

側頭骨 X 線撮影法の骨学的検討

—— Stenvers 法における X 線入射角度に関する一考察 ——

大石 幹雄, 洞口 正之, 丸岡 伸
小原 春雄, 井土川 敦子*, 渡辺 千織**

東北大学医療技術短期大学部 放射線学科

*国立仙台病院 放射線科

**仙台社会保険病院 放射線科

Skeletal Investigation on Temporal Bone X-ray Radiography : Consideration with X-ray Incidental Angle to Stenvers Method

Mikio OISHI, Masayuki ZUGUCHI, Sin MARUOKA, Haruo OBARA,
Atsuko IDOGAWA* and Tiori WATANABE**

Department of Medical Technology, College of Medical Sciences, Tohoku University

**Sendai National Hospital, **Sendai Social Insurance Hospital*

Key words : Radiography, temporal bone, auditory organ, petrous, dry bone

We measured the length and angle of some parts both inside and outside cranial bone in 82 Tohoku Japanese (those Japanese who have inhabited the northeast district of Japan for many generation).

Almost no correlation was found between the length and angle of petrous bone, on one hand, and outward form and cranial bone, age, and sex, on the other.

This suggests that a certain common positioning can be applied to any parson in the photography of petrous bone.

The average angle of petrous bone was 52°, and this angle is wider than the one which has been generally considered average, 45°.

In the photography of auditory organs, the photographic range of internal ear and mastoid antrum at an angle of 52° was wider than that by Stenvers method, which fact suggests that our "52° method" as well as Stenvers method is useful in the photography of auditory organs of modern Tohoku Japanese.

1. はじめに

世界で最初に撮られた X 線写真は, Roentgen

博士婦人の手¹⁾といわれ, それは 1895 年のことであつた。その翌年には, 当時の解剖学会の権威者である A. Kolliker¹⁾ は自分の手を撮影させ解剖

標本との比較を行っている。そして、間もなくして X 線の医学的利用が開始され、E. Goldstein²⁾らは骨・関節撮影法の研究を始めている。

1900年代に入ると、一般 X 線撮影法は急速な進歩を遂げていき、トルコ鞍や副鼻腔などの撮影²⁾が行われるようになっていく。以来、撮影法の研究範囲は身体の全体に浸透して、現在に至っている。側頭骨岩様部（聴器）の撮影においても幾つかの方法が定型化され、内耳や乳突洞などの診断では、Stenvers 法³⁾⁴⁾を用いている。

側頭骨岩様部の錐体は四角錐体の形状を呈し、内頭蓋窩の左右に配置している。前縁は鞍背の側端部にあり、そこから斜め後方へ走行し、後縁は側頭骨鱗部後端に達している。その錐体上縁の長さはおおよそ 5~6 cm となり、これを最も長く投影させる撮影法が Stenvers 法であり、側頭骨の撮影法として長い間に渡って利用されてきている。

しかし、このほぼ完全に規格化されている撮影法でさえも、「最も馴れた画像なので利用している」⁵⁾という専門家の意見もあり、この方法が絶対的でないことの推測も可能となる。したがって、頭部の他部位の X 線撮影法においても側頭骨と同様であることが予測でき、両者において厳密な骨学的基礎測定を通じた撮影法の検討が必要であると考えられる。

そこで、今回我々は性別および各年代に分類された頭蓋骨(dry bone)を対象に、その最大長、最大幅、錐体長そして錐体角度を実測、または X 線写真上から計測して、側頭骨を主とする頭蓋系撮影法の正当性を検討してみた。

その骨学的計測の結果において、頭蓋の X 線撮影法は性、年代そして体型差などには依存せず、全ての被検者に同一体位の適用が可能であることを示した。しかし、錐体上縁がなす正中矢状面に対する角度の平均値は予想をしていた 45° とは異なり 52° を示した。それらの比較から、側頭骨錐体の撮影においては Stenvers 法以外に、52° 撮影法が有用であるとの結論を得たので報告する。

