

# 에너지 절약 및 환경친화적 염색가공

염색 가공 공정은 섬유에 원하는 색상과 기능을 부여하여 고부가가치를 창출하므로 섬유 산업의 꽃이라 불리어진다. 그러나 염료를 비롯한 각종 가공제의 사용에 따른 환경오염과 다량의 에너지 사용은 많은 제약을 받고 있다.

따라서 지금부터의 염색가공 공정은 고기능성 또는 다기능성은 물론 에너지 절약과 동시에 환경친화적이어야 한다. 난염성 섬유의 염색이라든지, 적은양의 조제나 가공제로 효과적인 염색, 가공을 하는 것은 재료를 아끼고, 물을 적게 사용함으로써 에너지뿐만 아니라 환경오염도 줄일 수 있어 미래 지향적이다.

이런 관점에서 저자가 관심을 가지고 연구한 몇 가지 내용을 소개하고자 한다.

## 1. 염료의 합성

### 1.1 폴리프로필렌 염색용 반응성염료의 합성 <sup>1)</sup>

폴리프로필렌은 섬유 중에서 가장 가볍고 기계적인 특성이 뛰어나므로 섬유로 태어났을 때는 꿈의 섬유라고 불렸다. 그러나 결정구조가 매우 치밀하고 탄소-탄소, 탄소-수소 결합이외에 기능이 없어 염색이 어려워 의류용 섬유로는 거의 사용하지 않고 있다. 저자는 carbene의 활발한 반응성, 즉 C-H bond에 insertion을 이용하여 폴리프로필렌 섬유용 반응성염료를 합성하였다.

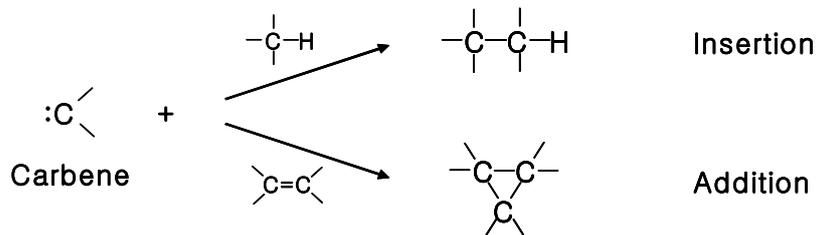


Fig. 1.1.1 Reactions of carbene to hydrocarbon.

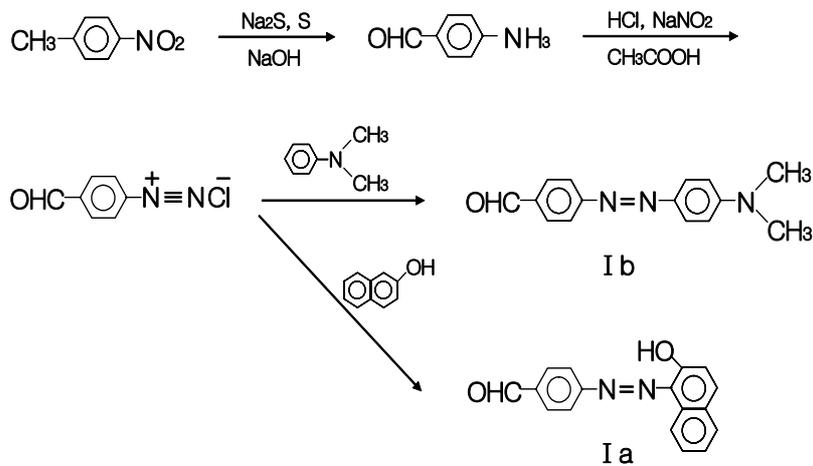


Fig. 1.1.2 Synthesis of azo disperse dyes containing aldehyde group.

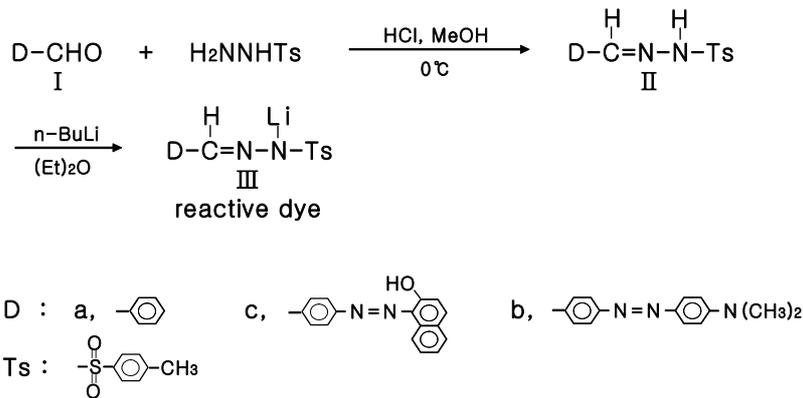
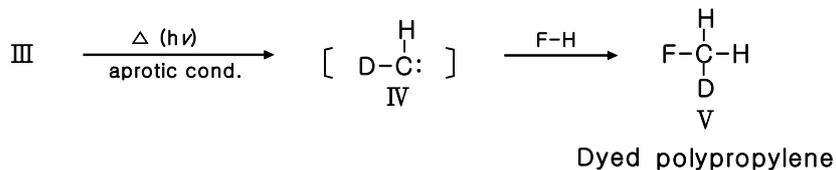


Fig. 1.1.3 Synthesis of reactive dyes for polypropylene fiber.



F-H : polypropylene fiber

Fig. 1.1.4 Dyeing of polypropylene by carbenic mechanism.

Table. 1.1.1 Results of dyed P.P. fiber by carbenic

Dye No.	Dec. T(°C)	Fiber	Pyro. T(°C)	Shade	Light-Fastness	Wash-Fastness
IIIa	124	P.P.	140	Colorless	-	-
IIIb	132	P.P.	140	Reddish Orange	6	5
IIIc	123	P.P.	140	Orange	5	5

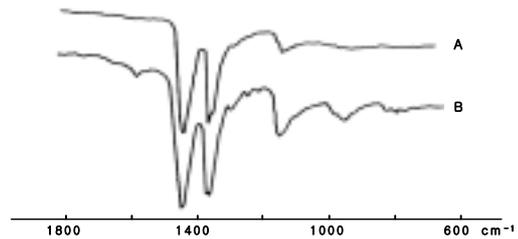


Fig. 1.1.5 IR spectra of polypropylene(A) and dyed polypropylene(B).

염색된 폴리프로필렌은 염료의 용매인 DMSO 및 아세톤으로 1주일간 추출하여 미반응으로 염착된 염료를 제거하고 폴리프로필렌의 용매인 테트라클로로에틸렌에 완전히 녹인 후, 이 용액을 염료는 가용이고 폴리프로필렌에 대해서는 불용인 아세톤 중에 재침전시켜 얻은 폴리프로필렌이 색상을 그대로 가지고 있고 용매인 아세톤에는 전혀 색상이 없는 것으로 보아 반응염색임을 확증했다. 그리고 Fig. 1.1.5.에서 보는 바와 같이 미염색 폴리프로필렌에는 없는 벤젠환의 1580, 840, 800cm<sup>-1</sup>의 흡수가 염색된 폴리프로필렌에는 나타나있다.

## 1. 2 Imidazole 환을 가지는 cationic dye의 합성<sup>2,3)</sup>

CD polyester는 cationic dye에 의하여 상압에서 염색이 가능하나 이들 cationic dye 들이 일광견뢰도가 낮은 결점이 있다. 본 연구는 일광견뢰도가 우수한 cationic dye를 목표로 imidazole ring의 N에 4차 암모늄염 형태로 cation화하여 cationic dye를 합성하였다.

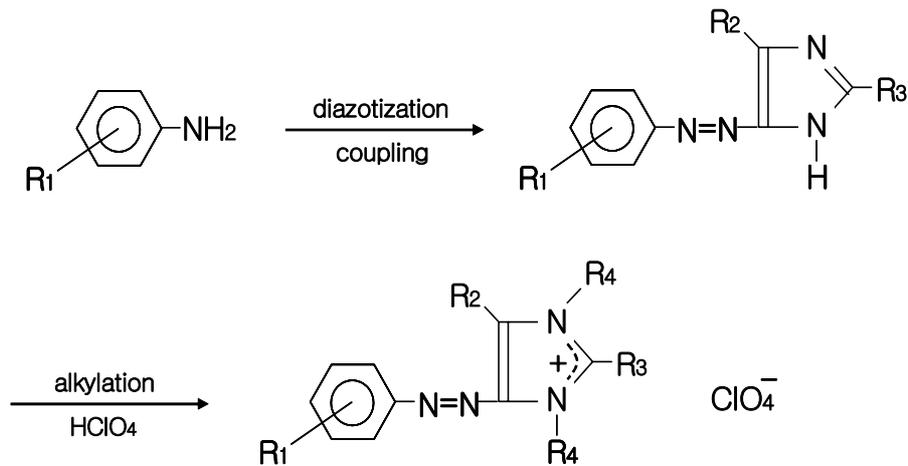


Fig. 1.2.1 Synthetic of cationic dyes containing imidazole ring.

치환기를 바꾸어 48종의 cationic dye를 합성하였다. 이들의 일광견뢰도는 4~6급 정도였으나, 흥미로운 것은 diazo component인 benzene환에 치환된 치환기의 substituent constant( $\sigma$ )와 염료의 최대흡수파장( $\lambda_{max}$ )사이에는 상관관계가 뚜렷하게 나타났다.

