



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	豊平川の汚染に関する研究 : 白井川を主として
Author(s)	林, 猛雄; 丹保, 憲仁; 神山, 桂一 他
Citation	衛生工学, 7, 43-73
Issue Date	1962-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/36155
Type	departmental bulletin paper
File Information	7_43-73.pdf



豊平川の汚染に関する研究

一：白井川を主として：一

林 猛雄^{*1)}, 丹保憲仁^{*2)}
 神山桂一^{*3)}, 森 貞雄^{*4)}
 松本孝子^{*4)}, 井上一郎^{*5)}
 砂川茂夫^{*5)}, 小林三樹^{*6)}
 (昭和37年7月9日受理)

STUDIES ON THE POLLUTION OF THE TOYOHIRA RIVER
 (Especially in the Shirai River, A branch of Toyohira)

Takeo Hayashi, Norihito Tambo
 Kei-ich Kōyama, Sadao Mori
 Takako Matsumoto, Ichiro Inoue
 Shigeo Sunagawa, Mitsuna Kobayashi

We have studied the pollution of the Toyohira River for three years.

The results of our investigations are as follows;

1) As a water supply source, this river is polluted but can be seen harmless for the other uses.

2) The main pollution sources of the river are Toyoha metal mine and Jozankei hot spring spa.

3) Waste water from Jozankei spa contains a great deal of organic pollutants and bacteria. But these pollutants decrease rapidly as they flow down the river by self-purification in the stream.

4) The specific feature of the Toyoha waste is high iron and manganese content. Oxidized iron changes the river bed brown and minute particles of the iron flown down the river, making it red.

5) Manganese, in the ionic state, which comes from the

* 1) 第1講座 教授, 2) 第1講座 助教授, 3) 第2講座 助教授
 4) 第1講座 助手, 5) 第2講座 助手, 6) 現在東京都水道局

Toyohira mine oxydizes scarcely at all in the river channel. Only about one tenth of the manganese ions can be removed by cosedimentation with the iron in the river channel.

6) It takes about 10 hours to flow from Toyohira mine to the junction to the Toyohira River. So that almost all iron ions change to the insoluble oxydized form in the Shirai River channel. Hence no iron in soluble state can be detected in the Toyohira River.

7) The fluctuation of the water quality is very great and rapid, so that it is difficult to gain reliable data from a small number of observations.

8) The electric conductivity of the water observed in the lower end of the Shirai River has a high correlation to the quantity of waste. Since the constitution of the waste is almost constant, it is possible to use a conductivity meter as a monitor of the waste disposal.

I. 豊平川の概況

i) 河川の概況

豊平川はその源を札幌市の南西約60Kmの漁岳附近に発し、定山溪温泉、札幌市を貫流し石狩川の最下流部左岸に流入する一支流で、その流路概況は図-1に示す如くである。

流路全長は約60Km, 中流篠舞(札幌市水道取水口)での流域面積は520Km²であり、篠舞量水所における流量は平均20~28m³/secで、1~3月の渇水期では5m³/sec前後、4・5月の融雪期には150m³/sec程度、7~12月は10~20m³/secである。(北海道総合開発企画本部, 石狩川水系水資料, 1959)。支流流入による流量配分は著者等の流量測量によると、豊平川本流46~61%, 定山溪温泉下流での流入分7%, 白井川本流16~18%, 小樽内川13~22%となつている。(1959・8・11および1960・7・22の測定による。)

また本河川で水質上に大きな影響を及ぼしているであろう諸原因を予察すると、上流部での支流である白井川の上流に、銅、鉛、亜鉛等の金属を産出する豊羽鉱山があり、その鉱山廃水の大量の流入が予想され、更に定山溪温泉の温泉水下水、本道一の都市、札幌市の排出する家庭下水、工場下水等が豊平川の該区間で加えられ、その水質を特徴づけているように思われる。また本河川の利用状況を見るに、札幌市を貫流した下流では農業用水以外に見るべき利用はないが、上流では本流の五ヶ所にわたつて発電用に利用され、篠舞からは札幌市水道用水が取水され、又農業用水、リクレーション等にも利用されている。これらの利用種別、利用度を考えると、水道用原水として利用される際にその

表-1

観測点	水温℃	pH	透視度	DO PPM	COD PPM	Cl ⁻ PPM	SO ₄ ²⁻ PPM	HCO ₃ ⁻ PPM	加齢度 PPM	硬度 PPM	全Fe PPM	全Mn PPM	硝酸性窒素 PPM	亜硝酸性窒素 PPM	アンモニア性窒素 PPM	全有機窒素 PPM	大腸菌群 /100cc	一般細菌 /100cc	流量 m ³ /sec	備考
① 白井川本流、豊羽坑口上流	13.8	7.1	>30	10.25	2.91	4.6	13.4	24.5	0.40	34.1	0.06	<0.1	検出せず	検出せず	検出せず	83	20	60		①~⑬は1959.8.11に調査
② 大江沢	17.5	7.3	>30	9.56	4.65	5.2	22.0	27.6	0.45	40.0	0.08	<0.1	"	"	"	80	490	670		⑭~⑳は1959.9.21に調査
③ 豊羽沈澱池下流 300m	15.8	3.9	8.7	9.14	4.07	8.5	244.0	—	—	140.0	1.51	13.0	"	"	"	345	0	40		雨日とも天候は晴
④ 白井川本流、湯沢合流前100m	16.5	3.5	4.0	9.07	2.76	14.0	352.0	—	—	226.4	1.44	23.7	"	"	"	602	0	80	0.457	
⑤ 白井川本流、時雨橋上流 200m	18.4	4.8	13.1	9.56	2.76	6.1	68.0	7.9	0.13	75.7	0.17	5.0	"	"	"	377	0	60	1.078	
⑥ 小樽内川、白井川合流上流 30m	17.0	7.2	>30	9.70	4.00	6.6	11.6	29.1	0.48	36.7	0.12	<0.1	"	"	"	83	490	530	1.321	
⑦ 薄別川、豊平川本流出合前150m	15.8	6.8	>30	9.59	3.42	5.0	24.6	21.9	0.36	41.0	0.07	0.1	"	"	"	35	110	570	1.063	
⑧ 豊平川本流、豊橋下流 50m	14.8	7.2	>30	10.11	3.42	3.8	13.1	25.8	0.22	28.2	0.05	<0.1	"	"	"	86	460	2,420	3.673	
⑨ 豊平川本流、銚子ダム取水口	15.8	7.2	>30	9.67	2.54	3.3	16.0	24.5	0.40	33.5	0.07	<0.1	"	"	"	89	61	1,220	3.380	
⑩ 定山溪発電所放水路	15.8	7.2	>30	9.80	3.42	28.8	14.6	29.1	0.48	37.7	0.09	<0.1	"	"	"	145	640	940	3.380	
⑪ 同上横、温泉下流	36.0	7.4	>30	6.94	5.24	806.0	49.6	191.0	3.12	124.0	0.20	0.25	"	0.148	"	1875	92,000	2416,600	0.426	淡い蛋白質を呈し微に温泉臭あり
⑫ 錦橋下流 200m	18.2	7.4	>30	9.46	3.13	90.8	22.6	39.2	0.64	49.5	0.09	0.13	"	0.016	"	264	11,000	294,500		
⑬ 一の沢発電所着水	18.0	7.1	>30	9.45	3.71	44.2	28.4	30.1	0.49	47.6	0.12	1.2	"	0.007	"	183	1,100	9,300	6.020	
⑭ 黄金ダム取水口	—	7.0	>30	9.66	5.02	57.0	26.0	30.4	0.50	51.2	—	1.6	"	0.007	"	201	1,300	4,600		
⑮ 篠井発電所着水水路	17.5	7.1	>30	9.39	4.73	56.5	28.8	32.7	0.54	51.8	—	1.3	"	検出せず	"	222	1,700	6,185	6.000	
⑯ 上水道取水口	—	—	5.5	8.90	4.58	60.7	26.4	31.6	0.52	52.9	—	1.55	"	0.014	"	347	3,500	24,550		
⑰ 藻南公園	15.5	6.7	25.5	9.43	4.00	10.0	26.4	—	0.35	44.4	0.43	0.31	"	0.005	"	97	3,300	1,850	2.293	
⑱ 真駒内川、ゴルフ場上	14.0	7.2	>30	9.96	3.80	3.9	14.4	—	0.42	33.8	0.17	<0.10	"	検出せず	"	54	450	350	5.115	
⑲ 藻岩橋	15.3	7.1	13.7	9.70	4.00	5.9	22.4	—	0.42	33.5	0.43	0.13	"	0.006	0.08	71	13,000	2,000		
⑳ 北電藻岩発電所放水路	—	—	28.0	10.12	4.40	14.2	23.2	—	0.37	34.2	0.49	0.22	"	検出せず	検出せず	78	1,700	1,300	16.5	
㉑ 幌平橋	14.5	7.0	>30	9.85	6.20	13.3	20.0	26.8	0.44	33.3	0.43	0.24	"	"	"	100	2,200	1,600		
㉒ 精進川	14.6	6.9	>30	8.95	7.40	7.5	3.0	37.0	0.61	26.2	0.32	<0.10	"	0.024	0.16	95	92,000	10,000		
㉓ 豊平橋	14.5	7.0	11.7	9.99	6.40	12.2	20.8	25.5	0.42	31.3	0.61	0.21	"	0.009	0.11	(91)	13,000	1,650		
㉔ 一条橋	14.7	7.0	10.5	10.10	5.80	12.2	20.6	25.5	0.42	23.5	0.26	0.15	"	0.005	0.08	115	2,200	2,000		
㉕ 東橋	15.3	7.0	14.8	9.98	4.90	12.2	21.0	25.5	0.42	36.1	0.27	<0.10	"	0.007	0.08	97	17,000	18,000		
㉖ 上白石橋	14.5	7.1	>30	10.13	4.80	12.2	19.8	26.8	0.44	34.5	0.20	0.16	"	0.010	0.09	100	46,000	6,250		
㉗ 逆川	14.5	7.1	26.0	8.02	8.00	22.2	18.0	—	1.31	68.6	0.90	<0.10	0.1	0.370	0.11	159	4,700	15,000		
㉘ 無名川	15.0	6.6	12.5	6.81	8.40	19.7	24.2	—	0.29	54.2	0.62	<0.10	0.1	0.230	0.18	148	2,200	2,000		
㉙ 雁木橋	14.5	7.0	>30	9.76	5.20	13.6	23.8	—	0.41	37.0	0.45	<0.10	検出せず	検出せず	0.06	90	2,200	2,600		
㉚ 厚別川	15.0	6.8	16.3	8.90	8.60	10.0	19.6	—	0.58	33.7	0.33	<0.10	"	"	0.16	103	1,700	1,500	7.390	
㉛ 豊平捷水路中央厚別川合流前	14.8	7.0	—	9.60	—	—	—	—	—	—	—	—	"	"	—	—	13,000	1,500		
㉜ " 厚別川合流后	15.0	7.0	>30	9.66	6.40	11.5	15.2	—	0.45	35.9	0.34	<0.10	"	0.005	0.11	97	13,000	1,750		
㉝ R 豊平捷水路河口右岸	15.5	7.0	26.5	9.30	4.80	12.4	19.8	—	0.45	37.9	0.21	<0.10	"	0.007	0.07	88				
㉞ C " 中央	15.5	7.0	30.5	9.51	5.60	12.0	17.6	—	0.44	40.0	0.49	<0.10	"	0.006	検出せず	83	13,000	2,900		
㉟ L " 左岸	15.5	7.0	>30	9.36	5.30	12.0	19.0	—	0.44	38.5	0.14	<0.10	"	0.007	"	88				

