

静岡県安倍川水系表流水水質調査報告*

— 東海地域調査 第11報 —

安藤 武** 森 和雄**

Chemical Properties of the Surface Water of the Abe River,
Shizuoka Prefecture

by

Takeshi Andō & Kazuo Mori

Abstract

It is reported that the surface water of the Abe river is rich in SO_4^{2-} and Ca^{2+} .

The writers confirmed the specific property of surface water through the chemical analyses of 38 samples collected from the Abe river. and also specified that the surface water is rich in SO_4^{2-} and Ca^{2+} . Such phenomenon is due to the decompositions of sulphide in the black shale and the calcium component in the lenticular limestone developing in the outcrops of the Setogawa group distributed in the river basin.

要 旨

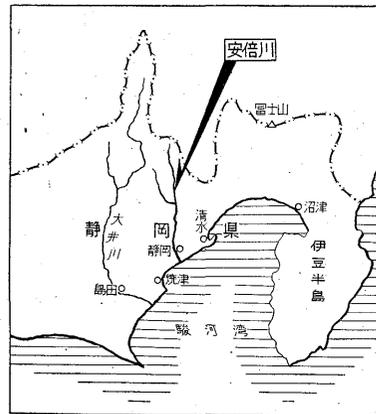
- 1) 静岡県安倍川水系工業用水源地域調査の結果、安倍川水系の陸水、とくにその表流水が SO_4^{2-} に富んでいる、異常な水質であることが指摘されていたので、昭和33年3月、静岡市の申請に基づく同市の工業用水源受託調査の際に、とくにその原因について調査を行なう機会を得た。
- 2) 安倍川水系表流および伏流 38カ所の水質分析によつて、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 Ca^{2+} などが著しく多いことが再確認された。
- 3) その原因は、同水系流域に分布する瀬戸川層群が、石灰岩を挟在する黒色頁岩の崩壊地を多数擁しており、黒色頁岩が分解することによつて SO_4^{2-} が溶出し、それに混つて Ca^{2+} の供給が行なわれていることに帰せられる。
- 4) 工業用そのほかに高度に利用されている安倍川下流の表流あるいは伏流は、河床の黒砂、とくにそのなかに含まれている石灰岩細粒の強い緩衝を受けて、著しく塩基性となつている。

1. ま え が き

静岡県安倍川水系流域については、昭和30年7月から同31年3月までの期間、東海地域調査の一環として、

* 静岡市受託調査
発表許可 昭和33年7月
** 地質部

工業用水源調査を実施し、数次にわたつて現地調査を行なつた。



第1図 調査対象安倍川の地理的位置

この調査の結果、安倍川水系の陸水、とくにその表流水中に含まれている SO_4^{2-} が全国河川のなかでも、異常に多い点が指摘されたので、この原因が何であるかを確かめる必要を感じていた。たまたま昭和33年3月、静岡市用宗地区の工業用水源調査を、同市の申請に基づく受託調査として行なう機会をえたので、安倍川水系全般の水質調査を行ない、その原因を究明することができた。

