原 著

偏光フィルター写真撮影による歯牙フッ素症の判定*

古 山 公 英** 桃 木 三 郎** 黒 岩 茂**
金 子 芳 洋**

概要：歯の白斑（とくに歯牙フッ素症）を視診または撮影した写真上で判定する場合、歯表面の反射光により判定に困難を生ずることが多い。そこでダイクローム偏光フィルターを使用した写真撮影法（無反射撮影）を考案し、某小学生集団の口腔内撮影を行い、同時にメディカルニッコールによる撮影（普通撮影）、視診による白斑症度判定を実施し、その3者の結果を比較検討した。

無反射撮影により歯表面の白斑はその存在と形態がより明瞭に認識されるようになった。その結果、視診判定、普通撮影写真判定と比較して無反射撮影写真判定ではより重症度判定される例があった。しかし、視診、普通撮影、無反射撮影の結果を症例ごとに総合的に判定することにより、より客観性のある白斑の判定が可能と考えられる。また本撮影法は、他の生物資料へも応用可能である。

索引用語：偏光フィルター、歯牙フッ素症、写真

はじめに

歯の形成期に過量のフッ素を含む飲料水を長期摂取すると歯の白斑（歯牙フッ素症 Dental Fluorosis）を引き起こすことはすでに知られている事実である。

その症度別分類として、Dean¹⁾、厚生省²⁾、飯塚³⁾などの基準がある。しかし、それらの症度判定は歯に出現している白斑の面積範囲で行われるために多少の問題点をもつと考えられる。近藤⁴⁾は面積範囲の少ない軽症度の白斑、とくに低濃度フッ素飲料水摂取地域でみられるような白斑には、その判定評価に大差が生じると指摘している。このことは、小西ら⁵⁾が述べているように、視診による判定では客観性に乏しく診査者の主観が入りやすいことがあげられる。ただし、重症度のものの判定評価については診査者間の判定評価にあまり問題は生じないようである。また、フィールド調査などでは、時間的制約や熟練者を要する場面もあり、十分に判定できないという点も考えられる。

そこで判定に客観性を持たせるために、歯周病の歯肉

色の変化をカラー写真上で観察しているよう⁶⁾に、フィールドでの調査時に写真上で歯牙フッ素症の判定を行う方法も報告されている⁴⁾⁵⁾⁸⁾。しかしこの方法においては、近藤⁴⁾が述べているように、光沢のない重症度の歯には現われてこないが、撮影時に使用する光源（ストロボ）による予期せぬハレーションが歯の表面上に現われ、後の写真判定時に、実際の色調を隠すだけでなくその表面形態さえも不明瞭にすることがあり、判定を困難にさせていることが多い。

そこで今回、著者らは、この写真撮影時に生ずるハレーションを除去するために、2枚の偏光フィルターの使用を試み、さらに歯牙フッ素症の写真判定への有用性について、この方法による学童の口腔内撮影を行い、視診による判定と写真上での判定を比較検討した。

実験方法

1. カメラ

- 1) 偏光フィルター使用写真撮影（以下無反射撮影とする）

* 本論文の要旨は、第29、30回日本口腔衛生学会総会において発表した。

** 昭和大学歯学部口腔衛生学教室（主任：金子芳洋教授）

** Department of Hygiene and Oral Health, School of Dentistry, Showa University
(Chief Prof. Yoshihiro KANEKO)

昭和58年1月21日受付

日本光学工業株式会社製ニコマート EL に、同社製マイクロニッコール 55 mm と株式会社ミニカム社製ミニカムリングフラッシュを装備。

2) メディカルニッコールによる写真撮影（以下普通撮影とする）

日本光学工業株式会社製ニコン F2 に同社製メディカルニッコールを装備。

2. 偏光フィルター

レンズ側には、プラスチックフィルター Polaloid HL38-A または保谷フィルター PL、光源（ストロボ）側には、プラスチックフィルター Polaloid NH38-A を光源面が完全に隠れるように切り取って整形し、装着した。

