

工場廃水に関する調査（第8報）

竹仁染化株式会社精練染色廃水の水質汚濁調査

水沼 栄三・村長 義雄・伊東 寅男

I. 緒 言

綿布，化学繊維布の精練，晒，染色（硫化染料並に直接染料）を業としている竹仁染化株式会社（野洲郡野洲町字野洲1190）の廃水が大川（通称天神川）に排出され途中野洲町の一部及び守山町玉津村，小津村（玉津，小津両村は昭和30年1月15日より守山町として発足）の一部を流下して琵琶湖赤野井湾に注いでいる。ために大川の漁獲は皆無となり赤野井湾並に常盤村（昭和29年10月15日より草津市として発足），玉津村，小津村の湖岸に棲息する魚類（鯉，鮒，もろこ，雑魚等）の肉質に渋味と不快臭を与え販路激減を来たし漁業者の生活権を脅かすものであるとの苦情が大きく県当局の指示によりその真相を知るために本廃水の性状及び汚濁水域に及ぼす影響調査を実施した。

II. 廃水の種類並に廃水量

1. 精練廃水 綿布精練……苛性ソーダ，炭酸ソーダ
化繊布精練……炭酸ソーダ
 2. 晒 廃 水 綿 布 晒……遊離塩素
 3. その他の薬品廃水……石鹼，芒硝，ホルマリン
 4. 染料廃水 綿布染色……硫化染料，硫化ソーダ
化繊布染色……直接染料，モノゲン，芒硝
- 以上合計廃水量 2,000m³/day（10時間操業としての計算値）

III. 廃水の排出放流過程

第1図工場平面図に示す通り綿布染色廃水（精練，晒廃水を含む）及び化学繊維のバッチングマシンによるホルマリン処理廃水は水路D，Cを経て浄化沈澱池Ⅰ（面積約3m²深さ約1.5m）に，化学繊維染色廃水（精練廃水を含む）は沈澱池Ⅱ（面積約830m²深さ約0.8m）に貯水し上澄液オーバーフローの型式で水路Bを経てⅠに合流し排水口Aより大川に放流されている。

