

Comparison of Derived Intervention Levels Against Contamination of Foodstuffs Using the Different Procedures Suggested by the Recognized Organizations

Won Tae Hwang, Eun Han Kim and Moon Hee Han

Korea Atomic Energy Research Institute

상이한 국제기관의 방법론에 따른 음식물 중 방사능의 유도개입준위의 비교

황원태 · 김은한 · 한문희

한국원자력연구소

(2001년 4월 16일 접수, 2001년 12월 6일 채택)

Abstract - Using the different procedures suggested by the recognized organizations including IAEA, FDA, WHO and CED, derived intervention levels (DILs) against contamination of foodstuffs were evaluated for considerations in radiological emergency planning in Korea. Three radionuclides important in terms of the consequence due to accidents at a nuclear power plant, i.e., ^{137}Cs , ^{90}Sr and ^{131}I , were considered. Intervention level for dose based on new recommendation of the ICRP (ICRP-60) was applied. The DILs for the same foodstuff differ by up to a factor of 10. In most cases, the DILs based on FDA and WHO approaches were more conservative than those based on IAEA and CEC approaches. A critical age group for milk was infant of 3 month for all radionuclides. In most foods except milk, a critical age group was adult, 15 yr and 5 yr for ^{137}Cs , ^{90}Sr and ^{131}I , respectively.

Key words : food, derived intervention level (DIL), intervention level for dose, ICRP-60

요약 - IAEA, FDA, WHO, CEC를 포함한 상이한 국제기관에서 권고하고 있는 방법론에 따라 국내 방사능 비상계획을 위한 기초자료로 활용하기 위해 음식물의 오염에 대한 유도개입준위를 평가·비교하였다. 원자력발전소의 사고 결과에 중요 핵종인 ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{131}I 이 고려되었다. 선량에 대한 개입준위는 ICRP의 신권고 (ICRP-60) 평가체제에 근거하여 적용하였다. 음식물에 대한 유도개입준위는 국제기관에서 권고하고 있는 방법론에 따라 약 10배까지 차이를 나타내며, 전반적으로 FDA와 WHO 방법론에 근거한 유도개입준위는 IAEA와 CEC 방법론에 근거한 유도개입준위에 비해 보수적 (보다 낮은 값)이었다. 유도개입준위에 대한 결정 연령군으로 우유는 모든 핵종에 대해 3개월 유아, 나머지 대부분의 음식물의 경우 ^{137}Cs 은 성인, ^{90}Sr 은 15세, ^{131}I 은 5세로 나타났다. 중심어 : 음식물, 유도개입준위, 선량에 대한 개입준위, ICRP-60

서론

국제방사선방호위원회에서 권고하는 새로운 방사선 방호철학 (ICRP-60[1])에서는 개인의 피폭을 증가시키는 행위 (practice)와 개인의 피폭을 줄이기 위한 개입 (intervention)을 뚜렷이 구분하

고 있다. 원자력시설의 사고 등과 같이 방사선원을 통제할 수 없는 상황에서 일반인에 대한 방사선 피폭은 얼마간의 경제적·사회적 불이익이 수반되는 개입에 의해 줄일 수 있다. 대응행위의 개입으로 해보다 이득이 많을 때 그 대응행위는 정당화 (justification)되며, 선택된 대응행위의 형

태, 크기, 기간 등은 순이득이 최대가 되도록 최적화 (optimization)되어야 한다[1].

체르노빌 원전사고로부터 얻어진 경험을 토대로 국제방사선방호위원회 (ICRP), 국제원자력기구 (IAEA), 경제협력개발기구 산하 원자력국 (NEA/OECD), 미연방 식품의약청 (FDA), 국제보건기구 (WHO), 유럽공동체위원회 (CEC) 등과 같은 세계의 여러 방사선 방호관련 기관에서는 일반인에 대한 개입준위 (intervention level) 향상을 위한 작업에 착수하였다. 국내에서도 외국의 사례를 토대로 1986년에 원전 방사능 재해대책 지침[2]이 설정되었으나, 그 이후 변화하는 방사선 방호체제에 따른 후속조치는 실행되고 있지 못하고 있는 실정이다. 더군다나 오염 음식물에 대해 설정된 유도개입준위 (derived intervention level)는 매우 미비하여 새로운 방사선 방호체제에 근거한 보다 상세한 설정 연구가 절실한 실정이다.

