

팔라듐-은 합금의 금전착이 도재의 색조에 주는 영향에 관한 연구

원광대학교 치과대학 보철학교실

유재민 · 조혜원 · 동진근

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

도재전장주조관은 심미성이 우수하고 물리적 성질과 결합강도가 개선되었으며 많은 도재전장주조관용 합금이 개발되어 그 사용이 광범위해지고 있다.

초기에 도재용착용 금속으로는 금-백금계 합금이 사용되었으나 경제적인 이유로 팔라듐-은 합금이 소개되었다²³⁾. 팔라듐-은 합금은 다른 귀금속과 같이 물리적 화학적 성질이 좋으며 독성이 없고, 변색과 부식에 대한 저항성이 만족할 만하며 주조성이 좋다³⁾. 또한 탄성율이 모든 귀금속중에서 가장 좋으며 도재와의 결합강도 역시 뛰어나다³⁾. 그러나 산화와 gas의 흡수에 의해 표면에 기포가 잘 생기는 점과 함께 은에 의한 도재의 변색을 초래할 수 있다^{5,26)}.

선현들의 연구에 의하면 은에 의한 도재의 변색작용으로는 증기이동^{1,2,22,23)}, 계면전이²³⁾, 표면화산^{22,23)} 등이 주장되었으나 Payan등¹⁸⁾은 전자미세탐색법을 통해 은의 계면전이를 부정하였고, Brewer등⁵⁾은 치은도재의 소성전까지는 은에 의한 변

색이 없다고 하였으며 윤등³⁰⁾은 도재와 금속사이를 백금박으로 격리시키고 소성하여 색채계로 비교한 결과 시각적 구분이 불가능하여 대부분 증발에 의한 것으로 보고한 바 있다.

은에 의한 도재의 변색에 관한 연구로는 Doremus⁹⁾가 은의 농도와 입자크기가 색상을 결정한다고 하였고, Walter²⁴⁾는 수중도재의 은에 의한 변색 및 변색방지법에 대하여, Brewer등⁵⁾은 귀금속 합금, 비귀금속합금, 팔라듐-은 합금 사용시 도재색에 미치는 영향을 7단계로 나누어 분광학적으로 비교, 분석한 바 있다. 은에 의한 도재의 변색방지법으로는 도재성분으로 구성된 ceramic metal conditioner 도포법^{1,2)}, colloidal gold로 구성된 gold metal conditioner도포법^{1,4)}과 carbon block이용법^{24,25)} 등이 소개되고 있으며, 이등²⁰⁾은 은에 의한 도재의 변색에 있어서 metal conditioner가 도재색조에 미치는 영향에 대해, 윤등³⁰⁾은 ceramic metal conditioner 도포와 carbon block이용법이 도재색조에 미치는 영향을 비교 연구하였으나 노출된 금속의 표면적을 줄임으로써 변색의 원인으로 작용하는 은이온의 증발을 방지할 수 있을 것으로 사료되는 금이온 전착을 이용한 방법은 없었다.

이에 저자는 팔라듐-은합금 사용시 단점인 은에 의한 도재의 변색이 도재의 심미성에 미치는 중요함을 고려하여 금이온의 전착이 팔라듐-은 합금 도재의 색조에 미치는 영향을 알아보기 위하여 팔라듐-은 합금에 금이온을 전착하여 도재를 소성한 경우와 금이온을 전착하지 않고 소성한 경우에 대한 도재의 색조를 색채계로 조사 분석한 결과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

금속시편의 제작을 위한 팔라듐-은 합금으로는 Pors-on 4(Degussa Co., Germany)을 사용하였고 대조군으로는 금-백금 합금인 Degudent H(Degussa Co., Germany)를 사용하였으며 각 합금의 조성은 Table 1.과 같다.

도재는 치은도재(Vacuum Porcelain #59, Ceramco Co., U.S.A.)와 불투명도재(Vacuum Porcelain #59, Ceramco Co., U.S.A.)를 사용하였다.

