

2023년 9월 환경 방사성물질 조사결과



경남보건환경연구원
(위 생 화 학 팀)

2023년 9월 환경 방사성물질 조사결과

- 6종(대기/먹는물/해수/갯벌/지표식물/토양) 33건 시료에 대한 조사결과
 - 해수(불검출~0.00208 Bq/L)와 갯벌(불검출~0.913 Bq/kg), 토양(불검출~2.82 Bq/kg)에서 ^{137}Cs 나타났고(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) ^{137}Cs 정상범위 : 불검출~6.98 Bq/kg-dry(KINS, '18년~'22년 자료)
 - 대기, 먹는물, 지표식물에서는 모든 인공핵종 불검출

1. 조사 기간 : '23. 9. 1. ~ 9. 27.

2. 조사 대상 : 6종 33건

- 대기 2건(공기 1, 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 6건(방사선비상계획구역 2, 의령 1, 함안 1, 하동 1, 진주 1)
 - 토양 8건(지표식물 채취지점 4건*, 양산 등산로 3 및 평지 1,)
- * 방사선비상계획구역 이외 지역의 지표식물

3. 조사 현황

Table 1. 방사성물질 조사현황

구 분	계 획	실 적			진도율 (%)	비 고
		기누계	9월말	누계		
방사성물질조사	320	217	33	250	78.1%	

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	9월 공기	9월 빗물
채취 장소	서부청사 별관1층	서부청사 별관1층
채취 기간	9. 15. ~ 9. 27.	9. 1. ~ 9. 27.
채취 기구	공기포집기	빗물채집기
채 취 량	1,166.4 m ³	30 L
전 처 리	없음	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	9. 4. 18:00	9. 4. 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	거제시, 통영시	창원시 진해구, 고성군
채취 일시	9. 1. 10:30 ~ 17:30	9. 7. 19:30 ~ 16:30	9. 11. 9:00 ~ 14:50
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	거제시, 통영시	창원시 진해구, 고성군
채취 일시	9. 1. 10:30 ~ 17:30	9. 7. 19:30 ~ 16:30	9. 11. 9:00 ~ 14:50
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(양산) · 쑥 5건(양산 1, 의령 1, 함안 1, 하동 1, 진주 1)
채취 일시	9. 4. ~ 9. 19.
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(양산시 등산로 3, 평지 1) · 쑥 채취지점 4건(의령 1, 함안 1, 하동 1, 진주 1)
채취 일시	9. 4. ~ 9. 19.
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 9월에 9일간(영업일 기준) 9시부터 18시까지 서부청사 별관 1층에 설치한 저용적 공기포집기를 이용하여 1,166.4 m³의 공기 시료 1건을 포집함¹⁾. 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 10에 수록함.

자연 핵종의 경우 베릴륨(⁷Be)과 라듐(²²⁶Ra)이 각각 0.00508 ± 0.000249 Bq/m³, 0.00228 ± 0.000252 Bq/m³로 검출됨. 베릴륨(⁷Be)은 비계열붕괴 핵종으로 우주선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종이고, 라듐(²²⁶Ra)은 우라늄(²³⁸U)으로부터 계열 붕괴하는 핵종임.

6. 2. 빗물

서부청사 별관 1층에 설치한 빗물채집기를 이용하여 9월에 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 신뢰도에는 확보된 것으로 판단하였고, 상세한 결과는 Table 10에 수록하였음.

자연 방사성물질의 경우 칼륨(⁴⁰K)만이 0.390 ± 0.0172 Bq/L로 검출됨. 칼륨(⁴⁰K)은 비계열붕괴 핵종으로 지각 방사선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종임

6. 3. 먹는물(원수 및 정수)

2023년 9월에 양산시에서 의뢰한 방사선비상계획구역의 신도시 및 원동 취수장 원수와 신도시, 웅상 및 범어 정수장의 정수에 대해 방사성물질을 조사한 결과 방사성요오드(¹³¹I), 세슘(¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs) 등 주요 인공핵종이 검출되지 않아 일본,

1) 영업일 기준 9일간 포집한 사유 : 소모품 교체와 소음관련 민원이 제기되어 일과 이후 가동 중단

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)이 각각 0.279~14.2 Bq/L, 0.0344 ± 0.00229 Bq/L로 검출됨. 우라늄(^{235}U)은 계열붕괴의 어미핵종임

6. 4. 해수

2023년 9월에 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 3건(50.0%)에서 0.00183~0.00208 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 12에 수록함.

