

함께 만드는 완전히 새로운 경남

---

## 2020년 2월 환경 방사성물질 조사결과

---



**보건환경연구원**  
**[위생화학팀]**

## 2020년 2월 환경 방사성물질 조사결과

- 도내 7종(공기/빗물/해수/정수/원수/토양/갯벌) 28건 시료에 대한 조사결과 토양(불검출~4.75 Bq/kg)과 갯벌(1.30~1.44 Bq/kg), 해수(불검출~0.00114 Bq/L)에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 검출되었으나 평상범위 이내
  - 전국 토양  $^{137}\text{C}$  평상범위 : 불검출~24.6 Bq/kg-dry(KINS, '16년~'18년 자료)
  - 전국 해저퇴적물  $^{137}\text{C}$  평상범위 : 불검출~3.34 Bq/kg-fresh(KINS, '16년~'18년 자료)
  - 전국 해수  $^{137}\text{C}$  평상범위 : 불검출~0.00255 Bq/L(KINS, '16년~'18년 자료)
- 토양과 갯벌, 해수 이외 모든 시료는  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  불검출

1. 조사 기간 : '20. 1. 31. ~ 2. 27.

2. 조사 대상 : 7종 28건

- 공기시료 1건
- 물시료 4종 6건(빗물1, 해수3, 정수1, 원수1)
- 토양시료 19건(창원7, 거제3, 통영3, 함양3, 남해3)
- 갯벌시료 2건(거제1, 남해1)

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구분	계획	실적		진도율 (%)	비고
		2월말	합계		
방사성물질 조사	330	26	34	10.3%	

#### 4. 조사 내용 및 방법

Table 2. 방사성물질 조사(빗물 및 공기)

내 용	빗물	공기
채취 장소	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층
채취 기간	1. 31. ~ 2. 27.	1. 31. ~ 2. 26.
채취 기구	빗물 채집기	저용적 공기포집기
채취 수량	30 L	3,557 m <sup>3</sup>
전 처 리	증발농축(30 L → 1 L)	N/A
계측 시간	8만초	
분석 핵종	41개 핵종	
시험 핵종	<sup>131</sup> I, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs	
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악</li> <li>• 방사성물질 분포경향 파악</li> </ul>	

Table 3. 방사성물질 조사(해수)

내 용	해 수		
채취 장소	남해군	거제시	진해구
채취 기간	2. 14. 16:20	2. 18. 13:10	2. 18. 15:40
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	<sup>131</sup> I, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs 외 다수 인공핵종		
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악</li> <li>• 방사성물질의 분포 경향 파악</li> </ul>		

※ 해수의 증발 · 농축법과 AMP 공침법은 각각 <sup>131</sup>I과 <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs을 분석하기 위한 것임

Table 4. 먹는 물(양산시) 방사성물질 조사

구분	원수	정수
채취 지역	양산시	양산시
채취 장소	원동취수장	웅상정수장
채취 일시	2. 12. 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	$^{131}\text{I}$ , $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$	
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악</li> <li>• 방사성물질의 분포 경향 파악</li> </ul>	

Table 5. 갯벌 방사성물질 조사

구분	갯벌(해저퇴적물)	
채취 지역	남해군	거제시
채취 일시	2 14. 16:50	2. 18. 13:30
채취 수량	2~4 kg	
전처리	건조(105 °C, 48시간) → 분쇄(믹서기) → 2 $\mu\text{m}$ 체로 거른 후 계측	
계측 시간	2만초	
분석 핵종	41개 핵종(자연핵종, 인공핵종)	
시험 핵종	$^{131}\text{I}$ , $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$	
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악</li> <li>• 방사성물질의 분포 경향 파악</li> </ul>	

