

〈研究論文(學術)〉

## Bola형 전해질이 단백질 섬유염색거동에 미치는 영향

김석홍 · 古賀 城一\*

\*태광산업 중앙연구소 · 京都女子大學 家政學部  
(1997년 9월 30일 접수)

### The Effect of Bola-form Electrolytes on Dyeing Behaviors of Protein Fibers

Seok Hong Kim and Koga Joichi\*

Research Center, Taekwang Industrial Co., Taejon, Korea

\*Faculty of Home Economics, Kyoto Womens University, Kyoto, Japan

(Received September 30, 1997)

**Abstract**—Bola-form electrolytes were synthesized by the reaction of pyridine with 1,4-dibromobutane or 1,10-dibromodecane, respectively. The effects of these electrolytes were studied in the dyeing of wool fabric with Orange II.

The depths of shade of wool fabric with pretreated electrolyte were independent to the dyeing temperature and higher than those of one untreated. In the case of pretreating the electrolytes, there are no differences in the effects on dyeing behaviors between the 1,4-dipyridiniumbutane and 1,10-dipyridiniumdecane.

But when the wool fabrics were dyed in water containing these electrolytes, dyeing behaviors were different to the numbers of carbon atom in electrolytes. 1,4-dipyridiniumbutane has positive effects on the dyeing.

## 1. 서 론

양모와 나일론은 분자쇄에 아미노 말단기와 카르복실 말단기를 가지고 있으며 대개의 경우 아미노 말단기와 산성 염료와의 정전기적 결합에 의해 염색된다는 사실은 널리 알려져 있다. 그러나 합성 섬유인 나일론은 그 아미노 말단기의 양이 양모에 비해 약 1/20정도로<sup>1)</sup> 농색을 얻기 어려운 단점이 있고, 천연 섬유인 양모는 107°C 이상의 고온 염색의

경우 양모 보호제를 가입하여 황변 현상, 수축, 촉감, 강도 저하 등의 문제점을 해결하려는 노력이 있다<sup>2-6)</sup>.

더우기 에너지 절약이 강조되고 있는 현 시점에서 보다 낮은 온도에서 보다 진하게 염색할 수 있는 방법을 강구할 필요성이 있다. 또한 최근 가정에서 모발을 간단히 염색할 수 있는 방법 중 하나로 산성 염료에 의한 모발 염색이 보급되기 시작하였다. 모발 염색은 양모 섬유의 염색과 유사한 염착 기구를 보이지만 안정성의 면에서 사용 염료에 제한을 받는다.

피부에 대해 비교적 안전한 염색법으로 산성 염료에 의한 염색을 생각할 수는 있지만 산성 염료/모발 염색계에 대해 기초적인 연구가 아직까지는 충분히 되어 있지 않은 상황이다. 더우기 모발의 경우 양모 염색보다 훨씬 낮은 온도에서 단시간내에 염색을 끝내야 하는 한정된 조건이 있으므로 염색에 적당한 조제를 가하여 저온에서도 농색을 얻어야 할 필요성이 있다. 이를 위해 단백질 섬유상에 새로운 염착좌석, 즉 양(陽)이온성을 부여하는 방법을 생각할 수 있으며, 이러한 목적에 주로 사용되는 bola-form의 전해질<sup>7-8)</sup>을 합성하여 실험하였다. 전해질로는 1,4-dipyridiniumbutane (이하 'DPB'라 약함)과 1,10-dipyridiniumdecane (이하 'DPD'라 약함)를 합성하였고, 우선 실제로 sulfone산기가 1개인 산성염료와 함께 양모 섬유에 적용하여 염색성검토를 통해 그 효과를 확인하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 시약

#### 2.1.1 시료

시판용 양모 머즐린포를 0.3% sodium lauryl sulfate 수용액에서 세정한 후 수세 건조하여 실험에 사용하였다.

#### 2.1.2 시약

양모포의 세정에 사용한 sodium lauryl sulfate, 완충액 제조에 사용한 염산, 시트르산 나트륨, 아세트산, 아세트산 나트륨은 1급 시약을 사용하였다.

