

2022년 환경 방사성물질 조사결과



경남보건환경연구원
(위 생 화 학 팀)

I 개 요

□ 조사 목적

- 도내 환경에 대한 국내외 원전사고 등 방사성물질 오염 감시
- 방사성물질 오염에 대한 정확한 정보제공으로 도민 불안감 해소

□ 조사 근거

- 도지사 지시사항(2011. 4. 15.) : 보건환경연구원내 측정시스템 구축운영
- 식약품연구부-110호(2022. 1. 12.) 2022년도 환경방사성물질 검사 추진 계획

□ 조사 현황

- 조사기간 : 2022. 1월 ~ 2022. 12월(1년)
- 조사범위 : 18개 시·군
 - 일본원전 오염수 해양방류 영향 감시(5개 시·군)
 - ※ 5개 시·군 : 창원시(진해구), 통영시, 사천시, 거제시, 남해군
 - 고리원전 영향 감시(양산시와 김해시)
 - 기타 지역 방사능 조사(16개 시·군)
- 조사대상 : 9종 301건

구 분	조사 시료 종류 및 건수	비 고
일본원전 오염수 영향 감시	2종 120건(해수 60, 갯벌 60)	5개 지역 해수와 갯벌
고리원전 영향 감시	5종 116건 (정수 36, 원수 24, 토양 48, 슬윳 4, 썩 4)	양산시와 김해시
기타 지역 방사능 조사	4종 65건(공기 24, 빗물 9, 썩 16, 토양 16)	·공기와 빗물(진주) ·기타(16개 시·군)

- 조사항목 : 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs), 칼륨(^{40}K) 등 41개 핵종
 - 먹는물(정수장 정수) : ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{40}K 등 7개 핵종

구 분	종 류	비 고
인공핵종(5종)	^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{103}Ru , ^{241}Am	원자로에서 생성(핵분열 및 중성자 흡수)
자연핵종(2종)	^{40}K , ^7Be	우주선 및 지각 방사능 농도 파악

- 먹는물 이외(해수, 토양, 원수 등 8종) : ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{40}K 등 41개 핵종

구 분	종 류	비 고	
인공 핵종	부식생성물(7종)	^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{57}Co , ^{58}Co , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{65}Zn	원자로 냉각계통에서 생성 (냉각재와 구조물 반응)
	핵분열생성물(22종)	^{85}Sr , ^{88}Kr , ^{88}Y , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{101}Rh , ^{103}Ru , ^{106}Rh , ^{109}Cd , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{113}Sn , ^{131}I , ^{133}Xe , $^{133\text{m}}\text{Xe}$, ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{139}Ce , ^{140}Ba , ^{140}La , ^{141}Ce , ^{143}Ce , ^{144}Ce	원자로 안에서 생성 (핵분열)
자연 핵종	계열붕괴(9종)	^{208}Tl , ^{212}Bi , ^{212}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Pb , ^{226}Ra , ^{227}Th , ^{228}Ac , ^{235}U	^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th 등의 계열붕괴로 생성
	기타(3종)	^{40}K , ^7Be , ^{237}U	우주선 등의 영향 파악

II 조사 내용 및 방법

□ 조사 절차

- 한국표준과학연구원에서 보급하는 표준선원을 이용하여 반기별로 감마핵종분석기에 대한 교정 수행
※ 표준선원 : 4종(5/20/1,000mL, charcoal filter)
- 총 9종(해수, 갯벌, 정수, 원수, 공기, 빗물, 토양, 축, 슬릿)의 조사대상 시료 주기적으로 채취 후 전처리
- 측정용기(5/20/1,000mL, charcoal filter)에 충전 후 감마핵종분석기를 이용하여 계측 및 분석 수행
- 스펙트럼 분석 후 인공 및 천연 방사성물질의 종류와 농도 파악



□ 장비 정도관리

- 내부 정도관리
 - 한국표준과학연구원의 4종 표준선원을 이용하여 감마핵종분석기 2대의 정상작동 여부 파악을 위해 연 2회 교정(에너지 및 효율) 수행
 - 교정 후 표준선원의 방사능과 계측결과의 방사능을 비교하여 오차가 $\pm 5\%$ 이내면 교정결과는 적합한 것으로 판단
 - 2022년도 상하반기 감마핵종분석기 2대의 방사능 오차는 각각 $-4.97 \sim 4.71\%$ 와 $-4.95 \sim 5.00\%$ 로 적합(참고 1)

○ 외부 정도관리

- 원자력안전위원회 및 한국원자력안전기술원(KINS)에서 주관한 숙련도 평가에 참여
 - 숙련도평가 대상 핵종과 시료는 감마동위원소와 토양임
- 숙련도평가 결과 A(Acceptable)를 받음(참고 1)
 - 판정기준 : A(Acceptable), W(Acceptable with warning), N(Not acceptable)
 - 계측 및 분석결과의 신뢰도는 확보된 것으로 판단

□ 조사 대상

○ 일본원전 오염수 영향 감시 : 2종 120건

검사목적	검체종류	채취지역(지점)	건수	검사주기
합계	2종	5개 시·군 9곳	120건	매월
일본원전 오염수 영향감시	해수	창원시 진해구(속천항)	12건	매월
		통영시(척포항)	12건	매월
		사천시(삼천포항)	12건	매월
		거제시(장승포항)	12건	매월
		남해군(설리어촌체험관)	12건	매월
	갯벌	창원시 진해구 (해군교육사령부)	12건	매월
		통영시(척포항)	12건	매월
		사천(삼천포항 인근지역)	12건	매월
		거제(신거제대교)	12건	매월
		남해(전도갯벌체험장)	12건	매월

○ 고리원전 영향 감시 : 5종 116건

검사목적	검체종류	채취지점	건수	검사주기
합계	5종	양산시와 김해시 13곳	116건	연중
고리원전 영향 감시	원수	양산시(원동 및 신도시 취수장)	24건	매월
	정수	양산시(신도시, 범어 및 웅상 정수장)	36건	매월
	썩	양산시(천성산 정상), 김해시(신어산 정상)	4건	2회/연
	슬릿	양산시(천성산 정상), 김해시(신어산 정상)	4건	2회/연
	토양	등산로(양산시 3개소, 김해시 3개소) - 양산시 천성산 정상/중턱/기슭 - 김해시 신어산 정상/중턱/기슭	36건	6회/연
평지(양산시 1개소, 김해시 1개소) - 양산시(천성산 입구 주변) - 김해시(김해대학교 정문)		12건	6회/연	

○ 기타 지역 방사능 조사 : 4종 65건

검사목적	검체종류	채취지점	건수	검사주기
합계	4종	16개 시·군 17곳	65건	연중
기타 지역 방사능 조사	공기	진주시(서부청사 별관)	24건	2회/월
	빗물	진주시(서부청사 별관)	9건	매월*
	썩	16개 시·군 16개소	16건	연중
	토양	썩 채취지점 16개소	16건	연중

* 1월, 2월, 5월의 경우 강우량이 없어 검사 미수행

□ 시료채취 및 전처리

○ 시료채취

구분		채취지역	채취지점	채취량(주기)	비고
합계	9종	18개 시·군	39곳		
해수		창원시 진해구	속천항	70L(매월)	현장채취
		통영시	척포항	70L(매월)	현장채취
		사천시	삼천포항	70L(매월)	현장채취
		거제시	장승포항	70L(매월)	현장채취
		남해군	설리어촌체험관	70L(매월)	현장채취
갯벌		창원시 진해구	해군교육사령부 주변	약 4kg(매월)	현장채취
		통영시	척포항	약 4kg(매월)	현장채취
		사천시	삼천포항 주변	약 4kg(매월)	현장채취
		거제시	신거제대교 주변	약 4kg(매월)	현장채취
		남해군	전도갯벌체험장	약 4kg(매월)	현장채취
정수		양산시	신도시, 범어 및 웅상 정수장	1L(매월)	양산시 의뢰
원수		양산시	원동 및 신도시 취수장	20L(매월)	양산시 의뢰
공기		진주시	서부청사 별관	1,814m ³ (2회/월)	현장채취
빗물		진주시	서부청사 별관	약 30L(매월)	현장채취
토양	등산로	양산시 김해시	- 양산(천성산 정상/중턱/기슭) - 김해(신어산 정상/중턱/기슭)	약 4kg(매월)	현장채취
	평지	양산시 김해시	- 양산(천성산 입구 주변) - 김해(김해대학교 정문)	약 4kg(매월)	현장채취
	숙지점	16개 시·군	숙 채취지점과 동일	약 4kg(1회/연)	현장채취
슬잎		양산시 김해시	양산(천성산 정상), 김해(신어산 정상)	약 2kg(1회/연)	현장채취
숙		양산시 김해시	양산(천성산 정상), 김해(신어산 정상)	약 2kg(2회/연)	현장채취
		16개 시·군	농경지 주변	약 2kg(1회/연)	현장채취

○ 전처리 및 계측

- 물 시료 : 해수, 정수, 원수, 빗물

구분	해수		정수	원수	빗물
	¹³¹ I 검사	¹³¹ I 외 검사			
채취량	5L	60L	1L	20L	30L
전처리장비	가스레인지	공침수조	없음	가스레인지	가스레인지
전처리	증발농축 (5L → 1L)	인몰리브덴산암모늄공침	없음	증발농축 (20L → 1L)	증발농축 (30L → 1L)
측정용기	1L	20mL	1L	1L	1L
계측시간	8만초	8만초	1만초	8만초	8만초
계측장비	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)				

- 물 이외 시료 : 갯벌, 토양, 공기, 지표식물(솔잎, 쭈)

구분	갯벌, 토양	공기		지표식물 (솔잎과 쭈)
		¹³¹ I	¹³¹ I 외	
채취량	3~5kg	약 1,900m ³	약 1,900m ³	약 2kg
전처리장비	분쇄기, 건조기	없음	없음	분쇄기
전처리	건조분쇄 - 105 °C에서 48시간 건조 - 분쇄 후 직경 2mm 체로 걸러냄	없음	없음	분쇄
측정용기	1L	Charcoal filter	5mL	1L
계측시간	2만초	8만초	8만초	8만초
	감마핵종분석기(HPGe; High Purity Germanium Detector)			

□ 평가 방법

- 계측 및 분석 결과에 대한 신뢰도 확보를 위해 원자력안전위원회고시 제2017-17호에 명시된 시료별 및 핵종별 MDA(Minimum Detectable Activity; 최소검출방사능) 요건 만족여부 파악
 - 계측결과의 MDA 값이 원자력안전위원회고시 제2017-17호(시행일자 : 2017. 12. 26.)에 명시된 값보다 작아야 만족
- 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs) 등 29개 핵종을 기준으로 국내·외 원전과 일본원전 오염수, 북한 핵실험 등의 영향 파악
 - 조사핵종(^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs)이 검출될 경우 한국원자력안전기술원 자료(전국 환경 및 해양 방사능조사 보고서) 및 WHO Guideline¹⁾과 비교 분석
- 베릴륨(^7Be)과 칼륨(^{40}K) 등 12개 핵종을 기준으로 우주선 및 지각방사선 영향과, 기타 자연핵종의 도내 분포경향 파악

1) WHO Guideline for Drinking Water에 제시된 먹는물의 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 기준치는 각각 10 Bq/L

Ⅲ 조사 결과 및 고찰

□ 일본원전 오염수 해양방류 영향 감시

○ 해수

- 남해연안 5개 지역에서 매월 채수한 해수 60건을 대상으로 29개 인공 핵종을 대상으로 일본원전 오염수 영향을 조사한 결과(참고 2) 모든 시료에서 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs) 등의 인공핵종은 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)이 39건(65.0%)에서 0.00109~0.00221 Bq/L로 검출
- 5개 지역 해수의 월별 및 지역별 ^{137}Cs 농도를 분석한 결과 특이사항은 없었고(그림 1, 그림 2), 전국 정상범위¹⁾ 이내로 나타남
- 계측결과의 MDA가 원자력안전위원회고시 2017-17호 값보다 낮아 신뢰도는 확보된 것으로 판단(참고 3)
- ^{137}Cs (반감기 30년)이 검출되었으나 ^{134}Cs (반감기 2년)가 검출되지 않아 일본원전 오염수 영향은 없고, 방사능 낙진 영향이라 판단
- 남해연안 5개 지역에서 매월 채취한 해수 60건을 대상으로 12개 자연 핵종을 적용하여 방사성물질 분포경향 조사(참고 2)
- 우주선 영향을 파악할 수 있는 베릴륨(^7Be)은 모든 시료에서 불검출
- 지각방사선 영향을 파악할 수 있는 칼륨(^{40}K)은 51건(85%)에서 0.105~0.496 Bq/L로 검출되었고(그림 3), 특이사항은 없음
- 우라늄(^{238}U)과 토륨(^{232}Th)으로부터 계열붕괴하는 납(^{212}Pb)은 4건(6.67%)에서 0.740~18.2 Bq/L로, 라듐(^{226}Ra)은 8건(13.3%)에서 0.0357~0.0596 Bq/L로 검출
- 우라늄(^{235}U)의 계열붕괴 핵종인 토륨(^{227}Th)은 1건(1.67%)에서 0.0126 Bq/L, 계열붕괴의 어미핵종인 우라늄(^{235}U)은 12건(20.0%)에서 0.00251~0.00792 Bq/L로 각각 검출

1) 정상범위(해수) : 불검출~0.00243 Bq/L(한국원자력안전기술원, 2017~2021년)

