

日本人若年成人女子における Posed smile の審美性について

村上由見子

松本歯科大学 大学院歯学独立研究科 健康増進口腔科学講座
(主指導教員：宮沢 裕夫 教授)

松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士（歯学）学位申請論文

The esthetic posed smile in young Japanese women

YUMIKO MURAKAMI

*Department of Oral health promotion, Graduate School of Oral Medicine,
Matsumoto Dental University*

(Chief Academic Advisor : Professor Hiroo Miyazawa)

The thesis submitted to the Graduate School of Oral Medicine,
Matsumoto Dental University, for the degree Ph.D. (in Dentistry)

要 旨

本研究は日本人若年女子におけるスマイルを代表とした機能時の口元の審美的評価について視覚的・量的に統計処理を行い、客観的な審美評価指標としての有効性を検討した。資料は患者群30名、モデル群30名の2群の正貌 Posed smile の写真を用い、1. スマイルの視覚的評価、2. 歯の可視領域、3. Smile index、4. 上顎歯肉の露出量、5. Buccal corridor の幅と面積、6. Buccal corridor の幅と上顎歯列弓幅径の関係について検討した。モデル群の写真は規格写真でないため計測値は比率であらわした。また6については模型分析をおこなった。

視覚的評価で1. スマイルの視覚的評価は Average smile を示すものが多く、患者群56.7%、モデル群73.3%であった。上顎前歯切縁と下唇との接触関係では接触していないものが多く、患者

群63.3%、モデル群60.0%で、上顎前歯切縁と下唇上縁湾曲との平行関係では平行なものが患者群86.7%、モデル群96.7%であった。鼻翼幅と犬歯間関係では鼻翼幅と犬歯間幅が等しいものが患者群80.0%、モデル群90.0%であった。2. 歯の可視領域では共に第一小臼歯まで露見するものが患者群63.3%、モデル群66.7%と多かった。露見する平均本数は患者群 8.00 ± 1.14 歯、モデル群 8.00 ± 1.05 歯であった。また第一大臼歯まで露見するものは両者共に0%であった。量的評価で3. Smile index は患者群5.37、モデル群7.00で有意水準0.1%で有意差を示した。4. 上顎歯肉の露出量は2群で有意差を示した。5. Buccal corridor の幅は患者群とモデルで有意水準0.1%で有意差を示した。Buccal corridor の面積で2群は有意差を示さなかった。6. Buccal corridor の幅と上顎歯列弓幅径の関係は有意差を示さなかった。以上の結果よりスマイルの視覚的評価

で2群間は同様の結果を示し、理想的なスマイルを備えていた。量的評価では2群間が有意差を示したのは審美的な差より Posed smile を作る慣れが影響していることがわかった。また Buccal corridor はスマイルの審美性を左右するものでないことがわかった。

緒 言

歯科矯正治療の目標の一つは最適咬合をつくり上げることにあるがこれは Edward Angle¹⁾によって提唱され、今日のセファロ診断と並んで治療計画の立案や治療結果の評価をおこなう上で欠くことのできない項目である。そしてアメリカ矯正歯科医会は創立以来の100年目を「スマイルの世紀」と宣言しており、静的な状態だけでなく動的な状態の審美的評価の必要性を示唆している。現時点では、その評価基準についての研究は国際的に Sarver^{ら³⁻⁶⁾}による報告が存在している。彼らは主にスマイルを代表とした動的口唇位の視覚的^{2,3-7,9-11,13-23)}および量的^{3-5,7,9,11,13-31)}な評価方法をこれまでに報告されている評価項目を駆使し独自の評価基準を確立するための研究をおこなっている。過去においてスマイルは心理学的、解剖学的、人類学的方面からも分類・研究がされており¹²⁻¹⁴⁾、これらは主観的であるスマイルを理解する上で役立っている。日本においてのスマイルの研究は三上⁹⁾が歯周組織の視点から審美的評価をおこなっており、木村¹⁹⁾は日本人におけるスマイル時の歯と口唇の位置関係の特徴について調査し、大塚²⁰⁾らは矯正治療後のスマイルの評価をする研究をおこなっている。しかし、これらの評価は独自の方法で測られているため評価基準は様々であり、統一された基準として用いることは困難で、他国間、人種間の比較も困難である。そこで本研究では基準化された項目を用いてスマイルを視覚的・定量的に評価した。

本研究では日本人動的治療が終了した患者群と一般的に美人と判断される日本人女性グラビアモデル群のスマイル写真から、スマイルを代表とした口唇の審美的評価についてこれまでに述べられている項目を基準にして、両群の動的口唇位を視覚的・量的に評価をおこなう。そして計測より得られた評価をもとに日本人における客観的な審美評価指標を考察し、その有効性を検討する目的で

研究をおこなった。

計測および方法

1. 資料

資料Ⅰは松本歯科大学病院矯正科を受診し、初診時診断で ANB 2~4°を示す骨格的に問題の認められない AngleⅠ級不正咬合と診断された女性患者30名、平均年齢18y 5m ± 3y 3mの動的治療終了時に撮影したスマイル正貌写真を用いた。そして上顎6前歯には歯科治療がされていないものを選んだ。また資料Ⅱとして、審美的に一般的に美しいと判断されるモデルのスマイル正貌写真を雑誌より引用した。両資料を検索材料とした。

尚、資料Ⅱの被写体の写真が原寸大および規格写真でないために、計測値は比率であらわした。

2. 資料Ⅰの正貌規格写真の撮影方法 (図1)

1) カメラの設定

a. 一眼レフカメラ (Nikon F3, Nikon, Tokyo) およびマニュアルフォーカスレンズ (Nikkor Lense, Nikon, Tokyo) を使用し105mm Ai F 1.8S で設定した。カメラは三脚にて固定した。

b. 絞り (露出) は8に設定し露出計 (Minorta Flush Mater, Minorta, Tokyo) でカメラ位置と被写体位置で数回測定をおこなった後、平均値を求め絞りの値とした。

c. シャッター速度は X (1/45) に設定した。

2) 被写体と環境

カメラから被写体までの距離は1.6mに設定した。室内はカーテンが引かれ一定の明るさが保たれている。また、床から天井までは3.0mでライティング用アンブレラが5つ設定され、被写体顔貌が立体的に撮影されるよう位置付けられてい

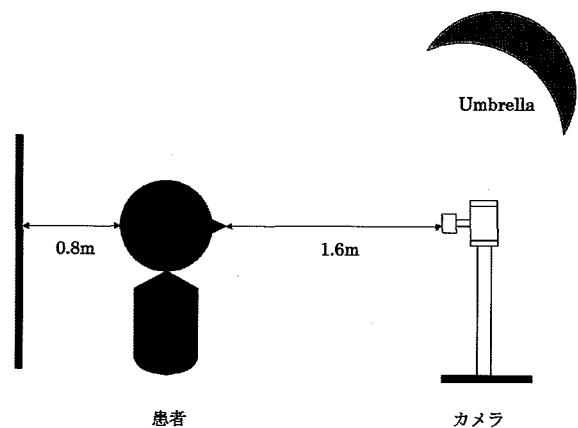


図1：患者スマイル正貌規格写真の撮影方法

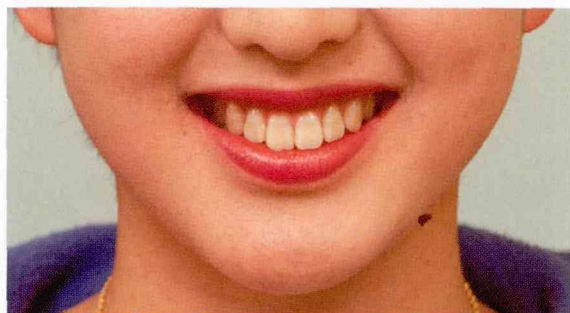


図2：Posed smile
Posed smile は自発的である。

る。被写体中心から80cm 後方に壁が設定されておりこれも光源を調節するための一助となっている。

3) 撮影時の条件

患者にはイヤードによる固定はおこなわず無理のない自然な状態で楽に椅子に座ってもらった。撮影時には「歯がいっぱい見えるように笑って下さい」と言葉がけをおこなうことによって Posed smile を獲得することができた (図2)。またモデルに関しては撮影時に同様のことがおこなわれているものと仮定した。

