歯肉の分光放射測定法による色彩学的研究

—若年者の前歯部について—

武田 友孝

Chromatic Study on Gingiva Using Spectroradiometry

— Concerning the Anterior Teeth of Young People —

Tomotaka Takeda

Abstract : For the purpose of clarifying the color of gingiva, the author applied spectroradiometry to 23 male and 20 female subjects, all in their twenties, to measure the normal gingiva. As a result, the following facts have been obtained :

1. The spectral distribution of gingiva gradually rose as short wavelength proceeded to long wavelength, and the two absorption bands were clearly observed between 540 nm and 610 nm, particularly around 540 nm and 580 nm. But denture base resin drew a curve different from the above.

2. Concerning the distribution range under the standard source D 65,

Male incisor area : $L^*=48.46$, $Cab^*=26.15$, $Hab^\circ=37.57$,

Male canine area : $L^*=46.25$, $Cab^*=26.42$, $Hab^\circ=39.71$,

Female incisor area : $L^*=50.23$, $Cab^*=27.42$, $Hab^\circ=38.22$,

Female canine area : $L^*=47.66$, $Cab^*=25.86$, $Hab^\circ=40.98$,

3. When removable partial denture is constructed for the anterior area, it is suggested that, instead of using standardized color denture base resin, brighter and fresher yellowish hue females than males, and darker and more yellowish color denture base, should be used in the canine area than in the central incisor area, considering the regional differences in color, in order to obtain the color closer to that of natural gingiva.

Key words : color, color of gingiva, Spectroradiometry

I. 緒 言

近年、歯科補綴物は、機能的であると同時に、審美的であることが強く望まれている。

その審美的要素としては、補綴物の形態とともに自然

観を損わない色彩が掲げられ、外観に触れる前歯部補綴物特に局部床義歯症例では、人工歯部分の調和¹⁻⁹⁾を計ることはもちろんのこと、患者固有の歯肉と義歯床とが混在する部分の両者の色彩をできるだけ調和させることが望まれる。

この調和を計るため義歯床用レジンには種々のシェイドが市販され、自然観を表現するために種々の顆粒、線維等を混入させたものも数多くみられる。またレジン填入時には、ステインなどを使用して、自然観をより高めようと種々の努力が成されているが、それにもかかわら

日本大学大学院歯学研究科歯科臨床系専攻（指導：大木一三教授）

Department of Prosthodontics, Nihon University Graduate School of Dentistry (Director : Prof. Katsuzo Ohki)

昭和61年11月5日受付

ず、臨床的に満足する前歯部局部床義歯症例は少ない。従来から歯肉に関する色彩学的研究として、視感比色による測定¹⁰⁻¹⁵⁾、カラーフィルムによる測定¹⁶⁻²⁴⁾および三刺激値直読法による測定²⁷⁻³⁸⁾などが数多くの報告が成されているが、本質的な色彩測定に必要な分光放射測定法による報告はみあたらない。

そこで著者は、機能的であると同時に、審美的な義歯を調製する上で必要な歯肉の色にマッチした義歯床の色を確立する前段階として若年者を対象とし、健康な歯肉の色彩を解明する目的で分光放射測定装置を用いて測定し、検討した。

II. 材料および方法

1. 材 料

1) 被検者

被検者は、日本大学歯科病院に来院した患者、同歯科病院医局員、同歯学部学生および付属衛生専門学校学生で、全身的に健康な年齢 20 歳代 (20~28 歳) の男性 23 名、女性 20 名の計 43 名である。

2) 測定部位

歯肉測定部位は、図 1 に示すとおり、上顎左側中切歯部付着歯肉 (以下中切歯部と略す) および犬歯部付着歯肉 (以下犬歯部と略す) で、臨床的に正常と認められるものであり、また歯には齶蝕や充填物および補綴物の存在しないものである。

なお臨床的に正常な歯肉の判断基準としては、1951 年 periodontal workshop の evaluation committee³⁹⁾ の発表した臨床所見のうち以下のものを用いた。

(1) 粘膜表面に正常なスティッピングを有していること。(2) 歯肉縁がナイフ状で十分に発育形成された歯間乳頭を有していること。(3) 歯肉が適度の硬さを有していること。(4) 歯肉溝は浅く浸出物がないこと、などである。

