

簡易測定機器の開発研究(その 2)

宮川 正孝 梶山 正三 西井戸 敏夫
長谷川 猛 矢部 禎昭 柴田 富美雄
(清掃局) (板橋区役所) (公害研究所庶務課)

1. はじめに

水質分析において、ある程度の正確さと精度をもった測定器を使用し、現場で簡易に迅速に水質分析が可能ならば極めて有用であり、公害防止上からも多くのメリットがあると思われる。むしろある程度の正確さと精度を持った測定法採用するか、または JIS 法による測定を選択するかは問題であるが、簡易法の限界を知った上で、河川・工場排水等の監視、工場等での排水の自主管理という目的のためには、今後簡易測定システムの需要は拡大されると考えられるし、JIS 法による測定が困難なときのためにも簡易測定法の確立が必要である。

このような見地から、簡易比色計の改良、および前報で報告した銅・亜鉛等の 7 項目の試薬に追加して完成した全クロム等 5 項目の測定試薬について、検討した結果を報告するとともに、市販の簡易分析測定器について行った検討結果をあわせて報告する。

2. 簡易比色計の改良

48年度に試作した簡易比色計について、さらに簡易に扱えるように次のように改良した。

(1) 改良にあたっての考え方

次のような点を考慮して改良した。

ア 装置をさらに小型・軽量化させること。

イ 濃度表示はデジタルによる ppm の直接表示とすることにより、フローシートどおりに操作すれば容易に結果が得られること。

(2) 改良器の概要

主な改良点としては、ppm デジタル表示を行わせるために係数回路を設けた。改良器の構成を図 1 に示した。各部の概要は以下のとおりである。

[機器各部の構成]

ア. 光学測定部

- a. 光源：タングステンランプ
- b. 分光素子：干渉フィルター 4枚
長波長カットフィルター
- c. 測定セル：丸型ガラス製13φ×50Hmm
- d. 光検出器：シリコンフォトダイオード

イ. 比色計回路

対数ダイオードによる対数変換増幅器、ブランク合せ回路とサーミスタによる温度補償回路より構成

ウ. 係数回路

増幅回路の帰還抵抗を切り換えることにより、増幅率を変化させ、各測定項目に応じた濃度出力を得る。

エ. AD コンバーター

積分器とコンパレータによって電圧を周波数に変換し論理回路によって表示回路を構成。

オ. 表示部

発光ダイオードによる 3 桁表示。

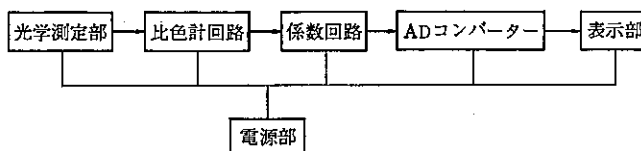
カ. 電源部

密閉形鉛蓄電池 6V-3HA

(3) 改良器の機能検討

改良器は、試作器に比較して濃度の ppm 表示を行えるので、操作性の点で極めて良好となった。しかしながら、濃度の ppm 表示に伴い、大きく 2 つの問題点が生

図 1 改良器の構成



じたと考えられる。

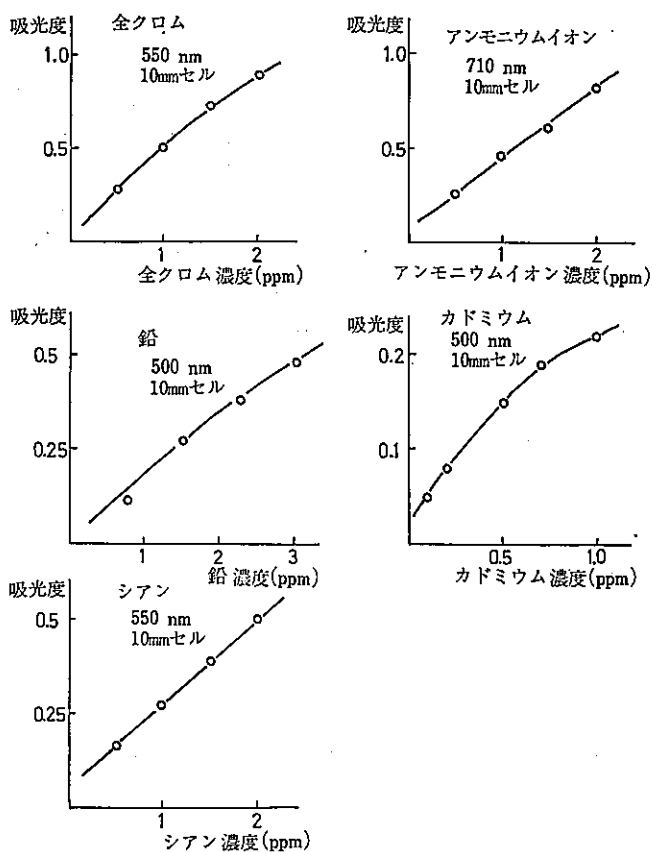
第1には、濃度の ppm 表示化により、機器はより複雑になった。たとえば、標準液による検定を行い、表示された測定値が明らかに異常であるとき、この原因を調査

