

갑천 하천수 중 ^{131}I 의 기원 연구

이모성 · 최석원¹ · 김용재¹ · 장병욱¹
청주대 · 한국원자력안전기술원¹
E-mail: leems@cju.ac.kr

중심어 (keyword) : 하천, 갑상선, ^{131}I 농도,

서론

우리나라의 많은 하천수에서 ^{131}I 이 존재하는 것으로 보고되고 있다[1]. 한편 최근 언론에 따르면 갑상선암 환자의 증가가 두드러지는 것으로 보도하고 있다[2]. 2007년의 갑상선암 환자는 2만1천178명으로 2006년 1만6천414명보다 무려 29%나 늘어났다. 갑상선 환자의 치료에는 ^{131}I 이 사용되며, 환자에 정맥 주사로 투여된 ^{131}I 은 24시간 이내에 50%, 48시간 이내에 75%가 체외로 배출되는 것으로 알려져 있다. 따라서 하천수에서 존재하는 ^{131}I 은 갑상선 환자 치료에 사용된 ^{131}I 인 것으로 추정된다.

이 연구에서는 2009년 8월 25일부터 9월 18일까지 대전 시내 병원에서 사용된 ^{131}I 의 양을 조사하여, 갑천의 하천수에 존재할 ^{131}I 농도를 예측하였으며, 예측된 결과는 하천수에서 측정된 ^{131}I 농도와 비교하였다.

재료 및 방법

방사성 핵종의 하천 방출률이 Q (Bq/m^3)이고, 방출 핵종이 완전히 혼합되었다면 방출지점으로부터 하류 방향으로 거리 x 인 지점의 하천수에서 방사능 농도 C_w 는

$$C_w = \frac{Q}{q} \exp\left(-\frac{\lambda x}{U}\right)$$

이다. 여기서 λ (s^{-1})는 핵종의 반감기이고, q (m^3/s)는 하천의 유량률, U (m/s)은 하천의 유속이다. 간단히 하기 위해 환자에게 투여된 ^{131}I 전량이 하천으로 유입된다고 가정하면 Q 는 일평균 ^{131}I 투여량을 일일 하천의 유량으로 나누면 된다.

대전시 내에서 갑상선 암 환자 치료를 위해 ^{131}I 을 투여하는 병원은 성모병원과 건양대병원, 을지대 병원 등이 있다. 표 1은 2009년 8월 25일부터 9월 18일까지 각 병원에서 투여한 ^{131}I 의 양을 정리한 것이다. 입원 환자의 경우, 환자로부터 배출된 ^{131}I 의 방사능은 병원에서 감쇄된 후 하수로 방출되지만 통원 환자의 경우에는 방사능 감쇄 없이 하수로 방출된다. 따라서 방출되는 ^{131}I 의 양은 통원 환자에 투여된 ^{131}I 의 양만을 사용하여 계산하여야 한다.

표 1. 대전시 병원에서 사용한 ^{131}I 의 양

병원	투여일	투여량 (MBq)	환자수	비고
성모	8월 28일(금)	5550	5	통원
	9월 4일(금)	2220	2	"
	9월 18일(금)	3515	4	"
건양대	8월 25일(화)	592	3	통원
	9월 1일(화)	1073	4	"
	9월 8일(화)	333	3	"
	9월 15일(화)	333	3	"
을지대	8월 31일(월)	5550	1	입원
	9월 2일(수)	5550	1	"
	9월 7일(월)	7400	1	"
	9월 14일(월)	3700	1	"
	9월 16일(수)	18.5	1	통원
	8월 26일(수)	370	1	입원
을지대	8월 28일(금)	370	1	"
	9월 4일(금)	555	1	"
	9월 7일(월)	555	1	"
	9월 11일(금)	370	1	"
	9월 14일(월)	555	1	"
	9월 18일(금)	555	1	"

한편 갑천의 수심과 폭, 유량률 등의 자료는 금강 유역 환경청에서 얻을 수 있다. 이곳에서는 8일 간격으로 갑천교, 신구교 등에서 이들 자료를 측정하고 있다. 2006년부터 2008년까지 갑천교에서 측정된 수심과 폭, 유량률 등의 평균은 각각 0.5 m, 35 m, 5.0 m³/s이다. 이들 데이터로부터 계산된 평균 유속은 0.3 m/s이다.

