# 도 · 토기의 과학적 분석

## (전라남 · 북도 도요지 출토 토기편을 중심으로)

## The scientific analysis of potteries (Focus on the potteries excavated from kiln sites at Jeonla Nam、Buk-do)

洪鍾郁 · 韓旼洙 · 姜大一[1]

Jong Ouk Hong, Min Su Han and Dai Ill Kang

**ABSTRACT**

The scientific analysis and provenance study of potteries excavated from kiln sites at Jeonla Nam、Buk-do were carried out using XRD, ICP-AES and NAA.

We can summarize the following consequence. First, as a result of XRD analysis, it showed that soft potteries consist of quartz, feldspar and clay minerals while hard potteries consist of high temperature crystals such as mullite, tridymite, cristobalite. In case of firing temperature which are determined by crystals using XRD, potteries are composed of quartz, feldspar and clay minerals had very low firing temperature. While potteries having only cristobalite ranged above 1200℃. Second, as a result of correlation analysis using trace element, the selected characteristic elements which was able to distinguish from each kiln site was Ce, Lu, Cs, Sc, Eu. Third, discriminant analytical results showed that kiln site of the Jeonla Nam-do were classified into five groups and that of the Jeolna Buk-do into three groups. This suggests that there are no correlations between the raw materials used in each kiln sites.

1) 한국전통문화학교(The Korean National University of Cultural Heritage)

## Ⅰ. 서 론

도 · 토기에 대한 자연과학적 분석은 1970년대 후반 철기시대 토기를 분류한 『김양옥』의 연구가 효시를 이루었고, 1980년대에 들어와 영산강지역의 민무늬토기(무문토기) 등의 물리, 화학적 특성 및 제작기술 연구가 본격화되었다.[1, 2] 이러한 선구적인 방법을 기초로(또한 중성자방사화분석 또는 미량성분분석으로) 신석기시대부터 고대에 이르는 토기의 산지추정연구가 분석의 중요한 목적 중 하나가 되면서 중성자방사화분석과 통계분석 등이 『강형태』에 의해서 도입되었고, 1997년 『강경인』의 전남지역의 고대 토기 및 도자기에 관한 자연과학적 연구 등에 이르기까지 진행되고 있다.[3-5] 특히 토기 및 도자기의 제작기술은 광물, 화학조성, 소성온도 등의 분석과 구조적인 조직분석을 통하여 이루어지고 있으며, 산지추정은 토기 및 도자기의 사용원료가 채취지역의 지질학적인 특성에 근거를 두고 있는 미량원소의 분석을 통해 이루어진다. 이러한 산지 추정을 통하여 고대의 교역 및 교류관계에 대한 해명으로서 이용되며, 생산지와 소비자 사이의 정치 · 경제 · 문화관계를 밝히고, 또한 당시 사회의 생산양식, 계층화의 문제 등에도 접근하게 해준다.[6]

특히 도 · 토기를 이용한 산지추정의 경우, 토기 및 도자기의 주원료인 점토는 암석의 풍화로 생성되며, 그것은 그 지역의 지반에 대한 화학적 특성을 내포하고 있다. 그러므로 풍화로 인해 생성되는 점토의 화학특성 차는 지역의 특성을 나타내게 되므로 이를 이용해 도、토기의 산지추정을 한다. 현재는 중성자방사화분석법을 이용한 미량성분원소분석법이 많이 사용되고 있다.[7]

본 연구는 전라 남、북도 소재 청동기, 삼국, 통일신라, 고려 및 조선시대로 밝혀진 도요지에서 출토된 시료 200점을 선정하였다. 분석방법은 중성자방사화분석, X-선회절분석, 유도결합프라즈마발광분석으로 광물결정구조 비교와 판별분석으로 도요지별 특성화작업 즉, 새로운 개체에 대한 연대 및 제작지 파악에 활용될 수 있는 판별함수를 만들고자 하였다.

# Ⅱ. 대상 유물 및 분석 방법

## 1. 대상 유물

전라 남、북도의 토기도요지를 발굴한 6개 기관의 협조된 토기들을 대상으로 200점을 선별하여 분석하였다. 이번 분석에 사용된 각 유적 및 협조기관은 Table 1과 같으며, 선별된 각 도요지별 시료 목록은 Table 2에 나타내었다.

Table 1. 토기 도요지 및 협조기관

| 번 호 | 출 토 지 | 시 대 | 수 량 | 협 조 기 관 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 전남 광주시 충효동 | 조선시대 | 18 | 국립광주박물관 |
| 2 | 전북 익산시 신용리 | 백제 | 30 | 국립전주물관 |
| 3 | 전남 해남군 진사리 | 고려 | 31 | 목포대학교박물관 |
| 4 | 전남 여수시 화장동A, B | 청동기 | 35 | 순천대학교박물관 |
| | 전남 광양시 옥현동 | 삼국시대 | 16 | |
| 5 | 전북 부안군 유천리 | 고려 | 21 | 원광대학교박물관 |
| | 전북 부안군 진서리 | 고려 | 19 | |
| 6 | 전남 영암군 구림리(A,B,C) | 통일신라 | 30 | 이화여자대학교박물관 |
| 합계 | | | 200 | |

## 2. 분석방법

분석대상 시료는 증류수에 담가 씻어 주었으며, 110℃의 온도에서 완전 건조하였다. 완전 건조한 시료들은 텅스텐 카바이드제 송곳으로 표면의 오염물을 제거한 후 내부의 조각을 수습하여 분말화하였다.

각 시료의 결정구조분석은 X-선 회절분석기(XRD)를 이용하였고, 미량성분원소는 중성자방사화분석기(NAA)로 계측하였으며, 비교체법으로 각 성분의 함량을 계산하였다. 주성분원소는 유도결합플라즈마발광분석기(ICP-AES)로 분석하였다.

각 도요지별 상관관계는 통계 프로그램인 SPSS(Statistical Package for the Social Science)를 이용하여 판별분석하였다.

1) X-선 회절분석(XRD)

분말화 한 시료를 유리 홀더에 고착 후 미소부 X-선 회절분석기(MXP18VA, Japan)를 사용하여 토기의 광물성분들을 알아보았다. 미소부 X-선 회절분석시 Target은 Cu를 사용하였으며, 분석조건은 30kV, 50mA, scanning speed는 8。/min이었다.

2) 유도결합플라즈마발광분석(ICP-AES)

분말시료 약 50mg을 칭량하여 100mℓ 테프론 비이커에 넣은 다음 질산($HNO_3$)과 불산(HF)을 각각 5mℓ씩 가해 가열판에서 200℃로 용해 후 건조시켰다. 건조된 시료에 질산($HNO_3$) 3mℓ + 과염소산($HClO_4$) 5mℓ를 가해 과염소산에서 흰 증기가 날 때까지 가열한 후 증류수로 희석, 100g의 시료를 제작하여 주성분원소(Al, K, Na, Ca, Mg, Ti, Fe, Mn) 및 미량성분원소(Sr)를 분석하였다. 분석에는 유도결합플라즈마발광분석기(SPS 1500R, Japan)를 이용하였고, 출력 1.31kW, 냉각가스 유량 18ℓ/min, 보조가스 0.5ℓ/min, 캐리어 가스 1.0ℓ/min, 측정높이 12.4㎜로 하였으며, 다만 K, Na의 출력은 0.7kW로 분석하였다.

3) 중성자방사화분석(NAA)

분말 시료를 약 90~110mg을 칭량한 다음 폴리에칠렌 바이알에 넣어 밀봉하였다. 방사화작업은 대전 한국원자력연구소 하나로(Maximun thermal neutron flux of HANARO. 5×1014n/㎠ㆍsec)의 기송관 및 회전식 시료대를 이용하였고, 시료는 Power 20MW(1.7×1013n/㎠ㆍsec)의 중성자속에서 표준시료(SRM)와 함께 1시간 조사되었다.

Table 2-1. 시료 목록

| 시료번호 | 출 토 지 | 시 대 | 종 류 | 색 깔 안 | 색 깔 밖 | 특 징 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 전북 부안군 유천리 | 고려 (12세기 중엽) | 토기편 | 연갈색 | 연적갈색 | 연질 | 원광대 박물관 |
| 2 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연질 | |
| 3 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연질 | |
| 4 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연질 | |
| 5 | | 〃 | 〃 | 적갈색 | 적갈색 | 연질 | |
| 6 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연노란색 | 연질 | |
| 7 | | 〃 | 자기편 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 8 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 9 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 10 | | 〃 | 〃 | 회색 | 진녹색 | 경질 | |
| 11 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 12 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 청녹색 | 경질 | |
| 13 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 14 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 진녹색 | 경질 | |
| 15 | | 〃 | 〃 | 연녹색 | 녹색 | 경질 | |
| 16 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 17 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 18 | | 〃 | 〃 | 연녹색 | 진녹색 | 경질 | |
| 19 | | 〃 | 〃 | 녹색 | 녹색 | 경질 | |
| 20 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 21 | | 〃 | 토기편 | 연적갈색 | 적갈색 | 경 · 연질 | |
| 22 | 전북 부안군 진서리 | 고려 (12세기 중엽) | 자기편 | 연회색 | 녹색 | 경질 | 원광대 박물관 |
| 23 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 24 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 25 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 26 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 27 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹갈색 | 경질 | |
| 28 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 진녹색 | 경질 | |
| 29 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 30 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 31 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연녹색 | 경질 | |
| 32 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |
| 33 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹색 | 경질 | |

Table 2-2. 시료 목록

| 시료번호 | 출 토 지 | 시 대 | 종 류 | 색 깔 | | 특 징 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 안 | 밖 | | |
| 34 | 전북 부안군 진서리 | 고려 (12세기 중엽) | 자기편 | 연회색 | 녹색 | 경질 | 원광대 박물관 |
| 35 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 녹갈색 | 경질 | |
| 36 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 진녹색 | 경질 | |
| 37 | | 〃 | 〃 | 적갈색 | 적갈색 | 경질 | |
| 38 | | 〃 | 토기편 | 적색 | 적색 | 연·경질 | |
| 39 | | 〃 | 〃 | 연회갈색 | 연회갈색 | 연질 | |
| 40 | | 〃 | 〃 | 연회갈색 | 연회갈색 | 연질 | |
| 41 | 전북 익산시 신용리 | 백제 (6세기 중엽) | 토기편 | 진회색 | 진회색 | 경질 | 국립 전주 박물관 |
| 42 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 43 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 44 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 45 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 46 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 47 | | 〃 | 〃 | 흑회색 | 진회색 | 경질 | |
| 48 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 흑적색 | 경질 | |
| 49 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 50 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 51 | | 〃 | 〃 | 적갈색 | 진회색 | 경질 | |
| 52 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 53 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 54 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경질 | |
| 55 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 56 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 57 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 58 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 59 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 60 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 61 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 62 | | 〃 | 〃 | 적갈색 | 회색 | 경질 | |
| 63 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 64 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 65 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경질 | |
| 66 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경질 | |

Table 2-3. 시료 목록

| 시료번호 | 출 토 지 | 시 대 | 종 류 | 색 깔 | | 특 징 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 안 | 밖 | | |
| 67 | 전북 익산시 신용리 | 백제 (6세기 중엽) | 토기편 | 연회색 | 연회색 | 경질 | 국립 전주 박물관 |
| 68 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경질 | |
| 69 | | 〃 | 〃 | 회갈색 | 연회색 | 경질 | |
| 70 | | 〃 | 〃 | 회갈색 | 연회색 | 경질 | |
| 71 | 전남 영암군 구림리A | 통일신라 | 토기편 | 진회색 | 진회색 | 경질 | 이대 박물관 |
| 72 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 진회색 | 경질 | |
| 73 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 검은색 | 경질 | |
| 74 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 회색 | 경질 | |
| 75 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 회색 | 경질 | |
| 76 | | 〃 | 〃 | 검은색 | 검은색 | 경질 | |
| 77 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 진회색 | 경질 | |
| 78 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 갈회색 | 경질 | |
| 79 | | 〃 | 〃 | 검은색 | 회색 | 경질 | |
| 80 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 회색 | 경질 | |
| 81 | 전남 영암군 구림리B | 통일신라 | 토기편 | 연적갈색 | 연적갈색 | 연질 | 이대 박물관 |
| 82 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연질 | |
| 83 | | 〃 | 〃 | 연노란색 | 연노란색 | 연질 | |
| 84 | | 〃 | 〃 | 연회갈색 | 연회갈색 | 연질 | |
| 85 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 연질 | |
| 86 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 연질 | |
| 87 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 갈색 | 연질 | |
| 88 | | 〃 | 〃 | 회갈색 | 회갈색 | 연질 | |
| 89 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 흑갈색 | 연질 | |
| 90 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 회색 | 연질 | |
| 91 | 전남 영암군 구림리C | 통일신라 | 토기편 | 회색 | 검은색 | 경질 | 이대 박물관 |
| 92 | | 〃 | 〃 | 회색 | 검은색 | 경질 | |
| 93 | | 〃 | 〃 | 회색 | 검은색 | 경질 | |
| 94 | | 〃 | 〃 | 회색 | 검은색 | 경질 | |
| 95 | | 〃 | 〃 | 검은색 | 검은색 | 경질 | |
| 96 | | 〃 | 〃 | 회색 | 검은색 | 경질 | |
| 97 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 검은색 | 경질 | |
| 98 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 흑적색 | 경질 | |
| 99 | | 〃 | 〃 | 검은색 | 검은색 | 경질 | |
| 100 | | 〃 | 〃 | 연노란색 | 진회색 | 경질 | |

Table 2-4. 시료 목록

| 시료번호 | 출 토 지 | 시 대 | 종 류 | 색 깔 | | 특 징 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 안 | 밖 | | |
| 101 | 전남 여수시 화장동A | 청동기 | 토기편 | 진회색 | 진회색 | 경질 | 순천대 박물관 |
| 102 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경 · 연질 | |
| 103 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 104 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 105 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경 · 연질 | |
| 106 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경질 | |
| 107 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경질 | |
| 108 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 연 · 경질 | |
| 109 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경질 | |
| 110 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 연질 | |
| 111 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 연 · 경질 | |
| 112 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 연질 | |
| 113 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경 · 연질 | |
| 114 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 연질 | |
| 115 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경질 | |
| 116 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경 · 연질 | |
| 117 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경 · 연질 | |
| 118 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경 · 연질 | |
| 119 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경질 | |
| 120 | 전남 여수시 화장동B | 청동기 | 토기편 | 연갈색 | 진회색 | 연질 | 순천대 박물관 |
| 121 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 진회색 | 연질 | |
| 122 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 진회색 | 경질 | |
| 123 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 진회색 | 경질 | |
| 124 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 125 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 126 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경질 | |
| 127 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경 · 연질 | |
| 128 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연 · 경질 | |
| 129 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연 · 경질 | |
| 130 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연 · 경질 | |
| 131 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연 · 경질 | |
| 132 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 연질 | |
| 133 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경질 | |
| 134 | | 〃 | 〃 | 회색 | 연갈색 | 연질 | |
| 135 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 연질 | |