水質が最も問題となる。

札幌市水道の現在の取水量は $40,000 \sim 55,000 \text{ m}^3/\text{day}$ であり、簾舞での流量の $1/8 \sim 1/300$ 、平均 $1/40$ 程度を水道用水として利用していることになる。

ii) 豊平川の水質の概況

豊平川水系の水質の概況を把握するために、1959・8・11（上流部、観測点 №1～16）と 1959・9・21（下流部、観測点 №17～33）の二回にわたって豊平川全域の予備調査を行った。その結果を表一に示す。表中の各採水点の位置については図一に示すようである。

iii) 水質上の問題点

本河川利用上の諸目的の中、水道原水としての用途が水質上最もきびしい制約となっており、また量的にも単一用途としてはかなりの比重を有している。

札幌市水道原水は簾舞より取水されて居り、水利用上から豊平川を性格づけると、水道水を対象とした高い清浄度を要求される上流区間と農業、漁業等に使用される部分で重汚染さえ避けられればよい下流区間とに大別される。位置的には上流部は簾舞、石切山附近までと考えられ、下流部は札幌市を出はずれる雁来橋下流と考えることが出来る。この中間は都市による有機汚染が徐々に増大して行く部分であり、市民生活に不快の感を与えるに至らなければ水利用上に特に問題となる点は少ない。

予備調査によれば、下流部において農業、水産業に大きな悪影響を及ぼすに至る汚染は未だ存在せず、中流部も前掲の観点からすれば比較的清澄である。しかし上流部においては、水道用水源の水質として問題となる汚染を含んでおり、現今の豊平川水の利用上における問題点は水道原水の場合が最も大きいように思われる。そこで調査の対象を上流部にしほり、目的を水道用水源としての河川の清澄度保持におくこととした。

豊平川上流部の主汚染源としては（予想された所であるが）、予備調査の結果、白井川上流に位置する豊羽鉱山、定山溪温泉がその主なるものであることが確められた。

豊羽鉱山の廃水によつて白井川上流部に加えられる汚染は、主として、マンガン (Mn^{2+})、鉄 (Fe^{3+} または Fe^{2+})、カルシウムイオン (Ca^{2+})、マグネシウムイオン (Mg^{2+})、硫酸イオン (SO_4^{2-}) 等の無機汚染であり、定山溪はナトリウムイオン (Na^+)、塩素イオン (Cl^-) 等を主とする無機物と細菌等を主とする汚染であり、共にその排出方法に起因する一定の周期を有する成分変動をともなつて流下していることが観測された。

その流下物量の割合を全蒸発残留物について見ると図二の如くである（那須による*）。即ち札幌市水道原水中の全蒸発残留物はその $2/5 \sim 3/5$ が定山溪温泉によりもたらされるが表一を見てもわかるように、利用に当つて最も問題となつているマンガンは（後述）、白井川にその源をもつている。表一を見ると白井川水系に於いて、鉱山廃水流入により鉄、マンガンの増加は著しく、この影響は豊平川本流と合流した後の水質（一の沢発電所着水の水）についてもはつきり表われている。即ち本流上流ではマンガニオンは殆んど痕跡程度にしか存在しないが、白井川が本流に合流した後では一躍 1 ppm 以上に増加している。これは下流に行くにつれて、他の支流の流入による流量増加に伴い、若干稀釈されはするが、普通の河川中では急激な酸化をうけ、不溶化することはなく、鉄との共沈等により 5 % 前後の減少を見る以外はそのまま利用施設へと運ばれ種々の害を起す原因となる。

* 本学科第三講座助教授 理博 那須義和氏

豊平川汚染の一方の雄，定山系温泉水は大量の溶解性物質を含んでいるが，この主成分は Na^+ ， Cl^- であり無機的には大きな害を生じない。しかし表-1にも見る如く，細菌による汚染が著しく，その影響が憂慮される。しかしこれは河川の自浄作用によつて流下と共に有機的に付着し，或は死滅して沈澱し，取水口である簾舞では水質衛生上さほど危険な状態ではなくなっている。

そこで河川利用上の見地から，有害なしかも除きたい汚染物を供給する白井川系水質の動向が我がの前にクローズアップされてくる。

II. 白井川水質の実態

i) 白井川水質調査の主眼点

そこで著者等は水道用原水中に存在して有害なマンガン等の金属イオンを含む坑内水を豊平川に流入させる白井川の水質の動向を中心に調査した。

汚染源となつている豊羽鉱山は錦橋合流点より白井川の上流14kmの位置にあり，硫化鉄(FeS)，亜鉛(Zn)，鉛(Pb)等の鉱石を採掘して居り，その採掘量は月間13,000 tonと云われる。坑道は深度150mまでは30m毎，それ以下は25m毎に白井川河床に網の目の様に掘りめぐらされていて，その至る所で見られる湧水の水質は那須の調査によると，地表水が浸透して鉱床より硫化物を酸化溶出し強酸性水(硫酸々性)となつて重金属を大量にとかしているものと Na^+ Cl^- が主成分のほぼ中性の温泉水湧出の二つに大別し得るようである。坑内水としてこれらの混合物が夜間 0.9 m^3/sec ，昼間 1.3 m^3/sec 位生ずる。これらの廃水は260m，225m，200m，150mにある

表 - 2 (豊羽鉱山資料)

年 月	坑内水揚 水量 $m^3/日$	消石灰使 用量 $Kg/日$	未 处 理 坑 内 水 々 質 mg/l					
			pH	Fe	Mn	Zn	SO_4^{2-}	
昭 3 6.	1	1,535	30,400	2.8	466	268	638	3,296
	2	1,563	—	2.7	456	326	732	3,186
	3	1,583	35,814	2.8	602	276	655	2,417
	4	2,704	67,952	2.3	693	370	871	4,843
	5	2,845	51,874	2.8	872	363	796	3,721
	6	2,175	45,220	2.4	834	460	699	3,123
	7	2,353	46,708	2.4	291	218	439	1,965
	8	2,362	47,560	2.4	676	374	603	3,741
	9	2,484	44,407	2.5	576	360	424	3,438
	1 0	2,223	56,807	2.5	458	271	529	3,859
	1 1	2,278	51,891	2.4	433	254	342	2,858
	1 2	2,524	—	2.4	441	276	407	3,257
年 平 均	2,250	47,863			544	318	595	3,305

ポンプに引き継がれながら、90m坑道の貯留槽に一括され、一定量貯留されると作動する自動ポンプで地表に送られている。その坑内水の水質は表-2に示されるように pH 2.5～3.0, 全鉄 200～700ppm, マンガン 200～400ppm, 亜鉛 300～750ppm 程度含有しているもので、その水量は季節的に変動はあるが、1,500～4,000m³/day である(豊羽鉱山資料)。

現在では鉱山側では、pH 2.5前後で出て来る坑内水に消石灰を廃水 1m³当り約 2Kg 注入して、pH 4.5～5.5 に上げ鉄を沈澱させて上澄水を放流しているが、この処理による沈澱物量は莫大な量であり、その排除が難かしいため、沈澱池の効率は極度に低下し、しばしば越流している現状である。この石灰処理により鉄は約 $\frac{1}{10}$ 程度まで処理出来るが(表-2参照)、マンガンはこの位の pH では殆んど酸化されず、せいぜい一割程度の減少しか望めず、これらはそのまま河川中に放流されている。表-2にも見るように坑内水は質・量共に変動しており、石灰で処理された処理水の水質も常に一定というわけにいかず、そのため河川に放流される坑内水はかなり変動のあるものとなり、白井川の水質もそれに伴い大きく変動している。この実態は河川の各観測点で連続的長時間採水をし、その水質の経時変化を観測することにより把握することが出来る。

観測点を白井川が豊平川本流と合流する直前の時雨橋上流 500m の地点に中心をおき、経時変化と白井川に流入する各支流の水質を調べた。

調査項目としては気温、水温、pH、透視度、全蒸発残留物、溶解性蒸発残留物、浮遊物質、電気伝導度及び硬度、塩素イオン、硫酸イオン、アルカリ度等の他、本河川の特徴的なものとして鉄、マンガン等及び汚染指標として溶存酸素、COD、BOD、アンモニア性窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素等である。尚、硬度は EDTA 滴定法、塩素イオンはモール法、硫酸イオンはクロム酸バリウ

処理水々質 (No.8 沈澱槽オーバーフロー) mg/l					白井川合流水々質 (胡桃沢附近) mg/l				
pH	Fe	Mn	Zn	SO ₄ ²⁻	pH	Fe	Mn	Zn	SO ₄ ²⁻
4.5	65	228	508	1,674	6.0	24	26	49	127
4.3	81	215	588	1,538	6.0	18	15	35	96
4.4	119	241	583	2,171	6.0	31	21	38	164
4.2	136	306	592	3,930	5.9	67	23	45	494
4.6	168	303	427	3,461	6.0	77	31	48	77
4.6	166	408	598	2,513	6.1	88	62	54	139
4.4	178	184	410	1,531	6.1	64	42	21	102
4.3	196	236	523	2,517	6.1	81	20	44	119
4.1	186	254	332	2,886	6.0	23	45	45	202
4.1	151	251	424	2,900	6.0	12	13	24	148
4.3	143	267	329	2,124	6.1	11	7	5	125
4.2	163	264	380	2,916	6.0	12	15	11	149
	146	263	474	2,510		42	27	35	162

ムによる比色法（変法），アルカリ度はM.O.を指示薬としてN/50 硫酸で滴定して求めた。又鉄はロダンカリ法による比色，マンガンは過沃素酸カリ法，溶存酸素はウインクラーの変法，CODは過マンガン酸カリ消費量より，BODはウインクラーの変法，アンモニア性窒素はネスラーの変法，硝酸性窒素はフェノールジスルホン酸法，亜硝酸性窒素はG.R.法により分析を行つた。

別に流下時間測定のため図-3のような四つの観測点を設け，沈澱池下とB地点よりそれぞれ食塩160Kgを流して各観測点での塩素イオンの動向，電気伝導度の変化を追跡した¹⁾。

ii) 水理資料

前報¹⁾に述べた様に簾舞流量が約 $6\text{ m}^3/\text{sec}$ 時の流下時間は表-3の様であり，白井川の全長を流下するのに約14時間を要することを知りえた。

表 - 3

観 測 点	距 離 (m)	所要時間 (分)	区 間 平 均 流 速			区間平均 河床勾配	流 量 m^3/sec
			m/sec	m/min	m/hr		
沈 澱 池	2,250	141	0.266	16.0	957	28.0/1000	0.5
	4,100	—	—	—	—	28.0/1000	—
A	3,900	212	0.307	18.4	1,100	12.6/1000	1.2
B	2,050	145	0.236	14.1	848	19.5/1000	1.2

表 - 4. 白井川沢調査（1959・10・23）

観 測 点	採水時刻	気 温 ℃	水 温 ℃	色 相	臭 気	pH	透視度
胡 桃 沢	14:15	9.8	6.9	無色透明	な し	7.2	> 30
湯 ノ 沢	—	—	—	〃	微温泉臭 ^o	7.2	〃
小 柳 沢	14:45	9.5	7.8	〃	な し	> 7.4	〃
右 股 川	13:00	10.2	7.3	〃	〃	7.1	〃
熊 ノ 沢	12:10	11.5	8.5	〃	〃	6.5	〃
水 松 沢	15:00	8.9	6.6	〃	〃	7.0	〃
オシドリ沢	—	10.8	8.5	〃	〃	7.2	〃
滝 ノ 沢	—	10.5	8.7	〃	〃	7.2	〃
小天狗沢	—	9.1	8.1	〃	〃	7.2	〃

備 考 天 候 : 曇

T・S : 全蒸発残留物

S・S : 浮遊物質

広矩形断面を仮定し $V = C \sqrt{HI}$ (V :流速, H :平均水深, I :水面勾配) を用い, 河巾を B とすれば, 流量 $Q = CBH\sqrt{HI} = BCH^{\frac{3}{2}}I^{\frac{1}{2}}$, 白井川のような峡谷をなす急流河川では B, I は流量によつてあまり変化しないと考えることが出来るので, $Q \propto H^{\frac{3}{2}}$ であり且つ $V \propto H^{\frac{1}{2}}$ であるから $V \propto Q^{\frac{1}{3}}$ となる。

故に豊平川藤舞流量が観測時の5倍, 約 30 m^3 (従つて白井川時雨橋流量が $6 \text{ m}^3/\text{sec}$ 位と推定される) の時, 流速の増加は1.71倍程度となり, 白井川の流下に8時間余を要すると考えられる。この関係の推定図は図-4のようである。

