

毛髮의 Carotinoid係 色素 染色에서 Chitosan 處理順序가 毛髮의 染色性和 力學的 特性에 미치는 影響

金京善* · 全東源 · 金種俊 · 安炳泰**

梨花女子大學校 衣類織物學科 博士課程*

梨花女子大學校 衣類織物學科 教授

梨花女子大學校 化學科 教授**

Effect of Chitosan Treatment Sequence on the Human Hair Dyeing Using Natural Carotinoid Dyestuffs and Its Mechanical Properties

Kim, Kyung-Sun* · Jeon, Dong-Won · Kim, Jong-Jun · Ahn, Byung-Tae**

Dr. course., Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University*

Prof. Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University

Prof. Dept. of Chemistry, Ewha Womans University**

Abstract

The effect of chitosan treatment on the dyeing and dye fastness, and mechanical properties of hair was investigated in this study when the carotinoid dyestuffs extracted from African Marigold(*Tagetes erecta L.*) were applied to the hair. The sequences of the chitosan treatment were changed in dyeing and mordanting procedures, i.e., pre-treatment, mid-treatment, and post-treatment. While the effect of chitosan application on the color shade change was not significant, the pre-treatment of the chitosan increased the dye uptake. Discoloration and fading was observed in the lightfastness test when chitosan was mid-treated. Alkali perspiration and acid perspiration fastness test results showed that chitosan post-treatment gave lower tendency. Washing fastness results showed that chitosan post-treatment and mid-treatment gave lower values, which indicates that chitosan deters the direct formation of insoluble complex among fiber-dyestuff-mordant. In the mechanical characteristics results, however, initial modulus and breaking strength increased significantly in the post-treatment and pre-treatment of chitosan.

Key Words : chitosan(키토산), hair(모발), carotinoid(카로티노이드), tensile property
(인장특성), dyeing fastness(염색견뢰도), African Marigold(*Tagetes erecta L.*)

I. 서론

미용을 목적으로 모발을 밝은 색상으로 염색하려면 먼저 탈색처리 후 원하는 색상으로 염색해야만 한다. 탈색은 모발의 수질부에 산재하고 있는 멜라닌 색소를 제거 또는 산화시켜 모발의 색상을 열게 하는 과정이다. 탈색 후의 모발은 모발내부로 산화제의 침투를 촉진하기 위하여 사용되는 강알칼리제에 의해서 스케일의 손상이 유발되어 푸석하고 건조한 상태로 변화 된다¹⁾.

선행연구²⁾에서 모발에 천연염색을 도입하고 모발의 발색상태와 모발외형의 변화를 고찰한 바 있다. 아프리카인 매리골드(*Tagetes erecta* L.)에서 추출된 천연 카로티노이드계의 루테인색소는 모발에 대하여 뛰어난 염착능과 견뢰도를 보여주기 때문에 모발염색에서 천연염료의 사용 가능성을 제시한 바 있다. 천연염색에서는 발색을 다양하게 유도하기 위해서 매염제의 사용이 필수적이다. 그러나 매염처리 과정에서는 액성이 강산성으로 유지되는 매염액의 사용으로 인하여 모발의 2차손상이 발견되고 있다. 따라서 모발에 대한 천연염색이 활성화되기 위해서는 발색을 유도하되 모발의 손상을 최소화 시킬 수 있는 방안이 모색되어야 한다.

이에 본 연구에서는 탈색과정과 천연염색 과정에서 매염처리에 의하여 유발되는 모발손상을 최소화시키고 케어효과를 얻기 위한 방법으로 양이온성 천연고분자인 키토산 처리효과를 검토하였다. 키토산은 β -(1 \rightarrow 4)-2-acetamide-2-deoxy-D-glucose의 C2에 위치된 아세트아미드기가 50% 이상 N-탈아세틸화 된 물질이다³⁾. 키토산은 생체에 대한 친화성이

우수하고 안전성이 뛰어나기 때문에 모발의 보습, 린스, 피막형성, 킬레이트제, 감촉개량제 등, 다양한 용도가 기대되고 있다^{4,5,6)}. 모발은 등전점(3.67)보다 높은 액체에 침지되면 음이온으로 하전 되기 때문에 양이온을 띠는 키토산과 화학적인 이온결합으로 단단히 결합하여 코팅막을 형성한다^{7,8,9)}. 특히 손상된 모발의 경우 케라틴의 손상으로 인하여 화학결합이 더욱 용이하여 우수한 효과를 얻을 수 있음이 입증된 바 있다^{10,11)}. 따라서 본 연구에서는 매리골드 추출물 염색과정에서 키토산 처리순서를 변화시켜 발색과 견뢰도에 미치는 영향을 검토하였다. 인장실험을 통하여 강신도 변화를 측정하여 키토산처리에 의한 모발의 역학적 특성변화를 검토하였다.

