

국내 내부피폭방사선량 평가 상호비교

이종일, 김장렬, 김봉환

한국원자력연구원

2011년 2월 18일 접수 / 2011년 3월 16일 1차 수정 / 2011년 3월 28일 2차 수정 / 2011년 3월 29일 채택

국내 최초로 국내 원자력 관련 기관을 대상으로 내부피폭방사선량 상호비교 프로그램을 실시하여 국내 내부선량 평가 결과의 조화성을 분석하였다. 이를 위하여 섭취경로, 흡수형태, 방사능 입자크기(AMAD) 및 섭취시점을 모르는 경우에 대한 내부선량 평가문제를 개발하였으며, 세 종류의 문제에 각 세 문항씩 총 9문항을 제시하였다. 이번 상호비교 프로그램에는 원자력의학원, 방사선보건연구원, 원자력발전소(고리, 영광, 울진)의 내부선량평가 담당자 7명이 참가하여 문제에 대한 답안을 제출하였으며, 각 문제별 참가자 답안의 기하평균에 대한 각 참가자 답안의 상대 비 분포는 $5.75 \times 10^{-4} \sim 9.81$ 이었고, 평가과정에서 극히 일부의 답안을 제외할 경우 참가자 답안의 기하평균에 대한 각 참가자 답안의 상대 비는 0.216 ~ 3.12의 분포를 보였다.

중심어 : 내부피폭선량평가, 상호비교, 조화성, 선량평가인자

1. 서론

방사선작업종사자의 방사성핵종 섭취량은 체내방사능 또는 체외배설방사능 측정값을 해당 방사성핵종의 섭취 후 경과시간에 따른 체내잔류분율 또는 일일배설분율로 나누어 구할 수 있고, 예탁유효선량은 방사성핵종 섭취량에 단위 방사능 섭취당 예탁유효선량 환산계수($Sv \cdot Bq^{-1}$)를 곱하여 구한다[1]. 그런데 이러한 체내잔류분율 및 일일배설분율 그리고 예탁유효선량 환산계수는 방사성핵종의 섭취경로, 흡수형태, 소화흡수율 및 방사능입자크기(Activity Median Aerodynamic Diameter; AMAD)와 같은 내부피폭방사선량(이하 내부선량으로 함) 평가인자에 따라 다르다. 그러므로 체내방사능 또는 체외배설방사능 측정값으로부터 평가되는 방사성핵종의 섭취량 및 예탁유효선량은 평가에 적용되는 내부선량평가인자에 따라 달라진다. 따라서 내부선량평가인자가 불확실한 경우에는 평가자에 따라 적용하는 내부선량평가인자가 달라 내부선량 평가결과의 차이가 발생할 수 있다[1-3].

국제원자력기구(IAEA)가 이러한 내부선량 평가결과의 조화성을 알아보기 위해 국제 내부선량평가 상호비교를 수행한 결과, 상호비교 참가자 간에 내부선량 평가결과가 많은 차이를 보여 내부선량 평가의 조화성에 대한 중요성이 더욱 부각되었다[4]. 이에 IAEA는 국제적인 내부선량평가 지침(안)을 제시하였고, 국제방사선방호위원회(ICRP)에서도 이 지침의 상당부분을 수용하여 바이오어

세이 측정자료 해석 지침(안)을[5] 제시하였다.

국내에도 원자력발전소를 비롯하여 다수의 원자력이용 시설로 인한 작업자의 내부방사선피폭 가능성이 있고, 이에 대한 내부피폭관리를 수행하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 내부선량 평가자들에 의한 내부선량 평가결과의 조화성 및 신뢰성을 알아보기 위해 국내 최초로 원자력 관련 기관별 내부선량평가 담당자를 대상으로 내부선량평가 상호비교 프로그램을 실시하여 국내 내부선량평가 결과의 조화성 및 신뢰성을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

국내 여러 원자력기관에 '국내 내부선량평가 상호비교 프로그램' 참여를 요청하여 한수원 원자력발전소(영광, 고리, 울진)와 방사선보건연구원 및 원자력의학원(비상진료센터)에서 총 7명의 내부선량평가 담당자가 참가하였다. 참가자에게 본 연구에서 개발한 내부선량평가 문제와 답안 제출서를 제공하고, 1개월 후에 답안제출서를 회수하여 평가결과를 분석하였다. 하나의 예로 [문제 3-3]에 대한 답안 제출서를 표 1에 나타내었다. 평가결과에서 오타, 덧셈 및 단위 실수와 같은 단순 오류인 경우에는 참가자 확인을 거쳐 올바르게 정정하였다.

