

〈研究論文(學術)〉

호장근 추출액에 의한 염색성 (III) - 내일광성을 중심으로 -

¹김미숙 · 최석철 · 조경래*

부산대학교 생활환경대학 의류학과

*신라대학교 패션디자인산업학과

(2001. 9. 27. 접수/2001. 11. 26 채택)

The Dyeing Properties of Korean Knotweed Extract(Ⅲ) - Light Fastness-

¹Mi Sook Kim, Suk Chul Choi, and Kyung Rae Cho *

Dept. of Clothing & Textiles, Pusan National Univ., Pusan, Korea

**Dept. of Fashion Design & Industry, Silla Univ., Pusan, Korea*

(Received September 27, 2001/Accepted November 26, 2001)

Abstract—In order to investigate the light fastness of Korean knotweed extract, the concentrate were prepared and dyed to silk fabric under the various conditions, such as kinds of mordants, methods of mordanting, and the dye concentration. After the dyed fabrics were irradiated for several hours, the color differences and K/S values were measured. Additionally, the light fastness of Korean knotweed extracts and Emodin in liquid solution was compared.

The light fastness of silk fabrics dyed with Korean knotweed extract was improved by the introduction of Fe-mordant, but the surface colors on the dyed fabrics shaded into reddish and dark yellow by 80hours irradiation. Color difference of fabrics were increased with concentrations of Korean knotweed extracts. So inconsistent fading behaviour was observed. Color difference of dyed fabrics increased remarkably at the early stage of fading and became slowly down except for Fe-mordanted fabric. Absorbance of Korean knotweed extracts and Emodin in liquid solution were extremely decreased with concentrations of colorants, so inconsistent fading behaviour was observed too.

Keywords : *Korean knotweed, emodin, natural dye, light fastness, mordants*

1. 서 론

피염물의 내광성에 영향을 주는 인자로는 염료 발색단의 광안정성, 염색물의 농도, 자외선 흡수제와 같은 염색 조제의 사용 여부, 입사광의 파장분포, 섬유의 특성, 주위환경의 영향 등을 들 수 있다

한편 염료의 화학구조는 일광견뢰도에 있어 가장 중요한 요인 중 하나이다. 염료의 화학적 구조와 일광견뢰도와의 관계에 대해 살펴보면, 광퇴색은 일반적으로 산화반응에 기인하여 일어나며, 단지 기질이 염료에 의해 산화되기 쉬운 경우에는 환원반응에 기초하여 진행된다고 알려져 있고, 산화반응과 관련하여 1중항 산소와 염료의 광퇴색과의 관계는 여기된 염료분자가 산소기체와 반응하여 매우 활성이 큰 1중항 산소를 생성시키면 이 1

¹Corresponding author. Tel.: +82-51-510-1719; Fax.: +82-51-583-5975; e-mail: sugik@hanmail.net

중항 산소가 다른 염료 분자를 산화시키는 에너지 전달효과를 유발하여 퇴색이 진행된다고 보고된 바 있다¹⁾.

Anthraquinone 색원체 구조는 quinone 산소에 근접한 치환체가 없으면 광에 의해 활성화 될 수 있지만 산소에 인접한 치환체가 있으면 염료는 극성치환체와 quinone 산소 사이에 수소결합을 형성함으로써 비활성화 된다. 또 anthraquinone은 여기상태에서 산화제로 작용하는 산화제이나 분자내에 있는 치환체는 광화학적 활성을 감소시키게 된다²⁾. 호장근은 구조내에 quinone 산소에 인접하여 2개의 -OH기를 가지므로 이들과의 사이에 수소결합을 형성할 수 있으므로 비활성화 될 수 있다.

Padfield 등³⁾은 예로부터 널리 사용되어 온 34종의 천연염료의 일광견뢰도에 대한 연구에서 indigo와 madder type의 몇 가지 붉은색 색소 그리고 Al, Sn, Fe 매염한 cochineal, kermes, lac 염료 몇몇을 제외하고는 거의 대부분의 염료가 아주 낮은 일광견뢰성을 나타냈다고 보고하였다. Duff 등⁵⁾은 8종류의 천연염료 염색한 양모의 광조사에 따른 퇴색결과를 CIELAB와 Munsell color system에서의 등급, 색차 등으로 나타내어 색변화에 대한 상세하고도 양적인 정보를 얻어내었다.

합성염료에 있어서 광퇴색 메커니즘은 Giles 등^{5a)}에 의해 체계적으로 연구된 바 있었고, 또 지속적인 연구의 주제가 되어왔지만, 천연염료의 경우 낮은 내일광성이 견뢰도 면에서 가장 문제시되고 있음에도 불구하고 그에 대한 구체적인 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 매염제의 종류, 매염방법 및 염색 농도에 따른 염색포의 내일광성과, 기질의 영향을 배제한 용액상태에서의 농도에 따른 광퇴색 메커니즘을 조사하였다.