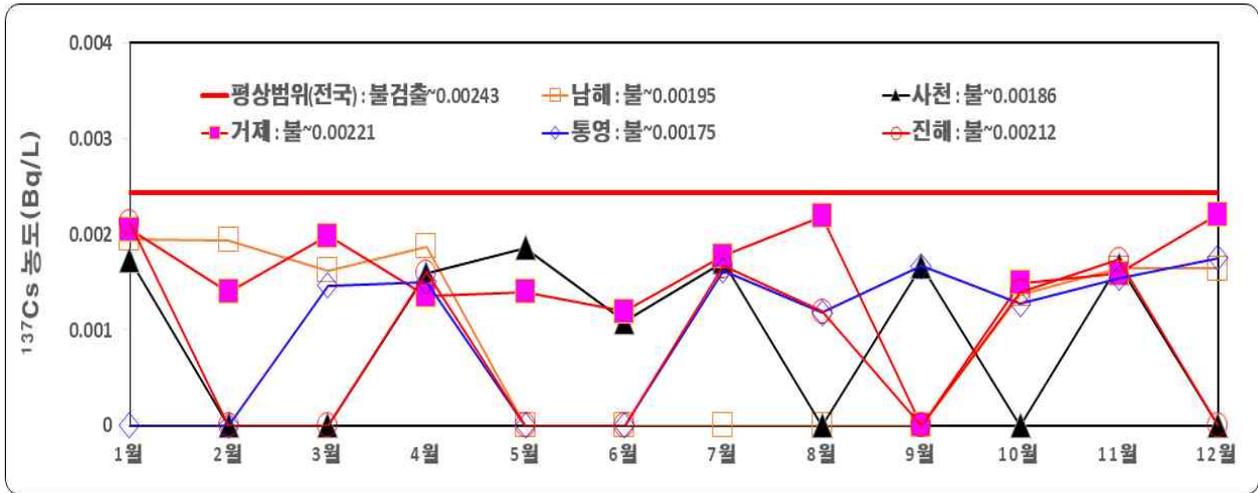


그림 1. 남해연안 해수의 월별 세슘(^{137}Cs) 분포경향

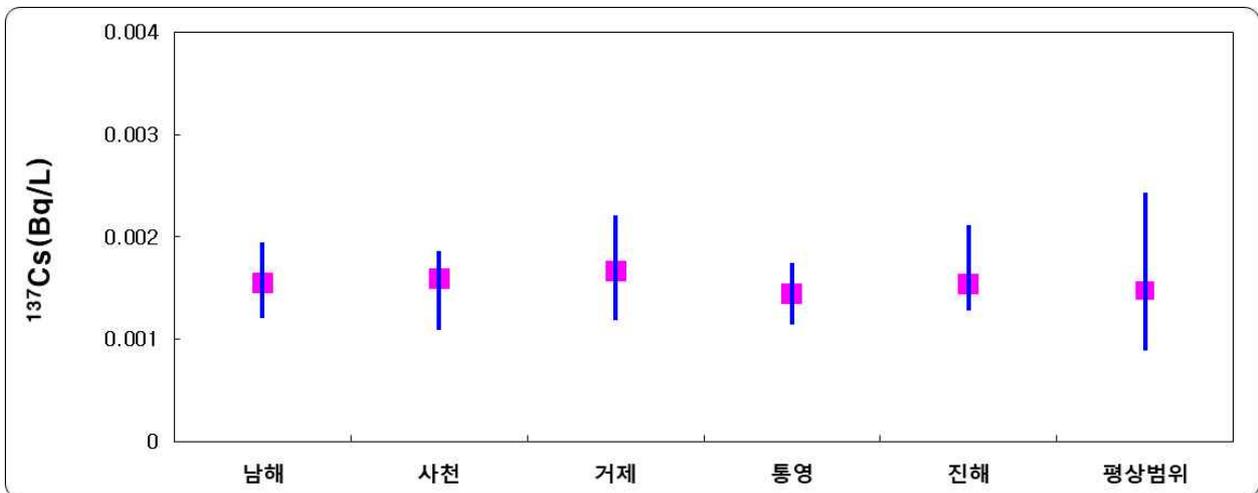


그림 2. 남해연안 지역별 해수의 세슘(^{137}Cs) 분포경향

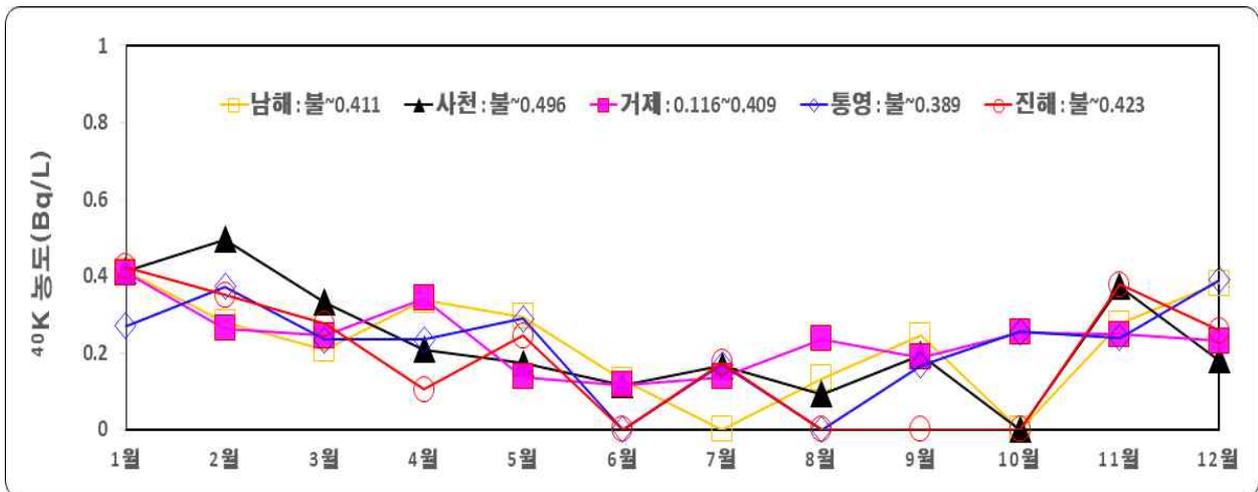


그림 3. 남해연안 지역 해수의 월별 칼륨(^{40}K) 분포경향

- 2012년부터 현재까지 해수를 매년 검사하고 있으나 채취지역 변동이 있어, 2015년부터 지역변동이 없는 거제시와 남해군의 검사결과만을 연도별로 분석한 것임. 거제시와 남해군에서 채취한 해수 총 186건 (거제시 93건, 남해군 93건)을 분석한 결과 모든 시료에서 방사성요오드 (^{131}I), 세슘(^{134}Cs) 등의 인공핵종은 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)이 92건 (49.5%)에서 0.000879~0.00232 Bq/L로 검출
 - 거제시 해수 93건 중 50건(53.8%)에서 ^{137}Cs (0.000990~0.00232 Bq/L)이 검출되었고(그림 4), 전국 정상범위¹⁾ 이내로 나타남. 2019년에 ^{137}Cs 농도의 변동이 다른 연도에 비해 작은 것은 13건 중 2건에서만 ^{137}Cs 이 검출되었기 때문임
 - 남해군 해수의 경우 93건 중 42건(45.2%)에서 ^{137}Cs (0.000879~0.00195 Bq/L)이 전국 정상범위 이내로 검출되었고, 거제시의 검사 결과에 비해 ^{137}Cs 농도의 변동이 작게 나타남
 - 거제시와 남해군 해수에서 ^{137}Cs 이 검출되었으나 ^{134}Cs 는 검출되지 않아 국내·외 원전에 의한 영향은 없고, 방사능 낙진 영향이라 판단

1) 정상범위(해수) : 불검출~0.00277 Bq/L(한국원자력안전기술원, 2015~2021년)

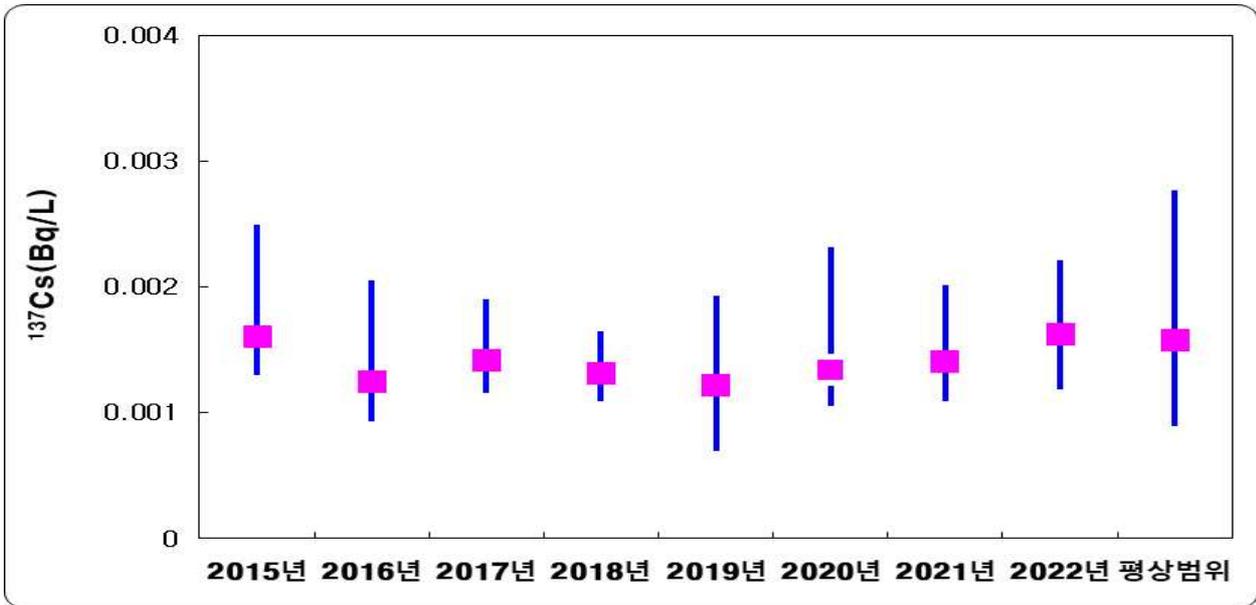


그림 4. 거제시 해수의 연도별 세슘(^{137}Cs) 분포경향

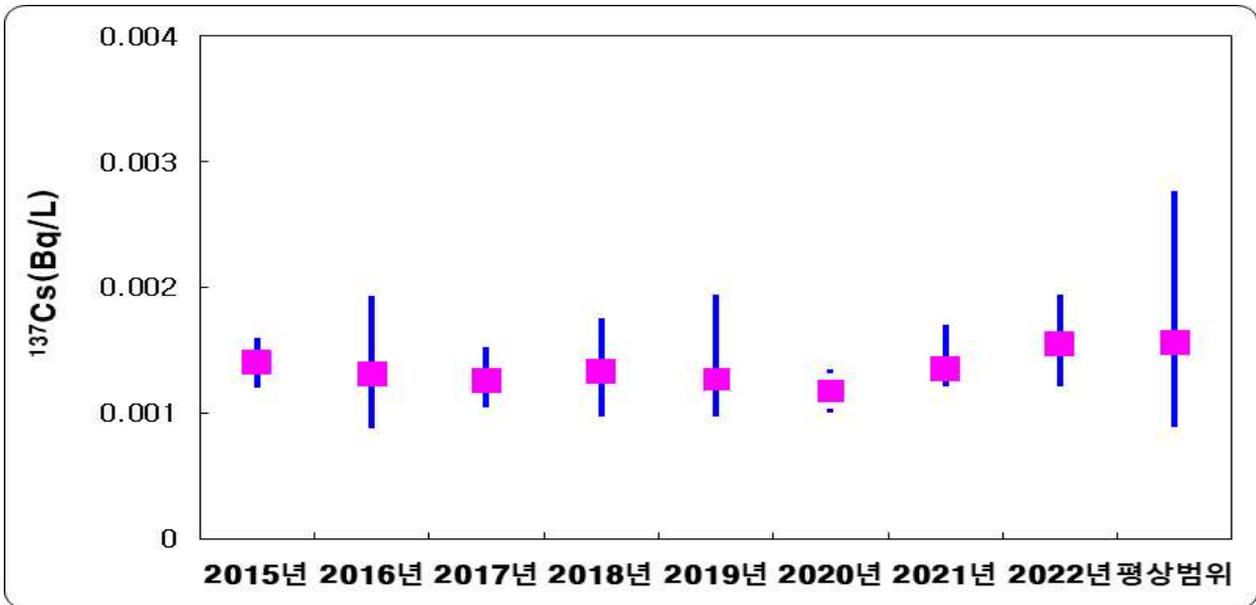


그림 5. 남해군 해수의 연도별 세슘(^{137}Cs) 분포경향

○ 갯벌

- 남해연안 5개 지역에서 매월 채취한 갯벌 60건을 대상으로 29개 인공 핵종을 적용하여 일본원전 오염수 해양방류 영향을 조사한 결과 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs) 등의 인공핵종은 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)이 47건(78.3%)에서 0.502~1.68 Bq/kg-dry로 검출(참고 2)
 - 갯벌의 월별 분포경향을 조사한 결과(그림 4) 특이사항은 없었고, 지역별 분포경향을 조사한 결과(그림 5) 통영시 갯벌이 타 지역에 비해 다소 높았지만 전국 정상범위¹⁾ 내로 나타남
 - 갯벌에서 ^{137}Cs (반감기 30년)이 검출되었지만 환경에서 ^{137}Cs 와 거동이 동일한 ^{134}Cs (반감기 2년)이 검출되지 않아 과거 해외에서 수행한 핵실험에 의한 영향이라 판단
 - 계측결과의 MDA가 원자력안전위원회고시 2017-17호 값보다 낮아 신뢰도는 확보된 것으로 판단(참고 3)
- 남해연안 5개 지역에서 매월 채취한 갯벌 60건을 대상으로 12개 자연 핵종을 적용하여 방사성물질 분포경향 조사(참고 2)
 - 우주선 영향을 파악하기 위한 핵종인 베릴륨(^7Be)은 34건(56.7%)에서 3.13~20.3 Bq/kg-dry로 검출
 - 지각방사선 영향을 파악할 수 있는 칼륨(^{40}K)은 56건(93.3%)에서 380~1,157 Bq/kg-dry로 검출. 지역별 분포경향을 조사한 결과(그림 6) 진해구 갯벌의 ^{40}K 농도(510~1,157 Bq/kg-dry)가 전국 정상범위²⁾ 보다 높게 검출되었는데, 이는 갯벌의 성분차이 때문이라 판단
 - 토륨(^{232}Th)의 계열붕괴 핵종인 납(^{212}Pb)은 42건(70.0%)에서 6~102,810 Bq/kg-dry로, 악티늄(^{228}Ac)은 20건(33.3%)에서 2~131,100 Bq/kg-dry로 각각 검출

1) 정상범위(^{137}Cs) : 불검출~3.83 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017년~2021년)

2) 정상범위(^{40}K) : 387~1,050 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017년~2021년)

- 우라늄(^{238}U)의 계열붕괴 핵종인 라듐(^{226}Ra)은 34건(56.7%)에서 13.9~38.1 Bq/kg-dry로 검출
- 우라늄(^{235}U)의 계열붕괴 핵종인 토륨(^{227}Th)은 4건(6.7%)에서 3.17~5.41 Bq/kg-dry로 검출되었고, 계열붕괴의 어미핵종인 우라늄(^{235}U)은 31건(51.7%)에서 0.90~2.89 Bq/kg-dry로 검출

