

2024년 1월 환경 방사성물질 조사결과



경남보건환경연구원
(위 생 화 학 팀)

2024년 1월 환경 방사성물질 조사결과

- 5종(대기/먹는물/해수/갯벌/토양) 24건 시료에 대한 방사성물질 조사 결과
 - 해수(<0.00119~0.00219 Bq/L)와 갯벌(0.423~1.26 Bq/kg), 토양(<0.586~3.19 Bq/kg)에서 ^{137}Cs 이 검출되었으나 정상범위 이내, ^{137}Cs 이외 모든 인공핵종 불검출
 - ※ 전국 해수 ^{137}Cs 정상범위: 불검출 ~ 0.00226 Bq/L (KINS, '18년~'22년 자료)
 - ※ 전국 해저퇴적물 ^{137}Cs 정상범위: 불검출~3.83 Bq/kg-dry (KINS, '18년~'22년 자료)
 - ※ 전국 토양(평지) 정상범위: 불검출~ 6.98 Bq/kg-dry (KINS, '18년~'22년 자료)
 - 대기, 먹는물에서는 모든 인공핵종 불검출

1. 조사 기간 : '24. 1. 1. ~ '24. 1. 31.

2. 조사 대상 : 5종 24건

- 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)
- 토양 4건(양산 등산로 3 및 평지 1)

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구 분	계 획	실 적			진도율 (%)	비 고
		기누계	1월말	누계		
방사성물질조사	320	0	24	24	7.5%	

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(비 붕괴계 열)	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	공기		1월 빗물
	1월 초중순	1월 중하순	
채취 장소	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층
채취 기간	1. 1. ~ 1. 15.	1. 15. ~ 1. 31.	1. 1. ~ 1. 31.
채취 기구	공기포집기	공기포집기	빗물채집기
채 취 량	1,944 m ³	2,074 m ³	30 L
전 처 리	없음	없음	증발농축(11 L → 1 L)
계측 장비	감마핵종분석기(HPGe: High Purity Germanium Detector)		
계측 시간	빗물(8만초)		빗물(8만초)

Table 5. 먹는물

구 분	원 수	정 수
재취 지역	양산시	양산시
채취 장소	신도시 및 원동 취수장	신도시, 범어 및 웅상 정수장
의뢰 일시	1. 5. 18:00	1. 5. 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	1. 4. 9:30 ~ 17:30	1. 9. 9:30 ~ 17:30	1. 11. 9:30 ~ 17:30
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	남해군, 사천시	창원시 진해구, 고성군	거제시, 통영시
채취 일시	1. 4. 9:30 ~ 17:30	1. 9. 9:30 ~ 17:30	1. 11. 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. 토양(방사선비상계획구역 및 쏙 채취지점)

구 분	토양
채취 지역	방사선비상계획구역 4건(양산시 등산로 3, 평지 1)
채취 일시	1. 17. 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

1). 공기

2024년 1월에 서부청사 별관 1층에 설치한 ‘저용적 공기포집기’를 이용하여 2회에 걸쳐 각각 1,944 m³과 2,074 m³의 공기 시료를 포집함. 포집한 공기에 대한 방사성물질을 조사한 결과 방사성요오드(¹³¹I), 세슘(¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs) 등의 모든 인공 방사성물질은 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내·외 원전영향은 없는 것으로 판단됨.

또한 방사성요오드(¹³¹I), 세슘(¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs) 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 9에 수록함.

자연핵종의 경우 베릴륨(⁷Be), 칼륨(⁴⁰K), 납(²¹²Pb), 우라늄(²³⁵U) 등이 1건에서 0.00202±0.0000693 Bq/m³로, 0.00279±0.000115 Bq/m³로, 0.00635±0.000415 Bq/m³로, 0.000125±0.00000918 Bq/m³로 각각 검출됨. 베릴륨(⁷Be)과 칼륨(⁴⁰K)은 비계열붕괴 핵종으로 우주선과 지각방사선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종으로, 납(²¹²Pb)은 토륨(²³²Th)으로부터 계열 붕괴하는 핵종으로 지각에서 많이 검출됨. 우라늄(²³⁵U)은 계열붕괴의 어미핵종임

2). 빗물

서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 1월에 수집한 빗물 시료 총 30 L에 대한 조사를 수행한 결과, 방사성요오드(¹³¹I), 세슘(¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs) 등의 주요 인공 방사성물질이 검출되지 않아 일본, 중국 등 국내·외 원전영향은 없는 것으로 판단됨. 또한 방사성요오드(¹³¹I), 세슘(¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs) 등의 모든 인공 방사성물질은 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 제시된 최소검출방사능(Minimum Detectable Activity, MDA) 기준치를 만족하였기 때문에 측정결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 결과는 Table 9에 수록하였음.

