

ノート 水質簡易測定の事例

伊東 友夫、吉岡 理、山下 晃

水質の簡易測定法は、さまざまな分野で利用されている。具体的な事例として、中華人民共和国における環境保全技術研修時の生活用水、生活排水、河川水、工場排水、飲用水、市販飲用水の測定、海外研修員研修時の都市河川水の測定、工場排水等の予備測定、環境教育について述べた。

工場排水等のCODの簡易測定法による予備測定の結果と工場排水試験法による測定の結果には高い相関が認められた。

子供たちに身の回りの環境を自ら観察、測定させることは、環境問題を単に言葉で教えるだけでなく自分たちの問題として正しく捉えさせるのに非常に有効であり、簡易測定法の環境教育における利用の事例を述べた。

1. はじめに

水質の簡易測定法は、さまざまな分野で利用されている。その主な利用先は、工場・事業所の工程や排水の管理、飲料水質検査、養魚管理、環境調査、教育実習、農業その他である。

水質簡易測定の2～3の事例について報告する。

2. 水質の簡易測定法の概要

水質の簡易測定法は、公定法に比べて操作が簡易で、測定時間を大幅に短縮できることや、誰にでもどこでも手軽に利用できることなどを目的として、多種多様な方法が研究・開発されている。

現在、90項目以上の簡易水質分析製品が市販されており、排水基準値レベルはもとより、環境基準値レベルの測定が行えるものも多い¹⁾。

これらの測定原理の多くは発色反応を利用したもので、試験紙、パック、比色試験管を用いる方法の他に、分光光度計を用いる方法によるものなどがある。また、試験紙などを用いる細菌検出法などもある。

3. 水質簡易測定の事例

3.1 中華人民共和国河南省環境保全技術研修

筆者らは、平成9年10月20日から11月2日までの14日間、三重県が友好提携している世界4大文明の発祥の地である中華人民共和国河南省において環境保全技術研修を行う機会があり²⁾、簡易測定法(パックテスト)による水質汚濁測定を実施した。

注) パックテストとは、(株)共立理化学研究所から市販されている簡易水質測定商品の商品名で、取り扱いが簡易であり水質の目安を知るのに便利であるとして、環境教育などに利用されている。

河南省の首都である鄭州市で環境保護局が所有している水質測定機器類を見せていただいたところ、一応の機器類は整備されていたが、多くはビロードの布のカバーがされ、周辺には殆ど器具類は見当たらず、水質の簡易測定法が有効に利用される背景があることを感じた。

・洛陽市および許昌市での簡易測定の事例

事前に研修参加者に容器を手渡し、生活用水、生活排水、工場排水および河川水の採水を依頼し、測定に用いた。(表1および表2)

・生活用水などの簡易測定の事例

国外で生活する時に最も気掛かりなことのひとつは、それぞれの国の水事情である。

表1 測定結果 (mg/L ; 透視度 : cm)
 洛陽市での研修時における生活用水、生活排水及び河川水

NO	検体種類	残留塩素	大腸菌群	硬度	透視度	COD	pH
1	生活用水	0	検査実施	> 200	-	10	8.0 ~ 8.5
2	生活用水	0.2	-	> 200	-	0 ~ 5	8.0 ~ 8.5
3	"	0	検査実施	> 200	-	0 ~ 5	8.5 ~ 9.0
4	"	0.2	-	> 200	-	0 ~ 5	8.5 ~ 9.0
5	"	0	検査実施	> 200	-	0 ~ 5	8.0 ~ 8.5
6	"	0	検査実施	50 ~ 100	-	0 ~ 5	8.0 ~ 8.5
7	"	0.1	-	> 200	-	0 ~ 5	8.0
8	生活排水	-	-	> 200	-	100	8.5 ~ 9.0
9	河川水	-	-	50 ~ 100	4	10	8.5
10	"	-	-	50 ~ 100	18	20 ~ 50	8.5

