

天然歯における色彩学的研究
- 上顎左右切歯における歯冠厚径と色調の関連 -

河合 美貴子

明海大学大学院歯学研究科

歯学専攻

(指導 : 藤澤政紀教授)

A Colorimetric Study of Natural Teeth:
Relationship between Color and Thickness of
Right and Left Maxillary Incisors

Mikiko KAWAI

Meikai University Graduate School of Dentistry
(Mentor: Prof. Masanori FUJISAWA)

要 旨

近年，上顎前歯部において審美修復を行う際に色調は重要な要素と認識されているが，色調と形態の関連を明らかにした報告はない．今回，上顎切歯における色調と形態の関連について明らかにすることを本研究の目的とした．

被験者として修復物などが施されていない明海大学歯学部学生 57 名（男性 41 名，女性 16 名：平均年齢 24.4 ± 2.5 歳）を選択した．

測色器を用いて色調の測定を行った．また，シリコーンゴム印象材を用いて上顎前歯部の印象を採得し石膏模型を作製し，デジタルノギスを用いて歯冠厚径の測定を行った．色調及び厚径測定には上顎左右中切歯，側切歯それぞれの歯面を 9 分割した測定点を対象とした．

左右同名歯においては厚径差 $0.01 \sim 0.10 \text{ mm}$ ，色差 $\Delta E 1.38 \sim 2.44$ と差は小さかった． L^* ， a^* ， b^* ， C^* と厚径との関係はいずれも中等度の相関 ($0.463 \sim 0.604$) が認められた．色調において切縁部より歯頸部に向かうにつれて a^* と b^* が大きくなる傾向が認められた ($P < 0.05$ ，Scheffé-test)．臨床的観点からは，上顎切歯において厚径が増加するにしたがい赤み，黄みが増す傾向が認められた．

索引用語：健全歯，歯冠厚径，歯の色調，分光光度計，色調分析

Abstract

Although it is important to understand specific colorimetric features for esthetic zone restoration, such as that of the upper incisors, few studies have been conducted on the relationship between tooth color and tooth shape. Therefore, the purpose of this study was to determine the relationship between the colorimetric characteristics and the corresponding thickness of the upper anterior teeth.

Fifty-seven dental students of Meikai University School of Dentistry who had no restorations or fillings in their upper incisor region (males, 4; females 16; mean age, 24.4 ± 2.5 years) were enrolled as subjects. Colorimetric measurement was conducted with a dental color measuring system (Crystaleye Spectrophotometer[®]). Silicone rubber impressions were obtained to make plaster casts for the measurement of tooth thickness, which was conducted using digital vernier calipers (IP67 ABS caliper[®]). Colorimetric parameters were measured at nine specific points for the right and left upper central and lateral incisors, and the measurements of tooth thickness were conducted for the corresponding points. Subsequently, the relationships between the colorimetric parameters and the tooth thickness was statistically analyzed using SPSS ver. 20.0.

Although tooth thickness and ΔE values varied in each portion, the corresponding values for the right and left teeth showed lesser differences: 0.01-0.10 mm in thickness and 1.38-2.44 in ΔE .

Moderate correlative relationships were identified between the colorimetric parameters (L^* , a^* , b^* , and C^*) and the thickness (correlation coefficient 0.463-0.609).

In colorimetric parameter comparisons, a^* and b^* values were significantly greater in the cervical portion than in the incisal portion ($p < 0.05$, Scheffe-test).

From a practical point of view, tooth color tends to tinge red and yellow in proportion to the tooth thickness of the upper incisors.

Key Words: intact tooth, thickness of tooth, tooth color, spectrophotometer, colorimetric analysis

緒 言

近年，歯科審美への関心は高まり，オールセラミッククラウン，ラミネートベニアの応用，さらにコンポジットレジン¹⁻³⁾の積層充填による色調再現¹⁻³⁾の審美修復が盛んに行われるようになった⁴⁾。

なかでも上顎前歯部は審美性の要求が高い部位であり，色調，形態，個性の表出，口唇との調和等配慮すべき点が多い⁵⁻⁹⁾。これまでも天然歯を対象とした歯冠色に関する報告は多数なされてきた¹⁰⁻¹⁴⁾。遠藤ら¹⁵⁾は，天然歯を対象に，左右同名歯，隣在歯ならびに上下同名歯間の色差を比較し，左右同名歯間の色差が有意に差がないことを報告した。また，歯冠の形態に関する報告も行われており¹⁶⁻¹⁹⁾，最近では歯科用コーンビームCTによる上顎6前歯の測定を行い幅径を長径で割った比率は0.83~0.86となり，中切歯，側切歯，犬歯間で比率に差がない結果を報告したものの²⁰⁾もある。しかしながら形態と色調を関連づけた研究はいまだ報告されていない。そこで，色調に影響を及ぼ

す可能性が考えられる歯冠厚径を歯冠の形態を表わす一要素とし、歯冠形態と色調の関連性について検討した。

材料と方法

1. 被験歯

健全歯を対象とするため、失活歯、白濁、変色、充填物、補綴装置が確認された場合は被験歯から除外した。明海大学歯学部学生 57 名（男性 41 名、女性 16 名：平均年齢 24.4 ± 2.5 歳）の上顎左右中切歯ならびに側切歯を測定の対象とした。また、測色装置の設置が困難となる叢生を呈する場合も除外した。さらに喫煙の有無を確認し、喫煙習慣のあるものは被験者から除外した。なお、本研究は明海大学歯学部倫理委員会の承認を得ており（承認番号 A1007）、本実験の主旨を各被験者に口頭ならびに書面で説明し、同意書に署名を受けて実施した。

2. 歯冠厚径測定方法

ディスペンサーにセットした付加型シリコーンゴム印象材（genie レギュラーボディ，Sultan Healthcare，米国）を前歯部用ディスポーザブルトレ

ー (PLASDENT CORPORATION, 台湾) にミキシングチップを介して注入し, 左右犬歯を含む上顎前歯部の印象を採得した. 印象材硬化後に口腔内から撤去し, 水洗後に超硬質石膏 (elite stone®, Zhermack, イタリア) を注入した. 超硬質石膏の混水比は 0.24 とした. 室温に保持して石膏硬化後 1 時間経過した後印象材から撤去し, 24 時間経過後に測定した. 厚径測定にあたり, 硬化した石膏模型に, 歯冠の近遠心径, 歯冠長をそれぞれ 3 分割した 9 部位の中央を分析点として設定し測定した (Fig1). 従って, 測定部位は 57 名の上顎左右切歯 4 歯に対し各々 9 部位を合計した 2052 部位となる. 目視により可及的に歯軸に対しデジタルノギス (IP67ABS 専用クーラントプルーフキャリパ, ミットヨ, 川崎) を位置づけ 1/100mm 単位で測定を行った. なお, 実際の測定に先立ち術者の測定の再現性を行った. 測定対象部位の中から事前に 94 部位をランダムに選択し, 測定再現性を確認した. 各測定部位を 3 回測定し, 平均値と標準偏差から変動係数 (coefficient of variation; CV) を求めた.

