

^{14}C 법에 의한 동명왕릉 정릉사유적과 안학궁터 첨성대유적의 건축년대와 그 호상관계

우철, 오윤화

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《평양은 고구려의 수도였던것만큼 평양일대에는 고구려시기의 유적과 유물이 많습니다.》(《김정일전집》 제8권 232페이지)

고구려는 넓은 령토와 발전된 문화를 가진 강대한 나라였으며 고구려의 강대성과 높은 문화수준은 우리 민족의 커다란 자랑이다.

고구려의 수도였던 평양일대에서는 고구려시기의 유적과 유물들이 수많이 발굴되었으며 이에 대한 연구는 고구려의 력사와 문화를 연구하는데서 중요한 의의를 가진다.

동명왕릉 정릉사유적과 안학궁터 첨성대유적은 력사기록에 남아있지 않는 유적들로서 건축년대의 호상관계를 밝히는것은 당시 고구려의 력사를 바로 해명하는데서 중요한 과학적자료로 된다. 그러나 지금까지 동명왕릉 정릉사유적과 안학궁터 첨성대유적의 건축년대[1, 2]를 호상관계속에서 연구하지 못하였다.

우리는 평양일대의 고구려시기 주요유적들인 동명왕릉 정릉사유적과 안학궁터 첨성대유적의 건축년대를 방사성탄소년대측정법으로 결정하고 그 호상관계를 밝혔다.

1. 동명왕릉 정릉사유적과 안학궁터 첨성대유적의 건축년대

1) 시료채취

동명왕릉 정릉사유적 동명왕릉 정릉사유적은 평양시 력포구역 룡산리에 위치하고있다. 이 유적은 1974년 동명왕릉일대의 고구려유적을 전면적으로 발굴할 때 발견되었으며 발굴과정에 여러 건축물들과 1개의 우물이 나타났다.

시료는 고고학적으로 정릉사의 건축년대를 반영한다고 볼수 있는 10호건축터와 우물에서 채취하였다.

정릉사-2: 이 시료는 완전히 탄화된 숯으로서 정릉사유적 10호건축터에서 채취하였다.

정릉사우물-절구: 시료는 우물의 바닥층에서 채취한 타다남은 나무로서 잘 보존되어있었다. 절구모양인 이 시료는 당시 우물에 설치되었던 구조물의 한 부분이었다고 인정된다.

안학궁터 첨성대유적 안학궁터 첨성대유적은 2009년 4월 평양시 대성구역 안학동에 위치한 고구려시기 왕궁이었던 안학궁터에서 발굴되었다. 유적의 지상부분은 남아있지 않으며 하부구조물만 약 380m^2 의 넓은 면적에서 나타났다.

하부구조물은 4각형의 중심시설과 7각형의 보조시설로 이루어져있다. 유적의 중심에 위치하고있는 중심시설의 기초는 한번의 길이가 약 $6.7\sim 7.5\text{m}$, 깊이는 1.5m 정도이다.

첨성대-1: 유적의 4각형기초시설의 중심부분에는 솟이 3.2m×3.2m의 면적에 약 0.3~0.4m의 두께로 깔려있었다. 크기가 3cm이하인 솟덩어리들은 인공적으로 매우 잘 구워진것들이며 유적의 지층속에 잘 보존되어있었다. 이 솟은 당시 유적건축에 리용된 건설자재로서 그 년대는 유적의 건축년대를 반영한다. 그러므로 이 솟을 년대측정시료로 채취하였다.

2) 시료의 ^{14}C 년대결정

시료들의 ^{14}C 년대는 벤졸-액체섬광계수법으로 결정하였다.

우선 시료들을 산, 알칼리, 산처리하여 탄산염과 부식산오염물을 화학적으로 제거하였다. 전처리한 시료를 750℃에서 연소시켜 CO_2 기체를 발생시키고 6mol/L 암모니아수용액에 흡수시킨 다음 20% CaCl_2 용액을 작용시켜 CaCO_3 을 제조하였다. 이것을 650~850℃에서 분말Mg와 반응시키고 증류수를 적하하여 C_2H_2 기체를 생성시켰다. 이것을 산화크롬-알루무실리카트촉매층으로 통과시켜 벤졸을 합성하였다.

시료의 비방사능은 액체섬광계수장치 《LB-1215》와 《LS-6000TA》로 측정하였다. 시료들의 ^{14}C 년대는 선행연구[3]에서와 같은 방법으로 계산하였다. 여기서 ^{14}C 는 반감기가 5 730년인것을 리용하였다.

측정된 시료들의 ^{14}C 년대는 표와 같다.

표. 시료의 ^{14}C 년대

| 시료명 | 유적명 | 시료위치 | 시료종류 | ^{14}C 년대/B.P. |
|----------|----------|--------|---------|-------------------------|
| 정릉사-2 | 동명왕릉 정릉사 | 10호건축터 | 솟 | 1 635±40 |
| 정릉사우물-절구 | 동명왕릉 정릉사 | 우물 | 타다남은 나무 | 1 610±40 |
| 첨성대-1 | 안학궁터 첨성대 | 중심시설기초 | 솟 | 1 680±70 |

2. 동명왕릉 정릉사유적과 안학궁터 첨성대유적의 건축년대사이의 호상관계

년대측정자료들의 동시성검정 일반적으로 한 계열의 년대자료들이 얻어진 경우 χ^2 -검정법으로 동시성을 검정할수 있다.[7]

n 개 시료들에 대한 년대측정값이 각각 t_1, t_2, \dots, t_n 으로 주어졌다고 하면 이 값들은 뺑쑹분포 혹은 가우스분포에 따르는 같은 모집단의 표본량이라고 가정할수 있다. 이것을 다음과 같은 χ^2 통계량을 리용하여 검정할수 있다.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(t_i - \bar{t})^2}{\bar{t}} \quad (1)$$

여기서 $\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$ 이다.

