

말뚝성계에 대한 溫泉川水의 急性毒性

李 錫 謨 · 朴 清 吉
釜山水産大學 環境工學科

Acute Toxicity of Oncheon Stream Water to the Sea Urchin, *Hemicentrotus pulcherrimus*

Suk-Mo LEE and Chung-Kil PARK

Department of Environmental Science and Engineering, National Fisheries University of Pusan,
Namgu, Pusan, 608 Korea

This research was conducted to evaluate the effect of polluted Oncheon Stream on the marine organisms in the Suyeong Bay. Water quality and 96 hr acute toxicity to the sea urchin, *Hemicentrotus pulcherrimus* by recirculation bioassay were examined from Feb. 20 to Apr. 15, 1984.

The 96 hr 50% effective concentration(EC₅₀) on the attachment of the podia of the sea urchin was observed to occur at test concentrations between 40.0 and 51.0% (v/v), and safe concentrations may be assumed to be within 4.0 and 5.1%.

These values indicate as follows:

1. Oncheon Stream was extremely polluted by oxygen-demanding wastes and synthetic organic compounds from sewage and industrial waste water.
2. Linear alkylbenzene sulfonate(LAS) which has not been yet included in water quality standard was discharged above the TLM.
3. Unknown toxicity may be synergy among complex substances.

In consideration of the relationship between COD values of Oncheon Stream and dilution water, the effect of toxicity of Oncheon Stream water reached to the area of the Suyeong Bay where the COD value was found to be 12.2 ppm.

緒 論

水營灣의 汚濁現況과 그 汚染源에 대한 많은 研究¹⁻³⁾는 水營灣은 지극히 汚濁되어 있고 主汚染源으로 알려진 水營江은 그 性狀이 都市下水와 같음을 立證하고 있어 水營灣 海洋生物에 미치는 影響도 클 것으로 豫想된다.

그런데, 水質汚濁이 海洋生物이나 水棲環境에 미치는 影響을 直接調査하기 위해서는 生物毒性試驗이 必要하다. 生物을 利用한 毒性試驗은 1907年 Marsh의 産業廢棄物이 魚類에 미치는 影響에 대한 研究를 비롯하여, 특히 個個汚染物質에 대해서는 Ellis, Ar-

thur, Smith 및 Tabata 등의 研究^{4,5)}와 國內에서는 Park⁶⁻⁸⁾등에 의한 研究 등 100餘種의 物質에 대한 研究가 發表되었다.

그러나, 個個物質에 대한 毒性試驗結果로는 汚濁된 河川水가 灣으로 流入됨에 따라 多様な 物質이 서로 混合되어 새로운 毒性을 合成하거나 서로 中和될 수도 있기 때문에 沿岸海域의 生物에 관한 直接的인 影響評價가 어렵다.

그래서, 本 研究에서는 汚濁된 河川이 灣으로 流入되어 沿岸海洋生物에 미치는 影響을 直接 究明하기 위하여 溫泉川을 對象河川으로 沿岸海洋生物에 대한 毒性試驗을 實施하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

1) 試驗溶液

水營江은 항상 海水의 影響을 받고 있으므로 水營灣 汚濁負荷量의 約 65%를 차지하는 溫泉川을 對象 河川으로 海水의 影響을 받지 않도록 大潮의 低潮時 Fig. 1의 利涉橋, 즉 A地點에서 1984年 2月 20日, 3月 4日, 3月 16日 및 4月 15日 4회에 걸쳐 採水하여 實驗室로 運搬, 즉시 分析 및 試驗을 實施하였다.

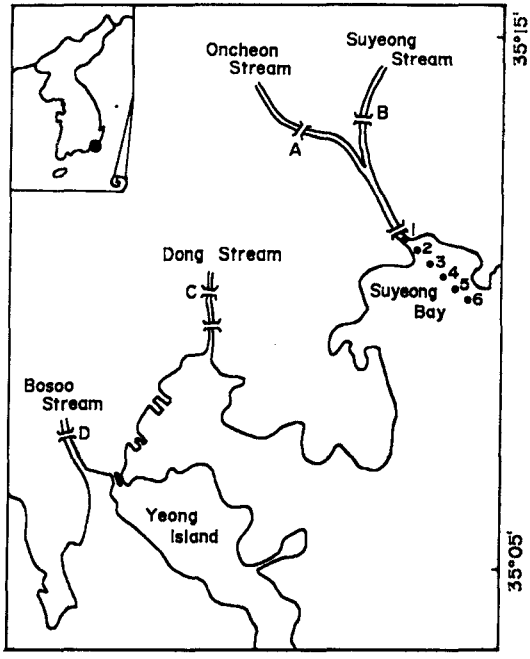


Fig. 1. Map showing the sampling sites

2) 稀釋水

釜山水產大學 海洋科學研究所의 海水를 使用하였다.

