

## 신평리유적에서 발굴된 소이발화석의 ESR년대측정

지원혁, 강분이

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《력사유적에 대한 발굴사업은 유물을 찾아내는것으로 그쳐서는 의의가 없습니다. 발굴된 유물이 은을 내도록 하자면 유물을 뚫게 정리하고 그에 대한 분석과 종합을 잘하여야 합니다.》(《김정일전집》 제3권 124페이지)

최근 평안남도 속천군 신평리에서는 구석기시대후기의 사냥터와 석기제작터유적이 새로 발굴되였다. 이 유적에서는 460여점의 짐승뼈화석과 10여점의 골기, 20여점의 석기와 1 200여점의 석기반제품들이 나왔다. 유물들은 유적의 3층과 4층의 경계인 니탄층에서 집중적으로 발굴되였다.

문헌에서는 이 유적을 년대학적으로 고증하기 위하여 유적에서 나온 소이발화석을 시료로 하여 전자스핀공명(ESR)년대측정을 진행하였다.

### 1. 총선량평가

우선 소이발화석에서 법랑질부분을 채취하였다. 발굴된 이발화석은 습기를 비롯하여 주변조건의 영향으로 심히 오염되어있었다.

그러므로 이발화석을 먼저 2d동안 건조시키고 법랑질을 상아질과 세멘트질로부터 분리한 다음 법랑질조각들의 결면의 오염된 부분을 제거하였다. 다음 마노절구로 이 법랑질조각들을 가루상태로 만들고 채로 쳐서 크기가  $120\mu\text{m}$  이하인 립자들로 된 시료 1g정도 준비하였다. 다음 자석을 리용하여 철성분을 제거하고 1건당 30~40mg정도씩 15건의 시료들로 나누었다. 그중 3건은 자연ESR스펙트르측정에 리용하였다.

12건의 시료를 다시 3건씩 4개 조로 가르고 매 조에  $^{60}\text{Co}$  원천에서 나오는  $\gamma$  선을 리용하여 각각 200, 400, 600, 800Gy의 선량을 이온화하였다.

시료들에 대한 ESR스펙트르는 ESR분광계 《JEX-JEOL》을 리용하여 측정하였다. 측정과 라메터들은 자기마당  $(3310\sim3510)\cdot 10^{-4}\text{T}$ , 자기마당의 변조진폭 1mT, 마이크로파출력 1mW, 증폭도 1 000, 응답시간 0.01s이다.

먼저 석영유리관에 시료들을 넣고 이 유리관을 ESR장치의 공동공진기중심에 놓았다. 다음 자기마당세기를 변화시키면서 마이크로파가 흡수될 때의 스펙트르를 기록하였다.(그림 1)

시료들에 대한 ESR스펙트르로부터 인공방사선이온화선량에 따르는 ESR신호의 상대세기(표 1)들을 구한 다음 추가선량법[2]을 리용하여 시료가 흡수한 총선량을 결정하였다.(그림 2)

결과 총선량은

$$TD \approx (26.7 \pm 1.9)\text{Gy} \quad (1)$$

로 얻어졌다.

