

Title	マルチ周波数処理 Computed Radiography による頭部エックス線規格写真の画像評価 : 一般歯科医師の立場から
Author(s)	大迫, 美穂; 関根, 珠里亜; 根本, 詩子; 早川, 裕記; 古澤, 成博
Journal	歯科学報, 109(3): 310-315
URL	http://hdl.handle.net/10130/985
Right	

マルチ周波数処理 Computed Radiography による 頭部エックス線規格写真の画像評価

—一般歯科医師の立場から—

大迫美穂 関根珠里亜 根本詩子
早川裕記 古澤成博

抄録：近年歯科領域にもデジタルエックス線写真 (Computed Radiography：以下 CR とする) が導入され、頭部エックス線規格写真の撮影にも応用されてきている。本研究の目的はマルチ周波数処理における画像処理のパラメーターを操作し、マルチ周波数処理を施した頭部エックス線規格写真の画像を評価することである。

対象は東京歯科大学水道橋病院を受診した5名の患者で、その頭部エックス線規格写真に対して、マルチ周波数処理で高周波、低周波およびその中間の周波数成分を強調した画像の画質について比較検討を行った。

硬組織および軟組織の両者において内部の濃淡の描出に優れている条件は、高周波強調型のF系で強調度8のF8という結果になった。

緒言

従来の頭部エックス線規格撮影は、フィルム/スクリーン法により増感紙と銀塩フィルムを併用して行うものであった。その画像は管電圧、管電流などの撮影条件や現像処理条件などに左右されることが臨床の場面ではしばしばみられた。

最近では、歯科領域にもデジタルエックス線撮影

(Computed Radiography：以下 CR と略称) が普及し、頭部エックス線規格写真の撮影にも応用されている。フィルム/スクリーン法と CR 法の画像形成の仕組みは根本的に異なり、フィルム/スクリーン法ではスクリーンに到達したエックス線の絶対量により画像濃度が決定される。これに対して、CR 法ではエックス線画像の検出媒体(フィルム/スクリーン)の代わりにイメージング・プレート (Imaging plate：以下 IP と略称) が使用され、IP に蓄積されたエックス線画像情報がデジタル化される。CR 法では主に4つの画像処理が行なわれるが、第一の処理は濃度やコントラストを調整する階調処理、第二の処理は点や線状陰影を強調する周波数処理、第三の処理は通常の処理では画像が黒くつぶれたり白くとんでしまう部分を観察できるようにするダイナミックレンジ圧縮処理、さらに第四の処理は周波数処理とダイナミックレンジ圧縮処理の2つを合わせ進化させたマルチ周波数処理 (multi Frequency Processing) である。このマルチ周波数処理を行うことによって画像の濃淡陰影および形状陰影をバランスよく強調でき、より自然に不可視領域を描写できるようになり、金属などの人体外構造物の強調を抑制できると言われている^{1)~3)}。これまで頭部エックス線規格写真にマルチ周波数処理を施し、画像評価および検討を行った報告は、主に矯正学領域において散見される^{4)~10)}。

そこで今回我々は、頭部エックス線規格写真に対してマルチ周波数処理における周波数処理のパラメーターを操作し、その画質を評価することで、画

キーワード：マルチ周波数処理、頭部エックス線、規格写真、デジタルエックス線写真

東京歯科大学口腔健康臨床科学講座総合歯科学分野
(2008年12月8日受付)

(2009年5月15日受理)

別刷請求先：〒101-0061 東京都千代田区三崎町2-9-18
東京歯科大学口腔健康臨床科学講座 大迫美穂

像診断における適切な条件についての検討を行った。

方 法

対象は東京歯科大学水道橋病院を受診した患者5名(男性3名, 女性2名, 平均年齢18歳)の頭部エックス線規格写真とし, X線装置にはHITACHI DFH-158 IIを用い, 撮影条件は男女共に85kV, 100 mA, 0.125sで行った。CR装置にはFuji medical社製 Speedia CSを用いた。今回の研究において, 階調処理パラメーターは, メーカーの推奨するフィルム/スクリーン法に近いOタイプでガンマ値0.8に設定し, その画像を基準画像とした。マルチ周波数処理をコントロールするパラメーターは, 矯正専門医および一般歯科医師による評価の違いを確認するために萩原らの報告⁹⁾に従い, 高周波, 低周波およびその中間周波数成分を強調するものとした。そして, それらの処理画像の画質を基準画像と比較検討し¹⁰⁾, 今回使用したパラメーターは以下の通りとした(表1)。