3) 試驗生物

말뚝성게는 全國沿岸에 널리 分布하는 有用水産動物로서 試驗에 使用한 것은 釜山 海雲臺 동백섬 南岸 潮間帶 一定 海域에서 採取한 말뚝성게, *Hemientrotus pulcherrimus*를 稀釋水에 1주일 以上 適應시킨 다음 殼徑 2.5~3.0 cm 크기를 試驗에 使用했다.

2. 方 法

1) 裝 置

實驗에 使用된 裝置는 Fig. 2의 止水式(static)과 再循環(recirculation)方法 두가지이다. 止水式은 毒性의 範圍를 把握하기 위한 豫備實驗에 주로 利用되었으며 20L容 플라스틱 水槽를 繼續적으로 暴氣되도록 裝置하였다. 再循環 方法은 500 ml 비이커 下端에 구멍을 뚫어 유리관을 附着, 繼續적으로 越流시켜 循環과 暴氣效果를 同時에 얻도록 考案하여 各段에 4개씩 5段으로 設置하였으며, 펌프를 利用하여 約 250 ml/min의 流速으로 試驗期間 繼續 循環되도록 하였다.

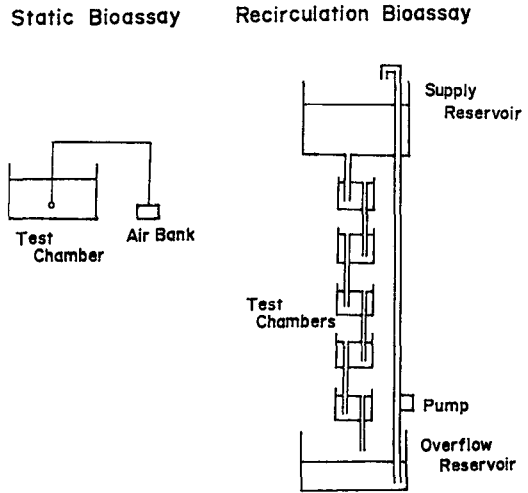


Fig. 2. Apparatus for bioassay

2) 方 法

毒性의 範圍를 알기 위하여 0.1, 1, 10 및 100% (v/v) 濃度로 24時間 豫備實驗을 止水式으로 한 後 本 實驗을 하였다. 말뚝성게는 500 ml 비이커당 2個

Table 1. Procedure for preparing reconstituted seawater

Compound in order of addition	Final concentration (mg/L)
NaF	3
SrCl ₂ ·6H ₂ O	20
H ₃ BO ₃	30
KBr	100
KCl	700
CaCl ₂ ·2H ₂ O	1,470
Na ₂ SO ₄	4,000
MgCl ₂ ·6H ₂ O	10,780
NaCl	23,500
Na ₂ SiO ₃ ·9H ₂ O	20
Na ₄ EDTA	1
NaHCO ₃	200

Table 2. Analytical items and methods

Analytical item	Method
pH	Glass electrode method
DO, BOD, SS, Cl ⁻ , CN, LAS Cr, Fe, Zn, Cu, Cd, Hg, Pb, Mn	Standard methods 15th. ed. ¹⁰⁾
COD, n-hexane extracts, As, Cr ⁶⁺ , phenols	JIS K 0102 ¹¹⁾
F ⁻	Alfusione method, analytical chemistry 42-1475 ¹²⁾

體씩 5 또는 20개의 비이커에投入하였으며, 試驗溶液은 鹽分濃도를 Table 1의 方法⁹⁾으로 調節하여 試驗生物에 대한 鹽分濃度 變化에 따른 影響을 相殺하였으며 等 log 間隔, 즉 0, 10, 18, 32, 56 및 100 % (v/v) 濃도로 稀釋하였다.

試驗期間동안 每 24時間마다 自動성계 管足의 附着에 대한 影響을 觀察했으며, 實驗始作과 終了時 그리고 每 24時間마다 水溫, 鹽分, 溶存酸素, pH, 알칼리도 등에 대한 水質을 點檢했다.

3) 水質分析

試驗溶液, 稀釋水 및 其他 河川水의 水質을 調査하기 위하여 Table 2의 方法으로 水質分析하였다.

