原著論文

陶材焼付金属冠の色調に関する基礎的研究

—セラムコオパーク陶材の色調について—

寺田 善博 杉村 直子 平安 亮造

Chromatic Studies of Porcelain Veneered Crown

— Application of Ceramco Opaque Porcelain —

Yoshihiro Terada, Naoko Sugimura and Ryozi Hirayasu

Abstract : Chromatic characteristics were compared between the porcelain fused metal substructures using a gold alloy and a nickel-chromium alloy with or without superficially sprayed with gold alloy.

From the stand point of the hiding efficiency for the metallic color of the substructure by opaque porcelain fusing, the gold alloy and the sprayed nickel-chromium alloy were superior to the nickel-chromium one as a metal for the porcelain-fused-to-metal crown.

The likeness in color of the gold alloy and the sprayed one was also shown.

As the conclusion, the application of wire explosion spraying technique which combines the advantages of the gold alloy and the nickel-chromium one appears to be quite useful for providing an excellent substructure for porcelain-fused crowns.

Key words : color, dental porcelain, wire explosion spraying

I. 緒 言

近年、患者の審美的な要求が強くなり、陶材焼付金属冠が多く用いられている。焼付用金属として、最近は、ニッケルクロム合金の用いられる頻度が大きくなってきた。しかし、ニッケルクロム合金については、陶材との接着強度や色調に対する下地金属の影響などの欠点が報告されている^{1,2)}。そこで、われわれの教室では、線爆溶解法を応用して、陶材とニッケルクロム合金との接着強度を向上させて陶材焼付金属冠の改良を行った。陶材焼

付金属冠の色調に関する研究としては、吉田³⁾が、陶材の色に関する測色的研究において、陶材焼付用金属に金合金(KIK)を用いて、金属色遮断に必要なオパーク陶材の厚さは、築盛時 0.3 mm で十分であると報告している。また、われわれがビタオパーク陶材を用いて行った陶材焼付金属冠の色調に関する基礎的研究⁴⁾においても同様の結果が得られた。本実験の目的は、セラムコ陶材を用いて、まず下地金属の違いによるオパーク陶材の色調を検討し、さらにデンティン陶材、エナメル陶材を築盛、焼成したときの色調がどのように変化するかを調べることである。

II. 材料および方法

試料金属として、金合金(デグデントユニバーサル、

九州大学歯学部歯科補綴学第1講座(主任:平安亮造教授)
Prosthetic Dentistry 1, Faculty of Dentistry, Kyushu
University (Chief: Prof. Ryozi Hirayasu)
昭和63年10月24日受付

表 1 金合金におけるオパーク陶材の各厚さ間の色差

0.35 mm	0.30 mm	0.25 mm	0.20 mm	0.15 mm	0.10 mm
	0.83	0.29	0.71	1.48	1.97
		1.11		2.18	
		0.98		3.39	
		1.78			
		3.23			
		5.15			
			2.46		
			4.35

図 1 焼成前の金属試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%)

図 2 金合金にセラムコオパーク陶材 A2 を焼成した試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%)

DE), ニッケルクロム合金 (タイコン, TI), 溶射試料 (SP) を準備した。

試料金属は, 鋳造により幅 9 mm, 長さ 12 mm の大きさに調整した。溶射試料は直径 1 mm, 長さ 50 mm の金合金ワイヤーを 2 回溶射した¹⁾。

金属面にオパーク陶材 A2 を 2 回焼成し, 耐水ペーパーにより 0.5 mm の厚さに調整した。その後, 0.05 mm ずつ研磨を行い, カラーアナライザーによる測色を行い検討を加えた。同様に, デンティン陶材, エナメル陶材焼成後の試料についても測色, 検討した。

測色は 380~780 nm まで 10 nm ごとの分光反射率から, パーソナルコンピューターにより, 三刺激値 (X, Y, Z), CIE 色度座標 (x, y) を求め, さらに CIE 1976 L*, a*, b* 表色系に変換して色差の検討を行った。

