歯冠色の構成に関する色彩学的研究

加 藤 愛 子

Color Arrangement in Upper Anterior Teeth

Aiko Katō

緒 言

補綴治療においては、咀嚼、発音等の機能的回復とともに審美的な容貌の回復に対して高い関心がはらわれている。特に前歯部補綴では、人工歯の選択時の審美的な要素として形態とともに自然感をそこなわない色調をそなえていることが要求される¹⁻⁵⁾。そこで、天然歯牙齒冠色の実態を把握することが必要であり、従来多くの報告がなされてきた。それらの報告の実験方法を大別すると、視感比色法と種々の光学機械を用いたものの2通りとなる。Owen⁶⁾、Clark⁷⁾、中沢⁸⁾、吉沢⁹⁾、芳賀¹⁰⁾、加藤^{11,12)}、宮越^{13,14)}、河辺¹⁵⁻¹⁷⁾らは既製シェードガイドで天然歯と比較し、さらに Clark^{18,19)}、丸井^{20,21)}は色彩学的に管理された陶歯、歯冠色票を用いて、歯種別、年齢別、性別等の歯冠色調について研究した。近年、光学機械の進歩とともに、伊藤²²⁾、羽賀^{23,24)}、加藤^{11,12)}らは、抜去歯を資料として測定し、その後口腔内で直接歯冠色調を測定しようという試みがなされ、土屋²⁵⁾は眼底カメラを、中川²⁶⁾らはファイバーカラリメーターを用いて測色している。著者は、丸井が使用した日本色彩研究所製「標準歯冠色票」を用い、視感比色法によつて、上顎前歯唇面の色調を歯頸色、中央色、切端色の3部位に分けて測定し、男女差、増齢変化、歯種差を調べ、さらに従来あまり報告されなかつた歯冠色の部位による違いや、個人における中切歯、側切歯、犬歯間の色調の組み合わせを検討したので、ここに報告する。

研究資料および研究方法

【被験者】 東京医科歯科大学歯学部付属病院をおとずれた患者、職員および医局員、学生で、臨床的に正常な上顎前歯を有するもの120名を対象とした。その内訳は、29歳以下を若年者、30歳以上50歳未満を中年者、50歳以上を高年者として男女各年齢群につきそれぞれ20名ずつとした。

【測定部位】 上顎中切歯、側切歯、犬歯の唇面をたてに3分割し、その中央部分を、歯頸部、中央部、切端部に分け、それぞれ歯頸色 (Cervico-labial Color : Cl)、中央色 (Central Color : C)、切端色 (Incisal Color : I) として測定した (図1)。

【測定方法】 歯は光半透過性である。そこで、測定にあたっては半透明体の測色の通法に従い、歯冠の口蓋面を明度9.5の白紙で裏打ちした。本実験にあたり、日本色彩研究所で試作した“標準の光 C”に準じた標準照明 (図2) を資料と45°の方向から当て、垂直方向から観察して、日本色彩研究所製「歯冠色票」を用い視感比色した (図3, 4)。資料は、歯垢、タバコのヤニ等の付着物を除去し、色の対比という現象の影響をできるだけ小さくするために、女性口唇の紅はぬぐい、歯冠表面を乾燥させた状態で測色した。日本色彩研究所製「歯冠色

図1 測定部位

東京医科歯科大学第3歯科補綴学教室 (主任、指導：林都志夫教授)

3rd Dept. of Prosthetic Dentistry, School of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University (Chief and Director : Prof. Toshio Hayashi)

昭和51年10月14日受付

図2 歯冠色比色光源(日本色彩研究所製)

図3 「歯冠色票」(日本色彩研究所製)

図4 測定方法

票」は、マンセル表色系に基くもので、色相(Hue) 8.75 YR (Yellow Red)~3.75 Y (Yellow), 明度(Value) 8.0~6.0, 彩度(Chroma) 5.0~1.0の範囲の中で125色あり、3要素別に値を求めることができる。資料と等色する色票がないときは、最も近い色調の色票を数種選び、目測補間によって測定値を決定し、色相、明度、

彩度ごとにその値を記録した。実験に先だち、男女それぞれ15名で左右差の検定をしたところ、上顎中切歯、側切歯、犬歯のいずれも危険率5%で有意差を認めなかったため、左右どちらの歯牙を測定しても良いこととした。

測定結果

各年齢群における前歯部歯種別、測定部位別、男女別の、色相、明度、彩度を統計的にまとめた結果は表1~3に示す通りである。これらを測定値の度数分布、部位差、男女差、増齢変化、歯種差、歯種間の相関、について検討すると次の通りになる。

1. 測定値の度数分布

歯頸色(CI)、中央色(C)、切端色(I)の各部位に分けて色相、明度、彩度別の度数分布を図5~7に示す。図5は、色相の分布を示し、男女とも測定値の範囲は、8.75 YR~3.75 Y、モードは1.25 Yでほとんど同様に分布している。男性の平均値は、切端色1.44 Y、中央色1.61 Y、歯頸色1.57 Yで、女性は切端色1.10 Y、中央色1.17 Y、歯頸色1.26 Yであり、部位のちがいはによる色相の差はほとんどなかったが、性別による違いとして女性は男性よりもわずかに赤味がかっていた。図6は、明度の度数分布を示し、女性(5.5~8.0)の方が男性(5.5~7.5)より明度の高いものがあつた。ただしモードは男女とも6.5であつた。図7は、彩度の度数分布を示し、男性(1.0~5.0)の方が女性(1.0~4.0)より高いものがあつた。しかしモードは男女とも2.0であつた。更に詳細に切端色、中央色、歯頸色について年齢別、歯種別に平均値、SD(標準偏差)、モード、分布範囲を表1~3に示す。

2. 部位差

同一個体における歯頸色、中央色、切端色の色調の違いを Nickerson's fading index による色差式で計算によつて検討した。なお、この Nickerson's fading index はマンセルの色彩体系において色差をよく表わしており、その値を1.2~1.3倍した値は N.B.S. 単位(National Bureau of Standard unit)に近似するといわれる²⁷⁾。

歯頸色と中央色、中央色と切端色、歯頸色と切端色の間の色差は Nickerson's index が、0.0~16.3の間にあつた。厳密に最も良い条件下では、1NBS 単位の1/5程度の色差まで人の眼は識別できるといわれている²⁷⁾。臨床的な意味合いでは Nickerson's index が1付近を

