

## 回転パノラマ X 線装置の実態調査

大塚 昌彦, 砂屋敷 忠, 隅田 博臣  
丸石 博文, 山田 純, 谷本 啓二  
和田 卓郎

### Research on the actual condition of rotational panoramic equipments

Masahiko Ohtsuka, Tadashi Sunayashiki, Hiroomi Sumida, Hirofumi Maruishi,  
Jun Yamada, Keiji Tanimoto and Takuro Wada

(平成 7 年 3 月 17 日受付)

#### 緒 言

現在の歯科診療において X 線検査は必要不可欠であり、回転パノラマ X 線装置およびデンタル X 線装置は、ほとんどの歯科医院がこれらを所有している<sup>1)</sup>。このうち、回転パノラマ X 線装置は、上・下顎骨を含めた顎顔面の解剖学的構造を一度に撮影することが可能であり、診断・治療上有益な情報を得ることができるため<sup>2-4)</sup>、撮影される頻度も高い<sup>5-7)</sup>。

本装置の特徴は、X 線をスリット状に絞って撮影するところにあり、このため X 線管側（以下、1 次スリットと略す）とフィルム側（以下、2 次スリットと略す）に鉛スリットが装着されている。この 1 次スリットと 2 次スリットの関係は非常に重要で、これらがズレていると無駄な被曝量の増加につながるし、この幅が変化することにより断層厚と呼ばれる結像域も変化する。このように重要なスリットであるが、日常臨床の点検を行っている歯科医院は皆無に近い。

そこでわれわれは、広島市内の歯科医院の回転パノラマ X 線装置を対象として調査し、その現状を把握すると共に、いくつかの測定情報から画質向上と被曝低減に対する検討を行った。

#### 対象と方法

対象は、広島市内の歯科医院より無作為抽出した 147 施設のうち、回転パノラマ X 線装置を保有し、本

広島大学歯学部歯科放射線学講座（主任：和田卓郎教授）この研究の一部は文部省科学研究費補助金（平成 4 年度、奨励研究 A、課題番号 04771706）で行った。

研究に協力の得られた 25 施設 25 台を選び、装置の機種（装置の名称で分類）により A, B, C の 3 種類とした。表 1 にそれらの装置の機種別台数および平均使用年数を示す。

表 1 回転パノラマ X 線装置の機種別台数および平均使用年数

機種	台数	平均使用年数±標準偏差（年）
A	11台	10.3±2.8
B	11台	5.6±3.6
C	3台	7.7±8.1

調査内容は、「1 次スリットと 2 次スリットの一致度」、「パノラマ X 線写真上のフィルム黒化度の均一性」、「回転中心の軌道軌跡」、「フィルムへの入射線量」の 4 項目である。フィルムの現像処理や各種測定などは、広島大学歯学部附属病院歯科放射線科で行った。

「1 次スリットと 2 次スリットの一致度」については、2 次スリットの被写体側にデンタルフィルムを固定し、フィルムの一部を実際のスリット幅と同じ幅で鉛板にて遮蔽し、X 線を照射した（図 1）。そのフィルムを現像した後、X 線写真上のスリット幅から装置上で実測したスリット幅を減じ、一致度を計算した。

「パノラマ X 線写真上のフィルム黒化度の均一性」は、直径約 18 cm の円柱形のプラスチック容器に水を入れたものを撮影用ファントムとして、通常の被写体と同様に撮影した。フィルム現像後、黒化度計（Fuji model 301）にて黒化度を測定し、写真上の中心

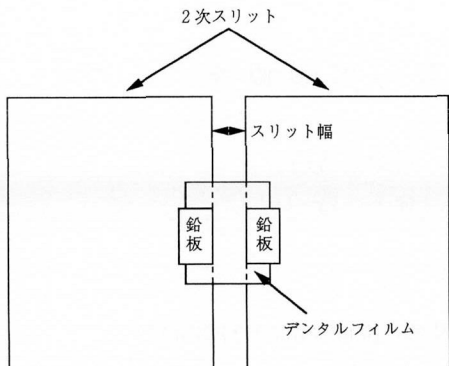


図1 2次スリット幅の測定模式図.