- 1) マルチ周波数強調タイプ(MRT) : 各濃度域に対する強調係数の関数形を規定するパラメーターで, 11種のうち低濃度部での強調を弱く設定しているQに統一した。
- 2) マルチ周波数バランスタイプ(MRB) : コントラストを強調する周波数帯域を表すパラメーターで, A(低)~F(高)のうちA系, C系, F系の3種類とした。
- 3) マルチ周波数強調度(MRE) : 周波数処理の強調の強さを表すパラメーターで, 0(弱)~9(強)

表1 マルチ周波数処理(MFP)の条件

条件	バランスタイプ(MRB)	強調度(MRE)
1	A系(低周波)	1
2		4
3		8
4	C系(中周波)	1
5		4
6		8
7	F系(高周波)	1
8		4
9		8

のうち1, 4, 8の3種類とした。

なお, 今回の研究ではダイナミックレンジ圧縮処理は行わず, 周波数処理のみを行った。

画像の評価は以下に示す硬組織6点, 軟組織1点の解剖学的指標の視認性について, 基準画像(図1)と表1に基づいてマルチ周波数処理を施した各処理画像(図2)を比較することで行った。

1) 硬組織6点

- (1) Nasion(N) : 側面頭部エックス線規格写真上で見られる鼻骨と前頭骨の境界
- (2) Anterior nasal spine(ANS) : 側面頭部エックス線規格写真上で見られる前鼻棘の先端
- (3) A点 : 前鼻棘と歯槽頂間の骨彎曲上の最深点
- (4) Menton(Me) : 側貌下顎結合部最下点
- (5) Gonion(Go) : 下顎下縁平面と下顎枝後平面による角の二等分が下顎角部の骨輪郭に交わる点
- (6) Condylion(Cd) : 下顎頭頂の先端

