

함께 만드는 완전히 새로운 경남

---

## 2019년 3월 환경 방사성물질 조사결과

---



보 건 연 구 부  
( 위 생 화 학 팀 )

## 2019년 3월 환경 방사성물질 조사결과

- 도내 빗물, 해수, 정수, 원수, 토양, 갯벌을 대상으로 총 6종 34개 시료에 대한 조사결과 토양(불검출~3.84 Bq/kg)과 해저퇴적물인 갯벌(0.808~0.877 Bq/kg)에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 검출되었으나 정상범위 이내로 나타남
  - 전국 토양  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : 불검출~24.6 Bq/kg(한국원자력안전기술원, '15~'17년)
  - 전국 해저퇴적물  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : 불검출~3.84 Bq/kg(한국원자력안전기술원, '15~'17년)
- 토양 및 갯벌 이외 모든 시료에서  $^{137}\text{Cs}$  불검출

1. 조사 기간 : '19. 2. 27. ~ 3. 29.

2. 조사 대상 : 6종 34건(빗물 1, 해수 3, 정수 2, 원수 1, 토양 25, 갯벌 2)

### 3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구분	계 획	실적		진도율 (%)	비고
		합계	3월		
방사성물질 조사	326	53	34	16.3%	

#### 4. 조사 내용 및 방법

Table 2. 방사성물질 조사(공기)

내 용	공 기	빗 물
채취 장소	공기포집기 소모품 교체로 인해 3월 공기에 대한 조사 미수행	서부청사 별관1층
채취 기간		'18. 2. 27 ~ 3. 29
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		$^{131}\text{I}$ , $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$
측정 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관련 규정 및 법령에서 제시한 기준 준수 여부 파악</li> <li>• 방사성물질 분포경향 파악</li> </ul>	

Table 3. 방사성물질 조사(해수)

내 용	3월 해수		1분기 해수
채취 장소	거제시(장목면 대계마을)	남해군(미조면 천하마을)	진해구(해군교육사령부)
채취 기간	3. 22 15:20	3. 21 13:40	3.26 10:30
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	$^{131}\text{I}$ , $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$ 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  $^{131}\text{I}$ 과  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ 을 분석하기 위한 것임

Table 4. 먹는물 방사성물질 조사

구분	원수	정수
채취 지역	양산시(관원)	양산시(관원)
채취 장소	신도시정수장	범어 및 신도시 정수장
채취 일시	3. 6 17:00	
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. 토양 방사성물질 조사

구분	주택단지, 산업단지, 농경지 토양
채취 지역	진해구, 성산구, 산청군, 의령군, 함안군, 남해군, 의창구
채취 기간	3. 5 ~ 3. 26
채취 수량	총 21개(각 지점별 3~5 kg 채취)
전처리	건조(105 $^{\circ}\text{C}$ , 48시간) → 분쇄(믹서기) → 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. 토양(방사선비상계획구역) 방사성물질 조사

구분	방사선비상계획구역			
채취 지역	웅상정수장	삼호34근린공원	천성산 정상	오봉산 정상
채취 일시	3.12 13:00 ~ 17:40			
채취 수량	3~5 kg			
전처리	건조(105 °C, 48시간) → 분쇄(믹서기) → 2 $\mu$ 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 7. 갯벌 방사성물질 조사

구분	갯벌(해저퇴적물)	
채취 지역	남해군	거제시
채취 기간	3. 21 14:30	3. 22 15:50
채취 수량	각 지역별로 3~5 kg	
전처리	건조(105 °C, 48시간) → 분쇄(믹서기) → 2 $\mu$ 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>	

## 5. 방사성물질 조사 결과

### 5. 1 빗물 시료

2019년 3월에 서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 약 1개월 (‘19. 2. 27~3. 29) 동안 채수한 빗물시료 30 L에 대한 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 주요 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인  $^{40}\text{K}$ 만이  $0.352 \pm 0.0197 \text{ Bq/L}$ 로 검출됨. 이러한 조사결과에 근거하여 3월 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 8에 제시하였음.

