

蔚山灣海水中的 水銀, 카드뮴, 구리, 납, 亞鉛의 濃度分布

元鍾勳* · 朴清吉* · 梁漢燮*

DISTRIBUTION OF MERCURY, CADMIUM, COPPER, LEAD AND ZINC IN SEA WATER OF ULSAN BAY

Jong Hun WON · Chung Kil PARK and Han Serb YANG

The concentrations of mercury, cadmium, copper, lead and zinc in sea water of Ulsan Bay were determined at spring and neap tide in August 1976.

The range and mean of the heavy metal concentrations are as follows: at spring tide mercury 0.00-0.20ppb, 0.06ppb; cadmium 0.00-1.80ppb, 0.22ppb; copper 0.83-10.60ppb, 1.67ppb; lead 0.00-4.53ppb, 1.35ppb; zinc 0.0-21.8ppb, 4.4ppb, and at neap tide mercury 0.00-0.10ppb, 0.03ppb; cadmium 0.00-0.54ppb, 0.19ppb; copper 0.51-2.60ppb, 0.92ppb; lead 0.00-2.21ppb, 1.00ppb; zinc 0.0-13.6ppb, 3.3ppb respectively.

The concentrations and variations of the heavy metals were higher at spring tide than that at neap tide.

The heavy metal levels of Ulsan Bay except Ulsan Harbour area was not higher than those of other coastal area.

Low chlorosity, low pH and high heavy metal levels except zinc were determined in Ulsan Harbour at spring tide.

緒 論

各種 工場廢水中에 含有된 水銀, 카드뮴, 구리, 납 亞鉛 等 有害重金屬들이 沿岸海域에 流入되면 그 量이 微量일지라도 水生生物에 蓄積되어 結局은 食物連鎖로 사람의 健康에도 심각한 위험을 주게 된다. 특히 各種 化學工場이 密集되어 있는 沿岸海域에서는 이들 有害金屬의 汚濁이 예상되고 있으며, 現在는 심하게 汚濁이 되어 있지 않다 하더라도 장차 일어날지도 모를 汚濁의 程度를 판단하는 基礎資料로서도 沿岸海域의 이들 有害金屬의 濃度分布 調查가 時急히 要請되고 있다.

우리나라 沿岸海水中的 重金屬 分布調查는 郭等¹⁾의 馬山과 鎮海 부근 海域에 對한 것과 元等²⁾의 水營灣에 對한 것이 있을 정도로 극히 적은 調查밖에 되어 있지 않고 있다. 그래서 우리나라에서 가장 큰 工業團地를

背景으로 하는 蔚山灣 및 인근 海域의 海水中 이들 有害重金屬 濃度分布를 調查하였다.

材料 및 方法

1. 試料

1976年 8月 11日 大潮日과 20日 小潮日에 그림 1에 表示된 70個 地点에서 表層水를 採水하여 重金屬 分析用은 폴리에틸렌병에 넣어 試水 1ℓ에 對해 窒酸 10ml정도 넣어 pH1.5 부근으로 하여 7日 以內에 分析을 完了하였다. 한편 鹽化이온濃度, 電導度, pH 測定用 試水는 유리병에 採水하여 實驗室에서 測定했다.

2. 實驗方法

裝置: 原子吸光光度計와 水銀測定裝置는 前報³⁾와 같

*釜山水產大學, National Fisheries University of Busan.

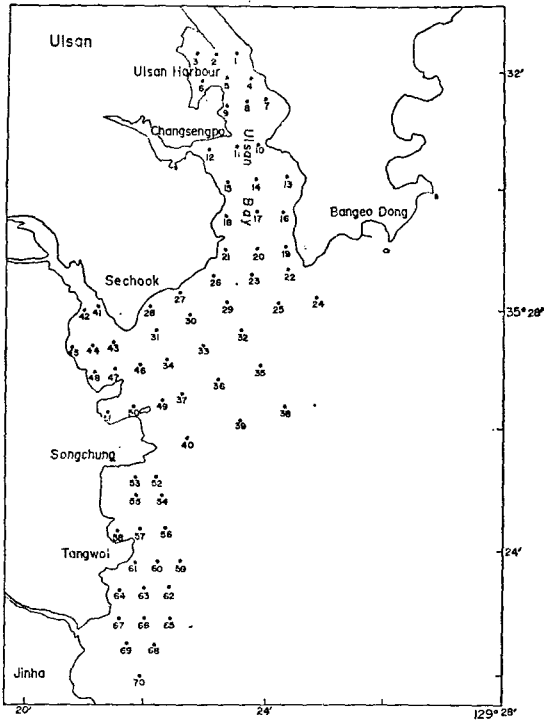


Fig. 1. Sampling stations in Ulsan Bay.

