

폴리에스테르 섬유의 염색성에 미치는 캐리어의 영향

최 희

전남대학교 의류학과

The Effect of Carriers on Dyeing Properties of PET Fiber

Hee Choi

Dept. of Clothing & Textiles, Chonnam National University, Kwangju, Korea

Abstract : Dyeing properties such as migration of disperse dye and color fastness of 4 types of the carrier[Carrier-I (methyl naphthalene), Carrier-II(chloro benzene), Carrier-III(aromatic ether) and Carrier-IV(o-phenyl phenol)] were evaluated for the study. For the results, the optimum dyeing time and concentration of the carrier was 30min at 110°C and 2g/l, respectively. The redyeing ratio of the fabric samples treated with Carrier-II and III was higher than that treated with Carrier-I and IV, thus, it was concluded that the redyeing ratio of the samples treated with Carrier-II and III was excellent. The light fastness of the samples treated with Carrier-III and IV was higher than that of Carrier-I and II in order of 2-4 grades. However, there were little changes in terms of washing and sublimation and rubbing fastness for the samples.

Key words : carrier dyeing, dyeing properties, migration, dyeing properties, color fastness

1. 서 론

폴리에스테르 섬유의 염색방법은 130°C 부근에서 염색하는 고온고압염색법이 주로 채용되어 왔는데, 에너지문제 및 PET/천연섬유 혼방 소재의 용도개발에 따라 저온염색의 필요성이 증대되고 있다.

PET 섬유의 저온염색은 용제염색, 용제전처리 염색, 캐리어 염색 등으로 연구되고 있으며, 캐리어 염색은 캐리어가 염색 후 완전하게 씻어지지 않아서 발생하는 일광견뢰도 저하, 불균염을 초래하는 부적당한 유제의 형성, 캐리어의 독성 등 염색시의 많은 문제점에도 불구하고 필요에 의해 오래 전부터 실용화되어 있다.

캐리어 염색에 있어서 캐리어의 섬유에 대한 작용기구로는 섬유 팽윤설(increased swelling of fiber), 물 흡수설(increased water imbibition), 수송설(transport theory), 피막 형성설(film theory), 염료의 용해도 증진설(increased solubility of dye), 윤활설(molecular lubrication theory), 염착좌석 증가설(increased dyeing site theory) 및 가소화설(plasticization theory) 등 여러 가지 설이 제안되어 있다(根本 등, 1971; 한국섬유개발연구원, 1984). 그 중에서 캐리어가 섬유 내에서 가소화제와 같은 역할을 하여 섬유 고분자 사슬간의 인력을 감소시켜 섬유의 유리전

이온도(Tg)를 낮추어 줌으로서 염색성을 향상시킨다는 Vickerstaff의 가소화설이 정설로 받아들여지고 있다(조은자 등, 2001; 김상욱·김노수, 1991).

캐리어 효과는 주로 캐리어와 섬유간의 용해도 파라미터의 차이에 따른 캐리어의 염욕과 섬유간 분배계수, 염색속도, 유리전이온도 및 염색전이온도의 변화로 검토되고 있으며, 일반적으로 섬유와 유사한 용해도 파라미터를 가지는 캐리어일수록 캐리어 효과가 우수한 것으로 알려져 있다(김재필, 1994).

그런데 이러한 캐리어 염색에 있어서 일부의 캐리어 성분이 염료와 섬유 상에서 공존하는 경우 자외선 조사에 의한 염료의 분해를 촉진시켜 염색물의 일광견뢰도를 저하시킨다고 알려져 있는데, 섬유 상에서 염료와 캐리어의 공존 여부는 캐리어 염색 후 수세방법, 캐리어 자체의 수세제거 능력 등에 지배된다고 한다(임용진 등, 1987).

섬유·염색공업에서 폴리에스테르의 저온 염색 및 염색 후 수정공정, 양모의 염색공정에서 캐리어 염색이 활용되고 있으며, 주로 사용되는 캐리어는 독성을 띤 용제를 음이온 또는 비이온 계면활성제로 유화시켜 분산성을 가진 음이온 계면활성제와 혼합하여 제조한 메틸나프탈렌계와 1,2,4-트리클로로벤젠계, 비페닐계, 메틸비페닐계 등이 사용되며, 주로 메틸 나프탈렌과 1,2,4-트리클로로벤젠 제품이 주종을 이루고 있다.