また、対照は、臨床で頻用されている、G-C 社製アクリロン Shade No. 4 (ダークピンク, Batch No. powder

170531, liquid 280231) を通法に従って重合研磨したレジン板 (20 mm×10 mm×2 mm) を義歯床色として、同様に測定した。

2. 方 法

1) 測定装置および周辺機器

測定には、図 2 に示すように、佐藤、一和多らの報告⁴⁰⁾と同様分光放射測定装置 (Pritchard-Model 1980 B, Photo Research 社製) および周辺機器を用いた。

すなわち、照明にはダイクロイックハロゲンランプ (GE 社製) を用い、直流安定化電源には、PAL 35-10 (菊水電子工業社製) を用いた。

照明および受光の幾何学的条件は、JISZ 8722 物体色の測定方法⁴¹⁾に準じ、被検体の法線に対して、光軸が左右 45 度の角度から照明し、被検体の法線の方向の反射光をオプティカルヘッドで受光した。この反射光は、モノクロメーターで分光され、フォトマルチプライヤーに入光し、370~730 nm まで 10 nm ごとの輝度値となる。つぎにコンソールを経て、コンピューターに入力、記録される。

2) 歯肉の測定

歯肉の測定はつぎのように行った。

(1) 測定用ユニットに被検者を座らせ、測定装置三脚

図 1 歯肉の測定部位

図 2 分光放射測定システム

部に接続している頤部固定装置上のバイトフォークにモデリングコンパウンドを適合し、これを咬合させ、咬合平面と床面を可及的に平行になるよう頭部を固定する(図3)。

(2) オプティカルヘッドビューイングシステムからの観察により、図1のごとく測定部位を定め測定を行い、その平均値をもって各部位の測定値とした。

なお、予備実験および赤沢⁴²⁾、高橋³⁰⁾らの報告を参考に、食事およびブラッシング1時間経過後、10分間安静にした後に、測定は生食水による湿潤状態で行った。

3) 標準白色面および義歯床用レジンの測定

歯肉の測定を行った後、バイトフォークを被検物固定台座に取り換え、同一条件で標準白色面および義歯床用レジンの測定を行った。

4) 分光放射輝度値より $L^*a^*b^*$ 表色系への変換

被検歯肉、義歯床用レジンおよび標準白色面の分光放射輝度値を求め、さらにそれらの測定値の演算処理によ

り、CIE 1976 $L^*a^*b^*$ 表色系の値、 L^* (メトリック明度)、 a^*b^* (クロマチックネス指数)、 Cab^* (メトリック・クロマ) および Hab° (メトリック色相角) を求める^{43~45)}。

すなわち、(1) まず標準白色面の分光放射輝度値に対する被検歯肉の分光放射輝度値から演算処理により分光放射輝度率を求め、この値と標準の光 D_{65} ⁴⁶⁾ の分光分布とを演算処理することにより、 D_{65} 下での被検歯肉の分光特性が得られる。(2) この分光特性より、前述の CIE 1976 $L^*a^*b^*$ 表色系への変換を行い、 L^* 、 a^* 、 b^* 、 Cab^* および Hab° を求めた。

III. 成 績

1. 分光分布曲線

歯肉および床用レジンの分光分布曲線の1例を図4に示す。

歯肉の分光分布曲線は、中切歯部および犬歯部ともそれぞれ短波長から長波長に従って次第に上昇し、青色部(450~500 nm)および赤色部(610~700 nm)に2つの山があり、青色部と赤色部の間(500~610 nm)において吸収帯が認められた。

これに対し、対照とした義歯床用レジンはこの明確な吸収帯が認められなかった。

2. CIE 1976 $L^*a^*b^*$ 表色系における L^* 、 a^* 、 b^* 、 Cab^* および Hab°

1) 分布範囲

男性および女性の L^* 、 a^* 、 b^* 、および Hab° についてのそれぞれ平均値、標準偏差、最大値および最小値を表

図3 被験者の設定位置

図4 分光分布曲線(1例)

図 5 歯肉の $L^* a^* b^*$ 表色系色度図 (男性)

図 6 歯肉の $L^* a^* b^*$ 表色系色度図 (女性)

