# 산호의 보석학적 특성 및 감별 방법

## A Study on Gemmological Characters and Identificational Methods of Coral

김경진

Kyung-Jin Kim(kkj007@hanmail.net)

**요약**

산호는 아름다운 적색의 귀한 유기질 보석으로, 오래전부터 우리나라를 비롯한 아시아에서 선호되어온 전통적인 장신구에 많이 애용되었다. 천연산호와 모조산호에 대한 보석학적 특징을 비교 연구하여 보석으로 사용되는 산호를 감별할 수 있는 기초적인 자료를 만드는 것이 중요하다. 천연산호와 모조산호를 감별하기 위하여 산호의 색, 광택, 투명도, 조흔색, 굴절률, 경도, 염산 반응, 형광 반응, 비중, 편광 현미경 관찰, 전자 현미경 관찰, 화학 분석 및 X선 회절 분석 등의 감별 방법을 실시하였다. 그 결과, 천연 산호의 주성분은 $CaCO_3$이고, 방해석 결정구조를 가지고 있으며 모조 산호들은 탄산염 또는 기타 물질에 색소를 넣어 제조하였음을 알 수 있었다. 그리고 천연 산호와 모조 산호는 X선 회절 분석에 의하여도 구별되지만 비중, 굴절율, 염산 반응 등과 같은 몇몇 간단한 일반적인 실험을 통해서도 서로 비교되어 감정이 가능하다. 천연산호는 모조 산호에 비해 경도가 높아서 광택이 더 뛰어나다. 파괴검사인 조흔색 확인 작업으로 활용한다.

■ 중심어 : | 산호 | 보석학적 특징 | 비중 | X선 회절 분석 | 조흔색 |

**Abstract**

The coral is precious and organic gemstone. It is Beautifully Red color. Coral jewelry have been used for a long time in Asia. Especially in Korea, The Coral is an traditional and popular gemstone. It is significant to get the base data for the purpose of distinguishing natural coral from imitation coral by comparing about gemmological character in this study. Color, luster, transparency, streak color, refractive index, hardness, chemical reaction, ultraviolet fluorescence, specific gravity, observation of microscope and XRD analysis were conducted for identification of natural and imitation coral. As a result, natural coral has usually $CaCO_3$ composition and calcite structure. But, it is known that imitation coral impregnate calcic and dyeing materials with pigment. And they were distinguished also from not only XRD analysis but also a few simple experiments like specific gravity, refractive index and chemical reaction. Natural coral is harder and luster then imitation coral. In breaking method, the streak color is used certification.

■ keyword: | Coral | Gemmological Character | Specific Gravity | XRD Analysis | Streak Color |

접수번호 : #051010-002
접수일자 : 2005년 10월 10일
심사완료일 : 2005년 11월 14일
교신저자 : 김경진, e-mail : kkj007@hanmail.net

## I. 서 론

산호는 대표적인 유기질 보석[그림 1a]이며, 과거로부터 현재까지 한국, 중국, 일본등지의 아시아에서 선호되어 오고 있다. 특히 한국의 전통 장신구에 많이 사용되었다[그림 1b]. 3월의 탄생석인 산호는 최근에는 고가의 산호와 그 모조석들이 시장에서 많이 유통되고 있다.

과거 대만 등지에서 다량의 모조 산호가 수입되어 천연산호로 국내에서 유통되어 물의를 일으킨 바도 있다. 특히 도소매상과 관련 디자이너들의 천연 산호와 거의 흡사한 모조 산호들의 판별에 어려움이 있어, 산호의 체계적인 감별이 필요하게 되었다. 따라서 본 연구에서는 산호에 대한 광물학적 및 보석학적 연구를 통해 천연산호와 모조산호를 구별할 수 있는 자료를 얻는데 그 목적이 있다.

천연산호와 모조산호의 광물학적 특성을 알아보기 위해 산호시료들의 박편을 제작하여 편광 현미경 관찰을 하였고, 시료의 조직과 성분을 알아보기 위하여 전자 현미경 관찰과 화학 분석 및 X선 회절 분석을 하였다.

