

# 용유도 남북동유적 야외노지에 대한 잔존지방분석

윤은영 | 유혜선 | 김규호\*

국립중앙박물관 보존과학실  
\*공주대학교 문화재보존과학과

## Analysis of organic Residues from Open-Air Hearths at Nambuk-dong, Yongyu-do

Yun Eun-young | Yu Hei-sun | Kim Gyu-ho\*

Conservation Science Laboratory, The National Museum of Korea

\*Department of Cultural Heritage Conservation Sciences, Kongju National University, Kongju 314-701, Korea

**초록** 본 연구 대상인 인천시 용유도 남북동유적은 신석기시대 유적으로 고고학적 발굴조사만으로 유적의 성격 규명에 어려움이 있었다. 이에 유구 내 토양 및 석재의 사용 용도 및 성격 규명을 위한 정보를 얻고자 잔존지방분석을 시도하였다. 먼저 스테롤 분석으로 시료의 동·식물성을 구별하였으며 지방산조성의 동정으로 고고자료에 잔존하는 유기물의 종류를 밝히고자 하였다. 그 결과 6기의 유구 중 9, 10, 12호는 패류와 관련된 물질이, 32호는 어류, 42호 및 43호는 식물성물질이 잔존하는 것으로 추정되었다. 이와 같은 분석결과는 용유도 남북동유적의 야외노지가 어패류 등을 굽는 시설물로 사용되었던 것으로 추정할 수 있었다.

**중심어:** 지방산, 스테롤, 잔존유기물, 가스크로마토그래피

**Abstract** The archaeological site of Nambuk-dong, Yongyu Island, Incheon which goes back to the Neolithic making it difficult to identify character of site, To get information for identifying utility and character of Open-Air Hearths within the finds, an organic residues analysis was conducted on soil and stone sample. sterol was analysis to determine the originality of archaeological sample, then percentage of fatty acid was identify the species of sample. As a result, it is assumed that No, 9, 10, 12 finds once had shellfish-related materials remain, No. 32 find seemed to have animal materials, No. 42, 43 finds were related to plant. In conclusion, it seems that open-air hearths of Yongyu Island had utility mainly related to making seafood.

**Key word :** fatty acid, sterol, organic residues, gas chromatography(GC)

### 1. 서론

잔존지방분석법이란 동식물의 종에 따라 지방을 구성하고 있는 지방산 및 스테롤 조성에 큰 차이가 있다는 사실을 이용하여 고고자료에 잔존하는 유기물의 종류를 밝

혀내는 것으로 고고분야에서 주로 이용되고 있다.<sup>1</sup> 예를 들면 고고자료인 토기 속 잔존물의 동물성·식물성 여부, 나이가 어떤 종류인지 알아내면 당시의 생활문화를 밝히는데 중요한 자료가 된다.<sup>2~4</sup>

실제로 국립문화재연구소에서 조사한 나주 복암리 고

분에서 출토된 개배 내의 잔류물에 대한 분석을 통하여 제사풍속을 추정할 수 있었으며 부여 능산리사지 공방지 II에서 출토된 토제 등잔에 남아 있는 잔류물의 지방산 분석을 통해 그 당시 사용했던 기름의 종류를 밝혀 등화 풍습을 추정해볼 수 있었다. 또한 실생활에 이용되었던 생활용구에 대해서도 적용이 가능한데 국립중앙박물관이 소장하고 있던 조선시대 나전칠기함에 사용된 보강재료의 종류를 알아냄으로서 제작당시의 동일한 재료를 이용한 보존처리가 수행될 수 있었다.<sup>5</sup>

특히 발굴유구에서 용도를 추정할 수 있는 자료 등이 부족한 경우 유구의 성격 규명을 위해 토양에 함유된 잔존물의 근원을 밝혀내는 잔존지방분석이 유용하게 이용되고 있다.<sup>6-8</sup> 그 예로 로마시대 유적 중 성격이 불분명한 유구에 대한 분석결과 배설물이 흐르던 시설일 가능

성을 제시함으로써 공공시설 등 주거문화를 복원할 수 있는 정보를 제공하기도 하였다. 또한 호남문화재연구원 이 발굴한 진안 용담댐 수몰지구 내 갈머리 유적의 적석 유구의 경우는 도토리 등과 같은 견과류의 가공과 관련된 야외노지일 가능성이 매우 크다는 결론을 내림으로써 당시 야외노지라고 주장하는 설과 토기를 구웠던 시설로 보는 설의 대립을 해결할 수 있었다. 이와 같이 토양에 잔류하는 지방의 분석결과가 유적의 성격 규명에 결정적인 정보를 제공하는 등 고고학에 기여할 수 있는 가능성은 앞으로 더욱 증가하고 있는 추세이다.

본 연구 대상인 남북동유적은 서울대학교박물관이 발굴 조사한 유적으로 인천에서 서쪽으로 16.5km 떨어진 용유도에 위치하며 88기의 신석기시대 야외노지가 확인되어 현재까지 중서부 지방에서 알려진 최대 규모의 신

Table 1. Description of sample

sample No.	weight(g)	sampling position*		characteristic
1	400.0	9 ho	upper soil A	
2	400.0		upper soil B	
3	400.0		center soil A	
4	200.0		center soil B	
5	276.4		center stone A	
6	739.2		center stone B	
7	400.0		lower soil	
8	400.0	10 ho	upper soil	puddle type
9	400.0		center soil	
10	250.0	12 ho	upper soil	
11	571.4		upper stone	
12	400.0		center soil A	
13	400.0		center soil B	
14	400.0		lower soil	
15	370.0	32 ho	upper soil	
16	540.0		upper stone	
17	450.0		center soil A	
18	440.0		center soil B	
19	567.3		center stone	
20	396.0		lower soil	
21	793.1	42 ho	upper stone	
22	360.0		center soil	
23	400.0		lower soil	
24	524.3	43 ho	upper stone	
25	400.0		center soil	
26	135.6	shell midden (compared)	shell	
27	400.0		soil with soil	
28	400.0		compared soil	

석기시대 야외노지유적이다.<sup>9</sup> 인근 유적에서 패총유적이 함께 발견된 바에 비해 비패총 생활유적으로 신석기시대 생업전략을 이해하는데 어려움이 있었다. 따라서 이 연구에서는 남북동유적 야외노지에 잔류하는 지방을 분석하여 유구의 성격을 규명하는데 목적이 있다. 이를 위하여 인천시 용유도 남북동유적의 총 88기의 야외노지 중 6곳의 토양 및 석재시료 25점과 야외노지와 비교검토를 위해 대조군인 용유도 을왕동 I 유적에서 채취한 패각 및 토양 3점을 채취하였다. 먼저 시료는 초음파법을 이용하여 전지질을 추출하였다. 추출한 전지질은 유도체화 시킨 후 얇은막크로마토그래피법을 이용하여 스테롤과 지방산으로 분리하였다. 다음으로 가스크로마토그래피와 질량분석기가 장착된 가스크로마토그래피를 이용하여 스테롤과 지방산의 종류와 함유량을 분석하였다. 그리고 스테롤 분석을 통해 대상 고고시료의 원천을 확인하였으며 아울러 생물종을 확인하기 위해 방사형 차트법과 지방산 조성비를 이용하여 시료간의 분포도와 유사성 및 종 특이성을 조사 검토하였다.

