

중성자 방사화분석에 의한 5세기 옹관의 산지 연구

정광용

한국전통문화학교 보존과학과

A Study on Provenance of the 5th Century Jar Coffin using Neutron Activation Analysis

Kwang-Yong Chung

Department of Conservation Science, The National University of Cultural Heritage, Buyeogun, 323-812, Korea

kychung@nuch.ac.kr, +82-41-830-7362

초록 국내 최초로 5세기 대 옹관을 생산하는 가마가 나주시 오량동유적에서 발견되었다. 이 가마는 영산강 중류에 입지하고 있으며 고대사회 장묘연구에 있어서 생산과 유통구조 그리고 소비체계를 연구할 수 있는 귀중한 자료이다. 따라서 이 가마에서 생산되는 옹관이 어디로 소비되었는지를 밝히기 위하여 인근 영산강유역을 중심으로 하는 대표적인 옹관 고분유적 5기와 4세기 대 만동유적에서 발굴된 옹관유물을 대상으로 하였다. 중성자 방사화분석법을 이용하여 각 유물들의 미량성분을 분석하고 그 결과를 판별분석을 이용한 통계분석으로 산지의 동일성을 추정하였다. 나주 오량동 가마에서 생산된 옹관은 교역과 유통을 통하여 나주 반남고분, 영암 옥야리고분, 그리고 함평 반암고분에서 사용되었을 가능성이 크다. 또한 고창 만동유적과 무안 인평고분의 옹관은 나주 오량동 가마에서 생산된 것이 아니라 다른 산지의 옹관 가마로부터 교역과 유통을 통해 유입되었다고 사료된다.

중심어: 옹관, 가마, 장묘, 미량원소, 산지

ABSTRACT The 5th century kiln that produced pottery coffins was found for the first time in Korea, located in the Oryang-dong remains in the city of Naju. This kiln, located in the central area of the Yeongsan River, provides important data for research on mortuary practices in prehistoric society, including the structure of production and patterns of distribution and consumption. For this study, the remains of five ancient tombs and pottery coffins excavated from the 4th century Mandong archaeological site were chosen to determine the area of consumption of pottery coffins produced at the Oryang-dong kiln. The samples from each area of remains were analyzed for minor elements using neutron activation analysis method, and from these results, the identities of the corresponding production areas were investigated using the multi-variant statistical analysis of discriminant analysis. The evidence strongly suggests that pottery coffins produced at the Oryang-dong kiln in Naju were used in ancient tombs of the Bannam mound in Naju, the Okyari mound in Yeongam, and the Banam mound in Hampyeong, reaching those sites through trade and distribution. The findings also suggest that pottery coffins from the Mandong archeological site in Gochang and the Inpyeong mound in Muan were not produced at the Oryang-dong kiln in Naju, but rather were brought from pottery kilns in different production areas, through trade and distribution.

Key Words: Jar coffin, Pottery kilns, Mortuary practices, Trace elements, Production areas

1. 서 론

전국 유적에서 발굴되는 고고학적 자료(토기·옹관·자기·기와)는 다양한 퇴적환경에서도 비교적 잘 보존되어 당시의 문화적 배경과 특징을 대표하는 유물이라 할 수 있다. 그동안 토기연구는 기형, 문양에 관한 형식학적인 연구가 대부분을 차지하고 있었으나 최근에는 자연과학적 분석에 의한 산지연구¹⁻⁶와 제작기술⁷, 절대연대측정⁸ 등이 시도되고 있다.

5세기에서 6세기 초 옹관을 생산하는 가마유적이 나주시 오량동유적에서 2000년도에 국내 최초로 발견되었다. 이 유적은 영산강 중류에 위치하고 있어서 고대사회 장제문화 연구에 매우 귀중한 자료이다. 이러한 유물의 특이성으로 인하여 당시 제작 집단과 산지, 그리고 교역에 대한 고고학적 추정이 활발하게 논의되고 있으며 이러한 논의의 자연과학적 연구방법으로는 미량성분분석에 의한 산지추정이 현재 가장 타당하다.

