

原著論文

鉤の維持力に関する研究

その 1. 材質と製作者の影響について

高橋 龍彦 佐野 恭之 平岡 道郎 門井 聡
中井 雅人 田中 茂生 齊藤 実 金澤 毅

The Studies on the Retentive Force of Clasps

Part 1. An Effect of the Material and Technician

Tatsuhiko Takahashi, Yasuyuki Sano, Michiro Hiraoka, Satoshi Kadoi,
Masato Nakai, Shigeo Tanaka, Makoto Saitoh and Takeshi Kanazawa

Abstract : Wire clasps and cast clasps are the most common retainers for removable partial dentures. The purpose of this study was to investigate the differences in the material and the variation among individual technicians in the retentive force of both clasps. The clasps were made in accord with the clinical method for experimental metallic model of the left mandibular second premolar and the retentive force of each clasp was measured by a pull-out test.

The results were as follows :

1. Both types of clasp showed a large variation in the retentive force among the technicians, but no particular tendency was observed in the differences between wire and cast clasps.
2. There was no significant difference between the two types of clasp in the retentive force.
3. Due to the differences in individual technical skills, it seems to be difficult to make wire clasps with a standardized retentive force.

Key words : wire clasp, cast clasp, retainer, retentive force

I. 緒 言

部分床義歯の維持装置として多用されているものに鉤

がある。この鉤の分類の一つに線鉤と鑄造鉤があり、この両者は義歯の安定や維持歯の状態、また求めたい維持力、審美性などを考慮して使い分けられている。

鉤の維持力に関して、鑄造鉤については理論的解析および引き抜き試験などより検討され、現在では維持力に影響する因子、さらに維持力を導き出す関係式^{1,2)}まで提示されている。また、維持力を規定する鑄造鉤の製作方法³⁾もいくつか紹介されている。しかし、それらの事項を尊重した製作方法はまだ一般臨床に普及しているとはいえない。

愛知学院大学歯学部第一歯科補綴学教室（主任，指導：平沼謙二教授）

The First Department of Prosthodontics School of Dentistry, Aichi-Gakuin University (Chief and Director : Prof. Kenji Hiranuma)

昭和 63 年 12 月 26 日受付

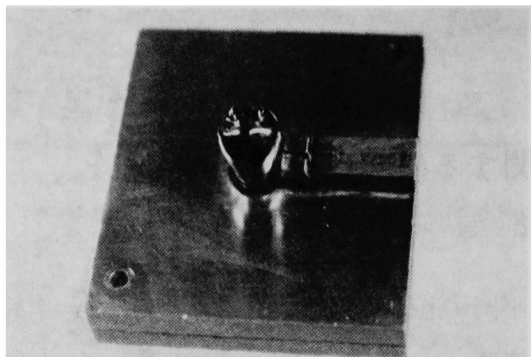


図1 金属原型

一方、線鉤については、クラスプ用金属線の機械的性質、加工性、耐久性に関する報告は多いが、一定規格の試料が得られないためか、維持力については理論的に解析するもの⁴⁻⁸⁾が多く、鉤形態試料を用いての実験的研究は少ない。

しかし、鉤の維持力を設計段階で規定することは、維持歯の保護や義歯の安定などにつながる部分床義歯学の分野にとってはきわめて重要な課題であり、また解決法が待たれる問題と考えている。

そこで、本研究は、まず現状を認識する目的で、われわれが日常の臨床で行っている方法で製作する線鉤、および鑄造鉤についてその維持力を測定し、両者を比較するとともに、製作者間の差や製作者個人のバラツキについて検討するものである。

II. 実験方法

1. 維持歯原型について

原型は、平均的歯冠形態を持つエポキシ歯下顎左側第2小臼歯(ニッシン社製 B3-305)をパターンとしてタイコニウム・システムにより Ni-Co-Cr 合金(プレミアム 100)で鑄造して製作する。この金属原型を図1に示すが、外形寸法は、近遠心径 7.2 mm、頬舌径 8.1 mm、歯冠長 7.8 mm で、咬合面遠心部にはレストシートを設置したものである。この金属原型を維持歯と想定する。