Table 6. 토양 방사성물질 조사

구분	산업단지, 주택단지, 농경지
채취 지역	총 19건 : 창원(7), 거제(3), 통영(3), 함양(3), 남해(3)
채취 일시	2. 7. ~ 2. 19.
채취 수량	3~5 kg
전처리	건조(105 °C, 48시간) → 분쇄(믹서기) → 2 $\mu$ m 체로 거른 후 계측
계측 시간	2만초
분석 핵종	41개 핵종(자연핵종, 인공핵종)
시험 핵종	$^{131}\text{I}$ , $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악</li> <li>• 방사성물질의 분포 경향 파악</li> </ul>

## 5. 방사성물질 조사 결과

### 5. 1 공기 시료

서부청사 별관 1층에 설치한 저용적 공기포집기를 이용하여 약 1개월(1.31~2.27) 동안 포집한 공기 시료 총 3,557 m<sup>3</sup>에 대한 조사를 수행한 결과 <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs 등의 주요 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 <sup>7</sup>Be만이 0.00448±0.0000595 Bq/m<sup>3</sup>로 검출되어 2월 공기 시료의 경우 인공 방사성 물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단함.

또한, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs 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(1.31~2.26) 동안 30 L의 빗물 채집. 채집한 빗물 시료에 대한 방사성물질 조사를 수행한 결과 <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs 등의 주요 인공 핵종은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인 <sup>40</sup>K만이 0.189~0.0126 Bq/L로 검출되어 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단함.

또한, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs 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 <sup>3</sup> )		빗물(Bq/L)	
		고시2017-17호 MDA	2월	고시2017-17 MDA	2월
1	<sup>7</sup> Be	N/A	0.00448±0.0000595	N/A	불검출
2	<sup>40</sup> K	N/A	불검출	N/A	0.189±0.0126
3	<sup>51</sup> Cr	5E-03	불검출(<1.26E-4)	1	불검출(<0.0515)
4	<sup>54</sup> Mn	8E-05	불검출(<1.55E-5)	0.5	불검출(<0.00353)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	N/A	불검출
6	<sup>58</sup> Co	3E-04	불검출(<1.54E-5)	0.05	불검출(<0.00436)
7	<sup>59</sup> Fe	5E-04	불검출(3.92E-5)	0.03	불검출(<0.00782)
8	<sup>60</sup> Co	8E-05	불검출(<2.14E-5)	0.02	불검출(<0.00465)
9	<sup>65</sup> Zn	5E-04	불검출(<3.39E-5)	0.05	불검출(<0.00918)
10	<sup>85</sup> Sr	N/A	불검출	N/A	불검출
11	<sup>88</sup> Kr	N/A	불검출	N/A	불검출
12	<sup>88</sup> Y	N/A	불검출	N/A	불검출
13	<sup>95</sup> Zr	5E-04	불검출(<2.35E-5)	0.5	불검출(<0.00678)
14	<sup>95</sup> Nb	5E-04	불검출(<1.58E-5)	0.5	불검출(<0.00488)
15	<sup>101</sup> Rh	N/A	불검출	N/A	불검출
16	<sup>103</sup> Ru	N/A	불검출	N/A	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	N/A	불검출	N/A	불검출
18	<sup>109</sup> Cd	N/A	불검출	N/A	불검출
19	<sup>110m</sup> Ag	N/A	불검출	N/A	불검출
20	<sup>113</sup> Sn	N/A	불검출	N/A	불검출
21	<sup>131</sup> I	5E-02	불검출(<2.35E-5)	0.1	불검출(<0.00554)
22	<sup>133</sup> Xe	N/A	불검출	N/A	불검출
23	<sup>133m</sup> Xe	N/A	불검출	N/A	불검출
24	<sup>134</sup> Cs	8E-05	불검출(<1.28E-5)	0.008	불검출(<0.00420)
25	<sup>137</sup> Cs	8E-05	불검출(<1.55E-5)	0.008	불검출(<0.00466)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	N/A	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	0.1	불검출(<4.87E-5)	10	불검출(<0.0121)
28	<sup>140</sup> La	0.1	불검출(<3.43E-5)	10	불검출(<0.0365)
29	<sup>141</sup> Ce	N/A	불검출	N/A	불검출
30	<sup>143</sup> Ce	N/A	불검출	N/A	불검출
31	<sup>144</sup> Ce	N/A	불검출	N/A	불검출
32	<sup>208</sup> Tl	N/A	불검출	N/A	불검출
33	<sup>212</sup> Bi	N/A	불검출	N/A	불검출
34	<sup>212</sup> Pb	N/A	불검출	N/A	불검출
35	<sup>214</sup> Bi	N/A	불검출	N/A	불검출
36	<sup>214</sup> Pb	N/A	불검출	N/A	불검출
37	<sup>226</sup> Ra	N/A	불검출	N/A	불검출
38	<sup>227</sup> Th	N/A	불검출	N/A	불검출
39	<sup>228</sup> Ac	N/A	불검출	N/A	불검출
40	<sup>235</sup> U	N/A	불검출	N/A	불검출
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	N/A	불검출