Table 2-5. 시료 목록

| 시료번호 | 출 토 지 | 시 대 | 종 류 | 색 깔 | | 특 징 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 안 | 밖 | | |
| 136 | 전남 광양시 옥현동 | 삼국 | 토기편 | 진회색 | 진회색 | 경질 | 순천대 박물관 |
| 137 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 연질 | |
| 138 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 연질 | |
| 139 | | 〃 | 〃 | 진회색 | 진회색 | 경 · 연질 | |
| 140 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경 · 연질 | |
| 141 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경 · 연질 | |
| 142 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경 · 연질 | |
| 143 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경 · 연질 | |
| 144 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경 · 연질 | |
| 145 | | 〃 | 〃 | 연회색 | 연회색 | 경 · 연질 | |
| 146 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연질 | |
| 147 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연질 | |
| 148 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연질 | |
| 149 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연질 | |
| 150 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경 · 연질 | |
| 151 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경 · 연질 | |
| 152 | 전남 광주시 충효동 | 조선 | 토기편 | 회색 | 연갈색 | 경질 | 국립 광주 박물관 |
| 153 | | 〃 | 〃 | 회색 | 연갈색 | 경질 | |
| 154 | | 〃 | 〃 | 회색 | 연갈색 | 경질 | |
| 155 | | 〃 | 〃 | 회색 | 연갈색 | 경질 | |
| 156 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 157 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경질 | |
| 158 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경질 | |
| 159 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경질 | |
| 160 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경 · 연질 | |
| 161 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연질 | |
| 162 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경질 | |
| 163 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경 · 연질 | |
| 164 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 경 · 연질 | |
| 165 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 경질 | |
| 166 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 연질 | |
| 167 | | 〃 | 〃 | 흰색 | 연갈색 | 연질 | |
| 168 | | 〃 | 〃 | 흰색 | 연갈색 | 연질 | |
| 169 | | 〃 | 〃 | 흰색 | 연갈색 | 경 · 연질 | |
| 170 | 전남 해남군 진사리 | 고려 | 자기편 | 회색 | 녹색 | 경질 | |

Table 2-6. 시료 목록

| 시료번호 | 출 토 지 | 시 대 | 종 류 | 색 깔 | | 특 징 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 안 | 밖 | | |
| 171 | 전남 해남군 진사리 | 고려 | 자기편 | 회색 | 녹색 | 경질 | 목포대 박물관 |
| 172 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 173 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 174 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 175 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 176 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 177 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 178 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 179 | | 〃 | 〃 | 회색 | 황녹색 | 경질 | |
| 180 | | 〃 | 〃 | 회색 | 황녹색 | 경질 | |
| 181 | | 〃 | 〃 | 회색 | 황녹색 | 경질 | |
| 182 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 진갈색 | 경질 | |
| 183 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 진갈색 | 경질 | |
| 184 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 녹색 | 경질 | |
| 185 | | 〃 | 〃 | 회색 | 갈색 | 경질 | |
| 186 | | 〃 | 〃 | 녹갈색 | 갈색 | 경질 | |
| 187 | | 〃 | 〃 | 갈색 | 갈색 | 경질 | |
| 188 | | 〃 | 〃 | 회색 | 연갈색 | 경질 | |
| 189 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 190 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 191 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 192 | | 〃 | 〃 | 회색 | 회색 | 경질 | |
| 193 | | 〃 | 〃 | 회색 | 연갈색 | 경질 | |
| 194 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 경질 | |
| 195 | | 〃 | 〃 | 회색 | 연갈색 | 경질 | |
| 196 | | 〃 | 〃 | 연갈색 | 연갈색 | 경질 | |
| 197 | | 〃 | 〃 | 회색 | 연갈색 | 경질 | |
| 198 | | 〃 | 〃 | 회색 | 연갈색 | 경질 | |
| 199 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| 200 | | 〃 | 〃 | 회색 | 녹색 | 경질 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

분석은 HPGe Semiconductor Detector가 연결된 8,000채널의 감마선계측기(EG&G ORTEC, USA)를 이용하였다. 시료를 방사화시킨 후 원자력연구소에서 본 연구소까지 시료를 가지고 오는데 약 1주일 정도 소요되므로, Na(15시간), K(12시간)와 같이 반감기가 짧은 원소들은 계측하지 못하였다. 또한 중성자 간섭으로 인해 중첩된 피이크들을 제외하고, 검출 효율이 좋으며, Peak 면적이 높게 나타나는 16개의 원소(Ta, Nd, Sm, Ce, Lu, Cr, Eu, Yb, Hf, La, Ba, Cs, Sc, Rb, Co, Sr)를 분석하였다. 각 원소의 함량은 표준시료를 이용한 단일 비교체법으로 계산하였다.

## Ⅲ. 분석결과

### 1. X-선 회절분석

각 도요지별 도 · 토기에 대한 광물조성은 Table 3에 나타내었다. 분석결과 기종에 관계없이 6종류로 분류되었다. 우선 연질 토기의 경우 주광물인 Quartz와 부광물인 Feldspar 그리고 점토광물들로 구성된 것들과 점토광물이 나타나지 않고 단지 Quartz와 Feldspar가 보이는 것들이다. 그리고 경질 토기의 경우는 세 종류로 Quartz, Feldspar와 고온결정상인 Mullite가 함께 나타나는 것과 Mullite와 Tridymite가 함께 나타나는 것 그리고 마지막으로 Mullite와 Cristobalite가 함께 존재하는 것들이다.

1) 시료(No. 18, 41, 47, 91, 92, 96, 142, 152, 153, 171, 177, 174)는 석영이 870°C 이상에서 전이된 결정상(Tridymite)이 검출되었다.

2) 시료(No. 16, 17, 43, 46, 48, 53, 62, 64, 90, 94, 95, 97~100, 104, 136, 155, 172, 174~176, 183~186, 191,199) 에서도 1200°C 이상에서 전이된 고온결정상(Cristobalite)이 검출되었다.

Table 3-1. X-선 회절분석결과

| 시료번호 | 출 토 지 | 종 류 | Quartz ($SiO_2$) | Tridymite ($SiO_2$) | Cristobalite ($SiO_2$) | Mullite ($Al_6Si_2O_{13}$) | Feldspar ($(Na \cdot K)AlSi_3O_8$) | | etc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Albite | Microcline | |
| 1 | 전북 부안군 유천리 | 토기편 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 2 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | Ms |
| 3 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Ms |
| 4 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 5 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Ms |
| 6 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | |
| 7 | | 자기편 | ○ | | | ○ | | | |
| 8 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 9 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | An |
| 10 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 11 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 12 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 13 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 14 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 15 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 16 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 17 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 18 | | 〃 | ○ | ○ | | ○ | | | |
| 19 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 20 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 21 | | 토기편 | ○ | | | ○ | | | An |
| 22 | 전북 부안군 진서리 | 자기편 | ○ | | | ○ | | | |
| 23 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 24 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 25 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 26 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 27 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 28 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 29 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 30 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 31 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | An |
| 32 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |

*** Ms : Muscovite, An : Anorthite, Mi : Mica, Or : Orthoclase

Table 3-2. X-선 회절분석결과

| 시료번호 | 출 토 지 | 종 류 | Quartz ($SiO_2$) | Tridymite ($SiO_2$) | Cristobalite ($SiO_2$) | Mullite ($Al_6Si_2O_{13}$) | Feldspar ($(Na \cdot K)AlSi_3O_8$) | | etc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Albite | Microcline | |
| 33 | 전북 부안군 진서리 | 자기편 | ○ | | | ○ | | | |
| 34 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 35 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 36 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | An |
| 37 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 38 | | 토기편 | ○ | | | ○ | | | Or |
| 39 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | Ms |
| 40 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Mi |
| 41 | 전북 익산시 신용리 | 토기편 | ○ | ○ | | ○ | | | |
| 42 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 43 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 44 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 45 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 46 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 47 | | 〃 | ○ | ○ | | ○ | | | |
| 48 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 49 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 50 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 51 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 52 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 53 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 54 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | An |
| 55 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | |
| 56 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 57 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 58 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 59 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 60 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 61 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 62 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 63 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 64 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |

*** Ms : Muscovite, An : Anorthite, Mi : Mica, Or : Orthoclase

Table 3-3. X-선 회절분석결과

| 시료번호 | 출 토 지 | 종 류 | Quartz ($SiO_2$) | Tridymite ($SiO_2$) | Cristobalite ($SiO_2$) | Mullite ($Al_6Si_2O_{13}$) | Feldspar ($(Na \cdot K)AlSi_3O_8$) | | etc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Albite | Microcline | |
| 65 | 전북 익산시 신용리 | 토기편 | ○ | | | | | ○ | |
| 66 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 67 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 68 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 69 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 70 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | Ms |
| 71 | 전남 영암군 구림리A | 토기편 | ○ | | | | ○ | ○ | Mi |
| 72 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | |
| 73 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | |
| 74 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | |
| 75 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | |
| 76 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | |
| 77 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Ms |
| 78 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | |
| 79 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Mi |
| 80 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | |
| 81 | 전남 영암군 구림리B | 토기편 | ○ | | | ○ | | | |
| 82 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 83 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 84 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 85 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 86 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 87 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 88 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 89 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 90 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 91 | 전남 영암군 구림리C | 토기편 | ○ | ○ | | ○ | | | |
| 92 | | 〃 | ○ | ○ | | ○ | | | |
| 93 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 94 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 95 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 96 | | 〃 | ○ | ○ | | ○ | | | |

*** Ms : Muscovite, An : Anorthite, Mi : Mica, Or : Orthoclase

Table 3-4. X-선 회절분석결과

| 시료번호 | 출 토 지 | 종 류 | Quartz ($SiO_2$) | Tridymite ($SiO_2$) | Cristobalite ($SiO_2$) | Mullite ($Al_6Si_2O_{13}$) | Feldspar ((Na · K)$AlSi_3O_8$) | | etc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Albite | Microcline | |
| 97 | 전남 영암군 구림리C | 토기편 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 98 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 99 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 100 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 101 | 전남 여수시 화장동A | 토기편 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 102 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 103 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 104 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 105 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 106 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | |
| 107 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | An |
| 108 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | |
| 109 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | |
| 110 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | |
| 111 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 112 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | |
| 113 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 114 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | Ms |
| 115 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | Or |
| 116 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | Ms |
| 117 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Ms |
| 118 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Mi |
| 119 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | Ms |
| 120 | 전남 여수시 화장동B | 토기편 | ○ | | | | ○ | | Mi |
| 121 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Mi |
| 122 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | |
| 123 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 124 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 125 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 126 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 127 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | |
| 128 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Mi |

*** Ms : Muscovite, An : Anorthite, Mi : Mica, Or : Orthoclase

Table 3-5. X-선 회절분석결과

| 시료번호 | 출 토 지 | 종 류 | Quartz ($SiO_2$) | Tridymite ($SiO_2$) | Cristobalite ($SiO_2$) | Mullite ($Al_6Si_2O_{13}$) | Feldspar ($(Na \cdot K)AlSi_3O_8$) | | etc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Albite | Microcline | |
| 129 | | 토기편 | ○ | | | | ○ | | Mi |
| 130 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Ms |
| 131 | 전남 | 〃 | ○ | | | | ○ | | Il |
| 132 | 여수시 | 〃 | ○ | | | | | ○ | Ms |
| 133 | 화장동B | 〃 | ○ | | | | | | Or |
| 134 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | |
| 135 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | |
| 136 | | 토기편 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 137 | | 〃 | ○ | | | | | | Or |
| 138 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | |
| 139 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 140 | | 〃 | ○ | | | | | | Or |
| 141 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | |
| 142 | | 〃 | ○ | ○ | | ○ | | | |
| 143 | 전남 | 〃 | ○ | | | | ○ | | |
| 144 | 광양시 | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 145 | 옥현동 | 〃 | ○ | | | | ○ | | Ms |
| 146 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | |
| 147 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 148 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Ms |
| 149 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | Il |
| 150 | | 〃 | ○ | | | | | | Il |
| 151 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | Ms |
| 152 | | 토기편 | ○ | ○ | | ○ | | | |
| 153 | | 〃 | ○ | ○ | | ○ | | | |
| 154 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 155 | 전남 | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 156 | 광주시 | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 157 | 충효동 | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 158 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | ○ | |
| 159 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | An |
| 160 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | |

*** Ms : Muscovite, An : Anorthite, Mi : Mica, Or : Orthoclase, Il : Illite

Table 3-6. X-선 회절분석결과

| 시료번호 | 출 토 지 | 종 류 | Quartz ($SiO_2$) | Tridymite ($SiO_2$) | Cristobalite ($SiO_2$) | Mullite ($Al_6Si_2O_{13}$) | Feldspar ($(Na \cdot K)AlSi_3O_8$) Albite | Feldspar ($(Na \cdot K)AlSi_3O_8$) Microcline | etc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 161 | | 토기편 | ○ | | | | | ○ | Ms |
| 162 | | 〃 | ○ | | | ○ | | ○ | |
| 163 | | 〃 | ○ | | | | | ○ | Ms |
| 164 | 전남 | 〃 | ○ | | | ○ | | | An |
| 165 | 광주시 | 〃 | ○ | | | | | ○ | |
| 166 | 충효동 | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | |
| 167 | | 〃 | ○ | | | | ○ | | |
| 168 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | Ms |
| 169 | | 〃 | ○ | | | | ○ | ○ | Ms |
| 170 | | 자기편 | ○ | | | ○ | | | |
| 171 | | 〃 | ○ | ○ | | ○ | | | |
| 172 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 173 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 174 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 175 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 176 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 177 | | 〃 | ○ | ○ | | ○ | | | |
| 178 | | 〃 | ○ | ○ | | ○ | | | |
| 179 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 180 | 전남 | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 181 | 해남군 | 〃 | ○ | | | ○ | | | An |
| 182 | 진사리 | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 183 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 184 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 185 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 186 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 187 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 188 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 189 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 190 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 191 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 192 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |

*** Ms : Muscovite, An : Anorthite, Mi : Mica, Or : Orthoclase

Table 3-7. X-선 회절분석결과

| 시료번호 | 출 토 지 | 종 류 | Quartz ($SiO_2$) | Tridymite ($SiO_2$) | Cristobalite ($SiO_2$) | Mullite ($Al_6Si_2O_{13}$) | Feldspar ($(Na \cdot K)AlSi_3O_8$) | | etc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Albite | Microcline | |
| 193 | 전남 해남군 진사리 | 자기편 | ○ | | | ○ | | | |
| 194 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 195 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 196 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | Or |
| 197 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |
| 198 | | 〃 | ○ | | | ○ | ○ | | |
| 199 | | 〃 | ○ | | ○ | ○ | | | |
| 200 | | 〃 | ○ | | | ○ | | | |

*** Ms : Muscovite, An : Anorthite, Mi : Mica, Or : Orthoclase

3) 연질토기(table 2, 3 참조)는 점토에서 나타나는 Anorthite, Muscovite, Mica, Illite, Orthoclase 광물들이 검출되었다.