注) 生活排水は給食センターからの排水である。

表2 測定結果 (mg/L ; 透視度 : cm)
 許昌市での研修時における生活用水、生活排水、工場排水及び河川水

NO	検体種類	残留塩素	硬 度	透 視 度	C O D	Cr ⁶⁺	フェノール
1 ~ 6	生活用水	0 ~ 0.2	100 ~ > 200	-	3 ~ 10	-	-
7 ~ 10	生活排水	-	-	2.5 ~ 6.9	30 ~ > 100	-	-
11	工場排水	-	-	24.5	60	< 0.05	< 0.2
12	"	-	-	8.7	> 100	< 0.05	< 0.2
13	"	-	-	3.5	100	< 0.05	< 0.2
14	"	-	-	14.7	50	< 0.05	< 0.2
15	"	-	-	11.2	50	< 0.05	?
16	"	-	-	1.5	> 100	< 0.05	< 0.2
17	河川水	-	-	14.5	40	< 0.05	< 0.2
18	"	-	-	5.8	60	< 0.05	< 0.2
19	"	-	-	9	20	< 0.05	< 0.2
20	"	-	-	27.5	30	< 0.05	< 0.2

注) 11、12は製糸工場からの排水である。?は着色しており判定不能

表3 測定結果 (mg/L)

宿泊場所における生活用水

NO	検体種類	残留塩素	硬度	COD	pH	NO ₂ -N	T-Fe
1	上海市内	0	200	0~5	8.0	1	0.5
2	鄭州市内	0.5	>200	0~5	8.0~8.5	<0.02	0.2
3	洛陽市内	0	>200	0~5	8.0	<0.02	0.2 ~0.5
4	許昌市内	0	100 ~200	0~5	7.5~8.0	0.02	<0.2

注) 上海市内の宿泊場所は4ツ星クラスその他は3ツ星クラス
 研修初日の上海市内の宿泊場所の生活用水は泥臭、泥味、微褐濁
 研修最終日の上海市内の宿泊場所(初日と同じ)の生活用水は油臭

筆者は研修の合間に、宿泊場所における生活用水、飲用水および市販飲用水の主として硬度の簡易測定を試みた。(表3および表4)

水環境を保全し、水資源を適切に利用するためには水質測定は不可欠であり、簡易測定法を活用できる場合も多い。

残留塩素、硬度、CODなどについて水質簡易測定を実施した結果は、表1から表3に示すとおりであった。

中華人民共和国における飲用水に係る国家衛生基準には残留塩素に関する基準はなく、大腸菌群数については3個/mLとされている。また、硬度に関する基準は450 mg/Lであり、我国の基準が300 mg/Lであるのに比べて大きな値となっており、水環境の厳しさの一端を知った。

これらのことからか、訪れた各都市(上海市、鄭州市、洛陽市及び許昌市)においては、生活用水と飲用水とを明確に区別していた。

研修時に、大半の生活用水の未処理のままの飲用は不適であること。また、河川水のCOD値が高いことから、生活排水の管理の重要性を述べ、工場廃水からの溶解性有機物の除去の必要性を述べた。(大半の工場排水は沈殿処理を行っているのみで、活性汚泥処理などを行うには多くの設備投資と維持管理費がかかることであった。)

上海市内の宿泊場所は4ツ星クラスであったが、生活用水は泥臭、泥味、微褐濁また油臭が

し、市内に供給されている水道水源水の汚濁または用水管理の不備が推察された。

更に、宿泊場所において飲用水として準備されている水および市販飲用水の硬度の測定を試みた。(表4)

表4 測定結果 (mg/L)

宿泊場所における飲用水など

NO	検体種類	硬度
1	上海市内(飲用水)	70
2	鄭州市内()	70
3	許昌市内()	50 ~100
4	富維克(市販)	100 ~200
5	藍帯(市販)	0 ~10
6	嬉哈哈(市販)	0 ~10

