

# 配合酸性染料の加成性の分光学的研究

富田 寿代・根本 嘉郎

## Spectrophotometric Study on the Additive Property of Acid Dye's Absorbance

Hisayo TOMITA, Yoshio NEMOTO,

### 1. 諸 言

今日の繊維産業における最大の課題は、売れ筋商品をメーカーの手から速やかに小売市場に供給することにある。(Quick Response) このため、衣料品のメーカー、ことに川下の染色加工業、縫製業に対しては生産の合理化、自動化が要求される。

染色加工業における自動化 (FA) では、染料の計量、コンピューターカラーマッチ、染色の再現性等が問題となる。

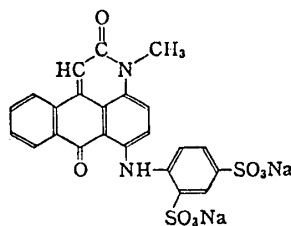
ここでは、工場で2種以上の染料を配合して染色する場合についての染色挙動を調べ、管理することを考え、予備実験として、配合した染料の濃度測定を吸光度によって行うことを検討した。

### 2. 実 験

#### 2. 1 試 料

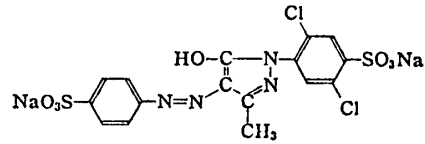
染料は市販の酸性染料をそのまま用いた。

C. I. Acid Red 82.  $\lambda_{\text{MAX}}(\text{H}_2\text{O}) = 510\text{nm}$  (以下 R と略称)



C. I. Acid Blue 182.  $\lambda_{\text{MAX}}(\text{H}_2\text{O}) = 592\text{nm}$  (以下 B と略称)

C. I. Acid Yellow 17.  $\lambda_{\text{MAX}}(\text{H}_2\text{O}) = 425\text{nm}$  (以下 Y と略称)



## 2. 1 方 法

染料単独及び2成分、3成分配合溶液の吸光度を測定し、相容性・加成性を調べた。予備実験で酸による染料の透過率の変化はないことを確かめた。なお、用いた染料間の相互作用がほとんどないことを確認している。計算の方法は、T, Vickerstaff<sup>1)</sup> によった。