3. 資料Iと資料IIの画像処理方法

本研究に先立ち計測用写真を得るため以下の一連の作業をおこなった。

資料Iはスライド形式に作成した。そしてフィルムスキャナー (Super Coolscan4000ED, Nikon Co., Tokyo) でスキャンした後、画像処理ソフトウェアを使用しコンピューター (VAIO WindowsXP, Microsoft Co., USA) に取り込んだ。取り込む際、出力サイズは Width 13cm, Height 9cm, ファイル形式はTIFF形式、サイズは2.99MB, 出力解像度は240 Pixels/Inch に設定した。

資料IIは机上スキャナー (GT-6500 Epson, Epson Co., Tokyo) でスキャンした後、同じく画像処理ソフトウェアを使用し、同コンピューターに取り込んだ。出力サイズについては30名の写真の大きさが一定でないため特にこだわらず、計測部分が損なわれず最も認識しやすい大きさになるよう注意した。ファイル形式はTIFF形式、出力解像度は100DPI に設定した。

4. 計測ソフトの設定

計測には画像計測ソフトウェア (Scion Image, Scion Co., USA) を使用した。

5. 計測方法

1) 正面観スマイルの視覚的評価

まず初めにスマイルを代表とした機能時の口元の視覚的な審美評価を検討した。

① Tjan らのスマイルの分類 (図3 A-C)

スマイルを形態学的に3つに分類する。

Average smile：上顎前歯部の75-100%と乳頭部歯肉が露見するもの。

Low smile：上顎前歯部の75%以下が露見するもの。

High smile：上顎前歯の歯頸部全体と歯肉が帯状に露見するもの。

② 上顎前歯切縁と下唇との接触関係 (図4 A-C)

- 切縁と下唇が接触。
- 切縁と下唇が接触していない。
- 切縁と下唇をわずかに被覆。

③ 上顎前歯切縁と下唇上縁湾曲との平行関係 (図5 A, B)

- 切縁と下唇の湾曲が平行。
- 切縁が直線。

④ 歯の可視領域と露見する歯数 (図6 A-C)

- 前歯部のみ露見 (6歯以下)。
- 第一小臼歯までの露見 (7, 8歯)。

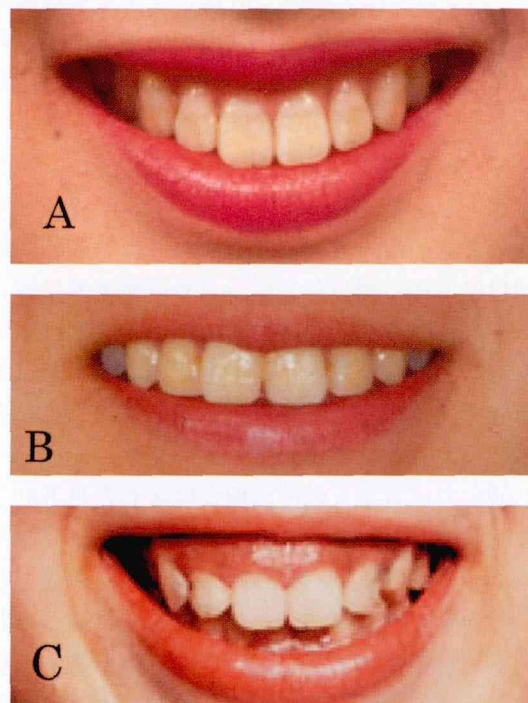


図3：Tjan は Posed smile を3つのカテゴリーに分類している。

A：Average smile. B：Low smile. C：High smile.

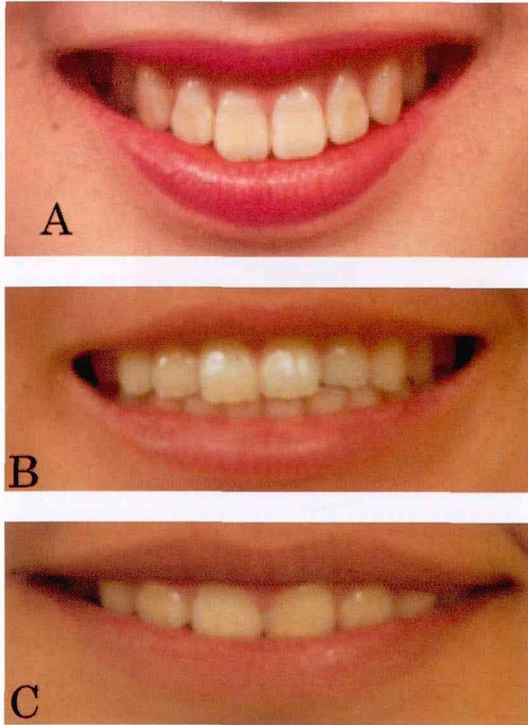


図4：上顎前歯切縁と下唇との接触関係
 A：接触している
 B：接触していない
 C：下唇をわずかに被覆

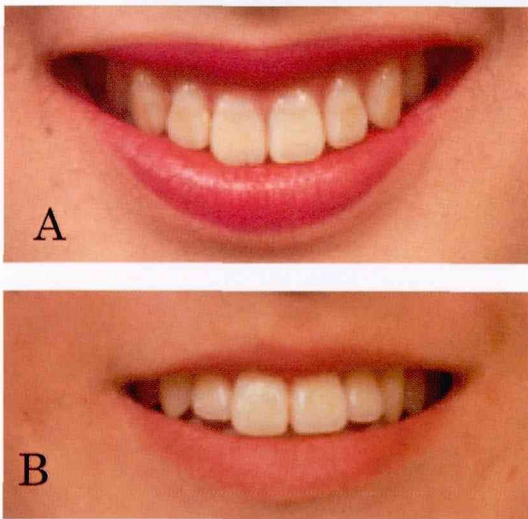


図5：上顎前歯切縁と下唇上縁湾曲との平行関係
 A：平行 B：直線（平行でない）

－ 第二小白歯まで露見（9, 10歯）.

⑤ 鼻翼幅と犬歯間関係（図7 A, B）

- － 鼻翼幅と犬歯間が等しいもの.
- － 鼻翼幅と犬歯間が等しくないもの.

