

# 방사성탄소연대와 연륜연대의 연결고리: wiggle match

박원규, 김요정  
충북대학교 산림과학부

방사성탄소연대는 대기중 방사성탄소농도 변동, 해양의 영향, 식물내에서의 분별작용(fractionation) 등으로 오차가 발생한다. 이러한 오차는 정확히 연대 측정된 표준물질 특히 나이테의 자료로 작성된 보정커브로 보정이 가능하다. 그러나 이 보정도 한계가 있어 wiggle이라 불리는 단주기의 변동은 극복하기가 어렵다. 최근에는 유물의 나이테 시료를 10년 간격으로 5개 이상을 연속적으로 탄소연대를 측정함으로써 wiggle에 의한 오차를 줄여주어 탄소연대의 정확도를 10년 내지 20년까지로 줄여줄 수 있는 기법 소위 “wiggle match법”이 적용되고 있다. 이 발표에서는 wiggle match법의 원리를 고찰하여 보고 그 응용 사례를 소개하고자 한다.

## 전통적 방사성탄소연대 측정결과 사례

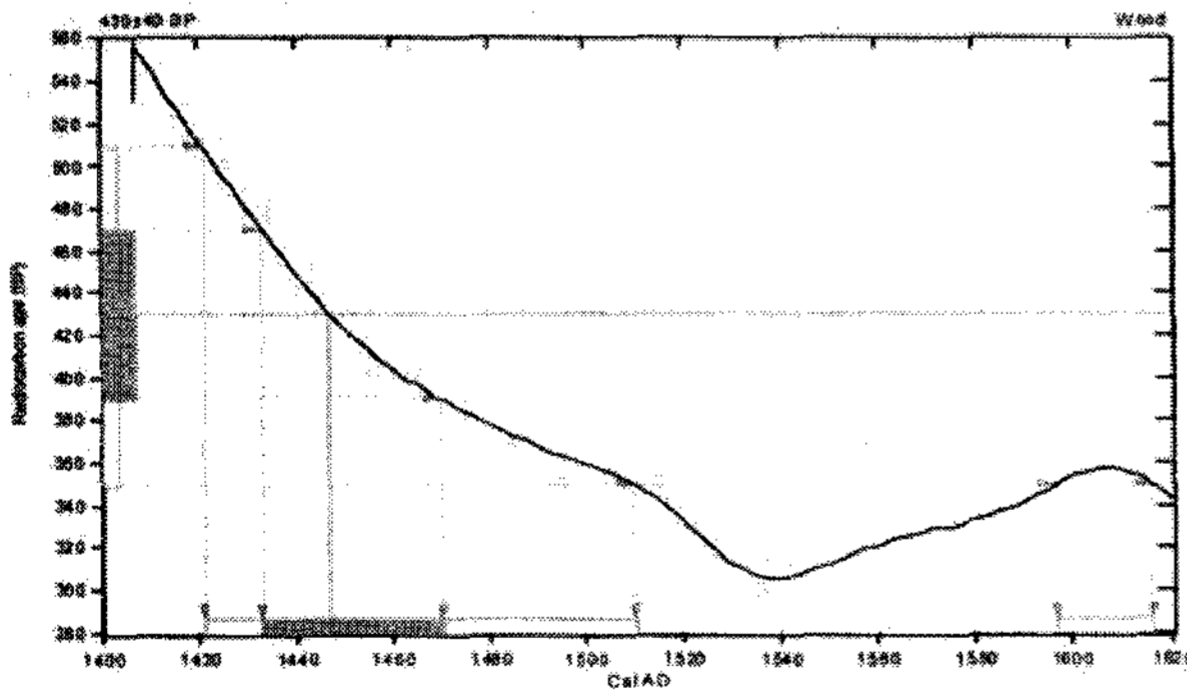


그림 1. 방사성탄소연대와 연륜연대의 비교(연륜연대 AD1440-1450년 시료)

년, 1600-1620년 두 구간으로 분석되었다. 보통 95% 신뢰구간이 탄소연대값으로 쓰이는 점을 보면 탄소연대로서는 보정커브의 변동 즉 wiggle이 있는 구간에서는 탄소연대의 오차가 매우 큼을 알 수 있었다.

정확히 연대측정된 연륜시료 중 AD 1440-1450년에 해당하는 10개의 연륜을 미국 Florida주 Miami에 위치한 Beta Analytic Inc.에 액체섬광법에 의한 탄소연대측정을 의뢰한 결과 그림 1과 같은 결과를 얻었다. 시료의 양이 많았기 때문에 AMS 측정은 필요하지 않았다.

탄소연대 측정 결과, 68% 신뢰구간이 1430년-1470년으로 그리고 95% 신뢰구간이 1420년-1510

### Wiggle match에 의한 탄소연대 측정 사례

연륜연대 측정에 실패한 느티나무 유물 1점에 대한 연대를 보통의 방사성탄소연대 측정법은 그 오차가 커서 10년 간격으로 연속적으로 탄소연대를 측정하는 wiggle match법을 적용하게 되었다. wiggle이란 탄소연대 보정커브에 나타난 변동곡선을 말하는 데 이 위글의 모양에 연속적으로 측정된 탄소연대 측정 결과를 맞추어 오차를 줄이는 연대측정법이 wiggle match법이다. Wiggle match법을 적용하기 위하여 느티나무판 바깥쪽 즉 수피방향쪽으로부터 10개 연륜마다 1개씩 5개의 시료를 채취하였다. 채취된 시료는 Beta Analytic Inc.에 AMS(가속질량분석기)에 의한 방사성탄소연대 측정한 결과 그림 2와 같은 결과를 얻었다.