으며 pH는 東洋科學 Model SIJ pH 메터를 사용했고
電導도는 TOA Electric Co. Model CM-IDB 電導
度計를 사용했다.

試藥 : 前報³⁾와 같다.

操作 및 測定條件 : 前報³⁾와 같다.

結果 및 考察

各 地点別 水銀, 카드뮴, 구리, 납, 亞鉛의 濃度 및
기타 水質調查 結果는 表1과 같다. 地点 2, 3, 5, 6을 蔚
山港內로 보고 이 4個 地点을 제외한 地点 1에서 地
点21까지를 蔚山灣內, 地点 22에서 地点 70까지를 灣
外라고 볼때 3個 海域의 各 測定值의 範圍 및 平均
值는 表1과 같다.

(1) 全海域

全調查海域의 重金屬 濃度範圍 및 平均值는 大潮時
에 水銀 0.00—0.20ppb에 0.06ppb, 카드뮴 0.00—1.
80ppb에 0.22ppb, 구리 0.83—10.60ppb에 1.67ppb,
납 0.00—4.53ppb에 1.35ppb, 亞鉛 0.0—21.8ppb에
4.4ppb였으며, 小潮時에는 水銀 0.00—0.10ppb에 0.0

3ppb, 카드뮴 0.00—0.54ppb에 0.19ppb, 구리 0.51—
2.60ppb에 0.92ppb, 납 0.00—2.21ppb에 1.00ppb,
亞鉛 0.0—13.6ppb에 3.3ppb로 大潮時가 小潮時보다
各 金屬의 濃度範圍 및 平均值가 컸다.

(2) 港內海域

港內의 各 金屬의 濃度分布를 보면 水銀은 大潮時
에 0.09—0.20ppb 範圍에 平均값이 0.13ppb이고 小潮
時에는 0.01—0.10ppb에 0.05ppb로 調查海域中 가장
높은 濃度를 보였다. 이것은 一般外洋水의 0.03ppb⁴⁾에
비하면 상당히 높은 濃度이지만 行岩灣의 0.1—0.4ppb
에 平均 0.12ppb¹⁾와는 거의 비슷하고 水營灣의 0.00
—0.39ppb에 0.16ppb²⁾에 비하면 높은 편은 아니다.
카드뮴은 大潮時에 0.14—1.80ppb 範圍에 平均값이
0.64ppb였고 小潮時에는 0.14—0.18ppb에 0.16ppb로
大潮時에는 調查海域中 가장 높은 濃度를 보였다. 이
것은 一般外洋水의 0.11ppb⁴⁾에 비하면 매우 높은 편
이고 鎭海灣의 0.1—1.7ppb에 0.14ppb¹⁾, 水營灣의
0.00—0.46ppb에 0.18ppb²⁾보다 大潮時는 높은 편이
나 小潮時는 비슷하거나 낮은 편이었다.

구리는 大潮時 1.44—10.60 ppb 範圍에 平均값이
4.74ppb였으며, 小潮時에는 1.11—2.04ppb에 1.45ppb
로 大潮時에는 調查海域中 가장 높은 濃度를 보였다.
이것은 水營灣의 0.00—0.86ppb에 0.25ppb²⁾에 비하
면 매우 높은 편이지만 馬山灣의 1—31ppb에 15ppb¹⁾
에 비하면 낮은 濃度였다.

납은 大潮時 1.10—4.53ppb에 2.66ppb이고 小潮時
에는 0.83—2.21ppb에 1.45ppb로 一般外洋水 0.03pp
b⁴⁾, 水營灣의 0.00—0.94ppb에 0.26ppb²⁾에
비하면 매우 높은 濃度이지만 馬山灣의 0.6—6.6ppb
에 2.44ppb¹⁾와는 거의 비슷한 濃度였다.

亞鉛은 大潮時에 2.1—7.9ppb에 4.1ppb, 小潮時에
는 0.8—4.3ppb에 3.8ppb로 灣內 및 灣外와 平均值
는 거의 비슷한 값이었다. 이 濃度는 一般外洋水의
5ppb⁵⁾에 비하면 거의 같고 馬山灣의 5—72.0ppb 및
28.55ppb¹⁾에 비하면 아주 낮은 分布였다.

