

[最近のトピックス]

即時加重型インプラントを支えるインプラント表面の科学
—インプラント表面形状について—

草野 薫

Kaoru KUSANO

北海道医療大学歯学部生体機能・病態学系顎顔面口腔外科学分野

Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Human Biology and Pathophysiology,
School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

デンタルインプラント（以下インプラント）がより身近で確実な治療の一つとなり、急速な勢いであらゆる歯科医院で導入されてきている。なかでも患者側の強い希望でもある埋入手術後に早期に咬むことのできる早期加重・即時加重インプラントに関する治療の発展と改良が目覚ましい。その要因の一つには各メーカーで確立化されたインプラント埋入手技、そして歯科用CTの普及に伴うシュミレーションソフトの進歩など、インプラント術前診断技術の向上が挙げられる。しかし、術前診断がいくら優れていても、確実なosseointegrationなしには、その発展はなかったであろう。早期に確実なosseointegrationを獲得し、さらにそれを維持するため、これまでインプラント表面の改良に関する研究がなされてきた。表面の改良には大別すると表面形状（Surface topography）と表面性状（Surface chemistry）とに分けられる。表面性状とは表面電位、表面エネルギーやハイドロキシアパタイトコーティング（HA）など、細胞やタンパクの吸着に化学的、物理的な要素をもつものを表す。そしてインプラント表面の構造改質を含めた基本的な要素の一つであるインプラント表面形状についてこれまでの方向性について述べたい。

表面形状が細胞に与える影響は多く、細胞の伸展・伸長、接着、配列形式、分化・増殖などがある。細胞の伸展・伸長の方向に関して、表面に付与された0.5 μm 程度のmicrogrooveに大きな影響を受け、細胞は規則正しくそのgrooveに沿って配列する。このことをcontact guidanceといい、共焦点レーザー顕微鏡で、actin filamentとvinculinはgrooveに沿って観察された。細胞分化においてもgrooveに沿って細胞が固着し、石灰化基質が広がるのがわかっており、細胞の増殖する方向や形態、石灰

化についてもインプラント表面形状でコントロール可能となった。また、細胞接着に関して接着性因子であるintegrinはチタンと結合する際、粗造なインプラント表面において、その発現が高く、細胞-表面間で高い接着性を有することも報告されている。

また*in vivo*においては表面が粗造になるほどcollagenの新生量が多くなることや新生血管の侵入も容易になることが知られ、その結果、粗造なインプラント表面は高い骨接触率を示している。ところが、インプラント表面が粗造になるに従い、埋入時のトルクが増すことや、アルカリホスファターゼ活性が下がるなどの報告もあり、粗造な表面がすべてにおいて優れているわけではない。しかし、現在のところ粗造なインプラント表面はosseointegrationを獲得する上で有利に働いていると考えられており、現在も様々な研究が進められている。これまでに市販のインプラントに採用されている表面形状の種類には鏡面研磨（Polished surface）、機械加工（Machined surface）、チタンプラズマ溶射（Titanium plasma-sprayed surface）、酸エッチング処理（Acid-etched surface）、プラスト処理（Blasted surface）SLA（Sand-blasted, large grit, acid-etched surface）、球状被覆（Sintered porous-structured surface）などがある（図1）。これまで機械加工やチタンプラズマ溶射を採用していたメーカーも2000年代初めよりマイクロ・ナノサイズSLAなど、粗造なインプラント表面へシフトしている。本稿ではインプラント表面形状に限定して、述べてきたがリン酸カルシウムセラミック被膜など表面性状の分野についても研究が盛んに行われており、今後も表面形状と表面性状の融合・発展がより確実なosseointegrationの獲得へと導くものとする。

Surface Topographies

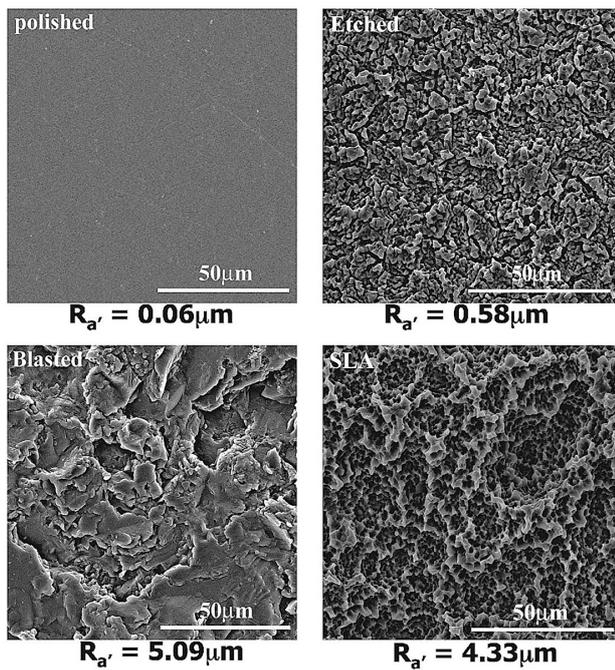


図1 市販のインプラントに採用されている表面形状の走査型電子顕微鏡像

鏡面研磨 (Polished surface)

酸エッチング処理 (Acid-etched surface)

ブラスト処理 (Blasted surface)

SLA (Sand-blasted, large grit, acid-etched surface)