注) 富維克、藍帯および嬉哈哈は、市販飲用水、それぞれの英名は、volvic, Blue Ribbon および Wahaha

宿泊場所における生活用水の硬度は、100 ~ >200 (mg/L)であり、飲用水は別に準備されていた。

我国においては硬度の高い水(10~100 mg/L)が「おいしい水」として求められている一方、中華人民共和国においては軟水の確保が水資源利用の大きな課題の一つであると実感した。

3.2 海外研修員研修

平成8年度から現在に至るまでに三重県環境科学センターにおいて実施した水質汚濁防止技術に関する海外研修員研修は、

- ・アジア地方公共団体環境技術移転事業
(平成8年10月21日～23日)
フィリピン3名、タイ1名、インド2名
- ・水質汚濁防止技術研修
(平成8年10月28日)
エルサルバドル13名
- ・JICA産業公害防止技術研修
(平成8年12月9日)
中華人民共和国10名
- ・JICA環境保全研修
(平成9年3月17日～19日)
ブラジル5名、エジプト1名
- ・JICA環境モニタリング研修
(平成9年11月6日～12月12日)
エジプト1名

などであり、JICA環境モニタリング研修を除くそれぞれの研修のカリキュラムに、水質簡

易測定を組み込んだ。これは、近くの都市河川の水質をパックテストその他を用いて測定しようとするものであり、途上国におけるフィールドその他での水質測定に十分適用ができるとの配慮によるものである。

大腸菌群数、一般細菌数の測定は、パック内の試験紙全体を試料によって湿潤させた後、大腸菌群数の測定では20時間、一般細菌数の測定では12時間体温で保温し、赤色また青色斑点の出現数を計数するものである。

保温の状態による誤差は否めないが、個数の概要を知ることができる。また、恒温器を用いることによって精度を増すことができる。

3.3 工場排水等予備測定

工場排水等の工場排水試験法(JIS K 0102、以下「JIS」)によるCODの測定の前に、その概要を把握するためにパックテストを用いた。

平成10年度上半期の40の事例を図1に示す。

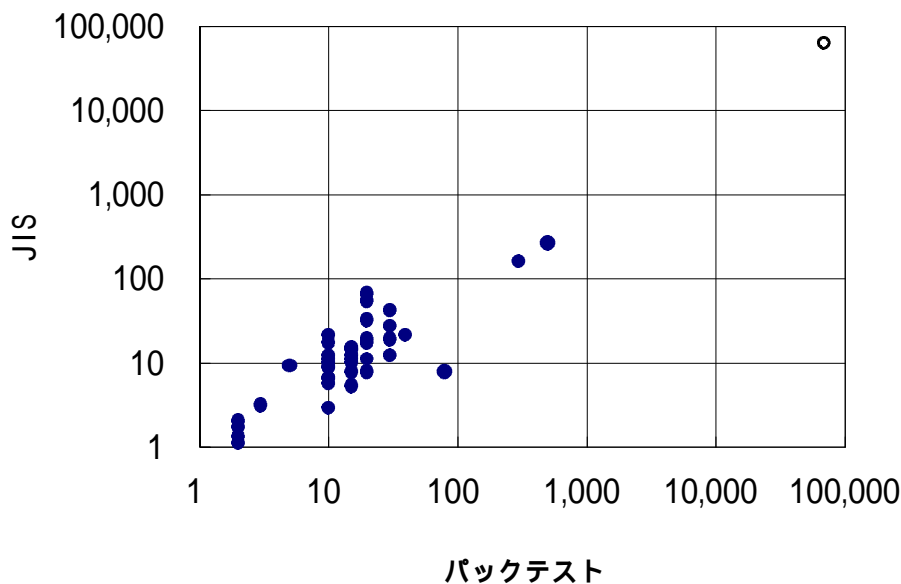


図1 パックテストとJISとの相関(COD:mg/L)