2) 正面観スマイルの量的評価

動的口唇位の垂直量の計測

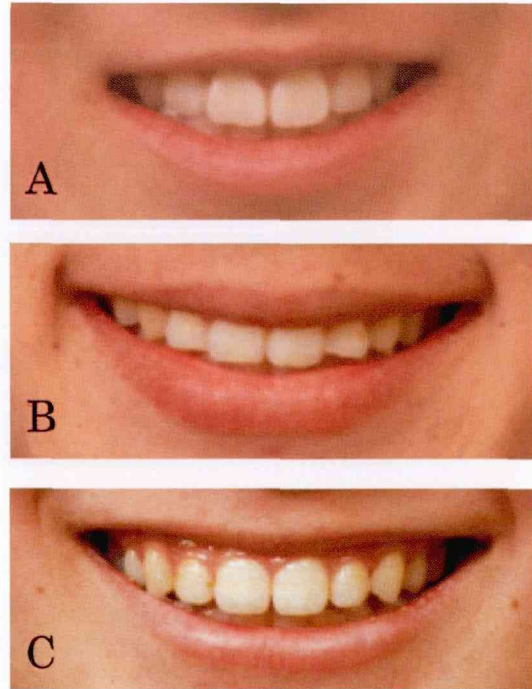


図6：スマイル時に見える歯の平均本数
 A：前歯部のみ露見（6歯以下）
 B：第一小白歯までの露見（7, 8歯）
 C：第二小白歯まで露見（9, 10歯）

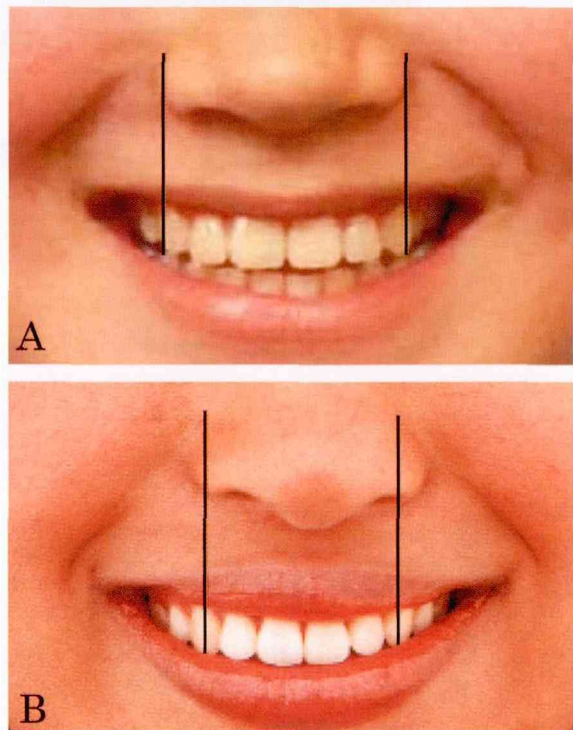


図7：スマイル時の鼻翼幅に対する犬歯間幅径との関係
 A：鼻翼幅と犬歯間幅径が同じ B：鼻翼幅がわずかに外側

① 計測線および計測項目

スマイルを代表とした機能時の口元を計測した。計測項目を図8に示した。単位はすべてmm

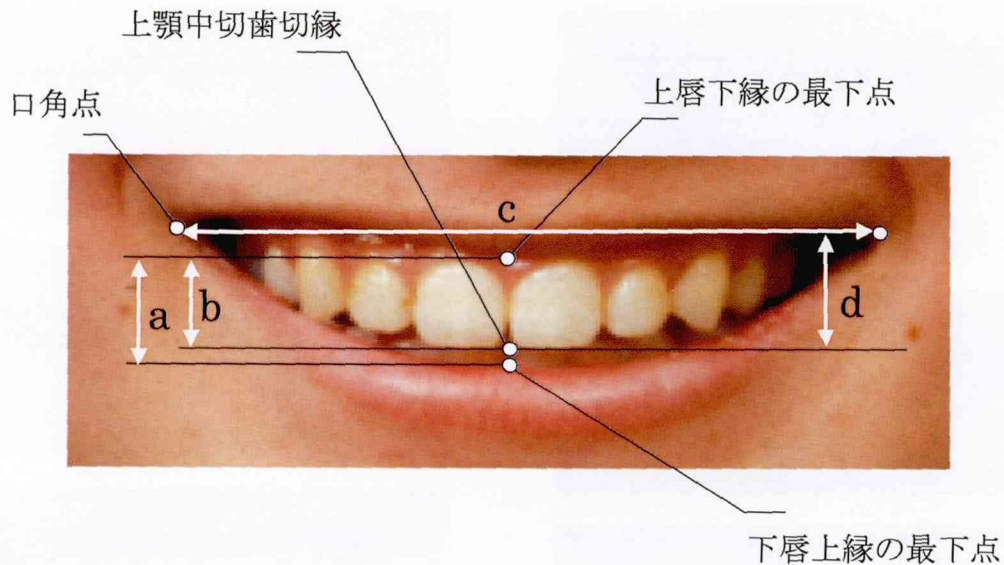


図8：Smile index； c/a ratio.
 比率が大きいと口唇幅（長さ）が大きい。
 上顎歯肉の露見量； b/c or d/c ratios.
 比率が大きいと口唇の中央部から口角は挙上している。

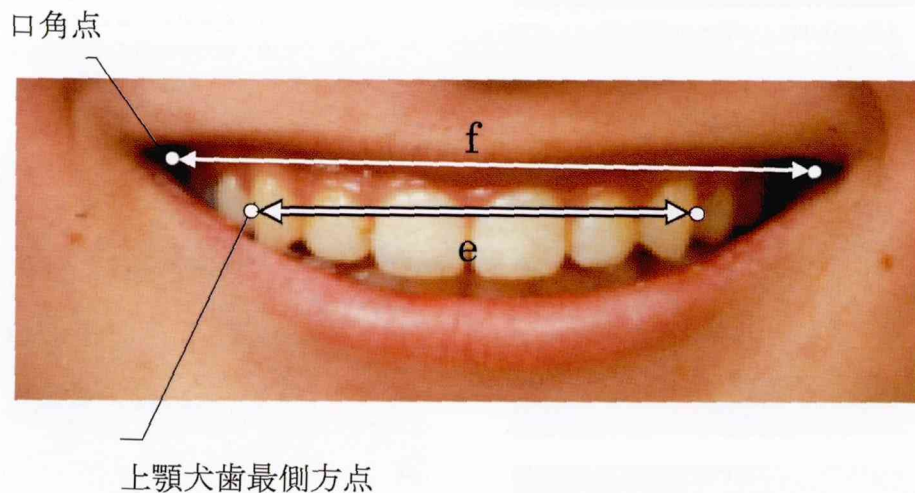


図9：Buccal corridor の幅の計測； e/f ratio
 比率が小さいと Buccal corridor の幅（距離）が大きい。

で示した。

- (a)：上唇下唇間距離—上唇下縁の最下点か下唇縁の最下点を結んだ距離。
- (b)：上唇下縁と上顎切歯間距離—上唇下縁の最下点から上顎中切歯切縁を結んだ線へ下ろした垂線間の距離。
- (c)：口角間距離—左右口角点を結んだ距離。
- (d)：口角間線と上顎切歯間距離—口角間線から上顎中切歯切縁を結んだ線へ下ろした垂線間の距離。

② 検討項目

- (a)から(d)の各計測項目について距離計測を

5回ずつおこない、その平均値を測定の値とした。

1. Smile index

Smile index は上下口唇の間にある歯と歯肉と定義されており^{3-5, 9, 11, 13, 20)}、歯や歯肉の見え方や口唇の広がり方でスマイルの評価をおこなうもので、口角間距離 (c) を上唇下唇間距離 (a) で除したもので表す。

2. 上顎歯肉の露出量

上顎歯肉の露出量でスマイル時の口唇の挙上量（移動量）が比較できる。上顎歯肉の露出量は上唇下縁と上顎切歯間距離 (b) を口角間距離 (c) で除

左右 Buccal corridor 面積 (g,h)

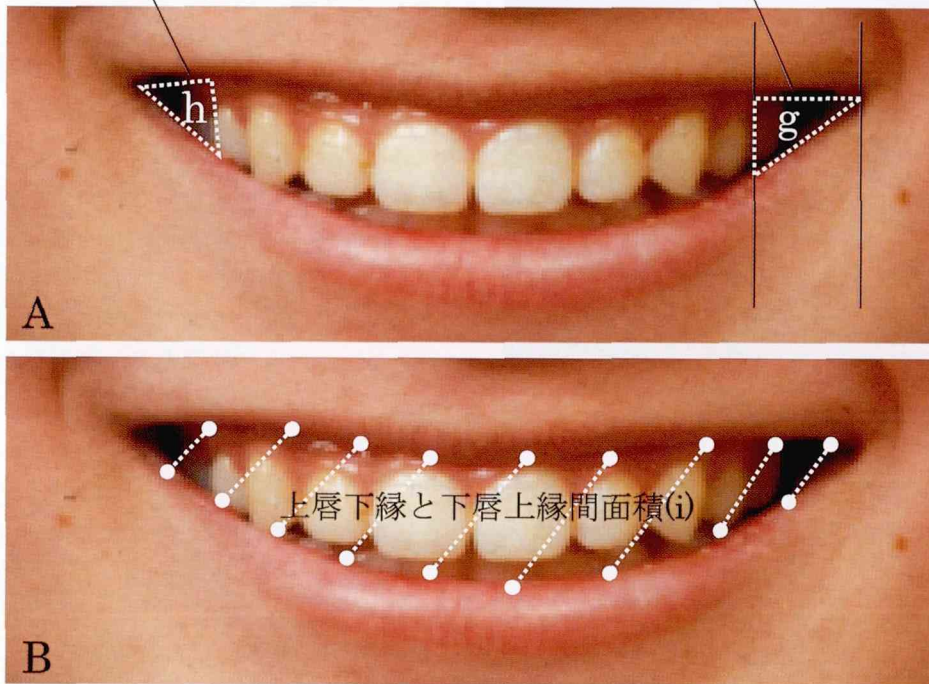


図10：Buccal corridor の面積の計測； $g+h/i\%$ %が大きいと Buccal corridor の面積が大きい。

したものおよび口角間線と上顎切縁間距離(d)を口角間線(c)で除したもので表す。

動的口唇位の水平量の計測

① 計測線および計測項目

動的口唇位の水平量の計測項目を図9, 10に示した。

(e)：上顎犬歯間最側方間距離—左右上顎犬歯最側方点を結んだ距離。

(f)：口角間距離—左右口角点を結んだ距離。

(g)：左 Buccal corridor 面積(%)—左側口角内部の上顎小白歯までの空隙の面積。

(h)：右 Buccal corridor 面積(%)—右側口角内部の上顎小白歯までの空隙の面積。

(i)：上唇下縁と下唇上縁間面積(%)—上唇下縁と下唇上縁に囲まれた空隙の面積。

② 検討項目

(e)から(i)の各計測項目について距離計測を5回ずつおこない、その平均値を測定値とした。

1. Buccal corridor

Buccal corridor はスマイル時に認められる左右口角内部と上顎小白歯部までの空隙^{2,5,7,13,21,24-26)}のことでスマイルの美しさを決める潜在的要素