結果 및 考察

1. 溫泉川 및 稀釋水의 水質

Table 3은 試驗溶液인 溫泉川과 稀釋水인 釜山水

產大學 海洋科學研究所 海水를 每 實驗時마다 調査한 水質分析 結果이다.

現在 우리나라 水質基準은 크게 環境基準과 排出許容基準 그리고 放流水 水質基準으로 大別되는데 溫泉川과 같이 家庭下水가 主種을 이루는 都市下水에 대한 水質基準은 없다. 그래서 여기서는 環境基準 중 生活環境(정수역)과 사람의 健康保護를 위한 基準과 比較檢討하였고 稀釋水의 境遇는 調査한 項目이 環境基準 以內의 값을 보였다.

溫泉川의 境遇 pH는 8.27~9.38로 基準을 상회하는 알카리성의 液性을 띠고 있고 溶存酸素의 境遇 1.0~3.7ppm으로 生物이 生存할 수 없는 環境¹³⁻¹⁴⁾이며, BOD 및 COD는 基準 8 ppm에 비해 平均 234 및 164 ppm으로 20배 以上이나 높게 나타나 극심하게 汚濁되어 있음을 보여준다. 其他 項目은 水銀(Hg)과 시안(CN⁻)이 1.78과 1.00 ppm으로 한번(2月 20日) 檢出되었을 뿐 基準值 以下로 나타나 生活廢水

Table 3. Water quality of Oncheon Stream and dilution water

Item	Oncheon Stream	Dilution water
Temperature, °C	11.5 — 13.2	6.0 — 9.0
pH	8.27 — 9.38	8.06—8.29
DO, ppm	1.0 — 3.7	8.8 — 9.0
BOD, ppm	178—290	
COD, ppm	106—221	0.3 — 1.9
SS, ppm	116—270	9.4 — 9.7
n-hexane extracts, ppm	35.4 — 58.8	0.6
Cl ⁻ , ppm	162—475	
Phenols, ppm	0.03 — 0.07	ND
CN ⁻ , ppm	1.00	ND
Cr, Cr ⁶⁺ , Cd, As	ND	ND
Fe, ppm	0.30 — 1.49	ND — 0.20
Zn, ppm	0.21 — 0.23	ND
Cu, ppm	0.02 — 0.20	ND
Hg, ppb	ND — 1.78	ND
Pb, ppm	ND — 0.07	ND
Mn, ppm	ND — 0.11	ND
F ⁻ , ppm	0.19 — 0.24	1.34—1.46
LAS, ppm	5.2 — 5.7	0.03

말뚝성게에 대한 溫泉川水의 急性毒性

Table 4. Bioassay data of Oncheon Stream to the Sea Urchin, *Hemicentrotus pulcherrimus*

Sampling date	Test organism No.	Test sample Vol. (L)	Test conc. (% Vol.)	Percent clinging				EC ₅₀
				24 hr	48 hr	72 hr	96 hr	
Feb. 20, '84	10	30	100	0	0	0	0	40%
			88	20	10	0	0	
			74	50	20	0	0	
			56	90	50	30	20	
			32	100	80	70	70	
			Sea water	100	100	100	100	
Mar. 4, '84	10	30	100	10	10	0	0	42%
			88	30	30	0	0	
			74	50	30	10	10	
			56	90	50	30	20	
			32	100	90	90	80	
			Sea water	100	100	100	100	
Mar. 16, '84	40	30	100	7.5	5.0	2.5	0	51%
			56	100	95	60	42.5	
			32	100	97.5	97.5	87.5	
			18	100	97.5	97.5	97.5	
			10	100	100	100	100	
			Sea water	100	100	100	100	
Apr. 15, '84	40	30	74	0	0	0	0	33%
			56	17.5	0	0	0	
			32	100	97.5	85	52.5	
			18	100	100	100	97.5	
			10	100	100	100	100	
			Sea water	100	100	100	100	

로 야기되는 家庭下水가 主種을 이루는 都市下水의 特性을 보이고 있다.

한편 基準은 設定되어 있지 않지만 合成洗劑의 主原料인 陰이온性 界面活性劑 LAS(linear alkyl-benzene sulfonate) 濃도가 5.2~5.7 ppm 으로 半致死濃도로 發表된 3.4~4.0 ppm¹⁵⁻¹⁶⁾을 超過하고 있어 調査된 項目 중 LAS가 單獨 毒性物質로 큰 問題가 될 것이 豫想된다.

