

—原著—

金銀パラジウム合金を用いた
レスト付二腕鉤における鉤腕形態と維持力の検討

飛田 滋, 河野 正司*, 渡邊 清志, 岡田 直人

新潟大学歯学部附属歯科技工士学校
(学校長: 野田 忠教授)

*新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生命科学専攻
顎顔面再建学講座 摂食機能再建学分野
(主任: 河野正司教授)

Study on Clasp Shapes and Retentive Force of
Akers Clasp in Ag-Pd-Cu-Au Alloys

Shigeru Tobita, Shoji Kohno*, Kiyoshi Watanabe, Naoto Okada

*School for Dental Technicians Faculty of Dentistry Niigata University
(Director: Prof. Tadashi Noda)*

**Division of Removable Prosthodontics, Course for Oral Life Science,
Graduate School of Medical
and Dental Sciences, Niigata University
(Chief: Prof. Shoji Kohno)*

平成15年11月14日受付 11月14日受理

Key words : レスト付二腕鉤, 金銀パラジウム合金, 鉤腕形態, アンダーカット量

Abstract : The most frequently used retainers for removable partial dentures, the Akers clasps, are usually made by the casting method. In accordance to the Japanese Public Medical Insurance System, Akers clasps are made of Ag-Pd-Cu-Au alloys. However, the standard shape of the Akers clasps is presented only by using Au-Pt alloys and only for molars, not for premolars. Furthermore, no reports are available on the standard shape of Akers clasps fabricated from Ag-Pd-Cu-Au alloys.

This study investigated the shape of clasp arms fabricated from Ag-Pd-Cu-Au alloys and suggested a standard shape for the clasp arms of molars and premolars.

It is generally agreed that the undercut quantity for sufficient retention of the Akers clasp is 0.5mm. In fact, in the presence of multiple retainers, the retention per each unit must be accordingly decreased. The easiest way to achieve this decrease is by reducing the undercut quantity, but there are no data available on the relation between undercut quantity and retention of Ag-Pd-Cu-Au-alloy clasps. From the measurements performed, this study found a linear relation between the undercut quantity and the force required to remove the clasp arm from molars and premolars.

抄録: 部分床義歯の支台装置として最も多く使用されているレスト付二腕鉤については, そのほとんどが鑄造法によって製作されている。また, 国民皆保険制度の現在では, その使用金属は金銀パラジウム合金(以下Au-Pd合金とする)が使用されている。しかし, 鑄造法によるレスト付二腕鉤の基本形態は, 白金合金(以下Au-Pt合金とする)による大臼歯の形態が示されているものの, 小臼歯の基本形態については具体的に示されたものはない。さらにまた, 使用金属をAu-Pd合金とした報告はなされていない。

そこで我々は, Au-Pd合金における鉤腕形態を追求し, その結果, 大臼歯と小臼歯の鉤腕の基本形態が示された。

レスト付二腕鉤の維持力を決定する直接的因子であるアンダーカット量は、何れの場合でも0.5mmと言われている。実際に支台装置の数が増せば、1歯当たりの維持力を減少させる必要がある。その手段としては、アンダーカット量を少なくすることが最も簡便である。しかし、Au-Pd合金におけるアンダーカット量と維持力の関係についてのデータは示されていない。そこで求められた大白歯と小白歯の鉤腕形態においてアンダーカット量の変化と離脱に要する力を測定した結果、直線関係が認められた。

I 緒言

日常臨床においては部分床義歯の構成要素である支台装置として、レスト付二腕鉤が最もよく使われる¹⁾。保険診療で使用が許される金属は、鋳造鉤ならばAu-Pd合金、Co-Cr合金、Ni-Cr合金であるが、Co-Cr合金では弾性が得にくく、またNi-Cr合金では金属アレルギーの危険性が内在している²⁾。このため生物学的、歯科理工学的、さらには歯科技工学的な要件から、通常Au-Pd合金による鋳造鉤が使用されている。

しかし、鋳造法によるレスト付二腕鉤の基本形態は、NEY社(米国)がAu-Pt合金による大白歯における形態を示しているだけである(図1)。その形態は、鉤腕基部で幅2.0mm厚さ1.0mm、鉤尖で幅1.0mm厚さ0.5mmの断面形態が半円状を呈する³⁾としている。小白歯については基本形態が呈示されていないため、術者の経験から大白歯における寸法を減少させて製作しているのが現状である。

日本は健康保険制度の制約から、世界で唯一Au-Pd合金を使用する稀少国である。そこで、Au-Pd合金を使用した大白歯と小白歯におけるレスト付き二腕鉤の鉤腕形態を維持力の観点から求めることにした。

義歯に必要な維持力は1~2kgといわれている⁴⁾。また、支台装置一個の持つ維持力は、500~900gともいわれている⁵⁾。そして、レスト付二腕鉤の維持力を決定する直接的因子であるアンダーカット量は、支台装置の数にかかわらず0.5mmとして製作しているのが一般的である³⁾。ところが、臨床では支台装置の数が増せば1歯当たりの維持力は、減少させる必要があると考える。その手段としては、アンダーカット量を少なくすることが最も簡便である。しかし、Au-Pd合金におけるアンダーカット量と維持力の関係については未知な部分が多い。本研究では、そこで求められた大白歯と小白歯の基本形

