

함께 만드는 완전히 새로운 경남

## 2022년 5월 환경 방사성물질 조사결과



경남보건환경연구원  
( 위 생 화 학 팀 )

## 2022년 5월 환경 방사성물질 조사결과

- 6종(대기/먹는물/해수/갯벌/토양/지표식물) 29건 시료에 대한 조사결과  
해수(0.00140~0.00189 Bq/L), 갯벌(0.797~1.03 Bq/kg), 토양(0.513~6.39 Bq/kg)에서  $^{137}\text{Cs}$  검출되었고(정상범위 이내),  $^{137}\text{Cs}$  이외 모든 인공핵종 불검출  
※ 전국 해수  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : 불검출~0.00255 Bq/L(KINS, '16년~'20년 자료)  
※ 전국 해저퇴적물  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : 불검출~3.83 Bq/kg-dry(KINS, '16년~'20년 자료)  
※ 전국 토양(평지)  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : 불검출~24.6 Bq/kg-dry(KINS, '16년~'20년 자료)
- 대기, 먹는물, 지표식물에서는 모든 인공핵종 불검출

1. 조사 기간 : '22. 5. 1. ~ 5. 31.

2. 조사 대상 : 6종 29건

- 대기 2건(공기 2건)
- 먹는물 5건(방사선비상계획구역 정수3, 원수2)
- 해수 5건[창원시(진해구)1, 거제시1, 통영시1, 남해군1, 사천시1]
- 갯벌 5건[창원시(진해구)1, 거제시1, 통영시1, 남해군1, 사천시1]
- 토양 7건(등산로3, 평지1, 쭉 채취지점 3)
- 지표식물 5건(쭉 4, 솔잎 1)

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구 분	계 획	실 적			진도율 (%)	비 고
		기누계	5월말	누계		
방사성물질조사	300	86	29	115	38.3%	

#### 4. 조사 핵종 및 기준

Table 2. 조사 핵종 및 기준

시 료	조사 핵종	조사 기준
정수	방사성요오드( <sup>131</sup> I), 세슘( <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs) 등 7종 -원전 영향 5종( <sup>103</sup> Ru, <sup>131</sup> I, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs, <sup>241</sup> Am) -우주 및 지각 방사선 영향 2종( <sup>7</sup> Be, <sup>40</sup> K)	세계보건기구 먹는물 가이드라인 (WHO Guideline for Drinking Water Quality)
정수 이외	방사성요오드( <sup>131</sup> I), 세슘( <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs) 등 41종 -원전 영향 27종( <sup>131</sup> I, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs 등) -북한 지하 핵실험 영향 2종( <sup>88</sup> Kr, <sup>133</sup> Xe) -우주 및 지각 방사선 영향 12종 ( <sup>7</sup> Be, <sup>40</sup> K 등)	원자력안전위원회 고시 제2017-17호

Table 3. 조사 핵종 상세 정보

순서	핵종	핵종명	반감기	비 고	순서	핵종	핵종명	반감기	비고
1	<sup>7</sup> Be	베릴륨	53.3일	자연(우주방사선)	22	<sup>133</sup> Xe	제논	5.24일	인공(핵분열생성물)
2	<sup>40</sup> K	칼륨	1.3×10 <sup>9</sup> 년	자연(비 붕괴계 열)	23	<sup>133m</sup> Xe	제논	2.2일	인공(핵분열생성물)
3	<sup>51</sup> Cr	크롬	27.7일	인공(방사화부식생성물)	24	<sup>134</sup> Cs	세슘	2년	인공(핵분열생성물)
4	<sup>54</sup> Mn	망간	312.3일	인공(방사화부식생성물)	25	<sup>137</sup> Cs	세슘	30년	인공(핵분열생성물)
5	<sup>57</sup> Co	코발트	271.8일	인공(방사화부식생성물)	26	<sup>139</sup> Ce	세륨	138일	인공(핵분열생성물)
6	<sup>58</sup> Co	코발트	70.8일	인공(방사화부식생성물)	27	<sup>140</sup> Ba	바륨	12.8일	인공(핵분열생성물)
7	<sup>59</sup> Fe	철	44.5일	인공(방사화부식생성물)	28	<sup>140</sup> La	란타넘	1.68일	인공(핵분열생성물)
8	<sup>60</sup> Co	코발트	5.27년	인공(방사화부식생성물)	29	<sup>141</sup> Ce	세륨	32.5일	인공(핵분열생성물)
9	<sup>65</sup> Zn	아연	244.3일	인공(핵분열생성물)	30	<sup>143</sup> Ce	세륨	1.4일	인공(핵분열생성물)
10	<sup>85</sup> Sr	스트론튬	64.8일	인공(핵분열생성물)	31	<sup>144</sup> Ce	세륨	285일	인공(핵분열생성물)
11	<sup>88</sup> Kr	크립톤	2.84시간	인공(핵분열생성물)	32	<sup>208</sup> Tl	탈륨	3.1분	자연( <sup>232</sup> Th 딸핵종)
12	<sup>88</sup> Y	이트륨	106.7일	인공(핵분열생성물)	33	<sup>212</sup> Pb	납	10.6시간	자연( <sup>232</sup> Th 딸핵종)
13	<sup>95</sup> Zr	지르코늄	64일	인공(핵분열생성물)	34	<sup>212</sup> Bi	비스무스	60.6분	자연( <sup>232</sup> Th 딸핵종)
14	<sup>95</sup> Nb	나이오븀	35일	인공(핵분열생성물)	35	<sup>214</sup> Bi	비스무스	19.9분	자연( <sup>238</sup> U 딸핵종)
15	<sup>101</sup> Rh	로듐	3.3년	인공(핵분열생성물)	36	<sup>214</sup> Pb	납	26.8분	자연( <sup>238</sup> U 딸핵종)
16	<sup>103</sup> Ru	루테튬	39.3일	인공(핵분열생성물)	37	<sup>226</sup> Ra	라듐	1,600년	자연( <sup>238</sup> U 딸핵종)
17	<sup>106</sup> Rh	로듐	368.2일	인공(핵분열생성물)	38	<sup>227</sup> Th	토륨	18.7일	자연( <sup>235</sup> U 딸핵종)
18	<sup>109</sup> Cd	카드뮴	462.6일	인공(핵분열생성물)	39	<sup>228</sup> Ac	악티늄	6.2시간	자연( <sup>232</sup> Th 딸핵종)
19	<sup>101m</sup> Ag	은	250일	인공(핵분열생성물)	40	<sup>235</sup> U	우라늄	7×10 <sup>8</sup> 년	자연(어미핵종)
20	<sup>113</sup> Sn	주석	115일	인공(핵분열생성물)	41	<sup>237</sup> U	우라늄	6.8일	자연핵종
21	<sup>131</sup> I	요오드	8일	인공(핵분열생성물)					

