原 著 論 文

Flabby tissue の印象採得のためのトレーの設計

—遁出孔の数とスペーサー量—

濱野 徹 川畑 直嗣 西 恭宏 是枝 美行
長岡 英一 廣安 敬之* 迫田 敏文**

Designs of Trays for Impression Making of Flabby Tissue

—The Number of Escape Hole and the Thickness of Spacer—

Tohru Hamano, Naotsugu Kawahata, Yasuhiro Nishi, Yoshiyuki Koreeda,
Eiichi Nagaoka, Takayuki Hiroyasu and Toshifumi Sakoda

Abstract : The purpose of this study was to investigate the designs of the individual tray for the impression of the flabby tissue, using the improved simulation model with silicon rubber mucosa.

9 kinds of tray designs were prepared by the number of escape hole of 2.5 mm in diameter (0, 26, 52 pieces) and the thickness of spacer (1.5, 3.0, 4.5 mm).

The impressions were made with the polysulfide rubber, by the same impression method used for the universal test machine in the previous study, under 3 conditions of tray inclination which meant the settling directions of impression (anteriorly 20°, 0°, posteriorly 20°). The loads induced during impression making, which were explained by the stress at the load cell of testing machine, were recorded and used for explaining the pressure of impression.

The following results were obtained.

1. The designs and the settling directions of the tray influenced the deformation of the flabby tissue.
2. The deformation of the contour of flabby tissue could be reduced by increasing the number of escape hole and the thickness of spacer, but escape holes have more effect than spacers and settling directions.

Key words : deformation of flabby tissue, settling direction, escape hole and spacer, polysulfide rubber, impression tray

鹿児島大学歯学部歯科補綴学第2講座（主任：長岡英一教授）

*広島市開業

**鹿児島市

The 2nd Department of Prosthetic Dentistry, Kagoshima University Dental School (Chief : Prof. Eiichi Nagaoka)

*Dentist in Hiroshima city

**Dentist in Kagoshima city

平成4年10月9日受付

について検討した。

I. 緒 言

無歯顎患者の上顎前歯部に好発する flabby tissue は、その被圧変位性の大きさのために、印象採得時に形態変化を生じやすく、また、義歯の安定性を阻害する要素の 1 つである。

そこで、flabby tissue の形態変化を少なくするための印象採得法¹⁻⁷⁾ならびに義歯を安定させるための外科的処置法として flabby tissue を切除する方法あるいは自家骨や人工骨材などの適用による顎堤改造法⁸⁻¹⁰⁾についての研究が行われている。

筆者らもこれらの方法についての研究^{11,12)}を行っている。そのうち、印象採得法に関しては、前歯部に flabby tissue を有する上顎無歯顎を想定した単純なシミュレーションモデルを製作し、flabby tissue の形態変化に影響を与える要因として考えられる個人トレーの設計（遁出孔やスペーサー）およびトレーの圧接方向ならびに印象材の種類について検討した。その結果、印象材については、その流動性に関する詳細な検討の必要性も示唆されたため、これを行った¹³⁾。一方、トレーの設計に関しては、遁出孔やスペーサーを単に付与するだけでは flabby tissue の形態変化を小さくする効果はなく、かえって大きくなることもあることも示唆された。

そこで、今回、シミュレーションモデルに改良を加え、flabby tissue の形態変化を小さくするためのトレーの設計（遁出孔の数とスペーサー量の付与法）に

II. 実験材料および方法

1. シミュレーションモデル

シミュレーションモデルは、解剖学的数値^{14,15)}を参考にして、基本的な構造と形態をステンレスで作製し、歯槽堤部には疑似粘膜（シリコンラバー、ニッシン社製）を貼付した（図 1）。前歯部の flabby tissue 相当部について、その被圧変位性を、前報¹¹⁾と同様の方法で測定したところ、約 1,300 μm であった。

また、このシミュレーションモデルの台座には、トレーを所定の位置に誘導するための凹状ガイドを設置した。

さらに、前報の経験を基にして、印象の撤去を容易にするために、金型の顎堤周囲ならびに中央部に栓付きの空気噴出孔（直径 3 mm）を 7 か所設け、空気挿入口から圧搾空気を送入することによって栓が浮き上がり、印象面に空気を送入できるようにした。さらに、臼歯部顎堤上の 3 か所に計測基準としての円柱を設置した。

2. 印象条件

1) 印象材

印象材としてはポリサルファイドラバー（Surflex F injection, ジーシー社製）を用い、メーカーの指示通り（練和重量比；ベース：アクセレーター＝2：3、練和時間；45 s）に練和した。

図 1 シミュレーションモデル

図2 トレーの条件

2) トレー

トレーは、前報に準じて、所定のスペーサーを付与したシミュレーションモデルを可逆性ハイドロコロイド（タイゲル，ジーシー社製）により印象採得して得た作業模型上で作製した。その際、まずトレー用即時重合レジン（オストロン，ジーシー社製）を用いてトレー概形を作製し、さらに、直接リライニング用即時重合レジン（リベロン，ジーシー社製）を用いてトレーをリライニングして調整・完成した。