갑천 하천수 중 ¹³¹I의 농도는 그림 1에서 보여주는 지점에서 하천수를 채취하여, HPGe 검출기로 감마선 분석하여 측정하였다.

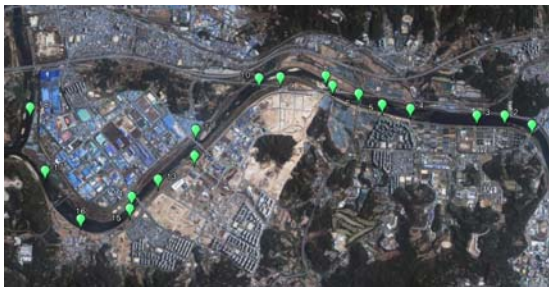


그림 1. 시료 채취 지점

결과 및 고찰

갑천으로 유입되는 ¹³¹I의 양은 표 1의 통원 환자 자료를 사용하여 계산된다. 22일간 총 투여된 ¹³¹I의 양은 13,634.5 MBq이므로 일평균 투여량은 619.75 MBq/d이다. 한편 2006년부터 2008년까지 갑천교의 평균 유량은 432,000 m³이므로 하천수에서 ¹³¹I의 평균 농도는 1.4 Bq/L가 된다.

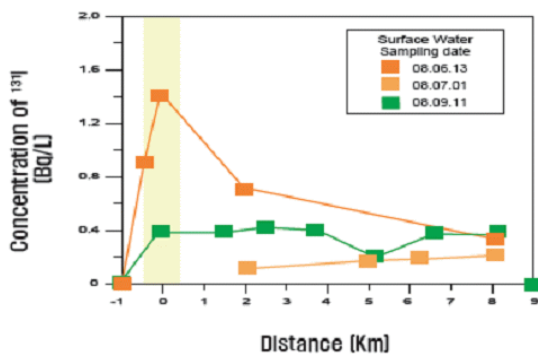


그림 2. 갑천 하천수 중 ¹³¹I 농도

그림 2는 갑천의 하천수에서 측정된 ¹³¹I의 농도를 보인 것이다. 이 그림은 하수 종말 처리장 하수 유출구를 기점으로 해서 그린 것이다. 측정된 ¹³¹I의 평균 농도 0.4 Bq/m³은 계산된 ¹³¹I 농도의 28% 수준이다. 이렇게 ¹³¹I의 계산 값과 측정값의 차이가 나는 이유는 여러 원인이 있다. 계산 값 산출시 환자에게 투여된 ¹³¹I이 전량 갑천 하천수로 유입되는 것으로 가정하였는데, 실제 환자에게 투여된 ¹³¹I는 환자의 몸에서 일부 붕괴하며, 환자로부터 배출된 ¹³¹I이 포함된 하수가 하천수까지 오는 동안 붕괴, 하수 종말 처리장 등에서 유실 등이 있을 수 있다. 따라서 계산 값은 실제 값보다 과장되었을 것으로 판단된다. 영국 EA에서는 환자에게 투여된 ¹³¹I중 27.5% 만이 하천으로 유입되는 것으로 보고하고 있는데 이 값은 위에서 지적한 계산 값에 대한 측정값의 비와 동일하다.

또 하나 그림 1의 측정값에서 지적하여야 할 것은 하수 종말 처리장 유입 지점으로부터 금강 유입 지점까지 ¹³¹I의 농도가 일정하다는 점이다. 이것은 갑천에서 하천수의 유속과 관련이 있다. 즉 하천 유입 ¹³¹I은 8시간 만에 금강으로 유출되므로 갑천에서 ¹³¹I의 붕괴 현상은 관찰하기 어려운 3% 미만이다.

결론

대전에서 갑상선 환자에게 투여된 ¹³¹I에 의해 갑천의 하천수에서 예상되는 ¹³¹I의 농도가 실제 측정된 ¹³¹I의 농도와 같은 수준이다. 이것은 갑천 하천수에 존재하는 ¹³¹I이 갑상선 환자에게 투여된 ¹³¹I에 의한 것임을 반증한다.

참고 문헌

1. KINS, 전국환경방사능 조사, (2009).
2. 연합뉴스, 갑상선암 환자 급증..암 절반 이상 완치, (2009).
3. EA, Radionuclide Discharges to Sewer -A Field Investigation, (2007).