## 2. 통계 분석

통계분석의 경우 중성자 방사화 분석을 통하여 Ta, Nd, Sm, Ce, Lu, Cr, Eu, Yb, Hf, La, Ba, Cs, Sc, Rb, Co, Sr 등 총 16개의 미량성분원소의 농도를 결정하여 이용하였으며, 또한 ICP-AES를 이용하여 Al, K, Na, Ca, Mg, Ti, Fe, Mn 등과 같이 반감기가 짧거나, 중성자 간섭으로 중성자방사화분석을 할 수 없는 미량성분원소와 주성분원소들의 농도를 결정하였고, 분석한 각 시료의 함량은 Table 4에 나타내었다. 또한 각 미량성분원소의 평균과 표준편차 그리고 변동계수를 계산하여 Table 5에 나타내었다. 또한 이 결과를 이용하여 각 도요지들간 미량성분원소들의 상관관계를 알아보았고, 각 도요지들별로 어떠한 상관관계가 있는지 알아보기 위하여 판별분석을 실시하였다.

1) 미량원소 분석

미량원소의 경우 대상 시료는 8지역(광주시 충효동, 해남군 진사리, 여수시 화장동, 광양시 옥현동, 영암군 구림리, 익산시 신용리, 부안군 유천리, 부안군 진서리)에 200점이었다. 도요지별로 어떠한 관계가 있는지 미량원소들을 중심으로 조사하였다. 이때 태토의 미량원소에 의한 제작지의 구분은 지역에 따라 원료의 지질학적인 상태가 분명히 다를 경우에 가능하며, 분석된 미량원소 중에서 몇 개의 특성원소가 출토지 또는 지역간 특성인자로 작용하게 된다.[8] 이번에 분석한 전라남도 도요지는 5개 그룹으로 분류되었으며, 영암 구림리 A, B, C가 1개 군, 여수시 화장동 A, B호가 1개 군, 광양시 옥현동, 광주시 충요동과 해남군 진사리 요지로 형성되었고, 전라북도의 경우 익산시 신용리, 부안군 진서리, 부안군 유천리 도요지는 별개의 군으로 형성되었다.

Fig. 1, 2에 나타난 원소특성 중 평균값의 차이가 있고, 표준편차 및 변동계수가 적은 미량원소들인 Ce, Lu, Eu, Cs, Sc 등이 도요지 분류에 기여도가 큰 특성원소로 구분된다.

2) 판별분석

판별분석은 연속형 자료로 구성된 종속변수를 D라 하고 독립변수를 X1, X2, X3, ....이라 하면 이들 독립변수들의 선형결합은 다음 수식과 같이 표현될 수 있으며, 이를 판별함수라 한다.

$$D = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + .... + \beta_p X_p$$

Table 4-1. 성분원소 함량 데이터

| 출토지 | 분류 | % | | | | | | | | ppm | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $K_2O$ | $Na_2O$ | CaO | MgO | $TiO_2$ | MnO | Sm | Yb | Cr | La | Ba | Cs | Sc | Rb | Ta | Eu | Nd | Ce | Lu | Hf | Co | Sr |
| 부안군 유천리 | 1 | 2.0 | 21 | 2.5 | 0.8 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 0.02 | 5.0 | 4.0 | 75 | 160 | 580 | 7.1 | 12 | 200 | 1.7 | 1.8 | 47 | 8.7 | 0.7 | 11 | 6.5 | 120 |
| | 2 | 2.2 | 17 | 3.4 | 1.4 | 0.3 | 0.7 | 1.1 | 0.02 | 4.2 | 5.2 | 80 | 120 | 460 | 5.2 | 12 | 190 | 1.7 | 1.2 | 37 | 6.7 | 0.6 | 12 | 7.3 | 110 |
| | 3 | 2.5 | 17 | 2.8 | 1.0 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 0.01 | 4.0 | 4.7 | 73 | 110 | 600 | 7.4 | 12 | 160 | 1.8 | 1.3 | 40 | 5.7 | 0.6 | 11 | 5.9 | 90 |
| | 4 | 2.2 | 20 | 3.2 | 1.0 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 0.02 | 4.2 | 3.7 | 67 | 120 | 520 | 5.4 | 10 | 140 | 1.6 | 1.6 | 42 | 6.4 | 0.5 | 11 | 5.1 | 110 |
| | 5 | 2.3 | 16 | 3.0 | 1.0 | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 0.01 | 4.1 | 5.0 | 78 | 110 | 460 | 7.3 | 12 | 140 | 1.6 | 1.6 | 38 | 6.7 | 0.7 | 11 | 5.7 | 90 |
| | 6 | 1.7 | 17 | 3.5 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 0.9 | 0.01 | 4.5 | 4.8 | 72 | 120 | 580 | 6.2 | 11 | 160 | 1.3 | 1.5 | 40 | 6.7 | 0.7 | 8.4 | 5.1 | 80 |
| | 7 | 2.4 | 17 | 4.0 | 1.5 | 1.1 | 0.9 | 1.1 | 0.04 | 2.4 | 4.7 | 80 | 130 | 560 | 8.8 | 13 | 160 | 1.6 | 1.6 | 39 | 6.7 | 0.7 | 10 | 7.8 | 170 |
| | 8 | 2.3 | 18 | 3.7 | 1.1 | 1.0 | 0.7 | 1.0 | 0.04 | 2.2 | 3.9 | 71 | 110 | 550 | 7.6 | 11 | 140 | 1.8 | 1.3 | 41 | 7.1 | 0.6 | 10 | 6.6 | 140 |
| | 9 | 1.9 | 18 | 3.9 | 1.3 | 0.8 | 0.7 | 1.0 | 0.03 | 2.4 | 4.8 | 60 | 120 | 660 | 6.7 | 11 | 190 | 1.5 | 1.7 | 42 | 7.6 | 0.6 | 11 | 5.6 | 140 |
| | 10 | 1.8 | 17 | 3.7 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 1.0 | 0.02 | 2.5 | 4.5 | 77 | 130 | 410 | 7.6 | 12 | 170 | 1.5 | 1.6 | 39 | 7.7 | 0.7 | 9.7 | 5.4 | 130 |
| | 11 | 2.3 | 17 | 3.2 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 1.1 | 0.05 | 2.9 | 5.9 | 87 | 150 | 500 | 8.2 | 13 | 180 | 1.9 | 1.9 | 56 | 7.5 | 0.8 | 9.7 | 7.7 | 150 |
| | 12 | 1.6 | 15 | 3.4 | 0.7 | 1.7 | 0.6 | 0.8 | 0.03 | 2.3 | 4.5 | 65 | 120 | 620 | 8.5 | 9.8 | 180 | 1.7 | 1.6 | 43 | 6.7 | 0.6 | 8.9 | 4.8 | 200 |
| | 13 | 1.6 | 15 | 3.2 | 1.0 | 1.2 | 0.8 | 0.9 | 0.05 | 2.7 | 4.0 | 77 | 130 | 500 | 8.7 | 12 | 160 | 1.6 | 1.8 | 52 | 8.3 | 0.7 | 9.7 | 5.1 | 160 |
| | 14 | 1.8 | 16 | 2.8 | 1.1 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 0.02 | 2.5 | 3.8 | 62 | 130 | 490 | 7.9 | 12 | 170 | 1.5 | 1.6 | 54 | 7.1 | 0.6 | 9.5 | 6.1 | 140 |
| | 15 | 4.9 | 12 | 3.1 | 0.6 | 2.2 | 0.5 | 0.6 | 0.04 | 2.0 | 4.0 | 57 | 82 | 600 | 6.8 | 9.2 | 160 | 1.5 | 1.5 | 40 | 6.4 | 0.6 | 8.0 | 4.8 | 220 |
| | 16 | 1.8 | 15 | 3.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.9 | 0.03 | 2.3 | 3.6 | 79 | 82 | 540 | 9.0 | 12 | 180 | 1.6 | 1.4 | 37 | 7.1 | 0.6 | 11 | 6.0 | 150 |
| | 17 | 1.6 | 16 | 3.7 | 1.3 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.02 | 2.6 | 3.4 | 63 | 110 | 450 | 8.2 | 11 | 160 | 1.6 | 1.6 | 43 | 7.7 | 0.5 | 9.2 | 5.1 | 150 |
| | 18 | 2.1 | 15 | 3.6 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 1.0 | 0.04 | 2.4 | 4.1 | 77 | 18 | 890 | 8.7 | 12 | 170 | 1.4 | 1.6 | 41 | 6.8 | 0.6 | 9.9 | 7.3 | 170 |
| | 19 | 1.6 | 16 | 3.4 | 0.8 | 3.2 | 0.7 | 0.9 | 0.06 | 2.2 | 4.1 | 60 | 96 | 540 | 8.2 | 9.8 | 170 | 1.5 | 1.4 | 38 | 6.7 | 0.6 | 8.1 | 5.3 | 300 |
| | 20 | 1.7 | 15 | 3.4 | 1.1 | 2.1 | 0.8 | 1.2 | 0.05 | 2.5 | 4.7 | 88 | 100 | 460 | 8.3 | 12 | 160 | 1.6 | 1.8 | 40 | 6.7 | 0.6 | 11 | 4.7 | 210 |
| | 21 | 4.5 | 22 | 3.0 | 0.9 | 0.3 | 1.0 | 1.1 | 0.03 | 2.5 | 4.3 | 92 | 98 | 620 | 9.2 | 14 | 160 | 1.7 | 1.7 | 47 | 7.5 | 0.7 | 7.9 | 8.2 | 110 |
| 부안군 진서리 | 22 | 2.0 | 19 | 3.1 | 1.2 | 1.3 | 0.7 | 0.8 | 0.05 | 2.2 | 3.9 | 58 | 87 | 490 | 7.9 | 9.4 | 170 | 1.0 | 1.3 | 34 | 6.4 | 0.5 | 8.5 | 3.9 | 210 |
| | 23 | 2.7 | 19 | 4.1 | 1.7 | 2.5 | 1.0 | 1.0 | 0.08 | 2.2 | 3.7 | 71 | 84 | 650 | 6.0 | 10 | 160 | 0.9 | 1.6 | 40 | 4.9 | 0.5 | 8.4 | 5.1 | 300 |
| | 24 | 1.8 | 20 | 4.0 | 1.3 | 0.9 | 0.7 | 0.9 | 0.03 | 2.4 | 3.9 | 64 | 100 | 480 | 8.1 | 9.7 | 160 | 1.4 | 2.0 | 40 | 7.1 | 0.6 | 8.0 | 4.0 | 160 |
| | 25 | 2.0 | 20 | 4.3 | 1.3 | 1.8 | 0.8 | 0.9 | 0.07 | 2.4 | 3.9 | 60 | 100 | 650 | 7.3 | 9.8 | 170 | 1.5 | 2.0 | 40 | 5.9 | 0.6 | 8.3 | 4.6 | 230 |
| | 26 | 2.5 | 22 | 2.6 | 1.0 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 0.03 | 2.4 | 3.1 | 66 | 98 | 450 | 8.3 | 11 | 220 | 1.4 | 1.8 | 44 | 5.8 | 0.3 | 9.1 | 5.3 | 150 |
| | 27 | 2.3 | 23 | 2.7 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 0.04 | 2.5 | 4.5 | 69 | 99 | 550 | 9.4 | 11 | 200 | 1.5 | 2.0 | 43 | 5.9 | 0.6 | 7.6 | 4.0 | 160 |
| | 28 | 2.2 | 21 | 3.3 | 1.1 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 0.04 | 2.5 | 3.4 | 60 | 98 | 550 | 8.7 | 11 | 170 | 1.2 | 1.7 | 42 | 5.7 | 0.5 | 8.3 | 5.8 | 170 |
| | 29 | 2.6 | 20 | 3.3 | 1.3 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.04 | 2.2 | 1.3 | 75 | 95 | 630 | 9.0 | 11 | 160 | 1.7 | 1.6 | 37 | 7.6 | 0.5 | 8.9 | 8.8 | 160 |
| | 30 | 2.1 | 17 | 3.3 | 1.2 | 1.1 | 0.8 | 1.0 | 0.03 | 2.1 | 2.9 | 67 | 47 | 500 | 8.4 | 11 | 230 | 1.4 | 1.4 | 37 | 7.3 | 0.4 | 9.2 | 6.1 | 170 |
| | 31 | 2.1 | 21 | 3.5 | 1.1 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 0.03 | 2.9 | 5.0 | 62 | 160 | 590 | 8.5 | 11 | 140 | 1.2 | 1.8 | 47 | 7.5 | 0.6 | 6.9 | 3.4 | 130 |
| | 32 | 2.1 | 18 | 3.5 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 1.0 | 0.03 | 2.4 | 4.4 | 70 | 150 | 770 | 6.5 | 10 | 170 | 1.3 | 1.7 | 43 | 7.1 | 0.6 | 8.9 | 7.8 | 160 |