(図中の○は、「'98地球にやさしいフェア」で水質の簡易測定体験に用いた模擬家庭排水の測定結果): 3.4 に詳細説明

J I SによるCODの測定結果とパックテストによるCODの測定結果との間には、相関係数が0.959の非常に高い正の相関があり、工場排水等の予備測定に十分適用できるものと考えられるが、回帰直線の傾きが0.503であったことから、パックテストによるCODの測定結果がJ I SによるCODの測定結果のほぼ2倍の値を示していたことを考慮する必要がある。

$$y = 0.503x + 6.28$$

$$r = 0.959 (p < 0.01)$$

$$n = 40$$

また、CODがおおむね20mg/L以上の濃度でパックテストの値が公定法を大きく下回る結果となった。しかしながら、河川水や生活排水といった比較的濃度の低いおおむね20mg/L以下の環境水では、公定法の値と良く一致したとの報告³⁾のほか、工場排水について行ったCODの比較試験の結果、高濃度域において公定法を大きく下回る試料がみられたが、これらはSS分を多く含む試料であったとの報告⁴⁾もある。

筆者らが用いた試料は、多業種の工場排水、河川水、生活排水、廃棄物処分場からの浸出水など多種多様であり、その数も比較的少なかったことから、パックテストの結果からJ I Sの

結果を推定するには試料の区分のほか、SS濃度なども含めた検討を要するものと考えられる。

3.4 環境教育

子供たちに身の回りの環境を自ら観察、測定させることは、環境問題を単に言葉で教えるだけでなく自分たちの問題として正しく捉えさせるのに非常に有効である。

野鳥や植物、水生生物などの観察と併せて水質の簡易測定が環境教育に利用されている事例も多い。また、家庭排水などを簡易に測定することにより汚濁を実際に知り、対策を考えようとすることもできる。

・ '98地球にやさしいフェア

(平成10年6月27日～28日)

鈴鹿市のエコオフィス運動、企業の環境対策の取り組みの紹介、ショッピングセンターによる「地球にやさしい商品」の展示などに併せて三重県環境科学センターは、子供たちを対象にパックテストによる水質の簡易測定を体験させた(写真1)。



写真1 水質の簡易測定を体験する子供たち(中日新聞社提供)

水質の簡易測定を行う模擬家庭排水として、S(株)の清涼飲料水を1万倍に希釈したものを使用し、約100人がCODの測定を行った。

同一の検体について子供たちは種々の判定をした。この測定結果のばらつきの最も大きな要因の一つは時間の経過であると考えられた。

反応時間に留意した測定値は、70,000mg/Lであり、JISによる結果の62,000mg/Lとほぼ一致した(図1に示す)。

多くの環境教育の資料⁵⁾の中に見られる「生ジュースを180mL捨てると魚の住める水質にするために必要な水量はドラム缶13.9本」などの表現を体験できたものと思われる。

* 魚が住めることのできる水質を(BOD: 5mg/L)とし、ドラム缶(容量: 200L = 200,000mL)を用いて計算すれば12.6本となる。

$$\dots (70,000 \times 180) \div (5 \times 200,000) = 12.6 \dots$$

表5 S清涼飲料水
栄養成分(100mLあたり)

エネルギー.....	40 kcal
たんぱく質.....	0 g
脂質.....	0 g
糖質.....	10.1 g
ナトリウム.....	19 mg
ビタミンB ₆	0.3 mg
ビタミンC.....	28.6 mg
パントテン酸Ca...	0.8 mg

(ラベル表示)

表5に示す主成分をブドウ糖(C₆H₁₂O₆)と仮定しての理論的酸素要求量(1,070mg/g)から計算されるS清涼飲料水の理論的酸素要求量は、108,000mg/Lである。

JISによるブドウ糖の酸化率がほぼ60%とされていることから⁶⁾、模擬家庭排水のそれぞれの測定値は納得できるものであった。

・勢田川ウォッチング

(平成10年11月8日)