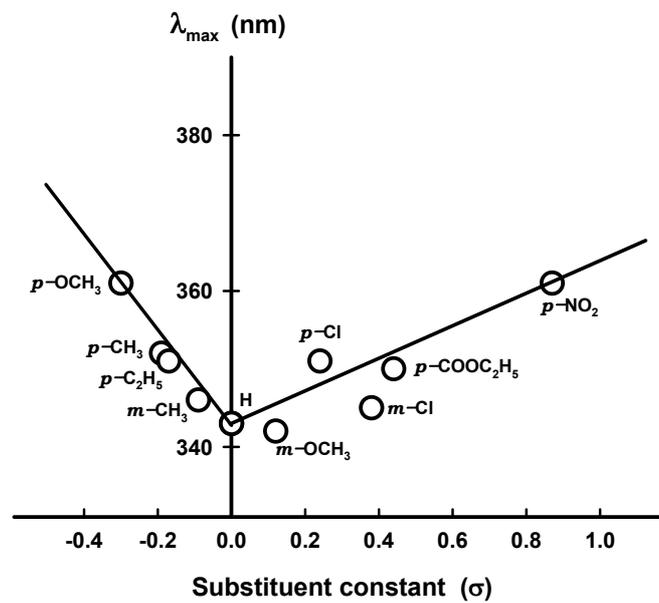


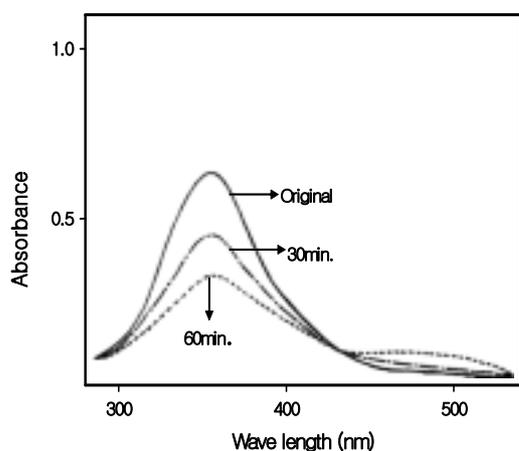
Fig. 1.2.2 The relationship between  $\lambda_{max}$  and substituent constant of the azo component in dyestuffs from 2,4-dimethylimidazole as a coupler.

합성한 cationic dye들은 빛에 의하여 변색하는 phototropism을 나타내었으며 benzene의 치환기가 전자공여성기 일수록 잘 나타나는 것을 볼 때 cis-trans isomerism에 의한 phototropy현상임을 알 수 있었다.

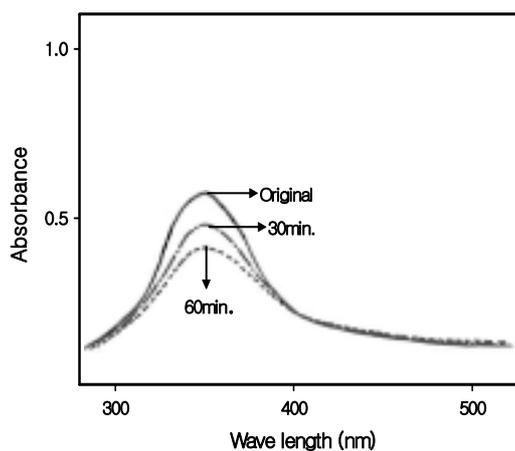
**Table. 1.2.1** Phototropy of dyes on fabrics.

Dye	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	Dacron T 92	Cashimilon F
1	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	++	++
4	p-CH <sub>3</sub>	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	++	+
7	m-CH <sub>3</sub>	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	+	+
11	o-CH <sub>3</sub>	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	+	+
16	p-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	+++	+++
18	o-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	+	+
22	p-OCH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	+++	+++
24	m-OCH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	++	++
28	p-Cl	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	+	+
32	p-Cl	H	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>3</sub>	+	+
33	m-Cl	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	++	++
36	o-Cl	H	CH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	+	+
38	o-Cl	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	+	+
42	p-COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	+	+
44	p-NO <sub>2</sub>	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	+	+
45	p-NO <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	+	+
48	p-N <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	+	+

+++ marked      ++ a little      + little or none



**Fig. 1.2.3** The spectral change of Dye No. 22 with time on irradiation with the scattered light.



**Fig. 1.2.3** The spectral change of Dye No. 4 with time on irradiation with the scattered light.

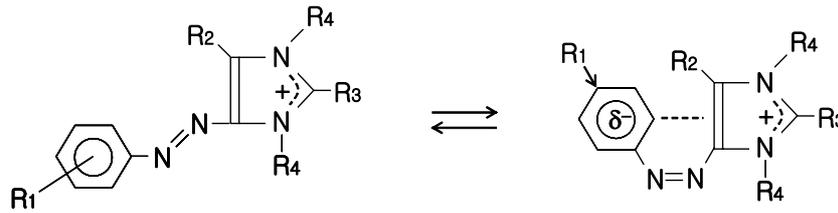


Fig. 1.2.4 Cis-trans isomerization of cationic dye.

### 1.3 벤젠보론산을 가지는 산염기 지시약<sup>4)</sup>

분자 내에 벤젠보론산을 포함하는 항균성염료를 합성할 목적으로 벤젠보론산으로부터 니트로화, 아미노화, 디아조화, 가수분해 등을 거쳐 메타-히드록시벤젠보론산을 제조하고 이를 벤지딘과 커플링시켜 4,4'-비스-(2-보로노-4-히드록시-벤젠아조)-비페닐을 합성한 결과 이 염료가 수용액 중에서 수소이온의 농도에 따라 크게 변색함이 밝혀져 새로운 산-염기 중화적정 지시약으로서의 이용가능성을 밝혔다.

본 염료는 물에는 난용성인 반면 아세톤, 메탄올, 에탄올에는 비교적 가용성이었다. 에탄올 용액에서 최대흡수파장은 466nm, 이때의 몰흡광계수는  $3.81 \times 10^4$ 이었으며, 목면에 대한 염착성이 컸다.

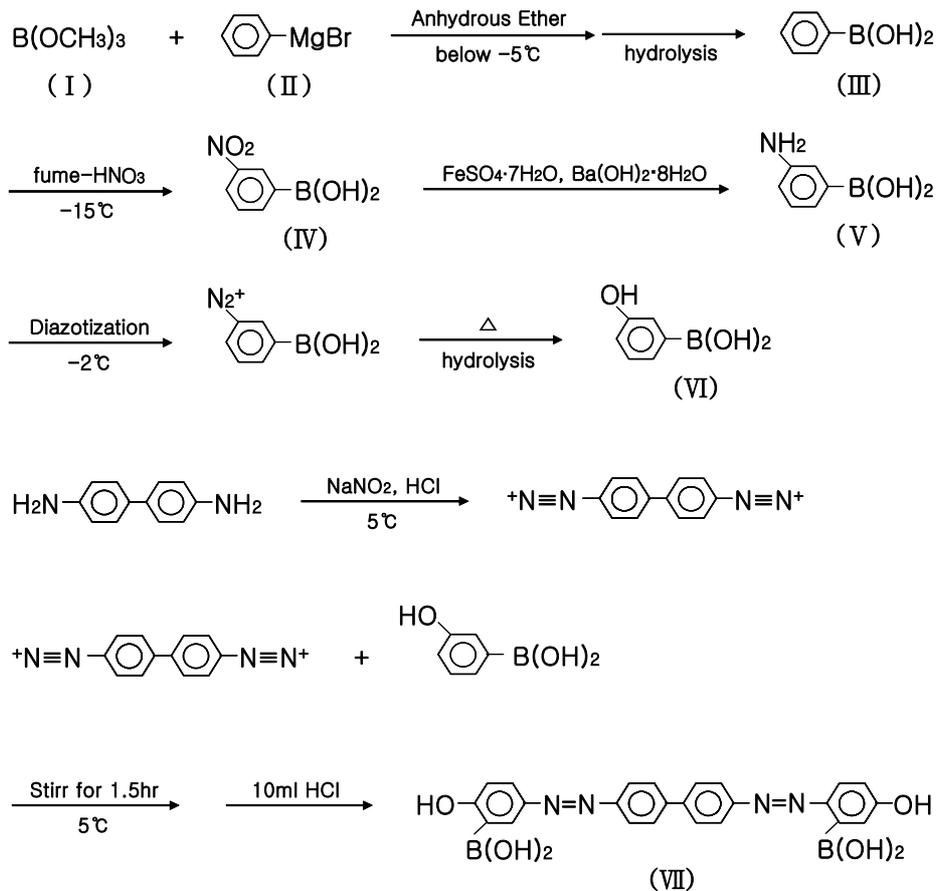
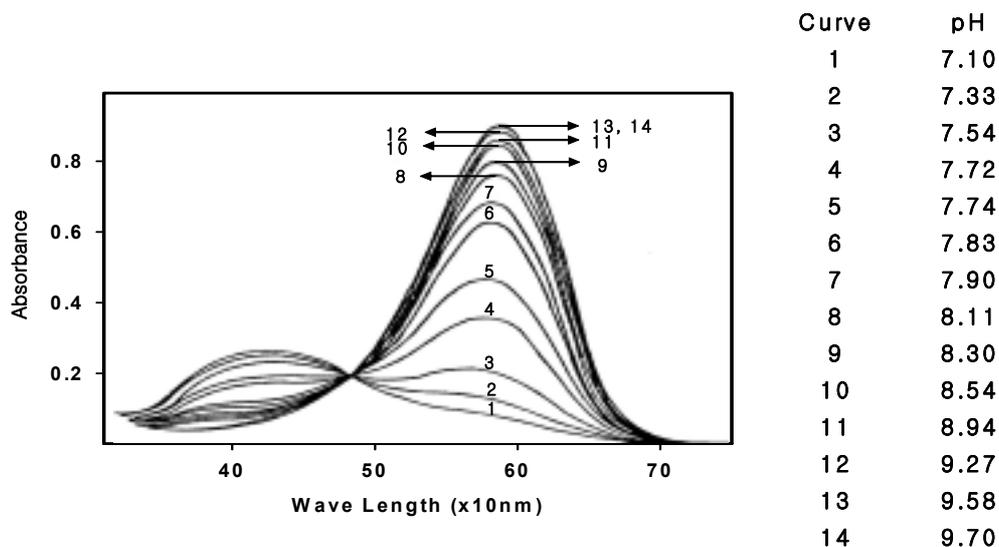
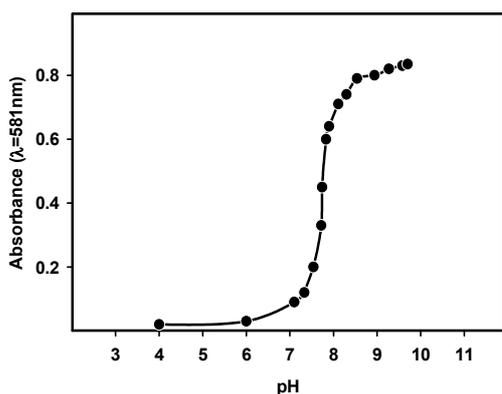


