原著論文

床用硬質レジン歯に関する基礎的研究

第1報 前歯の耐摩耗性について

佐藤 吉則 大谷 賢二 前島 健吾 森川 正朗 松津 雅道
永井 栄一 豊間 均 大木 一三 西山 實*

A Study on High-strength Denture Teeth

Part I. Wear Resistance of Anterior Artificial Teeth

Yoshinori Satoh, Kenji Ohtani, Kengo Maejima, Masao Morikawa, Masamichi Matsuzo,
Eiichi Nagai, Hitoshi Toyoma, Katsuzo Ohki and Minoru Nishiyama*

Abstract : High-strength denture teeth (hereafter referred to as HS teeth) were developed to improve hardness and wear resistance of the conventional plastic denture teeth, while retaining their feature of easy occlusal adjustment.

The objective of this study was to evaluate wear resistance of HS teeth. We conducted the wear test and measured surface roughness, using six types of anterior artificial teeth; ie. three types of HS teeth and three types of conventional plastic denture teeth (hereafter referred to as PL teeth) which served as the control.

The result of the toothbrush abrasion test revealed that the HS teeth have about 5 times grater wear resistance than the conventional PL teeth. It was also found out that the type of artificial teeth and the number of wear-testing strokes made a significant influence on the surface roughness of artificial teeth. ($P < 0.05$)

Key words : high-strength denture teeth, plastic denture teeth, toothbrush abrasion, wear resistance

I. 緒 言

床用硬質レジン歯は、従来から使用されているレジン歯よりも硬さおよび耐摩耗性に優れた人工歯¹⁾として、臨床に応用されている。この硬質レジン歯に関しては、

基礎的には人工歯の破折強さ²⁾、床用レジンとの結合性^{1,3)}および硬さ^{1,3,4)}などについて検討され、また臨床的には、臼歯部人工歯の摩耗についての臨床報告⁵⁾がなされている。しかし、有床義歯の審美性に影響を及ぼす前歯部人工歯の耐摩耗性に関する研究はない。

そこで著者らは、硬質レジン歯の耐摩耗性を評価する

日本大学歯学部歯科補綴学教室局部床義歯学講座（主任：大木一三教授）

* 日本大学歯学部歯科理工学教室（主任：西山 實教授）

Nihon University School of Dentistry Department of

Partial Prosthodontics (Director : Prof. Katsuzo Ohki)

* Department of Dental materials (Director : Prof. Minoru Nishiyama)

平成2年5月11日受付

表 1 床用人工歯材料

商品名	形態	色	製造会社	Batch No.
硬質レジン歯				
VIVOSITE	A52	1C	IVOCCLAR	——
ENDURA	HSS3	104	松 風	078999
DURADENT	04	A3	而 至	170392
レジン歯				
BIOBLEND	32B	104	DENTSPLY	——
REAL CROWN	05	56	松 風	098992
ACRYLIC TEETH	U2	R6	而 至	280392

目的で、3種硬質レジン歯と、対照としての3種レジン歯との計6種の前歯部人工歯について摩耗試験を行い、その表面アラサを測定した。また、併せて人工歯表面のSEM観察を行い、硬質レジン歯とレジン歯との耐摩耗性について検討した。

II. 材料および方法

1. 材料

実験に使用した前歯部人工歯（以下、人工歯と記す）は、硬質レジン歯として Vivosite (Ivoclar 社製), Endura (松風社製) および Duradent (而至社製) の3種、従来より用いられているレジン歯として Bioblend (Dentsply 社製), Real crown (松風社製) および Acrylic teeth (而至社製) の3種、計6種である(表1)。実験材料には、これら6種の人工歯それぞれの側切歯を各4本ずつ、計24歯を用い、それらの形態および大きさは可及的に同一のものをを用いた。

2. 方法

1) 摩耗試験

摩耗試験は、図1に示したストローク式摩耗試験機(東京技研社製)を用いて行った。この試験機の試料固定台には、人工歯24歯が同時に固定でき、試験試料がすべて同一条件下で行えるようになっている。また、歯ブラシ固定台には、Butler EX-Hard (Butler 社製) 48本を固定した。

