UOU Report Vol. 16. No. 2. pp. 327~332. 1985 연구논문집 제16권 제 2 호 pp. 327~332. 1985

태화강 및 울산 연해역의 수질 오염도 조사연구(Ⅲ)

유 광 식·류 석 환
화 학 과
(1985. 4. 30. 접수)

〈요 약〉

울산지역의 수질에 대한 오염도를 조사하였다. 시료는 울산의 인접해역 및 태화강의 24개 지점과 수도물 지하수 등 모두 26개의 지점에서 채취하였으며 7개의 중금속 성분을 포함하여 모두 24개 항목에 대하여 분석을 실시하였다. 분석결과 중금속 성분의 경우 납이 강물 및 해수에서 3~20ppb의 농도로 검출되었으며 전반적으로 해수보다는 강물에서 더 큰 농도를 보였다. 생물학적 산소 요구량(BOD)은 태화강 하류에서 1.2ppm에서 최대 8.31ppm 까지의 값을 나타내 오염의 정도가 심한 것을 나타내며, 울산항 및 장생포만에서는 BOD값이 전년도의 측정값보다 증가 되었음을 알 수 있었다.

The Investigation on the Water Pollution of the River, Taewha-gang and the Sea Water of Ulsan Coastal Area(Ⅲ)

Yoo, Kwang-Sik · Rhyu, Sok-Hwan
Dept. of Chemistry
(Received April 30, 1985)

〈Abstract〉

The water pollution of Ulsan area has been investigated. Total number of 26 water sam ples including 16 seawater, 8 river water and each one of tap water and underground water have been sampled, and determined for 7 heavy metals and 17 of other components.

The result of analysis indicated that the lead concentration of river water and sea water has a value of 3—20 ppb. The river water has generally higher lead concentration than sea water. The biochemical oxygen demand(BOD) has a value of range between 1.2 and 8.31 ppm at the down stream of the river, Taewha-gang with appearing serious water pollution.

The BOD value at the Ulsan bay and Changsaeng-Po showed higher value than the previous one.

Ⅰ. 서 론

환경오염이 점점 심각한 사회문제가 되고 있다. 특히 울산지역에는 대규모의 석유화학단지, 비철금속 단지, 섬유 및 펄프공장등이 위치하며 50여만의 도시인구를 수용하고 있어 생활하수 및 산업폐기물의 유입으로 인한 환경오염이 점점 심해지고 있으며 더우기 울산 인근 해역이 미역, 다시마등 수산물의 생산지인 것을 고려할 때 환경오염의 문제를 더욱 적극적으로 다룰 필요가 있다.

환경오염의 문제를 다룸에 있어서는 환경오염의 인과관계를 조사하는 것도 중요하지만 지속적으로환경오염의 정도를 측정하는 일이 더욱 필요하다. 울산지역의 환경오염에 관한 연구는 본 연구진용에 의하여 이미 몇 차례 수행된 바 있다. 본 연구에 앞선 연구들[1,2]에서는 원자흡수분광법에 의하여 울산지역의 천연수 및 해수에 존재하는 중금속 성분들과 부피

법, 무게법등의 방법을 이용하여 모두 20여 항목에 걸친 분석을 수행하였으며, 해수중의 납성분은 대양에서의 농도보다 평균하여 1000배 정도의 농도로 검출되었으며, 태화강 하류의 생물학적 산소요구량(BOD)이 4~8.5ppm의 높은 값을 나타내 오염의 정도가 심함을 지적하고 있다. 한편 울산지역의 환경오염을 다룬 또 다른 연구[3]에서는 원자흡수분광법과 양극벗김전류전압법을 이용하여 울산지역에 자생하는 소나무의 잎과 잔가지에 포함된 중금속성분들(Zn, Pb, Cd)을 분석하였는데 소나무에 포함된 중금속성분의 농도는 소나무가 자생하는 지역의 산업적 특성과 깊게 관련되는 결과를 얻었다. 즉 차량통행이 빈번한 곳이나 비철금속단지, 화력발전소 부근에 자생하는 소나무의 경우 울산의 외곽 농촌지역에 자생하는 소나무보다 5~10배 정도 높은 중금속 농도를 보인다.