2. 生物毒性試驗

1) 말뚝성게에 대한 溫泉川 原水의 生物毒性試驗 Table 4와 Fig.3에 實驗結果가 나타나 있다. 2月 20日, 3月 4日 및 3月 16日에 걸친 3回의 實驗은 人工海水製造法에 따라 鹽分濃度를 調節한 경우이고, 4月 15日의 實驗은 鹽分濃度 調節없이 實驗한 結果이다. 實驗結果는 말뚝성게 附着에 대한 96時間 半影響濃度, 즉 96 hr-EC₅₀으로 表示하였다.

鹽分濃度를 調節한 境遇 96 hr-EC₅₀이 나타나는

稀釋比率은 40.0~51.0%이며. 調節하지 않은 境遇는 33%로 낮게 나타나는데 이는 鹽分濃度 變化에 따른 影響과 試驗溶液의 毒性이 같이 作用한 때문인

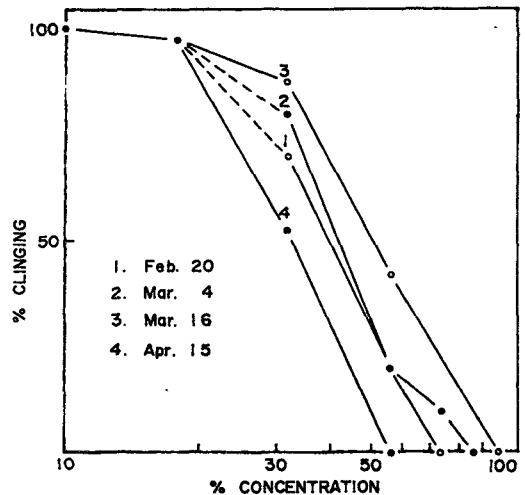


Fig. 3. EC₅₀ values of Oncheon Stream to the Sea Urchin, *Hemicentrotus pulcherrimus*

것으로 思料된다.

96 hr-EC₅₀은 Fig.3에서 처럼 가로축에 濃度を log 스케일로, 세로축에 附着率을 表示하여 50% 附着率을 보이는 濃度를 찾는 그래프에 의한 方法¹⁷⁾으로 算出하였다.

이 結果를 Buffalo River¹⁸⁾와 Ontario의 펄프제지 공장 流出水¹⁹⁾에 대한 結果와 比較해 보면 Buffalo River는 採水地點에 따라 多少 差異는 있으나工場 排水가 流入되는 地點을 除外하고는 大部分 100% 原水에도 試驗生物(*Pimephales promelas*)에 대하여 96時間동안 60% 以上の 生存率을 보이고 있는 반면, 溫泉川의 境遇는 鹽分濃度를 海水와 同一하게 調節해 주어 實驗條件이 다른 差異는 있지만 96 hr-EC₅₀이 40.0~51.0% (v/v)으로 그 毒性이 一般的인 江이나 河川과는 比較할 수 없을 程度로 強하게 나타났다. 또한, Ontario의 펄프제지공장 流出水의 境遇는 무지개송어(*Salmo gairdneri*)에 대해 96 hr-LC₅₀이 21.8~24.8% (v/v)으로 溫泉川 보다 強한 毒性을 보였는데 이는 流出水의 水質 중 COD 값 435.0 ± 63.8 ppm 등을 미루어 보아 지극히 汚染된 工場廢水임을 알 수 있다.

試驗期間 中 試驗溶液의 平均水質이 Table 5에 나타나 있다.

水溫, 溶存酸素, 鹽分濃度는 對照區와 거의 同一하게 調節되었고, pH와 알카리度는 稀釋比率에 따라 差異가 있으나 每 24時間 마다 調査한 값은 平均水質과 큰 편차 없이 나타났다.

2) 海洋生物에 대한 溫泉川 原水의 生物 毒性試驗

2月 20日和 3月 4日 2회에 걸쳐 말뚝성게에 대한 實驗과 병행해서 자주새우(*Crangon affinis*), 곤쟁이(*Neomysis awatschensis*), 바지락(*Tapes philippinarum*), 각시가자미치어(*Limanda sp.*)등 4가지 海洋生物에 대한 毒性試驗을 實施했는데 結果는 Table 6과 Fig.4와 같다.

자주새우, 곤쟁이, 각시가자미치어는 다대포에서 採集하였고, 바지락은 자갈치시장에서 購入하여 稀釋水에 1주일 以上 適應시킨 다음 試驗에 使用하였다.

實驗結果는 96時間 半致死濃度, 96 hr-LC₅₀으로 表示하였다.