Table 4-2. 성분원소 함량 데이터

| 출토지 | 분류 | % | | | | | | | | ppm | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $K_2O$ | $Na_2O$ | CaO | MgO | $TiO_2$ | MnO | Sm | Yb | Cr | La | Ba | Cs | Sc | Rb | Ta | Eu | Nd | Ce | Lu | Hf | Co | Sr |
| 부안군 진서리 | 33 | 2.2 | 19 | 3.4 | 1.0 | 1.0 | 0.7 | 0.9 | 0.05 | 2.6 | 4.4 | 64 | 150 | 630 | 6.5 | 9.4 | 180 | 1.5 | 1.8 | 42 | 6.9 | 0.6 | 8.1 | 3.3 | 170 |
| | 34 | 2.1 | 19 | 3.8 | 1.4 | 1.5 | 0.7 | 0.9 | 0.03 | 2.1 | 3.7 | 53 | 120 | 610 | 7.3 | 9.5 | 160 | 1.0 | 1.2 | 36 | 4.8 | 0.5 | 9.1 | 4.6 | 220 |
| | 35 | 1.8 | 20 | 4.1 | 1.2 | 1.6 | 0.8 | 0.8 | 0.06 | 2.5 | 4.5 | 58 | 150 | 540 | 8.0 | 10 | 160 | 1.3 | 2.0 | 46 | 5.7 | 0.7 | 7.2 | 4.5 | 220 |
| | 36 | 2.7 | 17 | 3.7 | 1.6 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 0.03 | 2.1 | 3.9 | 72 | 120 | 390 | 7.3 | 11 | 170 | 0.9 | 1.6 | 37 | 6.3 | 0.6 | 7.5 | 5.8 | 140 |
| | 37 | 1.9 | 18 | 3.7 | 1.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.02 | 2.7 | 5.5 | 66 | 170 | 540 | 9.2 | 11 | 180 | 1.5 | 1.9 | 45 | 7.6 | 0.6 | 8.2 | 4.5 | 110 |
| | 38 | 2.2 | 16 | 3.7 | 1.4 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 0.02 | 8.4 | 3.7 | 70 | 120 | 680 | 7.4 | 11 | 160 | 1.2 | 1.4 | 36 | 6.1 | 0.6 | 9.8 | 5.5 | 110 |
| | 39 | 1.5 | 17 | 3.2 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.01 | 2.3 | 4.0 | 64 | 120 | 560 | 4.9 | 9.2 | 140 | 1.1 | 1.2 | 34 | 6.3 | 0.6 | 7.9 | 3.1 | 100 |
| | 40 | 1.4 | 16 | 3.2 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 0.01 | 2.1 | 4.0 | 53 | 120 | 520 | 6.5 | 8.9 | 130 | 1.3 | 1.4 | 37 | 6.4 | 0.7 | 8.6 | 2.3 | 100 |
| 익산시 신용리 | 41 | 4.8 | 14 | 2.9 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.02 | 2.5 | 4.3 | 76 | 120 | 530 | 8.1 | 12 | 180 | 1.5 | 1.4 | 40 | 6.1 | 0.6 | 9.1 | 11 | 110 |
| | 42 | 6.4 | 18 | 2.4 | 0.7 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 0.02 | 2.7 | 4.0 | 110 | 130 | 640 | 9.8 | 15 | 200 | 1.2 | 1.8 | 49 | 8.1 | 0.5 | 7.7 | 14 | 100 |
| | 43 | 4.2 | 18 | 2.8 | 0.6 | 0.3 | 0.9 | 0.9 | 0.02 | 2.9 | 5.1 | 97 | 110 | 550 | 12 | 14 | 210 | 1.8 | 2.0 | 49 | 9.0 | 0.7 | 6.0 | 9.6 | 80 |
| | 44 | 5.2 | 17 | 3.1 | 0.6 | 0.3 | 0.8 | 1.0 | 0.02 | 2.3 | 3.8 | 83 | 84 | 500 | 9.1 | 11 | 230 | 1.7 | 1.4 | 37 | 6.2 | 0.6 | 9.9 | 8.0 | 110 |
| | 45 | 6.2 | 17 | 4.0 | 0.8 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 0.02 | 2.3 | 3.5 | 79 | 85 | 420 | 9.1 | 13 | 200 | 1.4 | 1.3 | 47 | 6.6 | 0.5 | 9.7 | 9.9 | 130 |
| | 46 | 6.2 | 17 | 2.7 | 0.5 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 0.02 | 2.4 | 4.0 | 98 | 92 | 520 | 10 | 16 | 190 | 1.6 | 1.4 | 37 | 5.5 | 0.6 | 7.1 | 15 | 80 |
| | 47 | 5.5 | 14 | 2.9 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 0.7 | 0.01 | 2.0 | 3.3 | 77 | 83 | 760 | 7.0 | 9.9 | 210 | 1.8 | 1.1 | 31 | 5.5 | 0.4 | 9.4 | 7.7 | 130 |
| | 48 | 3.2 | 17 | 3.3 | 0.9 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 0.02 | 2.7 | 4.5 | 89 | 95 | 670 | 12 | 14 | 210 | 1.4 | 1.9 | 51 | 7.9 | 0.7 | 8.0 | 9.8 | 110 |
| | 49 | 7.1 | 18 | 3.3 | 0.7 | 0.3 | 0.8 | 1.0 | 0.02 | 2.2 | 3.2 | 82 | 84 | 480 | 10 | 13 | 180 | 1.4 | 1.5 | 40 | 6.4 | 0.5 | 8.1 | 11 | 100 |
| | 50 | 4.4 | 18 | 2.6 | 1.0 | 0.4 | 1.0 | 1.0 | 0.02 | 2.5 | 3.9 | 99 | 88 | 670 | 12 | 15 | 140 | 1.3 | 1.8 | 41 | 6.5 | 0.6 | 5.5 | 11 | 110 |
| | 51 | 3.2 | 16 | 2.6 | 0.8 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 0.01 | 2.5 | 3.7 | 75 | 170 | 440 | 9.4 | 13 | 160 | 1.4 | 1.5 | 38 | 7.1 | 0.6 | 7.3 | 7.5 | 110 |
| | 52 | 4.1 | 18 | 2.5 | 0.9 | 0.4 | 1.0 | 1.0 | 0.02 | 2.5 | 3.9 | 100 | 9 | 500 | 10 | 15 | 140 | 1.3 | 1.9 | 51 | 6.9 | 0.6 | 7.9 | 12 | 130 |
| | 53 | 3.6 | 17 | 2.5 | 0.9 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 0.01 | 2.2 | 3.9 | 80 | 76 | 460 | 11 | 13 | 170 | 1.7 | 1.3 | 42 | 6.6 | 0.5 | 8.7 | 6.6 | 110 |
| | 54 | 5.0 | 18 | 3.4 | 0.7 | 0.3 | 0.9 | 0.9 | 0.04 | 2.1 | 3.5 | 83 | 78 | 480 | 9.1 | 12 | 180 | 2.0 | 1.2 | 38 | 6.5 | 0.4 | 8.6 | 12 | 110 |
| | 55 | 6.6 | 17 | 2.5 | 0.5 | 0.3 | 0.9 | 0.9 | 0.03 | 2.2 | 4.0 | 100 | 89 | 510 | 10 | 15 | 140 | 1.2 | 1.9 | 51 | 7.0 | 0.6 | 8.0 | 12 | 90 |
| | 56 | 4.3 | 18 | 2.6 | 0.7 | 0.4 | 1.1 | 1.0 | 0.03 | 2.2 | 4.3 | 100 | 92 | 580 | 11 | 16 | 180 | 1.3 | 1.7 | 38 | 8.2 | 0.4 | 7.3 | 17 | 120 |
| | 57 | 4.8 | 17 | 3.3 | 0.7 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 0.04 | 1.9 | 3.4 | 88 | 66 | 510 | 11 | 14 | 190 | 1.5 | 1.7 | 40 | 5.9 | 0.4 | 10 | 11 | 110 |
| | 58 | 4.2 | 17 | 2.7 | 0.7 | 0.4 | 1.1 | 1.0 | 0.03 | 2.1 | 3.6 | 110 | 78 | 550 | 12 | 17 | 220 | 1.6 | 2.1 | 48 | 8.1 | 0.6 | 8.0 | 16 | 120 |
| | 59 | 3.3 | 17 | 3.2 | 0.8 | 0.3 | 0.8 | 1.0 | 0.02 | 1.9 | 2.9 | 77 | 66 | 460 | 11 | 12 | 140 | 1.7 | 1.5 | 35 | 6.7 | 0.5 | 10 | 8.5 | 120 |
| | 60 | 4.8 | 17 | 3.2 | 0.8 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 0.02 | 1.8 | 3.5 | 84 | 59 | 430 | 10 | 13 | 200 | 1.9 | 1.4 | 46 | 6.5 | 0.5 | 8.6 | 10 | 110 |
| | 61 | 6.6 | 22 | 6.3 | 1.0 | 0.3 | 1.0 | 1.3 | 0.02 | 5.8 | 3.5 | 79 | 110 | 690 | 10 | 11 | 210 | 1.5 | 1.3 | 30 | 6.2 | 0.5 | 3.9 | 9.8 | 160 |
| | 62 | 5.3 | 24 | 3.9 | 1.4 | 0.6 | 1.2 | 1.5 | 0.02 | 7.4 | 6.2 | 91 | 130 | 410 | 12 | 15 | 130 | 1.7 | 1.8 | 62 | 6.4 | 0.7 | 7.4 | 7.9 | 160 |
| | 63 | 6.2 | 26 | 4.1 | 1.3 | 0.6 | 1.4 | 1.5 | 0.03 | 7.9 | 3.7 | 110 | 130 | 440 | 12 | 17 | 180 | 1.3 | 1.8 | 50 | 7.0 | 0.6 | 7.1 | 13 | 160 |
| | 64 | 3.6 | 21 | 4.1 | 1.3 | 0.6 | 1.1 | 1.5 | 0.02 | 7.6 | 5.0 | 92 | 140 | 590 | 9.2 | 15 | 190 | 1.5 | 2.0 | 55 | 7.2 | 0.7 | 7.2 | 9.3 | 160 |

Table 4-3. 성분원소 함량 데이터

| 출토지 | 분류 | % | | | | | | | | ppm | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $K_2O$ | $Na_2O$ | CaO | MgO | $TiO_2$ | MnO | Sm | Yb | Cr | La | Ba | Cs | Sc | Rb | Ta | Eu | Nd | Ce | Lu | Hf | Co | Sr |
| 익산시 신용리 | 65 | 7.2 | 23 | 3.6 | 1.0 | 0.4 | 1.2 | 1.1 | 0.05 | 6.2 | 4.0 | 94 | 110 | 590 | 8.7 | 13 | 180 | 1.9 | 1.3 | 46 | 6.1 | 0.5 | 8.7 | 15 | 130 |
| | 66 | 4.2 | 23 | 5.8 | 1.9 | 0.6 | 1.0 | 1.4 | 0.03 | 5.9 | 3.7 | 81 | 100 | 530 | 8.9 | 11 | 180 | 1.8 | 1.4 | 38 | 6.1 | 0.6 | 9.7 | 8.1 | 190 |
| | 67 | 6.2 | 28 | 4.7 | 1.1 | 0.6 | 1.4 | 1.6 | 0.03 | 8.0 | 5.0 | 120 | 150 | 390 | 10 | 18 | 210 | 1.1 | 2.0 | 48 | 8.7 | 0.7 | 7.8 | 12 | 170 |
| | 68 | 3.8 | 21 | 3.3 | 1.4 | 0.6 | 1.1 | 1.1 | 0.02 | 7.7 | 5.5 | 100 | 130 | 570 | 9.8 | 15 | 170 | 1.8 | 1.7 | 44 | 7.0 | 0.6 | 8.3 | 11 | 160 |
| | 69 | 4.5 | 23 | 3.1 | 1.6 | 0.7 | 1.2 | 1.4 | 0.03 | 8.2 | 5.3 | 100 | 130 | 610 | 10 | 16 | 190 | 1.3 | 2.0 | 55 | 8.6 | 0.7 | 8.2 | 15 | 170 |
| | 70 | 6.4 | 22 | 3.6 | 1.1 | 0.3 | 0.8 | 1.2 | 0.02 | 5.9 | 4.5 | 89 | 98 | 380 | 7.3 | 12 | 190 | 1.8 | 1.2 | 29 | 4.9 | 0.6 | 9.2 | 6.1 | 120 |
| 영암군 구림리 A | 71 | 7.1 | 26 | 2.7 | 1.7 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 0.01 | 6.4 | 4.2 | 100 | 86 | 620 | 8.3 | 16 | 150 | 1.3 | 1.4 | 40 | 6.3 | 0.6 | 7.0 | 7.5 | 120 |
| | 72 | 6.9 | 26 | 2.9 | 1.3 | 0.5 | 1.2 | 1.4 | 0.02 | 7.8 | 4.7 | 100 | 140 | 430 | 9.9 | 15 | 180 | 1.6 | 1.8 | 57 | 8.4 | 0.7 | 7.3 | 8.9 | 140 |
| | 73 | 6.4 | 31 | 3.6 | 1.8 | 0.6 | 1.2 | 1.4 | 0.04 | 8.2 | 4.1 | 100 | 120 | 380 | 9.4 | 18 | 150 | 1.6 | 2.0 | 49 | 7.7 | 0.9 | 6.3 | 10 | 130 |
| | 74 | 8.4 | 26 | 3.6 | 1.6 | 0.6 | 1.3 | 1.3 | 0.03 | 7.4 | 5.2 | 95 | 86 | 460 | 11 | 15 | 120 | 1.5 | 1.7 | 39 | 5.9 | 0.7 | 5.4 | 9.4 | 130 |
| | 75 | 9.0 | 26 | 4.1 | 1.7 | 0.5 | 1.1 | 0.9 | 0.02 | 5.8 | 4.3 | 86 | 75 | 550 | 9.7 | 14 | 180 | 1.6 | 1.4 | 41 | 5.9 | 0.7 | 9.0 | 7.4 | 140 |
| | 76 | 7.6 | 29 | 2.6 | 1.1 | 0.5 | 1.4 | 1.5 | 0.03 | 5.3 | 3.8 | 96 | 70 | 300 | 8.9 | 14 | 160 | 1.8 | 1.4 | 39 | 5.2 | 0.5 | 7.5 | 8.3 | 130 |
| | 77 | 6.5 | 26 | 3.0 | 1.5 | 0.3 | 0.4 | 1.2 | 0.02 | 7.3 | 4.8 | 92 | 83 | 470 | 5.4 | 14 | 150 | 1.4 | 1.5 | 44 | 6.9 | 0.6 | 7.4 | 5.4 | 110 |
| | 78 | 9.3 | 28 | 3.8 | 1.8 | 0.6 | 1.4 | 1.5 | 0.03 | 6.7 | 4.0 | 88 | 88 | 530 | 8.8 | 15 | 130 | 1.2 | 1.7 | 42 | 6.7 | 0.6 | 6.2 | 9.0 | 150 |
| | 79 | 8.3 | 25 | 2.6 | 1.5 | 0.4 | 0.6 | 1.2 | 0.02 | 6.9 | 4.7 | 84 | 71 | 350 | 7.6 | 15 | 150 | 1.5 | 1.4 | 40 | 6.6 | 0.6 | 5.8 | 6.7 | 110 |
| | 80 | 7.5 | 24 | 3.2 | 1.0 | 0.5 | 1.2 | 1.4 | 0.02 | 6.2 | 3.3 | 100 | 77 | 590 | 9.5 | 15 | 170 | 1.2 | 1.7 | 43 | 6.8 | 0.5 | 6.5 | 8.1 | 120 |
| 영암군 구림리 B | 81 | 3.7 | 27 | 4.2 | 1.5 | 0.3 | 1.3 | 1.2 | 0.02 | 9.4 | 6.0 | 110 | 120 | 420 | 13 | 19 | 190 | 1.7 | 2.2 | 59 | 9.1 | 0.8 | 8.1 | 8.0 | 110 |
| | 82 | 3.3 | 27 | 4.4 | 1.6 | 0.3 | 1.3 | 1.0 | 0.02 | 9.8 | 6.7 | 120 | 120 | 380 | 14 | 19 | 170 | 1.7 | 2.5 | 55 | 6.7 | 0.9 | 8.6 | 5.9 | 110 |
| | 83 | 7.7 | 25 | 3.9 | 1.8 | 0.5 | 1.4 | 1.2 | 0.03 | 6.6 | 3.9 | 96 | 80 | 420 | 8.6 | 15 | 150 | 1.7 | 1.8 | 44 | 6.3 | 0.5 | 6.6 | 9.7 | 120 |
| | 84 | 4.6 | 28 | 4.8 | 2.1 | 0.5 | 1.2 | 1.1 | 0.03 | 7.4 | 4.8 | 95 | 83 | 420 | 12 | 16 | 180 | 1.2 | 1.5 | 52 | 6.6 | 0.6 | 6.7 | 8.7 | 120 |
| | 85 | 5.4 | 27 | 4.7 | 2.0 | 0.5 | 1.2 | 1.1 | 0.08 | 7.0 | 4.0 | 95 | 83 | 550 | 11 | 16 | 220 | 1.6 | 1.7 | 37 | 6.5 | 0.7 | 13 | 13 | 120 |
| | 86 | 7.4 | 23 | 3.7 | 1.3 | 0.5 | 1.4 | 1.1 | 0.03 | 5.8 | 4.3 | 99 | 91 | 440 | 11 | 16 | 160 | 1.6 | 1.7 | 49 | 6.9 | 0.6 | 6.6 | 9.2 | 120 |
| | 87 | 5.6 | 26 | 4.4 | 4.0 | 0.5 | 1.1 | 1.2 | 0.03 | 6.2 | 3.8 | 93 | 53 | 460 | 12 | 17 | 250 | 1.2 | 1.9 | 46 | 8.0 | 0.6 | 7.8 | 11 | 130 |
| | 88 | 5.0 | 29 | 4.4 | 2.1 | 0.4 | 1.3 | 1.1 | 0.03 | 5.7 | 3.2 | 96 | 49 | 540 | 15 | 17 | 190 | 1.3 | 1.8 | 50 | 7.4 | 0.5 | 6.7 | 8.3 | 130 |
| | 89 | 7.0 | 22 | 5.0 | 3.0 | 0.5 | 0.8 | 1.1 | 0.03 | 4.5 | 3.2 | 73 | 41 | 420 | 8.9 | 13 | 190 | 1.7 | 1.5 | 36 | 5.9 | 0.5 | 9.5 | 8.8 | 130 |
| | 90 | 3.7 | 28 | 3.8 | 2.4 | 0.3 | 1.3 | 1.1 | 0.02 | 7.6 | 4.1 | 130 | 53 | 550 | 9.0 | 19 | 170 | 1.8 | 2.5 | 48 | 8.0 | 0.7 | 8.0 | 6.3 | 110 |
| 영암군 구림리 C | 91 | 4.4 | 27 | 3.8 | 1.5 | 0.3 | 1.3 | 0.8 | 0.02 | 6.5 | 4.4 | 110 | 72 | 410 | 13 | 18 | 170 | 1.9 | 2.1 | 57 | 7.8 | 0.7 | 7.9 | 7.5 | 110 |
| | 92 | 4.6 | 29 | 5.0 | 3.3 | 0.6 | 1.2 | 0.6 | 0.05 | 5.7 | 3.9 | 84 | 65 | 530 | 12 | 16 | 220 | 1.5 | 1.4 | 46 | 6.7 | 0.7 | 7.3 | 8.5 | 140 |
| | 93 | 4.9 | 24 | 4.2 | 2.4 | 0.6 | 1.2 | 1.2 | 0.03 | 4.7 | 3.5 | 86 | 60 | 510 | 8.9 | 15 | 170 | 1.6 | 1.4 | 37 | 7.4 | 0.6 | 6.5 | 9.4 | 150 |
| | 94 | 5.4 | 27 | 4.5 | 2.3 | 0.6 | 1.1 | 0.8 | 0.04 | 5.6 | 4.0 | 89 | 62 | 430 | 12 | 15 | 150 | 1.5 | 1.7 | 53 | 7.3 | 0.6 | 7.8 | 10 | 140 |
| | 95 | 6.4 | 25 | 4.1 | 2.0 | 0.3 | 1.3 | 1.4 | 0.03 | 4.8 | 4.1 | 100 | 56 | 280 | 13 | 17 | 190 | 1.6 | 1.7 | 41 | 7.0 | 0.6 | 6.9 | 9.2 | 90 |
| | 96 | 6.9 | 26 | 4.5 | 1.7 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 0.08 | 3.9 | 2.7 | 58 | 43 | 350 | 9.1 | 11 | 170 | 1.5 | 1.3 | 34 | 4.8 | 0.4 | 6.6 | 11 | 150 |

