

# 2023년 10월 환경 방사성물질 조사결과



경남보건환경연구원  
( 위 생 화 학 팀 )

# 2023년 10월 환경 방사성물질 조사결과

- 6종(대기/먹는물/해수/갯벌/지표식물/토양) 26건 시료에 대한 조사결과
  - 해수(<0.00192~0.00180 Bq/L)와 갯벌(<0.462~1.70 Bq/kg), 토양(<0.624~3.47 Bq/kg)에서  $^{137}\text{Cs}$  나타났고(정상범위 이내),  $^{137}\text{Cs}$  이외 모든 인공핵종 불검출
    - ※ 전국 해수  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : <0.000821~0.00226 Bq/L(KINS, '18년~'22년 자료)
    - ※ 전국 해저퇴적물  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : <0.00428~3.83 Bq/kg-dry(KINS, '18년~'22년 자료)
    - ※ 전국 토양(평지)  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : <0.449~6.98 Bq/kg-dry(KINS, '18년~'22년 자료)
  - 대기, 먹는물, 지표식물에서는 모든 인공핵종 불검출

1. 조사 기간 : '23. 10. 1. ~ 10. 31.

2. 조사 대상 : 6종 26건

- 대기 3건(공기 2, 빗물 1)
- 먹는물 5건(방사선비상계획구역 정수 3, 원수 2)
- 해수 6건(남해 1, 사천 1, 진해 1, 고성 1, 거제 1, 통영 1)
- 갯벌 6건(남해 1, 사천 1, 진해 1, 고성 1, 거제 1, 통영 1)
- 지표식물 2건(방사선비상계획구역 솔잎 1, 쭉 1)
- 토양 4건(김해 등산로 3 및 평지 1)

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구 분	계 획	실 적			진도율 (%)	비 고
		기누계	10월말	누계		
방사성물질조사	320	250	26	276	86.3%	

#### 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(비붕괴계열)	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>110m</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. 대기

구 분	공 기		9월 빗물
	10월 초중순	10월 중하순	
채취 장소	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층
채취 기간	10. 1. ~ 10. 13.	10. 13. ~ 10. 31.	10. 1. ~ 10. 31.
채취 기구	공기포집기	공기포집기	빗물채집기
채 취 량	1,814 m <sup>3</sup>	2,333 m <sup>3</sup>	11 L
전 처 리	없음	없음	증발농축(11 L → 1 L)
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)		
계측 시간	빗물(8만초)		빗물(20만초)

Table 5. 먹는물

구 분	원 수	정 수
채취 지역	양산시	양산시
채취 장소	신도시 및 원동 취수장	신도시, 범어 및 웅상 정수장
의뢰 일시	10. 13. 18:00	10. 13. 18:00
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	남해군, 사천시	창원시 진해구, 고성군	거제시, 통영시
채취 일시	10. 13. 9:30 ~ 17:30	10. 17. 9:30 ~ 17:30	10. 19. 9:30 ~ 17:30
채 취 량	70 L		
전 처 리	· 방사성요오드 : 증발·농축(5 L → 1 L) · 세슘( $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$ ) : 인몰리브덴산암모늄 공침(60 L) · 방사성요오드와 세슘 이외 : 이산화망간 공침(50 L)		
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)		
계측 시간	8만초		

Table 7. 갯벌

구 분	갯 벌		
채취 지역	남해군, 사천시	창원시 진해구, 고성군	거제시, 통영시
채취 일시	10. 13. 9:30 ~ 17:30	10. 17. 9:30 ~ 17:30	10. 19. 9:30 ~ 17:30
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. 지표식물(솔잎, 쑥)

구 분	지표식물(솔잎, 쑥)
채취 지역	솔잎 1건(김해 신어산 정상), 쑥 1건(김해 신어산 정상)
채취 일시	10. 10. 9:30 ~ 17:30
채 취 량	3 ~ 5 kg
전 처 리	이물질 제거 → 분쇄 → 측정용기(1,000mL) 충전
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)
계측 시간	8만초

Table 9. 토양(방사선비상계획구역 및 쑥 채취지점)

구 분	토양
채취 지역	· 방사선비상계획구역 4건(김해시 등산로 3, 평지 1)
채취 일시	10. 10. 9:30 ~ 17:30
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

2023년 10월에 서부청사 별관 1층에 설치한 저용적 공기포집기를 이용하여 2회에 걸쳐 각각 1,814 m<sup>3</sup>과 2,333 m<sup>3</sup>의 공기 시료를 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 국내·외 원전영향은 없는 것으로 판단됨.

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 측정결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 분석 결과는 Table 10에 수록함.

자연 핵종의 경우 베릴륨(<sup>7</sup>Be)만이 1건에서  $0.00394 \pm 0.000252$  Bq/m<sup>3</sup>로 검출됨. 베릴륨(<sup>7</sup>Be)은 비계열붕괴 핵종으로 우주선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종이고, 라듐(<sup>226</sup>Ra)은 우라늄(<sup>238</sup>U)으로부터 계열붕괴하는 핵종임.

### 6. 2. 빗물

서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 10월에 수집한 빗물 시료 총 11 L에 대한 조사를 수행한 결과 방사성요오드(<sup>131</sup>I), 세슘(<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs) 등의 주요 인공 방사성물질이 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내·외 원전영향은 없는 것으로 판단됨. 또한 방사성요오드(<sup>131</sup>I), 세슘(<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs) 등의 모든 인공 방사성물질은 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 제시된 최소검출방사능(Minimum Detectable Activity, MDA) 기준치를 만족하였기 때문에 측정결과에 대한 신뢰도에는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 결과는 Table 10에 수록하였음.