色差の判定においては, 色差 $\Delta E=1.5$ を「色差あり」「色差なし」の目安とした^{4,5)}。

III. 結果および考察

焼成前の金属試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%) を図 1 に示す。色度座標においては, TI が最も標準光源 C (0.31, 0.31)⁶⁾ に近く無彩色に近い色 (白っぽい) を示すことがわかり, DE, SP の順に彩度が上がり, 黄色っぽいことがわかる。明度は TI が 40.6% で, DE と SP は 36~37% でほとんど変わらない。

図 2 は金合金にセラムコオパーク陶材 A2 を焼成した試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%) を示している。オパーク陶材の厚さを増していき分光比反射率曲線が一定の値を示すようになった厚さが 0.35 mm であり陶材自身の色を表していると考えられる⁷⁾。オパーク陶材の厚さが減少するにつれて座標が左下に移動しており (彩度が下がり), また明度が小さくなっているのがわか

表 2 ニッケルクロム合金におけるオペーク陶材の各厚さ間の色差

0.50 mm	0.45 mm	0.40 mm	0.35 mm	0.30 mm	0.25 mm	0.20 mm	0.15 mm	0.10 mm
0.22	0.36	0.48	1.21	1.45	0.64	2.71	2.49	
	0.51		1.51		1.82		5.14	
		0.82		2.65			3.18	
		0.95						
		1.93			4.50			
		3.23						
		3.70						
			6.39					
				8.78				
			1.73					
			3.03					
			3.51					
				6.19				
						5.61		
						6.88		
							8.05

	Opaque porcelain thickness (TI)	Y (%)
1.	0.50 mm	63.4
2.	0.45 mm	63.0
3.	0.40 mm	62.6
4.	0.35 mm	62.3
5.	0.30 mm	61.0
6.	0.25 mm	59.8
7.	0.20 mm	59.4
8.	0.15 mm	56.1
9.	0.10 mm	52.3

図 3 ニッケルクロム合金にオペーク陶材を焼成した試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%)

る。0.35~0.20 mm は座標上では近くに位置しそれ以上薄くなると明らかに離れた位置となる。

表 1 は金合金の各厚さにオペーク陶材を焼成した試料間の色差 ΔE である。0.35 mm と 0.30 mm の $\Delta E=0.83$,

0.35 mm と 0.25 mm の色差は $\Delta E=1.11$ で視覚的にはほとんど差はない⁸⁾。0.35 mm と 0.20 mm の $\Delta E=1.78$ でやや色差があり、0.35 mm と 0.15 mm の色差は $\Delta E=3.23$ で視覚的に差が認められる。したがって下地金属が金合金の場合オペーク陶材単独では最低 0.20 mm、理想的には 0.25 mm 必要なことがわかる。オペーク陶材の厚さが減少するにつれて、座標が左下に移動しており(彩度が下がり)、また明度が小さくなっているのがわかる。

図 3 はニッケルクロム合金にオペーク陶材 A 2 を焼成した試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%) である。0.50~0.35 mm については座標上で同じような位置に分布するが 0.30 mm よりオペーク陶材が薄くなると極端に離れた位置へと移動していく。表 2 は 0.50~0.10 mm まで 0.05 mm ずつオペーク陶材を減少していった時の各試料間の色差である。0.50 mm と 0.40 mm の色差 ΔE は 0.51, 0.50 mm と 0.35 mm の色差 ΔE は 0.95, 0.50 mm と 0.30 mm の色差 ΔE は 1.93, 0.50 mm と 0.25 mm の色差 ΔE は 3.23 である。0.30 mm よりも薄くなると極端に色差が大きくなるのでオペーク陶材はニッケルクロム合金の場合、最低でも 0.35 mm 必要なことがわかった。

図 4 は溶射試料にオペーク陶材 A 2 を焼成した試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%) であるが、図 2 の

