

함께 만드는 완전히 새로운 경남

2019년 7월 환경 방사성물질 조사결과



보건환경연구원
[위생화학팀]

2019년 7월 환경 방사성물질 조사결과

- 도내 공기, 빗물, 해수, 정수, 원수, 쭉, 솔잎, 토양 등 총 8종 24개 시료에 대한 조사결과 토양에서 ^{137}Cs 이 0.681~2.39 Bq/kg로 정상범위 이내임
 - 전국 토양 ^{137}C 정상범위 : 불검출~24.6 Bq/kg-dry(KINS, '15년~'17년 자료)
- 토양 이외 모든 시료에서 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 불검출

1. 조사 기간 : '19. 5. 31. ~ 7. 31.

2. 조사 대상 : 총 8종 24건

- 공기시료 2건(6월 시료 1, 7월 시료 1)
 - ※ 6월 시료는 감마핵종분석기 냉각장치 교체 및 교정에 의한 지연으로 7월 월보에 수록한 것임
- 물시료 4종 7건(빗물 1, 해수 3, 정수 2, 원수 1)
- 지표식물 6건(쭉 5, 솔잎 1)
- 토양시료 9건(쭉 및 솔잎 채취지점 토양 6, 일반토양 3)

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구분	계획	실적			진도율 (%)	비고
		6월말기준	7월	합계		
방사성물질 조사	326	191	24	215	66.0%	

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	5. 31 ~ 6. 28	5.31~6.28(6월)	6.28~7.31(7월)
채취 기구	빗물 채집기	공기포집기	공기포집기
채취 수량	30 L	3,269 m ³	4,651m ³
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 		

※ 6월 공기는 감마핵종분석기 냉각장치 교체 및 교정에 의한 지연으로 7월 월보에 수록한 것임

Table 3. 방사성물질 조사(해수)

내 용	해 수		
채취 장소	남해군(문항어촌체험마을)	거제시(어촌체험마을)	진해구(해군교육사령부)
채취 기간	7. 19 11:30	7. 19 14:20	7.22 15:20
채취 기구	두레박	두레박	두레박
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 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	7. 17 14:30	
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. 지표식물(쭈 및 솔잎) 방사성물질 조사

구분	쭈	솔잎
채취 지역	하동군, 남해군, 고성군, 합천군, 함안군	함안군
채취 일시	7. 3 ~ 7. 16	7. 16 16:50
채취 수량	2~4 kg	
전처리	이물제거→무게측정→건조(105 °C, 48시간)→무게측정→분쇄 및 충전	
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 	

※ 토양은 솔잎 및 쭈 채취지점과 동일한 지점에서 채취한 것임

Table 6. 토양 방사성물질 조사

구분	솔잎 및 쭉 채취지점 토양 6개소	일반토양 3개소
채취 지역	솔잎(함안군) 쭉(하동군, 남해군, 고성군, 합천군, 함안군)	합천군 (농경지, 산업단지, 주택단지)
채취 일시	7. 3 ~ 7. 16	7. 16 16:50
채취 수량	2~4 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 	

※ 토양은 솔잎 및 쭉 채취지점과 동일한 지점에서 채취한 것임

5. 방사성물질 조사 결과

5. 1 공기 시료

서부청사 별관 1층에 설치한 저용적 공기포집기를 이용하여 6월(5.31~6.28)과 7(6.26~7.31)월에 포집한 공기시료 3,269 m³와 4,561 m³ 각각에 대한 조사를 수행한 결과 ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 등의 주요 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 ⁷Be만이 6월과 7월 시료에서 각각 0.000501±0.0000282 Bq/m³, 0.00157±0.0000354 Bq/m³로 검출되어 6월과 7월 공기 시료의 경우 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단함.

또한, 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2014-12호에서 제시한 MDA 기준치를 만족하였기 때문에 계측결과에 대한 신뢰도에는 확보된 것으로 판단하였고, 분석 결과는 아래의 Table 7에 제시하였음.

5. 2 빗물 시료

2019년 7월에 서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 약 1개월 (6. 28~7. 31) 동안 채수한 빗물시료 30 L에 대한 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과 ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 등의 주요 인공 방사성물질과 자연 방사성물질이 전혀 검출되지 않았고, 이러한 조사결과에 근거하여 7월 빗물시료의 경우 고리원전 및 기타 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단됨.

