

工場廃水に関する調査（第5報）

太田合名会社工場廃水の水質汚濁調査

水沼栄三・村長義雄・若林昭二

I. 緒 言

栗太郡草津町所在の甘藷を主原料として麴法により酒精並びに合成酒を製造販売している太田合名会社草津工場の工場廃水が草津町下水溝に排出され、途中田用水の流入を受けつつ流下し、山田川となつて山田村大字南山田の八幡宮際、琵琶湖汽船山田港灣を経て琵琶湖に注いでいる。

このため山田川の漁獲皆無となり且つ山田村湖岸の第2種共同漁業共第9号漁業権による魷漁場の漁獲が激減したというので漁業者、村民の苦情が大きく、山田村当局の調査方依頼並びに県当局の指示により、原因究明のため工場休止期（昭和28年6月）及び工場運転期（昭和28年12月）の二期に分ち現地調査を実施した。

因に本調査は滋賀県漁業協同組合連合会の寄附委託により実施したものである。

II. 廃水並びに処理方法の概要

1. 廃水の種類及び排水量

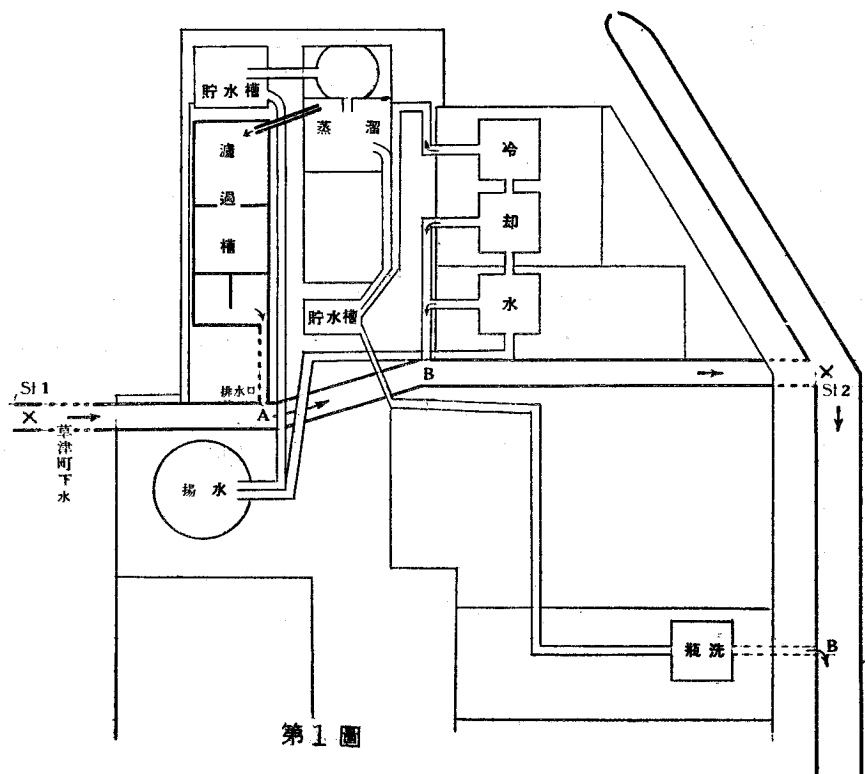
(1) 蒸溜廃水 125石/日

(2) 冷却水並び

に瓶洗滌水 300石/日

2. 廃水の処理方法

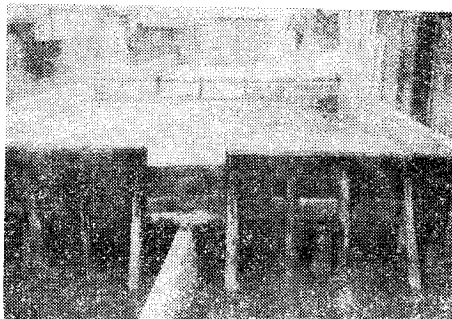
第1図（工場略図）に示す通り、工場より排出された熟成醪の蒸溜廃液を第2図に示す配管で蒸溜廃液濾過槽（第2図、第3図、第4図参照）に流し込み、濾液を第4図濾過槽排水口（第1図A地点）より工場内を灌流する草津町下水に放流している。又工場内使用水、瓶洗滌水及び冷却