鹽化이온 濃度分布는 大潮時에 6.08—17.13g/l에
平均값이 12.00g/l이고 小潮時는 11.50—16.57g/l에
14.01g/l로 大潮時가 小潮時보다 濃度도 낮았고 地点
에 따라 심한 差異를 보였으며 특히 地点 6 부근은 最
低 6.08g/l의 심한 低鹽分 現象을 보여 港內에서는
陸水의 影響을 많이 받는 것으로 보인다.

pH의 分布는 大潮時 5.52—6.98 範圍에 平均값이
6.32이고 小潮時에는 7.07—8.20에 7.73으로 一般表

Table 1. Range and mean values of heavy metal concentration in waters of Ulsan Bay

Area	Tide	Partiti- on	Water temp. (°C)	pH	Chlorosity (g/l)	Conductivity $\mu\text{U/cm} \times 10^5$	Hg (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppb)	Pb (ppb)	Zn (ppb)
Ulsan Harbour	Spring	Range	21.0 ~26.0	5.52 ~6.98	6.08 ~17.13	0.188 ~0.455	0.09 ~0.20	0.14 ~1.80	1.44 ~10.60	1.10 ~4.53	2.1 ~7.9
		Mean	24.0	6.32	12.00	0.335	0.13	0.64	4.74	2.66	4.1
	Neap	Range	26.0	7.07 ~8.20	11.50 ~16.57	0.330 ~0.450	0.01 ~0.10	0.14 ~0.18	1.11 ~2.04	0.83 ~2.21	0.8 ~4.3
		Mean	26.0	7.73	14.01	0.389	0.05	0.16	1.45	1.45	3.8
Ulsan Bay	Spring	Range	24.0 ~26.5	5.63 ~7.38	7.69 ~14.70	0.230 ~0.400	0.00 ~0.18	0.00 ~0.35	0.94 ~3.62	0.00 ~2.79	1.3 ~14.5
		Mean	25.4	6.83	11.56	0.325	0.08	0.10	1.79	1.14	4.9
	Neap	Range	23.0 ~26.5	8.04 ~8.30	14.47 ~17.64	0.400 ~0.475	0.00 ~0.07	0.00 ~0.54	0.78 ~2.60	0.00 ~1.65	1.7 ~7.9
		Mean	25.2	8.17	17.10	0.460	0.02	0.30	1.10	0.74	3.7
Outside of the Bay	Spring	Range	18.5 ~26.0	6.88 ~7.89	10.61 ~18.95	0.305 ~0.495	0.01 ~0.19	0.08 ~0.50	0.83 ~1.91	0.00 ~4.24	0.0 ~21.8
		Mean	22.0	7.53	16.48	0.441	0.05	0.23	1.31	1.31	4.1
	Neap	Range	18.5 ~24.0	7.82 ~8.19	17.82 ~18.98	0.475 ~0.501	0.00 ~0.09	0.00 ~0.28	0.51 ~1.27	0.28 ~1.65	0.0 ~13.6
		Mean	21.0	7.96	18.69	0.526	0.03	0.15	0.80	1.06	3.2
Whole area	Spring	Range	18.5 ~26.5	5.52 ~7.89	6.08 ~18.95	0.188 ~0.495	0.00 ~0.20	0.00 ~1.80	0.83 ~10.60	0.00 ~4.53	0.0 ~21.8
		Mean	23.1	7.27	14.84	0.403	0.06	0.22	1.57	1.35	4.4
	Neap	Range	18.5 ~26.5	7.07 ~8.20	11.50 ~18.98	0.330 ~0.501	0.00 ~0.10	0.00 ~0.54	0.51 ~2.60	0.00 ~2.21	0.0 ~13.6
		Mean	22.3	8.00	18.02	0.479	0.03	0.19	0.92	1.00	3.3

面 海水의 8.1—8.3³⁾에 比하면 相當히 낮은 값이며, 특히 地点 6 부근은 最低 5.52로서 鹽化이온 濃度分布에서도 보는바와 같이 그 當時 港內부근에서 酸性廢水가 심하게 流入되고 있었음을 알 수 있다. 緩衝性이 있는 海水에 있어 大潮時의 pH값이 이 같이 酸性쪽으로 치우쳐 있다는 것은 注目 할만하다.

(3) 灣內海域

灣內 重金屬 分布는 平均的으로 灣外와 大差없는 分布를 보였다.

水銀은 大潮時 0.00—0.18ppb에 0.08ppb였고 小潮時는 0.00—0.07ppb에 0.02ppb로 外洋海水의 0.03ppb⁴⁾에 比하면 大潮時는 높고 小潮時는 거의 비슷했다.

