

2000 추계학술발표회 논문집  
한국원자력학회

**ICRP-60을 반영한 주민선량 평가 프로그램 개발(II)**  
- 액체 방사성물질에 의한 선량평가 -

**Off-site Dose Calculation Computer Code Based on ICRP-60 (II)**  
- Liquid Radioactive Effluents -

이갑복 · 정양근 · 김위수  
한국전력공사 전력연구원  
대전광역시 유성구 문지동 103-16

송영일  
한국전력공사 영광원자력본부

이주백  
한국전력공사 고리원자력본부

**요 약**

ICRP-60의 선량평가 방법론과 Reg. Guide 1.109의 선량평가식을 토대로 방사성물질에 의한 국내원전 주변 주민선량 평가지침을 수립하고 이에 적합한 선량평가 전산프로그램(K-DOSE60)을 개발하였다. 상기 전산프로그램 중 액체 방사성물질에 의한 선량평가 부분에 대한 선량평가 방법 및 전산프로그램 구성 등에 대해 설명하고, 프로그램 계산결과와 수계산 결과를 비교 평가하여 프로그램의 정확성을 검증하였다. 비교 평가 결과, 전산코드의 계산값과 수계산 결과는 잘 일치하고 있음을 확인하였다.

**Abstract**

The development of computer code for calculating off-site doses(K-DOSE60) was based on ICRP-60 and the dose calculation equations of Reg. Guide 1.109. In this paper, the methodology to compute dose for liquid effluents was described. To examine reliability of the K-DOSE60 code the results obtained from K-DOSE60 were compared with analytic solutions. for liquid effluents. The results by K-DOSE60 are in agreement with analytic solutions.

**1. 서 론**

1990년 ICRP는 방사선방호 권고안을 ICRP Pub. 60[1]을 통해 제시하였고, IAEA는 ICRP-60의 내용을 근간으로 각국의 방사선방호 규제요건에 활용토록 기본안전기준(IAEA Safety Series 114)[2]을 출간하였다. 우리나라도 1998년 과학기술부 장관고시 제98-12호를 통해 ICRP-60 방사선방호 기준을 법제화하였다[3]. 이에 대한 후속조치로 한국원자력안전기술원(KINS)에서는 2000년에

과기부고시 98-12호에 의거 원자력시설 주변의 주민선량 평가지침을 제시하였다[4].

액체 방사성물질에 의한 선량평가는 해변활동, 수영, 해상활동 등과 같은 해양활동에 의한 외부 피폭과 수산물 섭취를 통한 내부피폭으로 구분된다. 외부피폭과 내부피폭선량 모두 환경매질의 방사능 농도에 단위농도에 대한 조직 및 장기별 선량환산인자를 곱하여 계산된다.

ICRP-60에서는 방사성물질이 영향을 미칠 수 있는 조직과 장기를 이전보다 세분화하였다. 지금까지는 전신, 뼈, 간장, 갑상선, 신장, 호흡기, 소화기 등 6개 조직과 피부선량에 대해 평가하였으나 신권고에서는 12개 주장기 및 10개 기타장기에 대해 방사성물질의 영향을 평가하고 있으며, 체내 피폭의 경우 방사성물질이 장기간 동안 체내에 축적돼 1년이 지난 후에도 계속적으로 피폭을 유발할 수 있기 때문에, ICRP-60에서는 주변주민의 피폭선량 평가시 각 연령군별이 70세가 될 때까지의 예탁선량(committed dose)-성인의 경우 50년, 유아의 경우는 70년 간-을 평가하도록 정하고 있다.

외부피폭에 의한 선량환산인자는 핵종의 화학적 형태에 따라 구분되지는 않으나 섭취에 의한 선량환산인자는 화학적인 형태, 입자크기 등에 따라 달라지게 된다. 즉, 동일한 핵종이라 하더라도 Hg과 같이 유기물 또는 무기물 형태에 따라 선량환산인자를 다르게 적용한다

본 연구에서는 상기의 ICRP-60의 선량평가 체계를 반영한 주민선량 평가 프로그램(K-DOSE60)을 개발하였다[5]. 또한 원자력발전소에 사용중인 기존의 전산프로그램(LIQDOS 또는 LADTAP)의 액체 방사성물질에 의한 피폭경로 입부를 수정하였다.