するに際し、まず考えることは、異常を生じているのは機器自体なのか、あるいは試薬かまたは両者なのかということであるが、現状ではこれらを判断する検定・保守法が導入されていない。したがって、機器の信頼性・安

表 1 試薬の概要

項目	全クロム	カドミウム	鉛	遊離シアン	アンモニウムイオン
原理	ジフェニル カルバジド法	カジオン法	アルサゼン法	オルトフェナン トロリン法	インドフェノール 変法
構成	溶液 A 溶液 B カプセル C	溶液 A 溶液 B 錠剤 C 溶液 D	溶液 A 錠剤 B 溶液 C 溶液 D 溶液 E	溶液 A 溶液 B 溶液 C 溶液 D	溶液 A 溶液 B 溶液 C 溶液 D 錠剤 E
採用波長	550nm	500nm	500nm	550nm	710nm

図 2 追加 5 項目の検量線



定性の向上とともに、色ガラス等による機器の検定法および保守法の確立が必要であると考えられる。

第2には、濃度の ppm 直接表示は検量線が直線であるか、またはほぼ直線であるという前提で行っている。鉛、亜鉛、銅などの項目では、検量線の傾きが大きく、試作器の検量線法の場合に比べて狭い濃度範囲で使用しなくてはならない。ただし、基準となる濃度を正しく選択し、係数（検量線の傾き）を変えれば、最高測定濃度で係数を設定したときに比べて誤差を小さくできる可能性もあるので、この点の検討が必要である。

3. 簡易測定用試薬の開発

48年度に開発した、銅・亜鉛等の7項目に加えて、全クロム、カドミウム、鉛、遊離シアン、アンモニウムイオンの5項目の測定試薬を新たに開発した。

試薬の概要を表1に示す。

4. 簡易比色計と簡易測定試薬の機能検討

(1) 追加5項目の検量線の作成と測定条件の決定

全クロム等5項目について検量線を作成し、改良型比色計（以下改良器と記す）での測定範囲を決定した。

検量線を図2に示す。シアンとアンモニウムイオンは直線であり、全クロム、鉛、カドミウムは、高濃度で傾いてくる。

これらの結果と、銅・鉄等の7項目について前報で報告した結果とから、改良器における測定条件を表2のように決定し、比色計の係数を設定した。

以下の測定はすべてこの測定条件による。

(2) 再現性試験

再現性は各項目とも満足な結果が得られた。

表2 改良器における測定条件

項目	採用波長	測定範囲
鉄	500nm	0—3ppm
鉛*	500	0—5
銅	500	0—5
カドミウム*	500	0—1
マンガン	500	0—5
六価クロム	550	0—2
全クロム*	550	0—2
遊離シアン*	550	0—2
ニッケル	550	0—5
亜鉛	620	0—5
フッ素	620	0—1
アンモニウムイオン*	710	0—2

(注) *印は追加5項目

これらのことから、機器は基本的な点での問題はなく試薬についても、標準液の場合には良好である。

5. 実用化試験

改良器を用い、全クロム等5項目について実用化試験を行った。各測定項目ごとに以下述べる。

(1) 全クロム

ア. 測定操作性

加熱操作で突沸が起こりやすく試料の損失に注意を要するとともに、蒸発による濃縮が起こり得る点を考慮すると、試料量を増して、加熱酸化後試料を分取し発色操作を行うように操作法を改める方が適当と思われる。

