

함께 만드는 완전히 새로운 경남

---

## 2020년 4월 환경 방사성물질 조사결과

---



**보건환경연구원**  
**[위생화학팀]**

## 2020년 4월 환경 방사성물질 조사결과

- 도내 8종 27건 시료에 대한 조사결과 토양, 갯벌 및 해수에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 각각 불검출~8.34 Bq/kg, 불검출~2.05 Bq/kg, 불검출~0.00139 Bq/L로 정상범위 이내
  - 전국 토양  $^{137}\text{C}$  정상범위 : 불검출~24.6 Bq/kg(한국원자력안전기술원, '16년~'18년)
  - 전국 해수  $^{137}\text{C}$  정상범위 : 불검출~0.00255 Bq/L(한국원자력안전기술원, '16년~'18년)
  - 전국 해저퇴적물  $^{137}\text{C}$  정상범위 : 불검출~3.34 Bq/kg(한국원자력안전기술원, '16년~'18년)
- 토양과 갯벌(해저퇴적물) 이외 모든 시료는  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  불검출

1. 조사 기간 : '20. 3. 31. ~ 4. 29.

2. 조사 대상 : 8종 27건

- 공기시료 1건
- 물시료 4종 6건(빗물 1, 해수 3, 정수 1, 원수 1)
- 토양시료 12건(양산4, 김해3, 거창1, 함양1, 밀양1, 창녕1, 진주1)
- 기타 2종 8건(갯벌 2, 솔잎 6)

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구분	계획	실적		진도율 (%)	비고
		4월말	누계		
방사성물질 조사	330	27	106	32.1%	

#### 4. 조사 내용 및 방법

**Table 2. 방사성물질 조사(빗물 및 공기)**

내 용	빗물	공기
채취 장소	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층
채취 기간	3. 31. ~ 4. 29.	3. 31. ~ 4. 29.
채취 기구	빗물 채집기	저용적 공기포집기
채취 수량	30 L	3,758 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	거제시 및 남해군	진해구
채취 기간	4. 20. 12:00~13:50	4. 28. 11:00
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	<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. 먹는물(양산시) 방사성물질 조사**

구분	원수	정수
채취 지역	양산시	양산시
채취 장소	원동취수장	웅상정수장
채취 일시	4. 14. 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. 지표식물 방사성물질 조사**

구분	솔잎
채취 지역	6개 지역(김해시, 진주시, 밀양시, 거창군, 함양군, 창녕군)
채취 일시	4. 7. ~ 4. 28.
채취 수량	2~4 kg
전처리	이물질제거→건조(105 °C, 48시간)→분쇄→2 $\mu\text{m}$ 체로 거른 후 계측
계측 시간	8만초
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. 갯벌 방사성물질 조사

구분	고리 및 후쿠시마 원전 영향 조사	
채취 지역	거제시	남해군
채취 지점	남부면 어촌체험마을	설천면 문향어촌체험마을
채취 일시	4. 20. 11:40	4. 20. 13:50
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>	

Table 7. 토양 방사성물질 조사

구분	솔잎 채취지점의 토양	
채취 지역	6개 지역(김해시, 진주시, 밀양시, 거창군, 함양군, 창녕군)	
채취 일시	4. 7. ~ 4. 28.	
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>	

Table 8. 토양 방사성물질 조사

구분	고리원전 영향 조사	
채취 지역	양산시	김해시
채취 지점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 평지(웅상정수장, 삼호34근린공원)</li> <li>· 등산로(천성산, 오봉산)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 평지(김해대학교), 등산로(신어산)</li> </ul>
채취 일시	4. 7. 14:00 ~ 16:00	4. 28. 16:00 ~ 17:00
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(3.31~4.29) 동안 포집한 공기 시료 총 3,758 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 0.00584±0.0000760 Bq/m<sup>3</sup>로 검출되어 4월 공기 시료의 경우 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 9에 제시하였음.

### 5. 2 빗물 시료

서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 약 1개월(3.31~4.29) 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>226</sup>Ra만이 0.621±0.0337 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 9에 제시하였음.