카드뮴은 大潮時에 0.00—0.35ppb에 平均값이 0.10ppb, 小潮時에는 0.00—0.54ppb에 0.30ppb로 一般外洋水의 0.11ppb⁴⁾보다는 약간 높지만 水營灣의 0.00—0.46ppb, 0.18ppb³⁾와는 비슷하다.

구리는 大潮時에 0.94—3.62ppb에 1.79ppb, 小潮時에 0.78—2.60ppb에 1.10ppb로 水營灣의 0.25ppb²⁾보다 約 5倍以上이나 높지만 馬山灣의 15ppb¹⁾보다는 約 1/10밖에 되지 않는다.

납은 大潮時 0.00—2.79ppb에 1.14ppb, 小潮時 0.00—1.65ppb, 0.74ppb로 水營灣의 0.26ppb²⁾보다 平均 約 4倍 程度 높은 편이지만 馬山灣의 2.44ppb¹⁾보다는 훨씬 낮은 편이다.

亞鉛은 大潮時에 1.3—14.5ppb에 4.9ppb였으며 小潮時에는 1.7—7.9ppb에 3.7ppb로 一般 外洋水中の 5ppb⁵⁾와 거의 비슷한 濃度였다.

鹽化이온 濃度는 大潮時 7.69—14.70g/ℓ에 11.56g/ℓ이고, 小潮時는 14.47—17.64g/ℓ에 17.10g/ℓ로 灣外보다 다소 낮은 分布를 보였다.

pH는 大潮時 5.63—7.38에 6.83이고 小潮時 8.04—8.30에 8.17로 大潮時에는 灣外나 一般海水보다 다소 낮은 값을 보였으나 小潮時는 灣外와 거의 비슷한 分布였다. 이와같이 pH나 鹽化이온 分布를 보면 大潮時에는 港內에 流入되는 酸性廢水가 灣內海域에까지 상당한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

(4) 灣外海域

水銀은 大潮時 0.01—0.19ppb에 0.05ppb, 小潮時 0.00—0.09ppb에 0.03ppb로 一般外洋水의 0.03ppb⁴⁾와 平均値는 거의 비슷하다. 한편 溫山面의 唐月과 松亭부근의 沿岸海岸에서 0.12ppb, 0.11ppb로 인근 海域에 比해 높은 濃度分布를 보였다.

카드뮴은 大潮時 0.08—0.50ppb에 0.23ppb, 小潮時 0.00—0.28ppb에 0.15ppb로 一般外洋水의 0.11ppb⁴⁾보다 약간 높은 濃度였다. 灣外海域中 특히 溫山面의 松亭부근 海域에서 最高 0.50ppb로 水銀과 마찬가지로 인근 海域에 比해 높은 分布를 보였다.

구리는 大潮時 0.83—1.91ppb에 1.31ppb, 小潮時 0.51—1.27ppb에 0.80ppb로 一般外洋水의 0.9ppb⁵⁾와 거의 비슷한 分布였다.

납은 大潮時 0.00—4.24ppb에 1.31ppb, 小潮時 0.28—1.65ppb에 1.06ppb로 水營灣의 0.26ppb²⁾보다 훨씬 높은 濃度였다. 灣外 海域中 唐月과 松亭부근 海域에서 大潮時 最高 4.24ppb로 역시 인근 海域에 比해 높은 分布를 보였다.

亞鉛은 大潮時 0.0—21.8ppb에 4.1ppb, 小潮時 0.0—13.6ppb에 3.2ppb로 一般外洋水 5ppb⁵⁾와 比較하면 平均値가 거의 비슷하거나 다소 낮은 分布였다. 一般的으로 灣外海域이 높은 값이며 특히 唐月부근 海域에서 最高 21.8ppb로 海域中 가장 높은 濃度를 보였다.

以上과 같이 灣外 海域中에서도 溫山面의 唐月과 松亭부근에서 구리를 제외한 水銀, 카드뮴, 납, 亞鉛의 濃度가 인근 他海域에 比해 높은 分布를 보인 것은 뜻밖의 現象이다. 이 海域은 蔚山港과는 調査海域中 가장 멀리 떨어져 있고 鹽化이온 分布를 보아도 高鹽分의 外洋水 影響을 받고 있어 蔚山灣海水의 影響으로 일어나는 現象은 아닌 것 같다.