## 3. 結果及び考察

図-1は染料R、図-2は染料B、図-3は染料Yをそれぞれ含む単独溶液の分光透過率曲線である。

図-1 染料Rの分光透過率曲線

C. I. Acid Red 82. I=0.005g/l, II=0.01g/l, III=0.02g/l

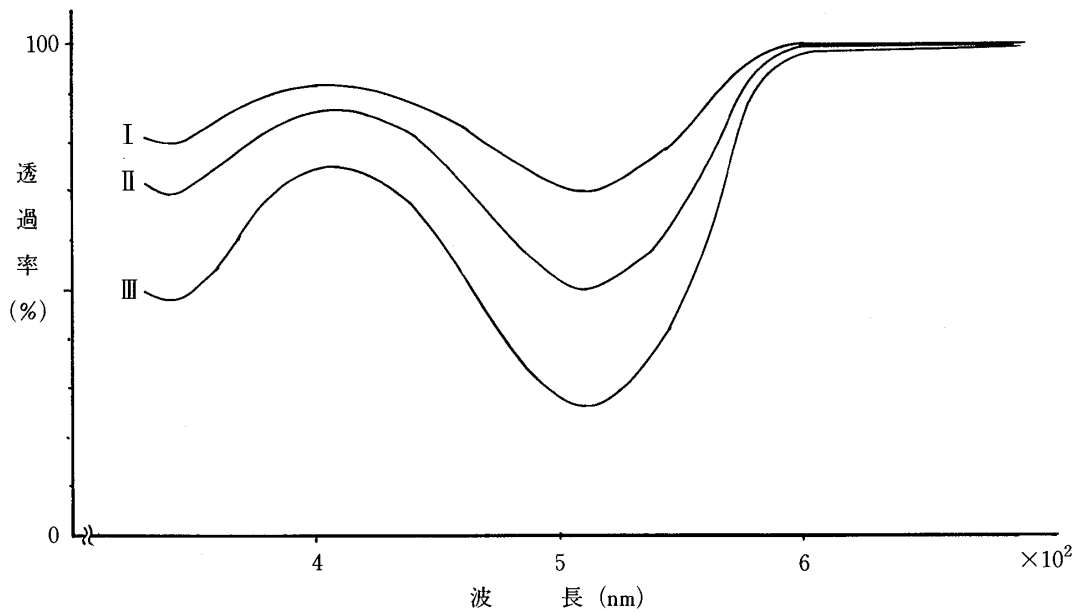


図-2 染料Bの分光透過率曲線

C. I. Acid Blue 182. I = 0.005g/l, II = 0.01g/l, III = 0.02g/l

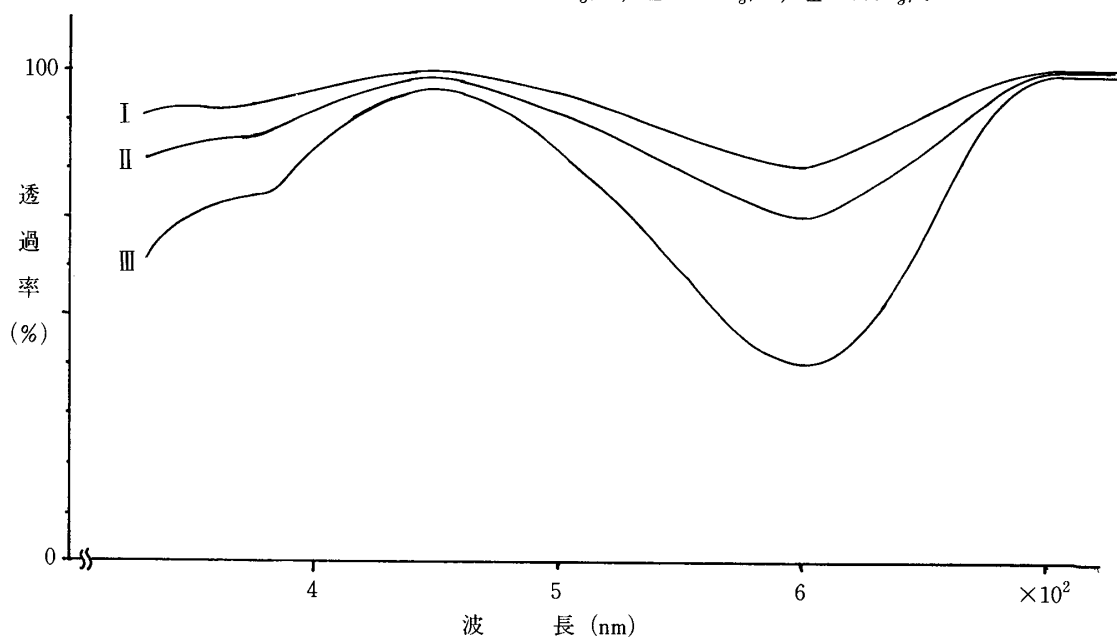
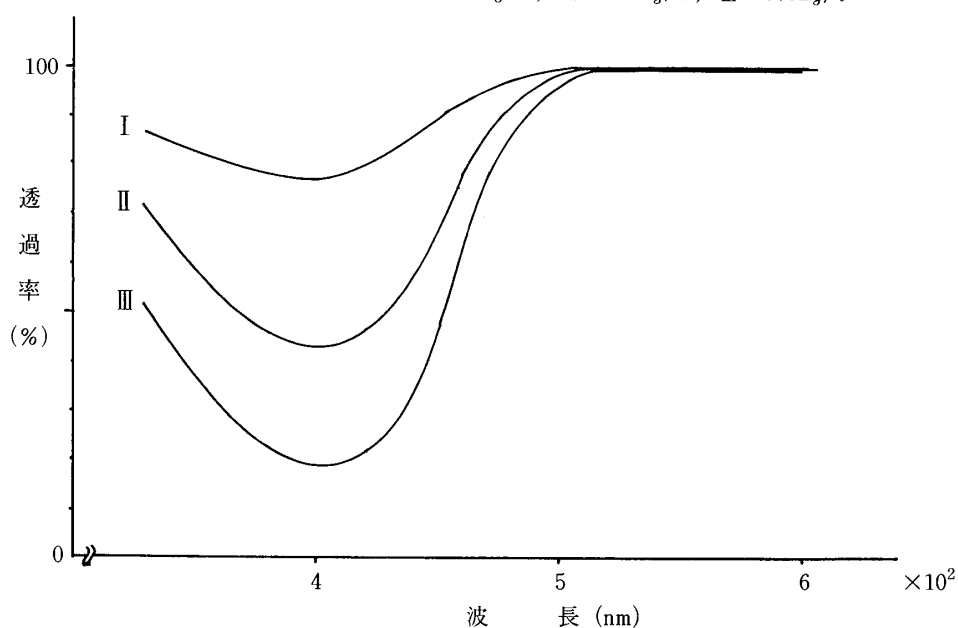