DPB 및 DPD합성을 위한 1,4-dibromobutane, 1,10-dibromodecane, pyridine 및 기타 시약도 모두 1급 시약을 사용하였다.

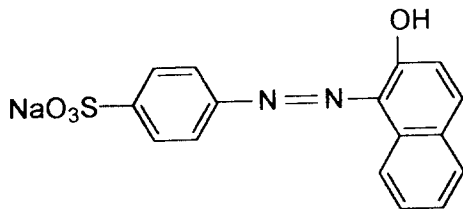


Fig.1 Dye used in the present study

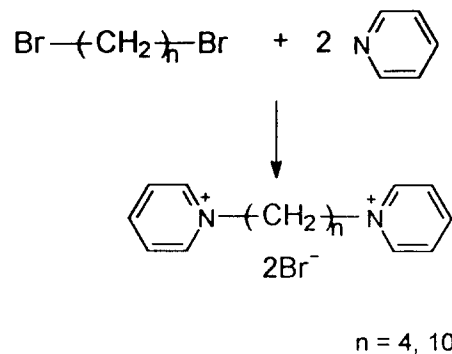
### 2.1.3 염료

일본 資生堂에서 제공 받은 정제 염료로 Orange II (C.I. Acid Orange 7)를 사용하였다. 그 구조는 Fig. 1과 같다.

## 2.2 실험 방법

### 2.2.1 전해질의 합성

DPB와 DPD합성은 Lyle 등<sup>9)</sup>이 합성한 방법을 따랐다. 메탄올중에서 피리딘과 1,4-dibromobutane 혹은 1,10-dibromodecane을 몰비 2.1 : 1로 하여 상온에서 3일간 교반하며 반응 시켰다. 다음에 메탄올을 일부 증류한 후 여기에 아세톤을 가해 백색 침전물을 얻었다. 이 침전물을 부탄올 : 에탄올 : 물 (2 : 1 : 1, v/v)의 전개액으로 박층 크로마토그래피법으로 전개한 후 spot가 1개 인가를 확인하였다. spot가 2개인 경우는 1,4-dibromobutane이나 1,10-dibromodecane의 한 쪽 말 단기만 반응한 것도 포함되어 있으므로 다시 메탄올내에서 아세톤으로 재결정하는 조작을 되풀이 하여 spot가 1개인 반응물을 얻었다. 또한 융점 측정 및 원소 분석을 통하여 원하는 반응물임을 재확인하였다. 기기로는 Melting point Apparatus MP-21(Yamato 科學株式會社, 日本)과 Advantec VO-420 Vaccum drying oven CHN Corder MT-3(Yanaco 分析工業株式會社)를 각각 사용하였다.



Scheme 1 Synthesis of Bola-form electrolyte

### 2.2.2 전해질의 처리

비커에 증류수 또는 0.1몰 농도의 염산과 0.1몰 농도의 trisodium citrate를 사용하여 pH 4.2로 조

성한 완충 용액 50ml를 넣고 전해질을 가입하여 전해질 처리액을 만들었다.

다음에 수조를 사용하여 목적하는 온도까지 상승시킨 후 이미 조성한 전해질 처리액에 1.0g의 양모포를 넣고 필요한 시간동안 온도를 유지하며 교반, 처리하였다. 처리후 양모포는 증류수로 충분히 수세한 후 건조하였다.

2.2.3 염색 실험

① 전해질 처리 양모포의 염색

약 130ml의 비커에 증류수 또는 목적에 맞게 조성한 완충 용액 100ml에 염료 0.03g (3.0% owf)를 가입하여 염액을 만들었다.

완충 용액은 pH3.5, 4.0, 4.5의 경우는 0.1mol 농도 염산 용액과 0.1mol 농도 시트르산 나트륨 용액으로, pH5.0, 5.5, 6.0의 경우는 0.1mol 농도 아세트산과 0.1mol 농도 아세트산 나트륨 용액으로 제조하였다.

수조를 사용하여 목적하는 온도까지 상승시킨 염액에 위 2.2.2의 방법으로 처리한 1.0g 양모포를 넣고 필요한 시간동안 온도를 유지하며 교반, 염색하였다. 염색포는 증류수로 충분히 수세한 후 건조하였다.

