

The cultivation and characterization of akoya pearls

Ra-Young Park[†] and Pan-Chae Kim

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

(Received July 1, 2005)

(Accepted July 19, 2005)

Abstract The cultivation of akoya pearls was carried out with bio bead nucleus prepared using the hydroxyapatite. The akoya pearls cultured with bio bead nucleus were shown the color of cream. The luster and orient effect created by an action of the light from nacre were magnificent. The result of XRD is found that the nacre is a calcium carbonate of aragonite form. From the result of SEM, it is found that layers of calcium carbonate and conchiolin are stratified. The properties of akoya pearls cultured with bio bead nucleus are same those of akoya pearl cultivated with bead nucleus made from washboard shell. Because of the bio bead nucleus developed in this study has such a high capacity in producing various sizes and shapes, it is very advantageous for the cultivation of akoya pearls.

Key words Hydroxyapatite, Bio bead nucleus, Akoya pearl, Washboard shell

아코야 진주의 양식 및 특성평가

박라영[†], 김판채

동신대학교 대학원 보석공학과, 나주, 520-714

(2005년 7월 1일 접수)

(2005년 7월 19일 심사완료)

요약 아코야 진주의 양식은 수산화아파타이트로 제조한 바이오 진주핵을 사용하여 행하였다. 양식된 아코야 진주는 대부분 크림색을 나타내었으며, 다양한 진주층에서 빛의 활동으로 인한 광택과 오리엔트효과는 매우 뛰어났다. 진주층은 아라고나이트형 탄산칼슘임을 XRD 분석 결과로부터 알았다. 그리고 SEM 관찰 결과, 아라고나이트형 탄산칼슘과 콘키올린은 규칙적인 층상구조를 이루고 있었다. 이상의 결과로부터, 바이오 진주핵을 이용하여 양식한 아코야 진주의 특성은 섭조개로 만든 진주핵으로 양식한 아코야 진주와 동일함을 알았다. 본 연구에서 개발한 바이오 진주핵은 진주의 크기, 형상 등을 자유롭게 할 수 있기 때문에 아코야 진주의 양식에 매우 유리하다.

1. 서론

해수진주에는 남양진주, 흑진주, 아코야 진주가 대표적이며, 목걸이 등 주얼리용으로 가장 폭넓게 착용되고 있는 것은 아코야 진주이다. 아코야 진주의 양식은 해수의 온도가 10~28°C 부근인 해안에서 가능하며, 현재 일본, 중국, 한국 등지에서 대량적인 양식이 행해지고 있다[1]. 우리나라에서는 1980년 이후 체계적인 연구가 시작되었으며, 현재는 남해안 일대인 경남 통영에서 본격적인 아코야 진주의 양식이 행해지고 있다. 아코야 진주의 양식은 2년산 아코야 진주조개(*pinctada fucata martensi*)의 생식소 내에 외투막 외면상피세포와 함께 섭조개와 같은

모패를 가공하여 만든 구형의 핵을 시술하여 2~3년 동안의 양식기간을 거쳐 얻어지고 있다[2, 3]. 진주의 형태와 크기를 제어하기 위해서 진주핵을 함께 시술하며, 구형의 진주핵 위에 외투막 외면상피세포에 의해 진주층이 생성되면 진주가 형성될 수 있는 환경이 갖추어지게 된다[4]. 그리고 해수진주의 양식에 필수적인 진주핵은 미시시피강 유역의 담수산 쌍각조개인 파도막이 섭조개(Washboard shell) 및 피그토우조개(Pigtoe shell)의 모패를 사용하여 만들고 있다[5]. 그러나 현재 이들 조개의 과잉채취와 서식지 감퇴 등으로 인한 고갈현상이 나타나고 있으며, 더욱이 이들 조개가 40~80년 동안의 매우 느린 성장기를 가지고 있어, 진주 양식용 진주핵의 공급이 원활하지 못하다는 문제점 등이 대두되고 있다[6]. 그 동안 이들 조개를 대체 할 수 있는 새로운 진주핵을 개발하고자 하는 많은 노력이 있었으나, 대부분 양식된 진주의 품질저하와 높은 폐사율 때문에 진주핵으로

[†]Corresponding author
Tel: +82-61-330-3241
Fax: +82-61-330-3251
E-mail: mahachohan@naver.com

사용되지 못하였다[7, 8].