表 1 歯頸色の測定結果

			若 年				中 年				高 年			
			平均値	S D	モード	範 囲	平均値	S D	モード	範 囲	平均値	S D	モード	範 囲
男	色 相	中切歯	2.0 Y	0.88	2.5 Y	10YR~3.75 Y	2.50Y	1.27	3.75Y	10YR~3.75 Y	1.38Y	1.06	1.25Y	10YR~3.75 Y
		側切歯	1.50Y	1.11	2.5 Y	10YR~3.75 Y	2.19Y	1.23	1.25Y	10YR~3.75 Y	1.59Y	1.36	2.5 Y	8.75YR~3.75 Y
		犬 歯	0.66Y	0.67	10YR	10YR~2.5 Y	1.22Y	0.80	2.5 Y	10YR~3.75 Y	1.09Y	0.97	1.25Y	8.75YR~2.5Y
性	明 度	中切歯	6.81	0.21	7.0	6.5 ~7.25	6.69	0.19	6.5	6.5~7.0	6.41	0.33	6.5	5.5~7.0
		側切歯	6.68	0.21	6.5	6.25~7.0	6.66	0.18	6.5	6.5~7.0	6.43	0.28	6.75	6.0~6.75
		犬 歯	6.40	0.20	6.5	6.0 ~6.7	6.48	0.21	6.5	6.0~7.0	6.20	0.28	6.0	5.5~6.75
性	彩 度	中切歯	2.11	0.32	2.0	1.6 ~2.8	2.16	0.45	2.2	1.4~3.0	2.85	0.79	2.2	1.8~5.0
		側切歯	2.26	0.50	2.0	1.4 ~3.8	2.15	0.46	2.2	1.4~3.0	2.52	0.61	2.0	1.4~4.0
		犬 歯	2.98	0.34	3.0	2.0 ~3.8	2.92	0.50	3.0	2.0~4.0	3.37	0.51	3.0	2.6~4.0
女	色 相	中切歯	2.09Y	0.85	2.5 Y	10YR~3.75 Y	1.84Y	0.73	2.5 Y	10YR~2.5 Y	1.47Y	1.21	1.25Y	10YR~3.75 Y
		側切歯	1.28Y	0.83	1.25Y	10YR~2.5 Y	1.63Y	0.72	1.25Y	10YR~2.5 Y	1.09Y	1.15	10YR	8.75YR~2.5Y
		犬 歯	0.40Y	0.80	10YR	8.75YR~2.5 Y	0.75Y	0.67	1.25Y	10YR~1.88Y	0.78Y	0.79	10YR	10YR~2.5Y
性	明 度	中切歯	7.10	0.28	7.0	6.75~8.0	6.81	0.26	7.0	6.25~7.1	6.52	0.33	6.5	6.0~7.0
		側切歯	6.84	0.31	7.0	6.0 ~7.25	6.78	0.22	7.0	6.5 ~7.0	6.54	0.25	6.5	6.0~7.0
		犬 歯	6.52	0.19	6.5	6.0 ~6.75	6.53	0.27	6.5	6.0 ~7.0	6.36	0.30	6.5	5.5~6.75
性	彩 度	中切歯	1.91	0.29	2.0	1.0 ~2.4	2.20	0.39	2.0	1.6 ~3.2	2.56	0.56	2.6	1.4~4.0
		側切歯	2.21	0.57	2.0	1.4 ~4.0	2.18	0.32	2.0	1.6 ~3.0	2.45	0.58	2.0	1.2~3.6
		犬 歯	2.97	0.30	3.0	2.2 ~3.6	3.00	0.25	3.0	2.4 ~3.6	3.18	0.56	3.0	2.2~4.0

表 2 中央色の測定結果

			若 年				中 年				高 年			
			平均値	S D	モード	範 囲	平均値	S D	モード	範 囲	平均値	S D	モード	範 囲
男	色 相	中切歯	2.00Y	0.90	2.5 Y	10YR~3.75 Y	2.69Y	1.07	3.75Y	10YR~3.75 Y	1.34Y	1.22	10YR	10YR~3.75 Y
		側切歯	1.50Y	1.09	2.5 Y	10YR~3.75 Y	2.41Y	1.07	2.5 Y	10YR~3.75 Y	1.59Y	1.42	1.25Y	8.75YR~3.75 Y
		犬 歯	0.72Y	0.66	1.25Y	10YR~2.5 Y	1.16Y	0.85	1.25Y	10YR~3.75 Y	1.06Y	1.12	1.25Y	8.75YR~3.75 Y
性	明 度	中切歯	6.92	0.30	7.0	6.5 ~7.5	6.74	0.22	6.75	6.25~7.0	6.41	0.34	6.5	5.5~7.0
		側切歯	6.72	0.22	6.75	6.25~7.0	6.69	0.19	6.5	6.5 ~7.0	6.44	0.33	6.5	6.0~7.0
		犬 歯	6.40	0.20	6.5	6.0 ~6.7	6.46	0.23	6.5	6.0 ~7.0	6.20	0.28	6.0	5.5~6.75
性	彩 度	中切歯	1.81	0.39	1.6 2.0	1.0 ~2.8	1.74	0.46	1.8 2.0	1.0 ~2.8	2.39	0.91	2.0	1.0~5.0
		側切歯	2.02	0.37	2.0	1.4 ~3.0	1.92	0.37	2.0	1.2 ~2.8	2.22	0.67	2.0	1.0~4.0
		犬 歯	2.86	0.46	3.0	1.8 ~4.0	2.83	0.50	2.4	2.0 ~4.0	3.04	0.58	3.0	2.0~4.0
女	色 相	中切歯	2.16Y	0.83	2.5 Y	10YR~3.75 Y	1.72Y	0.71	1.25Y	10Y R~2.5 Y	1.09Y	1.08	10YR	10YR~3.75 Y
		側切歯	1.28Y	0.73	1.25Y	10YR~2.5 Y	1.63Y	0.72	1.25Y	10Y R~2.5 Y	1.00Y	1.14	10YR	8.75YR~2.5Y
		犬 歯	0.41Y	0.80	10YR	8.75YR~2.5Y	0.69Y	0.68	1.25Y	9.38YR~1.88Y	0.78Y	0.79	10YR	10Y R~2.5Y
性	明 度	中切歯	7.17	0.33	7.0	6.75~8.0	6.92	0.28	7.0	6.5~7.5	6.60	0.27	6.5	6.0~7.0
		側切歯	6.87	0.25	7.0	6.5 ~7.25	6.84	0.21	7.0	6.5~7.0	6.59	0.27	6.5	6.0~7.0
		犬 歯	6.53	0.19	6.5	6.0 ~6.75	6.51	0.29	6.5	6.0~7.0	6.36	0.3	6.5	5.5~6.75
性	彩 度	中切歯	1.68	0.39	2.0	1.0 ~2.4	1.76	0.46	2.0	1.0~2.8	2.03	0.57	2.6	1.0~3.0
		側切歯	1.97	0.46	2.0	1.0 ~2.8	1.99	0.33	2.0	1.4~2.8	2.23	0.60	2.0	1.2~3.4
		犬 歯	2.94	0.30	3.0	2.0 ~3.6	2.93	0.29	3.0	2.0~3.6	2.97	0.61	3.0	2.0~4.0

