

## 여천 공업단지 공장폐수에 관한 조사연구

공해문제 연구소

부교수	류	일	광
조교수	이	치	영
조교수	강	영	식

### I. 緒 論

近來 공업발달과 공장규모 확대로 물사용량이 증가함에 따라 排水量도 증가하여 하천이나 바다에 放流되는 量이 점차적으로 늘어 自然의 淨化力으로는 到底히 폐수의 汚染物質이 처리되지 못하여 하천의 汚染이 진행되고 生物의 棲息이 不可能한 상태가 되어 內水面의 이용 및 개발에 막대한 支障을 줄뿐 아니라 保健衛生上에도 중대한 문제가 惹起되고 있다. 따라서 공장폐수의 인위적 淨化법의 연구 및 수질보존이 緊急하게 要求되고 있다. 한편 用水는 地域에 따라 各已差異가 甚하다. 더욱 우리나라에서는 급진적인 공업발달과 동시에 폐수처리가 철저히 못한점이 많아 河川水가 크게 오염되고 나아가서는 沿岸海水에 이르기까지 汚染되어 어업에 막대한 피해를 주고있다.

우리나라 하천 汚染化<sup>3,4</sup> 및 공장폐수의<sup>5,6,7,8</sup> 수질에 관한 보고는 종종보이나 방류수계에 따른 종합조사 보고는 없었기에 著者等은 여천공업단지 폐수의 水質특성을 파악 하천수의 수질을 향상시키고 연안 生物의 서식을 증대, 어족자원을 보호하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 여천공업단지 폐수에 대하여 水質調査를 實施한바 그 結果를 報告하는 바이다.

### II. 概 況

한국의 남단 중심부 여수에서 서북쪽으로 18km 거리인 광양만연안을 따라 해상국립공원 한려수도를 배경으로 위치하며 여천군 삼일면, 쌍봉리 일원에 자리하고 제1지구 1334만평, 제2지구 575만평, 제3지구 1120만평으로 총 3029만평 규모로 이중 222만평에 16개 공장이 가동중이며 이 공단에 쓰이는 공업용수는 섬전강 취수펌프장에서 도수 터널로 이뤄지는 저수량 2천8백만톤의 水魚댐으로부터 송수받아 공급하며 1967년 2월 기공하여 현재에 이르고 있다.<sup>2</sup>

### III. 調査地点 및 方法

#### 1. 조사기간

1980년 9월 2일부터 1980년 9월 5일까지 매일 調査하였다.

#### 2. 조사지점 및 채수방법

採水地点은 Table 1과 같으며 각 採水点 상층부 수심 30cm에서 채수했고 채수시간은 조수의 유입을 고려하여 시차를 두어 채수했다.

Table 1. Measuring position of wastewater

sampling No	Measuring position
A	Yeocheon petrochemical complex. (A chemical)
B	Yeocheon petrochemical complex. (Channel at B chemical)
C	Yeocheon petrochemical complex. (Channel at C Co.)
D	D Co.
E	E chemical Co.

#### 3. 試驗方法

水温, pH, 生物化學的酸素要求量(BOD), 化學的酸素要求量(COD), SS, VS, phenol, oil, T-P, CN, T-Hg, T-Cr, Cu, Cd, Mn, Pb, Zn을 필요에 따라 현장에서 또는 실험실로 운반하여 즉시 혹은 24시간이내에 측정하였으며 그 방법<sup>9,10</sup> 및 사용機器는 Table 2 와 같다.

Table 2. Analytical methods and instruments.

Items	Methods	Instruments
Water temp.	Electrode method	DO meter Delta 1010
pH	Electrode method	Fisher accumet 520
COD	Permanganate method	
BOD	Incubation method (in winkler method azid modification)	
SS	Glass filter method	
VS	Gravimetric Analysis	
Phenol	4-amino antipyrin method	Spectrophotometer Hitach 181
Oil	L*L extracted method	Spectrophotometer Hitach 181
Total-P	Stannous chloride method	Spectronics 20 L&B 2
CN	Titration method	
Total-Hg	Flameless Atomic Absorption method	Myranoma 1
Total-Cr	Atomic Absorption Spectrophotometry method	A.A. Spectrophotometer Hitach 170-30
Cu	A.A. Spectrophotometry	A.A.S. Hitach 170-30
Cd	A.A. Spectrophotometry	A.A.S. Hitach 170-30
Mn	A.A. Spectrophotometry	A.A.S. Hitach 170-30
Pb	A.A. Spectrophotometry	A.A.S. Hitach 170-30
Zn	A.A. Spectrophotometry	A.A.S. Hitach 170-30