3. 測色方法

1) 測色装置

測色装置として歯科用分光光度計 (Crystaleye Spectrophotometer® オリンパス, 東京) (以下測色器) を用いて (Fig.2), 上顎左右切歯の唇側歯面の分光反射率を求めた. 実際の測定に際しては, 測色器にコンタクトキャップを取り付けた後, 使用説明書に従い, 発光部が歯面に対して垂直になるよう調整し, 画面で確認しながら測定を行った²¹⁾(Fig3). メーカー指示に従い²¹⁾, 撮影を行った (Fig.3).

2) 測色条件

測色に先立ちロビンソングラシにフッ素配合歯面研磨ペースト (メルサーージュ, 松風, 京都) を用いて歯面清掃を行った.

測定は日中実施し, 測色器での測定は照明の影響は殆どないため湿潤した状態で室内, 照明下 (蛍光灯) で行った²²⁾.

4. 分析方法

上顎左右切歯の唇側歯面の分光反射率を測定し，得られたデータを，専用解析ソフト（クリスタルアイアプリケーションマスター Ver.1.5.0.0 オリンパス，東京）を用いて CIELAB 表色系の数値として L^* ， a^* ， b^* ， C^* を求めた． L^* は明るさを示し，値が大きくなるに従い明るさが増す． a^* は赤色， $-a^*$ は緑色， b^* は黄色， $-b^*$ は青色を示す． C^* は彩度を表し，値が大きくなるほど色は鮮やかさを増し，以下の計算式で求められる．

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

また，部位ごとの色差 ΔE を求め，同一歯内，同名歯間での比較を行った． ΔE は次の計算式で求められる．

$$\Delta E_{a^* b^*}$$

$$= \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2}$$

$$L_1^* : \text{control} \quad L_2^* : \text{target}$$

$$a_1^* : \text{control} \quad a_2^* : \text{target}$$

$$b_1^* : \text{control} \quad b_2^* : \text{target}$$

中切歯，側切歯を総括した全体の色調と厚径の相関と，

水平，垂直方向での測定部位における色調と厚径の相関について分析を行った。

5. 統計解析

各パラメータ L^* , a^* , b^* , C^* と歯の厚径の Pearson の相関係数を求めた。また，色彩学的パラメータの比較には ANOVA を行い，有意差を認めた場合，post-hoc test として Scheffé test により検定を行った。危険率 5% で有意水準を設定した。全ての統計処理に対し統計処理ソフト (SPSS Ver.20.0, IBM ジャパン, 東京) を用いた。

結 果

1. 歯冠厚径測定の変現性

選択した 94 部位の厚径測定結果は $3.500 \pm 0.0084 \text{ mm}$ (mean \pm SD) であり, CV 値は 0.24% と安定した値を示した.

$$C V = \frac{S D}{m e a n} \times 100 = \frac{0.008}{3.500} \times 100 = 0.24 (\%)$$

2. 歯冠厚径の測定結果

4 前歯全体では, 歯頸部で, $3.33 \sim 7.47 \text{ mm}$, 中央部で $2.05 \sim 4.86 \text{ mm}$, 切縁部で $1.44 \sim 2.72 \text{ mm}$ となり, 歯頸部から切縁部に向かい, 厚径は減少した. また, 一部歯頸部と中央部では厚径の範囲が一部重なる傾向が認められたが, 切縁部と中央部ではこのような重なりが殆ど認められなかった (Table 1).

3. 色彩学的パラメータの結果

各部位における実測値の範囲は歯頸部で $L^* : 58.52 \sim 78.98$, $a^* : 0.51 \sim 7.73$, $b^* : 11.64 \sim 27.88$, $C^* :$

11.70～28.89, 中央部で L^* : 58.48～79.45,

a^* : -0.48～5.10, b^* : 10.16～25.12,

C^* : 10.16～25.29, 切縁部で L^* : 54.34～75.83,

a^* : -0.96～3.61, b^* : 7.69～21.57,

C^* : 7.71～21.69 であった (Table 2).

4. 歯冠厚径と色彩学的パラメータの相関

1) 全測定部位における結果

上顎左右切歯の歯頸部, 中央部, 切縁部における厚径と L^* , a^* , b^* , C^* それぞれの相関関係を求めた. 被験者 57 名の上顎 4 前歯における各 9 部位の測定ポイント合計 2052 点に対する厚径と L^* の関係をプロットした散布図を Fig 4 に示す. 厚径と L^* の相関係数は 0.463 と中等度の正の相関が認められた. 厚径と

a^* の関係をプロットした散布図を Fig 5 に示す. 厚径と a^* の相関係数は 0.609 と中等度の正の相関が認められた. 厚径と b^* の関係をプロットした散布図を Fig 6 に示す. 厚径と b^* の相関係数は 0.503 と中等度の正の相関が認められた. 厚径と C^* の関係をプロッ

トした散布図を Fig7 に示す．厚径と C^* の相関係数は 0.519 と中等度の正の相関が認められた．

2) 中央測定部の結果

歯面全体で測定した際に、「ハの字」に写りこむ反射光の輝線 (Fig3) の影響を考慮して，近遠心部を除いた近遠心的中央部 (Fig8) の結果を分析した．上顎左右切歯の歯頸部，中央部，切縁部における近遠心的中央部の厚径と L^* ， a^* ， b^* ， C^* との相関を求めた．厚径と L^* の関係をプロットした散布図を Fig9 に示す．相関係数は 0.400 と正の相関が認められた．厚径と a^* の関係をプロットした散布図を Fig10 に示す．相関係数は 0.491 と正の相関が認められた．厚径と b^* の関係をプロットした散布図を Fig11 に示す．相関係数は 0.414 と正の相関が認められた．厚径と C^* の関係をプロットした散布図を Fig12 に示す．相関係数は 0.424 と正の相関が認められた．

