<2018년도>

중·저준위 방사성폐기물 처분시설 부지주변

방사선환경조사 보고서

2019. 3

KORAD

목 차

부 록 I

부 록 II

<방사성폐기물 해상운반경로 방사선환경조사 결과>

제 1 장 서 론

중·저준위 방사성폐기물 처분시설 부지주변에 대한 방사선환경조사보고서는 원자력안전위원회 고시 제2017-17호(원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정)에 의거 한국원자력환경공단에 의해 수립되고 원자력안전위원회로부터 승인된 “중·저준위 방사성폐기물 처분시설 부지주변 및 해상운반경로 방사선환경조사계획서”(이하 “조사계획서”)에 따라 시행한 2018년도 중·저준위 방사성폐기물 처분시설 부지주변(이하 “처분시설 부지주변”) 환경의 방사선과 방사능 조사 및 평가 결과를 종합하였다.

조사계획서에는 방사성폐기물 처분시설 운영이 환경에 미치는 방사선 영향을 조사・평가하기 위한 조사항목, 조사지점, 조사주기, 조사방법 등이 제시되어 있다. 처분시설 부지주변 공기시료의 채취, 분석 및 육・해상시료 분석은 월성지역본부 환경실험실에서 수행하였다. 조사결과의 신뢰성을 제고하기 위해 육・해상 조사지점에 대한 시료 채취 및 분석의 일부는 경북지역에 소재한 지역의 대학에 위탁하여 수행하였으며 조사계획서에 따라 일부 지점에 대해서는 대학과 공단에서 동일시료를 각자 분석하여 비교하는 방사능분석의 품질관리 활동을 수행하였다.

한편 환경방사선량의 측정은 처분시설 부지주변 내・외부에 고정 설치한 환경방사선감시기와 열형광선량계를 사용하여 수행하였다.

제 2 장 조사 및 시료채취 지점

중·저준위 방사성폐기물 처분시설은 지형적으로 동남쪽 해안에 위치하고 행정구역상으로 경상북도 경주시 양북면 봉길리 일대에 위치하며, 좌표로는 동경 129°28′, 북위 35°43′ 인근에 위치한다. 부지 남쪽 약 9 km에 울산광역시 경계가 있으며, 북서쪽 약 27 km에 경주, 북쪽으로 약 8 km에 감포읍이 위치한다.

조사시료는 주변 환경을 대표할 수 있는 시료를 선정하였으며, 시료채취 지점은 육상시료의 경우 부지 중심에서의 거리, 풍향, 인구분포를 해양시료의 경우 해안거리, 해저특성, 해양생태계 등을 고려하여 선정하였다.

시료채취, 측정지점, 시료별 조사항목 및 주기는 [표 1]과 같다.

[표 1] 시료별 조사항목 및 주기

조 사 항 목				주기		지점수
구분	환경매체		감시핵종	채취빈도	분석빈도	
방사선	공간감마선량률		공간감마선량률(ERMS)	연 속	월1회	8
			집적선량(TLD)	연 속	분 기	25
육상 시료	공 기	부 유 진	전α	연 속	주 1회	7
		부 유 진	전β		주 1회	8
		부 유 진	γ동위원소		월 1회[1]	8
		수 분	^{3}H		월 2회	4
		CO_2	^{14}C		월 1회	4
	식 수		γ동위원소	분기 1회	분기 1회	2
			^{3}H			2
	지하수		전α	분기 1회	분기 1회	6
			우라늄동위원소			6
			^{99}Tc			6
			^{129}I			6
			^{3}H			6
			^{14}C			6
			^{90}Sr			6
			γ동위원소			6
			^{55}Fe			4
			^{63}Ni			4

주) 1. 공기미립자의 월간분석시료는 주단위로 채취한 시료를 모은 혼합시료

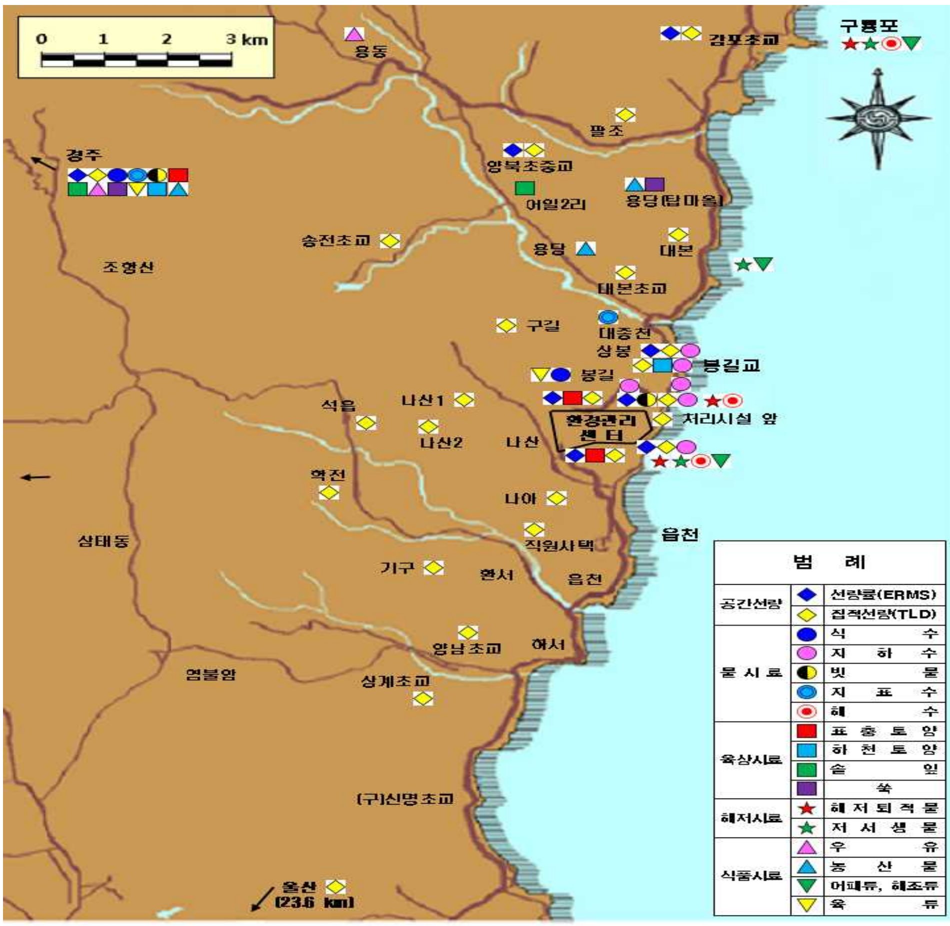
조 사 항 목			주기		지점수
구분	환경매체	감시핵종	채취빈도	분석빈도	
육상시료	지표수	γ동위원소	월 1회	월 1회	2
		^{3}H			2
	빗 물	γ동위원소	월 1회	월 1회	2
		^{3}H			2
		전β			2
	하천토양	γ동위원소	분기 1회	분기 1회	2
	표층토양	γ동위원소(^{131}I 포함)	년 2회	년 2회	3
		^{90}Sr			3
		우라늄동위원소			3
		$^{239+240}$Pu			3
	우 유	γ동위원소(^{131}I 포함)	월 1회	월 1회	2
		^{90}Sr		분기 1회[1]	2
		^{3}H		분기 1회[1]	2
		^{14}C		분기 1회[1]	2
	곡 류	γ동위원소	수확기	년 2회	2
		^{90}Sr			2
		^{3}H			2
		^{14}C			2
	채소류	γ동위원소	수확기	년 2회	2
		^{90}Sr			2
		^{3}H			2
		^{14}C			2
	과 일	γ동위원소	수확기	년 1회	2
		^{3}H			2
		^{14}C			2
	솔 잎	γ동위원소	년 2회	년 2회	2
		^{90}Sr			2
	쑥	γ동위원소	년 2회	년 2회	2
	육류(닭)	γ동위원소			2
		^{3}H	년 2회	년 2회	2
		^{14}C			2

주) 1. 우유 분기 분석시료는 월 단위로 채취한 시료를 모은 혼합시료

조 사 항 목			주기		지점수
구분	환경매체	감시핵종	채취빈도	분석빈도	
해양시료	해 수	γ동위원소	월 1회	분기 1회 [1]	3
		^{3}H	월 1회	월 1회	3
		^{90}Sr	월 1회	분기 1회 [1]	2
	해저퇴적물	γ동위원소	년 2회	년 2회	3
		^{90}Sr			2
	어・패류	γ동위원소(^{131}I 포함)	년 2회	년 2회	3
		^{90}Sr			2
	저서생물	γ동위원소	년 2회	년 2회	3
	해조류	γ동위원소(^{131}I 포함)	년 2회	년 2회	3
		^{129}I			2
		^{90}Sr			2

주) 1. 분기 분석 시료는 월단위로 채취한 시료를 모은 혼합시료

[그림 1] 시료채취 및 측정지점



제 3 장 조사결과 및 평가

3.1 환경방사선

3.1.1 공간선량률

3.1.1.1 조사방법

처분시설 부지주변 공간 감마선량률은 환경방사선감시기(ERMS)에 의한 연속 측정을 수행하였다. ERMS는 부지 내 4개 지점과 부지 외 10 km이내 2개 지점에 설치하여 운영하였으며, 월성원전에서 운영하고 있는 2개 지점을 포함하여 총 8개 지점의 공간 감마선량률을 연속 감시하였다.

측정된 데이터는 15분 간격으로 사무실 전산기로 전송되어 상시 감시되며, 수신된 데이터는 전산기에 저장하여 관리하였다. 검출기는 이온전리함 (Ionization Chamber)으로 측정범위 0 ~10^6 μSv/h까지 광역의 환경방사선을 측정할 수 있으며, 장비의 점검은 주 1회, 검출기 교정은 연 1회 실시하였다.

3.1.1.2 조사결과

2018년도 처분시설 부지주변 환경방사선감시기 8개 모든 지점에 대한 연평균 (최소~최대) 공간 감마선량률은 0.0959(0.0856 ~ 0.115) μSv/h 범위이며 시간대별 최댓값 지점은 전망대부근(MS-4)으로 0.158 μSv/h 값이 강우에 의해 9월 21일 측정되었다. 이 지점의 선량률은 토양 특성상 타 감시지점보다 높게 측정되고 있다.

육송도로 지점의 1시간 평균(최소~최대) 공간 감마선량률은 0.0856(0.0817 ~ 0.124) μSv/h 이며, 처분시설 부지주변의 8개 감시지점에 대한 1시간 평균 공간 감마선량률의 측정 결과를 [표 3-1]에 나타내었다.

[표 3-1] 환경방사선감시기에 의한 공간 감마선량률 (2018년)

[단위 : μSv/h]

구 분 / 지 점	최 대	최 소	평 균
육송도로	0.124	0.0817	0.0856
인수저장시설	0.138	0.0885	0.0932
동굴입구	0.133	0.0812	0.0873
전망대부근	0.158	0.0992	0.115
양북초중교	0.152	0.0966	0.101
감포초교	0.133	0.0890	0.0931
상봉*	0.132	0.0791	0.0924
경주*	0.143	0.0847	0.0998

주) 1. 1시간 평균값을 기본 자료로 사용하여 산출함

2. "*"은 월성원전 측정 자료임

3.1.2 공간집적선량

3.1.2.1 조사방법

공간집적선량은 부지 내 5개 지점과 부지 외 3개 지점, 월성원전 감시지역 17개 지점 등 총 25개 지점을 분기 1회 주기로 열형광선량계를 설치(지점당 5개) 및 회수하여 3개월간 누적된 선량을 판독하였으며, 판독장비는 Harshaw사의 Model 8800이며 LiF(TLD7H) 소자를 사용하였다.

3.1.2.2 조사결과

2018년도에 측정된 공간집적선량 분포는 97 ~ 218 μGy/91d 범위이며, 최고치는 전망대 부근 지점에서 218 μGy/91d, 최저치는 상봉 지점에서 97 μGy/91d로 측정되었다. 요약된 조사결과는 [표 3-2]에 나타내었다.

[표 3-2] 열형광선량계에 의한 공간집적선량 (2018년)

[단위 : μGy/91d]

구 분		측정결과	지점명
부지내부 (5개소)	최 고	218	전망대부근
	최 저	135	육송도로
	평 균	170	-
부지외부 (20개소)	최 고	187	양북초중고
	최 저	97	상봉
	평 균	134	-

주) 1. 지점별 평균값을 사용하여 산출함

2. 부지외부 20개소 중 월성원전 17개소 측정자료가 포함된 값임

3.2 환경방사능

3.2.1 공기 중 시료

3.2.1.1 조사방법

공기 중 미립자 시료채취는 여과지를 이용한 고정식 수집방법을 사용하였다.

공기 중 미립자를 채집하기 위하여 직경 5 ㎝크기의 원형여과지(0.3 μm이상의 입자에 대한 포집효율 99 % 이상)를 연속 공기시료 채집기 전단에 설치하여 공기유량을 300 ㎥/주 이상으로 설정, 시료를 채집한 후 전알파, 전베타 방사능은 저준위 알파・베타계수기로 계측하였고, 감마동위원소 자료 중 경주, 상봉 지점은 월성원전 분석결과를 기록하였다. 전베타 방사능 분석은 시료채취 후 자연계에 존재하는 라돈계열의 자연감쇠를 위해 72시간을 경과 시킨 후 계측하였다.

공기 중 ^{3}H는 흡습제인 실리카겔을 이용하여 월 2회 채집하였으며, 채집된 ^{3}H는 실리카겔을 가열하여 발생된 수증기를 응축하여 얻은 응축수를 섬광체와 혼합하여 액체섬광계수기로 계측하였다.

^{14}C 방사능은 육송도로, 동굴입구 처분시설 부지 내 2개소와 월성원전 감시 지점인 상봉, 경주(천군동) 2개소에 공기 채집기를 설치하여 2M CO_2 Free NaOH 용액에 대기 중의 CO_2를 포집하였다. CO_2가 포집된 NaOH 용액을 탄산칼슘 침전으로 만든 후 염산으로 산분해하여 CO_2 중의 ^{14}C을 Permafluor V 10 mL와 Carbo-sorb E 10 mL 혼합액에 직접 흡수하여 액체섬광계수기로 계측하였다.

3.2.1.2 조사결과

공기 중 미립자에 대한 감마동위원소 분석결과 전 지점에서 인공방사성 핵종은 검출되지 않았다.

공기 중 전알파는 < 0.0145 ~ 0.122 mBq/m^3, 전베타는 0.127 ~ 2.31 mBq/m^3의 분포로 나타났으며, 비교지점인 경주의 분석결과는 전알파 0.0123 ~ 0.142 mBq/m^3, 전베타 0.194 ~ 1.65 mBq/m^3 로 분석되었다. 전알파 방사능 분석 결과는 [표3-3], 전베타 방사능 분석 결과는 [표3-4]에 나타내었다.

공기 중 ^{14}C 방사능 분석결과는 부지주변에서 0.234 ~ 0.744 Bq/g-C, 비교지점인 경주에서 0.222 ~ 0.266 Bq/g-C 로 측정되었으며, 최대 측정치는 동굴입구 지점의 0.744 Bq/g-C 이다. 방사능 분석 결과는 [표3-5]에 나타내었다.

^{3}H 분석결과는 부지주변에서 0.0148 ~ 1.81 Bq/m^3, 비교지점인 경주에서는 모두 최소검출가능농도 미만으로 측정되었으며, 최대 측정치는 상봉지점의 1.81 Bq/m^3 이다. 방사능 분석 결과는 [표3-6]에 나타내었다.

[표 3-3] 공기 중 미립자의 전알파 방사능 (2018년)

[단위 : mBq/m^3]

월별 / 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
부지주변 6개소	0.0725	0.0879	0.0644	0.0789	0.0522	0.0607	0.0413	0.0277	0.0326	0.0518	0.0698	0.0640
비교지점 1개소	0.0641	0.103	0.0545	0.0628	0.0694	0.0431	0.0436	0.0291	0.0338	0.0566	0.0851	0.0922

주) 월별 주간 분석 값의 평균값을 산출하여 기록하였음

[표 3-4] 공기 중 미립자의 전베타 방사능 (2018년)

[단위 : mBq/m^3]

월별 / 구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
부지주변 7개소	1.55	1.67	1.19	0.979	0.754	0.781	0.411	0.449	0.857	1.06	1.47	1.32
비교지점 1개소	1.09	1.22	0.895	0.701	0.593	0.616	0.330	0.332	0.547	0.711	1.08	1.03

주) 월별 주간 분석 값의 평균값을 산출하여 기록하였음

[표 3-5] 공기 중 ^{14}C 방사능 (2018년)

[단위 : Bq/g-C]

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
부지주변 3개소	0.254	0.280	0.323	0.514	0.591	0.633	0.597	0.315	0.355	0.267	0.252	0.267
비교지점 1개소	0.250	0.248	0.261	0.265	0.254	0.256	0.255	0.266	0.259	0.242	0.264	0.222

주) 월별 분석 값의 평균값을 산출하여 기록하였음

[표 3-6] 공기 중 ^{3}H 방사능 (2018년)

[단위 : Bq/m^3]

구분 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
부지주변 3개소	0.0489	0.0654	0.228	0.360	0.785	1.34	1.28	0.638	0.332	0.128	0.159	0.137
비교지점 1개소	<0.00287	<0.00112	<0.00100	<0.00953	<0.0144	<0.0158	<0.00231	<0.0263	<0.0198	<0.0111	<0.00497	<0.00281

주) 1. 월별 2회 분석 값의 평균값을 산출하여 기록하였음
2. 월별 2회 분석 값이 모두 MDA일 경우 최소값으로 기록하였음

3.2.2 육상 물시료(빗물, 지표수, 식수, 지하수)

3.2.2.1 조사방법

빗물시료는 처분시설 부지 내 1개소에 빗물 채집기를 설치하여 월 1회 주기로 시료를 채취한 후 전베타 방사능, 감마동위원소와 ^{3}H를 분석하였다. 전베타 방사능 분석은 채취된 빗물시료 500 mL를 증발 농축시켜 계측용 접시에 담아 적외선 건조기로 건조시킨 후 저준위 알파·베타계수기로 계측하였고, 감마동위원소 분석은 시료 20L를 증발, 농축하여 감마핵종분석기로 계측하였고, ^{3}H는 시료 100mL를 증류하여 증류시료와 액체섬광체를 혼합한 후 액체섬광계수기로 계측하였다.

지표수시료는 월 1회 주기로 시료를 채취하여 감마동위원소와 ^{3}H를 분석하였다. 감마동위원소 분석은 시료 20 L를 증발·농축하여 감마핵종분석기로 계측하였고, ^{3}H는 시료 100 mL를 증류하여 증류시료와 액체섬광체를 혼합하여 액체섬광계수기로 계측하였다.

식수시료는 분기 1회 주기로 시료를 채취하여 감마동위원소와 ^{3}H를 분석하였으며,

전처리 및 분석방법은 빗물시료와 동일하다.

지하수 시료는 처분 사일로 주변 시추공 6개 지점에서 분기 1회 주기로 시료를 채취하여 전알파, 우라늄동위원소, 감마동위원소, ^{14}C, ^{90}Sr, ^{3}H, ^{129}I, ^{99}Tc, ^{55}Fe, ^{63}Ni을 분석하였다.

우라늄동위원소 분석은 시료 10 L를 방사화학적 분리 후 알파분광분석기로 측정하였고, ^{14}C 은 물시료 100 L를 염산과 반응시켜 이산화탄소 발생 및 흡수액에 포집 후 액체섬광계수기로 계측하였다.

^{90}Sr은 지하수시료 80 ℓ를 발연질산법으로 정제하고 이트륨을 제거한 후 14일간의 방사평형기간을 거친 다음 이트륨-90(≒Sr-90)으로 방사능을 측정한다.

전알파, 감마동위원소, ^{3}H의 전처리 및 분석방법은 빗물시료와 동일하다.

^{99}Tc는 추출크로마토그래피 방법을 사용하여 지하수시료로부터 순수 분리하고 가열, 건조하여 0.05 M 질산용액으로 녹여 액체섬광용액과 혼합한 후 액체섬광계수기로 측정하여 농도를 결정하였다.

^{129}I는 시료 약 250 mL 중 서로 다른 화학종으로 존재하는 요오드 핵종을 산화 및 환원과정으로 요오드 음이온 (I^-)으로 고정시키고 음이온교환수지를 이용하여 요오드 음이온을 분리·정제한 후 저에너지 감마핵종분석기로 계측하였다.

^{55}Fe와 ^{63}Ni은 시료 약 300 mL에 안정동위원소를 첨가하여 증발·건고 후, 음이온교환수지 및 레진을 이용해서 두 핵종을 분리·정제한 후 액체섬광용액과 혼합하여 액체섬광계수기로 계측, 방사능 농도를 결정하였다.

3.2.2.2 조사결과

빗물에 대한 전베타 방사능 농도는 부지내 지점인 동굴입구에서 0.0284 ~ 0.142 Bq/L, 비교지점인 경주에서 < 0.0236 ~ 0.172 Bq/L 로 분석되었다. 빗물에 대한 감마동위원소 분석결과 전 지점에서 인공방사성 핵종은 검출되지 않았으나 시료량 부족으로 일부 핵종의 경우 고시 검출하한치를 만족하지 못하였다. ^{3}H 방사능 농도는 부지 내에서 < 1.07 ~ 70.1 Bq/L, 비교지점인 경주에서는 최소검출가능농도 미만으로 측정되었다. 최대 측정치는 부지 내 지점인 동굴입구에서 분석된 5월 값으로 70 .1 Bq/L 이다. 분석값의 결과는 월성원전 영향으로 추정된다.

지표수에 대한 감마동위원소 분석결과 전 지점에서 인공방사성 핵종은 검출되지 않았으며, ^{3}H는 방사능 농도는 부지주변 대종교 지점에서 < 1.04 ~ 3.87 Bq/L, 비교지점인 경주에서 최소검출가능농도 미만으로 측정되었다. 최대 측정치는 부지 내 지점인 대종교 5월 분석값으로 3.87 Bq/L 이다.

식수에 대한 감마동위원소 분석결과 전 지점에서 인공방사성 핵종은 검출되지 않았다. 식수에 대한 ^{3}H 분석결과는 부지주변 봉길리에서 5.59 ~ 9.74 Bq/L, 비교지점인 경주에서는 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다. 최대 측정치는 3분기 봉길리 지점의 분석값인 9.74 Bq/L 이다.

지하수에 대한 감마동위원소 분석결과 전 지점에서 인공방사성 핵종은 검출되지 않았다. ^{3}H 방사능은 부지주변에서 7.20 ~ 21.5 Bq/L 의 범위이며, 비교지점에서 < 1.35 ~ 9.54 Bq/L로 계측되었다. 전알파 방사능은 부지주변에서 최소검출가능농도 미만으로 계측되었고, 비교지점은 < 13.9 ~ 82.3 mBq/L으로 계측되었다. ^{14}C 방사능은 부지주변에서 0.194 ~ 0.315 Bq/g-C, 비교지점에서 0.218 ~ 0.286 Bq/g-C 로 계측되었다.

지하수에 대한 ^{90}Sr 방사능 분석결과는 부지주변에서 < 0.259 ~ 0.496 mBq/L로 계측되었고, 비교지점에서 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다. 우라늄동위원소 방사능 분석결과는 부지주변에서 ^{234}U는 0.406 ~ 7.57mBq/L, ^{235}U는 <0.00748~0.367 mBq/L, ^{238}U은 0.355 ~ 7.91 mBq/L, 비교지점에서 ^{234}U는 0.150 ~ 0.304 mBq/L, ^{235}U는 최소검출가능농도 미만으로 계측되었고, ^{238}U은 0.106 ~ 0.214 mBq/L로 계측되었다. 또한 ^{129}I , ^{55}Fe, ^{63}Ni 및 ^{99}Tc 방사능 분석결과는 지하수시료에서 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다.

3.2.3 표층토양 및 하천토양

3.2.3.1 조사방법

표층토양은 미경작지를 대상으로 시료 채취 지점을 선정하고, 반경 5 m 내 5곳을 동일한 비율로 각 지점당 2 kg 이상 토양시료를 채취하였다. 채취 깊이는 표면에서부터 5 ㎝ 정도로 하였으며 자갈, 풀뿌리 등을 제거한 후 105 ℃ ~ 110 ℃에서 열풍건조기로 24시간 건조하였다.

감마동위원소 분석은 건조된 시료를 100 Mesh 입자크기로 조제하여 Marinelli Beaker(450 mL)에 균일하게 충진한 후 무게를 측정하고 감마핵종 분석기로 계측하였다.

^{90}Sr은 450 ℃로 조절된 회화로에서 24시간 이상 회화하여 유기물을 제거한 후 발연질산법에 의한 화학분리 과정을 거쳐 이트륨 침전형태의 계측시료로 조제하여 저준위 알파・베타계수기로 계측하였다.

우라늄동위원소 분석은 건조세토 약1~2 g을 세라믹 도가니에서 450 ℃로 48시간 가열하여 유기물을 완전 분해한 후 불산, 질산과 과염소산을 혼합하여 화학

처리 한 후 알파분광분석기로 계측하였다.

플루토늄 동위원소는 건조세토 30 g을 세라믹 도가니에서 450 ℃로 48시간 가열, 유기물을 완전 분해 후 질산과 과산화수소를 혼합하여 화학처리한 후 알파핵종분석기로 계측하였다.

하천토양은 방사능물질의 침적이 예상되는 뻘이 형성된 지점을 중심으로 각 지점당 2 kg씩의 하천토양을 채취하였다. 채취된 시료는 표층토양과 동일한 전처리 절차를 거친 후 감마핵종분석기로 계측하였다.

3.2.3.2 조사결과

토양에 대한 감마동위원소 분석결과 표층토양과 하천토양에서 인공방사성 핵종인 ^{137}Cs이 측정되었다. 표층토양 중 ^{137}Cs 방사능은 부지주변에서 < 0.186 ~ 1.09 Bq/kg-dry, 비교지점에서 0.786 ~ 3.34 Bq/kg-dry, 하천토양 중 ^{137}Cs 방사능은 부지주변에서 < 0.188 ~ 0.510 Bq/kg-dry, 비교지점에서 < 0.252 ~ < 0.407 Bq/kg-dry로 계측되었다.

표층토양에 대한 ^{90}Sr 방사능 결과는 부지주변에서 < 0.216 ~ 0.388 Bq/kg-dry, 비교지점에서 < 0.233 ~ 0.416 Bq/kg-dry로 계측되었다. 우라늄 동위원소 분석결과는 부지주변에서 ^{234}U는 28.4 ~ 66.9 Bq/kg-dry, ^{235}U는 0.826 ~ 1.12 Bq/kg-dry, ^{238}U는 27.9 ~ 64.4 Bq/kg-dry, 비교지점에서 ^{234}U는 27.1 ~ 50.7 Bq/kg-dry, ^{235}U는 1.00 ~ 1.48 Bq/kg-dry, ^{238}U은 25.5 ~ 51.6 Bq/kg-dry로 나타났으며, $^{239+240}$Pu 은 부지주변에서 < 0.00516 ~ 0.0408 Bq/kg-dry, 비교지점에서는 < 0.00610 ~ 0.0300Bq/kg-dry로 계측되었다.

3.2.4 육상 식품류(곡류, 채소류, 과일류, 육류, 우유)

3.2.4.1 조사방법

우유는 처분시설 부근 1개소에 대하여 월 1회의 주기로 원유를 채취하여 감마동위원소, ^{90}Sr, ^{14}C, ^{3}H의 방사능을 측정하였으며, 월성원전 감시지점인 경주지점의 결과를 비교지점으로 평가하였다.

감마동위원소는 시료 4L를 증발, 농축한 후 감마핵종분석기로 계측하였으며, ^{14}C 방사능은 동결건조 및 고압연소 과정을 거친 후 이산화탄소 흡수법으로 ^{14}C방사능을 CO_2형태로 포집하여 액체섬광계수기로 계측하였다.

^{90}Sr 방사능은 450℃에서 회화시킨 시료 20 g을 발연질산법으로 화학분리한 후 저준위 알파・베타계수기로 계측하였다.

우유의 조직자유수 및 조직결합수중의 ^{3}H는 각각 동결건조 및 고압 연소법을 이용, 응축수를 포집하여 증류처리 한 후 액체섬광계수기로 계측하였다.

육류(닭)는 양남면 봉길리 주변의 사육 농가를 대상으로 시료를 5kg이상 구입한 후 감마동위원소, ^{14}C, ^{3}H 방사능을 계측하였다.

감마동위원소는 식용 부위만을 채취한 생체시료를 1～2 L 시료용기에 담아 감마핵종분석기로 계측하였고, ^{14}C 및 ^{3}H 시료는 우유와 동일한 방법으로 전처리 및 분석하였다.

곡류, 채소류, 과일류는 수확기의 보리와 쌀, 열무, 배추, 감 시료를 양북면 용당리 부근에서 각각 10 kg씩 구입하였으며, 105～110 ℃에서 열풍건조기로 건조한 후 각각의 전처리, 화학처리 과정을 통해 감마동위원소, ^{90}Sr, ^{14}C, ^{3}H 방사능분석을 하였다.

감마동위원소는 건조된 시료를 분쇄기로 완전히 분쇄하여 450 mL～1 L 계측용기에 균일하게 충진 한 후 감마핵종분석기로 계측하였으며, ^{90}Sr은 450 ℃에서 회화된 회시료 20 g을 발연질산법으로 화학분리한 후 이트륨침전 형태의 계측시료로 조제하여 저준위 알파・베타계수기로 계측하였다. ^{14}C 및 ^{3}H 방사능을 위한 전처리 및 분석방법은 우유시료와 동일하게 하였다.

3.2.4.2 조사결과

곡류(보리)에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종은 검출되지 않았다. ^{90}Sr 방사능 측정결과 부지주변에서 0.0674 ~ 0.0734 Bq/kg-fresh, 비교지점에서 0.0449 Bq/kg-fresh로 계측되었다. ^{14}C 방사능은 측정결과 부지주변에서 0.211 ~ 0.230 Bq/g-C, 비교지점에서 0.224 Bq/g-C로 계측되었다. ^{3}H는 부지주변에서 조직자유수(TFWT) 0.539 ~ 0.826 Bq/kg-fresh, 조직결합수(OBT) 2.35 ~ 3.07 Bq/kg-fresh로 계측되었고, 비교지점에서 조직자유수(TFWT) 및 조직결합수(OBT)는 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다.

곡류(쌀)에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종은 검출되지 않았다. ^{90}Sr 방사능 측정결과 부지주변 및 비교지점에서 최소검출가능농도 미만으로 측정되었다. ^{14}C 방사능은 측정결과 부지주변에서 0.235 ~ 0.247 Bq/g-C, 비교지점에서 0.224 Bq/g-C로 계측되었다. ^{3}H는 부지주변에서 조직자유수(TFWT)는 0.373 ~ 0.387 Bq/kg-fresh, 조직결합수(OBT)는 2.64 ~ 3.07 Bq/kg-fresh 로 계측되었고, 비교지점에서 조직자유수(TFWT)는 최소검출가능농도 미만으로 계측되었고 조직결합수(OBT)는 1.35 Bq/kg-fresh 로 계측되었다.

채소(열무, 배추)에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종은 검출되지 않았다. ^{90}Sr 방사능 측정결과 부지주변에서 0.130 ~ 0.214 Bq/kg-fresh로 계측되었고, 비교지점은 0.0341 ~ 0.0548 Bq/kg-fresh로 계측되었다. ^{14}C 방사능은 부지주변이 0.219 ~ 0.286 Bq/g-C로 계측되었고, 비교지점은 0.230 ~ 0.237 Bq/g-C로 계측되었다. ^{3}H 방사능 결과는 부지주변에서 조직자유수(TFWT)가 4.25 ~ 5.29 Bq/kg-fresh, 조직결합수(OBT)는 0.152~0.282 Bq/kg-fresh 로 계측되었고, 비교지점에서 조직자유수(TFWT) 및 조직결합수(OBT)는 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다.

과일(감)에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종은 검출되지 않았다. ^{14}C 방사능은 부지주변이 0.252 ~ 0.256 Bq/g-C로 계측되었고, 비교지점은 0.230 Bq/g-C로 계측되었다. ^{3}H 방사능 결과는 부지주변에서 조직자유수(TFWT) 4.79 ~ 7.75 Bq/kg-fresh, 조직결합수(OBT) 0.543 ~ 0.573 Bq/kg-fresh 로 계측되었고, 비교지점에서 조직자유수(TFWT) 및 조직결합수(OBT)는 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다.

육류(닭)에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종은 검출되지 않았다. ^{14}C 방사능은 부지주변에서 0.212 ~ 0.236 Bq/g-C, 비교지점에서 0.228 ~ 0.235 Bq/g-C로 계측되었다. ^{3}H는 부지주변에서 조직자유수(TFWT)는 $<$0.840 ~ 3.90 Bq/kg-fresh, 조직결합수(OBT)는 $<$ 0.178 ~ 0.849 Bq/kg-fresh 로 계측되었고, 비교지점에서 조직자유수(TFWT) 및 조직결합수(OBT)는 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다.

우유시료에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종은 검출되지 않았다. ^{90}Sr 방사능 측정결과 부지주변에서 최소검출가능농도 미만으로 계측되었고, 비교지점에서 $<$0.00569 ~ 0.0125 Bq/L로 계측되었다. ^{14}C 방사능은 부지주변에서 0.202 ~ 0.241 Bq/g-C, 비교지점에서 0.225 ~ 0.243 Bq/g-C로 계측되었다. ^{3}H 방사능분석 결과 부지주변에서 조직자유수(TFWT) 및 조직결합수(OBT)는 최소검출가능농도 미만으로 계측되었으며, 비교지점에서도 조직자유수(TFWT) 및 조직결합수(OBT)는 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다.

3.2.5 지표생물(솔잎, 쑥)

3.2.5.1 조사방법

솔잎은 지표생물로서 가능한 한 농축률이 높은 시료를 채취하기 위하여 높이가

4 m 이하인 소나무에서 2년생 이상의 잎을 한 그루에 약 0.2 kg씩 총 2 kg을 채취하였다. 채취된 시료는 105∼110℃로 조절된 열풍건조기로 건조하였다.
감마동위원소는 건조된 시료를 분쇄기로 완전히 분쇄한 후 1L Marinelli Beaker에 균일하게 충진 한 후 무게를 측정하고, 감마핵종분석기로 계측하였다.
^{90}Sr은 450℃로 조절된 회화로에서 24시간이상 회화하여 유기물을 제거한 후 회시료 20 g 을 발연질산법에 의한 화학분리 과정을 거쳐 이트륨 침전형태의 계측시료로 조제하여 저준위 알파・베타계수기로 계측하였다.
쑥시료는 쑥이 많이 식생하는 지역을 대상으로 채취지점을 선정하고, 반경 10 m 내에서 지점당 2 kg 이상을 채취하였다. 채취된 시료는 솔잎시료와 동일한 전처리 절차를 거친 후 1L Marinelli Beaker에 균일하게 충진 한 후 무게를 측정하고 감마핵종분석기로 계측하였다.

3.2.5.2 조사결과

솔잎에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종은 검출되지 않았다.
^{90}Sr 방사능은 부지주변에서 2.81 ~ 5.29 Bq/kg-fresh, 비교지점인 경주에서 0.479 ~ 1.15 Bq/kg-fresh로 계측되었다.

쑥에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종은 검출되지 않았다.

3.2.6 해양시료(해수, 해저퇴적물, 어패류, 해조류, 저서생물)

3.2.6.1 조사방법

해수시료는 봉길리 해변에서 지표수의 유입이 가장 적은 지점을 택하여 해수 표면 1 m 이내의 시료를 월 1회 주기로 채취하였으며, ^{3}H는 매월, 감마동위원소 및 ^{90}Sr 방사능은 월간시료를 분기 혼합시료로 만들어 분기 1회 분석하였다.
해수시료 중 감마동위원소 분석 시 ^{131}I의 경우 해수 5 L를 증발농축하여 계측하고, 나머지 핵종들에 대해서는 분기 혼합시료 60 L 를 1차 AMP공침, 2차 MnO_2 공침 후(인몰리브덴산 - 이산화망간 공침법) 감마핵종분석기로 계측하였다.
^{3}H는 시료 500 mL를 증류하여 증류시료 8 mL와 액체섬광체 12 mL를 20 mL vial에 혼합하여 액체섬광계수기로 측정하였으며 ^{90}Sr 방사능 분석은 3개월 혼합시료 60 L를 발연질산법으로 화학분리한 후 이트륨침전형태로 여과지에 흡입, 여과하여 저준위 알파・베타계수기로 계측하였다.
해저퇴적물은 봉길리 주변의 해변에서 방사능 물질의 침적이 높을 것으로 예상되는 지점을 선정하여 반기 1회 2 kg 이상 채취하였으며, 시료의 전처리는

스테인레스 스틸 용기에 넣어 105～110 ℃에서 열풍건조기로 48시간 이상 건조 후 미세하게 분쇄하여 100 Mesh 입자 크기의 체를 이용하여 시료를 조제하였다.

시료의 분석은 감마동위원소, ^{90}Sr을 분석하였고, 분석방법은 표층토양 분석과 동일하게 하였다.

어류는 반기 1회 주기로 대본 앞바다 주변에서 5 kg 이상 채취하고, 식용부위만을 시료로 하여 105～110 ℃에서 열풍건조기로 건조한 후 감마동위원소와 ^{90}Sr 방사능을 분석하였다. 감마동위원소는 식용부위를 분쇄하여 1 L 계측용기에 균일하게 충진 한 후 감마핵종분석기로 계측하였고, ^{90}Sr은 450 ℃에서 회화된 회시료 20 g을 발연질산법으로 화학분리한 후 이트륨침전형태의 계측시료로 조제하여 저준위 알파・베타계수기로 계측하였다.

패류는 주변 해역에서 가장 채취가 용이하고 우점종인 홍합을 대본앞바다에서 10 kg 이상 채취하여 방사능을 분석하였다.

월성원전 감시지점인 원전취수구 부근과 구룡포 지점에서는 10 kg 이상의 시료를 채취하여 이물질을 제거하고 식용부위만을 추출한 후 어류와 같은 전처리 과정을 거쳐 감마동위원소와 ^{90}Sr 방사능을 분석하였다.

해조류는 미역 및 도박을 선정하여 대본 앞바다 주변에서 반기 1회를 주기로 각각 5 kg 이상의 시료를 채취하여 이물질을 제거한 후 105～110 ℃에서 열풍건조기로 건조시켜 감마동위원소, ^{90}Sr 방사능을 분석하였다. 감마동위원소, ^{90}Sr 방사능 분석을 위한 전처리 및 분석방법은 어류와 동일하게 하였다.

저서생물은 먹이사슬 최종단계에 있고 유동이 적은 불가사리를 대본 앞바다 부근에서 5 kg 이상 채취하였으며, 채취된 시료는 동일지역에서 채취한 해수에 24시간 정도 담가 이물질을 제거시킨 후 105～110 ℃로 조절된 열풍건조기에서 50시간 정도 건조 후 분쇄한 시료 1 L를 계측용기에 담아 감마동위원소를 분석하였다.

3.2.6.2 조사결과

해수에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종인 ^{137}Cs 이 부지주변에서 1.58 ~ 2.49 mBq/L, 비교지점에서 1.34 ~ 1.70 mBq/L로 계측되었다.

^{3}H 방사능 분석결과 부지주변에서 < 1.04 ~ 2.67 Bq/L 로 계측되었으며, 비교지점에서는 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다.

^{90}Sr 방사능 분석결과 부지주변에서 0.863 ~ 1.39 mBq/L, 비교지점에서는 0.978 ~ 1.35 mBq/L로 계측되었다.

해저퇴적물에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종인 ^{137}Cs 이 부지주변에서 < 0.190 ~ 0.669 Bq/kg-dry, 비교지점에서 0.798 ~ 0.805 Bq/kg-dry로

계측되었다. ^{90}Sr의 방사능농도는 부지주변 및 비교지점에서 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다.

저서생물(불가사리)에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종은 검출되지 않았다.

어류에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종인 ^{137}Cs이 부지주변에서 0.0724 ~ 0.181 Bq/kg-fresh, 비교지점에서 0.0662 ~ 0.124 Bq/kg-fresh로 계측되었다. ^{90}Sr 방사능농도는 부지주변에서 최소검출가능농도 미만으로 계측되었으며 비교지점에서는 < 0.0157 ~ 0.0215 Bq/kg-fresh 로 계측되었다.

패류 시료에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종은 검출되지 않았다. ^{90}Sr 방사능 농도는 부지주변 및 비교지점에서 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다.

해조류에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성핵종은 검출되지 않았다. ^{90}Sr 방사능 농도는 부지주변에서 < 0.0502 ~ < 0.0636 Bq/kg-fresh, 비교지점에서 0.0386 ~ 0.0575 Bq/kg-fresh로 계측되었다.
^{129}I 방사능 농도는 부지주변 및 비교지점에서 최소검출가능농도 미만으로 계측되었다.

3.3 품질관리

원자력안전위원회 고시 제2017-17호 제5조(품질관리)에 따라 방사선환경조사 자료에 대한 품질이 객관적으로 적절한 수준 이내로 유지되고 있는지에 대한 보증과 조사결과의 정확성, 신뢰성 확보를 목적으로, 다음 각 항목에 대하여 품질관리 활동을 수행하였다.

○ 시료채취 및 운반
○ 시료전처리
○ 방사선측정 및 방사능분석
○ 조사 자료의 해석 및 통계처리
○ 조사결과 보고

3.3.1 시료채취 및 운반

대상 시료의 대표성이 확보되도록 해당 시료마다 적절한 채취방법을 사용하여 “환경방사능 시료채취” 절차에 따라 환경방사능 시료를 채취하였다. 채취한 시료는 채취용기에 포장한 후 시료종류, 채취지점 등 해당 사항을 기록한 “환경

방사능시료” 표지를 부착하여 운반한 후 냉장 또는 냉동 보관하며, “시료채취대장”에 시료명, 채취방법 등의 해당사항을 기록하여 관리하였다.

환경방사능 분석이 끝난 시료는 시료보관실에 건조 또는 회화물 형태로 보관하고, 식별이 용이하게 시료의 종류, 채취지점, 채취일시, 분석일시 등을 명시한 라벨을 붙여 보관하였다. 시료보관기간은 방사능 축적경향 파악용 시료는 3년, 그 이외의 시료는 1년으로 정하여 관리하였으며 시료종류, 분석핵종 등의 보관내용은 “시료보관대장”에 기록하여 관리하였다.

3.3.2 시료 전처리

분석용 시료는 시료별 전처리 절차에 따라 환경방사능 분석 특성에 적합하도록 칭량, 건조, 분쇄, 회화, 공침 등 적절한 방법으로 전처리를 수행하였다. 또한 원자력안전위원회 고시 제2017-17호 [별표 2]의 검출 하한치를 만족시킬 수 있도록 시료별 전처리량 등을 조절하였고, 일부 핵종은 방사화학 분리 실험과정을 행하여 전처리를 수행하였으며, 각 과정별 결과를 전처리 대장에 기록·관리하였다.

3.3.3 방사선측정 및 방사능분석

3.3.3.1 지역대학과의 교차분석

환경방사능 분석에 대한 자체 품질관리를 위해 용역기관인 경북대학교 방사선과학연구소와의 상호 교차분석 계획을 [표 3-7]와 같이 수립하였으며, 수행결과 측정값의 허용오차범위는 전처리를 요하는 시료에 대해서는 ±(20 %+2σ)를 단지 계측만을 수행하는 경우에는 ±(10 %+2σ)를 적용하고 그 결과를 확인하고 부록 8에 수록하였다.

3.3.3.2 계측장비 교정 및 점검관리

계측장비 교정은 인증된 표준선원을 사용하여 교정 주기에 따라 실시하였고, 측정기기의 점검은 해당 계측기 사용 절차서에 따라 점검주기마다 점검하여 <부록 5>에 환경방사선/능 조사장비 현황 및 교정자료를 수록하였다.

3.3.3.3 국내방사능교차분석

방사능분석기관의 분석 품질관리 목적으로 한국원자력안전기술원이 주관하는 국내 방사능분석기관과의 교차분석에 참가하였으며, 그 결과를 <부록 6>에 수록하였다.

[표 3-7] 지역대학과의 교차분석에 의한 품질관리

대상시료명		시 료 채 취		방사능분석	
		장 소	시 기	항 목	주 기
식 수		봉길리	1,4,7,10월	γ, ^{3}H	분기
지하수		환경감시공_EM-3	1,4,7,10월	전α, U, ^{3}H, ^{14}C, ^{90}Sr, γ, ^{129}I, ^{99}Tc, ^{55}Fe, ^{63}Ni	분기
지표수		대종교	월 1회	γ, ^{3}H	월
빗 물		동굴입구	월 1회	전β, γ, ^{3}H	월
표층토양		인수저장시설	4,10월	γ, ^{90}Sr, U, $^{239+240}Pu$	반기
농산물	보리	용당(도장곡마을회관)	6월	γ, ^{14}C, ^{3}H, ^{90}Sr	년
	쌀	용당(용담복지회관)	11월	γ, ^{14}C, ^{3}H, ^{90}Sr	년
	열무	용당(탑마을)	6월	γ, ^{14}C, ^{3}H, ^{90}Sr	반기
	배추	용당(탑마을)	11월	γ, ^{14}C, ^{3}H, ^{90}Sr	반기
	감	용당(원당마을회관)	9월	γ, ^{14}C, ^{3}H	년
지표생물	솔잎	어일2리	4,10월	γ, ^{90}Sr	반기
	쑥	용당(탑마을)	5,9월	γ	반기
육류		봉길리	4,10월	γ, ^{14}C, ^{3}H	반기
하천토양		봉길교	1,4,7,10월	γ	분기
우유		용동리	월 1회	γ, ^{14}C, ^{3}H, ^{90}Sr	월
해수		봉길리 해변	월 1회	^{3}H, γ, ^{90}Sr	월
해저퇴적물		봉길리 해변	4,10월	γ, ^{90}Sr	반기
저서생물		대본 앞바다	4,10월	γ	반기
어류		대본 앞바다	4,10월	γ, ^{90}Sr	반기
패류		대본 앞바다	4,10월	γ, ^{90}Sr	반기
해조류		대본 앞바다	4,10월	γ, ^{90}Sr, ^{129}I	반기

3.3.3.2 품질요원 입회에 의한 품질관리

품질부서에 통보한 후 품질담당자 입회하에 해당업무를 수행하여, 환경방사능 분석자료가 합리적이고 일관성이 유지되는지의 여부를 검증받았다.

[표 3-8] 품질요원 입회에 의한 품질관리

시료 채취		
시 료	장 소	시 기
공기	육송도로	3월
해수	봉길리 해변	3월
빗물	동굴입구	7월
표층토양	인수저장시설	10월

방사능 분석			
시 료	장 소	시 기	항 목
공기	육송도로	6월	전알파
			방사성탄소-14
해수	봉길리 해변	6월	스트론튬-90
			삼중수소
빗물	동굴입구	10월	감마동위원소
			전베타
표층토양	인수저장시설	10월	우라늄
			플루토늄

3.3.3.3 용역수행기관 품질관리

중·저준위 방사성폐기물 처분시설 주변 방사선환경조사 수행관리절차서 8.11항(용역수행기관 점검)에 따라 분기 1회 용역수행기관을 방문하여 환경방사선조사 업무수행의 정확성과 신뢰성을 확보하였다.

[표 3-9] 용역수행기관 품질관리

구분	전반기	하반기
일자	2018. 3. 13, 2018. 6. 14	2018. 9. 18, 2018. 12. 4
내용	• 시료채취 절차서 준수여부 • 핵종별 분석절차서 준수여부 • 용역기관 품질보증절차서 적합성 • 용역기관 화학분석장비 건전성 • 2018년도 방사능 교차분석 실시 의견 교환(KINS, KRISS 주관) • 2018년도 정기검사(KINS) 수검결과 조치사항 협의 • 환경방사능 분석결과 및 RAW DATA 확인 • 계측기록 및 분석장비 교정관련 사항 확인 • 전처리 및 시료채취 관련 사항 확인	

3.3.3.4 계측장비 교정 및 점검관리

계측장비의 교정은 인증된 표준선원을 사용하여 교정주기에 따라 교정하였으며, 점검은 해당계측기 절차서에 따라 수행하고, 부록 5에 방사선환경조사 장비 현황 및 교정 자료를 수록하였다.

3.3.4 조사 자료의 해석 및 통계처리

원자력안전위원회 고시 제2017-17호 제8조(환경조사자료의 처리) 및 중·저준위 방사성폐기물 처분시설 부지주변 및 해상운반경로 방사선환경조사계획서에 따라 수행하였다.

3.3.5 조사결과 보고

원자력안전위원회 고시 제2017-17호 제10조(보고)에 의거 따라 수행하였다.

제 4 장 주민선량 평가

4.1 개요

중・저준위 방사성폐기물 처분시설 운영으로 부지주변 주민이 받게 되는 방사선량을 주기적으로 계산 평가한 후 결과를 정리하여 수록하였다.

4.2 방사성물질의 배출

4.2.1 배출량

4.2.1.1. 기체 방사성물질 배출량

기체 방사성물질 총 배출량은 1.46E+09 Bq 로서 삼중수소가 100%이었다.

4.2.1.2. 액체 방사성물질 배출량

액체 방사성물질 총 배출량은 4.15E+05 Bq 로서 삼중수소가 100%이었다.

4.2.2 희석수 배출률

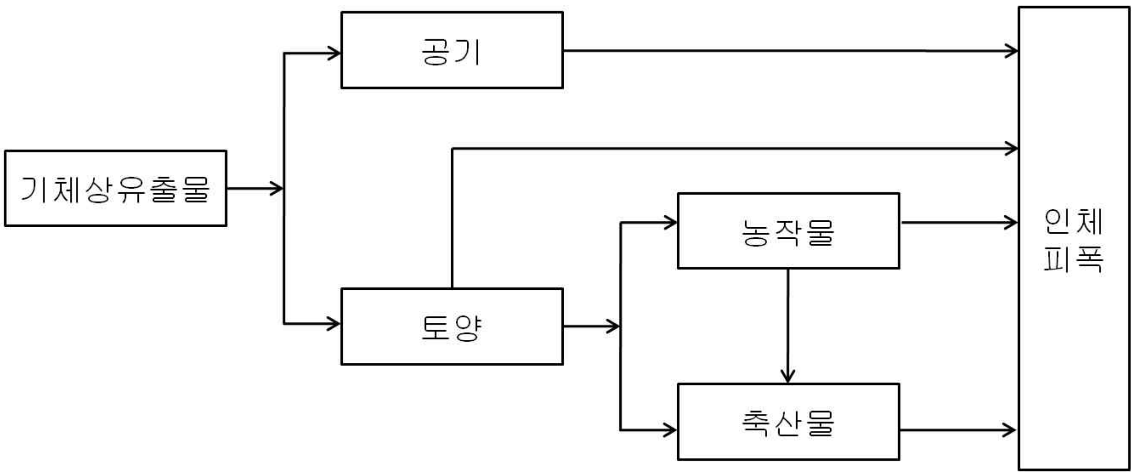
2018년도 액체 방사성물질 희석수 배출률은 3.53E-02 ft^3/sec 이다.

4.3 예상 주민피폭선량 계산방법

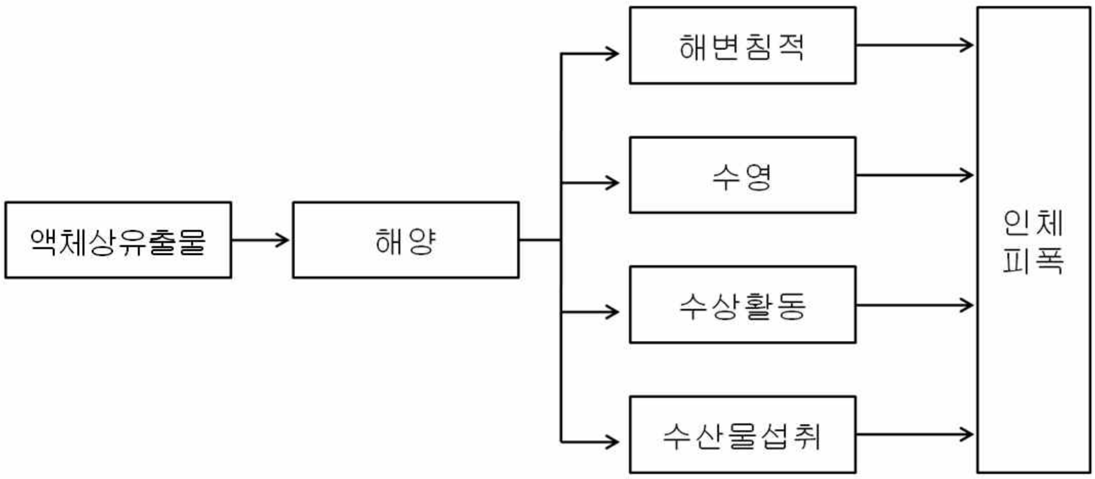
4.3.1 방사성물질의 이동경로

환경으로 배출된 기체 및 액체 배출물은 여러 경로를 통하여 인체의 내부와 외부에 방사선 영향을 줄 수 있다. 주변주민 피폭선량평가 프로그램에 반영된 방사성물질의 이동을 [그림 4-1], [그림 4-2]에 나타내었다.

[그림 4-1] 기체방사성물질의 이동경로



[그림 4-2] 액체방사성물질의 이동경로



4.3.2 부지기상 및 대기확산

기체 방사성물질 배출에 의한 예상 주민피폭선량 계산에 필요한 대기확산을 평가하기 위하여 부지에 위치한 기상관측소를 운영하였다.

관측항목은 풍향, 풍속, 기온, 습도 및 강수량 등이며, 자동기상측정장비인 AWS(Automatic Weather System)을 이용하여 모든 자료를 전산처리 하였다. 측정된 기상자료는 [표 4-1, 표 4-2]과 같다.

[표 4-1] 방위별 풍향분포도(%)

방 위	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
풍향분포도	4.99	5.18	5.68	5.41	5.66	2.11	0.42	0.37	1.15
방 위	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALM	계
풍향분포도	7.23	5.28	4.98	10.50	8.00	14.85	5.10	13.09	100

[표 4-2] 대기안정도 등급별 분포도(%)

등급	A	B	C	D	E	F	G	비고
분포도	7.043	1.471	2.245	27.390	49.722	9.391	2.740	

주) A : 심한불안정, B : 불안정, C : 약한불안정, D : 중립, E : 약한안정. F : 안정, G : 심한안정

2018년도 대기확산인자(X/Q)는 제한구역경계에서 방위별, 거리별로 160개 격자로 나누어 계산하였다. 대기확산인자 최대방위는 NNE방향이며, 계산값은 4.714E-05 sec/㎥이었다. 계산결과는 [표 4-3, 표 4-4]와 같다. 또한 [표 4-5]에서는 부지주변 인근 인구밀집지역에 대한 대기확산인자를 수록하였다. 인구밀집지역 중 최대지역은 감포로 대기확산인자는 3.755E-07 sec/㎥이었다.

