

밀양 고례리 화산 유리물질 기원 해석

김주용* · 양동윤* · 박영철**

*한국자원연구소, **부산대학교 박물관

Tephra Origin of Goryeri Archaeological Site, Milyang Area, Korea

Ju Yong Kim*, Dong Yoon Yang* and Young Chul Park*

Korea Institute of Geology, Mining and Materials, P.O. Box 111, Yusong, Taejeon 305-350, Korea

요 약

고례리 유적지는 단장천의 상류 산간계곡에 위치하여 있으며, 주변 지질은 백악기에서 고제3기에 걸치는 흑운모화강암(KbGr), 산성암맥류(Kad), 밀양안산암(Kma), 정각산층(Kch) 및 이에 협재하는 산성 응회암, 산성응회암과 라필리 응회암(Kcht) 등으로 구성된다. 이들 암석 중에서 밀양안산암과 정각산층이 부지 일대에 널리 분포하는 기반암이며, 후자는 주로 저색응회질 셰일, 사암, 역암 등으로 구성된다. 본 연구의 목적은 고례리 부지 일대의 토양-퇴적물과 주변 기반암인 안산암, 산성응회암, 라필리 응회암으로부터 이들의 회토류 원소 특성과 화산 유리물질을 동정하여 토양-퇴적물이 이들 기원암으로부터 유래할 수 있는지 규명하는 것이다. REE 분석결과, 토양-퇴적물의 회토류 원소 분포특성은 주변기반암의 그것과 동일한 것으로 분석되었으며, 이것은 고례리 유적지내의 토양-퇴적물이 주로 주변 안산암과 라필리응회암, 산성응회암으로부터 유래하는 것을 지시한다. 한편, 본 유적지의 토양-퇴적물 PMU-13과 PMU-17 속에서, 그리고 라필리응회암의 풍화대내에서 화산 유리물질이 발견되었다. 이들을 일본의 AT-테프라와 비교해 보면, AT-테프라는 표면이 깨끗하고, 평탄형이거나 버블형을 가지며, Y자형이 우세한 것으로 나타나는데 반하여, 고례리의 화산 유리물질은 입자크기가 크고 다양하며, 탈유리화가 많이 진행되었으며, 유리 표면은 풍화가 많이 진행된 특징을 나타내고 있다.

상기 연구결과는 기존 일본학자들에 의한 일련의 AT-테프라 연구결과와는 상충된다. 요컨대 고례리 유적지의 유리물질은 주변 응회암으로부터 기계적으로 분리된 후, 토양-퇴적물 속으로 유입되었으며, 일본의 AT-테프라와는 크기, 형태 및 탈유리화 특성상 다른 것으로 판단된다. 유리물질의 외형적인 조직연구에 추가하여 마그마 성인에 관한 심층연구가 후속되어야 한다.

ABSTRACT

Goryeri archaeological site is located in the upstream valley of the Danjang River. The basement rocks of the area are composed of the Cretaceous to Palaeogene biotite granite(KbGr), acidic dyke(Kad), Milyang Andesite(Kma) and Jyunggagsan Formation. Among them Milyang Andesite and Jyunggagsan Formation are prevailed in archaeological site and they are composed of reddish brown tuffaceous shale, sandstone and conglomerate, with intercalations of acidic tuffs and lapilli tuffs. The purpose of this research is not only to compare REE pattern of

the soil-sedimentary deposits with those of surrounding rocks, but also to identify vitric tephra in the soil-sedimentary deposits derived from the andesite, acidic tuff and lapilli tuff, in order to elucidate the provenance of the vitric tephra. The rare earth element(REE) of the soils and sedimentary deposits results in the same REE pattern with those analyzed from the surrounding basement rocks. This indicates that the soils and sedimentary deposits are originated from the surrounding basement rocks, most probably from the andesite and lapilli tuff. In addition, vitric tephra were identified both in the Quaternary *in-situ* weathered soils and sedimentary deposits (PMU-13 and PMU-17), and in the weathered surrounding lapilli tuff. These vitric tephra are considered to be different from those of Japanese AT(Aira Tanzawa)-tephra. The latter is predominant with clean, platy, bubble-walled and Y-shaped vitrics, while the former is conspicuous with those shapes of large and diverse size and devitrified, as well as having secondarily bubbled-surfaces reflecting surface weathering. The size of vitric fragments in the Goryeri site is about $300\mu\text{m}$ and large in size in comparison to $150\mu\text{m}$ of Japanese AT-Tephra.

