

水試料中の浮遊物質質量に関する共同実験

小泉 四郎^{*1} 瀬田洋一郎^{*2} 鈴木雅子^{*3}
根岸 順治^{*4} 村井幸男^{®*5}

Report on Inter-laboratory Testing for the Determination of
Suspended Solids in Water Samples

Shirou KOIZUMI, Youichirou SETA, Masako SUZUKI
Junji NEGISHI, Yukio MURAI

1. はじめに

環境水あるいは事業所排水中に含まれる浮遊物質質量試験方法は、環境庁告示¹⁾及びJIS²⁾によって重量法が規定されている。しかし、浮遊物質質量は、頻度多く実施される試験項目でありながら、共同実験の報告は見当たらない。原理はシンプルであり、操作も単純であるが、精度が極めて良いとは限らない。そもそも、どのような精度レベルであるかを把握することは極めて意義深い。

埼玉県環境計量協議会技術委員会では、測定値の精度を向上させ、信頼性を高める事を目的として、分析共同実験を行い会員の技術向上を図ってきている。平成12年度は、上述の観点から、水試料中の浮遊物質質量試験方法について共同実験を企画・実行した。

浮遊物質とは、水中で浮遊あるいは懸濁している物質を指すが、微細なコロイド粒子から大きな粒子、或いはゲル状のものまで様々な大きさと化合形態で存在する。組成的には、主に有機物系、粘土系、水酸化鉄系等が多いと考えられる。共同実験の報告が見当たらないことから、まずは如何に共同実験試料を調製するかと云うことから検討を開始した。ろ過性、沈降性、吸着性、保存性等の面から適性を見極める必要があった。有機物系物質については保存性の点で問題が大きいとして除外した。

共同実験は県内から31事業所の参加により行われ、貴重なデータが得られた。分析方法は特に指定しないとの

慣例に従うと共に、採用した実験条件を報告していただいたことから、より実情を反映した興味深いものとなった。また、ろ過材については公称孔径1 μ mのガラス繊維ろ紙を使用することが規定されているが、ろ紙の種類、即ちろ過材性能によって、微細な粒子を用いて調製した試料についてのみ差が見られた。精度計算では、2種類の試料である程度の差がみられた。全体のデータは、相対精度として2~5%の範囲にあり、参加事業所の技術レベルに問題ないことを確認した。

2. 共同実験の実施経過

- (1) 平成12年7月27日、埼玉県環境計量協議会技術委員会を開催
平成12年度共同実験として、浮遊物質質量試験方法を取り上げることとした。
- (2) 平成12年8月8日、共同実験試料調製方法の予備実験を実施
二酸化けい素、二酸化チタン、酸化亜鉛、カオリン、鉄みょうばん等を用いて、予備実験として試料調製した。
- (3) 平成12年8月29日、埼玉県環境計量協議会技術委員会を開催
カオリン及び鉄みょうばんを用いて共同実験試料を調製し、共同実験を行うことを確認した。
- (4) 平成12年11月15日、埼玉県環境計量協議会技術委員

*1 猪俣工業(株)
*2 内藤環境管理(株)
*3 オルガノ(株)
*4 山根技研(株)
*5 (株)ジャパンエナジー

表1 共同実験参加事業所一覧

順：アイウエオ順

アルファー・ラボラトリー (株) 分析センター
猪俣工業 (株)
エヌエス環境 (株) 東京支社技術センター
オルガノ (株) 分析センター
(株) 環境管理センター 北関東支社
(株) 環境工学研究所
(株) 環境総合研究所
(株) 環境テクノ
(株) メデカジャパン
関東化学 (株) 草加工場
協和化工 (株)
(株) 熊谷環境分析センター
(社) 埼玉県環境検査研究協会
(株) 産業分析センター
サンワ保全 (株)
ジャパンアースプロテクト (株)
(株) ジャパンエナジー 精製技術センター
(株) 高見沢分析化学研究所
中央化学産業 (株)
(株) テルナイト
寺木産業 (株)
(株) 東京久栄
東邦化研 (株) 環境分析センター
内藤環境管理 (株)
(株) ハイメック 関東事業所
北炭化成工業 (株)
松田産業 (株) 生産本部武蔵野工場
三菱マテリアル (株) 総合研究所
山根技研 (株)