また縦方向拡散係数を求めた所, 平均約 $3 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{sec}$ と推定された。

iii) 水質資料

1. 表-(4~8), 図-(5~8)は1959・10・23~24に調査した白井川に流入する主な沢の水質と白井川の四つの観測点に於ける水質の経時変化を示したものである。沢水の水質については, 地域的にいつでも豊羽鉱山廃液との関係はなく, 支流流入前後の白井川水質からみても問題となる量の重金属イオンの流入は存在しないと考えられるので, 沢水については鉄・マンガン分析は省略した。

図-(4~7)を見ると, 各観測点での各イオン濃度変動の相関々係が見られるが, 特にこの相関関係は上流程明瞭に現われている。又図-4に於いて汚染によるピークが14時30分に観測されて居り, これが次の観測点(図-5)に於いては15時30分に現われていることから, この間の流下時間は略1時間と推定される。さらにこのピークは次の観測点に於いては判然とは現われておらず,

DO ppm	COD ppm	硬 度 ppm	アルカリ度 ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	T・S ppm	S・S ppm
11.50	3.4	20.4	21.2	7.1	3.2	68	12
11.10	3.0	33.6	31.4	6.9	11.5	—	2
11.37	2.8	32.4	33.1	6.7	6.1	68	4
11.88	3.1	22.6	18.0	6.7	5.0	58	5
11.27	3.7	19.8	26.5	7.3	1.7	56	4
11.37	3.3	30.6	20.1	7.0	15.5	66	2
11.13	2.9	37.6	29.5	7.3	10.0	78	2
11.37	2.4	32.2	30.5	6.5	10.2	73	2
11.18	5.3	21.2	27.1	8.3	7.9	81	1

表一. 白井川, 豊羽沈殿池下流300mに於ける水質変動(1959・10・23~24)

採水時刻	気温℃	水温℃	色相	臭気	pH	透視度	DO ppm
23日 10:00	8.4	6.2	淡緑褐色	なし	6.4	17.2	—
12:00	9.0	6.2	"	"	6.6	15.0	11.42
14:00	9.0	6.2	"	"	6.8	5.8	—
14:15	9.0	6.5	"	"	6.5	6.1	—
14:30	9.0	6.7	"	"	6.6	5.3	—
14:45	9.0	6.7	"	"	6.6	11.5	—
15:00	9.0	6.7	"	"	6.7	8.6	—
15:15	9.3	6.5	"	"	6.6	7.7	—
15:30	9.4	6.5	"	"	6.7	9.6	—
15:45	9.3	6.5	"	"	6.7	6.8	—
16:00	9.5	6.3	"	"	6.8	10.8	—
18:00	9.1	6.2	"	"	6.6	17.7	11.32
20:00	10.0	6.2	"	"	6.7	18.0	—
22:00	11.0	6.2	"	"	6.7	19.2	—
24:00	10.0	6.0	"	"	6.6	18.2	11.42
24日 2:00	—	—	"	"	—	—	—
4:00	—	6.8	褐濁色	"	—	3.7	—
6:00	7.1	6.2	"	"	6.3	6.4	11.27
8:00	7.4	6.2	"	"	6.6	8.7	—
10:00	6.9	6.2	"	"	6.3	8.7	—

備考 10月23日の天候, 曇。 10月24日2時頃から約2時間にわたりかなり多量の

表一. 白井川, 湯の沢観測点に於ける水質変動(1959・10・23~24)

採水時刻	気温℃	水温℃	色相	臭気	pH	透視度	DO ppm
23日 10:00	12.0	6.5	黄褐色	なし	3.9	10	—
11:00	—	—	—	"	—	—	—
12:00	11.4	6.8	淡黄褐色	"	6.7	23	11.67
14:00	11.5	6.7	"	"	6.7	27.8	—
14:15	9.9	6.8	"	"	6.9	17.8	—
14:30	9.5	6.8	"	"	7.0	10.7	—
14:45	9.9	6.7	"	"	6.7	16.7	—
15:00	9.5	6.7	"	"	6.9	14.0	—
15:15	9.8	6.8	"	"	6.9	12.0	—
15:30	9.3	6.8	"	"	6.8	12.3	—
15:45	9.2	6.8	"	"	6.7	—	—
16:00	6.9	6.5	"	"	6.9	18.1	—
18:00	8.7	6.2	"	"	6.9	—	11.69
20:00	11.5	6.2	"	"	6.9	—	—
22:00	11.5	6.5	"	"	6.8	—	—
24:00	11.5	7.5	"	"	6.4	—	11.02
24日 2:00	8.3	8.2	濃黄褐色	"	6.2	—	—
4:00	7.5	7.7	"	"	6.4	—	—
6:00	5.6	7.0	"	"	6.7	6.1	11.52
8:00	7.5	7.2	黄褐色	"	6.7	12.5	—
10:00	7.1	5.9	"	"	6.7	14.6	—

COD ppm	硬 度 ppm	アルカリ 度 ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	Fe ppm	Mn ppm	T・S ppm	S・S ppm	水位標 cm
2.4	45.0	7.6	7.7	33.1	1.27	1.81	140	9	0
2.3	71.8	10.6	8.0	53.5	1.24	2.36	133	9	0
2.5	42.4	11.7	8.0	58.0	3.85	3.72	148	37	+0.1
0.8	183.6	12.3	10.3	141.6	5.19	10.60	315	44	+0.3
—	209.0	9.8	10.7	172.8	4.49	12.29	362	39	0
3.4	126.0	9.3	9.6	93.0	2.19	5.60	233	18	-0.4
2.1	83.6	13.1	8.4	59.5	2.72	3.94	158	18	-0.5
1.9	68.6	12.7	8.0	48.5	2.67	2.66	134	16	-0.2
3.1	62.6	12.7	8.4	42.2	2.67	5.18	127	28	-0.5
2.4	58.6	13.8	7.3	41.0	2.54	2.71	128	26	-0.5
3.5	52.0	12.1	7.0	35.9	2.04	2.39	119	22	-0.8
2.0	77.8	11.2	7.5	37.2	0.99	2.89	149	13	—
1.9	75.8	11.7	7.3	61.2	1.24	3.21	160	16	—
2.7	95.6	11.4	7.7	79.3	1.48	4.63	177	15	—
2.6	101.0	11.2	8.0	78.9	—	—	167	16	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.7	60.0	7.0	8.1	44.2	4.38	3.90	259	156	+24.5
8.2	56.8	7.2	8.0	44.2	1.91	2.80	159	51	+17.5
6.1	40.4	8.5	7.5	25.5	1.20	1.15	109	44	+16.4
5.0	94.6	7.2	8.0	63.6	1.45	3.90	177	35	+16.0

降雨あり。

COD ppm	硬 度 ppm	アルカリ 度 ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	Fe ppm	Mn ppm	T・S ppm	S・S ppm	水位標 cm
5.6	124.4	—	10.7	160.4	1.59	14.63	345	35	0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+3.0
0.6	42.0	9.3	7.7	32.4	1.17	1.06	95	13	+2.0
1.9	64.4	13.6	7.7	53.5	1.48	2.20	134	15	0
1.5	81.0	17.6	8.3	58.3	2.40	2.75	144	27	0
1.1	82.0	17.3	6.9	57.2	2.83	2.94	166	29	+1.0
1.1	73.4	12.9	7.2	55.0	2.58	2.66	158	17	+2.0
1.4	76.6	11.7	7.7	55.0	2.83	3.26	188	28	+1.0
4.0	102.6	11.9	7.7	81.3	3.85	5.09	283	31	0
1.1	160.2	11.7	8.0	134.2	3.89	8.81	247	24	-2.0
1.5	142.6	11.7	9.4	113.2	2.54	7.52	—	—	-1.0
1.4	69.4	12.5	8.0	59.4	2.16	3.03	147	11	-3.0
1.3	112.4	12.5	8.6	96.4	1.77	5.32	199	13	-1.0
2.0	121.8	12.7	10.2	109.4	1.55	7.25	238	9	-4.0
3.4	140.4	11.0	10.0	—	1.52	6.97	253	23	-4.0
2.4	120.4	13.1	8.2	105.4	4.59	5.64	274	20	+11.0
18.2	87.4	10.2	8.6	74.0	19.79	7.52	911	?	+228.0
14.6	37.6	8.5	8.0	25.0	4.95	2.66	280	241	+252.0
8.4	42.6	8.5	7.9	28.9	3.11	1.65	136	61	+185.0
5.2	53.6	10.6	8.4	43.0	2.33	2.94	141	38	+142.0
3.3	89.6	7.5	7.9	56.4	2.12	3.49	168	32	+113.0

表-7 水松沢観測点に於ける水質変動(1959・10・23~24)

採水時刻	気温℃	水温℃	色相	臭気	pH	透視度	DO ppm
23日 10:00	9.0	6.2	淡黄褐色	なし	6.1	12.0	—
12:00	9.1	7.0	〃	〃	6.5	9.4	11.47
14:00	9.2	7.2	淡黄青色	〃	6.7	23.2	—
14:15	9.0	7.0	〃	〃	6.9	30.0	—
14:30	8.5	7.1	〃	〃	6.9	>30	—
14:45	8.5	7.0	〃	〃	6.9	〃	—
15:00	8.5	7.0	〃	〃	6.9	〃	—
15:15	8.1	7.0	淡緑青黄色	〃	〃	〃	—
15:30	8.1	7.0	〃	〃	〃	〃	—
15:45	8.1	7.1	〃	〃	〃	〃	—
16:00	7.7	7.0	〃	〃	〃	〃	—
18:00	9.0	6.8	〃	〃	〃	—	11.38
20:00	9.1	7.0	〃	〃	7.1	—	—
22:00	9.5	7.0	〃	〃	7.2	—	—
24:00	10.1	7.0	〃	〃	7.1	—	11.20
24日 2:00	8.5	8.0	〃	〃	6.9	—	—
4:00	8.0	8.0	〃	〃	6.9	—	—
6:00	7.0	7.2	黄褐濁色	〃	6.7	3.0	11.10
8:00	6.5	7.0	黄緑褐色	〃	7.0	10.2	—
10:00	8.5	6.8	緑黄褐色	〃	6.8	18.7	—

表-8 時雨橋観測点に於ける水質変動(1959・10・23~24)

採水時刻	気温℃	水温℃	色相	臭気	pH	透視度	DO ppm
23日 10:00	9.8	7.0		なし	5.7	26.6	—
12:00	9.6	7.5		〃	5.7	12.0	11.65
14:00	9.5	8.3		〃	5.7	18.0	—
14:15	9.5	8.1		〃	5.7	20.1	—
14:30	9.5	8.0	観	〃	5.7	21.5	—
14:45	9.3	8.5		〃	5.7	27.5	—
15:00	9.2	8.0	測	〃	5.7	22.0	—
15:15	10.0	8.2		〃	5.7	15.1	—
15:30	9.0	8.1	せ	〃	5.7	11.5	—
15:45	9.4	8.3		〃	5.7	11.8	—
16:00	9.4	8.2	ず	〃	5.7	10.0	—
18:00	9.0	8.0		〃	5.8	—	11.43
20:00	9.2	8.5		〃	7.0	—	—
22:00	11.5	9.0		〃	6.9	—	—
24:00	11.0	9.3		〃	6.9	—	11.32
24日 2:00	—	—		—	—	—	—
4:00	10.0	8.9		〃	6.9	—	—
6:00	10.0	8.5		〃	6.9	4.0	11.26
8:00	10.5	8.5		〃	6.9	9.8	—
10:00	10.0	8.0		〃	6.9	13.7	—