자연 핵종의 경우 칼륨(<sup>40</sup>K)과 납(<sup>212</sup>Pb), 우라늄(<sup>235</sup>U)이 각각  $0.773 \pm 0.0217$  Bq/L,  $16.7 \pm 1.35$  Bq/L,  $0.0500 \pm 0.00223$  Bq/L로 검출됨. 칼륨(<sup>40</sup>K)은 비계열붕괴 핵종으로 지각 방사선에 의한 영향을 파악하기 위한 것이고, 납(<sup>212</sup>Pb)은 토륨(<sup>232</sup>Th)으로부터 계열 붕괴하는 핵종으로 지각에서 주로 검출됨. 우라늄(<sup>235</sup>U)은 계열붕괴의 어미핵종임

### 6. 3. 먹는물(원수 및 정수)

2023년 10월에 양산시에서 의뢰한 방사선비상계획구역의 신도시 및 원동 취수장 원수와 신도시, 웅상 및 범어 정수장의 정수에 대해 방사성물질을 조사한 결과 방사성요오드(<sup>131</sup>I), 세슘(<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs) 등 주요 인공핵종이 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내·외 원전영향은 없는 것으로 판단됨. 또한 방사성요오드(<sup>131</sup>I), 세슘

( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) 등의 모든 인공핵종은 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 제시된 최소검출방사능 기준치를 만족하여 계측결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 분석 결과는 Table 11에 수록함.

자연 방사성물질의 경우 칼륨( $^{40}\text{K}$ )만이 취수장 원수 시료에서 0.664~0.716로 검출됨. 우라늄( $^{235}\text{U}$ )은 계열붕괴의 어미핵종임

## 6. 4. 해수

2023년 10월에 일본, 중국 등 경남인근 국내·외 원전 영향을 파악하기 위해 남해연안 6개 지역[남해군, 사천시, 창원시(진해구), 고성군, 거제시, 통영시]에서 각 지열별로 70 L의 해수를 채취함. 채취한 시료에 대한 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 조사한 결과 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 이외 모든 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )은 3건(50.0%)에서 0.00162~0.00180 Bq/L로 검출됨. 검출된 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )은 한국원자력안전기술원에서 최근 5년간(2018년~2022년) 전국 표층해수를 분석한 후 제시한 정상범위(불검출~0.00226 Bq/L)<sup>1-5)</sup> 이내로 나타남. 해수에서 검출된 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )의 최근 3년간 분포경향을 Figure 1에 수록함. 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )이 검출되었지만 환경에서 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )과 거동의 유사한 세슘( $^{134}\text{Cs}$ )이 검출되지 않아 국내·외 원전 영향은 없는 것으로 판단함.

또한 모든 핵종에서 원자력안전위원회고시 제2017-17호 제시된 최소검출방사능 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 분석결과는 Table 12에 수록함.

자연핵종의 경우 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 4건(66.7%)에서 0.161~0.208 Bq/L로, 라듐은( $^{226}\text{Ra}$ )과 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ )은 각각 1건(16.7%)에서  $0.101 \pm 0.00800$  Bq/L,  $0.0165 \pm 0.00300$  Bq/L로 검출됨. 라듐( $^{226}\text{Ra}$ )은 우라늄( $^{238}\text{U}$ )의 계열붕괴에 의해 생성되는 핵종으로 라돈( $^{222}\text{Rn}$ )의 어미핵종임

## 6. 5. 갯벌

2023년 10월에 일본, 중국 등 국내·외 원전영향을 파악하기 위해 남해연안 6개 지역[남해군, 사천시, 창원시(진해구), 고성군, 거제시, 통영시]에서 각각 1건씩 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( $^{137}\text{Cs}$ )이 3건(50.07%)에서 0.597~1.70 Bq/kg-dry로 검출되었으며, 최근 3년간의 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 경향을 Figure 2에 수록함. 검출된 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )은 한국원자력안전기술원에서

최근 5년간(2018년~2021년) 전국 해저퇴적물을 분석한 후 제시한 정상범위(불검출~3.83 Bq/kg-dry)<sup>1-5)</sup> 이내로 나타남. 세슘(<sup>137</sup>Cs)이 갯벌에서 검출되었지만 환경에서 세슘(<sup>137</sup>Cs)과 거동이 유사한 세슘(<sup>134</sup>Cs)이 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내·외 원전영향은 없는 것으로 판단함.

또한 모든 인공핵종이 원자력안전위원회고시 제2017-17호에서 제시한 최소검출 방사능 기준을 만족하여 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 분석결과는 Table 13에 수록함.

자연핵종의 경우 베릴륨(<sup>7</sup>Be)은 4건(66.7%)에서 5.39~9.51 Bq/kg-dry, 칼륨(<sup>40</sup>K)은 모든 시료에서 488~775 Bq/kg-dry, 납(<sup>212</sup>Pb)은 2건(33.4%)에서 150~106,650 Bq/kg-dry, 라듐(<sup>226</sup>Ra)은 5건(83.3%)에서 29.4~64.8 Bq/kg-dry, 악티늄(<sup>228</sup>Ac)은 1건(16.7%)에서 518±17.2 Bq/kg-dry로 검출됨. 베릴륨(<sup>7</sup>Be)과 칼륨(<sup>40</sup>K)은 비계열붕괴 핵종으로 각각 우주선과 지각 방사선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종이고, 납(<sup>212</sup>Pb)과 라듐(<sup>226</sup>Ra) 등은 우라늄(<sup>238</sup>U)과 토륨(<sup>232</sup>Th)으로부터 계열 붕괴하는 핵종으로 지각에서 많이 검출됨

## 6. 6. 지표식물(솔잎, 쭈)

쭈과 솔잎은 각각 일년생과 다년생 식물로 방사성물질의 확산경향을 파악하기 위한 것임. 지표식물은 뿌리와 잎을 물을 흡수하고, 광합성을 하기 때문에 토양과 공기 중에 방사성물질이 존재할 경우 쭈과 솔잎에도 방사성물질이 존재할 수 있음. 2023년 10월에 김해시의 신어산 정상에서 솔잎과 쭈 각 1건을 채취함. 채취한 총 2건의 지표식물을 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 국내·외 원전영향은 없는 것으로 판단함. 또한 모든 인공핵종은 원자력안전위원회고시 제2017-17호 명시된 최소검출방사능 요건을 만족하여 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보한 것으로 판단하였고, 상세한 분석결과는 Table 14에 수록하였음.

