

함평 진양리 각골고인돌의 암석학적 특징과 산지해석

전유근¹ · 이찬희^{2,†} · 전병규³

¹국립문화재연구소 보존과학연구실

²공주대학교 문화재보존과학과

³주엔가드

요 약

이 연구에서는 함평 진양리 각골유적에서 발견된 고인돌의 암석학적 특징과 산지를 해석하였다. 각골유적 고인돌은 장축길이 356 cm, 단축길이 188 cm, 두께 48 cm, 무게는 약 9.5톤이며 전체적으로 석영안산암질 용결응회암으로 구성되어 있다. 각골고인돌과 추정산지 암석들의 전암대자율, 암석학적, 광물학적, 지구화학적 및 지형적 특징으로 볼 때, 이 고인돌은 각골유적에서 북동쪽으로 약 3.5~4.5 km 정도 떨어진 함평 대동댐과 저수지 인근의 암석과 가장 유사하다. 이 결과는 고고학적 자료와 함께 고인돌의 운반과정 및 이동경로를 유추하여 당시의 석재를 이동하기 위해 동원하였던 경제력, 정치력, 기술력 등을 해석하는데 필요한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

주요어: 각골유적, 고인돌, 석영암산암질 용결응회암, 산지해석

Yu Gun Chun, Chan Hee Lee and Byung Kyu Jun, 2013, Lithological Characteristics and Provenance Interpretation of Jinyangri Gakgol Dolmen in Hampyeong, Korea. Journal of the Geological Society of Korea. v. 49, no. 4, p. 517-526

ABSTRACT: We carried out lithological characteristics and provenance interpretation of dolmen which discovered Gakgol remains of Jinyangri in Hampyeong. The scale of Gakgol Dolmen is 188 cm long, 356 cm wide and thickness of 48 cm, the weight of the stone is about 9.5 ton. The rock is consisted mainly of dacitic welded tuff. It is probable that the Gakgol Dolmen, considering magnetic susceptibility, petrological, mineralogical, geochemical properties and geomorphology, was similar to rocks around the Daedong Dam and Reservoir located about 3.5 to 4.5 km distant in the northeast. The present study will offer signification data for interpretation of people's technology, economic and political power in the age, and suggest to transportation process and route for stone with archaeological data.

Key words: Gakgol remains, Dolmen, Dacitic welded tuff, Provenance interpretation

(Yu Gun Chun, Conservation Science Division, National Research Institute of Cultural Heritage, Daejeon 305-380, Korea; Chan Hee Lee, Department of Cultural Heritage Conservation Sciences, Kongju National University, Gongju 314-701, Korea; Byung Kyu Jun, Enguard Co. Ltd., Seoul 134-010, Korea)

1. 서 론

우리나라 청동기시대의 대표적인 무덤 중 하나가 고인돌(지석묘)이다. 고인돌은 입석 등과 함께 거석 문화의 일종으로 세계적으로 분포하고 있으나, 지역에 따라 시기와 형태가 다르게 나타난다. 한반도의 서남부에 위치한 전남지방은 전세계에 분포하는 고

인돌의 약 40% 정도가 밀집되어 있어 고인돌의 형성과 발전 과정을 규명하는데 중요한 단서가 되고 있다. 이를 포함하여 화순, 고창 및 강화도 일대에 분포하는 한국의 고인돌은 유네스코 세계문화유산으로 지정되어 보존관리 되고 있다.

고인돌이 등장하는 청동기시대 사회제도에 대한 연구에 따르면 평등사회에서 계급사회로, 이주생활

[†] Corresponding author: +82-41-850-8543, E-mail: chanlee@kongju.ac.kr

에서 정착생활 단계로 발전하는 시기로 보고있다. 청동기시대를 대표하는 묘제인 고인돌을 축조하기 위해서는 수십 톤에 이르는 거석을 채석 및 운반해야 하며, 이를 위해서는 대규모의 노동력을 필요로 한다. 따라서 대규모의 노동력을 동원할 수 있는 사회는 정착생활이 필수적이며, 안정적인 식량을 확보할 수 있는 농경을 배경으로 하는 사회였던 것으로 보는 견해가 일반적이다(Choi, 1981).

영국 스톤헨지(Stonehenge)의 경우, 암석의 특징과 산지해석에 관한 연구를 통해 BC 3100년부터 BC 2000년에 이르기까지 있었던 그 당시의 생활상을 복원하는데 결정적인 증거자료를 과학적으로 증명한 바 있다(Thomas, 1923; Kellaway, 1971; Thorpe *et al.*, 1991; Green, 1993). 최근 국내에서도 선사시대 석기와 옥기를 대상으로 구성재질을 정량분석하여 재료의 원산지를 규명하는 연구가 보고된 바 있으며(Lee *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2008), 역사시대 발굴지의 석재에 대한 암종과 추정산지가 연구되기도 하였다(Lee *et al.*, 2009). 또한 석조문화재 구성재질의 암석 및 광물학적 특성을 규명하여 구성석재의 원산지와 채석과정 및 이동경로 등에 대한 검토도 활발히 진행되고 있다(Jwa *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2007, 2010).

그러나 우리나라 청동기시대 고인돌은 세계적인 수준의 많은 양이 있음에도 불구하고 원산지 해석에 대한 연구는 거의 없어 당시의 생활상을 복원할 수 있는 과학적인 자료가 부족한 상태이다. 따라서 이 연구에서는 전라남도 함평군 진양리 각골유적에 분포하는 고인돌과 추정산지의 암석을 대상으로 암석학적 특징과 지구화학적 공통점을 탐색하여 석재의 원산지를 해

석하였다. 이 결과는 향후 고인돌의 채석과 이동경로 및 산지추정에 중요한 자료를 제공할 수 있을 것이다.

2. 현황 및 연구방법

2.1 현황

각골유적의 위치는 위도 35°05′28.95″, 경도 126°29′33.93″로 서해안 고속도로 함평나들목 요금소에서 남쪽으로 약 400 m 지점이다. 각골유적의 입지 조건을 살펴보면, 서쪽으로는 약 3 km 떨어져 서해가 있으며, 동쪽으로는 함평천이 흐르고 함평천을 지나 고산(359 m)이 있다. 이 유적의 북쪽과 서쪽에는 낮은 구릉이 형성되어 있어 전형적인 배산임수 지역을 형성하고 있다. 이와 같은 입지조건으로 볼 때, 당시 사회가 농경지나 물과 밀접한 관계가 있는 곳에 그들의 주거 영역을 마련하고 그와 가까운 곳에 묘를 조성한 것으로 볼 수 있다.