勢田川は伊勢市内を流れる代表的な都市河川

であり、汚濁が著しいことから種々の方法でその浄化が図られている。

勢田川の水の汚れや植物、生き物などを観察し、生活や環境について考えようとする「勢田川ウォッチング」もこの一環である。

水質の体験測定にはpH試験紙、CODパケットテスト、アンプル式の簡易溶存酸素測定セットが用いられた。

・こどもエコクラブ県内交流会

- みえ・こども環境フォーラム in かいぞう -
(平成10年11月15日)

こどもエコクラブは、環境庁が支援している子ども達の地域の中での主体的な環境の学習や実践活動のクラブであり、平成9年度末、県下で173団体、3,118人が会員である。また、平成22年度の目標として、クラブ数3,000団体、会員数50,000人を掲げている⁷⁾。

1998年12月現在、全国のこどもエコクラブの数は3,871、会員は6万人を突破している。

また、こどもエコクラブホームページには、その活動などが紹介されている⁸⁾。

地域の環境問題に取り組む県内のエコクラブが集まって交流を深める「こどもエコクラブ県内交流会」には、県下の20のクラブ、220人が参加し、7のクラブがステージ発表し、パケットテストなどを用いて河川の汚濁状況の簡易測定を行い、「水に手を入れるのがイヤだった日は、CODが10(mg/L)以上だった。」などの考察を行っている事例⁹⁾も発表された。

4. おわりに

水質簡易測定法の特徴を活かして、環境水の把握や工場排水の管理、環境教育に利用できる事例を述べた。

水質の簡易測定法を用いて水質を測定することにより汚濁を数値として捉え、汚濁防止対策を考えようとするものと思われる。

水質の簡易測定法は、今後更にさまざまな分野で利用されるものと思われ、水環境の改善に活用されることが期待される。また、より安全に測定できる対象が広がり、測定器具の低価格

での供給も望まれるところである。

参 考 文 献

- 1) 浦野紘平、石井誠治：水質簡易測定技術の現状と発展の方向、水環境学会誌、21、258-263 (1998)
- 2) 伊東友夫、内藤良三、宮尻英男：中華人民共和国河南省環境保全技術研修報告、三重県環境科学センター研究報告、18、69-76 (1998)
- 3) 若槻一晴、田村良三、坂井正昭：水質汚濁測定におけるパックテストと工場排水試験法との比較、新潟県衛生公害研究所年報、12、114-116 (1996)
- 4) 小倉久子：簡易分析法による工場排水、環境水のpH、CODの測定、水環境学会誌、16、600-605 (1993)
- 5) 伊勢市・伊勢市生活排水対策活動推進協議会：みんなで守ろうふるさとの川 (1997)
- 6) 日本分析化学会北海道支部：水の分析、化学同人、pp.231-239(1996)
- 7) 三重県：環境白書 (1998)
- 8) こどもエコクラブホームページ、<http://www.wnn.or.jp/wnn-jec/>
- 9) 伊東萌、阿竹美早子：勢田川調べ、こどもエコクラブ県内交流会資料 (1998)

Examples of Simple Water Quality Measurement

ITO Tomoo, YOSHIOKA Osamu and YAMASHITA Akira

Simple methods of measuring water quality are used in many fields. We described these methods by citing specific examples: the measuring of household water, household effluent, river water, industrial waste water, drinking water and bottled water under our guidance of environmental protection technologies in China, and the measuring of urban river water in the training course in Japan for trainees from overseas and the measuring of industrial waste water and other kinds of water as a forecast test. We also discussed environmental education.

We found a high correlation between the COD values of industrial waste water obtained using simple a method and the COD values obtained using industrial wastewater testing methods.

Having children observe and measure the environment themselves is a more effective way of getting them to recognize environmental problems as their own problems than trying to explain it to them. We also showed good examples of how to employ simple water measurement methods in environmental education.