モアレトポグラフィーによる顔面形態に関する研究

—総義歯が顔面形態におよぼす影響について—

三輪 晃裕

A Study on Facial Contour, Using Moiré Topography

— Concerning the Effects of Complete Denture on Facial Contour —

Akihiro Miwa

Abstract : The restoring, by means of denture prosthodontics, of the dento-facial morphology, which has been deformed as a result of the loss of teeth, is not only effective in recovering the lost functions but is also regarded as one of the important clinical problems yet to be solved. And the author believes that, as the first step in an argument about esthetics, it is essential to grasp, qualitatively, quantitatively and objectively, the changes brought about in the facial contour following the insertion of complete denture.

So, the author, using the moiré topography, conducted this study for the purpose of making a comparative study of the changes made in dento-facial morphology after insertion of complete denture and the relationship between the denture and the facial contour.

As a result, some conciliatory action to respond to the changes in the upper lip following the insertion of the maxillary denture was observed in the lower lip, and the effects were found to consist largely of that of the maxillary denture, and the effect of the flanges was considerably larger. Furthermore, the changes in facial contour resulting from insertion of the denture were evident especially in the periphery of the upper lip but not so much in the lower portion. But it was suggested that the changes occurring to the lower jaw played an extremely important role in relation to the entire balance between the upper and the lower portions of the face and that those changes were vastly responsible for the recovery of the facial appearance.

Key words : moiré topography, esthetics, facial contour, complete denture

緒 言

歯の喪失によって惹起される顎顔面の形態変化を義歯補綴によって回復させることは、機能の回復とともに、

重要な臨床課題の1つである。そして義歯装着による顔面の形態変化を質的、量的かつ客観的にとらえることは審美性を論ずる第一歩であろうと考える。

従来より顎顔面、ことに顔貌に関する業績は人類学的あるいは解剖学的、歯科矯正学的、さらに補綴学的な立場で数多くみられるが、それらは三次元的計測には必ずしも十分とはいえない。

1963年, R.E. Rosenblum¹⁾ は, Physiographic Cinematography と呼ばれる2台のプロジェクターを用いて顔面に格子を写しこれを等高線とみなす撮影法で、嚥下

日本大学松戸歯学部補綴学第I講座(指導:加藤吉昭教授)
Department of Complete Denture Prosthodontics Nihon
University School of Dentistry at Maatudo (Director :
Prof. Yoshiaki Kato)
昭和61年1月14日受付

時の口腔周囲の筋の動きについて観察した。しかし、羽賀ら²⁾はこの撮影法は撮影された格子像が斜面上で歪みを生じ、また等高線は写真撮影距離によって変化することから、定量的研究には不適當であり再現性に乏しいと指摘し、従来から航空写真による地形測量の分野で使用されていた立体写真測定法を顔面計測に導入し、三次元的に高い精度で非接触型に撮影できる立体写真装置を試作した^{3,4)}。この方法で大内ら⁵⁾、腰原⁶⁾、太田⁷⁾らは顔面の観察を行っている。ただし、この方法は等高線図化機の操作が複雑で高度の技術を要するといった難点があり、日常臨床に応用されるに至らなかった。

1970 年、Meadows ら⁶⁾、高崎⁹⁻¹²⁾、Takasaki¹³⁾らにより格子照射型が、1971 年、鈴木ら^{14,15)}により格子投影型モアレトポグラフィーが開発されて以来、歯科領域での三次元的計測が容易に行われるようになった。橋本^{16,17)}は顔面の表情運動および咀嚼運動の変化について、尾崎ら^{18,19)}は口腔領域の形態学への応用について報告し、モアレトポグラフィーを歯科界に導入した。

以来、補綴学的には義歯装着への指針としての顔貌の形態学的研究²⁰⁾、歯および歯肉の形態観察²¹⁾、無歯顎模型の寸法変化²²⁾など、矯正学的には治療前後の顔面形態の変化^{23,24)}、不正咬合の顔面形態の把握²⁵⁾など、口腔外科学的には術前の顔面形態の把握²⁶⁾、術前術後の形態の比較^{27,28)}、兎唇口蓋裂患者の術前術後の形態変化に対する診断と評価^{29,30)}など、小児歯科学的立場より乳歯列の三次元的検索³¹⁾および口蓋の発育に関する研究^{32,33)}などが行われ、また解剖学的あるいは法医学的立場より顔面成長に関する研究³⁴⁾、顔の対称性³⁵⁻³⁸⁾、歯列弓や口蓋の形態的計測^{39,40)}などが報告されている。

しかし補綴学的立場から顔面形態の研究を考えると、被写体が顔という軟組織であり、再現性や測定精度の問題も含めた顔の研究の複雑性から満足しえないものがある。特に総義歯における顔面の形態学的研究はいまだ少ない。すなわち歯の喪失により顔面のどの部分にどのような変化が惹起され、義歯装着によりそれがどのように変化するのか、また義歯のどの部分が、顔面のどこにどのように影響するのかは明らかではなく、これを質的、量的かつ客観的にとらえることは補綴臨床にきわめて重要である。

そこで著者は、モアレトポグラフィーを用いて、無歯顎における顔面形態の特徴、義歯装着による顔面形態の変化、さらに上顎義歯、下顎義歯それぞれの顔面形態への影響など、総義歯装着前後における顎顔面の形態変化および義歯形態と顔面形態との関係について比較検討し

図 1 装置全景

た結果、若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

1. 被験者および被験義歯

被験者は日本大学松戸歯学部付属歯科病院に来院した上下無歯顎患者のなかで、口唇、顔面等に特に異常が認められない 58~86 歳までの 20 名である。

被験義歯は患者自身満足し、審美的に問題のない、顔貌に最も適していると思われる義歯を調製使用した。また上下無歯顎者 20 名のなかの 1 名については、さらに装着義歯を複製したものから上顎基準義歯 (u) の前歯床辺縁部を削除したもの (uf)、u の前歯部人工歯を削除したもの (ut)、下顎基準義歯 (l) の前歯床辺縁部を削除したもの (lf)、l の前歯部人工歯を削除したもの (lt) の計 6 種 (実験義歯) を調製し実験に供した。

2. 研究方法

1) 撮影装置および撮影条件

撮影装置本体はフジノンモアレカメラ FM 3013 (富士写真光機社製) でその機構は格子ピッチ 0.75 mm、格子カメラ間距離 400 mm、カメラ光源間距離 150 mm、縞間隔 (黒~黒) 2 mm である。装置は再現性のある、精度の高いモアレ写真を得るために、撮影方法をも検討を加え改良を行った (図 1)。

すなわち被験者を一度固定した後、そのままの位置で補綴物の着脱を可能にするため、モアレカメラと頭部固定装置を分離し、カメラ本体を可動型とした。

図 2 装置の見取図

その機構は、床に固定された台座上に平行移動するスライディングボードを設置し、さらにそのボード上をモアレカメラ本体が動く二重スライド機構である (図 2)。

撮影条件は以下のものである。

レンズ	EBC FUJINON-W 35 mm /F 2.8
フィルム	フジネオパン 400 (ASA 400)
シャッタースピード	1/8 SEC
絞り	F : 16

2) 頭部の固定および撮影方法

被験者の頭部はカメラ中央にある鉛直線が鼻上点ととなり眼耳平面が水平になるように左右の耳楔、眼点指示棒にて位置決めし、安頭台、頭部把持板にて固定した。

つぎにスライディングボードを所定の位置でロックし、以後動かさずカメラ本体のみの移動にて義歯の着脱を行い、義歯未装着時 (Emp), 上下義歯装着時 (U・L), 上顎義歯装着時 (U), 下顎義歯装着時 (L) の 4 条件について、またそのなかの 1 名はさらに上述のような上下前歯人工歯部と床辺縁部の形態の異なる実験義歯を装着し、u/l, uf/l, ut/l, u/lf, u/lt の 5 条件 (図 3) について、準暗室内で下顎安静位にて撮影した。

なお、上顎義歯および下顎義歯の片顎のみを装着して撮影を行うにあたり、顎堤形態などの口腔内諸条件により片顎義歯のみでは確実な維持安定が得られないと疑われる数名はこれらの条件を除外した。また、モアレ縞の可視度を改善するため、ファンデーションで被験者の顔面を化粧した後、アイライナーを用いて各基準点を顔面上に求めた。

印画は同時に撮影されたカメラ本体に設置してあるスケールを基準に等倍とし、モアレ縞中央をトレース後資

図 3 実験義歯の条件

- u : 上顎基準義歯
- uf : u の前歯床辺縁部を削除したもの
- lf : l の前歯床辺縁部を削除したもの
- l : 下顎基準義歯
- ut : u の前歯部人工歯を削除したもの
- lt : l の前歯部人工歯を削除したもの

料とした。

このようにして得られたモアレ写真の 1 例を図 4 に、また後述の基準点、基準平面における断面図の図化例を図 5 に示した。

3) 計測の基準点、基準平面および基準モアレ縞の設定 (図 6)