본 연구에서는 아코야 진주를 양식하기 위해 생체 친화성이 우수한 수산화아파타이트를 사용하여 바이오 진주핵을 개발한 뒤, 이를 진주양식장에서 직접 아코야 진주조개에 시술하여 양식을 행하였다[9]. 그리고 양식한 아코야 진주의 특성조사를 행하였으며, 나아가서는 섭조개로 만든 종래의 진주핵을 대체 할 수 있는 가능성을 찾아내고자 하였다.

2. 실험 방법

본 연구에 있어서 바이오 진주핵은 수산화아파타이트를 출발원료로 사용하여, 성형, 건조, 소성과정을 거쳐 제조하였다. 그리고 아코야 진주의 양식은 경남 통영에 위치한 (주)명성진주 양식장에서 행하였으며, 아코야 진주조개에 직접 시술하여 약 6개월간 양식과정을 거친 후 수확하였다. 또한 비교의 대상으로 종래에 쓰이고 있는 진주핵을 함께 시술하여 양식을 행하였다. 여기서 얻어진 아코야 진주의 원주는 색, 광택, 표면상태 및 진주층 두께 등을 조사하였다. 그리고 X선 회절분석(XRD, Rigaku사) 장치를 이용하여 양식한 아코야 진주의 결정상을 분석하였고, 주사전자현미경(SEM, Jeol사)을 이용하여 아코야 진주의 미세구조를 관찰하였으며, 또한 적외선분광(FT-IR)분석을 행하여 양식한 아코야 진주의 구조적 특성 피크를 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 진주핵 제조

Fig. 1에는 바이오 진주핵의 제조 공정도를 나타내었다. 수산화아파타이트 분말을 사용하여 구형으로 성형한 후 건조과정을 거친 뒤, 1050°C에서 3시간 동안 소성하였으며, 표면을 가공 연마하여 진원도가 좋은 구형의 바이오 진주핵을 제조하였다. 바이오 진주핵의 출발원료인 수산화아파타이트는 생체친화성이 우수하기 때문에 조개의 생식소 내에서 안정할 것으로 예상되며, 단백질의 흡착성이 뛰어나기 때문에 단백질 성분인 콘키올린이 진주핵의 표면에 잘 흡착되어 주성분인 탄산칼슘과 함께 진주핵 위에 형성 될 수 있는 환경을 조성할 수 있다. Fig. 2에는 아코야 진주를 양식하기 위해 Ø6~7 mm의 크기로 제조된 바이오 진주핵을 나타내었다. 또한 Fig. 3에는 비교대상으로 종래에 사용하고 있는 섭조개를 구형으로 가공하여 만든 Ø6~7 mm 진주핵을 나타내었다. 섭조개로 만든 진주핵과 본 연구에서 개발한 바이오 진

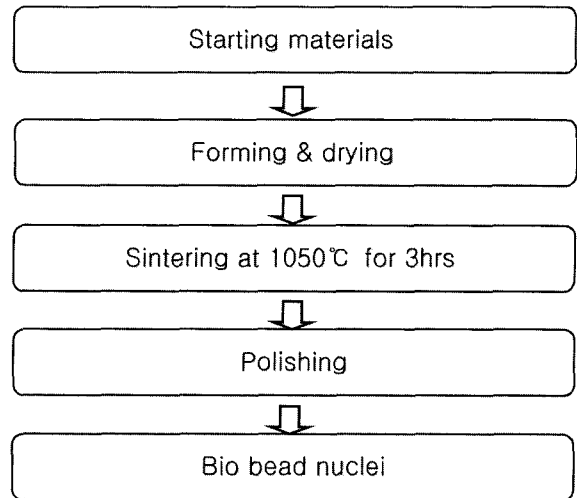


Fig. 1. Flow chart for preparation of bio bead nuclei used the hydroxyapatite.