2. 方 法

1) 対象

頭蓋骨 (dry bone)

82 体 (東北大学医学部人体構造学講座において、現代東北日本人頭蓋骨とされた)

性別: 男性 32 体, 女性 50 体

年代: 10~60 代

対象者

性別: 男性, 6 名

年代: 30~50 代

2) 使用機器・器具

X 線装置: SHIMAZU MODEL R-20

コンピューターシステム: Dell, 統計処理ソフト

フィルム/増感紙: SR-250, SR-G (Konica)

測定器具: 分度器, 触角計, ノギス

3) X 線撮影

X 線撮影は頭部側面、頭蓋底、そして側頭骨錐体部撮影の 3 種類とした。投影画像において、錐体の長さおよび走行を明確にするため、目印として正中中部と右側錐体上縁（稜）には直径 2 mm の直線状の金属線を貼り付けた。正中中部は前頭隆と内後頭隆起間とし、また錐体上縁は錐体尖から鱗部連結位置間とした。撮影は専用に製作した固定台を用いて体位の統一化を行なった。

本献体は頭蓋冠、頭蓋底、下顎骨が分離している。頭蓋底撮影は分離の常態で利用したが、頭部側面と側頭骨ではこれらを結合し、一つ頭蓋骨としてから X 線撮影を行った。側頭骨錐体部の撮影体位は、フィルムに対する正中矢状面の角度は Stenvers 法に準じたが、眼窩耳孔線 (OMBL) はカセット面に対し垂直にする方法を採用した。

撮影条件は、管電圧を 48 kV、管電流・撮影時間積 (mAs 値) を 8 mAs、X 線焦点・フィルム間距離 (SID) を 1 m とした。撮影および測定法は図 1 に示した。図 1(a) は頭頂から見た Stenvers 法の体位、図 1(b) はその X 線写真であり、金属線の陰影により正確な錐体稜の走行が確認できる。