II. 실험

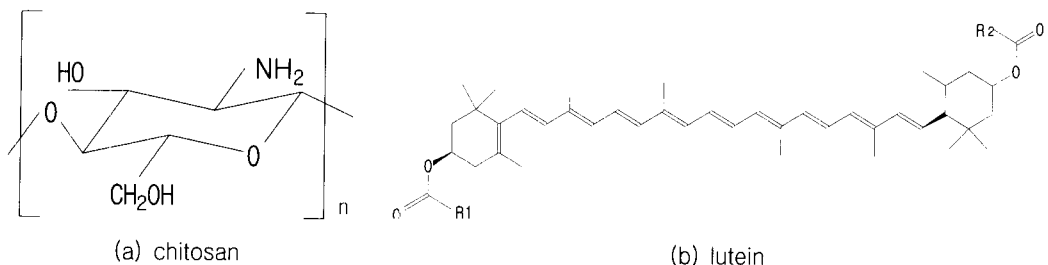
1. 시료 및 시약

1) 모발시료

모발시료는 염색용으로 탈색된 25~35세 여성의 모발을 구입하여 각 2g씩 다발로 묶어 사용하였다. 모발의 상세한 특성은 <Table 1>에 제시하였다.

2) 염재

염재는 국내에서 재배하고 건조시킨 아프리카인 매리골드 품종으로 반구형 대륜종인 오렌지보이 (Orange boy)의 꽃잎을 사용하였다.



<Fig. 1> Chemical structure of chitosan and lutein

<Table 1> Characteristics of hair

Fiber	Shape	Diameter	Surface color		
			L*	a*	b*
Bleached Hair	Straight	80~110 μ m	66.59	2.51	18.86

<Table 2> Chemical structure and name of mordanting agent

Mordanting agent	Chemical name	Chemical structure
Al	Aluminum potassium sulfate	$\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Sn	Tin(II) chloride dihydrate	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Cu	Cupric sulfate pentahydrate	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Fe	Iron(III) chloride hexahydrate	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

3) 키토산

키토산은 본 연구실에서 제조된 것으로서 GPC 분석결과 중량평균분자량(Mw) 187,700, Polydispersity (Pd) 3.149로 측정되었다. 탈아세틸화도는 Toluidine 지시약을 이용한 콜로이드 적정법¹²⁾을 적용하여 측정한 결과 94.29%로 측정되었다.

4) 매염제

매염제는 <Table 2>에 제시된 4종류로서 1급 시약 (Duksan Pure Chemical Co., Ltd.)을 사용하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 모든 시료를 후매염 처리하였으며 키토산 처리효과를 검토하기 위하여 염색이전, 염색이후, 매염이후의 세 과정으로 차별화시켜 진행하였다. 키토산 미처리 시료를 Control로 하였다. 각 시료는 샴푸하여 정련시킨 후 각각의 공정에서 수세와 건조과정을 거쳤다. 네 종류의 상세한 처리방법은 다음과 같다.

- ① 키토산 미처리 시료 : 염색→매염
- ② 키토산 전처리 시료 : 키토산처리→염색→매염
- ③ 키토산 중간처리 시료 : 염색→키토산처리→매염
- ④ 키토산 후처리 시료 : 염색→매염→키토산처리

1) 염액 추출

아프리카인 매리골드 건조꽃잎을 잘게 분쇄하여 사용하였다. 염재와 탈이온수를 10g/l의 비율로 조절하여 100℃에서 60분간 추출한 후 여과하였다.

2) 모발 세정

10% 농도의 SLS(Sodium Lauryl Sulfate) 용액을 제조하여 세정제로 사용하였다. 모발 2g에 대하여 세정제 2ml를 가하고 거품을 낸 후 습윤 된 모발을 부드럽게 비벼서 샴푸하였다. 연이어 탈이온수로 세척한 후 냉풍으로 건조시켰다.

