

# 2023년 7월 환경 방사성물질 조사결과



경남보건환경연구원  
( 위 생 화 학 팀 )

# 2023년 7월 환경 방사성물질 조사결과

- 6종(대기/먹는물/해수/갯벌/쑥/토양) 39건 시료에 대한 조사결과
  - 해수(0.00179~0.00228 Bq/L)와 갯벌(0.655~1.72 Bq/kg), 토양(1.15~3.84 Bq/kg)에서  $^{137}\text{Cs}$  검출되었고(정상범위 이내),  $^{137}\text{Cs}$  이외 모든 인공핵종 불검출
    - ※ 전국 해수  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : 불검출~0.00243 Bq/L(KINS, '17년~'21년 자료)
    - ※ 전국 해저퇴적물  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : 불검출~3.83 Bq/kg-dry(KINS, '17년~'21년 자료)
    - ※ 전국 토양(평지)  $^{137}\text{Cs}$  정상범위 : 불검출~15.8 Bq/kg-dry(KINS, '17년~'21년 자료)
  - 대기, 먹는물에서는 모든 인공핵종 불검출

1. 조사 기간 : '23. 7. 1. ~ 7. 31.

2. 조사 대상 : 6종 39건

- 대기 2건(공기1, 빗물1)
- 먹는물 5건(방사선비상계획구역 정수3, 원수2)
- 해수 6건(남해1, 사천1, 진해1, 고성1, 거제1, 통영1)
- 갯벌 6건(남해1, 사천1, 진해1, 고성1, 거제1, 통영1)
- 쑥 8건[남해1, 사천1, 진해1, 고성1, 거제1, 통영1, 합천1, 산청1]
- 토양 12건[양산시 등산로 3 및 평지 1, 쑥 채취지점 8건]

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구 분	계 획	실 적			진도율 (%)	비 고
		기누계	7월말	누계		
방사성물질조사	320	146	39	185	57.8%	

#### 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>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. 대기

구 분	7월 공기	7월 빗물
채취 장소	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층
채취 기간	7. 1. ~ 7. 31.	7. 1. ~ 7. 31.
채취 기구	공기포집기	빗물채집기
채 취 량	907.2 m <sup>3</sup>	30 L
전 처 리	없음	증발농축(20 L → 1 L)
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)	
계측 시간	공기(8만초), 빗물(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
의뢰 일시	7. 6. 18:00	7. 6. 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	거제시, 통영시	남해군, 사천시	창원시 진해구, 고성군
채취 일시	7. 5. 10:30 ~ 17:30	7. 11. 10:00 ~ 16:30	7. 21. 9:30 ~ 17:00
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	거제시, 통영시	남해군, 사천시	창원시 진해구, 고성군
채취 일시	7. 5. 10:30 ~ 17:30	7. 11. 10:00 ~ 16:30	7. 21. 9:30 ~ 17:00
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. 쑥

구 분	쑥
채취 지역	8개 시·군(남해1, 사천1, 진해1, 고성1, 거제1, 통영1, 합천1, 산청1) 각 1건
채취 일시	7. 5. ~ 7. 21.
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 9. 토양(쑥 채취지점)

구 분	토양
채취 지역	- 쑥 채취지점 8건 - 양산시 4건(등산로 3건, 평지 1)
채취 일시	7. 5. ~ 7. 24.
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 7월에 21일간(영업일 기준) 9시부터 18시까지 서부청사 별관 1층에 설치한 저용적 공기포집기를 이용하여 907.2 m<sup>3</sup>의 공기 시료 1건을 포집함<sup>1)</sup>. 포집한 공기에 대한 방사성물질을 조사한 결과 방사성요오드(<sup>131</sup>I), 세슘(<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs) 등의 주요 인공 핵종과 베릴륨(<sup>7</sup>Be), 칼륨(<sup>40</sup>K) 등의 자연 핵종이 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.

### 6. 2. 빗물

서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 7월에 수집한 빗물 시료 총 30 L에 대한 조사를 수행한 결과 방사성요오드(<sup>131</sup>I), 세슘(<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs) 등의 주요 인공 방사성물질과 베릴륨(<sup>7</sup>Be), 칼륨(<sup>40</sup>K) 등의 자연핵종이 전혀 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 방사성물질은 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 제시된 MDA 기준치를 만족하였기 때문에 측정결과에 대한 신뢰도에는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 결과는 Table 10에 수록하였음.

### 6. 3. 먹는물(원수 및 정수)

2023년 7월에 양산시에서 의뢰한 방사선비상계획구역의 신도시 및 원동 취수장 원수와 신도시정수장, 웅상 및 범어 정수장 정수에 대해 방사성물질을 조사한 결과 방사성요오드(<sup>131</sup>I), 세슘(<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs) 등의 주요 인공 핵종과 베릴륨(<sup>7</sup>Be), 칼륨(<sup>40</sup>K) 등의 자연 핵종이 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 11에 수록함.

---

1) 영업일 일과시간에만 포집한 사유 : 소음관련 민원이 제기되어 일과 이후에는 기기가동 중단

## 6. 4. 해수

2023년 7월에 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 0.00179~0.00228 Bq/L로 검출됨. 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.