자연핵종의 경우 칼륨(^{40}K)은 4건(66.7%)에서 0.131~0.194 Bq/L로, 라듐은(^{226}Ra)은 4건(66.7%)에서 0.0735~0.166 Bq/L로 각각 검출됨. 라듐(^{226}Ra)은 우라늄(^{238}U)의 계열붕괴에 의해 생성되는 핵종으로 라돈(^{222}Rn)의 어미핵종임

6. 5. 갯벌

2023년 9월에 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 4건(66.7%)에서 0.642~0.913 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(¹³⁷Cs)이 갯벌에서 검출되었지만 환경에서 세슘(¹³⁷Cs)과 거동이 유사한 세슘(¹³⁴Cs)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 3건(50.0%)에서 3.05~12.2 Bq/kg-dry, 칼륨(⁴⁰K)은 모든 시료에서 204~713 Bq/kg-dry, 납(²¹²Pb)은 5건(83.3%)에서 1,921~53,086 Bq/kg-dry, 라듐(²²⁶Ra)은 2건(33.3%)에서 16.5~30.8 Bq/kg-dry, 악티늄(²²⁸Ac)은 1건(16.7%)에서 27.1 ± 0.668 Bq/kg-dry, 우라늄(²³⁵U)은 3건(50.0%)에서 1.55~3.77 Bq/kg-dry로 검출됨. 베릴륨(⁷Be)과 칼륨(⁴⁰K)은 비계열붕괴 핵종으로 각각 우주선과 지각 방사선에 의한 영향을 파악하기 위한 핵종이고, 납(²¹²Pb)과 라듐(²²⁶Ra) 등은 우라늄(²³⁸U)과 토륨(²³²Th)으로부터 계열 붕괴하는 핵종으로 지각에서 많이 검출됨

6. 6. 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 9월에 양산시의 천성산 정상에서 솔잎과 쭉 각 1건을 채취하였고, 의령군, 함안군 등 4개 시·군에서 각 1건의 쭉을 채취함. 채취한 총 6건의 지표식물을 조사한 결과 방사성요오드(¹³¹I), 세슘(¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs) 등의 모든 인공 방사성 물질은 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(⁷Be)과 칼륨(⁴⁰K)은 모든 시료에서 각각 30.5~66.3 Bq/kg-fresh와 12.5~126 Bq/kg-fresh로, 납(²¹²Pb)은 1건(16.7%)에서 24.3 ± 2.79 Bq/kg-fresh로, 우라늄(²³⁵U)은 4건(66.7%)에서 0.647~0.702 Bq/kg-dry로 각각 검출됨. 베릴륨(⁷Be)과 칼륨(⁴⁰K)은 계열붕괴를 하지 않는 핵종으로 베릴륨(⁷Be)은 우주선 영향을 파악하기 위한 것이고, 칼륨(⁴⁰K)은 지각 방사선영향을 파악하기 위한 것임. 검출된 베릴륨(⁷Be)은 공기 중 방사성물질이 지표식물에 유입된 것으로 판단되고, 칼륨(⁴⁰K)과 우라늄(²³⁵U)은 토양 중의 방사성물질이 뿌리를 통해 유입된 것으로 판단됨.

6. 7. 토양

2023년 9월에 양산시에 위치한 천성산 정상과 중턱, 기슭에서 각 1건씩 등산로 토양을 채취하였고, 천성산 주변에서 평지 토양 1건을 채취함. 또한 쑥 채취지점과 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 방사성 물질은 모든 시료에서 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)은 2건(25.0%)에서 0.912~2.82 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 15와 Table 16에 수록함. 최근 3년의 세슘(^{137}Cs) 경향을 Figure 2에 수록함.