산호시료의 보석학적 특성을 파악하기 위해 색, 광택, 투명도를 육안으로 관찰하였고, 물리적 특성인 비중과 경도를 측정하고 조흔색을 관찰하였으며, 보석용 굴절계를 이용하여 굴절률을 측정하였고, 염산 반응과 발광현상을 검사하였다.

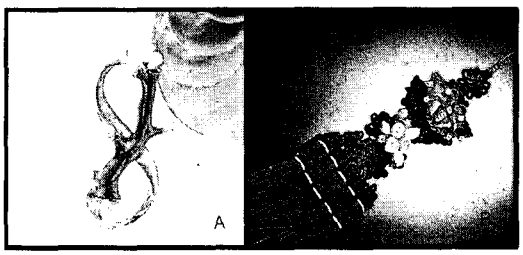


**그림 1. 산호를 이용한 디자인 주얼리(김경진 작)**
a : 코럴 브로치
b : 코럴과 비취가 세팅된 노리개

## II. 산호의 일반적인 특징

산호는 적도 근처 따뜻한 바다에서 생산되며 zoophyte라는 식물모양의 코럴폴립에 의하여 만들어지는데 폴립은 바닷물 속에 있는 탄산칼슘 성분을 분리시켜 방해석 형태의 광물질로 침전시킴으로써 산호를 만든다[1]. 산호는 아투명에서 불투명한 투명도를 가지고 있으며, 분산과 벽개가 나타나지 않는다. 조흔색은 백색이고, 편광현상은 AGG현상의 광학상을 보이며, 산에 반응한다.

산호는 크게 콘키올린 산호와 석회질 산호로 분류된다. 석회질 산호는 대부분이 $CaCO_3$ 성분으로 구성되어 있으며 약 3% 정도의 $MgCO_3$, 1~4% 정도의 유기물로 구성된다[2]. 석회질 산호는 흰색, 밝은 적색에서 어두운 적색, 크림색 등의 색을 띠고 핑크색 줄무늬 형태의 섬유구조를 가지고 있다[그림 2]. 석회질 산호의 중요 산지는 지중해 연안으로 알제리, 모로코 등지와 일본 근해, 아일랜드 등이다. 일반적으로, 밝은 적색 산호는 얕은 바다에서, 어두운 적색 산호는 깊은 바다에서 생산된다. 굴절률은 1.49-1.65, 비중은 2.5-2.6, 경도는 3.5-4이다.

콘키올린 산호는 주성분이 $C_{32}H_{48}N_2O_{11}$이고, 색은 흑색, 암갈색, 황색을 띠고 황색에서 불분명한 sheen 현상이 나타나는 경우가 있다. 나이테와 비슷한 동심원상의 성장구조가 발달하며 하와이, 호주 등에서 산출된다[1]. 콘키올린 산호의 굴절률은 1.56-1.57, 비중은 1.30-2.12(주로 1.35), 경도는 3이다.

산호 나석은 자연그대로의 나뭇가지 형태로 연마하거나, 주얼리 세팅에 적합한 캐보션 형태나 비드 형태, 꽃과 나뭇잎 등의 환타지 형태 등으로 커팅한다[그림 3]. 산호를 입체적으로 조각하여 장식용품을 만들기도 한다. 연마광택은 왁스광택을 띠며, 연마가 뛰어난 경우에는 유리광택도 가능하다.

천연 산호는 색상을 개선하기 위하여 염색하거나 산호의 표면에 있는 미세한 구멍을 에폭시계통의 수지로 채운 후 커트하고 연마하여 외관을 개선하거나 표백하여 그 가치를 상승시키고 있다. 이러한 산호를 취급할 경우에는 약한 경도와 열에 대한 반응 등에 특히 주의를 요한다.