자연 핵종의 경우 칼륨( $^{40}\text{K}$ )이 2건(33.3%)에서 0.0399~0.0457 Bq/L로 검출됨. 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 비계열붕괴 핵종으로 지각 방사선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종임.

## 6. 5. 갯벌

2023년 7월에 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 4건(66.7%)에서 0.655~1.72 Bq/kg-dry로 검출되었으며, 최근 3년간의 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 경향을 Figure 2에 수록함. 검출된 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )은 한국원자력안전기술원에서 최근 5년간(2017년~2021년) 전국 해저퇴적물을 분석한 후 제시한 정상범위(불검출~3.83 Bq/kg-dry)<sup>1-5)</sup> 이내로 나타남. 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )이 갯벌에서 검출되었지만 환경에서 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )과 거동이 유사한 세슘( $^{134}\text{Cs}$ )이 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내·외 원전영향은 없는 것으로 판단함.

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

자연 방사성물질의 경우 베릴륨( $^7\text{Be}$ )과 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 모든 시료에서 4.90~13.7 Bq/kg-dry와 441~758 Bq/kg-dry, 납( $^{212}\text{Pb}$ )은 3건(50%)에서 45,712~82,790 Bq/kg-dry, 라듐( $^{226}\text{Ra}$ )은 3건(50.0%)에서 18.7~31.2 Bq/kg-dry, 토륨( $^{227}\text{Th}$ )은 1건



(16.7%)에서  $4.67 \pm 0.907$  Bq/kg-dry, 우라늄( $^{235}\text{U}$ ) 3건에서 1.55~6.48 Bq/kg-dry로 각각 검출됨. 베릴륨( $^7\text{Be}$ )과 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 비계열붕괴 핵종으로 각각 우주선과 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 계열 붕괴하는 핵종으로 지각에서 많이 검출됨

## 6. 6. 지표식물(쭈)

쭈는 일년생 식물로 방사성물질의 확산경향을 파악하기 위한 것임. 쭈는 뿌리와 잎을 통해 물을 흡수하고 광합성을 하기 때문에 토양과 공기 중에 방사성물질이 존재할 경우 쭈과 솔잎에도 방사성물질이 존재할 수 있음. 2023년 7월에 남해군, 사천시 등 8개 시·군에서 각 1건의 쭈를 채취함. 채취한 총 8건을 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 만족하여 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보한 것으로 판단하였고, 상세한 분석결과는 Table 14에 수록하였음.

자연 핵종의 경우 베릴륨( $^7\text{Be}$ )은 6건(75.0%)에서 12.5~57.1 Bq/kg-fresh, 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 모든 시료에서 13.6~140 Bq/kg-fresh, 납( $^{212}\text{Pb}$ )은 3건(37.5%)에서 3.37~1,575 Bq/kg-fresh, 라듐( $^{226}\text{Ra}$ )은 3건(37.5%)에서 6.65~9.39 Bq/kg-fresh, 우라늄( $^{235}\text{U}$ )은 5건(62.5%)에서  $0.578 \sim 0.673$  Bq/kg-fresh  $\pm 27.5$  Bq/kg-fresh로 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. 납( $^{212}\text{Pb}$ )과 라듐( $^{226}\text{Ra}$ ) 등은 우라늄( $^{238}\text{U}$ )과 토륨( $^{232}\text{Th}$ )으로부터 계열붕괴하는 자연 핵종임. 검출된 베릴륨( $^7\text{Be}$ )은 광합성 작용에 의해 공기 중에 존재하는 베릴륨이 쭈에 유입된 것으로 판단되고, 칼륨( $^{40}\text{K}$ )과 납( $^{212}\text{Pb}$ ), 라듐( $^{226}\text{Ra}$ ) 등은 토양 중에 존재하는 방사성물질이 뿌리를 통해 유입된 것으로 판단됨.

## 6. 7. 토양

2022년 7월에 양산시에 위치한 천성산 정상과 중턱, 기슭에서 각 1건씩 등산로 토양을 채취하였고, 천성산 주변에서 평지 토양 1건을 채취함. 또한 쭈 채취지점과 동일한 지점에서 평지 토양 8건을 채취함. 등산로와 평지로 구분하여 토양을 채취한 사유는 고도에 의한 영향을 파악하기 위한 것임. 채취한 총 12건의 토양에 대한 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 조사한 결과 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 이외 인공 방사성 물질은 모든 시료에서 검출되지 않았고, 세슘( $^{137}\text{Cs}$ )은 6건(50.0%)에서 1.15~3.84

Bq/kg-dry로 검출됨. 검출된 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 농도는 한국원자력안전기술원에서 최근 5년간(2017년~2021년) 전국 토양을 분석한 후 제시한 정상범위(불검출~15.8 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 4건(33.3%)에서 7.50~34.7 Bq/kg-fresh, 칼륨( $^{40}\text{K}$ )은 모든 시료에서 437~827 Bq/kg-dry, 납( $^{212}\text{Pb}$ )은 7건(58.3%)에서 1,005~116,540 Bq/kg-dry, 라듐( $^{226}\text{Ra}$ )은 10건(83.3%)에서 29.2~65.4 Bq/kg-dry, 악티늄( $^{228}\text{Ac}$ )은 1건에서  $9,206 \pm 195$  Bq/kg-dry, 우라늄( $^{235}\text{U}$ )은 8건(66.7%)에서 2.01~2.86 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( $^{212}\text{Pb}$ )과 라듐( $^{226}\text{Ra}$ ) 등은 우라늄( $^{238}\text{U}$ )과 토륨( $^{232}\text{Th}$ )으로부터 계열 붕괴하는 핵종으로 지각에서 많이 검출됨. 우라늄( $^{235}\text{U}$ )은 계열붕괴의 어미핵종으로 자연에 약 0.7 % 존재함.

