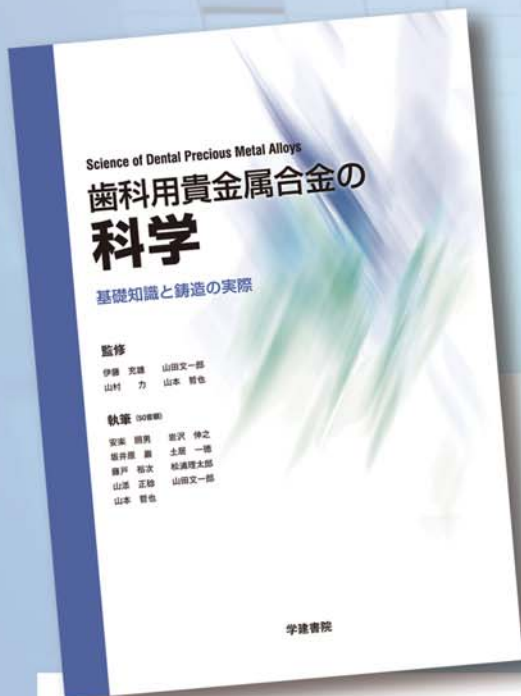


歯科用貴金属合金の科学

基礎知識と鑄造の実際



監修

バイオマテリアル研究所代表取締役/歯学博士
山本貴金属地金株式会社理事/工学博士
山本貴金属地金株式会社理事/工学博士
高知大学医学部歯科口腔外科学講座教授/医学博士

伊藤 充雄
山田文一郎
山村 力
山本 哲也

執筆

〈執筆代表〉
山本貴金属地金株式会社常務取締役/博士(工学)
〈他執筆_50音順〉
岩沢伸之 坂井原蔵 土居一徳 藤戸裕次
松浦理太郎 山添正稔 山田文一郎 山本哲也

安楽 照男

定価8,400円(本体8,000円+税) ISBN978-4-7624-0672-0

歯科技工という匠の中に生き続ける技、技を守り発展させてきた材料および科学的裏づけ、そして高い安全性を追及してきたメーカーにおける多年の研究成果の集大成!! 歯科用貴金属合金の全体像を把握するために、単一貴金属の性質から始めて、多種多様な貴金属合金の性質へと順に展開させ、理論と臨床における実際をわかりやすく解説、歯科用貴金属合金を使いこなすために座右の書としたい一冊。

第1章 合金の種類、性質および添加元素のはたらき

と銀が少量溶け込んだ銅リッチの固溶体(銀最大溶解量8%)(β 相、 β Cu)が存在し2相に分かれている。

組成Vの合金(銀71.9% 銅28.1%)の場合は、融点779°Cで完全に溶け合っている液体から、温度を下げて α 相と β 相を同時に析出する、このような析出を共晶という。すなわち、銀固溶体(α Ag)と銅固溶体(β Cu)がそれぞれ微細組織になって、同時に凝固した組織のことである。それゆえ、このような合金を共晶合金という。また、共晶合金においては、液相点が降りし融点(溶ける温度)がもっとも低くなる共晶点が存在する。

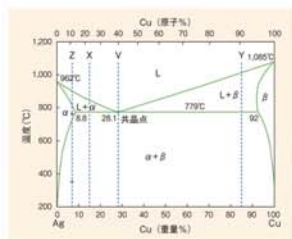


図1-4 Ag-Cu系合金の状態図

図1-5にはAg-Cu系合金の組成による結晶組織の違いを模式図で示す。組成Vの合金は71.9%Ag-28.1%Cu共晶合金の銀固溶体(α Ag)と銅固溶体(β Cu)の混合いわゆる共晶組織である(図1-5(a))。組成Xの合金は、85%Ag-15%Cu合金で共晶と銀固溶体(α Ag)を含む組織である(図1-5(b))。組成Yの合金は15%Ag-85%Cu合金で共晶と銅固溶体(β Cu)を含む組織である(図1-5(c))。