자연 방사성물질의 경우 칼륨(⁴⁰K)은 0.243±0.0106 Bq/L, 납(²¹²Pb)은 22.9±3.96 Bq/L, 우라늄(²³⁵U)은 0.0135±0.00109 Bq/L로 각각 검출됨.

3). 먹는물(원수 및 정수)

2024년 1월에 양산시에서 의뢰한 방사선비상계획구역의 신도시 및 원동 취수장 원수와 신도시, 웅상 및 범어 정수장의 정수의 방사성물질을 조사한 결과 방사성 요오드(¹³¹I), 세슘(¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs) 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 최소검출 방사능 기준치를 만족하여 계측결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 분석 결과는 Table 10에 수록함.

자연핵종의 경우 칼륨(^{40}K)과 납(^{212}Pb)이 모든 원수에서 0.112~0.367 Bq/L과 15.0~22.3 Bq/L로 검출되었고, 라듐(^{226}Ra)과 우라늄(^{235}U)은 원수 1건에서 0.289 ± 0.0294 Bq/L와 0.0170 ± 0.00171 Bq/L로 각각 검출됨. 라듐(^{226}Ra)은 우라늄(^{238}U) 으로부터 계열붕괴하는 핵종으로 지각 방사선 영향을 파악하기 위한 것으로 라돈(^{222}Rn)의 어미핵종임

4). 해수

2024년 1월에 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 4건(66.7%)에서 0.00121~0.00219 Bq/L로 검출됨. 검출된 세슘(^{137}Cs)은 한국원자력안전기술원에서 최근 5년간(2018년~2022년) 전국 표층해수를 분석한 후 제시한 정상범위(불검출~ 0.00226 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 11에 수록함.

자연핵종의 경우 칼륨(^{40}K)과 납(^{212}Pb)이 모든 시료에서 0.0517~0.168 Bq/L와 5.00~27.1 Bq/L로 각각 검출되었고, 악티늄(^{228}Ac)은 1건(16.7%)에서 0.0106 ± 0.00129 Bq/L로, 우라늄(^{235}U)은 2건(33.3%)에서 0.00759~0.00843 Bq/L로 검출됨. 악티늄(^{228}Ac)은 토륨(^{232}Th)으로부터 계열붕괴하는 핵종으로 지각 방사선영향을 파악하기 위한 것임

5). 갯벌

2024년 1월에 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 모든 시료에서 0.423~1.26 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 국내외 원전영향은 없는 것으로 판단함.

또한 모든 인공핵종이 원자력안전위원회고시 제2017-17호에서 제시한 최소검출 방사능 기준을 만족하여 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 분석결과는 Table 12에 수록함.

자연핵종의 경우 베릴륨(^7Be)은 4건(66.7%)에서 3.46~6.08 Bq/kg-dry로, 칼륨(^{40}K)은 모든 시료에서 482~713 Bq/kg-dry로, 납(^{212}Pb)은 4건(66.7%)에서 16,115~64,846 Bq/kg-dry로, 라듐(^{226}Ra)은 모든 시료에서 24.7~51.4 Bq/kg-dry로, 토륨(^{227}Th)은 1건(16.7%)에서 3.58 ± 0.714 Bq/kg-dry로, 악티늄(^{228}Ac)은 2건(33.3%)에서 28.6~28.8 Bq/kg-dry로, 우라늄(^{235}U)은 4건(66.7%)에서 1.57~2.16 Bq/kg-dry로 각각 검출됨.

6). 토양

2024년 12월에 양산시에 위치한 천성산 정상과 중턱, 기슭에서 각 1건씩 등산로 토양을 채취하였고, 천성산 입구 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}Cs) 이외 인공 방사성물질은 모든 시료에서 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)은 2건(50.0%) 시료에서 1.32~3.19 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 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 13에 수록함. 최근 3년의 세슘(^{137}Cs) 경향을 Figure 2에 수록함.

자연핵종의 경우 칼륨(^{40}K)은 3건(75.0%)에서 619~1,042 Bq/kg-dry로, 납(^{212}Pb)은 모든 시료에서 1,656~143,930 Bq/kg-dry로, 라듐(^{226}Ra)은 모든 시료에서 41.3~99.0 Bq/kg-dry로, 토륨(^{227}Th)은 2건(25.0%)에서 9.19~13.0 Bq/kg-dry로, 악티늄(^{228}Ac)은 3건(75.0%)에서 74.8~25,072 Bq/kg-dry로, 2종의 우라늄(^{235}U , ^{237}U)은 2건(50.0%)에서 각각 1.99~2.29 Bq/kg-dry와 7.35~12.1 Bq/kg-dry로 검출됨.

