

## 생체용 결정화유리의 기계적 성질에 미치는 $ZrO_2/Al_2O_3$ 비의 영향

(Effects of  $ZrO_2 / Al_2O_3$  ratio on the mechanical properties of bioglass-ceramics)

원대희, 이민호, 배태성\*\*, 진영철,  
전북대학교 공과대학 금속공학과  
\*\* 전북대학교 치과대학 재료학교실

### 1. 서론

생체 조직은 근육 및 혈관과 같은 연 조직(soft tissue)과 뼈, 관절 및 치아와 같은 경 조직(hard tissue)으로 구분될 수 있다<sup>1)</sup>. 이와 같은 생체조직이 내부 질환이나, 외상에 의하여 손상되었을 때 이 생체 조직을 복원시키는데 사용되는 생체적합성 대체재료를 생의학적재료 (biomedical materials) 또는 생체재료 (biomaterials)로 줄여서 명명하고 있다.

생체재료로서 요구되는 특성은 인체 내에서 부식되거나 또는 독성을 발하여 인체에 해를 주는 일이 없어야 함은 물론, 생체조직과 친화성(biocompatibility)이 양호하여 주위의 조직과 강한 화학적 결합을 형성하고, 기계적 성질은 경조직(뼈, 치아)과 비슷하거나 그 이상의 것이 요구되며, 또한, 성형 및 가공성이 용이해야 한다<sup>2)3)</sup>. 생체내 연조직에 사용되는 재료로는 현재 금속, 고분자, 세라믹스 및 금속과 세라믹스의 복합화에 의한 경사기능성 복합재료 등이 임상에 응용되고 있으나, 금속재료는 강도와 파괴인성이 우수하지만 종종 유해한 금속이온의 용출이나 정전인력에 의한 부식 및 단백질의 변질 등 생체적합성에 문제가<sup>4)</sup> 된다.

이에 비해 생체유리와 결정화유리 및 소결성 세라믹스 등의 요업재료는 독성이 적고 생체와의 친화성도 우수하다. 이와 같은 요업재료는 여러가지의 장점이 있으나 기계적 성질이 낮은 단점이 있어 보다 높은 기계적 성질을 갖는 재료를 개발하기 위하여 고강도 세라믹스 또는 부분안정화 지르코니아에 알루미늄을 첨가한 결정화 유리<sup>5)</sup>, bioglass 와 hydroxyapatite의 복합체<sup>6)</sup>, 알루미늄으로 형성된 core에 glass를 침투시켜 결정화 하는 기법<sup>7)</sup> 등의 연구가 행해지고 있다.

따라서 본 연구는 기계적 성질이 우수할 것으로 기대되는 생체용 결정화 유리에  $ZrO_2/Al_2O_3$  비에 따라  $ZrO_2/Al_2O_3$  분산시켜 결정화유리를 제조하여 그에 따른 결정화 특성 및 기계적 성질 등을 조사하였다.

### 2. 실험 방법

본 실험에서 사용한 시료는 특급시약  $CaCO_3$ ,  $MgCO_3$ ,  $SiO_2$ ,  $CaF_2$ ,  $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ 를 사용하여 표 1과 같은 조성으로 ball mill로 24시간 충분히 혼합한 다음, 50ml의 알루미늄 도가니에 넣어 SiC발열체인 전기로에서 용융한 후, 냉각수가 흐르는 스테인레스판 위에 부어 급냉시켰다. 급냉시킨 투명한 유리를 -325mesh (44 $\mu$ m)로 체가름하여 모유리 분말을 제조하였다. 이 유리분말의 열적변화를 위해 시차열분석을 시행하였으며, 시차열분석을 토대로 하여 이 분말에 3wt% 파라핀 수용액을 결합제로 첨가하여 혼합한 후, 직경이 15mm인 원형몰드에 넣고 200kgf/cm<sup>2</sup>의 압력으로 1차 성형한 다음, 1000kgf/cm<sup>2</sup>의 압력으로 CIP(Cold Isostatic Press, Nikkiso, USA)를 행해 열처리를 하였다. 열처리한 시편에 대해서 XRD와 SEM으로 결정상의 동정과 미세구조를, 기계적 성질은 ball-on-three-ball법<sup>8)</sup>에 의한 굽힘강도, 압자압입법에 의한 경도 및 파괴인성을 측정하였다.

Table 1. Composition of the parent glasses.

(wt%)

Comp. Sample No.	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaF <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
AW	44.7	4.6	34.0	16.2	0.5	
ZA-2	"	"	"	"	"	80/20
ZA-3	"	"	"	"	"	60/40
ZA-4	"	"	"	"	"	40/60
ZA-5	"	"	"	"	"	20/80
	80					20

### 3. 결과 및 고찰

유리분말 시료의 열적변화와 결정화 온도에 대한 시차열분석 결과를 그림 1에 나타내었다. 그림 1에서 유리분말에 첨가되는 ZrO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 중에서 알루미나의 첨가량이 증가할수록 apatite 와 wollastonite의 발열피크는 고온쪽으로 이동하였다. 이는 규산염 유리에서 중간 산화물로 작용하는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 함량이 증가함에 따라 점도가 증가되었기 때문에 결정화 발열피크가 고온쪽으로 증가된 것으로 보인다. 그림 2는 2시간 열처리한 시편에 대해 X-선 회절분석 결과이다. X-선 회절 분석결과 apatite, β-wollastonite, diopside, anorthite 등의 결정상이 석출하였다. 알루미나의 첨가량이 증가할수록 β-wollastonite의 결정피크의 강도가 감소하였다. 알루미나의 증가와 함께 β-wollastonite의 감소로 인해 경도 및 강도가 감소하였다.

