

〈研究論文(學術)〉

## 反應性染料의 反應基에 따른 絹織物染色에 관한 연구

程智寅 · 柳孝仙

서울대학교 가정대학 의류학과  
(1992. 9. 10 접수)

## A Study on Dyeing of Silk with Different Reactive Dyes

Ji-In Jeong and Hyo-Seon Ryu

*Department of Clothing and Textiles, College of Home Economics  
Seoul National University*

(Received September 10, 1992)

**Abstract**—The influence of four types of reactive dyes that are different in reactive group on silk fabric were investigated at three different temperatures, 50°C, 70°C, 90°C and the pH range from 7.0 to 11.0.

The amount of absorption and fixation showed the optimum condition.

The damage of silk during dyeing was determined by the change of physical properties.

The results are given as follows:

1. The amount of dye fixed on fabrics at constant pH varied upon the reactivity of dyes. The affinity of dyes for silk fabrics were in order of Lanazol>Procion>Remazol>Cibacron.

2. The percentage of dye fixation on fabrics showed different tendency with temperature. The dye fixation of Cibacron and Procion was decreased above 70°C because of the influence of hydrolysis. The dye fixation of Lanazol and Remazol was increased with the increase of temperature. This showed that temperature did not affect on hydrolysis.

3. The tensile strength of dyed fabric decreased with increasing pH and temperature owing to high temperature and alkaline damage on silk fabric.

4. The optimum conditions of dyeing silk with reactive dyes were as follows: Cibacron-70°C, pH 9.0, Procion-50°C, pH 7.0, Remazol-50°C, pH 8.0, and Lanazol-90°C, pH 9.0.

### 1. 서 론

견의 염색에는 예로부터 주로 산성염료, 산성매염염료, 금속착염염료 등이 각각의 목적에 따라서 이용되어 왔다.<sup>1-3)</sup> 이러한 염료들과 견섬유와의 결합은 주로 단백질 분자중 또는 분자말단의 반응기와 염료분자간의 이온결합, 수소결합, Van der Waals 결합 등에 의한 것으로,<sup>4-6)</sup> 이렇게 염색된 피염물은 섬유와 염료간의 결합력이 비교적 약하기 때문에 염색견뢰도가 낮은데, 특히 견직물의 염색에 가장 많이 사용된 산성염료는 색상이 다양하고, 염착성도

좋은 편이지만 습윤견뢰도를 크게 향상시키지 못하여 매염염법 등이 개발되어 이용되어 왔으나 매염제를 필요로 하며 그 방법이 복잡하고, 견에 이용시 일광에 의한 상해를 촉진하는 등의 단점이 있다. 그리하여 피염체와 공유결합으로 염착되어 견뢰도가 높은 반응성 염료를 견에도 이용하게 되었다.

반응성 염료는 반응기구에 따라 크게 친핵성 치환반응과 친핵성 부가반응 등으로 구분될 수 있다. 친핵성 치환반응을 하는 염료는 triazine, diazine, pyrimidine 등을 모체로 하는 반응성기를 갖고 있으며, 친핵성 부가반응을 하는 염료는 vinyl sulfone,

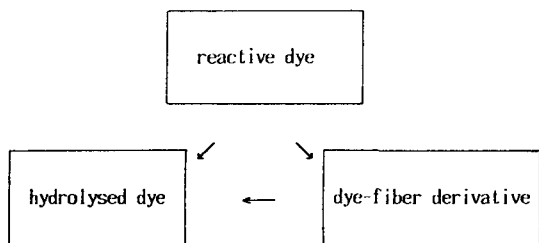


Fig. 1-a. The reaction of fiber with reactive dye: substitution.