1984년 실시한 지표조사 결과에 따르면 각골유적에는 3기의 고인돌이 있었던 것으로 알려져 있으나, 1998년 목포대학교 박물관에서 실시한 발굴에서는 1기만이 남아있는 상태였다. 이 고인돌의 평면형태는 장방형이고, 단면형태는 위면과 아래면이 잘 다듬어진 판석형이다. 규모는 장축길이 356 cm, 단축길이 188 cm, 두께 48 cm이며, 무게는 약 9.5톤이다(그림 1A, Mokpo National University Museum, 2003). 이 각골고인돌은 목포대학교 박물관에서 발굴조사를 실시한 후, 전남 함평군 함평읍 대덕리 대덕삼거리 공원에 이전 설치되었다가, 현재는 국립중앙과학관 야외전시장에 이전 복원되어 있다(그림 1B).

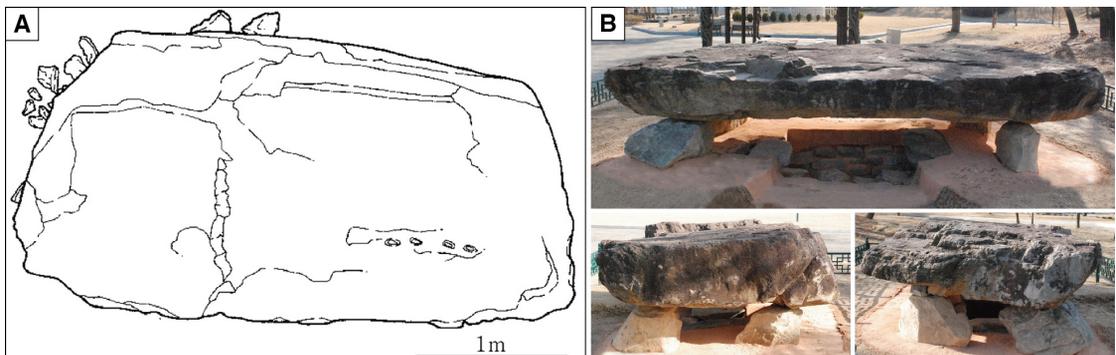


Fig. 1. (A) Sketch showing on the rock surface of the Gakgol Dolmen (Mokpo National University Museum, 2003). (B) Photographs showing the occurrences in National Science Museum of the Gokgol Dolmen.

2.2 연구방법

이 연구에서는 각골유적 고인돌의 암석동정 및 원산지 해석을 위해 인근지역의 지형 및 지질조사를 수행하였다. 또한 정량분석을 위해 고인돌에서 탈락된 미량의 시료와 원산지로 추정되는 지역에서 분석에 필요한 대표 시료를 수습하였다. 이 시료를 대상으로 암석 및 광물학적 특징을 분석하여 고인돌을 구성하는 암석과 추정산지 암석간의 동질성을 비교하였다.

각골유적 고인돌과 추정산지 암석의 반정량적 광물조성, 상대적 함량 등을 검토하기 위해 박편을 제작하여 편광현미경으로 관찰하였다. 여기에 이용된 기기는 자동계수기가 장착된 Nikon사의 Eclipse E600W 편광/반사 겸용현미경이다. 또한 광물의 상대적 빈도분포와 동정을 위해 X-선 회절분석을 실시하였다. 분석기기는 Bruker D8 Advance이며, 타겟으로 사용된 X-선은 CuK α 이고, 양극의 가속전압 및 필라멘트의 전류는 각각 40 kV, 40 mA이다.

고인돌과 추정산지 암석간의 지구화학적 동질성을 검토하기 위해 대표시료를 선정하여 X-선 형광분석기(XRF)와 유도결합 아르곤 플라즈마 분광분석기(ICP, ICP-MS) 및 중성자방사화분석기(INAA)를 이용하여 정량분석 하였다. 분석에서는 대표성이 있는 자료와 오차를 줄이기 위해 암편을 제거한 후기 질만을 사용하였다. 또한 구성암석의 미세자기적 특성을 비교분석하기 위해 10⁻³ SI 단위의 측정한계를

가진 ZH Instruments사 SM30 모델을 이용하여 전암대자율 측정을 실시하였다.

3. 암석학적 특성 및 산지탐색

3.1 암석학적 특징

함평 각골유적 고인돌은 부분적으로 불균질한 암상을 보이나, 전반적으로는 녹회색 기질에 용결조직 및 용결엽리가 나타난다(그림 2A). 일부 영역에서는 심한 변형을 받아 압착되어 있으며 피아메를 갖는 용결조직이 특징적이다(그림 2B). 미량의 시료를 수습하여 편광현미경 관찰을 실시한 결과, 이 암석은 유리질 기질에 용결엽리를 가지고 있으며, 샤아드는 길쭉한 렌즈모양으로 평행하게 신장되어 매우 밀착되어 있다. 또한 유상엽리와 유사한 유택시틱 조직은 전체적으로 연장성이 좋은 용결엽리를 뚜렷하게 형성하고 있다(그림 2C). 암편들은 대부분 2~5 mm 정도 크기로 불규칙하게 분포하고 있으며, 위치에 따라 차이는 있으나 보통 5~10% 정도의 함량을 보인다(그림 2A, B). 이 암편들은 대부분 원마도가 낮으며 유문암질 및 안산암질을 보이고, 석영과 사장석도 포함되어 있다(그림 2C).

