

옥천 대천리 유적지 토기의 제작기법 및 원료산지 분석

이효민*, 양동윤*, 구자진**, 김주용*, 한창균***, 최석원****

한국지질자원연구원*, 충남역사문화원**, 한남대학교***, 공주대학교****

Manufacturing Techniques and Provenance of Earthen Wares in Daecheonri Prehistory Site of Okcheon County, Korea

Hyo-min Lee*, Dong-yoon Yang*, Ja-jin Koo**, Ju-yong Kim*,
Chang-gyun Han***, and Seok-won Choi****

Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources*, Chungnam Institute of History and Culture**,
Hannam University***, Kongju National University****

요약 : 대천리 유적지에서 출토된 토기를 대상으로 제작기법과 원료 산지를 추정하기 위해, 빗살무늬 토기 12점과 유적지 주변 토양, 암석 4점을 대상으로 하여 실체현미경관찰, 편광현미경관찰, X-선 회절분석, 희토류원소 분석을 실시하였다. 그 결과는 다음과 같이 요약된다. 두꺼운 토기는 굵은 입자의 양이 상당히 많고 조립인 것으로 관찰되었으며, 조립입자의 모양과 분포 등으로 볼 때, 이들에는 비짐을 첨가하였을 가능성이 높은 것으로 분석되었다. DC 1, 3, 7, 11의 토기에 방향성이 보이고 특히 방향성이 강하게 나타나는 DC 3과 DC 11 토기에는 다량의 기포가 표면과 일치하는 방향으로 배열되어 있다. 이는 물레를 사용한 흔적으로 보인다. 이처럼 토기의 용도에 따라, 토기의 크기에 따른 두께의 조절, 비짐의 추가나 매질의 선택 등 제작방법에 약간의 차이가 있었을 것이다. 소성은 환원 환경에서 이뤄졌고, 소성온도가 800℃는 넘었을 것으로 추정된다. 토기의 원료는 유적지 바닥이나 북서쪽 사면의 절개지에서 채취한 토양을 이용하였고, 비짐을 첨가한 경우도 유적지 주변에서 크게 벗어나지 못하고 주변의 모래질 토양을 이용한 것으로 추정된다.

주요어 : 대천리, 토기, 제작기법, 원료 산지

Abstract : A geoscientific research was performed on 12 samples of comb-pattern potteries which were excavated at Daecheonri neolithic site, Korea. The texture and compositions of 12 potteries and surrounding matrix of soil and rocks were compared with the help of petrographic microscope, XRD and REE data. As to the manufacturing techniques thick potteries are caused by the amount and number of coarse grains which are assumed to be added shards when their distributional pattern are considered. DC1, DC3, DC 7 and DC11 samples have clearly oriented textures, and the orientation of vesicles in DC3 and DC11 samples arranged in the same direction with those on the pottery surface. This indicates the use potter's wheel technique in manufacturing potteries. Burning temperature is assumed over 800°C, particularly under reduction environment. As to the source, raw materials of pottery matrix are derived from the bottom of excavation site, or in an extracted outcrop of the northwestern foothill from site, while the shard materials are very similar with those extracted from the sandy loams near sites. Finally any use pattern of pottery may control the pottery thickness, shard addition, and matrix selection.

Key Words : Daecheonri, earthen wares, manufacturing techniques, Provenance of raw material

I. 서론

이 연구는 충북 옥천군 옥천읍 대천리 유적지에 분포하는 신석기 시대의 토기를 대상으로 광물학적 및 지화학적 방법을 통해 고고지질학적 의미를 검토한 것이다.

이 유적은 한국고속철도건설공단에서 시행하고 있는 경부고속철도 대전 북·남 연결선 구간의 건설사업지역 안에 자리 잡고 있으며, 한남대학교 박물관 주관으로 이 지역에 대한 지표조사가 1999년 5월 29일부터 1999년 7월 27일까지 이루어졌다. 지표조사 결과에 따라 2000년 5월 10일부터 10월 31일까지 대전통과구간인 북연결선 지역에서 7개 지점, 옥천통과구간인 남 연결선 구간에서 6개 지점에 대한 시굴 조사가 이루어졌다. 대천리 유적(북위 36° 17', 동경 127° 34', 해발 약 108m)은 옥천역에서 영동으로 연결되는 4번 국도를 따라 1.5km 정도 가면, 오른쪽으로 현 경부선 철도와 인접한 낮은 구릉이 있고, 이 구릉의 끝자락에 자리 잡고 있다.

발굴조사는 고속철도가 통과하는 너비 20m의 제한된 범위 내에서 실시되었으며, 조사결과 구석기 시대 유물포함층, 신석기시대 집자리 1기, 성격을 알 수 없는 움구덩 3기, 최근에 조성되어 이장한 민묘 4기가 확인되었다(한창균 외, 2002).

우리나라에서 토기의 제작기술에 대한 자연과학적 분석은 1933년 최초로 시작되었다. 그 뒤 철기시대 토기의 물리적 성질을 분석한 연구가 있었고(김양욱, 1976), 1980년대부터 보다 활발한 연구가 이루어졌는데, 주로 토기 중의 광물 조성 및 소성온도 추정 연구(신숙정, 1984; 최몽룡과 강경인, 1986; 양삼열과 조영배, 1986 외 다수)가 주류를 이루었다. 1990년대부터는 토기의 광물조성과 소성온도 규명 외에도 주변지질 분석, 미량원소분석을 통한 산지분석(이동영, 김주용, 신숙정, 1993; 양동운, 김주용, 1998; 이청규, 1995), 좀 더 구체적인 제작기법 해석(양동운, 김주용, 한창균, 1999; 양동운, 김주용, 한창균, 2000)등의 분석 예가 많아지고 있으나, 아직도 토기

의 고고지질학적 해석에는 많은 연구가 필요하다.

이 연구에서는 충북 옥천군 옥천읍 대천리 유적지에서 출토된 신석기 시대의 토기 12점을 대상으로 현미경관찰, XRD 분석, REE 분석을 실시하였다. 또한 토기가 출토된 지역을 중심으로 암석 및 토양시료를 채취하여, 토기와 동일한 방법으로 분석을 실시하였다. 이 결과를 근거로 토기의 제작기법을 해석하고 토기 원료의 원산지를 추정하였다.

II. 지형 및 지질

1. 지형

충북 옥천일대는 크게 옥천누층군이 분포되는 지역과 화성암이 분포되는 지역으로 양분된다. 북부지역은 주로 옥천누층군의 분포지로 다른 옥천누층군의 분포지역과 마찬가지로 대체로 험준한 산계를 이룬다. 산령은 주로 북북동 북서향하고 있으며, 이는 지질구조와 연관성을 가지고 있는 것으로 생각된다. 그리고 금강은 변성퇴적암으로 이루어진 산령을 횡단하면서 남에서 북으로 심하게 사행하며, 산령을 직각으로 횡단하는 강 양안은 가파른 절벽을 이룬다.

화성암지역은 옥천읍을 중심으로 분포되는 옥천화강암지역과 그 남부의 반상흑운모화강암 및 석영반암 분포지역으로 양분된다. 전자의 지형은 심한 풍화작용으로 인하여 낮은 구릉을 형성하며, 풍화양상은 박리(exfoliation)현상을 보이는 곳도 있으나 대부분 입상붕괴(granular disintegration)현상을 나타낸다. 후자의 경우 반상 흑운모화강암은 대체로 저지를 형성하나 석영반암은 고지형을 형성하며 대부분 산정에서 가파른 절벽들을 이루고 있다(김동학 외, 1978).

대천리 유적은 행정구역상 충청북도 옥천군 옥천읍 대천리 산 329번지에 위치하며, 해발고도 약 108m 지점에 자리를 잡고 있다. 옥천분지는 대체로 해발고도 약 400~500m 이하의 산봉우리들로 둘러 싸여 있으며, 해발고도 약 150m 이하의 지역이 밭이나 논 등으로 경작되고 있다. 대천리 마을은 옥천분지의 서쪽

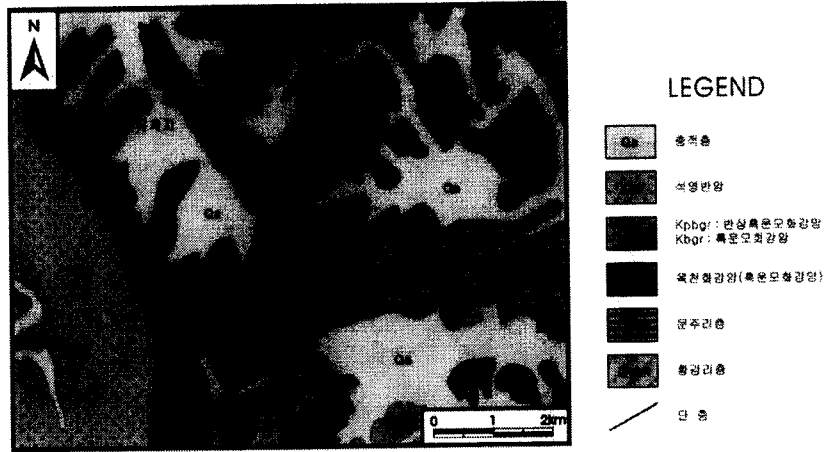


Fig. 2. 대천리 유적지 일대의 지질도(김동학 외, 1978).

에서 보면 사장석이 가장 많고 석영 및 미사장석도 많이 산출된다.

3) 석영반암(백악기)

본 암은 옥천누층군의 변성퇴적암류, 주라기 흑운모 화강암, 옥천화강암 및 경상누층군 시금리층을 관입하면서 NS방향으로 분포한다. 여기서 석영 반암은 엄밀히 말하여 석영반암 뿐만 아니라 화강반암, 장석 반암, 규장암 등의 암석으로 구성되나 석영반암이 가장 우세하기 때문에 석영반암으로 통일 호칭하게 되었다. 석기는 미립으로 육안으로 입자의 형태가 보이지 않으며 석영 및 정장석이 반정을 이룬다. 현미경 하에서는 석영, 장석(정장석, 사장석), 흑운모등의 미립이 석기를 이루며 정장석, 석영, 사장석등이 반정을 이루는 반상구조를 보여준다. 석기에서 부분적으로 미약하지만 미문상 조직을 보여주기도 한다.

