

2023년 8월 환경 방사성물질 조사결과



경남보건환경연구원
(위 생 화 학 팀)

2023년 8월 환경 방사성물질 조사결과

- 6종(대기/먹는물/해수/갯벌/지표식물/토양) 32건 시료에 대한 조사결과
 - 해수(0.00158~0.00172 Bq/L)와 갯벌(0.575~1.09 Bq/kg), 토양(0.713~3.61 Bq/kg)에서 ^{137}Cs 검출되었고(정상범위 이내), ^{137}Cs 이외 모든 인공핵종 불검출
 - ※ 전국 해수 ^{137}Cs 정상범위 : 불검출~0.00209 Bq/L(KINS, '18년~'22년 자료)
 - ※ 전국 해저퇴적물 ^{137}Cs 정상범위 : 불검출~3.83 Bq/kg-dry(KINS, '18년~'22년 자료)
 - ※ 전국 토양(평지) ^{137}Cs 정상범위 : 불검출~6.98 Bq/kg-dry(KINS, '18년~'22년 자료)
 - 대기, 먹는물, 지표식물에서는 모든 인공핵종 불검출

1. 조사 기간 : '23. 8. 1. ~ 8. 31.

2. 조사 대상 : 6종 32건

- 대기 1건(빗물1)
- 먹는물 5건(방사선비상계획구역 정수3, 원수2)
- 해수 6건(남해1, 사천1, 진해1, 고성1, 거제1, 통영1)
- 갯벌 6건(남해1, 사천1, 진해1, 고성1, 거제1, 통영1)
- 지표식물 6건(방사선비상계획구역 2, 밀양 1, 창녕 1, 거창 1, 함양 1)
- 토양 8건(김해시 등산로 3 및 평지 1, 지표식물 채취지점 4건*)
 - * 방사선비상계획구역 이외 지역의 지표식물

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구 분	계 획	실 적			진도율 (%)	비 고
		기누계	8월말	누계		
방사성물질조사	320	185	32	217	67.8%	

4. 조사 핵종 및 기준

Table 2. 조사 핵종 및 기준

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

Table 3. 조사 핵종 상세 정보

순서	핵종	핵종명	반감기	비 고	순서	핵종	핵종명	반감기	비고
1	⁷ Be	베릴륨	53.3일	자연(우주방사선)	22	¹³³ Xe	제논	5.24일	인공(핵분열생성물)
2	⁴⁰ K	칼륨	1.3×10 ⁹ 년	자연(비붕괴계열)	23	^{133m} Xe	제논	2.2일	인공(핵분열생성물)
3	⁵¹ Cr	크롬	27.7일	인공(방사화부식생성물)	24	¹³⁴ Cs	세슘	2년	인공(핵분열생성물)
4	⁵⁴ Mn	망간	312.3일	인공(방사화부식생성물)	25	¹³⁷ Cs	세슘	30년	인공(핵분열생성물)
5	⁵⁷ Co	코발트	271.8일	인공(방사화부식생성물)	26	¹³⁹ Ce	세륨	138일	인공(핵분열생성물)
6	⁵⁸ Co	코발트	70.8일	인공(방사화부식생성물)	27	¹⁴⁰ Ba	바륨	12.8일	인공(핵분열생성물)
7	⁵⁹ Fe	철	44.5일	인공(방사화부식생성물)	28	¹⁴⁰ La	란타넘	1.68일	인공(핵분열생성물)
8	⁶⁰ Co	코발트	5.27년	인공(방사화부식생성물)	29	¹⁴¹ Ce	세륨	32.5일	인공(핵분열생성물)
9	⁶⁵ Zn	아연	244.3일	인공(핵분열생성물)	30	¹⁴³ Ce	세륨	1.4일	인공(핵분열생성물)
10	⁸⁵ Sr	스트론튬	64.8일	인공(핵분열생성물)	31	¹⁴⁴ Ce	세륨	285일	인공(핵분열생성물)
11	⁸⁸ Kr	크립톤	2.84시간	인공(핵분열생성물)	32	²⁰⁸ Tl	탈륨	3.1분	자연(²³² Th 딸핵종)
12	⁸⁸ Y	이트륨	106.7일	인공(핵분열생성물)	33	²¹² Pb	납	10.6시간	자연(²³² Th 딸핵종)
13	⁹⁵ Zr	지르코늄	64일	인공(핵분열생성물)	34	²¹² Bi	비스무스	60.6분	자연(²³² Th 딸핵종)
14	⁹⁵ Nb	나이오븀	35일	인공(핵분열생성물)	35	²¹⁴ Bi	비스무스	19.9분	자연(²³⁸ U 딸핵종)
15	¹⁰¹ Rh	로듐	3.3년	인공(핵분열생성물)	36	²¹⁴ Pb	납	26.8분	자연(²³⁸ U 딸핵종)
16	¹⁰³ Ru	루테튬	39.3일	인공(핵분열생성물)	37	²²⁶ Ra	라듐	1,600년	자연(²³⁸ U 딸핵종)
17	¹⁰⁶ Rh	로듐	368.2일	인공(핵분열생성물)	38	²²⁷ Th	토륨	18.7일	자연(²³⁵ U 딸핵종)
18	¹⁰⁹ Cd	카드뮴	462.6일	인공(핵분열생성물)	39	²²⁸ Ac	악티늄	6.2시간	자연(²³² Th 딸핵종)
19	^{110m} Ag	은	250일	인공(핵분열생성물)	40	²³⁵ U	우라늄	7×10 ⁸ 년	자연(어미핵종)
20	¹¹³ Sn	주석	115일	인공(핵분열생성물)	41	²³⁷ U	우라늄	6.8일	자연핵종
21	¹³¹ I	요오드	8일	인공(핵분열생성물)					

