理論と論説

「画像補正用カラーチャート」
を用いた舌診の客観化中城 基雄¹⁾ 英保 武志²⁾ 久保 茂正³⁾
長瀬 千秋⁴⁾Objectivity of Tongue Examinations by Devising a New Image Correction Procedure
Combining the Use of Color & Size Matching StickerMotoo NAKAJO¹⁾ Takeshi ABO²⁾ Shigemasa KUBO³⁾
Chiaki NAGASE⁴⁾

- 1) D.D.S., PhD., Nakajo Dental Clinic 2-9-1 Teraya, Thurumi-Ku, Yokohama-Shi, Kanagawa 230-0015, Japan
- 2) D.D.S., PhD., Abo Dental Clinic 205-1 Maruito, Nishiumeda 3-3-45 Umeda, Kita-Ku, Osaka 530-0001, Japan
- 3) D.D.S., PhD., Kubo Dental Clinic 3-16-4 Yayoi-Cho, Izumi-Shi, Osaka 594-0061, Japan
- 4) M.D., PhD., Hyogo Prefectural Institute of Oriental Medicine 1-1-1 Daimotsu-Cho, Amagasaki-Shi, Hyogo 660-0828, Japan

Abstract Of the four basic medical diagnoses in Chinese medicine, tongue examinations rank in importance with pulse examinations. The conventional method of clinically recording the color of the tongue by taking photographs with film cameras generally presents various problems, such as the difficulty of establishing objective procedures and the long-term storage of records.

The authors accordingly attempted to enhance the objectivity of tongue examinations by devising a new image correction procedure combining the use of color-and-size-matching stickers (image correction color charts) and computers utilizing a digital camera. As a result, the images that are output after correction not only reproduce the tongue in its actual size but also make it possible to approximate color system values measured from the actual tongue, thereby suggesting the possibility of a useful procedure for making objective evaluations in tongue examinations.

Key words : tongue examination, color measurement meter, color space, color-and-size-matching stickers

-
- 1) 中城歯科医院, 神奈川, 〒230-0015 横浜市鶴見区寺谷2-9-1
 - 2) 英保歯科医院, 大阪, 〒530-0001 大阪市北区梅田3-3-45マルイト西梅田ビル205-1
 - 3) 久保歯科医院, 大阪, 〒594-0061 和泉市弥生町3-16-4
 - 4) 兵庫県立東洋医学研究所副所長, 兵庫, 〒660-0828 尼崎市東大物町1-1-1
- [2000年10月3日受理]

Nihon Toyo Igaku Zasshi (Japanese Journal of Oriental Medicine), 52(1), 45-53, 2001
(Accepted ; 3 Oct, 2000)

1. 緒 言

中医学の四診のひとつに望診が上げられる。この中には、体の体型や動態を観察する視形、顔色と光沢を見る望色、頭部の髪、眼、鼻、耳、口唇などの生理的変化を観察することが上げられる¹⁾。その中でも、舌診は古来より、最も詳細に体系付けられ、今日になっても脈診と並び重要な診察法として上げられる。

従来、舌色の状態を写真上で記録する際、光源やフィルムの種類等の撮影条件が微妙に変化してしまい、本当の舌の色彩と大きさを正しく表現し得ないことが報告されている²⁾。

また、1980年代に丸山は舌色の安定した記録の再現性を目的として、撮影条件を一定に保つ為に、舌撮影ボックスの作製、プリント条件の設定、フィルムの選択、現像方法などを統一して、舌診の客観化を行い、臨床的有効性を確立した³⁾。しかしながら、その一連の手法は専門的な知識と技術が要求され、実際の臨床の現場に於いては、なかなか導入するのが難しく、より簡便に我々臨床医が評価できる新たな手法が要求される所である。