4) 문주리층

본 층은 회색내지 암록색의 천매암과 운모편암이 주 구성암석이며 부분적으로는 흑색을 띠는 천매암도 있다.

본 층은 야외에서 세립의 편암, 천매암상을 보여주는 암상에 비해 현미경하에서는 갈색내지 적갈색을

정하는 흑운모나 홍주석, 석류석 등의 변성광물이 산출되는 점으로 보아 변성도가 높다. 이러한 광물은 높은 열변성작용에 의하여 생성될 수 있는 광물들로 옥천누층군의 모든 지층들이 고압저온의 광역 변성작용을 받을 때라기보다는 주위의 화강암체가 관입할 때 받은 열변성작용에 의해 생성된 것으로 간주된다.

현미경 관찰에 의하면 주성분광물은 석영, 백운모, 흑운모 이며 석류석, 녹니석, 자철석, 갈철석, 전기석 등의 광물이 수반된다. 석영, 흑운모, 백운모는 편리에 따라 신장 배열되는 편상구조를 보인다. 흑운모는 반상변정으로 중립상이나 거의 열수변질에 의해 녹니석화 되었다.

III. 시료채취 및 분석방법

1. 시료채취

이 연구를 위해 대천리 신석기 유적지에서 12점의 토기편을 선택하였다. 토기는 모두 빗살무늬 토기로 출토위치는 Fig. 3.과 같다. 한편 토기의 자연과학적 분석을 위해 대천리 유적지와 유적지 인근의 암상이 다른 지역에서 토양과 암석 시료를 채취하였다.

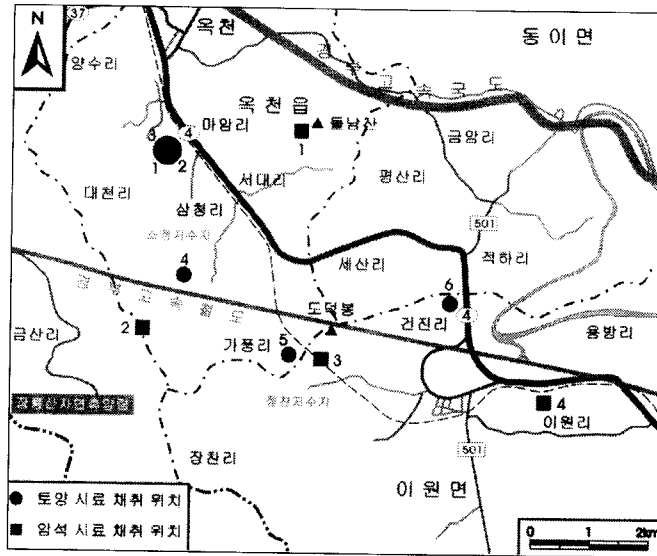


Fig. 3. 대천리 유적지 일대의 시료채취 위치도.

2. 분석방법

1) 실체 현미경 분석

실체현미경으로 토기단면을 관찰하여 바탕흙과 굵은 입자의 구성비, 기포의 크기와 양, 방향성, shard의 첨가 여부 등을 알 수 있다. 이 연구에서 이용한 실체현미경은 NIKON HFX-DX 형으로 10~63배까지 관찰이 가능하다.

2) 편광 현미경 분석

편광현미경분석은 0.02~0.03mm 두께의 박편에 편광을 통과시켜 그 광학적 성질을 분석하는 방법으로 광물의 동정, 광물의 조직, 결정형, 입도, 벽개, 반상변정 내의 포유물의 구조, 쌍정 등을 분석할 수 있다.

이 연구에서 이용한 편광현미경은 NIKON OPTIPHOT 2-POL 형으로 50~1,000배까지 관찰이 가능하다.

3) X-선 회절분석

X-선 회절분석은 현미경관찰에서 판별하기 어려운 미세한 입자의 광물을 밝히기 위한 방법으로 광물

감정에 있어서 가장 적절한 방법이다. X-선 회절분석은 각각의 광물들이 각각 독특한 회절각도와 강도를 가지고 있다. X-선이 광물의 결정체에 입사되면 Bragg법칙에 의해 회절되고, 회절된 X-선은 결정체에 대한 정보를 제공해주며, 이로부터 광물의 동정이 가능하다.

이 연구에서 이용한 분석기기는 Philips MPD 모델이었으며, X-선 회절분석은 출력 3KW, 출력전압 40KV, 출력전류 30mA, 측정범위 0°~65°, 스캔 속도 0.04°의 조건에서 측정되었다.

4) 희토류원소 분석

토기, 토양의 희토류원소 존재도는 한국지질자원 연구원의 ICP-MS(유도 플라즈마 질량분석기: 영국 VG사)를 이용하여 분석하였다. 시료처리는 토기시료의 경우, 비교적 균질한 편이므로 약 10g의 토기조각으로부터 미세가루로 분쇄하였다. 그리고 토양시료는 우선 건조시킨 후 이로부터 200메쉬 이하의 가루로 만들었다. 분석오차의 경우, 경희토류(La-Gd)는 10% 정도이고 중희토류(Tb-Lu)는 10%를 초과하는 것으로 생각된다.

IV. 연구결과 및 해석

1. 실체 현미경 분석

Table 1. 대천리 유적지에서 출토된 토기시료에 대한 육안관찰 결과

시료번호	두께(mm)			색깔		
	최소값	최대값	평균	외면	속심	내면
DC 1	7.57	9.85	8.93	10YR 6/4 (light yellowish brown)	10YR 5/3 (brown)	10YR 4/2 (dark grayish brown)
DC 2	5.79	7.88	6.94	10YR 7/4 (very pale brown)	10YR 3/1 (very dark gray)	10YR 6/4 (light yellowish brown)
DC 3	5.21	9.36	7.85	10YR 3/1 (very dark gray)	2.5Y 5/2 (grayish brown)	7.5YR 2.5/1 (black)
DC 4	6.72	9.73	8.13	10YR 6/4 (light yellowish brown)	2.5Y 5/2 (grayish brown)	10YR 6/4 (light yellowish brown)
DC 5	8.45	9.15	8.77	10YR 7/6 (yellow)	2.5Y 6/1 (gray)	10YR 6/4 (light yellowish brown)
DC 6	4.13	5.47	4.76	2.5Y 2.5/1 (black)	2.5Y 2.5/1 (black)	2.5Y 2.5/1 (black)
DC 7	4.98	9.26	7.15	10YR 6/8 (brownish yellow)	2.5Y 2.5/1 (black)	10YR 6/6 (brownish yellow)
DC 8	7.11	8.98	8.00	10YR 7/4 (very pale brown)	2.5Y 4/1 (dark gray)	10YR 7/4 (very pale brown)
DC 9	7.00	9.05	7.88	2.5Y 5/3 (light olive brown)	2.5 4/1 (dark gray)	2.5Y 3/1 (very dark gray)
DC 10	4.77	6.51	5.79	10YR 7/4 (very pale brown)	2.5Y 3/1 (very dark gray)	10YR 7/4 (very pale brown)
DC 11	5.14	5.85	5.57	10YR 7/6 (yellow)	10YR 6/6 (brownish yellow)	10YR 3/1 (very dark gray)
DC 12	5.38	6.78	6.14	10YR 6/4 (light yellowish brown)	10YR 3/1 (very dark gray)	10YR 4/1 (dark gray)

Table 2. 대천리 유적지 주변 토양시료에 대한 육안관찰 결과

시료번호	채취위치	색깔	비고
DCS 1-1	1지점 1층 (모래질)	7.5YR 5/6 (strong brown)	옥천화강암 지역, 유적의 능선 위쪽 인삼밭 뚝단면에서 채취
DCS 1-2	1지점 2층 (찰흙질)	7.5YR 7/6 (reddish yellow)	옥천화강암 지역, 유적의 능선 위쪽 인삼밭 뚝단면에서 채취
DCS 2	2지점 (화강암풍화토)	10YR 7/4 (very pale brown)	옥천화강암 지역, 유적이 위치한 바닷층에서 채취(집자리바닥층)
DCS 3-1	3지점 1층 (모래질)	10YR 7/4 (very pale brown)	옥천화강암 지역, 유적 북서쪽 절개면에서 채취
DCS 3-2	3지점 2층 (화강암풍화토)	10YR 7/4 (very pale brown)	옥천화강암 지역, 유적의 북서쪽 절개면에서 채취

Table 2. 계속

시료번호	채취위치	색 갈	비 고
DCS 4	4지점 (암반다랑)	10YR 7/3 (very pale brown)	석영반암 지역, 소정 윗방죽의 산능선의 상단부에서 채취
DCS 5-1	5지점 1층 (황갈색찰흙질)	10YR 7/6 (yellow)	문주리층 지역, 가풍리 경부선철도 터널 통과지점에서 채취
DCS 5-2	5지점 2층 (흑회색찰흙질)	2.5Y 7/4 (pale yellow)	문주리층 지역, 가풍리 경부선철도 터널 통과지점에서 채취
DCS 6-1	6지점 1층 (찰흙질)	7.5YR 6/6 (reddish yellow)	흑운모화강암 지역, 이원농공단지 뒤편의 산 중턱에서 채취
DCS 6-2	6지점 2지층 (고토양층)	7.5YR 6/6 (reddish yellow)	흑운모화강암 지역, 이원농공단지 뒤편의 산 중턱에서 채취