基準点は生体計測の点に準じたが、この他にこの種の研究を進展させるため数点を設定した。

a) 基準点

鼻上点 (Spn) : 鼻根部の最陥凹点で両側の内眼角の
中点

鼻尖点 (Prn) : 鼻尖でもっとも前方に突出する点

鼻下点 (Sn) : 鼻中隔の下縁と上唇の皮膚表面とが
作る角の頂点

上唇点 (Ls) : 上唇における赤唇縁の最突出点

下唇点 (Li) : 下唇における赤唇縁の矢状最突出点

上唇中央点 (Ms) : 鼻下点と上唇点の中点

Li 10 : 下唇点より 10 mm 下方の点

Li 20 : 下唇点より 20 mm 下方の点

眼窩点 (Or) : 眼窩下縁の最下点

b) 基準平面

眼耳平面 (FHP) : 左眼窩点を指示する眼点指示棒
の中央をとる平面

c) 顔面正中線

Spn をとおり FHP と直交する線

d) 基準モアレ縞

Prn から下外方に数えて 20 本目のモアレ縞を基準
モアレ縞とした。

図 4 各条件におけるモアレ写真

4) 計測部位および計測項目

図 7 に示すように Sn, Ms, Ls, Li, Li 10, Li 20 の各点をとおり眼耳平面に平行な平面をそれぞれ Snp, Msp, Lsp, Lip, Li 10 p, Li 20 p とし, この水平 6 断面が基準モアレ縞と交わる範囲までの断面積 (SX), 断面線長 (CX) および基底線の長さ (DI), また基底線から Sn, Ls, Li までの距離 (VL) を計測した. なお, 断面積については上顎の 3 断面は, 左右の鼻翼から正中に平行におろした線と各断面との交点の内側 (SY) と外側 (SAC) にわけて計測した. 以上面積計測 3 項目, 距離計測 3 項目の計 6 項目である.

計測は Houston 社製 HIPAD デジタイザーを使用し, NEC パーソナルコンピュータ PC 9801 にて演算処理し

た.

なお, 得られた各計測値間の比較にあたっては, 危険率 5% をもって判定した.

5) 計測値の補正について

モアレ撮影法は中心投影であり, 被験者とカメラの距離が有限であるために像に歪みを生ずる現象と, 格子とカメラの距離が有限であるために生ずる縞間隔の誤差とがある. 本研究では以下のように補正を行った. すなわち得られたモアレ写真の黒縞の中央をトレースし, 線画にしたものを資料とし, 著者が設定した水平 6 断面と線画の交点およびこの交点間の中点を求め座標値に変換した. X 軸, Y 軸, Z 軸および原点は以下のものである.

X 軸: 顔耳平面に平行でモアレカメラに設置された

図 5 各条件での水平 6 断面における断面図の変化の 1 例

図 6 計測の基準点、基準平面および基準モアレ縞の設定

スケールより 140 mm 下方 (光軸) で Y 軸に垂直な直線

Y 軸: モアレ格子面上で格子面に投影された鼻上点をとる鉛直線

Z 軸: 格子面に垂直で X, Y 軸の交点をとる直線 (光軸)

原点: モアレ格子面上の X, Y, Z 軸の交点

このようにして得られた三次元座標値を X 値, Y 値については図 8 に示される投影系をもとに, また Z 値については等高線間隔の理論値を求めるつぎの式で補正を行った⁴¹⁾.

$$X = X'(1 + h_N/b)$$

$$Y = Y'(1 + h_N/b)$$

$$h_N = bNP_0/(I - NP_0)$$

X', Y': 写真上の値

I: カメラ・光源間距離 (150 mm)

b: カメラ・格子間距離 (400 mm)

P₀: 格子ピッチ (0.75 mm)

N: 縞次数

6) 撮影装置の精度

上述したように本装置は可動型のため, 移動による設置誤差が予想されることから精度の検定を行った。

検定に用いた被写体はモアレ縞の可視度が良好になるように拡散白色塗料を塗布したガラス板で, X 軸, Y 軸方向別々にそれぞれ数本のモアレ縞が現れるように傾斜固定した。

実験は最初の撮影位置を基準とし, X 値, Y 値につきカメラ, スライディングボードとも 11 回繰返し撮影を

図 7 計測部位および計測項目

SX: 基準モアレ縞に囲まれた断面積 (mm²)

SY: 鼻翼の内側の断面積 (mm²)

SAC: 鼻翼の外側の断面積 (mm²)

DI: 左右の基準モアレ縞を結んだ距離 (mm)

VL: 基底線から Sn, Ls, Li の各点までの距離 (mm)

CX: 断面線長 (mm)

図 8 中心投影補正のための投影系

b: 主点から格子平面までの距離

h_N: N 番目の等高線モアレ縞までの深さ

X': みかけ上の等高線モアレ縞と光軸中心との距離

X: 真の距離 $X = X'(1 + h_N/b)$

行った。この際カメラファインダーによる確認は行わず, カメラはスライディングボード最前端に設置してあるストッパーと目盛, またスライディングボードは可動部の目盛のみにて位置を決定した。

得られた写真の計測基準線は X 軸, Y 軸ともカメラに設置したスケールである。表 1 に基準線より N=1 の縞までの距離 A-length, N=1 より N=2 までの縞間隔 B-length, これより算出した傾斜 inclination を示した。A-length の変化は, カメラと被写体との距離の変化を, B-length および inclination の変化はズレ, タワミを表す。

最初の撮影位置の A-length を基準とし, その後の 10 回の変化量と B-length より次式,

$$A\text{-length の変化量} \times 2/B\text{-length}$$

表 1 撮影装置の検定結果

設置誤差 (X) は A-length の変化量と B-length から次式で求められる

$$X = A\text{-length の変化量} \times 2 / B\text{-length}$$

X-Axis								
number of times	Camera				Sliding board			
	A-length (mm)	A-length の変化量	B-length (mm)	Inclination (degree)	A-length (mm)	A-length の変化量	B-length (mm)	Inclination (degree)
1.	16.35	—	107.65	1.06	12.00	—	112.40	1.02
2.	22.55	6.20	107.35	1.07	19.25	7.25	111.81	1.02
3.	20.05	3.70	108.71	1.05	18.80	6.80	111.00	1.03
4.	13.90	2.45	106.00	1.08	21.40	9.40	111.20	1.03
5.	16.00	0.35	108.10	1.06	17.05	5.05	105.91	1.08
6.	19.35	3.00	106.70	1.07	18.55	6.55	106.70	1.07
7.	17.50	1.15	110.05	1.04	28.41	16.41	109.76	1.04
8.	21.00	4.65	107.96	1.06	22.10	10.10	109.11	1.05
9.	17.15	0.80	107.70	1.06	17.56	5.56	107.70	1.06
10.	12.90	3.45	109.80	1.04	21.35	9.35	109.10	1.05
11.	15.75	0.60	107.80	1.06	17.75	5.75	108.90	1.05
Mean	17.50	2.64	107.99	1.06	19.48	8.22	109.42	1.04
S.D.	2.84	1.93	1.14	0.01	3.87	3.37	1.99	0.02
Max.	22.55	6.20	110.05	1.08	28.41	16.41	112.40	1.08
Min.	12.90	0.35	106.00	1.04	12.00	5.05	105.91	1.02

Y-Axis								
number of times	Camera				Sliding board			
	A-length (mm)	A-length の変化量	B-length (mm)	Inclination (degree)	A-length (mm)	A-length の変化量	B-length (mm)	Inclination (degree)
1.	13.15	—	52.06	2.20	15.46	—	52.01	2.20
2.	13.60	0.45	51.50	2.22	15.60	0.86	50.80	2.25
3.	13.80	0.65	51.91	2.21	11.60	3.86	51.35	2.23
4.	14.00	0.85	51.06	2.24	13.85	1.61	51.65	2.22
5.	14.40	1.25	51.10	2.24	8.45	7.01	53.07	2.16
6.	17.05	3.90	51.91	2.21	12.20	3.26	51.70	2.22
7.	14.10	0.70	52.08	2.20	10.20	5.26	52.91	2.16
8.	11.80	1.35	52.06	2.20	11.70	3.76	51.36	2.23
9.	12.10	1.05	52.25	2.19	12.15	3.31	53.30	2.15
10.	13.25	0.10	51.21	2.24	12.61	2.85	51.67	2.22
11.	12.00	1.15	53.26	2.15	15.30	0.16	52.70	2.17
Mean	13.57	1.17	51.85	2.21	12.56	3.19	52.05	2.20
S.D.	1.39	1.03	0.06	0.03	2.05	2.02	0.78	0.03
Max.	17.05	3.90	53.26	2.24	15.46	7.01	53.30	2.25
Min.	11.80	0.10	51.06	2.15	8.45	0.16	50.80	2.14

から設置誤差を計算すると、カメラのX軸に対する前後のずれは最小 0.01 mm, 最大 0.11 mm, 平均 0.05 mm, Y 軸に対する前後のずれは最小 0.00 mm, 最大 0.15 mm, 平均 0.05 mm であり、またスライディングボードの X 軸に対する前後のずれは最小 0.09 mm, 最大 0.30 mm, 平均 0.15 mm, Y 軸に対する前後のずれは最小 0.01 mm, 最大 0.27 mm, 平均 0.12 mm であった。また B-length および inclination の結果より被写体にたいする光軸が安定していることを示す。したがって本装置の設置誤差は僅少で、精度は実測に際し問題ないとする。

実際の撮影時にはまずスライディングボードの位置決めを行い以後動かさず、カメラのみの移動にて義歯の着脱を行う。すなわちこの時点でスライディングボードの移動による設置誤差は消去される。つぎにカメラ本体の