## 5. 조사 내용 및 방법

Table 4. 공기

구 분	공 기		5월 빗물
	5월(초중순)	5월(중하순)	
채취 장소	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층	강우량이 없어 분석 미 수행
채취 기간	4. 29. ~ 5. 13.	5. 13. ~ 5. 27.	
채취 기구	공기포집기	공기포집기	
채 취 량	1,814 m <sup>3</sup>	1,814 m <sup>3</sup>	
전 처 리	없음	없음	
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)		
계측 시간	8만초		

Table 5. 먹는물

구 분	원 수	정 수
채취 지역	양산시	양산시
채취 장소	신도시 및 원동 취수장	신도시, 범어 및 웅상 정수장
채취 일시	5. 7. 16:30	5. 7. 16:30
채 취 량	20 L	1 L
전처리	증발농축(20 L → 1 L)	없음
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)	
계측 시간	8만초	1만초

Table 6. 해수

구 분	해 수		
채취 지역	창원시(진해구)	거제시, 통영시	사천시, 남해군
채취 일시	5. 16. 11:20 ~ 13:00	5. 3. 13:20 ~ 16:40	5. 11. 11:10 ~ 15:30
채 취 량	70 L		
전 처 리	요오드; 증발농축(5 L → 1 L), 요오드 와; 인몰리브덴산암모늄 공침(60 L)		
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)		
계측 시간	8만초		

Table 7. 갯벌

구 분	갯 벌		
채취 지역	창원시(진해구)	거제시, 통영시	사천시, 남해군
채취 일시	5. 16. 11:20 ~ 13:00	5. 3. 13:20 ~ 16:40	5. 11. 11:10 ~ 15:30
채 취 량	3 ~ 5 kg		
전 처 리	건조(105 °C, 48시간) → 분쇄 → 체로 거름(2 mm)		
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)		
계측 시간	2만초		

Table 8. 토양

구 분	등산로	평 지	지표식물 채취지점
채취 지역	김해시 3건 (신어산 정상/중턱/기슭 각 1건)	김해시 1건 (김해대학교 주변)	- 거제시, 통영시, 진해구 각 1건
채취 일시	5. 24. 14:00 ~ 15:00	5. 24. 16:00	5. 3. ~ 5. 16.
채 취 량	3 ~ 5 kg		
전처리	건조(105 °C, 48시간) → 분쇄 → 체로 거름(2 mm)		
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)		
계측 시간	2만초		

Table 9. 지표식물(쑥 및 솔잎)

구 분	쑥	솔잎
채취 지역	- 거제시, 통영시, 진해구 각 1건 - 김해시 신어산 기슭 1건	김해시 신어산 정상 1건
채취 일시	5. 3. ~ 5. 16.	5. 24. 15:30
채 취 량	3 ~ 5 kg	
전처리	건조(105 °C, 48시간) → 분쇄 → 체로 거름(2 mm)	
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)	
계측 시간	2만초	

## 6. 방사성물질 조사 결과

### 6. 1. 공기

2022년 5월 초중순과 중하순에 서부청사 별관 1층에 설치한 저용적 공기포집기를 이용하여 각각 1,814 m<sup>3</sup>, 1,814 m<sup>3</sup>의 공기 시료 2건을 포집함. 포집한 공기에 대한 방사성물질을 조사한 결과 방사성요오드(<sup>131</sup>I), 세슘(<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs) 등의 모든 인공 방사성물질은 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내외 원전영향은 없는 것으로 판단됨. 자연 방사성물질의 경우 베릴륨(<sup>7</sup>Be)과 라듐(<sup>226</sup>Ra)이 각각  $0.00278 \pm 0.000512$  Bq/m<sup>3</sup>,  $0.00156 \pm 0.000189$  Bq/m<sup>3</sup> 검출됨

또한 방사성요오드(<sup>131</sup>I), 세슘(<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs) 등의 인공 방사성물질은 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 제시된 최소검출방사능(Minimum Detectable Activity, MDA) 기준치를 만족하여 계측결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 분석 결과는 Table 10에 수록함.

### 6. 2. 먹는물(원수 및 정수)

2022년 5월에 양산시에서 의뢰한 방사선비상계획구역의 신도시 및 원동 취수장 원수와 신도시정수장, 웅상 및 범어 정수장 정수에 대해 방사성물질을 조사함. 조사결과 정수, 원수 시료에서 방사성요오드(<sup>131</sup>I), 세슘(<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs) 등의 모든 인공 방사성물질은 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내외 원전영향은 없는 것으로 판단함. 자연 핵종의 경우 칼륨(<sup>40</sup>K)과 납(<sup>212</sup>Pb), 라듐(<sup>226</sup>Ra), 우라늄(<sup>235</sup>U) 등이 각각 0.431~10.3 Bq/L,  $7.97 \pm 1.05$  Bq/L,  $0.326 \pm 0.0285$  Bq/L,  $0.0227 \pm 0.00163$  Bq/L로 검출됨.

또한 취수장 원수의 경우 방사성요오드(<sup>131</sup>I), 세슘(<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs) 등의 인공 방사성 물질이 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 명시된 최소검출방사능 기준치를 만족하여 계측결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 결과는 Table 11에 수록하였음.

### 6. 3. 해수

2022년 5월에 일본, 중국 등 경남인근 국내외 원전 영향을 파악하기 위해 남해연안 5개 지역[창원시(진해구), 거제시, 통영시, 남해군, 사천시]에서 각 지열별로 70 L의 해수를 채취함. 채취한 시료에 대한 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 조사한 결과 세슘(<sup>137</sup>Cs) 이외 모든 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 세슘(<sup>137</sup>Cs)은 5건의 해수 중 2건(40%)에서 0.00140 Bq/L과 0.00186 Bq/L로 검출됨.

세슘( $^{137}\text{Cs}$ )이 5월 해수에서 검출되었지만 환경에서 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )과 거동의 유사한 세슘( $^{134}\text{Cs}$ )이 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내외 원전영향은 없는 것으로 판단함. 자연 핵종의 경우 칼륨( $^{40}\text{K}$ )과 우라늄( $^{235}\text{U}$ )이 각각 0.136~0.293 Bq/L, 0.00447~0.00535 Bq/L로 검출됨.