[표 4-3] 처분시설 부지 대기확산인자(sec/㎥)

방위(거리) \ 대기확산인자	X/Q (sec/㎥)	(X/Q)D (sec/㎥)	(X/Q)DD (sec/㎥)	(D/Q) (1/㎡)
S(0.44 km)	1.220E-05	1.216E-05	1.150E-05	2.747E-08
SSW(1.00 km)	2.222E-06	2.209E-06	1.996E-06	7.502E-09
SW(0.94 km)	2.181E-06	2.168E-06	1.969E-06	9.076E-09
WSW(0.83 km)	2.828E-06	2.814E-06	2.573E-06	1.050E-08
W(0.78 km)	5.959E-06	5.923E-06	5.442E-06	1.322E-08
WNW(0.38 km)	1.450E-05	1.444E-05	1.375E-05	1.844E-08
NW(0.31 km)	5.872E-06	5.852E-06	5.609E-06	6.020E-09
NNW(0.30 km)	6.604E-06	6.581E-06	6.314E-06	5.641E-09
N(0.31 km)	1.237E-05	1.233E-05	1.181E-05	1.455E-08
NNE(0.36 km)	4.714E-05	4.697E-05	4.478E-05	6.227E-08
NE(0.61 km)	3.753E-05	3.728E-05	3.477E-05	2.463E-08
ENE(0.61 km)	2.893E-05	2.874E-05	2.680E-05	2.082E-08
E(0.97 km)	9.525E-06	9.453E-06	8.574E-06	1.642E-08
ESE(0.51 km)	2.059E-05	2.051E-05	1.926E-05	3.560E-08
SE(0.39 km)	3.814E-05	3.805E-05	3.613E-05	9.473E-08
SSE(0.34 km)	2.507E-05	2.500E-05	2.387E-05	4.210E-08

주) 1. $(X/Q)^{D}$: DECAYED FOR EACH WIND DIRECTION
2. $(X/Q)^{DD}$: DECAYED & DEPLETED FOR EACH WIND DIRECTION
3. (D/Q) : DEPOSITION FOR EACH WIND DIRECTION

[표 4-4] 연도별 최대 대기확산인자 및 방위(sec/㎥)

연도	2016년	2017년	2018년
방위	ENE	ENE	NNE
확산인자	3.888E-05	3.281E-05	4.714E-05

[표 4-5] 주민 거주지 대기확산인자

방위	거리 (km)	지역	X/Q (sec/㎥)	$(X/Q)^{D}$ (sec/㎥)	$(X/Q)^{DD}$ (sec/㎥)	(D/Q) (1/㎡)
NNE	8.15	감포	3.755E-07	3.459E-07	2.730E-07	3.241E-10
NNW	6.64	양북	5.107E-08	4.739E-08	3.823E-08	3.294E-11
NW	5.06	양지	6.237E-08	5.905E-08	4.852E-08	5.916E-11
SSW	4.62	송정	1.904E-07	1.853E-07	1.508E-07	5.381E-10
S	5.40	양남	2.137E-07	2.061E-07	1.658E-07	4.002E-10

주) 1. $(X/Q)^{D}$: DECAYED FOR EACH WIND DIRECTION
2. $(X/Q)^{DD}$: DECAYED & DEPLETED FOR EACH WIND DIRECTION
3. (D/Q) : DEPOSITION FOR EACH WIND DIRECTION

4.4 예상 주민피폭선량 평가 결과

인수저장시설에서 배출된 기체・액체 방사성물질로 인한 예상 주민피폭선량은 1.69E-09 mSv/yr 이다. 설계제한치는 0.25 mSv/yr이며, 일반인에 대한 선량한도는 1 mSv/yr이다. 이는 중・저준위 방사성폐기물 처분시설 운영에 따라 주변 주민이 자연선량률 외 추가로 받는 선량은 극히 미미한 수준이다.

2018년도 기체・액체 방사성폐기물의 배출되는 주요핵종은 ^{3}H 이다.

제한구역경계에서의 기체 방사성물질 배출물에 의한 신체부위별, 연령군별, 핵종별 및 경로별 선량평가 결과는 [표 4-6] ~ [표 4-14]과 같다.

[표 4-6] 기체 방사성물질 배출에 의한 예상 주민피폭선량

[단위 : mGy/yr(공기), mSv/yr・man(조직)]

피폭부위	시설당 제한치	처분시설	
		실적치	제한치 대비(%)
공기중감마	0.10	0.00E+00	0.00
공기중베타	0.20	0.00E+00	0.00
유효선량	0.05	0.00E+00	0.00
피부	0.15	0.00E+00	0.00
장기	0.15	1.65E-06	1.10E-03

주) 1. 장기의 경우 최대피폭장기를 택함
2. 유효선량과 피부선량은 외부피폭에 의한 것임

[표 4-7] 액체 방사성물질 배출에 의한 예상 주민피폭선량

[단위 : mSv/yr · man]

피폭부위	시설당 제한치	처분시설	
		실적치	제한치 대비(%)
유효선량	0.03 mSv/yr	6.43E-09	2.14E-05
장기등가선량	0.10 mSv/yr	6.43E-09	6.43E-06

[표 4-8] 기체 · 액체 방사성물질 배출에 의한 예상 주민피폭선량

[단위 : mSv/yr · man]

피폭부위	부지당 제한치	처분시설 종합		월성원전 종합	부지 종합*	
		실적치	제한치 대비(%)	실적치	실적치	제한치 대비(%)
유효선량	0.25 mSv/yr	1.65E-06	6.60E-04	3.874E-02	3.874E-02	1.550E+01
갑상선	0.75 mSv/yr	1.65E-06	2.20E-04	3.875E-02	3.875E-02	5.17E+00

* 부지 종합 : 처분시설 종합 + 월성원전 종합

[표 4-9] 신체부위별 예상 주민피폭선량(기체)

[단위 : Sv/yr · man]

경 로	유효	소화기	뼈	간	신장	갑상선	폐	피 부
호 흡	5.11E-08	5.11E-08	5.11E-08	5.11E-08	5.11E-08	5.11E-08	5.11E-08	5.11E-08
농작물	2.67E-08	2.67E-08	2.67E-08	2.67E-08	2.67E-08	2.67E-08	2.67E-08	2.67E-08
우 유	3.09E-10	3.09E-10	3.09E-10	3.09E-10	3.09E-10	3.09E-10	3.09E-10	3.09E-10
육 류	1.97E-09	1.97E-09	1.97E-09	1.97E-09	1.97E-09	1.97E-09	1.97E-09	1.97E-09
합 계	8.01E-08	8.01E-08	8.01E-08	8.01E-08	8.01E-08	8.01E-08	8.01E-08	8.01E-08

[표 4-10] 신체부위별 예상 주민피폭선량(액체)

[단위 : Sv/yr · man]

경 로	유 효	소화기	뼈	간	신장	갑상선	폐	피 부
어 류	1.73E-15	1.73E-15	1.73E-15	1.73E-15	1.73E-15	1.73E-15	1.73E-15	0.00E+00
연체류	5.42E-16	5.42E-16	5.42E-16	5.42E-16	5.42E-16	5.42E-16	5.42E-16	0.00E+00
해조류	8.25E-16	8.25E-16	8.25E-16	8.25E-16	8.25E-16	8.25E-16	8.25E-16	0.00E+00
해변활동 등	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
합 계	3.09E-15	3.09E-15	3.09E-15	3.09E-15	3.09E-15	3.09E-15	3.09E-15	3.09E-15

[표 4-11] 핵종별 예상 주민피폭선량(기체 · 액체)

[단위 : mSv/yr · man]

구분 / 핵종	기체 · 액체	
	선량	비율(%)
^{3}H	1.65E-06	100
합 계	1.65E-06	100

[표 4-12] 연령군별 예상 주민피폭선량(기체 · 액체)

[단위 : mSv/yr · man]

경 로		유 효	소화기	뼈	간	신장	갑상선	폐	피 부
성인	기체	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06
	액체	6.43E-09	6.43E-09	6.43E-09	6.43E-09	6.43E-09	6.43E-09	6.43E-09	0.00E+00
	합계	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06	1.09E-06
십대	기체	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06
	액체	3.81E-09	3.81E-09	3.81E-09	3.81E-09	3.81E-09	3.81E-09	3.81E-09	0.00E+00
	합계	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06	1.08E-06
10세	기체	1.31E-06	1.31E-06	1.31E-06	1.31E-06	1.31E-06	1.31E-06	1.31E-06	1.31E-06
	액체	3.81E-09	3.81E-09	3.81E-09	3.81E-09	3.81E-09	3.81E-09	3.81E-09	0.00E+00
	합계	1.32E-06	1.32E-06	1.32E-06	1.32E-06	1.32E-06	1.32E-06	1.32E-06	1.31E-06
소아	기체	1.56E-06	1.56E-06	1.56E-06	1.56E-06	1.56E-06	1.56E-06	1.56E-06	1.56E-06
	액체	3.40E-09	3.40E-09	3.40E-09	3.40E-09	3.40E-09	3.40E-09	3.40E-09	0.00E+00
	합계	1.57E-06	1.57E-06	1.57E-06	1.57E-06	1.57E-06	1.57E-06	1.57E-06	1.56E-06
1세	기체	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06
	액체	5.26E-09	5.26E-09	5.26E-09	5.26E-09	5.26E-09	5.26E-09	5.26E-09	0.00E+00
	합계	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06	1.65E-06
유아	기체	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06
	액체	2.42E-09	2.42E-09	2.42E-09	2.42E-09	2.42E-09	2.42E-09	2.42E-09	0.00E+00
	합계	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06	1.50E-06

[표 4-13] 경로별 예상 주민피폭선량(기체)

[단위 : Sv/yr · man]

구 분	호 흡	농작물	우 유	육 류	합 계
유효선량	5.11E-08	2.67E-08	3.09E-10	1.97E-09	8.01E-08
비 율(%)	63.8	33.3	0.4	2.5	100

[표 4-14] 경로별 예상 주민피폭선량(액체)

[단위 : Sv/yr · man]

구 분	어 류	연체류	해조류	해변활동 등	합 계
유효선량	1.73E-15	5.42E-16	8.25E-16	0.00E+00	3.09E-15
비 율(%)	55.9	17.5	26.6	0.0	100

제 5 장 종합평가 및 결론

중・저준위 방사성폐기물 처분시설 운영으로 인한 방사선환경조사를 위해 2018년도 부지주변(반경 10 km 이내)과 20 km 이상 떨어진 비교지점(경주, 구룡포)에서 육, 해상시료 24종 2,088개의 시료를 채취하여 환경방사능 분석을 수행하였으며, 8개소의 환경방사능감시기에 의한 공간 감마선량률 연속감시와 25개소의 공간집적선량을 측정하여 환경방사선량의 변화를 감시하였다.

처분시설 부지주변 환경방사능 조사결과 월성원전 주변에 위치한 부지 특성상 월성원전의 조사결과와 유사한 수준으로 나타났고, 인공 방사성 핵종으로는 ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{14}C, $^{239+240}Pu$, ^{235}U 등이 일부시료에서 미량 측정되었으나, 이는 방폐장 운영 전 방사선환경조사 수준이며, 1단계 동굴처분 시설의 주요 감시핵종인 ^{129}I, ^{99}Tc, ^{55}Fe, ^{63}Ni 방사능은 검출되지 않았다.

부 록 I

1. 방사선환경조사 결과 요약표
2. 방사선환경조사 측정자료
3. 연도별 조사자료
4. 기상관측 자료
5. 방사선환경조사 장비 현황 및 교정자료
6. 원자력사업자 방사능교차분석 결과
7. 한국원자력환경공단/지역대학 비교분석 자료
8. 기상관측 및 연도별 예상 주민피폭선량 자료

[부록 1] 방사선환경조사 결과 요약표

[조사기관 : 한국원자력환경공단]

시료명 (측정단위)	분석항목 (분석건수)*1	부지주변평균*2 (범위)*3	최대지점 지점명 (방위 및 거리)	최대지점 평균*2 (범위)*3	비교지점 평균*2 (범위)*3
환경방사선감시기 (μSv/h)	공간감마선량률 (연속)	0.0932 (0.0791～0.158)	전망대부근 (NE, 0.5km)	0.115 (0.0992～0.158)	0.0998 (0.0847～0.143)
공간집적선량 (μGy/91d)	열형광선량계 (TLD)(100)	142 (97～218)	전망대부근 (NE, 0.5km)	202 (187～218)	123 (106～147)
공기중 미립자 (mBq/㎥)	전알파(364)	0.0587(307/312) (<0.0145～0.122)	양북초중교 (NNW, 7.0km)	0.0632(52/52) (0.0150～0.122)	0.0616(52/52) (0.0123～0.142)
	전베타(416)	1.03(364/364) (0.127～2.31)	동굴입구 (E, 0.5km)	1.11(52/52) (0.192～2.31)	0.756(52/52) (0.194～1.65)
	^{60}Co(96)	< 0.00714(0/84)	-	-	< 0.0139(0/12)
	^{134}Cs(96)	< 0.0118(0/84)	-	-	< 0.0113(0/12)
	^{137}Cs(96)	< 0.00803(0/84)	-	-	< 0.0127(0/12)
	^{7}Be(96)	4.87(84/84) (1.25～ 7.10)	동굴입구 (E, 0.5km)	5.07(12/12) (1.57～ 6.79)	4.19(12/12) (1.30～ 6.42)
공기중 수분	^{3}H(96) (Bq/㎥)	0.458(72/72) (0.0148～1.81)	동굴입구 (E, 0.5km)	0.560(24/24) (0.0148～1.70)	< 0.00100(0/24)
	^{14}C(48) (Bq/g-C)	0.387(36/36) (0.234～0.744)	동굴입구 (E, 0.5km)	0.407(12/12) (0.234～0.744)	0.254(12/12) (0.222～0.266)
표층토양 (Bq/kg-dry)	^{134}Cs(8)	< 0.171(0/6)	-	-	< 0.276(0/2)
	^{137}Cs(8)	0.524(2/6) (< 0.186～ 1.09)	경주 (WNW, 21.0km)	2.06(2/2) (0.786～ 3.34)	2.06(2/2) (0.786～ 3.34)
	^{60}Co(8)	< 0.202(0/6)	-	-	< 0.373(0/2)
	^{90}Sr(8)	0.273(1/6) (< 0.216～0.388)	경주 (WNW, 21.0km)	0.325(1/2) (< 0.233～0.416)	0.325(1/2) (< 0.233～0.416)
	^{234}U(8)	43.5(6/6) (28.4～66.9)	전망대부근 (NE, 0.5km)	66.6(2/2) (66.3～66.9)	38.9(2/2) (27.1～50.7)
	^{235}U(8)	0.944(6/6) (0.826～1.12)	경주 (WNW, 21.0km)	1.24(2/2) (1.00～1.48)	1.24(2/2) (1.00～1.48)
	^{238}U(8)	41.6(6/6) (27.9～64.4)	전망대부근 (NE, 0.5km)	60.3(2/2) (56.1～64.4)	38.6(2/2) (25.5～51.6)
	$^{239+240}$Pu(8)	0.0149(1/6) (<0.00516～0.0408)	전망대부근 (NE, 0.5km)	0.0292(1/2) (<0.0175～0.0408)	0.0181(1/2) (<0.00610～0.0300)
솔잎 (Bq/kg-fresh)	^{134}Cs(6)	< 0.0432(0/4)	-	-	< 0.0541(0/2)
	^{137}Cs(6)	< 0.0541(0/4)	-	-	< 0.0663(0/2)
	^{60}Co(6)	< 0.0391(0/4)	-	-	< 0.0706(0/2)
	^{90}Sr(6)	4.07(4/4) (2.81～5.29)	어일2리 (NNW, 5.2km)	4.07(4/4) (2.81～5.29)	0.815(2/2) (0.479～1.15)

시료명 (측정단위)	분석항목 (분석건수)*1	부지주변평균*2 (범위)*3	최대지점 지점명 (방위 및 거리)	최대지점 평균*2 (범위)*3	비교지점 평균*2 (범위)*3
쑥 (Bq/kg-fresh)	^{134}Cs(6)	< 0.0333(0/4)	-	-	< 0.0541(0/2)
	^{137}Cs(6)	< 0.0372(0/4)	-	-	< 0.0693(0/2)
	^{60}Co(6)	< 0.0490(0/6)	-	-	< 0.0831(0/2)
하천토양 (Bq/kg-dry)	^{134}Cs(12)	< 0.149(0/8)	-	-	< 0.182(0/4)
	^{137}Cs(12)	0.381(6/8) (< 0.188～0.510)	봉길교 (NE, 1.3km)	0.381(6/8) (< 0.188～0.510)	0.311(1/4) (< 0.252～< 0.407)
	^{60}Co(12)	< 0.146(0/8)	-	-	< 0.293(0/4)
해수 (Bq/L)	^{3}H(48)	1.35(1/36) (< 1.04～2.67)	원전취수구부근 (SSE, 2.5km)	1.53(1/12) (< 1.31～2.67)	< 1.31(0/12)
해수 (mBq/L)	^{134}Cs(16)	< 0.623(0/12)	-	-	< 0.681(0/4)
	^{137}Cs(16)	1.92(12/12) (1.58～2.49)	봉길리해변 (NE, 1.4km)	2.01(4/4) (1.69～2.49)	1.51(4/4) (1.34～1.70)
	^{54}Mn(16)	< 0.939(0/12)	-	-	< 0.790(0/4)
	^{59}Fe(16)	< 1.90(0/12)	-	-	< 2.13(0/4)
	^{58}Co(16)	< 0.869(0/12)	-	-	< 0.864(0/4)
	^{60}Co(16)	< 0.845(0/12)	-	-	< 0.986(0/4)
	^{90}Sr(12)	1.02(8/8) (0.863～1.39)	구룡포 (NNE, 25.9km)	1.16(4/4) (0.978～1.35)	1.16(4/4) (0.978～1.35)
식수 (Bq/L)	^{131}I(12)	< 0.00332(0/8)	-	-	< 0.00414(0/4)
	^{3}H(12)	7.41(8/8) (5.59～9.74)	봉길리 (NNE, 1.8km)	7.41(8/8) (5.59～9.74)	< 1.29(0/4)
지하수 (Bq/L)	^{131}I(28)	< 0.00493(0/24)	-	-	< 0.00409(0/4)
	^{3}H(28)	15.0(24/24) (7.20～21.5)	환경감시공, EM-4 (NE, 1.3km)	18.2(4/4) (15.4～21.5)	5.51(3/4) (< 1.35～9.54)
	^{14}C(28) (Bq/g-C)	0.257(24/24) (0.194～0.315)	환경감시공, EM-3 (ENE, 1.0km)	0.286(8/8) (0.254～0.315)	0.256(4/4) (0.218～0.286)
	^{99}Tc(28)	<0.0251(0/24)	-	-	<0.0274(0/4)
	^{55}Fe(20)	< 0.114(0/16)	-	-	< 0.151(0/4)
	^{63}Ni(20)	<0.0669(0/16)	-	-	<0.0711(0/4)
지하수 (mBq/L)	전알파(28)	<11.1(0/24)	환경감시공_EM-6 (NE, 0.5km)	60.2(3/4) (<13.9～82.3)	60.2(3/4) (<13.9～82.3)
	^{129}I(28)	<0.0196(0/24)	-	-	0.0200(0/4)
	^{90}Sr(28)	0.348(5/24) (<0.259～0.496)	환경감시공_EM-2 (E, 0.8km)	0.416(2/4) (<0.359～0.496)	<0.301(0/4)
	^{234}U(28)	3.22(24/24) (0.406～7.57)	환경감시공_EM-5 (ENE, 0.3km)	4.96(4/4) (3.81～5.81)	0.226(4/4) (0.150～0.304)
	^{235}U(28)	0.0795(8/24) (<0.00748～0.367)	환경감시공_EM-3 (ENE, 1.0km)	0.125(4/8) (<0.0225～0.367)	<0.0269(0/4)
	^{238}U(28)	2.32(24/24) (0.355～7.91)	환경감시공_EM-3 (ENE, 1.0km)	4.29(8/8) (2.85～7.91)	0.161(4/4) (0.106～0.214)

시료명 (측정단위)	분석항목 (분석건수)*1	부지주변평균*2 (범위)*3	최대지점 지점명 (방위 및 거리)	최대지점 평균*2 (범위)*3	비교지점 평균*2 (범위)*3
빗물 (Bq/L)	전베타(36)	0.0685(24/24) (0.0284～0.142)	동굴입구 (E, 0.5km)	0.0685(24/24) (0.0284～0.142)	0.0504(11/12) (<0.0236～0.172)
	^{131}I(36)	< 0.00219(0/24)	-	-	< 0.00496(0/12)
	^{134}Cs(36)	< 0.00238(0/24)	-	-	< 0.00341(0/12)
	^{137}Cs(36)	< 0.00225(0/24)	-	-	<0.00401(0/12)
	^{3}H(36)	20.3(18/24) (< 1.07～70.1)	동굴입구 (E, 0.5km)	20.3(18/24) (< 1.07～70.1)	< 1.31(0/12)
지표수 (Bq/L)	^{134}Cs(36)	< 0.00254(0/24)	-	-	< 0.00348(0/12)
	^{137}Cs(36)	< 0.00252(0/24)	-	-	< 0.00418(0/12)
	^{131}I(36)	< 0.00474(0/24)	-	-	< 0.00580(0/12)
	^{60}Co(36)	< 0.00180(0/24)	-	-	< 0.00447(0/12)
	^{3}H(36)	1.44(2/24) (< 1.04～3.87)	대종교 (N, 1.9km)	1.44(2/24) (< 1.04～3.87)	< 1.28(0/12)
해저퇴적물 (Bq/kg-dry)	^{134}Cs(8)	< 0.141(0/6)	-	-	< 0.127(0/2)
	^{137}Cs(8)	0.411(4/6) (< 0.190～0.669)	구룡포 (NNE, 25.9km)	0.802(2/2) (0.798～0.805)	0.802(2/2) (0.798～0.805)
	^{54}Mn(8)	< 0.168(0/6)	-	-	< 0.145(0/2)
	^{59}Fe(8)	< 0.413(0/6)	-	-	< 0.428(0/2)
	^{58}Co(8)	< 0.143(0/6)	-	-	< 0.157(0/2)
	^{60}Co(8)	< 0.211(0/6)	-	-	< 0.184(0/2)
	^{95}Zr(8)	< 0.322(0/6)	-	-	< 0.292(0/2)
	^{90}Sr(6)	<0.225(0/4)	-	-	<0.124(0/2)
저서생물 (Bq/kg-fresh)	^{134}Cs(8)	< 0.0201(0/6)	-	-	< 0.0414(0/2)
	^{137}Cs(8)	< 0.0210(0/6)	-	-	< 0.0474(0/2)
	^{54}Mn(8)	< 0.0218(0/6)	-	-	< 0.0559(0/2)
	^{59}Fe(8)	< 0.0218(0/6)	-	-	< 0.151(0/2)
	^{58}Co(8)	< 0.0229(0/6)	-	-	< 0.0572(0/2)
	^{60}Co(8)	< 0.0303(0/6)	-	-	< 0.0654(0/2)
	^{95}Zr(8)	< 0.0387(0/6)	-	-	< 0.0994(0/2)
우유 (Bq/L)	^{131}I(36)	< 0.0247(0/24)	-	-	< 0.0407(0/12)
	^{137}Cs(36)	< 0.0153(0/24)	-	-	< 0.0399(0/12)
	^{90}Sr(12)	<0.00790(0/8)	경주 (WNW, 35.1km)	0.00914(3/4) (<0.00569～0.0125)	0.00914(3/4) (<0.00569～0.0125)
	^{14}C(12) (Bq/g-C)	0.217(8/8) (0.202～0.241)	경주 (WNW, 35.1km)	0.234(4/4) (0.225～0.243)	0.234(4/4) (0.225～0.243)
	^{3}H(24) (Bq/L) TFWT(12)	< 0.884(0/8)	-	-	< 1.15(0/4)
	^{3}H(24) (Bq/L) OBT(12)	< 0.0924(0/8)	-	-	< 0.103(0/4)

시료명 (측정단위)	분석항목 (분석건수)[*1]		부지주변평균[*2] (범위)[*3]	최대지점		비교지점 평균[*2] (범위)[*3]
				지점명 (방위 및 거리)	평균[*2] (범위)[*3]	
어류 (Bq/kg-fresh)	^{134}Cs(8)		< 0.0226(0/6)	-	-	<0.0367(0/2)
	^{137}Cs(8)		0.112(6/6) (0.0724~0.181)	원전취수구부근 (SSE, 2.5km)	0.127(2/2) (0.0724~0.181)	0.0951(2/2) (0.0662~0.124)
	^{54}Mn(8)		< 0.0250(0/6)	-	-	< 0.0447(0/2)
	^{60}Co(8)		< 0.00884(0/6)	-	-	< 0.0552(0/2)
	^{95}Zr(8)		< 0.0197(0/6)	-	-	< 0.0884(0/2)
	^{90}Sr(6)		<0.0242(0/4)	구룡포 (NNE, 25.9km)	0.0186(1/2) (<0.0157~0.0215)	0.0186(1/2) (<0.0157~0.0215)
패류 (Bq/kg-fresh)	^{134}Cs(8)		< 0.0357(0/6)	-	-	< 0.0371(0/2)
	^{137}Cs(8)		< 0.0426(0/6)	-	-	< 0.0478(0/2)
	^{54}Mn(8)		< 0.0400(0/6)	-	-	< 0.0444(0/2)
	^{60}Co(8)		< 0.0391(0/6)	-	-	< 0.0473(0/2)
	^{95}Zr(8)		< 0.0808(0/6)	-	-	< 0.0815(0/2)
	^{90}Sr(6)		<0.0313(0/4)	-	-	<0.0229(0/2)
해조류 (Bq/kg-fresh)	^{58}Co(8)		< 0.00918(0/6)	-	-	< 0.0107(0/2)
	^{54}Mn(8)		< 0.0179(0/6)	-	-	< 0.0105(0/2)
	^{60}Co(8)		< 0.0255(0/6)	-	-	< 0.0107(0/2)
	^{59}Fe(8)		< 0.0398(0/6)	-	-	< 0.0259(0/2)
	^{95}Zr(8)		< 0.0267(0/6)	-	-	< 0.0192(0/2)
	^{134}Cs(8)		< 0.0164(0/6)	-	-	< 0.00866(0/2)
	^{137}Cs(8)		< 0.0182(0/6)	-	-	< 0.0113(0/2)
	^{131}I(8)		< 0.0229(0/6)	-	-	< 0.0182(0/2)
	^{90}Sr(6)		0.0547(1/4) (<0.0502~<0.0636)	대본앞바다 (NE, 2.4km)	0.0547(1/4) (<0.0502~<0.0636))	0.0481(2/2) (0.0386~0.0575)
	^{129}I(6)		<1.14(0/4)	-	-	<0.589(2/2)
육류 (Bq/kg-fresh)	^{137}Cs(6)		< 0.0693(0/4)	-	-	<0.0683(0/2)
	^{14}C(6) (Bq/g-C)		0.226(4/4) (0.212~0.236)	경주 (WNW, 21.1km)	0.232(2/2) (0.228~0.235)	0.232(2/2) (0.228~0.235)
	^{3}H(12)	TFWT(6)	2.25(2/4) (< 0.840~3.90)	봉길리 (N, 1.9km)	2.25(2/4) (< 0.840~3.90)	< 1.04(0/2)
		OBT(6)	0.433(2/4) (< 0.178~0.849)	봉길리 (N, 1.9km)	0.433(2/4) (< 0.178~0.849)	< 0.205(0/2)

시료명 (측정단위)	분석항목 (분석건수)*1		부지주변평균*2 (범위)*3	최대지점		비교지점 평균*2 (범위)*3
				지점명 (방위 및 거리)	평균*2 (범위)*3	
곡류(보리) (Bq/kg-fresh)	^{58}Co(3)		< 0.0569(0/2)	-	-	< 0.0850(0/1)
	^{60}Co(3)		< 0.0734(0/2)	-	-	< 0.0945(0/1)
	^{137}Cs(3)		< 0.0825(0/2)	-	-	< 0.0853(0/1)
	^{54}Mn(3)		< 0.0633(0/2)	-	-	< 0.0838(0/1)
	^{90}Sr(3)		0.0704(2/2) (0.0674~0.0734)	용당 (NNW, 4.2km)	0.0704(2/2) (0.0674~0.0734)	0.0449(1/1)
	^{14}C(3) (Bq/g-C)		0.221(2/2) (0.211~0.230)	경주 (WNW, 21.1km)	0.224(1/1)	0.224(1/1)
	^{3}H(6)	TFWT(3)	0.683(2/2) (0.539~0.826)	용당 (NNW, 4.2km)	0.683(2/2) (0.539~0.826)	< 0.103(0/1)
		OBT(3)	2.71(2/2) (2.35~3.07)	용당 (NNW, 4.2km)	2.71(2/2) (2.35~3.07)	< 0.635(0/1)
곡류(쌀) (Bq/kg-fresh)	^{58}Co(3)		< 0.0314(0/2)	-	-	< 0.0741(0/1)
	^{60}Co(3)		< 0.0308(0/2)	-	-	< 0.0759(0/1)
	^{137}Cs(3)		< 0.0189(0/2)	-	-	< 0.0723(0/1)
	^{54}Mn(3)		< 0.0177(0/2)	-	-	< 0.0702(0/1)
	^{90}Sr(3)		<0.00725(0/2)	-	-	<0.00421(0/1)
	^{14}C(3) (Bq/g-C)		0.241(2/2) (0.235~0.247)	용당 (N, 2.8km)	0.241(2/2) (0.235~0.247)	0.224(1/1)
	^{3}H(6)	TFWT(3)	0.380(2/2) (0.373~0.387)	용당 (N, 2.8km)	0.380(2/2) (0.373~0.387)	< 0.114(0/1)
		OBT(3)	2.86(2/2) (2.64~3.07)	용당 (N, 2.8km)	2.86(2/2) (2.64~3.07)	1.35(1/1)
채소류(열무,배추) (Bq/kg-fresh)	^{58}Co(6)		< 0.0181(0/4)	-	-	< 0.0237(0/2)
	^{60}Co(6)		< 0.0177(0/4)	-	-	< 0.0288(0/2)
	^{137}Cs(6)		< 0.0165(0/4)	-	-	< 0.0224(0/2)
	^{54}Mn(6)		< 0.0163(0/4)	-	-	< 0.0235(0/2)
	^{90}Sr(6)		0.172(4/4) (0.130~0.214)	용당 (N, 2.3km)	0.172(4/4) (0.130~0.214))	0.0445(2/2) (0.0341~0.0548)
	^{14}C(6) (Bq/g-C)		0.252(4/4) (0.219~0.286)	용당 (N, 2.3km)	0.252(4/4) (0.219~0.286)	0.234(2/2) (0.230~0.237)
	^{3}H(12)	TFWT(6)	4.98(4/4) (4.25~5.29)	용당 (N, 2.3km)	4.98(4/4) (4.25~5.29)	<1.22(0/2)
		OBT(6)	0.198(4/4) (0.152~0.282)	용당 (N, 2.3km)	0.198(4/4) (0.152~0.282)	<0.0418(0/2)

시료명 (측정단위)	분석항목 (분석건수)*1		부지주변평균*2 (범위)*3	최대지점		비교지점 평균*2 (범위)*3
				지점명 (방위 및 거리)	평균*2 (범위)*3	
과일류(감) (Bq/kg-fresh)	^{58}Co(3)		< 0.0143(0/2)	-	-	< 0.0411(0/1)
	^{60}Co(3)		< 0.0314(0/2)	-	-	< 0.0454(0/1)
	^{137}Cs(3)		< 0.0275(0/2)	-	-	< 0.0411(0/1)
	^{54}Mn(3)		< 0.0217(0/2)	-	-	< 0.0406(0/1)
	^{14}C(3) (Bq/g-C)		0.254(2/2) (0.252～0.256)	용당 (NNW, 4.0km)	0.254(2/2) (0.252～0.256)	0.230(1/1)
	^{3}H(6)	TFWT(3)	6.27(2/2) (4.79～7.75)	용당 (NNW, 4.0km)	6.27(2/2) (4.79～7.75)	<1.09(0/1)
		OBT(3)	0.558(2/2) (0.543～0.573)	용당 (NNW, 4.0km)	0.558(2/2) (0.543～0.573)	<0.117(0/1)

주) 1 분석건수 : 조사기간 중 해당항목에 대한 분석건수의 합
2 평균 : 최소검출가능농도를 포함한 측정값의 평균
최대지점은 부지주변과 비교지점을 포함하여 평균값이 최대인 지점
평균값 오른쪽의 괄호에는 해당항목의 (검출건수/분석건수)를 나타냄
3 범위 : 최소검출가능농도를 포함한 측정값의 최소～최대 범위
조사결과 모두 최소검출가능농도 미만으로 측정된 자료는 최소검출가능농도 중에서 최소값만으로 단일표기함
* 상반기 채소시료 채취 불가로 대상시료 변경(배추→열무) (원안위 승인 '17.5.17)

[부록 2] 방사선환경조사 측정자료

[표 1-1] 공간 감마선량률 연속측정결과(환경방사선감시기)

[단위 : μSv/h]

지 점 별 (방위,거리)	측정월	최고치	최저치	월간평균	월 간 표준편차	평상변동범위	평상변동범위 초과시간	평상변동범위 초과원인(시간)	
								강우	기타
육송도로 (ESE, 0.8 ㎞)	1월	0.104	0.0842	0.0865	0.0020	0.0839 (0.0761～0.138)	0	0	0
	2월	0.123	0.0847	0.0867	0.0028		0	0	0
	3월	0.116	0.0820	0.0858	0.0047		0	0	0
	4월	0.108	0.0820	0.0854	0.0031		0	0	0
	5월	0.121	0.0820	0.0852	0.0035		0	0	0
	6월	0.113	0.0822	0.0863	0.0034		0	0	0
	7월	0.0956	0.0817	0.0857	0.0020		0	0	0
	8월	0.113	0.0832	0.0865	0.0025		0	0	0
	9월	0.122	0.0817	0.0850	0.0042		0	0	0
	10월	0.124	0.0820	0.0851	0.0036		0	0	0
	11월	0.108	0.0825	0.0848	0.0023		0	0	0
	12월	0.109	0.0820	0.0843	0.0025		0	0	0
인수저장시설 (W, 0.1 ㎞)	1월	0.117	0.0905	0.0931	0.0024	0.0930 (0.0732～0.156)	0	0	0
	2월	0.130	0.0912	0.0933	0.0030		0	0	0
	3월	0.133	0.0890	0.0933	0.0054		0	0	0
	4월	0.118	0.0893	0.0927	0.0034		0	0	0
	5월	0.134	0.0893	0.0930	0.0040		0	0	0
	6월	0.125	0.0895	0.0943	0.0037		0	0	0
	7월	0.105	0.0893	0.0935	0.0022		0	0	0
	8월	0.126	0.0902	0.0941	0.0027		0	0	0
	9월	0.138	0.0900	0.0942	0.0049		0	0	0
	10월	0.129	0.0907	0.0937	0.0038		0	0	0
	11월	0.123	0.0900	0.0928	0.0027		0	0	0
	12월	0.125	0.0885	0.0915	0.0031		0	0	0
동굴입구 (E, 0.5 ㎞)	1월	0.104	0.0812	0.0881	0.0026	0.0907 (0.0727～0.151)	0	0	0
	2월	0.118	0.0820	0.0865	0.0030		0	0	0
	3월	0.118	0.0812	0.0852	0.0047		0	0	0
	4월	0.108	0.0817	0.0851	0.0031		0	0	0
	5월	0.122	0.0815	0.0852	0.0036		0	0	0
	6월	0.115	0.0820	0.0864	0.0036		0	0	0
	7월	0.0954	0.0812	0.0860	0.0023		0	0	0
	8월	0.115	0.0829	0.0867	0.0027		0	0	0
	9월	0.133	0.0834	0.0898	0.0049		0	0	0
	10월	0.123	0.0871	0.0904	0.0034		0	0	0
	11월	0.111	0.0873	0.0899	0.0023		0	0	0
	12월	0.116	0.0871	0.0893	0.0028		0	0	0

주) 1. 위의 값은 1시간 평균값을 기본 자료로 사용하여 산출함
2. 평상변동범위는 ‘13～’17년 5년간 자료임
3. 단위변경 uR/h에서 uSv/h 변경

[표 1-2] 공간 감마선량률 연속측정결과(환경방사선감시기)

[단위 : μSv/h]

지 점 별 (방위,거리)	측정월	최고치	최저치	월간평균	월 간 표준편차	평상변동범위[1]	평상변동범위 초과시간	평상변동범위 초과원인(시간)	
								강우	기타
전망대부근 (NNE,0.4㎞)	1월	0.134	0.111	0.114	0.002	0.114 (0.0995~0.203)	0	0	0
	2월	0.149	0.112	0.115	0.003		0	0	0
	3월	0.145	0.109	0.114	0.004		0	0	0
	4월	0.134	0.110	0.114	0.003		0	0	0
	5월	0.147	0.110	0.115	0.003		0	0	0
	6월	0.140	0.110	0.115	0.004		0	0	0
	7월	0.124	0.110	0.116	0.003		0	0	0
	8월	0.144	0.113	0.117	0.003		0	0	0
	9월	0.158	0.113	0.117	0.005		0	0	0
	10월	0.154	0.116	0.119	0.003		0	0	0
	11월	0.117	0.0992	0.102	0.002		0	0	0
	12월	0.140	0.116	0.118	0.002		0	0	0
양북초중교 (NNW,7.0㎞)	1월	0.119	0.0990	0.101	0.002	0.101 (0.0866~0.142)	0	0	0
	2월	0.137	0.0990	0.102	0.003		0	0	0
	3월	0.124	0.0966	0.101	0.004		0	0	0
	4월	0.118	0.0971	0.100	0.002		0	0	0
	5월	0.129	0.0966	0.101	0.003		0	0	0
	6월	0.129	0.0980	0.102	0.003		0	0	0
	7월	0.118	0.0966	0.102	0.003		0	0	0
	8월	0.126	0.0988	0.103	0.003		0	0	0
	9월	0.128	0.0990	0.102	0.003		0	0	0
	10월	0.152	0.0995	0.103	0.005		0	0	0
	11월	0.117	0.0992	0.102	0.002		0	0	0
	12월	0.123	0.0990	0.102	0.002		0	0	0
감포초교 (NNE, 9.4㎞)	1월	0.117	0.0912	0.0934	0.0021	0.0944 (0.0817~0.153)	0	0	0
	2월	0.133	0.0917	0.0939	0.0030		0	0	0
	3월	0.122	0.0895	0.0934	0.0048		0	0	0
	4월	0.119	0.0890	0.0927	0.0031		0	0	0
	5월	0.128	0.0898	0.0930	0.0035		0	0	0
	6월	0.125	0.0907	0.0942	0.0035		0	0	0
	7월	0.106	0.0890	0.0938	0.0023		0	0	0
	8월	0.117	0.0912	0.0949	0.0028		0	0	0
	9월	0.128	0.0893	0.0925	0.0040		0	0	0
	10월	0.117	0.0895	0.0920	0.0031		0	0	0
	11월	0.126	0.0895	0.0921	0.0032		0	0	0
	12월	0.116	0.0890	0.0915	0.0024		0	0	0

주) 1. 위의 값은 1시간 평균값을 기본 자료로 사용하여 산출함
2. 평상변동범위는 '13~'17년 5년간 자료임
3. 단위변경 uR/h에서 uSv/h 변경

[표 1-3] 공간 감마선량률 연속측정결과(환경방사선감시기)

[단위 : μSv/h]

지 점 별 (방위,거리)	측정월	최고치	최저치	월간평균	월 간 표준편차	평상변동범위	평상변동범위 초과시간	평상변동범위 초과원인(시간)	
								강우	기타
상봉☆ (ENE, 0.9㎞)	1월	0.132	0.0958	0.106	0.007	0.0978 (0.0851～0.155)	0	0	0
	2월	0.128	0.0904	0.0935	0.0030		0	0	0
	3월	0.122	0.0879	0.0919	0.0044		0	0	0
	4월	0.114	0.0882	0.0918	0.0030		0	0	0
	5월	0.127	0.0888	0.0916	0.0035		0	0	0
	6월	0.122	0.0874	0.0930	0.0037		0	0	0
	7월	0.0997	0.0791	0.0879	0.0036		0	0	0
	8월	0.117	0.0839	0.0903	0.0030		0	0	0
	9월	0.130	0.0867	0.0907	0.0043		0	0	0
	10월	0.124	0.0870	0.0919	0.0033		0	0	0
	11월	0.116	0.0878	0.0920	0.0026		0	0	0
	12월	0.115	0.0863	0.0890	0.0025		0	0	0
경주☆ (WNW, 21.0㎞)	1월	0.136	0.0962	0.109	0.006	0.0981 (0.0787～0.159)	0	0	0
	2월	0.143	0.0847	0.0997	0.0029		0	0	0
	3월	0.119	0.0883	0.0961	0.0038		0	0	0
	4월	0.119	0.0863	0.0965	0.0033		0	0	0
	5월	0.132	0.0934	0.0990	0.0037		0	0	0
	6월	0.131	0.0980	0.103	0.004		0	0	0
	7월	0.119	0.0965	0.101	0.003		0	0	0
	8월	0.129	0.0952	0.101	0.003		0	0	0
	9월	0.130	0.0963	0.0997	0.0034		0	0	0
	10월	0.110	0.0962	0.0995	0.0016		0	0	0
	11월	0.116	0.0912	0.0997	0.0024		0	0	0
	12월	0.123	0.0904	0.0934	0.0026		0	0	0

주) 1. 위의 값은 1시간 평균값을 기본 자료로 사용하여 산출함

2. 평상변동범위는 '13～'17년 5년간 자료임

3. ☆는 월성원전 측정 자료임

4. 단위변경 uR/h에서 uSv/h 변경

[표 2-1] 공간집적선량 측정결과(TLD)

〔3개월 집적선량 단위 : μGy/91d〕
〔연간 집적치 단위 : μGy/yr 〕

구역	측정지점 (방위, 거리(㎞))		측정결과				집적치	평상변동범위('13~'17)	
			1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기		91일 평균(범위)	연 간 집적치
부지내부	육송도로	(ESE, 0.8㎞)	162±2	151±1	142±5	135±3	590	177(152~213)	708
	인수저장시설	(W, 0.1㎞)	179±3	164±5	150±1	143±2	636	189(152~225)	755
	동굴입구	(E, 0.5㎞)	164±6	163±6	147±3	150±2	624	187(157~222)	748
	전망대부근	(NNE, 0.4㎞)	218±4	210±2	193±1	187±1	808	235(197~284)	940
	처리시설앞	(ESE, 0.1㎞)	200±10	197±2	173±7	174±2	744	208(167~250)	833
	부지내 평균		185	177	161	158	680	199(168~235)	797
부지외부	양북초중교	(NNW, 7.0㎞)	187±2	183±2	167±4	167±4	704	209(170~247)	836
	봉길교	(NE, 1.3㎞)	179±3	171±4	158±4	161±1	669	203(167~301)	810
	감포초교	(NNE, 9.4㎞)	169±4	162±1	151±3	148±5	630	191(165~239)	765
	나산1☆	(WSW, 2.1㎞)	154±5	142±4	114±3	120±6	530	123(106~147)	494
	나산2☆	(SW, 2.3㎞)	138±1	141±7	100±2	123±5	501	121(101~145)	484
	환서☆	(SSW, 4.4㎞)	141±2	135±2	100±2	118±9	495	120(104~161)	482
	원전사택☆	(S, 3.8㎞)	151±1	158±23	108±3	123±4	541	128(108~176)	514
	구길☆*	(NNW, 2.5㎞)	138±5	132±3	101±6	111±2	483	117(102~134)	466
	대본초교☆	(NNE, 2.3㎞)	149±10	152±21	108±6	123±1	531	122(101~144)	487
	양남초교☆	(S, 6.2㎞)	143±2	139±2	106±3	120±2	509	117(100~136)	468
	대본☆	(NNE, 3.8㎞)	138±9	153±13	102±6	125±8	518	125(105~148)	498
	기구☆	(SW, 5.8㎞)	152±14	154±7	112±10	136±5	554	131(108~153)	523
	석촌☆	(WSW, 5.5㎞)	155±10	145±14	114±6	121±8	534	122(106~138)	488
	석읍☆	(W, 5.4㎞)	140±5	126±3	101±5	110±3	476	113(96.6~134)	453
	상계초교☆	(SSW, 8.0㎞)	152±1	141±5	108±2	129±16	530	122(106~142)	490

	팔조☆	(N, 6.0㎞)	133±5	140±10	96.9±1.9	120±2	490	120(104∼145)	480
	송전초교☆	(NW, 5.1㎞)	150±4	146±3	110±4	125±4	532	128(115∼156)	511
	상봉☆	(ENE, 0.9㎞)	138±7	165±41	96.9±7.5	133±39	534	146(115∼170)	584
	경주☆	(WNW, 21.0㎞)	144±6	142±14	103±2	119±12	508	119(101∼164)	476
	울산☆	(SSW, 26.4㎞)	147±5	132±12	106±3	106±5	490	115(96.1∼137)	461
	부지외 평균		150	148	113	127	538	-	-

주) 1. ☆는 월성원전 측정지점임
2. 월성원전 측정지점 중 2014년 1월부터 나아 → 환서, 학전 → 석촌으로 명칭 변경

[표 3-1] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/m^3]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 1/4분기												평상변동범위
			1 월				2 월				3 월				
			1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	
육송도로 (ESE) (0.8km)	감마	^{134}Cs	< 0.0187				< 0.0236				< 0.0206				< 0.0144
		^{137}Cs	< 0.0265				< 0.0209				< 0.0212				< 0.0164
		^{60}Co	< 0.0208				< 0.0192				< 0.0108				< 0.0158
		^{106}Ru	< 0.172				< 0.150				< 0.175				< 0.103
		^{144}Ce	< 0.122				< 0.0541				< 0.124				< 0.0379
		^{7}Be	5.23±0.16				6.15±0.26				6.19±0.19				4.04(1.63～7.42)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.252±0.008				0.321±0.009				0.294±0.009				0.324(0.219～0.893)
	전 알 파		0.0639 ±0.0068	0.0564 ±0.0062	0.112 ±0.009	0.0626 ±0.0065	0.0727 ±0.0070	0.0802 ±0.0082	0.0860 ±0.0070	0.0928 ±0.0085	0.0578 ±0.0059	0.0510 ±0.0059	0.0430 ±0.0056	0.0922 ±0.0081	0.0610 (<0.0132～0.153)
	전 베 타		1.72 ±0.03	1.34 ±0.03	2.09 ±0.03	1.39 ±0.03	1.55 ±0.03	1.50 ±0.03	1.79 ±0.03	2.06 ±0.04	1.49 ±0.03	1.20 ±0.03	0.876 ±0.022	1.62 ±0.03	1.14 (0.206～2.52)
	^{3}H(Bq/㎥)		0.0287±0.0018		0.0357±0.0020		0.0350±0.0015		0.160±0.003		0.194±0.006		0.214±0.007		0.622(0.0100～6.20)
인수저장 시설 (W) (0.1km)	감마	^{134}Cs	< 0.0268				< 0.0275				< 0.0200				< 0.0101
		^{137}Cs	< 0.0110				< 0.0239				< 0.0213				< 0.0112
		^{60}Co	< 0.0255				< 0.0270				< 0.0285				< 0.0108
		^{106}Ru	< 0.250				< 0.156				< 0.140				< 0.107
		^{144}Ce	< 0.0941				< 0.136				< 0.144				< 0.0730
		^{7}Be	5.41±0.18				7.10±0.32				6.37±0.19				4.14(< 0.382～7.27)
	전 알 파		0.0561 ±0.0065	0.0513 ±0.0060	0.105 ±0.008	0.0628 ±0.0066	0.0799 ±0.0073	0.0717 ±0.0079	0.0806 ±0.0068	0.106 ±0.009	0.0630 ±0.0061	0.0523 ±0.0061	0.0326 ±0.0051	0.0873 ±0.0080	0.0611 (<0.0135～0.164)
	전 베 타		1.68 ±0.03	1.31 ±0.03	2.10 ±0.03	1.40 ±0.03	1.69 ±0.03	1.50 ±0.03	1.73 ±0.03	2.04 ±0.03	1.45 ±0.03	1.08 ±0.03	0.822 ±0.022	1.55 ±0.03	1.15 (0.243～2.58)

[표 3-2] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/m³]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 1/4분기												평상변동범위
			1 월				2 월				3 월				
			1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	
동굴입구 (E) (0.5km)	감마	^{134}Cs	< 0.0157				< 0.0191				< 0.0172				< 0.0139
		^{137}Cs	< 0.0174				< 0.0227				< 0.0247				< 0.0104
		^{60}Co	< 0.0208				< 0.0297				< 0.0288				<0.00906
		^{106}Ru	< 0.191				< 0.240				< 0.109				< 0.0878
		^{144}Ce	< 0.110				< 0.135				< 0.117				< 0.0418
		^{7}Be	5.75±0.23				6.41±0.23				6.07±0.19				4.13(1.41～7.52)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.252±0.008				0.265±0.011				0.341±0.009				0.342(0.213～1.25)
	전 알 파		0.0649 ±0.0068.	0.0629 ±0.0066	0.0827 ±0.0076	0.0797 ±0.0071	0.0795 ±0.0072	0.0808 ±0.0083	0.0799 ±0.0067	0.106 ±0.009	0.0514 ±0.0058	0.0528 ±0.0060	0.0431 ±0.0057	0.0965 ±0.0084	0.0607 (<0.0133～0.146)
	전 베 타		1.68 ±0.03	1.39 ±0.03	2.06 ±0.03	1.46 ±0.03	1.70 ±0.03	1.57 ±0.03	1.81 ±0.03	2.31 ±0.04	1.47 ±0.03	1.10 ±0.03	0.889 ±0.022	1.62 ±0.03	1.15 (0.201～2.60)
	^{3}H(Bq/㎥)		0.0406±0.0019		0.0201±0.0018		0.0148±0.0012		0.0860±0.0030		0.327±0.007		0.294±0.007		0.732(0.0141～4.99)
전망대 부근 (NNE) (0.4km)	감마	^{134}Cs	< 0.0232				< 0.0258				< 0.0171				< 0.0139
		^{137}Cs	< 0.0290				< 0.0202				< 0.0254				< 0.0152
		^{60}Co	< 0.0143				< 0.0367				< 0.00957				< 0.0131
		^{106}Ru	< 0.199				< 0.223				< 0.194				< 0.102
		^{144}Ce	< 0.0995				< 0.137				< 0.0843				< 0.0392
		^{7}Be	5.01±0.17				6.19±0.23				6.17±0.18				4.12(1.57～7.15)
	전 알 파		0.0736 ±0.0071	0.0562 ±0.0062	0.0915 ±0.0078	0.0754 ±0.0070	0.0767 ±0.0072	0.0604 ±0.0075	0.107 ±0.008	0.120 ±0.009	0.0706 ±0.0065	0.0759 ±0.0069	0.0408 ±0.0056	0.0841 ±0.0079	0.0635 (<0.0133～0.153)
	전 베 타		1.51 ±0.03	1.29 ±0.03	1.89 ±0.03	1.33 ±0.03	1.44 ±0.03	1.53 ±0.03	1.67 ±0.03	2.09 ±0.04	1.41 ±0.03	1.19 ±0.03	0.834 ±0.022	1.61 ±0.03	1.13 (0.226～2.57)

[표 3-3] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/m³]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 1/4분기												평상변동범위
			1 월				2 월				3 월				
			1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	
양북 초중교 (NNW) (7.0km)	감마	^{134}Cs	< 0.0201				< 0.0258				< 0.0189				< 0.0171
		^{137}Cs	< 0.0258				< 0.0244				< 0.0190				< 0.0130
		^{60}Co	< 0.0225				< 0.0256				< 0.0241				< 0.00689
		^{106}Ru	< 0.214				< 0.179				< 0.238				< 0.109
		^{144}Ce	< 0.0848				< 0.142				< 0.132				< 0.0383
		^{7}Be	5.71±0.23				6.01±0.21				6.27±0.20				3.95(1.44～6.93)
	전 알 파		0.0741 ±0.0071	0.0760 ±0.0068	0.0899 ±0.0076	0.0756 ±0.0066	0.0740 ±0.0072	0.0818 ±0.0080	0.106 ±0.007	0.122 ±0.009	0.0683 ±0.0065	0.0806 ±0.0069	0.0464 ±0.0057	0.0959 ±0.0081	0.0679 (<0.0122～0.165)
	전 베 타		1.73 ±0.03	1.42 ±0.03	1.90 ±0.03	1.41 ±0.03	1.67 ±0.03	1.45 ±0.03	1.71 ±0.03	2.18 ±0.03	1.52 ±0.02	1.22 ±0.03	0.905 ±0.022	1.64 ±0.03	1.13 (0.205～2.64)
감포 초교 (NNE) (9.4km)	감마	^{134}Cs	< 0.0161				< 0.0182				< 0.0162				< 0.0106
		^{137}Cs	< 0.0173				< 0.0227				< 0.0152				< 0.0139
		^{60}Co	< 0.0265				< 0.0234				< 0.0190				< 0.0124
		^{106}Ru	< 0.133				< 0.127				< 0.179				< 0.0571
		^{144}Ce	< 0.0946				< 0.0804				< 0.103				< 0.0380
		^{7}Be	5.40±0.19				6.03±0.19				6.32±0.19				4.04(< 0.737～7.37)
	전 알 파		0.0595 ±0.0070	0.0571 ±0.0061	0.0846 ±0.0073	0.0661 ±0.0062	0.0644 ±0.0069	0.0883 ±0.0082	0.0892 ±0.0069	0.103 ±0.009	0.0747 ±0.0060	0.0562 ±0.0060	0.0521 ±0.0059	0.0772 ±0.0074	0.0593 (<0.0128～0.210)
	전 베 타		1.66 ±0.03	1.37 ±0.03	1.93 ±0.03	1.39 ±0.03	1.64 ±0.03	1.50 ±0.03	1.83 ±0.03	2.15 ±0.03	1.52 ±0.02	1.15 ±0.02	0.878 ±0.022	1.53 ±0.03	1.11 (0.208～2.58)

