

## 식용색소에 의한 CEROMER 수복물의 색안정성

단국대학교 치과대학 보철학교실

정유진 · 임주환 · 조인호 · 임현송

### I. 서 론

기존의 금속-도재 수복물은 수 십년간 심미적인 수복물로 사용되어 왔으나 최근 심미적 보철물의 요구 증대에 따른 대안으로 완전 도재 수복물과 복합 레진이 흔히 이용되고 있다. 그러나 도재는 우수한 심미성, 높은 색조 안정성, 항마모성과 치태 축적이 방지된다는 장점에도 불구하고 취성이 크고 인장강도가 낮으며<sup>1,2)</sup> 투명도, 산란 및 굴절률 등이 자연치와 다르고 시간이 경과함에 따라 응력이 누적되는 단점을 가지고 있다. 반면, 기존의 복합 레진은 대합 자연치의 마모도를 감소시키고 구강 내에서 직접 수리가 가능하며 축성 시 특별한 금속하부 구조가 필요하지 않다는 장점이 있으나, 접착부위의 형태 유지가 어렵고 중합 수축으로 인한 변연 노출로 치아의 지각과민성이 문제가 되며 레진 기질과 무기물 filler 사이의 강도 차이로 인해 매끄러운 표면을 얻기가 어려워 착색 저항도가 저하되는 단점이 있다.<sup>3)</sup> 따라서 도재 수복물과 복합 레진의 이런 단점들을 보완하기 위해 1990년대 중반에 Ceramic Optimized Polymer (CEROMER)가 섬유 강화형 콤포지트인 Fiber Reinforced Composite (FRC)와 더불어 개발되었는데, ceromer는 심미적이며 마모도가 자연치와 유사하고 충분한 강도 및 충격 흡수의 장점등을 가지고 있다.<sup>4)</sup>

이러한 ceromer의 종류로는 Artglass®(Heraeus Kulzer Co., Germany), Belle Glass HP®(Kerr Co., U.S.A.), Herculite®(Kerr Co., U.S.A.), Sculpture®(Jeneric Co., U.S.A.), Targis®(Ivoclar Co.,

Liechtenstein)등이 있으며<sup>5)</sup> 현재 주로 이용되고 있는 Artglass®와 Targis®중, Artglass®는 Kulzer사의 Polyglass®개발로 시작되어 보완 개발된 재료로 무게비의 약 70% 이상을 차지하는 미세한 무기질 filler와 25%가량의 polymer matrix로 구성되어 있는데, 마모율이 작아서 저작시 대합치 마모를 일으키지 않고 탄성이 좋아 파절 위험성이 낮으며 이로 인해 수명이 길다고 알려져 있다.<sup>4,6)</sup> Targis®는 무게비의 약 75-80%를 차지하는 균일한 크기의 무기질 filler와 20%가량의 polymer matrix로 구성되어 있으며<sup>7)</sup>, 높은 기계적 안정성, 마모저항, 장시간의 색조 안정성, 생체적합성 및 구강내 환경에 높은 저항성 등을 가지고 있다고 보고되어 있다.<sup>4,8)</sup> 그러나 Artglass®와 Targis®를 포함하는 ceromer는 앞서 언급된 여러 장점에도 불구하고 구강내 노출 시 광택이 소실되는 등의 단점을 가지고 있기 때문에<sup>9)</sup> 그 사용이 국한되어 있다.

색조의 안정성은 심미에 매우 큰 비중을 차지하며 색변화, 심미적 부조화, 색소 침착 등은 전치부 심미 보철물 재제작의 주요 원인이 된다. 도재의 색안정성은 많은 연구에서 이미 보고 되었고<sup>1,8,10,11)</sup> 임상적으로도 만족할만한 결과를 보이는 반면, ceromer의 경우는 열순환 처리 후의 색안정성이 우수하다는 일부 보고가 있으며<sup>12-15)</sup> 커피, 홍차, 위스키등의 식음료에 의해 변색이 크게 나타났음을 보고한 연구들도 있으나<sup>16,17)</sup> ceromer의 식용 색소에 대한 노출에 따른 색안정성에 대한 연구는 부족한 상태이다. 따라서 본 실험에서는 도재를 대조군으로 하여 ceromer 2종 (Artglass®, Targis®)을 식용색소에 침전시킨 후 시간

에 따른 색변화를 spectrophotometer(분광광도계)로 측정하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

본 실험에서는 다음과 같은 재료 및 기구를 사용하였다.

### 1. 실험 재료

- 1) Ceromer : Artglass®(Heraeus Kulzer Co., Germany)  
Targis®(Ivoclar Co., Liechtenstein)
- 2) Ceramic : Vintage®-polishing(Shofu Inc., Japan)  
Vintage®-glazing(Shofu Inc., Japan)
- 3) 분광광도계 : CM 503i(Minolta Co., Japan)
- 4) 항온기 : DS-63(Yamato Co., Japan)

- 5) 식용색소 : 적색3호, 황색4호, 청색1호(보락 향료 주식회사, 한국)

### 2. 실험방법

#### 1) 실험군의 분류

실험 시편은 ceromer인 Artglass®군, Targis®군과 도재인 Vintage®-polishing군, Vintage®-glazing군 각각 20개씩을 제작하였으며 식용 색소로는 증류수에 담가둔 경우를 대조군으로 하여 식용색소 3종인 적색3호, 황색4호, 청색1호를 준비하여 Table I 과 같이 각 재료당 5개씩, 총 20개의 시편을 각 색소용액에 침전시키도록 하였다.