본 연구에서 IAEA[3], FDA[4], WHO[5], CEC[6]에서 권고하고 있는 방법론을 사용하여 국내 음식물에 대한 유도개입준위를 원자력발전소 사고후 오염 음식물 섭취에 의한 피폭에 중요하게 영향을 미치는 ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{131}I 에 대해 평가하여 비교, 논의하였다. 방사선 방호체제는 ICRP-60에 근거하며, 최종 국가방사능 방호체제 설정에 중요한 정치적, 심리적 요소 등은 고려치 않았다.

유도개입준위 산정 방법론

개입의 정당화 및 최적화는 피폭받은 전 집단에 대한 개인의 평균 피폭선량에 근거한다. 유도개입준위 산정에 있어서 여러 국제기관에서 권고하고 있는 방법론은 음식물 분류방법, 소비 음식물의 오염 비율에 대한 가정, 방사능 붕괴의 고려 등에 있어서 약간의 차이가 있다. 유도개입준위 (DIL, Bq/fresh-kg)는 선량에 대한 개입준위 (IL, mSv)로부터 산정되며, 국제기관에서 권고하는 방법론은 다음과 같다 [3,4,5,6].

IAEA 방법론

$$DIL_{i,j} = \frac{IL_{i,j}}{DCF_j I_i G_{i,j}} \quad (1)$$

FDA 방법론

$$DIL_{i,j} = \frac{IL_j}{DCF_j f \sum I_i} \quad (2)$$

WHO 방법론

$$DIL_{i,j} = \frac{IL_{i,j}}{I_i DCF_j} \quad (3)$$

CEC 방법론

$$DIL_{i,j} = \frac{IL_{i,j}}{DCF_j f_i I_i} \quad (4)$$

여기서,

i : 음식물

j : 핵종

I : 음식물의 연간 소비량 (fresh-kg/yr)

DCF : 선량환산인자 (Sv/Bq)

f : 음식물 섭취 총량에 대한 오염 음식물 섭취량의 비

G : 특정시점 t_p 에서 음식물내 농도에 대한 침적후 1년간 적분한 농도의 비
(Bq yr/fresh-kg per Bq/fresh-kg)

$$G_i = \frac{\int_0^{1\text{yr}} C_i(t) dt}{C_i(t_p)} \quad (5)$$

선량에 대한 개입준위 (IL)

ICRP의 신권고 (ICRP-60)에 따라 여러 방사선 방호관련 국제기관에서는 방사선 방호체제에 있어서 신개념인 유효선량 (effective dose)을 이미 도입하여 적용하고 있거나 도입을 위한 검토단계에 있다. 국내에서도 원자력시설의 정상 운영중 환경으로 방출된 방사성물질로부터 국민 건강 및 환경상의 위해 방지를 위해 ICRP의 신권고 체제를 1998년도에 법제화하여 시행해 오고 있다[7]. ICRP 신권고에서는 기존의 유효선량당량 (effective dose equivalent)에서 유효선량 평가체제로의 변경 뿐 아니라 원자력시설의 사고시 대응행위는 기존의 예상선량 (projected dose)에서 피할 수 있는 선량 (averted dose)에 근거하여 평가하도록 권고하고 있다. 따라서 신권고에 따라 선량에 대한 개입준위는 피할 수 있는 선량과 비교하여 수행되어야 하나 많은 경우 피할 수 있는 선량은 예상선량과 동일한 값을 갖는다.