Table 4-4. 성분원소 함량 데이터

| 출토지 | 분류 | % | | | | | | | | ppm | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $K_2O$ | $Na_2O$ | CaO | MgO | $TiO_2$ | MnO | Sm | Yb | Cr | La | Ba | Cs | Sc | Rb | Ta | Eu | Nd | Ce | Lu | Hf | Co | Sr |
| 영암군 구림리 C | 97 | 5.6 | 21 | 4.7 | 2.3 | 0.4 | 0.9 | 1.0 | 0.03 | 4.3 | 3.0 | 61 | 45 | 580 | 8.7 | 12 | 170 | 1.3 | 1.4 | 31 | 5.9 | 0.4 | 6.3 | 11 | 120 |
| | 98 | 6.4 | 24 | 5.1 | 2.0 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 0.04 | 4.2 | 3.5 | 58 | 48 | 400 | 9.2 | 12 | 160 | 1.6 | 1.5 | 28 | 6.0 | 0.5 | 6.7 | 11 | 120 |
| | 99 | 5.6 | 22 | 4.0 | 2.6 | 0.5 | 1.0 | 0.6 | 0.03 | 5.2 | 3.6 | 97 | 63 | 470 | 13 | 16 | 180 | 1.5 | 2.0 | 48 | 7.3 | 0.6 | 8.3 | 7.4 | 140 |
| | 100 | 4.6 | 26 | 4.1 | 1.2 | 0.7 | 1.5 | 1.5 | 0.08 | 6.3 | 4.3 | 110 | 60 | 620 | 14 | 19 | 170 | 1.5 | 2.4 | 50 | 7.0 | 0.7 | 7.6 | 7.2 | 140 |
| 여수시 화장동 A | 101 | 4.7 | 16 | 1.6 | 0.7 | 0.9 | 0.4 | 1.0 | 0.04 | 3.2 | 3.4 | 84 | 38 | 610 | 5.9 | 15 | 110 | 1.0 | 1.5 | 31 | 4.9 | 0.4 | 6.0 | 9.6 | 100 |
| | 102 | 5.0 | 16 | 1.5 | 0.7 | 0.8 | 0.5 | 1.0 | 0.04 | 3.2 | 2.4 | 85 | 41 | 630 | 6.7 | 15 | 110 | 1.3 | 1.4 | 29 | 4.6 | 0.4 | 7.5 | 10 | 90 |
| | 103 | 5.4 | 18 | 1.5 | 0.9 | 1.2 | 0.4 | 1.2 | 0.07 | 3.6 | 3.3 | 77 | 28 | 450 | 6.5 | 17 | 100 | 1.3 | 1.6 | 34 | 5.3 | 0.4 | 6.6 | 12 | 120 |
| | 104 | 4.0 | 17 | 2.0 | 1.4 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 0.01 | 2.6 | 2.7 | 110 | 25 | 330 | 13 | 14 | 110 | 1.7 | 0.9 | 24 | 4.2 | 0.4 | 7.5 | 7.9 | 60 |
| | 105 | 4.6 | 15 | 1.7 | 1.3 | 0.8 | 0.4 | 0.9 | 0.03 | 3.4 | 2.3 | 85 | 27 | 530 | 5.2 | 17 | 100 | 1.2 | 1.4 | 29 | 4.5 | 0.5 | 6.5 | 12 | 90 |
| | 106 | 4.8 | 16 | 1.6 | 0.7 | 0.8 | 0.4 | 0.9 | 0.04 | 3.5 | 2.4 | 86 | 24 | 710 | 7.3 | 17 | 95 | 1.8 | 1.6 | 29 | 5.0 | 04 | 6.6 | 9.6 | 90 |
| | 107 | 5.3 | 16 | 1.6 | 0.8 | 0.9 | 0.4 | 1.0 | 0.04 | 3.0 | 2.3 | 80 | 30 | 600 | 6.5 | 16 | 83 | 1.0 | 1.4 | 30 | 4.0 | 0.4 | 6.7 | 10 | 100 |
| | 108 | 4.8 | 16 | 1.5 | 0.7 | 0.9 | 0.5 | 1.0 | 0.04 | 3.0 | 1.9 | 83 | 23 | 610 | 7.3 | 16 | 87 | 1.0 | 1.5 | 34 | 4.6 | 0.4 | 6.3 | 9.9 | 100 |
| | 109 | 4.7 | 16 | 1.6 | 0.8 | 0.9 | 0.4 | 1.1 | 0.04 | 2.7 | 2.0 | 79 | 24 | 440 | 5.8 | 17 | 100 | 1.3 | 1.5 | 24 | 4.7 | 0.5 | 7.2 | 9.9 | 80 |
| | 110 | 4.7 | 16 | 1.6 | 1.1 | 0.8 | 0.5 | 1.0 | 0.05 | 2.3 | 1.9 | 66 | 26 | 480 | 5.2 | 14 | 94 | 0.9 | 1.3 | 30 | 4.1 | 0.3 | 6.5 | 10 | 80 |
| | 111 | 4.2 | 14 | 1.5 | 0.7 | 0.8 | 0.4 | 1.0 | 0.03 | 2.6 | 2.1 | 66 | 17 | 550 | 6.2 | 15 | 85 | 1.2 | 1.4 | 21 | 4.0 | 0.4 | 6.3 | 9.7 | 70 |
| | 112 | 2.7 | 12 | 1.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 0.01 | 2.4 | 2.2 | 45 | 22 | 230 | 5.0 | 10 | 82 | 1.1 | 1.1 | 27 | 4.9 | 0.5 | 8.0 | 6.9 | 70 |
| | 113 | 7.0 | 19 | 1.6 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 1.0 | 0.02 | 2.7 | 2.3 | 71 | 20 | 350 | 6.8 | 15 | 94 | 1.4 | 1.6 | 30 | 4.3 | 0.4 | 8.3 | 11 | 50 |
| | 114 | 3.4 | 16 | 1.5 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 1.1 | 0.01 | 2.7 | 2.1 | 66 | 18 | 310 | 5.9 | 15 | 86 | 1.9 | 1.3 | 27 | 4.2 | 0.4 | 8.7 | 8.6 | 40 |
| | 115 | 3.3 | 13 | 1.6 | 1.7 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 0.05 | 2.3 | 1.8 | 71 | 12 | 330 | 3.9 | 14 | 82 | 1.1 | 1.2 | 23 | 4.0 | 0.3 | 7.0 | 9.9 | 90 |
| | 116 | 3.9 | 13 | 1.5 | 1.0 | 1.5 | 0.4 | 0.7 | 0.02 | 1.8 | 1.3 | 84 | 13 | 550 | 5.6 | 13 | 100 | 1.1 | 1.0 | 19 | 3.1 | 0.4 | 5.9 | 7.1 | 130 |
| | 117 | 4.3 | 14 | 1.5 | 1.1 | 1.5 | 0.3 | 0.8 | 0.03 | 1.6 | 1.7 | 86 | 10 | 500 | 5.9 | 15 | 99 | 1.1 | 0.9 | 22 | 2.8 | 0.4 | 6.0 | 9.0 | 130 |
| | 118 | 4.3 | 15 | 1.5 | 0.9 | 1.7 | 0.4 | 0.8 | 0.03 | 1.6 | 1.6 | 78 | 17 | 640 | 6.0 | 14 | 86 | 1.4 | 1.0 | 17 | 2.7 | 0.3 | 5.4 | 8.2 | 150 |
| | 119 | 4.5 | 15 | 1.5 | 1.1 | 1.6 | 0.4 | 0.9 | 0.03 | 1.8 | 1.8 | 78 | 7 | 710 | 6.3 | 13 | 70 | 1.2 | 1.2 | 34 | 3.0 | 0.3 | 6.4 | 7.5 | 140 |
| 여수시 화장동 B | 120 | 4.0 | 16 | 1.9 | 0.8 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 0.01 | 2.8 | 2.2 | 88 | 17 | 470 | 7.2 | 17 | 100 | 1.7 | 1.7 | 30 | 5.4 | 0.5 | 7.6 | 12 | 70 |
| | 121 | 5.8 | 24 | 2.0 | 0.9 | 0.5 | 1.0 | 1.3 | 0.02 | 2.0 | 2.0 | 88 | 14 | 270 | 6.8 | 16 | 130 | 1.8 | 1.5 | 32 | 5.2 | 0.4 | 6.3 | 12 | 100 |
| | 122 | 4.2 | 17 | 1.4 | 0.8 | 0.5 | 0.4 | 1.2 | 0.04 | 1.0 | 1.7 | 53 | 10 | 330 | 4.3 | 11 | 77 | 1.5 | 1.1 | 23 | 3.7 | 0.3 | 7.1 | 11 | 60 |
| | 123 | 6.7 | 20 | 1.6 | 0.7 | 0.5 | 0.9 | 1.4 | 0.10 | 1.4 | 2.0 | 80 | 13 | 280 | 7.7 | 15 | 130 | 1.3 | 1.2 | 24 | 4.7 | 0.4 | 6.6 | 13 | 100 |
| | 124 | 7.0 | 23 | 1.6 | 1.0 | 0.7 | 0.9 | 1.2 | 0.05 | 1.4 | 1.9 | 66 | 11 | 310 | 4.5 | 17 | 81 | 1.2 | 1.7 | 29 | 4.8 | 0.4 | 6.1 | 11 | 120 |
| | 125 | 7.9 | 23 | 1.5 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 1.2 | 0.04 | 1.6 | 2.4 | 69 | 18 | 290 | 7.2 | 18 | 95 | 1.4 | 1.5 | 25 | 4.9 | 0.4 | 7.4 | 12 | 110 |
| | 126 | 7.4 | 23 | 1.6 | 1.0 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 0.04 | 1.5 | 1.5 | 72 | 17 | 240 | 7.5 | 17 | 100 | 1.1 | 1.6 | 30 | 4.9 | 0.4 | 6.7 | 11 | 110 |
| | 127 | 7.7 | 24 | 1.7 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 0.05 | 1.4 | 2.0 | 64 | 19 | 360 | 6.0 | 18 | 110 | 0.7 | 1.8 | 27 | 4.8 | 0.4 | 6.9 | 11 | 120 |
| | 128 | 3.6 | 19 | 1.6 | 1.0 | 0.7 | 0.5 | 1.2 | 0.02 | 4.9 | 1.6 | 84 | 11 | 400 | 5.9 | 13 | 75 | 1.1 | 1.0 | 17 | 2.4 | 0.3 | 7.2 | 6.1 | 100 |

