前述の井戸のほか一般民家にそれぞれ浅井戸がある。これらの井戸のうち90本あまりを選んで地下水の水比抵抗、水温などを測定した。

安曇川扇状地の自由面地下水の水比抵抗値は 2,000~15,000 Ω-cm を示し、おおむね上流部で高く湖岸沿いで低くなつている。南側扇状地では、国道から上流側の鴨

川沿いの地区および安曇川沿いの地区に 9,000~15,000 Ω-cm の高い水比抵抗を示す地下水がみられる。扇状地中部および鴨川と安曇川との中間地区の地下水は 6,000~9,000 Ω-cm の水比抵抗を示し、湖岸低地の地下水は 2,000~6,000 Ω-cm という低い値を示している。北側扇状地では上部地区が 7,000~11,000 Ω-cm 下流部地区が 7,000 Ω-cm 以下の水比抵抗を示している。地下水温は 16~20°C であり地区的なままとまりはなく、水比抵抗値の分布との関係もとくにみられない。地下水位は測定できる井戸が少なく確かなことは明らかでないが、おおむね上部地区で地表下 2~4 m, 中・下部地区で 0.5~



第6図 安曇川扇状地の地下水調査要図

2 mとなつている。

以上の調査結果と水文調査の結果などから扇状地における自由面地下水の供給流動状況を推定すると次のようになる。

安曇川扇状地上部の地下水は鴨川および安曇川の表流水から直接供給され、さらに用水および湛水田からも供給されている。この地下水は湖岸に向かって活発に広い範囲にわたって流動しており、とくに限られた透水帯は形作っていない。またこの地下水は扇状地中部において湧水として地表に排出している。湖岸低地では流動が不活発となり停滞性の地下水となつている。

石田川から知内川にかけての地区の自由面地下水の水比抵抗値は7,000~15,000 Ω -cmを示し、安曇川扇状地より全般に高い値である。石田川沿い、知内川沿いの地区および湖岸低地地区では10,000 Ω -cm以下の値を示し、山麓部の扇状地では10,000 Ω -cm以上の値である。地下水位は湖岸低地が1~数mで浅く、山地に近づくにつれて深くなり、標高の高い扇状地上・中部では地表下20m以上の地区もみられる。地下水の供給源はほとんどが扇状地上・中部の降水であり河川表流水からの供給はごくわずかである。

5.2 被圧地下水

調査地域において被圧地下水を取得している井戸は自噴帯の掘抜井戸を除くとその数がごく少なく、また地質標本あるいは柱状図の残されている井戸も少ない。したがって調査地域全域の被圧地下水の水利は明らかにできないが、調査し得た自噴帯の地下水理の概要のみを次に述べる。

掘抜自噴井は安曇川扇状地の中央部に幅2~3km、長さ8kmの範囲に分布し、その上限はほぼ標高90mの等高線付近である。北側扇状地では湖岸近くまで自噴井がみられるが、南側扇状地では湖岸に沿った幅2~3kmの地区(湖岸低地地区)にはほとんどみられない。自噴井の深度は10~50mであり、自噴帯の上限付近では10m以浅の井戸でも自噴する。調査した井戸の深度別の本数は10m以浅が6本、13~16mが3本、20~24mが7本、28~32mが6本、36m、54m各1本であり、これら以外の深さの井戸はみられなかった。これによれば、帯水層は10m以深に5層存在することになり20~24m層、および28~32m層が有力なようである。水比抵抗値は10,000~15,000 Ω -cm、水温は14~17°Cを示し、ともに深度および地理的な特徴はみられない。

