

# 삼가마와 회가마의 고고지자기 연대

성형미

동양대학교 문화재발굴보존학과

## Archaeomagnetic Dating of Hemp Kiln and Lime Kiln

Hyong Mi Sung

Department of Cultural Properties E&C, Dongyang University, Youngju, 750-711, Korea

Corresponding Author: hyongmis@dyu.ac.kr, +82-54-630-1359

**초 록** 고고지자기 연대측정법은 소토에 남겨진 열간류자화를 통해 과거의 지자기 변동을 측정하여 소토가 출토되는 고고유적의 연대를 알아내는 연대측정법이다. 특히 유물이 출토되지 않거나 하여 고고학적으로 연대를 추정하기 어려운 소토를 가진 유구에 대한 연대추정에 유력하게 이용할 수 있다. 삼가마와 회가마도 이러한 유구에 해당되는데, 국내에서 조사된 삼가마와 회가마에서 채취한 소토시료를 측정하여 각각 21점과 5점의 정밀도 높은 데이터를 구할 수 있었다. 이 데이터를 통해 가마들의 고고지자기 연대를 측정해 보았는데 삼가마의 고고지자기 측정연대는 A.D. 10C 후반 ~ 19C 중반경이며, 회가마는 A.D. 16C초 ~ 18C중반경이었다. 데이터의 수에서 회가마보다 삼가마가 비교적 많기도 하지만, 삼베가 오랜 기간 사용되어왔던 것에 상응하게 삼가마의 연대는 시기 폭이 넓으며, 회가마의 고고지자기 연대는 그 중심 연대가 회격묘가 조선후기에 유행한 것과 시기적으로 일치하며 상대적으로 짧은 시기 폭을 가진 것으로 추정된다.

*중심어: 지자기, 고고지자기 연대측정법, 소토, 삼가마, 회가마*

**ABSTRACT** Archaeomagnetic dating method is used to assign a date to the archaeological remains in which burnt soil is found by measuring the changes in terrestrial magnetism with the thermal remanent magnetization retained in burnt soil. This method, in particular, is quite useful to determine an age of the archaeological remains in which no properties are found, which makes it difficult to assigning a date. Hemp kiln and lime kiln fall under remains of these features, and 21 and 5 archaeomagnetic data from both kilns respectively were obtained by measuring the remanent magnetization in burnt soil samples that are extracted in hemp kilns and lime kilns in the country. The results of archaeomagnetic dating with these data show the age range of the hemp kilns is between the late 10th century A.D. and the middle of the 19th century, and that of the lime kilns is between the early 16th century A.D. and the middle of the 18th century. The factor that the number of data collected from the hemp kilns was comparatively more than those from the lime kilns might affect the result, however corresponding to the fact that hemp had been used for a long period of time, the period of hemp kiln are widely spread over the chronological table. And the archaeomagnetic dating of lime kiln, in view of archaeological periods, is not only in accord with the late Joseon period when the tombs with lime-soil mixture barrier in trend; this is also telling that its width of archaeological period is comparatively narrow.

Key Words: Geomagnetic field, Archaeomagnetic dating method, Baked earth, Hemp kiln, Lime kiln

## 1. 서 론

전국 각지에서 수많은 유적조사가 이루어져 각종 가마에 대한 자료도 비약적으로 증가하고 있다. 유물의 출토를 통해 가마의 성격을 알 수 있는 토기가마, 자기가마, 기와가마, 도기가마 등이 있고, 가마의 특징을 통해 성격을 추정하는 삼가마, 솟가마, 회가마 등이 있는데, 그 중에서도 토기가마, 자기가마, 기와가마, 솟가마의 유적조사 사례가 특히 많다<sup>1</sup>. 유물이 출토되는 가마의 경우 조사량이 증가함에 따라 출토 유물의 수도 증가하여, 출토유물뿐만 아니라 가마자체에 대한 연구나 편년이 활발하게 진행되고 있다. 그에 반해 유물이 출토되지 않는 가마들에 대해서는 다른 유구들에 비해 형태의 변화가 단순로운 가마 자체만으로 연구를 진행하기에는 무리가 있으며, 특히 편년연구에 있어서는 어려움이 많은 것이 사실이다. 그 중에서 솟가마의 경우는 조사 사례도 많고 형태도 어느 정도 다양성을 지니고 있어 고고학적으로 형태분류를 통해 연구한 논문도 있으며, 자연과학적인 연대측정도 다양하게 이루어지고 있는 상황이다. 필라도 솟가마에 대한 연대측정자료를 정리하여 고고지자기학적으로 솟가마의 연대를 측정하여 고고지자기 측정연대를 제시하였다<sup>2</sup>. 솟가마가 바닥에 솟가루가 흡착되어 있거나 솟이 남아 있어 유물이 출토되지 않아도 유구의 성격을 알아내기가 쉬웠던 반면에, 삼가마나 회가마의 경우 그 특징적인 형태만으로 가마의 성격을 알아내기까지는 시간이 걸렸으며, 그 수가 적어서 제대로 연구가 진행되지는 못하였다. 물론 편년연구에서도 자연과학적인 연대측정법에 의존할 수밖에 없는데, 그 중에서도 소토를 이용한 고고지자기 연대측정법이 많이 활용되었다.

본고에서는 국내에서 조사된 삼가마와 회가마에 대한 고고지자기 측정결과를 소개하고 그 측정결과를 통해 이 가마들의 연대를 추정해 보고자 한다. 유물이 출토되지 않고 그 조사 사례가 적어 그동안 어려움을 겪어왔던 삼가마와 회가마의 편년연구에 도움이 되길 기대해 본다.