또한 모든 핵종에서 원자력안전위원회고시 제2017-17호 제시된 최소검출방사능 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함. 상세한 분석결과는 Table 12에 수록하였고, 2022년 1월부터 5월까지의 분석결과를 Figure 1에 수록하였음. Figure 1에서 보여 주듯이 5개 지점 해수에서 검출된  $^{137}\text{Cs}$  농도는 특이사항이 없는 것을 알 수 있음.

## 6. 4. 갯벌

2022년 5월에 일본, 중국 등 국내외 원전영향을 파악하기 위해 남해연안 5개 지역[창원시(진해구), 거제시, 통영시, 남해군, 사천시]에서 각각 1건씩 해안선 퇴적물인 갯벌을 채취한 후 방사성물질을 조사함. 갯벌을 조사한 사유는 원전에서 방사성물질이 해양으로 방류될 경우 해수를 통해 확산된 후 갯벌 등에 최종 침적되기 때문임. 조사결과 모든 시료에서 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 이외 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )은 모든 시료에서 0.797~1.03 Bq/kg-dry로 검출됨. 검출된 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )은 한국원자력안전기술원에서 최근 5년간(2016년~2020년) 전국 해저퇴적물을 분석한 후 제시한 정상범위(불검출~3.83 Bq/kg-dry)<sup>1-5)</sup> 이내로 나타남. 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )이 모든 갯벌에서 검출되었지만 환경에서 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )과 거동이 유사한 세슘( $^{134}\text{Cs}$ )이 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내외 원전영향은 없는 것으로 판단함.

자연 방사성물질의 경우 베릴륨( $^7\text{Be}$ )은 3건(60%)에서 3.62~3.98 Bq/kg-dry, 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 모든 시료에서 510~898 Bq/kg-dry, 납( $^{212}\text{Pb}$ )은 4건(80%)에서 2,198~75,446 Bq/kg-dry, 라듐( $^{226}\text{Ra}$ )은 3건(60%)에서 21.8~38.1 Bq/kg-dry, 토륨( $^{227}\text{Th}$ )은 2건(40%)에서 3.72 Bq/kg-dry과 3.82 Bq/kg-dry, 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ )은 1건(20%)에서  $63,979 \pm 173$  Bq/kg-dry, 우라늄( $^{235}\text{U}$ )은 3건(60%)에서 1.22~2.89 Bq/kg-dry로 각각 검출됨. 베릴륨( $^7\text{Be}$ )과 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 비계열붕괴 핵종으로 우주선과 지각 방사선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종이고, 납( $^{212}\text{Pb}$ ), 라듐( $^{226}\text{Ra}$ ), 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ ) 등은 우라늄( $^{238}\text{U}$ )과 토륨( $^{232}\text{Th}$ )으로부터 계열 붕괴하는 핵종으로 지각에서 많이 검출되는 핵종임. 우라늄( $^{235}\text{U}$ )은 계열붕괴의 어미핵종으로 자연에 약 0.7 % 존재함.

또한 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에서 제시한 최소검출



방사능 기준을 만족하여 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함. 상세한 분석결과는 Table 13에 수록하였고, 2022년 1월부터 5월까지의 결과를 Figure 2에 수록하였음. Figure 2를 통해 확인 할 수 있듯이 월별  $^{137}\text{Cs}$  농도에 특이사항이 없는 것을 알 수 있고, 이러한 경향은 방사능 낙진이 강우에 의해 갯벌에 침적된  $^{137}\text{Cs}$ 가 해수 유동에 의해 확산되거나 희석되기 때문이라 판단됨.

## 6. 5. 토양

2022년 5월에 김해시에 위치한 신어산 정상과 중간지점, 기슭에서 각 1건의 등산로 토양을 채취하였고, 김해대학교 주변에서 평지 토양 1건을 채취함. 또한, 축 채취지점과 동일한 지점(거제시, 통영시, 창원시 진해구)에서 평지 토양 3건을 채취함. 등산로와 평지로 구분하여 토양을 채취한 사유는 고도에 의한 영향을 파악하기 위한 것임. 채취한 총 7건의 토양에 대한 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 조사한 결과 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 이외 인공 방사성물질은 모든 시료에서 검출되지 않았고, 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )은 모든 토양에서 0.513~6.39 Bq/kg-dry로 검출됨. 검출된 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 농도는 한국원자력안전기술원에서 최근 5년간(2016년~2020년) 전국 토양을 분석한 후 제시한 정상범위(불검출~24.6 Bq/kg-dry)<sup>6-10)</sup> 이내로 나타남. 토양에서 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )은 검출되었지만 환경에서 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )과 거동특성이 유사한 세슘( $^{134}\text{Cs}$ )이 검출되지 않아 과거 핵실험에 의한 방사능 낙진에 의한 영향이라 판단함.

자연 핵종의 경우 베릴륨( $^7\text{Be}$ )은 2건(28.6%)에서 5.04 Bq/kg-dry과 6.40 Bq/kg-dry, 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 모든 시료에서 402~1,003 Bq/kg-dry, 납( $^{212}\text{Pb}$ )은 4건(57.1%)에서 1,894~7,293 Bq/kg-dry, 라듐( $^{226}\text{Ra}$ )은 4건(57.1%)에서 51.1~79.9 Bq/kg-dry, 토륨( $^{227}\text{Th}$ )은 2건(28.6%)에서 4.62 Bq/kg-dry과 5.97 Bq/kg-dry, 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ )은 2건(28.6%)에서 17,784 Bq/kg-dry과 141,610 Bq/kg-dry, 우라늄( $^{235}\text{U}$ )은 2건(28.6%)에서 1.84 Bq/kg-dry과 2.99 Bq/kg-dry로 각각 검출됨.

또한 모든 핵종에서 원자력안전위원회고시 제2017-17호 명시된 최소검출방사능 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였음. 상세한 분석결과는 Table 14와 Table 15에 수록하였고, 2022년 1월부터 5월까지의 검사결과를 Figure 3에 수록하였음. Figure 3에서 보여 주듯이 4월 및 5월의 등산로 토양의  $^{137}\text{Cs}$  농도가 2월 및 3월 결과에 비해 다소 높게 나타남. 이러한 경향은 강우에 의한 방사능 낙진 영향과 시료채취 지점의 변동성 등이 복합적으로 작용한 것으로 판단됨. 2월 빗물은 강우가 없어 분석을 수행하지 않았고, 3월 빗물의 경우 4월에 비해 채취한 양이 적었음.