Table 8. 빗물시료 분석 결과(Bq/L)

순서	분석 핵종	고시2014-12 MDA	3월	비고
1	<sup>7</sup> Be	N/A	불검출	
2	<sup>40</sup> K	N/A	0.352±0.0197	
3	<sup>51</sup> Cr	1	불검출(<0.0190)	
4	<sup>54</sup> Mn	0.5	불검출(<0.00276)	
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	
6	<sup>58</sup> Co	0.05	불검출(<0.00296)	
7	<sup>59</sup> Fe	0.03	불검출(<0.00872)	
8	<sup>60</sup> Co	0.02	불검출(<0.00388)	
9	<sup>65</sup> Zn	0.05	불검출(<0.00656)	
10	<sup>85</sup> Sr	N/A	불검출	
11	<sup>88</sup> Kr	N/A	불검출	
12	<sup>88</sup> Y	N/A	불검출	
13	<sup>95</sup> Zr	0.5	불검출(<0.00689)	
14	<sup>95</sup> Nb	0.5	불검출(<0.00369)	
15	<sup>101</sup> Rh	N/A	불검출	
16	<sup>103</sup> Ru	N/A	불검출	
17	<sup>106</sup> Rh	0.05	불검출(<0.0262)	
18	<sup>109</sup> Cd	N/A	불검출	
19	<sup>110m</sup> Ag	N/A	불검출	
20	<sup>113</sup> Sn	N/A	불검출	
21	<sup>131</sup> I	0.1	불검출(<0.00544)	
22	<sup>133</sup> Xe	N/A	불검출	
23	<sup>133m</sup> Xe	N/A	불검출	
24	<sup>134</sup> Cs	0.008	불검출(<0.00297)	
25	<sup>137</sup> Cs	0.008	불검출(<0.00339)	
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	
27	<sup>140</sup> Ba	10	불검출(<0.0160)	
28	<sup>140</sup> La	N/A	불검출	
29	<sup>141</sup> Ce	N/A	불검출	
30	<sup>143</sup> Ce	N/A	불검출	
31	<sup>144</sup> Ce	N/A	불검출	
32	<sup>208</sup> Tl	N/A	불검출	
33	<sup>212</sup> Bi	N/A	불검출	
34	<sup>212</sup> Pb	N/A	불검출	
35	<sup>214</sup> Bi	N/A	불검출	
36	<sup>214</sup> Pb	N/A	불검출	
37	<sup>226</sup> Ra	N/A	불검출	
38	<sup>227</sup> Th	N/A	불검출	
39	<sup>228</sup> Ac	N/A	불검출	
40	<sup>235</sup> U	N/A	불검출	
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	

※ <sup>40</sup>K는 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음

## 5. 2 해수 시료

2019년 3월에 거제시 장목면 대계마을과 남해군 미조면 천하마을, 창원시 진해구 해군교육사령부 주변 바다에서 각각 70 L의 해수를 채취함. 채취한 시료 중 5 L는  $^{131}\text{I}$ 을 분석하기 위해 5 L에서 2 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  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 주요 인공 핵종은 전혀 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인  $^{40}\text{K}$ 만이 모든 지점에서 0.137~0.183 Bq/L로 검출됨.

이러한 분석결과에 근거하여 3월 해수시료의 경우 인공방사성물질 또는 후쿠시마 원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, 자세한 분석결과는 아래 Table 9에 제시함. Table 9에서 보이듯이 모든 핵종에서 원자력안전위원회 고시 제2014-12호 제시된 MDA(최소검출방사능) 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.