要 約

1976年 8月 11日 大潮日과 8月 20日 小潮日에 蔚山灣 및 인근 海域의 水銀, 카드뮴, 구리, 납, 亞鉛의 濃度分布를 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 大潮時의 水銀濃度는 0.00—0.20ppb에 平均 0.06ppb, 카드뮴은 0.00—1.80ppb에 平均 0.22ppb, 구리는 0.83—10.60ppb에 平均 1.67ppb, 납은 0.00—4.53ppb에 平均 1.35ppb, 亞鉛은 0.0—21.8ppb에 平均 4.4ppb였으며, 小潮時에는 水銀이 0.00—0.10ppb에 平均 0.03ppb, 카드뮴은 0.00—0.54ppb에 平均 0.19ppb, 구리는 0.51—2.60ppb에 平均 0.92ppb, 납은 0.00—2.21ppb에 平均 1.00ppb, 亞鉛은 0.0—13.6ppb에 平均 3.3ppb였다.

2) 大潮時가 小潮時보다 各 金屬의 濃度範圍 및 平均값이 높았고 海域別 差異도 컸다.

3) 蔚山港內에는 亞鉛을 제외한 水銀, 카드뮴, 구리, 납 等의 濃度가 매우 높은 편이고, 灣內 海域도 外洋

蔚山灣海水中的水銀, 카드뮴, 구리, 납, 亞鉛의 濃度分布

Table 2. Distribution of heavy metal concentrations in Ulsan Bay

Station No.	Sampling date, time	Tide	Water temp. (°C)	pH	Chlorosity (g/l)	Conductivity ($\mu\Omega/cm \times 10^6$)	Hg (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppb)	Pb (ppb)	Zn (ppb)
	Aug. 11, 1976	Spring,									
1	07:35	Ebb	24.5	6.97	14.33	0.395	0.11	0.00	1.68	2.79	2.5
2	07:30	〃	24.0	6.98	14.24	0.390	0.12	0.28	2.41	4.53	2.1
3	07:20	〃	21.0	6.86	17.13	0.455	0.10	0.14	1.44	1.65	2.1
4	07:40	〃	26.2	7.01	8.75	0.255	0.18	0.00	1.44	1.10	2.1
5	07:45	〃	25.2	5.91	10.57	0.306	0.20	0.35	10.60	3.36	4.3
6	07:50	〃	26.0	5.52	6.08	0.188	0.09	1.80	4.52	1.10	7.9
7	08:03	〃	26.5	6.70	8.36	0.250	0.11	0.00	1.50	0.54	2.1
8	08:00	〃	26.0	6.79	11.48	0.335	0.05	0.06	1.68	1.94	2.5
9	07:54	〃	26.0	5.63	9.40	0.275	0.16	0.04	3.62	0.83	14.5
10	08:07	〃	26.0	7.03	11.92	0.340	0.00	0.11	1.44	0.54	6.1
11	08:13	〃	25.0	6.37	10.67	0.310	0.03	0.35	2.67	2.21	4.3
12	08:17	〃	25.0	7.23	14.12	0.390	0.04	0.18	1.91	2.21	7.9
13	08:30	〃	26.0	7.01	10.19	0.295	0.03	0.11	0.94	0.00	5.2
14	08:25	〃	26.2	6.39	7.69	0.230	0.05	0.04	2.04	0.00	6.1
15	08:20	〃	25.0	—	13.81	—	0.11	0.18	1.68	0.00	5.2
16	08:34	〃	25.5	7.38	10.87	0.311	0.06	0.14	1.11	0.00	6.1
17	08:37	〃	25.0	6.91	12.94	0.360	0.08	0.11	2.28	0.54	7.0
18	08:40	〃	24.0	7.00	14.70	0.400	0.06	0.07	1.91	1.10	2.6
19	08:56	〃	25.0	7.10	12.17	0.345	0.15	0.11	1.22	1.10	3.0
20	08:53	〃	25.0	7.22	12.71	0.355	0.04	0.11	1.56	2.79	5.6
21	08:48	〃	25.3	6.61	12.42	0.350	0.06	0.07	1.80	1.65	1.3
22	08:59	〃	24.0	7.35	13.07	0.365	0.11	0.11	1.56	1.10	3.4
23	09:10	〃	24.5	6.98	13.33	0.370	0.06	0.08	1.33	1.10	2.1
24	09:03	Spring, Flood	24.0	7.59	14.24	0.391	0.08	0.11	2.16	2.21	2.1
25	09:06	〃	25.0	7.27	10.61	0.305	0.02	0.14	1.68	2.21	2.1
26	09:13	〃	25.0	7.10	14.75	0.407	0.01	0.11	1.44	0.00	5.2
27	09:21	〃	24.5	6.88	14.20	0.390	0.19	0.18	1.68	1.65	3.8
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	09:43	〃	25.0	6.95	13.30	0.367	0.04	0.21	1.91	0.54	4.3
30	09:40	〃	23.0	7.76	17.58	0.467	0.03	0.21	1.44	0.54	3.8
31	09:35	〃	23.0	7.71	17.44	0.465	0.03	0.14	1.00	0.83	4.3
32	09:46	〃	26.0	7.21	12.37	0.350	0.02	0.28	1.80	0.83	5.2
33	09:55	〃	24.5	7.20	13.45	0.375	0.02	0.14	1.56	2.50	3.5
34	10:00	〃	24.0	7.48	14.43	0.395	0.02	0.14	1.80	3.10	3.8
35	10:10	〃	25.0	7.71	13.02	0.364	0.05	0.28	1.44	0.54	4.3
36	10:05	〃	24.0	7.27	14.40	0.395	0.01	0.35	1.39	0.83	1.7
37	10:03	〃	24.0	7.69	13.70	0.401	0.04	0.35	1.44	0.54	0.4
38	10:14	〃	24.0	7.38	13.79	0.380	0.03	0.35	1.44	1.10	0.4
39	10:17	〃	24.5	7.49	14.42	0.395	0.01	0.21	1.44	1.65	0.0
40	10:20	〃	24.5	7.35	14.77	0.404	0.02	0.28	1.16	1.94	0.0