3) 키토산 수용액 제조 및 처리

1%(w/w) 농도의 초산수용액에 키토산을 첨가하여 0.5%(w/w) 농도의 키토산 초산수용액을 제조하였다. 모발에 대한 처리는 액비 1:50으로 조절하여 상온에서 60분간 침지 후 건져서 40℃의 열풍으로 10분간 건조시켰다. 키토산 처리가 완결된 시료는 20℃의 탈이온수로 충분히 수세한 후 냉풍으로 건조시켰다.

4) 염색

액비 1:100으로 조절하여 하여 60℃에서 60분간 염색한 후 탈이온수로 충분히 수세한 후 냉풍으로 건조시켰다.

5) 매염

알루미늄매염제는 5% owf, 주석, 구리, 철매염제는 각각 2% owf 농도로 매염액을 제조하여 액비 1:100으로 조절하여 60℃에서 30분간 침지하여 매염처리 하였다. 매염처리가 완결된 시료는 탈이온수로 충분히 수세 후 냉풍으로 건조시켰다.

3. 측정

1) 표면색 및 염착농도 측정

분광광도계(Spectrophotometer, COLOR-EYE 3100, USA)를 사용하여 2°관찰자와 D65광원으로 고정하여 표면색 L*, a*, b* 값을 측정하였다. 색차인 ΔE값은 미염색시료와 염색시료간의 색차로서 다음에 제시되는 식에 대입하여 구하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

동일한 시료를 사용하여 최저분광반사율을 측정하고 다음에 제시되는 Kubelka-Munk식에 의해 K/S값을 구하였다.

$$K/S = (1-R)^2 / 2R$$

where, K : absorbance coefficient of dyed material
S : scattering coefficient of dyed material
R : reflectance

2) 견뢰도 측정

일광견뢰도 시험은 KS K ISO 105-B02 섬유-염색견뢰도 시험방법-B02부에 의거하였다.인공광원에 대한 염색견뢰도 측정법이 적용되었으며 크세논아크법에 따라 인공광원기(xenon weather-O-meter, Ci4000, Atlas, USA)하에서 20시간 노출하여 측정하였다.

세정견뢰도 시험은 KS K ISO 105-C01 세탁에 대한 염색견뢰도 시험법에 의거하여 합성세제농도 5g/l, 40℃ 조건 하에서 30분간 실험하였다. 삼푸대신 pH가 10.5 정도로 유지되는 합성세제가 사용되었다. 매우 가혹한 시험조건이기 때문에 수회에 걸

친 세정과정을 단축하는 효과를 나타냈다.

땀견뢰도 시험은 KS K ISO 105-E4 염색물의 땀견뢰도 시험법(Textiles-tests for fastness-Part E04: Color fastness to perspiration)에 의거하여 산성과 알칼리성 땀에 대한 염색견뢰도를 측정하였다.

3) 인장특성 측정

인장시험기(Testometric, Micor 350, Rochdale, England)를 사용하여 유효 시료길이 60mm, 인장속도 20mm/min로 설정하여 인장특성인 강도, 신도, 초기인장강도, 초기신장률을 세분화하여 측정하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 표면색

키토산미처리 모발과 키토산의 처리순서를 다르게 적용하여 염색 후 얻어진 염색모발의 색상을 측정하여 <Table 3>에 제시하였다.

먼저 무매염 시료의 색상변화를 살펴보면, 키토산 미처리에 비해서 키토산 전처리에서 명도가 약간 저하되었으며 적색정도인 a*값은 키토산 후처리에 의해 약간 상승되었다. 황색정도인 b*값은 키토산 미처리시료에서 오히려 가장 크게 나타나고 있다. 전반적인 경향으로 볼 때 무매염에서는 키토산 처리 유무가 발색에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 평가된다.

알루미늄 매염에서는 키토산 후처리에서 a*값과 b*값이 가장 높게 나타나고 있어 비교적 효과가 우수한 것으로 평가된다. 주석매염은 일반적으로 적색의 발색을 촉진하고 색상을 밝게 하는 효과가 있다. a*값을 중심으로 살펴보면 키토산 미처리시료에서 가장 큰 값을 나타내고 있어서 키토산처리가 오히려 적색의 발색에 방해요소로 작용하고 있는 것으로 관측된다. 구리매염에서는 키토산 전처리 시료에서 a*값과 b*값이 가장 크게 측정되어 매염효과가 큰 것을 알 수 있다. 철매염에서는 키토산 처리에 따른 뚜렷한 경향이 나타나지 않고 있다.