この報告はその結果を記載したもので、静岡市の承諾をえて、こゝに掲載・発表するものである。

第 1 表 安 倍 川 水

No	採 水 地 点	水 温 (°C)	水比抵抗 (Ω-cm)	電 気 伝 導 度 (μ ·mho/ cm)	註1) pH	註2) M-アルカ リ度 (epm)	Cl- (ppm)
1	安倍川 安西橋	14.5	7,900	127	7.8	0.86	2.0
2	〃 静岡市下与左衛門新田	11.2	8,400	119	7.7	0.94	—
3	〃 ~支流, 〃	14.7	8,200	122	7.2	0.80	—
4	〃 ~足久保川, 静岡市遠藤新田	15.0	11,900	84	7.3	0.56	—
5	〃 静岡市上水道第一水源	11.2	8,400	119	7.4	0.94	2.0
6	〃 静岡市牛妻堰橋	10.2	8,400	119	7.4	0.92	2.0
7	〃 ~支流 〃 松野	11.8	8,100	123	7.2	0.90	—
8	〃 〃 郷島, 竜西橋	10.2	8,400	119	7.4	0.90	—
9	大河内川 玉川村蘇野	10.5	7,700	130	7.4	1.00	—
10	〃 ~支流 〃 横山	8.3	19,700	51	7.4	0.46	—
11	〃 〃 平野, 平野橋	10.7	7,400	135	7.3	1.08	1.5
12	〃 ~黒部沢川 〃	7.1	29,000	34	7.3	0.38	—
13	〃 ~支流 〃 中平	5.7	23,800	42	7.2	0.42	—
14	〃 ~〃 〃	6.4	19,000	52	7.2	0.50	—
15	〃 〃 下村, 大河内橋	9.0	6,300	158	7.4	1.17	—
16	〃 ~支流 〃 渡本	8.2	24,000	42	7.2	0.42	—
17	〃 瀬戸橋	9.0	6,900	145	7.4	1.18	1.5
18	〃 ~支流 梅ヶ島村	7.2	9,000	110	—	—	—
19	〃 ~〃 〃	6.7	9,800	102	—	—	—
20	〃 ~〃 〃 湯之森	7.6	6,150	162	7.5	1.12	1.5
21	〃 ~〃 〃 関之沢	7.4	7,700	130	—	—	—
22	〃 〃 〃 関の沢橋	10.1	6,400	156	7.1	1.20	—
23	〃 ~支流 〃 本村	7.7	5,750	174	—	—	—
24	〃 〃 新田	10.8	5,400	185	7.3	1.30	1.0
25	〃 〃 〃	10.7	7,950	126	7.2	1.14	2.0
26	〃 ~支流 〃 三河内	8.0	7,600	131	—	—	—
27	中河内川 玉川村桂山, かなくぼ橋	9.5	9,800	102	7.3	0.72	2.0
28	〃 西河内川 〃 上助	8.0	13,100	77	7.4	0.60	1.5
29	〃 〃 〃 長熊, 長熊橋	8.7	8,600	116	7.5	0.84	—
30	〃 ~支流 〃 長妻	7.7	10,600	86	7.5	0.74	—
31	〃 ~〃 〃 栗駒	8.0	5,900	169	7.7	1.38	—
32	〃 ~東沢 〃 上落合	6.8	8,200	122	7.3	0.72	—
33	〃 ~西沢 〃 〃	8.1	8,600	116	7.5	0.90	—
34	薬科川 牧ヶ谷橋	10.2	12,300	81	7.3	0.50	2.5
35	〃 ~支流 静岡市新間	13.5	13,000	77	7.0	0.48	—
36	〃 中薬科村奈良間, 福養橋	7.1	13,000	77	7.1	0.52	—
37	〃 ~黒俣川 清沢村八幡	6.6	10,300	97	7.5	0.64	—
38	〃 〃 〃	6.5	13,000	77	7.3	0.52	—
39	梅ヶ島温泉	41.0	—	—	9.4	1.76	3.5

註 1) pH はガラス電極法。
 2) 61 倍すると HCO_3^- の ppm とみることができる。
 3) $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$ は Millival から算出した概量。
 4) Fe , NH_4^+ , NO_2^- は一般に不検出。

安倍川水系表流水水質調査報告 (安藤 武・森 和雄)