Table 9. 공기와 빗물 조사결과

순서	분석 핵종	고시2017-17호 MDA	1월 공기(Bq/m ³)		고시2017-17호 MDA	1월 빗물(Bq/L)
			초중순	중하순		
1	⁷ Be	없음	<0.000348	0.00202±0.0000693	없음	<0.0256
2	⁴⁰ K	없음	<0.000933	0.00279±0.000115	없음	0.243±0.0106
3	⁵¹ Cr	0.005	<0.000302	<0.000231	1	<0.0252
4	⁵⁴ Mn	0.00008	<0.0000273	<0.0000292	0.5	<0.00275
5	⁵⁷ Co	없음	<0.0000302	<0.0000234	없음	<0.00342
6	⁵⁸ Co	0.0003	<0.0000346	<0.0000279	0.05	<0.00292
7	⁵⁹ Fe	0.0005	<0.0000589	<0.0000586	0.03	<0.00563
8	⁶⁰ Co	0.00008	<0.0000159	<0.0000351	0.02	<0.00321
9	⁶⁵ Zn	0.0005	<0.000121	<0.0000619	0.05	<0.00590
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.0000388	<0.00000400	없음	<0.00360
11	⁸⁸ Kr	없음	<0.000592	<0.000435	없음	<0.0528
12	⁸⁸ Y	없음	<0.0000499	<0.0000312	없음	<0.00333
13	⁹⁵ Zr	0.0005	<0.0000462	<0.0000476	0.5	<0.00441
14	⁹⁵ Nb	0.0005	<0.0000556	<0.0000374	0.5	<0.00229
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.0000345	<0.0000286	없음	<0.00373
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.0000278	<0.0000280	없음	<0.00292
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<0.000234	<0.000249	없음	<0.0225
18	¹⁰⁹ Cd	없음	<0.00100	<0.000695	없음	<0.101
19	^{110m} Ag	없음	<0.0000311	<0.000299	없음	<0.00271
20	¹¹³ Sn	없음	<0.0000393	<0.000355	없음	<0.00308
21	¹³¹ I	0.05	<0.0000716	<0.0000648	0.1	<0.00431
22	¹³³ Xe	없음	<0.000246	<0.0000867	없음	<0.0202
23	^{133m} Xe	없음	<0.00304	<0.000419	없음	<0.119
24	¹³⁴ Cs	0.00008	<0.0000415	<0.0000228	0.008	<0.00266
25	¹³⁷ Cs	0.00008	<0.0000393	<0.0000280	0.008	<0.00318
26	¹³⁹ Ce	없음	<0.0000344	<0.0000248	없음	<0.00320
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	<0.000155	<0.000104	10	<0.0128
28	¹⁴⁰ La	0.1	<0.000954	<0.000138	10	<0.0501
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.0000648	<0.0000429	없음	<0.00622
30	¹⁴³ Ce	없음	<0.00545	<0.000184	없음	<0.0886
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<0.000228	<0.000178	없음	<0.0246
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.0000393	<0.0000408	없음	<0.00350
33	²¹² Bi	없음	<0.000497	<0.000459	없음	<0.0434
34	²¹² Pb	없음	<0.000129	0.00635±0.000415	없음	22.9±3.96
35	²¹⁴ Bi	없음	<0.000210	<0.000117	없음	<0.0128
36	²¹⁴ Pb	없음	<0.000200	<0.000138	없음	<0.0104
37	²²⁶ Ra	없음	<0.000925	<0.000792	없음	<0.0909
38	²²⁷ Th	없음	<0.000323	<0.000188	없음	<0.0237
39	²²⁸ Ac	없음	<0.000159	<0.0730	없음	<0.0387
40	²³⁵ U	없음	<0.000562	0.000125±0.00000918	없음	0.0135±0.00109
41	²³⁷ U	없음	<0.000282	<0.000107	없음	<0.0327

1. 베릴륨(⁷Be), 칼륨(⁴⁰K), 납(²¹²Pb), 우라늄(²³⁵U) 등은 자연 핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

Table 10. 양산시 먹는물 조사결과(단위 : Bq/L)