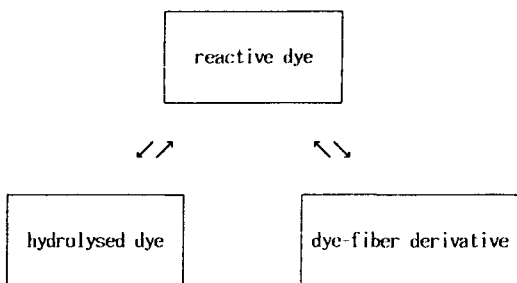


Fig. 1-b. The reaction of fiber with reactive dye: addition.

acryl amide 등의 반응성기를 가지는 것이 있다.<sup>7,8)</sup>

친핵성 치환반응과 친핵성 부가반응간의 중요한 차이점은 Fig.1에 나타난 바와 같이 전자는 섬유와 결합된 염료가 가수분해 된 후 비가역적인 반응을 나타내는 반면 후자는 염료가 섬유와 결합하는 반응과 가수분해되는 반응에 있어 가역적 성질을 나타내는 것이다.<sup>9)</sup>

염색이 진행되는 동안 염료는 섬유 또는 물과 결합을 하기 때문에 섬유와 물 사이에는 경쟁적인 반응이 일어나고 염료가 가수분해되는 조건에서 친핵성 부가반응을 한 염료는 친핵성 치환반응을 하는 염료보다 가수분해되는 정도가 낮다.

현재 반응성 염료에 의한 견의 염색은 주로 셀룰로오스용으로 개발된 염료에 염색조건을 달리하여 사용되고 있는데, 견의 경우 알칼리하에서의 염색은 염료뿐 아니라 silk fibroin을 가수분해시키므로 견직물의 상태를 동반한다.

반응성 염료에 대해서는 염색의 목적이 염료와 섬유간에 공유결합을 형성하게 하는 것이므로 반응성염료와 섬유의 염색에 있어서 고착과정이 중요하다. 반응성염료와 섬유의 고착과정은 흡착, 염료의 반응성 등이 관여하게 되는데, 반응성염료를 이용한

견의 염색에 관한 연구는 주로 반응속도에 관한 것이 대부분이다.<sup>10-17)</sup> 그래서 본 실험에서는 반응성염료와 견과의 고착을 통해 염료의 반응기에 따른 염색조건을 보고자 하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시 료

#### 2.1.1. 시험포

생사(중화 Silk사)로 제직 후 정련된 견직물을 비누·소오다 정련 방법으로 재정련하였다.

#### 2.1.2 염 료

본 실험에 사용된 염료는 Table 1과 같다.

### 2.2 염색실험

#### 2.2.1 완충용액의 조제<sup>18)</sup>

pH 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0의 완충용액을 조제하여 Digital pH-meter(TOA Electronics Ltd. 日本)로 확인하였다.

#### 2.2.2 염료의 정제

염료의 정제는 E. Kissa<sup>19)</sup>의 방법, 즉 solvent-non solvent법을 사용하였다.

#### 2.2.3 염색 및 미고착 염료의 제거

pH 7.0~11.0 사이의 5가지 pH에 따라 50°C, 70°C, 90°C의 온도로 준비한 각각의 완충용액 bath에 시료, 염료, 중성염을 동시에 넣어 Launder-O-Meter (Toyorika, 日本)를 사용하여 60분간 염색하였다.

Table 1. Chemical formula of reactive dyes

Dye	Chemical structure of reactive group
C.I. Reactive Blue 158 (Remazol Blue BR) Hoechst社	$\text{①-SO}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OSO}_3\text{H}$
C.I. Reactive Blue 69 (Lanasol Blue 3G) Ciba-Geigy社	$\text{①-NH-CO-C}=\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2}$
C.I. Reactive Blue 182 (Cibacron Blue F-R) Ciba-Geigy社	$\text{①-NH}-\begin{matrix} \text{N} & \text{Cl} \\ // & / \\ \text{N} & \text{NHR} \end{matrix}$
C.I. Reactive Blue 163 (Procion Blue MX-G) I.C.I.社	$\text{①-NH}-\begin{matrix} \text{N} & \text{Cl} \\ // & / \\ \text{N} & \text{Cl} \end{matrix}$

위의 방법으로 염색한 견직물을 Triton X-100(1 g/l), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(1 g/l), Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(5 g/l)의 용액으로 온도 80°C에서 10~15분간 soaping하여 미반응 염료를 제거한 후 충분히 수세하여 건조하였다.

**2.2.4 흡착량의 측정**

수세를 마친 시료를 25% pyridine 수용액으로 30분간 비등처리하여 미반응의 염료를 추출하였다.<sup>20)</sup>

이 추출액은 25% pyridine 수용액을 reference로 하여 UV spectrophotometer(Shimadzu model UV-240, 日本)를 사용하여 각 염료의 최대흡수파장에서의 광학밀도를 측정하고, 미리 작성한 염료-pyridine 용액의 검량선에 의해 각 추출액의 염료농도(mg dye/g fibre)를 산출하였다.