The interim results of the research are contradictory to the explanations based on a series of AT-tephra researches carried by Japanese scholar. In short, the vitric materials of the Goryeri archaeological site are most probably originated from the weathering products of the surrounding basement rocks, and are different from the AT-tephra in their size, shape and devitrification properties. Thus it is highly recommended to have a further comprehensive research which is more emphasized the magmatic genesis of these vitric tephra in addition to the external shape and morphology.

서론

고례리 유적지는 밀양시 단장면 고례리에 위치하며, 댐공사에 의해 수몰지구로 고시되어 있다. 본 유적지는 단장천의 상류에 위치하며 주변은 대부분 경사가 급한 산사면과 산자락 및 골간을 따라 소하천이 발달하고 있다. 현재의 하천을 따라 하상에는 잔자갈 내지 중자갈이 주를 이루고 있으며 부분적으로 왕모래가 분포한다. 산사면과 구릉지에는 기반암인 응회암류와 이들의 풍화대가 잘 발달하며, 구하상 사력층과 근거리에서 이동한 사면기원의 토양층도 발달하고 있다. 이들 고례리 토양-퇴적물의 기원과 형성시기에 대한 연구에 의하면 일본의 AT-테프라가 발견되었다고 보고되고 있다. 최근 일부 국내 고고학자와 일본 화산회 전문가들이 우리 나라의 여러 유적 발굴지의 유적지층내에서 일본에서 기원하는 AT(Aira Tanzawa)가 자주 발견되고 있다는 주장들이 있다(早田 勉, 1999; 早田 勉, 1998; Seonbok Yi et al., 1998). 화산유리물질이 한반

도에 발견될 수 있다는 설명은 町田洋와 新井房夫(1992)의 저서인 火山灰 Atlas(p.50)에 나타나 있는데, 이들에 의하면 강하테프라의 분포범위를 결정하는 일반적 요인으로서 테프라 분출량, 초생입도 조성, 풍향과 풍속 등을 들고 있다. 경남 밀양시 단장면 고례리 유적발굴지내 지층에서 뿐만 아니라 근래에는 대전시 유성구 노은동 월드컵경기장 유적발굴지내 지층에서도 AT가 발견되었다고 주장하고 있다(早田 勉, 1999; 早田 勉, 1998). 필자 등은 일본열도의 서쪽에 위치하는 한반도에서 화산유리물이 분포하려면 일본열도내에 편서풍이 약해지고 일본 서쪽에 강한 저기압이 형성되었을 경우, 그리고 테프라 분포범위가 아주 넓은 ultra-plinian 테프라일 경우 등을 상정하여 아카호야 화산회, 아이라탄자와(AT)화산회, 토야화산회 등과 같은 화산유리물질이 우리나라까지 飛上해 올 수 있는지에 대해 강한 의문을 가지고 있었다. 이에 따라 본 연구는 시범연구 성격으로서 고례리 유적지 일대 토양-퇴적층내에 함유된 희토류원소(REE)를 분석하여 기반암과의 유사성을 규명하는 한편, 이들 내

에 포함된 화산유리 물질을 추출, 동정한 후 이들과 주변 옹회암내에 포함된 유리물질과의 비교를 통하여 화산유리물질(tephra)의 기원지를 해석하는데 목적이 있다.

유적지 일대 주변지질은 백악기에서 고제3기에 걸치는 흑운모화강암(KbGr), 산성암맥류(Kad), 밀양안산암(Kma), 저색옹회질 세일, 사암, 역암 등으로 구성되는 정각산층(Kch) 및 이에 협재하는 및 산성옹회암과 라필리 옹회암(Kcht) 등이 특징적이다. 유적지는 현하천으로부터 약 30~40 m 위에 위치하고 있으며, 고기에 형성된 둥글고 원마도가 양호한 구하상자갈층이 유적지 전면에 노두로서 관찰된다. 이들 자갈층내의 자갈직경은 최대 약 80cm 이상인 길죽하고 둥근 자갈들도 포함되어 있는 것으로 보아 과거의 하상 바닥에서 유수에너지가 비교적 강한 가운데 이동되어 퇴적된 자갈층임을 알 수 있다. 이들 자갈편들은 대개 안산암, 산성옹회암, 라필리 옹회암 등의 역편들로 구성되며, 역편 전체가 완전히 풍화되어 있는 점으로 보아 상당히 고기에 형성된 것으로 판단된다. 이들 자갈층은 강풍화된 안산암의 풍화대 위에 잘 발달되어 있다. 이들 자갈층은 주로 산사면에서부터 중력과 수분의 작용에 의해 산사면을 따라 운반된 갈색의 사면기원 퇴적층이 널리 발달한다. 그리고 부분적으로는 바람작용에 의하여 세립물질이 재퇴적될 수 있었던 환경이 널리 발달하고 있다.