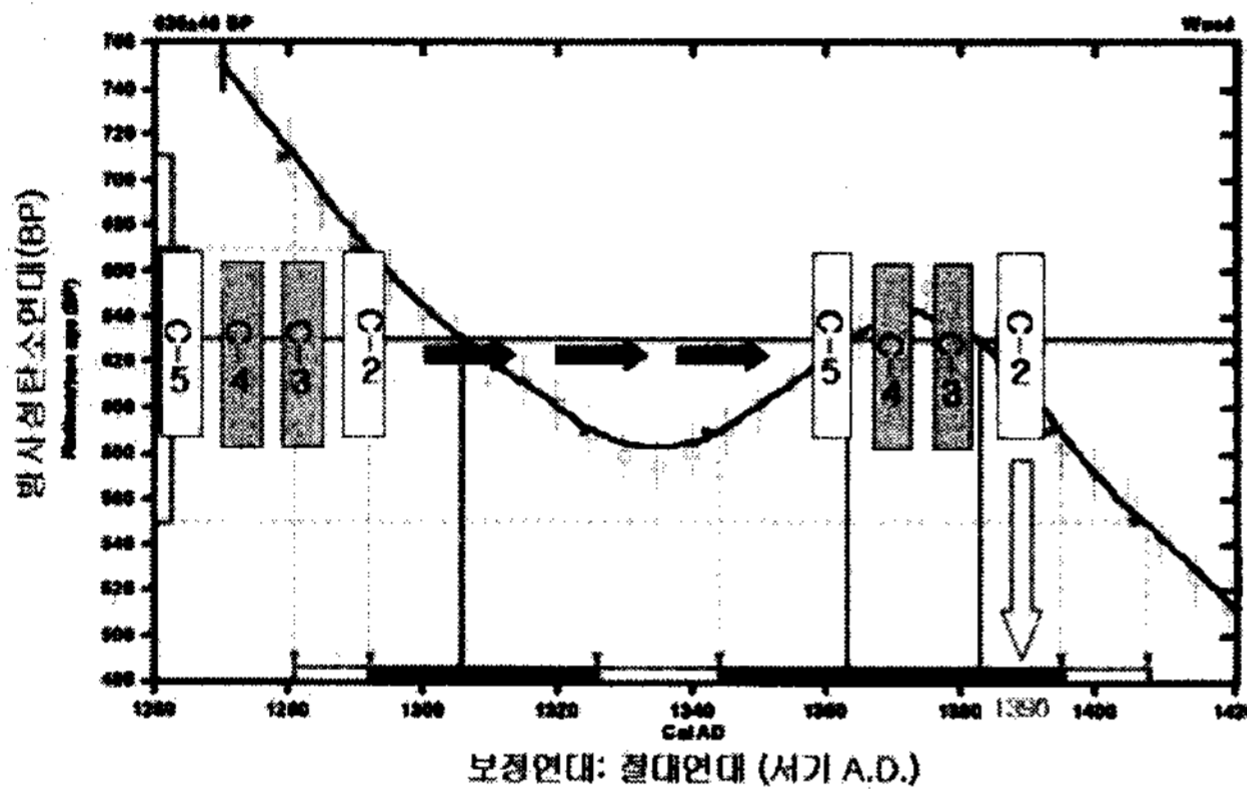


그림 2. 탄소연대 보정커브에 나타난 wiggle match에 의한 연대측정

그림 2. 탄소연대 보정커브에 나타난 wiggle match에 의한 연대측정

C-1의 95% 신뢰구간은 1260년~1310년, 1360년~1390년으로 두 구간으로 나누어져 나왔다. wiggle match를 위해서는 C-1을 제외하고 4개의 시료 즉 C-2, C-3, C-4, C-5 만을 사용하였다. 탄소연대 보정커브에 4개의 방사성탄소연대 측정결과 (BP) 630±40, 620±40, 620±40, 630±40을 정렬한 결과 4개 시료 중 가장 바깥쪽 것인 C-2의 연대를 1390년±10년으로 부여할 수 있었다(그림 2). BP란 before present의 약자로 1950년을 기준으로 한 연대이다.

### 결론

1개 시료만 방사성탄소연대 측정하였을 때는 오차가 95% 신뢰구간으로 해석하면 130년이었으나 10년 간격으로 4개 시료의 측정으로 wiggle match를 하였을 경우 오차를 20년으로 줄일 수 있었다. 우선 연륜연대에 성공하면 오차가 0년인 초정밀 연대가 제공되기 때문에 wiggle match는 당연히 실시할 필요가 없어진다. 단 연륜연대 측

정에 실패한 경우에는 wiggle match를 실시하는 것이 바람직하다. 이러한 wiggle match를 위해서도 연륜연대학자의 도움이 절대로 필요하다. 우선 정확히 연륜을 구별해내고 연륜이 주행하는 방향을 보고 나무의 안과 밖을 구별해내고 전체적인 직경을 계산해야 한다. 그 후 수피를 가지고 있거나 수피의 흔적이 있는지를 조사하기 위해 연륜 경계와 시료의 표면을 면밀히 관찰하여 알아내야 한다. 다음으로 변재의 존재 유무를 세포조직을 관찰하거나 정색반응을 이용하여 조사하여야한다. 수피의 흔적이 없는 경우 변재에 속하는 연륜의 수는 치목시 없어진 부분을 추정하는데 매우 중요하기 때문이다. 따라서 wiggle match를 위해서는 연륜연대학자와 탄소연대 측정팀과의 협력이 필요하고 종합적인 해석은 의뢰자(고고학자 또는 보존처리자)와 공동으로 실시하는 것이 바람직하다.