

동적 섭식경로모델을 이용한 음식물에 대한 유도 방사능 개입준위의 산정에 관한 연구

황원태 · 한문희 · 김병우*

한국원자력연구소, 성균관대학교*

요 약

한국 환경을 고려하여 개발된 동적 섭식경로 모델을 이용하여 한국인이 섭취하는 음식물에 대한 유도개입준위를 산정하였다. 섭식경로에 있어 중요한 피폭효과를 가지는 I-131은 유아의 갑상선에 대한 예탁선량당량에 대해, Cs-137과 Sr-90은 전신에 대한 예탁선량당량에 근거한 선량개입준위로부터 연령군별로 13개 음식물에 대해 유도개입준위를 산정하였다. 성인은 Cs-137과 Sr-90의 음식물에 대한 유도개입준위 산정에 있어 가장 중요한 연령군으로 평가되었다. 성인의 경우 쌀에서 Cs-137과 Sr-90의 유도개입준위는 여름철 침적의 경우 각각 2390, 47 Bq/kg, 겨울철 침적의 경우 각각 198, 79 Bq/kg으로 침적시점과 핵종에 따라 매우 다른 값의 변화를 보여주었다.

Key Words : 동적 섭식경로모델, 선량개입준위, 유도개입준위, 침적시점

서 론

원자력발전소의 사고시 방출되는 방사성물질에 의한 인체의 피폭경로는 크게 대기중 방사능운과 지표로부터 받는 외부피폭과, 호흡과 음식물섭취에 의한 내부피폭으로 나눌 수 있다. 이들 피폭 경로중 오염된 음식물섭취에 의한 내부피폭은 장기간동안 광범위한 지역을 오염시켜 많은 사람들에게 방사선 피폭과 막대한 경제적 손실을 초래케 한다. 사고시 오염된 음식물 섭취에 의한 신체의 피폭을 최소화하기 위한 비상대응은 예

탁선량당량에 근거한 개입준위(이하 선량개입준위)와 음식물과 같은 환경구성요소에서 방사성물질의 농도에 근거한 유도개입준위에 의해 취해질 수 있다. 유도개입준위에 의한 비상대응은 보다 신속하고 효과적이어서, 유럽공동체위원회(CEC)[1], 세계보건기구(WHO)[2], 국제방사선방호위원회(ICRP)[3] 및 국제원자력기구(IAEA)[4]에서는 경제성을 고려한 최적 유도개입준위에 대한 지침을 만들어 이에 대한 국제적 조화를 도모하고 있다. 음식물 소비성향, 토양의 특성, 강우율 등 외국과 상이한 우리나라 환경에서 이들 권고치의

적용은 많은 오차를 초래할 수 있다. 본 연구의 목적은 우리나라 고유의 환경특성을 고려하여 침적시점과 침적후 시간에 따른 핵종의 환경내 이동을 모사할 수 있는 동적 섭취경로모델 KOR-FOOD[5]을 이용하여 침적시점에 따른 유도개입 준위를 산정하며, 결과를 통해 음식물 섭취급지와 같은 비상대응에 중요한 음식물을 고찰하는데 있다.

동적 섭취경로모델

원자력발전소로부터 방출되는 방사성물질에 의해 오염된 음식물을 섭취함으로써 받게 되는 피폭선량을 평가하기 위한 섭취경로모델은 크게 평형모델(equilibrium model)과 동적모델(dynamic model)로 나눌 수 있다. 평형모델은 환경으로 방사성물질의 방출율과 식물체 또는 토양과 같은 환경 구성요소에서의 방사성물질의 농도가 평형 상태에 있다고 가정한다. 그러나 원자력발전소의 사고와 같이 다량의 방사성물질이 방출될 경우 평형모델은 침적시점과 침적후 시간에 따른 환경 구성요소내 방사성물질의 농도 변화를 설명할 수 없다[6]. 따라서 식물의 성장기, 토양의 특성, 강우율, 음식물의 소비율 등과 같은 우리나라 고유의 환경 특성치를 고려하여 침적시점과 침적후 시간에 따른 환경 구성요소내 방사성물질의 농도 변화를 해석하기 위해 동적 섭취경로모델 KOR-FOOD가 개발되었다[5]. KORFOOD는 여러 환경 구성요소를 구간으로 나누어 해석하는 구간모델(compartment model)로 구간에서 방사성물질의 농도변화는 침적, 풍하와 강우, 재부유, 뿌리흡수, 전이, 토양내 이동, 식물의 노화, 동물의 토양흡취 및 배설, 동물의 사료섭취와 배설 등과 같은 여러 효과를 고려하여 모사된다. 그림 1은 기본적 핵종의 환경내 이동을 나타냈으며 각 구간에서 단위

