

방사성동위원소 생산시설이 주변 환경에 미치는 영향 평가

최근식, 박두원, 김희령, 강문자, 이완로, 이창우, 정근호, 조영현, 최상도, 박효국
 한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045
gschoi@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원에서 운영하는 방사성동위원소 생산시설(RIPF)에서는 연간 1,000 Ci 정도의 방사성옥소(^{131}I)를 취급한다. 환경에서 인공핵종인 ^{131}I 이 검출될 시 방사성동위원소 시설에서 방출된 것으로 인식하는 경우가 많다. ^{131}I 은 진단 치료용의 사용 증가로 하수처리장 등을 통해 하천으로 유입되어 환경에서도 검출되고 있다. 이 논문에서는 방사성동위원소 생산시설(RIPF)이 주변 환경에 미치는 영향을 파악하기 위해 연구원 부지 주변을 거쳐 갑천으로 유입되는 동화울과 갑천의 환경시료(하천토, 지표수, 수초, 물고기)에 대해 ^{131}I 농도를 12개월(2008.8~2009.7) 동안 10회에 걸쳐 조사하였다.

2. 본론

2.1 환경시료의 채취

환경시료는 덕진소류지에서 출발해 갑천으로 유입되는 동화울 수계(水系)중 연구원 정문앞과 동화교, 갑천에서는 대전하수처리장 배수구, 동화울과 합류되는 용신교에서 하천토, 수초, 지표수를 채취하였다. 비교 시료는 하수처리장 상류에 있는 원촌교에서 채취하였으며 시료채취 지점은 그림 1과 같다. 물고기의 경우는 갑천과 공주 지역의 저수지에서 낚시로 포획했다. 갑천에서는 하수처리장 하류에서 누치 2마리(185 g~210 g), 붕어 7마리(355 g~495 g), 잉어 2마리(1,855 g~2,355 g)를 포획하였고, 저수지에서는 붕어 3마리(255 g~395 g), 잉어 1마리(1,025 g), 향어 2마리(720 g~975 g)를 포획했다.

2.2 시료 전처리

하천토의 시료는 Stainless steel tray 에 담아 Drying oven 에서 완전히 건조시켜 분쇄하여 1 mm의 Sieve 를 이용하여 미세한 가루로 만든다. 수초는 건조기에서 완전히 건조시켜 분쇄기로 미세하게 분쇄하였다. 지표수는 20 L 정도의 시료를

증발 농축하여 1 L 되게 한다. 물고기의 경우는 종류별로 한 마리씩 분쇄기를 이용하여 미세하게 분쇄하였다.

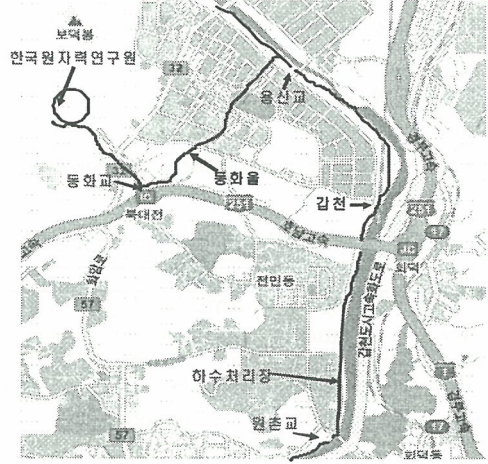


Fig. 1. Sampling points

2.3 방사성옥소(^{131}I) 분석

전 처리된 모든 시료의 ^{131}I 방사능 분석은 규격화된 용기에 담아 Gamma-spectrometer (HPGe detector with MCA, ORTEC Co.)로 측정 하였으며 시료별 ^{131}I 농도는 표 1과 표 2에 나타내었다.

2.3.1 하천토중의 ^{131}I 농도

연구원정문과 동화교에서는 10회 모두 ^{131}I 이 검출되지 않았다. 하수처리장 배수구와 동화울과 합류하는 지점의 용신교에서는 8회 ^{131}I 이 검출되었다. 하수처리장 배수구의 최대 농도는 10.1 Bq/kg, 용신교는 4.7 Bq/kg 이었다. 비가지점인 하수처리장 상류의 원촌교에서는 두 차례 ^{131}I 이 미량 검출(1.53 Bq/kg, 3.00 Bq/kg)되었다.