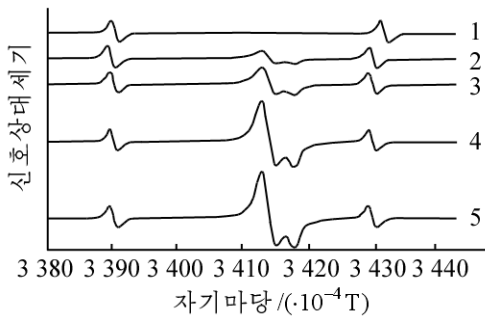


그림 1. 신평리유적 소이발화석에 대한 ESR스펙트럼  
1-5는 인공이온화선량이 각각 0, 200, 400, 600, 800Gy인 경우

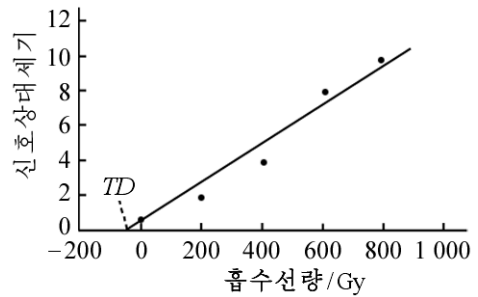


그림 2. 추가선량법에 의한 신평리유적 소이발화석의 총선량평가  
TD는 총선량값

표 1. 인공방사선이온화선량에 따르는 ESR신호의 상대세기

이온화선량 /Gy	시편의 질량/mg	ESR신호의 상대세기	단위질량당 신호세기/mg	단위질량당 신호 세기의 평균값/mg
0	48.0	20.2	0.42	$0.44 \pm 0.02$
	39.9	18.2	0.46	
	32.8	14.5	0.44	
200	40.8	70.4	1.73	$1.73 \pm 0.04$
	40.6	68.6	1.69	
	40.6	71.5	1.76	
400	41.4	156.6	3.78	$3.52 \pm 0.23$
	40.7	140.0	3.44	
	41.2	138.1	3.35	
600	41.0	367.6	8.97	$8.70 \pm 0.25$
	41.4	358.2	8.65	
	41.0	347.6	8.48	
800	42.0	434.4	10.34	$10.05 \pm 0.32$
	41.2	400.2	9.71	
	41.5	418.5	10.08	

## 2. 연간선량평가와 시료의 ESR년대결정

먼저 니탄퇴적물속에 들어있는 방사성동위원소들인  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  에 의한 선량률을  $\alpha$  계수법으로 측정하였다. 시료를 가공하는 과정에 시료의 결면을 수십  $\mu\text{m}$  정도 벗겨버렸으므로  $\alpha$  선에 의한 선량률은 고려하지 않았다.

다음 퇴적물속의 수분을 측정하고 그것을 선량계산에 고려하였다. 수분함량을 고려한 선량률  $D_{\beta, w}$ ,  $D_{\gamma, w}$  는 다음과 같이 표시된다.[1]

$$D_{\beta, w} = D_{\beta} / [1 + 1.25 \cdot w / (100 - w)], \quad D_{\gamma, w} = D_{\gamma} / [1 + 1.14 \cdot w / (100 - w)] \quad (2)$$

한편 니탄에는 K이 무시할수 있을 정도로 매우 적게 포함되어있다는것을 고려하여 퇴

적물속에 들어있는  $^{40}\text{K}$ 에 의한 선량률은 오차범위내에 들어간다고 보고 무시하였다.  
니탄퇴적물에 대한 선량률측정결과는 표 2와 같다.

표 2. 니탄퇴적물에 대한 선량률측정결과

$\alpha$ 계수속도 / (개·s $^{-1}$ )	수분함량/%	퇴적물에 의한 선량률 / (mGy·y $^{-1}$ )
$0.27 \pm 0.02$	85.7	$1.55 \pm 0.23$

다음 소이발화석의 법랑질에 들어있는 방사성동위원소들에 의한 선량률에 대한 측정도 퇴적물의 경우와 같은 방법으로 하였으나 측정값들이 무시할수 있을 정도로 매우 작았다.

시료가 묻혀있던 깊이(약 1.7m)를 고려하여 우주선에 의한 선량률을 평가하면 0.15mGy/y정도이다.[3]

결과 연간선량은

$$D \approx (1.7 \pm 0.23) \text{mGy/y} \quad (3)$$

이다.

식 (1)과 (3)으로부터 소이발법랑질의 ESR년대는 다음과 같다.

$$T = TD / D = (15\ 700 \pm 2\ 400) \text{y} \quad (4)$$

## 맺 는 말

평안남도 숙천군 신흥리유적에서 나온 소이발화석의 전자스핀공명(ESR)년대는 15 700y 정도로서 구석기시대후기에 해당되는 유적이라는것을 년대학적으로 확증하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(물리학), 64, 1, 140, 주체107(2018).
- [2] J. S. Bogard et al.; Journal of Human Evolution, 46, 276, 2004.
- [3] W. J. Rink; Radiation Measurements, 27, 5, 975, 1997.

주체109(2020)년 3월 5일 원고접수

## ESR Dating of the Fossil Bovid Tooth Excavated from Sinphung-ri Site

*Ji Won Hyok, Kang Pun I*

The age of the fossil bovid tooth from Sinphung-ri site in Sukchon County of South Phyongan Province was determined by using electron spin resonance(ESR) method. As a result, the ESR age of the bovid tooth is about 15 700y.

This chronologically confirms that Sinphung-ri site corresponds to the upper palaeolithic era.

Keywords: ESR dating, fossil bovid tooth, palaeolithic site