部から左右対称部位における黒化度の差が0.1以内の写真を均一として評価した。

「回転中心の軌道軌跡」については、X線フィルムを床と平行な状態に置き、撮影した。これを現像後、図2 (a) の軌道軌跡の写真から、(b) のようにXとYの長さ、対称性を測定し検討した。

「フィルムへの入射線量」は、線量計として Thermo-Luminescens Dosimeter (素子：極光 MSO-S, 測定装置：極光 TLD Reader 1200; 化成オプトニクス) を用いた。この素子数本を2次スリット部に置き、各施設で標準的な体格の成人に対する撮影条件で線量を測定した。なお、被写体を置かない状態で測定したため、機種Aのうち2台は撮影条件を決定するのに自動露出機構が動作し、線量が極端に少なくなったのでこの項目からは除外した。

結 果

表2に回転パノラマX線装置上で実測した2次スリット幅ならびにX線写真上から測定したスリット幅を示す。装置上で実測した2次スリット幅は、機種Aでは6~10mm、機種Cでは5~10mmとばらついていたが、機種Bでは7~8mmとほぼ一定であった。

表2 装置上で実測およびX線写真上から測定した2次スリット幅

機 種	装置上で実測したスリット幅	X線写真上から測定したスリット幅
	実測値 (mm) 平均値±標準偏差 (mm)	測定値 (mm) 平均値±標準偏差 (mm)
A	6 ~ 10 8.6± 1.4	5 ~ 13 8.9± 2.3
B	7 ~ 8 7.5± 0.5	4 4.0± 0.0
C	5 ~ 10 7.7± 2.5	8 ~ 11 9.7± 1.5

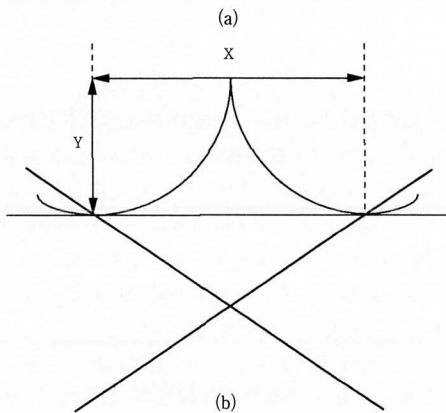
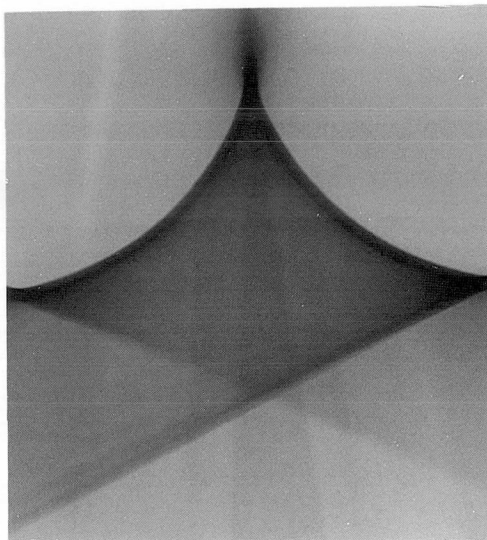


図2 回転中心の軌道軌跡における測定部位.  
(a)：回転中心の軌道軌跡のX線写真  
(b)：長さXとYの測定部位

図3に1次スリットと2次スリットの一致度を示す。横軸は使用年数で、縦軸はX線写真上のスリット幅から装置上で実測したスリット幅を減じた長さである。

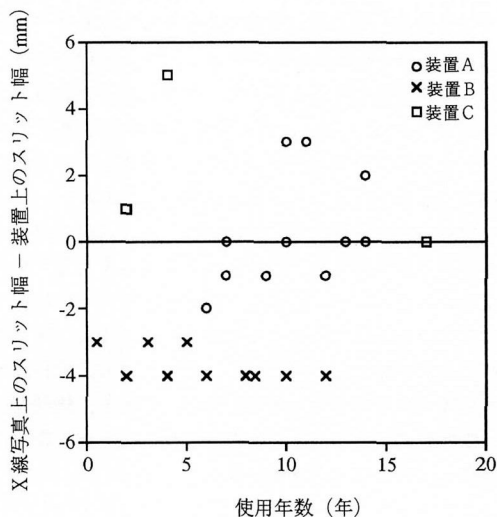


図3 1次スリットと2次スリットの一致度.