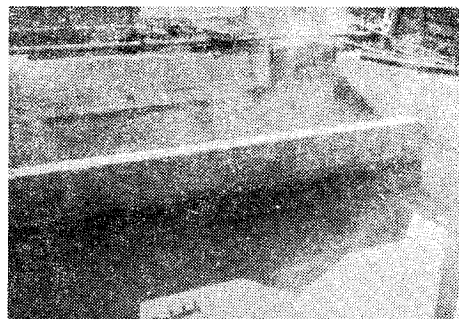
水を清水排水口（第1図B地点）より直接工場外側を流れる草津町下水溝に放流している。



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

Ⅲ. 調査実施期日

1. 工場休止期調査

昭和28年6月20日

本場自動車により、太田合名会社工場廃水の汚濁水域と考えられる水域を対照として、第1図に示すA地点の上流約50米の第1地点より第5図（調査図）に示す通り約4600米下流の琵琶湖汽船発着の山田港灣に至る5カ地点について影響予備調査を実施した。

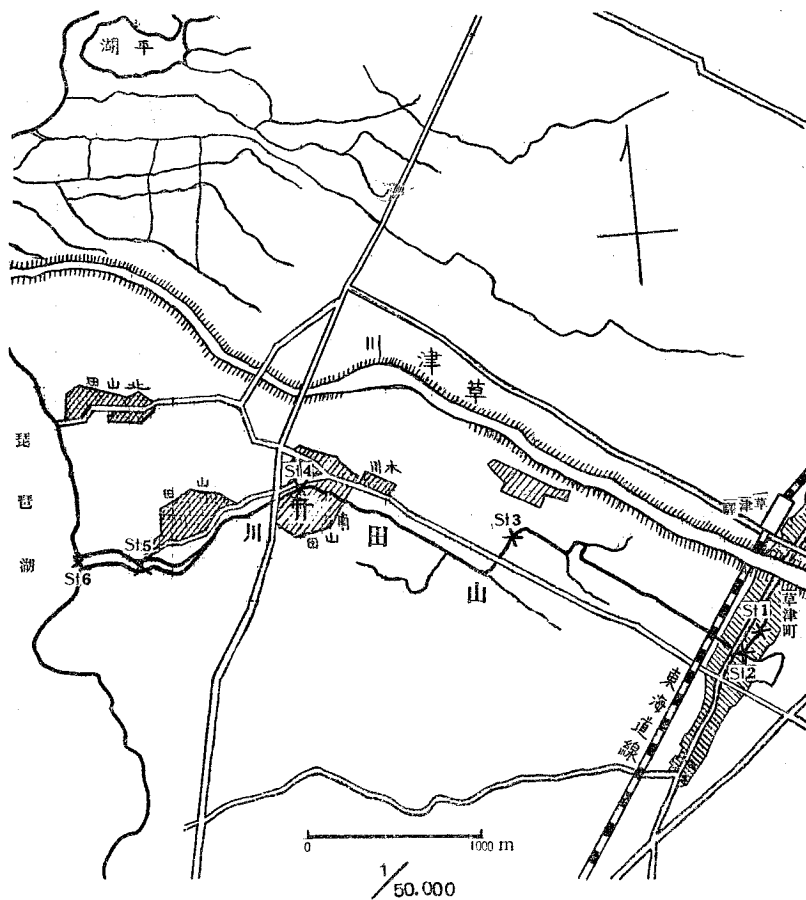
2. 工場運転期調査

自昭和28年12月8日

至同 年12月9日

工場休止期調査の折実施した外、山田川川口及び川口を中心として第6図に示す第6

地点より第10地点までの5カ地点を含め10カ地点について理化学的、生物学的調査を行うと共に、第2地点の24時間採水（3時間間隔）を実施した。

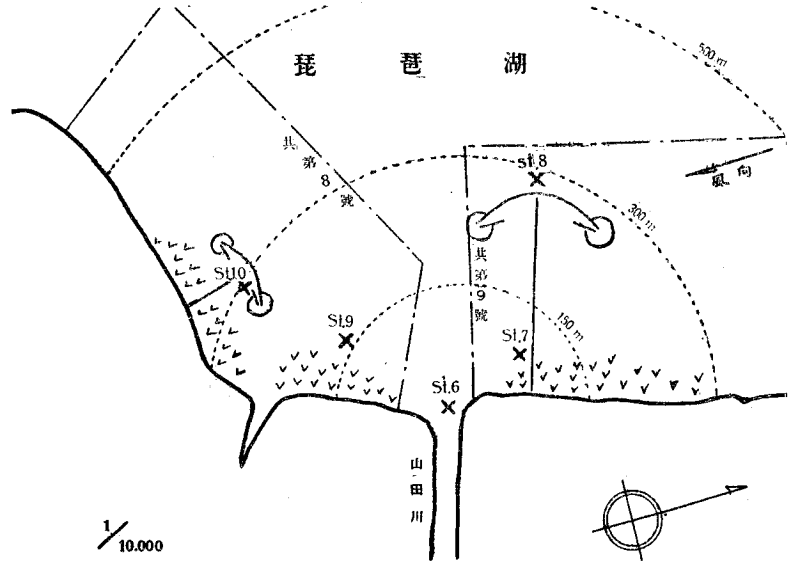


第 5 圖 調 査 圖

IV. 調査結果

1. 工場休止期に於ける汚濁水域の影響予備調査結果

昭和28年6月20日午前10時10分より午後0時50分までの間に、第1図、第5図に示す5カ地点について採水及び底棲生物の採集を行い、帰場後定量、定性分析を施行した結果は第1表、第2表に示す通りである。



第6圖 漁場調査圖

第1表 工場休止期に於ける調査時気象並びに水質分析結果

地点	調査採水時刻	採水深度	気象					採水時水量	p·H	溶存酸素	全有機物	全無機物	KMnO ₄ 消費量	有機性NH ₃	無機性NH ₃	硫化水素	全酸(醋酸として)
			天候	雲量	風向	風力	気温										
1	a.m. 10.10	0	R	10	—	0	22.8	20.6	6.9	3.86	42	102	18.30	0.84	0.018	0.00	0.00
