

옥천대 지표방사능 강도 및 지질매체별 우라늄 함량 분포

지세정¹⁾ · 윤옥 · 홍영국 · 김통권 · 김건한

1. 서 론

지반(암석, 토양)에 함유된 천연 우라늄은 그 자체가 유독성 중금속 광물로써 인체에 위해하며, 핵 붕괴로 방출되는 방사능은 총 자연방사능의 8%에 해당된다. 1988년 유엔 방사선영향과학위원회(UNSCEAR) 자료에 의하면 자연방사능의 인체 피폭량은 세계평균 2.4mSv로써 인체에 미치는 위해성이 미약한 것으로 나타나고 있으나, 낮은 수준의 자연방사능이라도 장기간 노출된 주민에게는 폐암, 골수암, 면역체계 감퇴 등 여러 질병이 유발될 가능성이 매우 높다는 사실이 최근 미국, 캐나다 등에서 제기되고 있다. 국내에서는 옥천대 지층 내의 함-우라늄 탄질점판암이 지각의 평균치 보다 최고 7배 높은 20~50ppm의 우라늄(U_3O_8) 함량이 확인되었으며, 300~400ppm 이상의 저품위 우라늄 광체들이 옥천대 지층내 도처에 산재하고 있다(김정택 외, 1981; 김대업 외, 1983a; 박중권 외, 1983b; 김종환 외, 1984a; 김대업 외, 1984b; 김종환 및 박중권, 1985a; 박중권 및 김종환, 1985b; 김대업 및 박중권, 1986). 옥천대 전 지역에 대한 지표방사능 조사는 수행된 바 없으나, 옥천대 지층 분포지역과 그 외 일부 지역 지하수에서는 우라늄 함량의 농도가 세계보건기구(WHO) 및 미국 환경보호국(EPA)의 권고기준치(30ppb) 보다 최고 4배 초과하고 있음이 최근에 보고 되고 있다(성익환 외, 2002).

이번 연구에서는 국내 지질기원의 우라늄에 의한 우려지역의 인체 위해성 평가기술 개발의 기초조사로써 남한 면적의 5.5%에 속하는 옥천대(연장 170km, 폭 20~30km, 총면적 5,100 km²) 전 지역을 대상으로 격자상 등간격으로 지표방사능(총방사능, U, Th, K)의 이상분포대에 대한 실태조사를 수행하였으며, 각 지질매체(암석, 지표수, 지하수)에 대한 우라늄 함량분석을 통하여 지표방사능 및 우라늄 농도의 이상분포대를 파악하였으며, 공간분포 특성을 비교 검토하였다.

2. 연구방법

2-1. 지표방사능 측정 및 우라늄 분석 시료채취

약 5,100 km²에 속하는 옥천대 전 지역을 대상으로 2.5x2.5km의 격자상 등 간격 등간격으로 총 834개 지점을 선정하여 휴대용 감마선측정기(GR320-A)를 이용하여 각 지점에서 5분간 지표방사능(총방사능, eU, eTh, eK)을 측정하였으며, GPS를 이용하여 위경도 좌표도 확보하였다. 지표방사능 측정 지점에서 우라늄 분석용 암석시료 507개도 함께 채취하였으며, 가장 가까운 주변 수계에서 하천수 시료 399개와 지하수 시료 251개를 채취하였다.

주요어 : 옥천대, 지표방사능 강도, 우라늄 함량

1) 한국지질자원연구원(csjung@kigam.re.kr)

2-2. 실험 및 분석

하천수와 지표수 시료채취 시에 현장에서 휴대용 측정기(SK1250MC, HM-12P TOA, CM-14P TOA)를 이용하여 수온, pH, Eh, 전기전도도를 직접 측정하였고, 암석의 U 및 Th 농도는 시료를 300[#] 이하로 분쇄하여 산 처리 후 물 시료와 함께 ICP-MASS(Perkinelma DRC2)에 의해 분석되었다. 지표수 및 지하수 시료는 0.45 μ m 여과지에 여과 후 1 l 씩 채취하여 우라늄 분석용 시료는 질산 처리하여 5 $^{\circ}$ C 하에서 이동, 보관하였다.

2-3. 자료처리

지표방사능 측정자료와 하천수, 지하수, 암석의 시료의 위경도 좌표를 국립지리원에서 제공하는 NGL_PRO(5.1버전) 프로그램을 이용하여 TM 좌표계로 변환시켜 미국 Goldensoft사의 SUFFER(8.0버전) 프로그램을 이용하여 국립지리원의 1: 25만 지형도에 이상분포도를 작성하였다.