近年、コンピュータ技術の急速な発展に伴い、画像処理技術に於いても、従来では不可能だった領域が、一般ユーザーでも容易に行えるように改善されてきている。

今回、筆者らは画像補正用カラーチャート「キヤスマッチ」を用い、舌診の客観化を行った。キヤスマッチは正確な色合いと大きさに、印刷管理されたカラーチャートで、それを被写体と共に撮影すれば、多少の撮影条件の違いで、明暗の異なる色彩に写ってしまっても、コンピュータ上で本来の色と大きさに画像補正する事で、実際の被写体の色と形の両方を近似した状態で、再現できる特性を持つ製品である。

既に、本手法は歯科及び形成外科の分野に於いても広く応用され、再現性と有用性が報告されて

いる。^{4)~6)}そして、本法を用いれば、従来、表現が困難であった、紫舌や紅舌の実際に目視した色彩と同様の状態が、出力画像上で比較的簡単に整合性を持って、再現できる事が確認されたので報告する。

2. 材料と方法

はじめに、図1に示すように、被写体の頭部の適正な固定を目的として、歯科用頭部X線規格撮影法を準用し、イヤーロッドと前後頭部固定版にて頭部を固定させた。次いで、被験者に舌を弛緩した状態で出させ、舌尖部、舌中央部、舌根部、左右舌側縁部の計5カ所に基準点を付与した。

そして、まず、付与した基準点の直下の部位を、図2の色彩計（ミノルタ社製 cm-503d）を用い

図1 被験者の頭部とキヤスマッチ

図2 色彩計 (ミノルタ社製 cm-503d)

て、実際の舌色を測色した。得られたデータは SONY 製パーソナルコンピュータ VAIO-XR 1 本体と色彩解析ソフト、コアサイエンス社製、彩チェック Ver 3.2 for Windows 98 を用いて演算処理をして、 $L^*a^*b^*$ 表色系の測定結果を得た。

次いで、三脚に NIKON 社製デジタルカメラ coolpix 950 を、舌の中央部の高さに合わせ、被写体から 35cm の距離に固定した。また、光源は自然光の波長領域を有する、ダイワライティング社製、サンリームライト TDL-150 ST を用いて、被写体の水平方向に対し右 45 度の角度から 60cm 離れて、光源が入射するように設定した。そして、協和時計工業社製、画像補正用カラーチャート「キャスマッチ」(20mm 角) を、舌近傍にカメラに対し直角になる様に設定した。

以上の条件設定で、舌とキャスマッチを同一の視野に入れて、日常の臨床で想定される、2 種類の明暗の異なる撮影条件を設定した。すなわち、①ライトを点灯させた過光量の状態と、②ライト点灯後、光量を減じる為に、ケンコー社製の ND フィルターを用いて、減光量の状態にした 2 種類

の条件を設定した。また、その際の、①と②の被写体近接の光量の違いは、ミノルタ社製の照度計 TL-1 で測定し、それぞれ記録した。そして、シャッタースピード 1/15、絞り f4.0 の条件でフラッシュを用いなくて、舌の写真をデジタルカメラで撮影した。撮影した 2 種類の画像は、同上のコンピュータに転送し Adobe 社製、Photoshop 5.5 for Windows 98 のソフト上で表示させた後、本来の舌色に近似させる為に、キャスマッチのマニュアルに従い、グレースケールで RGB 色調補正と画像サイズ補正の処理をして、①の条件から①' を、また、②の条件から②' の画像をそれぞれ導いた。そして、①と①'、②と②' の画像を EPSON 社製、カラーインクジェットプリンター PM-770C を用いて、プリントアウトした。最後に、それぞれの出力画像に対し、実際の舌と同様に基準点直下の $L^*a^*b^*$ 表色系の値を、それぞれ測色して記録した。

以上の段階を経て、実際の舌から測色した基準点である 5 点の $L^*a^*b^*$ 表色系の値を色差判定の基準色として設定し、①と①' および、②と②' の撮影条件で出力した画像の $L^*a^*b^*$ 表色系の値が、基準色に対しどの位の色の隔たりがあるのか、また、どの程度、本来の舌の色に近似したのかを、色彩解析ソフト「彩チェック」の色差判定機能を用いて、それぞれの基準点の評価値を算出し、その平均値から各条件下の整合性を検討した。以上の手法のフローチャートを図 3 に示す。