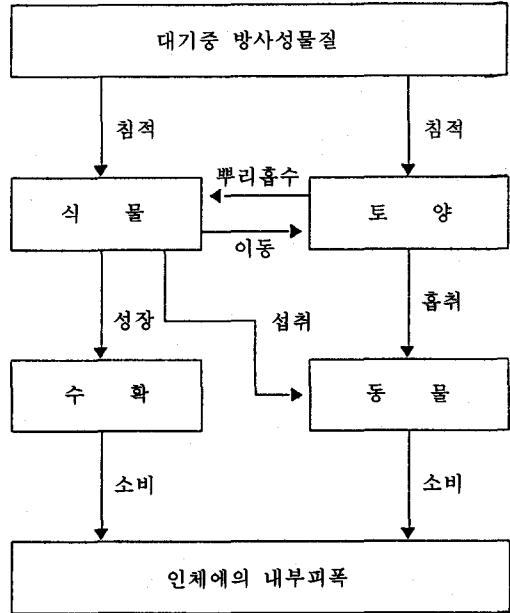


그림 1. 방사성물질의 환경내 기본적 이동경로.

침적당(1 Bq/m²) 시간에 따른 방사성물질의 농도변화(Q'_h)는 아래 식과 같이 1차 상미분방정식으로 해석된다.

$$Q'_h = \sum_{k=1}^m R_{in,k} - \sum_{l=1}^n R_{out,l} \quad (1)$$

여기서,

R_{in} : 구간 h로 방사성물질의 유입율
[Bq/(m² day) 또는 Bq/(kg day)]

R_{out} : 구간 h로 방사성물질의 유출율
[Bq/(m² day) 또는 Bq/(kg day)]

k : 유입되는 방사성물질의 이동메카니즘

l : 유출되는 방사성물질의 이동메카니즘

오염된 지역에서 생산된 음식물은 그 지역 주민에 의해 모두 소비되며, 사고후 첫째 동안 생산된 음식물은 당해년에 모두 일정하게 소비된다고 가정할 경우, 단위 침적후 평가기간동안 오염된 음식물 섭취에 의한 예탁선량당량은 아래

식으로 표현된다.

$$H_{ij}(T) = \phi_{ij}(T) \cdot DCF_i \quad (2)$$

여기서,

H : 예탁선량당량 [Sv]

ϕ : 인체에 섭취되는 누적 방사성물질의 농도 [Bq]

DCF : 선량환산인자 [Sv/Bq]

T : 평가기간 [day]

i : 핵종의 종류

j : 음식물의 종류

인체로 섭취되는 누적 방사성물질의 농도는 다음 식에 의해 평가된다.

$$\phi_{ij}(T) = \int_0^T [Q_{ij}(t) \cdot V_j] dt \quad (3)$$

Q : 음식물내 방사성물질의 농도 [Bq/kg]

V : 음식물의 소비율 [kg/day]

t : 침적후 경과된 시간 [day]

유도개입준위 산정

유도개입준위는 각 음식물에서 핵종별 농도와 피폭선량을 계산한 후 설정된 선량개입준위에 따라 평가된다. 각 음식물에서 핵종별 농도와 피폭선량은 동적 섭식경로모델 KORFOOD에 의해 침적시점에 따라 계산된다. 선량개입준위는 침적 후 1년동안 음식물을 소비함으로써 받게 되는 예탁선량당량이 전신에 대해 5~50 mSv, 갑상선에 대해 50~500 mSv로 IAEA에서 권고하고 있으며[7], 본 연구에서는 각각 하한치인 5 mSv와 50 mSv를 선량개입준위로 설정하였다.