## 2. 재료 및 실험방법

### 2.1. 시료

남북동유적에서 확인된 야외노지 88기 중 6기의 옹돌 이형(9, 10, 12, 32호) 및 표면 표출형(42, 43호) 야외노지의 토양 및 석재에 대한 잔존지방분석을 수행하였다. 시료는 각 유구에서 지표면을 상층으로 하여 중, 하층을 임의로 구분하여 약 50~1000g 분량의 토양을 채취하였다. 이와 함께 대조군으로 용유도 을왕동 I 유적의 패각 및 토양 3점을 별도로 선정하였으며 각 시료별 출토위치 및 세부사항은 Table 1에 수록하였다.

### 2.2. 분석방법

#### 2.2.1. 잔존지방분석을 위한 시료 전처리

본 실험의 실험절차는 토양 및 석재시료의 전지질 추출 후 이미 보고된 방법<sup>10</sup>으로 수행하였으며 Figure 1과 같다. 먼저 시료의 무게를 측정한 후 1L비커에 각각 넣고  $\text{CHCl}_3/\text{CH}_3\text{OH}(1:1, \text{v/v})$  혼합용액을 가한 다음 초

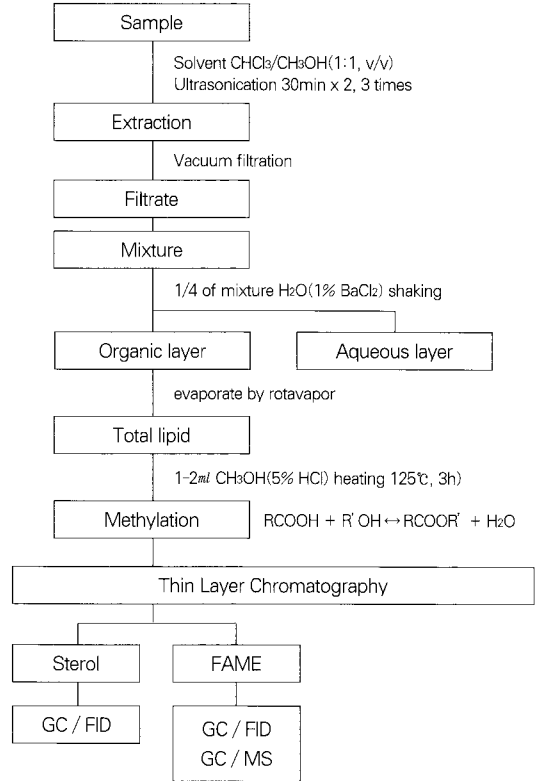


Figure 1. Sample preparation scheme for GC and GC/MS analysis.

음파기를 사용하여 전지질을 추출하였다. 이때 30분간 추출한 후 30분간 방치하였다가 다시 30분간 추출한 다음 추출용액은 마개가 있는 삼각플라스크에 옮겨 보관하였다. 다시 추출용액을 교환하여 총 3회 반복 추출하였다. 시료에서 추출한 용액은 모두 합하여 47mm disk filters용 millipore glass filter 장치와 Sibata 사의 circulating aspirator WJ-15를 사용하여 정제하였다. 거른 용액은 회전 진공 증발기로 용액의 부피가 100ml정도로 되게 농축시킨 후 유기 용매층의 분리를 위하여 1%  $\text{BaCl}_2$  수용액을 가하였다. 깨끗하게 분리된 유기 용매층인 아래층만 빼내어 농축시킨 후 전지질을 구하였다. 전지질은 휘발성 향상을 위해 메틸유도체화 시켰다. 이를 위해 전지질의 일부만 취하여 5%  $\text{HCl}-\text{CH}_3\text{OH}$  1ml에 녹인 다음 125°C에서 3시간 반응시켜 유도체화물을 생성하였다. 실온으로 냉각 후  $\text{CHCl}_3$  용액 1ml와 증류수 0.9ml를 넣고 혼합한 후 원심 분리하였다. 수용액 층은

파스테르 피펫으로 제거하였고, 이 과정을 3회 반복하여 실시하였다. 이렇게 분리한 클로로포름층을 완전히 증발 농축시킨 다음  $\text{CHCl}_3/\text{CH}_3\text{OH}(2:1, \text{v/v})$  혼합용액을 가하여 잔존지방분석용 시료용액을 제조하였다. 농축한 시료는 스테롤과 지방산으로 분리하기 위해 Merk 사의 DC-Fertigplatten kieselgel 60 TLC plate에 주입하였다. 이때 지방산과 스테롤의 정확한 전개위치를 알기 위하여 지방산 혼합표준시료 및 스테롤 표준시료 용액을 TLC판 위에 주입하였으며 전개용매로는 n-hexane/diethylether/acetic acid(80:30:1, v/v/v)의 혼합용액을 사용하여 유리전개도에서 60분간 전개시켰다. 다음 시료가 주입된 부분의 TLC판은 비닐랩을 덮어 외부 공기와의 접촉을 피하였고 표준시료가 주입된 부분은  $\text{I}_2$  증기를 이용하여 위치를 확인한 후 각 시료의 지방산과 스테롤 부분을 완전히 취하여 각각 시험관에 넣고  $\text{CHCl}_3/\text{CH}_3\text{OH}(2:1, \text{v/v})$  혼합용액을 2ml 가하였다.

이 용액은 원심분리하여 상층의 용액만 취한 후 정제하여 회전 진공 증발기로 농축시켰다.