[표 3-4] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/m^3]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 1/4분기												평상변동범위
			1 월				2 월				3 월				
			1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	
상봉 (ENE) (0.9km)	감마	^{134}Cs	< 0.0190				< 0.0240				< 0.0216				< 0.00928
		^{137}Cs	< 0.0194				< 0.0283				< 0.0243				< 0.0105
		^{60}Co	< 0.0227				< 0.0306				< 0.0266				< 0.0115
		^{106}Ru	< 0.188				< 0.236				< 0.230				< 0.0789
		^{144}Ce	< 0.121				< 0.161				< 0.140				< 0.0677
		^{7}Be	5.65±0.15				5.41±0.16				4.79±0.23				4.44(1.66～6.49)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.259±0.007				0.253±0.007				0.333±0.008				0.350(0.236～1.04)
	전 베 타		1.30 ±0.02	1.07 ±0.02	1.45 ±0.03	1.14 ±0.02	1.18 ±0.02	0.957 ±0.025	1.08 ±0.02	1.56 ±0.03	0.757 ±0.018	0.778 ±0.020	0.374 ±0.017	0.958 ±0.022	0.855 (0.108～1.90)
	^{3}H(Bq/㎥)		0.0804±0.0026		0.0879±0.0029		0.0332±0.0011		0.0632±0.0021		0.150±0.005		0.187±0.006		0.504(0.0118～2.64)
경주 (WNW) (21.0km)	감마	^{134}Cs	< 0.0188				< 0.0239				< 0.0218				< 0.0104
		^{137}Cs	< 0.0219				< 0.0279				< 0.0239				< 0.0118
		^{60}Co	< 0.0239				< 0.0306				< 0.0236				< 0.0137
		^{106}Ru	< 0.192				< 0.250				< 0.226				< 0.0854
		^{144}Ce	< 0.132				< 0.166				< 0.139				< 0.0711
		^{7}Be	4.39±0.24				4.74±0.15				5.16±0.22				3.95(1.58～5.86)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.250±0.007				0.248±0.007				0.261±0.007				0.254(0.203～0.315)
	전 알 파		0.0789 ±0.0063	0.0593 ±0.0058	0.0520 ±0.0055	0.0661 ±0.0061	0.0645 ±0.0059	0.126 ±0.009	0.0813 ±0.0058	0.142 ±0.009	0.0422 ±0.0047	0.0375 ±0.0050	0.0911 ±0.0065	0.0470 ±0.0051	0.0730 (< 0.0120～0.206)
	전 베 타		1.23 ±0.03	0.974 ±0.023	1.44 ±0.03	0.712 ±0.020	0.996 ±0.023	0.908 ±0.025	1.32 ±0.02	1.65 ±0.03	1.16 ±0.02	0.819 ±0.021	0.642 ±0.019	0.960 ±0.022	0.837 (0.173～1.95)
	^{3}H(Bq/㎥)		<0.00287		<0.00559		<0.00112		<0.00373		<0.00392		<0.00100		0.0207(<0.00235～0.128)

주) [표 3-4]는 월성원전 측정자료임(경주지점의 전α는 공단에서 조사)

[표 3-5] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/m^3]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 2/4분기													평상변동범위
			4 월					5 월				6 월				
			1주	2주	3주	4주	5주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	
육송도로 (ESE) (0.8km)	감마	^{134}Cs	< 0.0150					< 0.0189				< 0.0237				< 0.0144
		^{137}Cs	< 0.0193					< 0.0248				< 0.0224				< 0.0164
		^{60}Co	< 0.0133					< 0.0158				< 0.0206				< 0.0158
		^{106}Ru	< 0.101					< 0.216				< 0.151				< 0.103
		^{144}Ce	< 0.0956					< 0.132				< 0.139				< 0.0379
		^{7}Be	5.93±0.17					5.20±0.38				3.86±0.18				4.04(1.63～7.42)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.494±0.010					0.574±0.010				0.543±0.010				0.324(0.219～0.893)
	전 알 파		0.0718 ±0.0070	0.0641 ±0.0069	0.0633 ±0.0069	0.103 ±0.008	0.0976 ±0.0081	0.0431 ±0.0058	0.0565 ±0.0065	0.0185 ±0.0053	0.0847 ±0.0076	0.111 ±0.008	0.0369 ±0.0054	0.0362 ±0.0057	0.0591 ±0.0069	0.0610 (<0.0132～0.153)
	전 베 타		1.08 ±0.02	0.977 ±0.025	0.954 ±0.024	1.07 ±0.02	1.02 ±0.02	0.728 ±0.021	0.941 ±0.024	0.506 ±0.019	1.09 ±0.03	1.15 ±0.03	0.651 ±0.021	0.599 ±0.020	0.872 ±0.023	1.14 (0.206～2.52)
	^{3}H(Bq/m^3)		0.262±0.008		0.392±0.010			0.406±0.012		0.544±0.013		1.05±0.02		1.44±0.02		0.622(0.0100～6.20)
인수저장 시설 (W) (0.1km)	감마	^{134}Cs	< 0.0201					< 0.0237				< 0.0208				< 0.0101
		^{137}Cs	< 0.0190					< 0.0244				< 0.0158				< 0.0112
		^{60}Co	< 0.0171					< 0.0336				< 0.0296				< 0.0108
		^{106}Ru	< 0.160					< 0.262				< 0.257				< 0.107
		^{144}Ce	< 0.104					< 0.128				< 0.124				< 0.0730
		^{7}Be	6.09±0.22					5.06±0.20				4.30±0.23				4.14(< 0.382～7.27)
	전 알 파		0.0643 ±0.0068	0.0795 ±0.0075	0.0658 ±0.0071	0.0969 ±0.0080	0.0804 ±0.0076	0.0422 ±0.0058	0.0562 ±0.0067	0.0185 ±0.0053	0.0888 ±0.0077	0.0978 ±0.0080	0.0343 ±0.0054	0.0357 ±0.0057	0.0583 ±0.0068	0.0611 (<0.0135～0.164)
	전 베 타		1.07 ±0.02	0.966 ±0.025	0.918 ±0.024	1.01 ±0.02	1.07 ±0.03	0.684 ±0.020	0.903 ±0.025	0.488 ±0.019	1.07 ±0.02	1.11 ±0.03	0.709 ±0.022	0.588 ±0.020	0.914 ±0.024	1.15 (0.243～2.58)

[표 3-6] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/m^3]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 2/4분기													평상변동범위
			4 월					5 월				6 월				
			1주	2주	3주	4주	5주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	
동굴입구 (E) (0.5km)	감마	^{134}Cs	< 0.0144					< 0.0210				< 0.0239				< 0.0139
		^{137}Cs	< 0.0170					< 0.0269				< 0.0166				< 0.0104
		^{60}Co	< 0.0221					< 0.0183				< 0.0272				<0.00906
		^{106}Ru	< 0.188					< 0.194				< 0.191				< 0.0878
		^{144}Ce	< 0.0709					< 0.114				< 0.115				< 0.0418
		^{7}Be	6.10±0.18					5.40±0.21				4.34±0.20				4.13(1.41～7.52)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.512±0.009					0.629±0.011				0.744±0.011				0.342(0.213～1.25)
	전 알 파		0.0682 ±0.0071	0.0745 ±0.0073	0.0596 ±0.0068	0.0952 ±0.0080	0.0928 ±0.0080	0.0387 ±0.0057	0.0669 ±0.0069	0.0231 ±0.0057	0.0900 ±0.0077	0.0824 ±0.0073	0.0468 ±0.0059	0.0357 ±0.0057	0.0736 ±0.0074	0.0607 (<0.0133～0.146)
	전 베 타		1.08 ±0.02	1.02 ±0.03	0.903 ±0.024	1.14 ±0.03	1.13 ±0.03	0.678 ±0.021	0.931 ±0.024	0.518 ±0.020	1.05 ±0.02	1.18 ±0.03	0.713 ±0.021	0.568 ±0.020	0.911 ±0.024	1.15 (0.201～2.60)
	^{3}H(Bq/m^3)		0.575±0.011			0.517±0.010		0.988±0.018		1.17±0.02		1.70±0.03		1.57±0.03		0.732(0.0141～4.99)
전망대 부근 (NNE) (0.4km)	감마	^{134}Cs	< 0.0156					< 0.0224				< 0.0227				< 0.0139
		^{137}Cs	< 0.0138					< 0.0122				< 0.0163				< 0.0152
		^{60}Co	< 0.0185					< 0.0327				< 0.0302				< 0.0131
		^{106}Ru	< 0.159					< 0.282				< 0.196				< 0.102
		^{144}Ce	< 0.0419					< 0.118				< 0.115				< 0.0392
		^{7}Be	5.97±0.19					5.13±0.24				4.25±0.19				4.12(1.57～7.15)
	전 알 파		0.0874 ±0.0076	0.0635 ±0.0068	0.0650 ±0.0070	0.104 ±0.008	0.0962 ±0.0081	0.0527 ±0.0062	0.0649 ±0.0069	0.0223 ±0.0055	0.0776 ±0.0074	0.0934 ±0.0078	0.0526 ±0.0063	0.0497 ±0.0063	0.0594 ±0.0068	0.0635 (<0.0133～0.153)
	전 베 타		1.05 ±0.02	0.956 ±0.025	0.873 ±0.023	1.06 ±0.02	1.06 ±0.03	0.655 ±0.020	0.876 ±0.024	0.517 ±0.019	1.06 ±0.03	1.12 ±0.03	0.687 ±0.022	0.547 ±0.020	0.883 ±0.023	1.13 (0.226～2.57)

[표 3-7] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/m3]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 2/4분기													평상변동범위
			4 월					5 월				6 월				
			1주	2주	3주	4주	5주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	
양북초 중교 (NNW) (7.0km)	감마	^{134}Cs	< 0.0181					< 0.0213				< 0.0180				< 0.0171
		^{137}Cs	< 0.0251					< 0.0234				< 0.0219				< 0.0130
		^{60}Co	< 0.0181					< 0.00995				< 0.0137				< 0.00689
		^{106}Ru	< 0.226					< 0.194				< 0.218				< 0.109
		^{144}Ce	< 0.105					< 0.0805				< 0.0823				< 0.0383
		^{7}Be	6.12±0.18					5.39±0.23				4.36±0.19				3.95(1.44～6.93)
	전 알 파		0.0759 ±0.0070	0.0654 ±0.0067	0.0619 ±0.0067	0.103 ±0.008	0.0695 ±0.0070	0.0482 ±0.0062	0.0556 ±0.0063	0.0150 ±0.0049	0.0923 ±0.0077	0.0968 ±0.0078	0.0628 ±0.0064	0.0378 ±0.0056	0.0571 ±0.0066	0.0679 (<0.0122～0.165)
	전 베 타		1.07 ±0.02	1.02 ±0.02	0.924 ±0.023	1.12 ±0.02	1.06 ±0.02	0.661 ±0.019	0.887 ±0.024	0.482 ±0.018	1.13 ±0.02	1.16 ±0.03	0.678 ±0.021	0.623 ±0.020	0.940 ±0.023	1.13 (0.205～2.64)
감포 초교 (NNE) (9.4km)	감마	^{134}Cs	< 0.0172					< 0.0179				< 0.0191				< 0.0106
		^{137}Cs	< 0.0134					< 0.0212				< 0.0206				< 0.0139
		^{60}Co	< 0.0245					< 0.0333				< 0.0299				< 0.0124
		^{106}Ru	< 0.223					< 0.242				< 0.245				< 0.0571
		^{144}Ce	< 0.0705					< 0.112				< 0.131				< 0.0380
		^{7}Be	6.09±0.18					4.89±0.22				3.82±0.20				4.04(< 0.737～7.37)
	전 알 파		0.0708 ±0.0068	0.0635 ±0.0066	0.0551 ±0.0064	0.102 ±0.008	0.107 ±0.008	0.0496 ±0.0059	0.0644 ±0.0066	<0.0148	0.0678 ±0.0068	0.0864 ±0.0077	0.0430 ±0.0056	0.0474 ±0.0060	0.0641 ±0.0068	0.0593 (<0.0128～0.210)
	전 베 타		1.02 ±0.02	0.950 ±0.024	0.940 ±0.023	1.09 ±0.02	1.04 ±0.02	0.649 ±0.019	0.957 ±0.024	0.492 ±0.018	1.04 ±0.02	1.13 ±0.03	0.677 ±0.020	0.546 ±0.019	0.861 ±0.023	1.11 (0.208～2.58)

[표 3-8] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/m^3]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 2/4분기													평상변동범위
			4 월					5 월				6 월				
			1주	2주	3주	4주	5주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	
상봉 (ENE) (0.9km)	감마	^{134}Cs	< 0.0228					< 0.0168				< 0.0164				< 0.00928
		^{137}Cs	< 0.0252					< 0.0195				< 0.0178				< 0.0105
		^{60}Co	< 0.0262					< 0.0210				< 0.0187				< 0.0115
		^{106}Ru	< 0.229					< 0.173				< 0.160				< 0.0789
		^{144}Ce	< 0.145					< 0.111				< 0.103				< 0.0677
		^{7}Be	5.62±0.29					5.07±0.19				2.92±0.09				4.44(1.66~6.49)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.536±0.010					0.569±0.010				0.613±0.010				0.350(0.236~1.04)
	전 베 타		0.702 ±0.020	0.762 ±0.021	0.603 ±0.019	0.613 ±0.019	0.941 ±0.022	0.349 ±0.016	0.531 ±0.019	0.353 ±0.016	0.881 ±0.022	0.672 ±0.020	0.468 ±0.018	0.352 ±0.017	0.562 ±0.018	0.855(0.108~1.90)
	^{3}H(Bq/m^3)		0.206±0.007		0.207±0.007			0.243±0.008		1.36±0.02		1.29±0.02		0.962±0.019		0.504(0.0118~2.64)
경주 (WNW) (21.0km)	감마	^{134}Cs	< 0.0239					< 0.0162				< 0.0162				< 0.0104
		^{137}Cs	< 0.0276					< 0.0181				< 0.0173				< 0.0118
		^{60}Co	< 0.0287					< 0.0193				< 0.0199				< 0.0137
		^{106}Ru	< 0.245					< 0.167				< 0.158				< 0.0854
		^{144}Ce	< 0.159					< 0.108				< 0.102				< 0.0711
		^{7}Be	4.42±0.14					4.89±0.13				3.26±0.10				3.95(1.58~5.86)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.265±0.007					0.254±0.007				0.256±0.007				0.254(0.203~0.315)
	전 알 파		0.0839 ±0.0068	0.0499 ±0.0054	0.0301 ±0.0047	0.0825 ±0.0067	0.0674 ±0.0062	0.103 ±0.007	0.0827 ±0.0069	0.0123 ±0.0038	0.0799 ±0.0063	0.0280 ±0.0049	0.0520 ±0.0060	0.0275 ±0.0051	0.0649 ±0.0058	0.0730 (< 0.0120~0.206)
	전 베 타		0.781 ±0.021	0.663 ±0.019	0.646 ±0.019	0.573 ±0.018	0.844 ±0.021	0.470 ±0.017	0.705 ±0.020	0.330 ±0.016	0.866 ±0.021	0.923 ±0.023	0.533 ±0.019	0.487 ±0.019	0.520 ±0.018	0.837(0.173~1.95)
	^{3}H(Bq/m^3)		<0.00953		<0.0124			<0.0144		<0.0192		<0.0158		<0.0345		0.0207<(0.00235~0.128)

주) [표 3-8]은 월성원전 측정 자료임(경주지점의 전α는 공단에서 조사)

[표 3-9] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/㎥]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 3/4분기													평상변동범위
			7 월					8 월				9 월				
			1주	2주	3주	4주	5주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	
육송 도로 (ESE) (0.8km)	감마	^{134}Cs	< 0.0179					< 0.0238				< 0.0195				< 0.0144
		^{137}Cs	< 0.0117					< 0.00999				< 0.0223				< 0.0164
		^{60}Co	< 0.0140					< 0.0196				< 0.0240				< 0.0158
		^{106}Ru	< 0.201					< 0.152				< 0.0989				< 0.103
		^{144}Ce	< 0.106					< 0.0920				< 0.0874				< 0.0379
		^{7}Be	1.94±0.13					2.40±0.16				5.51±0.21				4.04(1.63～7.42)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.571±0.011					0.291±0.010				0.329±0.009				0.324(0.219～0.893)
	전 알 파		<0.0145	0.0209 ±0.0047	0.0519 ±0.0065	0.0644 ±0.0067	0.0371 ±0.0065	0.0421 ±0.0060	0.0221 ±0.0052	0.0194 ±0.0051	0.0247 ±0.0049	0.0356 ±0.0052	0.0312 ±0.0053	0.0261 ±0.0055	0.0270 ±0.0051	0.0610 (<0.0132～0.153)
	전 베 타		0.206 ±0.016	0.138 ±0.016	0.413 ±0.018	0.440 ±0.018	0.877 ±0.025	0.705 ±0.022	0.344 ±0.018	0.419 ±0.018	0.411 ±0.018	0.607 ±0.020	0.973 ±0.023	1.07 ±0.02	0.950 ±0.023	1.14 (0.206～2.52)
	^{3}H(Bq/㎥)		0.993±0.025			1.05±0.03		0.219±0.018		1.20±0.03		0.412±0.016		0.216±0.019		0.622(0.0100～6.20)
인수 저장 시설 (W) (0.1km)	감마	^{134}Cs	< 0.0232					< 0.0294				< 0.0231				< 0.0101
		^{137}Cs	< 0.0253					< 0.0270				< 0.0173				< 0.0112
		^{60}Co	< 0.0205					< 0.0278				< 0.0372				< 0.0108
		^{106}Ru	< 0.206					< 0.312				< 0.228				< 0.107
		^{144}Ce	< 0.107					< 0.148				< 0.155				< 0.0730
		^{7}Be	2.13±0.16					2.01±0.22				5.38±0.18				4.14(< 0.382～7.27)
	전 알 파		0.0178 ±0.0050	0.0267 ±0.0051	0.0601 ±0.0069	0.0671 ±0.0069	0.0412 ±0.0064	0.0302 ±0.0053	0.0218 ±0.0050	<0.0151	0.0278 ±0.0051	0.0372 ±0.0052	0.0324 ±0.0054	0.0360 ±0.0058	0.397 ±0.0056	0.0611 (<0.0135～0.164)
	전 베 타		0.209 ±0.016	0.184 ±0.016	0.434 ±0.019	0.482 ±0.019	0.794 ±0.023	0.750 ±0.022	0.327 ±0.017	0.384 ±0.018	0.409 ±0.018	0.650 ±0.020	0.912 ±0.023	1.11 ±0.02	0.980 ±0.023	1.15 (0.243～2.58)

주) ^{137}Cs 및 ^{134}Cs 평상변동 범위는 후쿠시마 원전 사고로 인한 영향을 제외한 자료임

[표 3-10] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/㎥]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 3/4분기 7 월 1주	7 월 2주	7 월 3주	7 월 4주	7 월 5주	8 월 1주	8 월 2주	8 월 3주	8 월 4주	9 월 1주	9 월 2주	9 월 3주	9 월 4주	평상변동범위
동굴 입구 (E) (0.5km)	감마	^{134}Cs	< 0.0155					< 0.0185				< 0.0236				< 0.0139
		^{137}Cs	< 0.0153					< 0.0229				< 0.0191				< 0.0104
		^{60}Co	< 0.0198					< 0.0156				< 0.0127				<0.00906
		^{106}Ru	< 0.155					< 0.172				< 0.186				< 0.0878
		^{144}Ce	< 0.0986					< 0.116				< 0.134				< 0.0418
		^{7}Be	1.57±0.11					2.39±0.24				5.68±0.19				4.13(1.41～7.52)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.724±0.012					0.327±0.010				0.373±0.010				0.342(0.213～1.25)
	전 알 파		<0.0147	0.0220 ±0.0048	0.0569 ±0.0067	0.0578 ±0.0068	0.0321 ±0.0062	0.0336 ±0.0055	0.0247 ±0.0053	0.0159 ±0.0050	0.0249 ±0.0049	0.0232 ±0.0045	0.0351 ±0.0055	0.0374 ±0.0059	0.0147 ±0.0043	0.0607 (<0.0133～0.146)
	전 베 타		0.211 ±0.016	0.192 ±0.016	0.452 ±0.019	0.458 ±0.019	0.827 ±0.024	0.725 ±0.022	0.396 ±0.018	0.392 ±0.018	0.439 ±0.018	0.606 ±0.019	0.967 ±0.023	1.10 ±0.02	0.987 ±0.023	1.15 (0.201～2.60)
	^{3}H(Bq/㎥)		1.70±0.03		1.41±0.03			0.287±0.017		1.33±0.03		0.384±0.013		0.140±0.012		0.732(0.0141～4.99)
전망대 부근 (NNE) (0.4km)	감마	^{134}Cs	< 0.0151					< 0.0123				< 0.0210				< 0.0139
		^{137}Cs	< 0.0185					< 0.0192				< 0.0163				< 0.0152
		^{60}Co	< 0.00714					< 0.0195				< 0.0167				< 0.0131
		^{106}Ru	< 0.158					< 0.196				< 0.169				< 0.102
		^{144}Ce	< 0.0984					< 0.107				< 0.0726				< 0.0392
		^{7}Be	1.81±0.11					2.41±0.15				5.56±0.21				4.12(1.57～7.15)
	전 알 파		<0.0148	0.0259 ±0.0051	0.0576 ±0.0067	0.0631 ±0.0069	0.0463 ±0.0066	0.0440 ±0.0059	0.0222 ±0.0051	0.0198 ±0.0052	0.0311 ±0.0053	0.0391 ±0.0054	0.0396 ±0.0057	0.0353 ±0.0058	0.0394 ±0.0053	0.0635 (<0.0133～0.153)
	전 베 타		0.221 ±0.016	0.163 ±0.016	0.443 ±0.019	0.519 ±0.020	0.873 ±0.024	0.754 ±0.022	0.361 ±0.017	0.440 ±0.019	0.448 ±0.018	0.610 ±0.020	0.946 ±0.023	1.11 ±0.02	0.950 ±0.022	1.13 (0.226～2.57)

주) ^{137}Cs 및 ^{134}Cs 평상변동 범위는 후쿠시마 원전 사고로 인한 영향을 제외한 자료임

[표 3-11] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/㎥]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 3/4분기													평상변동범위
			7 월					8 월				9 월				
			1주	2주	3주	4주	5주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	
양북초중고 (NNW) (7.0km)	감마	^{134}Cs	< 0.0228					< 0.0277				< 0.0267				< 0.0171
		^{137}Cs	< 0.0233					< 0.0324				< 0.0296				< 0.0130
		^{60}Co	< 0.0230					< 0.0321				< 0.0241				< 0.00689
		^{106}Ru	< 0.204					< 0.251				< 0.272				< 0.109
		^{144}Ce	< 0.0794					< 0.155				< 0.173				< 0.0383
		^{7}Be	1.74±0.12					2.72±0.20				5.16±0.19				3.95(1.44～6.93)
	전 알 파		0.0218 ±0.0051	0.0214 ±0.0047	0.0566 ±0.0065	0.0673 ±0.0069	0.0774 ±0.0077	0.0444 ±0.0059	0.0215 ±0.0049	0.0271 ±0.0054	0.0437 ±0.0057	0.0343 ±0.0054	0.0374 ±0.0055	0.0205 ±0.0050	0.0309 ±0.0051	0.0679 (<0.0122～0.165)
	전 베 타		0.206 ±0.015	0.157 ±0.015	0.470 ±0.019	0.505 ±0.019	0.880 ±0.024	0.736 ±0.021	0.312 ±0.017	0.410 ±0.018	0.385 ±0.017	0.646 ±0.019	0.941 ±0.023	1.08 ±0.02	0.961 ±0.023	1.13 (0.205～2.64)
감포초교 (NNE) (9.4km)	감마	^{134}Cs	< 0.0182					< 0.0180				< 0.0170				< 0.0106
		^{137}Cs	< 0.0181					< 0.00803				< 0.0193				< 0.0139
		^{60}Co	< 0.0202					< 0.0188				< 0.0177				< 0.0124
		^{106}Ru	< 0.133					< 0.186				< 0.219				< 0.0571
		^{144}Ce	< 0.0797					< 0.128				< 0.108				< 0.0380
		^{7}Be	1.55±0.16					2.13±0.13				5.87±0.23				4.04(< 0.737～7.37)
	전 알 파		0.0234 ±0.0051	0.0201 ±0.0046	0.0588 ±0.0065	0.0655 ±0.0068	0.0339 ±0.0060	0.0359 ±0.0058	0.0198 ±0.0048	0.0223 ±0.0051	0.0313 ±0.0051	0.0308 ±0.0049	0.0409 ±0.0056	0.0308 ±0.0055	0.0273 ±0.0049	0.0593 (<0.0128～0.210)
	전 베 타		0.212 ±0.015	0.154 ±0.015	0.425 ±0.018	0.457 ±0.019	0.862 ±0.024	0.673 ±0.021	0.382 ±0.017	0.408 ±0.018	0.407 ±0.017	0.620 ±0.019	0.993 ±0.023	1.09 ±0.02	0.922 ±0.022	1.11 (0.208～2.58)

주) ^{137}Cs 및 ^{134}Cs 평상변동 범위는 후쿠시마 원전 사고로 인한 영향을 제외한 자료임

[표 3-12] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/㎥]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 3/4분기													평상변동범위
			7 월					8 월				9 월				
			1주	2주	3주	4주	5주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	
상봉 (ENE) (0.9km)	감마	^{134}Cs	< 0.0153					< 0.0129				< 0.0150				< 0.00928
		^{137}Cs	< 0.0167					< 0.0131				< 0.0165				< 0.0105
		^{60}Co	< 0.0188					< 0.0153				< 0.0183				< 0.0115
		^{106}Ru	< 0.153					< 0.127				< 0.151				< 0.0789
		^{144}Ce	< 0.0948					< 0.0801				< 0.0959				< 0.0677
		^{7}Be	1.25±0.05					1.50±0.13				4.05±0.20				4.44(1.66～6.49)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.495±0.009					0.327±0.008				0.363±0.009				0.350(0.236～1.04)
	전 베 타		0.160 ±0.013	0.127 ±0.012	0.363 ±0.016	0.382 ±0.016	0.474 ±0.018	0.423 ±0.017	0.235 ±0.015	0.206 ±0.014	0.294 ±0.016	0.354 ±0.017	0.601 ±0.017	0.692 ±0.018	0.576 ±0.018	0.855(0.108～1.90)
	^{3}H(Bq/㎥)		0.728±0.020			1.81±0.03		0.160±0.016		0.630±0.020		0.664±0.017		0.176±0.011		0.504(0.0118～2.64)
경주 (WNW) (21.0km)	감마	^{134}Cs	< 0.0144					< 0.0121				< 0.0138				< 0.0104
		^{137}Cs	< 0.0156					< 0.0135				< 0.0146				< 0.0118
		^{60}Co	< 0.0187					< 0.0156				< 0.0172				< 0.0137
		^{106}Ru	< 0.146					< 0.126				< 0.134				< 0.0854
		^{144}Ce	< 0.0920					< 0.0791				< 0.0906				< 0.0711
		^{7}Be	1.30±0.16					2.15±0.07				4.17±0.20				3.95(1.58～5.86)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.255±0.008					0.266±0.007				0.259±0.008				0.254(0.203～0.315)
	전 알 파		0.0221 ±0.0043	0.0286 ±0.0044	0.0479 ±0.0053	0.0547 ±0.0058	0.0365 ±0.0059	0.0342 ±0.0047	0.0211 ±0.0046	0.0247 ±0.0043	0.0387 ±0.0051	0.0241 ±0.0045	0.0377 ±0.0049	0.0348 ±0.0045	0.0311 ±0.0041	0.0730 (< 0.0120～0.206)
	전 베 타		0.194 ±0.014	0.198 ±0.013	0.366 ±0.016	0.408 ±0.017	0.485 ±0.021	0.503 ±0.017	0.262 ±0.015	0.296 ±0.015	0.268 ±0.014	0.337 ±0.015	0.650 ±0.018	0.648 ±0.018	0.554 ±0.016	0.837(0.173～1.95)
	^{3}H(Bq/㎥)		< 0.00231			< 0.0397		< 0.0263		< 0.0263		< 0.0240		< 0.0198		0.0207<(0.00235～0.128)

주) 1. ^{137}Cs 및 ^{134}Cs 평상변동 범위는 후쿠시마 원전 사고로 인한 영향을 제외한 자료임
2. [표 3-12]는 월성원전 측정자료임(경주지점의 전α는 공단에서 조사)

[표 3-13] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/㎥]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 4/4분기 10 월 1주	2주	3주	4주	5주	11 월 1주	2주	3주	4주	12 월 1주	2주	3주	4주	5주	평상변동범위
육송 도로 (ESE) (0.8km)	감마	^{134}Cs	< 0.0129					< 0.0162				< 0.0160					< 0.0144
		^{137}Cs	< 0.0164					< 0.0163				< 0.0209					< 0.0164
		^{60}Co	< 0.0224					< 0.0309				< 0.0143					< 0.0158
		^{106}Ru	< 0.138					< 0.159				< 0.123					< 0.103
		^{144}Ce	< 0.0877					< 0.0996				< 0.0463					< 0.0379
		^{7}Be	4.26±0.14					6.44±0.18				5.54±0.17					4.04(1.63∼7.42)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.260±0.009					0.234±0.010				0.298±0.010					0.324(0.219∼0.893)
	전 알 파		0.0334 ±0.0053	0.0544 ±0.0066	0.0524 ±0.0063	0.0672 ±0.0067	0.0543 ±0.0063	0.0958 ±0.0078	0.0607 ±0.0064	0.0672 ±0.0067	0.0832 ±0.0073	0.0587 ±0.0066	0.0471 ±0.0058	0.0548 ±0.0064	0.0763 ±0.0071	0.0451 ±0.0059	0.0610 (<0.0132∼0.153)
	전 베 타		0.871 ±0.022	0.627 ±0.022	1.33 ±0.03	1.63 ±0.03	1.09 ±0.03	1.54 ±0.03	1.51 ±0.03	1.50 ±0.03	1.61 ±0.03	1.27 ±0.03	1.07 ±0.02	1.50 ±0.03	1.71 ±0.03	1.03 ±0.02	1.14 (0.206∼2.52)
	^{3}H(Bq/㎥)		0.0531±0.0073			0.183±0.008		0.125±0.007		0.201±0.007		0.158±0.003			0.106±0.003		0.622(0.0100∼6.20)
인수 저장 시설 (W) (0.1km)	감마	^{134}Cs	< 0.0192					< 0.0213				< 0.0349					< 0.0101
		^{137}Cs	<0.0215					< 0.0155				< 0.0215					< 0.0112
		^{60}Co	<0.0166					< 0.0251				< 0.0505					< 0.0108
		^{106}Ru	< 0.210					< 0.164				< 0.422					< 0.107
		^{144}Ce	<0.141					< 0.0991				< 0.230					< 0.0730
		^{7}Be	4.18±0.15					6.23±0.19				5.87±0.33					4.14(< 0.382∼7.27)
	전 알 파		0.0367 ±0.0054	0.0506 ±0.0064	0.0502 ±0.0063	0.0753 ±0.0069	0.0464 ±0.0059	0.0660 ±0.0068	0.0648 ±0.0066	0.0593 ±0.0063	0.0733 ±0.0069	0.0639 ±0.0066	0.0615 ±0.0063	0.0714 ±0.0069	0.0772 ±0.0070	0.0477 ±0.0061	0.0611 (<0.0135∼0.164)
	전 베 타		0.896 ±0.022	0.666 ±0.022	1.35 ±0.03	1.57 ±0.03	0.990 ±0.024	1.45 ±0.03	1.49 ±0.03	1.41 ±0.03	1.67 ±0.03	1.19 ±0.03	1.33 ±0.03	1.49 ±0.03	1.73 ±0.03	1.08 ±0.03	1.15 (0.243∼2.58)

주) ^{137}Cs 및 ^{134}Cs 평상변동 범위는 후쿠시마 원전 사고로 인한 영향을 제외한 자료임

[표 3-14] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/㎥]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 4/4분기														평상변동범위
			10 월					11 월				12 월					
			1주	2주	3주	4주	5주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	5주	
동굴입구 (E) (0.5km)	감마	^{134}Cs	< 0.0194					< 0.0205				< 0.0302					< 0.0139
		^{137}Cs	< 0.0161					< 0.0256				< 0.0400					< 0.0104
		^{60}Co	< 0.0160					< 0.0306				< 0.0325					<0.00906
		^{106}Ru	< 0.178					< 0.182				< 0.155					< 0.0878
		^{144}Ce	< 0.0802					< 0.0951				< 0.136					< 0.0418
		^{7}Be	4.20±0.13					6.79±0.19				6.16±0.33					4.13(1.41～7.52)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.235±0.008					0.243±0.008				0.234±0.009					0.342(0.213～1.25)
	전 알 파		0.0261 ±0.0049	0.0480 ±0.0064	0.0466 ±0.0061	0.0664 ±0.0067	0.0418 ±0.0057	0.0758 ±0.0072	0.0571 ±0.0064	0.0573 ±0.0063	0.0881 ±0.0074	0.0626 ±0.0067	0.0640 ±0.0065	0.0614 ±0.0067	0.0923 ±0.0077	0.0489 ±0.0063	0.0607 (<0.0133～0.146)
	전 베 타		0.920 ±0.023	0.700 ±0.022	1.37 ±0.03	1.67 ±0.03	1.10 ±0.03	1.52 ±0.03	1.57 ±0.03	1.56 ±0.03	1.72 ±0.03	1.28 ±0.03	1.37 ±0.03	1.57 ±0.03	1.80 ±0.03	1.11 ±0.03	1.15 (0.201～2.60)
	^{3}H(Bq/㎥)		0.0643±0.0073			0.259±0.009		0.165±0.005		0.126±0.004		0.192±0.006			0.0838±0.0028		0.732(0.0141～4.99)
전망대 부근 (NNE) (0.4km)	감마	^{134}Cs	<0.0178					< 0.0194				< 0.0187					< 0.0139
		^{137}Cs	<0.0177					< 0.0207				< 0.0134					< 0.0152
		^{60}Co	<0.0207					< 0.0304				< 0.0168					< 0.0131
		^{106}Ru	<0.137					< 0.121				< 0.145					< 0.102
		^{144}Ce	<0.0961					< 0.0613				< 0.0981					< 0.0392
		^{7}Be	4.28±0.16					6.05±0.18				5.39±0.16					4.12(1.57～7.15)
	전 알 파		0.0316 ±0.0052	0.0600 ±0.0068	0.0589 ±0.0066	0.0689 ±0.0066	0.0486 ±0.0060	0.0830 ±0.0074	0.0702 ±0.0068	0.0612 ±0.0065	0.0765 ±0.0071	0.0645 ±0.0066	0.0445 ±0.0055	0.0735 ±0.0073	0.0885 ±0.0071	0.0537 ±0.0066	0.0635 (<0.0133～0.153)
	전 베 타		0.873 ±0.022	0.694 ±0.022	1.32 ±0.03	1.62 ±0.03	1.05 ±0.02	1.48 ±0.03	1.52 ±0.03	1.47 ±0.03	1.63 ±0.03	1.20 ±0.03	1.22 ±0.03	1.47 ±0.03	1.68 ±0.03	0.919 ±0.025	1.13 (0.226～2.57)

주) ^{137}Cs 및 ^{134}Cs 평상변동 범위는 후쿠시마 원전 사고로 인한 영향을 제외한 자료임

[표 3-15] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/㎥]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 4/4분기														평상변동범위
			10 월					11 월				12 월					
			1주	2주	3주	4주	5주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	5주	
양북 초중교 (NNW) (7.0km)	감마	^{134}Cs	<0.0229					< 0.0181				< 0.0451					< 0.0171
		^{137}Cs	<0.0162					< 0.0126				< 0.0350					< 0.0130
		^{60}Co	<0.0140					< 0.0249				< 0.0489					< 0.00689
		^{106}Ru	<0.207					< 0.156				< 0.347					< 0.109
		^{144}Ce	< 0.0896					< 0.112				< 0.209					< 0.0383
		^{7}Be	4.36±0.18					6.38±0.21				5.66±0.32					3.95(1.44～6.93)
	전 알 파		0.0457 ±0.0057	0.0658 ±0.0068	0.0656 ±0.0067	0.0769 ±0.0068	0.0428 ±0.0056	0.0742 ±0.0074	0.0692 ±0.0068	0.0583 ±0.0063	0.0920 ±0.0074	0.0680 ±0.0066	0.0661 ±0.0065	0.0869 ±0.0074	0.0799 ±0.0072	0.0567 ±0.0065	0.0679 (<0.0122～0.165)
	전 베 타		0.908 ±0.022	0.666 ±0.021	1.37 ±0.03	1.61 ±0.03	1.08 ±0.02	1.53 ±0.03	1.42 ±0.03	1.45 ±0.03	1.63 ±0.03	1.26 ±0.03	1.29 ±0.03	1.59 ±0.03	1.66 ±0.03	1.19 ±0.03	1.13 (0.205～2.64)
감포 초교 (NNE) (9.4km)	감마	^{134}Cs	< 0.0177					< 0.0212				< 0.0183					< 0.0106
		^{137}Cs	< 0.0118					< 0.0212				< 0.0400					< 0.0139
		^{60}Co	< 0.00734					< 0.0286				< 0.0441					< 0.0124
		^{106}Ru	< 0.201					< 0.159				< 0.367					< 0.0571
		^{144}Ce	< 0.0884					< 0.110				< 0.163					< 0.0380
		^{7}Be	4.45±0.18					6.25±0.18				5.55±0.42					4.04(< 0.737～7.37)
	전 알 파		0.0421 ±0.0055	0.0446 ±0.0059	0.0436 ±0.0057	0.0711 ±0.0065	0.0367 ±0.0053	0.0727 ±0.0069	0.0502 ±0.0060	0.0632 ±0.0064	0.0565 ±0.0061	0.0602 ±0.0069	0.0634 ±0.0063	0.0649 ±0.0066	0.0710 ±0.0070	0.0443 ±0.0060	0.0593 (<0.0128～0.210)
	전 베 타		0.868 ±0.021	0.704 ±0.021	1.28 ±0.03	1.63 ±0.03	1.05 ±0.02	1.48 ±0.03	1.54 ±0.03	1.47 ±0.03	1.58 ±0.03	1.24 ±0.03	1.29 ±0.03	1.60 ±0.03	1.75 ±0.03	1.06 ±0.03	1.11 (0.208～2.58)

주) ^{137}Cs 평상변동 범위는 후쿠시마 원전 사고로 인한 영향을 제외한 자료임

[표 3-16] 공기중 방사능 분석결과

[단위:mBq/㎥]

지 점 (방위, 거리)	분석항목		2018년도 4/4분기														평상변동범위
			10 월					11 월				12 월					
			1주	2주	3주	4주	5주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	5주	
상봉 (ENE) (0.9km)	감마	^{134}Cs	< 0.0118					< 0.0206				< 0.0149					< 0.00928
		^{137}Cs	< 0.0126					< 0.0215				< 0.0170					< 0.0105
		^{60}Co	< 0.0142					< 0.0255				< 0.0194					< 0.0115
		^{106}Ru	< 0.115					< 0.189				< 0.155					< 0.0789
		^{144}Ce	< 0.0731					< 0.130				< 0.0989					< 0.0677
		^{7}Be	3.92±0.11					6.90±0.29				6.17±0.17					4.44(1.66~6.49)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.307±0.007					0.280±0.007				0.269±0.007					0.350(0.236~1.04)
	전 베 타		0.352 ±0.015	0.424 ±0.016	0.836 ±0.020	1.17 ±0.02	0.738 ±0.020	1.06 ±0.02	1.02 ±0.02	1.14 ±0.02	1.27 ±0.02	0.974 ±0.022	0.928 ±0.022	1.10 ±0.02	1.31 ±0.02	0.767 ±0.019	0.855(0.108~1.90)
	^{3}H(Bq/㎥)		0.0530±0.0072		0.157±0.007			0.173±0.007		0.162±0.005		0.168±0.005		0.114±0.003			0.504(0.0118~2.64)
경주 (WNW) (21.0km)	감마	^{134}Cs	< 0.0113					< 0.0182				< 0.0195					< 0.0104
		^{137}Cs	< 0.0127					< 0.0211				< 0.0203					< 0.0118
		^{60}Co	< 0.0139					< 0.0235				< 0.0233					< 0.0137
		^{106}Ru	< 0.112					< 0.181				< 0.188					< 0.0854
		^{144}Ce	< 0.0715					< 0.123				< 0.125					< 0.0711
		^{7}Be	3.72±0.10					5.63±0.23				6.42±0.30					3.95(1.58~5.86)
	^{14}C(Bq/g-carbon)		0.242±0.007					0.264±0.008				0.222±0.007					0.254(0.203~0.315)
	전 알 파		0.0452 ±0.0050	0.0317 ±0.0046	0.0722 ±0.0059	0.103 ±0.007	0.0736 ±0.0061	0.0905 ±0.0065	0.0762 ±0.0060	0.100 ±0.007	0.117 ±0.007	0.0890 ±0.0065	0.0795 ±0.0063	0.0945 ±0.0069	0.161 ±0.010	0.0810 ±0.0065	0.0730 (< 0.0120~0.206)
	전 베 타		0.531 ±0.017	0.459 ±0.016	0.762 ±0.019	1.02 ±0.02	0.784 ±0.019	1.03 ±0.02	1.04 ±0.02	1.07 ±0.02	1.18 ±0.02	0.890 ±0.020	1.01 ±0.02	1.13 ±0.02	1.27 ±0.02	0.839 ±0.020	0.837(0.173~1.95)
	^{3}H(Bq/㎥)		< 0.0111		< 0.0193			< 0.00497		< 0.0112		< 0.00281		< 0.00861			0.0207<(0.00235~0.128)

주) 1. ^{137}Cs 및 ^{134}Cs 평상변동 범위는 후쿠시마 원전 사고로 인한 영향을 제외한 자료임
2. [표 3-16]은 월성원전 측정 자료임(경주지점의 전α는 공단에서 조사)

[표 4-1] 육상 물시료(빗물) 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔단위: Bq/L〕

종류	채취지점	채취 일자	방 사 능 농 도								비고
			분 석 핵 종						평상변동범위		
			전β	^{3}H	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	전β	^{3}H	
빗물	동굴입구 (N, 0.5km)	1.31	0.0864±0.0081	9.72±0.85	< 0.0258*	< 0.0346	< 0.0227*	< 0.0402*	0.0716 (< 0.0194~0.283)	34.1 (< 1.03~175)	A
		1.31	0.0813±0.0093	9.39±1.23	< 0.00735	< 0.00669	< 0.00517	< 0.00627			B
		3.2**	0.102±0.009	< 1.12	< 0.00569	< 0.00922	< 0.00608	< 0.00588			A
		3.2**	0.142±0.010	< 1.41	< 0.00810	< 0.00901	< 0.00624	< 0.00730			B
		3.30	0.0323±0.0070	16.8±0.9	< 0.00236	< 0.00233	< 0.00327	< 0.00269			A
		3.30	0.0311±0.0068	12.7±0.1	< 0.00482	< 0.00451	< 0.00352	< 0.00440			B
		4.30	0.0390±0.0071	< 1.07	< 0.00293	< 0.00358	< 0.00247	< 0.00339			A
		4.30	0.0299±0.0077	< 1.40	< 0.00485	< 0.00453	< 0.00366	< 0.00439			B
		5.31	0.0908±0.0086	70.1±1.4	< 0.00283	< 0.0753	< 0.00356	< 0.00415			A
		5.31	0.0677±0.0085	62.3±1.5	< 0.00552	< 0.00718	< 0.00478	< 0.00508			B
		6.29	0.0810±0.0081	37.0±1.2	< 0.00156	< 0.00878	< 0.00335	< 0.00393			A
		6.29	0.0990±0.0097	33.6±1.2	< 0.00530	< 0.00712	< 0.00489	< 0.00520			B
		7.31	0.0355±0.0067	6.17±0.71	< 0.00222	< 0.00381	< 0.00339	< 0.00225			A
		7.31	0.0311±0.0077	4.85±0.85	< 0.00554	< 0.00837	< 0.00496	< 0.00512			B
		8.31	0.0490±0.0070	5.25±0.74	< 0.00395	< 0.00529	< 0.00238	< 0.00352			A
		8.31	0.0449±0.0079	7.63±0.92	< 0.00430	< 0.00542	< 0.00360	< 0.00393			B
		9.28	0.0795±0.0082	13.8±0.9	< 0.00305	< 0.00874	< 0.00321	< 0.00335			A
		9.28	0.0829±0.0097	11.9±1.0	< 0.00530	< 0.00758	< 0.00489	< 0.00512			B
		10.31	0.0284±0.0067	< 1.08	< 0.00321	< 0.00219	< 0.00279	< 0.00419			A
		10.31	0.0454±0.0083	< 1.40	< 0.00453	< 0.00515	< 0.00358	< 0.00393			B
		11.30	0.0934±0.0086	64.7±1.4	< 0.00780	< 0.0238	< 0.00759	< 0.00559			A
		11.30	0.0753±0.0093	56.8±1.6	< 0.00557	< 0.00836	< 0.00462	< 0.00540			B
		12.31	0.106±0.009	27.5±1.1	< 0.00759	< 0.0136	< 0.00816*	< 0.00954*			A
		12.31	0.0900±0.0099	29.2±1.3	< 0.0126	< 0.0175	< 0.0107*	< 0.0121*			B

주) 1. *는 시료량(강우) 부족으로 ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{60}Co 의 분석값 일부가 검출목표치(^{134}Cs, ^{137}Cs : 0.008Bq/L, ^{60}Co : 0.02Bq/L)를 만족하지 못하였음

2. ** 2월28일 밤늦게 비가 내림에 따라 3월2일 시료채취(3월1일 강우량 없음)

[표 4-2] 육상 물시료(빗물) 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔단위: Bq/L]

종류	채취지점	채취일자	방사능농도								비고
			분석핵종						평상변동범위		
			전β	^{3}H	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	전β	^{3}H	
빗물	경주 (WNW, 21.0km)	1.31	0.0436±0.0084	< 1.85	< 0.00798	< 0.00965	< 0.00591	< 0.00690	0.0729 (0.0211～0.197)	1.38 (< 1.05～3.91)	B
		3.2**	0.0389±0.0072	< 1.46	< 0.00449	< 0.00518	< 0.00341	< 0.00447			B
		3.30	0.0363±0.0081	< 1.33	< 0.00490	< 0.00701	< 0.00440	< 0.00521			B
		4.30	0.172±0.011	< 1.45	< 0.00436	< 0.00496	< 0.00363	< 0.00401			B
		5.31	0.0577±0.0082	< 1.33	< 0.00562	< 0.00813	< 0.00501	< 0.00528			B
		6.29	0.0500±0.0078	< 1.31	< 0.00616	< 0.00920	< 0.00566	< 0.00621			B
		7.31	0.0365±0.0078	< 1.35	< 0.00471	< 0.00640	< 0.00449	< 0.00489			B
		8.31	0.0301±0.0075	< 1.41	< 0.00501	< 0.00686	< 0.00424	< 0.00461			B
		9.28	0.0315±0.0077	< 1.37	< 0.00446	< 0.00497	< 0.00365	< 0.00424			B
		10.31	0.0397±0.0076	< 1.33	< 0.00554	< 0.00731	< 0.00470	< 0.00538			B
		11.30	0.0453±0.0079	< 1.40	< 0.0252*	< 0.0315	< 0.0226*	< 0.0248*			B
		12.31	< 0.0236	< 1.44	< 0.0114	< 0.0152	< 0.0100*	< 0.0105*			B

주) 1. *는 시료량(강우) 부족으로 ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{60}Co의 분석값 일부가 검출목표치(^{134}Cs, ^{137}Cs : 0.008Bq/L, ^{60}Co : 0.02Bq/L)를 만족하지 못하였음
2. ** 2월28일 밤늦게 비가 내림에 따라 3월2일 시료채취(3월1일 강우량 없음)

[표 4-3] 육상 물시료(지표수) 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔단위: Bq/L〕

종류	채취지점	채취 일자	방 사 능 농 도							비고
			분 석 핵 종					평상변동범위		
			^{3}H	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{3}H	^{131}I	
지표수	대종교 (N, 1.9km)	1.25	< 1.18	< 0.00226	< 0.00720	< 0.00375	< 0.00305	1.44 (<0.991 ~5.55)	<0.00293	A
		1.25	< 1.77	< 0.00451	< 0.00474	< 0.00367	< 0.00406			B
		2.22	< 1.06	< 0.00180	< 0.0142	< 0.00357	< 0.00432			A
		2.22	< 1.37	< 0.00500	< 0.00590	< 0.00427	< 0.00495			B
		3.26	< 1.12	< 0.00280	< 0.00487	< 0.00381	< 0.00307			A
		3.26	< 1.35	< 0.00612	< 0.00573	< 0.00480	< 0.00535			B
		4.27	< 1.09	< 0.00283	< 0.00493	< 0.00366	< 0.00418			A
		4.27	< 1.40	< 0.00444	< 0.00487	< 0.00368	< 0.00449			B
		5.25	3.87±0.72	< 0.00374	< 0.00499	< 0.00278	< 0.00370			A
		5.25	3.00±0.84	< 0.00551	< 0.00676	< 0.00531	< 0.00534			B
		6.22	< 1.10	< 0.00237	< 0.0195	< 0.00290	< 0.00315			A
		6.22	< 1.32	< 0.00531	< 0.00625	< 0.00454	< 0.00498			B
		7.26	< 1.04	< 0.00367	< 0.00835	< 0.00402	< 0.00265			A
		7.26	< 1.29	< 0.00495	< 0.00518	< 0.00459	< 0.00494			B
		8.25	< 1.13	< 0.00420	< 0.00775	< 0.00372	< 0.00340			A
		8.25	< 1.39	< 0.00528	< 0.00686	< 0.00449	< 0.00518			B
		9.21	< 1.13	< 0.00384	< 0.0208	< 0.00345	< 0.00405			A
		9.21	< 1.42	< 0.00529	< 0.00930	< 0.00471	< 0.00521			B
		10.24	< 1.08	< 0.00341	< 0.00566	< 0.00254	< 0.00252			A
		10.24	< 1.39	< 0.00597	< 0.00881	< 0.00547	< 0.00635			B
		11.23	< 1.09	< 0.00366	< 0.0811	< 0.00319	< 0.00319			A
		11.23	< 1.45	< 0.00583	< 0.00716	< 0.00492	< 0.00596			B
		12.20	< 1.13	< 0.00505	< 0.0334	< 0.00578	< 0.00438			A
		12.20	< 1.44	< 0.00544	< 0.00507	< 0.00423	< 0.00479			B

[표 4-4] 육상 물시료(지표수) 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔단위: Bq/L]

종류	채취지점	채취 일자	방사능 농도							비고
			분석핵종					평상변동범위		
			^{3}H	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{3}H	^{131}I	
지표수	경주 (WNW, 27.5km)	1.31	< 1.78	< 0.00447	< 0.00686	< 0.00422	< 0.00522	< 1.07	0.0107 (<0.00403 ~<0.123)	B
		2.26	< 1.45	< 0.00560	< 0.00605	< 0.00493	< 0.00555			B
		3.30	< 1.28	< 0.00466	< 0.00580	< 0.00348	< 0.00418			B
		4.30	< 1.40	< 0.00608	< 0.00802	< 0.00464	< 0.00565			B
		5.31	< 1.36	< 0.00516	< 0.00896	< 0.00446	< 0.00506			B
		6.29	< 1.35	< 0.00541	< 0.00798	< 0.00411	< 0.00483			B
		7.26	< 1.39	< 0.00508	< 0.00827	< 0.00434	< 0.00495			B
		8.25	< 1.42	< 0.00505	< 0.00769	< 0.00434	< 0.00487			B
		9.21	< 1.37	< 0.00562	< 0.0109	< 0.00530	< 0.00583			B
		10.24	< 1.39	< 0.00597	< 0.00849	< 0.00569	< 0.00604			B
		11.30	< 1.35	< 0.00617	< 0.0113	< 0.00546	< 0.00610			B
		12.28	< 1.38	< 0.00616	< 0.0101	< 0.00584	< 0.00625			B

[표 4-5] 육상 물시료(식수) 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔단위: Bq/L]

종류	채취지점	채취 일자	방사능 농도						비고
			분석핵종					평상변동범위	
			^{3}H	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{3}H	
식 수	봉길리 (NNE, 1.8km)	1.4	5.68±0.77	< 0.00327	< 0.0136	< 0.00159	< 0.00291	7.06 (3.25~16.4)	A
		1.4	7.28±1.18	< 0.00505	< 0.00611	< 0.00436	< 0.00488		B
		4.10	9.14±0.79	< 0.00244	< 0.00332	< 0.00322	< 0.00401		A
		4.10	7.24±0.98	< 0.00489	< 0.00603	< 0.00415	< 0.00521		B
		7.16	9.74±0.79	< 0.00292	< 0.00450	< 0.00324	< 0.00389		A
		7.16	7.39±0.91	< 0.00519	< 0.00543	< 0.00471	< 0.00519		B
		10.11	7.18±0.79	< 0.00364	< 0.00599	< 0.00369	< 0.00392		A
		10.11	5.59±0.92	< 0.00493	< 0.00531	< 0.00477	< 0.00564		B
	경주 (WNW, 21.0km)	1.9	< 1.80	< 0.00454	< 0.00414	< 0.00385	< 0.00447	< 1.16	B
		4.5	< 1.36	< 0.00549	< 0.00760	< 0.00446	< 0.00487		B
		7.5	< 1.29	< 0.00484	< 0.00763	< 0.00386	< 0.00448		B
		10.4	< 1.36	< 0.00427	< 0.00490	< 0.00351	< 0.00410		B

[표 4-6] 육상 물시료(지하수) 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] [단위: Bq/ℓ, 단 전알파 mBq/ℓ]