2	10.30	0	R	10	—	0	22.6	19.2	6.8	2.54	75	128	23.44	0.96	0.043	0.26	0.00
3	11.02	0	R	10	E	2	22.6	18.9	6.7	4.29	17	73	13.56	0.78	0.013	0.00	0.00
4	p.m. 0.20	0	R	10	E	2	22.4	19.5	6.8	5.15	33	68	20.09	0.49	0.006	0.00	0.00
5	0.50	1.0 (中層)	R	10	E	2	22.4	21.3	6.6	3.97	29	70	10.95	0.32	0.013	0.00	0.00

第2表 工場休止期の底棲生物定性結果

地点	1	2	3	4	5	備考
底棲生物						
半翅目 まつもむし科	+					
双翅目 ゆすりか科	+	c	+	+		
原始貧毛目 いとみみず科	r		rr	r	r	
蜉蝣目 こかげろう科			r			

2. 工場運転期に於ける汚濁水域の影響調査結果

昭和28年12月8日午前10時30分より午後4時15分までの間に、第1図、第5図、第6図に示す10カ地点について採水、採泥、及び底棲生物、細菌を採集し、帰場後定量、定性分析並びに検鏡を実施した結果は第3表、第4表、第5表並びに第6表に示す通りである。

第3表 工場運転期に於ける調査時気象

地点	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	気温	地点	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	気温
	a.m					°C		p.m					°C
1	10.30	o	10	N	2	10.3	6	2.50	b	3	N	2-3	9.6
2	10.45	o	10	N	2	10.3	7	3.05	b	2	N	2	9.7
3	11.20	o	10	N	2	9.1	8	3.15	b	2	N	3	9.1
4	p.m 0.10	c	8	N	2	9.3	9	3.45	b	1	N	3	8.5
5	2.20	c	7	N	2	9.6	10	4.15	b	1	N	2	7.1

