

## LSC를 이용한 지하수중의 H-3 측정연구

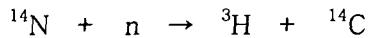
윤유열 · 조수영 · 이길용 · 김용제  
한국지질자원연구원 지하수자원연구실  
e-mail ; yyyoon@kigam.re.kr

### 요약문

삼중수소는 물분자중 수소원소의 동위원소로서 물의 유동연구에 가장 이상적인 추적자로서 활용된다. 이러한 삼중수소 분석결과는 지표수 지하수 상관관계 해석 및 지하수의 연대측정등 수문학 연구의 중요한 자료로 활용되고 있다. 지하수 연구에 필요한 삼중수소의 측정법을 확립코자 극저준위 액체섬광계수기를 도입하였으며 NIST 표준시료를 사용하여 실험방법을 확립하였다. 삼중수소의 측정효율은 25.7 % 였으며, 전기분해법을 사용하지 않고 단순 분리법만을 사용하였을 경우 10 ml의 측정 시료와 섬광액으로 Ultima-Gold LLT를 사용하여 0.18 Bq(1.5 TU)의 검출한계를 얻었다.

### 1. 서 론

삼중수소는 자연계에서 우주선에 의해 생성된 중성자와 대기중  $^{14}\text{N}$ 과 다음의 반응에 의해 생성된다.



이론적으로 계산된 대기중 평균 생성율은  $0.25 \text{ atoms} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로서 지구상에 존재하는 평균 삼중수소의 양은 3~10 kg 정도로 추정된다. 일반적으로 자연계에 존재하는 삼중수소는 성충권에서 2/3이 만들어지고 나머지 1/3은 대기권에서 생성되어 HTO 형태로 산화되어 강수를 통해 지표로 이동된다. 따라서 지표에서 관측되는 삼중수소의 양은 성충권과 대류권을 통해 이동하는 양이 달라지므로 위도 효과가 나타나 북반구에서는 10~20 TU정도이며, 남반구에서는 10 TU 이하를 나타낸다.

삼중수소는 반감기가 12.4년 정도로 비교적 짧고 자연중에 존재하는 천연 동위원소로 물을 구성하는 원소로 물의 유동연구 및 연대측정에 가장 이상적인 추적자로 활용될 수 있다. 지하수의 연령측정에는 여러 가지 동위원소들이 이용될 수 있으나 강수의 일부분으로 대수층에 유입되는 삼중수소는 계절별, 연도별로 변하며 물 자체로 이동하므로 지하수 연구에 있어서 매우 유용한 추적자이다.

본 연구에서는 삼중수소 연구를 위해 극저준위 액체섬광계수기를 도입하였으며, 최적분석 조건을 얻기위해 미국 표준연구소인 NIST 삼중수소 표준물을 사용하여 측정장비의 성능을 검증하고 지하수시료를 분석하였다.

### 2. 실 험

삼중수소 측정을 위한 액체섬광계수기의 성능을 알기 위하여 미국 표준연구소(NIST) 표준물을 탈이온수 20 ml에 희석하여 측정용 표준물 시료를 준비하였다. 지하수 시료와 동일한 조건으로 실험하기 위하여 250 ml 용량 플라스크에 탈이온수 100 ml를 넣은 다음 삼중수소 표준용액 0.5 ml를 첨가하였다. 분광간섭영향을 없애기 위하여  $\text{KMNO}_4$  0.1 g과  $\text{Na}_2\text{O}_2$  1g을 첨가

한 다음 증류장치를 사용하여 시료가 마르기 전까지 가열하였다. 증류된 초기 10 ml는 버리고 이후의 용액은 모아 삼중수소 측정용액으로 사용하였다. 장비의 검출하한값은 초순수를 증류한 바탕시료 10 ml에 섬광체인 Ultima Gold-LLT 10 ml를 혼합한 바탕시료를 측정하여 구하였다. 그리고 분석법의 정확성을 확인하기 위하여 미지의 삼중수소 시료를 여러기관과 공동분석을 하였다.

### 3. 결 론

극저준위 액체섬광 계수기의 성능검사 결과 미국 표준연구소의 삼중수소를 사용하여 측정된 삼중수소의 베타선 스펙트럼과 바탕스펙트럼은 그림 1과 같다.

