

함께 만드는 완전히 새로운 경남

2020년 5월 환경 방사성물질 조사결과



보건환경연구원
(위생화학팀)

2020년 5월 환경 방사성물질 조사결과

- 도내 9종(공기/빗물/해수/정수/원수/지하수/솔잎/쭉/토양) 60건 시료에 대한 조사결과 모든 시료에서 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 인공 방사성물질 불검출
- 고리 원전 및 기타 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단

1. 조사 기간 : '20. 4. 29. ~ 5. 29.

2. 조사 대상 : 9종 60건

- 공기시료 1건
- 물시료 5종 51건(빗물 1, 해수 2, 정수 2, 원수 1, 지하수 45)
 ※ 지하수 45건(창원 15, 사천 5, 진주 5, 밀양 5, 하동 5, 의령 5, 함안 5)
- 솔잎 2건(남해 1, 하동 1)
- 쭉 2건(남해 1, 의령 1)
- 토양시료 4건(쭉 및 솔잎 채취지점 4)

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구분	계획	실적		진도율 (%)	비고
		5월말	누계		
방사성물질 조사	330	60	168	50.9%	

4. 조사 내용 및 방법

Table 2. 방사성물질 조사(빗물 및 공기)

내 용	빗물		공기	
	채취 장소	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층
채취 기간	4. 29. ~ 5. 29.	4. 29. ~ 5. 28.	5.13. ~ 5.18.	
채취 기구	빗물 채집기	저용적 공기포집기	고용적 공기포집기	
채취 수량	30 L	3,967 m ³	5,760 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	거제시
채취 기간	5. 15. 15:20	5. 15. 12:10
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	신도시취수장	신도시 및 범어 정수장
채취 일시	5. 8. 16:40	
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. 지하수 방사성물질 조사

구분	지하수수질측정망(지하수)
채취 지역	총 7개 시군 45건 (창원15, 사천5, 진주5, 밀양5, 하동5, 의령5, 함안5)
채취 기간	5. 19 ~ 5. 27
채취 수량	총 40건(각 지점별 1 L 채취)
전처리	N/A
계측 시간	1만초
분석 핵종	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 6. 지표식물 방사성물질 조사

구분	솔잎	쭈
채취 지역	남해, 하동	남해, 의령
채취 일시	5. 6. 13:50~15:50	5. 6. ~ 5. 13.
채취 수량	2~4 kg	
전처리	이물질제거→건조(105 °C, 48시간)→분쇄→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	솔잎 및 쭈 채취지점의 토양
채취 지역	3개 지역(남해군, 하동군, 의령군)
채취 일시	5. 6. ~ 5. 13.
채취 수량	2~4 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 5월에 서부청사 별관 1층에 설치한 저용적 및 고용적 공기포집기를 이용하여 공기 시료를 각각 3,967 m³, 5,760 m³ 포집한 후 감마핵종분석기를 이용하여 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과 ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 등의 주요 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 ⁷Be만이 0.00226~0.00322 Bq/m³로 검출되어 5월 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 약 1개월(4.29~5.29) 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 8에 제시하였음.

