

工場廃水に関する研究—Ⅺ*

非鉄金属工場廃水の浅海に及ぼす
影響について (その2)

赤 築 敬 一 郎

Studies on the Foul-water Drained from Factories—Ⅺ.
On the Polluting Influence of the Waste Liquor from
a Non-iron Metal Plant on the Shallow Waters (Part 2)

By

Keiichiro SYAZUKI

The author has investigated in the west coast of Hikoshima, Shimonoseki how the waste liquor contained zinc can affect the water and bottom deposit of the shallow waters. The results obtained were as follows:

1. The contents of zinc in the normal sea water and bottom deposit are below 30 γ/l and below 100 γ/g respectively.
2. Judging from the distributions of zinc in the sea water and bottom deposit shown in Fig. 3~6, zinc content can be used as index for presumption of the area affected by this waste liquor.
3. It was recognized that this shallow waters was returning to normal condition by the purification of the waste liquor.

緒 言

前報¹⁾で銅板酸洗廃水の浅海に及ぼす影響について報告し、この種廃水の流入する浅海の水および底泥中には正常値に比べて多量の銅が検出され、これらの分布状態によって廃水の影響範囲を推定できることを認めたが本報では亜鉛を含む工場廃水に関して同様な調査を行ない、正常な浅海の水および底泥中の亜鉛含量、汚濁浅海の亜鉛分布状態、廃水の浄化による浅海の正常化等を明らかにしたので、その結果を報告する。

本文に入るに先立ち、調査に御協力下さった本校早山萬彦氏および下関市南風泊漁業協同組合に深謝の意を表する。

* 水産大学校研究業績 第408号, 1963年8月19日 受理
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 408
Received Aug. 19, 1963

調査および分析方法

調査場所は下関市彦島西岸沖浅海、汚染源は三井金属彦島精錬所廃水である。採水および採泥は1955年11月25日に第1図、1957年9月12日、13日および1959年2月27日に第2図に示す地点で退潮時に行な

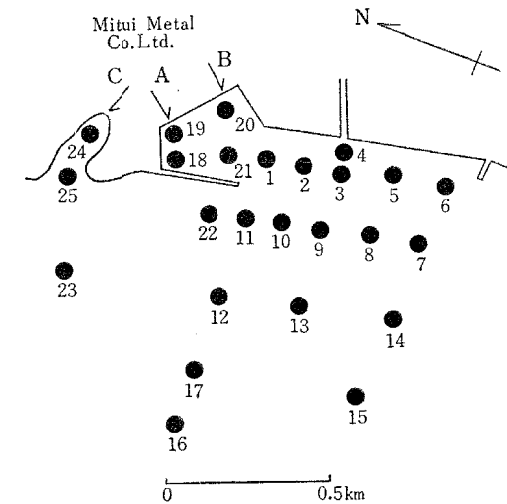


Fig. 1. Showing the stations of sampling, Nov. 25, 1955.

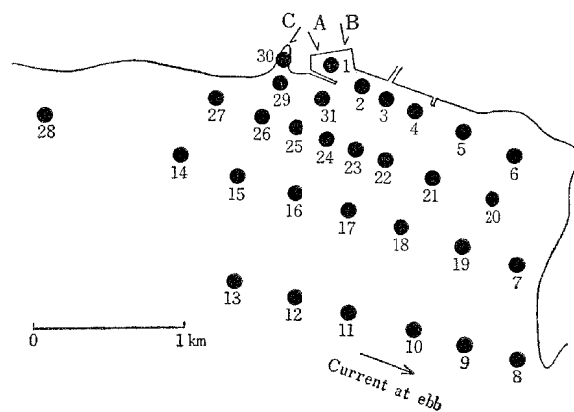


Fig. 2. Showing the stations of sampling. (Sept. 12 and 13, 1957, Feb. 27, 1959)

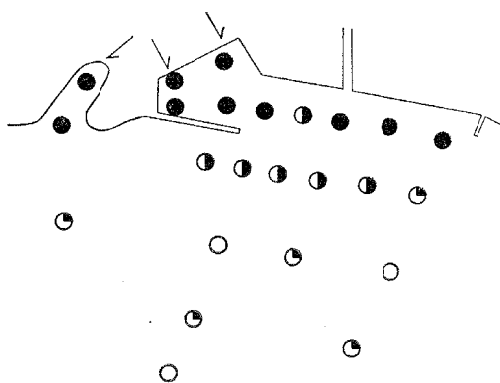


Fig. 3. Distribution of zinc in the sea water obtained from the upper layer, Nov. 25, 1955.