2.2.2. GC/MS 및 GC/FID에 의한 지방산과 스테롤의 분석

지방산과 스테롤 시료들을 각각 바이알에 담아 옮기고 가스크로마토그래프(GC)와 가스크로마토그래프/질량분석기(GC/MS)에 1μ씩 주입하여 각 시료를 구성하고 있는 성분의 종류를 확인하였다. GC/MS는 Hewlett Packard사의 6890 gas chromatograph에 5973 Mass spectrometer가 직접 연결된 것이며 각 화합물의 확인에 사용한 데이터베이스는 Wiley 및 NIST library를 이용하였다. 또한 GC는 Shimadzu(Japan)14A gas chromatograph에 불꽃 이온화검출기(flame ionization detector, FID)가 부착된 것으로 지방산은 Table 2의 조건으로, 스테롤은 Table 3의 조건으로 분석하였다.

Table 2. Fatty acid analysis condition

instrument		condition		
GC/MS	Instrument	Hewlett Packard 6890 Gas Chromatograph/ 5973 Mass Selective Detector HP-INNOWax		
	Column	crosslinked polyethylene glycol, 19091N-105 (0.2mm i.d. × 50m length × 0.2μm film thickness)		
	Carrier gas	He, 1.0kg/cm <sup>2</sup>		
	Temperature	Oven	200℃	
		Injector	220℃	
		Detector	230℃	
	Split mode	50:1		
Ion Source	70eV			
GC/FID	Instrument	Shimadzu(Japan)14A Gas Chromatograph/Flame Ionization Detector		
	Column	Glass, 10%-DEGS (2.6mm i.d × 2m length)		
	Carrier gas	He, 1.0kg/cm <sup>2</sup>		
	Temperature	Oven	185℃	
		Injector	235℃	
		Detector	235℃	
Inlet mode	Splitless mode			

Table 3. Sterol analysis condition

instrument		condition		
GC/FID	Instrument	Hewlett Packard 6890 Gas Chromatograph		
	Column	HR-52 ULBON (0.25mm i.d × 25m length × 0.25μm)		
	Carrier gas	He, 1.2kg/cm <sup>2</sup>		
	Temperature	Oven	270℃	
		Injector	320℃	
Detector		320℃		
Split mode	50:1			

GC/FID 법으로 FAME 및 스테롤 성분의 함량을 분석하기 위해 먼저 FAME의 경우 2개의 표준시료와 함께 분석시료 1 $\mu$ 씩을 차례로 시료 주입구에 주입하여 크로마토그램을 얻었다. 지방산 혼합 표준시료를 구성하고 있는 각 성분의 머무름 시간에 log를 취하고, 이 값과 지방산 혼합 표준시료에서 알고 있는 탄소수를 도시하여 검정곡선을 작성하였다. 다음 분석시료를 구성하고 있는 각 봉우리의 머무름 시간에 log를 취한 값에 해당하는 탄소수를 비교하여 시료를 구성하는 지방산의 종류를 검출하였다. 다음 위에서 얻은 크로마토그램의 각 지방산 함량을 백분율로 해석한 후 각 지방산에 따른 변환계수를 곱하여 몰(mol)%로 변환하였다. 스테롤의 경우는 스테

롤 표준시료와 분석시료를 각각 바이알에 담아 옮기고 자동시료 주입기를 사용하여 1 $\mu$ 씩 GC/FID에 주입하여 크로마토그램을 얻었다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 스테롤 분석

스테롤 분석으로 동·식물 종의 구별이 가능하며 동물의 특성 스테롤인 콜레스테롤과 식물의 특성 스테롤인 시토스테롤의 비를 계산하여 시료의 동·식물성을 판단

Table 4. Analytical results of sterols of sample from Open-Air Hearths at Nambuk-dong, Yongyu-do

Sample	Composition*(%)							ratio**	
	copro	epico	chole	ergo	campe	stigma	sito	chole/ sito	
9ho	1	0.00	0.00	5.85	0.00	12.60	4.80	18.35	0.32
	2	0.00	0.00	2.51	0.00	0.00	4.95	14.62	0.17
	3	0.00	0.38	4.72	0.00	4.68	5.47	15.23	0.31
	4	0.00	0.00	6.21	0.00	12.29	6.90	19.67	0.32
	5	0.00	0.00	8.29	0.00	12.81	6.89	26.55	0.31
	6	0.00	0.00	7.97	0.00	9.99	8.48	22.96	0.35
	7	0.00	0.60	5.51	0.00	9.76	5.09	17.62	0.31
10ho	8	0.00	0.63	7.11	0.00	11.53	5.18	29.23	0.24
	9	0.00	0.61	3.65	0.00	7.26	3.12	25.59	0.14
12ho	10	0.00	0.30	0.82	0.00	0.00	2.98	2.39	0.34
	11	0.00	0.00	3.87	0.00	9.91	0.00	0.00	$\infty$
	12	0.14	0.57	2.92	0.00	0.00	8.52	13.49	0.22
	13	0.13	0.81	2.80	0.00	0.00	8.29	13.36	0.21
	14	0.00	0.00	2.04	0.00	13.91	0.00	0.00	$\infty$
32ho	15	0.00	0.00	2.28	0.00	9.66	9.76	17.89	0.13
	16	0.00	0.00	40.52	0.00	4.80	5.35	6.07	6.68
	17	0.00	0.00	2.03	0.00	10.17	7.90	17.57	0.12
	18	0.00	0.00	0.91	0.00	10.23	8.24	16.08	0.06
	19	0.00	0.00	8.92	0.00	7.85	8.07	13.56	0.66
	20	0.00	0.00	4.54	0.00	4.92	4.67	10.14	0.45
42ho	21	1.10	0.64	3.45	0.00	5.69	8.18	22.45	0.15
	22	0.88	0.86	1.42	0.00	6.04	8.68	25.13	0.06
	23	0.25	0.57	2.61	0.20	5.29	7.55	28.53	0.09
43ho	24	0.55	0.00	2.19	0.00	5.15	4.07	53.27	0.04
	25	0.52	0.36	1.36	0.45	4.07	5.72	47.04	0.03
shell midden	26	0.00	0.70	8.96	0.00	9.78	7.31	23.97	0.37
	27	0.00	0.80	8.51	0.00	10.17	10.40	33.90	0.25
	28	0.31	0.25	2.12	0.00	5.70	7.57	38.03	0.06

\* copro, coprostan; epico, epicoprostanol; chole, cholesterol; ergo, ergosterol; campe, campesterol; stigma, stigmasterol; sito,  $\beta$ -sitosterol.