移動のみで各条件の撮影を行うが、この際モアレ縞を目で確認しながら条件を変化させても形態変化がないとされている上顔面⁷⁾、すなわち本研究では顎に注目し、同じ縞が出るように撮影するのでより再現性は高い。

成 績

1. 4 条件での断面形態および条件相互間の比較

1) SX (基準モアレ縞に囲まれた断面積)

4 条件における水平 6 断面の SX、および義歯未装着時に対する他の 3 条件の変化量は表 2, 図 9, 10 に示したとおりである。これから知れるように、4 条件いずれにおいても大きさは $Snp > Msp > Lsp > Lip > Li 10 p > Li 20 p$ の順である。

表 2 4条件における水平6断面の基準モアレ縞に囲まれた部分の断面積 (SX) および義歯未装着時に対する他の3条件の変化量 (mm²)

CONDITION	Snp			Msp			Lsp			Lip			Li10p			Li20p		
	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.
Emp	20	1816.79	337.41	20	1536.61	315.58	20	1281.29	323.37	20	1085.93	372.29	20	972.37	367.69	20	866.20	395.33
U・L	20	2051.18	319.19	20	1919.65	325.18	20	1710.19	344.64	20	1304.99	362.05	20	1014.94	377.74	20	743.28	402.77
U	19	2058.30	311.36	19	1916.82	319.19	19	1687.88	355.08	19	1234.86	367.55	19	1010.10	377.68	19	816.17	395.51
L	16	1833.13	340.87	16	1608.78	335.07	16	1429.53	378.02	16	1286.84	401.57	16	988.23	356.34	16	748.01	349.17
U・L-Emp	20	234.39	136.53	20	383.04	181.87	20	428.90	206.10	20	219.06	203.09	20	42.57	144.26	20	-122.92	129.25
U-Emp	19	240.54	121.53	19	387.47	148.76	19	423.56	197.71	19	173.58	199.50	19	52.70	151.72	19	-46.61	141.86
L-Emp	16	36.65	81.06	16	88.02	129.51	16	176.74	176.21	16	232.57	151.92	16	90.03	159.62	16	-46.70	142.13

U・L-Emp は Emp と U・L との間の変化量を示す。他も同様である

図 9 各条件における水平6断面の基準モアレ縞に囲まれた部分の断面積 (SX)

Emp: 義歯未装着 U・L: 上下義歯装着
U: 上顎義歯装着 L: 下顎義歯装着

注) 縦軸に断面部位, 横軸に断面積, 左に右側貌をシェーマで示した

図 10 義歯未装着に対する他の3条件の変化量 (SX)

U・L-Emp: 上下義歯装着時の義歯未装着時に対する変化量

U-Emp: 上顎義歯装着時の義歯未装着時に対する変化量

L-Emp: 下顎義歯装着時の義歯未装着時に対する変化量

各隣接断面間における大きさでは, Emp で Snp と Msp, Msp と Lsp との間, U・L で Lsp と Lip, Lip と Li 10 p, Li 10 p と Li 20 p との間, U で Msp と Lsp, Lsp と Lip との間, L で Lip と Li 10 p との間にそれぞれ有意な差が認められた (図 11)。

各断面での4条件相互間では, Snp で U・L および U と Emp との間, Msp で U・L および U と Emp との間, U・L および U と L との間, Lsp で U・L および U と Emp との間, U・L と L との間にそれぞれ有意な差が認められたが, 下顎の3断面にはすべて有意な差が認められなかった (図 12)。

各断面相互間における変化量では, U・L および U で Snp と Lip との間, Msp と Lsp との間, L で Msp, Li 10 p および Li 20 p と Snp との間, Lsp および Li 10 p と Msp との間, Lip および Li 10 p と Lsp との間を除き, 他のすべてに有意な差が認められた (図 13)。

各断面での変化量相互間では, Snp, Msp, Lsp の上顎

図 11 4条件における各隣接断面間の差の有意性 (SX)

注) → は2者間に有意の差 ($P \leq 0.05$) のあることを, > は平均値の大小関係を示す

図 12 各断面での 4 条件相互間の差の有意性 (SX)
(図 11 下注参照)

図 13 各断面相互間における変化量の差の有意性 (SX)
(表 2, 図 11 下注参照)

図 14 各断面での変化量相互間の差の有意性 (SX)
(表 2, 図 11 下注参照)

表 3 各条件における上顎 3 断面の鼻翼の内側の断面積 (SY) および義歯未装着時に対する他の 3 条件の変化量 (mm²)

CONDITION	Snp			Msp			Lsp		
	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.
Emp	20	235.54	57.33	20	225.31	56.79	20	271.27	70.64
U · L	20	320.95	83.05	20	397.24	107.33	20	485.11	144.46
U	19	332.41	75.69	19	409.06	95.21	19	488.67	128.33
L	16	241.33	64.03	16	259.32	64.09	16	331.33	103.61
U · L-Emp	20	85.42	71.53	20	171.94	95.63	20	213.83	112.04
U-Emp	19	94.49	53.98	19	182.20	76.98	19	213.90	102.08
L-Emp	16	-2.38	28.86	16	33.55	42.59	16	56.86	80.02

図 15 各条件における上顎 3 断面の鼻翼の内側の断面積 (SY)

図 16 義歯未装着に対する他の 3 条件の変化量 (SY)

図 17 4条件における各断面間の差の有意性 (SY)
(図 11 下注参照)

図 18 各断面での4条件相互間の差の有意性 (SY)
(図 11 下注参照)

図 19 各断面相互間における変化量の差の有意性 (SY)
(表 2, 図 11 下注参照)

図 20 各断面での変化量相互間の差の有意性 (SY)
(表 2, 図 11 下注参照)

表 4 各条件における上顎3断面の鼻翼の外側の断面積 (SAC) および義歯未装着時に対する他の3条件の変化量 (mm²)

CONDITION	Snp			Msp			Lsp		
	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.
Emp	20	896.04	311.90	20	657.74	249.60	20	463.83	198.80
U・L	20	1045.02	275.80	20	868.86	251.55	20	678.90	233.49
U	19	1038.74	287.03	19	858.62	254.77	19	649.54	227.38
L	16	906.35	319.38	16	702.77	262.41	16	573.94	250.42
U・L-Emp	20	148.98	114.68	20	211.11	116.58	20	215.07	137.30
U-Emp	19	146.05	101.78	19	205.26	99.49	19	196.56	122.63
L-Emp	16	39.03	71.21	16	54.47	108.53	16	119.88	115.31

図 21 各条件における上顎3断面の鼻翼の外側の断面積 (SAC)

図 22 義歯未装着に対する他の条件の変化量 (SAC)

3断面とも U・L および U と L との間に有意な差が認められたが、下顎の3断面すべてに有意な差は認められなかった (図 14)。

2) SY (鼻翼の内側の断面積)

4条件における上顎3断面の SY, および義歯未装着時に対する他の3条件の変化量は表 3, 図 15, 16 に示し

たとおりである。これから知れるように, Emp を除く他の条件のいずれにおいても大きさは $Snp < Msp < Lsp$ の順である。

各断面相互間における大きさでは, Emp で Msp と Lsp との間, U・L と U で Msp および Lsp と Snp との間, Msp と Lsp との間, L で Snp および Msp と Lsp

図 23 4 条件における各断面間の差の有意性 (SAC) (図 11 下注参照)

図 24 各断面での 4 条件相互間の差の有意性 (SAC) (図 11 下注参照)

図 25 各断面相互間における変化量の差の有意性 (SAC) (表 2, 図 11 下注参照)

図 26 各断面での変化量相互間の差の有意性 (SAC) (表 2, 図 11 下注参照)

表 5 各条件における水平 6 断面の基底線の長さ (DI) および義歯未装着時に對する他の 3 条件の変化量 (mm)

CONDITION	Snp			Msp			Lsp			Lip			Li10p			Li20p		
	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.
Emp	20	109.76	10.53	20	100.72	11.56	20	93.33	10.88	20	84.13	14.62	20	76.06	13.01	20	61.59	11.14
U・L	20	113.12	8.20	20	105.67	9.98	20	98.50	9.89	20	86.70	12.95	20	74.26	12.21	20	54.27	12.70
U	19	112.77	8.65	19	104.74	9.71	19	96.61	10.56	19	85.10	14.10	19	74.58	12.28	19	57.08	11.44
L	16	110.90	10.00	16	103.51	10.74	16	97.38	10.46	16	85.91	14.26	16	73.93	13.31	16	56.09	12.08
U・L-Emp	20	3.37	3.98	20	4.95	3.92	20	5.18	4.56	20	2.56	5.40	20	-1.79	4.63	20	-7.32	7.14
U-Emp	19	3.32	3.83	19	4.53	3.64	19	3.97	3.39	19	1.76	5.18	19	-1.07	4.89	19	-4.61	6.52
L-Emp	16	2.14	2.92	16	3.77	4.39	16	4.74	4.42	16	3.58	6.96	16	-0.20	6.09	16	-4.57	7.13

図 27 各条件における水平 6 断面の基底線の長さ (DI)

図 28 義歯未装着に對する他の 3 条件の変化量 (DI)

との間にそれぞれ有意な差が認められた (図 17)。

各断面での 4 条件相互間では, Snp, Msp, Lsp のいずれにおいても, U・L および U と Emp との間, U・L および U と L との間にそれぞれ有意な差が認められた (図 18)。