3. 結果

まず、舌色の出力画像である、図 4 および図 5 を見ると、照度 1973ルクスを呈した、過光量の撮影条件である図 4 の①の画像は、光量過多により、白色が強調された淡白舌のように撮影された。これに対し、照度 1110ルクスを呈した、減光量の撮影条件である図 5 の②の画像は、同じ被写体であっても、光量不足のため、強い紅舌として撮影された。これに対し、キャスマッチを用いて色調補正された、図 4 の①' と図 5 の②' の出力画像は両者とも良く似た淡紅舌の画像を呈した。

次に、実際の舌から測色した $L^*a^*b^*$ 表色系の

図3 手法のフローチャート

結果を表1に示す。また、①、①'の補正前後のL*a*b*表色系と色差判定の推移を表2に、同様に、②、②'の結果を表3に示す。それらを比較すると、過光量と減光量の撮影条件である補正前の①、②のL*a*b*表色系の値は、どちらも実際の舌から測色した結果である表1の値とかけ離れ

ていたが、補正後の①'、②'のL*a*b*表色系の値は、表1の値に近づく形で補正されていた。

以上の変化を表2と表3の色差判定の評価値から検討すると、①は平均で20.14であったが、①'は2.89に補正された。同様に、②は平均で26.15であったが、②'は3.13に補正された。

図4 過光量の条件で撮影した舌の補正前と補正後の写真

図5 減光量の条件で撮影した舌の補正前と補正後の写真

表1 実際の舌のL*a*b*表色系の値

	L*	a*	b*
舌根部	66.15	2.01	1.71
舌中央部	67.28	8.49	2.29
舌尖部	64.30	12.91	7.41
左側縁部	64.27	2.52	1.62
右側縁部	68.20	5.06	2.29

表2 過光量の条件で撮影した舌の補正前と補正後のL*a*b*表色系の値と色差判定の推移

①補正前						①'補正後					
	L*	a*	b*	色差判定	平均		L*	a*	b*	色差判定	平均
舌根部	89.12	7.22	-4.77	22.99	20.14	→	68.97	3.79	2.54	3.43	2.89
舌中央部	85.73	11.46	-5.10	20.09			66.29	10.08	8.01	2.29	
舌尖部	83.01	12.85	-1.57	20.07			62.51	12.40	9.41	2.73	
左側縁部	78.54	6.98	-5.64	16.62			64.13	5.94	1.49	3.42	
右側縁部	87.60	8.32	-2.69	20.30			68.70	7.38	3.25	2.57	

表3 減光量の条件で撮影した舌の補正前と補正後のL*a*b*表色系の値と色差判定の推移

②補正前						②'補正後					
	L*	a*	b*	色差判定	平均		L*	a*	b*	色差判定	平均
舌根部	43.31	5.00	7.03	23.64	26.15	→	69.10	2.82	1.86	3.06	3.13
舌中央部	43.89	5.96	7.97	24.20			68.43	5.31	0.88	2.75	
舌尖部	39.00	16.31	9.09	25.58			65.75	11.21	4.31	3.82	
左側縁部	38.54	10.01	3.57	26.87			67.54	4.40	1.81	3.78	
右側縁部	40.09	15.15	10.64	30.47			69.06	7.09	2.75	2.26	

4. 考 察

日常の臨床に於いて、舌診を行う際、実際に目視した時の紫舌や紅舌などの色合いを記録する為に、従来のように銀鉛カメラを用いて写真撮影し、その後、出来上がった写真を見ると紫色や赤色が正しく再現されずに、その色の隔たりに、歯がゆい思いを経験する事は多々ある。これは、室内環境の光源の種類、光量の増減、フィルム会社の相違、撮影者の技術、露出やシャッタースピードな

