

即時荷重インプラント周囲骨陵の Saucerization に関する組織計測学的研究

Histometric Investigation on Saucerization of Crestal Bone Loss around Implant Post Neck

早川雅秀, 高橋満次, 小池宏忠, 中西 功, 利森 仁, 年名 淳, 川原 大

Masahide HAYAKAWA, Mitsuji TAKAHASHI, Hirotada KOIKE, Hitoshi TOSHIMORI, Kou NAKANISHI, Jun TOSHINA, Dai KAWAHARA

Abstract: Successful implants depend upon two factors of biological seal and osseointegration at the implant/tissue interface. Breakdown of these two factors is frequently caused by unskillful procedure during implant surgery which induces constantly crestal bone loss. In successful implants, many papers reported that the crestal bone loss was limited to 0.9-1.6 mm (vertical) up to first year post implantation and developed 0.05-0.13 mm per year after that. Radiographic measurements on the crestal bone loss have advantages of chronological investigation on same implant and large samples, in spite of poor dimensional accuracy comparing with histometric investigation and also dental radiograph only illustrates the mesial and distal crestal bone loss. It is, however, important problem to investigate the crestal bone loss of facial, buccal and lingual side for cosmetic restoration on implants. In this experiment, histometric investigation on the crestal bone loss buccal and lingual side around 3SIS-sapphire implants inserted into monkeys mandibule. Saucerization increased to $300 \pm 150.0 \mu\text{m}$ (buccal) $526 \pm 243.1 \mu\text{m}$ (lingual) in width (WS), $816 \pm 213.1 \mu\text{m}$ (buccal) $759 \pm 266.0 \mu\text{m}$ (lingual) in depth (DW) and $14.4 \pm 6.92 \mu\text{m}^2$ (buccal), $18.3 \pm 8.86 \mu\text{m}^2$ in area (AS). After that WS, DS and AS decreased remarkably at 30 weeks post implantation (Table 1, 2). Saucerization represented apical displacement with time lapse after implantation, especially rapid displacement in buccal side than lingual (Table 3, Fig. 4).

Keywords: Area of saucerization, Apical displacement, Histometry, Crestal bone loss

緒 言

インプラントの成果はインプラントと骨組織との結合 (osseointegration), 歯肉軟組織との接着 (biological seal), この両者に強く依存している。これらの 2 条件の破綻はインプラント埋入直後におけるインプラント頸部の手術侵襲による初期の骨陵喪失 (crestal bone loss, CBL) が誘因となる場合が多い。これまでの研究は埋入直後から 1 年以内の初期 CBL は 0.9-1.6mm で, その後の追年的 CBL が 0.05-0.13mm/年にとどまっている症例は成功例とみなしてもよいと報告している

¹⁾⁻³⁾. このような CBL の数値は一般に皿状欠損 (saucerization, SZ) の深さで判定され⁴⁾, そのほとんどは歯科 X 線近遠心画像による調査結果を指標としている。症例数の多いこと, 同一症例についての追跡調査が可能であることなど多くの

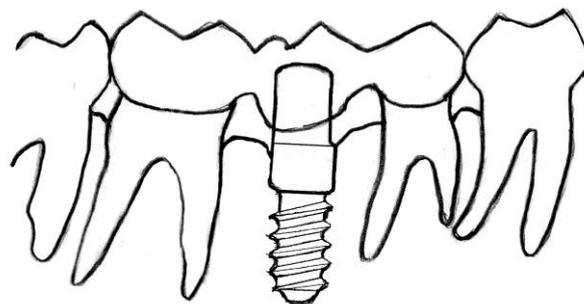


Fig. 1 3SIS implant supported with metallic bridge of Au-Pd-Ag alloy between P₂ and M₂

原稿受付日:2007年12月20日, 受理日:2008年2月21日

*臨床器材研究所 (指導 川原春幸所長)

Institute of Clinical Materials

E-mail: office@icm.ac

利点を有しているが、他面では X 線像による計測値については鮮明度や寸法精度について多くの問題点が指摘されている⁵⁾。とくに頬舌側の SZ については近遠心 X 線画像では把握できない。