側面撮影は、一般頭部側面 X 線撮影法に準じた。頭蓋底撮影においては、頭蓋冠を外し頭蓋底

側頭骨 X 線撮影法の骨学的検討

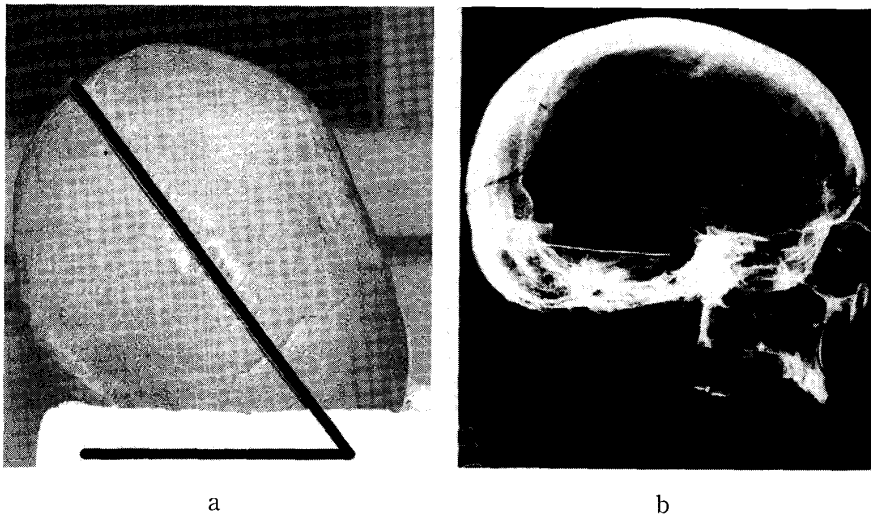


図 1. 側頭骨 X 線撮影法
 (a) 頭蓋骨を頭頂から観察した Stenvers 法の体位
 (b) Stenvers 法による側頭骨の X 線画像

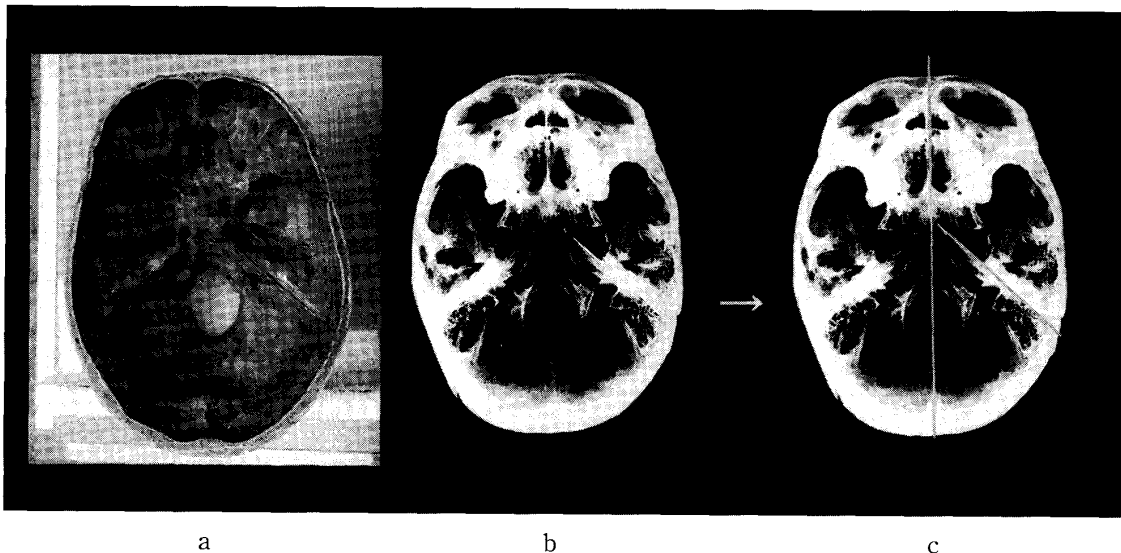


図 2. 内頭蓋底
 (a) 内頭蓋底の外観
 (b) 頭蓋底 X 線画像
 (c) 錐体角度の測定法

のみとして行なった。その体位は一般の頭蓋底軸位撮影法の逆方向とし、内頭蓋底を X 線管方向、上顎骨下面をフィルム面とした。また、OMBL はフィルム面に平行とし、かつ正中矢状面をフィルムに対して垂直とした。

X 線中心線束はトルコ鞍の中央とし、管電圧を 40 kV, mAs 値を 5 mAs, SID を 1 m で撮影した。

図 2 は、内頭蓋底の外観、頭蓋底 X 線写真、そして錐体角度の測定法について示してある。

4) 計測

測定部位は頭蓋最大長、頭蓋最大幅、錐体稜長(錐体長)、そして錐体角度の 4 種類とした。測定は実測と X 線写真とからの 2 つの方法で行った。X 線写真での測定値には、実測値と等価になるよ

うに拡大率の補正を加えた。測定は4人で行い、個人差を排除するため同一部位を全員で反復測定し、適正なデータの平均値を最終のデータとした。

頭蓋最大長はグラベラとオピストクラニオン間、頭蓋最大幅は左右のエウリオン⁷⁾間とし、それぞれの直線距離を触角計により計測した。両者の測定は実測のみとした。また、錐体最大長は、錐体尖と鱗部連結点間とし、錐体角度は正中矢状線と錐体稜とのなす角度とし、両者の測定は実測と頭蓋底写真との2つの方法で行った。それらの測定法は図2に示した。

5) 2変数相関と錐体角度の検定

頭蓋最大長、頭蓋最大幅、錐体長、そして錐体角度における個々の2変数の関係は、性および各年代に分けて2変数相関分析により調査した。また、錐体角度の性および各年代別における変化については、有意水準5%でt検定を用いて分析した。

