

함께 만드는 완전히 새로운 경남

2021년 6월 환경 방사성물질 조사결과



보건환경연구원
[위생화학팀]

2020년 6월 환경 방사성물질 조사결과

- 도내 8종(공기/빗물/정수/원수/해수/갯벌/쑥/토양) 27개 시료에 대한 조사결과
해수와 갯벌, 토양에서 ^{137}Cs 이 0.00143 Bq/L, 0.433~1.40 Bq/kg, 0.572~7.70 Bq/kg로 각각 검출되었으나 평상범위 이내
 - 전국 해수 ^{137}Cs 평상범위 : <0.00102~0.00243 Bq/L(KINS, '17년~'19년 자료)
 - 전국 토양 ^{137}C 평상범위 : 불검출~15.8 Bq/kg-dry(KINS, '17년~'19년 자료)
 - 전국 해저퇴적물 ^{137}C 평상범위 : 불검출~3.34 Bq/kg-dry(KINS, '17년~'19년 자료)
- 토양과 해저퇴적물 이외 모든 시료는 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 불검출

1. 조사 기간 : '21. 6. 1. ~ 6. 30.

2. 조사 대상 : 8종 27건

- 공기시료 1건
- 물시료 4종 6건(빗물 1, 정수 1, 원수 1, 해수 3)
- 갯벌 2건(거제 1, 남해 1)
- 쑥 8건(함안1, 거제1, 함양1, 거창1, 산청1, 함천1, 김해2)
- 토양 10건(김해 등산2/평지2, 쑥지점 6)

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구분	계획	실적			진도율 (%)	비고
		기누계	6월말	누계		
방사성물질 조사	220	89	27	116	52.7%	

4. 조사 내용 및 방법

Table 2. 방사성물질 조사(빗물 및 공기)

내 용	빗물	공기
채취 장소	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층
채취 기간	5. 31. ~ 6. 25.	5. 31. ~ 6. 25.
채취 기구	빗물 채집기	저용적 공기포집기
채취 수량	30 L	3,240 m ³
전 처 리	증발농축(30L → 1L)	N/A
계측 시간	8만초	
분석 핵종	41개 핵종	
시험 핵종	¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악 • 방사성물질 분포경향 파악 	

Table 3. 먹는 물(양산시) 방사성물질 조사

구분	원수	정수
채취 지역	양산시	양산시
채취 장소	원동취수장	웅상 정수장
채취 일시	6. 11. 11:00	
채취 수량	20 L	1 L
전처리	증발농축(20 L → 1 L)	N/A
계측 시간	8만초	1만초
분석 핵종	41개 핵종(자연 및 인공)	7개 핵종(자연핵종, 인공핵종)
시험 핵종	¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악 • 방사성물질의 분포 경향 파악 	

Table 4. 방사성물질 조사(해수)

내 용	해 수		
채취 장소	거제시	남해군	진해구
채취 기간	6. 2. 13:00	6. 11. 13:40	6. 1. 13:40
채취 기구	20 L 말통	20 L 말통	20 L 말통
채취 수량	70 L	70 L	70 L
전 처 리	증발·농축(5 L → 1 L), AMP 공침(60 L)		
계측 시간	8만초		
분석 핵종	41개 핵종(자연핵종, 인공핵종)		
시험 핵종	^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 외 다수 인공핵종		
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악 • 방사성물질의 분포 경향 파악 		

※ 해수의 증발·농축법과 AMP 공침법은 각각 ^{131}I 과 ^{134}Cs , ^{137}Cs 을 분석하기 위한 것임

Table 5. 갯벌 방사성물질 조사

구분	갯벌(해저퇴적물)	
채취 지역	거제시	남해군
채취 일시	6. 2. 13:10	6. 11. 13:20
채취 수량	3~5 kg	
전처리	건조(105 °C, 48시간) → 분쇄(믹서기) → 2 μm 체로 거른 후 계측	
계측 시간	2만초	
분석 핵종	41개 핵종(자연핵종, 인공핵종)	
시험 핵종	^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs	
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악 • 방사성물질의 분포 경향 파악 	

Table 6. 쑥 방사성물질 조사

구분	쑥(지표식물)
채취 지역	7개 시군(함안1, 거제1, 함양1, 거창1, 산청1, 합천1, 김해2) 8건
채취 일시	6. 1. ~ 6. 29.
채취 수량	1~3 kg
전처리	건조(105 °C, 48시간) → 분쇄(믹서기) → 2 μ m 체로 거른 후 계측
계측 시간	8만초
분석 핵종	41개 핵종(자연핵종, 인공핵종)
시험 핵종	^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악 • 방사성물질의 분포 경향 파악

Table 7. 토양 방사성물질 조사

구분	등산로 및 평지, 쑥 채취지점 토양 조사	
채취 지역	김해시(등산로 2개소, 평지 2개소)	쑥 채취지점 6개소 (함안1, 거제1, 함양1, 거창1, 산청1, 합천1)
채취 일시	6. 4. ~ 6. 21.	6. 1. ~ 6. 29.
채취 수량	3~5 kg	
전처리	건조(105 °C, 48시간) → 분쇄(믹서기) → 2 μ m 체로 거른 후 계측	
계측 시간	2만초	
분석 핵종	41개 핵종(자연핵종, 인공핵종)	
시험 핵종	^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs	
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악 • 방사성물질의 분포 경향 파악 	

5. 방사성물질 조사 결과

5. 1 공기 시료

서부청사 별관 1층에 설치한 저용적 공기포집기를 이용하여 약 1개월(5.31~6.25) 동안 포집한 공기 시료 총 3,240 m³에 대한 조사를 수행한 결과 ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 등의 주요 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 ⁷Be, ⁴⁰K, ²³⁵U 등이 각각 0.00240 ± 0.0000510 Bq/m³, 0.00147 ± 0.0000698 Bq/m³, 0.000082 ± 0.00000578 Bq/m³로 검출되어 6월 공기 시료의 경우 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단함.