또한, 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2014-12호에서 제시한 MDA (최소검출방사능) 기준치를 만족하였기 때문에 계측결과에 대한 신뢰도에는 문제가 없는 것으로 판단되고, 분석 결과는 아래의 Table 7에 제시하였음.

Table 7. 공기 및 빗물 분석 결과

순 서	분석 핵종	공기(Bq/m ³)			빗물	
		고시2014-12호 MDA	6월	7월	고시2014-12 MDA	7월
1	⁷ Be	N/A	0.000501±0.0000282	0.00157±0.0000354	N/A	불검출
2	⁴⁰ K	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
3	⁵¹ Cr	5E-03	불검출(<1.11E-4)	불검출(<1.16E-4)	1	불검출(<0.0423)
4	⁵⁴ Mn	8E-05	불검출(<7.85E-6)	불검출(<1.04E-5)	0.5	불검출(<0.00288)
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
6	⁵⁸ Co	3E-04	불검출(<9.13E-6)	불검출(<1.18E-5)	0.05	불검출(<0.00302)
7	⁵⁹ Fe	5E-04	불검출(8.22E-6)	불검출(3.76E-5)	0.03	불검출(<0.00555)
8	⁶⁰ Co	8E-05	불검출(<1.56E-5)	불검출(<1.57E-5)	0.02	불검출(<0.00568)
9	⁶⁵ Zn	5E-04	불검출(<9.42E-6)	불검출(<2.79E-5)	0.05	불검출(<0.00635)
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(<1.58E-5)	불검출(<2.24E-5)	0.5	불검출(<0.00530)
14	⁹⁵ Nb	5E-04	불검출(<1.02E-5)	불검출(<1.41E-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	0.05	불검출(<0.0276)
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(<8.57E-5)	불검출(<2.00E-5)	0.1	불검출(<0.00511)
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(<6.43E-6)	불검출(<8.27E-6)	0.008	불검출(<0.00254)
25	¹³⁷ Cs	8E-05	불검출(<8.91E-6)	불검출(<1.23E-5)	0.008	불검출(<0.00327)
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	불검출(<5.88E-5)	불검출(<7.00E-5)	10	불검출(<0.0195)
28	¹⁴⁰ La	N/A	불검출	불검출	N/A	불검출
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

5. 3 해수 시료

2019년 7월 19일에 거제시 어촌체험마을과 남해군 남해대교에서, 7월 22일에 창원시 진해구 해군교육사령부 앞 바다에서 각각 70 L의 해수를 채취함. 채취한 시료 중 5 L는 ^{131}I 을 분석하기 위해 5 L에서 2 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 ^7Be 와 ^{40}K 이 진해구 해수에서 각각 $0.767 \pm 0.00667 \text{ Bq/L}$, $4.50 \pm 0.0239 \text{ Bq/L}$ 검출됨.

이러한 분석결과에 근거하여 7월 해수시료의 경우 인공방사성물질 또는 후쿠시마 원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, 자세한 분석결과는 아래 Table 8에 제시함. Table 8에서 보이듯이 모든 핵종에서 원자력안전위원회 고시 제2014-12호 제시된 MDA(최소검출방사능) 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 8. 해수 분석결과(Bq/L)

순서	핵종	7월 해수				비고
		MDA	거제시	남해군	진해구	
1	⁷ Be	N/A	불검출	불검출	0.767±0.00667	
2	⁴⁰ K	N/A	불검출	불검출	4.50±0.0239	
3	⁵¹ Cr	0.05	불검출(<0.0166)	불검출(<0.00737)	불검출(<0.0143)	
4	⁵⁴ Mn	0.005	불검출(<0.00105)	불검출(<0.000555)	불검출(<0.00159)	
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	0.005	불검출(<0.00112)	불검출(<0.000543)	불검출(<0.00155)	
7	⁵⁹ Fe	0.005	불검출(<0.00212)	불검출(<0.000700)	불검출(<0.00264)	
8	⁶⁰ Co	0.005	불검출(<0.00138)	불검출(<0.00184)	불검출(<0.00224)	
9	⁶⁵ Zn	0.02	불검출(<0.00233)	불검출(<0.000615)	불검출(<0.00446)	
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(<0.00195)	불검출(<0.00140)	불검출(<0.00295)	
14	⁹⁵ Nb	0.006	불검출(<0.00156)	불검출(<0.000946)	불검출(<0.001830)	
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(<0.0236)	불검출(<0.0429)	불검출(<0.0230)	
22	¹³³ Xe		불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe		불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	0.003	불검출(<0.000959)	불검출(<0.000547)	불검출(<0.000990)	
25	¹³⁷ Cs	0.003	불검출(<0.00113)	불검출(<0.000668)	불검출(<0.00163)	
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	불검출(<0.00979)	불검출(<0.00598)	불검출(<0.00676)	
28	¹⁴⁰ La		불검출	불검출	불검출	
29	¹⁴¹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	
30	¹⁴³ Ce		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	

※ ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음

5. 4 먹는물 시료

2019년 7월 17에 양산시에서 조사의뢰한 방사선비상계획구역 내·외부의 신도시취수장 원수와 신도시 및 범어 정수장의 정수에 대한 방사능조사를 수행함. 조사결과 정수, 원수 시료에서 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 방사성 물질 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	범어 정수장	^{131}I	불검출	<0.370	<ul style="list-style-type: none"> · WHO Guideline 적용 · 1만초 계측(1 L 사용)
			^{134}Cs	불검출	<0.293	
			^{137}Cs	불검출	<0.358	
		신도시 정수장	^{131}I	불검출	<0.282	
			^{134}Cs	불검출	<0.276	
			^{137}Cs	불검출	<0.334	
원수	양산시	신도시 취수장	^{131}I	불검출	<0.00840	<ul style="list-style-type: none"> · 원자력안전위원회고시 제2014-12호 -3개 핵종모두 MDA 요건 만족 · 8만초 계측(20 L 사용)
			^{134}Cs	불검출	<0.00442	
			^{137}Cs	불검출	<0.00500	

5. 5 지표식물(쭉 및 솔잎) 시료

2019년 7월에 하동군, 남해군, 고성군, 함천군, 함안군에서 각각 1개씩 총 5개의 쭉 시료를 채취하였고, 함안군에서 1개의 솔잎 시료를 채취함. 채취한 총 6개의 지표식물을 대상으로 방사성물질 조사를 수행함. 조사를 수행한 결과 자연 방사성물질인 ^7Be , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{235}U 이 검출되었고, 이들의 농도 범위는 각각 18.2~39.6 Bq/kg-dry, 46.1~252 Bq/kg-dry, 불검출~8.55 Bq/kg-dry, 불검출~0.298 Bq/kg-dry로 나타났고, 상세한 조사결과는 아래 Table 10에 수록함.

^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공 방사성물질은 전혀 검출되지 않아 7월 지표식물의 경우 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단함. 또한, 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2014-12호에 제시된 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하였기 때문에 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 10. 지표식물(쭉 및 솔잎) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	쭉						솔잎
		MDA	하동군	남해군	고성군	합천군	함안군	함안군
1	⁷ Be	N/A	28.4±0.380	35.3±0.411	24.4±0.439	39.6±0.493	41.9±0.387	18.2±0.349
2	⁴⁰ K	N/A	201±1.19	252±1.54	187±1.16	168±1.10	184±1.20	46.1±0.614
3	⁵¹ Cr	3	불검출(<0.738)	불검출(<0.694)	불검출(<0.485)	불검출(<0.899)	불검출(<0.645)	불검출(<0.698)
4	⁵⁴ Mn	1	불검출(<0.0852)	불검출(<0.0712)	불검출(<0.0504)	불검출(<0.0848)	불검출(<0.0871)	불검출(<0.0693)
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	1	불검출(<0.0853)	불검출(<0.0676)	불검출(<0.0518)	불검출(<0.0867)	불검출(<0.0938)	불검출(<0.0727)
7	⁵⁹ Fe	2	불검출(<0.235)	불검출(<0.178)	불검출(<0.155)	불검출(<0.160)	불검출(<0.172)	불검출(<0.173)
8	⁶⁰ Co	1	불검출(<0.121)	불검출(<0.106)	불검출(<0.0647)	불검출(<0.133)	불검출(<0.133)	불검출(<0.126)
9	⁶⁵ Zn	2	불검출(<0.242)	불검출(<0.212)	불검출(<0.148)	불검출(<0.237)	불검출(<0.2580)	불검출(<0.170)
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(<0.125)	불검출(<0.116)	불검출(<0.0971)	불검출(<0.122)	불검출(<0.133)	불검출(<0.122)
14	⁹⁵ Nb	0.5	불검출(<0.0947)	불검출(<0.0886)	불검출(<0.0590)	불검출(<0.0922)	불검출(<0.0986)	불검출(<0.0792)
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(<0.595)	불검출(<0.481)	불검출(<0.381)	불검출(<0.542)	불검출(<0.593)	불검출(<0.579)
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(<0.124)	불검출(<0.151)	불검출(<0.0782)	불검출(<0.114)	불검출(<0.114)	불검출(<0.0999)
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(<0.0732)	불검출(<0.0493)	불검출(<0.0415)	불검출(<0.0681)	불검출(<0.0730)	불검출(<0.0637)
25	¹³⁷ Cs	0.1	불검출(<0.0846)	불검출(<0.0707)	불검출(<0.0510)	불검출(<0.0875)	불검출(<0.0956)	불검출(<0.0756)
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	2	불검출(<0.372)	불검출(<0.437)	불검출(<0.286)	불검출(<0.354)	불검출(<0.365)	불검출(<0.331)
28	¹⁴⁰ La	2	불검출(<1.02)	불검출(<0.306)	불검출(<0.715)	불검출(<1.03)	불검출(<0.721)	불검출(<0.588)
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	8.55±0.588	4.44±0.471	5.56±0.466	6.08±0.509	5.54±0.437
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	0.298±0.0321	불검출	불검출	불검출
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

※ ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음

5. 6 토양 시료

지표식물(쭉 및 솔잎) 채취지점과 동일한 지점에서 6개의 토양을 채취하였고, 합천군에 위치한 주택단지와 산업단지, 농경지에서 각각 1개씩 3개의 토양을 채취함. 채취한 총 9개 시료를 대상으로 방사성물질 조사를 수행하였고, 결과는 Table 10 ~ Table 11에 수록하였음. Table 10은 지표식물 채취지점과 동일한 지점에서 채취한 토양에 대한 검사결과를, Table 11은 합천군의 주택단지, 산업단지, 농경지에서 채취한 토양에 대한 검사결과를 각각 수록한 것임.

9개 토양에 대한 조사를 수행한 결과 ^7Be , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{227}Th , ^{235}U 이 각각 불검출~9.60 Bq/kg-dry, 585~987 Bq/kg-dry, 21.5~41.2 Bq/kg-dry, 불검출~5.04 Bq/kg-dry, 0.770~1.63 Bq/kg-dry로 나타났고, ^{137}Cs 는 0.681~2.39 Bq/kg-dry로 나타남. 토양에서 검출된 ^{37}Cs 농도는 한국원자력안전기술원에서 제시한 평상범위(불검출~24.6 Bq/kg-dry, '15~'17년) 내에 포함됨.