평가기간 T (1년) 동안 누적 유도개입준위는 아래 식으로부터 계산된다[8].

$$I_{ij}(T) = \frac{f_i(T) \cdot g_{ij}(T) \cdot H(T)}{DCF_i} \quad (4)$$

여기서,

I : 음식물에 대한 누적 유도개입준위 [Bq]

f : 피폭선량에 대한 각 핵종의 기여 분률

$$\left(= \frac{\text{핵종 } i \text{에 의한 피폭선량}}{\text{모든 핵종에 의한 피폭선량}} \right)$$

g : 인체로 흡취되는 개개 핵종의 농도에 대한 각 음식물의 기여 분률

인체로 흡취되는 개개 핵종의 농도에 대한 각 음식물의 기여 분률은 아래 식으로 계산된다.

$$g_{ij}(T) = \frac{V_j(T) \cdot \phi_{ij}(T)}{\sum_j V_j(T) \cdot \phi_{ij}(T)} \quad (5)$$

단위 질량당 누적 유도개입준위 ($A(T)$): [(Bq·yr)/kg]는

$$A_{ij}(T) = \frac{I_{ij}(T)}{V_j(T)} \quad (6)$$

이며, 최종적으로 평균 유도개입준위 ($\overline{a_{ij}(T)}$): [Bq/kg]은 아래와 같이 표현된다[8].

$$\overline{a_{ij}(T)} = \frac{1}{T} A_{ij}(T) \quad (7)$$

결과 및 고찰

우리나라의 환경을 고려하여 개발된 동적 섭식경로모델 KORFOOD를 이용하여 한국인이 섭취하는 음식물에 대한 유도개입준위를 산정하였다. 유도개입준위의 동적 변화를 고찰하기 위해 침적시점은 식물(특히 쌀)의 성장기인 여름(8월 15일)과 비성장기인 겨울(1월 15일)에 대해 계산을 수행하였다. 유도개입준위는 13 종류의 음식물군에 대해 평가하였으며, 표 1은 고려되는 13 종류의 음식물, 식물의 성장기, 전형적 우리나라의 연평균별 음식물의 소비율을 나타냈다[9]. 고려되는 핵종은 음식물 섭취에 대한 내부피폭에 중요하게 기여하는 Cs-137, Sr-90, I-131이며, I-131은 상대적으로 매우 짧은 반감기(약 8일)를 가지므로

표 1. 고려되는 음식물, 식물의 성장기 및 우리나라의 전형적인 연령군별 음식물 소비율[5].

음식물군	식물의 성장기	연령군별 음식물 소비율 [kg/yr 또는 l/yr]				
		유아	소아	십대	성인	
1	쌀	5.01~9.30		81.35	127.45	122.02
2	곡류 (보리)	1.01~5.31		8.23	12.89	12.34
3	두류 (콩)	5.01~9.30		12.9	20.22	19.36
4	엽채류 (배추)	8.20~11.15		30.79	48.24	48.18
5	근채류 (무우)	8.20~11.15		15.54	24.35	23.31
6	과채류 (오이)	5.01~7.31		11.87	18.6	17.81
7	서류 (감자)	3.20~6.30		11.31	17.72	16.96
8	과일류 (사과)	5.01~9.30		11.03	17.27	16.54
9	쇠고기	-		4.43	6.96	6.65
10	우유	-	183.2	13.04	20.43	19.56
11	난류 (달걀)	-		5.10	7.98	7.64
12	가금류 (닭고기)	-		0.99	1.56	1.49
13	돼지고기	-		4.92	7.71	7.38

()는 각 음식물군에 대해 대표적인 음식물을 나타냄.

표 2. 음식물 섭취에 의한 연령군별 선량환산인자 [Sv/Bq] [10].