Table 9. 해수 분석결과(Bq/L)

순서	핵종	3월 해수			1분기 해수
		MDA	거제시	남해군	진해구
1	$^7\text{Be}$	N/A	불검출	불검출	불검출
2	$^{40}\text{K}$	N/A	$0.183 \pm 0.00983$	$0.137 \pm 0.00877$	$0.156 \pm 0.00884$
3	$^{51}\text{Cr}$	0.05	불검출(<0.00911)	불검출(<0.00689)	불검출(<0.00873)
4	$^{54}\text{Mn}$	0.005	불검출(<0.00112)	불검출(<0.000863)	불검출(<0.000736)
5	$^{57}\text{Co}$	N/A	불검출	불검출	불검출
6	$^{58}\text{Co}$	0.005	불검출(<0.00123)	불검출(<0.00131)	불검출(<0.00118)
7	$^{59}\text{Fe}$	0.005	불검출(<0.00209)	불검출(<0.00197)	불검출(<0.00283)
8	$^{60}\text{Co}$	0.005	불검출(<0.00184)	불검출(<0.00106)	불검출(<0.00123)
9	$^{65}\text{Zn}$	0.02	불검출(<0.00241)	불검출(<0.002489)	불검출(<0.00284)
10	$^{85}\text{Sr}$	N/A	불검출	불검출	불검출
11	$^{88}\text{Kr}$	N/A	불검출	불검출	불검출
12	$^{88}\text{Y}$	N/A	불검출	불검출	불검출
13	$^{95}\text{Zr}$	0.006	불검출(<0.00203)	불검출(<0.00211)	불검출(<0.00154)
14	$^{95}\text{Nb}$	0.006	불검출(<0.00164)	불검출(<0.00154)	불검출(<0.00144)
15	$^{101}\text{Rh}$	N/A	불검출	불검출	불검출
16	$^{103}\text{Ru}$	N/A	불검출	불검출	불검출
17	$^{106}\text{Rh}$	N/A	불검출	불검출	불검출
18	$^{109}\text{Cd}$	N/A	불검출	불검출	불검출
19	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	N/A	불검출	불검출	불검출
20	$^{113}\text{Sn}$	N/A	불검출	불검출	불검출
21	$^{131}\text{I}$	0.1	불검출(<0.0208)	불검출(<0.0211)	불검출(<0.0347)
22	$^{133}\text{Xe}$	N/A	불검출	불검출	불검출
23	$^{133\text{m}}\text{Xe}$	N/A	불검출	불검출	불검출
24	$^{134}\text{Cs}$	0.003	불검출(<0.00105)	불검출(<0.000937)	불검출(<0.000830)
25	$^{137}\text{Cs}$	0.003	불검출(<0.00128)	불검출(<0.00128)	불검출(<0.00127)
26	$^{139}\text{Ce}$	N/A	불검출	불검출	불검출
27	$^{140}\text{Ba}$	0.1	불검출(<0.00817)	불검출(<0.0754)	불검출(<0.00434)
28	$^{140}\text{La}$	N/A	불검출	불검출	불검출
29	$^{141}\text{Ce}$	N/A	불검출	불검출	불검출
30	$^{143}\text{Ce}$	N/A	불검출	불검출	불검출
31	$^{144}\text{Ce}$	N/A	불검출	불검출	불검출
32	$^{208}\text{Tl}$	N/A	불검출	불검출	불검출
33	$^{212}\text{Bi}$	N/A	불검출	불검출	불검출
34	$^{212}\text{Pb}$	N/A	불검출	불검출	불검출
35	$^{214}\text{Bi}$	N/A	불검출	불검출	불검출
36	$^{214}\text{Pb}$	N/A	불검출	불검출	불검출
37	$^{226}\text{Ra}$	N/A	불검출	불검출	불검출
38	$^{227}\text{Th}$	N/A	불검출	불검출	불검출
39	$^{228}\text{Ac}$	N/A	불검출	불검출	불검출
40	$^{235}\text{U}$	N/A	불검출	불검출	불검출
41	$^{237}\text{U}$	N/A	불검출	불검출	불검출

※  $^{40}\text{K}$ 는 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음

### 5. 3 먹는물

2019년 3월에 양산시에서 조사의뢰한 방사선비상계획구역의 신도시정수장 원수와 신도시 및 범어 정수장의 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 10에 수록함.