イ. pH 範囲

メッキ排水等を考えると、試料の液性は酸性かまたはアルカリ性であることが考えられる。このため pH を

表3 全クロム測定時の pH の影響

	酸 性				中 性	ア ル カ リ			
	1.0N	0.5N	0.1N	0.05N	—	0.05N	0.1N	0.25N	0.5N
試料の酸またはアルカリ濃度	1.0N	0.5N	0.1N	0.05N	—	0.05N	0.1N	0.25N	0.5N
発色時の液性	酸性	酸性	酸性	酸性	酸性	酸性	酸性	酸性	アルカリ性
比色計の読み(ppm)	1.24	1.24	1.22	1.26	1.24	1.26	0.56	発色せず	発色せず

(注) ① 標準液は1.25ppm クロムを使用

② 酸としては硫酸を、アルカリとして水酸化ナトリウムを使用。

表 4 工場排水中の全クロム測定 (単位: ppm)

試料業種	簡易法	JIS法	備考
メッキ	0.06	0.05	
メッキ	0.08	0.06	
メッキ	308	280	沈澱槽水
メッキ	27	24	
メッキ	0.26	0.31	
メッキ	0	0.1	
グラビア	0	0.05	
グラビア	0	0.05	
染色	測定不能	4.9	着色している
染色	2.6	2.5	
染革	測定不能	3.8	着色している

(注) 測定不能とは加熱酸化後も着色強いため。

変えた標準液を用い、pH による影響を調べたところ表 3 のように、ほぼ pH 1 から pH 12 の範囲で測定に支障がなかった。

ウ. 妨害

還元剤の妨害は、六価クロム測定時に比べると小さい。酸化剤は多少妨害する。

エ. 検定

標準液による検定を行ったところ、1 ppm 以下では良好な結果を示したが、2 ppm で約10%低値を与えている。一般に全クロムの場合は、加熱操作が不十分であると高濃度ほど低く測定される傾向がある。この場合も加熱酸化操作が不十分なことによるものとも考えられるが、検量線の傾き等を考え合せると、0~2 ppm という測定範囲では、止むをえない誤差といえる。このようなことから、実用上の測定範囲は0~2 ppm であるが、正確な測定値を求めたいときは、0~1 ppm での使用が適当である。

オ. 工場排水の測定

都内の主なクロムの排出業種であるメッキ、グラビア等の排水について測定を行った。表 4 に見られるように JIS 法の結果とほぼ一致しており、強還元性排水や着色排水を除いて簡易法は十分に実用になると思われる。

(2) 鉛

ア. 測定操作性

むずかしい操作はなく、誤差の入る余地はほとんどない。

イ. pH 範囲

pH は 3—9 の範囲に調整を必要とする。

ウ. 妨害

影響の許容量を±10%とすると、Mn⁺の影響が大きく 1 ppm が限度であり、Fe³⁺、Cd²⁺ は 25 ppm 程度までよい。

エ. 検定

図 3 鉛の検定

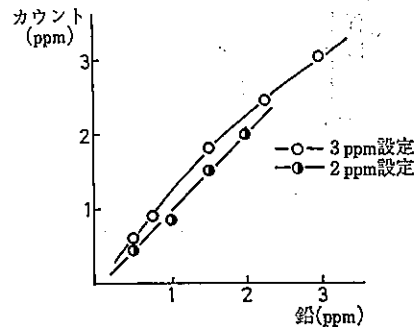


図 2 のように鉛の検量線は 2 ppm 付近まではほぼ直線であるが、2~3 ppm で次第にまがる。標準液による検定の結果、2 ppm 設定による 0~2 ppm の範囲で使用するのが誤差が少なく、3 ppm 設定では中間の範囲で最大 20% も高く測定値を与えることが判明したので、0~2 ppm で使用することとした。

図 3 に 2 ppm 設定時と 3 ppm 設定時の検定結果を示す。

(3) アンモニウムイオン

ア. 測定操作性

操作条件を守る必要があり、発色時の温度条件も結果に大きな影響を与える。温度影響は、20℃以下では温度が下るとともに低値を与え(発色率の低下) 20~30℃では発色率は一定である。したがって、20~30℃の温度範囲を守る必要がある。温度と発色率の関係を図 4 に示す。