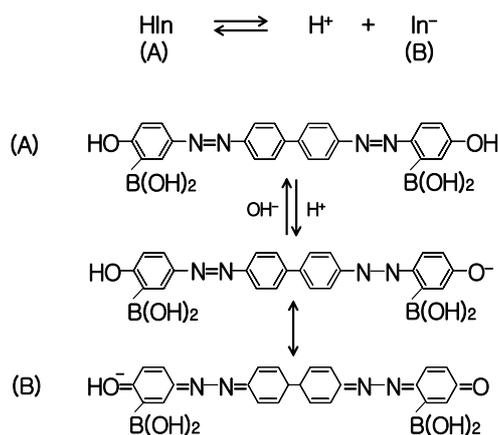
Fig. 1.3.1 Synthetic of 4,4'-Bis-(2-borono-4-hydroxy-benzeneazo)-biphenyl



**Fig. 1.3.2** Spectral absorption curves for the dye solution at different pH values.  
(conc. of dye ;  $1.08 \times 10^{-5}$  mol/L)



**Fig. 1.3.3** pH-Abs. ( $\lambda=581\text{nm}$ ) curves for the dye solution.(conc. of dye ;  $1.08 \times 10^{-5}$  mol/L)



**Fig. 1.3.4** Mechanism of Acid-Base Indicator.

**Table. 1.3.1** Results for the titration of 0.1N HCl(F=1.0058) with 0.1N NaOH(F=1.002) using phenolphthalein and the dye as indicator.

Indicator	0.1N HCl(ml)	* 0.1N NaOH(ml)
Ph. Ph	30.00	30.40
	30.00	30.40
	30.00	30.40
Dye(VII)	30.00	30.35
	30.00	30.35
	30.00	30.35

\*30.11ml of 0.1N NaOH(F=1.002) solution is needed theoretically

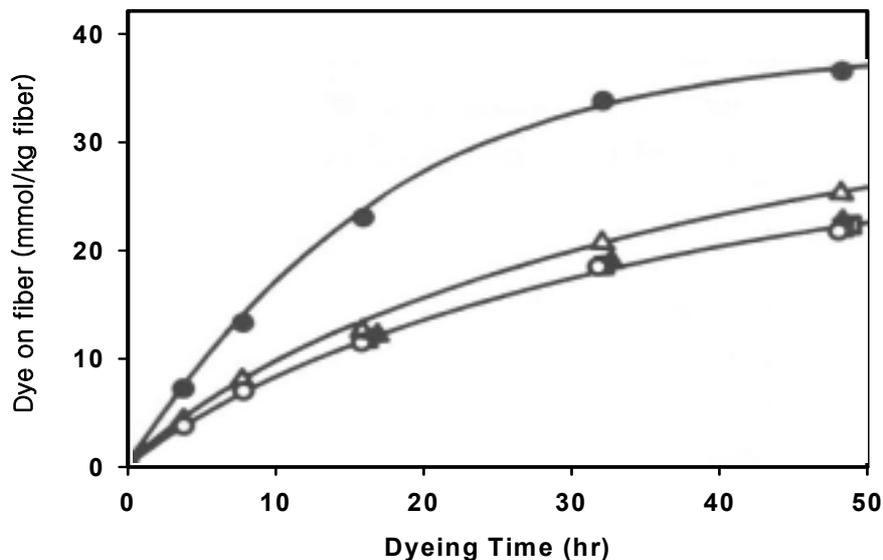
## 2. 염색

염색공정에서 염색온도를 낮추는 것은 에너지절약 면에서는 물론 천연섬유의 경우 광택, 촉감 등 특유의 우수한 물성이 손상되지 않는다는 점에서 매우 중요하다. 따라서 저온염색을 위한 새로운 조제의 개발은 에너지절약형 염색을 위하여 매우 중요하며, 염욕의 개선 등으로 염착성을 향상시키는 연구는 환경친화적인 관점에서 관심이 집중되고 있다.

### 2.1 염색조제로서의 아세토페논

염욕 속에 유기용매를 첨가함으로써 염착량이 증가하거나 염색온도를 낮추는 것은 용매조제염색 또는 캐리어염색으로 잘 알려져 있다. 양모의 염색시 벤질알코올의 첨가는 밀링산성염료의 염착량을 크게 증가시키므로 저온염색의 관점에서 관심을 끌어들였다. 그러나 이의 첨가량이 염욕에 대하여 3~4% 정도이므로 이의 회수문제가 번거로워 실용화되지 않고 있다. 그런데 필자가 발견한 아세토페논의 경우 이의 1/10정도로 같은 효과를 나타낼 뿐만 아니라, 분산염료에 의한 폴리에스테르 섬유 염색에서도 아세토페논이 매우 효과가 큰 캐리어 역할을 하는 것으로 환경친화적인 면에서 매우 흥미가 있다.

#### 2.1.1 양모염색에서의 아세토페논의 영향<sup>5)</sup>



**Fig. 2.1.1.1** Effect of solvents on the apparent rate of wool dyeing with Milling Cyanine pH 5.5 and 50°C. Quantity of all solvents was 3% wt/v except acetophenone, 0.4% wt/v ; (△) benzyl alcohol ; (▲) 3-pentanone ; (■) 2-butanone ; (●) acetophenone ; (□) cyclohexanone ; (○) none.

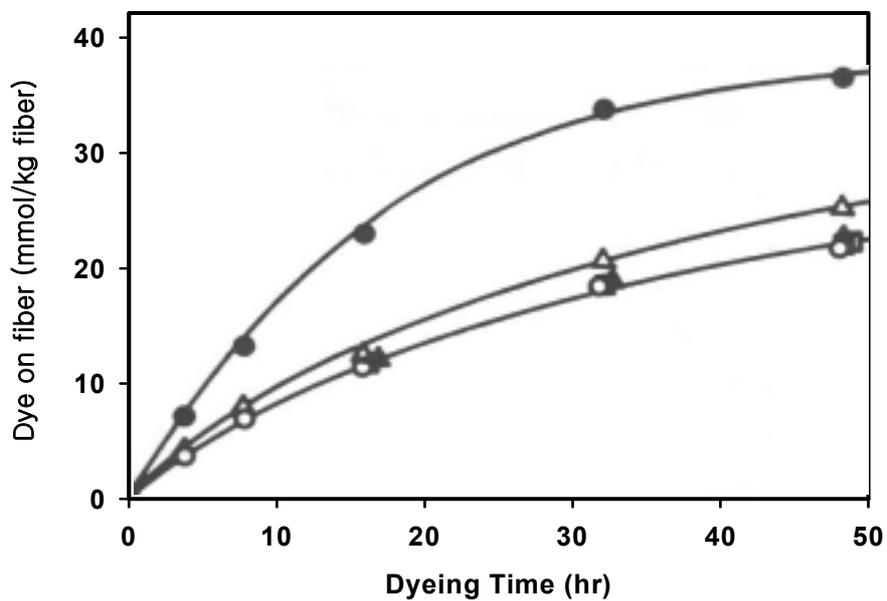


Fig. 2.1.1.2 Effect of solvents on the apparent rate of wool dyeing with Milling Cyanine 5R at pH 5.5 and 50°C. Concentration of all solvents was 0.04mol/l. Symbols used are the same as those in Fig. 2.1.1.1.

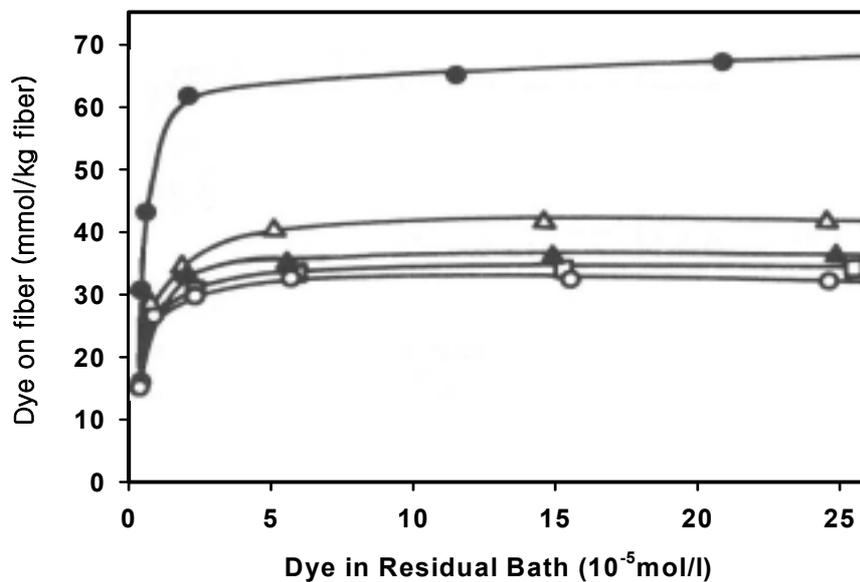


Fig. 2.1.1.3 Adsorption isotherms for Milling Cyanine 5R on wool in the presence of 0.04mol/l of solvent at pH 5.5 and 50°C. Symbols used are the same as those in Fig. 2.1.1.1.

