

## 水中の微量な亜鉛の分析について

(平成 22 年 9 月配布試料)

埼玉県環境計量協議会 技術委員会 共同実験ワーキンググループ

渡辺季之<sup>1</sup>・浄土真佐実<sup>2</sup>・松本貢<sup>3</sup>・齋藤友子<sup>4</sup>・池田昭彦<sup>5</sup>

### 1. はじめに

亜鉛は生物に必須な元素であり、酵素反応などに関与している。また工業的にはトタン板や真鍮等の合金材料、乾電池の陰極、顔料、メッキ、医薬品等様々な製品に利用されている。

一方、水生生物に対する影響が懸念され始め、生活環境の保全に関する環境基準(淡水域 0.03 mg/L 以下)、水質汚濁防止法に基づく排水基準(2 mg/L 以下)、水道法に基づく水質基準(1 mg/L 以下)が設定されてきている。

今回は、環境基準近辺の比較的低い濃度レベルの測定を想定して共同実験を行った。また、採用する方法等によって差異が生じるのかについて検討した。

### 2. 予察実験

本番の試験を行う前に、同等な濃度の試料を作り、ワーキンググループの 5 機関において事前の確認試験を行った。

表－1 予察実験の結果

試験所	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	平均	CV%
A	0.0126	0.0124	0.0126			0.0125	0.92
	0.0140	0.0141	0.0139			0.0140	0.71
B	0.0129	0.0131	0.0131			0.0130	0.89
	0.0122	0.0130	0.0129	0.0130	0.0131	0.0128	2.84
C	0.0136	0.0136	0.0135			0.0136	0.43
	0.0148	0.0144	0.0139			0.0144	3.14
D	0.0115	0.0115	0.0120			0.0117	2.47
	0.0124	0.0127	0.0120			0.0124	2.84
E	0.0139	0.0141	0.0139	0.0137	0.0137	0.0139	1.21
	0.0151	0.0146	0.0151	0.0147	0.0151	0.0149	1.67

上段が鉄含有試料、下段がニッケル含有試料の結果である(本番試験の濃度とはやや異なる)。分析機器はA～Dが ICP 発光、Eが ICP-MS による結果である。ICP-MS での結果が若干高いようにも見えるが、試料の均質性は特に問題が無いと思われる。

1 (社)埼玉県環境検査研究協会、2 (株)東京久栄、3 三菱マテリアルテクノ(株)環境技術センター  
4 松田産業(株)開発センター、5 東邦化研(株)環境分析センター

### 3. 試験の参加機関

今回の試験には、下記の 27 機関が参加した。

表－2 参加機関社名

日本総合住生活(株)	東邦化研(株)
(株)熊谷環境分析センター	エヌエス環境(株) 東京分析センター
山根技研(株)	(株)環境テクノ
三菱マテリアルテクノ(株)	日本環境(株)
松田産業(株)	(株)環境管理センター 北関東支社
三菱マテリアル(株) セメント研究所	(株)東京久栄
JX 日鉱日石エネルギー(株)	協和化工(株)
(株)放技研	大日本インキ環境エンジニアリング(株)
(株)環境技研	アルファー・ラボラトリー(株)
(株)高見沢分析化学研究所	(株)岸本医科学研究所
埼玉県鍍金工業組合	(株)ビー・エム・エル BML 総合研究所
(社)埼玉県環境検査研究協会	(株)産業分析センター
内藤環境管理(株)	前澤工業(株)
(株)環境総合研究所	

なお、以降に示す結果一覧表と、この表の並び順との関連は無い。

### 4. 試料の調製方法

今回は、河川の基準値よりやや低めの 0.01 mg/L 程度の亜鉛濃度となるように調製し、それぞれに約 10 倍の濃度の鉄、ニッケルを添加した。ただし、試料調製容器の大きさの制約、配布試料の配布上の制約などから、各分析機関で 10 倍希釈してもらうこととした。

試料A …… 亜鉛 約 0.11 mg/L、鉄 約 1.1 mg/L

亜鉛標準液(関東化学, 1000mg/L)から 100mg/L 溶液を調製してその 10ml を、また鉄標準液(関東化学, 1000mg/L)を約 10ml 取り、硝酸を加えて全量を 9L とした。

試料B …… 亜鉛 約 0.12 mg/L、ニッケル 約 1 mg/L

亜鉛標準液(関東化学, 1000mg/L)から 100mg/L 溶液を調整してその 10ml を、またニッケル標準液(関東化学, 1000mg/L)を約 8ml 取り、硝酸を加えて 8L とした。

### 5. 調査結果

今回の分析値およびアンケートの結果を表 3-1～表 3-5 に示す。なお掲載の都合上、一部を略記した。

表-3-1 調査結果一覧表 (1/2)