한편 천연수나 해수 중에 존재하는 금속성분의 분석에 관한 방법은 원자흡수 분광법(atomic absorption spectrometry), 원자방출 분광법(atomic emission spectrometry), 폴라로그래피법 등의 방법들이 주로 사용되고 있으나 미량금속성분의 경우에는 분석에 앞선 농축(preconcentration)이 필요하다.[4] 농축방법에는 증발법(evaporation), 용매추출법(liquid-liquid extraction), 전기분해법(electrodeposition), 이온교환법(ion-exchange)등이 있으나 이들 방법들은 많은 시간을 소비하고 시료의 부피에 제한을 받거나 농축방법이 까다로운 조건을 요구하는 등의 단점을 지니고 있다. 물 시료중의 미량 금속성분들을 농축할 수 있는 편리한 방법이 있는데, 금속수산화물의 침전이 형성될 때 미

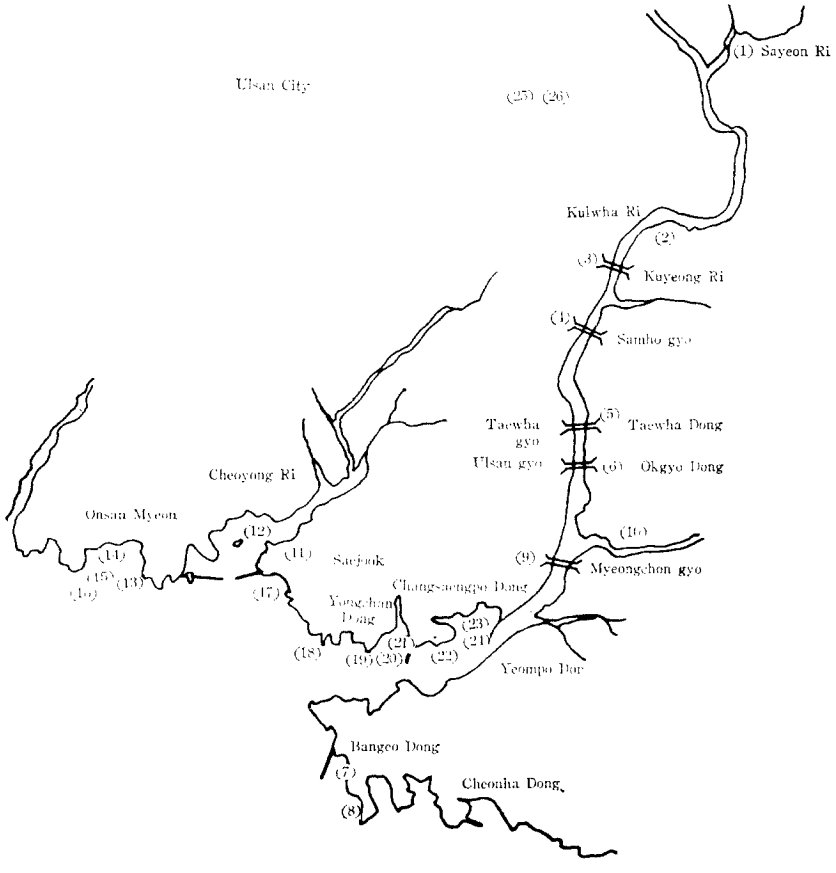

Fig. 1. Regional map of Ulsan. The number in the circle indicates the sampling station.

량금속성분이 공침되는 수산화물 공침법이다. 공침법은 흔적량의 원소들을 분리하는 방법으로 많이 쓰이고 있다. M. Hiraide[5] 등은 인듐수산화물 공침법으로 카드뮴, 크롬, 납등의 중금속 성분들을 최대 240배까지 농축할 수 있음을 보고하고 있다. 철(Ⅲ)도 해수 중의 미량 금속성분을 공침시키는데 사용되지만 철(Ⅲ) 수산화물 침전이 끈끈한 성질을 보이기 때문에 침전의 분리가 용이하지 않으며 또 철 성분의 분석이 전혀 불가능해지므로 썩 좋은 방법이라고 할 수 없다. 본 연구진용은 미량 금속성분을 공침시킬 수 있는 다른 방법을 개발하여 분석에 앞선 농축에 사용하였는데 그것은 세륨(Ⅳ)의 수산화물 공침법이다. 세륨(Ⅳ)을 사용한 수산화물 공침법은 본 연구에서 분석된 7가지의 중금속 성분들(Cu, Cr, Mn, Fe, Cd, Pb, Zn)의 농축에 효과적이었다. 즉 1~수십 ppb 정도로 포함된 중금속 성분들은 세륨(Ⅳ) 수산화물이 침전될 때(pH9.0~9.5) 90~110 % 사이의 수율로 동시에 공침되는 것이었다.