#### 2) 시편제작

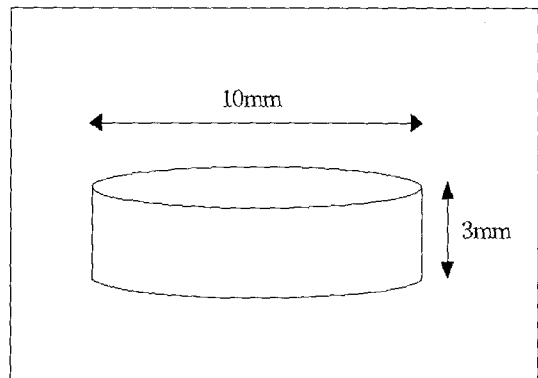
직경 10mm, 두께 3mm인 디스크 형태의 시편(Fig. 1)을 얻기 위해 재료의 물성을 고려하여 2종류의 금속 주형(Fig. 2, 3)을 제작하였으며 시편의 색조

**Table I.** Classification of the experimental groups and abbreviated group code names

Experimental colorants	Experimental materials	Artglass®	Targis®	Vintage®-polishing	Vintage®-glazing	Total
	code	A	T	V-p	V-g	
Red no.3	R	n=5	n=5	n=5	n=5	n=20
Yellow no.4	Y	n=5	n=5	n=5	n=5	n=20
Blue no.1	B	n=5	n=5	n=5	n=5	n=20
Distilled Water	DW	n=5	n=5	n=5	n=5	n=20
Total		n=20	n=20	n=20	n=20	n=80

**Table II.** Food colorants used in this experiment

Code No.	Dyes	Chemical formular
Food Red No.3	Erythrosine	C <sub>20</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub> I <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O
Food Yellow No.4	Tartrazine	C <sub>16</sub> H <sub>9</sub> O <sub>9</sub> N <sub>4</sub> S <sub>2</sub> Na <sub>3</sub>
Food Blue No.1	Brilliant blue	C <sub>37</sub> H <sub>31</sub> O <sub>9</sub> N <sub>2</sub> S <sub>3</sub> Na <sub>2</sub>



**Fig. 1.** Design of each specimen.

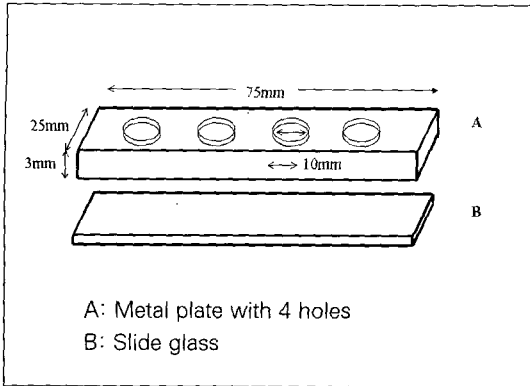


Fig. 2. Diagram of metal mold for making the ceromer specimens

는 A2(Vita shade guide)를 기준으로 하여 각 군당 20개, 모두 80개의 시편(Table I)을 제조사의 지시에 따라 중합 또는 소성한 후 금속 주형으로부터 분리하였다(Fig. 5).

### 3) 시편의 표면 처리

각 시편의 수평과 표면 조건을 동일화하기 위해 한 쪽 표면을 green stone bur로 고르게 연마하고, 사포를 이용하여 grit 200, 400, 600순으로 활택 한 후, 흐르는 물에 30초 동안 세척하고 압축 공기로 건조시켰다.

Artglass<sup>®</sup>, Targis<sup>®</sup>, Vintage<sup>®</sup>-polishing군들의 시편들은 제조사의 지시에 따라 순서대로 연마하였고 Vintage<sup>®</sup>-glazing군 역시 제조사의 지시대로 글레이징 처리하였으며 표면 처리를 마친 모든 시편(Fig. 7)들을 각각 5분 이상 초음파 세척기 내에서 세척하였다.

### 4) Incubation

직경이 12cm인 4개의 사알레에 각각 증류수 100ml를 넣고 각 재료군 당 5개씩 총 20개를 침전시켜 37°C에서 24시간동안 보관하였다.

### 5) 착색 전 색조 측정

24시간 동안 증류수에 보관하였던 시편들을 세척, 건조시킨 후 분광광도계를 이용하여 착색 처리 전 색조의 수치를 측정 및 기록하였다(Fig. 6).

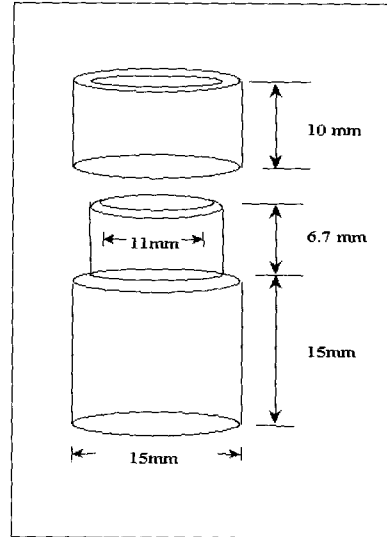


Fig. 3. Diagram of metal mold for making the ceramic specimens

### 6) 색소 용액 준비

증류수 100ml에 적색3호, 황색4호, 청색1호의 식용색소(Table II) 분말 3g을 용해시켜 각각 농도 3%의 포화 용액을 제조(Fig. 8)하였으며 시편 침전 후 12시간마다 색소 용액을 교체하였다.

### 7) 색조측정

침전시킨 시편들은 침전 후 각각 24, 48, 72시간 후(Fig. 9)에 분광광도 계를 이용하여 색조를 측정하였다.

