

함께 만드는 완전히 새로운 경남

---

# 2021년 6월 환경 방사성물질 조사결과

---



**보건환경연구원**  
**(위생화학팀)**

# 2020년 6월 환경 방사성물질 조사결과

- 도내 8종(공기/빗물/정수/원수/해수/갯벌/쑥/토양) 27개 시료에 대한 조사결과  
해수와 갯벌, 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 0.00143 Bq/L, 0.433~1.40 Bq/kg, 0.572~7.70 Bq/kg로 각각 검출되었으나 정상범위 이내
  - 전국 해수  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : <0.00102~0.00243 Bq/L(KINS, '17년~'19년 자료)
  - 전국 토양  $^{137}\text{C}$  정상범위 : 불검출~15.8 Bq/kg-dry(KINS, '17년~'19년 자료)
  - 전국 해저퇴적물  $^{137}\text{C}$  정상범위 : 불검출~3.34 Bq/kg-dry(KINS, '17년~'19년 자료)
- 토양과 해저퇴적물 이외 모든 시료는  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  불검출

1. 조사 기간 : '21. 6. 1. ~ 6. 30.

2. 조사 대상 : 8종 27건

- 공기시료 1건
- 물시료 4종 6건(빗물 1, 정수 1, 원수 1, 해수 3)
- 갯벌 2건(거제 1, 남해 1)
- 쑥 8건(함안1, 거제1, 함양1, 거창1, 산청1, 합천1, 김해2)
- 토양 10건(김해 등산2/평지2, 쑥지점 6)

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구분	계획	실적			진도율 (%)	비고
		기누계	6월말	누계		
방사성물질 조사	220	89	27	116	52.7%	

#### 4. 조사 내용 및 방법

Table 2. 방사성물질 조사(빗물 및 공기)

내 용	빗물	공기
채취 장소	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층
채취 기간	5. 31. ~ 6. 25.	5. 31. ~ 6. 25.
채취 기구	빗물 채집기	저용적 공기포집기
채취 수량	30 L	3,240 m <sup>3</sup>
전 처 리	증발농축(30L → 1L)	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. 먹는 물(양산시) 방사성물질 조사

구분	원수	정수
채취 지역	양산시	양산시
채취 장소	원동취수장	웅상 정수장
채취 일시	6. 11. 11:00	
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	<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>• 방사성물질의 분포 경향 파악</li> </ul>	

Table 4. 방사성물질 조사(해수)

내 용	해 수		
채취 장소	거제시	남해군	진해구
채취 시간	6. 2. 13:00	6. 11. 13:40	6. 1. 13:40
채취 기구	20 L 말통	20 L 말통	20 L 말통
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 5. 갯벌 방사성물질 조사

구분	갯벌(해저퇴적물)	
채취 지역	거제시	남해군
채취 일시	6. 2. 13:10	6. 11. 13:20
채취 수량	3~5 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. 쑥 방사성물질 조사

구분	쑥(지표식물)
채취 지역	7개 시군(함안1, 거제1, 함양1, 거창1, 산청1, 합천1, 김해2) 8건
채취 일시	6. 1. ~ 6. 29.
채취 수량	1~3 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	<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>• 방사성물질의 분포 경향 파악</li> </ul>

Table 7. 토양 방사성물질 조사

구분	등산로 및 평지, 쑥 채취지점 토양 조사	
채취 지역	김해시(등산로 2개소, 평지 2개소)	쑥 채취지점 6개소 (함안1, 거제1, 함양1, 거창1, 산청1, 합천1)
채취 일시	6. 4. ~ 6. 21.	6. 1. ~ 6. 29.
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	<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>• 방사성물질의 분포 경향 파악</li> </ul>	

## 5. 방사성물질 조사 결과

### 5. 1 공기 시료

서부청사 별관 1층에 설치한 저용적 공기포집기를 이용하여 약 1개월(5.31~6.25) 동안 포집한 공기 시료 총 3,240 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>Be, <sup>40</sup>K, <sup>235</sup>U 등이 각각  $0.00240 \pm 0.0000510$  Bq/m<sup>3</sup>,  $0.00147 \pm 0.0000698$  Bq/m<sup>3</sup>,  $0.000082 \pm 0.00000578$  Bq/m<sup>3</sup>로 검출되어 6월 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 8에 제시하였음.

### 5. 2 빗물 시료

서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 6월에 약 1개월(5. 31~6. 25) 동안 포집한 빗물 시료 총 30 L에 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>40</sup>K와 <sup>235</sup>U가 각각  $0.231 \pm 0.0108$  Bq/L,  $0.0186 \pm 0.00118$  Bq/L로 검출됨. 이러한 조사결과에 근거하여 6월 빗물의 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 8에 제시하였음.