본 연구는 옹관의 제작소인 오량동유적 옹관가마⁹와 소비지역인 영산강유역을 중심으로 형성된 5세기 대 대표적인 나주시 대안리고분¹⁰, 나주시 신촌리 9호분¹¹, 영암군 옥야리고분¹², 무안군 인평고분¹³, 함평읍 반암고분군¹⁴에서 출토된 옹관시료의 원료 산지 추정을 주 연구대상으로 하였다. 이의 분석을 위해 미량성분원소 분석법인 중성자 방사화분석법(neutron activation analysis: NAA)¹⁵을 사용하였다. 그리고 이들 유물과 비교·검증의 목적으로 4세기대 전라북도 고창군 만동유적¹⁶에서 출토된 옹관유물의 분석 결과를 활용하였다.

중성자 방사화분석법으로 결정된 미량성분 원소들에 대한 수학적 통계처리를 위해 윈도우용 SPSS(statistical package for the social science)를 이용하였다.

2. 분석유물의 고고학적 성격

2.1. 만동유적¹⁶

전라북도 고창군 아산면 봉덕리 만동마을에서 확인된 유구는 대부분 구릉 사면의 하단에 위치하는데 조사된 유구는 주구가 있는 13기의 분묘와 주구를 시설하지 않고 묘광을 만든 토광묘, 대웅을 합구시킨 옹관묘 등이다. 이 유적은 삼국시대 마한과 관련된 분묘로 매장주체부의 축조나 매장된 옹관묘의 양상, 출토유물의 다양성 등 마한과의 연동을 살필 수 있는 유적이다.

2.2. 대안리고분¹⁰

전남 나주시 반남면 대안리에 있는 삼국시대 고분군으로 반남면의 덕산리 그리고 신촌리의 고분들과 함께 일찍이 일제시대부터 주목되어진 고분군이다. 옹관 형태와 문양상 5세기 후반~말경으로 추정되며 옹관 사용집단의 계층분화가 두드러지는 시기로 옹관고분 최성기이면서 동시에 마지막 단계로 보고 있다.

2.3. 오량동 옹관가마유적⁹

오량동 가마유적은 전남 나주시 오량동 산 27-3번지 일대에 위치하고 해발 20m 내외의 낮은 구릉지역 3개소에 걸쳐 분포한다. 가마에 대한 조사결과 발굴된 5기의 가마가 사용된 기간은 대체로 5세기 후반~6세기 초였던 것으로 추정된다. 가마는 구릉의 경사면을 직교하여 터널처럼 파들어간, 완전히 지하에 구축한 밀폐형의 터널구조이며, 형태는 연소부와 소성부의 구분이 거의 없는 단일구조로 이루어진 통가마이다.

2.4. 신촌리 9호분¹¹

신촌리 9호분은 전라남도 나주시 신촌리 산41번지 일원에 저평한 구릉 정상부에 위치하며 옹관 11기와 금동관, 금동신발, 환두대도 등이 출토되었다. 분구는 방대형으로 지금까지 순수한 옹관고분에서 서로 높이가 다른 원통형 토기가 출토된 최초의 예이다. 옹관의 상하 중층 매납과 함께 분구 토층, 원통형 토기의 배치상태로 확인한 결과 분구는 한번 이상 수직 확장된 것을 알 수 있어 이 지역 옹관 고분의 축조 특징을 살피는데 귀중한 자료로 평가 된다.

2.5. 옥야리고분¹²

전남 영암군 시종면 옥야리에 저평한 구릉 정상부와 능선에 위치하며 총 28기의 고분이 밀집되어 분포하고 있다. 고분의 연대는 14호분과 6호분 3호 독널의 축조시기가 3세기 후반경으로, 6호분의 나머지 독널은 4세기 전반에서 후반경으로 추정된다. 이 고분군은 독널고분이 등장하는 시기의 특징을 잘 보여주는 대표적인 것이다.