3. 撮影条件

フィルムは、富士フィルム社製のリバーサルフィルムフジクローム RD100 (ASA100) を使用した。

1) 無反射撮影

シャッター速度 1/125 秒，光源光量を全量で絞り (f) 22，倍率 1/2 倍とした。

2) 普通撮影

光源光量を全量とし，倍率 2/3，絞り (f) 22 の通常設定されている条件で撮影した。

4. 撮影対象

某地区の小学校 6 年生 91 名を撮影対象とした。撮影対象歯は正面撮影写真により判別しうる上下顎 中側切歯 $\begin{pmatrix} 21 & 12 \\ 21 & 12 \end{pmatrix}$ の 8 歯とし，視診による判定後，2 種類（普通および無反射）の写真撮影を行った。歯牙フッ素症の症度判定は，飯塚ら³⁾ の分類基準に従った。

成 績

偏光フィルターの偏光軸を直角 (90°) に組み合わせる (Fig. 1) ことにより，光の透過率がほぼ 0 % となる性質をもつ Polaloid HN38-A フィルターおよび保谷フィルター PL を，レンズ側と光源側に互いに偏光軸が直角になるように装着し撮影した結果，Photo. No. 1（普通撮影）に示すような，歯の表面上に現われるハレーションを，Photo. No. 2（無反射撮影）に撮影されているように，完全に除去することができ，ハレーションによって隠されている白斑を明確にすることができた。また，偏光軸平行位の組み合わせでは透過率約 30 % であり，この場合にはハレーションを除去することはできなかった。

今回使用した撮影法の原理は，Fig. 2 に模式化した通りである⁷⁾。2 枚の偏光フィルターを装着したために通

Two polarizers. Axes parallel

Two polarizers. Axes crossed

Fig. 1 Light transmission of the double polarizers with axes parallel or crossed

Fig. 2 Schematic illustration of polarization through crossed-axes dichroic polarizers

Fig. 3 Light transmission characteristics of polarizer HN38-A

常の絞り (f) では光量不足になるため、絞り (f) の検討をコダック社製のグレースケールを小型に作製したものをを用いて行った。その結果、最良条件としてシャッター速度 1/125 秒、光源光量を全量とし、絞り (f)=22、倍率 1/2 倍で撮影することとした。この条件は、偏光フィルターを使用しない通常露光の約 8 倍であった。また、フィルムは、現像所での画像焼付時の条件によって色調の影響を受けやすいネガフィルムは使用せず、比較的一定に現像されるポジフィルムを用い、すべてスライド映写面上で判定を行った。なお、視診および写真撮影像上における症度の判定はすべて同一人によりブラインドで行った。

この無反射撮影法と普通撮影法による歯牙フッ素症の判定結果と視診判定結果との比較は次の通りである。

1) 視診判定と普通撮影写真判定の比較

Table 1 に上下顎中切歯 ($\frac{1}{1}$) の 4 歯について、Table 2 には上下顎中側切歯 ($\frac{21}{21}$) の 8 歯についての視診判定と普通撮影写真上の判定の比較を示した。

両者共にほぼ同様の結果を示し、視診に対して、Mo 判定が一致率が低く (12.5%, 19.2%), N, M₁ および全体の一致率は比較的良好値 (72.4%~87.5%) を示した。

また、この視診と普通撮影の比較では、普通撮影の場

合には視診の判定よりも軽度判定される場合と重度に判定される場合が M₁ を除くほぼ全体の症度にみられた。

2) 視診判定と無反射撮影写真判定の比較

Table 3 に上下顎中切歯 ($\frac{1}{1}$) の 4 歯について、Table 4 には上下顎中側切歯 ($\frac{21}{21}$) の 8 歯について、視診判定と無反射撮影写真上の判定の結果を示した。

M₁, M₁' では前述した視診判定と普通撮影写真判定の場合と比較して両者の一致率は比較的良好 (67.7%~87.5%) が、N では普通撮影の場合よりも視診判定との一致率が低く、しかも各症度への分散が大きかった。Mo では普通撮影の場合と同様に、視診との一致率は非常に低かった (7.7%~12.5%)。

また、無反射撮影と普通撮影を比較すると、普通撮影では視診判定に対して軽度と重度の両方に判定される傾向があるのに対して、無反射撮影では視診判定に対して重度に判定される傾向がみられた。前述した如く、Table 1~4 の結果は視診および写真判定者が同一人で、写真判定に際しては視診の結果をブラインドにして行ったものであるが、写真判定者を変えても同様な傾向が得られた。

Photo. No. 3~No. 8 に判定に用いた写真の例を示した。Photo. No. 3・4 (健常歯), Photo. No. 5・6, Photo.