**2.2.5 고착량의 측정**

미반응 염료를 추출한 시료를 CaCl<sub>2</sub> : H<sub>2</sub>O : C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH = 1 : 8 : 2(몰비)의 용액에 넣어 5분간 비등처리하여, 시료를 완전히 용해시켰다.<sup>17)</sup> 이 용액을 spectrophotometer를 사용하여 광학밀도를 측정하고 미리 작성한 염료-견직물-CaCl<sub>2</sub> : H<sub>2</sub>O : C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH = 1 : 8 : 2(몰비)용액의 검량선에 의해 각 추출액의 염료농도를 산출하여 섬유에 고착된 양을 측정하였다. 고착률의 계산은 다음식에 의하였다.<sup>21)</sup>

$$\text{고착률(\%)} = \frac{\text{고착량}}{\text{염착량}} \times 100$$

여기서, 염착량 = 흡착량 + 고착량

**2.3 인장강도의 측정**

인장강도는 KSK 0520에 명시된 ravelled strip method로 측정하였다.

**3. 결과 및 고찰**

**3.1 pH가 염색에 미치는 영향**

견섬유는 silk fibroin이 그의 side chain에 amino기, phenol성 OH기 등 다양한 반응성을 가진 여러 종류의 친핵성기를 가져 산성~중성영역에서 pH가 저하할수록 반응성염료에 대한 친화력이 커질뿐 아니라 알칼리의 가입 없이도 산성~중성영역에서 반응성염료와 반응이 가능하나 산성에서는 흡착염료에 대한 고착염료의 비가 매우 적고,<sup>17)</sup> 산성에서도 염료의 가수분해 속도가 커짐으로 해서 염

료의 고착속도가 너무 느리므로 반응성이 높은 염료를 제외하고는 실용하기에 어려움이 있다. 그러나 반응성이 높은 염료라 할지라도 이 영역에서 흡착속도가 매우 높게 되므로 균염성은 기대하기가 어렵게 된다.

실제로 pH 2.0~6.0 사이의 영역에서는 염료의 염착량이 매우 높았으나, 그에 비례해 미고착염료 제거시 다시 빠져나오는 염료의 양이 많았으며, 고착된 염료도 균염성이 없어 직물에 얼룩을 남겼다. 얼룩은 pH가 낮을수록, 염색온도가 낮을수록 심하게 나타났으며, 반응성이 낮은 Cibacron이 가장 심하고 반응성이 높은 Procion에서 가장 적게 나타남을 예비실험을 통해 알 수 있었다. 따라서 본 실험은 알칼리하에서 행하였다.

Fig. 2와 3을 보면 염료마다 염착량과 고착량이 최대를 보인 pH가 있는데 이는 pH에 따라 염료와 섬유와의 공유결합 형성정도가 달라지며 pH 9.0~10.0 이상에서 염착량, 고착량이 감소한 것은 가수분해의 영향이라고 생각된다.

염료의 반응성에 따라 염착량과 고착량에 있어 차이를 보이는데 견에 대한 친화성은 Lanazol > Procion > Remazol > Cibacron의 순으로 나타났다.

Cibacron염료는 반응성이 가장 낮은 염료인데 염착량, 고착량이 pH 7.0에서 pH 9.0까지 증가하다가 pH 9.0에서 가장 높고 그 이상의 영역에서는 현저히 감소하고 있다. 이는 Cibacron 염료에 있어서 적정 pH가 존재하는 것을 나타내며 pH 9.0 이상의 영역에서는 섬유와 결합된 염료중 가수분해된 양이 더 많음을 나타낸다. Cibacron은 반응기 염소가 친핵성 치환반응을 하는데 섬유와 결합했던 염료가 직접 가수분해되기 때문에 pH 9.0 이상에서는 고착량의 감소가 있다.