연구 지역 시료채취

고레리는 갈색이 우세한 사면기원 퇴적층이 발달하며, 고도 약 157 m에서 약 158.4 m 사이 구간에서 잘 발달하고 있다. 최하부에 각력질의 청회색 안산암질 암편을 많이 함유한 중자갈 내지 왕자갈 퇴적층이 분포한다. 자갈층 바로 위에 쉘트질 점토층이 잘 발달하며, 위로 갈수록 모래를 소량 포함하는 상향조립화 경향을 미약하게 보이는 사질 점토질 쉘트층이 우세하게 분포한다. 최상부에는 잔자갈편들이 2~3% 정도 함유되는 특징을 보이고 있다. 본 지역의 유적지층과 주변에 대한 토양분석을 위하여 고레리유적지 토양·퇴적층 시료채취 내역은 <표 1>과 같다. 시료채취 위치는 R16구덩이 동벽 발굴단면 주변에서 PMU-13에서 PMU-18시료 및 An-Soll 시료를 채취하였다(노두사진 1과 노두사진 2 참고).

토양·퇴적층의 희토류원소(REE) 분석

연구방법

희토류원소는 암석이나 이의 풍화작용에 의하여 쉽게 없어지지 않는 특성을 가지고 있는 란타넘족의 원소로서 17개가 있다. 본 지역 토양, 퇴적물의 희토류 14성분 란타니움(Lanthanium, La-139), 세리움(Cerium-140), 프레스다이미움(Pr-aesseedymium, Pr-141), 니오다이미움(Neo-

표 1. 고레리 유적지 토양 및 퇴적층의 기원지 분석시료

| 구분 | 시료번호 | 토 양 성 격 | 토양색 |
|---------------------------------|---------|----------------------------------|------|
| 기 원 지 분 석 시 료 | PMU-13 | 유적지 점토층, 표토하 50cm | 갈 색 |
| | PMU-14 | 유적주변 라필리옹회암 풍화층, KBS지점 표토하 50cm | 적 색 |
| | PMU-15 | 유적주변 라필리옹회암 풍화층, KBS지점 표토하 80cm | 적 색 |
| | PMU-16 | 유적주변 라필리옹회암 풍화층, KBS지점 표토하 150cm | 적 색 |
| | PMU-17 | 유적주변 산성옹회암 풍화층, JYJ지점 표토 부근 | 적 색 |
| | PMU-18 | 유적주변 안산암 풍화층, SCK지점 표토 부근 | 암청회색 |
| | An-Soll | 유적주변 안산암 풍화층, 표토 부근 | 암청회색 |

dymium, Nd-146), 사메리움(Samarium, Sm-147), 유로피움(Euripium, Eu-151), 가돌리니움(Gadolinium, Gd-157), 터비움(Terbium, Tb-159), 디스프로시움(Dysprosium, Dy-163), 홀미움(Holmium, Ho-165), 에르비움(Erbium, Er-166), 툴리움(Thulium, Tm-169), 이테르비움(Ytterbium, Yb-172), 루테티움(Lutetium, Lu-175)을 포함한 14성분과 방사성원소인 토륨(Thorium, Th-232), 우라늄(Uranium, U-238)과 같은 2성분이며, 이 중에서 후자의 2성분을 제외한 14개 희토류 성분 분석치를 Chondrite로 표준화한 후, 주변 암석과 토양, 퇴적물 내의 이들 함량과 비교 분석을 실시하였다.