자연핵종의 경우 베릴륨(^7Be)이 2건(25.0%)에서 6.75~16.6 Bq/kg-dry, 칼륨(^{40}K)과 납(^{212}Pb), 라듐(^{226}Ra)은 모든 시료에서 각각 328~780 Bq/kg-dry와 595~62,334 Bq/kg-dry, 24.9~99.8 Bq/kg-dry, 악티늄(^{228}Ac)은 5건(62.5%)에서 27.1~113 Bq/kg-dry, 우라늄(^{235}U)은 3건(37.5%)에서 2.25~4.29 Bq/kg-dry로, 우라늄(^{237}U)은 1건(12.5%)에서 5.86 ± 0.862 Bq/kg-dry로 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	분석핵종	고시2017-17호 MDA	9월 공기(Bq/m ³)	고시2017-17호 MDA	9월 빗물(Bq/L)
1	⁷ Be	없음	불검출	없음	불검출
2	⁴⁰ K	없음	0.00508±0.000249	없음	0.390±0.0172
3	⁵¹ Cr	5E-03	<1.42E-04	1	<0.0545
4	⁵⁴ Mn	8E-05	<1.09E-05	0.5	<0.00479
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	없음	불검출
6	⁵⁸ Co	3E-04	<1.08E-05	0.05	<0.00462
7	⁵⁹ Fe	5E-04	<2.42E-05	0.03	<0.00944
8	⁶⁰ Co	8E-05	<1.19E-05	0.02	<0.00642
9	⁶⁵ Zn	5E-04	<2.86E-05	0.05	<0.00902
10	⁸⁵ Sr	없음	불검출	없음	불검출
11	⁸⁸ Kr	없음	불검출	없음	불검출
12	⁸⁸ Y	없음	불검출	없음	불검출
13	⁹⁵ Zr	5E-04	<2.04E-05	0.5	<0.00957
14	⁹⁵ Nb	5E-04	<1.45E-05	0.5	<0.00576
15	¹⁰¹ Rh	없음	불검출	없음	불검출
16	¹⁰³ Ru	없음	불검출	없음	불검출
17	¹⁰⁶ Rh	없음	불검출	없음	불검출
18	¹⁰⁹ Cd	없음	불검출	없음	불검출
19	^{110m} Ag	없음	불검출	없음	불검출
20	¹¹³ Sn	없음	불검출	없음	불검출
21	¹³¹ I	5E-02	<4.80E-06	0.1	<0.0103
22	¹³³ Xe	없음	불검출	없음	불검출
23	^{133m} Xe	없음	불검출	없음	불검출
24	¹³⁴ Cs	8E-05	<1.32E-05	0.008	<0.00407
25	¹³⁷ Cs	8E-05	<1.23E-05	0.008	<0.00496
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	없음	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	1E-01	<7.71E-05	10	<0.0227
28	¹⁴⁰ La	1E-01	<2.74E-04	10	<0.0831
29	¹⁴¹ Ce	없음	불검출	없음	불검출
30	¹⁴³ Ce	없음	불검출	없음	불검출
31	¹⁴⁴ Ce	없음	불검출	없음	불검출
32	²⁰⁸ Tl	없음	불검출	없음	불검출
33	²¹² Bi	없음	불검출	없음	불검출
34	²¹² Pb	없음	불검출	없음	불검출
35	²¹⁴ Bi	없음	불검출	없음	불검출
36	²¹⁴ Pb	없음	불검출	없음	불검출
37	²²⁶ Ra	없음	0.00228±0.000252	없음	불검출
38	²²⁷ Th	없음	불검출	없음	불검출
39	²²⁸ Ac	없음	불검출	없음	불검출
40	²³⁵ U	없음	불검출	없음	불검출
41	²³⁷ 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	⁷ Be	없음	불검출	불검출	없음	불검출	불검출	불검출
2	⁴⁰ K	없음	0.555±0.0310	0.279±0.0252	없음	14.2±1.21	불검출	불검출
3	⁵¹ Cr	1	<0.0808	<0.0452				
4	⁵⁴ Mn	0.5	<0.00634	<0.00569				
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출				
6	⁵⁸ Co	0.05	<0.00647	<0.00565				
7	⁵⁹ Fe	0.03	<0.0152	<0.0118				
8	⁶⁰ Co	0.02	<0.00971	<0.00639				
9	⁶⁵ Zn	0.05	<0.0142	<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	<0.0137	<0.0103				
14	⁹⁵ Nb	0.5	<0.0103	<0.00698				
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	<0.0156	<0.00803	없음	<0.394	<0.492	<0.486
22	¹³³ Xe	없음	<불검출	불검출				
23	^{133m} Xe	없음	<불검출	불검출				
24	¹³⁴ Cs	0.008	<0.00641	<0.00482	없음	<0.352	<0.296	<0.439
25	¹³⁷ Cs	0.008	<0.00727	<0.00600	없음	<0.322	<0.374	<0.450
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출				
27	¹⁴⁰ Ba	10	<0.0335	<0.0258				
28	¹⁴⁰ La	10	<0.134	<0.0649				
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	불검출	0.0344±0.00229				
41	²³⁷ U	없음	불검출	불검출				
42	²⁴¹ Am	없음			없음	불검출	불검출	불검출