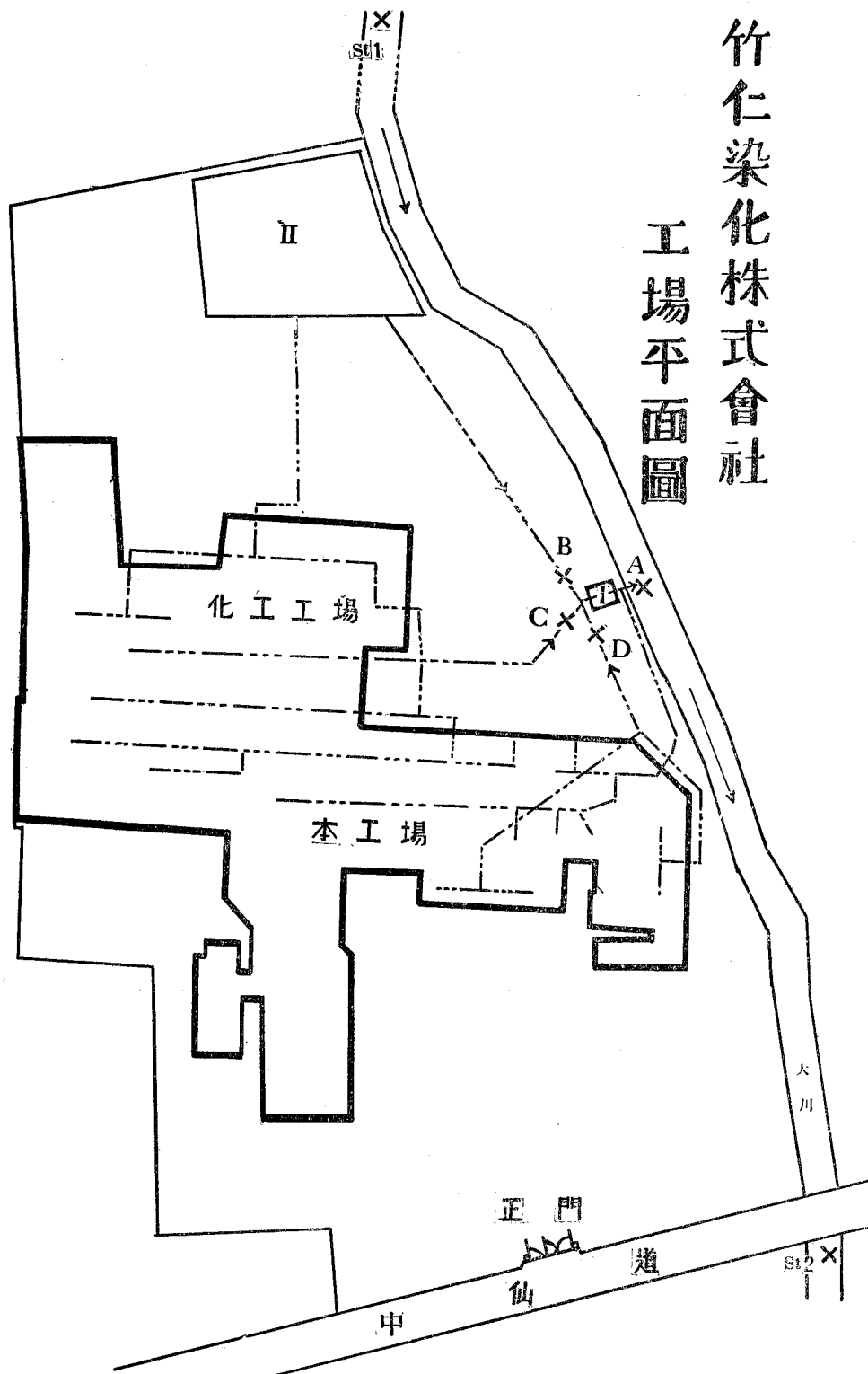
IV. 調査区分並に調査実施期日

1. 排出する工場廃水の性状調査

自昭和29年4月15日午前10時至同年4月16日午前10時の24時間に亘り第1図工場平面図のA・B・C・Dの4ヶ地点について約3時間間隔をもつて廃水成分の変化を見るために採水を行った。