○ ; <30 γ/l ⊙ ; 30.....50 γ/l
 ● ; 50.....100 γ/l ⊕ ; >100 γ/l

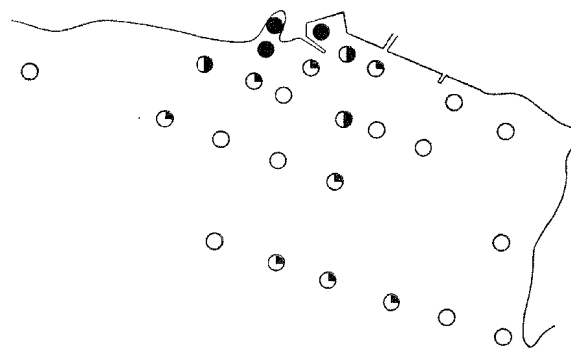


Fig. 4. Distribution of zinc in the sea water obtained from the upper layer, Sept. 12, 13, 1957.

試料の採取および分析方法は前報の通りに行なつたが、亜鉛の定量は菅原・小穴・森田の方法²⁾を用いた。

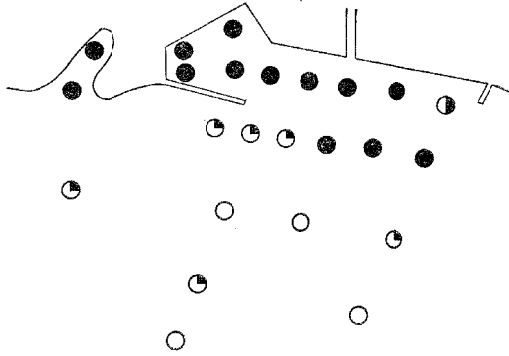


Fig. 5. Distribution of zinc in the bottom deposit, Nov. 25, 1955.

○ ; >100 ̳/g ◐ ; 100……300 ̳/g
◑ ; 300……500 ̳/g ● ; >500 ̳/g

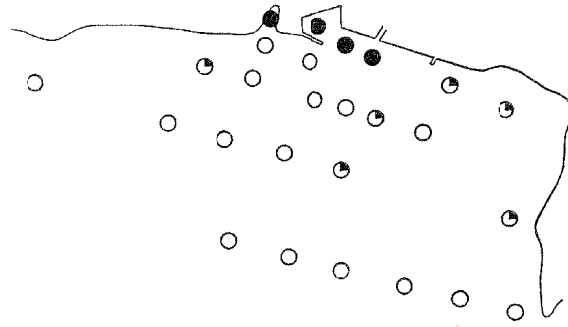


Fig. 6. Distribution of zinc in the bottom deposit, Sept. 12, 13, 1957.

結果および考察

廃水成分 : 工場排水口は第1図に示す通り3カ所あり, このうちCは旧排水口で1955年以後は閉塞されている。AおよびB口で採取した廃水のpHおよび亜鉛濃度は第1表の通りで, pHは弱酸~弱塩基性, 亜鉛濃度は最大5.5 ppmで年々その濃度は低下する。AおよびBの排水量はほぼ等しく20~30 m³/時である。亜鉛の水産生物に対する毒性に関する既往の業績では, 淡水産魚に対する致死量は0.5~20 ppmと報告され, また著者が浅海産魚類およびエビに対する硫酸亜鉛の毒性を流水式装置で調べた結果では, 亜鉛の致死量(24 hrs-TLm)は40~60 ppm, 嫌忌量は18 ppm, 4日後に食慾が不振となる濃度は13 ppmであった。生物試験結果よりみて本廃水は浅海産生物に直接被害を与えるほど悪質ではないが, 現地漁業者が採取した廃水中には数百ppmの亜鉛を含んだ強酸性のものがあったから, 突発的に悪質な廃水を排棄している疑いもある。

海水の汚濁状態 : 1955年11月25日および1957年10月12日, 13日の表層水の亜鉛分布は第3図および第4図に示す通りである。

Table 1. Compositions of the waste liquor.