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

Table 10. 공기 및 빗물 조사결과

순서	분석핵종	고시2017-17호 MDA	7월 공기(Bq/m <sup>3</sup> )	고시2017-17호 MDA	7월 빗물(Bq/L)
1	<sup>7</sup> Be	없음	불검출	없음	불검출
2	<sup>40</sup> K	없음	불검출	없음	불검출
3	<sup>51</sup> Cr	5E-03	<1.25E-04	1	<0.0520
4	<sup>54</sup> Mn	8E-05	<1.74E-05	0.5	불검출
5	<sup>57</sup> Co	없음	불검출	없음	불검출
6	<sup>58</sup> Co	3E-04	<1.78E-05	0.05	<0.00488
7	<sup>59</sup> Fe	5E-04	<3.93E-05	0.03	<0.00711
8	<sup>60</sup> Co	8E-05	<2.12E-05	0.02	<0.00704
9	<sup>65</sup> Zn	5E-04	<4.64E-05	0.05	<0.0100
10	<sup>85</sup> Sr	없음	불검출	없음	불검출
11	<sup>88</sup> Kr	없음	불검출	없음	불검출
12	<sup>88</sup> Y	없음	불검출	없음	불검출
13	<sup>95</sup> Zr	5E-04	<3.47E-05	0.5	<0.00866
14	<sup>95</sup> Nb	5E-04	<2.10E-05	0.5	<0.00598
15	<sup>101</sup> Rh	없음	불검출	없음	불검출
16	<sup>103</sup> Ru	없음	불검출	없음	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	없음	불검출	없음	불검출
18	<sup>109</sup> Cd	없음	불검출	없음	불검출
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	불검출	없음	불검출
20	<sup>113</sup> Sn	없음	불검출	없음	불검출
21	<sup>131</sup> I	5E-02	<4.92E-05	0.1	<0.00831
22	<sup>133</sup> Xe	없음	불검출	없음	불검출
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	불검출	없음	불검출
24	<sup>134</sup> Cs	8E-05	<1.66E-05	0.008	<0.00457
25	<sup>137</sup> Cs	8E-05	<1.82E-05	0.008	<0.00522
26	<sup>139</sup> Ce	없음	불검출	없음	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	1E-01	<9.36E-05	10	<0.0229
28	<sup>140</sup> La	1E-01	<7.52E-04	10	<0.0354
29	<sup>141</sup> Ce	없음	불검출	없음	불검출
30	<sup>143</sup> Ce	없음	불검출	없음	불검출
31	<sup>144</sup> Ce	없음	불검출	없음	불검출
32	<sup>208</sup> Tl	없음	불검출	없음	불검출
33	<sup>212</sup> Bi	없음	불검출	없음	불검출
34	<sup>212</sup> Pb	없음	불검출	없음	불검출
35	<sup>214</sup> Bi	없음	불검출	없음	불검출
36	<sup>214</sup> Pb	없음	불검출	없음	불검출
37	<sup>226</sup> Ra	없음	불검출	없음	불검출
38	<sup>227</sup> Th	없음	불검출	없음	불검출
39	<sup>228</sup> Ac	없음	불검출	없음	불검출
40	<sup>235</sup> U	없음	불검출	없음	불검출
41	<sup>237</sup> U	없음	불검출	없음	불검출

1. 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	불검출	불검출	없음	불검출	불검출	불검출
2	<sup>40</sup> K	없음	불검출	불검출	없음	불검출	불검출	불검출
3	<sup>51</sup> Cr	1	<0.0429	<0.0566				
4	<sup>54</sup> Mn	0.5	<0.00570	<0.0100				
5	<sup>57</sup> Co	없음	불검출	불검출				
6	<sup>58</sup> Co	0.05	<0.00619	<0.00676				
7	<sup>59</sup> Fe	0.03	<0.0126	<0.108				
8	<sup>60</sup> Co	0.02	<0.00637	<0.00952				
9	<sup>65</sup> Zn	0.05	<0.0124	<0.0152				
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	<0.0113	<0.0118				
14	<sup>95</sup> Nb	0.5	<0.00447	<0.00772				
15	<sup>101</sup> Rh	없음	불검출	불검출				
16	<sup>103</sup> Ru	없음	불검출	불검출	없음	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	<0.00958	<0.0125	없음	<0.752	<0.690	<0.535
22	<sup>133</sup> Xe	없음	불검출	불검출				
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	불검출	불검출				
24	<sup>134</sup> Cs	0.008	<0.00570	<0.00670	없음	<0.498	<0.456	<0.413
25	<sup>137</sup> Cs	0.008	<0.00579	<0.00711	없음	<0.209	<0.413	<0.383
26	<sup>139</sup> Ce	없음	불검출	불검출				
27	<sup>140</sup> Ba	10	<0.0299	<0.0436				
28	<sup>140</sup> La	10	<0.0758	<0.0677				
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	불검출	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				
42	<sup>241</sup> Am	없음			없음	불검출	불검출	불검출