이들 캐리어는 물에 대한 용해도가 낮아 자극성 연무(煙霧)상태로 증기 흡입하면 캐리어 화합물을 취급하는 작업자는 심한 충혈형이나 피부를 자극하는 등 인체에 유해하여 문제가 되기도 한다. 최근 환경문제와 건강생활에 대한 관심이 고조됨에

Corresponding author: Hee Choi
Tel.+82-62-530-1343, Fax. +82-62-530-2529
E-mail: choihee99@hanmail.net

따라 환경문제는 물론 작업자의 위생, 안전 등의 면에서 캐리어의 독성에 대한 관심도 높아지고 있다.

특히, 다른 산업에 비해 열악한 작업환경에 처해 있는 염색공업의 현실을 개선함과 아울러, 건강중시의 사회적 분위기에 부응하여 인체에 무해한 캐리어의 개발을 요구받고 있다.

본 연구에서는 기존의 폴리에스테르용 캐리어로서 널리 사용되고 있는 캐리어 2종과 기존 캐리어에 비하여 독성면에서 우수하다고 평가되어 있는 캐리어 2종을 선정하여 폴리에스테르 섬유에 대한 분산염료의 이염성, 염색건뢰도 등의 염색성에 영향을 미치는 캐리어제의 특성에 대하여 연구, 검토하였다.

2. 실험

2.1. 실험재료

피염체 : 캐리어 염색에 사용된 섬유는 알칼리 감량가공 처리된 100% 폴리에스테르 직물을 사용하였으며, 그 자세한 제원을 Table 1에 나타내었다.

캐리어 : 본 연구에 사용한 폴리에스테르 캐리어 염색용 캐리어는 업계에서 널리 사용되고 있는 Carrier-I (Topcarrier DH-MG, 대한유화(주), 메틸나프탈렌계) 1종과 Carrier-II (Topcarrier DH-LPC, 대한유화(주), 클로로벤젠계) 1종을 선정하였고, 기존 캐리어에 비하여 독성면에서 우수하다고 평가되고 있는 Carrier-III (Topcarrier DH-MG2, 대한유화(주), 방향족 에테르계) 1종과 Carrier-IV (Topcarrier DH-MG3, 대한유화(주), 오르소페닐페놀계) 1종 등 모두 4종의 캐리어를 선정하여(산업자원부, 2000) 별도의 정제과정 없이 시판품을 그대로 시험에 사용하였다. 캐리어의 자세한 제원을 Table 2에 나타내었다.

염료 및 기타 시약 : 폴리에스테르 염색용 분산염료는 균염성, 캐리어와의 상용성 등에서 우수한 Disperse E-type 3종을 선정하였다. 선정된 분산염료는 업계에서 널리 사용하고 있는 3원색 염료로서 별도의 정제과정 없이 시판품을 그대로 시험에 사용하였으며, 염료의 제원은 Table 3에 나타내었다. 분산 염색

Table 1. Specification of polyester fabrics

Sample	Yarn count		Density (Picks/in.)		Weight (g/m ²)	Weave	Weight Loss
	Warp	Weft	Warp	Weft			
Polyester fabric	75/48 (d/f)	150/96 (d/f)	182	80	127	Plain	18%

Table 2. Specification of carriers

Carrier	Class	pH	Conc. (%)	Viscosity (cps)	λ max. (nm)
Carrier-I	Methyl naphthalene	6.10	99.5	9	222
Carrier-II	Cloro benzene	7.31	99.6	6	261
Carrier-III	Aromatic ether	6.72	99.8	7	229
Carrier-IV	OPP(o-phenyl phenol)	6.58	99.8	10	300

Table 3. Specification of disperse dyes

C.I. Generic name	Commercial name	Chemical class	Structure
Red 60	Miketone Polyester Red FB	A/Q	
Yellow 54	Miketone Polyester Yellow F3G	Quinoline	
Blue 56	Miketone Polyester Blue FBL	A/Q	

시 염료의 회합 방지를 위한 분산제(SUNSHOT RM-800, 한국정밀화학)는 공업용 시판품을 그대로 사용하였으며, pH 조절용 아세트산(CH₃COOH)은 시약 1급을 사용하였다.