분석결과

본 지역 토양, 퇴적물의 희토류 원소 분석 결과는 <그림 1, 2>와 같다. 먼저 본 지역의 산성용회암과 산성 라필리용회암에 대한 PMU시료 6개와 안산암 풍화토 1개(An-Soll)의 비교를 실시하였다. PMU18을 제외한 전체 PMU시료의 희토류 원소형태는 <그림 1>에서 보는 바와 같이 기반암과 큰 차이를 보이지 않고 있어 기반암인 산성 용회암에서 유래된 토양, 퇴적물로 해석된다. 이 중에서 특히 PMU-14는 산성용회암과 아주 동일한 희토류 원소 양태를 보여주고 있으며, 본 부지의 문화층에 대비되는 PMU-13 역시 산성 용회암에서 유래한 토양, 퇴적층으로 분류된다. 야외의 발굴단면 노두상에서 안산암의 윗쪽에 분포하며, 박편에서도 부분적으로 암청회색의 기질 물질들이 관찰되고 있는 PMU-18시료의 경우에는 <그림 2>에서 보는 바와 같이 중풍화된 안산암이나 강풍화된 안산암과 거의 유사한 희토류 원소 양상을 보이고 있다. 다만 안산암 풍화대 상위의 토양시료인 An-Soll의 경우 Sm-Eu-Gd의 변화 양상에서 Sm-Eu-Gd의 값이 더욱 더 낮아지며, Gd의 값의 상승 폭이 더 적게 나타나는 현상을 보이는데, 이는 토양, 퇴적물의 산화작용이 더 심화되어 가는 과정에서 2가Eu가 3가Eu로 더 많이 바뀌면서 낮아진 것으로 해석된다.

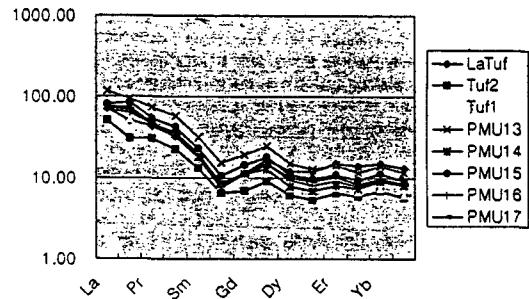


그림 1. 산성라필리용회암(LaTuf)과 산성용회암(Tuf1&2) 및 주변 토양시료들(PMU13-PMU17)의 희토류 원소 분포형태.

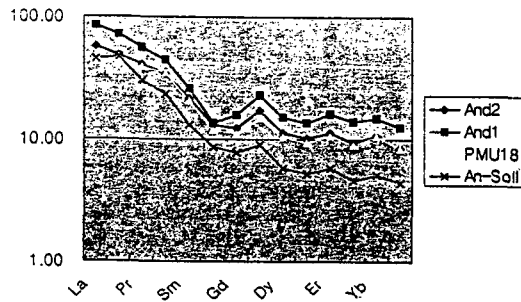


그림 2. 안산암(And1&2)과 주변 토양시료들(PMU18, An-Soll)의 희토류 원소 분포형태.

요컨대, 토양, 퇴적물의 성인 해석을 위해 희토류 원소 분석을 실시한 결과, 본 부지 지표 부근 기반암 상부 토양층과 유적발굴 단면의 문화층을 구성하는 토양은 대부분 주변의 기반암인 산성용회암과 산성 라필리용회암에서 유래하였으며, 부분적으로는 안산암에서 유래한 것으로 해석하였다. 안산암 풍화대 상위에 발달하는 토양, 퇴적물의 경우 풍화과정 중의 산화작용이 더 진행되면서 Eu이 더 낮아지는 경향을 보이고 있다(그림 2).

토양·퇴적층의 화산유리 채설물(Tephra) 분석

연구방법

화산 유리물질의 연구방법에는 층위학적 방법

과 암석기재학적 방법으로 나눌 수 있고, 암석기재학적 방법에는 암석단위 및 광물단위에서의 동정이 있다. 광물단위에서의 동정에는 형태(화산글래스의 모양, 색, 결정 특징), 굴절율(화산글래스, 휘석, 각섬석, 장석류 등), 열자기분석, 화학분석 등이 있다. 본 연구의 화산유리물질의 연구를 위하여 현장확인 및 지질조사를 통해 채취한 시료에 대하여 우선 각각 20g을 취하여 점토성분을 제거하고, 300 μ m~90 μ m 범위에 들어오는 시료에서 테프라를 골라내었다. 선택된 테프라에 대하여 Heiken & Wohletz(1985)에 의한 성인적 형태분류를 실시하였다. 이용된 시료는 강풍화된 라필리 응회암, 주변의 적색토양(PMU-17), 유적발굴지 토양(PMU13) 등의 3점이다.