## 2. 이 론

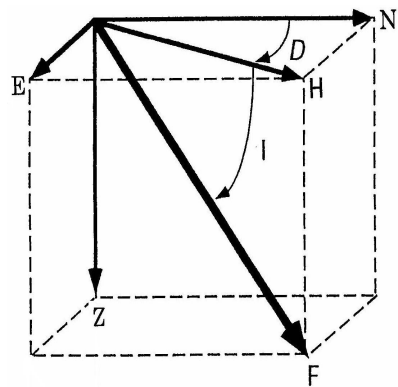
### 2.1. 지자기와 변동

지자기는 3차원의 벡터의 양이며 수평면에 투영한 수평분력의 방위와 지리화적인 북(眞北)이 이루는 각인 편각(declination, D)과 수평면으로부터의 경사각인 북각(inclination, I) 및, 벡터의 크기를 나타내는 총자기력(total force, F)의 3

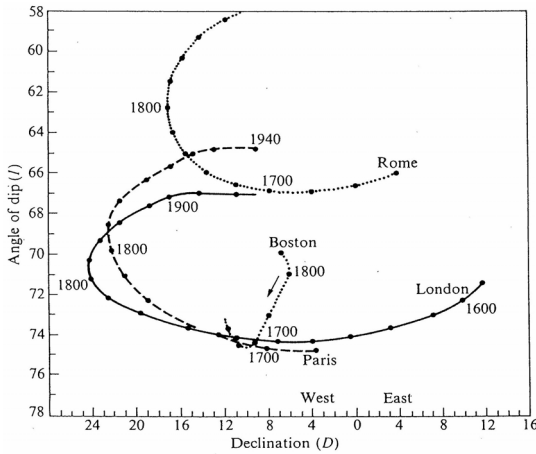
요소로 나타내는 경우가 많다(Figure 1). 지구는 자기장(磁氣場)을 가지며 지구의 중심부에 강력한 봉자석(棒磁石)이 존재하여, 그 자석이 주변에 자장을 만들고 있다고 생각하면 알기 쉬운 자장분포를 하고 있다.

지구의 중심부는 수천도정도의 고온이기 때문에 영구자석은 존재할 수 없다고 생각되고 있지만, 지구표면에서 관측되는 지구자장은 지구의 중심에 작지만 상당히 강력한 봉자석을 두었을 때의 자장과 아주 비슷하다. 이 가상의 봉자석을 지자기 쌍극자(geomagnetic dipole)라고 한다. 지구 자기장은 쌍극자자기장만으로 이루어진 것이 아니라, 비쌍극자자기장(non-dipole field)이라고 불리며 지역적인 자기 이상의 원인이 되는 국지적인 자기장이 일정비율 포함되어 있다. 비쌍극자는 핵의 표면부근에 위치한다고 생각되고 있으며, 복수개가 존재하는 것으로 알려져 있다.

지자기를 직접 관측하여 지구자장의 방향(편각 및 북각)을 알 수 있게 된 것은 영국 런던에서 16세기 후반에 시작된 연속적 관측이 가장 오래된 기록이며, 그것에서도 명확하게 지자기 영년변화(geomagnetic secular variation)가 보여진다. 그러나 그 이후 400년 이상의 관측결과를 가지고 볼 때는 그 변동은 그것 이상의 긴 주기인 모양으로 변동주기는 정확하게 알려져 있지 않다. 영국 런던의 그리니치에서 16세기후반부터 이루어지고 있는 관측에서는 변동 폭이 편각은 약 35°, 북각은 20° 정도로 큰 편이라는 사실이 확인되었고, 조금 늦은 17세기부터 관측이 시작된 파리나 로마에서도 상당히 비슷한 변동이 기록되어 있다. 하지만 지리상으로 거리가 떨어져 있는 미국 보스턴에서는 이들 유럽의 변동과는 커다란 차이가 있음을 Figure 2에서 알 수



**Figure 1.** Elements of the geomagnetic field. (N: north component, E: east component, Z: vertical component, D: declination, I: inclination, H: horizontal component, F: total force).



**Figure 2.** Secular variation of the geomagnetic field for London, Paris, Rome, and Boston obtained by historic observation<sup>3</sup>.

있다.

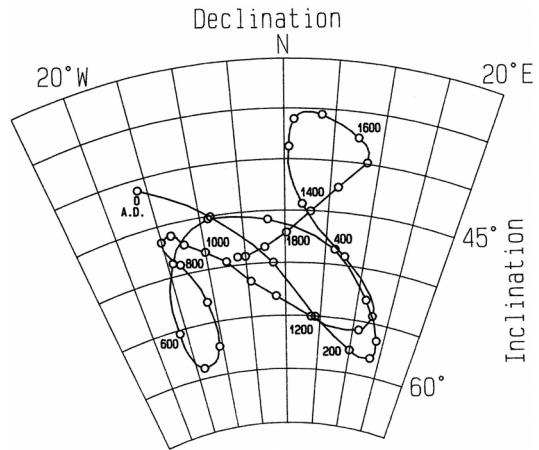
이와 같이 지자기는 지역에 따라 차이이며 같은 지역에서도 일정하지 않은 불규칙한 시간적 변동을 보이고 있는 것으로 알려져 있다.

연속적인 지자기의 직접관측에 의해 편각과 복각이 동시에 긴 주기의 변화가 검출되고 있다. 지구상의 장소(위도, 경도)가 다르면 지구자기장의 방향과 세기도 달라진다. 또한 십수년 정도의 시간이 경과한 것으로는 변동 폭이 확인되지 않을 만큼의 상당히 느릿한 변화이지만 시간적으로도 변화하고 있으며, 이것을 지자기영년변화라고 부른다. 지자기 방위의 영년변화를 일으키는 원인에 대해서는 아직 상세하게 알려져 있지 않지만, 비쌍극자기장의 서편현상(westward drift)과 그 소장(消長)이 주요인이라고 하는 설<sup>4,5</sup>과 쌍극자축의 요동(wobbling motion)이 주요인이라고 하는 설<sup>6</sup>이 있다.