Table 8. 공기 및 빗물 분석 결과

순서	분석핵종	고시2017-17호 MDA	공기(Bq/m <sup>3</sup> )	고시2017-17 MDA	빗물
			6월		6월
1	<sup>7</sup> Be	없음	0.00240±0.0000510	없음	<0.0265
2	<sup>40</sup> K	없음	0.00147±0.0000698	없음	0.231±0.0108
3	<sup>51</sup> Cr	5E-03	<0.000140	5E-03	<0.0274
4	<sup>54</sup> Mn	8E-05	<0.000018	8E-05	<0.00236
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.000015	없음	<0.00358
6	<sup>58</sup> Co	3E-04	<0.000018	3E-04	<0.00325
7	<sup>59</sup> Fe	5E-04	<0.000036	5E-04	<0.00575
8	<sup>60</sup> Co	8E-05	<0.000021	8E-05	<0.00316
9	<sup>65</sup> Zn	5E-04	<0.000038	5E-04	<0.00614
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.000006	없음	<0.00373
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<0.000275	없음	<0.05680
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.000020	없음	<0.00349
13	<sup>95</sup> Zr	5E-04	<0.000032	5E-04	<0.00556
14	<sup>95</sup> Nb	5E-04	<0.000021	5E-04	<0.00357
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.000018	없음	<0.00414
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.000017	없음	<0.00314
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<0.000139	없음	<0.0268
18	<sup>109</sup> Cd	없음	<0.000438	없음	<0.116
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.000017	없음	<0.00294
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.000018	없음	<0.00397
21	<sup>131</sup> I	5E-02	<0.000036	5E-02	<0.00447
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<0.000058	없음	<0.0217
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<0.000342	없음	<0.126
24	<sup>134</sup> Cs	8E-05	<0.000013	8E-05	<0.00213
25	<sup>137</sup> Cs	8E-05	<0.000018	8E-05	<0.00323
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<0.000016	없음	<0.00357
27	<sup>140</sup> Ba	0.1	<0.000068	0.1	<0.0139
28	<sup>140</sup> La	0.1	<0.000122	0.1	<0.0479
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<0.000028	없음	<0.00689
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<0.000204	없음	<0.0975
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<0.000115	없음	<0.0269
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.000024	없음	<0.00411
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<0.000250	없음	<0.0417
34	<sup>212</sup> Pb	없음	<0.000494	없음	<23.9
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<0.000038	없음	<0.00564
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<0.000074	없음	<0.0116
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<0.000485	없음	<0.0994
38	<sup>227</sup> Th	없음	<0.000117	없음	<0.0249
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<0.524	없음	<0.0400
40	<sup>235</sup> U	없음	0.000082±0.00000578	없음	0.0186±0.00118
41	<sup>237</sup> U	없음	<0.000106	없음	<0.0375

1. <sup>7</sup>Be(베릴륨), <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>212</sup>Pb(납), <sup>235</sup>U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

### 5. 3 먹는물(원수 및 정수)

2021년 6월에 양산시에서 조사의뢰한 방사선비상계획구역 내·외부의 원동 취수장 원수와 응상정수장 정수에 대한 방사능조사를 수행함. 조사결과 정수, 원수 시료에서  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 주요 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인  $^{40}\text{K}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{235}\text{U}$  등이 원수 시료에서 각각  $0.384\pm 0.0161$  Bq/L,  $49.3\pm 8.06$  Bq/L,  $0.0282\pm 0.00178$  Bq/L로 검출됨. 이러한 조사결과에 근거하여 6월 먹는물의 경우 고리원전 및 기타 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였고, 상세한 결과는 아래 Table 9에 수록함.

Table 9. 양산시 먹는물(관원) 조사결과(Bq/L)

순서	분석핵종	고시2017-17호 MDA	원수 (원동취수장)	정수 (응상정수장)	비고
1	<sup>7</sup> Be	없음	<0.0391	<2.9700	
2	<sup>40</sup> K	없음	0.384±0.0161	<1.8500	
3	<sup>51</sup> Cr	1	<0.0370		
4	<sup>54</sup> Mn	0.5	<0.0041		
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.0055		
6	<sup>58</sup> Co	0.05	<0.0045		
7	<sup>59</sup> Fe	0.03	<0.0089		
8	<sup>60</sup> Co	0.02	<0.0053		
9	<sup>65</sup> Zn	0.05	<0.0091		
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.0056		
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<0.0839		
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.0053		
13	<sup>95</sup> Zr	0.5	<0.0082		
14	<sup>95</sup> Nb	0.5	<0.0055		
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.0062		
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.0044	<0.4030	
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<0.0406		원수
18	<sup>109</sup> Cd	없음	<0.1710		.원자력안전위원회고시 2017-17호 MDA 적용
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.0042		
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.0060		
21	<sup>131</sup> I	0.1	<0.0073	<0.4920	정수
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<0.0334		.WHO Guideline 적용
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<0.1960		- WHO 기준치
24	<sup>134</sup> Cs	0.008	<0.0034	<0.2230	<sup>131</sup> I, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs 각 10 Bq/L
25	<sup>137</sup> Cs	0.008	<0.0047	<0.3710	.MDA 기준 없음
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<0.0052		
27	<sup>140</sup> Ba	10	<0.0197		
28	<sup>140</sup> La	10	<0.0741		
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<0.1000		
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<0.1480		
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<0.0404		
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.0062		
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<0.0651		
34	<sup>212</sup> Pb	없음	49.3±8.06		
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<0.0089		
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<0.0156		
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<0.1490		
38	<sup>227</sup> Th	없음	<0.0372		
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<0.0477		
40	<sup>235</sup> U	없음	0.0282±0.00178		
41	<sup>237</sup> U	없음	<0.0581		
42	<sup>241</sup> Am	없음		<2.1900	