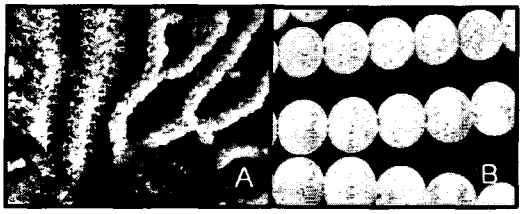


그림 2. 탄산염 산호
A : 바닷속 산호 군집체
B : 핑크와 화이트 산호 비드

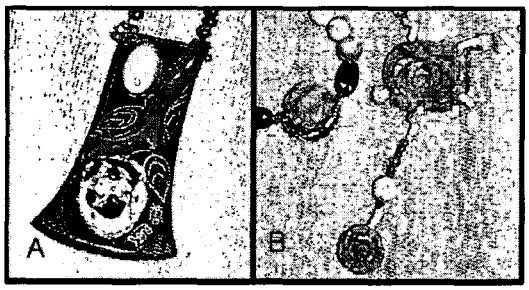


그림 3. 산호의 연마 스타일(taiwan jewelry 2004 Nov. No.71).
A : 나뭇가지형 컷, B : 판타지 컷

## III. 천연 및 모조 산호의 보석광물학적 특징

적색과 핑크색의 석회질 산호는 일반적으로 주얼리에 가장 많이 사용되며, 전체 산호 유통량의 90%이상을 차지한다. 산호의 보석광물학적 특성을 알아보기 위하여 천연 산호[그림 4], 가장 흔하게 유통되고 있는 대만산 모조 산호[그림 5] 및 무작위로 시중에서 구입한 모조 산호[그림 6]를 대상으로 실험을 실시하였다.

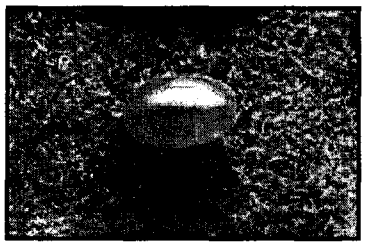

그림 4. 천연 산호

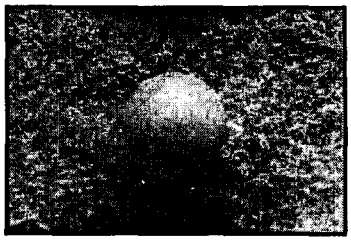

그림. 5. 대만산 모조 산호

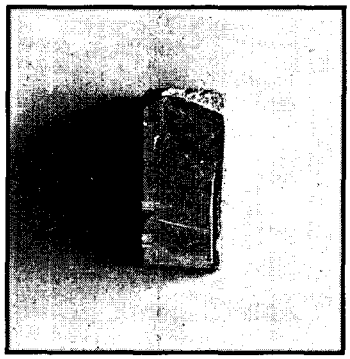

그림 6. 시중의 모조 산호 시료.

### 1. 육안 관찰

구입한 3개 산호 시료에 대하여 색, 광택, 투명도 등의 육안 관찰하였다.

천연 산호와 대만에서 수입된 모조 산호, 시중에서 구입한 모조 산호의 3가지 시료는 모두 색은 적색을 띄고 광택도 지방광택으로 육안 관찰시, 천연 산호인지 모조 산호인지를 감별할 수 없다. 단지 투명도는 천연 산호는 반투명하고, 나머지 모조 산호들은 불투명하여 근소한 차이만 보인다.

### 2. 산호의 물리화학적 및 광학적 특성

천연 산호의 조흔색은 백색, 대만에서 수입된 모조 산호는 분홍색, 시중에서 구입한 모조 산호는 연분홍색이다. 천연산호는 모오스 경도가 3.5이고, 대만에서 수입된 모조 산호와 우리가 시중에서 구입한 모조 산호는 경도가 2.5이다. 정확한 비중을 얻기 위하여 10회의 실험을 통해 비중을 측정한 후 평균치를 구하였다.

천연 산호의 비중은 일반적으로 2.65이지만 구성성분이 균질하게 분포되어 있지 못하고 공극 차이 등으로

인해 비중값이 천연 산호는 2.61을 나타내었으며 대만산 수입모조 산호는 3.02, 시중에서 구입한 모조산호는 2.49를 나타내었다.