측정 전 시편들은 항상 흐르는 물에서 30초간 세척하고 건조 후 즉시 측정하였으며 색조 측정을 위해 분광광도계의 광학부에 흡광통을 넣고 영점 조정을 한 후, 표준 백색판(standard white reflector plate)을 사용하여 표준 조정을 하였고 영점 조정과 표준 조정이 끝난 후 시편을 광학부에 밀착시키고 색조를 측정하였다(Fig. 6). 이때 한 개 시편 당 서로 다른 3부위를 무작위 선택하여 한 부위를 3회씩 측정 한 후 그 평균값을 이용하여 CIE 표색계의  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 값을 산출하였다.

### 8) $\Delta E^*$ 값의 계산

한 시편 당 서로 다른 3부위를 3회씩  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 값

을 측정하여 평균값을 구하고 이로부터  $\Delta E^*$  값을 계산하였다.

색조 차이인  $\Delta E^*$ 값의 산출 공식은 다음과 같다

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$\Delta L^* = L_2 - L_1, L_2 = \text{실험후의 값 } L_1 = \text{실험전의 값}$$

$$\Delta a^* = a_2 - a_1, a_2 = \text{실험후의 값 } a_1 = \text{실험전의 값}$$

$$\Delta b^* = b_2 - b_1, b_2 = \text{실험후의 값 } b_1 = \text{실험전의 값}$$

$\Delta E^*$  : 시편의 색조 차이값

$\Delta L^*$  : 시편의 명도를 나타내는 값으로 실험 전, 후의 차이값

$\Delta a^*$  : 시편의 적색과 녹색의 정도를 실험 전, 후의 차이값

$\Delta b^*$  : 시편의 황색과 청색의 정도를 실험 전, 후의 차이값

시편 색조를 측정하는 기구인 분광광도계(Minolta Co., CM-503i)는 spectral sensor(multiple sensor) 방식의 측정경 3mm를 가지며 표준광원으로 D65 광원을 사용하였고, 시야각은 10°로 하였다. 3자극치를 수학적으로 변형시켜서 컴퓨터를 통해서 색공간 좌표값인  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  및  $\Delta E^*$ 를 구하였다.

### 9) 통계처리

본 논문의 통계처리에는 SPSS V10.0 for Win. (SPSS Inc., USA)을 사용하여 one-way ANOVA test, Scheffe multiple range test를 시행하였으며 95% 유의수준으로 검증하였다.

## III. 결 과

도재를 대조군으로 하여 ceromer 2종을 식용색소에 침전시킨 후 시간에 따른 색변화를 분광광도계로 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

### 1. 식용색소 내 노출시간(0, 24, 48, 72h)에 따른 색변화( $\Delta E^*$ ) 비교

전체 실험군의  $\Delta E^*$ 값(Table III)의 비교 시 모든 군이 침전 시간에 비례 하여 증가하였으며, 24시간 후에는 Targis®군이 적색3호군에서 3.7이상의  $\Delta E^*$  값을 보였고 48시간 및 72시간 후에는 Vintage®-glazing군을 제외한 모든 재료군에서 적색3호군에 4.0이상의 높은  $\Delta E^*$ 값을 보였다(Fig. 4).

**Table III.** Mean and standard deviation of  $\Delta E^*$

Materials	Colorants	24h	48h	72h
A	R	3.555±0.3975	4.023±0.5194	4.7084±0.4692
	Y	0.2828±0.0983	0.5654±0.1403	0.9472±0.1314
	B	1.0221±0.3879	1.4962±0.2007	1.9920±0.2216
	DW	0.1330±0.1008	0.2650±0.0882	0.4401±0.2755
T	R	3.8705±0.4402	4.7104±0.4939	5.5141±0.8002
	Y	0.2791±0.1699	0.6059±0.1284	0.8761±0.0920
	B	0.7020±0.2061	1.3694±0.0970	1.8430±0.2237
	DW	0.1331±0.1144	0.4136±0.3451	0.4622±0.3288
V-p	R	3.5670±0.8465	4.2967±0.7597	4.7098±0.7302
	Y	0.7963±0.5860	1.0821±0.4436	1.2444±0.4722
	B	1.0836±0.3521	1.4700±0.1871	1.7723±0.2375
	DW	0.3850±0.3357	0.4251±0.1444	0.5482±0.1652
V-g	R	0.7266±0.1825	0.8954±0.2249	0.9380±0.2030
	Y	0.1856±0.1201	0.5443±0.0838	0.7214±0.2729
	B	0.4708±0.0981	0.8914±0.1128	1.0572±0.1129
	DW	0.1218±0.0641	0.2947±0.1029	0.4661±0.1535

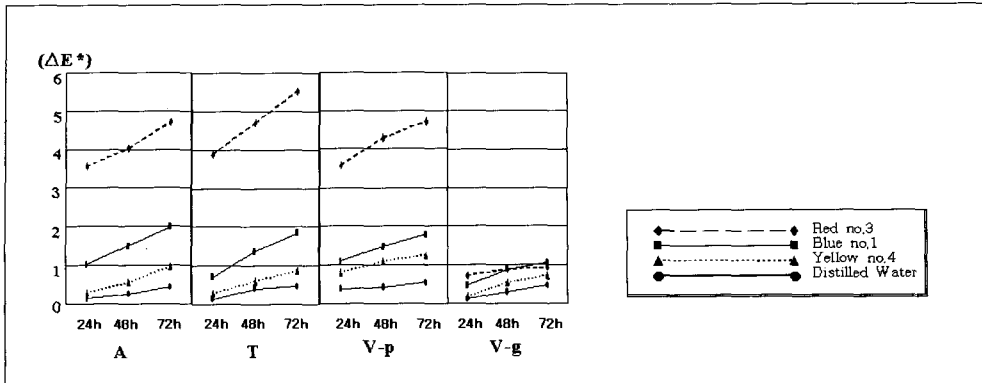


Fig. 4. Graph of mean  $\Delta E^*$

Table IV. Results of multiple range test of experimented food colorants(24h)