2. 실험방법

2.1 섬유

직물시료는 KS K0905에 규정된 염색견뢰도 시험용 표준 견포를 사용하였으며 그 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of used fabric

	Weave	Yarn number(D)		Fabric counts(thread/5cm)		Weight(g/m ²)
		Warp	Weft	Warp	Weft	
Silk	Plain	21	21/2	56	39	26

2.2 염 재

호장근(한국산)은 시중 약제상에서 구입하여 분쇄하여 사용하였으며 에모딘은 Aldrich사의 90% 이상의 순품을 사용하였다.

2.3 시 약

매염제로 Al(일본 Katayama Chemical Co.제, aluminium acetate, Soluble), Cu(일본 Shinyo Pure Chemical Co.제, copper(II) sulfate · 5H₂O), Fe(일본 Shinyo Pure Chemical Co.제, iron(II) sulfate · 7H₂O)을 시약 1급 그대로 사용하였다.

2.4 염 색

분쇄한 호장근 3kg을 메탄올로 3회 추출한 후, 감압농축하여 농축액 1kg을 얻었다. 이 농축액을 원액으로 하여 각 농도별(1, 2, 3, 5%(w/v))로 염액을 조제하여 견포를 욕비 1:100, 60℃에서 60분간 염색하였다.

2.5 매 염

0.3%의 Al, Cu, Fe 매염제 용액을 사용하여 욕비 1:100, 온도 30℃에서 30분간 선매염 및 후매염하였고, 동시매염은 염색과 동일한 조건으로 실시하였다.

2.6 광퇴색 실험

(1) 염색포의 광퇴색 실험

호장근 농축액을 사용하여 1~5% 농도로 염색 및 매염한 견포를 Xenon arc lamp Fade-O-meter(Hanwon, Korea)에 장치하여 0, 5, 10, 20, 40, 80시간 광조사 하였다.

(2) 에모딘 색소 용액의 광퇴색 실험

에모딘 표품을 메탄올로 용해시켜 각 농도별(2.8~6.3×10⁻⁵ mol/ℓ)로 조제하여 석영 셀에 넣고 밀봉한 후 Xenon arc lamp Fade-O-meter(Hanwon, Korea)에 장치하여 0, 5, 10, 20, 40시간 광조사하였다.

(3) 호장근 추출액의 광퇴색 실험

호장근 농축액을 메탄올로 용해시켜 각 농도별

($2.8 \sim 6.9 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$) 로 조제하여 석영 셀에 넣고 밀봉한 후 Xenon arc lamp Fade-O-meter (Hanwon, Korea)에 장치하여 0, 5, 10, 20, 40, 60 시간 광조사 하였다.

2.4 자외·가시부 흡수스펙트럼

퇴색 시간에 따른 에모딘 및 호장근 추출액의 흡광도 변화를 190~780nm 파장범위에서 자외·가시부 분광광도계(Shimadzu UV-2101 Spectrophotometer, Japan)로 측정하였다.

2.5 퇴색시간에 따른 표면 염색농도 및 색차 측정

퇴색 시간에 따른 표면염색 농도의 변화는 적분구가 달린 자외·가시부 분광광도계(Shimadzu UV-2101 Spectrophotometer, Japan)를 사용하여 D₆₅광원, 10°시야에서 염색물의 표면반사율을 측정하고, Kubelka-Munk 식으로부터 K/S 값을 구하였다.

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

여기서, R: 표면반사율
K: 흡광계수
S: 산란계수

또, 퇴색 시간에 따른 염색물의 색변화를 CIELAB 표색계의 L*, a*, b*를 측정 후, 이로부터 색차 ΔE^*_{ab} 를 산출하였다.

$$\begin{aligned} L^* &= 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16 \\ a^* &= 500[(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}] \\ b^* &= 200[(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}] \\ \Delta E^*_{ab} &= [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \end{aligned} \quad (3)$$

3. 결과 및 고찰

3.1 매염제의 종류 및 염색포의 농도에 따른 광 퇴색 거동

염액 농도에 따른 견염색포의 광퇴색 거동을 살펴보기 위해 호장근 농축액을 1, 2, 3, 5% 농도로 조성하였고, 0.3% 농도의 Al, Cu, Fe 매염제 용액으로 각각 선매염, 동시매염 및 후매염하였다.