機種Bでは使用年数に関わらず  $-3 \sim -4$  mm ではほぼ一定の値であったが、機種Aでは使用年数にやや依存する傾向があった。機種Cでは一定の傾向はみられなかった。

パノラマX線写真上のフィルム黒化度の均一性は、図4に示したように機種Aでは使用年数に依存する傾向（10年以上経過したものでは不均一となる）がみられた。しかし、機種Bではほとんどの写真で左側の黒化度が高く不均一であった。機種Cでは測定した台数が少なく、傾向はみられなかった。中には、図5に示したような縞目状の像が生じた装置が3台あり、これらは機種Aが1台、機種Cが2台であった。

回転中心の軌道軌跡における左右の形の対称性は、機種・使用年数とは関係がなかった。また、表3に示

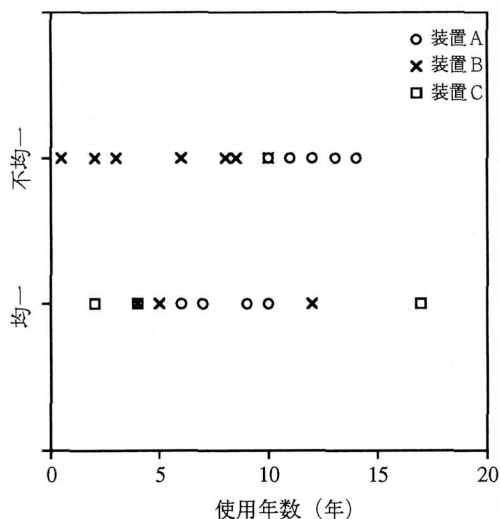


図4 フィルム黒化度の均一性.

表3 回転中心の軌道軌跡の大きさ

機種	X (cm)	Y (cm)
A	10.7~11.4	3.7~4.0
B	8.1~8.6	3.4~3.6
C	7.7~7.9	3.0~3.7

表4 フィルムへの入射線量

機種	最低~最高線量 ( $\times 10^{-4}$ C/kg)
A	2.58~5.93
B	4.64~7.48
C	3.35~6.97

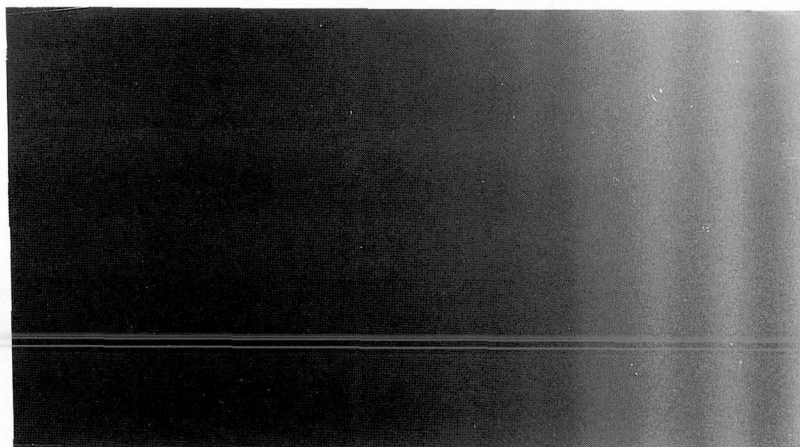


図5 フィルム黒化度の左右不均一な例。  
(縞目状の像)

したようにXとYの長さは機種間の違いはあったが、同一機種による大きさの変化はほとんどなかった。

フィルムへの入射線量については、表4に示すような線量であり、機種・使用年数とは関係なかった。

## 考 察

回転パノラマX線装置本体に対するこれまでの研究は、ある1台の装置における断層軌道と画像形成に関する諸問題についてであり<sup>8-11)</sup>、われわれが検討したような装置の経年変化に関する調査・考察については、久保田らの報告がみられる程度である<sup>12)</sup>。