또한, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 등의 방사성물질은 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 제시된 MDA 기준치를 만족하였기 때문에 계측결과에 대한 신뢰도에는 확보된 것으로 판단하였고, 분석 결과는 아래의 Table 8에 제시하였음.

5. 2 빗물 시료

서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 6월에 약 1개월(5. 31~6. 25) 동안 포집한 빗물 시료 총 30 L에 대한 조사를 수행한 결과 ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 등의 주요 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 ⁴⁰K와 ²³⁵U가 각각 0.231 ± 0.0108 Bq/L, 0.0186 ± 0.00118 Bq/L로 검출됨. 이러한 조사결과에 근거하여 6월 빗물의 경우 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단함.

또한, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 등의 방사성물질은 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 제시된 MDA 기준치를 만족하였기 때문에 계측결과에 대한 신뢰도에는 확보된 것으로 판단하였고, 분석 결과는 아래의 Table 8에 제시하였음.

Table 8. 공기 및 빗물 분석 결과

순 서	분석 핵종	고시2017-17호 MDA	공기(Bq/m ³)	고시2017-17 MDA	빗물
			6월		6월
1	⁷ Be	없음	0.00240±0.0000510	없음	<0.0265
2	⁴⁰ K	없음	0.00147±0.0000698	없음	0.231±0.0108
3	⁵¹ Cr	5E-03	<0.000140	5E-03	<0.0274
4	⁵⁴ Mn	8E-05	<0.000018	8E-05	<0.00236
5	⁵⁷ Co	없음	<0.000015	없음	<0.00358
6	⁵⁸ Co	3E-04	<0.000018	3E-04	<0.00325
7	⁵⁹ Fe	5E-04	<0.000036	5E-04	<0.00575
8	⁶⁰ Co	8E-05	<0.000021	8E-05	<0.00316
9	⁶⁵ Zn	5E-04	<0.000038	5E-04	<0.00614
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.000006	없음	<0.00373
11	⁸⁸ Kr	없음	<0.000275	없음	<0.05680
12	⁸⁸ Y	없음	<0.000020	없음	<0.00349
13	⁹⁵ Zr	5E-04	<0.000032	5E-04	<0.00556
14	⁹⁵ Nb	5E-04	<0.000021	5E-04	<0.00357
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.000018	없음	<0.00414
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.000017	없음	<0.00314
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<0.000139	없음	<0.0268
18	¹⁰⁹ Cd	없음	<0.000438	없음	<0.116
19	^{110m} Ag	없음	<0.000017	없음	<0.00294
20	¹¹³ Sn	없음	<0.000018	없음	<0.00397
21	¹³¹ I	5E-02	<0.000036	5E-02	<0.00447
22	¹³³ Xe	없음	<0.000058	없음	<0.0217
23	^{133m} Xe	없음	<0.000342	없음	<0.126
24	¹³⁴ Cs	8E-05	<0.000013	8E-05	<0.00213
25	¹³⁷ Cs	8E-05	<0.000018	8E-05	<0.00323
26	¹³⁹ Ce	없음	<0.000016	없음	<0.00357
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	<0.000068	0.1	<0.0139
28	¹⁴⁰ La	0.1	<0.000122	0.1	<0.0479
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.000028	없음	<0.00689
30	¹⁴³ Ce	없음	<0.000204	없음	<0.0975
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<0.000115	없음	<0.0269
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.000024	없음	<0.00411
33	²¹² Bi	없음	<0.000250	없음	<0.0417
34	²¹² Pb	없음	<0.000494	없음	<23.9
35	²¹⁴ Bi	없음	<0.000038	없음	<0.00564
36	²¹⁴ Pb	없음	<0.000074	없음	<0.0116
37	²²⁶ Ra	없음	<0.000485	없음	<0.0994
38	²²⁷ Th	없음	<0.000117	없음	<0.0249
39	²²⁸ Ac	없음	<0.524	없음	<0.0400
40	²³⁵ U	없음	0.000082±0.00000578	없음	0.0186±0.00118
41	²³⁷ U	없음	<0.000106	없음	<0.0375

1. ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²¹²Pb(납), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

5. 3 먹는물(원수 및 정수)

2021년 6월에 양산시에서 조사의뢰한 방사선비상계획구역 내·외부의 원동 취수장 원수와 웅상정수장 정수에 대한 방사능조사를 수행함. 조사결과 정수, 원수 시료에서 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 ^{40}K , ^{212}Pb , ^{235}U 등이 원수 시료에서 각각 0.384 ± 0.0161 Bq/L, 49.3 ± 8.06 Bq/L, 0.0282 ± 0.00178 Bq/L로 검출됨. 이러한 조사결과에 근거하여 6월 먹는물의 경우 고리원전 및 기타 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였고, 상세한 결과는 아래 Table 9에 수록함.