Fig. 1~4는 0~80시간 광조사에 의한 a*와 b* 값의 변화추이를 나타낸 것이다. 그림에서 보면 Fe 매염포의 경우 다른 매염포와는 다소 다른 거동을 나타낼을 알 수 있다. 즉, 무매염포, Al 매염포, Cu 매염포는 광조사 시간이 길어짐에 따라 대

체로 a* 값은 증가하고 b* 값은 감소하는 경향을 나타냈는데 반해 Fe 매염포는 a* 값은 계속 증가 하지만 b* 값은 광조사 초기 10시간까지는 감소하다가 이후 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 한편 Table 2는 광조사 전의 염색물의 표면색, ΔL^* , K/S 및 $\Delta(K/S)$ 값을 나타낸 것이다. 농도가 높아 질수록 점차 L* 값은 저하하고, a*, b* 값이 증가하여 진하게 염색되었으며 K/S 값도 높아졌다. 80시간 동안 광조사에 의하여 염색물은 점차 명도가 감소하면서 a* 값이 증가하는, 즉 붉은 기미가 도는 어두운 색조로의 퇴색을 나타내었으며 광조사 후의 K/S 값도 증가하였다. 이와 같은 결과는 호

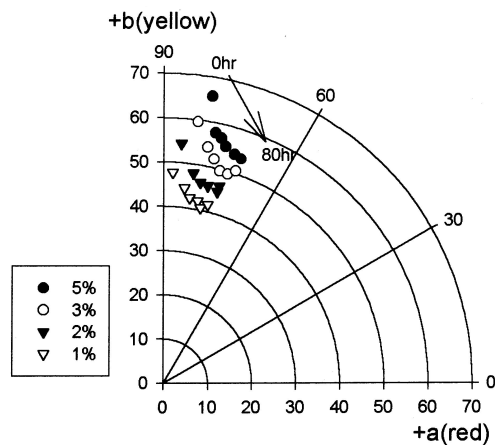


Fig. 1. Variations of a* and b* values of non-mordanted silk fabrics for 80hours irradiation.

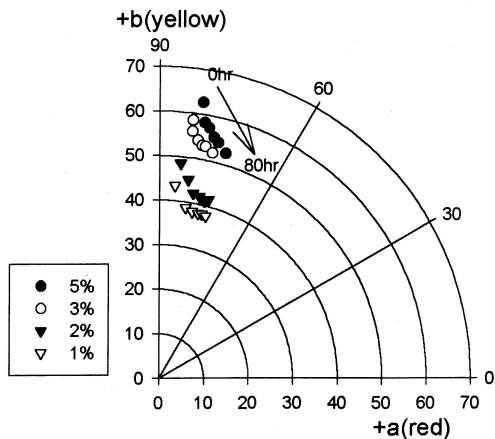


Fig. 2. Variations of a* and b* values of post-mordanted silk fabrics with aluminium acetate for 80hours irradiation.

장근과 유사한 anthraquinone계 염색인 대황 염색포의 일광메커니즘에 관한 연구에서도 보고된 바 있는데, 염색포의 색조 변화는 광조사 시의 열과 빛에 의한 영향이며, 염료가 섬유기질 내에서 회합체로 존재하기 때문에 높은 일광견뢰성을 나타냈다고 하였다⁷⁾. 그러나 광조사 시간에 따른 K/S 값의 변화에 의한 퇴색속도곡선만으로는 염료의 회합성에 대해 단정짓기 어렵다고 여겨진다.

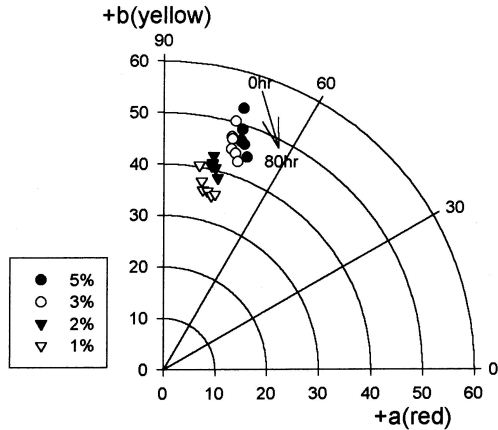


Fig. 3. Variations of a^* and b^* values of post-mordanted silk fabrics with copper sulfate for 80hours irradiation.

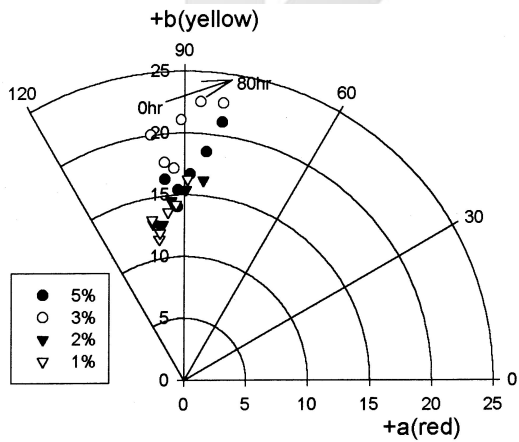


Fig. 4. Variations of a^* and b^* values of post-mordanted silk fabrics with iron(II) sulfate for 80hours irradiation.