Table 5. Average water quality conditions of test solutions during the test

Sampling date	Test conc. (% Vol.)	Temp. (°C)	DO (ppm)	pH	Sal. (‰)	Alk. (ppm)
Feb. 20, '84	100	8.3	8.9	8.05	33.7	353
	88	8.2	8.9	8.21	33.8	329
	74	8.3	8.8	8.19	33.7	303
	56	8.3	8.8	8.21	33.8	284
	32	8.2	9.1	8.28	33.9	206
	Sea water	8.2	9.3	8.31	33.8	125
Mar. 4, '84	100	6.8	8.7	7.98	33.9	337
	88	6.8	9.1	7.89	34.4	315
	74	7.0	9.3	7.95	34.5	282
	56	7.0	9.3	7.94	34.5	245
	32	7.1	9.1	7.98	34.4	188
	Sea water	7.1	9.4	8.28	33.9	121
Mar. 16, '84	100	9.0	8.2	7.82	33.8	316
	56	8.8	8.8	8.04	34.2	243
	32	8.6	8.9	8.01	34.2	189
	18	8.6	9.0	8.09	34.3	160
	10	8.6	9.1	8.14	34.4	138
	Sea water	8.6	9.2	8.35	34.3	122
Apr. 15, '84	74	13.9	8.4	8.04	9.6	226
	56	13.8	8.4	8.06	15.4	210
	32	13.4	8.7	8.17	23.8	184
	18	13.2	8.6	8.17	28.6	166
	10	13.1	8.6	8.25	30.0	150
	Sea water	13.0	8.6	8.29	34.3	134

말뚱성계에 대한 溫泉川水의 急性毒性

Table 6. 96 hr bioassay data of Oncheon Stream to the four marine organisms

Sampling date	Test organism No.	Test sample Vol. (L)	Test conc. (% Vol.)	% Survival			
				<i>C. a.</i>	<i>N. a.</i>	<i>T. p.</i>	<i>L. sp.</i>
Feb. 20, '84	10	30	100	30	20	100	
			88	40	70	100	
			74	100	90	100	
			56	100	90	100	
			32	100	100	100	
			Sea water	100	100	100	
			LC ₅₀	86.0	92.0	>100	
Mar. 4, '84	10	30	100	90	0	100	0
			88	100	70	100	10
			74	100	100	100	30
			56	100	100	100	60
			32	100	100	100	70
			Sea water	100	100	100	100
			LC ₅₀	>100	91.0	>100	62.0

C. a.: *Crangon affinis* *N. a.*: *Neomysis awatschensis* *T. p.*: *Tapes philippinarum* *L. sp.*: *Limanda sp.*

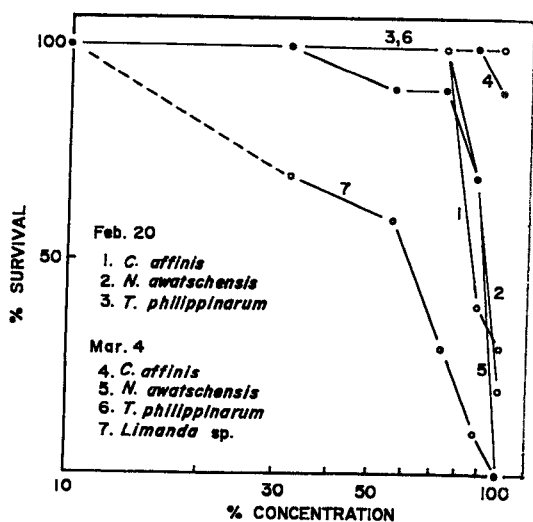


Fig. 4. LC₅₀ values of Oncheon Stream to the four marine organisms

Table 6에서 보는 것과 같이 이들 生物에 대한 96 hr-LC₅₀은 大部分 86.0% 以上の 稀釋比率에서 나타나며 각시가자미치어의 境遇는 62.0%로 多少 낮게 나타나지만 試驗生物에 따라 큰 差異가 있음을 알 수 있다.

3) 말뚱성계에 대한 LAS의 生物毒性試驗

LAS 單獨物質의 말뚱성계에 대한 試驗結果가 Table 7과 Fig. 5에 나타나 있다.

96 hr-EC₅₀은 3.7~3.8 ppm 으로 5.2~5.7 ppm 의 濃度를 보이고 있는 溫泉川의 境遇 LAS가 單獨毒性物質로 지대한 影響을 미치고 있음을 알 수 있으며, 이의 制御 및 處理의 必要性을 말해준다.