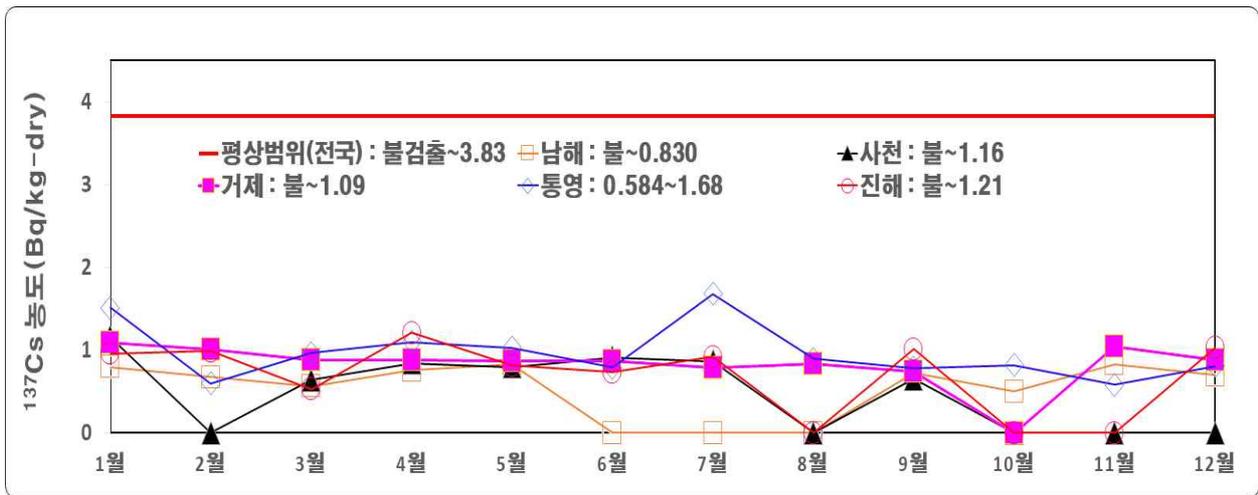


그림 6. 남해연안 갯벌의 월별 세슘(^{137}Cs) 분포경향

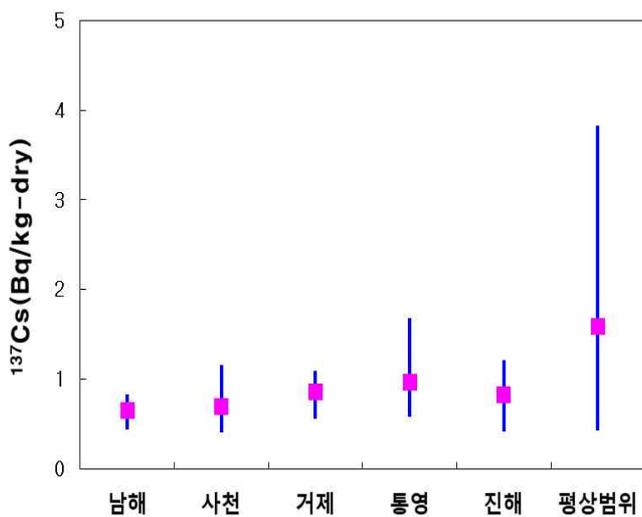


그림 7. 지역별 갯벌의 세슘(^{137}Cs) 농도

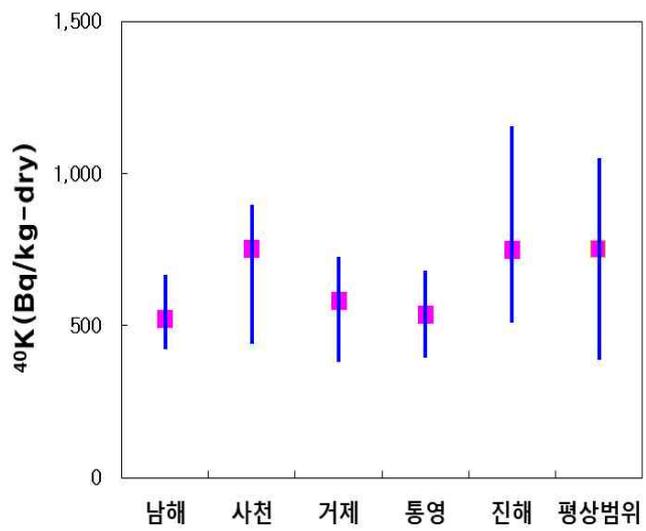


그림 8. 지역별 갯벌의 칼륨(^{40}K) 농도

- 해수는 2012년부터 매년 검사한 반면, 갯벌은 양산시 일부지역이 방사선비상계획구역 포함되고(2015. 5월), 일본정부의 후쿠시마 원전 오염수 해양방류 결정(2021. 4월)에 따라 경남인근 국내·외 원전 영향을 다방면에서 효율적으로 감시하기 위해 2019년부터 매년 검사
- 2019년부터 2022년까지 거제시와 남해군에서 채취한 갯벌 74건(거제시 37건, 남해군 37건)을 분석한 결과 모든 시료에서 방사성요오드 (^{131}I), 세슘(^{134}Cs) 등의 인공핵종은 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)이 58건 (78.4%)에서 0.433~2.34 Bq/kg-dry로 검출
 - 거제시 갯벌 28건(75.7%)에서 ^{137}Cs (0.433~2.16 Bq/kg-dry)이 전국 정상범위¹⁾ 이내로 검출되었고(그림 9), 2020년도의 ^{137}Cs 농도가 다른 연도에 비해 상대적으로 높게 나타남
 - 남해군 갯벌의 경우 30건(81.1%)에서 ^{137}Cs (0.502~2.34 Bq/kg-dry)이 전국 정상범위 이내로 검출되었고(그림 9), 거제시의 결과와 유사한 경향을 보임
 - 거제시 및 남해군 갯벌에서 ^{137}Cs 이 검출되었으나 ^{134}Cs 가 검출되지 않아 국내·외 원전에 의한 영향은 없고, 방사능 낙진 영향이라 판단

1) 정상범위 : 불검출~3.83 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017~2021년)

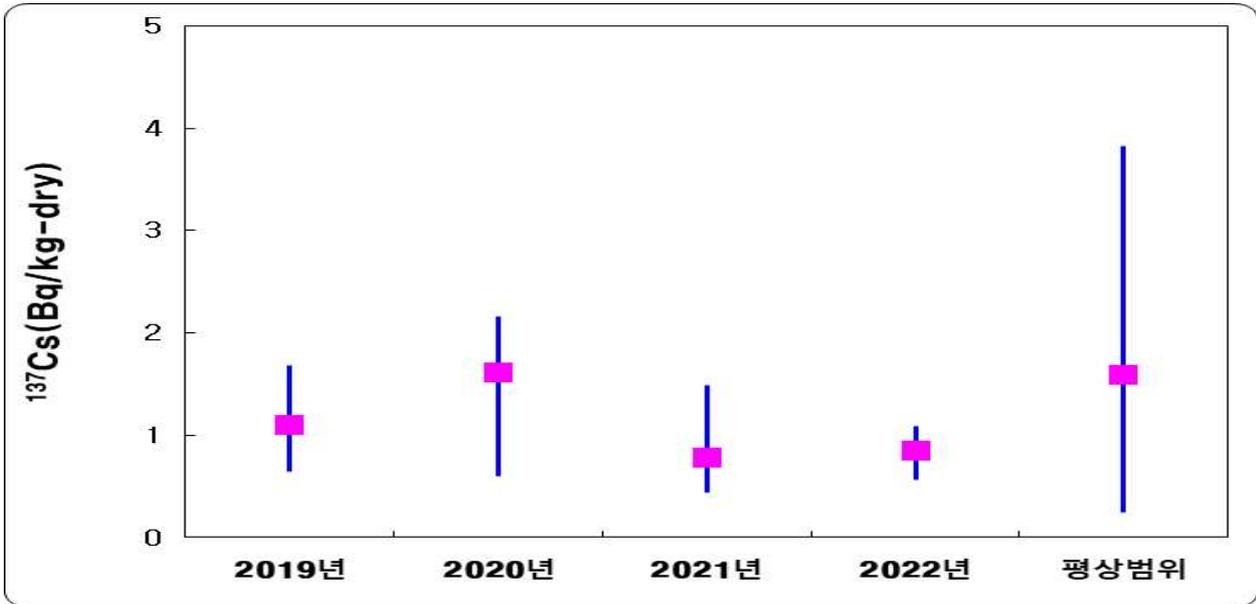


그림 9. 거제시 갯벌의 연도별 세슘(^{137}Cs) 농도

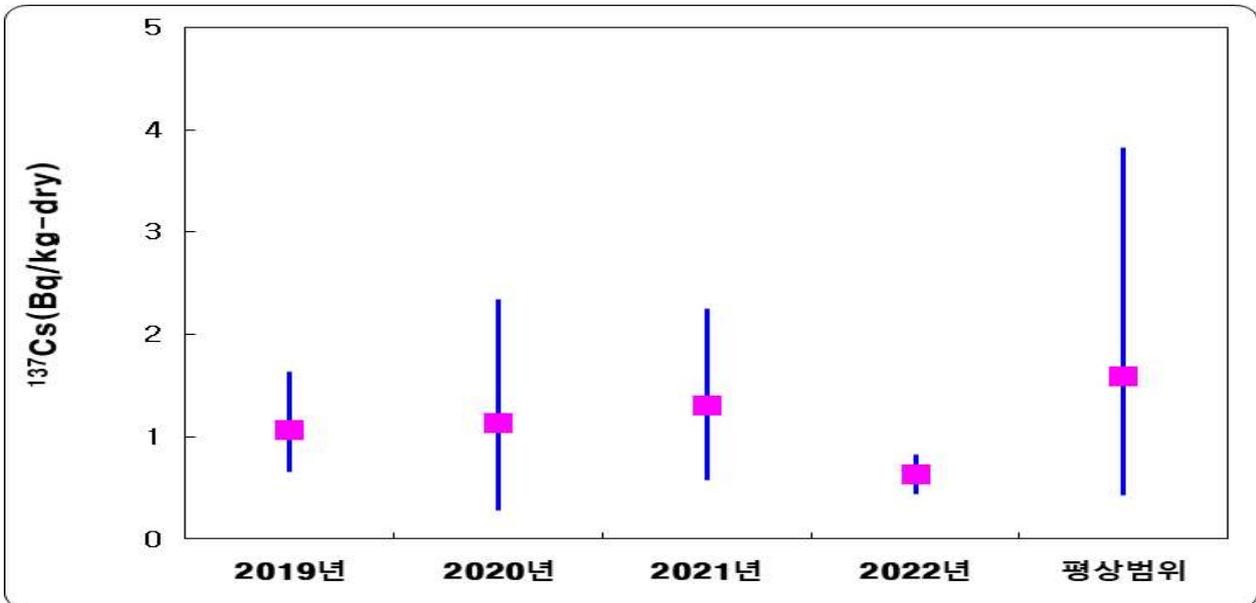


그림 10. 남해군 갯벌의 연도별 세슘(^{137}Cs) 농도

□ 고리원전 영향 감시

○ 토양

- 양산시와 김해시의 토양 48건(등산로 36건, 평지 12건)을 대상으로 29개 인공핵종을 적용하여 고리원전 영향을 조사한 결과 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs) 등은 불검출이었고, 세슘(^{137}Cs)이 38건(79.2%)에서 0.509~12.6 Bq/kg-dry로 검출(참고 2)
 - 등산로 토양 31건(86.1%)에서 ^{137}Cs (0.509~12.6 Bq/kg-dry)이 검출되었고, 전국 정상범위¹⁾ 이내
 - 평지 토양 7건(58.3%)에서 ^{137}Cs (0.578~9.20 Bq/kg-dry)이 검출되었고, 전국 정상범위 이내
 - 등산로 토양의 ^{137}Cs 농도가 평지에 비해 높게 나타났는데(그림 11, 그림 12), 이는 방사능낙진 영향이라 판단. 방사능낙진은 강우나 강설, 풍향 등에 의해 평지보다 등산로 토양에 먼저 침적됨
 - 토양에서 ^{137}Cs (반감기 30년)이 검출되었지만 환경에서 ^{137}Cs 와 거동이 동일한 ^{134}Cs (반감기 2년)은 검출되지 않아 과거 해외에서 수행한 핵 실험에 의한 방사능낙진 영향이라 판단
 - 계측결과의 MDA가 원자력안전위원회고시 2017-17호 값보다 낮아 신뢰도는 확보된 것으로 판단(참고 3)
- 양산시 및 김해시의 토양 48건(등산로 36건, 평지 12건)을 대상으로 12개 자연핵종을 적용하여 방사성물질 분포경향 조사(참고 2)
 - 우주선 영향을 파악하기 위한 핵종인 베릴륨(^7Be)은 7건(14.6%)에서 3.58~6.33 Bq/kg-dry로 검출
 - 지각방사선 영향을 파악할 수 있는 칼륨(^{40}K)의 경우 47건(97.9%)에서 155~1,042 Bq/kg-dry로 검출. 등산로 정상의 ^{40}K 농도가 타 지점에 비해 낮게 검출되었고(그림 13), 전국 정상범위²⁾ 이내

1) 정상범위(^{137}Cs) : 불검출~15.8 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017~2021년)

2) 정상범위(^{40}K) : 387~1,050 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017년~2021년)

- 토륨(^{232}Th)의 계열붕괴 핵종인 납(^{212}Pb)은 31건(51.7%)에서 341~166,030 Bq/kg-dry로, 악티늄(^{228}Ac)은 21건(35.0%)에서 6,657~279,540 Bq/kg-dry로 검출
- 우라늄(^{238}U)의 계열붕괴 핵종인 라듐(^{226}Ra)은 35건(58.3%)에서 17.4~79.9 Bq/kg-dry로 검출
- 우라늄(^{235}U)의 계열붕괴 핵종인 토륨(^{227}Th)은 19건(31.7%)에서 3.84~9.08 Bq/kg-dry로 검출되었고, 계열붕괴의 어미핵종인 우라늄(^{235}U)은 28건(46.7%)에서 1.20~5.06 Bq/kg-dry로 검출