자연핵종의 경우 베릴륨(<sup>7</sup>Be)과 칼륨(<sup>40</sup>K), 납(<sup>212</sup>Pb)이 모든 시료에서 각각 38.4~39.9 Bq/kg-fresh와 43.6~127 Bq/kg-fresh, 33.2~42.8 Bq/kg-fresh로 검출됨. 베릴륨(<sup>7</sup>Be)과 칼륨(<sup>40</sup>K)은 계열붕괴를 하지 않는 핵종으로 베릴륨(<sup>7</sup>Be)은 우주선 영향을 파악하기 위한 것이고, 칼륨(<sup>40</sup>K)은 지각 방사선영향을 파악하기 위한 것임. 검출된 베릴륨(<sup>7</sup>Be)은 공기 중 방사성물질이 지표식물에 유입된 것으로 판단되고, 칼륨(<sup>40</sup>K)과 납(<sup>212</sup>Pb)은 토양 중의 방사성물질이 뿌리를 통해 유입된 것으로 판단됨.

## 6. 7. 토양

2023년 10월에 김해시에 위치한 신어산 정상과 중턱, 기슭에서 각 1건씩 등산로 토양을 채취하였고, 김해대학교 주변에서 평지 토양 1건을 채취함. 등산로와 평지로 구분하여 토양을 채취한 사유는 고도에 의한 영향을 파악하기 위한 것임. 채취한 총 4건의 토양에 대한 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 조사한 결과 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 이외 인공 방사성물질은 모든 시료에서 검출되지 않았고, 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )은 2건(25.0%)에서 0.929~3.47 Bq/kg-dry로 검출됨. 검출된 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 농도는 한국 원자력안전기술원에서 최근 5년간(2018년~2022년) 전국 토양을 분석한 후 제시한 정상범위(불검출~6.98 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.

또한 모든 인공핵종에서 원자력안전위원회고시 제2017-17호 명시된 최소검출 방사능 요건을 만족하였기 때문에 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 분석결과는 Table 15와 Table 16에 수록함. 최근 3년의 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 경향을 Figure 2에 수록함.

자연핵종의 경우 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 모든 시료에서 257~885 Bq/kg-dry로, 납( $^{212}\text{Pb}$ )은 2건(50.0%)에서 5,348~8,241 Bq/kg-dry로, 라듐( $^{226}\text{Ra}$ )은 모든 시료에서 각각 75.0~91.2 Bq/kg-dry로, 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ )은 3건(75.0%)에서 54.1~59.6 Bq/kg-dry로 각각 검출됨. 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 비계열붕괴 핵종으로 지각 방사선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종이고, 납( $^{212}\text{Pb}$ )과 라듐( $^{226}\text{Ra}$ ) 등은 우라늄( $^{238}\text{U}$ )과 토륨( $^{232}\text{Th}$ )으로부터 계열붕괴하는 핵종으로 지각에서 많이 검출됨. 우라늄( $^{235}\text{U}$ )은 계열붕괴 어미핵종으로 자연에 약 0.7 % 존재함.

Table 10. 공기와 빗물 조사결과

순서	분석 핵종	고시2017-17호 MDA	10월 공기(Bq/m <sup>3</sup> )		고시2017-17호 MDA	10월 빗물(Bq/L)
			초중순	중하순		
1	<sup>7</sup> Be	없음	<0.000305	<0.000687	없음	<0.0481
2	<sup>40</sup> K	없음	0.00394±0.000252	<0.00137	없음	0.773±0.0217
3	<sup>51</sup> Cr	5E-03	<0.000284	<0.000263	1	<0.0448
4	<sup>54</sup> Mn	8E-05	<0.0000315	<0.0000315	0.5	<0.00533
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.0000320	<0.0000269	없음	<0.00592
6	<sup>58</sup> Co	3E-04	<0.0000276	<0.0000321	0.05	<0.00544
7	<sup>59</sup> Fe	5E-04	<0.0000931	<0.0000730	0.03	<0.0112
8	<sup>60</sup> Co	8E-05	<0.0000205	<0.0000375	0.02	<0.00591
9	<sup>65</sup> Zn	5E-04	<0.0000696	<0.0000812	0.05	<0.0118
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.0000503	<0.0000205	없음	<0.00672
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<0.000574	<0.472	없음	<0.0191
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.0000296	<0.0000378	없음	<0.00597
13	<sup>95</sup> Zr	5E-04	<0.0000664	<0.0000577	0.5	<0.00901
14	<sup>95</sup> Nb	5E-04	<0.0000448	<0.0000411	0.5	<0.00665
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.0000354	<0.0000326	없음	<0.00773
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.0000401	<0.0000306	없음	<0.00538
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<0.000246	<0.000310	없음	<0.0437
18	<sup>109</sup> Cd	없음	<0.00111	<0.000805	없음	<0.216
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.0000334	<0.0000342	없음	<0.00543
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.0000490	<0.0000378	없음	<0.00603
21	<sup>131</sup> I	5E-02	<0.0000256	<0.0000347	0.1	<0.00785
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<0.000343	<0.0000934	없음	<0.00353
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<0.00668	<0.000381	없음	<0.171
24	<sup>134</sup> Cs	8E-05	<0.0000326	<0.0000316	0.008	<0.00506
25	<sup>137</sup> Cs	8E-05	<0.000353	<0.0000351	0.008	<0.00553
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<0.0000353	<0.0000291	없음	<0.00633
27	<sup>140</sup> Ba	1E-01	<0.000180	<0.000109	10	<0.0587
28	<sup>140</sup> La	1E-01	<0.00315	<0.000115	10	<0.0240
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<0.0000708	<0.0000514	없음	<0.0123
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<0.0153	<0.000153	없음	<0.112
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<0.000241	<0.000208	없음	<0.0500
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.0000405	<0.0000358	없음	<0.00580
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<0.000509	<0.000586	없음	<0.0811
34	<sup>212</sup> Pb	없음	<0.000121	<0.00114	없음	16.7±1.35
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<0.0000635	<0.0000125	없음	<0.0146
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<0.000106	<0.000140	없음	<0.0266
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<0.00112	<0.000863	없음	<0.1850
38	<sup>227</sup> Th	없음	<0.00356	<0.000206	없음	<0.0434
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<0.000119	<0.0143	없음	<0.133
40	<sup>235</sup> U	없음	<0.00544	<0.0000614	없음	0.0500±0.00223
41	<sup>237</sup> U	없음	<0.00378	<0.000153	없음	<0.0619