トレーの flabby tissue 相当部については、スペーサーの大きさと通出孔の数によって9種の条件を設定した（図2）。

トレーの flabby tissue 相当部以外については、実験条件をより生体の条件に近づけ、印象操作を容易にするために、口蓋部において1.5 mm、臼歯部顎堤部において0.75 mm、トレーの辺縁全周にわたり0.5 mmのスペースを設けた。

さらに、トレーは、これを所定の位置に誘導するための凸状のガイドを有するステンレス製の金属枠に固定した。この凸状ガイドはシミュレーションモデル台座の凹状ガイドと嵌合する。

3) 圧接方向

前報¹¹⁾と同様、被印象体に対し、トレーを垂直、前方および後方から圧接する場合を想定し、シミュレーションモデルの基底面が水平面に対してなす傾斜角度によって、3条件を設定した（図3）。

3. 印象操作

1) 印象採得法

前報¹¹⁾と同様、印象採得の操作には、トレーの圧接方向や圧接速度を規定するために精密万能試験機（オートグラフ AG-A 型，島津社製）を用い、最終的なトレーとシミュレーションモデルとの位置関係を一

図3 圧接方向

定にするために、トレーを固定した金属枠の凸状ガイドとシミュレーションモデル台座の凹状ガイドが嵌合するようにし、トレーが所定の位置に圧接されるようにした。

印象操作にあたって、まず、約1 kgfのトレーの保持圧¹⁶⁾を想定して、ロードセルの負荷が1 kgfとなるように凸状と凹状のガイドを嵌合させ、そのときのクロスヘッドコントロールユニットのストローク表示を0.0 mmと設定した後、トレーを約50 mm下降させた。そこで、各トレーごとに一定量の印象材（スペーサー1.5 mm：10.0 cm³，スペーサー3.0 mm：12.5 cm³，スペーサー4.5 mm：15.0 cm³）を45秒間練和してトレーに盛り、トレーを上昇させて凸状と凹状のガイドを嵌合させ、ストローク表示が0.0 mmとなるように圧接した。トレーの圧接は印象材練和開始後1分40秒以内に完了した。圧接開始後のトレーの保持は、ロードセルの負荷が1 kgfになるように行い、印象練和開始15分後に印象を撤去した。その際、トレーの圧接は、トレーと模型の間隙に応じて、圧接速度を3段階（50～10 mmでは500 mm/min，10～3.0 mmでは100 mm/min，3.0～0.0 mmでは10 mm/min）に設定して行った。

2) ロードセルに負荷される荷重量の測定

所定の位置におさまったトレーの保持圧を約1 kgfに調整するために、印象操作中ロードセルに負荷される荷重量をモニターする一方、これを記録し、記録された荷重の最大値を印象圧の参考資料とした。

4. flabby tissue の形態変化の評価方法

印象撤去後、メーカー指示の混水比にて真空練和した超硬石膏（Surstone，ジーシー社製）を注入して石膏模型を作製した。石膏模型は、各条件ごとに7個ずつ作製した。その際、石膏模型の基底面は、3個の円柱状の計測基準によって形成される平面と平行になるように調整した。

flabby tissue の形態変化の評価は、前報¹¹⁾と同様

に、所定の計測部位におけるシミュレーションモデルと石膏模型の計測値の差を算出して行った。

左右計測基準のうち前後的に同一の位置にある両側円柱前方面にできる標点AとBを結んだ線ABを計測基準線とした。この基準線の midpoint ならびにその左右に 10 mm 間隔に設定した 4 点をそれぞれ通り、基準線 AB に垂直な 5 本の線上において、各点から flabby tissue の前縁までの距離を万能投影機 (V-12, ニコン社製) を用いて、拡大率 10 倍にて 5 回ずつ計測した (図 4)。

計測値は、前報¹⁾と同様、外側 2 部位の平均値を変位として評価し、これと内側 3 部位の平均値との差を flabby tissue の変形として評価した。これらのデータについての平均値を求め、三元配置分散分析および t 検定による統計学的分析を行った。

III. 結 果

1. flabby tissue の形態変化

flabby tissue の変位および変形の計測値の平均ならびに標準偏差を図 5 に示し、これらを t 検定した結果を図 6 ならびに図 7 に示した。

すべての条件で、変位量および変形量ともに唇側方向に生じたが、条件によってそれらの大きさが異なった (図 5)。

また、変位および変形のデータの分散分析結果 (表 1, 2) では、今回の研究方法においてはスペーサーは

変位および変形の両方の要因であり、通出孔の数は変形の要因ではなく、圧接方向は変位の要因ではなかったことを示している。

以下に変位および変形とこれらに影響を及ぼす各要因との関係についての結果を示す。

1) トレーの圧接方向

変位量は、通出孔なしおよび通出孔 26 個においては、後方圧接では垂直圧接や前方圧接の場合よりも小さい傾向を示し、通出孔 52 個においては、逆に後方圧接では他の圧接方向の場合よりも大きい傾向を示したが、通出孔なしの場合のみ条件によって有意差が認められた (図 5, 6)。