연령군 및 장기	갑상선	전신		
		유아	소아	십대
Cs-137	-	8.6×10^{-9}	9.3×10^{-9}	1.4×10^{-8}
Sr-90	-	4.3×10^{-8}	4.0×10^{-8}	3.5×10^{-8}
I-131	3.5×10^{-6}	1.9×10^{-6}	8.7×10^{-7}	4.7×10^{-7}

전신선량에 대한 기여는 무시 가능하였다. 그러나 연속적으로 수확되는 목초(성장기: 5월 1일~9월 30일)를 사료로 섭취하여 생산되는 우유의 경우 I-131의 갑상선량에 미치는 영향은 지배적이었으며, 특히 우유를 음식물로 대부분 소비하는 유아의 경우 매우 중요하다. 따라서, I-131은 우유를 대부분 소비하는 유아 (0~1세)의 갑상선 선량, Cs-137과 Sr-90은 소아(1~9세), 십대(10세~17세), 성인(17세 이상)의 전신선량에 근거하여 유도계 입준위를 산정하였다. 표 2는 독일 GSF 연구소

에서 개발한 연령군별 음식물 섭취에 의한 선량 환산인자를 나타냈다[10].

그림 2는 KORFOOD에 의해 계산된 Cs-137과 Sr-90이 각각 단위 침적당 침적시점에 따른 음식물내 누적 핵종의 농도($\phi_{ij}(T)$)를 보여준다. 음식물내 누적 핵종의 농도는 침적시점, 핵종, 음식물의 종류에 따라 매우 다른 값의 변화를 보여 주었다. 같은 양의 핵종이 여름철에 침적할 경우 대부분 음식물에서 식물체 표면을 통한 가식부에의 이동이 강한 Cs-137에 의한 오염이 Sr-90보다

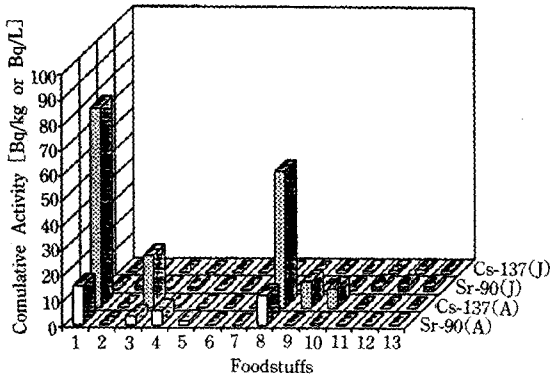


그림 2. 침적시점에 따른 단위 침적당 음식물내 핵종의 누적 농도 (J: 겨울철 침적, A: 여름철 침적).

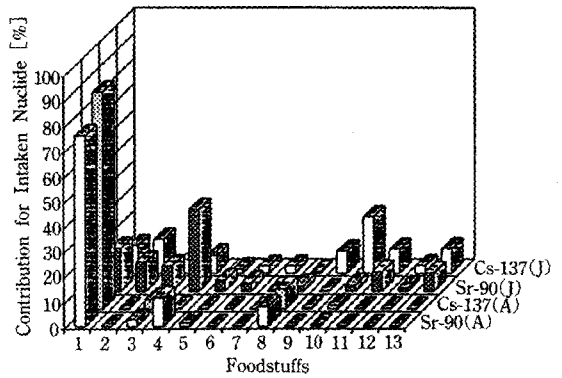


그림 3. 인체로 섭취된 개개 핵종농도에 대한 각 음식물의 기여분율.

높았다. 특히 왕성한 성장기에 있는 쌀, 과일류, 두류에서 Cs-137의 농도가 매우 높았다. 그러나 식물체의 표면을 통한 가식부에의 이동은 상대적으로 적으나 뿌리 흡수에 의한 이동이 강한 Sr-90은 높은 식물/토양 농축인자[5]를 갖는 엽채류, 근채류 등을 제외한 대부분 음식물에서 Cs-137에 의한 영향보다 적었다. 겨울철 침적의 경우에는 성장기에 있는 곡류와 곡류를 사료로 사용하여 생산되는 난류, 가금류 및 돼지고기에서 Cs-137과 Sr-90의 농도가 상대적으로 높았다. 식물의 비성장기에서는 뿌리를 통한 오염이 지배적이어서 대부분 음식물에서 Sr-90에 의한 영향이 Cs-137보다 높았다.