3) 齒頸部，中央部，切縁部の L^* ， a^* ， b^* ， C^* と

厚径の相関について

・における相関係数は切縁部で $L^* : 0.046 \sim 0.275$ ，
 $a^* : 0.027 \sim 0.276$ ， $b^* : 0.042 \sim 0.214$ ， $C^* : 0.008 \sim 0.185$
と低い値を示し，いずれも相関は認められなかった
(Fig13)．また中央部でも $L^* : 0.031 \sim 0.146$ ， $a^* : 0.022 \sim 0.102$ ， $b^* : 0.074 \sim 0.294$ ， $C^* : 0.081 \sim 0.299$ と
いずれも相関は認められなかった(Fig14)．齒頸部も同様に $L^* : 0.034 \sim 0.138$ ， $a^* : 0.001 \sim 0.154$ ， $b^* : 0.020 \sim 0.261$ ， $C^* : 0.012 \sim 0.129$ といずれも相関は認められなかった(Fig15)．・における相関係数も同様に切縁部で $L^* : 0.013 \sim 0.199$ ， $a^* : 0.001 \sim 0.079$ ， $b^* : 0.009 \sim 0.062$ ， $C^* : 0.007 \sim 0.062$ (Fig16)，中央部で $L^* : 0.018 \sim 0.084$ ， $a^* : 0.028 \sim 0.136$ ， $b^* : 0.092 \sim 0.201$ ， $C^* : 0.090 \sim 0.201$ (Fig17)，齒頸部で $L^* : 0.018 \sim 0.241$ ， $a^* : 0.078 \sim 0.193$ ， $b^* : 0.087 \sim 0.208$ ， $C^* : 0.092 \sim 0.216$ (Fig18)といずれも相関は認められなかった．

5. 歯冠厚径差と色差について

1) 歯冠厚径差

厚径の平均値が最大値を示した・の歯頸部中央を基準として、他の35部位との厚径差を求めた結果をFig19に示す。両側中切歯の歯頸部では0.18~0.78mm、中央部では1.89~2.08mm、切縁部では3.21~3.34mmの厚径差が確認できた。また、左右同部位の厚径差を計算し、右側を基準とした場合の厚径差は0.01~0.10mmと、左右有意差がなかった(Fig20)。近遠心方向で中央部を基準として厚径差を求めたところ0.02~0.64mmとなり、各歯とも近遠心方向の厚径差は小さいことがわかった(Fig21)。

2) 色 差

・の歯頸部中央を基準にして各部位との色差を求めた結果をFig22に示す。両側中切歯歯頸部では色差 ΔE が0.28~2.11であり、歯頸部間での色差は小さかった。一方、同じ歯頸部であっても側切歯との間では色差 ΔE は4.01~4.69と比較的大きな値を示した。また、

同じ・の中で近遠心的中央部に注目すると，切縁部では色差 ΔE はそれぞれ 3.69, 8.27 となり，特に切縁部では大きな値を示した．右側を基準にして左側の同部位との色差を求めた結果を Fig23 に示す．色差 ΔE は 1.38~2.44 といずれも小さい値を示した．近遠心方向で中央部を基準として近心部ならびに遠心部との色差を切縁部，中央部，歯頸部ごとに求めた結果を Fig24 に示す．色差 ΔE は 0.98~2.61 といずれも小さい値を示した．

5. 部位ごとの L^* , a^* , b^* について

各歯の歯頸部，中央部，切縁部における色彩学的パラメータの値を求めた．前述の色差の結果から，近遠心的な差がないことが確認できたので，中央部の値をその歯の代表値として Figs25-27 に示す． L^* において同一歯では，歯頸部－切縁部間と中央部－切縁部間において有意差が認められたが歯頸部－中央部間においては有意差が認められなかった (Fig25-a)．また，中切歯，側切歯間で比較した場合，歯頸部，中央部，切縁部ともに有意差が認められた (Fig25-b)． a^* に関し

て同様の比較を行ったところ, L^* と同じ傾向を示した (Fig26-a,b). 一方 b^* においては, 同一歯では, L^* , a^* と同様に全ての部位間で有意差が認められた (Fig27-a)が, 中切歯, 側切歯間で比較したところ, 中央部間のみ有意差を認め, 切縁部, 歯頸部においては歯種間で有意差が認められなかった (Fig27-b).

考 察

1. 対象について

色調に影響を及ぼす因子として、薬物、う蝕、外来性色素沈着があげられることから、充填物、失活歯、さらに喫煙習慣があると回答した被験者は除外し、外来性色素沈着の影響を可及的に排除した。

2. 測定方法について

色の測定方法には比色法と器械測色法がある。比色法にはシェードガイドを用いて術者が歯冠色を測定後評価する視感比色法と、カメラ上でシェードガイドと歯の画像を補正した上で色調を選択する器械比色法がある²³⁾。視感比色法は、簡便性に優れるが色調選択には熟練を要し、様々な因子が影響する²⁴⁻²⁶⁾。加えて、色調選択時ならびに歯科技工士に情報伝達を行う際にはヒューマンエラーが介在する可能性を否定できない²⁷⁾。

このような欠点を補う手段として、器械測色による色調選択がある。器械測色法には光電色彩計による測

定と分光光度計によるものがある。光電色彩計は接触型・三刺激値による測色法による測色装置であり、エッジロステラー²⁸⁾を生じる可能性がある。このような点を踏まえて、測定精度を向上させた非接触型歯科用分光光度計が実用化され、口腔内で歯冠色の測色が行われるようになった^{29, 30)}。今回測定で使用した Crystaleye は非接触型の分光光度計であり操作性に優れ正確な色調測定が行えるシステムである¹³⁾。

2. 歯冠厚径測定の再現性

厚径の測定再現性を検証した結果 $CV=0.24\%$ と安定した値を示した。また、全データを対象として検証を行った結果でも $CV=0.25\%$ と測定者の測定は安定していたことが確認された。

3. 結果について

歯の厚径測定結果から、対象歯が標準的解剖学的形態³¹⁾であることが確認された。エナメル質の厚径は歯頸部、中央部、切縁部の順で厚くなり、抜去歯を測

定した報告³²⁾では，切縁部で 1.1 mm，中央部で 0.9 mm，
歯頸部で 0.5 mm であった．このような構造上の特徴
に加え，歯髄からの距離の差なども加わり歯の厚径が
大きい部位では赤み (a^*)，黄み (b^*)が増す傾向が生じ
たものと考えられる．明度に関しては，歯頸部と中央
部では差がなく，切縁部で有意に小さい値となった．
具体的には，色調を再現する際に切縁から歯頸部に向
かうにつれ赤み，黄みを強くし，また，側切歯より中
切歯の方をわずかに明るい色調にすることでより調
和した色調の再現が可能であると考えられる．厚径の
小さい切縁部では，口腔内という環境のため背景の黒
による影響を受けたことが考えられる．白色背景と黒
色背景を用いた測色では，このような影響を考慮した
評価ができるが³³⁾，今回は背景板を使用しておらず，
暗色の影響を受けたものと思われる．