変形量は、スペーサーと通出孔の条件が同じであれば、前方圧接 > 垂直圧接 > 後方圧接の順に大きい傾向を示し、条件によって有意差を認めた (図 5, 7)。

2) トレーの条件

(1) スペーサー

圧接方向や通出孔の数が同じであれば、変位量は、

図 4 計測部位

図 5 Flabby tissue 部の変位および変形

スペーサー3.0 mm の場合が最も小さい傾向を示し、条件によっては有意差を認め、スペーサー4.5 mm で

圧接 方向	通出 孔(個)	スペーサー(mm)		
		1.5	3.0	4.5
垂直 圧接	0			
	26			
	52			
前方 圧接	0			
	26			
	52			
後方 圧接	0			
	26			
	52			

** : $p < 0.01$

* : $p < 0.05$

→ : 矢印の方向に
小さい

図 6 変位量の有意差検定

圧接 方向	通出 孔(個)	スペーサー(mm)		
		1.5	3.0	4.5
垂直 圧接	0			
	26			
	52			
前方 圧接	0			
	26			
	52			
後方 圧接	0			
	26			
	52			

** : $p < 0.01$

* : $p < 0.05$

→ : 矢印の方向に
小さい

図 7 変形量の有意差検定

は条件によっては最も大きくなったが、スペーサー1.5 mm との間に有意差は認められなかった(図5, 6)。一方、変形量は、圧接方向と通出孔の数が同じであれば、垂直圧接と前方圧接では、変形量はスペーサーが大きいほど小さい傾向を示したが、後方圧接の場合にはスペーサー3.0 mm で最も大きく、スペーサー4.5 mm で最も小さい傾向を示した。しかし、スペーサー4.5 mm と他のスペーサーとの間にはいずれの圧接方向においても有意差は認められなかった(図5, 7)。

(2) 通出孔

垂直圧接においては、通出孔の数が多いほど変位量および変形量ともに小さい傾向を示した。条件によって変位量には有意差が認められたが、変形量には有意差が認められなかった(図5~7)。

前方圧接においては、変位量および変形量ともに、通出孔を設ければ小さくなる傾向を示したが、有意差は認められなかった。また、通出孔の数を増やして

表 1 変位についての分散分析表

要 因	平方和	自由度	平均平方	F ₀ (確率)
A	.14035E+04	2	.70175E+03	2.79 (0.064)
B	.60854E+04	2	.30427E+04	12.12** (0.000)
C	.26830E+04	2	.13415E+04	5.34** (0.006)
A × B	.30234E+03	4	.75585E+02	0.30 (0.877)
A × C	.15571E+04	4	.38928E+03	1.55 (0.190)
B × C	.95742E+03	4	.23935E+03	0.95 (0.435)
A × B × C	.15552E+04	8	.19440E+03	0.77 (0.626)
誤 差	.40677E+05	162	.25109E+03	
合 計	.55221E+05	188		

A : 圧接方向

B : スペーサー

C : 通出孔

** : $P < 0.01$

表 2 変形についての分散分析表

要 因	平方和	自由度	平均平方	F ₀ (確率)
A	.22735E+04	2	.11368E+04	6.16** (0.003)
B	.17865E+04	2	.89324E+03	4.84** (0.009)
C	.11134E+04	2	.55670E+03	3.02 (0.052)
A × B	.73367E+03	4	.18342E+03	0.99 (0.412)
A × C	.78494E+03	4	.19624E+03	1.06 (0.376)
B × C	.98846E+02	4	.24712E+02	0.13 (0.970)
A × B × C	.63825E+03	8	.79782E+02	0.43 (0.900)
誤 差	.29879E+05	162	.18444E+03	
合 計	.37308E+05	188		

A : 圧接方向

B : スペーサー

C : 通出孔

** : $P < 0.01$

図 8 ロードセル荷重量

も、変位量および変形量ともに必ずしも小さくならなかった (図 5~7)。

一方、後方圧接においては、変位量および変形量ともに、遁出孔を設けても必ずしも小さくならず、条件によってはかえって大きくなる傾向を示したが、有意差は認められなかった (図 5~7)。

2. ロードセルに負荷された荷重量

ロードセルに負荷された荷重量は、印象圧接中に増大して 1 kgf 以上になり、トレーが所定の位置に達したとき (トレーの金属枠およびシミュレーションモデルの台座のそれぞれの凸状と凹状のガイドが嵌合したときのストローク表示が 0.0 mm になったとき) にほぼ最大値を示し、以後漸減した。そこで、記録された最大値 (以下、ロードセル荷重量) の平均ならびに標準偏差を印象圧の参考資料として図 8 に示した。

