

### 3-1 標準色票による着色水の色測定について

Determination of Water Pollution with Colored Substance by the Standard Color Index

黒沢 康弘

小清水 正

丸山 一郎

福満 博祝

#### 1 まえがき

工場から排出される着色した水による汚染は、環境水域の美観をそぐない、肉眼的感覚として人に強い不快感を抱かせ、又、太陽光線をしゃへいして水中生物等の生育を妨げ魚介類の生息環境を悪化させる。そのような観点から色を規制するため、色の測定方法について検討した。

従来、色の測定方法には、コバルト、鉄、銅、白金等の無機塩、又は、有機色素の特定物質の一定濃度を標準として比色する標準色との比色方法、あるいは、特定波長を定め、この波長における吸光度を測定する特定波長による吸光度法、又、分光透過率（波長 400～700 m $\mu$ ）から三刺激値を求め、色度図から刺激純度を求める方法、一定波長域での吸光度曲線（又は、透過曲線）を測定してこの積分値を求めて行う方法等がある。しかし、いずれの場合にも、測定方法の統一、色度図の使用、標準物質の選定、特定波長の選択、或は、高価な測定機器を必要とし、濁りを含む色の測定には問題がある。そこで浮遊物質を含む水の色の現場測定も可能な簡易な測定方法として、一定容量、一定水深での水面色を標準色票を用いて比較測定する方法を試みたので報告する。

#### 2 測定方法

##### 1) 標準色票

標準色票は、JIS Z 8721-1964 に定められており、色の三属性（色相、明度、彩度）にもとづいて表示されており、各色相ごとにチャートがあり、縦方向に明度、横方向に彩度を表わしている。そして彩度は数字が大きくなるに従って色彩が濃くなり、明度は数字が大きくなると色の明るさが増す。

##### 2) 操作

試料をよく攪拌して、JIS-R 1303 に定められている外径 85 mm、高さ 90 mm、容量 300 mm $\ell$  の化学分析用磁器ビーカーに水深 8 cm になるようにとり、この水面と同一平面上に色票をおく。

これを上方から見て、試料の明度と彩度を標準色票と比較して求める。又空試験については精製水を用いて、同様に操作する。そして次の式によって計算する。

### 3) 計算式

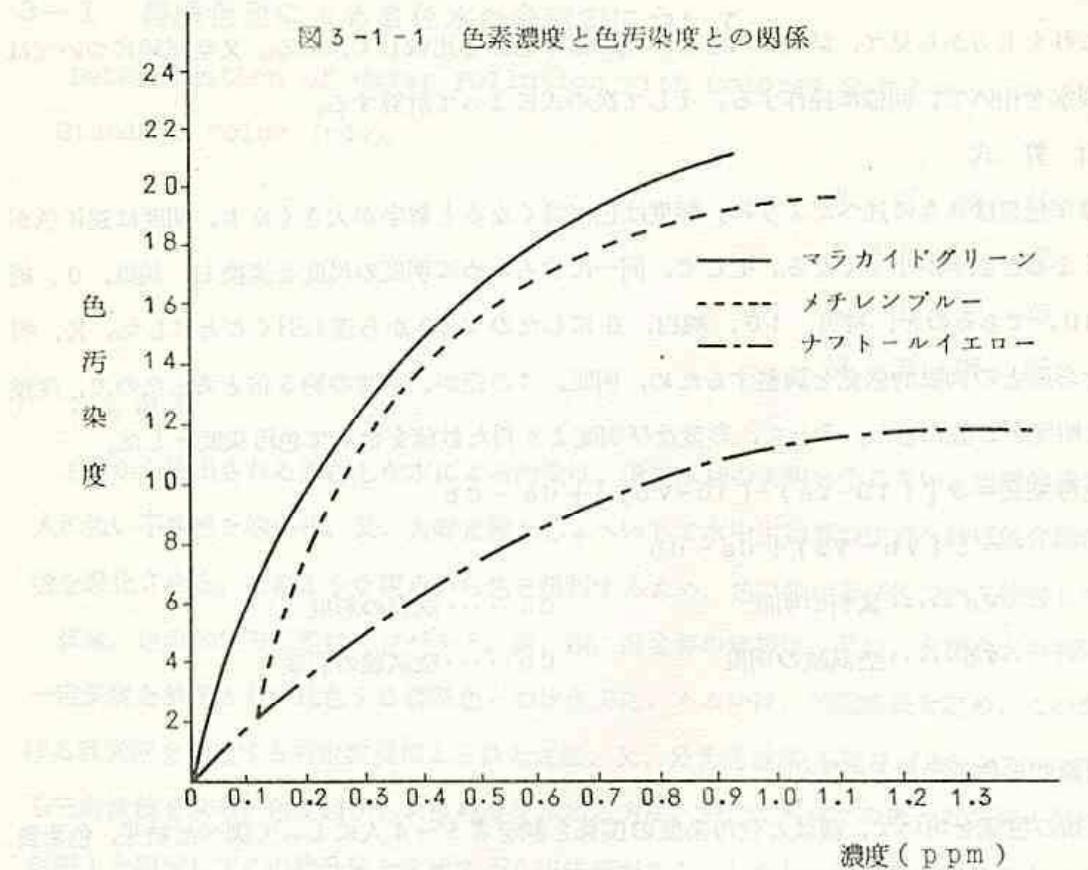
標準色票はさきに述べたように、彩度は色が濃くなると数字が大きくなり、明度は逆に色が濃くなると数字が小さくなる。そこで、同一にするために明度の尺度を変換し、純黒、0、純白10、であるのを、純黒、10、純白、0にしたので10から差し引くことにした。又、明度と彩度との肉眼的感覚を調整するため、明度、1の差が、彩度の約3倍と考えたので、変換した明度を3倍にした。そして、彩度及び明度より得た数値を合して色汚染度とした。