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

### 5. 3 해수 시료

2020년 6월 14일과 18일에 거제시 장목면 대계마을과 남해군 미조면 천하마을, 창원시 진해구 해군교육사령부 주변에서 각각 70 L의 해수를 채취함. 채취한 시료 중 5 L는  $^{131}\text{I}$ 을 분석하기 위해 5 L에서 1 L로 증발·농축하였고, 나머지 65 L 중 60 L는  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등을 분석하기 위해 AMP 공침법을 이용하여 전처리를 수행함.

전처리 후 감마핵종분석기로 조사한 결과 자연 방사성물질인  $^{40}\text{K}$ 가 모든 시료에서 0.219~1.60 Bq/L로 검출됨.  $^{131}\text{I}$ 와  $^{134}\text{Cs}$ 는 모든 시료에서 검출되지 않았고,  $^{137}\text{Cs}$ 가 남해군 해수에서만  $0.00114 \pm 0.000194$  Bq/L로 검출. 검출된  $^{137}\text{Cs}$ 는 한국원자력안전기술원에서 제시한 정상범위 내에 포함됨.  $^{137}\text{Cs}$ 가 남해군 해수에서 검출되었으나 환경에서  $^{137}\text{Cs}$ 와 거동이 동일한  $^{134}\text{Cs}$ 가 검출되지 않아 과거 해외 선진국에서 수행한 핵실험에 의한 영향이라 판단함.

이러한 분석결과에 근거하여 2월 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

순서	핵종	2월 해수(Bq/L)				비고
		고시2017-17호 MDA	거제시	남해군	진해구	
1	<sup>7</sup> Be	N/A	불검출	불검출	불검출	
2	<sup>40</sup> K	N/A	1.60±0.00777	0.219±0.00808	0.249±0.00920	
3	<sup>51</sup> Cr	0.05	불검출(<0.00839)	불검출(<0.0108)	불검출(<0.00978)	
4	<sup>54</sup> Mn	0.005	불검출(<0.000912)	불검출(<0.000980)	불검출(<0.00125)	
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	
6	<sup>58</sup> Co	0.005	불검출(<0.00110)	불검출(<0.00108)	불검출(<0.001540)	
7	<sup>59</sup> Fe	0.005	불검출(<0.00303)	불검출(<0.00316)	불검출(<0.00436)	
8	<sup>60</sup> Co	0.005	불검출(<0.00151)	불검출(<0.00138)	불검출(<0.00210)	
9	<sup>65</sup> Zn	0.02	불검출(<0.00229)	불검출(<0.00225)	불검출(<0.00314)	
10	<sup>85</sup> Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	
11	<sup>88</sup> Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	
12	<sup>88</sup> Y	N/A	불검출	불검출	불검출	
13	<sup>95</sup> Zr	0.006	불검출(<0.00186)	불검출(<0.00231)	불검출(<0.00238)	
14	<sup>95</sup> Nb	0.006	불검출(<0.00120)	불검출(<0.00131)	불검출(<0.00185)	
15	<sup>101</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	
16	<sup>103</sup> Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	
17	<sup>106</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	
18	<sup>109</sup> Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	
19	<sup>110m</sup> Ag	N/A	불검출	불검출	불검출	
20	<sup>113</sup> Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	
21	<sup>131</sup> I	0.1	불검출(<0.0329)	불검출(<0.0276)	불검출(<0.03263)	
22	<sup>133</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	
23	<sup>133m</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	
24	<sup>134</sup> Cs	0.003	불검출(<0.000941)	불검출(<0.000959)	불검출(<0.00128)	
25	<sup>137</sup> Cs	0.003	불검출(<0.00116)	0.00114±0.000194 (<0.00170)	불검출(<0.00171)	
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	
27	<sup>140</sup> Ba	0.1	불검출(<0.00586)	불검출(<0.00614)	불검출(<0.00786)	
28	<sup>140</sup> La	0.1	불검출(<0.00282)	불검출(<0.0282)	불검출(<0.0524)	
29	<sup>141</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	
30	<sup>143</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	
31	<sup>144</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	
32	<sup>208</sup> Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	
33	<sup>212</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	
34	<sup>212</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	
35	<sup>214</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	
36	<sup>214</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	
37	<sup>226</sup> Ra	N/A	불검출	불검출	불검출	
38	<sup>227</sup> Th	N/A	불검출	불검출	불검출	
39	<sup>228</sup> Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	
40	<sup>235</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	

