

함께 만드는 완전히 새로운 경남

2019년 10월 환경 방사성물질 조사결과



보건환경연구원
[위생화학팀]

2019년 10월 환경 방사성물질 조사결과

- 도내 7종(빗물/해수/정수/원수/갯벌/토양/솔잎) 23개 시료에 대한 조사결과
토양과 갯벌에서 ^{137}Cs 이 각각 불검출~3.26 Bq/kg-dry, 1.63~1.68 Bq/kg-dry로
정상범위 이내임
 - 전국 토양 ^{137}C 정상범위 : 불검출~29.7 Bq/kg-dry(KINS, '16년~'18년 자료)
 - 전국 해저퇴적물 ^{137}C 정상범위 : 불검출~3.34 Bq/kg-dry(KINS, '16년~'18년 자료)
- 토양과 갯벌 이외 모든 시료는 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 불검출

1. 조사 기간 : '19. 9. 30. ~ 10. 31.

2. 조사 대상 : 7종 23건

- 물시료 4종 5건(빗물 1, 해수 2, 정수 1, 원수 1)
- 갯벌 2건(거제시 1, 남해군 1)
- 토양시료 10건(양산 평지 2, 양산 등산로 2, 솔잎채취지점 6)
- 솔잎 6건

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구분	계획	실적			진도율 (%)	비고
		9월말	10월말	합계		
방사성물질 조사	326	275	23	298	91.4%	

4. 조사 내용 및 방법

Table 2. 방사성물질 조사(빗물)

내 용	빗물	공기
채취 장소	서부청사 별관1층	<ul style="list-style-type: none">• 공기 조사결과는 월보(11월) 수록 예정• 결과 지연사유<ul style="list-style-type: none">- 감마핵종분석기의 검출기 진공도 복구- 액체질소순환냉각장치 점검
채취 기간	9. 30. ~ 10. 31.	
채취 기구	빗물 채집기	
채취 수량	30 L	
전 처 리	증발농축(30 L → 1 L)	
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	남해군	거제시
채취 기간	10. 17. 10:50	10. 17. 14:50
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 ^{131}I 과 ^{134}Cs , ^{137}Cs 을 분석하기 위한 것임

Table 4. 먹는 물(양산시) 방사성물질 조사

구분	원수	정수
채취 지역	양산시	양산시
채취 장소	원동취수장	웅상정수장
채취 일시	10. 16. 16:30	
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. 갯벌 방사성물질 조사

구분	갯벌(해저퇴적물)	
채취 지역	남해군	거제시
채취 일시	10. 17. 11:30	10. 17. 16:00
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. 토양 방사성물질 조사

구분	솔잎채취지점	방사선비상계획구역
채취 지역	거제, 통영, 하동, 남해, 밀양, 양산	평지 및 등산로
채취 일시	10. 10. ~ 10. 28.	10. 14. 14:30 ~ 17:20
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 	

Table 7. 솔잎 방사성물질 조사

구분	솔잎(지표식물)
채취 지역	거제, 통영, 하동, 남해, 밀양, 양산
채취 일시	10. 10. ~ 10. 28.
채취 수량	2~3 kg
전처리	이물질제거 → 무게측정 → 건조 → 무게측정 → 분쇄 → 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

5. 방사성물질 조사 결과

5. 1 빗물 시료

서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 약 1개월(9.30.~10.31.) 동안 포집한 빗물 시료 총 30 L에 대한 조사를 수행한 결과 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 방사성물질과 자연 방사성물질이 전혀 검출되지 않아 10월 빗물의 경우 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단함.

또한, ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 방사성물질은 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 제시된 MDA(최소검출방사능) 기준치를 만족하였기 때문에 계측결과에 대한 신뢰도에는 확보된 것으로 판단하였고, 분석결과는 아래의 Table 8에 제시하였음.