Table 3. 대천리 유적지에서 출토된 토기시료의 실체현미경 관찰 결과

시료번호	굵은 입자특성	비집의 첨가 여부	기포분포	방향성
DC 1	2mm 까지의 각이 진 입자가 많음	첨가 가능성 높음	기포양이 적어 전반적으로 치밀한 조직	표면과 일치하는 방향성
DC 2	2mm 까지의 각이 지거나 둥근 입자	첨가 가능성 높음	기포양이 적어 전반적으로 치밀한 조직	부분적이며 약함
DC 3	3mm 까지의 각이 지거나 둥글며, 굵은 입자가 많음	첨가 가능성 높음	표면과 일치하는 선상의 기포 많이 발달	표면과 일치하는 강한 방향성
DC 4	굵은 입자가 매우 적은 고운 매질 재료 사용	없음	기포가 적고, 조직 치밀	거의 없음
DC 5	약 2mm 까지의 둥근 입자, 양이 많음	첨가 가능성 높음	기포양이 많음	거의 없음
DC 6	1mm 까지의 입자들로 양이 적음	없음	기포양이 적어 매우 치밀한 조직	없음
DC 7	1.5mm 까지의 각이 진 것들로 양이 매우 많음	첨가 가능성 높음	가운데 긴 기포가 있으나 전반적으로 치밀한 조직	방향성 보임
DC 8	2mm 까지의 각이 지거나 둥근 입자	첨가 가능성 높음	기포양이 적어 전반적으로 치밀한 조직	부분적이며 약함
DC 9	3.5mm 까지의 각이 지거나 둥근 입자	첨가 가능성 높음	기포양이 많은 편임	없음
DC 10	2mm 까지의 둥근 입자	없음	기포양이 적어 전반적으로 치밀한 조직	없음
DC 11	1.5mm 까지의 각이 지거나 둥근 입자	첨가 가능성 낮음	기포양이 매우 많아 영성한 조직을 보임	표면과 일치하는 강한 방향성
DC 12	2.2mm 까지의 둥근 입자	없음	기포양이 적어 전반적으로 치밀한 조직	없음

2. 편광 현미경 분석

대천리 유적지에서 출토된 토기와 유적지 부근에 분포하는 토양의 유사성과 차이점을 검토하기 위해

여 모든 토기 조각을 박편으로 제작하여 현미경관찰을 실시하였다.

토기편 들은 수지로 고화시킨 다음, 걸면과 안면을

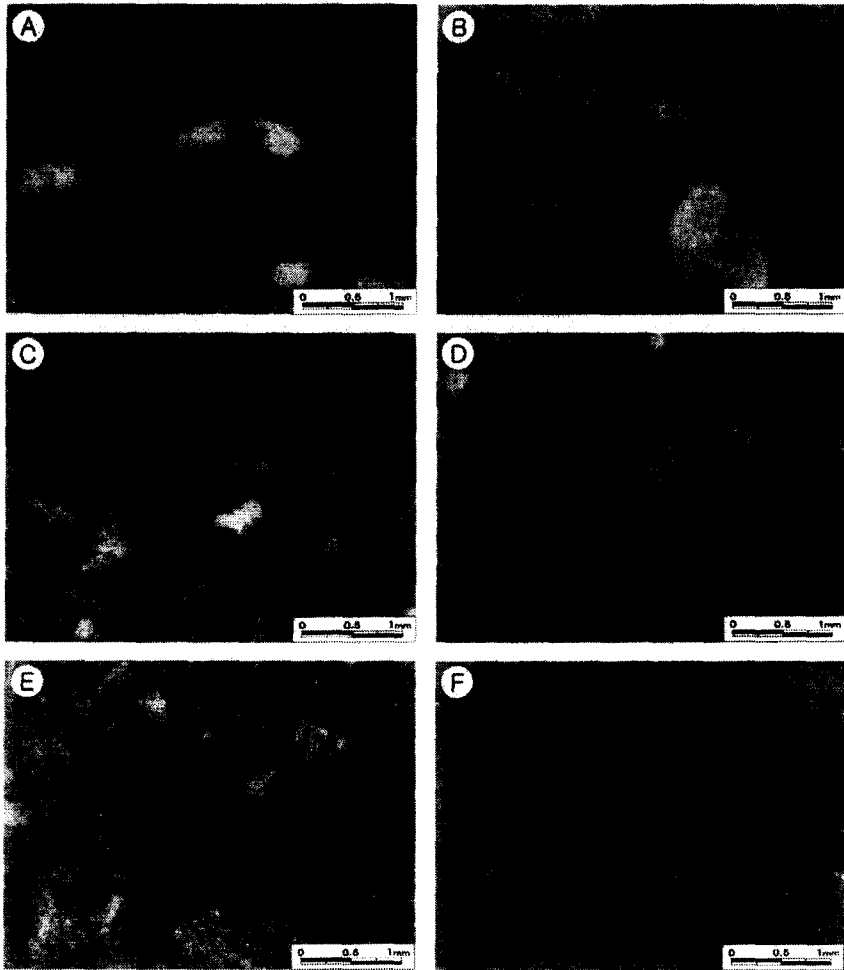


Fig. 4. 대천리 유적지에서 출토된 토기의 실체현미경 사진 1. (A) DC 1 ; 기포양이 적어 전반적으로 치밀하며, 표면과 일치하는 방향성 보임. (B) DC 2 ; 각이 지거나 둥근 굵은 입자가 관찰되며, 치밀한 조직을 보임. (C) DC 3 ; 굵은 입자가 많이 관찰되며, 표면과 일치하는 선상의 기포가 많이 발달됨. (D) DC 4 ; 굵은 입자가 매우 적고, 조직이 치밀함. (E) DC 5 ; 기포양이 많으며, 둥근 모양의 굵은 입자가 많이 관찰됨. (F) DC 6 ; 굵은 입자의 크기가 작고 양도 적으며, 조직이 치밀함.

한 박편에서 관찰할 수 있도록 면에 수직되는 방향으로 박편을 제작하였다. 이러한 토기박편의 관찰을 통하여 토기제작에 이용된 재료의 구성광물과 이들의 배열상태를 살펴볼 수 있으며, 이에 따라 토기의 제작환경을 해석할 수 있었다. 그리고 각 토기시료들에 대한 현미경 관찰 결과는 편의상 퇴적학에서 모래와 실트를 구분하는 입자 크기인 약 0.063mm를 기준으로 굵은입자(암편과 조립광물)와 바탕흙(미세광물

및 점토광물)으로 나누어 해석하였다. 여기서 굵은 입자는 반드시 첨가제를 의미하지는 않는다. 각각의 토기와 암석의 광물학적 특징은 다음과 같다.

1) 토기

(1) DC 1

굵은 입자는 주로 0.1~2.0mm 크기의 석영으로 이루어져 있으며, 이 외에 0.1~1.6mm크기의 사장

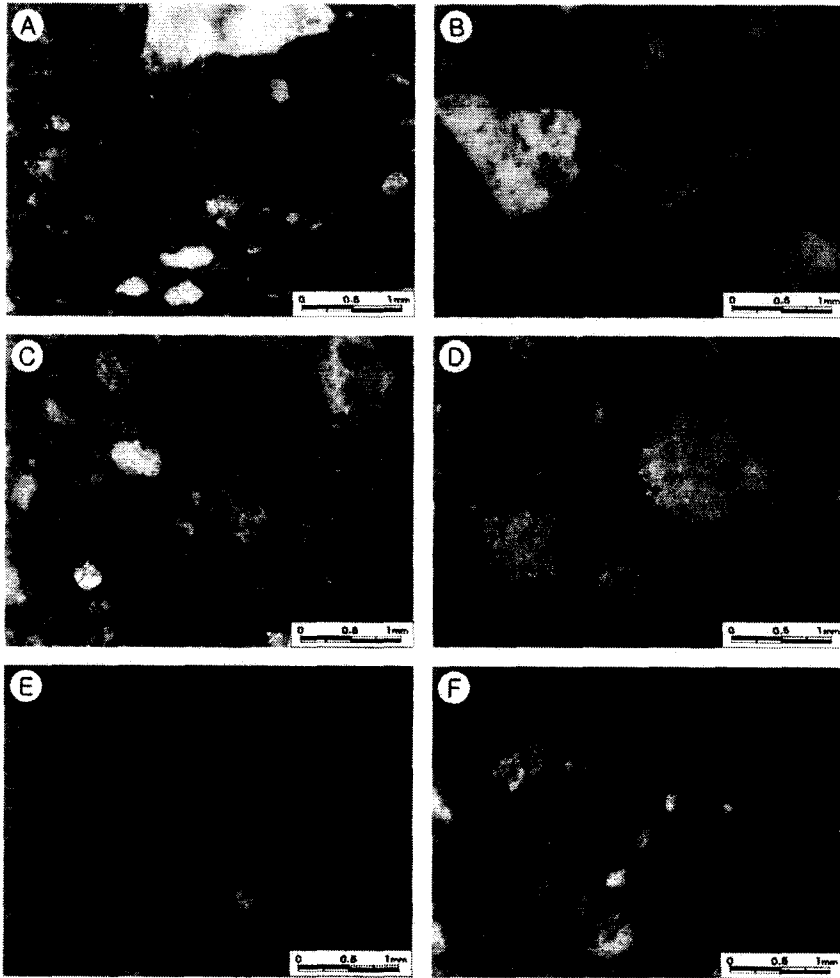


Fig. 5. 대천리 유적지에서 출토된 토기의 실체현미경 사진 2. (A) DC 7 ; 가운데 긴 기포가 있으나 전반적으로 치밀한 조직을 보임. (B) DC 8 ; 기포양이 적어 전반적으로 치밀한 조직 보임. (C) DC 9 ; 기포양이 많은 편이며, 큰 크기의 굽은 입자가 관찰됨. (D) DC 10 ; 둥근 굽은 입자가 관찰되며, 기포양이 적어 전반적으로 치밀함. (E) DC 11 ; 기포양이 매우 많아 엉성한 조직을 보이며, 강한 방향성을 보임. (F) DC 12 ; 굽은 입자가 작은 편이며, 기포양이 적어 전반적으로 치밀한 조직 보임.