本研究ではインプラントの頬舌側の骨陵にみられる SZ の経日的変化を組織計測法により精査し、頬舌側の SZ 発現状況とその推移を経日的に観測し SZ の発生機構を考察することを目的とした。

Table 1 Depth and Width of

n=4, ± sample standard deviation, * significant difference

Post Implantation	4 week	12 week	30 week
Buccal ($\times 10^4 \mu\text{m}^2$)	5.4 ± 4.09	14.4 ± 6.92	3.7 ± 2.32
Lingual ($\times 10^4 \mu\text{m}^2$)	6.0 ± 4.01	18.3 ± 8.86	5.4 ± 2.95

Table 2 Area of Saucerization

n=4, ± sample standard deviation, * significant difference

Post Implantation	4 week	12 week	30 week
Depth (μm)			
Buccal	617 ± 166.7	816 ± 213.1	391 ± 129.9
Lingual	500 ± 283.3	759 ± 266.0	506 ± 183.1
Width (μm)			
Buccal	183 ± 116.1	300 ± 150.0	163 ± 73.3
Lingual	327 ± 216.7	526 ± 243.1	383 ± 93.2
Bottom angle			
Buccal	17°	20°	18°
Lingual	33°	36°	37°

Table 3 Height of Saucerization Bottom from standard level

n=4, ± sample standard deviation, * estimated value at the BL

Post Implantation	0 week	4 week	12 week	30 week
Buccal ($\times 10^2 \mu\text{m}$)	20*	11.8 ± 2.91	-2.5 ± 2.49	-3.1 ± 1.2
Lingual ($\times 10^2 \mu\text{m}$)	20*	12.5 ± 3.12	5.9 ± 2.33	0.5 ± 0.4

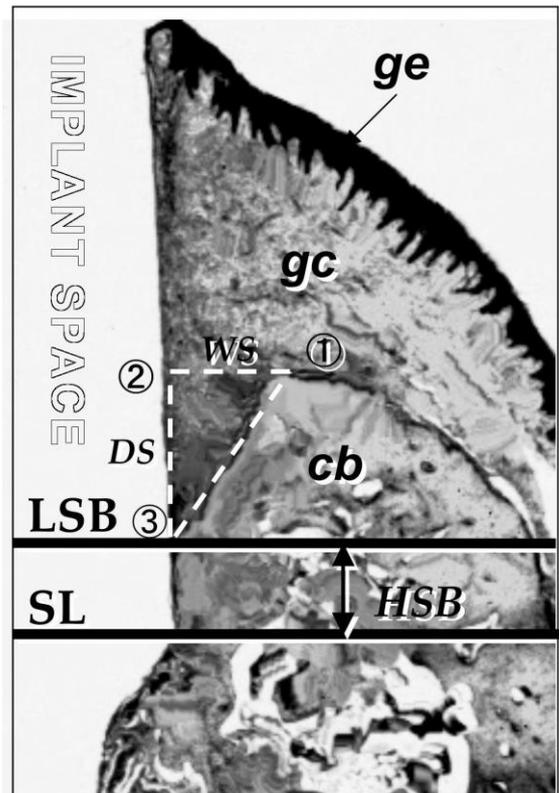


Fig.2 Method of measurement on saucerization
SL: standard line, LSB: line of saucerization bottom, HSB: height of saucerization bottom, WE: width of saucerization, DS: depth of saucerization, ge: gingival epithelium, gc: gingival connective tissue, cb: crestal bone

材料と方法

1. 標本作製法

カニクイザル 3 匹の上下顎 M₁ を抜歯し 6 ヶ月後にバイオセラム 3SIS (京セラ) を 1 顎左右 2 本, 合計 12 本を埋入した。埋入 1 週後にインプラントは隣在歯 P₂ と M₂ を支台として Au-Pd-Ag (タイプ II) で作製したブリッジにて連結固定した (Fig.1)。埋入後 4, 12, 30 週にバルビタールによる安楽死後リン酸緩衝 10%ホルマリン液にて灌流固定を行った。インプラントを包含した骨組織ブロックを採取し, 10%蟻酸 10%ホルマリン液内にて脱灰固定した。インプラント除去後, 骨組織ブロックはセロイジン封埋し, 頬舌方向に 20-30 μm 厚径で切片化したのち, HE およびアザンマローリー法にて染色した。