IV. 結果 및 考察

여천공업단지내의 5개 수로의 수질조사 결과는 Table. 3. 4. 5. 6.7과 같고 5개 채수점의 평균수질은 Table 8과 같다, Table 3.4.5.6.7에서 본바와 같이 수온은 25.0~35.5°C의 범위였으며 st D가 30.4°C로 가장 높았으며 pH의 평균성적은 8.056이었고 범위는 5.83~11.1이였으며 st D가 9.67이었다. COD는 평균 51.94였으며 그 범위는6.12~77.3ppm이었고 지역별로는 st D가 43.85ppm으로 가장 높았으며 B지역이 12.9ppm으로 가장 낮았다. BOD는 평균 23.35ppm이였으며 범위는 5.5~65.8ppm이었고 st D의 평균 38.4ppm으로 가장 높은 성적을 나타냈으며 B지역이 9.675ppm으로 가장 낮았다. SS의 평균성적이 72.8ppm이였으며 그 범위는 11.0~7.821ppm이였으며 지역별로는 D지역의 125.25ppm으로 가장 높았으며 A점이 110.25ppm, E점이 52.75ppm, C점이 47.75ppm, B점이 28.0ppm의 순서로 나타났다. VS의 성적은 70.0~7821ppm의 범위였으며 D점의 평균성적 3341.5ppm으로 가장 높았다. phenol의 평균성적이 1.1281ppm이었고 D점평균이 2.4442ppm이 가장 높았으며 C점이 0.9984ppm, A점이 0.8035, B점이 0.7761ppm, E점이 0.6183ppm의 순서였다.

oil의 평균성적은 55.945ppm이였으며 D점이 76.375ppm, E점이 72.125ppm, B점이

Table 3. Water quality of waste water in A chemical area

Sampling position Items \ time	A				Ave
	Sep.2 09:20	Sep.3 10:12	Sep.4 11:20	Sep.5 13:30	
Water temp. (c)	27.0	25.1	35.5	26.5	28.5
pH	6.95	5.83	8.3	6.88	6.99
COD (mg/l)	6.12	59.9	29.8	32.9	32.18
BOD (mg/l)	5.8	48.4	37.5	31.5	30.8
SS (mg/l)	249.0	120.0	32.0	40.0	110.25
VS (mg/l)	508.0	582.0	243.0	220.0	388.25
Phenol (mg/l)	0.3062	1.1778	1.1778	0.5524	0.8035
Oil (mg/l)	41.5	51.5	26.0	79.0	49.5
Total-P (mg/l)	2.203	45.060	2.431	0.303	12.499
CN (mg/l)	1.15	0.70	1.15	0.60	0.9
Total-Hg (mg/l)	0.082	0.030	0.026	trace	0.046
Total-Cr (μg/l)	4.95	294.7	32.2	189.1	130.24
Cu (mg/l)	5.6717	8.0597	trace	trace	6.8656
Cd (mg/l)	0.3054	0.2545	0.0073	0.2399	0.2018
Mn (mg/l)	0.18	0.4	0.24	0.14	0.24
Pb (mg/l)	3.5238	7.9993	0.5713	0.6666	3.1902
Zn (mg/l)	0.0298	0.0243	0.0233	0.0508	0.0321

52.125ppm, A점이 49.5ppm, C점이 29.6ppm의 순서였으며 그 범위는 14.5~144.0ppm이었다.

T-p의 평균성적은 9.573ppm이었으며 지역별 범위는 6.040~15.121ppm으로 B점이 15.121ppm으로 가장 높았으며 E점이 4.559ppm으로 가장 낮았다. CN은 평균 0.83ppm이었으며 지역평균 성적이 1.075ppm으로 D점이 가장 높았으며 E점이 0.55로 가장 낮았다. T-Hg은 총평균 0.071ppm이었으며 지역범위는 0.04~0.143ppm이었으며 D점이 0.43ppm으로 최대를 보였고 B점이 0.085ppm, A점 0.046ppm, E점이 0.041ppm, C점이 0.40ppm으로 나타났다. T-Cr은 평균 109.504 $\mu\text{g}/\ell$ 이었으며 지역범위는 24.77~224.075 $\mu\text{g}/\ell$ 이었다, Cu의 평균값은 5.0857ppm이었고 지역별로는 D점이 8.9365ppm으로 최대치를 보였다. Cd은 평균 0.3300ppm이었으며 C점이 0.7035ppm으로 최대치를 보였다. Mn의 평균성적 0.606ppm이었고 C점이 1.075ppm으로 최대를 보였다. Pb의 평균성적은 2.1331ppm이었으며 지역평균범위는 0.5951~3.4521ppm이었으며 Zn은 0.0953ppm의 평균성적을 보였으며 C점이 0.1936ppm으로 최대값을 보였다.