Table 10. 양산시 먹는물 조사결과(Bq/L)

시료	지역	장소	핵종	조사결과(Bq/L)		비고
				농도	MDA	
정수	양산시	신도시 정수장	$^{131}\text{I}$	불검출	<0.345	<ul style="list-style-type: none"> <li>· WHO Guideline 적용</li> <li>· 1만초 계측(1 L 사용)</li> </ul>
			$^{134}\text{Cs}$	불검출	<0.240	
			$^{137}\text{Cs}$	불검출	<0.394	
		범어 정수장	$^{131}\text{I}$	불검출	<0.258	
			$^{134}\text{Cs}$	불검출	<0.237	
			$^{137}\text{Cs}$	불검출	<0.292	
원수	양산시	신도시 취수장	$^{131}\text{I}$	불검출	<0.00783	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 원자력안전위원회고시 제2014-12호</li> <li>-3개 핵종모두 MDA 요건 만족</li> <li>· 8만초 계측(20 L 사용)</li> </ul>
			$^{134}\text{Cs}$	불검출	<0.00444	
			$^{137}\text{Cs}$	불검출	<0.00462	

## 5. 4 토양 시료

2019년 3월에 창원시(진해구, 성산구, 의창구), 산청군, 의령군, 함안군, 남해군의 주택단지와 산업단지, 농경지에서 21개의 표층토양을 채취하였고, 양산시 방사선비상계획구역 내 웅상정수장과 삼호34근린공원, 천성산 및 오봉산 정상에서 각각 1개씩 4개의 표층토양을 채취함. 도내에서 채취한 총 25개 토양을 대상으로 방사성물질 조사를 수행함. 조사를 수행한 결과 자연 방사성물질인  $^7\text{Be}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{227}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ 이 검출되었고, 이들 핵종의 농도 범위는 각각 불검출~6.53 Bq/kg-dry, 208~893 Bq/kg-dry, 불검출~88.3 Bq/kg-dry, 불검출~7.02 Bq/kg-dry, 불검출~663 Bq/kg-dry로 나타났고, 상세한 조사결과는 아래 Table 11~Table 14에 수록함. 조사한 총 25개 토양의  $^{137}\text{Cs}$  농도 범위는 불검출~3.84 Bq/kg-dry로 나타났고, KINS에서 최근 3년간(2015년~2017년) 전국 토양을 분석한 후 제시한 불검출~24.6 Bq/kg-dry 범위 내에 포함됨. 25개 토양 중 23개에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 검출되었지만  $^{137}\text{C}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{C}$ 가 검출되지 않아 과거 핵실험에 의한 방사능 낙진에 의한 영향이라 판단함. 모든 핵종이 원자력 안전위원회 고시 제2014-12호에서 제시한 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하였기 때문에 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 11. 토양(주택단지) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	주택단지 토양						
			진해구	성산구	산청군	의령군	함안군	남해군	의창구
1	<sup>7</sup> Be	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
2	<sup>40</sup> K	N/A	390±397	415±420	602±521	277±3.79	208±298	399±4.55	411±4.05
3	<sup>51</sup> Cr	15	불검출(<351)	불검출(<354)	불검출(<356)	불검출(<298)	불검출(<298)	불검출(<1861)	불검출(<260)
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출(<0.361)	불검출(<0.401)	불검출(<0.301)	불검출(<0.222)	불검출(<0.274)	불검출(<0.465)	불검출(<0.387)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	불검출(<0.315)	불검출(<0.339)	불검출(<0.277)	불검출(<0.208)	불검출(<0.273)	불검출(<0.382)	불검출(<0.344)
7	<sup>59</sup> Fe	5	불검출(<0.693)	불검출(<1.00)	불검출(<1.5)	불검출(<0.512)	불검출(<0.396)	불검출(<0.304)	불검출(<0.839)
8	<sup>60</sup> Co	2	불검출(<0.487)	불검출(<0.475)	불검출(<0.345)	불검출(<0.894)	불검출(<0.370)	불검출(<0.174)	불검출(<0.433)
9	<sup>65</sup> Zn	5	불검출(<0.789)	불검출(<0.901)	불검출(<0.498)	불검출(<0.467)	불검출(<0.605)	불검출(<0.887)	불검출(<0.676)
10	<sup>85</sup> Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>88</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>95</sup> Zr	5	불검출(<0.761)	불검출(<0.684)	불검출(<0.665)	불검출(<0.350)	불검출(<0.606)	불검출(<0.772)	불검출(<0.383)
14	<sup>95</sup> Nb	5	불검출(<0.391)	불검출(<0.447)	불검출(<0.341)	불검출(<0.263)	불검출(<0.337)	불검출(<0.467)	불검출(<0.411)
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	15	불검출(<286)	불검출(<305)	불검출(<214)	불검출(<1.77)	불검출(<2.18)	불검출(<3.47)	불검출(<291)
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(<0.428)	불검출(<0.583)	불검출(<0.537)	불검출(<0.405)	불검출(<0.429)	불검출(<0.435)	불검출(<0.351)
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(<0.265)	불검출(<0.366)	불검출(<0.259)	불검출(<0.201)	불검출(<0.298)	불검출(<0.387)	불검출(<0.265)
25	<sup>137</sup> Cs	5	0.376±0.0700 (<0.352)	0.723±0.0827 (<0.391)	0.937±0.101 (<0.301)	0.470±0.0743 (<0.224)	0.579±0.0619 (<0.285)	0.735±0.0885 (<0.421)	불검출(<0.430)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	불검출(<1.15)	불검출(<2.12)	불검출(<1.89)	불검출(<0.813)	불검출(<0.974)	불검출(<1.53)	불검출(<1.53)
28	<sup>140</sup> La	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
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	155±200	170±209	불검출	불검출	861±1.52	225±230	212±2.02
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	663±5.7	불검출
40	<sup>235</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