동일지점에서 연속적으로 이루어진 지자기관측의 가장 오래된 기록은 영국 런던의 그리니치에서 16세기 후반에 시작된 관측이므로 이보다 이전의 시대에 지자기 영년변화가 어떠한지는 관측기록상으로는 알 수 없다. 이것보다 오래된 시대의 지자기변동을 알아내기 위해서는 소토나 암석의 잔류자화를 이용하는 고지자기, 고고지자기 연구에 의존할 수밖에 없다.

## 2.2. 고고지자기 연대측정법

흙에는 자철석(magnetite,  $Fe_3O_4$ )이나 적철석(hematite,



**Figure 3.** Geomagnetic secular variation curve for the southwest Japan.

$Fe_2O_3$ ) 등의 철산화물이 포함되어 있으며 이것들은 자석이 될 수 있는 자성광물이다. 자기적인 성질에 따라 분류하면 자철석은 페리자성(ferrimagnetism), 적철석은 경사반강자성(canted antiferromagnetism)을 가지는 물질이다. 일반적으로 이와 같은 자성광물은 흙 안에 1~3%정도 포함되어 있으며, 이들 자성광물이 가열되어 퀴리점이라고 불리는 그 광물의 고유의 온도에 도달하면 상자성(paramagnetism)으로 변하여 자석이 되는 성질(磁性)을 잃어버리게 된다. 이 반응은 가역적(可逆的)으로 자성을 잃어버렸던 고온의 상자성 상태에서 식혀져 온도가 퀴리점까지 내려가면, 그 순간 거듭 자성을 되찾아 자화를 가진 자석으로 돌아온다. 이와 같은 가열과 냉각의 과정이 지구전체에 작용하고 있는 지구자기장의 영향을 받으며 이루어지면, 가열된 자성광물은 냉각된 그 당시 그 장소의 지구자기장이 세기와 방향으로 자화된다. 이와 같은 과정을 통해 획득된 자화를 열잔류자화(thermoremanent magnetization, TRM)라고 한다. 열잔류자화는 상온에서는 자기적으로 상당히 안정된 것이 많으며 수백만 년이 지나도 잔류자화의 방향이나 세기는 변하지 않고 보존된다. 따라서 과거의 어느 시기에 구워진 소토는 그 당시, 그 장소의 지자기 방향이나 강도를 열잔류자화의 형태로서 기억하고 있는 것이 된다. 열잔류자화는 말하자면 과거의 지자기를 기록하고 있는 ‘지자기의 화석’이라고 말할 수 있는 것이다.

고고학적인 유적에 남겨져 있는 주거지의 아궁이나 노지, 각종 요지 등의 소토유구에서 측정시료를 채취하여 그 TRM을 측정된 후에, 고고학이 취급하는 시대의 지자기 변

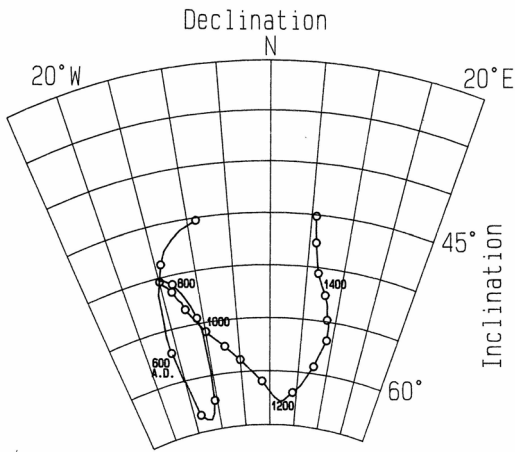


Figure 4-a. Geomagnetic secular variation curve for the period from 500 to 1550 A.D. for the Hokuriku District.

등을 밝히는 연구를 고고지자기학(archaeomagnetism)이라고 한다. 일본에서는 北陸 · 東海지방에서 九州北部에 걸치는 서남일본의 각지에 분포하는 유적의 150기 이상의 유구로부터 채취한 소토시료에 대해 고고지자기 측정이 이루어진 결과, Figure 3과 같은 과거 2000년간에 대해서는 상당히 상세한 고고지자기영년변화(archaeo-secular variation 또는, archaeomagnetic secular variation)의 표준곡선이 구해져 있다<sup>6,7</sup>.

게다가 일본열도 정도의 규모로 공간적인 넓이를 가지면 지구자장의 지역 차이는 무시할 수 없을 정도로 클 것이라는 가능성에 대해서도 이미 지적된바 있는데<sup>8</sup>, 최근 고고지자기 데이터의 축적이 진행된 결과 福井 · 石川 · 富山 · 新潟西部의 北陸地方에 대한 서력 500년부터 1550년까지의 북극판(Figure 4-a)<sup>9</sup>과 岐阜 · 愛知를 중심으로 한 동해지방의 10세기 이후 동해판의 고고지자기 변동을 알려주는 표준곡선(Figure 4-b)<sup>10</sup>이 만들어질 수 있게 되었다. 이것에 의하면 전체적으로 복각이 수도(數度)정도 깊으며, 또한 중세시대의 편각이 동쪽으로 치우친 정도가 서남일본만큼은 현저하지 않다는 것이 밝혀지게 되었다.

이와 같이 소성 연대를 알 수 없는 소토의 잔류자기 방향을 측정하여 영년변화의 표준곡선과 조합하는 것에 의해, 고고지자기학적으로 연대를 추정하는 것이 가능하다. 이것이 고고지자기 연대측정법이다.