본 연구에서는 오염 음식물 섭취제한을 위해 여러 국제기관에서 권고하고 있는 5 mSv (사고후 한해 동안 오염 음식물 소비에 대한 선량개입준위의 하한치)의 예탁 유효선량 (committed effective dose)을 선량에 대한 개입준위로 채택하

Table 1. 예탁 유효선량에 대한 선량환산인자 (Sv/Bq)

연령군 핵종	3개월	1세	5세	10세	15세	성인
¹³⁷ Cs	2.1E-8	1.2E-8	9.7E-9	1.0E-8	1.3E-8	1.4E-8
⁹⁰ Sr	2.3E-7	7.2E-8	4.7E-8	6.0E-8	7.9E-8	2.8E-8
¹³¹ I	1.8E-7	1.8E-7	1.0E-7	5.2E-8	3.4E-8	2.2E-8

Table 2. 한국인의 연간 평균 음식물 소비량 (fresh-kg/yr 또는 L/yr)

연령군 음식물	3개월	1세	5세	10세	15세	성인
곡류	0	0	113.79	146.04	178.28	170.68
엽채류 및 과채류	0	0	42.66	54.75	66.84	63.99
근채류	0	0	11.03	14.15	17.27	16.54
과일류	0	0	11.03	14.15	17.27	16.54
우유	183.2	183.2	13.04	16.74	20.43	19.56
육류	0	0	15.44	19.83	24.21	23.16
음용수	0	0	90.1	115.63	141.17	135.10
합계	183.2	183.2	301.6	271.44	472.55	452.34

(주) 1세 유아에 대한 우유 소비량은 3개월 유아와 동일하다고 가정

연령군별 음용수 소비량은 성인의 모든 음식물 (음용수 제외) 소비량에 대한 음용수 소비량의 비를 다른 연령군에 적용하여 추정

였다. ICRP-60에서는 결정론적 위해 (deterministic risks) 방지를 위해 수정체와 피부를 제외하고, 각 장기에 대한 예탁 등가선량 (committed equivalent dose)에 대한 제한치는 별도로 권고하고 있지 않다. 이는 모든 경우에 대해 각 장기에 근거한 유도개입준위는 유효선량에 근거한 유도개입준위보다 크기 때문이다.

선량환산인자 (DCF)

ICRP의 신권고에 따라 ICRP와 IAEA에서는 6개의 피폭 연령군 (3개월, 1세, 5세, 10세, 15세, 성인)에 대한 핵종별, 장기별 선량환산인자를 제시하고 있으며, 예탁 유효선량에 대한 선량환산인자를 표 1에 나타냈다[8].

음식물 소비량 (I)

음식물에 대한 유도개입준위 산정시 음식물 군에 대한 분류는 국제기관마다 약간의 차이가 있다. IAEA 방법론에서는 6개의 음식물 군 (곡류, 채소류, 과일류, 우유, 육류, 음용수), WHO 방법론에서는 7개의 음식물 군 (곡류, 엽채류 및 과채류, 근채류, 과일류, 우유, 육류, 음용수), CEC 방법론에서는 3개의 음식물 군 (음식물, 우유, 음용수)으로 나누고 있으며, FDA 방법론에서는 단반감기 핵종 (예 ¹³¹I 등)을 제외하고 1년간 소비하는 음식물의 총량에 근거한다. FDA 방법론에서 반감기가 1년보다 훨씬 짧은 경우, 반감기에 따른 유도개입준위의 보정을 위해 연간 음식물 소비량은 음식물내 초기 방사성물질 농도의 1% 미만인

Table 3. 본 연구에서 적용된 특정시점에 대한 연간 적분 음식물농도 비(Bq yr/fresh-kg per Bq/fresh-kg)

음식물 \ 핵종	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³¹ I
곡류	0.989	0.989	0.0316
채소류	0.989	0.989	0.0316
과일류	0.989	0.989	0.0316
우유	0.355	0.405	0.0757
육류	0.651	0.654	0.1360
음용수	0.989	0.989	0.0316

Table 4. IAEA 방법론에 근거한 음식물에 대한 유도개입준위 (Bq/fresh-kg 또는 Bq/L)