2. 연구방법

1. 시편의 제작

(1) 금속시편의 제작

금속시편의 균일한 두께를 얻기 위하여 24gauge sheet wax를 이용 지름 15mm의 원반형 납형을 얻고 주입선을 부착하였다. 인산염 결합 매물재(Hi-Temp, Whip-Mix Co., U.S.A.)를 제조회사의 지시대로 60초간 진공상태에서 교반하여 납형을 매물하였으며, 일반적인 방법으로 소환후 각 합금을 주조하였다. 주조한 시편은 주입선을 절단하고 Diamond disk와 point를 이용하여 다듬은 후 #120, #400, #600 grit까지 sand paper로 연마하여 두

께가 0.3mm로 균일하게 한 후, 50 μ m aluminum oxide분말로 blasting한 다음 초음파세척기로 10분간 세척하였다(Fig. 1).

(2) 금이온 전착 및 degassing

금이온 전착을 위하여 본 실험에서는 음극 스파터링의 일종인 고주파 스파터링장치(IB-2 ion coater, Eiko Engineering Co., Japan)를 사용하였으며 전착두께는 900 \AA 으로 100mA에서 12분간 전착하였다.

각 금속시편을 제조회사의 지시대로 전공도재 소성로(Mark III, Ney Co., U.S.A.)에서 degassing 하였다.

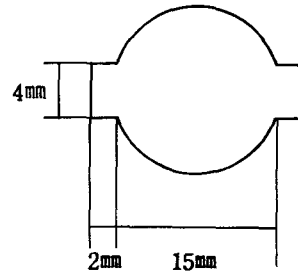


Fig. 1 Diagram of metal specimen

Table 1. Composition of ceramometal alloys(Wt %)

Alloy	Au	Pt	Pd	Ag	Cu	Sn	In
Au-Pt alloy (Degudent H)	84.4	8.0	5.0	-	-	-	2.5
Pd-Ag alloy (Pors-on 4)	-	-	57.8	30.0	-	6.0	4.0

Table 2. Classification of specimen by surface treatment

Group	Alloy	Gold coating	No. of specimens
I	Pd-Ag	-	5
II	Pd-Ag	firing opaque beforehand on one side, gold coating on the other side.	5
III	Pd-Ag	gold coating on both sides of the metal plate.	5

(3) 도재의 축성 및 소성

도재축성시 균일한 후경(opaque 0.2mm, 치은도재 1.0mm)과 직경(15mm)을 얻기 위하여 Fig. 3과 같은 황동주형을 사용하였다.

Opaque을 일반적인 방법으로 도포하여 소성하였고 치은도재를 응축하기 위해 Mechanical condenser(Creamosonic, Shofu Co., Japan)을 이용하였으며 후경은 Vernier caliper로 점검하였다. 도재의 소성 schedule은 Table 3과 같이 금속제조회사(Degussa Co.)와 도재제조회사(Ceramco Co.)의 지시에 의하여 실시하였다.

모든 시편에 있어서 치은도재는 소성로를 청소한 후 소성하였으며 수축을 보상하기 위하여 1차축성 후에 2차로 수축부위를 재축성하였고 Mechanical condenser로 응축하였다. 균일한 후경과 활택도를 얻기 위하여 #160, #240, #600 grit sand paper로 연마하고, 초음파 세척후 self-glazing하였다.