図1-5 Ag-Cu系合金の(a)共晶、(b)共晶と銀固溶体および(c)共晶と銅固溶体の結晶組織の模式図

Science of Dental Precious Metal Alloys

7

第4章 熱膨張

合金と陶材の熱膨張係数の関係において、1)両者の熱膨張係数が一致している、2)合金の熱膨張係数が陶材より高い、3)合金の熱膨張係数が陶材より低い、の3種類の組み合わせが考えられる。合金の熱膨張係数が陶材よりわずかに高い(10%程度まで)場合は、陶材に圧縮応力が発生しても問題は生じない。しかし、合金の熱膨張係数が陶材より高い場合は、図4-5に示すように、陶材に圧縮応力が働いて小さなひび割れ(亀裂はく離)が生じる。一方、合金の熱膨張が陶材より低い場合は、陶材に引張応力が働いて垂直なクラックが生じる。陶材は、圧縮応力に強く、引張応力に弱いことから、両者の熱膨張係数はできるだけ一致させるか合金の方をわずかに高くすることが望ましい。図4-6の(a)と(b)に実際にクラックが発生した例を示す。

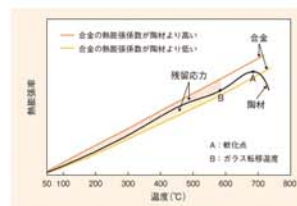


図4-4 合金と陶材の熱膨張係数の例

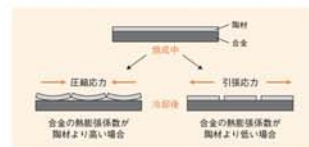


図4-5 合金と陶材の熱膨張係数の違いによるクラック発生模式図



図4-6 合金の熱膨張係数が陶材より高い場合(a)と逆の場合(b)の焼付けた例

Science of Dental Precious Metal Alloys

87

主要目次

第1章 合金の種類、性質および添加元素のはたらき
第2章 ろう付けと鑄接
第3章 陶材との焼付け、レジンとの接着

第4章 熱膨張
第5章 貴金属と金合金の色調
第6章 腐食と変色
第7章 チタンとの組み合わせによる溶出

第8章 溶出と細胞毒性
第9章 鑄造用材料と鑄造の実際
第10章 臨床におけるQ&A
主要歯科用貴金属合金の組成と物性表

5.1 貴金属の色調

5.1.1 貴金属の反射率曲線

わたしたちが色として識別することのできる光を可視光とよんでいる。可視光は波長が約380～780 nmの光であり、紫色から赤色までの色を呈する。すなわち、紅の色である。目に映るすべての物質の色は、可視光のうちどの範囲の光を反射するかによって決まる。図5-1に金、銀、銅、白金およびパラジウムの反射率の波長による変化を示す。

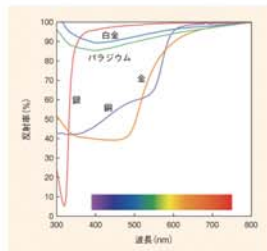


図5-1 金、銀、銅、白金およびパラジウムの反射率曲線

図5-2に、光の3原色と色の3原色を示す。光の3原色は混合すれば白色になるが、色の3原色は絵の具の混合と同じで黒色に向かう。光の加法混色の原理により、赤と緑の光が重なっている部分は黄色になることと同じ原理で、金は赤と緑の光を反射するので黄金色を呈する。銀、白金およびパラジウムは可視光すべてを反射させるので白くみえる。光の3原色を混ぜると白色になることと同じ原理である。銅は赤色の反射率が高いので、赤くみえる。それぞれの金属によって、反射率曲線の形状が異なり色が変化する。

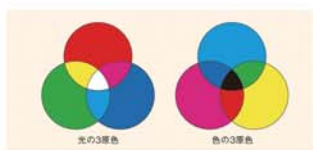


図5-2 光と色の3原色

内容見本



図8-11 溶出液の添加



図8-12 培養

5) 培養終了後、細胞を10%中性リン酸緩衝ホルマリン溶液で30分間固定し、0.1%メチレンブルー溶液で15分間染色し、コロニー数を計測する。

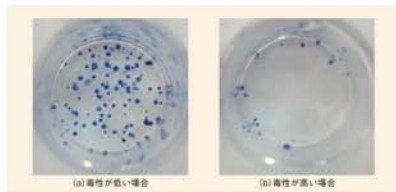


図8-13 コロニー形成

試験材料が細胞毒性をもたない場合、図8-13(a)のように多くのコロニーが観察されるが、細胞毒性をもつ場合は、図8-13(b)のようにコロニー数は少ない。コロニー数を計測し、次の計算式から試料のコロニー形成阻害率を算出する。ここで、コロニー形成阻害率が高いということは、試験材料の細胞毒性が高いことを意味する。

$$\text{コロニー形成阻害率 (\%)} = \frac{\text{コロニー数 (MOS培養液)} - \text{コロニー数 (溶出液)}}{\text{コロニー数 (MOS培養液)}} \times 100$$