COD ppm	硬 度 ppm	アルカリ 度 ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	Fe ppm	Mn ppm	T・S ppm	S・S ppm	水位標 cm
0.5	59.6	6.4	8.4	44.0	4.24	4.72	133	23	0
1.6	50.0	8.9	8.1	44.0	3.43	4.22	115	17	-0.3
1.8	34.0	13.1	8.2	28.5	0.88	0.73	86	12	-0.8
1.6	32.4	13.4	6.9	19.9	0.72	1.15	71	12	-0.8
1.9	31.6	15.5	7.1	20.3	0.78	1.15	64	5	-1.0
1.4	31.4	14.8	7.1	20.4	0.71	0.64	65	6	-1.0
6.5	30.2	15.5	7.3	20.1	0.61	0.53	74	5	-1.1
2.1	32.2	18.4	7.3	21.0	0.75	1.33	77	3	-1.0
1.6	37.2	19.1	7.2	23.5	0.59	0.92	78	6	-1.1
2.0	38.2	19.1	7.3	24.9	0.58	1.47	85	9	-0.9
1.2	36.4	17.0	7.6	25.0	0.61	0.92	79	6	—
1.8	45.8	17.4	7.6	31.7	1.28	2.43	94	10	-1.6
—	33.4	17.6	7.3	21.5	1.02	2.06	77	10	-1.8
0.9	47.6	18.0	7.3	33.2	0.58	1.28	99	6	-1.8
—	40.8	19.1	7.1	28.1	0.78	1.19	90	6	-1.8
12.1	33.6	19.1	7.0	22.5	3.89	1.56	136	66	+19.7
13.5	28.8	11.2	7.5	5.0	8.84	4.36	431	342	—
8.5	31.0	15.7	7.8	23.6	4.21	2.16	172	85	+25.7
5.6	30.4	17.0	7.5	20.3	1.93	1.51	101	43	+20.7
2.0	28.6	19.7	7.2	17.5	1.40	0.60	—	—	+16.7

COD ppm	硬 度 ppm	アルカリ 度 ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	Fe ppm	Mn ppm	T・S ppm	S・S ppm	水位標 cm
2.9	33.4	14.8	7.1	21.5	1.17	1.00	91	8	0
3.8	58.2	4.2	8.5	54.6	3.71	3.47	148	18	0
2.9	37.2	8.5	7.7	33.8	1.94	1.69	113	17	-2
2.4	33.2	9.5	7.7	27.5	1.39	1.89	113	10	-2
2.4	33.6	10.6	18.2	23.0	1.18	1.29	97	6	-2.5
2.7	30.2	11.7	7.3	20.8	1.04	1.34	89	6	-2.5
2.3	34.4	10.6	6.9	24.0	1.20	1.24	88	8	-2.5
3.4	32.6	10.0	7.5	31.0	1.80	1.80	122	15	-2.5
3.1	44.8	7.0	7.2	39.0	2.54	2.54	108	15	-2.5
3.1	52.2	6.4	7.2	46.0	3.15	3.23	131	24	-2.5
2.4	52.6	3.6	7.2	52.0	3.43	3.46	138	20	-2.0
2.5	29.8	12.3	7.2	20.8	0.84	0.89	86	1	-2.5
2.7	35.2	14.6	7.1	21.5	0.90	0.83	86	9	-3.0
2.8	50.6	14.0	7.0	27.0	0.82	2.28	117	9	-3.5
2.5	44.6	15.1	6.9	28.0	1.27	1.50	92	10	-3.0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.0	41.6	8.9	7.2	32.0	12.53	5.09	375	273	+4.5
14.3	25.2	10.0	7.5	15.0	5.62	1.65	211	132	+3.0
9.3	29.6	14.8	7.5	19.5	2.44	1.33	141	57	+2.5
6.2	30.4	12.7	7.5	18.0	1.48	1.09	91	8	+2.0

表一 白井川、時雨橋観測点に於ける水質変動 (1960・8・22~25)

採 水 時 刻	気 温 ℃	水 温 ℃	pH	透 視 度	硬 度 ppm	アルカリ度 ppm	
8月22日	12:00	24.7	19.2	6.2	7.0	85.8	6.5
	13:00	26.3	20.6	6.3	10.5	78.8	7.5
	14:00	24.8	21.1	6.9	21.5	65.4	19.1
	15:00	24.5	21.8	7.1	18.5	78.4	14.6
	16:00	23.6	21.9	7.0	20.0	76.2	15.0
	17:00	22.6	21.6	7.2	15.7	115.0	16.0
	18:00	20.6	21.1	7.2	12.7	73.8	17.5
8月23日	6:00	15.7	16.4	7.1	7.5	125.6	20.5
	7:00	18.0	16.4	7.0	5.5	136.0	18.5
	8:00	20.5	16.5	7.0	10.0	97.2	13.6
	9:00	23.6	17.1	6.6	8.0	104.2	8.6
	10:00	21.3	17.6	<5.8	5.5	106.4	4.0
	11:00	23.3	18.5	5.8	9.0	93.2	4.0
	12:00	23.0	19.6	6.0	7.5	89.4	4.6
	13:00	24.8	20.4	5.8	8.0	96.8	2.5
	14:00	25.0	21.2	6.6	17.5	67.4	6.5
	15:00	27.7	21.5	7.0	19.5	67.2	11.5
	16:00	26.9	21.3	7.1	19.5	66.0	14.0
	17:00	22.4	20.8	7.1	18.0	78.6	14.7
	18:00	19.5	20.3	7.1	15.5	83.2	16.5
	19:00	17.9	19.3	7.2	7.8	87.8	18.5
8月24日	8:00	19.7	14.7	6.9	4.7	134.8	12.2
	10:00	23.4	16.0	6.2	5.5	118.8	5.7
	12:00	23.6	18.2	6.3	9.0	84.6	5.0
	14:00	25.3	20.2	6.0	10.5	82.0	4.0
	16:00	24.7	20.8	7.0	16.2	73.6	13.5
	18:00	20.0	20.5	7.1	14.1	89.5	16.0
	20:00	20.5	19.7	—	—	103.0	16.4
	22:00	20.2	19.0	—	—	89.5	16.5
24:00	19.0	18.3	—	—	97.5	20.2	
8月25日	2:00	18.5	18.0	7.1	—	98.0	21.4
	4:00	18.0	17.7	7.2	6.6	103.5	23.0
	6:00	18.8	17.4	6.9	4.5	164.5	20.0
	7:00	19.6	17.3	6.4	2.5	247.0	43.0
	7:30	20.2	17.4	6.1	1.9	275.0	65.0
	8:00	20.8	17.4	6.7	1.8	248.5	98.0
	9:00	23.1	17.8	6.5	1.9	341.0	28.0
	10:00	25.7	19.0	5.8	2.0	152.5	10.0
	11:00	25.7	19.9	6.7	3.5	93.2	11.5
	12:00	26.4	20.7	7.0	7.2	79.4	15.0

備考 8月22日~8月25日の天候は快晴。

* Fe^{3+} ; 河川を採水後直ちにNo.5 C濾紙で濾過したものについて検査した。* Mn^{2+} ; 同 上

Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	全 Fe ppm	全 Mn ppm	* Fe ³⁺ ppm	* Mn ²⁺ ppm	水 位 cm
6.5	1 0 1.7	4.3	5.3	0.2 3	5.3	+ 0.9
6.0	8 1.8	3.1	4.5	0.2 4	4.4	+ 1.0
5.5	7 2.3	1.4	2.7	0.0 4	2.7	+ 0.9
5.5	8 6.0	1.8	3.5	0.0 4	3.5	+ 0.9
4.9	7 9.0	1.5	3.4	0.0 3	3.4	+ 0.9
5.6	9 2.0	2.0	4.4	0.0 5	4.0	+ 0.8
6.0	9 8.2	2.5	5.0	0.1 3	5.0	+ 0.9
6.0	1 1 7.2	5.1	6.6	0.1 4	6.6	+ 0.6
6.8	1 4 2.5	5.4	9.1	痕 跡	8.8	+ 1.0
7.2	1 0 9.0	3.7	6.1	"	5.9	+ 1.1
6.4	1 1 8.0	4.1	7.1	0.1 0	7.1	+ 1.0
7.6	1 5 9.0	6.7	1 0.4	1.6 1	1 0.2	+ 0.7
6.8	1 0 8.0	4.7	6.2	0.8 4	6.2	+ 1.0
6.5	1 0 5.5	4.2	5.8	0.6 0	5.8	+ 0.7
6.5	1 2 1.5	4.8	6.9	1.2 6	6.9	+ 0.6
6.5	7 8.5	1.3	2.9	0.0 5	2.9	+ 0.5
6.5	7 3.6	0.7	2.8	痕 跡	2.7	+ 0.5
5.5	7 2.5	0.9	2.8	0.3 0	2.8	+ 0.4
6.0	8 5.0	1.8	3.5	0.0 2	3.4	+ 0.2
6.0	8 8.5	1.9	3.9	0.0 2	3.7	0.0
6.5	9 2.5	2.2	4.0	0.1 0	4.0	+ 0.1
7.5	1 4 9.0	6.1	9.0	痕 跡	8.9	+ 0.4
8.0	1 4 0.0	3.4	8.4	0.9 9	8.4	+ 0.3
7.0	9 9.0	3.7	5.0	0.3 5	5.0	+ 0.3
6.5	9 7.5	3.2	4.7	0.5 7	4.7	+ 0.3
5.8	7 9.3	1.5	3.0	痕 跡	3.0	- 0.2
6.7	8 7.0	2.5	4.1	0.0 4	4.0	- 0.2
8.5	1 0 0.0	3.6	5.1	0.0 5	5.0	-
7.0	9 8.5	2.8	4.8	0.0 4	4.8	- 0.1
7.3	1 1 7.5	6.6	6.5	痕 跡	6.4	+ 0.2
7.0	1 0 1.5	5.0	5.1	0.2 4	5.1	+ 0.2
6.0	1 1 1.0	4.8	5.7	痕 跡	5.7	+ 0.7
8.0	1 8 0.0	1 0.8	1 0.9	0.2 0	1 0.9	+ 1.0
1 1.0	3 0 1.0	3 5.1	2 0.2	0.0 8	1 8.5	+ 1.4
1 0.0	2 8 2.0	5 2.5	1 8.9	0.3 9	1 7.0	+ 1.6
9.9	2 3 5.0	6 6.8	1 8.0	0.2 7	1 4.3	+ 1.8
9.5	1 9 4.0	4 3.8	1 2.2	0.7 1	1 0.9	+ 2.7
9.0	1 8 2.2	2 2.9	1 1.4	0.9 7	1 1.4	+ 2.8
6.7	1 0 1.0	1 0.0	5.3	0.1 1	4.8	+ 2.8
7.5	8 5.5	0.5	3.9	0.0 6	3.5	+ 2.7

拡散の影響が如実に伺われる。また10月24日未明、即ち24日2:00~4:00までかなり強い降雨があり、はからずも降雨増水時の水質が観測出来た。これによると降雨時には流量、流速の増加に伴い、河床に沈積していた水酸化オニ鉄等が出水の初期に流される結果、オニ鉄イオンの濃度が増大しているが(平常時の7~8倍)、それと同時にマンガンイオンも1.8倍位に増大している。これは河床に大量の水酸化オニ鉄が平常時沈積していることを証明すると共に、長い期間にはかなりの量のマンガンを共沈していることを示すものである。

ロ. 表-(9~11), 図-(9~12)に1960.8.22~25の調査結果を示す。

この調査では現場で1~2時間毎に水位、気温、水温、pH、透視度、塩素イオン、アルカリ度、硬度の変動を測定し、同時に鉄イオン、マンガンイオン分析用の採水を行い、また1~15分毎に電気伝導度を測定した。この調査期間中は連日晴天で図-11, 図-12に見られる如く、流量は殆んど変化せず定常的な条件下にあつたにもかかわらず、マンガン、濁度、その他の成分が経時的にかなりの変動を見せている。これは鉱山側の放流状況(坑内水の水質変動を含めた)に起因するものと思われる。白井川に於ては、図-8に見る如く経時的に各イオン濃度が大きく変動しているので、各イオン間の相関々係の強弱がはつきりわかる。即ちマンガンイオンと硫酸イオン、電気伝導度は互いに

表-10. 豊平川、錦橋に於ける水質変動(1960.8.23)