左右同名歯，同部位における色差 ΔE は 3.0 未満と
肉眼的に識別できない値であった．このことは，萌出
時期，清掃性に差がないであろうこと¹⁵⁾に加え厚径
もほぼ同程度であったことが理由として考えられる．

歯の厚径と色調の関連性に相関が認められたことから、厚径は色調を構築する上で考慮しなければならない要素の一つであることが確認された。

指定された測色方法に従うと撮影時に歯面に「ハ」の字に反射光が出現した状態で記録される²¹⁾。今回測定した歯面上の分析点は、原則として9区分されたそれぞれの中心点を選択したが、近・遠心部では反射光に近接した部位も含まれている。このことの影響を確認するために該当部である近遠心を除いた近遠心的中央の切縁部、中央部、歯頸部を対象とした分析を行った(Fig12~15)。その結果、プロット数の減少に伴い相関係数は0.400~0.491とやや低い値となったものの中等度の相関性を示し、全体の結果と同様の傾向が認められた。

色差については左右同名歯の同部位において ΔE は3.0未満であった。ヒトの目で色調の変化を識別できる色差 ΔE は3.8以上と言われている^{34, 35)}。同一歯の中でも歯軸方向で比較すると、歯頸部、中央部、切縁部では色調が異なることが確認された。一方、近遠

心方向での比較では，中央部と近遠心部での色差は小さいことから，近遠心的な部位の違いによる色調選択への影響は少ないことが確認できた．このことは，近遠心的厚径差が少ないことも関係していると思われる．以上のことから色調を選択する場合，近遠心的中央部の色調を参考とすることは妥当性があると考えられる．

歯冠補綴処置を行う場合，色調選択に際しては，遠藤らの報告¹⁵⁾にもあるように，反対側同名歯の色調を参考にとることが，隣在歯ないし対顎同名歯を参考とすることよりも重要である．厚径差においても，歯の形態に個人差は認められるものの，左右同部位間では差はあまり認められなかったことから，反対側同名歯を参考とすることは適切であるといえる．また，同一歯では切縁部から歯頸部に向かうにつれて a^* ， b^* の値が大きくなり，赤み，黄みが増すことが確認された．一方で，中切歯，側切歯間においては中切歯と比較し側切歯の方が a^* ， b^* とともに大きい値となった．このことは中切歯と側切歯で歯の解剖学的形態が異

なることも色調に違いを認めた一因と考えられる。実際の臨床では，反対側同名歯が欠損ないし，修復されている場合も少なくない。このような場合は，隣在歯を参考とすることになる。中切歯と側切歯間の色彩学的特徴を把握しておくことは，審美修復を行ううえで，重要な要素の一つであり，今回の結果は，このことを実証するデータを提供したものと考える。以上より今回のデータは临床上，歯冠色の色調を決定するうえで，有益なデータベース構築の一助となるものと考えられた。具体的には，色調を再現する際に切縁から歯頸部に向かうにつれ赤み，黄みを強くし，また，側切歯より中切歯の方をわずかに明るい色調にすることでより調和した色調の再現が可能であると考えられる。

今回は 20 歳代を対象とした色調評価であるため，臨床の場で色調を構築する際に異なる年代での色彩学的特徴や生活環境など様々な要因を考慮して色調を構築する必要があると考える。

結 論

20歳代の被験者57名を対象に，上顎左右切歯の歯冠厚径と色調を測定し以下の結論を得た．

1. 同一歯種の左右差の比較から，対応する部位の厚径差，色差は小さいが，歯種が異なるといずれも差は大きくなった．

2. 同一歯種で近心部，遠心部，中央部間を比較した場合，厚径差(0.01mm~0.10mm)，色差(ΔE : 1.38~2.44)ともに小さいことが確認できた．

3. 歯軸方向で切縁部，中央部，歯頸部間を比較した場合，厚径差(0.18mm~3.38mm)，色差(ΔE : 0.28~10.77)ともに有意差があり，歯頸部に向かうにつれ，黄み，赤みが増加した．

以上より今回のデータは臨床上，歯冠色の色調を決定するうえで，有益なデータベース構築の一助となるものと考えられる．

謝 辞

稿を終えるにあたり，終始ご指導くださいました理工系歯材応用研究群歯科補綴学Ⅱ 藤澤政紀教授に厚く御礼申し上げます．

また，論文の審査にあたり，ご指導，御校閲を賜りました機能系病態機能研究群口腔診断学 片山直教授，理工系歯科器材研究群歯科材料学 中畠裕教授，機能系正常機能研究群歯科補綴学Ⅰ 大川周治教授に深く感謝申し上げます．

さらに本研究にあたり，ご助言，ご協力いただきました遠藤聡博士をはじめ機能保存回復学講座歯科補綴学分野の諸先生に厚く感謝致します．

引用文献

- 1) 片山伊九右衛門，鈴木久一，高承志，張春鳳，姫愛平，市村葉，片山直，天野義和：シェードガイドを用いたコンポジットレジンの色選択における明度，彩度，色相との関係について．*歯科の色彩* **4**，30-36，1997
- 2) 神島奈穂子，池田考績，中沖靖子，佐野英彦：コンポジットレジンの厚みと透明性の関係．*Adhes Dent* **24**，125-129，2006
- 3) 逸見恵里，小澤有美，奥岡徹，石原祥世，片山直：異なるシェードでの積層方法の違いによる色の変化について．*歯科の色彩* **16**，49-54，2010
- 4) 石橋寛二：歯科審美への道．*歯科審美* **18**，36-41，2005
- 5) 荒川忠博，原崎守弘，丸山文恵：上顎側切歯に起因する審美的・機能的障害の改善を図った3治療例．*歯科学報* **101**，309-322，2001
- 6) 照井崇之，鶴田摂，塩山司，石橋寛二：歯冠頬側の