境いにしてそれより色差が小さい2色は同じ色にみえる
場合が多い²⁸⁾と考えられるので、index 1.0 以下の場合
にそれらの2色を同色とし、歯頸色、中央色、切端色の

3部位について、それぞれ2部位間の色差を計算によつて求め、次の6つのタイプに分けて検討した(表4)。

Aタイプ：歯頸色と中央色のみ同色で、歯頸色と切端

表 3 切端色の測定結果

			若 年				中 年				高 年			
			平均値	S D	モード	範 囲	平均値	S D	モード	範 囲	平均値	S D	モード	範 囲
男	色 相	中切歯	1.94Y	0.99	1.25Y	10YR~3.75Y	1.88Y	1.27	1.25Y	8.75YR~3.75Y	0.94Y	0.98	1.25Y	8.75YR~3.75Y
		側切歯	1.66Y	0.97	1.25Y	10Y1~3.75Y	2.25Y	1.05	2.5 Y	10YR~3.75Y	1.31Y	1.40	1.25Y	8.75YR~3.75Y
		犬 歯	0.69Y	0.81	10YR	10YR~2.5 Y	1.19Y	0.81	1.25Y	10YR~3.75Y	1.06Y	1.12	1.25Y	8.75YR~3.75Y
性	明 度	中切歯	6.99	0.33	7.0	6.5~7.5	6.70	0.23	6.5	6.25~7.0	6.38	0.31	6.5	6.0~7.0
		側切歯	6.91	0.36	7.0	6.5~7.5	6.71	0.27	6.75	6.0 ~7.0	6.43	0.31	6.5	6.0~7.0
		犬 歯	6.50	0.35	6.5	6.0~7.5	6.49	0.24	6.5	6.0 ~7.0	6.23	0.30	6.0	5.5~6.75
性	彩 度	中切歯	1.75	0.40	2.0	1.0~2.2	2.20	0.63	2.0	1.2 ~4.0	3.00	0.89	3.0	1.2~5.0
		側切歯	1.53	0.45	1.2	1.0~2.6	1.58	0.41	2.0	1.0 ~2.2	2.11	0.59	2.0	1.0~3.0
		犬 歯	2.46	0.50	3.0	1.2~3.4	2.50	0.57	2.0	1.4 ~3.6	2.71	0.66	3.0	1.8~4.0
女	色 相	中切歯	2.00Y	0.88	2.5 Y	10YR~3.75Y	1.53Y	0.77	1.25YR	10YR~2.5 Y	0.88Y	1.30	1.25Y	8.75YR~3.75Y
		側切歯	1.34Y	0.85	1.25Y	10YR~3.75Y	1.53Y	0.80	1.25YR	10YR~2.5 Y	1.00Y	1.11	10YR	8.75YR~2.5 Y
		犬 歯	0.41Y	0.80	10YR	8.75YR~2.5Y	0.66Y	0.70	1.25YR	10YR~1.88 Y	0.63Y	0.95	1.25Y	8.75YR~2.5 Y
性	明 度	中切歯	7.09	0.16	7.0	6.75~7.5	6.86	0.22	6.5	6.5~7.1	6.54	0.32	6.5	6.0~7.0
		側切歯	7.00	0.34	7.0	6.5 ~8.0	6.94	0.26	7.0	6.5~7.5	6.65	0.27	6.5	6.0~7.0
		犬 歯	6.54	0.21	6.5	6.0 ~7.0	6.53	0.31	6.5	6.0~7.0	6.40	0.34	6.5	5.5~7.0
性	彩 度	中切歯	2.05	0.44	2.0	1.0 ~3.0	2.42	0.60	2.0	1.6~4.0	2.55	0.73	3.0	1.2~4.0
		側切歯	1.57	0.43	2.0	1.0 ~2.2	1.69	0.45	2.0	1.0~3.0	1.81	0.55	2.0	1.0~3.0
		犬 歯	2.73	0.32	3.0	2.0 ~3.0	2.61	0.48	3.0	2.0~3.6	2.52	0.51	3.0	1.6~3.0

図 5 色相の度数分布

—— 歯頸色
 - - - 中央色
 - · - 切端色

図 6 明度の度数分布

—— 歯頸色
 - - - 中央色
 - · - 切端色

表 5 同一個体における歯種別にみたA～Fタイプの組み合わせとその出現率(%)

		中切歯—側切歯—犬歯	全被験者
①	中切歯と側切歯は歯頸色と中央色が同色で、犬歯は3部位とも同色である。	A — A — D	5.8 %
②	中切歯、側切歯、犬歯とも歯頸色と中央色が同色である。	A — A — A	5.0
③	中切歯は歯頸色と中央色が同色で、側切歯と犬歯は3部位とも同色である。	A — D — D	5.0
④	中切歯は3部位とも異なる色で、側切歯と犬歯は歯頸色と中央色が同色である。	E — A — A	5.0
⑤	中切歯と側切歯は3部位とも異なる色で、犬歯は歯頸色と中央色が同色である。	E — E — A	4.1
⑥	中切歯は3部位とも同色で、側切歯と犬歯は歯頸色と中央色が同色である。	D — A — A	4.1
⑦	中切歯は歯頸色と切端色が同色で、側切歯と犬歯は歯頸色と中央色が同色である。	B — A — A	4.1
	①～⑦ 以外の組み合わせ	その他 48パターン	66.9
	計	55 パターン	100

表 6 年齢別、歯種別、部位別、3要素別に
歯冠色の男女差が認められたもの

年齢別	歯種別	部位別	3要素別	有意差が認められた項数
若年	中切歯	歯頸色	明度	5
		中央色	彩度	
		切端色	明度	
	犬歯	歯頸色	明度	
中年	中切歯	中央色	明度	7
		切端色	明度	
	側切歯	中央色	色相	
			明度	
		切端色	色相	
			明度	
高年	側切歯	切端色	色相	1
		切端色	明度	
			計	13

3. 男女差

年齢別(若・中・高年)、歯種別(中切歯、側切歯、犬歯)、部位別(歯頸、中央、切端)、3要素別(色相、明度、彩度)に合計81項について危険率5%で男女間の有意差検定を行った結果、有意差が認められたのは表6にあげた13項であった。すなわち、若年に5項、中年7項、高年に1項であり、若年は中切歯に3項、犬歯に2項で、主として明度の違いであった。中年では中切歯に2項、側切歯に4項、犬歯に1項であり、明度および色相に違いがみられた。男性は女性よりも黄味がかかり、明度は低い傾向があった。