전반적인 경향으로 키토산 미처리에서 명도가 낮으며 색차가 크게 나타나고 있어 매염효과가 작용하고 있는 것으로 평가된다. 키토산 처리는 오히려 염료와 매염제간의 결합을 방해하여 색상발현 효과를 저해하는 작용을 하는 것으로 생각된다. 그러나 키토산 처리에 의해 색상의 경향이 크게 달라지지 않고 있어 색상의 변화에 미치는 영향은 크지 않다고 할 수 있다.

2. 염색모발의 염착농도 K/S

염색모발의 염착농도를 측정하여 <Table 4>에 제시하였다. 키토산 전처리 시료에서 월등히 높은 염착농도를 보이고 있다.

키토산 중간처리와 후처리에 의해서도 견고한 염착이 기대되었으나 염착농도가 증가되지 않고 있다. 전자에서는 키토산미처리에 미치지 못하고 있으며 후자에서는 키토산미처리와 거의 동일하다. 키토산 중간처리에서는 모발에 염착되어 있는 염료 위에 키토산이 보호막을 형성하여 매염제와 반응할 수 있는 반응기를 차단하여 오히려 염착을 방해하는 것으로 추측된다. 염료와 키토산, 매염제와 키토산의 결합은 견고하게 유지될 것으로 생각되나 염료와 매염제간의 복합체 형성을 방해하여 발색을 저해한다고 할 수 있다.

키토산의 사전처리에서는 젖은 상태에서 (-)이온을 띠고 있는 모발과 (+)이온으로 하전된 키토산이 강한 이온결합으로 결합되어 피막을 형성할 뿐만 아니라 염료와 결합할 수 있는 염착좌석을 증가시켜 염착농도를 증진시키고 있음이 분명하다.

염착농도 K/S값의 분석으로부터 모발에 대한 키토산처리는 사전처리가 가장 바람직한 것으로 판단된다.

3. 일광 견뢰도

<Table 5>에는 염색모발의 일광견뢰도를 등급으로 평가하여 제시하였다. 키토산 처리효과가 거의

<Table 3> L*, a*, b* value of hair sample

Treatment Condition		Mordanting					
		None	Al	Sn	Cu	Fe	
Control	Untreated	L*	66.59	-	-	-	-
		a*	2.51	-	-	-	-
		b*	18.86	-	-	-	-
Chitosan Untreated	Dyed-Mordanted	L*	40.31	31.38	32.93	22.10	18.53
		a*	3.62	7.08	19.11	2.27	-0.07
		b*	27.01	25.09	25.47	7.30	0.31
		ΔE	27.53	36.05	38.10	45.97	51.58
Chitosan Treated	Chitosan treated-Dyed-Mordanted	L*	37.14	35.28	34.05	25.68	18.70
		a*	3.89	6.43	16.85	4.21	0.66
		b*	23.61	29.18	28.52	16.34	1.73
		ΔE	29.86	33.20	36.84	41.02	50.90
	Dyed-Chitosan treated-Mordanted	L*	40.04	33.73	38.82	27.38	21.82
		a*	3.70	6.63	13.64	2.26	1.41
		b*	24.69	25.00	30.73	10.97	4.54
		ΔE	27.21	33.68	32.19	40.00	47.02
	Dyed-Mordanted-Chitosan treated	L*	39.94	34.50	30.65	25.72	19.69
		a*	4.21	9.48	18.00	4.20	0.26
		b*	24.47	29.93	23.37	13.16	0.83
		ΔE	27.28	27.28	39.40	41.30	50.30

나타나지 않고 있는 것으로 평가된다. 키토산 중간 처리에서는 오히려 변퇴색이 관찰되고 있다. 이러한 변퇴색은 염료와 매염제간에 키토산이 존재함으로써 불용성 복합체의 형성이 방해되어 나타나게 되는 현상으로 생각된다.

일광견뢰도의 증진에 키토산처리는 효과가 없다는 사실이 밝혀지고 있다.

4. 땀 견뢰도

1) Acid perspiration

산성땀에 대한 견뢰도를 판정하여 <Table 6>에 제시하였다. 대부분의 시료에서 변퇴색이 관찰되지 않아 상당히 안정한 것으로 평가된다. 키토산 전처리와 후처리에서 약간의 변퇴색이 발견되기는 하나

괄목할만한 현상은 아니다. 모발에 대한 카로티노이드계 색소 염색은 산성땀에 대하여 상당히 안정한 거동을 보이고 있다.