Drainage mouth	Date of sampling	pH	Zinc (ppm)
A	Nov. 25, 1955	5.8	5.42
	Sept. 12, 1957	6.5	1.78
	Feb. 27, 1959	7.6	0.35
B	Nov. 25, 1955	6.4	4.58
	Sept. 12, 1957	6.7	2.55
	Feb. 27, 1959	8.3	0.25

海洋水の亜鉛濃度は 30 γ/l 以下、また陸水では森田²⁾が名古屋附近で調査した結果は 1.5~18 γ/l 、下水で汚染された河水では 6.6~31 γ/l の範囲である。沿岸浅海水の亜鉛濃度は明らかでないが上記の天然水中の含量よりみて、30 γ/l 以下の場合は一応正常海水と考えてよい。1955 年 11 月 25 日には 50 γ/l 以上の亜鉛を含む汚染海水が海岸線に沿って 300 m 沖合まで分布し、100 m 沖で 100 γ/l 、排水口より 100 m 以内では 200~400 γ/l の範囲である。1957 年 10 月には 100 γ/l 以上の亜鉛を含む海水の分布範囲は排水口周辺の小面積にすぎず、1955 年に比べて海水の亜鉛濃度はかなり低下している。1959 年 2 月 27 日に採水した海水の亜鉛濃度は第 2 表に示す通りで、亜鉛含量は激減し排水口近くで最大 40 γ/l が検出されたにすぎない。このように調査時毎に海水の亜鉛濃度が異なるのは、その当時に排出していた廃水の亜鉛濃度に著しい差があったためと考えられる。

表層水と底層水の亜鉛濃度には顕著な差が認められないが、これは本廃水が 16~17% の塩素量を持ち海水との比重差が少ないので、海水中に流入後は速やかに上下層水とほぼ一様に混合するためと考えられる。
海底質の汚濁状態：海底質の分析結果は第 3 表に示す通りで、工場排水口に近い地点ほど亜鉛、硫化物および有機炭素量が多くなる。正常な海底質中の亜鉛量は明らかでないが、著者が下関市北浦沖および東支那海で採取した泥の亜鉛含量を調べた結果では夫々 10~75 γ/g および痕跡~37 γ/g の範囲であったから、

Table 2. Concentrations of zinc in the sea water obtained from stations shown in Fig.2 (Feb. 27, 1959).

Station	Concentration of zinc (γ/l)	
	Surface layer	Bottom layer
1	40	30
2	7	2
3	2	2
5	2	2
14	2	4
16	11	13
18	8	2
19	6	11
20	3	2
21	2	9
22	18	2
23	2	9
24	9	24
25	7	2
26	2	16

100 γ/g 以下を亜鉛関係廃水によって汚染されていない泥の亜鉛含量と考えることができる。今亜鉛含量を 100 γ/g 以下、100~300 γ/g 、300~500 γ/g および 500 γ/g 以上の 4 段階に分けて、1955 年および 1957 年の調査時に於ける亜鉛の分布図を画くと第 5 図および第 6 図の通りとなる。工場排水口より 500 m 以内は 500 γ/g 以上、廃水の流入する港内では最大 4000 γ/g が検出された。100 γ/g 以上の汚濁泥は約 1 km 沖まで分布し、また海岸線沿いに遠距離に及ぶ。

1959 年 9 月 27 日の調査では底質中の亜鉛量が著しく少なく最大 270 γ/g にすぎず、100 γ/g 以上の汚濁泥の分布範囲は排水口附近の小面積である。このように底質中の亜鉛量が激減したのは、廃水中の亜鉛濃度が低下したことおよび本浅海の潮流速度が速いことに起因したものと考えられ、従って本廃水の性状が現状の

Table 3. Bottom deposits obtained from station shown in Fig. 1 and Fig. 2.