1 および 2 に示す。

これを、 $L^* a^* b^*$ 表色系色度図上に示したものを図 5 および 6 に示す。

2) 部位差

L^* (メトリック明度) については、表 1 に示すように、男性の中切歯部は 48.63 (S.D.=5.20) であるのに対し、犬歯部は 46.25 (S.D.=5.13) であり、中切歯部の方がやや高い傾向であるが、有意差検定 (表 3) の結果有意差は認められなかった。女性の中切歯部は、表 2 に示すように 50.23 (S.D.=3.30) であるのに対し、犬歯部は 47.66 (S.D.=4.40) であり、中切歯部の方が高く、5% 危険率で有意差が認められた (表 3)。

Cab^* (メトリック・クロマ) については、男性の中切歯部は 26.15 (S.D.=2.56)、犬歯部は 26.42 (S.D.=3.97) で、ほぼ同様の値を示し、有意差は認められなかった。女性の中切歯部は 27.42 (S.D.=2.22)、犬歯部は 25.86 (S.D.=2.60) で、中切歯部の方が高い値を示し、5% 危険率で有意差が認められた。

Hab^* (メトリック色相角) については、男性の中切歯部は 37.57 (S.D.=4.18)、犬歯部は 39.71 (S.D.=5.83) であり、犬歯部の方が大きく、黄味方向に位置する傾向であったが、有意差は認められなかった。女性の中切歯部は 38.22 (S.D.=5.05)、犬歯部は 40.98 (S.D.=5.23) で、犬歯部の方が黄味方向に位置し、10% 危険率で有意

表 1 歯肉の L*, a*, b*, Cab* および Hab* (男性)

	中 切 歯 部				犬 歯 部			
	Mean.	S.D.	Min.	Max.	Mean.	S.D.	Min.	Max.
L*	48.63	5.20	37.27	59.96	46.25	5.13	33.73	55.83
a*	21.15	3.07	15.88	30.39	20.33	4.01	13.63	29.41
b*	15.97	2.44	10.61	20.52	16.78	2.52	11.91	22.88
Cab*	26.15	2.56	31.67	22.51	26.42	3.97	34.45	19.34
Hab*	37.57	4.18	27.51	47.16	39.71	5.83	31.39	49.16

(標準の光 D₆₅)

表 2 歯肉の L*, a*, b*, Cab* および Hab* (女性)

	中 切 歯 部				犬 歯 部			
	Mean.	S.D.	Min.	Max.	Mean.	S.D.	Min.	Max.
L*	50.23	3.30	45.32	58.71	47.66	4.40	56.28	39.98
a*	21.22	1.35	18.42	23.52	19.43	2.37	15.24	29.42
b*	17.32	2.52	13.10	21.44	16.90	2.53	10.16	21.38
Cab*	27.42	2.22	23.71	31.62	25.86	2.60	19.76	30.30
Hab*	38.22	5.05	24.39	46.51	40.98	5.23	30.93	53.25

(標準の光 D₆₅)

表 3 有意差検定 (部位差)

	男 性	女 性
L*	—	**
Cab*	—	**
Hab*	—	*

* : 有意差あり (10% 危険率)

** : 有意差あり (5% 危険率)

— : 有意差なし

表 5 有意差検定 (性差)

	中切歯部	犬 歯 部
L*	—	—
Cab*	*	—
Hab*	—	—

* : 有意差あり (10% 危険率)

** : 有意差あり (5% 危険率)

— : 有意差なし

表 4 中切歯部および犬歯部の色差

ΔEab*	男 性	女 性
0.00 ~ 0.54 (きわめて僅かに異なる)	0.0	0.0
0.54 ~ 1.63 (僅かに異なる)	4.0	0.0
1.63 ~ 3.26 (感知し得る程に異なる)	0.0	0.0
3.26 ~ 6.52 (著しく異なる)	48.0	70.0
6.52 ~ 13.04 (きわめて著しく異なる)	48.0	30.0
13.04 ~ (別の色系統になる)	0.0	0.0

(%)

差が認められた。

ΔEab* (色差) は、表 4 に示すように、中切歯部と犬歯部との色差は、男性より女性の方が小さい傾向であった。

3) 性差

L* (メトリック明度) については、表 1 および表 2 に示すごとく中切歯部で男性は 48.63 (S.D.=5.70)、女性 は 50.23 (S.D.=3.30) で、女性の方が高い傾向であったが有意差は認められなかった (表 5)。犬歯部で男性は 46.25 (S.D.=5.13)、女性 は 47.66 (S.D.=4.40) であり、女性の方が高い傾向にあるが、有意差は認められなかった (表 5)。