※ <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>226</sup>Ra(라듐)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음

Table 12. 토양(산업단지) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	산업단지 토양						
			진해구	성산구	산청군	의령군	함안군	남해군	의창구
1	<sup>7</sup> Be	N/A	불검출	불검출	불검출	3.49±0.60	불검출	불검출	불검출
2	<sup>40</sup> K	N/A	369±3.72	378±3.78	25±3.49	417±4.15	26±3.20	271±3.86	368±3.78
3	<sup>51</sup> Cr	15	불검출(<2.57)	불검출(<2.71)	불검출(<3.15)	불검출(<3.23)	불검출(<3.08)	불검출(<2.40)	불검출(<3.48)
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출(<0.375)	불검출(<0.413)	불검출(<0.259)	불검출(<0.260)	불검출(<0.350)	불검출(<0.383)	불검출(<0.382)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	불검출(<0.332)	불검출(<0.318)	불검출(<0.217)	불검출(<0.219)	불검출(<0.311)	불검출(<0.352)	불검출(<0.325)
7	<sup>59</sup> Fe	5	불검출(<0.290)	불검출(<0.101)	불검출(<0.546)	불검출(<0.575)	불검출(<0.724)	불검출(<0.698)	불검출(<0.928)
8	<sup>60</sup> Co	2	불검출(<0.402)	불검출(<0.474)	불검출(<0.251)	불검출(<0.261)	불검출(<0.341)	불검출(<0.433)	불검출(<0.438)
9	<sup>65</sup> Zn	5	불검출(<0.810)	불검출(<0.812)	불검출(<0.421)	불검출(<0.546)	불검출(<0.744)	불검출(<0.714)	불검출(<0.842)
10	<sup>85</sup> Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>88</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>95</sup> Zr	5	불검출(<0.76)	불검출(<0.402)	불검출(<0.559)	불검출(<0.519)	불검출(<0.522)	불검출(<0.741)	불검출(<0.801)
14	<sup>95</sup> Nb	5	불검출(<0.414)	불검출(<0.402)	불검출(<0.279)	불검출(<0.285)	불검출(<0.385)	불검출(<0.409)	불검출(<0.430)
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	15	불검출(<2.80)	불검출(<2.83)	불검출(<1.98)	불검출(<1.70)	불검출(<2.66)	불검출(<3.10)	불검출(<2.85)
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(<0.506)	불검출(<0.427)	불검출(<0.444)	불검출(<0.469)	불검출(<0.471)	불검출(<0.307)	불검출(<0.260)
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(<0.314)	불검출(<0.316)	불검출(<0.222)	불검출(<0.185)	불검출(<0.300)	불검출(<0.354)	불검출(<0.262)
25	<sup>137</sup> Cs	5	0.572±0.0729 (<0.350)	0.744±0.0765 (<0.356)	1.3±0.098 (<0.249)	3.31±0.117 (<0.246)	1.78±0.084 (<0.332)	0.419±0.0773 (<0.389)	0.601±0.0756 (<0.362)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	불검출(<1.98)	불검출(<1.84)	불검출(<1.71)	불검출(<1.06)	불검출(<1.66)	불검출(<1.56)	불검출(<1.61)
28	<sup>140</sup> La	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
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	166±1.88	154±1.95	272±2.42	409±3.03	201±1.90	123±2.16	126±1.89
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	242±6.71	불검출
40	<sup>235</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