2.2. 실험방법

캐리어 염색 : 캐리어의 염색성 평가를 위한 캐리어 염색과 고온고압염색은 실험실용 IR 염색기(Pyrotec-s; Roaches사, Swiss)를 사용하여 Fig. 1과 Fig. 2의 공정에 따라 각각 염색을 실시하였다. 염색 종료 후 환원세정 없이 수 차례 냉수세하여 60°C의 열풍건조기에서 건조하였다.

염료의 섬유에 대한 염착량은 잔류 염욕의 농도를 측정하여 산출하였으며 잔류 염욕의 농도 측정은 UV/Vis 분광광도계(Cary-3E, Varian, U.S.A.)를 이용하여 분산제, 캐리어 등 염색

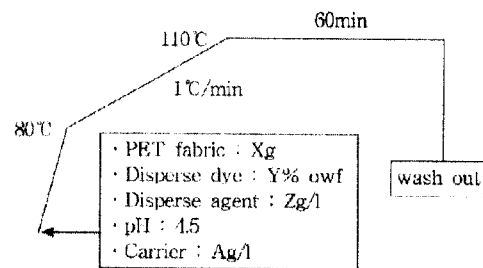


Fig. 1. Procedure of carrier dyeing.

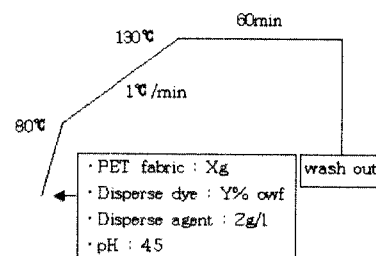


Fig. 2. Procedure of high pressure dyeing.

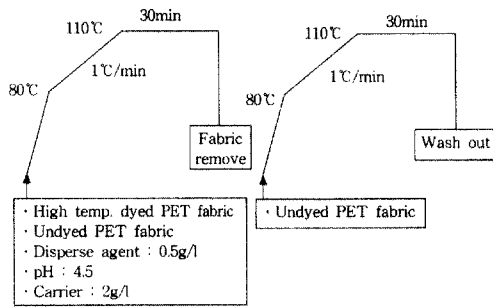


Fig. 3. Procedure of migration test.

조제를 보정하여 측정하였다.

이염성 : 캐리어를 첨가하지 않는 고온고압 염색법에 의하여 130°C에서 60분 동안 염색한 100% 폴리에스테르 직물을 원포로 사용하여 Fig. 3의 공정에 따라 캐리어가 염료의 이염성에 미치는 영향을 평가하였다.

이염 성능평가는 Computer Color Matching System(CCM, Data Match Spectraflash 50; Data Color International, UK)을 이용하였으며, 시료의 표면반사율을 각 염료의 최대흡수파장(λ_{max})에서 각각 3회 측정한 다음 그 평균치로 Kubelka-Munk식에 따라 K/S value를 산출하였다.

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

K : extinction coefficient of dyed sample

R : reflectivity of dyed sample

S : scattering coefficient

염색견뢰도 : 염색물의 견뢰도시험은 일광견뢰도, 세탁견뢰도, 승화견뢰도 및 마찰견뢰도에 대하여 실시하였다. 일광견뢰도시

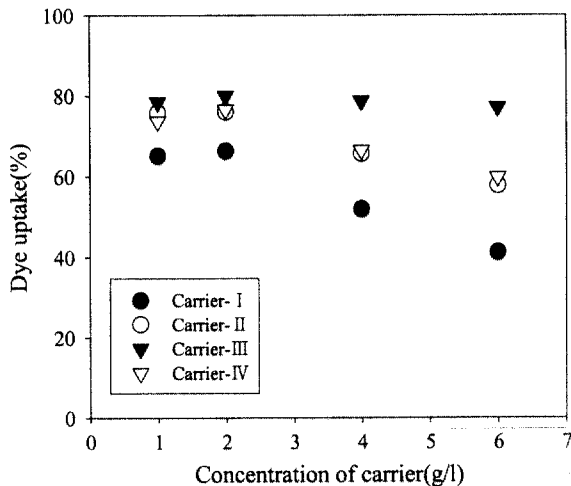


Fig. 4. Effect of concentration of carriers on the dye uptake of PET fabrics dyed with C.I.Disperse Red 60 by carrier dyeing.