염료의 퇴색특성을 결정하는 방법으로 퇴색속도 곡선을 구하는 방법이 있는데, 이것은 퇴색의 결과 뿐 아니라 시간에 따른 퇴색과정도 파악할 수 있게 하며 염료의 물리적 상태에 대한 정보도 제

공해 준다. Fig. 5~8은 광조사 시간에 따른 ΔE^*_{ab} 의 변화추이를 나타낸 퇴색속도 곡선이다. 선매염, 동시매염, 후매염 모두 유사한 경향을 나타내었으므로 이중 색차가 비교적 작게 나타난 후매염포를 그림으로 나타내었다. 여기서, 대체로 농도가 높을수록 퇴색정도가 심한 이상퇴색 거동을 나타냄을 알 수 있다. 한편 퇴색속도 곡선의 모양에서 보면 Fe 매염포의 경우, 무매염포나 기타 다른 매염포에 비해 낮은 색차를 보여 내일광성이 높게 나타났으나 퇴색 과정의 끝부분에서 큰 색차를 나타내어 지속적인 퇴색이 진행되리라는 것을 예측할 수 있다. 반면, 무매염포 및 Al, Cu 매염포에서는 대개 광조사 초기 부분에 현저한 색차를 나타내다가 점차 일정한 율을 나타내거나 혹은 조금씩 색차가 증가하는 경향을 나타내었다. Crews⁸⁾에 의하면 천연 및 합성염료의 대부분은 광퇴색 초기에 급격한 퇴색을 일으키고 이후 점차 일정 비율로 점점 느리게 퇴색된다고 하였는데, 본 연구에서도 대체로 이와 유사한 경향이 나타났다.

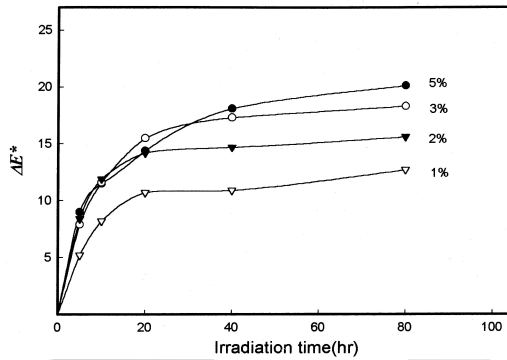


Fig. 5. Fading rate of the non-mordanted silk fabrics.

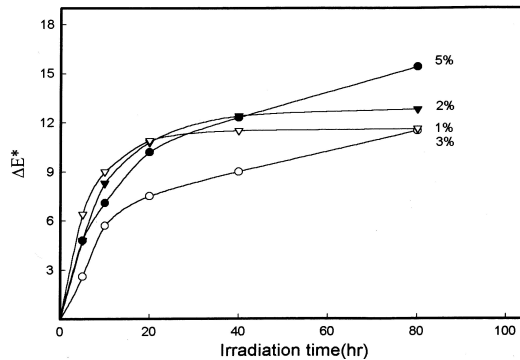


Fig. 6. Fading rate of the post-mordanted silk fabrics with aluminium acetate.

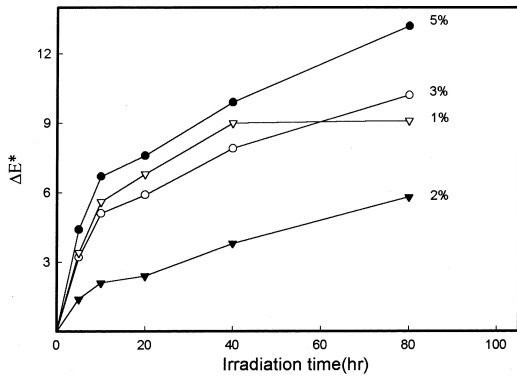


Fig. 7. Fading rate of the post-mordanted silk fabrics with copper sulfate.

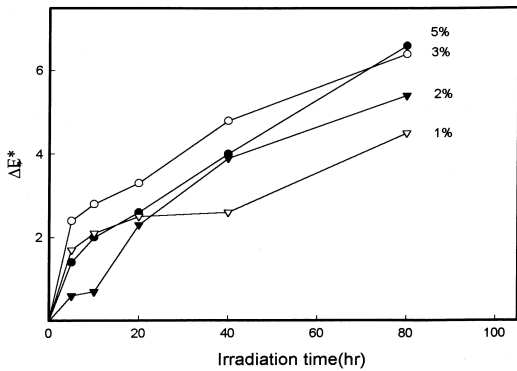


Fig. 8. Fading rate of the post-mordanted silk fabrics with iron(II) sulfate.