연령군별 인체로 섭취되는 개개 핵종의 농도에 대한 각 음식물의 기여($g_{ij}(T)$)는 식 (5)에 나타낸 바와 같이 음식물내 누적 핵종의 농도와 음식물의 소비율에 의해 결정된다. 음식물내 누적 핵종의 농도는 연령군에 무관하며, 또한 연령군별 소비되는 모든 음식물에 대한 각 음식물의 소비분율은 차이를 보여주고 있지 않다. 따라서, 인체로 섭취되는 개개 핵종의 농도에 대한 각 음식물의

기여는 연령군에 관계없이 거의 같은 분율을 나타내는데 그림 3은 성인의 경우 침적시점에 따라 인체로 섭취되는 개개 핵종의 농도에 대한 각 음식물의 기여도를 보여준다. 여름철 침적의 경우 인체로 섭취되는 Cs-137과 Sr-90의 농도에 대한 음식물의 기여도는 높은 음식물내 농도와 많은 소비율로 쌀에 의한 영향이 각각 86%와 76%를 차지하였다. 겨울철 침적의 경우 인체로 섭취되는 Cs-137의 농도에 대해 곡류와 돼지고기 소비에 의한 영향이 각각 14%, 23%로 다른 음식물에 비해 높았다. 섭취되는 Sr-90의 농도에 대해 엽채류 소비에 의한 영향은 32%로 가장 높았다.

원자력발전소에 사고시 피폭선량에 대한 연령군별 핵종의 기여(f_i)는 같은 침적속도를 갖는다고 가정할 경우 환경으로 방출되는 핵종의 양과 선량환산인자에 의해 결정된다. 환경으로 방출되는 핵종의 양은 사고 유형에 따라 다양하며 WASH-1400[11]과 Sandia 국립연구소(SNL)에서 수행한 원자력발전소의 부지연구[12]에서 Cs-137은 Sr-90에 비해 중대사고의 경우 약 10배, 경미한 사고에 대해서는 약 50000~60000배 많이 방출된다고

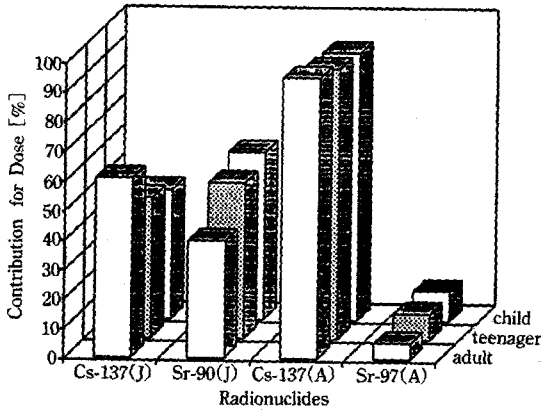


그림 4. 연령군별 침적시점에 따른 핵종의 피폭선량에 대한 기여분을.

보고하고 있다. 음식물섭취에 의한 영향은 중대 사고의 경우에 중요한 피폭경로로 본 연구에서는 환경으로 방출되는 방사성물질의 양은 Cs-137이 Sr-90에 비해 10배가 많다고 가정하였다. 이러한 가정하에 침적시점에 따라 계산된 피폭선량에 대한 연령군별 핵종의 기여도를 그림 4에 나타냈다. 여름철 침적의 경우 모든 연령군에서 환경으로 많은 방출량과 식물체 표면을 통한 오염으로 Cs-137에 의한 영향이 Sr-90 보다 훨씬 높았다. 겨울철 침적의 경우에는 환경으로 방출량은 적지만 높은 뿌리 흡수에 의한 오염과 선량환산인자로 Sr-90에 의한 영향은 여름철 침적에 비해 크게 증가하였다. 특히 소아와 십대에서의 Sr-90의 피폭선량에 대한 기여는 성인에 비해 높은 선량환산인자로 Cs-137에 의한 영향보다 높게 나타났다.