竹仁染化株式会社

工場平面圖



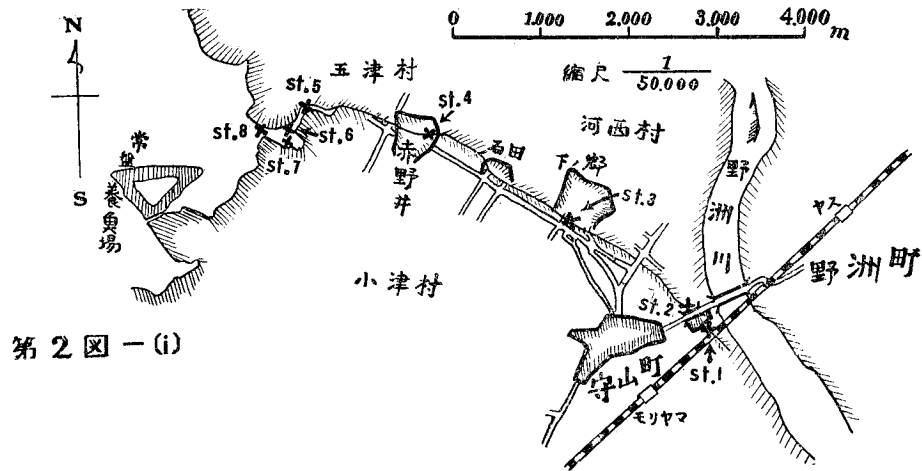
第 1 図 工 場 平 面 図

尚夜間に於てAの流失が殆んど停止した時はB、C、Dの3ヶ地点で、水路Dの流れが大きい時A・B・Cの3ヶ地点で夫々採水を実施した。

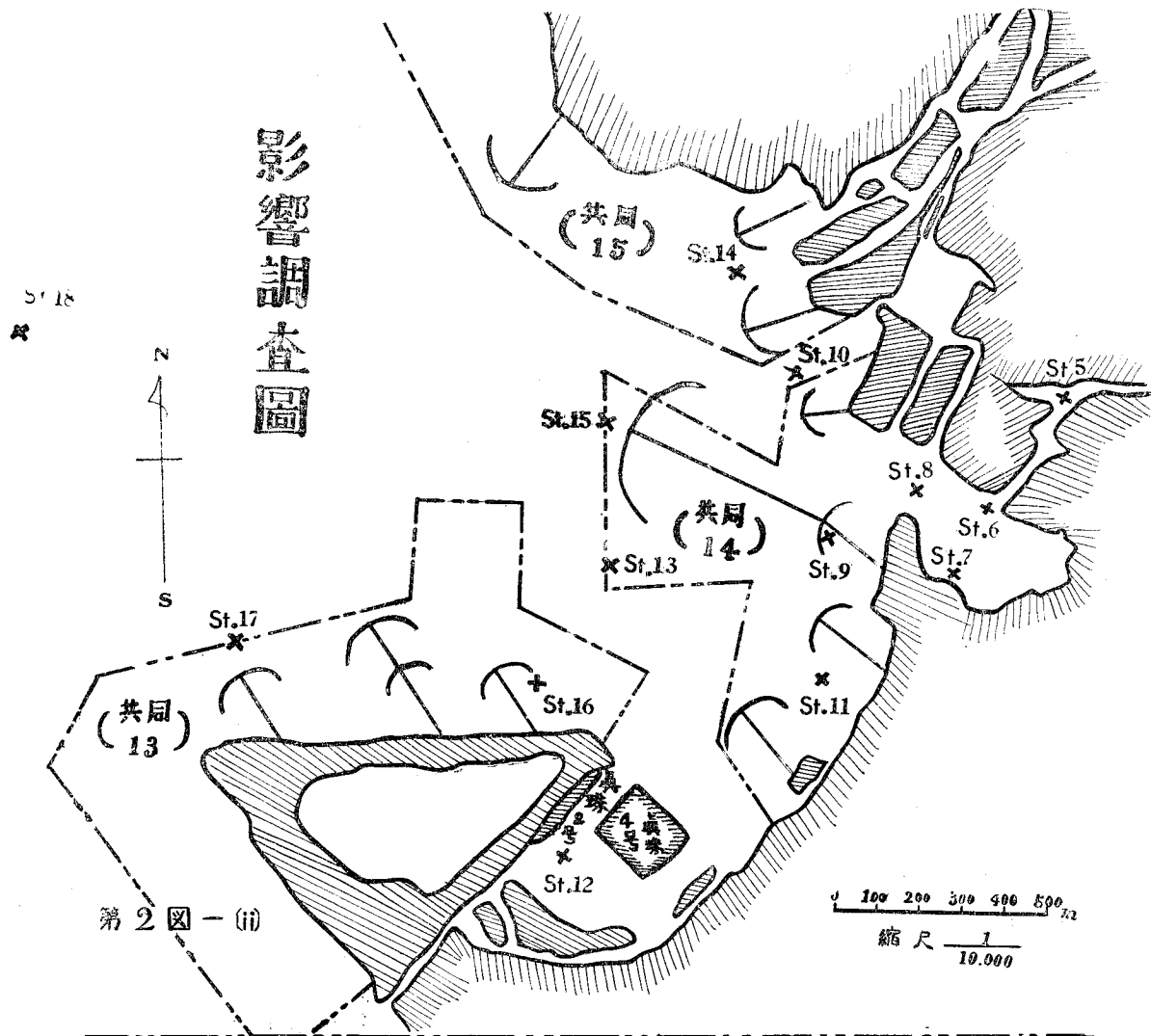
2. 廢水の汚濁水域に及ぼす影響調査

昭和29年4月自午前8時50分至午後5時10分の間に廢水の汚濁水域と考えられる水域を対照とし

て、第1図並に第2図(影響調査図)に示すA地点及び第1地点から第18地点まで(距離約7,500m)の19地点について気象観測, 流量測定(Aに於ける廃水量及び第1地点に於ける大川の流量), 採水及び底棲生物を採集し帰場後分析, 検鏡を実施した。