Table 9. 공기 및 빗물 분석 결과

순 서	분석 핵종	공기(Bq/m <sup>3</sup> )		빗물(Bq/L)	
		고시2017-17호 MDA	4월	고시2014-12 MDA	4월
1	<sup>7</sup> Be	N/A	0.00584±0.0000760	N/A	불검출
2	<sup>40</sup> K	N/A	불검출	N/A	불검출
3	<sup>51</sup> Cr	5E-03	불검출(<9.81E-5)	1	불검출(<0.0346)
4	<sup>54</sup> Mn	8E-05	불검출(<1.39E-5)	0.5	불검출(<0.00256)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	N/A	불검출
6	<sup>58</sup> Co	3E-04	불검출(<1.47E-5)	0.05	불검출(<0.00262)
7	<sup>59</sup> Fe	5E-04	불검출(4.20E-5)	0.03	불검출(<0.00611)
8	<sup>60</sup> Co	8E-05	불검출(<2.00E-5)	0.02	불검출(<0.00271)
9	<sup>65</sup> Zn	5E-04	불검출(<3.12E-5)	0.05	불검출(<0.00479)
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(<2.54E-5)	0.5	불검출(<0.00446)
14	<sup>95</sup> Nb	5E-04	불검출(<1.68E-5)	0.5	불검출(<0.00327)
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(<1.66E-5)	0.1	불검출(<0.00610)
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(<1.30E-5)	0.008	불검출(<0.00248)
25	<sup>137</sup> Cs	8E-05	불검출(<1.42E-5)	0.008	불검출(<0.00289)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	N/A	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	0.1	불검출(<6.61E-5)	10	불검출(<0.0124)
28	<sup>140</sup> La	0.1	불검출(<2.20E-4)	10	불검출(<0.0927)
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	0.621±0.0337
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>226</sup>Ra(라듐)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임



### 5. 3 해수 시료

2020년 4월에 거제시 장목면 대계마을과 남해군 설천면 남해대교 주변, 창원시 진해구 해군교육사령부 주변에서 각각 70 L의 해수를 채취함. 채취한 시료 중 5 L는  $^{131}\text{I}$ 를 분석하기 위해 5 L에서 1 L로 증발·농축하였고, 나머지 65 L 중 60 L는  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등을 분석하기 위해 AMP(인몰리브덴산암모늄) 공침법을 이용하여 전처리를 수행함.

전처리 후 감마핵종분석기로 조사한 결과 자연 방사성물질인  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ 이 각각 불검출 $\sim$ 0.253 Bq/L, 불검출 $\sim$ 0.0360 Bq/L로 검출됨. 인공 방사성물질인  $^{131}\text{I}$ 와  $^{134}\text{Cs}$ 는 모든 시료에서 검출되지 않았고,  $^{137}\text{Cs}$ 가 불검출 $\sim$ 0.00139 Bq/L로 검출되었으나 한국원자력안전기술원에서 제시한 정상범위<sup>1)</sup> 내에 포함됨.  $^{137}\text{Cs}$ 가 3건 중 2건 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 4월 해수시료의 경우 인공방사성물질 또는 후쿠시마 원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, 자세한 분석결과는 Table 10에 제시함. Table 10에서 보이듯이 모든 핵종에서 원자력안전위원회고시 제2017-17호 제시된 MDA(최소검출방사능) 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

---

1) 정상범위 : 불검출 $\sim$ 0.00255 Bq/L(한국원자력안전기술원, 2016 $\sim$ 2018년)

Table 10. 해수 분석결과(Bq/L)