지구자장의 방위는 지역에 따라 다르지만 유감스럽게도 우리나라에는 아직 고고지자기 변동을 나타내는 표준곡선이 작성되어 있지 않은 상태이므로, 우리나라와 지리적으로

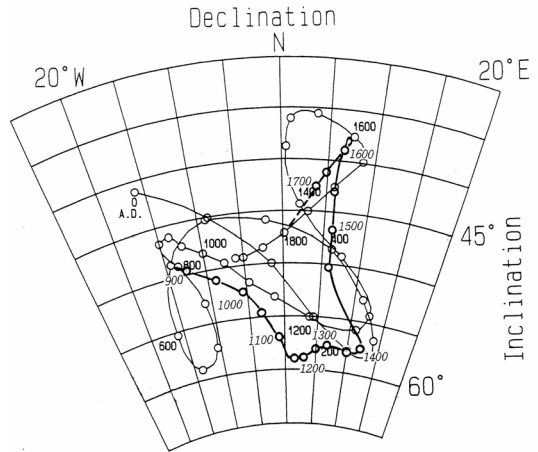


Figure 4-b. Geomagnetic secular variation curve for the Tokai District.

로 가장 가까운 서남일본의 고고지자기영년변화곡선을 어쩔 수 없이 준용한다. 지금까지 이루어졌던 우리나라의 고고지자기 측정결과에서 볼 때<sup>1</sup>, 일부의 시대에서 차이를 보이는 하지만 다행스럽게도 대체적으로 서남일본의 지자기영년변화와 거의 같은 변화를 하고 있는 것을 알 수 있다.

### 3. 시료의 채취

시료의 채취방법은 다음과 같은 순서로 이루어진다. 우선 유구 바닥의 잘 구워진 부분을 골라 소토를 고고지자기 시료채취용 칼로 깎은 후, 18 mm × 18 mm × 25 mm 정도의 기둥모양으로 잘라낸다. 이 때 기둥모양의 소토가 부러지거나 기울어지지 않고 소토의 뿌리 부분이 유구에 붙어있는 그대로의 상태가 유지되도록 주의한다.

다음은 물에 갠 석고를 넣은 시료채취용의 24 mm × 24 mm × 24 mm 플라스틱 케이스 (plastic cube)를 위에서부터 기둥모양의 소토에 뒤집어씌운다. 기둥모양 소토의 뿌리 부분에도 물에 갠 석고를 뿌려 보강해 둔다.

석고가 굳어지면 플라스틱 큐브 배면(상자의 저면)의 최대 경사선의 방위(pitch)와 그 경사각(dip)을 고고지자기용의 특제 클리노미터로 측정하여 야장에 기록한다. 큐브의 배면에는 그 면의 주향(strike)을 나타내는 선과 시료의 번호를 적은 후 유구로부터 시료를 떼 내어 비닐봉투에 넣어 밀봉한다. 보통 한 기의 유구로부터 이와 같은 시료를 10개 전후로 채취하여 연구실로 가지고 가서, 큐브의 개구부도 석고로 막아서 측정용 시료로 한다. 위와 같은 방법으로 11

군데 유적(Table 1)에서 21기의 삼가마로 부터 246개의 시료를, 회가마는 4군데 유적(Table 2)에서 5기의 회가마로 부터 54개의 시료를 채취하였다.

## 4. 자화의 측정분석

### 4.1. 잔류자화의 측정 및 분석 장비

잔류자화의 측정에는 동양대학교 박물관에 설치된 일본 나츠하라기연제(夏原技研製)의 ring core type spinner magnetometer ASPIN(2006-2형)를 사용하였으며, 플라스틱 큐브의 여섯 면을 한 면씩 바꿔 놓아서 측정하는 방식으로 수행하였다. 한 번에 자력계의 회전축에 직교하는 평면 내의 직교 2성분이 측정 가능하므로 여섯 번 바꿔 놓아 측정하면 합계 12성분 즉, X, Y, Z의 직교 3성분을 각각 4회씩 측정하는 것이 된다. 4개 데이터의 평균치를 각각 X, Y, Z의 성분으로 한다. 이 X, Y, Z와 유적에서 측정한 pitch(주향)와 dip(경사)의 값을 이용하여 그 시료의 편각, 복각, 자화강도를 계산에 의해 구한다. 이렇게 구해진 시료 각각의 편각은 클리노미터로 측정된 자북을 기준으로 한 방위이므로, 진북을 기준으로 한 편각을 구하기 위해서는 유적이 위치한 장소의 현재 편각(Dp)의 값만큼 보정해야 한다. 이 보정 값으로서 국토지리원 발행의 2만 5천분의 1이나 5만분의 1 지형도에 기재되어 있는 값을 이용한다.

측정시료는 여러 가지 자기특성을 가지는 자성광물의 집합으로 이루어져 있으며 그 중에는 자기적으로 안정적이지 못한 것도 포함되어 있는 경우가 많다. 이러한 불안정한 자화성분에는 최종소성이 행해져 열잔류자화를 획득한 이후부터 현재가 되기까지 지구자장에 계속해서 노출되어 있기 때문에, 후세의 지구자장의 영향을 받아서 자화방향을 바꿔버린 것도 포함되어 있다. 이와 같은 자화성분은 소성 당시의 지자기의 화석이라고 말할 수 없는 것이 되었기 때문에, 그것들을 제거하여 최종소성 당시의 지자기의 방향을 충실히 기록하고 있는 안정된 자화성분만을 골라내는 작업이 필요하다.

이와 같은 불안정한 자화성분을 효과적으로 제거하는 실험적인 수단으로 시료를 점차 감쇄하는 교류자기장 중에 두어 자기적으로 혼든다고 하는 교류소자실험이 고안되어 있다. 시료가 처음부터 가지고 있는 자연잔류자화(natural remanent magnetization, NRM)를 측정할 후에, 단계적으로 최대 교류자기장의 세기를 올려가는 단계교류소자가 플라

스틱 큐브를 사용하는 고고지자기학 연구에서 가장 일반적으로 이용되는 방법이다.