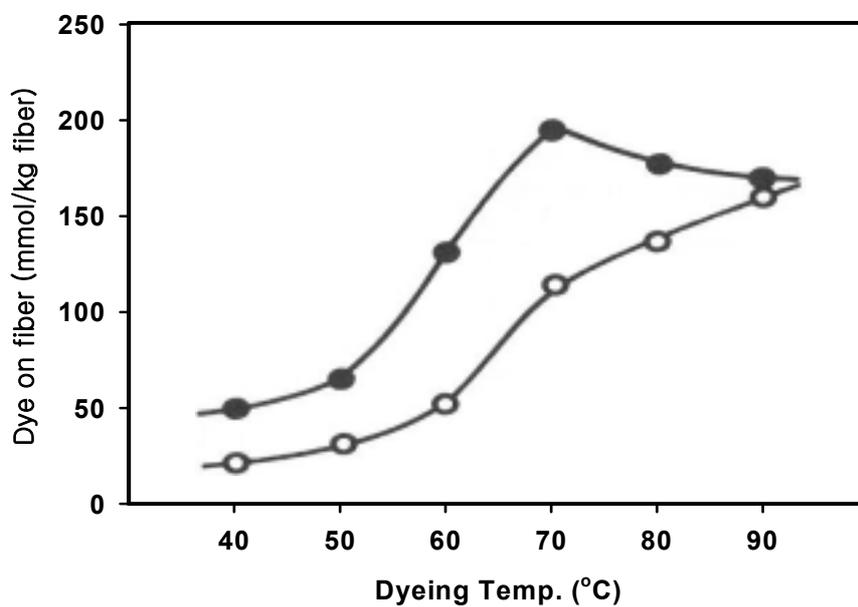


Fig. 2.1.1.4 Temperature dependence of equilibrium adsorption for wool dyeing with Milling Cyanine 5R at pH 5.5 : (●) acetophenone added (0.04 mol/l) ; (○) none.

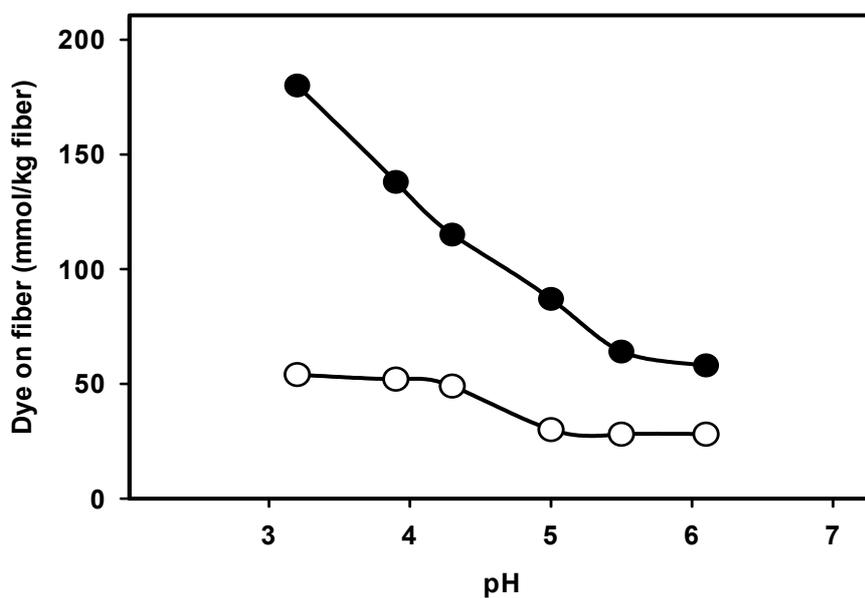


Fig. 2.1.1.5 Effect of pH on equilibrium adsorption of Milling Cyanine 5R on wool at 50°C : (●) acetophenone added (0.04 mol/l) ; (○) none.

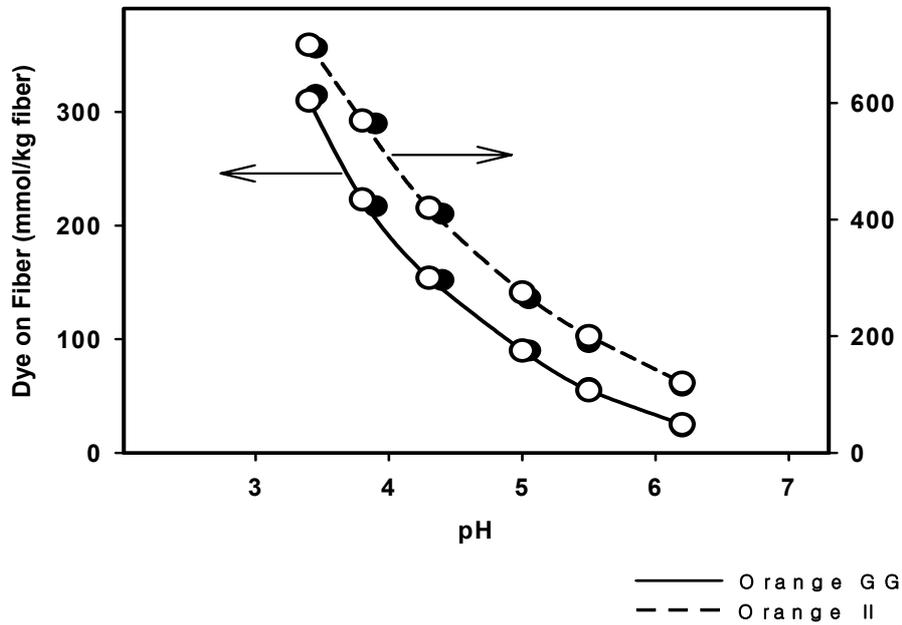


Fig. 2.1.1.6 Effect of pH on equilibrium adsorption of Orange GG and Orange II on wool at 50°C : (●) acetophenone added (0.04 mol/l) ; (○) none.

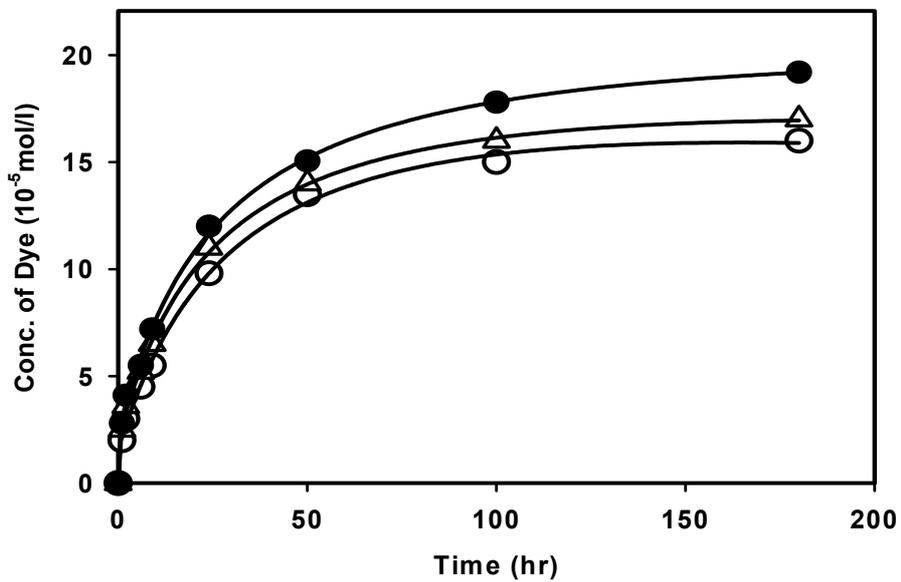


Fig. 2.1.1.7. Effect of solvent on the permeation rate of Miling Cyanine 5R for cellulose membrane at pH 5.5 and 60°C. Concentration of organic solvents was 0.04 mol/l. Symbols used are the same as those in Fig. 2.1.1.1.

아세트페논에 의한 밀링산성염료의 양모에 대한 염착성은 표피를 제거한 양모의 염색성<sup>6)</sup>과 매우 유사하게 흥미롭다.

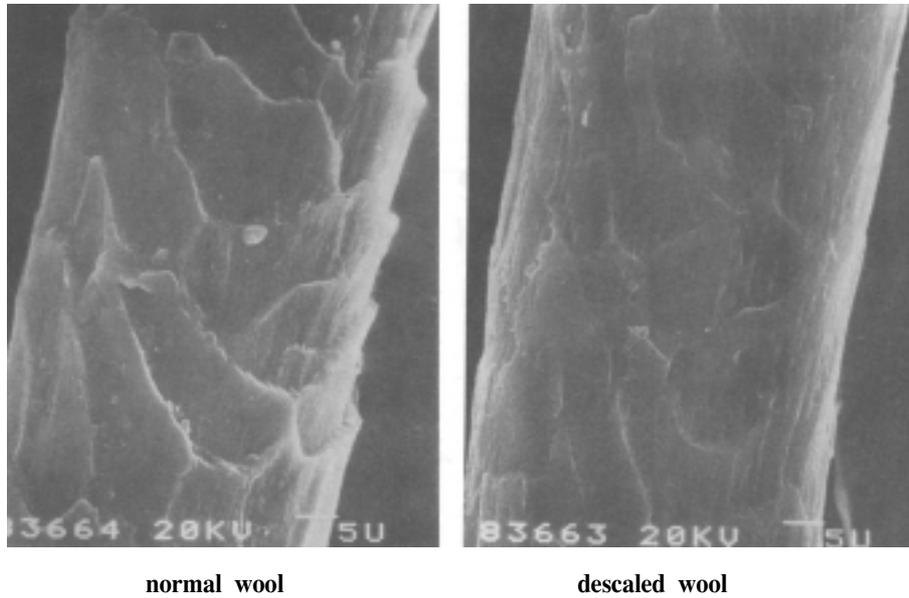


Photo 2.1.1.1 Electron microscopic photographs of wool fiber ( x 1,500 )