핵종	음식물	3개월	1세	5세	10세	15세	성인
¹³⁷ Cs	곡류	-	-	4600	3500	2200	<u>2100</u>
	채소류	-	-	9000	6800	4300	<u>4100</u>
	과일류	-	-	47000	36000	23000	<u>22000</u>
	우유	<u>3700</u>	6400	11000	84000	53000	51000
	육류	-	-	51000	39000	24000	<u>24000</u>
	음용수	-	-	5800	4400	2800	<u>2700</u>
⁹⁰ Sr	곡류	-	-	950	580	<u>360</u>	1100
	채소류	-	-	1900	1100	<u>700</u>	2100
	과일류	-	-	9800	6000	<u>3700</u>	11000
	우유	<u>290</u>	940	20000	12000	7700	23000
	육류	-	-	11000	6400	<u>4000</u>	12000
	음용수	-	-	1200	730	<u>450</u>	1300
¹³¹ I	곡류	-	-	<u>14000</u>	21000	26000	42000
	채소류	-	-	<u>27000</u>	41000	51000	82000
	과일류	-	-	<u>140000</u>	220000	270000	430000
	우유	<u>2000</u>	2000	51000	76000	95000	150000
	육류	-	-	<u>24000</u>	36000	45000	72000
	음용수	-	-	<u>18000</u>	26000	33000	53000

(주) 밑줄 부분은 각 음식물에 대한 연령군별 유도개입준위 중 가장 보수적인 값을 나타냄

Table 5. FDA 방법론에 근거한 음식물에 대한 유도개입준위 (Bq/fresh-kg 또는 Bq/L)

핵종	음식물	3개월	1세	5세	10세	15세	성인
¹³⁷ Cs	음식물	4300	7600	5700	4300	2700	<u>2600</u>
⁹⁰ Sr	음식물	<u>400</u>	1300	1200	720	450	1300
¹³¹ I	음식물	-	-	<u>3400</u>	5000	6300	10000
	우유	<u>920</u>	920	-	-	-	-

(주) 밑줄 부분은 각 음식물에 대한 연령군별 유도개입준위 중 가장 보수적인 값을 나타냄

Table 6. WHO 방법론에 근거한 음식물에 대한 유도개입준위 (Bq/fresh-kg 또는 Bq/L)

핵종	음식물	3개월	1세	5세	10세	15세	성인
¹³⁷ Cs	곡류	-	-	4500	3400	2200	<u>2100</u>
	채소류	-	-	12000	9100	5800	<u>5600</u>
	과일류	-	-	47000	35000	22000	<u>22000</u>
	근채류	-	-	33000	25000	16000	<u>15000</u>
	우유	<u>1300</u>	2300	40000	30000	19000	18000
	육류	-	-	33000	25000	16000	<u>15000</u>
	음용수	-	-	5700	4300	2800	<u>2600</u>
⁹⁰ Sr	곡류	-	-	930	570	<u>360</u>	1000
	채소류	-	-	2500	1500	<u>950</u>	2800
	과일류	-	-	9600	5900	<u>3700</u>	11000
	근채류	-	-	6800	4200	<u>2600</u>	7700
	우유	<u>120</u>	380	8200	5000	3100	9100
	육류	-	-	6900	4200	<u>2600</u>	7700
	음용수	-	-	1200	720	<u>450</u>	1300
¹³¹ I	곡류	-	-	<u>440</u>	660	820	1300
	채소류	-	-	<u>1200</u>	1800	2200	3600
	과일류	-	-	<u>4500</u>	6800	8500	14000
	근채류	-	-	<u>3200</u>	4800	6000	9800
	우유	<u>150</u>	150	3800	5700	7200	12000
	육류	-	-	<u>3200</u>	4900	6100	9800
	음용수	-	-	<u>550</u>	830	1000	1700

(주1) 밑줄 부분은 각 음식물에 대한 연령군별 유도개입준위 중 가장 보수적인 값을 나타냄

(주2) 채소류라 함은 근채류를 제외한 엽채류와 과채류를 말함

Table 7. CEC 방법론에 근거한 음식물에 대한 유도개입준위 (Bq/fresh-kg 또는 Bq/L)