Table 1 Relations of the grades detected on inspection and on customary photographs in ($\frac{1}{1}$)

Insp. Phot.	N	M ₀	M ₁	M ₁ '	M ₂	WS & O	Total	%
N	216	2	2				220	98.2
M ₀	29	2	7			4	42	4.8
M ₁	15	8	14	2		3	42	33.3
M ₁ '	10	4	6	14			34	41.2
M ₂					0		0	0
WS & O	1		2			3	6	50.0
Total	271	16	31	16	0	10	344	
%	79.7	12.5	45.2	87.5	0	30.0		72.4

Insp. : Grades detected on inspection.

Phot. : Grades detected on photographs.

WS&O : White spots or opacities presumed to be other than dental fluorosis

Table 2 Relations of the grades detected on inspection and
on customary photographs in $\begin{pmatrix} 21/12 \\ 21/12 \end{pmatrix}$

Insp. Phot.	N	M ₀	M ₁	M' ₁	M ₂	WS & O	Total	%
N	445	4	3				452	98.5
M ₀	54	5	13			4	76	6.6
M ₁	38	10	21	5		3	77	45.1
M' ₁	12	7	9	23			51	27.3
M ₂					0		0	0
WS & O	5		4			3	12	25.0
Total	554	26	50	28	0	10	668	
%	80.3	19.2	42.0	82.1	0	30.0		74.4

Insp. : Grades detected on inspection.

Phot. : Grades detected on photographs.

WS & O : White spots or opacities presumed to be other than dental fluorosis.

Table 3 Relations of the grades detected on inspection and
on non-reflective photographs in $\begin{pmatrix} 1/1 \\ 1/1 \end{pmatrix}$

Insp. Phot.	N	M ₀	M ₁	M' ₁	M ₂	WS & O	Total	%
N	173						173	100.0
M ₀	30	2				2	34	5.9
M ₁	42	7	21			1	71	29.6
M' ₁	20	7	10	14		4	55	25.5
M ₂	4			2	0		6	0
WS & O	2					3	5	60.0
Total	271	16	31	16	0	10	344	
%	63.8	12.5	67.7	87.5	0	30.0		61.9

Insp. : Grades detected on inspection.

Phot. : Grades detected on photographs.

WS & O : White spots or opacities presumed to be other than dental fluorosis.

No. 7・8, はそれぞれ同一人についての普通撮影, 無反射撮影の両者をペアで示したものである。

また, Photo. No. 9・10 には他の生物資料への応用例の参考として, 小実験動物の臓器の普通撮影と無反射撮影写真を示した。歯の表面の場合と同様に, 普通撮影

(Photo. No. 9) の場合にみられる湿潤した臓器上のハレーションは無反射撮影 (Photo. No. 10) の場合には完全に除去され, 臓器表面像をより明瞭に現らわしている。

PHOTO 1

PHOTO 2

PHOTO 3

PHOTO 4

PHOTO 5

PHOTO 6

PHOTO 7

PHOTO 8

PHOTO 9

PHOTO 10

PHOTO 11

Table 4 Relations of the grades detected on inspection and
on non-reflective photographs in $\begin{pmatrix} 21'12 \\ 2112 \end{pmatrix}$

Phot.	Insp.						Total	%
	N	M ₀	M ₁	M' ₁	M ₂	WS & O		
N	263						363	100.0
M ₀	61	2				2	65	3.1
M ₁	101	15	35	2		1	155	22.6
M' ₁	18	9	15	24		4	70	34.3
M ₂	5			2	0		7	0
WS & O	5					3	8	37.5
Total	554	26	50	28	0	10	668	
%	65.5	7.7	70.0	85.7	0	30.0		63.9

Insp. : Grades detected on inspection.

Phot. : Grades detected on photographs.