2. 計測法

SZ 計測: 骨陵の頂点①からインプラントの中心軸に対する垂線がインプラント表面に接する点を交点②とし, ①-②区間を SZ の幅径 (Width of

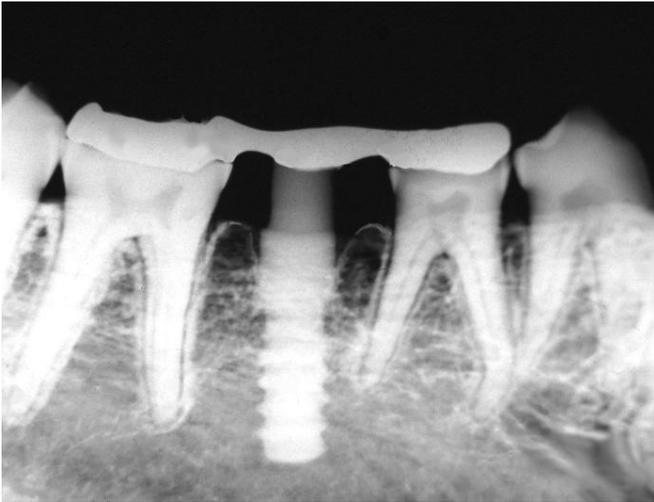


Fig.3 Dental radiograph represents saucerization of crestal bone loss around 3SIS implant neck, 12 weeks past implantation in monkey mandible

Saucerization, WS) とした. 交点②よりインプラント/骨組織間隙が 50 μ m 以下で接する点③までの直線距離を SZ の深さ (Depth of Saucerization, DS) とした. さらに点①②③を結ぶ三角区画内の軟組織部分の面積を計測して Area of

Saucerization (AS) とした (Fig.2) ⁵⁾.

SZ 底位の計測 (Height of Saucerization Bottom, HSB) : 点③は経日的に根尖方向に移動する. この移動距離を測定するためインプラントのポスト/根部境界のクビレ上縁を基線 (Standard line, SL) とし点③までの距離を HSB とした.

SZ 底部の角度 (Saucerization θ , SZ θ) : SZ 底部, 点③における角度 SZ θ を埋入後 4, 12, 30 各週について計測した.

以上の組織計測法では NIH Image Version 1.61 を活用した ⁷⁾.

結果と考察

SZ の経日的変化 : インプラント周囲骨陵の皿状欠損 (SZ) の埋入後における推移は DS と WS の変化から解読できる. 本実験の全期間を通して, 頬側の DS は 391 \pm 129.9~816 \pm 213.1 μ m, 舌側 DS 500 \pm 283.3~759 \pm 266 μ m, 頬側の WS 163 \pm 73.3~300 \pm 150 μ m, 舌側 WS 327 \pm 216.7~526 \pm 243.1 μ m を示し, これらの計測値からも推測できるように AS は頬側 3.7 \pm 2.32~14.4 \pm 6.92 \times 10⁴ μ m², 舌側 5.4 \pm 2.95~8.3 \pm 8.86 μ m²を示した. 各計測値の埋入後の経過日数による変化について