次に、発色剤 E の溶解の差が結果に大きな影響を与え

図 4 アンモニウムイオン測定時の振とう時間の影響

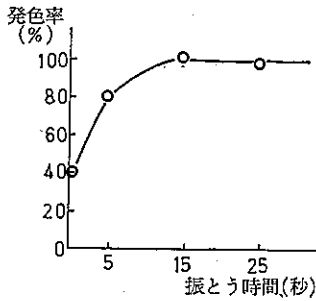
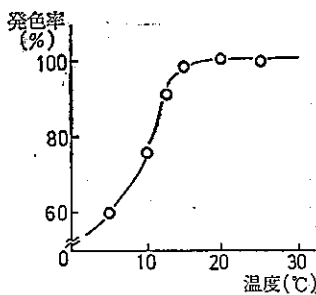


図 5 アンモニウムイオン測定時の温度の影響



ることが判明したので、E 錠溶解のための振とう時間をどの程度にすべきかを検討した。その結果、図 5 のように 15 秒以上振とうすればよいことがわかった。

イ. pH 範囲

pH 3～9 の範囲。

ウ. 妨害

Fe³⁺ は 1ppm 以上で正の誤差を、Co²⁺ は 1ppm 以上で負の誤差を与える。Cu²⁺ は 20ppm で影響する。

エ. 検定

多少低く測定されているが、0～2ppm でほぼ良好な結果を得た。

オ. 河川水の測定

都内の河川水には数 ppm から十数 ppm のアンモニウムイオンが含まれている。そこで河川水を試料として測定を行ったところ、JIS 法による測定値とほぼ一致した結果が得られた。ただし同一試料について繰り返し測定を行うと、濁りや SS 分の影響により測定値にバラツキがみられた。したがって、ろ過により測定値に大き

表 5 河川水中のアンモニウムイオンの測定

(単位：ppm)

採水地点	JIS法	簡易法
隅用川(両国橋)	14.3	15.0
隅田川(千住大橋)	12.3	12.0
多摩川(多摩水道橋)	5.7	6.7
多摩川(二子玉川橋)	6.1	6.6
多摩川(調布堰上)	7.1	7.7
隅田川(両国橋)	15.1	17.8
隅田川(千住大橋)	16.0	17.0
隅田川(小台橋)	18.1	17.5
石神井川(溝田橋)	11.0	12.9
神田川(高戸橋)	19.0	20.5
神田川(長者橋)	3.5	2.8
多摩川(多摩水道橋)	7.2	5.5
多摩川(二子玉川橋)	7.0	6.0
多摩川(調布堰上)	8.5	7.5

表 6 蒸留処理後のアンモニウムイオン測定

(単位：ppm)

試料	測定方法	
	簡易法	JIS
東京湾(品川埠頭先)	2.8	2.89
東京湾(大井埠頭先)	0.89	0.78
多摩川(六郷橋)	5.2	4.93
多摩川(調布堰上)	4.3	4.29

な影響を与えないならば、ろ液について測定の方が適当と思われる。河川水の分析結果を表 5 に示す。

次に、表 6 のように蒸留処理を行った検水について、JIS 法および簡易両法で測定を行ったところ、結果はきわめてよく一致した。蒸留処理を行うことによってより正確な値が簡易法でも求められる。

(4) 遊離シアン

ア. 測定操作性

操作にむずかしい点はない。

イ. pH 範囲

pH を 8～9 に正しく調整することが必要。

表 7 調査対象測定器仕様

仕様 測定器	濃度表示	波長選択	受光部	使用セル	使用電源
A	カードによる ppm 表示	フィルター 400nm 460 500 540 620	セレン光電池	30×30 角セル	充電池
B	カードによる ppm 表示	フィルター 各 種	シリコン光電池	30×30 角セル	電 池
C	透過率 又は吸光度	グレーティング 400~700nm	CdSセル	10mmセル 20mmセル 丸型キューベット	充電池
公研改良器	デジタル ppm 表示	フィルター 500nm 550 620 700	シリコン フォトダイ オード	丸型キューベット	A C 100 V 充 電 池

ウ. 妨 害

Ag⁺, Hg²⁺, Fe³⁺, Co²⁺ 等の陽イオン, Br⁻, I⁻の陰イオンの影響は大きい。Cr⁶⁺は50ppm, Cu²⁺, Mn²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺などは, 100ppmまで共存可能。