膨隆によってリップサポートを改善した症例．

歯科審美 **16**, 1-6, 2003

7) 坪田健嗣：歯肉整形を伴う審美修復を行った症例．

補綴誌 **47**, 373-374, 2003

8) 羽田詩子：上顎左側中切歯の変色をラミネートベニ

アにより修復した症例． 歯科審美 **21**, 109-113,
2009

9) Lagouvardos PE, Tsamali I, Papadopoulou C and

Polyzois G: Tooth, skin, hair and eye colour

interrelationships in Greek young adults. *Odontology*
101, 75-83, 2013

10) 山崎信夫：上顎前歯の色彩学的研究．日歯保誌

29, 81-94, 1986

11) 石岡真理絵，坂下勝啓：天然歯切縁部とシェード

タブの光学特性の分析．補綴誌 **51**, 49-57, 2007

12) 遠藤聡，大平千之，伊藤創造，石橋寛二：視感比

色法の新しい色調選択過程に関する検討．歯科審美
21, 88-93, 2009

13) 石橋寛二，大平千之：歯冠色を科学する．

- 日 歯 科 医 師 会 誌 **163**, 21-31, 2011
- 14) 山本尚吾:歯の内部構造による歯冠色のバリエーション. 歯科審美 **25**, 34-37, 2012
- 15) 遠藤聡, 飯塚知明, 河合美貴子, 藤澤政紀:天然歯における色彩学的検討－上顎切歯における比較－. 歯科審美 **25**, 109-113, 2013
- 16) 辻孝:上顎中切歯歯冠形態の選択に関する臨床的考察－日本人成人男子について－, 歯科学報 **90**, 1111-1130, 1990
- 17) 溝上隆男, 名波智章, 辻孝:日本人成人男子における上顎前歯部歯冠幅径に関する臨床的考察. 歯科学報 **91**, 65-73, 1991
- 18) 名村倫治:上顎中切歯舌側面形態の計測学的研究. 日大口腔科学 **17**, 293-299, 1991
- 19) 島田卓也, 貞光謙一郎, 福山房之助, 木村拓郎, 櫻井健次, 安光崇洋:天然歯形態を把握する. 第1報 前歯部における歯冠長径および幅径からの考察. 歯科審美 **25**, 18-23, 2012
- 20) 安光崇洋, 貞光謙一郎, 島田卓也, 櫻井健次,

木村拓郎，福山房之助，加藤泰二，野田欣志：

天然歯形態を把握する．第2報 支台歯形成の指標
を模索．歯科審美 **125**，114-121，2013

21) OLYMPAS: Crystaleye クイックガイダンス，6-15，
2009

22) Odaira C, Ito S and Ishibashi K: Clinical evaluation
of a dental color analysis system:
The Crystaleye Spectrophotometer[®].
J Prosthodont Res **55**, 199-205, 2011

23) 藤澤政紀，遠藤聡：口腔内情報の記録．In：冠橋
義歯補綴学テキスト．會田雅啓，魚島勝美，江草
宏，越智守生，木本克彦，佐藤亨，佐藤博信，澤
瀬隆，新谷明喜，田中昌博，馬場一美，藤澤政紀，
松香芳三，松村英雄，南弘之，山口泰彦編，永末
書店，京都，pp160-164，2015

24) Corcodel N, Helling S, Rammelsberg P and Hassel
AJ: Metameric effect between natural teeth and the
shade tabs of a shade guide. Eur J Oral Sci **118**,
311-316, 2010

- 25) Ardu S, Braut V and Di Bella E: Influence of background on natural tooth colour coordinates: an in vivo evaluation. *Odontology* **102**, 267-271, 2014
- 26) Dudea D, Gasparik C, Botos A, Ald F, Irimie A and Paravina RD: Influence of background/surrounding area on accuracy of visual color matching. *Clin Oral Investing* **10**, 1007/s00784-015-1620-3, 2015
- 27) 寺田善博, 永留初實, 篠原義憲: シェードガイドの信頼性に関する研究. *歯科審美* **25**, 25-29, 2012
- 28) 石橋寛二, 石川成美, 白石明: 非接触型微小面積測色用分光光度計の開発. *補綴誌* **37**, 619-626, 1993
- 29) 吉村昌子, 坂下勝啓, 遠藤寛樹, 鶴田撰, 和賀浩幸, 及川純, 永井成美, 石橋寛二: 天然歯の色調選択法に関する研究. *歯科審美* **14**, 265-268, 2002
- 30) 木村拓郎, 貞光謙一郎, 安光崇洋, 福山房之助,

- 島田卓也，櫻井健次：天然歯の色調を把握する．
歯科審美 **25**，10-24，2012
- 31) 上條雍彦：第1節切歯群の位置と，これを構成している切歯の種類．In：日本人永久歯解剖学．第16版．アナトーム社，pp3-31，1988
- 32) 梅原一浩，安島郁一，佐藤一夫，中沢章，佐藤亨，斉藤文明，腰原好，羽賀通夫：日本人前歯におけるエナメル層の厚さに関する研究．補綴誌，**34**，757-765，1990
- 33) 長谷川明：天然歯の色調と透明性の解析．
歯科の色彩 **7**，33-44，2001
- 34) Johnston W M and Kao E C : Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. J Dent Res **68**，819-822，1989
- 35) O'Brien W J Groh C L and Boenke K M :
A new, small- color- difference equation for dental shades. J Dent Res **69**，1762-1764，1990

Figure Legends

Table1: Thickness of each portion in upper right central and lateral incisor teeth

Table2: L^* , a^* , b^* , C^* of each portion in upper right and left central and lateral incisor teeth

Fig.1: Nine portions of color measurement for an actual tooth (A) and corresponding thickness measurement points on a stone cast (B)

Fig.2: Whole view of Crystaleye Spectrophotometer measuring system

Fig.3: A picture of color measurement procedure

Fig.4: Scatter plots of relationship between thickness and L^*

Fig.5: Scatter plots of relationship between thickness and a^*

Fig.6: Scatter plots of relationship between thickness and b^*

Fig.7: Scatter plots of relationship between thickness and C^*

Fig.8: Analyzing points excluding mesial and distal portions

Fig.9: Scatter plots of relationship between thickness and L^* excluding mesial and distal portions

Fig.10: Scatter plots of relationship
between thickness and a^* excluding
mesial and distal portions

Fig.11: Scatter plots of relationship
between thickness and b^*
excluding mesial and distal portions

Fig.12: Scatter plots of relationship
between thickness and C^*
excluding mesial and distal portions

Fig.13: Correlation coefficients of L^* , a^* , b^* , C^* in the
incisal edge of upper right central incisor teeth

Fig.14: Correlation coefficients of L^* , a^* , b^* , C^* in the
central edge of upper right central incisor teeth

Fig.15: Correlation coefficients of L^* , a^* , b^* , C^* in the
cervical edge of upper right central incisor teeth