본 연구는 앞선 연구들에 이어 울산지역의 환경오염상태를 알아볼 수 있는 지속적인 자료를 얻기 위하여 실시되었다.

Ⅱ. 실 험

1. 시료의 채취

Fig. 1 에 표시된 장소에서 시료를 채취하였으며 장소에 따라 2차및 3차에 걸친 채취가 이루어지기도 하였다.

1차 : 1984. 7. 19.

2차 : 1984. 8. 14.

3차 : 1984. 11. 16.

해수의 경우에는 해면으로부터 2m 깊이에 있는 시료를 채취하였으며 강물의 경우에는 표면수를 취하였고 각각 한곳의 지하수(㉕)와 상수도물(㉖)을 포함하여 모두 26개 지점의 시료를 채취하였다.

2. 실험방법

금속성분들은 원자흡수분광법을 이용하여 분석하였으며 기타 항목들을 부피법과 무게법, 비색법 등의 방법으로 분석하였다.

a. 사용된 기기 및 시약

시약 : 사용된 시약들은 특급시약을 별도로 정제하지 아니한 것이었다.

기기 : 원자흡수분광기(Atom Spek, Hilger & Watts H 1170, England), 가시광선 분광기(Spectronic 20, B & L, USA), pH meter(TOA Model HM 20E, Japan) Nephelometer (EIL, 1520, England) 등.

b. 분석방법

온도와 pH는 시료채취 현장에서 측정하였다. 생물학적산소요구량(BOD), 탁도, 페놀프탈레인 산도(P. P. acidity), 인산염(PO_4^{-3}), 황산염(SO_4^{-2}), 총경도(total hardness), 총잔분(total residue), 메틸오렌지 알칼리도(methyl orange alkalility) 유기질소(organic nitrogen)등의 성분들은 앞선 연구[1),2)]에서 실시된 것과 같은 방법으로 분석되었다.

화학적 산소요구량(COD)은 중크롬산칼륨표준용액 적정법을 사용하였다.

칼슘, 나트륨 성분은 시료용액을 그대로 또는 적절히 희석시킨후 원자흡수분광법으로 측정하였다. Cu, Cr, Mn, Fe, Pb, Cd, Zn 등의 미량금속성분은 세륨(Ⅳ) 수산화물 공침법으로 농축시킨후 원자흡수분광기로 분석하였다. 세륨(Ⅳ) 수산화물 공침법을 요약하면 다음과 같다. 400ml의 강물 또는 해수의 시료에 30mg의 세륨(Ⅳ)을 가한다. 자석젓개로 잘 저어 주면서 1N 및 0.1N NaOH 수용액을 사용하여 pH가 9~9.5 사이에 들도록 조절한다. pH가 6근처에서부터 세륨(Ⅳ) 수산화물 침전이 형성되기 시작하는데 이때 미량 금속성분들의 공침이 일어난다. 용액은 30분간 방치시켜 침전이 용기의 바닥에 가라앉도록 하고 윗쪽의 맑은 용액은 조용히 따라 버린다. 침전이 포함된 용기 아랫 쪽은 용액을 원심분리용 튜브에 옮긴다. 원심분리기를 이용하여 약 5분간 원심분리 한다. 원심분리가 일어난 후 원심분리용 튜브의 윗쪽 용액을 스포이드를 이용하여 빨아내고 분리된 침전에 황산을 5~10 방울 떨어뜨려 잘 흔들어 주며 녹인다. 용량플라스크를 이용하여 시료의 부피가 10ml가 되도록 희석한다. 농축된 시료용액을 원자흡수분광기로 분석한다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

각 성분들에 대한 분석결과는 Table 1에 정리 되었다. 앞선 연구에서[2)] 태화강 하류의 오염이 지적된 바 있는데 이번조사에서, 태화강 하류의 오염도가 태화강 상류의 오염도 보다 현저히 높은 수준

Table 1. Analytical Result of River and Sea Water around Ulsan.