会を開催

共同実験要領及び共同実験試料送付の案内文書を審議した。

- (5) 平成12年11月17日、共同実験試料を実験参加事業所に発送

Jエナジーにおいて、カオリン及び鉄みょうばんを用いて共同実験試料をそれぞれ40ヶ調製し、実験参加事業所に発送した。

- (6) 平成12年1月23日、埼玉県環境計量協議会技術委員会を開催

共同実験結果の集計結果(生データ)を審議した。

- (7) 平成12年3月5日、埼玉県環境計量協議会技術委員会を開催

共同実験結果を審議した。

3. 共同実験の実施内容

3.1 参加状況

今回の共同実験には、埼玉県内から31事業所の参加があった。機関名は表-1のとおりである。

3.2 配布試料調製の予備実験

水試料中の浮遊物質について共同実験の報告が見当たらないことから、先ずはいかに配布試料を調製するか

について検討を開始した。浮遊物質の由来を考えると、有機物系、粘土系、水酸化鉄系等がある。しかし、有機物系については保存性の点で問題が大きいと考え除外して考えることとした。

水試料中に浮遊(懸濁)させる物質の候補として、実験室に所有のカオリン、二酸化けい素、酸化亜鉛、二酸化チタン及び鉄みょうばんを選び予備実験を行った。各試薬の20mg(鉄みょうばんについては100mg)を200mlメスシリンダーに採取し、200mlの水を加え十分に振り混ぜ、観察し、一夜放置後にろ過した。結果は、表2のとおりであった。二酸化けい素は直ぐに沈降し、水中に浮遊(懸濁)させることができなかった。酸化亜鉛はガラス壁にへばりつき不適合と判断した。二酸化チタンは、ろ過の際にろ紙(GS-25)を通過するほど細かい粒子であったので採用できないことが分かった。結果、カオリン及び鉄みょうばんを用いて配布試料を調製することとした。

3.3 配布試料

(1) A試料(カオリン)

二りん酸ナトリウム(10水塩)0.40gを、5リットルのガラス瓶に採り、水道水を加えて5リットルとし、マグネチックスターラーを用いて攪拌して溶解した。次いで、関東化学製カオリン2.00gを加え、マグネチックスターラーを用いて再度10min程度強く攪拌した。しばらく静置し、サイホンを用いて液面から約5cmまでの液を捨て、その下の15cmの液[3リットル]を別のポリエチレン製容器に採取した。水道水で、ほぼ正しく4倍に希釈した後、柄杓でよくかき混ぜながら個々の試料容器(250ml(アイボーイ))に小分けして採取した。

調製目標濃度は、次式のとおり100mg/Lとなる。実際には、静置時の沈降分及び不溶解分があり、100mg/Lを若干下回ったと考えられる。

$$2.00(\text{g}) \times 1000 \div 5(\text{L}) \div 4 = 100\text{mg/L}$$

(2) B試料(鉄みょうばん)

関東化学製硫酸アンモニウム鉄(III)・12水の8.00gを、5リットルのガラス瓶に採り、水道水を加えて5リットルとし、マグネチックスターラーを用いて約10min間激しく攪拌した。しばらく静置し、サイホンを用いて液面から約5cmまでの液を捨て、その下の15cmの液[3リットル]を別のポリエチレン製容器に採取した。水

表2 配布試料調製方法の予備実験結果

	1時間後の観察	1夜放置後の観察	ろ過の状況
カオリン	(○) 沈降物は殆ど無い	(○) 沈降するが混合でok	(○) ろ過捕集される
二酸化けい素	(×) 殆ど沈降	(×) 沈降のまま	(○) ろ過捕集される
酸化亜鉛	(△) 大半沈降	(×) 器壁へばりつき	(○) ろ過捕集される
二酸化チタン	(○) 沈降物は殆ど無い	(○) 沈降物は残らない	(×) ろ紙を通過
鉄みょうばん	(○) 沈降物は殆ど無い	(○) 沈降するが混合でok	(○) ろ過捕集される