Fig.16: Correlation coefficients of L^* , a^* , b^* , C^* in the
incisal edge of upper right lateral incisor teeth

Fig.17: Correlation coefficients of L^* , a^* , b^* , C^* in the
central edge of upper right lateral incisor teeth

Fig.18: Correlation coefficients of L^* , a^* , b^* , C^* in the
cervical edge of upper right lateral incisor teeth

Fig.19: Difference in thickness
between each measuring points
and cervical center of upper right
central incisor tooth as a reference point

Fig.20: Difference in thickness between right and left corresponding measuring points

Fig.21: Difference in thickness between center and mesial/distal portions for each tooth

Fig.22: Color difference between each measuring points and cervical center of upper right central incisor tooth as a reference point

Fig.23: Color difference between right and left corresponding measuring points

Fig.24: Color difference between center and mesial/distal corresponding portions for each tooth

Fig.25-a: Comparison of L^* among incisal edge, center, and cervical portions for each tooth

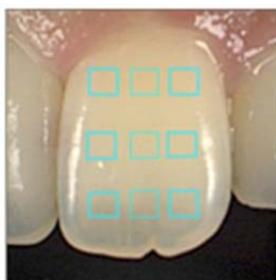
Fig.25-b: Comparison of L^* among incisal teeth at same portion of each tooth same letters indicate no statistical significant difference in row direction

Fig-26-a: Comparison of a^* among incisal edge, center, and cervical portions for each tooth

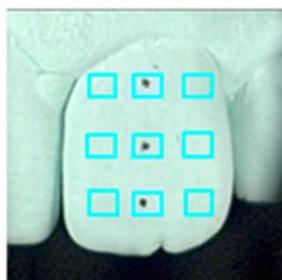
Fig-26-b: Comparison of a^* among incisor teeth at same portion of each tooth same letters indicate no statistical significant difference in row direction

Fig-27-a: Comparison of b^* among incisal edge, center, and cervical Portion for each tooth

Fig-27-b: Comparison of b^* among incisal teeth at same portion of each tooth same letters indicate no statistical significant difference

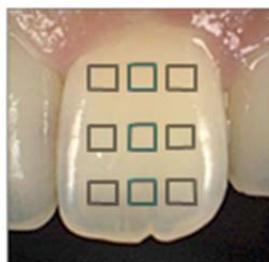
Fig.1
河合 ↑

(A) Nine portions for color measurement of an actual tooth

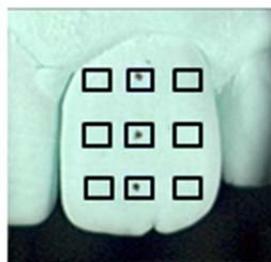


(B) Corresponding thickness measurement points on a stone cast

河合 ↑



(A) Nine portions for color measurement of an actual tooth



(B) Corresponding thickness measurement points on a stone cast

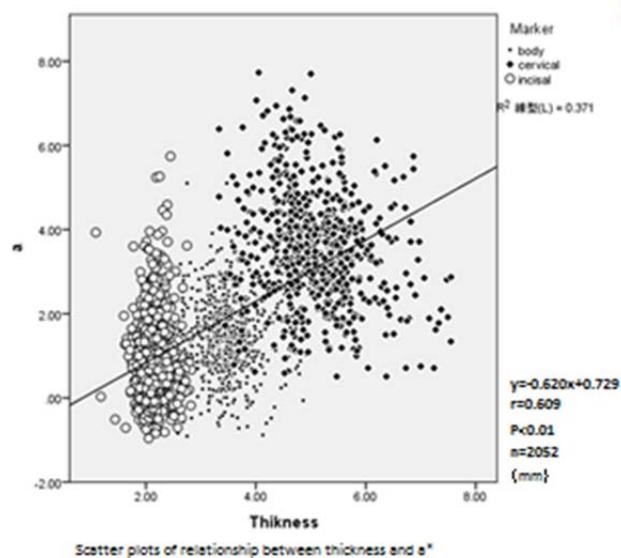
Fig.2
河合 ↑

Fig.2
河合 ↑

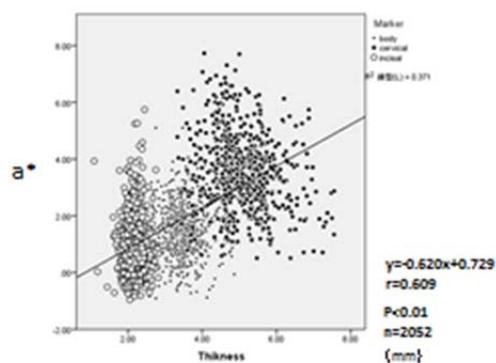


Fig.3
河合 ↑

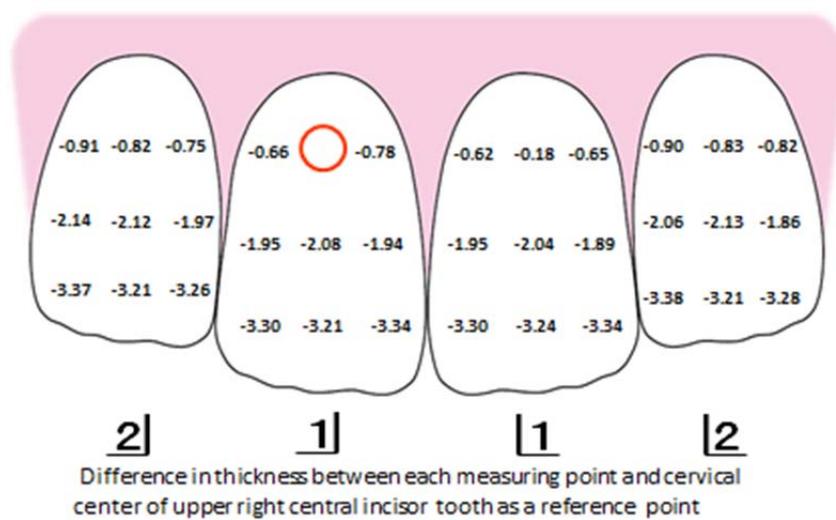
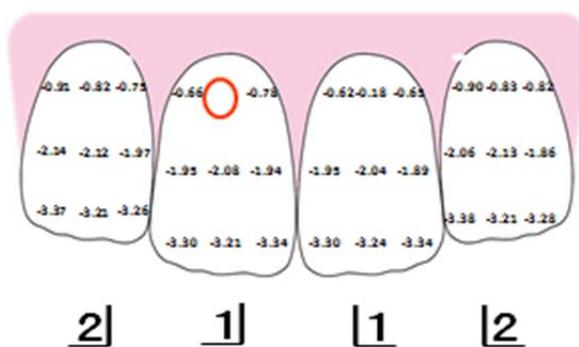
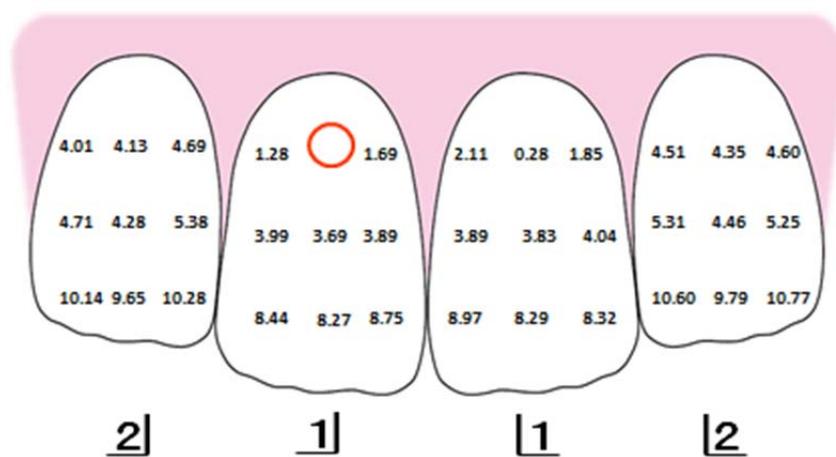