Sampling position	Item / Unit / Sampling time	Temp °C	pH	turbidity ppm	DO ppm	BOD ppm	Cl^- ppm	PO_4^{-3} ppm	PP acidity $CaCO_3$ ppm	MO alkalinity $CaCO_3$ ppm	Ca-hardness $CaCO_3$ ppm	COD ppm	total hardness $CaCO_3$ ppm	total nitrogen N ppm	SO_4^{-2} %	K^+ ppm	Na^+ %	Cu ppb	Cr ppb	Mn ppb	Fe ppb	Cd ppb	Pb ppb	Zn ppb	total residue %
1	84. 7.19	25.0	6.7	1.8	6.5	0.66	12.75	0.28	2.01	27.3	26.1	40.4	42.4	0.59	—	—	—	3.67	ND[a]	5.3	49.5	ND	18.8	16.3	—
2	84. 7.19	25.5	6.8	4.1	6.9	0.56	12.82	1.04	1.44	32.2	27.1	45.7	40.4	1.07	—	—	—	tr[b]	ND	5.0	33.8	ND	17.0	7.5	—
3	84. 7.19	27.0	8.2	19.5	11.2	1.37	12.25	2.0	0.96	26.3	23.2	97.9	37.4	1.23	—	—	—	tr	ND	12.3	173	0.8	15.8	10.8	—
4	84. 7.19	27.5	7.8	6.7	9.2	0.71	11.75	1.54	0.58	26.3	22.7	40.4	37.4	1.41	7[a]	2.1	23[c]	ND	ND	4.3	23.8	ND	15.8	4.8	—
	84. 8.14	29.5	8.3	2.9	7.9	5.9	21.81	3.00	3.40	38.4	30.4	—	46.3	0.42	19[a]	2.4	26[c]	ND	ND	2.7	8.9	ND	tr	37.2	—
	84.11.16	14.0	8.2	4.6	11.6	1.52	15.11	0.75	7.91	36.4	28.1	—	50.21	0.67	62[a]	—	—	<1	<2	<1	23.8	<1	<3	43.8	0.31
5	84. 7.19	26.8	7.5	9.4	6.8	4.97	19.47	1.12	6.14	35.3	26.6	36.2	43.4	1.18	26[d]	2.9	42[c]	ND	ND	5.3	26.3	ND	17·8	11.5	—
	84. 8.14	29.2	9.2	2.1	—	6.1	700.2	2.46	0.0	57.6	79.8	—	283	1.00	40[d]	18	510[c]	ND	ND	15.2	36.8	ND	9.0	95.7	—
6	84. 7.19	26.0	6.7	6.7	—	1.82	664.5	1.84	7.92	44.6	71.4	76.6	257.6	1.73	—	—	—	ND	ND	17.3	56.0	ND	15.8	12.8	—
	84.11.16	14.4	8.1	39.0	8.31	8.31	1,477	30.0	28.5	77.3	98.5	—	477	8.18	268[d]	—	—	<1	<2	260	427	<1	<3	26.3	0.51