종류	채취지점	채취일자	방 사 능 농 도										비고
			분 석 핵 종								평상변동범위		
			전α	^{3}H	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{55}Fe	^{63}Ni	전α	^{3}H	
지하수	EM-1 (ESE, 0.5km)	1.9	< 25.9	10.6±0.8	< 0.00297	< 0.00937	< 0.00353	< 0.00371	< 0.114	< 0.0921	< 6.67	7.38 (3.70～16.2)	A
		4.10	< 18.0	8.26±0.80	< 0.00167	< 0.00525	< 0.00304	< 0.00340	< 0.120	< 0.0828			A
		7.16	< 25.8	7.95±0.82	< 0.00296	< 0.0107	< 0.00368	< 0.00369	< 0.161	< 0.0793			A
		10.11	< 30.2	7.20±0.79	< 0.00346	< 0.00531	< 0.00237	< 0.00356	< 0.118	< 0.0670			A
	EM-2 (E, 0.8km)	1.4	< 30.4	20.4±1.3	< 0.00573	< 0.00731	< 0.00495	< 0.00567	< 0. 155	< 0.0841	< 7.96	18.7 (14.5～25.5)	B
		4.10	< 31.4	14.1±1.1	< 0.00507	< 0.00537	< 0.00424	< 0.00468	< 0.164	< 0.0844			B
		7.16	< 24.8	16.6±1.1	< 0.00630	< 0.00652	< 0.00550	< 0.00615	< 0.155	< 0.0768			B
		10.11	< 23.7	15.5±1.1	< 0.00517	< 0.00609	< 0.00428	< 0.00488	< 0.139	< 0.0744			B
	EM-3 (ENE, 1.0km)	1.4	< 26.2	16.7±0.9	< 0.00278	< 0.0104	< 0.00356	< 0.00293	< 0. 122	< 0.0931	< 6.67	17.3 (12.9～20.6)	A
		1.4	< 13.9	20.5±1.3	< 0.00456	< 0.00551	< 0.00361	< 0.00434	< 0.160	< 0.0789			B
		4.10	< 20.0	15.4±0.9	< 0.00329	< 0.00700	< 0.00342	< 0.00308	< 0.124	< 0.0813			A
		4.10	< 19.6	13.7±1.1	< 0.00474	< 0.00493	< 0.00396	< 0.00417	< 0.164	< 0.0919			B
		7.16	< 20.5	17.0±0.9	< 0.00251	< 0.00585	< 0.00331	< 0.00166	< 0.152	< 0.0784			A
		7.16	< 17.0	18.6±1.1	< 0.00534	< 0.00552	< 0.00451	< 0.00524	< 0.157	< 0.0743			B
		10.11	< 22.3	16.6±0.9	< 0.00168	< 0.00751	< 0.00346	< 0.00462	< 0.121	<0.0 669			A
		10.11	< 11.9	17.5±1.1	< 0.00519	< 0.00502	< 0.00422	< 0.00474	< 0.143	< 0.0742			B
	EM-4 (NE, 1.3km)	1.4	< 11.7	21.5±1.4	< 0.00393	< 0.00494	< 0.00329	< 0.00431	-	-	< 9.07	20.9 (12.1～27.1)	B
		4.10	< 13.4	18.5±1.1	< 0.00495	< 0.00565	< 0.00389	< 0.00487	-	-			B
		7.16	< 14.1	17.2±1.0	< 0.00574	< 0.00645	< 0.00543	< 0.00596	-	-			B
		10.11	< 11.1	15.4±1.1	< 0.00647	< 0.00907	< 0.00573	< 0.00595	-	-			B

주) "-" 시료분석 핵종이 아님

[표 4-6-1] 육상 물시료(지하수) 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] [단위: mBq/ℓ, 단 ^{99}Tc,^{129}I: Bq/ℓ]

종류	채취지점	채취일자	방사능 농도 - 분석핵종 ^{99}Tc	^{129}I	^{14}C (Bq/g-C)	^{90}Sr	U ^{234}U	^{235}U	^{238}U	평상변동범위 ^{99}Tc	^{129}I	^{14}C (Bq/g-C)	^{90}Sr	U ^{234}U	^{235}U	^{238}U	비고
지하수	EM-1 (ESE, 0.5km)	1.9	< 0.0251	< 65.0	0.252±0.008	< 0.322	1.30±0.14	< 0.0334	0.978±0.120	<0.0247	< 31.0	0.244 (0.184 ~0.283)	0.322 (< 0.245 ~0.542)	1.88 (1.15 ~3.53)	<0.0182	0.982 (0.486 ~2.40)	A
		4.10	< 0.0271	< 54.6	0.287±0.009	< 0.311	1.84±0.17	< 0.0337	1.60±0.16								A
		7.16	<0.0271	<60.5	0.207±0.009	< 0.294	1.39±0.11	< 0.0425	0.664±0.074								A
		10.11	<0.0274	<61.7	0.203±0.008	< 0.303	1.19±0.06	< 0.00748	0.632±0.042								A
	EM-2 (E, 0.8km)	1.4	< 0.0280	< 21.6	0.233±0.010	< 0.401	2.57±0.17	0.0731 ±0.0217	1.53±0.12	<0.0262	< 17.5	0.241 (0.215 ~0.277)	0.541 (< 0.306 ~1.09)	2.20 (0.547 ~6.25)	0.0646 (<0.0388 ~0.214)	1.56 (0.416 ~4.55)	B
		4.10	< 0.0288	< 20.9	0.239±0.008	0.408±0.065	2.12±0.16	< 0.0381	1.48±0.13								B
		7.16	< 0.0276	< 22.1	0.236±0.009	< 0.359	3.15±0.20	0.0878 ±0.0241	1.94±0.14								B
		10.11	< 0.0290	< 20.1	0.245±0.009	0.496±0.061	6.51±0.43	0.171±0.042	5.50±0.37								B
	EM-3 (ENE, 1.0km)	1.4	< 0.0252	< 66.4	0.299±0.008	< 0.301	4.10±0.28	0.101±0.030	3.77±0.26	< 0.0192	< 18.3	0.280 (0.220 ~0.318)	0.373 (< 0.262 ~< 0.497)	3.59 (1.98 ~7.73)	0.0924 (<0.0223 ~0.302)	3.44 (1.54 ~7.16)	A
		1.4	< 0.0275	< 33.1	0.277±0.010	< 0.352	3.25±0.21	0.108±0.029	2.92±0.20								B
		4.10	< 0.0271	< 59.9	0.287±0.009	< 0.301	3.48±0.22	< 0.0225	3.19±0.21								A
		4.10	< 0.0288	< 21.3	0.282±0.009	< 0.417	3.08±0.19	< 0.0648	3.07±0.19								B
		7.16	<0.0273	< 56.2	0.315±0.010	< 0.309	3.70±0.25	< 0.0527	3.55±0.25								A
		7.16	< 0.0277	< 19.6	0.279±0.009	< 0.361	3.04±0.19	< 0.0445	2.85±0.18								B
		10.11	<0.0280	< 53.9	0.254±0.008	< 0.289	7.57±0.28	0.240±0.028	7.91±0.29								A
		10.11	< 0.0293	< 20.7	0.296±0.009	< 0.308	7.16±0.39	0.367±0.053	7.03±0.39								B

[표 4-6-2] 육상 물시료(지하수) 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] [단위: mBq/ℓ, 단 ^{99}Tc,^{129}I: Bq/ℓ]

종류	채취지점	채취일자	방 사 능 농 도														비고
			분 석 핵 종							평상변동범위							
			^{99}Tc	^{129}I	^{14}C (Bq/g-C)	^{90}Sr	U			^{99}Tc	^{129}I	^{14}C (Bq/g-C)	^{90}Sr	U			
							^{234}U	^{235}U	^{238}U					^{234}U	^{235}U	^{238}U	
지하수	EM-4 (NE, 1.3km)	1.4	< 0.0276	< 20.1	0.283±0.010	< 0.382	0.534 ±0.061	< 0.0291	0.405 ±0.053	< 0.0261	< 16.4	0.269 (0.238 ~0.296)	0.464 (< 0.375 ~< 0.568)	0.683 (0.129 ~3.32)	0.0520 (<0.0345 ~0.111)	0.618 (0.129 ~2.74)	B
		4.10	< 0.0290	< 21.1	0.280±0.009	< 0.444	0.423 ±0.062	< 0.0391	0.421 ±0.062								B
		7.16	< 0.0280	< 19.8	0.268±0.009	< 0.348	0.569 ±0.067	< 0.0318	0.443 ±0.058								B
		10.11	< 0.0300	< 19.9	0.262±0.009	< 0.353	0.406 ±0.056	< 0.0383	0.355 ±0.052								B

[표 4-7] 육상 물시료(지하수) 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] [단위: Bq/ℓ, 단 전알파 mBq/ℓ]

종류	채취지점	채취일자	방사능농도										비고
			분석핵종								평상변동범위		
			전α	^{3}H	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{55}Fe	^{63}Ni	전α	^{3}H	
지하수	EM-5 (ENE, 0.3km)	1.4	< 28.5	8.95±0.83	< 0.00194	< 0.0213	< 0.00304	< 0.00277	-	-	< 6.67	10.5 (5.36~22.5)	A
		4.10	< 17.5	9.33±0.79	< 0.00199	< 0.00717	< 0.00256	< 0.00350	-	-			A
		7.16	< 32.1	17.0±0.9	< 0.00189	< 0.00881	< 0.00326	< 0.00282					A
		10.11	< 32.6	15.2±1.0	< 0.00345	< 0.00685	< 0.00386	< 0.00354					A
	EM-6 (NE, 0.5km)	1.4	< 13.9	9.54±1.18	< 0.00558	< 0.00662	< 0.00422	< 0.00495	< 0.156	< 0.0790	51.0 (< 9.23~153)	13.8 (3.01~26.1)	B
		4.10	82.3±5.2	3.40±0.91	< 0.00521	< 0.00659	< 0.00481	< 0.00573	< 0.168	< 0.0919			B
		7.16	70.2±4.9	< 1.35	< 0.00423	< 0.00409	< 0.00365	< 0.00393	< 0.158	< 0.0757			B
		10.11	74.3±6.5	7.74±0.93	< 0.00509	< 0.00539	< 0.00436	< 0.00514	< 0.151	< 0.0711			B

주) "-" 시료분석 핵종이 아님

[표 4-7-1] 육상 물시료(지하수) 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] [단위: mBq/ℓ, 단 ^{99}Tc,^{129}I: Bq/ℓ]

종류	채취지점	채취일자	방사능 농도														비고
			분석핵종							평상변동범위							
			^{99}Tc	^{129}I	^{14}C (Bq/g-C)	^{90}Sr	U ^{234}U	U ^{235}U	U ^{238}U	^{99}Tc	^{129}I	^{14}C (Bq/g-C)	^{90}Sr	U ^{234}U	U ^{235}U	U ^{238}U	
지하수	EM-5 (ENE, 0.3km)	1.4	< 0.0254	< 49.8	0.250±0.007	0.344±0.048	3.81±0.30	< 0.0361	1.30±0.14	< 0.0248	< 30.1	0.254 (0.189 ~0.368)	0.311 (0.271 ~0.383)	7.83 (3.11 ~27.6)	0.0443 (<0.0171 ~0.140)	1.62 (0.810 ~4.05)	A
		4.10	< 0.0271	< 79.7	0.226±0.007	< 0.259	5.65±0.40	< 0.0331	1.40±0.14								A
		7.16	<0.0271	< 63.6	0.194±0.009	0.368±0.060	4.56±0.32	< 0.0609	1.32±0.13								A
		10.11	<0.0276	< 70.0	0.225±0.008	0.332±0.049	5.81±0.25	0.153±0.025	1.36±0.09								A
	EM-6 (NE, 0.5km)	1.4	< 0.0276	< 22.3	0.270±0.010	< 0.377	0.192±0.035	< 0.0401	0.214±0.037	< 0.0261	< 17.7	0.306 (0.229 ~0.378)	0.443 (< 0.318 ~< 0.596)	0.508 (0.178 ~1.62)	< 0.0322	0.411 (0.126 ~1.35)	B
		4.10	< 0.0289	< 20.7	0.286±0.008	< 0.348	0.256±0.046	< 0.0537	0.106±0.030								B
		7.16	< 0.0274	< 20.0	0.218±0.009	< 0.301	0.150±0.030	< 0.0269	0.137±0.029								B
		10.11	< 0.0291	< 21.4	0.249±0.009	< 0.347	0.304±0.048	< 0.0332	0.186±0.037								B

[표 5-1] 토양 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔 단위: Bq/kg-dry 〕

종류	채취지점	채취일자	방사능농도								비고
			분석핵종(천연핵종 포함)							평상변동범위	
			^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^{54}Mn	^{58}Co	^{106}Ru	^{144}Ce	^{137}Cs	
표층토양	인수저장시설 (W, 0.1km)	4.10	< 0.246	< 0.171	< 0.186	< 0.265	< 0.186	< 1.50	< 2.03	0.381(< 0.197～0.815)	A
		4.10	< 0.336	< 0.228	< 0.290	< 0.291	< 0.270	< 2.27	< 1.59		B
		10.11	< 0.202	< 0.207	< 0.238	< 0.237	< 0.203	< 1.67	< 1.63		A
		10.11	< 0.357	< 0.305	< 0.345	< 0.274	< 0.318	< 2.66	< 1.83		B
	전망대부근 (NNE, 0.4km)	4.10	< 0.279	< 0.270	0.995±0.098	< 0.317	< 0.282	< 2.55	< 2.02	0.546(< 0.245～1.06)	A
		10.11	< 0.283	< 0.223	1.09±0.10	< 0.274	< 0.273	< 2.58	< 2.12		A
	경주 (WNW, 21.0km)	4. 5	< 0.467	< 0.334	3.34±0.16	< 0.421	< 0.482	< 3.38	< 2.44	1.76(< 0.474～4.29)	B
		10.4	< 0.373	< 0.276	0.786±0.062	< 0.273	< 0.310	< 2.69	< 1.67		B

[표 5-1-1] 토양 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] [단위 : Bq/kg-dry]

종류	채취지점	채취일자	방 사 능 농 도										비고
			분 석 핵 종					평상변동범위					
			^{90}Sr	$^{239+240}Pu$	U			^{90}Sr	$^{239+240}Pu$	U			
					^{234}U	^{235}U	^{238}U			^{234}U	^{235}U	^{238}U	
표층 토양	인수저장시설 (W, 0.1km)	4.10	< 0.216	<0.0100	33.9±1.9	0.826±0.220	33.7±1.9	0.332 (< 0.225 ~ 0.520)	0.0131 (< 0.00457 ~ < 0.0253)	34.2 (25.3 ~ 42.8)	1.01 (< 0.244 ~ 1.60)	33.8 (27.0 ~ 42.7)	A
		4.10.	< 0.290	< 0.00516	30.1±1.4	1.12±0.17	31.8±1.5						B
		10.11	< 0.220	< 0.00994	35.3±1.1	1.10±0.14	35.7±1.2						A
		10.11	< 0.290	< 0.00581	28.4±1.6	0.838±0.167	27.9±1.5						B
	전망대부근 (NNE, 0.4km)	4.10	< 0.233	0.0408±0.0078	66.9±3.2	0.913±0.220	56.1±2.7	0.264 (0.191 ~ 0.347)	0.0341 (<0.0107 ~ 0.0664)	59.8 (37.3 ~ 78.7)	1.36 (<0.293 ~ 2.57)	58.4 (37.2 ~ 81.1)	A
		10.11	0.388±0.040	< 0.0175	66.3±1.9	0.866±0.122	64.4±1.8						A
	경주 (WNW, 21.0km)	4.5	< 0.233	< 0.00610	50.7±2.1	1.48±0.20	51.6±2.2	0.846 (0.309 ~ 1.87)	0.0652 (0.0141 ~ 0.171)	29.1 (19.4 ~ 40.1)	1.08 (< 0.200 ~ 1.57)	28.5 (18.5 ~ 39.3)	B
		10.4	0.416±0.046	0.0300±0.0042	27.1±1.4	1.00±0.17	25.5±1.3						B

[표 5-2] 토양 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔 단위: Bq/kg-dry]

종류	채취지점	채취일자	방사능농도								비고
			분석핵종(천연핵종 포함)							평상변동범위	
			^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^{54}Mn	^{58}Co	^{106}Ru	^{144}Ce	^{137}Cs	
하천토양	봉길교 (NE, 1.3km)	1.4	< 0.191	< 0.163	< 0.188	< 0.180	< 0.186	< 1.54	< 1.21	0.383 (< 0.211~0.663)	A
		1.4	< 0.299	< 0.221	< 0.245	< 0.265	< 0.281	< 2.16	< 1.55		B
		4.10	< 0.146	< 0.191	0.368±0.071	< 0.262	< 0.212	< 1.05	< 1.98		A
		4.10	< 0.289	< 0.194	0.364±0.063	< 0.236	< 0.243	< 1.89	< 1.23		B
		7.16	< 0.164	< 0.149	0.392±0.067	< 0.228	< 0.211	< 1.28	< 1.36		A
		7.16	< 0.323	< 0.270	0.510±0.049	< 0.193	< 0.276	< 2.39	< 1.78		B
		10.11	< 0.267	< 0.155	0.484±0.076	< 0.228	< 0.225	< 2.05	< 1.38		A
		10.11	< 0.292	< 0.210	0.495±0.047	< 0.215	< 0.252	< 2.07	< 1.30		B
	경주 (WNW, 27.5km)	1.9	< 0.377	< 0.287	0.327±0.047	< 0.316	< 0.326	< 2.84	< 2.07	0.448 (< 0.266~0.809)	B
		4.5	< 0.293	< 0.182	< 0.252	< 0.239	< 0.252	< 1.83	< 1.16		B
		7.5	< 0.396	< 0.338	< 0.259	< 0.239	< 0.338	< 2.91	< 2.21		B
		10.4	< 0.414	< 0.346	< 0.407	< 0.284	< 0.376	< 3.08	< 2.23		B

[표 6-1] 육상 식품류 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B]　〔 단위: Bq/kg-fresh]

종류	채취지점	채취일자	방 사 능 농 도															비고
			분 석 핵 종(천연핵종 포함)											평상변동범위				
			^{54}Mn	^{58}Co	^{60}Co	^{90}Sr	^{137}Cs	^{14}C(Bq/g-C)	^{3}H TFWT	^{3}H OBT	^{106}Ru	^{131}I	^{144}Ce	^{90}Sr	^{14}C	^{3}H TFWT	^{3}H OBT	
곡류(보리)	용당(도장곡) (NNW, 4.2km)	6.14	< 0.0633	< 0.0569	< 0.0734	0.0734 ±0.0033	< 0.0877	0.211±0.009	0.826±0.071	2.35±0.31	< 0.623	< 0.224	< 0.451	0.0324 (0.0209 ~0.0471)	0.226 (0.207 ~0.241)	0.469 (0.235 ~0.873)	2.82 (0.439 ~7.35)	A
		6.14	< 0.0836	< 0.0844	< 0.0928	0.0674 ±0.0029	< 0.0825	0.230±0.009	0.539±0.049	3.07±0.37	< 0.712	< 0.106	< 0.554					B
	경주 (WNW, 21.1km)	6.20	< 0.0838	< 0.0850	< 0.0945	0.0449 ±0.0029	< 0.0853	0.224±0.007	< 0.103	< 0.635	< 0.769	< 0.102	< 0.581	0.0643 (0.0352 ~0.106)	0.229 (0.209 ~0.253)	< 0.0864	0.839 (< 0.530 ~1.46)	B
곡류(쌀)	용당(복지회관) (NNW, 4.2km)	11.20	< 0.0177	< 0.0314	< 0.0308	< 0.00962	< 0.0189	0.235±0.009	0.387±0.090	2.64±0.27	< 0.156	< 0.486	< 0.106	0.0170 (< 0.00617 ~<0.0386)	0.261 (0.228 ~0.315)	0.867 (< 0.143 ~2.99)	4.82 (2.17 ~8.62)	A
		11.20	< 0.0660	< 0.0633	< 0.0746	< 0.00725	< 0.0644	0.247±0.010	0.373±0.085	3.07±0.37	< 0.535	< 0.0718	< 0.409					B
	경주 (WNW, 21.1km)	11.20	< 0.0702	< 0.0741	< 0.0759	< 0.00421	< 0.0723	0.224±0.008	< 0.114	1.35±0.35	< 0.616	< 0.0954	< 0.502	< 0.00347	0.230 (0.225 ~0.238)	< 0.0965	0.854 (< 0.607 ~1.36)	B

[표 6-2] 육상 식품류 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔 단위: Bq/kg-fresh]

종류	채취지점	채취일자	방 사 능 농 도															비고
			분 석 핵 종(천연핵종 포함)											평상변동범위				
			^{54}Mn	^{58}Co	^{60}Co	^{90}Sr	^{137}Cs	^{14}C(Bq/g-C)	^{3}H TFWT	^{3}H OBT	^{106}Ru	^{131}I	^{144}Ce	^{90}Sr	^{14}C	^{3}H TFWT	^{3}H OBT	
열무*, 배추	용당(탑마을) (N, 2.3km)	6.14	< 0.0214	< 0.0188	< 0.0197	0.132 ±0.005	< 0.0188	0.286±0.009	5.29±0.68	0.162±0.016	< 0.0768	< 0.0344	< 0.0707	0.204 (0.0418 ~0.464)	0.260 (0.221 ~0.358)	10.4 (3.82 ~25.4)	0.339 (0.0613 ~1.45)	A
		6.14	< 0.0258	< 0.0259	< 0.0312	0.130 ±0.005	< 0.0245	0.277±0.009	5.12±0.80	0.152±0.015	< 0.192	< 0.0267	< 0.109					B
		11.20	< 0.0163	< 0.0202	< 0.0177	0.214 ±0.008	< 0.0186	0.219±0.008	5.24±0.65	0.282±0.036	< 0.145	< 0.0848	< 0.0732					A
		11.20	< 0.0176	< 0.0181	< 0.0215	0.210 ±0.006	< 0.0165	0.226±0.009	4.25±0.89	0.195±0.026	< 0.128	< 0.0194	< 0.0637					B
	경주 (WNW, 21.1km)	6.14	< 0.0235	< 0.0237	< 0.0288	0.0341 ±0.0027	< 0.0224	0.237±.0.007	< 1.22	< 0.0418	< 0.184	< 0.0273	< 0.107	0.0916 (0.0184 ~0.216)	0.236 (0.225 ~0.245)	< 1.12	0.0614 (< 0.0254 ~0.511)	B
		11.20	< 0.0257	< 0.0264	< 0.0320	0.0548 ±0.0025	< 0.0229	0.230±0.008	< 1.28	< 0.0438	< 0.194	< 0.0314	< 0.112					B
육류 (닭)	봉길리 (N, 1.9km)	4.10	< 0.0441	< 0.0597	< 0.0734	-	< 0.0693	0.222±0.008	< 0.840	< 0.178	< 0.711	< 0.0480	< 0.555	-	0.235 (0.211 ~0.255)	2.69 (< 0.777 ~10.8)	0.537 (0.127 ~3.10)	A
		4.10	< 0.0910	< 0.0921	< 0.108	-	< 0.0951	0.236±0.008	< 1.07	< 0.248	< 0.803	< 0.100	< 0.559					B
		10.24	< 0.0680	< 0.0425	< 0.0843	-	< 0.0748	0.212±0.008	3.90±0.52	0.849±0.120	< 0.658	< 0.0480	< 0.374					A
		10.24	< 0.0807	< 0.0812	< 0.0887	-	< 0.0859	0.232±0.009	3.19±0.64	0.458±0.142	< 0.700	< 0.0828	< 0.462					B
	경주 (WNW, 21.1km)	4.5	< 0.0813	< 0.0865	< 0.0932	-	< 0.0839	0.235±0.007	< 1.04	< 0.205	< 0.689	< 0.111	< 0.524	-	0.240 (0.226 ~0.257)	< 0.892	0.239 (< 0.186 ~0.448)	B
		10.4	< 0.0658	< 0.0701	< 0.0837	-	< 0.0683	0.228±0.008	< 1.06	< 0.235	< 0.583	< 0.0722	< 0.411	-				B
감	용당 (NNW, 3.9km)	9.13	< 0.0217	< 0.0143	< 0.0314	-	< 0.0275	0.252±0.008	7.75±0.67	0.573±0.043	< 0.262	< 0.0400	< 0.201	-	0.246 (0.230 ~0.262)	7.10 (3.69 ~12.1)	0.772 (0.340 ~1.23)	A
		9.13	< 0.0317	< 0.0309	< 0.0367	-	< 0.0295	0.256±0.009	4.79±0.81	0.543±0.067	< 0.255	< 0.0353	< 0.151	-				B
	경주 (SSW, 20.3km)	9.13	< 0.0406	< 0.0411	< 0.0454	-	< 0.0411	0.230±0.008	< 1.09	< 0.117	< 0.333	< 0.0471	< 0.180	-	0.232 (0.223 ~0.237)	< 0.944	< 0.0655	B

주) 1. "-"는 분석대상 핵종이 아님

2. * 상반기 대상시료 변경(배추→열무, 원안위 승인 '17.05.17), 평상변동 범위는 같은 지점 배추시료 값('13년~17년)을 적용

3. 육류(닭) 하반기 시료는 양북지역(봉길리) 조류독감 발생으로 인하여 시료채취가 불가하여 양남지역(환서리)에서 시료 채취

[표 7-1] 우유 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔단위: ^{3}H : Bq/kg-fresh, ^{14}C : Bq/g-C 기타 : Bq/ℓ]

채취지점	채취 일자	방 사 능 농 도													비고
		분 석 핵 종(천연핵종 포함)								평상변동범위					
		^{131}I	^{90}Sr	^{137}Cs	^{14}C	^{3}H		^{106}Ru	^{144}Ce	^{90}Sr	^{137}Cs	^{14}C	^{3}H		
						TFWT	OBT						TFWT	OBT	
용동리 (NNW, 9.9km)	1.31	< 0.0309		< 0.0175				< 0.184	< 0.126						
	2.26	< 0.0458	< 0.00838	< 0.0211	0.234±0.008	< 0.884	< 0.0930	< 0.187	< 0.102						A
	3.30	< 0.0250		< 0.0203				< 0.177	< 0.164						
	1.31	< 0.0444		< 0.0418				< 0.366	< 0.269						
	2.26	< 0.0507	< 0.00962	< 0.0493	0.206±0.008	< 1.19	< 0.140	< 0.428	< 0.290						B
	3.30	< 0.0398		< 0.0445				< 0.354	< 0.240						
	4.30	< 0.0287		< 0.0244				< 0.197	< 0.161						
	5.31	< 0.128	< 0.0109	< 0.0262	0.206±0.008	< 0.953	< 0.108	< 0.218	< 0.196						A
	6.29	< 0.131		< 0.0153				< 0.155	< 0.148						
	4.30	< 0.0532		< 0.0479				< 0.403	< 0.312						
	5.31	< 0.0530	< 0.0107	< 0.0424	0.223±0.009	< 1.19	< 0.104	< 0.355	< 0.241						B
	6.29	< 0.0546		< 0.0424				< 0.346	< 0.233	0.0106 (< 0.00761 ~0.0160)	< 0.0214	0.230 (0.181 ~0.284)	1.30 (< 0.878 ~3.73)	0.127 (< 0.0398 ~0.556)	
	7.31	< 0.0247		< 0.0226				< 0.181	< 0.117						
	8.31	< 0.0414	< 0.00855	< 0.0272	0.208±0.008	< 0.919	< 0.0924	< 0.222	< 0.136						A
	9.28	< 0.0612		< 0.0227				< 0.179	< 0.156						
	7.31	< 0.0568		< 0.0527				< 0.442	< 0.327						
	8.31	< 0.0614	< 0.00790	< 0.0498	0.241±0.009	< 1.23	< 0.0964	< 0.423	< 0.325						B
	9.28	< 0.0354		< 0.0365				< 0.298	< 0.217						
	10.31	< 0.0379		< 0.0206				< 0.203	< 0.178						
	11.30	< 0.159	< 0.00888	< 0.0362	0.202±0.010	< 0.933	< 0.0932	< 0.201	< 0.261						A
	12.20	< 0.105		< 0.0332				< 0.283	< 0.241						
	10.31	< 0.0458		< 0.0439				< 0.344	< 0.241						
	11.30	< 0.0592	< 0.00891	< 0.0418	0.216±0.009	< 1.23	< 0.125	< 0.342	< 0.258						B
	12.20	< 0.0473		< 0.0475				< 0.385	< 0.313						

[표 7-2] 우유 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔단위: ^{3}H : Bq/kg-fresh, ^{14}C : Bq/g-C 기타 : Bq/ℓ]

<table>
<tr><th rowspan="4">채취지점</th><th rowspan="4">채취 일자</th><th colspan="13">방 사 능 농 도</th><th rowspan="4">비고</th></tr>
<tr><th colspan="8">분 석 핵 종(천연핵종 포함)</th><th colspan="5">평상변동범위</th></tr>
<tr><th rowspan="2">^{131}I</th><th rowspan="2">^{90}Sr</th><th rowspan="2">^{137}Cs</th><th rowspan="2">^{14}C</th><th colspan="2">^{3}H</th><th rowspan="2">^{106}Ru</th><th rowspan="2">^{144}Ce</th><th rowspan="2">^{90}Sr</th><th rowspan="2">^{137}Cs</th><th rowspan="2">^{14}C</th><th colspan="2">^{3}H</th></tr>
<tr><th>TFWT</th><th>OBT</th><th>TFWT</th><th>OBT</th></tr>
<tr><td rowspan="12">경주
(WNW, 35.1km)</td><td>1.31</td><td>< 0.0446</td><td rowspan="3">0.0105±0.0012</td><td>< 0.0475</td><td rowspan="3">0.242±0.007</td><td rowspan="3">< 1.20</td><td rowspan="3">< 0.116</td><td>< 0.404</td><td>< 0.288</td><td rowspan="12">0.00995
(< 0.00563
~0.0163)</td><td rowspan="12">< 0.0322</td><td rowspan="12">0.234
(0.218
~0.246)</td><td rowspan="12">< 0.982</td><td rowspan="12">0.139
(< 0.0780
~0.627)</td><td>B</td></tr>
<tr><td>2.26</td><td>< 0.0407</td><td>< 0.0436</td><td>< 0.352</td><td>< 0.242</td><td>B</td></tr>
<tr><td>3.30</td><td>< 0.0436</td><td>< 0.0513</td><td>< 0.415</td><td>< 0.285</td><td>B</td></tr>
<tr><td>4.30</td><td>< 0.0468</td><td rowspan="3">0.0125±0.0013</td><td>< 0.0399</td><td rowspan="3">0.227±0.007</td><td rowspan="3">< 1.23</td><td rowspan="3">< 0.106</td><td>< 0.364</td><td>< 0.246</td><td>B</td></tr>
<tr><td>5.31</td><td>< 0.0528</td><td>< 0.0527</td><td>< 0.433</td><td>< 0.331</td><td>B</td></tr>
<tr><td>6.29</td><td>< 0.0678</td><td>< 0.0514</td><td>< 0.404</td><td>< 0.325</td><td>B</td></tr>
<tr><td>7.31</td><td>< 0.0433</td><td rowspan="3">< 0.00569</td><td>< 0.0431</td><td rowspan="3">0.225±0.008</td><td rowspan="3">< 1.19</td><td rowspan="3">< 0.103</td><td>< 0.357</td><td>< 0.260</td><td>B</td></tr>
<tr><td>8.31</td><td>< 0.0608</td><td>< 0.0477</td><td>< 0.396</td><td>< 0.312</td><td>B</td></tr>
<tr><td>9.28</td><td>< 0.0431</td><td>< 0.0428</td><td>< 0.363</td><td>< 0.257</td><td>B</td></tr>
<tr><td>10.31</td><td>< 0.0534</td><td rowspan="3">0.00788±0.00153</td><td>< 0.0537</td><td rowspan="3">0.243±0.008</td><td rowspan="3">< 1.15</td><td rowspan="3">< 0.188</td><td>< 0.419</td><td>< 0.337</td><td>B</td></tr>
<tr><td>11.30</td><td>< 0.0609</td><td>< 0.0425</td><td>< 0.356</td><td>< 0.239</td><td>B</td></tr>
<tr><td>12.20</td><td>< 0.0492</td><td>< 0.0521</td><td>< 0.410</td><td>< 0.295</td><td>B</td></tr>
</table>

[표 8-1] 지표생물 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔 단위: Bq/kg-fresh]

종류	채취지점	채취일자	방사능농도								비고
			분석핵종(천연핵종 포함)						평상변동범위		
			^{60}Co	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs	^{106}Ru	^{144}Ce	^{90}Sr	^{137}Cs	
솔잎	어일2리 (NNW, 5.2km)	4.10	< 0.0470	2.81±0.04	< 0.0432	< 0.0618	< 0.547	< 0.279	3.00 (1.53~4.75)	< 0.0649	A
		4.10	< 0.100	3.28±0.04	< 0.0672	< 0.0861	< 0.639	< 0.501			B
		10.11	< 0.0391	5.29±0.07	< 0.0465	< 0.0541	< 0.185	< 0.315			A
		10.11	< 0.114	4.91±0.05	< 0.0859	< 0.0978	< 0.841	< 0.572			B
	경주 (WNW, 21.0km)	3.14	< 0.0706	1.15±0.02	< 0.0541	< 0.0663	< 0.562	< 0.343	2.17 (0.662~4.36)	< 0.0748	B
		9.5	< 0.0946	0.479±0.010	< 0.0726	< 0.0847	< 0.697	< 0.472			B
쑥	용당-탑마을 (N, 2.3km)	5.9	< 0.0519	-	< 0.0384	< 0.0446	< 0.235	< 0.199	-	< 0.0495	A
		5.9	< 0.0924	-	< 0.0596	< 0.0714	< 0.591	< 0.388			-
		9.13	< 0.0490	-	< 0.0333	< 0.0372	< 0.246	< 0.181			A
		9.13	< 0.108	-	< 0.0730	< 0.0916	< 0.730	< 0.496			B
	경주 (WNW, 21.0km)	5.9	< 0.0831	-	< 0.0541	< 0.0693	< 0.529	< 0.320	-	< 0.0437	B
		9.13	< 0.101	-	< 0.0691	< 0.0808	< 0.702	< 0.428			-

주) “-” 분석대상 핵종이 아님

[표 9-1] 해수 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔 단위: ^{3}H : Bq/ℓ, 기타 : mBq/ℓ]

<table>
<tr><th rowspan="3">채취 지점</th><th rowspan="3">채취 일자</th><th colspan="16">방 사 능 농 도</th><th rowspan="3">비고</th></tr>
<tr><th colspan="13">분 석 핵 종(천연핵종 포함)</th><th colspan="3">평상변동범위</th></tr>
<tr><th>^{3}H</th><th>^{90}Sr</th><th>^{54}Mn</th><th>^{58}Co</th><th>^{59}Fe</th><th>^{60}Co</th><th>^{134}Cs</th><th>^{137}Cs</th><th>^{65}Zn</th><th>^{95}Zr</th><th>^{95}Nb</th><th>^{131}I</th><th>^{140}Ba</th><th>^{3}H</th><th>^{90}Sr</th><th>^{137}Cs</th></tr>
<tr><td rowspan="12">봉길리 해변 (NE, 1.4km)</td><td>1.25</td><td>< 1.15</td><td rowspan="3">0.957±0.085</td><td rowspan="3">< 1.58</td><td rowspan="3">< 1.73</td><td rowspan="3">< 3.25</td><td rowspan="3">< 1.56</td><td rowspan="3">< 0.970</td><td rowspan="3">2.08±0.35</td><td rowspan="3">< 4.28</td><td rowspan="3">< 2.19</td><td rowspan="3">< 2.34</td><td rowspan="3">< 17.2</td><td rowspan="3">< 12.5</td><td rowspan="12">< 0.984</td><td rowspan="12">1.16 (0.681 ~1.95)</td><td rowspan="12">1.85 (1.02 ~2.72)</td><td>A</td></tr>
<tr><td>2.22</td><td>< 1.10</td><td>A</td></tr>
<tr><td>3.26</td><td>< 1.07</td><td>A</td></tr>
<tr><td>1.25</td><td>< 1.79</td><td rowspan="3">0.920±0.092</td><td rowspan="3">< 0.986</td><td rowspan="3">< 1.05</td><td rowspan="3">< 2.23</td><td rowspan="3">< 0.976</td><td rowspan="3">< 0.651</td><td rowspan="3">2.29±0.26</td><td rowspan="3">< 2.63</td><td rowspan="3">< 1.86</td><td rowspan="3">< 0.948</td><td rowspan="3">< 21.3</td><td rowspan="3">< 4.71</td><td>B</td></tr>
<tr><td>2.22</td><td>< 1.38</td><td>B</td></tr>
<tr><td>3.26</td><td>< 1.35</td><td>B</td></tr>
<tr><td>4.27</td><td>< 1.12</td><td rowspan="3">1.09±0.09</td><td rowspan="3">< 1.04</td><td rowspan="3">< 1.59</td><td rowspan="3">< 3.35</td><td rowspan="3">< 0.845</td><td rowspan="3">< 1.05</td><td rowspan="3">2.49±0.37</td><td rowspan="3">< 4.32</td><td rowspan="3">< 2.27</td><td rowspan="3">< 2.87</td><td rowspan="3">< 86.9</td><td rowspan="3">< 15.7</td><td>A</td></tr>
<tr><td>5.25</td><td>< 1.12</td><td>A</td></tr>
<tr><td>6.22</td><td>< 1.13</td><td>A</td></tr>
<tr><td>4.27</td><td>< 1.40</td><td rowspan="3">1.39+0.11</td><td rowspan="3">< 0.943</td><td rowspan="3">< 1.01</td><td rowspan="3">< 2.38</td><td rowspan="3">< 1.04</td><td rowspan="3">< 0.623</td><td rowspan="3">2.10±0.18</td><td rowspan="3">< 2.15</td><td rowspan="3">< 1.79</td><td rowspan="3">< 1.14</td><td rowspan="3">< 20.6</td><td rowspan="3">< 6.86</td><td>B</td></tr>
<tr><td>5.25</td><td>< 1.36</td><td>B</td></tr>
<tr><td>6.22</td><td>< 1.31</td><td>B</td></tr>
</table>

[표 9-2] 해수 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔 단위: $^{3}H \cdot ^{40}K$: Bq/ℓ, 기타 : mBq/ℓ]

채취 지점	채취 일자	방 사 능 농 도																비고
		분 석 핵 종(천연핵종 포함)													평상변동범위			
		^{3}H	^{90}Sr	^{54}Mn	^{58}Co	^{59}Fe	^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^{65}Zn	^{95}Zr	^{95}Nb	^{131}I	^{140}Ba	^{3}H	^{90}Sr	^{137}Cs	
봉길리 해변 (NE, 1.4km)	7.26	< 1.04													< 0.984	1.16 (0.681 ~1.95)	1.85 (1.02 ~2.72)	A
	8.25	< 1.13	0.979 ±0.086	< 1.46	< 1.93	< 2.06	< 1.37	< 0.951	1.69±0.47	< 3.93	< 3.30	< 1.23	< 34.0	< 16.3				A
	9.21	< 1.08																A
	7.26	< 1.33																B
	8.25	< 1.35	1.01±0.10	< 1.08	< 1.14	< 2.52	< 1.21	< 0.787	1.87±0.18	< 2.55	< 2.02	< 1.26	< 44.6	< 6.44				B
	9.21	< 1.43																B
	10.24	< 1.05																A
	11.23	< 1.08	0.863 ±0.084	< 1.83	< 2.06	< 3.90	< 2.20	< 0.747	1.83±0.30	< 3.53	< 3.54	< 2.64	< 72.9	< 18.1				A
	12.20	< 1.14																A
	10.24	< 1.40																B
	11.23	< 1.47	0.920 ±0.109	< 1.09	< 1.15	< 2.67	< 1.18	< 0.687	1.71±0.17	< 2.48	< 2.20	< 1.31	< 28.2	< 7.15				B
	12.20	< 1.45																B

[표 9-3] 해수 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔단위: ^{3}H · ^{40}K : Bq/ℓ, 기타 : mBq/ℓ]

채취 지점	채취 일자	방 사 능 농 도																비고
		분 석 핵 종(천연핵종 포함)													평상변동범위			
		^{3}H	^{90}Sr	^{54}Mn	^{58}Co	^{59}Fe	^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^{65}Zn	^{95}Zr	^{95}Nb	^{131}I	^{140}Ba	^{3}H	^{90}Sr	^{137}Cs	
원전 취수구 (SSE, 2.5km)	1.31	< 1.87																B
	2.26	< 1.46	-	< 0.939	< 0.869	< 1.90	< 0.862	< 0.908	1.60±0.31	< 2.01	< 1.66	< 1.09	< 23.4	< 5.02				B
	3.30	< 1.34																B
	4.30	< 1.51																B
	5.31	< 1.35	-	< 1.24	< 1.33	< 2.65	< 1.31	< 1.22	1.70±0.24	< 2.76	< 2.30	< 1.43	< 26.4	< 7.72				B
	6.29	< 1.31													1.63 (< 1.12 ~6.98)	-	1.78 (1.03 ~2.74)	B
	7.31	< 1.36																B
	8.31	< 1.35	-	< 1.58	< 1.69	< 3.41	< 1.60	< 1.05	2.07±0.24	< 3.42	< 2.94	< 1.89	< 25.6	< 10.4				B
	9.28	2.67±0.84																B
	10.31	< 1.35																B
	11.30	< 1.40	-	< 0.985	< 1.13	< 2.49	< 1.19	< 0.897	1.58±0.18	< 2.63	< 1.97	< 1.25	< 22.9	< 6.66				B
	12.28	< 1.37																B

주) "-" 시료분석 핵종이 아님

[표 9-4] 해수 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔단위: ^{3}H · ^{40}K : Bq/ℓ, 기타 : mBq/ℓ]

채취 지점	채취 일자	방 사 능 농 도																비고
		분 석 핵 종(천연핵종 포함)													평상변동범위			
		^{3}H	^{90}Sr	^{54}Mn	^{58}Co	^{59}Fe	^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^{65}Zn	^{95}Zr	^{95}Nb	^{131}I	^{140}Ba	^{3}H	^{90}Sr	^{137}Cs	
구룡포 (NNE, 25.9km)	1.31	< 1.80													< 1.08	1.21 (0.870 ~2.07)	1.84 (1.30 ~2.66)	B
	2.26	< 1.42	1.20±0.11	< 0.976	< 1.00	< 2.30	< 1.28	< 0.743	1.70±0.27	< 2.55	< 2.02	< 1.20	< 23.9	< 6.20				B
	3.30	< 1.36																B
	4.30	< 1.41																B
	5.31	< 1.37	0.978±0.097	< 0.964	< 0.978	< 2.29	< 1.04	< 0.681	1.59±0.17	< 2.22	< 1.80	< 1.17	< 30.6	< 6.00				B
	6.29	< 1.31																B
	7.31	< 1.33																B
	8.31	< 1.36	1.35±0.10	< 1.03	< 1.12	< 2.55	< 1.13	< 0.953	1.34±0.19	< 2.49	< 2.06	< 1.26	< 25.8	< 5.97				B
	9.28	< 1.33																B
	10.31	< 1.34																B
	11.30	< 1.36	1.12±0.09	< 0.790	< 0.864	< 2.13	< 0.986	< 1.08	1.40±0.21	< 1.93	< 1.60	< 1.08	< 26.3	< 5.00				B
	12.28	< 1.41																B

주) "–" 분석대상 핵종이 아님

[표 10-1] 해저퇴적물 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔 단위: Bq/kg-dry]

채취 지점	채취 일자	방 사 능 농 도																비고
		분 석 핵 종(천연핵종 포함)													평상변동범위			
		^{54}Mn	^{58}Co	^{59}Fe	^{60}Co	^{90}Sr	^{95}Zr	^{134}Cs	^{137}Cs	^{65}Zn	^{95}Nb	^{131}I	^{140}Ba	^{144}Ce	^{137}Cs	^{60}Co	^{90}Sr	
봉길리해변 (NE, 1.4km)	4.27	< 0.176	< 0.211	< 0.496	< 0.230	< 0.246	< 0.422	< 0.176	0.426 ±0.065	< 0.574	< 0.270	< 0.481	< 1.22	< 0.992	0.365 (< 0.195 ~0.492)	< 0.0879	0.269 (< 0.210 ~< 0.378)	A
	4.27	< 0.231	< 0.230	< 0.586	< 0.262	< 0.243	< 0.394	< 0.180	0.297 ±0.067	< 0.662	< 0.223	< 0.252	< 0.848	< 1.36				B
	10.24	< 0.172	< 0.143	< 0.413	< 0.233	< 0.225	< 0.359	< 0.168	< 0.190	< 0.489	< 0.190	< 0.194	< 0.781	< 1.25				A
	10.24	< 0.168	< 0.239	< 0.629	< 0.251	< 0.311	< 0.427	< 0.204	< 0.230	< 0.655	< 0.289	< 0.552	< 1.40	< 1.51				B
원전 취수구부근 (SSE, 2.5km)	4.25	< 0.175	< 0.185	< 0.457	< 0.211	-	< 0.322	< 0.141	0.653 ±0.065	< 0.506	< 0.190	< 0.238	< 0.777	< 1.03	0.659 (0.319 ~1.10)	< 0.196	-	B
	10.23	< 0.199	< 0.233	< 0.599	< 0.259	-	< 0.432	< 0.256	0.669 ±0.041	< 0.670	< 0.291	< 0.412	< 1.15	< 1.65				B
구룡포 (NNE, 25.9km)	4.11	< 0.160	< 0.157	< 0.428	< 0.184	< 0.148	< 0.292	< 0.127	0.805 ±0.055	< 0.425	< 0.172	< 0.273	< 0.785	< 1.00	0.684 (0.371 ~1.03)	< 0.195	< 0.140	B
	10.15	< 0.145	< 0.199	< 0.496	< 0.224	< 0.124	< 0.369	< 0.205	0.798 ±0.038	< 0.546	< 0.241	< 0.326	< 0.961	< 1.40				B

주) "-" 분석대상 핵종이 아님

[표 11-1] 해산물 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔 단위: Bq/kg-fresh]

종 류	채취지점	시료종류	채취일자	방 사 능 농 도										비고
				분 석 핵 종(천연핵종 포함)								평상변동범위		
				^{54}Mn	^{60}Co	^{90}Sr	^{95}Zr	^{134}Cs	^{137}Cs	^{65}Zn	^{95}Nb	^{137}Cs	^{90}Sr	
어류	대본앞바다 (NE 2.4km)	성대	4.5	< 0.0250	< 0.00884	< 0.0351	< 0.0374	< 0.0243	0.0999±0.0172	< 0.0351	< 0.0197	0.0853 (< 0.0209 ~0.165)	0.0279 (< 0.0208 ~< 0.0409)	A
		성대	4.5	< 0.0495	< 0.0581	< 0.0243	< 0.0916	< 0.0415	0.0855±0.0137	< 0.157	< 0.0532			B
		성대	10.2	< 0.0283	< 0.0242	< 0.0358	< 0.0197	< 0.0226	0.121±0.018	< 0.0644	< 0.0430			A
		성대	10.2	< 0.0544	< 0.0562	< 0.0242	< 0.0958	< 0.0417	0.110±0.010	< 0.156	< 0.0570			B
	원전 취수구부근 (SSE, 2.5km)	농어	4.9	< 0.0507	< 0.0564	-	< 0.0898	< 0.0401	0.181±0.018	< 0.150	< 0.0532	0.112 (0.0559 ~0.223)	-	B
		돔	10.4	< 0.0604	< 0.0696	-	< 0.108	< 0.0509	0.0724±0.0100	< 0.162	< 0.0657			B
	구룡포 (NNE,25.9km)	청어	4.11	< 0.0447	< 0.0552	< 0.0157	< 0.0884	< 0.0367	0.124±0.015	< 0.130	< 0.0557	0.110 (0.0766 ~0.151)	0.0276 (< 0.0178 ~0.0455)	B
		고등어	10.15	< 0.0640	< 0.0770	0.0215±0.0042	< 0.113	< 0.0552	0.0662±0.0095	< 0.180	< 0.0681			B
패류	대본앞바다 (NE 2.4km)	홍합	4.5	< 0.0625	< 0.0997	< 0.0395	< 0.163	< 0.0626	< 0.0764	< 0.203	< 0.0635	< 0.0397	< 0.0287	A
		홍합	4.5	< 0.0496	< 0.0639	< 0.0313	< 0.0901	< 0.0428	< 0.0474	< 0.147	< 0.0592			B
		홍합	10.2	< 0.0400	< 0.0391	< 0.0360	< 0.0808	< 0.0357	< 0.0426	< 0.0951	< 0.0577			A
		홍합	10.2	< 0.0506	< 0.0587	< 0.0382	< 0.0905	< 0.0435	< 0.0534	< 0.136	< 0.0566			B
	원전 취수구부근 (SSE, 2.5km)	홍합	4.25	< 0.0838	< 0.0935	-	< 0.155	< 0.0719	< 0.0865	< 0.270	< 0.0897	< 0.0271	-	B
		골뱅이	10.23	< 0.0701	< 0.0781	-	< 0.130	< 0.0631	< 0.0696	< 0.179	< 0.0812			B
	구룡포 (NNE, 25.9km)	골뱅이	4.11	< 0.0689	< 0.0821	< 0.0229	< 0.127	< 0.0587	< 0.0652	< 0.213	< 0.0810	< 0.0568	< 0.0209	B
		홍합	10.15	< 0.0444	< 0.0473	< 0.0274	< 0.0815	< 0.0371	< 0.0478	< 0.123	< 0.0525			B

주) "-" 분석대상 핵종이 아님

[표 11-2] 해산물 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔 단위: Bq/kg-fresh]

종 류	채취지점	시료 종류	채취 일자	방 사 능 농 도																	비고
				분 석 핵 종(천연핵종 포함)														평상변동범위			
				^{54}Mn	^{58}Co	^{59}Fe	^{60}Co	^{90}Sr	^{95}Zr	^{131}I	^{129}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{65}Zn	^{95}Nb	^{140}Ba	^{144}Ce	^{129}I	^{137}Cs	^{90}Sr	
해조류	대본앞바다 (NE 2.4km)	미역	4.5	< 0.0179	< 0.00918	< 0.0398	< 0.0255	<0.0502	< 0.0267	< 0.0229	< 1.14	< 0.0164	< 0.0182	< 0.0651	< 0.0171	< 0.0755	< 0.107	< 0.594	< 0.00891	0.0566 (< 0.0437 ~0.0698)	A
		미역	4.5	< 0.0322	< 0.0345	< 0.0982	< 0.0434	< 0.0523	< 0.0563	< 0.0452	< 1.28	< 0.0244	< 0.0303	< 0.101	< 0.0340	< 0.137	< 0.154				B
		모자반	10.2	< 0.0339	< 0.0326	< 0.0800	< 0.0332	0.0526 ±0.0064	< 0.0523	< 0.161	< 1.68	< 0.0260	< 0.0302	< 0.104	< 0.0452	< 0.210	< 0.0651				A
		모자반	10.2	< 0.0469	< 0.0558	< 0.154	< 0.0664	< 0.0636	< 0.0978	< 0.0693	< 1.82	< 0.0439	< 0.0523	< 0.162	< 0.0364	< 0.242	< 0.284				B
	원전 취수구부근 (SSE, 2.5km)	미역	4.25	< 0.0408	< 0.0445	< 0.133	< 0.0526	-	< 0.0757	< 0.0598	-	< 0.0308	< 0.0367	< 0.139	< 0.0454	< 0.185	< 0.184	-	< 0.0205	-	B
		곰피	10.23	< 0.0609	< 0.0658	< 0.208	< 0.0752	-	< 0.117	< 0.139	-	< 0.0448	< 0.0536	< 0.201	< 0.0733	< 0.361	< 0.254				B
	구룡포 (NNE, 25.9km)	미역	4.11	< 0.0324	< 0.0336	< 0.0973	< 0.0395	0.0575 ±0.0062	< 0.0586	< 0.0493	< 1.30	< 0.0246	< 0.0294	< 0.107	< 0.0351	< 0.147	< 0.162	< 0.561	< 0.0123	0.0382 (< 0.0223 ~0.0580)	B
		청각	10.15	< 0.0105	< 0.0107	< 0.0259	< 0.0107	0.0386 ±0.0074	< 0.0192	< 0.0182	< 0.589	< 0.00866	< 0.0113	< 0.0265	< 0.0119	< 0.0526	< 0.0535				B

주) “-” 분석대상 핵종이 아님

[표 12-1] 저서생물 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, 경북대B] 〔 단위: Bq/kg-fresh]

종류	채취 지점	채취 일자	방 사 능 농 도													비고
			분 석 핵 종(천연핵종 포함)												평상변동범위	
			^{54}Mn	^{58}Co	^{59}Fe	^{60}Co	^{95}Zr	^{134}Cs	^{137}Cs	^{65}Zn	^{95}Nb	^{131}I	^{140}Ba	^{144}Ce	^{137}Cs	
불가사리	대본앞바다 (NE 2.4km)	4.5	< 0.0236	< 0.0344	< 0.0218	< 0.0320	< 0.0425	< 0.0285	< 0.0210	< 0.0570	< 0.0375	< 0.0320	< 0.143	< 0.218	< 0.0337	A
		4.5	< 0.0685	< 0.0707	< 0.171	< 0.0772	< 0.123	< 0.0560	< 0.0675	< 0.201	< 0.0797	< 0.130	< 0.358	< 0.346		B
		10.2	< 0.0218	< 0.0229	< 0.0337	< 0.0303	< 0.0387	< 0.0201	< 0.0231	< 0.0346	< 0.0253	< 0.0453	< 0.133	< 0.165		A
		10.2	< 0.0633	< 0.0646	< 0.155	< 0.0710	< 0.119	< 0.0552	< 0.0657	< 0.165	< 0.0726	< 0.107	< 0.301	< 0.356		B
	원전 취수구부근 (SSE, 2.5km)	4.25	< 0.0738	< 0.0766	< 0.189	< 0.0786	< 0.130	< 0.0589	< 0.0661	< 0.217	< 0.0762	< 0.130	< 0.352	< 0.375	< 0.0471	B
		10.23	< 0.0826	< 0.0908	< 0.212	< 0.0859	< 0.153	< 0.0765	< 0.0818	< 0.205	< 0.106	< 0.230	< 0.570	< 0.468		B
	구룡포 (NNE, 25.9km)	4.11	< 0.0559	< 0.0572	< 0.154	< 0.0654	< 0.0994	< 0.0414	< 0.0474	< 0.156	< 0.0625	< 0.131	< 0.317	< 0.280	< 0.0474	B
		10.15	< 0.0616	< 0.0601	< 0.151	< 0.0730	< 0.108	< 0.0529	< 0.0656	< 0.172	< 0.0623	< 0.0667	< 0.211	< 0.333		B

[부록 3] 연도별 조사자료

구분	시료명	분석항목	단위	채취지점	분석년도							
					2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
공간집적선량	TLD	집적선량	μGy/91d	육송도로	160	180	189	166	172	180	179	148
				인수저장시설	152	178	182	182	189	194	199	159
				동굴입구	169	196	202	175	179	190	190	156
				전망대부근	216	240	254	220	222	241	238	202
				양북초중교	191	210	221	195	204	210	216	176
				처리시설앞	186	202	224	190	197	210	220	186
				봉길교	206	236	230	186	198	205	201	167
				감포초교	179	201	203	182	185	193	194	158
				나산1☆	124	131	117	119	119	130	133	133
				나산2☆	141	154	130	113	115	125	124	126
				원전사택☆	128	139	126	120	122	137	137	135
				구길☆	128	138	119	111	110	100	132	121
				대본초교☆	133	140	123	115	117	124	130	133
				환서☆	127	140	119	109	115	133	127	124
				양남초교☆	128	136	118	111	114	119	125	127
				대본☆	132	143	126	121	120	127	130	130
				기구☆	143	150	133	125	125	134	138	139
				석촌☆	128	137	121	117	120	121	131	134
				석읍☆	120	126	111	106	106	122	122	119
				상계초교☆	133	144	123	117	118	124	130	133
				팔조☆	133	145	124	117	117	119	124	122
				송전초교☆	137	151	132	130	120	125	134	133
				상봉☆	138	171	151	142	145	145	148	133
				경주☆	125	139	118	110	111	128	128	127
				울산☆	122	133	114	109	109	122	122	123

