

THE DIVISION

No. 31

March 1, 2002

Editor-in-Chief M. Kawashita, Kyoto University

Associate Editor T. Ogawa, Asahi Optical Co., Ltd.

Editorial Staffs

M. Aizawa, Sophia University
S. Hayakawa, Okayama University
K. Ioku, Yamaguchi University
K. Ishikawa, Kyushu University
C. Ohtsuki, NAIST
M. Kikuchi, NIRIM
T. Miyazaki, NAIST
M. Neo, Kyoto University

S. Nakamura, Tokyo Medical & Dental Univ.
M. Ohgaki, Tokyo Medical & Dental Univ.
K. Okada, NGK Spark Plug Co., Ltd.
N. Ozawa, Kyoto University
H. Takeuchi, Mitsubishi Materials Corp.
N. Tomita, Kyoto University
H. Unuma, Yamagata University

Contents

- 1. REPORT** _____ **3**
The 26th Annual International Conference on Advanced Ceramics & Composites 参加報告
ファインセラミックスセンター
高玉 博朗
- 2. INFORMATION ON RESEARCH & DEVELOPMENT** _____ **5**
- (1) H. Matsuno *et al.*, *Biomaterials*, **22**, 1253-1262 (2001). 「耐熱金属インプラントであるチタン, ハフニウム, ニオブ, タンタルならびにレニウムの生体親和性と骨形成」 _____ **5**
- (2) T. J. Webster *et al.*, *Biomaterials*, **22**, 1327-1333 (2001). 「ナノ相セラミックス上での骨芽細胞様細胞の機能の促進」 _____ **5**

(3) J. E. Nevelos <i>et al.</i> , <i>Biomaterials</i> , 22 , 2191-2197 (2001). 「標準的もしくは過酷なシミュレータ試験条件における HIP を施したもしくは施さないアルミナーアルミナ股関節の摩耗」	6
(4) S. Nishiguchi <i>et al.</i> , <i>Biomaterials</i> , 22 , 2525-2533 (2001). 「チタン金属はアルカリならびに加熱処理により直接骨と結合する」	6
(5) H. Yuan <i>et al.</i> , <i>Biomaterials</i> , 22 , 2617-2623 (2001). 「リン酸カルシウムセラミックスによる材料依存の骨誘導：イヌ体内での 2.5 年にわたる試験」	7
3. ANNOUNCEMENT	8
(A) 前掲情報	8
(1) 講演募集 — 1 st International Conference on Materials Processing for Properties and Performance (MP3)	8

1. REPORT

The 26th Annual International Conference on Advanced Ceramics & Composites 参加報告

ファインセラミックスセンター

高玉 博朗

去る 2002 年 1 月 13~18 日、アメリカのフロリダ州ココアビーチにおいて、The 26th Annual International Conference on Advanced Ceramics & Composites が開催された。本学会は、The American Ceramic Society 主催の学会であり、毎年 1 月ココアビーチで開催される国際学会であり、今年、新たにバイオマテリアルのセッションが加わった。

今回はバイオセッション初開催ということで、まず始めに東京医科歯科大の山下仁大先生の招待講演があり、何件かの口頭発表の後、京都大学の金先生や Imperial College の Boccaccini 先生などの招待講演があった。バイオマテリアルに関する発表は、口頭発表は 2 セッション、18 件、ポスター発表は 7 件の合計 25 件あり、(1) 人工骨関連：計 17 件(口頭発表 13 件+ポスター 4 件：そのうち、材料開発：4 件、反応機構解明：2 件、細胞実験：2 件、動物実験：2 件、臨床報告：2 件、機械的特性評価：2 件、評価技術開発：3 件)、(2) 歯科分野：7 件(口頭発表 4 件+ポスター 3 件：そのうち、歯根等の材料開発：3 件、充填剤等の材料開発：3 件、その他：1 件)、(3) ティッシュエンジニアリング：1 件(口頭発表)であった。バイオ関連の発表のうち、人工骨関連の発表が約 3 分の 2、歯科分野の発表が約 3 分の 1 を占めており、バイオマテリアルに関するセッションにしては、歯科分野の発表がやや多い印象を受けた。さらに人工骨関連の発表のうち、SBF を用いた *in vitro* 実験結果の発表と、細胞実験や *in vivo* 実験結果の発表がほぼ同数を占めており、材料系の学会にしては生物学的な立場からの発表が多く、材料側からの意見だけでなく、生物学的な観点からの意見も数多くあり、活発な討論が行われていた。また扱っている材料は、ほとんどがセラミックス単体であり、金属材料を扱った研究は 5 件、有機と複合化した研究は 5 件であった。また、その他のセッションでも、生物によって作られる構造をバイオテンプレートとして利用するバイオミメティックな方法で、セラミックスの気孔や構造を制御する研究発表も多数行われていた。

最後に、現在を含め過去 30 年間、日本はバイオセラミックスの分野で世界のトップを走ってきたが、この分野での日本の海外市場への進出は消極的で、逆に海外企業が日本に進出してきているのが現状である。そこで、今後も日本が世界のトップを維持し続け、世界市場に日本のバイオセラミックスの技術をアピールするためには、日本国内に留まらずに、海外に、例えばここアメリカに新たな拠点を開拓することが非常に大切である