핵종	음식물	3개월	1세	5세	10세	15세	성인
¹³⁷ Cs	음식물	-	-	26000	20000	12000	<u>12000</u>
	우유	<u>13000</u>	23000	400000	300000	190000	180000
	음용수	-	-	57000	43000	27000	<u>26000</u>
⁹⁰ Sr	음식물	-	-	5400	3300	<u>2000</u>	6000
	우유	<u>1200</u>	3800	82000	50000	31000	91000
	음용수	-	-	12000	7200	<u>4500</u>	13000
¹³¹ I	음식물	-	-	<u>2500</u>	3800	4700	7600
	우유	<u>1500</u>	1500	38000	57000	72000	120000
	음용수	-	-	<u>5500</u>	8300	10000	17000

(주) 밑줄 부분은 각 음식물에 대한 연령군별 유도개입준위 중 가장 보수적인 값을 나타냄

될 때까지의 시간 (예로 ¹³¹I의 경우 약 60일)에 근거한다. 국내 음식물에 대한 유도개입준위 산정을 위해 연간 음식물 소비량은 참고문헌[9]에 근거하였으며, 자료가 부족한 경우는 내삽 또는 추정하였다. 본 연구에 적용된 연령군별 연간 음식물 소비량을 표 2에 나타냈다.

4) 오염 음식물의 소비분율 (f)

FDA와 CEC 방법론에서는 연간 오염 음식물의 소비 분율을 각각 30%와 10%로 가정한다. 경제협력개발기구 (OECD) 원자력국 전문가 그룹 (Expert Group of the Nuclear Energy Agency)에 의하면 오염 음식물의 소비 분율은 10% 이하로 예상되므로, 대부분 인구집단에 대해 10% 적용을 권고하고 있다[10]. 따라서 CEC 방법론에서는 유도개입준위 산정시 오염 음식물의 소비 분율을 10%를 적용한다. 그러나 FDA 방법론에서는 자급율이 높은 지역 및 인구집단을 고려하여 보수적으로 오염 음식물의 소비 분율을 30%로 가정하며, 다만 유아 (3개월, 1세)의 ¹³¹I, ¹³⁷Cs, ¹³²Te, ²³⁹Np에 대해 짧은 시간에 걸쳐 소비되는 우유의 경우는 전량이 오염된다 (f =1)고 가정한다.

5) 특정시점에 대한 음식물 농도에 대한 연간 적분 농도비 (G)

IAEA 방법론에서는 음식물의 수확 또는 생산

후 핵종의 붕괴에 따른 유도개입준위의 영향은 유도개입준위가 적용되는 특정시점 t_p 에서의 음식물 농도에 대한 침적후 1년간의 누적농도의 비를 사용하여 보정한다. 연속적으로 생산되는 우유와 육류를 제외한 음식물에 대해 단지 방사능 붕괴에 의해 제거된다고 가정하면 G 값은 다음 식으로 평가될 수 있다[3].

$$G = \frac{\int_0^{1yr} C(t) dt}{C(0)} = \frac{\int_0^{1yr} C(0) e^{-\lambda t} dt}{C(0)} = \frac{1 - e^{-\lambda}}{\lambda} \tag{6}$$

여기서 t 는 침적후 시간 (yr)이며, λ 는 방사능 붕괴상수 (1/yr)이다. 그러나 연속적으로 생산되는 우유, 육류내 방사성물질의 농도는 가축의 배설 등으로 침적후 시간에 따라 음식물내 방사성물질의 농도는 큰 변화를 나타낸다. 이 경우 G 값은 침적후 시간에 따른 방사성물질의 농도 변화를 해석할 수 있는 섭식경로모델 (food chain model)로부터 예측될 수 있다. 본 연구에서는 한국원자력연구소에서 개발된 동적 섭식경로모델인 DYNACON[11]으로부터 G 값을 평가하였는

데, 이 때 t_b 는 음식물내 방사성물질의 농도가 최대치를 나타내는 시점이다. 침적시점을 매월 중순을 가정하여 그중 G 값에 가장 큰 값, 즉 가장 보수적인 값을 표 3에 나타냈다.