X-선 회절분석 결과, 주요 조암광물은 석영, 사장석이며 녹니석, 운모, 휘석이 소량으로 산출되었다. 또한 소량의 방해석과 앵커라이트가 동정되었다(그

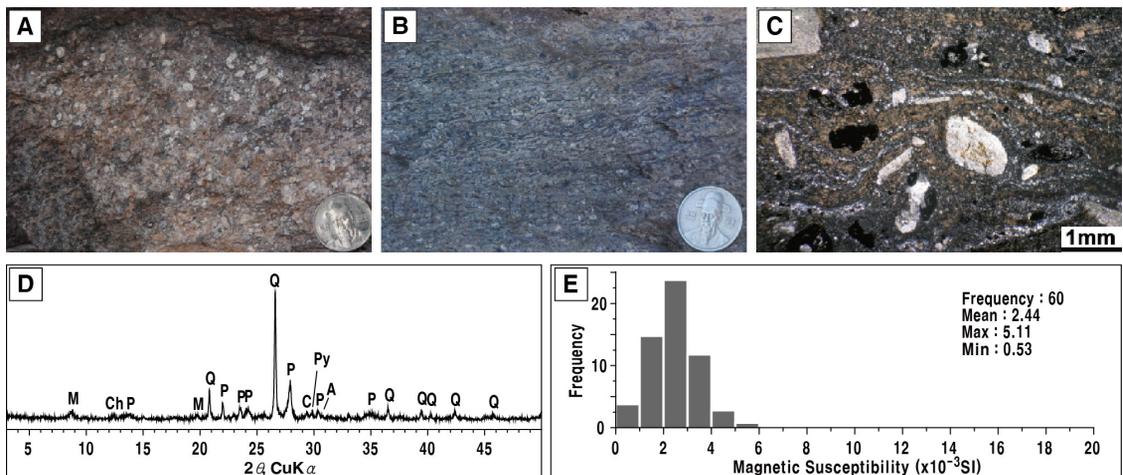


Fig. 2. Lithological characteristics (A, B), polarization microphotographs (C), X-ray diffraction patterns (D) and magnetic susceptibilities (E) of the Gakgol Dolmen. A; ankerite, C; calcite, Ch; chlorite, M; mica, P; plagioclase, Py; pyroxene, Q; quartz.

Table 1. Major (wt%), some minor and rare earth elements (ppm) composition of analytical samples. Sample numbers are the same as those of Fig. 3 and 4.

Element	HGD	HDR	HDD-W	HDD-E	HH
SiO ₂	64.95	71.63	65.67	69.29	49.74
Al ₂ O ₃	15.60	14.09	16.30	14.86	16.08
Fe ₂ O ₃	3.76	2.73	4.41	2.59	9.20
MnO	0.07	0.04	0.06	0.08	0.16
MgO	1.02	0.57	0.83	0.90	2.51
CaO	1.80	1.23	2.32	1.56	7.20
Na ₂ O	3.43	3.47	4.48	4.30	3.22
K ₂ O	3.84	4.56	3.36	4.03	2.90
TiO ₂	0.57	0.49	0.63	0.39	0.95
P ₂ O ₅	0.24	0.19	0.22	0.14	0.33
LOI	2.93	1.56	1.67	1.97	7.96
Total	98.21	100.60	99.96	100.10	100.30
As	3	4	7	<2	4
Ba	1030	1170	988	1100	1100
Be	2	2	2	2	2
Cd	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	0.5
Co	8	5	8	5	21
Cr	104	70	69	96	55
Cs	4	3	2	3	3
Cu	5	27	29	4	8
Hf	5	4	6	5	4
Ni	39	34	38	41	28
Pb	19	21	12	16	12
Rb	100	90	80	90	70
Sb	<0.2	<0.2	0.4	<0.2	0.3
Sc	8.2	6.8	8.7	4.8	20.4
Sr	350	363	376	338	453
Ta	<1	<1	<1	<1	<1
Th	8.3	6.8	7.4	10	4.7
V	48	46	61	29	179
Y	19	14	14	15	26
Zn	71	42	50	48	87
Zr	221	165	233	197	160
La	43.9	32.5	41.2	43.4	31.7
Ce	75	55	69	72	62
Nd	29	14	29	22	22
Sm	5.3	4.3	4.7	3.6	5.5
Eu	1.6	1.2	1.3	1.0	1.8
Tb	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Yb	2.3	2.1	1.8	2.2	2.7
Lu	0.35	0.31	0.26	0.31	0.46

림 2D). 각골고인돌의 전암대자율은 평균 2.4 ($\times 10^3$ SI unit)로 나타났으며, 최소값은 0.53 ($\times 10^3$ SI unit),

최대값은 5.1 ($\times 10^3$ SI unit)로 비교적 넓은 범위를 갖는다(그림 2E). 측정지점에 따라 조금씩 다른 값을 보이지만 평균을 기점으로 정규분포를 보인다.

이상의 결과를 종합할 때, 각골고인돌은 용결응회암으로 분류할 수 있다. 정확한 암석동정을 위해 주성분 원소를 분석한 결과, SiO₂ 64.9wt%, Na₂O 3.4wt%, K₂O 3.8wt%로 확인되었다(표 1). 이를 Lebas *et al.* (1986)의 도표에 도시한 결과, 조면석영안산암과 석영안산암의 경계부에 점사되었다(그림 3). 따라서 전체적인 암상과 조직 및 현미경적 특징을 고려하여 석영안산암질(dacitic) 용결응회암으로 동정하였다.

3.2 산지탐색

각골고인돌은 석영안산암질 용결응회암으로 구성 되어 있으나 각골유적 일대의 기반암은 주라기 화강암 류로 이루어져 있다(그림 4). 따라서 이 고인돌은 유 적 인근지역의 암석을 사용한 것이 아니라 다른 곳 에서 암석을 채석하여 유적지까지 이동해왔을 것이 다. 산지추정을 위해 각골고인돌의 암석학적, 광물 학적 특성에 근거하여 각골유적 주변지역 지질에 대 한 참고문헌 검색 및 야외 지질조사를 수행하였다.

함평분지는 육성기원의 쇄설성 또는 화산쇄설성 퇴적암류로 충전되어 있으며, 후기에 유문암, 조면 안산암 및 조면석영안산암 등의 화산암류가 분지 퇴 적물을 광범위하게 관입 또는 피복하여 분포하고 있 다. 함평분지 백악기 퇴적암류는 역암, 사암 및 자색 또는 암회색 이암 등의 쇄설성 퇴적암류와 결정질 응회암, 층상 응회암 등의 화산쇄설성 암석으로 구 성된다(Hwang *et al.*, 2002).

화산쇄설성 암석의 분포지 중 각골고인돌을 구성 하는 암석과 유사할 것으로 판단되는 안산암질 응회 암은 함평군 신광면, 대동면, 나산면, 문평면 등지에 넓게 분포하고 있다(그림 4). 이 일대 화산암체의 기 저부를 형성한 이 응회암층은 도처에서 안산암에 의 하여 관입되어 있다. 구성 물질은 주로 암록색 내지 암회색의 안산암질 응회암으로서 화산회, 화산역, 암괴 등으로 입도가 다양하고 분급은 불량하다. 구 성광물은 사장석, 흑운모, 견운모, 석영, 각섬석, 불 투명 광물 등이며 기질은 변질되어 방해석을 소량 함유하기도 한다(Hong and Choi, 1990).