Fig.3
河合 ↑

Difference in thickness between each measuring point and cervical center of upper right central incisor tooth as a reference point

Fig.4
河合 ↑

Color difference between each measuring point and cervical center of upper right central incisor tooth as a reference point

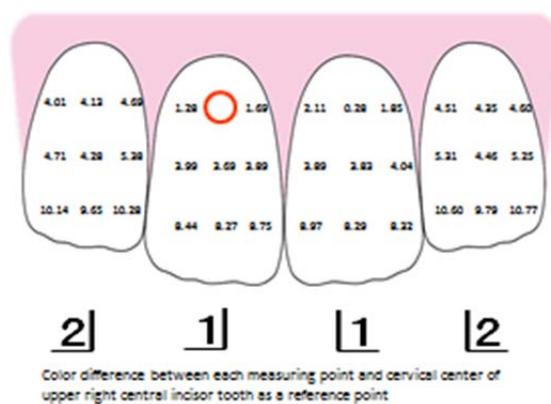
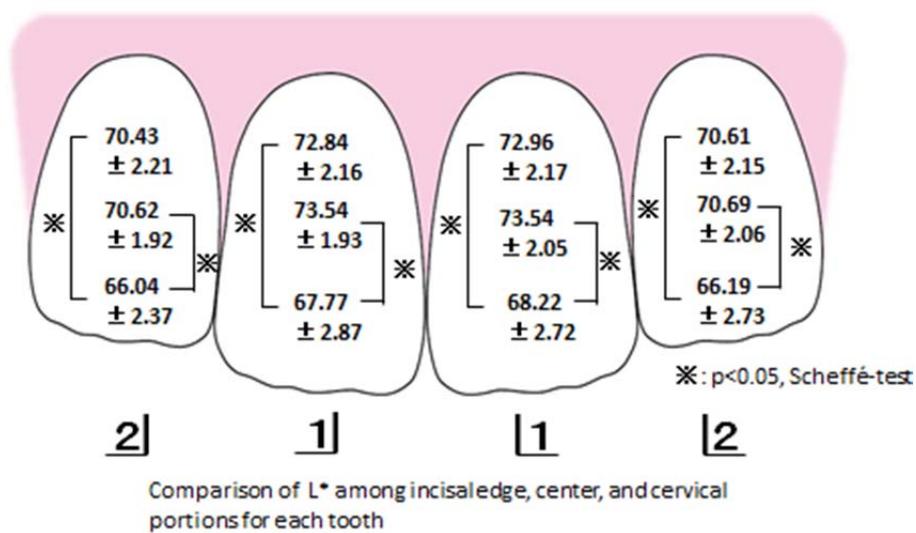
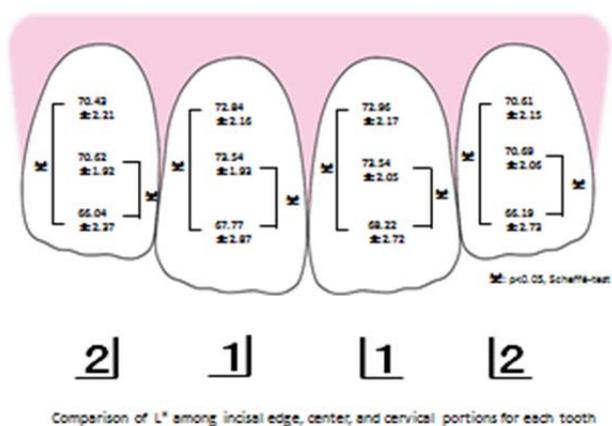
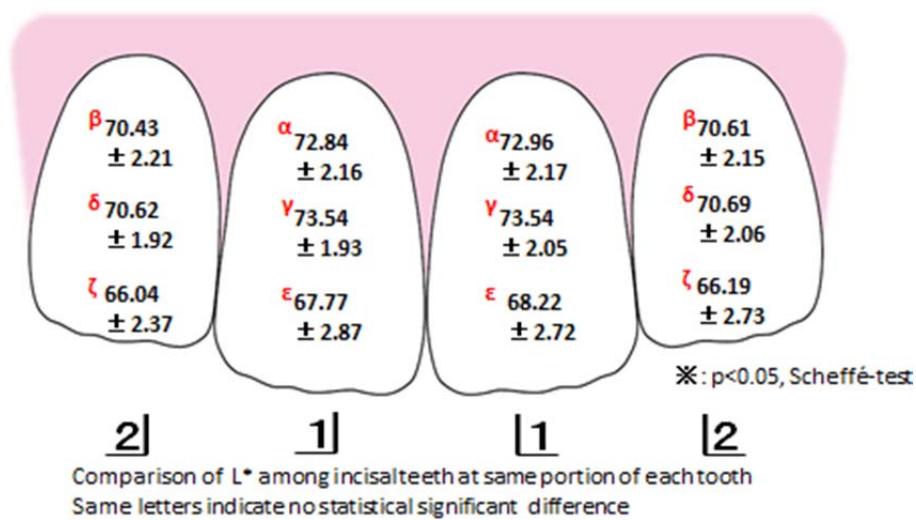
Fig.4
河合 ↑Fig.5-a
河合 ↑