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

## 5. 4 먹는물

2020년 2월 12에 양산시에서 조사의뢰한 방사선비상계획구역 내·외부의 원동취수장 원수와 웅상정수장 정수에 대한 방사능조사를 수행함. 조사결과 정수, 원수 시료에서  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  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 조사결과

시료	지역	장소	핵종	조사결과(Bq/L)		비고
				농도	MDA	
정수	양산시	웅상 정수장	$^{131}\text{I}$	불검출	<0.321	· WHO Guideline 적용 · 1만초 계측(1 L 사용)
			$^{134}\text{Cs}$	불검출	<0.279	
			$^{137}\text{Cs}$	불검출	<0.313	
원수	양산시	원동 취수장	$^{131}\text{I}$	불검출	<0.00531	· 원자력안전위원회고시 제2017-17호 -3개 핵종모두 MDA 요건 만족 · 8만초 계측(20 L 사용)
			$^{134}\text{Cs}$	불검출	<0.00385	
			$^{137}\text{Cs}$	불검출	<0.00451	

## 5. 5 갯벌 시료

2020년 2월 14일과 18일에 거제시 남부면 어촌체험마을과 남해군 설천면 문항어촌체험마을에서 해안선타적물인 갯벌 2건을 채취한 후 방사성물질 조사를 수행함. 조사를 수행한 결과 자연 방사성물질인  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{235}\text{U}$ 이 검출되었고, 이들 핵종의 농도 범위는 694~703 Bq/kg-dry, 불검출~26.0 Bq/kg-dry, 불검출~1.10 Bq/kg-dry로 각각 나타남. 주요 인공 방사성물질인  $^{131}\text{I}$ 와  $^{134}\text{Cs}$ 는 모든 시료에서 검출되지 않았고,  $^{137}\text{Cs}$ 가 모든 갯벌에서 1.30~1.44 Bq/kg-dry로 검출되었으며, 상세한 조사결과는 Table 10에 수록함. 검출된  $^{137}\text{Cs}$ 는 한국원자력 안전기술원에서 최근 3년간(2016년~2018년) 해저퇴적물을 조사한 후 제시한 정상범위(불검출~3.34 Bq/kg-dresh) 내에 포함됨.  $^{137}\text{Cs}$ 가 갯벌에서 검출되었으나 환경에서  $^{137}\text{Cs}$ 와 거동이 동일한  $^{134}\text{Cs}$ 가 검출되지 않아 과거 해외 선진국에서 수행한 핵실험에 의한 영향이라 판단함. 또한, 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에서 제시한 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하였기 때문에 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 10. 갯벌 분석결과