各断面相互間における変化量では, U・L, U, L のいずれにおいても, Msp および Lsp と Snp との間に有意な差が認められた (図 19)。

各断面での変化量相互間では, Snp, Msp, Lsp の上顎 3 断面とも U・L および U と L との間に有意な差が認

図 29 4条件における各隣接断面間の差の有意性 (DI)
(図 11 下注参照)

図 30 各断面相互間における変化量の差の有意性 (DI)
(表 2, 図 11 下注参照)

表 6 各条件における水平 6 断面の断面線長 (CX) および義歯未装着時に
対する他の 3 条件の変化量 (mm)

CONDITION	Snp			Msp			Lsp			Lip			Li10p			Li20p		
	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.
Emp	20	130.51	12.88	20	117.81	13.20	20	109.36	11.97	20	99.82	18.43	20	87.74	16.31	20	76.26	16.54
U・L	20	134.11	10.22	20	125.35	11.38	20	118.24	11.23	20	104.52	15.81	20	87.44	15.65	20	68.79	17.64
U	19	133.74	10.78	19	124.69	11.10	19	117.45	11.83	19	103.23	17.40	19	87.45	15.80	19	72.48	16.57
L	16	131.66	12.45	16	120.11	12.82	16	113.08	12.32	16	103.30	17.71	16	86.56	16.68	16	69.55	17.13
U・L-Emp	20	3.60	5.00	20	7.54	4.69	20	8.89	4.91	20	4.70	6.26	20	-0.30	5.43	20	-7.47	7.90
U-Emp	19	3.65	4.45	19	7.38	4.63	19	8.79	4.23	19	4.38	6.94	19	0.31	5.85	19	-3.61	7.16
L-Emp	16	2.41	3.10	16	3.69	4.43	16	4.72	4.79	16	5.63	7.92	16	1.54	7.51	16	-4.16	8.64

図 31 各条件における水平 6 断面の断面線長 (CX)

図 32 義歯未装着に対する他の 3 条件の変化量 (CX)

められた (図 20)。

3) SAC (鼻翼の外側の断面積)

4条件における上顎 3断面の SAC, および義歯未装着時に
対する他の 3条件の変化量は表 4, 図 21, 22 に示した
とおりである。これから知れるように, 4条件のいず

れにおいても大きさは Snp>Msp>Lsp の順である。

各断面相互間における大きさでは, Emp と U・L で
Msp および Lsp と Snp との間, Msp と Lsp との間, U
で Snp および Msp と Lsp との間, L で Snp と Lsp と
の間にそれぞれ有意な差が認められた (図 23)。

図 33 4 条件における各隣接断面間の差の有意性 (CX)
(図 11 下注参照)

図 34 各断面での 4 条件相互間の差の有意性 (CX)
(図 11 下注参照)

図 35 各断面相互間における変化量の差の有意性 (CX)
(表 2, 図 11 下注参照)

各断面での 4 条件相互間では, Snp でいずれにおいても有意ではないが, Msp と Lsp で U・L および U と Emp との間に有意な差が認められた (図 24).

各断面相互間における変化量では, U・L と U でいずれにおいても有意ではないが, L で Snp と Lsp との間に有意な差が認められた (図 25).

各断面での変化量相互間では, Snp と Msp で U・L および U と L との間, Lsp で U・L と L との間にそれぞれ有意な差が認められた (図 26).

4) DI (左右の基準モアレ縞を結んだ距離: 断面の基底線の距離)

4 条件における水平 6 断面の DI, および義歯未装着時に対する他の 3 条件の変化量は表 5, 図 27, 28 に示したとおりである. これから知れるように, 4 条件いずれにおいても大きさは $\text{SnP} > \text{Msp} > \text{Lsp} > \text{Lip} > \text{Li 10 p} > \text{Li 20 p}$ の順である.

各隣接断面間における大きさでは, Emp で Lip と Li 10 p との間, L で Snp と Msp との間, Msp と Lsp との間を除き, 他のすべてにそれぞれ有意な差が認められた (図 29).

各断面での 4 条件相互間では, すべてに有意な差が認められなかった.

各断面相互間における変化量では, U・L で Li 10 p および Li 20 p と Snp, Msp, Lsp, Lip との間, Li 10 p と Li 20 p との間, U で Li 10 p および Li 20 p と Snp,

図 36 各断面での変化量相互間の差の有意性 (CX)
(表 2, 図 11 下注参照)

Msp, Lsp との間, Lip と Li 20 p との間, L で Li 10 p と Msp および Lsp との間, Li 20 p と Snp, Msp, Lsp, Lip との間にそれぞれ有意な差が認められた (図 30).

各断面での変化量相互間では, すべてにおいて有意な差が認められなかった.

5) CX (断面線長)

4 条件における水平 6 断面の CX, および義歯未装着時に対する他の 3 条件の変化量は表 6, 図 31, 32 に示

表 7 各条件における断面の基底線から Sn, Ls, Li の各点までの距離 (VL) および義歯未装着時に対する他の 3 条件の変化量 (mm)

CONDITION	Sn			Ls			Li		
	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.	n	MEAN	S.D.
Emp	20	26.16	2.34	20	25.04	3.85	20	22.54	5.33
U・L	20	27.46	2.01	20	29.43	3.63	20	25.90	4.46
U	19	27.62	2.08	19	29.46	3.83	19	25.29	4.72
L	16	25.86	2.37	16	25.49	3.95	16	25.40	5.23
U・L-Emp	20	1.30	1.22	20	4.38	2.48	20	3.36	3.11
U-Emp	19	1.43	1.17	19	4.50	2.42	19	3.08	2.74
L-Emp	16	-0.14	0.65	16	0.76	1.70	16	3.24	2.38

図 37 各条件における断面の基底線から Sn, Ls, Li の各点までの距離 (VL)

図 38 義歯未装着に対する他の 3 条件の変化量 (VL)

したとおりである。これから知れるように、4条件いずれにおいても大きさは $Sn_p > Msp > Lsp > Lip > Li_{10p} > Li_{20p}$ の順である。

各隣接断面間における大きさでは、Emp で Lsp と Lip との間、U・L で Msp と Lsp との間、L で Msp と Lsp との間、Lsp と Lip との間を除き、他のすべてにそれぞれ有意な差が認められた (図 33)。

各断面での 4 条件相互間では、Lsp で U・L および U と Emp との間に有意である以外、すべてに有意な差は認められなかった (図 34)。

各断面相互間における変化量では、U・L で Snp と Lip との間、Lsp および Lip と Msp との間、U で Lip および Li 10p と Snp との間、Lsp および Lip と Msp との間、Lsp と Lip との間、Lip と Li 10p との間、Li 10p と Li 20p との間を除くすべてに、また、L で Li 20p と Snp, Msp, Lsp, Lip との間に有意な差が認められた (図 35)。

各断面での変化量相互間では、Msp と Lsp で U・L および U と L との間に有意な差が認められた以外、すべてに有意な差が認められなかった (図 36)。

6) VL (断面の基底面から Sn, Ls, Li の各点までの距離)

4 条件における上顎 3 断面の VL, および義歯未装着

時に対する他の 3 条件の変化量は表 7, 図 37, 38 に示したとおりである。

各断面相互間における大きさでは、Emp で Sn と Li との間、U・L で Sn および Li と Ls との間、U で Ls と Li との間にそれぞれ有意な差が認められたが、L では認められなかった (図 39)。

各断面での 4 条件相互間では、Sn で U・L および U と L との間、Ls で U・L および U と Emp との間、U・L および U と L との間、Li で Emp と U・L との間にそれぞれ有意な差が認められた (図 40)。

各断面相互間における変化量では、U・L と U で Ls および Li と Sn との間、L で Sn および Ls と Li との間にそれぞれ有意な差が認められた (図 41)。

各断面での変化量相互間では、Sn と Ls で U・L および U と L との間に有意な差が認められたが、Li では認められなかった (図 42)。

2. 実験義歯装着による顔面形態の変化

表 8 に実験基準義歯に対する各実験義歯装着時の変化率 (%) を示す。

1) SX

ut/l では上顎 3 断面は Snp から Lsp に向かって、下顎の 3 断面は、Lip から Li 20p に向かってそれぞれ減

図 39 4 条件における各断面間の差の有意性 (VL)
(図 11 下注参照)

図 40 各断面での 4 条件相互間の差の有意性 (VL)
(図 11 下注参照)

図 41 各断面相互間における変化量の差の有意性 (VL)
(表 2, 図 11 下注参照)

図 42 各断面での変化量相互間の差の有意性 (VL)
(表 2, 図 11 下注参照)

表 8 実験基準義歯に対する各実験義歯装着時の変化率 (断面積)

Condition	SX					
	Sn	Msp	Lsp	Lip	Li10p	Li20p
ut/l	0.42	-1.52	-10.56	-7.86	-10.99	-12.89
uf/l	-2.42	-2.93	2.17	-5.16	-8.09	-12.08
u /t	0.35	-0.05	2.74	2.79	2.51	0.74
u /lf	-3.72	-4.19	-8.83	-10.01	-12.34	-5.45

Condition	SAC			SY		
	Sn	Msp	Lsp	Sn	Msp	Lsp
ut/l	-0.51	2.53	-9.93	4.86	-21.32	-25.61
uf/l	7.15	5.48	4.70	-43.52	-43.28	1.34
u /t	0.32	0.25	3.72	1.32	-1.32	4.96
u /lf	-9.50	-8.67	-16.26	8.30	-1.27	-9.65