\*\* chole/sito : ratio of cholesterol(%)/ $\beta$ -sitosterol(%).

하게 된다. 이를 위하여 가스크로마토그래피법으로 스테롤류의 함량을 구하여 Table 4에 수록하였다. 스테롤은 동물성의 콜레스테롤, 식물성의 지표인 시토스테롤, 캄페스테롤, 스티그마스테롤, 토양 및 미생물에 특징인 에르고스테롤, 동물의 배설물에 나타나는 코프로스타놀 및 에피코스타놀 등 총 7종을 검출하였다. 이 중 동식물의 지표값인 콜레스테롤 대 시토스테롤의 비(chole/sito)가 토양의 경우 0.6이상이면 동물성 유기물이 잔존할 가능성이 있다고 알려져 있다<sup>1</sup>. 하지만 유구가 야외에 노출되어 있어 시료 중에 함유된 스테롤류가 변성되었을 가능성도 있으므로, 동·식물성의 판별 기준을 조정할 필요가 있다. 따라서 용유도 을왕동 I 유적의 폐각에서 채취한 대조군(no. 26~28)의 chole/sito비와 비교하였다.

유기물질의 기원이 정확한 폐각관련 시료(no. 26~27)의 콜레스테롤의 함유량은 8.51~8.96%, 시토스테롤의 함유량은 23.97~33.90%로 대조토양의 콜레스테롤 함유량 2.12%에 비해 높게 나타났다. 또한 chole/sito 비 역시 0.25~0.36으로 대조토양의 값 0.06에 비해 높은 값을 지니므로 폐각관련 시료에 동물성 유기물질이 잔존하고 있음을 확인 할 수 있었다. 따라서 이를 기준으로 남북동유적 시료의 chole/sito값이 0.25이상이면 동물성 물질이 잔류하는 것으로 판단하였다. 용덩이형 유구 9호 시료의 경우 no. 2을 제외한 no. 1~7은 chole/sito 비가 0.25이상으로 동물성 물질이 잔존할 가능성이 크다. 10호 시료(no. 8~9)는 chole/sito 비가 0.25 이하로 동물성물질의 잔류 가능성을 확인할 수 없었지만 12호는 시료 no. 10을 비롯한 no 12, 14에서 0.25이상의 값을 가지므로 동물성 물질이 잔류할 가능성이 있다. 32호(no. 15~no. 20)의 경우도 chole/sito 비가 높은 값을 가지는데 특히 상층석재인 no. 16은 chole/sito값이 6.68로 0.25보다 월등히 높게 나타나 폐각시료와 다른 동물성 물질이 잔류하고 있을 것으로 판단되었다.

한편 표면표출형인 42호(no. 21~22)와 43호(no. 23~25) 시료의 chole/sito 값은 0.03~0.15로 을왕동 I 유적의 대조군보다 낮고 식물성스테롤의 함량이 높으므로 이들 유구에는 동물성 물질이 존재할 가능성이 거의 없으며 식물 부식토이거나 식물성 물질이 남아있을 가능성이 높은 유구로 추정되었다.

## 3.2. 지방산 분석

### 3.2.1. 지방산 조성

동·식물 중에 함유된 지방산은 그 종류가 매우 다양하며 시료의 종류에 따라 조성이 다르다<sup>11~13</sup>. 스테롤 분석에 의해 동, 식물로 분류된 시료는 지방산 조성의 차이를 기준으로 고고자료에 함유된 잔존물의 근원을 밝혀낼 수 있다. 따라서 지방산류의 조성과 함량을 조사한 후 방사형차트방법을 이용한 분포도와 종특이성비를 구하여 각 시료간의 유사성과 유구의 성격을 규명하고자 하였다. 먼저 GC/MS 및 GC/FID 법으로 각 시료를 구성하는 지방산의 종류 및 함유량을 분석하여 몰(mol)%를 구하였으며 분석 결과를 Table 5에 나타내었다. 또한 시료에 대한 지방산 분포상태를 조사하기 위해 방사형차트를 Figure 2~8에 나타내었다.

먼저 표에서 보는 바와 같이 출처가 정확한 대조군인 폐각시료는 지방산 C16:1, C16:0, C18:1등이 주성분을 이루며 Figure 2에서 보듯이 대조토양(no. 28)과는 다른 분포패턴을 보이므로 이는 폐각의 고유 분포패턴임을 의미한다. 따라서 이를 기준으로 방사형차트를 이용하여 남북동유적 야외노지와 폐각과의 유사성을 살펴보았다.

용덩이형 유구인 9호의 중층토양 B(no. 4), 중층석재 B(no. 6) 및 하층토양(no. 7)의 지방산 조성은 C16:1, C16:0과 C18:1순으로 많으며 함량이 20% 이상이다. 또한 스테롤 분석에서 chole/sito비가 낮아 동물성 물질이 잔류할 가능성이 낮았던 상층토양 B(no. 2)를 포함한 상층토양 A(no. 1), 중층토양 A(no. 3), 중층석재 B(no. 5)의 지방산 함유량 역시 C16:0, C16:1, 및 C18:1이 상대적으로 높은 값으로 나타난다. 이 같은 결과는 Figure 3에서 보는 바와 같이 약간의 조성 차이를 보이고 있으나 지방산 분포도는 폐각의 분포도인 Figure 2와 유사하다. 따라서 9호는 폐류와 관련된 유구일 가능성이 크다.

10호의 시료는 지방산 C16:0, C16:1 및 C18:1이 거의 20%이상 나타나며, 특히 중층토양(no. 9)은 폐각의 지방산조성 분포도와 유사하다(Figure 4참고). 또한 12호의 상층석재(no. 11) 및 중층토양 A, B(no. 12, 13)는 C16:1, C16:0, C18:1이 주성분을 이루며, C16:0, C16:1의 함량이 20% 이상 높게 나타나고 전반적인 경

Table 5. Fatty acid composition and ratio of sample from Open-Air Hearths at Nambuk-dong, Yongyu-do