1) トレーの圧接方向

ロードセル荷重量は、スペーサーや遁出孔の条件が同じであれば、垂直圧接では前方圧接および後方圧接の場合のほぼ 2 倍の値を示し、後方圧接では前方圧接の場合よりもわずかに大きい傾向を示した。

2) トレーの条件

(1) スペーサー

ロードセル荷重量は、スペーサーを付与することによって小さい傾向を示すが、スペーサーを増やしても必ずしも小さくならず、かえって大きくなる場合もあった。しかも、遁出孔 52 個においては、スペーサー 4.5 mm では他のスペーサーの場合よりも小さい

傾向が認められた。いずれにしても、スペーサーの違いによるロードセル荷重の大きさの差は小さかった。

(2) 遁出孔

ロードセル荷重量は、圧接方向やスペーサーの条件が同じであれば、遁出孔の数が多いほど小さい傾向を示した。

IV. 考 察

無歯顎患者の上顎前歯部に好発する flabby tissue は、その被圧変位性の大きさのために、印象採得時に形態変化を生じやすい。

そこで、印象採得時に flabby tissue の形態変化を生じないようにするために、一般的には、トレーの作製法を工夫し、さらに流動性の高い印象材を用いて、flabby tissue 部を可及的に無圧の状態では印象採得を行うのが一般的である¹⁷⁾。

また、このような flabby tissue の形態変化は、トレーの圧接方向によっても影響を受けるものと考えられる。

一方、無歯顎堤を可及的に無圧の状態では印象採得する方法についての報告¹⁷⁻¹⁹⁾はあるが、これらは通常の被圧変位性を有すると考えられる顎堤粘膜に関するものであり、被圧変位性の大きな flabby tissue を有する顎堤の印象採得法についてはいまだ十分に明らかにされていない。

そこで、筆者らは、これらの点を明らかにすることを目的として、種々の条件を設定して、前歯部に

flabby tissue を有する上顎無歯顎を想定したシミュレーションモデルを用いて実験を行った¹¹⁾。

その結果、印象材の種類、トレーに付与するスペーサーと遁出孔ならびにトレーの圧接方向は、flabby tissue の形態変化に影響を与える要因であることが示唆された。また、これら要因の条件の違いにより、トレーから流出する印象材の量の部位差についてはトレー内部における印象材の量すなわち印象圧の部位差を生じ、この印象圧の部位差により flabby tissue の形態変化がもたらされたものと推察された。

さらに、印象材については、流動性とその経時的変化が、トレー内部の印象材の量すなわち印象圧の部位差の発現に関与することが推察された。

一方、トレー設計の工夫により、flabby tissue の形態変化を小さくするためには、ただ単にトレーに遁出孔やスペーサーを付与するだけでは効果がなく、遁出孔の数と部位ならびにスペーサーの大きさなどについて、トレー内部の印象圧を調節できるような付与法について検討する必要性のあることが示唆された。

そこで、筆者らのうち演野が、日常臨床に用いられている印象材の中から 8 種類の印象材を選び、流動性の観点から flabby tissue の印象に適する印象材について詳細に検討した¹³⁾。その一方で、筆者らは、本研究において、前報で報告したシミュレーションモデルに改良を加え、トレーに付与する遁出孔の数およびスペーサー量について検討するためのシミュレーション実験を行った。

1. シミュレーションモデル

前報では、疑似粘膜が前歯部のみであり、臼歯部顎堤の形態もその断面形態が四角形であった。そこで、これらの点をより臨床に近い状態に改良したシミュレーションモデルを作製した。

疑似粘膜については、前報ではウレタンを使用した。今回はシリコンに変更した。その理由は、印象材をポリサルファイドラバー 1 種に限定したために、印象材と疑似粘膜の接着を考慮する必要がなくなったこと、計測部位となる flabby tissue 相当部槽褶前縁部を鋭利にできるため正確な計測値を得ることができることである。

また、シミュレーションモデルの flabby tissue を想定した部分の局所被圧変位量を前報¹¹⁾と同じ方法で計測した結果、約 $1,300\ \mu\text{m}$ であった。この値は、前報のウレタン疑似粘膜の被圧変位量よりも小さいが、

ヒトの flabby tissue の被圧変位量²⁰⁾ ($1,200\ \mu\text{m}$ をピークとした発現状態)により近似していた。したがって、今回使用したシリコン疑似粘膜は、垂直的な被圧変位量の点で flabby tissue の状態をシミュレートできたものと考えられる。

さらに、印象撤去時に圧搾空気を送入することによって、前報に比べ印象が容易に撤去された。この工夫によって撤去時に生じる印象の歪みを可及的に少なくすることができたものと考えられる。

