

基礎齒科理工学

日本歯科大学生命歯学部教授 宮坂 平

朝日大学歯学部教授 玉置幸道

北海道医療大学歯学部教授 遠藤一彦

東京歯科大学教授 服部雅之

[編著]

北海道医療大学歯学部教授 伊藤修一

東京医科歯科大学大学院教授 宇尾基弘

鹿児島大学学術研究院教授 菊地聖史

東北大学大学院准教授 高田雄京

徳島大学大学院教授 濱田賢一

岡山大学大学院教授 松本卓也

大阪大学大学院教授 今里 聡

日本歯科大学新潟生命歯学部教授 大熊一夫

九州歯科大学教授 清水博史

岩手医科大学歯学部教授 武本真治

鶴見大学歯学部教授 早川 徹

長崎大学大学院教授 渡邊郁哉

[執筆代表]



Basic Dental Materials Science

医歯薬出版株式会社

歯科材料は口腔内で長期間使用される材料と、診療室や技工室で治療の流れの過程で使用される材料に分類できる。前者を旧来は歯科材料と表記してきたが、口腔内に長期間残留することや生物学的な安全性が重要視される昨今、歯科生体材料と表記されることが多くなった。同様に、後者も歯科材料と定義されるが、歯科診療や歯科技工で補助的に使用されることから、本書では歯科技工関連材料と表記する。

1 歯科生体材料(口腔内で長期間使用される材料)(表2-1)

1) 成形修復材

咬耗や摩耗あるいは齶蝕による歯の部分的欠損部に充填して成形し、口腔内で硬化させるものを成形修復材とよぶ。インレーやクラウンのように間接的に模型上で製作されたものとは異なり、直接、欠損部に充填する。現在、成形修復材としては、歯冠色をしたレジン系のコンポジットレジン、合着用を改良したグラスアイオノマーセメント、金属粉と水銀を混合して使用する歯科用アマルガムが臨床で使用されている。近年では、水銀の毒性などの問題から歯科用アマルガムは使用されない傾向にある。

2) 歯冠修復・補綴用材料

歯冠部硬組織に生じた比較的大きな欠損あるいは審美的障害に対して、さまざまな間接的な手法で製作するものを歯冠修復・補綴用材料とよぶ。歯冠修復にはクラウンやブリッジとよばれる装置があり、機械的強度に優れる金属材料や審美性に優れるセラミックス材料が従来から使用されてきたが、近年では後述するCAD/CAM技術の導入によってレジン系材料であるコンポジットレジンの使用が以前よりも増加しつつある。

3) 合着・接着用材料

インレーやクラウン・ブリッジなどの修復物や補綴装置を歯に固定するものを合着・接着用材料とよぶ。合着・接着用セメントと呼称することもある。合着材は、主に機械的嵌合によって歯と固定されるが、材料によって化学的接着力を発揮するものもある。リン酸亜鉛セメント、ポリカルボキシレートセメント、グラスアイオノマーセメント、レジン添加型グラスアイオノマーセメントがあり、歯科用ウォーターベースセメントに分類される。接着材は、歯との維持機構が主に化学的接着力を主体とするもので接着性レジンセメントがそれに該当する。

歯科技術概論 (歯科材料の成形・加工法)

1 レジンの重合

モノマー(単量体)が繰り返し結合してできた高分子化合物をポリマー(重合体)という。このモノマーを連結させて、ポリマーにする反応が重合である。ここでは、義歯用レジンとして使用されるアクリルレジンの重合と、成形修復材として使用されるコンポジットレジンの重合について扱う。

1) アクリルレジン

アクリルレジンには主にポリマー(粉末)とモノマー(液)から構成され、重合方法の違いにより加熱重合型と常温重合型に分類される。加熱重合型には、水浴中で加熱を行う湿式法と熱プレスによって加熱を行う乾式法がある。常温重合型は、室温で重合操作を行う。

図3-1に湿式法による加熱重合アクリルレジンの義歯製作過程を示す。メチルメタクリレートの主成分としたポリマーとモノマーを重量比で約2:1の割合で混合し、餅状になったレジンを石膏型に填入する。数回に分けて圧力を加え、水浴中で加熱を行う。加熱は60~70°Cの温水中で30分~1時間程度行い(予備重合とよぶ)、次いで沸騰水中で30分程度加熱を行う(本重合とよぶ)。こうした過程を経てアクリルレジンが重合によって硬化体を得ることが可能となる。