또한 안산암과 안산암질 응회암의 작은 노두에서 도 아주 다양한 암종으로 세분할 수 있을 정도로 복

잡한 조성의 복합암체를 이루고 있다. 따라서 고인돌 암석과 가장 유사한 노두를 탐색하기 위해 지질도를 바탕으로 주변지역에 대한 정밀조사를 수행하였다. 지질조사는 1차적으로 고인돌과 가장 인접한 안산암질 응회암 분포지역에 대해 수행하였고 이 중에서도 암상이 가장 유사한 대동면 향교리, 함평 대동댐 및 대동저수지 일대를 집중적으로 탐색하였다.

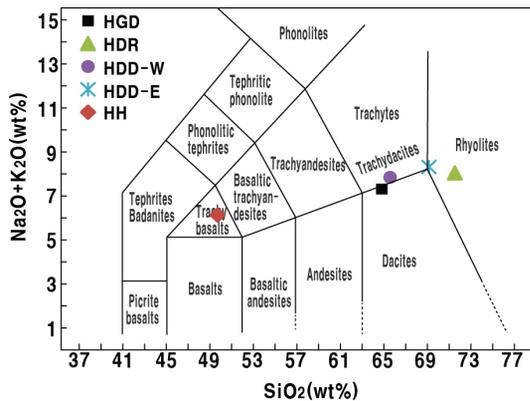


Fig. 3. Diagram showing chemical classification of volcanic rocks for the Gakgol Dolmen and analytical samples of study area (LeBas *et al.*, 1986). Sample numbers are the same as those of Table 1 and Fig. 4.

이 일대에 분포하는 안산암질 응회암은 전반적으로 녹회색을 띠며 고인돌과 유사한 색상을 나타낸다. 그러나 각 지역마다 암편의 크기 및 함량과 조직이 조금씩 차이를 보였으며, 특히 고인돌의 가장 특징적인 피아메와 용결조직을 갖는 암석은 대동댐 주변에 넓게 분포하고 있다. 각 위치에서 수습한 시료의 주성분원소를 바탕으로 LeBas *et al.* (1986)의 분류도에 도시한 결과, HDD-E와 HDD-W는 석영안산암과 조면석영안산암의 경계에, HDR은 유문암, HH는 조면현무암에 도시되었다(표 1; 그림 3).

이와 같이 하나의 노두에서도 다양한 암상을 보였으며, 고인돌 자체도 불균질한 암상을 가지고 있다. 그러나 이들의 암상을 세분하여 기재하기는 상당히 어려워 각 지역의 암석과 고인돌의 암석학적 동질성을 해석하기 위해 위치에 따라 고인돌과 가장 유사한 암석을 대상으로 전암대자를 측정하고 정량 분석을 위해 시료를 수습하였다.

4. 산지해석

4.1 추정산지 암석의 특징

각골유적 고인돌의 원산지를 해석하기 위해 수행한

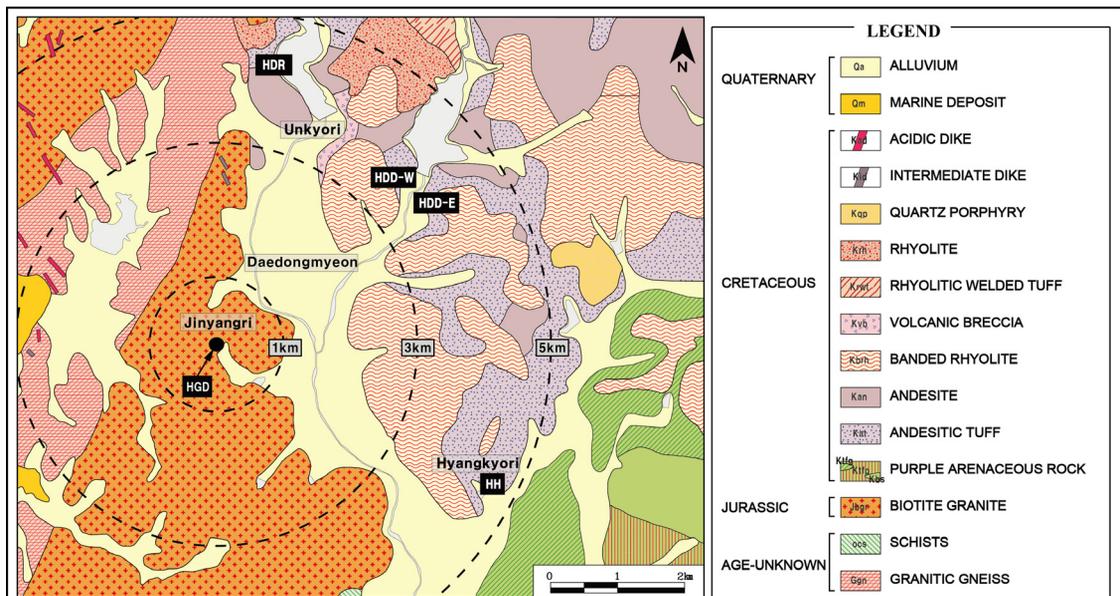


Fig. 4. Geological map of the study area (modified after Hong and Choi, 1990; Hwang *et al.*, 2002). HG; Gakgol Dolmen, HDR; Daedong Reservoir, HDD; Daedong Dam, HH; Hyangkyori. Sample numbers are the same as those of Table 1 and Fig. 3.

야의 지질조사 결과, 유적으로부터 5 km 이내에 육안적으로 각골고인돌과 유사한 암석이 분포하는 것으로 확인되었다. 그러나 지역마다 암석학적 특징이 조금씩 상이하여 암석학적 특징을 비교하기 위해 육안관찰, 편광현미경 관찰 및 X-선 회절분석을 수행하였다.

대동저수지 일대 응회암(HDR)의 기질은 녹회색이며 3~5 mm의 암편이 관찰된다. 일부 영역에서는 심한 변형을 받아 압착되어 잔물결무늬를 갖는 용결 조직이 관찰된다. 현미경 관찰 결과, 유리질 기질에 유택시틱 조직이 관찰되며 반정은 자형 및 반자형의 사장석이 대부분이고 10~15%의 함량을 보인다(그림 5). X-선 회절분석에서는 석영, 사장석이 주요 피크로 나타나고 녹니석, 운모, 휘석과 소량의 방해석 및 앵커라이트가 동정되었다(그림 6).