Sample	Composition(mol %)															Ratio		
	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C20:4	C21:0	C22:0	C22:1	C23:0	C24:0	C24:1	C16:0 C18:0	C16:1 C18:1	
9 ho	1	22.83	20.30	7.42	22.92	8.03	0.00	3.46	1.53	1.84	0.81	4.54	0.00	0.00	5.99	0.33	3.08	0.89
	2	17.60	18.38	7.12	29.23	4.58	0.00	3.43	1.96	1.25	0.00	5.68	0.00	0.00	10.77	0.00	2.47	0.63
	3	21.32	21.52	6.93	31.06	3.78	0.00	2.18	2.78	1.60	0.00	3.72	0.00	0.00	5.12	0.00	3.08	0.69
	4	24.83	28.10	6.15	24.89	3.66	0.00	2.13	1.86	1.77	0.00	2.91	0.00	0.00	3.69	0.00	4.04	1.13
	5	20.44	14.79	8.96	45.06	0.00	0.00	1.67	2.49	1.70	0.00	2.24	0.00	0.00	2.65	0.00	2.28	0.33
	6	24.08	25.50	7.29	27.46	3.84	0.00	1.93	2.02	2.14	0.00	2.61	0.00	0.00	3.13	0.00	3.30	0.93
	7	23.97	26.93	7.52	26.02	3.98	0.00	1.96	2.25	1.67	0.00	2.81	0.00	0.00	2.90	0.00	3.19	1.04
10 ho	8	17.37	17.68	6.39	29.44	10.27	8.30	1.53	0.00	2.78	0.59	2.78	0.00	0.00	2.75	0.12	2.72	0.60
	9	24.33	24.54	6.38	20.10	4.54	0.00	2.16	1.21	2.96	0.68	5.92	0.00	0.00	7.18	0.00	3.81	1.22
12 ho	10	17.75	18.87	4.28	26.79	5.69	1.95	6.61	0.00	2.56	1.08	4.61	0.00	2.23	7.21	0.37	4.15	0.70
	11	23.63	35.08	3.27	20.07	3.53	1.80	1.41	0.00	6.39	0.23	1.57	0.00	0.42	1.70	0.91	7.23	1.75
	12	22.34	21.19	4.89	18.82	5.71	2.95	5.87	0.00	4.53	0.75	4.27	0.00	1.93	6.33	0.43	4.57	1.13
	13	21.78	25.25	4.69	16.99	6.94	3.09	5.47	0.00	3.85	0.74	3.60	0.00	1.63	5.40	0.57	4.65	1.49
	14	23.37	15.16	6.80	20.74	7.02	5.80	4.8	0.00	6.23	0.65	3.03	0.00	0.97	4.86	0.54	3.43	0.73
	32 ho	15	22.71	12.69	8.63	26.10	5.15	2.83	2.74	0.00	6.97	0.47	5.59	0.00	1.04	4.56	0.53	2.63
16		32.75	8.91	6.53	22.93	2.06	9.26	0.53	0.00	13.93	0.00	1.23	0.00	0.12	0.76	1.00	5.02	0.39
17		21.70	15.73	7.39	28.81	3.61	3.64	2.67	0.00	5.26	1.13	4.50	0.00	1.17	3.90	0.50	2.94	0.55
18		20.07	14.95	7.03	31.10	4.52	2.32	2.42	0.00	6.17	0.89	4.87	0.00	1.53	3.69	0.44	2.85	0.48
19		26.45	8.80	7.53	25.06	3.10	6.87	1.51	0.00	14.46	0.12	2.92	0.00	0.38	1.91	0.89	3.51	0.35
20		22.89	11.77	9.54	29.58	5.23	3.87	2.57	0.00	5.11	0.50	4.27	0.00	0.81	3.47	0.40	2.40	0.40
42 ho	21	14.70	13.54	2.33	42.23	15.34	1.95	2.18	0.00	1.45	0.59	2.30	0.00	0.65	2.40	0.32	6.30	0.32
	22	11.97	10.16	1.75	45.63	17.06	0.93	3.44	0.00	0.57	0.69	3.44	0.00	0.87	3.32	0.18	6.84	0.22
	23	17.79	16.53	3.43	32.55	12.06	1.83	3.62	0.00	0.95	0.88	3.90	0.00	1.45	4.76	0.25	5.19	0.51
43 ho	24	21.13	6.42	6.42	24.25	9.71	6.85	1.37	0.00	0.00	0.40	2.83	2.25	4.46	13.92	0.00	3.29	0.26
	25	23.17	10.28	3.84	28.50	17.57	0.00	3.08	4.47	0.92	0.64	3.90	0.00	0.00	3.35	0.28	6.03	0.36
shell midden	26	24.55	34.99	4.11	21.97	5.37	0.00	1.83	0.95	1.61	0.00	2.63	0.00	0.00	1.99	0.00	5.97	1.59
	27	24.94	31.34	4.08	22.98	5.61	0.00	2.48	0.99	0.90	0.00	3.58	0.00	0.00	3.11	0.00	6.11	1.36
	28	18.67	9.58	6.04	15.54	6.79	1.62	17.84	0.00	0.00	0.00	13.46	0.00	0.00	10.45	0.00	3.09	0.62

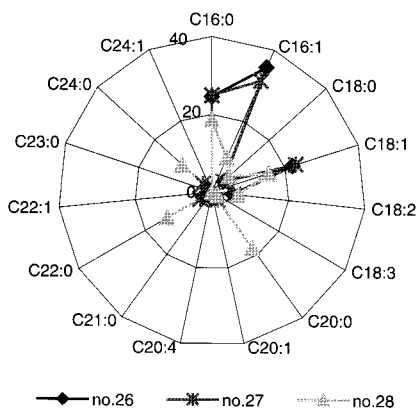


Figure 2. Distribution patterns of fatty acid from shell midden Eulwang-dong I site.

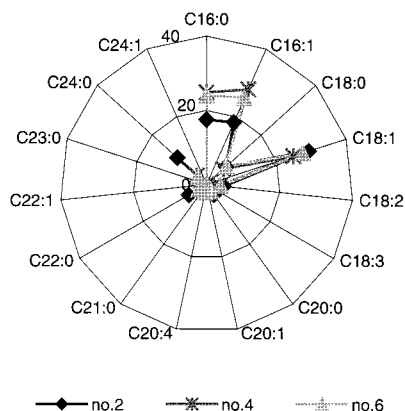


Figure 3. Distribution patterns of fatty acid of sample from Open-Air Hearths 9ho.

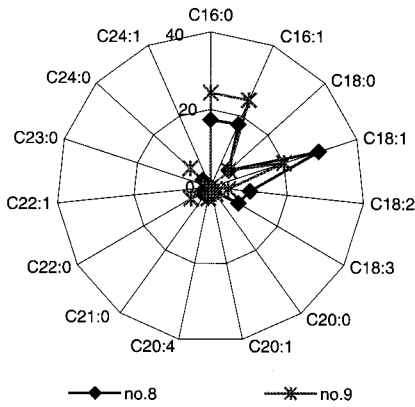


Figure 4. Distribution patterns of fatty acid of sample from Open-Air Hearths 10ho.

