

함께 만드는 완전히 새로운 경남

2020년 8월 환경 방사성물질 조사결과



보건환경연구원
[위생화학팀]

2020년 8월 환경 방사성물질 조사결과

- 도내 9종(공기/빗물/해수/정수/원수/술잎/쭉/토양/갯벌) 30건 시료 조사결과 토양과 갯벌에서 ^{137}Cs 이 각각 불검출~4.78 Bq/kg, 1.63~1.79 Bq/kg로 평상범위 이내임
 - 전국 토양 ^{137}C 평상범위 : 불검출~24.6 Bq/kg-dry(KINS, '16년~'18년 자료)
 - 전국 해저퇴적물 ^{137}C 평상범위 : 불검출~3.34 Bq/kg-dry(KINS, '16년~'18년 자료)
- 토양과 갯벌, 쭉 이외 모든 시료는 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 불검출

1. 조사 기간 : '20. 7. 31. ~ 8. 31.

2. 조사 대상 : 9종 30건

- 공기시료 1건
- 물시료 4종 6건(빗물 1, 해수 3, 정수 1, 원수 1)
- 술잎 2건(양산 2)
- 쭉 6건(사천 1, 진주 1, 양산 2, 밀양 1, 창녕 1)
- 토양시료 13건(양산 8, 사천 1, 진주 1, 밀양 1, 창녕 1, 마산회원 1)
- 갯벌 2건(거제 1, 남해 1)

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구분	계획	실적		진도율 (%)	비고
		8월말	누계		
방사성물질 조사	330	30	257	77.9%	

4. 조사 내용 및 방법

Table 2. 방사성물질 조사(빗물 및 공기)

내 용	빗물	공기
채취 장소	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층
채취 기간	7. 31. ~ 8. 31.	7. 31. ~ 8. 31.
채취 기구	빗물 채집기	저용적 공기포집기
채취 수량	30 L	3,830 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. 방사성물질 조사(해수)

내 용	해 수	
채취 장소	거제, 남해	진해
채취 기간	8. 21. 12:10~14:40	8. 24. 15:20
채취 기구	두레박	두레박
채취 수량	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 ¹³¹I과 ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs을 분석하기 위한 것임

Table 4. 먹는 물(양산시) 방사성물질 조사

구분	원수	정수
채취 지역	양산시	양산시
채취 장소	원동취수장	웅상정수장
채취 일시	8. 19. 10:35	
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 5. 지표식물 방사성물질 조사

구분	솔잎	쭉
채취 지역	양산	사천, 진주, 양산, 밀양, 창녕
채취 일시	8. 27.	8. 14. ~ 8. 25.
채취 수량	2~4 kg	
전처리	이물질제거→건조(105 °C, 48시간)→분쇄→2 μm 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 6. 토양 방사성물질 조사

구분	고리원전 영향 파악	지표식물 채취지점 등
채취 지역	양산(등산로2, 평지2)	양산4, 사천1, 진주1, 밀양1, 창녕1, 마산회원구1
채취 일시	8. 3.	8. 14. ~ 8. 27.
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

2020년 8월에 서부청사 별관 1층에 설치한 저용적 공기포집기를 이용하여 포집한 공기 시료 총 3,830 m³에 대한 조사를 수행한 결과 ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 등의 주요 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 ⁷Be이 0.00132±0.0000352 Bq/m³로 검출되어 8월 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 7에 제시하였음.

5. 2 빗물 시료

서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 약 1개월(7.31~8.31) 동안 30 L의 빗물 채집. 채집한 빗물 시료에 대한 방사성물질 조사를 수행한 결과 ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 등의 주요 인공 핵종과 자연 방사성물질이 전혀 검출되지 않아 고리원전 및 기타 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 7에 제시하였음.