どの、撮影条件の違いと現像工程の不備に起因する為である³⁾。

さらに、湯液治療ならびに鍼灸治療を行い、治療効果の予後判定を行う際、舌診の経時的な変化を臨床的に判断して行く為には、一定の基準にのっとり撮影と現像が成されて行く一連の過程が必須条件である。仮に、それを怠って撮影されれば、本当の舌の色合いが再現されないばかりか、「証」を見誤る事にもなりかねない恐れが存在する。以上の問題点を解消するために、丸山は従来

型の銀鉛カメラと、撮影条件を一定に保つために作製した舌撮影ボックスを併用し、使用フィルムと現像条件を厳密に管理して、舌診の客観化に成功した⁷⁾。しかしながら、その手法は臨床的に見たとき、簡便に導入し得る手法であるとは言い難く、専門的な知識と技術が要求される一面がある。さらに、ネガフィルムと印画紙による画像は、長期的な記録の保存には不向きで、経年劣化の問題が常に内在していると思われる。そして、近年の急速なるコンピュータの進歩は、いずれ従来型の銀鉛カメラが衰退していくであろう可能性を示唆している。

また、カラーチャートを用いた色再現の手法として、従来から、マクベスカラーチェッカーなどが用いられてきた。これは、24種類の色で構成されたA4サイズのチャートで、一般的な用途として、写真関係では、カラーフィルムやレンズの違いによる、色再現と色管理に、また、TV関係では、モニターのカラーバランス調整に用いられている。しかしながら、そのサイズは医療の現場ではやや大きく、汎用性にかける一面がある。これに対し、画像補正用カラーチャート「キャスマッチ」は大きいものでも2cm角で、かつ滅菌済で供給され、裏が粘着面になっており、容易に術野に適用できる利便性がある。

以上の事から、筆者らは、従来のような複雑な現像工程を必要とせず、画像がリアルタイムで得られる手法の容易さ、データの長期的な保存の優位性、将来のメディアへの対応などを考慮して、デジタルカメラと画像補正用カラーチャートを併用した、新しい舌診の客観化の手法を考案するに至った。

1. 色の持つ特性について

一般的に、「色」を正しく再現あるいは表現するという事を困難にさせている要因は、次の5点であると考えられる。すなわち、1) 観測する方向の違い、2) 背景の違い、3) 観察者の違い、4) 大きさの違い、5) 光源との違いが挙げられる⁸⁾。1) に関しては、撮影条件で被験者の舌とカメラは常に正対するように設定したので、基本的に問題ではないと判断した。2) に関して

は、対比効果と称されるもので、背景の明暗によって異なって見えてしまう特性であるが、舌の背景は同一の被験者の口唇や皮膚の色であることから、大きく左右されることはないと思われる。3) に関しては、人間の目には個人差があり年齢や視力の相違で異なって観測されるが、これは、本論文が意図する所とは違う領域である。4) に関しては、面積効果と称されるもので、同じ色合いでも面積の大きい色は、小さい色に比べて明るく鮮やかに見える傾向がある。35mmの銀鉛フィルムで撮影し、通常の現像所に委託して写真にすると、いわゆるサービス判のサイズで現像されてきてしまい、実際の舌の大きさよりも、大きく観測してしまうことから、舌色を判断する際、この面積効果の影響を少なからず受けてしまうものと考えられる。しかし、キャスマッチを用いて、画像サイズ補正を行った画像は、キャスマッチ本来の20mm角に補正して出力したことから、舌の大きさに於いても、被験者の舌と等倍で再現されており、面積効果の影響は少ないという利点が存在すると考える。5) に関しては、今回、特に注意を払った要素である。まず、色彩計で測色する際の内部光源は、国際照明委員会(CIE)とJIS規格で最も一般的に採用している、標準の光D65(紫外域を含む昼光で照らされる物体色の光源)である。この事から、舌を撮影する際にも、D65光源に近似した波長領域の光源で撮影することが望ましい。この両者の光源が著しく隔たると、たとえ、コンピュータ上で画像補正を施しても、近似した画像は得にくいものとする。この事から、筆者らは自然光の波長領域を有する照明設備を選択し実験に使用した。さらに、従来のような、リングストロボによる接写撮影では、光源が被写体の正面に位置する事から、ストロボライトの光が直接跳ね返ってくる、「正反射光」の周波数成分を多く拾ってきてしまう為、舌色を正しく判断するには好ましい手法であるとは言いがたい。これに対し、筆者らは、光源を舌に照射する際、舌に対し45度の角度を用いて撮影を行った。これは、前述したCIEとJISで定めた、「照明および受光の幾何学条件」の中の、単方向照明方式を採用した。この事によ