元鍾勳・朴清吉・梁漢燮

41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	11:00	ㄱ	25.2	7.61	16.78	0.450	0.05	0.21	1.22	0.54	0.0
44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
46	11:08	ㄱ	22.0	7.71	17.98	0.475	0.02	0.28	1.22	1.38	0.4
47	11:05	ㄱ	24.0	7.58	17.45	0.463	0.02	0.28	1.00	1.94	0.8
48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	11:18	ㄱ	21.0	7.38	18.53	0.490	0.01	0.35	1.00	1.65	0.8
50	11:15	ㄱ	21.8	7.39	18.42	0.480	0.01	0.50	1.00	2.79	1.7
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	11:28	ㄱ	19.0	7.64	18.63	0.490	0.05	0.35	1.44	1.10	2.1
53	11:31	ㄱ	19.2	7.51	18.59	0.490	0.12	0.28	1.56	1.10	1.3
54	11:37	ㄱ	21.5	7.81	18.95	0.475	0.06	0.28	1.05	1.10	1.7
55	11:34	ㄱ	19.2	7.63	18.58	0.490	0.03	0.32	0.94	1.10	2.5
56	11:45	ㄱ	20.5	7.89	18.32	0.483	0.05	0.14	1.33	0.83	2.1
57	11:48	ㄱ	18.5	7.61	18.68	0.490	0.06	0.14	0.95	0.28	4.3
58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59	12:45	ㄱ	20.0	7.71	18.79	0.492	0.05	0.14	0.94	0.28	2.5
60	12:43	ㄱ	20.0	7.73	18.59	0.490	0.09	0.14	1.11	0.28	0.8
61	12:38	ㄱ	19.5	7.78	18.61	0.487	0.06	0.18	1.33	1.38	21.3
62	12:48	ㄱ	19.0	7.66	18.85	0.495	0.03	0.18	1.33	4.24	21.8
63	12:50	ㄱ	20.0	7.74	18.66	0.489	0.11	0.14	0.78	1.10	20.7
64	12:56	ㄱ	21.0	7.61	16.48	0.442	0.03	0.11	1.11	2.21	0.0
65	13:05	ㄱ	19.5	7.69	18.61	0.488	0.02	0.13	2.04	0.83	1.7
66	13:18	ㄱ	19.0	7.71	18.62	0.485	0.01	0.21	1.00	0.83	6.1
67	13:22	ㄱ	19.0	7.73	18.64	0.490	0.01	0.18	1.00	0.83	1.7
68	13:30	ㄱ	19.0	7.63	18.74	0.490	0.04	0.39	1.11	1.94	13.6
69	13:25	ㄱ	19.0	7.71	18.66	0.489	0.01	0.28	0.89	1.94	6.1
70	13:35	ㄱ	20.0	7.75	18.73	0.490	0.10	0.21	0.83	0.83	6.1

