原	著
---	---

X線検査による歯槽骨の客観的評価について

(軟組織の画質に及ぼす影響)

石 原 彰 恭

東京医科歯科大学歯学部第二歯科保存学教室(主任:指導:木下四郎教授)

東京医科歯科大学歯学部歯科放射線学教室(指導:中村 正教授)

(1976年7月15日受付)

Objective Estimation of Alveolar Bone by Radiograph

(influences of soft tissue on quality of image)

Akiyasu Ishihara

Department of Periodontology, School of Dentistry,

Tokyo Medical and Dental University

(Chief and Director: Prof. Shiro Kinoshita)

Department of Dental Radiology, School of Dentistry,

Tokyo Medical and Dental University

(Director: Prof. Tadashi Nakamura)

要旨: 歯周疾患の術後経過をX線写真の黒化度の変化から客観的に観察しようとする試みは数多く行われてきている。すなわち、撮影条件の再現性を期待するために、幾何学的な規格が行われてきた。また、黒化度測定の尺度としてアルミニウムの階段が用いられたりしてきた。しかしながら、歯周組織のX線像の黒化度は、硬組織と軟組織の双方によって与えられる。したがって黒化度測定による術後経過の客観的な把握のためには、硬組織としての歯槽骨と、軟組織としての歯肉の双方の変化を考えた上で行われなければならない。ところが従来の研究は、軟組織の存在とその変化が黒化度に影響を与えるという観点からは行われていない。そこで著者は、軟組織の存在そのものが黒化度に影響を与えるか、否か、もし与えるとすればその内容はどうか、さらにこれを除去するための方法はどうか、という立場から実験的研究を行った。得られた結果としては、われわれが十分に観察したい場所である歯槽骨頂のように、薄い骨の黒化度は軟組織によって影響されること、その物理的内容は散乱線によるものであることなどが明らかになった。また、この散乱線の影響をできるだけ少なくするためには、口内法では照射野を絞ることが好ましいことなどが明らかになった。

目 次

I. 緒 言

II. 歯肉の厚みの測定と予備的実験

1. 歯肉の厚みの測定

1) 材料と方法

2) 結 果

2. 予備的実験

- 1) 装置, 材料および方法
- 2) 結 果
- III. ファントームの選択とその減弱に関する検討
 1. ファントームの選択
 - a) 軟組織ファントームについて
 - b) 骨類似ファントームについて
 2. 骨類似および軟組織類似ファントームのX線の減弱に関する検討
 - 1) 材料と方法
 - 2) 結 果
- IV. 散乱線の影響に関する検討
 - 1) 材料と方法
 - 2) 結 果
- V. 臨床における散乱線の処理方法について
 1. 材料と方法
 2. 結 果
 3. 小 括
- VI. 考 察
- VII. 結 論
- 文 献

I. 緒 言

X線検査は、近代歯科臨床において欠くことのできない重要な位置を占めている。特に歯周疾患の臨床においては、歯周ポケットの存在の様相および歯槽骨の変化の把握が必要であるため、X線検査はきわめて重要な情報の提供源となっている。検査の対象を歯槽骨の変化に置いた場合、このX線検査は臨床的に最も有力な手段として用いられる。しかしながら、情報の提供および記録のために用いられるX線フィルムの放射線像は、X線束が患者に入射してX線フィルムに到達するまでに通過するすべての組織との相互作用の結果から成り立っている。必ずしも目的とする歯槽骨のみからの情報を提供しているとはいえない。

一方、X線写真に現れたある部分の黒化度の変化をもって、骨の変化の定量的観察の尺度として研究は数多く行われてきていて^{1~12)}、X線撮影における幾何学的条件の規格化に関しては多大の努力が払われてきた^{13~18)}。しかしながら、X線フィルムの黒化の程度を左右する最も大きな因

