

## 참굴 껍질의 변형에 관한 연구

이승우, 홍성무, 최청송  
서강대학교 화학공학과

### A study on the deformed shell in oyster, *Crassostrea gigas*, cultured in Korea

Seung Woo Lee, Sung Moo Hong, Cheong Song Choi  
Department of Chemical Engineering, Sogang University

#### 서론

Biom mineralization은 환경과 유기체의 특성에 영향을 받는 생화학과 생리학적인 복잡한 연계에 의해 발생한다. Biom mineralization에 영향을 미치는 주요 인자로는 유기 매트릭스, 상전이 억제제, 온도, 염도 및 pH등이다[1~2]. 이러한 과정은 생체조직과 껍질에서 일어난다. 굴의 껍질은 탄산칼슘이라는 동일한 원소로 이루어 졌지만, 각각의 위치와 기능에 따라 calcite와 aragonite로 구별된다. 일반적으로, 굴은 초기 유생 상태에서는 aragonite로 이루어 졌으나 성장하면서 calcite로 전이 된다고 알려져 있다[3]. 같은 이 메패류의 일종인 전복, 진주 조개등과는 달리, 성장한 굴의 껍질내에서 aragonite로 이루어진 부분은 생체조직과 껍질을 연결하는 myostracum과 좌, 우껍질을 연결하는 인대 (ligament) 부분이 aragonite로 이루어 졌다고 알려져 있을 뿐이다[4]. 본 연구에서는 우리나라 연안에서 양식되고 있는 참굴(*Crassostrea gigas*)의 변형 껍질내에 존재하는 여러 가지 morphology등을 연구하여 이를 평가하고 응용성을 예측하고자 하였다.

#### 실험

##### 1. 정상껍질과 변형껍질의 구분

외관상 껍질에서 취성 특성을 지닌 것과 안층과 중간층 사이에 chitin membrane을 함유한 껍질을 변형껍질으로 구분, 분리하였다.

##### 2. 껍질 전처리

껍질을 6% 수산화나트륨 용액에 4시간 함침 후 증류수로 세척하여 표면의 흙, 기타 유기 물질 등을 제거하였다. 잔여 알카리 제거와 표면 표백을 위해 1M 염산을 이용한 후 증류수로 여러번 세척, 건조하였다.

##### 3. Energy Dispersive Spectrometer(EDS)

20eV에서 가속전자와 고체표면의 반응으로 발생하는 X-ray를 검출기로 검출한 후, 검출된 스펙트럼을 각 원소의 고유 에너지값을 이용하여 원소별 함량을 정성, 정량적으로 분석하였다(XL30S Philips).

## 결과

그림1은 우리나라 연안에서 양식되고 있는 참굴 패각중 변형된 패각을 보여주고 있다.



그림1. 변형 패각

그림에서 보듯 정상 패각과는 달리 생체조직과 접하는 가장 안쪽이 불록하게 들출된 것과 들출된 부위의 색이 다를 수 있다.

옛부터 굴은 ‘바다의 우유’라 하여 우수한 영양 식품으로 평가를 받아 사람들이 즐겨 찾는 식품이었던 까닭에 굴 생체조직의 disease에 관한 연구는 해양 및 병리학분야에서 많은 연구가 이루어지고 있으나 변형패각의 관한 보고는 보고된바가 없었다. 다만, 굴의 패각에 유기물질등이 침적되는 disease에 관한 보고가 대합의 일종인 *Ruditapes philippinarum*과 조가비의 일종인 *Patinopecten yessoensis*에서 그 증상이 발표된바 있으며[5], 현재까지 알려진 바로는 이러한 증상이 바이러스 등의 감염에 의해서라기 보다는 환경적인 요인에 의한 생리학적 변화에 따른 것으로 생각되어지고 있다.

그림2는 변형패각중 기존의 안층과 색이 구별되는 부분의 일부를 절취하여 이를 SEM으로 확인한 결과를 보여주고 있다.

그림에서 보듯 변형패각의 상층면에 존재하는 결정형태가 기존에 알려진 굴을 이루는 결정형태와는 전혀 다른 형태의 결정 구조를 가지고 있음을 확인 할 수 있었다. 이러한 결정형태는 염화칼슘과 탄산암모늄을 사용하여 결정성장 실험을 통해 얻어진 aragonite 결정과 그 morphology가 일치하는 결과를 보여주었다[6].