系 水 質 分 析 表

SO ₄ ²⁻ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)	全 硬 度 (ドイツ硬度)	SiO ₂ (ppm)	P (ppm)	KMnO ₄ cons (mg/l)	Ca ²⁺ / Mg ²⁺ (w't)	註3) Na ⁺ +K ⁺	備 考
29.2	20.2	4.4	3.85	11	0.00	10.2	4.6	4	
28.4	21.4	3.9	3.90	10	0.01	5.5	5.5	5	
22.6	18.1	4.1	3.50	9	—	—	4.4	1	
11.9	—	—	2.25	—	—	—	—	—	
27.1	21.9	3.6	3.90	9	0.03	1.7	6.1	4	
28.7	22.8	3.4	3.97	9	—	—	6.5	4	
28.3	—	—	3.90	—	—	—	—	—	
32.5	22.4	3.8	4.03	9	0.00	4.1	5.9	5	
32.5	25.4	3.5	4.38	9	0.01	3.5	7.2	4	
8.6	—	—	1.54	—	—	—	—	—	
36.5	28.8	3.5	4.86	9	—	—	8.1	3	
3.2	—	—	1.06	—	—	—	—	—	
6.0	—	—	1.48	—	—	—	—	—	
11.5	—	—	1.83	—	—	—	—	—	
40.0	29.7	3.8	5.03	9	0.00	1.7	7.8	5	
6.0	—	—	1.48	—	—	—	—	—	
43.5	31.8	3.8	5.34	9	—	—	8.3	5	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
61.6	37.4	4.4	6.27	9	0.00	2.9	8.5	4	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
43.2	—	—	5.74	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
56.6	38.7	5.4	6.70	9	0.07	4.7	7.2	3	
36.1	30.5	3.0	4.97	9.5	0.00	1.7	1.01	4	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
28.0	18.1	3.6	3.37	10	0.00	7.6	5.0	4	
19.7	11.6	3.4	2.42	9	0.00	1.7	3.4	5	
36.1	22.3	3.6	3.97	9	—	—	6.2	5	
28.4	—	—	3.14	—	—	—	—	—	
55.0	—	—	6.45	—	—	—	—	—	
48.5	—	—	4.26	—	—	—	—	—	
39.5	—	—	4.02	—	—	—	—	—	
23.4	10.7	3.2	2.25	9	0.00	2.6	3.3	6	
14.8	—	—	1.83	—	—	—	—	—	
26.3	11.6	3.7	2.49	9.5	0.00	5.8	3.1	6	
31.2	—	—	3.02	—	—	—	—	—	
23.8	—	—	2.43	—	—	—	—	—	
28.0	0.0	0.0	0.0	38	—	—	—	56	p-アルカリ度0.10

(昭和33年3月上旬調査)

現地調査および水質分析は安藤武が行ない、前回調査の関連上、森和雄がそれを補助した形で行なわれた。なお全体のとりまとめには蔵田延男が関係した。

調査行動中、終始協力を賜わった静岡市経済部関係各位に厚く謝意を表する。

2. 安倍川の河況

安倍川の本流(大河内川)は、山梨県との県境にあたる大谷崩(海拔1,990m)・安倍峠(1,416m)附近に源を発して南に流れ、静岡市と玉川村との境で中河内川を合流し、さらに最下流では郡境の天狗石山(1,366m)附近に源を発した薬科川を合流して駿河湾に注いでいる。中河内川と薬科川は2大支流をなしているが、そのほかに西河内川・足久保川・たて川などの小支流を伴っている。おもな支流はすべて西側の右岸に存在し、左岸には目立つた支流がない。安倍川本流は流路延長51.3km、流域面積541.6km²の中級河川である。