図-3 染料Yの分光透過率曲線

C. I. Acid Yellow 17. I = 0.005g/l, II = 0.01g/l, III = 0.02g/l



ここで、波長  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  における R 単独の  $0.02\text{g/l}$  の吸光度を  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ , B 単独の  $0.02\text{g/l}$  の吸光度を  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ , Y 単独の  $0.02\text{g/l}$  の吸光度を  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  とする。また、R-B 配合溶液の  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  における吸光度を  $D_{RB1}$ ,  $D_{RB2}$ , B-Y 配合溶液の  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  における吸光度を  $D_{BY2}$ ,  $D_{BY3}$ , R-Y 配合溶液の  $\lambda_1$ ,  $\lambda_3$  における吸光度を  $D_{RY1}$ ,  $D_{RY3}$  とすると、次式が得られる。

$$D_{RB1} = (x_{R-B}/0.02) \cdot A_1 + (y_{R-B}/0.02) \cdot B_1 \quad \text{①}$$

$$D_{RB2} = (x_{R-B}/0.02) \cdot A_2 + (y_{R-B}/0.02) \cdot B_2 \quad \text{②}$$

$$D_{BY2} = (x_{B-Y}/0.02) \cdot B_2 + (y_{B-Y}/0.02) \cdot C_2 \quad \text{③}$$

$$D_{BY3} = (x_{B-Y}/0.02) \cdot B_3 + (y_{B-Y}/0.02) \cdot C_3 \quad \text{④}$$

$$D_{RY1} = (x_{R-Y}/0.02) \cdot A_1 + (y_{R-Y}/0.02) \cdot C_1 \quad \text{⑤}$$

$$D_{RY3} = (x_{R-Y}/0.02) \cdot A_3 + (y_{R-Y}/0.02) \cdot C_3 \quad \text{⑥}$$

ただし,

$x_{R-B}$ : R-B 配合溶液中の R の含有度

$y_{R-B}$ : R-B 配合溶液中の B の含有度

$x_{B-Y}$ : B-Y 配合溶液中の B の含有度

$y_{B-Y}$ : B-Y 配合溶液中の Y の含有度

$x_{R-Y}$ : R-Y 配合溶液中の R の含有度

$y_{R-Y}$ : R-Y 配合溶液中の Y の含有度

以上の式より 2 成分溶液中の各成分の含有度  $x$ ,  $y$  は次のように求められる。

$$x_{R-B} = (D_{RB1} \cdot B_2 - D_{RB2} \cdot B_1) / (A_1 \cdot B_2 - A_2 \cdot B_1) \quad \text{⑦}$$

$$y_{R-B} = (D_{RB2} \cdot A_1 - D_{RB1} \cdot A_2) / (A_1 \cdot B_2 - A_2 \cdot B_1) \quad \text{⑧}$$

$$x_{B-Y} = (D_{BY2} \cdot C_3 - D_{BY3} \cdot C_2) / (B_2 \cdot C_3 - B_3 \cdot C_2) \quad \text{⑨}$$

$$y_{B-Y} = (D_{BY3} \cdot B_2 - D_{BY2} \cdot B_3) / (B_2 \cdot C_3 - B_3 \cdot C_2) \quad \text{⑩}$$

$$x_{R-Y} = (D_{RY1} \cdot C_3 - D_{RY3} \cdot C_1) / (A_1 \cdot C_3 - A_3 \cdot C_1) \quad \text{⑪}$$

$$y_{R-Y} = (D_{RY3} \cdot A_1 - D_{RY1} \cdot A_3) / (A_1 \cdot C_3 - A_3 \cdot C_1) \quad \text{⑫}$$