삼가마와 회가마에서 채취한 소토시료에 대해서도 교류소자실험을 수행하였다. 교류소자에는 역시 동양대학교 박물관에 설치된 일본 나츠하라기연제(夏原技研製)의 교류소자장치(DEM-95C형)를 이용하여 가마의 상태에 따라 차별을 두어 소자장치의 단계를 설정하여 이루어 졌다. 각 단계마다 소자실험이 끝나면 잔류자화를 측정하여 자화방향의 분산 정도나 자화강도의 감소 정도를 검토하여, 가장 효과적으로 불안정한 잔류자화성분을 제거할 수 있었던 단계(최적소자단계)를 판정한다.

### 4.2. 자화측정 분석결과

삼가마 21기와 회가마 5기에 대한 최적소자단계의 자화 측정결과에서 평균자화방향을 구하는 통계처리에는 Fisher의 통계법을 이용하였다<sup>11</sup>. 각 단계마다 평균편각(D), 평균복각(I), Fisher의 신뢰각( $\alpha_{95}$ ), Fisher의 정도계수(k), 평균자화강도를 계산한다.

$\alpha_{95}$ 는 측정데이터로부터 생각될 수 있는 진실의 자화방향이 95%의 확률로 존재하는 범위를 나타내는 것이므로 그 범위는 계산에 의해 얻어진 평균자화방향을 중심으로 그 주변  $\pm\alpha_{95}$ 의 각도 내인 것을 의미하고 있다. 이 각도는 작으면 작을수록 자화의 집중정도가 좋은 것을 의미하며, 소성상태가 좋아 자화방향의 집중도가 좋은 요지의 경우에는  $\alpha_{95}$ 의 값이 3°보다 작아진다. k는 시료 하나하나의 자화의 분산정도를 나타내는 것으로 값이 크면 클수록 자화방향의 분산이 적은 것을 말하며, 요지의 경우는 보통 500이상의 값이 된다.

각 소자단계에서 자화강도, 자화방향등을 고려하여 과거의 지자기기록이 아니라고 생각되는 시료를 제외하고 D, I,  $\alpha_{95}$ , k를 계산하여,  $\alpha_{95}$ 가 가장 작고 k가 가장 큰 단계를 최적소자단계로 결정하여 그 측정결과를 고고지자기 데이터로서 채용한다. 측정한 시료의 개수(N)와 그 소자단계에서 통계계산에 사용한 시료의 개수(n)를 덧붙여 삼가마와 회가마의 결과는 각각 Table 1 과 2에 정리되어 있다.

## 5. 고 찰

앞에서도 설명한 것처럼 지자기방위의 지역적이 차이 때문에 우리나라의 고고지자기 변동은 일본의 그것과 상당

**Table 1.** Results of archaeomagnetic measurements of the Hemp Kilns.

Site	D.F.	n/N	D(°E)	I(°)	$\alpha_{95}$ (°)	k	
Gwangju Duknam	Hemp Kiln1	5mT	6/12	0.5	43.6	2.7	621.5
Gwangju Eupseong2	Hemp Kiln1	5mT	8/11	-2.8	44.6	1.7	1068.6
	Hemp Kiln2	10mT	4/11	1.6	46.0	1.5	1023.0
Gyeongju Sandaeri	Hemp Kiln I -1	10mT	7/11	-1.2	58.3	3.4	183.2
	Hemp KilnIII-3	5mT	11/11	3.6	50.9	1.3	1198.6
	Hemp KilnIII-4	5mT	10/11	2.6	47.2	1.6	896.6
Gyeongju Hwagok II	Hemp Kiln1	NRM	12/12	2.5	45.4	2.1	419.6
	Hemp Kiln2	10mT	12/13	3.3	43.0	2.3	359.1
	Hemp Kiln3	10mT	11/12	5.0	43.5	2.8	261.2
Boryeong Changdongri	Hemp Kiln	10mT	5/12	2.9	47.4	4.4	303.4
Boseong Myeongbongri	Hemp Kiln	10mT	7/11	-8.5	48.8	2.0	919.9
Suwon Homaesildong1-2	Hemp Kiln	10mT	6/12	3.3	63.6	2.8	585.1
Jinju JungcheonriA	Hemp Kiln	10mT	10/12	3.9	50.6	1.7	841.8
Jinju JungcheonriB	Hemp KilnA-1	5mT	6/11	0.5	43.7	2.0	1100.4
	Hemp KilnA-3	5mT	8/12	0.1	46.9	0.9	3426.7
	Hemp KilnB-1	5mT	10/11	1.9	51.6	1.9	655.6
Cheongwon Daman	Hemp Kiln1	10mT	11/13	5.7	52.3	1.0	2155.8
	Hemp Kiln2	NRM	9/12	6.4	53.2	1.3	1469.1
Cheongwon WonpyeongIII-2	Hemp Kiln1	10mT	11/12	8.6	54.9	1.7	750.2
	Hemp Kiln2	10mT	11/12	5.8	53.8	1.3	1326.2
	Hemp Kiln3	10mT	7/12	6.4	53.6	1.3	1193.2

D.F.: demagnetising field, n/N: number of samples accepted/number of samples collected,  
D: declination, I: inclination,  $\alpha_{95}$ : Fisher's confidence angle of 95% level,  
k: Fisher's precision parameter.

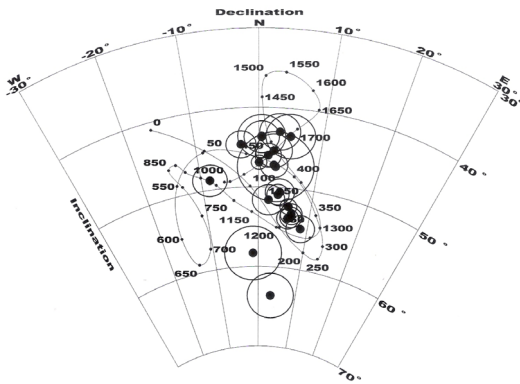
**Table 2.** Results of archaeomagnetic measurements of the Lime Kilns.