1. <sup>40</sup>K(칼륨)과 <sup>226</sup>Ra(라듐)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, NA(Not Available, 계측하지 않음)

## 5. 4 해수

2021년 6월에 거제시 남부면 다대어촌체험마을과 남해군 설천면 남해대교, 진해구 해군교육사령부에서 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(인몰리브덴산암모늄) 공침법을 이용하여 전처리를 수행함.

전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 3건의 해수를 조사한 결과  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  등의 인공 방사성물질은 전혀 검출되지 않았고,  $^{137}\text{Cs}$ 이 남해군 해수에서만  $0.00143\pm 0.000229$  Bq/L로 검출됨. 해수에서 검출된  $^{137}\text{Cs}$  농도는 KINS에서 최근 3년간(2017년~2019년) 전국 해수를 분석한 후 제시한  $<0.00102\sim 0.00243$  Bq/L 범위에 포함되었고, 해수에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{Cs}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{Cs}$ 가 검출되지 않아 과거 핵실험에 의한 방사능 낙진에 의한 영향이라 판단함. 자연 방사성물질의 경우  $^{40}\text{K}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{235}\text{U}$  등이 각각  $0.125\sim 0.272$  Bq/L,  $12.5\pm 1.40$  Bq/L,  $0.00530\pm 0.000691$  Bq/L로 검출됨.

이러한 분석결과에 근거하여 6월 해수시료의 경우 고리 및 후쿠시마 원전에 의한 영향과 인공방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, 자세한 분석결과는 아래 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.

Table 10. 해수 분석결과(Bq/L)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	거제시	남해군	진해구
1	<sup>7</sup> Be	없음	<0.0156	<0.0085	<0.0112
2	<sup>40</sup> K	없음	0.272±0.0111	0.264±0.00602	0.125±0.0627
3	<sup>51</sup> Cr	0.05	<0.0192	<0.0092	<0.0153
4	<sup>54</sup> Mn	0.005	<0.0015	<0.0011	<0.0011
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.0016	<0.0009	<0.0012
6	<sup>58</sup> Co	0.005	<0.0018	<0.0011	<0.0013
7	<sup>59</sup> Fe	0.005	<0.0049	<0.0023	<0.0031
8	<sup>60</sup> Co	0.005	<0.0018	<0.0013	<0.0016
9	<sup>65</sup> Zn	0.02	<0.0036	<0.0024	<0.0027
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.0025	<0.0001	<0.0017
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<0.0328	<0.0174	<0.0191
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.0022	<0.0012	<0.0016
13	<sup>95</sup> Zr	0.006	<0.0032	<0.0020	<0.0023
14	<sup>95</sup> Nb	0.006	<0.0019	<0.0013	<0.0015
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.0017	<0.0011	<0.0010
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.0023	<0.0010	<0.0019
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<0.0146	<0.0087	<0.0095
18	<sup>109</sup> Cd	없음	ND	<0.0260	ND
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.0015	<0.0011	<0.0010
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.0030	<0.0013	<0.0019
21	<sup>131</sup> I	0.1	<0.0349	<0.0268	<0.0202
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<0.0219	<0.0048	<0.0175
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<0.2890	<0.0402	<0.7020
24	<sup>134</sup> Cs	0.003	<0.0017	<0.0010	<0.0010
25	<sup>137</sup> Cs	0.003	<0.0020	0.00143±0.000229 (0.00112)	<0.00121
26	<sup>139</sup> Ce	없음	ND	<0.0010	ND
27	<sup>140</sup> Ba	0.1	<0.0127	<0.0047	<0.0087
28	<sup>140</sup> La	0.1	<0.0744	<0.0171	<0.3840
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<0.0040	<0.0019	<0.0024
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<0.3490	<0.0338	<0.2100
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<0.0146	<0.0072	<0.0073
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.0025	<0.0014	<0.0016
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<0.0238	<0.0154	<0.0162
34	<sup>212</sup> Pb	없음	<0.0073	12.5±1.40	<0.0048
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<0.0078	<0.0023	<0.0052
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<0.0079	<0.0042	<0.0051
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<0.0554	<0.0292	<0.0267
38	<sup>227</sup> Th	없음	<0.0177	<0.0077	<0.0130
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<0.0290	<0.0189	<0.0191
40	<sup>235</sup> U	없음	<0.0147	0.0053±0.000691	<0.0074
41	<sup>237</sup> U	없음	<0.0351	<0.0068	<0.0156