3. 본 론

3-1. 지표방사능

육천대 지층 834개 지점에서 지질기원 지표방사능의 측정결과는 Fig. 1과 같다. 총방사능의 강도의 범위와 평균값은 1.2~190.5ppm와 25.4ppm 이고, 등가 우라늄 방사능 강도(eU)는 0.6~287ppm(평균, 8.5ppm), 등가 토륨 방사능 강도(eTh)는 1~102ppm(평균, 31.2ppm) 그리고 등가 칼륨 방사능 강도(eK)는 0.6~10.3 %(평균, 5.1%) 이다. eU와 eTh 사이에는 정(+)의 상관성을 보이며, eTh/eU 비가 작은 시료들은 eK-eTh 관계에서 높은 상관성을 보여준다(Fig. 2). 이는 암반의 풍화작용에 의해 Th과 K 성분이 동시에 용탈되는 현상을 보여준다. 암상별 지표 총방사능 강도는 탄질점판암에서 가장 높은 93.2ppm 값을 보이며, 석회암에서 가장 낮은 15.5ppm의 강도를 나타내고 있다. 총방사능 강도의 값은 괴산, 보은, 금산지역에서 100ppm 이상의 분포대를 보이는데, 이는 흑색점판암의 저품위 우라늄 광상에 의한 영향을 나타내고 있다(Fig. 3).

3-2. 기반암의 U 함량

507개의 암석 시료에 대한 우라늄의 농도는 0.9~307ppm이며, 평균값은 6.8ppm 이다. 암상별 우라늄의 평균함량은 탄질점판암에서 가장 높은 35.8ppm의 함량을 보이며(Table 1), 석회암에서 가장 낮은 2.1ppm의 값을 나타낸다. 토륨의 경우는 전체 기반암 시료가 0.1~60.1ppm의 범위를 보이며, 15.3ppm의 평균값을 나타낸다. 기반암의 우라늄 농도의 이상분포대는 총방사능 강도와 같은 지역인 괴산, 보은, 금산지역에 형성되며, 이상분포대의 지역이 다소 작은 지역에 제한되고 있음을 알 수 있다(Fig.4)

3-3. 지표수 및 지하수의 U 함량

399개의 지표수에 대한 우라늄 농도는 0.01~26.0ppb 이며, 평균값은 0.4ppb 이다(그림 3). 저품위 우라늄 광산 갭내수는 비교적 지표수 보다 높은 값을 보이며, 최고 3,334ppb 값을 보이는 곳 이 있다. 이 시료를 제외하면 모두 음용허용치 보다 낮은 26.0ppb 이하의 함량을 보인다. 251개의 지하수에 대한 우라늄 농도는 0.01-10.0ppb 이며, 평균값은 0.7ppb 이다. 채취된 모든 지표수 및 지하수 시료들은 음용수기준치 이하의 함량을 나타내고 있다. 지표수의 경우는 충주 남부의 일부 지역과 괴산 그리고 보은 서부지역에서 비교적 다른 지

역 보다 다소 높은 우라늄 함량의 값을 보이며, 지하수는 보은과 금산지역에서는 자연 배경치 보다 다소 높게 나타난다.