Site	D.F.	n/N	D(°E)	I(°)	$\alpha_{95}$ (°)	k	
Asan Sanyangri	Lime Kiln1	10mT	7/11	1.2	43.2	2.2	650.3
	Lime Kiln2	5mT	8/11	4.5	39.9	1.8	961.9
Asan Yongduri	Lime Kiln2	NRM	10/11	1.4	40.6	2.1	509.3
Anyang Gwanyangjigu	Lime Kiln	NRM	8/11	13.8	45.2	3.9	207.4
Osan Segyo5	Lime Kiln	10mT	7/10	6.8	28.5	2.2	936.1

D.F.: demagnetising field, n/N: number of samples accepted/number of samples collected,  
D: declination, I: inclination,  $\alpha_{95}$ : Fisher's confidence angle of 95% level,  
k: Fisher's precision parameter.

히 다를 수 있다는 가능성을 부정할 수는 없으나, 우리나라의 상세한 고고지자기 변동곡선이 완성되어 있지 않은 현재의 상황에서는 지리적으로 가장 가까운 서남일본의 변동곡선을 준용하는 것이 가장 적절하다고 생각된다. 앞에서도 얘기한 것처럼 지금까지 축적된 자료를 통해 볼 때 일부 시대에서 지자기학적으로 다소 차이를 보이는 부분도 발견되기는 하지만, 우리나라의 전체적인 지자기 변동양상은 일본의 그것과 유사하게 움직이고 있는 것을 알 수 있다. 그러므로 우리나라의 고고지자기 변동양상을 상세한 부분까지 밝히지 않은 현재 상황에서 구체적인 부분까지 일본

표준곡선을 통해 해석하는 것은 문제가 있을 수 있으나, 전반적인 상황을 이해하기 위해서는 서남일본의 변동곡선을 적절하게 이용하는 것이 최선의 방법이라고 생각한다. 삼가마와 회가마 고고지자기 측정결과인 Table 1과 2의 데이터를 과거 2000년간의 서남일본의 고고지자기 변동곡선에 도면화 한 것이 각각 Figure 5-a, 5-b와 6이다. 도면에서의 검은 점이 각 유구의 평균자화방향을 표시하며 그것을 둘러싼 원이 Fisher의 신뢰각( $\alpha_{95}$ )을 나타내고 있는 것으로 이 원내에 95%의 확률로 진실의 자화방위가 포함되어 있는 것을 의미한다. 검은 점에서 가장 가까운 표준곡선의 연대

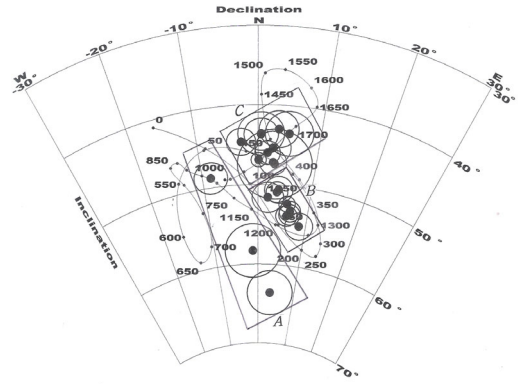


**Figure 5-a.** Geomagnetic secular variation for the southwest Japan and results of archaeomagnetic measurements of the Hemp Kilns.

가 고고지자기학적으로 추정되는 해당 유구의 연대가 되고, 이 추정연대의 연대폭(오차값)은  $\alpha_{95}$ 의 원에 덮이는 곡선의 선분 길이로 표시된다.

Figure 5-a, 5-b와 6에서 추정되는 삼가마와 회가마에 대한 고고지자기 연대는 Table 3과 4에 각각 정리해 두었다. Table 3과 4의 각 가마에 대한 고고학적 연대는 현장 담당자의 견해와 지도위원회의 각 전공자들에 의해 추정된 연대를 기준으로 제시한 것이다. 지자기는 한정된 좁은 범위 안에서 변동하고 있는 모양으로 시대는 달라도 지자기의 방위가 비슷한 경우가 종종 있다. 때문에 고고지자기학적으로 2개에서 3개 정도의 복수의 추정연대 값이 나오는 경우가 가끔 있는데, 그러한 경우에는 고고지자기학적으로는 연대에 대한 분별력을 가지지 못하므로 고고학적 견해에 가장 가까운 고고지자기학적 연대가 채용가능성이 높은 연대가 된다.

Figure 5-a의 삼가마에 대한 측정데이터를 정리해 보면, 데이터의 인접한 정도와 시기 등을 고려하여 Figure 5-b의 A, B, C 세 개의 그룹으로 나눌 수 있다. 먼저 A그룹은 3점의 데이터로 이루어져 있으며 고고지자기 연대에서 보면 A.D.650~800년경의 연대와 A.D.980~1250년경의 두 개의 연대를 추정할 수 있는데, 지금까지 축적된 데이터에서<sup>1</sup> 이 시기 우리나라의 고고지자기 변동양상은 서쪽으로 치우치고 북각이 깊어지는 경향이 있으며, 이로 볼 때 A그룹의 데이터는 후자의 연대일 가능성이 크다. B그룹은 8점의 데이터로 이루어져 있는데, 데이터에서 가까이 위치한 고고지자기 변동곡선부분의 연대를 끌어내어 읽는다고 할 때 가장 많은 선이 얽혀있는 부분에 데이터들이 위치하다 보니



**Figure 5-b.** Geomagnetic secular variation for the southwest Japan and results of archaeomagnetic measurements of the Hemp Kilns. (A: A group data, B: B group data, C: C group data).