Table 8. 공기 및 빗물 분석 결과

순서	분석핵종	공기(Bq/m ³)			빗물	
		고시2017-17호 MDA	5월		고시2017-17 MDA	5월
			저용적	고용적		
1	⁷ Be	N/A	0.00322±0.0000493	0.00226±0.0000533	N/A	불검출
2	⁴⁰ K	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
3	⁵¹ Cr	5E-03	불검출(<1.38E-4)	불검출(<6.56E-4)	1	불검출(<0.0295)
4	⁵⁴ Mn	8E-05	불검출(<1.35E-5)	불검출(<9.51E-6)	0.5	불검출(<0.00325)
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
6	⁵⁸ Co	3E-04	불검출(<1.40E-5)	불검출(<1.07E-5)	0.05	불검출(<0.00299)
7	⁵⁹ Fe	5E-04	불검출(3.55E-5)	불검출(2.91E-5)	0.03	불검출(<0.00502)
8	⁶⁰ Co	8E-05	불검출(<2.01E-5)	불검출(<1.54E-5)	0.02	불검출(<0.00347)
9	⁶⁵ Zn	5E-04	불검출(<2.68E-5)	불검출(<2.09E-5)	0.05	불검출(<0.00660)
10	⁸⁵ Sr	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
11	⁸⁸ Kr	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
12	⁸⁸ Y	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
13	⁹⁵ Zr	5E-04	불검출(<2.01E-5)	불검출(<1.46E-5)	0.5	불검출(<0.00553)
14	⁹⁵ Nb	5E-04	불검출(<1.50E-5)	불검출(<1.14E-5)	0.5	불검출(<0.00352)
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
18	¹⁰⁹ Cd	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
19	^{110m} Ag	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
20	¹¹³ Sn	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
21	¹³¹ I	5E-02	불검출(<2.20E-5)	불검출(<1.01E-5)	0.1	불검출(<0.00400)
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
24	¹³⁴ Cs	8E-05	불검출(<1.19E-5)	불검출(<9.84E-6)	0.008	불검출(<0.00290)
25	¹³⁷ Cs	8E-05	불검출(<1.42E-5)	불검출(<1.05E-5)	0.008	불검출(<0.00315)
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	불검출(<5.84E-5)	불검출(<3.52E-5)	10	불검출(<0.0123)
28	¹⁴⁰ La	0.1	불검출(<3.36E-4)	불검출(<2.42E-4)	10	불검출(<0.0294)
29	¹⁴¹ Ce	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
30	¹⁴³ Ce	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
31	¹⁴⁴ Ce	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
32	²⁰⁸ Tl	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
33	²¹² Bi	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
34	²¹² Pb	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
35	²¹⁴ Bi	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
36	²¹⁴ Pb	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
37	²²⁶ Ra	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
40	²³⁵ U	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출

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

5. 3 해수 시료

2020년 5월에 거제시 장목면 대계마을과 남해군 설천면 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 방사성물질은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 ^{40}K 만이 0.142~0.169 Bq/L로 검출됨.

이러한 분석결과에 근거하여 5월 해수시료의 경우 고리 원전 또는 기타 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, 자세한 분석결과는 Table 9에 제시함. Table 9에서 보이듯이 모든 핵종에서 원자력안전위원회고시 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	5월 해수			비고
		MDA	거제시	남해군	
1	⁷ Be	N/A	불검출	불검출	
2	⁴⁰ K	N/A	0.142±0.00792	0.169±0.00687	
3	⁵¹ Cr	0.05	불검출(<0.0143)	불검출(<0.00804)	
4	⁵⁴ Mn	0.005	불검출(<0.00101)	불검출(<0.000944)	
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	0.005	불검출(<0.00128)	불검출(<0.00110)	
7	⁵⁹ Fe	0.005	불검출(<0.00241)	불검출(<0.00323)	
8	⁶⁰ Co	0.005	불검출(<0.00171)	불검출(<0.00140)	
9	⁶⁵ Zn	0.02	불검출(<0.00239)	불검출(<0.00236)	
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(<0.00358)	불검출(<0.00177)	
14	⁹⁵ Nb	0.006	불검출(<0.00159)	불검출(<0.00132)	
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(<0.0344)	불검출(<0.0241)	
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	0.003	불검출(<0.000989)	불검출(<0.000939)	
25	¹³⁷ Cs	0.003	불검출(<0.00118)	불검출(<0.00101)	
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	불검출(<0.00966)	불검출(<0.00797)	
28	¹⁴⁰ La	0.1	불검출(<0.0926)	불검출(<0.0261)	
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	

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

5. 4 먹는물(원수 및 정수)

2020년 5월에 양산시에서 조사의뢰한 방사선비상계획구역 내·외부의 신도시 취수장 원수와 신도시 및 범어 정수장의 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	신도시 정수장	^{131}I	불검출	<0.319	· WHO Guideline 적용 · 1만초 계측(1 L 사용)
			^{134}Cs	불검출	<0.223	
			^{137}Cs	불검출	<0.407	
		범어 정수장	^{131}I	불검출	<0.319	
			^{134}Cs	불검출	<0.272	
			^{137}Cs	불검출	<0.362	
원수	양산시	신도시 취수장	^{131}I	불검출	<0.00561	· 원자력안전위원회고시 제2017-17호 -3개 핵종모두 MDA 요건 만족 · 8만초 계측(20 L 사용)
			^{134}Cs	불검출	<0.00399	
			^{137}Cs	불검출	<0.00475	