② 염료와 전해질 혼합 수용액에서의 염색

위 1의 염액에 필요한 농도의 전해질을 가입한 후 염색하였다.

2.2.4 측 색

염색포의 색차  $\Delta E^*_{ab}$ , 반사율은 Color-Analyser TC-1800 D-O (東京電色技術center, 日本)를 사용하여 측정하였다. 시료를 1/4씩 집어 각 4면에 대해 측정한 후 그 평균값을 data로 하였다.

결보기 농도(K/S값)는 시료의 반사율을 측정한 후 아래의 Kubelka-Munk식에 의해 계산하였다.

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

단, R : 염색포로부터의 최대흡수파장에서의 반사율

K : 염색포의 흡광 계수

S : 염색포의 산란 계수

3. 결과 및 고찰

3.1 합성한 전해질의 확인

2.2.1의 방법에 의해 합성한 전해질의 순도를 박층 크로마토그래피, 융점 측정, 원소분석에 의해 확인하였으며 그 결과는 Table 1과 같다.

Lyle 등의 의하면 DPB의 m.p.는 237-239°C로 실험치와 일치하며, 원소분석결과도 계산치와 거의 일치하는 것으로 보아 원하는 반응물이 합성되었음을 나타낸다.

3.2 전해질 처리 조건이 염색성에 미치는 영향

Table 2와 3은 DPB농도 5.0% owf, pH 4.2용액, 액량비 50 : 1의 조건으로 40°C 또는 80°C에서 60분간 처리한 후 증류수로 조성된 염액에서 40°C 또는 80°C에서 각각 염색한 결과를 색차로 나타낸 것이다.

Table 2는 염색포와 비염색포간의 색차이고, Table 3은 각 조건에서의 염색포간의 색차이다.

Table 2로부터 DPB처리 온도가 80°C이며 염색 온도가 40°C인 경우의 염착량이 다소 낮았으나 기타의 조건에서는 염착량의 변동이 거의 없었다.

Table 3으로부터 DPB처리 온도를 80°C로 일정

Table 1. Melting point & elemental analysis of the electrolyses synthesized

	m.p.(°C)	CHN Analysis					
		Calculation(%)			Experimental(%)		
		C	H	N	C	H	N
DPB	237	44.95	4.85	7.49	43.89	4.64	7.34
DPD	192	52.42	6.60	6.11	52.83	6.69	5.70

Table 2. Color Differences( $\Delta E^*_{ab}$ ) of wool fabric dyed at different DPB treatment and dyeing conditions

DPB treatment temp.(°C)	dyeing temp.(°C)	
	40	80
40	68.20	70.38
80	66.14	71.48

하게 하고 염색 온도를 40°C, 80°C로 각각 다르게 하여 염색한 염색포간의 색차는 6.72, DPB 처리 온도를 40°C, 80°C로 각각 다르게 하여 염색을 80°C에서 한 경우의 염색포간의 색차는 1.25로써 DPB

처리 온도보다는 염색 온도가 염착량에 더 큰 영향을 미침을 알 수 있었다.

Table 4는 DPB 농도를 5.0% owf로 하여 pH 4.2 용액 혹은 증류수를 사용하여 액량비 50 : 1의 조건으로 40°C에서 30분 처리한 후 증류수로 조성한 염액에 넣어 40°C에서 60분간 염색한 후의 염색포와 미염색포간의 K/S값 및 색차를 나타낸 것이다.

pH 4.2 용액에서 DPB를 처리한 경우가 증류수에서 처리한 경우보다 염색시 염착량이 훨씬 많음을 알 수 있다. 이는 bola-form의 전해질이 보다 낮은 pH에서 양모와 잘 결합하여 결과적으로 양모의 염착 좌석이 증가하여 염착량이 증가하는 것으로 생각할 수 있다. 전해질 처리에 의해 과연 양모의 염착 좌석이 증가하느냐 하는 문제에 대해서는 아직 확실하지 않다.