	Red no.3	Yellow no.4	Blue no.1	Distilled Water
Red no.3				
Yellow no.4	*			
Blue no.1	*			
Distilled Water	*			

\*denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table V. Results of multiple range test of experimented food colorants(48h)

	Red no.3	Yellow no.4	Blue no.1	Distilled Water
Red no.3				
Yellow no.4	*			
Blue no.1	*			
Distilled Water	*			

\*denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table VI. Results of multiple range test of experimented food colorants(72h)

	Red no.3	Yellow no.4	Blue no.1	Distilled Water
Red no.3				
Yellow no.4	*			
Blue no.1	*			
Distilled Water	*			

\*denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table VII. Results of multiple range test of experimented materials(24h)

	Artglass®	Targis®	Vintage® -polishing	Vintage® -glazing
Artglass®				
Targis®				
Vintage® -polishing				
Vintage® -glazing	*	*	*	

\*denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

## 2. 식용색소 종류에 따른 $\Delta E^*$ 값의 비교

식용색소 종류에 따른  $\Delta E^*$ 값의 비교 시 증류수, 황색4호, 청색1호, 적색3호군 순으로 증가하였으며 측정 시간에 따른 one-way ANOVA test 결과, 24시

간(Table IV), 48시간(Table V), 72시간(Table VI) 모두 각 군간에 유의성이 나타났으며 Scheffe multiple range test결과 다른 색소군에 비해 적색3호군에서 유의차 있게 높은  $\Delta E^*$ 값을 나타냈다( $p < 0.05$ ).

### 3. 실험 재료에 따른 $\Delta E^*$ 값의 비교

실험 재료에 따른  $\Delta E^*$ 값의 비교시 Vintage®-glazing, Vintage®-polishing, Artglass®, Targis®군 순으로 증가하였으며 측정 시간에 따른 one-way

ANOVA test 결과, 24시간(Table VII), 48시간 (Table VIII), 72시간(Table IX) 모두 각 군간에 유의성이 있었으며 Scheffe multiple range test결과 다른 재료군에 비해 Vintage®-glazing군에서 유의차 있게 낮은  $\Delta E^*$ 값을 나타냈다( $p < 0.05$ ).

**Table VIII.** Results of multiple range test of experimented materials(48h)

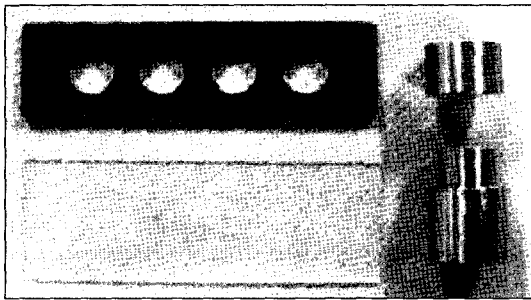
	Artglass®	Targis®	Vintage® -polishing	Vintage® -glazing
Artglass®				
Targis®				
Vintage® -polishing				
Vintage® -glazing	*	*	*	

\*denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

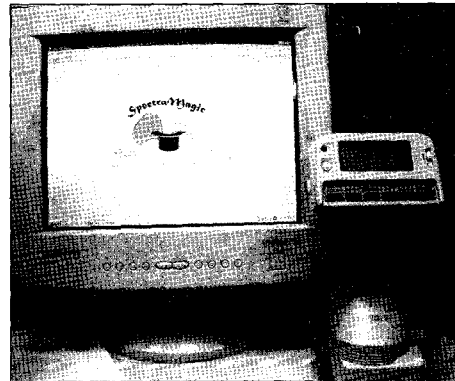
**Table IX.** Results of multiple range test of experimented materials(72h)

	Artglass®	Targis®	Vintage® -polishing	Vintage® -glazing
Artglass®				
Targis®				
Vintage® -polishing				
Vintage® -glazing	*	*	*	

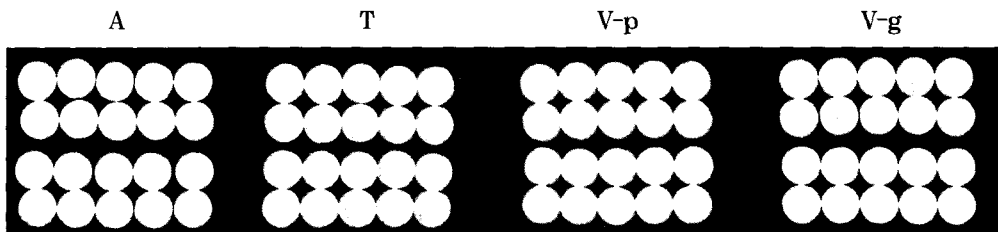
\*denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level



