

## PF15) 지하수라돈의 제거조건에 따른 제거효율 측정

### Radon Reduction Efficiency from Groundwater by Reduction Methods

이길용 · 윤윤열 · 고경석

한국지질자원연구원 지구환경연구본부

#### 1. 서 론

원자번호 86인 라돈(radon, Rn)은 지각물질에 함유된 우라늄과 토륨의 방사성붕괴과정에서 생성되는 기체상의 방사성 동위원소이다. 악티늄계열( $^{235}\text{U}$  series)의  $^{219}\text{Rn}$ ( $T_{1/2}$ : 3.96s), 토륨계열( $^{232}\text{Th}$  series)의  $^{220}\text{Rn}$ ( $T_{1/2}$ : 55.6s), 우라늄계열( $^{238}\text{U}$  series)의  $^{222}\text{Rn}$ ( $T_{1/2}$ : 3.82d)과  $^{218}\text{Rn}$ ( $T_{1/2}$ : 35ms)의 네 종류의 라돈핵종이 생성되나, 일반적으로 라돈이라 하면 반감기( $T_{1/2}$ )가 가장 긴 우라늄계열의  $^{222}\text{Rn}$ 을 가리킨다. 라돈은 He, Ne과 같은 무색, 무취의 불활성기체(inert gas)로 흡입시 인체에 매우 유해한 물질로 알려져 있으며, 미국 국립암센터(International Agency for Research on Cancer, IARC)는 석면과 함께 1급 발암물질로, 미국 환경청(Environment Protection Agency, EPA)은 흡연 다음의 폐암 원인물질로 규정하고 있다. 실제 라돈위해성은 라돈 자신보다는  $^{218}\text{Rn}$ ,  $^{217}\text{At}$ ,  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$  등의 라돈자핵종(radon daughters)들에 의한 것이 대부분이며, 생성율과 반감기를 고려할 때 인체에 유해한 대표적인 핵종은  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{214}\text{Po}$ 이다(NCRP, 1988). 라돈에 의한 일반인의 평균 유효방사선 피폭은 라돈을 제외한 전체 자연방사능이나 X-선 촬영과 같은 의료활동 보다도 높음은 물론 핵발전소와 같은 산업 활동에 의한 영향보다 훨씬 높다고 알려져 있다(Bodansky, 1989). EPA는 과학자들의 계산 값을 근거로 매년 5,000~20,000명의 미국인이 라돈에 의한 폐암으로 사망한다고 보고하였다(EPA, 1986a). 대기중의 라돈과 라돈자핵종의 농도는 주변에 분포하는 토양중의 우라늄 함량에 크게 좌우되며 대기중 라돈의 약 80%가 토양표층에서 유래되는 것으로 알려져 있다(NCRP, 1984b). 지하수는 토양 다음으로 대기 중 라돈의 발생원이며 유동 경로에서 접촉하는 암석이나 균열에서 방출된 라돈의 운반체 역할을 하기 때문이다.

본 발표에서는 지하수라돈의 대표적인 저감방법인 폭기(aeration), 기포주입(bubbling), 끓임(boiling) 방법들의 저감효과를 정량적으로 측정된 결과와, 연구결과로부터 개발된 마을상수도시설에 적합한 고효율의 라돈저감 장비를 소개하고자 한다.

#### 2. 연구방법 및 결과

먼저 폭기 방법을 적용한 실험에서, 라돈의 함량이 약 6,000 pCi/L인 지하수를 6 L/min으로 폭기 시킨 결과 약 2분 후에 60%의 라돈이 제거되었고, 5분 후에는 거의 100%의 라돈이 제거되었다(그림 1). 다음으로 기포주입법 적용실험결과, 약 9,000 pCi/L인 지하수에 알곤을 100 mL/min으로 주입하면 한시간 경과 후 80%, 두 시간 경과 후 90%의 라돈이 제거되었다(그림 2). 마지막으로 끓임법을 적용한 결과, 약 5분 후 거의 모든 라돈이 제거됨을 확인하였다(그림 3).

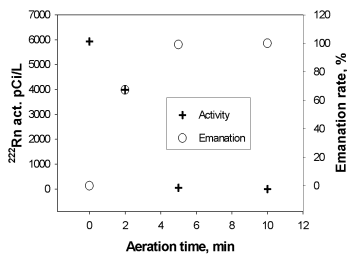


Fig. 1. Aeration effect for the reduction of groundwater radon.

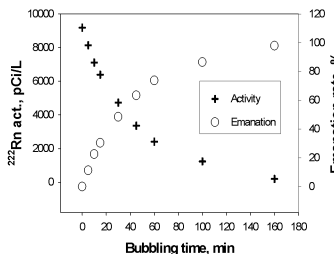


Fig. 2. Bubbling effect for the reduction of groundwater radon.

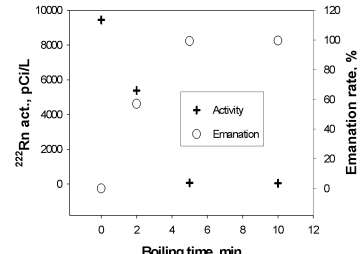


Fig. 3. Boiling effect for the reduction of groundwater radon.