6) 撮影角度と錐体長および内耳の描写

側頭骨撮影は3体のDry bone(男性, 50代)と6名の生体(ボランティアによる男性, 30~50代)を対象に行った。撮影体位はStenvers法と錐体角度の測定結果による方法との2種類とした。両者の写真から、錐体長および内耳の描写域を測定・観察し、その投影長と描出能を判定した。

3. 結 果

1) 二変数相関分析

頭蓋最大長、頭蓋最大幅、錐体長、そして錐体角度のF検定において、性および年代別にかかわらずそれらはいずれも等分散を示した。性および年代別における頭蓋最大長と頭蓋最大幅間の相関係数は $-0.2\sim 0.5$ の範囲となり、男女を含む全体として両者はほぼ無相関であることを示した。

図3は、男女を含む全測定献体における両者の関係を示している。横軸は頭蓋最大長、縦軸は頭蓋最大幅である。

次に頭蓋最大長と錐体角度との関係において、男性では相関係数はほとんど0となり無相関を示した。女性では50代を除く10代~60代において、相関係数は $-0.7\sim -0.9$ を示したが、この値は献体数の少なさと特異例の出現のためであることが判明し、男性同様に無相関であった。図4は全献体における頭蓋最大長と錐体角度との関係であり、横軸は最大長、縦軸は角度を示す。

頭蓋最大幅と錐体角度との関係においても、前述同様であり、全献体において無相関であることが判明した。その結果は図5となり、横軸は最大幅、縦軸は角度を示す。

2) 錐体角度の検定

性および各年代に分けた錐体角度はF検定の結果、等分散であることが判明した。この仮定のもとにt検定を行った。その結果は、10~50代に

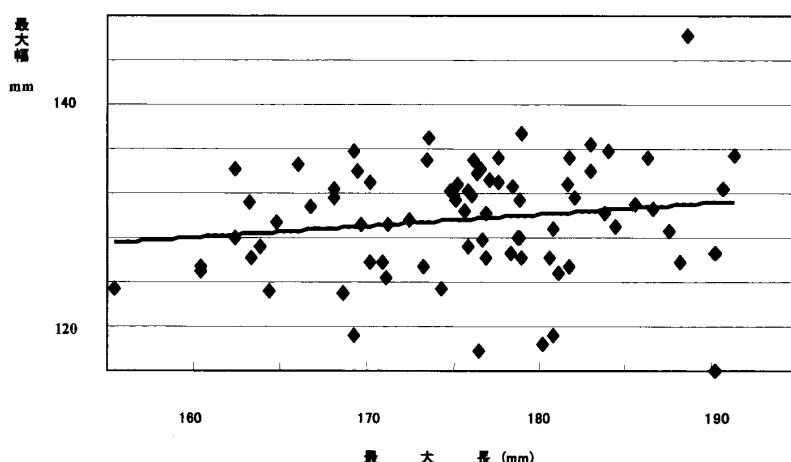


図3. 頭蓋最大長と最大幅の関係 (全献体)

側頭骨 X 線撮影法の骨学的検討

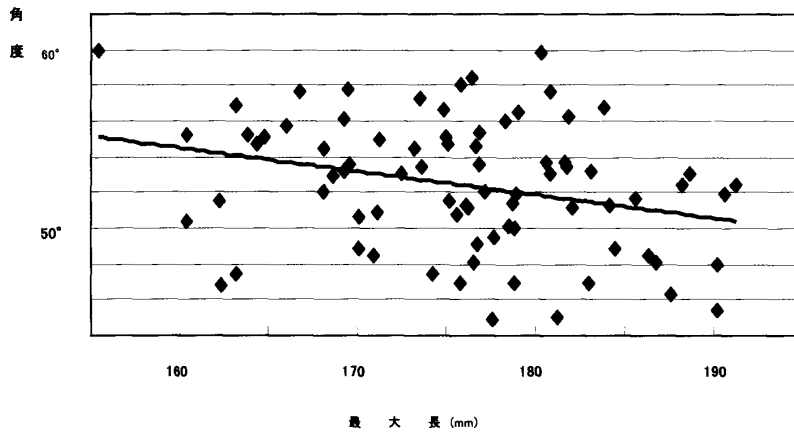


図 4. 頭蓋最大長と錐体角度の関係 (全献体)