대동댐 서쪽지역의 안산암질암 분포지역에서는 유문암질 응회암과 조면석영안산암질 응회암이 동

시에 나타나며 약한 층리가 관찰된다. 이 중에서 조면석영안산암질 용결응회암(HDD-W)은 녹회색 기질에 1~3 mm 크기의 반정을 보인다. 현미경 관찰 결과, 유택시틱 조직과 사장석의 반정 및 미량의 불투명 광물이 관찰되며 반정의 함량은 5~10% 정도이다(그림 5). X-선 회절분석에서는 석영 및 사장석과 소량의 녹니석, 운모, 방해석 및 앵커라이트가 검출되었다(그림 6).

대동댐 동쪽 조면석영안산암질 응회암(HDD-E)은 녹회색 기질에 3~5 mm 크기의 반정들이 관찰된다. 그러나 육안 및 편광현미경 관찰 결과, 각골고인돌에서 나타나는 층리나 변성흔적은 미미한 것으로 확인되었다(그림 5). X-선 회절분석 결과, 석영, 사장석과 소량의 녹니석, 운모, 방해석 및 앵커라이트가 검출되었다(그림 6).

향교리 일대의 조면현무암질 응회암(HH)은 녹회색 기질에 3~40 mm까지 다양한 크기의 자색 암편

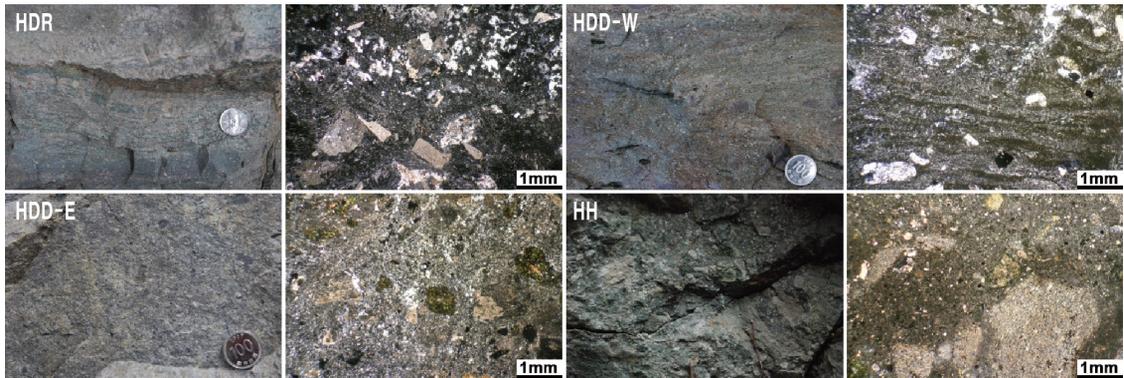


Fig. 5. Lithological characteristics and polarizing microphotographs of analytical samples. Sample numbers are the same as those of Fig. 3 and 4.

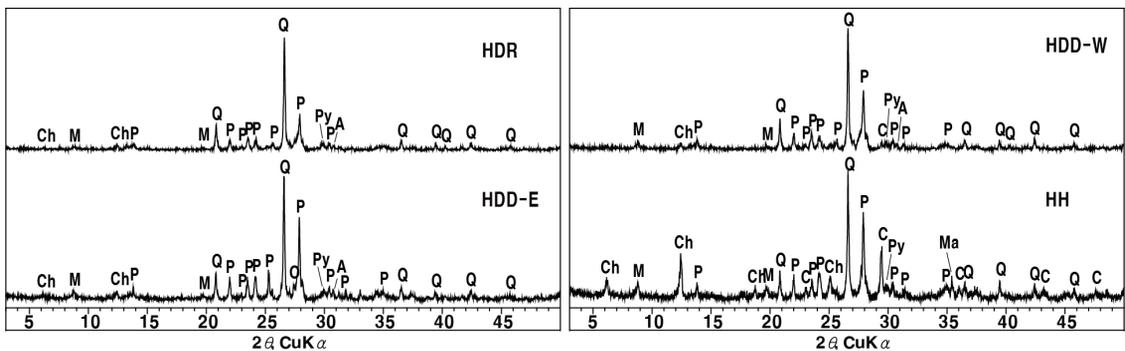


Fig. 6. X-ray diffraction patterns of analytical samples. A; ankerite, C; calcite, Ch; chlorite, M; mica, P; plagioclase, Py; pyroxene, Q; quartz, Ma; magnetite. Sample numbers are the same as those of Fig. 3 and 4.

들이 관찰되며 분급도는 상당히 불량하다. 고인돌에서 나타나는 암편들은 대부분 3~5 mm로서 향교리 일대에 분포하는 암석과는 육안적으로 많은 차이를 보인다. 현미경 관찰 결과, 이 지역의 암석은 유리질 바탕에 사장석, 변질된 흑운모 및 휘석이 관찰되며 상당수의 불투명광물이 확인되었다. X-선 회절분석 결과, 석영, 사장석이 확인되었으며 녹니석, 운모, 방해석도 높은 회절강도를 나타냈다. 또한 불투명광물은 자철석으로 동정되었다(그림 5, 6).

이상의 결과를 종합해 보면, 추정산지 지역의 응회암은 기질의 색상 및 광물조성은 전반적으로 각골 고인돌과 유사한 것으로 확인되었으나 암편의 크기, 용결정도는 각 지역마다 차이를 보였다. 이 중에서 대동댐 일대에 분포하는 암산암질 응회암이 암편의 크기, 함량, 구성광물의 종류 등 고인돌과 매우 유사한 것으로 확인되었다. 특히 대동댐 서쪽지역에서는 고인돌에서 특징적으로 나타나는 용결조직이 관찰된다.

4.2 전암대자율

추정산지 암석의 특징을 파악하기 위해 전암대자율을 측정하였다. 전암대자율은 암석이 함유하고 있는 불투명광물 함량에 따라 그 세기가 좌우되어, 구성암석이 지니는 미세 자기적 성질과 자성광물의 분포를 파악할 수 있는 연구수단이다. 전암대자율은 암석의 성인적 환경과 암석학적 동질성을 규명하기에 유용하여 석조문화재의 산지를 규명하는 연구에도 활용되어 왔다(Uchida *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2010).