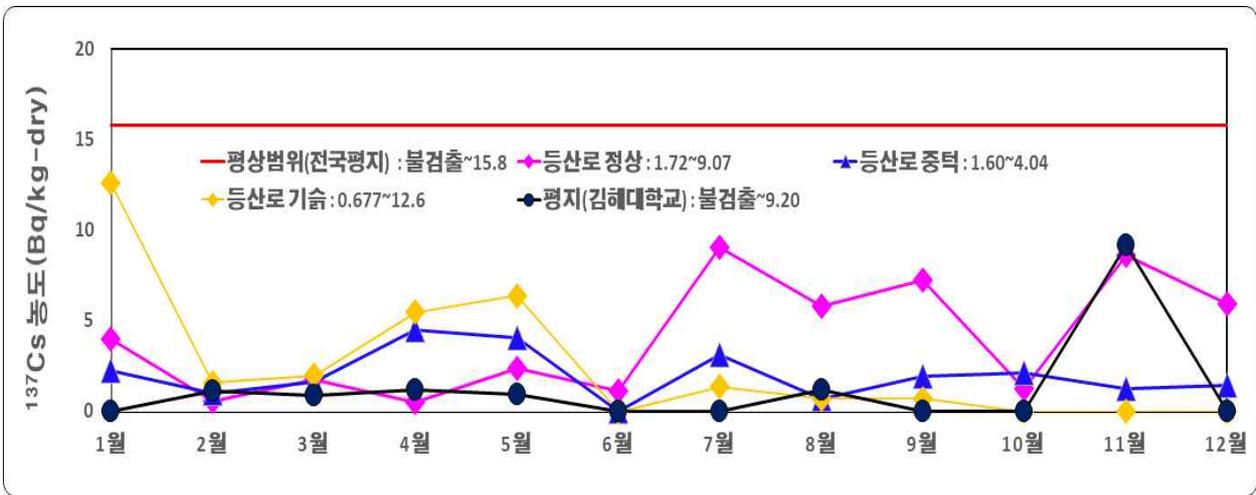


그림 11. 양산시와 김해시 토양(등산로와 평지)의 월별 세슘(^{137}Cs) 분포경향

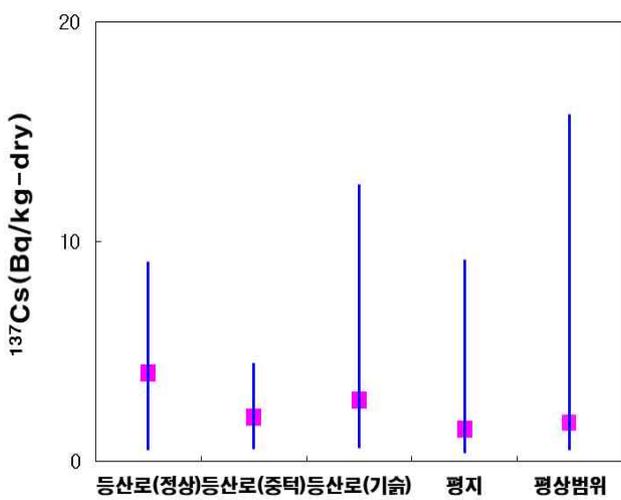


그림 12. 토양 지점별 세슘(^{137}Cs) 농도

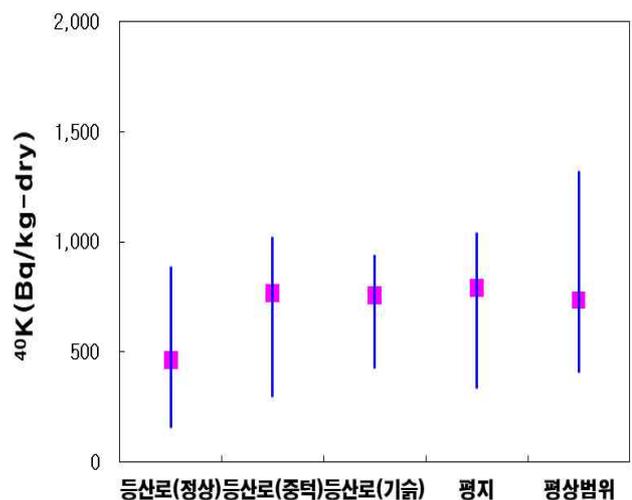


그림 13. 토양 지점별 칼륨(^{40}K) 농도

- 양산시 일부 지역이 방사선비상계획구역에 포함됨에 따라(2015. 5월), 고리원전 영향을 다방면에서 효율적으로 파악하기 위해 양산시(2016년~)와 김해시(2020년~) 등산로 토양을 매년 검사
- 2016년부터 2022년까지 양산시와 김해시에 위치한 천성산 및 신어산 정상에서 채취한 등산로 토양 59건(천성산 36건, 신어산 23건)을 조사한 결과 모든 시료에서 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs) 등은 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)이 49건(83.1%)에서 0.519~20.8 Bq/kg-dry로 검출
 - 천성산 토양 29건(80.6%)에서 ^{137}Cs (0.519~20.8 Bq/kg-dry)이 검출되었고(그림 14), 2019년과 2020년의 ^{137}Cs 농도가 전국 평지의 정상범위를¹⁾ 초과하였으나 등산로²⁾와 문헌자료³⁾ 이내로 나타남. 등산로 토양의 ^{137}Cs 농도가 평지에 비해 높은 사유는 방사능 낙진이 강우나 강설에 의해 낙하할 때 풍향, 풍속 등의 기상조건에 의해 지표면보다 고도가 높은 등산로에 먼저 침적되기 때문임. 등산로는 2015년~2017년에 이용객이 많은 도내 주요 고산 20곳 정상에서 채취한 토양을 대상으로 검사한 결과임.
 - 신어산 토양의 경우 20건(87.0%)에서 ^{137}Cs (0.862~14.0 Bq/kg-dry)이 검출되었고(그림 15), 등산로와 전국 정상범위⁴⁾ 이내로 나타남
 - 양산시와 김해시의 등산로 토양에서 ^{137}Cs 이 검출되었지만 환경에서 ^{137}Cs 와 거동이 동일한 ^{134}Cs 는 검출되지 않아 과거 해외에서 수행한 핵실험에 의한 방사능낙진 영향이라 판단

1) 정상범위(평지) : 불검출~24.6 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2016~2021년)
 2) 등산로(경상남도) : 불검출~38.1 Bq/kg-dry(환경방사성물질 조사결과, 2015~2017년)
 3) 문헌자료(등산로) : 13.2~103.1 Bq/kg-dry('04년도 한국방사성폐기물학회, 지형 및 지질에 따른 ^{137}Cs 분포 및 거동에 관한 연구)
 4) 정상범위(평지) : 불검출~15.8 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017~2021년)

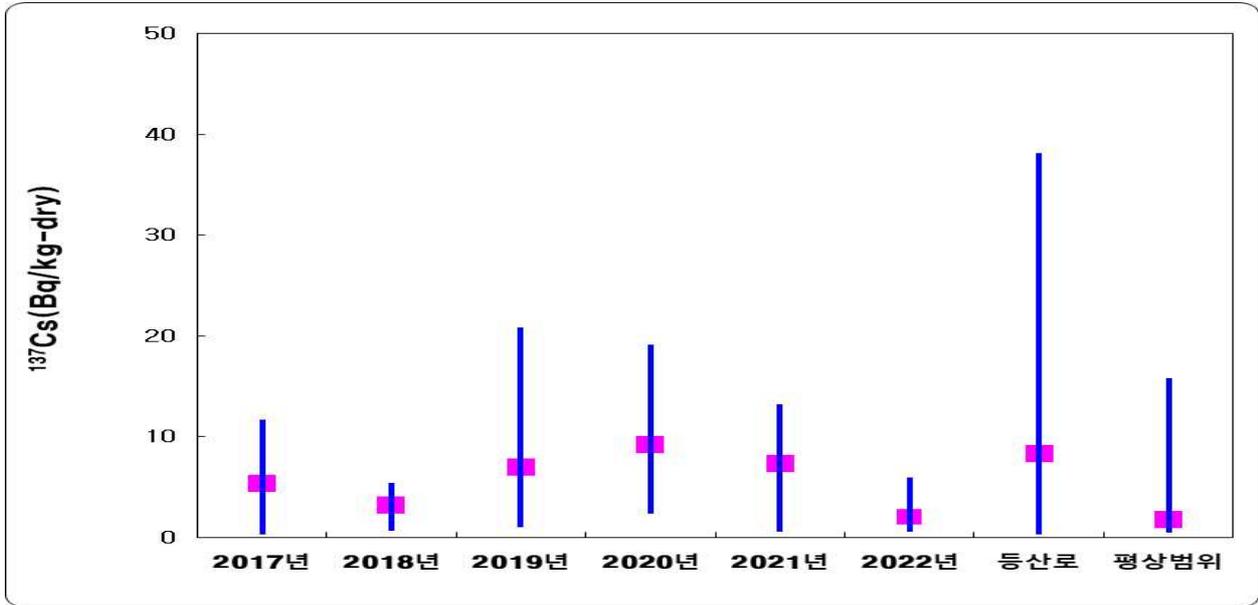


그림 14. 천성산 정상 토양의 연도별 세슘(^{137}Cs) 농도

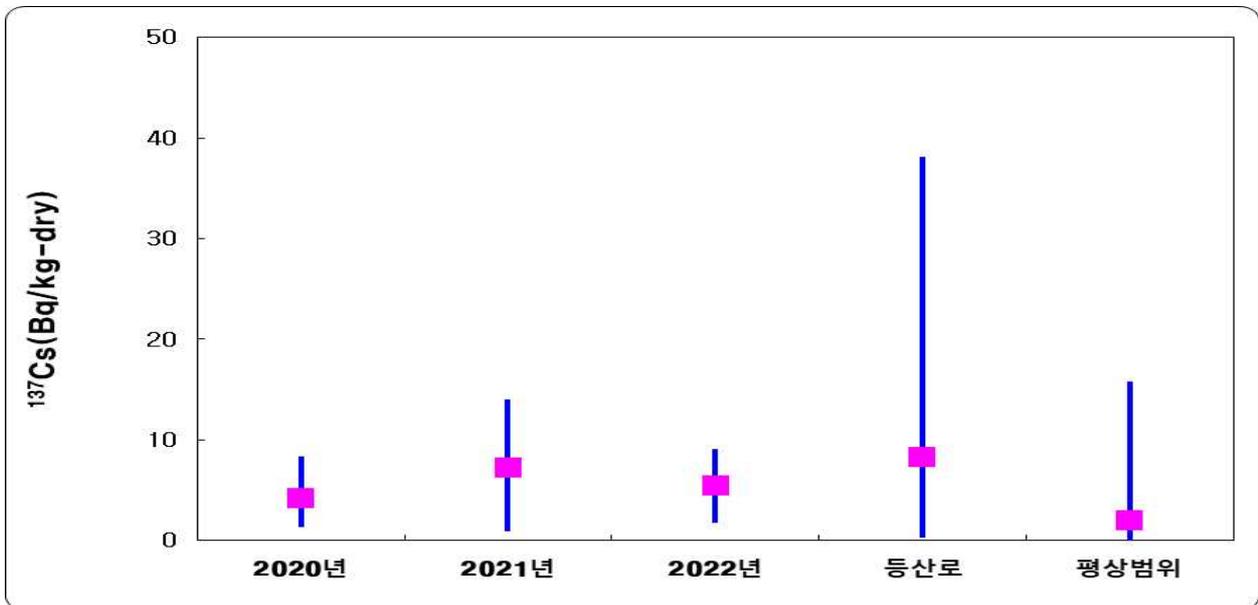


그림 15. 신어산 정상 토양의 연도별 세슘(^{137}Cs) 농도

- 양산시 일부 지역이 방사선비상계획구역에 포함됨에 따라(2015. 5월), 고리원전 영향을 다방면에서 효율적으로 파악하기 위해 양산시(2016년~)와 김해시(2020년~) 평지 토양을 매년 검사
- 2016년부터 2022년까지 양산시와 김해시의 평지에서 채취한 토양 127건을 조사한 결과 모든 시료에서 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs) 등은 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)이 101건(79.5%)에서 0.509~16.6 Bq/kg-dry로 검출
 - 양산시의 웅상정수장과 삼호34근린공원, 천성산 주변 등에서 채취한 105건 토양 중 31건(86.1%)에서 ^{137}Cs (0.509~16.6 Bq/kg-dry)이 검출되었고 (그림 16), 전국 정상범위¹⁾ 이내로 나타남.
 - 김해시 생림중학교 및 김해대학교 주변에서 채취한 22건의 토양 중 10건 (45.5%)에서 ^{137}Cs (0.578~9.20 Bq/kg-dry)이 전국 정상범위 이내로 검출됨
 - 양산시와 김해시의 평지 토양에서 ^{137}Cs 이 검출되었지만 환경에서 ^{137}Cs 와 거동이 동일한 ^{134}Cs 이 검출되지 않아 과거 해외에서 수행한 핵실험에 의한 방사능낙진 영향이라 판단

1) 정상범위(전국) : 불검출~24.6 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2016~2021년)

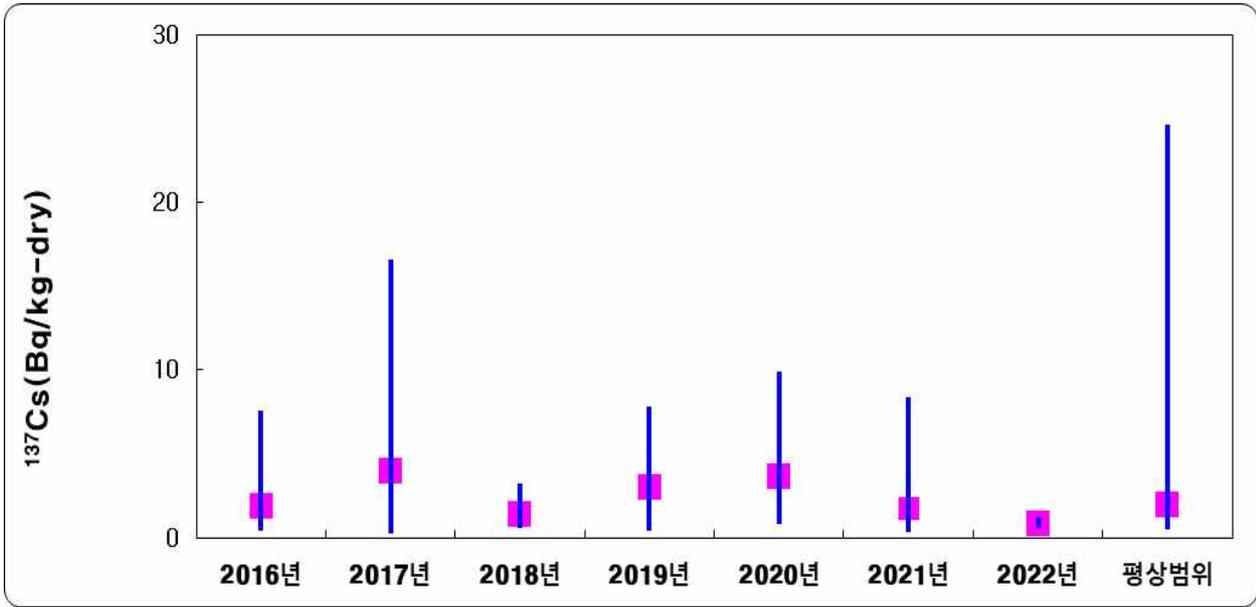


그림 16. 양산시 평지 토양의 연도별 세슘(^{137}Cs) 농도

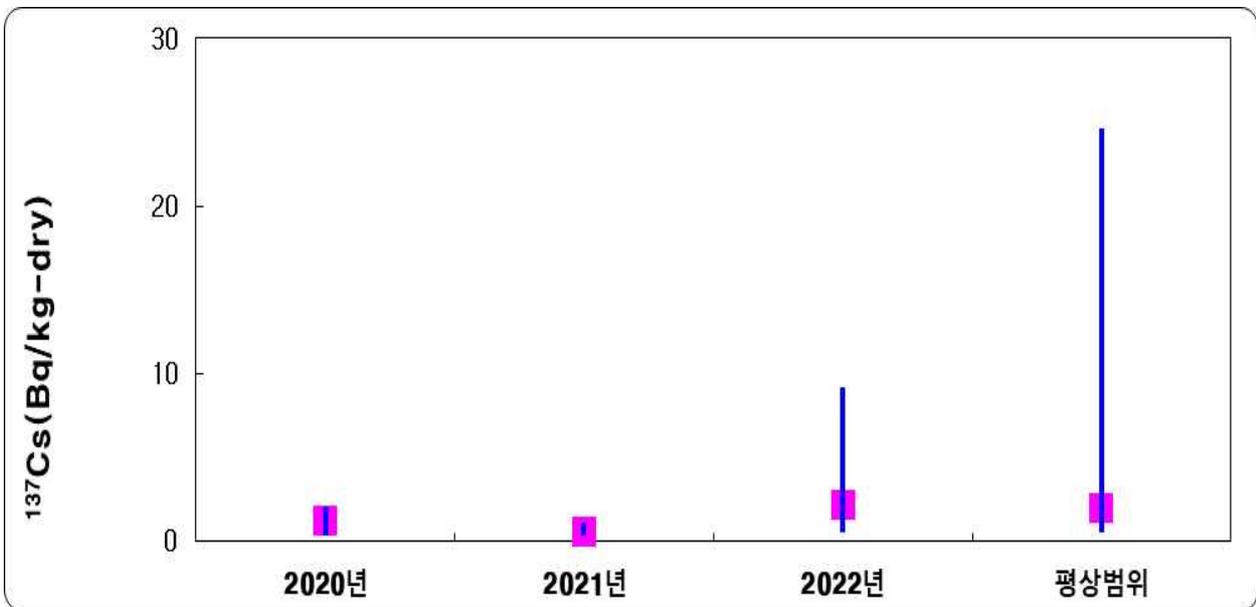


그림 17. 김해시 평지 토양의 연도별 세슘(^{137}Cs) 농도

○ 지표식물(솔잎, 쭈)