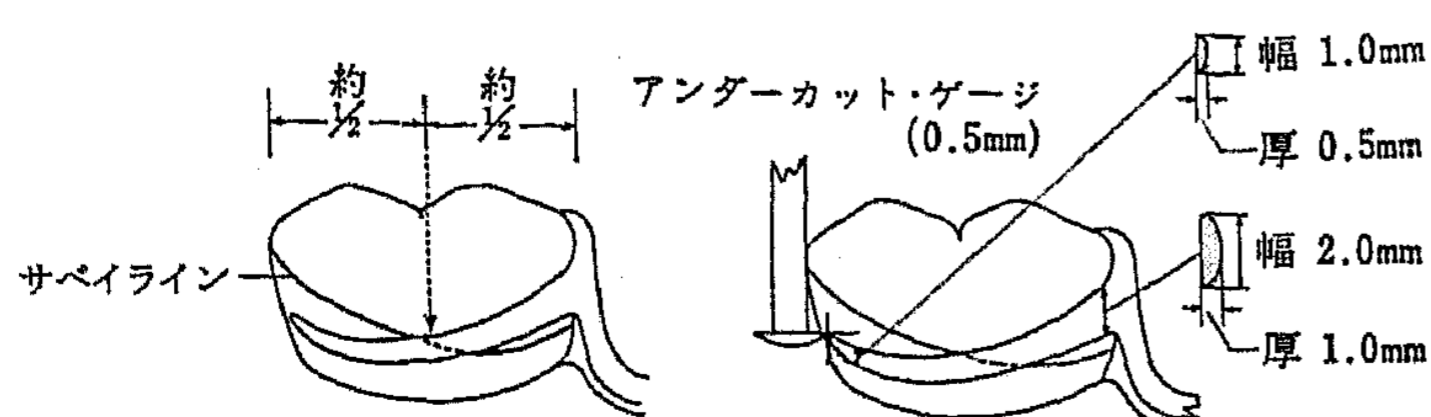


図1 Au-Pt合金による大白歯の基本形態⁷⁾

態において、アンダーカット量の変化と維持力の関係についても検討することにした。

II 研究方法

1. 形態の検索

1) 鉤腕長の測定法

歯牙は、統計的に見ると上下顎共に第一大臼歯の欠損率が最も高いと報告されている⁶⁾。すなわち上下顎共に第二大臼歯、第二小臼歯が支台歯になる確率が高いと考えてよい。そこで下顎第二大臼歯と下顎第二小臼歯が天然歯である5個の下顎歯列模型を用意し、標準的なレスト付二腕鉤の設計⁷⁾を行い、頬側と舌側の鉤腕の長さを測定しその平均を求めた(図2)。

その測定方法は、鉤腕基部から鉤尖までワックス線(GC社製レディキャストリングワックス#HR19)を支台歯に圧接切断し、そのワックス線を直線に復元したのち長さを技工用ノギスで測定することとした。