※ <sup>7</sup>Be(베릴륨), <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>226</sup>Ra(라듐), <sup>228</sup>Ac(악티늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음

Table 13. 토양(농경지) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	농경지 토양						
			진해군	성산군	산청군	의령군	함안군	남해군	의창군
1	<sup>7</sup> Be	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
2	<sup>40</sup> K	N/A	424±413	408±411	515±487	398±482	297±417	308±380	421±422
3	<sup>51</sup> Cr	15	불검출(<258)	불검출(<351)	불검출(<311)	불검출(<397)	불검출(<423)	불검출(<315)	불검출(<352)
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출(<0.407)	불검출(<0.429)	불검출(<0.307)	불검출(<0.283)	불검출(<0.390)	불검출(<0.378)	불검출(<0.368)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	불검출(<0.365)	불검출(<0.372)	불검출(<0.270)	불검출(<0.268)	불검출(<0.388)	불검출(<0.333)	불검출(<0.355)
7	<sup>59</sup> Fe	5	불검출(<0.771)	불검출(<0.983)	불검출(<0.483)	불검출(<0.490)	불검출(<0.563)	불검출(<0.531)	불검출(<0.830)
8	<sup>60</sup> Co	2	불검출(<0.443)	불검출(<0.453)	불검출(<0.341)	불검출(<0.232)	불검출(<0.526)	불검출(<0.355)	불검출(<0.380)
9	<sup>65</sup> Zn	5	불검출(<0.889)	불검출(<0.827)	불검출(<0.573)	불검출(<0.625)	불검출(<0.862)	불검출(<0.855)	불검출(<0.687)
10	<sup>85</sup> Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>88</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>95</sup> Zr	5	불검출(<0.829)	불검출(<0.851)	불검출(<0.567)	불검출(<0.683)	불검출(<0.862)	불검출(<0.861)	불검출(<0.472)
14	<sup>95</sup> Nb	5	불검출(<0.402)	불검출(<0.446)	불검출(<0.363)	불검출(<0.339)	불검출(<0.479)	불검출(<0.388)	불검출(<0.425)
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	15	불검출(<3.04)	불검출(<2.97)	불검출(<2.22)	불검출(<2.20)	불검출(<3.10)	불검출(<2.93)	불검출(<3.05)
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(<0.433)	불검출(<0.600)	불검출(<0.524)	불검출(<0.560)	불검출(<0.605)	불검출(<0.378)	불검출(<0.450)
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(<0.354)	불검출(<0.334)	불검출(<0.253)	불검출(<0.247)	불검출(<0.281)	불검출(<0.319)	불검출(<0.296)
25	<sup>137</sup> Cs	5	0.863±0.0839 (<0.384)	0.400±0.0726 (<0.364)	1.96±0.114 (<0.295)	0.590±0.164 (<0.293)	0.824±0.0881 (<0.406)	0.623±0.0803 (<0.386)	0.996±0.0824 (<0.371)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	불검출(<1.20)	불검출(<1.25)	불검출(<1.22)	불검출(<1.34)	불검출(<1.38)	불검출(<1.09)	불검출(<1.29)
28	<sup>140</sup> La	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
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	160±212	161±207	불검출	37.1±3.67	123±217	17.0±1.97	183±205
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	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

