

영광원자력발전소 주변 해양시료에서 입도 및 우라늄 분포경향 평가

염유선, 김승평, 한상준, 홍성열*
 조선대학교, 광주광역시 동구 서석동 375번지
 *한수원(주), 서울특별시 강남구 삼성동 167번지
ysyeom@stmail.chosun.ac.kr

1. 서론

2007년 현재 영광원자력발전소는 6개 호기가 가동 중에 있고, 원자력발전이 안전하다는 인식이 과거에 비해 높아졌으나 방사성폐기물과 원자력발전소의 사고, 고장 등의 잠재적 요인에 따른 환경적 부담은 여전히 논란이 되고 있기 때문에 원전주변의 환경시료를 체계적·지속적으로 계측 및 분석한 후 그 결과를 공개함으로써 원자력시설물이 위치한 지역 주민뿐만 아니라 국민들로부터 원자력산업에 대한 신뢰성 확보 및 증진에 지속적으로 노력할 필요가 있다.

이러한 일환으로 본 연구에서 2006년도에 실시한 영광해양방사능 종합조사는 1999년 실시한 1차 조사 범위와 동일하게 영광원자력발전소 배구수를 중심으로 조류 방향에 따라 남·북으로 각 10km(총 길이 20km), 바다쪽으로 5km(폭 5km)에 해당하는 해양과 해안 지역을 대상으로 조사한 입도 및 우라늄 분석결과를 1차년도와 비교 검토함으로써 원자력발전소에 의한 영향 여부를 평가하고자 하였다.

2. 실험 방법

1) 우라늄 및 초우라늄 분석

우라늄 분석의 경우 토양시료 7g을 10시간동안 500°C로 회화시켜 ^{232}U 1mL (0.182 Bq/mL)를 추적자(Yield tracer)로 가한 뒤 질산(80mL)과 불산(20mL)을 이용하여 토양의 Matrix 성분을 분해하였다. TBP와 CCl_4 유기용매를 이용하여 우라늄을 수층에서 유기층으로 추출하였고, 8M 염산을 사용하여 토륨성분을 제거하였다. 다시 1M 염산으로 우라늄 성분을 역추출하여 우라늄만을 순수 분리하였다. 전기전착용액을 이용하여 우라늄 성분을 전기 전착시켜 분석을 수행하였다.

초우라늄의 경우 유기물을 제거하기 위해 해저퇴적물 시료 50~100g을 550°C에서 24시간동안 회분시켰다. ^{242}Pu (Yield tracer, 0.02865 Bq/mL) 1mL를 가한 뒤, 8M 질산(HNO_3), 0.9M 불산(HF), 1M 질산알루미늄($\text{Al}(\text{NO}_3)_3$)용액을 이용하여 Matrix 성분을 분해한 후 0.2M TOPO (Tri-n-octylphosphine Oxide in Cyclohexane)을 이용하여 다른 Matrix 성분으로부터 Pu를 분리한 후 0.5M 아스코르브산(ASCORBIC ACID IN HCl)을 이용하여 Pu를 역추출하였다. 방해 핵종(other α -emitting radioisotopes)을 제거하기 위해 LaF_3 을 이용한 공침 과정과 Column을 이용한 음이온교환(Dowex 1×8, 100~200mesh) 과정을 거쳤다. 전기전착 용액을 이용하여 Stainless steel disc에 Pu를 전착(800~900mA for 2hrs)시킨 후 α -ray spectrometry(Model 676A, EG&G ORTEC)로 계측하였다.

2) 입도 분석

퇴적물을 입도 분석을 위한 시료는 10%의 H_2O_2 와 0.1M HCl을 차례로 넣고 유기물과 탄산염을 제거한 후 습식체질(Wet sieving)에 의하여 조립질과 세립질로 분리하여 이 중 조립질은 건조 후 진탕기(Rotap sieve shaker)로 15분간 체질하여 입도별 무게를 구하였고, 세립질은 침전시킨 후 마그네틱 자동교반기를 이용하여 대표성을 띌 수 있도록 교반시켜 적당량(약 5g)을 취하여 자동입도 분석측정용 시료로 제작하여 Master-Size(X350F)를 사용하여 분석하였다.

3. 분석 결과

1) 해저퇴적물 $^{239+240}\text{Pu}$ 및 우라늄(^{238}U , ^{235}U , ^{234}U)분석결과

조사해역 10개 지점에서 $^{239+240}\text{Pu}$ 분석용 해저퇴적물 시료를 채취한 후 농도를 분석하였고, 그 결과를 [Table 1]에 나타내었다.

