

The estimation characteristics of cultured pearls

Jung Uk Oh[†], Jong Sik Kim, Jong Koen Choi and Pan Chae Kim

Department of Gemological Engineering, Graduate School, Dongshin University, Naju 520-714, Korea

(Received October 31, 2003)

(Accepted November 10, 2003)

Abstract The quality, quantity, color, and characteristics were found out cultured seawater pearls and freshwater pearls. In the XRF measurement Ca chemical combinations were the main elements and Sr was detected at higher levels for the sea-water pearl and Si, S, Ca, Mn, P and other elements were found at higher levels for the fresh-water pearls. Such differences is judged to be caused by the ion diluted in sea and fresh water which affects the pearl elements. Although near similar structural peak was shown for the FT-IR measurement, the fresh-water pearl showed a lower peak for the 2344 wave. For the results of PL, the peak for fresh-water measured with He-Cd Laser at 455 nm was higher, and with the Ar-ion Laser measurements, peaks were high at 545 nm and 570 nm for fresh-water pearl and sea-water pearls respectively.

Key words Seawater pearl, Freshwater pearl, Shell

양식 진주의 특성평가

오정욱[†], 김종식, 최종건, 김판채

동신대학교 대학원 보석공학과, 나주, 520-714

(2003년 10월 31일 접수)

(2003년 11월 10일 심사완료)

요약 양식된 해수진주와 담수진주의 품질, 수량, 색상 등과 특성을 알아보았다. XRF 측정에서는 Ca 화합물이 주성분이며 해수진주에서는 Sr이 담수진주는 Si, S, Ca, Mn, P 등의 원소가 더 많이 검출되었다. 이러한 차이는 해수와 담수에 녹아 있는 이온이 진주성분에 영향을 준 것으로 판단된다. FT-IR 측정에서 거의 동일한 구조적인 peak를 나타내지만 2344 cm^{-1} 에서 담수진주의 흡수대가 나타났다. 광원으로 He-Cd Laser 사용으로 455 nm에서 peak는 담수진주가 높았고, Ar Laser 사용으로 담수진주는 545 nm에서 해수진주는 570 nm에서의 peak가 높았다

1. 서론

최근에 어느 진주전문 감정원에 진주 거래경력이 많은 업자가 한 꾸러미의 진주봉지에서 몇 개를 샘플로 뽑아 감정원에 감별을 의뢰한 결과 8.5 mm 진주 5개 중 4개가 담수진주이고 한개만 해수진주로 판명이 되었다. 결과적으로 그가 해수진주로 믿고 사들인 봉지 전체 중에서는 정작 해수진주가 그리 많지 않았다고 한다. 이러한 예와 같이 현재 진주 유통에서 해수진주와 담수진주의 명확한 구별의 필요성을 대변해 주고 있다. 동물은 일정한 법칙에 의해 명명된다. 이들은 생리학적 유사성에 기초하여 나누고 있으며 기본 군을 종이라 한다. 비슷한 종끼리 모여 제너라를 만들고, 제너라는 패밀리로 분류

된다. 패밀리는 오더가 되고 오더는 다시 클래스, 클래스는 다시 필라가 된다. 특수한 진주를 생산하는 생물체 필라는 몰러스카, 클래스는 쌍각류, 오더는 아나소미아리아, 패밀리는 프테리데, 제누스는 판크타이다, 종은 마르텐시이다[1]. 이 동물을 언급할 때 제네릭과 특정한 이름만 사용한다. 제네릭 이름의 첫글자는 항상 대문자로 사용하며 특정한 이름은 소문자로 쓴다. 따라서, *Pinctada martensi*(아코야) 이름은 항상 라틴어이다. 그리고 비교적 낮은 등급의 진주가 생성되는 스트롬버스 기가스는 천연의 분홍색, 흰색진주를 생산한다[2, 3]. 하리오티스는 밝은색과 혼색으로 특징되는 진주를 생산한다. 이 동물들은 밝은 색깔의 진주모체(mother-of-pearl)를 생산한다. 이들 이름은 아바로네(abalone), 아비비(awabi), 파우아(paua) 등이다. 현대적인 진주 양식법은 제도화가 아주 잘 되어 있다. 넓은 양식장에서 연체동물을 기르고, 연체동물이 3년이 되면 이들을 물속에서 건져내어 살아있는 맨틀물질과 함께 구슬핵을 생식소에 집어넣는다[4]. 2~