- 양산시 및 김해시의 지표식물 8건(솔잎 4, 쭈 4)을 대상으로 29개 인공핵종을 적용하여 고리원전 영향을 조사한 결과(참고 2) 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs) 등의 모든 인공핵종은 검출되지 않음
 - 인공핵종이 검출되지 않아 고리원전 영향은 없는 것으로 판단
 - 계측결과로 나타난 MDA가 원자력안전위원회고시 제2017-17호의 값보다 낮아 신뢰도는 확보된 것으로 판단(참고 3)
- 양산시와 김해시의 지표식물 8건(솔잎 4, 쭈 4)을 대상으로 12개 자연핵종을 적용하여 방사성물질 분포경향 조사(참고 2)
 - 모든 쭈에서 ^7Be 과 ^{40}K 이 각각 11.0~45.0 Bq/kg-dry, 85.2~143 Bq/kg-dry로 검출되었고, 정상범위¹⁾²⁾ 이내
 - 솔잎 또한 모든 시료에서 ^7Be 과 ^{40}Kr 이 각각 11.1~23.9 Bq/kg-dry, 38.2~137 Bq/kg-dry로 검출되었고, 정상범위³⁾⁴⁾ 이내
 - 토륨(^{232}Th)의 계열붕괴 핵종인 납(^{212}Pb)은 5건(62.5%)에서 18.6~809 Bq/kg-dry로, 악티늄(^{228}Ac)은 3건(37.5%)에서 34.5~601 Bq/kg-dry로 각각 검출

○ 먹는물(정수, 원수)

- 양산시의 정수 36건을 대상으로 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs) 등 7개 핵종을 적용하여 고리원전 영향을 조사한 결과 모든 정수에서 인공핵종 불검출(참고 2)
 - 인공핵종이 검출되지 않아 고리원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단
 - 정수의 경우 MDA 기준치가 없어 검사결과만 수록

1) 정상범위(쭈, ^7Be) : 3.05~68.1 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017~2021년)

2) 정상범위(쭈, ^{40}K) : 105~352 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017~2021년)

3) 정상범위(솔잎, ^7Be) : 2.08~60.4 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017~2021년)

4) 정상범위(솔잎, ^{40}K) : 18.3~128 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017~2021년)

- 자연핵종인 칼륨(^{40}K)은 6건(16.7%)에서 6.92~10.3 Bq/L로 검출
- 양산의 원수 24건을 대상으로 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs) 등 41개 핵종을 적용하여 고리원전 영향을 조사한 결과 모든 원수에서 인공핵종 불검출(참고 2)
 - ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 주요 인공핵종이 검출되지 않아 고리원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단
 - 계측결과의 MDA가 원자력안전위원회고시 2017-17호 값보다 낮아 신뢰도는 확보된 것으로 판단(참고 3)
 - 자연핵종의 경우 칼륨(^{40}K)이 8건(33.3%)에서 0.114~0.431 Bq/L로, 납(^{212}Pb)이 7건(29.2%)에서 0.397~134 Bq/L로, 라듐(^{226}Ra)이 6건(25.0%)에서 0.137~0.377 Bq/L로, 우라늄(^{235}U)이 3건(12.5%)에서 0.0188~0.0227 Bq/L로 각각 검출

□ 기타 지역 방사능 조사

○ 공기

- 공기시료 24건을 대상으로 29개 인공핵종을 적용하여 방사능 분포를 조사한 결과 모든 시료에서 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs) 등의 인공핵종 불검출(참고 2)
 - 모든 인공핵종이 검출되지 않아 고리 및 일본원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단
 - 계측결과의 MDA가 원자력안전위원회고시 2017-17호 값보다 낮아 신뢰도는 확보된 것으로 판단(참고 3)
- 공기시료 24건을 대상으로 12개 자연핵종을 적용하여 방사능 분포를 조사한 결과
 - 우주선 영향을 파악하기 위한 자연핵종인 ^7Be 은 16건(66.7%)에서 0.000181~0.0290 Bq/m³로 검출
 - 지각방사선 영향을 파악하기 위한 핵종인 ^{40}K 은 4건(16.7%)에서 0.00111~0.00856 Bq/m³로 검출
 - 우라늄(^{238}U)과 토륨(^{232}Th)의 계열붕괴 핵종인 납(^{212}Pb)은 2건(8.33%)에서 0.0000275~0.0000613 Bq/m³로, 라듐(^{226}Ra)은 3건(12.5%)에서 0.00122~0.00456 Bq/m³로 각각 검출

○ 빗물

- 1월과 2월, 5월을 제외한 매월 채수한 빗물시료 9건을 대상으로 29개 인공핵종을 적용하여 방사성물질 분포를 조사한 결과 모든 시료에서 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs) 등의 인공핵종 불검출
 - ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 등의 인공핵종이 검출되지 않아(참고 2) 고리 및 일본 원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단

- 모든 결과는 원자력안전위원회고시 2017-17호에 명시된 MDA 요건을 만족하여 신뢰도 확보(참고 3)
- 빗물시료 9건을 대상으로 12개 자연핵종을 적용하여 방사능 분포를 조사한 결과
 - 우주선 영향을 파악할 수 있는 베릴륨(^7Be)은 1건(11.1%)에서 0.0262 Bq/L로 검출
 - 지각방사선 영향을 파악할 수 있는 칼륨(^{40}K)은 5건(55.6%)에서 0.0756 ~0.566 Bq/L로 나타남
 - 토륨(^{232}Th)의 계열붕괴 핵종인 납(^{212}Pb)은 7건(77.8%)에서 0.104~21.7 Bq/L로, 악티늄(^{228}Ac)은 3건(33.3%)에서 1.29~63.2 Bq/L로 각각 검출
 - 우라늄(^{238}U)의 계열붕괴 핵종인 라듐(^{226}Ra)은 1건(11.1%)에서 0.491 Bq/L로 어미핵종인 우라늄(^{235}U)은 2건(22.2%)에서 0.0145~0.0156 Bq/L로 각각 검출

○ 지표식물(쭈)

- 16개 시·군에서 채취한 16건의 쭈 시료를 대상으로 29개 인공핵종을 적용하여 방사능분포 조사한 결과(참고 2) 모든 시료에서 방사성요오드 (^{131}I), 세슘(^{134}Cs , ^{137}Cs) 등의 모든 인공핵종은 검출되지 않음
 - 인공핵종이 검출되지 않아 일본 및 고리 원전에 의한 영향은 없음
 - 모든 시료가 원자력안전위원회고시 제2017-17호에서 제시한 MDA 기준을 만족하여 신뢰도는 확보한 것으로 판단(참고 3)
- 16개 시·군에서 채취한 16건의 쭈 시료를 대상으로 12개 자연핵종을 적용하여 방사능분포 조사(참고 2)
 - 우주선에 의한 영향을 파악할 있는 베릴륨(^7Be)은 14건(87.5%)에서 5.69~22.9 Bq/kg-fresh로, 지각방사선 영향을 파악하기 위한 핵종인 칼륨(^{40}K)의

- 경우 모든 시료에서 90.5~172 Bq/kg-fresh로 검출(정상범위¹⁾ 이내)
- 토륨(²³²Th)의 계열붕괴 핵종인 납(²¹²Pb)은 8건(50.0%)에서 3.23~12,246 Bq/kg-dry로, 악티늄(²²⁸Ac)은 4건(25.0%)에서 34.5~5,257 Bq/kg-dry로 검출
 - 우라늄(²³⁸U)의 계열붕괴 핵종인 라듐(²²⁶Ra)은 3건(18.8%)에서 2.59~3.89 Bq/kg-dry로 검출되었고, 어미핵종인 우라늄(²³⁵U)은 7건(43.8%)에서 0.257~0.720 Bq/L로 검출

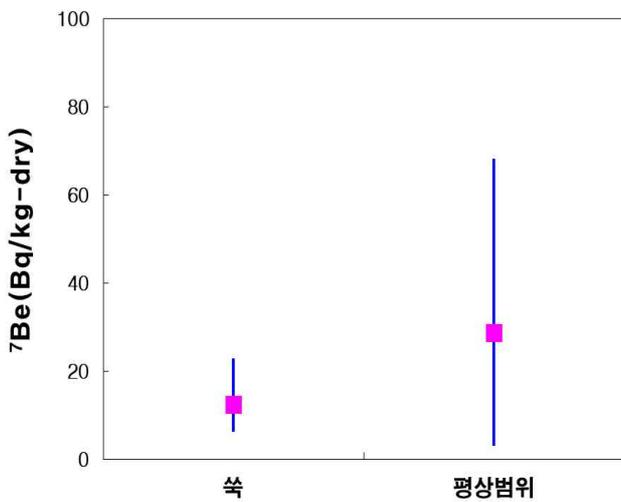


그림 17. 기타 지역 쑥의 베릴륨(⁷Be) 농도

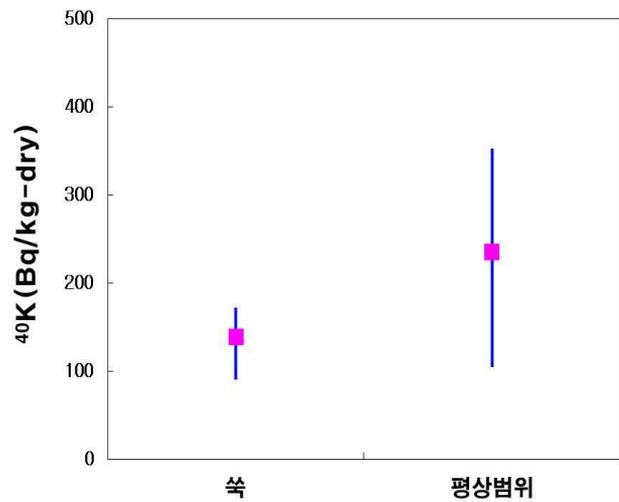


그림 18. 기타 지역 쑥의 칼륨(⁴⁰K) 농도

○ 토양

- 쑥 채취지점의 토양 16건을 대상으로 29개 인공핵종을 적용하여 방사성물질 분포경향을 조사한 결과 방사성요오드(¹³¹I), 세슘(¹³⁴Cs) 등의 인공핵종은 검출되지 않았고, 세슘(¹³⁷Cs)이 11건(68.8%)에서 0.490~1.57 Bq/kg-dry로 검출(참고 2)
- 검출된 값은 정상범위²⁾ 이내이고, 고리원전 인근지역인 양산시와

1) 정상범위(⁷Be) : 3.05~68.1 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017~2021년)

1) 정상범위(⁴⁰K) : 105~352 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017~2021년)

2) 정상범위(평지) : 불검출~15.8 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017~2021년)

김해시의 평지 토양에 비해 낮게 나타남(그림 19)

- 토양에서 ^{137}Cs (반감기 30년)이 검출되었지만 환경에서 ^{137}Cs 와 거동이 동일한 ^{134}Cs (반감기 2년)은 검출되지 않아 과거 해외에서 수행한 핵실험에 의한 방사능낙진 영향이라 판단
- 계측결과의 MDA(최소검출방사능)가 원자력안전위원회고시 2017-17호 값보다 낮아 신뢰도는 확보된 것으로 판단(참고 3)
- 쑥 채취지점의 토양 16건을 대상으로 12개 자연핵종을 적용하여 방사성물질 분포경향을 조사(참고 2, 그림 20)
 - 우주선에 의한 영향을 파악할 수 있는 베릴륨(^7Be)은 6건(37.5%)에서 3.74~6.40 Bq/kg-dry로 검출
 - 칼륨(^{40}K)의 경우 모든 시료에서 131~922 Bq/kg-dry로 검출되었고, 전국 정상범위¹⁾ 이내로 나타남. 검출된 값은 양산시와 김해시의 평지 토양에 비해 낮게 나타났는데, 토양의 성분 차이에 기인한 것으로 판단
 - 우라늄(^{238}U)으로부터 계열붕괴하는 핵종인 라듐(^{226}Ra)은 10건(62.5%)에서 21.7~54.8 Bq/kg-dry로 검출
 - 우라늄(^{238}U)의 계열붕괴 핵종인 토륨(^{227}Th)은 2건(12.5%)에서 4.62~7.52 Bq/kg-dry로 검출
 - 계열붕괴의 어미핵종인 우라늄(^{235}U)은 27건(37.5%)에서 1.09~1.83 Bq/kg-dry로 검출
- 연도별 방사성물질 분포경향 파악을 위해 2012년부터 2022년까지 양산시와 김해시를 제외한 16개 시군의 산업단지와 농경지, 지표식물 채취지점 등에서 채취한 토양을 조사
 - 모든 시료에서 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs) 등의 인공핵종은 검출되지 않았고, 세슘(^{137}Cs)이 0.190~9.58 Bq/kg-dry로 검출(그림 21)되었으나 전국 정상범위²⁾ 이내로 나타남. 2016년에는 주택단지의 토양만을, 2021년과

1) 정상범위(^{40}K) : 404~1,320 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2017년~2021년)

2) 정상범위(^{137}Cs) : 불검출~29.7 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2012~2021년)