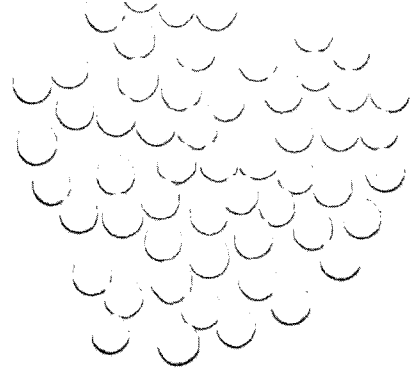


Fig. 2. Photograph of bio bead nuclei prepared in this study.

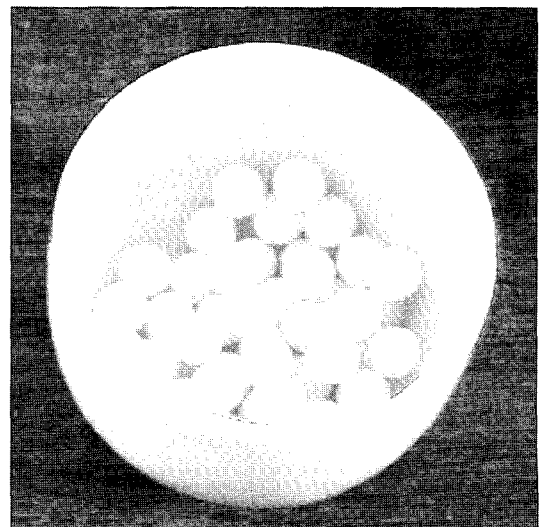


Fig. 3. Photograph of bead nuclei made from washboard shell.

Table 1
The properties of (a) bead nucleus made from washboard shell and (b) bio bead nucleus developed in the study

Item	(a)	(b)
Specific gravity	2.7~2.8	2.6~2.7
Color	White	White
Size	Limited	Unlimited

주핵의 특성을 조사한 결과, Table 1에서 보는 바와 같이 상업적인 진주의 비중인 2.6~2.8의 범위 안에 포함되어 있으며, 특히 보석으로 사용함에 있어서 상업적인 진주의 비중은 매우 중요하다. 진주핵의 색상은 동일한 흰색으로 제조되었다. 종래의 진주핵 제조에 있어서, 구형으로 가공할 수 있는 두께와 크기를 가진 섭조개는 성장이 느릴 뿐만 아니라 서식지 감퇴와 과잉 채취 때문에 진주핵으로 가공하여 제조할 수 있는 진주핵의 크기가 제한적이라는 문제점이 있다. 그러나 바이오 진주핵은 다양한 크기로 제조할 수 있고, 또한 자유롭게 성형하여 원하는 형태로 제조가 가능하다는 장점이 있다. 진주의 가치는 색, 광택, 표면상태, 크기에 의존하고 있으나, 특히 진주의 가치는 크기가 클수록 기하급수적으로 증가한다. 따라서 본 연구에서 개발한 바이오 진주핵은 Ø10 mm 이상의 큰 진주핵을 용이하게 만들 수 있기 때문에 크기가 큰 고가의 진주를 양식하는데 기여할 수 있음을 알았다.

3.2. 진주양식

Fig. 4에서는 바이오 진주핵을 시술하여 6개월 동안 양식한 후 아코야 진주조개의 생식소에 위치하고 있는



Fig. 4. Photograph of pearl created in the gonad of akoya pearl oyster.

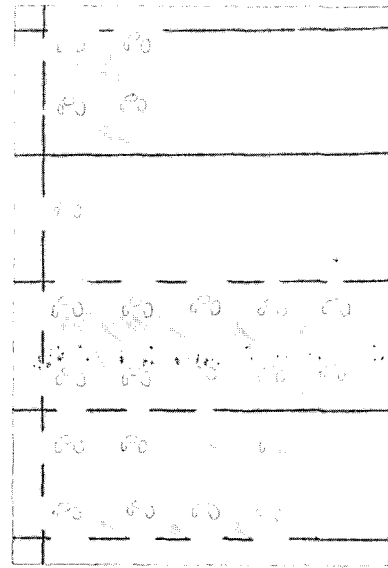


Fig. 5. Photograph of cultured akoya pearls used the bead nucleus made from washboard shell.