2) Alkali perspiration

알칼리땀에 대한 변퇴색을 판정하여 <Table 7>에 제시하였다. 대부분의 시료에서 매우 안정한 것으로 평가된다. 키토산 후처리에서 Al, Sn, Cu 매염의 경우 약간의 변화가 관찰되었는데 오히려 색상이 약간 선명해지는 결과를 보여주고 있다.

5. 세정 견뢰도

세정견뢰도 시험에 따른 모발시료의 변퇴색의 등급을 판정하여 <Table 8>에 제시하였다. Cu와 Fe

<Table 4> K/S value of hair sample

Treatment Condition		Mordanting	None	Al	Sn	Cu	Fe
Chitosan Untreated	Dyed-Mordanted		19.76	25.05	20.66	19.50	19.01
	Chitosan treated-Dyed-Mordanted		22.60	25.33	22.16	23.52	21.04
Chitosan Treated	Dyed-Chitosan treated-Mordanted		20.85	21.64	18.40	17.00	18.86
	Dyed-Mordanted-Chitosan treated		19.59	25.05	21.95	19.34	17.81

<Table 5> Light fastness grade of hair sample

Treatment Condition		Mordanting	None	Al	Sn	Cu	Fe
Chitosan Untreated	Dyed-Mordanted		7	7	7	7	7
	Chitosan treated-Dyed-Mordanted		7	7	7	7	7
Chitosan Treated	Dyed-Chitosan treated-Mordanted		6	6	5	6	6
	Dyed-Mordanted-Chitosan treated		7	7	7	7	7

매염의 경우는 키토산 처리순서에 관계없이 우수한 견뢰도를 보여주고 있다. 키토산 미처리 시료의 견뢰도가 가장 우수하다. 키토산 처리시료는 매염제의 변화에 따라 약간씩 차이를 보이고 있는데 색상이 짙고 선명해져서 변색된 것으로 볼 수 있다. 키토산 처리시료에서만 색상이 짙어지고 선명해지는 이유는 액성이 pH10.5 정도로 강알칼리성이 유지되는 세제의 영향으로 추측된다. 모발의 스케일 사이에 머물고 있던 색소가 강알칼리성의 세제에 의하여 평운된 스케일 사이로 침투되어 안정화되기 때문으로 생각된다. 이 때 키토산은 염료를 모발에 견고하게 고착시키는 역할을 하게 되는 것으로 기대된다. 이러한 과정을 통하여 키토산 처리모발은 샴푸나 세정에 의해 퇴색되기 보다는 오히려 선명하게 변색되는 경향

을 보여주기 때문에 단순히 세정견뢰도가 저하되는 것으로 결론지을 수 없다.

세정견뢰도의 표면적인 수치를 떠나서 염색된 시료의 색상이 선명해지고 밝아지는 현상은 미용염색에서 오히려 긍정적인 효과로 받아들여질 수 있다.

6. 역학적 특성변화

모발이 외부의 자극으로 인해 손상을 입게 되면 강도와 신도의 변화가 유발된다. 김의 연구¹⁾에서는 탈색에 의한 변화를, 유의 연구¹³⁾에서는 퍼머넌트에 의한 강신도 변화를 제시한 바 있다. 모발에서 손상이 수반되면 대체로 강도는 저하되는 반면 신도는 상승되는 특성을 보여주게 된다. 본 연구에서는 손

<Table 6> Acid perspiration fastness grade to fade of hair sample

Mordanting		None	Al	Sn	Cu	Fe
Chitosan Untreated	Dyed-Mordanted	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Chitosan Treated	Chitosan treated-Dyed-Mordanted	4-5	4-5	4	4	4-5
	Dyed-Chitosan treated-Mordanted	4-5	4-5	4-5	4	4-5
	Dyed-Mordanted-Chitosan treated	4-5	4	4	4-5	4-5

<Table 7> Alkali perspiration fastness grade to fade of hair sample

Mordanting		None	Al	Sn	Cu	Fe
Chitosan Untreated	Dyed-Mordanted	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Chitosan Treated	Chitosan treated-Dyed-Mordanted	4-5	4-5	4-5	4	4-5
	Dyed-Chitosan treated-Mordanted	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Dyed-Mordanted-Chitosan treated	4-5	4	4	4	4-5

<Table 8> Washing fastness grade of dyed hair

Chitosan Treatment		Mordanting				
		None	Al	Sn	Cu	Fe
Chitosan Untreated	Dyed	4/5	4	4	4/5	4/5
Chitosan Treated	Chitosan treated-Dyed-Mordanted	4/5	3	4	4/5	4/5
	Dyed-Chitosan treated-Mordanted	3	3	4	4/5	4/5
	Dyed-Mordanted Chitosan treated	4	3	3	4/5	4/5

상된 모발에서 측정되는 역학적 특성이 키토산의 처리에 의하여 변화될 것으로 예상하였다.