굴절율은 천연 산호는 1.48, 대만산 모조 산호는 1.60이었다. 그러나 시중에서 구입한 모조 산호는 연마된 커트면이 없기 때문에 굴절율을 측정하지 못했다.

천연 산호는 격렬히 반응하였으며 반응 후 아무런 찌꺼기도 남기지 않았다. 그러나 대만에서 수입한 모조 산호는 처음에는 약하게 반응하다가 차차 반응을 하지 않았으며 약간의 적색 찌꺼기가 남았다. 또한 시중에서 구입한 모조 산호는 약한 반응이 있었으며 반응 후 적색 찌꺼기가 바닥에 남지 않았다. 시중에서 구입한 모조 산호는 $CaCO_3$와는 다른 물질이며, 대만에서 수입한 모조 산호에는 약간의 탄산염 물질이 섞여 있음을 알 수 있다.

형광 실험 결과 천연 산호는 적색 형광을, 대만에서 수입한 모조 산호는 적색을 띠는 보라색을, 그리고 시중에서 구입한 모조 산호도 적색을 띠는 보라색 형광이 약하게 나타나는 것으로 보아 큰 차이점이 없다.

## 3. 산호의 구조적 특징과 화학 분석

편광 현미경상에서 확대 관찰시, 천연 산호는 직교 니콜하에서 가운데 부분을 중심으로 마치 나무의 나이테 모양으로 동심원상 누대 구조가 발달되어 있는 것을 볼 수 있고, 가운데 부분을 중심으로 결정이 방사상으로 성장해 있는 것이 관찰된다[그림 7]. 그러나 대만산 모조 산호와 시중에서 구입한 모조 산호는 세립질이며, 어떤 특징적인 구조없이 마구 불규칙하게 입자가 퍼져있으며 [그림 8], 어두운 점은 색소물질로 추정된다.

전자현미경(SEM)을 이용하여 산호 조직의 특징을 관찰하였다. 천연 산호는 미세한 조직을 이루며, 공극이 많이 나타난다[그림 9]. 이것은 천연 산호의 특징이며 이 같은 특징을 갖기 때문에 공극이 발달하고 색이 나쁜 천연 산호는 공극을 이용하여 착색을 하여 색을 좋게 만들기도 한다. 그러나 대만에서 수입한 모조 산호과 시중에서 구입한 모조 산호의 전자현미경 사진에서는 플라스틱이 깨진 모양과 같이 큼직큼직한 구조를 보여 주고 있다[그림 10].

EDS 기기를 이용하여 각각의 산호를 구성하는 화학성분을 분석하였다. 천연 산호는 Ca 성분이 주성분인 것으로 천연 산호는 $CaCO_3$일 것으로 판단된다. 그러나 모조 산호의 경우, Na와 P, Ca성분이 주로 나타났으며 특히 P 성분이 가장 우세한 양상을 보인다.

산호의 결정구조를 파악하기 위해 Rigaku XRD를 사용하여 X선 회절 분석을 하였다. JCPDS card를 기준으로 분석한 data를 비교하면, 천연 산호[표 1]는 아라고나이트와는 달리 방해석 구조임을 알 수 있다. 그러나 대만산 수입 모조 산호[표 2]는 calcite구조와는 구조가 전혀 다르다. 시중에서 구입한 모조 산호의 경우에는 [표 3]에서와 같이 calcite peak data와 일치하는 peak가 상당수 있고, 몇몇 일치되지 않는 peak들은 모조 산호의 색을 내기 위한 색소물질에 의한 peak인 것으로 사료된다.

그림 7. 천연 산호의 박편사진(교차니콜)

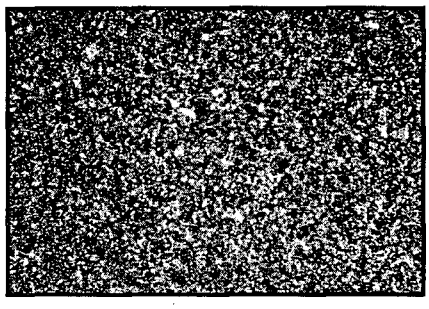

그림 8. 대만산 모조 산호의 박편사진(교차니콜)

그림 9. 천연산호의 SEM 사진

그림 10. 대만산 모조산호의SEM 사진.