図 8 中切歯における色相の増齢変化

図 9 側切歯における色相の増齢変化

4. 増齢変化

歯頸色、中央色、切端色の平均値の増齢変化を歯種別に色相、明度、彩度を分けて図8～16に示す。

色相について：男性の側切歯と中切歯では、若年に比

図 10 犬歯における色相の増齢変化

—— 歯頸色
- - - 中央色
—— 切端色

図 13 犬歯における明度の増齢変化

—— 歯頸色
- - - 中央色
—— 切端色

図 11 中切歯における明度の増齢変化

—— 歯頸色
- - - 中央色
—— 切端色

図 14 中切歯における彩度の増齢変化

—— 歯頸色
- - - 中央色
—— 切端色

図 12 側切歯における明度の増齢変化

—— 歯頸色
- - - 中央色
—— 切端色

図 15 側切歯における彩度の増齢変化

—— 歯頸色
- - - 中央色
—— 切端色

べて中年で黄味がかかり高年で赤味がかかる。男性の犬歯では、若年と中年間で差がみられ、やはり中年で黄味が強くなった。女性中切歯の中央色と切端色で、高年で赤味

がかかる傾向がみられたが、側切歯および犬歯では年齢差がみられなかった(図8~10)。

明度について：男女とも年齢が高くなるにつれて明らかに明度が低下した。しかし、男性側切歯の中央色、女

表 8 同一個体における部位別にみた a ～ e タイプの組み合わせとその出現率 (%)

		歯 類 部	中 央 部	切 端 部	男 性			女 性			全 被 験 者
					若年	中年	老年	若年	中年	老年	
①	3 部位とも、中切歯、側切歯、犬歯が異なる色である。	e	e	e	30	15	30	60	20	20	29.2%
②	歯頸部は中切歯と側切歯が同色で犬歯が異なるが、中央部と切端部は 3 歯が異なる。	a	e	e	15	25	5	20	20	20	17.5
③	歯頸部と中央部では中切歯と側切歯が同色で、切端部は 3 歯が異なる	a	a	e	5	20	5	10	15	0	9.2
④	3 部位とも、中切歯と側切歯が同色である。	a	a	a	20	5	5	0	0	10	6.7
⑤	歯頸部と切端部では 3 歯が異なり、中央部では中切歯と側切歯が同色である。	e	a	e	5	10	15	0	0	10	6.7
①～⑤ 以外の組み合わせ		その他 21 パターン			25	25	40	10	45	40	30.7
計		26 パターン			100	100	100	100	100	100	100

表 9 3 前歯歯冠色間の相関係数 (r)

			色 相			明 度			彩 度		
			中切歯— 側切歯	中切歯— 犬 歯	側切歯— 犬 歯	中切歯— 側切歯	中切歯— 犬 歯	側切歯— 犬 歯	中切歯— 側切歯	中切歯— 犬 歯	側切歯— 犬 歯
男 性	若 年	歯 頸 色	0.83*	0.32	0.36	0.61*	0.53*	0.52*	0.63*	0.61*	0.24
		中 央 色	0.85*	0.41	0.40	0.78*	0.59*	0.59*	0.71*	0.64*	0.34
		切 端 色	0.87*	0.53*	0.39	0.55*	0.51*	0.46*	0.34	0.27	0.36
	中 年	歯 頸 色	0.88*	0.50*	0.63*	0.83*	0.43	0.52*	0.87*	0.65*	0.31
		中 央 色	0.85*	0.32	0.47*	0.58*	0.24	0.52*	0.68*	0.48*	0.42
		切 端 色	0.54*	0.11	0.46*	0.38	0.43	0.30	0.22	0.06	0.42
女 性	高 年	歯 頸 色	0.68*	0.55*	0.52*	0.41	0.46*	0.68*	0.48*	0.64*	0.50*
		中 央 色	0.70*	0.53*	0.66*	0.52*	0.48*	0.69*	0.45*	0.28	0.63*
		切 端 色	0.79*	0.73*	0.70*	0.56*	0.65*	0.77*	0.64*	0.04	0.31
	若 年	歯 頸 色	0.63*	0.30	0.60*	0.43	0.19	0.60*	0.39	0.49*	0.34
		中 央 色	0.47*	0.27	0.55*	0.44	0.13	0.65*	0.58*	0.33	0.56*
		切 端 色	0.51*	—0.04	0.55*	0.21	0.46*	0.34	0.45*	0.54*	0.51*
男 性	中 年	歯 頸 色	0.65*	0.41	0.43	0.80*	0.57*	0.71*	0.54*	0.42	0.48*
		中 央 色	0.61*	0.34	0.47*	0.51*	0.64*	0.74*	0.58*	0.47*	0.41
		切 端 色	0.28	0.31	0.47*	0.55*	0.73*	0.61*	0.45*	0.22	0.48*
	高 年	歯 頸 色	0.83*	0.60*	0.70*	0.82*	0.67*	0.68*	0.88*	0.79*	0.80*
		中 央 色	0.84*	0.74*	0.83*	0.76*	0.48*	0.78*	0.57*	0.44	0.68*
		切 端 色	0.90*	0.78*	0.78*	0.74*	0.64*	0.86*	0.49*	0.08	0.61*

* は t 検定 (危険率 5%) により有意と認められたもの

3 歯とも異なる色調となるものが多くなり、切端部では 68.3% を占めた。また、f タイプは実際には出現しなかった。

表 8 は、各個体における中切歯、側切歯、犬歯の色調のタイプ (a ～ e タイプ) が歯頸部、中央部、切端部でどのような組み合わせをとるかを全被験者について調査した結果である。全部で 26 通りの組み合わせがみられた。

6. 中切歯、側切歯、犬歯歯冠色間の相関について

すでに部位差、歯種差の項で述べたように、1 本の歯でも歯頸色、中央色、切端色が多様に変化し、さらに中切歯、側切歯、犬歯がそれぞれ異なったパターンの色調をもっていることがわかった。それでは、一口腔内の中切歯、側切歯、犬歯の中から 2 歯をとり出して、とり出した 2 歯の色調をそれぞれ変量であるとした場合に、1 変量の変動が他の変量の値にどう影響しているか、すな

わち2歯(例えば中切歯と側切歯)の色調にはいわゆる相関関係があるかどうかを次の3通りの組み合わせについて,〔① 中切歯と側切歯, ② 中切歯と犬歯, ③ 側切歯と犬歯〕それぞれの歯の色調を2変量として,色相,明度,彩度の3要素別に求め,通法により係数の有意性を検定した(表9)。