で、主に幅と面積であらわすことができる。

幅：上顎犬歯間最側方間距離(e)を口角間距離(f)で除したものであらわす。

面積：左 Buccal corridor 面積(g)と右 Buccal corridor 面積(h)を足したものを上唇下縁と下唇上縁間面積(i)で除したもので%であらわす。

統計処理

Smile index, 上顎歯肉の露出量, Buccal corridor については患者群とモデル群で比較検定をおこなった。検定にはT検定を用い、有意差を検討した。

3) Buccal corridor の幅と上顎歯列弓幅径との関係 (図11)

① 計測項目

上顎歯列弓幅径の計測をおこなった。計測には動的治療終了時に採取した模型を使用し分析をおこなった。計測方法は大坪に準じて、上顎犬歯尖頭間距離(a)および上顎大白歯頬側咬頭頂間距離(b)について計測した。抜歯をおこなっている場合は左右で揃う方の歯で計測した。計測器具にはデジタルノギス (Sliding Calipers, NSK Ltd., Tokyo, Japan) を使用し、値は小数点第三位を

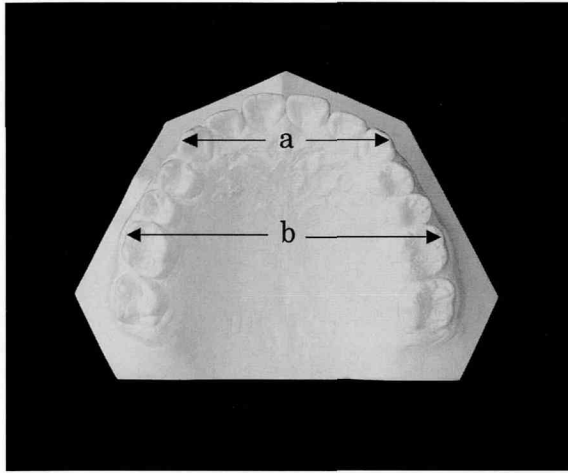


図11：治療後考究用模型における上顎犬歯間尖頭間距離および上顎第一大臼歯頬側咬頭間距離の計測

四捨五入した。

Buccal corridor の距離の計測は前述した Hulse⁷⁾の方法にしたがった。

② 検討項目

模型分析については各計測項目について計測を5回ずつおこない、その平均値を測定値とした。測定値は大坪の基準値20y1mのものと比較した。

測定した患者群の歯列弓幅径を数値の小さいものから大きい順に並べて2グループに分けた。そして値の小さい方を Narrow arch (group 1)、値

の大きい方を Wide arch (group 2) とした。そしてそれにあわせて Buccal corridor の値も2分し、group 1 と group 2 とでそれぞれ平均値および標準偏差を算出し、比較検定をおこなった。検定には T 検定をおこない有意差を検討した。

結 果

動的な顔貌審美についての評価

1) 正面観スマイルの視覚的評価

スマイルを代表とした機能時の審美評価基準の次の5項目に従って動的口唇位を視覚的に評価をおこなった。その結果を表1に示した。

Tjan のスマイル分類

全体では Average smile が39名 (65.0%)、Low smile が13名 (21.7%)、High smile が8名 (13.3%) と Average smile が最も多かった。

患者群では Average smile が56.7%、モデル群においては73.3%を占め、どちらも Average smile が占める割合が最も多かった。

上顎前歯切縁と下唇との接触関係

全体では上顎前歯切縁と下唇との接触関係では触していないものが37名 (61.7%)、接触しているものが14名 (23.3%)、わずかに被覆しているものが9名 (15.0%) であった。患者群では接触していないものが63.3%、モデル群では60.0%

表1：スマイルの視覚的な評価

| | モデル群 n=30 | 患者群 n=30 | 全体 n=60 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 人 (%) | 人 (%) | 人 (%) |
| Tjan らのスマイル分類 | | | |
| Low smile | 7 (23.3) | 6 (20.0) | 13 (21.7) |
| Average smile | 22 (73.3) | 17 (56.7) | 39 (65.0) |
| High smile | 1 (3.3) | 7 (23.3) | 8 (13.3) |
| 上顎前歯切縁と下唇との接触関係 | | | |
| 接触 | 6 (20.0) | 8 (26.7) | 14 (23.3) |
| 接触していない | 18 (60.0) | 19 (63.3) | 37 (61.7) |
| わずかに被覆 | 6 (20.0) | 3 (10.0) | 9 (15.0) |
| 上顎前歯切縁と下唇上縁湾曲との平行関係 | | | |
| 平行 | 29 (96.7) | 26 (86.7) | 55 (91.7) |
| 直線 (平行でない) | 1 (3.3) | 6 (20.0) | 5 (8.3) |
| 鼻翼幅と犬歯間関係 | | | |
| 等しい | 27 (90.0) | 24 (80.0) | 51 (85.0) |
| 等しくない | 3 (10.0) | 6 (20.0) | 9 (15.0) |
| スマイル時に見える平均歯数 | 8.00 ± 1.05 | 8.00 ± 1.14 | 8.00 ± 1.09 |

単位：人 () 内は縦列の%

で、どちらも接触していないものが占める割合が最も多かった。

上顎前歯切縁と下唇上縁湾曲との平行関係

全体では上顎前歯切縁と下唇上縁湾曲との平行関係では平行なものが91.7%，直線なものは8.3%であった。患者群では平行なものは86.7%，モデル群では96.7%であった。

歯の可視領域と露見する本数

スマイルを正面から観察した時に認められる歯数を確認したところ全体では平均8.00±1.09歯で第一小白歯まで見えるものが最も多かった。患者群では8.00±1.14歯，モデル群では8.00±1.05歯で、ともに第一小白歯まで見えるものが最も多かった。また第一大臼歯まで見えるものは患者群，モデル群ともに0%であった。

鼻翼幅と犬歯間関係

全体では鼻翼幅と犬歯間の幅が等しいものは85.0%であった。患者群では等しいものは80.0%，モデル群では90.0%であった。

2) 正面観スマイルの量的評価

正面観スマイルの量的評価の結果を表2に示す。また Smile index および Buccal corridor については分布図であらわした (図12~14)。

Smile index について

Smile index の平均値および標準偏差 (表2) は患者群では5.37±1.18，モデル群では7.00±1.26であり有意水準0.1%で患者群とモデル群間に有意差が認められた。

Smile index の分布 (図12) は患者群では5.00-5.99，モデル群では6.00-6.99で高い分布を示

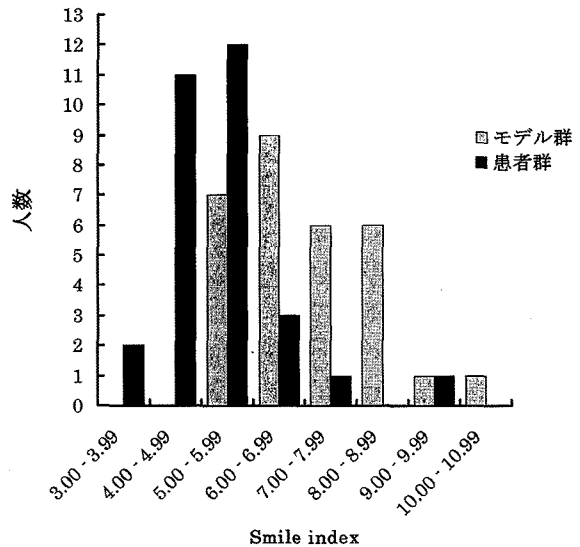


図12: Smile index の分布図

した。

上顎歯肉の露出量について

上唇下縁と上顎切歯間距離による上顎歯肉の露出量の平均値および標準偏差 (表2) は患者群では0.16±0.03，モデル群では0.13±0.02であり有意水準0.1%で有意差が認められた。

口角間線と上顎切歯間距離による上顎歯肉の露出量の平均値および標準偏差は患者群では0.16±0.03，モデル群では0.20±0.02であり有意水準0.1%で患者群とモデル群間に有意差が認められた。