Table 4-5. 성분원소 함량 데이터

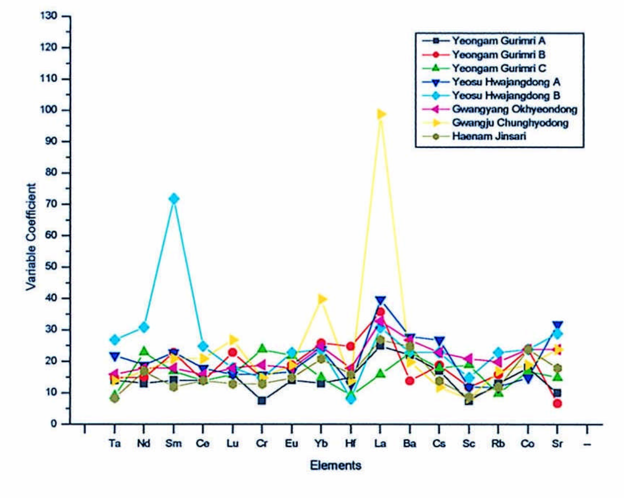
| 출토지 | 분류 | % | | | | | | | | ppm | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $K_2O$ | $Na_2O$ | CaO | MgO | $TiO_2$ | MnO | Sm | Yb | Cr | La | Ba | Cs | Sc | Rb | Ta | Eu | Nd | Ce | Lu | Hf | Co | Sr |
| 여수시 화장동 B | 129 | 4.4 | 18 | 1.7 | 2.0 | 0.6 | 0.4 | 1.0 | 0.04 | 5.3 | 1.2 | 67 | 7 | 390 | 4.7 | 12 | 70 | 1.1 | 1.1 | 20 | 2.6 | 0.3 | 6.5 | 7.5 | 140 |
| | 130 | 4.5 | 17 | 1.6 | 1.9 | 0.7 | 0.4 | 0.8 | 0.05 | 4.4 | 1.2 | 60 | 5 | 300 | 4.3 | 12 | 53 | 1.1 | 0.8 | 16 | 2.9 | 0.3 | 6.3 | 8.3 | 140 |
| | 131 | 6.6 | 22 | 1.5 | 1.0 | 2.3 | 0.6 | 1.4 | 0.04 | 5.6 | 1.4 | 70 | 9 | 540 | 6.3 | 13 | 90 | 1.0 | 1.1 | 20 | 3.2 | 0.3 | 5.7 | 7.7 | 200 |
| | 132 | 6.3 | 26 | 1.8 | 0.7 | 0.5 | 1.2 | 1.4 | 0.02 | 9.7 | 2.6 | 92 | 16 | 330 | 6.8 | 18 | 110 | 1.6 | 1.7 | 35 | 5.6 | 0.5 | 6.8 | 11 | 110 |
| | 133 | 7.4 | 22 | 2.1 | 0.8 | 1.0 | 0.7 | 1.3 | 0.06 | 7.6 | 1.8 | 76 | 17 | 300 | 6.3 | 18 | 73 | 1.3 | 1.5 | 25 | 4.6 | 0.4 | 7.5 | 17 | 110 |
| | 134 | 6.0 | 24 | 2.2 | 1.7 | 0.5 | 1.2 | 1.4 | 0.02 | 9.4 | 2.0 | 82 | 12 | 420 | 9.9 | 17 | 99 | 1.5 | 1.8 | 28 | 5.7 | 0.4 | 7.2 | 12 | 120 |
| | 135 | 4.7 | 23 | 1.8 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.4 | 0.03 | 7.3 | 1.2 | 83 | 10 | 320 | 6.6 | 15 | 110 | 2.1 | 1.4 | 25 | 3.6 | 0.4 | 7.5 | 9.1 | 80 |
| 광양시 옥현동 | 136 | 6.8 | 22 | 1.8 | 0.8 | 0.5 | 1.2 | 1.6 | 0.03 | 6.6 | 1.4 | 77 | 80 | 200 | 5.6 | 14 | 89 | 1.5 | 1.4 | 19 | 4.1 | 0.4 | 7.9 | 13 | 120 |
| | 137 | 7.5 | 23 | 2.3 | 0.5 | 0.4 | 1.2 | 1.1 | 0.07 | 7.4 | 2.0 | 86 | 16 | 530 | 7.9 | 19 | 120 | 1.5 | 1.2 | 32 | 5.0 | 0.4 | 6.9 | 16 | 70 |
| | 138 | 10 | 24 | 2.3 | 0.5 | 0.5 | 1.2 | 1.5 | 0.06 | 8.5 | 2.5 | 96 | 20 | 530 | 8.7 | 20 | 100 | 1.3 | 1.3 | 32 | 4.9 | 0.4 | 5.9 | 19 | 80 |
| | 139 | 13 | 28 | 2.2 | 0.4 | 0.5 | 1.6 | 1.7 | 0.06 | 8.3 | 2.2 | 94 | 13 | 280 | 11 | 21 | 97 | 1.9 | 1.4 | 33 | 5.0 | 0.4 | 5.5 | 17 | 90 |
| | 140 | 9.2 | 25 | 2.6 | 0.5 | 0.6 | 1.2 | 1.6 | 0.07 | 12 | 2.3 | 96 | 22 | 520 | 5.2 | 22 | 140 | 1.7 | 1.9 | 39 | 7.1 | 0.5 | 5.1 | 17 | 100 |
| | 141 | 7.9 | 20 | 2.1 | 0.4 | 0.4 | 1.2 | 1.5 | 0.04 | 8.3 | 2.0 | 87 | 11 | 320 | 8.4 | 19 | 140 | 1.4 | 1.3 | 28 | 5.1 | 0.4 | 6.8 | 16 | 80 |
| | 142 | 5.0 | 19 | 2.5 | 1.1 | 0.5 | 0.7 | 1.1 | 0.05 | 8.2 | 1.8 | 64 | 11 | 430 | 8.5 | 15 | 100 | 1.6 | 1.5 | 26 | 4.8 | 0.4 | 6.0 | 12 | 70 |
| | 143 | 8.0 | 24 | 2.6 | 0.5 | 0.4 | 1.2 | 1.5 | 0.04 | 8.1 | 1.8 | 88 | 9 | 330 | 10 | 20 | 130 | 1.6 | 1.4 | 29 | 4.4 | 0.4 | 5.5 | 13 | 80 |
| | 144 | 3.8 | 23 | 2.6 | 1.0 | 0.6 | 0.9 | 1.5 | 0.04 | 10 | 2.4 | 98 | 13 | 420 | 8.5 | 20 | 120 | 1.8 | 2.1 | 34 | 6.2 | 0.5 | 5.2 | 10 | 100 |
| | 145 | 6.4 | 20 | 2.5 | 0.4 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 0.03 | 9.5 | 1.8 | 76 | 13 | 280 | 10 | 18 | 120 | 1.5 | 1.5 | 37 | 5.6 | 0.3 | 6.3 | 12 | 70 |
| | 146 | 4.8 | 19 | 2.0 | 1.1 | 0.8 | 1.4 | 1.3 | 0.03 | 9.6 | 1.6 | 88 | 16 | 390 | 7.3 | 16 | 80 | 1.3 | 1.5 | 33 | 6.5 | 0.4 | 4.4 | 10 | 120 |
| | 147 | 8.1 | 26 | 2.5 | 0.4 | 0.6 | 1.3 | 1.5 | 0.05 | 12 | 2.3 | 98 | 11 | 460 | 9.2 | 29 | 170 | 2.3 | 2.2 | 35 | 6.5 | 0.5 | 6.5 | 17 | 70 |
| | 148 | 3.9 | 20 | 3.1 | 0.9 | 1.2 | 0.5 | 1.0 | 0.04 | 8.7 | 1.7 | 69 | 13 | 590 | 6.7 | 15 | 120 | 1.7 | 1.5 | 35 | 5.8 | 0.3 | 5.2 | 8.2 | 130 |
| | 149 | 8.5 | 22 | 1.9 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 1.4 | 0.03 | 10 | 1.9 | 86 | 14 | 380 | 5.5 | 23 | 86 | 1.4 | 1.9 | 37 | 5.9 | 0.4 | 5.8 | 12 | 60 |
| | 150 | 5.9 | 19 | 2.5 | 0.5 | 0.9 | 0.6 | 1.2 | 0.04 | 8.9 | 1.3 | 79 | 9 | 490 | 7.4 | 17 | 100 | 1.5 | 1.5 | 29 | 5.6 | 0.3 | 8.0 | 13 | 90 |
| | 151 | 3.8 | 22 | 5.0 | 2.6 | 0.4 | 1.0 | 1.3 | 0.03 | 6.3 | 0.7 | 38 | 6 | 420 | 5.4 | 14 | 100 | 1.4 | 1.3 | 22 | 4.3 | 0.2 | 4.5 | 9.3 | 110 |
| 광주시 충효동 | 152 | 2.8 | 21 | 5.3 | 1.4 | 0.4 | 0.7 | 1.2 | 0.02 | 10 | 1.6 | 54 | 9 | 440 | 6.7 | 14 | 160 | 1.6 | 1.8 | 33 | 6.1 | 0.3 | 5.5 | 7.0 | 100 |
| | 153 | 2.0 | 14 | 3.7 | 0.9 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.02 | 8.3 | 2.0 | 45 | 4 | 350 | 6.0 | 13 | 180 | 1.7 | 1.4 | 28 | 4.8 | 0.3 | 5.3 | 7.4 | 70 |
| | 154 | 4.4 | 15 | 1.5 | 1.7 | 2.1 | 0.8 | 0.8 | 0.03 | 9.7 | 1.7 | 58 | 12 | 410 | 7.9 | 13 | 140 | 1.8 | 1.9 | 33 | 6.3 | 0.4 | 6.8 | 9.1 | 160 |
| | 155 | 3.1 | 19 | 4.7 | 2.3 | 0.4 | 0.9 | 1.0 | 0.02 | 9.2 | 1.7 | 64 | 13 | 390 | 7.1 | 13 | 160 | 1.3 | 1.7 | 30 | 6.5 | 0.4 | 8.2 | 9.9 | 100 |
| | 156 | 3.0 | 23 | 4.0 | 1.3 | 0.5 | 0.7 | 1.1 | 0.03 | 11 | 1.5 | 52 | 14 | 320 | 8.4 | 13 | 170 | 1.4 | 2.0 | 28 | 7.9 | 0.3 | 5.1 | 9.2 | 100 |
| | 157 | 3.1 | 18 | 3.5 | 2.0 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 0.02 | 8.4 | 1.5 | 57 | 13 | 430 | 6.6 | 13 | 150 | 1.5 | 1.5 | 23 | 6.1 | 0.3 | 6.3 | 11 | 100 |
| | 158 | 3.1 | 20 | 4.4 | 1.9 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.02 | 10 | 1.6 | 64 | 11 | 380 | 7.5 | 13 | 140 | 1.6 | 1.7 | 26 | 6.4 | 0.4 | 6.3 | 9.3 | 90 |
| | 159 | 3.1 | 22 | 2.9 | 3.9 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 0.03 | 9.0 | 1.7 | 49 | 12 | 370 | 5.8 | 14 | 120 | 1.1 | 1.8 | 29 | 6.2 | 0.3 | 4.9 | 8.2 | 120 |
| | 160 | 2.9 | 15 | 1.7 | 1.6 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.02 | 8.7 | 2.0 | 47 | 13 | 500 | 6.9 | 12 | 110 | 1.3 | 1.6 | 31 | 5.7 | 0.3 | 6.2 | 7.1 | 90 |