2. 鉤試料について

試料として用いる鉤形態は、線鉤、鑄造鉤とも2腕鉤である。

試料の製作は臨床経験 2~14 年の補綴学教室員 14 名が行い、そのうち 11 名(A~K)には線鉤と鑄造鉤を各 1 個、3 名(L~M)には各 5 個の製作を以下に示す基

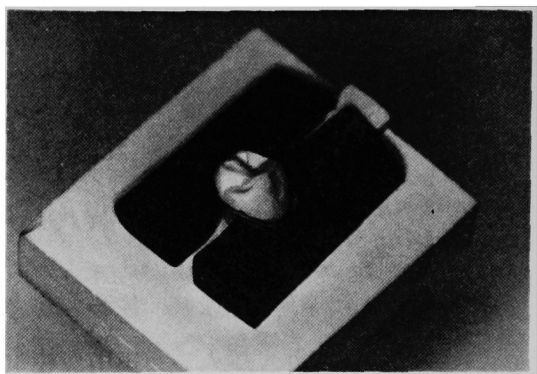


図2 鉤外形線描記用の治具

準に従って依頼した。線鉤の製作は、原型をスペーサー 3 mm のレジン製の個歯トレーを用いシリコンラバー印象材で印象して製作した作業模型上で、直径 0.9 mm の Co-Cr 線を一線法にて屈曲し、鉤体部は、即時重合レジン(而至社製ユニファースト)で頬側腕と舌側腕を固定する。この鉤体部は、維持力測定時に引き抜き試験装置の試料固定棒に即時重合レジンを用いて固定する。鉤外形線は、鉤腕長の 1/3 よりアンダーカット部に入り、徐々に鉤尖部に至る通常のものであり、図2に示すレジン製の治具を用い一定に描記する。アンダーカット量は 0.25 mm、鉤尖間距離は 4 mm とする。なお、Co-Cr 線の屈曲のために用いるブライヤー類は製作者の自由とする。

鑄造鉤は型ごと埋没法を用いて製作する。作業模型は線鉤製作時と同様に製作し、アンダーカット量 0.25 mm、鉤尖間距離 4 mm で鑄造鉤の設計を行い、複印象前準備としてのブロック・アウトを行う。耐火模型は、ブロック・アウトした1つの作業模型をシリコンラバー印象材で印象し、同一形態のものを製作する。ワックス・アップは各製作者が手技により行い、鉤体部の外面にはリテンションピースを付け、引き抜き試験装置の試料固定棒との維持部とする。埋没、ワックスの焼却、鑄造操作は、表1に示す条件およびメーカー指示に従い行う。使用合金は金パラジウム銀合金で、鑄造後リングは室温に至るまで放置し、熱処理は行わない。

線鉤および鑄造鉤は、各製作者が臨床に即して形態修正、研磨を行ったものを試料とする。なお、各模型の製作、外形線の描記、埋没・鑄造操作は、条件を統一するため同一術者が行った。

図3に線鉤試料と鑄造鉤試料を示し、表1に試料の製作に用いた主な器材ならびに条件を示す。

表 1 使用材料および各種条件

器 材	種類および条件
印 象 材	エグザフレックス（レギュラータイプ）：而至社製
模 型 材	Ver-Mix Stone：Kerr 社製
クラスプ線	コバルタム 直径 0.9 mm 線：日本歯研社製
耐火模型材	Cristobalite Model Investment：而至社製
鋳造リング	長さ 35 mm 内径 30 mm（アスベスト 2 枚巻）
ス プ ル ー	直径 1.5 mm 長さ 5 mm
使用合金	金パラジウム銀合金：而至社製
鋳 造 機	サーモトロール 2500：Jelenko 社製
鋳込温度	1,050℃