り、45度の角度を持って入射した光の多くの成分は、舌上で反射し、反対側に45度の角度を持って出て行くことから、正反射光の周波数成分を極力、排除する事が可能となり、舌の撮影には有用な手法であると考ええる。

II. 色差判定の結果について

一般に、色の測定方法には、大別して物理測色方法と視感測色方法があげられる。物理測色方法にはさらに、分光測色方法と刺激値直読方法に分けられる。分光測色方法はXYZ表色系に代表されるように、混色系の表色法で、三刺激値がR (Red) G (Green) B (Blue) で体系化されており、分光器を用い単色光の反射率を求める手法で、測定時間がかかる傾向がある。これに対し、刺激値直読方法は、光電測色計を用いることで、色相 (Hue)、明度 (Value)、彩度 (Chroma) の値から $L^*a^*b^*$ 表色系が決定され、短時間で測色が可能で、色差判定が行えることから、広く産業界で導入されている手法である⁹⁾。そしてこの、色差判定は、色相、明度、彩度の3次元空間に於ける、2つの知覚色を代表する2点間の直線距離で定義される。すなわち、色差判定の値が少なければ、近似した色彩を意味し、また、大きくなればなる程、かけ離れた色彩へと移行する事を意味する。

色差判定 ΔE^*ab は以下の式により算出される。

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

そこから得られた評価値は下記の標語で表され、色差が判定される¹⁰⁾。

色差判定の標語 ΔE^*ab

極めてわずかに異なる (trace) 0.0~0.5

わずかに異なる (slight) 0.5~1.5

感知し得る程に異なる (noticeable) 1.5~3.0

著しく異なる (appreciable) 3.0~6.0

極めて著しく異なる (much) 6.0~12.0

別の表色系になる (very much) 12.0以上

以上のことから、実際の舌色を基準色として考えたとき、①の過光量の色差判定の平均は20.14、①'の補正後は2.89まで、また、②減光量の平均は26.15、②'の補正後は3.13までそれぞれ補正された。これは、①、②の条件では明らかな色の違いとして認識されるが、①'、②'では人間の

目で、ようやく感知しえる程の色差まで近似して補正する事が出来た事を意味するが、完全に一致させることは出来なかった。

このことは、現在色表現の分野で最も立ち遅れている領域である。すなわち、被験者の色→コンピュータの画面表示の色→出力画像の色の全てを統一させることが出来なければ、色彩の基本的な一致は得られない背景がある。まず、コンピュータの画面表示であるが、モニタのキャリブレーション (画質調整) を厳密に行わないと、取り込んだ画像がモニタ上で正しい色として表示されなくなり、その後の作業に影響を与えてしまうので、カラーマッチングによるプロファイルを選択した¹¹⁾。これは、使用しているディスプレイ管の種類と色温度、ガンマ値などの設定を調整することであるが、以上の点を調整しても、なお、モニタは電源を入れて30分以上経過しないと、表示は安定しないこと、モニタの明るさの調整、室内の照明、背景の壁紙の色なども考慮しなければならないなど、完全に一致させることは現時点では難しい一面があった。

次に、出力画像の色であるが、一般にコンピュータから画像を印刷しようとする際、その色は「色分解」される特性を有する。すなわち、コンピュータの画面上での色表示は、光の三原色である R (Red) G (Green) B (Blue Violet) 表示でなされる「透過光」であるのに対し、印刷過程では、印刷の色とインクの量を加減するために、インクの三原色である、C (Cyan) M (Magenta) Y (Yellow) K (Black) に変換されてから画像を得る。こうした過程を経て、初めて観察者はその画像を「反射光」として認識する。

