

유적유물의 자기적특성연구

전 준 명

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《유적유물발굴사업을 많이 해야 한다고 하여 망탕 하여서는 안됩니다. 유적발굴사업은 세밀하고 과학적으로 하여야 합니다.》(《김정일전집》 제3권 124페이지)

유적유물발굴사업을 세밀하고 과학적으로 하기 위하여서는 유적조사발굴사업에 지구물리조사방법을 비롯한 현대과학기술을 받아들이는것이 중요하다.

세계적으로 유적조사발굴에서 비파괴적이며 경제적인 실리성이 높은 지구물리조사방법의 하나인 지자기마당조사방법이 많이 리용되고있다.[1]

유적유물에 대한 지자기마당조사방법연구에서 유적유물의 자기적특성을 밝히는것은 유적조사대상을 옳게 확정하고 유적유물이 만드는 자기마당특성을 정확히 해석하기 위한 필수적인 공정으로 된다.

론문에서는 다양한 유적유물들의 잔류자화특성을 밝히는데 기초하여 유적유물들을 암석형유적유물, 금속형유적유물, 소성형유적유물로 구분하고 류형별로 유적유물의 자기적특성을 연구하였다.

1. 유적유물의 잔류자화형태

원시사회에서 인류의 첫 로동도구인 석기, 고인돌무덤, 옛성터나 건축물의 기초와 같은 유적유물들은 천연암석의 자기적특성을 그대로 반영하고있다. 또한 철기시대의 유적유물들은 강자성체인 철과 그 화합물들로 되어있다.

한편 불의 발견과 리용으로 우리 선조들은 자기들이 생활한 거처지에 높은 자성을 가진 화독자리와 온돌자리, 가마터와 제철 및 제련로자리들을 수많은 남기게 되었으며 이러한 유적들에서 높은 온도로 소성된 질그릇, 기와, 벽돌, 자기 등 많은 유물들이 발견되는데 이 유물들 역시 자성이 매우 세다.

석기시대의 불자리유적과 같이 오래동안 한 자리에 고착하여 불을 리용한 곳들에서는 철을 비롯한 금속함량이 주위매질보다 훨씬 많아진것으로 하여 뚜렷한 자성차이가 나타난다. 이러한 자성차이들은 유적유물에 남아있는 열잔류자화, 퇴적잔류자화, 화학잔류자화와 강자성체인 철 및 그 화합물들의 축적에 의한것이다.

유적유물의 열잔류자화 석기나 성돌과 같이 천연암석들로 만든 유적유물들은 대부분이 화성암들인 흑요암, 현무암, 화강암이나 변성암인 규암 등과 같은 재료로 이루어져있다. 이 암석들은 형성초기에 높은 온도에 있다가 냉각될 때 큐리온도를 지나면서 자화되어 얻게 되는 열잔류자화를 가지게 된다. 이러한 열잔류자화는 아궁이나 구들, 굴뚝자리와 질그릇, 기와, 벽돌과 같이 소성공정을 거친 유적유물들에서 전형적으로 나타난다.

열잔류자화는 퇴적잔류자화나 등온잔류자화들에 비해 자화세기가 센것이 특징이다.[3]

열잔류자화에 의한 유적유물들의 잔류자화률은 강자성광물의 함량에 크게 관계되지 않는데 보통 1보다 크다.(표 1)

표 1. 일부 소성형유물들과 동굴퇴적층의 잔류자화률(SI)[2]

구분	신석기시대 질그릇	고구려시기			동굴퇴적층
		질그릇	기와	벽돌	
평균값	5.225 5	2.530 0	2.912 3	1.986 3	0.95
최대값	20.373 5	5.295 9	8.204 7	2.861 6	1.61
최소값	0.565 9	0.316 5	0.797 7	0.603 0	0.54

유적유물의 열잔류자화는 또한 열과 교류자기마당의 영향을 크게 받지 않으므로 안정성이 높다.[3] 이것은 열잔류자화에 의해 생긴 유적유물의 자성이 유적유물이 형성된 후 이러저러한 자연조건에서도 안정하게 유지된다는것을 보여준다.

유적유물의 퇴적잔류자화 석기재료로 많이 리용되는 사암, 석회암과 같은 퇴적암과 큐리온도보다 낮은 온도에서 생긴 응회암들에서 나타난다. 일반적으로 퇴적잔류자화는 다른 형태의 잔류자화보다 세기가 낮다.