순서	분석핵종	원수			정수			
		고시2017-17호 MDA	신도시취수장	원동취수장	MDA	신도시정수장	범어정수장	응상정수장
1	⁷ Be	없음	<0.0470	<0.0364	없음	<2.01	<2.50	<2.01
2	⁴⁰ K	없음	0.112±0.0191	0.367±0.0156	없음	<4.70	<7.29	<4.70
3	⁵¹ Cr	1	<0.0463	<0.0357				
4	⁵⁴ Mn	0.5	<0.00300	<0.00404				
5	⁵⁷ Co	없음	<0.00612	<0.00496				
6	⁵⁸ Co	0.05	<0.00491	<0.00426				
7	⁵⁹ Fe	0.03	<0.00304	<0.00806				
8	⁶⁰ Co	0.02	<0.00372	<0.00521				
9	⁶⁵ Zn	0.05	<0.00998	<0.00943				
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.00565	<0.00527				
11	⁸⁸ Kr	없음	<0.105	<0.0782				
12	⁸⁸ Y	없음	<0.00393	<0.00478				
13	⁹⁵ Zr	0.5	<0.00718	<0.00785				
14	⁹⁵ Nb	0.5	<0.00535	<0.00566				
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.00515	<0.00420				
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.00528	<0.00447	없음	<0.234	<0.311	<0.237
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<0.0378	<0.0344				
18	¹⁰⁹ Cd	없음	<0.200	<0.153				
19	^{110m} Ag	없음	<0.00504	<0.00432				
20	¹¹³ Sn	없음	<0.00512	<0.00513				
21	¹³¹ I	0.1	<0.0108	<0.00622	없음	<0.367	<0.344	<0.307
22	¹³³ Xe	없음	<0.0376	<0.0275				
23	^{133m} Xe	없음	<0.197	<0.144				
24	¹³⁴ Cs	0.008	<0.00360	<0.00414	없음	<0.157	<0.280	<0.157
25	¹³⁷ Cs	0.008	<0.00524	<0.00448	없음	<0.286	<0.547	<0.250
26	¹³⁹ Ce	없음	<0.00631	<0.00498				
27	¹⁴⁰ Ba	10	<0.0234	<0.0185				
28	¹⁴⁰ La	10	<0.0124	<0.0538				
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.0104	<0.00944				
30	¹⁴³ Ce	없음	<0.138	<0.0965				
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<0.0379	<0.0375				
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.00486	<0.00454				
33	²¹² Bi	없음	<0.0720	<0.0660				
34	²¹² Pb	없음	22.3±2.69	15.0±2.00				
35	²¹⁴ Bi	없음	<0.0116	<0.0193				
36	²¹⁴ Pb	없음	<0.0130	<0.0242				
37	²²⁶ Ra	없음	0.289±0.0294	<0.139				
38	²²⁷ Th	없음	<0.0494	<0.0352				
39	²²⁸ Ac	없음	<0.0142	<0.0453				
40	²³⁵ U	없음	<0.0790	0.0170±0.00171				
41	²³⁷ U	없음	<0.0364	<0.0570				
42	²⁴¹ Am	없음			없음	<2.39	<2.17	<2.39

1. 칼륨(⁴⁰K)과 납(²¹²Pb), 라듐(²²⁶Ra), 우라늄(²³⁵U) 등은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하
-정수의 경우 MDA 기준 없음

Table 11. 해수 조사결과(단위 : Bq/L)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	남해군	사천시	창원시 진해구	비고
1	⁷ Be	없음	<0.0139	<0.0124	<0.0160	
2	⁴⁰ K	없음	0.0517±0.00657	0.168±0.00678	0.166±0.00649	
3	⁵¹ Cr	0.05	<0.0168	<0.0127	<0.0130	
4	⁵⁴ Mn	0.005	<0.00138	<0.00143	<0.00131	
5	⁵⁷ Co	없음	<0.000879	<0.00129	<0.00134	
6	⁵⁸ Co	0.005	<0.00168	<0.00148	<0.00167	
7	⁵⁹ Fe	0.005	<0.00287	<0.00317	<0.00269	
8	⁶⁰ Co	0.005	<0.00189	<0.00164	<0.00150	
9	⁶⁵ Zn	0.02	<0.00321	<0.00335	<0.00305	
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.00184	<0.000362	<0.00215	
11	⁸⁸ Kr	없음	<0.0296	<0.0247	<0.0220	
12	⁸⁸ Y	없음	<0.00245	<0.00163	<0.000625	
13	⁹⁵ Zr	0.006	<0.00299	<0.00280	<0.00274	
14	⁹⁵ Nb	0.006	<0.00202	<0.00195	<0.00213	
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.00132	<0.00120	<0.00137	
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.00127	<0.00147	<0.00149	
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<0.0124	<0.0121	<0.0140	
18	¹⁰⁹ Cd	없음	<0.0468	<0.0364	<0.0473	
19	^{110m} Ag	없음	<0.00157	<0.00147	<0.00152	
20	¹¹³ Sn	없음	<0.00243	<0.00178	<0.00237	
21	¹³¹ I	0.1	<0.0258	<0.0191	<0.0344	
22	¹³³ Xe	없음	<0.00946	<0.00601	<0.00660	
23	^{133m} Xe	없음	<0.0850	<0.0439	<0.0742	
24	¹³⁴ Cs	0.003	<0.00121	<0.000794	<0.00118	
25	¹³⁷ Cs	0.003	<0.00119	0.00135±0.000227 (<0.00111)	0.00219±0.000245 (<0.00113)	
26	¹³⁹ Ce	없음	<0.00172	<0.00134	<0.00180	
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	<0.00835	<0.0178	<0.00443	
28	¹⁴⁰ La	0.1	<0.0191	<0.00628	<0.0146	
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.00300	<0.00261	<0.00296	
30	¹⁴³ Ce	없음	<0.0647	<0.0287	<0.0683	
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<0.00975	<0.0101	<0.0127	
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.0226	<0.00184	<0.00203	
33	²¹² Bi	없음	<0.0247	<0.0216	<0.0251	
34	²¹² Pb	없음	27.1±4.20	5.00±0.587	23.2±2.82	
35	²¹⁴ Bi	없음	<0.00594	<0.00529	<0.00557	
36	²¹⁴ Pb	없음	<0.00542	<0.00719	<0.00521	
37	²²⁶ Ra	없음	<0.0537	<0.0431	<0.0461	
38	²²⁷ Th	없음	<0.0148	<0.0108	<0.0150	
39	²²⁸ Ac	없음	<0.00550	<0.0259	<0.00568	
40	²³⁵ U	없음	<0.0284	<0.00222	<0.0273	
41	²³⁷ U	없음	<0.0121	<0.00939	<0.00922	