본 논문에서는 상기의 전산프로그램(K-DOSE60)의 액체 방사성물질에 의한 선량평가 부분에 대한 선량평가 방법 및 전산프로그램 구성 등에 대해 설명하고, 프로그램 계산결과와 수계산 결과를 비교 평가하여 프로그램의 정확성을 검증하였다.

## 2. 액체 방사성물질에 의한 주민선량 평가방법

ICRP-60 방사선방호 체계에서 변경된 내용은 크게 피폭연령군, 선량개념, 핵종 및 선량환산인자 체계 등이다. 본 논문에서는 기존 국내원전에서 주민선량을 평가하는데 적용하고 있는 Reg. Guide 1.109의 평가방법론[6]과 상이한 방법론을 적용하고 있는 ICRP-60의 내용과, 기존의 액체 방사성물질에 의한 주민선량 계산방법을 일부 보완한 선량계산 방법을 중심으로 기술하였다.

### 1) 피폭연령군

피폭 연령군은 IAEA의 방사선방호에 관한 국제기본안전기준(IAEA Safety Series 115)에 제시된 6개 대표 연령군을 적용하였다.

### 2) 선량환산인자

선량환산인자는 크게 외부피폭 선량환산인자와 내부피폭 선량환산인자로 구분되는데 본 전산프로그램에서는 다음과 같이 선량환산인자를 적용하였다.

#### 수영(해양활동 포함) 의한 외부피폭 선량환산인자

수영에 의한 외부피폭 선량환산인자는 미국 Oak Ridge National Lab.(ORNL)에서 제시한 무한 수중 오염선원에서 받는 선량값을 사용한다[7]. 이 값은 유효 및 장기별 선량환산인자로서 피폭 연령군별로 약간의 차이가 있을 수 있으나, 모든 피폭 연령군에 적용한다. 해상활동에 의한 선량환산인자는 수영에 의한 값을 그대로 적용하되, 피폭받는 자가 절반정도 침수된 것으로 가정하여 피조사체의 기하학적 변수를 2로 적용하여, 단위시간당 수영에 의한 피폭선량 값의 절반으로 계산한다.

#### 해변활동에 의한 외부피폭 선량환산인자

해변활동에 의한 선량환산인자는 지표면에 일정하게 분포하는 침적물에 의해 1m 높이의 성인이 받는 외부피폭 선량환산인자로서 미국 Oak Ridge National Lab.(ORNL)에서 제시한 값을 사용한다[7]. 피폭 연령군별로 차이가 있을 수 있고 전신선량과 유효선량간에 개념차이가 있으나, 모든 피폭 연령군에 적용한다. 전신에 대한 선량환산인자는 피부 5cm 깊이에서 계산된 값이고, 피부의 경우에는 0.007 cm 깊이에서 계산된 값이다.

#### 섭취에 의한 선량환산인자

섭취에 의한 선량환산인자는 ICRP-67[8], 69[9], 72[10]에서 권고하는 6개 연령군별 섭취 선량환산인자를 적용하였다. 그러나 ICRP-67, 69에는 일부의 핵종에 대해서만 제시되어 있고, ICRP-72에는 유효선량환산인자 값만이 제시되어 있다. 따라서 이 외의 핵종 및 장기에 대해서는 ICRP가 1999년에 발표한 CD-ROM[11]에 수록된 값을 사용하였다. 입자성 물질의 크기는 1  $\mu$ m AMAD를 기본 입자크기로 고려하였다.

### 3) 선량계산 방법

미국 NRC Reg. Guide 1.109[6]에 제시된 계산식을 적용하였으며, 기존에 원전에서 적용하고 있는 LIQDOS 코드에서 반영하지 못하는 몇가지 사항에 대해 보완하였다. 본 논문에서는 본 전산프로그램에서 보완된 부분에 대해서 제시하였다.

#### 피폭경로

Reg. Guide 1.109를 바탕으로 개발된 LIQDOS 코드에서는 액체 방사성물질에 의한 피폭경로에 오염된 물을 관개수로 사용함으로써 이루어지는 농·축산물 섭취경로를 고려하고 있다. 그러나 우리나라에서는 해수를 관개수로 사용하지 않기 때문에 이 경로를 제외하였다.