석, 미사장석, 백운모, 녹렴석, 불투명 광물 등으로 구성되어 있다. 석영은 크기가 다양하고, 모양이 불규칙적이며 약간 각진 모양을 하고 있다. 그리고 대부분 파동소광을 보이며, 균열이 거의 없다. 사장석은 대부분 알바이트(albite) 쌍정을 보이며, 부분적으로 칼스바드(carlsbad) 쌍정을 보이기도 한다. 그리고 내부가 외부보다 더 많이 변질되어 2차적으로 생성된 견운모, 녹렴석, 불투명광물이 함유되어 있기도

하다. 이 외 소량의 흑운모, 백운모가 관찰되었으며, 불투명광물은 덩어리 형태로 아주 미량 관찰된다.

바탕흙은 미정질 석영으로 구성되어 있으나, 대부분 은미정질로 광물 구별이 어렵다. 그리고 전반적으로 약간 붉은 갈색을 띠고 있으나, 토기 양표면 부분은 색이 약간 진해져 암갈색을 띠고 있다. 또한 이 시료는 토기 표면과 일치하는 방향성을 보인다(Fig. 6. A).

(2) DC 2

이 토기시료는 굵은 입자의 양이 다른 토기시료에 비해 많은 편이며, 대부분 0.1~2.0mm크기의 석영으로 균열이 발달하지 않았다. 그리고 모양과 크기가 다양하며, 파동소광을 보이는 것도 관찰된다. 이 외에 내부변질이 심한 사장석과 미사장석, 정장석 등의 장석류가 관찰되었으며, 사장석 입자의 내부에는 미정질의 견운모와 흑운모가 산출되기도 한다.

바탕흙은 전반적으로 암갈색을 띠고 있으나, 표면에 가까운 부분은 적갈색으로 뚜렷하게 구분되지는 않지만 색의 차이를 보인다. 주로 미정질의 석영과 운모로 구성되어 있으나, 대부분 은미정질로 광물 구별이 어려우며, 일정한 방향성은 보이지 않는다. 이외 녹립석이 소량 함유되어 있는 것을 관찰할 수 있다(Fig. 6. B).

(3) DC 3

굵은 입자는 0.1~3.0mm정도 크기이며, 주로 크기와 모양이 다양하고, 균열이 발달하지 않은 석영으로 이루어져있다. 이 외에 크기와 모양이 다양하며 내부변질이 심하지 않은 사장석과 다른 굵은 입자에 비해 작은 크기의 미사장석이 소량 나타난다. 그리고 0.2mm정도 크기의 길쭉한 형태에 백운모가 관찰되며, 비정질의 산화철도 소량 관찰된다.

전반적으로 볼 때, 바탕흙은 황갈색을 띠나, 표면에 가까운 부분은 약간 진한 갈색을 보이며, 일정한 방향성을 보인다. 이 바탕흙은 은미정질 기질, 석영, 장석 등으로 이루어져 있으며, 바탕흙의 입자들이 매우 고와 다른 토기시료보다 치밀해 보인다. 이외에 소량의 흑운모와 백운모도 관찰된다(Fig. 6. C).

(4) DC 4

굵은 입자는 0.1~1.6mm크기로 다른 토기에 비해 전체적으로 크기가 작은 편이며, 미사장석이 주를 이루고 있다. 미사장석은 크기가 다양하나, 전반적으로 다른 광물에 비해 크기가 크고 그 양도 많다. 이 외에 석영, 사장석, 녹립석, 흑운모, 불투명광물, 산화철 등이 관찰된다. 석영은 균열이 잘 발달하여 있으며,

약한 파동소광을 보이는 것도 관찰된다. 사장석은 알바이트(albite) 쌍정을 보이며, 내부 변질을 받아 2차적으로 생성된 견운모가 관찰된다. 불투명광물은 작은 크기로 여기 저기 산재하며 소량 나타난다. 산화철은 덩어리 형태로 나타난다.

바탕흙은 침상의 운모가 대부분을 차지하며, 이 외에 미정질 석영도 관찰되나, 대부분 은미정질로 광물 구별이 어렵다. 그리고 일정한 방향성은 보이지 않으며, 전반적으로 갈색을 띤다(Fig. 6. D).

(5) DC 5

굵은 입자는 0.1~2.2mm크기로 구성광물은 대부분 석영과 미사장석이며, 이 외에 사장석, 백운모, 불투명 광물, 산화철이 소량 관찰된다. 석영은 크기와 모양이 다양하며, 입자 내부에 백운모가 함유되어 있는 것도 관찰된다. 또한 균열이 잘 발달하지 않아 신선해 보인다. 미사장석은 다른 토기에 비해 그 양이 사장석보다 많으며, 크기도 더 크다. 사장석은 다른 토기에 비해 그 양과 크기가 작으며, 내부 변질은 심하지 않다. 백운모는 침상으로 나타나며 0.2~0.7mm정도 크기로 박편 전체에 골고루 많은 양이 분포한다. 1mm정도 크기의 석영, 백운모, 사장석으로 이루어진 압편도 관찰된다.

바탕흙은 전반적으로 갈색을 띠며, 일정한 방향성은 보이지 않는다. 주로 미정질 석영과 운모로 구성되어있다(Fig. 6. E).

(6) DC 6

굵은 입자는 0.4~1.0mm크기로 다른 토기에 비해 양이 적은 편이다. 이 토기의 굵은 입자는 석영, 사장석 등으로 이루어져 있으며, 사장석은 변질을 많이 받아 내부에 2차적으로 생성된 견운모가 관찰된다. 이 외 아주 작은 크기의 녹립석이 소량 관찰 된다.

바탕흙은 검은색을 띠며, 입자들이 매우 작고 치밀하여 광물 구별이 어렵다. 그리고 일정한 방향성은 보이지 않는다(Fig. 6. F).

(7) DC 7

굵은 입자는 0.1~1.5mm크기로 대부분 사장석으로

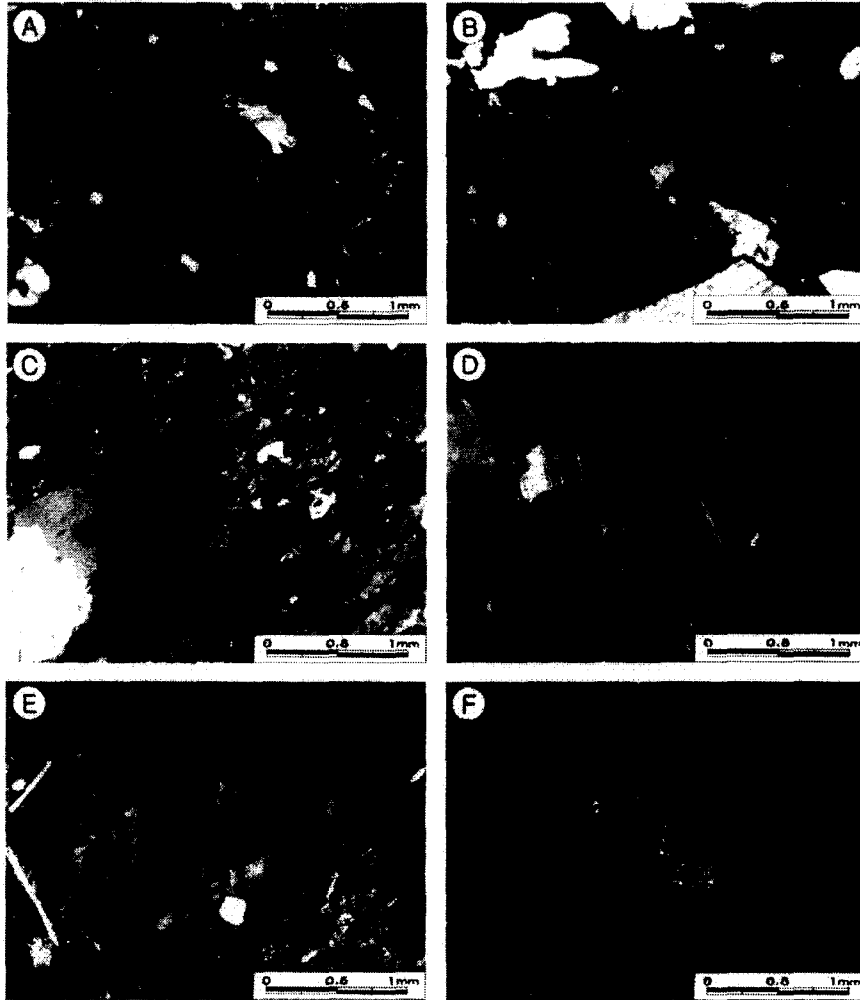


Fig. 6. 대천리 유적지에서 출토된 토기의 편광현미경 사진 1. (A) DC 1 ; 알바이트(albite) 쌍정을 보이는 사장석과 불투명광물. (B) DC 2 ; 적갈색을 띠는 바탕흙과 미립의 석영과 장석. (C) DC 3 ; 표면과 일치하는 방향성을 보이며, 백운모와 파동소광하는 석영. (D) DC 4 ; 석영과 다양한 크기의 미사장석. (E) DC 5 ; 다른 토기에 비해 큰 크기의 사장석과 침상으로 나타나는 백운모. (F) DC 6 ; 알바이트(albite) 쌍정을 보이는 사장석과 검고 치밀한 조직을 보이는 바탕흙.

로 이루어져 있으며, 그 외에 석영, 녹렴석, 불투명광물, 흑운모 등으로 구성되어 있다. 사장석은 0.4~1.5mm크기로 모양이 다양하고 견운모화 작용을 받아 내부 변질이 심하며, 내부에 녹렴석이 포함되어 있는 것도 관찰된다. 그리고 대부분 알바이트(albite) 쌍정을 이루고 있다. 석영은 크기가 다양하지만 다른 토기에 비해 큰 입자가 적고, 작은 입자가

대부분을 차지한다. 또한 모양도 불규칙하여 각이 진 것과 그렇지 않은 것들이 관찰되며, 파동소광을 보이는 것도 관찰된다.

바탕흙은 진한 갈색을 띠며, 뚜렷하진 않지만 부분적으로 방향성을 보인다. 주로 미정질 석영과 장석으로 이루어져있으나, 대부분 은미정질로 광물 구별이 어렵다(Fig. 7. A).