결과를 보여주고 있다. 아코야 진주조개에 시술한 진주핵의 거부반응은 1~2주일 내에 일어나지만, 바이오 진주핵을 시술한 경우, 아코야 진주조개가 폐사하거나 거부반응도 없었으며 진주형성이 잘 이루어진 것을 확인할 수 있었다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 섭조개로 만든 진주핵을 사용하여 양식한 아코야 진주는 크림색과 옐로우색을 띠고 있었으며, 진주층에서 빛의 작용에 의해 광택이 뛰어나며 오리엔트효과를 나타내고 있었다. 또한 Fig. 6에는 본 연구에서 개발한 바이오 진주핵을 시술하여 양식한 아코야 진주이며, 종래의 진주핵을 사용하여 양식한 아코야 진주와 동일하게 크림색과 옐로우색을 이루고 있고 뛰어난 광택과 오리엔트 효과를 나타내고 있

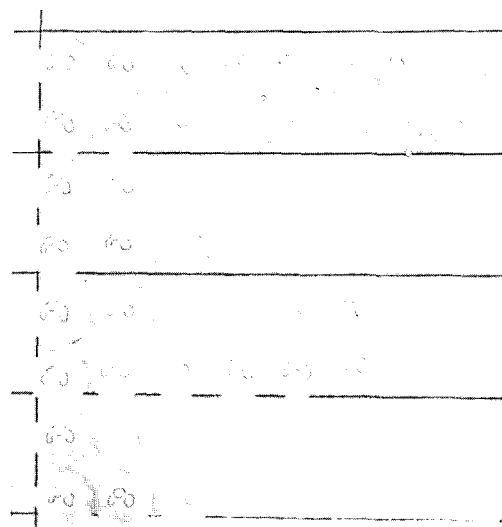


Fig. 6. Photograph of cultured akoya pearls used the bio bead nuclei developed in the study.

Table 2
The characterization of cultured akoya pearls used (a) bead nucleus made from washboard shell and (b) bio bead nucleus developed in the study

Item	(a)	(b)
Color	Cream	Cream
Luster	Good	Good
Surface	Excellent	Good
Yield	84 %	86 %
Thickness of nacre	0.42 mm	0.46 mm

었다. 섭조개로 만든 진주핵과 바이오 진주핵을 각각 사용하여 양식한 아코야 진주에 대한 비교분석 결과를 Table 2에 정리하였다. 섭조개로 만든 진주핵을 사용한 아코야 진주의 표면상태는 바이오 진주핵을 사용하여 양식한 아코야 진주의 표면상태보다 다소 좋았다. 이것은 진주핵의 표면상태와 관련이 있다고 판단되며, 본 연구에서 개발한 진주핵의 표면상태를 더 균일하고 미세하게 함으로써 개선될 수 있을 것으로 사료된다. 보석적 가치가 있는 진주의 수확율은 섭조개로 만든 진주핵을 사용한 경우는 84%이었고, 바이오 진주핵을 사용한 경우는 86%이었다. 여기서 수확율의 차이가 약 2%이지만, 경제적인 측면에서는 매우 큰 차이로 나타난다. 그리고 일반적으로 아코야 진주의 진주층 두께는 0.4 mm 이상 되어야 보석적 가치가 있다고 알려져 있다. 섭조개로 만든 진주핵을 사용하여 양식한 진주의 진주층 두께가 0.42 mm이었고, 바이오 진주핵을 사용하여 양식한 진주의 진주층 두께는 0.46 mm이었다. 따라서 동일한 양식기간 중에 진주층의 두께가 종래의 진주핵보다 두껍기 때문에 진주의 가치가 더 높고, 진주층의 성장속도가 다소 빠르기 때문에 양식기간의 단축과 같은 장점이 있다. 이상과 같이 바이오 진주핵을 사용하여 고품질의 아코야 진주를