$$\begin{aligned} \text{色汚染度} &= 3 \{ (10 - V_s) - (10 - V_b) \} + C_s - C_b \\ &= 3 (V_b - V_s) + C_s - C_b \\ V_s &\dots\text{試料の明度} & C_s &\dots\text{試料の彩度} \\ V_b &\dots\text{空試験の明度} & C_b &\dots\text{空試験の彩度} \end{aligned}$$

### 3 色素濃度と色汚染度との関係

数種類の色素を用いて、濃度と色汚染度の関係を測定者3～4人によって調べた結果、色素濃度と色汚染度との関係は色素によって同一ではない。例えばマラカイトグリーンとナフトールイエローについて比較すると、0.1 ppm マラカイトグリーンの色汚染度は6度であるが 0.1 ppm ナフトールイエローの場合では色汚染度は2度となりかなり低い。このように色素によっては、かなりの色汚染度の差があるが同じ色素については、ある濃度以下では相関関係が見られた。しかしメチレンブルーやナフトールイエローのように、1 ppm 以上ではいくら濃厚になっても色汚染度は変わらない種類もある。（図3-1-1）

図 3-1-1 色素濃度と色汚染度との関係



#### 4. 繰り返し測定誤差と個人誤差

表3-1-1は、0.1 ppm, 0.4 ppm, 0.7 ppmのニューコクシンについて4人の者が同一濃度の色汚染度を6~7回繰り返して測定した結果であり、表3-1-2は、6事業所排水について6~7人で色汚染度を測定した結果である。

#### 1) 色汚染度

色汚染度は、4.1章に示すように、色の濃度によって、その色に対する感度が異なる。これをもとに測定する際は、同一の色に対する感度が同じではない場合、その感度がどのくらい違うかを測定しておき、それを考慮して測定結果を評価する。

#### 2) 測定方法

試料をよく搅拌して、それを用いて16.5 mlにさかえていき外径35 mm、高さ約10 mmの円柱形のガラス容器に量り、これに水を加えて100 mlとなる。この容器を用いて、色汚染度を測定する。

表 3-1-1 繰り返しの測定誤差 試料 ニューコクシン

濃度 ppm	測定回数 (n)	測定者	色汚染度			標準偏差 (s)	変動係数 $\frac{s}{\bar{x}}$
			平均値( $\bar{x}$ )	最高値	最低値		
0.1	6	a	1.5	2	1	0.50	0.33
		b	0.8	5	0	0.38	0.46
		c	0.8	1	0	0.39	0.47
		d	0.5	2	0	0.76	1.52
0.4	7	a	7.8	8	7	0.37	0.05
		b	8.1	10	7	1.0	0.12
		c	7.6	8	7	0.49	0.07
		d	7.3	8	7	0.45	0.06
0.7	6	a	11.1	12	11	0.38	0.03
		b	12.7	13	10	1.39	0.11
		c	11.0	14	9	1.90	0.17
		d	12.0	13	10	1.33	0.09