1次スリットと2次スリットの一致度は、図3の縦軸の値が0 mm以下の方が適正な装置といえる。本来パノラマX線装置における1次スリットはX線を絞る役目を持ち、2次スリットは1次で絞られたスリット状のX線を受けるとともに、散乱線のフィルムへの入射を防ぐ役割をするものである。すなわち、1次スリットで十分絞られていれば2次スリットは散乱線の除去しか意味をもたない。機種Aでは両者のスリット幅が同じでも、左右にずれているものが他の機種に比べ多く、結果的に2次スリットが1次スリットの役目を果たしているものもあった。このように両者のスリットの一致度が悪い場合、フィルムに対して線量不足となり撮影条件の上昇につながり、ひいては患者に対して不必要なX線を照射することになる<sup>13)</sup>。

パノラマX線写真上のフィルム黒化度の均一性については、臼歯部付近に比較して前歯部付近では頸椎と重複するためX線量が多くなるように設計されている。このため、左右の臼歯部付近で黒化度が異なる可能性がある。今回現像したX線写真の黒化度は0.8~1.8の間にあり、黒化度が左右で0.1以上異なっているものを不均一とした。この範囲で0.1左右差が生じると明らかに黒化度が違うように感じるからである。測定結果から、機種Aでは使用年数が10年以上になると不均一になる傾向が示された。しかし、機種Bでは写真の黒化度が左側で濃く左右不均一ではあったが、ほとんどの装置で同様の傾向がみられたことより、機種固有の問題と考えられた。ただ、今回は均一な水ファントムで撮影したので黒化度の違いが明瞭であったが、実際の患者では解剖学的構造や撮影時の体位の影響などによって、これら黒化度が左右不均一な装置でも違いがわからないことも多い。機種Cでは黒化度が均一ではあるものの、図5のようにフィルム上のある部分だけ黒化度が薄くなったり、濃くなったりするような縞目状の像が生じた装置が3台中2台あった。このうち1台は使用年数が17年と長く、経時的に性能が劣化してきたものとも考えられた。特に回転パノラマ

X線装置は、撮影時にX線管とフィルムホルダー部が回転し、かつ回転中心が移動するため、駆動系に機械的な摩擦が生じることがあり、長年使用した装置についてはオーバーホール等、装置の整備が必要であろう。このような現象が起こる場合、装置からキシミ音のような異常音として認識されるかも知れない。

回転中心の軌道軌跡については、表3に示した長さが写真上から得られ、形状に大きな歪みを生じたものはなかった。このことから、軌道軌跡そのものは経年的変化を起こさないことが示唆された。また、同一機種では形がほとんど同じであったことより、機種内の世代差は無視できると考えられた。しかし、機種間では断層軌道に差がみられ、撮影される被写体の部位が異なっていることが理解できる。

フィルムへの入射線量の測定は、施設間で患者に対する曝射線量がどのように異なっているかを明らかにするため測定した。その結果、施設間で大きく異なっていることが明らかになった。装置の老化や整備不良により、曝射線量が増加する具体例として、1次スリットと2次スリットの不一致がある。これは装置の設置時の調整不良から経年的ズレまで考えられるため、装置導入時より適切な管理が必要である。また、1次電圧（装置に供給される電圧）の不安定や経年的変化による管電流の出力低下なども考えられる。それ以外に増感紙の劣化や汚損、フィルムの現像不良なども大きな問題ではあるが、今回は言及しない。

標準的な体格の成人に対する撮影条件は、丸山ら<sup>6)</sup>の報告でも多かった管電圧80 kV~90 kVで撮影している施設がほとんどであった。これらのうち、管電流調整の制約により管電圧で撮影条件を調整しなくてはならない装置があるかもしれない。しかし、管電圧を上昇させるよりは少し感度の高い増感紙を使用することにより、コントラストの低下をさけることができるので、画質改善に寄与できると考えられる。