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
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

## 5. 5 깻별

2021년 6월에 남해군 설천면의 문향어촌체험마을과 거제시 남부면에 위치한 다대어촌체험마을에서 각각 1건씩 해안선퇴적물인 깻별을 채취한 후 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과 깻별의  $^{137}\text{Cs}$  농도 범위는 0.433~1.40 Bq/kg-dry로 나타났고, 한국원자력안전기술원에서 최근 3년간(2017년~2019년) 전국 해저 퇴적물을 분석한 후 제시한 <0.656~3.34 Bq/kg-dry 범위 내에 포함됨. 2건의 깻별에서  $^{137}\text{Cs}$ 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. 상세한 조사결과는 아래 Table 11에 수록함

자연 방사성물질의 경우  $^7\text{Be}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{235}\text{U}$  등이 검출되었고, 검출된 농도는 각각  $3.66\pm 0.626$  Bq/kg-dry, 679~962 Bq/kg-dry,  $26,102\pm 537$  Bq/kg-dry,  $14.0\pm 2.05$  Bq/kg-dry,  $1.45\pm 0.137$  Bq/kg-dry로 나타남. 자연 핵종 중 납( $^{212}\text{Pb}$ , 반감기 10.6시간)은 토륨( $^{232}\text{Th}$ ) 계열붕괴 핵종으로 모든 토양에 존재하는  $^{232}\text{Th}$  평균 농도는 6 ppm으로  $^{238}\text{U}$ (평균 2.3 ppm)에 비해 약 2.6배 정도 많아<sup>1)</sup> 분포경향 파악을 위해 선정함.  $^{212}\text{Pb}$  조사결과 농도는  $26,102\pm 537$  Bq/kg-dry로 높게 나타남.  $^{212}\text{Pb}$ 는 짧은 반감기로 오차가 크지만 인체에 미치는 영향이 적어 문제없을 것으로 판단함. 연구결과에 의하면<sup>2)</sup> PET(양성자단층촬영) 검사 시 단 반감기 핵종을 사용할 경우 검사시간이 길어질수록 오차가 증가하여 반감기 보정 외에 추가 보정이 필요한 것으로 조사됨. 또한 피폭선량 평가 자료조사에 의하면<sup>3)</sup> 옥외 활동으로 인한 국내 지각방사선의 연간 피폭선량은 (0.11 mSv) 국내 연간 자연방사선량(2.99 mSv)의 3.68 %로 상당히 적음. 0.11 mSv는 모든 자연 핵종으로부터 방출된 감마선을 조사한 것으로 검출된  $^{212}\text{Pb}$ 만을 대상으로 선량을 평가할 경우 0.11 mSv보다 상당히 적을 것으로 판단되고, 도민에게 미치는 영향 또한 미미할 것으로 사료됨.

6월 해저퇴적물의 경우  $^{131}\text{I}$ 와  $^{134}\text{Cs}$  등의 인공 핵종이 검출되지 않아 고리 및 후쿠시마 원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, Table 11에서 보이듯이

- 
- 1) 원자력안전위원회·한국원자력안전기술원 생활주변방사선 정보 서비스
  - 2) 홍건철외 단 반감기 핵종을 이용한 PET 검사 시 영상 획득 시간에 따른 정량성 평가, Journal Nuclear Medical Technology Vol. 16. No.1, April 2012
  - 3) 감마선에 의한 국내 지각방사선(옥외)의 연간 피폭선량(0.11 mSv/yr)은 자연방사선량(2.99 mSv/yr)의 3.68%(한양대학교, 국민 피폭선량 종합 DB 구축, 2005년)

모든 핵종에서 원자력안전위원회고시 제2017-17호 제시된 MDA(최소검출방사능) 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 11. 갯벌 분석결과(Bq/L)

순서	핵종	고사2017-17호 MDA	남해군	거제시	비고
1	<sup>7</sup> Be	없음	<5.83	3.66±0.626	
2	<sup>40</sup> K	없음	679±5.51	962±5.40	
3	<sup>51</sup> Cr	15	<4.00	<3.11	
4	<sup>54</sup> Mn	2	<0.480	<0.415	
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.375	<0.380	
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.446	<0.385	
7	<sup>59</sup> Fe	5	<1.15	<1.01	
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.754	<0.634	
9	<sup>65</sup> Zn	5	<0.927	<1.09	
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.499	<0.376	
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<2.57	<2.10	
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.133	<0.451	
13	<sup>95</sup> Zr	5	<0.918	<0.751	
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.547	<0.448	
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.562	<0.420	
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.609	<0.371	
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<2.64	<2.38	
18	<sup>109</sup> Cd	없음	ND	<13.8	
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.455	<0.371	
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.693	<0.383	
21	<sup>131</sup> I	1.5	<0.621	<0.533	
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<3.81	<2.50	
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<26.8	<14.0	
24	<sup>134</sup> Cs	5	<0.398	<0.347	
25	<sup>137</sup> Cs	5	1.40±0.104 (0.472)	0.433±0.0773(0.384)	
26	<sup>139</sup> Ce	없음	ND	<0.374	
27	<sup>140</sup> Ba	70	<2.16	<1.63	
28	<sup>140</sup> La	70	<2.69	<5.00	
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<0.929	<0.700	
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<24.1	<10.2	
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<3.49	<2.87	
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.592	<0.792	
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<25.9	<21.7	
34	<sup>212</sup> Pb	없음	<1.15	26,102±537	
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<1.02	<0.685	
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<1.14	<1.61	
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<37.2	14.0±2.05	
38	<sup>227</sup> Th	없음	<4.44	<3.03	
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<2.80	<2.25	
40	<sup>235</sup> U	없음	<3.58	1.45±0.137	
41	<sup>237</sup> U	없음	<8.48	<4.36	