第4表 工場運転期に於ける水質分析結果

地点	採水時刻	採水深度	採水時温	P H	溶存酸素	全有機物	全無機物	KMnO ₄ 消費量	有機性NH ₃	無機性NH ₃	鉄(Fe ₂ O ₃)	全酸(醋酸と)	揮発酸(醋酸と)	硫化水素
	a.m	m	°C		cc/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	10.30	0	11.1	6.9	4.63	50	44	3.85	2.02	0.002	0.007	0.0	0.0	0.00
2	10.45	0	13.7	6.5	4.12	81	65	30.78	3.43	0.003	0.118	299.8	295.5	0.05
3	11.20	0	11.0	6.6	4.08	57	59	13.34	2.80	0.002	0.118	252.0	177.3	0.14
4	p.m 0.20	0	10.0	6.6	3.72	94	34	20.48	2.37	0.011	0.183	228.2	126.6	0.22
5	2.20	0	9.2	6.65	3.67	85	72	12.14	2.79	0.011	0.237	251.8	150.9	0.03
	2.30	1.5	9.0	6.5	3.51	100	79	21.99	4.06	0.006	0.274	263.0	92.4	0.32
6	2.50	0	9.0	6.7	3.06	53	60	12.77	2.93	0.003	0.259	216.0	195.6	0.02
7	3.05	0	9.0	7.0	6.91	49	31	2.80	0.07	0.004	0.000	28.0	17.0	0.00
8	3.15	0	9.1	7.0	6.21	100	0	2.11	0.01	0.000	0.000	1.4	0.0	0.00
	3.25	1.8	9.0	7.0	6.30	55	0	2.26	0.02	0.000	0.000	39.2	15.5	0.00
9	3.45	0.6	8.8	6.9	7.41	59	8	2.98	0.11	0.001	0.000	—	42.4	0.00
10	4.15	0.7	8.9	6.9	5.95	62	5	2.06	0.05	0.000	0.000	18.3	10.6	0.00

第5表 工場運転期に於ける底棲生物並びに細菌の定性結果

地点		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	備考
底棲生物並びに細菌												
底棲生物	原始貧毛目	+	c	c		c	r		rr			
	新貧毛目						r					
	双翅目	r	c				+					
	顎蛭目		cc	c	r							
	中腹足目							+		+	r	St.10 死穀r
	真瓣鰓目								r		+	St.8 死穀+
	同上								r			St.9 死穀c
細菌	<i>Sphaerotilus natans</i> (有莢菌類)			cc	c		+					
	<i>Leptomitius lacteus</i> (水生菌類)			c		c						
	<i>Zoogloea ramigera</i> (有莢菌類)			c								
	<i>Fusarium sp.</i> (ケカビ類)				c							
	<i>Mucor racemosus</i> (ケカビ類)					c	+	rr		rr		

第6表 底質分析結果

調査地点	底質種類	臭気	灼熱減量 %	底質篩淘次分析												
				供試重量	砂礫 5mm以上		細度 2mm以上		細度 1mm以上		微細度 0.5mm以上		微細度 0.25mm以上		微細度 0.25mm以上	
				gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
1	砂泥	ドブ臭	3.42	10.00	1.20	12.0	2.60	26.0	1.00	10.0	3.60	36.0	0.64	6.4	1.96	19.6
2	砂、泥、 麦カス	ドブ臭	8.35	10.00	1.90	19.0	4.50	45.0	2.91	29.1	0.55	5.5	0.10	1.0	0.04	0.4
3	砂	僅かに ドブ臭	0.97	10.00	0.00	0.0	0.70	7.0	2.00	20.0	6.45	64.5	0.80	8.0	0.05	0.5
4	砂	ドブ臭	5.01	10.00	0.10	1.0	4.30	43.0	5.15	51.5	0.30	3.0	0.10	1.0	0.05	0.5
5	砂	ドロ臭	16.92	10.00	0.00	0.0	0.40	4.0	1.80	18.0	6.15	61.5	1.30	13.0	3.50	35.0
6	砂	ドロ臭	2.27	10.00	0.00	0.0	0.05	0.5	0.10	1.0	7.10	71.0	2.50	25.0	0.25	2.5
7	砂	—	4.57	10.00	0.50	5.0	0.90	9.0	4.30	43.0	2.70	27.0	1.40	14.0	0.20	2.0
8	砂泥	—	5.47	10.00	0.00	0.0	0.20	2.0	0.80	8.0	7.20	72.0	1.60	16.0	0.20	2.0
9	砂泥	—	4.60	10.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.10	1.0	7.50	75.0	2.15	21.5	0.25	2.5
10	砂	—	4.53	10.00	0.00	0.0	0.50	5.0	4.85	48.5	3.00	30.0	1.50	15.0	0.15	1.5