유의수준을 $P_1 = 0.95$, $P_2 = 0.05$ 로 하였다.

식 (1)에서 계산된 χ^2 값이 자유도 f 에서의 유의수준 P_1 과 P_2 에 해당하는 $\chi_{0.95, f}^2$, $\chi_{0.05, f}^2$ 과 다음의 관계에 놓인다면 년대측정값들은 뺑쑹분포 혹은 가우스분포에 따르며 따라서 같은 모집단의 표본량 즉 같은 시대라고 볼수 있다.

$$\chi_{0.95, f}^2 < \chi^2 < \chi_{0.05, f}^2 \quad (2)$$

년대측정자료로부터 $\chi^2 = 1.58$ 이다. χ^2 분포표에서 $\chi_{0.95, f}^2 = 0.103$, $\chi_{0.05, f}^2 = 5.09$ 이므로 χ^2 값은 식 (2)의 조건을 만족시키며년대자료들은 95%의 확률로 시대적으로 구분되지 않는다고 볼수 있다.

평균년대결정 한 계열에서 측정된년대자료를 t_i , 매개년대값의 오차를 σ_i 라고 하면 이년대들의 평균년대 t_p 와 그것의 오차 σ_p 는 다음의 식으로 계산한다.[4]

$$t_p = \sum_{i=1}^n [t_i / (\sigma_i)^2] / \sum_{i=1}^n [1 / (\sigma_i)^2] \quad (3)$$

$$\sigma_p = \pm 1 / \sqrt{\sum_{i=1}^n (1 / \sigma_i)^2} \quad (4)$$

여기서 n 은년대자료의 총수이다.

이때 통계량 T 는 자유도 $f = n - 1$ 로 χ^2 분포에 따른다.

$$T = \sum_{i=1}^n [(t_i - t_p)^2 / (\sigma_i)^2] \quad (5)$$

만일 T 값이 선택한 유의수준에서 χ^2 값보다 작으면년대자료들이 통계적으로 구별되지 않는다고 인정하며 평균값 t_p 와 오차 σ_p 로 평균년대를 결정할수 있다.

측정된년대자료들을 위의 식들로 계산하면 $t_p = 1\ 628$, $\sigma_p = 26$, $T = 0.76$ 이다.

T 값이 $\chi_{0.05, 2}^2 = 5.09$ 보다 작으므로 3개의년대측정값들은 95%의 확률로 서로 구별되지 않으며 그 평균년대는 $(1\ 630 \pm 30)$ B.P.로 된다. 이 ¹⁴C년대측정값을 고정밀보정곡선[5, 6]으로 보정하면 그년대는 A.D. (420 ± 30) 년이다.

맺 는 말

동명왕릉 정릉사유적과 안학궁터 침성대유적의 ¹⁴C년대는 통계적으로 구별되지 않으며 이 유적들은 95%의 확률로 같은 시대에 건축되었다고 볼수 있다. 그 건축년대는 $(1\ 630 \pm 30)$ B.P., 보정년대는 A.D. (420 ± 30) 년이다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 44, 6, 30, 주체87(1998).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 56, 7, 82, 주체99(2010).
- [3] 우철 등; 방사성탄소년대측정법, 김일성종합대학출판사, 153~167, 주체98(2009).
- [4] S. K. Gupta et al.; Radiocarbon Dating Practices at ANU, ANU Printing Services, 138~141, 1985.
- [5] M. Stuiver et al.; Radiocarbon, 35, 215, 1993.
- [6] D. J. Keenan; Nonlinear Processes in Geophysics, 19, 345, 2012.
- [7] 曹琮英 等; 第四季年大学及实验技术, 南京大学出版社, 167~169, 1988.

주체105(2016)년 2월 5일 원고접수

Construction Ages and the Correlation for the Jongrung Temple Relics of Mausoleum of King Tongmyong and the Chomsongdae Observatory Relics of Anhak Palace by ^{14}C Method

U Chol, O Yun Hak

We determined the ages of the Jongrung temple relics of mausoleum of King Tongmyong and the Chomsongdae observatory relics of Anhak palace by ^{14}C method and verified their correlation.

We measured the ^{14}C ages of two relics from the bulks of charcoal and the incompletely-burned wood by benzene-liquid scintillation spectrometry and estimated their correlation statistically using χ^2 test.

As the result, the ^{14}C ages of two relics are not distinguished each other in a time, and it can be regarded at 95% confidence level that two relics had been constructed at the same time. The construction age of these relics is $(1\,630 \pm 30)$ B.P. (^{14}C age) and the calibration age is A.D. (420 ± 30) y .

Key words: ^{14}C dating, Jongrung temple, Chomsongdae observatory, construction age