

제주 고산리 토기와 찰흙의 물리·화학적 특성 연구

윤태건 · 고정대 · 홍성락
제주대학교 자연과학대학 물리학과

A study on physical and chemical characteristic plain coarse pottery and clay of Kosanri cheju island

Tae Gun Yoon, Jeong Dae Ko and Sung Rak Hong

Abstract

고산리 유적지의 원시무문 토기는 한반도 내에서는 알려진 바 없는 독특한 토기형태이므로 고산리 토기들이 어떤 재료로 만들어 졌는지를 알아보기 위하여, 고산리 원시무문 토기와 토기가 발굴된 인근 지역의 찰흙을 채취하여 X-선 회절 분석, X-선 형광 분석을 한 결과, 토기 및 찰흙 시료 모두 SiO_2 와 같은 규산염 광물이 주성분을 이루고 있으며, 소량의 hematite, magnetite, goethite 등을 확인할 수 있고, 토기들은 함철고토 광물이 많이 함유된 현무암에서 생성된 것이 아니라 조면암과 같은 중성 화산암에서 부분적으로 생성된 고산리 찰흙으로 만들어 졌다고 여겨진다.

또한 Mössbauer 분광 분석 결과를 통해 얻은 isomer shift값, quadrapole splitting값은 토기와 찰흙 시료에 따라 특별한 변화는 없는 것으로 보이며, 토기 및 찰흙 시료에 존재하는 철의 원자가 상태는 대부분 Fe^{3+} 임을 알 수 있고, 토기 및 찰흙 시료에 함유된 ferrihydrite와 초상자성 goethite 및 규산염 점토광물의 광물조성이 거의 동일함을 알 수 있다.

이러한 사실로 미루어 보아 고산리 유적지에서 발굴된 토기는 현지의 재료(찰흙)를 이용하여 만들어 졌다고 생각된다.

I. 서 론

제주도 고산리 유적은 지난 1987년 처음 알려진 후 지표조사와 발굴조사를 거치면서 한반도 내에서는 찾아보기 어려운 독특한 유물구성을 보이고 있음이 확인되었다. 이 유적은 제주도 최서편에 있는 고산리 해안가(한장밭)에 자리잡고 있는데, 이 지역은 비교적 넓은 평탄지대로 유물의 분포범위는 $150,000\text{m}^2$ 에 이른다. 여기에서 발견된 유물의 구성은 석기와 토기로 이루어져 있다[1].

고산리 유물 유적지의 석기는 타제석기로 자그마한 소형석기가 대부분이고, 토기는 용기문토기(隆起文土器), 원시무문토기(原始無文土器), 압인문토기(押印文土器)로 나누어 볼 수 있다. 용기문토기는 아가리가 큰 평저이며, 아가리 부근에 3줄의 점토 띠를 곡선화 시켜 기하학적으로 부착시켰다. 이러한 토기는 부산 동삼동 유적의 것과 유사하며, 신석기시대 초기에 해당되는 것으로 알려져 있다. 원시무문토기는 가는 풀과 같은 유기물을 토기 성형시 혼합하여 만든 것으로 소성 후 유기물은 타 없어지고 그 흔적만이 토기 내외면에

남아 있는 것이다. 이것은 한반도 내에서는 알려진 바 없는 독특한 토기이다. 압인문토기는 끝이 뾰족한 시문구를 이용해 찍는 수법으로 규칙적인 무늬 형태를 하고 있으며, 之字무늬같은 것도 확인되었다[2].

이러한 고산리 유물들은 구석기시대 후기에서 신석기시대로 문화적 이행과정의 산물이라고 여겨지며, 다량의 화살촉에서 볼 수 있듯이 수렵을 중심으로 경제행위가 이 지역에서 집중적으로 이루어졌음을 추측할 수 있다. 아울러 석기의 갖춤새 및 석기제작의 부산물의 존재로 보아 석기제작소와 같은 집단 주거지역으로 추정된다. 이러한 유물 갖춤새는 제주도 동북편의 김녕 지역에서도 확인되므로 도내 전체에 확산되었음을 알 수 있다[3].