Procion 염료는 pH 7.0~9.0 사이에서 비슷한 염착량, 고착량을 나타내며 그 이상의 영역에서는 현저히 감소하였는데 이는 가수분해의 영향이라 볼 수 있으며, 섬유와 결합했던 염료가 직접 가수분해되어 감소를 보임을 알 수 있다. 반응기 염소와는 친핵성 치환반응이 일어나는 점에서 Cibacron과 비슷하나 dichloro 구조로 인해 염착량과 고착량의 값이 높게 나왔다.

Remazol 염료는 알칼리작용에 의해 vinyl sulfone체가 되어 반응이 일어난다. pH 7.0에서 최고값

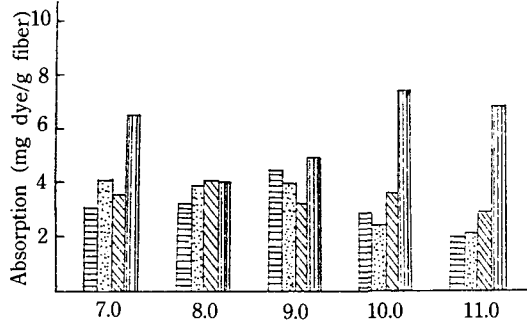






Fig. 2-a. Effect of pH of dyeing solution on absorption: temp. 50°C.

Absorption: Cibacron , Procion , Remazol , Lanazol 

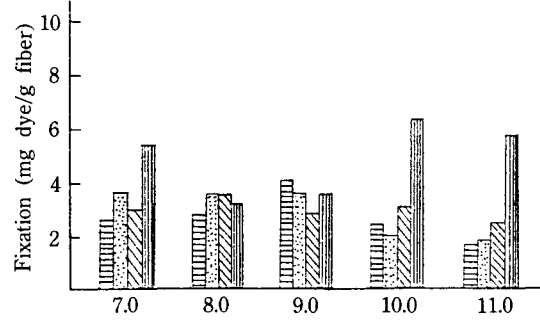






Fig. 3-a. Effect of pH of dyeing solution on fixation: temp. 50°C.

Fixation: Cibacron , Procion , Remazol , Lanazol 

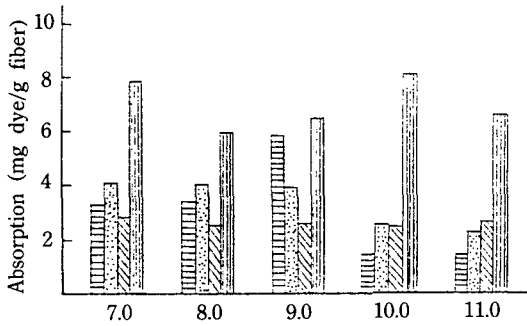






Fig. 2-b. Effect of pH of dyeing solution on absorption: temp. 70°C.

Absorption: Cibacron , Procion , Remazol , Lanazol 

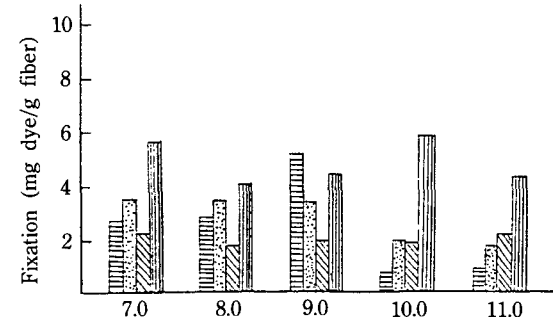






Fig. 3-b. Effect of pH of dyeing solution on fixation: temp. 70°C.

Fixation: Cibacron , Procion , Remazol , Lanazol 

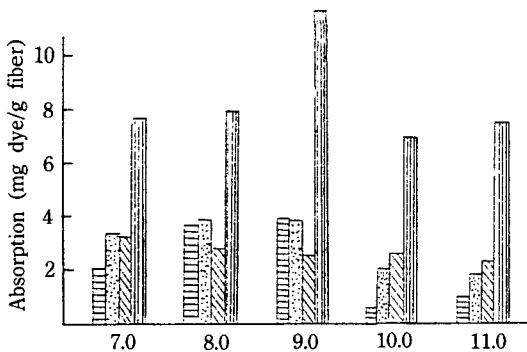






Fig. 2-c. Effect of pH of dyeing on absorption: temp. 90°C.