Table 7. 공기 및 빗물 분석 결과

순 서	분석 핵종	공기(Bq/m ³)		빗물	
		고시2017-17호 MDA	8월	고시2017-17 MDA	8월
1	⁷ Be	N/A	0.00132±0.0000352	N/A	불검출
2	⁴⁰ K	N/A	불검출	N/A	불검출
3	⁵¹ Cr	5E-03	불검출(<1.09E-4)	1	불검출(<0.0230)
4	⁵⁴ Mn	8E-05	불검출(<1.38E-5)	0.5	불검출(<0.00285)
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	N/A	불검출
6	⁵⁸ Co	3E-04	불검출(<1.36E-5)	0.05	불검출(<0.00311)
7	⁵⁹ Fe	5E-04	불검출(2.76E-5)	0.03	불검출(<0.00579)
8	⁶⁰ Co	8E-05	불검출(<1.49E-5)	0.02	불검출(<0.00358)
9	⁶⁵ Zn	5E-04	불검출(<3.07E-5)	0.05	불검출(<0.00588)
10	⁸⁵ Sr	N/A	불검출	N/A	불검출
11	⁸⁸ Kr	N/A	불검출	N/A	불검출
12	⁸⁸ Y	N/A	불검출	N/A	불검출
13	⁹⁵ Zr	5E-04	불검출(<2.25E-5)	0.5	불검출(<0.00556)
14	⁹⁵ Nb	5E-04	불검출(<1.70E-5)	0.5	불검출(<0.00305)
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	N/A	불검출
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	N/A	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	N/A	불검출	N/A	불검출
18	¹⁰⁹ Cd	N/A	불검출	N/A	불검출
19	^{110m} Ag	N/A	불검출	N/A	불검출
20	¹¹³ Sn	N/A	불검출	N/A	불검출
21	¹³¹ I	5E-02	불검출(<2.77E-5)	0.1	불검출(<0.00391)
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	N/A	불검출
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	N/A	불검출
24	¹³⁴ Cs	8E-05	불검출(<8.97E-6)	0.008	불검출(<0.00293)
25	¹³⁷ Cs	8E-05	불검출(<1.38E-5)	0.008	불검출(<0.00309)
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	N/A	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	불검출(<5.20E-5)	10	불검출(<0.0114)
28	¹⁴⁰ La	0.1	불검출(<9.82E-5)	10	불검출(<0.0275)
29	¹⁴¹ Ce	N/A	불검출	N/A	불검출
30	¹⁴³ Ce	N/A	불검출	N/A	불검출
31	¹⁴⁴ Ce	N/A	불검출	N/A	불검출
32	²⁰⁸ Tl	N/A	불검출	N/A	불검출
33	²¹² Bi	N/A	불검출	N/A	불검출
34	²¹² Pb	N/A	불검출	N/A	불검출
35	²¹⁴ Bi	N/A	불검출	N/A	불검출
36	²¹⁴ Pb	N/A	불검출	N/A	불검출
37	²²⁶ Ra	N/A	불검출	N/A	불검출
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	N/A	불검출
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	N/A	불검출
40	²³⁵ U	N/A	불검출	N/A	불검출
41	²³⁷ U	N/A	불검출	N/A	불검출

1. ⁷Be(베릴륨)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

5. 3 해수 시료

2020년 8월에 거제시 장목면 대계마을과 남해군 미조면 천하마을, 창원시 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 공침법을 이용하여 전처리를 수행함.

전처리 후 감마핵종분석기로 조사한 결과 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 핵종은 전혀 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 ^{40}K 만이 2건의 해수에서 0.0414 ~ 0.0445 Bq/L로 검출됨.

이러한 분석결과에 근거하여 8월 해수시료의 경우 인공방사성물질 또는 후쿠시마 원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, 자세한 분석결과는 아래 Table 8에 제시함. Table 8에서 보이듯이 모든 핵종에서 원자력안전위원회 고시 제2017-17호 제시된 MDA(최소검출방사능) 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 8. 해수 분석결과(Bq/L)