한편, 이 값은 McKim 등¹⁶⁾이 發表한 96 hr-LC₅₀ 3.4~4.0 ppm 과 一致함을 보여 주고있어 말뚱성계의 附着에 대한 影響을 觀察基準으로 삼은 本實驗의 EC₅₀은 다른 研究者의 LC₅₀과 서로 比較可能함을 立證한다.

3. 水營灣에 미치는 毒性影響의 範圍 推定

本實驗의 EC₅₀은 96時間 동안의 短期急性毒性試驗 結果이므로 實際 生物에 미치는 長期間의 慢性毒性影響을 考慮하기 위하여 Tabata⁵⁾의 汚染物質에 따른 5個群의 適用係數에 依據, 水質分析 結果 主汚染物質(COD, BOD, LAS)이 0.1群에 該當하므로 0.1을 本實驗結果에 適用해 보았다. 그 結果 溫泉川이 生物環境에 許容될 수 있는 稀釋比率은 4.0~5.1% 이다. 이 結果와 水營灣 海水의 水質을 考慮하여 灣의 모든 流入水 水質이 溫泉川과 同一하다는 가정하에 이들 流入水의 影響으로 流入口로 부터 어느 範圍까지 水營灣 生物이 害를 입게되는가를 把握하였다.

流入水의 混合率이 5.1% 以上되는 곳은 毒性의 影響이 미치는 곳이므로 溫泉川과 稀釋水의 COD,

Table 7. 96 hr bioassay data of LAS to the Sea Urchin, *Hemicentrotus pulcherrimus*

Date	Test organism No.	Test sample Vol. (L)	Test conc. (ppm)	Percent clinging	Average water quality conditions					EC ₅₀ (ppm)
					Temp (°C)	DO (ppm)	pH	Sal. (‰)	Alk. (ppm)	
Feb. 29, '84	10	30	10	0	6.5	9.9	8.06	34.0	119	3.8
			7.4	0	6.5	9.9	8.02	34.0	119	
			5.6	10	6.5	9.9	8.02	33.9	121	
			3.2	70	6.6	9.9	8.03	33.9	120	
			1.8	80	6.6	9.9	8.03	34.0	121	
			Control	100	6.6	9.9	8.04	33.9	119	
Mar. 11, '84	40	50	10	0	8.0	9.3	8.08	33.9	124	3.7
			5.6	17.5	8.0	9.3	8.10	33.9	124	
			3.2	62.5	8.0	9.4	8.10	34.0	127	
			1.8	80	8.0	9.3	8.08	34.2	124	
			1.0	95	8.0	9.4	8.12	33.9	125	
			Control	100	8.0	9.4	8.10	33.7	129	

Table 8. Range and mean values of the COD concentration at each station in Suyeong Bay

Station	1	2	3	4	5	6
Range	10.8—105.5	11.4—96.0	7.49—95.7	7.29—45.9	3.94—18.4	3.42—7.27
Mean	67.8	46.0	38.9	24.4	9.78	4.86

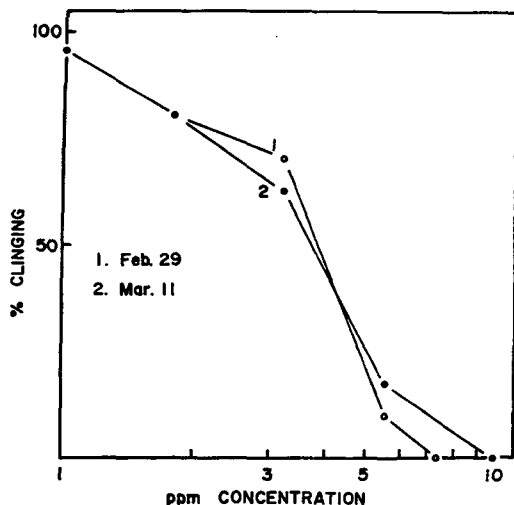


Fig. 5. EC₅₀ values of LAS to the Sea Urchin, *Hemicentrotus pulcherrimus*

221 ppm 과 1 ppm 을 適用하면 流入水가 5.1% 混合된 水營灣 海水의 COD 값은

$$\frac{221 \text{ ppm} \times 1\% \times \frac{5.1}{100} + 1 \text{ ppm} \times 1\% \times \frac{94.9}{100}}{1\%} = 12.2 \text{ ppm}$$

따라서, 水營灣에서 COD 값이 12.2 ppm 以上되는 곳은 毒性의 影響을 받는 海域이므로 元동¹⁾ 이 調査한 水營灣內 各 地點에서의 COD 값(Table 8)을 볼 때 地點4의 平均값이 24.4 ppm, 地點 5의 경우는 9.78 ppm 으로 거의 地點 5 가까지까지 毒性의 影響이 미치게 됨을 알 수 있다.