책임저자 : 이종일, jilee2@kaeri.re.kr
대전광역시 유성구 대덕대로 1045 한국원자력연구원 방사선방호팀

Table 1. Solution Sheet of Intercomparison Exercise [3-3] on Internal Dose Assessment.

[문제 3-3]		
항 목	답 안	선택 이유 또는 근거
평가 결과 (지수형식 유효숫자 세자리)		
* 호흡섭취량(Bq) :		-
* 취식섭취량(Bq) :		-
* 호흡섭취에 의한 예탁유효선량(mSv):		-
* 취식섭취에 의한 예탁유효선량(mSv):		-
* 총 예탁유효선량(mSv) :		-
평가에 사용한 인자 정보		
* 관련핵종 :	Co-60	-
* 섭취일자 :	2009-01-01	-
* 섭취형태 :	단일급성	-
* 섭취경로 :		
* 흡수형태 :		
* AMAD(μm):		
* 소화흡수율(f_1 값):		
* 호흡 예탁유효선량 환산계수(Sv/Bq) :		
* 취식 예탁유효선량 환산계수(Sv/Bq) :		
평가에 사용한 측정 자료		
* 측정대상 :		
* 측정일자 :		
* 측정값(전신 kBq 또는 소변 Bq/d) :		-
		-
		-
		-
평가에 사용된 일반 정보		
* 전산코드명 :		-
* 호흡기모델 :		-
* 소화기모델 :		-
* 생물역동학적 모델 :		-
평가에 사용된 기타 정보 또는 의견		
		-

(주) 색칠된 칸에 답안 또는 근거를 기입하시오. (‘ ’ 표시 칸은 기입하지 마시오)

본 연구에서 개발한 문제는 크게 세 문제로, 각 문제마다 세 문항씩 모두 아홉 문항을 제시하였고, 각 문제의 내용을 요약하면 표 2와 같으며, 각 경우에 대한 방사성 핵종의 섭취량 및 그로 인한 예탁유효선량을 평가하도록 하였다. 내부선량 평가문제를 만들기 위해 가상의 섭취량 및 예탁유효선량 그리고 내부선량평가인자를 표 3과 같이 설정하였고, 이를 토대로 표 2의 작업정보, 측정정보 및 선량평가인자 정보를 문제에 제시하였다.

본 문제의 취지는 방사성핵종 섭취량 및 예탁유효선량을 평가하는데 필요한 인자 즉, 핵종의 섭취경로, 흡수형태, AMAD 및 섭취시점이 불확실한 경우에 국내 내부피

폭선량평가 담당자들에 의한 내부선량 평가결과의 조화성과 신뢰성을 알아보는 것이다. 다시 말해서 ICRP에서 제시한 기본 선량평가인자 적용 여부, 측정자료가 복수인 경우의 피팅결과 활용 여부, 그리고 적절한 선량평가모델(호흡기, 소화기, 대사) 및 전산코드의 이용 여부를 알아보고 종합적으로 내부선량 평가결과의 조화성 및 신뢰성을 가늠해 보는 것이다.