8.2.6 歯科用貴金属合金の細胞毒性の実験

図8-14に、メタルセラミック修復用貴金属合金(表8-3)から得た溶出液(MOS培養液での溶出)のコロニー形成試験の結果を示す。V79細胞の増地であるMOS培養液によって各合金から得られた溶出液は、最も高濃度である原液(100%)でもコロニー形成を阻害することはない。阻害率も±5%と非常に低く、50%および25%溶液の阻害率とはほぼ同程度である。これらの結果は、V79細胞を用いたコロニー形成試験において、ゼオメタル87、ゼオメタル53、ゼオメタルS Tおよびスーパーエクスレントいずれの合金も細胞毒性を示さないことを意味している。したがって、これらの合金は生物学的安全性が比較的高いと考えられる。

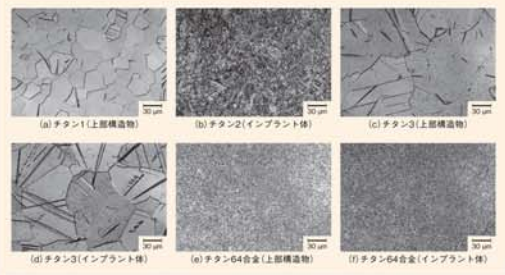


図7-12 試験に使用したチタン、チタン合金の金属組織

7.2.4 表面観察

図7-13は浸漬後の差が顕著に見られた上部構造物ユニコム7咬合面の浸漬前と浸漬後の顕微鏡写真を示している。写真からも、組み合わせ条件によって浸漬前後の差が認められており、また、すべての試験片において変色が認められ、腐食と思われる像が観察されている。なかでもチタンおよびチタン合金と直接固定したチタン2～直接固定、チタン3～直接固定、チタン64合金～直接固定では、著しい腐食が観察されている。

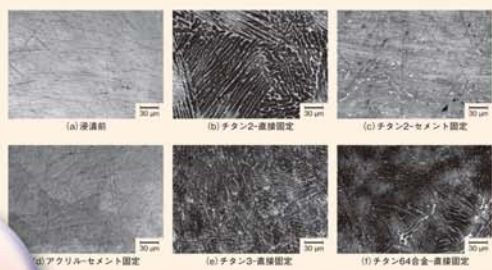


図7-13 ユニコム7を用いたすべての条件における浸漬前後の上部構造物咬合面の金属組織

歯科医療の現場では、突然のトラブルを経験したり、またそのトラブルを解決しながら技工作業を進めている。本項では、実際の臨床家からの問い合わせやトラブル解決をQ&Aにまとめて説明する。

10.1 「金合金」についてのQ&A

Q1. 18カラット金合金を口腔内にセットしたあと、数週間経過後で変色しました。どのような原因が考えられるのでしょうか？

変色の原因としては、いろいろなことが考えられますが、まず腐食と変色の関係を説明します。腐食とは、合金から一部の金属が溶け出して合金が光沢を失い、劣化することです。変色とは、腐食で生じた金属イオンが、唾液中の可溶性化合物と結合することで、新たに着色した化合物が生成し、合金表面に付着することで変色が起こります。一般に硫化イオンと結合し、合金表面に硫化物が生成する変色例が多くみられます。

腐食の原因として、次の3項目が原因として考えられます。

1) 口腔内補綴物の電位差による電解腐食

補綴治療を行う場合は、一口腔単位で合金の選択を行い、合金の種類および組成をできるだけ統一して電位差が発生しないように注意することが必要です。

2) 結晶組織の違いによって、各結晶間に生じる電位差による電解腐食

合金の種類によっては、単相固溶体のような単一結晶組織ではなく、共晶や包晶合金などのお互いの金属が混ざらない多相組織となると、合金は腐食されやすい性質になります。とくに、ろう材は、液相点を下げる目的で添加元素を多く含有し、多相組織となりやすいことから使用量は最小にとどめるようにします。

3) 合金表面の研磨不足などによる食物残渣(プラークの付着)から発生する濃淡電池腐食

合金表面に研磨不足による凹凸があると、食物が残留(プラークの付着)しやすくなります。食物の残留などは、電位差によっても電解腐食が促進されることから、合金表面の研磨は十分に平滑に行う必要があります。



図10-1 変色の原因

山本貴金属地金株式会社

〒543-0015

大阪市天王寺区真田山町3番7号

TEL (06)6761-4739(代)

FAX (06)6761-4743

http://www.yamakin-gold.co.jp

■発行 株式会社 学建書院

■お取扱いは