5. 5 먹는물(지하수)

2020년 5월에 창원시, 진주시, 사천시 등 7개 시군에 위치한 지하수수질측정망에서 각 지점별로 1 L씩 지하수를 채취한 후 전처리 없이 감마핵종분석기를 이용하여 1만초 측정함. 측정 후 스펙트럼 분석을 통해 방사성물질 분포경향을 조사함. 조사결과 45건의 모든 지하수에서 ^{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 11~Table 15에 수록함.

Table 11. 지하수 방사성물질 조사결과(Bq/L, 15)

지역	소재지	핵종	조사결과		비고
			농도	MDA	
창원시 (15)	의창구 동정동	¹³¹ I	불검출	<0.460	<ul style="list-style-type: none"> · WHO Guideline 적용 · 1만초 계측 (1 L 사용)
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.390	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.396	
	의창구 북면	¹³¹ I	불검출	<0.274	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.215	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.221	
	의창구 동읍	¹³¹ I	불검출	<0.805	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.218	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.401	
	의창구 용호동	¹³¹ I	불검출	<0.461	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.251	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.208	
	성산구 대방동	¹³¹ I	불검출	<0.278	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.201	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.178	
	마산회원구 합성동	¹³¹ I	불검출	<0.232	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.231	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.208	
	마산회원구 구암동	¹³¹ I	불검출	<0.356	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.181	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.180	
마산합포구 월영동	¹³¹ I	불검출	<0.181		
	¹³⁴ Cs	불검출	<0.337		
	¹³⁷ Cs	불검출	<0.226		
마산합포구 진전면	¹³¹ I	불검출	<0.361		
	¹³⁴ Cs	불검출	<0.275		
	¹³⁷ Cs	불검출	<0.185		
마산합포구 구산면	¹³¹ I	불검출	<0.302		
	¹³⁴ Cs	불검출	<0.189		
	¹³⁷ Cs	불검출	<0.178		

Table 12. 지하수 방사성물질 조사결과(Bq/L, 2/5)

지역	소재지	핵종	조사결과		비고
			농도	MDA	
창원 (15)	진해구 두동	¹³¹ I	불검출	<0.459	· WHO Guideline 적용 · 1만초 계측 (1 L 사용)
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.215	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.178	
	진해구 풍호동	¹³¹ I	불검출	<0.251	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.227	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.185	
	진해구 경화동(7**-**번지)	¹³¹ I	불검출	<0.243	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.253	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.178	
	진해구 경화동(1***번지)	¹³¹ I	불검출	<0.250	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.154	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.187	
	진해구 용원동	¹³¹ I	불검출	<0.359	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.189	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.196	
진주시 (5)	초전동	¹³¹ I	불검출	<0.420	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.292	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.205	
	칠암동	¹³¹ I	불검출	<0.289	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.158	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.182	
	내동면	¹³¹ I	불검출	<0.259	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.232	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.178	
	상봉동	¹³¹ I	불검출	<0.315	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.156	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.178	
	문산읍	¹³¹ I	불검출	<0.277	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.171	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.222	

Table 13. 지하수 방사성물질 조사결과(Bq/L, 3/5)