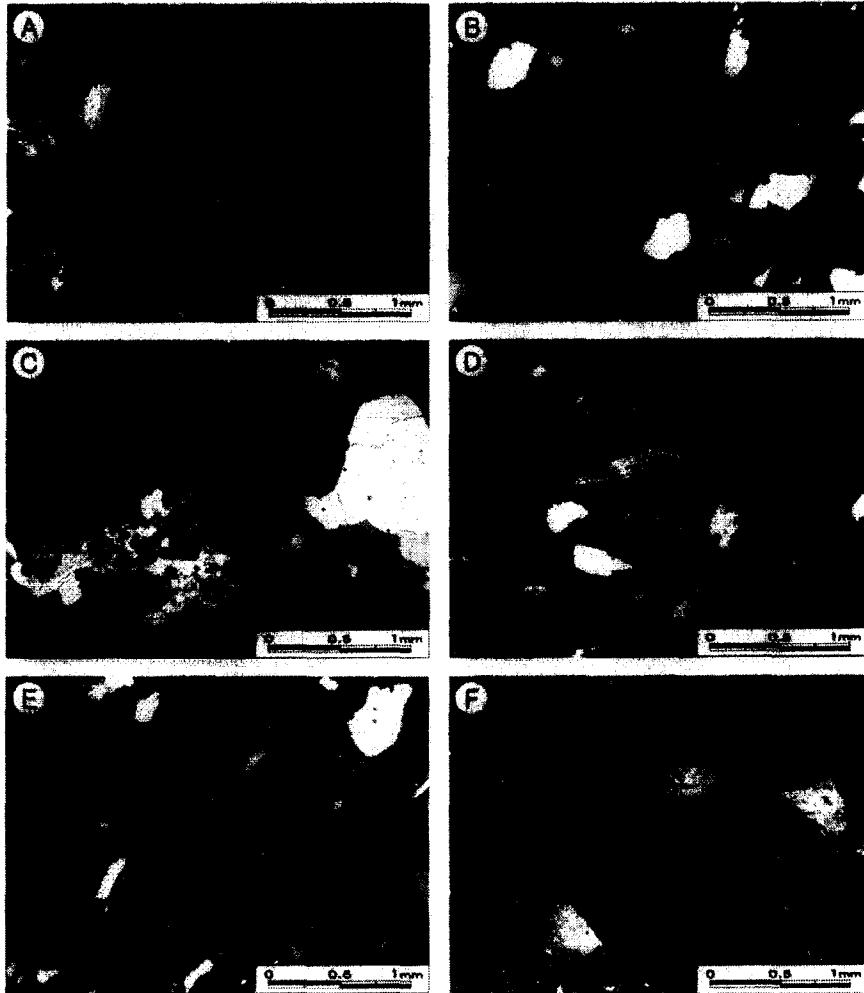


Fig. 7. 대천리 유적지에서 출토된 토기의 편광현미경 사진 2. (A) DC 7 ; 알바이트(albite) 쌍정을 보이는 사장석과 내부에 2차적으로 생성된 녹립석. (B) DC 8 ; 표면에 가까울수록 색이 진해져서 어두운 적갈색을 띠는 바탕흙. (C) DC 9 ; 석영, 장석, 백운모로 구성된 약 3.5mm크기의 암편. (D) DC 10 ; 사장석이 변질되어 2차적으로 생성된 내부의 견운모와 불투명광물. (E) DC 11 ; 표면과일치하는 방향성을 보이며, 전반적으로 작은 크기의 굵은 입자. (F) DC 12 ; 둥근 덩어리 형태의 산화철.

(8) DC 8

굵은 입자는 0.1~2.0mm크기로 대부분 석영으로 이루어져 있으며, 이 외에 사장석, 미사장석, 흑운모 등으로 이루어져있다. 석영은 크기와 모양이 다양하지만, 비교적 다른 토기에 비해 작은 크기의 입자가 많은 양을 차지하며, 균열이 거의 없다. 사장석은 석영보다 크기가 전체적으로 작으며, 알바이트(albite)

쌍정을 이룬다. 그리고 내부변질은 그리 심하지 않다. 불투명 광물은 덩어리 형태로 나타나며, 산화철은 둥근 덩어리 형태로 소량 나타난다.

바탕흙은 표면에 가까울수록 색이 진해져 어두운 적갈색을 띠며, 이 외 나머지 부분은 갈색을 띤다. 그리고 뚜렷한 방향성은 보이지 않지만, 부분적으로 약한 방향성은 보인다(Fig. 7. B).

(9) DC 9

굵은 입자는 0.1~3.5mm크기의 석영, 사장석, 미사장석, 백운모 등으로 이루어져있다. 석영은 크기와 모양이 다양하며, 균열이 발달되어 있지 않다. 사장석은 0.3~0.6mm의 작은 크기가 대부분이며, 모양도 다양하다. 또한 대부분 알바이트(albite) 쌍정을 이루고 있으며, 내부변질은 심하지 않다. 백운모는 0.3~1.0mm정도로 다른 토기에 비해 입자 크기가 크며, 그 양도 많이 나타난다. 그리고 석영과 장석, 백운모로 구성된 약 3.5mm크기의 입안도 관찰된다.

바탕흙은 전반적으로 갈색을 띠며, 표면에 가까운 부분의 색깔은 거의 검은색에 가까운 진한 갈색을 띤다. 그리고 일정한 방향성은 보이지 않는다(Fig. 7. C).

(10) DC 10

굵은 입자의 양이 다른 토기에 비해 적은편이며, 크기도 작다. 대부분 0.2~0.7mm 크기의 것이나, 1.2~2.2mm크기의 큰 입자도 관찰된다. 이 토기의 굵은 입자는 대부분 석영으로 이루어져 있으며, 이외에 사장석, 미사장석, 흑운모 등으로 이루어져있다. 큰 크기의 석영은 균열이 잘 발달하여 있으나, 작은 크기의 입자들은 그렇지 않다. 또한 장석들은 크기와 모양이 다양하고 내부변질이 심하다. 특히 사장석은 내부 변질이 심하여 2차적으로 생성된 견운모, 불투명광물이 내부에서 관찰된다.

바탕흙은 진한 적갈색을 띠며, 일정한 방향성이 없고, 아주 작은 크기의 비정질 불투명광물이 소량 관찰된다(Fig. 7. D).

(11) DC 11

굵은 입자의 크기는 0.2~1.2mm가 대부분이며, 약 2mm정도의 큰 입자도 소량 관찰된다. 이 토기 시료의 굵은 입자는 주로 석영으로 이루어져 있으며, 이외에 사장석, 미사장석, 백운모, 흑운모, 불투명광물 등으로 구성되어 있다. 석영은 입자 크기와 모양이 다양하며 각진 것도 관찰된다. 또한 균열이 잘 발달하지 않아 신선해 보인다. 사장석은 내부변질이 심하지 않은 것도 있으나, 입자 전체적으로 변질이

심해 견운모화 된 것도 관찰된다. 미사장석은 크기가 약 1.8mm정도 되는 큰 입자도 관찰되나, 전체적으로 작은 편이며, 그 양도 적게 나타난다.

바탕흙은 표면과 평행한 방향성을 보이며, 전반적으로 황갈색을 띤다. 주로 미정질 석영, 장석과 운모로 구성되어 있으나, 대부분 은미정질로 광물식별이 어렵다(Fig. 7. E).

(12) DC 12

굵은 입자의 크기 범위는 0.1~2.2mm이나, 대부분 0.5~1.2mm크기로 다른 토기 시료에 비해 작은 편이다. 굵은 입자의 양이 다른 토기시료들에 비해 적은편이며, 주로 석영으로 이루어져있다. 이 외에 소량의 사장석, 미사장석, 퍼사이트, 녹립석, 산화철 등이 관찰된다. 석영은 약한 파동소광을 보이는 것도 있으며, 모양이 다양하여 약간 둥근 모양을 하고 있는 것도 관찰되나, 대부분 약간 각진 모양이다. 사장석은 알바이트(albite) 쌍정을 이루고 있으며, 견운모화 작용을 받아 내부 변질이 심하다. 산화철은 둥근 덩어리 형태로 0.5~1.5mm 크기이며, 다른 토기에 비해 많은 양이 관찰된다.

바탕흙은 전반적으로 적갈색을 띠며, 일정한 방향성은 보이지 않는다. 주로 미정질 석영과 운모로 구성되어 있으나, 대부분 은미정질로 광물 구별이 어렵다(Fig. 7. F).

2) 암석

(1) DCR I(옥천화강암-흑운모화강암)

주 구성 광물은 석영, 사장석, 미사장석, 퍼사이트, 흑운모 등이며, 부성분 광물로는 2차적으로 생성된 견운모, 백운모, 녹니석, 갈립석, 저어콘 및 불투명광물 등이 관찰된다.

석영은 타형으로 거정질을 이룬다. 파동소광을 보이는 것도 있으며, 입자 내부에 미정질의 불투명 광물, 흑운모, 갈립석 등이 산출되기도 한다. 알칼리 장석은 주로 미사장석과 퍼사이트로 구성되며, 미사장석이 거의 대부분을 차지한다. 미사장석은 큰 입자로 나타나며, 내부에 불투명광물, 흑운모, 견운모, 사장

석, 녹니석, 저어콘이 poikilitic으로 나타난다. 사장석은 자형내지 반자형의 거정으로 대부분 알바이트(albite) 쌍정을 보이며, 부분적으로 알바이트-칼스바드(albite-carlsbad) 쌍정을 보이기도 한다. 이 광물은 내부가 외부보다 더 많이 변질되어, 내부에 2차적으로 생성된 견운모가 많이 나타난다. 흑운모는 유색광물의 대부분을 차지하며, 자형 내지 반자형으로 나타난다. 그리고 2차적인 변형작용에 의해 입자경계나 벽개면을 따라 녹니석화된 것도 관찰되며, 내부에는 불투명 광물을 함유하는 경우가 많다. 불투명 광물은 대부분 흑운모와 같이 산출되며, 이 외 미량의 견운모, 녹립석, 갈럼석, 저어콘, 녹니석도 관찰된다 (Fig. 8. A, B).