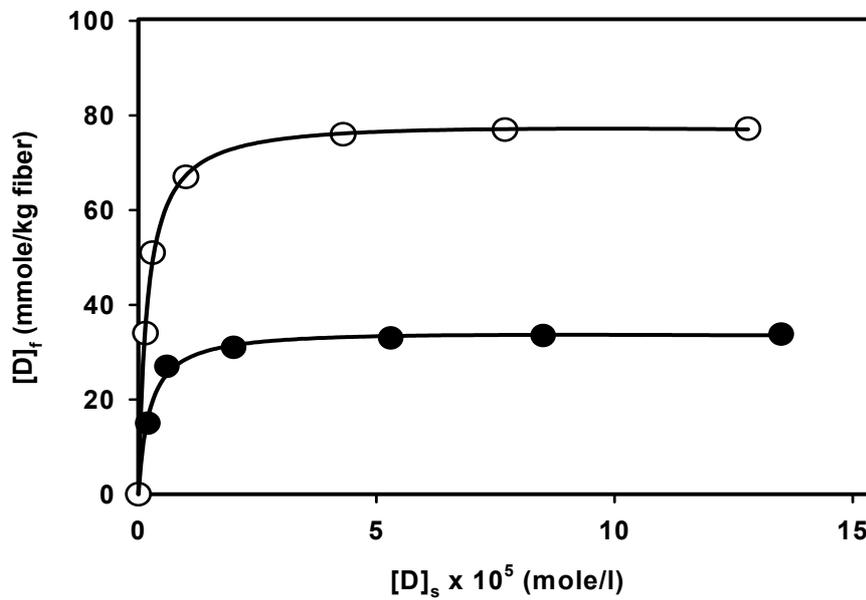


Fig. 2.1.1.8 Adsorption isotherms for Milling Cyanine 5R on fibers at pH 5.5 and 50°C: (●) normal wool ; (○) descaled wool.

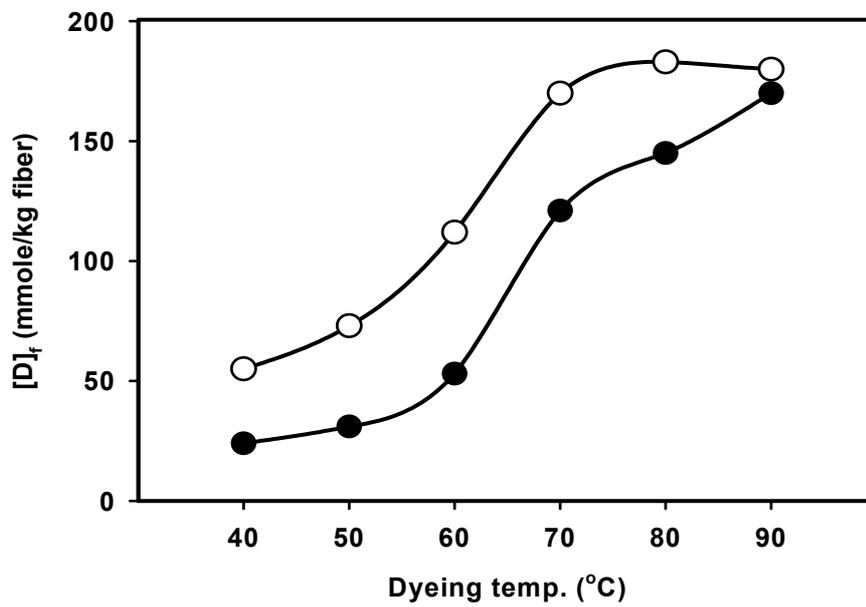


Fig. 2.1.1.9 Temperature dependence of equilibrium adsorption of Miling Cyanine 5R on fibers at pH 5.5 : (●) normal wool ; (○) descaled wool.

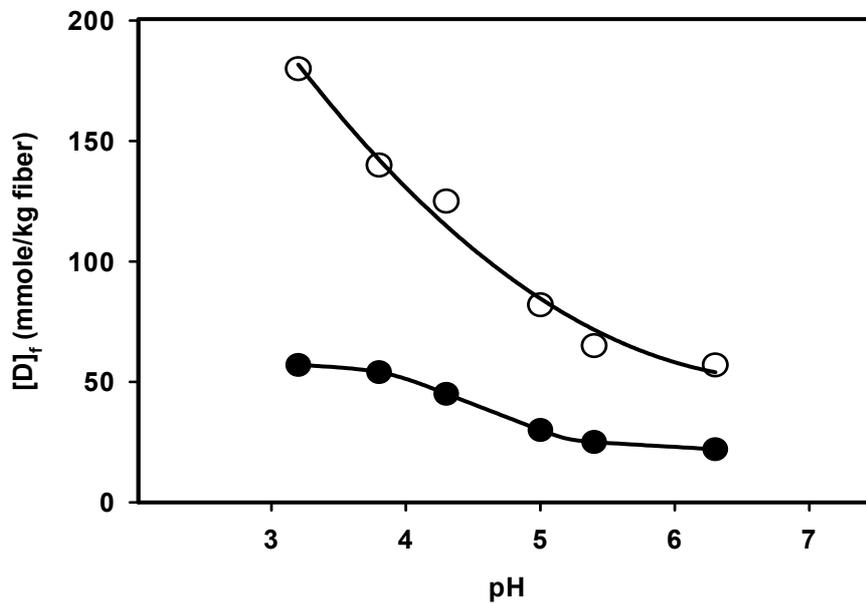


Fig. 2.1.1.10 Effect of pH on equilibrium adsorption of Miling Cyanine 5R on fibers at 50°C : (●) normal wool ; (○) descaled wool.

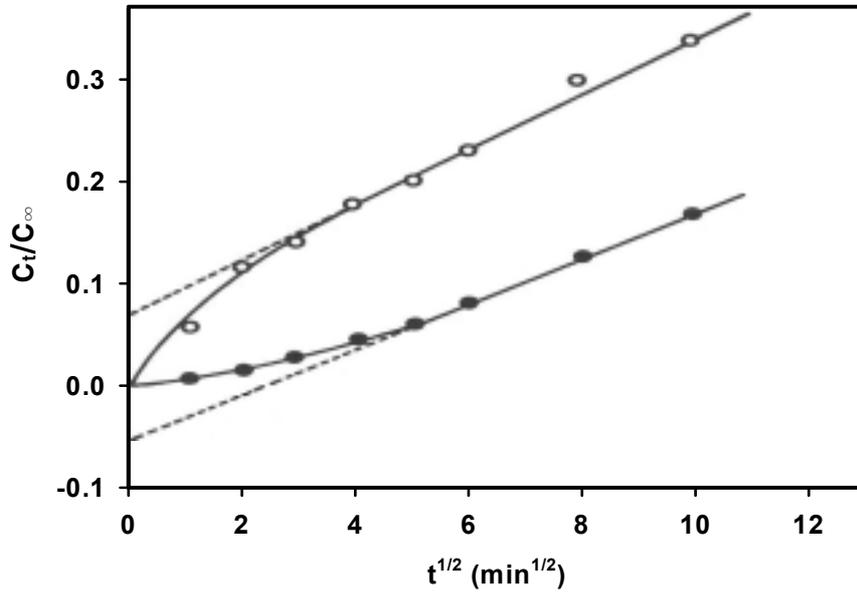


Fig. 2.1.1.11 Dyeing rate of Milling Cyanine 5R on fibers at pH 5.5 and 70°C : (●) normal wool ; (○) descaled wool.

2.1.2 PET 염색에서의 아세토페논의 영향<sup>7, 8)</sup>

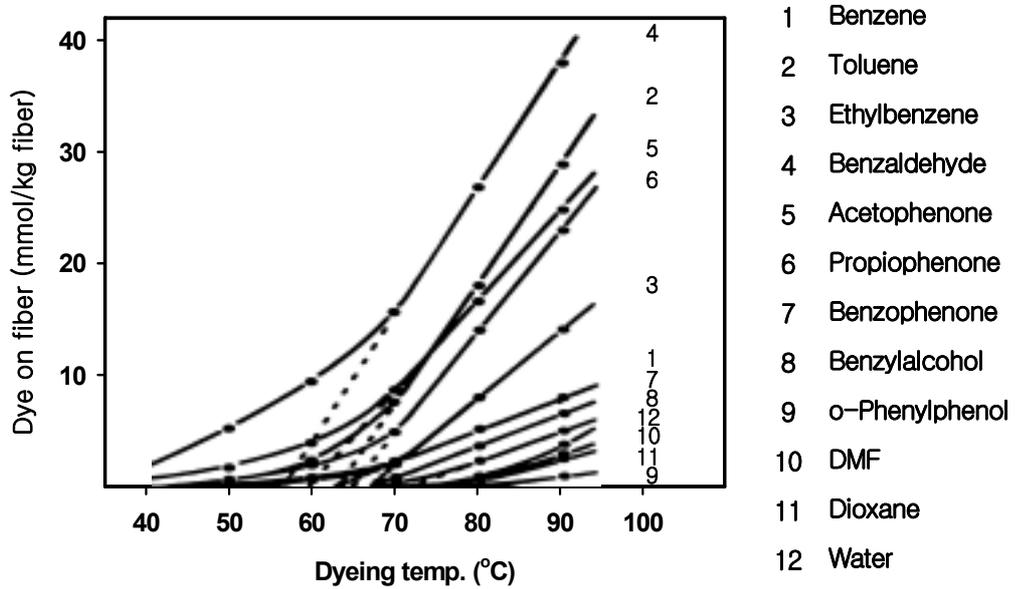
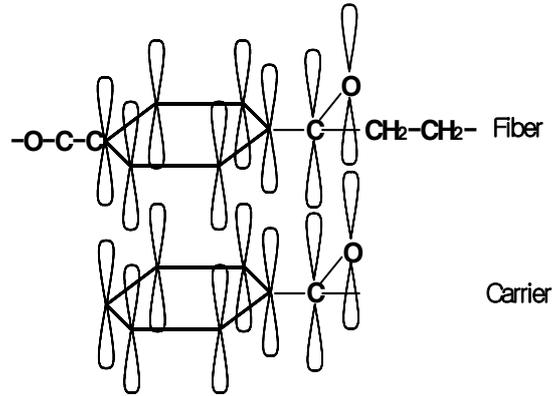


Fig. 2.1.2.1 Dye uptakes of PET fibers at several temperatures for a dyeing time of 20 minutes.