또한 기존 선량평가 프로그램에서는 수산물 식품군을 어류, 연체·갑각류, 해조류 등 세가지 식품군으로 구분하여 평가하고 있다. 그러나 연체류와 갑각류는 서식 특성이 달라 별도의 식품군으로 구분하여 평가할 수 있도록 하였다. 연체류와 갑각류를 별도의 식품군으로 구분하기 위해서는 연체류 및 갑각류의 섭취량, 핵종농축계수, 어획량 등을 확보할 수 있어야 하는데, 섭취량은 보건복지부의 국민영양 조사보고서, 핵종 전이·농축계수는 미국 NRC의 기술보고서 NUREG CR-3332[12], 어획량은 시·군 통계연보에서 구할 수 있다.

#### 불활성 기체에 의한 선량평가

기존 선량평가 프로그램에서는 불활성 기체에 의한 선량을 평가할 수 없었다. 그러나 배수로를 통해 방출된 불활성 기체가 근해역의 해수에 잔존할 가능성이 존재하기 때문에 비록 불활성 기체라 하더라도 해양활동을 통한 외부피폭을 유발할 수 있다. 미국 EPA Federal Guidance Report No. 12[13]와 ORNL에서 발표한 해양활동에 의한 ICRP-60 외부피폭 선량환산인자 DB에도 불활성 기체에 대한 선량환산인자가 제시되어 있다. 따라서 본 전산프로그램에서도 불활성 기체에 의한 외부피폭 선량을 사용자 선택에 의해 평가할 수 있도록 하였다.

### 3. 액체 방사성물질에 의한 주민선량 평가 프로그램

국내원전에서 적용중인 기존의 평가 전산프로그램(LIQDOS, LADTAP 등)으로는 ICRP-60 방사선 방호체제를 반영하기 힘들 뿐만아니라, 원전 환경관리 업무에 불편함이 많았다. 따라서, 핵종인식체계, 연령군, 인체조직 및 장기, 선량환산인자 DB 등과 같은 입력자료 및 선량계산식 단위 등이 ICRP-60 선량평가 체제에 적합한 전산프로그램(K-DOSE60)을 새로이 개발하였다. 본 논문에서는 K-DOSE60의 액체 방사성물질 부분에 대해 기술하였으며, 기체 방사성물질에 의한 선량평가 부분은 별도의 논문에 제시하였다[14].

기존 전산프로그램은 핵종의 원소기호, 질량수 만으로 핵종을 인식하는 핵종인식체계를 가지고 있다. 따라서 원소기호와 질량수가 같으면 동일한 핵종으로 인식하기 때문에 ICRP-60 방사선 방호기준에서 요구하고 있는 동일한 핵종의 여러 화학적 형태를 고려하지 못하는 단점이 있다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 다음과 같이 원소기호, 질량수, 방사성 붕괴상수, 핵종의 화학적 형태 등을 이용하여 핵종인식체계를 정립하였다.

핵종인식체계는 원소번호, 질량수, metabolism, 화학적형태, 방사성 붕괴상수 등에 대한 정보를 이용하여 총 911개의 핵종형태를 분류하였으며, 표 1과 같다.

표 1. 핵종인식체계

인식번호	핵종	비고
1	H-3(Particle)	핵종의 화학적 형태
2	H-3(HTO)	
3	H-3(OBT)	
4	H-3(HT)	
5	H-3(Triated Methane)	
5	Be-7(Particle)	동위원소 번호
6	Be-10(Particle)	
	-----	
12	C-14(Particle)	핵종의 화학적 형태
13	C-14(Vapor)	
14	C-14(Dioxide)	
15	C-14(Monoxide)	
	-----	
205	Nb-89(반감기 2.03h)	반감기
206	Nb-89(반감기 1.10h)	
	-----	
911	Md-258	

본 프로그램은 두 가지 프로그램 언어로 작성되었다. 선량계산 프로그램은 FORTRAN 77로, 자료입력, 프로그램 실행 및 결과 출력 등 프로그램 실행 전과정을 수행하는 프로그램 통합 운용 및 GUI 지원체제는 Visual C++로 작성되었다. 본 전산프로그램은 원자력발전소 주민선량 평가업무를 고려하여 다음의 기능을 수행할 수 있도록 작성하였다.