Table 3. Color Differences( $\Delta E^*_{ab}$ ) between the wool fabrics dyed at different DPB treatment and dyeing conditions

DPB treatment temp.	dyeing temp.	DPB treatment temp.			
		40°C		80°C	
		40°C	80°C	40°C	80°C
40°C	40°C		3.11	2.49	4.24
40°C	80°C			5.56	1.25
80°C	40°C				6.72
80°C	80°C				

Table 4. K/S values and Color differences ( $\Delta E^*_{ab}$ ) of the dyed wool fabrics pretreated at different conditions

DPB treatment condition	K/S value	$\Delta E^*_{ab}$
pH 4.2	52.6	68.50
distilled water	3.6	37.92

Table 5. Color differences ( $\Delta E^*_{ab}$ ) between the dyed wool fabrics pretreated with DPB or DPD according to the pHs in dyebath

	pH4.0	pH5.5	Distilled water
$\Delta E^*_{ab}$	1.16	0.21	0.06

3.3 염색 조건이 전해질 처리포의 염색성에 미치는 영향

Fig. 2는 DPB처리 농도 5.0% owf, pH4.2 용액에서 90℃, 60분간 처리한 DPB처리포와 DPB 미처리포를 각각 염액의 pH를 변경하여 80℃에서 60분간 염색한 후의 K/S값이다. 염액 pH3.5~6.0의 범위에서는 항상 DPB처리포의 염착량이 DPB 미처리포의 염착량보다 많음을 알 수 있다. 특히 DPB 처리포의 K/S값은 염액 pH의 영향을 거의 받지 않는데 비하여 DPB 미처리포의 경우 pH의 영향을 많이 받았다. 따라서 일반적인 양모 염색 pH인 산성 조건과 비교하여 염색시의 염액 pH가 중성에 가까와도 염착량이 그다지 변화하지 않는 점이 DPB처리 효과중 하나라고 볼 수 있다.

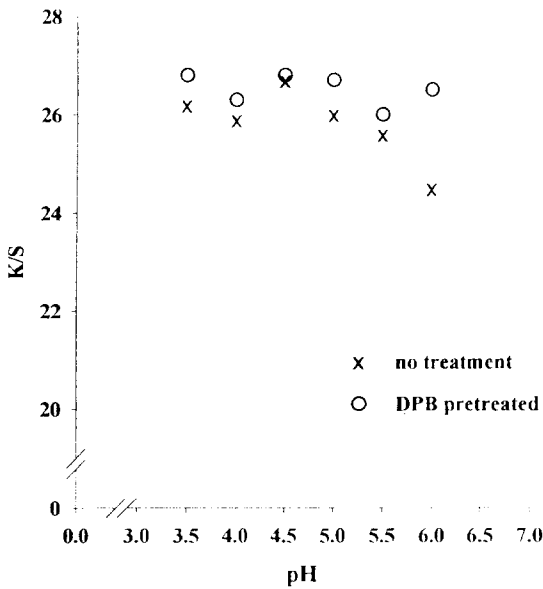


Fig. 2 Effects of pH on K/S values.

Fig. 3은 DPB 혹은 DPD 처리 농도 5.0% owf, pH 4.2 용액에서 80℃, 60분간 처리한 후 각각의 처리포와 미처리포를 pH 4.0, 5.5용액 또는 증류수로 조성된 염액에서 80℃, 60분간 각각 염색한 후의 염색포의 K/S값을 나타낸 것이다.

전해질 미처리포의 경우 증류수에서 염색한 경우의 염착량이 pH 4.0, 5.5용액에서 염색한 경우보다 현저히 낮게 나타났다. pH 4.0, 5.5용액에서 염색한

경우 전해질 미처리포나 전해질 처리포의 염착량이 거의 비슷하게 나타나 염색 온도 80℃에서는 전해질 처리 효과를 얻을 수가 없었다. 반면 증류수에서 염색한 경우에는 전해질 처리포의 경우가 전해질 미처리포의 경우보다 염착량이 높게 나타났다.