분석결과

테프라 분석 결과, PMU-13, PMU-17, 라필리 응회암 시료에서 판상의 시료가 가장 많았고, 수중마그마폭발로 인한 급냉파쇄형 괴상이 다음으로 많았다(표 2). 이들 시료에서 분리된 테프라와 일본 AT테프라를 비교하기 위하여 같은 방법으로 시료를 분리하여 현미경사진을 촬영하였다

(Tephra-현미경사진 1과 2 참고). AT의 경우, 대부분이 화산유리로 이뤄지며 버블형, 판상 또는 Y자상에 국한되는 것에 비하여, 고레리의 것은 형태가 다양하며, 일본의 것은 표면이 깨끗한 것에 비해 고레리의 것은 표면에 버블들이 매우 많으며, 풍화작용으로 인해 유리 표면이 대체로 지저분한 편이다. 또한 입도에 있어서도 AT는 대개 150 μ m 내외의 것이 많은데 비해, 고레리 것은 300 μ m 내외의 것이 많다. 따라서, 퇴적 당시부터 현재까지의 지질환경에 따라 차이는 있겠지만 지질환경이 유사하다고 할 때, 테프라 표면형태로 보아 고레리 테프라가 AT테프라보다는 오래된 것으로 볼 수 있고, 만약 일본에서 飛上해 왔다고 할 경우, 고레리의 것이 AT보다는 입도가 훨씬 작아야 함에도 불구하고, 오히려 고레리 것의 입도가 훨씬 큰 점으로 보아 적어도 이번에 발견된 고레리의 테프라는 AT테프라와는 무관하다고 할 수 있다.

화산유리 물질 기원 해석 및 논의

유적지 일대는 백악기-고제3기의 흑운모화강

표 2. 경남 밀양시 고레리 유적 발굴지 주변의 테프라 분석

| 시료 | 테프라 성인 | 마그마 성질 | 테프라 형태 | 테프라 모양 | 多少 |
|------------|---------|--------|---------|--------|----|
| 라필리 응회암 | 마그마폭발 | 고점성 | bubble형 | 판상 | 多 |
| | 마그마폭발 | 고점성 | bubble형 | Y자상 | 少 |
| | 수중마그마폭발 | | 급냉파쇄형 | flake상 | 少 |
| | 수중마그마폭발 | | 급냉파쇄형 | 괴상 | 中 |
| PMU-13 | 마그마폭발 | 고점성 | bubble형 | 판상 | 多 |
| | 마그마폭발 | 고점성 | bubble형 | Y자상 | 少 |
| | 수중마그마폭발 | | 급냉파쇄형 | flake상 | 少 |
| | 수중마그마폭발 | | 급냉파쇄형 | 괴상 | 中 |
| PMU-17 | 마그마폭발 | 고점성 | bubble형 | 판상 | 多 |
| | 마그마폭발 | 고점성 | bubble형 | Y자상 | 少 |
| | 수중마그마폭발 | | 급냉파쇄형 | flake상 | 少 |
| | 수중마그마폭발 | | 급냉파쇄형 | 괴상 | 中 |