[†]Corresponding author
Tel: +82-61-330-3238
Fax: +82-61-330-3252
E-mail: oju321@hanmail.net

3 mm 정도의 구슬을 20개까지 한 동물에 집어넣을 수 있으나 6 mm 정도크기의 구슬은 하나만 넣어야 한다. 쌍각류의 종류에 따라 직경 12 mm 크기의 구슬도 사용된다. 살아있는 동물은 다시 물 속에 넣고 약 3년간 놓아둔다. 이 기간 동안 맨틀 조각이 성장하여 구슬을 감싸게 된다. 대체로 두꺼운 콘키오린 층이 퇴적된다. 그 다음 0.2~1.0 mm 두께의 진주물질겉질이 퇴적된다. 채취한 진주는 표백(또는 탈색)과 착색 등을 통해 양식진주의 색을 바꾸는 일이 널리 시행되고 있다[5]. 쌍각류 겉질은 맨틀의 서로 다른 부분에 의해 분비된다. 외각 및 중간층은 맨틀의 끝에서 만들어지며, 진주광택의 내부층은 맨틀의 잔류 외부층에 의해 분비된다. 진주의 탄산칼슘은 진주광택을 나타내는 층을 만드는 맨틀의 해당부분에서 만들어진다[6]. 일부 담수 쌍각류도 진주를 생산한다. 일본 비와호수에서 양식된 진주의 크기는 직경이 약 7.5 mm에 이른다[7]. 지금까지 진주에 대하여 많은 연구[8]가 되어있고, 광범위한 많은 연구대상이 있다. 따라서 본 논문에서는 양식방법에 따른 해수진주와 담수진주의 관찰 및 특성을 연구대상으로 하였다.

2. 실험 방법

중국의 중요 진주 산지인 주지시 양식장을 탐방하여 관찰하였다. 담수진주조개로 사용되는 종류는 하폐와 삼각패 2종류가 있으며, 담수진주의 양식특징은 해수 아코야 시술과는 달리 생식소에 핵을 넣지 않고 다른 조개의 몸체에서 잘라낸 직경 1~2 mm의 작은 맨틀조각을 사용한다. 패각을 양쪽으로 살짝 벌려 내부외피 한쪽에 보통 15~17개 정도의 맨틀조각을 한번에 시술한 다음 조개를 사각형망 속에 넣어 물속에서 기른다. 양식장의 수심은 보통 1.2~1.5 m이며 그 중간정도에 띄어두면 해가 지나면서, 조개와 진주가 성장하여 마리당 30여개 정도의 무핵 진주가 생성됨으로써 해수진주에 비해 수량적으로 생산효율이 높다. 이와 같이 성장하여 채취된 패각과 진주를 관찰한다. 먼저 육안으로 Figs. 1, 2의 사진에서 보이는 진주조개 패각내부의 진주질층과 Figs. 3, 4의 사진에 보이는 진주의 외관을 살펴보면, 시술과정을 연관하여 추리한다. 핵과 맨틀조각을 삽입하는 방법으로 조개의 생식소에서 성장한 해수진주와 맨틀의 내측에 다른 조개의 몸체에서 떼어낸 맨틀조각을 시술하는 방법으로 성장한 무핵 담수진주를 비교하고, 이 두 진주의 특성을 다음의 첨단기기를 사용하여 분석한다. 비파괴 검사시료는 8.5 mm 해수진주, 5~8 mm 담수진주 각 50여개를 사용하고, 파괴검사 시료로 해수진주는 핵을 제거한 진주질만을 사용하였으며, 담수진주는 핵이 없으므로 통째