Date	Station	Depth (m)	Zinc (mg/g)	Sulphide (S mg/g)	Organic carbon (C mg/g)	
Nov. 25, 1955	1	5	1.225	0.63	33.0	
	2	7	2.690	1.15	38.0	
	3	7	0.531	0.65	29.6	
	5	7	0.539	0.58	21.5	
	6	6	0.462	0.54	18.1	
	7	8	0.617	0.72	25.5	
	8	9	0.905	1.03	28.7	
	9	8	1.280	1.52	29.7	
	10	8	0.120	0.85	15.8	
	11	9	0.121	0.27	13.4	
	12	13	0.065	0.07	7.4	
	13	14	0.057	0.05	6.0	
	14	13	0.138	0.20	5.9	
	15	15	0.020	0.06	5.4	
	17	14	0.269	0.24	5.4	
	18	4	0.630	0.27	9.6	
	19	3	0.570	2.21	30.4	
	20	4	4.000	1.93	33.4	
	21	4	0.868	0.67	11.1	
	22	14	0.141	0.08	6.7	
	23	15	0.206	0.07	4.8	
	24	3	1.410	0.68	14.4	
	25	5	0.694	0.73	14.3	
	Sept. 12, 1957	1	4	4.040	1.23	30.0
		2	5	1.944	0.77	25.2
3		8	0.508	0.65	14.5	
5		11	0.120	0.70	7.8	
6		7	0.144	0.08	12.7	
7		8	0.174	0.61	13.7	
11		14	0.025	0.06	2.0	
12		13	0.030	0.25	10.4	
15		12	0.022	0.00	1.6	
17		15	0.108	0.25	4.0	
22		10	0.282	0.08	14.4	
26		15	0.042	0.00	3.0	
27		14	0.135	0.00	4.4	
30	3	4.500	2.66	29.4		
Feb. 27, 1959	1	4	0.270	1.31	24.2	
	2	6	0.100	0.32	15.1	
	3	6	0.150	0.77	15.9	
	4	7	0.030	0.10	6.1	
	5	10	0.036	0.12	5.6	
	22	9	0.042	0.14	6.0	
	23	9	0.034	0.09	4.0	
	30	3	0.140	0.92	41.0	

Remark : Bottom deposits sampled from other stations are sands or gravels.

まま維持されるなら本浅海の底質は年々浄化され汚染前の原状に復するであろう。

前報¹⁾および本報で述べた通り非鉄金属工場廃水による浅海汚濁状態は底質中の非鉄金属含量を指標として推察できるが、下水が流入している浅海の底質中にはかなりの亜鉛が含まれている場合があるから、このような浅海においては非鉄金属含量の多少だけで廃水の影響範囲を明らかに出来ない場合がある。著者が山口県周辺浅海で採取した正常底質の亜鉛と有機炭素の含量比は 1×10^{-2} 以下、また Cu/C は 1×10^{-3} 以下であったから、これらの比の値を指標として汚濁範囲を検討する必要もあろう。本浅海に於ける Zn/C の値を検討すると、1955 年および 1957 年には廃水の流入する港内では 0.1 以上、排水口から遠ざかるにつれて次第に低下し、1 km 沖では 0.01 以下となる。1959 年には港内においても泥の Zn/C 値は 0.01 強にすぎず、港外の底質は全て 0.01 以下であり海底質の正常化が明らかに認められる。

排水口附近の底質中にはかなりの硫化物および有機炭素が含まれ、また S/C の値も高く有機性汚濁状態を呈するが、本廃水は有機物含量が少ないから底質の有機性汚濁には直接的な関係はないと考えてよい。

摘 要

1. 亜鉛含有工場廃水が浅海の水質および底質に及ぼす影響を下関市彦島西岸浅海で、1955年～1959年にわたって調査した。
2. 本廃水の流入する浅海の水および底泥中には多量の亜鉛が検出される。
3. 正常な海水および底質中の亜鉛含量は夫々 30 γ/l 以下および 100 γ/g 以下である。
4. 正常な海底質中の亜鉛と有機炭素の含量比 (Zn/C) の値は 0.01 以下である。
5. 海水および底質の亜鉛濃度ならびに底質の Zn/C 値を指標として本廃水の影響範囲を推定することができる。
6. 廃水中の亜鉛濃度の低下に伴い浅海汚濁の浄化が認められた。

文 献

- 1) 赤築敬一郎・早山万彦, 1959: 工場廃水に関する研究一Ⅸ, 非鉄金属工場廃水の浅海に及ぼす影響について (その1). 本報告, **8**, 53-61.
- 2) 菅原 健・小穴進也・森田良美, 1948: 銅及び亜鉛の分布に関する研究一Ⅱ, ゼチゾンによる微量の銅及び亜鉛の定量法の改良. 日化, **69**, 173-178.
- 3) 森田良美, 1950: 銅及び亜鉛の分布に関する研究一Ⅲ, 陸水に於ける銅及び亜鉛の分布. 日化, **71**, 209-213.