[문제 1]에서는 취급핵종의 화합물형태로부터 폐에서의 흡수형태 적용 여부, AMAD를 모르는 경우 ICRP의 권고값인 5 μm AMAD 적용 여부, 정확한 섭취시점을 모르는 경우 섭취가능기간의 중간시점 선택 여부, 두개 이상의

측정자료로부터 최적의 섭취시점 또는 AMAD 적용 여부, 그리고 예탁유효선량평가 잠재오차 최소화 방법 적용 여부를 비교검토하고, [문제 2]에서는 핵종의 화학물 형태를 모르는 경우 즉, 흡수형태를 모르는 경우 ICRP에서 권고하는 핵종별 대표 흡수형태 적용 여부와 섭취가능시점이 두 번 이상인 경우 선량평가방식, 그리고 흡수형태 및

AMAD를 모르는 경우 최적의 선량평가방식 적용 여부를 비교검토하며, 마지막으로 [문제 3]에서는 섭취경로가 불확실한 경우 또는 섭취경로, 흡수형태 및 AMAD가 모두 불확실한 경우 최적의 선량평가방식 적용 여부를 비교검토 하였으며, 궁극적으로는 예탁유효선량 평가결과의 조화성 및 신뢰성을 분석하였다.

Table 2. Conditions of Intercomparison Exercise on Internal Dose Assessment.

Exercise	Nuclide	Working date & handling compound	Bioassay measurement			Dosimetric parameters		
			Date	Subject	Result	Intake pathway	Absorption type	AMAD
1-1	⁹⁰ Sr	1/6 Work (SrTiO ₃ handling)	1/7	Urine	100 Bq/d ± 30%	Inhalation	-	-(a)
1-2	⁹⁰ Sr	1/1 ~ 1/6 Work (SrTiO ₃ handling)	1/7 1/14	Urine	100 Bq/d ± 30% 11 Bq/d ± 30%	Inhalation	-	-
1-3	⁹⁰ Sr	1/6 Work (SrTiO ₃ handling)	1/7 1/14 12/31	Urine	100 Bq/d ± 30% 11 Bq/d ± 30% 0.89 Bq/d ± 30%	Inhalation	-	-
2-1	⁶⁰ Co	1/2 Work	1/5	W.B. (b)	100 kBq ± 20%	Inhalation	-	1 μm
2-2	⁶⁰ Co	1/2, 1/6 ~ 12/12 Work	1/5 12/13	W.B.	100 kBq ± 20% 30,212 kBq ± 20%	Inhalation	-	1 μm
2-3	⁶⁰ Co	1/2 Work	1/5 12/13	W.B.	100 kBq ± 20% 30,212 kBq ± 20%	Inhalation	-	-
3-1	⁶⁰ Co	1/1 Work	1/1 1/2	Nose & Mouth W.B.	Nose activity is twice as much as mouth activity 703 kBq ± 20%	-	-	-
3-2	⁶⁰ Co	1/1 Work (Co nitrogen compound handling)	1/1 1/2 1/2	Nose & Mouth W.B. Urine	Nose activity is twice as much as mouth activity 703 kBq ± 20% 9,874 kBq ± 30%	-	-	1 μm
3-3	⁶⁰ Co	1/1 Work	1/2 1/2 1/3 12/17	W.B. Urine W.B. W.B.	703 kBq ± 20% 9,874 kBq ± 30% 390 kBq ± 20% 50.4 kBq ± 20%	-	-	-

(a) '-' means that there is no information.

(b) 'W.B.' means the Whole body.

Table 3. Simulated True Values of Intake and Dose and Internal Dosimetric Parameters for Intercomparison Exercise on Internal Dose Assessment.

Item	Exercise 1	Exercise 2	Exercise 3
Nuclide	⁹⁰ Sr	⁶⁰ Co	⁶⁰ Co
Intake date	1/6 (January 6 th)	1/2 (January 2 nd)	1/1 (January 1 st)
Intake pathway	Inhalation	Inhalation	Inhalation, Ingestion
Absorption type	Type S	Type S	Type S
AMAD	1 μm	1 μm	1 μm
Intake	2.21 × 10 ⁵ Bq	6.16 × 10 ⁵ Bq	Inhalation: 3.46 × 10 ⁵ Bq Ingestion : 3.57 × 10 ⁵ Bq
Committed effective dose	33.1 mSv	17.9 mSv	30.3 mSv (29.0 mSv by Inhalation, 1.25 mSv by Ingestion)
Compartment model	ICRP-30 Gastrointestinal tract model, ICRP-66 Respiratory tract model, ICRP-67 Biokinetic model		