2.6. 인평고분¹³

인평고분군에서는 청동기시대 수혈주거지를 비롯하여

삼국시대 토광묘, 옹관묘, 석곽묘, 석실묘 등 총 19기의 유구가 조사되었고 중심연대는 3세기 후반~5세기 후반경으로 보고되었다. 이 고분에서는 옹관고분의 출현, 전개, 소멸의 전 과정이 한 지역의 유적에서 파악되었다. 전형적인 대형 옹관들과 더불어 구산리 3호 옹관은 규모면에서 길이가 3m 넘는 초대형 옹관으로서 부장품에도 철제대도와 철모 등이 출토되어 이 지역에 자리 잡은 지배계층의 무덤으로 판단된다

2.7. 반암고분¹⁴

전라남도 함평군 학교면 월산리 반암마을에 위치한 반암고분군은 비교적 낮은 산지성 구릉에 분포하고 있으며, 주저지 27기, 분구묘 9기, 옹관묘 3기, 환호시설, 고려시대 토광묘 10기 등 다양한 유구가 조사되었다.

3. 실험방법

3.1. 분석대상 시료

5세기 영산강유역을 중심으로 형성된 전라남도 나주시



Figure 1. Sampling locations.

오량동유적 옹관가마에서 15종의 시료, 전라남도 나주시 반남면 대안리고분에서 6종의 시료, 전라남도 나주시 신촌리 9호분에서 5종의 시료, 전라남도 영암군 시종면 옥야리고분에서 6종의 시료, 전라남도 무안군 몽탄면 다산리 인평고분에서 3종의 시료, 전라남도 함평읍 학교면 월산리 반암고분에서 9종의 시료, 그리고 이들 유물과 비교·검증의 목적으로 4세기 대 만동유적에서 10종의 시료를 입수하여 총 54종의 시료를 분석하였다. 각 유적의 위치를 Figure 1에 나타내었다.

고대 토기, 옹관, 도자기 및 기와의 자연과학적 연구는 동일시대, 지역 그리고 많은 양의 시료를 분석대상으로 하여야 한다. 그러나 문화재 시료의 한계로 인하여 중성자 방사화분석을 목적으로 하였다.

3.2. 시료의 전처리 및 준비

시료의 표면을 탈이온수(deionized water)로 깨끗이 세척한 다음 건조기 내에서 100℃로 24시간 건조한 후 텅스텐 카바이드 드릴 등을 이용하여 오염된 외부면을 제거하였다. 시료의 대표성과 균질도를 높이기 위하여 막자사발을 사용하여 분쇄하고, 100mesh 이하의 분말을 취하였다. 약 100mg의 시료분말을 잘 세척된 폴리에틸렌 용기에 넣고 밀봉하였다. 단일비교체로서 함량을 알고 있는 Co 약 100mg을 같은 종류의 용기에 넣고 밀봉하였다.

3.3. 중성자조사 및 계측

준비된 시료분말을 한국원자력연구소의 연구용 원자로인 HANARO 내의 기송관(PTS #1)에서 표준시료(SRM)와 함께 1시간동안 조사시켰다. 시료의 중성자조사시의 열표준시속(thermal neutron flux density)은 $1.7 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 이었다. 중성자조사 된 각 핵종의 반감기를 고려하여 5~20일 동안 냉각시킨 후에 계측하였다.

각 시료에 대한 특성 감마선 계측은 EG&G ORTEC사의 GMX 25190 검출기(상대효율: 25%, 분해능 : ^{60}Co 핵

Table 1. Analytical condition used for the analysis of archaeological samples.

Irradiation facility	Neutron flux (n/cm ² · sec)	Sample weight (mg)	Irradiation time(hr)	Cooling time (days)	Counting time(s)	Elements detected
PTS	1.7×10^{13}	100	1	5~10	2000	Ca, K, Na, La, Sm
PTS	1.7×10^{13}	100	1	15~20	4000	Ba, Ce, Co, Cs, Cr, Eu, Fe, Hf, Rb, Sc, Lu, Yb

Table 2. Contents of elements of archaeological samples by neutron activation analysis.