7	84. 7.19	20.0	8.0	1.4	9.4	2.58	18,231	0.67	0	112.5	926	278	6,201	1.09	—	—	—	3.3	2.5	5.0	35.5	ND	21.5	13.8	—
8	84. 7.19	21.5	8.5	2.4	7.7	1.27	18,094	0.67	0	115.1	965	289	5,979	0.63	—	—	—	3.3	ND	7.5	191.8	ND	13.8	13.3	—
9	84. 7.19	26.0	7.1	10.4	6.7	3.44	5,483	0.31	9.36	53.2	344.8	36.2	1,818	1.07	700[d]	100	0.55	tr	ND	17.8	39.0	ND	7.5	9.8	—
	84. 8.14	30.9	8.7	4.7	—	—	11,267	0.70	10.6	127.1	630	—	3,713	3.53	1,500[d]	240	1.05	ND	ND	7.8	64.9	ND	7.5	160.4	—
	84.11.16	13.6	8.3	36.6	9.43	6.39	4,532	0.0	27.6	91.1	207	—	1,634	5.82	600[d]	—	—	<1	<2	134	290	<1	<3	21.3	0.81
10	84. 7.19	20.5	8.5	10.9	9.6	1.17	20.14	0.40	0	34.2	69.0	27.7	1,003	0.57	35[d]	3.4[c]	63[c]	tr	ND	4.5	53.5	ND	12.5	13.0	—
	84. 8.14	29.8	8.5	0.6	8.5	7.7	22.82	1.94	2.4	48.0	33.0	—	56.2	0.68	96[d]	3.2	55[c]	ND	ND	3.6	8.9	ND	tr	52.9	—
11	84. 7.19	20.6	8.4	4.7	9.5	3.48	18,026	0.81	0	110.9	1,015	345	6,222	0·96	—	—	—	3.3	ND	5.8	41.5	ND	9.0	13.0	—
	84.11.16	15.6	8.4	5.5	7.75	1.87	18,128	0.35	40.9	109.3	1,004	—	6,044	1.06	1,714[d]	—	—	<1	<2	8.8	62.5	<1	<3	21.3	2.82
12	84. 7.19	19.6	—	2.1	9.1	2.96	17,957	0.02	0	109.3	985	189	6,464	0.98	0.25	430	1.35	tr	ND	5.0	17.5	ND	9.0	11.0	—
	84. 8.14	28.7	8.2	2.41	6.3	0.86	15,669	0.77	9.6	131.0	827	—	5,240	2.58	0.23	340	1.30	tr	tr	12.5	30.0	ND	10.0	273.2	—
	84.11.16	14.2	8.4	4.3	9.43	5.27	20,814	0.15	23.4	111.4	797	—	5,828	2.74	0.16	—	—	<1	<2	2.5	18.8	<1	<3	11.3	3.68
13	84. 7.19	19.7	8.4	2.5	9.6	2.08	17,957	0.51	0	108.3	946	215	6,201	0.96	—	—	—	tr	ND	4.8	14.8	ND	12.5	7.8	—