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

Table 11. 양산시 먹는물 조사결과(단위 : Bq/L)

순서	분석핵종	원수			정수			
		고시2017-17호 MDA	신도시취수장	원동취수장	MDA	신도시정수장	범어정수장	응상정수장
1	<sup>7</sup> Be	없음	<0.0787	<0.0671	없음	<2.73	<1.46	<3.68
2	<sup>40</sup> K	없음	0.664±0.0324	0.716±0.0283	없음	<9.32	<3.39	<3.29
3	<sup>51</sup> Cr	1	<0.0729	<0.0754				
4	<sup>54</sup> Mn	0.5	<0.00769	<0.00654				
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.00963	<0.0101				
6	<sup>58</sup> Co	0.05	<0.00758	<0.0073				
7	<sup>59</sup> Fe	0.03	<0.0127	<0.0156				
8	<sup>60</sup> Co	0.02	<0.0105	<0.00986				
9	<sup>65</sup> Zn	0.05	<0.0142	<0.0145				
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.0917	<0.00871				
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<0.115	<0.148				
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.00633	<0.00728				
13	<sup>95</sup> Zr	0.5	<0.01	<0.0124				
14	<sup>95</sup> Nb	0.5	<0.00784	<0.0102				
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.0105	<0.0107				
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.00784	<0.00778	없음	<0.488	<0.174	<0.340
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<0.0700	<0.0702				
18	<sup>109</sup> Cd	없음	<0.298	<0.302				
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.00633	<0.00652				
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.0104	<0.00873				
21	<sup>131</sup> I	0.1	<0.00989	<0.0118	없음	<0.381	<0.410	<0.362
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<0.0419	<0.0484				
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<0.216	<0.296				
24	<sup>134</sup> Cs	0.008	<0.00644	<0.00644	없음	<0.306	<0.169	<0.293
25	<sup>137</sup> Cs	0.008	<0.00779	<0.00754	없음	<0.381	<0.260	<0.185
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<0.00900	<0.00892				
27	<sup>140</sup> Ba	10	<0.0303	<0.0463				
28	<sup>140</sup> La	10	<0.0296	<0.0386				
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<0.0181	<0.0166				
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<0.106	<0.173				
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<0.0682	<0.0668				
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.00949	<0.00829				
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<0.0977	<0.0979				
34	<sup>212</sup> Pb	없음	<4.35	<21.0				
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<0.0255	<0.0259				
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<0.0276	<0.0319				
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<0.288	<0.220				
38	<sup>227</sup> Th	없음	<0.0644	<0.0671				
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<0.0315	<0.0339				
40	<sup>235</sup> U	없음	<0.134	<0.137				
41	<sup>237</sup> U	없음	<0.0449	<0.0515				
42	<sup>241</sup> Am	없음			없음	<3.02	<1.97	<2.31

- <sup>40</sup>K(칼륨)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하  
-정수의 경우 MDA 기준 없음

Table 12. 해수 조사결과(단위 : Bq/L)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	사천시	남해군	창원시 진해구	비고
1	<sup>7</sup> Be	없음	<0.0172	<0.0152	<0.0178	
2	<sup>40</sup> K	없음	0.161±0.00641	0.208±0.00793	<0.0791	
3	<sup>51</sup> Cr	0.05	<0.0226	<0.0182	<0.0173	
4	<sup>54</sup> Mn	0.005	<0.00127	<0.00212	<0.00193	
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.00151	<0.00172	<0.00179	
6	<sup>58</sup> Co	0.005	<0.00172	<0.00163	<0.00218	
7	<sup>59</sup> Fe	0.005	<0.00372	<0.00330	<0.00473	
8	<sup>60</sup> Co	0.005	<0.00168	<0.0205	<0.00224	
9	<sup>65</sup> Zn	0.02	<0.00387	<0.0367	<0.00497	
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.00246	<0.0217	<0.00211	
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<0.0264	<0.0287	<0.0313	
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.00226	<0.00250	<0.00250	
13	<sup>95</sup> Zr	0.006	<0.00323	<0.00306	<0.00405	
14	<sup>95</sup> Nb	0.006	<0.00235	<0.00193	<0.00329	
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.00256	<0.00181	<0.00202	
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.00178	<0.00185	<0.00241	
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<0.0160	<0.0156	<0.0188	
18	<sup>109</sup> Cd	없음	<0.0456	<0.0408	<0.0505	
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.00152	<0.00158	<0.00186	
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.00259	<0.00262	<0.00219	
21	<sup>131</sup> I	0.1	<0.0196	<0.0671	<0.0479	
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<0.0256	<0.0101	<0.0443	
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<0.935	<0.0996	<2.77	
24	<sup>134</sup> Cs	0.003	<0.00164	<0.00177	<0.00159	
25	<sup>137</sup> Cs	0.003	0.00162±0.000289 (<0.00145)	<0.00205	<0.00192	
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<0.00177	<0.00172	<0.00197	
27	<sup>140</sup> Ba	0.1	<0.0170	<0.00963	<3.47	
28	<sup>140</sup> La	0.1	<0.558	<0.00836	<0.0155	
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<0.00190	<0.00400	<0.00458	
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<3.37	<0.0870	<20.4	
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<0.00960	<0.0121	<0.0143	
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.00267	<0.0256	<0.00190	
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<0.0243	<0.0244	<0.0332	
34	<sup>212</sup> Pb	없음	<0.00689	<0.00685	<0.00733	
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<0.00490	<0.00496	<0.00631	
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<0.00503	<0.00558	<0.00915	
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<0.0439	0.101±0.00800	<0.00568	
38	<sup>227</sup> Th	없음	<0.0193	<0.0150	<0.0226	
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<0.00979	<0.00775	<0.0357	
40	<sup>235</sup> U	없음	<0.0280	<0.0230	<0.00383	
41	<sup>237</sup> U	없음	<0.0260	<0.0121	<0.0411	