色相:男性では,各年齢層を通じ中切歯と側切歯の相関が高く,女性では,高年で3歯間の相関が高かった。

明度:男性の若年と中年では中切歯と側切歯間,高年では側切歯と犬歯間の一部に高い相関がみられただけで,一般に低かった。女性では,若年で相関が低く中高年で高くなる傾向があった。

彩度:若年および中年男性の中切歯と側切歯間,高年女性の中切歯,側切歯,犬歯間に高い相関がみられたが,一般に彩度の相関は低かった。

考 察

1. 研究方法について

本来,歯牙は半透明体で透明感,光沢,蛍光性をもち,測色面積はせまく形態も一定でないため,口腔内に植した歯牙の色調を直接に測定することは,色彩学的にみて,比色法および測色法のどの立場からみても非常に困難なことである²⁹⁾。本研究では,視感比色法により歯冠色の測定をおこなったが,この方法は臨床と直結しており特別な装置も複雑な操作もいらず簡便であるが,特に次の3項目について十分考慮がはらわれなければならない^{30,31)}。① 観測者の比色能力,② 色彩学的に管理された標準色票の使用,③ 適当な光源。

著者は,正常な色覚をもち,日本色彩研究所製の色彩能力テスターによる色彩弁別能力訓練,色の記憶訓練,2点識別訓練等各種の比色能力向上の訓練を積んでおり,測色値が客観的となることに努めた。なお,著者は2点識別テストにより,歯冠色調周辺の最小識別色差が0.4 Labであつた。本研究では,色彩学的に管理された精度の高い「標準歯冠色票」を使用し,“標準の光C”に準じた照明を45°方向から当て垂直方向から観測した。歯面は乾燥させ,半透過性試料の測色の通法により白い紙を歯の口蓋面にあてて,口腔内の暗さの影響がない状態で測定した。この「歯冠色票」は,色彩学的な管理という点では申し分ないが,形態,光沢,透明度,質感等を天然歯と類似させておらず,この点では比色作業が困難であつた³²⁾。照明は,本実験のために日本色彩研究所で試作したもので,小型で軽量なうえに次の様な特

表 10 測定結果の平均値による比較

	色 相	明 度	彩 度
著 者	1.1Y~1.6Y	6.6~6.7	2.3~3.1
丸 井	1.0Y~1.5Y	6.3~6.7	2.5~3.7
土 屋*	1.2Y	6.7	4.2
中 川*	10Y R~1.0Y	5.5~6.1	1.0~2.1

* はCIE表色値をMunsell値に換算した

長をもつ。光源は,小型で特性も良好なハロゲンランプ日本電子管製 JCD-100-300 B(色温度 3,050°K)を用いた。光源部は,光質を自然日光に近似させるためランプと色温度変換フィルター(龍電社製リユクロームフィルター B5)を組み合わせ,色温度を 6,500°K にした。最高照度は 1,310 lx であり光源よりの光束が集光形になっているため,口腔内比色が容易である。

2. 測定結果について

1) 歯冠色の測色値の分布を従来の文献と比較することは,測色法,測定器具,測定対象等が異なるため容易ではないが,丸井²¹⁾,土屋²⁵⁾,中川²⁶⁾の報告と比較してみた。すなわち,丸井は本研究と同じ歯冠色票を用い,比色法により男 173 名,女 189 名について上顎3前歯の歯冠中央 1/3 の歯冠色を測定したものであるが,その結果と本研究結果とは色相,明度,彩度ともにほとんど同じ値を示した。また,土屋は,眼底カメラを使用しリパーサルカラーフィルムによつて男 29 名,女 28 名について前歯を撮影し,そのフィルムを2重分光光度計で歯頸色,中央色,切端色に分けて測定し,中川は男女 352 名について上顎前歯唇面の7カ所(切端正中,中央正中,歯頸部正中,切端近心,切端遠心,中央近心,中央遠心)をファイバーカラリメーター FC-101 D を用いて直接測色したものであるが,土屋,中川の CIE 表色系によるものを Munsell 値に換算して比較したところ,いずれも色相については著者とほとんど同じ値を示した。土屋は明度も同じ値を示し彩度で高い値を示したが,中川は明度と彩度は低い傾向を示した(表10)。

2) 歯頸色,中央色,切端色の部位差についてみると,色相に関しては中年男性中切歯で切端色が中央色に比べて赤味がかつただけで,3部位に差はみられなかった。明度についてもほとんど差はみられず,若年男性と中年女性の側切歯で切端色が歯頸色よりも明るい結果となつたのみであつた。彩度では,明らかに3部位の差がみられ,しかも中切歯は側切歯および犬歯とは異なる傾向を示した。つまり,中切歯では中央色の彩度が一番低

いが、側切歯および犬歯では切端色の彩度が低かった。天然歯のエナメル質は、無機結晶による散乱光とわずかな有機成分の反射が添加されたもので、ほとんど無色に近い透明な白色であり、エナメル象牙質境界および象牙質の有機成分の反射による黄色の象牙質色が歯冠色の基調であるといわれている^{6,24,33,34}。そのため、歯頸色、中央色、切端色の色調の違いは、エナメル質と象牙質の層の厚みの差、すなわち切端部から歯頸部に向つてエナメル質が薄くなることによると考えられている。すでに、Clark⁷⁾、芳賀¹⁰⁾、土屋²⁵⁾、佐藤³⁵⁾、中川²⁶⁾らの報告にも、歯頸部から切端部に向つて色相の変化はないが、明度、彩度は低下し、明るく濃い色調から暗く淡い色調へと変化すると述べられている。本研究でも色相に変化はなかったが、明度にも変化がみられなかったのは、歯冠後方に白い紙をおいたことにより、歯の部位による透明度の差がなくなり、切端部に口腔内の暗さが反映することがなかったためであろうと思われる。そのためか、本研究では従来の文献^{7,25,26,36-39)}のように切端部がGray系、Green系となることはなかった。彩度について、側切歯、犬歯では従来の文献と同じく切端部に向つて彩度が低下したが、中切歯では逆に切端色の彩度が高かったことの原因としては、切縁の咬耗^{34,38,39)}および形態の相違が考えられる。すなわち、切縁部の咬耗は犬歯、中切歯、側切歯の順に始まり、外部からの色素沈着や着色等の影響をうけやすくなるが、形態的に中切歯および側切歯は楔状形であるのに、犬歯は紡錘形で歯冠の厚みが大きいので、咬耗による色調変化が表われにくい。そして、上顎中切歯の切縁が直線的単純に減っていくのに対し、側切歯は遠心および近心から減っていくため歯冠の切縁中央が咬耗によつて着色することは少ないと考えられる。その結果中切歯の切縁が外部からの着色の影響で彩度の上昇をきたしたのであろう。