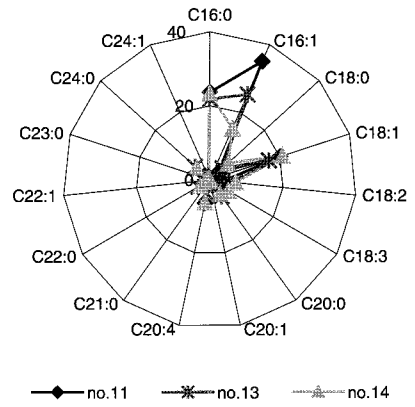


Figure 5. Distribution patterns of fatty acid of sample from Open-Air Hearths 12ho.

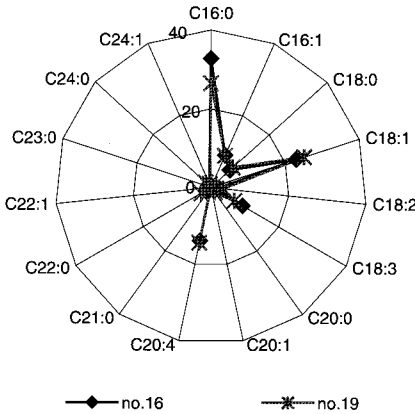


Figure 6. Distribution patterns of fatty acid of sample from Open-Air Hearths 32ho.

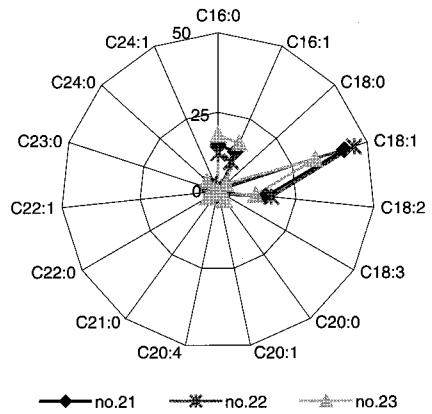


Figure 7. Distribution patterns of fatty acid of sample from Open-Air Hearths 42ho.

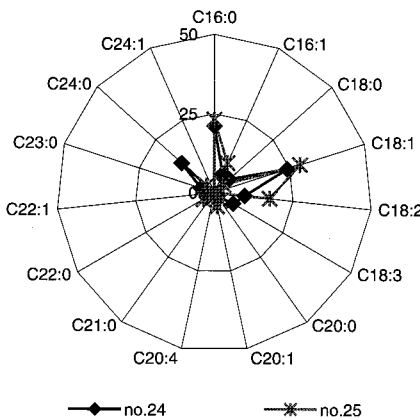


Figure 8. Distribution patterns of fatty acid of sample from Open-Air Hearths 43ho.

향이 패각과 유사함을 확인할 수 있다(Figure 5참고). 이는 동물성 유체의 잔존가능성을 보여준 스테롤 분석결과와도 일치한다. 특히 12호 상층석재의 지방산조성 분포도(Figure 5)는 패각의 패턴과 거의 일치하고 있다. 따라서 9, 10 및 12호 유구는 주로 패류와 관련된 유기물질이 잔류하고 있을 것으로 판단된다.

다음으로 32호는 스테롤 분석결과 동물성 유기물의 흔적이 확인되었던 유구로 특히 상층석재(no. 16) 및 중층석재(no. 19)의 지방산 조성은 Table 5에서 확인할 수 있듯이 C16:0이 26~33%, C18:1이 20~25%, C16:1과 C18:0은 약 5~10%로 나타나며, 특히 해양



성 동물이나 장기에 많이 함유되어 있는 C20:4는 10% 이상으로 비교적 높은 특징을 보이고 있다. 이 결과는 지방산 분포도 Figure 6에서 보듯이 폐각의 지방산분포패턴(Figure. 2)과는 다르게 나타난다. 이는 32호가 폐류와는 다른 동물성 유기물을 함유하고 있을 가능성을 의미한다. 또한 석재시료에서 뚜렷한 차이를 보여줌으로서 석재를 이용한 행위가 있었을 것으로 추정된다.

한편 동물성 물질의 잔류 가능성이 적었던 표면 표출형인 42호 시료(no. 21-23)는 C18:1, C16:0, C16:1 및 C18:2등이 주성분을 이룬다. 특히 C18:2는 식물유체 또는 식물부식토에서 높게 나타나는 성분이다. 또한 43호(no.24-25) 시료의 지방산 조성 역시 이와 유사하

며 Figure 7과 8에서 보는 바와 같이 폐각의 분포 패턴에서 벗어나 있다. 따라서 42, 43호는 식물성 물질과 관련된 유구임을 추정할 수 있었을 뿐 종을 확인하기는 어려웠다.

3.2.2. 지방산조성비를 이용한 종특이성 분류<sup>12-13</sup>

앞서 방상형 차트를 이용하여 각 시료의 지방산 조성에 따른 분포도를 그린 후 서로 비교하여 시료 간 유사성을 조사하였다. 보다 정확하게 생물종을 동정하기 위해 지금까지 잔존지방분석이 수행된 고고 및 현생자료의 분석결과를 데이터베이스화하여 조성비에 따른 특성을 구하고 이를 용유도 유적의 시료에 적용하였다.