1. ⁴⁰K(칼륨), 납(²¹²Pb) 등은 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	<0.122	<0.0163	<0.0122	
2	⁴⁰ K	없음	0.141±0.00695	0.143±0.00673	0.141±0.00668	
3	⁵¹ Cr	0.05	<0.0130	<0.0138	<0.0111	
4	⁵⁴ Mn	0.005	<0.00147	<0.00147	<0.00145	
5	⁵⁷ Co	없음	<0.00129	<0.00204	<0.00105	
6	⁵⁸ Co	0.005	<0.00146	<0.00132	<0.00147	
7	⁵⁹ Fe	0.005	<0.00307	<0.00333	<0.00322	
8	⁶⁰ Co	0.005	<0.00172	<0.000938	<0.00161	
9	⁶⁵ Zn	0.02	<0.00337	<0.00367	<0.00321	
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.000407	<0.00204	<0.00133	
11	⁸⁸ Kr	없음	<0.0229	<0.0289	<0.0245	
12	⁸⁸ Y	없음	<0.00158	<0.00151	<0.00160	
13	⁹⁵ Zr	0.006	<0.00242	<0.00335	<0.00264	
14	⁹⁵ Nb	0.006	<0.000627	<0.00173	<0.00179	
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.00155	<0.00181	<0.00134	
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.00146	<0.00213	<0.00147	
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<0.0118	<0.0140	<0.0119	
18	¹⁰⁹ Cd	없음	<0.0363	<0.0447	<0.0356	
19	^{110m} Ag	없음	<0.00144	<0.00112	<0.00143	
20	¹¹³ Sn	없음	<0.00180	<0.00183	<0.00171	
21	¹³¹ I	0.1	<0.0245	<0.0326	<0.0233	
22	¹³³ Xe	없음	<0.00648	<0.00904	<0.00700	
23	^{133m} Xe	없음	<0.0544	<0.0669	<0.0600	
24	¹³⁴ Cs	0.003	<0.000905	<0.00117	<0.00110	
25	¹³⁷ Cs	0.003	0.00121±0.000223 (<0.00111)	0.00196±0.000250 (<0.00118)	<0.00150	
26	¹³⁹ Ce	없음	<0.00132	<0.00178	<0.00132	
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	<0.00668	<0.00808	<0.0280	
28	¹⁴⁰ La	0.1	<0.0227	<0.00604	<0.00661	
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.00261	<0.00284	<0.00258	
30	¹⁴³ Ce	없음	<0.0428	<0.0631	<0.0478	
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<0.00988	<0.00933	<0.00961	
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.00187	<0.00240	<0.0182	
33	²¹² Bi	없음	<0.0223	<0.0245	<0.0210	
34	²¹² Pb	없음	9.71±1.86	24.2±3.54	20.7±3.11	
35	²¹⁴ Bi	없음	<0.00527	<0.00567	<0.00533	
36	²¹⁴ Pb	없음	<0.00725	<0.00477	<0.00677	
37	²²⁶ Ra	없음	<0.0432	<0.0475	<0.0419	
38	²²⁷ Th	없음	<0.0105	<0.0147	<0.0105	
39	²²⁸ Ac	없음	<0.0248	0.0106±0.00129	<0.0243	
40	²³⁵ U	없음	0.00843±0.000496	<0.0279	0.00759±0.000493	
41	²³⁷ U	없음	<0.00845	<0.0116	<0.00868	

1. 칼륨(⁴⁰K), 납(²¹²Pb), 악티늄(²²⁸Ac) 등은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