모발의 인장특성 곡선은 구분되는 세 종류의 영역으로 특징 지워질 수 있다. <Fig. 2>, (a)를 참고로 살펴보면 초기인장 시 모발표면을 구성하는 케라틴 단백질로 이루어진 단단한 구조의 큐티클 층이 손상을 입는 영역을 탄성영역(Elastic Phase), 부드러운 피질부분이 쉽게 늘어나는 부분을 항복영역(Yield Phase), 힘과 신장이 일정한 비례치를 유지하다가 끊어지기까지의 영역을 후 항복영역(Post-yield Phase)이라고 한다.¹⁰⁾

키토산 처리순서 변화에 따른 역학적 특성의 변화를 측정하여 <Table 9>에 제시하였다. 인장시험에 사용된 모발은 키토산미처리, 무매염 염색시료와 매염과정이 배제된 키토산 전처리, 중간처리 시료만 사용하였다. 매염과정이 배제되면 키토산 전처리는 키토산처리→염색과정으로 간략화 되며 키토산 중간처리는 염색→키토산처리 과정으로 간략화 되므로 역학적 특성변화에서는 전자는 키토산 전처리, 후자는 키토산 후처리로 칭하기로 한다. 각 처리조건별로 모발 20개를 측정한 후 비교적 일관된 측정치를 보여주는 5개의 모발을 선별하여 평균값을 산출하였다.

모발의 보호막을 형성하는 큐티클 층이 절단되기까지의 신도를 나타내는 Elastic Phase의 Yield Point Elongation ratio(초기신장률)를 살펴보면 키토산 전처리>키토산 미처리>키토산 후처리의 순으

로 나타나고 있다. 그러나 초기탄성계수인 Yield point Modulus는 키토산 후처리>키토산 전처리>염색의 순으로 나타나고 있다. 상기의 측정결과는 키토산을 처리하는 경우가 처리하지 않은 경우보다 강직해지고 있음을 보여주는 것이다. 또한 키토산 후처리에 의해서 전처리보다 큐티클이 더욱 단단해지고 있음이 확인된다.

피질부(cortex)의 물리적 특성을 보여주고 있는 Post Yield Phase에서 신장률(Elongation ratio)을 살펴보면 키토산 후처리>염색>키토산 전처리의 순으로 측정되었고 절단강도(Break Strength)는 키토산 후처리 >키토산 전처리>염색의 순으로 측정되었다. 따라서 피질부의 강도 또한 키토산을 처리하는 경우 더욱 강직해진다는 것을 알 수 있다. 키토산을 처리하면 피막을 형성할 뿐만 아니라 내부에 까지 침투하여 인장특성에 영향을 미치는 것이 확인되었다.

<Fig. 2>에 각 처리조건별 시료의 인장특성을 측정하여 제시하였다. 각 시료의 특성을 확연하게 보여주고 있는데 위에서 살펴본 바와 같이 모발의 표면을 형성하는 큐티클 층의 특성을 나타내는 초기탄성영역에서는 키토산 후처리에 의해 강도가 커지는 것을 알 수 있다.

피질의 물리적 특성을 나타내는 영역인 항복과 후항복 영역에서도 키토산 처리에 의해 강도가 상승되고 있는데 후처리가 전처리보다 효과가 크게 나타나고 있다. 상기의 결과들을 종합해 볼 때 키토산처리

에 의해 모발의 큐티클 층과 피질부 모두 강도가 상승되고 있는 것으로 결론지을 수 있다.

키토산의 처리순서 변화가 보여주고 있는 장단점에 대하여 검토해볼 필요가 있는 것으로 판단된다. Elastic Phase, Yield Phase, Post-yield Phase에서 키토산 처리에 의하여 실제 우리가 모발에서 느끼는 변화와의 연관성이 중요하다고 생각된다. 일상생활에서는 Elastic Phase 영역이 가장 주요하며 Yield Phase나 Post-yield Phase 영역에서의 상황이 일어날 확률은 거의 전무하다고 보아도 과언이 아니다. 앞의 <Table 9>를 참조할 때 Elongation ratio가 가장 큰 값을 갖고 Yield point Modulus도 적절한 값

을 갖게 하는 키토산 전처리 조건이 가장 바람직한 것으로 평가된다.