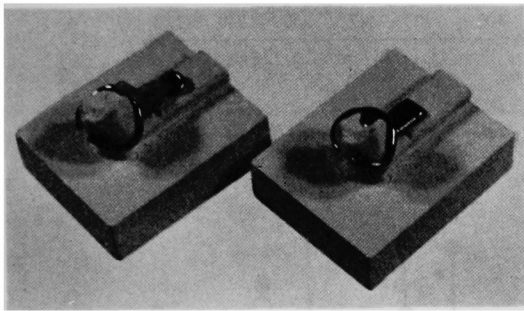


図 3 線鉤試料（左）と鋳造鉤試料（右）

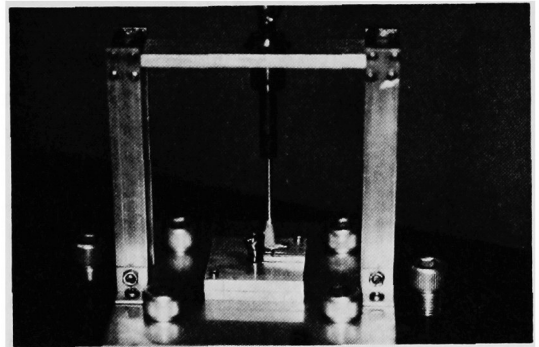


図 5 維持力測定装置

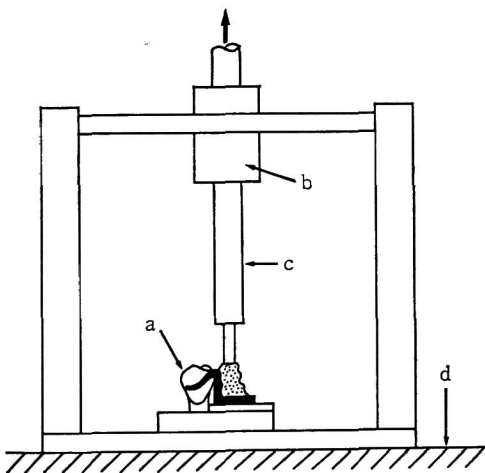


図 4 引き抜き装置の模式図

- a：金属原型 b：ボールベアリング
c：試料固定棒 d：クロスヘッド

3. 維持力の測定について

試料の維持力は、図 4 に示す引き抜き装置を用いてインストロン万能試験機にて測定する。

引き抜き装置は、原型固定台、試料固定棒およびボールベアリングを利用した誘導部からなり、クロスヘッド

に固定する。誘導部は、試料固定棒の動きがサベア方向に一致するように設置し、また、試料固定棒は、鎖を介してロードセルに連結する。

維持力の測定は、図 5 に示すように金属原型に装着した試料と試料固定棒を即時重合レジンで連結固定し、クロスヘッドを 50 mm/min で下降させ、サベア方向における試料の離脱力をチャート速度 100 mm/min で記録して行い。図 6 は、この記録例を示すが、図中の a をノギス（精度 1/20 mm）で計測し、維持力を求める。引き抜き試験は 3 回くり返し行い、その測定値の平均値を維持力とする。

III. 結 果

1. 製作者 11 名の線鉤と鋳造鉤の維持力について

表 2 および図 7 は、製作者 A～K の 11 名が製作した線鉤と鋳造鉤の維持力を製作者別に示したものである。図 7 の両値間をつなぐ線は、線鉤の維持力が大きい場合を破線で、鋳造鉤の維持力が大きい場合を実線で表示している。なお、製作者は臨床経験の最も長い A より最も短い K まで順に並べてある。

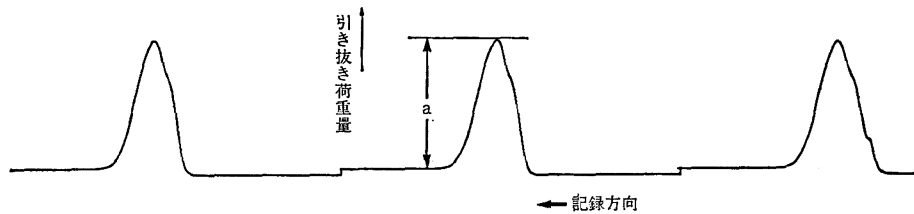


図 6 維持力の記録例

表 2 製作者 11 名による両鉤の維持力

製作者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
線 鉤	494	158	776	309	364	342	291	741	414	824	489
鑄造鉤	1,016	1,169	672	465	652	346	719	447	250	240	582