採水時刻	気温℃	水温℃	pH	透視度	硬 度 ppm
8月23日 6:00	17.4	17.2	7.2	>30	34.4
7:00	19.0	17.3	7.2	"	32.6
8:00	20.9	17.8	7.2	"	34.0
9:00	22.0	17.9	7.2	"	36.4
10:00	24.2	19.0	7.2	"	44.4
11:00	27.0	19.2	7.3	"	45.8
12:00	26.3	19.8	7.3	"	43.4
13:00	26.3	20.0	7.3	"	38.8
14:00	27.3	20.3	7.4	"	38.2
15:00	27.1	20.5	7.4	"	38.4
16:00	23.4	20.2	7.4	"	35.4
17:00	22.0	20.0	7.2	"	39.0

表-11. 豊平川、簾舞ダム取入口に於ける水質変動(1960.8.23)

採水時刻	気温℃	水温℃	pH	硬 度 ppm	アルカリ度 ppm
8月23日 9:00	23.0	18.5	7.1	44.0	25.5
10:00	24.0	18.5	"	43.0	25.5
11:00	23.5	20.0	"	42.0	27.5
12:00	24.5	19.5	"	45.0	25.5
13:00	25.0	19.5	"	44.5	26.5
14:00	25.0	19.5	"	44.5	26.0
15:00	25.0	19.5	"	51.5	27.5
16:00	24.5	19.5	"	46.5	28.5
17:00	22.5	20.3	"	49.5	29.5
18:00	19.5	20.0	"	54.0	28.5
19:00	16.5	20.0	"	52.5	25.0

強い相関々係を持つているように見える。この三者の関係を図にして見ると（図－１３～１５）強い相関々係のあることがわかる。これは白井川汚染の原因が豊羽鉱山廃液であり、その組成が硫酸々性水に重金属が溶解し、流出して来たものであることを考えれば容易にうなづけることである。

白井川では大きく変動している水質も、豊平川に合流し下流に行くに従い、拡散、混合によつて変動率は小さくなっている。錦橋に於いては、温泉水の影響で塩素イオンの多いことと、その変動の可成り大きいことが目立っている。ここに現われる急激な汚染はもつぱら温泉による人為的汚染と考えられる。

時雨橋観測点では 1960・8・25、午前 8 時に最大の山を有する濃厚な水質変動が観測されている。これは豊羽鉱山に於いて石灰処理後のスライム貯留池の栓が破損して、貯留スライムがそのまま白井川に流入したためとの事である。この異常な水質の波は、そのまま札幌市浄水場に於いてもキャッチされたので（図－１２）、この不慮の事故により図らずも時雨橋 → 浄水場間の所要時間が実測されたことになる。

ハ、1961 年度は、冬期間を除いて隔月に時雨橋観測点を中心として経時変化をとり、水質の季節的変動を観測した。その結果は表－１２～１６及び図－１６～２０に示すようである。

アルカリ度 ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	全 Fe ppm	全 Mn ppm	* Fe ³⁺ ppm
2 3.5	3 8.0	2 2.5	0.0 9	検 出 せ ず	0.0 8
2 1.8	3 8.8	2 2.7	0.1 0	"	0.0 8
2 4.2	3 8.5	2 1.8	0.0 9	"	0.0 7
2 5.5	4 7.0	2 1.5	0.1 0	"	0.0 8
2 9.0	8 8.5	2 2.5	0.1 2	"	0.0 9
2 9.0	8 7.5	2 2.8	0.1 0	"	0.0 9
2 8.5	7 8.0	2 5.5	0.0 9	"	0.0 8
2 7.5	6 2.5	2 2.0	0.1 0	"	0.0 8
2 4.2	5 9.2	2 1.8	0.1 0	"	0.0 7
2 4.3	5 2.0	2 1.0	0.0 9	"	0.0 8
2 0.5	4 7.0	2 1.5	0.0 8	"	0.0 8
2 2.5	6 1.0	2 2.6	0.1 1	"	0.1 0

Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	全 Fe ppm	全 Mn ppm	* Fe ³⁺ ppm	* Mn ²⁺ ppm
2 2.5	3 0.5	0.6 1	0.8 0	0.0 8	0.6 5
2 2.5	3 0.5	0.9 5	0.8 5	0.1 8	0.8 5
2 4.0	3 2.5	1.1 1	0.7 5	0.2 1	0.6 5
2 4.5	3 2.5	0.8 5	0.7 5	0.2 4	0.7 0
2 5.0	3 4.0	0.8 7	0.9 0	0.3 2	0.9 0
2 6.0	3 9.0	0.9 3	1.1 0	0.1 5	1.0 0
3 2.5	3 5.5	0.8 6	1.0 0	0.2 6	1.0 0
4 3.0	3 3.0	0.7 4	1.0 0	0.2 8	1.0 0
4 7.0	3 5.5	0.8 2	1.0 0	0.2 1	1.0 0
4 3.0	3 5.5	0.8 6	1.2 0	0.2 6	1.0 5
3 8.0	3 5.5	0.8 7	1.1 5	0.2 6	0.9 5

表-12. (1961.5.25~26)

観測点	採水時刻	気温 ℃	水温 ℃	色相	臭気	pH	透視度	硬度 ppm	アルカリ 度ppm	Cl- ppm
豊羽鉾山上流 小樽内川 白井, 小樽内合流後 錦橋 一の沢 時雨橋	25日11:30	13.0	7.2	無色透明	なし	7.1	>30	15.4	13.3	4.4
	15:00	13.9	10.8	"	"	7.0	>30	11.8	14.7	4.4
	15:40	12.1	11.5	淡黄緑色	"	6.3	7.6	21.0	10.2	3.9
	12:20	13.7	8.0	青色	"	6.9	>30	15.6	13.7	13.3
	12:40	17.8	12.0	淡青白濁	"	7.4	>30	33.0	29.1	3.9
	25日11:00	14.6	7.8	黄褐色	"	6.9	13.8	22.8	10.4	3.7
	13:00	15.5	9.0	"	"	6.8	15.7	29.2	9.5	4.4
	15:00	15.0	9.6	粘土色	"	6.8	3.1	31.4	7.1	3.3
	17:00	12.0	8.5	淡緑褐色	"	6.7	10.9	27.4	8.3	4.7
	19:00	6.0	6.8	"	"	6.8	6.0	25.6	9.1	4.1
	21:00	3.0	5.5	"	"	6.9	7.5	20.2	11.6	3.1
	23:00	1.4	4.5	"	"	6.8	6.0	28.2	10.4	3.3
	26日 1:00	0.5	4.0	"	"	6.8	6.0	25.2	10.4	3.4
	3:00	0.3	4.0	"	"	6.8	8.5	24.6	12.5	4.1
	5:00	0.5	3.7	"	"	6.7	27.5	29.0	11.0	3.7
	7:00	6.8	4.3	"	"	6.8	29.5	26.6	10.4	3.7
	9:00	16.7	6.0	"	"	6.7	27.5	28.8	11.2	3.7
	11:00	19.0	8.2	"	"	6.9	28.5	27.2	10.4	3.7

備考; 天候, 晴

表-13. (1961.8.2~3,)

観測点	採水時刻	気温 ℃	水温 ℃	色相	臭気	pH	透視度	硬度 ppm	アルカリ 度ppm
豊羽鉾山上流 小樽内川 白井, 小樽内合流後 錦橋 一の沢 時雨橋	2日 8:45	25.1	13.8	青白濁色	なし	7.1	11.0	27.2	16.6
	11:35	25.7	18.8	無色透明	"	7.2	>30	22.6	17.9
	11:10	25.8	18.2	淡緑色	"	7.1	16.0	37.8	15.4
	11:20	25.4	18.4	"	"	7.0	>30	25.4	18.9
	9:40	26.8	15.8	"	"	7.0	>30	27.4	18.3
	2日 8:00	21.0	15.2	淡黄緑色	"	6.9	16.5	45.2	14.9
	10:00	25.1	17.0	"	"	7.0	16.5	44.8	15.4
	12:00	26.1	19.1	"	"	6.9	14.0	52.6	12.5
	14:00	27.0	19.7	"	"	6.9	13.0	55.8	13.1
	16:00	27.5	20.0	"	"	6.9	12.5	55.0	11.4
	18:00	23.0	18.8	"	"	6.8	12.5	59.6	9.1
	20:00	21.0	17.8	"	"	6.7	10.5	64.8	10.2
	22:00	19.9	16.8	"	"	7.0	11.0	40.8	17.6
	24:00	19.0	16.2	"	"	6.9	10.0	49.8	16.6
	3日 2:00	18.5	16.0	"	"	6.8	4.0	77.4	15.6
	4:00	18.0	15.5	"	"	7.0	13.5	59.2	15.6
	6:00	18.0	15.3	"	"	6.9	18.4	58.4	16.6
	8:00	24.0	16.0	"	"	7.1	19.5	58.2	16.6

備考; 天候, 晴

SO ₄ ²⁻ ppm	全Fe ppm	全Mn ppm	*Fe ³⁺ ppm	*Mn ²⁺ ppm	DO ppm	COD ppm	BOD ppm	T·S ppm	S·S ppm	河巾	水深	採水位置
5.4					11.73	2.64	1.11		16	10 m	20cm	右岸より50cm
6.3					11.03	3.68	0.68		5	16 m	15cm	"
16.2					11.36	2.71	0.62		56	6 m	20cm	" 40cm
8.6					12.41	4.17	1.19		3	40 m	30cm	" 30cm
15.3					10.80	2.71	0.61		2	?		
15.0	1.38	1.95	0.48	1.38	12.33	5.42	0.59		52		70cm	
27.0	1.90	3.66	0.28	1.44	11.84	3.54	1.83		23		"	
28.0	3.91	3.22	1.45	2.88	11.54	5.92	1.16		163		"	
23.9	2.05	2.66	0.32	2.33	11.96	2.64	1.22		55		"	
21.6	2.16	2.48	0.25	2.66	12.17	4.72	0.90		68		"	
17.4	1.42	1.57	0.36	1.66	12.51	5.68	1.70		79		"	
21.6	1.17	2.33	0.25	1.89	13.02	3.30	0.99		19		"	
19.8	0.71	3.22	0.18	2.33	13.28	6.43	1.35		14		"	
18.9	0.82	1.55	0.19	1.51	13.27	7.25	0.24		17		"	
22.5	0.87	2.11	0.19	2.22	13.13	9.28	0.60		5		"	
23.3	0.88	1.91	0.20	2.44	12.99	5.32	1.34		11		"	
24.3	0.96	1.95	0.17	2.26	12.57	2.64	0.94		4		"	
21.8	0.95	2.11	0.08	2.04	11.95	4.35	4.25		8		"	
計	19.13	30.72	4.40	27.04								
平均	1.47	2.36	0.34	2.08								
$\Delta\text{Mn}/\text{Fe} = 0.12 \quad \Delta\text{Mn}/\text{Mn} = 0.08 \quad \Delta\text{Mn} = \overline{\text{Mn}} - \overline{\text{Mn}^{2+}}$												

Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	全Fe ppm	全Mn ppm	*Fe ³⁺ ppm	*Mn ²⁺ ppm	DO ppm	COD ppm	BOD ppm	T·S ppm	S·S ppm
4.5	13.6					9.57	5.12	1.57	152	8
4.8	10.8					8.74	6.72	0.45	152	7
5.4	33.9					8.76	6.96	0.56	162	9
21.5	15.9					9.12	5.76	0.73	186	15
17.5	18.3					9.10	5.16	0.66	138	12
4.9	45.6	1.30	1.47	0.20	1.88	9.18	5.96	0.61	154	8
4.4	39.7	1.31	1.37	0.19	1.45	8.94	5.24	0.14	155	12
4.6	54.2	1.45	2.16	0.14	2.16	8.87	4.60	0.58	180	15
4.5	55.4	1.66	2.62	0.12	2.03	8.74	5.96	0.21	179	21
5.0	54.9	1.54	2.14	0.07	2.13	9.08	5.12	0.35	186	20
4.9	64.8	2.54	2.83	0.19	2.70	8.49	5.96	0.59	228	20
4.7	70.3	0.80	2.83	0.13	2.72	8.88	6.16	0.34	198	28
4.7	30.3	1.02	0.91	0.13	1.00	9.20	6.80	0.53	137	12
5.1	45.9	0.75	1.67	0.52	1.73	8.93	6.16	0.61	147	11
5.6	82.2	9.28	3.63	0.09	3.43	9.15	7.20	0.48	271	36
5.2	54.4	1.73	2.28	0.20	2.32	9.40	6.36	1.06	206	20
5.1	54.8	1.28	3.44	0.15	2.35	9.15	5.52	—	219	21
5.4	49.2	1.91	2.15	0.17	1.91	9.34	6.92	0.29	179	14
計		26.57	29.50	2.30	27.81					
平均		2.04	2.27	0.18	2.14					
$\Delta\text{Mn}/\text{Fe} = 0.06 \quad \Delta\text{Mn}/\text{Mn} = 0.06$										