2022년에는 쑥 채취지점의 토양만을 각각 검사하여 타 연도에 비해 ^{137}Cs 농도 변동이 작게 나타난 것으로 판단

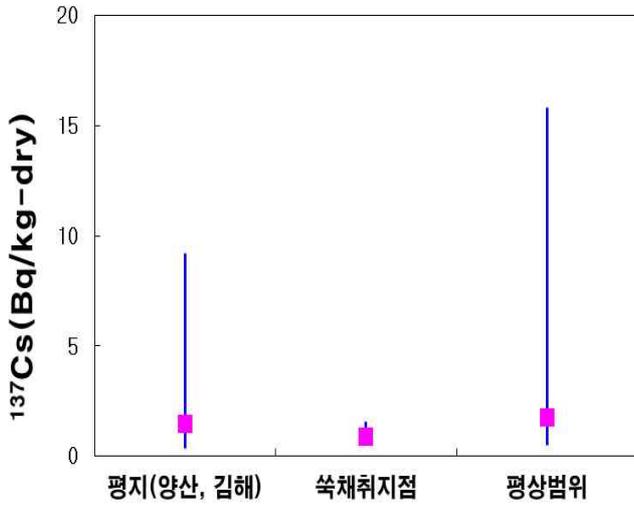


그림 19. 토양(쑥지점)의 세슘(^{137}Cs) 농도

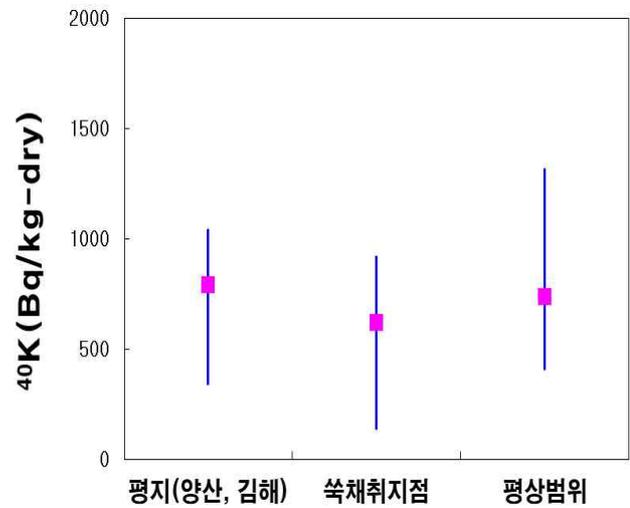


그림 20. 토양(쑥지점)의 칼륨(^{40}K) 농도

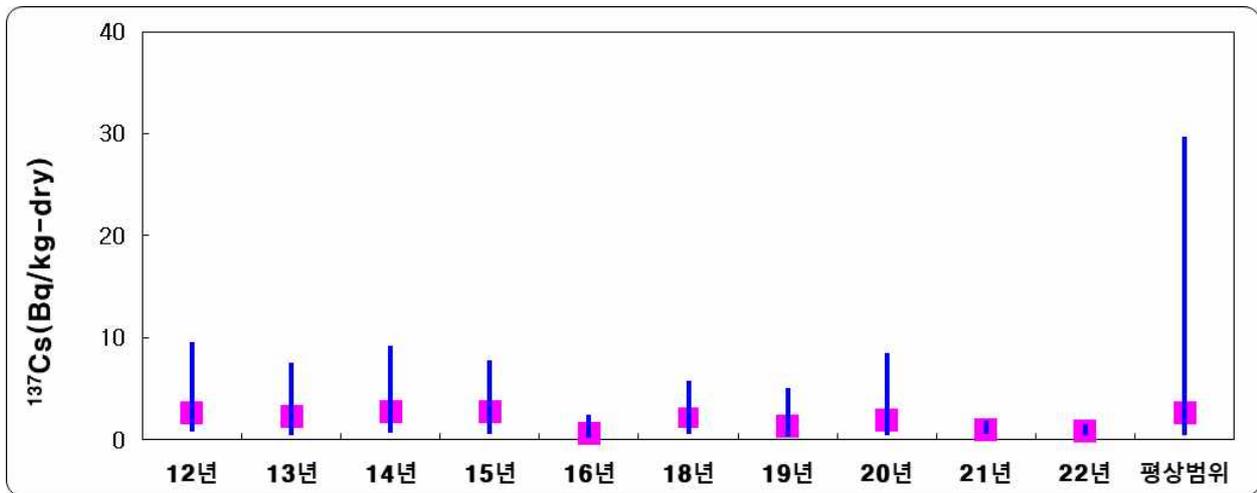


그림 21. 기타 지역 토양의 연도별 세슘(^{137}Cs) 농도

Ⅲ 결론

○ 신뢰도 분석 결과

- 감마핵종분석기에 대한 연 2회 내부 정도관리를 수행한 결과 방사능 오차는 $\pm 5\%$ 이내로 나타났고, 원자력안전위원회에서 주관하는 숙련도 평가에 참여한 결과 A(Acceptable)를 받음
- 또한 계측결과로 나타난 모든 시료의 MDA가 원자력안전위원회고시 제2017-17호에 명시된 값에 비해 낮게 나타나 검사결과의 신뢰도는 확보한 것으로 판단

○ 일본원전 오염수 영향 감시

- 경남 남해연안 5개 지역의 해수와 갯벌 120건을 대상으로 일본원전 오염수 영향을 조사한 결과 세슘(^{137}Cs) 이외 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs) 등의 인공핵종은 검출되지 않음
- 세슘(^{137}Cs)이 해수 39건(65.0%)에서 0.00109~0.00221 Bq/L로, 갯벌 47건(78.3%)에서 0.502~1.68 Bq/kg-dry로 각각 검출되었으나 정상범위 이내이고, 세슘(^{134}Cs)가 검출되지 않아 일본원전 오염수 영향 없었음
- 2015년부터 현재까지 거제시와 남해군의 해수와 갯벌 대상 연도별 세슘(^{137}Cs) 농도를 파악한 결과 세슘(^{137}Cs)이 해수(0.00879~0.00232 Bq/L)와 갯벌(0.433~2.34 Bq/kg-dry)에서 전국 정상범위 이내로 각각 검출되었고, 국내외 원전영향은 없었음

○ 고리원전 영향 감시

- 양산시와 김해시의 먹는물(정수, 원수)과 토양, 지표식물(솔잎, 쭉) 등 5종 116건을 대상으로 고리원전 영향을 조사한 결과 모든 시료에서 세슘(^{137}Cs) 이외 방사성요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs) 등의 인공핵종은 검출되지 않음
- 세슘(^{137}Cs)이 등산로와 평지 토양에서 각각 0.509~12.6 Bq/kg-dry, 0.578~9.20 Bq/kg-dry로 검출되었으나 정상범위 이내이고, 세슘(^{134}Cs)가 검출되지 않아 과거 해외에서 수행한 핵실험에 의한 영향이라 판단

- 2016년부터 현재까지 양산시와 김해시의 토양에서 연도별 세슘(¹³⁷Cs) 농도를 파악한 결과 세슘(¹³⁷Cs)이 등산로(0.519~20.8 Bq/kg-dry)와 평지(0.862~16.6 Bq/kg-dry)에서 정상범위 이내로 검출되었고, 고리원전 영향 없었음

○ 기타 지역의 방사능 조사

- 16개 시·군에서 채취한 공기, 빗물, 쭉, 토양 등 4종 65건을 대상으로 방사성물질을 조사한 결과 모든 시료에서 세슘(¹³⁷Cs) 이외 모든 인공 핵종은 검출되지 않음
- 토양 11건(68.8%)에서 세슘(¹³⁷Cs)이 0.490~1.57 Bq/kg-dry로 검출되었으나 정상범위 이내이고, ¹³⁴Cs가 검출되지 않아 경남인근 국내·외 원전에 의한 영향은 없는 것으로 판단
- 2012년부터 양산시와 김해시 이외 지역의 평지 토양의 연도별 세슘(¹³⁷Cs) 농도를 파악한 결과 세슘(¹³⁷Cs)이 0.190~9.58 Bq/kg-dry로 전국 정상범위 이내로 검출되었고, 국내외 고리원전 영향 없었음

○ 자연 방사성물질 분포경향

- 해수, 갯벌 등 환경시료 9종 301건을 대상으로 12개 자연핵종을 적용하여 도내 방사능 분포경향을 조사한 결과 갯벌과 토양, 지표식물(솔잎, 쭉) 등에서 베릴륨(⁷Be), 칼륨(⁴⁰K), 라듐(²²⁶Ra) 등이 검출되었으나 전국 정상범위 이내로 특이사항 없었음

○ 향후 계획

- 일본원전 방사능 오염수 해양방류 예정('23. 4월)에 따라 방사능 오염에 대한 도민 불안감이 증가하고 있어 2023년에는 조사지역을 5곳에서 6곳(고성군 추가)으로 확대하여 일본원전 오염수 영향을 조사할 계획
- 환경방사성물질 지속적 모니터링 후 정확한 정보를 제공함으로써 안전한 생활환경 조성

참고 1

□ 장비 정도관리 결과

○ 내부 정도관리 결과

- 상반기 교정 결과(방사능분광분석기 1A)

순서	핵종	오차(%)					판정
		1,000mL	20mL	5mL	착클	범위	
종합	10개	4개 표준선원				-4.81 ~ 4.57	적합
1	²⁴¹ Am	-0.64	2.76	-0.62	-0.59	-0.64 ~ 2.76	적합
2	¹⁰⁹ Cd	0.34	2.97	2.65	0.32	0.32 ~ 2.97	적합
3	⁵⁷ Co	0.61	0.59	0.00	0.51	0.00 ~ 0.61	적합
4	¹³⁹ Ce	0.51	1.86	0.50	-0.70	-0.70 ~ 1.86	적합
5	⁵¹ Cr	1.81	2.18	2.16	4.61	1.81 ~ 4.61	적합
6	¹¹³ Sn	0.10	1.31	-0.38	-3.41	-3.41 ~ 1.31	적합
7	⁸⁵ Sr	-0.07	0.29	-0.07	0.96	-0.07 ~ 0.96	적합
8	¹³⁷ Cs	-3.67	-3.68	-4.81	-2.35	-4.81 ~ -2.35	적합
9	⁶⁰ Co	2.10	2.24	2.72	2.58	2.10 ~ 2.72	적합
10	⁸⁸ Y	4.16	4.56	4.57	-0.55	-0.55 ~ 4.57	적합

- 상반기 교정 결과(방사능분광분석기 2A)

순서	핵종	오차(%)					판정
		1,000mL	20mL	5mL	착클	범위	
종합	10개	4개 표준선원				-4.97 ~ 4.71	적합
1	²⁴¹ Am	0.00	0.00	-0.08	0.15	-0.08 ~ 0.15	적합
2	¹⁰⁹ Cd	3.19	0.53	2.68	-0.27	-0.27 ~ 3.19	적합
3	⁵⁷ Co	0.92	-0.59	-0.30	2.99	-0.59 ~ 2.99	적합
4	¹³⁹ Ce	-0.76	0.54	0.50	-1.17	-1.17 ~ 0.54	적합
5	⁵¹ Cr	3.12	2.70	3.05	4.71	2.70 ~ 4.71	적합
6	¹¹³ Sn	2.63	2.80	1.33	-1.62	-1.62 ~ 2.80	적합
7	⁸⁵ Sr	-2.68	-2.72	-3.40	-1.23	-3.40 ~ -1.23	적합
8	¹³⁷ Cs	-3.83	-4.29	-4.97	-4.71	-4.97 ~ -3.83	적합
9	⁶⁰ Co	3.15	3.81	4.09	0.43	0.43 ~ 4.09	적합
10	⁸⁸ Y	-2.28	-3.33	-3.23	-3.56	-3.56 ~ -2.28	적합

- 하반기 교정 결과(방사능분광분석기 1A)

순서	핵종	오차(%)					판정
		1,000mL	20mL	5mL	착클	범위	
종합	10개	4개 표준선원				-4.95 ~ 5.00	적합
1	²⁴¹ Am	-2.76	-0.60	-0.63	-0.37	-2.76 ~ -0.37	적합
2	¹⁰⁹ Cd	0.61	0.50	0.85	0.47	0.47 ~ 0.85	적합
3	⁵⁷ Co	-2.91	-0.40	-1.41	-0.25	-2.91 ~ -0.25	적합
4	¹³⁹ Ce	-0.27	0.63	2.69	0.61	-0.27 ~ 2.69	적합
5	⁵¹ Cr	1.41	1.40	1.21	1.11	1.11 ~ 1.41	적합
6	¹¹³ Sn	0.00	-0.33	-0.58	-0.34	-0.58 ~ 0.00	적합
7	⁸⁵ Sr	0.64	0.49	0.22	0.89	0.22 ~ 0.89	적합
8	¹³⁷ Cs	-4.95	-4.15	-4.10	-4.03	-4.95 ~ -4.03	적합
9	⁶⁰ Co	2.35	2.21	2.49	2.11	2.11 ~ 2.49	적합
10	⁸⁸ Y	5.00	3.84	4.78	3.78	3.78 ~ 5.00	적합

- 하반기 교정 결과(방사능분광분석기 2A)

순서	핵종	오차(%)					판정
		1,000mL	20mL	5mL	착클	범위	
종합	10개	4개 표준선원				-4.86 ~ 4.07	적합
1	²⁴¹ Am	-0.08	0.00	2.52	-3.22	-3.22 ~ 2.52	적합
2	¹⁰⁹ Cd	2.94	3.99	-2.13	3.79	-2.13 ~ 3.99	적합
3	⁵⁷ Co	-1.06	-1.20	-2.35	-0.25	-2.35 ~ -0.25	적합
4	¹³⁹ Ce	1.65	-0.63	0.73	0.17	-0.63 ~ 1.65	적합
5	⁵¹ Cr	3.46	3.18	2.28	2.84	2.28 ~ 3.46	적합
6	¹¹³ Sn	2.28	2.31	1.25	2.22	1.25 ~ 2.31	적합
7	⁸⁵ Sr	-1.85	-2.45	-2.58	-2.03	-2.58 ~ -1.85	적합
8	¹³⁷ Cs	-4.44	-4.66	-4.86	-4.84	-4.86 ~ -4.44	적합
9	⁶⁰ Co	3.80	4.07	3.78	3.51	3.51 ~ 4.07	적합
10	⁸⁸ Y	-3.83	-3.19	-2.91	-2.91	-3.83 ~ -2.91	적합

○ 외부 정도관리 결과

- 숙련도 평가결과

핵종	측정치(Bq/kg)		측정불확도(Bq/kg)		판정 [*]		
	경남보연	KINS	경남보연	KINS	Accuracy	Precision	Final Score
⁴⁰ K	1,270	1,320	20	50	A	A	A
¹³⁷ Cs	14.4	15.8	0.3	0.8	A	A	A

* 판정은 A(Acceptable), W(Acceptable with warning), N(Not Acceptable)로 분류

참고 2

□ 일본원전 오염수 영향 검사 결과

○ 해수(1/3, 창원시 진해구와 통영시)

순번	채취 지역	채취 시기	조사 결과(단위 : Bq/L)				
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
계	5곳	60건	불검출	불~0.496	불검출	불검출	불~0.00221
1	창원시 진해구 (12)	'22. 01	불검출	0.423	불검출	불검출	0.00212
		'22. 02	불검출	0.351	불검출	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	0.275	불검출	불검출	불검출
		'22. 04	불검출	0.105	불검출	불검출	0.00160
		'22. 05	불검출	0.244	불검출	불검출	불검출
		'22. 06	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 07	불검출	0.175	불검출	불검출	0.00167
		'22. 08	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 09	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 10	불검출	불검출	불검출	불검출	0.00140
		'22. 11	불검출	0.378	불검출	불검출	0.00173
		'22. 12	불검출	0.258	불검출	불검출	불검출
				소계	불검출	불~0.423	불검출
2	통영시 (12)	'22. 01	불검출	0.270	불검출	불검출	불검출
		'22. 02	불검출	0.373	불검출	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	0.234	불검출	불검출	0.00146
		'22. 04	불검출	0.234	불검출	불검출	0.00150
		'22. 05	불검출	0.289	불검출	불검출	불검출
		'22. 06	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 07	불검출	0.170	불검출	불검출	0.00162
		'22. 08	불검출	불검출	불검출	불검출	0.00118
		'22. 09	불검출	0.167	불검출	불검출	0.00167
		'22. 10	불검출	0.255	불검출	불검출	0.00127
		'22. 11	불검출	0.240	불검출	불검출	0.00154
		'22. 12	불검출	0.389	불검출	불검출	0.00175
				소계	불검출	불~0.389	불검출

○ 해수(2/3, 사천시와 거제시)