Table 8. 공기 및 빗물 분석 결과

순서	분석 핵종	빗물		비고
		고시2017-17 MDA	10월	
1	^7Be	N/A	불검출	
2	^{40}K	N/A	불검출	
3	^{51}Cr	1	불검출(<0.0277)	
4	^{54}Mn	0.5	불검출(<0.00225)	
5	^{57}Co	N/A	불검출	
6	^{58}Co	0.05	불검출(<0.00201)	
7	^{59}Fe	0.03	불검출(<0.00534)	
8	^{60}Co	0.02	불검출(<0.00277)	
9	^{65}Zn	0.05	불검출(<0.00392)	
10	^{85}Sr	N/A	불검출	
11	^{88}Kr	N/A	불검출	
12	^{88}Y	N/A	불검출	
13	^{95}Zr	0.5	불검출(<0.00331)	
14	^{95}Nb	0.5	불검출(<0.00228)	
15	^{101}Rh	N/A	불검출	
16	^{103}Ru	N/A	불검출	
17	^{106}Rh	N/A	불검출	
18	^{109}Cd	N/A	불검출	
19	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	N/A	불검출	
20	^{113}Sn	N/A	불검출	
21	^{131}I	0.1	불검출(<0.00391)	
22	^{133}Xe	N/A	불검출	
23	$^{133\text{m}}\text{Xe}$	N/A	불검출	
24	^{134}Cs	0.008	불검출(<0.00131)	
25	^{137}Cs	0.008	불검출(<0.00204)	
26	^{139}Ce	N/A	불검출	
27	^{140}Ba	10	불검출(<0.0123)	
28	^{140}La	10	불검출(<0.0510)	
29	^{141}Ce	N/A	불검출	
30	^{143}Ce	N/A	불검출	
31	^{144}Ce	N/A	불검출	
32	^{208}Tl	N/A	불검출	
33	^{212}Bi	N/A	불검출	
34	^{212}Pb	N/A	불검출	
35	^{214}Bi	N/A	불검출	
36	^{214}Pb	N/A	불검출	
37	^{226}Ra	N/A	불검출	
38	^{227}Th	N/A	불검출	
39	^{228}Ac	N/A	불검출	
40	^{235}U	N/A	불검출	
41	^{237}U	N/A	불검출	

5. 2 해수 시료

2019년 10월에 거제시 남부면 어촌체험마을과 남해군 남해대교 주변에서 각각 70 L의 해수를 채취함. 채취한 시료 중 5 L는 ^{131}I 를 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 감마핵종분석기로 조사한 결과 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 핵종은 전혀 검출되지 않았고, 자연 방사성물질 또한 전혀 검출되지 않아 10월 해수 시료의 경우 인공 방사성물질 또는 후쿠시마 원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, 자세한 분석결과는 Table 9에 제시함. Table 9에서 보이듯이 모든 핵종에서 원자력안전위원회 고시 제2017-17호 제시된 MDA(최소검출방사능) 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 9. 해수 분석결과(Bq/L)

순서	핵종	10월 해수			비고
		MDA	거제시	남해군	
1	⁷ Be	N/A	불검출	불검출	
2	⁴⁰ K	N/A	불검출	불검출	
3	⁵¹ Cr	0.05	불검출(<0.0115)	불검출(<0.0123)	
4	⁵⁴ Mn	0.005	불검출(<0.000738)	불검출(<0.00144)	
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	0.005	불검출(<0.00107)	불검출(<0.00140)	
7	⁵⁹ Fe	0.005	불검출(<0.00229)	불검출(<0.00379)	
8	⁶⁰ Co	0.005	불검출(<0.00153)	불검출(<0.00215)	
9	⁶⁵ Zn	0.02	불검출(<0.00260)	불검출(<0.00342)	
10	⁸⁵ Sr	N/A	불검출	불검출	
11	⁸⁸ Kr	N/A	불검출	불검출	
12	⁸⁸ Y	N/A	불검출	불검출	
13	⁹⁵ Zr	0.006	불검출(<0.00193)	불검출(<0.00265)	
14	⁹⁵ Nb	0.006	불검출(<0.00136)	불검출(<0.00177)	
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	N/A	불검출	불검출	
18	¹⁰⁹ Cd	N/A	불검출	불검출	
19	^{110m} Ag	N/A	불검출	불검출	
20	¹¹³ Sn	N/A	불검출	불검출	
21	¹³¹ I	0.1	불검출(<0.0206)	불검출(<0.0283)	
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	0.003	불검출(<0.0009912)	불검출(<0.00137)	
25	¹³⁷ Cs	0.003	불검출(<0.00122)	불검출(<0.00170)	
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	불검출(<0.00559)	불검출(<0.00571)	
28	¹⁴⁰ La	0.1	불검출(<0.00747)	불검출(<0.0432)	
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	불검출	불검출	
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	불검출	
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	
40	²³⁵ U	N/A	불검출	불검출	
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	