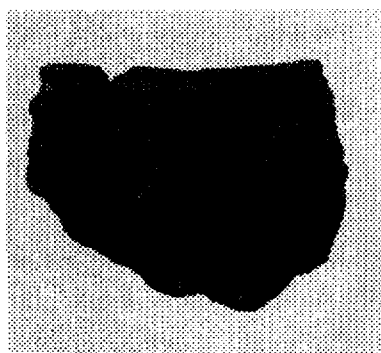
이런 시점에서 제주도 고산리의 원시무문 토기들이 어떤 재료를 이용하여 만들어졌는가에 관심을 갖게 되었고, 따라서 본 연구에서는 고산리 유적지의 원시무문 토기와 토기가 발굴된 인근 지역의 찰흙을 채취하여 X-선 회절 분석, X-선 형광 분석 및 Mössbauer 분광 분석을 통하여 제주도 고산리에서 발굴된 원시무문 토기 및 고산리 찰흙의 물리·화학적 특성을 비교하여 토기 재료의 산지를 알아보고자 하였다.

II. 분석 시료의 특징 및 채취 지역

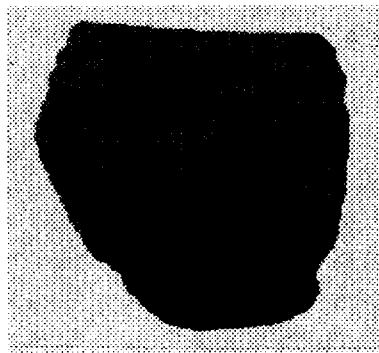
1. 분석 시료의 특징

고산리 유적지에서 발굴된 원시무문토기의 두께는 0.7~0.8 cm이고, 토기편의 바깥쪽에는 식물줄기자국이 보이고 안쪽에는 아무런 조성 흔적이 없다. 또한 토기의 태토는 미세한 모래가 섞인 점토질로서 황갈색을 띠고 있다[Fig 1].

고산리 수월봉 아래 현무암과 응회암사이에 두께 1~2 m의 찰흙 층과 고산중·고등학교 뒤편으로 이어지는 곳에 역시 두께 1~2 m의 찰흙 층이 있다. 이것은 미세한 수평층리가 발달되어 있어 얇은 호수에서 퇴적된 것으로 여기고 있다. 그리고 여기에는 현무암에서는 볼 수 없는 석영과 알칼리 장석이 들어 있다. 이 광물들은 화산 활동이 일어날 때, 제주도의 기반암인 화강암류와 편마암류가 포획 분해되어 응회암류에 섞인 것으로 생각하고 있다(Sohn, Y. K. 1988).



고산리 토기 1



고산리 토기 2

Fig 1. 고산리 무문 토기

2. 토기 발굴 및 찰흙 채취 지역

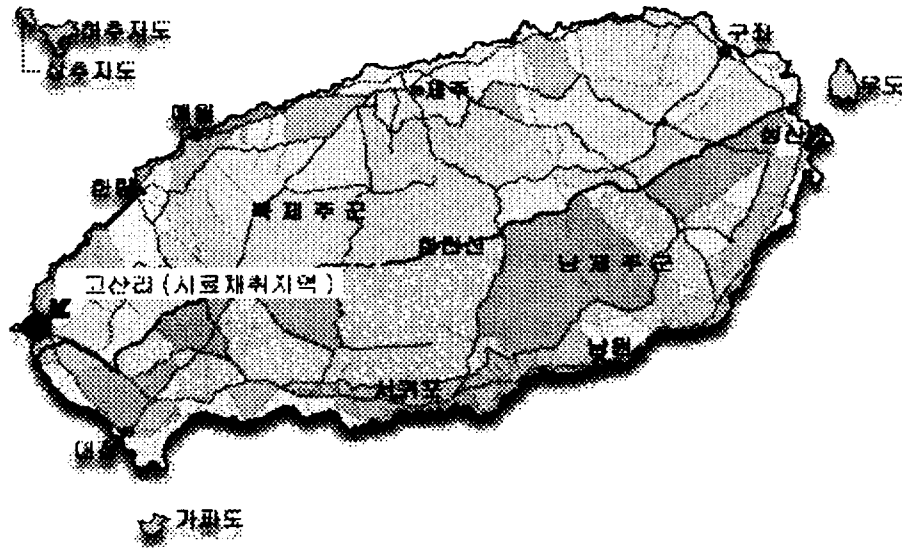


Fig 2. 토기 발굴 및 찰흙 채취 지역

III. 실험

1. 시료 제작

본 실험에 사용된 토기편 및 찰흙들의 성분을 조사하기 위하여 토기편은 증류수로 깨끗이 세척하여 충분히 건조시키고, 찰흙 또한 충분히 건조시킨 다음 막자사발로 100 mesh 정도의 분말로 만들어 X-ray 회절, X-ray 형광분석 및 Mössbauer spectrum 측정용 시료로 사용하였다.