**Table. 2.1.2.1** Initial dyeing temperatures of PET fibers in the presence of carriers

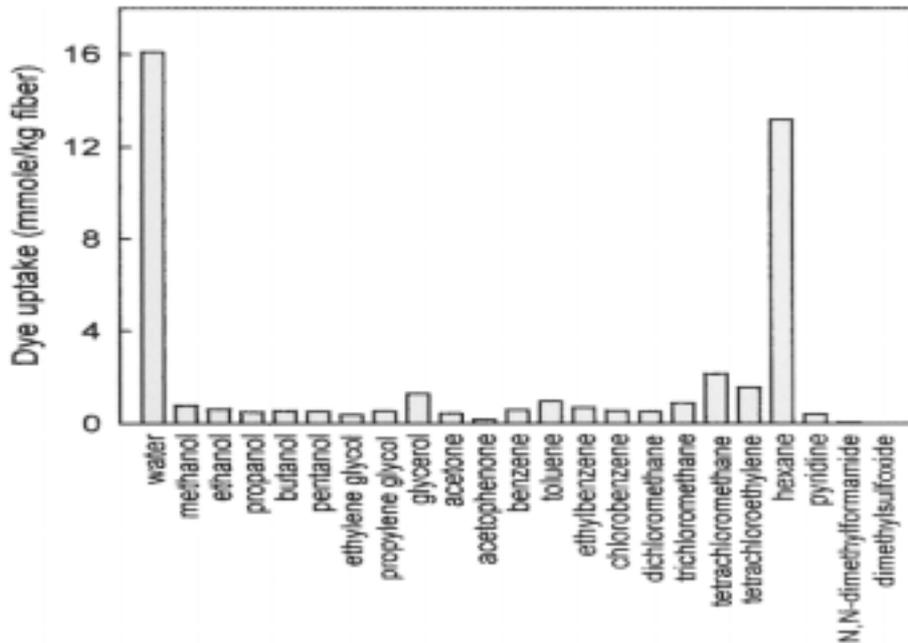
Carrier	TD(°C)	Carrier	TD(°C)
Benzene	62.5	Acetophenone	59.2
Toluene	63.1	Propiophenone	65.1
Ethylbenzene	67.8	Benzophenone	68.0
Benzaldehyde	57.1	Benzylalcohol	72.0



**Fig. 2.1.2.2** An interaction model of carrier with PET.

## 2.2 알칸 염색 중에서 분산염료에 의한 폴리에스테르섬유의 염색성<sup>9)</sup>

염색공정은 물을 매체로 이루어지기 때문에 물을 많이 사용하고 또 물을 많이 오염시킨다. 앞으로 물이 무한한 자원이 아니라는 점에서 물대신 유기용매를 사용하는 비수계 염색의 연구가 활발하다. 본 연구는 비수계 염색연구의 하나로 물대신 각종 유기 용매 내에서 C. I. Disperse Violet 1의 PET 섬유에 대한 염색성을 조사한 결과 포화탄화수소인 알칸류를 염색매체로 사용하였을 때 매우 흥미로운 결과를 얻었다.



**Fig. 2.2.1** Dye uptake of C. I. Disperse Violet 1 on polyester fiber in various organic solvents at 130°C for 1 hour.

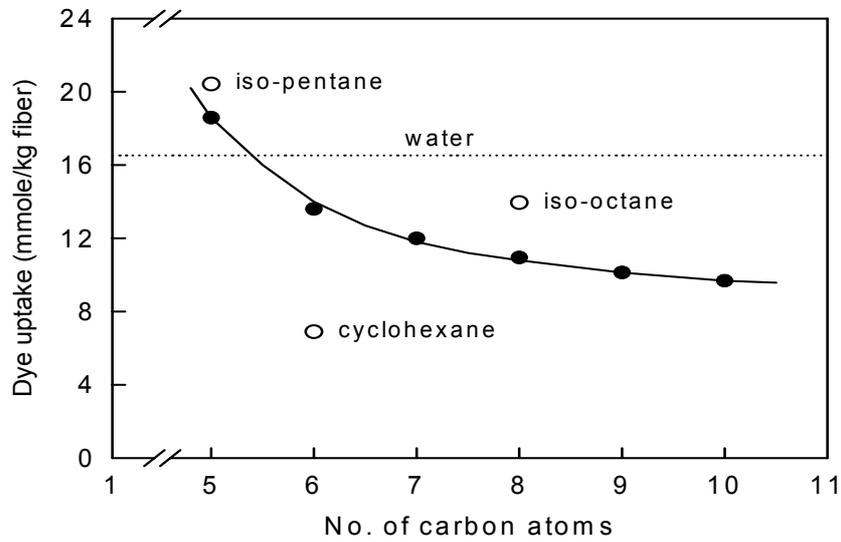


Fig. 2.2.2 Relationship between the number of carbon atoms of alkanes and the dye uptake of C. I. Disperse Violet 1 on polyester fiber at 130°C for 1 hour.

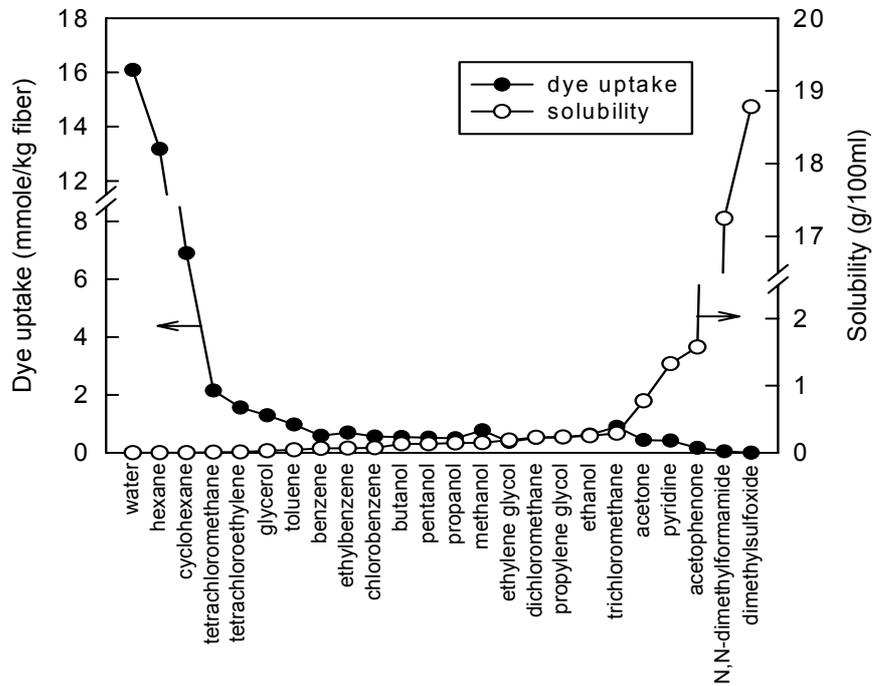
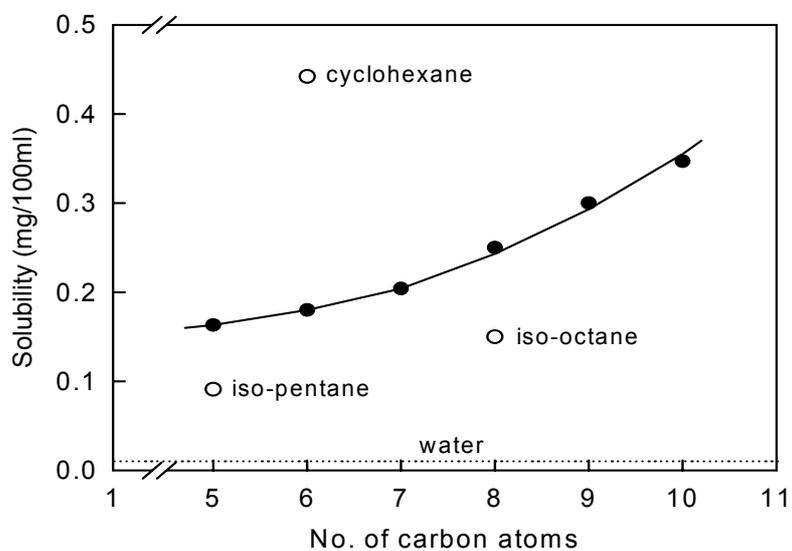
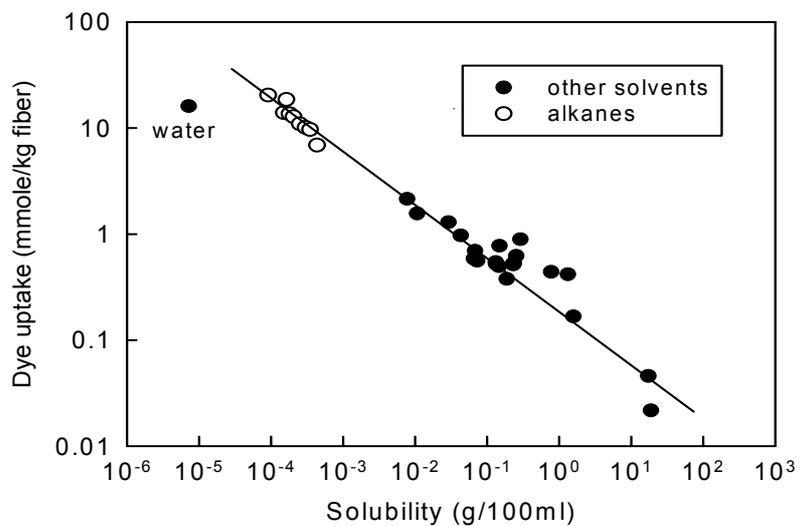


Fig. 2.2.3 Relationship between the dye uptake on polyester fiber at 130°C and the solubility of C. I. Disperse Violet 1 in various organic solvents at 15°C.