Cab* (メトリック・クロマ) については、中切歯部で男性は 26.15 (S.D.=2.56)、女性 は 27.42 (S.D.=2.22) で、男性の方が女性より低く、10% 危険率で有意差が認められた。犬歯部の男性は 26.42 (S.D.=3.97)、女性 は 25.86 (S.D.=2.60) で、有意差は認められなかった。

Hab* (メトリック色相角) については、中切歯部で男性は 37.57 (S.D.=4.18) で、女性 は 38.22 (S.D.=5.05) であり、犬歯部で男性は 39.71 (S.D.=5.83)、女性 は 40.98 (S.D.=5.23) で、中切歯部および犬歯部ともに、

女性の方が大きな値を示したが、有意差は認められなかった。

IV. 考 察

1. 実験方法について

歯肉に対する色彩学的研究は、歯周疾患による歯肉色の変化^{12, 18~23, 26)}、補綴物による歯肉への影響^{24, 25, 30, 38)}および補綴物のシェイドマッチングの確立^{13, 15)}などのため、数多くの報告がみられる。

しかしこれらの方法は、視感比色による測定、カラーフィルムによる測定および三刺激値直読法によるものである。

視感比色による測定は、術者の色の見え方による個人差、照明条件および標準色標の変化など、客観性に乏しいなどの問題点がある。

カラーフィルムによる測定は、測定が簡単であるが、フィルムの発色機構により、本来歯肉の有する分光分布とは異なるという欠点がある。

また三刺激値直読方式は、演色性の評価に用いることができないなどの難点がある。本来色覚は網膜に達した電磁波長の違いによる特性であり、被検体から反射した光の波長別のエネルギー比分布を求めることでその色彩を表すものである。しかし従来の分光放射測定装置は、口腔内などの微小面を非接触で測定する事が困難であった。

本研究に用いた分光放射測定装置 (Pritchard-Model 1980 B) による測定は、これらの点をおぎなうことのできる有効な方法^{1, 40)}であり、色彩の本質的解明には分光放射測定法が良いと考えられる。

2. 分光分布曲線について

歯肉のような生体軟組織は、外部から照明し、そのスペクトルを観察する場合には、部位にもよるが、表面から数 mm の深さの組織の色調が受光される半透明組織である。したがって、表面からの反射スペクトルと数 mm 以上の透過色によるスペクトルを共有したものをみていることになる。

生体の分光分布曲線には、酸化ヘモグロビン、還元ヘモグロビン、メラニンなどの吸収帯がみられる^{47, 48)}。

本実験による歯肉の測定成績からでも、その分光分布は短波長から長波長に向うに従って次第に上昇し、500~610 nm の間に、特に 540 および 580 nm を中心にヘモグロビンによる吸収帯がみられ、血液の影響^{42, 47, 48)}を強く

表 6 マンセル表色系での比較

	色 相 (Hue)	明 度 (Value)	彩 度 (Chroma)
著 者	6~9 R	4.6~5.0	5.0
指 宿	4.17 R	6.38	4.86
西 田	7.75 R	5.53	2.6
高 橋	10 R	4.94	2.7
金 子	9.4 R	4.96	2.69
広 瀬	7.8 R	5.0	5.3

く受けていることが考えられる。

一方義歯床用レジンには、この明確な吸収帯が存在しないため、色の再現が光源ごとに異なる光源の演色性⁴⁴⁾をおこすことになる。また、外見を支配する要素は色の 3 属性の他に、光沢、透明さ、地肌があり、これらの要素が異なると刺激値が同じ色でも目には異なった質感として感じられるので、義歯床用レジンの審美性を向上させるには、歯肉にみられる分光特性を再現する材料の開発と、これらの要素をレジン床表面にどのように付与するかが、重要な課題となることが、示唆された。

3. L*, a*, b*, Cab* および Hab° について

1) 分布範囲

歯肉の色の变化については、毛細血管の状態、血液の性状、血流、上皮の角化状態、粘膜の厚径および色素の沈着などが、直接の要因であり、それぞれの微妙な違いにより、変化しているものと考えられる。