순서	핵종	4월 해수				비고
		고사2017-17호 MDA	거제시	남해군	진해구	
1	<sup>7</sup> Be	N/A	불검출	불검출	불검출	
2	<sup>40</sup> K	N/A	0.249±0.00742	0.253±0.00701	불검출	
3	<sup>51</sup> Cr	0.05	불검출(<0.0116)	불검출(<0.00820)	불검출(<0.0124)	
4	<sup>54</sup> Mn	0.005	불검출(<0.00102)	불검출(<0.000879)	불검출(<0.000740)	
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	
6	<sup>58</sup> Co	0.005	불검출(<0.00112)	불검출(<0.000962)	불검출(<0.00106)	
7	<sup>59</sup> Fe	0.005	불검출(<0.00326)	불검출(<0.00263)	불검출(<0.00297)	
8	<sup>60</sup> Co	0.005	불검출(<0.00142)	불검출(<0.00148)	불검출(<0.00184)	
9	<sup>65</sup> Zn	0.02	불검출(<0.00245)	불검출(<0.00223)	불검출(<0.00202)	
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(<0.00166)	불검출(<0.00169)	불검출(<0.00184)	
14	<sup>95</sup> Nb	0.006	불검출(<0.00124)	불검출(<0.00116)	불검출(<0.00128)	
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(<0.0207)	불검출(<0.0214)	불검출(<0.0237)	
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(<0.000842)	불검출(<0.000884)	불검출(<0.00101)	
25	<sup>137</sup> Cs	0.003	0.00139±0.000203 불검출(<0.00101)	0.00111±0.000185 (<0.000934)	불검출(<0.00124)	
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	
27	<sup>140</sup> Ba	0.1	불검출(<0.00559)	불검출(<0.00507)	불검출(<0.00443)	
28	<sup>140</sup> La	0.1	불검출(<0.0621)	불검출(<0.0229)	불검출(<0.0284)	
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	0.0360±0.00468	
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), <sup>226</sup>Ra(라듐)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

## 5. 4 먹는물

2020년 4월 14일에 양산시에서 조사의뢰한 방사선비상계획구역 내·외부의 원동취수장 원수와 웅상정수장 정수에 대한 방사능조사를 수행함. 조사결과 원수 및 정수 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 11에 수록함.

**Table 11. 양산시 먹는물(관원) 조사결과(Bq/L)**

시료	지역	장소	핵종	조사결과(Bq/L)		비고
				농도	MDA	
정수	양산시	웅상정수장	$^{131}\text{I}$	불검출	<0.371	· WHO Guideline 적용 · 1만초 계측(1 L 사용)
			$^{134}\text{Cs}$	불검출	<0.251	
			$^{137}\text{Cs}$	불검출	<0.373	
원수	양산시	원동취수장	$^{131}\text{I}$	불검출	<0.00638	· 원자력안전위원회고시 제2017-17호 -3개 핵종모두 MDA 요건 만족 · 8만초 계측(20 L 사용)
			$^{134}\text{Cs}$	불검출	<0.00423	
			$^{137}\text{Cs}$	불검출	<0.00470	

## 5. 5 솔잎 시료

2020년 4월 7일부터 4월 28일까지 김해시, 진주시, 밀양시 등 6개 시군에서 시군별로 1건씩 총 6건의 솔잎 시료를 채취한 후 방사성물질 조사를 수행함. 조사를 수행한 결과 자연 방사성물질인  $^7\text{Be}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ 이 검출되었고, 이들 핵종의 농도 범위는 각각 15.2~38.4 Bq/kg-fresh, 불검출~82.3 Bq/kg-fresh, 불검출~3.20 Bq/kg-fresh로 나타났고, 상세한 조사결과는 아래 Table 12에 수록함.

$^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 주요 인공 방사성물질은 전혀 검출되지 않아 4월 솔잎의 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 12. 술잎 분석결과(Bq/kg-fresh)