3. 결과 및 고찰

각 참가자의 문제별 답안은 표 4와 같으며, 문제에 대한 작업자의 예탁유효선량 평가결과를 나타내었다. 참가자가 사용한 내부선량평가 전산코드는 IMBA (Integrated Modules for Bioassay Analysis)[6] 또는 한국수력원자력 자체코드인 KIDAC (KHNP's Internal Dose Assessment Code)이었고, 참가자 대부분 내부선량평가인자가 불확실한 경우에 ICRP가 권고한 대표 AMAD(5 μm)와 핵종별 대표 흡수형태 등의 기본 인자를 잘 적용하였고, 적절한 선량평가모델을 이용한 것으로 나타났다. 다만 [문제 1] 답안에서 참가자 P-2와 P-6은 ^{90}Sr 의 흡수형태를 문제에

서 주어진 SrTiO₃ 화합물에 적용되는 Type S 대신 화합물 형태를 모르는 경우에 ICRP가 권고한 흡수형태를 선택하여 다른 결과가 산출되었다. 즉, 참가자 P-2는 ICRP가 일반인에 대하여 권고하는 Type M을 적용하였고, 참가자 P-6은 ICRP가 작업자에 대하여 권고하는 Type F를 적용하여 최선의 답안과 다른 결과가 산출되었다. 또한 [문제 3] 답안에서 일부 참가자는 호흡섭취량과 취식섭취량을 제대로 구분하여 적용하지 못한 것으로 나타났다. 그 밖에 전반적인 문제에서 일부 참가자는 복수 측정자료에 대한 피팅결과를 활용하지 않았거나, 제대로 활용하지 못한 것으로 나타났다.

Table 4. Solution^(a) by Participant to the Intercomparison Exercise on Internal Dose Assessment. (Unit: mSv)

Participant \ Exercise	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3
P-1	9.54	17.3	11.2	5.91	17.7	4.68	3.36	30.1	26.6
P-2	0.183	9.55	9.55	5.92	11.5	17.9	3.36	30.0	33.2
P-3	No answer	No answer	No answer	5.92	17.8	4.75	10.3	7.05	10.4
P-4	9.54	11.0	11.0	5.91	7.96	4.76	3.47	30.0	10.4
P-5	9.54	15.5	30.8	5.92	10.1	19.1	7.51	93.7	56.4
P-6	5.59 x10 ⁻⁴	2.06 x10 ⁻³	0.132	5.92	6.77	25.9	13.7	23.3	43.3
P-7	9.51	15.4	31.2	5.91	6.03	19.1	7.91	93.7	93.7
Best Sol. ^(b)	9.53	33.1	33.1	5.91	11.6	17.9	7.36	30.3	30.0

(a) Evaluated committed effective dose

(b) The best solution based on the conditions of the intercomparison exercise in this study

표 4에 각 참가자들의 답안뿐만 아니라 표 2의 문제별 정보에 근거한 최선의 답안도 제시하였으며, 이를 위해 BiDAS-2007(Bioassay Data Analysis Software 2007)[7] 전산코드를 이용하여 내부선량을 평가하였다. 표 4의 일부 최선의 답안이 표 3의 가상의 실제 답안과 다른 이유는 명확한 내부선량평가인자의 정보가 주어지지 않은 경우 불가피하게 기본 권고를 따르기 때문이다. 예를 들어 [문제 1-1]의 경우에 문제를 만들기 위해 사용된 가상의 조건에서는 AMAD가 1 μm 이었으나, 제공된 문제에는 AMAD의 정보가 없으므로 ICRP-78의 권고대로 5 μm 의 AMAD를 적용하여 평가하는 것이 최선일 것이다. 그러나 [문제 1-2] 및 [문제 1-3]의 경우에는 두 개 이상의 바이오어세이 측정자료를 제시하였으므로 이를 바탕으로 최적의 AMAD를 알아낼 수 있으며, 그 결과 AMAD를 1 μm 로 적용하여 평가하는 것이 최선이다. [문제 1]에 흡수형태를 직접적으로 알려주지는 않았으나 취급핵종의 화합물형태를 SrTiO₃로 알려주었으므로 Type S를 적용하였