험은 KS K0700(표준퇴색 시간법)에 준하여 실시하였고, 세탁 견뢰도시험은 KS K 0430(A-2법), 승화견뢰도시험은 KS K0651(유리판법), 마찰견뢰도 시험은 KS K0650(크로크미터법)에 준하여 시험하였으며, 각각의 견뢰도 등급은 gray scale을 이용하여 판정하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 4는 캐리어 염색에 있어서 최적 캐리어 농도를 설정하기 위해 Fig. 1의 공정에 준하여 캐리어의 농도 변화에 따른 C.I.Disperse Red 60의 폴리에스테르 섬유에 대한 염색된 결과를 나타낸 것이다.

모든 캐리어는 2g/l의 농도에서 사용 염료는 가장 높은 염착률을 나타내었고, 4g/l 이상에서는 오히려 염착율이 감소하는

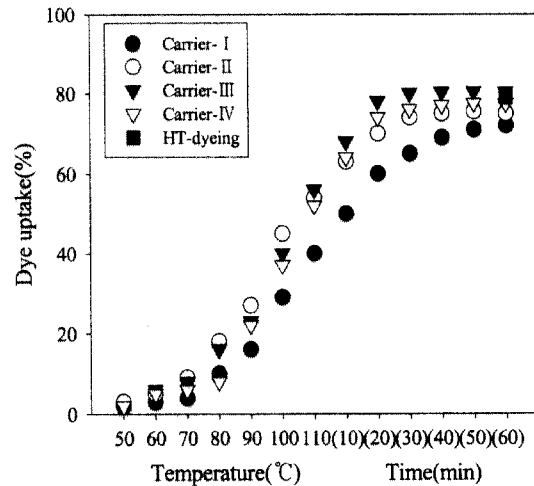


Fig. 5. Effect of carriers on dye uptake of PET fabrics dyed with C.I.Disperse Red 60 by carrier dyeing process.

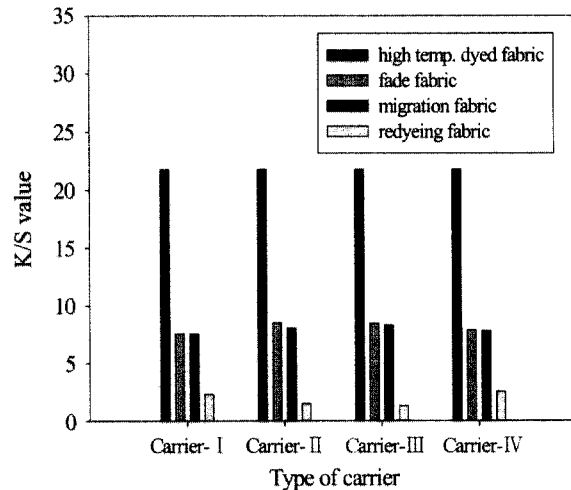


Fig. 6. Effect of carriers on migration of C.I.Disperse Red 60 into PET fabrics.

경향을 나타내며, 염착율이 감소되는 경향은 Carrier-I, II, IV의 경우 현저하게 감소한 반면에 Carrier-III의 경우는 캐리어 농도 변화에 따른 사용 염료의 염착성 변화는 극히 미미함을 나타내어 염색 공정이 타 캐리어에 비하여 상대적으로 더 안정할 것으로 생각된다.

이러한 측면에서 Carrier-III을 이용한 캐리어 염색이 색상 재현성 면에서 가장 우수할 것으로 생각된다. 캐리어의 농도를 과잉으로 사용하였을 때 염착율이 감소하는 것은 과량의 캐리어가 분산염료를 가용화시키기 때문으로 생각된다.

또한 캐리어 농도별 염착율 면에서 Carrier-II, IV는 유사하였고, Carrier-I의 경우가 가장 낮았으며, Carrier-III의 경우가 가장 높았다. 이는 Carrier-III이 일정한 염색 농도를 달성하기 위해 필요로 하는 캐리어의 양이 가장 적기 때문에 경제적인 면과 환경적인 면에서 가장 우수할 것으로 생각된다.

