

## トピックス

## 素材から見た3Dプリンターの歯科応用

奥羽大学歯学部生体材料学講座 岡田 英俊

歯科領域におけるデジタル技術の応用は今後さらに発展すると思われる。そこで今回は3Dプリンターを注視した。プリンターは積層により造形していくため、CAD/CAMやロストワックス法と異なり、中空構造やアンダーカットがあっても造形できるところが最大の利点である。すでに一部分歯科領域でも応用されているが、多岐にわたり応用されていくのではないかと推察される。口腔内で使用される材料は生体安全性と物理的な強度と耐久性、そして化学的な安定性が求められる。その点歯科領域にてすでに用いられている材料であれば先述の問題点はクリアしやすい。今回は素材から見た3Dプリンターの有用性について私見を述べたい。

レジンとしてはアクリルレジン、ポリ乳酸、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ナイロン(ポリアミド)など聞きなじみのある材質が既に用いられている。造形方法として、熱融解積層方式は精度や細かい造形を再現するといったところに弱点があるようである。光造形方式に関しては細部もある程度のレベルで造形できるようだが、素材としてアクリル系を用いた場合は吸水性が大きく、耐久性が低く、造形後の経時的寸法変化などがエポキシ系と比較して大きいとされている。このことに関しては素材自体の特性ともいえる。実際、歯科における従来の方法で作製したものと、プリンターで作製したものを比較してみなければわからないところである。このあたりはコンジット化や重合方式の工夫等で随分改善できるものと推察される。私としては技工操作が煩雑な有床義歯をプリンターで作製できれば有意義であろうと考えている。床部と人工歯部にあたる部分の素材を替えて造形できれば可能ではないかと思われる。

セラミックスに関しては歯科でも用いられているジルコニア、アルミナ、シリカなどを素材とする造形が確立されている。注目は材料学的に見てもジルコニアとなる。光硬化するエポキシやアクリル樹脂にジルコニアの粉末を配合した混合物を

用いて造形した後、焼結することで完成するものである。あるデータを見ると焼結時の寸法変化は小さいようである。しかし、加熱時に結合材となっている樹脂が燃焼し、空隙となったところにセラミックスの粒子が溶融、流入して焼結した造形の寸法変化が小さいとは考えにくく、CAD/CAMで製作したものと同条件で比較検討が必要であろう。ただし、CAD/CAMと異なり無駄な削りかすは生じず、積層方式なので造形も色調も融通性が効くことを考慮すると、将来はプリンターに軍配があるのではないかと考えられる。

金属に関して、工業界ではチタンやアルミニウムなどを主に用いているようだが、システム的には貴金属合金も応用が可能である。従来のレーザー焼結法では敷き詰めた金属の粉体にレーザーを照射して造形するものであったが、近年、プリンターのノズル先端部分で金属粉体をレーザーにて溶解し、溶解したものを吹き付けて造形するタイプも有る。このタイプであれば、必要分だけ用意すれば良いので貴金属合金でも経済的に用いることが可能と考えられる。また、プリンターであれば中空となる構造でも造形が可能なので、強度に問題が無ければ、使用する金属量を減らせる利点もある。また、インプラント治療に関して、インプラント体の材質はインテグレーションと強度の面から今後しばらくはチタン系がメインになると推察されるが、素材を替えながら、インプラント体、支台、上部構造について、最適と思われる形状をプリンターで造形すれば、現況以上に症例とマッチした治療が行えるのではないだろうか。

以上のことから、現状で用いられている歯科材料を3Dプリンターで使用することは将来的に十分可能であると考えられた。現実的な条件で普及するのはもう少し先になるかと思うが、修復物がフルオーダーとなる歯科向けの期待できるテクノロジーだと考えている。