子はフィルムに到達するX線の量である。この量は、X線の物理学的条件と、X線物理学的にみたこれと相互作用する被験体の内容とによって決まる。したがって、X線写真上の像の黒化度の程度をもって被験体の変化を定量的に観察しようとするれば、X線の物理的条件の規格化と被験体の構成に関する検討との双方がなされなければ十分とはいえない。すなわち、歯周組織において、黒化度の測定によって歯槽骨などの硬組織の変化の経過を客観的に把握するには、硬組織としての歯槽骨と、軟組織としての歯肉の双方の変化を考えた上でなされなければならない。歯周疾患治療をしたのちに歯槽骨の変化を客観的に把握する手段としてX線検査法を用いる場合、従来の研究においては、軟組織の存在とその変化が黒化度に影響を与えるという観点からの追究、検索が無視されてきた。本研究の目的は、軟組織の存在そのものが黒化度に及ぼす影響の有無、あるとすればその内容、この影響を除去するための方法等について実験的に検討することである。

II. 歯肉の厚みの測定と予備的実験

1. 歯肉の厚みの測定

歯周疾患の診断の際に、被験体として取り扱われるのは歯槽骨、特にその骨頂部と、歯肉などの組織である。実験に先立って、これらに代わるべき実験用のファントームが要求される。骨に関しては、従来から銅板、アルミニウム板、特殊なプラスチックなどが、ファントームとして使われてきた^{10, 19~22)}。また、軟組織に関しては、水、生肉、加工肉などが使われてきた。

ここでは軟組織ファントームとしてソーセージを選び、その量に関する目安を作るために、まず以下の測定を行った。

1) 材料と方法

被験者は、東京医科歯科大学歯学部付属病院第二保存科に来院した男性7名、女性10名の計17名で、平均年齢32歳であった。測定部位は上下顎の前歯部で、左右の中切歯間の歯肉と、中切歯・側切歯間の歯肉とした。

図1 歯肉の厚みの測定と測定点

Aは正常歯肉および炎症歯肉で歯根露出のないもの
Bは歯根露出のある場合で、×印は測定点を示す
Cは矢状断で、縫合用直針が歯肉面に垂直に刺入され、
歯肉の厚みが測定される

測定部位をヒビテン液で消毒し、浸潤麻酔した。浸潤麻酔の刺入点は後の測定への影響を最小限にするために、歯肉歯槽粘膜移行部付近とした。歯肉の厚みの測定方法は縫合用直針をピンセットで把持し、以下に述べる測定点において骨に達するまで歯軸に垂直に刺入し、その刺入された長さをノギスで測定した。測定点は、図1に示すように、正常歯肉を持つ者、および炎症はあっても歯根露出を伴っていないものは、右側の歯のセメントエナメル境の高さの歯間部中央の点より3mm根尖側の点とし、歯根が露出しているものは、歯間乳頭の縁から3mm下方の点とした。舌側も同様とした。

2) 結果

測定点数は上顎48点、下顎52点の計100点であった。そのうち、臨床的正常歯肉は36点、中等度炎症歯肉は28点、高度炎症歯肉は36点であった。得られた歯肉の厚みは表1に示すように、上顎唇

表1 歯肉の厚みの測定値

(mm)

	upper			lower		
	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean
Lab.	3.1	0.8	1.8	5.0	0.6	1.8
Ling.	3.5	1.1	2.5	4.5	1.0	2.2

側は最小0.8mm、最大3.1mmで平均1.8mmであり、上顎舌側は最小1.1mm、最大3.5mmで平均2.5mmであった。下顎唇側は最小0.6mm、最大5.0mmで平均1.8mmであり、下顎舌側は最小1.0mm、最大4.5mmで平均は2.2mmであった。

2. 予備的実験

緒言で述べたごとく、歯槽骨骨頂部における軟組織の存在がX線検査の対象となることは理論的に否定できない。X線写真の黒化度に、この軟組織の存在がいかなる影響を及ぼすかについて、通常行われているように、骨の代用として銅板の階段を作製し、歯肉の代用として市販のソーセージを用いて、予備的実験を行った。

1) 装置、材料および方法

A) X線撮影装置：X線撮影装置はシーメンス社製 Heliosphere 型 Type R. Tr. 88a (管電圧40kV、管電流10mA)を使用した。タイマーおよび時間的な出力の変動に関しては、通法によるタイマー試験および電離層型線量計による検討の結果、本実験の精度の範囲では、それらの変動は無視できた。