2. 印象材

前述したように、前報¹¹⁾の結果から、印象材の流動性について詳細に検討する必要性が示唆された。

そこで、日常臨床に用いられている印象材の中から 8 種の印象材 (酸化亜鉛ユージノール: Impression Paste Hard, Impression Paste Medium, ポリサルファイドラバー: Surfex F Injection, シリコンラバー: 縮合型: Xantopren Light Body, Colt看 Fine, 付加重合型: Exaflex Injection, Provil Low Viscosity, Silascon Injection) を選び、流動性の観点から flabby tissue の印象に適すると考えられる印象材について詳細に検討した¹³⁾。すなわち、各種荷重負荷条件において、また、レオメータおよび応力緩和試験機を用いて、測定した硬化特性を指標に流動性を評価した。Hard および Provil は、練和直後では同系列内の他の印象材や Surfex よりも流動しやすかった反面、Surfex に比べ、Provil は操作時間が短く、Hard は温度依存性が高く、Hard, Provil とともに荷重依存性が高く、これらは臨床経験の影響を強く受けることを意味しているものと考えられた。

この点と、前述したように疑似粘膜としてシリコンを用いたことから、本実験では前報で使用した印象材 3 種のうち、ポリサルファイドラバーを選択した。

3. トレー

各トレーは、概形をトレー用即時重合レジンで作製した後、スペーサー量を正確に規定するために直接リライニング用即時重合レジンにて調整した。

また、口蓋部は臨床的には口蓋隆起の存在によりリリーフされることを想定して、 $1.5\ \text{mm}$ のスペーサーを設け、辺縁部は生体では可動性を有することを考慮して、 $0.5\ \text{mm}$ のスペースを設けた。さらに、臼歯部顎堤部についてはトレーと粘膜間にスペースがない条件ではシミュレーションモデルを損傷する可能性が

あったため、この部にも 0.75 mm のスペースを設けた。

4. 実験方法ならびに評価方法

実験方法と評価方法については、前報¹¹⁾とほぼ同じ方法で行ったが、一部に改良を加えた。

まず計測方法については、円柱状の計測基準を 3 か所に設置した。その理由は、まず第 1 に、この 3 つの円柱により形成される面と平行になるように石膏模型の基底面を調整できることである。第 2 に、計測基準の円柱が万能投影機のスクリーン上には円として投影されるため、その接線によって容易かつ確実に計測の基準線を得ることができることである。

さらに、本実験では、印象材圧接時にロードセルに負荷された荷重量を記録した。その結果、記録された荷重量の最大値（ロードセル荷重量）は、印象の保持圧とした 1 kgf よりも大きく、また、印象採得の条件により異なり、最大 32.9 kgf から最小 7.0 kgf で、平均 15.3 kgf であった。一方、印象材を介在させずにトレーを所定の位置に設置する際、ロードセルに負荷される荷重量が 1 kgf となるように調節した。したがって、ロードセル荷重量は印象圧を反映しているものと考えられた。

そこで、筆者らの実験で使用したトレーの表面積を算出したところ約 42 cm² であったので、本実験でのロードセル荷重量をトレーの単位面積当たりの荷重量に換算したところ、最大 786 gf/cm² から最小 167 gf/cm² で、平均 364 gf/cm² となった。この点に関しては、上顎無歯顎シミュレーションモデルを用いて、各印象材の印象圧を個人トレー内に設置した圧センサーにより測定した報告²¹⁾では、本実験で使用した Surf-lex F injection は、辺縁封鎖のない場合のピーク値 127 gf/cm²、辺縁封鎖のある場合のピーク値 210 gf/cm² を示していた。この結果とロードセル荷重量を比べると、ロードセル荷重量は少し大きい、近似した値を示していた。

そこで、荷重量の最大値を印象圧の参考資料とし、変位および変形の様相の考察に利用した。

一方、計測結果の評価方法は、前報¹¹⁾と同じ考えのもとに、外側 2 部位の変化を変位、これと内側 3 部位の変化との差を変形とし、これら変位と変形が組合さったものを形態変化として評価した。

5. 計測結果

本実験では、flabby tissue の変位および変形ともにすべて唇側方向に生じたのに対し、前報では、変位はすべて唇側方向に生じたが、変形は口蓋側方向に生じた場合もあった。このように変形の結果が異なった点に関しては、前報においては、トレーの辺縁部および口蓋部にスペースがなかったこと、疑似粘膜がウレタンであり、flabby tissue 相当部のみ使用されていたことなどの影響が考えられる。

また、前報で考察したように、印象採得が flabby tissue の形態変化に及ぼす要因として、次のような要因が考えられる。

1) シミュレーションモデル（被印象体）の形状

形態的な観点から、印象材の流出路について考えると、唇側に比べ口蓋側は流出路が長く、その面積も大きい。印象材は口蓋側よりも唇側から流出しやすく、印象圧が唇側よりも口蓋側において大きいことが考えられる。