Absorption: Cibacron , Procion , Remazol , Lanazol 

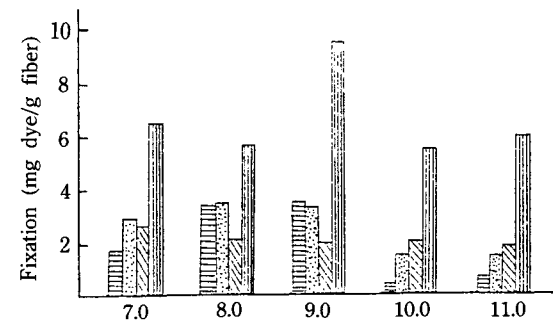






Fig. 3-c. Effect of pH of dyeing solution on fixation: temp. 90°C.

Fixation: Cibacron , Procion , Remazol , Lanazol 

을 보이고 pH 증가에 따라 염착량과 고착량이 약간씩 감소하는 경향을 보이며 pH에 따른 영향을 가장 받지 않았다.

Lanasol 염료의 경우 탄소사이의 이중결합과 Br 때문에 부가반응과 치환반응이 가능하여 염착량과, 고착량이 다른 염료에 비해 매우 크며 pH와 온도에 따라 염착량, 고착량의 변화가 크지만 모든 pH에서 염착량과 고착량이 매우 높다.

3.2 온도가 염색에 미치는 영향

Fig. 4는 각 pH에서 온도에 따라 염료의 고착량을

비교한 것으로 각 염료에 따라 그 경향이 다르게 나타남을 알 수 있다.

Cibacron과 Lanasol 염료의 경우 온도에 따라 그 변화폭이 크나 Procion과 Remazol 염료의 경우 온도에 영향을 받지 않았다. 또한 50~70°C 사이보다 70~90°C에서 고착량의 증감폭이 더 크게 나타났는데 이와 같은 현상은 전에 염료가 염색될 때 온도의 의존성이 크다는 것을 의미한다. Cibacron과 Procion은 triazine계 염료로서 온도에 따른 경향이 같게 나타나는데 Cibacron은 70°C 이상에서 고착량이 감소하였고 Procion은 전체적으로 고착량이

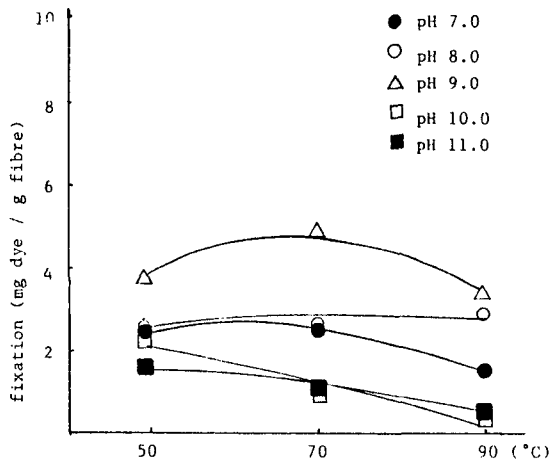


Fig. 4-a. Effect of temperature of dyeing solution on fixation with Cibacron.

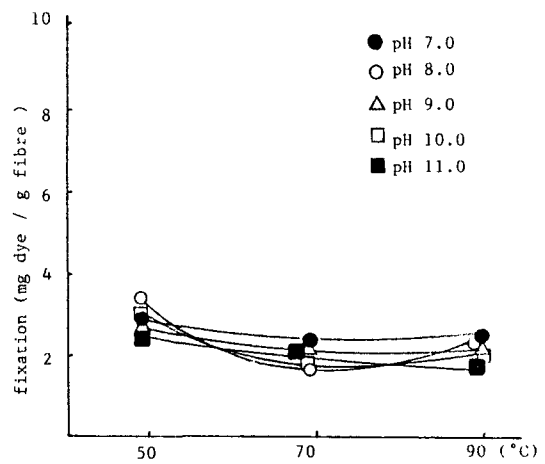


Fig. 4-c. Effect of temperature of dyeing solution on fixation with Remazol.