事業所		S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14
A 試料	1回目	0.0096	0.0108	0.0121	0.0103	0.0121	0.0109	0.015	0.0116	0.0123	0.0126	0.0116	0.0115	0.011	0.0106
	2回目	0.0112	0.0107	0.0121	0.0104	0.012	0.0113	0.0158	0.0122	0.0121	0.0119	0.012	0.0112	0.0119	0.0101
	平均	0.0104	0.0108	0.0121	0.0104	0.0121	0.0111	0.0154	0.0119	0.0122	0.0123	0.0118	0.0114	0.0115	0.0104
	Zスコア	-0.9893	-0.8295	0.5396	-0.9893	0.5396	-0.3597	3.5074	0.3597	0.6295	0.7195	0.2898	-0.0899	0	-0.9893
B 試料	1回目	0.013	0.0124	0.0142	0.0119	0.0142	0.0106	0.0186	0.0138	0.0127	0.0159	0.0131	0.0129	0.0127	0.0123
	2回目	0.0136	0.0124	0.0146	0.012	0.0143	0.0121	0.0188	0.0135	0.0126	0.0153	0.0134	0.0131	0.0137	0.0121
	平均	0.0133	0.0124	0.0144	0.012	0.0143	0.0114	0.0187	0.0137	0.0127	0.0156	0.0133	0.013	0.0132	0.0122
	Zスコア	0.1285	-0.4497	0.8351	-0.7066	0.7708	-1.092	3.5973	0.3854	-0.2569	1.6059	0.1285	-0.0642	0.0642	-0.5781
試験所内	(A1+B1)/√2	0.0168	0.0184	0.0187	0.0158	0.0187	0.0159	0.0241	0.0181	0.0176	0.0187	0.0177	0.0173	0.0175	0.016
	Zスコア	-0.304	-0.494	0.76	-0.798	0.722	-0.76	3.648	0.418	0.152	1.292	0.228	-0.038	0.076	-0.722
	(B1-A1)/√2	0.0021	0.0011	0.0016	0.0011	0.0016	0.0002	0.0023	0.0013	0.0004	0.0023	0.0011	0.0011	0.0012	0.0013
	Zスコア	1.349	-0.2453	0.6132	-0.2453	0.4905	-1.8395	1.8395	0	-1.5943	1.8395	-0.3679	-0.2453	-0.2453	0
経過年数	前処理	1	25	20	7.5	2	10	1.5	12	9	1	2	2.5	19	0
	測定	5	25	5	7.5	2	10	1.5	12	14	1.5	2	2.5	19	2
	採用分析法	1	25	5	3	2	10	1.5	12	9	1	2	1.5	15	0
	10倍希釈目	10/5	10/12	10/12	10/12	10/4	10/20	10/20	10/18	10/8	10/4	10/12	10/21	10/9	10/26, 27
1回目	前処理日	10/5	10/12	10/12	10/12	10/5	10/20	10/19	10/8	10/8	10/12	10/22	10/12	10/26	10/27
	測定日	10/5	10/12	10/15	10/12	10/5	10/20	10/20	10/8	10/8	10/13	10/22	10/12	10/26	10/27
	前処理日	10/7	10/18	10/18	10/13	10/7	10/26	10/26	10/22	10/13	10/14	10/26	10/13	10/27	10/28
	測定日	10/7	10/18	10/20	10/13	10/8	10/26	10/26	10/26	10/13	10/13	10/14	10/26	10/13	10/27
10倍希釈方法	使用水	超純水	蒸留水	超純水	超純水	超純水	超純水	蒸留水	超純水	市販精製水	超純水	蒸留水	超純水	超純水	超純水
	原液分取	10	10	50	5	25	20	50	20	10	25	25	10	10	25
	定容量	100	100	500	50	250	200	500	200	100	250	250	100	100	250
	添加酸	硝酸	硝酸	無添加	硝酸	硝酸	無添加	硝酸	硝酸	硝酸	硝酸	硝酸・塩酸	硝酸	無添加	無添加
前処理	使用濃度	原液	原液	原液	原液	原液	原液	原液	原液	原液	原液	原液	原液	原液	原液
	添加量	2	1		0.5	2.5	2.5	5	2	1	10	計4	2		
	酸濃度%	2	1	0	1	1	0	1	1	1	4	1.6	2	0	0
	処理方法	無処理	硝酸煮沸	硝酸分解	硝酸煮沸	硝酸煮沸	硝酸煮沸	無処理	硝酸煮沸	硝酸煮沸	硝酸煮沸	王水分解	無処理	硝酸煮沸	硝酸分解
分析法	分取量	25	25	20	20	50	200	100	50	100	50	250	5~10	100	100
	定容量	25	25	20	20	50	10	10	50	5	50	50	100	25	25
	濃縮倍率	-	1	-	1	1	20	10	1	20	1	5	-	10~20	4
	測定機器	ICP発光	ICP発光	ICP-MS	ICP-MS	ICP発光	ICP発光	ICP発光	ICP発光	ICP発光	ICP発光	ICP発光	ICP-MS	ICP-MS	ICP発光
検量線	内標準法	絶対	絶対	内標準法	内標準法	内標準法	絶対	絶対	絶対	絶対	絶対	絶対	内標準法	絶対	絶対
	JCSS付	6	6	9	5	6	4	5	4	4	4	6	6	4	3
	検量点	0.005	0.004	0.00005	0.006	0.001	0.05	0.05	0.01	0.05	0.005	0.02	0.001	0.5	0.05
	最低濃度	0.1	0.2	0.01	0.016	0.04	1	0.5	0.1	2	0.5	4	0.1	2	0.1