※ <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>226</sup>Ra(라듐)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음

Table 14. 토양(방사선비상계획구역) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	응상정수장	삼호34근린공원	천성산 정상	오봉산 정상
1	<sup>7</sup> Be	N/A	5.37±0.724	6.53±0.938	6.22±0.983	불검출
2	<sup>40</sup> K	N/A	343±3.67	491±5.22	893±6.18	606±5.02
3	<sup>51</sup> Cr	15	불검출(<2.61)	불검출(<4.50)	불검출(<4.74)	불검출(<2.00)
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출(<0.267)	불검출(<0.381)	불검출(<0.379)	불검출(<0.300)
5	<sup>57</sup> Co	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	불검출(<0.225)	불검출(<0.313)	불검출(<0.348)	불검출(<0.270)
7	<sup>59</sup> Fe	5	불검출(<0.226)	불검출(<0.725)	불검출(<1.02)	불검출(<0.781)
8	<sup>60</sup> Co	2	불검출(<0.157)	불검출(<0.325)	불검출(<0.441)	불검출(<0.293)
9	<sup>65</sup> Zn	5	불검출(<0.517)	불검출(<0.707)	불검출(<0.826)	불검출(<0.692)
10	<sup>85</sup> Sr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>88</sup> Kr	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
12	<sup>88</sup> Y	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
13	<sup>95</sup> Zr	5	불검출(<0.440)	불검출(<0.658)	불검출(<0.605)	불검출(<0.745)
14	<sup>95</sup> Nb	5	불검출(<0.302)	불검출(<0.412)	불검출(<0.419)	불검출(<0.3382)
15	<sup>101</sup> Rh	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
16	<sup>103</sup> Ru	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	15	불검출(<2.03)	불검출(<2.71)	불검출(<2.87)	불검출(<2.23)
18	<sup>109</sup> Cd	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
19	<sup>110m</sup> Ag	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
20	<sup>113</sup> Sn	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
21	<sup>131</sup> I	3	불검출(<0.270)	불검출(<0.544)	불검출(<0.538)	불검출(<0.404)
22	<sup>133</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
23	<sup>133m</sup> Xe	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
24	<sup>134</sup> Cs	5	불검출(<0.235)	불검출(<0.310)	불검출(<0.298)	불검출(<0.261)
25	<sup>137</sup> Cs	5	3.84±0.130 (<0.283)	불검출(<0.360)	3.32±0.146 (<0.384)	2.07±0.114 (<0.297)
26	<sup>139</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	불검출(<0.671)	불검출(<1.76)	불검출(<2.29)	불검출(<1.03)
28	<sup>140</sup> La	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
29	<sup>141</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
30	<sup>143</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
31	<sup>144</sup> Ce	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
32	<sup>208</sup> Tl	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
33	<sup>212</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
34	<sup>212</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
35	<sup>214</sup> Bi	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
36	<sup>214</sup> Pb	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
37	<sup>226</sup> Ra	N/A	42.4±3.24	불검출	88.3±4.08	48.9±3.84
38	<sup>227</sup> Th	N/A	불검출	불검출	7.02±1.27	6.17±1.04
39	<sup>228</sup> Ac	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
40	<sup>235</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출
41	<sup>237</sup> U	N/A	불검출	불검출	불검출	불검출

※ <sup>7</sup>Be(베릴륨), <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>226</sup>Ra(라듐), <sup>227</sup>Th(토륨)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음

## 5. 4 갯벌(해저퇴적물)

2019년 3월에 남해군 문항어촌체험마을과 거제시 어촌체험마을에서 갯벌 1개씩을 채취함. 채취한 총 2개 시료에 대한 방사성물질 조사를 수행하였고, 그 결과를 Table 15에 수록함. Table 15에서 보여주듯이 2개 지점 모두에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 0.808~0.877 Bq/kg-dry로 검출되었고, 인공 방사성물질인  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ 는 검출되지 않음. 자연 방사성물질의 경우  $^7\text{Be}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ 이 각각 불검출~6.30 Bq/kg-dry, 307~346 Bq/kg-dry, 불검출~10.4 Bq/kg-dry로 나타남. 2개 지점의 갯벌에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{C}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{C}$ 가 검출되지 않아 과거 핵실험에 의한 방사능 낙진에 의한 영향이라 판단함. 이러한 조사 결과에 근거하여 3월 갯벌의 경우 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 사료됨. 또한 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2014-12호에서 제시한 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하였기 때문에 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.