유적유물의 화학잔류자화 많은 유적유물들은 지자기마당속에서 오랜 기간에 걸쳐는 지구화학적변화(재결정화 또는 산화환원)과정을 통하여 강자성광물들이 형성될 때 생기는 화학잔류자화에 의해서도 높은 자성을 가지게 된다.

유적유물의 화학잔류자화는 철화합물(보통 4~5%)이 포함되어있는 질그릇이나 벽돌, 기와 그리고 청동이나 황동과 같은 유물들에서 많이 나타난다.

유적유물의 1차적화학잔류자화는 보통 불자리유적의 채무지속에 축적된 철이온의 산화과정에 형성되며 2차적화학잔류자화는 산화환원분위기에서 질그릇이나 기와와 같은 유물들이 만들어질 때 광물질이 적철광이나 자철광으로 변화되면서 형성된다. 이러한 화학잔류자화는 비록 약한 지자기마당속에서 형성되었지만 열잔류자화처럼 안정하고 세기가 강하다.

철 및 그 화합물의 축적 구석기시대 우리 선조들이 동굴에서 살면서 오래동안 고정하여 사용한 불자리들과 고대시기의 여러 종류의 가마터들 그리고 아궁이나 구들, 굴뚝자리 등에 쌓인 채무지의 자성은 그 주변매질보다 상대적으로 높다. 그것은 채무지에 철을 비롯한 자성물질들이 오래동안 축적되었기때문이다. 철화합물들은 일반적으로 잘 용해되지 않으므로 인간활동에 의해 토양속에 계속 축적되어 표토의 철함량을 증가시키고 그것의 자성을 높인다. 그러므로 심부층토양의 자성보다 표토의 자성이 상대적으로 더 높다.

2. 유적유물의 유형과 그 자기적특성

유적유물이 가지고있는 잔류자화형태에 기초하여 표 2와 같이 유적유물들을 구분하고 매 유형별로 유적유물의 자기적특성을 연구하였다.

표 2. 자기적특성에 따르는 유적유물의 분류

유적유물형	구분	내용
암석형	유적	성(기초, 벽), 집자리(주추돌, 기초), 돌무덤(고인돌)
	유물	석기, 성돌, 주추돌, 무덤돌
금속형	유적	옛 광산자리, 불자리(재무지), 금속생활용품보관장소
	유물	철기, 청동기 및 동합금유물(황동, 백동), 장신구(귀금속, 보석)
소성형	유적	가마터, 집자리(아궁, 온돌, 구들), 제철 및 제련로자리
	유물	질그릇, 기와, 벽돌, 자기, 도기

암석형유적유물의 자기적특성 암석형유적유물에서 대표적인 유물인 석기는 타제석기와 마제석기로 나누어볼수 있다.

석기제작에 리용된 암석들의 자화률을 분석한데 의하면 타제석기의 평균자화률은 $2.65 \times 10^{-2} \text{SI}$ 이고 마제석기의 평균자화률은 $2.1 \times 10^{-2} \text{SI}$ 로서 주위매질의 평균자화률 $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{SI}$ 보다 크다. 또한 타제석기에 리용된 암석들의 평균자화률은 마제석기에 리용된 암석들의 평균자화률보다 더 크다. 이것은 타제석기로는 화성암이나 변성암과 같이 굳고 취성이 강한 암석들을 많이 리용하였으며 마제석기로는 퇴적암과 같이 갈아쓰기에 편리한 암석들을 많이 리용하였기때문이다.

또한 암석형유물인 성돌과 집자리에 남아있는 주추돌들도 대체로 화성암과 변성암 계열의 굳은 암석들로서 주위매질보다 자성이 높다.

금속형유적유물의 자기적특성 금속형유적유물의 자기적특성은 유적유물에 포함되어있는 철 및 그의 화합물을 비롯한 강자성물질들의 함량에 관계된다.

철기만이 아니라 청동, 황동을 비롯한 금속합금으로 만들어진 유물들도 강자성물질들이 일정하게 포함되어있는것으로 하여 자성이 강하다. 그리고 불자리에 남아있는 재무지도 자성을 가진다. 짚이나 나무와 같은 식물성물질들을 태운 재속에는 린산, 칼리움, 칼시움외에 철을 포함한 광물질들이 들어있다. 오랜 세월이 지나면 엮은 거의다 풀리고 물에 잘 풀리지 않는 철화합물을 비롯한 광물질이 축적되므로 오래동안 재가 쌓인 불자리와 같은 유적들에서는 높은 자성이 나타난다.