No.	Sites	Elements(mg/kg)												
		Ba	Ce	Co	Cs	Cr	Eu	Hf	La	Rb	Sc	Sm	Lu	Yb
1	Man-dong remains	638	93	12.5	8.7	80	1.22	6.8	52.6	120	15.68	7.41	0.85	1.9
2		600	105	15.7	10.2	81	1.35	7.1	57.2	150	15.49	7.95	0.91	2.0
3		602	93	12.7	8.8	78	1.20	6.6	52.6	132	15.12	7.10	0.80	1.8
4		613	98	13.4	9.2	74	1.27	6.7	53.0	140	14.76	7.19	0.92	1.9
5		551	104	15.8	8.9	78	1.28	6.8	58.4	133	15.80	7.83	0.88	2.1
6		705	106	11.9	7.3	59	1.80	5.5	60.9	139	11.50	8.48	0.81	2.1
7		710	103	11.1	7.0	57	1.76	5.5	61.3	137	10.91	8.34	1.15	2.8
8		737	99	11.2	6.9	58	1.64	5.3	60.0	136	10.77	7.96	0.78	2.1
9		781	98	10.5	6.5	53	1.61	4.9	58.4	147	10.20	7.75	0.80	1.8
10		681	89	9.8	6.5	53	1.60	4.9	51.2	140	10.19	7.25	0.75	1.8
11	Daean-ri Tomb	803	64	8.8	2.1	91	1.06	8.9	38.6	87	9.30	5.22	0.67	1.8
12		968	104	8.7	5.9	57	1.92	5.7	68.1	213	8.64	8.88	0.61	1.6
13		736	60	8.1	8.6	77	1.14	5.6	33.4	178	13.14	4.74	0.66	1.4
14		951	67	8.4	9.6	74	1.26	5.7	36.0	205	13.72	5.24	0.63	1.5
15		956	109	10.1	6.9	57	2.06	5.9	72.9	235	10.33	9.58	0.70	1.8
16		840	94	7.1	5.7	43	1.78	5.5	64.7	192	7.98	8.22	0.52	1.4
17		796	65	7.3	9.7	69	1.03	5.0	32.7	211	11.46	5.04	0.58	1.4
18		739	96	15.8	11.4	96	1.56	5.4	51.9	186	14.66	7.47	0.80	2.2
19		671	75	6.3	9.7	85	1.08	5.1	34.2	156	14.08	5.24	0.70	1.7
20		628	88	14.8	10.0	102	1.62	5.7	50.8	171	13.67	6.91	0.75	2.0
21	Oryang-dong kiln	628	68	6.7	8.5	72	1.02	5.3	32.7	146	12.82	5.14	0.67	1.8
22		663	96	13.3	10.6	83	1.48	5.1	44.5	166	14.31	6.47	0.72	1.9
23		761	74	10.2	6.8	81	1.14	5.8	40.2	158	10.94	5.66	0.63	1.4
24		670	80	10.7	5.5	79	1.32	6.8	47.2	126	10.98	6.58	0.74	2.0
25		695	59	9.9	6.8	66	1.09	5.3	40.1	155	10.88	5.54	0.56	1.5
26		639	94	17.5	10.9	68	1.67	5.1	50.3	195	12.65	7.42	0.69	2.1