表-14. (1961・9・28~29)

観測点	採水時刻	気温 ℃	水温 ℃	色相	臭気	pH	透視度	硬度 ppm	アルカリ 度ppm
豊羽鉾山上流 小樽内川 白井, 小樽内合流後 錦橋 一の沢	28日 8:50	14.8	10.8	微白濁	なし	7.1	12.3	27.0	19.2
	11:20	24.6	13.3	淡褐色	"	7.1	28.5	21.0	20.4
	10:40	24.5	12.5	"	"	7.0	17.0	31.0	18.2
	9:50	23.7	15.5	透明	"	7.0	>30	25.6	19.6
	9:20	17.0	11.5	"	"	7.2	>30	32.6	26.1
時雨橋	28日 8:00	12.0	11.0	黄緑色	"	6.8	28.2	33.6	13.5
	10:00	17.3	12.3	"	"	7.1	29.0	44.6	17.2
	12:00	22.5	14.3	"	"	7.1	28.2	52.0	15.5
	14:00	24.0	15.4	"	"	6.9	22.0	68.4	11.6
	16:00	18.7	16.0	"	"	7.1	24.0	55.6	14.3
	18:00	15.2	15.0	"	"	6.9	25.0	66.4	12.7
	20:00	13.8	14.5	"	"	6.9	28.0	65.8	12.3
	22:00	15.4	13.8	"	"	6.7	22.5	73.8	10.2
	24:00	12.6	13.2	"	"	6.7	26.0	69.4	11.8
	29日 2:00	11.8	12.8	"	"	6.7	26.8	68.6	13.5
	4:00	11.5	12.2	"	"	6.7	28.6	58.4	16.7
	6:00	11.8	12.0	"	"	6.9	>30	60.8	15.9
	8:00	16.0	12.5	"	"	6.9	28.0	62.2	13.3

備考; 天候, 晴

表-15. (1961・10・26~27)

観測点	採水時刻	気温 ℃	水温 ℃	色相	臭気	pH	透視度	硬度 ppm	アルカリ 度ppm
豊羽鉾山上流 小樽内川 白井, 小樽内合流後 錦橋 一の沢	26日 12:25	8.8	4.0	無色透明	なし	7.0	>30	28.4	20.3
	14:37	10.3	5.5	"	"	7.0	>30	21.4	19.5
	9:23	4.1	3.2	黄緑色	"	6.9	28.9	27.2	18.3
	9:55	7.1	5.4	無色透明	"	7.1	>30	32.4	23.5
	10:50	12.1	4.0	"	"	6.9	>30	37.0	21.8
時雨橋	26日 8:00	-0.5	2.0	淡黄緑色	なし	6.5	13.3	78.4	16.2
	10:00	2.0	3.0	"	"	6.6	10.5	83.4	15.4
	12:00	11.0	5.0	"	"	6.7	14.5	68.8	18.1
	14:00	9.2	6.0	"	"	6.9	17.0	63.6	17.4
	16:00	6.0	6.5	"	"	6.9	15.5	60.6	12.9
	18:00	3.1	8.0	"	"	6.7	—	61.8	16.8
	20:00	4.0	6.0	"	"	6.6	—	69.8	15.4
	22:00	3.5	6.0	"	"	6.6	—	79.6	12.7
	24:00	6.0	6.0	"	"	6.8	—	79.2	15.4
	27日 2:00	6.0	6.0	"	"	6.7	—	70.2	16.2
	4:00	5.8	5.8	"	"	6.8	—	78.8	16.6
	6:00	6.2	6.0	淡緑黄色	"	6.8	12.0	76.4	17.6
	8:00	7.8	6.2	"	"	6.9	11.1	79.6	18.3

備考; 天候, 晴

Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	全 Fe ppm	全 Mn ppm	*Fe ³⁺ ppm	*Mn ²⁺ ppm	D O ppm	COD ppm	BOD ppm	T·S ppm	S·S ppm
4.2	14.9					10.99	3.14	3.20	81	11
6.0	12.4					10.48	5.59	1.16	66	1
6.1	29.2					10.39	6.51	0.10	143	41
21.3	15.3					10.79	3.55	1.32	110	2
5.8	19.7					10.61	4.81	2.01	92	2
6.1	61.0	0.98	2.99	0.10	2.73	10.67	2.96	0.93	71	9
5.0	35.3	0.52	1.29	0.17	1.12	10.73	2.35	1.60	106	4
5.2	44.2	0.65	1.82	0.12	1.75	10.27	2.84	0.80	106	2
5.8	65.3	0.86	3.09	0.05	2.93	9.80	3.10	0.60	170	3
7.0	49.2	0.74	1.95	0.10	1.88	9.50	2.69	0.72	134	2
8.2	64.4	1.04	2.81	0.07	2.66	9.78	2.98	0.77	166	13
6.0	59.2	0.88	2.50	0.13	2.40	9.91	2.66	1.05	145	15
6.9	69.5	1.11	3.21	0.13	3.14	9.92	3.36	0.56	180	9
6.2	69.3	1.11	3.29	0.10	3.12	9.78	3.32	1.27	169	1
6.4	64.2	1.02	3.14	0.10	2.94	10.12	3.59	0.56	162	4
5.8	50.0	0.82	2.32	0.15	2.27	10.31	2.79	1.43	124	1
5.7	51.5	0.77	2.83	0.13	2.36	10.46	3.40	1.32	130	1
6.1	73.9	3.98	3.04	1.20	2.88	10.32	4.44	1.19	161	2
計		14.48	34.28	2.55	32.18					
平均		1.11	2.64	1.96	2.48					
						$\Delta\text{Mn}/\text{Fe} = 0.14$ $\Delta\text{Mn}/\text{Mn} = 0.06$				

Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	全 Fe ppm	全 Mn ppm	*Fe ³⁺ ppm	*Mn ²⁺ ppm	D O ppm	COD ppm	BOD ppm	T·S ppm	S·S ppm
4.5	15.0					12.13	3.57	1.66	4	1
6.0	11.5					12.40	4.78	1.34	10	1
6.4	22.3					13.39	3.53	1.85	26	3
31.6	15.5					12.23	3.89	1.36	34	6
22.5	26.0					12.93	3.89	0.81	38	15
7.0	76.0	2.71	4.27	0.54	4.33	13.31	3.71	1.59	204	20
7.0	79.5	2.28	4.12	0.45	4.24	13.10	3.98	1.61	174	20
6.6	64.0	1.41	3.42	0.16	3.36	12.51	3.63	1.96	182	14
6.8	67.0	1.34	3.53	0.14	3.46	11.87	3.89	1.19	150	12
6.0	68.0	1.40	2.71	0.09	2.56	11.74	4.60	1.61	86	17
6.1	55.5	1.41	2.86	0.05	2.81	12.22	5.67	2.20	134	2
7.7	63.0	2.12	3.53	0.05	3.20	11.08	5.49	2.55	182	37
6.8	82.0	2.39	4.90	0.19	4.10	12.21	5.31	1.95	202	20
6.9	74.0	2.67	4.21	0.08	4.33	12.11	5.13	1.66	196	6
6.6	67.0	1.57	3.54	0.09	3.46	11.89	3.93	1.46	160	17
7.0	79.0	1.77	4.51	0.11	4.09	11.91	4.42	1.97	208	12
6.5	71.0	1.36	4.16	0.13	4.14	11.83	5.45	2.16	162	5
6.6	68.0	1.56	3.87	0.09	3.65	12.00	4.42	1.92	140	14
計		23.99	49.63	2.17	47.73					
平均		1.85	3.82	0.17	3.67					
						$\Delta\text{Mn}/\text{Fe} = 0.08$ $\Delta\text{Mn}/\text{Mn} = 0.04$				

図-16～19により流水の多少による水質変動の大きさがわかる。即ち融雪期である5月には河川水成分の濃度が小さく出ており、他の月は多く出ている。また5月には塩素イオン、アルカリ度、硫酸イオン等の濃度は他の月と比べ著しく小さく出ているにもかかわらず、鉄、マンガンの量は逆に他の月より大目に出ているのは、流量の増大に伴い河床の沈着物、もしくは滞流部分に沈積していた物質を引き出して流下しているためと考えられる。

Ⅲ. 白井川汚染の特質及び豊平川本流への影響

過去三年間にわたり著者等は豊平川、特に白井川に重点をおいて、その水質変動、河川の流下状態を観察して来た。時間の関係、経費の問題、人手不足等、種々の悪条件が重なり、調査回数も限られ、従つて十分満足のいく程度のデータも集めるには至らなかったが、この河川の特異性の要点はつかみ得たものと考えられる。白井川は上流に於いては、溶解塩類も少なく非常に清澄な流れであるが、これが豊羽鉾山坑口下流になると、その廃水のため流れは極度に汚染されている。即ちその上流と下流の水質の違いは表-16の如くである（札幌市水道局資料による）。

表 - 16

	pH	濁度	硬度 ppm	アルカリ 度ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	全Fe ppm	全Mn ppm	T・S ppm	電気伝導度 μS/cm
鉾山上流水	7.2	3.4	30	15	9.5	6.5	0.14	<0.1	80	92
鉾山下流水 (沈澱池下)	6.6	25.8	174	12	14.3	72.1	2.43	10.6	588	421

その影響は白井川全域の河床を水酸化オ二鉄の沈積物により赤褐色に変えており、また河水全体をも赤く濁らせて、豊平川本流へ合流した後も、本流系水と白井川系水との区別が外観上はつきりわかる程である。豊羽鉾山坑内水の主成分は、前述のように鉄イオン、マンガンイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、硫酸イオン等であるが、鉄イオンはpH調整により容易に酸化されて不溶性となり、大部分除去出来る。一部オ二鉄イオン(Fe^{2+})で流出したのも、流下中に容易に空気酸化され、 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ となつて不溶化する。このようにして出来た水酸化オ二鉄、又沈澱池から溢流して河川に混入した水酸化オ二鉄は流下中に徐々に河床に沈澱、付着しながら河水を赤く濁らせて流れるのである。これら河床に沈積した水酸化オ二鉄が融雪期とか洪水期、降雨時等に急激な流量増加によつて掘り起され、河川中の鉄分の濃度を大ならしめることは、1959・10・24偶然降雨時に観測したデータ、1960・5月～10月のデータ等に明らかに示されている。

白井川は鉄分の多いことが一つの特徴であるが白井川水質を特徴づけているものに鉄の他にマンガンがある。豊羽鉾山廃水には約300 ppmのマンガンが含まれているが、マンガンは常pHでは酸化されないで(pH 9以上でなければ不可)、廃水中のマンガンは鉾山側で行つている石灰処理では殆んど除かれず、せいぜい一割程度が鉄との共沈等により減少するに止まり(表-2参照)、大半が

溶解性のまま河を下る。その結果、時雨橋観測点でもマンガンは3~10 ppm検出され、そのまま豊平川に入っていく。河川中に入ったマンガンも、流下中水酸化オニ鉄との共沈等により、約5~15%程度は減少することが知られている(表-12~15欄外参照)。本流では白井川合流前の上流では、痕跡程度のマンガンしか含有せず、また白井川以外の支流では、マンガンを多量に含んでいるものがないことから、豊平川中のマンガンは専ら白井川に起因していることになる。これは簾舞に於ける札幌市水道原水取水口でも、0.3~1.0 ppmのマンガンを検出する程の濃度である。このため札幌市水道にマンガン問題、いわゆる“黒い水”問題が起り、担当者が日夜苦心しているのは著者等の耳に新しいことではない。また白井川に於いては硫酸イオンがマンガンイオンと強い相関々係を有している(図-13~15参照)。これは坑内水の主成分であることを考える時、全く当然の結果である。同様な観点から硬度も相関々係を示すことが予想される。硬度はEDTA硬度で測定して居り、炭酸カルシウム(CaCO_3)に換算した値を用いているが、硬度成分であるカルシウムイオン、マグネシウムイオンは河川中で炭酸ガスの割合により、溶解したり、析出したり、又他のものの溶解度に影響を与えたりするため、比較的安定なイオンである硫酸イオン程強い相関はない。