- <sup>7</sup>Be(베릴륨), <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>212</sup>Pb(납), <sup>226</sup>Ra(라듐), <sup>235</sup>U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
- < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

## 5. 6 쭉

2021년 6월에 김해시, 함안군 등 7개 시군에서 총 8건의 쭉을 채취함. 채취한 시료에 대한 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 조사한 결과 주요 인공 방사성 물질인  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등은 검출되지 않았고, 자연 방사성물질인  $^7\text{Be}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{235}\text{U}$  등이 각각 21.7~36.8 Bq/kg-fresh, 134~226 Bq/kg-fresh, 0.371~0.414 Bq/kg-fresh로 검출됨.

이러한 조사결과에 근거하여 쭉 시료의 경우 인공방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였고, 조사한 상세결과는 Table 12~Table 13에 수록함. 또한, 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에서 제시한 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하여 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 12. 쑥 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	고사 <sup>2017-17호</sup> MDA	함안군	거제시	함양군	거창군	산청군	합천군
1	<sup>7</sup> Be	없음	27.6±0.330	36.8±0.400	26.2±0.434	31.1±0.367	<1.210	<1.20
2	<sup>40</sup> K	없음	226±1.23	215±1.35	164±1.18	193±1.22	<2.270	<2.25
3	<sup>51</sup> Cr	15	<0.597	<1.040	<0.925	<0.840	<1.020	<1.01
4	<sup>54</sup> Mn	2	<0.090	<0.100	<0.079	<0.096	<0.098	<0.0970
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.090	<0.096	<0.094	<0.087	<0.096	<0.0952
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.096	<0.101	<0.092	<0.102	<0.100	<0.0994
7	<sup>59</sup> Fe	5	<0.257	<0.282	<0.274	<0.249	<0.251	<0.249
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.148	<0.148	<0.140	<0.151	<0.147	<0.145
9	<sup>65</sup> Zn	5	<0.260	<0.281	<0.251	<0.266	<0.250	<0.248
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.096	<0.114	<0.106	<0.099	<0.122	<0.121
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<1.400	<1.620	<1.600	<1.530	<2.230	<2.21
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.108	<0.093	<0.070	<0.118	<0.095	<0.0944
13	<sup>95</sup> Zr	5	<168	<0.175	<0.149	<0.170	<0.158	<0.157
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.116	<0.110	<0.098	<0.739	<0.111	<0.110
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.102	<0.106	<0.103	<0.086	<0.123	<0.122
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.087	<0.112	<0.098	<0.088	<0.125	<0.128
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<0.600	<0.642	<0.620	<0.651	<0.705	<0.699
18	<sup>109</sup> Cd	없음	<2.870	<2.220	<2.380	<3.100	ND	ND
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.085	<0.074	<0.082	<0.090	<0.082	<0.0814
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.093	<0.140	<0.067	<0.100	<0.133	<0.132
21	<sup>131</sup> I	3	<0.142	<0.165	<0.112	<0.140	<0.191	<0.190
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<0.727	<0.818	<0.612	<0.677	<1.000	<1.00
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<3.630	<8.420	<4.140	<5.060	<9.810	<9.87
24	<sup>134</sup> Cs	5	<0.080	<0.082	<0.078	<0.085	<0.880	<0.0872
25	<sup>137</sup> Cs	5	<0.095	<0.098	<0.089	<0.095	<0.979	<0.0970
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<0.086	ND	ND	<0.094	ND	ND
27	<sup>140</sup> Ba	70	<0.431	<0.403	<0.486	<0.430	<0.511	<0.508
28	<sup>140</sup> La	70	<3.170	<1.190	<0.628	<2.050	<1.120	<0.113
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<1.770	<0.186	<0.171	<0.187	<0.165	<0.164
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<7.180	<8.180	<2.840	<4.310	<11.000	<11.2
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<0.655	<0.683	<0.623	<0.685	<0.789	<0.782
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<1.020	<0.123	<0.136	<0.112	<0.141	<0.140
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<1.310	<1.390	<1.230	<1.350	<1.240	<1.23
34	<sup>212</sup> Pb	없음	<0.312	<0.380	<0.912	<0.387	<0.472	<0.467
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<0.161	<0.328	<0.303	<0.175	<0.331	<0.328
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<0.274	<0.305	<0.291	<0.297	<0.334	<0.331
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<2.390	<2.450	<2.340	<2.500	<2.680	<2.65
38	<sup>227</sup> Th	없음	<0.739	<0.819	<0.724	<0.741	<0.918	<0.912
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<1.090	<1.200	<1.390	<1.170	<1.490	<1.48
40	<sup>235</sup> U	없음	0.414±0.0294	<0.691	<0.670	0.390±0.0314	<0.729	<0.722
41	<sup>237</sup> U	없음	<1.370	<1.380	<1.130	<1.360	<1.810	<1.80