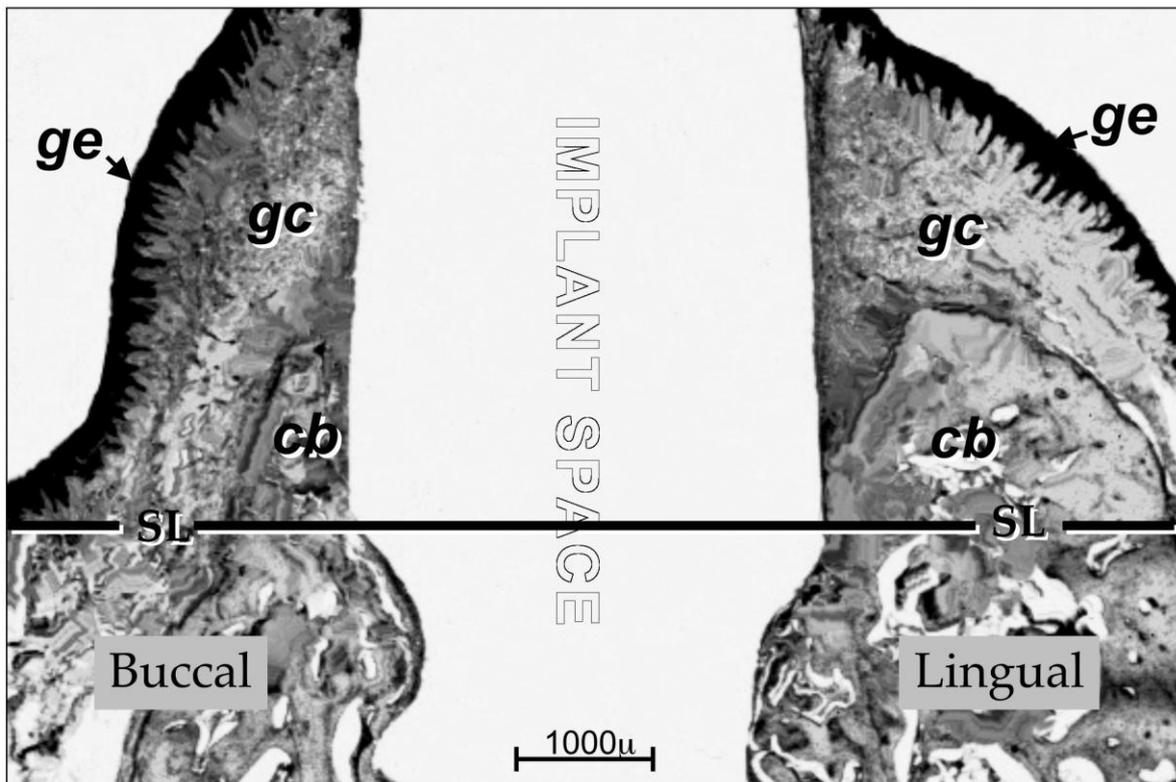


Fig.4 Saucerization of crestal bone loss, 4 weeks past implantation

Buccal: WS=219 μ m, DS=821 μ m, AS=9.2 \times 10⁴ μ m², HSB=219 μ m

Lingual: WS=584 μ m, DS=863 μ m, AS=24.5 \times 10⁴ μ m², HSB=620 μ m

ては舌側では DS, WS について有意差を認めることはできなかった。また、頬舌側間の有意差については WS 30 週においてのみ認められた (Table 1)。なお、12 週では舌側 WS $526 \pm 243.1 \mu\text{m}$, DS $759 \pm 266.0 \mu\text{m}$ に対し、頬側 WS $300 \pm 150 \mu\text{m}$, DS $816 \pm 213.1 \mu\text{m}$ を示し、AS は舌側 $18.3 \pm 8.86 \times 10^4 \mu\text{m}^2$, 頬側 $14.4 \pm 6.92 \times 10^4 \mu\text{m}^2$ を示し、いずれも実験期間中の最高値を示した (Fig.3.4)。そして 30 週後には顕著に縮小し舌側 5.4 ± 2.95 , 頬側 $3.7 \pm 2.32 \times 10^4 \mu\text{m}^2$ を示した。以上の所見からすると、AS は埋入直後から 12 週までに急増し、その概形が決定され、その後は顕著に減少することがわかった (Table 2)。

本実験の計測結果は標本数の不足、標本層別化の不完全などにより明確化できなかったところが多い。しかし、さらに多数例による詳細な検討に加えて臨床における CT 画像解析結果による明確化が期待される。ここで注目すべきことは DS, WS, AS が 4 週から 12 週にかけて急拡大したこと、さらにその間の変動値が大きかったこと、以上 2 点はこの時期が HM, Frost の提唱する骨再生サイクル AR(Q)F における修復活動期 (F: woven bone-interface remodeling) に相当しており、AR(Q)F に対する反応が動物の個体差により大きく変動することを示唆していることである⁸⁾。