Table 4-6. 성분원소 함량 데이터

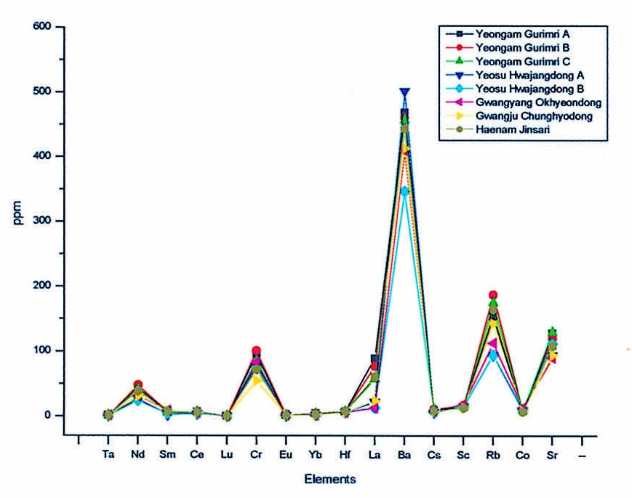
| 출토지 | 분류 | % | | | | | | | | ppm | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $K_2O$ | $Na_2O$ | CaO | MgO | $TiO_2$ | MnO | Sm | Yb | Cr | La | Ba | Cs | Sc | Rb | Ta | Eu | Nd | Ce | Lu | Hf | Co | Sr |
| 광주시 충효동 | 161 | 3.5 | 19 | 3.0 | 1.5 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 0.02 | 6.4 | 1.0 | 53 | 8 | 480 | 6.8 | 14 | 130 | 1.3 | 1.1 | 24 | 3.2 | 0.3 | 5.7 | 7.2 | 100 |
| | 162 | 3.0 | 19 | 2.4 | 1.0 | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 0.03 | 9.1 | 2.1 | 44 | 9 | 330 | 6.0 | 13 | 120 | 1.5 | 1.6 | 30 | 5.0 | 0.4 | 6.0 | 8.7 | 90 |
| | 163 | 4.0 | 20 | 3.3 | 0.5 | 0.5 | 0.8 | 1.0 | 0.04 | 8.1 | 1.7 | 50 | 10 | 450 | 7.1 | 13 | 99 | 1.6 | 1.4 | 27 | 4.4 | 0.4 | 6.8 | 9.5 | 100 |
| | 164 | 2.8 | 17 | 3.1 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.9 | 0.02 | 7.3 | 1.3 | 43 | 7 | 250 | 7.8 | 13 | 120 | 1.2 | 1.4 | 32 | 4.0 | 0.3 | 5.5 | 6.9 | 70 |
| | 165 | 3.9 | 19 | 3.2 | 0.8 | 0.5 | 1.1 | 1.0 | 0.04 | 9.7 | 4.0 | 73 | 71 | 540 | 8.5 | 15 | 150 | 1.4 | 2.1 | 47 | 6.2 | 0.7 | 7.1 | 12 | 110 |
| | 166 | 3.4 | 20 | 3.0 | 0.6 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 0.02 | 7.0 | 3.0 | 65 | 51 | 530 | 7.1 | 15 | 180 | 1.3 | 1.8 | 35 | 5.2 | 0.5 | 6.5 | 6.7 | 90 |
| | 167 | 2.9 | 20 | 2.8 | 1.8 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 0.02 | 7.2 | 3.7 | 62 | 74 | 390 | 5.9 | 15 | 120 | 1.4 | 1.9 | 36 | 7.3 | 0.6 | 5.3 | 9.5 | 80 |
| | 168 | 3.5 | 24 | 3.1 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 1.1 | 0.02 | 4.5 | 2.4 | 59 | 42 | 530 | 8.0 | 13 | 160 | 1.4 | 1.0 | 31 | 4.5 | 0.4 | 5.6 | 6.1 | 60 |
| | 169 | 2.8 | 22 | 3.4 | 0.8 | 0.3 | 0.4 | 0.9 | 0.02 | 5.4 | 2.9 | 53 | 53 | 340 | 7.4 | 11 | 150 | 1.1 | 1.3 | 29 | 5.9 | 0.5 | 5.7 | 6.5 | 70 |
| 해남군 진사리 | 170 | 2.2 | 17 | 2.6 | 0.6 | 0.9 | 0.7 | 1.3 | 0.03 | 8.3 | 4.5 | 80 | 73 | 550 | 9.3 | 13 | 170 | 2.0 | 2.1 | 42 | 7.7 | 0.6 | 9.7 | 6.9 | 130 |
| | 171 | 2.0 | 18 | 2.9 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 1.2 | 0.02 | 7.1 | 4.1 | 69 | 66 | 380 | 6.4 | 11 | 190 | 1.5 | 1.8 | 42 | 6.8 | 0.6 | 9.7 | 5.0 | 110 |
| | 172 | 1.8 | 15 | 2.4 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 1.2 | 0.02 | 6.3 | 3.4 | 70 | 64 | 410 | 8.2 | 11 | 160 | 1.5 | 1.3 | 33 | 6.5 | 0.6 | 9.0 | 5.8 | 120 |
| | 173 | 2.6 | 17 | 2.8 | 0.6 | 1.0 | 0.7 | 1.3 | 0.05 | 7.4 | 3.6 | 90 | 67 | 490 | 6.6 | 14 | 160 | 1.7 | 1.7 | 41 | 7.3 | 0.5 | 11 | 13 | 140 |
| | 174 | 1.8 | 15 | 2.7 | 0.8 | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 0.02 | 6.5 | 3.7 | 74 | 60 | 600 | 6.9 | 11 | 150 | 1.8 | 1.5 | 31 | 6.5 | 0.5 | 9.9 | 7.1 | 110 |
| | 175 | 2.0 | 17 | 2.6 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 1.3 | 0.03 | 8.3 | 3.4 | 63 | 74 | 520 | 9.6 | 13 | 190 | 1.7 | 2.0 | 41 | 6.2 | 0.6 | 9.3 | 7.0 | 110 |
| | 176 | 2.1 | 17 | 2.3 | 0.6 | 1.0 | 0.7 | 1.4 | 0.03 | 8.5 | 4.4 | 84 | 73 | 660 | 8.1 | 14 | 170 | 1.8 | 2.2 | 52 | 6.4 | 0.6 | 9.4 | 6.6 | 140 |
| | 177 | 2.2 | 16 | 2.7 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 1.2 | 0.02 | 7.6 | 3.1 | 84 | 62 | 370 | 9.2 | 13 | 180 | 1.6 | 1.9 | 36 | 7.2 | 0.6 | 8.5 | 7.5 | 110 |
| | 178 | 2.0 | 15 | 2.3 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 1.1 | 0.02 | 6.9 | 3.6 | 77 | 56 | 440 | 8.1 | 12 | 190 | 1.5 | 1.6 | 41 | 6.7 | 0.5 | 11 | 7.0 | 100 |
| | 179 | 2.5 | 17 | 2.5 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 1.2 | 0.02 | 7.9 | 3.6 | 92 | 67 | 560 | 8.4 | 15 | 170 | 1.5 | 2.1 | 45 | 8.1 | 0.5 | 7.9 | 10 | 90 |
| | 180 | 1.8 | 15 | 2.1 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.02 | 8.4 | 4.3 | 81 | 77 | 410 | 9.6 | 14 | 150 | 1.9 | 2.2 | 49 | 8.9 | 0.6 | 8.7 | 6.9 | 70 |
| | 181 | 2.3 | 18 | 2.0 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 1.1 | 0.02 | 8.5 | 3.7 | 71 | 83 | 400 | 8.4 | 12 | 150 | 1.5 | 1.6 | 39 | 5.8 | 0.5 | 8.2 | 6.2 | 100 |
| | 182 | 3.9 | 18 | 2.6 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 1.1 | 0.03 | 8.8 | 4.1 | 84 | 75 | 420 | 8.5 | 14 | 160 | 1.5 | 1.6 | 46 | 5.8 | 0.6 | 7.9 | 8.3 | 100 |
| | 183 | 2.4 | 20 | 2.6 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 1.1 | 0.02 | 8.3 | 3.1 | 66 | 57 | 320 | 8.1 | 12 | 160 | 1.5 | 1.7 | 38 | 6.5 | 0.5 | 8.2 | 6.2 | 100 |
| | 184 | 3.9 | 18 | 2.7 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 1.1 | 0.02 | 7.9 | 2.8 | 63 | 56 | 350 | 7.4 | 12 | 140 | 1.5 | 1.6 | 34 | 6.4 | 0.5 | 7.7 | 8.2 | 110 |
| | 185 | 3.4 | 16 | 2.3 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 1.1 | 0.03 | 7.3 | 3.2 | 74 | 52 | 330 | 11 | 12 | 160 | 1.7 | 1.4 | 27 | 5.8 | 0.4 | 9.5 | 6.3 | 100 |
| | 186 | 4.4 | 18 | 2.6 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 0.05 | 6.8 | 3.4 | 82 | 59 | 450 | 9.8 | 13 | 160 | 1.6 | 1.8 | 45 | 5.5 | 0.5 | 7.2 | 10 | 120 |
| | 187 | 3.6 | 19 | 2.5 | 0.6 | 0.5 | 0.9 | 1.1 | 0.02 | 6.6 | 3.5 | 76 | 57 | 540 | 8.7 | 13 | 180 | 1.5 | 1.5 | 35 | 6.5 | 0.5 | 8.2 | 9.0 | 110 |
| | 188 | 2.4 | 16 | 2.3 | 0.4 | 0.7 | 0.6 | 1.1 | 0.03 | 6.5 | 3.9 | 70 | 74 | 290 | 7.6 | 11 | 170 | 1.8 | 1.4 | 32 | 6.3 | 0.5 | 3.6 | 7.4 | 110 |
| | 189 | 2.5 | 22 | 2.6 | 0.4 | 0.9 | 0.7 | 1.2 | 0.02 | 8.3 | 4.1 | 74 | 68 | 390 | 10 | 13 | 200 | 1.6 | 2.0 | 44 | 7.7 | 0.5 | 7.9 | 5.7 | 130 |
| | 190 | 2.1 | 17 | 2.2 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 1.2 | 0.02 | 8.4 | 4.0 | 67 | 66 | 590 | 7.9 | 14 | 140 | 1.7 | 1.9 | 43 | 5.3 | 0.6 | 9.3 | 6.6 | 110 |
| | 191 | 2.1 | 22 | 2.6 | 0.4 | 1.0 | 0.7 | 1.2 | 0.02 | 7.4 | 3.3 | 64 | 60 | 540 | 8.2 | 13 | 190 | 1.5 | 1.8 | 37 | 7.4 | 0.5 | 7.6 | 6.4 | 130 |
| | 192 | 2.6 | 20 | 2.8 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 0.02 | 9.2 | 3.8 | 84 | 78 | 650 | 9.8 | 16 | 190 | 1.7 | 2.4 | 44 | 8.1 | 0.6 | 8.4 | 8.1 | 100 |

Table 4-7. 성분원소 함량 데이터

| 출토지 | 분류 | % | | | | | | | | ppm | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $Fe_2O_3$ | $Al_2O_3$ | $K_2O$ | $Na_2O$ | CaO | MgO | $TiO_2$ | MnO | Sm | Yb | Cr | La | Ba | Cs | Sc | Rb | Ta | Eu | Nd | Ce | Lu | Hf | Co | Sr |
| 해남군 진사리 | 193 | 2.2 | 20 | 1.0 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 0.02 | 7.5 | 3.4 | 69 | 75 | 500 | 7.0 | 12 | 210 | 1.6 | 1.8 | 41 | 7.6 | 0.5 | 8.2 | 6.4 | 130 |
| | 194 | 1.9 | 17 | 0.8 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.01 | 6.4 | 3.4 | 73 | 55 | 510 | 8.3 | 12 | 170 | 1.8 | 1.6 | 32 | 6.4 | 0.5 | 9.0 | 6.4 | 90 |
| | 195 | 2.7 | 20 | 0.8 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.5 | 0.01 | 7.0 | 2.8 | 65 | 56 | 450 | 8.1 | 12 | 140 | 1.5 | 1.8 | 37 | 7.6 | 0.5 | 7.4 | 4.9 | 70 |
| | 196 | 1.8 | 18 | 0.9 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.9 | 0.01 | 6.2 | 3.5 | 62 | 50 | 370 | 6.1 | 11 | 140 | 1.7 | 1.6 | 31 | 5.2 | 0.5 | 11 | 5.5 | 100 |
| | 197 | 2.0 | 19 | 0.8 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.02 | 8.0 | 3.0 | 59 | 57 | 320 | 8.2 | 13 | 150 | 1.6 | 1.9 | 41 | 6.0 | 0.5 | 8.7 | 5.0 | 70 |
| | 198 | 2.2 | 20 | 0.8 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 1.0 | 0.02 | 9.4 | 2.5 | 59 | 24 | 330 | 8.9 | 13 | 160 | 1.8 | 2.3 | 43 | 8.0 | 0.4 | 7.6 | 6.1 | 100 |
| | 199 | 2.7 | 20 | 0.9 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 0.02 | 7.0 | 1.3 | 61 | 19 | 380 | 8.6 | 13 | 130 | 1.7 | 1.7 | 31 | 5.9 | 0.4 | 8.7 | 6.3 | 90 |
| | 200 | 2.0 | 20 | 0.8 | 0.1 | 1.3 | 0.7 | 0.9 | 0.04 | 7.0 | 1.8 | 58 | 15 | 220 | 8.6 | 12 | 150 | 1.6 | 1.6 | 25 | 6.6 | 0.4 | 7.9 | 5.5 | 140 |

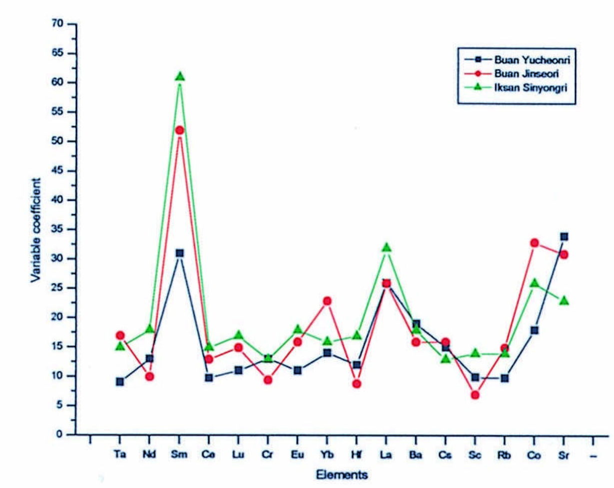



(a) 변동계수




(b) 평균함량

Fig. 1.
전라남도 도요지별 변동계수 및 평균함량 분포도




(a) 변동계수

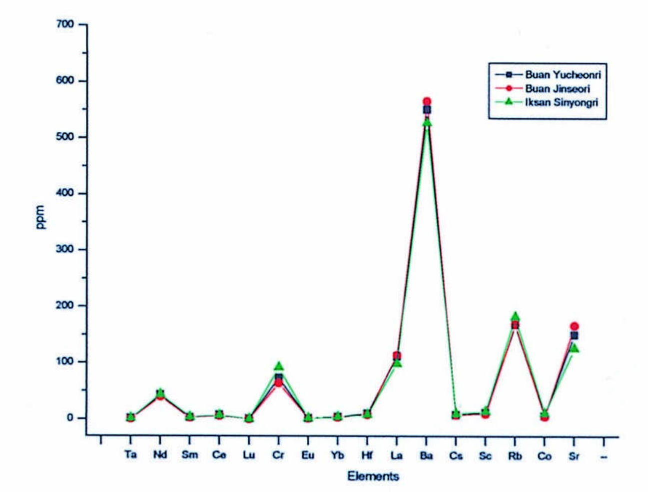



Fig. 2.
전라북도 도요지별 변동계수 및 평균함량 분포도

Table 5. 성분원소의 평균, 표준편차, 변동계수

| 출토지 \ 원소 | | Ta | Nd | Sm | Ce | Lu | Cr | Eu | Yb | Hf | La | Ba | Cs | Sc | Rb | Co | Sr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 부안군 유천리 | 평 균 | 1.6 | 43 | 3.0 | 7.1 | 0.6 | 73 | 1.6 | 4.4 | 9.9 | 112 | 551 | 7.7 | 12 | 168 | 6.0 | 150 |
| | 표준편차 | 0.1 | 5.4 | 0.9 | 0.7 | 0.1 | 9.7 | 0.2 | 0.6 | 1.2 | 29 | 103 | 1.1 | 1.1 | 17 | 1.1 | 51 |
| | 변동계수 | 9.0 | 13 | 31 | 9.7 | 11 | 13 | 11 | 14 | 12 | 26 | 19 | 15 | 9.9 | 9.8 | 18 | 34 |
| 부안군 진서리 | 평 균 | 1.3 | 40 | 2.7 | 6.4 | 0.6 | 64 | 1.6 | 3.9 | 8.3 | 114 | 566 | 7.6 | 10 | 169 | 4.9 | 167 |
| | 표준편차 | 0.2 | 4.0 | 1.4 | 0.8 | 0.1 | 6.1 | 0.3 | 0.9 | 0.7 | 30 | 90 | 1.2 | 0.7 | 25 | 1.6 | 51 |
| | 변동계수 | 17 | 10 | 52 | 13 | 15 | 9.5 | 16 | 23 | 8.9 | 26 | 16 | 16 | 7.0 | 15 | 33 | 31 |
| 익산시 신용리 | 평 균 | 1.5 | 44 | 3.9 | 6.8 | 0.6 | 92 | 1.6 | 4.1 | 8.1 | 99 | 528 | 10 | 14 | 183 | 11 | 126 |
| | 표준편차 | 0.2 | 7.9 | 2.4 | 1.0 | 0.1 | 12 | 0.3 | 0.8 | 1.4 | 32 | 95 | 1.3 | 2.0 | 26 | 2.9 | 28 |
| | 변동계수 | 15 | 18 | 61 | 15 | 17 | 13 | 18 | 19 | 17 | 32 | 18 | 13 | 14 | 14 | 26 | 23 |
| 영암군 구림리 | 평 균 | 1.5 | 43 | 6.8 | 6.6 | 0.6 | 95 | 1.6 | 4.3 | 6.9 | 89 | 468 | 8.8 | 15 | 154 | 8.1 | 128 |
| | 표준편차 | 0.2 | 5.7 | 0.9 | 0.9 | 0.1 | 7.0 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 22 | 104 | 1.5 | 1.1 | 20 | 1.4 | 13 |
| | 변동계수 | 14 | 13 | 14 | 14 | 16 | 7.4 | 14 | 13 | 15 | 25 | 22 | 17 | 7.5 | 13 | 18 | 10 |
| 영암군 구림리 | 평 균 | 1.5 | 48 | 7.0 | 7.1 | 0.6 | 101 | 1.9 | 4.4 | 8.2 | 77 | 461 | 11 | 17 | 187 | 8.9 | 120 |
| | 표준편차 | 0.2 | 7.2 | 1.6 | 1.0 | 0.1 | 15 | 0.4 | 1.1 | 2.0 | 28 | 64 | 2.1 | 2.0 | 29 | 2.1 | 8.2 |
| | 변동계수 | 15 | 15 | 23 | 14 | 23 | 15 | 19 | 26 | 25 | 36 | 14 | 19 | 12 | 16 | 24 | 6.8 |
| 영암군 구림리 | 평 균 | 1.5 | 42 | 5.1 | 6.7 | 0.6 | 85 | 1.7 | 3.7 | 7.2 | 57 | 457 | 11 | 15 | 175 | 9.3 | 130 |
| | 표준편차 | 0.1 | 9.7 | 0.9 | 0.9 | 0.1 | 21 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 9.4 | 106 | 2.0 | 2.9 | 18 | 1.6 | 19 |
| | 변동계수 | 9.1 | 23 | 17 | 14 | 16 | 24 | 22 | 15 | 9.4 | 16 | 23 | 18 | 19 | 10 | 17 | 15 |
| 여수시 화장동 | 평 균 | 1.3 | 27 | 2.6 | 4.1 | 0.4 | 78 | 1.3 | 2.2 | 6.8 | 22 | 502 | 6.3 | 15 | 94 | 9.4 | 94 |
| | 표준편차 | 0.3 | 5.0 | 0.6 | 0.8 | 0.1 | 13 | 0.2 | 0.5 | 0.9 | 8.8 | 142 | 1.7 | 1.7 | 11 | 1.4 | 30 |
| | 변동계수 | 22 | 19 | 23 | 18 | 16 | 16 | 17 | 24 | 13 | 40 | 28 | 27 | 12 | 12 | 15 | 32 |
| 여수시 화장동 | 평 균 | 1.3 | 24 | 4.2 | 4.3 | 0.4 | 75 | 1.4 | 1.8 | 6.8 | 13 | 347 | 6.4 | 15 | 94 | 11 | 112 |
| | 표준편차 | 0.4 | 7.3 | 3.0 | 1.1 | 0.1 | 11 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 4.1 | 80 | 1.5 | 2.4 | 22 | 2.6 | 32 |
| | 변동계수 | 27 | 31 | 72 | 25 | 18 | 15 | 23 | 24 | 8.3 | 31 | 23 | 23 | 15 | 23 | 24 | 29 |
| 광양시 옥현동 | 평 균 | 1.6 | 31 | 8.9 | 5.4 | 0.4 | 83 | 1.6 | 1.8 | 6.0 | 13 | 410 | 7.8 | 19 | 113 | 13 | 90 |
| | 표준편차 | 0.2 | 5.5 | 1.6 | 0.9 | 0.1 | 16 | 0.3 | 0.5 | 1.1 | 4.2 | 109 | 1.8 | 3.9 | 22 | 3.3 | 21 |
| | 변동계수 | 16 | 18 | 18 | 16 | 18 | 19 | 18 | 25 | 18 | 33 | 27 | 23 | 21 | 20 | 24 | 24 |
| 광주시 충효동 | 평 균 | 1.4 | 31 | 8.3 | 5.6 | 0.4 | 55 | 1.6 | 2.1 | 6.0 | 24 | 413 | 7.1 | 13 | 143 | 8.4 | 94 |
| | 표준편차 | 0.2 | 5.3 | 1.7 | 1.2 | 0.1 | 8.2 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 23 | 81 | 0.8 | 1.1 | 24 | 1.6 | 23 |
| | 변동계수 | 14 | 17 | 21 | 21 | 27 | 15 | 19 | 40 | 14 | 99 | 20 | 12 | 8.3 | 17 | 19 | 24 |
| 해남군 진사리 | 평 균 | 1.6 | 39 | 7.6 | 6.7 | 0.5 | 72 | 1.8 | 3.4 | 8.6 | 61 | 443 | 8.4 | 13 | 165 | 7.0 | 108 |
| | 표준편차 | 0.1 | 6.3 | 0.9 | 0.9 | 0.1 | 9.5 | 0.3 | 0.7 | 1.4 | 16 | 110 | 1.1 | 1.1 | 20 | 1.7 | 19 |
| | 변동계수 | 8.4 | 17 | 12 | 14 | 13 | 13 | 15 | 21 | 16 | 27 | 25 | 14 | 8.9 | 12 | 24 | 18 |