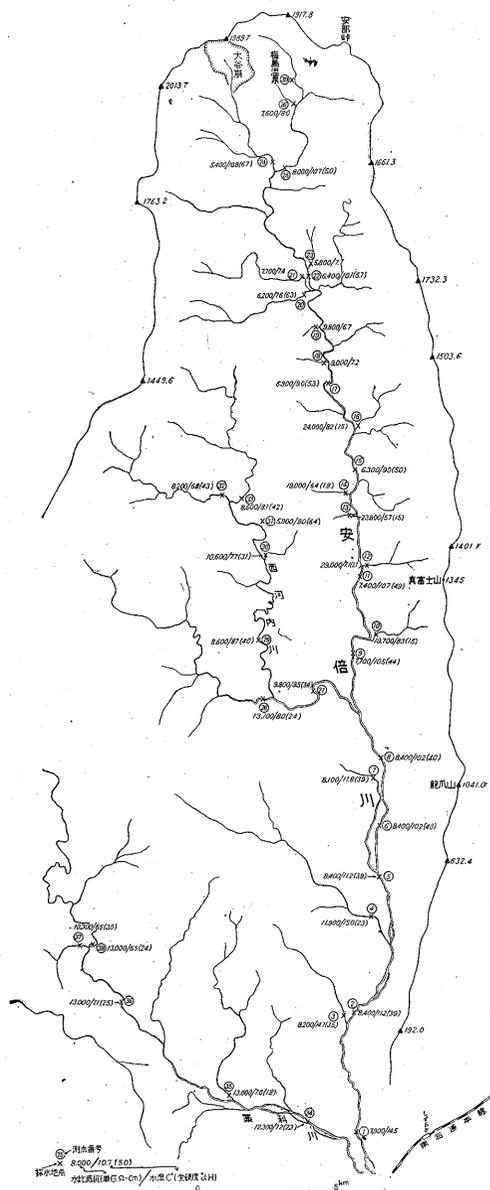
河川勾配は静岡市牛妻地先の曙橋附近で高距100m、玉川村平野地先の平野橋附近で200m、玉川村と梅ヶ島村の境附近で300m、梅ヶ島村の湯ノ森附近で400m、新田附近の合流点が約700mという急勾配を示している。河床の荒廃は著しく、玉川村の平野附近からすでに砂礫が厚く堆積し、平水流路に対する川幅は広く、下流では天井川の河況を示しており、表流の伏没が顕著に認められるのが特徴である。

安倍川は静岡・清水の両市からなる静清地域にとつては、きわめて重要な水源をなす河川であり、静岡上水道水源(現在28,500m³/day)・静岡工業用水道水源(現在48,000m³/day)ならびにかんがい用水(夏期、総計約3.7m³/sec)として利用されている。なお安倍川によつて涵養された地下水が、自由面井戸群および被圧面井戸群によつて60,000~70,000m³/day利用されている。このように、安倍川の水利用度は直接あるいは間接的に著しく大きい。

3. 流域の地質

安倍川はフオツサ・マグナの西側に沿つて、これと平行に南北に流れる河川である。川の左岸(東側)寄りにはその分水嶺に一致して、帯状に竜爪火山岩類(粗粒玄武岩・安山岩・玄武岩・石英安山岩・石英粗面岩からなる)が分布する。黒部沢川など左岸の小支流はこの火山岩類を水源としている。薬科川の上流およびその西側の支流群は、時代未詳の中生界に属する三倉層群の分布地帯にその水源を発している。しかし安倍川の水源地帯、および流路の大部分(全体の80%内外)は、瀬戸川層

群と呼ばれる古第三紀(漸新世と考えられている)の地層と関連している。そうして瀬戸川層群の分布と性質が安倍川の水質を支配し、かつ溶存成分量の多い表流水を流出する原因となつている。この地域の瀬戸川層群は、従来岩相の類似していることなどから、三倉層の一部のように取扱われてきたが、最近では三倉層から区別し、さらにこれを市之瀬層・滝沢層・天徳寺層などに区分している。瀬戸川層群は硬砂岩・黒色頁岩・頁岩質砂岩・石灰質頁岩などから構成され、ところによつて石灰岩・チャート・礫岩などを挟んでいる。また斑岩・橄欖岩