2) コンポジットレジン

コンポジットレジンペーストはペースト状で供給され、重合方式の違いにより光重合型と化学重合型がある。

図3-2に光重合型コンポジットレジンによる成形修復過程の一部を示す。齲蝕を除去した歯に前処理を施した後、コンポジットレジンペーストを窩洞に充填する。形態を整えて、光重合型の場合は適切な時間、光を照射することにより硬化する。

2 金属の鑄造

金属を溶融して、鑄型とよばれる型に流し込むことを鑄造という。図3-3に歯科鑄造の模式図を示す。歯科用合金を火炎で融解して、溶融金属を鑄型に流し込むことで目的とする形状の金属製修復物や補綴装置を製作する。

3 セラミックスの焼結

歯科用陶材粉末を水と混和して得た泥状物を焼成することで、泥状物内の陶材粉末粒子表面が融

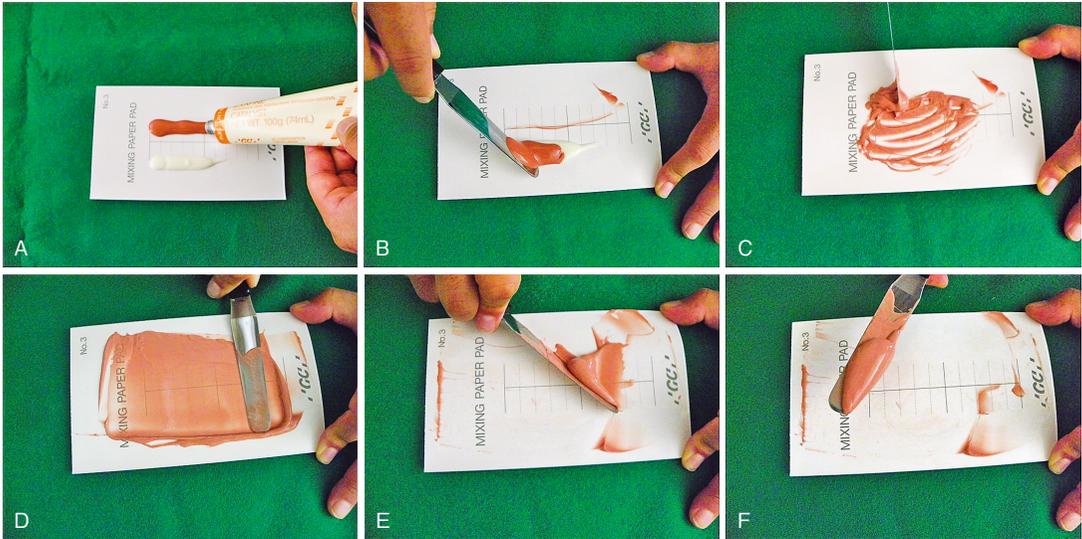


図5-I-25 付加型シリコンゴム印象材の練和

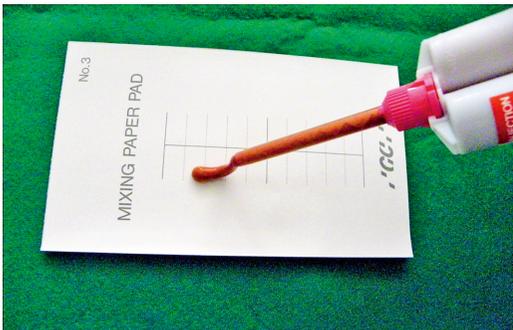


図5-I-26 ガンタイプ付加型シリコンゴム印象材



図5-I-27 個人トレーを用いたシリコン連合印象法による印象面

動的に練和され、細いノズルの先端から練和物を注入するガンタイプ(図5-I-26)が多用されている。ライトボディタイプとレギュラータイプとの連合印象法により、トレーレジンで製作した個人トレーを用いて最終的な精密印象採得を行うことが多い(図5-I-27)。

ヘビーボディタイプ(パテタイプ)は、スパチュラも紙練板も用いず、ベースパテとキャタリストパテを等量、手で直接採取し、混ぜ合わせて使用する(図5-I-28)。ヘビーボディタイプはライトボディタイプ(インジェクションタイプ、シリンジタイプ)やレギュラータイプより流動性に劣るので、細部までの精密印象採得を行うことは困難である。そこで、ヘビーボディタイプを用いた印象採得を一次印象とし、これを個人トレーとして使用し、この印象面にライトボディまたはレギュラータイプの印象材を練和して盛り上げ、二次印象として精密印象を行う連合印象法が一般的である。



図6-II-4 加熱加圧タイプのニケイ酸リチウムガラスの微細構造
(Denry I, Holloway JA, 2010⁹⁾より)