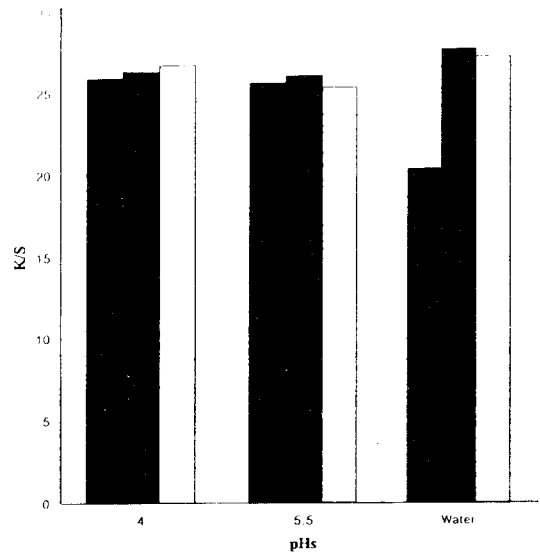


Fig. 3 Effects of Electrolytes and pH on K/S values

- on treatment
- ▨ DPB pretreated
- DPD pretreated

Table 5는 DPB 혹은 DPD로 처리한 전해질 처리포를 위 조건으로 염색한 염색포간의 색차 data로서 DPB, DPD처리포간에는 염착량의 차이가 거의 없다. 즉 탄소 원자수가 4개인 DPB와 10개인 DPD의 경우 효과 차이가 거의 나타나지 않아 탄소수 차이에 의한 효과 차이는 없는 것으로 판단된다. 따라서 전해질의 효과는 저온 염색(40℃)이 가능하고 증류수에서도 염착량의 감소없이 양모 섬유를 염색할 수 있다는 점으로 나타난다.

지금까지는 전해질 처리를 한 후 염색을 하는 2단계 처리 공정에 대해 살펴 보았다. 그러나 단일 전해질과 염료의 혼합 수용액내에서 전해질 처리와 염색을 동시에 할 경우에도 전해질의 효과가 나타나는지, 또한 전해질 처리에 의해 염색 속도는 어떤

경향으로 변화하는지에 대해 알아보았다.

Fig. 4는 DPB가 염색 속도에 미치는 영향을 보기 위하여 Table 6의 조건으로 염색을 진행하면서 염색 개시 때 10분마다 (60분까지) 염색포를 취해 그 K/S값을 나타낸 결과이다.

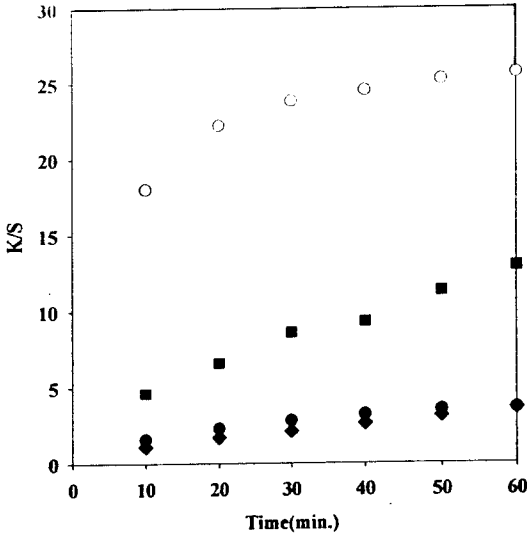


Fig. 4 Relationship between K/S values and dyeing times in various conditions.

- ◆ dyed in distilled water(40°C)
- DPB pretreated in distilled water (40°C)  
→ dyed in distilled water(40°C)
- dyed in distilled water containing DPB(40°C)
- DPB pretreated in pH4.2 buffer(40°C)  
→ dyed in distilled water(40°C)