상온에서의 Mössbauer spectrum을 측정하기 위하여 직경 15 mm, 두께 0.7 mm의 원판형 홀더에 토기 분말 및 찰흙 분말을 넣고 셀로판 테이프로 밀착시킨 후 Mössbauer 흡수체로 사용하였다. 그리고 저온에서의 Mössbauer spectrum 측정용 시료는 분말을 직경 21 mm, 두께 1 mm의 disk형으로 만들어 사용하였다.

2. 실험 방법

1) X-ray 회절 분석(X-ray diffraction analysis)

본 연구에 사용된 X-선 회절분석기는 Rigaku Cooperation의 Rint2000 Series중 model No. 2200 전자동 X-선 diffractometer였고, X-선은 Ni filter를 통하여 얻은 파장이 1.542495 Å인 CuK α 선 이었다. X-ray 회절선 측정은 2 θ 의 범위가 10° ~ 90° 사이에서 실시하였으며, 측정시 필라멘트의 전류는 20 mA, 가속 전압은 30 kV이고 X-ray의 scan speed는 0.01°/분으로 하였다.

2) X-ray 형광 분석(X-ray Fluorescence spectrometer)

X-선 형광 분석기는 Shimadzu XRF-1700 Sequential X-Ray Fluorescence Spectrometer이며, 전압 전

류 조건은 40 kV, 30 mA이고, Rh target이 사용되었다. glass bead 시편은 950 ℃의 온도에서 ignition시킨 시료 0.7 g과 용제(Li₂B₅O₇, lithium tetraborate) 7 g를 혼합하여 제작하였고, 검량선을 작성하여 정량 하였다.

3) Mössbauer 분광분석(Mössbauer spectroscopy)

본 실험에서 사용한 Mössbauer 분광기(미국 Austin사의 s-600)는 등가속도형으로서 controller로 제어되며, 측정된 data들은 personal 컴퓨터의 hard disk에 저장할 수 있도록 하였다. 저온 장치는 APD회사 제품 CS-202 displax에 DMX-20 Mössbauer 진공shroud를 결합한 것으로 He gas를 순환시키는 압축공기펌프에 의해 작동되어지며 진공 shroud내의 gas 전달 열 교환기에 의하여 시료부분의 온도를 떨어뜨리게 된다.

Mössbauer spectrum은 전기역학적 등가속도형 Mössbauer spectrometer로 측정하였으며, γ -선원은 Dufont 회사제로 rhodium에 dope시킨 실온 상태의 10 mCi Co⁵⁷ 단일 선원을 사용하여 측정하였다. 저온에서의 Mössbauer spectrum은 dewar내의 구리로 된 sample holder에 시료를 pressing해서 고정시킨 후 진공장치를 사용하여 10⁻⁵ Torr까지 배기 시킨 후 측정하였다.

Mössbauer spectrum을 측정할 때 source와 detector사이의 거리를 120 mm로 유지하였고 Doppler속도는 ± 16 mm/sec 가 되도록 조절하였다.

또한 Mössbauer spectrum 분석은 Lorentzian function을 사용한 least square fitting 방법으로 수행하였다.

IV. 결과 및 분석

1. X-선 회절 분석

제주도 고산리에서 채취한 2개의 토기편 및 찰흙에 함유된 산화철광물을 확인하고, 함철 점토광물과 산화철광물의 상전이를 추적하기 위하여 X-ray 회절 스펙트럼을 조사하였다.