로 하여 각 3 g 정도를 분말로 하였다. 진주의 화합물 구성 성분을 정량 정성적으로 알아 보기위하여 X-선 형광분석(X-ray fluorescence spectrometry, XRF)측정을 하여 검출된 화학 원소량 차이점을 비교 분석하고, 이러한 차이의 이유를 추리하여 본다. 적외선 분광분석(fourier transform infrared spectroscopy, FT-IR)을 하여 해수진주와 담수진주 특정모드의 변화를 관찰하였다. 주사전자 현미경(scanning electron microscope, SEM)을 이용하여 해수진주와 담수진주의 파단면 미세구조를 저배율에서부터 고배율까지 관찰하여 보았다. 광발광분석(photoluminescence spectrometer, PL)측정으로 He-Cd Laser(325 nm)와 Ar-ion Laser(514.5 nm)를 사용하였으며, 파장의 변화에 따른 강도를 관찰하여 두 진주의 성질에 관한 정보를 알아보았다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 패각과 진주의 외관

Fig. 1은 해수진주조개(아코야)의 패각 사진으로 내부에 진주질층을 볼 수 있으며, 담수조개의 패각과는 다르



Fig. 1. Photograph of the seawater shell.



Fig. 2. Photograph of the freshwater shell.

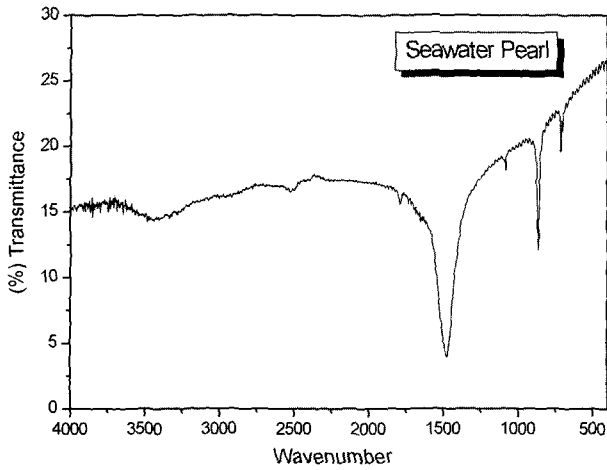


Fig. 5. IR transmittance spectrum of seawater pearl.

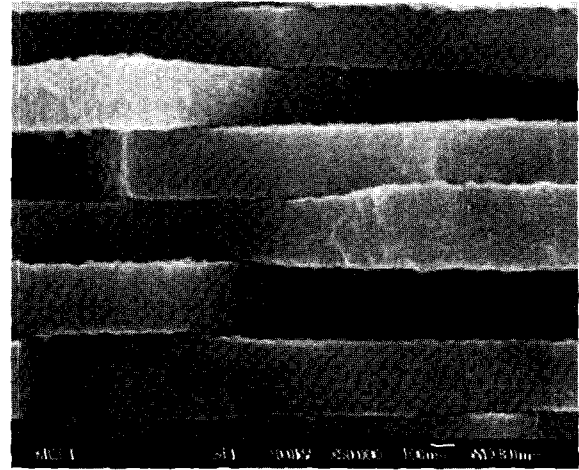


Fig. 8. SEM micrograph of freshwater pearl (×50,000).