3. 工場運転期の廃水成分の時間的变化

第1図、(第5図)に示した第2地点に於ける廃水成分の変化を見るため約3時間間隔をもつて採水し、分析した結果は第7表に示す通りである。

第7表 工場運転期に於ける廃水成分の時間的变化

採水月日	採水時刻	採水時水温 °C	pH	全有機物 mg/l	全無機物 mg/l	KMnO ₄ 消費量 mg/l	有機性NH ₃ mg/l	無機性NH ₃ mg/l	鉄(Fe ₂ O ₃) mg/l	全酸(醋酸と) mg/l	揮発酸(醋酸と) mg/l	硫化素 mg/l
12.8	a.m 10.45	13.7	6.5	81	65	30.78	3.43	0.003	0.118	259.8	295.5	0.05
"	p.m 1.40	13.4	6.6	109	85	22.51	3.43	0.001	0.360	173.8	172.8	0.03
"	4.25	12.7	6.5	94	61	20.61	3.15	0.002	0.121	117.5	117.6	0.01
"	7.50	21.3	5.8	5948	1341	824.39	11.92	—	0.277	398.1	375.9	0.04
"	10.40	14.8	6.0	612	189	91.71	4.69	—	0.312	—	189.9	0.01
12.9	a.m 1.20	14.5	5.9	631	127	79.76	4.58	0.007	0.304	201.1	191.3	0.01
"	4.30	14.1	5.6	344	124	48.48	4.06	0.002	0.483	128.2	122.1	0.03
"	7.20	15.6	5.6	424	98	83.68	4.20	0.005	—	109.8	92.1	0.00
"	11.00	17.2	6.0	581	126	128.87	5.97	0.003	0.346	179.3	168.0	0.00

V 考 察

1. 関係水域の化学的特徴

(1) 水素イオン濃度からみた水質では、工場休止期には特別の異状は認められないが、工場運

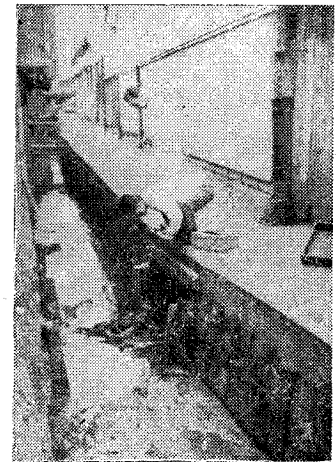
転期には草津町下水に比較して、幾分低下することが認められる。特に第2地点に於ける時間的採水で、平均0.8~0.9の低下を認めた。

(2) 全有機物については、第1表(工場休止期)、第4表(工場運転期)を比較して、第1地点、第2地点に於ては余り異状が認められないが、第3地点以下では含有量の差が漸時大きくなっている。

(3) 分解性有機物については、工場休止期は第1地点より第5地点まで殆んど異状なく、その含有量の比較的多量なのは季節が初夏であり、且つ水温が20°C前後である点から、分解をおこしつつあると見做される。然して工場運転期は初冬で水温も10°C前後であつたに拘らず、草津町下水に比較して第2地点より急激に増加し、第6地点(山田港湾出口)まで、下水の10~4倍の含有量を見た。