IV. 결론

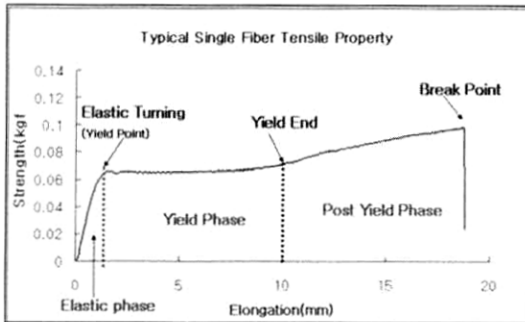
본 연구에서는 천연 카로티노이드계 색소인 아프리칸 매리골드 추출물로 모발을 염색하는 과정에서 키토산 처리순서를 변화시켜 적용하여 색상과 견뢰도의 변화, 역학적 성질의 변화를 고찰하였다. 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

<Table 9> Tensile property of dyed and chitosan treated hair

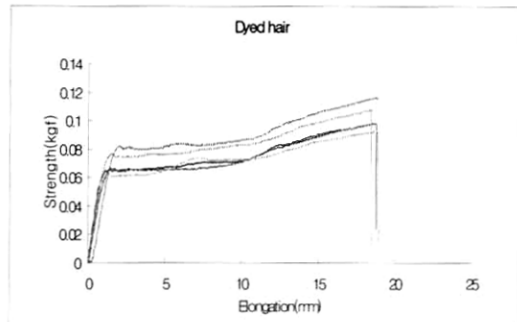
Tensile property Chitosan treatment		Elastic phase		Post Yield Phase	
		Yield point Elongation ratio (%)	Yield point Modulus (gf/a μ m ²)*	Elongation ratio (%)	Break Strength (gf)
Dyed	1	2.02	2432.67	31.55	116.6
	2	1.63	2801.23	30.70	107.4
	3	0.95	4048.42	27.43	93.3
	4	1.32	2872.73	31.45	92.2
	5	1.38	2886.96	31.25	98.0
	Aver.**	1.46	2893.15	30.48	101.5
Chitosan treated- Dyed	1	1.79	2979.89	36.20	116.3
	2	1.30	4043.08	35.35	116.3
	3	1.74	2924.14	34.87	118.0
	4	1.66	2931.33	38.15	104.0
	5	1.71	2729.82	48.33	96.7
	Aver.	1.64	3076.83	23.15	110.3
Dyed- Chitosan treated	1	1.40	3561.43	30.72	125.8
	2	1.13	4067.26	30.48	123.7
	3	1.76	2635.23	37.10	122.9
	4	1.34	3407.46	35.15	120.0
	5	1.23	4302.44	35.95	126.0
	Aver.	1.37	3516.79	33.88	123.7

*gf/a μ m² : where, a=6,348.5 로서 각 시료의 단면적이 동일하다고 가정

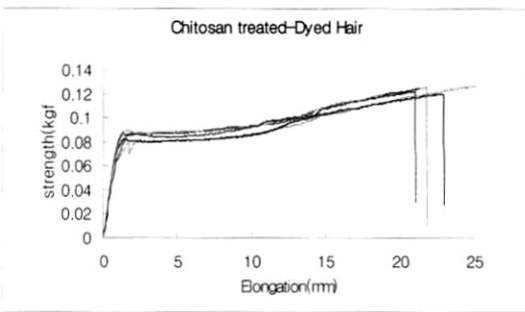
**Aver. : Average



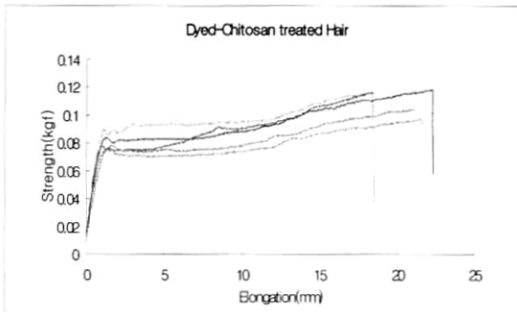
(a) Typical single fiber



(b) Dyed-mordanted hair



(c) Chitosan treated-dyed-mordanted hair



(d) Dyed-mordanted-chitosan treated hair

<Fig. 2> Tensile property curve of chitosan treated hair.