27		579	74	10.0	9.1	60	1.42	4.0	40.8	173	10.94	6.20	0.58	1.9
28		706	95	16.6	10.6	89	1.71	5.2	50.3	190	14.63	7.65	0.79	2.2
29		630	98	16.1	10.4	75	1.58	5.3	51.4	194	14.27	7.56	0.81	2.4
39		309	102	1.0	3.6	13	1.50	5.4	75.2	122	5.45	7.31	0.84	2.4
31	Sinchon-ri Tomb	584	102	17.6	11.9	95	1.75	5.0	54.8	188	16.07	8.30	0.96	2.7
32		606	98	10.0	12.1	67	1.63	5.0	52.4	159	12.45	7.60	0.70	2.3
33		647	85	13.0	9.5	57	1.61	5.6	50.9	202	11.38	7.25	0.75	1.6
34		658	94	18.1	9.8	59	1.69	5.0	50.6	191	12.31	7.20	0.66	1.7
35		750	87	10.7	11.3	68	1.60	5.5	51.5	201	13.25	7.23	0.72	1.8
36		611	105	36.7	10.6	78	1.45	5.6	47.3	171	14.42	6.68	0.71	1.9
37		618	88	18.3	9.5	74	1.55	5.1	47.4	165	14.00	6.99	0.79	2.1
38		710	99	17.5	9.6	60	1.70	5.3	56.0	187	12.41	7.78	0.82	1.9
39		964	114	19.3	13.2	74	2.23	6.3	48.7	275	15.39	6.69	0.95	2.4
40		577	80	12.8	9.3	57	1.57	4.3	43.6	168	12.15	6.45	0.72	1.9
41	Okya-ri Tomb	465	74	10.2	9.1	45	1.30	4.1	35.2	165	10.14	5.52	0.69	1.4
42		606	74	9.4	6.3	60	1.25	5.7	38.1	139	11.43	5.52	0.62	1.6
43		564	72	9.5	6.7	57	1.16	5.5	37.1	138	11.15	5.38	0.61	1.7
44		661	63	7.3	6.6	41	1.06	5.1	33.2	158	8.54	4.74	0.52	1.2
45		562	51	7.6	5.7	41	0.86	5.4	25.5	144	9.01	3.86	0.75	1.2
46		451	53	7.3	5.7	45	0.93	5.4	26.9	142	9.02	3.92	0.54	1.1
47		590	74	9.4	6.6	47	1.14	6.2	35.9	143	9.83	5.40	0.64	1.5
48		797	103	12.9	7.9	60	1.83	5.0	56.8	177	12.35	7.92	0.75	1.5
49		689	104	13.5	8.0	69	1.98	4.9	48.2	177	13.11	6.92	0.81	1.7
50		734	90	15.5	8.7	75	1.54	5.0	53.5	172	14.03	7.76	0.74	1.9
51	Banam Tomb	790	99	17.7	10.3	82	1.75	4.8	49.5	191	15.15	6.84	0.85	2.6
52		613	92	15.2	8.2	65	1.50	4.4	47.9	169	12.93	3.55	0.66	1.8
53		648	80	14.9	7.6	74	1.43	4.8	41.5	154	13.41	5.88	0.71	1.6
54		758	88	16.2	9.4	70	1.44	4.9	47.6	169	13.99	6.64	0.72	1.6