Table 9. 양산시 먹는물(관원) 조사결과(Bq/L)

순서	분석핵종	고시2017-17호 MDA	원수 (원동취수장)	정수 (응상정수장)	비고
1	⁷ Be	없음	<0.0391	<2.9700	원수 .원자력안전위원회고시 2017-17호 MDA 적용 정수 .WHO Guideline 적용 - WHO 기준치 ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs 각 10 Bq/L .MDA 기준 없음
2	⁴⁰ K	없음	0.384±0.0161	<1.8500	
3	⁵¹ Cr	1	<0.0370		
4	⁵⁴ Mn	0.5	<0.0041		
5	⁵⁷ Co	없음	<0.0055		
6	⁵⁸ Co	0.05	<0.0045		
7	⁵⁹ Fe	0.03	<0.0089		
8	⁶⁰ Co	0.02	<0.0053		
9	⁶⁵ Zn	0.05	<0.0091		
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.0056		
11	⁸⁸ Kr	없음	<0.0839		
12	⁸⁸ Y	없음	<0.0053		
13	⁹⁵ Zr	0.5	<0.0082		
14	⁹⁵ Nb	0.5	<0.0055		
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.0062		
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.0044	<0.4030	
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<0.0406		
18	¹⁰⁹ Cd	없음	<0.1710		
19	^{110m} Ag	없음	<0.0042		
20	¹¹³ Sn	없음	<0.0060		
21	¹³¹ I	0.1	<0.0073	<0.4920	
22	¹³³ Xe	없음	<0.0334		
23	^{133m} Xe	없음	<0.1960		
24	¹³⁴ Cs	0.008	<0.0034	<0.2230	
25	¹³⁷ Cs	0.008	<0.0047	<0.3710	
26	¹³⁹ Ce	없음	<0.0052		
27	¹⁴⁰ Ba	10	<0.0197		
28	¹⁴⁰ La	10	<0.0741		
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.1000		
30	¹⁴³ Ce	없음	<0.1480		
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<0.0404		
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.0062		
33	²¹² Bi	없음	<0.0651		
34	²¹² Pb	없음	49.3±8.06		
35	²¹⁴ Bi	없음	<0.0089		
36	²¹⁴ Pb	없음	<0.0156		
37	²²⁶ Ra	없음	<0.1490		
38	²²⁷ Th	없음	<0.0372		
39	²²⁸ Ac	없음	<0.0477		
40	²³⁵ U	없음	0.0282±0.00178		
41	²³⁷ U	없음	<0.0581		
42	²⁴¹ Am	없음		<2.1900	

1. ⁴⁰K(칼륨)과 ²²⁶Ra(라듐)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, NA(Not Available, 계측하지 않음)

5. 4 해수

2021년 6월에 거제시 남부면 다대어촌체험마을과 남해군 설천면 남해대교, 진해구 해군교육사령부에서 각각 70 L의 해수를 채취함. 채취한 시료 중 5 L는 ^{131}I 을 분석하기 위해 5 L에서 1 L로 증발·농축하였고, 나머지 65 L 중 60 L는 ^{134}Cs , ^{137}Cs 등을 분석하기 위해 AMP(인몰리브덴산암모늄) 공침법을 이용하여 전처리를 수행함.

전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 3건의 해수를 조사한 결과 ^{131}I , ^{134}Cs 등의 인공 방사성물질은 전혀 검출되지 않았고, ^{137}Cs 이 남해군 해수에서만 0.00143 ± 0.000229 Bq/L로 검출됨. 해수에서 검출된 ^{137}Cs 농도는 KINS에서 최근 3년간(2017년~2019년) 전국 해수를 분석한 후 제시한 $<0.00102 \sim 0.00243$ Bq/L 범위에 포함되었고, 해수에서 ^{137}Cs 이 검출되었지만 환경에서 ^{137}Cs 과 거동특성이 유사한 ^{134}Cs 가 검출되지 않아 과거 핵실험에 의한 방사능 낙진에 의한 영향이라 판단함. 자연 방사성물질의 경우 ^{40}K , ^{212}Pb , ^{235}U 등이 각각 $0.125 \sim 0.272$ Bq/L, 12.5 ± 1.40 Bq/L, 0.00530 ± 0.000691 Bq/L로 검출됨.

이러한 분석결과에 근거하여 6월 해수시료의 경우 고리 및 후쿠시마 원전에 의한 영향과 인공방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, 자세한 분석결과는 아래 Table 10에 제시함. Table 10에서 보이듯이 모든 핵종에서 원자력안전위원회고시 제2017-17호 제시된 MDA(최소검출방사능) 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 10. 해수 분석결과(Bq/L)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	거제시	남해군	진해구
1	⁷ Be	없음	<0.0156	<0.0085	<0.0112
2	⁴⁰ K	없음	0.272±0.0111	0.264±0.00602	0.125±0.0627
3	⁵¹ Cr	0.05	<0.0192	<0.0092	<0.0153
4	⁵⁴ Mn	0.005	<0.0015	<0.0011	<0.0011
5	⁵⁷ Co	없음	<0.0016	<0.0009	<0.0012
6	⁵⁸ Co	0.005	<0.0018	<0.0011	<0.0013
7	⁵⁹ Fe	0.005	<0.0049	<0.0023	<0.0031
8	⁶⁰ Co	0.005	<0.0018	<0.0013	<0.0016
9	⁶⁵ Zn	0.02	<0.0036	<0.0024	<0.0027
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.0025	<0.0001	<0.0017
11	⁸⁸ Kr	없음	<0.0328	<0.0174	<0.0191
12	⁸⁸ Y	없음	<0.0022	<0.0012	<0.0016
13	⁹⁵ Zr	0.006	<0.0032	<0.0020	<0.0023
14	⁹⁵ Nb	0.006	<0.0019	<0.0013	<0.0015
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.0017	<0.0011	<0.0010
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.0023	<0.0010	<0.0019
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<0.0146	<0.0087	<0.0095
18	¹⁰⁹ Cd	없음	ND	<0.0260	ND
19	^{110m} Ag	없음	<0.0015	<0.0011	<0.0010
20	¹¹³ Sn	없음	<0.0030	<0.0013	<0.0019
21	¹³¹ I	0.1	<0.0349	<0.0268	<0.0202
22	¹³³ Xe	없음	<0.0219	<0.0048	<0.0175
23	^{133m} Xe	없음	<0.2890	<0.0402	<0.7020
24	¹³⁴ Cs	0.003	<0.0017	<0.0010	<0.0010
25	¹³⁷ Cs	0.003	<0.0020	0.00143±0.000229 (0.00112)	<0.00121
26	¹³⁹ Ce	없음	ND	<0.0010	ND
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	<0.0127	<0.0047	<0.0087
28	¹⁴⁰ La	0.1	<0.0744	<0.0171	<0.3840
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.0040	<0.0019	<0.0024
30	¹⁴³ Ce	없음	<0.3490	<0.0338	<0.2100
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<0.0146	<0.0072	<0.0073
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.0025	<0.0014	<0.0016
33	²¹² Bi	없음	<0.0238	<0.0154	<0.0162
34	²¹² Pb	없음	<0.0073	12.5±1.40	<0.0048
35	²¹⁴ Bi	없음	<0.0078	<0.0023	<0.0052
36	²¹⁴ Pb	없음	<0.0079	<0.0042	<0.0051
37	²²⁶ Ra	없음	<0.0554	<0.0292	<0.0267
38	²²⁷ Th	없음	<0.0177	<0.0077	<0.0130
39	²²⁸ Ac	없음	<0.0290	<0.0189	<0.0191
40	²³⁵ U	없음	<0.0147	0.0053±0.000691	<0.0074
41	²³⁷ U	없음	<0.0351	<0.0068	<0.0156

1. ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

5. 5 갯벌

2021년 6월에 남해군 설천면의 문향어촌체험마을과 거제시 남부면에 위치한 다대어촌체험마을에서 각각 1건씩 해안선퇴적물인 갯벌을 채취한 후 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과 갯벌의 ^{137}Cs 농도 범위는 $0.433 \sim 1.40 \text{ Bq/kg-dry}$ 로 나타났고, 한국원자력안전기술원에서 최근 3년간(2017년~2019년) 전국 해저 퇴적물을 분석한 후 제시한 $<0.656 \sim 3.34 \text{ Bq/kg-dry}$ 범위 내에 포함됨. 2건의 갯벌에서 ^{137}Cs 이 검출되었지만 환경에서 ^{137}Cs 과 거동특성이 유사한 ^{134}Cs 가 검출되지 않아 과거 핵실험에 의한 방사능 낙진에 의한 영향이라 판단함. 또한, 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2017-17호의 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하였기 때문에 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함. 상세한 조사결과는 아래 Table 11에 수록함

자연 방사성물질의 경우 ^7Be , ^{40}K , ^{212}Pb , ^{226}Ra , ^{235}U 등이 검출되었고, 검출된 농도는 각각 $3.66 \pm 0.626 \text{ Bq/kg-dry}$, $679 \sim 962 \text{ Bq/kg-dry}$, $26,102 \pm 537 \text{ Bq/kg-dry}$, $14.0 \pm 2.05 \text{ Bq/kg-dry}$, $1.45 \pm 0.137 \text{ Bq/kg-dry}$ 로 나타남. 자연 핵종 중 납(^{212}Pb , 반감기 10.6시간)은 토륨(^{232}Th) 계열붕괴 핵종으로 모든 토양에 존재하는 ^{232}Th 평균 농도는 6 ppm으로 ^{238}U (평균 2.3 ppm)에 비해 약 2.6배 정도 많아¹⁾ 분포경향 파악을 위해 선정함. ^{212}Pb 조사결과 농도는 $26,102 \pm 537 \text{ Bq/kg-dry}$ 로 높게 나타남. ^{212}Pb 는 짧은 반감기로 오차가 크지만 인체에 미치는 영향이 적어 문제없을 것으로 판단함. 연구결과에 의하면²⁾ PET(양성자단층촬영) 검사 시 단 반감기 핵종을 사용할 경우 검사시간이 길어질수록 오차가 증가하여 반감기 보정 외에 추가 보정이 필요한 것으로 조사됨. 또한 피폭선량 평가 자료조사에 의하면³⁾ 옥외 활동으로 인한 국내 지각방사선의 연간 피폭선량은 (0.11 mSv) 국내 연간 자연방사선량(2.99 mSv)의 3.68 %로 상당히 적음. 0.11 mSv 는 모든 자연 핵종으로부터 방출된 감마선을 조사한 것으로 검출된 ^{212}Pb 만을 대상으로 선량을 평가할 경우 0.11 mSv 보다 상당히 적을 것으로 판단되고, 도민에게 미치는 영향 또한 미미할 것으로 사료됨.

6월 해저퇴적물의 경우 ^{131}I 와 ^{134}Cs 등의 인공 핵종이 검출되지 않아 고리 및 후쿠시마 원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, Table 11에서 보이듯이

1) 원자력안전위원회·한국원자력안전기술원 생활주변방사선 정보 서비스

2) 홍건철외 단 반감기 핵종을 이용한 PET 검사 시 영상 획득 시간에 따른 정량성 평가, Journal Nuclear Medical Technology Vol. 16. No.1, April 2012

3) 감마선에 의한 국내 지각방사선(옥외)의 연간 피폭선량(0.11 mSv/yr)은 자연방사선량(2.99 mSv/yr)의 3.68%(한양대학교, 국민 피폭선량 종합 DB 구축, 2005년)

모든 핵종에서 원자력안전위원회고시 제2017-17호 제시된 MDA(최소검출방사능) 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 11. 갯벌 분석결과(Bq/L)