- 최대개인/대중 선량평가
- 방출원(방출호기)를 최대 10개호기까지 일괄 계산 및 부지 합산 기능
- 업무형태별 평가 기능 : 연간, 반기, 분기, 월별 평가 및 특정기간에 대한 기간별 평가

- 유효 및 26개 장기의 등가선량 계산
- 연령군 : 6개 연령군
- 자료입력, 실행 및 결과보기를 Win 95/98 GUI 환경에서 수행
- 핵종별로 피폭경로 적용 선택
- 고려할 수 있는 피폭경로
  - 해변활동에 의한 외부피폭
  - 수영활동에 의한 외부피폭
  - 해상활동에 의한 외부피폭
  - 수산물 섭취에 의한 내부피폭 : 어류, 연체류, 갑각류, 해조류 등 4개 식품군

#### 4. 액체 방사성물질에 의한 주민선량 평가 프로그램의 검증

ICRP-60을 고려한 액체 방사성물질의 선량 평가 프로그램의 계산결과에 대한 신뢰성을 평가하기 위해 주요핵종에 대해 수 계산 결과와 비교 평가하였다.

비교 평가에 적용한 입력자료는 표 2 ~ 표 4에 제시하였다. 핵종별 전이·농축계수는 미국 NRC의 NUREG CR-3331에 제시된 값을 사용하였다. 또한 선량계산식은 미국 NRC Reg. Guide 1.109를 이용하였다. 해양희석인자는 전 피폭경로에 대해 동일한 값을 적용하였다. 전산프로그램은 연체류와 갑각류를 구분하여 별도의 경로로 계산할 수 있도록 개발하였으나, 현재 원전에서 실제로 적용하고 있는 입력자료를 활용하기 위해 편의상 연체류와 갑각류를 통합하여 계산하였다.

본 연구에서 개발한 전산코드의 계산값과 수계산 결과를 비교하여 표 5 ~ 표 10에 제시하였다. 결과에서 보는 바와 같이 전산코드의 계산값과 수계산 결과는 잘 일치하고 있음을 확인하였다.

표 2. 핵종별 방출량, 반감기, 화학적 형태에 대한 입력자료

핵종	방출량(Bq/yr)	반감기(s)	화학적형태	비고
H-3	4.23	3.895E+08	HTO	
Co-60	8.92	1.662E+08	Particulates	
Sr-85	1.60	5.599E+6	Particulates	
Y-90m	1.09	2.307E+05	Particulates	
Nb-95	1.20	3.033E+06	Particulates	
Sn-113	5.54	9.936E+06	Particulates	
Sb-124	5.15	5.201E+06	Particulates	
Cs-137	3.45	9.461E+08	Particulates	
Hg-203	2.43	4.026E+06	Particulates	Inorganic

표 3. 성인에 대한 활동시간 및 섭취량에 대한 입력자료

(단위 : 활동시간 hr/yr, 섭취량 kg/yr)

활동시간			수산물 섭취량		
해변활동	수영	해상활동	어류	연체류* (갑각류 포함)	해조류
12	60	3,100	79.3	17.6	15.8

\*) 현재 원전에서 적용중인 섭취량 자료를 이용하기 위해 갑각류에 대한 섭취자료를 연체류에 포함하여 계산

표 4. 액체상 방사성유출물 관련 기타 자료

구분(단위)	적용 값
해변 넓이인자	0.5
회석수 방출율( $m^3/s$ )	5.72
부지경계에서의 회석인자	13.0
수확에서 소비까지의 시간(hr) - 어류/연체 · 갑각류/해조류	24 / 24 / 24
재축적인자	1
방사성물질 이동시간(hr)	1

표 5. 해변활동에 의한 외부피폭선량 비교(단위:  $mSv/yr$ )

핵종	구분	유효선량		피부 등가선량		갑상선 등가선량	
		K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산
H-3		0	0	0	0	0	0
Co-60		3.37E-09	3.37E-09	4.05E-09	4.05E-09	3.30E-09	3.30E-09
Sr-85		4.62E-13	4.62E-13	6.45E-13	6.45E-13	4.76E-13	4.76E-13
Y-90m		6.41E-17	6.41E-17	1.07E-16	1.07E-16	6.52E-17	6.52E-17
Nb-95		2.82E-11	2.82E-11	3.51E-11	3.51E-11	2.90E-11	2.90E-11
Sn-113		9.56E-15	9.56E-15	3.80E-14	3.80E-14	1.03E-14	1.03E-14
Sb-124		4.85E-11	4.85E-11	1.48E-10	1.48E-10	4.65E-11	4.65E-11
Cs-137		3.85E-11	3.85E-11	3.54E-09	3.54E-09	3.23E-12	3.23E-12
Hg-203		2.31E-14	2.31E-14	2.91E-14	2.91E-14	2.32E-14	2.32E-14

표 6. 해수욕에 의한 외부피폭선량 비교(단위:  $mSv/yr$ )