B) 被験体およびフィルム：被験体としては、

図2 作製した銅製階段

図3 黒化度測定に使用したマイクロフォトメーター PDS 15

図2に示すように厚み0.1mmの銅板を切断し、縦30mm、横5mmの階段を作製し、その階段に厚み1mmの市販のソーセージを重ねたものを用いた。フィルムは阪神技術研究所製のシルバーフィルム門歯サイズ FMS-Mを用いた。

C) 写真濃度(黒化度)測定装置: 写真濃度測定に使用した装置は、図3に示すように、サクラフィルム社製マイクロフォトメーター PDS15 であって、測定結果は X-Y レコーダー(横河電機製ペンレコーダ Type 3047)に同時に記録した。マイクロフォトメーターのスリットは幅 50μ 、高さ 100μ とした。

上記のX線撮影装置を用いて、撮影条件を焦点・フィルム間距離 27cm、照射野直径 50mm の円として下記のA, B, Cの被験体のX線撮影を行い、現像処理後、黒化度測定を行った。

A. 銅製階段のみ

B. 銅製階段にソーセージ1mm重ねたもの

C. 銅製階段にソーセージ2mm重ねたもの

各被験体について露出を0.1秒、0.2秒、0.4秒、0.8秒、および1.6秒として撮影した。フィルムの現像条件は次のように規定した。フジフィルム社製のハイレンドール現像液とハイレンフィックス定着液を用いて、現像 20°C 4分、停止30秒、定着6分、水洗30分でフィルムを処理し、自然乾燥させた。

図4 予備的実験のグラフ

以下の一連の実験においても、使用したX線撮影装置、フィルム、マイクロフォトメーター、現像条件などは同一とした。

2) 結 果

被検体として銅製階段のみのもの、これに厚み1mmのソーセージおよび2mmのソーセージを重ねたものを露出時間を変えて撮影した結果、黒化度と露出時間との関係は図4に示すとおりであった。図4によれば、同一露出時間においては同一の厚みの階段の黒化度は、厚み2mmのソーセージを重ねたもの、1mmのソーセージを重ねたもの、銅製階段のみのものの順で低下していた。

以上の結果から、一定の露出時間に対する銅製階段の黒化度の変化はソーセージの存在によって影響された。この事実は歯槽骨をX線写真で観察する場合、その示す黒化度が歯肉の存在によって影響を受け、さらに歯肉の厚みによってもまた影響を受けることを示している。得られた結果は、フィルムの黒化が必ずしも透過X線のみによって与えられないで、被写体から発生する散乱線

を考慮に入れて、上記のような軟組織の影響を検討する必要があることをも示唆している。これらの内容に関してさらに詳細な実験を計画した。

Ⅲ. ファントームの選択とその減弱に関する検討

1. ファントームの選択

a) 軟組織ファントームについて

予備の実験において述べたごとく、市販のソーセージをもって歯肉にみたくて、軟組織ファントームとした。

b) 骨類似ファントームについて

予備の実験において用いた骨類似ファントームは銅製階段であった。この適否を以下のようにして検討した。まず、成人の下顎前歯部の口内法X線写真を、銅製階段とともに撮影した。そのX線写真について、図5に示すような走査線をマイクロフォトメータで走査し、各点の黒化度を測定した。測定点は、Eはエナメル質、Dは象牙質、Pは

図5 走査したX線写真の模式図と走査線を示す
(図の略号の説明は本文中)。

表2 成人下顎前歯部の黒化度の銅板換算値
(銅板換算値: μ)

	Mini.	Max.	Mean
E	80	100	93
D	75	242	169
P	110	190	151
M	30	122	83
MB	73	143	88
S B	65	97	76