表-3-2 調査結果一覽表 (2/2)

事業所	S-15	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27
A 試料	0.0115	0.0111	0.0103	0.0134	0.0134	0.0274	0.0101	0.0114	0.0133	0.0111	0.01	0.0119	0.009
2回目	0.0111	0.011	0.0108	0.0143	0.011	0.0235	0.0107	0.0118	0.0122	0.0107	0.0095	0.0114	0.009
平均	0.0113	0.0111	0.0105	0.0139	0.0122	0.0255	0.0104	0.0116	0.0128	0.0109	0.0098	0.0117	0.009
Zスコア	-0.1799	-0.3597	-0.3993	2.1584	0.6295	12.5905	-0.9893	0.0899	1.1691	-0.5396	-1.5288	0.1799	-2.2483
B 試料	0.0131	0.012	0.012	0.0178	0.0135	0.0232	0.0112	0.0133	0.0154	0.013	0.0127	0.016	0.01
2回目	0.013	0.0121	0.0121	0.0182	0.011	0.0211	0.0115	0.0138	0.0149	0.0126	0.0125	0.016	0.01
平均	0.0131	0.0121	0.0121	0.018	0.0123	0.0222	0.0114	0.0136	0.0152	0.0128	0.0126	0.016	0.01
Zスコア	0	-0.6424	-0.6424	3.1476	-0.5139	5.8456	-1.092	0.3212	1.349	-0.1927	-0.3212	1.8629	-1.9914
試験 期間	0.0173	0.0164	0.016	0.0226	0.0173	0.0337	0.0154	0.0178	0.0188	0.0168	0.0158	0.0196	0.0134
Zスコア	-0.038	-0.494	-0.722	2.812	0	8.8159	-1.026	0.266	1.33	-0.304	-0.798	1.216	-2.09
試験 所内	0.0013	0.0007	0.0011	0.0029	0.0001	-0.0023	0.0007	0.0014	0.0017	0.0013	0.002	0.003	0.0007
Zスコア	0	-0.9811	-0.2453	2.8206	-2.0848	-6.2544	-0.9811	0.2453	0.7358	0.1226	1.2263	3.0659	-0.9811
経年 数	4.5	2	28	3	22	5	7	5	20	3	15	2	5
測定 年数	4.5	4	28	5	20	5	7	13	3	3	15	1	5
採用 分析法	4.5	2	9	3	15	5	0.5	5	0	1	15	1	5
10倍 希釈日	10/12	10/5	10/4	10/18	10/13	10/21	10/1	10/6	10/8	10/12	10/25	10/6	11/2
前処理 日	10/12	10/5	10/4	10/19,26	10/13	10/21	10/19	10/8	10/8	10/12	10/25		
測定 日	10/12	10/5	10/4	10/19,26	10/15	10/21	10/19	10/8	10/13	10/12	10/25	10/6	11/2
前処理 日	10/14	10/7	10/5	10/20,27	10/22	10/25	10/28	10/28	10/13	10/27	10/29		
測定 日	10/14	10/7	10/5	10/20,27	10/22	10/25	10/28	10/28	10/14	10/28	10/29	10/18	11/4
1 使用 水	超純水	超純水	蒸留水	伏交換水	蒸留水	超純水	超純水	超純水	超純水	超純水	伏交換水	超純水	蒸留水
0 原液 分取	10	2.5	10	10	10	25	10	5	20	20	10	10	10
倍 定容量	100	25	100	100	100	250	100	50	200	200	100	100	100
希 添加酸	硝酸												
釈 使用濃度	原液	原液	原液	(1+1)	原液								
方 添加量	3	0.5	2	5	1	2	1	0.5	2	5	2	1	1
法 酸濃度%	3	2	2	2.5	1	0.8	1	1	1	2.5	2	1	1
前 処理方法	無処理	硝酸煮沸	硝酸分解	塩酸煮沸	硝酸煮沸	硝酸分解	硝酸煮沸	硝酸煮沸	硝酸煮沸	硝酸分解	硝酸煮沸	無処理	無処理
分 取量	25	25	30	100	100	100		50	50	50	50		
定 定容量	25	25	20	10	10	10		25	25	25	50		
濃 濃縮倍率	1	1	1.5	10	10	10	-	-	1	2	1	-	-
測 測定機器	ICP-MS												
定 定量方法	絶対 検量線法												
検 標準液	JCSS無	JCSS付	JCSS付	JCSS無	JCSS無	JCSS付	JCSS無	JCSS付	JCSS付	JCSS付	JCSS無	JCSS無	JCSS付
量 検量点	7	6	5	5	5	5	9	4	5	6	6	6	5
最 最低濃度	0.002	0.001	0.001	0.02	0.05	0.05	0.001	0.01	0.001	0.002	0.005	0.004	0.005
高 最高濃度	0.1	0.2	0.02	0.1	1.5	0.6	0.05	1	0.05	0.05	0.5	0.2	0.1