1. 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	불검출	불검출	불검출	
2	<sup>40</sup> K	없음	0.0457±0.00771	불검출	불검출	
3	<sup>51</sup> Cr	0.05	<0.0207	<0.0205	<0.0206	
4	<sup>54</sup> Mn	0.005	<0.00187	<0.00234	<0.00175	
5	<sup>57</sup> Co	없음	불검출	불검출	불검출	
6	<sup>58</sup> Co	0.005	<0.00197	<0.00174	<0.00172	
7	<sup>59</sup> Fe	0.005	<0.00457	<0.00356	<0.00318	
8	<sup>60</sup> Co	0.005	<0.00219	<0.00144	<0.00182	
9	<sup>65</sup> Zn	0.02	<0.00447	<0.00338	<0.00362	
10	<sup>85</sup> Sr	없음	불검출	불검출	불검출	
11	<sup>88</sup> Kr	없음	불검출	불검출	불검출	
12	<sup>88</sup> Y	없음	불검출	불검출	불검출	
13	<sup>95</sup> Zr	0.006	<0.00393	<0.00296	<0.00335	
14	<sup>95</sup> Nb	0.006	<0.00267	<0.00220	<0.00213	
15	<sup>101</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	
16	<sup>103</sup> Ru	없음	불검출	불검출	불검출	
17	<sup>106</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	
18	<sup>109</sup> Cd	없음	불검출	불검출	불검출	
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	불검출	불검출	불검출	
20	<sup>113</sup> Sn	없음	불검출	불검출	불검출	
21	<sup>131</sup> I	0.1	<0.0497	<0.0559	<0.0244	
22	<sup>133</sup> Xe	없음	<불검출	불검출	불검출	
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	<불검출	불검출	불검출	
24	<sup>134</sup> Cs	0.003	<0.00162	<0.00170	<0.00125	
25	<sup>137</sup> Cs	0.003	0.00228±0.000331 (<0.00162)	0.00179±0.00349 (<0.0017 )	<0.00150	
26	<sup>139</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
27	<sup>140</sup> Ba	0.1	<0.0124	<0.0123	<0.0122	
28	<sup>140</sup> La	0.1	<0.606	<0.1970	<0.240	
29	<sup>141</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
30	<sup>143</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
31	<sup>144</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
32	<sup>208</sup> Tl	없음	불검출	불검출	불검출	
33	<sup>212</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	
34	<sup>212</sup> Pb	없음	불검출	불검출	불검출	
35	<sup>214</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	
36	<sup>214</sup> Pb	없음	불검출	불검출	불검출	
37	<sup>226</sup> Ra	없음	불검출	불검출	불검출	
38	<sup>227</sup> Th	없음	불검출	불검출	불검출	
39	<sup>228</sup> Ac	없음	불검출	불검출	불검출	
40	<sup>235</sup> U	없음	불검출	불검출	불검출	
41	<sup>237</sup> U	없음	불검출	불검출	불검출	

1. 칼륨(<sup>40</sup>K)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	불검출	불검출	불검출	
2	<sup>40</sup> K	없음	0.0399±0.00785	불검출	불검출	
3	<sup>51</sup> Cr	0.05	<0.0158	<0.0226	<0.0232	
4	<sup>54</sup> Mn	0.005	<0.00189	<0.00190	<0.00230	
5	<sup>57</sup> Co	없음	불검출	불검출	불검출	
6	<sup>58</sup> Co	0.005	<0.00206	<0.00217	<0.00173	
7	<sup>59</sup> Fe	0.005	<0.00432	<0.00513	<0.00412	
8	<sup>60</sup> Co	0.005	<0.00219	<0.00217	<0.00189	
9	<sup>65</sup> Zn	0.02	<0.00430	<0.00483	<0.00326	
10	<sup>85</sup> Sr	없음	불검출	불검출	불검출	
11	<sup>88</sup> Kr	없음	불검출	불검출	불검출	
12	<sup>88</sup> Y	없음	불검출	불검출	불검출	
13	<sup>95</sup> Zr	0.006	<0.00382	<0.00346	<0.00305	
14	<sup>95</sup> Nb	0.006	<0.00299	<0.00342	<0.00329	
15	<sup>101</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	
16	<sup>103</sup> Ru	없음	불검출	불검출	불검출	
17	<sup>106</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	
18	<sup>109</sup> Cd	없음	불검출	불검출	불검출	
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	불검출	불검출	불검출	
20	<sup>113</sup> Sn	없음	불검출	불검출	불검출	
21	<sup>131</sup> I	0.1	<0.189	<0.0624	<0.0367	
22	<sup>133</sup> Xe	없음	불검출	불검출	불검출	
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	불검출	불검출	불검출	
24	<sup>134</sup> Cs	0.003	<0.00135	<0.00103	<0.00144	
25	<sup>137</sup> Cs	0.003	<0.00165	0.00212±0.00279 (<0.00133)	<0.00203	
26	<sup>139</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
27	<sup>140</sup> Ba	0.1	<0.0127	<0.0166	<0.0180	
28	<sup>140</sup> La	0.1	<0.547	<4.66	<2.07	
29	<sup>141</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
30	<sup>143</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
31	<sup>144</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
32	<sup>208</sup> Tl	없음	불검출	불검출	불검출	
33	<sup>212</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	
34	<sup>212</sup> Pb	없음	불검출	불검출	불검출	
35	<sup>214</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	
36	<sup>214</sup> Pb	없음	불검출	불검출	불검출	
37	<sup>226</sup> Ra	없음	불검출	불검출	불검출	
38	<sup>227</sup> Th	없음	불검출	불검출	불검출	
39	<sup>228</sup> Ac	없음	불검출	불검출	불검출	
40	<sup>235</sup> U	없음	불검출	불검출	불검출	
41	<sup>237</sup> U	없음	불검출	불검출	불검출	