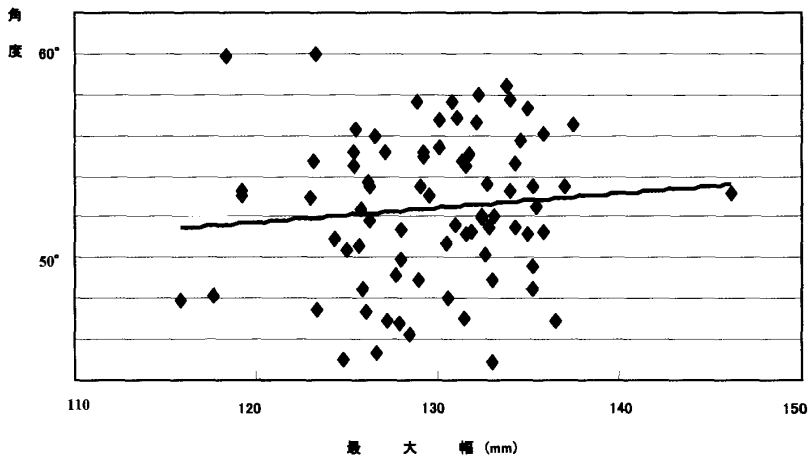


図 5. 頭蓋最大幅と錐体角度の関係 (全献体)

において有意水準 5% で、男女間には差を認めなかった。60 代では、平均の差が見られたが、残差が多いため検定の対象外とした。

しかし、女性において、高年齢になるほど錐体角度の増大傾向が見られたので、成長期(10 代)と成人後の各年代とに分けて、錐体角度の分散検定を再確認した。しかし、著しい差はほとんどなく ($p > 0.05$)、2 つのグループにおける錐体角度は等平均を示した。

3) 錐体角度

性、年代別における頭蓋最大長および最大幅と錐体角度間には著しい相関関係は認められなかったが、錐体角度には大きな個人差が見られた。錐体角度はおよそ 42° から 60° の範囲に分布し、その度数分布図は図 6 に示した。横軸は錐体角度、縦

軸は献体数である。

図 6 は正規分布を示し、その最大値はおよそ 52° であった。ゆえに、本献体の錐体角度の平均値はおよそ 52° であり、Stenvers 法で前提とする 45° よりも、7° ほど大きな値を示した。

4) 錐体角および内耳の描写

錐体角度の結果に基づいて、Dry bone の側頭骨を Stenvers 法 (45°) と 52° 法で撮影した。ただし、度数はフィルム面に対する正中矢印状面の角度である。また、両撮影において、その他は一般の聴器撮影法に準じ、両者は同一の X 線条件で撮影した。それらの結果は、図 7(a), (b) に示した。図 7(a) は 45°、図 7(b) は 52° であり、投影された錐体長は 45° よりも 52° の方が 1.5~2% ほど長かった。