- ⁴⁰K(칼륨), ²³⁵U(우라늄)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	⁷ Be	없음	불검출	불검출	불검출	
2	⁴⁰ K	없음	0.131±0.00735	불검출	0.194±0.00708	
3	⁵¹ Cr	0.05	<0.0209	<0.0181	<0.0231	
4	⁵⁴ Mn	0.005	<0.00149	<0.00187	<0.00230	
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출	<불검출	
6	⁵⁸ Co	0.005	<0.00164	<0.00197	<0.00190	
7	⁵⁹ Fe	0.005	<0.00400	<0.00424	<0.00437	
8	⁶⁰ Co	0.005	<0.00175	<0.00197	<0.00180	
9	⁶⁵ Zn	0.02	<0.00364	<0.00460	<0.00384	
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	<0.00341	<0.00366	<0.00350	
14	⁹⁵ Nb	0.006	<0.00272	<0.00247	<0.00273	
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	<0.0478	<0.0379	<0.0447	
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	0.003	<0.00125	<0.00148	<0.00137	
25	¹³⁷ Cs	0.003	0.00183±0.000261 (<0.00127)	<0.00180	0.00194±0.000284 (<0.00139)	
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	<0.0143	<0.00982	<0.0243	
28	¹⁴⁰ La	0.1	<0.579	<0.0824	<0.000952	
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	0.0735±0.00808	불검출	0.0919±0.0135	
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	0.178±0.00771	0.148±0.00627	
3	⁵¹ Cr	0.05	<0.0120	<0.0183	<0.0183	
4	⁵⁴ Mn	0.005	<0.00117	<0.00180	<0.00169	
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	0.005	<0.00156	<0.00165	<0.00171	
7	⁵⁹ Fe	0.005	<0.00359	<0.00321	<0.00313	
8	⁶⁰ Co	0.005	<0.00169	<0.00177	<0.00221	
9	⁶⁵ Zn	0.02	<0.00392	<0.00358	<0.00369	
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	<0.00248	<0.00308	<0.00257	
14	⁹⁵ Nb	0.006	<0.00157	<0.00193	<0.00210	
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	<0.0441	<0.00271	<0.0476	
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	0.003	<0.00176	<0.00131	<0.00160	
25	¹³⁷ Cs	0.003	<0.00177	<0.00187	0.00208±0.000319 (<0.00157)	
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	0.1	<0.00966	<0.00944	<0.00763	
28	¹⁴⁰ La	0.1	<0.200	<0.0258	<0.0180	
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	0.0772±0.00810	0.166±0.0250	
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	2017-17호 MDA	남해군	사천시	창원시 진해구	고성군	통영시	거제시
1	⁷ Be	없음	12.2±0.847	3.05±0.606	불검출	6.86±0.963	불검출	불검출
2	⁴⁰ K	없음	358±6.90	204±4.38	675±6.70	586±6.52	713±6.75	540±6.13
3	⁵¹ Cr	15	<3.37	<3.25	<5.45	<4.83	<5.14	<4.04
4	⁵⁴ Mn	2	<0.511	<0.377	<0.667	<0.569	<0.610	<0.590
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	2	<0.452	<0.349	<0.575	<0.528	<0.584	<0.524
7	⁵⁹ Fe	5	<1.17	<0.795	<1.99	<1.27	<1.80	<1.20
8	⁶⁰ Co	2	<0.705	<0.503	<0.587	<0.753	<0.678	<0.597
9	⁶⁵ Zn	5	<1.20	<0.932	<1.41	<1.31	<1.61	<1.37
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	<0.886	<0.661	<0.820	<1.03	<0.987	<1.02
14	⁹⁵ Nb	5	<0.582	<0.412	<0.733	<0.711	<0.730	<0.651
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	1.5	<0.696	<0.474	<0.758	<0.978	<0.835	<0.799
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	5	<0.385	<0.241	<0.479	<0.395	<0.503	<0.504
25	¹³⁷ Cs	5	<0.560	<0.426	0.734±0.123 (<0.614)	0.913±0.136 (<0.672)	0.760±0.124 (<0.616)	0.642±0.105 (<0.527)
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	70	<2.00	<1.48	<2.86	<2.60	<2.58	<2.67
28	¹⁴⁰ La	70	<7.37	<3.27	<2.67	<17.7	<1.01	<3.43
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	25,466±155	1,921±148	17,004±254	불검출	21,664±310	53,086±766
35	²¹⁴ Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
36	²¹⁴ Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	²²⁶ Ra	없음	16.5±2.90	불검출	불검출	불검출	30.8±3.63	불검출
38	²²⁷ Th	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
39	²²⁸ Ac	없음	불검출	불검출	27.1±0.668	불검출	불검출	불검출
40	²³⁵ U	없음	2.55±0.187	1.55±0.145	불검출	3.77±0.229	불검출	불검출
41	²³⁷ U	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