5. 3 먹는물

2019년 10월 16에 양산시에서 조사의뢰한 방사선비상계획구역 내·외부의 원동취수장 원수와 웅상정수장 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 10에 수록함.

Table 10. 양산시 먹는물(관원) 조사결과(Bq/L)

시료	지역	장소	핵종	조사결과(Bq/L)		비고
				농도	MDA	
정수	양산시	웅상정수장	^{131}I	불검출	<0.307	· WHO Guideline 적용 · 1만초 계측(1 L 사용)
			^{134}Cs	불검출	<0.235	
			^{137}Cs	불검출	<0.302	
원수	양산시	원동취수장	^{131}I	불검출	<0.00429	· 원자력안전위원회고시 제2017-17호 -3개 핵종모두 MDA 요건 만족 · 8만초 계측(20 L 사용)
			^{134}Cs	불검출	<0.00389	
			^{137}Cs	불검출	<0.00466	

5. 4 갯벌 시료

2019년 10월에 남해군 설천면의 문항어촌체험마을과 거제시 남부면에 위치한 어촌체험마을에서 각각 1개씩 총 2개의 해안선퇴적물인 갯벌을 채취한 후 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과 자연 방사성물질인 ^{40}K , ^{226}Ra , ^{235}U 등이 검출되었고, 이들 핵종의 농도 범위는 각각 733~742 Bq/kg-dry, 24.5~28.2 Bq/kg-dry, 1.41~1.70 Bq/kg-dry로 나타났고, 상세한 결과는 아래 Table 11에 수록함

조사한 총 2개 갯벌의 ^{137}Cs 농도 범위는 1.63~1.68 Bq/kg-dry로 나타났고, 한국원자력안전기술원에서 최근 3년간(2016년~2018년) 전국 해저퇴적물을 분석한 후 제시한 불검출~3.34 Bq/kg-dry 범위 내에 포함됨. 2개의 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 11. 갯벌 분석결과(Bq/kg-fresh)

순서	핵종	갯벌(해저퇴적물)			비고
		MDA	남해군	거제시	
1	⁷ Be	N/A	불검출	불검출	
2	⁴⁰ K	N/A	733±5.10	742±5.35	
3	⁵¹ Cr	15	불검출(<4.43)	불검출(<3.70)	
4	⁵⁴ Mn	2	불검출(<0.415)	불검출(<0.445)	
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	2	불검출(<0.399)	불검출(<0.411)	
7	⁵⁹ Fe	5	불검출(<0.971)	불검출(<0.779)	
8	⁶⁰ Co	2	불검출(<0.700)	불검출(<0.611)	
9	⁶⁵ Zn	5	불검출(<1.03)	불검출(<1.02)	
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(<0.878)	불검출(<1.05)	
14	⁹⁵ Nb	5	불검출(<0.523)	불검출(<0.497)	
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	N/A	불검출	불검출	
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(<0.839)	불검출(<0.589)	
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	5	불검출(<0.351)	불검출(<0.365)	
25	¹³⁷ Cs	5	1.63±0.0999 불검출(<0.437)	1.68±0.0976 불검출(<0.412)	
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	70	불검출(<1.87)	불검출(<1.47)	
28	¹⁴⁰ La	70	불검출(<4.67)	불검출(<3.33)	
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	28.2±2.39	24.5±2.31	
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	불검출	
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	
40	²³⁵ U	N/A	1.70±0.145	1.41±0.140	
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	