9개의 모든 토양에서 ^{137}Cs 이 검출되었지만 ^{137}C 과 거동특성이 유사한 ^{134}C 가 검출되지 않아 과거 핵실험에 의한 방사능 낙진에 의한 영향이라 판단함. 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2014-12호에서 제시한 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하였기 때문에 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 11. 토양(지표식물 채취지점) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	측					솔잎
			하동군	남해군	고성군	합천군	함안군	함안군
1	⁷ Be	N/A	4.61±0.753	4.69±0.719	9.60±0.803	불검출	6.85±0.704	6.85±0.704
2	⁴⁰ K	N/A	697±5.52	651±5.05	585±4.92	897±6.24	816±5.76	816±5.76
3	⁵¹ Cr	15	불검출(<2.14)	불검출(<4.07)	불검출(<2.85)	불검출(<5.92)	불검출(<4.98)	불검출(<4.98)
4	⁵⁴ Mn	2	불검출(<0.528)	불검출(<0.464)	불검출(<0.589)	불검출(<0.521)	불검출(<0.478)	불검출(<0.478)
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	2	불검출(<0.470)	불검출(<0.432)	불검출(<0.437)	불검출(<0.429)	불검출(<0.450)	불검출(<0.450)
7	⁵⁹ Fe	5	불검출(<0.780)	불검출(<0.620)	불검출(<1.08)	불검출(<0.835)	불검출(<0.811)	불검출(<0.811)
8	⁶⁰ Co	2	불검출(<0.518)	불검출(<0.599)	불검출(<0.278)	불검출(<0.564)	불검출(<0.617)	불검출(<0.617)
9	⁶⁵ Zn	5	불검출(<0.968)	불검출(<1.11)	불검출(<0.926)	불검출(<0.909)	불검출(<1.22)	불검출(<1.22)
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(<0.958)	불검출(<0.817)	불검출(<0.945)	불검출(<0.991)	불검출(<0.962)	불검출(<0.962)
14	⁹⁵ Nb	5	불검출(<0.585)	불검출(<0.540)	불검출(<0.551)	불검출(<0.532)	불검출(<0.564)	불검출(<0.564)
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(<3.65)	불검출(<3.39)	불검출(<3.49)	불검출(<3.43)	불검출(<3.10)	불검출(<3.10)
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	1.5	불검출(<0.674)	불검출(<0.799)	불검출(<0.681)	불검출(<0.605)	불검출(<0.814)	불검출(<0.814)
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(<0.442)	불검출(<0.400)	불검출(<0.415)	불검출(<0.405)	불검출(<0.322)	불검출(<0.322)
25	¹³⁷ Cs	5	1.23±0.105 (<0.479)	1.13±0.0971 (<0.443)	0.681±0.0912 (<0.441)	0.989±0.0983 (<0.460)	0.797±0.0913 (<0.432)	0.797±0.0913 (<0.432)
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	70	불검출(<2.58)	불검출(<1.93)	불검출(<2.46)	불검출(<2.20)	불검출(<2.71)	불검출(<2.71)
28	¹⁴⁰ La	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
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	43.2±2.78	43.2±2.56	39.6±2.65	27.3±2.51	21.5±2.34	21.5±2.34
38	²²⁷ Th	N/A	4.37±0.791	5.04±0.810	불검출	불검출	불검출	불검출
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40	²³⁵ U	N/A	1.63±0.174	1.23±0.163	1.24±0.167	1.21±0.154	0.847±0.144	0.847±0.144
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

※ ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐), ²²⁷Th(토륨), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리 필요하지 않음

Table 12. 토양(합천군) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	합천군			비고
			주택단지	산업단지	농경지	
1	⁷ Be	N/A	3.13±0.623	불검출	4.13±0.664	
2	⁴⁰ K	N/A	626±4.79	885±6.26	843±5.57	
3	⁵¹ Cr	15	불검출(<3.95)	불검출(<3.18)	불검출(<5.03)	
4	⁵⁴ Mn	2	불검출(<0.454)	불검출(<0.503)	불검출(<0.474)	
5	⁵⁷ Co	N/A	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	2	불검출(<0.403)	불검출(<0.465)	불검출(<0.425)	
7	⁵⁹ Fe	5	불검출(<0.698)	불검출(<1.17)	불검출(<0.820)	
8	⁶⁰ Co	2	불검출(<0.594)	불검출(<0.656)	불검출(<0.700)	
9	⁶⁵ Zn	5	불검출(<0.903)	불검출(<0.645)	불검출(<0.957)	
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	5	불검출(<0.762)	불검출(<0.969)	불검출(<0.865)	
14	⁹⁵ Nb	5	불검출(<0.459)	불검출(<0.532)	불검출(<0.507)	
15	¹⁰¹ Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	15	불검출(<2.93)	불검출(<3.51)	불검출(<3.15)	
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	1.5	불검출(<0.503)	불검출(<0.789)	불검출(<0.700)	
22	¹³³ Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	5	불검출(<0.357)	불검출(<0.416)	불검출(<0.323)	
25	¹³⁷ Cs	5	0.798±0.0868 (<0.410)	1.25±0.104 (<0.474)	2.39±0.108 (<0.424)	
26	¹³⁹ Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	70	불검출(<2.25)	불검출(<1.20)	불검출(<2.16)	
28	¹⁴⁰ La	N/A	불검출	불검출	불검출	
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	32.2±2.28	33.7±2.55	27.6±2.24	
38	²²⁷ Th	N/A	불검출	불검출	불검출	
39	²²⁸ Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	
40	²³⁵ U	N/A	1.09±0.143	1.17±0.159	0.770±0.138	
41	²³⁷ U	N/A	불검출	불검출	불검출	