(4) 有機性アンモニアについては、工場運転期は工場休止期の3~8倍の含有増加を見た。

(5) 有機物の腐敗分解に基因すると考へられる硫化水素については、工場休止期には第2地点(第7図参照、山田川の最上流にして棒切れや木片、藁等で汚物が堆積していた)に於て、0.26mg/ℓの検出を見た以外は第1地点、並びに第3地点以下第5地点まで検出しなかつたにも拘らず、工場運転期には、第2地点に微量、第3、4地点及び第5地点底層にまで0.14~0.32mg/ℓを検出すると共に、第6地点表層にも極く微量検出した。



第 7 圖

(6) 全酸(Total acid)については、工場休止期には第1地点下第5地点まで検出を見なかつたに拘らず、工場運転期には、第2地点より第6地点までは、216.0~299.8mg/ℓ、第7地点より第10地点まで11.4~59.2mg/ℓの検出を見た。

(7) 第7表に示した工場運転期の第2地点に於ける廃水成分の時間的变化に明らかな通り、全有機物、分解性有機物、有機性アンモニア、全酸(醋酸として)は夫々、夜間、即ち午後7時50分頃から午前7時頃までに相当濃度の高い廃水を排出するおもむきがあり、特に午後7時50分に採水した水質で、全有機物5948.0mg/ℓ、分解性有機物824.39mg/ℓ、有機性アンモニア11.92mg/ℓ、全酸(醋酸として)398.1mg/ℓを検出した。

(8) 水中溶存酸素量については、工場休止期に於ては多少の過不足があるが、第1地点より第5地点までの間で、第2地点を除けば、大体4.00cc/ℓを示しているが、工場運転期に於ては第1地点より第6地点まで、4.63cc/ℓから3.06cc/ℓまで徐々に減少している。

(9) 尙太田合名会社の廃水には第7表に示す如く多量の全無機物を含んでいるが、採水量の限度もあり僅少のため、その組成を分析することは出来なかつた。

2. 関係水域の生物学的特徴

(1) 底棲生物の定性結果(第2表、第5表)から見た生物の棲息状態は工場休止期には、第1

地点、第4,5地点に下水溝特有の腐水性イトミミズ科を微量に見たが、第3地点以下は概ね清水性の動物相を示して居り、下水より以上に良水に還元されつつあると見做して差支えなからう。工場運転期には、イトミミズ科は第1地点で一般下水に見る程度に採集し、第2,3,5地点に稍多量に、第6地点に微量、第8地点に極く微量とは言え採集した。又中等度汚染水域性の蛭類を第2地点に稍多量、第3地点に多量、第4地点に微量に採集したし、第6地点に中等度汚染水域性且つ軽度汚染水域性のミヅミミズ科を微量に採集した。

(2) 工場運転期の琵琶湖影響調査では底棲生物の種類、個体数少く、清水、半汚水のいづれにも棲息出来る生態価の大きいカハニナ科を第7地点、第9地点に普通量、第10地点に微量に見た。特に第7地点には、カハニナ科以外の生物を採集出来なかつたし、第9地点で、シジミ科(セタシジミ)の死殻を多量に採集した。第8地点ではカハニナ科を見ず、シジミ科、イシガイ科を見た。第10地点ではカハニナ科を微量にシジミ科を普通量に採集した。

(3) 細菌類の定性結果から見ると、工場休止期には第2地点から第5地点まで何も採集出来なかつたにも拘らず、工場運転期には、第5表に示す通り、第3地点の水底、水辺に腐水菌 [*Sphaerotilus natans* (有莢菌類)、*Leptomitius lacteus* (水生菌類)、*Zoogloea ramigera* (有莢菌類)] が綿状に大量に繁殖し、第4地点の水底に *Fusarium sp* (ケカビ類) が繁殖し、且つ第3地点で見た *Sphaerotilus natans*, *Leptomitius lacteus*, が切断流下して、水流は汚穢そのものであつた。

第5地点水辺にも *Leptomitius lacteus*, *Mucor racemosus* (ケカビ類) が繁殖していたし且つ切断した *Sphaerotilus natans* が浮遊の状態であつた。第6地点川岸に *Sphaerotilus natans*, *Mucor racemosus*, の附着成長が見られた。第7地点、第9地点に *Mucor racemosus* の断片が微量に枯葦の根部に附着しているのを見た。