주) 1. ☆는 월성원전 측정 자료임
2. 월성원전 측정지점 중 2014년 1월부터 나아 → 환서, 학전 → 석촌으로 명칭 변경
3. * 2017년 1분기 및 2분기 구길지점 TLD 비정상 데이터로 삭제처리

구분	시료명	분석항목	단위	채취지점	분석년도							
					2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
공기중	미립자	전α	mBq/m^3	육송도로	0.0573	0.0630	0.0588	0.0652	0.0629	0.0606	0.0574	0.0574
				인수저장시설	0.0557	0.0579	0.0564	0.0653	0.0625	0.0626	0.0590	0.0570
				동굴입구	0.0596	0.0611	0.0615	0.0628	0.0623	0.0591	0.0579	0.0569
				전망대부근	0.0570	0.0619	0.0624	0.0659	0.0647	0.0595	0.0648	0.0612
				양북초중교	0.0591	0.0628	0.0655	0.0697	0.0731	0.0650	0.0662	0.0632
				감포초교	0.0547	0.0604	0.0547	0.0686	0.0607	0.0563	0.0559	0.0564
				경주	0.0722	0.0733	0.0752	0.0760	0.0730	0.0724	0.0686	0.0616
		전β	mBq/m^3	육송도로	1.08	1.14	1.10	1.14	1.13	1.16	1.14	1.08
				인수저장시설	0.983	1.05	1.07	1.16	1.19	1.19	1.16	1.07
				동굴입구	1.09	1.13	1.13	1.10	1.14	1.18	1.18	1.11
				전망대부근	1.05	1.08	1.10	1.12	1.13	1.13	1.14	1.06
				양북초중교	1.00	1.03	1.08	1.10	1.15	1.16	1.18	1.09
				감포초교	1.06	1.08	1.06	1.12	1.12	1.10	1.17	1.08
				상봉☆	0.797	0.806	0.808	0.818	0.891	0.854	0.903	0.738
				경주☆	0.763	0.830	0.816	0.874	0.886	0.784	0.823	0.756
		^{137}Cs	mBq/m^3	육송도로	0.0505	<0.0223	<0.0171	<0.0239	<0.0369	<0.0190	<0.0164	<0.00999
				인수저장시설	0.0353	<0.0207	<0.0287	<0.0316	<0.0268	<0.0172	<0.0112	<0.0110
				동굴입구	<0.0239	<0.0216	<0.0230	<0.0213	<0.0340	<0.0197	<0.0104	<0.0153
				전망대부근	0.0436	<0.0181	<0.0219	<0.0239	<0.0223	<0.0152	<0.0167	<0.0122
				양북초중교	0.0481	<0.0225	<0.0276	<0.0287	<0.0306	<0.0190	<0.0130	<0.0126
				감포초교	0.0364	<0.0200	<0.0225	<0.0201	<0.0246	<0.0139	<0.0145	<0.00803
				상봉☆	0.0298	<0.0133	<0.0334	<0.0105	<0.0138	<0.0156	<0.0176	<0.0126
				경주☆	0.0289	<0.0181	<0.0333	<0.0118	<0.0129	<0.0147	<0.0207	<0.0127

주) ☆는 월성원전 측정 자료임

구분	시료명	분석 항목	단위	채취지점	분석년도							
					2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
공기중	수분	^{3}H	Bq /m^3	육송도로	0.767	0.736	1.00	0.803	0.632	0.459	0.214	0.403
				동굴입구	1.27	0.865	1.15	0.786	0.867	0.506	0.348	0.560
				상봉☆	0.596	0.686	0.713	0.481	0.459	0.424	0.441	0.411
				경주☆	0.0218	0.0273	0.0310	0.0175	0.0204	0.0184	0.0161	<0.00100
	CO_2	^{14}C	Bq /g-C	육송도로	0.287	0.264	0.273	0.341	0.295	0.353	0.360	0.372
				동굴입구	0.284	0.267	0.269	0.387	0.308	0.374	0.374	0.407
				상봉☆	0.286	0.295	0.340	0.400	0.318	0.348	0.346	0.384
				경주☆	0.221	0.242	0.316	0.253	0.265	0.243	0.236	0.254
물시료	식수	^{137}Cs	Bq/L	대본초교	<0.00368	<0.00336	<0.00390	<0.00356	<0.00403	<0.00399	<0.00362	<0.00291
				경주	<0.00420	<0.00537	<0.00498	<0.00451	<0.00408	<0.00380	<0.00383	<0.00410
		^{3}H	Bq/L	대본초교	<0.00597	<0.00406	<0.00584	8.01	6.75	6.07	5.90	7.41
				경주	8.64	6.47	8.58	<1.18	<1.19	<1.18	<1.41	<1.29
	지하수	^{90}Sr	mBq/L	EM-1	<1.12	<1.12	<1.16	0.384	0.338	<0.254	<0.276	<0.294
				EM-2	0.325	0.407	0.317	<0.454	0.549	0.573	0.559	0.416
				EM-3	0.405	0.562	<0.504	0.371	0.379	0.384	<0.284	<0.289
				EM-4	0.336	0.323	0.391	0.487	<0.424	<0.375	<0.382	<0.348
				EM-5	0.296	0.341	<0.463	0.316	0.300	<0.277	0.336	0.326
				EM-6	0.317	0.327	0.317	<0.425	<0.412	0.448	<0.318	<0.301
		^{137}Cs	mBq/L	EM-1	0.344	0.299	<0.426	<3.75	<3.93	<3.83	<4.03	<3.40
				EM-2	<2.82	<3.47	<3.87	<3.85	<4.05	<5.54	<4.08	<4.68
				EM-3	<5.80	<5.63	<5.96	<3.99	<3.90	<3.52	<3.57	<1.66
				EM-4	<3.30	<3.53	<4.10	<6.10	<5.98	<4.11	<3.83	<4.31
				EM-5	<4.61	<5.61	<6.00	<4.05	<3.93	<3.58	<3.96	<2.77
				EM-6	<3.71	<3.45	<3.92	<6.03	<6.81	<4.13	<4.05	<3.93

주) 1. ☆는 월성원전 측정 자료임

구분	시료명	분석 항목	단위	채취지점	분석년도							
					2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
물시료	지하수	^{14}C	Bq /g-C	EM-1	0.258	0.266	0.255	0.216	0.252	0.261	0.234	0.237
				EM-2	0.239	0.231	0.246	0.244	0.239	0.248	0.226	0.238
				EM-3	0.267	0.280	0.278	0.283	0.285	0.286	0.269	0.286
				EM-4	0.279	0.278	0.264	0.272	0.270	0.273	0.266	0.273
				EM-5	0.234	0.215	0.211	0.215	0.346	0.273	0.227	0.224
				EM-6	0.177	0.266	0.255	0.314	0.342	0.337	0.283	0.256
		^{3}H	Bq/L	EM-1	12.1	10.2	7.58	10.5	6.26	5.66	6.94	8.50
				EM-2	24.1	20.7	18.7	19.8	17.8	18.5	18.7	16.7
				EM-3	10.6	15.4	16.6	17.4	16.8	18.7	17.0	17.0
				EM-4	24.3	25.8	24.9	22.3	21.1	17.6	19.0	18.2
				EM-5	17.1	12.0	16.4	10.1	6.56	8.62	10.8	12.6
				EM-6	<1.06	<1.11	6.39	14.7	19.3	15.1	13.6	5.51
		전α	mBq/L	EM-1	<1.19	<7.05	<8.03	<8.66	<23.2	<17.0	<20.8	<18.0
				EM-2	<5.01	<11.0	<10.4	<10.1	<34.2	<34.7	<16.3	<23.7
				EM-3	<1.12	<7.05	<9.31	<8.66	<23.4	<15.7	<16.1	<11.9
				EM-4	<4.33	<10.6	<10.7	<10.1	<22.8	<18.9	<16.9	<11.1
				EM-5	<1.19	<7.05	<8.03	<8.66	<26.5	<15.5	<25.4	<17.5
				EM-6	7.62	<9.76	14.6	16.5	69.1	70.0	84.8	60.2
		^{129}I	Bq/L	EM-1	<0.0163	<0.0161	<0.0422	<0.0475	<0.0312	<0.0310	<0.0374	<0.0546
				EM-2	<0.0118	<0.0183	<0.0193	<0.0175	<0.0181	<0.0227	<0.0230	<0.0201
				EM-3	<0.0115	<0.0160	<0.0183	<0.0190	<0.0188	<0.0237	<0.0243	<0.0196
				EM-4	<0.0133	<0.0164	<0.0164	<0.0175	<0.0176	<0.0235	<0.0231	<0.0198
				EM-5	<0.0152	<0.0154	<0.0486	<0.0520	<0.0325	<0.0305	<0.0301	<0.0498
				EM-6	<0.0120	<0.0153	<0.0177	<0.0187	<0.0191	<0.0233	<0.0227	<0.0200
		^{99}Tc	Bq/L	EM-1	<0.0283	<0.0320	<0.0308	<0.0293	<0.0252	<0.0249	<0.0247	<0.0251
				EM-2	<0.0319	<0.0354	<0.0375	<0.0346	<0.0268	<0.0262	<0.0262	<0.0276
				EM-3	<0.0289	<0.0324	<0.0303	<0.0192	<0.0254	<0.0259	<0.0241	<0.0252
				EM-4	<0.0309	<0.0368	<0.0367	<0.0350	<0.0270	<0.0261	<0.0263	<0.0276
				EM-5	<0.0283	<0.0327	<0.0301	<0.0299	<0.0258	<0.0253	<0.0248	<0.0254
				EM-6	<0.0307	<0.0368	<0.0368	<0.0348	<0.0277	<0.0261	<0.0262	<0.0274
		^{55}Fe	Bq/L	EM-1	-	-	<0.0120	<0.0130	<0.0973	<0.103	<0.102	<0.114
				EM-2	-	-	<0.0120	<0.0170	<0.101	<0.103	<0.110	<0.155
				EM-3	-	-	<0.0120	<0.0120	<0.0984	<0.105	<0.0963	<0.121
				EM-6	-	-	<0.0130	<0.0140	<0.103	<0.105	<0.112	<0.151
		^{63}Ni	Bq/L	EM-1	-	-	<0.0120	<0.0130	<0.0731	<0.0749	<0.0689	<0.0670
				EM-2	-	-	<0.0120	<0.0170	<0.0677	<0.0665	<0.0816	<0.0744
				EM-3	-	-	<0.0120	<0.0120	<0.0669	<0.0668	<0.0696	<0.0669
				EM-6	-	-	<0.0130	<0.0140	<0.0657	<0.0687	<0.0857	<0.0711

주) 1. “-” 분석대상 핵종이 아님

구분	시료명	분석 항목	단위	채취지점	분석년도							
					2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
물 시 료	빗물	^{137}Cs	Bq/L	처분시설중앙	0.0128	<0.00434	<0.00372	<0.00337	<0.00364	<0.00370	<0.00353	<0.00225
				경주	<0.00523	<0.00366	<0.00603	<0.00454	<0.00396	<0.00448	<0.00386	<0.00401
		^{3}H	Bq/L	처분시설중앙	42.8	36.0	48.7	21.1	36.1	36.2	28.0	20.3
				경주	<1.09	1.44	1.49	1.37	<1.18	<1.05	<1.45	<1.31
		전β	Bq/L	동굴입구	0.0482	0.0607	0.0645	0.0555	0.0774	0.0740	0.0862	0.0685
				경주	0.0735	0.0823	0.0819	0.0824	0.0576	0.0583	0.0865	0.0504
	지표수	^{137}Cs	Bq/L	대종교	<0.00360	<0.00160	<0.000190	<0.00367	<0.00160	<0.00337	<0.00355	<0.00252
				경주	<0.00538	<0.00305	<0.00576	<0.00502	<0.00379	<0.00370	<0.00386	<0.00418
		^{3}H	Bq/L	대종교	3.30	2.04	2.28	<1.01	<0.991	<1.08	<1.10	1.44
				경주	<1.03	<1.13	<1.18	<1.19	<1.21	<1.07	<1.48	<1.28
육 상 시 료	표층 토양	^{137}Cs	Bq/kg -dry	인수저장시설	0.522	0.634	0.568	0.434	<0.247	<0.233	<0.197	<0.186
				전망대부근	<0.304	<0.263	0.441	<0.245	<0.291	0.735	0.921	1.04
				경주	1.09	1.25	1.07	2.51	2.09	2.54	0.599	2.06
		^{90}Sr	Bq/kg -dry	인수저장시설	0.233	0.349	0.365	<0.245	0.414	0.275	0.290	<0.216
				전망대부근	0.203	0.265	0.215	<0.231	<0.243	0.327	0.273	0.311
				경주	0.225	0.922	0.495	1.35	1.07	0.859	0.462	0.325
		U^{234}	Bqkg -dry	인수저장시설	27.7	32.0	33.6	32.3	36.0	34.8	34.3	31.9
				전망대부근	59.1	33.4	63.2	52.0	63.4	66.2	54.2	66.6
				경주	21.8	32.4	32.1	27.6	19.6	33.9	32.3	38.9
		U^{235}	Bq/kg -dry	인수저장시설	1.29	1.58	0.804	0.566	1.40	1.28	1.00	0.971
				전망대부근	2.40	2.18	2.35	0.858	1.39	0.932	1.28	0.890
				경주	<1.54	<0.784	1.20	1.24	0.427	1.32	1.25	1.24
		U^{238}	Bq/kg -dry	인수저장시설	27.7	31.1	34.6	30.9	35.8	33.6	33.9	32.3
				전망대부근	57.2	32.2	59.4	51.7	63.2	66.9	50.6	60.3
				경주	21.2	32.7	32.2	25.4	18.6	35.4	31.2	38.6
		$^{239+240}Pu$	Bq/kg -dry	인수저장시설	<0.0399	<0.0269	0.0168	0.0320	0.00742	0.0133	0.0124	<0.00516
				전망대부근	<0.0444	<0.0446	0.0164	0.0369	<0.0181	0.0433	0.0525	0.0292
				경주	<0.0400	<0.0407	0.0248	0.0604	0.0802	0.0802	0.0392	0.0181

구분	시료명	분석 항목	단위	채취지점	분석년도							
					2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
지표생물	솔잎	^{137}Cs	Bq/kg -fresh	어일2리	0.724	<0.149	<0.0649	<0.0719	<0.0745	<0.0662	<0.0717	<0.0541
				경주	0.297	<0.0920	<0.0966	<0.0871	<0.0748	<0.0706	<0.0977	<0.0663
		^{90}Sr	Bq/kg -fresh	어일2리	1.64	2.62	2.82	3.55	1.85	3.18	3.38	4.07
				경주	1.21	1.67	2.59	3.02	2.71	0.856	1.70	0.815
	쑥	^{137}Cs	Bq/kg -fresh	용당	<0.0556	<0.0308	<0.0624	<0.0495	<0.0631	<0.0570	<0.0641	<0.0372
				경주	<0.0967	<0.0840	<0.0736	<0.0610	<0.0538	<0.0437	<0.0682	<0.0693
육상시료	육류	^{137}Cs	Bq/kg -fresh	봉길리	<0.0584	<0.0489	<0.0792	<0.0701	<0.0697	<0.0709	<0.0595	<0.0693
				경주	<0.0880	<0.0926	<0.0838	<0.0748	<0.0798	<0.0641	<0.0672	<0.0683
		^{14}C	Bq/g-C	봉길리	0.239	0.236	0.236	0.244	0.237	0.225	0.234	0.226
				경주	0.241	0.235	0.240	0.237	0.245	0.242	0.236	0.232
		^{3}H TFWT	Bq/kg -fresh	봉길리	2.85	3.63	1.64	5.61	<0.824	3.22	2.10	2.25
				경주	<0.864	<0.794	<0.932	<0.923	<0.892	<0.953	<1.08	<1.04
		^{3}H OBT		봉길리	2.99	0.418	<0.136	1.49	<0.158	0.479	0.379	0.433
				경주	0.546	0.288	<0.194	<0.186	0.331	<0.221	<0.238	<0.205

구분	시료명	분석 항목		단위	채취지점	분석년도							
						2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
육상시료	하천 토양	^{137}Cs		Bq/kg-dry	봉길교	0.446	0.536	0.427	0.412	0.357	0.451	0.270	0.381
					경주	1.01	0.704	0.472	0.446	0.534	<0.268	0.487	0.311
	우유	^{137}Cs		Bq/L	용동리	<0.0758	<0.0394	<0.0235	<0.0224	<0.0230	<0.0221	<0.0214	<0.0153
					경주	<0.0753	<0.0430	<0.0489	<0.0380	<0.0342	<0.0322	<0.0349	<0.0399
		^{14}C		Bq/g-C	용동리	0.244	0.242	0.232	0.239	0.225	0.223	0.232	0.217
					경주	0.239	0.241	0.231	0.236	0.238	0.236	0.232	0.234
		^{90}Sr		Bq/L	용동리	0.00731	0.00966	0.0112	0.0109	0.0118	<0.00809	<0.00761	< 0.00790
					경주	0.00720	0.00942	0.00797	0.00953	0.0138	0.0109	0.00753	0.00914
		^{3}H	TFWT	Bq/L	용동리	1.83	1.57	1.66	<0.878	<0.912	<0.965	1.79	<0.884
					경주	<0.938	<1.04	<0.982	<1.07	<1.08	<1.01	<1.27	<1.15
			OBT		용동리	0.279	0.151	0.173	<0.0398	<0.0688	0.155	0.123	<0.0924
					경주	0.146	<0.0954	0.241	<0.0941	<0.0991	<0.0780	<0.129	<0.103
농산물	보리	^{137}Cs		Bq/L	용당	<0.0853	<0.0778	<0.0738	<0.0738	<0.0625	<0.0668	<0.0753	<0.0825
					경주	<0.0965	<0.0585	<0.0998	<0.0999	<0.0941	<0.0836	<0.0768	<0.0853
		^{14}C		Bq /g-C	용당	0.244	0.221	0.236	0.228	0.216	0.237	0.214	0.221
					경주	0.233	0.231	0.231	0.209	0.253	0.221	0.232	0.224
		^{3}H	TFWT	Bq/kg-fresh	용당	1.65	0.692	0.755	0.295	0.459	0.578	0.258	0.683
					경주	<0.0773	<0.0900	<0.106	<0.103	<0.110	<0.0864	<0.118	<0.103
			OBT		용당	5.03	4.88	7.02	1.98	<0.439	2.47	2.14	2.71
					경주	2.11	4.48	<0.675	<0.620	0.912	<0.530	1.46	<0.635
		^{90}Sr		Bq/kg -dry	용당	0.0420	0.0209	0.0346	0.0356	0.0212	0.0301	0.0406	0.0704
					경주	0.0312	0.0565	0.0352	0.0795	0.106	0.0598	0.0411	0.0449

구분	시료명	분석항목		단위	채취지점	분석년도							
						2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
농산물	쌀	^{137}Cs		Bq/L	용당	<0.0695	<0.0689	<0.0867	<0.0534	<0.0796	<0.0673	<0.0719	<0.0189
					경주	<0.0857	<0.0680	<0.0796	<0.0581	<0.0690	<0.0698	<0.0705	<0.0723
		^{14}C		Bq/g-C	용당	0.241	0.248	0.288	0.275	0.234	0.264	0.244	0.241
					경주	0.234	0.231	0.230	0.238	0.233	0.226	0.225	0.224
		^{3}H	TFWT	Bq/kg-fresh	용당	0.753	2.51	0.619	2.69	0.426	<0.143	0.459	0.380
					경주	<0.0949	<0.0838	<0.104	<0.0965	<0.122	<0.169	<0.141	<0.114
			OBT		용당	5.42	8.68	5.47	8.36	2.74	5.04	2.51	2.86
					경주	0.505	1.37	<0.628	1.36	<0.607	<0.821	<0.854	1.35
		^{90}Sr		Bq/kg-dry	용당	<0.00445	0.0159	0.0198	0.0107	0.0379	<0.00633	<0.00617	<0.00725
					경주	<0.00509	<0.00608	<0.00742	<0.00569	<0.00347	<0.00416	<0.00475	<0.00421
농산물	열무* &배추	^{137}Cs		Bq/kg-fresh	용당	0.123	0.0462	<0.00992	<0.0150	<0.0180	<0.0139	<0.0176	<0.0165
					경주	<0.0309	<0.0245	<0.0212	<0.0296	<0.0269	<0.0201	<0.0187	<0.0224
		^{14}C		Bq/g-C	용당	0.260	0.238	0.250	0.253	0.244	0.296	0.257	0.252
					경주	0.234	0.235	0.232	0.245	0.239	0.236	0.234	0.234
		^{3}H	TFWT	Bq/kg-fresh	용당	18.7	11.8	14.1	5.74	14.3	11.8	5.93	4.98
					경주	<1.03	<1.17	<1.26	<1.25	<1.19	<1.12	<1.31	<1.22
			OBT		용당	0.398	0.330	0.274	0.222	0.708	0.285	0.208	0.198
					경주	0.142	0.294	0.0761	<0.0254	0.142	<0.0385	<0.0342	<0.0418
		^{90}Sr		Bq/kg-fresh	용당	0.271	0.273	0.200	0.169	0.349	0.163	0.141	0.172
					경주	0.0363	0.0343	0.148	0.0875	0.106	0.0753	0.0747	0.0445

주) 1. * 상반기 대상시료 변경(배추→열무, 원안위 승인 '17.05.17), 평상변동 범위는 같은 지점 배추시료 값('13년~17년)을 적용

구분	시료명	분석 항목	단위	채취지점	분석년도							
					2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
해양감시	해수	^{3}H	Bq/L	봉길리해변	1.32	1.82	<0.984	<1.02	<1.02	<1.05	<1.07	<1.04
				원전취수구	2.28	2.59	2.15	<1.19	1.71	1.41	<1.46	1.53
				구룡포	<1.10	<1.12	<1.12	<1.17	<1.17	<1.08	<1.46	<1.31
		^{137}Cs	mBq/L	봉길리해변	1.80	1.65	1.72	2.21	2.09	1.61	1.60	2.01
				원전취수구	1.88	1.48	1.73	2.04	1.76	1.57	1.81	1.74
				구룡포	1.77	1.62	1.62	2.03	1.76	1.70	2.07	1.51
		^{90}Sr	mBq/L	봉길리해변	0.849	0.761	1.02	1.23	1.35	1.14	1.07	1.02
				구룡포	0.834	1.14	1.18	1.23	1.46	1.08	1.10	1.16
	해저 퇴적물	^{137}Cs	Bq/kg -dry	봉길리해변	0.389	0.355	0.426	0.392	<0.304	0.367	0.333	0.286
				원전취수구	0.496	0.613	0.613	0.710	0.571	0.733	0.669	0.661
				구룡포	0.639	1.16	0.518	0.747	0.983	0.558	0.614	0.802
		^{90}Sr	Bq/kg -dry	봉길리해변	0.181	0.196	<0.210	0.304	0.264	<0.235	<0.252	< 0.225
				구룡포	<0.140	<0.167	<0.189	<0.187	<0.161	<0.140	<0.148	<0.124
	저서 생물	^{137}Cs	Bq/kg -fresh	대본앞바다	<0.0447	<0.0302	<0.0365	<0.0345	<0.0337	<0.0450	<0.0374	<0.0210
				원전취수구	<0.0908	<0.0522	<0.0665	<0.0796	<0.0866	<0.0471	<0.0580	<0.0661
				구룡포	<0.0831	<0.0556	<0.0607	<0.0791	<0.0789	<0.0474	<0.0703	<0.0474
해양감시	어류	^{137}Cs	Bq/kg -fresh	대본앞바다	<0.0392	0.108	<0.0209	0.0921	0.0598	0.413	0.101	0.104
				원전취수구	0.0819	<0.0621	0.147	0.0877	0.109	0.107	0.111	0.127
				구룡포	0.104	0.0733	0.129	0.0777	0.126	0.120	0.0979	0.0951
		^{90}Sr	Bq/kg -fresh	대본앞바다	0.0444	0.0394	0.0271	<0.0208	<0.0221	0.0328	<0.0226	<0.0242
				구룡포	0.0230	0.0182	0.0301	0.0322	0.0356	0.0223	<0.0178	0.0186
	패류	^{137}Cs	Bq/kg -fresh	대본앞바다	<0.0683	<0.0424	<0.0453	<0.0831	<0.0607	<0.0404	<0.0397	<0.0426
				원전취수구	<0.0794	<0.0413	<0.0868	<0.0655	<0.0409	<0.0562	<0.0271	<0.0696
				구룡포	<0.0556	<0.0459	<0.0826	<0.0666	<0.0676	<0.0688	<0.0568	<0.0478
		^{90}Sr	Bq/kg -fresh	대본앞바다	0.0283	0.0336	<0.0288	<0.0287	<0.0579	<0.0337	<0.0292	<0.0313
				구룡포	<0.0224	<0.0319	<0.0288	<0.0229	<0.0248	<0.0223	<0.0209	<0.0229
	해조류	^{137}Cs	Bq/kg -fresh	대본앞바다	<0.0260	<0.0214	<0.0159	<0.00891	<0.0229	<0.0191	<0.0202	<0.0182
				원전취수구	<0.0469	<0.0417	<0.0330	<0.0403	<0.0401	<0.0205	<0.0360	<0.0367
				구룡포	<0.0360	<0.0506	<0.0470	<0.0177	<0.0191	<0.0123	<0.0125	<0.0113
		^{90}Sr	Bq/kg -fresh	대본앞바다	0.0295	0.0470	0.0542	0.0548	<0.0585	<0.0469	<0.0534	0.0547
				구룡포	0.0237	0.0437	0.0524	0.0378	0.0360	0.0337	0.0310	0.0481
		^{129}I	Bq/kg -fresh	대본앞바다	<0.841	<1.08	<0.627	<0.594	<1.03	<1.03	<0.594	<1.14
				구룡포	<0.936	<0.682	<1.17	<0.561	<1.11	<0.800	<0.561	<0.589

[부록 4] 기상관측자료

[표 1-1] 온도(1.5m)

월별	최 고 온 도		최 저 온 도		평균온도 (℃)	비 고
	온도(℃)	발생일	온도(℃)	발생일		
1	12.8	1/15	-12.4	1/24	0.7	-
2	15.0	2/27	-10.6	2/7	2.4	-
3	25.4	3/26	-2.1	3/2	9.2	-
4	26.9	4/21	0.3	4/8	14.3	-
5	29.2	5/24	8.6	5/4	17.2	-
6	36.1	6/29	13.8	6/17	21.4	-
7	35.5	7/24	15.9	7/8	26.1	-
8	37.6	8/5	19.0	8/19	26.5	-
9	29.4	9/5	15.5	9/30	21.1	-
10	25.3	10/7	4.7	10/30	15.4	-
11	18.8	11/10	0.9	11/23	11.3	-
12	19.4	12/3	-8.2	12/28	4.3	-
연간	37.6	8/5	-12.4	1/24	14.2	-

[표1-2] 온도(10m)

월별	최 고 온 도		최 저 온 도		평균온도 (℃)	비 고
	온도(℃)	발생일	온도(℃)	발생일		
1	12.3	1/15	-12.7	1/26	0.6	-
2	14.3	2/14	-10.8	2/7	2.2	-
3	23.0	3/28	-2.3	3/2	9.0	-
4	25.7	4/21	0.5	4/8	14.1	-
5	28.5	5/24	9.0	5/4	16.9	-
6	30.9	6/24	14.4	6/12	21.2	-
7	33.6	7/16	15.7	7/8	25.8	-
8	36.1	8/5	19.7	8/26	26.1	-
9	28.8	9/5	15.4	9/30	20.8	-
10	23.7	10/6	5.9	10/30	15.4	-
11	18.8	11/8	1.4	11/23	11.5	-
12	18.8	12/3	-8.4	12/28	4.4	-
연간	36.1	8/5	-12.7	1/26	14.1	-

[표1-3] 온도(40m)

월별	최 고 온 도		최 저 온 도		평균온도 (℃)	비 고
	온도(℃)	발생일	온도(℃)	발생일		
1	12.2	1/15	-12.8	1/24	0.6	-
2	14.0	2/14	-10.9	2/7	2.2	-
3	22.8	3/28	-2.4	3/2	9.0	-
4	26.4	4/21	0.7	4/8	14.0	-
5	28.5	5/15	9.3	5/4	16.8	-
6	31.0	6/24	14.3	6/11	21.0	-
7	32.0	7/16	15.6	7/8	25.6	-
8	35.5	8/5	19.3	8/26	26.0	-
9	28.3	9/5	15.4	9/30	20.8	-
10	23.6	10/7	6.3	10/30	15.4	-
11	18.9	11/8	1.5	11/23	11.7	-
12	18.5	12/3	-8.5	12/28	4.4	-
연간	35.5	8/5	-12.8	1/24	14.0	-

발생일 : 당년 해당 월의 일자

[표 2] 습도(1.5m)

월 별	최고습도 (%)		최저습도 (%)		평균습도 (%)	비 고
	습도(%)	발생일	습도(%)	발생일		
1	97.0	1/17	13.0	1/27	45.1	-
2	100	2/28	10.0	2/17	42.8	-
3	100	3/4	18.0	3/28	63.6	-
4	99.0	4/14	17.0	4/19	60.1	-
5	100	5/6	17.0	5/4	73.9	-
6	100	6/29	30.0	6/21	74.7	-
7	100	7/1	49.0	7/20	82.0	-
8	100	8/15	44.0	8/5	81.1	-
9	100	9/3	36.0	9/23	76.8	-
10	100	10/5	25.0	10/30	63.9	-
11	100	11/8	16.0	11/23	57.4	-
12	100	12/3	11.0	12/27	48.8	-
연간	100	2/28	10.0	2/17	64.3	-

주) 발생일 : 당년 해당 월의 일자

[표 3] 강수량

월 별	최 고 강 수		누적강수량(㎜)	월간강수일	깅수 발생일자
	비 (㎜)	발 생 일			
1	14.0	1/17	30.5	3	1/8,16,17
2	31.0	2/28	32.5	2	2/25,28
3	52.5	3/19	158.5	11	3/4,5,7,8,9,15,16,18,19,21,22
4	43.5	4/23	111.0	6	4/4,5,6,14,23,24
5	20.5	5/7	70.5	11	5/2,6,7,8,12,13,16,18,22,23,30
6	53.5	6/28	118.5	9	6/5,10,11,19,20,27,28,29,30
7	59.5	7/3	136.5	10	7/1,2,3,4,5,6,7,8,9,29
8	138.5	8/26	240.0	12	8/10,11,12,15,16,23,24,25,26,27,30,31
9	41.5	9/21	170.5	17	9/1,2,3,4,7,9,10,13,14,15,19,20,21,26,28,29,30
10	105.5	10/5	191.0	4	10/5,6,19,26
11	44.5	11/8	54.5	4	11/8,11,13,14
12	11.5	12/4	26.5	6	12/3,4,6,11,16,23
연간	138.5	8/26	1340.5	95	연중강수일 95

주) 1. 강수량은 월 총 누계 강수량임 (지표면)
2. 비고를 월간 강수일과 강수 발생일자로 변경

[표 4-1] 풍속(10m)

월 별	10분 최대풍속		최대순간풍속(m/s)	발 생 일	평균풍속(m/s)	평균풍향
	풍속(m/s)	발 생 일				
1	8.4	1/25	16.2	1/11	2.1	WNW/294
2	8.9	2/28	17.4	2/4	1.8	SW/234
3	9.4	3/21	18.6	3/20	2.2	S/178
4	8.5	4/10	18.4	4/10	1.7	SSE/165
5	7.3	5/17	14.9	5/3	1.6	SE/143
6	7.7	6/27	16.2	6/26	1.3	SSE/166
7	9.3	7/3	18.6	7/29	1.4	SE/142
8	8.8	8/24	15.3	8/24	1.3	SE/133
9	7.0	9/30	15.3	9/30	1.7	SSE/165
10	10.1	10/6	18.0	10/6	1.5	W/274
11	7.7	11/22	17.5	11/22	1.4	W/279
12	8.1	12/29	19.4	12/8	2.3	WNW/296
연간	10.1	10/6	19.4	12/8	1.7	-

[표 4-2] 풍속(40m)

월 별	10분 최대풍속		최대순간풍속(m/s)	발 생 일	평균풍속(m/s)	평균풍향
	풍속(m/s)	발 생 일				
1	11.6	1/12	18.7	1/30	3.3	WNW/295
2	13.0	2/28	19.9	2/06	3.0	SW/232
3	14.6	3/20	24.4	3/1	3.9	S/172
4	12.1	4/10	20.3	4/27	3.1	S/171
5	11.5	5/6	18.6	5/3	3.0	SE/145
6	12.5	6/27	18.1	6/26	2.8	SSE/160
7	14.2	7/3	23.3	7/29	2.8	SE/146
8	15.7	8/24	21.3	8/24	2.4	SE/124
9	12.0	9/30	20.3	9/30	3.0	SE/152
10	24.5	10/6	34.0	10/6	2.4	W/268
11	12.3	11/8	19.5	11/22	2.4	W/268
12	13.4	12/29	22.8	12/29	3.6	WNW303
연간	24.5	10/6	34.0	10/6	3.0	-

[표 5] 풍속 등급별 발생빈도(10m)

등급별 (m/s) / 월별	CALM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	계
	<0.5	0.50~ 1.00	1.10~ 1.50	1.60~ 2.00	2.10~ 3.00	3.10~ 4.00	4.10~ 5.00	5.10~ 6.00	6.10~ 8.00	8.10~ 10.00	10.10~	
1	6.54	9.12	12.46	14.83	26.71	16.42	8.31	3.94	1.64	0.02	0.00	100
2	6.05	10.74	13.34	14.34	27.36	16.34	7.07	2.95	1.59	0.22	0.00	100
3	8.85	12.97	13.24	10.60	19.22	11.20	7.59	5.33	9.43	1.57	0.00	100
4	12.13	15.09	13.38	11.60	19.88	12.64	9.86	4.44	0.95	0.02	0.00	100
5	16.06	16.78	14.33	10.54	15.36	12.54	9.69	4.08	0.58	0.04	0.00	100
6	22.20	17.94	15.76	12.45	13.17	10.46	6.30	1.46	0.25	0.00	0.00	100
7	28.58	15.52	14.38	10.46	11.31	7.28	7.24	2.87	1.68	0.67	0.00	100
8	19.58	12.77	14.94	13.44	21.08	11.94	4.73	0.92	0.52	0.09	0.00	100
9	14.19	8.56	11.16	13.56	26.48	16.25	6.81	2.64	0.35	0.00	0.00	100
10	8.13	14.11	12.68	13.28	26.77	15.01	7.12	2.42	0.40	0.07	0.00	100
11	8.10	13.96	15.14	15.81	30.42	13.59	2.36	0.46	0.14	0.02	0.00	100
12	6.74	8.71	9.97	11.60	24.71	19.83	12.12	5.02	1.28	0.02	0.00	100
총계	157.16	156.28	160.78	152.52	262.47	163.50	89.19	36.54	18.80	2.76	0.00	1200
점유비	13.10	13.02	13.40	12.71	21.87	13.62	7.43	3.04	1.57	0.23	0.00	100

주) 1. 월별 합계 및 연간 점유비는 100%가 되도록 작성
2. 데이터 표기가 소수점 2자리 까지만 표기되어 월별합계 및 점유비가 차이 발생, 실제 DB계산은 소수점최고 15자리까지 처리

[표 6] 풍속 등급별 발생빈도(40m)

등급별 (m/s) / 월별	CALM <0.5	1 0.50~1.00	2 1.10~1.50	3 1.60~2.00	4 2.10~3.00	5 3.10~4.00	6 4.10~5.00	7 5.10~6.00	8 6.10~8.00	9 8.10~10.00	10 10.10~	계
1	2.60	5.13	6.79	9.03	19.27	18.28	14.03	9.34	12.03	3.16	0.34	100
2	2.63	4.37	6.65	8.26	20.09	20.04	14.53	11.53	8.48	2.43	0.99	100
3	3.52	4.01	5.53	6.52	15.59	15.26	12.23	11.31	11.11	7.33	7.59	100
4	4.26	4.14	6.34	7.66	17.94	16.48	14.49	10.46	13.96	3.40	0.86	100
5	5.90	6.68	7.63	9.80	16.55	13.97	11.10	9.60	14.15	4.24	0.38	100
6	6.13	5.21	7.69	9.19	20.02	17.48	13.29	8.63	10.44	1.71	0.21	100
7	12.99	7.86	9.16	8.15	14.22	14.83	10.15	7.26	10.82	3.00	1.55	100
8	8.94	7.30	8.83	10.15	20.83	15.68	11.63	7.62	7.06	1.03	0.94	100
9	4.68	4.84	5.25	7.78	18.50	20.00	17.75	11.02	8.19	1.81	0.19	100
10	8.02	5.78	8.06	9.41	19.11	17.81	12.43	8.58	9.03	1.16	0.60	100
11	6.23	5.67	7.59	10.60	20.35	21.48	15.93	7.38	3.98	0.58	0.21	100
12	2.98	4.57	6.77	7.19	15.75	17.25	14.56	12.46	13.04	4.41	1.03	100
총계	68.87	65.57	86.29	103.74	218.22	208.56	162.12	115.20	122.29	34.26	14.88	1200
점유비	5.74	5.46	7.19	8.65	18.19	17.38	13.51	9.60	10.19	2.86	1.24	100

주) 1.월별 합계 및 연간 점유비는 100%가 되도록 작성

2.데이터 표기가 소수점 2자리 까지만 표기되어 월별합계 및 점유비가 차이 발생, 실제 DB계산은 소수점최고 15자리까지 처리

[표 7] 풍향별 발생빈도(10m)

방위 / 월	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
1	1.86	0.72	0.52	0.78	1.68	0.76	0.20	0.09	0.58
2	1.44	1.36	1.44	3.55	4.37	1.02	0.35	0.42	1.12
3	7.39	6.83	8.74	4.61	5.87	2.64	0.96	1.12	3.25
4	7.18	6.46	4.47	5.93	6.88	3.01	0.76	0.72	2.57
5	7.00	8.28	11.98	5.99	6.26	2.44	0.67	0.74	2.27
6	2.80	3.96	10.72	6.50	7.52	3.73	0.74	0.60	1.57
7	7.35	11.85	7.21	4.05	8.78	3.72	0.31	0.11	0.52
8	4.46	3.20	6.23	14.76	13.02	1.90	0.29	0.31	1.23
9	12.48	8.63	9.17	6.30	2.85	1.00	0.19	0.05	0.53
10	5.22	3.63	2.69	6.18	5.89	1.05	0.31	0.09	0.49
11	4.10	2.85	4.07	3.52	5.30	1.60	0.23	0.05	0.32
12	2.15	1.46	1.88	1.32	1.50	0.60	0.16	0.11	0.40
총계	63.41	59.23	69.10	63.50	69.91	23.48	5.18	4.41	14.86
점유비	5.28	4.94	5.76	5.29	5.83	1.96	0.43	0.37	1.24

방위 / 월	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calm	계
1	2.98	2.85	4.88	20.73	18.82	28.10	7.91	6.54	100
2	6.18	5.23	6.37	16.84	15.40	21.88	6.99	6.05	100
3	11.90	6.38	6.00	9.61	3.81	7.57	4.46	8.85	100
4	11.23	7.15	5.58	8.38	4.58	9.77	3.22	12.13	100
5	11.55	6.95	4.98	6.97	1.86	3.90	2.11	16.06	100
6	12.22	9.38	4.03	4.00	3.47	5.00	1.55	22.20	100
7	7.93	5.33	2.84	4.14	1.66	2.62	2.98	28.58	100
8	10.17	5.91	2.69	2.67	2.08	7.68	3.81	19.58	100
9	3.13	2.85	2.52	4.42	3.50	20.37	7.85	14.19	100
10	4.59	5.02	6.63	14.22	8.58	22.02	5.24	8.13	100
11	2.75	4.68	7.92	16.55	11.23	22.11	4.63	8.10	100
12	2.71	2.37	4.88	19.51	18.50	28.20	7.48	6.74	100
총계	87.33	64.10	59.33	128.05	93.50	179.22	58.23	157.16	1200
점유비	7.28	5.34	4.94	10.67	7.79	14.94	4.85	13.10	100

주) 1. 월별 합계 및 연간 점유비는 100%가 되도록 작성

2. 데이터 표기가 소수점 2자리 까지만 표기되어 월별합계 및 점유비가 차이 발생, 실제 DB계산은 소수점최고 15자리까지 처리

[표 8] 풍향별 발생빈도(40m)

월＼방위	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
1	1.97	1.25	0.81	0.60	0.54	0.29	0.36	0.85	2.40
2	2.23	2.08	3.50	2.43	2.16	0.32	0.37	1.36	5.06
3	8.98	12.97	4.82	4.39	2.24	0.47	0.69	2.26	13.89
4	8.10	8.96	5.28	3.75	2.34	0.51	0.60	1.53	15.44
5	6.95	16.69	8.97	1.88	1.26	0.52	0.67	1.91	14.98
6	3.47	7.99	10.58	3.13	2.06	0.25	1.27	2.31	21.76
7	9.18	15.75	5.47	1.97	1.55	0.69	2.35	1.99	20.30
8	6.79	6.45	10.60	12.70	6.03	0.67	1.16	2.24	9.45
9	15.46	14.33	9.54	3.22	1.16	0.25	0.28	1.44	4.63
10	6.85	4.41	5.15	5.13	3.05	0.54	0.40	1.05	2.35
11	6.11	4.31	4.21	3.08	1.94	0.76	0.93	2.01	3.33
12	3.16	2.76	1.57	0.74	1.12	0.16	0.27	0.60	1.79
총계	79.27	97.94	70.48	43.02	25.43	5.44	9.37	19.57	115.38
점유비	6.61	8.16	5.87	3.59	2.12	0.45	0.78	1.63	9.62

월＼방위	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calm	계
1	4.12	2.71	2.85	10.33	29.85	29.02	9.46	2.60	100
2	6.97	4.66	3.40	7.61	23.56	21.43	10.22	2.63	100
3	9.83	6.18	4.05	5.60	8.92	4.70	6.47	3.52	100
4	13.59	5.19	2.99	5.60	7.85	6.78	7.25	4.26	100
5	15.34	4.80	4.19	5.25	3.86	2.71	4.13	5.90	100
6	17.80	5.53	2.29	2.69	4.88	3.75	4.10	6.13	100
7	9.68	4.19	1.72	2.53	5.02	1.32	3.29	12.99	100
8	14.90	4.14	1.68	1.90	2.08	2.71	7.55	8.94	100
9	5.49	2.13	2.01	2.85	5.76	8.13	18.66	4.68	100
10	4.19	3.38	4.32	6.32	12.93	16.11	15.79	8.02	100
11	3.73	4.26	4.26	7.43	15.07	19.49	12.85	6.23	100
12	2.80	2.15	3.05	6.32	27.08	27.53	15.93	2.98	100
총계	108.43	49.33	36.82	64.43	146.86	143.68	115.68	68.87	1200
점유비	9.04	4.11	3.07	5.37	12.24	11.97	9.64	5.74	100

주) 1. 월별 합계 및 연간 점유비는 100%가 되도록 작성
2. 데이터 표기가 소수점 2자리 까지만 표기되어 월별합계 및 점유비가 차이 발생, 실제 DB계산은 소수점최고 15자리까지 처리

[부록 5] 방사선환경조사 장비 현황 및 교정자료

[표 1] 환경방사능 측정 장비 현황

장비명	제작사	모델	수량	검출기형식	용도
감마핵종분석기	ORTEC	GEM-SP5020P4-RB-SMP	1	반도체	감마핵종분석
		GEM-40P4-PLB	2		
		GEM-40P4-83-SMP	1		
		GEM-25185-P	1		
		GEM-30PA-83	1		
		GEM-30PA-76-SMP	1		
	CANBERRA	GC-3019-7500SL	1		
		GC-3020-7500SL	1		
		GC3018-2002CSL-7500SL	2		
		GC3018*	1		
		GL-2015R-7500SL(저준위)	1		
	BSI	GCD-30180	1		
액체섬광계수기	PERKIN ELMER	Quantulus LSC 1220-002	2	액체섬광검출기	^{3}H, ^{14}C 및 ^{55}Fe, ^{63}Ni 농도 측정
알파핵종분석기	CANBERRA	S570	1	실리콘표면장벽형 검출기	U 및 Pu 측정
	ORTEC	Alpha Duo	2		
저준위 알파·베타계수기	CANBERRA	S5E	1	2π Gas Flow 형 비례계수기	전알파. 베타 측정
		S5XLB	3		
환경감시기	REUTER STOKES	S131-110-ER0500 RS-S131-200-ERB000	2 4	ION CHAMBER	공간감마선량률 측정
휴대용 공간 감마선량률측정기	CANBERRA	RADIAGEM 2000/SG-1R	2	GM	공간감마선량률 측정
TLD 판독기	THERMO	8800PC	1	섬광검출기	개인/환경용 TLD 판독

주) 1. 환경방사능 조사용역기관(경북대) 측정 장비 포함
2. * GEM30P4-83은 2018년8월 진공문제로 폐기하고 GC3018을 2018년11월에 교체, 설치하였음.

[표 2] 저준위 알파·베타계수기 교정결과

장비명	장비 번호	교정일자	플라토우(V)	동작전압(V)	효율(%)	자연계수율(cpm)	비 고
S5XLB Series (한국원자력환경공단)	#1	'18. 4. 19	405~435(α) 1440~1470(β)	420(α) 1455(β)	38.7(α) 47.0(β)	0.08(α) 0.62(β)	○ 검출기종류 : Gas Flow형 비례계수기 ○ 기체 종류 : P-10 ○ Window 두께 : 80 μg/㎠ ○ Window 직경 : 2.25inch
		'18. 10. 16	465~495(α) 1365~1395(β)	480(α) 1380(β)	38.9(α) 45.4(β)	0.05(α) 0.61(β)	
	#2	'18. 5. 2	345~375(α) 1365~1395(β)	360(α) 1380(β)	37.9(α) 44.7(β)	0.03(α) 0.56(β)	
		'18. 10. 4	480~510(α) 1350~1380(β)	495(α) 1365(β)	38.2(α) 44.2(β)	0.05(α) 0.63(β)	
S5E (경북대 방사선 과학연구소)		'18. 3. 14	360~480(α) 1440~1560(β)	420(α) 1500(β)	31.8(α) 39.6(β)	0.05(α) 0.66(β)	○ 검출기종류 : Gas Flow형 비례계수기 ○ 기체종류 : P-10 ○ Window 두께 : 80 μg/㎠ ○ Window 직경 : 2.25inch
		'18. 9. 12	390~510(α) 1410~1530(β)	450(α) 1470(β)	31.9(α) 39.8(β)	0.15(α) 0.80(β)	
S5XLB (경북대 방사선 과학연구소)		'18. 1. 12	1380~1500(β)	1440(β)	36.0(β)	0.92(β)	
		'18. 7. 11	1410~1530(β)	1470(β)	35.9(β)	0.62(β)	

[표 3] 저준위 알파・베타계수기 효율 교정결과

1. 한국원자력환경공단

◯ 전베타 물시료용

계측장비 및 작동조건	KCl 중량(mg)	효율(%)
○ 계측장비명 : TENNELEC S5XLB #1 ○ 검출기종류 : 비례계수관 ○ 검출기형태 : Gas-flow Type ○ 작동전압 : 1410 V ○ 사용gas : P-10 (Methane 10 %, Argon 90 %) ○ 계측일자 : 2018. 5.16~ 5.17 ○ 효율교정식 y = -0.000002786171x2 - 0.006822385127x + 44.984636173677	21.5	44.3
	40.1	44.0
	63.1	44.1
	105.5	44.6
	154.0	44.1
	211.7	44.9
	250.9	44.0
	300.3	42.9
	398.0	40.6
	498.0	41.0
	702.3	38.7
	898.5	35.8
	1204.3	33.2
계측장비 및 작동조건	KCl 중량(mg)	효율(%)
○ 계측장비명 : TENNELEC S5XLB #2 ○ 검출기종류 : 비례계수관 ○ 검출기형태 : Gas-flow Type ○ 작동전압 : 1395 V ○ 사용gas : P-10 (Methane 10 %, Argon 90 %) ○ 계측일자 : 2018. 5. 11~ 5.12 ○ 효율교정식 y = -0.000002879350x2 - 0.006561577940x + 44.216668933907	21.5	43.8
	40.1	43.7
	63.1	43.3
	105.5	43.6
	154.0	42.4
	211.7	43.8
	250.9	42.7
	300.3	42.6
	398.0	41.7
	498.0	40.4
	702.3	36.9
	898.5	35.7
	1204.3	32.6
계측장비 및 작동조건	KCl 중량(mg)	효율(%)
○ 계측장비명 : TENNELEC S5XLB #1 ○ 검출기종류 : 비례계수관 ○ 검출기형태 : Gas-flow Type ○ 작동전압 : 1380 V ○ 사용gas : P-10 (Methane 10 %, Argon 90 %) ○ 계측일자 : 2018. 10. 18. ~ 10. 20. ○ 효율교정식 y = 0.000001808116x2 - 0.011783228661x + 44.091019622643	21.3	44.5
	39.8	43.2
	63.3	42.7
	107.4	43.4
	155.1	42.7
	220.6	40.9
	259.1	41.7
	308.7	40.3
	413.2	40.0
	510.8	37.8
	705.6	36.7
	896.3	35.5
	1200.5	32.3

<table>
<tr><th>계측장비 및 작동조건</th><th>KCl 중량(mg)</th><th>효율(%)</th></tr>
<tr><td rowspan="13">○ 계측장비명 : TENNELEC S5XLB #2
○ 검출기종류 : 비례계수관
○ 검출기형태 : Gas-flow Type
○ 작동전압 : 1365 V
○ 사용gas : P-10
(Methane 10 %, Argon 90 %)
○ 계측일자 : 2018. 10. 23 ~ 10. 24
○ 효율교정식
y = -0.000000295795x2 - 0.008759344234x
+ 42.484785133735</td><td>21.3</td><td>42.9</td></tr>
<tr><td>39.8</td><td>42.1</td></tr>
<tr><td>63.3</td><td>41.9</td></tr>
<tr><td>107.4</td><td>41.0</td></tr>
<tr><td>155.1</td><td>41.5</td></tr>
<tr><td>220.6</td><td>40.4</td></tr>
<tr><td>259.1</td><td>39.6</td></tr>
<tr><td>308.7</td><td>39.4</td></tr>
<tr><td>413.2</td><td>39.3</td></tr>
<tr><td>510.8</td><td>37.8</td></tr>
<tr><td>705.6</td><td>36.1</td></tr>
<tr><td>896.3</td><td>34.9</td></tr>
<tr><td>1200.5</td><td>31.3</td></tr>
</table>

주) 효율교정식

$N_K = 0.887 * W$

$Eff_k = \frac{(n_k - n_b)}{N_k} * 100$

- W : KCl의 중량 (mg)
- 0.887(dpm/mg) : KCl 1mg이 배출하는 베타선 배출율
- Effk : KCl 표준시료의 계측효율(%)
- n_k : KCl 표준시료의 전계수율(cpm)
- n_b : background 계수율(cpm)
- N_k : KCl 표준시료의 방사능(dpm)

○ 전알파 물시료용

<table>
<tr><th>계측장비 및 작동조건</th><th>NaCl 중량(mg)</th><th>효율(%)</th></tr>
<tr><td rowspan="11">○ 계측장비명 : TENNELEC S5XLB #1
○ 검출기종류 : 비례계수관
○ 검출기형태 : Gas-flow Type
○ 작동전압 : 450 V
○ 사용gas : P-10
(Methane 10 %, Argon 90 %)
○ 계측일자 : 2018. 4.26 ~ 4. 29
○ 효율교정식
y = 0.000058400660x^2 - 0.069099169303x
+ 25.755685729392</td><td>31.1</td><td>24.8</td></tr>
<tr><td>66.5</td><td>22.1</td></tr>
<tr><td>94.9</td><td>21.3</td></tr>
<tr><td>127.0</td><td>16.3</td></tr>
<tr><td>146.0</td><td>15.4</td></tr>
<tr><td>226.0</td><td>10.7</td></tr>
<tr><td>317.2</td><td>9.8</td></tr>
<tr><td>411.0</td><td>9.0</td></tr>
<tr><td>537.0</td><td>6.8</td></tr>
<tr><td>643.1</td><td>5.5</td></tr>
<tr><td>718.0</td><td>5.1</td></tr>
<tr><th>계측장비 및 작동조건</th><th>NaCl 중량(mg)</th><th>효율(%)</th></tr>
<tr><td rowspan="7">○ 계측장비명 : TENNELEC S5XLB #2
○ 검출기종류 : 비례계수관
○ 검출기형태 : Gas-flow Type
○ 작동전압 : 480 V
○ 사용gas : P-10
(Methane 10 %, Argon 90 %)
○ 계측일자 : 2018. 5. 12 ~ 5. 15</td><td>31.1</td><td>24.5</td></tr>
<tr><td>66.5</td><td>22.7</td></tr>
<tr><td>94.9</td><td>18.3</td></tr>
<tr><td>127.0</td><td>15.3</td></tr>
<tr><td>146.0</td><td>14.5</td></tr>
<tr><td>226.0</td><td>10.4</td></tr>
<tr><td>317.2</td><td>9.5</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="4">○ 효율교정식
$y = 0.000058801411x^2 - 0.068572765653x + 24.923942630659$</td><td>411.0</td><td>8.3</td></tr>
<tr><td>537.0</td><td>6.6</td></tr>
<tr><td>643.1</td><td>5.4</td></tr>
<tr><td>718.0</td><td>4.6</td></tr>
<tr><td>계측장비 및 작동조건</td><td>NaCl 중량(mg)</td><td>효율(%)</td></tr>
<tr><td rowspan="14">○ 계측장비명 : TENNELEC S5XLB #1
○ 검출기종류 : 비례계수관
○ 검출기형태 : Gas-flow Type
○ 작동전압 : 480 V
○ 사용gas : P-10
(Methane 10 %, Argon 90 %)
○ 계측일자 : 2018. 10. 23 ~ 10. 27
○ 효율교정식
$y = 400.45218x^{-0.69883}$</td><td>30.6</td><td>24.3</td></tr>
<tr><td>62.1</td><td>23.1</td></tr>
<tr><td>92.5</td><td>21.6</td></tr>
<tr><td>135.2</td><td>14.1</td></tr>
<tr><td>176.0</td><td>12.0</td></tr>
<tr><td>225.0</td><td>9.1</td></tr>
<tr><td>299.80</td><td>7.1</td></tr>
<tr><td>457.80</td><td>6.1</td></tr>
<tr><td>603.30</td><td>5.6</td></tr>
<tr><td>808.90</td><td>4.4</td></tr>
<tr><td>1020.60</td><td>3.4</td></tr>
<tr><td>1204.10</td><td>2.8</td></tr>
<tr><td>1404.20</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td>1653.48</td><td>1.3</td></tr>
<tr><td>계측장비 및 작동조건</td><td>NaCl 중량(mg)</td><td>효율(%)</td></tr>
<tr><td rowspan="14">○ 계측장비명 : TENNELEC S5XLB #2
○ 검출기종류 : 비례계수관
○ 검출기형태 : Gas-flow Type
○ 작동전압 : 495 V
○ 사용gas : P-10
(Methane 10 %, Argon 90 %)
○ 계측일자 : 2018. 10. 26 ~ 10. 29
○ 효율교정식
$y = 440.25249x^{-0.71939}$</td><td>30.6</td><td>25.0</td></tr>
<tr><td>62.1</td><td>22.6</td></tr>
<tr><td>92.5</td><td>21.7</td></tr>
<tr><td>135.2</td><td>14.0</td></tr>
<tr><td>176.0</td><td>12.4</td></tr>
<tr><td>225.0</td><td>9.3</td></tr>
<tr><td>299.8</td><td>6.7</td></tr>
<tr><td>457.80</td><td>5.7</td></tr>
<tr><td>603.30</td><td>5.5</td></tr>
<tr><td>808.90</td><td>3.9</td></tr>
<tr><td>1020.60</td><td>3.6</td></tr>
<tr><td>1204.10</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td>1404.20</td><td>2.2</td></tr>
<tr><td>1653.48</td><td>1.4</td></tr>
</table>