Table 6. Fatty acid composition and ratio of database references

sample	composition*(mol %)									Ratio		
	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	LCS	LCU	LCO	C16:0 C18:0	C16:1 C18:1	
Bogam-ri	B-1	28.77	3.52	35.72	8.26	0.7	13.2	1.2	0.84	1.26	0.81	0.43
	B-2	31.34	6.03	13.59	23.81	0.67	14.84	0.92	1.42	6	2.31	0.25
	B-3	30.71	8.55	0.99	13.43	5.82	15.15	1.89	6.49	5.06	31.02	0.64
	B-4	14.61	6.62	5.4	11.96	1.73	13.74	1.97	12.28	6.74	2.71	0.55
	B-5	9.34	1.15	3.5	2.76	1.24	10.3	0.4	24.57	5.02	2.67	0.42
Neungsan-ri	N-1	38.31	4.88	20.4	27.21	1.71	1.07	3.61	0.83	-	1.88	0.18
	N-2	40.46	4.32	23.78	20.32	0.85	0.6	5.68	1.05	-	1.70	0.21
	N-3	41.93	4.33	23.61	19.41	0.53	0.49	5.64	0.65	-	1.78	0.22
	N-4	35.51	7.21	23.8	20.62	3.8	2.66	3.63	0.38	-	1.49	0.35
	N-5	34.3	1.01	26.64	21.61	3.83	4.79	5.07	0.32	-	1.29	0.05
	N-6	35.71	2.9	25.56	24.36	1.06	0.82	5.4	0.92	-	1.40	0.12
	N-7	39.72	0.35	25.13	18.73	3.11	1.79	5.31	0.35	-	1.58	0.02
Acorn	A-1	20.32	0.71	1.73	24.27	44.23	6.43	1.17	0.4	-	11.75	0.03
	A-2	35.82	0.5	2.41	15.98	30.41	7.44	4.31	-	0.33	14.86	0.03
	A-3	27.06	-	3.43	21.1	38.53	6.16	1.18	-	0.55	7.89	0.00
	A-4	27.52	-	11.41	11.1	5.3	3.08	35.61	-	-	2.41	0.00
Cow	C-1	27.95	5.94	12.71	33.62	16.78	-	-	3.01	-	2.20	0.18
	C-2	24.5	9.03	6.79	54.02	4.22	-	-	1.44	-	3.61	0.17
Pig	P-1	24.71	2.94	12.33	47.21	11.95	-	0.87	-	-	2.00	0.06
	P-2	25.69	-	10.21	52.78	11.32	-	-	-	-	2.52	0.00
Dog	D-1	28.75	7.84	9.21	33.58	18.23	1.18	-	1.21	-	3.12	0.23
	D-2	40.84	3.77	16.57	16.84	9.54	-	-	12.42	-	2.46	0.22
Marine animal oil	codfish	15.34	13.12	2.63	26.89	3.39	-	0.17	35.75	2.66	5.83	0.49
	shark	21.63	8.27	4.89	26.17	3.06	12.33	2.44	18.6	1.96	4.42	0.32
	sardine	18.31	6.96	8.35	25.67	8.21	-	10.98	20.7	0.81	2.19	0.27
	whale	13.8	20.11	2.03	35.03	0.98	17.16	-	10.46	0.42	6.80	0.57

\* LCS: long chain saturated fatty acid.  
 LCU: long chain unsaturated fatty acid.  
 LCO: long chain odd saturated fatty acid.

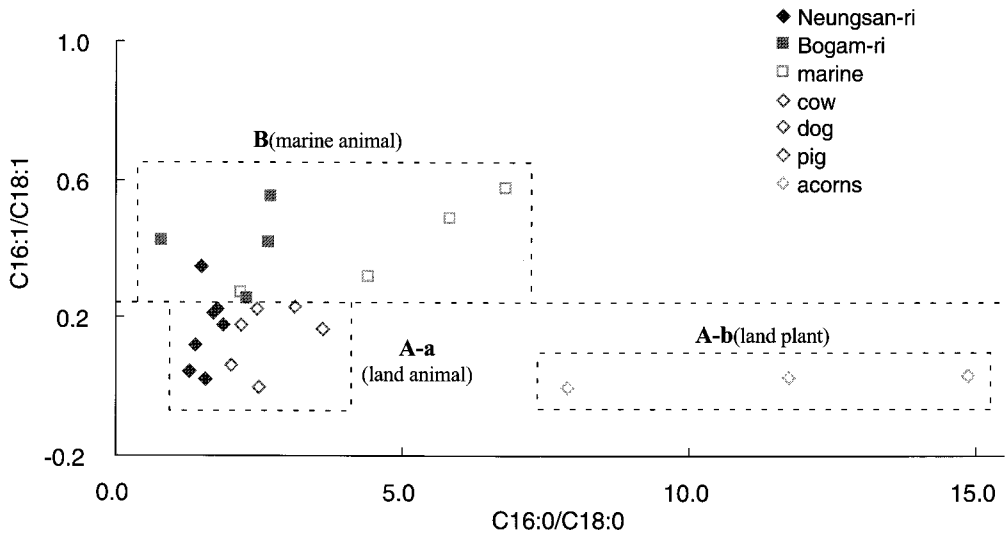


Figure 9. Plot of fatty acid ratio for database references.

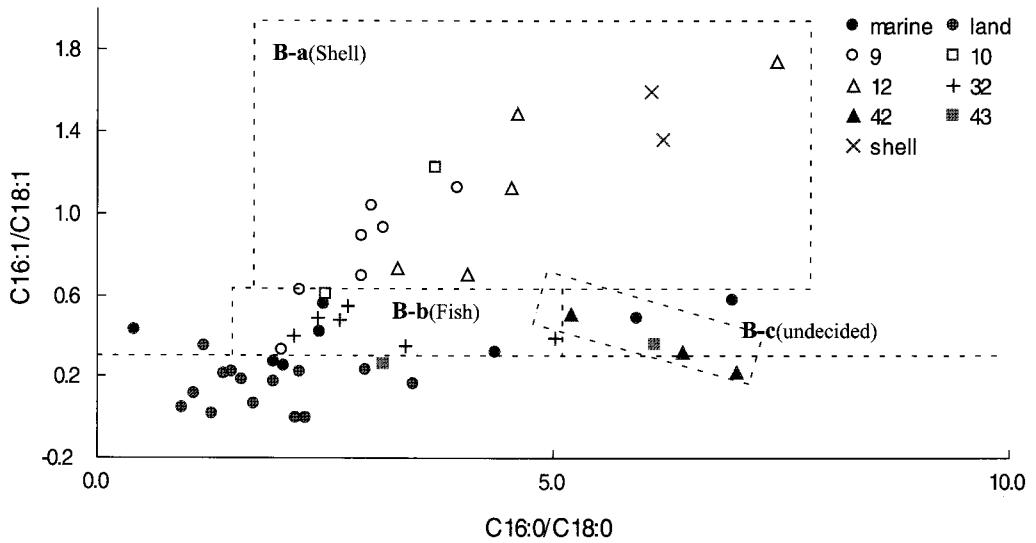


Figure 10. Plot of fatty acid ratio for Nambuk-dong sample.