Buccal corridor について

Buccal corridor の幅の平均値および標準偏差 (表2) は患者群では0.69±0.06，モデル群では0.63±0.04であり有意水準0.1%で患者群とモデル群間に有意差が認められた。

表2: スマイルの量的評価

| | モデル群 n=30 | | 患者群 n=30 | | |
|---------------------|-----------|------|----------|------|------|
| | Mean | S.D. | Mean | S.D. | |
| Smile index | 7.00 | 1.26 | 5.37 | 1.18 | *** |
| 上顎歯肉の露出量 | | | | | |
| b/c | 0.13 | 0.02 | 0.16 | 0.03 | *** |
| d/c | 0.20 | 0.02 | 0.16 | 0.03 | *** |
| Buccal corridor の幅 | 0.63 | 0.04 | 0.69 | 0.06 | *** |
| Buccal corridor の面積 | | | | | |
| 右 | 4.5% | 1.8% | 4.6% | 1.8% | N.S. |
| 左 | 3.2% | 1.1% | 3.8% | 1.3% | * |
| 全体 | 7.7% | 2.6% | 8.5% | 2.8% | N.S. |

(t-test: 2 sided) Significant level: ***, P<.001; *, P<.05; N.S., Not significant

ル群間に有意差が認められた。

Buccal corridor の幅の分布 (図13) は患者群では0.06-0.69, モデル群では0.06-0.69で高い分布を示した。

Buccal corridor の面積の平均値および標準偏差 (表2) は患者群では8.5±2.8%で, モデル群では7.7±2.6%であり患者群とモデル群間に有意差は認められなかった。

Buccal corridor の面積の分布 (図14) は患者群では8.0-8.9%で, モデル群では6.0-6.9%で高い分布を示した。

3) Buccal corridor の幅と上顎歯列弓幅径との関係

Buccal corridor の幅と上顎歯列弓幅径との関係

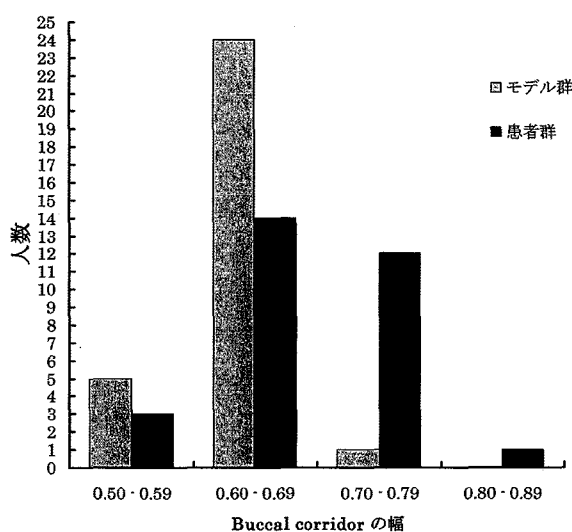


図13: Buccal corridor の幅の分布図

係の結果を表3に示した。

患者群30名の上顎歯列弓幅径の平均値および標準偏差は上顎犬歯尖頭間では35.92±1.97mm (大坪の値35.74±1.82mm), 上顎大白歯頬側咬頭頂間では50.59±2.56mmであった。

T検定をおこない有意差を検討したところ上顎歯列弓幅径の値ではNarrow arch (group 1) とWide arch (group 2) との間に有意差が認められた。しかし, Buccal corridor の幅と上顎歯列弓幅径の大きさに有意差は認められなかった。

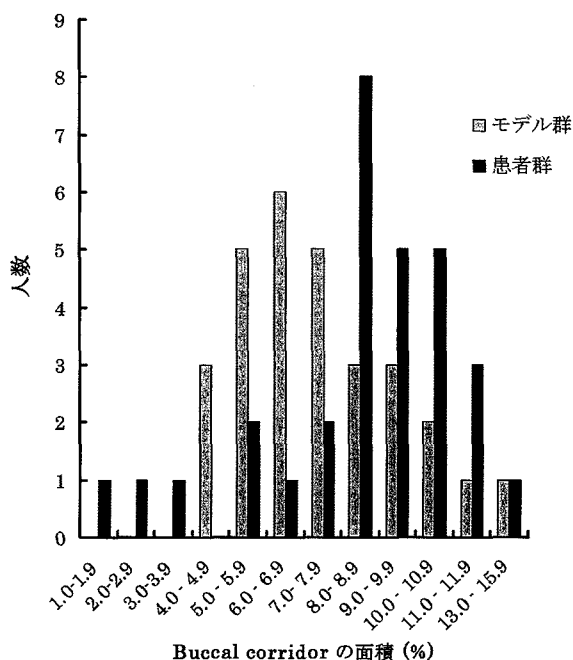


図14: Buccal corridor の面積の分布図

表3: Buccal corridor の幅と上顎歯列弓幅径との関係

| | 上顎歯列弓幅径 | | Buccal corridor ratio | |
|--------------------|------------------|----------------|-----------------------|----------------|
| | Narrow (group 1) | Wide (group 2) | Narrow (group 1) | Wide (group 2) |
| 3-3 尖頭間距離 | | | | |
| | | 3-3 | | |
| Mean | 34.47 | 37.49 | 0.69 | 0.69 |
| S.D. | 1.02 | 1.46 | 0.07 | 0.06 |
| | *** | | N.S. | |
| 6-6 頬側咬頭間距離 | | | | |
| | | 6-6 | | |
| Mean | 48.68 | 52.50 | 0.69 | 0.68 |
| S.D. | 0.88 | 2.25 | 0.06 | 0.07 |
| | *** | | N.S. | |

(t-test: 2 sided) Significant level: ***, P<.001; N.S., Not significant

考 察

動的な顔貌審美についての評価

歯科矯正治療の目標は主に三つ挙げられる。それは歯並びと容貌の美的改善を行うこと、最適な咬合をつくり上げること、そして歯科矯正治療後の結果を維持することである。これらすべて満たすために、世代を超え多くの矯正医の間でさまざまな議論がなされてきた。近代歯科矯正学の始まった100年前では歯並びと容貌の美的改善が治療目標とされていた。20世紀の初頭になると Edward Angle は咬合の重要性を提唱し¹⁾、それは歯並びと容貌の美しさは理想的な咬合が確立されていれば完璧となり治療結果も安定するというものであった。21世紀において矯正歯科医はスマイルを評価する客観的な基準が必要でありそして将来、スマイルの設計は矯正診断における治療計画に反映されることが予想される。具体的な評価基準については国際的にはここ数年 Sarver³⁻⁶⁾らによる報告があるが、日本ではまだ研究、報告されていない。

Sarver³⁻⁶⁾は人のスマイルは美しさを評価する上の重要な要素であり、その時の歯牙、口唇、歯列、顎骨との調和を知ることは一歩進んだ審美的概念を認識することであると述べ、その必要性を示唆している。本研究では、日本人動的治療終了時の患者と対照として一般的に美人と判断される日本人女性グラビアモデルの正面観スマイル写真を用いて、スマイルを代表とした動的口唇位をこれまでに報告されている項目を基準にして、視覚的・量的について評価をおこない、日本人における客観的な審美評価指標を考察し、その有効性について検討をおこなった。

資料について

写真の収集方法はモデルは審美的に一般的に美しいと判断されるスマイル正貌写真を雑誌より引用した。患者のスマイル規格写真を撮影するにあたっては自然なスマイルを獲得するためにイヤードによる固定はおこなわず「歯がいっぱい見えるように笑って下さい」と言葉がけをおこなった。またスマイルは心理学的、解剖学的、人類学的方面からも分類されており、人の情動による表情筋の動きの違いから Commissure smile, Cupid smile, Complex smile と三つに分類してい

る研究がある¹²⁻¹⁴⁾。臨床上で評価をする場合、このように分類をすることでさまざまな歯科の問題をかかえた患者個人々を画一化することができ、また共有する語彙があれば患者や術者、スタッフ、学術的交流にいたるまで evidenced based dentistry の1つとして理解をもとめることができるようになる。臨床的にスマイルは主に二つに分類できる。一つは Unposed smile であり無意識のうちにおこる楽しい、悲しいなどの情動によって引き起こされるものを指し、動的なイメージがある。もう一つはその反対である Posed smile で自発的な感情によって引き起こされるものを指し静的である⁶⁻¹¹⁾。今回研究では資料の統一化をはかるため Posed smile を資料として用いることにした。患者においては言葉かけによる指示によりその意味を考えることで自発的な感情が起こり Posed smile を獲得できるものと考えた。またモデルにおいてもこのような言葉がけに対して表情を作るような訓練が撮影時に行われているものと思われ、患者の場合と同様の条件下にあるものと考えた。