(単位: g)

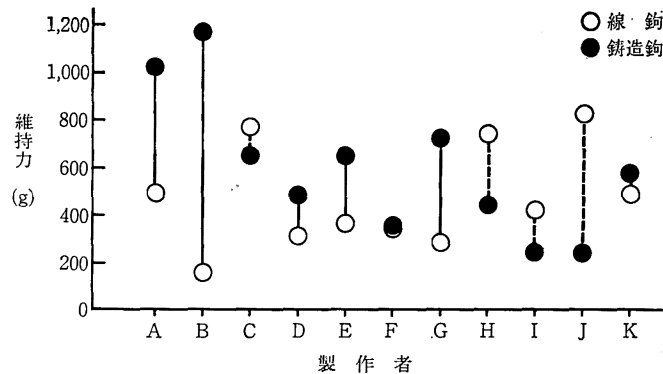


図 7 製作者 11 名による両鉤の維持力

表 3 5 個試料の維持力

試 料 No.		1	2	3	4	5	平均 (S. D.)
製作者 L	線 鉤	821	387	433	1,050	424	623 (297)
	鑄造鉤	442	393	297	530	271	387 (106)
製作者 M	線 鉤	509	626	576	471	609	558 (66)
	鑄造鉤	226	451	537	292	426	386 (126)
製作者 N	線 鉤	583	402	587	362	135	414 (187)
	鑄造鉤	513	492	413	481	813	542 (156)

(単位: g)

線鉤の値をみると、最も小さい値は B の 158 g、最も大きな値は J の 824 g である。鑄造鉤の値をみると、最も小さい値は J の 240 g、最も大きな値は B の 1,169 g である。

11 名中、鑄造鉤の維持力が線鉤よりも大きな値を示した者は、A, B, D, E, F, G, K の 7 名で、逆に、線鉤の維持力が鑄造鉤よりも大きな値を示した者は、C, H, I, J の 4 名である。

2. 同一製作者による 5 個試料維持力のバラツキについて

表 3 および図 8～10 は、L (臨床経験 2 年)、M (臨床経験 5 年)、N (臨床経験 8 年) による線鉤および鑄造鉤の各 5 試料の維持力を製作順に示したものである。

L の製作した線鉤をみると、最も小さい値を示した試料は No. 2 の 286 g で、最も大きい値を示した試料は No. 4 の 1,050 g である。両試料の差は 664 g である。