歯髓、Mは歯根膜、MBは辺縁骨、SBは海綿骨と読影できる点を意味する。同時に銅製階段の黒化度を測定し、各点の黒化度の銅板換算値を出した。この結果、表2に示すように、成人下顎前歯部歯周組織の黒化度の銅板換算値は30~200 μ の範囲にあり、100 μ 前後であった。したがって、銅製階段では200 μ 以下の細かい黒化度の変化を表現するためには、不適当であると考えられた。そこで、理想的ファントームの材料として、硬質プラスチックを選択し、本材料を用いて図6のA, B, Cのような1階段の厚みが0.4mm, 0.65mm, 0.8mmの3種類の階段を作製した。これ

図6 硬質プラスチック板で作製した三種類の階段

図 7-a

図 7-b

図 7-c

らを銅製階段と同時にX線撮影し、各階段の黒化度を測定した。その結果、図7のa, b, cのグラフに示すように、階段Cが、銅板の厚み 200μ 以下の範囲の黒化度を、適当に表現できることが明らかになった。そこで、階段Cを以後の実験の骨類似ファントムとした。

2. 骨類似および軟組織類似ファントムのX線の減弱に関する検討

予備的実験によると、異なった2種類のファン

図 8 プラスチック板とソーセージの透過X線の減弱を測定した実験系

トームを組み合わせる撮影を行った場合、フィルムの黒化度は上昇していた(図4)。このことは、被検体の増加によって透過X線は減少するはずであるという観点からは解釈ができなかった。そこで、2種類のファントームを組み合わせる場合の透過X線の量の変化を詳細に検討するために、次のような実験を行った。

■ 図9 ソーセージとプラスチック板の透過X線の減弱曲線

1) 材料と方法

透過X線の量は、図8に示すように、いわゆる“good geometry”下で測定した。実験の幾何学的配置は、次のとおりであった。すなわち、焦点・鉛絞間92cm、絞りの直径5mm、鉛の厚み3mm、鉛絞り・線量計間45cm、Absorber・線量計間25cmとした。用いた線量計は英国ピットマン社製X-rayドジメータ・モデル37C、チェンバーモデルA37Aであった。

2) 結 果

得られた透過X線の減弱曲線は図9のA, B, に示すとおりである。この2つの曲線を用いて、任意の厚みの骨類似ファントームに、任意の厚みの軟組織ファントームを重ねた場合の透過X線の減弱を合成した。その合成曲線を図10に示す。これによると、骨類似ファントームの厚みを一定とすれば、これに軟組織ファントームを重ねた場合、軟組織の厚みが増すにつれて、透過X線の量は減少しており、予備的実験にみられたような場

図10 プラスチック板にソーセージを重ねた場合の減弱曲線(合成)
グラフの曲線の肩の数字はソーセージの厚さを示す

合はありえなかった。

IV. 散乱線の影響に関する検討

予備の実験における撮影の幾何学的条件は、被写体・フィルム間距離がゼロであった。このような“poor geometry”の状態では、フィルムがX線の被爆を受ける時には、X線物理学的に、散乱線は無視しえない。したがって、予備の実験の結果は、透過X線のみではなく、散乱線の存在も考慮して検討される必要がある。

X線の照射を行った場合、対象が皮膚の反応であっても、写真の黒化度であっても、これらに及ぼす散乱線の影響の有無、およびその大小に関する実験は、X線の物理的条件を変えずに、照射野の大きさを変えて検討するのが通法である。本研究においてもこの方法によって散乱線の影響を検討した。

1) 材料と方法

被写体としては硬質プラスチック製骨類似ファントム（図6のC）と軟組織ファントムとしてのソーセージを用い、撮影条件は予備の実験と同一とした。また、照射野を厚み3mmの鉛板で変化させ、各照射野について露出を変えた上で、一定露出時間に対してソーセージの厚みを2mmから20mmまで変えた。この厚みは、歯肉の厚みを参考にした。厚さ16mmと20mmの場合はそれ

図11 散乱線の影響についての実験における照射野の大きさ、露出時間、ソーセージの厚みの組み合わせ

ぞれ口唇および頬の厚みを考慮した場合である。

照射野の大きさ、露出時間、ソーセージの厚みの組み合わせは図11に示すとおりである。

2) 結 果

結果の代表的なものは図12～17のグラフに示すとおりであった。すなわち、照射野が直径50mmの円の時は、露出が0.1秒、0.2秒、0.4秒の時、ソーセージを重ねることによる黒化度の変化に規則性はみられず、図12のa)とb)に示すように、同じ厚みのソーセージを重ねても露出によっては黒化度を低下させたり上昇させたりしていた。露出が0.8秒になると、図13に示すように、ソーセージの厚みが増すにつれて規則的に黒化度が低下し