このことが、本実験において、flabby tissue の変位および変形ともに唇側方向へ生じた最大の要因と考えられる。

2) トレーと被印象体の間隙量

各部位におけるスペーサー量に相当するトレーと被印象体との間隙量は、圧接過程における印象材の流動路として作用し、印象材の流れについては印象圧の部位差に影響する。すなわち、前歯部相当部（1.5, 3.0, 4.5 mm）、口蓋部（1.5 mm）、臼歯部顎堤部（0.75 mm）ならびにトレーの辺縁全周（0.5 mm）のスペーサー量がトレー内での印象材の分布の差をもたらす。

3) 圧接方向

今回の実験において、トレーが前方傾斜している前方圧接では印象材は前方へ流れ、トレーが後方傾斜している後方圧接では印象材は後方へ流れる。このようなトレーの傾斜による印象材の流れが、後方圧接では垂直圧接や前方圧接に比べ変位量および変形量ともに小さく、前方圧接ではわずかではあるが垂直圧接や後方圧接より変形量が多い傾向をもたらした要因と考えられる。

すなわち、このような印象材の流れによってトレーからの印象材の流出あるいはトレー内への印象材の集中の様相が異なり、これがトレー内の唇側と口蓋側ならびにそれら中央部と周辺部に集中する印象材の量の差すなわち印象圧の部位差を生じるものと考えられ

る。

この点に関しては、ロードセル荷重量が垂直圧接において最も大きかったことから、前方圧接および後方圧接では、垂直圧接に比べ印象材が流出しやすく、トレー内の印象材の量が少なくなったことが考えられる。

さらに、後方圧接では印象材の後方への流出を生じるとともに、印象材はトレーの口蓋側に集中したことが考えられる。このような状況下において、口蓋部および臼歯部顎堤部に設けられたスペーサー (1.5 mm と 0.75 mm) が印象材の流出路となって、印象材はトレーの圧接過程でトレーの後方へと流出しやすかったことが考えられ、このことが、後方圧接において他の圧接方向よりも口蓋側の印象圧を小さくし、変位量および変形量ともに小さくなったものと考えられる。

一方、印象材が前方へ流れる前方圧接では、他の圧接方向に比べ、トレーの圧接過程において口蓋側後方への印象材の流出は起こりにくいために、口蓋部に印象材が集中しやすいことが考えられる。さらに、このような印象材の集中は口蓋部と臼歯部顎堤部のスペーサー量の違いにより、周辺部よりも中央部に起こりやすかったため、他の圧接方向に比べ口蓋側中央部の印象圧が大きくなり、変形量が大きくなったものと考えられる。

この点に関しては、トレー内の印象圧は周辺部よりも中央部で高いことが報告されている²²⁾が、前方圧接における口蓋側はこのような現象がより起こりやすい条件であると考えられる。

以上のことから、垂直圧接以外は、まずトレーの傾斜による印象材の流れが生じ、この流れが顎堤の形態、トレーに付与するスペーサー量および圧接過程中的トレーと顎堤との間隙量の部位による違いならびに遁出孔の数や位置によって変えられるものと考えられる。

その結果、flabby tissue の唇側と口蓋側ならびにその中央部と周辺部に集中する印象材の量の差すなわちそれらの部位における印象圧の差を生じることによって、flabby tissue に様々な形態変化 (変位と変形) をもたらすものと考えられる。

そこで、以下にトレーに付与した条件の影響について考察する。

4) トレーの条件

今回の実験データを分散分析した結果によれば、前報同様、スペーサーは変位量および変形量ともに影響

を及ぼす要因であり、遁出孔の数は変位の要因ではあるが、変形の要因でないことを示していた。

一方、ロードセル荷重量はスペーサーよりも遁出孔の影響が強かった。

以下に、flabby tissue の形態変化に対するスペーサーおよび遁出孔の影響について、ロードセル荷重量の結果を考え合せて考察する。

(1) スペーサー

トレーを用いて flabby tissue の部位を印象採得する場合、スペーサー 0 mm のトレーは臨床に即していないため、今回の実験においては、スペーサーの条件を 1.5, 3.0, 4.5 mm とした。

変位に関しては、圧接方向と遁出孔の数が同じであれば、変位量はスペーサー 3.0 mm において最も小さい傾向を示したが、スペーサー 4.5 mm では条件によってかはって大きくなった。

一方、変形に関しては、圧接方向と遁出孔の数が同じであれば、垂直圧接と前方圧接では変形量はスペーサーが大きいほど小さい傾向を示したが、後方圧接の場合にはスペーサー 3.0 mm で最も大きい傾向を示した。