一個体の口腔内において、歯種別に歯頸色、中央色、切端色が視覚的にどのような関係になっているかを色相、明度、彩度の3要素を総合した色差によつて6つ(A～F)のタイプに分けて検討した。ここで用いた Nickerson's fading index (I) はマンセル色空間の色差を表わす場合に最も普通に用いられる色差式で、Cを2色の彩度の平均値、 ΔH , ΔV , ΔC はそれぞれ色相 (Hue), 明度 (Value), 彩度 (Chroma) の差を示すとして、次の式で表わされる²⁷⁾。

$$I = \frac{C}{5} (2\Delta H) + 6(\Delta V) + 3(\Delta C)$$

本研究で歯冠色の彩度の平均値は2.3～3.1であつたので、ここに $C=2.5$ とすると $1V \text{ step}=2C \text{ step}=6H$

step となる。このことは、歯冠色においては明度の違いが一番感覚的に大きな影響を与えることになる。Nickerson's index を約 1.2 倍すると N.B.S. 単位に近似するといわれ、1 N.B.S. 単位は識別できる最小色差 (LPD: least perceptible difference) の約 5 倍に相当するといわれている²⁷⁾。普通の条件下では、1 N.B.S. 単位付近の色差が口腔内の2つの部位を見比べて識別できる最小色差に近いと指宿²⁸⁾は報告しており、また、厳密な等色を要求する場合には 1 N.B.S. 単位以下、その他の場合には 2 N.B.S. 単位程度にとどめるとよいとされている²⁷⁾。そこで、本研究では Nickerson's fading index が 1.0 以下は視覚的に同色として、3部位色間のタイプ分けをおこなつた。その結果、歯種別にみると、中切歯は側切歯および犬歯とは異なつた傾向を示しているが、これはすでに述べたように切縁の咬耗および形態の相違から来ているものと思われる。年齢別にみると、やはり歯頸色と中央色が同色であるタイプ (Aタイプ) が多いが、増齢によつて3部位色に差がないタイプ (Dタイプ) が減少し、3部位色とも異なるタイプ (Eタイプ) が増加するのがみられたが、このことは増齢によつて歯冠色が暗く濃い色調になると、若年の淡い色調よりも歯頸色、中央色、切端色の部位差が感覚的にはつきりと区別できるからだと思われる。また各個人の口腔内の中切歯、側切歯、犬歯がとる部位別のタイプはどのような組み合わせになっているかを全被験者で調査した。歯頸色、中央色、切端色の同色のパターンを前述のA～Fの6通りのタイプに分けてみると、中切歯—側切歯—犬歯における3部位色の組み合わせは55通りにもものぼつた。なかでもA-A-D、即ち中切歯と側切歯は歯頸色と中央色が同色で、犬歯は3部位とも同色であるパターン、A-A-A、A-D-D、E-A-A、E-E-A 等が多かつたが、最も多いA-A-Dの組み合わせでも全体の5.8%であり、代表的なパターンと言うほどではない (表5)。

3) 男女差について

芳賀¹⁰⁾、土屋²⁵⁾、中川²⁶⁾らは男女差はほとんどないとしているのに対し、丸井は女性の明度は男性よりも高いとし、吉沢⁹⁾、佐藤³⁵⁾らは男性より女性の方が白いとしている。本研究では、男女差が少数例認められ、明度および色相に多く彩度に少なかった。差がみられたものでは、女性の明度が男性よりも高く、女性の色相は男性よりも赤味がかかり、女性の彩度は男性よりも高かつた。臨床的には、女性は明るく赤味がかつた色調に、男性は暗く黄味の強い色調にするとよいと思われる。歯種別には中切歯、側切歯に、部位別には切端色、中央色に多く男

女差がみられ、犬歯および歯頸部に少ないことから、男女差はエナメル質の透過率の差からくる色調の違いによるのではないと思われる⁴⁰⁾。また、若年、中年で男女差が多く、高年で少なくなることも、性的な差としてうけとめられ、本研究における比色の際、皮膚色や女性の化粧、口唇の紅、歯肉の色が「同時対比」の現象として影響することはなかったと思われる。

4) 左右差はみられなかったが丸井²¹⁾、土屋²⁵⁾、中川²⁶⁾らも、中切歯、側切歯、犬歯について左右の歯冠色の平均値の差による有意差検定をおこない、本研究と同様に左右差は認められないと報告しており、河辺¹⁷⁾も中切歯について全体としては左右差はみられないと報告した。

5) 増齢変化について、丸井²¹⁾、Clark⁷⁾、中川²⁶⁾らは増齢による色相の変化はあまりないと報告している一方、宮越¹⁴⁾、河辺^{15,16)}、加藤¹²⁾らは若年層における青色調から老年層に向つて赤色調への移行がみられるとし、芳賀¹⁰⁾は加齢に伴ない黄色化(切端部)、褐色化(歯頸部)の傾向を示すと報告し、土屋²⁵⁾も Yellowish Orange または Yellowish Brown の方向へ変化すると報告している。本研究でも増齢変化がみられたが、男女および歯種別に異なつた傾向を示した。男性の中切歯、側切歯は中年で黄味がかり、高年で赤味がかったが、犬歯は中年で黄味がかり高年では変化しなかった。女性では、中切歯が増齢とともに赤味がかったが、側切歯および犬歯はほとんど変化しなかった。従来の文献では、増齢とともに明度は低下し彩度は上昇するといわれ、本研究でも明度は同様の变化をみせ特に中切歯において顕著であつた。彩度は、中切歯で増齢的に上昇したのに対し、側切歯、犬歯の変化はほとんどみられなかった。歯冠色の増齢変化の原因としては、切縁の咬耗、磨耗部がタバコのヤニ、食物、細菌、各種金属イオンにより変色をうける^{19,37,38)}こと、エナメル質が平滑になるため乱反射が少なくなつて暗くなり、また透過性が低下すること^{37,41)}、象牙質の石灰化亢進により透明象牙質、2次象牙質が生成されること^{11,41)}などにより明度の低下と彩度の上昇がおこり、また、エナメル質の結晶粒子が大きさを増すとレーリー散乱が変化して青紫色光は減少して赤味をおびてくると言われている²⁴⁾。歯種別にみると側切歯、犬歯に増齢変化があまりみられなかったが、土屋²⁵⁾も中切歯、側切歯、犬歯の順に増齢の変動は少なくなるとしている。