순서	핵종	8월 해수			
		고시2017-17호 MDA	거제시	남해군	진해구
1	⁷ Be	N/A	불검출	불검출	불검출
2	⁴⁰ K	N/A	불검출	0.0414±0.00604	0.0445±0.00623
3	⁵¹ Cr	0.05	불검출(<0.0126)	불검출(<0.00859)	불검출(<0.00920)
4	⁵⁴ Mn	0.005	불검출(<0.00139)	불검출(<0.00095)	불검출(<0.00102)
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	0.005	불검출(<0.00137)	불검출(<0.00103)	불검출(<0.00104)
7	⁵⁹ Fe	0.005	불검출(<0.00286)	불검출(<0.00211)	불검출(<0.00224)
8	⁶⁰ Co	0.005	불검출(<0.00169)	불검출(<0.00120)	불검출(<0.00122)
9	⁶⁵ Zn	0.02	불검출(<0.00315)	불검출(<0.00228)	불검출(<0.00230)
10	⁸⁵ Sr	N/A	불검출	불검출	불검출
11	⁸⁸ Kr	N/A	불검출	불검출	불검출
12	⁸⁸ Y	N/A	불검출	불검출	불검출
13	⁹⁵ Zr	0.006	불검출(<0.00232)	불검출(<0.00186)	불검출(<0.00174)
14	⁹⁵ Nb	0.006	불검출(<0.00176)	불검출(<0.00135)	불검출(<0.00145)
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	불검출
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	N/A	불검출	불검출	불검출
18	¹⁰⁹ Cd	N/A	불검출	불검출	불검출
19	^{110m} Ag	N/A	불검출	불검출	불검출
20	¹¹³ Sn	N/A	불검출	불검출	불검출
21	¹³¹ I	0.1	불검출(<0.0109)	불검출(<0.00831)	불검출(<0.0149)
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	0.003	불검출(<0.00134)	불검출(<0.000894)	불검출(<0.000950)
25	¹³⁷ Cs	0.003	불검출(<0.00160)	불검출(<0.00110)	불검출(<0.00108)
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	불검출(<0.00532)	불검출(<0.00450)	불검출(<0.00482)
28	¹⁴⁰ La	0.1	불검출(<0.0475)	불검출(<0.0198)	불검출(<0.0351)
29	¹⁴¹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출
30	¹⁴³ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출
31	¹⁴⁴ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출
32	²⁰⁸ Tl	N/A	불검출	불검출	불검출
33	²¹² Bi	N/A	불검출	불검출	불검출
34	²¹² Pb	N/A	불검출	불검출	불검출
35	²¹⁴ Bi	N/A	불검출	불검출	불검출
36	²¹⁴ Pb	N/A	불검출	불검출	불검출
37	²²⁶ Ra	N/A	불검출	불검출	불검출
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	불검출	불검출
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	불검출
40	²³⁵ U	N/A	불검출	불검출	불검출
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	불검출

1. ⁴⁰K(칼륨)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

5. 4 먹는물(원수 및 정수)

2020년 8월에 양산시에서 조사의뢰한 방사선비상계획구역 내·외부의 원동 취수장 원수와 응상정수장 정수에 대한 방사능조사를 수행함. 조사결과 정수, 원수 시료에서 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 방사성물질 모두 검출되지 않아 고리원전 및 기타 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였고, 상세한 결과는 아래 Table 9에 수록함.

Table 9. 양산시 먹는물(관원) 조사결과(Bq/L)

시료	지역	장소	핵종	조사결과(Bq/L)		비고
				농도	MDA	
정수	양산시	응상 정수장	^{131}I	불검출	<0.480	· WHO Guideline 적용 · 1만초 계측(1 L 사용)
			^{134}Cs	불검출	<0.261	
			^{137}Cs	불검출	<0.159	
원수	양산시	원동 취수장	^{131}I	불검출	<0.00655	· 원자력안전위원회고시 제2017-17호 -3개 핵종모두 MDA 요건 만족 · 8만초 계측(20 L 사용)
			^{134}Cs	불검출	<0.00419	
			^{137}Cs	불검출	<0.00433	