2) 軟組織1点

- (1) Subnasale(SN) : 正中矢状面で鼻の下縁と上唇の起始点とが交わる点

評価法については基準画像を3点とし, 5段階評価とした。5段階のスコアは基準画像と比較してマ



図1 基準画像および画像評価に用いた計測点

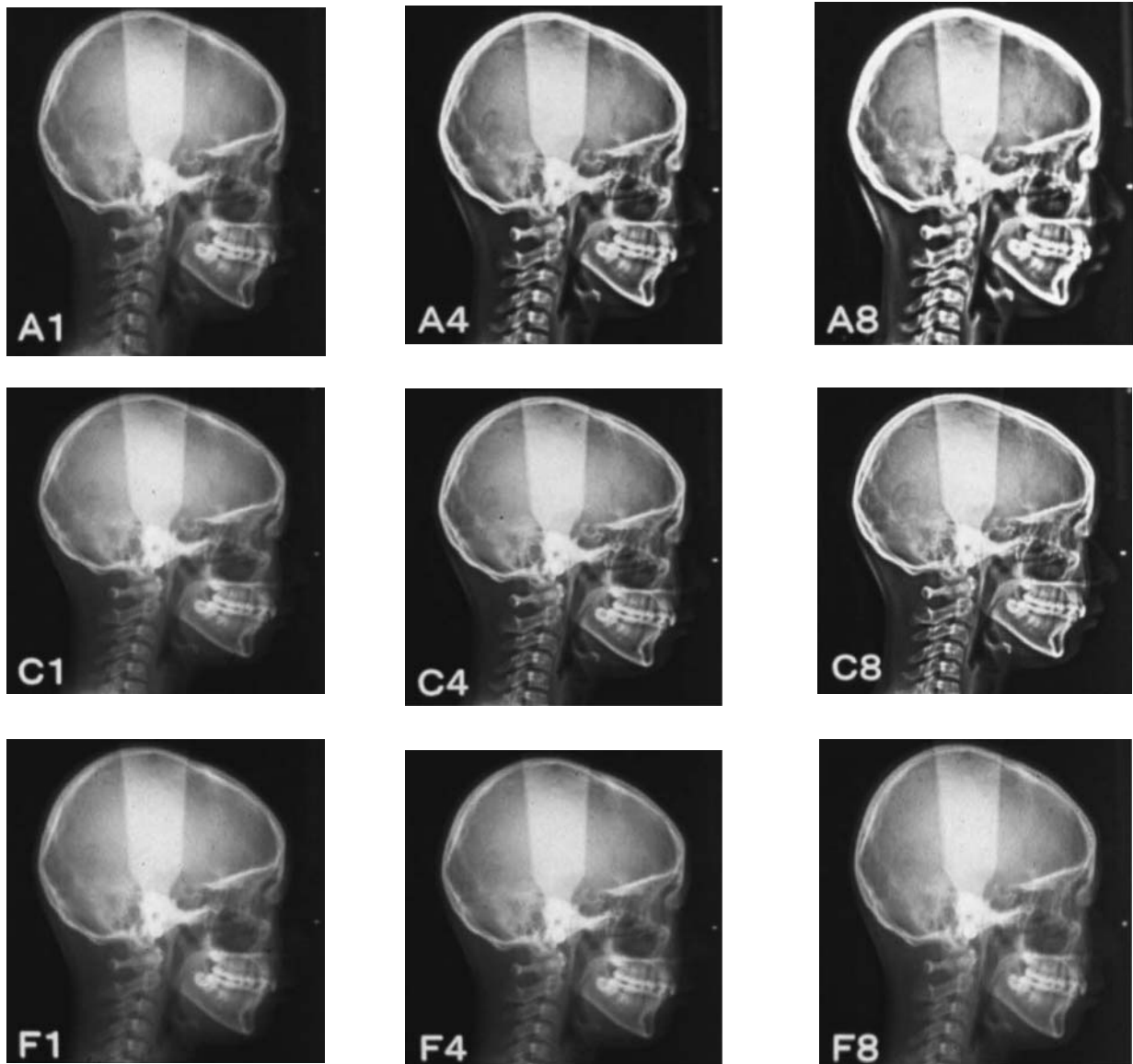


図2 全周波数処理段階における MFP 頭部エックス線規格写真

マルチ周波数処理画像の解剖学的指標が5点：非常に観察しやすい。4点：観察しやすい。3点：基準画像と同等。2点：観察しにくい。1点：非常に観察しにくいとした。なお、画像の評価は臨床経験や専門性の影響を避けるために、臨床経験4年目の矯正歯科を専門としない一般歯科医師3名が行い、それぞれ個別に評価した。評価の際は室内を暗くし、画像をマスクしてフィルムから約40～50cm離れて行った⁹⁾¹⁰⁾。観察時間は各計測点につき約10秒とした。そして、基準画像に対するマルチ周波数処理画像の視認性は、同等であるという帰無仮説を元に、

評価点について統計的有意差検定を行った。検定法は、Dunnettの多重比較検定を用い、ソフトウェアはStat view-J 5.0(Abacus Concepts, Inc, CA, USA)を使用した。

結果

基準画像に対するマルチ周波数処理を施した9種の画像評価の平均値および有意差検定の結果を表2に示す。

今回の研究では硬組織においては低周波では強調度が増加するにつれて評価が下がり、A8の評価が

表2 マルチ周波数処理を施した画像の平均評価点

	A1	A4	A8	C1	C4	C8	F1	F4	F8
N	3.12*	3.01	2.03**	3.20**	3.53**	3.41**	3.21**	3.63**	3.89**
ANS	3.20**	2.97	2.17**	3.24**	3.40**	3.20**	3.11*	3.64**	3.90**
A	3.13*	3.11*	2.50**	3.14*	3.54**	3.40**	3.07	3.50**	3.77**
Cd	3.03	2.86*	2.53**	3.04	2.98	2.90	3.07	3.13*	3.17**
Ar	3.01	2.91	2.69**	3.06	2.96	2.96	3.01	3.08	3.21**
Go	3.00	2.92	2.74**	3.08	3.06	3.02	3.02	3.16*	3.33**
Me	3.00	2.96	2.73**	3.08	3.04	3.02	3.02	3.16*	3.31**
Sn	3.00	2.06*	1.62**	3.16*	3.17*	2.89**	3.09*	3.41**	3.69**