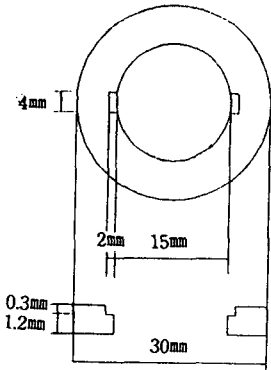


Fig. 2 Diagram of mold for porcelain build-up

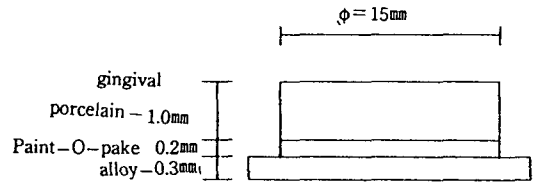


Fig. 3 Cross sectional view of specimen

2. 색 측정

색의 측정은 측색색차계(Model TC-6)%, Tokyo Denshoku Co., Japan를 사용하였는데 XYZ filter 방식의 CIE 표준 C광원을 이용하였으며 측정방법은 2광로교조측정방식에 의한 적분구식 0-45법이었고 색체계의 측정부가 시료에 접촉할 수 있는 범위는 직경 3mm이었다.

색조측정을 위해 광학부에 흡광통을 넣고 영점 조정후 광학부에 표준백색반(C광원의 3자극치 $x=90.19, Y=92.16, Z=108.26$)을 놓고 표준조정을 시행하였다.

시편을 CIE XYZ표색계의 X, Y, Z 및 x, y와 CIE L^*, a^*, b^* 표색계의 $L^*, a^*, b^*, c^*, H^\circ$ 를 측정하였다. 이때 X, Y, Z는 3자극치(Tristimulus value)이며, x, y는 XYZ표색계의 색도좌표로서 $x=X/X+Y+Z, y=Y/X+Y+Z$ 이고 $L^*=116(Y/Y_n)^{1/3}-16$ 으로 명도지수(lightness: 0-100), $a^*=500[(X/X_n)^{1/3}-(Y/Y_n)]$, $b^*=200 [(Z/Y_n)^{1/3}-(Z/Z_n)^{1/3}]$ 으로 채도지수(chromaticness index; 0-60)을 나타내는데 a^* 가 (+)이면 red-purple, (-)이면 blue-green의 색을 나타내고 b^* 가 (+)이면 yellow, (-)이면 purple-

Table 3. Firing schedule for porcelain

	Firing temperature	Increasing rate	Vacuum or air
Degassing : fired : hold	1200-1795°F 1795°F-10min	90°F/min	vacuum
Paint-O-pake : fired	1200-1700°F	90°F/min	vacuum
	1700-1795°F		air
Gingival porcelain : fired	1200-1700°F	90°F/min	vacuum
	1700-1760°F		air
Glazing : fired : hold	1200-1765°F 1765°F-30sec	90°F/min	air

blue색을 나타낸다. $H^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ 로 색상각, $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ 로 채도(0-60)을 나타낸다³¹⁾.

색의 측정후 각군의 L*a*b* 값을 통계처리하여 비교, 분석하였다.

III. 연구성적

측색색차계를 이용하여 각 실험군의 분광반사율을 측정하여 나온 결과는 Table 4과 같다. Fig. 4는 측정치를 CIE L*a*b* color space에 표시한 것이다. L*(명도지수)는 G I 시편에서 가장 낮았고 G III

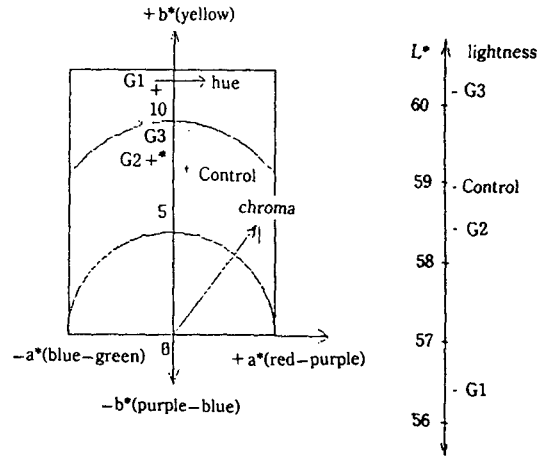


Fig. 4 CIE L*a*b* chromaticity diagram

Table 4. Results of Chromatic analysis

	Tristimulus value			Chromaticity coordinate		Lightness	Chromaticness index		Chroma	Hue angle
	X	Y	Z	x	y	L*	a*	b*	C*	H°
G I	23.50	24.31	22.03	0.3365	0.3481	56.40	-1.50	10.59	10.69	98.04
G II	25.91	26.44	25.74	0.3318	0.3386	58.45	-0.08	8.05	8.05	90.59
G III	27.75	28.31	27.45	0.3323	0.3390	60.17	-0.06	8.40	8.40	90.38
G IV	26.55	27.04	26.45	0.3317	0.3378	58.97	0.13	7.89	7.90	89.08