次亜塩素酸ナトリウムは10ppm で妨害。

エ. 検 定

試薬の安定性の問題から, 再現性が悪く検定をうまく行えなかった。

検討の結果, シアン用試薬の問題点として, 第1には安定性の問題, 第2には妨害物質の問題が明らかになった。現在両者について検討中である。

(5) カドミウム

ア. 測定操作性

むずかしい点はない。

イ. pH 範囲

pH 7~9 に調整必要とする。

ウ. 妨 害

Mg²⁺は10ppm 以上で正誤差, Cu²⁺, Ni²⁺, Mn²⁺, Ca²⁺, Pb²⁺は25ppm まで, Ba²⁺, Cr⁶⁺は50ppm まで共存可能である。

エ. 検 定

試薬について検討中であるが, 妨害物質に対するより上の対策を必要とする。

6. 簡易測定器の現状調査

簡易測定器による水質測定上の問題点について調査することとした。市販の簡易測定器のうちから3種を選び, これに改良器を加えて4種の簡易測定器について調査・検討を行った。

現在, 数社から試薬を含めた簡易測定器が市販されている。実際に, 簡易測定器を導入したものの, JIS 法の結果と掛離れた測定値しか得られないとか, 妨害を受けてしまって, データらしきものすら得られないという批判がある。その一方で, 簡易測定器を使用して大きい成果をあげているところもある。全体的にみて, 比較的良質な水質の測定に導入しているところでは成功しているようである。これは当然予想されることであり, 工場排水等のような多種・多量の妨害物質を含む水質測定は, 現状の簡易測定器にはきびしい使用条件といえる。

市販の簡易測定器は, そのほとんどが本来一般の水質測定用として開発されており, 公害分析を念頭においたものではない。しかしながら, 今後公害分析での導入が

図 6 項目別検定結果

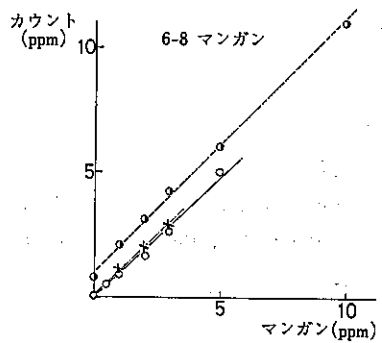
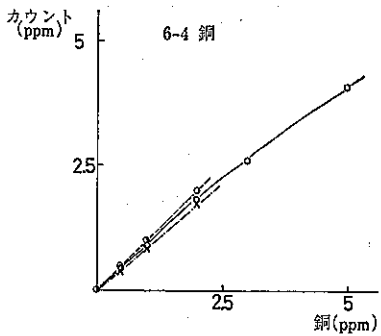
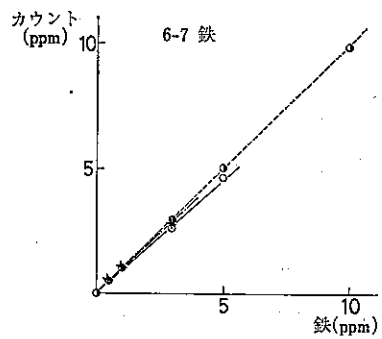
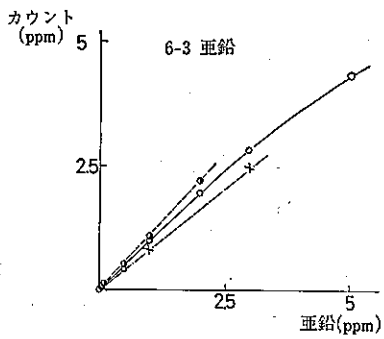
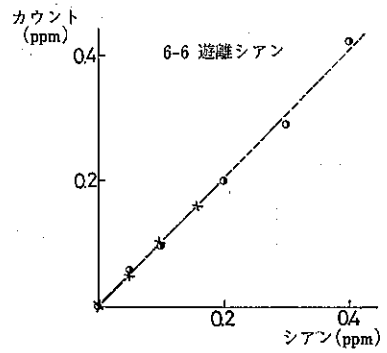
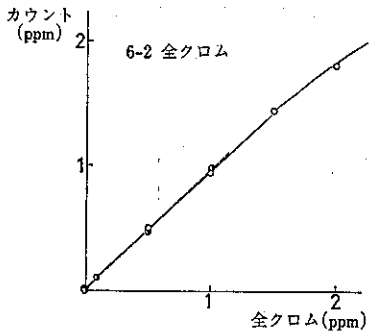
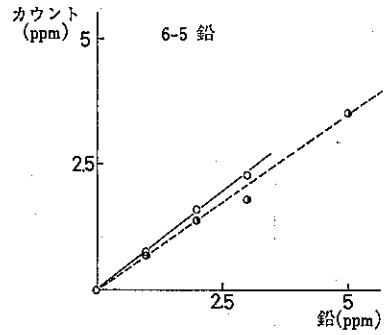
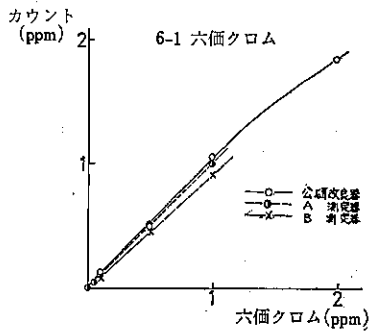
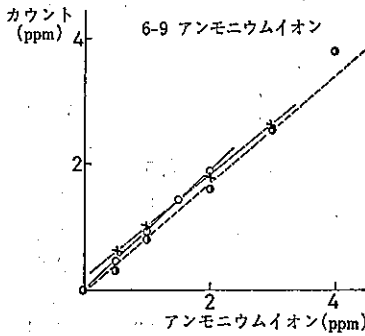