Sampling position	Item / Unit / Sampling time	Temp °C	pH	turbidity	DO ppm	BOD ppm	Cl^- ppm	PO_4^{-3} ppm	PP acidity $CaCO_3$ ppm	M.O. alkalinity $CaCO_3$ ppm	Ca-hardness $CaCO_3$ ppm	COD ppm	total hardness $CaCO_3$ ppm	total nitrogen N ppm	SO_4^{-2} %	K^+ ppm	Na^+ %	Cu ppb	Cr ppb	Mn ppb	Fe ppb	Cd ppb	Pb ppb	Zn ppb	total residue %
14	84. 7.19	20.8	8.4	2.4	9.2	3.19	17,786	0.67	0	117.1	965	587	6,201	0.49	0.26	430	1.23	tr	ND	4.0	17.5	ND	8.8	9.3	—
	84. 8.14	26.3	8.2	0.91	5.5	0.61	18,591	1.32	3.8	146.3	946	—	6,097	1.37	0.25	420	2.15	tr	ND	6.2	13.4	ND	8.5	49.8	—
	84.11.16	15.9	8.3	10.9	7.80	1.21	18,464	0	26.3	114.1	965	—	6,655	1.46	0.19	—	—	<1	<2	10.0	141	2.3	<3	21.3	3.12
15	84. 7.19	19.4	8.4	1.4	10.3	3.04	17,957	1.21	0	111.2	965	129	6,221	0.53	—	—	—	3.3	ND	4.0	21.3	tr	5.5	39.3	—
16	84. 7.19	19.8	8.4	2.7	8.5	3.45	17,923	1.10	0	105	985	119	6,383	0.52	—	—	—	tr	ND	5.8	26.8	ND	11.3	8.3	—
17	84. 7.19	21.8	8.3	3.7	10.2	3.04	17,375	0.76	0	107.8	946	209	6,063	0.46	—	—	—	3.3	ND	10.8	35.8	ND	5.5	8.0	—
18	84. 7.19	21.4	8.3	1.9	8.5	1.82	18,094	0.48	0	113.2	926	170	6,201	1.37	—	—	—	2.5	ND	6.8	17.8	ND	6.8	32.8	—
	84.11.16	15.8	8.4	3.8	7.96	1.37	17,961	0.05	29.6	115.4	1,132	—	5,868	0.45	—	—	—	<1	<2	4.0	43.8	<1	<3	22.6	3.66
19	84. 7.19	20.8	8.5	5.9	10.6	5.07	17,135	0.80	0	103.9	975	145	5,999	1.10	—	—	—	3.3	ND	12.3	39.0	tr	10.0	9.3	—
20	84. 7.19	20.1	8.4	7.4	11.4	6.59	17,142	1.02	0	101.0	926	155	5,979	2.36	0.25	400	1.23	8.3	ND	8.8	39.3	tr	11.0	16.8	—
	84. 8.14	26.4	8.3	0.7	7.8	4.71	18,521	0.82	7.7	140.6	850	—	6,048	1.42	0.27	380	2.0	3.3	ND	8.5	9.8	ND	11.0	68.2	—
	84.11.16	15.7	8.5	5.0	9.32	6.38	17,793	0.35	19.3	111.8	1,014	—	5,887	2.07	0.18	—	—	<1	<2	14.0	30.0	2.7	<3	25.1	3.93
21	84. 7.19	20.9	8.5	6.2	11.8	8.41	16,963	0.88	0	106.8	926	277	5,959	1.21	—	—	—	2.5	ND	8.0	25.0	ND	11.0	20.8	—
22	84. 7.19	18.8	8.4	7.1	9.5	2.94	17,820	0.58	0	112.2	985	202	6,166	0.77	0.26	420	1.28	5.0	ND	13.0	40.3	1.0	10.5	27.5	—
	84. 8.14	28.5	8.4	7.9	9.2	—	18,239	0.84	0	138.9	916	—	5,851	1.79	0.25	440	2.10	2.3	5.0	7.3	47.7	ND	7.5	87.5	—
23	84. 7.19	21.0	8.4	9.9	11.6	8.08	16,141	1.02	0	103.4	887	185	5,737	3.11	—	—	—	10.0	ND	26.8	28.5	1	11.0	22.8	—
	84.11.16	16.2	8.4	3.9	8.11	2.84	18,296	0.05	26.8	110.9	1,349	—	6,262	2.46	0.16	—	—	<1	<2	18.8	12.5	<1	<3	18.8	3.95
24	84. 7.19	19.6	8.3	8.4	9.9	5.40	16,998	2.20	0	101.5	946	130	5,890	1.00	0.24	410	1.28	6.5	7.5	10.0	29.0	1	11.0	18.5	—
	84. 8.14	26.7	8.3	1.9	9.1	—	17,957	0.59	16.3	150.2	946	—	5,969	6.27	0.25	410	1.35	12.0	tr	28.4	11.6	ND	9.5	66.9	—
25	84. 7.19	21.0		7.1	4.2	0.10	13.26	2.88	2.02	15.6	17.7	33.0	31.3	0.54	—	—	—	tr	ND	5.3	66.3	ND	5.3	24.3	—
26	84. 7.19	18.0		5.9	3.1	0.51	15.44	2.00	7.10	245.9	109.8	19.1	218.2	0.81	—	—	—	398	ND	21.3	26.3	ND	15.0	268.0	—