4. 水營川, 東川 및 寶水川과의 水質 比較

釜山市內는 溫泉川 以外에도 水營川, 東川, 寶水川 등으로부터 大量의 汚水가 處理되지 않은채 直接 沿岸海域으로 流入되고 있는데 이들 河川水의 水質 調査를 위해 1984年 3月 4日과 16日 2회에 걸쳐 Fig. 1의 B, C, D 各 地點에서 同時에 採水하여 分析한 結果는 Table 9와 같다.

汚染程度에 있어 東川은 溫泉川 以上の 수준이며, 水營川과 寶水川은 多少 낮지만 4個 河川 모두 生活 廢水로 야기되는 BOD, COD 등이 높은 濃度로 環境 基準을 훨씬 超過하고 있고 LAS는 半致死濃度까지 接近 또는 超過하고 있다.

따라서, 이들 河川은 流量, 海水流動 등 여러가지 因子에 따라 그 程度의 差異는 있겠으나 溫泉川과 類似한 形態로 沿岸海域의 海洋生物에 害를 미치고

달동성계에 대한 溫泉川水의 急性毒性

Table 9. Water quality of each stream in Pusan

Item	Suyeong Stream	Bosoo Stream	Dong Stream
Temperature, °C	7.1 — 8.8	8.3 — 10.0	9.9 — 13.0
pH	8.18	8.75	8.39
DO, ppm	0	7.36 — 7.45	0 — 0.8
BOD, ppm	181—191	110—131	231—260
COD, ppm	137—166	121—122	120—156
SS, ppm	48—58	53—58	210—329
n-hexane extracts, ppm	3.8 — 13.0	7.6 — 7.8	33.0 — 39.4
Cl ⁻ , ppm	400—525	100—260	380—588
Phenols, ppm	0.03 — 0.11	0.02	0.13 — 0.51
CN ⁻ , ppm	0.17	0.31	0.570
Cr, Cr ⁶⁺ , Cd, As	ND	ND	ND
Fe, ppm	0.18 — 0.37	0.10 — 0.23	0.18 — 5.70
Zn, ppm	0.24 — 0.49	0.01 — 0.06	0.32 — 0.58
Cu, ppm	0.20 — 0.34	ND— 0.01	0.04 — 0.08
Hg, ppb	0.50 — 1.51	0.18 — 1.51	1.10 — 1.46
Pb, ppm	ND	ND	0.10 — 0.16
Mn, ppm	0.11 — 1.18	0.11	ND
F ⁻ , ppm	0.01 — 0.64	0.13 — 0.27	0.33 — 0.96
LAS, ppm	2.60 — 3.60	2.24 — 3.56	4.44 — 6.36

있음을 알 수 있다.

要 約

수營灣으로 流入되는 溫泉川이 海洋生物에 미치는 影響을 直接的으로 調査하기 위하여 1984年 2月 20일부터 4月 15일까지 4회에 걸쳐 水質分析 및 急性毒性試驗을 實施한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 水質分析 結果 溫泉川은 BOD, COD 값이 環境基準을 훨씬 超過하고 있어 家庭下水가 主種을 이루는 都市下水의 特性을 지닌 河川임을 알 수 있다. 基準은 設定되어 있지않지만 LAS가 半致死濃度以上으로 汚染되어 있어 單獨毒性物質로 큰 問題가 될 것이 豫想되었다.

2. 달동성계(*Hemicentrotus pulcherrimus*)의 管足附着에 대한 溫泉川의 96時間 半影響濃度(EC₅₀)는 稀釋比率 40.0~51.0% (v/v)으로 一般的인 江과 河川水에 비해 強한 毒性을 보이고 있다. LAS 單獨物質로 實驗했을 境遇 EC₅₀은 3.7~3.8 ppm으로 나타났다.

3. Tabata의 汚染物質에 따른 5個群의 適用係數에 根據 0.1을 實驗結果에 適用하여 溫泉川이 生物環境에 許容될 수 있는 稀釋比率 4.0~5.1%를 算出하였다. 이 結果는 溫泉川이 家庭下水나 流域의 産業廢水로 부터 심각하게 汚染되어 있으며, 合成洗劑의

主原料로 使用되는 LAS가 半致死濃度以上으로 汚濁되어 있고 그 외 알지 못하는 複雜多様な 物質들이 서로 混合되어 毒性을 惹起시키고 있음을 말해준다.