第2図-(i)



第2図-(ii)

V. 調 査 結 果

1. 排出する工場廃水の性状調査結果

(i) 廃水の性状調査実施時の気象 (第1表)

観測月日	観測時刻	天候	雲量	風向	風力	気温	観測月日	観測時刻	天候	雲量	風向	風力	気温
4. 15	10.00	b	0	N	1	15.0	4. 16	1.15	b	0	—	0	10.1
"	13.00	b	0	N	2	19.4	"	4.45	b	0	—	0	7.9
"	16.00	b	2	N	4	19.2	"	7.10	b	0	—	0	9.9
"	18.50	b	0	N	1	13.3	"	9.40	b	0	—	0	18.7
"	22.00	b	0	N	1	10.8	"	—	—	—	—	—	—

(ii) A地点に於ける廃水成分の時間的変化 (第2表-[イ])

採水月日	採水時刻	採水時水温	採水時P.H	O ₂	O ₂	蒸発残渣	灼熱減量	遊塩	離素	ホルムアルデヒド	硫化物	アルカリ度		KMnO ₄ 消費量	有機性NH ₃	色量
												M.O	P.P			
4.15	10.00	18.4	10.6	8.24	124.5	316	130	0.000	2.979	1.868	98	0.00	23.33	0.147	0	
"	13.00	21.8	12.0<	—	—	1,055	360	0.000	4.553	3.896	737	6.95	31.04	0.322	0	
"	16.00	18.5	10.6	—	—	1,101	400	0.142	0.973	2.561	485	4.30	78.95	0.238	0	
4.16	9.50	21.0	11.4	3.56	56.6	718	272	0.000	着色のため検出不能	0.000	190	0.00	53.92	0.294	60	

(iii) B地点に於ける廃水成分の時間的変化 (第2表-[ロ])

採水月日	採水時刻	採水時水温	採水時P.H	O ₂	O ₂	蒸発残渣	灼熱減量	遊塩	離素	ホルムアルデヒド	硫化物	アルカリ度		KMnO ₄ 消費量	有機性NH ₃	色量
												M.O	P.P			
4.15	10.00	53.0	8.8	5.88	—	388	157	着色のため分析不能	着色のため分析不能	着色のため分析不能	着色のため分析不能	88.75	1.222	150		
"	13.20	21.8	7.6	—	—	678	234	"	"	"	"	100.44	1.468	150		
"	16.20	33.7	7.4	—	—	1,148	366	"	"	"	"	144.68	1.529	240		
"	18.55	26.3	—	—	—	504	187	"	"	"	"	96.65	0.834	150		
"	22.05	21.4	—	—	—	463	170	"	"	"	"	109.29	1.401	100		
4.16	1.25	18.4	—	—	—	514	228	"	"	"	"	49.25	3.040	100		
"	4.50	16.0	—	—	—	463	170	"	"	"	"	45.20	1.695	100		
"	7.25	15.0	6.8	—	—	529	149	"	"	"	"	41.35	2.429	95		
"	9.55	47.2	9.2	—	—	387	179	"	"	"	"	45.52	1.520	150		

(iv) C地点に於ける廃水成分の時間的変化 (第2表-[ハ])