다. 또한 [문제 1-2]에서 Sr의 정확한 섭취일시 대신 작업 시간을 제공하여 작업기간 중간시점을 섭취시점으로 적용할 수도 있었으나 1월 7일 및 1월 14일 두 개의 소변 측정 자료로부터 최소자승법을 이용하여 Sr의 호흡섭취 후 일일소변배설방사능 예측 곡선을 구하면 1월 6일이 최적의 섭취시점이라는 것을 알 수 있다. [문제 2]에서는 Co의 가상적 실제 흡수형태가 Type S이었으나 문제 조건 및 기타 방법으로 흡수형태를 예측할 수 없어서 불가피하게 ICRP가 권고한 Co의 대표 흡수형태 Type M을 적용하였고, 평가된 예탁유효선량은 표 3의 예탁유효선량 정답과 달랐다. 그러나 표 3의 조건은 문제를 만들기 위한 가상 조건으로서 문제에 정확한 조건을 표시하지 않는 한, 다시 말해서 정확한 선량평가인자 정보를 모르는 경우에는 ICRP가 권고한 대표 선량평가인자를 적용하는 것이 최선일 것이다. 다만, 다수의 바이오어세이 측정자료로부터 최적의 선량평가인자(섭취경로, 흡수형태, AMAD, 섭취시점)를 유추할 수 있다면 ICRP가 권고하는 대표 선량평

가인자 대신 적용하는 것이 더 최선의 방법일 것이다. [문제 3]은 방사성핵종이 취식과 호흡에 의해 함께 섭취된 경우에 대한 문제인데, 일부 참가자는 호흡섭취만 고려하였다. [문제 3-1]에서는 사고 후 작업자의 콧속과 입속에서 측정된 방사능 비율을 제시하였으므로 이를 토대로 ⁶⁰Co의 전신방사능 계측결과로부터 취식섭취량과 호흡섭취량을 각각 추정할 수 있다. 그러나 흡수형태 및 AMAD의 정보가 제시되지 않아 ICRP 권고대로 5 μm의 AMAD와 Co의 대표 흡수형태인 Type M을 적용하여 최선의 답안을 구하였으며, 그 결과 표 3의 1 μm AMAD와 Type S에 근거한 가상 정답과 달랐다. 그러나 [문제 3-2]에서는 Co 화합물형태를 질산화합물로 알려주어 흡수형태를 Type S로 적용하였고, AMAD도 1 μm로 알려주었으므로 평가선량이 표 3의 가상의 실제 정답과 일치하였다. 또한 [문제 3-3]에서는 섭취경로, 흡수형태, AMAD를 모두 모르는 경우에 ⁶⁰Co 섭취 후 예탁유효선량 평가오차가 최소화되는 시점에서의 측정자료를 이용하거나 여러 바이오어세이 측정자료로부터 여러 섭취경로, 흡수형태 및 AMAD를 가정하여 구한 전신방사능 또는 일일소변배설 방사능 예측 곡선 중 최적의 결과를 구하였다. 이와 같이 각 문제별로 최선의 답안을 표 4에 표시하여 참고할 수 있도록 하였다. 다만, 최선의 답안을 구하는 구체적인 방법은 이 논문의 범주를 벗어나므로 생략하였다.

참가자 7명이 제출한 내부선량평가 결과를 분석하여 표 5에 나타내었다. 즉, 표 4의 각 문제별 참가자 답안에 대한 최소값 및 최대값, 기하평균 및 기하표준편차, 산술평균 및 산술표준편차, 그리고 산술평균에 대한 산술표준편차의 비율 등을 분석하여 표 5에 나타내었다. 다만, 참