2.3.2 수초중의 ^{131}I 농도

하수처리장 배수구 앞에서 채취된 수초중의 ^{131}I 농도는 최저 27.9 Bq/kg, 최대 627.6 Bq/kg 이,

용신교에서는 최저 1.6 Bq/kg, 최대 69.9 Bq/kg 이 검출되었다. 연구원 정문 앞과 동화교에서는 미량이지만 7차례 검출되었다.(평균 2.2 Bq/kg, 4.6 Bq/kg) 비교적점인 원촌교에서는 10회 모두 검출되었다.(평균 3.9 Bq/kg)

2.3.3 지표수중의 ¹³¹I 농도

지표수의 경우도 연구원정문과 동화교에서 10회 모두 검출되지 않았다. 하수처리장 배수구와 동화울과 합류한 지점의 용신교에서는 10회 모두 ¹³¹I 이 검출되었다. 하수처리장 배수구의 최대 농도는 3.21 Bq/L, 용신교는 1.28 Bq/L 이었다. 비교적점인 원촌교에서는 검출되지 않았다.

Table 1. ¹³¹I Concentration of sediment, water grass, surface water

	¹³¹ I 농도(Bq/kg-dry, Bq/L)		
	하천토(평균)	수초(평균)	지표수(평균)
연구원정문	<MDA	<MDA~5.6(2.2)	<MDA
동화교	<MDA	<MDA~18.7(4.6)	<MDA
원촌교	<MDA~3.0(2.27)	1.1~14.4(3.9)	<MDA
하수처리장	0.43~10.1(6.09)	27.9~627.6(282)	0.34~3.21(1.07)
용신교	<MDA~4.7(2.16)	1.6~69.9(26.2)	0.07~1.28(0.52)

2.3.4 물고기중의 ¹³¹I 농도

갑천에서 포획한 모든 물고기에서 ¹³¹I 이 검출되었다. 최대 농도는 2009년 9월에 포획한 2,355 g 짜리의 잉어에서 11.35 Bq/kg, 붕어의 경우는 평균 3.93 Bq/kg 이 검출되었다. 반면에 비교적지역인 공주의 저수지에서 포획한 물고기에서는 ¹³¹I 이 검출되지 않았다.

Table 2. ¹³¹I Concentration of fresh-water fish

	¹³¹ I 농도(Bq/kg-fresh)	
	갑천하류(평균)	공주지역 저수지
누치	0.86~1.19(1.03)	-
붕어	2.38~5.61(3.93)	<MDA
잉어	8.26~11.35(9.81)	<MDA
향어	-	<MDA

2.4 결과 및 토의

이번 조사의 결과를 살펴보면 하수처리장의 처리수에서 ¹³¹I 이 검출되고 있음을 알 수 있다. 하수처리장 보다 상류에 위치한 원촌교에서는 검출

되지 않았다. 하수처리장에는 대전시의 오폐수가 집하되는 곳으로 방사성옥소로 진단치료를 받은 환자의 배설물이 유입되고 있음을 짐작 할 수 있다. 또한 물고기의 경우 갑천 하류에서 포획된 모든 어류에서 ¹³¹I 이 검출되었으나 공주지역의 저수지에서 포획된 어류에서는 검출되지 않아 방사성옥소로 오염된 하천수의 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

하수처리장 배수구와 용신교의 하천토, 하천수에서는 10회 모두 ¹³¹I 이 검출되었으나 동일시기의 연구원 정문, 동화울에서 채취된 시료에서는 검출되지 않았다. 이는 방사성동위원소 생산시설(RIPF)과는 무관함을 시사한다. 수초의 경우는 연구원 정문, 동화울, 원촌교에서도 미량이지만 ¹³¹I 이 검출되었다. 이는 방사성옥소 진단치료 환자가 배설물을 환경으로 직접 배출한 경우라고 판단되며 ¹³¹I 의 해조류나 수초 등에 축적되는 특성에 기인한 것으로 보인다.

3. 결론

8.05일의 짧은 반감기를 가진 ¹³¹I 은 의료용 사용의 증가로 하수처리장 등을 통해 대도시의 하천으로 유입되어 하천수 및 생물체에서 검출되고 있는 핵종이다. 이번 조사를 통하여 갑천의 환경 시료에서도 인공핵종인 ¹³¹I 이 검출되고 있음을 확인하였다. 이 논문을 통하여 환경에서 ¹³¹I 검출시 방사성동위원소시설에서 방출된 것이라는 고정 관념이 다소 해소되기를 기원한다.

4. 참고문헌

[1] IEC, 61452, 'Measurement of Gamma-Ray Emission Rates of Radionuclides-Calibration and Use of Germanium Spec., 1995
 [2] X. Hou, et al, 'Chemical species of iodine in some seaweeds', J. of Radioanalytical and nuclear chemistry, 245(3), p461(2000)
 [3] 한국원자력연구원, 원자력시설주변 환경방사선평가(2008년도), KAERI/RR-2979/2008