○ ^{90}Sr 시료용

계측기모델	교정일자	^{90}Sr 선원사양			효 율 (%)
		방사능(Bq/g)	유효기간	사용량(g)	
S5XLB #1	2018. 4. 19	101.3	2018. 5. 1	0.1045	44.9
	2018. 11. 9	108.8	2019 .5. 1	0.0992	43.9
S5XLB #2	2018. 5. 2	100.1	2018. 11. 1	0.0983	44.6
	2018. 11. 7	108.8	2019. 5. 1	0.1031	45.4

○ 알파핵종분석기 교정결과

계측기 모델		교정일자	효율(%)	비 고
740	Det 1.	2018. 2. 14.	18.7	○ 표준선원사양 - 종류 : Mixed Alpha - 선원세기 : 386 dpm - 공급사 : ANALYTICS
		2018. 3. 27	18.3	
		2018. 9. 20	17.5	
	Det 2.	2018. 3. 27	18.6	
		2018. 9. 21	17.8	
	Det 3.	2018. 9. 27	17.2	

2. 경북대 방사선과학연구소

○ 전베타 물시료용

계측장비 및 작동조건	KCl 중량(mg)	효율(%)
○ 계측장비명 : S5E ○ 검출기종류 : 비례계수관 ○ 검출기형태 : gas flow type ○ 작동전압 : 1500 V ○ 사용gas : P-10 (methane 10 %, Argon 90 %) ○ 계측일자 : 2018. 3. 14 ~ 3. 23 ○ 효율교정식 $Y=-(1.657264E-06)x^2-0.010947785877x+47.217798108527$	24.1	47.0
	51.4	46.7
	101.4	46.2
	149.6	45.8
	205.0	44.3
	404.1	43.0
	605.7	39.4
	803.7	37.9
	995.1	34.5
계측장비 및 작동조건	KCl 중량(mg)	효율(%)
○ 계측장비명 : S5XLB ○ 검출기종류 : 비례계수관 ○ 검출기형태 : gas flow type ○ 작동전압 : 1440 V ○ 사용gas : P-10 (methane 10 %, Argon 90 %) ○ 계측일자 : 2018. 1. 12 ~ 1. 16 ○ 효율교정식 $Y=(1.633197E-06)x^2-0.011431458189x+43.576732043735$	20.0	43.9
	50.5	43.0
	97.1	42.0
	153.2	41.6
	204.1	41.3
	397.9	39.2
	598.3	37.9
	798.6	35.0
	999.4	33.9
계측장비 및 작동조건	KCl 중량(mg)	효율(%)
○ 계측장비명 : S5E ○ 검출기종류 : 비례계수관 ○ 검출기형태 : gas flow type ○ 작동전압 : 1470 V ○ 사용gas : P-10 (methane 10 %, Argon 90 %) ○ 계측일자 : 2018. 9. 10 ~ 9. 12 ○ 효율교정식 $Y=(2.338360E-06)x^2-0.013246241545x+47.040672246643$	20.3	47.0
	47.8	46.3
	95.4	45.7
	152.8	45.3
	196.0	44.3
	397.6	42.2
	604.8	39.6
	792.0	38.5
	997.7	36.0
계측장비 및 작동조건	KCl 중량(mg)	효율(%)
○ 계측장비명 : S5XLB ○ 검출기종류 : 비례계수관 ○ 검출기형태 : gas flow type ○ 작동전압 : 1470 V ○ 사용gas : P-10 (methane 10 %, Argon 90 %) ○ 계측일자 : 2018. 7. 9 ~ 7. 11 ○ 효율교정식 $Y=-(2.01809E-07)x^2-0.008854885774x+42.979707965159$	20.6	43.5
	47.1	42.6
	100.4	41.7
	149.2	41.3
	200.4	40.7
	397.6	40.0
	604.8	37.8
	792.0	35.6
	997.7	34.0

○ 전알파 물시료용

계측장비 및 작동조건	KCl 중량(mg)	효율(%)
○ 계측장비명 : S5E ○ 검출기종류 : 비례계수관 ○ 검출기형태 : gas flow type ○ 작동전압 : 1500 V ○ 사용gas : P-10 (methane 10 %, Argon 90 %) ○ 계측일자 : 2018. 3. 16 ~ 3. 21 ○ 효율교정식 $Y= 273.65x^{-0.589}$	34.2	24.9±0.4
	69.0	22.6±0.4
	96.7	21.3±0.4
	129	20.5±0.3
	160	15.8±0.3
	202	13.0±0.3
	396	7.34±0.21
	532	6.90±0.20
	602	4.97±0.18
	800	4.92±0.18
	1001	4.81±0.18
	1200	4.79±0.18
	1402	3.54±0.15
	1602	3.49±0.15
계측장비 및 작동조건	KCl 중량(mg)	효율(%)
○ 계측장비명 : S5E ○ 검출기종류 : 비례계수관 ○ 검출기형태 : gas flow type ○ 작동전압 : 1500 V ○ 사용gas : P-10 (methane 10 %, Argon 90 %) ○ 계측일자 : 2018. 9. 14 ~ 9. 20 ○ 효율교정식 $Y= 252.5x^{-0.58}$	34.2	24.5±0.4
	69.0	21.8±0.4
	96.7	20.3±0.3
	129	19.3±0.3
	160	14.8±0.3
	202	12.4±0.3
	396	7.42±0.23
	532	6.21±0.19
	602	5.15±0.20
	800	5.03±0.18
	1001	4.97±0.18
	1200	4.50±0.17
	1402	3.45±0.15
	1602	3.44±0.15

○ ^{90}Sr 시료용

계측기 모델	교정일자	^{90}Sr 선원 사양			효율(%)
		방사능(Bq/g)	유효 기간	사용량(g)	
S5E	2018. 4. 4	101.3	2018. 5. 1	0.0983	40.5
	2018. 9. 12	100.1	2018. 11. 1	0.1005	42.9
S5XLB	2018. 1. 18	101.3	2018. 5. 1	1.1257	36.0
	2018. 7. 12	100.1	2018. 11. 1	0.1006	39.8

○ 알파핵종분석기 교정결과

계측기 모델		교정일자	효율(%)	비 고
				표준선원사양
Alpha Duo	Det #1.	2018. 1. 18	22.3	- 종류 : Mixed Alpha - 선원세기 : 6.629E+00 Bq - 공급사 : ANALYTICS
		2018. 7. 16	20.9	
	Det #2.	2018. 1. 19	21.5	
		2018. 7. 16	21.6	

[표 4] 액체섬광계수기 교정결과

1. 한국원자력환경공단

○ Quantulus 1220(H-3)

계측장비 및 작동조건	표준선원	SQP(E)	효율(%)
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ 교정일자 : 2018. 4. 24~ 5. 8 ○ 자연계수율 : 1.39 cpm ○ source dpm : 88,037 dpm ± 3.0% ○ source reference date : 2016. 12. 19 ○ source 제조회사 : PerkinElmer ○ 유효기간 : 2019. 6. 19 ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : UTIMA GOLD LLT	1	809.52	39.29
	2	775.57	32.82
	3	736.44	25.97
	4	701.89	19.94
	5	661.77	14.28
	6	618.15	10.11
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ 교정일자 : 2018. 11. 8~ 11.18 ○ 자연계수율 : 1.43 cpm ○ source dpm : 80,808.9 dpm ± 3.0% ○ source reference date : 2016. 6. 20 ○ source 제조회사 : PerkinElmer ○ 유효기간 : 2018.12. 20 ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : UTIMA GOLD LLT	1	810.06	41.27
	2	782.07	34.45
	3	727.45	27.12
	4	700.84	20.85
	5	658.86	14.87
	6	622.17	10.66

○ Quantulus 1220(C-14)

계측장비 및 작동조건	표준선원	SQP(E)	효율(%)
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ 교정일자 : 2018. 5. 8~ 5. 10 ○ 자연계수율 : 2.25 cpm ○ source dpm : 37,261.4 dpm ± 2.0% ○ source reference date : 2016. 6. 13 ○ source 제조회사 : PerkinElmer ○ 유효기간 : 2018. 12. 12 ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : UTIMA GOLD LLT	1	813.46	90.94
	2	773.23	89.09
	3	733.72	86.68
	4	704.98	84.63
	5	657.43	80.10
	6	627.82	75.98
	7	580.16	68.21
	8	520.53	54.45
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ 교정일자 : 2018. 11. 6~ 11. 8 ○ 자연계수율 : 3.21 cpm ○ source dpm : 42,820.0 dpm ± 2.0% ○ source reference date : 2018. 5. 7 ○ source 제조회사 : PerkinElmer ○ 유효기간 : 2020. 11. 7 ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : UTIMA GOLD LLT	1	808.76	92.12
	2	777.72	90.51
	3	739.72	88.53
	4	700.69	85.70
	5	661.31	81.84
	6	635.08	78.06
	7	587.87	69.08
	8	532.63	57.00

○ Quantulus 1220(Tc-99)

계측장비 및 작동조건	교정일자	자연계수율	SQP(E)	효율(%)
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 39.67 kBq/g±0.44 % ○ source reference date : 2010. 4. 1 ○ source 제조회사 : NPL ○ source 형태 : TECHNETIUM-99 SOLUTION ○ source mass : 2.25±0.01 g ○ source 사용량 : 2.06 g	2018. 4. 30	2.90	759.04	81.0
	2018. 8. 6	3.10	753.72	77.1
	2018. 11. 1	3.11	757.37	79.3
	2019. 2. 15	3.16	756.31	77.8

○ Quantulus 1220(Fe-55)

계측장비 및 작동조건	교정일자	STD	SQP(E)	효율(%)
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 165.2 kBq/g±4.5 % ○ source reference date : 2017. 6. 1 ○ source 제조회사 : Eckert&Ziegler ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : Ultima Gold AB ○ source 사용량 : 5.096 g	2018. 1. 18	1	809.3	44.3
		2	805.7	42.7
		3	798.9	40.1
		4	796.7	39.4
		5	790.5	37.5
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 165.2 kBq/g±4.5 % ○ source reference date : 2017. 6. 1 ○ source 제조회사 : Eckert&Ziegler ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : Ultima Gold AB ○ source 사용량 : 5.096 g	2018. 8. 2	1	804.7	42.7
		2	802.3	41.2
		3	795.6	38.7
		4	794.7	38.5
		5	788.2	37.1
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 165.2 kBq/g±4.5 % ○ source reference date : 2017. 6. 1 ○ source 제조회사 : Eckert&Ziegler ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : Ultima Gold AB ○ source 사용량 : 5.096 g	2019.01.22	1	806.4	41.6
		2	798.2	39.2
		3	793.1	37.8
		4	788.8	36.6
		5	783.1	35.0

○ Quantulus 1220(Ni-63)

계측장비 및 작동조건	교정일자	STD	SQP(E)	효율(%)
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 510.9 kBq/g±3 % ○ source reference date : 2014. 10. 31 ○ source 제조회사 : Eckert&Ziegler ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : Ultima Gold AB ○ source 사용량 : 5.01 g	2018. 1. 22	1	809.8	74.9
		2	803.9	74.1
		3	800.1	73.5
		4	797.0	72.9
		5	793.3	72.1
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 510.9 kBq/g±3 % ○ source reference date : 2014. 10. 31 ○ source 제조회사 : Eckert&Ziegler ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : Ultima Gold AB ○ source 사용량 : 5.01 g	2018. 7. 31	1	810.0	74.7
		2	805.2	74.2
		3	796.7	73.7
		4	788.5	72.8
		5	783.6	72.4
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 510.9 kBq/g±3 % ○ source reference date : 2014. 10. 31 ○ source 제조회사 : Eckert&Ziegler ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : Ultima Gold AB ○ source 사용량 : 5.01 g	2019.01.21	1	801.0	72.8
		2	799.7	72.6
		3	793.0	71.5
		4	785.9	70.7
		5	781.4	70.4

2. 경북대 방사선과학연구소

○ Quantulus 1220(H-3)

<table>
<tr><th>계측장비 및 작동조건</th><th>표준선원</th><th>SQP(E)</th><th>효율(%)</th></tr>
<tr><td rowspan="8">○ 장비명 : Quantulus 1220
○ 교정일자 : 2018. 3. 5~ 3. 6
○ 자연계수율 : 1.60 cpm
○ source dpm : 94980 dpm ± 3%
○ source reference date : 2016. 12. 19
○ source 제조회사 : Perkin Elmer
○ 유효기간 : 2019. 6. 19
○ source 형태 : ^{3}H Ultima Gold Low Level Quenched Standard Set</td><td>1</td><td>813.98</td><td>34.53</td></tr>
<tr><td>2</td><td>775.45</td><td>27.89</td></tr>
<tr><td>3</td><td>741.75</td><td>21.72</td></tr>
<tr><td>4</td><td>696.70</td><td>15.91</td></tr>
<tr><td>5</td><td>654.54</td><td>10.67</td></tr>
<tr><td>6</td><td>626.13</td><td>7.80</td></tr>
<tr><td>7</td><td>583.11</td><td>4.66</td></tr>
<tr><td>8</td><td>532.48</td><td>2.30</td></tr>
<tr><td rowspan="7">○ 장비명 : Quantulus 1220
○ 교정일자 : 2018. 9. 3~ 9. 4
○ 자연계수율 : 1.54 cpm
○ source dpm : 94980 dpm ± 3%
○ source reference date : 2016. 12. 19
○ source 제조회사 : Perkin Elmer
○ 유효기간 : 2019. 6. 19
○ source 형태 : ^{3}H Ultima Gold Low Level Quenched Standard Set</td><td>1</td><td>807.67</td><td>33.74</td></tr>
<tr><td>2</td><td>775.97</td><td>26.95</td></tr>
<tr><td>3</td><td>741.87</td><td>20.80</td></tr>
<tr><td>4</td><td>701.80</td><td>15.51</td></tr>
<tr><td>5</td><td>661.29</td><td>10.54</td></tr>
<tr><td>6</td><td>621.48</td><td>7.37</td></tr>
<tr><td>7</td><td>576.79</td><td>4.35</td></tr>
</table>

○ Quantulus 1220(C-14)

<table>
<tr><th>계측장비 및 작동조건</th><th>표준선원</th><th>SQP(E)</th><th>효율(%)</th></tr>
<tr><td rowspan="8">○ 장비명 : Quantulus 1220
○ 교정일자 : 2018. 3. 21 ~ 3. 22
○ 자연계수율 : 3.42 cpm
○ source dpm : 39,650 dpm ± 2.0%
○ source reference date : 2016. 11. 11
○ source 제조회사 : PerkinElmer
○ 유효기간 : 2019. 5. 11
○ source 형태 : ^{14}C Ultima Gold Low Level Quenched Standard Set</td><td>1</td><td>810.25</td><td>89.69</td></tr>
<tr><td>2</td><td>772.67</td><td>87.47</td></tr>
<tr><td>3</td><td>734.58</td><td>85.65</td></tr>
<tr><td>4</td><td>690.88</td><td>80.93</td></tr>
<tr><td>5</td><td>662.91</td><td>76.62</td></tr>
<tr><td>6</td><td>624.37</td><td>70.09</td></tr>
<tr><td>7</td><td>580.94</td><td>61.74</td></tr>
<tr><td>8</td><td>526.38</td><td>47.16</td></tr>
<tr><td rowspan="8">○ 장비명 : Quantulus 1220
○ 교정일자 : 2018. 9.17
○ 자연계수율 : 3.44 cpm
○ source dpm : 39,650 dpm ± 2.0%
○ source reference date : 2016. 11. 11
○ source 제조회사 : PerkinElmer
○ 유효기간 : 2019. 5. 11
○ source 형태 : ^{14}C Ultima Gold Low Level Quenched Standard Set</td><td>1</td><td>811.96</td><td>90.19</td></tr>
<tr><td>2</td><td>771.34</td><td>87.01</td></tr>
<tr><td>3</td><td>734.13</td><td>84.35</td></tr>
<tr><td>4</td><td>706.13</td><td>81.91</td></tr>
<tr><td>5</td><td>650.24</td><td>74.95</td></tr>
<tr><td>6</td><td>621.18</td><td>69.44</td></tr>
<tr><td>7</td><td>584.58</td><td>61.97</td></tr>
<tr><td>8</td><td>532.47</td><td>47.68</td></tr>
</table>

○ Quantulus 1220(Tc-99)

계측장비 및 작동조건	교정일자	자연계수율	SQP(E)	효율(%)
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 39.67 kBq/g±0.44 % ○ source reference date : 2010. 4. 1 ○ source 제조회사 : NPL ○ source 형태 : TECHNETIUM-99 SOLUTION ○ source mass : 2.25±0.01 g ○ source 사용량 : 2.06 g	2018. 2. 21	3.04 cpm	765.87	75.7
	2018. 5. 22	3.04 cpm	754.46	76.7
	2018. 9. 13	3.42 cpm	756.02	80.3
	2018. 12. 18	3.04 cpm	750.97	74.3

○ Quantulus 1220(Fe-55)

계측장비 및 작동조건	교정일자	STD	SQP(E)	효율(%)
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 165.2 kBq/g±4.5 % ○ source reference date : 2017. 6. 1 ○ source 제조회사 : Eckert&Ziegler ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : Ultima Gold AB ○ source 사용량 : 5.096 g	2018. 1. 12 ~ 1. 13	1	825.68	34.27
		2	816.67	32.13
		3	811.40	30.75
		4	805.31	29.17
		5	798.90	27.78
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 165.2 kBq/g±4.5 % ○ source reference date : 2017. 6. 1 ○ source 제조회사 : Eckert&Ziegler ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : Ultima Gold AB ○ source 사용량 : 5.096 g	2018. 7. 7 ~ 7. 8	1	820.35	34.47
		2	814.14	32.72
		3	805.34	30.50
		4	802.50	29.74
		5	797.40	28.34

○ Quantulus 1220(Ni-63)

계측장비 및 작동조건	교정일자	STD	SQP(E)	효율(%)
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 510.9 kBq/g±3 % ○ source reference date : 2014. 10. 31 ○ source 제조회사 : Eckert&Ziegler ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : Ultima Gold AB ○ source 사용량 : 5.01 g	2018. 1. 13 ~ 1. 14	1	823.93	71.06
		2	817.03	70.03
		3	809.88	69.07
		4	804.93	68.55
		5	797.32	67.59
○ 장비명 : Quantulus 1220 ○ source activity : 510.9 kBq/g±3 % ○ source reference date : 2014. 10. 31 ○ source 제조회사 : Eckert&Ziegler ○ source 형태 : 밀봉 Glass vial ○ 섬광체 : Ultima Gold AB ○ source 사용량 : 5.01 g	2018. 7. 8 ~ 7. 9	1	816.73	71.02
		2	813.81	70.43
		3	808.17	69.35
		4	803.80	68.65
		5	798.81	68.16

[표 5] 환경방사선감시기(ERMS) 교정결과

1. 이온전리함

계측장비 교정조건	교 정 결 과				
	감시기 설치지점 (Serial Number)	평균교정 상 수	감도오차 1%이내	상대확장 불확도(%)	H.V.P.S(V)
<계측기> ○ 장 비 명 : 이온전리함(HPIC) ○ 모 델 명 : GENERAL ELECTRIC RS-S131-200-ERB000 ○ 작동전압 : 400 volts ○ 교정선원 : ^{137}Cs (185Mbq)i ○ 조사선량 : 150,250,350,450,550 uR/h ○ 교정일자 : 2018.08.30～08.31 2018.09.13～09.14	육송도로 (1001272)	0.999	0.255	7.558	401.4
	인수저장시설 (1000277)	0.989	0.240	7.557	401.7
	동굴입구 (1000510)	1.004	0.680	7.579	401.8
	전망대부근 (1000397)	0.989	0.223	7.557	401.6
	양북초중교 (1000957)	0.999	0.579	7.572	401.3
	감포초교 (1000959)	1.000	0.381	7.562	401.2

주) 1. 평균교정상수와 표준편차는 소수점 넷째 자리에서 반올림한 값임.
2. 교정양식자료 변경 : 이온전리함 표준편차 항을 감도오차 1% 이내
3. 교정기관 : 일진방사선(주)

2. NaI(Tl)

계측장비 교정조건	교 정 결 과						
	감시기 설치지점 (Serial Number)	Cs-137	Co-60(1,,R)		허용범위		H.V
		Cs-137 662keV±50	Co-60 1173keV±100	Co-60 1332keV±100	교정 상수A	교정 상수B	
<계측기> ○ 장 비 명 : NaI(Tl) ○ 모 델 명 : AMETEK 12I12/3 ○ 작동전압 : 300~900 volts ○ 교정선원 : ^{137}Cs,^{60}Co 1uCi 선원 ○ 교정일자 : 2018.07.18. 2018.12.26. (현장교정)	육송도로 (062518I)	656	1173	1332	3.0595	-44.7291	549
	인수저장시설 (101018B)	662	1172	1332	3.1317	-26.0413	560
	동굴입구 (101018F)	662	1174	1331	3.1429	-32.8328	544
	전망대부근 (60009-00320-I)	668	1173	1332	2.9904	-19.8778	512
	양북초중교 (062518F)	669	1172	1333	3.0341	-32.5607	586
	감포초교 (062518J)	662	1172	1332	3.1429	-42.0845	611

주) 1. NaI교정은 현장 소스교정(‘18년부터 시행) : ^{137}Cs 10uCi , ^{60}Co 10uCi 각각 1개 사용
2. 교정결과양식 변경

[표 6] 감마핵종 분석 장비의 교정

1.한국원자력환경공단

<table>
<tr><th rowspan="2">장비</th><th rowspan="2">교정일</th><th colspan="2" rowspan="2">교정용선원</th><th colspan="2">에너지교정</th><th rowspan="2">효율교정 (교정곡선식)</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>keV</th><th>채널</th></tr>
<tr><td rowspan="10">GEM
-1</td><td rowspan="10">‘18. 6. 18
~
6. 25</td><td rowspan="2">-형태 : Cylindrical Type
-크기 : 5 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 58435.79Bq
- 총 오 차 : 0.8%</td><td>59.54</td><td>441.72</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev)
ln(eff)= -1.156528E-01+[-2.893073E-01*ln(keV)]
+[-4.311702E-02*ln(keV)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -2.808055E+01+[1.064031E+01*ln(keV)]
+[-1.110737E+00*ln(keV)^2]</td><td rowspan="10">○검출기 특성
▪ 검출기 종류
: HPGE(GEM-40P4-SMP)
(SN : 52-TP13096B)
▪ 분해능 : 1.81 keV at 1.33 MeV
▪ 상대효율 : 46 % at 1.33 Mev
▪ Crystal Dia : 63 ㎜
▪ Peak/Compton Ratio : 72.0</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9934.56</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형태 : Cylindrical Type
-크기 : 20 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 46906.99Bq
- 총 오 차 : 1.4%</td><td>59.54</td><td>441.72</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev)
ln(eff)= -3.492377E-01+[-2.826279E-01*ln(keV)]
+[-4.201741E-02*ln(keV)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -2.732014E+01+[1.022275E+01*ln(keV)]
+[-1.064785E+00*ln(keV)^2]</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9934.44</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형태 : Cylindrical Type
-크기 : 40 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 52851.65Bq
- 총 오 차 : 1.6%</td><td>59.54</td><td>441.60</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev)
ln(eff)= -8.098445E-01+[-2.152405E-01*ln(keV)]
+[-4.562388E-02*ln(keV)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -2.651604E+01+[9.751906E+00*ln(keV)]
+[-1.011370E+00*ln(keV)^2]</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9934.45</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형태 : Marinelli Beaker
-크기 : 450 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 56404.43Bq
- 총 오 차 : 1.3%</td><td>59.54</td><td>441.41</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev)
ln(eff)= -1.786026E+00+[2.544840E-02*ln(keV)]
+[-6.070462E-02*ln(keV)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -3.622216E+01+[1.334062E+01*ln(keV)]
+[-1.347654+00*ln(keV)^2]</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9934.48</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형태 : Marinelli Beaker
-크기 : 1,000 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 69087.56Bq
- 총 오 차 : 1.4%</td><td>59.54</td><td>441.22</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev)
ln(eff)= -2.175625E+00+[1.241792E-01*ln(keV)]
+[-6.768878E-02*ln(keV)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -3.924482E+01+[1.461619E+01*ln(keV)]
+[-1.484078E+00*ln(keV)^2]</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9934.42</td></tr>
</table>

장비	교정일	교정용선원		에너지교정		효율교정 (교정곡선식)	비 고
				keV	채널		
GEM-1	'18. 11. 26 ~ 12.03	-형태 : Cylindrical Type -크기 : 5 mℓ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 43010.91Bq - 총 오 차 : 0.73%	59.54	441.82	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 137.00 kev) ln(eff)= -1.287120E-01+[-2.835091E-01*log(E)] +[-4.411514E-02*log(E)^2] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -2.417723E+01+[8.861031E+00*log(E)] +[-9.098392E-01*log(E)^2]	○검출기 특성 ▪ 검출기 종류 : HPGE(GEM-40P4-SMP) (SN : 52-TP13096B) ▪ 분해능 : 1.81 keV at 1.33 MeV ▪ 상대효율 : 46 % at 1.33 Mev ▪ Crystal Dia : 63 mm ▪ Peak/Compton Ratio : 72.0
				1332.49	9935.49		
		-형태 : Cylindrical Type -크기 : 20 mℓ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 37865.82Bq - 총 오 차 : 0.90%	59.54	441.78	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 137.00 kev) ln(eff)= -5.467218E-01+[-2.255165E-01*logn(E)] +[-4.687980E-02*log(E)^2] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -2.476668E+01+[9.034355E+00*log(E)] +[-9.289352E-01*log(E)^2]	
				1332.49	9935.28		
		-형태 : Cylindrical Type -크기 : 40 mℓ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 47021.4Bq - 총 오 차 : 0.48%	59.54	441.73	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 137.00 kev) ln(eff)= -9.258209E-01+[-1.848981E-01*log(E)] +[-4.815558E-02*log(E)^2] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -2.5390812E+01+[9.206641E+00*log(E)] +[-9.470417E-01*log(E)^2]	
				1332.49	9934.87		
		-형태 : Marinelli Beaker -크기 : 450 mℓ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 46464.67Bq - 총 오 차 : 1.82%	59.54	441.66	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 137.00 kev) ln(eff)= -2.079004E+00+[1.300671E-01*log(E)] +[-6.956353E-02*log(E)^2] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -3.586824E+01+[1.310940E+01*log(E)] +[-1.313451E+00*log(E)^2]	
				1332.49	9935.40		

<table>
<tr><th rowspan="2">장비</th><th rowspan="2">교정일</th><th rowspan="2" colspan="2">교정용선원</th><th colspan="2">에너지교정</th><th rowspan="2">효율교정 (교정곡선식)</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>keV</th><th>채널</th></tr>
<tr><td rowspan="10">GEM
-2</td><td rowspan="10">'18. 7. 5
~
7. 17</td><td rowspan="2">-형태 : Cylindrical Type
-크기 : 5 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 58427.5Bq
- 종 오 차 : 0.7%</td><td>59.54</td><td>412.00</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev)
ln(eff)= -1.193078E-02+[-4.094558E-01*ln(keV)]
+[-2.936975E-02*ln(keV)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -3.086649E+01+[1.169067E+01*ln(keV)]
+[-1.216115E+00*ln(keV)^2]</td><td rowspan="10">○검출기 특성
▪ 검출기 종류
: HPGE(GEM-40P4-PLB)
(SN : 46-TP50264A)
▪ 분해능 : 1.80 keV at 1.33 MeV
▪ 상대효율 : 54.7 % at 1.33 Mev
▪ Crystal Dia : 62.9 ㎜
▪ Peak/Compton Ratio : 74.0</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9215.88</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형태 : Cylindrical Type
-크기 : 20 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 46861.94Bq
- 종 오 차 : 1.3%</td><td>59.54</td><td>409.02</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev)
ln(eff)= -9.419270E-01+[-1.744853E-01*ln(keV)]
+[-4.649600E-02*ln(keV)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -3.144593E+01+[1.188572E+01*ln(keV)]
+[-1.238397E+00*ln(keV)^2]</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9197.06</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형태 : Cylindrical Type
-크기 : 40 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 52467.95Bq
- 종 오 차 : 0.8%</td><td>59.54</td><td>412.12</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev)
ln(eff)= -5.793566E-01+[-3.619588E-01*ln(keV)]
+[-3.013657E-02*ln(keV)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -2.962432E+01+[1.096695E+01*ln(keV)]
+[-1.135312E+00*ln(keV)^2]</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9215.53</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형태 : Marinelli Beaker
-크기 : 450 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 56325.95Bq
- 종 오 차 : 1.1%</td><td>59.54</td><td>411.97</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev)
ln(eff)= -3.429632E+00+[4.474591E-01*ln(keV)]
+[-8.725358E-02*ln(keV)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -4.145369E+01+[1.520089E+01*ln(keV)]
+[-1.518593E+00*ln(keV)^2]</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9215.67</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형태 : Marinelli Beaker
-크기 : 1,000 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 52441.32Bq
- 종 오 차 : 0.8%</td><td>59.54</td><td>411.66</td><td rowspan="2">Type : Polynomial
ln(eff)=- -0.341384(keV) -4.571177+0.463021(keV)$^{-1}$
-0.057018(keV)$^{-2}$ +0.002291(keV)$^{-3}$
-0.000037(keV)$^{-4}$</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9215.67</td></tr>
</table>

장비	교정일	교정용선원		에너지교정		효율교정 (교정곡선식)	비 고
				keV	채널		
GEM-2	'18. 12.11 ~ 12.28	-형태 : Cylindrical Type -크기 : 5 ㎖ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 43167.63Bq - 종 오 차 : 1.10%	59.54 1332.49	415.77 9297.45	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 137.00 kev) ln(eff)= -7.907853E-01+[-3.914562E-01*log(E)] +[-2.885889E-02*log(E)^{2}] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -2.648272E+01+[9.398252E+00*log(E)] +[-9.578853E-01*log(E)^{2}]	○검출기 특성 ▪ 검출기 종류 : HPGE(GEM-40P4-PLB) (SN : 46-TP50264A) ▪ 분해능 : 1.80 keV at 1.33 MeV ▪ 상대효율 : 54.7 % at 1.33 Mev ▪ Crystal Dia : 62.9 ㎜ ▪ Peak/Compton Ratio : 74.0
		-형태 : Cylindrical Type -크기 : 20 ㎖ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 38062.46Bq - 종 오 차 : 1.42%	59.54 1332.49	415.73 9298.29	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 137.00 kev) ln(eff)= -1.207774E+00+[-3.213561E-01*log(E)] +[-3.270153E-02*log(E)^{2}] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -2.602265E+01+[9.104186E+00*log(E)] +[-9.237186E-01*log(E)^{2}]	
		-형태 : Cylindrical Type -크기 : 40 ㎖ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 47399.66Bq - 종 오 차 : 1.29%	59.54 1332.49	415.58 9297.56	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 137.00 kev) ln(eff)= -1.576379E+00+[-2.720558E-01*log(E)] +[-3.471479E-02*log(E)^{2}] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -2.662572E+01+[9.281878E+00*log(E)] +[-9.421968E+00*log(E)^{2}]	
		-형태 : Marinelli Beaker -크기 : 450 ㎖ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 46483.34Bq - 종 오 차 : 1.9%	59.54 1332.49	415.57 9298.36	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 137.00 kev) ln(eff)= -2.506694E+00+[1.414476E-02*log(E)] +[-5.368172E-02*ln(keV)^{2}] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -2.954475E+01+[1.015343E+01*ln(keV)] +[-9.991771E-01*ln(keV)^{2}]	
		-형태 : Marinelli Beaker -크기 : 1,000 ㎖ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 62083.72Bq - 종 오 차 : 0.82%	59.54 1332.49	415.52 9297.25	Type : Polynomial ln(eff)=- -0.287363(keV) -5.092508+0.504491(keV)$^{-1}$ -0.065893(keV)$^{-2}$ +0.003124(keV)$^{-3}$ -0.000060(keV)$^{-4}$	

장 비 번 호	교 정 일 자	교 정 용 선 원		에너지 교정 keV	에너지 교정 채널	효 율 (교정 곡선식)	비 고
GEM -3	'18. 5. 31 ~ 6. 19	-형 태 : Cylindrical Type -크 기 : 5 ㎖ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 58461.7Bq - 총 오 차 : 0.8%	59.54 1332.49	409.15 9197.27	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev) ln(eff)= -1.333659E-01+[-2.201097E-01*ln(keV)] +[-5.206091E-02*ln(keV)^2] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -4.087099E+01+[1.581295E+01*ln(keV)] +[-1.630112E+00*ln(keV)^2]	○검출기 특성 ▪ 검출기 종류 : HPGE(GEM-40P4-PLB) (SN : 46-TP50281B) ▪ 분해능 : 1.79 keV at 1.33 MeV ▪ 상대효율 : 44.7 % at 1.33 Mev ▪ Crystal Dia : 66.8 ㎜ ▪ Peak/Compton Ratio : 68.0
		-형 태 : Cylindrical Type -크 기 : 20 ㎖ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 46850.66Bq - 총 오 차 : 1.3%	59.54 1332.49	409.02 9197.06	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev) ln(eff)= 5.529566E-02+[-3.486661E-01*ln(keV)] +[-4.028758E-02*ln(keV)^2] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -3.946089E+01+[1.511949E+01*ln(keV)] +[-1.554575E+00*ln(keV)^2]	
		-형 태 : Cylindrical Type -크 기 : 40 ㎖ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 52877.24Bq - 총 오 차 : 1.6%	59.54 1332.49	409.00 9197.07	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev) ln(eff)= -3.542904E-01+[-3.022556E-01*ln(keV)] +[-4.189166E-02*ln(keV)^2] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -3.998490E+01+[1.526611E+01*ln(keV)] +[-1.571835E+00*ln(keV)^2]	
		-형 태 : Marinelli Beaker -크 기 : 450 ㎖ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 56796.51Bq - 총 오 차 : 2.0%	59.54 1332.49	408.59 9196.17	Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 165.00 kev) ln(eff)= -2.750722E+00+[3.298874E-01*ln(keV)] +[-8.478598E-02*ln(keV)^2] Below the Knee : Quadratic ln(eff)= -5.398672E+01+[2.041739E+01*ln(keV)] +[-2.054729E+00*ln(keV)^2]	
		-형 태 : Marinelli Beaker -크 기 : 1,000 ㎖ -선원종류 : Mixed Source	- 총방사능 : 67261.57Bq - 총 오 차 : 1.3%	59.54 1332.49	408.94 9196.78	Type : Polynomial ln(eff)=- 0.388811(keV) -4.670200+0.503491(keV)$^{-1}$ -0.059420(keV)$^{-2}$ +0.002348(keV)$^{-3}$ -0.000041(keV)$^{-4}$	

<table>
<tr><th rowspan="2">장 비
번 호</th><th rowspan="2">교 정
일 자</th><th colspan="2" rowspan="2">교 정 용 선 원</th><th colspan="2">에너지 교정</th><th rowspan="2">효 율
(교정 곡선식)</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>keV</th><th>채널</th></tr>
<tr><td rowspan="10">GEM
-3</td><td rowspan="10">'18. 12.11
~
12. 19</td><td rowspan="2">-형 태 : Cylindrical Type
-크 기 : 5 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 43299.07Bq
- 총 오 차 : 1.41%</td><td>59.54</td><td>409.41</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 137.00 kev)
ln(eff)= -5.269782E-01+[-3.644329E-01*log(E)]
+[-3.898183E-02*log(E)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -3.557668E+01+[1.310281E+01*log(E)]
+[-1.329293E+00*log(E)^2]</td><td rowspan="10">○검출기 특성
▪ 검출기 종류
: HPGE(GEM-40P4-PLB)
(SN : 46-TP50281B)
▪ 분해능 : 1.79 keV at 1.33 MeV
▪ 상대효율 : 44.7 % at 1.33 Mev
▪ Crystal Dia : 66.8 ㎜
▪ Peak/Compton Ratio : 68.0</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9198.79</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형 태 : Cylindrical Type
-크 기 : 20 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 38166.94Bq
- 총 오 차 : 1.70%</td><td>59.54</td><td>409.32</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 137.00 kev)
ln(eff)= -7.843509E-01+[-3.411882E-01*log(E)]
+[-3.942243E-02*log(E)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -3.524365E+01+[1.290104E+01*log(E)]
+[-1.308325E+00*log(E)^2]</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9198.25</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형 태 : Cylindrical Type
-크 기 : 40 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 47400.97Bq
- 총 오 차 : 1.29%</td><td>59.54</td><td>409.11</td><td rowspan="2">Above the Knee : Quadratic(Knee Point : 137.00 kev)
ln(eff)= -1.339359E+00+[-2.263019E-01*log(E)]
+[-4.712791E-02*log(E)^2]
Below the Knee : Quadratic
ln(eff)= -3.416119E+01+[1.232651E+01*log(E)]
+[-1.243511E+00*log(E)^2]</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9198.09</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형 태 : Marinelli Beaker
-크 기 : 450 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 44806.12Bq
- 총 오 차 : 1.82%</td><td>59.54</td><td>408.95</td><td rowspan="2">Type : Polynomial
ln(eff)=- 0.322027(keV) -5.251443+0.601868(keV)$^{-1}$
-0.078982(keV)$^{-2}$ +0.004129(keV)$^{-3}$
-0.000090(keV)$^{-4}$</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9198.98</td></tr>
<tr><td rowspan="2">-형 태 : Marinelli Beaker
-크 기 : 1,000 ㎖
-선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">- 총방사능 : 61848.51Bq
- 총 오 차 : 1.19%</td><td>59.54</td><td>409.43</td><td rowspan="2">Type : Polynomial
ln(eff)=- 0.308196(keV) -5.251772+0.593897(keV)$^{-1}$
-0.078918(keV)$^{-2}$ +0.003882(keV)$^{-3}$
-0.000078(keV)$^{-4}$</td></tr>
<tr><td>1332.49</td><td>9200.03</td></tr>
</table>

2. 경북대

장비	교정일	교정용선원		에너지교정		효율교정 (교정곡선식)	비 고
				keV	채널		
Det #2	'18. 5. 9 ~ 5. 15	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 55,165 Bq -총 오 차 : 0.01%	88.03 1332.5	258.14 3659.73	ln(Eff) = -6.933e+001 +2.748e+001*In(E) -2.854e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -6.178e+002 +4.963e+002*In(E) -1.594e+002*In(E)^2 +2.551e+001*In(E)^3 -2.036e+000*In(E)^4 +6.479e-002*In(E)^5	○검출기 특성 · 검출기 종류 : HPGe (GC 3020-7500SL) · 분해능 : 2.00keV at 1.33MeV · 상대효율 : 30.0% · Crystal Dia : 57mm · Peak/Compton ratio : 54.0
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 71,832 Bq -총 오 차 : 0.05 %	88.03 1332.5	258.11 3659.73	ln(Eff) = -6.839e+001 +2.696e+001*In(E) -2.798e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -5.903e+002 +4.731e+002*In(E) -1.518e+002*In(E)^2 +2.425e+001*In(E)^3 -1.932e+000*In(E)^4 +6.140e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 121,544 Bq -총 오 차 : 0.37 %	88.03 1332.5	258.05 3659.78	ln(Eff) = -7.463e+001 +2.959e+001*In(E) -3.093e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -5.935e+002 +4.749e+002*In(E) -1.521e+002*In(E)^2 +2.428e+001*In(E)^3 -1.932e+000*In(E)^4 +6.128e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 45,733 Bq -총 오 차 : 0.30 %	88.03 1332.5	258.04 3659.69	ln(Eff) = -6.963e+001 +2.813e+001*In(E) -2.946e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -7.149e+002 +5.832e+002*In(E) -1.898e+002*In(E)^2 +3.075e+001*In(E)^3 -2.483e+000*In(E)^4 +7.986e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 52,692 Bq -총 오 차 : 0.14 %	88.03 1332.5	258.01 3659.53	ln(Eff) = -7.066e+001 +2.855e+001*In(E) -3.001e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -6.240e+002 +5.077e+002*In(E) -1.650e+002*In(E)^2 +2.668e+001*In(E)^3 -2.150e+000*In(E)^4 +6.907e-002*In(E)^5	
	'18. 11. 6 ~ 11. 14	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 44,029 Bq -총 오 차 : 0.20%	88.03 1332.5	258.14 3659.86	ln(Eff) = -6.890e+001 +2.726e+001*In(E) -2.827e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -8.918e+002 +7.289e+002*In(E) -2.380e+002*In(E)^2 +3.868e+001*In(E)^3 - 3.133e+000*In(E)^4 +1.011e-001*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 70,694 Bq -총 오 차 : 0.25 %	88.03 1332.5	258.49 3660.03	ln(Eff) = -6.822e+001 +2.686e+001*In(E) -2.785e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -8.595e+002 +7.016e+002*In(E) -2.289e+002*In(E)^2 +3.718e+001*In(E)^3 - 3.011e+000*In(E)^4 +9.714e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 98,881 Bq -총 오 차 : 0.46 %	88.03 1332.5	258.46 3659.97	ln(Eff) = -7.388e+001 +2.921e+001*In(E) -3.046e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -8.405e+002 +6.844e+002*In(E) -2.228e+002*In(E)^2 +3.613e+001*In(E)^3 - 2.919e+000*In(E)^4 +9.399e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 35,759 Bq -총 오 차 : 0.19 %	88.03 1332.5	258.50 3659.94	ln(Eff) = -6.737e+001 +2.708e+001*In(E) -2.827e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -8.960e+002 +7.400e+002*In(E) -2.438e+002*In(E)^2 +3.998e+001*In(E)^3 - 3.265e+000*In(E)^4 +1.062e-001*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 40,996 Bq -총 오 차 : 0.40 %	88.03 1332.5	258.42 3660.10	ln(Eff) = -6.659e+001 +2.668e+001*In(E) -2.787e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -9.243e+002 +7.629e+002*In(E) -2.512e+002*In(E)^2 +4.116e+001*In(E)^3 - 3.359e+000*In(E)^4 +1.092e-001*In(E)^5	

장비	교정일	교정용선원		에너지교정 keV	에너지교정 채널	효율교정 (교정곡선식)	비 고
Det #3	'18. 5. 9 ~ 5. 15	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 55,165 Bq -총 오 차 : 0.05 %	88.03 1332.5	255.42 3631.03	ln(Eff) = -6.908e+001 +2.737e+001*In(E) -2.839e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -5.820e+002 +4.680e+002*In(E) -1.506e+002*In(E)^2 +2.414e+001*In(E)^3 -1.932e+000*In(E)^4 +6.166e-002*In(E)^5	○검출기 특성 · 검출기 종류 : HPGe (GEM-25185-P) · 분해능 : 1.73keV at 1.33MeV · 상대효율 : 33% · Crystal Dia : 54.4mm · Peak/Compton ratio : 66.1
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 71,832 Bq -총 오 차 : 0.02 %	88.03 1332.5	255.62 3631.26	ln(Eff) = -6.944e+001 +2.744e+001*In(E) -2.848e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -6.306e+002 +5.059e+002*In(E) -1.624e+002*In(E)^2 +2.595e+001*In(E)^3 -2.069e+000*In(E)^4 +6.578e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 121,544 Bq -총 오 차 : 0.22 %	88.03 1332.5	255.75 3631.36	ln(Eff) = -6.903e+001 +2.708e+001*In(E) -2.809e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -6.120e+002 +4.906e+002*In(E) -1.575e+002*In(E)^2 +2.518e+001*In(E)^3 -2.007e+000*In(E)^4 +6.383e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 45,733 Bq -총 오 차 : 0.26 %	88.03 1332.5	255.62 3631.44	ln(Eff) = -6.619e+001 +2.667e+001*In(E) -2.791e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -7.055e+002 +5.763e+002*In(E) -1.878e+002*In(E)^2 +3.047e+001*In(E)^3 -2.463e+000*In(E)^4 +7.934e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 52,692 Bq -총 오 차 : 0.03 %	88.03 1332.5	255.54 3631.34	ln(Eff) = -6.499e+001 +2.605e+001*In(E) -2.727e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -6.217e+002 +5.053e+002*In(E) -1.640e+002*In(E)^2 +2.649e+001*In(E)^3 -2.133e+000*In(E)^4 +6.846e-002*In(E)^5	
	'18. 11. 6 ~ 11. 14	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 44,029 Bq -총 오 차 : 0.25%	88.03 1332.5	255.91 3632.78	ln(Eff) = -6.956e+001 +2.755e+001*In(E) -2.856e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -8.810e+002 +7.205e+002*In(E) -2.354e+002*In(E)^2 +3.830e+001*In(E)^3 - 3.106e+000*In(E)^4 +1.004e-001*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 70,694 Bq -총 오 차 : 0.30 %	88.03 1332.5	256.09 3633.03	ln(Eff) = -6.897e+001 +2.720e+001*In(E) -2.819e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -9.743e+002 +7.957e+002*In(E) -2.595e+002*In(E)^2 +4.214e+001*In(E)^3 - 3.410e+000*In(E)^4 +1.100e-001*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 98,881 Bq -총 오 차 : 0.33 %	88.03 1332.5	256.08 3632.77	ln(Eff) = -6.862e+001 +2.687e+001*In(E) -2.782e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -8.092e+002 +6.582e+002*In(E) -2.141e+002*In(E)^2 +3.471e+001*In(E)^3 - 2.804e+000*In(E)^4 +9.032e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 35,759 Bq -총 오 차 : 0.34 %	88.03 1332.5	255.97 3632.66	ln(Eff) = -6.392e+001 +2.562e+001*In(E) -2.672e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -9.506e+002 +7.850e+002*In(E) -2.585e+002*In(E)^2 +4.236e+001*In(E)^3 - 3.457e+000*In(E)^4 +1.124e-001*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 40,996 Bq -총 오 차 : 0.39 %	88.03 1332.5	255.96 3632.73	ln(Eff) = -6.444e+001 +2.577e+001*In(E) -2.692e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -8.853e+002 +7.294e+002*In(E) -2.398e+002*In(E)^2 +3.923e+001*In(E)^3 - 3.197e+000*In(E)^4 +1.038e-001*In(E)^5	

장비	교정일	교정용선원		에너지교정 keV	에너지교정 채널	효율교정 (교정곡선식)	비 고
Det #4	'18. 5. 9 ~ 5. 15	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 55,165 Bq -총 오 차 : 0.17 %	88.03 1332.5	241.08 3638.31	ln(Eff) = -3.617e+001 +1.404e+001*In(E) -1.477e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -4.189e+002 +3.432e+002*In(E) -1.124e+002*In(E)^2 +1.834e+001*In(E)^3 -1.492e+000*In(E)^4 +4.837e-002*In(E)^5	○검출기 특성 · 검출기 종류 : HPGe(GC3018-2002CSL -7500SL) · 분해능 : 1.80keV at 1.33MeV · 상대효율 : 30% · Crystal Dia : 62.3mm · Peak/Compton ratio : 58.0
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 71,832 Bq -총 오 차 : 0.29 %	88.03 1332.5	241.07 3638.23	ln(Eff) = -3.717e+001 +1.428e+001*In(E) -1.500e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -4.176e+002 +3.392e+002*In(E) -1.103e+002*In(E)^2 +1.786e+001*In(E)^3 -1.442e+000*In(E)^4 +4.643e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 121,544 Bq -총 오 차 : 0.41 %	88.03 1332.5	241.07 3638.30	ln(Eff) = -4.041e+001 +1.555e+001*In(E) -1.642e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -4.351e+002 +3.511e+002*In(E) -1.135e+002*In(E)^2 +1.826e+001*In(E)^3 -1.465e+000*In(E)^4 +4.685e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 45,733 Bq -총 오 차 : 0.80 %	88.03 1332.5	241.11 3638.39	ln(Eff) = -3.073e+001 +1.216e+001*In(E) -1.287e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -3.535e+002 +2.976e+002*In(E) -1.000e+002*In(E)^2 +1.672e+001*In(E)^3 -1.393e+000*In(E)^4 +4.622e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 52,692 Bq -총 오 차 : 0.23 %	88.03 1332.5	241.11 3638.42	ln(Eff) = -3.212e+001 +1.271e+001*In(E) -1.352e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -3.425e+002 +2.867e+002*In(E) -9.594e+001*In(E)^2 +1.597e+001*In(E)^3 -1.325e+000*In(E)^4 +4.383e-002*In(E)^5	
	'18. 11. 6 ~ 11. 14	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 44,029 Bq -총 오 차 : 0.31%	88.03 1332.5	241.10 3638.63	ln(Eff) = -3.546e+001 +1.369e+001*In(E) -1.436e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -5.965e+002 +4.960e+002*In(E) -1.647e+002*In(E)^2 +2.722e+001*In(E)^3 - 2.240e+000*In(E)^4 +7.345e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 70,694 Bq -총 오 차 : 0.58 %	88.03 1332.5	241.10 3638.60	ln(Eff) = -3.785e+001 +1.459e+001*In(E) -1.534e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -7.460e+002 +6.155e+002*In(E) -2.028e+002*In(E)^2 +3.325e+001*In(E)^3 - 2.715e+000*In(E)^4 +8.831e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 98,881 Bq -총 오 차 : 0.51 %	88.03 1332.5	241.09 3638.49	ln(Eff) = -3.890e+001 +1.485e+001*In(E) -1.562e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -6.670e+002 +5.485e+002*In(E) -1.803e+002*In(E)^2 +2.951e+001*In(E)^3 - 2.406e+000*In(E)^4 +7.816e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 35,759 Bq -총 오 차 : 0.49 %	88.03 1332.5	241.14 3638.81	ln(Eff) = -3.031e+001 +1.195e+001*In(E) -1.262e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -5.453e+002 +4.634e+002*In(E) -1.570e+002*In(E)^2 +2.644e+001*In(E)^3 - 2.217e+000*In(E)^4 +7.396e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 40,996 Bq -총 오 차 : 0.65 %	88.03 1332.5	241.14 3638.79	ln(Eff) = -3.169e+001 +1.248e+001*In(E) -1.322e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -5.777e+002 +4.875e+002*In(E) -1.640e+002*In(E)^2 +2.745e+001*In(E)^3 - 2.286e+000*In(E)^4 +7.574e-002*In(E)^5	

<table>
<tr><th rowspan="2">장비</th><th rowspan="2">교정일</th><th rowspan="2" colspan="2">교정용선원</th><th colspan="2">에너지교정</th><th rowspan="2">효율교정 (교정곡선식)</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>keV</th><th>채널</th></tr>
<tr><td rowspan="20">Det
#5</td><td rowspan="10">'18. 5. 9
~
5. 15</td><td rowspan="2">- 형태 : Marinell Beaker
- 크기 : 450mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 55,165 Bq
-총 오 차 : 0.25 %</td><td>88.03</td><td>242.28</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -6.478e+001 +2.559e+001*In(E) -2.651e+000*In(E)^2
ln(Eff) = -6.225e+002 +5.019e+002*In(E) -1.618e+002*In(E)^2 +2.599e+001*In(E)^3 -2.082e+000*In(E)^4 +6.652e-002*In(E)^5</td><td rowspan="10">○ 검출기 종류
: HPGe (GEM30P4-83)
· 분해능 : 1.85keV at 1.33MeV
· 상대효율 : 30.0%
· Crystal Dia :64.0mm
· Peak/Compton ratio : 68.0</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3660.10</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Marinell Beaker
- 크기 : 1000mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 71,832 Bq
-총 오 차 : 0.06 %</td><td>88.03</td><td>242.28</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -6.387e+001 +2.496e+001*In(E) -2.576e+000*In(E)^2
ln(Eff) = -6.449e+002 +5.186e+002*In(E) -1.668e+002*In(E)^2 +2.674e+001*In(E)^3 -2.137e+000*In(E)^4 +6.813e-002*In(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3660.12</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Marinell Beaker
- 크기 : 2000mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 121,544 Bq
-총 오 차 : 0.68 %</td><td>88.03</td><td>242.28</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -6.398e+001 +2.481e+001*In(E) -2.563e+000*In(E)^2
ln(Eff) = -6.090e+002 +4.860e+002*In(E) -1.552e+002*In(E)^2 +2.470e+001*In(E)^3 -1.959e+000*In(E)^4 +6.196e-002*In(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3660.08</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Cylindrical Beaker
- 크기 : 20mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 45,733 Bq
-총 오 차 : 0.28 %</td><td>88.03</td><td>242.30</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -6.092e+001 +2.448e+001*In(E) -2.554e+000*In(E)^2
ln(Eff) = -7.565e+002 +6.176e+002*In(E) -2.011e+002*In(E)^2 +3.261e+001*In(E)^3 -2.635e+000*In(E)^4 +8.488e-002*In(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3660.14</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Cylindrical Beaker
- 크기 : 40mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 52,692 Bq
-총 오 차 : 0.07 %</td><td>88.03</td><td>242.29</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -5.951e+001 +2.377e+001*In(E) -2.478e+000*In(E)^2
ln(Eff) = -6.815e+002 +5.548e+002*In(E) -1.802e+002*In(E)^2 +2.916e+001*In(E)^3 -2.351e+000*In(E)^4 +7.559e-002*In(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3660.05</td></tr>
<tr><td rowspan="10">'18. 12. 5
~
12. 11</td><td rowspan="2">- 형태 : Marinell Beaker
- 크기 : 450mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 44,029 Bq
-총 오 차 : 0.29%</td><td>88.03</td><td>240.99</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -3.496e+001 +1.346e+001*In(E) -1.410e+000*In(E)^2
ln(Eff) = -6.369e+002 +5.287e+002*In(E) -1.753e+002*In(E)^2 +2.891e+001*In(E)^3 - 2.376e+000*In(E)^4+7.776e-002*In(E)^5</td><td rowspan="10">○ 검출기 종류
: HPGe (GC3018)
· 분해능 : 1.8keV at 1.33MeV
· 상대효율 : 30.0%
· Crystal Dia : 62.0mm
· Peak/Compton ratio : 58.0</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3638.93</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Marinell Beaker
- 크기 : 1000mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 70,694 Bq
-총 오 차 : 0.47 %</td><td>88.03</td><td>240.98</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -3.707e+001 +1.422e+001*In(E) -1.494e+000*In(E)^2
ln(Eff) = -7.596e+002 +6.255e+002*In(E) -2.056e+002*In(E)^2 +3.364e+001*In(E)^3 - 2.741e+000*In(E)^4 +8.896e-002*In(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3638.94</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Marinell Beaker
- 크기 : 2000mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 98,881 Bq
-총 오 차 : 0.41 %</td><td>88.03</td><td>234.54</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -3.383e+001 +1.244e+001*In(E) -1.291e+000*In(E)^2
ln(Eff) = -6.081e+002 +4.992e+002*In(E) -1.640e+002*In(E)^2 +2.681e+001*In(E)^3 - 2.184e+000*In(E)^4 +7.087e-002*In(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3539.67</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Cylindrical Beaker
- 크기 : 20mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 35,759 Bq
-총 오 차 : 0.70 %</td><td>88.03</td><td>240.99</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -2.961e+001 +1.161e+001*In(E) -1.221e+000*In(E)^2
ln(Eff) = -5.670e+002 +4.810e+002*In(E) -1.626e+002*In(E)^2 +2.735e+001*In(E)^3 - 2.289e+000*In(E)^4 +7.623e-002*In(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3639.02</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Cylindrical Beaker
- 크기 : 40mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 40,996 Bq
-총 오 차 : 0.74 %</td><td>88.03</td><td>240.99</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -3.218e+001 +1.268e+001*In(E) -1.342e+000*In(E)^2
ln(Eff) = -5.937e+002 +5.003e+002*In(E) -1.681e+002*In(E)^2 +2.809e+001*In(E)^3 - 2.337e+000*In(E)^4 +7.736e-002*In(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3638.98</td></tr>
</table>