암, 산성암맥류, 밀양안산암, 저색용회질 세일, 사암, 역암 등으로 구성되는 정각산층 및 이에 협재하는 산성용회암과 라필리 용회암 등이 분포한다. 유적지 일대는 고도 약 157m에서 158.2m 사이의 구간에는 니질층 혹은 쉘트층, 점토질 쉘트층이 잘 발달하며, 이들은 갈색 사면기원퇴적층으로 구성된다. 마지막빙하기에 침식 및 퇴적 기준면(base level)의 하강으로 인해 과거 지형 경사면을 따라 주로 질량류(mass flow)와 니류(mudflow)가 활성화되어 사면기원 퇴적층이 형성된 것으로 해석된다. 사면기원 퇴적물내에는 후기구석기 문화층(PMU-13시료와 같은 층준)이 포함되며, 이 문화층을 구성하는 토양·퇴적층에는 토양썰기(soil wedge)조각이 보인다. 이들 토양·퇴적층의 기원지 해석을 위하여 회토류 원소 분석의 경우, 전반적인 PMU시료의 회토류 원소형태는 기반암의 그것과 큰 차이를 보이지 않고 있으며, 주변 기반암인 산성용회암 등에서 유래된 토양·퇴적물로 해석된다. 이 중에서 특히 PMU-14는 산성용회암이나 라필리 용회암과 동일한 회토류 원소 분포양상을 보이며, 문화층에 대비되는 PMU-13도 역시 같은 기원암에서 유래한 것으로 해석된다. 부분적으로 청회색의 기질물질들이 관찰되고 있는 PMU-18시료는 중내지 강풍화된 안산암과 거의 유사한 회토류 원소 양상을 보이고 있으며, 이의 상위 토양시료인 ANSOLL의 경우 Sm-Eu-Gd의 값이 더욱 낮아지며, 산화작용이 더 심화되어 가는 과정에서 2가Eu가 3가Eu로 더 많이 바뀌었기 때문으로 해석된다.

한편, 주요 문화층을 구성하는 토양시료는 PMU-13시료와 같은 것으로 대비되므로 유적지 내 토양층의 유리물질의 성인은 기반암류가 풍화, 변질 및 삭박된 이후, 쇄설물로서 집적되어 형성된 것으로 해석된다. 유리질 물질이 주변의 산성용회암류내에서 특히 많이 발견되고 있기 때문에 토양·퇴적물내의 화산쇄설성 유리질 물질(vitric components 혹은 tephra glasses)의 기원은 일차적으로는 산성용회암류 내지 라필리용

회암으로 해석된다. 그리고 용회암내에 포함된 유리질 물질은 기반암에서 기계적 풍화 및 해체 이후 일차적으로 중력과 강우에 의하여 이동, 집적되었고, 간혹 이차적으로 바람작용에 의하여 약간 더 높은 고도나 구릉지 위로 재퇴적될 수는 있었을 것으로 판단된다.

금번 연구시료 중 라필리용회암의 경우 정확한 시대는 알 수 없으나 제3기초(50~42ma)에 형성된 것으로 추정되는 암석이다. 우리나라의 용회암이나 라필리용회암의 대부분은 퇴적직후 잔류열과 수분에 의한 탈유리화가 진행되어 화산유리의 형태로 남아 있는 경우는 드물다고 할 수 있다. 그러나 고레리의 라필리용회암에서 화산유리가 발견된 것은 지질학 및 고고학 분야에 의의가 크다고 할 수 있다. 한국의 백악기 혹은 신제3기의 신성 용회암 내에 유리질 물질이 다량 포함되어 나타나는 경우는 현재까지 잘 알려져 있지 않다. 이것은 주로 용회암내의 유리질 물질이 화산 폭발 이후 화산쇄설물 내의 잠열과 수분과의 접촉으로 인하여 150~200℃ 정도의 온도에서부터 탈유리화작용(devitrification)을 쉽게 받거나, 또는 불석(zeolite)이나 벤토나이트(bentonite)가 형성되는 경우가 흔하였기 때문에 신선한 유리질 물질이 산성용회암내에 포함되어 있다는 사실은 믿기 어려웠던 것이 사실이다. 말하자면, 지질시대에 형성된 유리물질 자체가 변질되지 않고 그대로 남아 있는 경우는 현재까지 잘 인식되지 않았던 것이다. 화산쇄설 기원의 유리질 물질이 변질되거나 탈유리화되지 않고 남아 있을 수 있는 경우는 화산쇄설층의 최하부나 최상부에서 퇴적되어 형성 당시 급속히 냉각되고, 그 이후 알칼리성 수분이나 열변질 등이 수반되지 않은 경우에는 가능하리라 판단된다. 현재 이들 유리질 물질이 화산쇄설 기원의 일차적 유리성분인지, 아니면 이차적으로 형성된 물질인지 완전히 파악되지 않고 있다. 이를 위하여 유리물질들을 대상으로 한 심층연구가 필요하다고 판단된다.