採水月日	採水時刻	採水時水温	採水時P.H	O ₂	O ₂	蒸発残渣	灼熱減量	遊塩	離素	ホルムアルデヒド	硫化物	アルカリ度		KMnO ₄ 消費量	有機性NH ₃	色量
												M.O	P.P			
4.15	10.00	32.4	10.0	9.81	—	660	356	0.000	検出不能	—	75	436	120.35	0.129	0	
"	13.00	31.1	12.0<	—	—	2,885	671	0.000	検出不能	6.831	450	2,158	87.80	0.392	0	
"	16.00	26.1	12.0<	—	—	2,178	616	0.000	2.198	3.362	1,343	1.248	153.84	0.000	0	
"	18.50	36.8	—	—	—	5,873	1,214	0.000	0.000	7.631	4,608	3.184	121.61	0.902	0	
"	22.00	26.9	—	—	—	5,332	480	0.000	1.105	8.698	4,979	5.042	108.02	0.347	0	
4.16	1.15	20.0	—	—	—	1,905	353	0.000	0.745	0.427	1,540	1.530	87.48	0.129	0	
"	4.45	18.6	—	—	—	3,913	649	0.000	0.000	0.000	2,685	2.540	84.01	0.291	0	
"	7.10	24.1	11.2	—	—	1,816	151	0.284	0.384	0.384	653	566	87.17	0.062	0	
"	9.40	31.7	11.2	9.10	—	448	97	0.000	0.000	0.144	225	200	87.80	0.062	0	

(v) D地点に於ける廃水成分の時間的変化 (第2表-[=])

採水月日	採水時刻	採水時水温 °C	採水時P.H	O ₂ cc/l	O ₂ %	蒸発残渣 ppm	灼熱減量 ppm	遊離塩素 ppm	ホルムアルデヒド ppm	硫化物 ppm	アルカリ度		KMnO ₄ 消費量 ppm	有機性NH ₃ ppm	色量 ppm	
											M.O	P.P				
4.15	16.00	24.1	—	—	—	752	251	着色のため検出不能	着色のため検出不能	着色のため検出不能	着色のため検出不能	40	0	41.79	0.217	90
〃	19.00	10.7	—	—	—	1,750	1,075	0.000	0.000	1.174	78	0	12.15	0.182	0	
〃	22.00	12.6	—	—	—	273	127	0.000	3.063	0.000	43	0	21.76	0.035	10	
4.16	1.15	11.0	—	—	—	162	107	0.000	0.721	0.000	43	0	17.01	0.311	0	
〃	4.45	11.5	—	—	—	251	145	0.000	2.583	0.000	65	0	18.85	0.000	0	
〃	7.10	11.45	9.2	—	—	276	173	0.000	2.606	0.000	42	0	16.63	0.014	0	
〃	9.40	16.7	9.1	—	—	414	215	着色のため検出不能	着色のため検出不能	着色のため検出不能	着色のため検出不能	—	—	48.61	0.021	150

2. 廃水の汚濁水域に及ぼす影響調査結果

(i) 汚濁水域影響調査時の各地点に於ける気象 (第3表)

調査地	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	気温	調査地	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	気温
1	15.35	bc	6	N	6	16.4	10	11.30	c	7	NW	0-1	20.8
A	16.45	bc	6	N	6	15.4	11	10.50	c	8-7	—	0	17.1
2	15.10	b	4	N	6	17.2	12	10.30	o	9	—	0	16.6
3	14.45	c	7	NNW	6	16.7	13	10.40	c	8	—	0	16.7
4	14.20	c	7	NNW	6	15.8	14	11.20	c	8	NW	0-1	18.6
5	13.40	c	8	NNW	3	18.3	15	11.05	c	8	—	0	16.7
6	8.50	o	10	W	3	13.0	16	10.15	o	9	—	0	16.25
7	9.05	o	10	W	3	13.4	17	10.00	o	10	W	0-1	15.0
8	11.55	bc	6	—	0	21.4	18	9.35	o	10	波浪 2	0	14.8
9	11.40	bc	6	—	0	20.6	—	—	—	—	—	—	—

(ii) A地点(廃水量)及び第1地点(大川の流量)の流量の時間的変化
並に大川の廃水稀釈倍率 (第4表)

測定時刻	h m 10.00	h m 11.00	h m 12.00	h m 13.00	h m 14.00	h m 15.00	h m 16.00	h m 17.00	平均
A地点に於ける流量	m ³ /sec 0.0613	m ³ /sec 0.0652	m ³ /sec 0.0708	m ³ /sec 0.0717	m ³ /sec 0.1337	m ³ /sec 0.0496	m ³ /sec 0.0587	m ³ /sec 0.0469	0.0697
第1地点に於ける流量	0.4868	0.5046	0.5152	0.5104	0.5283	0.5236	0.5177	0.5177	0.5130
稀釈倍率	8.93	8.73	8.31	8.11	4.94	11.5	9.81	12.01	9.04