図 6 (つづき)



* B測定器はアンモニア性窒素として結果は表示されるので、アンモニウムイオンに換算して、図に示した。

** 使用した標準液は JIS K 0102により調整し、使用した。

拡大されていくためには、簡易な前処理法の開発や、より効果のあるマスキング剤の使用等を含めて、公害分析用に試薬の改良・改善が必要と思われる。

(1) 調査対象機種

市販の測定器3種と、公研方式の改良器を加えた4種とした。使用した測定器の仕様を表7に示す。

これらの測定試薬には、調査対象として表8に示したものを選んだ。

(2) 測定

ア. 標準液による測定

種々の濃度の標準液を調整し測定を行った。測定器により測定範囲が異なるため比較しにくい面もあるが、項目別の測定結果を図6に示す。C測定器は検量線方式で

あるので、作成した検量線を用いて以下の測定を行った。

図6を見ると、全体として、低濃度ではほぼ良好であったが、高濃度で正確さを欠いた結果となっている。これは、直線性のない部分まで検量線を作成し用いているからであり、傾きが小さいために、正確さと再現性の点で問題がある。したがって、無理に測定範囲を広げるとは、正確で精度のよい測定値を求める上で好ましいことではない。標準液による測定結果は、鉛以外ではほぼ良好と言える。

イ. 河川水および工場排水の測定

河川水と工場排水について測定を行った。河川は6試料、工場排水として15試料採水した。遊離シアン以外は直接測定とし、遊離シアンについては河川水に標準添加して測定した。

現在までに、一応のまとめが終了した全クロム、銅、アンモニウムイオン、遊離シアンについてはデータを示す。表9、10、11に結果を示す。

以下、他の項目を含めて、各測定項目ごとに述べる。

(ア) 六価クロム

測定原理はすべてジフェニルカルバジド法である。今回測定した工場排水は含有量のきわめて微量のものがほとんどで、妨害物質等の検討は行えなかった。

測定操作は容易だった。

(イ) 全クロム

改良器とA測定器を用いて測定した。ともにジフェニルカルバジド法で、JIS法による分析は原子吸光光度法によった。

両者の測定結果は、JISのそれと表9のようにほぼ一

表 8 調査対象試薬

	全クロム	六価クロム	亜鉛	銅	鉛	鉄	マンガン	遊離シアン	アンモニウムイオン・アンモニア性窒素
A	○	○	○	○	○	○	○	○	○
B	*	○	○	○	*	○	○	○	○
C	—	○	—	○	—	○	○	—	—
公研改良器	○	○	○	○	○	○	○	○	○

(注) *市販はされているが、今回調査対象に加えなかった。

表 9 全クロムと銅の測定

(単位: ppm)