5. 조사 내용 및 방법

Table 4. 대기

구 분	8월 빗물
채취 장소	서부청사 별관1층
채취 기간	8. 1. ~ 8. 31.
채취 기구	빗물채집기
채 취 량	30 L
전 처 리	증발농축(20 L → 1 L)
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)
계측 시간	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	8. 2. 18:00	8. 2. 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	8. 4. 10:30 ~ 17:30	8. 8. 10:00 ~ 16:30	8. 16. 9:30 ~ 17:00
채 취 량	70 L		
전 처 리	· 방사성요오드 : 증발·농축(5 L → 1 L) · 세슘(^{134}Cs , ^{137}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	8. 4. 10:30 ~ 17:30	8. 8. 10:00 ~ 16:30	8. 16. 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. 지표식물(솔잎, 쑥)

구 분	지표식물(솔잎, 쑥)
채취 지역	· 솔잎 1건(김해) · 쑥 5건(김해 1, 밀양 1, 창녕 1, 함양 1, 거창 1)
채취 일시	8. 2. ~ 8. 17.
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) · 쑥 채취지점 4건(밀양 1, 창녕 1, 함양 1, 거창 1)
채취 일시	8. 2. ~ 8. 17.
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. 빗물

서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 8월에 수집한 빗물 시료 총 30 L에 대한 조사를 수행한 결과 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs) 등의 주요 인공 방사성물질이 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내·외 원전영향은 없는 것으로 판단됨. 또한 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs) 등의 모든 인공 방사성물질은 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 제시된 최소검출방사능(Minimum Detectable Activity, MDA) 기준치를 만족하였기 때문에 계측결과에 대한 신뢰도에는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 결과는 Table 10에 수록하였음.

자연 방사성물질의 경우 칼륨(^{40}K)과 우라늄(^{235}U)이 각각 0.159 ± 0.0182 Bq/L, 0.0224 ± 0.00166 Bq/L로 검출됨. 칼륨(^{40}K)은 비계열붕괴 핵종으로 지각 방사선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종이고, 우라늄(^{235}U)은 계열붕괴의 어미핵종임

6. 2. 먹는물(원수 및 정수)

2023년 8월에 양산시에서 의뢰한 방사선비상계획구역의 신도시 및 원동 취수장 원수와 신도시, 웅상 및 범어 정수장의 정수에 대해 방사성물질을 조사한 결과 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs) 등 주요 인공핵종이 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내·외 원전영향은 없는 것으로 판단됨. 또한 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}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}K)과 우라늄(^{235}U) 각각 $0.527 \sim 0.547$ Bq/L, $0.0319 \sim 0.0354$ Bq/L로 검출됨.

6. 3. 해수

2023년 8월에 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}Cs) 이외 모든 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)은 2건(33.3%)에서 $0.00158 \sim 0.00172$ Bq/L로 검출됨. 검출된 세슘(^{137}Cs)은 한국원자력안전기술원에서 최근 5년간(2018년~2022년) 전국 표층해수를 분석한 후 제시한 평상범위(불검출~ 0.00209 Bq/L)¹⁻⁵⁾ 이내로 나타남. 해수에서 검출된 세슘

(^{137}Cs)의 최근 3년간 분포경향을 Figure 1에 수록함. 세슘(^{137}Cs)이 검출되었지만 환경에서 세슘(^{137}Cs)과 거동의 유사한 세슘(^{134}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}K)은 3건(50.0%)에서 0.185~0.196 Bq/L로, 라듐(^{226}Ra)은 2건(33.3%)에서 0.0738~0.0839 Bq/L로 각각 검출됨. 라듐(^{226}Ra)은 우라늄(^{238}U)의 계열붕괴에 의해 생성되는 핵종으로 라돈(^{222}Rn)의 어미핵종임

6. 4. 갯벌

2023년 8월에 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}Cs) 이외 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)이 5건(83.3%)에서 0.575~1.09 Bq/kg-dry로 검출되었으며, 최근 3년간의 세슘(^{137}Cs) 경향을 Figure 2에 수록함. 검출된 세슘(^{137}Cs)은 한국원자력안전기술원에서 최근 5년간(2018년~2021년) 전국 해저퇴적물을 분석한 후 제시한 정상범위(불검출~3.83 Bq/kg-dry)¹⁻⁵⁾ 이내로 나타남. 세슘(^{137}Cs)이 갯벌에서 검출되었지만 환경에서 세슘(^{137}Cs)과 거동이 유사한 세슘(^{134}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(^7Be)은 5건(83.3%)에서 5.00~21.4 Bq/kg-dry, 칼륨(^{40}K)은 모든 시료에서 416~897 Bq/kg-dry, 납(^{212}Pb)은 4건(66.7%)에서 127~73,779 Bq/kg-dry, 라듐(^{226}Ra)은 3건(50.0%)에서 25.1~63.7 Bq/kg-dry, 악티늄(^{228}Ac)과 우라늄(^{235}U)은 4건(66.7%)에서 각각 25.2~16,636 Bq/kg-dry, 1.98~2.86 Bq/kg-dry로 검출됨. 베릴륨(^7Be)과 칼륨(^{40}K)은 비계열붕괴 핵종으로 각각 우주선과 지각 방사선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종이고, 납(^{212}Pb)과 라듐(^{226}Ra) 등은 우라늄(^{238}U)과 토륨(^{232}Th)으로부터 계열 붕괴하는 핵종으로 지각에서 많이 검출됨