WS & O: White spots or opacities presumed to be other than dental fluorosis.

考 察

歯牙フッ素症をより客観的に判定するために写真を利用する可能性については近藤⁴⁾, 小西ら⁵⁾, 石上ら⁶⁾の報告がある。

しかし、口腔内写真撮影の際には湿潤して滑沢な面で

ある歯や口腔粘膜の一部でストロボ発光, その他の光源からの強い反射光を生じる。そのために写真撮影された観察を目的とする被写体の表面形状が不明瞭となり, 写真判定に支障をきたすことが稀ではない。

偏光板ダイクロームは偏光膜を接着剤によってガラスまたはプラスチックの間に合わせたものであるが、今回

の試みではそのうちの HN38-A 偏光板シートを応用した。HN38-A の光透過特性は Fig. 3 に示したが、波長 450~700nm では偏光板 1 枚の透過率は約 38%, 2 枚平行位の組み合わせでは約 30%, 2 枚直行位では 0% であり、その透過光の特徴としては色の変化がほとんどなくて中間色を示すことである。しかし残光色は青色を示す。

予備試験段階ではこの HN38-A プラスチックシートを 2 枚用意し、光源に対して強い反射を示す物体を肉眼でみながら 1 枚を光源をささげる位置におき、他の 1 枚を物体と目の間においてどちらか一方を回転させ、物体からの強い反射光が消失して表面構造が明瞭になる位置をさがした。その結果、光量はもっとも少なくなる位置ではあるが、両偏光板シートの偏光軸が直角位の時にその目的を達することができた。そこでカメラの光源（ストロボ）側とレンズ側にこのシートを切り取って配置し、ハレーションを除去した写真撮影に成功した。レンズ側に装着する偏光板は解像力に影響するのでその後ガラス製の保谷フィルター PL に切り換えたが、ハレーション除去効果および色に影響を与えることはなかったので、以後はレンズ側には保谷フィルター PL を使用することとした。またダイクロームプラスチックフィルターは熱に弱いので、長期使用は避けて、新しいものに交換することも必要な注意である。

この撮影法では写真上の被写体にソフト感がでて色調が強調され、口腔内のわずかな色調変化（例えば歯肉の発赤部、毛細血管、歯など）が識別しやすくなった。反面、鮮明度は通常撮影と比較してわずかながら劣ること、残光による影響が口腔内に存在する金属歯冠修復物表面に現われる（Photo. No. 11）ことがわかった。

視診による歯牙フッ素症の判定と両撮影法（普通・無反射）による写真からの判定の関係では、 M_0 の判定一致率がもっとも低かったが、これは小西ら⁵⁾の報告とも一致している。このことは、視診での M_0 判定の難かしさを示しているとともに、写真上、とくに無反射撮影では白斑の有無が明確になるため、 M_0 以上に判定される率が高くなりやすいことによると考えられる。

普通撮影では、各症度の視診判定に対して軽度または重度に判定される場合があることがわかったが、このことはハレーションを白斑と判定する可能性と、逆にハレーションによってかくされている白斑を見逃す可能性を示唆していると思われる。

一方、無反射撮影では各症度の視診判定に対して軽度に判定されることはほとんどなく、一段階のずれで良く

一致している。

N 判定では、視診判定に対して無反射撮影の場合には M_2 までの 4 段階のずれを示すものがあった。無反射撮影では写真上の白が強調されると同時に歯の表面のつやが消えるために、とくに白色が強い一部の健康歯では白斑と判定されることが後の検討（視診結果および普通撮影写真像とのつきあわせ）で判明した。このことは一部症例での予測できなかった撮影時の不適当な露光量の増加も関係していると思われる。この件に関しては、さらに症例を積み重ねて無反射撮影像と実像との相違点を追求認識する必要がある。また、無反射撮影写真独自の判定分類基準を考案する必要もあろう。

普通撮影写真では歯表面のつやが残されている。一方、無反射撮影写真では白斑の存在と形態が非常にはっきりと浮び上がってくる。

近藤⁴⁾は写真上での観察と視診での観察結果を総合することが、より診断結果に客観性を持たせると指摘しているが、これに加えて各症例ごとに無反射撮影を行い、3 者を総合的に観察判定することにより、より客観的な歯牙フッ素症判定が可能になると考える。