蔚山灣海水中的水銀, 카드뮴, 구리, 납, 亞鉛의 濃度分布

Station No.	Sampling date, time	Tide	Water temp. (°C)	pH	Chlorosity (g/l)	Conductivity ($\mu\Omega/cm \times 10^5$)	Hg (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppb)	Pb (ppb)	Zn (ppb)
	Aug. 20, 1976	Neap,									
1	07:47	Flood	26.0	8.04	14.47	0.400	0.01	0.14	1.00	1.38	1.7
2	07:43	〃	26.0	7.07	11.50	0.330	0.01	0.18	1.44	1.94	0.8
3	07:40	〃	26.0	7.56	12.71	0.360	0.10	0.18	2.04	2.21	4.3
4	07:57	〃	26.0	8.25	16.40	0.445	0.01	0.04	0.83	0.83	2.5
5	07:55	〃	26.0	8.20	16.57	0.450	0.02	0.14	1.22	0.83	2.5
6	07:50	〃	26.0	8.09	15.26	0.419	0.07	0.14	1.11	0.83	3.4
7	08:00	〃	26.0	8.30	16.42	0.446	0.01	0.54	1.16	0.54	3.4
8	08:02	〃	26.0	8.22	16.73	0.451	0.03	0.46	1.05	0.54	3.4
9	08:06	〃	26.0	8.15	17.56	0.468	0.06	0.50	1.27	0.54	3.4
10	08:19	〃	26.5	8.22	17.30	0.465	0.02	0.46	1.05	0.00	3.0
11	08:16	〃	25.0	8.06	17.39	0.465	0.01	0.50	1.27	0.54	3.4
12	08:13	〃	23.0	8.08	17.10	0.460	0.04	0.46	1.16	1.10	3.8
13	08:23	〃	25.0	8.12	17.18	0.462	0.00	0.50	1.05	0.83	4.3
14	08:25	〃	26.0	8.27	17.29	0.465	0.01	0.46	2.60	0.54	3.8
15	08:28	〃	26.0	8.11	17.44	0.467	0.01	0.50	0.83	0.54	4.3
16	08:38	〃	25.0	8.22	17.43	0.470	0.01	0.14	0.96	1.65	4.3
17	08:35	〃	25.0	8.21	17.61	0.475	0.07	0.07	0.78	1.10	3.4
18	08:33	〃	24.5	8.12	17.65	0.473	0.01	0.11	1.00	0.28	4.3
19	08:40	〃	23.7	8.19	17.47	0.470	0.04	0.11	0.89	0.83	3.4
20	08:43	〃	24.2	8.18	17.64	0.470	0.01	0.11	0.78	0.00	3.4
21	08:46	〃	24.5	8.21	17.62	0.469	0.03	0.00	1.22	1.38	7.9
22	08:52	〃	24.0	8.08	17.82	0.475	0.02	0.07	1.00	0.83	2.5
23	08:49	〃	24.0	8.19	17.98	0.480	0.00	0.07	0.89	0.28	6.1
24	08:57	〃	23.5	8.17	17.97	0.478	0.00	0.04	0.72	1.65	1.7
25	09:00	〃	23.5	8.16	18.10	0.481	0.01	0.09	0.83	0.83	1.7
26	09:08	〃	24.0	8.15	18.22	0.485	0.03	0.05	0.89	0.28	1.7
27	09:13	〃	22.0	8.03	18.25	0.492	0.00	0.11	0.67	0.28	11.6
28	09:27	〃	21.0	7.98	18.76	0.495	0.00	0.21	0.75	0.54	0.0
29	09:40	〃	22.5	8.02	18.57	0.494	0.01	0.18	0.85	1.65	0.0
30	09:34	〃	21.0	8.00	18.76	0.495	0.00	0.28	0.75	1.65	0.4
31	09:30	〃	22.0	8.06	18.65	0.495	0.00	0.14	0.80	0.83	6.1
32	09:43	〃	23.0	8.10	18.38	0.490	0.03	0.14	0.80	1.65	1.3
33	09:46	〃	22.0	8.04	18.63	0.495	0.08	0.21	0.85	1.65	3.0
34	09:50	〃	22.0	7.98	18.70	0.498	0.03	0.14	0.96	1.65	2.5
35	10:02	〃	23.0	8.07	18.86	0.490	0.01	0.11	0.64	0.54	3.4
36	09:57	〃	21.5	7.88	18.68	0.495	0.02	0.18	0.85	1.10	1.7
37	09:54	〃	20.2	7.94	18.81	0.500	0.03	0.21	0.75	0.54	2.5
38	10:05	〃	22.0	8.04	18.52	0.490	0.01	0.21	0.96	1.38	1.7
39	10:10	〃	21.5	8.00	18.72	0.495	0.07	0.27	1.07	1.65	10.7
40	10:14	Neap, Ebb	21.0	7.98	18.85	0.500	0.08	0.28	0.69	1.10	13.6