이 결과 5개 수로의 폐수의 성질은 일반검사에서는 다소 양호한 편이었으나 중금속류의 배출이 크게 나타나고 있었으며 더욱 T-Hg은 미량이라도 food chains에 의한 농축현상이 있고 이로 인해 미나마타병과 같은 공해병을 유발하는 물질이므로 이의 관리가 철저히 요망된다.

Table 4. Water quality of waste water in B chemical area

Sampling position	B					
	time	Sep.2 08:00	Sep.3 08:56	Sep.4 10:50	Sep.5 12:55	Ave
Water temp.(°c)		25.1	25.0	30.0	27.5	26.9
pH		9.02	7.93	8.44	8.1	8.37
COD	(mg/ℓ)	7.6	9.2	10.9	23.9	12.9
BOD	(mg/ℓ)	5.8	6.5	5.5	21.3	9.67
SS	(mg/ℓ)	26.0	31.0	11.0	44.0	28.0
VS	(mg/ℓ)	920.0	594.0	846.0	70.0	607.5
Phenol	(mg/ℓ)	1.1024	0.7985	0.8492	0.3545	0.7761
Oil	(mg/l)	26.5	14.5	23.5	144.0	52.125
Total-P	(mg/ℓ)	21.884	13.449	17.401	7.750	15.121
CN	(mg/ℓ)	1.65	1.30	0.35	0.60	0.98
Total-Hg	(mg/ℓ)	0.078	0.092	trace	trace	0.085
Total-Cr	( $\mu\text{g}/\ell$ )	17.33	4.95	22.3	54.5	24.77
Cu	(mg/ℓ)	5.298	0.9701	trace	trace	3.134
Cd	(mg/ℓ)	0.2253	0.2181	0.3926	0.2399	0.2689
Mn	(mg/ℓ)	0.28	0.82	0.70	0.82	0.655
Pb	(mg/ℓ)	1.0475	5.0471	1.0475	1.0475	2.0474
Zn	(mg/ℓ)	0.1515	0.0477	0.1070	0.1547	0.1152

Table 5. Water quality of waste water in C chemical Co. area

Sampling position		C				
Items \ time	Sep.2 08:38	Sep.3 09:45	Sep.4 10:15	Sep.5 12:42	Ave	
Water temp.(°c)	25.1	29.0	31.0	27.0	28.03	
pH	7.63	8.1	8.5	7.8	8.0	
COD (mg/l)	18.4	19.4	23.7	21.2	20.7	
BOD (mg/l)	17.8	19.2	23.2	19.5	19.9	
SS (mg/l)	97.0	24.0	21.0	49.0	47.75	
VS (mg/l)	332.0	254.0	136.0	1690.0	603.0	
Phenol (mg/l)	0.6336	1.0435	1.0848	1.232	0.998	
Oil (mg/l)	43.5	22.5	19.5	33.0	29.6	
Total-P (mg/l)	0.683	17.401	4.027	2.051	6.040	
CN (mg/l)	0.65	0.6	0.8	0.55	0.65	
Total-Hg (mg/l)	0.076	0.03	0.016	trace	0.040	
Cu (mg/l)	3.4328	4.1791	trace	trace	3.8057	
Cd (mg/l)	0.2472	0.1672	2.2035	0.1962	0.7035	
Mn (mg/l)	0.6	0.78	2.44	0.48	1.075	
Total Cr (µg/l)	17.3	32.2	54.5	61.9	41.47	
Pb (mg/l)	10.9514	1.0475	0.7618	1.0475	3.4521	
Zn (mg/l)	0.0339	0.5531	0.0964	0.0911	0.1936	