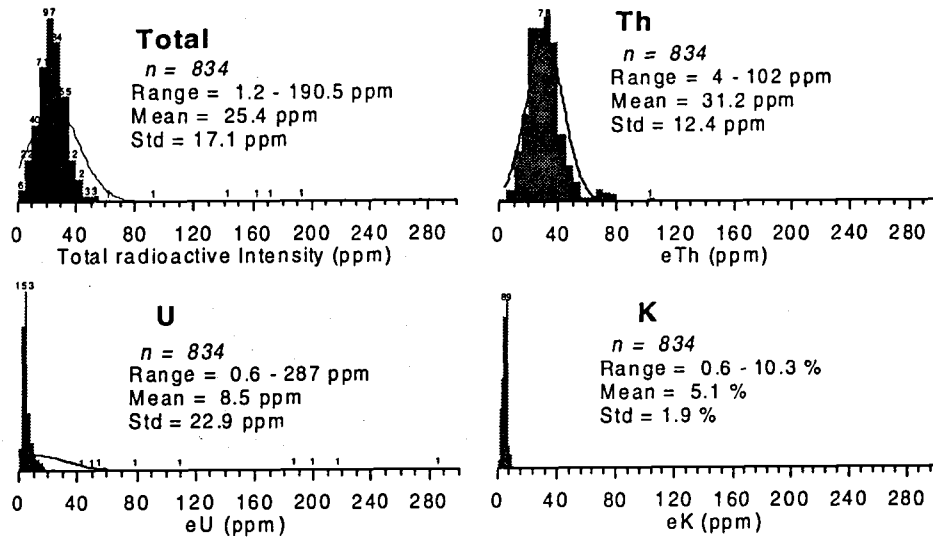


Fig. 1. 지표방사능 측정치의 빈도분포

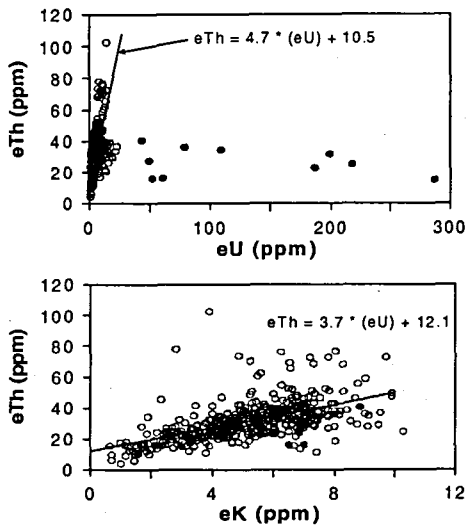


Fig. 2. 옥천대 지층의 eU-eTh과 eK-eTh 사이의 상관성

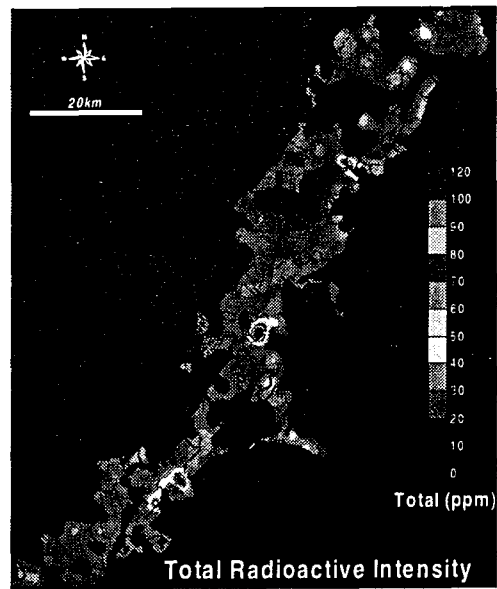


Fig. 3. 옥천대 지표방사능 강도의 이상분포대

암 상	우라늄 함량 (ppm)	평균값 (ppm)
탄질점판암	0.9~307.6	35.8
점판암	1.0~61.2	5.1
천매암	0.8~21.2	3.1
석회암	0.0~6.0	2.1
변성사질암	0.0~12.2	3.9
화강암	0.2~17	3.7

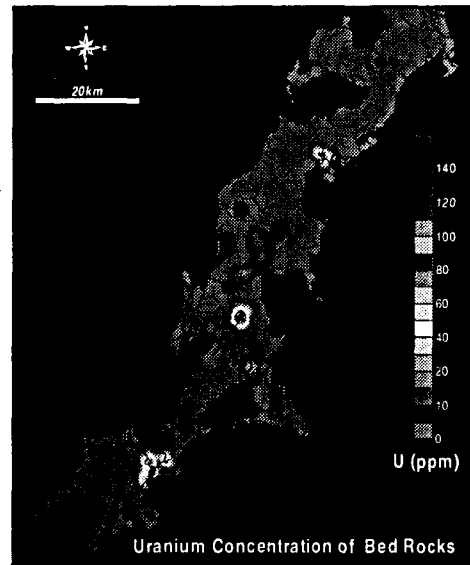


Table 1. 옥천대 기반암별 우라늄 함량

Fig. 4. 옥천대 기반암의 우라늄 이상분포대

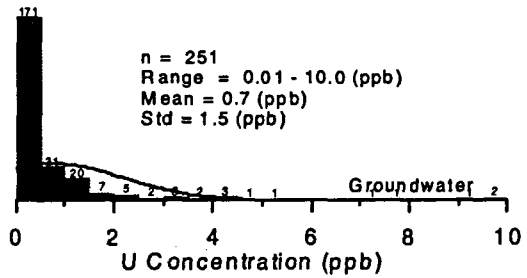
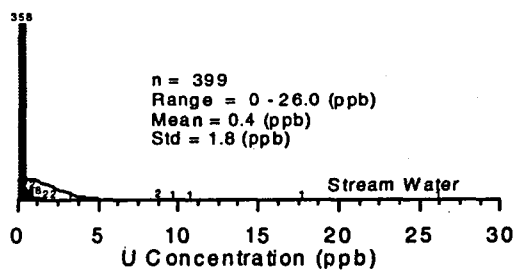