1. 베릴륨(⁷Be), ⁴⁰K(칼륨), ²¹²Pb(납), ²²⁶Ra(라듐), 악티늄(²²⁸Ac), ²³⁵U(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				
			양산시	양산시	의령군	함안군	하동군	진주시
1	⁷ Be	없음	34.7±0.518	66.3±0.684	53.1±1.23	30.5±0.477	31.4±0.757	39.2±0.531
2	⁴⁰ K	없음	31.9±0.946	12.5±1.53	120±1.46	13.5±1.51	126±1.43	52.7±1.47
3	⁵¹ Cr	15	<0.267	<0.278	<0.409	<0.269	<0.351	<0.188
4	⁵⁴ Mn	2	<0.027	<0.0284	<0.0234	<0.0274	<0.0258	<0.0275
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	2	<0.0283	<0.0263	<0.0338	<0.0274	<0.0288	<0.0276
7	⁵⁹ Fe	5	<0.0578	<0.0613	<0.0607	<0.0608	<0.0666	<0.0646
8	⁶⁰ Co	2	<0.0313	<0.0368	<0.0451	<0.0373	<0.0482	<0.0376
9	⁶⁵ Zn	5	<0.0610	<0.0684	<0.0846	<0.0652	<0.0788	<0.0673
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	<0.0475	<0.0394	<0.0498	<0.0466	<0.0579	<0.0427
14	⁹⁵ Nb	5	<0.0330	<0.0364	<0.0391	<0.0347	<0.0436	<0.0335
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	<0.0410	<0.0423	<0.0679	<0.0433	<0.0526	<0.0350
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	5	<0.0203	<0.0185	<0.0310	<0.0243	<0.0270	<0.0255
25	¹³⁷ Cs	5	<0.0276	<0.0291	<0.0373	<0.0276	<0.0344	<0.0284
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	70	<0.115	<0.118	<0.158	<0.121	<0.155	<0.109
28	¹⁴⁰ La	70	<0.321	<0.320	<0.107	<0.461	<0.0839	<0.154
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	24.3±2.79
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	0.702±0.0512	0.698±0.0526	불검출	0.647±0.0494	불검출	0.676±0.0516
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(쑥 채취지점) 조사결과(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	의령군	함안군	하동군	진주시
1	⁷ Be	없음	불검출	16.6±1.05	불검출	6.75±0.894
2	⁴⁰ K	없음	701±3.78	692±6.05	780±8.24	724±7.24
3	⁵¹ Cr	15	<6.04	<5.07	<8.12	<3.61
4	⁵⁴ Mn	2	<0.539	<0.429	<0.719	<0.658
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	2	<0.548	<0.409	<0.746	<0.503
7	⁵⁹ Fe	5	<0.894	<1.23	<1.69	<1.14
8	⁶⁰ Co	2	<0.682	<0.604	<0.856	<0.707
9	⁶⁵ Zn	5	<1.13	<1.15	<1.82	<1.33
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	<1.26	<1.02	<1.68	<1.02
14	⁹⁵ Nb	5	<0.809	<0.671	<0.994	<0.677
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	<0.919	<0.694	<1.21	<0.601
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	5	<0.610	<0.509	<0.804	<0.511