1. <sup>40</sup>K(칼륨)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	고사령 2017-17호 MDA	남해군	사천시	창원시 진해구	고성군	거제시	통영시
1	$^7\text{Be}$	없음	$4.90 \pm 0.969$	$8.68 \pm 0.798$	$7.85 \pm 0.880$	$13.7 \pm 1.00$	$10.0 \pm 1.08$	$10.7 \pm 0.935$
2	$^{40}\text{K}$	없음	$441 \pm 4.61$	$619 \pm 5.14$	$746 \pm 6.34$	$758 \pm 6.19$	$657 \pm 6.22$	$474 \pm 5.30$
3	$^{51}\text{Cr}$	15	<6.35	<4.17	<4.57	<4.82	<5.82	<4.95
4	$^{54}\text{Mn}$	2	<0.714	<0.478	<0.549	<0.597	<0.721	<0.714
5	$^{57}\text{Co}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	$^{58}\text{Co}$	2	<0.498	<0.446	<0.508	<0.517	<0.580	<0.500
7	$^{59}\text{Fe}$	5	<1.02	<1.05	<0.932	<1.25	<1.34	<0.704
8	$^{60}\text{Co}$	2	<0.446	<0.640	<0.595	<0.764	<0.619	<0.622
9	$^{65}\text{Zn}$	5	<1.22	<1.14	<1.36	<1.35	<1.51	<0.100
10	$^{85}\text{Sr}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	$^{88}\text{Kr}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	$^{88}\text{Y}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	$^{95}\text{Zr}$	5	<0.851	<0.876	<0.940	<1.06	<1.14	<0.951
14	$^{95}\text{Nb}$	5	<0.634	<0.552	<0.589	<0.639	<0.728	<0.654
15	$^{101}\text{Rh}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	$^{103}\text{Ru}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	$^{106}\text{Rh}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	$^{109}\text{Cd}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	$^{113}\text{Sn}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	$^{131}\text{I}$	1.5	<1.02	<0.714	<0.733	<0.821	<0.936	<0.808
22	$^{133}\text{Xe}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	$^{133\text{m}}\text{Xe}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	$^{134}\text{Cs}$	5	<0.439	<0.410	<0.471	<0.499	<0.529	<0.407
25	$^{137}\text{Cs}$	5	<0.555	$0.655 \pm 0.0918$ (<0.447)	<0.576	$1.72 \pm 0.132$	$0.961 \pm 0.126$ (<0.613)	$1.20 \pm 0.110$ (<0.502)
26	$^{139}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	$^{140}\text{Ba}$	70	<2.16	<2.05	<2.33	<2.30	<3.03	<2.48
28	$^{140}\text{La}$	70	<6.27	<8.86	<2.42	<7.54	<6.71	<4.53
29	$^{141}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	$^{143}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	$^{144}\text{Ce}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	$^{208}\text{Tl}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	$^{212}\text{Bi}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	$^{212}\text{Pb}$	없음	불검출	불검출	$45,712 \pm 784$	$82,790 \pm 91.9$	불검출	$72,403 \pm 1,213$
35	$^{214}\text{Bi}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	$^{214}\text{Pb}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	$^{226}\text{Ra}$	없음	불검출	$18.7 \pm 2.73$	$19.7 \pm 2.80$	$31.2 \pm 3.51$	불검출	불검출
38	$^{227}\text{Th}$	없음	불검출	불검출	불검출	$4.67 \pm 0.907$	불검출	불검출
39	$^{228}\text{Ac}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40	$^{235}\text{U}$	없음	$6.48 \pm 1.10$	$1.55 \pm 0.181$	불검출	$2.85 \pm 0.234$	불검출	불검출
41	$^{237}\text{U}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

1. 베릴륨( $^7\text{Be}$ ),  $^{40}\text{K}$ (칼륨),  $^{212}\text{Pb}$ (납),  $^{226}\text{Ra}$ (라듐), 토륨( $^{227}\text{Th}$ ),  $^{235}\text{U}$ (우라늄)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