5. 5 지표식물(솔잎 및 쭉) 시료

2020년 8월에 양산시 방사선비상계획구역에서 2건의 솔잎을 채취하였고, 양산시 방사선비상계획구역과 사천시, 진주시 등 5개 시군에서 총 6건의 쭉을 채취함. 채취한 지표식물 8건을 전처리한 후 감마핵종분석기를 이용하여 8만초 계측하였고, 계측결과에 근거하여 방사성물질을 조사함. 계측 및 분석 결과는 Table 10 ~ Table 11에 수록함. 조사결과 솔잎은 ^7Be 과 ^{40}K , ^{226}Ra 이 각각 불검출 ~ 11.3 Bq/kg-fresh, 불검출 ~ 22.3 Bq/kg-fresh, 불검출 ~ 7.29 Bq/kg-fresh로 나타났고, 쭉 시료의 경우 ^7Be 과 ^{40}K , ^{226}Ra 이 각각 불검출 ~ 41.9 Bq/kg-fresh, 불검출 ~ 172 Bq/kg-fresh, 불검출 ~ 12.9 Bq/kg-fresh로 나타남. 반면, ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 방사성물질의 경우 모든 시료에서 검출되지 않았기 때문에 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단함. 또한, 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 제시된 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하였기 때문에 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 10. 지표식물(고리원전 영향조사) 분석결과(Bq/kg-fresh)

순서	핵종	MDA	솔잎		쭉	
			천성산 기슭	오봉산 기슭	웅상정수장	천성산 기슭
1	⁷ Be	N/A	11.3±0.348	불검출	불검출	41.9±0.667
2	⁴⁰ K	N/A	22.3±0.612	불검출	불검출	163±1.69
3	⁵¹ Cr	3	불검출(<0.389)	불검출(<0.451)	불검출(<0.767)	불검출(<0.681)
4	⁵⁴ Mn	1	불검출(<0.0294)	불검출(<0.0467)	불검출(<0.118)	불검출(<0.0741)
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	1	불검출(<0.0525)	불검출(<0.0479)	불검출(<0.137)	불검출(<0.0950)
7	⁵⁹ Fe	2	불검출(<0.0510)	불검출(<0.0604)	불검출(<0.120)	불검출(<0.175)
8	⁶⁰ Co	1	불검출(<0.0587)	불검출(<0.343)	불검출(<0.0704)	불검출(<0.103)
9	⁶⁵ Zn	2	불검출(<0.0909)	불검출(<0.867)	불검출(<0.138)	불검출(<0.236)
10	⁸⁵ Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
11	⁸⁸ Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
12	⁸⁸ Y	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
13	⁹⁵ Zr	0.5	불검출(<0.0759)	불검출(<0.0823)	불검출(<0.193)	불검출(<0.153)
14	⁹⁵ Nb	0.5	불검출(<0.0573)	불검출(<0.0566)	불검출(<0.112)	불검출(<0.107)
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
18	¹⁰⁹ Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
19	^{110m} Ag	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
20	¹¹³ Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
21	¹³¹ I	0.5	불검출(<0.0636)	불검출(<0.0832)	불검출(<0.125)	불검출(<0.104)
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	0.1	불검출(<0.0490)	불검출(<0.0418)	불검출(<0.0859)	불검출(<0.0736)
25	¹³⁷ Cs	0.1	불검출(<0.0527)	불검출(<0.0477)	불검출(<0.0127)	불검출(<0.0937)
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	2	불검출(<0.185)	불검출(<0.166)	불검출(<0.398)	불검출(<0.310)
28	¹⁴⁰ La	2	불검출(<0.159)	불검출(<0.145)	불검출(<1.31)	불검출(<0.469)
29	¹⁴¹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
30	¹⁴³ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
31	¹⁴⁴ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
32	²⁰⁸ Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
33	²¹² Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
34	²¹² Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
35	²¹⁴ Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
36	²¹⁴ Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
37	²²⁶ Ra	N/A	7.29±0.547	불검출	불검출	12.1±0.849
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
40	²³⁵ U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출

1. ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

Table 11. 쑥(기타 지역 방사능 조사) 분석결과(Bq/kg-fresh)