表 3 溶射試料におけるオパーク陶材の各厚さ間の色差

0.30 mm	0.25 mm	0.20 mm	0.15 mm	0.10 mm
0.51		0.39	0.93	1.55
0.90			2.48	
1.83				
3.37				

表 4 オパーク陶材 0.35 mm の試料におけるデンティン陶材の各厚さ間の色差

0.80 mm	0.60 mm	0.40 mm	0.20 mm	0.00 mm
1.84		1.92	2.16	2.35
3.76			4.20	
5.60				
6.84

Opaque porcelain		
thickness (SP)	Y (%)	
1. 0.30 mm	62.6	
2. 0.25 mm	62.3	
3. 0.20 mm	61.9	
4. 0.15 mm	61.3	
5. 0.10 mm	60.2	

図 4 溶射試料にオパーク陶材を焼成した試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%)

Opaque (0.35 mm) + Dentin		
Dentin thickness	Y (%)	
1. 0.80 mm	50.4	
2. 0.60 mm	53.5	
3. 0.40 mm	56.9	
4. 0.20 mm	60.7	
5. 0.00 mm	62.7	

図 5 オパーク陶材 0.35 mm にデンティン陶材を 0.80 mm から 0.20 mm ずつ減少させた試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%)

金合金の場合と似たような分布を示している。ただ溶射試料の場合 0.20 mm~0.30 mm は近くに分布するが、0.15mm より薄くなると離れた位置に位置する。表 3 はオパーク陶材の厚さ 0.30~0.10 mm の各試料間の色差を示している。0.30 mm と 0.25 mm の色差 ΔE は 0.51, 0.30 mm と 0.20 mm の色差 ΔE は 0.90, 0.30 mm と 0.15 mm の色差 ΔE は 1.83 である。よって、オパーク陶材は最低でも 0.20 mm 必要である。

以上のことから、金属色の遮蔽に必要なオパーク陶材の厚さはオパーク陶材単独では下地金属が金合金の場合 0.25 mm, ニッケルクロム合金の場合 0.35 mm, 溶射試料の場合 0.20 mm 必要である。

つぎにオパーク陶材の上にデンティン陶材を築盛焼成

し、その時の色調について検討を行った。図 5 はオパーク陶材 0.35 mm にデンティン陶材を 0.80 mm から 0.20 mm ずつ減少させ測色を行ったものの (x, y) 色度図である。表 4 は各試料間の色差 ΔE である。デンティン陶材が厚くなるほど明度は減少していく。

図 6 はオパーク陶材 0.25 mm にデンティン陶材を 0.80 mm から 0.20 mm ずつ減少させ測色を行ったものの (x, y) 色度図である。また表 5 は各試料間の色差 ΔE である。同様にデンティン陶材が厚くなるほど明度は減少した。図 7 は各々の試料を L^* , a^* , b^* 表色系に表したものである。ともにデンティン陶材の厚さが変わっても b^* 系統については似たような分布を示したが、 a^* 系

Opaque (0.25 mm) + Dentin		
Dentin thickness		Y (%)
1.	0.80 mm	52.2
2.	0.60 mm	53.9
3.	0.40 mm	58.5
4.	0.20 mm	60.3
5.	0.00 mm	63.7

図 6 オペーク陶材 0.25 mm にデンティン陶材を 0.80 mm から 0.20 mm ずつ減少させた試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%)

統についてはデンティン陶材が厚くなるほど一方向へと移動した。つまり赤色系統から緑色系統へと変化していった。

図 8 はオペーク陶材 0.35 mm, デンティン陶材 0.80 mm, その上にエナメル陶材を 1 mm から 0.20 mm ずつ減少させていったものを (x, y) 色度図上に表したものである。エナメル陶材が厚くなるほど透明度が増すために明度が減少する。

図 9 はオペーク陶材 0.35 mm, デンティン陶材 0.20 mm, その上にエナメル陶材を 1 mm から 0.20 mm ずつ減少させていったものを (x, y) 色度図上に表したものである。同様にエナメル陶材が厚くなるほど明度が減少する。