今回著者の測定値とそれに近似した先人の報告^{11, 28, 30, 35, 38)}と比較するため、マンセル表色系に変換したものを表 6 に示す。

色相については、ほぼ他の報告と同じ範囲にある。

明度については、指宿の報告¹¹⁾を除いた他の報告と同様の成績であった。

彩度については、指宿¹¹⁾および広瀬³⁸⁾の報告とほぼ同じであり、他の報告よりも高い傾向であった。

マンセル表色系は、表面色のみではあるが、他の報告と、3 属性ともほぼ同様の範囲にあると思われる。

2) 部位差

L* (メトリック明度) では、男女とも犬歯部の値が低い傾向であり、女性では有意な差が認められ、Cab* (メトリック・クロマ) では、男性では差異は認められないが、女性では有意に中切歯部の方が高い値を示した。

また、Hab° (メトリック色相角) では、男女とも中切歯部に比べ犬歯部が黄味方向の色相を示した。このよう

な部位による色調の差異は、歯肉厚径の相違が1つの要因として考えられる。すなわち、歯肉が半透明体であり、表面から数mmの組織の色、骨および歯などからの反射光をも反映することによる。歯肉の厚径は犬歯部が中切歯部より薄いという報告⁴⁹⁾があり、このことが歯肉色に影響を与えていると考えられる。

3) 性差

L* (メトリック明度) については、中切歯部、犬歯部とも女性の方が高い値を示し、Cab* (メトリック・クロマ) については、中切歯部で女性の方が男性より有意に高い値を示し、犬歯部ではほぼ同じ値であった。Hab° (メトリック色相角) については、両部位とも女性の方が黄味方向の値を示した。L* については血液色素指数が高ければ、明度は低くなるという等々力の報告³⁶⁾があり、また男性の血液色素指数は女性よりも高い値を示す。したがって男性のL* が低い傾向にあり、潤田らの報告³¹⁾と一致する。

Cab* については、前述したように歯肉厚径の相違および血液の状態など、複雑な要因によると考えられる。

Hab° については、平塚は³²⁾、毛細血管系跡数が多い場合は、血管径が細くなり、色相は黄味がかると報告しており、また若野⁵⁰⁾は女性の方が多いと述べており、本研究の女性の方が黄味がかっているという結果および三宅の報告¹⁷⁾と一致する。

V. 結 論

歯肉色を解明する目的で、20歳代男性23名、女性20名について、分光放射測定法を用いた、正常歯肉の測定を行い、以下のような知見を得た。

1. 歯肉の分光分布曲線は、短波長から長波長に向かうに従って次第に上昇し、500~610nmの間、特に540および580nmを中心に2つの吸収帯が著明に認められたが、義歯床用レジンとはそれと異なった曲線を示した。

2. 標準の光D₆₅下での分布範囲は、L* (メトリック明度) は、男性の中切歯部48.63および犬歯部46.25、女性の中切歯部50.23および犬歯部47.66であった。

Cab* (メトリック・クロマ) は、男性の中切歯部26.15および犬歯部26.42、女性の中切歯部27.42および犬歯部25.86であった。

Hab° (メトリック色相角) は、男性の中切歯部37.57および犬歯部39.71、女性の中切歯部38.22および犬歯部40.98であった。

3. 部位差に関しては、L* では男女ともに犬歯部が低

く、Cab* では男性は差異はないが、女性では中切歯部の方が高い値を示した。また、Hab° では、犬歯部の方が中切歯部に比べ黄味方向の色相を示した。

4. 性差については、L* で女性の方が高い傾向を示し、またCab* では中切歯部で女性の方が男性より高い値を示した。Hab° では女性の方が男性より黄味方向の大きな値を示した。

5. 前歯部に局部床義歯を調製する場合、画一的な色の義歯床用レジンを用いるのではなく、男性に比べ女性の方が明るく鮮やかな黄味方向の色彩で、また部位による色彩の違いを考慮し、中切歯部よりも犬歯部を暗く黄色気味の義歯床色とした方がより自然な歯肉に近付けられることが示唆された。