1. <sup>7</sup>Be(베릴륨), <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>235</sup>U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

Table 13. 쪽(김해시) 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	고사2017-17호 MDA	김해대학교	생림중학교	비고
1	<sup>7</sup> Be	없음	22.8±0.313	21.7±0.355	
2	<sup>40</sup> K	없음	134±1.02	176±1.40	
3	<sup>51</sup> Cr	15	<0.735	<1.220	
4	<sup>54</sup> Mn	2	<0.091	<0.110	
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.092	<0.081	
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.100	<0.103	
7	<sup>59</sup> Fe	5	<0.222	<0.286	
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.133	<0.163	
9	<sup>65</sup> Zn	5	<0.242	<0.288	
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.100	<0.121	
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<1.520	<1.740	
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.101	<0.100	
13	<sup>95</sup> Zr	5	<0.157	<0.239	
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.099	<0.113	
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.102	<0.117	
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.082	<0.100	
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<0.659	<0.711	
18	<sup>109</sup> Cd	없음	<2.880	ND	
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.085	<0.085	
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.094	<0.124	
21	<sup>131</sup> I	3	<0.119	<0.164	
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<0.499	<0.699	
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<2.670	<4.770	
24	<sup>134</sup> Cs	5	<0.079	<0.081	
25	<sup>137</sup> Cs	5	<0.090	<0.104	
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<0.090	ND	
27	<sup>140</sup> Ba	70	<0.351	<0.322	
28	<sup>140</sup> La	70	<0.928	<0.328	
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<0.174	<0.184	
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<1.710	<3.020	
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<0.681	<0.772	
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.109	<0.144	
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<1.260	<1.510	
34	<sup>212</sup> Pb	없음	<178	<1,250	
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<0.163	<0.367	
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<0.302	<0.344	
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<2.460	<3.030	
38	<sup>227</sup> Th	없음	<0.650	<0.840	
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<1.060	<1.520	
40	<sup>235</sup> U	없음	0.371±0.0307	<0.786	
41	<sup>237</sup> U	없음	<1.080	<1.380	

1. <sup>7</sup>Be(베릴륨), <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>235</sup>U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
3. < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

## 5. 7 토양

2021년 6월에 김해시 등산로와 평지에서 각 2건씩 총 4건의 표층토양을 채취함. 또한, 함안군, 거제시 등 쪽 채취지점과 동일한 지점에서 6건의 표층토양을 채취함. 채취한 총 10건 토양에 대한 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 조사를 수행한 결과 주요 인공 방사성물질인  $^{131}\text{I}$ 와  $^{134}\text{Cs}$ 는 모든 토양에서 검출되지 않았고,  $^{137}\text{Cs}$ 은 0.572~7.70 Bq/kg-dry로 검출되었고, 결과는 Table 14~Table 15에 수록함. 모든 토양에서 검출된  $^{137}\text{Cs}$  농도는 KINS에서 최근 3년간(2017년~2019년)간 전국 토양을 분석한 후 제시한 불검출~15.8 Bq/kg-dry 범위에 포함됨.

토양에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{Cs}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{Cs}$ 가 검출되지 않아 과거 핵실험에 의한 방사능 낙진에 의한 영향이라 판단함. 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에서 제시한 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하여 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