4개의 연대까지 추정할 수 있다.

A.D.100~190년경, A.D.320~400년경, A.D.1250~1370년경, A.D.1120~1250년경의 연대가 그것인데, 일반적으로 알고 있는 것처럼 삼베가 우리나라에 본격적으로 쓰이기 시작하는 시기가 통일신라시대부터라는 것이 타당하고 할 때<sup>12</sup> 그리고 고려시대의 고고지자기 측정데이터가 앞에서도 설명한 것처럼 서쪽으로 치우쳐지는 경향이 있는 것으로 보아, 이 네 개의 연대들 중에서 A.D.1250~1370년경의 연대가 B그룹의 가장 적합한 연대라고 할 수 있다. 마지막으로 C그룹의 데이터는 10점으로 이루어져 있으며, 앞에서 언급한 이유로 통일신라시대 이전의 연대를 제외하면 2개의 연대를 추정할 수 있다. A.D.1340~1430년경의 연대와 A.D.1670~1850년경의 연대가 그것인데, C그룹의 데이터와 같은 경우는 두 개의 연대 중에서 어느 쪽이 맞는 연대라고 하기보다는, 이 두 시기의 고고지자기 변동양상이 동일하다 보니 비슷한 수치를 가진 데이터들이 서로 겹쳐져 있어 어느 데이터가 어느 시기인지 고고지자기 데이터만으로는 구별해내기가 어렵다고 보는 것이 타당하겠다.

즉 C그룹은 두 시기의 데이터가 섞여 있으며 단지 하나 하나의 데이터를 구별해 내기 어려울 뿐 두 연대 모두 타당한 연대라고 할 수 있다. 우리나라 각지에서 조사된 삼가마 21기의 고고지자기 측정결과를 정리해 보면, 데이터에서 3개의 그룹으로 나눌 수 있으며 각각 A.D.980~1250년경(A그룹), A.D.1250~1370년경(B그룹), A.D.1340~1430년경과 A.D.1670~1850년경(C그룹)으로 추정할 수 있다. 즉 삼가마의 고고지자기 측정연대는 A.D.10C 후반~19C 중반경으로 우리나라에 삼베가 통일신라시대부터 본격적으로 사

**Table 3.** Archaeomagnetic dating of the Hemp Kilns.

Site	Archaeological Age	Archaeomagnetic Age
Gwangju Duknam Hemp Kiln1	Joseon Period	A.D.1410±25 or A.D.1760±45 or A.D.440±25
Gwangju Eupseong2 Hemp Kiln1 Hemp Kiln2	Joseon Period	A.D.460±15 or A.D.1810±40 or A.D.1410±10 A.D.1775±25 or A.D.420±10 or A.D.1390±10
Gyeongju Sandaeri Hemp Kiln I -1 Hemp KilnIII-3 Hemp KilnIII-4	Early Joseon Period	A.D.650~700 or A.D.1200±30 or A.D.150~200 A.D.120±10 or A.D.400±10 or A.D.1350±10 A.D.420±15 or A.D.1750~1800 or A.D.1380±15
Gyeongju Hwagok II Hemp Kiln1 Hemp Kiln2 Hemp Kiln3	?	A.D.1765±35 or A.D.1390±20 or A.D.430±15 A.D.1730±35 or A.D.1410±20 or A.D.430±15 A.D.1720±45 or A.D.1400±30 or A.D.420±25
Boryeong Changdongri Hemp Kiln	14~16C	A.D.420±40 or A.D.1375±40 or A.D.1790±90
Boseong Myeongbongri Hemp Kiln	?	A.D.1025±50 or A.D.770~810 or A.D.70±15
Suwon Homaesildong1-2 Hemp Kiln	Early Joseon Period	A.D.170~250 or A.D.1200~1250
Jinju JungcheonriA Hemp Kiln(A)	Joseon Period	A.D.400±15 or A.D.1355±15 or A.D.1780~1840
Jinju JungcheonriB Hemp KilnA-1 Hemp KilnA-3 Hemp KilnB-1	Joseon Period Goryo Period Joseon Period	A.D.1410±15 or A.D.1760±35 or A.D.440±15 A.D.1800±10 or A.D.435±5 or A.D.1390±5 A.D.120±15 or A.D.400±15 or A.D.1355±15 or A.D.1840±40
Cheongwon Daman Hemp Kiln1 Hemp Kiln2	Late Joseon Period	A.D.135±5 or A.D.370±10 or A.D.1330±10 A.D.140±10 or A.D.360±10 or A.D.1320±10
Cheongwon Wonpyeong Hemp Kiln1  Hemp Kiln2 Hemp Kiln3	Joseon Period	A.D.1210~1280 or A.D.170±20 or A.D.340±20 or A.D.1300±20 A.D.145±10 or A.D.335±10 or A.D.1315±10 A.D.145±10 or A.D.355±10 or A.D.1315±10

용되기 시작하여 먼이 일반화되기 전까지 많이 사용되었다는 일반적으로 알려진 이야기와 사용 시기가 부합한다고 할 수 있다.

그리고 Figure 6의 회가마에 대한 고고지자기 측정결과를 통해 고고지자기 연대를 구해서 정리해 보면 Table 4와 같이 된다.