(%)

少傾向を示した。Lsp と Lip とを比較すると、Lsp のほうがその減少率は大きであった。

uf/l では Snp, Msp に若干の減少傾向がみられるものの、ほとんど変化はなかった。下顎の 3 断面においては、Lip から Li 20 p に向かって減少傾向を示した。

u/t ではほとんど変化はなかった。

u/lf では上顎 3 断面は Snp から Lsp に向かって、下顎においては Lip, Li 10 p に特に減少傾向を示した。

2) SY および SAC

ut/l において、SY では Msp, Lsp に減少傾向がみられ、SAC では Snp, Msp にほとんど変化はみられず、Lsp に減少傾向を示した。また、その減少率は SY のほうが大なる傾向を示した。

uf/l では特に SY に著明な変化が認められ、Snp, Msp では大きな減少率を示した。また SY における ut/l と uf/l を比較すると、ut/l は Msp, Lsp に、uf/l は Snp,

Msp にそれぞれ影響しているが、Msp に対する影響力は uf/l のほうが ut/l より約 2 倍程度の強さを示した。

u/t では上顎 3 断面で SAC, SY とともに、ほとんど変化はみられなかった。

u/lf において、SAC では上顎の 3 断面に、SY では Lsp に減少傾向を示した。

総括および検討

上下顎無歯顎者 20 名について、義歯未装着時、上下義歯装着時、上顎義歯装着時、下顎義歯装着時の 4 条件についてモアレ写真を撮影し断面形状の立体的計測を行い、無歯顎における顔面形態の特徴、義歯装着による顔面形態の変化、さらに上顎義歯、下顎義歯それぞれの顔面形態への影響を検討した。また上下無歯顎者のなかで 1 名は、さらに義歯形態と顔面形態との関係を検索する

ために、上下前歯部人工歯と床辺縁部の形態の異なる実験義歯を調製装着し計測を行った。以上を総括し検討を加えると以下のようである。

1. 研究方法について

モアレ法は非接触型の撮影方法であること、1枚の写真で三次元的計測が可能であること、データを写真として保存し任意の時に計測できることなどの多くの長所により種々の計測に利用されつつあるが、解決しなければならない問題点も残されている。高崎¹²⁾はそれらを以下の4点にまとめている。

- 1) 被写体の定位が重要であるが、難しい。
- 2) 凹凸の一義的決定ができない。
- 3) 縞の荒い部分の測定精度が低下する。
- 4) 等高線の標高差は、一定であることが望ましい。

このような問題点は多くの研究者が述べており、また解決すべく研究が行われている。4)はモアレ撮影法が中心投影であり被験者とカメラの距離が有限であるために像に歪みを生ずる現象(perspective effect)と、格子とカメラの距離が有限であるために生ずる縞間隔の誤差とである。これは大きさが小さく奥行も狭い被写体の場合、またモアレ縞を質的に、すなわちパターンとしてのみ評価する場合はさほど問題ではないが、本研究のように顔面を量的に評価する場合は補正することが望ましい。

高崎¹²⁾は4)について、中心投影補正と縞次数を決定し標高差を補正することにより相対誤差0.5%の測定が行えると述べている。また土屋⁴¹⁾は上記の1)、4)に関して従来の臨床系の報告では看過されてきた画像の歪みと等高線間隔、また被写体の位置づけおよび再現性について検討し、補正を施せば顔面形状の適切な三次元的定量評価を行うことが可能であると報告している。

本研究では研究方法で述べたごとく補正を行った。著者の撮影方法は精度および再現性を向上させるために撮影時、縞のパターンを確認しながら行うので、判別しやすいように鼻尖点を黒縞で撮影する位置づけである。さらにモアレ写真をトレースするときその簡便さや精度の問題で黒縞をトレースしていることから、便宜上鼻尖点の黒縞をN=1としてそれより20本目を基準モアレ縞としているが、光学的にはN=0.5からN=19.5である。以上のことよりZ軸の補正はN=0.5からN=19.5で行った。

なお perspective effect により光軸より離れれば離れるほど光軸側に凸に歪むため、水平6断面は厳密には顔

耳平面と平行ではない。

また1)に関して顔面形態の術前術後を比較する研究²³⁻³⁰⁾ではその再現性が問題になるが、本研究は総義歯補綴臨床の特殊性から術前術後を同時に撮影できるという点できわめて有利である。

2)に関しては著者の顔面計測は主に下顔面であり、凹凸が判断しにくい所は鼻唇溝付近であるので、注意深く観察しておけば容易に解決できる。

このようにモアレ法を十分に理解し、問題点を解決しながら使用すれば、本研究の目的を達成するに優れた手段といえる。

2. 下顔面の形態的特徴について

補綴治療の最終目標は、失われた機能の回復と審美性の回復である。

ところで審美性という概念は、科学的に客観的に分析された数値で評価することは難かしく、Stoner⁴²⁾は「個人の考えかたによって評価の基準が変り得る概念である」としている。一方、山崎⁴³⁾、Wylie⁴⁴⁾らは、「美しいものは誰がみても美しくみえる」というある種の判定、評価の基準のようなものが存在すると述べている。

著者は総義歯における審美性を検討する第一歩は無歯顎者の顔面、義歯装着時の顔面形態を客観的に把握することと考え、まず各条件での形態的観察を行った。

Emp をみると、SX、DI、CX の3計測項目とも同傾向を示し、上顎3断面は Snp が最も大きく、ついで Msp、Lsp の順である。VL における Sn-Ls 間には有意差は認められず、さらに SY では Msp<Lsp の関係のみで他に有意差はなく、SAC では SX と同様に有意に Snp が最も大きく、ついで Msp、Lsp の順である。このことは SX における Snp>Msp>Lsp の関係は主に鼻翼の外側の形態的特徴であり、鼻翼の内側はあまり変化がない、いわゆる平坦な形態をしていることを示している。

下顎の3断面において、SX では Lsp-Lip、Lip-Li 10 p、Li 10 p-Li 20 p 間に、DI では Lip-Li 10 p 間に、CX では Lsp-Lip 間に有意な差は認められない。また VL では Sn-Li 間以外は有意な差は認められない。これは各断面にはっきりとした差がない、すなわち起伏の少ない、いわゆるのっぺりとした平坦な形態をしていることを示している。また Lsp と Lip に差がないことも考え併せ、歯が喪失し上下無歯顎になった時の顔貌は、鼻翼の内側、いかえれば上唇部付近から下唇部およびオトガイ部にかけてののっぺりとした平坦な形態であり、鼻翼の外側、いかえれば頬部は下唇部に向かってへこん

でいる形態的特徴を持つものと考えられる。山崎⁴³⁾、伊藤⁴⁵⁾、瀬端⁴⁶⁾らは「上中顔面部より下顔面部に美醜の形態的差異を決定する要素が現れる」と報告している。無歯顎者の義歯未装着時の顔面形態の特徴も口唇部とオトガイ部にあり、この部位が顔面形態の評価に大きく関与していることがわかる。

U・L では、Emp で有意差のなかった SX における Lsp-Lip、Lip-Li 10 p、Li 10 p-Li 20 p 間、DI における Lip-Li 10 p 間、CX における Lsp-Lip 間に有意な差がみられたが、逆に SX の Snp-Msp、Msp-Lsp 間、CX の Msp-Lsp 間に有意な差がみられなくなった。また、VL において Sn と Li との差はなくなり、 $Sn < Ls$ 、 $Ls > Li$ であった。すなわち、下顎の 3 断面間および Lsp-Lip 間はすべて有意な差を示し、上唇点から下顎にかけての無歯顎の形態的特徴はなくなり、各断面間にはっきりとした差を示す形態になっている。上顎の断面に有意差がなくなったのは、義歯を装着することにより各断面とも増加するが、増加量が Lsp 側に向かって大なる傾向であるので、結果的に断面間の差がなくなり有意差を示さなくなったものと思われる。

SAC では Emp と同様に $Snp > Msp > Lsp$ の関係にあったが、SY においては、 $Snp < Msp < Lsp$ と口裂に近づくほど有意に大なる傾向を示した。

これらのことより、上下義歯装着時の顔面形態は、オトガイ部が明瞭で、上顎の 3 断面では口裂に近づくほど鼻翼の内側、すなわち上唇部付近は突出し、外側、すなわち頬部はへこんでいる形態的特徴を持つものと考えられる。

このように上下義歯を装着することにより顔面の形態的特徴は変化するが、ここで注目すべきは、上顎 3 断面における変化の様相が SAC と SY とで異なることである。すなわち SAC では 3 断面とも増加の傾向を示しながらも、 $Snp > Msp > Lsp$ のパターンは変化しないが、SY では Lsp 側にその変化は大きく、 $Snp < Msp < Lsp$ の関係に変化している。このことは SY が単に量的にだけでなく質的に変化していることを示すものであり、この領域の変化が顔面形態に与える影響はきわめて大であることが推察される。

小島⁴⁷⁾は矯正学的立場より、頭部 X 線規格写真で側貌が調和がとれているもの (good)、不調和なもの (poor) に分けて検討した結果、上唇最深点と A 点上軟組織 (A 点: ANS と prosthion との間の顎間縫合線上の最深部の点) は good と poor に有意差はなく、上唇最前点、下唇最前点、B 点上軟組織 (B 点: infradentale と po-

gonion との間の下顎唇側歯槽骨縁上の最深部の点) に有意差が認められ、そして poor の特徴は B 点上軟組織が厚く pogonion 上軟組織が薄いことであり、このことがオトガイ部の形成不明瞭となって現れるとしている。