表 1 は、波長340nm, 380nm, 400nm で求めた R, B, Y 単独の0.02g/ℓ溶液の吸光度である。

表 1 単独染料溶液の波長と吸光度

| color | $\lambda_1=340$ | $\lambda_2=380$ | $\lambda_3=400$ |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
| R     | $A_1=0.32$      | $A_2=0.15$      | $A_3=0.14$      |
| B     | $B_1=0.18$      | $B_2=0.13$      | $B_3=0.08$      |
| Y     | $C_1=0.37$      | $C_1=0.66$      | $C_1=0.74$      |

表 2 は、波長340nm, 380nm で求めた種々の R-B 配合溶液0.02g/ℓの吸光度  $D_{RB1}$ ,  $D_{RB2}$  を示す。表における calculated はこれらの値から求めた R-B の配合度  $x_{R-B}$ ,  $y_{R-B}$  である。

表2 種々の R-B 配合染料溶液の吸光度および含有度計算値

| R : B | $D_{RB1}$ | $D_{RB2}$ | (calculated) |           |       |
|-------|-----------|-----------|--------------|-----------|-------|
|       |           |           | $x_{R-B}$    | $y_{R-B}$ | $x+y$ |
| 9 : 1 | 0.29      | 0.14      | 0.88         | 0.08      | 0.96  |
| 7 : 3 | 0.26      | 0.14      | 0.65         | 0.29      | 0.94  |
| 5 : 5 | 0.23      | 0.13      | 0.45         | 0.49      | 0.94  |
| 3 : 7 | 0.21      | 0.13      | 0.29         | 0.65      | 0.94  |
| 1 : 9 | 0.18      | 0.13      | 0.07         | 0.88      | 0.95  |

表3, 4はそれぞれ B-Y, R-Y 配合の結果である。

表3 種々の B-Y 配合染料溶液の吸光度および含有度計算値

| R : Y | $D_{BY2}$ | $D_{BY3}$ | (calculated) |           |       |
|-------|-----------|-----------|--------------|-----------|-------|
|       |           |           | $x_{B-Y}$    | $y_{B-Y}$ | $x+y$ |
| 9 : 1 | 0.15      | 0.12      | 0.78         | 0.07      | 0.85  |
| 7 : 3 | 0.26      | 0.25      | 0.67         | 0.26      | 0.93  |
| 5 : 5 | 0.38      | 0.39      | 0.49         | 0.48      | 0.97  |
| 3 : 7 | 0.49      | 0.52      | 0.34         | 0.67      | 1.01  |
| 1 : 9 | 0.59      | 0.65      | 0.18         | 0.86      | 1.041 |

表4 種々の R-Y 配合染料溶液の吸光度および含有度計算値

| R : Y | $D_{RY1}$ | $D_{RY3}$ | (calculated) |           |       |
|-------|-----------|-----------|--------------|-----------|-------|
|       |           |           | $x_{R-Y}$    | $y_{R-Y}$ | $x+y$ |
| 9 : 1 | 0.29      | 0.17      | 0.82         | 0.08      | 0.90  |
| 7 : 3 | 0.30      | 0.29      | 0.61         | 0.28      | 0.89  |
| 5 : 5 | 0.31      | 0.42      | 0.41         | 0.49      | 0.90  |
| 3 : 7 | 0.32      | 0.53      | 0.21         | 0.68      | 0.89  |
| 1 : 9 | 0.33      | 0.65      | 0.03         | 0.87      | 0.90  |

表2, 3, 4の結果から実際と計算では R-B は 1 : 9 を除いてよく一致がみられる。B-Y では 9 : 1 と 1 : 9 が少し外れる。R-Y ではあまり良い一致が得られていない。x + y の値は、やはり R-B, B-Y が平均的に 1.00 に近く、R-Y は 0.90 である。この結果から、2成分配合溶液では、配合する染料及び配合度を考慮する必要があることがわかる。染料間の相互作用はないと考えたから、これは低濃度側の染料の測定誤差と考えられる。R-Y は弱い相互作用の可能性がある。