순서	핵종	MDA	사천시	진주시	밀양시	창녕군	비고
1	^7Be	N/A	31.9±0.358	34.1±0.322	24.7±0.473	21.0±0.807	
2	^{40}K	N/A	135±1.09	108±0.865	162±1.73	172±1.68	
3	^{51}Cr	3	불검출(<0.746)	불검출(<0.595)	불검출(<0.796)	불검출(<0.606)	
4	^{54}Mn	1	불검출(<0.0946)	불검출(<0.0742)	불검출(<0.0897)	불검출(<0.0987)	
5	^{57}Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
6	^{58}Co	1	불검출(<0.0870)	불검출(<0.0691)	불검출(<0.0943)	불검출(<0.0989)	
7	^{59}Fe	2	불검출(<0.221)	불검출(<0.173)	불검출(<0.0982)	불검출(<0.210)	
8	^{60}Co	1	불검출(<0.136)	불검출(<0.106)	불검출(<0.202)	불검출(<0.0931)	
9	^{65}Zn	2	불검출(<0.228)	불검출(<0.184)	불검출(<0.101)	불검출(<0.209)	
10	^{85}Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
11	^{88}Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
12	^{88}Y	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
13	^{95}Zr	0.5	불검출(<0.166)	불검출(<0.131)	불검출(<0.175)	불검출(<0.175)	
14	^{95}Nb	0.5	불검출(<0.106)	불검출(<0.0769)	불검출(<0.106)	불검출(<0.0945)	
15	^{101}Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
16	^{103}Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
17	^{106}Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
18	^{109}Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
19	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
20	^{113}Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
21	^{131}I	0.5	불검출(<0.129)	불검출(<0.105)	불검출(<0.0967)	불검출(<0.116)	
22	^{133}Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
23	$^{133\text{m}}\text{Xe}$	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
24	^{134}Cs	0.1	불검출(<0.0621)	불검출(<0.0514)	불검출(<0.0780)	불검출(<0.0881)	
25	^{137}Cs	0.1	불검출(<0.0908)	불검출(<0.0678)	불검출(<0.0992)	불검출(<0.0893)	
26	^{139}Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
27	^{140}Ba	2	불검출(<0.356)	불검출(<0.295)	불검출(<0.356)	불검출(<0.413)	
28	^{140}La	2	불검출(<1.45)	불검출(<1.55)	불검출(<0.415)	불검출(<0.143)	
29	^{141}Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
30	^{143}Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
31	^{144}Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
32	^{208}Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
33	^{212}Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
34	^{212}Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
35	^{214}Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
36	^{214}Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
37	^{226}Ra	N/A	불검출	불검출	12.9±0.865	9.59±0.847	
38	^{227}Th	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
39	^{228}Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
40	^{235}U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
41	^{237}U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	

1. ^7Be (베릴륨), ^{40}K (칼륨), ^{226}Ra (라듐)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

5. 6 토양 시료

2020년 8월에 고리원전 주변 지역인 양산시와 김해시의 평지 및 등산로에서 총 4건의 표층토양을 채취하였고, 지표식물인 솔잎 및 쭉 채취지점과 동일한 지점에서 표층토양 8건을 채취함. 또한, 마산회원구 산업단지에서 1건의 표층토양을 채취함. 채취한 후 총 13건 토양을 대상으로 방사성물질 조사를 수행한 결과 자연 방사성물질인 ^7Be , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{227}Th , ^{235}U 등이 검출되었고, 이들 핵종의 농도 범위는 각각 불검출~21.4 Bq/kg-dry, 279~855 Bq/kg-dry, 17.4~56.2 Bq/kg-dry, 불검출~3.76 Bq/kg-dry, 1.47~3.07 Bq/kg-dry로 나타남.

주요 인공 방사성물질인 ^{131}I 와 ^{134}Cs 는 모든 토양에서 검출되지 않았고, ^{137}Cs 이 총 13건 토양에서 불검출~4.78 Bq/kg-dry로 나타남. 토양에 대한 방사성물질 조사결과는 Table 12~Table 14에 수록함. 토양에서 검출된 ^{137}Cs 농도는 KINS에서 최근 3년간(2016년~2018년) 전국 토양을 분석한 후 제시한 불검출~24.6 Bq/kg-dry 범위에 포함되었고, 토양에서 ^{137}Cs 이 검출되었지만 환경에서 ^{137}C 과 거동특성이 유사한 ^{134}C 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.