Table 1. Analysis result on $^{239+240}\text{Pu}$ and ^{238}U , ^{235}U , ^{234}U in submarine sediment (단위 : Bq/kg-dry)

sample NO.	$^{239+240}\text{Pu}$		^{238}U		^{235}U		^{234}U		Ratio of $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	
	1차 조사	2차 조사	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차
b38	0.13±0.03	0.058±0.013	11.8±0.54	6.10±0.57	0.59±0.13	<0.06	11.6±0.54	5.83±0.56	0.98	0.96
g11	0.20±0.03	0.081±0.010	12.4±0.56	10.3±0.50	0.53±0.12	0.15±0.06	11.8±0.55	10.0±0.49	0.95	0.97
g31	0.10±0.02	0.130±0.008	9.77±0.41	13.4±0.93	0.41±0.08	<0.006	9.98±0.41	13.6±0.94	1.02	1.02
k1	0.14±0.02	0.073±0.012	13.4±0.65	16.1±1.66	0.48±0.12	0.34±0.24	12.6±0.64	13.9±1.54	0.94	0.86
k21	0.17±0.02	0.113±0.020	13.4±0.57	14.9±1.01	0.63±0.12	<0.06	13.2±0.57	12.8±0.93	0.99	0.86
k41	0.10±0.02	0.055±0.011	12.1±0.51	10.8±0.75	0.63±0.12	0.37±0.14	11.6±0.50	11.2±0.76	0.96	1.03
C3	0.09±0.03	0.231±0.048	10.6±0.49	12.9±0.71	0.46±0.12	0.31±0.11	10.1±0.48	12.7±0.70	0.95	0.98
C15	0.14±0.03	0.013±0.015	12.3±0.59	11.2±0.66	0.71±0.14	0.35±0.12	13.0±0.60	12.6±0.70	1.06	1.13
M3	0.18±0.02	0.329±0.069	13.7±0.56	14.9±0.96	0.78±0.13	0.98±0.25	13.0±0.54	16.9±1.01	0.95	1.13
M15	0.05±0.02	0.225±0.039	15.9±0.64	14.1±0.78	0.85±0.15	0.98±0.21	15.2±0.63	14.8±0.80	0.96	1.05

2) 입도 분석

1 ϕ 간격으로 선별된 시료들은 각 시료마다 중량비로 환산하여 Folk(1968)와 McBride(1971) 방법에 따라 통계처리 및 누적분포곡선을 그린 후 Folk and ward(1957) 방식을 이용하여 $M_z\phi$ (mean ϕ)값을 산출하였고, 그 결과를 [Table 2]에 나타내었다.

Table 2. Granularity analysis result on submarine sediment

sample NO.	$M_z\phi$ (mean ϕ)	sediment type	sample NO.	$M_z\phi$ (mean ϕ)	sediment type	sample NO.	$M_z\phi$ (mean ϕ)	sediment type	sample NO.	$M_z\phi$ (mean ϕ)	sediment type
a39	5.13	medium silt	g-33	4.67	coarse silt	E5	5.17	medium silt	O3	4.68	coarse silt
b36	5.17	medium silt	k-1	5.99	medium silt	E13	5.48	medium silt	O16	4.78	coarse silt
b38	4.83	coarse silt	k-21	6.80	fine silt	L8	4.76	coarse silt	O19	4.71	coarse silt
c5	5.30	medium sand	k-41	4.60	coarse silt	L12	4.97	coarse silt	P14	4.60	coarse silt
c11	3.56	fine sand	A-1	5.09	medium silt	L20	4.60	coarse silt	Q1	3.58	very fine sand
c15	5.08	medium silt	A-3	4.97	coarse silt	M1	5.41	medium silt	Q3	4.73	coarse silt
c17	5.39	medium silt	A-14	5.95	medium silt	M5	5.03	medium silt	R6	5.26	medium silt
f40	5.27	medium silt	D-6	5.44	medium silt	M7	4.95	coarse silt	R7	4.73	coarse silt
g11	5.73	medium silt	D-10	5.83	medium silt	N9	5.75	medium silt	S95	2.33	fine sand
g31	4.53	coarse silt	E-1	4.00	very fine sand	O1	4.95	coarse silt	T34	2.18	fine sand

4. 결론

$^{239+240}\text{Pu}$ 농도 경향은 2차 조사 결과가 1차 조사에 비해 다소 높게 나타났지만 배수구를 기준으로 거리에 따른 확산 경향은 나타나지 않았다. 2005년도에 한국원자력안전기술원에서 한국 주변해역의 해저퇴적물을 대상으로 조사한 후 제시한 $^{239+240}\text{Pu}$ 농도는 0.39 Bq/kg-dry로 1차 및 2차 조사 결과로 나타난 농도 값이 일반 해양환경에서의 농도 범위에 포함되었다. 조사 결과로 나타난 ^{234}U 와 ^{238}U 의 방사능 농도비 범위는 0.86~1.13로 자연 환경에 존재하는 농도비인 1.03과 큰 차이가 없는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 계측 및 분석 결과로부터 본 조사에서는 원전 운영으로 인한 영향은 나타나지 않았다.

발전소 주변 해역에서 채취한 해저퇴적물의 입도분석 결과 $M_z\phi$ 는 0.71~6.80이었고, Silt와 Clay, Colloid의 양은 각각 0.18~61.9%, 0~13.4%, 0~16.2%에 이르기까지 매우 다양하게 나타났으며, 2차 조사 결과로 나타난 $M_z\phi$ 가 1차에 비해 높게 나타나고 있는 것을 볼 수 있는데, 이러한 경향을 보이는 것은 시간이 증가함에 따라 해저퇴적물을 구성하고 있는 입자들이 점점 작아지거나 미세해짐에 따라 나타나는 현상이라 판단된다.

참 고 문 헌

1. 한국전력공사, "영광원전 주변 해양방사능 종합조사", 1999, 2007.
2. 한국수력원자력(주), "원자력발전소 주변 환경방사선조사보고서", 2006.
3. 한국원자력안전기술원, "전국환경방사능 조사", 2006.