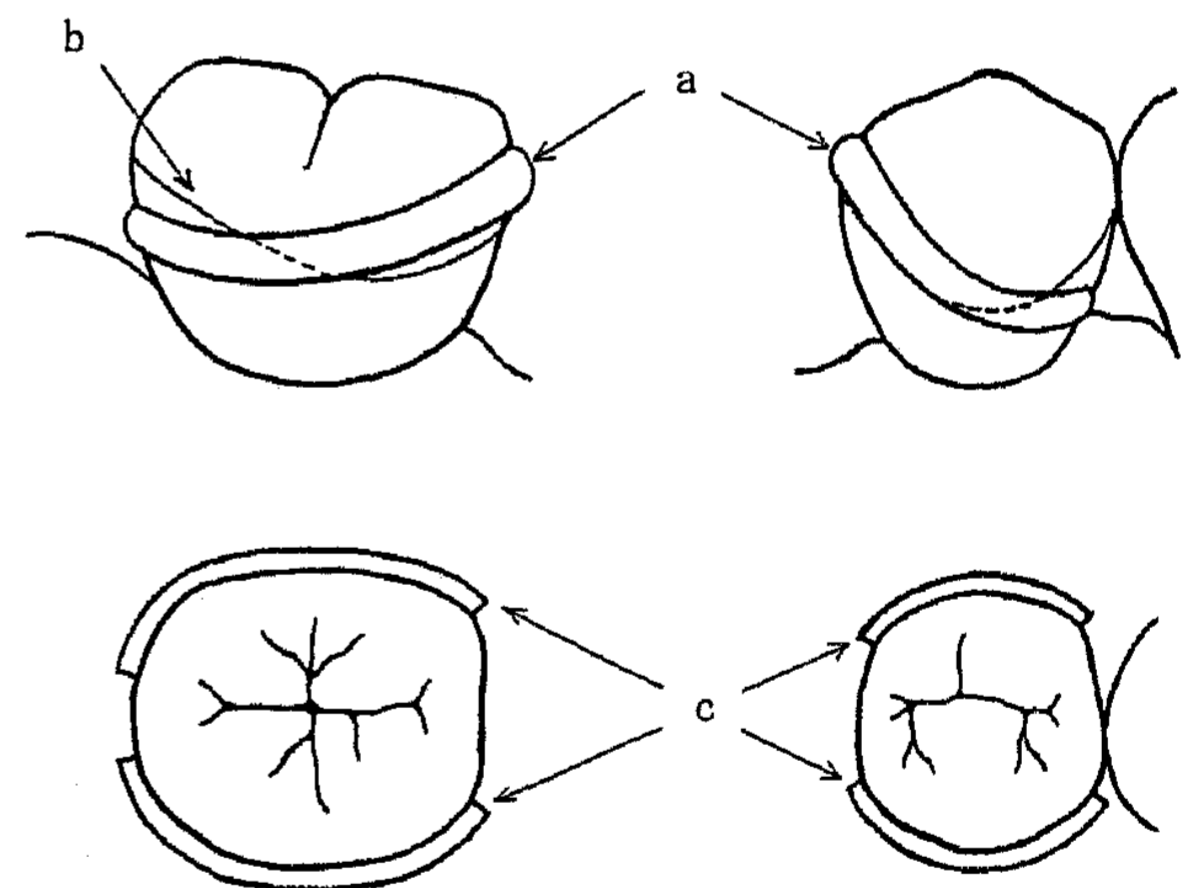


図2 鉤腕の長さの測定

(a:ワックス線, b:サベイライン, c:上腕側隅角部)

2) 鋳造鉤腕の変形測定法

①鉤腕製作法

表1に示す3種類の断面形態のレスト付二腕鉤をそれぞれ3個製作した(図3)。ワックスパターンについては、寸法を一定にするためにシリコン印象材(GC社製エグザファイン)で陰型を製作した。なお鉤腕の長さは、前項の実験で求めた値を用いた。

また鉤腕の形態を単純化するため、前項で使用した歯列模型の下顎第二大臼歯と下顎第二小臼歯の近遠心径及び頬舌径の和を等分して平均的直径とし、それぞ

表1 各試料の鉤腕形態 (mm)

		下顎第二大臼歯				下顎第二小臼歯			
		頬側腕		舌側腕		頬側腕		舌側腕	
		鉤腕基部	鉤尖	鉤腕基部	鉤尖	鉤腕基部	鉤尖	鉤腕基部	鉤尖
試料1	幅	2.2	1.0	2.2	1.0	2.2	1.4	2.0	1.2
	厚さ	1.2	0.7	1.2	0.7	1.2	0.7	1.1	0.7
試料2	幅	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.2	1.8	1.0
	厚さ	1.0	0.6	1.0	0.6	1.1	0.6	1.0	0.6
試料3	幅	1.8	0.9	1.8	0.9	1.8	1.0	1.6	0.8
	厚さ	0.9	0.5	0.8	0.5	1.0	0.5	0.9	0.5



図3 0.5mm変形に要する外力を測定したレスト付二腕鉤

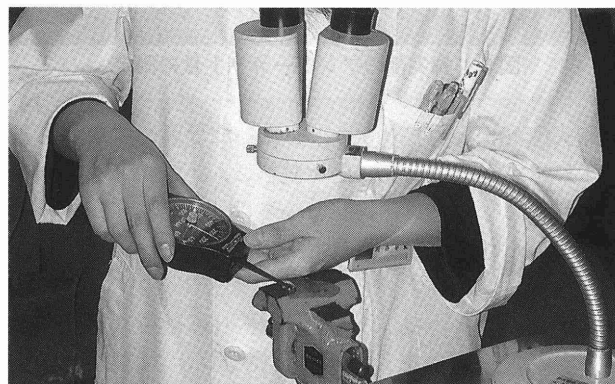


図5 変形量の測定

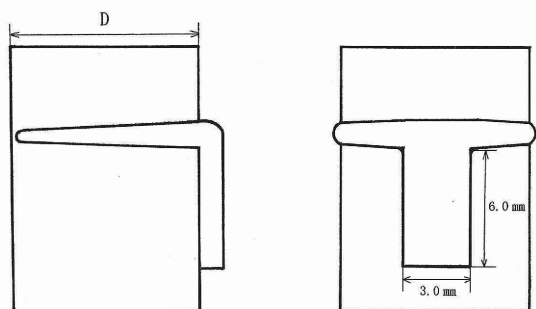


図4 石膏製円柱とワックスパターンの模式図
D：下顎第二大臼歯 (10.2mm)，下顎第二小臼歯 (8.3mm)

れの直径の石膏製円柱を製作した (図4)。この円柱周囲に前述した一定長の鉤腕のワックスパターンを形成することとした。すなわち石膏製円柱にワックス分離剤を塗布しワックスパターンを環状に圧接した。脚部は、パラフィンワックス (GC社製) を3.0mm×6.0mmの大きさに切断し、鉤腕に付与してから慎重に抜き取り埋没し、Au-Pd合金 (三金社製パラトップ・マルチ) で铸造した。

②変形量の測定法

Au-Pd合金で铸造したレスト付二腕鉤の脚部を万力に固定して (図5)、鉤尖を外方に外力を加えて、鉤尖部が0.5mm変形するのに必要な外力をForce Meter

(HALDA社製) で測定した。なお、0.5mmの変位量は、実体顕微鏡 (井上アタッチメント社製10倍) により観察および確認した。

2. 維持力の測定

前項に記した実験結果から、鉤腕として鉤尖が0.5mm変形するに約600g⁵⁾を要する形状を本実験における鉤腕形態として定め、次に述べる条件下の铸造体を製作して、發揮する維持力を測定した。