Table 12. 고리원전 영향조사를 위한 토양 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	양산시			
			웅상정수장	근린공원	천성산	오봉산
1	⁷ Be	N/A	4.38±0.740	12.3±0.795	불검출	3.78±0.744
2	⁴⁰ K	N/A	499±4.44	673±4.81	279±3.47	397±4.16
3	⁵¹ Cr	15	불검출(<3.25)	불검출(<3.12)	불검출(<4.21)	불검출(<4.01)
4	⁵⁴ Mn	2	불검출(<0.473)	불검출(<0.460)	불검출(<0.547)	불검출(<0.516)
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	2	불검출(<0.428)	불검출(<0.410)	불검출(<0.447)	불검출(<0.425)
7	⁵⁹ Fe	5	불검출(<0.987)	불검출(<0.975)	불검출(<0.876)	불검출(<0.943)
8	⁶⁰ Co	2	불검출(<0.569)	불검출(<0.587)	불검출(<0.518)	불검출(<0.573)
9	⁶⁵ Zn	5	불검출(<1.02)	불검출(<1.02)	불검출(<0.964)	불검출(<1.04)
10	⁸⁵ Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
11	⁸⁸ Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
12	⁸⁸ Y	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
13	⁹⁵ Zr	5	불검출(<0.906)	불검출(<0.854)	불검출(<0.944)	불검출(<0.860)
14	⁹⁵ Nb	5	불검출(<0.526)	불검출(<0.496)	불검출(<0.553)	불검출(<0.555)
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	15	불검출(<3.42)	불검출(<3.20)	불검출(<3.83)	불검출(<3.73)
18	¹⁰⁹ Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
19	^{110m} Ag	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
20	¹¹³ Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
21	¹³¹ I	1.5	불검출(<0.606)	불검출(<0.519)	불검출(<0.615)	불검출(<0.500)
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	5	불검출(<0.354)	불검출(<0.301)	불검출(<0.423)	불검출(<0.433)
25	¹³⁷ Cs	5	4.57±0.137 (<0.442)	0.829±0.0912 (<0.430)	1.92±0.247 (<0.452)	3.55±0.140 (<0.531)
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	70	불검출(<1.91)	불검출(<1.69)	불검출(<4.37)	불검출(<1.76)
28	¹⁴⁰ La	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
29	¹⁴¹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
30	¹⁴³ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
31	¹⁴⁴ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
32	²⁰⁸ Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
33	²¹² Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
34	²¹² Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
35	²¹⁴ Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
36	²¹⁴ Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
37	²²⁶ Ra	N/A	37.9±2.73	42.8±2.65	56.2±3.02	39.1±3.05
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	3.75±0.635	3.76±0.740	불검출
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
40	²³⁵ U	N/A	1.68±0.189	1.54±0.187	1.47±0.217	2.5±0.207
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출

1. ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐), ²²⁷Th(토륨), ²³⁵U(우라늄)는 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