## 6. 6. 지표식물(쭉 및 솔잎)

쭉은 일년생 식물로 방사성물질의 확산경향을 파악하기 위한 것이고, 솔잎은 다년생 식물로 방사성물질의 확산 및 축적 경향을 파악하기 위한 시료이다. 쭉 및 솔잎은 뿌리와 잎을 통해 물을 흡수하고 광합성을 하기 때문에 토양과 공기 중에 방사성물질이 존재할 경우 쭉과 솔잎에도 방사성물질이 존재할 수 있다. 방사성물질의 분포경향을 파악하기 위해 2022년 5월에 거제시, 통영시 등 4개 지역에서 4건의 쭉을 채취하였고, 김해시 신어산 정상에서 1건의 솔잎을 채취함. 채취한 총 5건의 지표식물에 대한 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 조사한 결과 방사성요오드( $^{131}\text{I}$ ), 세슘( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) 등의 모든 인공 방사성물질은 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내외 원전영향은 없는 것으로 판단함. 또한 모든 핵종에서 원자력안전위원회고시 제2017-17호 명시된 최소검출방사능 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 분석결과는 Table 16에 수록하였음.

자연 핵종의 경우 베릴륨( $^7\text{Be}$ )과 칼륨( $^{40}\text{K}$ ), 납( $^{212}\text{Pb}$ )은 모든 시료에서 각각 6.22~13.9 Bq/L, 137~171 Bq/L, 5.89~263 Bq/L로 검출되었고, 라듐( $^{226}\text{Ra}$ )은 1건(20%)에서  $2.59 \pm 0.492$  Bq/L, 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ )은 4건(80%)에서 36.7~5,257 Bq/L, 우라늄( $^{235}\text{U}$ )은 3건(60%)에서 0.392~0.529 Bq/L로 각각 검출됨. 베릴륨( $^7\text{Be}$ )과 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 계열붕괴를 하지 않는 자연 핵종으로 베릴륨( $^7\text{Be}$ )은 우주선 영향을 파악하기 위한 것이고, 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 지각 방사선영향을 파악하기 위한 것임. 라듐( $^{226}\text{Ra}$ )은 우라늄( $^{238}\text{U}$ , 반감기 45억년)으로부터 계열붕괴하고, 납( $^{212}\text{Pb}$ )과 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ )은 토륨( $^{232}\text{Th}$ , 반감기 130억년)으로부터 계열붕괴하는 자연 핵종으로 지각 방사선 영향을 파악하기 위한 것임. 검출된 베릴륨( $^7\text{Be}$ )은 광합성 작용에 의해 공기 중에 존재하는 베릴륨이 쭉에 유입된 것으로 판단되고, 칼륨( $^{40}\text{K}$ )과 납( $^{212}\text{Pb}$ ), 라듐( $^{226}\text{Ra}$ ), 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ )은 토양 중에 존재하는 방사성물질이 뿌리를 통해 유입된 것으로 판단됨.

토양과 쭉의 상관관계를 파악하기 위해 Table 14에 수록한 신어산 기슭 토양과 Table 15에 수록한 쭉 채취지점의 토양 결과를 Table 16에 수록한 쭉 결과와 비교 분석함. 비교분석 결과 납( $^{212}\text{Pb}$ ), 라듐( $^{226}\text{Ra}$ ), 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ )이 토양에서는 검출되지 않았지만 쭉에서는 검출된 것을 볼 수 있음. 이러한 경향을 보이는 것은 조사에 적합한 쭉을 채취하기 위해 자갈이나 돌이 섞인 토양에서 자란 쭉을 채취한 반면, 토양의 경우 쭉 채취지점 인근에서 자갈이나 돌이 없는 지점에서 토양을 채취함. 따라서 채취지점이 정확하게 일치하지 않고, 또한 납( $^{212}\text{Pb}$ , 반감기 10.6시간)과 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ , 반감기 6.2시간)의 경우 반감기가 짧아 계측 시점에 따라 측정결과에 차이가 큰데, 이러한 영향이 반영된 것이라 판단됨.

Table 10. 공기 및 빗물 조사결과

순서	분석 핵종	고시2017-17호 MDA	5월 공기(Bq/m <sup>3</sup> )		비고
			초중순	중하순	
1	<sup>7</sup> Be	없음	0.00278±0.000512	불검출	
2	<sup>40</sup> K	없음	불검출	불검출	
3	<sup>51</sup> Cr	5E-03	<3.95E-04	<3.17E-04	
4	<sup>54</sup> Mn	8E-05	<3.50E-05	<4.02E-05	
5	<sup>57</sup> Co	없음	불검출	불검출	
6	<sup>58</sup> Co	3E-04	<4.21E-05	<4.49E-05	
7	<sup>59</sup> Fe	5E-04	<1.01E-04	<8.11E-05	
8	<sup>60</sup> Co	8E-05	<5.15E-05	<3.54E-05	
9	<sup>65</sup> Zn	5E-04	<8.60E-05	<7.67E-05	
10	<sup>85</sup> Sr	없음	불검출	불검출	
11	<sup>88</sup> Kr	없음	불검출	불검출	
12	<sup>88</sup> Y	없음	불검출	불검출	
13	<sup>95</sup> Zr	5E-04	<8.54E-05	<7.41E-05	
14	<sup>95</sup> Nb	5E-04	<4.68E-05	<4.16E-05	
15	<sup>101</sup> Rh	없음	불검출	불검출	
16	<sup>103</sup> Ru	없음	불검출	불검출	
17	<sup>106</sup> Rh	없음	불검출	불검출	
18	<sup>109</sup> Cd	없음	불검출	불검출	
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	불검출	불검출	
20	<sup>113</sup> Sn	없음	불검출	불검출	
21	<sup>131</sup> I	5E-02	<5.75E-05	<8.23E-05	
22	<sup>133</sup> Xe	없음	불검출	불검출	
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	불검출	불검출	
24	<sup>134</sup> Cs	8E-05	<3.80E-05	<3.38E-05	
25	<sup>137</sup> Cs	8E-05	<4.13E-05	<4.99E-04	
26	<sup>139</sup> Ce	없음	불검출	불검출	
27	<sup>140</sup> Ba	1E-01	<2.28E-04	<1.62E-04	
28	<sup>140</sup> La	1E-01	<3.13E-04	<3.05E-04	
29	<sup>141</sup> Ce	없음	불검출	불검출	
30	<sup>143</sup> Ce	없음	불검출	불검출	
31	<sup>144</sup> Ce	없음	불검출	불검출	
32	<sup>208</sup> Tl	없음	불검출	불검출	
33	<sup>212</sup> Bi	없음	불검출	불검출	
34	<sup>212</sup> Pb	없음	불검출	불검출	
35	<sup>214</sup> Bi	없음	불검출	불검출	
36	<sup>214</sup> Pb	없음	불검출	불검출	
37	<sup>226</sup> Ra	없음	0.00156±0.000189	불검출	
38	<sup>227</sup> Th	없음	불검출	불검출	
39	<sup>228</sup> Ac	없음	불검출	불검출	
40	<sup>235</sup> U	없음	불검출	불검출	
41	<sup>237</sup> U	없음	불검출	불검출	