①ワックスパターンの製作

铸造によりレスト付二腕鉤を製作し、その鉤の維持力を測定するために、次に記す金属製支台歯を製作し、この支台が排列された歯列模型を製作した。

まず金属支台歯の製作には、模型用ゴム枠 (ニッシン社製) の下顎右側第二大臼歯部と下顎右側第二小臼歯部にパターン用常温重合レジン (GC社製) を流し、重合後通法により埋没 (松風社製クリストバライトP) 後、Au-Pd合金で铸造・研磨をした。この金属歯を模型用ゴム枠に戻し、瞬間接着剤でゴム枠に仮着した後、硬石膏 (GC社製プラストーン) を注入して実験用模型を製作した。

铸造鉤の製作に際しては、アンダーカットアナライザー (松風社製) を用い鉤尖部のアンダーカット量を0.35mm・0.40mm・0.45mm・0.50mmの4種類に設定した (図6)。また、鉤腕形態は前項の実験において

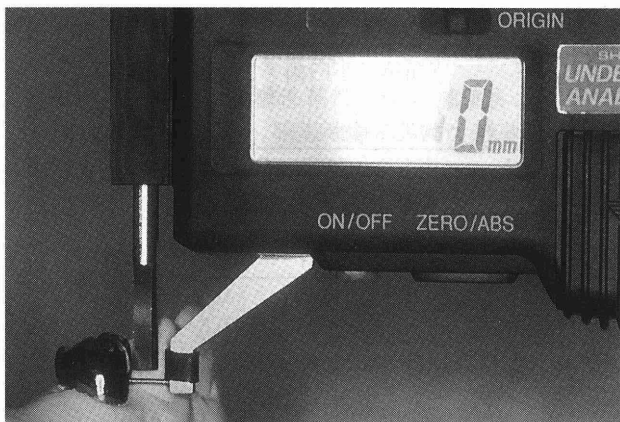


図6 鉤尖部のアンダーカット量の測定

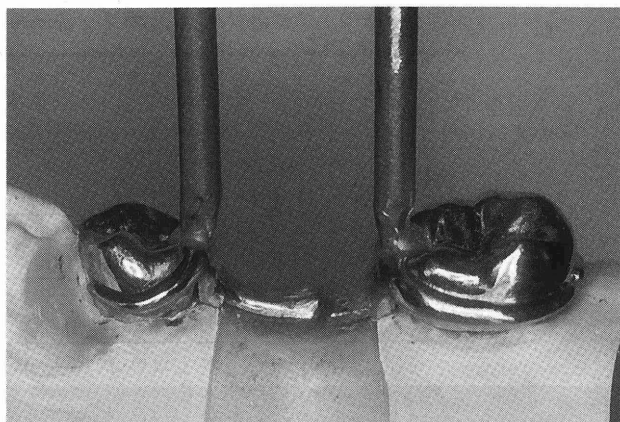


図8 金属支台歯とレスト付二腕鉤

鉤尖0.5mm変形に約600gを要した形態，すなわち表1に示す下顎第二大臼歯を試料2，下顎第二小白歯を試料3とした。なお鉤腕の長さは研究方法1，1)の項で得られた値を採得した。

歯列模型のアンダーカット領域をワックスでブロックアウトし，シリコーン印象材（GC社製エグザファイン）で複印象をして，耐火模型（GC社製クリストバライトモデルインベストメント）を製作した。

この模型上で規定の寸法の蠟型を製作し，サベヤー（NEY社製）を使いレスト上面に引張試験用ロッドを兼ねたスプルー線（GC社製レディキャストリングワックス#25）を咬合平面に対して垂直に付与し（図7），通法により埋没後，Au-Pd合金にて鑄造・研磨した。その際，鉤腕形態の確認と微調整を行った。

②維持力の測定法

鑄造したレスト付二腕鉤を歯列模型内の金属支台歯に装着する（図8）。次にサベヤーの垂直スピンドルにある固定ねじと引張試験用ロッドを機械的に同軸上に固定し（図9），Force Meter（HALDA社製）を垂直スピンドル頭部と連結して引張試験を4回行った（図10）。