결과 및 고찰

여러 방사선 방호관련 국제기관에서 권고하고 있는 방법론을 사용하여 오염 음식물에 대한 유도개입준위를 산정하였다. 원자력발전소의 사고시 음식물 섭취에 의한 내부피폭의 주요 핵종인 ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{131}I 이 고려되었다. 선량에 대한 개입준위는 ICRP의 신권고 (ICRP-60)의 평가체제에 근거하며, 연령군별 각 음식물에 대한 유도개입준위중 가장 보수적인 (가장 낮은 값)이 선택되었다.

IAEA 방법론에 근거하여 평가된 연령군별 음식물에 대한 유도개입준위를 표 4에 나타냈다. 표에 나타낸 바와 같이 우유를 제외하고 모든 음식물에 대해 ^{137}Cs 의 경우 성인, ^{90}Sr 의 경우 15세, ^{131}I 의 경우 5세에 대한 유도개입준위가 가장 낮은 값을 나타냈다. 우유는 모든 핵종에 대해 3개월 유아에 대한 유도개입준위가 가장 낮은 값을 나타냈다. 상대적으로 높은 선량환산인자를 나타내는 ^{90}Sr 은 다른 두 핵종에 비해 유도개입준위가 낮았다. 우유를 제외하고 ^{131}I 은 상대적으로 짧은 반감기로 다른 핵종에 비해 유도개입준위는 높게 나타났다.

FDA 방법론에 근거하여 평가된 연령군별 음식물에 대한 유도개입준위를 표 5에 나타냈다. 표에 나타낸 바와 같이 ^{137}Cs 의 경우 성인, ^{90}Sr 의 경우 3개월 유아에 대한 유도개입준위가 가장 낮은 값을 나타냈다. ^{131}I 의 경우 우유를 제외한 모든 음식물은 5세, 우유는 유아 (3개월과 1세)에 대해 유도개입준위가 가장 낮은 값을 나타냈다. IAEA 방법론에 비해 전반적으로 유도개입준위는 낮은 값을 나타냈다.

WHO 방법론에 근거하여 평가된 연령군별 음식물에 대한 유도개입준위를 표 6에 나타냈다. IAEA 방법론에 근거한 결과와 마찬가지로 우유를 제외하고 모든 음식물에 대해 ^{137}Cs 의 경우 성인, ^{90}Sr 의 경우 15세, ^{131}I 의 경우 5세에 대한 유도개입준위가 가장 낮은 값을 나타냈다. 우유는 모든 핵종에 대해 3개월 유아에 대한 유도개입준위가 가장 낮은 값을 나타냈다. ^{137}Cs 과 ^{90}Sr 의 경우, WHO 방법론에 근거한 음식물에 대한 유도

개입준위는 우유를 제외하고 IAEA 방법론에 근거한 값과 유사하였다. 그러나 ^{131}I 의 경우 IAEA 방법론에 근거한 유도개입준위와 큰 차이를 보여주고 있는데, WHO 방법론에서는 방사능 붕괴에 따른 유도개입준위의 영향을 고려치 않고 있기 때문이다.

CEC 방법론에 근거하여 평가된 연령군별 음식물에 대한 유도개입준위를 표 7에 나타냈다. IAEA와 WHO 방법론에 근거한 유도개입준위와 마찬가지로 우유를 제외하고 모든 음식물에 대해 ^{137}Cs 의 경우 성인, ^{90}Sr 의 경우 15세, ^{131}I 의 경우 5세에 대한 유도개입준위가 가장 낮은 값을 나타냈다. 우유는 모든 핵종에 대해 3개월 유아에 대한 유도개입준위가 가장 낮은 값을 나타냈다. ^{137}Cs 과 ^{90}Sr 의 경우, 다른 국제기관에서 권고하고 있는 방법론에 비해 전반적으로 유도개입준위는 상대적으로 높은 값을 나타냈다. CEC 방법론에서는 연간 소비량이 10 kg 미만의 음식물에 대한 유도개입준위는 연간 10 kg 이상 소비하는 주요 음식물에 대한 유도개입준위의 10배를 권고하고 있다. 사고후 두 번째해 이후부터는 선량에 대한 개입준위 하한치를 1 mSv로 정하고 있으며, 결과적으로 사고후 두 번째해 이후부터 유도개입준위는 사고후 첫해에 비해 1/5배가 된다.