1. <sup>7</sup>Be(베릴륨), <sup>226</sup>Ra(라듐)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음.
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

Table 11. 양산시 먹는물 조사결과(단위 : Bq/L)

순서	분석핵종	고시 2017-17호 MDA	원수 (신도시취수장)	원수 (원동취수장)	정수 (신도시정수장)	정수 (범어정수장)	정수 (웅상정수장)
1	<sup>7</sup> Be	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
2	<sup>40</sup> K	없음	0.431±0.0167	불검출	불검출	불검출	10.3±0.931
3	<sup>51</sup> Cr	1	<0.0378	<0.0466			
4	<sup>54</sup> Mn	0.1	<0.00450	<0.00424			
5	<sup>57</sup> Co	없음	<불검출	불검출			
6	<sup>58</sup> Co	0.05	<0.00430	<0.00453			
7	<sup>59</sup> Fe	0.03	<0.00852	<0.00888			
8	<sup>60</sup> Co	0.02	<0.00457	<0.00605			
9	<sup>65</sup> Zn	0.05	<0.00911	<0.00779			
10	<sup>85</sup> Sr	없음	불검출	불검출			
11	<sup>88</sup> Kr	없음	불검출	불검출			
12	<sup>88</sup> Y	없음	불검출	불검출			
13	<sup>95</sup> Zr	0.5	<0.00732	<0.00645			
14	<sup>95</sup> Nb	0.5	<0.00359	<0.00509			
15	<sup>101</sup> Rh	없음	불검출	불검출			
16	<sup>103</sup> Ru	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	없음	불검출	불검출			
18	<sup>109</sup> Cd	없음	불검출	불검출			
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	불검출	불검출			
20	<sup>113</sup> Sn	없음	불검출	불검출			
21	<sup>131</sup> I	0.1	<0.00559	<0.00736	<0.491	<0.339	<0.458
22	<sup>133</sup> Xe	없음	불검출	불검출			
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	불검출	불검출			
24	<sup>134</sup> Cs	0.003	<0.00402	<0.00435	<0.240	<0.337	<0.244
25	<sup>137</sup> Cs	0.003	<0.00431	<0.00468	<0.405	<0.126	<0.295
26	<sup>139</sup> Ce	없음	불검출	불검출			
27	<sup>140</sup> Ba	10	<0.0180	<0.0197			
28	<sup>140</sup> La	10	<0.0439	<0.0115			
29	<sup>141</sup> Ce	없음	불검출	불검출			
30	<sup>143</sup> Ce	없음	불검출	불검출			
31	<sup>144</sup> Ce	없음	불검출	불검출			
32	<sup>208</sup> Tl	없음	불검출	불검출			
33	<sup>212</sup> Bi	없음	불검출	불검출			
34	<sup>212</sup> Pb	없음	7.97±1.05	불검출			
35	<sup>214</sup> Bi	없음	불검출	불검출			
36	<sup>214</sup> Pb	없음	불검출	불검출			
37	<sup>226</sup> Ra	없음	불검출	0.326±0.0285			
38	<sup>227</sup> Th	없음	불검출	불검출			
39	<sup>228</sup> Ac	없음	불검출	불검출			
40	<sup>235</sup> U	없음	0.0227±0.00163	불검출			
41	<sup>237</sup> U	없음	불검출	불검출			
42	<sup>241</sup> Am	없음			불검출	불검출	불검출

1. <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>212</sup>Pb(납), <sup>226</sup>Ra(라듐), <sup>235</sup>U(우라늄)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

Table 12. 해수 조사결과(단위 : Bq/L)

순 서	핵종	고시2017-17호 MDA	거제시	통영시	남해군	사천시	진해구
1	<sup>7</sup> Be	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
2	<sup>40</sup> K	없음	0.136±0.00749	0.289±0.00615	0.293±0.00637	0.173±0.00889	0.244±0.00598
3	<sup>51</sup> Cr	0.05	<0.0104	<0.000983	<0.00920	<0.0135	<0.0128
4	<sup>54</sup> Mn	0.005	<0.000948	<0.00119	<0.00101	<0.000884	<0.00120
5	<sup>57</sup> Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	0.005	<0.00117	<0.00120	<0.00127	<0.00122	<0.00140
7	<sup>59</sup> Fe	0.005	<0.00263	<0.00238	<0.00237	<0.00291	<0.00286
8	<sup>60</sup> Co	0.005	<0.000876	<0.00131	<0.00132	<0.00172	<0.00135
9	<sup>65</sup> Zn	0.02	<0.00268	<0.00253	<0.00244	<0.00284	<0.00254
10	<sup>85</sup> Sr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>88</sup> Kr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	<sup>88</sup> Y	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	<sup>95</sup> Zr	0.006	<0.00172	<0.00203	<0.00201	<0.00195	<0.00211
14	<sup>95</sup> Nb	0.006	<0.00124	<0.00133	<0.00157	<0.00131	<0.00157
15	<sup>101</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	<sup>103</sup> Ru	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	<sup>109</sup> Cd	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	<sup>113</sup> Sn	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	<sup>131</sup> I	0.1	<0.0228	<0.0024	<0.0267	<0.0324	<0.0222
22	<sup>133</sup> Xe	없음	불검출	불검출	불검출	<불검출	불검출
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	불검출	불검출	불검출	<불검출	불검출
24	<sup>134</sup> Cs	0.003	<0.00115	<0.00105	<0.00120	<0.00110	<0.00119
25	<sup>137</sup> Cs	0.003	0.00140±0.000234 (<0.00116)	<0.00133	<0.00134	0.00186±0.000244 (<0.00118)	<0.00137
26	<sup>139</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	0.1	<0.00547	<0.00604	<0.00497	<0.00604	<0.00889
28	<sup>140</sup> La	0.1	<0.00722	<0.134	<0.0306	<0.0115	<1.32
29	<sup>141</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	<sup>143</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	<sup>144</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	<sup>208</sup> Tl	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	<sup>212</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	<sup>212</sup> Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
35	<sup>214</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	<sup>214</sup> Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	<sup>226</sup> Ra	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
38	<sup>227</sup> Th	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39	<sup>228</sup> Ac	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40	<sup>235</sup> U	없음	불검출	0.00447±0.000341	0.00535±0.000343	불검출	0.00519±0.000360
41	<sup>237</sup> U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