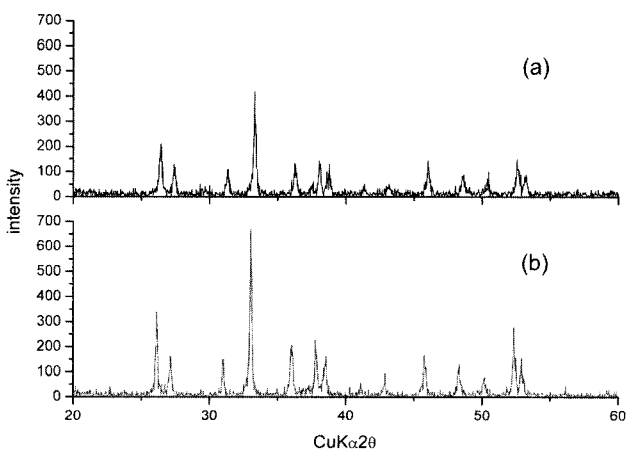


Fig. 7. X-ray diffraction patterns for nacre of cultured pearl used (a) the bead nucleus made from washboard shell and (b) bio bead nucleus developed in the study.

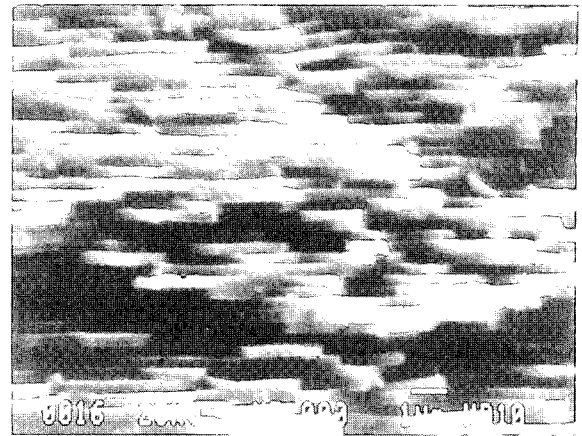


Fig. 8. SEM image for nacre of cultured pearl used the bead nucleus made from washboard shell.

수확할 수 있음을 알았다.

3.3. 진주의 특성평가

섭조개로 만든 진주핵을 사용하여 양식한 아코야 진주와 본 연구에서 개발한 바이오 진주핵을 사용하여 양식한 아코야 진주에 대한 X선 회절분석을 행한 결과, Fig. 7에서와 같이 동일한 이라고나이트 형 탄산칼슘임을 알았다. 주사전자현미경을 이용하여 양식한 아코야 진주의 진주층에 대한 미세구조를 관찰한 결과, 섭조개로 만든 진주핵을 사용하여 양식한 아코야 진주는 Fig. 8에서와 같이 탄산칼슘과 콘키올린 성분이 규칙적인 층상구조를 이루고 있었고, 바이오 진주핵을 사용하여 양식한 아코야 진주도 Fig. 9에서와 같이 동일한 결과를 얻었다. 그리고 적외선분광분석을 행한 결과, Fig. 10에서와 같이 868 cm^{-1} , 717 cm^{-1} 에서 동일한 구조적 특성 피크를 나타내었다. 이상의 결과로부터, 바이오 진주핵을 사용하여

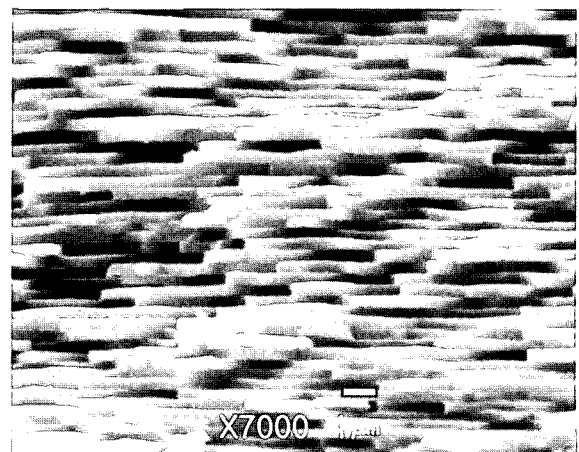


Fig. 9. SEM image for nacre of cultured pearl used the bio bead nucleus developed in the study.