* : p < 0.05, ** : p < 0.01

最も低く1%の有意水準で有意差が見られた。中周波では上顎骨における項目では強調度4で評価が高く1%の有意水準で有意差があり、下顎骨における項目では強調度1の評価がやや高くなっていたが、基準画像との有意差はみられなかった。また高周波では強調度が増加するにつれて評価が高くなり、F8において最も評価が高く1%の有意水準で有意差がみられた。

軟組織においても硬組織と同じような結果を示し、低周波では強調度が増加するにつれて評価が下がり、A8の評価が最も低く1%の有意水準で有意差が見られた。中周波では強調度4の評価が強調度1に比較してわずかに上回っており、5%の有意水準で有意差がみられた。さらに高周波では強調度が増すにつれて評価が高く、F8において最も高い評価が得られ1%の有意水準で有意差がみられた。

以上より、全ての計測点の画像評価において低周波A系で強調度8のA8が最も低く、高周波F系で強調度8のF8が最も高い数値を示し、両者とも1%の有意水準で有意差がみられた。

なお、本研究で行った9種類のマルチ周波数処理を施した画像評価において、高周波数処理Fで強調度8のF8が最も高い評価を示した。

考 察

臨床において、頻繁に用いられている頭部エックス線規格写真は、硬組織および軟組織を1画像に描出したものである。CR法では階調処理と周波数処理を操作してエックス線写真の寛容度とコントラ

スを任意に設定することができるため、より診断目的にあったエックス線画像を作成することが可能である。腰椎の画像においては、従来のフィルム/スクリーン法では椎体あるいは骨梁のいずれかの描出にとどまっていたが、マルチ周波数処理を行うことで両者を同時に描出できるようになったという報告もみられる²⁾。また、被曝線量についてもイメージングプレートの発光特性や画像処理の利用により、従来に比較して2分の1から3分の1程度にまで照射線量を減らしても、画像にほとんど影響を認めず、4分の1程度に減らすと多少画質が劣化するが、診断に支障をきたさない程度の画像を得ることができるという報告もみられる¹¹⁾¹²⁾。

本研究の目的はマルチ周波数処理を施した頭部エックス線規格写真を比較検討することであった。マルチ周波数処理は従来の周波数処理を発展させ、さらに診断画質の向上と最適な強調特性の実現のために開発されたものである。特定の構成成分を強調することにより画像中の病変や体内構造物を観察しやすくする周波数強調機能と、画像が黒くつぶれたり白くとんでしまう部分を観察できるようにするダイナミックレンジ圧縮機能の2つの機能を持つものである。マルチ周波数処理にはいくつかの特徴があり、周波数強調機能の特徴は自由な強調特性を実現できるため、構造物の大きさごとに画質を自由に調整でき、強調が構造物のコントラストに応じてコントロールされるため、強調を強くしても画像中に金属等のコントラストの大きな構造物の強調度(白抜け)は抑制される点である。ダイナミックレンジ圧

縮機能の特徴は、原画像に忠実な平滑化画像(ぼやかした画像)を用いたダイナミックレンジ圧縮処理により、高濃度部・低濃度部を自然に描出できる点である。これらの特徴より、大小および全ての濃度の構造物にわたってバランスよく強調特性を調整できると考えられている。

今回行った研究ではマルチ周波数処理のうち、周波数処理による変化をみるため、ダイナミックレンジ圧縮処理は行わなかった。周波数処理による結果をみると硬組織・軟組織ともに低周波、中周波、高周波と周波数が増加するにつれて評価が高くなる傾向がみられた。周波数ごとにみると、低周波では強調度が高くなるほど軟組織が強調されて評価が低い(観察しにくい)画像になった。これはダイナミックレンジ圧縮処理による濃度の調整が行われなかったためと考えられる。中周波では強調度が増加しても基準画像と比較して評価に有意な差は見られなかった。高周波では強調度が高くなるほど主に硬組織が強調され評価が高い(観察しやすい)傾向を示した。特にA点やANSなどの上顎骨の計測点については骨の状態によっては見えにくい場合が多いと言われるが、マルチ周波数の高周波処理を行うことで観察しやすくなることが明らかになった。また、今回の画像評価は矯正専門医でなく一般歯科医師による評価であるため、臨床研修医の教育や患者説明にも有効な条件と考えられた。