a. ND;, Not Detected, b. tr; trace, c. in ppm, d. in ppm

으도 나타났다. 즉, 태화강 상류에 해당하는 곳(①, ②, ③)에서는 BOD 값이 0.5~1.4ppm 정도인데 생활하수가 다량 유입되는 곳(⑤, ⑥, ⑨, ⑩)에서는 BOD 값이 최하 1.2ppm에서 최대 8.3ppm까지의 값을 갖는다. 또 장생포만과 울산항 부근의 수역에서 BOD 값은 빠른 속도로 증가하는 경향을 볼수있다. 즉 1980년 8월에서 1982년 2월까지 조사된 자료[1],[2]에서는 장생포만과 부두근처의 BOD 값이 최대 3.45ppm의 값을 가지며 울산항 근처의 BOD 값은 1.6~4.9ppm의 값을 갖는다. 그러나 1984년 실시된 이번 조사에서는 4.7~6.6ppm이며 장생포 부두근처에서 8.4ppm의 BOD 값을 나타내며 울산항의 부근 수역에서는 2.8~8.1ppm의 BOD 값을 갖는다. 울산항 및 장생포의 수역이 갖는 BOD 값은 불과 2~3년 사이에 배가량 증가한 것이다.

중금속 성분중 카드뮴과 크롬은 대부분의 시료에서 검출되지 않았다. 본 연구에서 사용한 금속성분 분석방법의 측정한계는 크롬에 대하여 약 2ppb, 카드뮴에 대하여 약 1ppb 정도였다. 대양에서 갖는 크롬 및 카드뮴의 농도[6]가 각각 0.05ppb 및 0.1ppb인데 시료 중의 크롬 및 카드뮴 성분의 농도가 대양에서 갖는 값의 20배 정도 커야 본 연구의 측정 방법에 의하여 검출될수 있는 것이다. 따라서 크롬 및 카드뮴의 분석 결과를 가지고는 수질의 오염정도를 평가하는 것은 불가능하다고 생각한다.

구리는 대체적으로 강물보다는 해수에서 더 큰 농도로 검출되었다. 해수의 경우 구리는 흔적량(trace amount)에서 최대 12ppb 까지의 농도로 분석되었지만 몇몇 경우를 제외하고는 대부분의 시료에서 흔적량에서 5ppb 정도의 값으로 분석되었다. 대양에서 갖는 구리의 평균농도는 3ppb 정도이다.

납성분의 경우 강물과 해수에서 3~20ppb의 농도로 분석되었으며, 해수에서(3~12ppb)보다는 강물에서(8~20ppb) 더 높은 농도로 나타났다. 대양에서의 납성분 농도가 평균 0.03ppb[6]로 보고된 점을 생각할 때에 강물과 연안해수의 납성분 농도는 매우 높은 값이다. 이와 같은 현상은 고도의 산업화로 인한 과도한 연료의 사용이 중요한 원인이라고 생각되며, 기타 각종의 납을 함유하는 제품의 무분별한 폐기가 납성분의 오염을 가중시키고 있는 것으로 사료된다.

Ⅳ. 결 론

① 울산항 및 장생포만 지역의 BOD 값이 빠른 속도로 증가하고 있다. 또 태화강 하류의 BOD 값이 상당히 큰 값을 나타내고 있다. 생활하수 및 선박의 폐수방류에 대한 대응책이 마련되어야 할 것이다.

② 중금속 성분 중 특히 납의 오염은 상당히 심각하게 받아들여야 할 것이다. 내연기관의 연료에 첨가되는 납화합물(예를 들면 테트라에틸납, TEL)의 영향이 크다고 보여지며 납성분이 포함된 물질의 적절한 폐기수단이 요망된다.

③ 환경오염에 관한 연구는 지속적으로 이루어져야 하겠다. 그 결과 얻어진 자료들을 분석하므로서 환경오염에 관한 평가가 가능할 것이다.

감사의 뜻

본 연구는 현대연구비에 의하여 수행되었음을 밝히며, 환경오염 연구에 매우 유익하게 사용되었으므로 이에 깊은 감사를 드리는 바이다.

References

1) K.S. Yoo, S.Y. Park and H. Hur, UIT Report, 13, pp. 121~123(1982)
2) K.S. Yoo, S.Y. Park, S.B. Yang, S.H. Kim, UIT Report 13, pp. 425~432(1982)
3) K.S. Yoo and S.H. Rhyu, UIT Report, 16, pp. 71~74(1985)
4) D.E. Leyden and W. Wegscheider, Anal. Chem. 53, 1059A(1981)
5) M. Hiraide, T. Ito, M. Baba, H. Kawaguchi and A. Mizuike, Anal. Chem. 52, 804 (1980)
6) R.A. Horn, "Marine Chemistry," pp. 153~155, John Wiley and Sons, Inc. (1969)