가자 P-3는 문제 1에 대한 답을 기재하지 않은 관계로 [문제 1]에 대한 분석에는 6명의 참가자 답안만 이용하였다. 분석결과 산술평균에 대한 산술표준편차의 비율은 [문제 2-1]의 경우에만 0%이었고, 나머지 문제의 경우에는 44 ~ 80%의 범위를 보였다. 또한 각 문제별 참가자 답안의 기하평균에 대한 각 참가자 답안의 상대비 분포는 $5.75 \times 10^{-4} \sim 9.81$ 로 나타났으며, 이러한 상대비를 각 문제 및 참가자별로 그림 1에 나타내었다. 이와 같이 평가결과의 분포 차이가 큰 것은 P-2 및 P-6 참가자가 [문제 1]에서 주어진 SrTiO₃ 화합물에 대한 흡수형태를 적용하지 않고, 흡수형태를 모르는 경우에 ICRP가 권고하는 흡수형태를 적용하였기 때문에 발생한 것으로, 이와 관련된 답안을 제외시킨 경우에는 [문제 1-1], [문제 1-2] 및 [문제 1-3]의 기하평균이 각각 9.53, 14.6 및 18.5 mSv이었고, 기하표준편차는 각각 1, 1.22 및 1.81이었다. 그 결과 각 문제별 참가자 답안의 기하평균에 대한 각 참가자 답안의 상대비 분포는 0.216 ~ 3.12로 나타나 상대비 분포 차이가 상당히 감소했다. 참고로 최근에 IAEA가 수행한 국제 내부선량평가 상호비교[4] 결과 ⁹⁰Sr 관련 문제에 대하여 참가자 답안의 기하평균에 대한 각 참가자 답안의 상대비 분포가 0.241 ~ 5.15이고, ⁶⁰Co 관련 문제에 대하여 0.546 ~ 1.89인 것으로 조사된 바 있다. 표 4의 최선의 답안에 대한 참가자 답안의 기하평균의 비를 표 5에 나타내었다. [문제 2] 및 [문제 3]의 경우에는 61 ~ 108%의 분포를 보였으나, [문제 1]의 경우에는 10 ~ 26%의 분포를 보였다. 다만, 앞에서 언급한 바와 같이 참가자 P-2 및 P-6의 잘못된 평가결과를 제외하면 44 ~ 100%의 분포를 보였다.

Table 5. Statistical Evaluations of the Results between Participants.

Item \ Exercise	Exercise								
	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3
Number of Participant	6	6	6	7	7	7	7	7	7
Geometric Mean ^(a)	0.972	3.10	7.28	5.92	10.3	10.9	6.14	32.6	30.0
Geometric Standard Deviation	53.7	36.3	7.65	1.00	1.54	2.20	1.80	2.42	2.29
Arithmetic Mean ^(a)	6.39	11.5	15.6	5.92	11.1	13.7	7.09	44.0	39.1
Arithmetic Standard Deviation	4.88	6.34	12.6	5.35×10^{-3}	4.90	8.81	4.00	34.9	29.3
Coefficient of Variation(ASD/AM)	76%	55%	80%	0%	44%	64%	56%	79%	75%
Minimum ^(a)	5.59×10^{-4}	2.06×10^{-3}	0.132	5.91	6.03	4.68	3.36	7.05	10.4
Maximum ^(a)	9.54	17.3	31.2	5.92	17.8	25.9	13.7	93.7	93.7
GM / Best Sol. ^(b)	10%	9%	22%	100%	88%	61%	83%	108%	100%

(a) Evaluated committed effective dose (unit : mSv)

(b) Ratio of geometric mean value resulted from participant solutions to the best solution by this study