25	¹³⁷ Cs	5	2.82±0.162 (<0.686)	<0.596	<0.996	0.912±0.128 (<0.624)
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	70	<2.33	<2.04	<4.18	<2.12
28	¹⁴⁰ La	70	<3.19	<2.52	<4.00	<2.21
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	29,869±355	15,950±213	62,334±452	595±10.1
35	²¹⁴ Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
36	²¹⁴ Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
37	²²⁶ Ra	없음	59.8±3.54	49.6±3.01	42.0±4.58	34.1±3.45
38	²²⁷ Th	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
39	²²⁸ Ac	없음	42.4±1.33	27.1±0.559	113±2.00	불검출
40	²³⁵ U	없음	불검출	불검출	불검출	2.25±0.234
41	²³⁷ U	없음	5.86±0.862	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. 양산시 토양 조사결과(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	고시2017-17호 MDA	등산로(천성산)			평지 (김해대학교 주변)
			정상	중턱	기슭	
1	⁷ Be	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
2	⁴⁰ K	없음	532±5.97	514±6.32	328±8.93	386±7.20
3	⁵¹ Cr	15	<6.82	<6.41	<5.48	<4.65
4	⁵⁴ Mn	2	<0.588	<0.584	<0.702	<0.606
5	⁵⁷ Co	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
6	⁵⁸ Co	2	<0.633	<0.641	<0.604	<0.532
7	⁵⁹ Fe	5	<1.71	<1.33	<2.52	<1.26
8	⁶⁰ Co	2	<0.622	<0.240	<0.883	<0.735
9	⁶⁵ Zn	5	<1.88	<1.43	<2.61	<1.34
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	<1.04	<1.15	<1.23	<1.06
14	⁹⁵ Nb	5	<0.898	<0.865	<0.760	<0.709
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	<1.00	<0.922	<0.818	<0.730
22	¹³³ Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
23	^{133m} Xe	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
24	¹³⁴ Cs	5	<0.674	<0.645	<0.438	<0.461
25	¹³⁷ Cs	5	<0.738	<0.725	<0.663	<0.612
26	¹³⁹ Ce	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
27	¹⁴⁰ Ba	70	<3.28	<2.93	<2.61	<2.36
28	¹⁴⁰ La	70	<2.79	<2.19	<5.38	<5.58
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	23,395±256	7,169±76.1	5,246±280	666±34.6
35	²¹⁴ Bi	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
36	²¹⁴ Pb	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
37	²²⁶ Ra	없음	99.8±9.43	80.8±4.01	24.9±4.05	28.0±3.62
38	²²⁷ Th	없음	불검출	불검출	불검출	불검출
39	²²⁸ Ac	없음	55.9±1.41	51.5±1.16	불검출	불검출
40	²³⁵ U	없음	불검출	불검출	4.29±0.260	3.63±0.236
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(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)

