

## PA30) 제주도 고산지역에서 측정된 라돈 농도의 변동 특성: 2001-2005년 측정

### Variation Characteristics of Radon Concentration Measured at Gosan Site, Jeju during 2001-2005

고희정 · 강창희 · 김원형 · 이민영 · 조은경 · 송정민 · W. Zahorowski<sup>1)</sup>

제주대학교 화학과, <sup>1)</sup>Australian Nuclear Science and Technology Organisation

#### 1. 서 론

우라늄(<sup>238</sup>U), 라듐(<sup>226</sup>Ra) 등의 붕괴과정에서 발생하는 라돈(<sup>222</sup>Rn)은 자연계에 널리 분포하는 자연 방사성 물질이다. 불활성 기체인 라돈은 α붕괴에 의해 3.82일의 반감기로 붕괴하고, 기체상으로 존재하기 때문에 대기 중에서 기류를 타고 멀리 이동할 수 있다. 그리고 발생기원이 지각물질이기 때문에 해양에서 이동한 공기에 비해 대륙에서 생성된 공기에서 더 높은 농도를 나타낸다. 특히 <sup>222</sup>Rn은 NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> 등의 대기오염물질들과 비슷한 수명을 나타내고, 대기 에어로졸의 체류시간과도 유사한 수명을 나타내기 때문에, 대기오염물질의 이동경로를 확인하기 위한 추적자(tracer)로 활용되기도 한다(Zahorowski et al., 2005; Zahorowski et al., 2004). 본 연구는 국내 청정지역인 제주도 고산 지역에 라돈 검출기를 설치하여, 2001년부터 2005년까지 지속적으로 <sup>222</sup>Rn 농도를 실시간으로 모니터링한 결과이다. 그리고 측정 결과로부터 국내 청정지역의 라돈 농도 특성을 고찰하고, 라돈 성분의 발생기원 및 유입 경로를 조사하기 위한 목적으로 수행되었다.

#### 2. 연구 방법

라돈 검출기는 배경농도 측정을 위한 고감도 장비로 호주 ANSTO (Australian Nuclear Science and Technology Organisation)에서 자체적으로 설계, 제작하였으며, 이 라돈 검출기의 감도는 0.21 counts · sec<sup>-1</sup>/Bqm<sup>-3</sup>이고, 저검출한계(LDL)는 90mBq/m<sup>3</sup>이다. 라돈 농도는 2001년 1월부터 2005년 12월까지 총 5년간, 라돈 검출기에 컴퓨터를 연결하여 30분 간격으로 실시간 모니터링하였다(Zahorowski et al., 2005, 2004; Whittlestone et al., 1998).

#### 3. 결과 및 고찰

##### 3.1 라돈 농도의 변동 특성

2001년부터 2005년까지 5년간의 연도별 및 월별 라돈 농도 변화를 그림 1과 2에 비교하였다. 이 기간의 고산지역 전체 평균농도는 3171±1653mBq/m<sup>3</sup>(0.086 pCi/L)로 비교적 낮은 배경농도를 나타내었고, 연도별로는 미소하나마 약간씩 증가하는 추세를 보였다. 또 측정기간의 라돈 농도를 계절별로 비교해 본 결과, 봄, 여름, 가을, 겨울철에 각각 2934±1286, 2468±1813, 3635±1606, 3668±1566mBq/m<sup>3</sup>로 4계절 중에도 겨울에 가장 높은 농도를 보였고, 다음으로 가을, 봄 순이었으며, 여름이 가장 낮은 농도를 나타내었다. 그림 2에서 보듯이 월별 농도는 Nov > Oct > Jan > Dec > Feb > Mar > Sep > Apr > May > Jun > Aug > Jul의 순으로 높은 농도를 보였고, 11월에 3971 mBq/m<sup>3</sup>로 가장 높은 반면 7월에 2071 mBq/m<sup>3</sup>로 가장 낮은 값을 나타내는 것으로 조사되었다. 또한 일간 라돈 농도를 시간별로 비교해 본 결과, 오전 7시에 3608mBq/m<sup>3</sup>로 하루 중 가장 높은 농도를 보였고, 오후 2~3시경에 2733mBq/m<sup>3</sup>로 가장 낮은 농도를 보였다. 그리고 전체적으로는 대체로 야간에 높고 낮 시간에 낮은 농도를 나타내었고, 아침 시간부터 서서히 농도가 낮아지기 시작하여 오후 2시경까지 감소하다가 다시 저녁시간에 농도가 상승하기 시작하여 밤이 되면 점차로 농도가 상승하는 추세를 보였다(김윤신 등, 2000).