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

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	고성군	거제시	통영시	비고
1	<sup>7</sup> Be	없음	<0.0150	<0.0162	<0.0165	
2	<sup>40</sup> K	없음	0.170±0.00614	<0.0804	0.193±0.00716	
3	<sup>51</sup> Cr	0.05	<0.0179	<0.0152	<0.0182	
4	<sup>54</sup> Mn	0.005	<0.00165	<0.00167	<0.00161	
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.00164	<0.00164	<0.00121	
6	<sup>58</sup> Co	0.005	<0.00187	<0.00190	<0.00180	
7	<sup>59</sup> Fe	0.005	<0.00364	<0.00428	<0.00301	
8	<sup>60</sup> Co	0.005	<0.00163	<0.00216	<0.00194	
9	<sup>65</sup> Zn	0.02	<0.00384	<0.00488	<0.00338	
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.00230	<0.00233	<0.00235	
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<0.0294	<0.0309	<0.0298	
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.00245	<0.00220	<0.00253	
13	<sup>95</sup> Zr	0.006	<0.00306	<0.00361	<0.00315	
14	<sup>95</sup> Nb	0.006	<0.00190	<0.00256	<0.00253	
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.00187	<0.00157	<0.00184	
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.00191	<0.00193	<0.00213	
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<0.0156	<0.0192	<0.0144	
18	<sup>109</sup> Cd	없음	<0.0449	<0.0495	<0.0434	
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.00132	<0.00189	<0.00151	
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.00254	<0.00201	<0.00230	
21	<sup>131</sup> I	0.1	<0.0162	<0.0183	<0.0194	
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<0.0103	<0.0110	<0.0102	
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<0.108	<0.112	<0.0107	
24	<sup>134</sup> Cs	0.003	<0.00148	<0.00152	<0.00131	
25	<sup>137</sup> Cs	0.003	<0.00211	0.00180±0.00324 (<0.00161)	0.00174±0.000265 (<0.00121)	
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<0.00149	<0.00185	<0.00169	
27	<sup>140</sup> Ba	0.1	<0.00872	<0.0534	<0.00853	
28	<sup>140</sup> La	0.1	<0.0291	<0.00928	<0.0272	
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<0.00247	<0.00359	<0.00307	
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<0.100	<0.120	<0.0978	
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<0.0122	<0.0134	<0.0122	
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.00257	<0.00189	<0.00248	
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<0.0241	<0.0322	<0.0236	
34	<sup>212</sup> Pb	없음	<0.00690	<0.00779	<0.00714	
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<0.00488	<0.00638	<0.00522	
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<0.00685	<0.0843	<0.00645	
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<0.0429	<0.0537	<0.0363	
38	<sup>227</sup> Th	없음	<0.0151	<0.0147	<0.0153	
39	<sup>228</sup> Ac	없음	0.01650±0.00300	<0.0349	<0.00832	
40	<sup>235</sup> U	없음	<0.0280	<0.00377	<0.0253	
41	<sup>237</sup> U	없음	<0.0130	<0.0165	<0.0101	