これら変位と変形の結果については、垂直圧接と前方圧接では、スペーサー量を 1.5 mm から 3.0 mm に大きくすることは、口蓋側の印象圧を減少させ、特に周辺部よりも中央部での減少が大きく、口蓋側における中央部と周辺部の圧力差を小さくする効果があるが、それ以上スペーサー量を大きくすることは条件によってかはって口蓋側の印象圧を大きくし、特に中央部よりも周辺部における印象圧が大きくなって、口蓋側における中央部と周辺部の圧力差が小さくなったものと考えられる。

一方、後方圧接では、スペーサー量を 1.5 mm から 3.0 mm に大きくすることは、口蓋側において、中央部の印象圧を減少させると同時に周辺部の印象圧を増大させたと考えられる。さらに、スペーサー量を 4.5 mm にすると口蓋側の中央部の印象圧を減少させ、周辺部の印象圧を増大させたと考えられる。

一方、ロードセル荷重量は、スペーサーを付与することによって荷重量が小さくなるが、スペーサー量を大きくしても小さくならないばかりでなくかはって大きくなるがあった。しかし、遁出孔 52 個においてはスペーサー 4.5 mm ではスペーサー 3.0 mm の場合よりも小さい傾向が認められた。この点は、flabby tissue の形態変化とスペーサー量との関係と類似して

おり、印象圧と関係があると考えられるロードセル荷重量と flabby tissue の形態変化が関係がある可能性を示唆するものと考えられるが、ロードセル荷重量では全体的な印象圧は表現できたとしてもトレー内部の印象圧の状況はわからないと考えられる。

(2) 遁出孔

垂直圧接と前方圧接では、遁出孔を付与することにより変位量および変形量ともに小さくなり、さらに、垂直圧接では数が多いほど変位量が小さくなる傾向を示したが、前方圧接ではそのような傾向は示さなかった。

ロードセル荷重量は、遁出孔を付与することにより、またその数を増やすことにより減少した。このことは、遁出孔の付与およびその数の増加が印象圧の減少に役立つことを示している。このロードセル荷重量と遁出孔の数との関係は、flabby tissue の形態変化と遁出孔の数との関係と類似しており、特に、垂直圧接は同じ傾向であった。この点は、印象圧が flabby tissue の形態変化に影響することを示しているものと推察される。

一方、後方圧接では、変位量および変形量ともに遁出孔を設けても必ずしも小さくならず、かえって大きくなる傾向を示した。

以上の点は、上顎の形態的特徴からもともと唇側に比べ、口蓋側の印象圧が大きくなり、遁出孔を付与することはこのような印象圧の減少に効果があるが、他の条件によってその効果が異なることを示している。

すなわち、垂直圧接のようにトレーの傾斜による印象材の流れがない条件では、遁出孔を付与する効果が高く、遁出孔の数が多いほど口蓋側の印象圧の減少に役立った。しかし、前方圧接や後方圧接では、印象材の流れによってその効果は減少し、印象材が前方に流れている前方圧接の場合、遁出孔を付与することは口蓋部に集中した印象材の流出に役立つが、遁出孔の数を増やしても流出量が増えないことを示しているものと考えられる。

この点に関しては、ロードセル荷重量が前方圧接や後方圧接では垂直圧接の約 1/2 であったことから、前方圧接や後方圧接ではトレーが傾斜していることにより、垂直圧接に比べ印象材が流出しやすく、すでにトレー内の印象圧が小さくなっており、そのために遁出孔の影響が小さかったものと考えられる。

また、印象材が後方に流れている後方圧接の場合、付与された遁出孔からトレーの圧接過程で口蓋側の印

象材が流出するが、唇側の印象材も流出し、さらに唇側では、トレーの傾斜により圧接前に印象材が少なくなっている。したがって、後方圧接では、このような唇側と口蓋側における印象材の減少率がほぼ同じか唇側における減少率の方が多くなることが考えられる。

以上の flabby tissue の形態変化の様相とロードセル荷重量とを考え合せて、遁出孔とスペーサーとを比べた場合、遁出孔の方が印象材の流出、ひいては印象圧の大きさを調節するのに役立つものと考えられる。この点に関しては、筆者らの実験結果を支持する研究報告^{23,24)}がある。すなわち、これらの研究結果によれば、トレーの設計や印象材の選択により印象圧が調整できるが²³⁾、リリース（本論文におけるスペーサー）は比較的広い範囲に対して緩圧された均等な圧力分布を生じさせるときに有効であり、遁路（本論文における遁出孔）は局所に対し選択的に圧力の調整を行うときに有効である²⁴⁾。

また、今回の実験では遁出孔の数の違いによる影響を検討したが、印象材の流れや印象圧の部位差をコントロールするためには、遁出孔の付与位置が大きく関与すると考えられ、この点についての検討が必要であると考えられた。

V. 結 論

トレーの圧接方向およびトレーの条件（スペーサーの大きさならびに遁出孔の数）が、印象採得時における flabby tissue の形態変化に及ぼす影響を検討するために、前歯部に flabby tissue を有する上顎無歯顎堤を想定したシミュレーションモデルを作製し、印象材としてポリサルファイドラパーを用いてシミュレーション実験を行った。