소성형유적유물의 자기적특성 가마터는 질그릇이나 기와, 벽돌 등을 구워내던 장소로서 아궁은 $1\ 000^{\circ}\text{C}$ 정도의 높은 온도로 가열된다. 제철 및 제련로는 이보다 더 높은 온도에서 가열되며 집자리의 온돌이나 화독자리도 수백 $^{\circ}\text{C}$ 이상의 높은 열을 받은 곳이다.

또한 질그릇, 기와, 벽돌, 도자기도 $550 \sim 1\ 000^{\circ}\text{C}$ 가 넘는 높은 온도에서 구워낸 소성형유물들이다. 이러한 소성형유적유물들에서는 열잔류자화와 화학잔류자화에 의한 자성이 나타난다.

일부 소성형유물들의 자화률을 측정한 결과 주현동유적에서 나온 질그릇시료들의 평균자화률은 $5.225\ 5 \text{SI}$ 로서 동굴퇴적층의 평균자화률(0.95SI)보다 약 5.5배 크고 자화세기는 $7.945\ 05 \text{A/m}$ 로서 동굴퇴적층의 자화세기($7.57 \times 10^{-3} \text{A/m}$)보다 약 1.05×10^3 배나 세다. 또한 고구려시기 일부 유적에서 나온 소성형유물시료들의 평균자화률은 $2.7 \times 10^{-2} \text{SI}$ 로서 토양퇴적층의 평균자화률(10^{-5}SI)보다 2.7×10^3 배나 크다.

또한 각이한 소성분위기에서 소성된 유물들의 자화률을 측정한 결과 환원분위기에서 형성된 소성형유물들의 평균자화률($6.91 \times 10^{-2} \text{SI}$)은 산화분위기에서 형성된 소성형유물들의 평

균자화률($1.37 \times 10^{-2} SI$)보다 5배나 더 크다. 그것은 산화분위기에서보다 환원분위기에서 자철광이 더 많이 생기기때문이라고 볼수 있다. 즉 소성형유물에 포함되어있는 철화합물은 산화분위기에서 자철광으로부터 적철광으로 넘어가 소성형유물의 색은 붉은색을 띠고 자화률값은 상대적으로 낮아지며 환원분위기에서는 적철광이 자철광으로 넘어가 유물의 색은 암회색 또는 재색을 띠고 자화률값은 상대적으로 높아진다. 이로부터 소성형유물들인 경우 소성분위기는 유물의 자기적특성을 변화시키는 중요한 요인의 하나로 된다는것을 알수 있다.

대표적인 유적유물들과 토양을 비롯한 주위매질들의 자화률값은 표 3과 같다.

표 3. 대표적인 유적유물들과 토양을 비롯한 주위매질들의 자화률

유물명		자화률/SI						
		10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0
암석형	타제석기					평균		
	마제석기					평균		
	고인돌					평균		
	불맞은 돌					평균		
금속형	청동					평균		
	황동					평균		
	백동					평균		
	철기							평균
소성형	질그릇					평균		
	기와					평균		
	벽돌					평균		
주위매질	길층흙			평균				
	심토층흙		평균					
	가마터흙				평균			
	불탄 흙					평균		
	동굴퇴적층		평균					
	토양		평균					
	진흙				평균			

맺 는 말

1) 유적유물이 자성을 가지는것은 여러가지 형태의 잔류자화를 가지며 철 및 그 화합물들이 축적되었기때문이다.

2) 암석형유적유물, 금속형유적유물, 소성형유적유물들은 주위매질과의 뚜렷한 자성차이로 하여 지자기마당조사대상으로 된다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 52, 9, 63, 주체95(2006).
- [2] 강영호; 암석자기학, 김일성종합대학출판사, 162~169, 1974.
- [3] Rosa Lasaponara et al.; Journal of Aeronautics and Space Technologies, 6, 1, 7, 2013.

Study on Magnetic Characteristics of Relic and Remain

Jon Jun Myong

In this paper we considered RM(Residual Magnetization) of relic and remain and found the reason for being of magnetism in relic and remain from high intensity of RM and accumulation of iron and its complex.

We analyzed the magnetic susceptibility of relics and remains including stone tools and iron utensils and resolved that a lot of relics and remains were clear objects for Geomagnetic survey from the striking magnetic contrast with surrounding soil.

Key words: relic, remain, residual magnetization