6. 5. 지표식물(솔잎, 쭉)

쭉과 솔잎은 각각 일년생과 다년생 식물로 방사성물질의 확산경향을 파악하기 위한 것임. 지표식물은 뿌리와 잎을 물을 흡수하고, 광합성을 하기 때문에 토양과 공기 중에 방사성물질이 존재할 경우 쭉과 솔잎에도 방사성물질이 존재할 수 있음. 2023년 8월에 김해시의 신어산 정상에서 솔잎과 쭉 각 1건을 채취하였고, 창녕군과 밀양시 등 4개 시·군에서 각 1건의 쭉을 채취함. 채취한 총 6건의 지표식물을 조사한 결과 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs) 등의 모든 인공 방사성물질은 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내·외 원전영향은 없는 것으로 판단함. 또한 모든 인공핵종은 원자력안전위원회고시 제2017-17호 명시된 최소검출 방사능 요건을 만족하여 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도는 확보한 것으로 판단하였고, 상세한 분석결과는 Table 14에 수록하였음.

자연핵종의 경우 베릴륨(^7Be)과 칼륨(^{40}K)은 모든 시료에서 각각 8.44~27.2 Bq/kg-fresh와 45.0~132 Bq/kg-fresh로, 우라늄(^{235}U)은 1건(16.7%)에서 0.624 ± 0.0475 Bq/kg-fresh로 검출됨. 베릴륨(^7Be)과 칼륨(^{40}K)은 계열붕괴를 하지 않는 핵종으로 베릴륨(^7Be)은 우주선 영향을 파악하기 위한 것이고, 칼륨(^{40}K)은 지각 방사선영향을 파악하기 위한 것임. 검출된 베릴륨(^7Be)은 광합성 작용에 의해 공기에 존재하는 베릴륨이 지표식물에 유입된 것으로 판단되고, 칼륨(^{40}K)과 우라늄(^{235}U)은 토양 중에 존재하는 방사성물질이 뿌리를 통해 유입된 것으로 판단됨.

6. 6. 토양

2023년 8월에 김해시에 위치한 천성산 정상과 중턱, 기슭에서 각 1건씩 등산로 토양을 채취하였고, 김해대학교 주변에서 평지 토양 1건을 채취함. 또한 쭉 채취지 점과 동일한 지점에서 평지 토양 4건을 채취함. 등산로와 평지로 구분하여 토양을 채취한 사유는 고도에 의한 영향을 파악하기 위한 것임. 채취한 총 8건의 토양에 대한 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 조사한 결과 세슘(^{137}Cs) 이외 인공 방사성물질은 모든 시료에서 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)은 5건(62.5%)에서 0.713~3.61 Bq/kg-dry로 검출됨. 검출된 세슘(^{137}Cs) 농도는 한국원자력안전기술원에서 최근 5년간(2018년~2022년) 전국 토양을 분석한 후 제시한 정상범위(불검출~6.98 Bq/kg-dry)⁶⁻¹⁰⁾ 이내로 나타남. 토양에서 세슘(^{137}Cs)은 검출되었지만 환경에서 세슘(^{137}Cs)과 거동특성이 유사한 세슘(^{134}Cs)이 검출되지 않아 과거 핵 실험에 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}Cs) 경향을 Figure 2에 수록함.

자연핵종의 경우 칼륨(^{40}K)은 모든 시료에서 77.5~1,069 Bq/kg-dry, 납(^{212}Pb)은 7건(87.5%)에서 708~212,460 Bq/kg-dry, 라듐(^{226}Ra)은 4건(50.0%)에서 27.8~113Bq/kg-dry, 토륨(^{227}Th)은 1건(12.5%)에서 4.98 ± 0.981 Bq/kg-dry, 악티늄(^{228}Ac)은 6건(75.0%)에서 58.4~97,001 Bq/kg-dry, 우라늄(^{235}U)은 3건(37.5%)에서 2.58~4.25 Bq/kg-dry로 각각 검출됨. 칼륨(^{40}K)은 비계열붕괴 핵종으로 지각 방사선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종이고, 납(^{212}Pb)과 라듐(^{226}Ra) 등은 우라늄(^{238}U)과 토륨(^{232}Th)으로부터 계열붕괴하는 핵종으로 지각에서 많이 검출됨. 우라늄(^{235}U)은 계열붕괴 어미핵종으로 자연에 약 0.7 % 존재함.