1. <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>235</sup>U(우라늄)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음

2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

Table 13. 갯벌 조사결과(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	고사2017-17호 MDA	거제시	통영시	남해군	사천시	창원시 진해구
1	$^7\text{Be}$	없음	불검출	$3.62 \pm 0.640$	$3.88 \pm 0.744$	$3.98 \pm 0.616$	불검출
2	$^{40}\text{K}$	없음	$621 \pm 4.78$	$640 \pm 5.16$	$552 \pm 4.47$	$898 \pm 5.18$	$510 \pm 4.73$
3	$^{51}\text{Cr}$	15	$< 3.22$	$< 2.80$	$< 3.61$	$< 3.23$	$< 4.01$
4	$^{54}\text{Mn}$	2	$< 0.356$	$< 0.444$	$< 0.633$	$< 0.245$	$< 0.458$
5	$^{57}\text{Co}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	$^{58}\text{Co}$	2	$< 0.391$	$< 0.405$	$< 0.406$	$< 0.392$	$< 0.407$
7	$^{59}\text{Fe}$	5	$< 0.870$	$< 0.787$	$< 1.01$	$< 0.976$	$< 0.914$
8	$^{60}\text{Co}$	2	$< 0.558$	$< 0.532$	$< 0.578$	$< 0.621$	$< 0.493$
9	$^{65}\text{Zn}$	5	$< 0.843$	$< 1.01$	$< 1.03$	$< 1.06$	$< 1.05$
10	$^{85}\text{Sr}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	$^{88}\text{Kr}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	$^{88}\text{Y}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	$^{95}\text{Zr}$	5	$< 0.641$	$< 0.881$	$< 0.821$	$< 0.756$	$< 0.835$
14	$^{95}\text{Nb}$	5	$< 0.469$	$< 0.474$	$< 0.489$	$< 0.451$	$< 0.494$
15	$^{101}\text{Rh}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	$^{103}\text{Ru}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	$^{106}\text{Rh}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	$^{109}\text{Cd}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	$^{113}\text{Sn}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	$^{131}\text{I}$	1.5	$< 0.437$	$< 0.486$	$< 0.627$	$< 0.528$	$< 0.568$
22	$^{133}\text{Xe}$	없음	$< \text{불검출}$	불검출	불검출	불검출	$< \text{불검출}$
23	$^{133\text{m}}\text{Xe}$	없음	$< \text{불검출}$	불검출	불검출	불검출	$< \text{불검출}$
24	$^{134}\text{Cs}$	5	$< 0.332$	$< 0.357$	$< 0.376$	$< 0.343$	$< 0.373$
25	$^{137}\text{Cs}$	5	$0.867 \pm 0.0843$ ( $< 0.393$ )	$1.03 \pm 0.0861$ ( $< 0.390$ )	$0.830 \pm 0.0928$ ( $< 0.437$ )	$0.797 \pm 0.0797$ ( $< 0.369$ )	$0.813 \pm 0.0857$ ( $< 0.403$ )
26	$^{139}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	$^{140}\text{Ba}$	70	$< 1.57$	$< 1.68$	$< 1.88$	$< 1.64$	$< 1.94$
28	$^{140}\text{La}$	70	$< 1.39$	$< 0.934$	$< 9.21$	$< 5.55$	$< 2.10$
29	$^{141}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	$^{143}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	$^{144}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	$^{208}\text{Tl}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	$^{212}\text{Bi}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	$^{212}\text{Pb}$	없음	$3,308 \pm 39.4$	$2,198 \pm 26.1$	불검출	$75,446 \pm 833$	$16,774 \pm 188$
35	$^{214}\text{Bi}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	$^{214}\text{Pb}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	$^{226}\text{Ra}$	없음	$38.1 \pm 2.68$	불검출	$25.0 \pm 2.46$	$21.8 \pm 2.05$	불검출
38	$^{227}\text{Th}$	없음	불검출	불검출	$3.82 \pm 0.688$	불검출	$3.72 \pm 0.739$
39	$^{228}\text{Ac}$	없음	불검출	$63,979 \pm 173$	불검출	불검출	불검출
40	$^{235}\text{U}$	없음	불검출	$2.89 \pm 0.568$	$2.01 \pm 0.169$	$1.22 \pm 0.144$	불검출
41	$^{237}\text{U}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

1.  $^7\text{Be}$ (베릴륨),  $^{40}\text{K}$ (칼륨),  $^{212}\text{Pb}$ (납),  $^{226}\text{Ra}$ (라듐), 토륨( $^{227}\text{Th}$ ),  $^{228}\text{Ac}$ (악티늄),  $^{235}\text{U}$ (우라늄)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음

2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

Table 14. 김해시 토양 조사결과(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	등산로(신어산)			평지 (김해대학교 주변)
			정상	중턱	기슭	
1	<sup>7</sup> Be	없음	5.04±0.887	불검출	불검출	불검출
2	<sup>40</sup> K	없음	402±4.51	1,003±7.03	666±5.52	911±5.54
3	<sup>51</sup> Cr	15	<5.44	<3.78	<4.21	<4.77
4	<sup>54</sup> Mn	2	<0.590	<0.648	<0.546	<0.644
5	<sup>57</sup> Co	없음	불검출	<불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.486	<0.550	<0.481	<0.527
7	<sup>59</sup> Fe	5	<0.688	<1.57	<1.11	<1.13
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.430	<0.737	<0.690	<0.720
9	<sup>65</sup> Zn	5	<1.08	<1.50	<1.21	<1.28
10	<sup>85</sup> Sr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>88</sup> Kr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
12	<sup>88</sup> Y	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
13	<sup>95</sup> Zr	5	<1.12	<1.11	<1.01	<1.16
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.642	<0.668	<0.583	<0.666
15	<sup>101</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
16	<sup>103</sup> Ru	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
18	<sup>109</sup> Cd	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
20	<sup>113</sup> Sn	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
21	<sup>131</sup> I	3	<0.820	<0.551	<0.607	<0.626
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<불검출	불검출	불검출	불검출
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<불검출	불검출	불검출	불검출
24	<sup>134</sup> Cs	5	<0.464	<0.506	<0.459	<0.538
25	<sup>137</sup> Cs	5	2.37±0.136 (<0.541)	4.04±0.153 (<0.592)	6.39±0.162 (<0.508)	0.917±0.128 (<0.627)
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	<2.36	<2.10	<2.05	<2.14
28	<sup>140</sup> La	70	<4.68	<0.622	<3.44	<2.22
29	<sup>141</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
30	<sup>143</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
31	<sup>144</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
32	<sup>208</sup> Tl	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
33	<sup>212</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
34	<sup>212</sup> Pb	없음	불검출	7,293±65.7	6,952±60.5	1,894±9.94
35	<sup>214</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
36	<sup>214</sup> Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
37	<sup>226</sup> Ra	없음	불검출	불검출	53.5±3.00	79.9±3.55
38	<sup>227</sup> Th	없음	불검출	불검출	불검출	5.97±0.869
39	<sup>228</sup> Ac	없음	불검출	불검출	불검출	17,784±229
40	<sup>235</sup> U	없음	불검출	불검출	1.84±0.218	2.99±0.255
41	<sup>237</sup> U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출