### 5.참고문헌

1. J. B. Park, "Biomaterials An Introduction" Plenum Press, New York and London., 98-114 (1979).
2. W. Vogel, "Prespective of the development of bioactive glass ceramic for biomedical applications" J. Non-Cryst. Sol., 73 593-597 (1985).
3. 小久保正, "生體用材料「無機質 材料の立場から」", New Glass, 6, 21-29 (1987).
4. 武田昭二, 垣内英也, 小倉賢嗣, 中村正明, "Co·Cr 合金, その他の材料の生體適合性" Boundary., 9 (1988) 18-23.
5. T. Kasuga, M. Yashida, T. Uno, K. Nakajima, "Preparation of Zirconia-toughened bioactive glass-ceramics" J. Mater. Sci., 23, 2255-2258 (1988).
6. M. Mochida, T. Fujiu, M. Ogina, "Effect of surface properties of ABC (Apatite-Biologically Active Glass Composite) on bending strength" Yogyo-Kyokai-shi, 95, 798-805 (1987).
7. L. Pröbsrer and J. Diehl "Slip-casting alumina ceramics for crown and bridge restoration" Quintessence Int., 23(1992) 25-31.
8. S. Ban, J. Hasegawa and K. J. AAnusavice, "Effect of loading conditions on bi-axial flexure strength of dental cements" Dent. Mater., 8(1992) 100-104.

생체용 결정화 유리의 기계적 성질에 미치는  $ZrO_2/Al_2O_3$  비의 영향

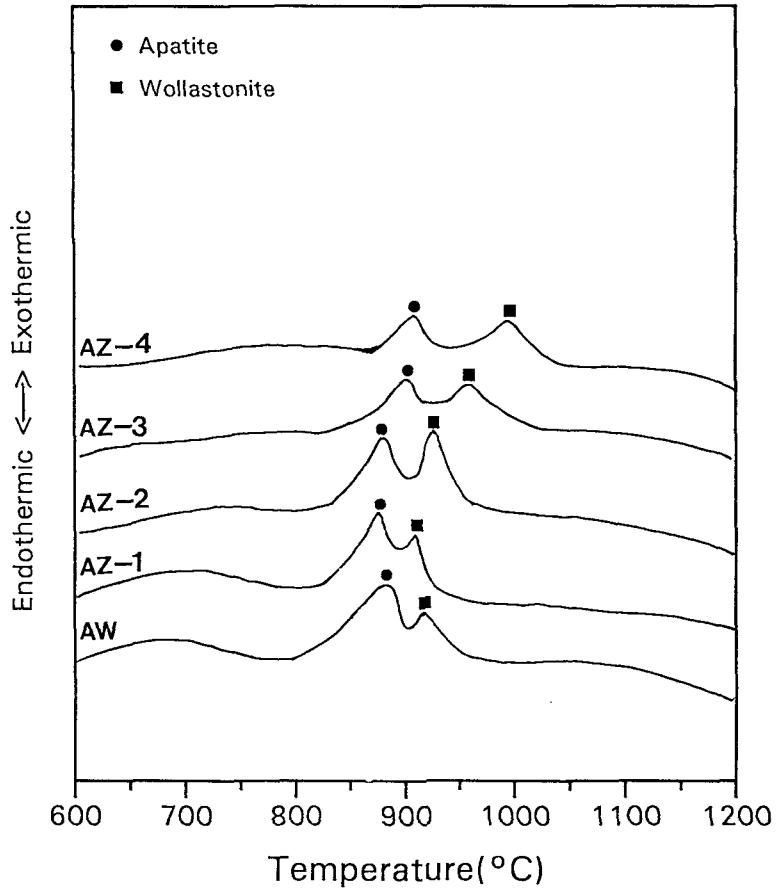


Fig. 1. DTA Curves of the glass powders

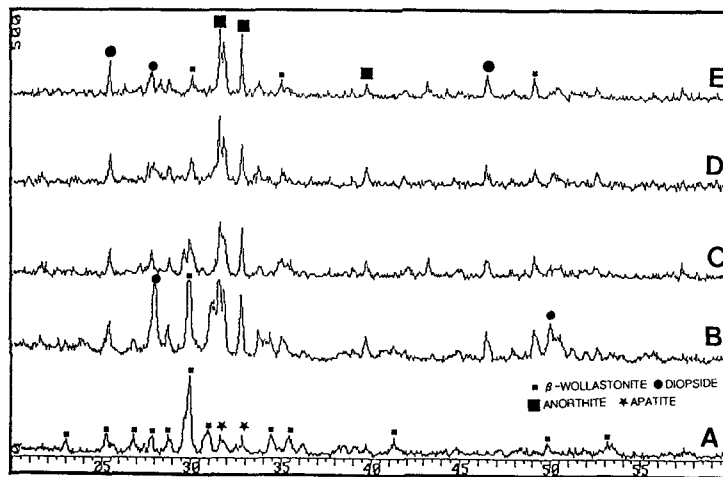


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of samples after heat treatment for 2 hours  
 (A) AW (B) ZA-1 (C) ZA-2 (D) ZA-3 (E) ZA-4