핵종	구분	유효선량		피부 등가선량		갑상선 등가선량	
		K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산
H-3		0	0	0	0	0	0
Co-60		2.11E-11	2.11E-11	2.56E-11	2.56E-11	2.26E-11	2.26E-11
Sr-85		7.17E-14	7.17E-14	9.06E-14	9.06E-14	7.70E-14	7.70E-14
Y-90m		4.87E-15	4.87E-15	6.38E-15	6.38E-15	5.25E-15	5.25E-15
Nb-95		8.36E-12	8.36E-12	1.03E-11	1.03E-11	8.98E-12	8.98E-12
Sn-113		3.61E-16	3.61E-16	9.59E-16	9.59E-16	4.43E-16	4.43E-16
Sb-124		8.87E-12	8.87E-12	1.18E-11	1.18E-11	9.39E-12	9.39E-12
Cs-137		3.30E-14	3.30E-14	2.90E-12	2.90E-12	4.64E-15	4.64E-15
Hg-203		5.06E-15	5.06E-15	7.02E-15	7.02E-15	5.48E-15	5.48E-15

표 7. 해상활동에 의한 외부피폭선량 비교(단위:  $mSv/yr$ )

핵종 \ 구분	유효선량		피부 등가선량		갑상선 등가선량	
	K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산
H-3	0	0	0	0	0	0
Co-60	5.45E-10	5.45E-10	6.60E-10	6.60E-10	5.84E-10	5.84E-10
Sr-85	1.85E-12	1.85E-12	2.34E-12	2.34E-12	1.99E-12	1.99E-12
Y-90m	1.26E-13	1.26E-13	1.65E-13	1.65E-13	1.36E-13	1.36E-13
Nb-95	2.16E-10	2.16E-10	2.66E-10	2.66E-10	2.32E-10	2.32E-10
Sn-113	9.32E-15	9.32E-15	2.48E-14	2.48E-14	1.14E-14	1.14E-14
Sb-124	2.29E-10	2.29E-10	3.05E-10	3.05E-10	2.43E-10	2.43E-10
Cs-137	8.54E-13	8.54E-13	7.49E-11	7.49E-11	1.20E-13	1.20E-13
Hg-203	1.31E-13	1.31E-13	1.81E-13	1.81E-13	1.42E-13	1.42E-13

표 8. 어류 섭취에 의한 내부피폭선량 비교(단위:  $mSv/yr$ )

핵종 \ 구분	유효선량		피부 등가선량		갑상선 등가선량	
	K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산
H-3	2.32E-06	2.32E-06	2.32E-06	2.32E-06	2.32E-06	2.32E-06
Co-60	1.03E-08	1.03E-08	3.92E-09	3.92E-09	5.13E-09	5.13E-09
Sr-85	1.50E-13	1.50E-13	4.28E-14	4.28E-14	5.62E-14	5.62E-14
Y-90m	6.85E-16	6.83E-16	1.13E-17	1.12E-17	6.85E-19	6.83E-19
Nb-95	7.04E-07	7.04E-07	5.13E-08	5.13E-08	1.55E-08	1.55E-08
Sn-113	4.08E-10	4.08E-10	1.62E-11	1.62E-11	1.28E-11	1.28E-11
Sb-124	1.72E-09	1.72E-09	1.51E-10	1.51E-10	1.31E-10	1.31E-10
Cs-137	4.90E-08	4.90E-08	3.85E-08	3.85E-08	4.55E-08	4.55E-08
Hg-203	7.43E-11	7.43E-11	3.99E-12	3.99E-12	3.30E-12	3.30E-12

표 9. 연체류(갑각류 포함) 섭취에 의한 내부피폭선량 비교(단위:  $mSv/yr$ )

핵종 \ 구분	유효선량		피부 등가선량		갑상선 등가선량	
	K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산
H-3	5.31E-07	5.31E-07	5.31E-07	5.31E-07	5.31E-07	5.31E-07
Co-60	4.55E-08	4.55E-08	1.74E-08	1.74E-08	2.28E-08	2.28E-08
Sr-85	4.19E-13	4.19E-13	1.20E-13	1.20E-13	1.57E-13	1.57E-13
Y-90m	6.08E-15	6.06E-15	1.00E-16	9.98E-17	6.08E-18	6.06E-18
Nb-95	5.21E-10	5.21E-10	3.79E-11	3.79E-11	1.15E-11	1.15E-11
Sn-113	3.02E-11	3.02E-11	1.20E-12	1.20E-12	9.50E-13	9.50E-13
Sb-124	4.77E-11	4.77E-11	4.20E-12	4.20E-12	3.63E-12	3.63E-12
Cs-137	7.25E-09	7.25E-09	5.70E-09	5.70E-09	6.73E-09	6.73E-09
Hg-203	3.20E-10	3.20E-10	1.72E-11	1.72E-11	1.42E-11	1.42E-11