지역	소재지	핵종	조사결과		비고
			농도	MDA	
사천시 (5)	사천읍	¹³¹ I	불검출	<0.346	· WHO Guideline 적용 · 1만초 계측 (1 L 사용)
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.151	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.189	
	서동	¹³¹ I	불검출	<0.303	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.150	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.183	
	사남면	¹³¹ I	불검출	<0.319	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.163	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.178	
	향촌동	¹³¹ I	불검출	<0.472	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.179	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.218	
곤명면	¹³¹ I	불검출	<0.401		
	¹³⁴ Cs	불검출	<0.159		
	¹³⁷ Cs	불검출	<0.183		
하동군 (5)	하동읍(1***번지)	¹³¹ I	불검출	<0.657	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.148	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.186	
	하동읍(9**번지)	¹³¹ I	불검출	<0.592	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.152	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.191	
	악양면(산8*번지)	¹³¹ I	불검출	<0.464	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.159	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.225	
	금남면	¹³¹ I	불검출	<0.621	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.184	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.184	
악양면(4**-*번지)	¹³¹ I	불검출	<0.606		
	¹³⁴ Cs	불검출	<0.188		
	¹³⁷ Cs	불검출	<0.178		

Table 14. 지하수 방사성물질 조사결과(Bq/L, 4/5)

지역	소재지	핵종	조사결과		비고
			농도	MDA	
밀양시 (5)	하남읍	¹³¹ I	불검출	<0.255	· WHO Guideline 적용 · 1만초 계측 (1 L 사용)
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.150	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.183	
	삼랑진읍	¹³¹ I	불검출	<0.338	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.159	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.183	
	삼문동	¹³¹ I	불검출	<0.291	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.151	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.189	
	산내면	¹³¹ I	불검출	<0.268	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.163	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.178	
	상남면	¹³¹ I	불검출	<0.397	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.178	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.218	
의령군 (5)	의령읍	¹³¹ I	불검출	<0.372	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.167	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.229	
	부림면	¹³¹ I	불검출	<0.230	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.158	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.178	
	화정면	¹³¹ I	불검출	<0.534	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.485	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.466	
	궁류면	¹³¹ I	불검출	<0.306	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.153	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.178	
	가례면	¹³¹ I	불검출	<0.329	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.147	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.187	

Table 15. 지하수 방사성물질 조사결과(Bq/L, 5/5)

지역	소재지	핵종	조사결과		비고
			농도	MDA	
함안군 (5)	산인면	¹³¹ I	불검출	<0.507	· WHO Guideline 적용 · 1만초 계측 (1 L 사용)
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.148	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.187	
	칠북면	¹³¹ I	불검출	<0.573	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.168	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.229	
	대산면	¹³¹ I	불검출	<0.472	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.153	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.178	
	함안면	¹³¹ I	불검출	<0.354	
		¹³⁴ Cs	불검출	<0.159	
		¹³⁷ Cs	불검출	<0.178	
군북면	¹³¹ I	불검출	<0.823		
	¹³⁴ Cs	불검출	<0.487		
	¹³⁷ Cs	불검출	<0.466		

5. 6 지표식물(솔잎 및 쭈) 시료

2020년 5월에 남해군과 하동군에서 솔잎을 각각 1건씩 채취하였고, 남해군과 의령군에서 각각 1건의 쭈 시료를 채취함. 채취한 4건의 시료는 전처리 수행 후 감마핵종분석기를 이용하여 8만초 계측하였고, 계측결과에 근거하여 방사성 물질을 조사함. 조사결과 모든 시료에서 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 방사성 물질은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 ^7Be 과 ^{40}K , ^{226}Ra 이 각각 14.6~41.3 Bq/kg-fresh, 불검출~330 Bq/kg-fresh, 불검출~16.2 Bq/kg-fresh로 나타났고 상세한 조사결과는 Table 16에 수록함.

조사결과 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 핵종이 전혀 검출되지 않아 5월 솔잎 및 쭈의 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 16. 지표식물 분석결과(Bq/kg-freshdry)