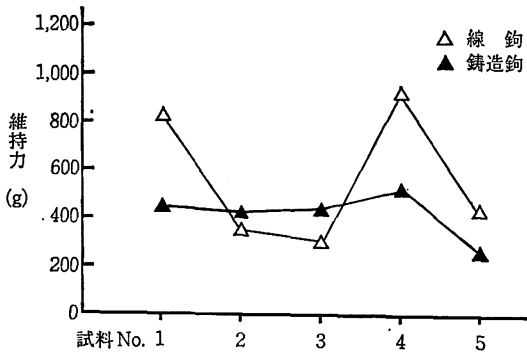


図 8 製作者Lの場合

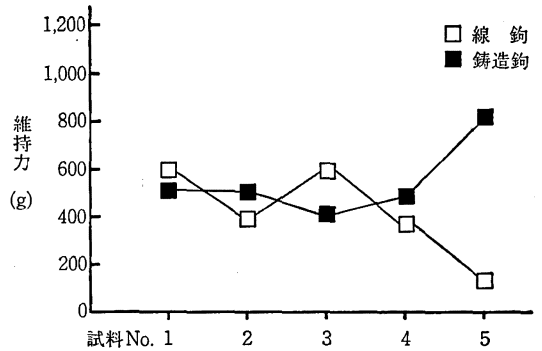


図 10 製作者Nの場合

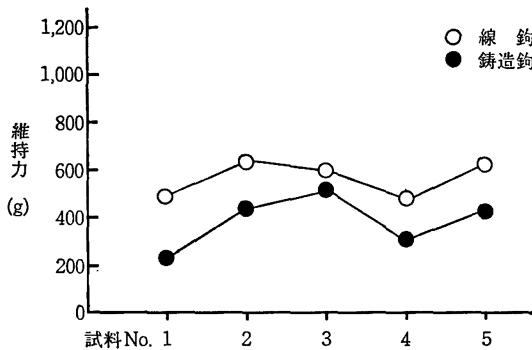


図 9 製作者Mの場合

鑄造鉤をみると、最も小さい値を示した試料は No. 5 の 297 g で、最も大きい値を示した試料は No. 4 の 530 g である。両試料の差は 233 g である。

製作者Mでは、線鉤をみると、最も小さい値を示した試料は No. 4 の 471 g で、最も大きい値を示した試料は No. 2 の 626 g である。両試料の差は 155 g である。鑄造鉤をみると、最も小さい値を示した試料は No. 1 の 226 g で、最も大きい値を示した試料は No. 3 の 537 g である。両試料の差は 311 g である。

製作者 N では、線鉤をみると、最も小さい値を示した試料は No. 5 の 135 g で、最も大きい値を示した試料は No. 3 の 587 g である。両試料の差は 452 g である。鑄造鉤をみると、最も小さい値を示した試料は No. 3 の 413 g で、最も大きい値を示した試料は No. 5 の 813 g である。両試料の差は 400 g である。

IV. 考 察

鉤の維持力に関する研究は、維持力に影響を及ぼす因子を扱ったもの、維持歯歯周組織の負担能よりみたも

の、部分床義歯が必要とする維持力より検討したもの、鉤の材質や形状より検討したものなど種々な方向より行われている。

一方、線鉤ならびに鑄造鉤の維持力については、他の利欠点と共に成書^{9,10)}に示されており、維持装置の設計に際しては口腔内の諸条件に対応する一般的な選択基準となっている。

しかし、理論的解析は勿論、実験的研究においても鉤試料は一定の条件、規格、製作方法によるものであり、日常臨床の場で手技により製作されている鉤の維持力を定量的に検討した報告はない。また、線鉤と鑄造鉤との差に対する認識も定性的なものである。

そこで本実験は、複数の製作者が通法により製作する線鉤および鑄造鉤を対象にその維持力を測定し、線鉤と鑄造鉤の差も含めて、まず、臨床における実態を把握しようとするものである。

1. 実験方法について

金属原型は、維持歯に利用されることの多い下顎第2小臼歯とし、引き抜き試験で摩耗しないよう硬さの大きい Ni-Co-Cr 合金で製作した。この原型は、遠心部咬合面にレスト座を設定する他は天然歯形態を尊重し、測定する維持力に影響すると思われるガイドプレーンなどの形態修正は行っていない。原型の外形寸法や側面形態は、鉤試料の外形寸法、形状を左右して維持力に影響するが、パターンとして用いたエポキシ歯は、日本人の平均的な寸法を示すものとして採用した¹¹⁾。

試料の製作は、各製作者に一定条件にて製作した作業模型および耐火模型上で行われた。

製作試料数は、製作者 A~K については線鉤と鑄造鉤ともに各1個とした。これは、日常の臨床における状況を考慮したものである。

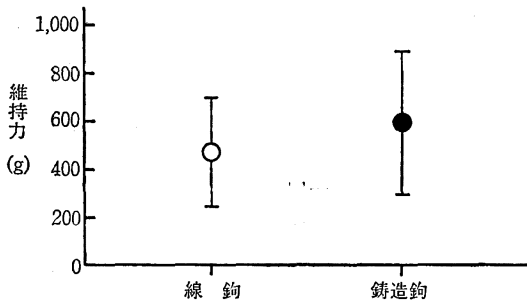


図 11 製作者 11 名の維持力の平均値

各製作者が、クラスプ線の屈曲に使用したプライヤーは、ピーソー、ヤング、KI、河辺 2 号の各プライヤーの内より 2 あるいは 3 種であった。

線鉤試料は、屈曲・研磨まで、鑄造鉤試料は、ワックス・アップ、鑄造後の形態修正と研磨を行わせ、各製作者の判断で試料の完成とした。

鉤材料として直径 0.9 mm の Co-Cr 線と金パラジウム銀合金を取りあげたのは、臨床で使用される頻度より比較対象として適当であると考えたことによる。なお、線鉤ならびに鑄造鉤試料とも、製作者による金属原型への試適は行っていない。