순서	핵종	고사2017-17호 MDA	남해군	거제시	비고
1	⁷ Be	없음	<5.83	3.66±0.626	
2	⁴⁰ K	없음	679±5.51	962±5.40	
3	⁵¹ Cr	15	<4.00	<3.11	
4	⁵⁴ Mn	2	<0.480	<0.415	
5	⁵⁷ Co	없음	<0.375	<0.380	
6	⁵⁸ Co	2	<0.446	<0.385	
7	⁵⁹ Fe	5	<1.15	<1.01	
8	⁶⁰ Co	2	<0.754	<0.634	
9	⁶⁵ Zn	5	<0.927	<1.09	
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.499	<0.376	
11	⁸⁸ Kr	없음	<2.57	<2.10	
12	⁸⁸ Y	없음	<0.133	<0.451	
13	⁹⁵ Zr	5	<0.918	<0.751	
14	⁹⁵ Nb	5	<0.547	<0.448	
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.562	<0.420	
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.609	<0.371	
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<2.64	<2.38	
18	¹⁰⁹ Cd	없음	ND	<13.8	
19	^{110m} Ag	없음	<0.455	<0.371	
20	¹¹³ Sn	없음	<0.693	<0.383	
21	¹³¹ I	1.5	<0.621	<0.533	
22	¹³³ Xe	없음	<3.81	<2.50	
23	^{133m} Xe	없음	<26.8	<14.0	
24	¹³⁴ Cs	5	<0.398	<0.347	
25	¹³⁷ Cs	5	1.40±0.104 (0.472)	0.433±0.0773(0.384)	
26	¹³⁹ Ce	없음	ND	<0.374	
27	¹⁴⁰ Ba	70	<2.16	<1.63	
28	¹⁴⁰ La	70	<2.69	<5.00	
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.929	<0.700	
30	¹⁴³ Ce	없음	<24.1	<10.2	
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<3.49	<2.87	
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.592	<0.792	
33	²¹² Bi	없음	<25.9	<21.7	
34	²¹² Pb	없음	<1.15	26,102±537	
35	²¹⁴ Bi	없음	<1.02	<0.685	
36	²¹⁴ Pb	없음	<1.14	<1.61	
37	²²⁶ Ra	없음	<37.2	14.0±2.05	
38	²²⁷ Th	없음	<4.44	<3.03	
39	²²⁸ Ac	없음	<2.80	<2.25	
40	²³⁵ U	없음	<3.58	1.45±0.137	
41	²³⁷ U	없음	<8.48	<4.36	

- ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²¹²Pb(납), ²²⁶Ra(라듐), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
- < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

5. 6 쭉

2021년 6월에 김해시, 함안군 등 7개 시군에서 총 8건의 쭉을 채취함. 채취한 시료에 대한 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 조사한 결과 주요 인공 방사성 물질인 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 ^7Be , ^{40}K , ^{235}U 등이 각각 21.7~36.8 Bq/kg-fresh, 134~226 Bq/kg-fresh, 0.371~0.414 Bq/kg-fresh로 검출됨.

이러한 조사결과에 근거하여 쭉 시료의 경우 인공방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였고, 조사한 상세결과는 Table 12~Table 13에 수록함. 또한, 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에서 제시한 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하여 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 12. 쑥 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	고사2017-17호 MDA	함안군	거제시	함양군	거창군	산청군	합천군
1	⁷ Be	없음	27.6±0.330	36.8±0.400	26.2±0.434	31.1±0.367	<1.210	<1.20
2	⁴⁰ K	없음	226±1.23	215±1.35	164±1.18	193±1.22	<2.270	<2.25
3	⁵¹ Cr	15	<0.597	<1.040	<0.925	<0.840	<1.020	<1.01
4	⁵⁴ Mn	2	<0.090	<0.100	<0.079	<0.096	<0.098	<0.0970
5	⁵⁷ Co	없음	<0.090	<0.096	<0.094	<0.087	<0.096	<0.0952
6	⁵⁸ Co	2	<0.096	<0.101	<0.092	<0.102	<0.100	<0.0994
7	⁵⁹ Fe	5	<0.257	<0.282	<0.274	<0.249	<0.251	<0.249
8	⁶⁰ Co	2	<0.148	<0.148	<0.140	<0.151	<0.147	<0.145
9	⁶⁵ Zn	5	<0.260	<0.281	<0.251	<0.266	<0.250	<0.248
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.096	<0.114	<0.106	<0.099	<0.122	<0.121
11	⁸⁸ Kr	없음	<1.400	<1.620	<1.600	<1.530	<2.230	<2.21
12	⁸⁸ Y	없음	<0.108	<0.093	<0.070	<0.118	<0.095	<0.0944
13	⁹⁵ Zr	5	<168	<0.175	<0.149	<0.170	<0.158	<0.157
14	⁹⁵ Nb	5	<0.116	<0.110	<0.098	<0.739	<0.111	<0.110
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.102	<0.106	<0.103	<0.086	<0.123	<0.122
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.087	<0.112	<0.098	<0.088	<0.125	<0.128
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<0.600	<0.642	<0.620	<0.651	<0.705	<0.699
18	¹⁰⁹ Cd	없음	<2.870	<2.220	<2.380	<3.100	ND	ND
19	^{110m} Ag	없음	<0.085	<0.074	<0.082	<0.090	<0.082	<0.0814
20	¹¹³ Sn	없음	<0.093	<0.140	<0.067	<0.100	<0.133	<0.132
21	¹³¹ I	3	<0.142	<0.165	<0.112	<0.140	<0.191	<0.190
22	¹³³ Xe	없음	<0.727	<0.818	<0.612	<0.677	<1.000	<1.00
23	^{133m} Xe	없음	<3.630	<8.420	<4.140	<5.060	<9.810	<9.87
24	¹³⁴ Cs	5	<0.080	<0.082	<0.078	<0.085	<0.880	<0.0872
25	¹³⁷ Cs	5	<0.095	<0.098	<0.089	<0.095	<0.979	<0.0970
26	¹³⁹ Ce	없음	<0.086	ND	ND	<0.094	ND	ND
27	¹⁴⁰ Ba	70	<0.431	<0.403	<0.486	<0.430	<0.511	<0.508
28	¹⁴⁰ La	70	<3.170	<1.190	<0.628	<2.050	<1.120	<0.113
29	¹⁴¹ Ce	없음	<1.770	<0.186	<0.171	<0.187	<0.165	<0.164
30	¹⁴³ Ce	없음	<7.180	<8.180	<2.840	<4.310	<11.000	<11.2
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<0.655	<0.683	<0.623	<0.685	<0.789	<0.782
32	²⁰⁸ Tl	없음	<1.020	<0.123	<0.136	<0.112	<0.141	<0.140
33	²¹² Bi	없음	<1.310	<1.390	<1.230	<1.350	<1.240	<1.23
34	²¹² Pb	없음	<0.312	<0.380	<0.912	<0.387	<0.472	<0.467
35	²¹⁴ Bi	없음	<0.161	<0.328	<0.303	<0.175	<0.331	<0.328
36	²¹⁴ Pb	없음	<0.274	<0.305	<0.291	<0.297	<0.334	<0.331
37	²²⁶ Ra	없음	<2.390	<2.450	<2.340	<2.500	<2.680	<2.65
38	²²⁷ Th	없음	<0.739	<0.819	<0.724	<0.741	<0.918	<0.912
39	²²⁸ Ac	없음	<1.090	<1.200	<1.390	<1.170	<1.490	<1.48
40	²³⁵ U	없음	0.414±0.0294	<0.691	<0.670	0.390±0.0314	<0.729	<0.722
41	²³⁷ U	없음	<1.370	<1.380	<1.130	<1.360	<1.810	<1.80

1. ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

Table 13. 쪽(김해시) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	2017-17호 MDA	김해대학교	생림중학교	비고
1	⁷ Be	없음	22.8±0.313	21.7±0.355	
2	⁴⁰ K	없음	134±1.02	176±1.40	
3	⁵¹ Cr	15	<0.735	<1.220	
4	⁵⁴ Mn	2	<0.091	<0.110	
5	⁵⁷ Co	없음	<0.092	<0.081	
6	⁵⁸ Co	2	<0.100	<0.103	
7	⁵⁹ Fe	5	<0.222	<0.286	
8	⁶⁰ Co	2	<0.133	<0.163	
9	⁶⁵ Zn	5	<0.242	<0.288	
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.100	<0.121	
11	⁸⁸ Kr	없음	<1.520	<1.740	
12	⁸⁸ Y	없음	<0.101	<0.100	
13	⁹⁵ Zr	5	<0.157	<0.239	
14	⁹⁵ Nb	5	<0.099	<0.113	
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.102	<0.117	
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.082	<0.100	
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<0.659	<0.711	
18	¹⁰⁹ Cd	없음	<2.880	ND	
19	^{110m} Ag	없음	<0.085	<0.085	
20	¹¹³ Sn	없음	<0.094	<0.124	
21	¹³¹ I	3	<0.119	<0.164	
22	¹³³ Xe	없음	<0.499	<0.699	
23	^{133m} Xe	없음	<2.670	<4.770	
24	¹³⁴ Cs	5	<0.079	<0.081	
25	¹³⁷ Cs	5	<0.090	<0.104	
26	¹³⁹ Ce	없음	<0.090	ND	
27	¹⁴⁰ Ba	70	<0.351	<0.322	
28	¹⁴⁰ La	70	<0.928	<0.328	
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.174	<0.184	
30	¹⁴³ Ce	없음	<1.710	<3.020	
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<0.681	<0.772	
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.109	<0.144	
33	²¹² Bi	없음	<1.260	<1.510	
34	²¹² Pb	없음	<178	<1,250	
35	²¹⁴ Bi	없음	<0.163	<0.367	
36	²¹⁴ Pb	없음	<0.302	<0.344	
37	²²⁶ Ra	없음	<2.460	<3.030	
38	²²⁷ Th	없음	<0.650	<0.840	
39	²²⁸ Ac	없음	<1.060	<1.520	
40	²³⁵ U	없음	0.371±0.0307	<0.786	
41	²³⁷ U	없음	<1.080	<1.380	

1. ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

5. 7 토양

2021년 6월에 김해시 등산로와 평지에서 각 2건씩 총 4건의 표층토양을 채취함. 또한, 함안군, 거제시 등 쪽 채취지점과 동일한 지점에서 6건의 표층토양을 채취함. 채취한 총 10건 토양에 대한 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 조사를 수행한 결과 주요 인공 방사성물질인 ^{131}I 와 ^{134}Cs 는 모든 토양에서 검출되지 않았고, ^{137}Cs 은 0.572~7.70 Bq/kg-dry로 검출되었고, 결과는 Table 14~Table 15에 수록함. 모든 토양에서 검출된 ^{137}Cs 농도는 KINS에서 최근 3년간 (2017년~2019년)간 전국 토양을 분석한 후 제시한 불검출~15.8 Bq/kg-dry 범위에 포함됨.