測定項目 試料	全クロム			銅				
	公 研	A	J I S	公 研	A	B	C	J I S
Aメッキ	300	290	300	8.0	10	17	8.5	8.8
Bメッキ	20	28	27	1.5	0.90	1.6	0.84	0.85
Cメッキ	16	13	13	1.1	1.1	0.91	1.2	1.2
Dメッキ	1.8	2.5	2.7	1.3	1.0	—	1.7	2.0
Eメッキ	0.01	0.01	0.05>	1.7	1.0	1.6	1.4	1.9
Fメッキ	*1	0.02	0.05>	0.3	0.57*2	0.80	0.33	0.31
Gメッキ	0	0.12	0.14	0.6	0.4	0.13	0.55	0.61
Hメッキ	35	26	32	2.0	0 *2	1.9	2.0	2.1
Iメッキ	—	5.5	8.7	—	0.05*2	0.08	—	0.50
J表面処理	0.23	0.25	0.23	0.4	0.2	0.05	0.49	0.57
Kグラビア	0.02	0.01	0.05>	5.6	4.2	7.4	7.4	8.0
L精密計器	0.04	0.05	0.05>	0	0.12	—	0.03>	0.08
M精密計器	0	0.05	0.05>	0	0.05	—	0.03>	0.05>
N化学工業	*1	0	0.05>	0	0.05>	0.05	0	0.05>
O食品工業	0	0	0	0.6	0	1.5	—	—

(注) *1 カウント異常

*2 試薬不良

致した。全クロム測定では、酸化剤による酸化処理を伴うので、有機物質等の妨害をある程度除けるため、これがよい結果を示したと思われる。

(イ) 鉛

測定原理は、アルサゼン法と PAR 法である。

調査を行った項目の中で、よい結果の得られなかった項目の一つである。マスクング剤を使用しても良好な結果は得られなかった。さらに試薬の改良が必要と思われる。

(ロ) 亜鉛

測定原理はすべてジソコン法である。

河川水の測定では、測定器による測定値の差はほとんどなかったが、工場排水では測定器によりかなり違いがあった。本項目の場合でも、現在使用しているマスクング剤では効果がみとめられなかった。

(ハ) 銅

測定原理は、バソクプロイン法とクプレトール法である。全体的に良好な結果を得た。測定器による差もほとんどみられず、JIS 法による結果とはほぼ一致した。さらに多数の試料による追試が必要であるが、本項目につい

ては簡易分析によりほぼ正確な測定値が得られると思われる。測定結果を表 9 に示す。

(ニ) 鉄

測定原理は、ジビリジル法、フェロン法、0-フェナントロリン法である。

河川水での測定を行ったが、JIS 法とは一致しないものの、4台の測定器間ではほぼ良好な結果を示した。隅田川、多摩川下流のように SS 分が多く、にごりも多少ある水では、検水ブランクで零調整を行っても完全に補正されないためと思われる。

(ヒ) マンガン

測定原理としては、ホルムアルドキシム法と過ヨウ素酸酸化法である。

本測定項目も主として河川水での調査のみであるが、測定器による差がかなりみとめられた。試薬についての検討が必要である。

(ヘ) アンモニウムイオン (アンモニア性窒素)

ネスラー法とインドフェノール法が測定原理である。河川水での測定結果を表 10 に示した。直接測定では、測定器により差がみとめられるが、蒸留処理を行うと測定

表 10 河川水中のアンモニウムイオン測定

(単位：ppm)

測定方法 測定器	直接測定			蒸留処理後測定			
	公研	A	B	公研	A	B	JIS
試料							
隅田川(両国橋)	3.9	8.0	8.6	5.3	5.5	4.9	7.0
多摩川(調布堰上)	2.7	3.8	2.6	2.3	2.6	2.3	3.2
野川(榎橋)	4.0	8.0	12	5.6	5.6	5.4	7.2
秋川(東秋川橋)	0.26	0	0.61	0.08	0.05	0.16	0.1
新河岸川(志村橋)	11	15	—	—	—	—	16
目黒川(大鼓橋)	9.8	14	—	—	—	—	16

(注) B測定器の結果はアンモニウムイオンに換算して示した。

器による差はほとんどなくなった。

マスキング剤の検討を加えれば、かなり有望な項目と思われる。改良器の結果がこれまでの結果と異なり今回良好な結果が得られなかったのは、試薬の安定性の問題と判明した。試薬の安定性向上がさらに必要である。