순번	채취 지역	채취 시기	조사 결과(단위 : Bq/L)				
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
계	5곳	60건	불검출	불~0.496	불검출	불검출	불~0.00221
3	사천시 (12)	'22. 01	불검출	0.413	불검출	불검출	0.00173
		'22. 02	불검출	0.496	불검출	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	0.332	불검출	불검출	불검출
		'22. 04	불검출	0.209	불검출	불검출	0.00159
		'22. 05	불검출	0.173	불검출	불검출	0.00186
		'22. 06	불검출	0.116	불검출	불검출	0.00109
		'22. 07	불검출	0.165	불검출	불검출	0.00171
		'22. 08	불검출	0.0918	불검출	불검출	0.00119
		'22. 09	불검출	0.195	불검출	불검출	0.00167
		'22. 10	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 11	불검출	0.372	불검출	불검출	0.00168
		'22. 12	불검출	0.181	불검출	불검출	불검출
			소계	불검출	불~0.496	불검출	불검출
4	거제시 (12)	'22. 01	불검출	0.409	불검출	불검출	0.00205
		'22. 02	불검출	0.263	불검출	불검출	0.00140
		'22. 03	불검출	0.244	불검출	불검출	0.00198
		'22. 04	불검출	0.342	불검출	불검출	0.00136
		'22. 05	불검출	0.136	불검출	불검출	0.00140
		'22. 06	불검출	0.116	불검출	불검출	0.00119
		'22. 07	불검출	0.136	불검출	불검출	0.00177
		'22. 08	불검출	0.235	불검출	불검출	0.00219
		'22. 09	불검출	0.188	불검출	불검출	불검출
		'22. 10	불검출	0.253	불검출	불검출	0.00149
		'22. 11	불검출	0.248	불검출	불검출	0.00159
		'22. 12	불검출	0.230	불검출	불검출	0.00221
			소계	불검출	0.116~0.409	불검출	불검출

○ 해수(3/3, 남해군)

순번	채취 지역	채취 시기	조사 결과(단위 : Bq/L)				
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
계	5곳	60건	불검출	불~0.496	불검출	불검출	불~0.00221
5	남해군 (12)	'22. 01	불검출	0.411	불검출	불검출	0.00195
		'22. 02	불검출	0.279	불검출	불검출	0.00194
		'22. 03	불검출	0.208	불검출	불검출	0.00162
		'22. 04	불검출	0.337	불검출	불검출	0.00187
		'22. 05	불검출	0.293	불검출	불검출	불검출
		'22. 06	불검출	0.129	불검출	불검출	불검출
		'22. 07	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 08	불검출	0.134	불검출	불검출	불검출
		'22. 09	불검출	0.244	불검출	불검출	불검출
		'22. 10	불검출	불검출	불검출	불검출	0.00137
		'22. 11	불검출	0.275	불검출	불검출	0.00164
		'22. 12	불검출	0.381	불검출	불검출	0.00164
				소계	불검출	불~0.411	불검출

○ 갯벌(1/3, 창원시 진해구)

순번	채취 지역	채취 시기	조사 결과(단위 : Bq/L)							
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²²⁷ Th	²³⁵ U
계	5곳	60건	불~20.3	불~1,157	불검출	불검출	불~1.68	불~38.1	불~5.41	불~2.89
1	창원시 진해구 (12)	'22. 01	4.14	827	불검출	불검출	0.961	불검출	불검출	불검출
		'22. 02	불검출	728	불검출	불검출	0.988	불검출	불검출	1.89
		'22. 03	6.82	669	불검출	불검출	0.829	17.6	불검출	1.47
		'22. 04	20.3	771	불검출	불검출	1.21	37.1	불검출	불검출
		'22. 05	불검출	510	불검출	불검출	0.813	불검출	3.72	불검출
		'22. 06	4.39	762	불검출	불검출	0.733	불검출	불검출	1.63
		'22. 07	8.56	743	불검출	불검출	0.920	불검출	불검출	불검출
		'22. 08	불검출	698	불검출	불검출	불검출	19.8	불검출	1.12
		'22. 09	17.3	1,157	불검출	불검출	1.01	30.3	불검출	불검출
		'22. 10	4.39	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	2.08
		'22. 11	4.66	828	불검출	불검출	불검출	17.8	불검출	0.90
		'22. 12	8.88	543	불검출	불검출	1.03	32.7	불검출	불검출
				소계	불~20.3	불~1,157	불검출	불검출	불~1.21	불~37.1

○ 갯벌(2/3, 통영시와 사천시)

순번	채취 지역	채취 시기	조사 결과(단위 : Bq/L)							
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²²⁷ Th	²³⁵ U
계	5곳	60건	불~20.3	불~1,157	불검출	불검출	불~1.68	불~38.1	불~5.41	불~2.89
2	통영시 (12)	'22. 01	불검출	660	불검출	불검출	1.51	29.0	불검출	2.26
		'22. 02	불검출	463	불검출	불검출	0.602	28.8	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	680	불검출	불검출	0.969	불검출	불검출	불검출
		'22. 04	4.14	637	불검출	불검출	1.10	33.4	불검출	1.44
		'22. 05	3.62	640	불검출	불검출	1.03	불검출	불검출	2.89
		'22. 06	4.87	421	불검출	불검출	0.793	14.5	불검출	1.21
		'22. 07	3.50	423	불검출	불검출	1.68	불검출	불검출	불검출
		'22. 08	불검출	396	불검출	불검출	0.898	26.9	불검출	1.17
		'22. 09	불검출	654	불검출	불검출	0.786	30.1	5.41	불검출
		'22. 10	불검출	불검출	불검출	불검출	0.820	불검출	불검출	불검출
		'22. 11	불검출	477	불검출	불검출	0.584	22.5	불검출	불검출
		'22. 12	불검출	442	불검출	불검출	0.811	불검출	불검출	불검출
				소계	불~4.87	불~680	불검출	불검출	0.584~1.68	불~33.4
3	사천시 (12)	'22. 01	7.17	796	불검출	불검출	1.16	불검출	불검출	불검출
		'22. 02	불검출	746	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	1.87
		'22. 03	불검출	798	불검출	불검출	0.639	16.7	불검출	1.36
		'22. 04	3.36	793	불검출	불검출	0.846	불검출	불검출	불검출
		'22. 05	3.98	898	불검출	불검출	0.797	21.8	불검출	1.22
		'22. 06	8.29	828	불검출	불검출	0.912	16.8	불검출	1.70
		'22. 07	3.77	441	불검출	불검출	0.870	30.9	불검출	0.96
		'22. 08	6.77	797	불검출	불검출	불검출	32.6	불검출	1.12
		'22. 09	9.67	706	불검출	불검출	0.650	불검출	불검출	불검출
		'22. 10	4.19	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	1.79
		'22. 11	불검출	760	불검출	불검출	불검출	16.5	불검출	1.72
		'22. 12	6.44	695	불검출	불검출	불검출	15.5	불검출	2.16
				소계	불~9.67	불~898	불검출	불검출	불~1.16	불~32.6

○ 갯벌(3/3, 거제시와 남해군)

순번	채취 지역	채취 시기	조사 결과(단위 : Bq/L)							
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²²⁷ Th	²³⁵ U
계	5곳	60건	불~20.3	불~1,157	불검출	불검출	불~1.68	불~38.1	불~5.41	불~2.89
4	거제시 (12)	'22. 01	3.93	602	불검출	불검출	1.09	불검출	불검출	불검출
		'22. 02	3.78	682	불검출	불검출	1.01	25.8	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	427	불검출	불검출	0.885	불검출	불검출	2.76
		'22. 04	불검출	606	불검출	불검출	0.876	28.5	3.17	2.03
		'22. 05	불검출	621	불검출	불검출	0.667	38.1	불검출	불검출
		'22. 06	3.89	687	불검출	불검출	0.867	17.5	불검출	2.40
		'22. 07	불검출	380	불검출	불검출	0.785	35.6	불검출	1.10
		'22. 08	불검출	600	불검출	불검출	0.836	33.5	불검출	1.16
		'22. 09	4.39	643	불검출	불검출	0.744	32.2	불검출	불검출
		'22. 10	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	2.74
		'22. 11	4.48	728	불검출	불검출	1.05	불검출	불검출	불검출
		'22. 12	불검출	427	불검출	불검출	0.885	불검출	불검출	불검출
			소계	불~4.48	불~728	불검출	불검출	불~1.09	불~38.1	불~3.17
5	남해군 (12)	'22. 01	불검출	524	불검출	불검출	0.800	불검출	불검출	불검출
		'22. 02	불검출	456	불검출	불검출	0.675	불검출	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	500	불검출	불검출	0.564	37.2	불검출	불검출
		'22. 04	불검출	507	불검출	불검출	0.757	37.3	불검출	불검출
		'22. 05	3.88	552	불검출	불검출	불검출	25.0	3.82	2.01
		'22. 06	6.32	538	불검출	불검출	불검출	22.3	불검출	1.98
		'22. 07	3.13	668	불검출	불검출	불검출	28.4	불검출	1.13
		'22. 08	5.67	631	불검출	불검출	불검출	32.6	불검출	1.12
		'22. 09	3.29	424	불검출	불검출	0.722	13.9	불검출	1.83
		'22. 10	불검출	451	불검출	불검출	0.502	불검출	불검출	불검출
		'22. 11	4.00	494	불검출	불검출	0.830	불검출	불검출	불검출
		'22. 12	4.32	507	불검출	불검출	0.698	불검출	불검출	불검출
			소계	불~6.32	424~668	불검출	불검출	불~0.830	불~37.3	불~3.82

□ 고리원전 영향 검사 결과

○ 원수(양산시)

순번	취수장 명칭	접수 일시	조사결과 (단위 : Bq/L)				
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
합계	2개소	24건	불검출	불~0.431	불검출	불검출	불검출
1	신도시 취수장	'22. 01	불검출	0.418	불검출	불검출	불검출
		'22. 02	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 04	불검출	0.362	불검출	불검출	불검출
		'22. 05	불검출	0.431	불검출	불검출	불검출
		'22. 06	불검출	0.132	불검출	불검출	불검출
		'22. 07	불검출	0.144	불검출	불검출	불검출
		'22. 08	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 09	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 10	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 11	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 12	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
				소계	불검출	불~0.431	불검출
2	원동 취수장	'22. 01	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 02	불검출	0.366	불검출	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 04	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 05	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 06	불검출	0.114	불검출	불검출	불검출
		'22. 07	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 08	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 09	불검출	0.141	불검출	불검출	불검출
		'22. 10	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 11	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 12	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
				소계	불검출	불~0.366	불검출

○ 정수(양산시)

지역	정수장 명칭	접수일시	조사결과(단위 : Bq/L)				
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
합계	3곳	36건	불검출	불~10.3	불검출	불검출	불검출
양 산 신	웅상 정수장 (12)	'22. 01	불검출	8.79	불검출	불검출	불검출
		'22. 02	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 04	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 05	불검출	10.3	불검출	불검출	불검출
		'22. 06	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 07	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 08	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 09	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 10	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 11	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 12	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		소계	불검출	불~10.3	불검출	불검출	불검출
	범어 정수장 (12)	'22. 01	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 02	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 04	불검출	6.92	불검출	불검출	불검출
		'22. 05	불검출	9.84	불검출	불검출	불검출
		'22. 06	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 07	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 08	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 09	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 10	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 11	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 12	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		소계	불검출	불~9.84	불검출	불검출	불검출
	신도시 정수장 (12)	'22. 01	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 02	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	8.34	불검출	불검출	불검출
		'22. 04	불검출	7.63	불검출	불검출	불검출
		'22. 05	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 06	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 07	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 08	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 09	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 10	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
'22. 11		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
'22. 12		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
소계		불검출	불~8.34	불검출	불검출	불검출	

○ 토양(1/3, 양산시 등산로)

지역	채취지점	채취일시	조사결과(단위 : Bq/kg-dry)								
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²²⁷ Th	²³⁵ U	
합계	3곳	18건	불~4.75	불~1,001	불검출	불검출	불~5.92	불~69.9	불~6.23	불~4.01	
양 산 시	천 성 산	정 상	'22. 02	불검출	540	불검출	불검출	불검출	30.7	불검출	4.01
			'22. 04	불검출	430	불검출	불검출	0.509	61.9	5.12	2.12
			'22. 06	4.75	518	불검출	불검출	1.12	49.8	불검출	2.40
			'22. 08	불검출	293	불검출	불검출	5.82	불검출	불검출	불검출
			'22. 10	불검출	462	불검출	불검출	1.27	44.5	불검출	1.69
			'22. 12	불검출	541	불검출	불검출	5.92	40.6	불검출	불검출
	소계	불~4.75	293~541	불검출	불검출	불~5.92	불~61.9	불~5.12	불~4.01		
	중 턱	'22. 02	불검출	721	불검출	불검출	0.996	36.1	불검출	3.06	
		'22. 04	불검출	295	불검출	불검출	4.47	45.9	불검출	1.99	
		'22. 06	3.58	1,001	불검출	불검출	불검출	47.3	불검출	2.46	
		'22. 08	불검출	595	불검출	불검출	0.673	불검출	6.23	불검출	
		'22. 10	불검출	불검출	불검출	불검출	2.11	27.4	불검출	불검출	
		'22. 12	불검출	425	불검출	불검출	1.45	불검출	불검출	불검출	
	소계	불~3.58	불~1,001	불검출	불검출	불~4.47	불~47.3	불~6.23	불~3.06		
	기 슭	'22. 02	불검출	520	불검출	불검출	1.58	59.9	불검출	불검출	
		'22. 04	불검출	423	불검출	불검출	5.47	불검출	불검출	불검출	
		'22. 06	불검출	922	불검출	불검출	0.998	62.7	4.85	2.43	
		'22. 08	불검출	651	불검출	불검출	0.715	65.6	3.84	1.30	
'22. 10		불검출	940	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출		
'22. 12		불검출	865	불검출	불검출	불검출	69.9	불검출	불검출		
소계	불검출	423~940	불검출	불검출	불~5.47	불~69.9	불~4.85	불~2.43			

○ 토양(2/3, 김해시 등산로)

지역	채취지점	채취일시	조사결과(단위 : Bq/kg-dry)							
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²²⁷ Th	²³⁵ U
합계	3곳	18건	불~6.33	197~1,024	불검출	불검출	불~126	불~69.5	불~7.85	불~4.67
김 해 시	정 상 (6)	'22. 01	6.33	197	불검출	불검출	3.99	17.7	4.90	4.67
		'22. 03	6.10	482	불검출	불검출	1.72	17.4	4.65	4.63
		'22. 05	5.04	402	불검출	불검출	2.37	불검출	불검출	불검출
		'22. 07	불검출	155	불검출	불검출	9.07	65.5	불검출	1.23
		'22. 09	불검출	888	불검출	불검출	7.23	65.2	4.76	2.30
		'22. 11	불검출	630	불검출	불검출	8.64	24.9	4.85	3.78
	소계	불~6.33	197~888	불검출	불검출	1.72~9.07	불~65.5	불~4.90	불~4.67	
	중 턱 (6)	'22. 01	4.84	1,014	불검출	불검출	2.22	불검출	7.85	불검출
		'22. 03	불검출	1,024	불검출	불검출	1.60	46.8	불검출	불검출
		'22. 05	불검출	1,003	불검출	불검출	4.04	불검출	불검출	불검출
		'22. 07	불검출	819	불검출	불검출	3.10	69.5	불검출	1.23
		'22. 09	불검출	951	불검출	불검출	1.96	53.6	불검출	불검출
		'22. 11	불검출	553	불검출	불검출	1.27	20.8	5.11	4.08
	소계	불~4.84	553~1,024	불검출	불검출	1.27~4.04	불~69.5	불~7.85	불~4.08	
	기 슭 (6)	'22. 01	불검출	846	불검출	불검출	12.6	불검출	불검출	불검출
		'22. 03	불검출	915	불검출	불검출	1.99	43.8	불검출	불검출
		'22. 05	불검출	666	불검출	불검출	6.39	53.5	불검출	1.84
		'22. 07	불검출	708	불검출	불검출	1.36	41.2	불검출	1.23
'22. 09		불검출	787	불검출	불검출	0.688	불검출	불검출	불검출	
'22. 11		불검출	847	불검출	불검출	불검출	41.0	불검출	불검출	
소계	불검출	666~915	불검출	불검출	불~126	불~53.5	불검출	불~1.84		