生体についても、Dry bone と同様の方法で 45°

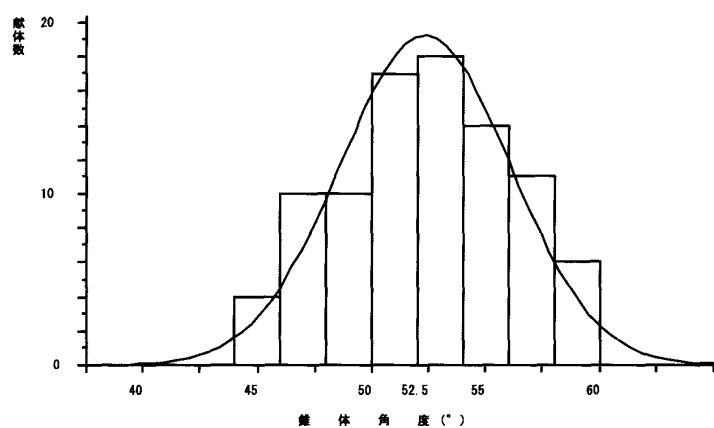
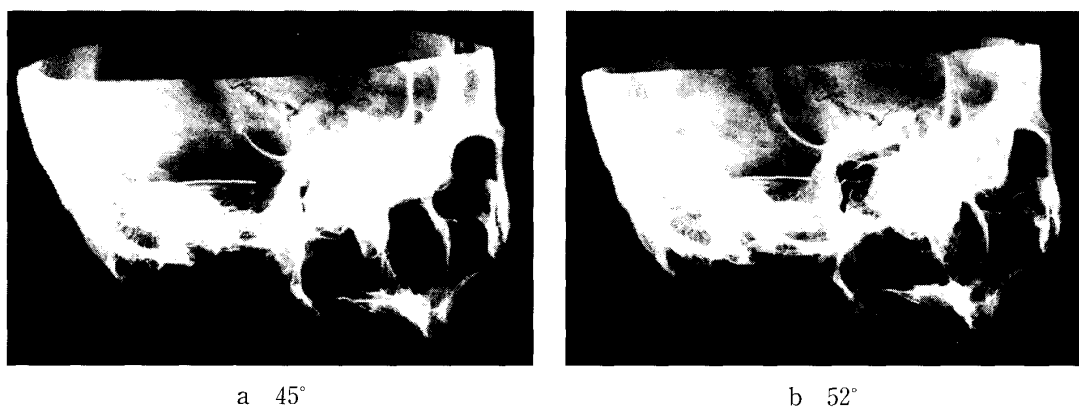


図6. Dry bone における側頭骨錐体角の度数分布 (全献体)



a 45°

b 52°

図7. Dry bone による側頭骨錐体長の観察

(a) 入射角度 45° の X 線画像 (Stenvers 法)

(b) 入射角度 52° の X 線画像



a) ステンバース法

b 52° 法

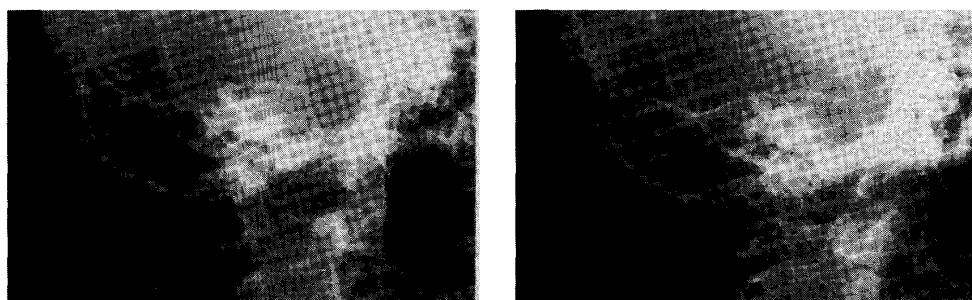
図8. 側頭骨 X 線画像 (40 代, 男性)

(a) 入射角度 45° の X 線画像 (Stenvers 法)

(b) 入射角度 52° の X 線画像

と 52° の 2 枚の X 線写真を撮影した。それらの結果は、図 8(a), (b), 図 9(a), (b) に示した。図 8, 9 の (a) は 45°, (b) は 52° である。両図において、投影された錐体長は 52° の方が長く、かつ内耳お

