



## 「配向」と「ランダム」の融合

大阪大学特任助教；大学院工学研究科  
マテリアル生産科学専攻

李 誠 鎬

### 1. はじめに

私は、2016年3月に名古屋工業大学大学院工学研究科未来材料創成工学専攻にて博士(工学)の学位を取得し、同4月より大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻の生体材料学領域にて、特任助教として研究活動を行っております。「異方性の材料科学」をキーワードに「骨を材料として捉え、BAp(生体アパタイト：骨の主な無機成分)配向性という骨質パラメータを導入し材料工学的観点から骨にアプローチする」という非常に独創的な骨研究を行う中野貴由教授の研究室において、骨質・骨量の両方を早期に回復可能とする材料の創製を目指しています。私はこれまで、生体活性ガラスを中心とし、材料から溶出するイオンを積極的に活用し、骨形成を促進可能な材料の創製を行ってきました。以下のこれまでの研究概要について紹介させていただきます。

### 2. 生体材料におけるリン酸塩ガラス

博士(工学)取得まで、名古屋工業大学で春日敏宏教授の指導の下、生体用リン酸塩インバートガラスの研究に取り込みました。インバートガラスとは、ガラスの網目形成酸化物( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ 等)より網目修飾酸化物(カチオン等)が多く含まれる組成のガラスを言います。春日敏宏教授が考案した、リン酸塩インバートガラスは、中間酸化物である $\text{TiO}_2$ を少量添加することで、短いリン酸グループ同士を $\text{TiO}_x$ 多面体がクロスリンクした構造をしています。このリン酸塩インバートガラスをコーティングしたチタン合金は動物実験にて優れた生体活性を示しました。当時、私が研究対象として取り組んだのは、リン酸塩インバートガラスに骨形成を促進するイオンの添加による生体活性向上を目標とし、ガラス構造を解析・制御することで、イオン溶出挙動の制御を目指しました。様々な骨形成促進イオンの中、 $\text{Mg}^{2+}$ イオンに注目しました。 $\text{Mg}^{2+}$ イオンは、骨芽細胞において細胞接着性を向上させ、その後の細胞増殖・分化・石灰化まで促進します。更に、ガラス中では中間酸化物として働き、ガラス網目構造形成を補助し、ガラス形成能を向上させることが可能です。リン酸塩インバートガラスに $\text{MgO}$ を導入すると、ガラス形成能が向上し、イオン溶出能も向上するという、従来のメタ組成リン酸塩ガラスでは示さなかった、相反する性質を同時に持つガラスの作製に成功しました<sup>(1)</sup>。さらなるイオン溶出能向上のため、リン酸含有量を少なくし、 $\text{MgO}$ を導入することで、オルトリン酸(リン酸の一番小さいユニット)のみから形成され

た、溶出能が非常に高いガラスの作製に成功しました<sup>(2)</sup>。このガラスは、網目構造を形成するユニットが小さいことから、従来のガラスではリン酸とケイ酸は容易に分相しますが、オルトリン酸とオルトケイ酸の小さい網目形成ユニットを $\text{Mg}^{2+}$ イオンがクロスリンクすることで、分相することのない、均一なインバートガラスの作製にも成功しました<sup>(3)(4)</sup>。

### 3. 他研究グループ・企業での経験

修士・博士課程中では、他研究グループで研究をする貴重な経験を得ることができました。修士では、産業総合技術研究所の加藤且也グループ長の指導の下、6ヶ月間、セラミックスナノ粒子が細胞に及ぼす影響についての研究に取り組み、細胞培養の基礎を学び、結果を論文投稿しました<sup>(5)</sup>。博士では、Imperial College LondonのJulian Jones教授の指導の下、3ヶ月間、生体用ゾルゲルガラスの研究に取り組み、ゾルゲルプロセスの基礎を学び、結果を論文として残しました<sup>(6)</sup>。修士修了後は、一旦、研究の現場を離れ、サムスン電機で専門研究員として3年間、新製品の開発に取り組み、材料が量産に至るまでの経験を積むことができました。他研究グループ・企業で、研究・開発に取り組み学ぶことにより、研究者としての幅広い視野を得ることができたと考えています。

### 4. 現在

生体骨の結晶学的異方性微細構造に材料工学からアプローチする中野貴由教授の下、骨異方性構造を早期に回復可能な材料の創製を目指しています。骨の力学特性は骨量より骨組織の配向に支配的に影響され、骨芽細胞を配向させることで骨配向構造の形成が可能で、そこで、生分解性ポリマーであるポリ乳酸と、生体活性ガラスのコンポジットを用いた配向化ファイバーマットを作製し、細胞配向の制御をポリ乳酸からなるスキャフォールドで行い、Bioglass<sup>®</sup>を中心とした生体活性ガラスから溶出するイオンにより骨形成を促進させる材料の研究に取り組んでおります。

### 5. おわりに

中野研究室の研究方針である「異方性の材料科学」をキーワードに「配向」したスキャフォールドと「ランダム」構造を持つガラスを融合した、異方性材料の研究を自由にさせて頂いております。従来の骨量のみを回復させる生体材料でなく、材料から積極的に働きかけることにより、本来の異方性構造を有した生体組織を誘導可能な生体材料を創製することを目標に、材料工学研究者として社会に貢献できる材料の創製に挑戦していきたいです。

### 文 献

- (1) S. Lee, H. Maeda, A. Obata, K. Ueda, T. Narushima and T. Kasuga: *J. Non-Cryst. Solids*, **438**(2016), 18–25.
- (2) S. Lee, A. L. B. Macon and T. Kasuga: *Mater. Lett.*, **175**(2016), 135–138.
- (3) S. Lee, T. Nakano and T. Kasuga: *J. Non-Cryst. Solids*, **457**(2017), 73–76.
- (4) S. Lee, K. Ueda, T. Narushima, T. Nakano and T. Kasuga: *Biomed. Mater. Eng.*, **28**(2017), 23–30.
- (5) S. Lee, T. Kasuga and K. Kato: *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **118**(2010), 428–433.
- (6) A. L. B. Macon, S. Lee, G. Poologasundarampillai, T. Kasuga and J. R. Jones: *J. Mater. Sci.*, **52**(2017), 8858–8870.  
(2017年7月10日受理)[doi:10.2320/materia.56.565]  
(連絡先: 〒565-0871 吹田市山田丘2-1)