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

5. 5 토양 시료

2019년 10월에 양산시의 방사선비상계획구역 내 웅상정수장과 삼호34근린공원, 천성산 및 오봉산 정상에서 각각 1개씩 총 4개의 표층토양을 채취함. 또한, 거제시, 통영시, 하동군, 남해군, 밀양시, 양산시의 솔잎채취지점과 동일한 지점에서 각 1개씩 총 6개 표층토양을 채취함. 채취한 총 10개 토양을 대상으로 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과 자연 방사성물질인 ^7Be , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{227}Th , ^{235}U 등이 검출되었으며, 이들 핵종의 농도 범위는 각각 불검출~4.85 Bq/kg-dry, 393~810 Bq/kg-dry, 19.5~48.1 Bq/kg-dry, 불검출~4.38 Bq/kg-dry, 1.41~2.21 Bq/kg-dry로 나타났고, 상세한 조사결과는 Table 12~Table 13에 수록함

조사한 총 10개 토양의 ^{137}Cs 농도 범위는 불검출~3.28 Bq/kg-dry로 나타났고, 한국원자력안전기술원에서 최근 3년간(2016년~2018년) 전국 토양을 분석한 후 제시한 불검출~24.6 Bq/kg-dry 범위 내에 포함되었으며, 양산시 솔잎채취지점의 토양에서 가장 높은 측정값을 보였음. 10개 중 9개 토양에서 ^{137}Cs 이 검출되었지만 환경에서 ^{137}Cs 와 거동특성이 유사한 ^{134}Cs 가 검출되지 않아 과거 해외 선진국에서 수행한 핵실험에 의한 방사능 낙진에 의한 영향이라 판단함. 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에서 제시한 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하였기 때문에 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 12. 토양(술잎채취지점) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	술잎채취지점의 토양					
			거제시	통영시	하동군	남해군	밀양시	양산시
1	⁷ Be	N/A	4.85±0.931	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
2	⁴⁰ K	N/A	673±5.86	620±5.23	505±4.60	460±3.88	596±4.62	393±4.07
3	⁵¹ Cr	15	불검출(<6.43)	불검출(<3.16)	불검출(<1.99)	불검출(<2.44)	불검출(<1.92)	불검출(<1.73)
4	⁵⁴ Mn	2	불검출(<0.618)	불검출(<0.503)	불검출(<0.375)	불검출(<0.372)	불검출(<0.445)	불검출(<0.361)
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	2	불검출(<0.548)	불검출(<0.407)	불검출(<0.386)	불검출(<0.328)	불검출(<0.386)	불검출(<0.363)
7	⁵⁹ Fe	5	불검출(<1.49)	불검출(<0.909)	불검출(<0.950)	불검출(<0.660)	불검출(<0.561)	불검출(<0.952)
8	⁶⁰ Co	2	불검출(<0.896)	불검출(<0.732)	불검출(<0.592)	불검출(<0.342)	불검출(<0.562)	불검출(<0.344)
9	⁶⁵ Zn	5	불검출(<1.21)	불검출(<1.12)	불검출(<0.901)	불검출(<0.815)	불검출(<0.863)	불검출(<0.839)
10	⁸⁵ Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	⁸⁸ Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	⁸⁸ Y	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	⁹⁵ Zr	5	불검출(<1.19)	불검출(<0.878)	불검출(<0.810)	불검출(<0.625)	불검출(<0.692)	불검출(<0.781)
14	⁹⁵ Nb	5	불검출(<0.722)	불검출(<0.519)	불검출(<0.531)	불검출(<0.450)	불검출(<0.487)	불검출(<0.489)
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	¹⁰⁹ Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	^{110m} Ag	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	¹¹³ Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	¹³¹ I	3	불검출(<0.746)	불검출(<0.441)	불검출(<0.629)	불검출(<0.230)	불검출(<0.567)	불검출(<0.491)
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	5	불검출(<0.499)	불검출(<0.408)	불검출(<0.349)	불검출(<0.331)	불검출(<0.346)	불검출(<0.359)
25	¹³⁷ Cs	5	0.859±0.128 (<0.627)	0.778±0.0922 (<0.439)	1.43±0.0953 (<0.417)	0.905±0.0813 (<0.376)	1.55±0.0952 (<0.407)	3.28±0.127 (<0.493)
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	70	불검출(<1.63)	불검출(<1.74)	불검출(<2.49)	불검출(<2.08)	불검출(<2.48)	불검출(<1.68)
28	¹⁴⁰ La	70	불검출(<2.24)	불검출(<0.649)	불검출(<5.08)	불검출(<0.944)	불검출(<1.14)	불검출(<1.03)
29	¹⁴¹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	¹⁴³ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	¹⁴⁴ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	²⁰⁸ Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	²¹² Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	²¹² Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
35	²¹⁴ Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	²¹⁴ Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	²²⁶ Ra	N/A	36.4±3.39	39.1±2.68	25.5±2.35	19.5±2.19	37.9±2.31	29.0±2.51
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	불검출	불검출	3.57±0.654	4.38±0.730	3.63±0.629
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40	²³⁵ U	N/A	2.21±0.206	1.73±0.165	1.69±0.142	1.72±0.130	1.41±0.145	2.07±0.149
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