表3 回答結果表

ラボNo.	測定結果				ろ過材の種類				ろ過材の予備処理	空試験	デシケーターの種類	天秤の種類				分析方法
	A試料 (mg/L)	採取量 (mL)	B試料 (mg/L)	採取量 (mL)	材質	メーカー	型式	孔径 (μm)				直示/電子	メーカー	型式	最小読み取り値 (mg)	
L1	99.2	256	89.0	275	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	有	シリカゲル	電子	トラ-	AE163	0.1	JIS K 0102
L2	94.4	270	86.3	270	ガラス	WHATMAN	GF/A	1	有	無	シリカゲル	電子	トラ-	AT-200	0.1	JIS K 0102
L3	103	253	90.6	254	ガラス	MILLIPORE	APFB04700	1	有	無	シリカゲル	電子	島津	AEL-200	0.1	告示59号
L4	95.2	275	91.0	268	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	有	シリカゲル	電子	トラ-	AG204	0.1	告示59号
L5	98.8	200	86.0	200	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	有	シリカゲル	電子	島津	AEG-45SM	0.1	告示59号
L6	98	266	89	268	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	ザトリウス	MC210S	0.1	告示59号
L7	98.5	200	85.0	200	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	島津	AEX-200B	0.1	JIS K 0102
L8	94.5	200	86.5	200	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	ザトリウス	BP301S	0.1	JIS K 0102
L9	97.0	264	87.0	276	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	直示	島津	L-2	0.1	告示59号
L10	95.9	275	90.6	267	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	有	シリカゲル	電子	ザトリウス	MC210S	0.01	告示59号
L11	99.6	270	90.3	267	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	直示	島津	LP-1	0.1	JIS K 0102
L12	94.2	275	85.3	265	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	島津	AEL-200	0.1	JIS K 0102
L13	96.7	273	84.5	258	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	トラ-	AE160	0.1	告示59号
L14	98.6	254	89.0	164	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	トラ-	AT-200	0.1	JIS K 0102
L15	93.5	100	83.5	100	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	有	シリカゲル	電子	A&D	ER-180A	0.1	JIS K 0102
L16	96.7	270	83.8	260	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	島津	AEX-180	0.1	告示59号
L17	96.1	178	87.0	138	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	A&D	ER-182A	0.1	告示59号
L18	98.9	270	87.8	270	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	トラ-	AE200	0.1	告示59号
L19	82.0	255	82.6	270	ガラス	ADVANTEC	GA-100	1	有	無	シリカゲル	電子	A&D	FR-200	0.1	告示59号
L20	97.0	265	87.1	263	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	島津	AEL-200	0.1	JIS K 0102
L21	110	250	81.2	250	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	無	無	シリカゲル	電子	A&D	ER-182A	0.01	JIS K 0102
L22	99.2	265	88.8	285	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	トラ-	AB54	0.1	告示59号
L23	98.9	263	84.5	258	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	有	シリカゲル	電子	トラ-	AE163	0.1	JIS K 0102
L24	93.5	200	83.0	100	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	A&D	FR-200	0.1	JIS K 0102
L25	98.1	264	87.1	264	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	ザトリウス	R200D	0.1	JIS K 0102
L26	97.8	272	84.2	266	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	島津	AEU-210	0.1	JIS K 0102
L27	94	100	86	100	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	トラ-	AE-240	0.01	JIS K 0102
L28	87	100	83	100	ガラス	MILLIPORE	AP40	1	有	無	シリカゲル	電子	トラ-	AE-240	0.01	JIS K 0102
L29	94.5	200	88.0	100	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	A&D	ER-182A	0.1	告示59号
L30	98.0	200	88.0	200	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	島津	AG204	0.1	告示59号
L31	96.5	200	88.0	200	ガラス	ADVANTEC	GS-25	1	有	無	シリカゲル	電子	島津	AG204	0.1	告示59号

道水で、ほぼ正しく4倍に希釈した後、柄杓でよくかき混ぜながら個々の試料容器(250mlアイボーイ)に小分けして採取した。

調製目標値は、次式から89mg/Lとなる。カオリンと同様に、静置時の沈降分及び不溶解分があり、89mg/Lを若干下回ったと考えられる。

$$\begin{aligned} & \text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} [\text{M.W.} : 482.19] \\ & \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow [\text{M.W.} : 106.868] \\ & 8.00(\text{g}) \times (106.868/482.19) \times 1000 \div 5(\text{L}) \div 4 \\ & = 89\text{mg/L} \end{aligned}$$

4. 実験結果

4.1 外れ値の処理等

4.1.1 回答内容

2試料の定量結果及びアンケート方式で訊ねた各実験室で採用の分析条件一覧は、表2のとおりであった。

4.1.2 外れ値の棄却

JIS Z 8402-2:1999に従いGrubbsの検定を行った。まず、最小値が外れ値かどうかを判定するために、 $G_1 = (\bar{X} - X_{\min})/s$ を算出し、 G_1 が外れ値が1つの場合の基準(n;0.05)を超えているかどうかで判定した。