**Fig. 2.2.4** Relationship between the number of carbon atoms of alkanes and the solubility of C. I. Disperse Violet 1 in alkanes at 15°C.



**Fig. 2.2.5** Logarithmic plot of the solubility of C. I. Disperse Violet 1 in various organic solvents at 15°C and the dye uptake at 130°C.

**Table. 2.2.1** Density of alkanes

Solvents	Density (g/ml, 20°C)
n-Pentane	0.626
iso-Pentane <sup>a)</sup>	0.619
n-Hexane	0.655
Cyclohexane	0.779
n-Heptane	0.684
n-Octane	0.699
iso-Octane <sup>b)</sup>	0.688
n-Nonane	0.718
n-Decane	0.730

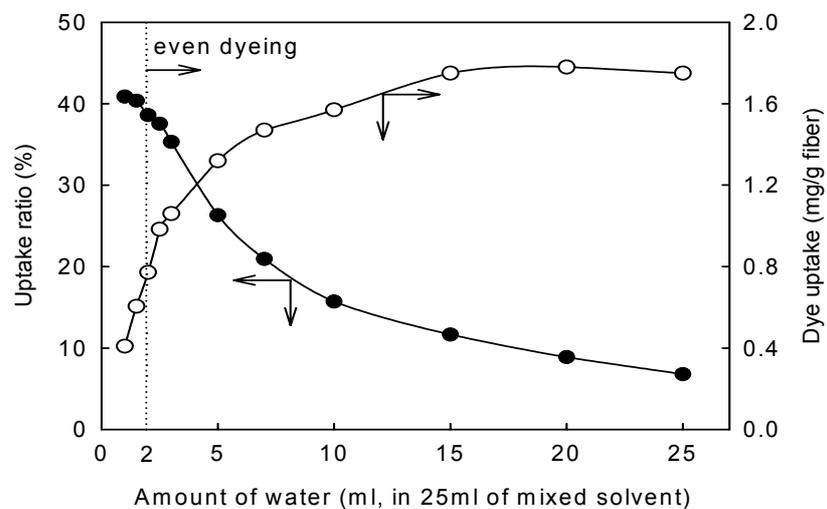
a) 2-Methylbutane b) 2,2,4,-Trimethylpentane

**Table. 2.2.2** Solubility of C. I. Disperse Violet 1 in alkanes at 15°C

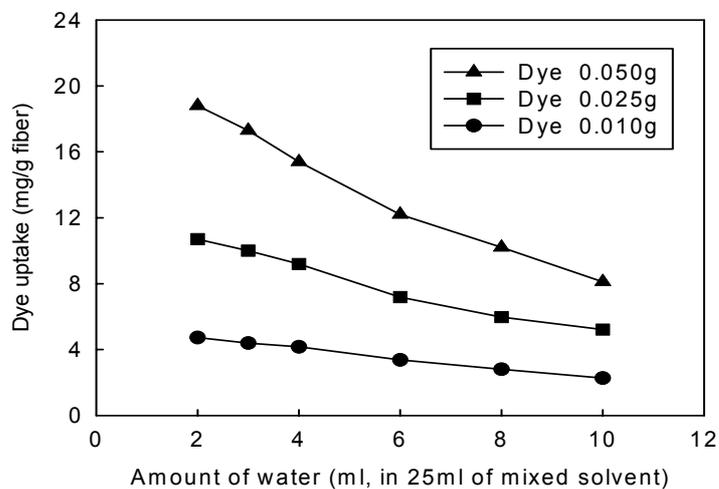
Solvents	Solubility (g/100ml, $\times 10^{-4}$ )
n-Pentane	1.6
iso-Pentane	0.9
n-Hexane	1.8
Cyclohexane	4.4
n-Heptane	2.0
n-Octane	2.5
iso-Octane	1.5
n-Nonane	3.0
n-Decane	3.5

### 2.3 물-유기용매 혼합계에서의 면섬유의 반응염색<sup>10)</sup>

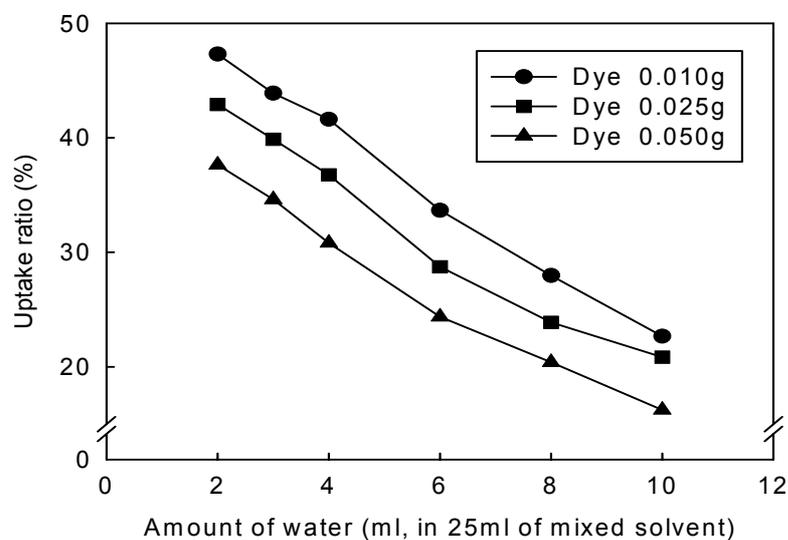
반응성 염료에 의한 면섬유의 염색은 미고착된 염료가 많아 환경오염이 문제가 된다. 이를 개선하기 위하여 염료의 섬유에 대한 친화력을 크게 함으로써 잔용내의 가수분해되어 미고착된 염료를 줄이고 있지만 한계가 있다. 본 연구는 염욕을 물대신 물-유기용매 혼합물을 사용함으로써 가수분해를 최대한 억제하여 미고착된 염료를 줄이는데 성공하였다.



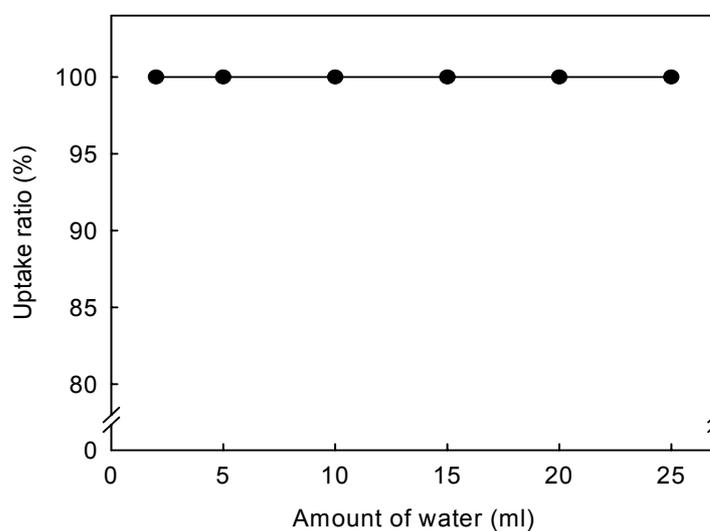
**Fig. 2.3.1** The dye uptake and uptake ratio of C. I. Reactive Red 2 on cotton fabrics in water/dichloromethane at 50°C for 1 hour. The concentrations of both the dye and sodium carbonate were constant (1.0g/l) in the water phase, but their net amounts were different (0.001g/1ml ~ 0.025 g/25ml).



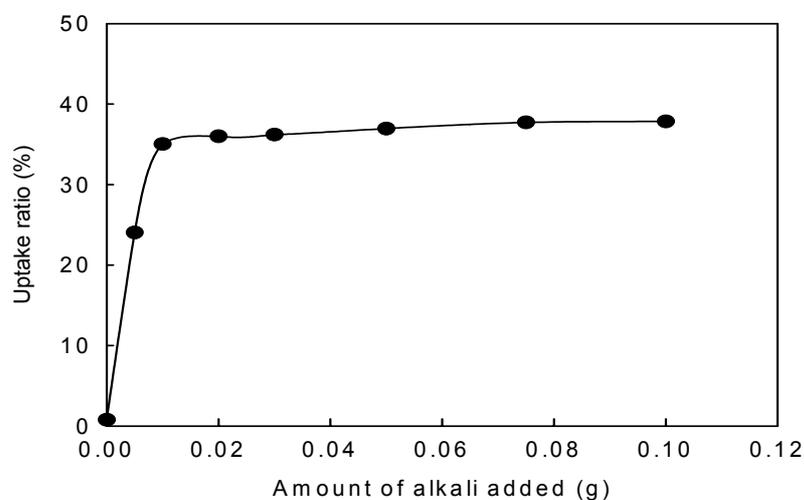
**Fig. 2.3.2** The dye uptake of C. I. Reactive Red 2 on cotton fabrics in water/dichloromethane at 50°C for 1 hour. The net amount of sodium carbonate was 0.05g.



**Fig. 2.3.3** The uptake ratio of C. I. Reactive Red 2 on cotton fabrics in water/dichloromethane at 50°C for 1 hour. The net amount of sodium carbonate was 0.05g.



**Fig. 2.3.4** The effect of liquor ratio on the uptake ratio of C. I. Acid Blue 113 on nylon. 1.0g samples of nylon were dyed with 0.01g of the acid dye and 0.1ml of acetic acid at 100°C for 1 hour



**Fig. 2.3.5** The effect of sodium carbonate on uptake ratio of C. I. Reactive Red 2 on cotton fabrics in 2ml of water and 23ml of dichloromethane at 50°C for 1 hour. The amount of the dye was 0.05g.



Water 2mL, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 0mL



Water 2mL, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 23mL



Water 10mL, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 15mL



Water 25mL, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 0mL

**Fig. 2.3.6** Dyed cotton fabrics with 0.05g net weight of C. I. Reactive Red 2 and 0.05g of sodium carbonate at 50°C for 1 hour. The concentrations of the dye and sodium carbonate in the water phase decreased as the amount of water increased.