※ G I : without gold coating

G II : firing opaque beforehand on one side, gold coating on the other side.

G III : gold coating on both sides of the metal plate.

G IV : Control Group.

Table 5. Analysis of variance for L*a*b* color coordinates

	L*	a*	b*
G I - G II	t- 8.5114(***)	t-4.4819(***)	t-4.1730(***)
G I - G III	t-11.077 (***)	t-6.7776(***)	t-8.0126(***)
G I - G IV	t- 4.2789(***)	t-7.8721(***)	t-8.9909(***)
G II - G III	t- 2.1628(*)	t-0.0635(NS)	t-0.7089(NS)
G II - G IV	t- 0.557 (NS)	t-0.3394(NS)	t-0.26 (NS)
G III - G IV	t- 1.7956(NS)	t-1.1549(NS)	t-2.2449(*)

* : P<0.05

** : P<0.01

*** : P<0.005

NS : not significant

시편에서 가장 높았으며, a*는 G I 시편에서 가장 낮았으며, b*는 G III, G I 순으로 높아졌다. gold coating을 하지 않은 G I 시편의 경우에는 L*의 감소로 명도가 낮아지고, a*의 감소로 녹색변화, b*의 증가로 황색변화를 나타내었으나 금이온을 전착한 경우에는 거의 이러한 현상이 나타나지 않았다.

Table 5은 L*, a*, b*에 대한 각 실험군간의 유의성을 t-test로 검증한 결과이다. G I과 G II, G III, G IV간에 L*, a*, b* 모두에서 유의한 차이를 보였으며, G II, G III, G IV간에는 G II-G III간 L*와, G III-G IV간 b*에서 유의한 차이를 보였고 그 외에는 유의한 차이를 보이지 않았다.

색차 $\Delta E^*_{ab} = [(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ 인데, 이는 CIE L*a*b* color space에서 두 색간의 거리를 나타내는 것으로 각 실험군간의 색차는 Fig. 5와 같다. 대조군인 G IV와 가장 큰 차이를 보이는 실험군은 G I이며 다음으로 G III, G II순이었다.

또한 G I 실험군은 G II, G III와도 각각 3.56, 4.08로 큰 차이를 보였다.

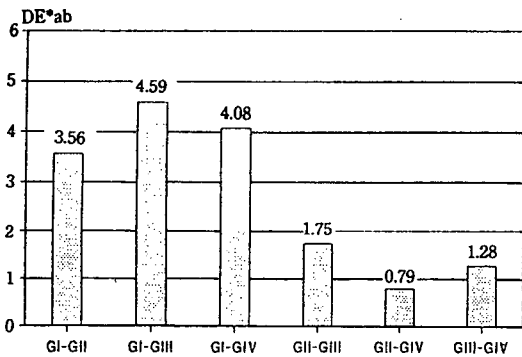


Fig. 5 Color difference between specimens

IV. 총괄 및 고찰

물체의 색이란 광원으로부터 나오는 광선이 물체에 조사될 때 반사, 투과, 산란, 흡수등의 과정을 거쳐 되돌아오는 빛을 관측자의 눈이나 측정기의 감광소자가 감지하는 것이다.