## 6. 統計的な検討

両試料の基本的な統計量は、表-4のとおりであった(2個のデータの平均値を使用)。またすべてのデータを用いての分散分析表は、表-5のとおりとなった。

表-4 基本的な統計量

		A試料	B試料		試験所間	試験所内
データ数	n	27	27	メジアン	0.0173	0.0013
平均値	$\bar{x}$	0.0120	0.0138	第1四分位	0.016193	0.000884
最大値	max	0.0255	0.0222	第3四分位	0.018703	0.001662
最小値	min	0.0090	0.0100	IQR	0.002510	0.000778
範囲	R	0.0165	0.0122	IQR× 0.7413	0.001861	0.000577
標準偏差	s	0.002976	0.002559			
変動係数	RSD%	24.76	18.59			
中央値(メジアン)	$x$	0.0115	0.0131			
第1四分位数	$Q_1$	0.01065	0.01225			
第3四分位数	$Q_3$	0.01215	0.01435			
四分位数範囲	IQR	0.0015	0.0021			
正規四分位数範囲	IQR× 0.7413	0.001112	0.001557			

表-5 分散分析表(全データ)

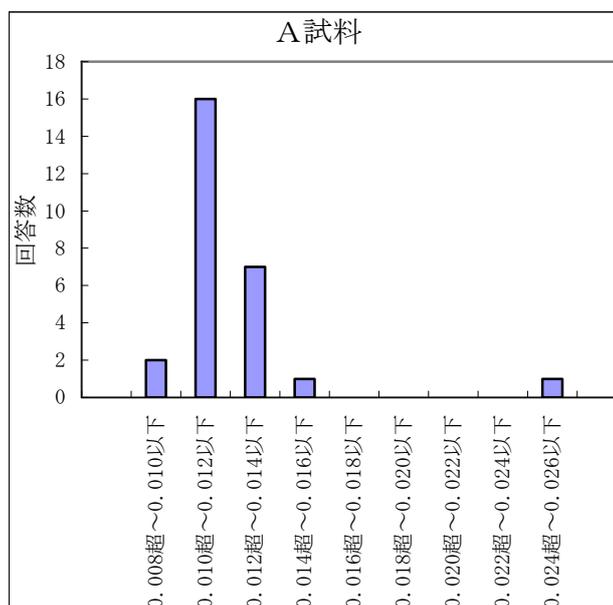
A試料	平方和	自由度	平均平方 (分散)	分散比 (F0)		P値
事業所間	0.000459	26	0.0000177	31.78	**	2.82152E-14
残差	0.000015	27	0.0000006			
合計	0.000474	53				
平均値	$\bar{x}$	0.0120	RSD%			
併行精度	$\sigma_w$	0.00075	6.2			
再現精度	$\sigma_L$	0.0030	25.1			
併行許容差	$D_2(0.95)\sigma_w$	0.0021				
再現許容差	$D_2(0.95)\sigma_L$	0.0084				

B試料	平方和	自由度	平均平方 (分散)	分散比 (F0)		P値
事業所間	0.000341	26	0.0000131	44.02	**	4.31411E-16
残差	0.000008	27	0.0000003			
合計	0.000349	53				
平均値	$\bar{x}$	0.0138	RSD%			
併行精度	$\sigma_w$	0.00055	4.0			
再現精度	$\sigma_L$	0.0026	18.8			
併行許容差	$D_2(0.95)\sigma_w$	0.0015				
再現許容差	$D_2(0.95)\sigma_L$	0.0072				

$D_2(0.95)$ は2.77を用いた

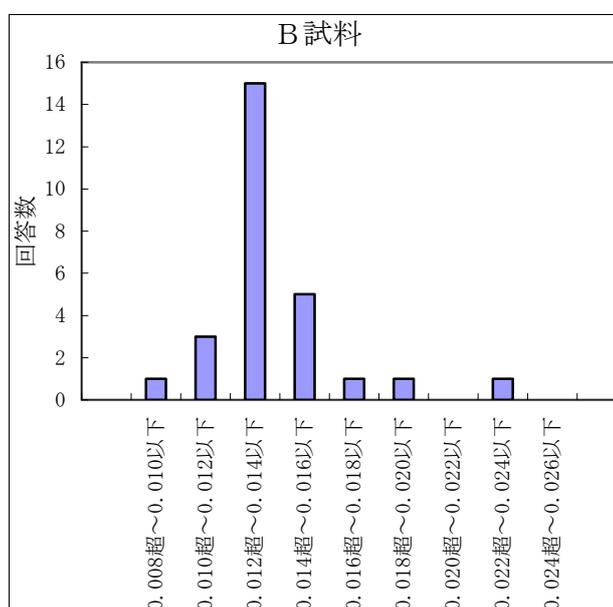
各データの分布状況は以下のとおりとなった(Excel の仕様上、一般的な区間のとり方とは異なる)。