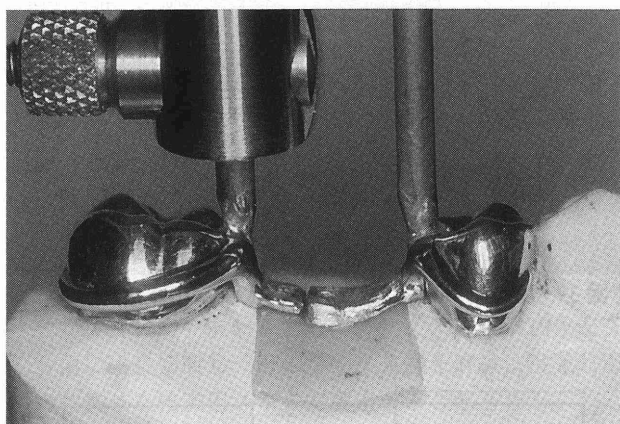


図9 垂直スピンドルと引張試験用ロッドの固定

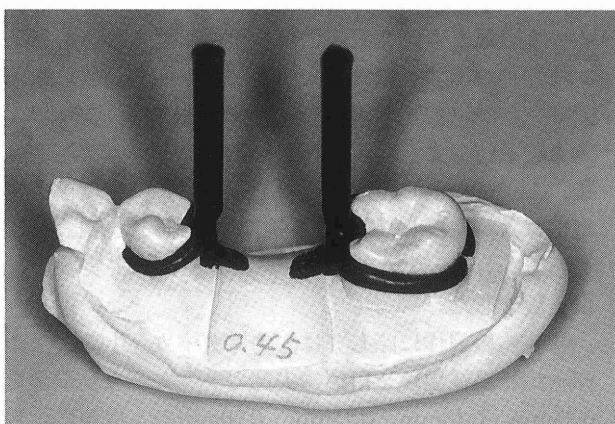


図7 維持力測定用のワックスパターン

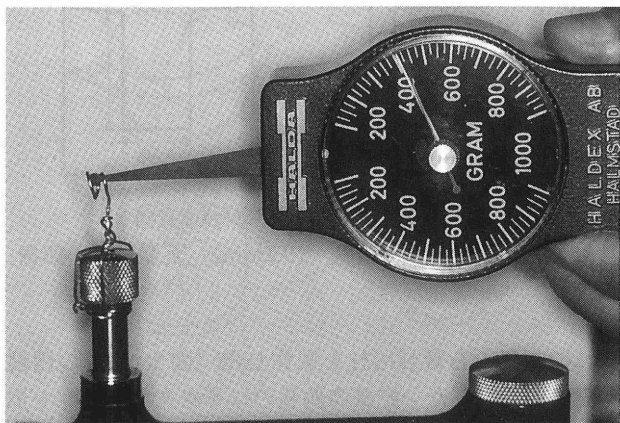


図10 引張試験

III 結果

1. 鉤腕の形態

1) 鉤腕の長さ

5種類の歯列模型上において，下顎第二大臼歯および下顎第二小白歯にレスト付二腕鉤の設計を行い，鉤腕の長さの平均値を求めた結果を表2に示す。

下顎第二大臼歯では頬側腕が16.6mm，舌側腕が16.5mmであり，Ney社が示した下顎第一大臼歯の基準

値15.0mm³⁾に対して1.5~1.6mm大きかった。

また、下顎第二小臼歯では頬側腕は11.1mm、舌側腕は9.2mmであり、Ney社が示した下顎第一大臼歯の基準値15.0mmに対して3.9~5.8mm小さかった。

表2 鉤腕の長さ (mm)

	下顎第二大臼歯	下顎第二小臼歯
頬側	16.6	11.1
舌側	16.5	9.2

2) 変形量

前項で求めた鉤腕の長さを保ちつつ、さらに下顎第二大臼歯および下顎第二小臼歯それぞれについて、表1に示す寸法の3種類の鉤腕形態の鑄造体を対象に、鉤尖の0.5mm変形に必要な変形力を求めた。表3に5回測定した平均値と標準偏差を示す。

鉤尖部のアンダーカット量を0.5mmと想定すると、表3に求めた変形力は、鉤尖部がアンダーカットを乗り越えるのに必要な力、すなわちクラスプの維持力を表すものと考えることが出来よう。この様に考えると、求めた変形力のうち約600gはKorberらが唱える1歯当たりの維持力⁵⁾に近似することから鉤腕形態が適切なものと考え、以後の維持力測定に適用することとした。

表3 鉤尖の0.5mm変形に必要な変形力 (g)

	下顎第二大臼歯		下顎第二小臼歯	
	頬側腕	舌側腕	頬側腕	舌側腕
試料1	915±6.0	853±5.6	1100以上	1100以上
試料2	608±6.7	606±4.2	903±4.5	950±3.5
試料3	379±7.0	392±2.7	602±10.4	617±9.7

2. 維持力の測定結果

前項で求めた鉤腕形態を持つレスト付二腕鉤を製作し、金属歯上における維持力を測定した。その結果を図11, 12と表4, 5に4回測定した平均値と標準偏差を示す。

下顎第二大臼歯および下顎第二小臼歯それぞれにおいて、アンダーカット量により維持力が直線的に変化する結果が得られた。

すなわち、下顎第二大臼歯ではアンダーカット量0.50mmで775.0gの維持力を示し、アンダーカット量が0.05mm減少するごとに維持力も約110~140gの範囲で減少してくることが観察された。また、下顎第二小臼歯についてはアンダーカット量が0.50mm, 0.45mmでは下顎第二大臼歯に比較して維持力は低い値を示すものの、アンダーカット量が0.40mm, 0.35mmとなると、下顎第二大臼歯の維持力との差は小さくなる傾向を示した。