순서	핵종	2월 갯벌(Bq/kg-fresh)			비고
		고시2017-17호 MDA	남해군	거제시	
1	<sup>7</sup> Be	N/A	불검출	불검출	
2	<sup>40</sup> K	N/A	694±4.65	703±6.45	
3	<sup>51</sup> Cr	15	불검출(<1.73)	불검출(<3.08)	
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출(<0.398)	불검출(<0.3625)	
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	
6	<sup>58</sup> Co	2	불검출(<0.363)	불검출(<0.3231)	
7	<sup>59</sup> Fe	5	불검출(<0.749)	불검출(<0.667)	
8	<sup>60</sup> Co	2	불검출(<0.218)	불검출(<0.215)	
9	<sup>65</sup> Zn	5	불검출(<0.716)	불검출(<0.633)	
10	<sup>85</sup> Sr	N/A	불검출	불검출	
11	<sup>88</sup> Kr	N/A	불검출	불검출	
12	<sup>88</sup> Y	N/A	불검출	불검출	
13	<sup>95</sup> Zr	5	불검출(<0.653)	불검출(<0.632)	
14	<sup>95</sup> Nb	5	불검출(<0.455)	불검출(<0.389)	
15	<sup>101</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	
16	<sup>103</sup> Ru	N/A	불검출	불검출	
17	<sup>106</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	
18	<sup>109</sup> Cd	N/A	불검출	불검출	
19	<sup>110m</sup> Ag	N/A	불검출	불검출	
20	<sup>113</sup> Sn	N/A	불검출	불검출	
21	<sup>131</sup> I	1.5	불검출(<0.576)	불검출(<0.414)	
22	<sup>133</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	
23	<sup>133m</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	
24	<sup>134</sup> Cs	5	불검출(<0.340)	불검출(<0.303)	
25	<sup>137</sup> Cs	5	1.30±0.0870 불검출(<0.382)	1.44±0.129 불검출(<0.371)	
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	
27	<sup>140</sup> Ba	70	불검출(<1.74)	불검출(<1.82)	
28	<sup>140</sup> La	70	불검출(<3.92)	불검출(<1.33)	
29	<sup>141</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	
30	<sup>143</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	
31	<sup>144</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	
32	<sup>208</sup> Tl	N/A	불검출	불검출	
33	<sup>212</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	
34	<sup>212</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	
35	<sup>214</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	
36	<sup>214</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	
37	<sup>226</sup> Ra	N/A	26.0±2.08	불검출	
38	<sup>227</sup> Th	N/A	불검출	불검출	
39	<sup>228</sup> Ac	N/A	불검출	불검출	
40	<sup>235</sup> U	N/A	1.10±0.128	불검출	
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	

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

## 5. 6 토양 시료

2020년 2월 7일부터 2월 19일까지 거제시, 통영시, 함양군, 창원시 등에 위치한 산업단지와 주택단지, 농경지에서 채취한 토양 19건을 대상으로 방사성 물질 조사를 수행함. 조사를 수행한 결과 자연 방사성물질인  $^7\text{Be}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{235}\text{U}$ 이 검출되었고, 이들 핵종의 농도 범위는 각각 불검출~35.4 Bq/kg-dry, 368~810 Bq/kg-dry, 불검출~61.8 Bq/kg-dry, 불검출~1.94 Bq/kg-dry로 나타남. 인공 핵종의 경우  $^{131}\text{I}$ 와  $^{134}\text{Cs}$ 는 모든 시료에서 검출되지 않았고,  $^{137}\text{Cs}$ 이 19건의 토양 중 17건에서 검출되었으며,  $^{137}\text{Cs}$  농도는 불검출~4.75 Bq/kg-dry로 나타남. 검출된  $^{137}\text{Cs}$  농도는 한국원자력안전기술원에서 최근 3년간(2016년~2018년) 전국 토양 분석 후 제시한 정상범위(불검출~24.6 Bq/kg-dry) 내에 포함되었고, 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{C}$ 과 거동특성이 동일한  $^{134}\text{C}$ 가 검출되지 않아 과거 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 11. 토양(산업단지) 분석결과