3成分溶液の場合は次式により  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  における吸光度  $D_{RBY1}$ ,  $D_{RBY2}$ ,  $D_{RBY3}$  が与えられる。

$$D_{RBY1} = (x/0.02) \cdot A_1 + (y/0.02) \cdot B_1 + (z/0.02) \cdot C_1 \quad (13)$$

$$D_{RBY2} = (x/0.02) \cdot A_2 + (y/0.02) \cdot B_2 + (z/0.02) \cdot C_2 \quad (14)$$

$$D_{RBY3} = (x/0.02) \cdot A_3 + (y/0.02) \cdot B_3 + (z/0.02) \cdot C_3 \quad (15)$$

従って3成分溶液中の各成分配合度  $x, y, z$  は次式のようになる。

$$x = \{D_{RBY1} \cdot (B_3 \cdot C_2 - B_2 \cdot C_3) + D_{RBY2} \cdot (B_1 \cdot C_3 - B_3 \cdot C_1) + D_{RBY3} \cdot (B_2 \cdot C_1 - B_1 \cdot C_2)\} / K \quad (16)$$

$$y = \{D_{RBY1} \cdot (C_3 \cdot A_2 - C_2 \cdot A_3) + D_{RBY2} \cdot (C_1 \cdot A_3 - C_3 \cdot A_1) + D_{RBY3} \cdot (C_2 \cdot A_1 - C_1 \cdot A_2)\} / K \quad (17)$$

$$z = \{D_{RBY1} \cdot (A_3 \cdot B_2 - A_2 \cdot B_3) + D_{RBY2} \cdot (A_1 \cdot B_3 - A_3 \cdot B_1) + D_{RBY3} \cdot (A_2 \cdot B_1 - A_1 \cdot B_2)\} / K \quad (18)$$

ここで

$$K = A_1 \cdot (B_3 \cdot C_2 - B_2 \cdot C_3) + A_2 \cdot (B_1 \cdot C_3 - B_3 \cdot C_1) + A_3 \cdot (B_2 \cdot C_1 - B_1 \cdot C_2)$$

表1のA, B, Cの値を用いて(16)(17)(18)式より算出した  $x, y, z$  を表5に示す。

表5 3成分配合染料溶液の吸光度と配合度

| R : B : Y | $D_{RBY1}$ | $D_{RBY2}$ | $D_{RBY3}$ | $\lambda_1=340, \lambda_2=380, \lambda_3=400$<br>(calculated) |      |      |       |
|-----------|------------|------------|------------|---|------|------|-------|
|           |            |            |            | x   | y    | z    | x+y+z |
| 3 : 2 : 5 | 0.31       | 0.40       | 0.43       | 0.32  | 0.11 | 0.51 | 0.94  |
| 2 : 5 : 3 | 0.25       | 0.30       | 0.29       | 0.13  | 0.54 | 0.31 | 0.98  |
| 5 : 3 : 2 | 0.29       | 0.25       | 0.24       | 0.49  | 0.32 | 0.20 | 1.01  |

表4, 5は3成分の配合について検討した結果である。配合例が少ないため十分な推論はできないが, R: B: Yの組合せでは  $x + y + z = 1.01$  となり, 十分加成性があることがわかる。2 : 5 : 3の組合せでは  $x + y + z = 0.90$  となり, 染料間の相互作用を考慮する必要がある。

#### 4. 結 論

配合染料の加成性を分光学的に検討した。その結果, 互いに相互作用の少ない3種の染料 C. I. Acid Red 82, C. I. Acid Blue 182, C. I. Acid Yellow 17 については波長を選択することによって2染料の配合度が単独染料の吸光度から予測され, 計算値と実測値がおおよそ一致することがわかった。ことにRedとBlueの配合では波長380, 400nmの選択で, 十分再現性のある加成性がみられた。ただし, 染料濃度が低すぎるか, 弱い相互作用のある場合の加成性については誤差があることがわかった。

染色過程の染浴中の吸尽率を個々の染料で解析することは, 染色の再現性をみるために重要である。ここに挙げたRed, Blueの配合は, 広い範囲で配合度が吸光度測定によって正しく得られるので, 染色の再現性を検討する上で有効であることがわかった。

#### 文 献

- 1) T. Vickerstaff "The Physical Chemistry of Dyeing" p454 (1954) Oliver Boyd, London.