Macentee등¹¹⁾에 의하면 색측정 방법으로는 술자의 시각에 의존하여 결정되는 정성적인 분석 방법과 기계를 이용하는 정량적인 분석방법이 있

는데 술장의 시각에 의한 방법은 미세한 색변화량을 감지하기 어려운 점이 있다고 하였다. 기계를 이용하는 방법으로선 분광측정기(spectrophotometer)를 이용하여 분광반사율 또는 분광투과율을 측정하여 이를 색채계 표시(colorimetric specification)로 전환하여 얻는 방법과 3자극 색채측정계(tristimulus colorimeter)를 이용하여 물체에 국제 조명위원회[International Commission on Illumination (C.I.E)]에서 규정한 표준광원을 조사시켜서 반사광을 3개의 여과기로 분석, 수치로 표시하는 방법 등이 있다.

Shaffner등¹⁹⁾은 관측자를 이용한 시각적 색측정시 명도보다 색상과 채도로만 색을 판단하는 경향이 있어 객관성을 유지하기가 곤란하다고 하였다. 또한 McLean¹³⁾, O'Brien등¹⁶⁾은 광전색채계와 분광측광기를 이용하면 측색의 객관성을 유지할 수 있으나 광전색채계의 filter의 정확성에 한계가 있기 때문에 부정확성을 주장한 바 있다.

색의 표시는 CIE system과 Munsell system이 있는데 CIE system은 스펙트럼의 가시영역에서 reflectance data를 수집하고 3자극 색채측정계(tristimulus colorimetry)에 의해 자료를 3차원의 색공간에서 좌표화하여 대상물체의 색을 규정하는 것으로 1976년 CIE에서 채택되었으며, Munsell system은 표준화된 색을 이용하여 육안적인 비교로서 색을 규명하는 것이다.^{10, 20, 21, 27)}

CIE LAB표색계가 보편적으로 사용되는데 Clarke⁷⁾, Binns⁹⁾, Seghi등²⁰⁾도 CIE LAB표색계가 치의학 분야에서 사용하기에도 충분한 uniform color space를 가지고 있다고 보고한 바 있다. 따라서 본 실험에서도 표색은 CIE LAB표색계로 사용하였다.

도금에는 전기도금, 화학 증발도금, 물리적 증발도금이 있고, 이 중에서 물리적 증발도금은 진공증착, 음극 스파터링, 이온도금으로 분류된다²⁰⁾. 본 실험에서 사용된 금이온 전착법은 금이온을 음극 스파터링 방법의 일종인 고주파 스파터링을 사용하여 900Å정도의 두께로 전착시켰다.

이온 전착을 이용한 연구를 보면 Daftary등⁸⁾은 180Å정도의 얇은 금이온 전착이 비귀금속합금상에 산화막에 대한 영향으로 도재와 금속의 결합강도가 증가되는 것으로 보고하였다. Bullard등⁶⁾은 aluminium indium과 tin oxide를 금에 스파터링하여 결

합강도가 증가되는 것을, 김등³⁰⁾은 비귀금속합금에 Al, Ni, Cr, In, Ti, Sn을 스파터링하여 결합강도에 미치는 영향을 연구하였다. 본 연구에서 900Å 정도로 금이온 전착을 한 이유는 여러 선학들의 연구^{8, 6, 30)}를 볼 때 적어도 900Å 정도의 두께가 되어야 은이온의 증발을 막을 수 있을 것으로 사료되었으나 금이온 전착의 두께에 관해서는 앞으로의 연구가 필요하다고 사료된다.