평가결과에서 나타난 바와 같이 음식물에 대한 유도개입준위는 각 국제기관에서 권고하는 산정 방법론 및 적용 가정에 따라 큰 차이를 나타내며, 전반적으로 FDA와 WHO 방법론이 보수성을 나타냈다.

결론

본 연구에서 IAEA, FDA, WHO, CEC를 포함한 여러 방사선 방호관련 국제기관에서 권고하고 있는 방법론을 사용하여 원자력발전소의 사고시 중요 핵종인 ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{131}I 에 대한 국내 주요 음식물의 유도개입준위를 산정하였다. 선량에 대한 개입준위는 ICRP의 신권고 (ICRP-60) 평가체제에 근거하여 적용하였다.

음식물에 대한 유도개입준위는 국제기관에서 권고하고 있는 방법론에 따라 약 10배까지 차이를 나타내며, 전반적으로 FDA와 WHO 방법론에 근거한 유도개입준위는 IAEA와 CEC 방법론에 근거한 유도개입준위에 비해 보수적 (보다 낮은 값)이었다. 유도개입준위에 대한 결정 연령군 (critical age group)으로 우유는 모든 핵종에 대해 3개월 유아, 나머지 대부분의 음식물의 경우

^{137}Cs 은 성인, ^{90}Sr 은 15세, ^{131}I 은 5세로 나타났다.

본 연구는 통해 산정된 국내 음식물에 대한 유도개입준위는 정치적, 사회적 요소 등은 반영하지 않은 결과이며, 국가 방사능 비상계획을 위한 유도개입준위 설정시에는 이러한 요소를 함께 반영하여 할 것이다. 또한 실제 원자력시설의 사고시에는 이들 요소와 함께 부지 특성을 반영한 경제적, 사회적 피해를 최소화하기 위한 최적의 유도개입준위가 설정되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부에서 시행하는 원자력연구 개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. ICRP, *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, ICRP Publication 60(1991).
2. 한국에너지연구소, 원자력안전센터, 원전 방사능 재해대책, KAERI/NSC-215/86(1986).
3. IAEA, *Derived Intervention Levels for Application in Controlling Radiation Doses to the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency*, IAEA Safety Series No. 81(1986).
4. Food and Drug Administration, *Accidental Radioactive Contamination of Human Food and Animal Feeds : Recommendations for State and Local Agencies*, Federal Register 47, 47073-47083(1982).
5. WHO, *Derived Intervention Levels for Radionuclides in Food, Guidelines for Application after Widespread Radioactive Contamination Resulting from a Major Radiation Accident*, WHO(1988).
6. CEC, *Derived Reference Levels as a Basis for the Control of Foodstuffs following a Nuclear Accident*, A Recommendation from the Group of Experts set up under Article 31 of the Euratom Treaty, Brussels(1986).
7. 과학기술부, 방사선량 등에 관한 규정, 과기부 고시 제 98-12호(1998).
8. ICRP, *Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 2 Ingestion Dose Coefficients*, ICRP Publication 67(1994).
9. 한국원자력연구소, 섭취 및 호흡에 의한 방사선 내부피폭선량 평가코드 개발, KAERI/RR-998/90(1990).
10. OECD/NEA, *Nuclear Accidents : Intervention Levels for Protection of the Public*, Paris(1989).
11. W. T. Hwang, G. S. Cho and M. H. Han, "Development of a Dynamic Food Chain Model DYNACON and Its Application to Korean Agricultural Conditions", *Jr. of Nuclear Science and Technology*, 35(6), 454-461(1998).