음식물에 대한 유도 개입준위는 식 (4)에 나타낸 바와 같이 피폭선량에 대한 각 핵종의 기여도, 섭취되는 개개 핵종의 농도에 대한 각 음식물의 기여도, 음식물의 소비율, 선량환산인자에 따라 다르게 나타난다. 이들 변수중 피폭선량에 대한 각 핵종의 기여도와 섭취되는 개개 핵종의

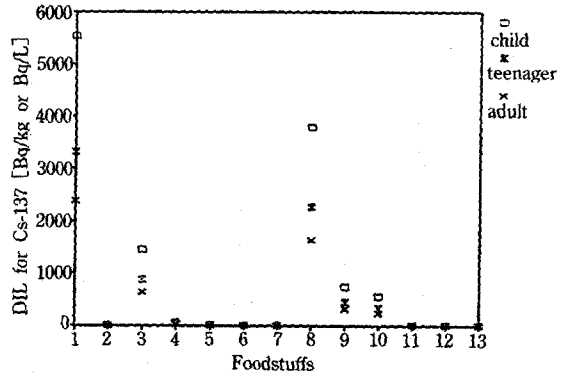


그림 5. 여름철 침적의 경우 연령군별 Cs-137의 음식물에 대한 유도개입준위(DIL: Derived Intervention Level).

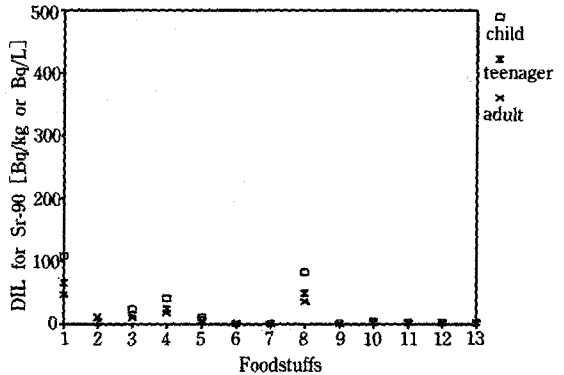


그림 6. 여름철 침적의 경우 연령군별 Sr-90의 음식물에 대한 유도개입준위.

농도에 대한 각 음식물의 기여도는 침적시점에 따라 매우 다른 변화를 나타내므로 침적시점에 따른 음식물의 유도 개입준위 산정이 가능하다.

그림 5와 6은 이들 결과로부터 산정된 여름철 침적의 경우 연령군별 Cs-137과 Sr-90의 음식물에 대한 유도개입준위를 보여준다. 유도개입준위는 대부분 음식물에서 연령이 많을수록 낮은 값을 나타냈다. 그 이유는 섭취되는 개개 핵종의 농도에 대한 각 음식물의 기여도는 연령군에 거의 무관하므로 유도개입준위는 다른 3가지 변수에 의해

표 3. 연령군, 침적시점, 핵종별 변수의 상대적 크기.

핵종 및 연령군		여름			겨울		
		f	DCF	V	f	DCF	V
Cs-137	성인	1	1	1	1	1	1
	십대	0.96	0.66	1.04	0.78	0.66	1.04
	소아	0.95	0.61	0.67	0.72	0.61	0.67
Sr-90	성인	1	1	1	1	1	1
	십대	1.64	1.14	1.04	1.33	1.14	1.04
	소아	1.87	1.23	0.67	1.43	1.23	0.67

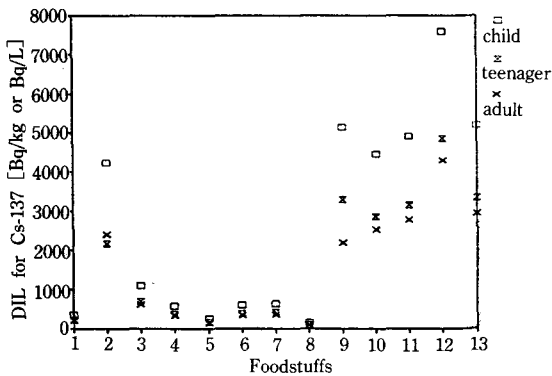


그림 7. 겨울철 침적의 경우 연령군별 Cs-137의 음식물에 대한 유도개입준위.

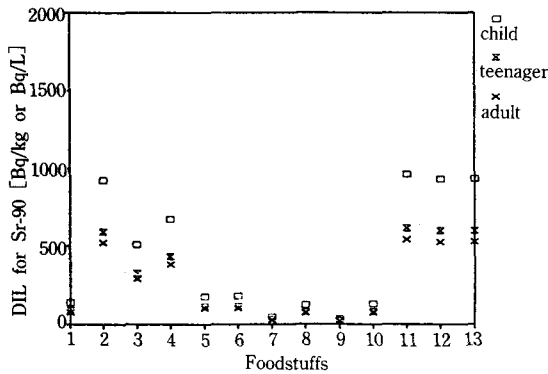


그림 8. 겨울철 침적의 경우 연령군별 Sr-90의 음식물에 대한 유도개입준위.