추정산지 암석의 전암대자율을 살펴보면, 대동저수지 일대의 응회암은 0.27~6.2 ($\times 10^{-3}$ SI unit)의 범위를 나타내며 평균은 2.85로 측정되었다. 대동댐 서

측면 암석의 전암대자율은 1.9~6.6 ($\times 10^{-3}$ SI unit)의 범위를 기록하였으며 평균은 3.93으로 나타났으며, 동측면의 암석은 0.27~3.7 ($\times 10^{-3}$ SI unit)로 0.80의 평균 대자율을 보였다. 향교리 일대 암석의 전암대자율은 0.11~18.9 ($\times 10^{-3}$ SI unit)로 측정지점에 따라 많은 편차를 나타냈다(그림 7).

고인돌의 전암대자율이 0.53~5.1 ($\times 10^{-3}$ SI unit)의 범위를 보이며 평균이 2.4인 점을 고려할 때, 대동저수지와 대동댐 서쪽지역 일대에 분포하는 암석이 가장 유사한 전암대자율 값을 보였다. 반면 대동댐 동쪽에 분포하는 응회암의 전암대자율은 전체적인 분포는 유사하지만 평균값이 낮은 것으로 나타났으며, 향교리 일대의 암석은 확연한 차이를 보였다.

4.3 지구화학적 특성

선사시대에 고인돌을 축조하기 위해 석재를 운반하였다 해도 고인돌과 추정산지 암석이 동일 종류라면 지구화학적 거동특성은 동일할 것이다. 따라서 각 암석들의 화학조성을 비교분석한다면 상호간의 동질성을 평가할 수 있다. 이 연구에서는 각골고인돌과 추정산지 암석의 지구화학적 동질성을 규명하기 위해 주성분, 일부 미량 및 희토류 원소를 분석하였다. 분석에서는 암상의 불균질에서 오는 오차를 줄이기 위해 암편을 제거하였다(표 1).

전술한 바와 같이 선행연구에서 안산암질 응회암으로 표기된 지역의 암석은 고인돌과 Na₂O, K₂O의 함량은 유사하지만 SiO₂가 다소 차이를 보이며 기질의 종류도 조금씩 다른 것으로 확인되었다. 이를 명확하게 분류하기 위해 고인돌과 추정산지 암석의 분석결과를 McBirney (1986)가 제시한 안산암의 함량으로 표준화하여 부화와 결핍정도를 살펴보았다. 우

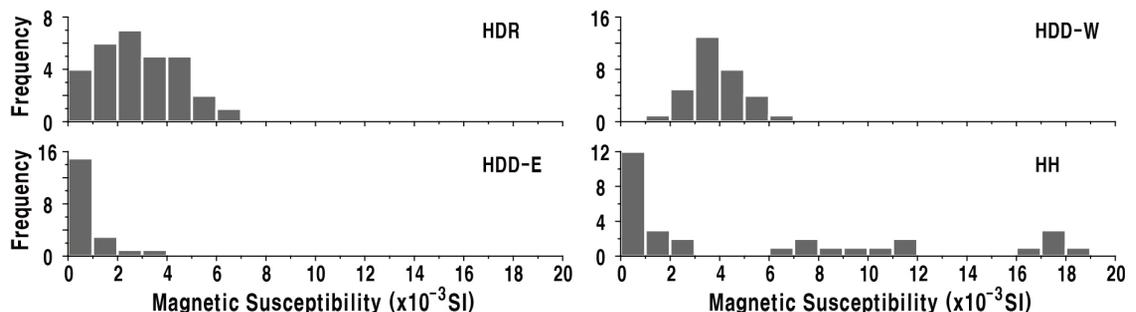


Fig. 7. Magnetic susceptibilities of analytical samples in study area. Sample numbers are the same as those of Fig. 3 and 4.

선 고인돌 암석은 SiO₂와 K₂O가 기준 값보다 높지만 Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, TiO, P₂O₅는 전체적으로 결핍되어 있다(그림 8A).

이를 추정산지 암석과 비교하면, 대동댐 일대의 암석은 고인돌과 유사한 경향을 나타냈으며 LOI 역시 유사한 조성을 보였다(그림 8A). 이는 연구지역에 분포하는 석영안산암질 응회암이 고인돌과 거의 유사하다는 것을 의미한다. 대동저수지 일대의 암석은 전반적으로 고인돌과 유사한 경향을 나타내지만 MnO, MgO, CaO가 고인돌보다 상대적으로 결핍된 것으로 나타났다. 반면 향교리에 분포하는 암석은 고인돌에 비해 큰 차이를 보였다(그림 8A).

고인돌과 추정산지 암석간의 지구화학적 유사성을 보다 명확하게 규명하기 위해 Govindaraju (1989)의 자료를 기준으로 표준화하여 미량 및 희토류원소의 거동특성을 비교분석하였다. 고인돌과 대동댐, 대동저수지에 분포하는 암석은 일부 원소에서 차이를 보이지만 전체적인 경향은 유사한 것으로 확인되었다. 반면 향교리 암석에서는 Co, Sc, V가 상당히 부화되는 양상을 보였다(그림 8B).

또한 희토류원소 분석결과를 Boynton (1984)이 제시한 운석 값으로 표준화하여 각 시료의 거동특성을 검토하였다. 고인돌과 추정산지 암석의 희토류원소 거동특성은 경희토류가 중희토류보다 크게 부화되어 있는 경향을 나타내나 전반적으로 유사한 경향

을 보였다. 그러나 대동저수지 일대에 분포하는 암석의 Nd 함량은 고인돌보다 상대적으로 결핍된 것으로 나타났다(그림 8C).

한편 상대적 이동성 및 불이동성 원소에 대해 Pearce (1983)가 제시한 원시의 맨틀조성으로 표준화하여 거동특성을 비교하였다. 고인돌 암석과 추정산지 암석을 비교하면 대동저수지 암석에서 Nd가 상대적으로 결핍된 양상을 보이지만 전반적으로 유사한 변화양상을 보인다(그림 8D). 이상의 주성분, 미량, 희토류, 이동성 및 불이동성 원소의 거동특성과 진화 경향을 종합하면, 고인돌과 추정산지의 안산암질 응회암 중에서는 대동댐과 저수지 일대에 분포하는 암석이 고인돌과 가장 유사한 것으로 확인되었다.

