

# 簡易水質検査器「ヨシテスト」による 水質環境分析について

大 島 文 男

## I 緒 言

周知のように公害問題はわが国のみならず世界的にも大きな社会問題としてとり上げられ、環境の総点検につづいて、いまや管理・保全対策へと進もうとしている。水質汚濁調査においてはまず水質の分析法が先決問題であるが、分析には高度の分析技術と設備を必要とし、正確な分析データを迅速に得ることは決して容易ではない。

このため普通の人にもできる簡単で迅速な分析法の開発が久しく望まれてきた。この要望に答えるものの一つとして吉富製薬（株）で開発された簡易水質分析器（商品名ヨシテスト）について種々の角度から検討を行ない、つぎの結果を得たのでここに報告する。結論として、「ヨシテスト」は次の長所をもつことが確認された。

- 1) 分析結果は公定分析法（JIS法）によるものとよく一致する。
- 2) 操作は簡単で迅速に結果を得ることができる。
- 3) 特殊な分析機器を必要としない。
- 4) 高度の技術を要しない。
- 5) 現地分析ができる。
- 6) 共存物の影響をよく排除している。

## II 結果および考察

### (1) 標準液による試験

表1に各種ヨシテストの既知標準液による試験結果を示した。調査した8種の「ヨシテスト」は試験上の使用注意書に従って操作を行えば、標準濃度表とよく一致することがわかった。「ヨシテスト」の検色法にはつぎの二通りがある。

- 1) 検液を吸入後、発色帯の色の濃さを比較するもの（フェノール、鉄、クロム、ニッケ

ル）

- 2) 発色帯の高さ（長さ）を比較するもの（銅、いおう、亜鉛、シアン）

1) では検液を吸入後、色帯の色が変わることがあり、特にフェノールでは30分以内、シアンでは5分以内に検色する必要がある。2) では吸入後、色帯の先端が移動することや水平にならずに左右いずれかへ流れることがあるので高さの測り方には注意しなければならない。これらの検色についてはヨシテストの使用注意書に詳しく述べられ、その注意に従う必要がある。

### (2) 共存物の影響

検知時の共存物の影響について、吉富製薬（株）で検討した結果を表-1および表-2に示した。

著者はその追試を改めて行なうと共に、あらたにリン酸およびケイ酸イオンについて検討した。その結果、吉富製薬（株）で検討された共存物については同様の結果を得た。リン酸イオンについてはリン酸イオンとして5ppmの場合、各種「ヨシテスト」の検色の結果には全く影響はなかった。ケイ酸イオンについては、フェノールのみがケイ酸として30ppm共存しているとき低値を与えることが認められた。

### (3) 河川水の分析

#### 1) 検水の調製

工場排水で金属イオンの濃度が排出基準に近いものやこれを越える検水は直接、検知測定が可能である。また高濃度で測定範囲を越える場合は、10倍、50倍……と希釈して検知測定する。しかし逆に低濃度で測定範囲以下の場合は濃縮して測定しなければならない。