と思われる。幸いにも、このバイオセッションは始まったばかりの上、このセッションのオーガナイザーの一部を日本が担当しており、さらに次回のオーガナイザーの依頼もきている。そのため、本学会を日本のバイオセラミックスをアピールする拠点とするのには好都合である。このような機会は、日本のバイオセラミックスを世界に知らしめるチャンスとして大いに利用すべきであると思われる。現状では、まだ発表件数は少ないが、これからこのバイオセッションの存在を **International Symposium on Ceramics in Medicine** などを通じて世界にアピールして盛況にし、ひいてはバイオセラミックスの分野を日本がリードできるようにすることが大事であると思われる。

2. INFORMATION ON RESEARCH & DEVELOPMENT

- (1) H. Matsuno *et al.*, *Biomaterials*, **22**, 1253-1262 (2001). 「耐熱金属インプラントであるチタン，ハフニウム，ニオブ，タンタルならびにレニウムの生体親和性と骨形成」

H. Matsuno, A. Yokoyama, F. Watari, M. Uo, T. Kawasaki, *Biomaterials*, **22**, 1253-1262 (2001).

“Biocompatibility and osteogenesis of refractory metal implants, titanium, hafnium, niobium, tantalum and rhenium”

耐熱金属である，チタン，ハフニウム，ニオブ，タンタルならびにレニウムの生体親和性を評価するために，これら金属をラットに埋入した。組織学的観察ならびに X 線走査分析顕微鏡(XSAM)と X 線プローブマイクロアナリシス(EPMA)により元素マッピングを行った。チタン，ハフニウム，ニオブ，タンタルならびにレニウムのワイヤーを腹部皮下もしくは大腿骨髄に 2 週間または 4 週間埋入した。インプラント周辺には炎症反応は見られず，全てのインプラントは線維性結合組織に覆われていた。XSAM によれば軟組織において金属の溶出は見られなかった。硬組織の組織学的観察によれば，新生骨の形成量は埋入後 2 週間から 4 週間にかけてやや減少し，インプラントに接している骨組織の割合は著しく増加した。EPMA によれば硬組織内における金属の溶出は観察されなかった。新生骨におけるカルシウムとリンのシグナルの強度は 4 週間経過後の方が 2 週間経過後に比べて高かった。これは新生骨が埋入後 2 週間から 4 週間にかけて成熟していることを示している。これらの結果はチタン，ハフニウム，ニオブ，タンタルならびにレニウムが良好な生体親和性ならびに骨伝導性を有することを示している。

- (2) T. J. Webster *et al.*, *Biomaterials*, **22**, 1327-1333 (2001). 「ナノ相セラミックス上での骨芽細胞様細胞の機能の促進」

T. J. Webster, C. Ergun, R. H. Doremus, R. W. Siegel, R. Bizios, *Biomaterials*, **22**, 1327-1333 (2001).

“Enhanced osteoclast-like cell functions on nanophase ceramics”

ナノ相のアルミナならびに水酸アパタイト（粒径 100 nm 以下）におけるクエン酸耐性のフォスフォターゼ（TRAP）合成ならびに破骨細胞による吸収ピットの形成を生体外試験により調べた。通常のセラミックス（粒径 100 nm 以上）に比べ，ナノ相のアルミナや水酸アパタイト上で 10 ならびに 13 日培養された破骨細胞様細胞の TRAP 合成は著しく増加した。さらに，通常のセラミックスに比べて，ナノ相のアルミナや水酸アパタイト上で 7，10 ならびに 13 日培養された破骨細胞様細胞の吸収ピットは著しく増加した。本研究ではナノメートルサイズの表面形態を持つセラミックス表面の破骨細胞様細胞の機能促進が明らかになった。

- (3) J. E. Nevelos *et al.*, *Biomaterials*, **22**, 2191-2197 (2001). 「標準的もしくは過酷なシミュレータ試験条件における HIP を施したもしくは施さないアルミナ-アルミナ股関節の摩耗」

J. E. Nevelos, E. Ingham, C. Doyle, A. B. Nevelos and J. Fisher, *Biomaterials*, **22**, 2191-2197 (2001).

“Wear of HIPed and non-HIPed alumina-alumina hip joints under standard and severe simulator testing conditions”

摩耗や摩耗粉の生物学的応答は人工股関節置換術の主な問題となっている。超高密度ポリエチレン摩耗粉の長期の試験結果は多く示されており、これらは人工股関節置換術において荷重を受ける部分の代替材料の重要性を示している。アルミナのセラミック-セラミック股関節は摩耗や骨吸収が少ないので 30 年以上にわたって用いられている。摘出したコンポーネントの主な摩耗のパターンは、摩耗速度約 $1-5 \text{ mm}^3 \cdot \text{Pa}$ での骨頭ならびに対応する部分の臼蓋における楕円形の摩耗跡である。時としてより過酷な摩耗が生じうる。最近のアルミナ-アルミナ人工股関節置換術では、過酷な摩耗に耐えうる HIP (熱間静水圧加圧) されたアルミナが用いられている。これまでの生体外試験では生体内での摩耗速度や機構を再現していなかった。本研究の目的は、通常ならびに過酷な条件において、HIP されたアルミナとされていないアルミナの摩耗についてシミュレータを用いて比較することである。統計学的に 95%の信頼度レベルで有意差は見られなかったが、HIP されたアルミナはされていないものに比べてより低い摩耗速度を示した。Gelofusine[®]や水系潤滑剤を用いても摩耗速度は増加しなかった。揺動方向の荷重を増加させて試験を行っても両者の間に有意な差は見られなかった。潤滑剤のない試験では HIP されていない 1 試料において著しい摩耗が観察された。