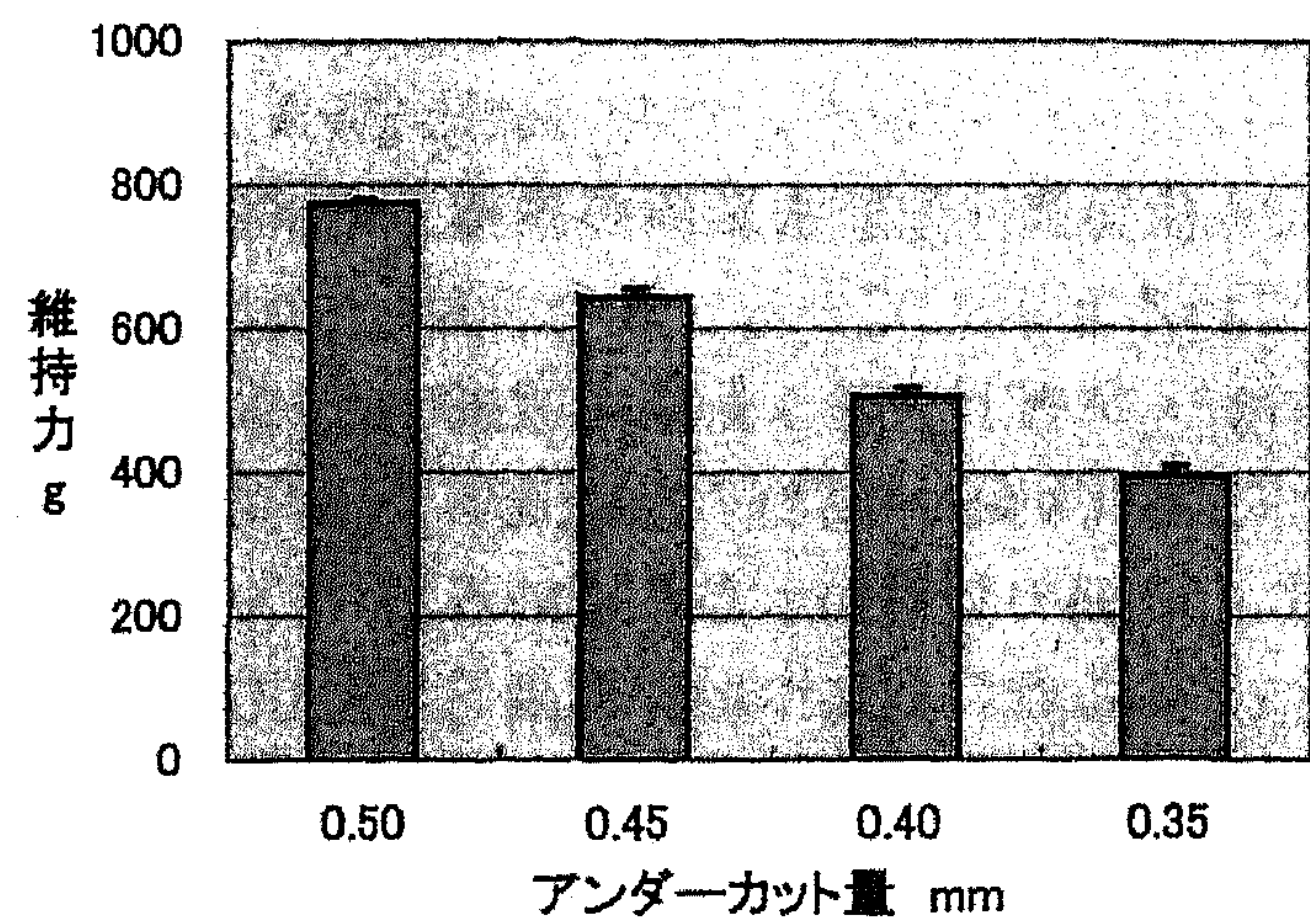


図11 アンダーカット量と維持力 (下顎第二大臼歯)