요컨대 회토류 원소 분석과 화산유리물질 동정 결과, 고레리 유적지 일대에 분포하는 백악기 화

산암 내지 산성용회암의 풍화산물로부터 유리물질이 형성될 수 있다고 판단되며, 한반도 구석기 유적지 토양-퇴적물내에 나타나는 유리질 테프라가 일본 AT로부터 유래한다는 가설은 재론의 여지가 많다. 이들이 일본 AT와 동일하다는 것을 증명하기 위해서는 유리질 물질 자체에 대한 기원 마그마 특성연구와 관련된 더 많은 연구가 필요시되고 있다.

결론

고례리 유적지 일대 지질은 백악기-고제3기의 흑운모화강암(KbGr), 산성암맥류(Kad), 밀양안산암(Kma), 저색용회질 세일, 사암, 역암 등으로 구성되는 정각산층(Kch) 및 이에 협재하는 및 산성 용회암과 라필리 용회암(Kcht) 등으로 구성된다. 고례리 유적 제4기 퇴적층은 하부로부터 고기 하상자갈층, 갈색 사면기원 퇴적층과 현지성 적색 풍화토층으로 구분되고, 갈색 사면기원 퇴적층은 주로 사질점토질 쉘토로 구분된다.

본 유적지내의 기반암과 주변토양-퇴적물 시료의 회토류 원소 분석 결과, 회토류 원소 분포특성상 전반적인 토양-퇴적물 시료의 회토류 원소 형태는 기반암 중의 산성라필리 용회암, 안산암, 산성 용회암의 회토류 원소 형태와 유사하다. 고례리 토양과 주변암석의 회토류 원소 패턴이 유사한 것으로 보아 고례리의 토양, 퇴적물은 주변암석으로부터 기원하는 것으로 판단된다. 또한 토양-퇴적물내에서 발견되는 화산 유리물질은 주변의 산성용회암류내 조성물질로 있었던 화산쇄설성 유리물질(volcaniclastic glass) 혹은 테프라(tephra glasses)이다. 특히, 풍화된 산성라필리 용회암 파편에서는 유리질 물질이 다량 검출되었고, 이들은 토양, 퇴적물 시료인 PMU-13과 PMU-17내에 나타나는 유리질 물질과 같은 것으로 판단된다.

회토류 원소 분석 결과와 테프라의 동정 및 분석 결과, 고례리 토양과 주변 암석의 회토류 원소 패턴이 유사하게 나온 것으로 보아 고례리의 토

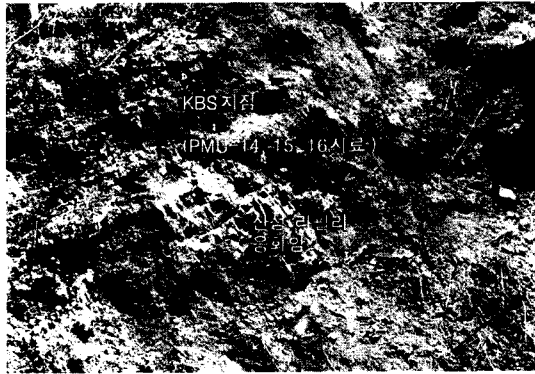
양은 주변 암석으로부터 기원되는 것으로 생각되며, 또한 고례리 토양(PMU-13, PMU-17)에서 발견된 테프라가 반드시 라필리용회암에서만 기원되는지는 더 연구해봐야 되겠지만, 금번 연구 결과로부터 해석해 보면, 토양-퇴적물 내의 모든 유리질 테프라가 반드시 일본 테프라가 날려와서 퇴적되었기보다 유적지 근방 과거 지질시대에 형성된 용회암내에 포함된 일차적 화산 유리물질이 기계적 풍화로 인해 분리된 후, 토양-퇴적물에 유입될 가능성도 있다고 판단된다. 금번 연구의 의문점들을 더 파악하고 우리 나라 테프라 연구의 활성화를 위해서는 고례리 지역뿐만 아니라 여러 다른 지역의 테프라 연구가 같이 수행되어야 하며, 연대측정과 주성분 및 미량원소에 대한 화학 분석도 동시에 이뤄져야 할 것이다.