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

Table 13. 토양(방사선비상계획구역) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	등산로		평지토양		비고
			천성산 정상	오봉산 정상	웅상정수장	삼호34근린공원	
1	⁷ Be	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
2	⁴⁰ K	N/A	750±5.73	810±5.78	562±4.73	398±4.14	
3	⁵¹ Cr	15	불검출(<4.73)	불검출(<4.02)	불검출(<3.51)	불검출(<4.87)	
4	⁵⁴ Mn	2	불검출(<0.487)	불검출(<0.587)	불검출(<0.516)	불검출(<0.403)	
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	2	불검출(<0.416)	불검출(<0.454)	불검출(<0.400)	불검출(<0.363)	
7	⁵⁹ Fe	5	불검출(<1.07)	불검출(<0.765)	불검출(<0.675)	불검출(<0.574)	
8	⁶⁰ Co	2	불검출(<0.585)	불검출(<0.700)	불검출(<0.315)	불검출(<0.540)	
9	⁶⁵ Zn	5	불검출(<1.03)	불검출(<1.22)	불검출(<1.01)	불검출(<0.901)	
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(<0.902)	불검출(<1.25)	불검출(<0.867)	불검출(<0.722)	
14	⁹⁵ Nb	5	불검출(<0.524)	불검출(<0.582)	불검출(<0.512)	불검출(<0.491)	
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	3	불검출(<0.433)	불검출(<0.568)	불검출(<0.433)	불검출(<0.418)	
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	5	불검출(<0.367)	불검출(<0.448)	불검출(<0.394)	불검출(<0.358)	
25	¹³⁷ Cs	5	0.989±0.0980 (<0.458)	0.536±0.0996 (<0.497)	1.34±0.0975 (<0.430)	불검출(<0.465)	
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	70	불검출(<1.67)	불검출(<1.07)	불검출(<2.12)	불검출(<1.23)	
28	¹⁴⁰ La	70	불검출(<0.317)	불검출(<1.43)	불검출(<1.06)	불검출(<1.28)	
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	32.7±2.73	48.1±2.84	41.6±2.65	33.7±2.50	
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	4.00±0.769	불검출	3.52±0.647	
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
40	²³⁵ U	N/A	2.16±0.165	1.77±0.178	1.80±0.164	1.92±0.152	
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	

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

5. 6 솔잎 시료

2019년 10월에 거제시, 통영시, 하동군, 남해군, 밀양시, 양산시에서 각각 1개씩 총 6개의 솔잎 시료를 채취한 후 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과 자연 방사성물질인 ^7Be , ^{40}K 이 검출되었고, 이들 농도 범위는 각각 23.0~41.9 Bq/kg-fresh, 37.7~64.0 Bq/kg-fresh로 나타났으며, 상세한 조사결과는 아래 Table 14에 수록함.