조건 2는 DPB를 미리 처리하지 않고 염액에 가입하여 DPB처리와 동시에 염색을 행하는 1단계 공정을 나타낸 것이다. DPB첨가에 의해 염색 속도가 빨라짐을 알 수 있다. 특히 DPB를 pH4.2용액에서 처리한 후 증류수에서 염색한 경우가 염착량도 가장 많았고 염색 속도도 빨라졌다. 40°C, 60분 염색한 염색포의 K/S값에 대해 각 염색 시간별 염색포의 K/S값을 비교한 결과 위 경우는 염색 개시 후 10분만의 염색포의 K/S값은 최종 염색물의 K/S값의 70%, 30분만에는 90% 정도의 수치를 보였다. 이는 다른 세 경우에 비해서는 월등히 빠른 염색 속도이다. 한편 각 처리 조건별 염착량의 변화를 살펴보면 전해질 처리시의 온도와 염색시의 온도를 모두 40°C로 고정하고 염착량의 변동을 본 결과 pH4.2 용액에서 DPB처리를 한 후 증류수에서 염색한 경우의 염착량이 가장 많았고, 다음이 DPB와 염료의 혼합 수용액에서 염색한 경우, 증류수에서 DPB처리를 한 후 증류수에서 염색한 경우, DPB처리를 하지 않고 증류수에서 염색만 한 경우의 순이었다. 이 결과로부터 DPB처리는 증류수내에서보다는 pH4.2용액내에서 행하는 경우가 그 효과가 큼을 확인할 수 있었고, DPB와 염료의 혼합 수용액에서 DPB처리와 동시에 염색을 하는 1단계 처리 공정도 어느 정도 효과가 있음을 알 수 있었다.

DPB에 의해 염색 속도가 빨라짐은 염색만 행한 경우(조건 1)와 증류수에서 DPB처리를 한 후 염색한 경우(조건 3)의 곡선으로부터도 알 수 있는데 이들은 최종 염색물의 K/S값은 거의 차이가 나지 않으나 염색 속도의 차이는 뚜렷이 나타났다.

Table 6. Conditions of the electrolytes treatment and dyeing

	1	2	3	4
DPB treatment	—	—	in distilled water 40°C×60mins	in pH4.2 solution 40°C×60mins
Rinsing			in distilled water	
Dyeing	in distilled water 40°C 10mins~60mins(in every 10mins)			

2 : DPB added in dyebath(5.0% owf)

Fig.5는 DPB와 DPD를 각각  $2.67 \times 10^{-3} \text{mol/L}$  (DPB에 대해 5.0% owf) 농도로 하여 pH 4.2용액 내에서 80°C, 60분간 처리한 후 그 처리포와 미처리포를 각각 염색 온도를 40~90°C까지 매 10°C 간격으로 변화하여 60분간 증류수로 조성된 염액내에서 염색한 염색포의 염착량을 K/S값으로 나타낸 결과이다.

전해질 미처리포의 경우 염색 온도가 60°C까지는 염착량이 염색 온도에 대해 급격히 증가하고 있으나 60°C이상에서는 천천히 증가한다. 전해질 처리한 경우에는 염색 온도가 50°C 이상이 되면 염착량은 온도에 대해 그리 영향을 받지 않으며, 40°C의 경우에도 50°C의 염착량과 비교하여 염착량의 차이가 그리 크지는 않다. 또한 전해질 처리를 하여 40°C에서 염색하여도 미처리포를 90°C에서 염색한 결과 이상의 염착량을 얻을 수 있다. 이로부터 전해질 처리를 하면 전해질 미처리의 경우보다 훨씬 낮은 온도에서 염색 가능함을 알 수 있다.

이 실험 결과에서도 DPB와 DPD의 차이는 나타나지 않았다.

Fig. 6은 Table 7의 실험 조건으로 염색한 염색물의 K/S값을 나타낸 것이다.