A試料のL19データについて、

$$G_1 = (96.65 - 82.0) / 4.591 = 3.19$$

外れ値が1つの場合の基準(31;0.05) = 2.924を超えているので棄却した。

次いで、最小値と2番目に小さい値を検定するために、検定統計量Gを次のように計算した。

$$G = s_{1,2}^2 / s_0^2$$

ここで

$$\begin{aligned} s_{1,2}^2 &= \sum_{i=3}^p (X_i - \bar{X}_{1,2})^2 \\ \bar{X}_{1,2} &= \{1/(p-2)\} \times \sum_{i=3}^p X_i \end{aligned}$$

A試料のL19及びL28データについて

$$G = 304.0/632.4 = 0.481$$

外れ値が2つの場合の基準(31;0.05) = 0.5766よりも小さいので(この場合は小さければ有意)、棄却した。更に、最大値が外れ値かどうかを、

$G_1 = (X_{\max} - \bar{X})/s$ を算出し、 G_1 について外れ値が1つの場合の基準(n;0.05)を超えているかどうかで検定した。

A試料のL21データについて、

表4 定量結果一覧
(単位: mg/l)

ラボ	A試料	B試料
1	99.2	89.0
2	94.4	86.3
3	103	90.6
4	95.2	91.0
5	98.8	86.0
6	98	89
7	98.5	85.0
8	94.5	86.5
9	97.0	87.0
10	95.9	90.6
11	99.6	90.3
12	94.2	85.3
13	96.7	84.5
14	99.6	89.0
15	93.5	83.5
16	96.7	83.8
17	96.1	87.0
18	98.9	87.8
19	82.0(*)	82.6
20	97.0	87.1
21	110	81.2
22	99.2	88.8
23	98.9	84.5
24	93.5	83.0
25	98.1	87.1
26	97.8	84.2
27	94	86
28	87(*)	83
29	94.5	88.0
30	98.0	88.0
31	96.5	88.0

(注)表中の*は、Grubbsの検定による外れ値を示す。

$$G_1 = (110 - 96.65) / 4.591 = 2.908$$

外れ値が1つの場合の基準 $(31; 0.05) = 2.924$ を超えていないので棄却しなかった。

B試料については、最小値、最大値共に外れ値ではなかった。

4.1.3 外れ値棄却前後の結果表及びヒストグラム

外れ値棄却前後の定量結果一覧を表4に示した。また、A試料(全データ)のヒストグラムを図1に、外れ値を除外したA試料のヒストグラムを図2に示した。図3にはB試料(全データ)のヒストグラムを示した。

4.1.4 精度把握

今回、浮遊物質量共同実験を行った最大の目的は精度把握である。単に全データのシグマ計算をする方法の他に、極端な値による影響を受けにくいと云われる四分位数からの計算も試みた。四分位数からの具体的な計算は紙面の制約から省略するが、詳細は文献³⁾を参照されたい。また、今回は同一試料の反復測定はないので試験所内精度の把握が難しいが、A試料とB試料の測定値の差から、シグマ計算及び四分位数計算を行い所内精度(参考数値)を算出した。結果をまとめて表5に示す。