##### 3.2 공기 궤적에 따른 라돈 농도 변화

5년간의 측정 결과로부터 라돈 농도가 높은 상위 5%와 농도가 낮은 하위 5% 시에 5일간의 역궤적 분석(backward trajectory analysis)을 실시하여, 이시기의 기단 이동경로를 추적, 비교하였다. 그림 3의 결과에서 보듯이 라돈 농도는 공기의 유입 경로에 따라 뚜렷한 농도 차이를 나타내었다. 농도가 높은 상위

5%의 경우 대부분 중국 대륙으로부터 공기덩어리(air parcel)가 제주로 이동하였으나 농도가 낮은 하위 5%의 경우에는 공기덩어리가 주로 북태평양에서 제주 지역으로 유입된 것으로 나타났다.

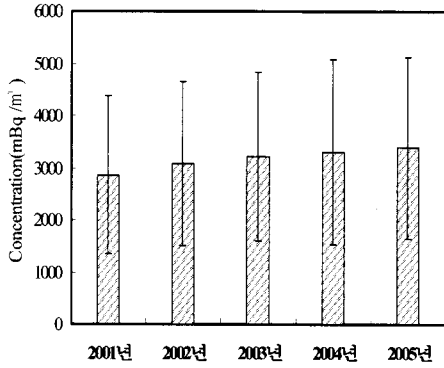


Fig. 1. Annual comparison of  $^{222}\text{Rn}$  concentrations ( $\text{mBq}/\text{m}^3$ ) between 2001 and 2005.

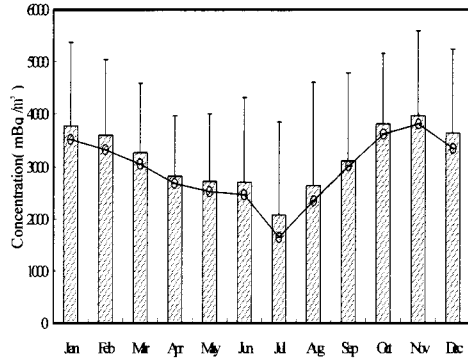


Fig. 2. Monthly mean  $^{222}\text{Rn}$  concentrations at Gosan site.

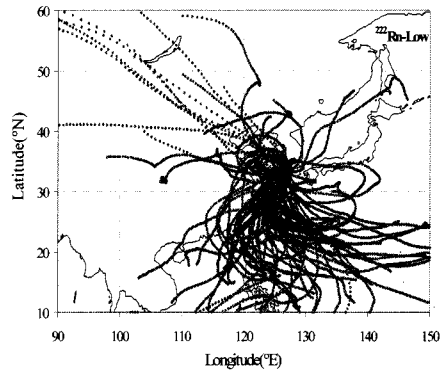
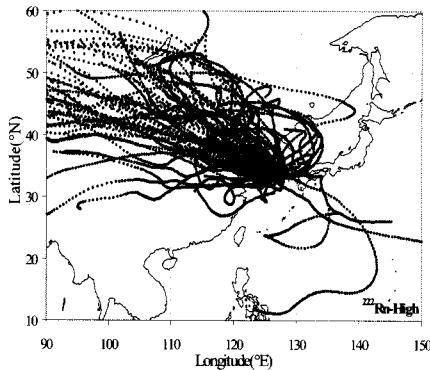


Fig. 3. Five-day backward trajectories corresponding to high & low 5% of  $^{222}\text{Rn}$  concentrations.

### 사 사

이 논문은 2006년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2006-311-C00614).

### 참 고 문 헌

- 김운신, 이철민, 김현탁, 이홍석, 박태술 (2000) 서울시 일부 대기 중 라돈농도의 분포에 관한 연구, 환경과 산업의학, 9(1), 49-53.
- Whittlestone, S. and W. Zaborowski (1998) Baseline radon detectors for shipboard use: Development and deployment in the First Aerosol Characterization Experiment (ACE 1), J. Geophys. Res., 103(D13), 16743-16751.
- Zaborowski, W., S. Chambers, T. Wang, C.H. Kang, I. Uno, S. Poon, S.N. Oh, S. Werczynski, J.Y. Kim, and A. Henderson-Sellers (2005) Radon-222 in boundary layer and free tropospheric continental outflow events at three ACE-Asia sites, Tellus B, 57(2), 124-140.
- Zaborowski, W., S.D. Chambers, and A. Henderson-Sellers (2004) Ground based radon-222 observations and their application to atmospheric studies, Journal of Environmental Radioactivity, 76, 3-33.