人工歯の摩耗は、歯磨剤(クリニカ、ライオン社製)を精製水で2倍希釈した水溶液中に試料および歯ブラシを浸漬し、荷重300g/歯、ストローク数60回/分、滑走距離100mmで歯ブラシを試料の長軸方向に50,000回滑走させて行った。

2) 表面アラサ測定

表面アラサは、表面アラサ測定機(サーフコム 2000A,

図1 ストローク式摩耗試験機

東京精密社製)を用い、プローブ $\phi 5 \mu\text{m}$ 、測定距離1mm、測定荷重0.5g、カットオフ値0.25mmにより測定した。

測定部位は、切縁より1mm歯頸部よりの位置とし、この部位を近遠的に1mm測定し、中心線平均アラサ(Ra)およびアラサ曲線を記録した。

測定時期は、摩耗試験前(以後、摩耗回数0回と記す)と摩耗試験5,000, 10,000, 20,000, 30,000, 40,000および50,000回終了時とした。

3) 表面のSEM観察

表面のSEM観察は、走査型電子顕微鏡(堀場社製, EMAX8700)より各試料の摩耗回数50,000回後の表面を写真撮影し、観察、検討した。

III. 結 果

1. 表面アラサ

摩耗回数0, 5,000, 10,000, 20,000, 30,000, 40,000および50,000回における各試料の表面アラサ測定値の平均および標準偏差を表2に示した。

また、表面アラサに影響する因子として人工歯の種類と摩耗回数とを取り上げ、二元配置分散分析を行った結

表 2 人工歯の表面アラサ (Ra)

人工歯 回数(×10 ⁴)	硬質レジン歯			レジン歯		
	VIVOSITE	ENDURA	DURADENT	BIOBLEND	REAL CROWN	ACRYLIC TEETH
0 Mean	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
(S.D.)	(0.2)	(0.2)	(0.1)	(0.1)	(0.2)	(0.1)
0.5 Mean	1.1	0.9	1.0	1.3	2.0	1.2
(S.D.)	(0.3)	(0.3)	(0.1)	(0.3)	(0.3)	(0.1)
1 Mean	1.5	1.0	1.1	2.2	3.2	2.1
(S.D.)	(0.4)	(0.2)	(0.1)	(0.4)	(0.4)	(0.3)
2 Mean	1.5	1.4	1.2	3.5	4.0	3.7
(S.D.)	(0.4)	(0.4)	(0.2)	(0.3)	(0.9)	(0.5)
3 Mean	2.0	1.6	1.4	6.0	6.4	5.6
(S.D.)	(0.5)	(0.4)	(0.2)	(0.4)	(0.6)	(0.4)
4 Mean	1.9	1.6	1.4	8.1	8.3	7.7
(S.D.)	(0.5)	(0.4)	(0.3)	(0.6)	(0.9)	(0.4)
5 Mean	2.0	1.9	1.5	10.1	11.1	9.1
(S.D.)	(0.6)	(0.5)	(0.3)	(0.8)	(1.4)	(0.6)

Unit: μm

表 3 表面アラサ (Ra) の二元配置分散分析表

要因	自由度	変動	不偏分数	F 値
T	209	1375.74		
A	5	508.44	101.689	117.4592 *
B	6	359.58	59.929	69.2235 *
A×B	30	362.28	12.076	13.9486 *
E	168	145.44	0.866	

A: 人工歯 B: 回数

* $p < 0.05$

果を表 3 に示した。

2. アラサ曲線

摩耗回数 0 回および 50,000 回における 3 種硬質 レジン歯の測定例を図 2, 3 種レジン歯の測定例を図 3 に示した。

3. SEM 像

摩耗回数 50,000 回における 3 種硬質レジン歯それぞれの代表的 SEM 像を図 4 に, また 3 種レジン歯それぞれの代表的 SEM 像を図 5 に示した。