Table 14. 쑥 조사결과(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017 -17호 MDA	남해군	사천시	창원시 진해구	고성군	거제시	통영시	합천군	산청군
1	<sup>7</sup> Be	없음	36.1±0.578	25.0±0.427	42.7±0.613	57.1±0.646	23.3±0.429	12.5±0.337	불검출	불검출
2	<sup>40</sup> K	없음	130±1.59	116±1.17	90.7±1.35	140±1.31	131±1.50	106±1.16	15.6±0.502	13.6±0.446
3	<sup>51</sup> Cr	15	<0.381	<0.241	<0.301	<0.228	<0.214	<0.242	<0.237	<0.206
4	<sup>54</sup> Mn	2	<0.0194	<0.0235	불검출	불검출	불검출	불검출	<0.232	<0.0197
5	<sup>57</sup> Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.0345	<0.0267	<0.0319	<0.0290	<0.0291	<0.0261	<0.0232	<0.0211
7	<sup>59</sup> Fe	5	<0.0749	<0.0586	<0.0536	<0.699	<0.0581	<0.0645	<0.0470	<0.0441
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.0437	<0.0354	<0.0513	<0.384	<0.0553	<0.0368	<0.0272	<0.0236
9	<sup>65</sup> Zn	5	<0.0854	<0.0657	<0.0684	<0.0695	<0.0846	<0.0640	<0.0511	<0.0492
10	<sup>85</sup> Sr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>88</sup> Kr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	<sup>88</sup> Y	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	<sup>95</sup> Zr	5	<0.0589	<0.0467	<0.0626	<0.0504	<0.0639	<0.0492	<0.0418	<0.0405
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.0382	<0.0304	<0.0389	<0.0376	<0.0297	<0.0331	<0.0292	<0.0244
15	<sup>101</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	<sup>103</sup> Ru	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	<sup>109</sup> Cd	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	<sup>113</sup> Sn	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	<sup>131</sup> I	3	<0.0580	<0.0439	<0.0718	<0.0491	<0.0184	<0.0416	<0.0353	<0.0264
22	<sup>133</sup> Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	<sup>134</sup> Cs	5	<0.0295	<0.0244	<0.0311	<0.0179	<0.0229	<0.0180	<0.0182	<0.0220
25	<sup>137</sup> Cs	5	<0.0364	<0.0273	<0.0348	<0.0291	<0.0357	<0.0271	<0.0257	<0.0247
26	<sup>139</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	<0.110	<0.121	<0.174	<0.132	<0.0886	<0.123	<0.109	<0.0880
28	<sup>140</sup> La	70	<0.033	<0.615	<0.390	<0.724	<0.000128	<0.430	<0.283	<0.0750
29	<sup>141</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	<sup>143</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	<sup>144</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	<sup>208</sup> Tl	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	<sup>212</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	<sup>212</sup> Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	1,575±218	359±53.2	3.37±0.325
35	<sup>214</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	<sup>214</sup> Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	<sup>226</sup> Ra	없음	7.93±1.08	불검출	9.39±0.969	불검출	6.65±0.972	불검출	불검출	불검출
38	<sup>227</sup> Th	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39	<sup>228</sup> Ac	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40	<sup>235</sup> U	없음	불검출	0.601±0.0457	불검출	0.673±0.0507	불검출	0.578±0.0477	0.666±0.0460	0.670±0.0454
41	<sup>237</sup> U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

1. <sup>40</sup>K(칼륨), <sup>212</sup>Pb(납), <sup>226</sup>Ra(라듐), <sup>235</sup>U(우라늄) 등은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음