Table 6. Water quality of waste water in D chemical Co. area

Sampling position		D				
Items \ time	Sep.2 10:34	Sep.3 11:36	Sep.4 09:30	Sep.5 11:15	Ave	
Water temp.(°c)	29.1	33	30.5	29	30.4	
pH	8.9	9.4	9.3	11.1	9.67	
COD (mg/l)	15.5	21.4	61.2	77.3	43.85	
BOD (mg/l)	14.0	18.5	55.5	65.8	38.4	
SS (mg/l)	188.0	52.0	89.0	172.0	125.25	
VS (mg/l)	7821.0	1344.0	2132.0	2069.0	3341.5	
Phenol (mg/l)	2.710	1.6466	2.7102	2.7102	2.4442	
Oil (mg/l)	101.5	71.0	84.0	49.0	76.375	
Total-P (mg/l)	trace	trace	4.559	14.741	9.65	
CN (mg/l)	0.65	0.45	0.55	2.65	1.075	
Total-Hg (mg/l)	0.204	0.134	0.048	0.186	0.143	
Total-Cr (µg/l)	49.5	0.4	156.0	302.1	126.975	
Cu (mg/l)	6.0447	7.8358	0.9701	20.8955	8.9365	
Cd (mg/l)	0.1672	0.1672	0.4430	0.2762	0.2634	
Mn (mg/l)	0.82	0.22	0.22	0.54	0.45	
Pb (mg/l)	0.8570	0.2856	0.5713	0.6666	0.5951	
Zn (mg/l)	0.0275	0.0233	0.0530	0.0508	0.0387	

Table 7. Water quality of waste water in E chemical Co. area

Items \ time	E				
	Sep.2 11:00	Sep.3 11:50	Sep.4 09:45	Sep.5 11:30	Ave
Water temp.(°c)	28.5	31	31	27	29.37
pH	7.7	7.7	6.8	6.8	7.25
COD (mg/l)	15.3	15.7	23.5	26.5	20.25
BOD (mg/l)	14.2	13.4	21.5	22.8	17.975
SS (mg/l)	49.0	78.0	41.0	43.0	52.75
VS (mg/l)	427.0	238.0	473.0	430.0	392.0
Phenol (mg/l)	0.6336	0.4817	0.7750	0.5830	0.6183
Oil (mg/l)	42.0	82.0	45.5	119.0	72.125
Total-P (mg/l)	5.395	3.267	4.559	5.015	4.559
CN (mg/l)	0.40	0.45	0.75	0.60	0.55
Total-Hg (mg/l)	0.034	0.048	trace	trace	0.041
Total-Cr (μg/l)	163.4	260.0	212.9	260.0	224.075
Cu (mg/l)	trace	trace	2.6865	trace	2.6865
Cd (mg/l)	0.2399	0.1963	0.2253	0.1890	0.2126
Mn (mg/l)	1.36	0.24	0.66	0.18	0.61
Pb (mg/l)	1.1427	0.8570	2.4759	1.0475	1.3808
Zn (mg/l)	0.2268	0.0275	0.1081	0.0265	0.972

Table 8. Average of waste water in Yecheon industrial complex

Items \ Sampling position	A	B	C	D	E	T-Ave
	Water temp.(°c)	28.5	26.5	28.03	30.4	29.375
pH	6.99	8.37	8.0	9.67	7.25	8.056
COD (mg/l)	32.18	12.9	20.67	43.85	20.25	51.94
BOD (mg/l)	30.8	9.675	19.9	38.4	17.98	23.35
SS (mg/l)	110.25	28.0	47.75	125.25	52.75	72.8
VS (mg/l)	388.25	607.5	603.0	3341.5	392.0	1066.45
Phenol (mg/l)	0.8035	0.7761	0.9984	2.4442	0.6183	1.1281
Oil (mg/l)	49.5	52.125	29.6	76.375	72.125	55.945
Total-P (mg/l)	12.499	15.121	6.040	9.65	4.559	9.573
CN (mg/l)	0.9	0.975	0.65	1.075	0.55	0.83
Total-Hg (mg/l)	0.046	0.085	0.040	0.143	0.041	0.071
Total-Cr (μg/l)	130.23	24.77	41.47	126.975	224.075	109.504
Cu (mg/l)	6.8656	3.134	3.8059	8.9365	2.6865	5.0857
Cd (mg/l)	0.2018	0.2689	0.7035	0.2634	0.2126	0.3300
Mn (mg/l)	0.24	0.655	1.075	0.45	0.61	0.606
Pb (mg/l)	3.1902	2.0474	3.4521	0.5951	1.3808	2.1331
Zn (mg/l)	0.0321	0.1152	0.1936	0.0387	0.0972	0.0953

## V. 結 論

여천공업단지 폐수오염 현황은 주로 기름에 의한 오염으로 보아지며 그 원인은 공업원료와 유류에 의한 영향으로 간주된다.