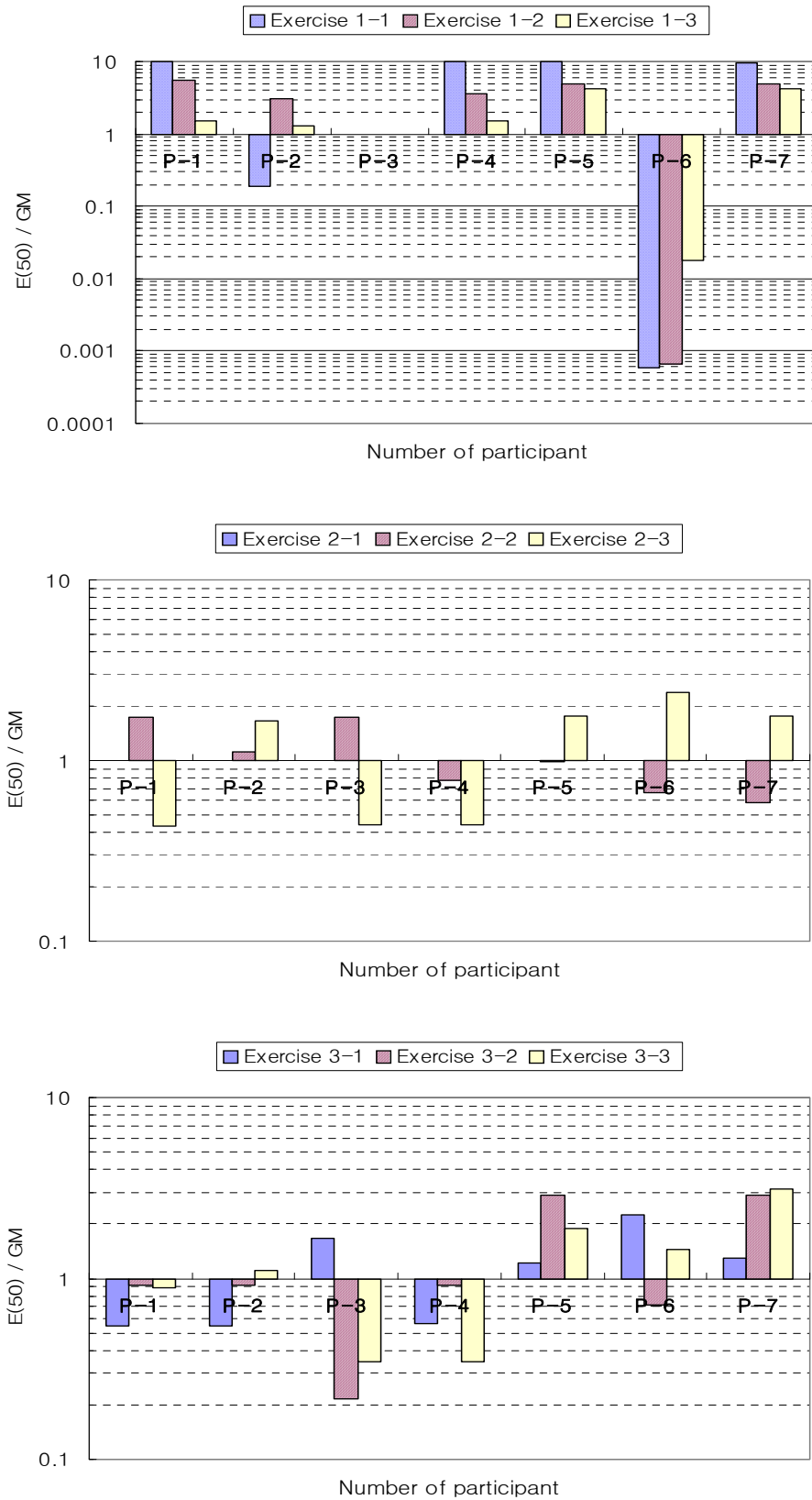


Fig. 1. Ratio of each solution to the geometric mean from all participant solutions.

4. 결론

이번에 수행된 국내 내부선량평가 상호비교는 국내 원자력기관을 대상으로 처음 실시되었다는데 큰 의미가 있으며, 국내 5개 기관에서 총 7명의 내부선량평가 담당자가 참가하였다. 본 연구에서 내부선량평가 상호비교 문제와 답안제출서를 개발하여 각 참가자에게 제공하였고, 1개월 후에 답안제출서를 회수하여 참가자의 답안을 분석한 결과, 각 문제별 참가자 답안의 기하평균에 대한 각 참가자 답안의 상대 비 분포가 $5.75 \times 10^{-4} \sim 9.81$ 로 상당한 편차를 보였으나, 선량계산 과정에서 선량평가인자를 다르게 적용한 극히 일부의 결과를 제외하면 0.216 ~ 3.12로써 국제 내부선량평가의 조화성과 크게 다르지 않은 것으로 나타났다. 또한 문제에 주어진 조건에 따른 최선의 답안에 대한 참가자 답안의 상대 비 분포가 $5.87 \times 10^{-5} \sim 3.12$ 로써, 선량평가에서 3배까지의 과소평가를 허용하는 ICRP 권고와 비교할 때, 국내 선량평가의 신뢰성이 크게 우려되나 이 역시 선량평가인자를 다르게 적용한 극히 일부의 결과를 제외하면 0.233 ~ 3.12로써 ICRP 권고를 크게 벗어나지는 않았다.