**Fig. 5.** Metal mold for making the ceromer and ceramic specimens



**Fig. 6.** Measuring of color stability with spectrophotometer and computer



**Fig. 7.** Prepared ceromer and ceramic specimens

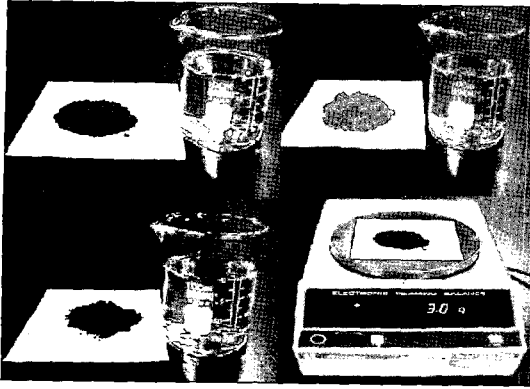


Fig. 8. Food colorants with distilled water

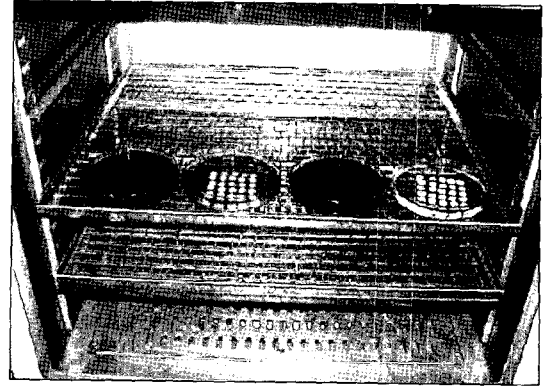


Fig. 9. Incubator

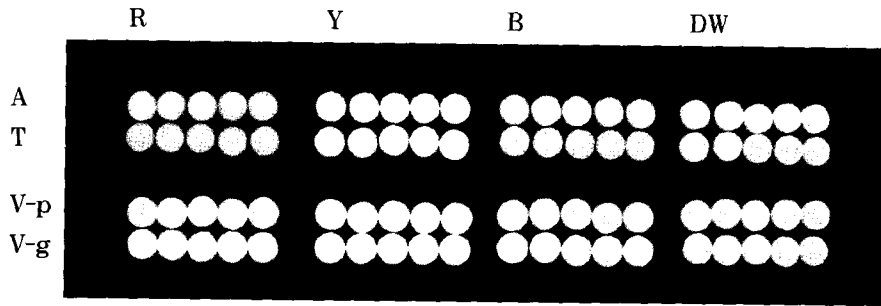


Fig. 10. Specimens after 72 hours

#### IV. 고 찰

치과 수복물을 성공적으로 수복하기 위해서는 자연치열과 조화를 이루는 수복물의 색을 만드는 것이 중요하다. 그러나 구강은 반복 하중과 높은 응력 집중이 일어나는 것 외에도 항상 타액에 젖어 있고 온도 변화가 심하며 음식물 성분에 따른 산도 변화가 심해 레진의 기질 변화에 큰 영향을 미쳐 변색될 수 있는 악조건의 환경이다.<sup>12,18-20)</sup>

색조의 안정성은 심미에 매우 큰 비중을 차지하며, 색변화, 심미적 부조화 및 색소 침착 등은 전치부 심미 보철 재제작의 주요 원인이 된다. Billmeyer와 Saltzman<sup>21)</sup>에 의하면, 물체의 색이란 광원으로부터 나오는 광선이 물체에 비추어 반사, 분해, 투과, 굴절, 흡수될 때 안구의 망막과 여기에 따르는 시지각기가 자극됨으로써 나타나는 시지각의 일종이라고 하였다. 또한 Preston<sup>22)</sup>은 물체가 나타내는 색에 영향을 미치는 요소는 관찰자, 물체 그리고 광원이라고

하였으며, Josephine 등<sup>8,23)</sup>은 한 물체가 나타내는 색은 물체의 물리적 성질, 물체에 비추지는 입사광의 본질, 다른 색채와의 상호관계, 그리고 관찰자의 주관적 판단 등에 의해 영향을 받을 수 있으므로 관찰 대상이 되는 치아나 수복물의 색조는 광원의 조건과 관찰자 따라 다르게 보인다고 하였다.

색조 측정 방법으로서 기존의 기성 shade guide를 기준으로 비교 대조하여 선택하는 것은 관찰자의 주관이 개입될 수 있으며 측정시 주변 환경에 따라 결과가 달라질 수 있다. 따라서 색차의 객관적 평가를 위해서 색의 분류에 대한 체계와 색차를 정량화할 수 있는 기구가 필요하게 되었는데<sup>2,11,24,25)</sup> 이러한 기계적 측정 기구로는 특정 표준광원을 사용하는 3 자극 색체계(tristimulus colorimeter)와 분광광도계가 있으며 색을 객관적으로 표현할 수 있는 표색계에는 Munsell 표색계와 CIE 표색계가 있다.

Munsell 표색계는 색을 설명하는 가장 보편적인 방법의 하나로 hue(색상), value(명도), chroma(채

도)의 3요소로 표현된다.<sup>26)</sup> 본 연구에서 사용되는 색 분류 체계는 1978년 국제조명학회에서 인정한 CIE 표색계로 1931년 CIE (Commission Internationale d'Éclairage) 국제기구가 개발한 것을 1976년에 보다 발전시킨 것으로써<sup>10,27)</sup> L\*, a\*, b\*수치를 측정하여 색조차이  $\Delta E^*$ 를 구하고, 이를 색안정성의 기준으로 하였으며,  $\Delta E^*$ 값이 증가할수록 색안정성은 감소하는 것이라고 하였다. Josephine 등<sup>8)</sup>은 CIE 표색계와 시각적 인지가 일치함을 보고하였고 Seghi 등<sup>24)</sup>은 분광광도계가 시편 색좌표의 절대치를 얻을 수 있는 가장 정확한 기기라고 하였다.