全体の精度数値は、いずれも相対精度として2~5%の範囲にあり満足できるものと云える。

4.1.5 ユーデンプロット

試料Aの結果を横軸に試料Bの結果を縦軸に、各実験室のデータをプロットし、平均値の線を書き入れてユー

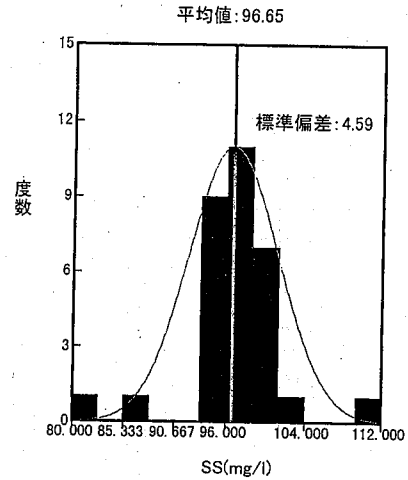


図1 A試料(全データ)のヒストグラム

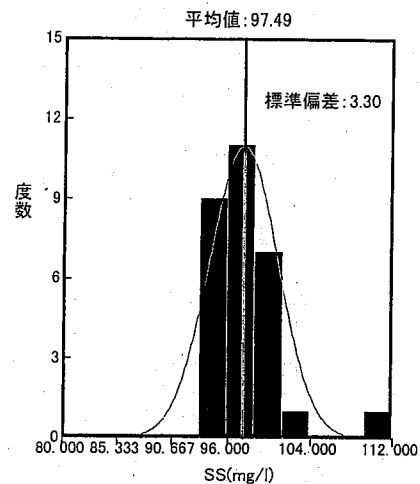


図2 A試料(外れ値除外)のヒストグラム

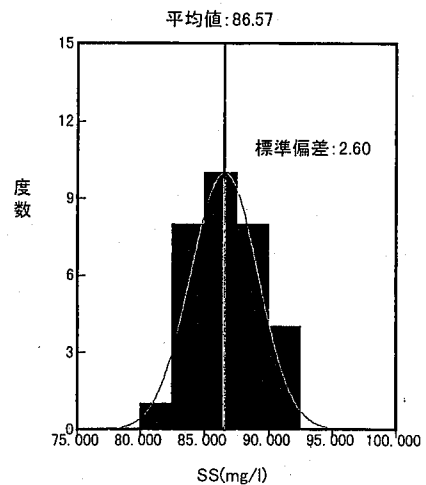


図3 B試料(全データ)のヒストグラム

デンプロットを作成した。結果を図4に示す。全く偶然誤差だけによるものであれば、チャートの4象限にはそれぞれほぼ同数の点が含まれるはずと云われるが、比較的、ほぼ同数の点が散在していて、金属成分等の解析例に比べ系統誤差が小さい。

また、右下の象限に一つ外れてL21の点があるが、極めて偶然誤差が大きいのことが分かる。先述の外れ値とし

表5 所間精度及び所内精度算出のまとめ

		所間精度	所内精度
A 試料	全データのσ計算*	σ(推定)=4.59mg/L RSD(%)=4.75%	
	棄却後データのσ計算*	σ(推定)=3.76mg/L RSD(%)=3.87%	
	全データの四分位数からの計算**	σ(推定)=3.26mg/L RSD(%)=3.37%	
B 試料	全データのσ計算*	σ(推定)=2.60mg/L RSD(%)=3.00%	
	全データの四分位数からの計算**	σ(推定)=3.19mg/L RSD(%)=3.68%	
A及びB試料として	(A+B)全データの四分位数からの計算**	σ(推定)=3.14mg/L RSD(%)=3.43%	
	(A-B)全データのσ計算*		σ(推定)=2.07mg/L RSD(%)=2.26%
	(A-B)全データの四分位数からの計算**		σ(推定)=3.32mg/L RSD(%)=3.62%

*) σ(推定) = (Σ(xi - x_{ave})² / (n-1))^{1/2}

**) σ(推定) = {IQR(Q3 - Q1)} × 0.7413

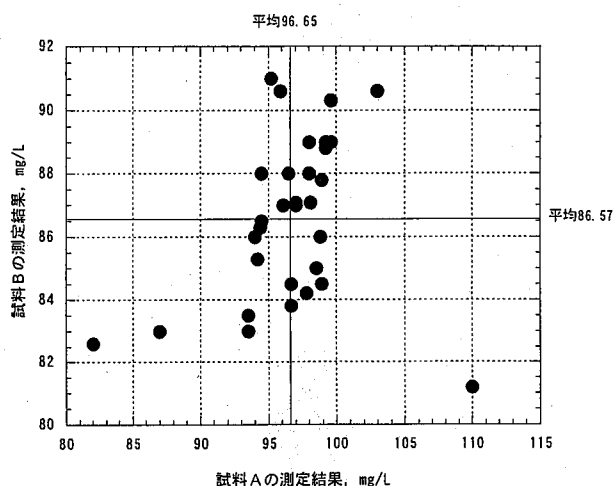


図4 ユーデン・プロット(試料A対試料B)