순서	핵종	술잎						
		고사2017-17호 MDA	김해시	진주시	밀양시	거창군	함양군	창녕군
1	<sup>7</sup> Be	N/A	22.4±0.424	15.2±0.373	33.6±0.371	37.5±0.402	38.4±0.429	34.6±0.372
2	<sup>40</sup> K	N/A	불검출	57.5±0.754	57.8±0.794	72.0±0.906	82.3±0.980	60.9±0.764
3	<sup>51</sup> Cr	3	불검출(<1.04)	불검출(<0.928)	불검출(<0.618)	불검출(<0.692)	불검출(<0.823)	불검출(<0.731)
4	<sup>54</sup> Mn	1	불검출(<0.0620)	불검출(<0.0683)	불검출(<0.0834)	불검출(<0.0771)	불검출(<0.0872)	불검출(<0.0823)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	1	불검출(<0.0821)	불검출(<0.0812)	불검출(<0.0784)	불검출(<0.0878)	불검출(<0.0918)	불검출(<0.0833)
7	<sup>59</sup> Fe	2	불검출(<0.197)	불검출(<0.193)	불검출(<0.125)	불검출(<0.224)	불검출(<0.112)	불검출(<0.162)
8	<sup>60</sup> Co	1	불검출(<0.104)	불검출(<0.110)	불검출(<0.0882)	불검출(<0.120)	불검출(<0.115)	불검출(<0.110)
9	<sup>65</sup> Zn	2	불검출(<0.150)	불검출(<0.131)	불검출(<0.176)	불검출(<0.208)	불검출(<0.172)	불검출(<0.184)
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	0.5	불검출(<0.155)	불검출(<0.0628)	불검출(<0.126)	불검출(<0.153)	불검출(<0.174)	불검출(<0.164)
14	<sup>95</sup> Nb	0.5	불검출(<0.0998)	불검출(<0.222)	불검출(<0.0917)	불검출(<0.100)	불검출(<0.114)	불검출(<0.0955)
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	0.5	불검출(<0.157)	불검출(<0.125)	불검출(<0.134)	불검출(<0.152)	불검출(<0.142)	불검출(<0.110)
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	0.1	불검출(<0.0785)	불검출(<0.0681)	불검출(<0.0714)	불검출(<0.0828)	불검출(<0.0740)	불검출(<0.0667)
25	<sup>137</sup> Cs	0.1	불검출(<0.0830)	불검출(<0.0912)	불검출(<0.0844)	불검출(<0.0871)	불검출(<0.100)	불검출(<0.0896)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	2	불검출(<0.590)	불검출(<0.486)	불검출(<0.264)	불검출(<0.434)	불검출(<0.450)	불검출(<0.357)
28	<sup>140</sup> La	2	불검출(<0.661)	불검출(<0.852)	불검출(<1.54)	불검출(<2.47)	불검출(<1.09)	불검출(<0.407)
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	3.20±0.424	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
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	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

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

## 5. 6 갯벌 시료

2020년 4월에 남해군 설천면의 문항어촌체험마을과 거제시 남부면에 위치한 어촌체험마을에서 각각 1건씩 해안선평적물인 갯벌을 채취한 후 방사성물질 조사를 수행함. 조사를 수행한 결과 자연 방사성물질인  $^7\text{Be}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{227}\text{Th}$ ,  $^{235}\text{U}$  등이 검출되었고, 이들 핵종의 농도 범위는 각각 6.97~15.0 Bq/kg-dry, 521~678 Bq/kg-dry, 10.9~24.4 Bq/kg-dry, 불검출~2.78 Bq/kg-dry, 불검출~0.863 Bq/kg-dry 로 나타났고, 상세한 조사결과는 아래 Table 13에 수록함

조사한 총 2건 갯벌의  $^{137}\text{Cs}$  농도 범위는 불검출~2.05 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  $^{137}\text{Cs}$ 이 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{Cs}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{Cs}$ 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 13. 갯벌 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	거제시	남해군	비고
1	<sup>7</sup> Be	N/A	15.0±1.92	6.97±0.457	
2	<sup>40</sup> K	N/A	678±5.19	521±3.55	
3	<sup>51</sup> Cr	15	불검출(<3.15)	불검출(<2.27)	
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출(<0.382)	불검출(<0.279)	
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	
6	<sup>58</sup> Co	2	불검출(<0.378)	불검출(<0.248)	
7	<sup>59</sup> Fe	5	불검출(<0.671)	불검출(<0.532)	
8	<sup>60</sup> Co	2	불검출(<0.385)	불검출(<0.404)	
9	<sup>65</sup> Zn	5	불검출(<0.989)	불검출(<0.625)	
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(<0.663)	불검출(<0.416)	
14	<sup>95</sup> Nb	5	불검출(<0.436)	불검출(<0.277)	
15	<sup>101</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	
16	<sup>103</sup> Ru	N/A	불검출	불검출	
17	<sup>106</sup> Rh	15	불검출(<2.70)	불검출(<1.70)	
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(<0.445)	불검출(<0.244)	
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(<0.342)	불검출(<0.189)	
25	<sup>137</sup> Cs	5	2.05±0.0975(<0.377)	불검출(<0.281)	
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	
27	<sup>140</sup> Ba	70	불검출(<1.56)	불검출(<0.813)	
28	<sup>140</sup> La	N/A	불검출	불검출	
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	24.4±2.09	10.9±1.25	
38	<sup>227</sup> Th	N/A	2.78±0.542	불검출	
39	<sup>228</sup> Ac	N/A	불검출	불검출	
40	<sup>235</sup> U	N/A	0.863±0.129	불검출	
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	