6) 歯種差について従来の文献では、「中切歯、側切歯、犬歯の順に明度が下がり彩度が上昇する^{7,8,10,42)}、

「中切歯と側切歯では差がなく犬歯で暗く濃い色調となる^{21,25,26)}」、「色相では歯種間に差がない^{7,21,26)}」、「中切歯から犬歯へとやや黄色および褐色度を増す¹⁰⁾」などの多くの報告がある。本研究では同様の結果が、年齢別、男女別、色の3要素別に異なつてみられた。すなわち、若年の男性および中年の男女は、色相、明度、彩度にわたつて中切歯と側切歯に差がなく犬歯で赤味がかり明度が下がり、彩度が上昇する傾向を示し、若年の女性では中切歯、側切歯、犬歯の順で赤味が増し暗く濃い色調に移行し、高年の男女は色相、明度では歯種差がなく、彩度では中切歯と側切歯間に差がなく犬歯で上昇する傾向を示した。すでに述べたように、従来の文献では側切歯は中切歯と犬歯の間で移行的な色調を示すとされ、今回の結果でも色相、明度、歯頸色と中央色の彩度では同様な傾向をみせたが、切端部の彩度については、中切歯と犬歯は同程度に高く側切歯で低い値を示し移行的とはならなかった。

Nickerson's index 1.0 以下を同色として部位別に中切歯、側切歯、犬歯がどのような関係になつているかを前述の如く a~f (f は該当者なし) の6つのタイプに分けて検討したところ(表6)、3歯とも異なつた色であるもの(e)および中切歯と側切歯が同色であるもの(a)が多くみられ前述の歯種差の結果と一致した。そして、歯頸部から切端部に向つて中切歯と側切歯が同色であるタイプが減り、3歯とも異なつた色であるタイプが増加した。これらの歯種差の原因としては、すでに部位差のところで述べたように、形態、厚みの違い、エナメル質の透過率の違いといった解剖的な差とともに機能的な咬耗の程度の差による色調の変化が考えられる。

各個人の口腔内において中切歯、側切歯、犬歯がどのような組み合わせになつているかを全被験者で調査した結果(表7)、歯頸部—中央部—切端部とも3歯が異なつた色であるもの(e-e-e)、歯頸部については中切歯と側切歯が同色で犬歯が異なるが、中央部と切端部は3歯が異なつた色であるもの(a-e-e)、歯頸部と中央部では中切歯と側切歯が同色であるが、切端部では3歯が異なつた色であるもの(a-a-e)、3部位とも中切歯と側切歯が同色なもの(a-a-a)、歯頸部と切端部では3歯が異なり中央部では中切歯と側切歯が同色なもの(e-a-e)等が多くみられ、以上の5パターンで全体の約70%を占めている。表6の結果と同様に歯頸部と中央部では中切歯と側切歯が同色(a)のタイプをとり、切端部では3歯が異なる(e)タイプをとる傾向がここでもみられた。また、若年の女性では色相、明度、彩度のすべてで、中切歯、側

切歯、犬歯が異なつた色調をもつという結果と一致して、各個人の口腔内においても e-e-e の組み合わせが 60% にみられた。

7) 中切歯一側切歯、中切歯一犬歯、側切歯一犬歯の相関を各群ごと、3要素別に検討した結果次のようであった。

色相に関しては、中切歯と側切歯の間で、男女ともに各年齢を通じて高いが、女性の若年および中年にわずかに係数の小さいのがみられる。中切歯と犬歯、側切歯と犬歯間では、男女ともに高年者にのみかなり高い係数がみられる。

明度に関しては、女性の中年および高年で3歯間でいずれも高く、男性の若年および中年の中切歯と側切歯間、高年の側切歯と犬歯間で係数が高い値をとる。

彩度は、男性の若年および中年の中切歯と側切歯間、女性の高年の3歯間のいずれも歯頸色のみに高い係数値をみた。

若年の女性には全く係数値の高いものがなく、逆に高年の女性はほとんど係数が高いことは特異的である。色相、明度、彩度のすべてで同時に相関係数が高い値を示したのは、若年男性（中央色）、中年男性（歯頸色）、高年女性（歯頸色）における中切歯と側切歯間だけであつた（表8）。

著者がここで各種の相関係数を求めたのは、中切歯、側切歯、犬歯のうちの一歯または二歯が残存している場合に、その残存歯の色調から欠損歯の歯頸色、中央色、切端色を正確に推測する手掛りとなるかどうか、それも臨床に応用という点を考えた場合に、比較的単純な方法でなくてはならないことから、直線的な相関関係であるかどうかを知りたかつたのである。しかし、上記のように一部をのぞいて全体としては色の組み合わせり方があまりにも多様であつて、現段階では一歯または二歯の色調から残りの不明の色調がこうであつたといいきれず、人工歯を選択する場合に、従来通り術者が主観的にふさわしいものを選ばざるを得ないようである。ただ、前述のように全体として中切歯と側切歯の色調はかなり相関関係が高いことを考慮して選べば良いといえよう。

結 論

日本色彩研究所製「歯冠色票」を用い、視感比色法により 14 歳～91 歳の日本人男性 60 名女性 60 名の上顎中切歯、側切歯、犬歯唇面の色調を、歯頸色、中央色、切端色に分けて測定し、マンセル表色系により色相、明度、

彩度の3要素に分けて集計し、以下のような結果が得られた。

1. 歯冠色の測定値の範囲は色相：8.75 YR～3.75 Y，明度：5.5～8.0，彩度：1.0～5.0 であり、平均値は色相：1.1 Y～1.6 Y，明度：6.6～6.7，彩度：2.3～3.1 を中心とする分布を示した。

2. 歯頸色、中央色、切端色の差は、彩度においてみられ色相、明度における部位差はほとんどみられなかつた。

3. 男女の統計的有意差は被験の一部 16% に認められた。

4. 中切歯、側切歯、犬歯の歯頸色、中央色、切端色における左右差は全く認められなかつた。

5. 色調の増齢変化は、程度の差はあるが、男女ともにいずれの歯にも各部位に認められたが、側切歯と犬歯の変化は小さい傾向にあつた。

6. 歯種差について、若年の男性および中年の男女は中切歯と側切歯に差がなく、犬歯は別の色調である。若年の女性は、中切歯、側切歯、犬歯のいずれも色調を異にする。高年の男女は、色相と明度に関して歯種差がないが彩度では犬歯だけ高くなる。以上の傾向がみられた。

7. 同一個体の口腔内における3部位色の歯種による組み合わせは、「中切歯と側切歯では歯頸色と中央色が同色で、犬歯は3部位とも同色であるパターン」が最も多くみられたが、全体の 5.8% でしかなく、全部で 55 通りもの組み合わせがあつた。増齡的には、歯頸色、中央色、切端色がすべて異なるものが多くなつた。