(2) DCR 2(화강반암)

본 암석은 지질도상에서 석영반암 분포지역에서 채취하였지만 현미경관찰결과 화강반암인 것으로 판정되었다. 주 구성광물은 석영, 사장석, 퍼사이트, 흑운모, 각섬석 등이며, 부성분 광물로는 불투명광물, 사장석 등이 관찰된다. 그리고 2차적으로 생성된 견운모, 녹니석, 갈럼석 등이 관찰된다.

석영은 타형으로 약간 둥근 형태를 하고 있으며, 큰 입자와 작은 입자가 관찰된다. 큰 입자 내부에는 미정질의 사장석이 함유되어 있다. 작은 입자들은 큰 입자들 사이를 채우고 있는 모습을 하고 있다. 사장석은 대부분 알바이트(albite) 쌍정을 보이며, 부분적으로 칼스바드(carlsbad) 쌍정을 보이기도 한다. 입자 전체가 균질하게 변질되었지만 내부가 외각보다 심한 변질을 받아 2차적으로 생성된 견운모가 나타난다. 또한 입자 내부에 불투명광물이 함유되어 나타나기도 한다. 퍼사이트는 큰 입자로 나타나며, 많은 양이 관찰된다. 흑운모는 작은 크기로 주변에 불투명광물과 같이 관찰된다. 그리고 2차적인 변형작용에 의해 녹니석화된 것을 관찰할 수 있다. 불투명 광물은 대부분 흑운모와 같이 산출되며, 그 외에 미량의 녹니석, 각섬석, 견운모, 갈럼석도 관찰된다(Fig. 8. C).

(3) DCR 3(문주리층-천매암, 편암)

매우 세립질이며 편리가 두드러져 있다. 주성분 광물은 석영, 백운모, 흑운모 이며 불투명 광물, 근청석도 관찰된다. 흑운모와 백운모는 편리에 따라 신장 배열되어 있다(Fig. 8. D).

(4) DCR 4(흑운모화강암)

주 구성광물은 석영, 사장석, 흑운모, 퍼사이트, 미사장석, 각섬석 등이며, 부성분 광물로는 불투명 광물, 견운모, 스피넬, 녹니석, 갈럼석, 녹립석 등이 관찰된다.

석영은 파동소광을 보이는 것도 관찰되며, 대부분 타형으로 거정질을 이룬다. 석영 입자 내부에서는 불투명광물, 스피넬, 녹니석, 흑운모 등이 poikilitic 조직으로 나타난다. 알칼리 장석은 주로 퍼사이트와 미사장석으로 구성되며, 적은 양이 관찰된다. 사장석은 자형내지 반자형의 거정으로 대부분 알바이트(albite) 쌍정을 보이며, 부분적으로 칼스바드(carlsbad) 쌍정, 알바이트-칼스바드 쌍정을 보이기도 한다. 그리고 대부분의 사장석이 누대조직을 보이며, 내부 변질로 인해 2차적으로 생성된 견운모가 나타나기도 한다. 흑운모는 자형 내지 반자형으로 나타나며, 대부분 2차적인 변형작용에 의해 입자 경계나 벽개면을 따라 녹니석화 된 것이 관찰된다. 또한 흑운모 내부나 주변에서는 불투명 광물을 함유하는 경우가 많다. 스피넬은 자형, 반자형, 타형의 다양한 형태로 나타나며, 많은 양이 관찰된다. 각섬석은 타형으로 소량 나타난다. 불투명 광물은 대부분 흑운모와 같이 산출된다(Fig. 8. E, F).

3. X-선 회절 분석

토기시료에 대한 광물구성을 알아보고 토기의 재질로 이용될 수 있는 바탕흙과 조립입자들에 대한 광물 특성 등을 해석하기 위하여 시료들의 X-선 회절분석을 실시하였다. X-선 회절분석은 토기 조각이나 토양을 아주 작은 가루로 만들어 각 광물들이 지니는 결정면의 위치를 밝힘으로써 광물의 종류를 분석할 수 있는 방법으로, 현미경에서 판별하기 어려운 점토광물이

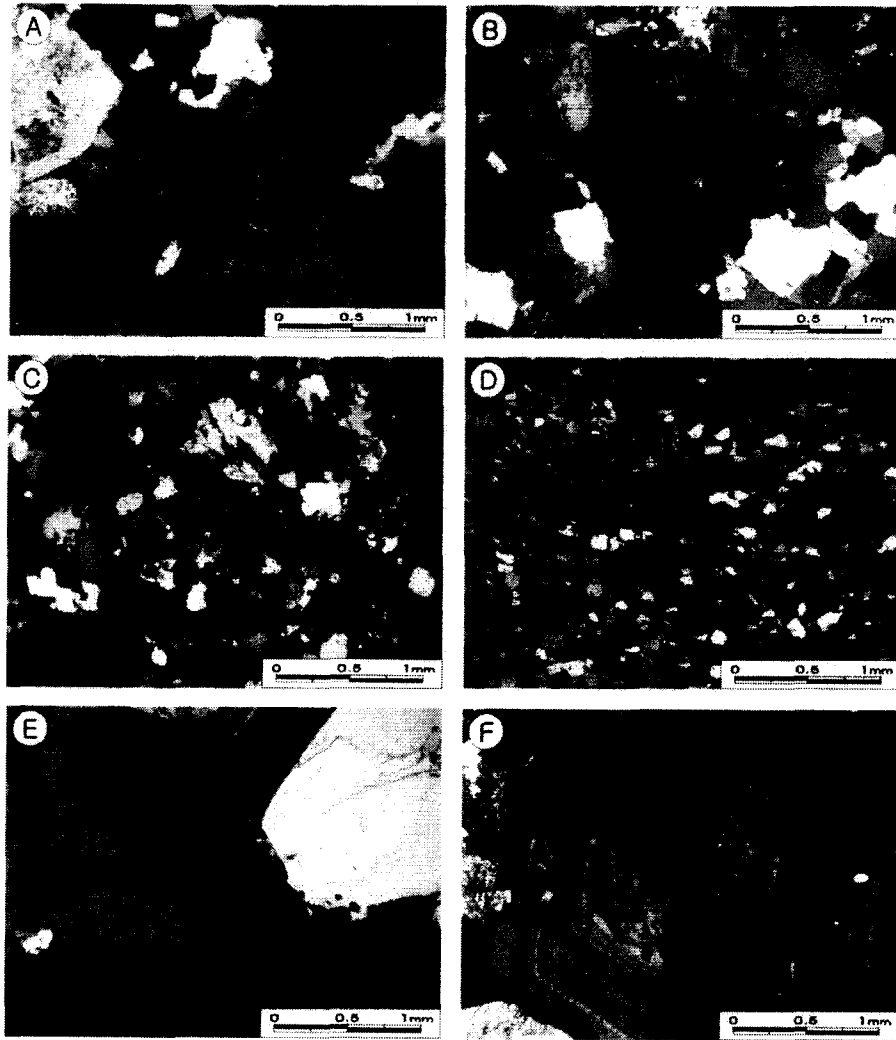


Fig. 8. 대천리 유적 주변 암석의 편광현미경 사진. (A) DCR 1(옥천화강암) ; 내부 변질된 사장석. (B) DCR 1(옥천화강암) ; 거정의 미사장석. (C) DCR 2(변질된 화강반암) ; 세립의 석영, 장석, 피사이트. (D) DCR 3(문주리층) ; 편리에 따라 신장 배열한 흑운모와 백운모. (E) DCR 4(흑운모화강암) ; 거정의 스피넬. (F) DCR 4(흑운모화강암) ; 누대구조가 잘 발달한 사장석.

나 입자가 아주 작은 광물들에 대한 해석이 가능하다.

이 연구에서는 토기의 원료산지 분석을 위하여 토기시료 12점과 대천리 유적 주변의 토양시료 10점에 대한 X-선 회절분석을 실시하였다. 토기의 X-선 회절분석 결과는 Table 4에 있으며, 주변 토양에 대한 분석결과는 Table 5에 정리되어있다.

토양의 X-선 회절 분석결과를 보면, 석영, 미사장

석, 조장석, 정장석, 백운모, 녹니석, 카올리나이트로 구성된 것을 알 수 있다. 그러나 토기의 X-선 회절 분석결과를 보면, 녹니석과 카올리나이트이 모든 토기 시료에서 검출되지 않음을 알 수 있다. 이는 토기의 소성과정에서 녹니석과 카올리나이트가 소멸되었기 때문이다. Table 4와 Table 5에 각각 토기와 주변토양의 광물분포를 나타내었는데, 이는 주 구성 광

Table 4. 대천리 유적지에서 출토된 토기에 대한 X-선 회절분석 결과

시료번호	광물	Qz	장석			Mus	Chl	Kao
			Mic	Ab	Or			
DC 1		○	-	○	○	○	-	-
DC 2		○	○	○	-	-	-	-
DC 3		○	-	○	○	○	-	-
DC 4		○	-	○	○	○	-	-
DC 5		○	○	○	-	-	-	-
DC 6		○	-	○	○	○	-	-
DC 7		○	-	○	○	○	-	-
DC 8		○	-	○	○	○	-	-
DC 9		○	-	○	○	○	-	-
DC 10		○	○	○	-	-	-	-
DC 11		○	○	○	-	-	-	-
DC 12		○	○	○	-	-	-	-

Qz: quartz, Mic: Microcline, Ab: albite, Or: orthoclase, Mus: muscovite, Chl: chlorite, Kao: kaolinite

Table 5. 대천리 유적지 주변 토양시료에 대한 X-선 회절분석 결과

시료번호	광물	Qz	장석			Mus	Chl	Kao
			Mic	Ab	Or			
DCS 1-1		○	-	○	○	○	○	○
DCS 1-2		○	-	-	○	○	○	○
DCS 2		○	○	○	-	○	○	○
DCS 3-1		○	○	○	-	○	○	○
DCS 3-2		○	○	○	-	○	-	○
DCS 4		○	-	○	○	○	○	-
DCS 5-1		○	-	-	○	-	○	○
DCS 5-2		○	-	○	○	-	○	○
DCS 6-1		○	-	-	-	-	-	-
DCS 6-2		○	-	-	○	○	-	○

Qz: quartz, Mic: Microcline, Ab: albite, Or: orthoclase, Mus: muscovite, Chl: chlorite, Kao: kaolinite

물이고 부수광물은 현미경으로 자세히 관찰하였다.

