

# 염색시료의 저채도 영역에서 색상에 따른 색의 허용치에 관한 연구

우화령, 김정렬, 손아름, 김삼수, 이원철\*

영남대학교 섬유패션학부, \*경일대학교 섬유패션학과

## 1. 서 론

색의 차이를 정확히 표현한다는 것은 아무리 색상에 경험이 많은 사람이라도 무척 어려운 일이다. 이런 이유 때문에 염색물의 경우에는 색의 허용범위에 대한 사람들의 견해가 달라서 마찰의 쟁점이 되는 경우가 허다하다. 섬유산업에서도 색의 차이로 인한 문제가 많이 발생하고 있다. 즉, 섬유 염색 산업의 제품 경쟁력은 바로 컬러의 재현과 직결되어 있지만, 국내에서는 색채에 관한 공학적 연구가 거의 진행되지 않아 염색업체에서 클레임이 들어왔을 때 아직 완전하지 못한 색차식에 의해 잘못된 데이터가 산출되는 경우가 허다하다. 선진국과 CIE(국제조명위원회)에서는 이러한 문제점을 해결하고자 많은 연구를 진행하고 있지만, 도료와 인쇄에 치중하고 있다.[1]

1976년 국제조명위원회(CIE : the Commission Internationale de l'Eclairage)는 CIELAB 색차식을 표준색차식으로 제안하였다. 이 식은 섬유, 페인트, 프린트 잉크 등의 산업계에서 표면색차의 평가 시 널리 사용되었고,  $a^*$ ,  $b^*$  좌표축의 극좌표 전환을 이용한 채도와 색상각도의 정의는 먼셀 시스템과 잘 일치하는 장점을 보였다. 그러나 1976년 이후 연구된 많은 시관측 평가 결과, CIELAB 색차식은 시관측과는 많은 불일치를 보이는 것이 알려졌다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 CIELAB 색차식을 수정하여 좀 더 시관측 결과와 일치하는 색차식을 찾으려는 연구가 다양하게 이루어졌다.

대표적인 수정 CIELAB 색차식으로는 CMC, BRD, CIE94, LCD 식 및 최근 국내 CIE(국제조명위원회)에서 제안된 CIEDE2000 식이 있는데, 이들은 모두 CIELAB 색공간을 기반으로 하고 있으며 여러 면에서 많은 유사점을 가진다<sup>[2-6]</sup>. 인간의 시각은 색상의 변화에는 민감하지만 그에 비하여 채도의 변화에는 덜 민감하기 때문에 허용체적의 채도축이 길어져 기준색으로부터 같은색으로 인식되는 색공간 즉 색상 허용체적이 CIELAB식에서 계산되는 구가 아니라 타원체가 된다. 따라서 수정 색차식들은 모두 기준색 주위로 명도, 채도, 색상의 각 방향으로의 허용 타원체의 크기를 계산하는 색차 가중 함수를 색차식에 도입함으로써 시관측과의 불일치를 개선하였다.

이러한 개선된 색차식 중 섬유 염색 산업에서 가장 많이 이용되는 색차식은 CMC 색차식이다. 이는 영국염색학회(SDC)의 측색위원회(CMC : Colour Measurement Committee)에서 추천된 색차식이다. 이 연구에서는 전문가의 판단들을 기초로 색차 허용치 계산시의 오차를 체계적으로 연구하였다. 현재까지 CMC 색차식은 영국표준(BS), AATCC(the American Association of Textile Chemistry and Colourists) 시험법, ISO(the International Standard Organization) 표준으로 채택되어 광범위하게, 특히 섬유 염색 업계에서의 색차계산에 널리 사용되고 있다. 그리고 사람이 명도의 변화를 크게 느끼지 못하는 점을 감안하여 명도의 허용치

를 늘려주어 명도차가 크게 차이나더라도 결론적인 색차값( $\Delta E$ )값은 큰 차이가 없도록 만든 것이다. 하지만, 염색업체에서 표준으로 사용되고 있는 CMC 색차식이라도 저채도·저명도의 dark color의 염색물에서 시각적 판정과 큰 불일치를 보인다. 본 연구에서는 염색업체에서 클레임이 많이 발생하는 색 영역인 어두운 색 영역의 샘플을 제작하여 섬유염색업체에서의 표준 규격인 CMC 색차식과 기존의 다른 수정 색차식과 비교하고, 또한 이를 시각평가와 비교·분석하여, 색차식의 수정방안을 제시하고자 한다.

## 2. 실 험

### 2-1 샘플제작

샘플은 유광 폴리에스테르 섬유를 분산염료로 아래의 Fig.1.과 같은 profile로 염색한 후 환원세정하였다.

염색된 샘플은 약 30개의 center를 중심으로 10개의 pair들이 제작되었으며, 크기는 가로×세로 5×6.5cm로 하였다. 그리고 CIELAB  $\Delta E^*$ ≈1 정도를 가지는 샘플을 최소한의 gap을 가지게 pair로 제작되었다.