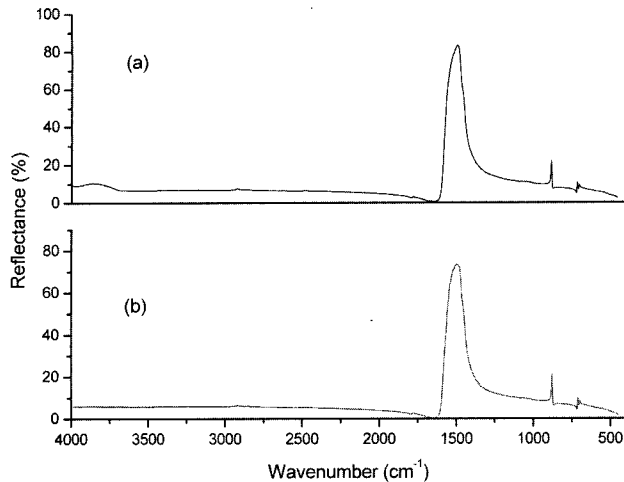


Fig. 10. IR spectra for nacre of cultured pearl used (a) the bead nucleus made from washboard shell and (b) bio bead nucleus developed in the study.

양식한 아코야 진주의 특성은 섭조개로 만든 종래의 진주핵을 사용하여 양식한 아코야 진주와 동일함을 알았다.

4. 결 론

본 연구에서 개발한 바이오 진주핵과 이를 사용하여 양식한 아코야 진주에 대한 결과는 다음과 같다. 즉, 섭조개로 만든 종래의 진주핵을 대체할 수 있는 바이오 진주핵을 개발하였으며, 이것은 다양한 크기로 제조 할 수 있다는 장점을 가지고 있어 크기가 큰 고가의 진주를 양식 할 수 있다. 또한 바이오 진주핵은 아코야 진주양식에 사용할 경우, 폐사율이 없고, XRD, SEM, FT-IR의

분석 결과로부터, 섭조개로 만든 진주핵을 사용하여 양식한 진주와 동일한 특성을 갖고 있음을 알았다. 보석적 가치가 있는 진주의 수확율은 섭조개로 만든 진주핵의 경우는 84 %이었고, 바이오 진주핵은 86 %이었다. 이상의 결과로부터, 바이오 진주핵은 아코야 진주의 양식에 적합하였으며, 향후 보석용 진주양식 분야에 크게 기여 할 것으로 본다.

참 고 문 헌

- [1] Shohei Shirai, "Pearls & pearl oysters of the world", 1st ed. (Marine Planning Co., Ltd., Japan, 1981) p.78.
- [2] D. Doubilet, "Pearls; from the myths to modern pearl culture", 1st ed. (Schoeffel pearl culture, Stuttgart, 1996) p.50.
- [3] J.U. Oh, "The estimation characteristics of cultured pearls", J. Kor. Ass. Cryst. Growth 13(6) (2003) 315.
- [4] Kouji Wada, "The pearl: formation and grading", 1st ed. (Gemological Association of All Japan, Japan, 1982), p. 226.
- [5] Kouji Wada, "Science of the pearl: formation and grading", 2nd ed. (Publish a newspaper of pearl, Japan, 1999) p.253.
- [6] Kiyoo Matsuzuki, "National history of the pearl", 1st ed. (Kenseisha Inc., Japan, 2002) p.173.
- [7] N.H. Landman, "Pearls-A natural history", Dedorah Aaronson (Harry N. Abrams Inc., New York, 2001) p.162.
- [8] KH, Hene Reinitz and Tom Moses, "Cultured, with colored bead nuclei", Gems & Gemology 26(3) (1990) 222.
- [9] R.Y. Park and P.C. Kim, "The cultivation and characterization of image abalone pearl", J. Kor. Ass. Cryst. Growth 14(2) (2004) 78.