5. 토의 및 결론

각골고인돌을 구성하는 암석은 석영안산암질 용결응회암으로 판명되었다. 그러나 각골유적이 위치한 지역은 화강암류가 기반암을 형성하고 있어 이 고인돌은 유적근처의 암석을 사용한 것이 아니라 특정 지역의 암석을 운반하여 만든 것으로 판단할 수 있다. 각골고인돌의 암석학적 특징을 토대로 유적 주변지역의 지질조사를 실시하여 산지로서 가능성이 높은 지역을 탐색하고 암석학적 및 지구화학적 유사성을 상세히 검토하였다.

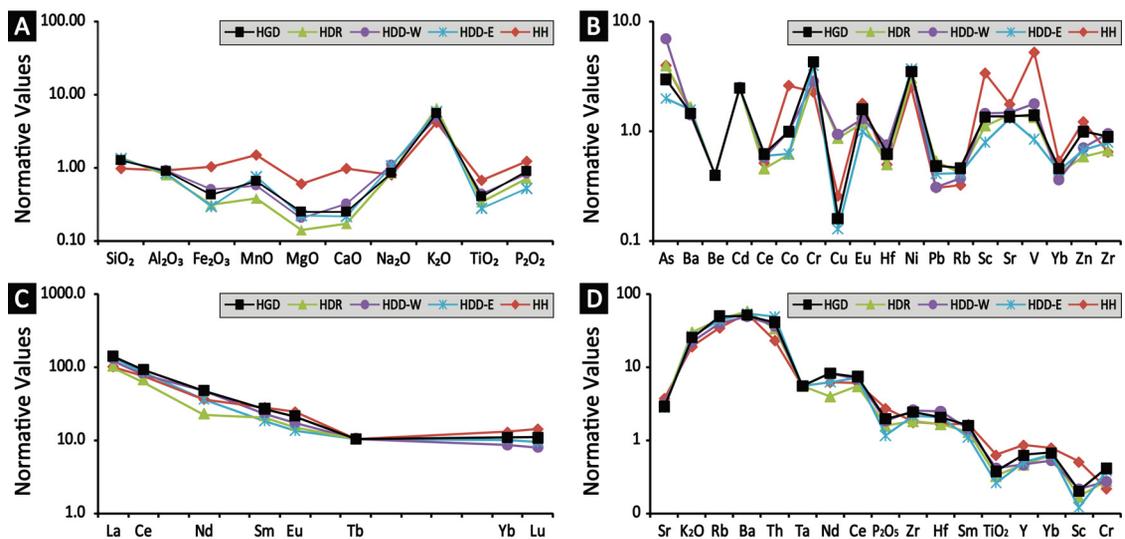


Fig. 8. Normalized geochemical variation diagrams showing major (A), minor (B), rare earth (C), compatible and incompatible elements (D) for analytical samples. Sample numbers are the same as those of Fig. 3 and 4.

연구지역에는 각골유적을 기점으로 동쪽으로 약 2 km 떨어진 지점부터 화산쇄설성 퇴적암류들이 나타나며, 이 암석들은 크게 유문암질 응회암과 안산암질 응회암으로 나눌 수 있다. 이 중에서 각골고인돌이 제작된 청동기시대의 기술력을 고려하여 유적으로부터 가까운 거리에 위치한 안산암질 응회암들을 대상으로 암석학적 및 지구화학적 특징을 비교분석 하였다.

고인돌은 녹회색 기질에 3~5 mm 정도의 암편이 불규칙적으로 분포하고 석영, 사장석, 녹니석, 운모 등으로 구성되어 있다. 연구지역에 분포하는 암석 중에서 고인돌과 기재적 특징이 가장 유사한 지역은

대동저수지와 대동댐 주변에서 확인되었다. 또한 고인돌은 피아메를 갖는 용결조직이 특징적으로 나타나는데 대동저수지와 대동댐 서쪽 일대에 분포하는 암석이 이와 일치하였다. 이 지역에 분포하는 암석의 전암대자율 역시 유사한 것으로 확인되어 1차적으로 추정산지 지역으로 분류하였다(표 2).

각골고인돌의 주성분 원소를 바탕으로 LeBas *et al.* (1986)의 화산암 분류도에 도시하면, 석영안산암과 조면석영안산암의 경계에 도시된다. 그러나 고인돌의 정밀조사와 분석에는 많은 제약이 있어 전술한 바와 같이 육안적 및 현미경적 특징을 반영하여 석

Table 2. Comparison of rock properties for the Gakgol Dolmen and analytical samples from the study area. Sample numbers are the same as those of Fig. 3 and 4.

Classification	HDR	HDD-W	HDD-E	HH
Color	○	○	○	○
Phenocryst size	○	○	○	×
Welding texture	○	○	△	×
Rock-forming mineral	○	○	○	△
Magnetic susceptibility	○	○	△	×
Major elements	△	○	○	△
Minor elements	○	○	○	△
Rare earth elements	△	○	○	○
Compatible and incompatible elements	△	○	○	○