正面観スマイルの視覚的評価 (表1)

スマイル時の形態的特徴をこれまでに報告されているものと比較することで、患者群とモデル群とのスマイルの状態を視覚的に把握し評価することができた。その結果を表1に示した。

Tjan はその結果から形態学的にスマイルを三つに定義している。スマイル時に上顎前歯部の75%以下が露見するものを Low smile, 上顎前歯部の75~100%と乳頭部歯肉が露見するものを Average smile, 上顎前歯部の歯頸部全体と歯肉が帯状に露見するものを High smile とするものである。実際、Average smile は理想的なスマイル例として種々の文献で紹介されている^{5,9,13,14,16-20)}。Tjan¹⁵⁾自身の報告では Average smile が68.9%, Low smile が20.5%, High smile が10.6%であり Average smile が占める割合が最も多かった。

本研究でも Tjan のスマイル分類をおこなったところ全体では Average smile が39名 (65.0%), Low smile が13名 (21.7%), High smile が8名 (13.3%) と Average smile が最も多かった。患者群では Average smile が17名 (56.7%), Low smile が6名 (20.0%), High smile が7名 (23.3

%)であった。モデル群においては Average smile が22名 (73.3%) , Low smile が7名 (23.3%) , High smile が1名 (3.3%) であり、どちらも Average smile が占める割合が最も多かった。一般的に high smile いわゆる歯肉が見えすぎてしまう Gummy smile は「High lip line」「Full denture smile」「Short upper lip」なども表現され、決して良いイメージはもたれていないが^{10,16)}これは両者共に最も少なかった。

日本でも Tjan のスマイル分類を用いて三上⁹⁾は矯正治療未経験女性を対象に、大塚ら²⁰⁾は矯正治療経験女性を対象に、木村ら¹⁹⁾は矯正治療未経験女性を対象に研究をおこなっている。三上⁹⁾の報告では Average smile が42.0% , Low smile が26.0% , High smile が32.0% であり Average smile が占める割合が最も多かった。大塚ら²⁰⁾の報告では Average smile が50% , Low smile が44% , High smile が6% であり Average smile が占める割合が最も多かった。木村ら¹⁹⁾の報告では Average smile が14.3% , Low smile が65.5% , High smile が20.2% であり Low smile が占める割合が最も多かった。

本研究および三上⁹⁾、大塚ら²⁰⁾の結果は Tjan ら¹⁵⁾の報告に近かったが、木村ら¹⁹⁾の結果だけ Low smile が占める割合が最も多かった。これは木村ら¹⁹⁾が特にスマイルを作ることに指示していなかったことと矯正治療が行われていなかったことが影響していると考えられる。このことは三上⁹⁾も指摘しており、本研究ではスマイル撮影時に言葉がけをしていたため Average smile が多かったと考えられる。このことより、スマイルのような不確かで概念的なものを調査する場合には、指示のあるとないとはその動作を受ける側に影響することが考えられた。これらの結果より概念的であるスマイルへの認識の違いが審美性に影響するものと思われる。

上顎前歯切縁と下唇との接触関係はスマイルの審美性に影響すると報告されている^{9,15,19)}。本研究でこれについて調べた結果、接触していないものが患者群19名 (63.3%) , モデル群18名 (60.0%) と共に最も多かった。これは三上⁹⁾および木村ら¹⁹⁾の報告と一致していたが Tjan ら¹⁵⁾の接触しているものが最も多いとの結果とは違っていた。これは笑い方の違いによるものと思われる。

日本人は昔から人前で口を大きく開けて笑うことには抵抗感を持つような風習があり、そのような情動による影響が口唇の動きに制限を与えたものと考えられ、白人女性を対象とした Tjan ら¹⁵⁾の結果とは異なったものと考えられる。

次に上顎前歯切縁と下唇上縁湾曲との平行関係については平行なものが患者群26名 (86.7%) およびモデル群29名 (96.7%) を占め共に最も多かった。スマイル時の上顎前歯切縁を連ねた湾曲と下唇上縁湾曲とが平行関係であるものがスマイルとして美しいとされているが^{1,3-7,9,11,13,15,17-21,23)}、両者共に平行なものが多かった。三上⁹⁾および木村ら¹⁹⁾および三上⁹⁾および Tjan ら¹⁵⁾の結果も平行なものが多かった。しかし彼らの研究対象はすべて矯正治療未経験者であった。Ackerman¹¹⁾によると矯正治療終了患者のおよそ40%でスマイルアーチが調和し、スマイルアーチがよりフラット化することは32%でおこったと報告しており、矯正治療による上顎前歯の圧下がフラットニングを引き起こす可能性を警告している。本研究では患者群は86.7%であり Ackerman¹¹⁾の結果より高い値であったことから適切なブラケット位置でレベリングがおこなわれたと考えられる。また Sarver⁶⁾は犬歯誘導を完成させることに注意を払いとすると前歯部を突出させてしまいフラットニングを引き起こすと述べている。今回は写真上での判断であったためこのことは確認できなかった。しかし、抜歯をおこなわない症例の場合は拡大する際にこの点に注意する必要があるかもしれない。患者群の30名中24名は抜歯症例であったためこのことは自然に回避できたことも考えられる。また Sarver⁶⁾は短頭型傾向にある患者の場合 (mandibular plane angle が小さい, sella-nasion line と palatal plane と occlusal plane が平行傾向) はよりフラットニングを引き起こしやすいと述べている。患者群は Angle I 級不正咬合であったため骨格的に大きな問題はなかったと考えられるが、白人と比較して短頭型傾向にある日本人の場合は注意が必要と思われる。

歯の可視領域については患者群は19名 (63.3%) およびモデル群は20名 (66.7%) と共に第一小臼歯まで露見するものが多く次いで第二小臼歯まで露見するものが多かった。露見する平均本数は患者群は 8.00 ± 1.14 本、モデル群は 8.00 ± 1.05 本

であった。また第一大臼歯まで露見するものは両者共に0%であった。三上⁹⁾の報告では第二小臼歯まで露見するものが最も多く、露見する平均本数は 9.7 ± 1.2 本であり、木村ら¹⁹⁾の報告でも第二小臼歯まで露見するものが最も多かった。Tjanら¹⁵⁾の報告では第一小臼歯まで露見するものが多く本研究と一致していた。白人を対象としたTjanら¹⁵⁾の報告と日本人との結果にあまり違いがみられなかったのは白人の歯列弓形態は尖形状を示し、歯列弓幅径は日本人より小さくて³⁴⁾、口唇幅が大きく³³⁾、日本人の歯列弓形態は矩形状を示し白人より歯列弓幅径は大きくて³⁴⁾、口唇幅が小さい³³⁾ことから結果的に同じ様相を示したのではないかと考えられる。第一大臼歯まで露見するものが占める割合は4著者ともに極端に少なかった。小さい口を有する日本人女性のスマイルとは平均的に小臼歯あたりまでが露見するものであると考えられる。

Ricketts³²⁾は黄金比率のバランスを持った顔貌はスマイルをした時に鼻翼幅と犬歯間が等しく、下顎4前歯とスマイルをした時の上顎犬歯間幅径および外眼裂幅および頭部外側には黄金比率の関係がみられると述べられている。しかしこれについてRickettsは数値的に証明できたわけではないとも述べている。本研究では鼻翼幅と犬歯間関係については、鼻翼幅と犬歯間が等しいものが患者群では24名(80.0%)でモデル群では27名(90.0%)であった。この結果からスマイルの口元と顔貌のバランスが比較的良好ということが推測される。また日本人は白人より広い歯列弓幅と広い鼻幅を有するという顔貌の特徴を示唆するものであると考えられる。

以上のことよりモデル群はもとより、骨格的に問題がなく動的治療を終了していればほぼ理想的なスマイルを獲得するものと考えられる。しかしそれよりも白人と日本人のスマイルに対する文化的・社会的背景の差があることが認められ口唇の動きに影響していることが考えられた。また日本人は短頭型の傾向があり、歯列弓幅が広く口が小さいという形態的特徴が白人において理想とするスマイルをおこないにくいということも臨床上周知しておく必要があることが示唆された。