自噴井の圧力面の高さは一般に低く、もつとも高い井戸でも地表上2~3mにすぎない。この自噴帯における被圧地下水の供給源は自噴井の地理的・深度的分布状況、

自噴量、水比抵抗値など種々な点からみると、そう遠くではないと考えられ、おそらく扇状地上部の自由面地下水から供給されているとみて差支えない。

自噴井のなかに鉄分の多い地下水を湧出する井戸があり、地理的に不規則に点在している。鉄分の多い井戸はおおむねその地点の平均自噴井深度より深めな井戸にみられ、かつ湖岸に近いところほど数が多い。扇状地末端の北舟木では深さ100mおよび40m程度の掘抜井戸が掘られたが鉄分が多く使用できなかったといわれ、また大阪通産局の水位観測井も鉄分が著しく多量に認められている。したがって、安曇川扇状地では上流部では数十mの深井戸でも良質な地下水が得られるが、中流部では深度および地理的位置によって鉄分の多い地下水となる場合があり、下流部では深さ80m以深の地下水は鉄分がきわめて多く一般には使用できない状態となつている。

6. 調査結果の検討および結論

いままで述べてきたように安曇川扇状地の自由面地下水は、おもに扇状地上部において安曇川および鴨川の表流水と湛水田から供給され湖岸に向け流動し扇状地中部の湧水地帯においてその多くが湧水として地表に排出している。また扇状地上部の自由面地下水から供給されているとみられる扇状地中部の深度約50m以浅の被圧地下水は一般民家、養魚場などの自噴井によって地表に排出している。

河川の流量がほぼ平水量を示していた調査時における河川表流水からの地下水供給量は約4.5 m^3/sec であり、用水および湛水田からの供給量は約0.8 m^3/sec であつた。それに対し自由面地下水の湧水量と浅い被圧地下水の自噴量の合計量は約3.5 m^3/sec であり差引き供給量が排出量よりも約1.7 m^3/sec 多いことになる。しかし河川表流水からの供給量のうち安曇川下流部において伏した水は河床下を流下し直接琵琶湖湖底に排出されている可能性があり、また測定できなかった湖岸低地地区でも、地表への排出が若干量みられるものと予想されるので、それらを勘案すると供給量と排出量の差は1 m^3/sec 前後となろう。この差約1 m^3/sec は調査時(平水期・かんがい期)における地下貯溜の増加量、あるいは琵琶湖湖底への排出量を示しているものと考えられる。

湧水地帯および扇状地上部における自由面地下水の帯水層はかなり透水性にすぐれ、大口径浅井戸で1,500 m^3/day 程度の地下水が取得できよう。ただし山地に近い地区ではかなり減少するであろう。湖岸低地における自由面地下水の帯水層は細粒となり、透水性が劣り、多量な揚水は期待できず水質も劣つている。

自噴帯における深度50m以浅の被圧地下水の帯水層は比較的透水性にすぐれ、小口径の深井戸1本で、良質、かつ恒温な被圧地下水が 1,000 m³/sec 程度取得可能である。しかし大容量のポンプなどによつて多量の揚水を行なうと周辺の一般民家自噴井に影響し自噴が停止するおそれが多分にある。

以上のように当扇状地の地下水は表流水と密接な関係をもち、一般的にみれば地下水はかなり豊富である。しかし今回の調査では深部の地下水、鉄分の多い水を含む帯水層の分布、洪積台地と平野深部の地層との関係などは明らかにできなかつた。また一般に地下水の収支を明らかにするためには唯1回の水文調査では不十分であり、1年ないし数年を通じた水文データを必要とする。

今後、地下水の大規模な利用をはかるため、また地下水の総取得可能量を推定するには、ボーリングなどを含む精密な水理地質的調査を行なうとともに、地下水の供給量と排出量を求める水文調査を少なくとも1年のうちに4回は行なう必要がある。(昭和39年7~8月調査)

文 献

- 滋賀県 (1954) : 20万分の1 滋賀県地質図
蔵田延男他4名 (1959) : 滋賀県湖東および湖南地域
工業用水源調査報告, 地質調査所月報, vol. 10,
no. 10
建設技術研究所 (1964) : 琵琶湖周辺沈下に関する調査報告書