図12 照射野がφ50mmの円の時で、a)は露出が0.2秒 b)は0.4秒の時のソーセージの厚み8mmでの黒化度への影響を示す

図13 照射野が $\phi 50\text{mm}$ の円で露出が 0.8 秒の時のグラフ、曲線の脇の数字はソーセージの厚みを示す。単位はmmで、以下のグラフでも同様である。

ていた。照射野が長方形で $30 \times 10\text{mm}^2$ の時は図14のグラフに示すように、露出が0.1秒では規則性がみられず、露出が0.2秒、0.4秒の場合も同様に規則性がみられなかった。露出が0.8秒になると図15のグラフに示すように、ソーセージの厚みが増すにつれて規則的に黒化度が低下していた。照射野が $30 \times 5\text{mm}^2$ の時は図16のグラフに示すように、各露出において、黒化度の低下に幾分規則性がみられた。照射野をさらに狭くして $30 \times 2.5\text{mm}^2$ にした場合は、図17に露出0.4秒の場合を示してあるが、各露出において、ソーセージの厚みが増すにつれて、黒化度は規則的に低下していた。

図14 照射野が $30 \times 10\text{mm}^2$ で、露出が0.1秒の時のグラフ

V. 臨床における散乱線の処理方法について

これまでの実験によって、口内法X線写真において、軟組織の存在は無視できないものとなった。その影響は軟組織の厚みと、それから発生する散乱線によって生ずることが明らかになった。そこで、実際の臨床X線写真において、歯槽骨のような薄い骨に対する歯肉の黒化度への影響はどうであるかを検討するために次の実験を行った。

1. 材料と方法

歯周組織の黒化度を測定した実験の方法と同様に、正常な歯周組織を有する男性2名の下顎前歯部のX線写真を撮影した。撮影条件として露出は0.4秒とし、その他はこれまでの実験と同様にし、下記の条件のみを変えた。

- 通常の口内法撮影法による
- 通常の口内法撮影法によるが、下口唇を下方に翻転して撮影する

図15 照射野が $30 \times 10 \text{ mm}^2$ で、露出が0.8秒の時のグラフ

図16 照射野が $30 \times 5 \text{ mm}^2$ で、露出が0.1秒の時のグラフ

c. bの状態において、照射野を $20 \times 15 \text{ mm}^2$ にして撮影する。

得られたフィルムの歯槽骨頂部の黒化度を測定した。

2. 結 果

結果は、表3に示す通りである。被験者AのX線写真は図18に示す。黒化度は口唇の重なりを除去すると上昇し、その状態で照射野を絞ると低下した。

表3 被験者2名の下顎前歯部の歯槽骨頂部の黒化度 (黒化度単位：D)

	被 験 者 A		被 験 者 B		
aの方法	1.08	1.03	1.33	1.08	1.18
bの方法	1.37	1.30	1.46	1.32	1.28
cの方法	1.17	1.10	1.33	1.20	1.16

3. 小 括

模型実験によって、軟組織の黒化度に対する影響は無視できないこと、その修飾原因は散乱線にあることが示された。それと同様に実際の臨床写真においても、散乱線の影響は大きく、この影響を除去するには照射野をある程度絞って撮影すればよいことが明らかになった。

VI. 考 察

歯周疾患の治療経過やその他の歯科治療後の経過をX線写真によって経時的にとらえる研究は、現在まで多くの研究者によって行われてきている。異なった時期に同一部位を撮影したX線写真は被写体に対するフィルムの位置や照射方向がそのつど異なるために、同じ規格による写真は得られず、その読影や比較において信頼性に乏しく、間