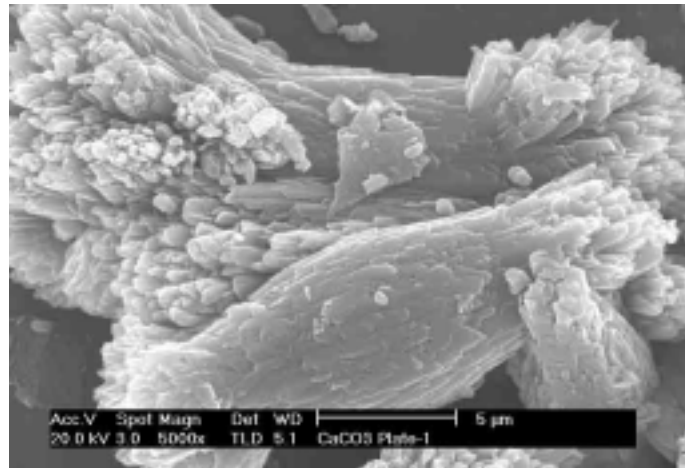


그림2. 변형 패각 결정형태

아래의 표는 변형패각내의 결정을 EDS로 분석한 결과다. 표에서 알 수 있듯 탄산칼슘(시약)과 비교해본 결과 변형 패각위에 존재하는 물질 또한 탄산칼슘으로 이루어져 있음을 알 수 있었다.

표1. EDS 분석결과

구분	Ca		C		O	
	Wt%	원자수비	Wt%	원자수비	Wt%	원자수비
탄산칼슘(SIGMA)	45.31	1.15	11.80	1.00	42.89	2.73
변형 패각	43.38	1.08	12.58	1.00	44.04	2.75

이를 좀더 명확히 확인하기 위해 진주빛을 띄는 층과 chalky 구조를 띄는 중간층의 경계면을 시료로 취해  $^{13}\text{C}$  CP/MAS(cross-polarization /magic-angle-spinning) NMR을 이용하여 분석한 결과, aragonite 특성을 확인 할 수 있었다.

## 결론

패각은 탄산칼슘으로 이루어져 있지만, 위치와 기능의 특성에 따라 calcite와 aragonite로 구분되어 지며, 유생이 성장하면서 aragonite가 calcite로 상전이가 이루어진다는 것은 오래 전부터 알려진 사실이었다. Calcite가 패각의 99% 이상을 차지한다고 알려져 있는 가운데, 변형 패각에서 aragonite를 확인 할 수 있었던 것은 그 원인이 환경에 의한 것이든 또는 다른 변형 요인에 의해서든 패각내에서 결정이 변화하였고, 더불어 패각이 변형되었다는 것을 유추해 볼 수 있었다. 또한, 진주빛을 띄는 층과 중간층사이의 계면에도 미량의 aragonite가 존재한다는 사실은 패각을 이용한 많은 연구에 큰 도움을 줄 것으로 생각되며, 앞으로 이에 대한 심도 깊은 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. McConnaughey T (1989) Biomineralization mechanisms. In : Crick RE (ed) Origin, evolution and modern aspects of biomineralization in plants and animals. Plenum Press, New York, pp 57-73
2. Addadi L, Weiner S (1992) Control and design principles in biological mineralization. *Angew Chem int edn Engl* 31, pp 153-169
3. Medakovic D, Popovic S, Grzeta B, Plazonic M and Hrs-Brenko M (1997) X-ray diffraction study of calcification processes in embryos and larvae of the brooding oyster *Ostrea edulis*, *Marine Biology*, 129, pp 615-623
4. Lowenstam HA and Weiner S (1989) *On Biomineralization*, Oxford University Press, New York, pp 48-49
5. Michel C, Christian H, Angelique F and Florent L (2001) Progress in pathological characterization of Syndrome 85 in the black-lip pearl oyster *Pinctada margaritifera*, *Aquat. Living Resour.* 14, pp 195-202
6. Choi CS and Kim YW (2000) A study of the correlation between organic matrices and nanocomposite materials in oyster shell formation, *Biomaterials*, 21, pp 213-222