地下水、飲料水および河川水等は金属イオン濃度が測定範囲以下の場合が多く、50倍ないし100倍あるいはそれ以上に濃縮しなければ

\* 福岡教育大学助教授 本協会常任理事

表 1

## ヨシテストの標準液による試験結果

フェノール	<ul style="list-style-type: none"> <li>○検知管吸入発色濃度は標準比色表と一致する。</li> <li>○吸入発色後5分経過すると色調がややうすくなる。</li> <li>○0.1ppm, 0.05 ppmでもわずかに呈色し、この程度のフェノールの存在は検知できる。</li> <li>○10 ppm以上は呈色強度が区別しにくく、定量は困難である。</li> </ul>	シアン	<ul style="list-style-type: none"> <li>○標準高さ表と一致する。</li> <li>○発色先端がうすくなるので、印をつける等注意を要する。</li> <li>○色帯は変色しやすいので10分以内に比色する必要がある。</li> <li>○イオン交換樹脂はよく洗った後使用する必要がある。</li> </ul>
鉄	<ul style="list-style-type: none"> <li>○呈色は標準比色表と一致する。</li> <li>○PH 1～2が発色度がよく、PH 3以上になると色帯が下端に集中し、比較が困難である。</li> <li>○濃度が濃くなるにつれて発色帯の高さも高くなる。</li> </ul>	いおう	<ul style="list-style-type: none"> <li>○標準高さ表と一致する。</li> <li>○吸入後、色帯上部はさらに上昇するので、吸入後直ちに先端に印をつける必要がある。</li> </ul>
銅	<ul style="list-style-type: none"> <li>○標準高さ表と一致する。</li> <li>○発色上端が水平になりにくい。</li> <li>○検知管によって1mm前後の高さ誤差を生じる。</li> <li>○検知後ただちに先端に印をつけないと発色帯が上昇する。</li> </ul>	ニッケル	<ul style="list-style-type: none"> <li>○吸入はできるかぎり、一定、速かに吸入しないと0.5 ppm～6.5 ppmの範囲の発色は発色帯全面に拡がらない。比色には注意を要する。</li> <li>○固定相の充填は改良する必要がある。</li> </ul>
クロム	<ul style="list-style-type: none"> <li>○標準比色表と一致する。</li> <li>○発色帯の高さも濃度が濃くなると高くなる。</li> </ul>	亜鉛	<ul style="list-style-type: none"> <li>○標準高さ表と一致する。</li> <li>○発色先端がやや不鮮明である。</li> </ul>

表 2 検知時の共存物の影響について

吉富製薬株式会社

検知管名	共存イオンの影響
フェノール	1,000ppm以下の $Pb^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Hg^{+}$ , $Hg^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Cr^{3+}$ , $Cu^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Mg^{2+}$ は妨害しない。 500ppm以下の $As^{3+}$ , $Cr^{6+}$ , $Mn^{2+}$ , $Ca^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Al^{3+}$ は妨害しない。
シアン	1,000ppm以下の $Ni^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $As^{3+}$ , $Cl^{-}$ は妨害しない。 500ppm以下の $Cd^{2+}$ , $Pb^{2+}$ , フェノールは妨害しない。
クロム	1,000ppm以下の $Al^{3+}$ , $As^{3+}$ , $Cd^{2+}$ , $NH_4^{+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Zn^{2+}$ は妨害しない。 500ppm以下の $Fe^{3+}$ , $Pb^{2+}$ , $Mn^{2+}$ は妨害しない。
銅	1,000ppm以下の $Cr^{3+}$ , $Cr^{6+}$ , $Al^{3+}$ , $Ni^{2+}$ は妨害しない。 500ppm以下の $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Ba^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $Co^{2+}$ は妨害しない。
ニッケル	1,000ppm以下の $Hg^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , フェノール, $F^{-}$ , $Cr^{6+}$ , $Sn^{2+}$ , $NH_4SCN$ , $NaCl$ は妨害しない。 500ppm以下の $Mg^{2+}$ , $Pb^{2+}$ , $Al^{3+}$ は妨害しない。 200ppm以下の $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Ca^{2+}$ は妨害しない。

表 3 検知時の共存物の影響について

吉富製薬株式会社

検知管名	共存イオンの影響
鉄	1,000ppm以下の $As^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Pb^{2+}$ , $Sn^{2+}$ , フェノールは妨害しない。 200ppm以下の $Cd^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Cr^{6+}$ は妨害しない。
いおう	1,000ppm以下の フェノール, $Na_2SO_4$ , $NaNO_3$ , $Cr(NO_3)_3$ は妨害しない。 200ppm以下の $CH_3COONa$ , $NaHCO_3$ は妨害しない。
亜鉛	1,000ppm以下の $Na_2SO_4$ , $NaOCl$ , $NaHCO_3$ , $K_2HPO_4$ , $F^{-}$ , $CN^{-}$ , $Mg^{2+}$ , $Ca^{2+}$ , フェノール, $Cr^{3+}$ , $Cr^{6+}$ , $Mn^{2+}$ , $As^{3+}$ , $Al^{3+}$ 500ppm以下の $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ 100ppm以下の $Hg^{2+}$ , $Hg^{+}$ , $Pb^{2+}$ , $Cu^{2+}$ 50ppm以下の $Sn^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Cd^{2+}$ 上記の化合物およびイオンは影響しない。