본 조사연구를 통하여 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 여천공업단지내의 폐수로는 D지점이 가장 심한 오염도를 보였으며 전지역 평균성적은 pH의 범위는 6.99~9.67, COD 12.9~43.85ppm, BOD 9.675~30.8ppm, SS 28.0~125.25 ppm, 1/S 388.25~607.5ppm, phenol 0.6183~2.4442ppm, oil 29.6~76.375ppm, T-p 4.559~15.121ppm, CN 0.55~0.975ppm, T-Hg 0.040~0.143ppm, T-Cr 24.77~224.075  $\mu\text{g}/\ell$ , Cu 2.6865~8.9365ppm, Cd 0.2018~0.7035ppm, Mn 0.24~1.075ppm, Pb 0.5951~3.4521ppm, Zn 0.321~0.1936ppm이었다.

2. 인간의 건강과 관계되는 중금속류는 T-Hg의 D점이 0.143ppm, B점이 0.85ppm, A점이 0.046ppm, E점이 0.041ppm, C점이 0.0400ppm으로 나타나고 T-Cr의 평균이 109.504  $\mu\text{g}/\ell$ , Cu 5.0857ppm, Cd 0.3300ppm, Mn이 0.606ppm, Pb가 2.1331ppm, Zn이 0.0953ppm이었으며 T-Hg이 0.031ppm으로 나타남은 크게 주목되고 있다.

## 參 考 文 獻

1. 水産振興廳; 水産増殖資料 第5報, 1968.
2. 建設部韓國河川要覽,
3. S.P. Kwon; 韓國의 水質汚染現況 韓國學術院, 45~72, 1973.
4. D.S. Park; 하천수의 오염도 및 측정치 상오간의 상관관계에 관한 연구, *Seoul Uni. Jour.* (c) 19: 129, 1968.
5. S.U. Hong; 春期漢江支流의 陸水學의 研究, *Kor. Jour. Bot* 12: No.1, 1~8, 1968.
6. 과학기술처; 公害에 관한 연구, 26~85, 1968.
7. K.S. CHO; 北漢江水系 3個人工湖에 對한 陸水學의 研究; *Ko. Jour. Limnology*. 1: No. 1, 25, 1968.
8. S.P. Kwon; 漢江水質의 汚染에 관한 연구(II), *The New Mod. Jour.* 11: 349, 1968.
9. 日本藥學會編, 衛生試驗法主解, 金原出版, p.273. 1973
10. APHA, AWWA. WPCF. Standard Method for the Examination of water and Wastewater 14th Edition, p.543, 407, 406, 422, 460, 466. 1976.

## Studies on the Waste Water in Yecheon Industrial Complex

Il-kwang Ryu, Chi-young Lee, Young-sik Kang.  
*Reserach Institute of Environmental Pollution*  
*Gwang-Ju Health Junior College.*

### >Abstract<

Water pollution of Yecheon Industrial Complex was examined from 2. September 1980 to 5. September 1980. For checking the water pollution, 5 sampling positions were selected; we assumed that the water pollution of Yecheon Industrial Complex was due to the oil and metals, which came from industrial materials and oil.

The apparatus for this test were; pH meter (Fisher accumet 520), Temperature meter (Delta 1010), spectrophotometer (Hitach 181, spectronics 20 L&B 2), Atomic absorption spectrophotometer (Hitach 170~30, Myrano 1).

The results we obtained are as follows.

1. The average range was 6.99~9.67 of pH, 12.9~43.85ppm of COD, 9.675~30.8ppm of BOD, 28.0~125.25ppm of SS, 388.25~607.5ppm of VS, 0.6183~2.4442ppm of phenol, 29.6~76.375ppm of oil, 4.559~15.121ppm of T-P, 0.55~0.975ppm of CN, 0.040~0.143ppm of T-Hg, 24.77~224.075ug/l of T-Cr, 2.6865~8.9365ppm of Cu, 0.2018~0.7035ppm of Cd, 0.24~1.075ppm of Mn, 0.5951~3.4521ppm of Pb and 0.0321~0.1936ppm of Zn.

2. The mean value for havy metals for the st D was 0.143ppm, st B was 0.085ppm, st A was 0.046ppm, st E was 0.041ppm, stC was 0.040ppm of Hg, 109.504  $\mu\text{g/l}$  of T-Cr, 5.0857ppm of Cu, 0.3300ppm of Cd, 0.606ppm of Mn, 2.1331ppm of Pb and 0.0953ppm of Zn.