Table 10. 빗물 조사결과

순서	분석 핵종	고시2017-17호 MDA	8월 빗물(Bq/L)	비고
1	⁷ Be	없음	불검출	
2	⁴⁰ K	없음	0.159±0.0182	
3	⁵¹ Cr	1	<0.0361	
4	⁵⁴ Mn	0.5	<0.00418	
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	
6	⁵⁸ Co	0.05	<0.00407	
7	⁵⁹ Fe	0.03	<0.00817	
8	⁶⁰ Co	0.02	<0.00459	
9	⁶⁵ Zn	0.05	<0.00913	
10	⁸⁵ Sr	없음	불검출	
11	⁸⁸ Kr	없음	불검출	
12	⁸⁸ Y	없음	불검출	
13	⁹⁵ Zr	0.5	<0.00733	
14	⁹⁵ Nb	0.5	<0.00457	
15	¹⁰¹ Rh	없음	불검출	
16	¹⁰³ Ru	없음	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	없음	불검출	
18	¹⁰⁹ Cd	없음	불검출	
19	^{110m} Ag	없음	불검출	
20	¹¹³ Sn	없음	불검출	
21	¹³¹ I	0.1	<0.00596	
22	¹³³ Xe	없음	불검출	
23	^{133m} Xe	없음	불검출	
24	¹³⁴ Cs	0.008	<0.00312	
25	¹³⁷ Cs	0.008	<0.00457	
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	10	<0.0192	
28	¹⁴⁰ La	10	<0.0492	
29	¹⁴¹ Ce	없음	불검출	
30	¹⁴³ Ce	없음	불검출	
31	¹⁴⁴ Ce	없음	불검출	
32	²⁰⁸ Tl	없음	불검출	
33	²¹² Bi	없음	불검출	
34	²¹² Pb	없음	불검출	
35	²¹⁴ Bi	없음	불검출	
36	²¹⁴ Pb	없음	불검출	
37	²²⁶ Ra	없음	불검출	
38	²²⁷ Th	없음	불검출	
39	²²⁸ Ac	없음	불검출	
40	²³⁵ U	없음	0.0224±0.00166	
41	²³⁷ U	없음	불검출	

1. ⁴⁰K(칼륨), ²³⁵U(우라늄)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	원수			정수			
		고시2017-17호 MDA	신도시취수장	원동취수장	MDA	신도시정수장	범어정수장	응상정수장
1	⁷ Be	없음	불검출	불검출	없음	불검출	불검출	불검출
2	⁴⁰ K	없음	0.527±0.0223	0.547±0.0224	없음	불검출	불검출	7.42±1.32
3	⁵¹ Cr	1	<0.0568	<0.0425				
4	⁵⁴ Mn	0.5	<0.00614	<0.00593				
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출				
6	⁵⁸ Co	0.05	<0.00594	<0.0592				
7	⁵⁹ Fe	0.03	<0.0115	<0.0124				
8	⁶⁰ Co	0.02	<0.00668	<0.00653				
9	⁶⁵ Zn	0.05	<0.0129	<0.0127				
10	⁸⁵ Sr	없음	불검출	불검출				
11	⁸⁸ Kr	없음	불검출	불검출				
12	⁸⁸ Y	없음	불검출	불검출				
13	⁹⁵ Zr	0.5	<0.0106	<0.0109				
14	⁹⁵ Nb	0.5	<0.00908	<0.00410				
15	¹⁰¹ Rh	없음	불검출	불검출				
16	¹⁰³ Ru	없음	불검출	불검출	없음	불검출	불검출	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	없음	불검출	불검출				
18	¹⁰⁹ Cd	없음	불검출	불검출				
19	^{110m} Ag	없음	불검출	불검출				
20	¹¹³ Sn	없음	불검출	불검출				
21	¹³¹ I	0.1	<0.00948	<0.0104	없음	<0.384	<0.733	<0.573
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출				
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출				
24	¹³⁴ Cs	0.008	<0.00564	<0.00569	없음	<0.339	<0.438	<0.402
25	¹³⁷ Cs	0.008	<0.00611	<0.00620	없음	<0.288	<0.337	<0.437
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	<불검출				
27	¹⁴⁰ Ba	10	<0.0278	<0.0276				
28	¹⁴⁰ La	10	<0.114	<0.169				
29	¹⁴¹ Ce	없음	불검출	불검출				
30	¹⁴³ Ce	없음	불검출	불검출				
31	¹⁴⁴ Ce	없음	불검출	불검출				
32	²⁰⁸ Tl	없음	불검출	불검출				
33	²¹² Bi	없음	불검출	불검출				
34	²¹² Pb	없음	불검출	불검출				
35	²¹⁴ Bi	없음	불검출	불검출				
36	²¹⁴ Pb	없음	불검출	불검출				
37	²²⁶ Ra	없음	불검출	불검출				
38	²²⁷ Th	없음	불검출	불검출				
39	²²⁸ Ac	없음	불검출	불검출				
40	²³⁵ U	없음	0.0354±0.00233	0.0319±0.00235				
41	²³⁷ U	없음	불검출	불검출				
42	²⁴¹ Am	없음			없음	불검출	불검출	불검출