4. 水營灣 海水의 水質을 考慮하여 流入水가 水營灣 生物에 미치는 毒性의 範圍를 把握한 結果 灣內 COD 값이 12.2 ppm以上 되는 海域은 害를 입고 있음을 알 수 있었다.

5. 水營川, 東川 및 寶水川의 水質分析 結果, 流量과 流入되는 地點의 海水流動에 따라 그 程度의 差異는 있겠으나, 溫泉川과 類似한 形態의 惡影響을 豫想할 수 있다.

文 獻

1. Won, J.H., B.J. Lee, M.G. Sim, and H.S. Park. 1979. Effect of Suyeong River water on the water pollution of Suyeong Bay. Bull. Korean Fish. Soc. 12(4), 267-276.
2. Won, J.H. and B.J. Lee. 1979. Distribution of some chemical pollutants in Suyeong Bay. Bull. Korean Fish. Soc. 12(2), 87-94.
3. Hong, S.Y., U.J. Han and E.I. Paik. 1982. Marine macrobenthos distribution and the substrate conditions of Suyeong Bay. Publ. Inst. Mar. Sci., Nat. Fish. Univ. Pusan 14, 1-21.

4. U.S. Environmental Protection Agency. 1976. Quality criteria for water. U.S. Government Printing Office Washington, D.C. pp.vii-x.
5. Tabata, K. 1979. On the relationship between acute and long-term toxicity of water pollutants to aquatic organisms. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 98, 1-21.
6. Park, J.S. and H.G. Kim. 1978. Bioassays on marine organisms: Acute toxicity test of mercury, cadmium and copper to arkshell, *Anadara broughtonii*, from Jindong Bay, and to oyster, *Crassostrea gigas*, from Kwangdo Bay, South Coast of Korea. J. Oceanol. Soc. Korea. 13 (1), 35-43.
7. Park, J.S. and H.G. Kim. 1979. Bioassays on marine organisms: II. Acute toxicity test of mercury, copper and cadmium to clam, *Meretrix lusoria*. Bull. Korean Fish. Soc. 12(2), 113-117.
8. Park, J.S. and H.G. Kim. 1979. Bioassays on marine organisms: III. Acute toxicity test of mercury, copper and cadmium to yellowtail, *Seriola quinqueradiata* and rock bream, *Oplegnathus fasciatus*. Bull. Korean Fish. Soc. 12(2), 119-123.
9. Kester, E., I. Dredall, D. Connors and R. Pytowicz. 1967. Preparation of artificial sea water, Limnol. Oceanogr. 12, 176.
10. APHA, AWWA, APCF. 1981. Standard Methods for the examination of water and waste water, 15th ed.
11. JIS K0102. 1975.工場排水試験法.
12. Won, J.H. and K.S. Park. 1973. Eligibility of fluoride ion as a tracer of waste waters and distribution of fluoride in Jinhae Bay. Bull. Korean Fish. Soc. 8(1), 9-21.
13. Adelman, I.R. and L.L. Smith. 1970. Effect of oxygen on growth and food conversion efficiency of northern pike. The Prog. Fish-Cult. 32, 93-96.
14. Brungs, W.A. 1971. Chronic effects of low dissolved oxygen concentrations on the fathead minnow, *Pimephales promelas*. J. Fish. Res. Bd. Canada. 28, 1119-1123.
15. McKim, J.M., J.W. Arthur and T.W. Thorslund. 1975. Toxicity of a linear alkylate sulfonate detergent to larvae of four species of fresh water fish. Bull. Envir. Contam. Toxicol. 14, 1-7.
16. Lee, J.Y. and P. Chin. 1984. Acute toxicity of synthetic detergent on the larvae of loach, *Misgurnus anguillicaudatus*. Bull. Korean Fish. Soc. 17(2), 139-142.
17. Croswell Henderson. 1957. Application factors to be applied to bioassays for the safe disposal of toxic wastes. Robert A. Taft sanitary engineering center U.S. Public Health Service, Cincinnati, Ohio. 31-37.
18. Croswell Henderson and H.A. Anderson. 1956. Bioassay investigation Buffalo River Buffalo, New York. Robert A. Taft sanitary engineering center U.S. Public Health Service, Cincinnati, Ohio. 1-35.
19. Whittle, D.M. and K.W. Flood. 1977. Assessment of the acute toxicity, growth impairment, and flesh tainting potential of a bleached kraft mill effluent on rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Res. Bd. Canada. 34, 869-878.