크게 영향을 받는데 피폭 선량에 대한 각 핵종의 기여도는 낮을수록, 선량환산인자와 음식물의 소비율은 높을수록 낮은 값을 갖기 때문이었다. 표 3은 성인을 기준으로 쌀의 경우 3가지 변수에 대한 상대적 값의 크기를 나타냈다.

그림 7과 8은 겨울철 침적의 경우 연령군별 Cs-137과 Sr-90의 음식물에 대한 유도개입준위를 보여준다. 여름철 침적의 경우와 마찬가지로 유도개입준위는 대부분 음식물에서 연령이 많을수록 낮은 값을 보여주는데 이러한 이유는 또한 표 3에 의해 해석된다.

이러한 결과로부터 Cs-137과 Sr-90의 음식물에 대한 유도개입준위 산정에 있어서 성인은 가장 중요한 연령군이었으며, 표 4는 성인에 대해 침적시점, 핵종, 음식물별 유도개입준위를 나타냈다. 유도개입준위는 침적시점에 관계없이 환경으로 많은 방출량으로 Cs-137이 Sr-90 보다 높은 값을 보여주고 있다. 여름철 침적의 경우 유도개입준위는 두 핵종에 대해 쌀과 과일류에서, 겨울철 침적의 경우 곡류, 난류, 가금류, 돼지고기에서 상대적으로 높은 값을 나타냈다. 겨울철 침적의 경우 그림 5에 나타낸 바와 같이 Sr-90의 농도에

표 4. 성인에 대한 핵종, 침적시점에 따른 음식물의 유도개입준위 [Bq/kg 또는 Bq/l].

핵종 및 침적시점 음식물 종류	Cs-137		Sr-90	
	여름	겨울	여름	겨울
1	2390	198	47	79
2	3	2400	1	526
3	620	617	10	290
4	30	326	18	384
5	8	142	5	101
6	0.2	338	0.1	102
7	0.3	354	0.05	26
8	1630	84	36	69
9	316	2910	0.6	19
10	233	2520	2	73
11	3	2780	1	547
12	4	4290	1	529
13	3	2930	1	532

대한 음식물의 기여는 업체류 소비에 의한 영향이 가장 높으나 유도 개입준위는 곡류, 난류, 가금류, 돼지고기에서 보다 높은 값을 나타냈다. 이와 같이 유도개입준위는 음식물의 소비량에도 중요한 영향을 미치는데 소비량이 적은 음식물 즉, 중요하지 않은 음식물에 대해 가중치를 부과하므로써 부분적으로 경제성을 고려하고 있다. 갑상선에 대한 I-131의 유도개입준위는 우유만을 섭취하는 유아의 경우 침적시점에 관계없이 단지 소비율에 의해 결정되며 약 27000 Bq/l로 평가되었다.

이들의 결과로부터 음식물 섭취금지과 같은 비상대응과 관련하여 여름철 침적의 경우에는 쌀과 과일류에 대해, 겨울철 침적의 경우에는 곡류, 난류, 가금류, 돼지고기가 중요한 음식물임을 유추할 수 있다.

결론

한국 환경을 고려하여 개발된 동적 섭취경로

모델을 이용하여 한국인이 섭취하는 음식물에 대한 유도개입준위를 평가하였다. Cs-137과 Sr-90에 대한 유도개입준위는 침적시점에 관계없이 대부분 음식물에서 연령이 높을수록 낮은 값을 나타냈다. 따라서, 성인은 Cs-137과 Sr-90에 대한 유도개입준위 산정에 있어 가장 중요한 연령군으로 평가되었다. 유도개입준위는 음식물내 방사성물질의 농도에 강한 영향을 받으므로 성인의 경우 쌀에서 Cs-137과 Sr-90의 유도개입준위는 여름철 침적의 경우 각각 2390, 47 Bq/kg, 겨울철 침적의 경우 각각 198, 79 Bq/kg으로 침적시점과 핵종에 따라 다른 값의 변화를 보여주었다. 음식물 섭취금지과 같은 비상대응과 관련하여 여름철 침적의 경우에는 쌀과 과일류, 겨울철 침적의 경우에는 곡류, 난류, 가금류 그리고 돼지고기가 중요한 음식물이었다. 이들은 많은 가정하에 얻어진 결과로 보다 현실성을 고려한 유도개입준위를 산정하기 위해서는 음식물의 유통과정, 사고에 따른 주민의 일시적 식생활의 변화, 생산된