Table 12. 갯벌 조사결과(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	조사 2017-17호 MDA	남해군	사천시	창원시 진해구	고성군	거제시	통영시
1	⁷ Be	없음	3.46±0.612	4.75±0.726	6.08±0.836	<3.97	3.46±0.674	<3.61
2	⁴⁰ K	없음	484±4.15	628±5.15	713±5.55	610±4.69	482±4.48	669±4.63
3	⁵¹ Cr	15	<2.70	<3.78	<4.56	<3.80	<3.28	<2.56
4	⁵⁴ Mn	2	<0.369	<0.463	<0.544	<0.459	<0.484	<0.425
5	⁵⁷ Co	없음	<0.353	<0.441	<0.497	<0.441	<0.344	<0.395
6	⁵⁸ Co	2	<0.363	<0.440	<0.486	<0.413	<0.413	<0.383
7	⁵⁹ Fe	5	<0.896	<1.00	<1.21	<0.973	<0.819	<0.925
8	⁶⁰ Co	2	<0.512	<0.621	<0.447	<0.569	<0.454	<0.556
9	⁶⁵ Zn	5	<0.989	<1.11	<1.28	<1.07	<1.11	<0.969
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.357	<0.429	<0.412	<0.423	<0.398	<0.0887
11	⁸⁸ Kr	없음	<2.14	<2.45	<2.83	<2.46	<2.45	<2.23
12	⁸⁸ Y	없음	<0.433	<0.514	<0.366	<0.454	<0.159	<0.427
13	⁹⁵ Zr	5	<0.739	<0.866	<0.972	<0.866	<0.833	<0.722
14	⁹⁵ Nb	5	<0.439	<0.531	<0.573	<0.532	<0.565	<0.469
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.440	<0.516	<0.625	<0.543	<0.503	<0.439
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.344	<0.431	<0.418	<0.414	<0.354	<0.359
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<2.78	<3.26	<3.44	<3.20	<2.95	<2.68
18	¹⁰⁹ Cd	없음	<15.6	<18.0	<21.6	<17.1	<18.8	<16.3
19	^{110m} Ag	없음	<0.356	<0.420	<0.479	<0.423	<0.418	<0.381
20	¹¹³ Sn	없음	<0.473	<0.426	<0.546	<0.532	<0.349	<0.415
21	¹³¹ I	1.5	<0.490	<0.606	<0.847	<0.665	<0.513	<0.524
22	¹³³ Xe	없음	<2.40	<2.96	<4.23	<3.40	<2.96	<2.45
23	^{133m} Xe	없음	<11.5	<15.9	<28.6	<21.8	<13.8	<11.8
24	¹³⁴ Cs	5	<0.341	<0.365	<0.466	<0.336	<0.304	<0.353
25	¹³⁷ Cs	5	0.423±0.0758 (<0.380)	1.26±0.990 (<0.438)	0.976±0.102 (<0.483)	1.10±0.0972 (<0.444)	0.642±0.0913 (<0.446)	0.924±0.0884 (<0.413)
26	¹³⁹ Ce	없음	<0.398	<0.438	<0.533	<0.443	<0.384	<0.407
27	¹⁴⁰ Ba	70	<1.57	<1.89	<5.34	<1.96	<2.05	<1.57
28	¹⁴⁰ La	70	<3.91	<5.93	<1.81	<8.64	<1.56	<4.06
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.707	<0.854	<1.04	<0.887	<0.749	<0.772
30	¹⁴³ Ce	없음	<7.75	<11.7	<28.1	<19.1	<9.99	<7.79
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<2.90	<3.40	<3.95	<3.34	<3.53	<3.02
32	²⁰⁸ Tl	없음	<1.05	<1.23	<0.520	<1.26	<0.550	<1.10
33	²¹² Bi	없음	<21.9	<25.9	<26.1	<23.7	<23.2	<20.7
34	²¹² Pb	없음	20,844±231	64,846±718	<1.19	<0.918	16,115±199	22,707±215
35	²¹⁴ Bi	없음	<0.920	<0.985	<1.15	<1.23	<1.09	<0.963
36	²¹⁴ Pb	없음	<0.836	<0.993	<1.34	<0.992	<1.08	<0.903
37	²²⁶ Ra	없음	24.7±2.25	29.1±2.62	51.4±4.10	37.2±2.63	36.9±2.32	26.5±2.29
38	²²⁷ Th	없음	<3.06	<3.67	<6.62	3.58±0.714	<5.39	<3.18
39	²²⁸ Ac	없음	<2.42	<2.86	28.8±0.603	<2.75	28.6±0.946	<2.60
40	²³⁵ U	없음	1.57±0.156	1.98±0.180	<8.18	2.16±0.183	<7.25	1.74±0.159
41	²³⁷ U	없음	<5.12	<5.32	<3.92	<6.24	<2.97	<5.40

1. 베릴륨(⁷Be), ⁴⁰K(칼륨), ²¹²Pb(납), ²²⁶Ra(라듐), 토륨(²²⁷Th), 악티늄(²²⁸Ac), 우라늄(²³⁵U)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