중의 1332 keV에서 반치폭이 1.9keV)를 사용하였으며 개인용 컴퓨터 및 EG&G ORTEC사의 919 MCB와 연결하여 사용하였다. 에너지 및 효율의 검정·교정을 통한 정성 및 정량분석을 위하여 860~1840 keV의 에너지를 갖는 NEN 사의 디스크형 다핵종 표준선원을 사용하였다.

특성감마선 계측 시 중성자 간섭으로 인하여 함께 나타나는 피크를 제외한 후 검출효율이 좋으며 피크 면적이 높게 나타나는 17개의 핵종만을 분석에 이용하였다. 중성자조사 및 방사능 계측조건 그리고 해당조건에서 분석되어진 원소들을 Table 1에 나타내었다.

3.4. 데이터의 처리

시료에 함유되어 있는 원소들의 정량분석은 핵 데이터¹⁷가 내장되어 있고 Table 1. 에 정해진 분석조건에 따라 계수율, 성분함량, 계측오차 및 검출한계 등의 자료가 자동으로 계산되는 Labview 5.0으로 작성한 POWER-NAA 통합전산프로그램¹⁸을 사용하였다.

방사능 계측의 검출한계 값은 10%의 계측불확도를 허용하는 조건인 Currie의 정의를 사용하여 계산하였다. 방사능 계측의 검출한계 값은 10%의 계측불확도를 허용하는 조건인 Currie의 정의¹⁹를 사용하여 계산하였다. 분석시료의 중성자 방사화분석으로 구한 각 원소의 성분함량을 Table 2에 요약하였다.

4. 판별분석 결과 및 고찰

고고학 발굴조사 현장에서 발굴된 유물들의 지역적 집단(group)과 통계분석을 통하여 구분된 통계적 집단들 사이

Table 3. Variables to divide each archeological excavation investigation meaningfully, as results from each distinction analysis.

Trace element	Wilks Lambda
Lu	0.717
Rb	0.646

의 관계를 조사하여 유물의 산지를 판별할 수 있다. 판별분석은 연속형 자료로 구성된 독립변수(independent variable: IV)의 선형조합을 이용하여 모든 케이스(case)들을 집단변수(group variable: GV)인 종속변수(dependent variable: DV)로 분류하고 예측할 목적으로 사용되는 통계기법이다.

판별분석의 유의성 검증은 산출된 판별함수가 통계적으로 얼마나 유의미한가를 검증하는 것으로 정준상관계수(canonical discriminant function coefficient), Wilks' lambda, 고유값(eigenvalue), χ^2 값을 이용한다.

일반적인 판별함수식은 다음과 같이 나타내지며,

$$Z_j = B_{0j} + \sum B_{ij} \cdot X_{ij}$$

Z는 판별점수, B_0 는 상수, B는 판별계수 그리고 X는 독립변수를 의미한다.

판별분석 할 자료들은 다음과 같은 기본 가정을 만족해야 한다²⁰. 첫째 특별한 경우를 제외하고 집단 간 동등한 표본 크기를 가정할 필요는 없으나 가장 작은 집단의 케이스 수는 최소한의 예측변수(predictor variable: PV)의 수를 초과해야 한다. 둘째 다변량(multivariate) 정상성을 따라야 한다. 셋째 분산-공분산(variance-covariance) 행렬의 동질성을 확보해야 한다. 넷째 예측변인의 모든 쌍이 선형적 관계

Table 4. Results from the distinction analysis of jar coffin using the minor elements measured by NAA.

No.	Discriminant Predictor Group						Total
	Man-dong remains	Daean-ri / Sinchon-re Tomb	Oryang-dong kiln	Okya-re Tomb	Inpyong Tomp	Banam Tomb	
Man-dong remains	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	100
Daean-ri / Sinchon-ri Tomb	0.0	63.6	9.1	9.1	9.1	9.1	100
Oryang-dong kiln	20.0	20.0	6.7	20.0	13.3	13.3	100
Okya-ri Tomb	0.0	0.0	33.3	33.3	16.7	16.7	100
Inpyong Tomp	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	33.3	100
Banam Tomb	0.0	11.1	22.2	33.3	11.1	11.1	100

Table 5. Leaner discriminator factor of fisher.

No.	Man-dong remains	Daean-ri / Sinchon-ri Tomb	Oryang-dong kiln	Okya-ri Tomb	Inpyong Tomp	Manam Tomb
Rb	0.103	0.184	0.158	0.173	0.137	0.155
Lu	77.580	52.392	59.608	62.862	51.810	59.064
invariable	-42.392	-36.302	-36.677	-41.675	-28.084	-35.712