RGBは3色を混ぜ合わせると、白色になり、これを加法混色と呼ぶ。また、CMYKの内のCMYの3色を混ぜ合わせると、黒色になり、これを減法混色と呼ぶ。しかし、実際にはCMYを混ぜても茶色っぽい濃いグレーにしかならないので、黒色の色を出すために、Kを便宜的に含めて使用している¹²⁾。以上のように、この両者の色表示の本質的な違いが、コンピュータ上の表示画像と出力画像との間に整合性を得にくくしている、最も大

きな理由の一つである。今回のキヤスマッチを用いた画像補正を施した①' および②' の実際の舌に対する色差判定も、3.00前後の値まで近似させることが出来たが、この値は、人間の目でようやく、その違いを識別できるようになる評価値であり、臨床的には十分満足の行く値であると考ええる。そして何より、同一の患者に対し、常にこのようなカラーチャートを用いることで、たとえ撮影条件が微妙に変わってしまっても、一貫した画像の比較検討が可能となり、舌診の治療効果の判定に大きく寄与することが可能であると考ええる。今後は、より精度をあげ、実際の舌色と同一の画像を得る手法を検討していく必要があるものと考ええる。

5. 結 論

画像補正用カラーチャート「キヤスマッチ」を用いて、舌診の客観的評価が得られるか検討した。その結果、キヤスマッチに付与されている、カラーチャートによる色調補正により、撮影条件にかかわらず実際の舌色に近い画像を得た。以上のことから、キヤスマッチの画像評価に対する有用性が示唆された。

参考文献

- 1) 張瓏英：新編・中医学基礎編183-195，源草社，東京（1997）

- 2) 英保武志，他：歯科現代新療法，舌診法と中医学の基礎，41-56，歯科東洋医学会編
- 3) 丸山彰貞：舌診入門テキスト，第1版，47-49，エンタプライス出版，東京（1997）
- 4) 大塚百合子：頭蓋顎顔面領域への画像記録用カラーチャート使用の有効性，129，日本頭蓋顎顔面外科学会抄録（1995）
- 5) 菊地二郎：Color & Size Matching Sticker による Shade Scanner の色調誤差補正の試み，350，日本形成外科学会抄録（1996）
- 6) 中澤章，他：歯の色の伝達手段と技工指示書の書き方ー歯科医師の立場からー，43-53，クインテッセンス出版，東京（1999）
- 7) 丸山彰貞，他：舌色沢定量的分析法について，明治鍼灸医学，2，25-36（1986）
- 8) ミノルタカメラ社編：色を読む話，7（1999）
- 9) シーアンドシーアイ：カラーコーディネーター速修テキスト3級，43-67，Dai-X 出版，東京（2000）
- 10) 片山伊九右衛門：歯の測色と表色および色差，35-43，クインテッセンス出版，東京（1999）
- 11) 近藤龍太郎：Photoshop 5.0 テクニカルガイド，214-225，メディアテック出版，東京（1998）
- 12) アドビシステム社編：Photoshop 5.0 ユーザガイド，86-91，東京（1999）

要旨 中医学の四診の中で、脈診と並び重要な診察法として舌診が上げられる。一般に臨床的に舌色を記録する際、従来の様な銀鉛カメラによる写真は、客観性を有する手法の確立が難しく、また、長期的な記録の保存性にも問題があった。

そこで筆者らは、デジタルカメラを用いて、画像補正用カラーチャートとコンピュータを併用した、新しい画像補正の手法を考案し、舌診の客観化を試みた。その結果、補正後の出力画像は、本来の舌の大きさを再現したばかりでなく、実際の舌から測色した表色系の値とも近似させることが可能となり、舌診の客観的評価に有用な手法であることが示唆された。

キーワード：舌診，色彩計，表色系，画像補正用カラーチャート