8. 中切歯、側切歯、犬歯の同じ部位を比較したところ、3部位とも3歯がすべて異なる色調であるものが 29.2% みられ最も多く、その他に中切歯と側切歯の歯頸部のみ同色のものと、中切歯と側切歯の歯頸部どうし、中央部どうしが同色であるものも多くみられ、全体ではこれらの3パターン以外に 23 通りみられた。

9. 中切歯と側切歯、側切歯と犬歯、中切歯と犬歯の色調を2変量として相関係数を求めたところ、中切歯と側切歯間を中心として一部に比較的高い相関関係がみられた。

稿を終るに臨み、終始御懇篤な御指導と御校閲を賜りました林都志夫教授に深甚なる謝意を表します。また、種々御教示を戴いた指宿真澄先生に厚く御礼申し上げます。併せて、本研究に種々御援助下さいました教室員各位に深く感謝いたします。

本論文の一部は、昭和 50 年 11 月口腔病学会第 40 回総会で発表した。

文 献

- 1) 武重春己：口腔歯牙を中心とする顔面の美的研究Ⅱ，
歯科学報，35：1028，1930.
- 2) 西田正秋：歯の美学，歯界展望，25：1172~1183，1965.
- 3) 羽賀通夫：前歯の美学，歯界展望，28：337~344，1966.
- 4) Lombardi, R.E. : The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics, J. Prosthet. Dent., 29：358~382, 1973.
- 5) 横塚繁雄，他：陶材焼付け鑄造冠の失敗要因（上）一症例から対策を考える，歯界展望，44：540~545，1974.
- 6) Owen, E.B. : Color in dentistry, J. Am. Dent. Assoc. 22：790~795, 1935.
- 7) Clark E.B. : An analysis of tooth color, J. Am. Dent. Assoc., 18：2093~2103, 1931.
- 8) 中沢 勇，他：各個人における歯冠色調の濃淡について，日歯医師学議会誌，1：99，1949.
- 9) 吉沢和男：本邦人歯牙及び歯肉の色調，第一篇，本邦人歯牙の色調，日医大誌，23：524~528，1956.
- 10) 芳賀忠夫，他：歯牙色沢の加齢的变化について，歯科学報，56：207~214，1956.
- 11) 加藤一男：歯牙の色沢の変化および象牙質透明層の生成に伴う比重，気孔率，吸水率の変化について，医学と生物学，39：123~126，1956.
- 12) 加藤一男：歯牙の色沢の年齢変化について，歯学と生物学，39：156~159，1956.
- 13) 宮越 等，他：日本人歯牙色調に関する研究，第一報，自記分光光度計による Detachable Tooth Shade Guide (米国 S.S.W. 社製) の色調分析について (基礎実験)，口病誌，22：108~113，1955.
- 14) 宮越 等，他：日本人歯牙色調に関する研究，第二報，日本人歯牙色調の年齢的観察について，口病誌，22：113~119，1955.
- 15) 河辺重勝：日本人歯牙色調一殊に歯牙色調の変差に関する研究（第一報，大数例における日本人上顎中切歯色調の年齢的性格の解析について），口病誌，26：2079~2094，1959.
- 16) 河辺重勝：日本人歯牙色調一殊に歯牙色調の変差に関する研究（第二報，日本人上顎中切歯の色調の変動分散より見たる年齢的性格について），口病誌，26：2095~2100，1959.
- 17) 河辺重勝：日本人歯牙色調一殊に歯牙色調の変差に関する研究（第三報，日本人上顎中切歯の色調の左右差の検討について），口病誌，26：2101~2107，1959.
- 18) Clark, E.B. : Tooth color selection, J. Am. Dent. Assoc., 20：1065~1073, 1933.
- 19) Clark, E.B. : Selection of tooth color for the edentulous patients, J. Am. Dent. Assoc., 35：787~793, 1947.
- 20) 丸井昌夫：歯冠色に関する研究，第1報，歯冠用および皮膚用標準色票，口病誌，35：412~421，1968.
- 21) 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，口病誌，35：422~440，1968.
- 22) 伊藤年雄，他：分光光度計の反射測定装置による歯牙の表面色測定について，口腔衛生誌，6：190~193，1957.
- 23) 羽賀通夫：歯牙の色について（特にその色彩発現に関する基礎的研究），補綴誌，2：35~40，1958.
- 24) 羽賀通夫，他：歯牙の色について（特に象牙質の色彩学的研究），補綴誌，2：137~140，1958.
- 25) 土屋 潔：前歯の色彩学的研究，歯科学報，73：87~120，1973.
- 26) 中川喜晴：歯冠色分析に関する研究，補綴誌，19：109~130，1975.
- 27) 色彩科学協会編：色彩科学ハンドブック，東京，1966，南江堂，219頁.
- 28) Ibusuki, M. : The color of gingiva studied by visual color matching. Part I. Experimental studies on the discrimination threshold for color difference and the effect of training. Bull. Tokyo Med. Dent. Univ., 22：249~261, 1975.
- 29) 羽賀通夫：歯の色を測る，補綴臨床，5：119~122，1972.
- 30) Wehner, P.J. and C.O. Boucher : Selection of artificial teeth, J. Prosthet. Dent., 18：222~274，1967.
- 31) Culpepper, W.D. : A comparative study of shade matching procedures, J. Prosthet. Dent., 24：166~173，1970.
- 32) Sproull, R.C. : Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of organization of color, J. Prosthet. Dent., 29：556~566，1973.
- 33) Argue, J.E. : The problem of tooth color, J. Am. Dent. Assoc., 24：1341，1937.
- 34) 羽賀通夫：前歯の審美性，歯界展望，48：84~94，1976.
- 35) 佐藤峰雄：邦人歯牙色沢に就て，口腔科学，3：1278~1296，1935.
- 36) Klinger, A. : The color problem in dentistry, The Dental Record, 60：13~19，1940.
- 37) Gill, J.R. : Color selection, J. Am. Dent. Assoc., 40：539~548，1950.
- 38) Frush, J.P. and R.D. Fisher : The dynesthetic interpretation of the dentogenic concept, J. Prosthet. Dent., 8：558~581，1958.

- 39) Frush, J.P. and R.D. Fisher : Dentogenics : its practical application, J. Prosthet. Dent., 9 : 914~921, 1959.
- 40) 羽賀通夫 : 歯牙における性差の研究, 日法医誌, 13 : 590~617, 1959.
- 41) 石川悟郎 : 歯の年齢的变化, 医学のあゆみ, 62 : 420, 1967.
- 42) Lee, J.H. : Dental aesthetics, Bristol, 1962, John Wright & Son's LTD., p. 41~71.