文 献

- 1) 一和多寿樹：歯に関する色彩学的研究，補綴誌，30：652~664，1986。
- 2) 太田忠興：各種の照明光源下における歯冠色の見えに関する研究，口病誌，50：450~465，1983。
- 3) 指宿真澄，太田忠興，木村益巳，土田隆司，野下昭彦，金田 冽：歯冠色の条件等色に関する研究，補綴誌，27：1120~1128，1983。
- 4) 潤田和好，大友孝恒，長岡義人，三輪順一，板倉良暢，山本 秀，鎌田政善，川村浩之：天然歯並びに人工歯の色彩学的研究（第1報）健全天然歯色について，東北歯大誌，7：27~51，1980。
- 5) 土屋 深：前歯の色彩学的研究，歯科学報，73：87~120，1973。
- 6) 中川善晴：歯冠色分析に関する研究，補綴誌，19：109~130，1975。
- 7) 橋口緯徳，神津 瑛：口腔内の色彩に関する研究 第2報 抜去歯牙の色彩，松本歯学，6：68~73，1980。
- 8) 加藤愛子：歯冠色の構成に関する色彩学的研究，補綴誌，20：570~584，1976。
- 9) 丸井昌夫：歯冠色に関する研究 第2報 歯冠色と皮膚色との関連性，日病理会誌，35：422~440，1968。
- 10) Ibusuki, M.: The color of gingiva studied by visual color matching, Part I. Experimental studies on the discrimination threshold for color difference and effect of training, Bull Tokyo med dent Univ, 22：249~261, 1975。
- 11) Ibusuki, M.: The color of gingiva studied by visual color matching, Part II. Kind, location, and personal difference in color of gingiva, Bull Tokyo med dent Univ, 22：281~292, 1975。
- 12) 浅岡一馬：炎疾性歯肉の色彩に関する研究—視感比色法に