またこの無反射撮影は Photo. No. 9・10 に例示したごとく、思わぬハレーションにより写真上の観察を困難にするような他の生物資料への応用も可能である。

ま と め

偏光フィルターを用いた無反射写真撮影法を考案検討し、その応用として歯牙フッ素症の判定を行い、つぎのような結果が得られた。

1) 2 枚のダイクローム偏光フィルターを、一方を光源側、他方をカメラレンズ側に装備し、互いの偏光軸を直行位にして口腔の写真撮影をすることにより、写真上の歯や軟組織表面に出現するハレーションを完全に除去することが可能であった。

2) 歯の白斑は、ハレーションの除去およびフィルター効果による歯表面のソフト感の出現によりその存在と形態が明瞭化された。そのため、歯牙フッ素症に対する無反射撮影単独の判定では視診や普通撮影による判定と比較して一致するか、またはより重症度に判定される傾向があった。

3) 歯牙フッ素症以外の白斑および白色調の強い健康歯についての判定には、さらに症例を重ねて無反射撮影写真上での特徴を追求する必要が感じられた。しかし、視診、普通撮影および無反射撮影写真の 3 者を総合的に

判定することにより、より客観性のある歯牙フッ素症の判定診断が可能であると考えられる。

4) この撮影法は、ハレーションが出現すると写真上の観察が困難になるような他の生物資料への応用も可能である。

稿を終るにあたり、本撮影法の開発に御協力頂いたキャノン株式会社光学機器事業部小杉事業所光機開発部部长・荒 哲哉氏に深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) Dean, H. T.: Classification of mottled enamel diagnosis, J. A. D. A., 21; 1421, 1934.
- 2) 厚生省医務局：斑状歯調査要領, 口腔衛生会誌, 1; 39, 1953.

- 3) 上田喜一, 飯塚喜一, 高江洲義矩, 森 崇, 近藤武, 鈴木隆男, 矢崎武, 上野真人, 小西保, 樋口守世：日本の斑状歯グラフ, 歯界展望, 31, 1, 1963.
- 4) 近藤武：カラー写真による斑状歯診断の一考察, 口腔衛生会誌, 28; 339, 1978.
- 5) 小西浩二, 飯塚喜一, 矢崎武, 原一弘, 楠憲治, 神原正樹, 脇 勉, 安彦良一, 原康二, 山本明：口腔内写真による歯牙フッ素症の判定, 口腔衛生会誌, 27; 168, 1977.
- 6) 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; 63, 1971.
- 7) キャノン株式会社資料, 1980.
- 8) 石上和男, 小林清吾, 大沢汐子, 滝口徹, 境脩, 堀井欣一：歯の白斑の, 肉眼とカラースライドによる診断の関連性について, 口腔衛生会誌, 27; 170, 1977.

Abstract: Non-reflective photography with a polarizer and its application in assessing dental fluorosis. Masahide KOYAMA**, Saburo MOMOKI**, Shigeru KUROIWA** and Yoshihiro KANEKO**.

In assessing enamel mottling and opacities, like dental fluorosis, on the photographs customarily taken with a stroboscope, it is often difficult to detect the affected areas because strongly reflected spots or areas are liable to appear on the tooth surface in the photograph.

To resolve the problem, we developed a non-reflective photography using two dichroic polarizers, one in front of the stroboscope and the other before the lens of the camera.

We applied the method to assess the severity of dental fluorosis of schoolchildren residing in a fluoride-rich water district. The method made the appearance of the mottling and opaque areas on dental enamel clearer than in customary photography. The severity grades of dental fluorosis assessed on the non-reflective photograph agreed with the grade levels from inspection in general, but had a tendency to be evaluated as severer in some cases.

To assess the mottling on dental enamel in dental fluorosis more objectively, it is recommendable to compare the findings from inspection, customary photographs, and non-reflective photographs of the object, to evaluate the three together, and then decide on a severity grade.

This technique can also be used for taking non-reflective photographs of other biological materials.

Key words: Dental fluorosis, Photography, Polarizer