図17 照射野が30×2.5mm²で、露出が0.4秒の時のグラフ

違った判定を下すような危険性もありうる。そこでこのような欠点を避けるために撮影法の規格化の必要が生じ、Patur¹⁵⁾らは被写体に対するフィルムの位置とX線の照射方向との幾何学的関係を常に一定にできる個体X線規格撮影装置を考案し、臨床に応用している^{4,6,10,12,16~18)}。その後これらの装置は種々の面で改良が加えられてきている。また、歯周疾患の臨床において得られたX線写真の分析については、従来は肉眼的にみた黒化度の変化や、歯槽骨頂の位置の変化⁴⁾などで評価されていたが、近年では濃度計を利用してX線写真上の黒化度を測定することによって、術後の変化を評価する傾向になってきている^{3,5,7,8,10~12)}。しかしながら、歯周組織のX線像の黒化度は硬組織と軟組織の双方によって与えられる。した

がって黒化度測定による術後経過の客観的な把握は、硬組織としての歯槽骨と軟組織としての歯肉の双方の変化を考えた上でなされなければならない。ところが従来の研究は、軟組織の存在とその変化が黒化度に影響を与えるという観点からはなされていない。そこで著者は軟組織の存在が黒化度に及ぼす影響を詳細に検討した。まず、実際に存在し、画質に影響を及ぼしていると思われる軟組織、すなわち歯肉の厚みを測定した。藤田²³⁾によれば、歯肉の厚みというものは1~3mmで、概して口腔前庭側、特に歯槽隆起部で薄く、口腔側、特に上顎の口蓋側で厚いと述べている。牧²⁴⁾は日本人成人68屍で、付着歯肉の厚みを調査している。著者の測定値と牧の値とを比較検討してみると、上顎においては同傾向を示している。下顎

図18 被験者AのX線写真

については、本実験では舌側よりも頬側が0.4mm程度厚いという数値がでた。牧は下顎は舌側と頬側の歯肉の厚みがほぼ同じであったと述べている。これは測定点が牧よりも根尖寄りに位置しているためと思われる。これらの測定値を参考にし、ソーセージによる軟組織ファントムを作製した。次に骨類似ファントムについてみると、過去においてはアルミニウム、石こう、銅板、マグネシウム、プラスチック板に骨粉を封入したもの¹⁹⁾などが用いられてきている。また、その形状の均等なものとして、あるいは一端を厚く、他端を薄くした階段にしたものを利用しているが²⁵⁾、本実験ではまず銅板で階段を作製し、予備の実験を行った。その結果、これが厚みおよび口腔内X線写真像の黒化度の幅の点で適当でないことが判明したので、硬質プラスチック板で適当な階段を作製した。

一般にX線は物質を通過することによって吸収され、その強さを減弱し、フィルムの黒化度は低下する。その吸収される程度は、対象物質の構成要素や厚みなどの物理的性状によって異なる。ところが予備の実験における結果は、フィルムの黒

化の原因が透過X線のみによる被爆と考えられるような条件下で行われたと想定される実験結果とは明らかに相反した。フィルムが被写体と密着しているような通常のX線撮影における幾何学的条件下では、フィルムの黒化の原因は透過X線と、被写体から生ずる散乱線によるものと考えられている。しかも散乱線の黒化に対する寄与はきわめて大きい場合がある。予備の実験の結果の分析に関しても、散乱線の影響を除外することは当然不合理であった。そこでその影響を確認し、除去方法についても検討した。その結果、黒化度上昇の原因は被写体（ソーセージ）から発生する散乱線であることが判明した。一般にフィルムに到達する散乱線は、①入射光線のエネルギー、②検査に用いられる照射野の面積と形、③検査物質の厚み、④X線像面と散乱源との間の距離などの因子によって複雑に左右される²⁶⁾。照射野が増加すれば、散乱X線光子の発生する確率が増し、吸収体の厚みが増せば、また同じような効果を生ずる。ところが散乱線の像面に達する確率は増加するとは限らない。したがって骨類似ファントムにソーセージを重ねて、種々の条件で撮影した

図12~17のグラフは、これらの①~③の因子が複雑に相互に影響し合っただけでフィルムに達する散乱線量に変化を与えた結果であり、それぞれを単独の因子で原因づけることは困難であると思われる。