Fig. 5에 최적 염색시간을 설정하기 위해 캐리어 종류별 분산염료의 폴리에스테르 섬유에 대한 승온 염착 곡선을 나타내

었다. 이러한 승온 염착 곡선은 염착속도, 캐리어의 성능 및 최종 염착량을 파악할 수 있어 실용적으로 많이 사용되고 있다. 캐리어의 농도는 2g/l, 사용 염료는 C.I.Disperse Red 60, 염료 농도는 2% owf, 욕비 1:100, 분산제 0.5g/l, pH 4.5의 염욕 조건에서 염색하였다.

승온 속도는 약 1°C/분으로 유지하여 25°C에서 염색을 시작하여 110°C까지 온도를 상승시키고, 이의 온도에서 60분 동안 유지하여 염색한 후 잔류 염액의 흡광도를 측정하여 염착량을 계산하였다. Carrier-I의 경우를 제외하면 110°C에서 30분 염색시 거의 염착 평형에 도달하고 있음을 알 수 있었다. 또한 Fig. 2의 고온고압법에 의해 염색된 폴리에스테르 섬유의 염착율인 79%와 비교하여 유사한 결과를 나타내었다.

염색현장에서 고온고압 염색법에 의한 염색과정 중 여러 가지 원인에 의해 색상 편차가 발생할 수 있는데, 캐리어의 이염 능력을 이용하여 색상 편차를 해결하기 위한 수단으로 캐리어가 유용하게 사용되고 있다.

Table 4. Light, washing, sublimation and rubbing fastness of PET fabrics dyed with disperse dyes by carrier dyeing

Dyestuff	Carrier	Conc. (g/l)	Fastness							
			Light	Washing			Sublimation		Rubbing	
				fade	stain (C)	stain (P)	fade	stain	dry	wet
Yellow 54	I	2	3	4-5	2-3	3	4-5	1-2	3	3-4
		4	3	4-5	2-3	3	4-5	2	3	3-4
	II	2	4	4-5	3	3-4	4-5	2	4	4
		4	4	4-5	3	3-4	4-5	2	3-4	4
	III	2	4-5	4-5	3-4	3-4	4-5	2	4	4
		4	4-5	4-5	3	3-4	4-5	2	4	4-5
	IV	2	4-5	4-5	3	3-4	4-5	2	3-4	3-4
		4	4-5	4-5	3	3-4	4-5	2	3-4	4-5
Red 60	I	2	1-2	4-5	3-4	3-4	4-5	2-3	3-4	4
		4	1-2	4-5	4	3-4	4-5	2-3	4	4-5
	II	2	2-3	4-5	4	4	4-5	2-3	3-4	4-5
		4	2-3	4-5	4	4	4-5	2-3	3-4	4-5
	III	2	4	4-5	4	4	4-5	2	3-4	4-5
		4	4	4-5	4	4	4-5	2	4	4-5
	IV	2	4	4-5	4	4	4-5	2-3	4	4
		4	4	4-5	4	4	4-5	2-3	3-4	4-5
Blue 56	I	2	1	4-5	3	4	4-5	3-4	3	4-5
		4	1	4-5	3	4	4-5	3-4	3-4	4
	II	2	4	4-5	3-4	4	4-5	3-4	3	4-5
		4	2-3	4-5	3-4	4	4-5	3-4	3-4	4-5
	III	2	4-5	4-5	3-4	4	4-5	3-4	4	4-5
		4	4-5	4-5	3-4	4	4-5	3-4	3-4	4-5
	IV	2	4-5	4-5	3	4	4-5	3-4	3-4	4-5
		4	4-5	4-5	3	4	4-5	3-4	3-4	4-5

Fig. 6은 고온고압 염색법에 의해 염색된 폴리에스테르 염색 시료를 원포로 사용하여 Fig. 3의 공정에 따라 이염성 시험을 한 결과이다. 캐리어 첨가에 의해 고온고압염색법에 의해 염색된 원포의 염료가 백포에 이염되었고, 이염 종료 후 탈색된 원포와 이염포를 제거한 다음 잔욕에 새로운 백포를 첨가하여 염색을 하였다.