ての棄却には掛からなかったものの何らかの特別な事情があるものと推察された。

4.2 実験内容等の調査

共同実験に参加した会員各社には、併せて水試料中の浮遊物質質量試験方法の実験条件をアンケート方式で回答していただいた。

(1) ろ紙メーカー

結果を図5に示す。使用したろ紙のメーカーは、圧倒的にアドバンテックが多く91%を占めた。

(2) ろ紙の型式

使用されたろ紙の型式の比率として図6に示す。浮遊物質質量測定用として広く知られているアドバンテックのGS-25が88%を占めた。本試験においてはろ紙(ろ過性能)の依存度が大きいことが想像され、GS-25を用いる場合とそれ以外でデータにどう影響するのかを考察することとした(4.3で後述)。

(3) 空試験の有無

浮遊物質質量試験方法の告示及びJISの規定には、空試

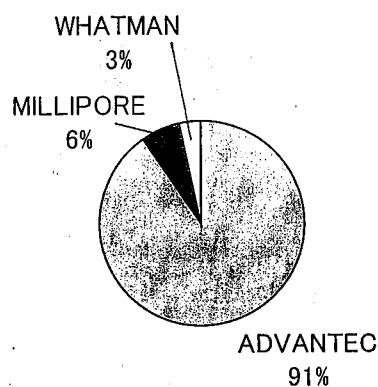


図5 ろ紙メーカー

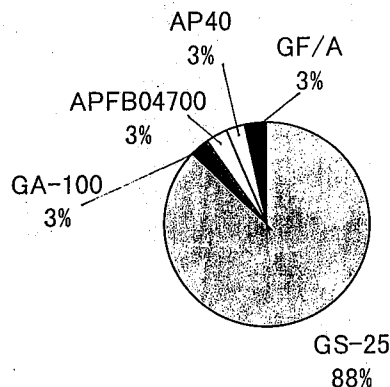


図6 ろ紙の型式

験に関する記述がない。空試験の有無の回答結果を図7に示す。空試験をする必要がないと捉える事業所が81%、空試験(補正)をしてはいけないとは書いてなく空試験(補正)を行っている事業所も19%あった。

(4) 電子/直示天秤の別

電子天秤の進歩及び廉価化が著しい。どちらを使っているかの回答は図8のとおり、直示天秤を使用している事業所は6%(2社)だけであった。

(5) 天秤メーカー

天秤メーカーについて訊ねた結果を図9に示す。島津、

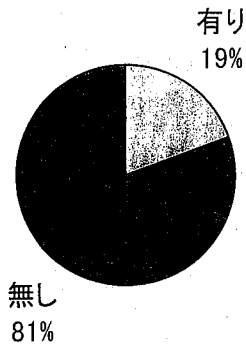


図7 空試験の有無

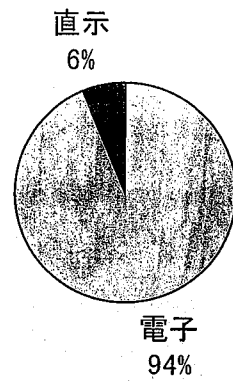


図8 電子/直示天秤の別

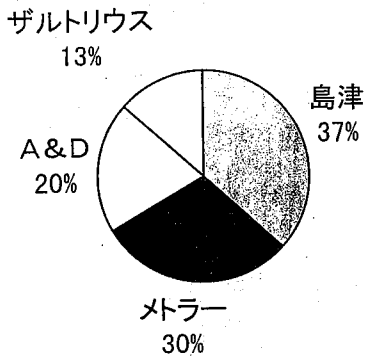


図9 天秤メーカー

平均値: 97.40

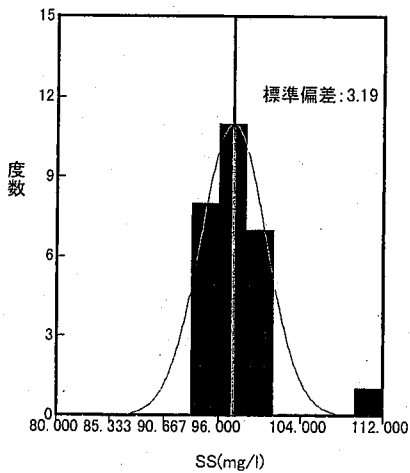


図11 A試料(GS-25のみ)のヒストグラム

メトラー, A&D及びザルトリウスが拮抗していた。

(6) 分析方法

分析方法はどの方法であるかとの問いには, 図10の結果であった。JIS法と告示法とがほぼ同数であった。

4.3 GS-25を用いる場合とそれ以外の場合の違い

ろ過材について広く使われているGS-25を用いる場合とそれ以外では, カオリンを用いて調製した試料(A試料)について, 大きな差が見られる(図1及び11)。鉄みょうばんを用いて調製した試料(B試料)では, GS-25を用いたか否かの差は顕著ではない(図3及び12)。精度計算結果(標準偏差の比較)としては, カオリンを用いて調製した試料(A試料)よりも鉄みょうばんを用いて調製