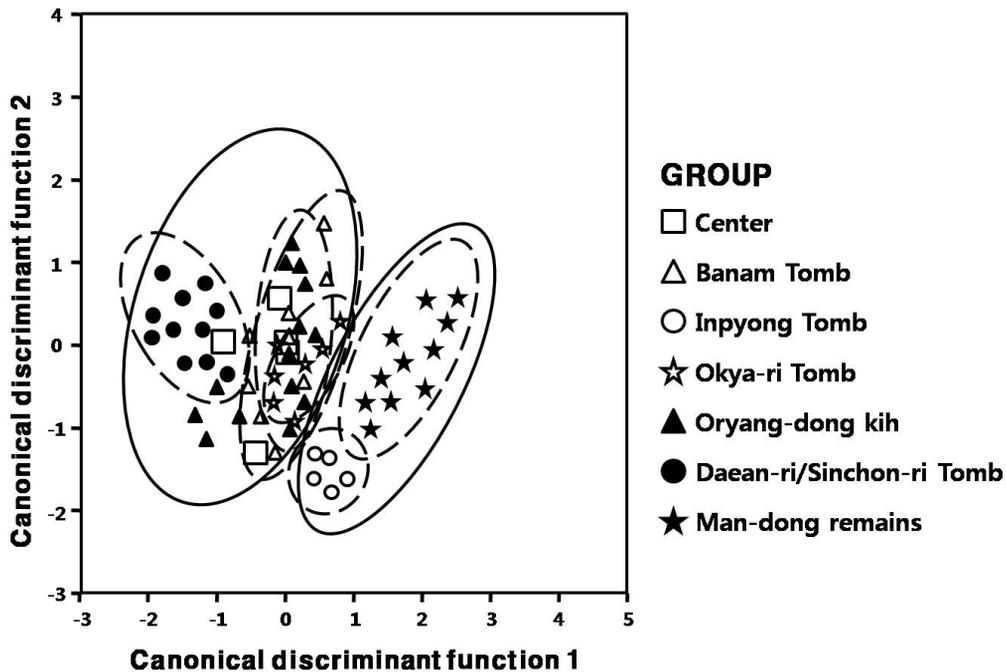


Figure 2. Trace element analysis of jar coffin using minor elements measured by NAA.

에 있어야 한다. 마지막으로 지나친 다중공선성(multicollinearity)이 없어야 한다.

통계적으로 유의미한 판별함수의 수는 집단수-1 또는 사용된 예측변수의 수와 같이 나오는데 이 중 작은 값을 선택한다. 이들 판별함수 중에 첫 번째와 두 번째 판별함수가 집단을 가장 잘 구분하고 나머지 판별함수는 집단을 구분하는데 거의 부가적인 정보를 제공하지 못하는 것이 보통이다.

판별분석 수행 결과 각 고고학 발굴조사 유적을 유의미하게 구분하는 독립변수는 2개였다. 이들 두 독립변수로부터 각 유적의 산지를 판별한 결과를 Table 3과 Figure 2에 나타내었다.

Table 4에서 나타나는 각 고고학 발굴조사 유적의 중첩성은 지리적 근접성에 기인한다. 하지만 고창 만동유적의 경우 함평 반암고분과의 약간의 중복을 제외하면 여타의 유

적과 유물의 산지가 잘 구별됨을 알 수 있다. 또한 무안 인평고분의 경우도 함평 반암고분과의 중복성을 제외하면 여타의 유적과 유물의 산지가 구별됨을 알 수 있다.

그러므로 나주 오량동유적에서 발굴된 옹관 가마는 판별분석을 이용한 통계분석 결과 나주 대안리고분, 신촌리 9호분, 영암 옥야리고분, 그리고 함평 반암고분과 통계적으로 중첩되고 있음을 알 수 있다. 이는 나주 오량동 가마에서 생산된 옹관이 교역과 유통을 통하여 나주 대안리고분, 신촌리 9호분, 영암 옥야리고분, 그리고 함평 반암고분에서 사용되었을 가능성이 매우 높다는 점을 시사한다. 또한 고창 만동유적과 무안 인평고분에서 발굴조사된 옹관은 나주 오량동유적의 가마에서 생산된 것이 아닌 산지가 다른 옹관 가마로부터 교역과 유통을 통해 유입되었다고 사료된다. 미지 시료의 판별을 위한 Fisher의 선형 판별함수는 Table 5에 나타냈다.