고산리 토기 시료 및 찰흙에 대한 결정 구조는 2θ 를 10° ~ 90° 범위에서 조사하였으며, 2θ 가 20° ~ 80° 사이의 범위에서는 석영(SiO₂)에 의한 회절선들이 주종을 이루었고, goethite나 hematite와 같은 산화철광물에 의한 강한 회절선을 관측하기가 어려웠다. 따라서 goethite나 hematite와 같은 산화철광물들이 토기에 들어있을 때 X-ray 회절에 의해 이들을 검출할 수 있는 강한 회절선들이 주로 20° ~ 42° 사이의 2θ 위치에서 나타나므로 2θ 의 측정 범위를 15° ~ 45° 까지로 하였다. 측정된 X-ray 회절선들은 JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction) card와 비교하여 Hanawalt법으로 구성광물을 확인하였다.

2개의 토기편 시료 및 찰흙 시료에 대해 상온에서 측정된 X-ray 회절 스펙트럼을 Fig 3에 나타내었다.

Fig 3을 통해서 보는 바와 같이 2개의 토기편 시료 및 찰흙 시료 모두에서 2θ 가 20° ~ 43° 부근에 나타나는 회절 peak들은 Quartz(SiO₂)에 의한 peak를 나타내고, hematite는 토기 1, 2에서는 24.20° 와 35.60° 부근에서 나타나고 있고, 찰흙에서는 23.75°, 34.50° 에서 나타나고 있다. Magnetite는 토기 1, 2에서는 19.70° 와 35.60° 부근에서, 찰흙에서는 21.5°, 26.25°, 35.50° 부근에서 나타나고 있다. goethite인 경우는 토기 1, 2에서는 17.7° 와 36.6° 부근에서 나타나고 있으나, 찰흙에서는 그 peak가 나타나고 있지 않다. 그 외 NaAlSi₃O₈, RbAlSiO₄, Fe(OH)₃(H₂O), AlPO₄등에 의한 peak가 시료에 따라 각기 조금씩 나타나고 있다.

이로부터 고산리 지역의 토기 시료 및 찰흙 시료 모두 SiO₂와 같은 규산염 광물이 주성분을 이루고 있음을 알 수 있고, 또한 소량의 hematite, magnetite, goethite, maghemite 등을 확인할 수 있었으며, 이로

부터 토기의 광물 구성과 고산리 찰흙의 광물구성은 거의 흡사 하다고 할 수 있다.

그러나 제주도 토양은 주로 함철 점토광물이 많이 함유된 현무암에서 생성되었기 때문에 토기 시료 및 찰흙 시료에 hematite, goethite, ferrihydrite 등과 같은 산화철 광물이 다량 들어있을 것으로 예상되었으나, Fig 3 을 통해 나타낸 X-ray 회절 스펙트럼에는 hematite, goethite의 peak가 약간 나타나지만 ferrihydrite는 전혀 나타나지 않는 등 이들 광물을 식별할 수 있는 뚜렷한 X-선 회절 peak가 잘 나타나지 않았다.

이 결과에서 goethite와 hematite에 대한 peak가 약하거나 나타나지 않는 것은 농도에 따른 것으로써 goethite와 hematite는 전체 함량의 약 7%와 10% 이상일 때에만 X-ray 회절 스펙트럼 관측이 가능하다[4]. 왜냐하면 이들의 격자 내에서 Al에 의한 Fe의 동형 치환이 발생하면 단위 세포 parameter들을 변화시켜 peak 위치를 약간 이동시킬 수도 있고 또한 질량 흡수 계수에도 영향을 미쳐 다른 광물들의 peak의 위치와 겹쳐져서 peak 폭이 넓어지기 때문에 X-ray 회절로 식별이 어렵다[5].

즉, 토기 시료와 찰흙 시료의 X-ray 회절 스펙트럼에서 goethite와 hematite와 같은 산화철 광물의 peak를 관측하기 어려운 것은 결정질 산화철 광물의 격자구조에 Al이온과 같은 불순물이 Fe이온과 다량으로 치환됨에 따라 각 peak의 2θ가 약간 이동되어 SiO₂등의 강한 회절 peak와 겹쳐져 회절선 폭이 넓어졌기 때문으로 생각된다