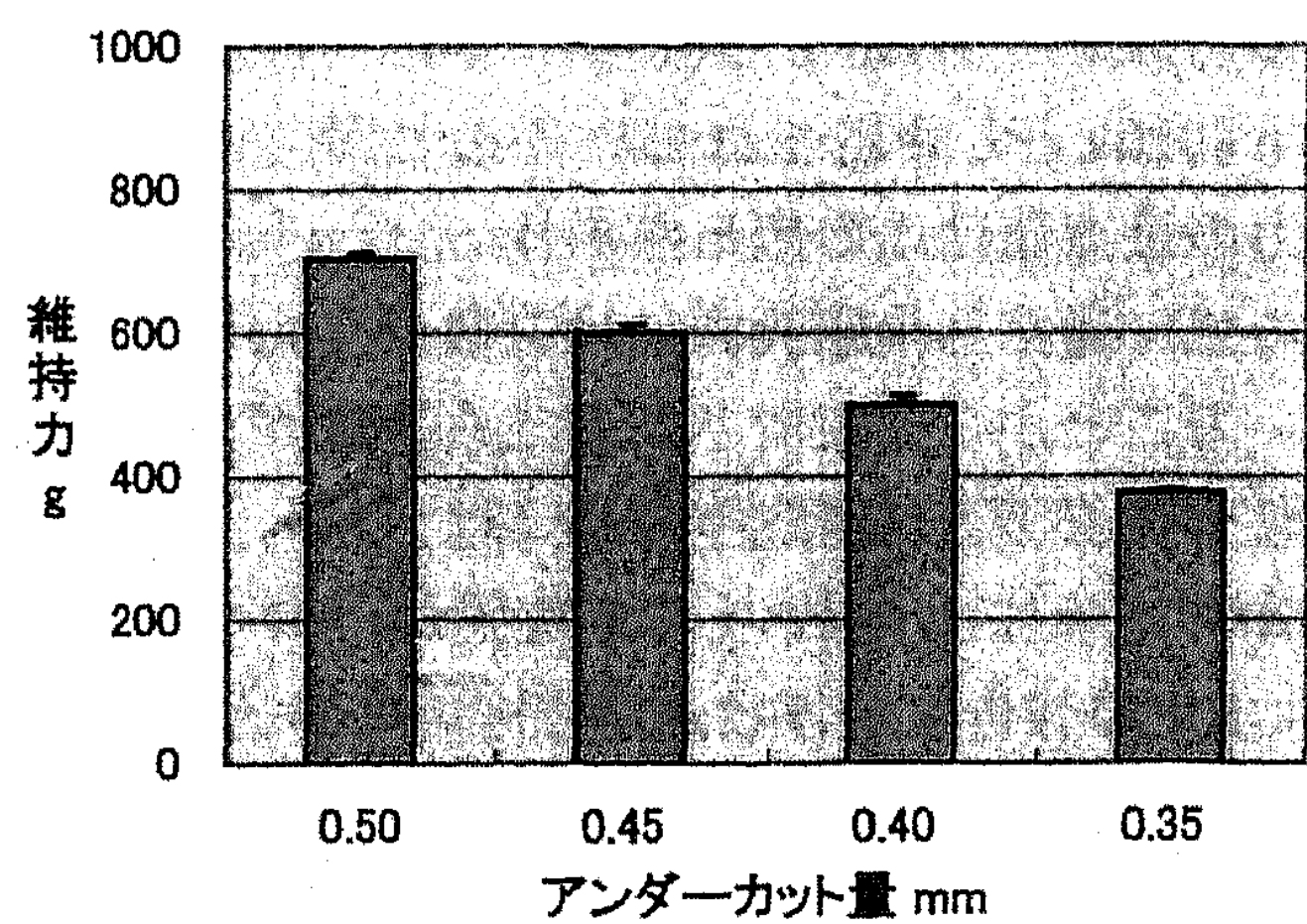


図12 アンダーカット量と維持力 (下顎第二小臼歯)

表4 下顎第二大臼歯の維持力 (n=4)

アンダーカット量(mm)	0.50	0.45	0.40	0.35
維持力の平均値(g)	775.0	643.8	506.3	393.8
SD	7.5	12.5	12.5	14.9

表5 下顎第二小臼歯の維持力 (n=4)

アンダーカット量(mm)	0.50	0.45	0.40	0.35
維持力の平均値(g)	704.3	601.8	500.3	377.5
SD	7.5	10.9	13.1	2.9

IV 考察

1. 義歯に必要な維持力

口腔内に装着される部分床義歯は、クラスプなどの支台装置を使って残存歯である支台歯に維持されており、咀嚼などの顎機能時に口腔内から脱離しないように配慮されている。このような部分床義歯については、どの程度の維持力が必要であるか、これまでに数多くの報告がなされている。

例えば、Bates⁴⁾は粘着性の食物では2kg、通常の食物なら1kg程度で十分と述べ、長沢⁸⁾は臨床的経験から一般に500g以下で義歯が離脱すると患者は維持の不安定を訴え、700g~1kgの維持力があれば満足されると述べている。また、杉山⁹⁾は装着1ヶ月以内の1本義

歯で適合良好かつ咀嚼中の離脱がない症例の維持力を測定したら2250 g～3600 gであったと述べ、FrankとNicholls¹⁰⁾は両側性遊離端義歯の維持力で300 g～750 gが適していると示している。また、Korber⁵⁾らはコーヌスクローネの維持力を1歯あたり500 g～900 g程度が望ましいとしている。このように適切な維持力といってもかなり広範囲の数値が示されている。

義歯に必要な維持力について原則的な事項を考えてみたい。咬合時に上下顎の咬合面間に粘着性食品が介在したことを想定すると、開口時に天然歯の咬合面に粘着した部分床義歯が脱離しないようにするためには、必要な義歯維持力としては下顎が開口するときを使用される開口筋の筋力以下である¹¹⁾。Boltらによる¹²⁾と、開口力は最大でも約10kgfと報告されていることから、必要な義歯維持力の最高値はこの値となろう。

ところで、通常部分床義歯には複数の支台装置が使用されていることから、設置される支台装置が持つ維持力の合計値が、必要な義歯維持力を満たしていればよい。この点から考えても単独の支台装置が持つべき維持力は、これまでの報告値がほぼ適切なものと考えられよう。

また、義歯に設計される支台装置の数は、種々の要素によって変化することから、それぞれの支台装置の設計に際しては、維持力の設計値を容易に設定できるようでなくてはならない。そのために、支台歯のアンダーカット量と支台装置の維持力との関係は明確にしておく必要がある。この点を本研究で明らかにする事ができたことは、今後の臨床における義歯製作に大きな力となることは間違いないと考える。

2. 支台歯の歯種と鉤腕の形態

同義歯内において大白歯部と小白歯部にレスト付二腕鉤を設計するとき、鉤腕基部と鉤尖部の寸法を変化させなければ、その維持力は必ず小白歯部の方が強く出てしまう。鉤腕形態の明確な寸法が報告されていない現在、鉤歯をより長期に保存するには、本研究で得られた小白歯部と大白歯部の数値は広く臨床に応用されたいと考える。本研究の鉤腕形態をもとにアンダーカット量を変化させ引張試験を行い、統計処理を行った結果、アンダーカット量と維持力の間には一定の関係が認められた。