Table 13. 양산시 토양 조사결과(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	등산로(천성산)			평지 (천성산 주변)
			정상	중턱	기슭	
1	⁷ Be	없음	<4.15	<5.42	<4.37	<6.84
2	⁴⁰ K	없음	619±5.21	<46.3	770±5.68	1,042±7.17
3	⁵¹ Cr	15	<4.02	<6.17	<4.35	<4.56
4	⁵⁴ Mn	2	<0.523	<0.652	<0.510	<0.635
5	⁵⁷ Co	없음	<0.489	<0.651	<0.502	<0.828
6	⁵⁸ Co	2	<0.439	<0.653	<0.504	<0.655
7	⁵⁹ Fe	5	<1.06	<1.21	<1.17	<1.34
8	⁶⁰ Co	2	<0.684	<0.703	<0.706	<0.413
9	⁶⁵ Zn	5	<1.17	<1.89	<1.30	<1.83
10	⁸⁵ Sr	없음	<0.455	<0.646	<0.495	<0.587
11	⁸⁸ Kr	없음	<2.81	<3.92	<2.99	<3.71
12	⁸⁸ Y	없음	<0.511	<0.606	<0.554	<0.338
13	⁹⁵ Zr	5	<0.961	<1.30	<0.959	<1.23
14	⁹⁵ Nb	5	<0.578	<0.903	<0.639	<0.835
15	¹⁰¹ Rh	없음	<0.599	<0.898	<0.622	<0.892
16	¹⁰³ Ru	없음	<0.451	<0.631	<0.475	<0.551
17	¹⁰⁶ Rh	없음	<3.51	<4.77	<3.80	<4.46
18	¹⁰⁹ Cd	없음	<21.0	<31.3	<20.4	<30.2
19	^{110m} Ag	없음	<0.471	<0.710	<0.489	<0.658
20	¹¹³ Sn	없음	<0.539	<0.860	<0.633	<0.680
21	¹³¹ I	3	<0.547	<1.05	<0.719	<0.738
22	¹³³ Xe	없음	<2.41	<5.11	<3.51	<3.49
23	^{133m} Xe	없음	<8.32	<26.4	<18.7	<11.5
24	¹³⁴ Cs	5	<0.397	<0.665	<0.471	<0.637
25	¹³⁷ Cs	5	3.19±0.137 (<0.534)	1.32±0.158 (<0.765)	<0.586	<0.721
26	¹³⁹ Ce	없음	<0.492	<0.715	<0.517	<0.699
27	¹⁴⁰ Ba	70	<1.85	<3.04	<2.22	<2.52
28	¹⁴⁰ La	70	<2.30	<4.53	<6.78	<1.37
29	¹⁴¹ Ce	없음	<0.938	<1.37	<0.955	<1.30
30	¹⁴³ Ce	없음	<3.95	<22.1	<14.9	<5.67
31	¹⁴⁴ Ce	없음	<3.72	<5.36	<3.80	<5.33
32	²⁰⁸ Tl	없음	<0.586	<1.14	<0.896	<0.978
33	²¹² Bi	없음	<30.1	<45.7	<32.9	<41.5
34	²¹² Pb	없음	1,656±15.4	143,930±1,338	102,830±902	1,866±16.3
35	²¹⁴ Bi	없음	<1.12	<2.11	<1.10	<1.95
36	²¹⁴ Pb	없음	<2.68	<1.89	<2.07	<2.02
37	²²⁶ Ra	없음	41.3±2.94	99.0±7.18	54.0±3.05	90.1±3.64
38	²²⁷ Th	없음	<3.81	13.0±2.11	<4.36	9.19±1.73
39	²²⁸ Ac	없음	25,072±454	74.9±1.62	<3.42	74.8±1.81
40	²³⁵ U	없음	2.29±0.206	<11.3	1.99±0.220	<11.0
41	²³⁷ U	없음	<4.20	12.1±0.954	<7.36	7.35±0.701

1. 칼륨(⁴⁰K), 납(²¹²Pb), 라듐(²²⁶Ra), 토륨(²³⁷Th), 악티늄(²²⁸Ac), 우라늄(²³⁵U, ²³⁷U)은 자연핵종으로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임, < : MDA 이하

6. 7. 최근 3년간 월별 세슘(^{137}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)