Fig. 5. 옥천대 지역 지표수 및 지하수 우라늄 농도의 빈도분포

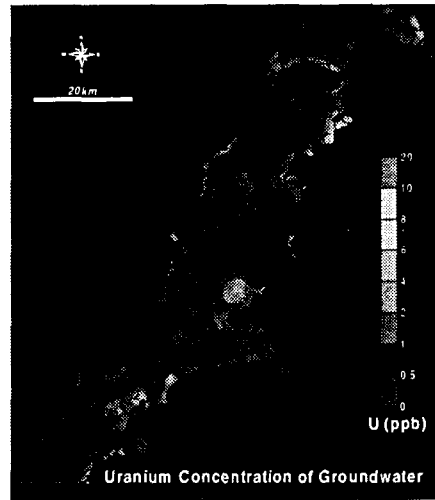
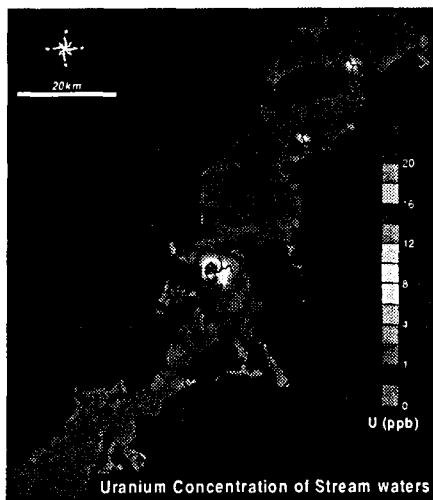


Fig.6. 옥천대 하천수 및 지하수의 우라늄 이상분포대

3-4. 결 론

- 1) 옥천대 지역에서 지표 총방사능 강도는 최고 190.5ppm로써 괴산, 보은, 금산 지역에 100ppm 이상의 이상분포대가 분포한다.
- 2) 기반암에 대한 우라늄의 함량은 최대 307ppm 값이 확인되었으며, 암상별 우라늄의 평균함량은 탄질점판암에서 가장 높은 35.8ppm의 평균 함량을 보이며, 석회암에서 가장 낮은 2.1ppm의 값을 나타낸다. 이상분포대는 지표방사능과 일치하고 있다.
- 3) 지표수의 우라늄 함량은 0.01~26.0ppb 이나, 저품위 우라늄 광산의 갱내수에서 한 개의 시료가 최고치인 3,334 값을 나타내며, 지하수는 10.0 ppb 이하의 값을 보여 음용수 기준치 이하의 함량을 나타내고 있다.

사 사

이 연구는 과학기술부 국책연구개발사업인 자연재해방재기술개발사업 (과제번호: M1032406000103B310600100)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 성익환, 김대업, 우형주, 정광석, 조병욱, 이병대, 홍영국, 윤욱, 이봉주 외, 2002, 지하수 중 방사성물질 함유실태에 관한 조사연구. 4권 pp. 357, 한국지질자원연구원
- 김정택, 박중권, 박중권, 김대업, 임현철, 1981, 대전 동남부지역 우라늄 광상시추조사연구, 옥천대 우라늄광상 시추조사 및 방사능검층연구(우라늄-7), p. 7-78, 한국동력자원연구소
- 김대업, 김정택, 박중권, 임현철, 1983a, 대전동남부지역 우라늄광상 시추조사, 핵연료연구보고서, p. 1-82, 한국동력자원연구원.
- 박중권, 김종환, 김전택, 김대업, 임현철, 1983b, 우라늄정밀조사연구, 미원 동북부 우라늄 광상조사연구, 82-핵연자료-2-14, p7-56, 한국동력자원연구소
- 김종환, 박중권, 김대업, 김전택, 1984a, 우라늄정밀조사연구, 진산지역 우라늄광상 조사연구, 83-핵연자료-1-10, 한국동력자원연구소.
- 김대업, 박중권, 김정택, 1984b, 우라늄정밀조사연구, 대전동남부지역 우라늄광상 시추조사 (요광, 성당2차 및 소릉 삼괴1차), p. 1-84, 한국동력자원연구소
- 김종환, 박중권, 1985a, 우라늄정밀조사연구, 대전동남부 콜남이지역 우라늄광상 조사연구, 연구보고서 85-23, p.1-76 한국동력자원연구소.
- 박중권, 김종환, 1985b, 우라늄정밀조사연구, 대전동남부 삼괴, 소릉지역 우라늄광상 시추조사연구, 연구보고 85-23, P. 77-122, 한국동력자원연구소
- 김대업, 박중권, 1986, 대전동남부 콜남이지역 우라늄광상 시추조사연구, p.1-46, 한국동력자원연구소.
- UNSCEAR (1988) Sources, Effects and risks of ionizing radiation. UN Report. New York.