㊦ 遊離シアン

測定原理は、ピリジンピラゾロン法とO-フェナントロリン法である。

ピリジンピラゾロン法による測定では、結果が出るまでに約30分もの時間を要するので、改良器では迅速法の適用を試みたが、現在のところ満足のいく成果は得られていない。そこで、ピリジンピラゾロン法を採用しているA・Bの測定器を用いて、河川水にシアンを標準添加した液について測定したところ、表11のように添加量の約50%しか遊離シアンとして測定されなかった。これは、添加したシアンが河川水中で錯イオンを形成したために、遊離シアンとしては約50%しか存在してないためと考えられる。このように、測定されるシアンは遊離のシアンだけであるので、メッキ排水のようにシアンのほとんどが錯イオンとして存在している場合には、測定された遊離シアン測定値は全シアン量と極めて掛離れていると思われる。現状の簡易法でのシアン測定値は、遊離のシアン量のみを示していることを考慮すべきである。

一方、蒸留処理の導入により全シアン測定を行っても、測定時間等の面で本来の簡易測定から逸脱することも考えられる。したがってシアンの簡易測定に関して

表 11 河川水中へのシアン添加による測定

(単位：ppm)

試料	測定器		
	A	B	JIS
隅田川(両国橋)	0.08	0.10	0.25
多摩川(調布堰上)	0.08	0.12	0.18
野川(榎橋)	0.09	0.12	0.23
秋川(東秋川橋)	0.08	0.12	0.20
新河岸川(志村橋)	0.10	—	—

(注) ①シアン添加濃度は0.19ppm

②JIS法の測定値は全シアンとして。

は、目標の再検討を加えるべきと思われる。

(3) 簡易測定器の操作性検討

ア. 試料量

試料量は、4・10・25mlの3種だった。4mlの場合、分析に不慣れの人には扱いにくい量と思われる。25mlは、扱いやすく誤差が少ないと思われるが、多少試料量が多すぎるとと思われる。10mlの場合には、4mlと25mlの中間的であり、実際の操作でも良好であった。

イ. 測定操作

改良器およびA・B測定器ともに、発色容器が比色セルを兼ねているため測定操作は容易である。C測定器は、発色管で発色後セルに移して比色を行うのが不便である。

ウ. 試薬

試薬は溶液、錠剤、カプセル、パックのいずれかの形にされている。使用上の問題はなかったが、安定性の点で改良を要する試薬があった。その他試薬について考慮すべき点として、(i)支障のないかぎり成分表示を行うべきである。これは妨害物質の検討のために不可欠のことである。(ii)簡易測定にかぎらないが、使用する試薬は可能なかぎり、無毒または低毒性のものとしてもらいたい、などがあげられる。

エ. 現場測定

充電池を使用するものに、充電してもすぐに電圧降下を起こすものが見られた。この種のものでは安定した測

定は行えない。現場測定は、改良器およびA・B測定器とも十分に行える。C測定器については、他のものに比してフィールドでの使用に多少の不適さを感じた。

オ. 保 守

約3カ月の検討期間中、4種の測定器とも、測定に影響を与えるような大きな故障はなかった。特にB測定器は、軽微なものを含めて一度のトラブルもなかった。先に述べたように、測定器が異常値をカウントしている場合、これをいかに早く発見し対策を立てるかということが、簡易測定器での保守のきめ手となると思われる。したがって、容易に、いつでも行えるような測定器の検定、および保守法の導入を考慮すべきである。

試薬については、標準液の調整が可能な場合以外はチェックを行えないので、安定性向上と使用期限の明示が必要である。

7. 今後の課題

今回の研究の結果、筆者らが新たに開発した試薬のうち全クロム、アンモニウムイオンは極めて実用性が高く、鉛はさらに検討を要する。シアン、カドミウムは実用化のための検討を進める必要がある。測定器については基本的な点での問題はないと思われる。しかしながら、より正確で精度ある測定値を得るためには、測定条件の設定など検討の余地がある。

以上のような点にき研究を継続して行う考えである。

本研究のうち、測定試薬の作成については環境機器研究会に委託して行った。また、本稿を記すにあたり多くの方々のご協力をいただいたが、とりわけ実験に協力していただいた山崎久勝氏、木村龍登氏（日本大学）をはじめ、東京都公害局の水質規制課、特別監視課、検査課および東京都公害分析センターの方々に深く感謝する。