41	10:32	↗	22.5	8.01	18.46	0.490	0.02	0.18	0.83	1.10	0.8
42	10:35	↗	22.0	8.01	18.59	0.490	0.02	0.11	1.05	1.10	0.4
43	10:40	↗	22.0	7.90	18.53	0.490	0.06	0.18	0.83	0.83	1.3
44	10:43	↗	22.0	8.01	18.66	0.494	0.05	0.25	0.83	1.10	0.8
45	10:45	↗	21.5	7.91	18.72	0.494	0.04	0.18	0.89	1.10	4.3
46	10:56	↗	20.0	7.92	18.87	0.495	0.05	0.18	0.51	1.38	2.5
47	10:53	↗	20.0	7.90	18.88	0.498	0.05	0.25	0.62	1.65	0.8
48	10:50	↗	19.5	7.88	18.89	0.497	0.01	0.18	0.67	1.65	2.1
49	10:59	↗	20.0	7.91	18.89	0.499	0.00	0.18	0.72	0.83	1.3
50	11:02	↗	20.0	7.89	18.91	0.496	0.04	0.14	1.23	0.83	3.0
51	11:05	↗	20.2	7.82	18.90	0.496	0.01	0.18	0.94	1.10	1.7
52	11:15	↗	20.5	7.91	18.90	0.495	0.01	0.07	0.72	0.83	3.4
53	11:20	↗	20.5	7.89	18.91	0.495	0.02	0.14	0.79	1.10	1.9
54	11:27	↗	19.5	7.86	18.90	0.495	0.05	0.07	0.72	1.10	5.6
55	11:24	↗	20.0	7.85	18.93	0.499	0.03	0.18	0.72	0.83	2.1
56	11:35	↗	19.4	7.92	18.86	0.493	0.03	0.14	0.51	0.83	9.7
57	11:37	↗	19.5	7.87	18.69	0.490	0.02	0.14	0.94	0.83	0.8
58	11:40	↗	19.5	7.91	18.86	0.495	0.05	0.14	1.27	0.54	1.7
59	11:53	↗	19.2	7.82	18.94	0.500	0.02	0.07	0.72	1.38	2.5
60	11:55	↗	19.0	7.85	18.94	0.500	0.03	0.14	0.67	1.10	1.7
61	12:00	↗	19.0	7.83	18.94	0.501	0.06	0.11	0.78	1.10	1.7
62	12:15	↗	18.5	7.92	18.97	0.496	0.09	0.14	0.72	1.10	1.7
63	12:10	↗	18.5	7.83	18.97	0.500	0.02	0.11	0.72	1.10	5.2
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	12:24	↗	19.5	7.91	18.88	0.495	0.04	0.14	0.56	0.83	1.7
66	12:20	↗	19.0	7.93	18.98	0.499	0.07	0.04	0.78	1.10	7.9
67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68	12:30	↗	21.0	7.89	18.79	0.492	0.07	0.14	0.72	1.10	8.8
69	12:28	↗	20.2	7.89	18.85	0.495	0.04	0.08	0.78	1.10	1.7
70	12:35	↗	22.0	7.91	18.72	0.490	0.01	0.14	0.72	1.10	3.4

海水에 比하면 높은 편이었으나 灣外海域은 一般沿岸 海域과 비슷한 濃度를 보였다.

4) 蔚山港內는 大潮時에 鹽分濃度가 낮고 pH가 낮은 水質狀態를 보였다.

5) 灣外 海域中 溫山面의 唐月과 松亭부근 海域에 水銀, 카드뮴, 납, 亞鉛의 濃度가 인근 海域에 比해 높은 分布를 보였다.

文 獻

- 1) 郭熙相·李鍾華 (1975): 冬季鎮海, 馬山海域의 重金屬. 韓水誌, 10, (1) 7—16.
- 2) 元鍾勳·金章亮 (1974): 水營灣 養殖미역, 포

자반 및 環境海水의 水銀, 카드뮴, 납, 구리의 濃度에 對하여. 韓水誌, 7, (3) 169—175.

- 3) 元鍾勳·朴清吉·梁漢燮 (1976): 海水中 카드뮴, 구리, 납, 亞鉛 및 水銀의 原子吸光定量法. 韓水誌, 9, (3) 169—174.

4) Hill, M. N. (1963): The Sea, Vol. 2, p. 4, Interscience publishers, John Wiley & Sons, New York, U. S. A.

5) 堀部純男 (1975): 海洋無機化學, 海洋學講座 6卷, p. 51, 東京大學 出版會, 東京, 日本.

6) Sverdrup, H. U., M. W. Johnson and R. H. Fleming (1942): The Oceans, p. 209, Prentice Hall, Inc, N. J., U. S. A.