참고문헌

- Heiken, G. and Wohletz, K. (1985): Volcanic ash. Univ. California Press, Berkeley, 246p.
- 町田 洋, 新井房夫 (1992): 火山灰アトラス(日本列島とその周辺). 東京大學出版會, pp.1-276.
- Thorarinsson, S. (1944): Tefrokronologiska studier pa Island. Geogr. Ann. Stockh. Arg., 26, 1-217
- 早田 勉, (1999): 老隠洞 遺跡におけるテフラ分析(미발간).
- 早田 勉, (1998): テフロクロノ로지-(화산회편년학)의 新たな 展開と その 利用法. 北海道考古學 34, p.1-20
- Seonbok Yi, Tsutomu Soda, and Fusao Arai, (1998): New Discovery of Aira-Tn Ash (AT) in Korea, *Jour. Korean Geographical Soc.*, 33(1), 447-454.

(Accepted : November 18, 1999)

<부록>



(a)



(a)



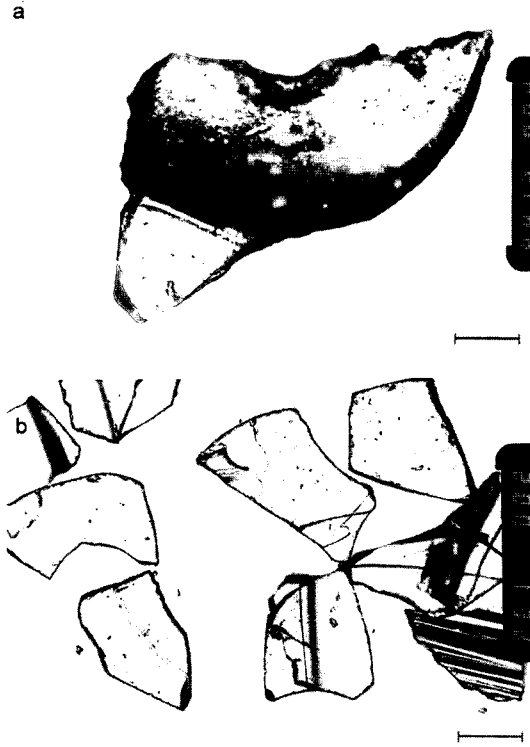
(b)



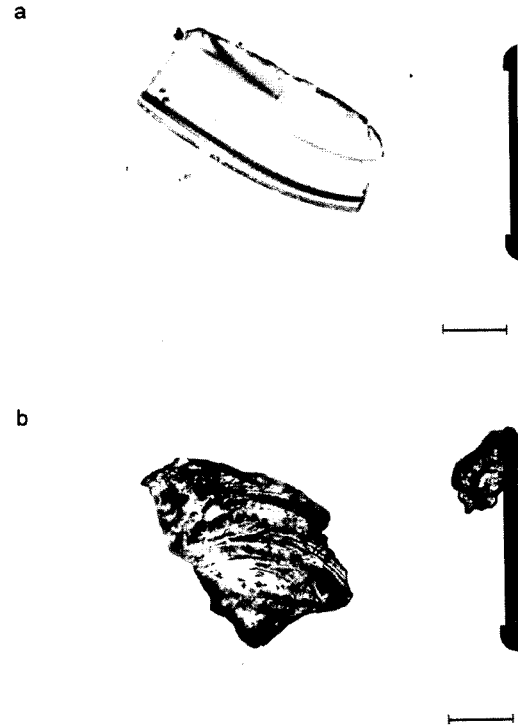
(b)

노두사진 1. 고례리 유적지 R16구덩 동벽 발굴단면. 주변 적색토양층에서 PMU-14, PMU-15, PMU-16 시료 채취위치. 주변의 기반암은 풍화된 라필리용회암(1a), 혹은 산성용회암(1b)으로 구성되어 있다.

노두사진 2. 고례리 유적지 R16구덩 동벽 발굴단면. 주변 적색 토양층에서 PMU-17(JYJ지점)시료 채취위치(2a)와 암청회색 토양층에서 PMU-18과 An-Soll(SCK지점)시료 채취위치(2b).



Tephra-현미경사진 1. 바의 길이는 100 μ m, a.고례리 PMU-13시료, 버블형 평판상, b. 일본 AT(Aira-Tanzawa)시료, 버블형 평판상, 고례리 시료의 입경이 2배 이상 크고 탈유리화가 많이 진행되어 있다.



Tephra-현미경사진 2. 바의 길이는 100 μ m, 고례리 산성 라필리웅회암시료, a. 버블형 평판상, b. 급냉파쇄형 플레이트상.