윤등³⁰⁾은 은에 의한 도재의 변색작용 및 변색방지법을 금속단계, 증발단계, 도재단계로 구분하여 설명하였는데 금속단계는 도재소성시 고온, 저기압에 의해 증발되는 은의 양을 조절하는 단계로 금속표면의 함량과 노출된 금속면적이 크게 좌우하는데 여기에 사용될 수 있는 변색방지법으로는 불산을 처리하여 금속표면의 은함량을 감소시키는 방법과 ceramic metal conditioner 도포법과 gold metal conditioner 도포법 등 직접 금속에 도포하는 방법 등이 있다. 증발단계는 은의 증발시에 산소와의 결합을 방해할 수 있는 탄소블럭을 이용한 환원 분위기 조성법 등이 있고, 도재단계는 도재내로 침투한 은이 도재내부에서 색을 발현하게 될 때 이 과정을 차단하는 방법으로 이온교환을 관여하는 Na⁺, 열적환원 과정에 관여하는 촉매, 도재속의 환원제 등의 양을 조절하는 것으로 가능하며 도재내에 Na₂O 함량비를 줄이는 것도 한 방법이며 또한 일부도재는 도재속에 존재하는 산소와 친화성이 큰 물질이 산화은을 은이온화 시킴으로써 중성은 원자가 되는 것을 방해하기 때문에 색발현이 일어나지 않게 된다고 한다.

본 연구는 금속단계에서 금속표면에 직접도포하는 방법의 한가지로 금이온을 금속표면을 전착하여 노출된 금속면적을 감소시켜 도재소성시 증발하는 은을 막을 수 있을 것으로 사료되었다.

CIE XYZ표색계(Table 4)에 나타난 본 실험의 결과를 살펴보면 G I에서 x, y값이 증가하였는데 이는 적색, 녹색이 나타남을 의미한다.

CIE L*a*b*표색계에 나타난 본 실험의 결과(Table 4) L*는 G II, G III, G IV에서 크고 G I에서 감소하였다. 이는 Brewer 등⁵⁾ 윤등³⁰⁾의 연구결과와 일치하나 이등²⁰⁾의 연구결과와는 상이하다. 또한 G III에서 G II보다 약간 높게 나타났는데 이는 금이온전착후 degassing하는 과정에서 표면산화막

들에 영향을 미쳐 나타나는 것으로 사료된다. a*와 b*의 경우에 a*차이는 그리 크지 않으나 b*는 G I에서 크게 커져 황색의 발현이 강하였는데 이는 색상의 변화보다는 채도가 큰 영향을 미치는 것을 의미한다. b*에 있어서는 이등²⁰⁾의 연구결과와 거의 일치한다. 채도 C*는 CIE L*a*b* 색좌표계에서 구의 중심축(무채색)과의 거리를 나타내며 본 실험의 경우는 주로 b*의 값이 좌우하는데 변색방지법을 취하지 않은 G I에서 C*가 증가하여 색이 선명해진다.

H°는 색상각도로서 tan⁻¹(b*/a*)로 표시되는데 색좌표계에서 +a*로 부터 각상한에 나타나는 좌표의 각도를 나타내며 명도차를 보정하여 Munsell의 색상 즉 H°로도 치환시킬 수 있다.

변색방지법의 효과는 표준시편과의 색차(Fig. 5)로 판단하는 것이 객관성이 있는데 양면으로 전착한 것과 불투명도재소성후 한면만 전착하는 것이 거의 유사한 것으로 나타났다. 윤등³⁰⁾의 연구결과에 의하면 은에 의한 도재의 변색은 대부분 증발에 의한 것이라고 하였는데 이를 알아보기 위해 불투명도재를 먼저 소성한 후에 그 뒷면만 전착하고 치은 도재를 올린 실험군과 모두 금이온 전착한 후 불투명도재와 이층도재를 소성한 실험군으로 나누어 실험하였는데 결과는 L*에서만 차이를 보였고 a*와 b*는 유의한 차이를 보이지 않았는데 이는 은에 의한 변색작용이 증기이동에 의한 것임을 알 수 있는 사항으로 윤등³⁰⁾의 연구결과와 일치한다.

한편, 양면으로 전착한 경우에 있어서는 도재와의 결합강도가 문제시 될 수 있게 된다. 금이온을 전착함으로써 도재와의 화학적 결합에 작용하는 원소들의 표면으로의 전이를 차단함으로써 결합강도에 문제가 있을 것으로 사료되므로 앞으로 이에 대한 연구가 있어야 하겠다.