Table 13. 지표식물(고리원전 영향조사) 채취지점 토양 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	솔잎 채취지점		쭉 채취지점		비고
			천성산 기슭	오봉산 기슭	천성산 기슭	웅상정수장	
1	⁷ Be	N/A	11.3±0.735	불검출	9.49±0.792	21.4±0.939	
2	⁴⁰ K	N/A	147±6.98	855±7.85	99.5±5.02	187±0.452	
3	⁵¹ Cr	15	불검출(<3.49)	불검출(<2.86)	불검출(<3.09)	불검출(<3.43)	
4	⁵⁴ Mn	2	불검출(<0.460)	불검출(<0.361)	불검출(<0.514)	불검출(<0.508)	
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	2	불검출(<0.413)	불검출(<0.367)	불검출(<0.445)	불검출(<0.431)	
7	⁵⁹ Fe	5	불검출(<0.999)	불검출(<0.782)	불검출(<0.927)	불검출(<0.936)	
8	⁶⁰ Co	2	불검출(<0.628)	불검출(<0.494)	불검출(<0.535)	불검출(<0.532)	
9	⁶⁵ Zn	5	불검출(<1.15)	불검출(<1.00)	불검출(<0.102)	불검출(<0.961)	
10	⁸⁵ Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
11	⁸⁸ Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
12	⁸⁸ Y	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
13	⁹⁵ Zr	5	불검출(<0.782)	불검출(<0.601)	불검출(<0.896)	불검출(<0.891)	
14	⁹⁵ Nb	5	불검출(<0.447)	불검출(<0.463)	불검출(<0.568)	불검출(<0.577)	
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	15	불검출(<2.91)	불검출(<2.95)	불검출(<3.42)	불검출(<3.43)	
18	¹⁰⁹ Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
19	^{110m} Ag	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
20	¹¹³ Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
21	¹³¹ I	1.5	불검출(<0.546)	불검출(<0.407)	불검출(<0.679)	불검출(<0.713)	
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	5	불검출(<0.384)	불검출(<0.365)	불검출(<0.415)	불검출(<0.381)	
25	¹³⁷ Cs	5	불검출 (<0.462)	0.925±0.132 (<0.395)	3.76±0.164 (<0.677)	4.78±0.171 (<0.677)	
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	70	불검출(<1.70)	불검출(<1.58)	불검출(<2.08)	불검출(<2.08)	
28	¹⁴⁰ La	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
29	¹⁴¹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
30	¹⁴³ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
31	¹⁴⁴ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
32	²⁰⁸ Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
33	²¹² Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
34	²¹² Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
35	²¹⁴ Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
36	²¹⁴ Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
37	²²⁶ Ra	N/A	19.8±2.47	42.2±0.440	17.4±2.90	21.9±2.97	
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
40	²³⁵ U	N/A	1.82±0.163	불검출	2.69±0.185	3.07±0.192	
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	

1. ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

Table 14. 쪽(기타 지역 방사능 조사) 채취지점 토양 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	사천시	진주시	밀양시	창녕군	비고
1	^7Be	N/A	4.78 ± 0.814	불검출	불검출	불검출	
2	^{40}K	N/A	692 ± 5.89	558 ± 4.72	850 ± 7.80	830 ± 0.739	
3	^{51}Cr	15	불검출(<4.26)	불검출(<3.64)	불검출(<2.99)	불검출(<1.77)	
4	^{54}Mn	2	불검출(<0.546)	불검출(<0.521)	불검출(<0.360)	불검출(<0.443)	
5	^{57}Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
6	^{58}Co	2	불검출(<0.504)	불검출(<0.425)	불검출(<0.372)	불검출(<0.373)	
7	^{59}Fe	5	불검출(<1.09)	불검출(<0.954)	불검출(<0.802)	불검출(<0.801)	
8	^{60}Co	2	불검출(<0.677)	불검출(<0.605)	불검출(<0.491)	불검출(<0.346)	
9	^{65}Zn	5	불검출(<1.21)	불검출(<1.05)	불검출(<1.00)	불검출(<0.900)	
10	^{85}Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
11	^{88}Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
12	^{88}Y	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
13	^{95}Zr	5	불검출(<1.03)	불검출(<0.888)	불검출(<0.610)	불검출(<0.716)	
14	^{95}Nb	5	불검출(<0.576)	불검출(<0.494)	불검출(<0.479)	불검출(<0.415)	
15	^{101}Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
16	^{103}Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
17	^{106}Rh	15	불검출(<3.81)	불검출(<3.32)	불검출(<2.93)	불검출(<2.69)	
18	^{109}Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
19	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
20	^{113}Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
21	^{131}I	1.5	불검출(<0.674)	불검출(<0.541)	불검출(<0.4841)	불검출(<0.448)	
22	^{133}Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
23	$^{133\text{m}}\text{Xe}$	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
24	^{134}Cs	5	불검출(<0.442)	불검출(<0.309)	불검출(<0.364)	불검출(<0.338)	
25	^{137}Cs	5	불검출(<0.506)	불검출(<0.480)	0.920 ± 0.132 (<0.393)	0.856 ± 0.130 (<0.394)	
26	^{139}Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
27	^{140}Ba	70	불검출(<6.34)	불검출(<1.86)	불검출(<1.75)	불검출(<1.13)	
28	^{140}La	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
29	^{141}Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
30	^{143}Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
31	^{144}Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
32	^{208}Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
33	^{212}Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
34	^{212}Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
35	^{214}Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
36	^{214}Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
37	^{226}Ra	N/A	28.6 ± 2.96	29.3 ± 2.53	42.0 ± 4.38	45.41 ± 3.51	
38	^{227}Th	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
39	^{228}Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
40	^{235}U	N/A	2.50 ± 0.196	1.36 ± 0.174	불검출	불검출	
41	^{237}U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	