분광광도계를 이용하여 연구한 바에 의하면 치과 수복재 평가시에  $\Delta E^*$ 값이 1이상일 때는 눈으로 색변화를 감지할 수 있고<sup>28)</sup>, Ruyter 등<sup>29)</sup>과 Eldiwany 등<sup>30)</sup>은  $\Delta E^*$ 값이 3.3일 때 임상적 허용 색차의 한계라고 하였다. 또한 Shortwell<sup>26)</sup> 등은  $\Delta E^*$ 값이 3.7이상일 때는 육안으로 판별이 가능할 정도로 색변화가 커서 임상 적용시에 문제가 된다고 보고하였다. 그러나 이런 많은 연구에도<sup>20,28-30)</sup> 불구하고 임상적으로 받아들일 만한  $\Delta E^*$ 값에 대해서는 아직 명확히 확립되어 있지는 않은 상태이다.<sup>8)</sup>

Saleski<sup>31)</sup>는 치과 분야에서는 광원에 관한 표준이 없음을 지적한 바 있다. CIE 표색계에서는 객관화된 표준광원으로 A, B, C, D를 제시하고 있는데, A는 백열등(2854 °K), B는 오후의 자연광(2879 °K), C는 맑은 날의 평균적인 자연광(6770 °K), 그리고 D는 평균적인 자연광(6500 °K)을 의미한다.<sup>26,27)</sup>

본 연구에서는 시편의 색변화를 관찰하기 위해 표준광원으로 D광원이 적용되는 분광광도계(CM 503i, Minolta Co, Japan)를 사용하여 색조를 평가하였으며 실험이 진행되는 동안 가능한 한 구강내와 유사한 조건을 형성하기 위해 시편 보관 온도를 37°C로 유지했으며 착색 전 24시간 동안 수분에 노출시켰다.

침적 시간에 따른  $\Delta E^*$  비교시, 전반적으로 모든 군에 있어서 식용 색소의 종류와 관계없이 침적 시간에 비례하여  $\Delta E^*$ 값이 증가하였는데 이것은 착색에 있어서 시간 요소가 지대한 영향을 주고 있음을 의미한다.<sup>16)</sup>

실험 재료에 따른  $\Delta E^*$  비교시, Vintage®-polishing 군, Artglass®, Targis® 군들에서 통계적으로 유의성은 없었으나 Vintage®-polishing, Artglass®, Targis®

군 순으로  $\Delta E^*$ 값이 증가하였다. 이것은 Um과 Ruyter<sup>32)</sup>가 레진의 색변화가 커피나 차, 담배, 음료 같은 외부 착색 요소의 부착이나 흡수로 인해 발생된다고 언급했던 바와 마찬가지로 ceromer가 무기질 충전제의 함량이 높아졌음에도 불구하고 여전히 충전재와 기질이 혼합된 복합 레진 구조가 존재하므로 레진 구조 자체 결합에 의한 함수성으로 인해 색소 용액의 농도차로 확산되어 기질 표면에 흡착된 것으로 보인다.<sup>13)</sup> Artglass®의 경우는 기질 자체내 강한 교차 결합이 존재하므로 함수성이 큰 Targis®에 비해 적은 색조 변화를 나타낸 것으로 보이며 Vintage®-polishing군은 시편이 다공성 표면임에도 불구하고 구성 성분 자체가 소수성이므로 연마가 잘된 Artglass®, Targis®군에 비해 높지 않은  $\Delta E^*$ 값을 보인 것으로 생각된다. 또한 기포가 적고 표면이 매끄러운 Vintage®-glazing군에서는 색소 종류와 관계없이 매우 낮은  $\Delta E^*$ 값(0.1218~1.0572)을 보였는데 이로부터 앞 선 많은 연구에서와<sup>1,8,10,11)</sup> 마찬가지로 본 실험에서도 도재의 탁월한 색안정성을 확인할 수 있었다.

식품에 함유된 색소에 의한 ceromer의 색안정성에 대한 실험들은<sup>16,17)</sup> 지속적으로 행해졌으나 이 연구들은 주로 홍차, 커피, 콜라, 위스키등의 식음료에 대한 연구였다. 그런데 앞서 언급된 식음료 이외에도 흔히 접할 수 있는 식색소로서 합성착색료가 있으나 이에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 실험에서는 합성착색료인 적색3호, 황색4호, 청색1호를 이용하여 ceromer의 색안정성에 관하여 연구하였다.

식품 공학에 주로 사용되는 식용색소로는 적색3호, 황색4호, 황색5호 등이 있으나 황색5호가 레진 재료의 착색에 영향을 주지 않는다는 연구결과<sup>33)</sup>를 참고하여 본 연구에서는 황색5호를 배제하고 푸른색 계열의 청색1호를 선택하여 적색3호, 황색4호, 청색1호의 3가지 색소를 사용하였다. 합성착색료인 이 색소들은 합성이 간단하고 가격이 저렴하며 천연 색소에 비해 색상이 선명하고 모두 수용성이므로 물에 매우 잘 녹으며 열, 알칼리, 산에 대해 안정적이다.<sup>34,35)</sup> 청량음료, 음료분말, 젤리, 잼, 캔디, 푸딩, 아이스크림과 같은 식품에 포함되며 보통은 0.1~0.3%의 농도로 사용되고 있으나 본 실험에서는 3%의 고농도 색소 용액을 제조하여 이용하였다.<sup>33)</sup>

색소 종류에 따른  $\Delta E^*$  비교시, 24시간 후의 적색



3호 용액 내의 Targis<sup>®</sup>군과 48시간 및 72시간 후의 적색3호 용액 내 Artglass<sup>®</sup>, Targis<sup>®</sup>, Vintage<sup>®</sup>-polishing군을 제외한 모든 군의 시편들에서 색소 종류 및 시간에 관계 없이 모두 3.7이하의  $\Delta E^*$ 값을 보였다. 그러나 24시간 후의 Targis<sup>®</sup>군과 48시간 및 72시간 후의 Artglass<sup>®</sup>, Targis<sup>®</sup>, Vintage<sup>®</sup>-polishing군은 적색3호 식용색소 내에서는 육안으로도 색조 변화가 명확히 관찰되는 3.7이상의 높은  $\Delta E^*$ 값을 나타냈다. 실험에 이용된 3가지 식용색소인 적색3호, 황색4호, 청색1호의 화학적 구조를 살펴보면<sup>33,35)</sup> 용해시 색소 분자로부터 이온화되는 정전기적 이온화 그룹들이 포함되어 있는데 이처럼 이온화된 그룹들은 ceromer의 기질 성분인 polymer matrix에 용매인 물을 매개로 달라붙게 되며 그 결과 표면에 착색을 일으키게 된다. 특히 본 실험에서 3.7이상의 높은  $\Delta E^*$ 값을 보였던 적색3호는 물에 용해되었을 때 생기는 이온화 그룹의 개수가 다른 두 색소에 비해 많고 분자량이 커 착색에 큰 영향을 준 것으로 여겨진다.