3.2 색소 용액의 광퇴색거동

Giles⁹⁾는 기질에 있어서의 염료농도와 일정 광퇴색 비율이 되는데 걸리는 시간을 측정하여 광퇴색 반응 차수식을 제시하였고, 반면 Hida 등¹⁰⁾은 광반응 속도론적 모델을 검토하기 위하여 섬유기질의 영향을 배제하고 용액중의 퇴색 거동에 대하여 고찰하였다.

호장근의 주색소성분이 에모딘이므로, Fig. 9~11은 $2.811 \times 10^{-5} \sim 6.318 \times 10^{-5} \text{ mol/} \ell$ 농도로 조성한 에모딘 표품을 Xenon arc lamp Fade-O-meter에 장치한 후 40시간 광조사에 따른 흡수스펙트럼을 나타낸 것이고, Fig. 12~14는 $2.898 \times 10^{-4} \sim 6.953 \times 10^{-4} \text{ mol/} \ell$ 농도로 조성한 호장근 용액의 60시간 광조사에 따른 흡수스펙트럼이다. 여기서 에모딘은 광조사 시간이 경과할수록 흡광도 값이 점차 감소하는 경향을 나타내었고, 호장근은 광조사 10시간까지는 흡광도 값이 증가하다가 10시간 이후

부터 감소하기 시작하였다. 이렇듯 호장근과 에모딘의 광반응이 다르게 나타난 것은 에모딘이 경제된 순수 단일 물질임에 반해 호장근의 경우 주색소 성분이 에모딘이기는 하지만 그밖에도 많은 다른 물질이 함께 공존하고 있으므로 그 거동이 달리 나타났다고 볼 수 있다. 이를 확인하고자 박층 크로마토그래피를 실시하였다. silica gel 60 F₂₅₄ TLC plate를 사용하여 벤젠 : 에틸아세테이트 : 아세트산 (75 : 24 : 1)을 전개 용매로 호장근 농축액을 전개한 후 UV 램프 254nm하에서 확인한 결과, Rf 0.56 부근의 에모딘으로 추정되는 강한 spot와 Rf 0.8 부근의 다소 약한 spot를 확인하였다. 다음이 Rf 0.8 및 0.56 spot를 각각 긁어모아 메탄올에 녹여 추출한 후 그 여액을 다시 광조사한 결과 에모딘 표품과 마찬가지로 광조사에 따라 흡광도가

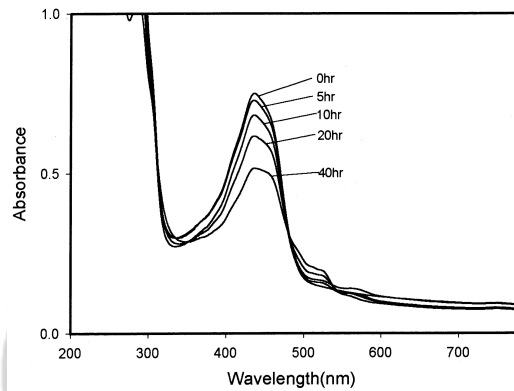


Fig. 9. UV-Vis. spectra of the emodin in methanol for 40hours irradiation (Conc. $6.318 \times 10^{-5} \text{ mol/} \ell$).

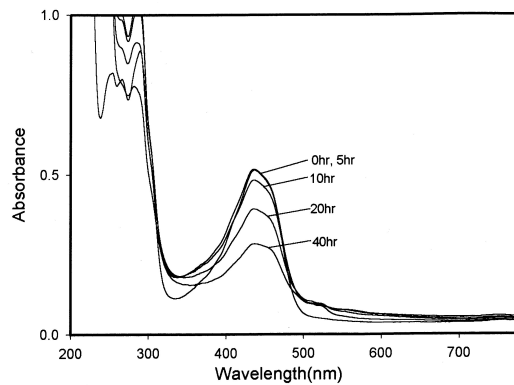


Fig. 10. UV-Vis. spectra of the emodin in methanol for 40hours irradiation (Conc. $4.325 \times 10^{-5} \text{ mol/} \ell$).