1. <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>228</sup>Ac(악티늄)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	고사리 2017-17호 MDA	남해군	사천시	창원시 진해구	고성군	거제시	통영시
1	$^7\text{Be}$	없음	$5.79 \pm 1.04$	$< 3.39$	$< 3.20$	$6.11 \pm 1.41$	$5.39 \pm 1.18$	$9.51 \pm 1.19$
2	$^{40}\text{K}$	없음	$488 \pm 5.17$	$721 \pm 6.26$	$775 \pm 6.37$	$687 \pm 6.58$	$702 \pm 6.39$	$662 \pm 6.48$
3	$^{51}\text{Cr}$	15	$< 4.19$	$< 3.70$	$< 2.84$	$< 2.90$	$< 3.22$	$< 3.25$
4	$^{54}\text{Mn}$	2	$< 0.367$	$< 0.314$	$< 0.316$	$< 0.431$	$< 0.375$	$< 0.358$
5	$^{57}\text{Co}$	없음	$< 0.309$	$< 0.311$	$< 0.307$	$< 0.360$	$< 0.339$	$< 0.333$
6	$^{58}\text{Co}$	2	$< 0.254$	$< 0.265$	$< 0.257$	$< 0.307$	$< 0.298$	$< 0.309$
7	$^{59}\text{Fe}$	5	$< 0.826$	$< 0.672$	$< 0.795$	$< 0.534$	$< 0.722$	$< 0.577$
8	$^{60}\text{Co}$	2	$< 0.304$	$< 0.332$	$< 0.330$	$< 0.365$	$< 0.372$	$< 0.348$
9	$^{65}\text{Zn}$	5	$< 0.865$	$< 1.00$	$< 0.957$	$< 0.723$	$< 0.981$	$< 1.10$
10	$^{85}\text{Sr}$	없음	$< 0.316$	$< 0.234$	$< 0.279$	$< 0.359$	$< 0.346$	$< 0.377$
11	$^{88}\text{Kr}$	없음	$< 0.694$	$< 1.08$	$< 1.46$	$< 1.56$	$< 1.11$	$< 1.39$
12	$^{88}\text{Y}$	없음	$< 0.333$	$< 0.367$	$< 0.156$	$< 0.179$	$< 0.251$	$< 0.178$
13	$^{95}\text{Zr}$	5	$< 0.401$	$< 0.555$	$< 0.690$	$< 0.357$	$< 0.902$	$< 0.411$
14	$^{95}\text{Nb}$	5	$< 0.308$	$< 0.299$	$< 0.301$	$< 0.567$	$< 0.283$	$< 0.463$
15	$^{101}\text{Rh}$	없음	$< 0.564$	$< 0.388$	$< 0.412$	$< 0.853$	$< 0.512$	$< 0.379$
16	$^{103}\text{Ru}$	없음	$< 0.238$	$< 0.243$	$< 0.228$	$< 0.300$	$< 0.265$	$< 0.268$
17	$^{106}\text{Rh}$	없음	$< 3.58$	$< 2.48$	$< 3.45$	$< 4.26$	$< 3.72$	$< 3.86$
18	$^{109}\text{Cd}$	없음	$< 17.3$	$< 0.166$	$< 16.5$	$< 19.8$	$< 17.8$	$< 18.2$
19	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	없음	$< 0.422$	$< 0.314$	$< 0.388$	$< 0.392$	$< 0.456$	$< 0.377$
20	$^{113}\text{Sn}$	없음	$< 0.339$	$< 0.334$	$< 0.303$	$< 0.384$	$< 0.362$	$< 0.352$
21	$^{131}\text{I}$	1.5	$< 0.383$	$< 0.383$	$< 0.264$	$< 0.532$	$< 0.425$	$< 0.427$
22	$^{133}\text{Xe}$	없음	$< 3.11$	$< 2.72$	$< 1.40$	$< 3.87$	$< 3.11$	$< 3.44$
23	$^{133\text{m}}\text{Xe}$	없음	$< 12.5$	$< 22.7$	$< 3.38$	$< 47.0$	$< 13.9$	$< 14.3$
24	$^{134}\text{Cs}$	5	$< 0.230$	$< 0.299$	$< 0.283$	$< 0.192$	$< 0.352$	$< 0.283$
25	$^{137}\text{Cs}$	5	$< 0.462$	$0.597 \pm 0.134$ ( $< 0.452$ )	$< 0.478$	$1.70 \pm 0.135$ ( $< 0.461$ )	$0.786 \pm 0.140$ ( $< 0.477$ )	$< 0.570$
26	$^{139}\text{Ce}$	없음	$< 0.530$	$< 0.353$	$< 0.350$	$< 0.360$	$< 0.381$	$< 0.287$
27	$^{140}\text{Ba}$	70	$< 1.95$	$< 1.79$	$< 0.496$	$< 7.92$	$< 2.19$	$< 2.17$
28	$^{140}\text{La}$	70	$< 1.25$	$< 1.74$	$< 1.58$	$< 1.83$	$< 2.19$	$< 1.73$
29	$^{141}\text{Ce}$	없음	$< 0.597$	$< 0.594$	$< 0.542$	$< 0.712$	$< 0.649$	$< 0.656$
30	$^{143}\text{Ce}$	없음	$< 9.52$	$< 8.40$	$< 1.06$	$< 32.3$	$< 7.43$	$< 10.3$
31	$^{144}\text{Ce}$	없음	$< 2.05$	$< 2.01$	$< 2.71$	$< 4.76$	$< 3.29$	$< 3.00$
32	$^{208}\text{Tl}$	없음	$< 0.470$	$< 0.468$	$< 0.515$	$< 0.623$	$< 0.536$	$< 0.507$
33	$^{212}\text{Bi}$	없음	$< 6.13$	$< 6.68$	$< 6.35$	$< 7.82$	$< 5.96$	$< 6.87$
34	$^{212}\text{Pb}$	없음	$106,650 \pm 1,492$	$< 0.849$	$150 \pm 2.15$	$< 0.991$	$< 0.946$	$< 0.971$
35	$^{214}\text{Bi}$	없음	$< 0.999$	$< 1.08$	$< 0.959$	$< 1.20$	$< 1.05$	$< 1.13$
36	$^{214}\text{Pb}$	없음	$< 1.11$	$< 1.13$	$< 1.12$	$< 1.40$	$< 1.17$	$< 1.23$
37	$^{226}\text{Ra}$	없음	$< 11.8$	$41.8 \pm 3.32$	$29.4 \pm 3.23$	$64.8 \pm 4.99$	$51.1 \pm 3.64$	$54.0 \pm 3.65$
38	$^{227}\text{Th}$	없음	$< 3.22$	$< 2.37$	$< 2.67$	$< 5.15$	$< 3.62$	$< 3.05$
39	$^{228}\text{Ac}$	없음	$< 1.89$	$< 1.91$	$518 \pm 17.2$	$< 2.53$	$< 2.10$	$< 2.09$
40	$^{235}\text{U}$	없음	$< 2.42$	$< 2.45$	$< 2.34$	$< 2.87$	$< 2.78$	$< 2.84$
41	$^{237}\text{U}$	없음	$< 6.03$	$< 5.20$	$< 3.41$	$< 7.21$	$< 4.18$	$< 7.34$