5. 결 론

5세기 대 영산강유역을 중심으로 형성된 옹관의 분포와 이동에 관한 공간적 범위를 설정하기 위한 산지연구를 시도 하였다.

고고학적 자료인 옹관유물 시료에서 다양하고 정확한 분석이 가능하도록 17종의 성분원소에 대한 분석을 일관되 게 시행하였다. 이러한 결과를 바탕으로 오량동 가마터에서 생산된 옹관은 판별분석을 이용한 통계분석 결과에서 대안 리고분 · 신촌리 9호분, 옥야리고분, 그리고 반암고분과 통 계적으로 중첩되고 있음을 알 수 있었다. 이는 오량동 가마 에서 생산된 옹관이 교역과 유통을 통하여 대안리고분, 신 촌리 9호분, 옥야리고분, 그리고 반암고분 등에서 사용되었 을 가능성이 크다.

만동유적과 인평고분에서 발굴조사된 옹관유물은 오량 동 가마에서 생산된 옹관이 아니고, 산지가 다른 옹관 가마 로부터 생산되어 교역과 유통을 통해 유입되었을 것으로 판 단되는 연구결과를 얻을 수 있었다.

사 사

본 연구는 교육과학기술부 원자력연구개발사업(20100017555) 의 일환으로 수행되었다.

참고문헌

1. C. Lee, O. C. Kwon, D. I. Jung, I. C. Lee and N. B. Kim, *Bull. Kor. Chem. Soc.*, **7**, p438, (1986).
2. C. Lee, H.T. Kang and S. Kim, *Bull. Kor. Chem. Soc.*, **9**, p223, (1988).
3. K.Y. Chung, M.J. Kim, *Analytical Science and Technology*, **14**, p476-485, (2001).
4. 강형태, "중성자방사화분석에 의한 한국 고대 토기 및 자기 분류". 한양대학교 석사학위논문, (1985).

5. 정광용, HANARO Workshop 2003. 한국원자력연구소, 25, (2003).
6. 정광용, 김명진, 정용삼, 한국분석과학회 제30회 한국분석 과학회 춘계학술대회 초록집, 90, (2003).
7. M. S. Tite, *Archaeometry*, **7**, p131-144, (1969).
8. D. G. Hong, S. B. Yi, R. B. Galloway, T. Tsuboi, T. Hashimoto, *J. of Radioanal. and Nucl. Chem.*, **247**, p179-184, (2000).
9. 목포대박물관 · 동신대박물관, "나주시 오량동 가마유적 발 굴조사 약보고". (2002).
10. 국립문화재연구소, "대안리 고분". 한국고고학사전(상), (2001).
11. 국립문화재연구소, "신촌리 9호분". 한국고고학사전(상), (2001).
12. 국립문화재연구소, "옥야리 고분". 한국고고학사전(상), (2001).
13. 목포대학교박물관, "무안 인평고분군". 목포대학교박물관 총서, 제60책, (1999).
14. 국립목포대학교박물관, "반암 고분군". **30**, (1993).
15. J. I. Kim, *J. Radioanal. Chem.*, **63**, p121, (1981).
16. (재)호남문화재연구원, "만동유적 발굴조사 현장설명회 자료". (2002).
17. L.A. Currie, *Anal. Chem.*, **40**, p586, (1968).
18. KAERI/NAA, Power-NAA Operation Manual (1999) The Unified Software Program for NAA, 2, Reg.00-01-12-2395, (2000).
19. G. Erdtman, Neutron Activation Tables, IAEA, Handbook on Nuclear Activation Analysis Data, IAEA Tec. Rep. No. 273(1987); Michael D. Glascock, Tables for Neutron Activation Analysis, 4th ed., University of Missouri, (1996).
20. 양병화, "다변량 자료분석의 이해와 활용". p133-139, 학 지사, 서울, (1998).