データ区間	頻度
0.008超～0.010以下	2
0.010超～0.012以下	16
0.012超～0.014以下	7
0.014超～0.016以下	1
0.016超～0.018以下	0
0.018超～0.020以下	0
0.020超～0.022以下	0
0.022超～0.024以下	0
0.024超～0.026以下	1



図－1 A 試料の頻度分布

データ区間	頻度
0.008超～0.010以下	1
0.010超～0.012以下	3
0.012超～0.014以下	15
0.014超～0.016以下	5
0.016超～0.018以下	1
0.018超～0.020以下	1
0.020超～0.022以下	0
0.022超～0.024以下	1
0.024超～0.026以下	0



図－2 B 試料の頻度分布

A試料、B試料、試験所間、試験所内の各Zスコアを次に示す。なお、1箇所のデータ(S-20)についてGrubbsの棄却検定を行ったところ、外れ値との判定になった。

表-5 各種のZスコア

No.	A試料	B試料	試験所間	試験所内	No.	A試料	B試料	試験所間	試験所内
S-1	-0.989	0.128	-0.304	1.349	S-15	-0.180	0.000	-0.038	0.000
S-2	-0.630	-0.450	-0.494	-0.245	S-16	-0.360	-0.642	-0.494	-0.981
S-3	0.540	0.835	0.760	0.613	S-17	-0.899	-0.642	-0.722	-0.245
S-4	-0.989	-0.707	-0.798	-0.245	S-18	<b>2.158</b>	<b>3.148</b>	<b>2.812</b>	<b>2.821</b>
S-5	0.540	0.771	0.722	0.491	S-19	0.630	-0.514	0.000	<b>-2.085</b>
S-6	-0.360	-1.092	-0.760	-1.840	S-20	<b>12.590</b>	<b>5.846</b>	<b>8.816</b>	<b>-6.254</b>
S-7	<b>3.507</b>	<b>3.597</b>	<b>3.648</b>	1.840	S-21	-0.989	-1.092	-1.026	-0.981
S-8	0.360	0.385	0.418	0.000	S-22	0.090	0.321	0.266	0.245
S-9	0.630	-0.257	0.152	-1.594	S-23	1.169	1.349	1.330	0.736
S-10	0.719	1.606	1.292	1.840	S-24	-0.540	-0.193	-0.304	0.123
S-11	0.270	0.128	0.228	-0.368	S-25	-1.529	-0.321	-0.798	1.226
S-12	-0.090	-0.064	-0.038	-0.245	S-26	0.180	1.863	1.216	<b>3.066</b>
S-13	0.000	0.064	0.076	-0.123	S-27	<b>-2.248</b>	-1.991	<b>-2.090</b>	-0.981
S-14	-0.989	-0.578	-0.722	0.000					