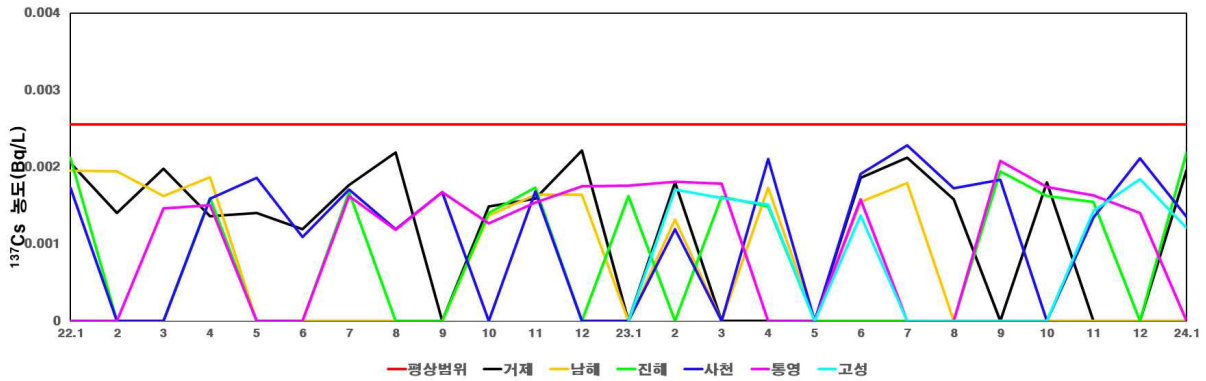


Fig. 1. 최근 3년간 해수의 월별 세슘(^{137}Cs) 농도

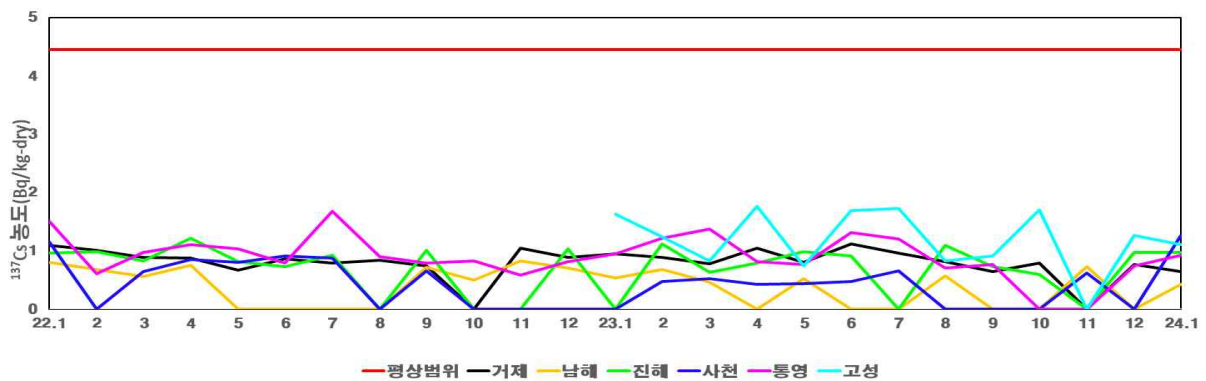


Fig. 2. 최근 3년간 갯벌의 월별 세슘(^{137}Cs) 농도

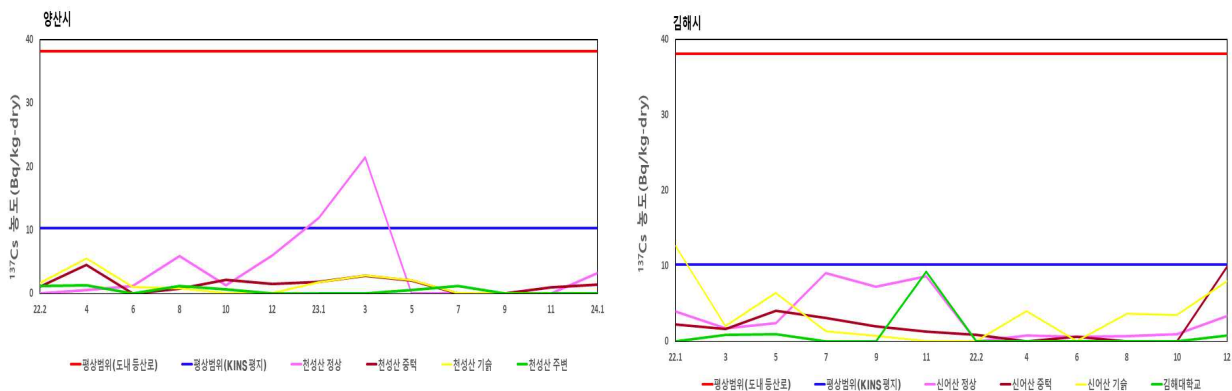


Fig. 3. 최근 3년간 등산로 및 평지 토양의 세슘(^{137}Cs) 농도 경향

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)
12. 경상남도보건환경연구원, 환경방사성물질 조사결과, pp 23 (2015).
13. 경상남도보건환경연구원, 환경방사성물질 조사결과, pp 25 (2016)
14. 경상남도보건환경연구원, 환경방사성물질 조사결과, pp 25 (2017)