Fig.5-a
河合 ↑

Comparison of L* among incisal edge, center, and cervical portions for each tooth

Fig.5-b
河合 ↑

Comparison of L* among incisal teeth at same portion of each tooth
Same letters indicate no statistical significant difference

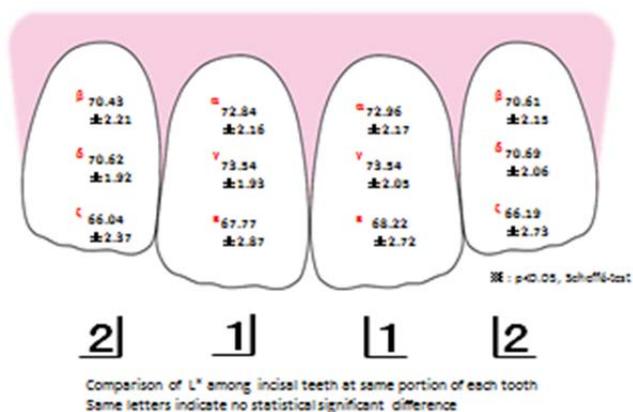
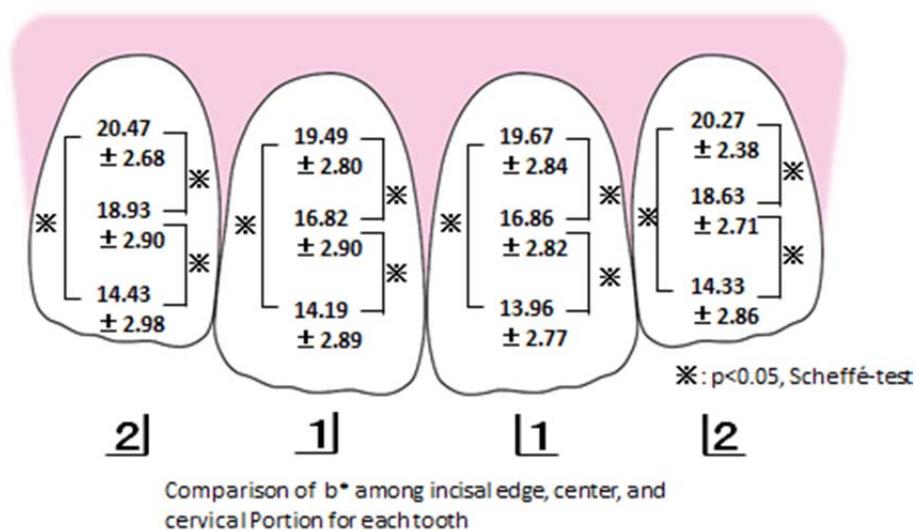
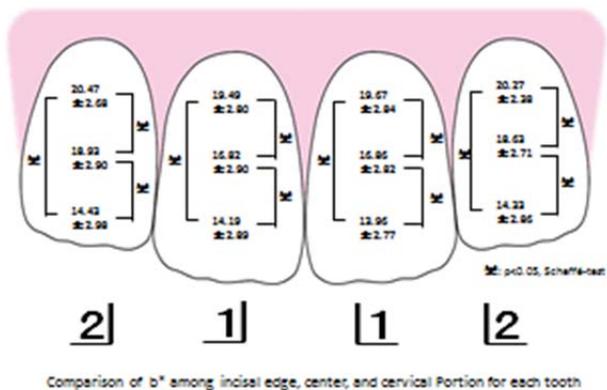
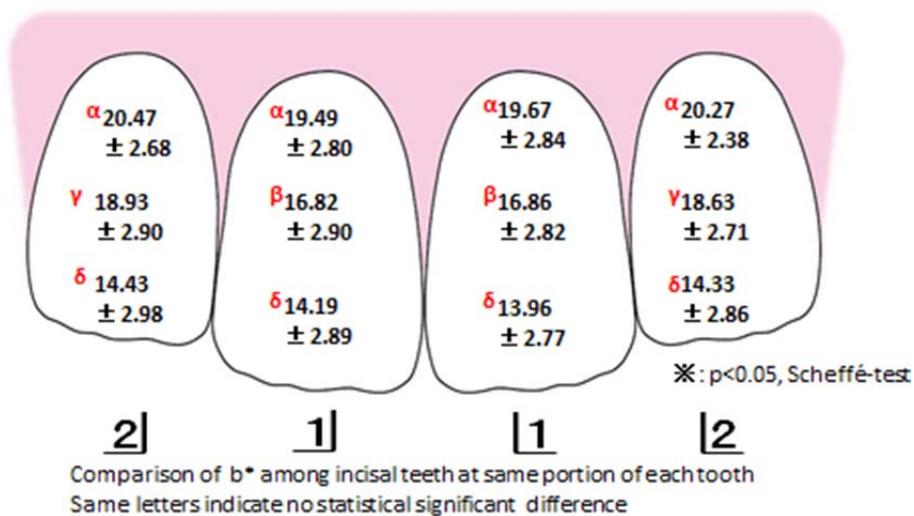
Fig.5-b
河合 ↑Fig.6-a
河合 ↑

Fig.6-a
河合 ↑

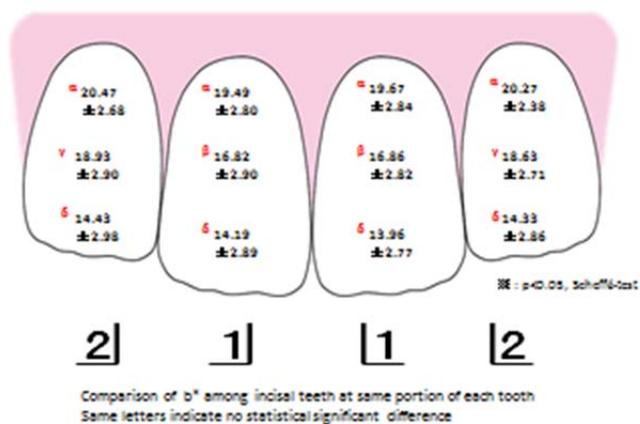


Comparison of b* among incisal edge, center, and cervical Portion for each tooth

Fig.6-b
河合 ↑



Comparison of b* among incisal teeth at same portion of each tooth
Same letters indicate no statistical significant difference

Fig.6-b
河合 ↑Fig.6-b
河合 ↑