순서	핵종	MD A	산업단지 토양(Bq/kg-dry)					
			거제시	통영시	함양군	남해군	성산구	의창구
1	<sup>7</sup> Be	N/A	5.69±1.06	불검출	불검출	불검출	불검출	35.4±1.29
2	<sup>40</sup> K	N/A	548±4.54	732±5.26	488±4.31	810±6.85	630±6.42	625±6.11
3	<sup>51</sup> Cr	15	불검출(<2.41)	불검출(<3.85)	불검출(<1.68)	불검출(<3.41)	불검출(<3.25)	불검출(<2.87)
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출(<0.442)	불검출(<0.513)	불검출(<0.145)	불검출(<0.422)	불검출(<0.430)	불검출(<0.345)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	불검출(<0.381)	불검출(<0.443)	불검출(<0.350)	불검출(<0.364)	불검출(<0.351)	불검출(<0.314)
7	<sup>59</sup> Fe	5	불검출(<0.825)	불검출(<0.765)	불검출(<0.842)	불검출(<0.212)	불검출(<0.680)	불검출(<0.554)
8	<sup>60</sup> Co	2	불검출(<0.491)	불검출(<0.394)	불검출(<0.439)	불검출(<0.398)	불검출(<0.426)	불검출(<0.340)
9	<sup>65</sup> Zn	5	불검출(<0.740)	불검출(<1.07)	불검출(<0.809)	불검출(<0.786)	불검출(<0.887)	불검출(<0.586)
10	<sup>85</sup> Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>88</sup> Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	<sup>88</sup> Y	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	<sup>95</sup> Zr	5	불검출(<0.765)	불검출(<0.914)	불검출(<0.751)	불검출(<0.682)	불검출(<0.605)	불검출(<0.574)
14	<sup>95</sup> Nb	5	불검출(<0.472)	불검출(<0.573)	불검출(<0.419)	불검출(<0.479)	불검출(<0.455)	불검출(<0.399)
15	<sup>101</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	<sup>103</sup> Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	<sup>109</sup> Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	<sup>110m</sup> Ag	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	<sup>113</sup> Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	<sup>131</sup> I	3	불검출(<0.465)	불검출(<0.943)	불검출(<0.438)	불검출(<0.696)	불검출(<0.535)	불검출(<0.419)
22	<sup>133</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	<sup>133m</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	<sup>134</sup> Cs	5	불검출(<0.271)	불검출(<0.407)	불검출(<0.315)	불검출(<0.346)	불검출(<0.301)	불검출(<0.263)
25	<sup>137</sup> Cs	5	0.510±0.0763 (<0.373)	0.489±0.0907 (<0.453)	0.544±0.0752 (<0.364)	불검출(<0.406)	0.908±0.126 (<0.377)	0.987±0.117 (<0.349)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	불검출(<1.31)	불검출(<3.00)	불검출(<1.37)	불검출(<2.10)	불검출(<1.84)	불검출(<1.51)
28	<sup>140</sup> La	70	불검출(<2.71)	불검출(<13.0)	불검출(<1.23)	불검출(<3.73)	불검출(<0.876)	불검출(<0.825)
29	<sup>141</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	<sup>143</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	<sup>144</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	<sup>208</sup> Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	<sup>212</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	<sup>212</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
35	<sup>214</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	<sup>214</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	<sup>226</sup> Ra	N/A	27.9±2.20	42.8±2.48	23.1±2.00	불검출	53.3±3.63	42.8±3.50
38	<sup>227</sup> Th	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39	<sup>228</sup> Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40	<sup>235</sup> U	N/A	0.903±0.137	1.05±0.158	0.873±0.125	불검출	불검출	불검출
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