表 3-1-2 測定の個人差

試料	測定者数 (n)	色汚染度			標準偏差 (s)	変動係数 $(\frac{s}{\bar{x}})$
		平均値( $\bar{x}$ )	最高値	最低値		
A	6	1.3	2	1	0.48	0.36
B	6	5.5	7	4	1.12	0.18
C	7	23	25	21	1.19	0.05
D	7	21	23	19	1.16	0.05
E	7	20	22	19	1.12	0.06
F	6	19	20	17	2.70	0.15

これらの結果から色汚染度が 1 度前後のものについては、同一人の繰り返しの測定における標準偏差は人によって 0.38 ~ 0.76、変動係数は 0.33 ~ 1.52、個人差による測定値の標準偏差は 0.48、変動係数 0.36 とかなり大きく視感観測が難しい事を示している。しかし色汚染度が 7 ~ 13 度では繰り返しによる測定値の標準偏差は、人によって 0.37 ~ 1.90 であり、変動係数は 0.03 ~ 0.17 である。又、個人差も色汚染度が 5.5 度 ~ 23 度では標準

偏差  $1.12 \sim 2.70$ , 变動係数  $0.18 \sim 0.05$  であって、測定値のバラツキもかなり小さい。

測定地名	採水場所	測定結果		測定方法	測定日
		色相	明度		
5 河川、及び事業所排水の実測値					
1) 河 川 水					

表3-1-3は、市内河川及び排水路水について、色相、明度、彩度から色汚染度を求めた結果であり、表3-1-4は同様に多摩川等について47年8月から48年3月までの測定値である。

表 3 - 1 - 3 河川水の色汚染度実測値

試 料		採 水	色 相	明 度	Vb - Vs	彩 度	色汚染度 $\Sigma(Vb-Vs)$ + Cs - Cb
No	採水場所	年月日	(H)	(Vs)		(Cs)	
1	多摩川 上河原堰堤	47.5.26	7.5 Y	8.5	0.5	2.0	3
2	五反田川 生 田	"	5 Y	8.0	1.0	3.0	6
3	二ヶ領用水 久 地	"	5 Y	8.0	1.0	2.0	5
4	二ヶ領用水 久地分水井	"	5 Y	8.5	0.5	1.0	2
5	二ヶ領用水 高 津	"	7.5 Y	8.0	1.0	2.0	5
6	二ヶ領用水 中 原	"	5 Y	7.5	1.5	4.0	8
7	二ヶ領用水 平間取水口	"	5 Y	8.5	0.5	2.0	3
8	多摩川 宿河原堰堤	47.4.17	7.5 Y	9.0	0	2.0	2
9	宮内排水路	"	7.5 Y	9.0	0	2.0	2
10	諏訪排水路	"	5 Y	7.5	1.5	1.0	5
11	多摩川大師橋	"	5 Y	8.5	0.5	2.0	3
12	矢 上 川	47.5. 8	5 Y	8.5	0.5	3.0	4

表 3-1-4 河川水の色汚染度実測値

試 料		色 汚 染 度								
No.	場 所	47年 8月	9月	10月	11月	12月	48年 1月	2月	3月	
1	多摩川	大師橋	2	3	測定限界以下	2	2	測定限界以下	2	1
2		六郷橋	2	3	2	4	1	"	5	1
3		大橋	11	4	1	5	2	1	2	1
4		丸子橋	1	2	4	2	1	1	2	2
5		二子橋	1	2	1	2	1	1	3	2
6		宿河原堰堤	1	3	測定限界以下	2	5	1	2	1
7		宮内取水所先	1	1	1	7	2	2	9	8
8	平瀬川	2	2	5	6	1	3	2	4	
9	諏訪排水路	2	5	16	6	2	3	8	2	
10	登戸排水路	1	2	5	2	1	1	2	1	
11	宮内排水路	2	7	16	6	1	3	2	5	
12	鶴見川南加瀬	7	4	10	5	11	3	7	14	

※ 測定限界以下とは明度 9 以上、彩度 1 未満の場合である。

これらの表から、多摩川本流は、おむね 5 度以下であるが一般家庭排水や、事業所排水を含んでいる二ヶ領用水中原、諏訪排水路、宮内排水路及び鶴見川南加瀬は 5 度以上のところが多く、最高は 16 度であった。又、これら河川水及び排水路の色相は、ほとんどが黄(Y)系統であり、そして外観的に色汚染を感じない程度は、4 度以下であった。