1. 키토산 처리방법의 변화가 염색된 모발의 색상 차이에 큰 영향을 미치지 않았다. 이는 모발자체의 염착능이 우수하기 때문에 키토산 처리에 의한 아민기의 도입이 염착에 큰 영향을 미치지 않기 때문으로 추측된다.

2. 염착농도는 키토산 전처리에서 월등히 높았다. 염색 후 또는 매염 후에 키토산을 처리 하여도 코칭막의 형성으로 인하여 염료의 고착축진과 견고한 염착이 기대되었으나 염착농도가 증가되지 않았다. 키토산 후처리(염색→매염→키토산처리)에서는 염착농도가 오히려 감소되는 것으로 보아 매염제와 염료간 복합체 형성이 방해된다고 볼 수 있다.

3. 일광견뢰도는 키토산 전처리 또는 후처리에서는 유의한 변퇴색이 관찰되지 않았다. 그러나 키토산 중간처리(염색→키토산처리→매염)에서는 변퇴색이 관찰되어 견뢰도가 저하되고 있다.

4. 카로티노이드계 색소 염색은 산성과 염기성 팜에 대하여 상당히 안정하여 변퇴색이 거의 발견되지 않았다. 그러나 키토산 후처리의 경우, Al, Sn, Cu 매염시료에서 염기성 팜에 의해 약간의 변화가 관찰되지만 색상은 오히려 선명해지고 있다.

5. 키토산 미처리에 비해서 키토산 처리가 도입되는 경우 전반적으로 역학적 특성이 유리한 방향으로 개선되고 있다. 키토산 처리방법의 변화에 따라 모발의 역학적 특성도 변화되고 있다. Elastic phase 범위에서 인장력은 키토산 전처리에서 가장 우수한 반면 초기탄성계수는 키토산 후처리에서 우수하다.

6. 모발 피질부의 강도 또한 키토산을 처리하는 경우 더욱 강직해지고 있다. 키토산 처리에 의하여 모발 표면에 피막이 형성될 뿐만 아니라 내부에 까지 침투되어 인장특성에 영향을 미치고 있다.

참고문헌

- 1) 김경선, 전동원 하병조(2006), "모발의 탈색 정도에 따른 인장특성과 표면색 변화 연구", *패션비즈니스*, 10(1), pp.94-105
- 2) 김경선, 전동원(2006), "아프리카인 매리골드 (*Tagetes erecta L.*) 꽃 추출물로 염색한 모발과 양모섬유염색에서 후매염에 의해서 흡착된 금속이온 농도가 색상과 견뢰도에 미치는 영향", *패션비즈니스*, 10(5), pp.45-57
- 3) Muzzarell, R. A. A.(1985), "*Chitin*", The Polysaccharides, 3, pp.517-450
- 4) 안봉전, 이진태, 이창언, 이치현, 박경호, 김연숙(2004), "*화장품생물신소재*", 광문각, p.192
- 5) 김세권, 전유진(1997), "기능성 화장품 소재로서의 키틴·키토산", *한국키틴·키토산연구회지*, 2(4), pp.5-13
- 6) Mrguerite Rinaudo(2006), "Chitin and Chitosan: Properties and Applications", *Progress in polymer science*, 31, pp.603-632
- 7) 서성환(1998), "두발화장품의 기술동향", *대한화장품학회지*, 24(2), pp.128-141
- 8) 하병조, 이옥섬, "키토산 올리고당의 보습성과 생리활성에 관한 연구", *대한화장품학회지*, 25(1), pp.6-22
- 9) 하병조(2006), "키토산 고정화 효소를 함유한 세정용 화장품의 물리화학적 특성에 관한 연구", *한국두피모발미용학회지*, 2(1), pp.119-133
- 10) Diana Tang(2002), "Quantification and ranking of caucasian hair damage", *Personal care*, May, pp.7-12
- 11) Clara Goh, T.V.Drovetskaya(2005), "New cationic conditioning polymers for hair care", *Personal care*, September, pp.51-54
- 12) S. Mima, R. Iwamoto & S. Yoshikawa(1983), *J. of Applied Polymer Science*, 28, p.1909
- 13) 유태순, 김정해, 정연(2007), "퍼머넌트 웨이브 시술방법에 따른 모발의 물리적, 역학적 특성 변화", *한국의류산업학회지*, 8(4), pp.441-448

(2007년 6월 18일 접수, 2007년 9월 3일 채택)