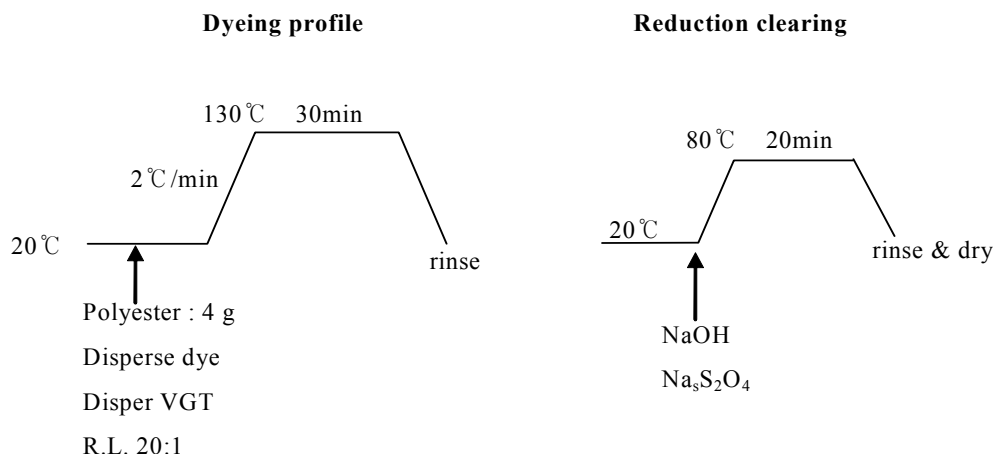


Fig. 1. Dyeing Profile.

### 2-2 색차판정

제작된 샘플은 측색기(CCM, X-Rite8200, U.S.)를 사용하여 측색이 되었고, 이때의 조건은 다음과 같다.

- D<sub>65</sub> 표준 광원
- 10° 표준관측자
- 경면반사제외

그리고 측색기에 의해 얻은 샘플의 L\*, a\*, b\*값은 CMC에 의해 색상이 판정되었다.

## 2-3 시각판정

시각판정은 라이트 박스 (Light box, The Judge II, Macbeth, U.S.)에서 판정이 되었으며, 이때의 조건은 다음과 같다.

- D<sub>65</sub> 표준광원
- 0/45 기하구조
- gray-scale 방법
- 시각적 결함이 없는 50명의 학생에게 시각판정을 실시

## 3. 결과 및 고찰

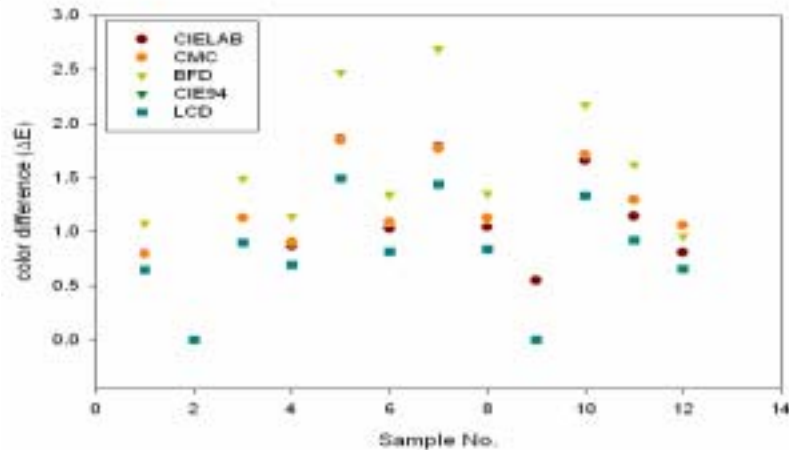
### 3-1 Gray-scale 제작

시각판정을 위해 ISO규격에 따른 gray-scale을 제작하여 표 1에 나타내었다.

**Table 1.** Preparation of gray-scale

등급	L*	a*	b*	$\Delta E$
5	42.08	-0.09	-0.23	0.00
4-5	42.94	-0.27	-0.38	0.89
4	43.80	-0.05	-0.10	1.73
3-4	44.73	-0.21	-0.23	2.65
3	45.41	-0.24	0.05	3.35
2-3	46.64	-0.24	-0.21	4.56
2	49.00	0.26	-0.25	6.93
1-2	51.52	0.17	0.23	9.45
1	55.23	-0.26	0.09	13.15

### 3-2. 색차시 편기



**Fig. 2.** Comparison of  $\Delta E$  in conventional color-difference formulae.

Fig.2에서 기존의 색차식이 모두 다른 색차값을 가짐을 알 수 있고, 심지어 표준으로 규정된 CMC와 CIE94의 색차식도 서로 값이 일치 않음을 볼 수 있었다. 기기에 의한 색차와 시각적 판단간의 색차 간에도 일치하지 않음을 알 수 있었고, 정확한 색차식으로서의 수정이 요구되었다.

## 참고문헌

1. 김삼수, 박성수, "디지털 색상의 원리와 응용", 우신출판사 p68, 120(2002).
2. F. Clarde, R. McDonald, B. Rigg, *Modification to JPC79 colour-difference formula*, J Soc Dyers Col, 100, PP.128-132(1984).
3. CIE. Technical report: Industrial colour-difference evaluation. CIE Publication No.116, Vienna: Central Bureau of the CIE(1995).
4. MR. Luo, G. Cui, B. Rigg, The development of the CIE 2000 colour difference formula: CIECE2000, Color Res Appl, 26, PP.340-350(2001).
5. Kim DH, Nobbs JH. New weighting functions for the weighted CIELAB colour difference formula. Proc Color 97 Kyoto, 1, PP.446-449(1997).
6. MR. Luo, B. Rigg, BFD( $\ell:c$ ) colour-difference formula. Part I -Development of the formula, J Soc Dyers Color, 103, PP.86-94(1987).