また複合評価図を描くと、図-3のとおりとなり、1つが特異的に飛び抜けた値をとった。

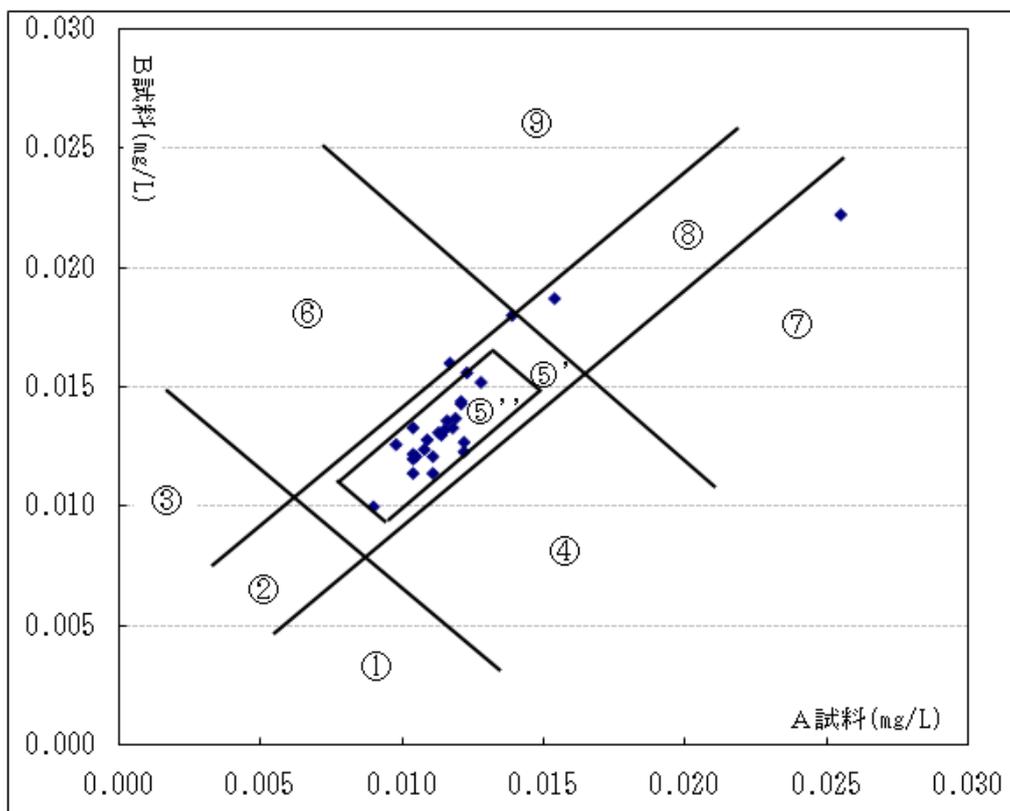


図-3 複合評価図

複合評価図の各区画の意味は以下のとおりである。

散布図の9つの区画の評価

区画	所間変動	所内変動	評価
①	$z \leq -3$	$z \leq -3$	小さい方に偏りがあり、ばらつきも大きい(A, B のいずれかに引きずられている場合もある)。
③	$z \leq -3$	$z \geq 3$	
⑦	$z \geq 3$	$z \leq -3$	大きい方に偏りがあり、ばらつきも大きい(A, B のいずれかに引きずられている場合もある)。
⑨	$z \geq 3$	$z \geq 3$	
②	$z \leq -3$	$-3 < z < 3$	小さい方に偏りがあるが、ばらつきは少ない。
⑧	$z \geq 3$	$-3 < z < 3$	大きい方に偏りがあるが、ばらつきは少ない。
④	$-3 < z < 3$	$z \leq -3$	偏りはないがばらつきが大きい(A, B のいずれかが大きく離れている場合もある)。
⑥	$-3 < z < 3$	$z \geq 3$	
⑤	⑤'	$2 <  z  < 3$ 又は/及び $2 <  z  < 3$	偏りか、ばらつきのいずれか、又は両方に疑わしい点がある。
	⑤''	$ z  \leq 2$	偏りもなく、ばらつきもない

(i) ②、⑧の区画に該当する事業所は次の点に注意する必要がある。

- ・標準溶液の濃度の変化
- ・使用する水、試薬等の汚染
- ・試料の準備操作
- ・計算式の誤り

(ii) ④、⑥の区画に該当する事業所は次の点に注意する必要がある。

- ・個々の容器等の汚染
- ・環境からの汚染
- ・前処理及び準備操作
- ・測定装置の安定性(維持管理の不足)

(iii) ①、③、⑦、⑨の区画に該当する事業所は、偏りもばらつきも大きいので、その原因を十分に究明する必要がある(場合によってはA、Bいずれかの値が大きくずれているために、このような結果になった可能性もある)。

(iv) ⑤'の区画に該当する事業所は、偏り又は/及びばらつきに疑わしい点があるので、(i)、(ii)について留意すること。

(v) ⑤''の区画に該当する事業所は、偏りもばらつきも小さく、技術的に満足しているといえる。

出典：日本環境測定分析協会 技能試験 解説

## 7. 外れ値の原因の推測

極端に外れたS-20の値について、幾つかの原因を推測してみる。

まず、S-20のデータを1/2にすると、今回の平均値に近くなる。したがって、以下のような系統的な誤差が考えられる。

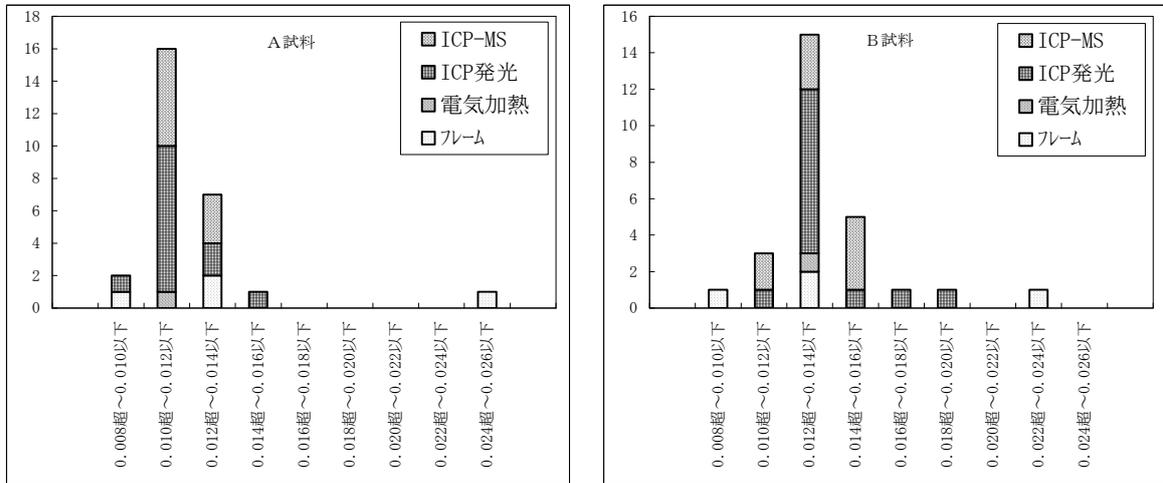
- ・10倍希釈時の操作間違い(5倍希釈としてしまった)
- ・試料濃縮時の操作間違い(濃縮倍率や定容時の勘違い)
- ・標準液の作成または定量時の勘違い(1/2の標準濃度液で計算)
- ・濃度計算時の間違い