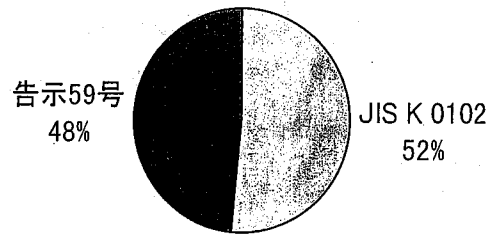


図10 分析方法

平均値: 86.71

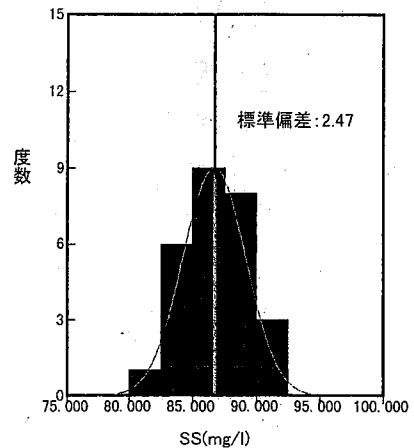


図12 B試料(GS-25のみ)のヒストグラム

した試料(B試料)の方が良かった。

カオリンの場合は微細な粉体があるままの形で懸濁して存在するが, 鉄みょうばんの場合は水酸化鉄(III)沈殿として試料溶液中に存在するため, ろ過材性能に依存する部分が小さいからと推察できる。

5. まとめ

- (1) 31社の参加を得て, 水試料中の浮遊物質試験方法の共同実験を行い, 有益な情報を得ることが出来た。
- (2) 共同実験用試料は, 幾種類かの化合物を比較検討の結果, カオリン及び鉄みょうばんを用いて調製した。
- (3) 共同実験の結果は, いずれも相対精度として2~5%の範囲にあり満足できるものであった。
- (4) 分析方法は特に指定しないとの慣例に従うと共に, 採用した実験条件を報告していただいたことから, 各事業所の実情を反映したものとなった。

(5) ろ過材については広く使われているGS-25を用いる場合とそれ以外では、カオリンを用いて調製した試料についてのみ有意差が見られた。カオリンの場合は微細な粉体そのままの形で懸濁して存在するが、鉄みょうばんの場合は水酸化鉄(III)沈殿として試料溶液中に存在するため、ろ過材依存の差となったと推察された。

参考文献

1) 環境庁告示第59号(昭和46年)付表8.

2) JIS K 0102(1998) 14.1.

3) 小泉四郎, 瀬田洋一郎, 鈴木雅子, 根岸順治, 村井幸男: 第19回埼環協研究発表会要旨集, P.26(2001).
キーワード: 浮遊物質, 共同実験, 環告59号, JIS K 0102, 試料調製, 外れ値, ガラス繊維ろ紙, ろ過材性能

最後に, 共同実験に参加された事業所・関係者, 特に実験に直接携わった方々にお礼申し上げます。

分析技術者のための統計的方法・第2版

藤森 利美 著

(社) 日本環境測定分析協会

● A5判 412頁 定価3,975円(本体3,786円)

本書は、昭和61年に初版が発刊されて以来、分析技術者のための実務書として長く愛用されてまいりました。

また、その間、いわゆる「統計的方法」は本質的には変わっておりませんが、「分析に関する統計的方法の応用」については、かなり進歩がありました。

今回の改訂版は、改訂されたISO5725、JIS Z 8402に忠実に準拠したものになっていますが、特に、①用語関係 ②許容差の適用関係 ③実験計画法関係 ④検出限界・定量限界を中心に、改訂・追加し、内容を一新して、第2版として出版いたしました。

本書は、多くの実例、その解析方法などが手順を追って詳しく述べられており、必ずや、統計的な方法や手法が身につくことと確信いたします。

●発売元 丸善

発行 (社) 日本環境測定分析協会

〒104 東京都中央区入船1-9-8
TEL. 03-3553-7207