IV. 考 察

人工歯としてレジン歯を用いた有床義歯では, その摩耗により前歯部では審美性の低下, 臼歯部では咀嚼効率

の低下, 咬合高径の減少および顎位の偏位などを惹起する^{2,3)}。しかし, 多くの臨床家は, 耐摩耗性に不満感を持ちながらも, 咬合調整の操作性および経済的 などにより, 有床義歯の人工歯としてレジン歯を多用している傾向が高いのが現状である¹⁾。

そこで最近, レジン歯の持つ操作性および経済性の長所を有し, レジン歯に不足している硬さおよび耐摩耗性を向上させた人工歯として, 硬質レジン歯が国内でも開発された。

一般的に硬質レジン歯は, 多官能性メタクリレートモノマーを基材として^{2,4,6)}, 無機質あるいは有機質複合フィラーを混入させているので, 重合体は 3 次元網目構造を持ち⁶⁾, 従来のレジン歯よりも機械的性質が増強されている。その反面この人工歯は, レジン床からの脱落や破折などの問題点について報告^{1,3)}されており, これらの点に関する技工操作上の工夫が必要である。

著者らは, 臨床使用がこれから多くなると考えられる上記の特徴を持つ硬質レジン歯について, 有床義歯の審美性に影響する前歯部人工歯の耐摩耗性を評価する目的で実験を行った。

1. 摩耗試験について

耐摩耗性に寄与する因子⁷⁾としての摩耗回数に関しては, 臼歯部人工歯では 50,000 回⁸⁾が, 歯冠用レジンでは 45,000 回⁹⁾や 20,000 回¹⁰⁾が, コンポジットレジンを用い

図2 アラサ曲線（硬質レジン歯）の測定例

図3 アラサ曲線（レジン歯）の測定例

た実験では20,000回¹¹⁾や30,000回¹²⁾があり、実験者によって異なっている。

本実験では、患者が有床義歯を1日3食の毎食後に清掃する¹³⁾として、1日計100回、1年で36,500回と算出し、本実験で行った50,000回は約1年半の義歯清掃回数となることを想定して行った。

また耐摩耗性に寄与する因子としての人工歯に対する荷重⁷⁾に関しては、地挽¹⁴⁾の1,000g、コンポジットレジジンにおける新海ら¹²⁾の100~500gおよびSmalley and Nicholls¹⁵⁾らの300g、摩耗試験条件を歯科理工学的に検討した熊坂ら⁷⁾の200g以上必要との指摘を参考に、本実験では300g/歯とした。

2. 表面アラサについて

6種人工歯の表面アラサは、表2から明らかなように、摩耗回数0回では6種人工歯ともに、ほぼ同様の $0.6\sim0.8\mu\text{m}$ であった。しかし、摩耗回数50,000回では、3種硬質レジン歯は $1.5\sim2.0\mu\text{m}$ であったが、従来のレジン歯では $9.1\sim11.1\mu\text{m}$ と約5倍の値を示した。

この摩耗回数による人工歯の表面アラサは、図2に示した3種硬質レジン歯では0回と50,000回とのアラサ曲線の測定例からも明らかなように、両回の曲線に著明な相違はみられなかった。しかし、図3に示した3種レジン歯では、両回のアラサ曲線を比較すると、著明な相違がみられた。

さらに図4および図5に示した摩耗回数50,000回後

図 4 硬質レジジン歯表面 (5×10⁴ 回) 図 5 レジン歯表面 (5×10⁴ 回)

の SEM 像の代表例からも明らかなように、図 4 に示した 3 種硬質レジジン歯は、ともに歯ブラシ摩耗による溝は認められなかった。しかし、図 5 に示した 3 種レジジン歯では、歯ブラシによる深い多くの溝が認められた。

そこで、本実験で行った人工歯の種類および摩耗回数を、人工歯の表面アラサに及ぼす因子として 2 元配置分

散分析を行った結果、表 3 に示した通り、両因子は有意 ($P < 0.05$) に影響することが明らかとなった。

このように、摩耗回数が多くなるに従って、硬質レジジン歯に比較してレジジン歯の表面アラサが著明に増大するのは、ヌーブ硬さが硬質レジジン歯では約 26~36^{1,3)} であるが、レジジン歯では約 20^{1,4)} と小さいため、このヌーブ