このようにマルチ周波数処理における周波数処理を行うことで、一回の撮影においてより観察しやすい画像を選択することができ、患者の被曝量の軽減にも役立つことから、臨床的にも有用と考えられた。

結 論

本研究の結果、頭部エックス線規格写真の画像分析に適切な条件は高周波数処理のFタイプで、強調度が8と考えられた。また、この条件は矯正専門医

以外の歯科医師が画像診断を行う際に有効な条件であることが示唆された。今後は本研究の結果をもとに、各専門分野の診断に必要な、臨床の実際に適した画像処理条件について検討を行う予定である。

本論文の要旨は、第283回東京歯科大学学会例会(2007年6月2日、千葉)において発表した。

文 献

- 1) 志村一男: 理想のX線画像を目指して—マルチ周波数処理について—, 日本放射線技術学会雑誌, 57: 796~802, 2001.
- 2) 山田雅彦, 志村一男: 夢の画像処理, マルチ周波数処理(M. F. P)によるFCRの診断画質の向上, Fuji Medical Review, 8: 57~65, 1999.
- 3) 丸山智之, 渡辺典男, 川村義彦: CRにおけるmulti周波数処理のnoise特性の検討, 日本放射線技術学会雑誌, 57: 837~844, 2001.
- 4) 出村 昇, 香村正治, 中川 真: 頭部X線規格写真におけるCR(Computed Radiography)システム画像処理条件の検討, 日矯歯誌, 53: 57~65, 1994.
- 5) 香村正治, 小熊清史, 大村由美子: Computed Radiographyの側方頭部X線規格写真への応用について, 日矯歯誌, 44: 217~229, 1985.
- 6) 品村謙太, 名和弘幸, 後藤滋巳: CR(Computed Radiography)セファロにおける計測点設定の正確性と再現性の検討, 愛院大歯誌, 38: 149~156, 2000.
- 7) 荒木元英, 野々村真聡, 西村宜昭: デジタル側面頭部X線規格写真撮影の画質の評価, 岐阜歯科学会誌, 28: 204~210, 2001.
- 8) 宮下邦彦: 頭部X線規格写真法の基礎, 第1版, 330~339, クインテッセンス出版, 東京, 1999.
- 9) 萩原さかえ, 滝澤 勤, 大迫美穂, 金田 隆, 葛西一貴: マルチ周波数処理computed radiographyによる頭部エックス線規格写真の評価, 日本大口腔科学, 28: 227~235, 2002.
- 10) 山下芳枝, 金田 隆, 大島佑之, 森進太郎, 加藤正隆, 藤田雄三, 阪柳雅志, 加藤美弥, 関谷恵子: Computed radiographyを用いた頭部エックス線規格写真における軟組織強調画像の検討, 歯科放射線, 47: 147~152, 2007.
- 11) 末舛恵一, 牛尾恭輔, 高野正雄: 図説臨床[癌]シリーズ No. 39 癌のCR診断, 26~35, メジカルビュー社, 東京, 1994.
- 12) 金田 隆, 桜井 孝, 閑野政則: これならわかるデジタルエックス線撮影装置(鹿島 勇監修), 砂書房, 東京, 2000.

Imaging evaluation in cephalograms using
multi-objective frequency processing
— From the standpoint of the general dentist —

Miho OHSAKO, Juria SEKINE, Utako NEMOTO
Hiroki HAYAKAWA, Masahiro FURUSAWA

Division of General Dentistry, Department of Clinical Oral Health Science,
Tokyo Dental College

Key words : *multi-objective frequency processing, cephalogram, computed radiography*

Computed radiography(CR) can be used to obtain cephalograms in dental treatment. However, effects of multi-objective frequency processing(MFP) on cephalograms has been received little attention. The purpose of this study was to evaluate the image quality of cephalograms obtained with MFP. In this study, lateral cephalograms of 5 patients were processed with 9 possible special frequency parameter combinations and image quality of them was compared.

A specific combination of special frequency scales(MRB F-type, MRE 8) was indicated to be adequate to achieve the optimal image quality of the cephalogram. (*The Shikwa Gakuho*, 109 : 310~315, 2009)