토양에서 ^{137}Cs 이 검출되었지만 환경에서 ^{137}Cs 과 거동특성이 유사한 ^{134}Cs 가 검출되지 않아 과거 핵실험에 의한 방사능 낙진에 의한 영향이라 판단함. 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에서 제시한 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하여 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

자연 방사성물질의 경우 10건 토양에서 ^7Be 은 7.89~32.1 Bq/kg-dry로, ^{40}K 는 94.4~910 Bq/kg-dry로, ^{212}Pb 는 686~71,795 Bq/kg-dry로, ^{226}Ra 은 26.1~40.0 Bq/kg-dry로, ^{227}Th 은 6.02~7.72 Bq/kg-dry로, ^{228}Ac 은 $5,744 \pm 131$ Bq/kg-dry로 각각 검출됨. 자연 핵종 중 납(^{212}Pb , 반감기 10.6시간)과 악티늄(^{228}Ac , 반감기 6.2시간)은 토륨(^{232}Th)의 계열붕괴 핵종으로 모든 토양에 존재하는 ^{232}Th 의 평균 농도는 6 ppm으로 ^{238}U (평균 2.3 ppm)에 비해 약 2.6배 정도 많아4) 분포경향 파악을 위해 선정함. ^{212}Pb 과 ^{228}Ac 조사결과 농도는 각각 686~71,795 Bq/kg-dry, $5,744 \pm 131$ Bq/kg-dry로 높게 나타남. ^{212}Pb 과 ^{228}Ac 는 짧은 반감기로 오차가 크지만 인체에 미치는 영향이 적어 문제없을 것으로 판단함. 연구결과에 의하면5) PET(양성자단층촬영) 검사 시 단 반감기 핵종을 사용할 경우 검사 시간이 길어질수록 오차가 증가하여 반감기 보정 외에 추가 보정이 필요한 것으로 조사됨. 또한 피폭선량 평가 자료조사에 의하면6) 옥외 활동으로 인한 국내 지각방사선의 연간 피폭선량은(0.11 mSv) 국내 연간 자연방사선량(2.99 mSv)의 3.68 %로 상당히 적음. 0.11 mSv는 모든 자연 핵종으로부터 방출된 감마선을 조사한 것으로 검출된 ^{212}Pb 과 ^{228}Ac 만을 대상으로 선량을 평가할 경우 0.11 mSv보다

4) 원자력안전위원회·한국원자력안전기술원 생활주변방사선 정보 서비스

5) 홍건철외 단 반감기 핵종을 이용한 PET 검사 시 영상 획득 시간에 따른 정량성 평가, Journal Nuclear Medical Technology Vol. 16. No.1, April 2012

6) 감마선에 의한 국내 지각방사선(옥외)의 연간 피폭선량(0.11 mSv/yr)은 자연방사선량(2.99 mSv/yr)의 3.68%(한양대학교, 국민 피폭선량 종합 DB 구축, 2005년)

상당히 적을 것으로 판단되고, 도민에게 미치는 영향 또한 미미할 것으로 사료됨.

6월 토양시료의 경우 ^{131}I 와 ^{134}Cs 등의 인공 핵종이 검출되지 않아 고리 및 후쿠시마 원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, Table 14~Table15에서 보이듯이 모든 핵종에서 원자력안전위원회고시 제2017-17호 제시된 MDA(최소 검출방사능) 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 14. 김해시 토양 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	무척산	신어산	생림중학교	김해대학교
1	⁷ Be	없음	<5.020	<4.610	<6.380	26.2±0.363
2	⁴⁰ K	없음	495±5.28	94.4±2.23	653±5.35	155±1.18
3	⁵¹ Cr	15	<2.610	<3.460	<4.680	<0.851
4	⁵⁴ Mn	2	<0.610	<0.569	<0.646	<0.112
5	⁵⁷ Co	없음	<0.447	<0.529	<0.552	<0.106
6	⁵⁸ Co	2	<0.519	<0.433	<0.544	<0.123
7	⁵⁹ Fe	5	<0.958	<0.774	<0.919	<0.257
8	⁶⁰ Co	2	<0.440	<0.465	<0.598	<0.155
9	⁶⁵ Zn	5	<1.190	<0.838	<1.240	<0.281
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.597	<0.482	<0.641	<0.127
11	⁸⁸ Kr	없음	<3.110	<3.090	<3.370	<1.760
12	⁸⁸ Y	없음	<0.442	<0.445	<0.563	<0.117
13	⁹⁵ Zr	5	<0.940	<1.020	<1.300	<0.196
14	⁹⁵ Nb	5	<0.659	<0.563	<0.689	<0.114
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.681	<0.639	<0.759	<0.118
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.578	<0.460	<0.539	<0.104
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<3.637	<3.800	<3.900	<0.740
18	¹⁰⁹ Cd	없음	ND	<24.300	ND	<3.340
19	^{110m} Ag	없음	<0.423	<0.485	<0.555	<0.098
20	¹¹³ Sn	없음	<0.751	<0.631	<0.495	<0.110
21	¹³¹ I	3	<0.893	<0.648	<0.914	<0.140
22	¹³³ Xe	없음	<4.410	<3.200	<4.990	<0.593
23	^{133m} Xe	없음	<29.000	<14.200	<34.300	<3.120
24	¹³⁴ Cs	5	<0.445	<0.445	<0.501	<0.092
25	¹³⁷ Cs	5	7.70±0.199 (0.686)	0.862±0.110 (0.531)	<0.621	<0.103
26	¹³⁹ Ce	없음	ND	<0.543	ND	<0.104
27	¹⁴⁰ Ba	70	<1.920	<2.010	1.900	<0.458
28	¹⁴⁰ La	70	<5.180	<4.330	<7.890	<1.170
29	¹⁴¹ Ce	없음	<1.010	<1.030	<1.210	<0.202
30	¹⁴³ Ce	없음	<21.300	<9.490	<27.400	<1.990
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<2.610	<4.210	<4.390	<0.789
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.776	<0.505	<0.693	<0.127
33	²¹² Bi	없음	<30.900	<41.600	<34.100	<1.460
34	²¹² Pb	없음	<1.380	10,649±234	<1.530	<209
35	²¹⁴ Bi	없음	<1.490	<0.901	<1.610	<0.188
36	²¹⁴ Pb	없음	<1.310	<2.750	<1.350	<0.349
37	²²⁶ Ra	없음	<15.300	35.1±3.30	<18.000	<2.850
38	²²⁷ Th	없음	6.02±1.03	6.11±0.905	7.72±1.15	<0.753
39	²²⁸ Ac	없음	<2.880	<4.730	<3.580	<1.230
40	²³⁵ U	없음	<4.300	3.88±0.221	<4.700	0.430±0.0356
41	²³⁷ U	없음	<6.560	<5.720	<10.100	<1.250

1. ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²¹²Pb(납), ²²⁶Ra(라듐), ²²⁷Th(토륨), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

Table 15. 쑥채취지점 토양 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	2017-17호 MDA	함안군	거제시	함양군	거창군	산청군	합천군
1	⁷ Be	없음	<3.880	32.1±2.43	<4.330	4.310	<5.600	7.89±0.953
2	⁴⁰ K	없음	476±4.25	561±5.05	760±5.75	910±6.35	745±5.92	781±6.11
3	⁵¹ Cr	15	<3.860	<4.180	<1.850	<4.520	<5.430	<2.060
4	⁵⁴ Mn	2	<0.457	<0.526	<0.529	<0.499	<0.595	<0.548
5	⁵⁷ Co	없음	<0.435	<0.483	<0.522	<0.500	<0.695	<0.635
6	⁵⁸ Co	2	<0.430	<0.475	<0.464	<0.481	<0.543	<0.550
7	⁵⁹ Fe	5	<0.958	<0.793	<0.562	<0.323	<1.260	<1.180
8	⁶⁰ Co	2	<0.550	<0.527	<0.560	<0.556	<0.496	<0.500
9	⁶⁵ Zn	5	<1.030	<0.850	<1.100	<1.210	<1.390	<1.300
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.451	<0.501	<0.511	<0.488	<0.611	<0.583
11	⁸⁸ Kr	없음	<2.490	<2.810	<2.920	<2.610	<3.390	<3.280
12	⁸⁸ Y	없음	<0.449	<0.150	<0.291	<0.324	<0.274	<0.438
13	⁹⁵ Zr	5	<0.869	<0.906	<0.899	<0.935	<1.230	<1.070
14	⁹⁵ Nb	5	<0.520	<0.555	<0.551	<0.535	<0.719	<0.655
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.487	<0.609	<0.641	<0.584	<0.760	<0.749
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.450	<0.142	<0.326	<0.398	<0.529	<0.494
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<2.960	<3.030	<3.190	<2.750	<3.850	<3.820
18	¹⁰⁹ Cd	없음	<18.000	ND	ND	ND	ND	ND
19	^{110m} Ag	없음	<0.421	<0.459	<0.484	<0.332	<0.566	<0.415
20	¹¹³ Sn	없음	<0.533	<0.598	<0.473	<0.313	<0.764	<0.854
21	¹³¹ I	3	<0.708	<0.742	<0.592	<0.661	<1.020	<0.744
22	¹³³ Xe	없음	<3.780	<3.480	<2.410	<3.230	<5.420	<3.380
23	^{133m} Xe	없음	<29.800	<19.500	<7.710	<17.900	<0.434	<13.900
24	¹³⁴ Cs	5	<0.362	<0.419	<0.423	<0.410	<0.520	<0.521
25	¹³⁷ Cs	5	1.92±0.107 (0.433)	0.572±0.101 (0.518)	<0.557	<0.509	1.09±0.126 (0.619)	1.29±0.128 (0.612)
26	¹³⁹ Ce	없음	<0.446	ND	ND	ND	ND	ND
27	¹⁴⁰ Ba	70	<2.060	<2.060	<2.530	<2.220	<2.930	<3.000
28	¹⁴⁰ La	70	<13.100	<1.870	<1.010	<2.670	<10.200	<1.320
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.925	<0.785	<0.915	<0.921	<1.210	<1.120
30	¹⁴³ Ce	없음	<0.328	<12.400	<2.720	<11.900	40.500	<7.110
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<3.350	<2.770	<2.890	<3.630	<4.270	<5.010
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.883	<0.646	<0.670	<0.604	<0.836	<0.824
33	²¹² Bi	없음	<19.700	<26.300	<27.700	<24.700	<32.100	<31.600
34	²¹² Pb	없음	<1.480	71,795±775	686±6.58	47,429±598	<1.620	8,647±75.9
35	²¹⁴ Bi	없음	<0.765	<1.340	<1.270	<1.130	<1.250	<1.220
36	²¹⁴ Pb	없음	<2.170	<1.130	<1.210	<1.090	<1.470	<1.440
37	²²⁶ Ra	없음	26.1±2.58	40.0±2.93	<15.100	<13.700	<16.500	<15.500
38	²²⁷ Th	없음	<3.980	<4.600	<4.540	<4.310	7.43±1.24	<5.710
39	²²⁸ Ac	없음	<2.250	<2.580	5,744±131	<2.770	<3.540	<3.960
40	²³⁵ U	없음	2.06±0.177	<3.880	<3.830	<3.700	<4.710	<4.650
41	²³⁷ U	없음	<7.550	<6.870	<5.760	<7.130	<10.300	<7.090

1. ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²¹²Pb(납), ²²⁶Ra(라듐), ²²⁷Th(토륨), ²²⁸Ac(악티늄), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성 물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)