## 2) 事業所排出水

表 3-1-5 は、着色した水を排出するおそれがある製紙工場等の排水の測定例である。

表 3-1-5 事業所排水の色汚染度実測値

試 料		採 水	色 相	明 度	$V_b - V_s$	彩 度	色汚染度 $3(V_b - V_s) + C_a - C_b$
No	種 数	年月日	(H)	(V <sub>s</sub> )			
1	製紙排水	47.5.17	5 G Y	9.0	0.0	1.5	1
2	"	"	2.5 G Y	8.5	0.5	4.0	5
3	"	47.5.26	10 Y R	7.0	1.5	4.0	10
4	塗装排水	47.5.17	5 R P	1.5	7.5	1.0	23
5	"	"	7.5 R	3.5	6.5	5.0	21
6	地下 水	"	5 Y R	3.5	6.5	3.5	20

(注) 明度、彩度は6~7人で測定した平均値である。

河川水及び排水路水の色相はほとんどが、黄(Y)系統に集中していたが、事業所排水の色相は緑黄(G.Y)から赤(R)まで種々の色相の色が排出される。又、測定した明度、彩度から計算された色汚染度も排出日時によって当然変動があるが、今回の測定例で最も高いのは、塗装排水の23度であった。この排水は、明度1.5のドス黒い排水で感覚的にも嫌悪を感じるものである。

## 6 結 論

- 1) 本法では、標準色票に表示できない高彩度の色は、測定できないが、自然水や工場排水の色はほとんどが標準色票の色に含まれるので40種の色相について測定ができる。
- 2) 磁器ビーカーの外径、高さ、容量等はJ I S規格で定められているので、一定条件下観察できる。又、磁器ビーカーの色は、精製水による空試験によって補正する。
- 3) 色素濃度と色汚染度との関係は、ある濃度以下では相間が認められる。
- 4) 同一人による繰り返し測定における測定値のはらつきは、測定範囲1~13度で標準偏差が0.76~1.90、変動係数で1.52~0.17であった。
- 5) 個人差によるばらつきは、測定範囲が1~23度で標準偏差が0.48~1.19、変動係数は0.36~0.05であった。
- 6) 色汚染度における明度、彩度の表示については、
  - (a) 明度、彩度は小数点以下1位まで用いる。(ただし小数点以下1位の数字は0又は5とする。)
  - (b) 色汚染度は明度、彩度から計算した値の小数点以下1位の数字を切り捨てて整数で表わす。

## 7 あとがき

本法は、あくまでも水の色測定における現場測定を可能とした簡易方法の一つの試案であるが、今後、さらに本法とXYZ系表示との関係及び色汚染度の再検討を継続して行う予定である。

## 3-2 多量の塩素イオンを含む場合のCOD測定法について

Determination of COD in a case of the sample Contain a large quantity of chloride

黒 沢 芳 則

島 田 要

### まえがき

現在、公害関係のCOD測定方法としては、環境の海域のり養殖利水地点を除いて、硫酸銀添加の酸性過マンガン酸カリウム法(JIS K0102-13)(以下酸性法と略す)を採用している。この方法は

- 1) 塩素イオンの妨害除去として加える硫酸銀が安価ではない。
- 2) 硫酸銀を加えて、激しく攪拌しないと完全に塩素イオンの妨害を除くことができない。
- 3) 塩化銀の沈殿が有機物を吸着する恐れがある。
- 4) 塩化銀の沈殿が変色して、過マンガン酸カリウムによる微紅色の呈色判読が難かしい。
- 5) 検水量が10mlで少なく、セミクロビュレットを用いても過剰滴定となり誤差が生じ易い、等の操作上の難点がある。

この酸性法に対して、環境の海域の、り養殖利水地点のCOD測定方法であるアルカリ性過マンガン酸カリウム法(以下、アルカリ法と略す)は測定値が概して低く、酸性法と一致しない等の問題点が指摘されているが、酸性法のような操作上の難点が少ないのでこの両法について若干の比較検討を試みた。

### 1 試験操作法

#### 1) 酸性法

JIS K0102-13, 備考の方法

#### 2) アルカリ法

水質汚濁に係る環境基準、海域、B類型の測定方法

### 2 酸性法における硫酸銀の影響

高濃度の塩素イオンを含む試料の酸性法における硫酸銀添加の影響について調べた。