回転パノラマX線装置で上述した4項目について調査・検討した結果、各機種特有と考えられる傾向がみられた。いずれにせよ、1次スリットと2次スリットの一致度についてはICRPの勧告に従って<sup>14)</sup>、またその他の項目についても定期的な保守管理を行う必要がある。

特別な測定機器を所有していない場合、購入時に均一な水ファントムなどを撮影し、その時のX線写真と黒化度や左右差を比較する方法が簡便である。また、われわれが行ったようなデンタルフィルムを用い1次スリットと2次スリットの一致度を確認する方法も有用であると考えられる。

## 結 論

回転パノラマX線装置について調査した結果、多くの装置で経年的劣化と考えられる変化がみられ、定期的な保守管理が必要と考えられた。このことは、装置調整不良や上昇した撮影条件などを改善することができ撮影の最適化につながり、患者の被曝低減にも貢献できる。

## 謝 辞

最後に、今回の調査・測定に対し、ご協力していた各歯科医院の院長先生に感謝致します。

## 参 考 文 献

- 1) 木原卓司, 室井 誠, 藤井 勉, 川崎靖典, 板垣恵輔, 四井資隆, 林 靖久, 古跡養之真: 歯科X線撮影に関する全国調査成績—1982年度—第1報 歯科病・医院の調査. 歯放. 24: 147-157, 1984.
- 2) Langland, O.E., Langlais, R.P. and Morris, C.R.: Principles and Practice of Panoramic Radiology. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 37-54, 1982.
- 3) Goaz, P.W. and White, S.C.: Oral Radiology. 3rd ed, Mosby-Year Book, Inc., St. Louis, 242-265, 1994.
- 4) Pasler, F.A.: Radiology. Thieme Medical Publishers, Inc., New York, 9-44, 1993.
- 5) 丸山隆司, 野田 豊, 橋詰 雅, 安藤正一, 御影文徳, 西岡敏雄, 本城谷孝, 岩井一男, 木村一之, 西沢かな枝: 歯科X線撮影によるリスクの推定. 歯放, 19: 1-7, 1979.
- 6) 丸山隆司, 岩井一男, 本城谷孝, 西岡敏雄, 安藤正一, 西連寺永康, 橋詰 雅: 歯科X線撮影による国民線量の推定, 1980. 歯放, 21: 9-18, 1981.
- 7) 丸山隆司, 岩井一男, 馬瀬直通, 池田 港, 大島一夫, 江島堅一郎, 篠田宏司, 西連寺永康: 歯科X線撮影における件数および集団線量の推定1989年. 歯放, 31: 285-295, 1991.
- 8) 角田 明, 上村修三郎, 和田卓郎: オルソパントモグラフにおける断層像と障害像について. 日放技学誌, 32: 566-572, 1977.
- 9) 安富慶昌, 小川正晃, 小寺吉衛, 藤田 實, 砂屋敷忠, 和田卓郎: 回転パノラマX線写真撮影における被写体投影像. 歯放, 28: 472-480, 1988.
- 10) 真田泰三, 北山 彰, 友光達志, 石井幸志, 日地啓夫, 西村明久: Orthopantomograph Model OP-3 の裁断軌道計算法に関する考察. 日放技学誌, 42: 525-530, 1986.
- 11) 真田泰三, 北山 彰, 安井宏江, 友光達志, 石井幸志, 日地啓夫, 西村明久: Orthopantomograph Model OP-3 の画像形成特性. 日放技学誌, 47: 2009-2016, 1991.
- 12) 久保田三平, 野上博文: フィルム法による回転パノラマX線撮影装置の点検. 歯放, 33: 288-293, 1993.
- 13) 小林 馨, 若江五月, 松沢輝子, 山本 昭: 患者被曝線量に対する回転パノラマX線撮影時の1次, 2次スリットの軸合せ不良が及ぼす影響. 歯放, 26: 231-241, 1986.
- 14) 日本アイソトープ協会編: ICRP Publ. 33 医学において使用される体外線源からの電離放射線に対する防護. 丸善, 東京, 31, 1983.