○; consonance, △; similarity, ×; dissonance

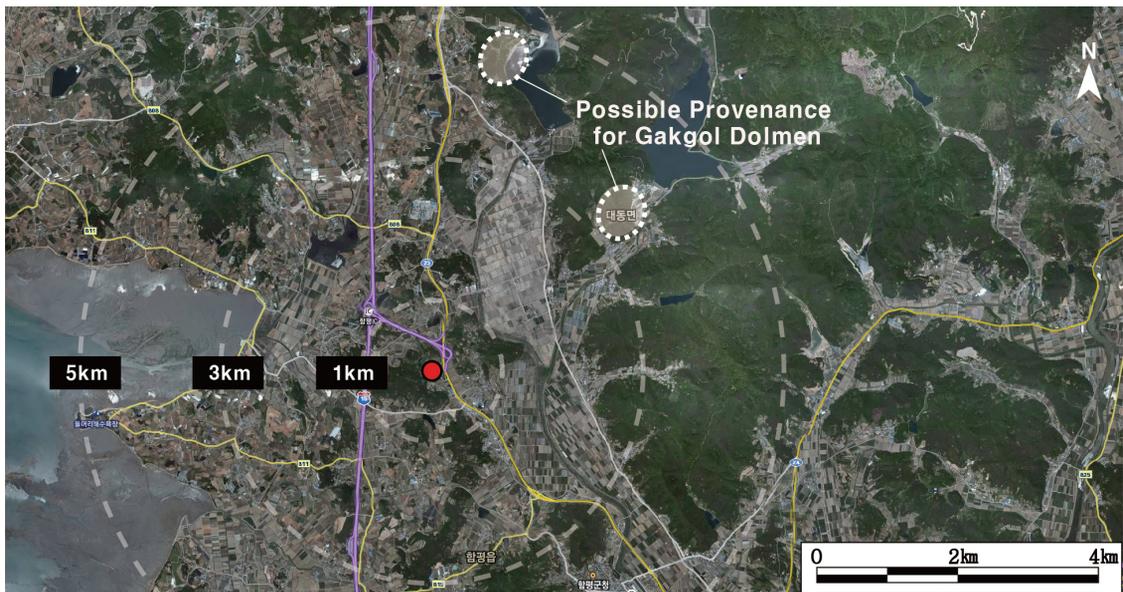


Fig. 9. Photograph showing distribution area of similar rocks with the Gakgol Dolmen.

영안산암질 용결응회암으로 명명하였다. 이와 동일한 방법으로 동정하면 대동저수지 인근의 암석은 유문암질 용결응회암으로, 대동댐 서쪽의 암석은 석영안산암질 및 조면석영안산암질 용결응회암으로 분류되어 고인돌과 동일한 암종에 속한다(표 2).

또한 두 지역 암석의 지구화학적 특성을 비교하면 대동댐 서쪽지역은 주성분, 미량 및 희토류원소가 고인돌과 매우 유사한 경향을 보인 반면, 대동저수지 지역의 암석은 MnO, MgO, CaO 및 Nd의 함량이 약간 다른 것으로 나타났으나 전체적인 경향성은 매우 유사하다(표 2). 현재 대동댐과 저수지가 있는 지역은 유적으로부터 북동쪽으로 약 3.5~4.5 km 떨어진 지점이며 완전한 평야지대와 수로가 발달되어 있어(그림 9), 고인돌 암석을 각골유적까지 운반하는데 용의하였을 것으로 해석할 수 있다.

REFERENCES

- Boynnton, W.V., 1984, Geochemistry of the rare earth elements; meteorite studies. In Henderson, P. (ed), Rare earth element geochemistry. Elsevier, 63-107.
- Choi, M.L., 1981, Dolmen societies and their political evolution in Cholla Namdo Province, The Journal of Korean History, 35, 1-14 (in Korean, title translated).
- Govindaraju, K., 1989, Compilation of working values and samples description for 272 geostandards. Geostandards Newsletter, 13, 1-113.
- Green, C.P., 1993, The Stonehenge bluestones - Ice Age or Bronze Age? Geology Today, 9, 177-178.
- Hong, S.H. and Choi, P., 1990, Geologic Report of the Naju Sheet (1:50,000). KIGAM, 11.
- Hwang, J.H., Kim, B.C., Kee, W.S., Song, G.Y. and Lee, S.R., 2002, Geological Report of the Ham-Pyeong Sheet (1:25,000). KIGAM, 58.
- Jwa, Y.J., Kim, K.K., Ko, S.B. and Kim J.S., 2006, Source area of the rocks using the West Stone Pagoda of Gameunsaji temple site, Korea. Journal of Petrological Society of Korea, 15, 128-138 (in Korean with English abstract).
- Kellaway, G.A., 1971, Glaciation and the stones of Stonehenge. Nature, 232, 30-35.
- Kim, J., Lee, C.H. and Kim, J.Y., 2008, Material characteristics and provenance interpretation for chloritic beads from the Boseong Geoseokri and Haenam Buntori sites, Korea. Journal of Conservation Science, 23, 25-37 (in Korean with English abstract).
- LeBas, M.J., LeMaitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B. and IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks, 1986, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. Journal of Petrology, 27, 745-750.
- Lee, C.H., Choi, S.W., Lee, H.M. and Lee, M.S., 2006, Archeological implication of lithic artifacts from the Unjeonri Bronze age site, Cheonan, Republic of Korea. Journal of Archaeological Science, 33, 335-338.
- Lee, C.H., Kim, M.Y., Jo, Y.H. and Lee, M.S., 2010, Conservation treatment based on material characteristics, provenance presumption and deterioration diagnosis of the Seven-storied Jungwon Tappyeongri stone pagoda, Chungju, Korea. Munhwaje, 43, 36-57 (in Korean with English abstract).
- Lee, C.H., Kim, Y.T. and Lee, M.S., 2007, Provenance presumption for rock properties of the five storied stone pagoda in the Jeongrimsaji temple site, Buyeo, Korea. Journal of the Geological Society of Korea, 43, 183-196 (in Korean with English abstract).
- Lee, M.S., Chun, Y.G., Seo, J.S. and Lee, C.H., 2009, Material analysis and provenance interpretation for rock properties of the Gwangjueupseong (Gwangju Town Wall), Korea. Journal of Conservation Science, 25, 61-76 (in Korean with English abstract).
- McBirney, A.R., 1968, Petrochemistry of the cascade andesite volcanoes. Andesite Conference Guidebook, edited by H.M. Dole, Bull. Oreg. Dep. Geol. and Miner. Ind., 62, 101-107.
- Mokpo National University Museum, 2003, Excavation Report on the Junrang Remains in West Coast Highway, Korea. Korea Highway Corporation, 72-83 (in Korean, title translated).
- Pearce, J.A., 1983, Role of sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In Hawkesworth, C.J. and Norry, M.J. (eds.), Continental basalts and mantle xenolith, Shiva, 230-249.
- Thomas, H.H., 1923, The source of the stones of Stonehenge. Antiquaries Journal, 3, 239-260.
- Thorpe, R.S., Williams-Thorpe, O., Jenkins, D.G. and Watson, J.S., 1991, The geological sources and transport of the bluestones of Stonehenge. Proceedings of the Prehistoric Society, 57, 103-157.
- Uchida, E., Cunin, O., Suda, C., Ueno, A. and Nakagawa, T., 2007, Consideration on the construction process and the sandstone quarries during the Angkor period based on the magnetic susceptibility. Journal of Archaeological Science, 34, 924-935.

투 고 일 : 2013년 8월 6일

심 사 일 : 2013년 8월 7일

심사완료일 : 2013년 8월 31일