正面観スマイルの量的評価(表2)

視覚的評価によって得られた結果を量的・数値

的に確認するために動的口唇位の垂直量としてSmile indexと上顎歯肉の露出量を水平量としてBuccal corridorの大きさを計測した。垂直量の結果を表2に、分布図を図12に示した。

Smile index^{3-5, 9, 11, 13, 20)}は「上下唇の間にある歯と歯肉」と定義されており、歯や歯肉の見え方や口唇の広がり方でスマイルの評価をおこなうものとされている。同一人物の時間的経過を追ったスマイルの審美性について評価することも可能である。例えば歯の露出が少なかった場合それは萌出度合いによるものか歯肉の状態によるものか上顎骨の位置的不備によるものかなどを推測することができる。さらに口唇を含め軟組織は加齢とともに変化するため³⁻⁶⁾、経年的な口元の変化を観察することもできる。本研究では年齢はほぼ同一で、歯や歯周組織および歯列にも問題ないと仮定された患者群とモデル群のSmile indexを算出し評価をおこなった。患者群においてSmile indexは 5.37 ± 1.18 でありモデル群においては 7.00 ± 1.26 であり有意水準0.1%で有意差が認められた。モデル群の値が大きかった理由としては、Posed smileを作ることは訓練されているため、患者群と比較して口角間距離が大きくなったためではないかと考えられる。またプロのカメラマンによって美しいと選択されたところの撮影がされているためどれも一定した美しい口元を保っているようである。患者群のスマイル写真をみてみると言葉かけどおりに笑ってはいるがぎこちなく、そのせいで口角間距離が小さく、上唇下唇間距離が大きい印象を受ける。患者群は写真を撮影されることに不慣れなためスマイルの口元が一定しないと思われる。このような理由が口唇の動きに影響しSmile indexの差としてあらわれたと考えられる。三上⁹⁾、大塚ら²⁰⁾、木村ら¹⁹⁾も情動によってスマイルをつくることは左右されると述べている。

以上のことから年齢はほぼ同一で、歯や歯周組織および歯列にも問題ないと仮定された患者群とモデル群のSmile indexは情動による口唇の動きの差に影響することが考えられた。また分布図より患者群のSmile indexは5.00-5.99、モデル群は6.00-6.99を示すことがわかった。

次に上顎歯肉の露出量を上唇下縁と上顎切歯間距離を口角間距離で除したものおよび口角間線と

上顎切縁間距離を口角間線で除したものとしてあらわした。

患者群ではそれぞれ 0.16 ± 0.03 および 0.16 ± 0.03 であった。モデル群では 0.13 ± 0.02 および 0.20 ± 0.02 であり、有意水準0.1%で有意差が認められた。この結果より患者群は二つにほとんど差がないことから口唇の動きが乏しく口角位置もあまり変化していないことが考えられる。一方モデル群においては二つに差が認められることから口角が上がり、口唇の動きが大きいことがわかる。これも前述したとおりスマイルをつくることへの慣れ不慣れが影響していると考えられる。

Buccal corridor^{2,5,13,21,24-26})とは「スマイル時に認められる左右口角内部と上顎小白歯部までの空隙」のことで、スマイルの美しさを決める潜在的要素として最近、審美の研究で取り上げられている。Buccal corridorは1958年にFrushとFisher²¹)が「Buccal corridorの適切な量は義歯と口元の審美的調和に影響する。」と述べたことから認識され始めた。しかしFrushとFisherによって公言された50年前とは異なり、現代では自分の歯を長く維持している人が増えているため、認識を改める必要があるようである。Mooreら²⁴)もBuccal corridorの定義と審美的影響について再検討する必要性を示唆している。

1970年にHulsey⁷)はBuccal corridorに注目し計測方法を考案しスマイルを客観的に評価する研究をおこなっている。しかしHulseyによるBuccal corridorsの定義は主に上顎犬歯間の幅径を考慮したものであって正確にBuccal corridorを表していないと考えられており²⁴)、FrushとFisher²¹)が定義した「白歯部から口角部までの空隙」とされているものが現在広く用いられている。

Ackerman and Ackerman¹³)はスマイル時の口角部分は照明の明暗によって見え方が違うことを指摘し、肉眼で認識できる範囲で上唇と下唇が合流する部分をinner commissureとouter commissureという表現で分類している。inner commissureとは口角付近の一点でいくつかの顔面筋が交叉する部分の口輪筋繊維の内側の頬粘膜部分を指し、Buccal corridorの診査をおこなう際にはこれらの存在を認識しておく必要があると述べている。これを応用してMooreら²⁴)は矯正治療

を終了した顔貌バランスの良い患者を対象に意図的にBuccal corridorの量を変化させた写真を一般人に判定してもらいBuccal corridorについて研究をおこなった。写真はNarrow (28% Buccal corridor), Medium-narrow (22% Buccal corridor), Medium (15% Buccal corridor), Medium-broad (10% Buccal corridor), Broad (2% Buccal corridor)の5種類のものを用意した。その結果Medium-broadとbroadのものが最も魅力的であると判定されたものが多かった。本研究でもMooreら²⁴)の計測方法に従ってBuccal corridorを計測したところ患者群では7%、モデル群では12%を示しどちらもMooreら²⁴)の結果とほぼ一致していた。アメリカ人^{24,27,28})、イタリア人³¹)、日本人⁹)では、一般人はBuccal corridorの小さい方を好む傾向があるようである。Kokichら³⁰)、Brisman³¹)は一般歯科医師、矯正歯科医、一般人では審美性の認識の基準が違うということを書いてる。

本研究ではBuccal corridorを幅および面積であらわし審美的検討をおこなった。結果を表2に示した。分布図を図13, 14に示した。

はじめにHulsey⁷)による定義に従ってBuccal corridorを幅であらわしたところ患者群では 0.69 ± 0.06 であり、モデル群では 0.63 ± 0.04 であり有意水準0.1%で有意差が認められた。またFrushとFisher²¹)の定義に従ってBuccal corridorを面積であらわしたところ患者群では $8.5 \pm 2.8\%$ であり、モデル群では $7.7 \pm 2.6\%$ であり有意な差は認められなかった。この結果よりBuccal corridorの幅では有意差が認められ、面積では有意差が認められなかった理由としては計測方法の違いによるものと考えられる。またBuccal corridorの幅で患者群とモデル群で有意差が認められたのはスマイル時の口角の移動(挙上)量に差があることが考えられる。このことは上顎歯肉の露出量の結果からも確認されている。しかし上顎犬歯間幅径の差も影響したことが推測される。今回はモデル群の模型がなく写真上での距離計測の判断のみとなるため、実際に患者群とモデル群とでは上顎犬歯間幅径の差があるかどうかは確認できなかった。

しかし結果よりBuccal corridorの幅の結果で有意差が認められている。そのため、Buccal cor-

ridor の幅と歯列弓幅径の関係について患者群の模型のみを使用して確認することにした。

分布図より患者群の Buccal corridor の幅は 0.60-0.69, モデル群は 0.60-0.69 を示し, 患者群の Buccal corridor の面積は 8.0-8.9% を示し, モデル群は 6.0-6.9% を示すことがわかった。

Buccal corridor の幅と上顎歯列弓幅径との関係 (表 3)

本研究では, 模型評価は患者群のみのものとなるため患者群 30 名の歯列弓幅径を大坪の計測方法³⁵⁾に準じて計測した後 (図 11), それぞれの歯列弓幅径の値を小さいものから大きいものに順に並べ変え, それを二つのグループに分け, 小さい方を group 1, 大きい方を group 2 とした。それに一致させて Buccal corridor の値も並べ変え, 二つのグループに分け t 検定をおこない, Buccal corridor の幅と上顎歯列弓幅径との関係について検討をおこなった。Buccal corridor の幅は Hulsy⁷⁾の方法にしたがった。結果を表 3 に示した。歯列弓幅径の値を大坪の値と比較したところほぼ日本人の基準値に一致していた。次に有意差検定をおこなったところ歯列弓幅径の値では group 1 と group 2 に有意水準 0.1% で有意差が認められたが, Buccal corridor の幅は group 1 と group 2 に有意差が認められなかった。この結果から歯列弓幅径は Buccal corridor とは関連がないことがわかった。すなわち上顎歯列弓幅径は Posed smile の審美性に影響しないということが示唆された。