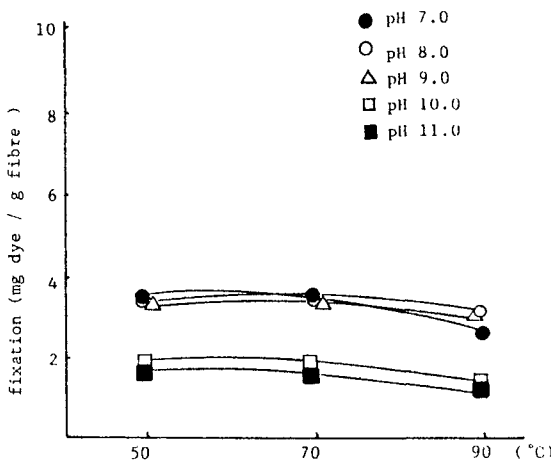


Fig. 4-b. Effect of temperature of dyeing solution on fixation with Procion.

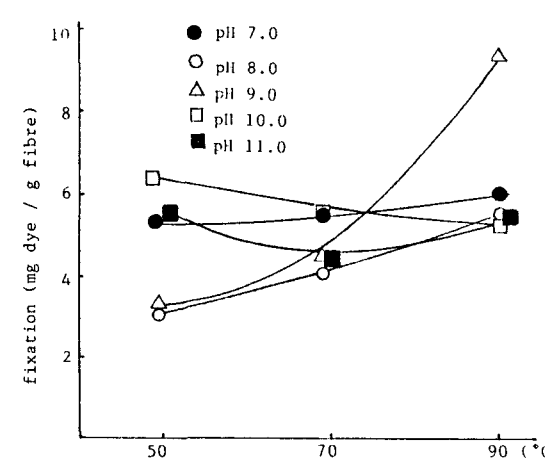


Fig. 4-d. Effect of temperature of dyeing solution on fixation with Lanasol.

약간 감소하였으나 온도에 의한 영향을 받지 않았다.

Remazol은 온도에 따라 고착량의 변화가 거의 없으며, Lanazol의 경우 온도에 따라 고착량의 변화가 크고 온도가 상승함에 따라 고착량이 증가하는 것으로 보아 높은 온도가 가수분해에는 별 영향을 주지 않고 섬유와 염료의 반응성을 증가시킨다고 여겨진다.

### 3.3 pH와 온도에 따른 고착률

Table 2는 염착량에 대한 고착률의 비 즉, 고착률을 보인것인데 pH에 따른 고착률의 변화는 Fig. 2, 3과 거의 유사한 경향을 나타내나 반응성염료에 의한 견의 염색은 중성~알칼리 영역에서 염료의 반응성을 증가시켜 고착효율을 크게 해 주기 때문에 pH 증가에 따라 염착량은 감소하나 고착률은 그만큼 감소하지 않게 된다.

Table 2-a에 나타난 Cibacron의 고착률을 보면 온도와 pH가 높아질수록 고착률 감소가 다른 염료에 비해 크게 나타났는데 이는 높은 온도와 pH가 염료의 가수분해에 복합적으로 작용했음을 보여준다. 높은 온도와 pH 영역을 제외한 나머지 부분에서는 높은 고착률을 보인다. Table 2-b에 나타난 Procion의 경우 pH 증가에 따라 고착률이 높을뿐 아니라 고착률의 감소가 비교적 적어 4가지 염료 중 반응성이 높은 염료로 나타났다. Table 2-c에 나타난 Remazol 염료의 경우 pH의 증가에 따라 고착률이 비슷한 값을 나타내며 염 · 고착량과 비슷한 경향을 나타낸다. Table 2-d에 나타난 Lanazol염료의 경우 고착률의 변화는 염 · 고착량의 변화와 유사한 경향을 나타내지만 염 · 고착량의 경우에서처럼 다른 염료와 비교해 매우 높게 나타나지는 않았다.

### 3.4 염색에 의한 물성변화

#### 3.4.1 인장강도

이상에서 보면 pH와 온도에 따라 각 염료마다 최고 염착량, 고착률이 다르게 나타났는데, 이들 조건이 염착 · 고착량에 최적조건을 나타낸다 하더라도 즉 염료를 가수분해 시키지 않아 고착률이 높다 하더라도 피염체인 견에 영향을 주어 견이 상해를 입는다면 최적조건이 달라져야 할 것이다.