維持力の測定に用いる引き抜き装置は、鉤試料設計時のサベア方向に鉤試料の引き抜き方向を低摩擦で一致させることができるもので、西山¹²⁾、山賀¹⁾の用いた装置を参考にして製作した。

2. 鉤の維持力について

線鉤と鑄造鉤の両者ともに、製作者 11 名間の差は図 7 に示すようにきわめて大きく、線鉤では最小値と最大値の差は 666 g、鑄造鉤では 929 g を示した。さらに、線鉤と鑄造鉤の維持力の大きさに関し製作者間に共通する傾向はなく、製作者 11 名中の 4 名は、線鉤の維持力が鑄造鉤を上回っている。また、臨床経験年数との関係も傾向としてはみられない。

ここで、それぞれ 11 個の平均値および標準偏差を図 11 に示し、両者の維持力について検討する。線鉤の平均値は 473 g を示し、鑄造鉤の平均値は 596 g を示した。この平均値でみれば、鑄造鉤は線鉤に比べ 125 g 大きい値を示すが、両者の標準偏差はかなり大きな値を示しており、検定 (t 検定) の結果より両者に有意の差はない。

以上よりみると、線鉤ならびに鑄造鉤の維持力は製作者に大きく影響され、単純に両鉤を比較したり、固定的な認識を持つことの危険性を示しているといえる。

一般に線鉤は、弾性に富み大きなアンダーカット量の

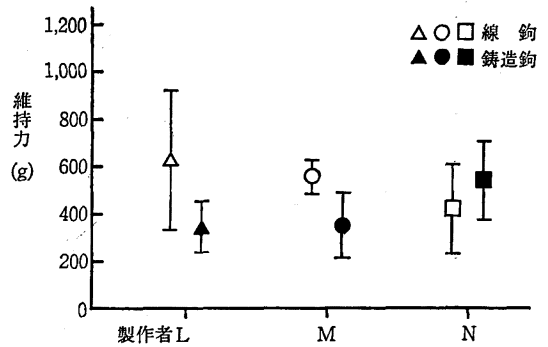


図 12 製作者 L・M・N の維持力の平均値

利用が可能であり、義歯着脱時および機能時に維持歯への側方力が軽減されるなどのことが利点としてあげられている。しかし、本実験結果よりみると、線鉤を設計したとしても、使用アンダーカット量を増やす明確な根拠はなく、さらに、必ずしも維持歯歯周組織の保護につながるとは考えにくい。

鑄造鉤の場合は、線鉤に比べて設計の自由度があること、確実な維持力、把持力、支持力が得られること、適合性に優れていることなど多くの利点があるとされている。しかし、通法に従い製作する以上、その維持力の大きさは、製作者が鉤腕部をどの程度の寸法にワックス・アップするかということであり、製作者の違いが維持力に及ぼす影響は、線鉤より大きい結果になっている。

さて、通法に従って製作する鉤は、製作者間で維持力に大きな差が出ることが解ったが、図 8~10 に示すように、同一製作者が同一条件の下で製作する場合にも鉤の維持力は一定しない。この維持力のバラツキは、その製作方法に起因するものと考えられる。すなわち、線鉤においてはクラスプ線の屈曲・適合の状態、鑄造鉤においては鉤腕部の手技によるワックス・アップおよび最終的な形態修正・研磨の状態によるそれぞれの誤差が大きく影響するものといえる。

