

## P-41

炭酸含有アパタイト焼結体の引張り変形特性について

○足立正徳, 若松宣一, 亀水秀男, 飯島まゆみ,  
土井 豊  
朝日大・歯・口腔機能修復学・理工

Property of tensile deformation of carbonate apatite ceramic

M.ADACHI, N.WAKAMASTU, H.KAMEMIZU  
M.IIJIMA, Y.DOI  
Asahi Univ.

### 【緒言】

リン酸系カルシウム基材が生体材料として利用されているなかで、炭酸含有アパタイト焼結体は生体親和性に富み、吸収性を有することから、骨補填材等の硬組織代替材として広く応用できることが示唆されている。しかしながら、炭酸含有アパタイト焼結体を骨に直接埋入する置換材料等に应用するためには、その複雑な形態に成形加工する必要がある。我々はこれまでに炭酸含有アパタイト焼結体を加熱下で加圧して、圧縮および曲げ等の大きな塑性変形（超塑性）を試みた結果、加熱温度、荷重を調節すれば任意の形態の変形体が得られる可能性を示した。そこで本研究では、炭酸含有アパタイト焼結体に引張り荷重を与え、焼結体が高温下での引張りにより亀裂等の欠陥を生じることなくどの程度の伸びを示すのか、またそれにより物性にどのような影響を与えるのかについて検討した。

### 【実験方法】

焼結体を作製するための炭酸含有アパタイトの作製は、従来と同様に 100°C の 6M-Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> を含む 1.2 M-Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 水溶液中に 2M-CaNO<sub>3</sub> 水溶液を滴下し、pH9 で 3 日間合成した。その後、洗浄、乾燥、粒度調節して原料粉末とした。アパタイト粉末は予備成形した後、静水圧で加圧して圧粉体として、700°C で 2 時間の条件で焼結体とした。その後、焼結体は所定の大きさに（約 3 φ × 10mm）に整形してから、加熱下（800, 850 および 900°C）で 100g 相当の引張り荷重を負荷して変形させた。変形後の試料は、引張り方向に対して平行および垂直な面を切り出し、それぞれについて X 線回折、SEM 観察を行い、結晶の配向性を調べた。さらに、各温度で変形後の試料の炭酸含有量も熱重量測定（TG）から求めた。

### 【実験結果および考察】

表 1 には各温度における引張り変形量を示した。伸びは 800°C では僅かであったが、900°C では約 117% を示した。

表 1 各温度における伸びの変形量(%) (n=3)

800°C	850°C	900°C
105%	107%	117%

図 1 には 900°C で引張り変形した焼結体の引張り

方向に平行および垂直な面の X 線回折図を示した。この X 線回折図から、a 軸 32.9/2θ(300) と c 軸 25.6/2θ(002) の回折線の相対強度を各面で比較すると、引張り方向に平行な面においては、a 軸に比べて c 軸の回折線が僅かに強く、この面では結晶が若干 c 軸配向している。

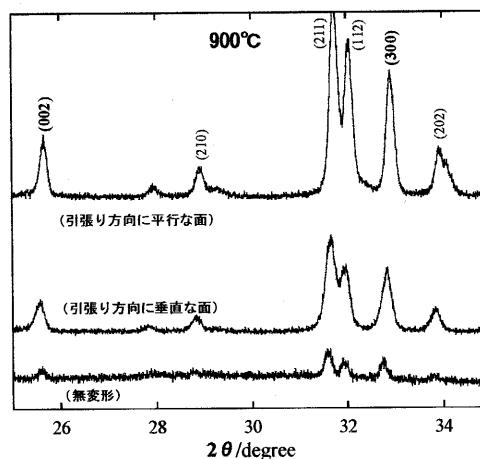


図 1 引張り変形焼結体 (900°C) の X 線回折図

図 2 には 900°C で引張り変形した焼結体の各面の SEM 像を示した。

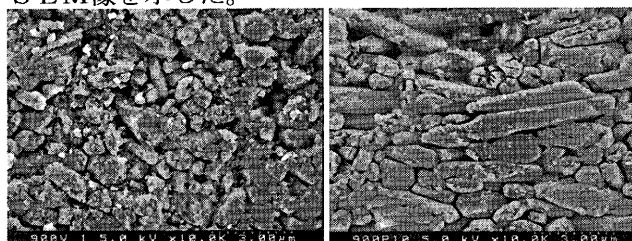


図 2 引張り変形後の SEM 像 (900°C) 2 μm

左：引張り方向に垂直な面 右：引張り方向に平行な面  
この SEM 像から、引張り方向に平行な面と垂直な面では結晶の方向性に相違が認められ、結晶が引張り方向に配向していることがわかった。

図 3 には 900°C で引張り変形させた場合の弱拡大の SEM 像を示した。この SEM 像から、引張り変形後の焼結体では、炭酸ガスの放出に伴う空隙が多数生じ、かなりポーラスな状態になっていることが示された。この

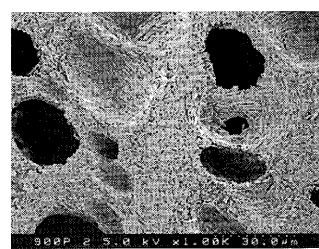


図 3 900°C での引張り 20 μm 変形後の SEM 像

ような状態では強度の低下も否めないが、一方では骨欠損部位への補填材や骨増生用の材料としての応用の可能性が示唆された。また、900°C での引張り変形後の試料の熱重量測定（TG）では、炭酸が約 9% 残留していることがわかった。

### 【結論】

この結果、炭酸含有アパタイト焼結体に加熱下で引張り荷重を負荷すると、破断することなく僅かな伸びを生じることが明らかとなった。