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

Table 12. 토양(주택단지) 분석결과

순서	핵종	MDA	주택단지 토양(Bq/kg-dry)					
			거제시	통영시	함양군	남해군	성산군	의창군
1	<sup>7</sup> Be	N/A	8.43±0.738	5.76±0.672	3.85±0.648	불검출	20.7±1.11	49.6±1.42
2	<sup>40</sup> K	N/A	484±4.71	368±3.70	368±3.96	765±6.53	637±6.04	643±6.27
3	<sup>51</sup> Cr	15	불검출(<2.84)	불검출(<3.51)	불검출(<4.44)	불검출(<5.45)	불검출(<2.80)	불검출(<3.94)
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출(<0.511)	불검출(<0.459)	불검출(<0.476)	불검출(<0.439)	불검출(<0.359)	불검출(<0.368)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	불검출(<0.396)	불검출(<0.376)	불검출(<0.396)	불검출(<0.378)	불검출(<0.324)	불검출(<0.314)
7	<sup>59</sup> Fe	5	불검출(<0.848)	불검출(<0.722)	불검출(<0.721)	불검출(<0.521)	불검출(<0.446)	불검출(<0.176)
8	<sup>60</sup> Co	2	불검출(<0.547)	불검출(<0.228)	불검출(<0.480)	불검출(<0.419)	불검출(<0.370)	불검출(<0.311)
9	<sup>65</sup> Zn	5	불검출(<0.786)	불검출(<0.894)	불검출(<0.667)	불검출(<0.635)	불검출(<0.724)	불검출(<0.813)
10	<sup>85</sup> Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>88</sup> Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	<sup>88</sup> Y	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	<sup>95</sup> Zr	5	불검출(<0.865)	불검출(<0.779)	불검출(<0.747)	불검출(<0.735)	불검출(<0.599)	불검출(<0.630)
14	<sup>95</sup> Nb	5	불검출(<0.493)	불검출(<0.472)	불검출(<0.480)	불검출(<0.490)	불검출(<0.392)	불검출(<0.396)
15	<sup>101</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	<sup>103</sup> Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	<sup>109</sup> Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	<sup>110m</sup> Ag	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	<sup>113</sup> Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	<sup>131</sup> I	3	불검출(<0.387)	불검출(<0.595)	불검출(<0.425)	불검출(<0.740)	불검출(<0.480)	불검출(<0.447)
22	<sup>133</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	<sup>133m</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	<sup>134</sup> Cs	5	불검출(<0.413)	불검출(<0.266)	불검출(<0.373)	불검출(<0.350)	불검출(<0.248)	불검출(<0.260)
25	<sup>137</sup> Cs	5	2.72±0.116 (<0.438)	4.22±0.121 (<0.390)	0.519±0.0846 (<0.417)	1.96±0.143 (<0.394)	1.01±0.117 (<0.345)	1.40±0.131 (<0.370)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	불검출(<1.53)	불검출(<1.60)	불검출(<1.97)	불검출(<1.97)	불검출(<1.52)	불검출(<1.52)
28	<sup>140</sup> La	70	불검출(<2.55)	불검출(<3.83)	불검출(<1.18)	불검출(<2.67)	불검출(<1.07)	불검출(<0.644)
29	<sup>141</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	<sup>143</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	<sup>144</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	<sup>208</sup> Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	<sup>212</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	<sup>212</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
35	<sup>214</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	<sup>214</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	<sup>226</sup> Ra	N/A	43.3±2.71	47.6±2.33	31.2±2.38	불검출	61.8±3.96	43.4±3.83
38	<sup>227</sup> Th	N/A	3.37±0.615	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39	<sup>228</sup> Ac	N/A	2.47±0.0525	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40	<sup>235</sup> U	N/A	1.58±0.169	0.993±0.152	1.04±0.148	불검출	불검출	불검출
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