이 실험 결과로부터 같은 조건에서 염색할 경우 전해질 처리를 한 후 염색한 염색물이 전해질 미처리 염색물보다 항상 염착량이 많음을 알 수 있다. 또한

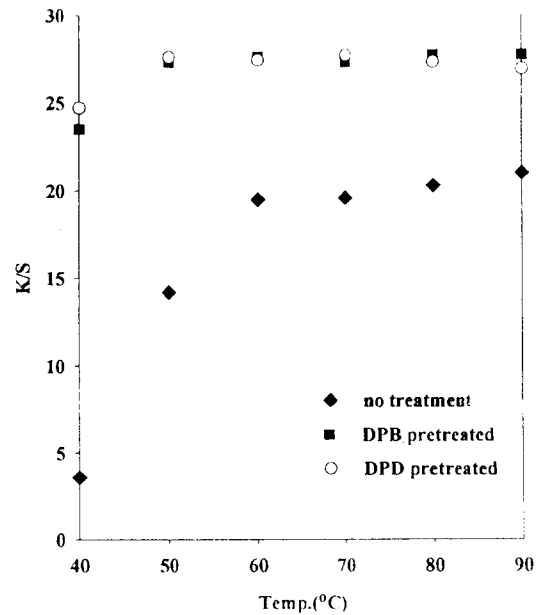


Fig. 5 Effects of electrolytes and dyeing temperatures on K/S values.

1와 2 조건에서의 전해질 미처리 염색물끼리의 염착량을 비교하면 염색 온도가 80°C인 경우가 40°C인 경우보다 K/S값이 약 4배 높게 나타나 전해질 미처리의 경우에는 염색 온도가 염착량에 상당히 큰 영향을 미침을 알 수 있다.

Table 7. Conditions of the electrolytes treatment and dyeing

		1	2	3
Electrolytes treatment	Concentration	—	$2.67 \times 10^{-4}$	$2.67 \times 10^{-3}$
	pH	—	4.2	4.2
	temp.(°C) × time(mins)	40 × 60	40 × 60	
Rinsing		—	in distilled water	
Dyeing	Concentration (% owf)	3.0	3.0	3.0
	medium	distilled water	distilled water	distilled water
	temp.(°C) × time(mins)	40 × 60	40 × 60	40 × 60

1 : Electrolytes added in dyebath (conc. :  $1.335 \times 10^{-4} \text{mol}$ , L.R. : 100 : 1)

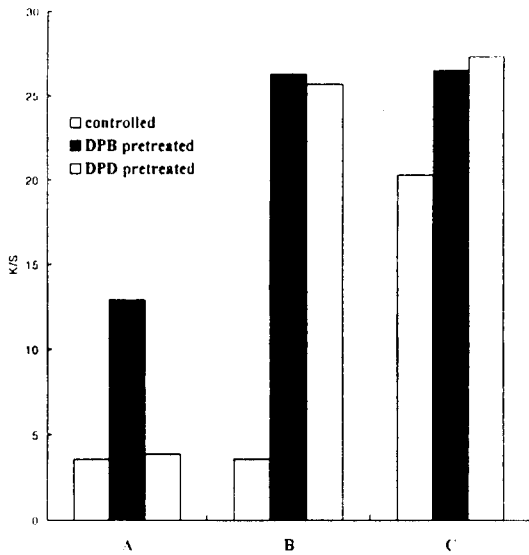


Fig. 6 Relationship between K/S values and various dyeing processes

A : dyed in distilled water containing electrolyte(40°C)

B : Bola-type electrolyte pretreated in pH4.2 buffer(40°C)→dyed in distilled water(40°C)

C : Bola-type electrolyte pretreated in pH4.2 buffer(40°C)→dyed in distilled water(80°C)

염료와 전해질과의 혼합 수용액 중에서 염색하는 1단계 공정의 경우와 전해질 처리 후 염색하는 2단계 공정을 비교하면 언제나 1단계 공정의 염색물의 K/S값이 낮게 나타난다.

한편 전해질 처리 후 염색하는 2단계 공정에서는 DPB와 DPD의 어떠한 차이점도 발견할 수 없었으나 염료와 전해질과의 혼합 수용액 중에서 염색하는 1단계 공정의 경우 DPD를 가입한 경우가 DPB를 가입한 경우보다 현저히 K/S값이 낮았고 전해질 미첨가 염색포의 K/S값과 거의 유사하였다.

2개의 양(陽)이온을 갖는 조제와 염료의 양모 섬유와의 결합 방법은 다음의 네 가지로 추정할 수가 있다.