また白井⁴⁸⁾も、顔面の調和群、不調和群を比べると、不調和群は下唇部からオトガイ部にかけてできるほぼ最深部となるべき B 点上軟組織が認められず、下唇最前点からオトガイ部まで直線的または至みのある曲線によって移行することになり、オトガイ部の隆起を不明瞭もしくは失わせる結果となっていると述べている。

これらと著者の研究では基準点を異にしているため、また有歯顎と無歯顎という根本的な差異があるため、所見の直接比較は困難であるが、B 点上軟組織、pogonion 上軟組織に一番近い著者の計測点をそれぞれ Li 10、Li 20 と考えるならば、SX において義歯未装着時に有意差を示さなかった Li 10 p-Li 20 p 間が、Li 10 p の増加傾向と Li 20 p の減少傾向によって有意差を示したことは、B 点上軟組織が厚く pogonion 上軟組織が薄く変化したということに相応すると考えられる。

このことは、義歯を装着することはこの部位だけをみればオトガイ部を不明瞭にするように解釈できるが、義歯を装着することによる変化は Li 10 p、Li 20 p より Lip の方が大きく、下唇部からオトガイ部まで全体像としてとらえれば、けっしてオトガイ部を不明瞭にするということではない。すなわち下顎の 3 断面において、Li 10 p の増加傾向と Li 20 p の減少傾向より Lip の増加傾向のほうが強く、全体としてみれば Li 10 p を中心に Lip は増加傾向、Li 20 p は減少傾向を示すようである。

与五沢⁴⁹⁾は「B 点上軟組織の動きは審美的立場から、側貌にとってきわめて重要な影響を与える」とし、B 点上軟組織が厚くなること、pogonion 上軟組織が薄くなることは側貌にとって不利であることを示唆している。さらに白井⁴⁸⁾は下唇部からオトガイ部にかけては Peck & Peck⁵⁰⁾のいう逆 S 字型の流れ、すなわち supramentale を形成し、下口唇部とオトガイ部をはっきり分け、明確なオトガイ隆起を第三者に印象づけることにより、調和のとれた美しい顔として認められることになる」と述べている。このことは、無歯顎者に義歯を装着し顎顔面の形態を審美的に回復させること、すなわち無歯顎者の特徴であった上唇点からオトガイ部までの起伏のない直線的な形態を改善することに他ならない。

つぎに、義歯装着による顎顔面の形態変化で上顎義歯、下顎義歯それぞれの役割を明確にするために、補綴臨床上ではあまり考えられないが片顎ずつ装着し検討し

た。

Uではすべての計測項目でほとんどU・Lと同様の傾向を示したが、SXにおけるLip-Li 10 p, Li 10 p-Li 20 p間に有意差は認められず、Msp-Lsp間に認められた。また、SACのSnp-Msp間およびVLのSn-Ls間の有意差はなくなった。しかしこの変化はU・Lとの間に有意な差のできるような変化ではなく、上顎義歯装着時の顔面形態は上下義歯装着時ときわめて似ていると考えられる。

LではSX, DI, CXとも同傾向を示したが、SXにおいてSnp-Msp, Msp-Lsp, Lsp-Lip, Li 10 p-Li 20 p間に、DIにおいてSnp-Msp, Msp-Lsp間に、CXにおいてMsp-Lsp, Lsp-Lip間に有意の差は認められない。またSYにおいてEmpに有意差の認められなかったSnp-Lsp間には有意にSnp<Lspの関係になっている。これはLspの増加傾向によるもので下顎義歯がLspに影響していることがわかる。SACでは有意差が認められるのはSnp-Lsp間のみであり、VLもSn, Ls, Li間すべてに有意差はない。これらより下顎義歯装着時の顔面形態は、鼻翼の内側、すなわち上唇部は平坦で口裂付近は軽度に出出し、鼻翼の外側、すなわち頬部はなだらかにへこんでいる。全体的には上顎から下唇にかけて平坦でオトガイ部付近は上下義歯装着時と同様であると考えられる。

このような上顎の変化、下顎の変化に伴う顔面の形態変化の研究は矯正学の立場より多くなされている。特に上顎中切歯と下唇の関係については多くの研究者が報告している。すなわち、小島⁴⁷⁾は「下唇最前点の突出度は上顎中切歯切端の影響を高く受ける」とし、Bloom⁵¹⁾は矯正治療後における前後的距离の変化量で、上顎中切歯切端と下唇最前点に相関を認めたとしている。また、伊藤⁴⁵⁾は「下唇のProfileは下顎中切歯よりむしろ上顎中切歯切端の位置に大きな影響を受ける」と報告し、さらに石沢ら⁵²⁾は「上顎中切歯切端は下唇に覆われており、これら二者の間に密接な関係がある」と述べている。著者の成績でも上下義歯装着時と上顎義歯のみ装着時のすべての計測項目にほとんど有意な差はなく、上顎義歯が下唇に強く影響していることがわかり、Bloom⁵¹⁾、小島⁴⁷⁾、伊藤⁴⁵⁾、石沢ら⁵²⁾らと一致する。

本研究における被験者の顎位ならびに口唇付近の撮影時の条件設定は下顎安静位でなおかつ「軽く唇を閉じてください」と指示して行った。著者の成績はすべてこのように上下の口唇を軽く接していることを前提としている。すなわち、上顎義歯、下顎義歯装着に伴う対顎の変

化は、口唇が接しているときのみ起こる。このことは、矯正治療における歯の移動による影響とは趣を異にし、口唇が支配している影響と考えられる。すなわち、上顎義歯を装着することによる上唇の変化に伴う下唇の変化、いいかえれば、下唇の上唇への協調作用が起こるのではないかと考察できる。

そしてこの協調作用は、上唇が主導権をもち下顎のそれより著明に強いことが推察される。

Burstone⁵³⁾は下顎安静位の上下口唇の関係、すなわち上下口唇が軽く接した状態は本来の口唇の安静状態ではなく、上下口唇が接しない時が安静状態であるとし、relaxed lip positionでの軟組織をとらえ硬組織との関係について報告し、「下口唇は通常上口唇よりも口唇を閉じるためにより動く」としている。また小島⁴⁷⁾は、relaxed lip positionにおける上下口唇間の距離が大きいほど審美性において不利であり、上下口唇の垂直移動が口腔周囲の側貌の審美性に関連のある部分と深く関係していると述べている。

著者の成績と対比するに、無歯顎における顔面形態を義歯により回復する際、口唇の移動は大きく、有歯顎時よりも「下口唇は通常上口唇よりも口唇を閉じるためにより動く」という現象は著明になると思われる。この観点からも口唇の協調作用は重要な意味を持つ。

3. 顔面形態の各断面における4条件間の比較検討

SXをみるとSnpにおいてはEmpに対してU・LとUは有意に大である。MspにおいてはEmpに対してU・LとU、またLに対してU・LとUは有意に大である。またLspにおいてはLに対してUに有意差がない以外、Mspと同傾向を示している。下顎の3断面においては、DI, CXと同様にすべての条件間に有意な差を示していない。

このことは義歯装着による顔面形態の変化は特に上顎の3断面に現れ、下顎の3断面にはあまり変化は現れないことを示している。太田⁷⁾は義歯装着によって起こる顔貌変化を立体写真計測法を用いて検索し、下唇部より上唇部が大きい体積変化を示したとしている。著者の成績とは計測部位、体積と面積の違いはあるが、同傾向と思われる。

しかし、上述の形態的観察でも述べたごとく、各条件での上下6断面のバランスにこの下顎の変化は非常に重要な役割を持ち、顔貌の回復に大きく関与していることが示唆される。

さらに上顎義歯を装着することが上下義歯を装着する

ことと同様に下顎に影響を与えるのならば、この小さな下顎の変化は上顎義歯に支配されていることが推察される。

SY において, Snp, Msp, Lsp は同傾向を示し, Emp と L との間, U・L と U との間には有意差を認めなかった。SAC では Snp で各条件間すべてに有意差は認められないものの, Msp, Lsp で Emp と U・L および U との間に有意な差が認められた。また L と Emp との間, U・L と U との間には有意な差はなかった。

以上の SY, SAC の所見より, 上顎義歯を装着することによる変化は上顎の 3 断面の SY と, SAC の Msp と Lsp に起こり Snp にはあまり影響しないことがわかる。

4. 各変化量における各断面相互間の比較検討

無歯顎者に義歯を装着することによる変化がどこに, どの位出てくるのかを知ることは, 補綴臨床上重要なことと考えられる。そこで各計測項目の各条件での変化量を検討した。

SX の U・L における変化量は Msp と Lsp は有意に Snp と Lip より大きく Lsp 側に大なる傾向を示した。このことは口裂付近の解剖学的形態に起因すると考えられる。

U の変化量は U・L と同傾向を示した。また L での変化量は, Lip から Li 20 p に向けて有意に減少し Snp と Lsp および Lip に, Msp と Lip および Li 20 p に, Lsp と Li 20 p に有意な差が認められた。

U・L の SY では $Snp < Msp$, $Snp < Lsp$ で, SAC では Snp, Msp, Lsp の 3 断面に有意差は認められなかった。すなわち上唇部付近では口裂側でその変化量は大きく, 頬部では断面間の変化量に差はない。U は SY, SAC とも U・L と同様であった。また, L の変化量は, SY では Snp より Msp および Lsp が, SAC では Snp より Lsp が有意に大なる傾向を示した。