V. 결 론

저자는 도재전장주조판 제작시 팔라디움-은 합금의 도재변색을 방지하는 방법으로 금이온 전착의 이용가능성에 대하여 연구하고자 팔라디움-은 합금에 금이온을 전착시켜 도재를 축성, 소성하고 축색색차계로 측정하여 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 불투명도재 소성후 뒷면과 금이온을 전착한 팔라듐-은합금의 경우 금-백금합금에서의 도색조와 유의한 차이를 보이지 않았다.
2. 양면 모두 금이온을 전착한 경우 불투명도재 소성 후 뒷면만 금이온을 전착한 경우보다 명도지수(L*)가 높았고 채도지수(a*와 b*)는 유의한 차이를 보이지 않았다.

참고문헌

1. Anusavice, K. J. : Noble metal alloys for metal - ceramic restorations, *Dent Clin North Am*, 29 : 789-803, 1985.
2. Bell, A. M., Kurzeja, R. K. and Gamberg, M. G. : Ceramometal crowns and bridges, *Dent North Am*, 29 : 736-778, 1985.
3. Bertolotti, R. L. : Rational selection of casting alloys. In Preston, J. D.(ed) : *Perspectives in Dental Ceramics. Proceedings of the Fourth International Symposium on Ceramics*. Chicago. Quintessence Publishing Co. Inc., pp.75-84, 1988.
4. Binns, D. : The chemical and physical properties of dental porcelain. In McLean J. W., editor : *Dental Ceramics Proceedings of the First International Symposium on Ceramics*. Chicago, Quintessence Publishing Co, Inc, p.41, 1983.
5. Brewer, J. D., Akers, C. K., Garlapo, D. A. and Sorensen, S. E. : Spectrometric analysis of the influence of metal ceramic restorations, *J Dent Res*, 64 : 74-77, 1985.
6. Bullard, J. T., Dill, R. E., Marker, V. A. and Payne, E. V. : Effects of sputtered metal oxide films on the ceramic - to - metal bond, *J Prosthet Dent*, 54 : 776-778, 1985.
7. Clarke F. J. J. : Measurement of colour in human teeth. In : J. W. McLean(ed) *Dental Ceramics : Proceedings of the First International Symposium on Ceramics*. Chicago : Quintessence Publ. Co., p.441-488, 1983.
8. Daftary, F. and Donovan, T. : Effect of electrodeposition of gold on porcelain - to - metal bond strength. *J Prosthet Dent*, 57 : 41-46, 1987.
9. Doremus, R. H. : Optical properties of small silver particles, *J Chem Phys*, 42 : 414-417, 1965.
10. Jorgenson, M. W. and Godking, R. J. : Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness and repeated firings, *J Prosthet Dent*, 42 : 96, 1976.
11. Macetee, M. and Lakowski, R. : Instrumental color measurement of vital and extracted human teeth, *J Oral Reh*, 8 : 203-208, 1981.
12. Mackert, J. R., Ringle, R. D. and Fairhurst : High-temperature behavior of Pd - Ag alloy for porcelain, *J Dent Res*, 62(12) : 1229-1235, 1985.
13. McLean, J. W. : *Dental Ceramics proceedings of first International Symposium on ceramics*, 1st. ed. Chicago, Quintessence Publishing Co., p.467, 1983.
14. McLean, J. W. : *The Science and Art of dental ceramics*. Chicago, Quintessence Publishing Co. Vol. I, 1979.
15. McLean, J. W. : *The Science and Art of dental ceramics*. Chicago, Quintessence Publishing Co. Vol. II, 1979.
16. O'Brien, W. J., Nelson, D. and Lorey, R. E. : The assessment of chroma sensitivity to porcelain pigments, *J Prosthet Dent*, 49 : 63-66, 1983.
17. Obergon, A., Goodkind, R. J. and Schwabacher, W. B. : Effect of opaque and porcelain surface texture on the color of ceramometal restoration, *J Prosthet Dent*, 46 : 330-340, 1981.
18. Payan, J., Moya, G. E., Meyer, J. M. and Moya, F. : Changes in chemical properties of a dental palladium - silver alloy during metal - porcelain bonding, *J Oral Rehab*, 13 : 329-338, 1986.
19. Shaffer, V. B. and Johnston D. W. : The influence of porcelain powder blending on color, *J Prosthet Dent*, 60 : 425-432, 1988.
20. Seghi, R. R., Johnston, W. M. and O'Brien W. J. : Spectrometric analysis of color differences between porcelain system, *J Prosthet Dent*, 56 : 35-40, 1986.
21. Sproull, R. C. : Color matching in dentistry. Part