第2図

第2表 安倍川の上水道水質分析表

昭和32年月別

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
採水年月日	1.8	2.18	2.28	5.9	5.30	6.10	7.1	8.6	9.6	10.8	11.8	12.10
前日の天候	晴	晴	晴	雨	雨	晴	曇	雨	曇	曇	晴	晴
当日の天候	晴	晴	晴	晴	雨	曇	曇	曇	雨	晴	晴	晴
気温 (°C)	0	0	1.0	13.0	14.0	13.5	20.0	23.0	19.0	16.0	9.0	6.0
水温 (°C)	15.0	12.5	11.5	13.0	14.5	14.5	15.0	18.0	21.0	18.5	15.8	14.5
pH	7.5	7.4	7.5	7.5	7.4	7.6	7.5	7.4	7.5	7.4	7.6	7.6
全アルカリ度	49.2	50.9	46.8	45.6	45.6	53.2	47.9	49.2	49.0	46.0	50.6	48.3
総酸度	2.9	2.1	2.9	3.7	—	2.5	1.7	2.9	2.1	5.2	3.4	3.0
Cl ⁻ (ppm)	1.2	0.7	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.3	—	1.0	1.1	1.2
SO ₄ ²⁻ (ppm)	—	—	—	—	—	29.8	—	—	—	23.1	25.0	25.3
Cons. KMnO ₄	2.9	0.1	1.1	0.3	0.4	0.5	—	0.9	0.9	1.0	0.6	0.7
全硬度(米硬度)	70.0	70.1	70.6	68.2	76.4	74.4	70.7	69.5	63.0	59.0	67.3	70.5
蒸発残渣	92	130	114	121	84	121	104	115	134	114	131	137

- 註 1) 単位: ppm アルカリ度および酸度は CaCO₃ の ppm で表わす。
 2) 採水地……静岡第1上水道水源, 河床下約4mで伏流水を採取したもの。
 3) 亜硝酸性窒素およびアンモニア性窒素はいずれも不検出。

分析: 静岡市水道部

・蛇紋岩などによつて貫ぬかれている所もある。褶曲や衝上性の断層が多く、一般に瀬戸川層群は激しい変動を受けている。とくに頁岩からなる部分はぼろぼろの岩片となる傾向が著しく、崩壊地をなしていることが多い。こうして、少なくとも安倍川の流域は、地形が急峻であるとともに、大小多数の崩壊地を伴なっていることが特色である。最上流には大谷崩と呼ばれ、日本の三大崩れの一つとまでいわれるような大崩壊地がある。安倍川の河床は礫と砂からなるが、砂は黒砂と呼ばれるもので、ほとんど黒色頁岩の細片からなっている。なおこの砂を塩酸に投入して観察すると、発泡する細かい石灰岩片を含んでいることがわかる。

4. 水 質

安倍川の本流および支流で測点 38 カ所について採水を行ない、それらの水試料を分析した結果が第1表に示してある。調査採水は昭和 33 年の3月上旬の低水期に行なつた。なお静岡市水道部で採水分析した昭和 32 年度の月別の水質は、第2表に示した通りである。これによつて、安倍川の水質は特別の洪水流量の時は別にして、年間を通じてとくに大きな変化のないことがわかる。夏期は冬期に比較して、流量は相当に増加(一般に2.5倍内外)しているにもかかわらず、水質の変化が少ないこともこの水系の1つの特徴であろう。したがつて地点別の水質も、年間を通じては第1図および第1表に示したような関係にあるものと考えることができる。

河川水としては溶存成分が多く、SO₄²⁻、HCO₃⁻、

Ca²⁺ などの特徴的成分は本邦河川の平均値より著しく大きい。陰イオンとしては SO₄²⁻ と HCO₃⁻、陽イオンとしてはアルカリ土類 (Ca²⁺、Mg²⁺) で特徴づけられ、アルカリ (Na⁺、K⁺) はきわめて少なく数 ppm 程度である。硬度に対する SO₄²⁻ と HCO₃⁻ の和は比例関係にあり、塩類としては硫酸石灰と重碳酸石灰苦土の形で溶存している。SO₄²⁻ は最高 61ppm、HCO₃⁻ は最高 80 ppm、硬度は 6.7°dH に及ぶ試料もある。大河内川と中河内川の合流後、すなわち上水道・工業用水道水源などとして利用される安倍川本流でも SO₄²⁻ は 27~32ppm、HCO₃⁻ は 55~57ppm、硬度は 3.9~4.0°dH を示している。