Carrier-I과 Carrier-IV의 경우는 원포에서 이행된 염료가 이염포에 재염착되지 않고 잔욕 상에 남는 비율이 높아 탈색 원포 및 이염포의 K/S value 감소 폭이 큰데 비해, Carrier-III의 경우는 원포에서 이행된 염료가 이염포에 재염착되는 비율이 높기 때문에 탈색 원포 및 이염포의 K/S value 감소 폭이 상대적으로 적은 관계로 잔액염색포의 K/S value가 가장 낮았다. 이는 Carrier-III을 사용했을 때 사용 염료의 이염성이 우수함을 의미하는 것이기 때문에, 색상 편차의 수정에 보다 효과적인 것으로 생각된다.

염색시료의 변색 원리는 일반적으로 섬유 내에 들어온 염료 분자가 각종 광선, 특히 자외선에 의해 염료 본래의 분자구조가 파괴됨에 따라 염료의 가시부 흡수대가 변화되어 변색되는 것으로 알려져 있다.

캐리어 염색의 경우 일부의 캐리어 성분이 염료와 섬유 상에서 공존하는 경우 자외선 조사에 의한 염료의 분해를 촉진시켜 염색물의 일광견뢰도 저하의 원인이 되기도 한다. 섬유 상에서 염료와 캐리어의 공존 여부는 캐리어 염색 후 수세방법, 캐리어 자체가 수세에 의해 제거되는 능력에 크게 좌우된다.

Table 4는 업계에서 사용하고 있는 폴리에스테르 염색용 분산염료 3원색인 C.I.Disperse Yellow 54, C.I.Disperse Red 60, C.I.Disperse Blue 56을 사용하고, 캐리어의 농도를 2g/l와 4g/l로 변화시켜 캐리어 염색한 후 각각의 일광견뢰도, 세탁견뢰도, 승화견뢰도 및 마찰견뢰도를 평가한 결과이다.

Carrier-III과 Carrier-IV의 일광견뢰도가 Carrier-I 과 Carrier-II에 비하여 색상상 따라 2~4등급 높게 나타나 일광견뢰도가 우수한 것으로 평가되었다. 캐리어의 종류에 따라 일광견뢰도 등급의 차이가 나타나는 것은 캐리어 염색 후 캐리어가 세척 제

거되지 않고 섬유 상에 잔류하는지의 여부인 캐리어의 수세 제거능력을 대변하는 것으로서 Carrier-III과 Carrier-IV가 상대적으로 캐리어의 수세 제거능력이 우수한 것으로 평가되었다.

한편, 캐리어의 종류 및 캐리어 농도 변화에 따른 세탁견뢰도, 승화견뢰도 및 마찰견뢰도 등급에는 큰 변화가 없었다.

4. 결 론

본 연구에 사용된 캐리어 4종에 대하여 이염성, 염색견뢰도 등의 염색성능에 미치는 캐리어의 영향을 비교 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Carrier-II와 Carrier-III의 재염착율이 Carrier-I과 Carrier-IV보다 높아 Carrier-II와 Carrier-III의 이염성이 우수한 것으로 평가되었다.
2. 또한 일광견뢰도 시험에서 Carrier-III과 Carrier-IV가 Carrier-I 과 Carrier-II 에 비하여 2~4 등급 우수했고, 세탁견뢰도, 승화견뢰도, 마찰견뢰도 성능은 큰 변화가 없었다.

참고문헌

김상욱 · 김노수 (1991) 폴리에스테르/모 혼방직물-분산/산성염료 일 염색에서의 캐리어의 영향. *한국섬유공학회지*, **28**(8), 128-133.
 김재필 (1994) 캐리어가 아크릴 섬유의 유리전이온도 및 염색성에 미치는 영향. *한국섬유공학회지*, **31**(8), 608-614.
 산업자원부 (2000) "Fatty alcohol ether를 이용한 폴리에스테르용 저독성 캐리어 개발". pp.129-134.
 임용진 · 윤남식 · 장진규 (1987) 폴리에스테르 섬유의 캐리어 염색에 관한 연구. *한국섬유공학회지*, **24**(5), 8-14.
 조은자 · 남성우 · 김인희 (2001) 폴리에스테르 직물의 알칼리 욕에서의 Carrier 염색. *한국염색가공학회지*, **13**(6), 23-32.
 한국섬유개발연구원 (1984) 캐리어 염색 기구. *염색가공*, **2**(6), 3-10.
 根本嘉郎 · 境久義 · 勝又秀 (1971) "キャリヤ染色の理論と實際". 纖維研究社, 東京, pp.70-85.

(2003년 6월 3일 접수)