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

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

Table 14. 지표식물 조사결과(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	솔잎 (양산시 정성산)	쭉 (양산시 천성산)	비고
1	<sup>7</sup> Be	없음	39.9±0.983	38.4±1.11	
2	<sup>40</sup> K	없음	43.6±1.01	127±1.41	
3	<sup>51</sup> Cr	15	<0.350	<0.351	
4	<sup>54</sup> Mn	2	<0.0289	<0.0422	
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.0483	<0.0451	
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.0300	<0.0318	
7	<sup>59</sup> Fe	5	<0.0616	<0.0563	
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.0468	<0.0521	
9	<sup>65</sup> Zn	5	<0.0622	<0.0796	
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.0429	<0.0428	
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<0.709	<70.6	
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.0138	<0.0333	
13	<sup>95</sup> Zr	5	<0.0369	<0.0732	
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.0332	<0.0328	
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.0559	<0.0670	
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.0321	<0.0279	
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<0.285	<0.297	
18	<sup>109</sup> Cd	없음	<1.43	<1.65	
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.0241	<0.336	
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.0480	<0.0528	
21	<sup>131</sup> I	3	<0.0474	<0.0471	
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<0.544	<0.511	
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<0.544	<0.546	
24	<sup>134</sup> Cs	5	<0.0247	<0.0325	
25	<sup>137</sup> Cs	5	<0.0376	<0.0351	
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<0.0431	<0.0447	
27	<sup>140</sup> Ba	70	<0.1320	<0.1250	
28	<sup>140</sup> La	70	<0.0572	<0.0182	
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<0.0754	<0.0678	
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<0.239	<0.160	
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<0.322	<0.339	
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.0398	<0.0369	
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<0.511	<0.503	
34	<sup>212</sup> Pb	없음	42.8±2.65	33.2±0.654	
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<0.114	<0.119	
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<0.132	<0.140	
37	<sup>226</sup> Ra	없음	<1.19	<1.23	
38	<sup>227</sup> Th	없음	<0.314	<0.400	
39	<sup>228</sup> Ac	없음	<0.164	<0.162	
40	<sup>235</sup> U	없음	<0.671	<0.707	
41	<sup>237</sup> U	없음	<0.199	<0.188	

1. <sup>7</sup>Be(베릴륨), <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>212</sup>Pb(납)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음

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

Table 16. 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	<5.92	<2.99	<6.53	<8.02
2	<sup>40</sup> K	없음	257±4.52	885±7.21	756±7.10	793±7.52
3	<sup>51</sup> Cr	15	<6.21	<4.06	<7.02	<6.62
4	<sup>54</sup> Mn	2	<0.529	<0.486	<1.04	<0.623
5	<sup>57</sup> Co	없음	<0.802	<0.403	<0.758	<0.672
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.624	<0.361	<0.699	<0.692
7	<sup>59</sup> Fe	5	<1.15	<0.478	<1.88	<1.35
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.217	<0.405	<0.754	<0.873
9	<sup>65</sup> Zn	5	<1.38	<1.19	<1.77	<1.78
10	<sup>85</sup> Sr	없음	<0.643	<0.386	<0.735	<0.724
11	<sup>88</sup> Kr	없음	<4.49	<1.41	<4.48	<4.60
12	<sup>88</sup> Y	없음	<0.629	<0.168	<0.335	<0.544
13	<sup>95</sup> Zr	5	<1.07	<0.421	<1.17	<1.40
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.819	<0.318	<0.933	<0.917
15	<sup>101</sup> Rh	없음	<0.961	<0.701	<0.991	<1.03
16	<sup>103</sup> Ru	없음	<0.722	<0.323	<0.653	<0.708
17	<sup>106</sup> Rh	없음	<5.87	<4.66	<5.34	<4.85
18	<sup>109</sup> Cd	없음	<33.9	<22.5	<34.1	<34.5
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	<0.631	<0.313	<0.659	<0.701
20	<sup>113</sup> Sn	없음	<0.919	<0.427	<0.991	<1.14
21	<sup>131</sup> I	3	<0.868	<0.619	<1.19	<0.915
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<17.0	<4.98	<6.56	<16.4
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<0.750	<0.399	<43.0	<0.669
24	<sup>134</sup> Cs	5	<0.637	<0.342	<0.665	<0.669
25	<sup>137</sup> Cs	5	0.929±0.136 (<0.670)	<0.624	3.47±0.192 (<0.819)	<0.779
26	<sup>139</sup> Ce	없음	<0.773	<0.306	<0.808	<0.797
27	<sup>140</sup> Ba	70	<2.28	<1.72	<3.43	<2.60
28	<sup>140</sup> La	70	<1.88	<5.92	<5.96	<2.04
29	<sup>141</sup> Ce	없음	<1.45	<0.817	<1.56	<1.46
30	<sup>143</sup> Ce	없음	<9.35	<54.3	<41.6	<8.75
31	<sup>144</sup> Ce	없음	<5.87	<3.81	<6.14	<6.30
32	<sup>208</sup> Tl	없음	<0.868	<0.612	<0.856	<0.901
33	<sup>212</sup> Bi	없음	<512	<8.28	<40.7	<42.6
34	<sup>212</sup> Pb	없음	8,241±83.7	<1.12	<1.97	5,348±49.5
35	<sup>214</sup> Bi	없음	<1.66	<1.32	<1.78	<1.67
36	<sup>214</sup> Pb	없음	<1.84	<1.42	<2.32	<2.18
37	<sup>226</sup> Ra	없음	75.0±3.94	75.2±4.41	82.5±3.94	91.2±4.12
38	<sup>227</sup> Th	없음	<10.0	<4.78	<10.8	<9.85
39	<sup>228</sup> Ac	없음	56.0±1.09	<2.17	54.1±1.53	59.6±0.953
40	<sup>235</sup> U	없음	<12.8	<3.17	<12.7	<12.2
41	<sup>237</sup> U	없음	<4.79	<9.57	<6.31	<4.73