(iii) 水質分析 (第5表)

採水地点	採水時刻	採水深度	採水時水温 °C	P.H	O ₂ cc/l	O ₂ %	蒸発残渣 ppm	灼熱減量 ppm	浮遊物質 ppm	遊離塩素 ppm	ホルムアルデヒド ppm	硫化物 ppm	硫酸塩 SO ₄ ppm	アルカリ度		色量 ppm	
														M.O	P.P		
1	15.35	0	12.3	7.0	6.81	90.4	96	64	4	0.00	0.000	0.000	1.55	1.586	20.0	0.00	0
A	16.45	0	—	10.8	—	—	1,434	783	—	0.00	分析不能	7.097	—	85.329	331.0	0.00	20
2	15.10	0	13.4	9.7	6.78	92.2	230	51	6	0.00	1.489	0.907	54.88	8.127	33.6	0.00	15
3	14.45	0	13.7	9.6	4.75	65.1	139	83	17	0.00	0.000	0.000	9.26	3.058	44.2	5.00	15
4	14.20	0	14.8	9.1	4.76	66.7	130	9	32	0.00	1.958	0.213	34.30	5.997	53.6	0.00	15
5	13.40	0	15.0	7.2	6.01	84.6	119	76	6	0.28	0.997	0.000	8.23	2.483	38.2	0.00	0
6	8.30	中層 0.6	11.2	7.0	5.45	70.7	121	65	12	0.00	0.973	0.000	8.23	2.995	39.0	0.00	0
7	9.05	中層 0.6	11.6	7.0	5.11	66.8	134	58	0	0.28	0.541	0.854	6.86	3.109	39.8	0.00	0

採水地点	採水時刻	採深	水度	採水時水温	p.H	O ₂	O ₂	蒸発残渣	灼熱減量	浮遊物質	遊離塩素	ホルムアルデヒド	硫化物 S	硫酸塩 SO ₃	KMnO ₄ 消費量	アルカリ度		色量
																M.O	P.P	
	h m	m	°c	cc/l	%	PPm	PPm	PPm	PPm	PPm	PPm	PPm	PPm	PPm	PPm	PPm	PPm	PPm
8	11.55	0	13.4	7.0	5.51	74.9	108	53	0	0.43	0.505	0.000	13.38	2.749	39.6	0.00	0	
	12.10	1.4	12.7	7.0	5.13	68.7	96	54	8	0.56	1.093	0.000	10.63	2.502	41.8	0.00	0	
9	11.40	中層 0.5	15.2	7.2	5.67	80.1	134	56	18	0.43	0.505	0.800	13.38	2.319	33.6	0.00	0	
10	11.30	0	14.7	7.0 ₅	6.03	84.3	102	58	17	0.00	1.021	1.014	13.38	2.660	34.0	0.00	0	
11	10.50	中層 0.5	14.4 ₅	7.1	5.72	79.6	111	38	20	0.00	1.345	0.000	11.66	2.673	31.4	0.00	0	
12	10.30	0	14.2	7.2	7.20	99.6	86	44	23	0.00	0.853	0.800	13.03	2.597	32.6	0.00	0	
13	10.40	0	14.3	7.1	5.84	81.0	105	48	90	0.00	0.000	0.053	9.26	2.831	30.8	0.00	0	
	10.45	1.2	14.3	7.1	6.23	86.4	169	20	31	0.00	0.505	0.160	13.38	4.038	33.6	0.00	0	
14	11.20	0	14.4 ₅	7.0	5.89	81.9	103	42	8	0.00	0.540	0.000	9.26	2.483	31.0	0.00	0	
15	11.05	中層 0.5	14.5	7.1	6.67	92.9	97	62	18	0.00	1.189	0.747	9.95	2.376	33.4	0.00	0	
16	10.15	中層 0.6	14.3	7.1	6.69	92.8	107	48	30	0.00	0.961	0.000	12.35	2.660	35.8	0.00	0	
17	10.00	中層 0.5	14.0 ₅	7.2	6.82	94.1	105	41	22	0.00	0.055	0.000	11.32	2.319	35.2	0.00	0	
18	9.35	0	14.7	7.2	6.92	96.8	50	10	21	0.00	0.000	0.005	1.00	2.174	28.2	0.00	0	
	9.40	2.9	14.6	7.2	7.41	103.3	72	10	22	0.00	0.000	0.000	1.00	2.332	30.4	0.00	0	