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

Table 13. 토양(농경지) 분석결과

순서	핵종	MD A	농경지 토양(Bq/kg-dry)						
			거제시	통영시	함양군	남해군	성산군	의창군	진해군
1	<sup>7</sup> Be	N/A	9.16±0.882	6.71±0.768	5.12±0.652	불검출	불검출	불검출	불검출
2	<sup>40</sup> K	N/A	460±4.52	416±4.41	391±4.13	733±6.65	674±6.48	648±5.96	636±6.65
3	<sup>51</sup> Cr	15	불검출(<3.29)	불검출(<4.14)	불검출(<4.22)	불검출(<3.02)	불검출(<4.07)	불검출(<2.19)	불검출(<4.23)
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출(<0.479)	불검출(<0.479)	불검출(<0.456)	불검출(<0.437)	불검출(<0.371)	불검출(<0.370)	불검출(<0.437)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	불검출(<0.429)	불검출(<0.406)	불검출(<0.500)	불검출(<0.378)	불검출(<0.338)	불검출(<0.321)	불검출(<0.358)
7	<sup>59</sup> Fe	5	불검출(<1.01)	불검출(<0.779)	불검출(<0.378)	불검출(<0.855)	불검출(<0.698)	불검출(<0.798)	불검출(<0.268)
8	<sup>60</sup> Co	2	불검출(<0.551)	불검출(<0.626)	불검출(<0.764)	불검출(<0.330)	불검출(<0.164)	불검출(<0.302)	불검출(<0.393)
9	<sup>65</sup> Zn	5	불검출(<0.991)	불검출(<1.01)	불검출(<0.437)	불검출(<0.862)	불검출(<0.747)	불검출(<0.729)	불검출(<0.763)
10	<sup>85</sup> Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>86</sup> Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	<sup>88</sup> Y	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	<sup>96</sup> Zr	5	불검출(<0.780)	불검출(<0.903)	불검출(<0.780)	불검출(<0.701)	불검출(<0.573)	불검출(<0.665)	불검출(<0.619)
14	<sup>95</sup> Nb	5	불검출(<0.552)	불검출(<0.564)	불검출(<0.474)	불검출(<0.468)	불검출(<0.430)	불검출(<0.396)	불검출(<0.467)
15	<sup>101</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	<sup>103</sup> Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	<sup>109</sup> Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	<sup>110m</sup> Ag	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	<sup>113</sup> Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	<sup>131</sup> I	3	불검출(<0.612)	불검출(<0.746)	불검출(<0.355)	불검출(<0.696)	불검출(<0.537)	불검출(<0.458)	불검출(<0.577)
22	<sup>133</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	<sup>133m</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	<sup>134</sup> Cs	5	불검출(<0.368)	불검출(<0.408)	불검출(<0.360)	불검출(<0.321)	불검출(<0.285)	불검출(<0.336)	불검출(<0.261)
25	<sup>137</sup> Cs	5	252±0.116 (<0.454)	4.75±0.137 (<0.443)	0.426±0.0821 (<0.412)	4.05±0.166 (<0.387)	1.20±0.132 (<0.388)	1.21±0.126 (<0.368)	불검출(<0.409)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	불검출(<1.59)	불검출(<1.98)	불검출(<1.33)	불검출(<2.52)	불검출(<1.76)	불검출(<1.67)	불검출(<1.97)
28	<sup>140</sup> La	70	불검출(<1.88)	불검출(<5.06)	불검출(<0.710)	불검출(<3.32)	불검출(<0.935)	불검출(<0.892)	불검출(<1.13)
29	<sup>141</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	<sup>143</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	<sup>144</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	<sup>208</sup> Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	<sup>212</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	<sup>212</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
35	<sup>214</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	<sup>214</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	<sup>226</sup> Ra	N/A	328±2.79	48.8±2.73	40.4±2.43	불검출	51.3±4.04	불검출	56.9±3.85
38	<sup>227</sup> Th	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39	<sup>228</sup> Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40	<sup>235</sup> U	N/A	1.94±0.168	1.68±0.172	1.10±0.155	불검출	불검출	불검출	불검출
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

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