표 1. 천연 산호, 칼사이트, 아라고나이트의 X-ray 자료 비교

| Natural coral | | Calcite | | Aragonite | |
|---|---|---|---|---|---|
| dA | I/I0 | dA | I/I0 | dA | I/I0 |
| 3.821 | 7 | 3.852 | 29 | 4.212 | 2 |
| 3.007 | 100 | 3.030 | 100 | 3.396 | 100 |
| 2.800 | 3 | 2.834 | 2 | 3.274 | 52 |
| 2.472 | 11 | 2.495 | 7 | 2.700 | 46 |
| 2.264 | 16 | 2.284 | 18 | 2.481 | 33 |
| 2.076 | 14 | 2.094 | 27 | 2.372 | 38 |
| 1.893 | 17 | 1.907 | 17 | 2.341 | 31 |
| 1.858 | 13 | 1.872 | 34 | 2.106 | 23 |
| 1.590 | 6 | 1.582 | 2 | 1.977 | 65 |
| | | | | 1.882 | 32 |

표 2. 대만수입 모조산호와 칼사이트의 X-ray 자료 비교

| Imitation Coral from Taiwan | | Calcite | |
|---|---|---|---|
| dA | $I/I_0$ | dA | $I/I_0$ |
| 4.423 | 24 | 3.852 | 29 |
| 4.271 | 35 | 3.030 | 100 |
| 3.928 | 22 | 2.834 | 2 |
| 3.642 | 21 | 2.495 | 7 |
| 3.368 | 81 | 2.284 | 18 |
| 3.240 | 39 | 2.094 | 27 |
| 2.959 | 100 | 1.907 | 17 |
| 2.861 | 40 | 1.872 | 34 |
| 2.810 | 49 | 1.582 | 2 |
| 2.743 | 37 | | |
| 2.593 | 19 | | |
| 2.513 | 26 | | |
| 2.200 | 21 | | |

표 3. 일반적인 모조산호와 칼사이트의 X-ray peak 자료 비교.

| General Imitation Coral | | Calcite | |
|---|---|---|---|
| dA | I/I0 | dA | I/I0 |
| 4.341 | 7 | - | - |
| 3.901 | 12 | 3.852 | 29 |
| 3.576 | 8 | - | - |
| 3.448 | 28 | - | - |
| 3.321 | 17 | - | - |
| 3.106 | 22 | - | - |
| 3.036 | 100 | 3.030 | 100 |
| 2.838 | 11 | 2.834 | 2 |
| 2.731 | 11 | 2.495 | 7 |
| 2.495 | 10 | 2.284 | 18 |
| 2.286 | 14 | 2.094 | 27 |
| 2.122 | 19 | 1.907 | 17 |
| 1.190 | 13 | 1.872 | 34 |
| 1.875 | 12 | 1.582 | 2 |

## Ⅳ. 결 론

천연 산호와 모조 산호들의 보석학적 특성[표 4]들을 비교 분석한 결과, 화학성분과 구조적인 차이점이 뚜렷하게 나타난다. 그러나, 고급 보석광물 분석 기기를 사용하지 않는 비교적 단순한 보석 감별 방법을 사용한

경우, 천연 산호와 모조산호들은 조흔색, 비중, 굴절율, 염산 반응, 형광 반응과 같은 감정법을 이용하면 쉽게 산호들을 판별해 낼 수 있다. [표 4]에는 길손 모조 산호에 관한 자료[1][5][6]를 인용하여 산호 감별에 참고할 수 있도록 하였다.