먼저 데이터베이스를 위해 수집한 자료<sup>2-3,7,14</sup>의 지방산 조성은 Table 6에 나타내었으며 조성비 C16:0/C18:0과 C16:1/C18:1을 두 축으로 한 분포도에 도시하여 Figure 9에 나타내었다. 이 그림에서 보듯이 고고

및 현생시료는 크게 C16:1/C18:1 비 0.25를 기준으로 육상생물의 A그룹과 해양생물인 B그룹으로 구분되어진다. 따라서 C16:1/C18:1비 0.25를 해상과 육상생물의 경계선으로 삼고 점선으로 표시하였다. A그룹은 다시

C16:0/C18:0의 값에 따라 육상동물인 A-a그룹과 육상 식물인 A-b그룹으로 나누어짐을 볼 수 있다. 이와 같은 분석결과는 일부 생물종에 한정된 것으로 향후 많은 생물종의 지방분석이 선행되어 보정되어야 하지만 지방산 조성비에 따라 생물종의 특이성을 찾을 수 있다는 가능성에 의의를 두고 남북동유적 시료에 시도하였다.

지방산 조성으로 구한 특정 지방산 조성비를 Table 5에 함께 나타내었다. 지방산 조성비 C16:0/C18:0과 C16:1/C18:1을 두 축으로 선행되어진 분포도(Figure 9)에 남북동유적 토양 및 석재 시료의 지방산 조성비를 도식화하여 Figure 10에 나타내었다. 이 그림에서 보는 바와 같이 남북동유적 시료는 C16:1/C18:1의 값 0.25 이상의 위치에 위치하며 해양생물 영역에 속한다. 또한 이들은 다시 B-a, B-b, B-c 그룹으로 분류되어진다. 지방산 분포패턴에 따라 패류로 추정되었던 웅덩이형 유구 9, 10, 12호는 그룹 B-a에 속하며 대조군 시료인 폐과과 함께 넓게 퍼져 분포하므로 패류의 지방이 잔류하고 있을 가능성이 높다. 주로 야외노지 32호 시료는 그룹 B-b에 속하는데 이 영역은 해양 동물 중에서도 어류가 분포하던 영역이다. 따라서 32호 유구는 어류의 지방이 잔류하고 있을 것으로 추정된다. B-c는 42호 시료 중 1점을 제외한 42, 43호 시료로 구성된 영역으로 해양생물에 속하나 표준 생물종의 미구축으로 종의 구별은 어려웠다. 이는 앞으로 현생시료의 잔존지방분석을 통한 자료축적으로 해결해야할 과제이다.

#### 4. 결론

용유도 남북동유적은 신석기시대의 야외노지로 유구에서 출토된 토양 및 석재에 잔류하는 지방을 분석하여 유구의 성격을 규명하고 고대의 문화 및 생활풍습 연구 등에 과학적인 정보를 제공하고자 하였다.

1. 웅덩이형 유구(9, 10, 12, 32호)의 토양 및 석재시료에 대한 스테롤 분석결과 9, 12, 32호에서는 동물성 지방이 잔류할 가능성을 확인하였으며, 지방산 조성분포 및 조성비의 연구결과 9, 10, 12호는 패류와 관련된 유구로, 32호는 어류와 관련된 유구로 추정되었다.

2. 표면 표출형 유구(42, 43호)의 스테롤 분석결과 동물 유체의 잔존가능성을 확인할 수 없었다. 또한 생물종 확인을 위한 지방산 조성 분포 및 조성비에 의한 분류결과 42호와 43호는 해양성 식물과 관련된 유구일 가능성이 있으나 정확한 종의 구별은 어려웠다.

3. 야외노지의 토양과 석재에는 동물성 및 식물성 지방이 잔존하며, 지방의 기원은 어패류 및 해양성 식물로 추정됨으로써 야외노지는 다양한 해양자원을 이용하기 위한 시설물로 추정되었다.

#### 참고문헌

1. 유혜선, "고고 자료의 잔존지방분석 연구", 경희대학 교대학원 박사학위논문, (2003).
2. 유혜선, 안병찬, 中野益男, "나주 복암리 3호분 출토 유기물에 대한 잔존지방 분석", 나주복암리3호분(분석), p116-129, (2001).
3. 이상수, 안병찬, 유혜선, "부여 능산리 출토 등잔 기름분석", 고고학지 9, p159-180, (1998).
4. H. R. Mottram, S. N. Dudd, G. J. Lawrence, A. W. Stott, R. P. Evershed, "New chromatographic, mass spectrometric and stable isotope approaches to the classification of degraded animal fats preserved in archaeological pottery", Journal of Chromatography A, 833, p209-221, (1999).
5. 유혜선, "나전칠기함 모서리 보강재료의 잔존지방산 분석", 박물관보존과학, 1, p53-59, (1999).
6. I.D.Bull, M.M. Elhmmali, D.J. Robets and R.P. Evershed, The application of steroidal biomarkers to track the abandonment of a roman wastewater course at the agora(athens, greece), Archaeometry 45, p149-161, (2003).
7. 유혜선, 안승모, "진안 갈머리유적 집석유구에 대한 잔존지방산 분석", 한국신석기연구, 3, p41-52, (2001).
8. E. D. Morgan, L. Titus, R. J. Small and C. Edwards, "Gas chromatographic analysis of fatty material from a thule midden", Archaeometry

- 26(1), p43-48, (1984).
9. 이선복, 임상택, 양시은, 홍은경, 용유도 남북동·을왕동 I 유적, 서울대학교박물관, (2006).
  10. 坂井良輔, 藤田邦雄, 小林正史, “中正世から近世への灯明油の變化, 日本文化財學會發表資料 (1995).
  11. 中野益男, 福島道廣, 中野寛子, 幅口 剛, 根岸 孝, “ママチ遺跡の遺跡群千に残存する脂肪の分析”, 歳市 ママチ遺跡Ⅲ (本文編), p359-376, (1987).
  12. M. E. Malainey, R. Przybylski, B. L. Sherriff, “The effect of thermal and oxidative degradation on the fatty acid composition of food plants animals of western canada: implications for the identification of archaeological vessel residues”, *Journal of Archaeological Science* 26, p95-103, (1999).
  13. M. E. Malainey, “The fatty acid composition of Native food plants and animals of Western Canada”, *Journal of Archaeological Science* 26, p83-94, (1999).
  14. 유혜선, 윤은영, “고고 자료의 잔존지방분석을 위한 현생시료의 데이터베이스 구축(I)”. *박물관보존과학* 3, p63-69, (2003).
-