견은 내알칼리성이 약해서 강한 알칼리에서는 쉽

Table 2-a. Effect of pH and temperature on fixation ratio with Cibacron(%)

pH Temp.	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
50°C	87.0	86.9	89.4	83.6	78.1
70°C	86.1	86.9	89.8	62.0	69.3
90°C	81.9	89.1	89.5	68.4	63.4

Table 2-b. Effect of pH and temperature on fixation ratio with Procion(%)

pH Temp.	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
50°C	87.5	88.2	87.5	83.0	84.6
70°C	87.5	87.7	86.6	79.2	79.7
90°C	85.3	88.6	86.0	77.3	80.5

Table 2-c. Effect of pH and temperature on fixation ratio with Remazol(%)

pH Temp.	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
50°C	83.2	84.7	85.3	84.9	82.0
70°C	81.4	76.1	78.2	77.9	83.3
90°C	79.6	76.7	80.2	76.0	77.0

Table 2-d. Effect of pH and temperature on fixation ratio with Lanazol(%)

pH Temp.	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
50°C	80.9	75.9	70.6	84.5	83.3
70°C	73.5	69.6	68.4	71.4	66.3
90°C	82.8	75.1	80.1	76.7	79.6

게 손상되고, 약한 알칼리에는 견이지만 장시간 처리시 손상되는 성질이 있다.

Table 3-a, b, c는 각각의 온도, pH에서 염색된 직물의 인장강도를 측정하여 견의 상해 정도를 본 것으로 모든 온도에서 pH가 증가함에 따라 인장강도가 감소하는 경향이 나타났다.

또한 90°C에서 염색한 견의 경우 50°C, 70°C에서 보다 강도의 감소가 증가하였는데 이는 pH의 영향과 함께 온도가 견의 상해에 작용했음을 보여주고 있다. pH의 영향을 배제하고 온도의 영향만을 보았을 때 원포에 대한 처리포의 인장강도의 비는 50°C에서

**Table 3-a. Effect of pH of dyeing on tensile strength; temp. 50°C (Kg)**

Dye \ pH	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
Cibacron	27.01	27.29	27.17	26.40	23.62
Procion	24.89	27.39	27.14	27.20	25.79
Remazol	26.79	25.22	26.11	26.91	24.09
Lanasol	24.61	24.38	27.49	26.62	23.68

**Table 3-b. Effect of pH of dyeing on tensile strength; temp. 70°C (Kg)**

Dye \ pH	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
Cibacron	27.34	26.30	28.67	27.62	23.90
Procion	25.23	24.90	24.80	24.83	24.51
Remazol	25.84	25.60	28.22	26.98	24.10
Lanasol	24.35	25.73	27.01	28.99	24.85

**Table 3-c. Effect of pH of dyeing on tensile strength; temp. 90°C (Kg)**

Dye \ pH	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
Cibacron	26.01	24.59	27.10	25.15	24.07
Procion	29.24	27.71	28.00	24.99	22.37
Remazol	27.97	27.78	27.01	26.69	24.19
Lanasol	28.03	27.17	27.68	28.19	24.00

91.9%, 70°C에서 88.3%, 90°C에서 83.1%로 강도의 감소가 일어나 상해가 가장 적은 조건은 Cibacron의 경우 70°C에서 pH 9.0일 때, Lanasol은 70°C, 90°C에서 pH 10.0 일 때, Procion은 50°C, 90°C에서 pH 8.0, Remazol은 pH 9.0, 70°C로 나타났다.

#### 4. 결 론

반응성이 다른 4가지 반응성염료를 사용하여, pH와 온도에 따른 견직물의 염색성을 검토하고 또한 알칼리하에서의 견에 미치는 상해정도를 물성변화 실험을 통해 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 일정한 pH에서 견직물에 대한 고착량은 각 염료의 반응성에 의존하며, 견에 대한 친화성은 Lanasol>Procion>Remazol>Cibacron의 순으로 나타났다.

2. 염착량과 고착량이 최대값을 보인 pH를 보면 Cibacron의 경우 pH 9.0에서 가장 높고 Procion 염료는 pH 7.0, 8.0, 9.0에서 비슷하게 최대값을 나타냈다. Remazol의 경우 pH 7.0에서 최대값을 나타냈고, Lanasol은 50°C, 70°C에서는 pH 10.0, 90°C에서는 pH 9.0에서 최대값을 나타냈다.