표 10. 해조류 섭취에 의한 내부피폭선량 비교(단위:  $mSv/yr$ )

구분 핵종	유효선량		피부 등가선량		갑상선 등가선량	
	K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산	K-DOSE60	수계산
H-3	4.77E-07	4.77E-07	4.77E-07	4.77E-07	4.77E-07	4.77E-07
Co-60	2.04E-08	2.04E-08	7.81E-09	7.81E-09	1.02E-08	1.02E-08
Sr-85	7.76E-13	7.76E-13	2.22E-13	2.22E-13	2.91E-13	2.91E-13
Y-90m	2.73E-14	2.72E-14	4.49E-16	4.48E-16	2.73E-17	2.72E-17
Nb-95	2.34E-09	2.34E-09	1.70E-10	1.70E-10	5.15E-11	5.15E-11
Sn-113	2.71E-12	2.71E-12	1.08E-13	1.08E-13	8.53E-14	8.53E-14
Sb-124	1.29E-08	1.29E-08	1.13E-09	1.13E-09	9.77E-10	9.77E-10
Cs-137	6.51E-09	6.51E-09	5.11E-09	5.11E-09	6.04E-09	6.04E-09
Hg-203	8.71E-12	8.71E-12	4.68E-13	4.68E-13	3.87E-13	3.87E-13

## 5. 결론

본 연구에서는 미국 NRC Reg. Guide 1.109의 선량평가식과 ICRP-60 방사선방호 체계에 근거한 주민선량 평가지침을 수립하고 이에 적합한 선량평가 전산프로그램(K-DOSE60)을 개발하였다.

본 연구에서 개발한 액체 방사성물질의 선량 평가 프로그램의 계산결과에 대한 정확성을 평가하기 위해 주요핵종에 대해 수 계산 결과와 비교 평가하였다. 비교 평가 결과, 전산코드의 계산값과 수계산 결과는 잘 일치하고 있음을 확인하였다.

따라서, 가동중인 원전에 의한 주변주민의 방사선량을 국제방사선방호위원회의 기준에 따라 평가할 수 있는 체제를 구축하여, 원전주변의 환경방사선 관리의 선진화를 기할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] ICRP Publication 60. "1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", 1990
- [2] IAEA Safety Series 115, "International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources", 1996
- [3] 과학기술부 장관 고시 제 98-12호, "방사선량 등을 정하는 기준", 1998
- [4] 한국원자력안전기술원, "방사선 안전규제 기술개발 - 방사능 방재 환경 규제기술개발 1단계 최종보고서", KINS/GR-199, 2000
- [5] 한국전력공사 전력연구원, "고리, 울진원전 주변 국지기상 특성을 고려한 주민선량 평가체계 구축 중간보고서", TM.99NJ08.M2000.205, 2000
- [6] USNRC Reg. Guide 1.109, "Calculation of Annual Doses to Man from Routine Release of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with 10CFR50 Appendix I", 1977
- [7] 한국전력공사 전력연구원, "대기, 수중, 지표면 오염에 따른 외부피폭 선량환산인자", TM.99NJ08.P2000.134, 2000
- [8] ICRP Publication 67, "Age-dependence Doses to Members of the Public from Intake of



- Radionuclides : Part2 Ingestion Dose Coefficients” , 1994
- [9] ICRP Publication 69, “Age-dependence Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part3 Ingestion Dose Coefficients” , 1995
- [10] ICRP Publication 72, “Age-dependence Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients” , 1996
- [11] ICRP Database of Dose Coefficients : Workers and Members of the Public, Ver.1, 1999
- [12] USNRC NUREG/CR-3332, “Radiological Assessment”, 1983
- [13] US EPA Federal Guidance Report 12, “External Exposure to Radionuclides in Air, Water, and Soil”, 1993
- [14] 이갑복 외 4인, “ICRP-60을 반영한 주민선량 평가 프로그램 개발(I)”, 한국원자력학회 추계 학술발표회, 2000 (in submitting)