(iv) 底棲生物 (第6表)

底棲生物	調査地点																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
原始貧毛目																		
いとみず科 エラミミズ		rr	r		ccc	cc		+	cc	r	rr					rr	rr	
同上 イトミミズ	c		ccc			cc	cc	r			r		r	r	rr	r	r	rr
しじみ科 ドブシジミ						+		c	cc									
しじみ科 セタシジミ											rr						c	c
中腹足目 たにし科					c	+		r		r							r	
中腹足目 かわにな科					+	rr		r	+	+	rr		r	r	rr	rr	+	
真弁鰓目 いしがい科	r							r		r								r
顎蛭目 いしびる科						+	r											
双翅目 ゆすりか科					+				r		rr	rr	rr		+		rr	rr
蜚蠊目 かげろう科																	r	
等脚目 たひのえ科																	r	
蜻蛉目 とんぼ科	r															r		

VI. 考 察

1. 廃水の性状調査結果に対する考察

(1) 第2表〔イ〕,〔ロ〕,〔ハ〕,〔ニ〕を見ると夜間は殆んど廃水の排出が止まつている,これは夜間は染色作業が停止していることによるものと思料せられた。

(2) C, D地点に排出される廃水は PH 9.1乃至 12.0以上の高い値を示して居り精練, 晒廃水の混入度が大なることを知るも B地点では比較的 PH 値低く殆んどが直接染料による染色廃水によるものであろう。

(3) 遊離塩素(晒作業による)は時間的にも量的にも不規則な排出を示していた。

(4) 硫化物¹⁾は A地点において稀に魚類(こい)の致死量に達し多くの場合致死量以下であつた。

2. 廃水の汚濁水域に及ぼす調査結果に対する考察

(5) 第6地点より第18地点までの13ヶ地点を含む水域(第2図一Ⅱ)の調査結果は第3, 第5表に示す通り昭和29年4月14日の午前中に実施し, 第5地点から上流第1地点に至る6ヶ地点(工場排水口A地点を含む)については関係漁協組等が汚水の日々の最多排出流下時刻と主張する時刻に調査を実施するを適当と認め午後1時30分第5地点より調査を開始し第4地点に至った時濃紺紫色の廃水が流下して来るのに遭遇した。

(6) 廃水が大川によつて稀釈される事は時間的に多少の相違はあるが平均9.04倍(5~12倍)であることは第4表に示す通りである。

(7) 上記の稀釈率については, A及第2両地点の硫化物, 過マンガン酸加里消費量, アルカリ度等の分析結果(第5表)からも同様の結果が見られる。

(8) pHはA地点排出時10.8のものが4地点までに逐時低下し9.1になつて居り第5地点では7.2となり約2.0に近い急激な差異のあるのを知るが本調査では前述の通り第4地点まで遡上調査して来た折に当日の廃水に遭遇したものでありどの地点まで流下して正常のpHに迄で低下するのかは不明ではあるが廃水の流下時pHが急激に2.0も上昇することは魚類に重大な影響なしとは断じ難い。

(9) 遊離塩素を第8, 9地点に0.34乃至0.56ppm検出したが小鮎はpH7.0の時0.28ppmが致死限度²⁾でありこの水域に小鮎の棲息を見なくなつたという地元漁業者の言を裏書している, 又大谷外³⁾によれば鯉で1.13ppm(嫌忌量)を示しているがこの含有量はその1/2.5乃至1/3で鯉鮒の嫌忌が見られないまでも肉質に何等かの影響を及ぼす一因であるのかも知れない。