1. ⁴⁰K(칼륨), ²³⁵U(우라늄)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. 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	⁷ Be	없음	불검출	불검출	불검출	
2	⁴⁰ K	없음	0.196±0.00715	불검출	0.185±0.0113	
3	⁵¹ Cr	0.05	<0.0148	<0.0204	<0.0204	
4	⁵⁴ Mn	0.005	<0.00173	<0.00196	<0.00143	
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	0.005	<0.00146	<0.00217	<0.00186	
7	⁵⁹ Fe	0.005	<0.00381	<0.00532	<0.00328	
8	⁶⁰ Co	0.005	<0.00234	<0.00220	<0.00700	
9	⁶⁵ Zn	0.02	<0.00344	<0.00488	<0.00390	
10	⁸⁵ Sr	없음	불검출	불검출	불검출	
11	⁸⁸ Kr	없음	불검출	불검출	불검출	
12	⁸⁸ Y	없음	불검출	불검출	불검출	
13	⁹⁵ Zr	0.006	<0.00298	<0.00433	<0.00286	
14	⁹⁵ Nb	0.006	<0.00286	<0.00339	<0.00196	
15	¹⁰¹ Rh	없음	불검출	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	없음	불검출	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	없음	불검출	불검출	불검출	
18	¹⁰⁹ Cd	없음	불검출	불검출	불검출	
19	^{110m} Ag	없음	불검출	불검출	불검출	
20	¹¹³ Sn	없음	불검출	불검출	불검출	
21	¹³¹ I	0.1	<0.0284	<0.0759	<0.0451	
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	0.003	<0.00119	<0.00127	<0.00160	
25	¹³⁷ Cs	0.003	0.00172±0.000271 (<0.00134)	<0.00193	<0.00177	
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	<0.00868	<0.0200	<0.0110	
28	¹⁴⁰ La	0.1	<0.0105	<0.164	<0.0104	
29	¹⁴¹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
30	¹⁴³ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
31	¹⁴⁴ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
32	²⁰⁸ Tl	없음	불검출	불검출	불검출	
33	²¹² Bi	없음	불검출	불검출	불검출	
34	²¹² Pb	없음	불검출	불검출	불검출	
35	²¹⁴ Bi	없음	불검출	불검출	불검출	
36	²¹⁴ Pb	없음	불검출	불검출	불검출	
37	²²⁶ Ra	없음	불검출	불검출	0.0839±0.00853	
38	²²⁷ Th	없음	불검출	불검출	불검출	
39	²²⁸ Ac	없음	불검출	불검출	불검출	
40	²³⁵ U	없음	불검출	불검출	불검출	
41	²³⁷ U	없음	불검출	불검출	불검출	

1. ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(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	⁷ Be	없음	불검출	불검출	불검출	
2	⁴⁰ K	없음	불검출	0.188±0.00820	불검출	
3	⁵¹ Cr	0.05	<0.0162	<0.0185	<0.0138	
4	⁵⁴ Mn	0.005	<0.00217	<0.00189	<0.00198	
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	0.005	<0.00203	<0.00165	<0.00194	
7	⁵⁹ Fe	0.005	<0.00451	<0.00400	<0.00407	
8	⁶⁰ Co	0.005	<0.00239	<0.00173	<0.00218	
9	⁶⁵ Zn	0.02	<0.00508	<0.00369	<0.00489	
10	⁸⁵ Sr	없음	불검출	불검출	불검출	
11	⁸⁸ Kr	없음	불검출	불검출	불검출	
12	⁸⁸ Y	없음	불검출	불검출	불검출	
13	⁹⁵ Zr	0.006	<0.00391	<0.00379	<0.00304	
14	⁹⁵ Nb	0.006	<0.00284	<0.00189	<0.00253	
15	¹⁰¹ Rh	없음	불검출	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	없음	불검출	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	없음	불검출	불검출	불검출	
18	¹⁰⁹ Cd	없음	불검출	불검출	불검출	
19	^{110m} Ag	없음	불검출	불검출	불검출	
20	¹¹³ Sn	없음	불검출	불검출	불검출	
21	¹³¹ I	0.1	<0.0298	<0.0658	<0.0368	
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	0.003	<0.00103	<0.00139	<0.00135	
25	¹³⁷ Cs	0.003	<0.00154	0.00158±0.000269 (<0.00134)	<0.00175	
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	<0.00958	<0.00867	<0.00856	
28	¹⁴⁰ La	0.1	<0.0350	<0.0153	<0.0322	
29	¹⁴¹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
30	¹⁴³ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
31	¹⁴⁴ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
32	²⁰⁸ Tl	없음	불검출	불검출	불검출	
33	²¹² Bi	없음	불검출	불검출	불검출	
34	²¹² Pb	없음	불검출	불검출	불검출	
35	²¹⁴ Bi	없음	불검출	불검출	불검출	
36	²¹⁴ Pb	없음	불검출	불검출	불검출	
37	²²⁶ Ra	없음	불검출	0.0738±0.00796	불검출	
38	²²⁷ Th	없음	불검출	불검출	불검출	
39	²²⁸ Ac	없음	불검출	불검출	불검출	
40	²³⁵ U	없음	불검출	불검출	불검출	
41	²³⁷ U	없음	불검출	불검출	불검출	

1. ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐)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	남해군	사천시	창원시 진해구	고성군	거제시	통영시
1	^7Be	없음	불검출	8.13 ± 0.736	21.4 ± 1.35	11.5 ± 0.886	5.00 ± 0.978	7.82 ± 0.824
2	^{40}K	없음	510 ± 5.40	416 ± 6.35	709 ± 7.14	219 ± 6.96	897 ± 6.86	674 ± 5.50
3	^{51}Cr	15	<5.49	<2.98	<6.17	<4.07	<5.02	<3.64
4	^{54}Mn	2	<0.516	<0.439	<1.00	<0.559	<0.561	<0.486
5	^{57}Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	^{58}Co	2	<0.533	<0.426	<0.601	<0.491	<0.575	<0.461
7	^{59}Fe	5	<1.18	<1.04	<1.26	<1.15	<1.34	<1.10
8	^{60}Co	2	<0.195	<0.623	<0.739	<0.705	<0.839	<0.675
9	^{65}Zn	5	<1.03	<1.14	<1.72	<1.27	<1.48	<1.18
10	^{85}Sr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	^{88}Kr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	^{88}Y	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	^{95}Zr	5	<0.393	<0.705	<1.57	<0.945	<1.08	<0.930
14	^{95}Nb	5	<0.680	<0.478	<0.893	<0.583	<0.670	<0.577
15	^{101}Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	^{103}Ru	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	^{106}Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	^{109}Cd	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	^{113}Sn	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	^{131}I	1.5	<0.511	<0.509	<1.83	<0.546	<0.736	<0.689
22	^{133}Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	$^{133\text{m}}\text{Xe}$	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	^{134}Cs	5	<0.384	<0.377	<0.541	<0.444	<0.538	<0.339
25	^{137}Cs	5	0.575 ± 0.107 (<0.543)	<0.483	1.09 ± 0.137 (<0.665)	0.830 ± 0.121 (<0.595)	0.813 ± 0.119 (<0.585)	0.701 ± 0.0979 (<0.474)
26	^{139}Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	^{140}Ba	70	<2.83	<1.65	<3.53	<1.82	<2.31	<2.16
28	^{140}La	70	<2.46	<2.46	<8.56	<1.99	<4.08	<6.69
29	^{141}Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	^{143}Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	^{144}Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	^{208}Tl	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	^{212}Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	^{212}Pb	없음	불검출	270 ± 32.6	불검출	127 ± 8.95	$5,429 \pm 70.5$	$73,779 \pm 95.2$
35	^{214}Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	^{214}Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	^{226}Ra	없음	불검출	불검출	63.7 ± 7.21	불검출	33.4 ± 3.57	25.1 ± 2.93
38	^{227}Th	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39	^{228}Ac	없음	25.2 ± 0.763	$16,636 \pm 175$	29.7 ± 0.904	$1,394 \pm 145$	불검출	불검출
40	^{235}U	없음	불검출	2.11 ± 0.163	불검출	2.86 ± 0.200	2.65 ± 0.242	1.98 ± 0.197
41	^{237}U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

1. 베릴륨(^7Be), ^{40}K (칼륨), ^{212}Pb (납), ^{226}Ra (라듐), 악티늄(^{228}Ac), ^{235}U (우라늄)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	쭉				
			김해시	김해시	밀양시	창녕군	거창군	함양군
1	⁷ Be	없음	13.3±0.444	27.2±0.818	11.9±0.407	20.4±0.400	18.1±1.38	8.44±0.294
2	⁴⁰ K	없음	124±1.52	132±1.45	127±1.56	45.0±1.28	116±1.34	100±1.42
3	⁵¹ Cr	15	<0.648	<0.366	<0.372	<0.193	<0.281	<0.238
4	⁵⁴ Mn	2	<0.0434	<0.0403	<0.332	<0.0251	<0.0308	<0.0273
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	2	<0.0384	<0.0269	<0.0265	<0.0271	<0.0356	<0.0281
7	⁵⁹ Fe	5	<0.110	<0.0739	<0.0611	<0.0588	<0.0695	<0.0663
8	⁶⁰ Co	2	<0.0592	<0.0464	<0.0477	<0.0351	<0.0485	<0.0384
9	⁶⁵ Zn	5	<0.108	<0.0748	<0.0773	<0.0634	<0.0634	<0.0714
10	⁸⁵ Sr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	⁸⁸ Kr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
12	⁸⁸ Y	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	⁹⁵ Zr	5	<0.0753	<0.0742	<0.0613	<0.0472	<0.0585	<0.0458
14	⁹⁵ Nb	5	<0.0664	<0.0382	<0.0417	<0.0295	<0.0355	<0.0370
15	¹⁰¹ Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	¹⁰³ Ru	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	¹⁰⁹ Cd	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	^{110m} Ag	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	¹¹³ Sn	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	¹³¹ I	3	<0.2020	<0.0590	<0.0688	<0.0417	<0.0516	<0.0388
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	5	<0.0439	<0.0316	<0.0330	<0.0248	<0.0289	<0.0254
25	¹³⁷ Cs	5	<0.0495	<0.0340	<0.0372	<0.0275	<0.0372	<0.0282
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	70	<0.366	<0.151	<0.117	<0.114	<0.123	<0.118
28	¹⁴⁰ La	70	<10.9	<0.159	<0.386	<0.412	<0.159	<0.306
29	¹⁴¹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	¹⁴³ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
31	¹⁴⁴ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
32	²⁰⁸ Tl	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
33	²¹² Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
34	²¹² Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
35	²¹⁴ Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	²¹⁴ Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	²²⁶ Ra	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
38	²²⁷ Th	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39	²²⁸ Ac	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
40	²³⁵ U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.624±0.0475
41	²³⁷ U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