ばならない。

検水の濃縮方法には加温蒸発濃縮法、キレート樹脂によるイオン交換吸着を利用した濃縮法および共沈濃縮法等がある。

ここでは、加温蒸発による濃縮およびキレート樹脂A-1による吸着濃縮によって検水

の調製を行った。

2) 加温蒸発濃縮

磁性ビーカー (1ℓ用) に検水 1ℓ を取りドラフトチャンバー内であらかじめ加温しておいたサンドバス上におくか、赤外線ランプで蒸発乾固する。乾固した残留物を 2N-HNO<sub>3</sub> に溶解し蒸発皿に取る。これを赤外線ランプを使って再び加温し蒸発乾固する。蒸発皿中の残留物を (1+99) HNO<sub>3</sub> 20ml に溶解し検液とする。

3) キレート樹脂による濃縮

検水 5ℓ をポリビニルとりアンモニア水および塩酸を使って、pH 7.6 に調製する。これを、キレート樹脂 A-1 をつめたカラム (径 10mm, 高さ 100mm) に通す。流速は 300ml/h で、20時間程度で検水中の重金属を樹脂に吸着させる。

吸着した樹脂を脱イオン水 100ml 程度で洗浄した後 2N-HNO<sub>3</sub> 100ml で吸着した金属類を溶離する。溶離液は磁性蒸発皿に取り赤外線ランプを使って蒸発乾固する。

この残留物を (1+99) HNO 20ml に溶

かし検液とする。

4) 河川水中の亜鉛および銅の分析

表 4 は福岡市内の河川水 (試料 No. 1~12)

表-4 河川水の分析結果

試料No	項目 分析法		Zn (×1/250ppm)		Cu (×1/250ppm)	
	原吸	子光 ヨシテスト	原吸	子光 ヨシテスト	原吸	子光 ヨシテスト
1	11.9	10.5	1.18		1~2	
2	5.6	5.0				
3	6.1	6.1	0.34		0~1	
4	10.6	10.0	0.92		0~1	
5	11.3	10.5	0.58		0~1	
6	6.4	6.6	0.50		0~1	
7	4.2	3.2	0.56		0~1	
8	8.5	8.8	0.42		0~1	
9	4.3	5.0	0.23		0~1	
10	4.2	4.4	0.79		0~1	
11	5.9	5.8				
12	11.0	10.0	0.38		0~1	

表-5 岩石付着物中の銅の分析 (ppm)

試料No	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
分析法											
ヨシテスト法	80	20	170	260	230	440	500	540	760	860	780
原子吸光法	50	90	90	240	320	420	440	700	720	760	920

表-6 工場排水の分析結果

試料No	項目 分析法		Fe (ppm)		
	J I S	メルコ クアント	東洋科学 イオン紙	ヨシテスト	
24	469	500	500	300~350	
25	276	250	250	250	
26	1.18	0~2	0~5	1~2	
備考		○直接検知	○直接検知	○検水を蒸留水にて希釈 24→50倍と 100倍希釈 25→10倍, 50 倍, 100倍希 釈 26→直接	

をキレート樹脂を用い、250倍に濃縮した検液について亜鉛および銅をそれぞれのヨシテスト検知管および J I S K 0102 に定められた原子吸光法に従って分析した結果を示したものである。実際の濃度は、この表に示した数値の 1/250 ppm である。

亜鉛について両法の相関係数を求めると 0.96 が得られ、測定値はよく一致することを確認した。

銅については、河川水を 250 倍に濃縮しても濃度がヨシテスト検知管一銅の検出限界付近であったため、相関係数は求めなかったがヨシテストにより存在オーダーをつかみ得ることを確認した。