Figure 6에서 회가마의 데이터를 일본의 표준곡선에 대입해 보면 1350 ~ 1500년으로 연결되는 곡선부분과 1550년~1800년으로 연결되는 곡선부분의 사이에 위치하여 양쪽 연대가 일치하는 데이터가 많은데, 이 시기의 유구에 대해 이제까지 축적된 데이터에서 볼 때<sup>1</sup> 고고지자기학적으로 보면 후자의 시기에 보다 더 가까운 것으로 판단되며, 고고지자기 표준곡선이 부분적으로 인접하거나 겹쳐져서

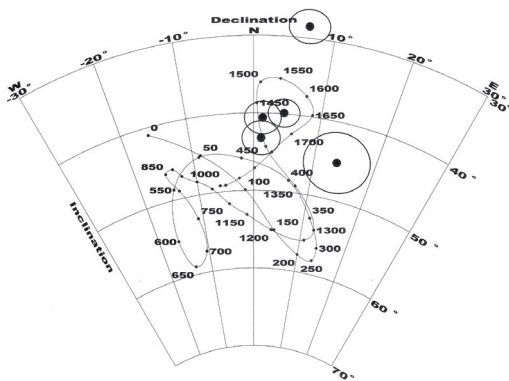
연대가 2개 이상 읽히는 시기가 아닌 한 개의 연대만이 확실히 읽히는 오산 세교 5지점 유적에서 조사된 회가마와 안양 관양지구 유적에서 조사된 회가마의 데이터에서 그 양상이 더욱 뚜렷하게 드러난다. Table 4에서 고고지자기학적으로 추정 가능한 회가마의 연대가 1~2개씩 추정되어 있는데, 그 중에서 보다 가능성이 높은 연대를 진하게 표시하였다.

이를 통해서 종합해 보면 회가마의 고고지자기학적 추정연대는 A.D.1520~1760년경(16C초~18C중반경)이며, 회가마에서 만들어진 석회가 회격묘에 사용되었다고 보면 일반적으로 회격묘가 조선후기에 유행한 것과 시기적으로 일치한다고 할 수 있으며, 회가마 사용된 중심연대로 판단된다.



**Table 4.** Archaeomagnetic dating of the Lime Kilns.

Site	Archaeological Age	Archaeomagnetic Age
Asan Sanyangri Lime Kiln1 Lime Kiln2	17C	A.D.1410±5 or <b>A.D.1750±10</b> <b>A.D.1675±25</b> or A.D.1435±15
Asan Yongduri Lime Kiln2	After 16C	A.D.,1435±15 or <b>A.D.1710±30</b>
Anyang Gwanyangjigu Lime Kiln	?	A.D.1350±35 or <b>A.D.1650~1750</b>
Osan Segyo5 Lime Kiln	After 17C	<b>A.D.1520~1600</b>

**Figure 6.** Geomagnetic secular variation for the southwest Japan and results of archaeomagnetic measurements of the Lime Kilns.

## 6. 결 론

고고학이라는 학문에 있어서 유적이나 유구 혹은 유물에 대한 연대의 결정은 항상 연구목적의 중심에 자리하는 경우가 많다. 일반적으로는 각 분야의 전공연구자들 상호 간의 편년이 다를 경우 다방면으로 해결하기 위해 노력하는데, 자주 활용되는 것이 다양한 연대측정법들이다. 그 중에서도 고고지자기 연대측정법은 가마나 주거지의 노지, 아궁이 등의 소토를 이용하여 연대를 추정하는 방법인데, 다른 연대측정법에 비해 오염제거가 쉽고 데이터의 정밀도도 좋아 연대의 오차 범위가 작다는 장점을 가지고 있어 소토를 가진 유구의 연대측정에 많이 이용되고 있다. 특히 고고학적으로 연대를 추정하기 어려운 유물이 출토되지 않는 각종 가마들의 연대를 결정하는 데 결정적인 역할을 하고 있는데, 그 대표적인 것이 숯가마와 삼가마, 회가마 등이다. 아직 우리나라의 상세한 고고지자기 표준곡선이 완성되지 않아 일본의 곡선을 준용해서 사용해야하는 아쉬움이 있지

만, 이러한 고고지자기 연대측정결과를 바탕으로 소토를 가진 다양한 유구들에 대한 고고학적인 편년연구에 중요한 발판이 마련되리라 생각된다.

## 참고문헌

1. 성형미, "韓國考古學 編年研究를 위한 考古地磁氣學의 基本原理 및 適用". *韓國考古學報* 55, p24-28, (2005).
2. 성형미, "側口附炭窯에 대한 考古地磁氣學的 研究". *嶺南考古學報* 39, p147-178, (2006).
3. Aitken, M. J., "Physics and Archaeology". 2nd edition, Clarendon Press, Oxford, (1974).
4. Bullard, E. C., C. Freedman, H. Gellman and J. Nixon, "The westward drift of the earth's magnetic field". *Phil. Trans. Roy. Soc. London, A*, 243, (1950).
5. Vestine, E. H., L. LaPorte, C. Cooper, I. Lange and W. C. Hendrix, "Description of the earth's magnetic field and its secular change. 1905-1945". *Carnegie Inst. Washington Publ. no. 578*, (1947).
6. Hirooka, K., "Archaeomagnetic study for the past 2,000 years in Southwest Japan". *Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral.*, 38, (1971).
7. 廣岡公夫, "考古地磁氣および第四紀古地磁氣研究の最近の動向". *第四紀研究*, 15, (1977).
8. 廣岡公夫, "考古地磁氣による年代推定とその問題點". *考古學研究*, 28, (1981).
9. 廣岡公夫, "北陸における考古地磁氣研究". 中・近世の北陸-考古學が語る社會史, (北陸中世土器研究会編), (1997).
10. 廣岡公夫・藤澤良祐, "東海地方の地磁氣永年變化曲線". *考古地磁氣の地域差とその年代推定への應用(平成7年度~平成9年度科學研究費補助金(基盤研究C)研*

- 究成果報告書・廣岡公夫編), (1998).  
11. Fisher, R. A., "Dispersion on a sphere". Proceedings of  
Royal Society of London, Series A, vol. 217, (1953).  
12. 민길자, "전통옷감". 빛깔있는책들, 201, 대원사, (2004).