この様な点から、本研究で求めることの出来た下顎第二大臼歯および下顎第二小臼歯における、レスト付二腕鉤の鉤腕基準形態がこれからの臨床に応用することが必要になってくる。

すなわち、第二大臼歯に適応される鉤腕の形態に対して、第二小臼歯の頬側腕は鉤尖部で変わることが無いものの、鉤腕基部の幅は10%小さくする必要がある。また、鉤腕基部の厚さは変わらないが、鉤尖部の厚さは17%小さくする必要があることが明らかとなった。

また舌側腕についてみると、鉤腕基部の幅を20%小さくする必要があるが、鉤尖部の幅は変わらない。さらに鉤腕基部の厚さは10%小さく、鉤尖部の厚さは17%小さくする必要があることが明確となった。

3. アンダーカット量と維持力の関係

本研究の結果を適用することによって、Au-Pd合金製のレスト付二腕鉤を製作するにあたり、適切な維持力に対するアンダーカット量の決定基準を求めることができる。

すなわち、下顎第二大臼歯ではアンダーカット量を0.50mm～0.35mmまで変化させることにより、維持力を775.0 g～393.8 gに変化させることが出来る。また下顎第二小臼歯については、アンダーカット量を同様に0.50mm～0.35mm変化させると、維持力を704.3 g～377.5 gに変化させることが出来ることが明確となった。

クラスプ先端のアンダーカット量については、平沼らはAu-Pd合金のレスト付二腕鉤の場合、アンダーカット量を0.5mmよりわずかに少ない量にして鉤腕の永久変形をさけるよう報告¹³⁾している。これは、Au-Pt合金よりAu-Pd合金の弾性変形が少ないことを示めている。

本研究の結果から、アンダーカット量と維持力との関係に目を向けてみると、下顎第二大臼歯、下顎第二小臼歯ともに1歯当たりの維持力を500 g～600 gに設定すると、それに対応するアンダーカット量は0.40mm～0.45mmの範囲であることが適切であることが認められた。Au-Pd合金の永久変形防止と1歯当たりの維持力の程度を考慮すると、一般的に述べられているレスト付二腕鉤のアンダーカット量0.5mmは大きいことが考えられよう。

V 結 論

1. Au-Pd合金における大白歯と小白歯の鉤腕の基本形態が示された。
2. Au-Pd合金のレスト付二腕鉤においてアンダーカット量と維持力の間には、直線関係が認められた。よって、アンダーカット量を考慮して希望する維持力を適切に付与できることが示された。

謝 辞

稿を終えるにあたり、英文抄録の校正に御助力いただきました、新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生命科学専攻口腔健康科学講座加齢・高齢者歯科分野ステガロイユ ロクサーナ助手に、謹んで感謝の意を表し、心より厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 杉崎 寿, 松尾悦郎: 維持装置. 「パーシャルデンチャーの臨床」尾花甚一, 関根 弘, 松尾悦郎, 三谷春保 (編), 397-436, 医歯薬出版, 東京, 1983.
- 2) 長谷川二郎: 歯冠修復・補綴材料. 「現代歯科理工学」長谷川二郎, 平澤 忠, 高橋重雄 (編), 181-187, 医歯薬出版, 東京, 1999.
- 3) Ney, J.M.: Planned Partial. The J. M. Ney Co., Conn., 84-88, 1959
- 4) Bates, J.F.: The mechanical properties of the cobalt-chromium alloys and their Relation to partial denture design. Brit Dent. J., 119:389-396. 1965.
- 5) Körber, K.H.: Konuskronen-Teleskope (3. Aufl.). A. Huthig, Heidelberg, 1973.
- 6) 笹本正次郎: 統計から見たパーシャルデンチャー. 「パーシャルデンチャーの臨床」尾花甚一, 関根 弘, 松尾悦郎, 三谷春保 (編), 3-12, 医歯薬出版, 東京, 1983.
- 7) 尾花甚一: 歯科技工全書・部分床義歯, 17, 医歯薬出版, 東京, 1976.
- 8) 長沢 亨: 遊離端義歯の設計, 書林, 1977
- 9) 杉山伸顕: 鑄造鉤の維持力に関する研究, 歯学, 52:97-114, 1964
- 10) Frank, R. P. & Nicholls, J.I.: A study of the flexibility of wrought wire clasps. J. Prosthet. Dent., 45: 259-267, 1981
- 11) 河野正司, 荒井良明: 有床義歯に付与する咬合様式. 「歯科技工学臨床研修講座」日本歯科技工士会 (編), 84-101, 医歯薬出版, 東京, 1998.
- 12) Bolt KJ, and Orchardson R: Relationship between mouth-opening force and facial skeletal dimensions in human females. Arch-Oral-Biol. 31 (12): 789-931, 1986.
- 13) 平沼謙二, 他: 鑄造鉤に与えるアンダーカット量について - 変位を変えた場合の永久変形量の推移より. 日本歯科評論, 415: 41-45, 1977.