また、それぞれの2個のデータのばらつきが大きいとも思われる。次の原因などが考えられる。

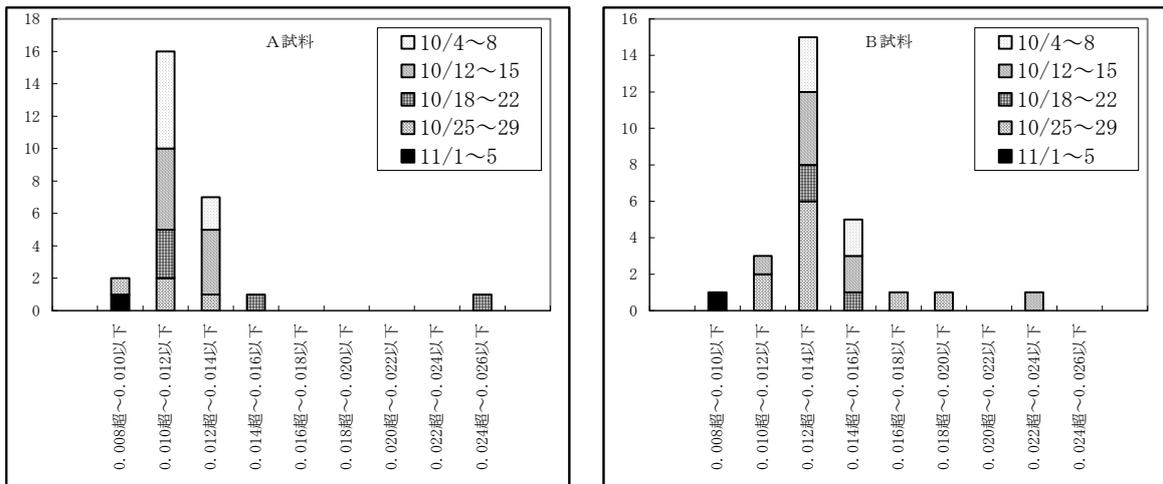
- ・試料濃縮時などの外部からの汚染
- ・使用する器材の汚染
- ・使用した水の汚染(水道水からもわずかに検出されることがある)

## 8. 分析条件の違いによる値の分布状況

今回も値の報告とともに、さまざまな分析条件の情報を回答してもらった。これらの方法の違いによる値の分布の傾向を調べた。

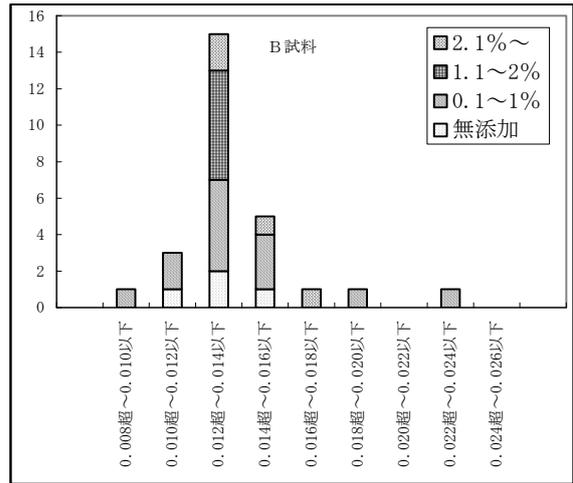
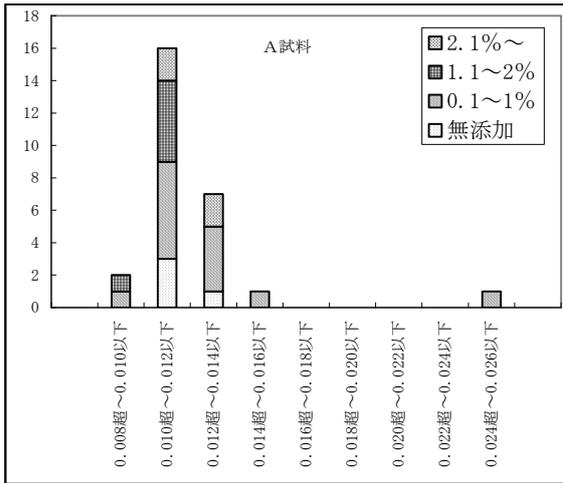