자연 방사성물질의 경우 10건 토양에서  $^7\text{Be}$ 은 7.89~32.1 Bq/kg-dry로,  $^{40}\text{K}$ 는 94.4~910 Bq/kg-dry로,  $^{212}\text{Pb}$ 는 686~71,795 Bq/kg-dry로,  $^{226}\text{Ra}$ 은 26.1~40.0 Bq/kg-dry로,  $^{227}\text{Th}$ 은 6.02~7.72 Bq/kg-dry로,  $^{228}\text{Ac}$ 은  $5,744\pm 131$  Bq/kg-dry로 각각 검출됨. 자연 핵종 중 납( $^{212}\text{Pb}$ , 반감기 10.6시간)과 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ , 반감기 6.2시간)은 토륨( $^{232}\text{Th}$ )의 계열붕괴 핵종으로 모든 토양에 존재하는  $^{232}\text{Th}$ 의 평균 농도는 6 ppm으로  $^{238}\text{U}$ (평균 2.3 ppm)에 비해 약 2.6배 정도 많아<sup>4)</sup> 분포경향 파악을 위해 선정함.  $^{212}\text{Pb}$ 과  $^{228}\text{Ac}$  조사결과 농도는 각각 686~71,795 Bq/kg-dry,  $5,744\pm 131$  Bq/kg-dry로 높게 나타남.  $^{212}\text{Pb}$ 과  $^{228}\text{Ac}$ 는 짧은 반감기로 오차가 크지만 인체에 미치는 영향이 적어 문제없을 것으로 판단함. 연구결과에 의하면<sup>5)</sup> PET(양성자단층촬영) 검사 시 단 반감기 핵종을 사용할 경우 검사 시간이 길어질수록 오차가 증가하여 반감기 보정 외에 추가 보정이 필요한 것으로 조사됨. 또한 피폭선량 평가 자료조사에 의하면<sup>6)</sup> 옥외 활동으로 인한 국내 지각방사선의 연간 피폭선량은(0.11 mSv) 국내 연간 자연방사선량(2.99 mSv)의 3.68 %로 상당히 적음. 0.11 mSv는 모든 자연 핵종으로부터 방출된 감마선을 조사한 것으로 검출된  $^{212}\text{Pb}$ 과  $^{228}\text{Ac}$  만을 대상으로 선량을 평가할 경우 0.11 mSv보다

4) 원자력안전위원회·한국원자력안전기술원 생활주변방사선 정보 서비스

5) 홍건철외 단 반감기 핵종을 이용한 PET 검사 시 영상 획득 시간에 따른 정량성 평가, Journal Nuclear Medical Technology Vol. 16. No.1, April 2012

6) 감마선에 의한 국내 지각방사선(옥외)의 연간 피폭선량(0.11 mSv/yr)은 자연방사선량(2.99 mSv/yr)의 3.68%(한양대학교, 국민 피폭선량 종합 DB 구축, 2005년)

상당히 적을 것으로 판단되고, 도민에게 미치는 영향 또한 미미할 것으로 사료됨.

6월 토양시료의 경우  $^{131}\text{I}$ 와  $^{134}\text{Cs}$  등의 인공 핵종이 검출되지 않아 고리 및 후쿠시마 원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였으며, Table 14~Table15에서 보이듯이 모든 핵종에서 원자력안전위원회고시 제2017-17호 제시된 MDA(최소 검출방사능) 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

Table 14. 김해시 토양 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	무척산	신어산	생림중학교	김해대학교
1	<sup>7</sup> Be	없음	<5.020	<4.610	<6.380	26.2±0.363
2	<sup>40</sup> K	없음	495±5.28	94.4±2.23	653±5.35	155±1.18
3	<sup>51</sup> Cr	15	<2.610	<3.460	<4.680	<0.851
4	<sup>54</sup> Mn	2	<0.610	<0.569	<0.646	<0.112
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.447	<0.529	<0.552	<0.106
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.519	<0.433	<0.544	<0.123
7	<sup>59</sup> Fe	5	<0.958	<0.774	<0.919	<0.257
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.440	<0.465	<0.598	<0.155
9	<sup>65</sup> Zn	5	<1.190	<0.838	<1.240	<0.281
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.597	<0.482	<0.641	<0.127
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<3.110	<3.090	<3.370	<1.760
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.442	<0.445	<0.563	<0.117
13	<sup>95</sup> Zr	5	<0.940	<1.020	<1.300	<0.196
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.659	<0.563	<0.689	<0.114
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.681	<0.639	<0.759	<0.118
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.578	<0.460	<0.539	<0.104
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<3.637	<3.800	<3.900	<0.740
18	<sup>109</sup> Cd	없음	ND	<24.300	ND	<3.340
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.423	<0.485	<0.555	<0.098
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.751	<0.631	<0.495	<0.110
21	<sup>131</sup> I	3	<0.893	<0.648	<0.914	<0.140
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<4.410	<3.200	<4.990	<0.593
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<29.000	<14.200	<34.300	<3.120
24	<sup>134</sup> Cs	5	<0.445	<0.445	<0.501	<0.092
25	<sup>137</sup> Cs	5	7.70±0.199 (0.686)	0.862±0.110 (0.531)	<0.621	<0.103
26	<sup>139</sup> Ce	없음	ND	<0.543	ND	<0.104
27	<sup>140</sup> Ba	70	<1.920	<2.010	1.900	<0.458
28	<sup>140</sup> La	70	<5.180	<4.330	<7.890	<1.170
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<1.010	<1.030	<1.210	<0.202
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<21.300	<9.490	<27.400	<1.990
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<2.610	<4.210	<4.390	<0.789
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.776	<0.505	<0.693	<0.127
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<30.900	<41.600	<34.100	<1.460
34	<sup>212</sup> Pb	없음	<1.380	10,649±234	<1.530	<209
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<1.490	<0.901	<1.610	<0.188
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<1.310	<2.750	<1.350	<0.349
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<15.300	35.1±3.30	<18.000	<2.850
38	<sup>227</sup> Th	없음	6.02±1.03	6.11±0.905	7.72±1.15	<0.753
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<2.880	<4.730	<3.580	<1.230
40	<sup>235</sup> U	없음	<4.300	3.88±0.221	<4.700	0.430±0.0356
41	<sup>237</sup> U	없음	<6.560	<5.720	<10.100	<1.250