- I. The three - dimensional nature of color. *J Prosthet Dent*, 29 : 416, 1973.
22. Tuccillo, J.J. and Cascone, P.J. : The evaluation of porcelain - fused - to - metal(PFM) alloy system. In McLean, J.W.(ed) : *Dental Ceramics. Proceedings of the First International symposium on Ceramics, Chicago. Quintessence Publishing Co. Inc.*, 00.347-370, 1983.
23. Tuccillo, J.J. : Composition and functional characteristics of precious metal alloys for dental restorations. In Valega. T.M., Sr.(ed.) : *alteratives to gold alloys in dentistry. Conference proceedings. DHEW Publication No.(NIH), 77-127, Bethesda. Maryland, 1977.*
24. Walter, M. : Color variations in ceramic through the blending of palladium - silver alloy, *ZWR (West Germany)*, 95(12) : 1258-1260, 1986.
25. Yamamoto, M. : Discoloration of porcelain, *ME-TAL Ceramics. Quintessence Publishing Co.*, p. 483, 1985.
26. 김광남, 조성암 : 비귀금속 산화물이 치과용 합금과 도재의 화학적 결합에 미치는 영향. *대한치과보철학회지* : 25 : 1, 317-325, 1987.
27. 김영해 : Veneer Resin의 색안정성에 관한 연구. *대한치과보존학회지*. Vol.16 : 1, 1991.
28. 노희택 : 최신금속 표면처리. *동명사*, pp2-340, 1983.
29. 이근우, 이호용 : 도재소부 전장금관용 합금에 따른 도재색조의 실험적 비교연구. *연세치대 논문집*, 2 : 1, 304-313, 1983.
30. 윤수선, 이선형, 양재호, 정현영 : 팔라듐-은 합금에 의한 도재의 색조변화 및 변색작용에 관한 연구 *대한치과보철학회지*, 27 : 1, 123-141, 1989.
31. 측색색차계 Model TC - 6FX 취급설명서 : 색의 표준화, 동경전색주식회사.

— Abstract —

THE EFFECT OF GOLD ELECTRODEPOSITION ON PALLADIUM— SILVER ALLOY TO THE COLOR OF PORCELAIN

Jai - Min Yoo, D. D. S., Hye - Won Cho, D. D. S., Ph. D.,
Jin - Keun Dong, D. D. S., Ph. D.

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University

This study was performed to investigate the effect of gold electrodeposition on porcelain color of palladium - silver alloy.

The specimens were made by firing porcelain on the metal plates cast respectively in Au - Pt alloy, and Pd - Ag alloy. In the case of Pd - Ag alloy specimens, porcelain were fired under three different conditions of the metal plate : 1) without gold coating, 2) firing opaque beforehand on one side, gold coating on the other side, 3) gold coating on both sides of the metal plate.

Color change was measured with fiber - optic colorimeter (Model TC - 6FX, Tokyo Denshoku Co., Japan). The obtained results were as follows :

1. In the group of firing opaque beforehand on one side and gold coating on the other side, there was no significant differences in their color in comparison to the color of the control group of the Au - Pt alloys.
2. In the group of gold coating on both sides on metal plate, there were no significant differences except their value to the group of firing opaque beforehand on one side and gold coating on the other side.