전라남ㆍ북도 지역에 분포하고 있는 각 도요지별 도ㆍ토기 시료들의 판별분석 결과는 Table 6에 나타내었다.

판별분석결과 전라남도는 La, Rb, Sm, Yb와 전라북도 도요지에서는 Co, Cr, Cs, Sc와 같은 원소들이 판별함수로 이용해서 분류할 때 크게 기여하는 성분들임을 알 수 있었다. 또한 Table 6은 판별함수의 정준상관관계를 보여주고 있다. 전남의 판별함수 1, 2는 0.95, 0.88, 전북의 판별함수 1, 2는 0.904, 0.788로 고유값이 크고, Wilks의 람다는 작아 도요지별 판별력이 상당히 좋음을 알 수 있다. 함수(전남ㆍ북) 1, 2는 아래와 같은 식으로 나타낼 수 있으며, 두 판별함수을 이용해 각 집단의 판별점수의 평균을 구한 각 함수의 집단 중심점은 Table 7과 같다.

(전라남도)

함수 1 = 5.26E-03Ba+5.977Ce-0.273Co-0.188Cr+1.791Cs-20.880Eu
+5.593Hf+0.112La-4.117Lu+0.492Nd+0.109Rb+2.940Sc
-1.156Sm+0.448Sr+28.451Ta+2.721Yb-119.945

함수 2 = 3.244E-03Ba+5.092Ce-8.95E-02Co-0.183Cr+2.739Cs-14.038Eu
+6.448Hf-2.24E-02La-9.758Lu+0.605Nd+0.179Rb+2.513Sc
-1.537Sm+0.442Sr+26.342Ta+4.262Yb-138.589

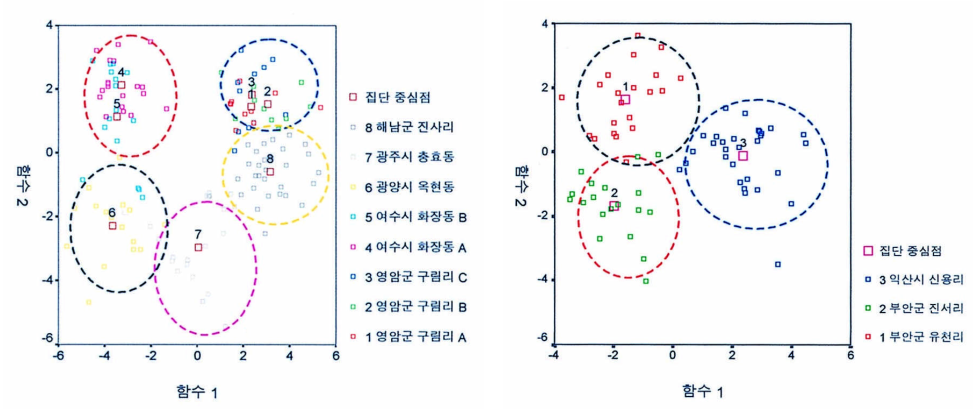
(전라북도)

함수 1 = 0.135Ba+7.592Ce-5.451Co+0.292Cr+3.650Cs-53.139Eu
+13.355Hf+0.167La+105.251Lu+0.453Nd+0.208Rb
+13.490Sc-5.326Sm+0.272Sr+40.098Ta+1.617Yb-292.762

함수 2 = 0.131Ba+5.438Ce-5.265Co+0.298Cr+4.208Cs-41.077Eu
+12.265Hf+0.203La+84.068Lu+0.388Nd+0.236Rb+11.527Sc
-4.796Sm+0.246Sr+29.779Ta+0.717Yb-242.089

Table 8은 이 판별함수를 통하여 전라남、북도 소재 도요지 토기편들을 분류할 때 사용되는 분류표로서 Hit ratio가 88.5%, 97.1%로 상당히 크므로 각 도요지별 집단 간 분류가 잘 이루어짐을 볼 수 있다.

Fig. 3은 위의 판별함수를 이용하여 구한 각 도요지별 판별점수에 대한 그래프이다. 여기에서 도요지는 전남、북으로 나누어 판별하였으며, 전라남도 8개 요지가 5개의 군으로 크게 분류되었다. 영암 구림리 A, B, C호 요지가 하나의 군으로, 여수 화장동 A, B호 요지가 하나의 군으로, 나머지 광양 옥현동, 광주시 충요동, 해남 진사리 요지들은 별개의 군으로 분류되었다. 구림리와 화장동, 옥현동, 충효동, 진




(a) 전라남도 판별함수

(b) 전라북도 판별함수

Fig. 3.
전라 남 · 북도 판별함수 결과 그래프

Table 6. 도출된 정준판별함수

(전라남도)

| 함수 | 고유치 | 정준상관 | Wilks 람다 | 카이제곱 | 자유도 | 유의도 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9.197 | 0.95 | 0.002 | 722.818 | 112 | 0.000 |
| 2 | 3.575 | 0.88 | 0.021 | 451.129 | 90 | 0.000 |

(전라북도)

| 함수 | 고유치 | 정준상관 | Wilks 람다 | 카이제곱 | 자유도 | 유의도 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4.445 | 0.904 | 0.070 | 158.427 | 32 | 0.000 |
| 2 | 1.633 | 0.788 | 0.380 | 57.598 | 15 | 0.000 |

Table 7. 도요지별 함수 중심점

(전라남도)

| 도요지 / 함수 | 영암 구림리 A | 영암 구림리 B | 영암 구림리 C | 여수 화장동 A | 여수 화장동 B | 광양 옥현동 | 광주 충효동 | 해남 진사리 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 함수 1 | 3.154 | 3.051 | 2.360 | -3.270 | -3.477 | -3.652 | 0.04 | 3.154 |
| 함수 2 | -0.582 | 1.539 | 1.834 | 2.141 | 1.152 | -2.262 | -2.953 | -0.582 |

(전라북도)

| 변수명 | 부안 유천리 | 부안 진서리 | 익산 신용리 |
|---|---|---|---|
| 함수 1 | -1.597 | -1.985 | 2.376 |
| 함수 2 | 1.646 | -1.657 | -0.103 |

Table 8. 도요지별 집단 분류표

(전라남도)

| 실제집단 | 표본수 | 예측집단(%) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 영암 구림리 A | 10 | 9(90) | 1(10) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 영암 구림리 B | 10 | 2(20) | 6(60) | 2(20) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 영암 구림리 C | 10 | 0 | 0 | 10(100) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 여수 화장동 A | 19 | 0 | 0 | 0 | 18(94.7) | 1(5.3) | 0 | 0 | 0 |
| 여수 화장동 B | 16 | 0 | 0 | 0 | 2(12.5) | 11(68.8) | 3(18.8) | 0 | 0 |
| 광양 옥현동 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1(6.3) | 14(87.5) | 1(6.3) | 0 |
| 광주 충효동 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18(100) | 0 |
| 해남 진사리 | 31 | 1(3.2) | 1(3.2) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29(93.5) |

*정확하게 분류된 표본비율(Hit Ratio) = 88.5%

(전라북도)

| 도요지 | 토기수 | 예측집단 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 부안 유천리 | 21 | 20(95.2) | 1(4.8) | 0 |
| 부안 진서리 | 19 | 1(5.3) | 18(94.7) | 0 |
| 익산 신용리 | 30 | 0 | 0 | 30(100) |

*정확하게 분류된 표본비율(Hit Ratio)=97.1%

사리 요지들이 각각의 집단을 형성하는 것으로 보아 요지들간의 사용된 원료가 지질학적으로 연관이 없으며, 구림리 3개 요지는 지질학적으로 연관이 있고, 화장동 2개 요지 또한 사용 원료가 지질학적으로 연관성이 있음을 이 그림을 통해 알 수 있었다.

## Ⅳ. 결 론

전라남､북도 도요지 출토 시료에 대한 결정구조, 소성온도 및 각 도요지별 원료 성분의 동질성을 알아본 결과, 출토지별로 미량원소의 함량 특성화 작업에 의한 판별분석의 경우 한정된 시료수로 전체적인 대표성을 논하는 것은 다소 무리가 따르는 것으로 판단되며, 200점의 분석 시료에 대해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. X-선 회절 분석결과, 연질 토기편들은 Quartz와 Feldspar, 그리고 점토질 광물들로 구성되어 있는 것과 단지 Quartz와 Feldspar만으로 구성되어 있는 것들 두 종류로 구분되었다. 경질 토기편들은 크게 세 종류로 구분되는데 우선 고온결정상인 Mullite와 Feldspar가 공존하는 토기편들과 고온 결정상인 Tridymite와 Mullite가 공존하는 토기편들, 마지막으로 Cristobalite와 Mullite가 공존하는 토기 편들이다. 또한 점토질광물은 주로 정장석, 백운모 및 회장석 등이 검출되었으며 도요지에 따른 지질학적인 특성 차이가 없음이 판명되었다.

X-선 회절 분석 결과 소성온도는 연질토기편 중 Quartz와 Feldspar 그리고 점토광물들로 구성되어 있는 시료들은 소성온도가 가장 낮을 것으로 추정되며, 경질토기편중 Cristobalite와 Mullite가 공존하면서 존재하는 토기편들의 소성온도가 1200℃ 이상으로서 소성온도가 가장 높을 것으로 추정된다.

2. 미량원소의 평균 및 표준편차, 변동계수를 조사하여 각 도요지별로 특성화시킬 수 있는 원소를 조사하여 본 결과 Ce, Lu, Eu, Cs, Sc 등 5개 원소가 지질학적으로 특성화시킬 수 있는 원소로 판명되었다.

3. 전라남도 지역에 있는 도요지의 판별분석 결과 각 도요지별로 크게 5개의 집단인 영암군 구림리, 여수시 화장동, 광양시 옥현동, 광주시 충효동 그리고 해남군 진사리 분류되었으며, 이는 그룹별 사용원료 특성이 각기 다르고, 도요지들간 지질학적인 연관성이 없는 것으로 다른 집단임을 알 수 있었다.

4. 전라북도 부안군 유천리, 부안군 진서리, 익산시 신용리 도요지는 각기 세개의 그룹으로 분류되며, 도요지들간에 사용된 원료가 지질학적으로 상호 연관성이 없는 다른 집단임을 알 수 있었다.

5. 고대 토기、자기 및 기와의 산지 연구를 위해선 체계적이고 장기적인 안목으로 수행되어야 할 것이고, 본 연구에서는 제작지(산지)의 지표가 될 수 있는 판별함수를 만들었다는데 그 의의가 있다고 하겠다.

## 참고문헌

1. 김양옥, "한반도 철기시대 토기의 연구", 백산학보, 20집, 1976, p. 123-213.
2. Choi Mong-Lyong, "Analysis of 'Plain Coarse Pottery' from Cholla Province, and the Implication for Ceramic Technology and so-called 'Yongsan River Valley Culture Area'", 한국고고학보, 10 · 11집, 1981, p. 261-276.
3. 최몽룡, 이영문, 정창주, 강경인, "전남 승주 · 여천지역 무문토기의 과학적 분석", 한국상고사학보, 14집, 1993, p. 169-187.
4. 이희수, 박충래, 신숙정, 『조선시대 토기의 성분분석』, 고고학과 자연과학, 서울대학교출판부, 1996, 407-441.
5. 강경인, 『오창상대리 · 상평리 유적에서 출토된 토기의 자연과학적 분석』, 청원오창유적(IV), 2000, p. 465-502.
6. 최몽룡, 『고고학과 토기분석』, 고고학과 자연과학, 서울대학교출판부, 1996, p.63-70.
7. C. Lee, H. T. Kang, S. Kim, "Activation analysis" Bull. Kor. Chem, Soc. 9, 1988.