矯正治療の際, 抜歯するかしないかはスマイルの審美性に影響するのではなく²⁹⁾て Buccal corridor の面積と上顎歯列弓幅径が影響すると報告しているものもある^{25, 26)}。今回, この研究においては資料の患者群は 30 名中, 26 名が第一小臼歯の抜歯をおこなっていた。そして治療後に前歯部の審美性は改善されており, 第一小臼歯を抜歯したのちの後方歯の第二小臼歯および第一大臼歯のアンカレッジロスが 2 mm 以下と考えられ前歯部の見え方の変化は殆どなかったと考えられる。その結果, 治療後には歯列弓幅径の変化はほとんどなく Buccal corridor の幅には影響しなかったものと考えられる。

結 論

今回資料として, 初診時診断では骨格的に問題はなく動的治療が終了した患者スマイル写真を撮影と, 対照として一般に美人と認識されている女性モデル写真を雑誌より引用し, 比較評価をおこなった。そして日本人のスマイルの一基準を示し, 各種不正咬合の診断, 治療評価への応用を目的とするため研究をおこない以下の結果を得た。

1. スマイルの視覚的評価において患者群およびモデル群ともに Average smile を示すものが多かった。また両群共に, 上顎前歯切縁と下唇との接触関係では接触していないものが多く, 上顎前歯切縁と下唇上縁彎曲との平行関係では平行なものが多かった。鼻翼幅と犬歯間関係では鼻翼幅と犬歯間幅が等しいものが多かった。
2. スマイル時の歯の可視領域については患者群およびモデル群共に小臼歯まで見えるものが多く, 第一大臼歯まで見えるものはなかった。
3. Smile index の値では患者群は平均値 5.37, 標準偏差 1.18, モデル群は平均値 7.00 標準偏差 1.26 で, 有意水準 0.1% で有意差が認められた。
4. Buccal corridor の幅では患者群とモデル群に有意水準 0.1% で有意差がみとめられた。Buccal corridor の面積では有意差は認められなかった。
5. Buccal corridor の幅と上顎歯列弓幅径の大きさに有意差は認められず, 歯列弓幅径の大きさは Posed smile の審美性を左右するものでないことがわかった。

謝 辞

稿を終えるに臨み, 終止御親篤なる御指導, 御鞭撻と御高閲を賜った松本歯科大学大学院健康増進口腔科学講座 宮沢裕夫教授ならび松本歯科大学 出口敏雄名誉教授に衷心より感謝申し上げます。また, 御指導を賜った松本歯科大学大学院硬組織疾患制御再建学講座 山田一尋教授, 顎口腔機能制御学講座 鷹股哲也教授, 松本歯科大学大学院 新井嘉則客員教授, 硬組織疾患制御再建学講座 岡藤範正教授, 硬組織疾患制御再建学講座 塩島勝教授, 硬組織疾患制御再建学講座 佐原紀行教授ならびに健康増進口腔科学講座岩崎 浩准教授に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Angle EH (1899) Classification of malocclusion. *Dent Cosmos* **41** : 248-64, 350-7.
- 2) Proffit WR (日高 修, 他訳) (2003) 21世紀のオーソドンティック プロフィット・セミナー/シンポジウム 特別講演集, 1版, 2-30, 69-75, クインテッセンス出版株式会社, 東京.
- 3) Sarver DM and Ackerman MB (2003) Dynamic smile visualization and quantification : Part 1. Evolution of the concept and dynamic records for smile capture. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **124** : 4-12.
- 4) Dickens ST, Sarver DM and Proffit WR (2002) Changes in frontal soft tissue dimensions of the lower face by age and gender. *World J Orthop* **3** : 313-20.
- 5) Sarver DM and Ackerman MB (2003) Dynamic smile visualization and quantification : Part 2. Smile analysis and treatment strategies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **124** : 116-27.
- 6) Sarver DM (2001) The importance of incisor positioning in the esthetic smile : The smile arc. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **120** : 98-111.
- 7) Hulsey CM (1970) An esthetic evaluation of lip-teeth relationships present in the smile. *Am J Orthod* **57** : 132-44.
- 8) Riggsbee OH, Sperry TP and BeGole EA (1988) The influence of facial animation on smile characteristics. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* **3** : 233-9.
- 9) 三上 格 (1990) スマイル時における露出口腔とその評価法に関する研究. *歯学* **78** : 339-76.
- 10) Peck S and Peck L (1995) Selected aspects of the art and science of facial esthetics. *Simin Orthod* **1** : 105-26.
- 11) Ackerman MB, Ackerman JL, Brensinger CM and Landis JR (1998) A morphometric analysis of the posed smile. *Clin Orthod Res* **1** : 2-11.
- 12) Phillips E (1999) The classification of smile patterns. *J Can Dent Assoc* **65** : 252-4.
- 13) Ackerman MB and Ackerman JL (2002) Smile analysis and design in the digital era. *J Clin Orthod* **36** : 221-36.
- 14) Phillips E (1996) The anatomy of a smile. *Oral Health* **86** : 7-13.
- 15) Tjan AH, Miller GD and Josephine GP (1984) Some esthetic factors in a smile. *J Prosthet Dent* **51** : 24-8.
- 16) Peck S, Peck L and Kataja M (1992) The gingival smile line. *Angle Orthod* **62** : 91-100.
- 17) Zachrisson BU (1998) Esthetic factors involved in anterior tooth display and the smile : vertical dimension. *J Clin Orthod* **32** : 432-45.
- 18) Morley J and Eubank J (2001) Macroesthetic elements of smile design. *J Am Dent Assoc* **132** : 39-45.
- 19) 木村博光, 小長井文夫, 羽田皓而, 林 亨, 柴田和宏, 西島奉一, 千葉栄一, 稲葉 繁, 横塚繁雄 (1985) 歯と表情に関する研究-スマイル時の歯牙と口唇の位置的関係-. *歯学* **72** : 1251-5.
- 20) 大塚雄一郎, 松井成幸, 小林 聡, 桜井洋介, 鐘々江晴秀 (2004) 日本人におけるスマイル評価の試み 第1報 矯正治療後について. *東京矯歯* **14** : 10-6.
- 21) Frush JP and Fisher RD (1958) The dynes-
thetic interpretation of the dentogenic concept. *J Pros thet Dent* **8** : 558-81.
- 22) Mackley RJ (1993) An evaluation of smiles before and after orthodontic treatment. *Angle Orthod* **63** : 183-9.
- 23) 船木純三 (2002) 矯正歯科患者のスマイル時における口元の審美性 別冊 Quintessence 臨床家のための矯正 YEAR BOOK'02, 138-153, クインテッセンス出版株式会社, 東京.
- 24) Moore T, Southard KA, Casco JS, Qian F and Southard TE (2005) Buccal corridors and smile esthetics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **127** : 208-13.
- 25) Johnson DK and Smith RJ (1995) Smile esthetics without orthodontic treatment with and without extraction of four premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthod* **108** : 162-7.
- 26) Gianelly AA (2003) Arch width after extraction and nonextraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **123** : 25-8.
- 27) Dierkes JM (1987) The beauty of the face : an orthodontic perspective. *J Am Dent Assoc. SE* : 89-95.
- 28) Roden-Johnson D, Gallerano R and English J (2005) The effects of buccal corridor spaces and arch form on smile esthetics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **127** : 343-50.
- 29) Young TM and Smith RJ (1993) Effects of orthodontics on the facial profile : A comparison of changes during nonextraction and four premolar extraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **103** : 452-8.
- 30) Kokich V, Kiyak AH and Shapiro PA (1999) Comparing the perception of dentists and laypeople to altered dental esthetics. *J Esthet*

- Dent 11 : 311-24.
- 31) Brisman AS (1980) Esthetics : acomparison of dentist'and patients'concepts. J Am Dent Assoc 100 : 345-52.
 - 32) Ricketts RM (1982) The bilologic significance of the divine proportion and Fibonacci series. Am J Orthod 81 : 351-70.
 - 33) 芝本英博, 秦 維朗, 矢野健二, 松賀一訓, 伊藤 理 (1992) 日本人の正常顔貌に関する計測学的研究. 日形会誌 12 : 429-42.
 - 34) 飯田智和, 大浦寿哉, 本田 領, 高木秀人, 川本達雄 (2003) 白人と日本人における歯列弓形態の比較. 近東矯歯誌 38 : 6-11.
 - 35) 大坪淳造 (1957) 日本人正常咬合者の歯冠幅径と歯列弓および Basal Arch との関係について. 日矯歯誌 16 : 36-46.