4. 희토류원소 분석

대천리 유적지에서 출토된 토기와 주변 토양들의 희토류 원소에 대한 분석 결과는 Table 6과 같으며, 이 값을 바탕으로 각각의 자료에 대한 운석값으로 표준화한 결과를 도시하면 Fig. 9와 같다. Fig. 9(A)는 대천리 유적지에서 출토된 토기의 희토류 원소 분포 관계를 보여주며, Fig 9(B)는 유적 주변의 토양에 대한 희토류원소의 분포관계를 보여준다.

전반적으로 볼 때, 분포특성은 경희토류(La-Sm)가 부화되어있고, 중희토류(Gd-Lu)가 결핍되어 있는 특징을 보여준다. 토기의 경우, 전체적인 분포양상이 매우 유사하며, 이는 아주 균질한 토양을 토기의 재료로 사용하였음을 지시하여준다. 특히 Table 6. 를 보면 Eu의 이상치가 0.20에서 0.26정도로 매우 근사한 값을 보여준다. 여기서 Eu의 이상이라는 것은 Fig. 9에서 볼 때, Eu의 위치가 Sm과 Gd의 중간값보다 낮은 곳에 위치함을 알 수가 있는데, 이와 같이 아래에 위치하면 부(-)의 이상, 위에 위치하면

Table 6. 대천리 유적지에서 출토된 토기와 주변 토양의 희토류원소 분석 결과 (단위 : ppm)

	토 기											
	DC 1	DC 2	DC 3	DC 4	DC 5	DC 6	DC 7	DC 8	DC 9	DC 10	DC 11	DC 12
La	43.00	60.50	91.60	55.60	48.20	125.70	48.60	74.50	100.40	85.60	83.10	45.30
Ce	72.60	50.80	151.00	86.00	52.30	136.00	77.60	135.00	164.00	87.00	139.00	68.40
Pr	9.94	14.70	20.70	13.20	10.10	29.20	11.10	16.80	23.60	19.30	19.10	11.00
Nd	38.30	58.00	82.50	50.50	39.90	111.00	42.90	65.10	94.70	74.20	76.60	43.50
Sm	6.96	10.63	15.30	9.13	7.21	19.40	8.00	11.80	17.70	12.60	14.30	8.15
Eu	1.59	1.96	3.64	1.77	1.29	3.82	1.76	2.40	3.21	2.36	2.74	1.71
Gd	5.72	6.39	12.70	6.95	5.37	14.40	6.40	10.40	14.10	9.11	11.50	6.09
Tb	0.72	1.04	1.69	0.89	0.90	2.10	0.84	1.26	1.84	1.32	1.46	0.84
Dy	3.51	4.93	8.15	3.97	4.67	9.65	3.98	5.89	8.58	5.75	6.64	3.99
Ho	0.60	0.80	1.47	0.70	0.90	1.64	0.69	1.02	1.53	0.94	1.13	0.72
Er	1.47	1.88	3.48	1.50	2.38	3.66	1.64	2.48	3.55	2.12	2.56	1.69
Tm	0.21	0.27	0.49	0.21	0.37	0.49	0.24	0.34	0.48	0.29	0.35	0.24
Yb	1.44	1.80	3.14	1.36	2.49	3.08	1.63	2.19	2.98	1.80	2.31	1.58
Lu	0.19	0.24	0.41	0.17	0.33	0.39	0.21	0.28	0.37	0.23	0.30	0.21
Eu/Eu*	0.25	0.23	0.26	0.22	0.21	0.23	0.24	0.22	0.20	0.22	0.21	0.24
	토 양											
	DCS 1-1	DCS 1-2	DCS 2	DCS 3-1	DCS 3-2	DCS 4	DCS 5-1	DCS 5-2	DCS 6-1	DCS 6-2		
La	33.80	43.90	55.70	51.30	45.50	10.60	44.90	61.70	32.10	34.00		
Ce	77.90	84.00	114.00	118.00	97.30	34.50	94.20	116.00	50.40	66.70		
Pr	7.24	9.05	12.10	11.30	9.88	2.41	9.50	15.10	6.72	7.43		
Nd	27.80	35.10	46.50	44.30	38.20	9.90	37.90	64.20	26.10	29.40		
Sm	5.24	6.58	8.09	8.35	7.09	2.89	7.01	11.90	4.83	5.40		
Eu	1.11	1.24	1.62	1.77	1.56	0.27	1.77	2.98	1.09	1.17		
Gd	5.40	6.25	7.54	8.03	6.52	2.93	7.02	9.97	4.14	5.62		
Tb	0.62	0.80	0.77	0.84	0.69	0.55	0.98	1.35	0.60	0.61		
Dy	3.33	4.48	3.54	3.92	3.18	3.92	5.71	7.41	3.35	3.17		
Ho	0.64	0.89	0.58	0.64	0.52	0.87	1.19	1.49	0.71	0.60		
Er	1.65	2.38	1.40	1.47	1.17	2.50	3.20	3.81	1.81	1.53		
Tm	0.25	0.36	0.20	0.20	0.16	0.39	0.48	0.57	0.27	0.23		
Yb	1.76	2.45	1.28	1.31	1.07	2.71	3.11	3.57	1.78	1.53		
Lu	0.24	0.34	0.17	0.17	0.14	0.40	0.46	0.51	0.26	0.21		
Eu/Eu*	0.21	0.19	0.21	0.22	0.23	0.09	0.25	0.27	0.24	0.21		

Eu/Eu*는 Sm과 Gd사이의 평균치(Eu*)와 Eu의 실측치와의 비교값이다.

정(+)의 이상이라고 일컫는다. 그러므로 일반적으로 Eu의 이상은 암석과 토양의 경우 구성광물과 밀접한 관계를 가지며, 동일기원의 경우에 풍화나 다른 외적인 요인에 의해 변화되지 않는다. 이와 같은 결과는 각각의 토기들을 만든 재료가 거의 동일한 것이라는 생각을 가능하게 해준다.

토양의 경우, DCS 4의 토양시료는 토기시료의 분

포양상과 큰 차이를 보여주며, DCS 5-1과 DCS 5-2의 토양시료도 약간의 차이를 보여준다. 이 같은 차이는 토양 속의 구성광물에 의해 만들어지는 것으로, Fig. 9에서 이 세 시료를 제외하면 대부분의 토양이 매우 유사한 것을 알 수 있다. 다시 말해 DCS 4, DCS 5-1, DCS 5-2 시료를 제외한 나머지 토양시료들은 전체함량 및 Eu의 이상도 매우 유사하다. 따라

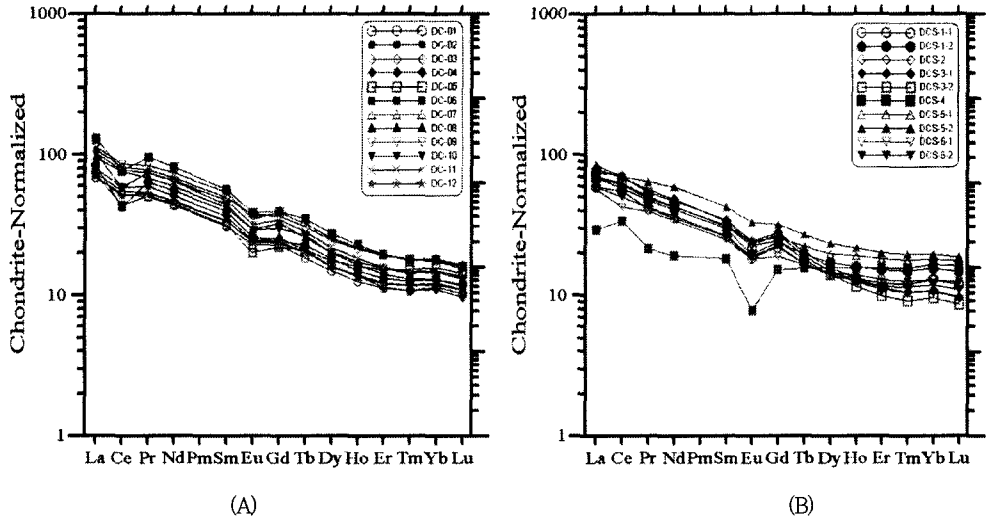


Fig. 9. 대천리 유적지에서 출토된 토기(A)와 주변 토양(B)의 희토류원소 분포 양상.

서 토기의 원료와 유적지 주변 토양이 동일한 물질일 가능성이 매우 크다고 하겠다.

V. 고고지질학적 고찰 및 결론

대천리 유적지에서 출토된 토기를 대상으로 제작 기법 및 원료 산지를 추정하기 위해, 빗살무늬 토기 12점과 유적지 주변 토양, 암석 4점을 대상으로 하여, 실체현미경관찰, 편광현미경관찰, X-선 회절분석, 희토류원소 분석을 실시하였다.