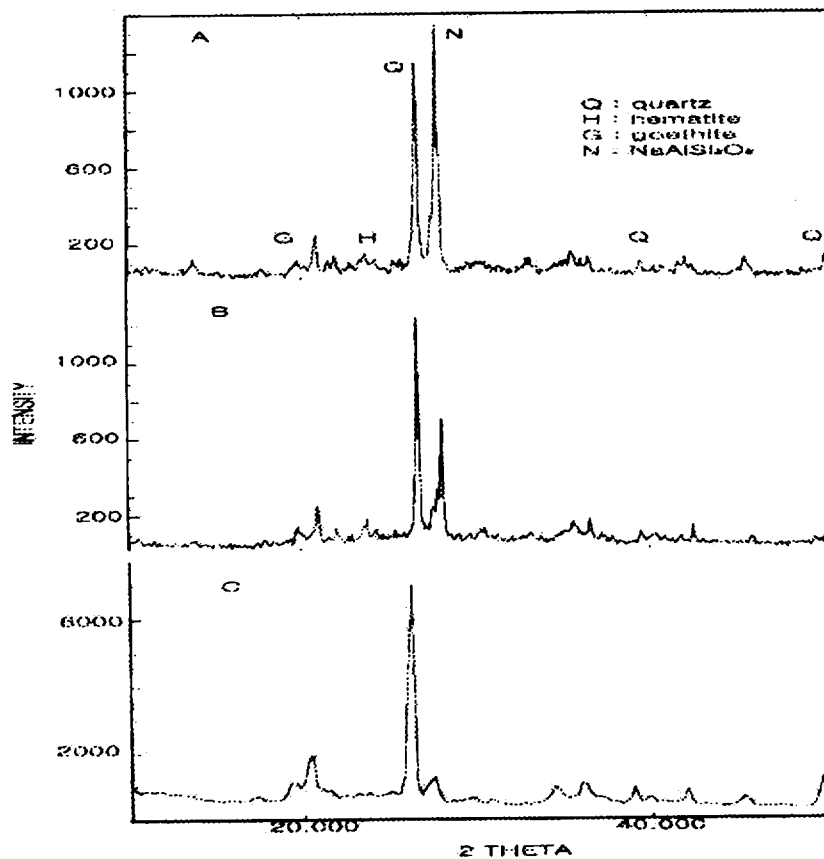


Fig 3 : The X-ray diffraction pattern of plain coarse pottery shard and clay.

2. X-ray 형광 분석

제주도의 고산리 지역에서 채취한 토기 및 찰흙의 화학 조성을 알아보기 위해 X-선 형광 분석기를 사용하였다. Table 1은 XRF로 분석된 고산리 지역에서 채취한 토기 및 찰흙의 화학적 조성을 나타낸 것이다. 토기 및 찰흙의 SiO₂ 함량은 최저 50.276 wt%에서부터 최고 57.79 wt%로 나타나 염기성 현무암이 주 모재인 화산회토의 SiO₂ 함량 22 wt% ~ 43 wt%에 비해 높은 수치를 보였고, Al₂O₃ 함량은 16.93 wt%에서부터 21.357 wt%로 분석되어 화산회토의 Al₂O₃ 함량 26.70 wt% ~ 34.09 wt%에 비해 낮게 나타났다. 이 결과로부터 자성 이온인 Ti와 Mn의 함량은 극히 작는데 반해서 Si 이온과 Al 이온은 고산리 지역의 토기 시료 및 찰흙에 모두 많이 함유되어 있음을 알 수 있다. 또한 합철고토광물이 많이 함유된 현무암에서 생성된 제주 지역 찰흙에는 hematite와 goethite와 같은 산화철 성분이 많이 함유되어 있을 것으로 예측되었으나, Table 1에 나타난 바와 같이 Fe₂O₃ 함량이 고산리 토기 시료에서는 11.491 wt% ~ 12.402 wt%로 비슷하고, 고산리 찰흙 시료에서는 8.39wt% 이었다. 이것은 Shin 등[6]과 Song 등[7]이 제주도 화산회토에 대한 연구에서 밝힌 Fe₂O₃ 함량에 비해 본 연구에서 사용된 2개의 토기 시료 및 찰흙 시료의 Fe₂O₃ 함량이 매우 낮았고 SiO₂ 함량은 높았으며, Al₂O₃ 함량이 낮게 분석되었다. 특히 제주도 신석기 및 청동기 시대의 질그릇에 섞인 현무암편은 고토양의 현무암과 구별된다는 이 등[8]의 연구 등으로 보아 고산리 지역에서 발굴된 토기들은 합철고토 광물이 많이 함유된 현무암에서 생성된 것이 아니라 조면암과 같은 중성 화산암에서 부분적으로 생성된 고산리 찰흙으로 만들어졌다고 여겨진다.