1. ⁴⁰K(칼륨), ²¹²Pb(납), ²³⁵U(우라늄) 등은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음

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

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

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	밀양시	창녕군	거창군	함양군
1	⁷ Be	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
2	⁴⁰ K	없음	356±7.12	966±7.74	998±7.85	482±7.30
3	⁵¹ Cr	15	<4.40	<7.32	<6.09	<4.58
4	⁵⁴ Mn	2	<0.636	<0.714	<0.752	<0.612
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	2	<0.516	<0.795	<0.669	<0.540
7	⁵⁹ Fe	5	<1.23	<1.67	<1.45	<1.27
8	⁶⁰ Co	2	<0.752	<0.515	<0.611	<0.780
9	⁶⁵ Zn	5	<1.38	<1.93	<1.58	<1.40
10	⁸⁵ Sr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
11	⁸⁸ Kr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
12	⁸⁸ Y	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
13	⁹⁵ Zr	5	<1.12	<1.35	<1.250	<1.03
14	⁹⁵ Nb	5	<0.680	<0.971	<0.369	<0.628
15	¹⁰¹ Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
16	¹⁰³ Ru	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
18	¹⁰⁹ Cd	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
19	^{110m} Ag	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
20	¹¹³ Sn	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
21	¹³¹ I	3	<0.710	<1.07	<1.22	<0.705
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	5	<0.464	<0.742	<0.632	<0.504
25	¹³⁷ Cs	5	0.901±0.138 (<0.682)	<0.881	0.844±0.140 (<0.697)	0.875±0.114 (<0.551)
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	70	<2.30	<2.50	<3.99	<2.27
28	¹⁴⁰ La	70	<3.81	<2.33	<1.07	<5.14
29	¹⁴¹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
30	¹⁴³ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
31	¹⁴⁴ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
32	²⁰⁸ Tl	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
33	²¹² Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
34	²¹² Pb	없음	1,635±80.6	708±60.4	42,390±417	4,799±271
35	²¹⁴ Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
36	²¹⁴ Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
37	²²⁶ Ra	없음	27.8±3.78	113±12.1	55.5±8.24	불검출
38	²²⁷ Th	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
39	²²⁸ Ac	없음	97,001±5,490	81.6±2.00	58.4±1.34	불검출
40	²³⁵ U	없음	4.25±0.247	불검출	불검출	2.58±0.214
41	²³⁷ U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출

1. ⁴⁰K(칼륨), ²¹²Pb(납), ²²⁶Ra(라듐), ²²⁸Ac(악티늄), ²³⁵U(우라늄) 등은 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	⁷ Be	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
2	⁴⁰ K	없음	77.5±3.17	1,069±8.15	828±6.27	961±7.99
3	⁵¹ Cr	15	<5.90	<7.20	<5.27	<7.62
4	⁵⁴ Mn	2	<0.629	<0.697	<0.640	<0.766
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	2	<0.467	<0.669	<0.573	<0.838
7	⁵⁹ Fe	5	<0.654	<1.45	<1.27	<1.65
8	⁶⁰ Co	2	<0.181	<0.772	<0.774	<0.697
9	⁶⁵ Zn	5	<1.06	<1.68	<1.37	<1.75
10	⁸⁵ Sr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
11	⁸⁸ Kr	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
12	⁸⁸ Y	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
13	⁹⁵ Zr	5	<1.19	<1.36	<1.19	<1.35
14	⁹⁵ Nb	5	<0.744	<0.960	<0.686	<1.03
15	¹⁰¹ Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
16	¹⁰³ Ru	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
18	¹⁰⁹ Cd	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
19	^{110m} Ag	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
20	¹¹³ Sn	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
21	¹³¹ I	3	<0.947	<0.837	<0.829	<1.77
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	5	<0.538	<0.716	<0.444	<0.610
25	¹³⁷ Cs	5	0.713±0.123 (0.617)	<0.807	3.61±0.155 (<0.599)	<0.925
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	70	<2.24	<3.60	<2.59	<4.89
28	¹⁴⁰ La	70	<3.85	<5.70	<8.04	<25.1
29	¹⁴¹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
30	¹⁴³ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
31	¹⁴⁴ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
32	²⁰⁸ Tl	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
33	²¹² Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
34	²¹² Pb	없음	138,840±1,225	212,460±1,921	86,352±938	불검출
35	²¹⁴ Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
36	²¹⁴ Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
37	²²⁶ Ra	없음	불검출	불검출	46.6±3.65	불검출
38	²²⁷ Th	없음	불검출	불검출	4.98±0.981	불검출
39	²²⁸ Ac	없음	64.2±0.975	72.4±1.55	불검출	95.3±2.03
40	²³⁵ U	없음	불검출	불검출	2.61±0.252	불검출
41	²³⁷ U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출

1. ⁴⁰K(칼륨), ²¹²Pb(납), ²²⁶Ra(라듐), ²²⁷Th(토륨), 악티늄(²²⁸Ac) ²³⁵U(우라늄) 등은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

6. 7. 최근 3년간 월별 세슘(^{137}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)