その結果、以下の結論を得た。

1. トレーの条件（遁出孔の数とスペーサー量）およびトレーの圧接方向は、flabby tissue の形態変化の要因であることが示唆された。

2. flabby tissue の形態変化は、トレーの条件（遁出孔の数とスペーサー量）によって小さくし得るが、スペーサー量よりも遁出孔の効果が高いことが示唆された。

本論文の要旨は昭和 62 年度日本補綴歯科学会九州支部学術大会（昭和 63 年 2 月 27 日）において発表した。

文 献

- 1) Osborne, J.: Two impression methods for mobile fibrous ridges, *Br Dent J*, 117: 392~394, 1964
- 2) 西浦 恂: フラビーガムの無圧印象, 関根 弘, 田端恒雄, 羽賀通夫ほか編, 歯科補綴診療計画講座, 287~295, 医歯薬出版, 東京, 1973.
- 3) 小室 樹: 上顎前歯 Flabby Gum 歯槽堤の印象法, 日本歯科評論, 364: 90~95, 1973.
- 4) 松本直之: フラビーガムの処置方針と補綴法, 関根 弘, 田端恒雄, 羽賀通夫ほか編, 歯科補綴診療計画講座, 297~308, 医歯薬出版, 東京, 1973.
- 5) 西浦 恂: フラビーガムを有する無歯顎の印象採得の要点, 日歯医師会誌, 37: 793~799, 1984.
- 6) 長尾正憲, 安斉 隆: 補綴処置による解決法, 歯界展望, 66: 745~752, 1985.
- 7) Newton, J.P., Quinn, D.M. and Sturrock, K.C.: An impression procedure for the mobile maxillary residual ridge, *Int J Prosthodont*, 1: 245~247, 1988.
- 8) Obwegeser, H.: Surgical preparation of the maxilla for prosthesis, *J Oral Surg*, 22: 127~134, 1964.
- 9) Cesar, P.T., Larry, M.S. and Alan, F.S.: Using soft vinyl stents to facilitate augmentation of maxillary anterior atrophic ridges with hydroxyapatite, *J Prosthet Dent*, 56: 326~329, 1986.
- 10) Frame, J.W. and Laird, W.R. E.: Management of the mobile fibrous ridge in the atrophic maxilla using porous hydroxyapatite blocks: a preliminary report, *Br Dent J*, 162: 185~189, 1987.
- 11) 濱野 徹, 西 恭宏, 川畑直嗣ほか: Flabby tissue の印象採得法に関する研究, 補綴誌, 36: 1312~1323, 1992.
- 12) 長岡英一, 河野 弘, 濱野 徹ほか: 老年無歯顎関節症患者の 1 治療例—顆粒状ハイドロキシアパタイト適用による上顎フラビーティッシュ部顎堤の改善効果—, 老年歯科医学, 4: 73~83, 1990.
- 13) 濱野 徹: Flabby tissue の印象採得のための各種印象材の硬化特性について, 歯材器, 12, 1993; 掲載予定.
- 14) 上條雍彦: 図説口腔解剖学, 201~206, アナトーム社, 東京, 1981.
- 15) 三宅茂樹, 鱗見進一, 城戸寛史ほか: 無歯顎顎堤の形態的特徴について, 補綴誌, 34: 442~452, 1990.
- 16) 松元 誠: 遊離端義歯咬合構成の臨床, 151~170, 医歯薬出版, 東京, 1980.
- 17) Denen, H.E.: Negative pressure impression for full dentures, *J Am Dent Assoc*, 31: 888~894, 1944.
- 18) Tilton, G.E.: A minimum pressure complete denture impression technique, *J Prosthet Dent*, 6: 6~23, 1956.
- 19) Woelfel, J.B.: Contour variations in impression of one edentulous patient, *J Prosthet Dent*, 12: 229~254, 1962.
- 20) 宮下恒太: 顎粘膜の局所被圧変位度と咬合力による義歯床の沈下度とに関する研究, 歯科学報, 70: 38~68, 1970
- 21) 木戸正人: 上顎無歯顎における印象圧について, 補綴誌, 36: 861~874, 1992.
- 22) 関根 弘, 田島篤治, 海洲馨一ほか: 有床義歯のための印象方法に関する基礎的ならびに臨床的研究 第 2 報 印象材の内圧とトレーの圧接速度および流動路との関係について, 歯科学報, 65: 2161~2166, 1971.
- 23) Frank, R.P.: Analysis of pressures produced during maxillary edentulous impression procedures, *J Prosthet Dent*, 22: 400~413, 1969.
- 24) 菊池雅彦: 印象採得時のトレー内印象圧に関する研究—上顎無歯顎印象時の圧力分布—, 補綴誌, 31: 590~596, 1987.