安倍川の全般を通じてその水質の概要を述べると次のようである。安倍川本流にあたる大河内川は、上流の梅ヶ島村新田地先で、大谷崩方面から流れてくる沢は No. 24 (SO₄²⁻=56.6ppm, HCO₃⁻=79ppm, 硬度=6.7°dH)、梅ヶ島温泉方面からの沢は No. 25 (SO₄²⁻=36.1ppm, HCO₃⁻=70ppm, 硬度=5.0°dH) の水質を示し、さらに梅ヶ島村地内で西側から流入するような瀬戸川層群の分布地帯を水源とする支流は No. 20, No. 21 および No. 23 などに示したように溶存成分が多い。このことは頁岩が多く、しかもそれらの崩壊地が直接河岸に分布することが大きな原因をなしている。東側の分水界に沿つて分布する竜爪火山岩類の地帯からくる沢水は、一般に No. 10 および No. 12 などに示したように、溶存成分がきわめて少ない。大河内川は中河内川合流直前で No. 29 (SO₄²⁻=32ppm, HCO₃⁻=61ppm, 硬度=4.4°

dH) を示し、中河内川は No. 27 ($\text{SO}_4^{2-}=28\text{ppm}$, $\text{HCO}_3^- = 44\text{ppm}$, 硬度=3.8°dH) を示し、両者の合流後は No. 8 および No. 6 ($\text{SO}_4^{2-}=32\sim 29\text{ppm}$, $\text{HCO}_3^- = 55\text{ppm}$, 硬度=4.0°dH) 程度を示している。

静岡上水道第1水源は伏流(暗渠集水, 約4m河床下に埋設)を利用しているが、水質は No. 5 に示した通りである。上水道第2水源・静岡工業用水道水源もほゞこれと同じと考えられる。藁科川は下流の牧ヶ谷橋地点で No. 34 ($\text{SO}_4^{2-}=23\text{ppm}$, $\text{HCO}_3^- = 30\text{ppm}$, 硬度=2.25°dH) を示し、安倍川本流より水質が良い。pHは7.0以上で一般に7.3~7.5程度を示すが、下流ではさらに塩基性となり、安西橋附近では7.8を示している。

安倍川下流の表流水あるいは伏流水が河水として著しく塩基性であることは、河床の黒砂とくにそのなかに含まれる石灰岩細粒の強い緩衝を受けるためと考えられる。全般を通じて SiO_2 は9~10ppm, Cl^- は2ppm以下, Fe^{2+} , NH_4^+ , NO_2^- はほとんど不検出に近い。 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ は中河内川合流後の安倍川で6.0程度、藁科川では3.3程度、とくに大谷崩からでる沢では10.0程度を示した。なお詳細は第1表と第2図を参照されたい。

5. 水質異常の原因

すでに述べたように、安倍川の水質は、表流水としてアルカリ性が強く、 SO_4^{2-} が多く、かつアルカリ度(HCO_3^- を示す) も高く、また硬度も高い特徴を示し

ている。このような水質異常の主因は、人為的汚染によるものでも、また特定地点(例えば温泉・鉱床などの存在)からもたらされたものでもなく、地質的原因による安倍川の本質的なものであつた。すなわち、安倍川は主として硬砂岩と黒色頁岩からなり、石灰岩を挟する古第三紀の瀬戸川層群を水源地域、あるいは流路としており、なおその河川勾配はきわめて急であり、とくに頁岩からなる地点の崩壊地が多数に点在して、水質を低下させる露岩の分布が根本的な原因をなしている。頁岩の部分には少量であるが、普遍的に硫化鉄の微粒を含み、この分解によつて SO_4^{2-} を溶出している。頁岩の崩壊地では一般に赤褐色のいわゆる「焼け」が比較的目立つている。同時に瀬戸川層群が割合に石灰質であつて、水に対する地層の緩衝作用が強くなる行なわれていることも関係している。中級河川でも小さい方に属し、流路が短かいにもかかわらず、ほゞ全般的に溶存成分量の多いことは、地質と関連した安倍川の特徴にほかならない。

(昭和33年3月調査)

文 献

- 1) 蔵田延男外2名：静岡県安倍川水系工業用水源地域調査報告，地質調査所月報，Vol. 7, No. 12, 1956
- 2) 静岡県：20万の1地質図，1956