1. <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 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음

2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

Table 15. 쪽 채취지점의 토양 조사결과(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	거제시	통영시	창원시 진해구
1	$^7\text{Be}$	없음	$6.40 \pm 1.08$	불검출	불검출
2	$^{40}\text{K}$	없음	$494 \pm 4.87$	$461 \pm 4.52$	$609 \pm 5.37$
3	$^{51}\text{Cr}$	15	<4.58	<4.72	<3.82
4	$^{54}\text{Mn}$	2	<0.561	<0.559	<0.566
5	$^{57}\text{Co}$	없음	불검출	<불검출	<불검출
6	$^{58}\text{Co}$	2	<0.461	<0.482	<0.451
7	$^{59}\text{Fe}$	5	<0.691	<1.09	<1.02
8	$^{60}\text{Co}$	2	<0.598	<0.332	<0.473
9	$^{65}\text{Zn}$	5	<0.844	<0.863	<1.13
10	$^{85}\text{Sr}$	없음	불검출	불검출	불검출
11	$^{88}\text{Kr}$	없음	불검출	불검출	불검출
12	$^{88}\text{Y}$	없음	불검출	불검출	불검출
13	$^{95}\text{Zr}$	5	<0.910	<0.998	<0.847
14	$^{95}\text{Nb}$	5	<0.631	<0.624	<0.591
15	$^{101}\text{Rh}$	없음	불검출	불검출	불검출
16	$^{103}\text{Ru}$	없음	불검출	불검출	불검출
17	$^{106}\text{Rh}$	없음	불검출	불검출	불검출
18	$^{109}\text{Cd}$	없음	불검출	불검출	불검출
19	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	없음	불검출	불검출	불검출
20	$^{113}\text{Sn}$	없음	불검출	불검출	불검출
21	$^{131}\text{I}$	3	<0.702	<0.738	<0.606
22	$^{133}\text{Xe}$	없음	불검출	불검출	불검출
23	$^{133\text{m}}\text{Xe}$	없음	불검출	불검출	불검출
24	$^{134}\text{Cs}$	5	<0.471	<0.446	<0.371
25	$^{137}\text{Cs}$	5	$1.03 \pm 0.111$ (<0.529)	$0.873 \pm 0.102$ (<0.489)	$0.513 \pm 0.0990$ (<0.499)
26	$^{139}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	<불검출
27	$^{140}\text{Ba}$	70	<2.08	<2.48	<2.31
28	$^{140}\text{La}$	70	<5.36	<2.48	<1.43
29	$^{141}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	불검출
30	$^{143}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	불검출
31	$^{144}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	불검출
32	$^{208}\text{Tl}$	없음	불검출	불검출	불검출
33	$^{212}\text{Bi}$	없음	불검출	불검출	불검출
34	$^{212}\text{Pb}$	없음	불검출	불검출	$4,463 \pm 41.5$
35	$^{214}\text{Bi}$	없음	불검출	불검출	불검출
36	$^{214}\text{Pb}$	없음	불검출	불검출	불검출
37	$^{226}\text{Ra}$	없음	불검출	$52.3 \pm 3.00$	$51.1 \pm 3.25$
38	$^{227}\text{Th}$	없음	불검출	불검출	$4.62 \pm 0.890$
39	$^{228}\text{Ac}$	없음	불검출	불검출	$141,610 \pm 272$
40	$^{235}\text{U}$	없음	불검출	불검출	불검출
41	$^{237}\text{U}$	없음	불검출	불검출	불검출

- $^7\text{Be}$ (베릴륨),  $^{40}\text{K}$ (칼륨),  $^{212}\text{Pb}$ (납),  $^{226}\text{Ra}$ (라듐),  $^{227}\text{Th}$ (토륨),  $^{228}\text{Ac}$ (악티늄)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하



Table 16. 지표식물 조사결과(단위 : Bq/kg-fresh)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	쑥(거제시)	쑥(통영시)	쑥(진해구)	쑥 (김해시)	솔잎(김해시)
1	<sup>7</sup> Be	없음	13.9±0.254	13.2±0.249	6.22±0.203	11.6±0.577	11.1±0.553
2	<sup>40</sup> K	없음	171±1.16	159±1.12	145±1.16	143±1.19	137±1.13
3	<sup>51</sup> Cr	15	<0.793	<0.614	<0.678	<0.802	<0.769
4	<sup>54</sup> Mn	2	<0.100	<0.095	<0.081	<0.0915	<0.0875
5	<sup>57</sup> Co	없음	불검출	불검출	불검출	<불검출	<불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.0932	<0.0949	<0.101	<0.0968	<0.0927
7	<sup>59</sup> Fe	5	<0.231	<0.234	<0.238	<0.155	<0.148
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.145	<0.140	<0.147	<0.0839	<0.0803
9	<sup>65</sup> Zn	5	<0.262	<0.254	<0.265	<0.199	<0.190
10	<sup>85</sup> Sr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>88</sup> Kr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	<sup>88</sup> Y	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	<sup>95</sup> Zr	5	<0.171	<0.169	<0.154	<0.169	<0.162
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.100	<0.114	<0.0724	<0.0990	<0.0949
15	<sup>101</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	<sup>103</sup> Ru	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	<sup>109</sup> Cd	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	<sup>113</sup> Sn	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	<sup>131</sup> I	3	<0.0992	<0.106	<0.126	<0.118	<0.113
22	<sup>133</sup> Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	<sup>134</sup> Cs	5	<0.0671	<0.0832	<0.0806	<0.0731	<0.0700
25	<sup>137</sup> Cs	5	<0.0977	<0.0947	<0.0984	<0.0982	<0.0939
26	<sup>139</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	<불검출	<불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	<0.329	<0.365	<0.387	<0.371	<0.356
28	<sup>140</sup> La	70	<0.316	<0.637	<1.01	<0.103	<0.102
29	<sup>141</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	<sup>143</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	<sup>144</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	<sup>208</sup> Tl	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	<sup>212</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	<sup>212</sup> Pb	없음	5.89±0.461	109±5.75	263±0.310	31.8±1.61	34.2±1.74
35	<sup>214</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	<sup>214</sup> Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	<sup>226</sup> Ra	없음	불검출	2.59±0.492	불검출	불검출	불검출
38	<sup>227</sup> Th	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39	<sup>228</sup> Ac	없음	36.7±3.17	5,257±34.3	불검출	511±87.5	601±10.2
40	<sup>235</sup> U	없음	0.529±0.0337	0.392±0.0329	0.401±0.0333	불검출	불검출
41	<sup>237</sup> U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