### 3. Projects

1987년 당시의 상공부로부터 우리나라 공업의 발전을 위한 공업기반기술개발사업을 시작한 이래 지금까지 시행해 오고 있다. 저자가 연구책임자로 수행한 사업 내용을 소개하고자한다.

#### 3.1 성 에너지 염색가공 기술 개발에 관한 연구<sup>11)</sup>

1987년 산자부의 공기반 기술과제로 2년간 개발한 내용이다.

1970년 초와 말, 두 차례에 걸친 에너지파동으로 염색가공에서의 에너지절약은 세계적인 관심사로 되었다. 염색공정에서의 에너지 절약은 저욕비 염색이 보편적이지만 이는 한계가 있다. 따라서 선진국에서는 염욕의 물 대신 거품을 사용하는 소위 거품염색법으로 에너지의 절약은 물론 염료 및 조제의 절약에 의한 환경오염도 감소시킬 수 있으며, 패딩한 직물의 염착을 위한 가열 시 Microwave를 이용함으로써 획기적으로 에너지를 감축할 수 있는 새로운 염색기술을 개발하고 일부는 시제품을 출시하고 있는 상황이었다.

그러나 우리 나라의 경우 이 분야에 대한 연구는 거의 없는 실정으로 본 기술개발은 에너지의 절약을 위한 Foam dyeing 기술이나 Microwave 염색 가공 기술을 개발하여 최종적으로는 생산현장에서 이를 토대로 적용 가능한 섬유제품의 염색에 이용함으로써 염색가공공정에서의 에너지 절약은 물론 우리의 염색가공기술을 선진국 수준으로 향상시키는 것을 목표로 하였다.

본 연구를 수행하는 중 Foam dyeing의 경우 Padding 염색에서 염료 용액 대신 염료 거품을 사용함으로써 섬유의 wet pick up을 마음대로 낮출 수 있어 이에 따라 에너지를 크게 절약할 수 있다는 이점이 있다. 그러나 염료 거품을 천 위에 균일하게 도포하기란 매우 어려워 불균염에 의한 염색 불량을 초래하는 결점이 있다.

저자는 거품에 의한 불균염의 문제를 아예 무늬를 형성하게 함으로써 에너지 절약에 의한 이점은 그대로 살리면서 간편하게 날염의 효과를 얻을 수 있다는 Idea로 개발한 것이 거품을 이용한 다색상 염색 방법인 것이다. 이는 원리적으로 3개의 Foam generator로 각각 3원색의 거품을 만든 후 특별히 고안한 Foam mixer를 통하여 적당히 섞은 후, Dynamic applicator를 통하여 천 위에 Computer로 Program한 대로 규칙적으로 부여함으로써 여러 가지 색상의 추상적인 무늬가 매우 간편하게 형성되어 날염의 효과를 얻는 것이다. 본 발명은 참여 업체인 모 기업에 의하여 산업화되어 1990년대 초반에 상당량의 수출 실적을 올린 적이 있다.

#### 3.2 기능성 방향섬유의 개발<sup>12)</sup>

1991년도 산자부의 공기반 기술 과제로 2년간 개발한 내용이다.

일반적인 범용성 섬유에 비하여 특수한 기능을 가진 고기능성섬유는 섬유의 부가가치를 높여 고급화 제품으로 다품종 소량 생산에 매우 중요한 선진국형 섬유산업으로 주목 받고 있다. 기능성 물질에 의하여 섬유에 특수한 기능을 부여하는 방법은 섬유의 방사시 특수한 물질을 혼입하는 방법과 섬유가 제직된 후에 기능성 물질을 처리하는 방법이 있다.

방향섬유란 섬유제품을 사용하는 동안 지속적으로 향기를 발하는 섬유로 향기를 내는 물질, 즉 향료들은 모두 탄소수가 10-15개 정도의 간단한 유기화합물으로써 휘발성이 클 뿐 아니라 섬유에 대한 친화력이 전혀 없다. 따라서 섬유 상에 향료를 처리 한다하더라도 금방 날아가 버리므로 지속적으로 향기를 낼 수 없다.

본 연구는 지름이 10um 정도의 마이크로캡슐 내에 원하는 방향성 물질을 함유하는 방향성 마이크로캡슐을 제조하고 이를 섬유 상에 처리함으로써 섬유제품을 사용하는 동안 마이크로캡슐이 깨어지거나 캡슐 막을 통하여 향기를 발하게 되는 것이다.

본 기능성 방향섬유개발의 핵심기술은 방향성 물질을 내포하는 마이크로캡슐을 만드는 기술, 즉 Microencapsulation에 있다. Microencapsulation은 내장되는 물질 과 캡슐 벽을 형성하는 물질에 따라 제조방법이 다르고 또 생성된 캡슐의 물성이 전혀 다르므로 사용 목적에 따른 Microencapsulation에는 많은 Know-how가 있다. 본 기술을 활용하여 방향섬유 이외에 방취섬유, 방미, 방균 섬유, 감온, 감광섬유 등 각종 기능성 섬유의 제조가 가능하여 섬유제품의 질적 고급화가 기대된다. 현재 이를 이용한 각종 기능성 섬유 및 관련 제품이 산업화되고 시판되고 있다.

### 3.3 천연염료의 안정화 및 염색의 재현성 확립 기술개발<sup>13~15)</sup>

1997년 산자부의 공 기반 기술개발사업으로 3년간 연구한 내용이다.

천연염색은 천연염료가 가지는 고상한 색상과 자연친화적 이라는 점 이외에도 소비자들의 생활 수준의 향상과 더불어 합성제품에 대한 기피 등 이에 대한 관심이 날로 증가하고 있다. 그러나 천연염색은 합성염료의 염색에 비하여 색소의 불안정성, 낮은 Color yield, 재현성이 낮은 염색성, 불량한 견뢰도 등으로 산업화하지 못하고 있다. 특히 우리 나라의 경우 천연염색은 몇몇 장인들에 의하여 고전 또는 구전으로 전승되어 영세한 공예염색 수준으로 명맥을 유지하고 있다.

본 사업은 산자부가 우리의 전통기술의 산업화라는 큰 명제 하에서 우리의 고유기술을 과학적으로 규명하고 이를 현대적인 기구나 시설을 통하여 산업화하는 데에 그 목적이 있다. 이를 위하여 천연염료의 색소성분의 규명 및 안정화, 염착 Mechanism을 규명하고 염색의 재현성을 확립하는 것이 산업화를 위한 핵심 기반 기술인 것이다.

따라서 본 연구에서는 쪽, 홍화를 비롯한 10가지 천연 염제를 대상으로 각 염제에 대하여 색소의 추출 분리, 화학구조의 결정으로부터 출발하여 색소의 안정화, 염착 Mechanism을 규명하고 이로부터 염색의 재현성을 위하여 염색 표준화 작업을 하였다. 이를 기초로 불가능하다고 생각했던 현대적 현장 염색기를 이용하여 천연염색의 대량 생산에 성공하여 산업화의 길을 열었다. 본 연구 중 색소의 화학적 성분에 관한 새로운 사실을 밝혀 2편의 논문과 3건의 발명특허를 획득하였다. 개발 내용은 누구든지 활용할 수 있도록 [www.naturaldyeing.or.kr](http://www.naturaldyeing.or.kr)에 공개하였다.

## References

1. Synthesis of Reactive Dye for Polypropylene Fiber, Yong Jin Lim and Hak Ki Lee, J. Korean Chem. Soc. 23, 412(1979)
2. Synthesis of Cationic Dyes for Anionic Modified Polyester Fiber, Yong Jin Lim, Kiroku Komatsu, Nobuhiko Kuroki, Bulletin of Univ. of Osaka Prefecture, 24, 175(1975)
3. Phototropism of Cationic Azo Dyes Containing 1,3-Dialkyl Imidazole Ring, Yong Jin Lim, Kiroku Komatsu, Akira Katayama, Nobuhiko Kuroki, Bulletin of Univ. of Osaka Prefecture, 27, 51(1978)
4. Synthesis of 4,4'-Bis-(2-borono-4-hydroxy-benzeneazo)-biphenyl and Its Characteristics as an Acid-Base Indicator, Yong Jin Lim, Nam Sik Yoon, Seog Yurl Lee, Research Review of Kyungpook National Univ. 41, 381(1986)
5. The Role of Ketones in the Solvent-assisted Dyeing of Wool, Yong Jin Lim, Joichi Koga, Nobuhiko Kuroki, Bulletin of Univ. of Osaka Prefecture, 31, 143(1982)
6. The Effect of Surface Barrier in Wool Dyeing, -The Dyeing Behavior of Descaled Wool-, Yong Jin Lim, Sung Hoon Kim, Ki Han Ryew, In Dong Park, J. Korean Soc. Text. Eng. and Chem. 21, 53(1984)

7. Dyeing Behavior of Polyester Fiber Treated with Solvents ; Relationship Between Dyeability and Structure of Disperse Dyes, Yong Jin Lim, Mitsuru Tahara, Toru Takagishi, Nobuhiko Kuroki, Tomigi Wakida, Sen-I Gak Kaishi, 40, 216(1983)
8. A Study on the Carrier Dyeing for PET Fiber, Yong Jin Lim, Nam Sik Yoon, Jin Gyu Chang, J. Korean Soc. Text. Eng. and Chem. 24, 8(1987)
9. Dyeability of C. I. Disperse Violet 1 on Polyester Fiber in Alkanes as Dyeing Media, Yong Jin Lim, Tae Kyung Kim, Byung In Kim, Kwang Ho Cho, Sen-I Gakkaishi, 56, 175 (2000)
10. Reactive Dyeing of Cotton in Water-Organic Solvent Mixture, Yong Jin Lim, Tae Kyung Kim, Kwang Ho Cho, Sen-I Gakkaishi, 57, 77(2001)
11. Korean Patent No. 36470(1990)
12. Korean Patent No. 120275(1997)
13. Korean Patent No. 0368495(2003)
14. Korean Patent No. 0380888(2003)
15. Korean Patent No. 0388898(2003)