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



Table 15. 토양(쑥 채취지점) 조사결과(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	남해군	사천시	창원시 진해구	고성군	거제시	통영시	합천군	산청군
1	<sup>7</sup> Be	없음	7.50±0.949	불검출	불검출	14.4±1.11	불검출	불검출	불검출	불검출
2	<sup>40</sup> K	없음	446±4.90	669±5.92	616±6.44	550±5.61	437±4.72	535±5.33	503±5.00	827±7.47
3	<sup>51</sup> Cr	15	<4.70	<5.37	<6.22	<3.91	<4.78	<4.01	<4.43	<6.44
4	<sup>54</sup> Mn	2	<0.540	<0.617	<0.719	<0.632	<0.607	<0.600	<0.529	<0.814
5	<sup>57</sup> Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.494	<0.568	<0.598	<0.517	<0.512	<0.504	<0.500	<0.684
7	<sup>59</sup> Fe	5	<1.08	<1.26	<1.92	<1.23	<1.05	<1.18	<1.08	<1.55
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.685	<0.753	<0.596	<0.731	<0.681	<0.716	<0.658	<0.746
9	<sup>65</sup> Zn	5	<1.20	<1.36	<1.65	<1.32	<1.18	<1.30	<1.13	<1.69
10	<sup>85</sup> Sr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	<sup>88</sup> Kr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	<sup>88</sup> Y	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	<sup>95</sup> Zr	5	<0.986	<1.04	<1.22	<1.09	<1.01	<1.07	<1.00	<1.31
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.629	<0.733	<0.830	<0.665	<0.670	<0.657	<0.596	<0.863
15	<sup>101</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	<sup>103</sup> Ru	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	<sup>106</sup> Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	<sup>109</sup> Cd	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	<sup>110m</sup> Ag	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	<sup>113</sup> Sn	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	<sup>131</sup> I	3	<0.714	<0.941	<0.826	<0.794	<0.634	<0.810	<0.748	<1.03
22	<sup>133</sup> Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	<sup>133m</sup> Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	<sup>134</sup> Cs	5	<0.442	<0.541	<0.612	<0.516	<0.503	<0.504	<0.338	<0.576
25	<sup>137</sup> Cs	5	3.84±0.153 (<0.544)	<0.672	<0.743	1.34±0.126 (<0.574)	<0.589	1.19±0.128 (<0.602)	1.25±0.111 (<0.501)	1.30±0.143 (<0.684)
26	<sup>139</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	<2.14	<2.72	<3.17	<2.47	<2.07	<2.43	<2.29	<3.34
28	<sup>140</sup> La	70	<4.79	<13.5	<1.56	<8.08	<2.26	<7.99	<7.61	<4.62
29	<sup>141</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	<sup>143</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	<sup>144</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	<sup>208</sup> Tl	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	<sup>212</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	<sup>212</sup> Pb	없음	14,777 ±164	불검출	112,500 ±1,572	94,712 ±121	1,005 ±9.11	116,540 ±1,223	109,220 ±1,238	98,686 ±1,359
35	<sup>214</sup> Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	<sup>214</sup> Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	<sup>226</sup> Ra	없음	37.0±3.46	39.6±3.59	분석중	29.2±3.37	48.1±3.75	37.8±3.56	31.8±3.18	65.4±4.67
38	<sup>227</sup> Th	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39	<sup>228</sup> Ac	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	9,206±195	불검출	불검출	불검출
40	<sup>235</sup> U	없음	2.39±0.236	2.21±0.246	불검출	2.01±0.227	2.86±0.258	2.57±0.241	2.05±0.218	불검출
41	<sup>237</sup> U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

- <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) 등은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

Table 16. 양산시 토양 조사결과(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	등산로(천성산)			평지 (천성산 주변)
			정상	중턱	기슭	
1	<sup>7</sup> Be	없음	불검출	34.7±3.83	19.4±1.23	불검출
2	<sup>40</sup> K	없음	470±5.11	741±6.17	797±7.14	751±6.12
3	<sup>51</sup> Cr	15	<4.97	<5.92	<6.57	<4.94
4	<sup>54</sup> Mn	2	불검출	불검출	불검출	<0.647
5	<sup>57</sup> Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
6	<sup>58</sup> Co	2	<0.571	<0.573	<0.661	<0.546
7	<sup>59</sup> Fe	5	<1.32	<1.46	<1.32	<1.26
8	<sup>60</sup> Co	2	<0.692	<0.474	<0.507	<0.758
9	<sup>65</sup> Zn	5	<1.21	<1.470	<1.65	<1.37
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	<1.21	<1.08	<1.36	<1.13
14	<sup>95</sup> Nb	5	<0.768	<0.751	<0.874	<0.669
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	<1.37	<1.32	<0.957	<0.761
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	<0.522	<0.502	<0.608	<0.458
25	<sup>137</sup> Cs	5	<0.622	<0.589	<0.780	1.15±0.123 (<0.580)
26	<sup>139</sup> Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
27	<sup>140</sup> Ba	70	<3.55	<3.18	<2.27	<2.33
28	<sup>140</sup> La	70	<9.73	<34.2	<9.61	<5.47
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	불검출	불검출	불검출
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	39.0±3.65	30.9±3.13	불검출	46.9±3.60
38	<sup>227</sup> Th	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
39	<sup>228</sup> Ac	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
40	<sup>235</sup> U	없음	2.37±0.247	불검출	불검출	2.41±0.250
41	<sup>237</sup> U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출

- <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) 등은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

## 6. 7. 최근 3년간 월별 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 분포경향(2021년~)

※ 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)