순서	핵종	MDA	솔잎		쭈		비고
			남해군	하동군	남해군	의령군	
1	⁷ Be	N/A	14.6±0.283	20.6±0.598	41.3±1.05	14.6±0.299	
2	⁴⁰ K	N/A	330±0.593	불검출	불검출	불검출	
3	⁵¹ Cr	3	불검출(<0.467)	불검출(<0.739)	불검출(<0.890)	불검출(<0.779)	
4	⁵⁴ Mn	1	불검출(<0.0404)	불검출(<0.0722)	불검출(<0.103)	불검출(<0.0665)	
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	1	불검출(<0.0412)	불검출(<0.0670)	불검출(<0.103)	불검출(<0.0600)	
7	⁵⁹ Fe	2	불검출(<0.0951)	불검출(<0.150)	불검출(<0.248)	불검출(<0.138)	
8	⁶⁰ Co	1	불검출(<0.506)	불검출(<0.0743)	불검출(<0.125)	불검출(<0.0914)	
9	⁶⁵ Zn	2	불검출(<0.0932)	불검출(<0.134)	불검출(<0.307)	불검출(<0.153)	
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(<0.0696)	불검출(<0.101)	불검출(<0.182)	불검출(<0.0965)	
14	⁹⁵ Nb	0.5	불검출(<0.0506)	불검출(<0.0745)	불검출(<0.110)	불검출(<0.0735)	
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(<0.0625)	불검출(<0.111)	불검출(<0.130)	불검출(<0.0726)	
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	0.1	불검출(<0.0394)	불검출(<0.0483)	불검출(<0.0856)	불검출(<0.0600)	
25	¹³⁷ Cs	0.1	불검출(<0.0450)	불검출(<0.0715)	불검출(<0.100)	불검출(<0.0662)	
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	2	불검출(<0.165)	불검출(<0.270)	불검출(<0.465)	불검출(<0.314)	
28	¹⁴⁰ La	2	불검출(<0.265)	불검출(<0.519)	불검출(<0.273)	불검출(<0.217)	
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	9.03±0.463	16.2±0.849	불검출	2.56±0.338	
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	

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

5. 7 토양 시료

2020년 5월에 남해군과 하동군, 의령군에서 채취한 솔잎 및 쭉 채취지점과 동일한 지점에서 표층토양 4건을 채취한 후 감마핵종분석기를 이용하여 2만초 계측함. 계측 후 스펙트럼분석을 통해 방사성물질 분포경향을 조사함. 조사결과 4건의 표층토양 시료에서 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 방사성물질 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 ^{226}Ra 만이 불검출~80.7 Bq/kg-dry로 검출됨.

모든 토양에서 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 핵종이 검출되지 않아 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였고, 상세한 조사결과를 Table 17에 수록함. 또한, 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에서 제시한 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하였기 때문에 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 17. 토양 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	솔잎채취지점		쭉채취지점		비고
			남해군	하동군	남해군	의령군	
1	⁷ Be	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
2	⁴⁰ K	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
3	⁵¹ Cr	15	불검출(<1.98)	불검출(<3.22)	불검출(<2.47)	불검출(<3.72)	
4	⁵⁴ Mn	2	불검출(<0.347)	불검출(<0.276)	불검출(<0.349)	불검출(<0.498)	
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	2	불검출(<0.474)	불검출(<0.278)	불검출(<0.301)	불검출(<0.444)	
7	⁵⁹ Fe	5	불검출(<0.276)	불검출(<0.614)	불검출(<0.730)	불검출(<0.687)	
8	⁶⁰ Co	2	불검출(<0.379)	불검출(<0.216)	불검출(<0.254)	불검출(<0.538)	
9	⁶⁵ Zn	5	불검출(<0.290)	불검출(<0.495)	불검출(<0.363)	불검출(<1.02)	
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(<0.507)	불검출(<0.506)	불검출(<0.533)	불검출(<0.852)	
14	⁹⁵ Nb	5	불검출(<0.335)	불검출(<0.318)	불검출(<0.330)	불검출(<0.523)	
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	15	불검출(<2.18)	불검출(<2.12)	불검출(<2.26)	불검출(<3.44)	
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(<0.383)	불검출(<0.385)	불검출(<0.361)	불검출(<0.456)	
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	5	불검출(<0.282)	불검출(<0.214)	불검출(<0.296)	불검출(<0.435)	
25	¹³⁷ Cs	5	불검출(<0.323)	불검출(<0.281)	불검출(<0.334)	불검출(<0.511)	
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	70	불검출(<1.58)	불검출(<0.307)	불검출(<1.32)	불검출(<2.03)	
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	63.5±3.96	불검출	66.8±4.10	80.7±2.70	
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. ²²⁶Ra(라듐)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임