電気伝導度は水中にとけているイオンの量と、各イオンの易動度により支配されるので、化学分析のチェックに有用であり、一連の水質では溶存イオン量の推定に役立つ。白井川水質に利用した結果では、電気伝導度はマンガンイオン、硫酸イオンと強い相関々係を有することがわかる(図-13~15)。これは白井川の電気伝導度に変動を与える成分が鉱山廃水に起因しているためと考えられ、この川での廃水の影響力の大きさを痛感すると同時に、この伝導度測定により大まかな廃水の動向を知ることが出来ると考えられるので、マンガンイオン変動のMonitorとしての利用が示唆される。即ち時雨橋より浄水場までは7時間余を要する故(図-9, 図-12参照)、白井川に自記電気伝導度計を設置しておき、直接その観測が札幌市浄水場で出来るようにしておけば、伝導度計で示された値に疑問がある場合は、取水を中止しその水を検査してから、対策を講ずることが出来るわけで、水質の異常に気付かず浄水施設に悪影響を及ぼすおそれや、常時面倒な分析をしていなければならないということがなくなるわけである。

白井川に於ける塩素イオンは、IIのiii)の各図表に見る如く5~8 mg/lであり変動がなく、濃度も大きくない(日本の河川の平均塩素イオン量は6~8 mg/l)。これは廃水に関係なく天然に起因するものと思われる。白井川に於いて塩素イオン量にあまり変動がないというこの特徴は、IIのii)で行った流下時間測定の際トレーサーとして食塩(NaCl)を流下させる根拠になつたものでもあり、著者等の測定に有利な特徴であつた。一方定山溪温泉の主成分は Na^+Cl^- であり、この温泉水の塩素イオン濃度は1,000~1,600 mg/l程度で、これの豊平川への影響は大きく、簾舞に於いても塩素イオンが20~25 mg/l検出されている。

IV. 結 論

過去三年間の調査結果をまとめると次のようになる。

1) 現況で問題となる重要点は飲料水水源としての河川水質である。

2) 本河川に於いて上記目的のため問題となる汚染源は、白井川上流の豊羽鉾山廃水と豊平川本流に排出される定山溪温泉廃水である。

3) 温泉廃水による汚染は、主として有機汚染、細菌汚染であるがこれらは自浄程度が高く、現況では上水道水源として直接問題になるとは考えられない。

4) 豊羽鉾山廃水によつて汚染された白井川はマンガン、鉄等の無機物を含んで居り、マンガンイオンと酸化された鉄の微粒子が河川を汚し利用上問題となつている。

5) 鉄微粒子は河床に沈着して河川を汚し流量、流速の増大した時はそれが洗掘されて白井川の濁度、色度を著しく上げる。

6) マンガンイオン (Mn^{2+}) は河川中では容易に不溶化せず、鉄との共沈で全鉄量 5 ~ 15 % おち全体として約 1 割減少するだけで、大部分イオン状のまま流下する。

7) 白井川の流下時間は約十時間程度であり、この間に一部イオン状で沈澱池から流れ出た鉄イオンの酸化は完全に完了し殆んど不溶性になつてしまう。

8) 白井川では水質の時間変動が非常に大きく、本河川の水質実態の把握は非常に難しい。

9) 鉾山廃水の主成分組成は殆んど変わらないので近似的、定量的に廃水量を把握するために電気伝導度をモニターとして使用することが可能である。

あ と が き

本文は河川の自浄作用に関する研究 (文部省科学研究費) の一部の報告書である。これらのデータは更に後に水利用、処理等の目的のために解析した上、別報において報告したい。

最後に本調査に全面的に協力して下さつた衛生工学教室小沢源三、駒形進の両氏に感謝します。

また調査の際、種々の便宜をいただいた札幌市水道局の各位に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 林, 丹保, 白井川の流下時間と縦方向拡散量の測定 衛生工学才 6 号
- 2) 半谷, 水質調査法 丸善

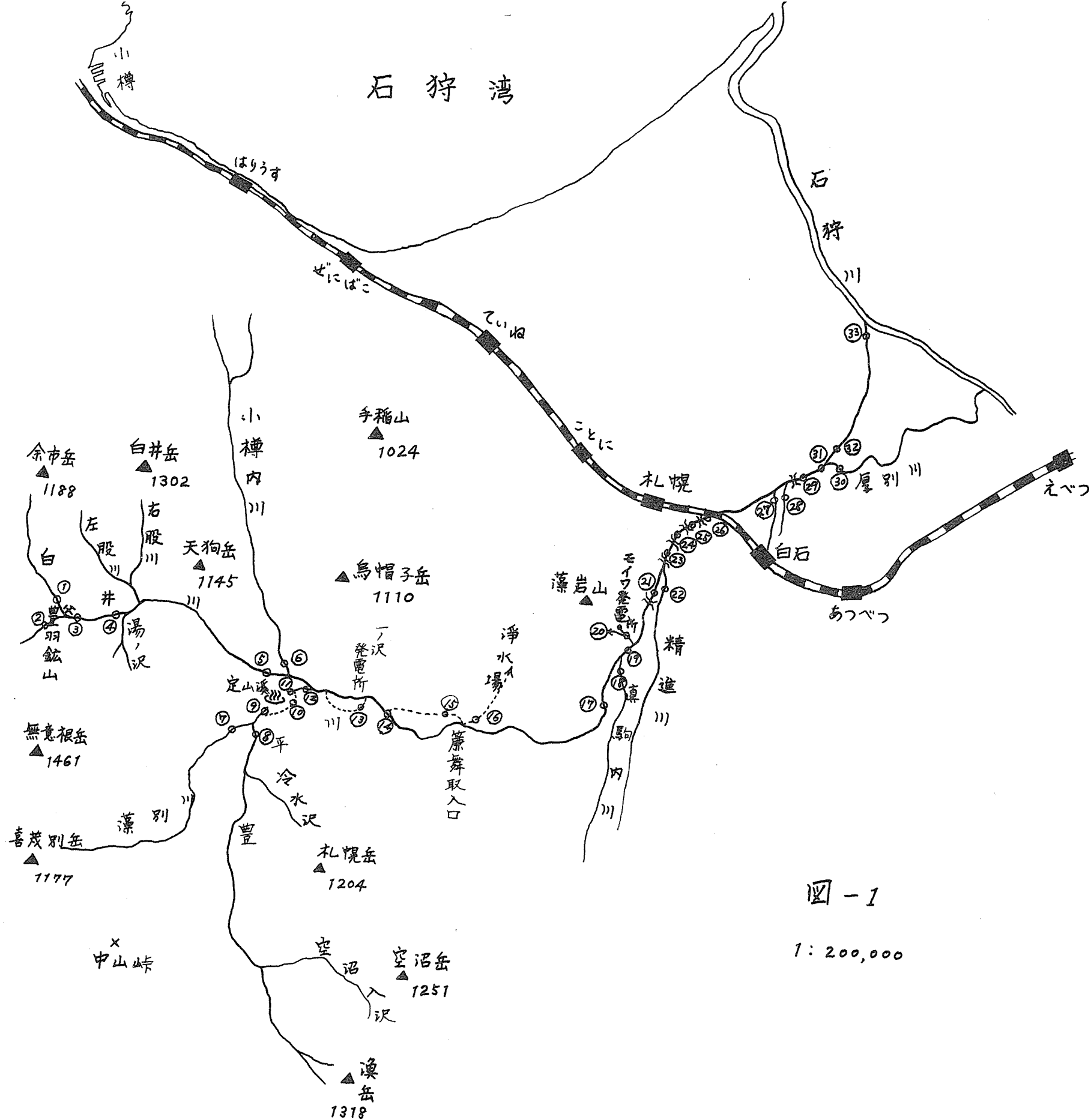


図-1

1:200,000

图-2. 全蒸发残留物流下量(g/sec)の割合

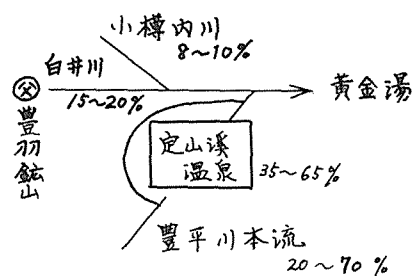
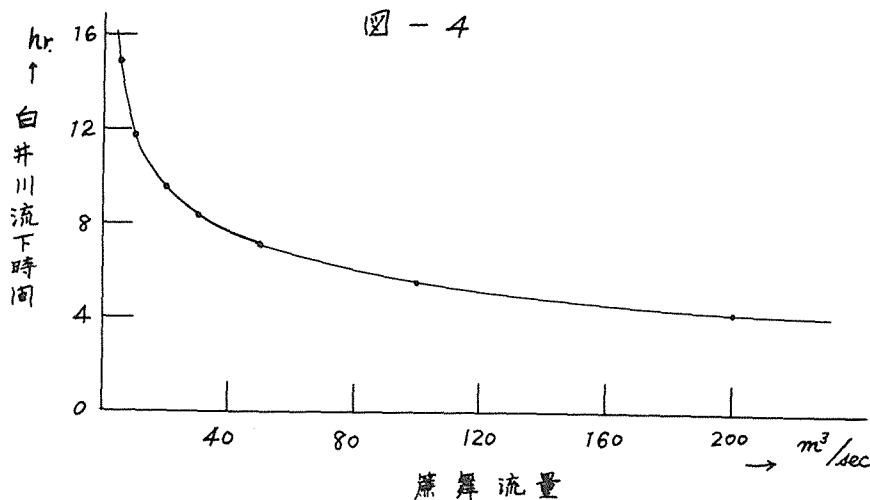
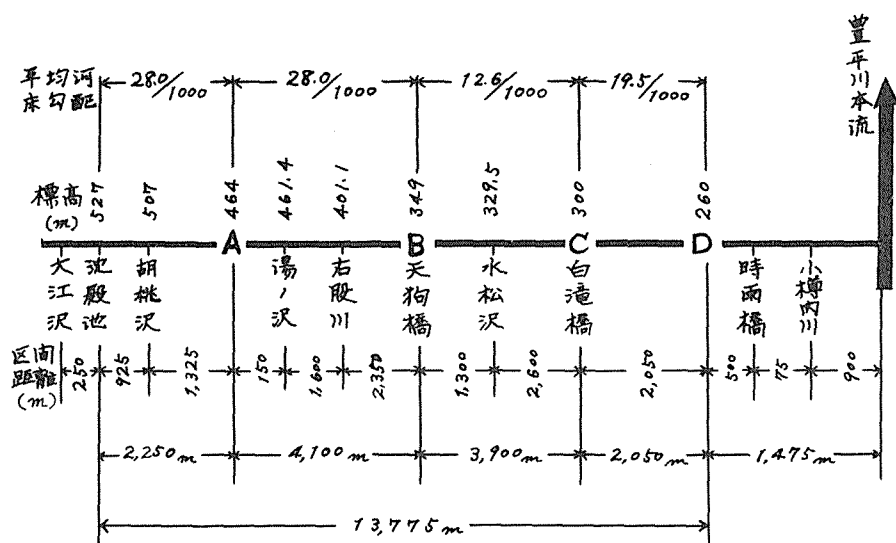


图-3 白井川概況図 (国土地理院 1:25,000地形図より)