Table 2. Change in L^* , a^* , b^* , K/S values of dyed silk fabrics before irradiation and ΔL^* , $\Delta(K/S)$ values after 80hours irradiation

Mordanting	Conc.(%)	L^*	ΔL^*	a^*	b^*	K/S	$\Delta(K/S)$
None	1	79.1	5.3	2.0	47.6	2.3	-0.4
	2	76.8	6.5	4.0	54.1	3.6	-0.7
	3	71.2	10.6	7.6	59.0	6.6	-2.1
	5	68.5	11.2	10.9	64.7	9.9	-2.8
Pre-Al	1	77.6	5.4	4.6	52.1	3.1	-0.4
	2	76.1	6.0	6.0	55.1	4.1	-0.6
	3	72.2	9.1	8.8	61.8	7.0	-1.3
	5	69.1	9.6	11.4	66.0	10.2	-3.0
Pre-Cu	1	70.6	6.0	6.4	42.2	3.2	-0.6
	2	68.1	7.0	7.4	46.8	4.7	-0.9
	3	64.5	8.5	10.1	53.7	8.2	-0.3
	5	63.1	8.9	11.8	59.2	11.0	-2.1
Pre-Fe	1	46.5	0.2	-1.4	14.3	4.7	-0.5
	2	43.3	0.2	-1.2	15.1	6.2	-0.3
	3	41.1	0.6	-0.5	22.2	10.7	-1.0
	5	37.5	0.8	0.2	20.9	12.7	-1.1
Sim-Al	1	80.7	3.9	8.8	56.1	2.9	-0.1
	2	79.5	6.0	10.1	60.8	4.0	-0.2
	3	74.4	9.5	12.6	68.3	8.0	-1.1
	5	67.3	12.0	11.5	65.8	11.4	-1.0
Sim-Cu	1	69.2	4.2	8.7	43.3	3.6	-0.6
	2	67.4	5.6	10.1	48.5	5.1	-1.1
	3	63.2	6.9	12.9	54.1	9.2	-3.4
	5	60.8	10.0	15.1	56.7	11.6	-2.3
Sim-Fe	1	53.1	1.0	-2.7	20.9	4.1	-0.5
	2	49.0	1.4	-2.9	22.5	6.0	-0.8
	3	43.1	1.4	-2.3	25.3	10.7	-1.2
	5	42.7	1.1	-1.2	29.2	12.7	-0.8
Post-Al	1	76.8	4.7	3.4	43.1	2.2	-0.5
	2	74.0	6.8	4.7	48.1	3.3	-0.5
	3	71.2	6.4	7.5	57.8	6.1	-1.3
	5	67.9	8.9	9.7	61.8	9.1	-1.6
Post-Cu	1	72.3	5.5	6.9	39.6	2.5	-0.4
	2	67.7	3.0	9.7	41.6	3.6	-0.5
	3	62.5	6.5	14.0	48.2	6.8	-0.8
	5	59.5	9.2	45.4	50.6	9.3	-2.6
Post-Fe	1	48.5	0.2	-2.6	12.9	3.8	-0.3
	2	44.6	0.4	-2.5	12.6	4.9	-0.7
	3	42.4	0.7	-2.7	19.8	8.4	-1.2
	5	35.5	1.0	-1.5	16.2	11.6	-0.7

감소하는 결과를 얻었다. 이 Rf 0.8 부근의 spot는 호장근에 포함된 또다른 anthraquinone 유도체의

하나인 chrysophanol로 추정된다^{11,12)}. 따라서 호장근이 에모딘과 달리 광조사 초기에 흡광도가 증가

하는 경향을 나타낸 것은 그 속에 공존하고 있는 anthraquinone 유도체들, 즉 에모딘이나 chrys - ophanol 등에 의한 영향이라기 보다는 당분 등의 섬유소 물질 및 기타 험잡물에 의한 영향 때문인 것으로 추정할 수 있다.

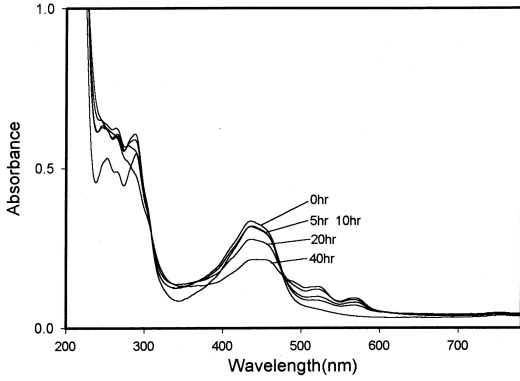


Fig. 11. UV-Vis. spectra of the emodin in methanol for 40hours irradiation(Conc. 2.811×10^{-5} mol/ℓ).