(4) 河川岩石付着物中の銅の分析

福岡市内を貫流する河川の上部 (粕屋郡) に休廃銅山を持つ河

川の岩石付着物を採取し、常法により分解後、その分解液についてヨシテスト銅検知管および原子吸光法で分析した。その結果を表5に示した。

両法の相関係数は0.91を示し分析値はほぼ一致する。

(5) 工場排水の分析

工場排水中の鉄および銅をJIS SK0102で定められた方法、ヨシテスト法およびその他の簡易法で測定した結果を表6、表7に示した。

クロムについては、東洋科学イオン紙を除き他の三法の測定値はJIS法と同じであった。鉄についてはヨシテスト法はJIS法にくらべ低濃度ではよく一致するが、高濃度試料については若干低値を与えた。

表8は、種々の工場排水について吉富製薬(株)でユーザーテストを行い、その分析結果について著者がJIS法との回帰直線ならびに相関係数を求めたものである。

回帰直線はJIS法をX、ヨシテスト法をYとし、nを種々の工場排水の測定試料数とした。回帰直線の勾配(B)は0.8~1.14、相関係数( $\sigma^2$ )は0.97~1.00を示し、ヨシテストは種

表-8 種々の工場排水のユーザーテストにおけるJIS法(X)とヨシテスト法(Y)の相関係数(資料は吉富製薬提供による)

項目	n	A	B	$\sigma^2$
フェノール	13	-2.93	1.05	1.00
6-クロム	8	-0.06	1.05	0.99
総クロム	10	-0.21	1.08	0.97
銅	13	1.59	0.88	1.00
鉄	17	115.63	0.97	1.00
いおう	37	-12.10	1.03	0.99
ニッケル	9	0.14	0.89	1.00
亜鉛	10	35.15	0.80	0.99
シアン(蒸留法)	35	-3.37	1.01	1.00
シアン(希釈法)	31	-7.91	0.95	0.97
水銀	10	0	1.00	1.00
鉛	5	-0.20	1.14	0.98
カドミウム	10	0	1.00	1.00

注 回帰直線  $Y=A+BX$   
相関係数  $\sigma^2$   
n, 試料数

表-7 工場排水の分析結果

項目 試料No	Cr (ppm)			
	JIS	東洋科学 イオン紙	ポナール キット	ヨシテスト
27	10.0	8.0	10.0	10
備考		○直接	○検水を蒸留水にて希釈 ○5倍 ○10倍	○直接

々の排水についてJIS法とよく一致することを確認した。

(6) 「ヨシテスト」の水質環境管理への利用について

- 「ヨシテスト」の検出下限界は工場排水の排出規制値より低いところにある。また、ヨシテスト法は、さきに述べた様に簡便で良好な結果が得られるので、工場排水などの濃度監視ならびに管理用として適当である。
- 未知検体の分析の際にあらかじめ濃度範囲を「ヨシテスト」で予知すれば、以後の分析を最適条件下で正確に行えるので分析値の精度を一層あげることができる。
- 「ヨシテスト」の検出下限界以下の濃度をもつ試料については共沈濃縮、イオン交換濃縮およびキレート樹脂濃縮などを行えば、飲料水、地下水、河川水および海水などの分析も可能である。

III 結 語

「ヨシテスト」による水の分析は高度な分析技術を要せず、操作も簡単で、しかも短時間で多数の試料について正確な測定結果を得ることができる。また、特別な設備機器を必要とせず、現場で直ちに測定値を得ることができる。

その他の利用分野としては排水水質の簡易迅速分析のほか予備的濃度試験、水質管理のための濃度範囲測定器として、また水質チェック機関の行政管理用材として十分に活用できるものであると認められる。

(後記「ヨシテスト」水銀、カドミウムおよび鉛検知管は著者等の検討後に発売されたもので未検討、資料は吉富製薬(株)による)