^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 방사성물질은 전혀 검출되지 않아 10월 지표식물의 경우 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 14. 술잎 분석결과(Bq/kg-fresh)

순서	핵종	MDA	술잎(지표식물)					
			거제시	통영시	하동군	남해군	밀양시	양산시
1	⁷ Be	N/A	34.8±0.453	25.1±0.385	23.0±0.288	25.6±0.304	26.8±0.305	41.9±0.380
2	⁴⁰ K	N/A	52.3±0.726	37.7±0.608	54.9±0.728	56.3±0.695	59.4±0.722	64.0±0.687
3	⁵¹ Cr	3	불검출(<0.7001)	불검출(<0.647)	불검출(<0.731)	불검출(<0.729)	불검출(<0.683)	불검출(<0.681)
4	⁵⁴ Mn	1	불검출(<0.0781)	불검출(<0.0564)	불검출(<0.0591)	불검출(<0.0637)	불검출(<0.0647)	불검출(<0.0655)
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	1	불검출(<0.0741)	불검출(<0.0598)	불검출(<0.0682)	불검출(<0.0658)	불검출(<0.0672)	불검출(<0.0692)
7	⁵⁹ Fe	2	불검출(<0.123)	불검출(<0.199)	불검출(<0.128)	불검출(<0.129)	불검출(<0.207)	불검출(<0.191)
8	⁶⁰ Co	1	불검출(<0.123)	불검출(<0.0991)	불검출(<0.104)	불검출(<0.111)	불검출(<0.109)	불검출(<0.104)
9	⁶⁵ Zn	2	불검출(<0.193)	불검출(<0.144)	불검출(<0.130)	불검출(<0.165)	불검출(<0.144)	불검출(<0.152)
10	⁸⁵ Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	⁸⁸ Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	⁸⁸ Y	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	⁹⁵ Zr	0.5	불검출(<0.106)	불검출(<0.0987)	불검출(<0.121)	불검출(<0.112)	불검출(<0.187)	불검출(<0.148)
14	⁹⁵ Nb	0.5	불검출(<0.0824)	불검출(<0.0619)	불검출(<0.0780)	불검출(<0.0779)	불검출(<0.0785)	불검출(<0.0773)
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	15	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	¹⁰⁹ Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	^{110m} Ag	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	¹¹³ Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	¹³¹ I	0.5	불검출(<0.0898)	불검출(<0.0574)	불검출(<0.106)	불검출(<0.123)	불검출(<0.125)	불검출(<0.140)
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	0.1	불검출(<0.0674)	불검출(<0.0570)	불검출(<0.0516)	불검출(<0.0472)	불검출(<0.0448)	불검출(<0.0432)
25	¹³⁷ Cs	0.1	불검출(<0.0855)	불검출(<0.0652)	불검출(<0.0670)	불검출(<0.0663)	불검출(<0.0723)	불검출(<0.0654)
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	2	불검출(<0.300)	불검출(<0.323)	불검출(<0.463)	불검출(<0.398)	불검출(<0.265)	불검출(<0.480)
28	¹⁴⁰ La	2	불검출(<0.581)	불검출(<0.132)	불검출(<1.43)	불검출(<2.12)	불검출(<0.94)	불검출(<0.377)
29	¹⁴¹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	¹⁴³ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	¹⁴⁴ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	²⁰⁸ Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	²¹² Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	²¹² Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
35	²¹⁴ Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	²¹⁴ Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	²²⁶ Ra	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40	²³⁵ U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

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