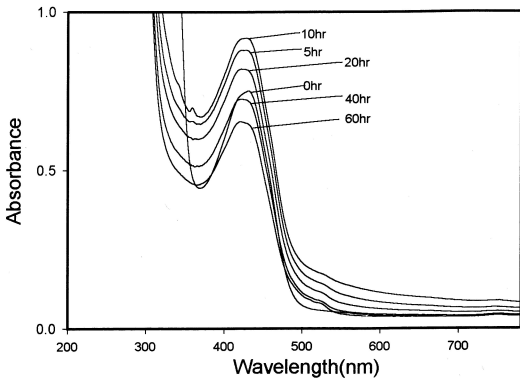


Fig. 12. UV-Vis. spectra of the korean knotweed extract in methanol for 60hours irradiation(Conc. 6.935×10^{-4} mol/ℓ).

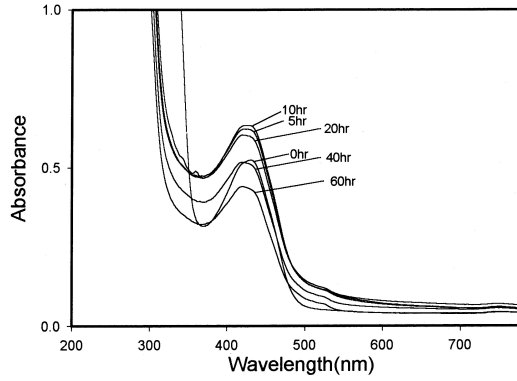


Fig. 13. UV-Vis. spectra of the korean knotweed extract in methanol for 60hours irradiation(Conc. 4.861×10^{-4} mol/ℓ).

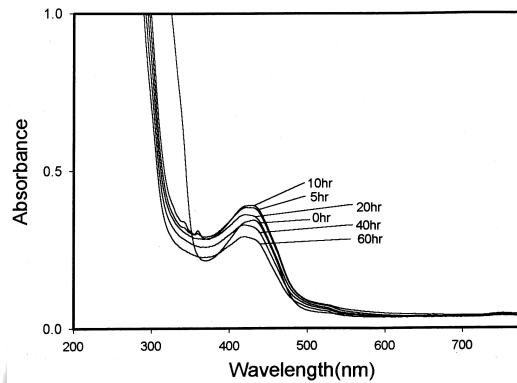


Fig. 14. UV-Vis. spectra of the korean knotweed extract in methanol for 60hours irradiation(Conc. 2.898×10^{-4} mol/ℓ).

Table 3은 각 농도별로 조정한 emodin 과 호장근 색소용액을 40시간 및 60시간 광조사한 후 자외·가시부 흡수스펙트럼을 측정하고 광조사 전후의 λ_{max} 및 흡광도 변화를 나타낸 것이다. 대체적으로 에모딘, 호장근 모두 색소 용액의 농도가 높

Table 3. Variations of λ_{max} and absorbance of the Emodin and Korean knotweed in methanol by the different concentration after irradiation

Emodin(after 40hours irradiation)				Korean knotweed(after 60hours irradiation)			
Conc.(M)($\times 10^{-5}$)	λ_{max} (nm)	$\Delta\lambda_{max}$ (nm)	$\Delta Abs.$	Conc.(M)($\times 10^{-4}$)	λ_{max} (nm)	$\Delta\lambda_{max}$ (nm)	$\Delta Abs.$
2.811			0.105	2.898		9	0.052
4.325	435	0	0.231	4.861	430	9	0.083
6.318			0.298	6.953		5	0.097

을수록 광조사에 의한 흡광도 감소가 크게 나타났다. 즉 농도가 높을수록 내광성이 떨어짐을 알 수 있다. 한편 에모딘의 경우 λ_{max} 의 이동이 거의 나타나지 않은 것으로 보아 광조사에 의해 색소의 발색단기 분해가 진행되기는 하지만 흡수스펙트럼의 이동에 관여하는 광화학적인 변화는 일어나지 않음을 알 수 있다. 반면 호장근은 약 5~9nm 정도 단파장 측으로 이동하였는데 이 또한 여러 협잡물에 의한 영향이라 여겨진다.

Fig. 15는 에모딘 색소용액의 농도에 따른 퇴색 속도 곡선을 나타낸 것이고, Fig. 16은 호장근 용액의 농도에 따른 퇴색 속도 곡선을 나타낸 것이다. 그림에서 직선의 기울기로부터 농도에 따른 내광성 정도를 알 수 있는데, 농도가 높을수록 기울기가 크므로 내광성이 더 낮음을 알 수 있다. 또 속도곡선의 형태로 보아 어느 특정 시간에서의 급격한 감소없이 점차적으로 퇴색되어감을 알 수 있

다. 호장근의 경우 농도가 높을수록 광조사 초기 흡광도의 증가량도 높게 나타났으며 농도가 낮아질수록 차츰 그 폭이 감소하였다. 이로써 호장근 색소는 염색된 상태 및 용액상태 모두 이상광퇴색 반응을 한다는 사실을 알 수 있다.