VI 要約並びに結論

(1) 太田合各会社(栗太郡草津町草津986番地所在)工場廃水が排出され流下する山田川下流域で、魚類の棲息が皆無となり、又2種共同漁業共第9号漁業権内の鮎漁場に於ける漁獲が減少して来た云々という事実の真相究明のため、工場休止期(昭和28年6月)と工場運転期(昭和28年12月)の2回に亘り、理化学的、生物学的にこの調査を実施した。

(2) 工場休止期は、工場設備配置転換のため昭和28年4月5日をもつて酒精醸造工程の運転を中止し、再運転開始の昭和28年11月10日までの約7カ月間を著者等が名付けたもので、工場休止期として調査を実施した同年6月20日までに、運転中止日より約2カ月半を経過しているし、又工場運転期として調査を実施した12月8日までに運転再開より約1カ月を経過している。

(3) 同工場廃水が多量の有機物を含有するために、河水に種々の好気性及び嫌気性微生物を繁殖させる結果、有機物の酸化並びに腐敗分解を起して、水中溶存酸素量を減少させ且つ硫化水素等の有害ガスの発生をうながして居り、第4表に示す通り、第2地点より第6地点の山田港湾出口まで約4600米は著しく汚濁されて居り、好酸素性清水生物の棲息に適せず、又魚類の棲息にも適しな

い。

(4) 又微生物の繁殖に伴い嫌気性醗酵を起し有機酸を発生し、河川の流下するに従い自然に酸性となり、河川をして大気中の酸素を溶解して自浄作用を行うことを妨害し、生物に影響を及ぼす様になるが、第4表に示す通り、全酸並びに揮発酸の含有を第6地点までは相当濃く、第7.9.10地点及び第8地点底層に10~40mg/lの揮発酸の検出を見た(第8地点表層に検出されなかつた)こと、及び第7.9地点に底棲生物カハニナ科のみの生存を見る点の両事実より、山田川出口を中心として、半径150米の範囲内を半汚染し、魚介類の棲息を困難ならしめる傾向がうかがえる。

(5) よつて栗太郡山田村地先第2種共同漁業共第9号並びに共第8号漁業権による魴漁場の一部に悪影響を与えていることが認められる。

Ⅶ 参 考 文 献

- (1) American Public Health Association (1953) : Standard Methods for the examination of Water and Sewage. Seventh Printing. 252 New York.
- (2) Max Katz and Arden R. Gaufin (1952) : The Effects of Sewage Pollution on the Fish Population of a Midwestern Stream. Transactions of the American Fisheries Society. vol. 82
- (3) 小泉清明 (1953) : 玉泉堂酒工場廃水による河川汚濁の調査結果報告
- (4) Frank R. Theroux, Edward F. Eldridge and W. LeRoy Mallmann (1943) : Laboratory Manual for chemical and Bacterial analysis of Water and Sewage. VII New York. 266
- (5) 柴田三郎 (1943) : 工業廃水 初版 235—237 東京市
- (6) H. Liebmann (1951) : Handb. Frischwasser—u. Abwasser biol.
- (7) 津田松苗 (1940) : 生物学的水質分析について、あきつ 第2巻第4号158—163
- (8) 津田松苗、井上喜平治、浜口 章 (1952) : 製紙工場廃水の河川動物相に及ぼす影響の調査、兵庫県水産試験場試験報告、第7号、31—46
- (9) 宮路憲二 (1953) : 応用微生物学 上巻 第4版 526 東京都
- (10) 津田松苗 (1952) : 流水棲動物群集について、奈良県総合文化調査報告書都介野地区 220—229
- (11) 牧野美喜子 (1953) : 奈良春日山能登川溪流及び滋賀県守山湧泉の水棲動物群集について、奈良女子大学生物学会誌 No. 3 38—43
- (12) 新田忠雄、荒川 清、杉本仁彌、藤谷 超 (1953) : 工場廃水の研究第一報(内海区水産研究所業蹟第19号) 水産庁内海区水産研究所研究報告 第3号 41—42, 46—57,