1. <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>212</sup>Pb(납), <sup>226</sup>Ra(라듐), 악티늄(<sup>228</sup>Ac)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

## 6. 7. 최근 3년간 월별 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 분포경향(2022년~)

※ 정상범위(KINS 자료)는 최근 7~8년간 최고값의 평균치

(해수 0.00227 Bq/L, 갯벌 3.51 Bq/kg-dry, KINS 평지 10.2 Bq/kg-dry)

※ 정상범위(도내 등산로) 38.1 Bq/kg-dry는 도내 등산로(정상) 25곳 조사결과('15~'17년)

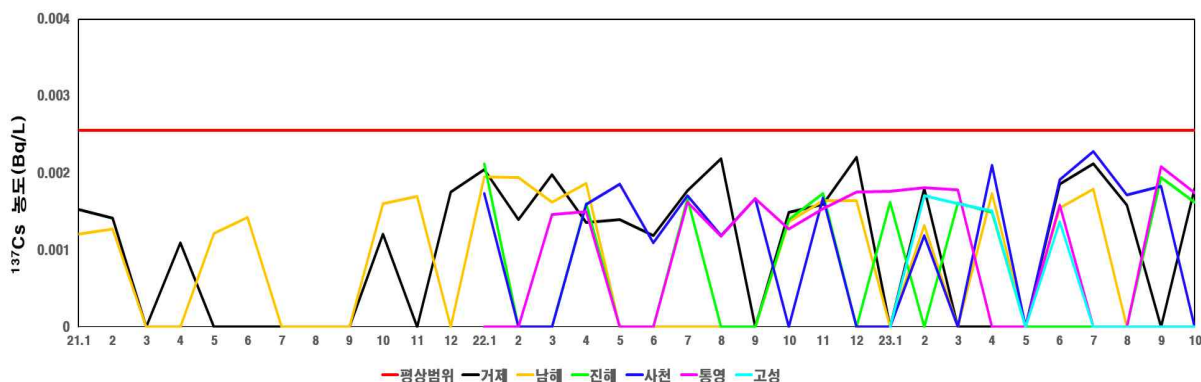


Fig. 1. 최근 3년간 해수의 월별 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 농도

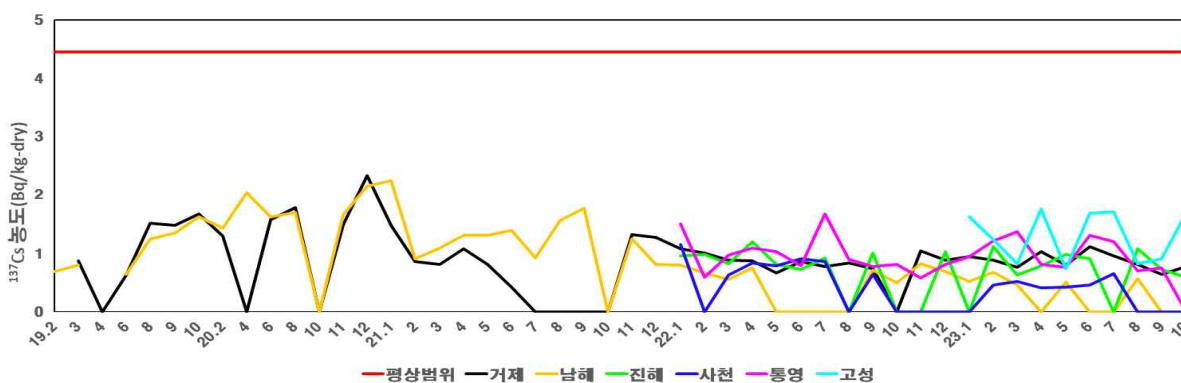


Fig. 2. 최근 3년간 갯벌의 월별 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 농도

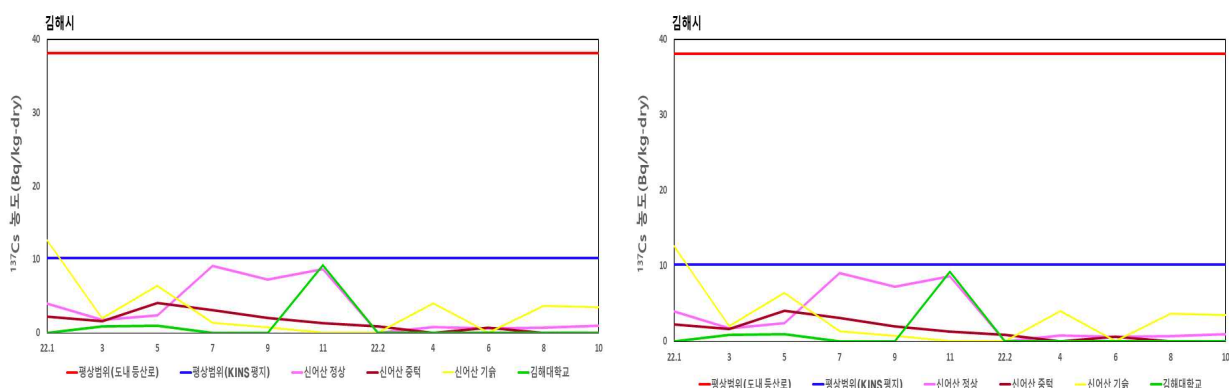


Fig. 3. 최근 2년간 등산로 및 평지 토양의 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 농도 경향

## 참고 문헌

1. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 16, 35 (2022).
2. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 16, 30 (2021).
3. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 16, 30 (2020).
4. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 21, 35 (2019).
5. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 16, 30 (2018).
6. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 78 (2022).
7. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 78 (2021).
8. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 72 (2020).
9. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 79 (2019).
10. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 83 (2018).
11. WHO, Guidelines for Drinking-water Quality, 4th edition, pp 211 (2017)