DI において U・L の変化量, U の変化量および L の変化量は Snp, Msp, Lsp, Lip の 4 断面間には有意な差はなかった。また, L の変化量は Li 10 p と Msp および Lsp との間, Li 20 p と Snp, Msp, Lsp, Lip との間に有意な差が認められた。

CX において U・L では Snp と Lip, Msp と Lsp および Lip 間には有意な差はなかった。U の変化量は Li 20 p と Snp, Msp, Lsp, Lip のそれぞれと Snp と Msp および Lsp, Msp および Lsp と Li 10 p とに有意な差が認められた。また L での変化量は, Li 20 p と Snp, Msp, Lsp, Lip に有意な差が認められた。

VL における U・L の 3 点の変化量は, $Sn < Ls$, $Sn < Li$ であった。すなわち上唇点および下唇点は鼻下点より変化量は多いが, 上唇点と下唇点の間には有意な差はない。U の変化量は U・L と同傾向を示した。また L での変化量は, 有意に $Sn < Li$, $Ls < Li$ で上唇点より下唇点に変化しているのがわかる。

このようにすべての計測項目において, 上下義歯装着時の変化量と, 上顎義歯装着時の変化量はほとんど同様であり上顎義歯の顔面形態における重要性が示唆される。

5. 各断面における変化量相互間の比較検討

SX において U・L と U では Snp から Li 20 p まですべての断面で有意な差は認められなかった。L の変化量は Snp, Msp, Lsp の 3 断面で有意に U・L と U の変化量より小さかったが, 下顎の 3 断面においては, 有意な差を示さなかった。

このことは, 上顎義歯と下顎義歯の顔面に対する影響を示すものである。すなわち, 上顎義歯は下顎義歯がなくとも下顎の 3 断面に下顎義歯があるときと同じように影響を及ぼしているが, 下顎義歯は上顎にはあまり影響していないと考えられる。

SY では, 上顎 3 断面のすべてが同傾向を示し, U・L と U とは有意な差はなく, U・L と U は L より有意にその変化量は大きかった。SAC は, Snp, Msp では SY と同様であるが, Lsp においては U と L との間の変化量に有意な差は認められない。このことは, 下顎義歯の Lsp での頬部側への影響と考えられる。

DI ではすべての断面で有意な差は認められなかった。

CX では, Msp および Lsp において U・L と U より L の変化量は有意に小さい。また下顎ではすべての断面で各条件間に有意な差は認められなかった。

VL では, Sn, Ls, Li のすべての点で U・L と U との間に有意な差は認められなかった。Sn, Ls の 2 点では L と U・L および U との間に有意な差を示したが, Li においては, 有意な差を示さなかった。すなわち上顎義歯が下唇点に影響していることを示している。

ここでは純粋に変化量だけを比較することによって断面全体を比べるより分析能力を上げて検討を加えたところ, 上顎義歯の下顎に対する影響力が示された。

6. 装着義歯の人工歯部, 床辺縁部の影響について

装着義歯が, その形態を顔面にどの程度反映しているのかは本研究において重要な問題である。矯正学の分野

においては、硬組織の形態が軟組織にどれくらい関係しているのかを検討した研究は多い。Burstone⁵⁴⁾は skeletal の表面を覆う軟組織の厚さに変化があるという理由から直接の関係が常にあるわけではないとし、Subtelny⁵⁵⁾、Neger⁵⁶⁾らも硬軟両組織の関連性を全面的にもしくは無条件で受け入れるべきでないとしている。しかしながら、一般的には硬組織と軟組織の関連性はきわめて高い関連性を認めている。

総義歯における義歯形態と軟組織表層形態との相関性がどのようなものであるかは著者は検討していないが、少なくとも義歯のどの部分が顔面のどの部位に関係しているのかを知ることは重要なことと考える。

そこで、義歯形態と顔面形態との関係を、上下前歯部人工歯と床辺縁部の形態の異なる実験義歯を調製装着し検討した。

ut/l の成績をみると、上顎3断面においては Snp から Lsp に向かって減少傾向を示し、Snp はほとんど変化していない。これを SY と SAC に分けてみると、SAC では Snp、Msp はほとんど変化せず Lsp が減少し、SY では Snp はあまり変化していないが Msp、Lsp が減少し、その減少率は SAC より大である。すなわち、上顎前歯部人工歯を削除することによる影響は、おもに鼻翼の内側の Msp、Lsp と、外側の Lsp に現れ、その減少率は鼻翼の内側の方が大である。

このことは、補綴臨床において、人工歯排列の際人工歯の位置を動かしても顔面形態が変化する領域は限られており、人工歯のみの移動による顔貌回復の限界を示唆するものである。

つぎに ut/l において注目すべきは上顎3断面の SY の変化であり、Snp、Msp では著明な減少を示すが、Lsp ではほとんど変化していないことである。

また ut/l と uf/l の所見より、上顎義歯の人工歯部は装着時にそれに対応している Lsp (上唇点) 側に、辺縁部は同様に Snp (鼻下点) 側に影響し、Msp (上唇中央点) は人工歯部と辺縁部の両方に影響されるがその力は辺縁部の方がかなり強いと考察できる。この傾向は鼻翼の内側に著明であり外側ではそれほどではなかった。すなわち上顎義歯前歯部床辺縁部の顔面形態に与える影響力の強さを示すものである。

下顎の人工歯部の顔面形態におよぼす影響はほとんどないようであった。

結 論

著者は、モアレトポグラフィーを用いて総義歯装着前後における顎顔面の形態変化および義歯と顔面形態の関係について比較検討するために、上下顎無歯顎者20名について、義歯未装着、上下義歯装着、上顎義歯装着、下顎義歯装着の4条件の撮影を行い、無歯顎における顔面形態の特徴、義歯による顔面形態の変化、さらに上顎義歯、下顎義歯それぞれの顔面形態への影響を検討した。

また、上下無歯顎者のなかで1名については、さらに義歯形態と顔面形態との関係を検索するために、上下前歯部人工歯と辺縁部の形態の異なる実験義歯を調製装着し検討した。その結果以下の結論を得た。

1. 義歯未装着時の顔貌は、上唇部付近から下唇部およびオトガイ部にかけてのつっぱりとした平坦な形態であり、頬部は下唇に向けてへこんだ形態の特徴を持つ。
2. 上下義歯装着時の顔貌は、オトガイ部が明瞭で上唇部は口裂に近づくほど突出し頬部はへこんだ形態の特徴を持つ。
3. 義歯装着による顔面形態の変化は特に上顎の口唇部付近に現れ、下顎にはあまり現れないが、上下全体のバランスに下顎の変化は非常に重要な役割を持ち、顔貌の回復に大きく関与していることが示唆された。
4. 上顎義歯装着時の顔面形態は上下義歯装着時ときわめて似ていた。
5. 上顎義歯装着に伴う上唇の変化に対応する協調作用が下唇に認められ、上顎義歯は強く下唇に影響を与えた。
6. 下顎義歯装着により上唇も変化するが、その様相は上顎義歯が下唇に与える影響ほど著明でなかった。
7. 上顎義歯、下顎義歯の顔面形態に対する影響力はその多くを上顎義歯が持つ。
8. 装着義歯の前歯部人工歯、床辺縁部の影響について、
 - 1) 上顎義歯の前歯部人工歯は装着時にそれに対応している上唇点側に、辺縁部は同様に鼻下点側に影響した。また、上唇中央点は人工歯部と辺縁部の両方に影響されるがその力は辺縁部の方がかなり強かった。この傾向は鼻翼の内側に著明であり外側ではそれほどではなかった。
 - 2) 下顎の前歯部人工歯の顔面形態におよぼす影響はほとんどなかった。

稿を終るにあたり、本研究に際し終始ご懇篤なるご指導およびご校閲を賜った本学補綴学第 I 講座加藤吉昭教授、ならびにご助言、ご校閲を賜った本学解剖学教室尾崎 公教授、関川光男先生、およびご協力いただいた本学補綴学第 I 講座小林喜平助教授に深く謝意を表します。また数値の解析などご協力いただいた本学衛生学教室那須郁夫講師、本学補綴学第 III 講座安斉見徳助手に感謝いたします。さらにご専門の立場よりご助言いただいた富士写真光機鈴木正根氏、野口憲一氏にお礼申し上げます。最後に心より本学補綴学第 I 講座古谷 容助手をはじめ教室員各位に感謝の意を捧げます。

本研究の要旨の一部は日本大学歯学会 58 年度大会、第 70 回、第 72 回および第 73 回日本補綴歯科学会学術大会で逐次発表した。なお本研究に対して昭和 60 年度文部省科学研究費（課題番号 60771661）を交付された。