Table 1. Chemical composition of plain coarse pottery shard and clay by XRF.

*L. O. I : Loss on Ignition

(Unit: Wt%)

성분명 Sample NO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	* L.O.I	Total
고산토기 1	51.588	20.850	11.491	0.064	2.209	1.030	2.036	2.056	1.108	2.175	5.394	100.001
고산토기 2	50.276	21.357	12.402	0.118	1.356	1.487	1.677	1.430	0.549	2.097	7.251	100.000
고산리 찰흙	57.790	16.930	8.390	0.040	0.280	1.080	1.920	1.030	0.007	1.180	11.510	100.157

3. Mössbauer 분광 분석

제주도 고산리 지역에서 발굴된 토기 및 고산리 찰흙 시료에 대해 300 K와 20 K에서 Mössbauer 스펙트럼을 취했으며, 그 결과를 Fig 4에 나타내었고, Mössbauer 스펙트럼으로부터 구한 Mössbauer parameter 값들은 Table II에 나타내었다.

Fig 4에 나타낸 토기 시료 및 찰흙 시료에 대해 300 K에서 얻은 Mössbauer 스펙트럼으로부터 이중선의 isomer shift 값은, 토기 1(A1)은 0.259 mm/s ~ 0.320 mm/s, 토기 2(B1)는 0.241 mm/s ~ 0.322 mm/s, 찰흙(C1)는 0.244 mm/s ~ 0.313 mm/s를 가지는 것으로 나타나 토기 시료와 찰흙 시료에 따라 특별한 변화는 없으므로 보이며, 이 isomer shift 값들은 Fe³⁺의 isomer shift 값의 범위 내에 있음을 알 수 있다.

또한, 20 K에서 얻은 Mössbauer 스펙트럼으로부터 이중선의 isomer shift 값은 역시 Table II에서 보인 것처럼 토기 1(A2)은 0.671 mm/s ~ 2.511 mm/s, 토기 2(B2)는 0.241 mm/s ~ 0.322 mm/s, 찰흙(C2)은 0.308 mm/s

/s~3.73 mm/s를 가지는 것으로 나타나 300 K에서 취한 ismor shift값에 비해 크게 나타났으며, 이 또한 토기 시료와 찰흙 시료에 따라 특별한 변화는 없는 것으로 보인다.

토양에서의 Fe³⁺에 의한 이중선은 ferrihydrite, lepidocrocite(γ -FeOOH), 초상자성goethite(입자크기가 매우 작거나 혹은 Al이 치환된 goethite), 또는 halloysite와 같은 규산염 점토광물내에 구조철 Fe³⁺가 나타날 수 있고, Fe²⁺에 기인한 이중선은 amphibole과 pyroxene과 같은 일차 광물로부터 나타날 수 있다고 하였다[9]. 그러나 X-선 회절 스펙트럼에서 ferrihydrite, lepidocrocite에 의한 peak는 볼 수 없었으나 Fig 3 및 Table I 에서 보듯이 3개의 시료에서 goethite와 같은 결정질 산화철이 함유되어 있음이 입증되었다. 이 결과로부터 300 K 및 20K에서 취한 Mössbauer 스펙트럼의 중심부에 위치한 이중선은 초상자성 goethite 및 규산염 점토광물의 구조철 Fe³⁺로 인해 나타난 것으로 생각된다.

이로부터 제주도 고산리 지역의 토기 시료 및 찰흙 시료에 존재하는 철의 원자가 상태는 대부분 Fe³⁺임을 알 수 있고 상자성 제1철(Fe²⁺)이중선은 거의 관측되지 않았다.