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

## 5. 7 토양 시료

2020년 4월에 고리원전 주변 지역인 양산시와 김해시의 평지 및 등산로에서 총 6건의 표층토양을 채취. 또한, 김해시, 진주시, 밀양시 등 6건 시군의 솔잎 채취 지점과 동일한 지점에서 표층토양 6건을 채취함. 채취한 후 총 12건의 토양을 대상으로 방사성물질 조사를 수행한 결과 자연 방사성물질인  $^7\text{Be}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{227}\text{Th}$ ,  $^{235}\text{U}$  등이 검출됨. 총 12건의 토양 중  $^7\text{Be}$ 는 불검출~9.63 Bq/kg-dry로,  $^{40}\text{K}$ 는 불검출~793 Bq/kg-dry로,  $^{226}\text{Ra}$ 는 불검출3~119 Bq/kg-dry,  $^{227}\text{Th}$ 는 불검출~6.16 Bq/kg-dry로,  $^{235}\text{U}$ 는 불검출~1.41 Bq/kg-dry로 각각 검출됨.

주요 인공 방사성물질인  $^{131}\text{I}$ 와  $^{134}\text{Cs}$ 는 모든 토양에서 검출되지 않았고,  $^{137}\text{Cs}$ 이 총 12건의 토양에서 불검출~8.34 Bq/kg-dry로 검출됨. 검출된  $^{137}\text{Cs}$  농도의 최고 값은 김해시의 천성산 정상에서 채취한 토양에서 나타남. 토양에서 검출된  $^{137}\text{Cs}$  농도는 KINS에서 최근 3년간(2016년~2018년) 전국 토양을 분석한 후 제시한 불검출~24.6 Bq/kg-dry 범위 내에 포함되었고, 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{C}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{C}$ 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 14. 토양(고리원전 영향) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	고사2017-17호 MDA	양산시				김해시	
			천성산	오봉산	웅상정수장	삼호34근린공원	신어산	김해대학교
1	<sup>7</sup> Be	N/A	불검출	불검출	7.44±0.757	5.83±0.663	불검출	9.63±1.36
2	<sup>40</sup> K	N/A	416±4.27	401±4.44	511±4.95	481±4.34	불검출	불검출
3	<sup>51</sup> Cr	15	불검출(<4.28)	불검출(<1.65)	불검출(<3.02)	불검출(<2.25)	불검출(<4.33)	불검출(<2.90)
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출(<0.465)	불검출(<0.476)	불검출(<0.456)	불검출(<0.467)	불검출(<0.685)	불검출(<0.434)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	불검출(<0.387)	불검출(<0.412)	불검출(<0.415)	불검출(<0.373)	불검출(<0.633)	불검출(<0.445)
7	<sup>59</sup> Fe	5	불검출(<0.643)	불검출(<1.22)	불검출(<1.19)	불검출(<0.404)	불검출(<0.576)	불검출(<0.884)
8	<sup>60</sup> Co	2	불검출(<0.426)	불검출(<0.456)	불검출(<0.633)	불검출(<0.592)	불검출(<0.911)	불검출(<0.543)
9	<sup>65</sup> Zn	5	불검출(<0.914)	불검출(<0.729)	불검출(<1.05)	불검출(<0.922)	불검출(<1.14)	불검출(<0.818)
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(<0.851)	불검출(<0.836)	불검출(<0.900)	불검출(<0.712)	불검출(<1.18)	불검출(<1.02)
14	<sup>95</sup> Nb	5	불검출(<0.511)	불검출(<0.540)	불검출(<0.522)	불검출(<0.463)	불검출(<0.793)	불검출(<0.515)
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(<0.544)	불검출(<0.446)	불검출(<0.499)	불검출(<0.387)	불검출(<1.07)	불검출(<0.285)
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(<0.390)	불검출(<0.412)	불검출(<0.407)	불검출(<0.286)	불검출(<0.493)	불검출(<0.344)
25	<sup>137</sup> Cs	5	3.10±0.117 (<0.435)	7.20±0.164 (<0.483)	4.92±0.142 (<0.461)	1.28±0.0960 (<0.430)	8.34±0.263 (<1.08)	1.04±0.101 (<0.479)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	불검출(<1.81)	불검출(<2.37)	불검출(<2.14)	불검출(<1.39)	불검출(<2.76)	불검출(<1.91)
28	<sup>140</sup> La	70	불검출(<1.56)	불검출(<1.30)	불검출(<1.07)	불검출(<0.491)	불검출(<5.70)	불검출(<4.42)
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	52.5±2.66	58.2±2.72	40.6±2.63	44.2±2.44	119±3.83	54.9±2.43
38	<sup>227</sup> Th	N/A	5.02±0.685	불검출	불검출	3.53±0.623	6.16±1.13	불검출
39	<sup>228</sup> Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40	<sup>235</sup> U	N/A	1.41±0.170	1.01±0.177	1.32±0.165	1.14±0.155	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>227</sup>Th(토륨), <sup>235</sup>U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