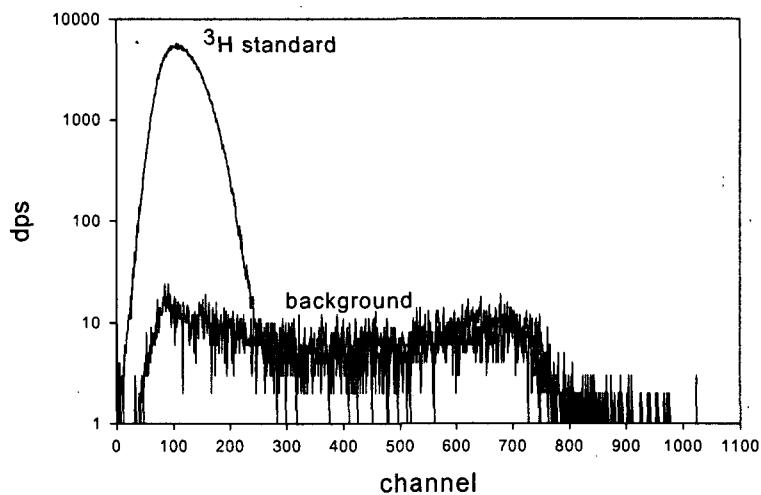


Fig. 1. Tritium and background beta spectrum.

증류된 10 ml의 시료를 섬광체와 혼합하여 측정한 결과 삼중수소 측정영역에서 S/B ratio 는 560 정도 되었으며 바탕값으로 0.18 Bq(1.5 TU)의 검출한계를 얻을 수 있었다. 또한 표준시료의 반복 실험결과 삼중수소의 측정효율은 25.7 %를 얻을 수 있었다. 이상의 결과로 확립된 분석법을 사용하면 일반적인 지표수 및 지하수의 경우 100 ml의 시료를 사용하면 전해분해를 이용한 농축 과정없이 충분히 삼중수소를 검출할 수 있을 것이다.

분석의 정확성을 검증하기 위하여 미지의 삼중수소 시료를 여러기관과 분석한 결과는 fig. 2 와 같다. 이 결과를 보면 확립된 삼중수소 분석법(KG)이 표준값과 5 %내에서 잘 일치함을 알 수가 있다.

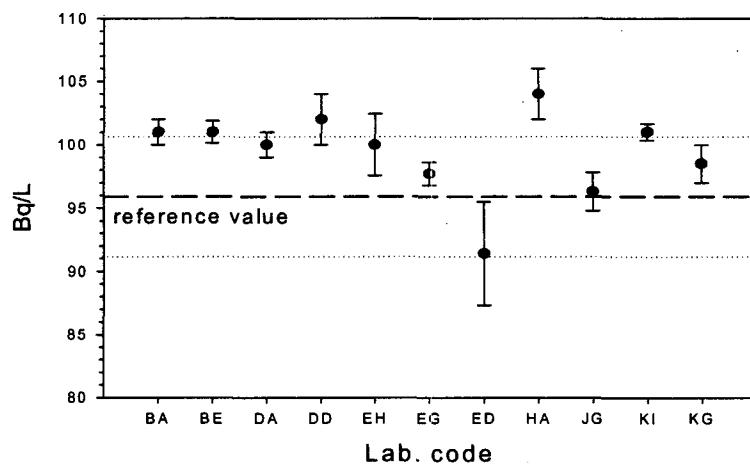


Fig. 2. Intercomparison analytical results of various lab.

#### 4. 참고문헌

- F. Begemann and W. Libby, 1957, Continental Water balance, groundwater inventory and storage times, surface ocean mixing rates and world-wide water circulation patterns from cosmic-ray and bomb tritium, *Geochim. Cosmochim. Acta*, v. 12 p277-296.
- J.C. Vogel, L. Thilo and M. Van Dijken, 1974, Determination of groundwater recharge with tritium, *J. Hydrology*, v. 23 p131-140.
- 고용권, 배대석, 김천수, 김건영, 1999, 포항 및 대전지역 강수의 삼중수소 함량, *지하수학회지* v. 6 no. 3 p126-132.
- 김종훈, 안종성, 1992, 제주도 용천수의 수질 화학적 특성과 연대 측정에 관한 연구, *대한화학회지*, v.36 no.5 p727-737.
- 김계남, 구자공, 김천수, 1995, 트리튬을 이용한 지하수 연대측정 수학모델 개발 및 삼광광산 주변 지하수 유동시간 분석, *지하수환경학회지*, v. 2 no. 2 p72-77.
- 오진석, 김선준, 1995, 삼중수소를 이용한 지하수 연령측정 방법에 관한 연구, *지하수환경학회지*, v. 2 no. 3 p49-57.