① 양모 섬유상의 COO<sup>-</sup>기에 조제의 한 쪽 양(陽)이온이 결합하고, 조제의 다른 한 쪽 양(陽)이온에

염료가 결합

② 양모 섬유상의 NH<sub>3</sub><sup>+</sup>기에 염료가 결합

③ 조제의 한 쪽 양(陽)이온에 염료가 결합한 후 조제의 다른 한 쪽 양(陽)이온이 섬유와 결합

④ 조제의 양 말단 양(陽)이온에 염료가 결합

위 네 가지 중 2단계 공정엔 ①-②, 1단계 공정에서는 ③-④가 모두 작용하는 것으로 생각되며, 이 중 ④의 경우가 염색에는 좋지 않은 영향을 준다.

즉, 이 실험 조건에서는 전해질은 수용액중에서 (+)전하를 띄고 있는데 반해 산성염료는 (-)전하를 띄어 혼합 수용액내에서 일부 염료와 전해질과의 복합체가 형성되었다고 생각된다. DPB의 경우는 침전이 관찰되지 않았는데 이는 DPB가 DPD보다 alkyl기의 길이가 짧기 때문에 혼합수용액내에서는 용해 되지만 DPD는 alkyl기의 길이가 길어 염료와 반응하여 침전이 생성되어 그 결과 염료의 염착성이 DPB를 가입하는 경우보다 나빠졌다고 판단된다.

따라서 염료와 전해질 혼합 수용액내에서 염색하는 1단계 공정에는 DPB는 충분히 그 효과를 발휘하나 DPD의 경우는 효과를 나타내지 못함을 알 수 있었다.

#### 4. 결 론

단백질 섬유를 보다 낮은 온도에서 빠른 염색이 가능하고 염착량을 높일 수 있는 방법의 하나로 bola-form 전해질인 1,4-dipyridiniumbutane과 1,10-dipyridiniumdecane을 합성하여 양모섬유에 적용하여 효과를 관찰하여 얻어진 결론은 다음과 같다.

1. 전해질 처리는 pH의 영향을 받으며 온도의 영향은 거의 없었다.

2. 전해질 처리 후 염색하는 2단계 공정의 경우 염착량에 미치는 염액 pH의 영향은 거의 없었다.

또한 증류수에서 염색할 경우가 산성 pH영역의 완충 용액을 사용하는 경우보다 염착량이 더 많았다.

3. 전해질 처리 후 증류수에서 염색하는 2단계 공정의 경우 50°C이상의 온도에서는 온도에



따른 염착량의 변동이 거의 없었다. 또한 이 공정에서 40℃에서 염색하여도 전해질 미처리 포를 90℃에서 염색하는 경우보다 많은 염착량을 얻을 수 있다. 그리고 전해질 처리는 염색 속도를 빠르게 하였다.

4. 전해질 처리 후 염색하는 2단계 공정에서는 알킬기의 길이가 다른 DPB와 DPD의 효과 차이는 없었다. 그러나 전해질과 염료의 혼합 수용액에서 염색하는 1단계 공정의 경우 알킬기의 길이가 짧은 DPB는 그 효과를 나타내나 알킬기의 길이가 긴 DPD의 경우에는 염료와의 침전을 형성하여 그 효과를 볼 수 없었다.

## 5. 참고문헌

1. 高瀬耕志, *加工技術(日本)*, **22**, 242(1987).
2. 改森通信, *染色工業(日本)*, **32**, 380(1984).
3. W.T. Sherrill, *T.C.C.*, **10**, 210(1978).
4. S.M. Doughty, *Rev. Prog. Color.*, **16**, 25(1986).
5. P. Liechti, *J.S.D.C.*, **98**, 284(1982).
6. D.M. Lewis, "Wool Dyeing", Society of Dyers and Colourists, Bradford, Chap. 9(1992).
7. J. Qian, K. Hamada, and M.Mitsuishi, *Dyes and Pigments*, **25**, 167(1994).
8. J. Qian, K. Hamada, and M.Mitsuishi, *Dyes and Pigments*, **26**, 217(1994).
9. R. E. Lyle and J.J.Gardikes, *J.A.C.S.*, **77**(No.3), 1291(1955).