우선 Table 1에서처럼 토기의 평균두께는 4.76~8.93mm로 다양하다. 이렇게 두께가 다양한 것은 각각 토기의 같은 부위라고 가정한다면 토기의 크기와 관련되어, 큰 토기 일수록 두껍게 만들었을 것이다. 큰 토기를 만들기 위해서는 성형한 다음 건조와 소성단계를 거치는 동안 굽이 가거나 모양이 변하는 것을 막기 위해 재료를 조절할 필요가 있었을 것이다. 전반적으로 Table 1에서 나타내었듯이 두꺼운 토기는 굽은 입자의 양이 상당히 많고 조립인 것으로 관찰되었으며, 조립입자의 모양과 분포 등으로 볼 때, 이들에게는 비집을 첨가하였을 가능성이 높은

것으로 분석되었다. 또한 Table 3에 나타내었듯이 토기의 단면에서 기포의 양과 면의 치밀함도 상당히 차이가 많은 것으로 나타난다. DC 1, 3, 7, 11의 토기에는 방향성이 보이고 특히 방향성이 강하게 나타나는 DC 3과 DC 11 토기에는 다량의 기포가 표면과 일치하는 방향으로 배열되어 있다. 만약 물레를 사용하였다면 당시에 한꺼번에 여러개의 토기를 만들었을 가능성도 있다. 이처럼 토기의 용도에 따라 토기의 제작방법에 약간의 차이가 있었을 것으로 보인다.

Table 1에서 속심이 전반적으로 회색에서 검은색에 가까운 색을 띠고 있는 점으로 보아 소성은 환원 환경에서 이뤄졌을 것으로 보인다. Table 4와 Table 5에 나타내었듯이 재료로 쓰였을 것으로 생각되는 토양에는 대부분 카올린과 녹니석이 포함되어 있으나 토기에는 이들 점토광물이 전혀 보이지 않는다. 이러한 점으로 보아 지금까지 많은 연구(양동윤, 김주용, 한창균, 1999; 양동윤, 김주용, 한창균, 2000, 등)에서 제시하였듯이 소성온도가 800℃는 넘었을 것으로 보인다.

다음으로 토기의 원료 산지를 규명하기 위하여 Table 2와 같이 옥천화강암 분포지역인 유적지 바다과 유적지 주변에서 토양 시료를 채취하였고, 유적지

표 7. 토기원료 산지의 광물학적 분석과 희토류원소 분석 결과로 본 원료 토양

시료번호	현미경 분석	XRD 분석	희토류 분석	원료산지의 종합 추정
DC1	DCS 1~3	DCS 1-1	DCS 2, 3-1과 일치	바탕흙은 유적지 주변 바닥흙, 비짐은 주변사면의 모래질 토양 이용
DC2	DCS 1~3	DCS 2, 3	DCS 2, 3-1과 거의 유사	유적지의 토양 이용
DC3	DCS 1~3	DCS 1-1	DCS 2, 3-1과 약간 유사	바탕흙은 유적지 주변 바닥흙, 비짐은 주변사면의 모래질 토양
DC4	DCS 1~3	DCS 1-1	DCS 2, 3-1과 매우 유사	유적지 바닥토양 이용
DC5	DCS 1~3	DCS 2, 3	DCS 1-2과 매우 유사	유적지 주변 사면의 찰흙질 토양 이용
DC6	DCS 1~3	DCS 1-1	DCS 2, 3-1과 거의 유사	유적지 바닥 토양 이용
DC7	DCS 1~3	DCS 1-1	DCS 2, 3-1과 거의 유사	바탕흙은 유적지 주변 바닥흙, 비짐은 주변사면의 모래질 토양
DC8	DCS 1~3	DCS 1-1	DCS 2, 3-1과 거의 유사	바탕흙은 유적지 주변 바닥흙, 비짐은 주변사면의 모래질 토양
DC9	DCS 1~3	DCS 1-1	DCS 2, 3-1과 거의 유사	바탕흙은 유적지 주변 바닥흙, 비짐은 주변사면의 모래질 토양
DC10	DCS 1~3	DCS 2, 3	DCS 2, 3-1과 거의 유사	유적지 바닥토양 이용
DC11	DCS 1~3	DCS 2, 3	DCS 2, 3-1과 거의 유사	유적지 바닥토양 이용
DC12	DCS 1~3	DCS 2, 3	DCS 2, 3-1과 일치	유적지 바닥토양 이용

와는 떨어져 있지만 화강반암과 문주리층, 백악기의 흑운모화강암지역에서 토양시료를 채취하였다. 이러한 토양시료와 토기를 대상으로 XRD 분석을 수행하여 주 구성광물을 분석하였고(Table 4와 5), 토기에 포함된 굵은 입자의 특성과 각 토양채취지점에서의 암석 구성광물의 특성을 비교하기 위하여 박편을 제작하여 현미경분석을 하였고 결과를 2절에 기재하였다.

Table 4와 Table 5의 결과를 비교하여 XRD 분석 결과 원료로 유추되는 것을 Table 7에 표시하였다. 그러나 여기서 한가지 집고 넘어가야 하는 것은 XRD 분석결과에서는 주구성광물만 표시되어 있으므로 현미경관찰 결과에 의한 보완이 필요하다. 예로, DC 1, 4, 6 토기는 XRD 분석결과 미사장석(Mic)이 없는 것으로 되어 있으나 현미경 관찰결과 상당량 포함되어 있는 것이 확인되었다. 12점의 토기에 굵은 입자로 들어 있는 석영과 장석의 특징을 현미경으로 분석한 결과, 유적지 주변의 기반암 즉, 옥천화강암, 화강반암, 편암, 백악기 흑운모화강암 중에서 유적지가 분포하는 옥천화강암의 석영, 장석의 특징과 거의

일치하는 것으로 나타났다. 옥천화강암 지역에서 채취한 토양시료는 DCS 1-1, 1-2, 2, 3-1, 3-2의 5점이다. 따라서 표 5에서는 DCS 1~3으로 나타내었다.

옥천화강암 분포지 내의 토양 5점, 석영반암 분포지 토양 1점, 편암 분포지 토양 1점, 백악기 흑운모화강암 분포지 2점으로 총 10점의 토양시료에 대해 희토류 원소를 분석한 결과, 옥천화강암과 백악기 흑운모화강암의 경우 서로 유사하게 나왔으나, 화강반암과 편암 분포지의 토양분의 희토류 원소 분석결과는 상당한 차이를 보였다. 그리고 좀더 자세히 비교할 경우, 화강암 분포지 내의 토양시료들도 토양 구성광물의 조성과 입도에 따라 약간의 차이를 보였다. 한편 12점의 토기의 희토류원소 분석 결과, 모두 옥천화강암의 희토류원소 분포패턴과 유사하게 나왔다. 그리고 토기에 따라서는 유적지 바닥이나 북서쪽 사면의 절개지에서 채취한 토양의 분석값과 매우 유사하거나 일치하는 경향을 보였다. 비짐을 첨가한 경우도 유적지 주변에서 크게 벗어나지 못하고 주변의 모래질 토양을 이용 한 것으로 추정된다.

현미경관찰 결과, XRD분석 결과, 희토류원소 분석결과와 이를 종합한 것을 Table 7에 요약하였다.

참고문헌

- 김동학 · 장태우 · 김원영 · 황재하, 1978, 한국지질도 옥천도폭(1:50,000), 자원개발연구소.
- 김양욱, 1976, 한반도 철기시대 토기의 연구, 백산학보 20.
- 신숙정, 1984, 상노대도 조개더미 유적의 토기 연구, 백산학보 28.
- 양동윤 · 김주용 · 한창균, 1999, 고구려 기와의 현미경 관찰과 XRD분석, 고구려연구 7, 학연문화사.
- 양동윤 · 김주용 · 한창균, 2000, 고구려 기와의 화학 분석과 강도측정을 통한 제작기법 고찰, 고구려연구 9, 학연문화사.
- 양삼열 · 조영배, 1986, 옹관의 소성온도 및 물성조사, 영암 내동리 초분골 고분.
- 이동영 · 김주용 · 신숙정, 1993, 일산 새도시 지역의 지질과 출토 토기의 분석, 박물관 기요 9.
- 이청규, 1995, 제주도 고고학 연구.
- 이효민, 2004, 천안 운전리 청동기 유적지에서 출토된 석기와 무문토기의 고고지질학적 연구, 공주대학교.
- 최몽룡 · 강경인, 1986, 영암 장천리 주거지 출토 무문토기편의 과학적 분석, 영암 장천리 주거지 II, 목포대학 박물관.
- 최몽룡 · 신숙정 · 이동영, 1996, 고고학과 자연과학-토기편, 서울대학교출판부.
- 최몽룡 · 최성락 · 신숙정, 1998, 고고학연구방법론, 서울대학교출판부.
- 한남대학교 박물관, 2003, 옥천 대천리 신석기 유적.
- 한창균 · 김근완 · 전일용 · 구자진, 2002, 옥천 대천리 유적의 신석기시대 집자리 발굴 성과, 한국신석기학회 학술대회 발표집, 한국신석기학회.
- Coryell, C. G., Chase, J. W. and Winchester, J. W., 1963, A procedure for geochemical interpretation of terrestrial rare-earth abundances patterns. Jour. Geophys. Res., 68, 559-566.
- Johannesson, K., Stetzenbach, K. J., Hodge, V. H. and Lyons, W. B., 1996, Rare earth element complexation behaviour in circumneutral pH groundwaters: Assessing the role of carbonate and phosphate ions. Earth planet. Sci. Lett., 139, 305-319.
- Masuda, A., 1962, Regularities in variation of relative abundances of lanthanide elements and an attempt to analyse separation-index patterns of some minerals. Jour. Earth Sci. Nagoya Univ., 10, 173-187.
- McLennan, S. M., 1994, Rare earth element geochemistry and the "tetrad" effect. Geochim. Cosmochim. Acta, 58, 2025-2033.
- Menzies, M. and Seyfried, Jr. W., 1979, Experimental evidence of rare earth element immobility in greenstones. Nature, 282, 398-399.
- Munsell Color C, 1975. Munsell Soil Color Chart(maryland).
- Taylor, S. R. and McLennan, S. M., 1985, The Continental Crust: Its Composition and Evolution. Blackwell.
- Zhang, J. and Nozaki, Y., 1998, Behavior of rare earth elements in seawater at the ocean margin: A study along the slopes of the Sagami and Nankai troughs near Japan. Geochim. Cosmochim. Acta, 62, 1307-1317.