文 献

- Rosenblum, R.E.: Orofacial muscle activity during deglutition as revealed by physiographic cinematography, *Angle Orthodont.*, 33: 162~177, 1963.
- 羽賀通夫, 浮谷 実, 腰原 好, 太田是男, 岩田春子, 広田 稔, 花沢清麿: Physiographic Cinematography の検討, *歯科学報*, 64: 804~815, 1964.
- 羽賀通夫, 浮谷 実, 懸田利孝, 梅原正年, 清水堅三, 高梨恒一: 立体写真による顔面並びに顎の研究 (第 1 回報告), *補綴誌*, 4: 20~29, 1960.
- 羽賀通夫, 浮谷 実, 腰原 好, 太田是男, 酒井福義: 立体写真による顔面並びに顎の研究 第 2 回報告, *補綴誌*, 8: 122~133, 1964.
- 大内英男, 椎名統治, 西口定彦, 延島三男, 伊藤宜昌: Photogrammetry による顔面観察 (第 1 報), *日矯歯誌*, 22: 62~65, 1963.
- 腰原 好: 顔面ならびに顎における形態と機能との相関性に関する研究, *歯科学報*, 68: 329~355, 1968.
- 太田是男: 義歯による顔面の変化, *歯科学報*, 71: 395~420, 1971.
- Meadows, D.M., Johnson, W.O., Allen, J.B.: Generation of surface contours by Moiré patterns, *Appl. Opt.*, 9: 942~947, 1970.
- 高崎 宏: モアレトポグラフィー, 画像技術, 2: 27~41, 1971.
- 高崎 宏: モアレトポグラフィー, 計測と制御, 12: 390~399, 1973.
- 高崎 宏: Moiré topography, 写真測量, 10: 1~12, 1971.
- 高崎 宏: モアレトポグラフィーにおける問題点の, 格子ベクトルによる理解, 第 3 回モアレ研究回資料集, 10, 1977.
- H. Takasaki: Moiré Topography, *Appl. Opt.*, 12: 845~850, 1973.
- 鈴木正根, 鈴木喜義: モアレトポグラフィー, 高精度, 3: 25~32, 1971.
- 鈴木正根, 鈴木喜義: モアレトポグラフィー, 計測法とその応用, 計装, 16: 73~79, 1973.
- 橋本 淳: モアレ縞応用による顔面の動的観察 表情運動の変化について, *歯科学報*, 73: 1507~1560, 1973.
- 橋本 淳: モアレ縞応用による顔面の動的観察 咀嚼運動の変化について, *歯科学報*, 73: 1818~1847, 1973.
- 尾崎 公, 川崎泰右, 上明戸芳光, 荒井由宇: モアレトポグラフィーの口腔領域の形態学への応用例, *映像情報*, 8: 26~31, 1976.
- T. Ozaki, E. Kanazawa: An Application of the Moiré Method to Three-Dimensional Measurements of the Occlusal Aspects of Molars, *Acta Morphol. Neerl.-Scand.*, 22: 85~91, 1984.
- 熊谷啓二, 南館祐二, 松本和彦, 八重樫寿人, 岩淵壮之助, 田中久敏: モアレ縞を応用した顔面の形態学的研究 第 1 報 無歯顎患者治療への指針, *岩匠大歯誌*, 7: 210~218, 1982.
- 鍵和田豊, 永田康文, 荒川秀樹, 柏田英人, 清水 忠, 浮谷 実: モアレトポグラフィー応用による歯冠及び歯肉形態に関する研究 (I), *神歯学*, 14: 320~330, 1980.
- 松本洋一, 笠原隆男, 中尾利夫, 稲永昭彦, 岡 洋子, 岡本佳三, 井上勇介, 堀部 隆: 全部床義歯製作時における石こう模型の寸法変化に関する研究 モアレトポグラフィー計測法による一考察, *福岡歯科大雑誌*, 5: 351~362, 1978.
- 山部芳雄, 浦野和雄, 江口敬一, 鴨頭和利, 山田 勲, 松本光生: モアレトポグラフィーによる矯正学的考察 1. 下顎前突の逆被蓋改善前後の顔面の変化について, *日矯歯誌*, 39: 330~342, 1980.
- 加文字幸雄: 機能的顎矯正装置による前歯部反対咬合治療時の顔面軟組織の形態の変化に関する研究 モアレトポグラフィー法による検討, *日大歯学*, 54: 762~776, 1980.
- 松本光生, 山部芳雄, 木山恭一, 伊東隆三, 山田 勲: モアレトポグラフィによる顔面形態の把握, *福岡歯科大雑誌*, 5: 139~147, 1978.
- 鍋谷秀信: モアレ縞自動解析による顔面の三次元的評価 正常人について, *日口外誌*, 31: 2082~2100, 1985.
- 藤田茂之, 飯塚忠彦, 廣岡康博, 陳 亮宏, 木村東二, 松木優典, 兵行 忠: 顎変形症のモアレトポグラフィーによる三次元的形態解析に関する研究, *日口外誌*, 30: 1664~1671, 1984.
- 香月 武, 川野芳春, 田代英雄: モアレトポグラフィー法による顎骨腫瘍患者の顎骨再建の評価, *形成外科*, 21: 620~632, 1978.

- 29) 河合 幹, 山本 忠, 阿部本晴, 立松 充, 下郷和雄, 池畑正宏, 根本辰郎, 滝 義孝: モアレ等高線による顔面形態の立体的計測法のシステム化について, 日口外誌, 21: 419~426, 1975.
- 30) 河合 幹, 山本 忠, 阿部本晴, 北島 正, 立松 充, 根本辰郎, 下郷和雄, 宮田隆男: 顔面形態の立体的計測法に関する考察, 日口外誌, 20: 599~604, 1974.
- 31) 古田美子: 乳歯列の三次元的検索 第1報 上顎乳歯列弓長径と幅径および口蓋高径について, 歯学, 64: 337~346, 1976.
- 32) 前田隆秀: モアレ等高線による小児の口蓋容積の研究, 小歯誌, 15: 180~188, 1977.
- 33) 市川泰右: モアレトポグラフィ法による乳幼児の上顎歯槽弓ならびに口蓋の成長発育に関する研究, 歯科学報, 77: 107~148, 1977.
- 34) 太田信夫: モアレ縞応用による顔面成長に関する横断的研究, 歯科学報, 81: 1343~1397, 1981.
- 35) 兼松緋佐子: 顔の対称性に関する研究 モアレトポグラフィ法による側貌像の撮影および計測, 日大歯学, 54: 202~209, 1980.
- 36) 高橋 健: 顔の対称性に関する研究 表面積および体積について, 日大歯学, 54: 461~474, 1980.
- 37) 浅子達三: 顔の対称性に関する研究 モアレトポグラフィ法および放射線学的方法による比較, 日大歯学, 54: 607~618, 1980.
- 38) 北條健三: モアレ縞による顔面の対称性に関する研究, 歯科学報, 81: 1203~1237, 1981.
- 39) 向井 敏, 竹井哲司, 宮澤富雄, 丸山壽夫, 仲村博紀, 佐藤義博: 我が教室で考案せる口蓋モアレ写真撮影のための基準面設定器について, 日大歯学, 51: 281~283, 1977.
- 40) 宮沢富雄, 竹井哲司, 向井 敏: 口蓋穹窿および歯列弓の形態からみた性別判定, 第4回モアレ研究会論文集, 7~8, 1978.
- 41) 土屋雅文, 高田健治, 作田 守: モアレトポグラフィーを応用した顔面計測の信頼性について, 日矯歯誌, 44: 485~496, 1985.
- 42) Stoner, M.M.: A photometric analysis of the facial profile A method of assessing facial change induced by orthodontic treatment, Amer. J. Orthodont., 41: 453~469, 1955.
- 43) 山崎 清: 美醜と性格にかんする論稿, 日本歯科評論, 169: 1~6, 1959.
- 44) Wylie, W.L.: Discussion of "The lower incisor-its influence on treatment and esthetics", Amer. J. Orthodont., 45: 50~54, 1959.
- 45) 伊藤敬一: 日本人成年女性上顎前突者の側貌形態とその歯科矯正治療に伴う変化に関する研究, 日矯歯誌, 27: 23~45, 1968.
- 46) 瀬端正之, 菊地 誠, 野上宏一, 原崎守弘, 市村賢二: 調和のとれた日本人側貌構成基準に関する研究 5. 軟組織上の計測について, 日矯歯誌, 31: 87~104, 1972.
- 47) 小島敏嗣: 頭部X線規格写真による側貌における口腔周囲の形態的調和について, 歯学, 59: 494~520, 1972.
- 48) 白井敏雄: 口腔周囲における硬軟両組織側貌形態の比較検討について, 歯学, 62: 625~648, 1974.
- 49) 与五沢文夫: 頭部X線規格写真による側貌における硬組織と軟組織との関連性について, 日矯歯誌, 28: 33~60, 1969.
- 50) Peck, H. and Peck, S.: A concept of facial esthetics, Angle Orthodont., 40: 284~318, 1970.
- 51) Bloom, L.A.: Perioral profile changes in orthodontic treatment, Amer. J. Orthodont., 47: 371~379, 1961.
- 52) 石沢命久, 高田富三男: 口唇形態と前歯並びに前歯々槽傾斜度間に存在する相互関係に関する研究, 日矯歯誌, 22: 1~6, 1963.
- 53) Burstone, C.J.: Lip posture and its significance in treatment planning, Amer. J. Orthodont., 53: 262~284, 1967.
- 54) Burstone, C.J.: Integumental contour and extension patterns, Angle Orthodont., 29: 93~104, 1959.
- 55) Subtelny, J.D.: A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defined in relation to underlying skeletal structures, Amer. J. Orthodont., 45: 481~507, 1959.
- 56) Neger, M.: A quantitative method for the evaluation of the soft-tissue facial profile, Amer. J. Orthodont., 45: 738~751, 1959.