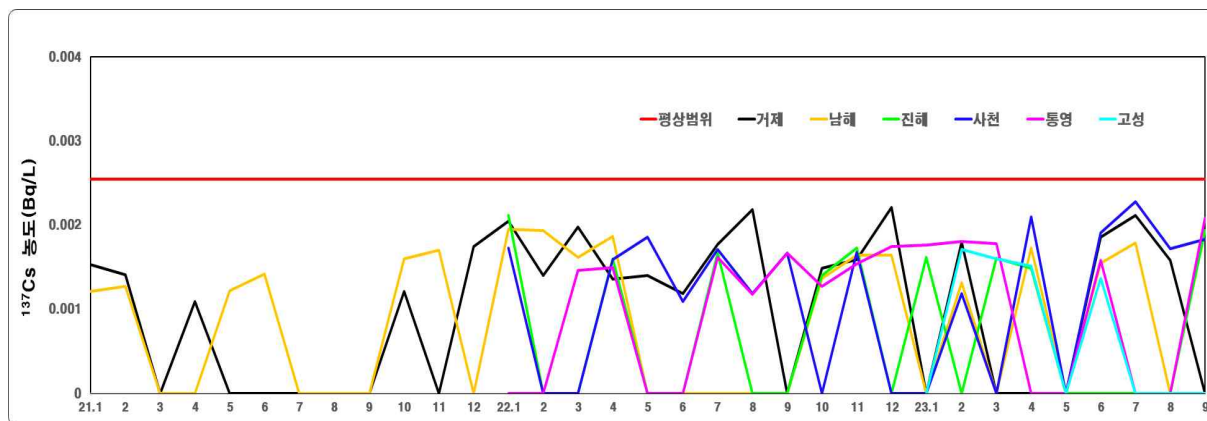


Fig. 1. 최근 3년간 해수의 월별 세슘(^{137}Cs) 농도

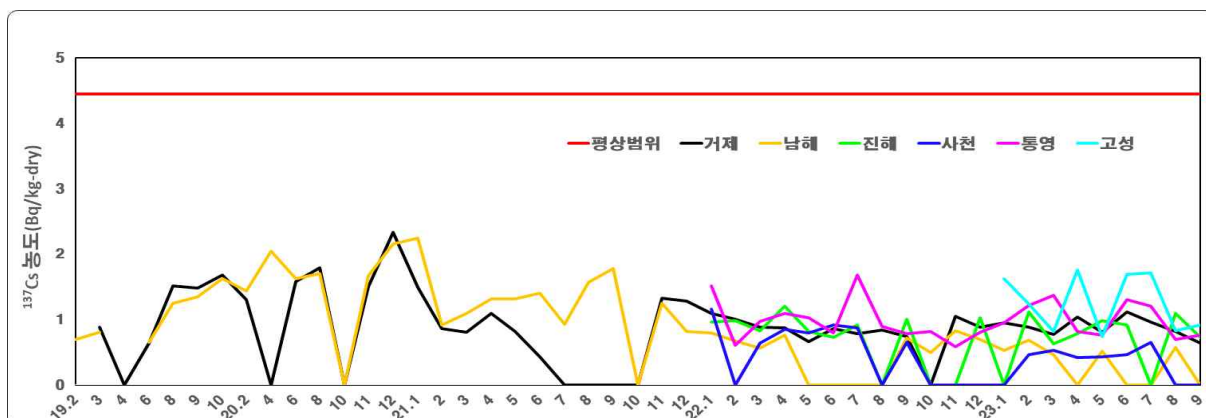


Fig. 2. 최근 3년간 갯벌의 월별 세슘(^{137}Cs) 농도

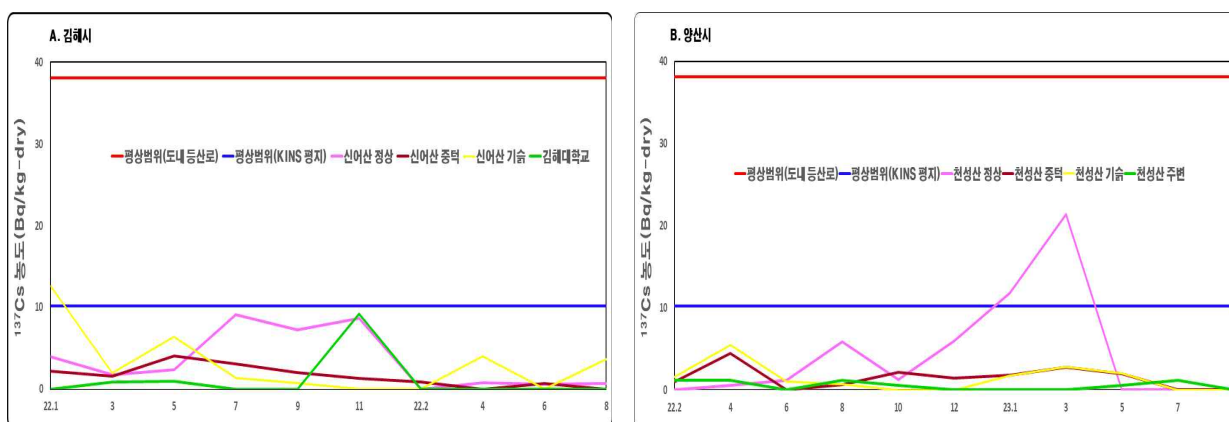


Fig. 3. 최근 2년간 등산로 및 평지 토양의 세슘(^{137}Cs) 농도 경향

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)