図 10 は各々の試料を L^* , a^* , b^* 表色系に表したものである。デンティン陶材の場合と同様にエナメル陶材も厚さを変えても b^* 系統については変化は少なかったが, a^* 系統についてはエナメル陶材を厚くするほど a^* が+から一方向へと移動する。つまり, 赤色方向から緑色方向へと移動した。

図 7 図 5, 6 の各々の試料を L^* , a^* , b^* 表色系に表したもの

表 5 オペーク陶材 0.25 mm の試料におけるデンティン陶材の各厚さ間の色差

0.80 mm	0.60 mm	0.40 mm	0.20 mm	0.00 mm
	0.99	2.44	1.83	1.78
		3.41	2.88	
			5.18	
				6.12

Opaque (0.35 mm) + Dentin (0.80 mm)
+ Enamel

Enamel thickness	Y (%)
1. 1.00 mm	37.4
2. 0.80 mm	43.5
3. 0.60 mm	45.1
4. 0.40 mm	47.6
5. 0.20 mm	50.6
6. 0.00 mm	51.5

図 8 オペーク陶材 0.35 mm, デンティン陶材 0.80 mm, その上のエナメル陶材を 1 mm から 0.20 mm ずつ減少させた試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%)

Opaque (0.35 mm) + Dentin (0.20 mm)
+ Enamel

Enamel thickness	Y (%)
1. 1.00 mm	42.1
2. 0.80 mm	45.9
3. 0.60 mm	48.6
4. 0.40 mm	51.4
5. 0.20 mm	55.6
6. 0.00 mm	59.6

図 9 オペーク陶材 0.35 mm, デンティン陶材 0.20 mm で, その上のエナメル陶材を 1 mm から 0.20 mm ずつ減少させた試料の色度座標 (x, y) および明度 Y (%)

図 10 図 8, 9 の各々の試料を L^* , a^* , b^* 表色系に表したもの

IV. 結 論

1. 金属色の遮蔽に必要なオペーク陶材の厚さはオペーク陶材単独では下地金属が金合金の場合は 0.25 mm, ニッケルクロム合金の場合は 0.35 mm, 溶射試料の場合

は 0.20 mm 必要であることがわかった。

2. デンティン陶材が厚くなるほど明度が減少し, L^* , a^* , b^* 表色系においては a^* が + から - 方向へと移動し, すなわち赤から緑方向へと移動し, b^* 系統についてはあまり変化がなかった。

3. エナメル陶材についてもデンティン陶材の時と同

様な変化を示した。

本論文の要旨は第 76 回日本補綴歯科学会学術大会（1986 年 10 月，東京）において発表した。

文 献

- 1) 妻島行高：線爆溶射法を応用した陶材焼付金属冠に関する研究，補綴誌，23：613～623，1979.
- 2) 門脇陽一，他：陶材焼付金属において下地金属が陶材の色調に及ぼす影響—金合金および Ni-Cr 系合金を用いた場合—，歯科技工，8：351～363，1980.
- 3) 吉田 皓：陶材の色に関する測色的研究，補綴誌，16：245～297，1972.
- 4) 寺田善博：陶材焼付金属冠の色調に関する基礎的研究—下地金属の違いによるオペーク陶材の色調について—，補綴誌，29：1270～1283，1985.
- 5) 寺田善博，他：線爆溶射法によるレジン前装冠の色調に関する研究，補綴誌，25：576～581，1981.
- 6) 川上元郎：色の常識，2 版，39～40，日本規格協会，東京，1981.
- 7) Terada, Y., et al. : Chromatic Studies of Porcelain Veneered Crown (Part 1.) Application of Wire Explosion Spraying Technique, Dent Mat J, 6 (1) : 90～95, 1987.
- 8) Stearns, E.I. : What's new in spectrophotometry : progress of spectrophotometry in the textile industry to 1951, Am Dystuff Report, 40 : 563～574, 1951.