図6-II-5 CAD/CAM加工用のニケイ酸リチウムガラスブロック
(Ivoclar Vivadent社のご厚意による)

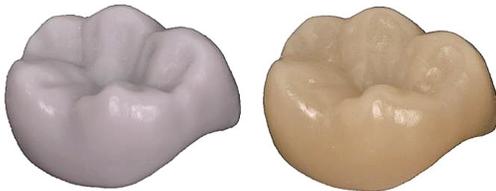


図6-II-6 CAD/CAMによって削り出したニケイ酸リチウムガラス
写真左は熱処理前、右は熱処理後。



図6-II-7 加熱加圧成形用のニケイ酸リチウムガラスのインゴット
(Ivoclar Vivadent社のご厚意による)

図6-II-5にCAD/CAM加工用のニケイ酸リチウムガラスブロックを示す。青紫色をしたブロックは、 Li_2SiO_3 と $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ の結晶核をもつ。この時点では比較的軟らかく、切削加工しやすい。ブロックから所望の形状に削り出した後、 850°C 程度で熱処理を行う。このとき、 Li_2SiO_3 結晶がガラスマトリックスに取り込まれ、 $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ 結晶が針状結晶へと成長する。これに伴い、ブロックの色は青紫から歯冠色へ変化する(図6-II-6)。また、機械的性質も熱処理によって強化され、熱処理前後の曲げ強さは、130 MPaから360 MPaへと向上する。

加熱加圧タイプの化学組成は、CAD/CAM加工用ブロックのそれとほぼ同じである。図6-II-7にインゴットを示す。加熱加圧成形は、ロストワックス法にて製作した鑄型の鑄込み口にインゴットを設置し、所定の温度まで加熱した後、軟化したインゴットを加圧によって鑄込む。それに続き、電気炉内で熱処理を行うことで $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ 結晶を析出させる。

(4) アルミナ

アルミナとは、化学組成が Al_2O_3 の金属酸化物である。歯科用として使用されているアルミナは、たとえば、コンポジットレジンのフィラー、長石質陶材の分散強化材、サンドブラスターの粉末、研磨用の砥粒があげられる。本項ではこれらの用途は除き、アルミナが主として使用される歯冠修復用アルミナについて述べる。

I

化学結合の種類

化学結合は、共有結合、イオン結合、金属結合の3つに大別される。これに準ずる形で配位結合を化学結合に含めることもある。また、一次結合、二次結合と大別する場合があるが、これは純粋な化学の分野で使われる用語ではなく、歯科や接着の分野での用語である。この場合には、一般に化学結合を形成するような結合力の大きなものを一次結合とし、共有結合、イオン結合、金属結合がこれに相当する。また、物質の構成要素を結びつける力(分子間力など)で一次結合に比べて結合力の弱いものを二次結合とし、水素結合やファンデルワールス力などがこれに相当する。

1 共有結合

原子間で電子を共有して化学結合を形成するものをいう。通常は、化学結合を形成する電子はその原子の最外殻の電子(価電子という)であり、周期表でいうと各周期の族に相当する数の電子が結合に寄与する。たとえば、メタンについては、炭素原子は6つの電子を有するが、そのうち2つは内殻で結合に無関係であり、最外殻に4つの電子を有し、水素原子は1つの電子を有する。メタンの共有結合を図14-I-1Aに示す。したがって、図14-I-1Aのように水素原子が炭素原子を取り囲むような配置をとり、水素原子のそれぞれが1個の電子を炭素と共有すると、炭素原子からみる

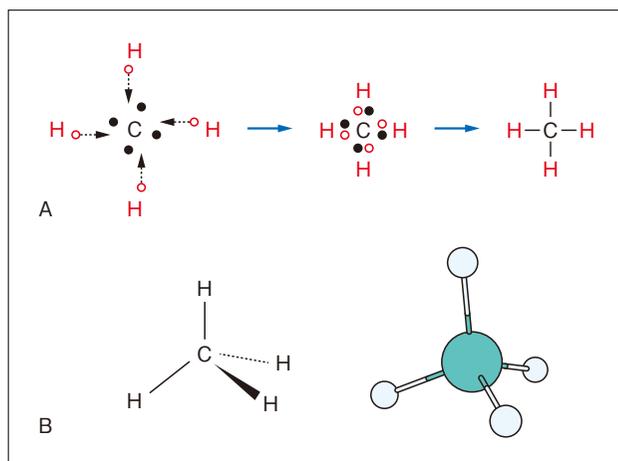


図14-I-1 共有結合