このように画質に多大な影響を及ぼしている軟組織は、黒化度測定による歯周疾患の処置後経過の判定の際無視することはできない。その原因は散乱線であることが判明したが、その除去方法について考えてみると、①、グリッドの使用、②鉛マスクで照射野を絞る方法、③金属ハク片をフィルムの前におく方法（透過X線を吸収しないくらい無限に薄く、表面にあたった散乱線を完全に吸収するようなものが理想である）、④被検体とフィルム間の距離を離す方法（鮮鋭度は減少する）などが考えられる²⁷⁾。①、④の方法については、鮮鋭度を目的としている口内法X線写真では不可能であったので、本実験では②の鉛板で照射野を絞って、散乱線量を減少させる方法を使用した。その結果、ある程度まで照射野を絞って撮影すると、無視できる程度にまで散乱線が減少し、軟組織の厚みの影響が規則的な黒化度の変化として現れた。

これらの結果を総合して考えてみると、実際の臨床X線写真においても、軟組織の存在は散乱線のために黒化度を上昇させたり、ある時は低下させたりしていると推定でき、また臨床的にも影響を与えていることが判った。この黒化度に対する影響を規則的にするために、ある程度照射野を絞って撮影する必要があると思われる。また、さらに一歩進んで、軟組織の規格化の可能性の追求が今後の課題として残されている。

VII. 結 論

歯周疾患の治療後の歯槽骨の変化を、口内法X線写真によって、客観的に評価する場合に、軟組織の画質に及ぼす影響について、研究を行い、下記のような結果を得た。

(1) 軟組織ファントムの目安とするために、ヒト歯肉の厚みを測定した。前歯部の歯肉の厚みは、上下顎とも、平均2mm前後であった。

(2) 予備の実験によって、硬組織ファントムとしての銅製階段の黒化度は、軟組織ファントムとしてのソーセージの存在によって、影響された。その様相は、透過X線のみならず、散乱線をも考慮に入れる必要のあることを示唆した。

(3) 骨類似ファントム作製の目安とするために、実際の歯周組織の黒化度を測定した。成人下顎前歯部の歯周組織の黒化度は、銅板換算値で100 μ 前後であった。

(4) 骨類似および軟組織類似ファントムの減弱率の測定と、双方の減弱曲線の合成曲線から、予備の実験の結果は、散乱線の影響によるものであることが確認された。

(5) 骨類似ファントムに対する軟組織の影響を検討した結果、次のようであった。

①硬質プラスチック板に対するソーセージの黒化度への影響は無視できない。

②その原因は、散乱線であり、これは透過X線のみによる黒化度を大きく修飾している。

③その程度は、ソーセージの厚みによる。

(6) 実際の臨床においても、以上のようなことがいえると考えられる。臨床的に確認した。

以上の結果より、歯周疾患の治療後の歯槽骨の変化を、X線写真の黒化度の変化で追究する際には、軟組織の存在を無視することはできない。影響の因子として、軟組織の厚みと散乱線が考えられる。これらの影響を避けるために、X線撮影の際、照射野をある程度絞って撮影する必要があることなどが明らかになった。

謝 辞

稿を終えるにあたり、終始ご指導とご校閲を賜った木下四郎教授に対し謹んで感謝の意を表します。また終始懇切丁寧なご教授、ご校閲をいただきました歯科放射線学教室中村正教授に深く謝意を表します。また、実験に際し、ご援助、ご協力をいただきました歯科放射線学教室の方々および第2歯科保存学教室員各位に感謝いたします。