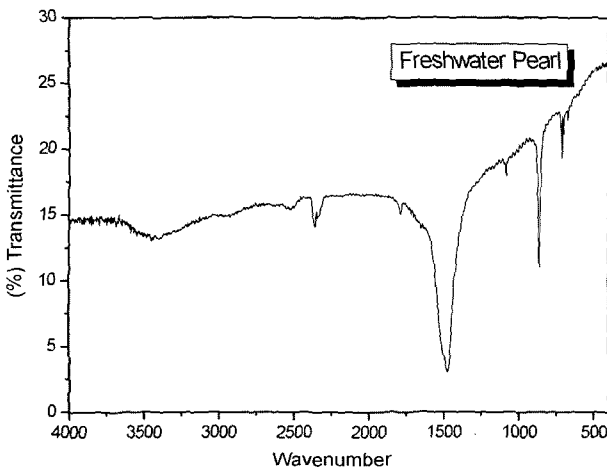


Fig. 6. IR transmittance spectrum of freshwater pearl.

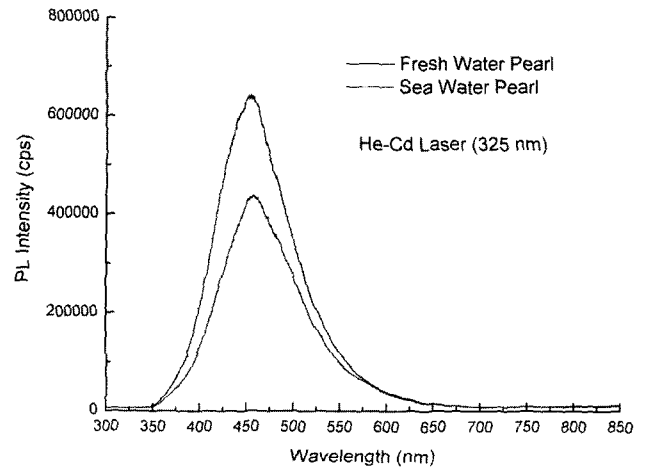


Fig. 9. Photo luminescence spectra of He-Cd Laser excitation.

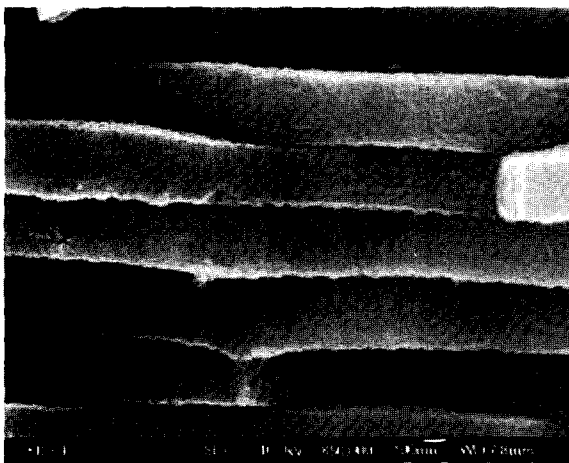


Fig. 7. SEM micrograph of seawater pearl (×50,000).

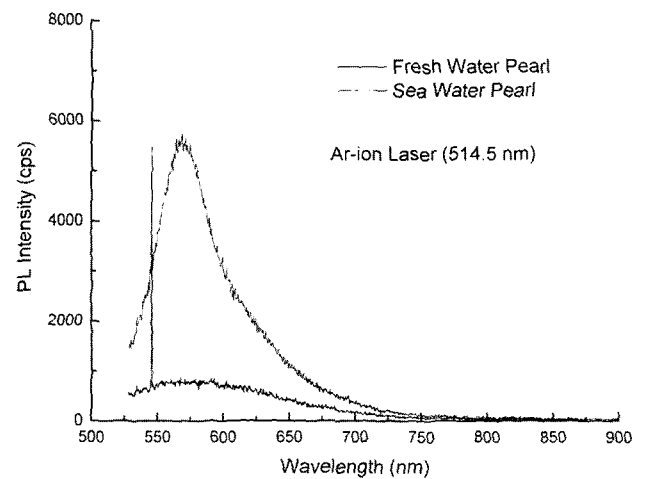


Fig. 10. Photo luminescence spectra of Ar-ion Laser excitation.