또한 고산리 토기 시료 및 찰흙 시료의 Mössbauer 스펙트럼에서 얻은 quadrupole splitting값은 300 K에서 토기 1(A1) 0.564 mm/s ~1.753 mm/s, 토기 2(B1)은 0.605 mm/s~1.751 mm/s, 찰흙(C1)은 0.597 mm/s~1.744 mm/s로 나타나고 있으며, 20 K에서의 quadrupole splitting값은 토기 1(A2)은 0.671 mm/s ~2.511 mm/s, 토기 2(B2)는 0.630 mm/s~1.772 mm/s, 찰흙(C2)는 0.615 mm/s~1.765 mm/s로 존재하는 것으로 나타나 역시 토기 시료나 찰흙 시료에 따른 변화가 거의 없음을 알 수 있다. 이러한 quadrupole splitting값은 ⁵⁷Fe 핵 주변 전기장 기울기의 대칭성을 나타내므로 핵 주위에 위치한 전자나 이온의 분포에 크게 영향을 받는다. 이 결과로부터 고산리 지역의 토기 시료 및 찰흙 시료에 함유된 ferrihydrite와 초 상자성 goethite 및 규산염 점토광물의 광물조성이 거의 동일함을 알 수 있다.

또, Fig 4에 나타난 산화철의 초상자성 이중선과 가장 안쪽의 자기 성분 peak는 spectrum의 흡수률이 낮고 또한 중앙 상자성 이중선 속에 중첩되어 나타났기 때문에 상온 spectrum에서 초 상자성 이중선으로부터 상자성 이중선을 분리해 내기는 매우 어렵다.

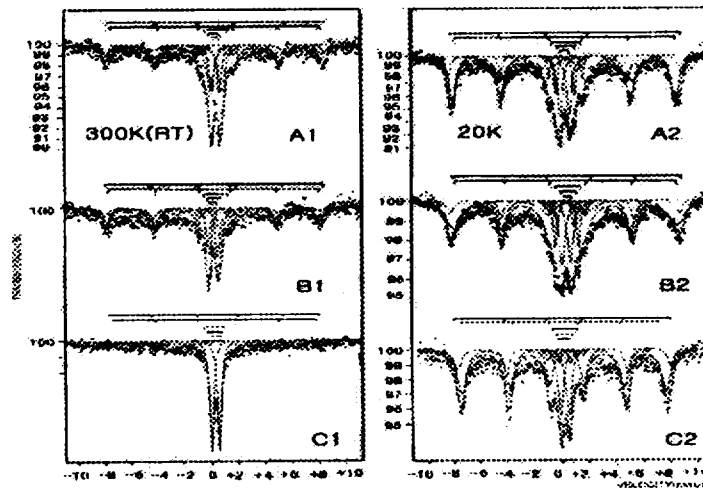


Fig 4 . The Mössbauer spectra of plain coarse pottery shard and clay
 (A1) plain coarse pottery shard 1, (B1) plain coarse pottery shard (C1) clay at 300 K
 (A2) plain coarse pottery shard 1, (B2) plain coarse pottery shard (C2) clay at 20 K

Table II. Mössbauer parameters of plain coarse pottery shard and clay at 300 K and 20 K

Sample	Temperature (K)	Fe ³⁺ doublet		Fe ³⁺ doublet		Fe ³⁺ doublet		goethite			hematite		
		I. S.	Q. S.	I. S.	Q. S.	I. S.	Q. S.	I. S.	Q. S.	Hhf	I. S.	Q. S.	Hhf
		mm/s	mm/s	mm/s	mm/s	mm/s	mm/s	mm/s	mm/s	KOe	mm/s	mm/s	KOe
토기 1	300	0.320	1.753	0.301	0.804	0.259	0.564	0.273	-0.203	496.486	0.343	-0.166	510.525
	20	0.420	2.511	0.388	1.397	0.336	0.671	0.339	-0.121	517.616	0.393	-0.131	540.128
토기 2	300	0.322	1.751	0.291	0.994	0.241	0.605	0.276	-0.203	495.732	0.346	-0.165	509.75
	20	0.427	1.772	0.346	1.196	0.376	0.630	0.313	-0.159	524.420	0.353	-0.193	537.57
찰흙	300	0.313	1.744	0.290	0.872	0.244	0.597	0.330	-0.080	477.550	0.315	-0.248	500.502
	20	0.314	1.765	0.373	0.881	0.308	0.615	0.342	-0.490	478.977	0.388	-0.211	500.787