음식물의 시간에 따른 사용형태의 변화, 음식물의 단가 등을 고려한 경제성 평가가 수반되어야 한다. 이러한 연구는 원자력발전소의 사고시점에 따라 보다 신속하고 효율적 비상대응을 위한 도구로 제공될 수 있으며, 향후 국내 고유의 최적유도개입준위 설정을 위한 근거를 제공한다.

참고문헌

1. Commission of the European Communities, "Radiological Protection Criteria for Controlling Doses to the Public in the Event of Accidental Releases of Radioactive Material", CEC, Luxembourg (1982).
2. World Health Organization, "Nuclear Power : Accidental Releases-Principles of Public Health Action", European Series No. 16, WHO, Copenhagen (1984).
3. International Commission of Radiological Protection, "Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents : Principles for Planning", ICRP Publication 40 (1984).
4. International Atomic Energy Agency, "Principles for Establishing Intervention Levels for the Protection of Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency", Safety Series 72, IAEA (1985).
5. W. T. Hwang *et al.*, "Development of a Dynamic Ingestion Pathways Model (KORFOOD), Applicable to Korean Environment", *The Korean Association for Radiation Protection*, **18**(1), 9-24, (1993).
6. H. Müller and G. Pröhl, "ECOSYS-87 : A Dynamic Model for Assessing Radiological Consequences of Nuclear Accidents", *Health Physics*, **64**(3), 232-252 (1993).
7. International Atomic Energy Agency, "Derived Intervention Levels for Application In Controlling Radiation Doses to the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency", Safety Series 81, IAEA (1986).
8. W. Jacobi, *et al.*, "Application of Dynamic Models to Establishing Derived Intervention Levels for Foodstuffs", International Scientific Seminars, Luxembourg (1987).
9. 이정호 외, "섭취 및 호흡에 의한 방사선 내 부피폭선량평가 코드개발", 한국원자력연구소, 대전 (1991).
10. H. Müller *et al.*, "ECOSYS-87, ein Rechenmodell zur Abschätzung der Strahlenexposition nach kurzzeitiger Deposition von Radionukliden auf langwirtschaftlich genutzten Flächen", Benutzer Handbuch, GSF-Institut für Strahlenschutz 8020 Neuherberg, F. R. G. (1989).
11. U. S. Nuclear Regulatory Commission, "Reactor Safety Study", *WASH-1400*, U. S. A. (1975).
12. U. S. Nuclear Regulatory Commission, "Technical Guidance for Siting-Criteria Development", *NUREG/CR-2239, SAND81-1549*, U. S. A. (1983).

A Study on the Assessment of Derived Intervention Levels in Foodstuffs Using the Dynamic Ingestion Pathway Model

Won-Tae Hwang, Moon-Hee Han, Byung-Woo Kim*

*Korea Atomic Energy Research Institute, Sung Kyun Kwan University**

ABSTRACT

The derived intervention levels in Korean foodstuffs were estimated using the dynamic ingestion pathway model which was developed considering Korean environment. The derived intervention levels were estimated from the intervention level of dose based on the thyroid committed dose equivalent of infant in the case of I-131, and the whole body committed dose equivalent for age groups and 13 kinds foodstuffs in the cases of Cs-137 and Sr-90. The derived intervention levels were shown as a considerable variation with deposition time and radionuclide. The adult was the most important age group in the estimation of derived intervention levels for Cs-137 and Sr-90. In the adult, the derived intervention levels for rice were 2390 and 47 Bq/kg for Cs-137 and Sr-90 in the case of deposition in summer, respectively, and 198 and 79 Bq/kg in the case of deposition in winter, respectively.

Key words : dynamic ingestion pathway model, intervention level of dose, derived intervention level, deposition time