よび乳突洞の描写域も広範囲を示していた。反面、対向する乳突蜂巢部の描写域は狭くなっていた。他の 4 人においても、図 8, 9 とほぼ同一の結果を示した。



a) ステンバース法

b) 52°法

図9. 側頭骨 X 線画像 (40代, 男性)

(a) 入射角度 45° の X 線画像 (Stenvers 法)

(b) 入射角度 52° の X 線画像

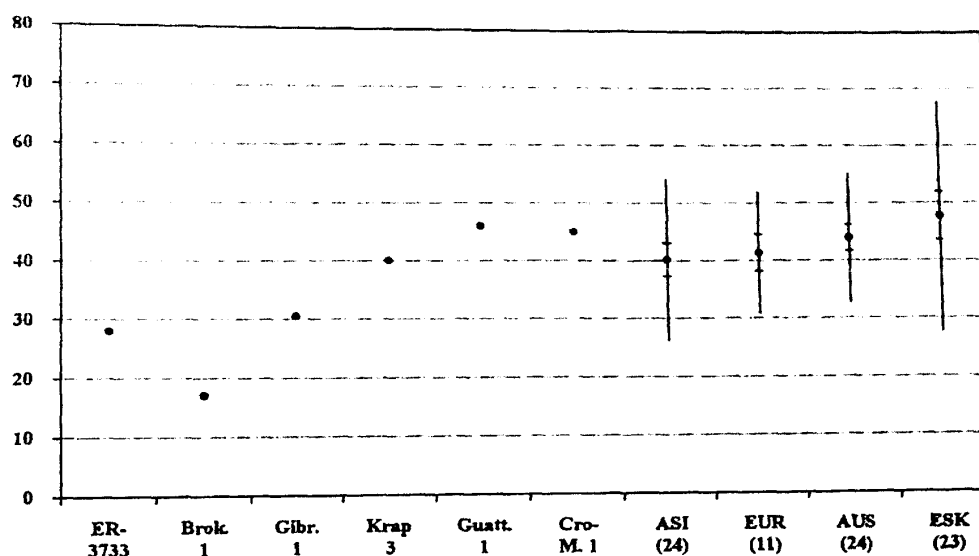


図10. 人種別の側頭骨錐体角度の変化

4. 考 察

頭蓋系の X 線単純撮影法においては、従来から幾つかの方法が定型化され、我々はこれを忠実に適用してきてきている。しかし、撮影法の由来を考えると、その基準はおそらく欧米人が対象であり、この際日本人の適正化を調査する必要があると考えた。

そこで、我々は現代東北日本人頭蓋骨 (dry bone) の測定を通して、頭蓋系の X 線撮影法を再検討することを試みた。

測定対象には現代東北日本人頭蓋骨 82 体 (dry bone) を選択し、測定はその頭蓋最大長および最大幅と側頭骨錐体長および錐体角度とした。前者

はほぼ正確に実測できたが、後者は凹凸形状と不明瞭な境界をもつ起始・終端部により実測は困難であり、測定は X 線写真からの間接法を利用した。つまり、錐体稜の尖・端を厳密に認識し、その上部に直線状に金属線を貼りつけて X 線撮影し、写真からその長さや角度を測定した。

測定者は 4 人とし、全ての計測は個人で実施し、異常データを取り除いた中での平均値を最終データとした。これによって個人差は最小にでき、測定値の正確さが維持できたと考える。使用の Dry bone の 1 体は形状が異常に湾曲し、3 体は破損が激しかった。これらの計測においては、推定により測定点を決定した。

男女、年代別を含めた全対象において、頭蓋最

大長と最大幅、頭蓋最大長および最大幅と錐体長、頭蓋最大長および最大幅と錐体角度との間の関係はいずれも無相関であった。ゆえに、錐体長および角度は性および年代別、頭蓋外形や大きさには全く依存せず、頭蓋側頭骨錐体部の撮影は従来通り全ての被験者に対して同一位位の適用を可能とすることが判明した。