3.5. 광발광 특성

Fig. 9는 325 nm의 파장에너지를 갖는 He-Cd laser를

이용하여 측정된 PL 스펙트럼으로 455 nm에서의 peak는 담수진주가 높았고, Fig. 10은 514.5 nm의 파장에너지를 갖는 가시광선 Ar-ion laser를 이용하여 측정된 PL

스펙트럼으로 담수진주는 545 nm에서 해수진주는 570 nm에서의 peak가 높았다. 가시광선 레이저를 사용한 경우 자외선 레이저를 사용하였을 때보다 작은 에너지로 전자를 여기 시키므로 여기광 에너지 보다 더 높은 위치에 있는 준위가 관여하지 않는 낮은 에너지의 준위에 포획된 전자 전이에 의하여 광발광이 나타나게 된다. 해수진주와 담수진주에 포함되어진 불순물의 농도에 의한 차이로 이 원소가 탄산칼슘의 에너지 밴드 갭내에 형성시킨 불순물 준위에 기인한 광발광 peak으로 예측된다.

4. 결 론

본 연구에서는 해수진주와 담수진주를 비교 관찰하여 다음과 같은 결론을 내렸다.

1) 담수진주의 다양성은 수량적으로 많이 생산된 진주를 크기, 모양, 품질, 색상 등으로 선별한 것이며, 다양한 색상의 산출은 진주가 성장한 부위의 패각내부와 같은 색상을 띠게 된 것으로 판단된다.

2) XRD 결과 해수진주와 담수진주 모두 전형적인 아라고나이트 구조를 나타내고 있었으며, FT-IR 측정 결과도 거의 동일한 peak로 구조적인 동일성을 나타내지만 2344 cm^{-1} 에서 담수진주의 흡수대가 관측되었다. PL 결과 He-Cd Laser의 사용으로 455 nm에서 peak는 담수진주가 더 높았고, Ar Laser 사용으로 담수진주는 545 nm에서 해수진주는 570 nm에서의 peak가 더 높았다. XRF결과 진주는 주성분이 Ca 화합물로 구성되어 있으며, 기타 해수진주에서는 Sr이 담수진주는 Si, S, Ca, Mn, P의 화학성분이 더 많이 검출되었다. 이러한 차이

는 해수와 담수에 녹아 있는 이온이 진주성분에 영향을 준 것으로 판단된다.

3) 주사전자현미경을 이용한 파단면상태와 구조는 $\times 50,000$ 하에서 어느 것이나 균일하고 잘 발달된 block를 형성하고 있으며 두께도 일정하였다. 표면에서 살펴본 해수진주의 grain 크기 또한 $1\sim 3\ \mu\text{m}$ 정도이며 담수진주보다 균일한 크기의 grain이 더 잘 관찰되므로 보다 큰 배율로 관찰한다면 해수진주의 층이 일정한 두께로 더 균일하게 구성되어 있는 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] R. Webster, "Gems : Their sources, description and identification", 5th ed., Includes bibliographical reference and index (1994) 506.
- [2] A. Muller, "Cultured pearl : The first hundred years", Golay buchel (1997) 24.
- [3] N.H. Landman, "Pearls-A natural history", Harry N. Abrams LTD. (2001) 129.
- [4] W. Schumann, "Gemstones of the world", Sterling Publishing Co., Inc. New York (1976) 225
- [5] K. Nassau, "Gemstone enhancement: history, science and state of the art", Butterworths, London (1984) 170.
- [6] G.F. Kunz and C.H. Stevenson, "The book of the pearl - the history, art, science and industry of the queen of gems", Dover publications Inc. New York (1993) 375.
- [7] R. Newman, "The Pearl Buying Guide - second edition", international jewelry publications Los Angeles (1994) 21, 128.
- [8] D. Doubilet, "Pearls : from the myths to modern pearls culture", Schoeffel peal culture (1996) 27.