- <sup>7</sup>Be(베릴륨), <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>212</sup>Pb(납), <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
- < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)

Table 15. 쑥채취지점 토양 분석결과(Bq/kg-dry)

순서	핵종	고사2017-17호 MDA	함안군	거제시	함양군	거창군	산청군	합천군
1	<sup>7</sup> Be	없음	<3.880	32.1±2.43	<4.330	4.310	<5.600	7.89±0.953
2	<sup>40</sup> K	없음	476±4.25	561±5.05	760±5.75	910±6.35	745±5.92	781±6.11
3	<sup>51</sup> Cr	15	<3.860	<4.180	<1.850	<4.520	<5.430	<2.060
4	<sup>54</sup> Mn	2	<0.457	<0.526	<0.529	<0.499	<0.595	<0.548
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.435	<0.483	<0.522	<0.500	<0.695	<0.635
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.430	<0.475	<0.464	<0.481	<0.543	<0.550
7	<sup>59</sup> Fe	5	<0.958	<0.793	<0.562	<0.323	<1.260	<1.180
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.550	<0.527	<0.560	<0.556	<0.496	<0.500
9	<sup>65</sup> Zn	5	<1.030	<0.850	<1.100	<1.210	<1.390	<1.300
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.451	<0.501	<0.511	<0.488	<0.611	<0.583
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<2.490	<2.810	<2.920	<2.610	<3.390	<3.280
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.449	<0.150	<0.291	<0.324	<0.274	<0.438
13	<sup>95</sup> Zr	5	<0.869	<0.906	<0.899	<0.935	<1.230	<1.070
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.520	<0.555	<0.551	<0.535	<0.719	<0.655
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.487	<0.609	<0.641	<0.584	<0.760	<0.749
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.450	<0.142	<0.326	<0.398	<0.529	<0.494
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<2.960	<3.030	<3.190	<2.750	<3.850	<3.820
18	<sup>109</sup> Cd	없음	<18.000	ND	ND	ND	ND	ND
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.421	<0.459	<0.484	<0.332	<0.566	<0.415
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.533	<0.598	<0.473	<0.313	<0.764	<0.854
21	<sup>131</sup> I	3	<0.708	<0.742	<0.592	<0.661	<1.020	<0.744
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<3.780	<3.480	<2.410	<3.230	<5.420	<3.380
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<29.800	<19.500	<7.710	<17.900	<0.434	<13.900
24	<sup>134</sup> Cs	5	<0.362	<0.419	<0.423	<0.410	<0.520	<0.521
25	<sup>137</sup> Cs	5	1.92±0.107 (0.433)	0.572±0.101 (0.518)	<0.557	<0.509	1.09±0.126 (0.619)	1.29±0.128 (0.612)
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<0.446	ND	ND	ND	ND	ND
27	<sup>140</sup> Ba	70	<2.060	<2.060	<2.530	<2.220	<2.930	<3.000
28	<sup>140</sup> La	70	<13.100	<1.870	<1.010	<2.670	<10.200	<1.320
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<0.925	<0.785	<0.915	<0.921	<1.210	<1.120
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<0.328	<12.400	<2.720	<11.900	40.500	<7.110
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<3.350	<2.770	<2.890	<3.630	<4.270	<5.010
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.883	<0.646	<0.670	<0.604	<0.836	<0.824
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<19.700	<26.300	<27.700	<24.700	<32.100	<31.600
34	<sup>212</sup> Pb	없음	<1.480	71,795±775	686±6.58	47,429±598	<1.620	8,647±75.9
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<0.765	<1.340	<1.270	<1.130	<1.250	<1.220
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<2.170	<1.130	<1.210	<1.090	<1.470	<1.440
37	<sup>226</sup> Ra	없음	26.1±2.58	40.0±2.93	<15.100	<13.700	<16.500	<15.500
38	<sup>227</sup> Th	없음	<3.980	<4.600	<4.540	<4.310	7.43±1.24	<5.710
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<2.250	<2.580	5,744±131	<2.770	<3.540	<3.960
40	<sup>235</sup> U	없음	2.06±0.177	<3.880	<3.830	<3.700	<4.710	<4.650
41	<sup>237</sup> U	없음	<7.550	<6.870	<5.760	<7.130	<10.300	<7.090

- <sup>7</sup>Be(베릴륨), <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>212</sup>Pb(납), <sup>226</sup>Ra(라듐), <sup>227</sup>Th(토륨), <sup>228</sup>Ac(악티늄), <sup>235</sup>U(우라늄)은 자연 방사성 물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임
- < : 방사성물질 농도 MDA 이하, ND(Not Detection, 계측하였으나 검출되지 않음)