しかしながら、側頭骨錐体部の角度の平均値は、予測していた 45° ではなく、およそ 52° を示した。錐体角度は人種によって異なるという先行文献⁹⁾があり、図 10 はその引用である。図の横軸は人種、縦軸は錐体角度を示し、アジア (ASI) 人で 40° 、イヌイット (ESK) 人で 48° などとなっている。ゆえに、本法の 52° が論外な値でないことの推測は可能である。

この結果に基づいて、Dry bone とボランティアによる 30~50 代の健常男性 6 名とを被写体として、Stenvers 法と 52° との 2 つの方法での聴器撮影を試み、錐体長と内耳、乳突洞、乳様突起部などの描出能についての比較を行なった。Dry bone の結果において、錐体長は 52° で Stenvers 法よりもおよそ 1.5~2% ほど長く投影された。

生体においても、錐体長は Dry bone 同様に 52° で長く投影され、またより広い内耳および乳突洞の描写範囲を示した。この結果、聴器の診断においては、 52° 法も有効であることを示していた。しかし、反面、乳様突起の描出範囲狭くなり、それに関する診断は不利になるのかもしれない。

本結果は、あくまでも骨学的方面から錐体長および角度を検証したものであり、描写能と診断能とは必ずしも一致しないことが考えられ、これについては専門臨床家の評価をいただかねばならない。

本法のように少数の献体によって、現代東北日本人を基準化することはできないし、また日本人全体についての献体の収集はほとんど不可能である。そこで、多数のデータを獲得するための方法として、CT や MR 画像の利用があると考えられる。広範囲な地域から、これらのデータが入手できるならば、少なくとも日本の各地域における側頭骨を含む頭蓋骨系の X 線撮影法の定性化ができるに

違いない。

5. 結 論

現代東北日本人 82 体の頭蓋内外部の長さおよび角度を計測し、それら互いの 2 相関分析と性および年代別に対する錐体角度の等分散の検定および t 検定を行い平均差 ($p < 0.05$) を求めた。

側頭骨錐体角度は性および年代別において、有意水準 5% で平均の差がなく、また側頭骨錐体長および角度は頭蓋の外形や年齢および性別にはほとんど無相関であった。ゆえに、側頭骨 X 線撮影では、あらゆる被験者に共通の体位が適用できることを示唆した。

しかし、錐体角度の平均値は 52° であり、従来より考えられていた 45° よりも大きな値を示した。 52° による側頭骨撮影では、内耳や乳突洞の描写域が Stenvers 方よりも広がっていた。現代東北日本人の側頭骨撮影は、Stenvers 法に加えて、 52° 法も有意であることを暗示した。

謝 辞

貴重な Dry bone を提供して頂きました東北大学医学部人体構造学講座の百々教授には、心より感謝申し上げます。また、同講座の諸先生方には数々のご助言を頂き、記して感謝致します。

文 献

- 1) Ronald L. Eisenberg, [Radiology, chapter 2], Mosby Year Book, Inc., p 22-39, 1992
- 2) 西岡清治, 臨床放射線医学全書, 第 3 巻, 金原出版, p 1-3
- 3) 立入 弘, 稲邑清也, 「診療放射線技術」, 南光堂, p 156-157, 1996
- 4) K.C. CLARK, Positioning in Radiography, Percy Lund, Humphries & Co. Lid., p 388-389, 1964
- 5) 佐藤靖雄, 「耳鼻咽喉の X 線診断」, 光文社, p 1-7, 1976
- 6) 伊藤 隆, 「解剖学講義」, 南山堂, p 507-512, 1997
- 7) 人類学講座, 別巻 1, 人体計測法, II 人骨計測法, 人類学講座編集委員会, 雄山閣出版, p 173-249
- 8) Remerciements, p 150