**표 4. 천연산호와 모조산호의 분석 결과 비교.**

| | Natural Coral | Imitation Coral from Taiwan | General Imitation Coral | Gilson Imitation Coral |
|---|---|---|---|---|
| Color | Light pink and Dark Red | Red | Red | Red |
| Transparency | Translucent | Opaque | Opaque | Translucent to Opaque |
| Polish Luster | Waxy to vitreous | Waxy to vitreous | Waxy | Subvitreous |
| Streak color | White | Pink | Light Pink | Redish brown |
| Specific Gravity | 2.61 | 3.02 | 2.49 | about 2.44 |
| Hardness | 3.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| Refractive Index | 1.48 | 1.60 | - | 1.55 |
| Chemical Reaction | Effervesces to hydrochloric acid. No any precipitation after the reaction | At first, very weak reaction then disappear. After the reaction, a little red precipitation. | Weak reaction. After the reaction, red precipitation. | Effervesces to hydrochloric acid. After the reaction, red precipitation. |
| XRD pattern | Calcite pattern | Absolutely different from calcite pattern | Containing some Calcite pattern | Containing some Calcite pattern |
| Ultraviolet Fluorescence | Dull Red (LW & SW) | Redish Violet (LW & SW) | Redish Violet (LW & SW) | Variable(LW) Inert(SW) |

천연 산호와 모조 산호의 감정을 위한 광물학적, 보석학적인 실험 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

1. 천연 산호는 주구성 성분이 $CaCO_3$로 이루어져 있으나, 모조 산호의 경우, Na와 P, Ca성분이 포함되어 있으며, 특히 P 성분이 가장 많다. 모조 산호는 탄산염 또는 기타 물질에 색소를 넣어 제조하였을 것으로 판단된다.
2. SEM 분석 결과, 천연 산호는 미세한 조직을 이루며, 공극이 많은 특징이 나타나지만, 모조 산호는 확대 관찰시 천연산호와는 다른 플라스틱이 깨진 모양과 같이 큼직큼직한 구조를 보인다.
3. 천연 산호와 모조 산호는 광물학적, 보석학적 특징인 굴절율 측정, 직접적인 비중 측정, 염산 반응의 진행 속도와 반응정도 등의 몇몇 보석 감별 방법들을 이용한 결과 데이터를 서로 비교하여 종합하면, 천연 산호의 감별이 가능하다.
4. 물리적 특징인 조흔색 측정법은 파괴적인 접사법이라 많은 양의 보석의 확인법으로만 사용한다. 육안 관찰시에는 차이점이 거의 없으나, 경도 차이에 의한 연마광택이 다를 수 있다.
5. X선 회절 분석 피크 데이터를 통해, 화학성분방법으로 천연산호와 모조산호를 구별할 수 있다.

천연 산호는 방해석 결정구조를 가지고 있다. 그러나, 모조 산호의 경우에는 천연산호와는 다른 성분들을 함유하고 있으며, 결정구조도 방해석과는 다른 구조를 보인다.

## 참 고 문 헌


[1] 조기선, 이두희, 세계의 보석, 고려원미디어, p.260, 1994.

[2] 김원사, 보석학, 우성문화사, p.313, 1992.

[3] C. Hall, "Gemstone", Dorling Kindersley, pp.142-143, 1994.

[4] W. Schumann, "Gemstone of the World", N.A.G. Press, p.216, 1990.

[5] GIA, "GIA gem reference guide," pp.61-64, GIA Press, 1993.

[6] 김수진, "광물학 원론", 우성문화사, p.273, 1982.


## 저 자 소 개


**김 경 진(Kyung-Jin Kim)** 정회원

- 1995년 2월 : 공주대학교 지질과학과(이학사)
- 1997년 2월 : 공주대학교 지질과학과(이학석사)
- 2004년 4월 : Russian State Pedagogical University, Department of Geography, Major of Gemmology & Geoecology
- 1999년~2004년 2월 : 대전보건대 귀금속 공예과 겸임교수
- 2002년~2005년 2월 : 공주대학교 영상보건대학(주얼리디자인) 시간강사
- 현재 : 서울산업대학교 금속공예디자인학과, 공주대학교 지질환경과학과 시간 강사

<관심분야> : 콘텐츠 디자인 및 제작