- よる測色結果について一, 補綴誌, 22: 664~678, 1978.
- 13) 指宿真澄, 浅岡一馬, 加藤愛子, 今井基泰, 高山義明: 床用歯肉色レジン色彩学的研究, 補綴誌, 20: 539~545, 1976.
 - 14) 関屋淳義, 小坂 肇, 志賀英治, 金光松雄: 歯肉色調の研究 第一報, 臨歯, 204: 15~17, 1954.
 - 15) John, M. Powers, & Andrew Koran: Color of Denture Resins, J Dent Res, 56: 754~761, 1977.
 - 16) 三宅洋一, 小林 暁, 山田 博, 深田英朗: カラーフィルムを用いた歯肉色の測定と解析法について (第一報), 口腔衛生会誌, 30: 415~422, 1981.
 - 17) 三宅洋一, 小林 暁, 宮沢裕夫, 赤坂守人, 深田英朗: カラーフィルムを用いた歯肉色の解析法について (第二報), 口腔衛生会誌, 32: 10~14, 1982.
 - 18) 小林 暁: カラー写真を用いた小児歯肉色の測色学的研究, 日大歯学, 56: 863~875, 1982.
 - 19) 星野周二: カラーフィルムを用いた中学校生徒歯肉色の測色学的研究, 日大歯学, 58: 14~21, 1984.
 - 20) 青木栄夫, 山田茂子: 歯肉色の表示法, 歯界展望, 46: 681~691, 1975.
 - 21) 小西 保: 歯周病におけるカラー写真の利用に関する研究, 口腔衛生会誌, 21: 157~174, 1971.
 - 22) 小林正幸, 西村正雄, 小西 保: 歯周病におけるカラー写真の利用に関する研究 (第四報), 口腔衛生会誌, 23: 60~61, 1973.
 - 23) 山田茂子: 歯周疾患患者における歯齦色の色彩学的研究, 日歯周誌, 20: 309~327, 1978.
 - 24) 広瀬 守, 国分敏行, 羽賀通夫: 陶材焼付鑄造冠における歯頸部軟組織の変色について (上), 日本歯科評論, 487: 79~91, 1983.
 - 25) 広瀬 守, 国分敏行, 羽賀通夫: 陶材焼付鑄造冠における歯頸部軟組織の変色について (下), 日本歯科評論, 488: 41~49, 1983.
 - 26) 桜井直紀: 歯肉の色彩変動に関する診断学的研究, 日大口腔科学, 11: 106~117, 1985.
 - 27) 西田尚道, 目 岩男, 橋本幸一, 弥源治普, 吉川 晔, 丸山剛郎, 下總高次: 歯肉に関する測色学的研究, 第一報 測定条件, 環境条件の影響について, 補綴誌, 19: 131~137, 1975.
 - 28) 西田尚道, 目 岩男, 橋本幸一, 弥源治普, 吉川 晔, 丸山剛郎, 下總高次: 歯肉に関する測色学的研究, 第二報 正常歯肉について, 補綴誌, 19: 251~260, 1975.
 - 29) 西田尚道, 目 岩男, 橋本幸一, 弥源治普, 吉川 晔, 丸山剛郎, 下總高次, 村山洋二, 野村慶雄: 歯肉に関する測色学的研究, 第三報, 金属焼付ポーセレンクラウンの歯肉に及ぼす影響, 補綴誌, 20: 258~268, 1976.
 - 30) 高橋俊之: 光電色彩計による冠着後の歯齦の変色に関する臨床的研究, 歯科学報, 84: 427~466, 1984.
 - 31) 潤田和好, 大友孝恒, 長岡義人, 三輪順一, 板倉良暢, 山本 秀, 鎌田政善, 川村浩之: 天然歯並びに人工歯の色彩学的研究, 第二報, 顔面色について, 東北歯大誌, 7: 52~68, 1980.
 - 32) 平塚欽也: 歯肉色と歯肉毛細血管像との関連について, 日歯周誌, 13 (2): 49~58, 1971.
 - 33) 石川信昭: 歯肉色測定法に関する研究, 口病誌, 25: 611~621, 1958.
 - 34) 金子利一郎: 歯肉色に対する色彩学的追求, 日歯周誌, 9: 17~26, 1967.
 - 35) 金子利一郎: ヒトの歯肉に関する色彩学的研究, 日大歯学, 42: 570~578, 1968.
 - 36) 等々力正勝: 新微小面色彩計による歯周病歯肉色の測定, 日歯周誌, 13 (2): 59~67, 1971.
 - 37) 坂田多喜雄, 山崎正隆, 杉山優子, 須田信之, 奥田礼一, 和久本貞雄: ファイバーカラリメーターの保存領域での応用 (その 1) 多種前歯用修復材および歯肉の色調測定に関する基礎的実験, 歯材器誌, 27: 37~42, 1972.
 - 38) 広瀬 守: 陶材焼付鑄造冠着後の歯齦の変色に関する臨床的研究, 歯科学報, 81: 1099~1158, 1981.
 - 39) The Journal of the American Dental Association: Reports of evaluation committees of 1951. Periodontal workshop: 45, 1, 2~15, 1952.
 - 40) Satoh, Y., Ichiwata, T., Ohki, K. & Tunoda, S.: Study of Color in Prosthodontics Part I On Measuring Instruments, J Nihon Univ Sch Dent, 27: 105~113, 1985.
 - 41) JIS Z 8722 (1982) 物体色の測定方法.
 - 42) 赤沢 大: 皮膚の分光反射率について, 四国医誌, 16: 1267~1280, 1960.
 - 43) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会: 83~143, 183~255, 823~913, 東京, 1980.
 - 44) 納谷嘉信: 産業色彩学, 朝倉書店: 9~25, 50~55, 65~81, 97~111, 東京, 1980.
 - 45) JIS Z 8729 (1980) $L^*a^*b^*$ 表色系及び $L^*u^*v^*$ 表色系による物体色の表示法.
 - 46) JIS Z 8720 (1973) 測定用の標準の光及び標準光源.
 - 47) 金井 寛: 生体物性 (7), 光学特性, 医用電子と生体工学, 47: 48~57, 1977.
 - 48) 法水正文, 武藤次郎, 坊野馨二, 西山明雄: 鼻甲介, 口唇粘膜色の光電色彩計他による測定成績, 日本耳鼻: 295~303, 1983.
 - 49) 牧 正臣: 九州日本人における歯肉厚径および其の部位的差位について, 第一編 上顎における歯肉厚径および其の部位的差について, 熊本大学医学部解剖学教室業績, 32: 1~58, 1955.
 - 50) 若野洋一: 生体観察による口腔粘膜毛細血管の形態に関する研究, I 肉眼的に正常な口唇, 舌粘膜毛細血管の形態について, II 歯肉毛細管の形態について, 大阪大学歯学雑誌, 6: 263~302, 1961.