なお本論文の要旨は、第19回春季日本歯周病学会において発表した。

文 献

- 1) Mack, P. B., et al. : Method for estimating degree of mineralization of bones from tracing of roentgenogram. *Science*, 89 : 467, 1939.
- 2) Richard, G. : Penetrometers for measuring the radiopacities of tissues. *J. Dent. Res.*, 29 : 696, 1950.
- 3) 田治米保夫, 他 : 歯周疾患における X 線規格撮影に関する研究—その 2. Multiplier Photometer を用いての透過度の測定について. *日本歯槽膿漏学会誌*, 9 : 39, 1966.
- 4) 川崎 仁 : 口内法による個体 X 線規格撮影とその歯周疾患治療への応用. *口病誌*, 34 : 164, 1967.
- 5) Isenberg, Goldman, H. M., Parson F. G. and Street P. N. : Radiographic analysis by two-dimensional microdensitometry. *J. Amer. Dent. Ass.*, 77 : 1069, 1968.
- 6) Owings, J. R., JR. and Fritz, M. E. : A Technique employing metallic implants for the evaluation of periodontal Surgery. *J. Periodontology*, 40 : 661, 1969.
- 7) Matsue, I., Collings, C. K., Zimmermann, E. R. and Vail, W. C. : Microdensitometric analysis of human autogenous alveolar bone implants. *J. Periodontology*, 41 : 489, 1970.
- 8) 松江一郎, 他 : 歯周疾患治療における骨移植の Isodensitracer による評価. *日歯保誌*, 14 : 111, 1971.
- 9) Plotnick, I. J., et al. : A technique for standardized serial dental radiographs. *J. Periodontology*, 42 : 297, 1971.
- 10) 茂木健司 : 抜歯創の治癒に関する X 線学的並びに組織学的研究. *口病誌*, 38 : 33, 1971.
- 11) Matsue, I., Zimmermann, E. R., Collings, C. K. and Best, J. T. : Microdensitometric analysis of human autogenous bone implant. Two-dimensional density and pattern analysis of interproximal alveolar bone. *J. Periodontology*, 42 : 435, 1971.
- 12) 清水欽也, 他 : 歯石除去の研究 (5) 歯石除去後の歯槽骨頂部の変化について. *日歯周誌*, 14 : 85, 1972.
- 13) Updegrave, W. J. : The paralleling extension cone technique in intraoral dental radiography. *Os. Om. Op.*, 4 : 1250, 1951.
- 14) Harndt, E. : Das Röntgenbild des alveolar Kammes. *D. Z. Z.*, 12 : 1635, 1957.
- 15) Patur, B. and Glickman, I. : Clinical and roentgenographic evaluation of the post treatment healing of infrabony pockets. *J. Periodontology*, 33 : 164, 1962.
- 16) Houwink, B. and Backer, D. O. : A Reproducible Method for Radiographic Diagnosis of Calculus on Proximal Surfaces. *J. Periodontology*, 36 : 239, 1965.
- 17) 田治米保夫, 他 : 歯周疾患における X 線規格撮影に関する研究—その 1—. *歯科医学*, 29 : 120, 1966.
- 18) Boyle, W. D., Jr, et al. : Radiographic analysis of alveolar crest height. *J. Periodontology*, 44 : 236, 1973.
- 19) 奥山武雄 : 骨 X 線像の定量的観察についての研究. *日医放会誌*, 25 : 775, 1965.
- 20) 島野達也 : 歯科口内法 X 線撮影において読像に影響を及ぼす基礎的因子について. *歯科学報*, 63 : 167, 1963.
- 21) Austin L. T. : The penetrometer in dental roentgenography. *J. Amer. Dent. Ass.*, 21 : 2021, 1934.
- 22) Manson-Hing, L. R. : An investigation of the roentgenographic contrast of enamel, dentine and aluminum. *OS. OM. OP.*, 14 : 1456, 1961.
- 23) 藤田恒太郎 : 歯の組織学, 東京, 1957, 医歯薬出版, 180 ページ.
- 24) 上條雅彦 : 図説口腔解剖学 5. 内臓学. 東京, 1969, アナトーム社, 1234 ページ.
- 25) 安藤正一 : 5. 読影論, 古本啓一他, 歯界展望別冊 歯科 X 線診査. 東京, 1970, 医歯薬出版, 86 ページ.
- 26) 宮川 正, 他 : ターボゴシアン放射線診断の物理. 東京, 1970, 朝倉書店, 44 ページ.
- 27) 宮川 正, 他 : ターボゴシアン放射線診断の物理. 東京, 1970, 朝倉書店, 251, 269, 272 ページ.