- (4) S. Nishiguchi *et al.*, *Biomaterials*, **22**, 2525-2533 (2001). 「チタン金属はアルカリならびに加熱処理により直接骨と結合する」

S. Nishiguchi, H. Kato, H. Fujita, M. Oka, H.-M Kim, T. Kokubo and T. Nakamura, *Biomaterials*, **22**, 2525-2533 (2001)

“Titanium metals form direct bonding to bone after alkali and heat treatments”

この論文ではアルカリおよび加熱処理前後のチタン金属及びその合金の骨結合強度を摩耗やイヌ大腿骨における通常の押出試験により評価した。4 種類の平滑な円柱状インプラントを大腿骨の半分を貫通するようにイヌ大腿骨に埋入した。インプラントの骨結合せん断強度を推定試験により評価した。4 週ではアルカリおよび加熱処理した全ての試料の強度 (2.4-4.5 MPa) は未処理(0.3-0.6 MPa)に比べて有意に高い強度を示した。12 週では処理された試料の強度は増加しなかった。一方未

処理の試料の強度は増加した (0.6-1.2 MPa)。組織学的にはアルカリおよび加熱処理された試料は線維性組織の介在なく骨組織と直接結合していた。一方、未処理の試料では骨組織とインプラントに間に線維性組織の介在が見られた。アルカリならびに加熱処理されたチタン及びその合金の線維性組織を介さない初期の強固な骨との結合は、整形外科インプラントのセメントレスでの安定な固定を達成するのに有用である。

- (5) H. Yuan *et al.*, *Biomaterials*, **22**, 2617-2623 (2001). 「リン酸カルシウムセラミックスによる材料依存の骨誘導：イヌ体内での 2.5 年にわたる試験」

H. Yuan, Z. Yang, J. D. de Bruijn, K. de Groot and X. Zhang, *Biomaterials*, **22**, 2617-2623 (2001).

“Material-dependent bone induction by calcium phosphate ceramics: a 2.5-year study in dog”

これまでに種々のリン酸カルシウム生体材料による骨誘導が報告されている。機械的応力の存在しない条件では時間とともに誘導された骨が消失するのかどうか、ならびにこの異所で形成された骨は異常成長を引き起こすのかどうかに関して、多孔質水酸アパタイト (HA)、多孔質二相リン酸カルシウムセラミックス (BCP)、 α -リン酸三カルシウム (α -TCP) ならびに β -リン酸三カルシウム (β -TCP) イヌの背筋内に 2.5 年埋入して調べた。組織学的観察、後方散乱走査電子顕微鏡観察、組織形態学的分析を、摘出した試料の非脱灰薄片において行った。骨髄を含む通常の緻密骨が全ての HA 試料ならびに BCP インプラントにおいて観察された。HA では $48\pm 4\%$ の気孔が、BCP では $41\pm 2\%$ の気孔が骨で埋められていた。骨細胞は存在するが骨芽細胞や骨髄の存在しない骨類似の石灰化組織が、全ての α -TCP ならびに一部の β -TCP において観察された。通常の骨ならびに骨類似組織のいずれもインプラントの気孔内部にのみ形成されていた。この結果はリン酸カルシウムセラミックスがイヌの筋肉内において骨誘導能を持つことを示している。セラミックスによりその量や質は異なるものの、HA ならびに BCP における誘導骨は 2.5 年にわたって消失もせず異常成長もしなかった。

3. ANNOUNCEMENT

(A) 前掲情報

- (1) 講演募集 — 1st International Conference on Materials Processing for Properties and Performance (MP3)

シンガポールで開催されるこの会議の目的は、材料研究者と、実使用又は生産技術の研究者の橋渡しを行い、実験室レベルで開発された生体材料等の特殊機能材料をいかに実用化するかを議論することにあります。

【会期】 2002年8月1-3日

【会場】 Conrad International Centennial Singapore,
Two Temasek Boulevard, Singapore 038982

【セッション】 Symposium on Biomaterials, Symposium on Nanomaterials Technology, Symposium on Novel Ceramic Membranes for Environmental Applications, Symposium on Spark Plasma Sintering 他

【登録費】 S\$650.00 including conference proceedings, an abstract book, receptions and banquet. (1S\$ = 約70円)

【主催】 Institute of Materials (East Asia) and Nanyang Technological University

【詳細】 URL: <http://www.ntu.edu.sg/mpe/materials/MP3/index.htm>