なお、製作順に従ってそれぞれの値をみても、いわゆる学習効果も得られていないようである。

図 12 は、製作者 L, M, N (それぞれ臨床経験 2, 5, 8 年) の試料 5 個の維持力の平均値と標準偏差を示す。

線鉤、鑄造鉤ともに 3 名の平均値に差がみられることは、先に示した結果より当然のことであるが、各標準偏差をみると鑄造鉤は線鉤に比して 3 名の値に差が少ない。これは、鑄造鉤の製作方法が手技によるものとはいえ、鉤腕各部の幅、厚さ、鉤尖部に向かって付与するテーパの程度などについて、製作者各自の寸法的な目安

が同程度であることを示しているといえる。また、線鉤に比し、臨床経験年数や技工技術の差が維持力のバラツキとして現れていない。

一方、線鉤をみると、製作者 L と M の平均値はほぼ等しいが、偏差値には大きな差がある。これはクラスプ線の屈曲・適合技術が製作者によってかなりの差があることを示すものである。福井⁴⁾、宝田⁵⁾、宮入ら⁶⁻⁸⁾は、線鉤の維持力について理論的解析やその規定を試みているが、この屈曲・適合技術の差が、維持力に大きく影響する以上、線鉤については、その維持力の規格化をはかることは現状では困難であるといえる。しかし、維持装置として線鉤は捨て難い臨床的価値があり、この点は、今後の課題として十分検討されなければならない。

V. 結 論

下顎左側第2小臼歯形態の金属原型に対して、通法に従って製作するきわめて臨床的な手法により製作した線鉤ならびに鑄造鉤を試料としてその維持力を測定し、材質ならびに製作者の違いによる影響について検討した。その結果、

1. 通法により製作する線鉤および鑄造鉤の維持力は、製作者間の差がきわめて大きい。また、製作者別に両鉤の維持力をみると、各製作者に共通する傾向はない。
2. 本実験条件では、両鉤の維持力には有意の差はなかった。
3. 線鉤は、個人的な製作技術の差が維持力のバラツキに影響し、鑄造鉤に比して一定条件のものを製作し難い。
4. 部分床義歯の代表的な維持装置である線鉤と鑄造鉤の選択基準および製作術式を再検討する必要性が認められる。

本研究のご指導とご校閲を賜った平沼謙二教授に謝意を表するとともに、ご協力いただきました補綴学教室員各位に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 山賀 保：鑄造鉤に関する力学的研究—鉤腕の力学的性質ならびに維持力に影響する因子について—，補綴誌，23：271～287，1979.
- 2) Marxkors, R. : Die Gußklammerversankerung, Funktion • Indikation • Technik, 63～71, Carl Hanser Verlag, München-wie, 1977.
- 3) 奥野善彦：キャストクラスプの形態と維持力，阪大歯誌，28：155～166，1983.
- 4) 福井彰一：クラスプの力学的解析，歯材研報，2：161～173，1960.
- 5) 宝田 勇：クラスプの維持力に関する研究，歯科学報，64：148～172，1964.
- 6) 宮入裕夫ほか：クラスプの変形と強度（第1報）鉤尖に水平荷重をうける立体状クラスプ，歯理工誌，9：15～23，1968.
- 7) 宮入裕夫ほか：クラスプの変形と強度（第2報）鉤尖に垂直荷重をうける立体状クラスプ，歯理工誌，9：153～162，1968.
- 8) 宮入裕夫ほか：クラスプの変形と強度（第6報）水平荷重をうける線クラスプとキャストクラスプに及ぼす鉤尖間距離の影響，歯理工誌，10：14～19，1969.
- 9) 奥野善彦：歯科技工士教本 / 有床義歯技工学2 局部床義歯編，10～59，医歯薬出版，東京，1978.
- 10) 中沢 勇：部分床義歯学，84～175，永末書店，東京，1975.
- 11) 藤田恒太郎：歯の解剖学，60～62，金原出版，東京，1970.
- 12) 西山 暲：鑄造鉤の維持力に関する実験的研究—Gingivally approaching clasp (I-bar type) について—，補綴誌，20：43～62，1976.