4. 결 론

호장근 색소의 일광 메커니즘 규명을 위해 배염제의 종류, 배염방법, 염색 농도에 따른 호장근 견염색포의 내일광성을 광조사 시간에 따라 조사하였다. 한편 기질의 영향을 배제한 용액상태에서의 호장근과 에모딘의 농도에 따른 내광성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

Fe 배염포가 배염 방법에 상관없이 가장 우수한 내일광성을 나타내었으며 80시간 광조사에 의해 염색물은 붉은 기미가 도는 어두운 색조로 퇴색되었다. 염색포의 농도가 높을수록 퇴색정도가 심한 이상퇴색 거동을 나타내었고, Fe 배염포는 퇴색과정의 끝부분에서 큰 색차를 나타내어 계속적인 퇴색이 진행되리라는 것을 예측할 수 있었다.

에모딘과 호장근 용액을 광조사한 결과 에모딘은 광조사 시간이 증가함에 따라 흡광도 값이 점차 감소한 반면, 호장근은 광조사 10시간까지는 흡광도 값이 증가하다가 그 이후부터는 감소하였다. 에모딘, 호장근 색소용액 모두 용액의 농도가 높을수록 광조사에 의한 흡광도 값의 감소가 크게 나타나 이상광퇴색 거동을 나타내었다.

참고문헌

1. K. Venkatraman, "The Chemistry of Synthetic Dyes", Vol. IV, Academic press, New York pp.444-453(1974).
2. A. T. Balazsy, "Chemical Principles of Textile Conservation", Butterworth Heinemann, pp.92-95(1998).
3. T. S. Padfield, The Light-fastness of the Natural Dye, *Stud. Conserv.*, **11**, 181-196 (1966).
4. D. G. Duff, Light Induced Color Changes of Natural Dyes, *Stud. Conserv.*, **22**, 161-169 (1977).
5. C. H. Giles and R. B. Mckay, The Light Fastness of Dyes: A Review, *Text. Res. J.*, **33**, 527-577(1963).

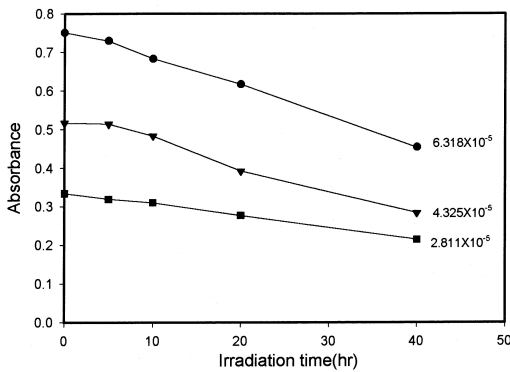


Fig. 15. Variations of absorbance of emodin solution at various concentration by irradiation.

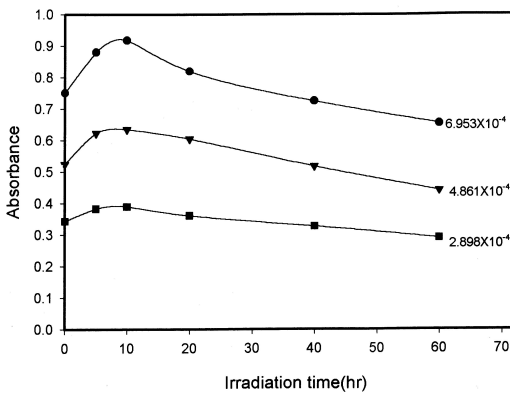


Fig. 16. Variations of absorbance of Korean knotweed extract at various concentration by irradiation.

6. C. H. Giles, The Fading of Coloring Matter, *J. Appl Chem.*, **15**, 541-550(1965).
7. D. B. Gupta, The Light Fading Mechanism of Dyed Derived from Rhubarb Extract, *J. Soc. Dyers Colour.*, **112**, 269-272(1996).
8. P. C. Crew, The Fading Rates of Some Natural Dyes, *Stud. Conserv.*, **32**, 65-72 (1987).
9. C. H. Giles, D. P. Johari, and C. D. Shah, Some Observation on the Kinetics of Dye Fading, *Text. Res. J.*, **38**, 1048-1056(1968).
10. Mitsuhiro Hida and Akihiko Yabe, Kinetic Model of Light Fading of Dyes in Solution, *Sen-i Gakkaishi*, **36**, 85-92(1980).
11. H. J. Ji, J. R. Choi, and S. J. Yu, Pharmacognostical Studies on Ho-Jang(III), *Kor. J. Pharmacog.*, **13**, 145-152(1982).
12. 우원식, "천연물화학 연구법" 서울대학교 출판부, pp.145-146(1996).

K C I