硬さが耐摩耗性に影響したものとする。また、硬質レジン歯は、その組成に無機質あるいは有機質複合フィラーを含有^{2,4,6)}しており、これらが硬さおよび耐摩耗性の向上に関与していると考えられる。

以上により、前歯部にレジン歯を用いた有床義歯では、歯ブラシによる清掃回数が多くなるに従って、多くの深い溝が形成されることによる審美性の低下とともに、人工歯の着色による審美不良を招来^{16,17)}することが示唆された。

V. ま と め

本実験は、硬質レジン歯の耐摩耗性を評価することを目的として、3種硬質レジン歯と、対照としての3種レジン歯とを用いて歯ブラシにより摩耗試験を行い、それらの表面アラサの測定とSEM観察をして、以下の結果を得た。

1. 摩耗試験前の人工歯の表面アラサは、6種人工歯ともに $0.6 \sim 0.8 \mu\text{m}$ で、ほぼ同様であった。

2. 摩耗試験 50,000 回後の人工歯の表面アラサは、3種硬質レジン歯では $1.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$ であったが、3種レジン歯では硬質レジン歯の約5倍の $9.1 \sim 11.1 \mu\text{m}$ であった。

3. 人工歯の種類および摩耗回数は、人工歯の表面アラサに有意に影響を及ぼす因子であった ($p < 0.05$)。

文 献

- 1) 鈴木司郎, 久根下斉, 芝 燐彦: 硬質レジン歯と床用レジンとの結合性について, 補綴誌, 32: 37~42, 1988.
- 2) 鈴木司郎, 酒匂充夫, 芝 燐彦: 硬質レジン人工歯の破折に関する研究, 補綴誌, 32: 780~786, 1988.
- 3) 山内六男, 奥村清和, 堺 誠ほか: 硬質レジン歯と床用

レジンとの結合性について, 補綴誌, 32: 1278~1282, 1988.

- 4) 長谷川二郎: 陶歯の耐久性に挑む硬質レジン歯, Dental Diamond, 3: 104~107, 1987.
- 5) 横山政高: 臼歯レジン歯の使用を考える, 補綴誌, 19: 163~171, 1986.
- 6) 大橋正敬, 中井宏之, 橋本弘一ほか: 歯科理工学, 181~189, 学建書院, 東京, 1987.
- 7) 熊坂昭子, 越中 優, 野口八九重: 歯科材料の摩耗試験条件の検討, 歯材器, 2: 182~191, 1983.
- 8) 辻 喜之: 人工臼歯の咬耗に関する基礎的研究, 補綴誌, 26: 63~70, 1982.
- 9) 藤井孝一, 有川裕之, 井上勝一郎ほか: 歯科用レジン歯の耐摩耗性に関する基礎的研究, 補綴誌, 27: 168~172, 1983.
- 10) 鈴木司郎, 芝 燐彦, 安田 登ほか: 新しい硬質レジン歯の臨床への応用, 補綴誌, 30: 1419~1425, 1986.
- 11) Harrington, E., Jones, P.A., Fisher, S. et al: Tooth-brush-Dentifrice abrasion. Br Dent J, 153: 135~138, 1982.
- 12) 新海航一, 神賀英雄, 大久保達人ほか: 歯冠修復材料の歯ブラシ摩耗に関する研究, 日歯保誌, 30: 1235~1244, 1987.
- 13) Hebel, K.S. and Graser, G.N.: Abrasion of enamel and composite resin by removable partial denture clasps, J Prosthet Dent, 52: 389~397, 1984.
- 14) 地挽英彦: 人工歯ならびに歯冠修復材料の衝撃滑走摩耗に関する基礎的研究, 口病誌, 41: 109~126, 1974.
- 15) Smalley, W.M. and Nicholls, J.I.: In vitro two-body wear of polymeric veneering materials, J Prosthet Dent, 56: 175~180, 1986.
- 16) 植田耕一郎, 武田友孝, 一和多寿樹ほか: 義歯床の着色に関する研究, 補綴誌, 29: 85~93, 1985.
- 17) 中村昭久: 義歯床レジン歯の着色に関する実験的研究, 日大歯学, 63: 334~342, 1989.