

# 歯科用材料 現状と将来展望

## ～歯科用インプラントとコンポジットレジン～

武本 真 治\*

### 1. はじめに

歯科用材料は、高分子材料、セラミックス材料、金属材料とそれらを併せた複合材料に分類することができる。ご自身の口腔内を鏡で見ると銀色の詰め物や被せ物がある方や、治療したはずなのに隣在歯と変わらない色調の詰め物がある方もいらっしゃると思う。現在の歯科治療では、噛むこと(咬合)に耐えることができる材料で自分の歯と同じような色調や自分自身の歯を白く美しく見せる審美性に優れた材料が求められる。

歯科臨床での金属製詰め物や被せ物(修復物や補綴物)には、主に貴金属(銀、パラジウム、銅、金などの合金)が、矯正線にはステンレス鋼やチタン合金、インプラント材料にはチタン合金などが使用されている。一方で、セラミックスや複合材料による咬合を再建する方法も審美に対する患者意識の高まりから使用頻度は高まっている。本稿では、近年の歯科材料からのトピックスとして、複合材料で審美修復に用いられているコンポジットレジンについて簡単に紹介する。また、歯科用インプラントの審美的な治療についても現状と今後の展望を述べる。

### 2. コンポジットレジン

コンポジットレジンとは、合成高分子(Bis-GMA: Bisphenol-A glycidyl methacrylate, UDMA: Urethane dimethacrylate など)の中に無機成分のフィラー(シリカやシリケートガラスなど)を分散させた複合材料である。この材料は、口腔内の歯の欠損部位に直接充填して、歯の形態を成形後に硬化させることで欠損部位を修復するものである。この材料の臨床的な課題は、硬化の際に重合収縮し、歯質との界面に収縮応力やギャップが残存しコンポジットレジンの脱離や二次齲蝕の可能性が高くなることと、歯質と直接接着しないことにある。

これまでに、コンポジットレジンの硬化時の重合収縮を低

減させるための臨床技術的手法の研究が多くなされてきた。現在のコンポジットレジンのトピックスとしては、合成高分子の種類やフィラーの形状、フィラーと合成高分子との結合に関する研究が多く行われている。そのなかで、Weinmannらが重合収縮を小さくするためにシロキサンを含む基材を主としたコンポジットレジンを開発し<sup>(1)</sup>、それらの基礎的研究や臨床応用した症例研究の成果が多く公表されている<sup>(2)-(8)</sup>。この低収縮のコンポジットレジンの圧縮強さは咬合にも耐えうることから臼歯部にも応用されている。臨床症例は多くはないが、2年程度では、修復物表面の着色や知覚過敏の患者はなく、臨床上で応用は可能な結果が得られている<sup>(9)</sup>。また、ナノテクノロジーの発展により、コンポジットレジンが無機成分であるフィラーの粒径をナノサイズにし、無機成分の体積割合を大きくすることによって、強度を高めることがなされてきた。ゾルーゲル法による有機成分で修飾したフィラー(Ormocer)によって強度を高める研究がなされている<sup>(3)(4)(10)</sup>。しかし、曲げ強さは通常のコンポジットレジンと比較して優位な差はなく、静的および動的弾性係数は低下する報告がなされている<sup>(11)</sup>。また、コンポジットレジンの重合時の総収縮量が小さくても、歯質界面での収縮応力を減じられないとの文献<sup>(12)</sup>もあり、強度や重合収縮を改善するなどの改良の余地がある。このコンポジットレジンに関する歴史的背景の詳細は日本歯科理工学会誌を参照いただきたい<sup>(13)</sup>。

もう一つの課題として、コンポジットレジンとは歯質と直接接着しないため、接着システムを通して歯質と接着させ一体化する必要がある。その接着システムの基本的手順は、酸による歯質表面のエッチング(切削片の除去、表面粗糲化、歯面清掃)、象牙質でのレジンとの親和性向上や歯質接着性向上を目的としたプライミング、およびコンポジットレジン成分との接着させるためのボンディングが行われる<sup>(14)</sup>。

近年、そのコンポジットレジンの接着システムは、湿潤環境で接着可能なウエットボンディング法やエッチング、プライミング、ボンディングを1度に行えるワンステップ接着システムの研究が盛んになされている。特に、ワンステップ

\* 東京歯科大学講師；歯科理工学講座(〒261-8502 千葉市美浜区真砂 1-2-2)

Current and Future Views of Dental Materials ~Dental Implant and Resin Composite~; Shinji Takemoto (Department of Dental Materials Science, Tokyo Dental College, Chiba)

Keywords: restorative material, resin composite, shrinkage, adhesive, dental implant, peri-implantation, prophylactic agent, corrosion, titanium alloy

2012年1月13日受理

接着システムでは、両親媒性モノマーを含有しているために、水とアセトンもしくはアルコールなどの二種類が1つのボトルに入っている。これが相分離を起こし、ボンディング材が硬化する際に水分や有機溶媒が残留するとボンディング材が劣化し、修復物の脱離の原因となる。修復物や補綴物と歯質との界面で辺縁漏洩が起これば細菌が侵入し、再び齲蝕になることも危惧されるため、接着耐久性の評価を含む歯質と一体化する修復材料およびその接着システムの開発が強く望まれる。