이번 상호비교를 통하여 국내 기관 및 담당자 별로 내부피폭선량평가의 수준과 전문성에 상당한 편차가 있음을 확인하였다. 특히 내부선량평가 담당자 교체에 따른 초보자가 참가하여 내부선량평가의 조화성 및 신뢰성이 낮아지는 원인이 되기도 하였다. 따라서 내부선량평가 담당자 교체 시에는 충분한 교육 및 훈련이 선행되어야 할 것으로 판단된다. 무엇보다 국내 내부선량평가의 조화성 및 신뢰성 향상을 위해서는 국제 기준에 맞는 내부선량평가의 국가표준 평가지침을 마련하는 것이 급선무이며, 수준별 평가문제 개발과 보다 많은 기관의 참여를 바탕으로 주기적인 내부선량평가 상호비교를 수행하고 이에 따른 지속적인 교육훈련이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부에서 시행하는 원자력연구개발 사업의 일환으로 수행되었으며, 본 국내 내부선량평가 상호비교 프로그램에 참여해 주신 각 기관 및 참가자에게 감사의 말씀을 전합니다.

참고문헌

1. International Commission on Radiological Protection. Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers Replacement of ICRP Publication 54, ICRP Publication 78. Oxford; Pergamon Press, 1997
2. 이종일, 이태영, 장시영, 이재기. 우리나라의 입자크기, 흡수형태 및 섭취형태가 내부피폭선량 평가 결과에 미치는 영향. 대한방사선방어학회지 2003;28(4):321-325.
3. 이종일, 이재기. 바이오어제이 결과 해석에서 단일 섭취경로 가정에 따르는 예탁유효선량의 잠재오차. 방사선방어학회지 2006;31(3):135-140.
4. International Atomic Energy Agency. Intercomparison Exercise on Internal Dose Assessment. IAEA. 2007;IAEA-TECDOC-1568.
5. International Commission on Radiological Protection. Draft Guidance Document on Interpretation of Bioassay Data. Pergamon Press, 2006.
6. Birchall A, Jarvis NS, Peace MS, Riddell AE, Battersby WP. The IMBA Suite: Integrated Modules for Bioassay Analysis, Radiat. Prot. Dosim. 1998; 79(1-4):107-110.
7. Lee JI, Lee TY, Kim BH, Kim JL. The BIDAS-2007 : Bioassay Data Analysis Software for Evaluating a Radionuclide Intake and Dose. Nuclear Engineering and Technology 2010;42:109-114.

Intercomparison Exercise on Internal Dose Assessment in Korea

Jong-Il Lee, Jang-Lyul Kim, and Bong-Hwan Kim
Korea Atomic Energy Research Institute

Abstract - The intercomparison exercise on internal dose assessment has been carried out for the purpose of the evaluation for harmonization of internal dosimetry between the nuclear-related institutes in Korea. The exercises of 9 items on internal dose assessment have been developed for the unknown internal dosimetric parameters such as the intake pathway, absorption type, AMAD, and intake time of a radionuclide. Solutions to these exercises were reported by 7 participants from 5 institutes. The range of the ratio between the individual values and the geometric mean value of the evaluated doses for the exercises was $5.75 \times 10^{-4} \sim 9.81$. But without the extreme partial solution, the range of the ratio was 0.216 ~ 3.12.

Keywords : internal dose assessment, intercomparison, harmonization, dosimetric parameters