Table 15. 토양(술잎 채취지점) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	고사2017-17호 MDA	술잎 채취지점의 토양					
			김해시	진주시	밀양시	거창군	함양군	창녕군
1	<sup>7</sup> Be	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	4.99±0.722
2	<sup>40</sup> K	N/A	불검출	562±4.25	291±4.03	793±5.68	625±4.48	321±3.91
3	<sup>51</sup> Cr	15	불검출(<5.90)	불검출(<3.26)	불검출(<4.22)	불검출(<4.46)	불검출(<3.51)	불검출(<3.84)
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출(<0.453)	불검출(<0.422)	불검출(<0.525)	불검출(<0.540)	불검출(<0.425)	불검출(<0.444)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	불검출(<0.440)	불검출(<0.395)	불검출(<0.434)	불검출(<0.455)	불검출(<0.358)	불검출(<0.417)
7	<sup>59</sup> Fe	5	불검출(<1.57)	불검출(<0.797)	불검출(<0.883)	불검출(<0.801)	불검출(<0.630)	불검출(<0.485)
8	<sup>60</sup> Co	2	불검출(<0.488)	불검출(<0.564)	불검출(<0.656)	불검출(<0.593)	불검출(<0.467)	불검출(<0.274)
9	<sup>65</sup> Zn	5	불검출(<0.612)	불검출(<0.881)	불검출(<0.938)	불검출(<0.886)	불검출(<0.698)	불검출(<0.766)
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(<0.855)	불검출(<0.756)	불검출(<1.21)	불검출(<0.898)	불검출(<0.779)	불검출(<0.849)
14	<sup>95</sup> Nb	5	불검출(<0.567)	불검출(<0.474)	불검출(<0.539)	불검출(<0.578)	불검출(<0.454)	불검출(<0.502)
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(<0.572)	불검출(<0.476)	불검출(<0.553)	불검출(<0.777)	불검출(<0.609)	불검출(<0.546)
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(<0.443)	불검출(<0.356)	불검출(<0.416)	불검출(<0.340)	불검출(<0.268)	불검출(<0.400)
25	<sup>137</sup> Cs	5	불검출(<0.529)	0.409±0.0816 (<0.410)	불검출(<0.522)	불검출(<0.480)	불검출(<0.379)	1.05±0.0943 (<0.428)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	불검출(<2.08)	불검출(<2.18)	불검출(<1.60)	불검출(<2.38)	불검출(<1.86)	불검출(<1.97)
28	<sup>140</sup> La	70	불검출(<6.80)	불검출(<4.03)	불검출(<7.78)	불검출(<4.93)	불검출(<3.75)	불검출(<1.44)
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	불검출	33.6±2.20	53.0±3.61	46.5±2.69	36.7±2.12	59.1±2.49
38	<sup>227</sup> Th	N/A	4.97±0.848	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	불검출	0.716±0.139	불검출	1.17±0.171	0.922±0.135	불검출
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

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