적색3호 용액 내에서 3.7이상의  $\Delta E^*$ 값을 나타내며 가시적 색변화를 보인 Artglass<sup>®</sup>, Targis<sup>®</sup>, Vintage<sup>®</sup>-polishing재료에 대하여 평가해 볼 때 Vintage<sup>®</sup>-glazing에 비해 임상 적용에 부적합하다는 분석이 가능하다.

그러나 특정 색소가 아닌 저농도의 각종 색소를 포함한 음식물이 구강내로 지속성 없이 불규칙하게 투여되고 있고, 현재 천연 색소가 선호되고 합성 식용색소의 수요가 감소하고 있음을 고려할 때 단순한 산술적 분석이외의 추가적인 이해가 필요하리라 생각되며, 임상적으로 본 연구에 사용된 ceromer 제품인 Artglass<sup>®</sup>와 Targis<sup>®</sup>는 glazing처리된 도재에 비하여 식용색소 적색3호 내 침적시 색조안정성이 매우 떨어지므로 ceromer 수복물의 장기적인 색조 안정성을 위해서는 우선 ceromer 자체의 기질 성분에 강한 교차결합을 부여할 수 있도록 적극적인 보완 연구 개발이 요구되며, 앞서 언급된 ceromer재료들이 모든 식용색소가 아닌 특정 색소에 한해 민감함을 보이고 있으므로 구강내 ceromer 수복물 장착시 환자에게 적색3호가 함유된 특정 식품의 습관적인 섭취를 하지 않도록 조언하는 것이 ceromer 수복물의 장기적인 색안정성 유지에 좋을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 도재(Vintage<sup>®</sup>-polishing, Vintage<sup>®</sup>-glazing)를 대조군으로 하는 Ceromer 2종(Artglass<sup>®</sup>, Targis<sup>®</sup>)을, 증류수에 담가둔 경우를 대조군으로 하는 3가지 식용색소(적색3호, 황색4호, 청색1호)에 침적시킨 후 24시간, 48시간, 72시간에 각각 분광광도계로 시간에 따른 색변화를 측정하고  $\Delta E^*$  값을 산출하여 분석한 결과 다음의 결론을 얻었다.

1. 전체 실험군의  $\Delta E^*$ 값의 비교 시 모든 군이 침적 시간에 따라 증가 하였다.
2. 식용색소 종류에 따른  $\Delta E^*$ 값의 비교 시 증류수, 황색4호, 청색1호, 적색3호군 순으로 증가하였으며 다른 색소군과 적색3호군 간에 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).
3. 실험 재료에 따른  $\Delta E^*$ 값의 비교 시 Vintage<sup>®</sup>-glazing, Vintage<sup>®</sup>-polishing, Artglass<sup>®</sup>, Targis<sup>®</sup>군 순으로 증가하였으며 다른 재료군과 Vintage<sup>®</sup>-glazing군 간에 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과로 볼 때 침적 시간은 색조 안정성에 영향을 주었으며 ceromer제품인 Artglass<sup>®</sup>군과 Targis<sup>®</sup>군은 Vintage<sup>®</sup>-polishing군과 더 불어 Vintage<sup>®</sup>-glazing군에 비해 유의하게 착색 저항도가 낮았으며, Vintage<sup>®</sup>-glazing군을 제외한 다른 재료군들은 모두 식용색소 적색3호군에서 유의한 색조 변화를 보였다.

## 참고문헌

1. Ryu SY, Lim JH, Cho IH.: A study on the color stability of porcelain for porcelain fused to metal crown. J Korean Acad Prosthodont 2000;38:73-84.
2. Seghi RR. Effects of Instrumental-measuring geometry on colorimetric assessments of dental porcelains. J Dent Res 1990;69:1180-1184.
3. Park SH, Lim JH, Cho IH.: A study on Color stability of a few restorative temporary resins according to curing method at stains. J Korean Acad Occlusion 2000;16:2-11.