Table 15. 갯벌(해저퇴적물) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	MDA	거제시	남해군	비고
1	$^7\text{Be}$	N/A	$6.30 \pm 0.861$	불검출	
2	$^{40}\text{K}$	N/A	$346 \pm 3.85$	$307 \pm 3.64$	
3	$^{51}\text{Cr}$	15	불검출(<2.41)	불검출(<2.89)	
4	$^{54}\text{Mn}$	2	불검출(<0.290)	불검출(<0.351)	
5	$^{57}\text{Co}$	N/A	불검출	불검출	
6	$^{58}\text{Co}$	2	불검출(<0.300)	불검출(<0.328)	
7	$^{59}\text{Fe}$	5	불검출(<0.835)	불검출(<0.585)	
8	$^{60}\text{Co}$	2	불검출(<0.269)	불검출(<0.398)	
9	$^{65}\text{Zn}$	5	불검출(<0.835)	불검출(<0.683)	
10	$^{85}\text{Sr}$	N/A	불검출	불검출	
11	$^{88}\text{Kr}$	N/A	불검출	불검출	
12	$^{88}\text{Y}$	N/A	불검출	불검출	
13	$^{95}\text{Zr}$	5	불검출(<0.6119)	불검출(<0.825)	
14	$^{95}\text{Nb}$	5	불검출(<0.361)	불검출(<0.397)	
15	$^{101}\text{Rh}$	N/A	불검출	불검출	
16	$^{103}\text{Ru}$	N/A	불검출	불검출	
17	$^{106}\text{Rh}$	15	불검출(<2.51)	불검출(<2.49)	
18	$^{109}\text{Cd}$	N/A	불검출	불검출	
19	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	N/A	불검출	불검출	
20	$^{113}\text{Sn}$	N/A	불검출	불검출	
21	$^{131}\text{I}$	1.5	불검출(<0.435)	불검출(<0.512)	
22	$^{133}\text{Xe}$	N/A	불검출	불검출	
23	$^{133\text{m}}\text{Xe}$	N/A	불검출	불검출	
24	$^{134}\text{Cs}$	5	불검출(<0.305)	불검출(<0.299)	
25	$^{137}\text{Cs}$	5	$0.877 \pm 0.0803$ (<0.360)	$0.808 \pm 0.0762$ (<0.341)	
26	$^{139}\text{Ce}$	N/A	불검출	불검출	j
27	$^{140}\text{Ba}$	70	불검출(<1.30)	불검출(<0.616)	
28	$^{140}\text{La}$	N/A	불검출	불검출	
29	$^{141}\text{Ce}$	N/A	불검출	불검출	
30	$^{143}\text{Ce}$	N/A	불검출	불검출	
31	$^{144}\text{Ce}$	N/A	불검출	불검출	
32	$^{208}\text{Tl}$	N/A	불검출	불검출	
33	$^{212}\text{Bi}$	N/A	불검출	불검출	
34	$^{212}\text{Pb}$	N/A	불검출	불검출	
35	$^{214}\text{Bi}$	N/A	불검출	불검출	
36	$^{214}\text{Pb}$	N/A	불검출	불검출	
37	$^{226}\text{Ra}$	N/A	$10.4 \pm 1.81$	불검출	
38	$^{227}\text{Th}$	N/A	불검출	불검출	
39	$^{228}\text{Ac}$	N/A	불검출	불검출	
40	$^{235}\text{U}$	N/A	불검출	불검출	
41	$^{237}\text{U}$	N/A	불검출	불검출	