1. ^7Be (베릴륨), ^{40}K (칼륨), ^{226}Ra (라듐), ^{235}U (우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

5. 7 갯벌 시료

2020년 8월에 남해군 설천면의 문항어촌체험마을과 거제시 남부면에 위치한 어촌체험마을에서 각각 1건씩 해안선평적물인 갯벌을 채취한 후 방사성물질 조사를 수행함. 조사를 수행한 결과 자연 방사성물질인 ^7Be , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{235}U 등이 검출되었고, 이들 핵종의 농도 범위는 각각 5.95~10.6 Bq/kg-dry, 717~813 Bq/kg-dry, 39.4~43.1 Bq/kg-dry, 1.51 ± 0.206 Bq/kg-dry로 나타났고, 상세한 조사 결과는 아래 Table 15에 수록함

조사한 총 2건 갯벌의 ^{137}Cs 농도 범위는 1.63~1.79 Bq/kg-dry로 나타났고, 한국원자력안전기술원에서 최근 3년간(2016년~2018년) 전국 해저퇴적물을 분석한 후 제시한 불검출~3.34 Bq/kg-dry 범위 내에 포함됨. 2건의 모든 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.

Table 15. 갯벌 토양 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	거제	남해	비고
1	⁷ Be	N/A	5.95±0.800	10.6±1.14	
2	⁴⁰ K	N/A	717±5.80	813±7.20	
3	⁵¹ Cr	15	불검출(<3.54)	불검출(<3.56)	
4	⁵⁴ Mn	2	불검출(<0.516)	불검출(<0.426)	
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	2	불검출(<0.466)	불검출(<0.383)	
7	⁵⁹ Fe	5	불검출(<1.14)	불검출(<0.627)	
8	⁶⁰ Co	2	불검출(<0.679)	불검출(<0.283)	
9	⁶⁵ Zn	5	불검출(<1.23)	불검출(<0.802)	
10	⁸⁵ Sr	N/A	불검출	불검출	
11	⁸⁸ Kr	N/A	불검출	불검출	
12	⁸⁸ Y	N/A	불검출	불검출	
13	⁹⁵ Zr	5	불검출(<0.909)	불검출(<1.03)	
14	⁹⁵ Nb	5	불검출(<0.564)	불검출(<0.606)	
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	15	불검출(<3.63)	불검출(<2.87)	
18	¹⁰⁹ Cd	N/A	불검출	불검출	
19	^{110m} Ag	N/A	불검출	불검출	
20	¹¹³ Sn	N/A	불검출	불검출	
21	¹³¹ I	1.5	불검출(<0.685)	불검출(<0.630)	
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	5	불검출(<0.440)	불검출(<0.264)	
25	¹³⁷ Cs	5	1.63±0.112(<0.493)	1.79±0.148(<0.415)	
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	70	불검출(<2.24)	불검출(<1.85)	
28	¹⁴⁰ La	N/A	불검출	불검출	
29	¹⁴¹ Ce	N/A	불검출	불검출	
30	¹⁴³ Ce	N/A	불검출	불검출	
31	¹⁴⁴ Ce	N/A	불검출	불검출	
32	²⁰⁸ Tl	N/A	불검출	불검출	
33	²¹² Bi	N/A	불검출	불검출	
34	²¹² Pb	N/A	불검출	불검출	
35	²¹⁴ Bi	N/A	불검출	불검출	
36	²¹⁴ Pb	N/A	불검출	불검출	
37	²²⁶ Ra	N/A	39.4±2.78	43.1±3.00	
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	불검출	
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	
40	²³⁵ U	N/A	1.51±0.190	1.51±0.206	
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	

1. ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임