3. 온도의 영향을 살펴보면 각 염료마다 그 경향이 다르게 나타났다. 온도상승에 의한 가수분해의 촉진으로 Cibacron과 Procion은 70°C 이상에서 염착·고착량이 감소하였고, Lanasol과 Remazol은 온도 증가에 따라 고착량이 증가하는 것으로 보아 온도가 가수분해에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

4. pH가 견의 상해에 미치는 영향을 보면 pH가 증가함에 따라 인장강도가 감소하는 경향을 나타냈다.

5. 이상에서 살펴본 바에 의해 염착·고착량이 최대를 이루며, 견이 상해를 덜 받은 염색의 최적 조건은 Cibacron의 경우 70°C에서 pH 9.0일 때, Lanasol은 90°C에서 pH 9.0일 때, Procion은 50°C에서 pH 7.0일 때, Remazol은 50°C일 때 pH 8.0과 같고 이는 염료와 섬유와의 공유결합 형성의 최적조건으로 생각된다.

#### 참고문헌

1. R. L. Allen, Colour Chemistry, Appleton Century Crofts, p. 52 (1971).
2. 남중희, 견직물학, 형민사 (1985).
3. 김성련, 피복재료학, 교문사, p. 89 (1981).
4. 김인규, 염색학개론, 二友出版社 (1982).
5. Ulrich Meyer, Dye-fiber bond stabilities of some reactive dyes on silk, *J. Soc. Dyers Col.*, **102**, 6~12 (1986).
6. 김병호, 견가공학, 동아사, p. 180 (1982).
7. D. W. Ramsay, Reactive Dyeing in the 80's *J. Soc. Dyers Col.*, **97**, 102~106 (1981).
8. S. J. Bell, Garment Dyeing with Fiber Reactive Dyes, *Am. Dyestuff Repr.*, 35~51 (1988).
9. O. A. Stamm, Mechanism of Reaction of Reactive Dyes with Cellulose and other Fibers, *J. Soc. Dyers Col.*, **80**, 416~422 (1964).
10. D. M. Lewis, The dyeing of wool with reactive dyes, *J. Soc. Dyers Col.*, **98**, 165~175 (1982).

11. X. Yushu, Formation of Cross-links in Silk by Dyeing with a Difluorochloropyrimidyl Dye, *J. Soc. Dyers Col.*, **99**, 56~59 (1983).
12. J. Shore, Mechanism of Reaction of Proteins with Reactive Dyes I-Literature Survey, *J. Soc. Dyers Col.*, **85**, 408~412 (1968).
13. J. Shore, Mechanism of Reaction of Proteins with Reactive Dyes II-Reactivity of simple Model compounds with Chlorotriazine Dyes, *J. Soc. Dyers So.*, **84**(11), 413~422 (1968).
14. J. Shore, Mechanism of Reaction of Proteins with Reactive dyes, III-Reactivity of soluble proteins with Chlorotriazine Dyes, *J. Soc. Dyers Col.*, **84**(11), 545~555 (1968).
15. 김노수, 조현태, 장영도, 반응성염료에 의한 견의 균일염색 연구, 한국섬유공학회지, **18**(2), 40~60 (1981).
16. 김공주, 이정민, 반응염료에 의한 견 Fibroin의 염색 특성에 관한 연구, 한국섬유공학회지, **17**(2), 22~37 (1980).
17. 김노수, 조현태, pH가 견 피브로인에 대한 모노클로로트리아진반응염료의 반응성에 미치는 영향, 한국섬유공학회지, **16**(1), 14~24 (1979).
18. Lange, Handbook of Chemistry (1967).
19. E. Kissa, Urea in reactive dyeing, *Tex. Res. J.*, **39**, 734~741 (1969).
20. K. R. F. Cockett, I. D. Ratte and C. B. Stevans, Observations on the removal of reactive dyes from wool, *J. Soc. Dyers Col.*, **85**, 133 (1969).
21. 동현수, 견섬유-Lanasol 반응성염료 염색계에 미치는 pH와 온도의 영향, 서울대학교 섬유공학과 석사논문 (1983).