(10) ホルムアルデヒドは第17, 18地点以外の各調査実施地点に0.505乃至1.958ppmの含有を見た。

(11) 硫酸塩³⁾は第18地点を除く総ての調査実施水域に6.86乃至13.38ppmの検出を見たが遊離塩素の場合と同様鯉に影響を及ぼすまでに達していないが肉質の呈味等に何等かの影響を与える一因となるかもしれない。

(12) 硫化物は第10地点にpH7.05で1.014ppmの検出を見た外第7, 9, 12, 15地点で0.747乃至0.854ppmの検出を見て居り大谷外³⁾, 富山外¹⁾の嫌忌量又は致死量に夫々近い値を示している。

(13) 底棲生物を津田松苗⁴⁾の汚水の指標生物表に基いて考察すれば第2地点より第6地点までの大川は「汚濁中庸汚濁強し」にあてはまるイトミミズ科が多量に居り殆んど完全に汚濁されていることが明確である。

又第7地点も「汚濁中濁, 汚濁強し」のイトミミズ, ドブシジミ, イシビルのみ棲息している, 第8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16地点では第6表に見る如く汚水性, 汚水と清水両棲, 清水性⁵⁾の生物の棲息移行状態が逐時変化し汚濁程度を十分に明示しているのがうかがえる。

第17, 18地点では清水性の生物の棲息が多く廃水の影響の及んでないことが明らかである。

Ⅶ. 要約並に結論

(1) 竹仁染化株式会社(滋賀県野洲郡野洲町字野洲1190)の工場廃水が流下する大川下流流域で

魚類の棲息が皆無となり又琵琶湖赤野井湾及び常盤村，玉津村，小津村の湖岸第2種共同漁業共第13，14，15号漁業権内の魷漁場の魚類の肉質に渋味と不快臭を与え販路激減を来たし漁業者の生活権を脅かすものであるとの苦情が大きく県当局の指示によりその真相究明の為め本調査を実施した。

(2) 竹仁染化株式会社より排出される廃水は綿布，化学繊維布の精練，晒，染色（硫化染料並に直接染料），仕上げ用ホルマリン廃水で排出量は約2,500m³/day（計算値）である。

(3) 第2地点より第6地点までの大川はpH，ホルムアルデヒド，硫酸塩，硫化物の諸点より魚類の棲息に適しない。

(4) 赤野井湾及び常盤村，玉津村，小津村地先湖岸の水域については第2種共同漁業共第14号魷漁場を完全に汚染し，第12地点及び第16地点，第14地点を含む第3種区画漁業権第2号，第4号及び第2種共同漁業共第13，15号の一部を半汚染している。

(5) 上記魷漁場より漁獲される魚類（鯉，鮒，もろこ，雑魚等）の肉質に渋味と不快臭を与える主なる原因は致死又は嫌忌量には達しないが一般漁場では検出を見ない硫化物，硫酸塩の含有によるものであらうと思料される。

(6) 環境が硫化物，硫酸塩等に汚染された場合にこれが魚肉に及ぼす影響については今後の研究課題としたい。

Ⅷ. 文 献

- 1) 富山哲夫，山川朝義（1950）：日本水産学会誌 第15巻，第9号，硫化物及び亜硫酸塩の鯉に対する有害度に及ぼすpHの影響。
- 2) 水沼栄三（1953）：滋賀県水産試験場研究報告 第4号（昭和27年度）化学物質及び農薬の魚類に及ぼす影響についての研究（第2報）水中溶存遊離塩素の小鮎に及ぼす毒性限度について。
- 3) 大谷武夫，薄井与兵衛，木俣正夫，石井龜好（1939）：日本水産学会誌 第7巻，第5号水中に溶存する化学物質の魚介類に及ぼす影響（第1報）
- 4) 津田松苗（1940）：あきつ 第2巻，第4号 生物学的水質分析について。
- 5) 津田松苗，井上喜平治，浜口章（1952）：兵庫県水産試験場試験報告 第7号 製紙工場廃水の河川動物相に及ぼす影響の調査
- 6) American Public Health Association（1953）：Standard Methods for the examination of Water and Sewage. Seventh Printing. 252 New-York.