장비	교정일	교정용선원		에너지교정 keV	에너지교정 채널	효율교정 (교정곡선식)	비 고
Det #6	'18. 5. 9 ~ 5. 15	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 55,165 Bq -총 오 차 : 0.00 %	88.03 1332.5	241.25 3640.88	ln(Eff) = −6.207e+001 +2.458e+001*In(E) −2.559e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −5.799e+002 +4.677e+002*In(E) −1.508e+002*In(E)^2 +2.423e+001*In(E)^3 −1.942e+000*In(E)^4 +6.205e−002*In(E)^5	○ 검출기 종류 :HPGe (GC3019-7500SL) · 분해능 : 1.9keV at 1.33MeV · 상대효율 : 30.0% · Crystal Dia : 62.5mm · Peak/Compton ratio : 56.0
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 71,832 Bq -총 오 차 : 0.12 %	88.03 1332.5	241.27 3641.03	ln(Eff) = −6.434e+001 +2.541e+001*In(E) −2.651e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −6.250e+002 +5.028e+002*In(E) −1.618e+002*In(E)^2 +2.592e+001*In(E)^3 −2.070e+000*In(E)^4 +6.593e−002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 121,544 Bq -총 오 차 : 0.35 %	88.03 1332.5	241.25 3640.83	ln(Eff) = −6.556e+001 +2.576e+001*In(E) −2.687e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −5.262e+002 +4.199e+002*In(E) −1.342e+002*In(E)^2 +2.137e+001*In(E)^3 −1.697e+000*In(E)^4 +5.375e−002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 45,733 Bq -총 오 차 : 1.11 %	88.03 1332.5	241.23 3640.91	ln(Eff) = −5.965e+001 +2.404e+001*In(E) −2.514e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −6.434e+003 +6.306e+003*In(E) −2.563e+003*In(E)^2 +5.526e+002*In(E)^3 - 6.670e+001*In(E)^4 +4.272e+000*In(E)^5 −1.134e001*In(E)^6	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 52,692 Bq -총 오 차 : 0.16 %	88.03 1332.5	241.19 3640.90	ln(Eff) = −5.818e+001 +2.331e+001*In(E) −2.437e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −6.338e+002 +5.181e+002*In(E) −1.691e+002*In(E)^2 +2.747e+001*In(E)^3 −2.225e+000*In(E)^4 +7.183e−002*In(E)^5	
	'18. 11. 6 ~ 11. 14	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 44,029 Bq -총 오 차 : 0.22%	88.03 1332.5	241.38 3641.19	ln(Eff) = −6.300e+001 +2.498e+001*In(E) −2.603e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −8.103e+002 +6.653e+002*In(E) −2.182e+002*In(E)^2 +3.562e+001*In(E)^3 - 2.899e+000*In(E)^4 +9.399e−002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 70,694 Bq -총 오 차 : 0.11 %	88.03 1332.5	241.43 3641.28	ln(Eff) = −6.364e+001 +2.506e+001*In(E) −2.607e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −8.888e+002 +7.253e+002*In(E) −2.364e+002*In(E)^2 +3.836e+001*In(E)^3 - 3.102e+000*In(E)^4 +9.995e−002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 98,881 Bq -총 오 차 : 0.50 %	88.03 1332.5	241.43 3641.22	ln(Eff) = −6.238e+001 +2.435e+001*In(E) −2.532e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −7.560e+002 +6.166e+002*In(E) −2.011e+002*In(E)^2 +3.267e+001*In(E)^3 - 2.646e+000*In(E)^4 +8.538e−002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 35,759 Bq -총 오 차 : 0.12 %	88.03 1332.5	241.44 3640.79	ln(Eff) = −5.902e+001 +2.373e+001*In(E) −2.478e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −8.795e+002 +7.295e+002*In(E) −2.413e+002*In(E)^2 +3.974e+001*In(E)^3 - 3.260e+000*In(E)^4 +1.065e−001*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 40,996 Bq -총 오 차 : 0.39 %	88.03 1332.5	241.48 3641.26	ln(Eff) = −5.829e+001 +2.336e+001*In(E) −2.442e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −8.366e+002 +6.918e+002*In(E) −2.282e+002*In(E)^2 +3.748e+001*In(E)^3 - 3.066e+000*In(E)^4 +9.992e−002*In(E)^5	

장비	교정일	교정용선원		에너지교정		효율교정 (교정곡선식)	비 고
				keV	채널		
Det #7	'18. 1. 12 ~ 1. 18	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 39,445 Bq -총 오 차 : 0.69 %	88.03 1332.5	240.17 3639.43	ln(eff) = −271.7360738515854 +219.5081285238266ln(en) −71.21537750959396ln(en)^2 +11.51698213070631ln(en)^3 −0.9311238741502166ln(en)^4 +0.03007834366871975ln(en)^5	○검출기 특성 · 검출기 종류 : HPGe (GC3018-2002CSL -7500SL) · 분해능 : 1.80keV at 1.33MeV · 상대효율 : 30.0% · Crystal Dia : 61.8mm · Peak/Compton ratio : 58.0
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 56,246 Bq -총 오 차 : 0.05 %	88.03 1332.5	240.11 3638.59	ln(eff) = −368.3513736724854 +307.4721527099609ln(en) −102.7937549054623ln(en)^2 +17.09318423271179ln(en)^3 −1.416063002776355ln(en)^4 +0.04671718865574803ln(en)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 80,207 Bq -총 오 차 : 0.48 %	88.03 1332.5	239.81 3634.10	ln(eff) = −233.4066693782806 +183.8518704175949ln(en) −58.38583588600159ln(en)^2 +9.237880855798721ln(en)^3 −0.7308933474123478ln(en)^4 +0.02311791887041181ln(en)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 35,079 Bq -총 오 차 : 0.54 %	88.03 1332.5	240.21 3639.64	ln(eff) = −309.548582315445 +257.9580111503601ln(en) −85.98215207457542ln(en)^2 +14.27317550778389ln(en)^3 −1.182680944912136ln(en)^4 +0.03908652771497145ln(en)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 39,141 Bq -총 오 차 : 0.47 %	88.03 1332.5	240.20 3639.54	ln(eff) = −296.8139624595642 +245.957776427269ln(en) −81.5826700925827ln(en)^2 +13.47346970438957ln(en)^3 −1.110648405272514ln(en)^4 +0.03651857256772928ln(en)^5	
	'18. 5. 9 ~ 5. 15	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 55,165 Bq -총 오 차 : 0.19 %	88.03 1332.5	241.25 3641.71	ln(Eff) = −3.188e+001 +1.224e+001*In(E) −1.290e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −3.365e+002 +2.761e+002*In(E) −9.075e+001*In(E)^2 +1.485e+001*In(E)^3 −1.213e+000*In(E)^4 +3.948e−002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 71,832 Bq -총 오 차 : 0.23 %	88.03 1332.5	241.26 3641.74	ln(Eff) = −3.051e+001 +1.142e+001*In(E) −1.192e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −3.943e+002 +3.206e+002*In(E) −1.044e+002*In(E)^2 +1.692e+001*In(E)^3 −1.367e+000*In(E)^4 +4.403e−002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 121,544 Bq -총 오 차 : 0.33 %	88.03 1332.5	241.25 3641.69	ln(Eff) = −3.157e+001 +1.171e+001*In(E) −1.225e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −4.128e+002 +3.342e+002*In(E) −1.085e+002*In(E)^2 +1.751e+001*In(E)^3 −1.410e+000*In(E)^4 +4.526e−002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 45,733 Bq -총 오 차 : 0.77 %	88.03 1332.5	241.29 3641.73	ln(Eff) = −2.655e+001 +1.041e+001*In(E) −1.108e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −2.300e+002 +1.975e+002*In(E) −6.773e+001*In(E)^2 +1.154e+001*In(E)^3 −9.795e−001*In(E)^4 +3.307e−002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 52,692 Bq -총 오 차 : 0.45 %	88.03 1332.5	241.29 3641.84	ln(Eff) = −2.536e+001 +9.793e+000*In(E) −1.041e+000*In(E)^2 ln(Eff) = −2.467e+002 +2.079e+002*In(E) −7.012e+001*In(E)^2 +1.176e+001*In(E)^3 −9.831e−001*In(E)^4 +3.274e−002*In(E)^5	

장비	교정일	교정용선원		에너지교정		효율교정 (교정곡선식)	비 고
				keV	채널		
Det #7	'18. 11. 6 ~ 11. 14	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 44,029 Bq -총 오 차 : 0.41%	88.03 1332.5	240.91 3636.41	ln(Eff) = -3.261e+001 +1.255e+001*In(E) -1.322e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -5.985e+002 +4.987e+002*In(E) -1.659e+002*In(E)^2 +2.746e+001*In(E)^3 - 2.264e+000*In(E)^4 +7.433e-002*In(E)^5	○ 검출기 특성 · 검출기 종류 : HPGe (GC3018-2002CSL -7500SL) · 분해능 : 1.80keV at 1.33MeV · 상대효율 : 30.0% · Crystal Dia : 61.8mm · Peak/Compton ratio : 58.0
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 70,694 Bq -총 오 차 : 0.40 %	88.03 1332.5	240.91 3636.48	ln(Eff) = -3.336e+001 +1.263e+001*In(E) -1.321e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -6.946e+002 +5.730e+002*In(E) -1.888e+002*In(E)^2 +3.096e+001*In(E)^3 - 2.528e+000*In(E)^4 +8.224e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 98,881 Bq -총 오 차 : 0.55 %	88.03 1332.5	240.90 3636.41	ln(Eff) = -3.551e+001 +1.345e+001*In(E) -1.416e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -5.998e+002 +4.946e+002*In(E) -1.631e+002*In(E)^2 +2.678e+001*In(E)^3 - 2.190e+000*In(E)^4 +7.135e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 35,759 Bq -총 오 차 : 0.65 %	88.03 1332.5	240.93 3636.45	ln(Eff) = -2.596e+001 +1.010e+001*In(E) -1.069e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -4.910e+002 +4.189e+002*In(E) -1.424e+002*In(E)^2 +2.407e+001*In(E)^3 - 2.024e+000*In(E)^4 +6.770e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 40,996 Bq -총 오 차 : 0.71 %	88.03 1332.5	240.93 3636.47	ln(Eff) = -2.632e+001 +1.019e+001*In(E) -1.083e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -4.991e+002 +4.222e+002*In(E) -1.425e+002*In(E)^2 +2.390e+001*In(E)^3 - 1.996e+000*In(E)^4 +6.631e-002*In(E)^5	

<table>
<tr><th rowspan="2">장비</th><th rowspan="2">교정일</th><th colspan="2" rowspan="2">교정용선원</th><th colspan="2">에너지교정</th><th rowspan="2">효율교정 (교정곡선식)</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>keV</th><th>채널</th></tr>
<tr><td rowspan="16">Det #8</td><td rowspan="8">'18. 5. 9
~
5. 15</td><td rowspan="2">- 형태 : Marinell Beaker
- 크기 : 450mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 55,165 Bq
-총 오 차 : 0.02 %</td><td>88.03</td><td>240.69</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -5.994e+001 +2.361e+001*ln(E) -2.444e+000*ln(E)^2
ln(Eff) = -5.942e+002 +4.810e+002*ln(E) -1.557e+002*ln(E)^2 +2.510e+001*ln(E)^3 -2.018e+000*ln(E)^4 +6.470e-002*ln(E)^5</td><td rowspan="16">○검출기 특성
· 검출기 종류 :HPGe(GEM 30P4-76-SMP)
· 분해능: 1.85keV at 1.33MeV
· 상대효율 : 30.0%
· Crystal Dia : 63.9mm
· Peak/Compton ratio : 69.0</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3640.49</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Marinell Beaker
- 크기 : 1000mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 71,832 Bq
-총 오 차 : 0.16 %</td><td>88.03</td><td>240.68</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -6.084e+001 +2.387e+001*ln(E) -2.473e+000*ln(E)^2
ln(Eff) = -5.950e+002 +4.801e+002*ln(E) -1.550e+002*ln(E)^2 +2.492e+001*ln(E)^3 -1.998e+000*ln(E)^4 +6.386e-002*ln(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3640.39</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Cylindrical Beaker
- 크기 : 20mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 45,733 Bq
-총 오 차 : 0.38 %</td><td>88.03</td><td>240.72</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -5.375e+001 +2.152e+001*ln(E) -2.246e+000*ln(E)^2
ln(Eff) = -5.613e+002 +4.616e+002*ln(E) -1.516e+002*ln(E)^2 +2.480e+001*ln(E)^3 -2.023e+000*ln(E)^4 +6.577e-002*ln(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3640.33</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Cylindrical Beaker
- 크기 : 40mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 52,692 Bq
-총 오 차 : 0.30 %</td><td>88.03</td><td>240.72</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -5.217e+001 +2.073e+001*ln(E) -2.161e+000*ln(E)^2
ln(Eff) = -5.192e+002 +4.265e+002*ln(E) -1.400e+002*ln(E)^2 +2.289e+001*ln(E)^3 -1.866e+000*ln(E)^4 +6.062e-002*ln(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3640.29</td></tr>
<tr><td rowspan="8">'18. 11. 6
~
11. 14</td><td rowspan="2">- 형태 : Marinell Beaker
- 크기 : 450mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 44,029 Bq
-총 오 차 : 0.28%</td><td>88.03</td><td>240.79</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -5.839e+001 +2.288e+001*ln(E) -2.358e+000*ln(E)^2
ln(Eff) = -7.562e+002 +6.218e+002*ln(E) -2.043e+002*ln(E)^2 +3.343e+001*ln(E)^3 - 2.727e+000*ln(E)^4 +8.863e-002*ln(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3641.78</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Marinell Beaker
- 크기 : 1000mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 70,694 Bq
-총 오 차 : 0.19 %</td><td>88.03</td><td>240.74</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -6.126e+001 +2.402e+001*ln(E) -2.488e+000*ln(E)^2
ln(Eff) = -8.516e+002 +6.966e+002*ln(E) -2.277e+002*ln(E)^2 +3.705e+001*ln(E)^3 - 3.004e+000*ln(E)^4 +9.708e-002*ln(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3641.39</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Cylindrical Beaker
- 크기 : 20mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 35,759 Bq
-총 오 차 : 0.36 %</td><td>88.03</td><td>240.81</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -5.359e+001 +2.143e+001*ln(E) -2.235e+000*ln(E)^2
ln(Eff) = -7.969e+002 +6.631e+002*ln(E) -2.201e+002*ln(E)^2 +3.636e+001*ln(E)^3 - 2.992e+000*ln(E)^4 +9.806e-002*ln(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3641.68</td></tr>
<tr><td rowspan="2">- 형태 : Cylindrical Beaker
- 크기 : 40mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="2">-총방사능 : 40,996 Bq
-총 오 차 : 0.39 %</td><td>88.03</td><td>240.79</td><td rowspan="2">ln(Eff) = -5.288e+001 +2.103e+001*ln(E) -2.193e+000*ln(E)^2
ln(Eff) = -7.743e+002 +6.422e+002*ln(E) -2.126e+002*ln(E)^2 +3.502e+001*ln(E)^3 - 2.873e+000*ln(E)^4 +9.391e-002*ln(E)^5</td></tr>
<tr><td>1332.5</td><td>3641.56</td></tr>
</table>

장비	교정일	교정용선원		에너지교정 keV	에너지교정 채널	효율교정 (교정곡선식)	비 고
Det #9	'18. 5. 9 ~ 5. 15	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 55,165 Bq -총 오 차 : 0.35 %	88.03 1332.5	244.40 3641.61	ln(Eff) = -4.978e+001 +1.967e+001*In(E) -2.064e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -3.691e+002 +3.002e+002*In(E) -9.785e+001*In(E)^2 +1.589e+001*In(E)^3 -1.289e+000*In(E)^4 +4.168e-002*In(E)^5	○검출기 특성 · 검출기 종류 : HPGe (GCD-30180) · 분해능 : 1.80keV at 1.33MeV · 상대효율 : 30.0% · Crystal Dia : 59.3mm · Peak/Compton ratio : 59.1
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 71,832 Bq -총 오 차 : 0.34 %	88.03 1332.5	244.41 3641.60	ln(Eff) = -5.106e+001 +2.010e+001*In(E) -2.111e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -4.694e+002 +3.810e+002*In(E) -1.238e+002*In(E)^2 +2.004e+001*In(E)^3 -1.618e+000*In(E)^4 +5.207e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 121,544 Bq -총 오 차 : 0.61 %	88.03 1332.5	244.39 3641.57	ln(Eff) = -5.280e+001 +2.072e+001*In(E) -2.182e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -3.942e+002 +3.175e+002*In(E) -1.027e+002*In(E)^2 +1.654e+001*In(E)^3 -1.329e+000*In(E)^4 +4.263e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 45,733 Bq -총 오 차 : 0.60 %	88.03 1332.5	244.40 3641.43	ln(Eff) = -4.348e+001 +1.746e+001*In(E) -1.848e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -3.362e+002 +2.807e+002*In(E) -9.370e+001*In(E)^2 +1.557e+001*In(E)^3 -1.290e+000*In(E)^4 +4.260e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 52,692 Bq -총 오 차 : 0.48 %	88.03 1332.5	244.41 3641.50	ln(Eff) = -4.356e+001 +1.742e+001*In(E) -1.845e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -3.253e+002 +2.703e+002*In(E) -8.990e+001*In(E)^2 +1.488e+001*In(E)^3 -1.229e+000*In(E)^4 +4.044e-002*In(E)^5	
	'18. 11. 6 ~ 11. 14	- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 450mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 44,029 Bq -총 오 차 : 0.49%	88.03 1332.5	244.39 3641.78	ln(Eff) = -4.957e+001 +1.955e+001*In(E) -2.049e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -5.947e+002 +4.918e+002*In(E) -1.626e+002*In(E)^2 +2.676e+001*In(E)^3 - 2.195e+000*In(E)^4 +7.176e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 1000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 70,694 Bq -총 오 차 : 0.55 %	88.03 1332.5	244.39 3641.81	ln(Eff) = -4.969e+001 +1.948e+001*In(E) -2.043e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -7.354e+002 +6.057e+002*In(E) -1.994e+002*In(E)^2 +3.267e+001*In(E)^3 - 2.666e+000*In(E)^4 +8.671e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Marinell Beaker - 크기 : 2000mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 98,881 Bq -총 오 차 : 0.53 %	88.03 1332.5	244.39 3641.89	ln(Eff) = -4.965e+001 +1.925e+001*In(E) -2.013e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -6.052e+002 +4.965e+002*In(E) -1.631e+002*In(E)^2 +2.668e+001*In(E)^3 - 2.175e+000*In(E)^4 +7.068e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 20mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 35,759 Bq -총 오 차 : 0.49 %	88.03 1332.5	244.41 3641.80	ln(Eff) = -4.217e+001 +1.684e+001*In(E) -1.776e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -6.710e+002 +5.629e+002*In(E) -1.883e+002*In(E)^2 +3.133e+001*In(E)^3 - 2.596e+000*In(E)^4 +8.562e-002*In(E)^5	
		- 형태 : Cylindrical Beaker - 크기 : 40mL - 선원종류 : Mixed Source	-총방사능 : 40,996 Bq -총 오 차 : 0.87 %	88.03 1332.5	244.40 3641.76	ln(Eff) = -4.293e+001 +1.710e+001*In(E) -1.806e+000*In(E)^2 ln(Eff) = -5.806e+002 +4.873e+002*In(E) -1.633e+002*In(E)^2 +2.720e+001*In(E)^3 - 2.257e+000*In(E)^4 +7.455e-002*In(E)^5	

[표 7] TLD 판독기의 교정결과

1) RCF(Reader Calibration Factor) 교정결과

계측장비명	교 정 일 자						
	2018. 3. 8			'18. 8. 14			
THERMO (8800PC)	값	평균판독값(nC)	조사선량(gU)	RCF(nC/gU)	평균판독값(nC)	조사선량(gU)	RCF(nC/gU)
	ZONE 1	2297.9	500	4.596	2308.2	500	4.616
	ZONE 2	2146.6	500	4.293	2150.0	500	4.300
	ZONE 3	2159.0	500	4.318	2151.7	500	4.303
	ZONE 4	2451.7	500	4.903	2449.4	500	4.899

2) 알고리즘 교정결과

계측장비명	교 정 일 자										
	2018. 3. 30						2018. 9. 6				
THERMO (8800PC)	값	평균판독값 (gU)	Control 선량(gU)	Net선량 (gU)	조사선량 (mGy)	Cs-137 Relative Response (gU/mGy)	평균판독값 (gU)	Control 선량(gU)	Net선량 (gU)	조사선량 (mGy)	Cs-137 Relative Response (gU/mGy)
	ZONE 1	593.5	5.5	588.0	4.365	134.92	623.4	7.1	616.2	4.365	141.17
	ZONE 2	568.3	5.2	563.1	4.365	129.00	598.8	7.0	591.9	4.365	135.59
	ZONE 3	603.3	5.4	597.9	4.365	136.99	636.6	7.2	629.4	4.365	144.19
	ZONE 4	700.9	6.2	694.7	4.365	159.16	730.5	8.4	722.1	4.365	165.42

[부록 6] 원자력사업자 방사능교차분석 결과

1. 핵종별 교차분석 결과

시료 종류	핵 종		기준값(Bq/Kg)		분석기관	제출값(Bq/Kg)		평가
			방사능 농도	불확도 (k=1)		방사능 농도	불확도 (k=1)	
토양	알파	U-234	21.8	0.8	공단	22.4	1.4	A
					경북대	21.4	1.6	A
		U-238	22.2	0.8	공단	23.1	1.5	A
					경북대	21.7	1.6	A
물	전베타		68.3	0.6	공단	68.9	1.1	A
					경북대	72.3	0.8	A
	H-3		162.2	2.0	공단	162.0	4.5	A
					경북대	160.0	5.0	A
	Sr-90		34.2	0.3	공단	32.7	2.0	A
					경북대	34.3	2.7	A
	감마	Am-241	31.1	0.7	공단	30.8	2.0	A
					경북대	30.9	2.4	A
		Cs-134	15.5	0.1	공단	15.1	0.8	A
					경북대	15.2	1.0	A
		Cs-137	11.5	0.1	공단	12.2	0.5	A
					경북대	11.2	1.0	A
		Mn-54	15.1	0.2	공단	15.6	0.8	A
					경북대	14.9	1.0	A
		Zn-65	15.5	0.6	공단	14.6	1.0	A
					경북대	14.9	1.5	A

주) A : Acceptable W : Acceptable with Warning N : Not Acceptable

□ 원자력사업자 방사능교차분석 시행

- ○ 주관기관 : 한국원자력안전기술원(KINS)
- ○ 참가일정 : '18. 07 ~ '18. 09. 14
- ○ 대상시료 : 토양, 물
- ○ 대상핵종 : U 동위원소, 감마선 방출 핵종, Sr-90, H-3, 전베타 방사능

○ 평가기준 : LAP(%) = 20%, MAB(%) = 20%

* LAP : Limit of Acceptable Precision, MAB : Maximum Acceptable Bias

2. 평　가

2018년도 원자력사업자 방사능교차분석 결과 우리공단은 모든 핵종에서 ”A“ 등급을 획득하였고 용역수행기관인 경북대학교 또한 참가 전 핵종 “A” 등급을 획득하였다.

앞으로도 분석장비 관리 및 분석담당자들에 대한 교육을 강화하고 분석담당자들 간의 정보교환 등을 지속적으로 유지하여 환경방사선조사의 대외적 신뢰도를 높이는데 더 노력할 것이다.

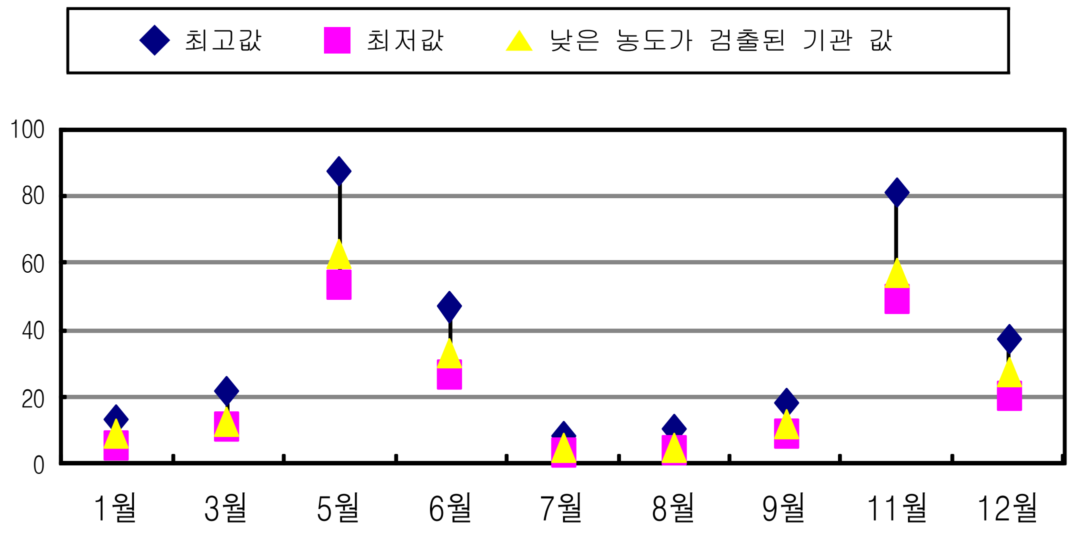
[부록 7] 한국원자력환경공단 / 지역대학 비교분석 자료

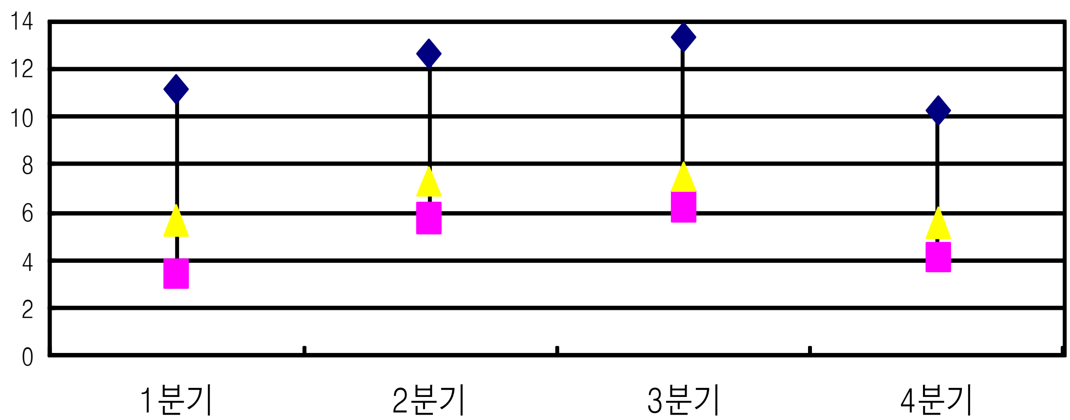
환경방사능 분석 품질관리의 목적으로 한국원자력환경공단과 경북대 방사선과학연구의 동일지점, 동일시료에 대한 비교분석을 수행하였다. 비교분석 값 중 높은 농도가 검출된 기관의 값을 기준으로 하였으며, 허용오차범위는 전처리를 요하는 시료에 대해서는 ±(20 %+2σ)를 단지 계측만을 수행하는 경우에는 ±(10 %+2σ)를 적용하였다. 비교분석 결과 전 시료에서 허용오차범위 안에 드는 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

1. 육상 물시료(빗물, 식수, 지하수)

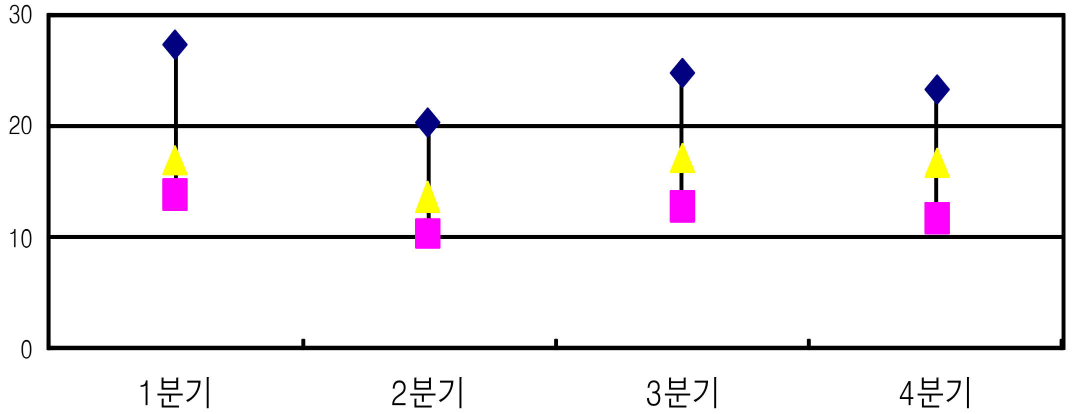
가. 빗물(동굴입구) ^{3}H

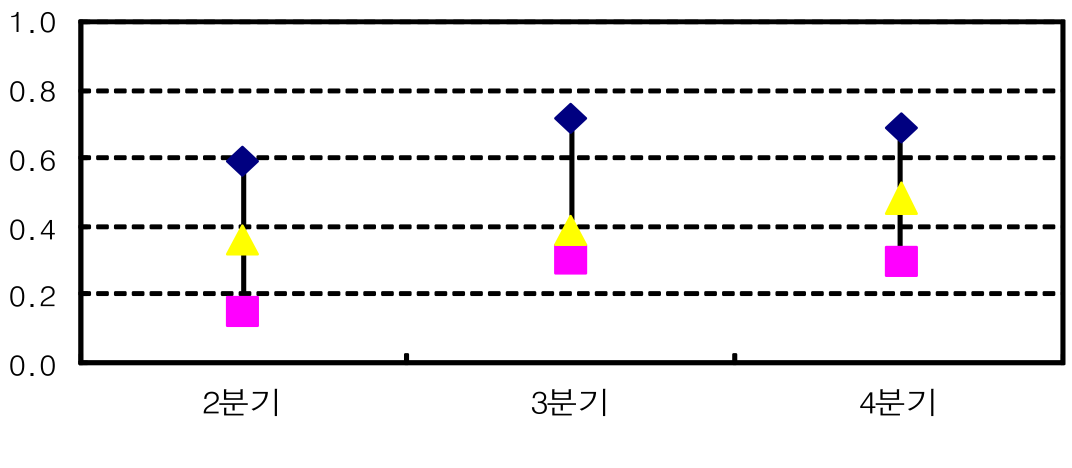
빗물에 대한 ^{3}H 분석결과 2월, 4월, 10월은 최소검출가능농도 미만으로 비교가 불가능하였다.





다. 지하수(EM-3) ^{3}H

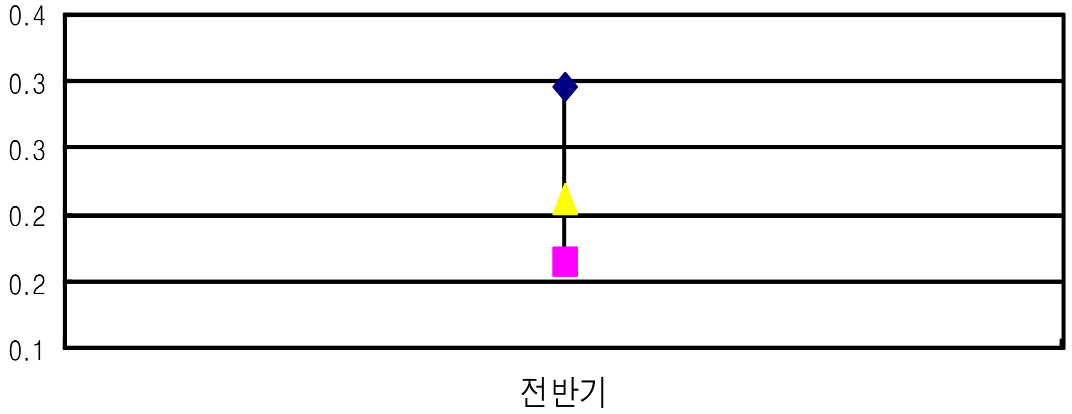


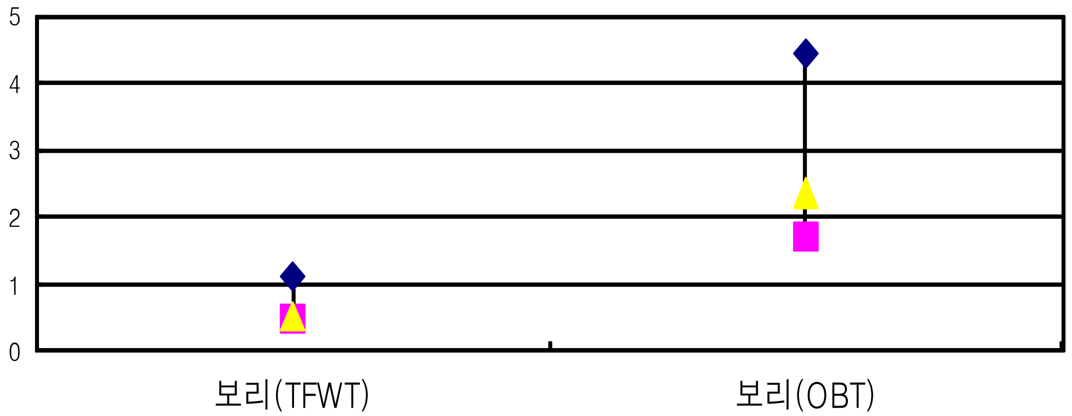


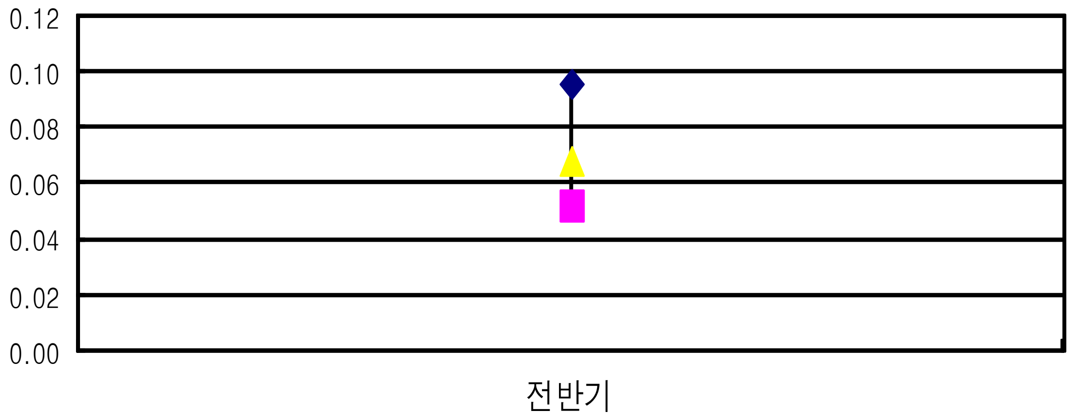
3. 육상 식품류(농산물, 닭)

가. 보리(용당)

○ 보리 ^{14}C

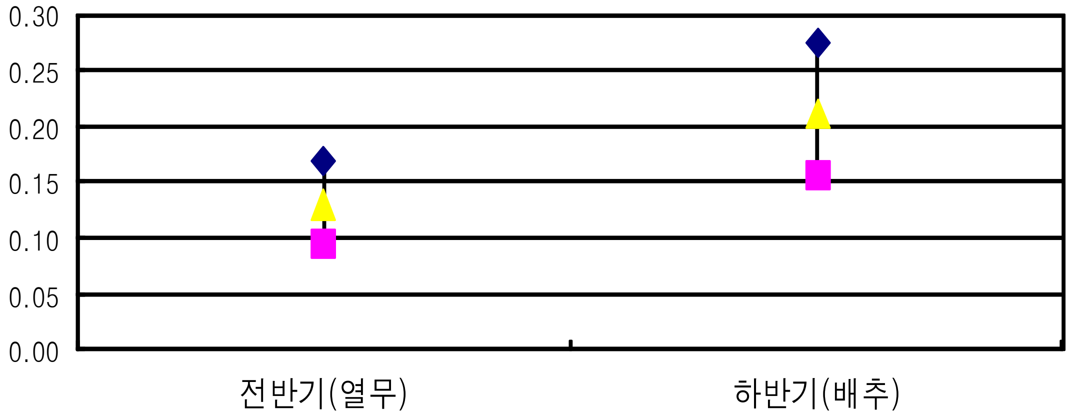


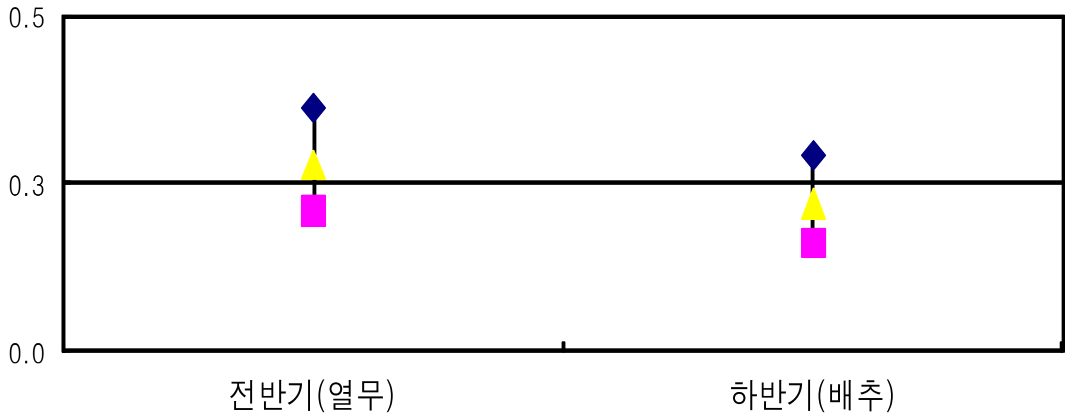


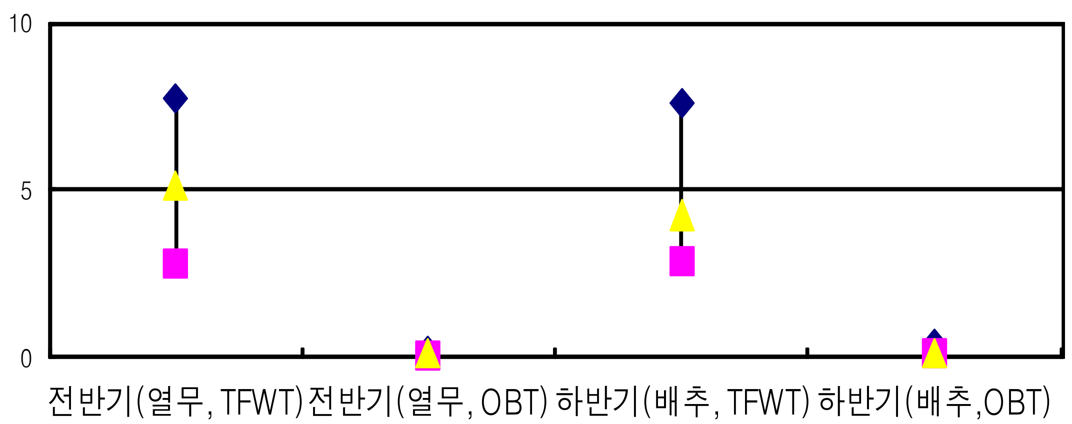


나. 열무, 배추(용당)

○ 열무 ^{90}Sr



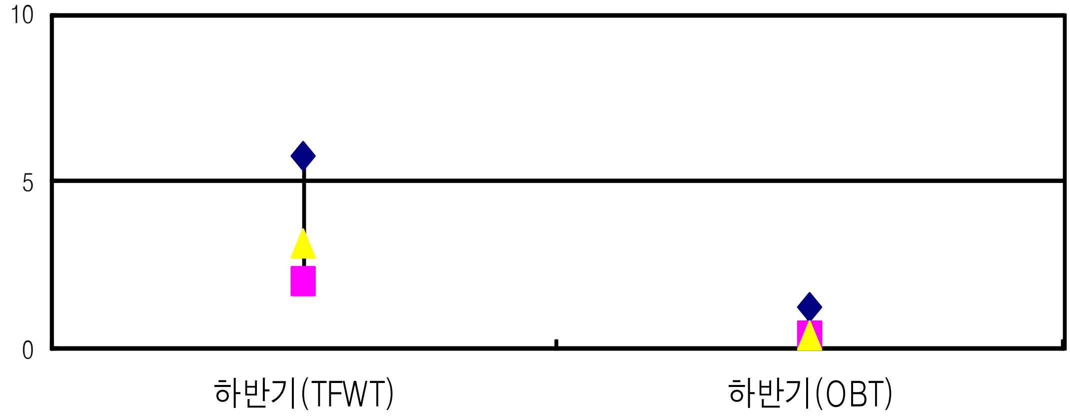


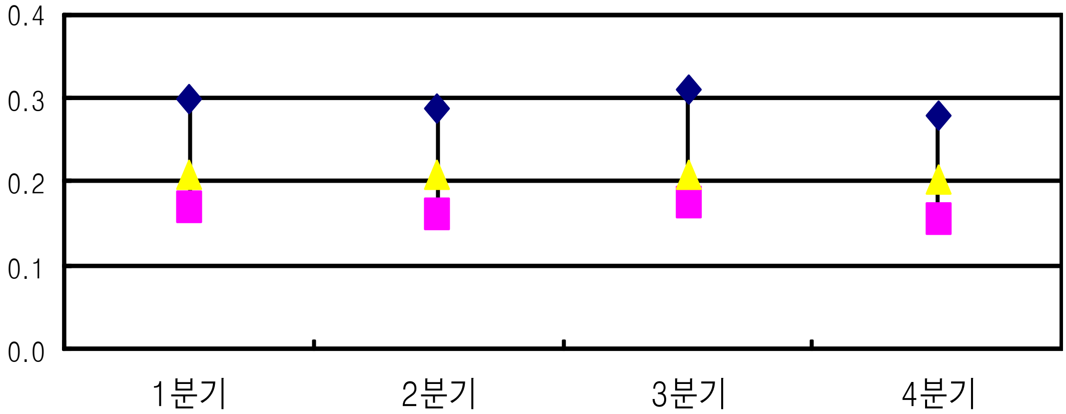


다 . 육류(봉길리)

○ 닭 ^{3}H

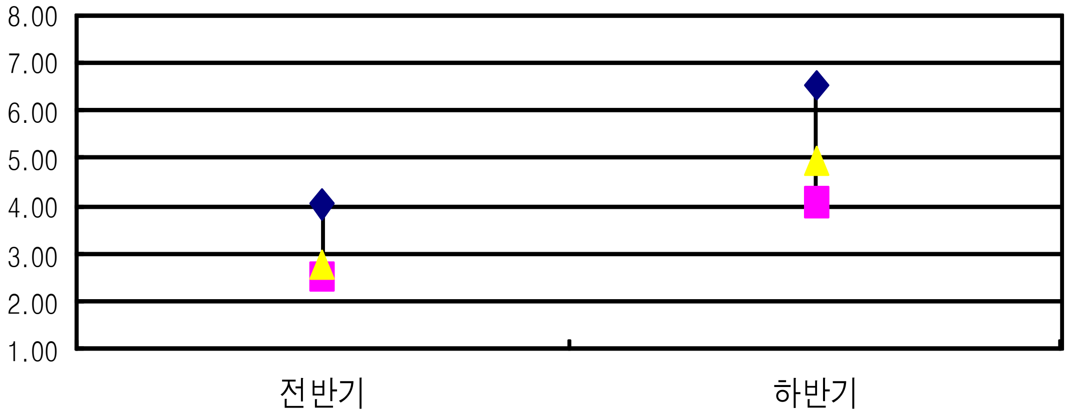
닭에 대한 ^{3}H 분석결과 전반기 조직자유수(TFWT), 조직결합수(OBT)에 대한 공단과 지역대학의 분석값이 최소검출가능농도 미만 측정되어 비교가 불가능하였다.

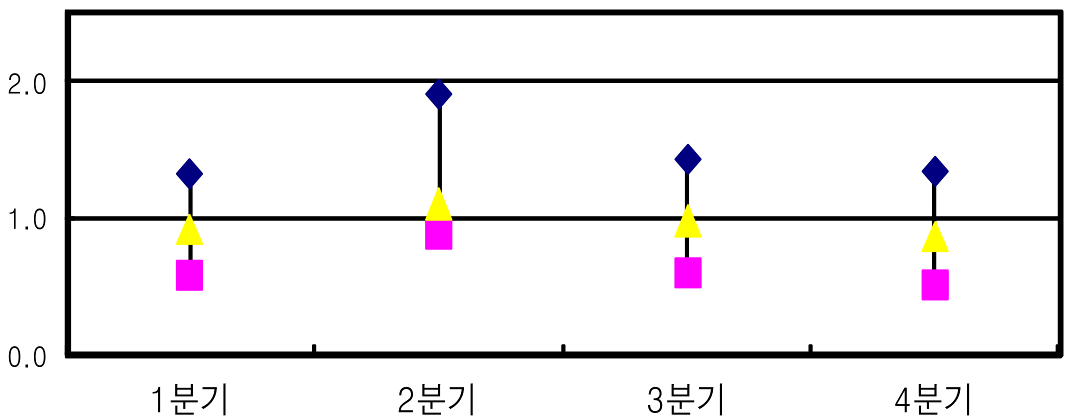


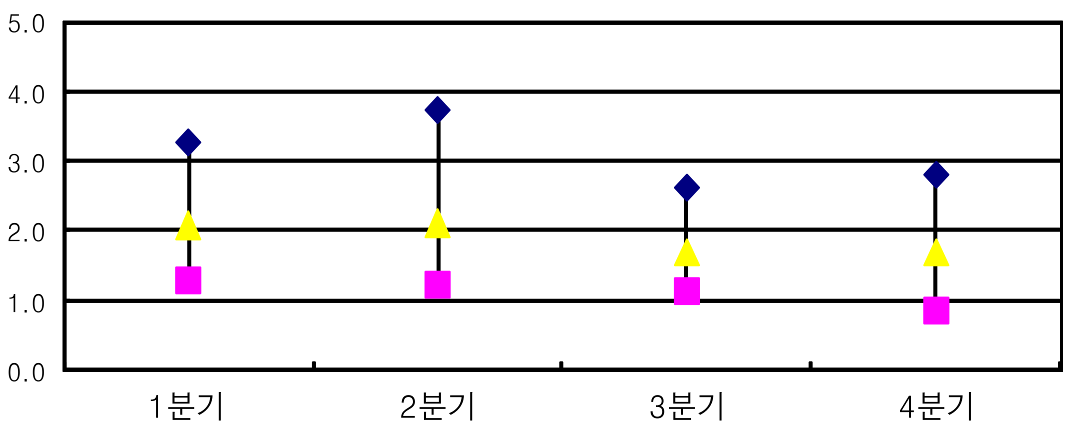


5. 지표생물(솔잎)

○ 솔잎(어일2리) ^{90}Sr



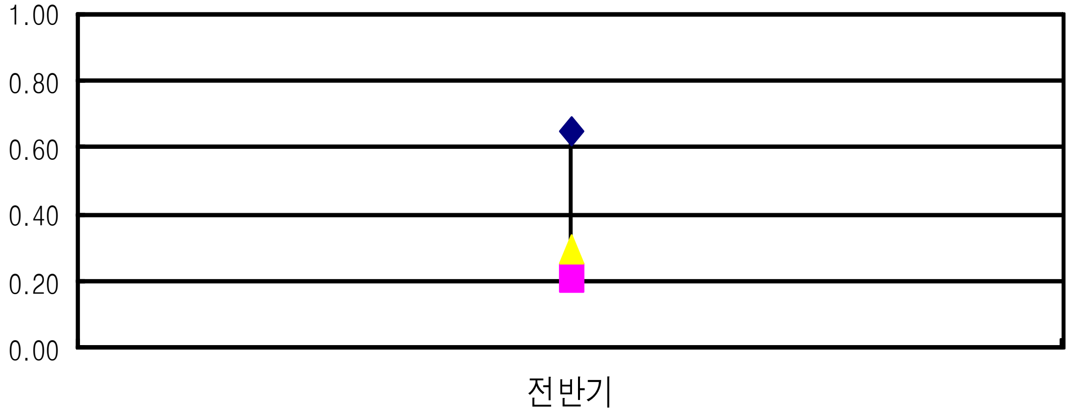




7. 해저퇴적물(봉길리해변)

○ 해저퇴적물 ^{137}Cs

해저퇴적물에 대한 ^{137}Cs 분석결과 하반기는 공단과 지역대학의 분석값이 최소검출가능농도 미만으로 측정되어 비교가 불가능하였다.