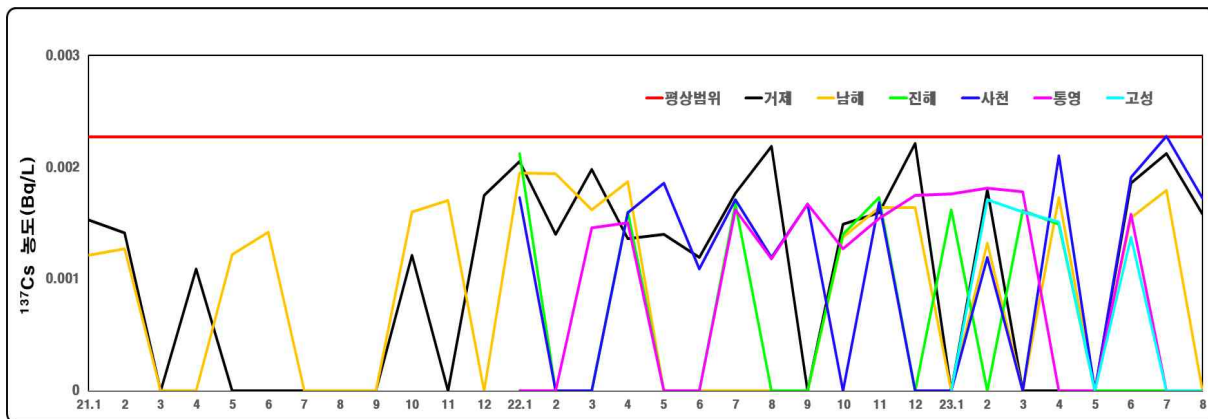


Fig. 1. 최근 3년간 해수의 월별 세슘(^{137}Cs) 농도

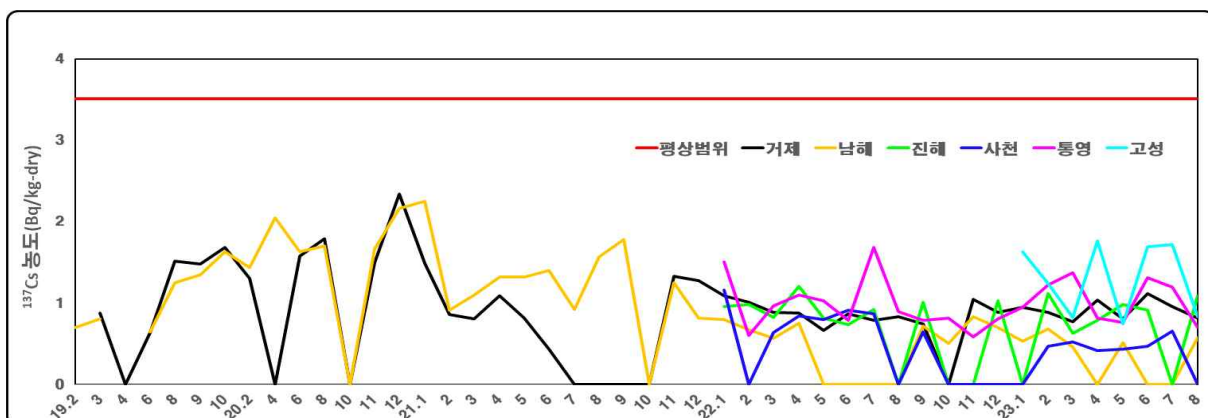


Fig. 2. 최근 3년간 갯벌의 월별 세슘(^{137}Cs) 농도

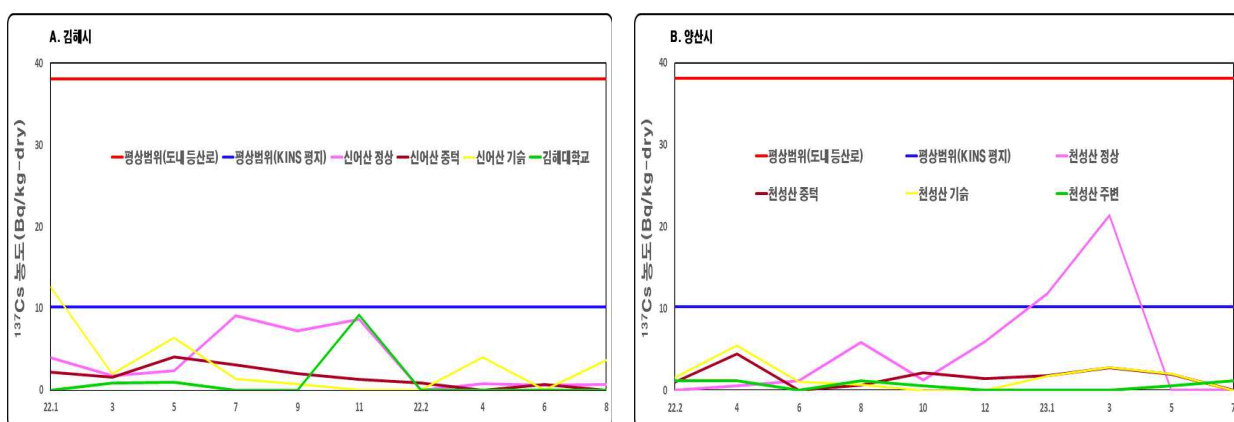


Fig. 3. 최근 2년간 등산로 및 평지 토양의 세슘(^{137}Cs) 농도 경향

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)