V. 결 론

본 연구는 X-ray 회절법, X-ray 형광분석과 Mössbauer 분광법을 이용하여 제주도 고산리 지역의 유적지에서 발굴된 2개의 토기 및 찰흙 시료의 물리·화학적 성질을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

고산리 지역의 토기 시료 및 찰흙 시료 모두 SiO₂와 같은 규산염 광물이 주성분을 이루고 있으며, 또한 소량의 hematite, magnetite, goethite, maghemite 등을 확인할 수 있었으며, 토기의 광물 구성과 고산리 찰흙의 광물구성은 거의 흡사 하고, 토기 시료와 찰흙 시료의 X-ray 회절 스펙트럼에서 goethite와 hematite와 같은 산화철 광물의 peak를 관측하기 어려운 것은 결정질 산화철 광물의 격자구조에 Al이온과 같은 불순물이 Fe이온과 다량 치환되어 각 peak의 2θ가 약간 이동되어 SiO₂등의 강한 회절 peak와 겹쳐져 회절선 폭이 넓어졌기 때문으로 생각된다.

또한 고산리 토기와 찰흙에는 자성 이온인 Ti와 Mn의 함량은 극히 작은데 반해서 Si 이온과 Al 이온은 모두 많이 함유되어 있음을 알 수 있으며, 고산리 지역에서 발굴된 토기들은 함철고토 광물이 많이 함유된 현무암에서 생성된 것이 아니라 조면암과 같은 중성 화산암에서 부분적으로 생성된 고산리 찰흙으로 만들어 졌다고 여겨진다.

토기 및 고산리 찰흙 시료에 대해 300 K와 20 K에서의 isomer shift값, quadrupole splitting값은 토기 시료와 찰흙 시료에 따라 특별한 변화는 없는 것으로 보이며, isomer shift값들은 Fe³⁺의 isomer shift값의 범위 내에 있는 것으로 보아, 고산리 지역의 토기 시료 및 찰흙 시료에 존재하는 철의 원자가 상태는 대부분 Fe³⁺임을 알 수 있고 상자성 제1철(Fe²⁺)이중선은 거의 관측되지 않았으며, 토기 시료 및 찰흙 시료에 함유된 ferrihydrite와 초 상자성 goethite 및 규산염 점토광물의 광물조성이 거의 동일함을 알 수 있다.

이러한 사실로 미루어 보아 좀더 다각적인 연구가 필요하겠으나, 고산리 유적지에서 발굴된 토기는 현재의 재료(찰흙)를 이용하여 만들어 졌다고 생각된다.

감사의 글

제주도에서의 고고학적 연구의 수준과 사회적 분위기는 다른 지방에 크게 미치지 못한다. 그런 여건 속에서 본 연구에 사용된 제주도 고산리 토기 시료를 제공하여주신 제주대학교 박물관 강창화선생님께 깊은 감사를 드린다.

VI. 참고문헌

- [1] 북제주군. 제주대학교박물관. 제주 고산리 유적. 제주대학교박물관조사보고 23. 1998. pp33~36
- [2] 제주사정립추진위원회. 탐라, 역사와 문화. 제주사정립추진위원회. 1998. pp11
- [3] 제주도. 1987. 도요·와요. 제주민속유적. pp91~98
- [4] Kodama. H. J. A. McKeague., R. J. Tremblay, J. R. Gosslin, and M. G. Townsend. Characterization of iron oxide compounds in soils by Mössbauer spectroscopy and other methods. Can. J. Earth. Sci. 1977. pp1~15
- [5] Cullity. B. D. Elements of X-ray diffraction. Addison-Wesley publishing Company. 1978. pp281~292
- [6] Shin. J. S and R. Tavernier. Composition and Genesis of Volcanic ash Soils in Jeju Island. Ph. D. Thesis. State. Univ. of Ghent, Belgium. 1978. pp40~47
- [7] Song. K. C. and S. H. Yoo. Soil Sci 2(24). 1991. pp86.
- [8] 이기길, 이문원. 제주도 신석기·청동기 시대 질그릇 산지 연구. 한국고고학보 25. 1990. pp30~32
- [9] Parfitt. R. L., C. W. Childs, and D. N. Eden. Geoderma 41. 1988. pp223