### 3. 歯科用インプラント

歯科用インプラント材料としては、純チタンやその合金が使用されている。歯科用インプラントは骨に埋入されている人工歯根(フィクスチャー)、歯肉などの上皮組織と接触しているアバットメント、口腔内の高湿状態で食物や飲料と接触する上部構造に分けられ、3つの異なる環境に曝されている点で整形外科インプラントとは異なっている(図1)。したがって、それぞれの部位で求められる性質は異なるが、フィクスチャーに注目すると骨組織と接合し、咬合力に耐えられる(分散できる)ことが要求される。特に、骨との結合に関しては、これまでも骨の無機成分であるハイドロキシアパタイトをインプラント表面にコーティングする方法やインプラント表面を陽極酸化処理する方法などが効果を挙げ、臨床応用されている<sup>(15)(16)</sup>。現在注目されている手法としては、サンドブラストで表面を大きく粗面としたのち、酸エッチングにより表面を細かく粗面にする方法やUV照射により表面を超親水性にし、骨との親和性を向上させる研究がなされている

る<sup>(17)-(20)</sup>。

他方、不幸にして歯科用インプラントフィクスチャーを撤去しなければならぬ原因として細菌感染によるインプラント周囲炎が挙げられ<sup>(21)(22)</sup>、インプラント治療の汎用的応用を鈍化させている一つの理由である。インプラント周囲炎は歯周病原性菌の付着・活性化により引き起こされる。したがって、細菌付着を抑制する方法が検討され、チタン表面にフッ素イオン打ち込み<sup>(23)</sup>や抗菌性高分子の付与<sup>(24)(25)</sup>が提案されている。

チタンやチタン合金は、生体に対して優れた親和性を有し、耐食性に優れていることが知られている。しかし一部では、歯科用インプラントフィクスチャーの破折症例の報告もあり、そのフィクスチャーは腐食を伴っていたとの症例も報告されている<sup>(26)</sup>。この腐食の原因として、歯質強化を目的として用いられているフッ化物製剤や細菌や細胞の代謝により生成する過酸化物が挙げられている<sup>(27)-(29)</sup>。このフッ化物や過酸化物による合金の耐変色性や耐食性に関する報告もあり、それらの対策として優れた耐食性を有するチタン合金開発も進んできている。例えば、貴金属であるPtやPdを少量添加により不動態化を促進する方法<sup>(30)</sup>やCrを添加することによりクロム酸化物とチタン酸化物の不動態膜で耐食性を向上させる報告<sup>(31)(32)</sup>がある。一方で医療機器の製造や販売は薬事法により規制されていて、歯科用インプラントフィクスチャーは高度管理医療機器となっている。したがって、製造販売には厚生労働大臣の承認が必要で、販売業者も許可が必要である。そのため、研究室から臨床への応用には未だに高い障壁があるが、基礎的データの蓄積が非常に重要である。

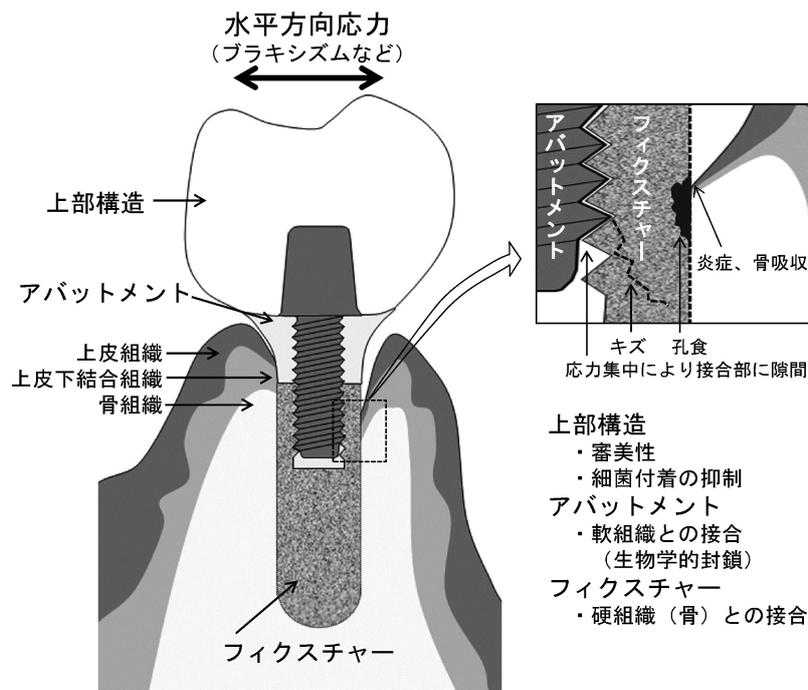


図1 歯科用インプラントの口腔内環境の概略。インプラントの構成部位により求められる性質が異なる。上部構造に過大な負荷がかかると応力集中による破折が起こる可能性がある。また、細菌や巨細胞による炎症や骨吸収が起こる可能性もある。