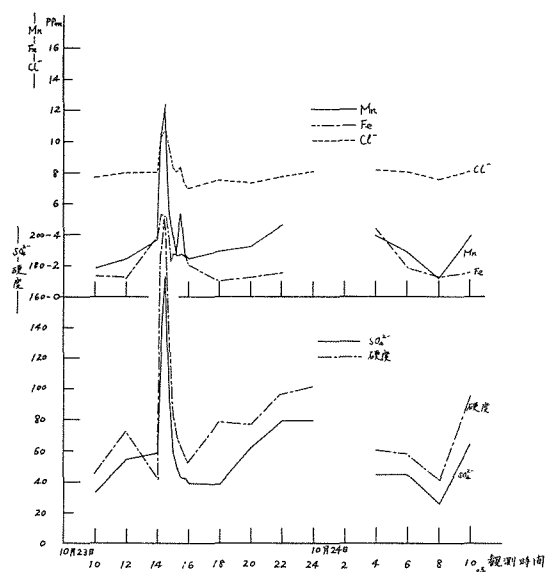


图-5. 白井川 夏羽沢敷地下流 300mに於ける
各イオン濃度変動

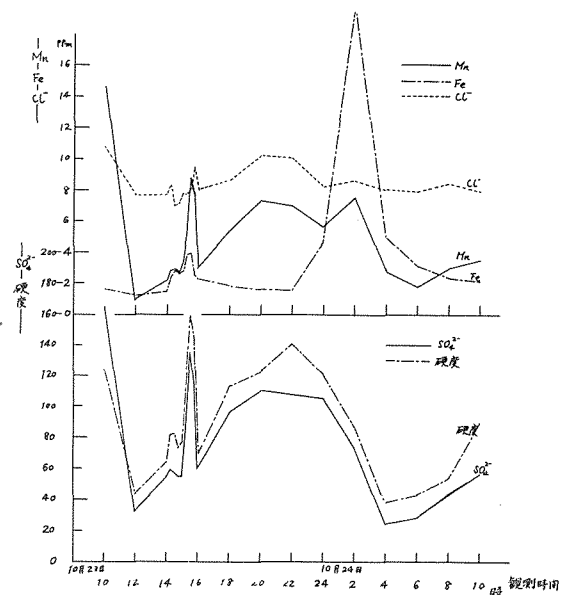


图-6. 白井川 湯ノ沢観測点に於ける
各イオン濃度変動

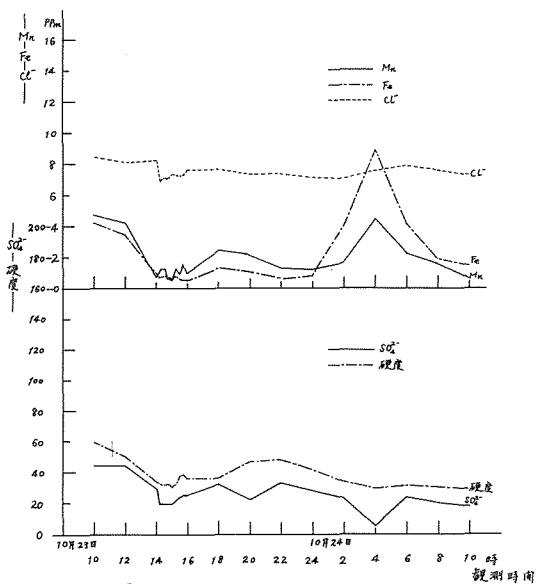


图-7. 白井川 水水位観測点に於ける
各イオン濃度変動

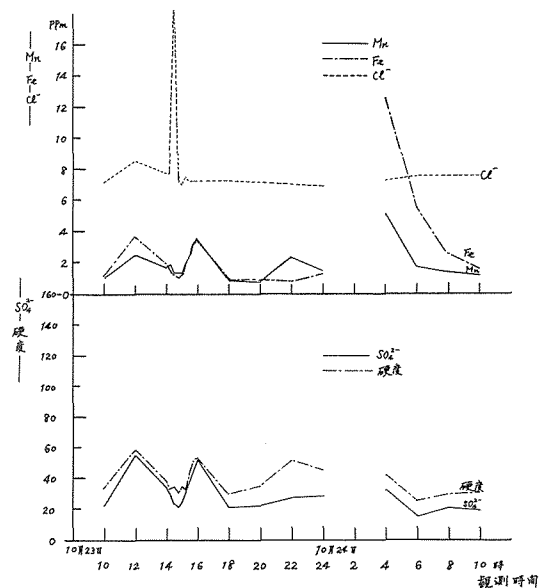
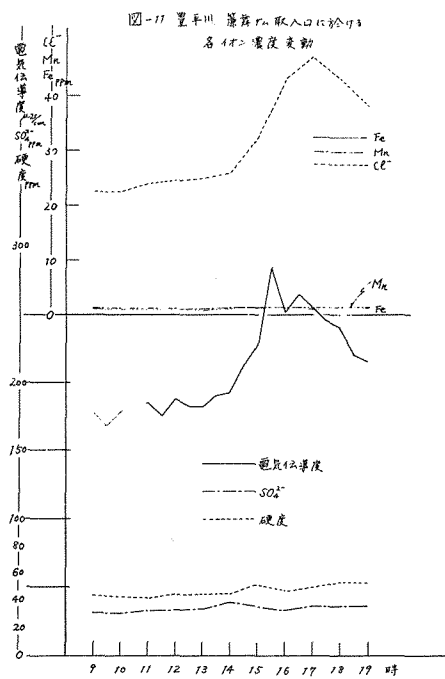
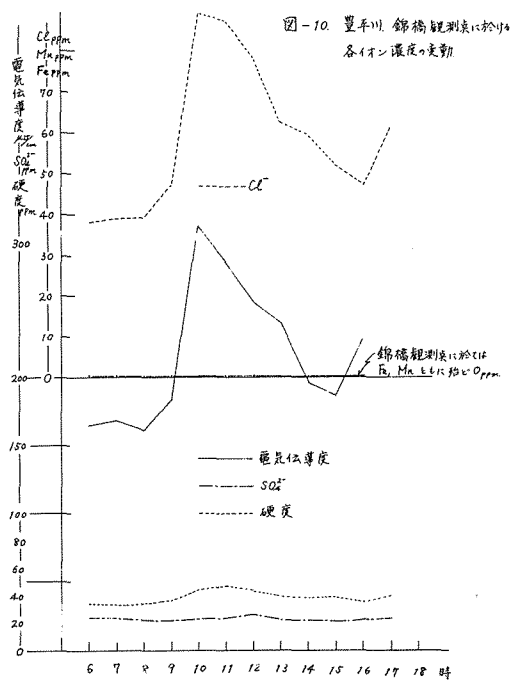
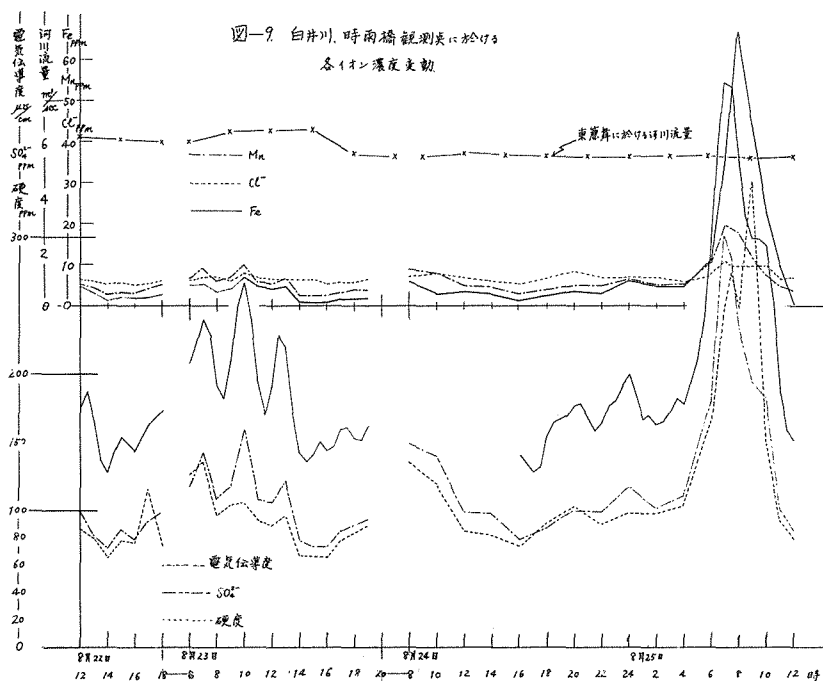


图-8. 白井川 時雨橋観測点に於ける
各イオン濃度変動



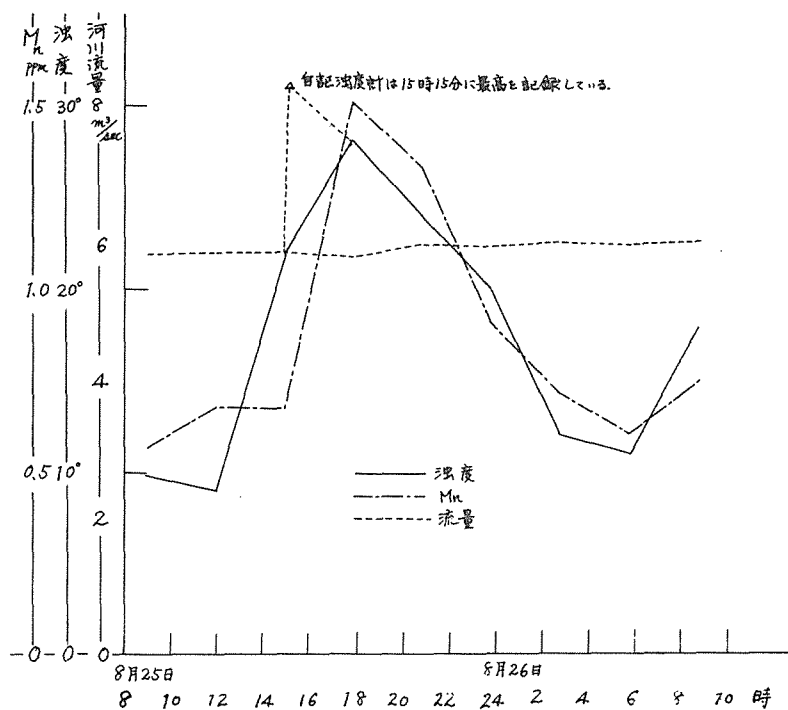


図-12 札幌市浄水場で Catch LK
Mn, 濁度の異常変化

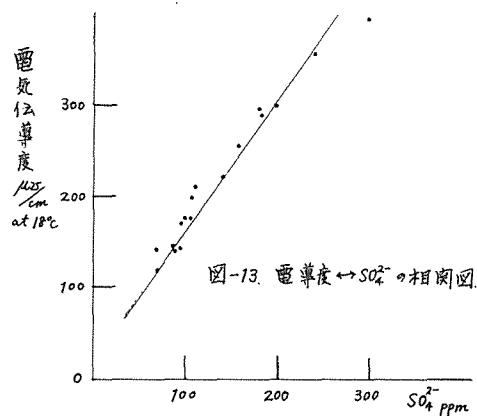


図-13. 電導度 ↔ SO_4^{2-} の相関図

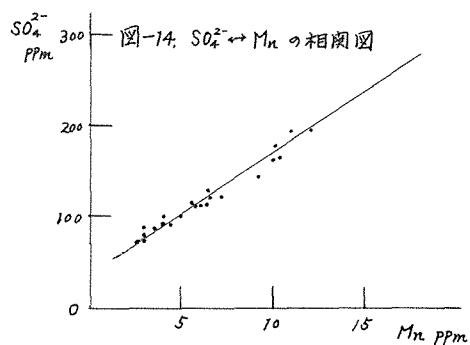


図-14. SO_4^{2-} ↔ Mn の相関図

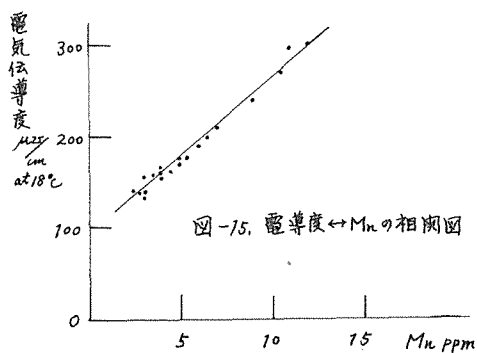


図-15. 電導度 ↔ Mn の相関図