[부록 8] 기상관측 및 연도별 예상 주민피폭선량 자료

1. 기상관측 자료

가. 기온 (백엽상)

(단위 : ℃)

월 별	구 분	최 고 기 온		최 저 기 온		평균기온
		기온	발생일	기온	발생일	
1	당 년	12.8	‘18. 01. 15	-12.4	‘18. 01. 24	0.7
	과거기록	16.8	‘14. 01. 30	-14.3	‘16. 01. 24	-
2	당 년	15.0	‘18. 02. 27	-10.6	‘18. 02. 07	2.4
	과거기록	21.9	‘14. 02. 02	-13.0	‘13. 02. 08	-
3	당 년	25.4	‘18. 03. 26	-2.1	‘18. 03. 02	9.2
	과거기록	22.8	‘15. 03. 28	-6.0	‘15. 03. 10	-
4	당 년	26.9	‘18. 04. 21	0.3	‘18. 04. 08	14.3
	과거기록	30.5	‘17. 04. 30	1.4	‘13. 04. 11	-
5	당 년	29.2	‘18. 05. 24	8.6	‘18. 05. 04	17.2
	과거기록	31.5	‘14. 05. 27	5.4	‘14. 05. 06	-
6	당 년	36.1	‘18. 06. 29	13.8	‘18. 06. 17	21.4
	과거기록	31.6	‘14. 06. 01	12.4	‘15. 06. 06	-
7	당 년	35.5	‘18. 07. 24	15.9	‘18. 07. 08	26.1
	과거기록	36.0	‘17. 07. 14	16.0	‘15. 07. 05	-
8	당 년	37.6	‘18. 08. 05	19.0	‘18. 08. 19	26.5
	과거기록	38.0	‘13. 08. 08	15.5	‘16. 08. 30	-
9	당 년	29.4	‘18. 09. 05	15.5	‘18. 09. 30	21.1
	과거기록	31.9	‘13. 09. 13	12.5	‘17. 09. 29	-
10	당 년	25.3	‘18. 10. 07	4.7	‘18. 10. 30	15.4
	과거기록	28.9	‘16. 10. 03	4.5	‘15. 10. 31	-
11	당 년	18.8	‘18. 11. 10	0.9	‘18. 11. 23	11.3
	과거기록	22.5	‘17. 11. 08	-4.5	‘13. 11. 28	-
12	당 년	19.4	‘18. 12. 03	-8.2	‘18. 12. 28	4.3
	과거기록	17.9	‘16. 12. 22	-8.1	‘17.12.12	-
계	당 년	37.6	‘18. 08. 05	-12.4	‘18. 01. 24	14.2
	과거기록	38.0	‘13. 08. 08	-14.3	‘16. 01. 24	-

주) 과거기록 참조범위 : ‘13～‘17년

나. 기온 (10m)

(단위 : ℃)

월 별	구 분	최 고 기 온		최 저 기 온		평균기온
		기온	발생일	기온	발생일	
1	당 년	12.3	'18. 01. 15	-12.7	'18. 01. 26	0.6
	과거기록	16.1	'14. 01. 30	-13.8	'16. 01. 24	-
2	당 년	14.3	'18. 02. 14	-10.8	'18.02. 07	2.2
	과거기록	21.2	'14. 02. 02	-13.0	'13. 02. 08	-
3	당 년	23.0	'18. 03. 28	-2.3	'18. 03. 02	9.0
	과거기록	21.9	'15. 03. 28	-5.3	'15. 03. 10	-
4	당 년	25.7	'18. 04. 21	0.5	'18. 04. 08	14.1
	과거기록	30.4	'17. 04. 30	2.4	'13. 04. 10	-
5	당 년	28.5	'18. 05. 24	9.0	'18. 05. 04	16.9
	과거기록	31.2	'17.0 5. 19	7.4	'14. 05. 06	-
6	당 년	30.9	'18. 06. 24	14.4	'18. 06. 12	21.2
	과거기록	30.9	'14. 06. 01	12.9	'15. 06. 06	-
7	당 년	33.6	'18. 07. 16	15.7	'18. 07. 08	25.8
	과거기록	35.3	'17. 07. 14	16.4	'15. 07. 17	-
8	당 년	36.1	'18. 08. 05	19.7	'18. 08. 26	26.1
	과거기록	37.0	'13. 08. 08	16.9	'16. 08. 30	-
9	당 년	28.8	'18. 09. 05	15.4	'18. 09. 30	20.8
	과거기록	31.3	'13. 09. 13	13.2	'17. 09. 29	-
10	당 년	23.7	'18. 10. 06	5.9	'18. 10. 30	15.4
	과거기록	28.6	'16. 10. 03	4.6	'15. 10. 31	-
11	당 년	18.8	'18. 11. 08	1.4	'18. 11. 23	11.5
	과거기록	22.1	'17. 11. 08	-3.6	'13. 11. 28	-
12	당 년	18.8	'18. 12. 03	-8.4	'18. 12. 28	4.4
	과거기록	17.8	'16. 12. 22	-7.9	'17. 12. 12	-
계	당 년	36.1	'18. 08. 05	-12.7	'18. 01. 26	14.1
	과거기록	37.0	'13. 08. 08	-13.8	'16. 01. 24	-

주) 과거기록 참조범위 : '13~'17년

다. 기온 (40m)

(단위 : ℃)

월 별	구 분	최 고 기 온		최 저 기 온		평균기온
		기온	발생일	기온	발생일	
1	당 년	12.2	‘18. 01. 15	-12.8	‘18. 01. 24	0.6
	과거기록	15.9	‘14. 01. 30	-13.4	‘16. 01. 24	-
2	당 년	14.0	‘18. 02. 14	-10.9	‘18. 02. 07	2.2
	과거기록	20.9	‘14. 02. 02	-13.4	‘13. 02. 08	-
3	당 년	22.8	‘18. 03. 28	-2.4	‘18. 03. 02	9.0
	과거기록	21.7	‘15. 03. 28	-5.5	‘15. 03. 10	-
4	당 년	26.4	‘18. 04. 21	0.7	‘18. 04. 08	14.0
	과거기록	29.5	‘17. 04. 30	2.2	‘13. 04. 10	-
5	당 년	28.5	‘18. 05. 15	9.3	‘18. 05. 04	16.8
	과거기록	30.7	‘17. 05. 19	8.2	‘13. 05. 01	-
6	당 년	31.0	‘18. 06. 24	14.3	‘18. 06. 11	21.0
	과거기록	30.9	‘14. 06. 01	13.0	‘15. 06. 05	-
7	당 년	32.0	‘18. 07. 16	15.6	‘18. 07. 08	25.6
	과거기록	34.7	‘13. 07. 29	16.1	‘15. 07. 17	-
8	당 년	35.5	‘18. 08. 05	19.3	‘18. 08. 26	26.0
	과거기록	36.6	‘13. 08. 08	17.1	‘16. 08. 29	-
9	당 년	28.3	‘18. 09. 05	15.4	‘18. 09. 30	20.8
	과거기록	31.1	‘13. 09. 13	13.2	‘17. 09. 29	-
10	당 년	23.6	‘18. 10. 07	6.3	‘18. 10. 30	15.4
	과거기록	28.3	‘16. 10. 03	4.9	‘15. 10. 31	-
11	당 년	18.9	‘18. 11. 08	1.5	‘18. 11. 23	11.7
	과거기록	22.4	‘17. 11. 08	-3.0	‘13. 11. 28	-
12	당 년	18.5	‘18. 12. 03	-8.5	‘18. 12. 28	4.4
	과거기록	19.7	‘16. 12. 20	-8.2	‘17. 12. 12	-
계	당 년	35.5	‘18. 08. 05	-12.8	‘18. 01. 24	14.0
	과거기록	36.6	‘13. 08. 08	-13.4	‘13. 02. 08	-

주) 과거기록 참조범위 : ‘13～‘17년

라. 습도(백엽상)

(단위 : %)

월 \ 내용	구분	최고습도	발생일	최저습도	발생일	평균습도
1	당 년	97.0	‘18. 01. 17	13.0	‘18. 01. 27	45.1
	과거기록	100	‘17. 01. 25	6.0	‘14. 01. 31	-
2	당 년	100	‘18. 02. 28	10.0	‘18. 02. 17	42.8
	과거기록	100	‘16. 02. 13	11.0	‘17. 02. 02	-
3	당 년	100	‘18. 03. 04	18.0	‘18. 03. 28	63.6
	과거기록	100	‘16. 03. 04	6.0	‘15. 03. 22	-
4	당 년	99.0	‘18. 04. 14	17.0	‘18. 04. 19	60.1
	과거기록	100	‘14. 04. 29	11.0	‘13. 04. 15	-
5	당 년	100	‘18. 05. 06	17.0	‘18. 05. 04	73.9
	과거기록	100	‘16. 05. 03	15.0	‘17. 05. 07	-
6	당 년	100	‘18. 06. 29	30.0	‘18. 06. 21	74.7
	과거기록	100	‘16. 06. 04	22.0	‘15. 06. 04	-
7	당 년	100	‘18. 07. 01	49.0	‘18. 07. 20	82.0
	과거기록	100	‘16. 07. 01	35.0	‘14. 07. 11	-
8	당 년	100	‘18. 08. 15	44.0	‘18. 08. 05	81.1
	과거기록	100	‘13. 08. 01	28.0	‘16. 08. 31	-
9	당 년	100	‘18. 09. 03	36.0	‘18. 09. 23	76.8
	과거기록	100	‘15. 09. 03	22.0	‘17. 09. 29	-
10	당 년	100	‘18. 10. 05	25.0	‘18. 10. 30	63.9
	과거기록	100	‘15. 10. 01	17.0	‘17. 10. 31	-
11	당 년	100	‘18. 11. 08	16.0	‘18. 11. 23	57.4
	과거기록	100	‘15. 11. 07	13.0	‘16. 11. 16	-
12	당 년	100	‘18. 12. 03	11.0	‘18. 12. 27	48.8
	과거기록	99.0	‘15. 12. 10	8.0	‘15. 12. 27	-
계	당 년	100	‘18. 02. 28	10.0	‘18. 02. 17	64.3
	과거기록	100	‘13. 08. 01	6.0	‘14. 01. 31	-

주) 과거기록 참조범위 : ‘13～‘17년

마. 강수량

(단위 : mm)

월 별	구 분	최고 강수량		월간 강수량
		강수량	발 생 일	
1	당 년	14.0	‘18. 01. 17	30.5
	과거기록	25.0	‘16. 01. 29	-
2	당 년	31.0	‘18. 02. 28	32.5
	과거기록	24.5	‘14. 02. 10	-
3	당 년	52.5	‘18. 03. 19	158.5
	과거기록	45.5	‘13. 03. 18	-
4	당 년	43.5	‘18. 04. 23	111.0
	과거기록	98.5	‘14. 04. 28	-
5	당 년	20.5	‘18. 05. 07	70.5
	과거기록	83.5	‘13. 05. 28	-
6	당 년	53.5	‘18. 06. 28	118.5
	과거기록	44.5	‘13. 06. 19	-
7	당 년	59.5	‘18. 07. 03	136.5
	과거기록	74.0	‘15. 07. 09	-
8	당 년	138.5	‘18. 08. 26	240.0
	과거기록	119.5	‘14. 08. 18	-
9	당 년	41.5	‘18. 09. 21	170.5
	과거기록	139.5	‘16. 09. 17	-
10	당 년	105.5	‘18. 10. 05	191.0
	과거기록	265.0	‘16. 10. 05	-
11	당 년	44.5	‘18. 11. 08	54.5
	과거기록	35.5	‘15. 11. 07	-
12	당 년	11.5	‘18. 12. 04	26.5
	과거기록	34.0	‘16. 12. 22	-
계	당 년	138.5	‘18. 08. 26	1340.5
	과거기록	265.0	‘16. 10. 05	-

주) 과거기록 참조범위 : ‘13～‘17년

바. 풍속(10m)

(단위 : m/s)

월 별	구 분	10분간 최대풍속		최대순간풍속		평균풍속
		풍속	발생일	풍속	발생일	
1	당 년	8.4	‘18. 01. 25	16.2	‘18. 01. 11	2.1
	과거기록	9.7	‘15. 01. 27	22.5	‘16. 01. 19	-
2	당 년	8.9	‘18. 02. 28	17.4	‘18. 02. 04	1.8
	과거기록	10.7	‘14. 02. 07	19.1	‘17. 02. 09	-
3	당 년	9.4	‘18. 03. 21	18.6	‘18. 03. 20	2.2
	과거기록	9.1	‘14. 03. 13	19.6	‘14. 03. 13	-
4	당 년	8.5	‘18. 04. 10	18.4	‘18. 04. 10	1.7
	과거기록	9.6	‘16. 04. 17	20.5	‘16. 04. 17	-
5	당 년	7.3	‘18. 05. 17	14.9	‘18. 05. 03	1.6
	과거기록	8.3	‘16. 05. 16	16.8	‘16. 05. 04	-
6	당 년	7.7	‘18. 06. 27	16.2	‘18. 06. 26	1.3
	과거기록	6.4	‘16. 06. 05	13.3	‘16. 06. 05	-
7	당 년	9.3	‘18. 07. 03	18.6	‘18. 07. 29	1.4
	과거기록	8.7	‘15. 07. 17	19.4	‘15. 07. 17	-
8	당 년	8.8	‘18. 08. 24	15.3	‘18. 08. 24	1.3
	과거기록	11.0	‘15. 08. 25	27.4	‘15. 08. 25	-
9	당 년	7.0	‘18. 09. 30	15.3	‘18. 09. 30	1.7
	과거기록	9.0	‘16. 09. 20	18.4	‘17. 09. 17	-
10	당 년	10.1	‘18. 10. 06	18.0	‘18. 10. 06	1.5
	과거기록	12.6	‘16. 10. 05	33.0	‘16. 10. 05	-
11	당 년	7.7	‘18. 11. 22	17.5	‘18. 11. 22	1.4
	과거기록	9.8	‘13. 11. 11	21.9	‘13. 11. 11	-
12	당 년	8.1	‘18. 12. 29	19.4	‘18. 12. 08	2.3
	과거기록	10.6	‘16. 12. 29	23.6	‘17. 12. 01	-
계	당 년	10.1	‘18. 10. 06	19.4	‘18. 12. 08	1.7
	과거기록	12.6	‘16. 10. 05	33.0	‘16. 10. 05	-

주) 과거기록 참조범위 : ‘13~‘17년

사. 풍속(40m)

(단위 : m/s)

월 별	구 분	10분간 최대풍속		최대순간풍속		평균풍속
		풍속	발생일	풍속	발생일	
1	당 년	11.6	‘18. 01. 12	18.7	‘18. 01. 30	3.3
	과거기록	14.4	‘13. 01. 09	25.2	‘16. 01. 19	-
2	당 년	13.0	‘18. 02. 28	19.9	‘18. 02. 06	3.0
	과거기록	15.1	‘14. 02. 07	21.4	‘17. 02. 06	-
3	당 년	14.6	‘18. 03. 20	24.4	‘18. 03. 01	3.9
	과거기록	12.9	‘14. 03. 13	25.1	‘14. 03. 13	-
4	당 년	12.1	‘18. 04. 10	20.3	‘18. 04. 27	3.1
	과거기록	14.0	‘17. 04. 14	20.3	‘13. 04. 16	-
5	당 년	11.5	‘18. 05. 06	18.6	‘18. 05. 03	3.0
	과거기록	11.6	‘13. 05. 30	18.7	‘15. 05. 13	-
6	당 년	12.5	‘18. 06. 27	18.1	‘18. 06. 26	2.8
	과거기록	11.6	‘17. 06. 07	17.0	‘14. 06. 04	-
7	당 년	14.2	‘18. 07. 03	23.3	‘18. 07. 29	2.8
	과거기록	12.3	‘15. 07. 12	21.9	‘15. 07. 17	-
8	당 년	15.7	‘18. 08. 24	21.3	‘18. 08. 24	2.4
	과거기록	16.6	‘15. 08. 25	28.1	‘15. 08. 25	-
9	당 년	12.0	‘18. 09. 30	20.3	‘18. 09. 30	3.0
	과거기록	11.8	‘17. 09. 15	18.5	‘15. 09. 09	-
10	당 년	24.5	‘18. 10. 06	34.0	‘18. 10. 06	2.4
	과거기록	17.0	‘14. 10. 13	28.4	‘13. 10. 08	-
11	당 년	12.3	‘18. 11. 08	19.5	‘18. 11. 22	2.4
	과거기록	14.4	‘15. 11. 27	24.3	‘13. 11. 11	-
12	당 년	13.4	‘18. 12. 29	22.8	‘18. 12. 29	3.6
	과거기록	16.1	‘17. 12. 01	24.5	‘17. 12. 01	-
계	당 년	24.5	‘18. 10. 06	34.0	‘18. 10. 06	3.0
	과거기록	17.0	‘14. 10. 13	28.4	‘13. 10. 08	-

주) 과거기록 참조범위 : ‘13~‘17년

아. 풍향별 발생빈도 (10m)

(단위 : %)

방위 / 년도	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALM	합계
2016년	3.96	4.15	4.11	6.15	7.77	2.73	1.01	0.86	1.51	3.00	5.92	10.24	10.94	10.95	13.02	3.94	9.73	100
2017년	3.05	4.16	2.85	6.06	5.70	6.33	0.95	0.38	0.47	2.34	6.42	5.00	8.64	9.81	13.63	11.43	12.77	100
2018년	5.28	4.94	5.76	5.29	5.83	1.96	0.43	0.37	1.24	7.28	5.34	4.94	10.67	7.79	14.94	4.85	13.10	100

자. 풍향별 발생빈도 (40m)

(단위 : %)

방위 / 년도	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALM	합계
2016년	7.30	9.41	5.07	2.36	1.58	0.71	2.24	6.11	4.81	7.20	5.09	3.21	4.24	9.59	11.84	13.48	5.78	100
2017년	7.22	5.38	6.08	5.79	2.79	1.05	0.32	1.92	2.93	10.26	7.81	3.88	3.35	9.33	15.89	10.59	5.41	100
2018년	6.61	8.16	5.87	3.59	2.12	0.45	0.78	1.63	9.62	9.04	4.11	3.07	5.37	12.24	11.97	9.64	5.74	100

차. 해륙풍 발생빈도 (10m)

(단위 : %)

계절	해풍 (ENE-SSE)	육풍 (S-NE)	Calm
봄	16.0	71.9	12.1
여름	22.5	54.0	23.5
가을	11.7	78.2	10.14
겨울	0.399	92.8	6.82
연간	12.6	74.2	13.2

카. 해륙풍 발생빈도 (40m)

(단위 : %)

계절	해풍 (ENE-SSE)	육풍 (S-NE)	Calm
봄	8.18	87.2	4.58
여름	13.69	77.0	9.32
가을	7.6	86.8	5.58
겨울	0.283	96.9	2.807
연간	7.44	87.0	5.57

타. 대기안정도 등급별 발생빈도 (온도차)

(단위 : %)

등급 / 월별	A	B	C	D	E	F	G	계
	심한불안정	불안정	약한불안정	중립	약한안정	안정	심한안정	
1	0.784	0.470	0.896	23.370	65.023	7.865	1.590	100
2	3.001	1.042	2.356	25.273	59.077	8.482	0.769	100
3	8.916	1.053	1.725	21.393	53.517	11.021	2.374	100
4	12.129	1.781	2.267	23.148	47.916	9.814	2.939	100
5	9.750	2.420	2.514	30.059	42.160	8.683	4.412	100
6	15.786	1.990	2.684	28.587	36.528	10.254	4.165	100
7	18.950	1.774	1.775	27.908	36.261	10.642	2.694	100
8	7.605	2.844	3.995	32.521	45.002	7.177	0.858	100
9	2.453	1.088	2.383	30.254	57.914	4.861	1.042	100
10	2.801	1.613	2.935	27.012	48.665	12.666	4.303	100
11	1.759	1.110	1.966	24.699	51.551	13.263	5.648	100
12	0.381	0.582	1.456	33.735	53.922	7.863	2.061	100
계	7.034	1.479	2.241	27.339	49.775	9.393	2.740	100

주) 1분 간격 10분 이동평균자료로 산출

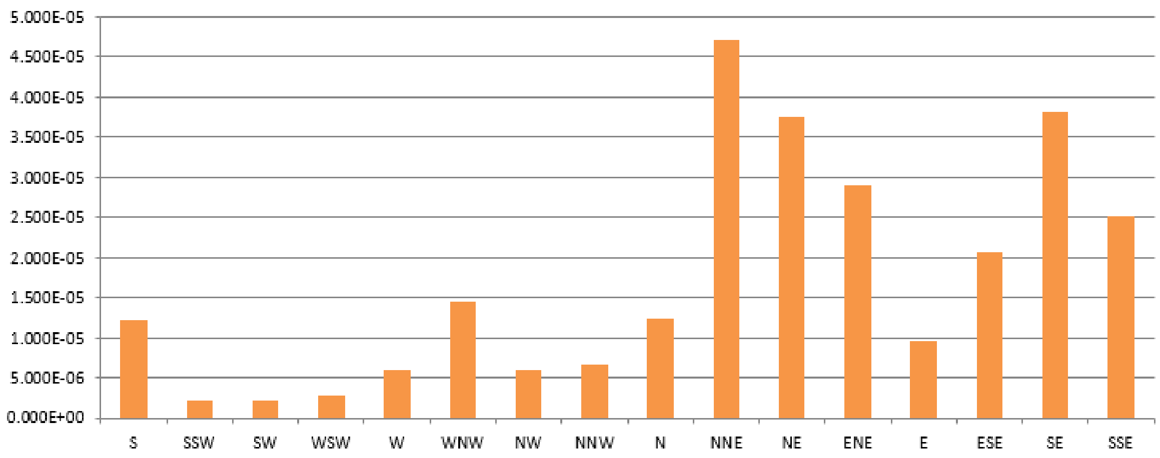
2. 대기확산특성 자료

가. 개　요

구　분	정상 대기확산인자
근거	Reg. Guide 1.111을 근거로 개발한 XOQDOQ(대기확산인자 평가프로그램)과 GASPAR(기체상 유출물에 의한 선량평가 프로그램), LADTAP(액체상 유출물에 의한 선량평가 프로그램)
기본 가정	Straight-Line Gaussian Plume Model
적용 전산모델	RADCAP(중·저준위 방사성폐기물 처분시설 부지의 환경적 특성을 고려하여 개발)
대상 지역	중·저준위 처분시설로 부터 반경 10km 이내
기상자료 관측 고도	대기안정도 산출을 위해 두 높이(10m, 40m)에서 측정된 온도의 차이를 이용함
계산 기간	월간, 분기, 반기, 연간의 4가지 기간으로 구분하여 평가
활용	중·저준위 처분시설에서 기체 및 액체 방사성물질 배출에 의한 주민 피폭선량 계산
계산방법	실시간 자료가 아닌 대기안정도에 따른 풍향과 풍속의 발현빈도자료(Joint Frequency Distribution Data)를 사용하며 보다 신뢰성 있는 대기확산인자를 평가하기 위해 부지내에서 관측한 기상자료를 사용함

나. 2018년 전반기 대기확산인자 분포

(단위 : sec/㎥)



다. 최근년도 연도별 대기확산인자

(단위 : sec/㎥)

방위 \ 년도	2016년	2017년	2018년
S	9.685E-06	8.16E-06	1.220E-05
SSW	1.869E-06	1.42E-06	2.222E-06
SW	1.510E-06	1.20E-06	2.181E-06
WSW	2.607E-06	2.42E-06	2.828E-06
W	5.097E-06	6.15E-06	5.959E-06
WNW	1.323E-05	1.87E-05	1.450E-05
NW	1.015E-05	5.92E-06	5.872E-06
NNW	8.526E-06	5.85E-06	6.604E-06
N	1.187E-05	8.98E-06	1.237E-05
NNE	1.908E-05	2.08E-05	4.714E-05
NE	2.236E-05	2.77E-05	3.753E-05
ENE	3.888E-05	3.28E-05	2.893E-05
E	9.618E-06	8.54E-06	9.525E-06
ESE	1.897E-05	1.82E-05	2.059E-05
SE	2.770E-05	3.24E-05	3.814E-05
SSE	1.870E-05	2.43E-05	2.507E-05

라. 결합빈도분포

(단위 : %)

대기안정도 / 방 위	A	B	C	D	E	F	G
N	0.01	0.01	0.02	2.05	4.01	0.14	0.01
NNE	0.09	0.08	0.22	5.11	2.90	0.07	0.01
NE	0.31	0.32	0.44	3.74	1.04	0.02	0.01
ENE	0.07	0.12	0.22	2.10	1.14	0.02	0.00
E	0.12	0.07	0.08	0.97	0.87	0.04	0.01
ESE	-	-	-	0.07	0.33	0.06	0.00
SE	0.13	0.01	0.02	0.18	0.30	0.06	0.00
SSE	0.52	0.08	0.08	0.40	0.46	0.10	0.01
S	5.10	0.25	0.23	1.35	1.81	0.52	0.08
SSW	0.28	0.15	0.23	1.49	5.35	1.27	0.35
SW	0.03	0.02	0.05	0.41	2.20	1.14	0.25
WSW	0.02	0.02	0.04	0.42	1.45	0.74	0.42
W	0.08	0.06	0.11	1.03	2.78	0.76	0.31
WNW	0.21	0.19	0.32	2.67	8.00	0.82	0.23
NW	0.02	0.05	0.10	2.76	7.91	0.73	0.20
NNW	0.03	0.03	0.08	2.11	6.94	0.63	0.17
TOTAL	7.03	1.48	2.24	27.34	49.78	9.39	2.74

주) 10분 간격 10분 이동 평균자료로 산출

3. 연도별 예상 주민피폭선량 평가자료

가. 예상 주민피폭선량 (기체)

[단위 : mSv/yr]

부위	제한치	2016년	2017년	2018년
공기 중 감마	0.10 mGy/yr	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
공기 중 베타	0.20 mGy/yr	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
유효	0.05 mSv/yr	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
피부	0.15 mSv/yr	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
장기[주)]	0.15 mSv/yr	5.86E-06	2.05E-06	1.65E-06

주) 장기의 경우 최대피폭장기를 택함.

나. 예상 주민피폭선량 (액체)

[단위 : mSv/yr]

부위	제한치	2016년	2017년	2018년
유효	0.03 mSv/yr	1.12E-07	3.43E-08	6.43E-09
장기	0.10 mSv/yr	1.12E-07	3.43E-08	6.43E-09

다. 예상 주민피폭선량 (기체-부지)

[단위 : mSv/yr]

부 위	제한치	2016년	2017년	2018년
유 효	0.25 mSv/yr	5.95E-06	2.08E-06	1.65E-06
갑상선	0.75 mSv/yr	5.95E-06	2.08E-06	1.65E-06

라. 16개 방위별 제한구역경계까지의 거리

풍하방향	기체 배출지점으로부터의 제한구역경계까지의 거리(m)	
	방사성폐기물 배출지점 기준	수직출입구 배출지점 기준
N	1.100E+02	1.100E+02
NNE	1.100E+02	1.190E+02
NE	1.100E+02	1.560E+02
ENE	1.100E+02	2.870E+02
E	1.100E+02	4.530E+02
ESE	1.200E+02	3.830E+02
SE	1.100E+02	4.180E+02
SSE	1.180E+02	2.510E+02
S	1.530E+02	2.040E+02
SSW	2.700E+02	2.110E+02
SW	2.520E+02	2.750E+02
WSW	2.740E+02	2.840E+02
W	1.670E+02	3.490E+02
WNW	1.100E+02	2.870E+02
NW	1.100E+02	1.560E+02
NNW	1.100E+02	1.190E+02

부 록 II

제 1 장 서 론

중ㆍ저준위 방사성폐기물 해상운반경로 안전성 확인을 위해 2018년도 해수 시료 채취 및 방사능 분석을 추진하였다. 본 방사선환경조사의 목적은 중·저준위 방사성폐기물 해상운반으로 인하여 해상운반경로 주변 주민들이 받게 되는 피폭방사선량이 연간 일반인 선량한도 이내로 충분히 작게 유지될 수 있도록 운송선박의 건전성을 확인하여 주민의 건강과 안전을 확보하고, 환경의 방사능오염을 사전에 예방하는 데 있다. 이에 대한 효율적인 운영ㆍ관리를 위해 기 운영 중인 “중·저준위 방사성폐기물 처분시설 부지주변 및 해상운반경로 방사선환경조사계획서”(이하 “조사계획서”) 변경을 통해 통합 운영되며 그 결과를 종합하였다.

조사계획서에는 해상운반이 환경에 미치는 방사선 영향을 조사ㆍ평가하기 위한 시료채취지점, 분석항목 등이 제시되어 있다. 해상운반경로 해수시료에 대한 분석은 월성지역본부 환경실험실에서 수행하였으며, 조사결과의 신뢰성을 제고하기 위해 조사지점에 대한 시료 분석의 일부는 타 기관과의 용역을 통해서 분석을 수행하였다. 조사계획서에 따라 일부 지점에 대해서는 공단과 타 기관에서 동일시료를 각자 분석하여 비교하는 방사능분석의 품질관리 활동을 수행하였다.

제 2 장 조사 및 시료채취 지점

조사시료는 해상운반으로 인한 영향, 환경감시여건 및 특성 등을 고려하여 선정하였으며, 시료채취 지점은 원전물량장 인근, 수산물 생산량, 연안도시 인구수 등을 고려하여 선정하였다.

시료채취지점, 시료별 조사항목 및 주기는 [표 1, 표 2]와 같다.

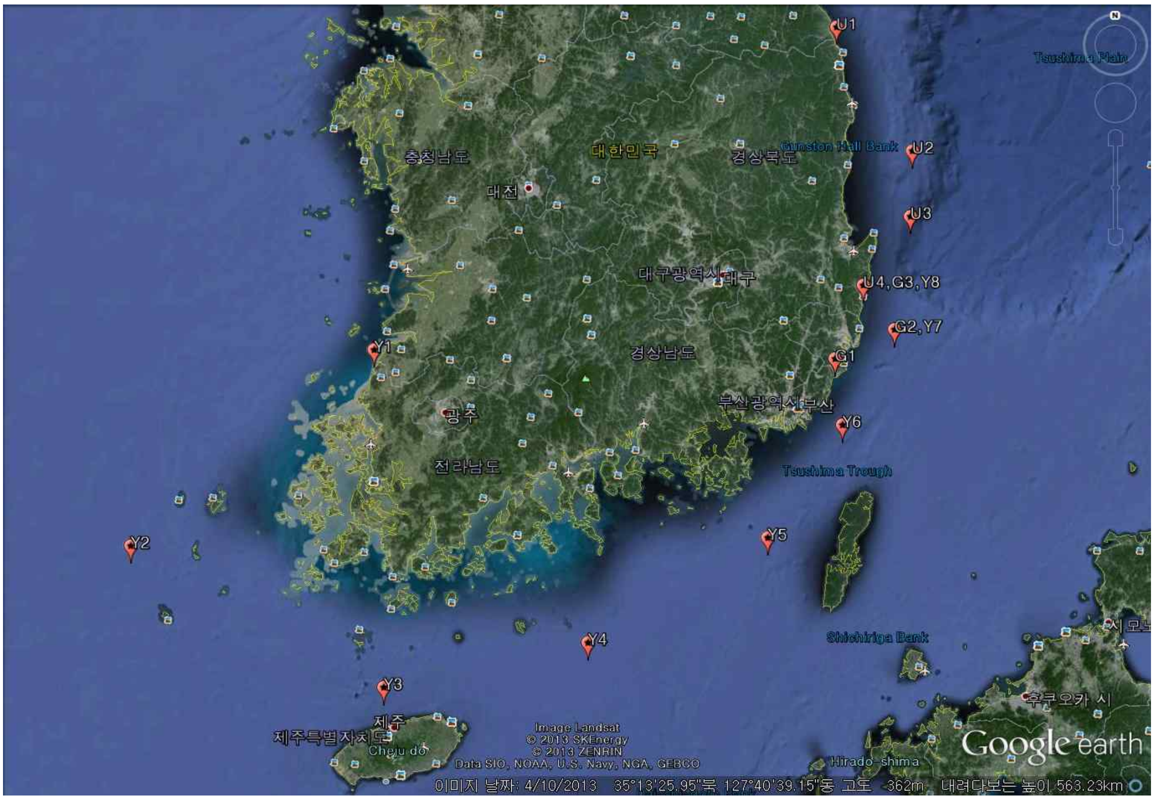
[표 1] 시료채취지점

조사대상	순번	채 취 지 점		좌 표		조사주기(선정사유)
				북 위	동 경	
해수	1	U1	한울-월성(4개 지점)	37도06분03초	129도22분59초	방사성폐기물 해상운반 시 (방사성폐기물 운반으로 인한 방사능 누출 가능성 고려)
	2	U2		36도25분07초	129도50분05초	
	3	U3		36도04분00초	129도48분05초	
	4	U4		35도42분24초	129도28분55초	
	1	G1	고리-월성(3개 지점)	35도19분14초	129도17분13초	
	2	G2		35도28분00초	129도47분07초	
	3	G3		35도42분24초	129도28분55초	
	1	Y1	한빛-월성(8개 지점)	35도24분09초	126도24분23초	
	2	Y2		34도21분00초	124도53분08초	
	3	Y3		33도37분05초	126도28분00초	
	4	Y4		33도51분00초	127도43분08초	
	5	Y5		34도12분06초	128도28분00초	
	6	Y6		34도58분02초	129도19분06초	
	7	Y7		35도28분00초	129도47분07초	
	8	Y8		35도42분24초	129도28분55초	

[표 2] 시료별 조사항목 및 주기

조 사 항 목			주기		지점수
구분	환경매체	감시핵종	채취빈도	분석빈도	
해양 시료	해 수	γ동위원소(^{131}I 제외)	해상운반 시		15
		삼중수소			
		전베타			

[그림 1] 시료채취 및 측정지점



제 3 장 조사결과 및 평가

3.1 해상운반

3.1.1 해양시료(해수)

3.1.1.1 조사방법

해상운반경로 환경감시를 위한 해수시료에 대한 방사능분석은 중・저준위 방사성폐기물 해상운반계획에 따라 수행되었으며, 방사성폐기물 해상운반 시 시료를 채취하여 분석하였다.

해수시료의 감마동위원소 분석을 위해 60 L 시료를 1차 AMP공침, 2차 MnO_2 공침 후(인몰리브덴산 – 이산화망간 공침법) 감마핵종분석기로 계측하였다.

^{3}H는 시료 500 mL를 증류하여 증류시료 8 mL와 액체섬광체 12 mL를 20 mL vial에 혼합하여 액체섬광계수기로 계측하였으며, 전베타 방사능 분석은 채취된 해수시료 10 mL를 증발 농축시켜 계측용 접시에 담아 적외선 건조기로 건조시킨 후 저준위 알파・베타계수기로 계측하였다.

3.1.1.2 조사결과

해수 시료 1종에 대해 한울-월성 4개 지점, 고리-월성 3개 지점, 한빛-월성 8개 지점에서 각 1항차씩 운반됨에 따라 총 15개 시료를 채취하여 이를 분석하였다. 해양시료(해수)에 대한 감마동위원소 분석결과 인공방사성 핵종인 ^{137}Cs 이 한울-월성지점 해상운반경로(비교지점을 제외한 지점)에서는 1.86 ~ 2.46 mBq/L 비교지점에서는 1.50~1.85 mBq/L, 고리-월성지점 해상운반경로에서는 2.09 ~ 2.10 mBq/L 비교지점에서는 2.04 ~ 2.32 mBq/L, 한빛-월성지점 해상운반경로에서는 1.35 ~ 1.91 mBq/L 비교지점에서는 1.60 ~ 2.29 mBq/L 로 측정되었다.

전베타 분석 결과 한울-월성지점 해상운반경로에서는 10.5~11.6 Bq/L 비교지점에서는 10.8 ~ 11.0 Bq/L, 고리-월성지점 해상운반경로에서는 9.37 ~ 9.40 Bq/L 비교지점에서는 9.50 ~ 10.7 Bq/L, 한빛-월성지점 해상운반경로에서는 9.21~11.5 Bq/L 비교지점에서는 10.1 ~ 11.8 Bq/L 로 측정되었다.

^{3}H의 경우 모든 지점에서 최소검출가능농도 미만으로 측정되었다.

[표-3] 방사선환경조사 결과 요약표

[조사기관 : 한국원자력환경공단]

시료명 (측정단위)	분석항목 (분석건수)*1	해상운반경로 평균*2 (범위)*3	최대지점		비교지점 평균*2 (범위)*3
			지점명 (방위 및 거리)	평균*2 (범위)*3	
한울-월성(U) 해수(Bq/L)	H-3(5)	< 1.30(0/3)	-	-	< 1.16(0/2)
	전베타(5)	10.9(3/3) (10.5~11.6)	U2 (북위 36도25분07초, 동경 129도50분05초)	11.6(1/1)	10.9(2/2) (10.8~ 11.0)
한울-월성(U) 해수(mBq/L)	^{134}Cs(5)	< 1.25(0/3)	-	-	< 0.994(0/2)
	^{137}Cs(5)	2.26(3/3) (1.86~2.46)	U4 (북위 35도42분24초, 동경 129도28분55초)	2.46(1/1)	1.68(2/2) (1.50~1.85)
	^{54}Mn(5)	< 1.29(0/3)	-	-	< 1.31(0/2)
	^{59}Fe(5)	< 2.88(0/3)	-	-	< 2.73(0/2)
	^{58}Co(5)	< 1.20(0/3)	-	-	< 1.17(0/2)
	^{60}Co(5)	< 1.47(0/3)	-	-	< 1.39(0/2)
고리-월성(G) 해수(Bq/L)	H-3(4)	< 1.24(0/2)	-	-	< 1.16(0/2)
	전베타(4)	9.39(2/2) (9.37~9.40)	G2 (북위 35도28분00초, 동경 129도47분07초)	10.1(2/2) (9.50~ 10.7)	10.1(2/2) (9.50~ 10.7)
고리-월성(G) 해수(mBq/L)	^{134}Cs(4)	< 1.14(0/2)	-	-	< 1.15(0/2)
	^{137}Cs(4)	2.10(2/2) (2.09~2.10)	G2 (북위 35도28분00초, 동경 129도47분07초	2.18(2/2) (2.04~2.32)	2.18(2/2) (2.04~2.32)
	^{54}Mn(4)	< 1.60(0/2)	-	-	< 1.93(0/2)
	^{59}Fe(4)	< 3.96(0/2)	-	-	< 3.64(0/2)
	^{58}Co(4)	< 1.69(0/2)	-	-	< 1.23(0/2)
	^{60}Co(4)	< 1.82(0/2)	-	-	< 0.880(0/2)
한빛-월성(Y) 해수(Bq/L)	H-3(9)	< 1.24(0/7)	-	-	< 1.09(0/2)
	전베타(9)	10.5(7/7) (9.21~11.5)	Y7 (북위 35도28분00초, 동경 129도47분07초)	11.5(1/1)	11.0(2/2) (10.1~ 11.8)
한빛-월성(Y) 해수(mBq/L)	^{134}Cs(9)	< 0.856(0/7)	-	-	< 0.919(0/2)
	^{137}Cs(9)	1.68(7/7) (1.35~1.91)	Y4 (북위 33도51분00초, 동경 127도43분08초)	1.95(2/2) (1.60~2.29)	1.95(2/2) (1.60~2.29)
	^{54}Mn(9)	< 1.32(0/7)	-	-	< 1.32(0/2)
	^{59}Fe(9)	< 3.23(0/7)	-	-	< 0.741(0/2)
	^{58}Co(9)	< 1.33(0/7)	-	-	< 1.56(0/2)
	^{60}Co(9)	< 1.56(0/7)	-	-	< 1.56(0/2)

주) 1. 분석건수 : 조사기간 중 해당항목에 대한 분석건수의 합
2. 평균 : 최소검출가능농도를 포함한 측정값의 평균
최대지점은 해상운반경로별(한울-월성, 한빛-월성, 고리-월성) 시료지점의 평균값이 최대인 지점
평균값 오른쪽의 괄호에는 해당항목의 (검출건수/분석건수)를 나타냄
3. 범위 : 최소검출가능농도를 포함한 측정값의 최소~최대 범위
조사결과 모두 최소검출가능농도 미만으로 측정된 자료는 최소검출가능농도 중에서 최소 값만으로 단일 표기함

[표-4] 저준위 알파·베타계수기 효율 교정결과

□ 한일원자력주식회사

○ 전베타 물시료용

<table>
<tr><th>계측장비 및 작동조건</th><th>KCl 중량(mg)</th><th>효율(%)</th></tr>
<tr><td rowspan="10">○ 계측장비명 : CANBERRA S5XLB
○ 검출기종류 : 비례계수관
○ 검출기형태 : Gas-flow Type
○ 작동전압 : 1440 V
○ 사용gas : P-10
(Methane 10 %, Argon 90 %)
○ 계측일자 : 2018.07.09. ~ 2018.07.12.
○ 효율교정식
y = 0.000005388650x² - 0.016871499729x + 47.302854310265</td><td>21.43</td><td>47.40</td></tr>
<tr><td>70.01</td><td>45.57</td></tr>
<tr><td>100.01</td><td>45.78</td></tr>
<tr><td>158.01</td><td>44.88</td></tr>
<tr><td>201.11</td><td>44.35</td></tr>
<tr><td>398.97</td><td>40.69</td></tr>
<tr><td>601.77</td><td>39.17</td></tr>
<tr><td>809.93</td><td>37.67</td></tr>
<tr><td>1135.98</td><td>35.27</td></tr>
<tr><td>1200.04</td><td>34.49</td></tr>
</table>

주) 효율교정식

$$N_K = 0.887 * W$$

$$Eff_K = \frac{(n_k - n_b)}{N_k} * 100$$

- W : KCl의 중량 (mg)
- 0.887(dpm/mg) : KCl 1mg이 배출하는 베타선 배출율
- Effk : KCl 표준시료의 계측효율(%)
- n_k : KCl 표준시료의 전계수율(cpm)
- n_b : background 계수율(cpm)
- N_k : KCl 표준시료의 방사능(dpm)

[표-5] 액체섬광계수기 교정결과

□ 한일원자력주식회사

○ Quantulus 1220(H-3)

<table>
<tr><th>계측장비 및 작동조건</th><th>표준선원</th><th>SQP(E)</th><th>효율(%)</th></tr>
<tr><td rowspan="8">○ 장비명 : Quantulus 1220
○ 교정일자 : 2018.11.30. ~ 2018.12.02.
○ 자연계수율 : 1.65 cpm
○ source dpm : 95,680 dpm ± 3.0%
○ source reference date : 2017.06.06.
○ source 제조회사 : PerkinElmer
○ 유효기간 : 2019.12.06.
○ source 형태 : 밀봉 Glass vial
○ 섬광체 : UTIMA GOLD LLT</td><td>1</td><td>794.05</td><td>40.14</td></tr>
<tr><td>2</td><td>759.70</td><td>33.77</td></tr>
<tr><td>3</td><td>724.37</td><td>27.22</td></tr>
<tr><td>4</td><td>686.13</td><td>20.55</td></tr>
<tr><td>5</td><td>649.15</td><td>15.08</td></tr>
<tr><td>6</td><td>609.42</td><td>10.48</td></tr>
<tr><td>7</td><td>572.35</td><td>6.85</td></tr>
<tr><td>8</td><td>512.57</td><td>3.30</td></tr>
</table>

[표-6] 감마핵종분석 장비의 교정결과

☐ 한일원자력주식회사

<table>
<tr><th rowspan="2">장비</th><th rowspan="2">교정일</th><th rowspan="2" colspan="2">교정용선원</th><th colspan="2">에너지교정</th><th rowspan="2">효율교정 (교정곡선식)</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>keV</th><th>채널</th></tr>
<tr><td rowspan="13">HN
-A
-02</td><td rowspan="13">2018.
11.07</td><td rowspan="13">- 형태 : Cylindrical Beaker
- 크기 : 20mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="13">- 총방사능
: 37425Bq
- 총 오 차
: 0.00110%</td><td>59.540</td><td>330.869</td><td rowspan="4">ZONE 1 : (56.63 ~ 420.29) keV

A_0 = 1
A_1 = (0.357862662*log(E))+(-7.85044392)
A_2 = (14.4244999*(log(E))^2)+(-63.5638502*log(E))+(68.898378)
A_3 = (89.2126965*(log(E))^3)+(-580.632449*(log(E))^2)+(1246.89153*log(E))+(-883.55684)
A_4 = (369.345665*(log(E))^4)+(-3225.63326*(log(E))^3)+(10501.0357*(log(E))^2)+(-15101.1536*log(E))+(8092.75358)

efficiency = 10^(A_0*(-1.14026914)+A_1*(-0.0100219771)+A_2*(-0.169433097)+A_3*(0.0415007188)+A_4*(-0.00650647457))</td><td rowspan="13">○ 검출기 특성
· 검출기 종류
:HPGe(GCD-30 185, S/N 1859-12)
· 분해능: 40keV at 3MeV
· 상대효율 : 30.0%
· Crystal Dia : 57.2mm
· Peak/Compton ratio : 58.0</td></tr>
<tr><td>88.030</td><td>487.215</td></tr>
<tr><td>122.060</td><td>673.337</td></tr>
<tr><td>136.470</td><td>752.126</td></tr>
<tr><td>165.860</td><td>912.861</td><td rowspan="5">ZONE 2 : (293.30 ~ 971.42) keV

A_0 = 1
A_1 = (6.25793805*log(E))+(-17.0334801)
A_2 = (47.7851283*(log(E))^2)+(-261.098339*log(E))+(355.435798)

efficiency = 10^(A_0*(-1.42046402)+A_1*(-0.153587841)+A_2*(-0.0125581942))</td></tr>
<tr><td>320.080</td><td>1755.501</td></tr>
<tr><td>391.700</td><td>2146.489</td></tr>
<tr><td>514.000</td><td>2814.016</td></tr>
<tr><td>661.660</td><td>3619.732</td></tr>
<tr><td>898.040</td><td>4909.707</td><td rowspan="4">ZONE 3 : (365.89 ~ 1920.19) keV

A_0 = 1
A_1 = (4.50148*log(E))+(-13.1732216)

efficiency = 10^(A_0*(-1.62135587)+A_1*(-0.219515373))</td></tr>
<tr><td>1173.230</td><td>6411.066</td></tr>
<tr><td>1332.490</td><td>7279.841</td></tr>
<tr><td>1836.050</td><td>10026.564</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">장비</th><th rowspan="2">교정일</th><th rowspan="2" colspan="2">교정용선원</th><th colspan="2">에너지교정</th><th rowspan="2">효율교정 (교정곡선식)</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>keV</th><th>채널</th></tr>
<tr><td rowspan="13">HN
-A
-02</td><td rowspan="13">2018.
11.30</td><td rowspan="13">- 형태 : Cylindrical Beaker
- 크기 : 40mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="13">- 총방사능
: 45453Bq
- 총 오 차
: 0.00194%</td><td>59.540</td><td>330.781</td><td rowspan="5">ZONE 1 : (57.53 ~ 420.68) keV

A_0 = 1
A_1 = (3.56624195*log(E))+(-7.81561449)
A_2 = (14.4519085*(log(E))^2)+(-63.650573*log(E))+(68.9461398)
A_3 = (89.2412251*(log(E))^3)+(-580.510822*(log(E))^2)+(1245.96619*log(E))+(-882.437705)
A_4 =
(368.510832*(log(E))^4)+(-3219.31579*(log(E))^3)+(10483.5654*(log(E))^2)+(-15080.2635*log(E))
+(8083.6667)

efficiency
=10^(A_0*(-1.24662857)+A_1*(-0.0102352464)+A_2*(-0.166758)+A_3*(0.0384080323)+A_4*(-0.0061
1985912))</td><td rowspan="13">○검출기 특성
· 검출기 종류
:HPGe(GCD-30 185,
S/N 1859-12)
· 분해능: 40keV at 3MeV
· 상대효율 : 30.0%
· Crystal Dia : 57.2mm
· Peak/Compton ratio : 58.0</td></tr>
<tr><td>88.030</td><td>487.108</td></tr>
<tr><td>122.060</td><td>673.215</td></tr>
<tr><td>136.470</td><td>751.975</td></tr>
<tr><td>165.860</td><td>912.694</td></tr>
<tr><td>320.080</td><td>1755.228</td><td rowspan="4">ZONE 2 : (291.12 ~ 1015.282) keV

A_0 = 1
A_1 = (6.27444406*log(E))+(-17.0665602)

efficiency = 10^(A_0*(-1.51748182)+A_1*(-0.147216008))</td></tr>
<tr><td>391.700</td><td>2146.186</td></tr>
<tr><td>514.000</td><td>2813.61</td></tr>
<tr><td>661.660</td><td>3619.216</td></tr>
<tr><td>898.040</td><td>4908.943</td><td rowspan="4">ZONE 3 : (360.98 ~ 1919.70) keV

A_0 = 1
A_1 = (4.52087955*log(E))+(-13.2448541)

efficiency = 10^(A_0*(-1.71860219)+A_1*(-0.212456433))</td></tr>
<tr><td>1173.230</td><td>6409.976</td></tr>
<tr><td>1332.490</td><td>7278.674</td></tr>
<tr><td>1836.050</td><td>10024.87</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">장비</th><th rowspan="2">교정일</th><th rowspan="2" colspan="2">교정용선원</th><th colspan="2">에너지교정</th><th rowspan="2">효율교정 (교정곡선식)</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th>keV</th><th>채널</th></tr>
<tr><td rowspan="13">HN
-A
-84</td><td rowspan="13">2018.
12.03</td><td rowspan="13">- 형태 : Cylindrical Beaker
- 크기 : 20mL
- 선원종류 : Mixed Source</td><td rowspan="13">- 총방사능
: 37425Bq
- 총 오 차
: 0.00587%</td><td>59.540</td><td>331.494</td><td rowspan="5">ZONE 1 : (57.59 ~ 173.14) keV

A_0 = 1
A_1 = (6.36056542*log(E))+(-13.0942976)
A_2 = (49.8842179*(log(E))^2)+(-199.509595*log(E))+(198.07599)

efficiency =10^(A_0*(-0.989680566)+A_1*(0.119402402)+A_2*(-0.0847805054)</td><td rowspan="13">○ 검출기 특성
· 검출기 종류
: HPGe(GCD-30 185,
S/N 2625-18)
· 분해능: 40keV at 3MeV
· 상대효율 : 30.0%
· Crystal Dia : 57.2mm
· Peak/Compton ratio : 58.0</td></tr>
<tr><td>88.030</td><td>487.215</td></tr>
<tr><td>122.060</td><td>673.555</td></tr>
<tr><td>136.470</td><td>752.387</td></tr>
<tr><td>165.860</td><td>913.037</td></tr>
<tr><td>320.080</td><td>1755.848</td><td rowspan="4">ZONE 2 : (147.87 ~ 871.42) keV

A_0 = 1
A_1 = (4.54402845*log(E))+(-11.7027887)
A_2 = (24.7555703*(log(E))^2)+(-124.614973*log(E))+(155.538513)

efficiency = 10^(A_0*(-1.24005136)+A_1*(-0.177233469)+A_2*(0.00368274238))</td></tr>
<tr><td>391.700</td><td>2147.332</td></tr>
<tr><td>514.000</td><td>2814.72</td></tr>
<tr><td>661.660</td><td>3621.415</td></tr>
<tr><td>898.040</td><td>4911.508</td><td rowspan="4">ZONE 3 : (590.83 ~ 1918.02) keV

A_0 = 1
A_1 = (5.67331558*log(E))+(-17.0842651)

efficiency = 10^(A_0*(-1.65156677)+A_1*(-0.176531371))</td></tr>
<tr><td>1173.230</td><td>6414.078</td></tr>
<tr><td>1332.490</td><td>7283.087</td></tr>
<tr><td>1836.050</td><td>10031.288</td></tr>
</table>

[표-7] 해상운반 시료 해수 방사능 분석결과

[조사기관 : 한국원자력환경공단A, ㈜한일원자력B]　〔 단위: mBq/ℓ 〕

항차	채취 지점	채취 일자	방사능농도 (고리 ~ 월성, 한빛 ~ 월성)													비고
			^{3}H	전베타	^{54}Mn	^{58}Co	^{59}Fe	^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^{65}Zn	^{95}Zr	^{95}Nb	^{140}Ba	^{144}Ce	
고리 1항차	G1	2018.09.17	< 1.27	9.37±0.56	< 1.66	< 1.72	< 3.96	< 1.89	< 1.22	2.10±0.16	< 5.95	< 3.05	< 2.23	< 9.65	< 8.60	B
	G2	2018.09.17	< 1.16	10.7±0.6	< 1.93	< 1.23	< 3.64	< 0.880	< 1.15	2.32±0.48	< 4.24	< 2.34	< 2.28	< 12.7	< 9.00	A
			< 1.23	9.50±0.60	< 2.20	< 2.10	< 4.74	< 2.49	< 1.20	2.04±0.16	< 7.51	< 3.65	< 2.55	< 8.72	< 11.6	B
	G3	2018.09.18	< 1.24	9.40±0.56	< 1.60	< 1.69	< 4.07	< 1.82	< 1.14	2.09±0.16	< 5.74	< 3.03	< 2.36	< 11.0	< 8.38	B
한빛 1항차	Y1	2018.11.23	< 1.29	9.90±0.56	< 1.56	< 1.56	< 3.47	< 1.77	< 0.856	1.35±0.11	< 5.57	< 2.86	< 2.06	< 7.87	< 8.23	B
	Y2	2018.11.24	< 1.28	9.21±0.57	< 1.55	< 1.56	< 3.66	< 1.71	< 1.42	1.37±0.11	< 5.47	< 2.81	< 2.14	< 9.03	< 8.07	B
	Y3	2018.11.24	< 1.31	10.1±0.6	< 1.59	< 1.65	< 4.03	< 1.76	< 1.19	1.71±0.13	< 5.70	< 2.99	< 2.22	< 10.1	< 8.24	B
	Y4	2018.11.24	3.20±0.70	11.8±0.6	< 1.32	< 1.58	< 3.38	< 1.56	< 0.919	1.60±0.32	< 2.80	< 3.02	< 2.28	< 18.0	< 6.85	A
			4.37±0.86	10.1±0.6	< 1.57	< 1.56	< 0.741	< 3.68	< 1.20	2.29±0.15	< 6.30	< 3.19	< 2.13	< 5.04	< 14.0	B
	Y5	2018.11.24	< 1.24	10.9±0.6	< 1.48	< 1.43	< 3.33	< 1.69	< 1.21	1.82±0.13	< 5.31	< 2.57	< 1.87	< 6.92	< 7.55	B
	Y6	2018.11.25	< 1.25	11.2±0.6	< 1.32	< 1.33	< 3.23	< 1.58	< 1.27	1.73±0.13	< 3.70	< 2.51	< 1.64	< 7.63	< 7.45	B
	Y7	2018.11.25	< 1.24	11.5±0.6	< 1.54	< 1.60	< 3.81	< 1.71	< 1.24	1.91±0.14	< 5.42	< 2.81	< 2.20	< 10.1	< 8.19	B
	Y8	2018.11.25	< 1.28	11.0±0.6	< 1.44	< 1.52	< 3.76	< 1.56	< 1.18	1.88±0.13	< 2.91	< 2.81	< 1.98	< 12.3	< 7.79	B

[표-7-1] 해상운반 시료 해수 방사능 분석결과

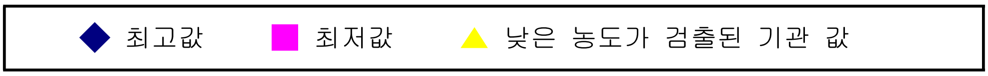
[조사기관 : 한국원자력환경공단A, ㈜한일원자력B] 〔 단위: mBq/ℓ 〕

항차	채취 지점	채취 일자	방 사 능 농 도													비고
			한울 ~ 월성													
			^{3}H	전베타	^{54}Mn	^{58}Co	^{59}Fe	^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^{65}Zn	^{95}Zr	^{95}Nb	^{140}Ba	^{144}Ce	
한울 1항차	U1	2018.12.29	< 1.31	10.6±0.6	< 1.29	< 1.20	< 2.88	< 1.47	< 1.31	1.86±0.13	< 3.69	< 2.40	< 1.48	< 5.70	< 7.11	B
	U2	2018.12.29	< 1.33	11.6±0.6	< 1.38	< 1.36	< 3.21	< 1.57	< 1.25	2.45±0.16	< 3.98	< 2.55	< 1.64	< 6.72	< 7.35	B
	U3	2018.12.30	< 1.16	10.8±0.6	< 1.86	< 1.75	< 4.94	< 2.16	< 0.994	1.50±0.33	< 4.15	< 3.76	< 2.44	< 16.4	< 7.18	A
			< 1.30	11.0±0.6	< 1.31	< 1.17	< 2.73	< 1.39	< 1.27	1.85±0.14	< 3.54	< 2.32	< 1.39	< 4.77	< 6.93	B
	U4	2018.12.30	< 1.30	10.5±0.6	< 1.37	< 1.36	< 3.12	< 1.58	< 1.28	2.46±0.16	< 4.04	< 2.62	< 1.60	< 7.11	< 7.45	B

[표-8] 연도별 조사자료

구분	시료명	분석 항목	단위	채취지점	분석년도		
					2016년	2017년	2018년
해양감시	해수	^3H	Bq/L	U1	-	-	< 1.31
				U2	-	-	< 1.33
				U3	-	-	< 1.16
				U4	-	-	< 1.30
				G1	-	-	< 1.27
				G2	-	-	< 1.16
				G3	-	-	< 1.24
				Y1	-	-	< 1.29
				Y2	-	-	< 1.28
				Y3	-	-	< 1.31
				Y4	-	-	< 1.09
				Y5	-	-	< 1.24
				Y6	-	-	< 1.25
				Y7	-	-	< 1.24
				Y8	-	-	< 1.28
		전베타	mBq/L	U1	-	-	10.6
				U2	-	-	11.6
				U3	-	-	10.9
				U4	-	-	10.5
				G1	-	-	9.37
				G2	-	-	10.1
				G3	-	-	9.40
				Y1	-	-	9.90
				Y2	-	-	9.21
				Y3	-	-	10.1
				Y4	-	-	11.0
				Y5	-	-	10.9
				Y6	-	-	11.2
				Y7	-	-	11.5
				Y8	-	-	11.0

구분	시료명	분석 항목	단위	채취지점	분석년도		
					2016년	2017년	2018년
해양감시	해수	^{137}Cs	mBq/L	U1	0.879	2.12	1.86
				U2	1.39	2.40	2.45
				U3	1.27	2.01	1.68
				U4	1.41	2.42	2.46
				G1	-	2.15	2.10
				G2	-	1.68	2.18
				G3	-	1.92	2.09
				Y1	1.46	2.11	1.35
				Y2	1.19	1.55	1.37
				Y3	1.50	1.62	1.71
				Y4	1.20	1.59	1.95
				Y5	1.69	1.75	1.82
				Y6	1.46	1.88	1.73
				Y7	1.38	2.34	1.91
				Y8	1.73	2.09	1.88



○ 해상운반 해양시료에 대한 ^{3}H 분석결과 모두 최소검출가능농도 미만으로 측정되어 비교가 불가능하였다.

○ 해상운반 해양시료(해수 ^{137}Cs)