- <sup>7</sup>Be(베릴륨), <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>212</sup>Pb(납), <sup>226</sup>Ra(라듐), <sup>228</sup>Ac(악티늄), <sup>235</sup>U(우라늄)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

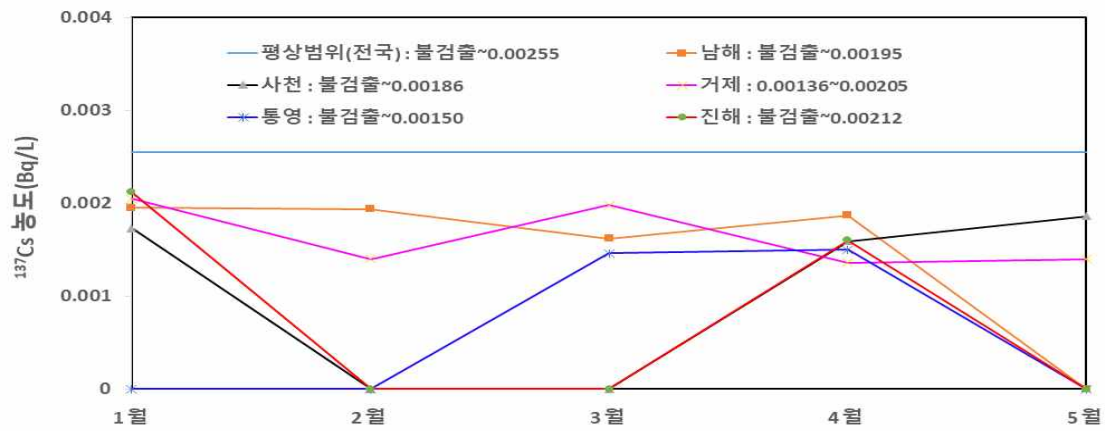


Figure. 1 해수의  $^{137}\text{Cs}$  분포경향

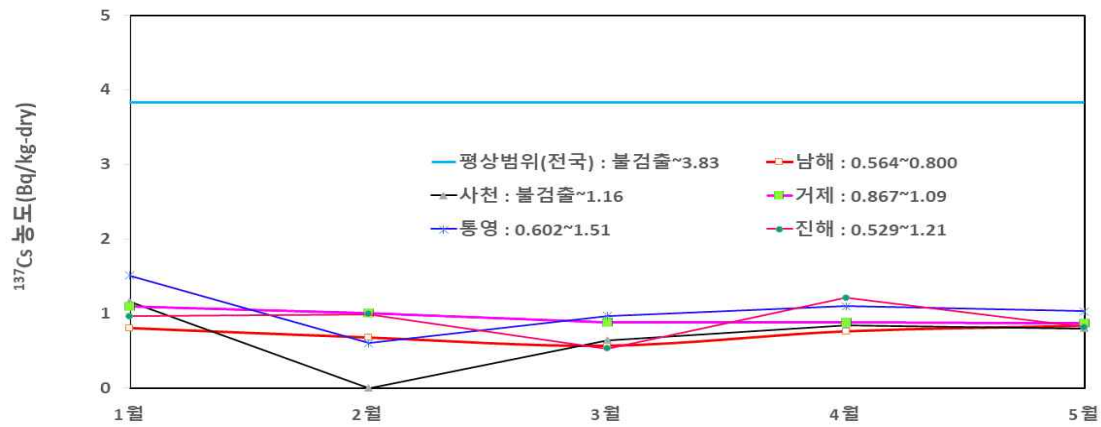


Figure. 2 갯벌의  $^{137}\text{Cs}$  분포경향

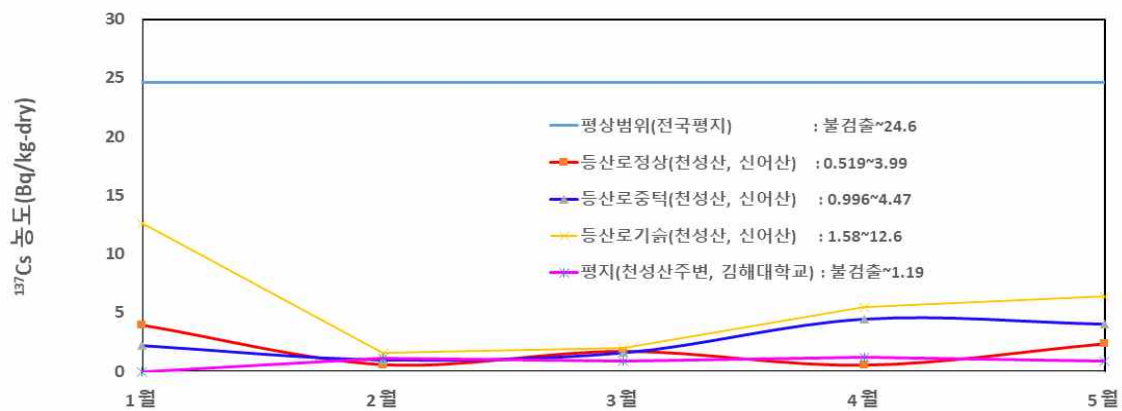


Figure 3. 토양의  $^{137}\text{Cs}$  분포 경향

## 참고 문헌

1. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 30 (2020).
2. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 35 (2019).
3. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 30 (2018).
4. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 30 (2017).
5. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 31 (2016).
6. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 30 (2019).
7. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 72 (2020).
8. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 79 (2018).
9. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 83 (2017).
10. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 88 (2016).
11. 홍건철외, 단 반감기 핵종을 이용한 PET 검사 시 영상 획득 시간에 따른 정량성 평가, pp 105-106 (2012).