SZ 底部の角度 SZ θ : 舌側の SZ θ は 4 週で 39°, 12 週 36°, 30 週 37° を示した。これに対して、頬側の SZ θ は 4 週 17°, 12 週 20°, 30 週 18° と極めて小さな SZ θ を示した。このことは頬側の WS/WD 比が舌側と比較して常に小さな傾向を示したことからも推察できる。頬側の SZ θ が舌側のそれよりも常に狭少であったことは頬側では舌側と比較して骨陵吸収速度より HSB の下行速度が速いことを示唆している。このような頬舌側の差異は咬合応力に対する骨陵の容積差によるものか？血管分布や骨原生細胞群の補給差によるものか？などについては今後の興味ある課題である。

HSB の低下 : HSB は常に低下傾向を示し埋入 12 週まで急速にすすみ、その後も低下し続けた (Table 3)。これに反して AS は 12 週まで拡大するが、その後はむしろ減少傾向を示した (Table 2)。このように HSB が埋入直後から低下しつづけたにもかかわらず、AS が狭少化したことはインプラント周囲の骨陵高径の急速な吸収消失を暗示している。このことは先に M. Hayakawa and D. Kawahara et al. が近遠心切片標本について行った

組織計測結果とはかなり異なっている。すなわち、近遠心側では頬舌側 WS で $\times 1.2$, DS で $\times 1.5$, AS で $\times 1.8$ 以上を示し、経日的に AS が僅少化するような傾向は全く示さない⁹⁾。このような近遠心方向での組織計測結果との相違はインプラント頬舌側における SZ の発現機序はもちろんのこと、インプラント修復後における唇頬側の審美的回復を考えるうえで重要な拠点となる。

結 語

- ① WS, DS, AS はインプラント埋入直後より埋入 12 週までに急速に拡大し、この期間内に SZ の大略は決定された。全実験期間を通じて、DS と AS については頬側と舌側の間には有意差は認められなかったが、30 週後の WS は舌側においてやや大きな値を示した。また、頬側 DS と頬舌側 AS については 12 週と 30 週の間には顕著な縮小化が認められた。
- ② HSB の根尖方向への低下速度は埋入 4 週から 12 週まで急速であった。また、低下速度は舌側よりも頬側のほうが常に大きく 12 週、30 週では SL を超えて 4 例中 2 例がマイナス値を示した。これに反して舌側ではマイナス値を示すことなく常に頬側値よりも上位を示した。
- ③ SZ θ は頬側では 4 週 17°, 12 週 20°, 30 週 18° で、舌側では 4 週 33°, 12 週 36°, 30 週 37° であった。

本研究は愛媛大学医学部動物実験管理委員会より許可され、解剖学第一講座 松田正司教授のご指導と杉本忠雄先生 (北九州市開業) のご協力により達成されたことを付記し、ここに謝意を表します。

引用文献

- 1) Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark P-I: A 15 year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw; Int J Oral Surg, 10 : 387-416, 1981.
- 2) Adell R, Lekholm U, Rockler B, et al.: Marginal issue reactions at osseointegrated titanium fixtures. (I) A 3-year longitudinal prospective study; Int J Oral Maxillofac Surg, 15: 39-52, 1986.
- 3) Cox JF, Zarb GA: The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated dental implants: A 3-year report; Int J Oral Maxillofac Implants, 2: 91-100, 1987.
- 4) Oh, J-J, Yoon J, Misch CE, Wang H-L: The causes of

- early implant bone loss: Myth or Science ?; J Periodont, 73(3): 322-333, 2002.
- 5) Misch C.E: Radiographic evaluation; edt. CE Misch, Contemporary implant dentistry, 24-25, Mosby, St. Louis, 1999.
 - 6) Masahide Hayakawa, Dai Kawahara, Hitoshi Toshimori, Kimio Hashimoto, Hisato Sakashita, Tadao Sugimoto, Haruyuki Kawahara: Histometric Analysis on Crestal Bone Loss around Implant Neck; Advances 9) 1, 1963.
 - 7) Hitoshi Toshimori, Dai Kawahara, Yukiko Toshimori, Hirotsada Koike, Tadao Sugimoto, Haruyuki Kawahara: Histometric Investigation on Bone Contact and Bone Occupancy around Sapphire Implant; Advances in Science and Technology, 49: 222-226, 2006.
 - 8) Frost, H.N: Bone remodeling dynamics, C.C. Thomas Publisher, Springfield IL
- in Science and Technology, 49: 235-239, 2006.