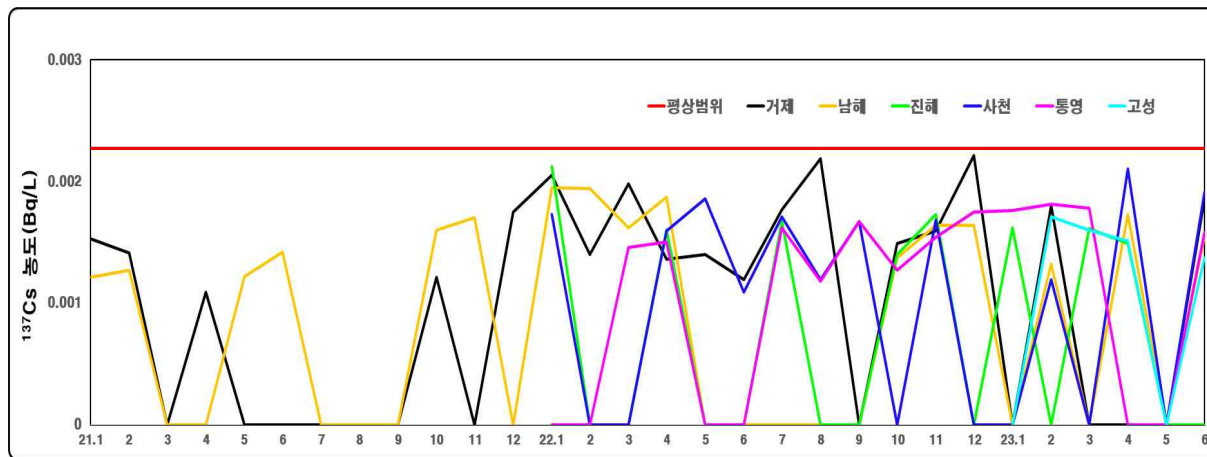


Fig. 1. 최근 3년간 해수의 월별 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 농도

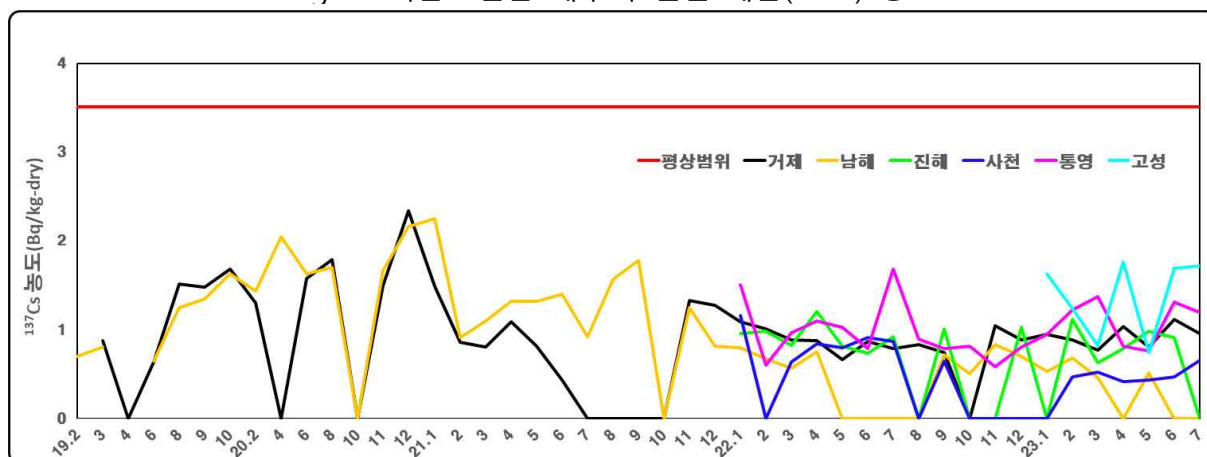


Fig. 2. 최근 3년간 갯벌의 월별 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 농도

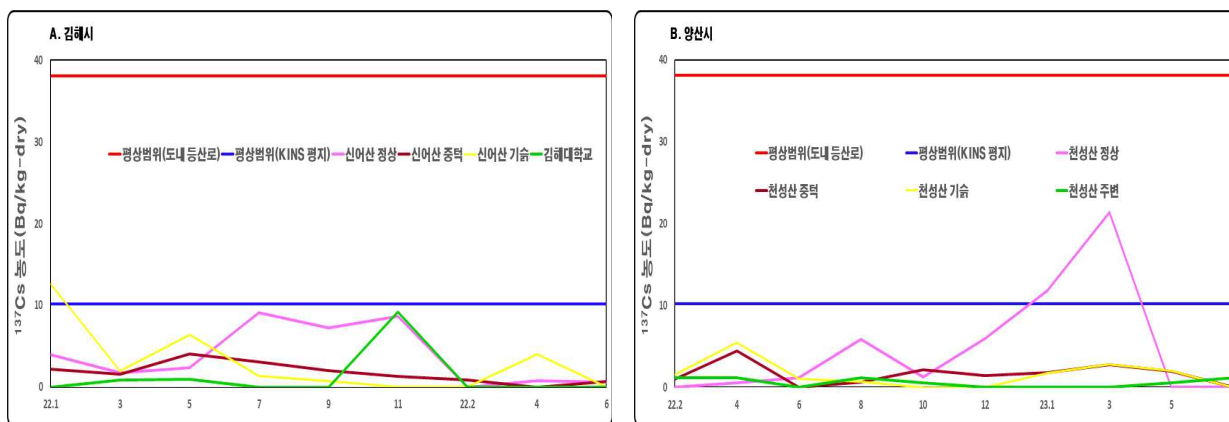


Fig. 3. 최근 2년간 등산로 및 평지 토양의 세슘( $^{137}\text{Cs}$ ) 농도 경향



## 참고 문헌

1. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 16, 30 (2021).
2. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 16, 30 (2020).
3. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 21, 35 (2019).
4. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 16, 30 (2018).
5. 한국원자력안전기술원, 해양환경방사능조사, pp 16, 30 (2017).
6. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 78 (2021).
7. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 72 (2020).
8. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 79 (2019).
9. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 83 (2018).
10. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, pp 88 (2017).
11. WHO, Guidelines for Drinking-water Quality, 4th edition, pp 211 (2017)