図－4 測定方法別の度数分布



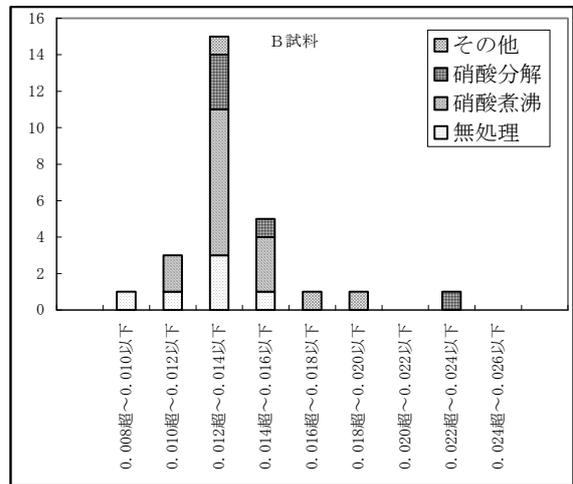
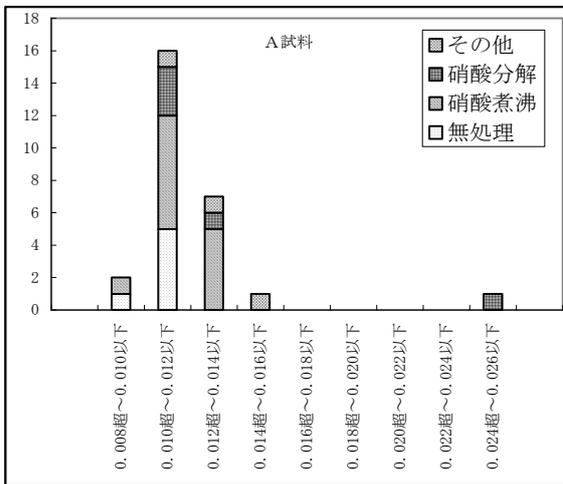
S-18は後のほうの日付とした

図－5 測定日別の度数分布



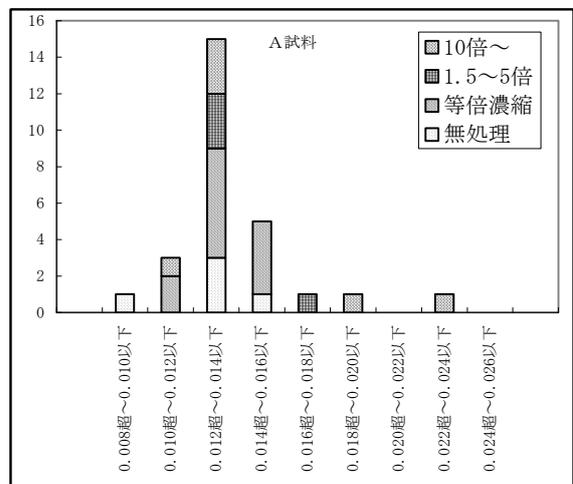
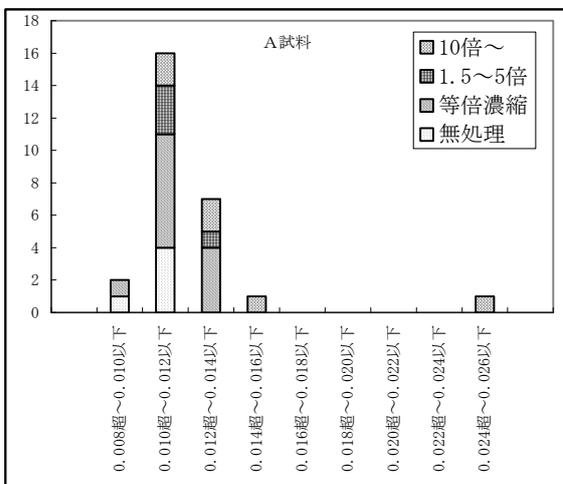
S-11は混酸全体の濃度とした

図-6 10倍希釈時の酸添加濃度別の度数分布



その他・・・塩酸煮沸・硝酸過塩素酸分解・王水分解 各1

図-7 分解前処理法別の度数分布



硝酸煮沸・分解で液量無記入のものは、等倍分解に加えた

図-8 分解濃縮時の濃縮倍率別の度数分布

表－6 その他の条件別集計表

経験年数

	前処理	金属測定	採用した測定法
1年以下	3	1	7
1.5～3年	8	8	7
4～10年	8	10	8
10年超	8	8	5

希釈水

超純水	18
蒸留水	6
イオン交換水	2
市販精製水	1

検量線

	フレイム AA	電気加熱 AA	ICP 発光	ICP-MS
絶対検量線法	4	1	9	2
内標準法	0	0	4	7

標準液

JCSS 付	18
JCSS 無	7
NIST 認定	2

様々な分析条件の違いによる、測定値の差異は認められなかった。

9. まとめ

今回行った亜鉛については、様々な製品に使われているため、コンタミネーションを受けやすい元素である。普段環境水試料の分析を行っていない事業所にとっては扱いづらい試料であったかと思われる。

また試料の作成の都合上、各事業所で 10 倍に希釈してから使用してもらう手順をとった。濃度が低いため濃縮操作を行わなければならない事業所にとっては、操作が増える分、さらに誤差が増える可能性があった。

上記の事情などを踏まえると、一部で大きく外れた値が出たものの、概ね良好な結果であったものと思われる。

参考資料

詳解 工場排水試験方法 改定 4 版、日本規格協会  
 河川水質試験方法(案) [1997 年版]、技報堂出版  
 技能試験結果の解説、日本環境測定分析協会 [https://prc.jemca.or.jp/other\\_pdf/explanation.pdf](https://prc.jemca.or.jp/other_pdf/explanation.pdf)  
 分析技術者のための統計的方法 第 2 版、日本環境測定分析協会