4. Tauti B, Aidan N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. *J Esthet Dent* 1997;51:1512-1517.
5. Amstron DJ, Kimball DK. Fiber-reinforced ceramic fixed partial dentures in the esthetic zone. A clinical and laboratory case perspective. *Quintessence* 1999;22:95-106.
6. Li D, O'Keefe, Powers JM. Effect of alloy on color of artglass. *J Dent Res* 1997;76:195-201.
7. Gundula J, Karlheinz K, Sebstein K. Fibre-reinforced bridges. *Zahnärztliche Mitteilugen* ; 1996. p. 17.
8. Josephine FE, John Chai, Wayne TW. Color stability of low-fusing porcelains for titanium. *Int J Prosthodont* 1995;8:479-485.
9. Setz J, Engle E. In vivo color stability of resin-veneered telescopic denture. A double blind pilot study. *J Prosthet Dent* 1997;77:486-491.
10. Lee KW, Lee HY.: A experimental comparative study of porcelain color according to alloys of porcelain fused to metal. *Articles form Yon-Sei dental college* 1983:7-12.
11. Jorgenson MW, Goodkind RJ. Spectrophometric study of five porcelains relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *J Prosthet Dent* 1979;2:96-105.
12. Lee YJ, Cho LR.: Color stability of ceromers after thermocycling and brushing. *J Korean Acad Prosthodont* 2001;39:37-49.
13. Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites. An in vitro study. *Dent Mater* 1994;10:353-362.
14. Douglas RD. Color Stability of new-generation indirect resins for prosth-odontic application. *J Prosthet Dent* 2000;83:166-170.
15. Shi J, Le Maguer M. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent* 2000;83:166-170.
16. Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Dent* 2000;12:258-263.
17. Fay RM, Walker CS, Powers JM. Discoloration of a compomer by stains. *J Gt Houst Dent Soc* 1998;69:12-13.
18. Han SH, Dong JK, Jin TH.: The color change of denture base resins by coffee. *J Korean Acad Prosthodont* 1993;31:523-531.
19. Fusayama T, Hirano T. Discoloration test of acrylic resin filling by an organic dye. *J Prosthet Dent* 1971;25:532-539.
20. Wendt SL. The effect of heat used as secondary care upon the physical properties of three composite resins. *Quintessence Int* 1987;18:351-355.
21. Billmeyer F, Saltzman J. Principles of color technology. 2nd ed. New York John Wiley & Sons Inc. 1981. p. 20.
22. Preston JD. Current status of shade selection and color matching. *Quint Int* 1985;16:47-58.
23. Choi PB, Woo EH.: Contemporary fixed prosthodontics. Ji-Sung Pub Co.:1995.p. 492-500.
24. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent* 1986;56:35-40.
25. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 1989;68:1760-1764.
26. Sproull RC. Color matching in dentistry.

- Part II. Practical applications of the organization of color. *J Prosthet Dent* 1973;29:556-563.
27. Goodkind RJ, Banghston LK. The conversion of chromascan designation to CIE tristimulus values. *J Prosthet Dent* 1982;48:610-617.
28. Shotwell JL, Razzog ME. A. Color stability of long-term soft denture liners. *J Prosthet Dent* 1992;68:836-838.
29. Ruyter IE, Nilner K : Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987;3:246-251.
30. Eldiwany M, Fridel KH. Color stability of light-cured and post-cured composites. *Am J Dent* 1995;8:179-181.
31. Saleski CG. Color, light, and shade matching. *J Prosthet Dent* 1972 ;27:263-268.
32. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin based veneering materials with coffee and tea. *Quint Int* 1991;10:353-362.
33. Nur Hersek, Senay Canay. Color stability of denture base acrylic resins in three food colorants. *J Prosthet Dent* 1999; 81:375-379.
34. Jeong YD, Kim KI, Choi PK. : Food preparing Materialogy. Gi-Ku Pub Co. :2000.p.664-666.
35. Hong YH. : Contemporary Food Chemistry. Hyo-il Pub Co. :2000.p.349-352.

---

**Reprint request to:**

Ju-Hwan Lim, D.D.S., Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University  
7-1, Shinpoo-Dong, Chunan, Chungnam, 330-716, Korea  
navydent@kangnung.ac.kr

## ABSTRACT

# COLOR STABILITY OF CEROMERS IN THREE FOOD COLORANTS

Yu-jin Jeong, D.D.S., Ju-Hwan Lim, D.D.S., Ph.D.,  
In-Ho Cho, D.D.S., Ph.D., Heon-Song Lim, D.D.S., Ph.D.

*Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University*

**Statement of problem :** Ceramic and composite resin have been used to fulfill the demand for esthetic prosthesis. However, ceramic is easy to break and wears off the opposite natural teeth. Conventional composite resin also has low abrasive resistance and color stability.

Ceramic Optimized Polymer (ceromer) was developed in mid-1990s to overcome the shortfalls of ceramic and composite resin. Ceromer has similar abrasiveness with the natural tooth and has relatively high strength.

Color stability affects esthetics and long-term prognosis of the prosthesis.

**Purpose :** The purpose of this study was to compare color stability of ceromers(2 types : Artglass<sup>®</sup>, Targis<sup>®</sup>) with ceramics(Vintage<sup>®</sup>-polishing, Vintage<sup>®</sup>-glazing).

**Material and Method :** The color difference( $\Delta E^*$ ) was measured by spectrophotometer with different immersion time. Twenty disks, 3mm in thickness and 10mm in diameter, were fabricated for each specimen in shade A2(Vita Lumin shade guide).

Specimens(5 samples in each group) were immersed in the food colorants(Red no.3, Yellow no.4, Blue no.1, Distilled water) for 24 hours, 48 hours and 72 hours respectively.  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  value were measured with spectrophotometer (CM 503i : Minolta Co., Japan) and mean  $\Delta E^*$  value was calculated for statistical analysis.

**Results :** The results of this study were obtained as follows.

1. The  $\Delta E^*$  values of all test samples increased with the time of immersion.
2. The  $\Delta E^*$  values of all materials increased in order of Distilled Water, Yellow no.4, Blue no.1 and Red no.3. There was significant difference between Red no.3 and the other food colorants( $p < 0.05$ ).
3. The  $\Delta E^*$  values increased in order of Vintage<sup>®</sup>-glazing, Vintage<sup>®</sup>-polishing, Artglass<sup>®</sup> and Targis<sup>®</sup>. There was significant difference between Vintage<sup>®</sup>-glazing and the other materials ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion :** By means of the above results, immersion time was found to be a critical factor for color stability of ceromer.

For the long-term color stability of prosthesis it is recommended patients having ceromer prosthesis(Artglass<sup>®</sup>, Targis<sup>®</sup>) to reduce the habitual intake of Red no.3 colorants containing foods.

---

**Key words :** Ceromer, Color, Stability, Colorants, Spectrophotometer