○ 토양(3/3, 양산시와 김해시 평지)

지역	채취지점	채취일시	조사결과(단위 : Bq/kg-dry)							
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²²⁷ Th	²³⁵ U
합계	2곳	12건	불~4.27	334~1,042	불검출	불검출	불~9.20	불~79.9	불~9.08	불~5.06
양산시	천성산 주변 (6)	'22. 02	불검출	618	불검출	불검출	1.12	불검출	5.66	불검출
		'22. 04	불검출	796	불검출	불검출	1.19	불검출	7.04	불검출
		'22. 06	불검출	626	불검출	불검출	불검출	61.1	불검출	1.84
		'22. 08	불검출	584	불검출	불검출	1.17	58.7	불검출	1.20
		'22. 10	불검출	717	불검출	불검출	0.578	51.9	불검출	1.39
		'22. 12	4.27	334	불검출	불검출	불검출	35.7	4.14	1.69
	소계	불~4.27	334~796	불검출	불검출	불~1.19	불~61.1	불~7.04	불~1.84	
김해시	김해대학교 (6)	'22. 01	불검출	1,040	불검출	불검출	불검출	31.5	8.56	4.15
		'22. 03	불검출	1,042	불검출	불검출	0.880	31.2	6.76	3.94
		'22. 05	불검출	911	불검출	불검출	0.917	79.9	5.97	2.99
		'22. 07	불검출	860	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
		'22. 09	불검출	988	불검출	불검출	불검출	63.2	4.45	1.72
		'22. 11	불검출	984	불검출	불검출	9.20	불검출	9.08	5.06
	소계	불검출	860~1,042	불검출	불검출	불~9.20	불~79.9	불~9.08	불~5.06	

○ 지표식물(양산시와 김해시)

구분	채취지역	채취지점	조사 결과(단위 : Bq/kg-fresh)				
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
합계	2개 시군	2곳(8건)	11.0~45.0	38.2~143	불검출	불검출	불검출
숙	양산시	천성산 정상	45.0	131	불검출	불검출	불검출
		천성산 정상	30.1	85.2	불검출	불검출	불검출
	김해시	신어산 기슭	11.6	143	불검출	불검출	불검출
		신어산 기슭	11.0	95	불검출	불검출	불검출
	소계	11.0~45.0	85.2~143	불검출	불검출	불검출	
솔잎	양산시	천성산 정상	23.6	40.0	불검출	불검출	불검출
		천성산 정상	19.2	38.2	불검출	불검출	불검출
	김해시	신어산 정상	11.1	137	불검출	불검출	불검출
		신어산 정상	23.6	49.6	불검출	불검출	불검출
	소계	11.1~23.9	38.2~137	불검출	불검출	불검출	

□ 기타 지역 방사능 검사 결과

○ 공기

순번	채집기간	채취지점	조사결과(Bq/m ³)				
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
합계	12개월	1곳(24건)	불~0.0290	불~0.00856	불검출	불검출	불검출
1월	초중순	서부청사 별관	0.00180	불검출	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	0.000748	0.00488	불검출	불검출	불검출
2월	초중순	서부청사 별관	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
3월	초중순	서부청사 별관	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	0.00245	0.00440	불검출	불검출	불검출
4월	초중순	서부청사 별관	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	0.0290	불검출	불검출	불검출	불검출
5월	초중순	서부청사 별관	0.00278	0.00111	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6월	초중순	서부청사 별관	0.00103	불검출	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	0.000181	불검출	불검출	불검출	불검출
7월	초중순	서부청사 별관	0.000471	불검출	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	0.000836	불검출	불검출	불검출	불검출
8월	초중순	서부청사 별관	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9월	초중순	서부청사 별관	0.000644	불검출	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	0.000959	불검출	불검출	불검출	불검출
10월	초중순	서부청사 별관	0.00111	불검출	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	0.00209	불검출	불검출	불검출	불검출
11월	초중순	서부청사 별관	0.00177	불검출	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	0.00150	불검출	불검출	불검출	불검출
12월	초중순	서부청사 별관	0.000842	불검출	불검출	불검출	불검출
	중하순	서부청사 별관	불검출	0.00856	불검출	불검출	불검출

○ 빗물

순번	채집기간	채취지점	조사결과(단위 : Bq/L)				
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
합계	12개월	1곳(9건)	불~0.0262	불~0.566	불검출	불검출	불검출
1	'22. 03	서부청사 별관	불검출	0.258	불검출	불검출	불검출
2	'22. 04	서부청사 별관	불검출	0.255	불검출	불검출	불검출
3	'22. 06	서부청사 별관	0.0262	불검출	불검출	불검출	불검출
4	'22. 07	서부청사 별관	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
5	'22. 08	서부청사 별관	불검출	0.0756	불검출	불검출	불검출
6	'22. 09	서부청사 별관	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7	'22. 10	서부청사 별관	불검출	0.149	불검출	불검출	불검출
8	'22. 11	서부청사 별관	불검출	0.566	불검출	불검출	불검출
9	'22. 12	서부청사 별관	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

○ 토양(쑥 채취지점)

순번	채취 지역	채취지점	조사 결과(단위 : Bq/kg-dry)							
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²²⁷ Th	²³⁵ U
합계	16개 사군	16개소(16건)	불~6.40	131~922	불검출	불검출	불~1.57	불~54.8	불~7.52	불~1.83
1	거제	사등면 오양리	6.40	494	불검출	불검출	1.03	불검출	불검출	불검출
2	통영	산양읍 신전리	불검출	461	불검출	불검출	0.873	52.3	불검출	불검출
3	진해	덕산동	불검출	609	불검출	불검출	0.513	51.1	4.62	불검출
4	남해	삼동면 금송리	3.74	475	불검출	불검출	1.05	27.0	불검출	1.76
5	사천	송포동	불검출	773	불검출	불검출	0.604	29.9	불검출	1.83
6	거창	거창읍 정장리	4.44	636	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7	함양	수동면 화산리	불검출	922	불검출	불검출	불검출	21.8	불검출	불검출
8	합천	가야면 치인리	5.23	846	불검출	불검출	0.809	불검출	불검출	불검출
9	산청	신등면 가솔리	4.68	647	불검출	불검출	0.49	47.1	불검출	1.73
10	함안	산인면 신산리	불검출	378	불검출	불검출	1.57	36.2	불검출	불검출
11	의령	의령읍 동동리	불검출	612	불검출	불검출	1.45	불검출	불검출	불검출
12	밀양	무안면 가례리	불검출	725	불검출	불검출	0.619	54.8	불검출	1.09
13	창녕	도천면 송진리	불검출	131	불검출	불검출	불검출	49.1	불검출	1.39
14	하동	적량면 동산리	불검출	806	불검출	불검출	불검출	불검출	7.52	불검출
15	고성	고성읍 태평리	6.25	756	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	진주	집현면 덕오리	불검출	658	불검출	불검출	불검출	21.7	불검출	1.66

○ 쪽

순번	채취지역	채취지점	조사 결과(단위 : Bq/kg-fresh)				
			⁷ Be	⁴⁰ K	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
합계	16개 시군	16곳(16건)	불~22.9	90.5~172	불검출	불검출	불검출
1	거제	사등면 오양리	13.9	171	불검출	불검출	불검출
2	통영	산양읍 신전리	13.2	159	불검출	불검출	불검출
3	진해	덕산동	6.22	145	불검출	불검출	불검출
4	남해	삼동면 금송리	14.6	155	불검출	불검출	불검출
5	사천	송포동	12.2	157	불검출	불검출	불검출
6	거창	거창읍 정장리	8.50	127	불검출	불검출	불검출
7	함양	수동면 화산리	8.92	135	불검출	불검출	불검출
8	합천	가야면 치인리	9.23	146	불검출	불검출	불검출
9	산청	신등면 가술리	5.69	156	불검출	불검출	불검출
10	함안	산인면 신산리	13.7	144	불검출	불검출	불검출
11	의령	의령읍 동동리	22.9	172	불검출	불검출	불검출
12	밀양	무안면 가례리	12.1	90.5	불검출	불검출	불검출
13	창녕	도천면 송진리	불검출	123	불검출	불검출	불검출
14	하동	적량면 동산리	19.8	128	불검출	불검출	불검출
15	고성	고성읍 태평리	10.6	112	불검출	불검출	불검출
16	진주	집현면 덕오리	불검출	110	불검출	불검출	불검출

각 시료별 환경방사성물질 검출범위와 최소검출방사능(MDA)

○ 공기 및 빗물(단위 : Bq/m³, L)

순서	분석 핵종	공기(24건, Bq/m ³)	빗물(9건, Bq/L)	원수(24건, Bq/L)	비 고
1	⁷ Be	불검출~0.0290	불검출~0.0262	불검출	○공기 MDA · 기준 : 원안위고사[2017-17호 - ¹³¹ I : 5.00E-2 - ¹³⁴ Cs : 8.00E-5 - ¹³⁷ Cs : 8.00E-5 · 측정 MDA - ¹³¹ I : 2.41E-5~3.81E-4 - ¹³⁴ Cs : 1.52E-5~5.71E-5 - ¹³⁷ Cs : 2.16E-5~4.99E-4 ⇒ 측정 MDA가 기준치 이하로 만족 ○빗물 및 원수 MDA · 기준 : 원안위고사[2017-17호 - ¹³¹ I : 0.1 - ¹³⁴ Cs : 0.008 - ¹³⁷ Cs : 0.008 · 빗물 및 원수 측정 MDA - ¹³¹ I : 0.00339~0.0100 - ¹³⁴ Cs : 0.00195~0.00623 - ¹³⁷ Cs : 0.00283~0.00684 ⇒ 측정 MDA가 기준치 이하로 만족
2	⁴⁰ K	불검출~0.00856	불검출~0.566	불검출~0.431	
3	⁵¹ Cr	불검출	불검출	불검출	
4	⁵⁴ Mn	불검출	불검출	불검출	
5	⁵⁷ Co	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	불검출	불검출	불검출	
7	⁵⁹ Fe	불검출	불검출	불검출	
8	⁶⁰ Co	불검출	불검출	불검출	
9	⁶⁵ Zn	불검출	불검출	불검출	
10	⁸⁵ Sr	불검출	불검출	불검출	
11	⁸⁸ Kr	불검출	불검출	불검출	
12	⁸⁸ Y	불검출	불검출	불검출	
13	⁹⁵ Zr	불검출	불검출	불검출	
14	⁹⁵ Nb	불검출	불검출	불검출	
15	¹⁰¹ Rh	불검출	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	불검출	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	불검출	불검출	불검출	
18	¹⁰⁹ Cd	불검출	불검출	불검출	
19	^{110m} Ag	불검출	불검출	불검출	
20	¹¹³ Sn	불검출	불검출	불검출	
21	¹³¹ I	불검출	불검출	불검출	
22	¹³³ Xe	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	불검출	불검출	불검출	
25	¹³⁷ Cs	불검출	불검출	불검출	
26	¹³⁹ Ce	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	불검출	불검출	불검출	
28	¹⁴⁰ La	불검출	불검출	불검출	
29	¹⁴¹ Ce	불검출	불검출	불검출	
30	¹⁴³ Ce	불검출	불검출	불검출	
31	¹⁴⁴ Ce	불검출	불검출	불검출	
32	²⁰⁸ Tl	불검출	불검출	불검출	
33	²¹² Bi	불검출	불검출	불검출	
34	²¹² Pb	불검출~0.00156	불검출~21.7	불검출~134	
35	²¹⁴ Bi	불검출	불검출	불검출	
36	²¹⁴ Pb	불검출	불검출	불검출	
37	²²⁶ Ra	불검출	불검출~0.491	불검출~0.377	
38	²²⁷ Th	불검출	불검출	불검출	
39	²²⁸ Ac	불검출	불검출~63.2	불검출	
40	²³⁵ U	불검출	불검출~0.0156	불검출~0.0227	
41	²³⁷ U	불검출	불검출	불검출	

- ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

○ 해수(단위 : Bq/L)

순서	핵종	거제시(12건)	통영시(12건)	남해군(12건)	사천시(12건)	진해구(12건)	비고
1	⁷ Be	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
2	⁴⁰ K	0.116~0.409	불검출~0.389	불검출~0.411	불검출~0.496	불검출~0.423	
3	⁵¹ Cr	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
4	⁵⁴ Mn	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
5	⁵⁷ Co	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
7	⁵⁹ Fe	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
8	⁶⁰ Co	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
9	⁶⁵ Zn	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
10	⁸⁵ Sr	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
11	⁸⁸ Kr	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
12	⁸⁸ Y	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
13	⁹⁵ Zr	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
14	⁹⁵ Nb	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
15	¹⁰¹ Rh	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
18	¹⁰⁹ Cd	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
19	^{110m} Ag	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
20	¹¹³ Sn	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
21	¹³¹ I	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
22	¹³³ Xe	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
25	¹³⁷ Cs	불-0.00221	불-0.00175	불-0.00195	불-0.00186	불검출-0.00212	
26	¹³⁹ Ce	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
28	¹⁴⁰ La	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
29	¹⁴¹ Ce	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
30	¹⁴³ Ce	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
31	¹⁴⁴ Ce	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
32	²⁰⁸ Tl	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
33	²¹² Bi	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
34	²¹² Pb	불검출	불검출	불검출~17.1	불검출~13.4	불검출~18.2	
35	²¹⁴ Bi	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
36	²¹⁴ Pb	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
37	²²⁶ Ra	불검출-0.0508	불검출-0.0591	불검출-0.0536	불검출-0.0596	불검출-0.0470	
38	²²⁷ Th	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출-0.0126	
39	²²⁸ Ac	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
40	²³⁵ U	불검출-0.00541	불검출-0.00524	불검출-0.00792	불검출-0.00739	불검출-0.00550	
41	²³⁷ U	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	

○ 해수 MDA
 · 기준 : 원안위고사(2017-17호)
 -¹³¹I : 0.1
 -¹³⁴Cs : 0.003
 -¹³⁷Cs : 0.003
 · 해수 측정 MDA
 -¹³¹I(0.00243~0.0421)
 -¹³⁴Cs(0.00088~0.00175)
 -¹³⁷Cs(0.00109~0.00200)
 ⇒ 측정 MDA가 기준치 이하로 만족

1. ⁴⁰K(칼륨)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
2. MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

○ 갯벌(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	거제시(12건)	통영시(12건)	남해군(12건)	사천시(12건)	진해구(12건)	비고
1	⁷ Be	불검출~4.48	불검출~4.87	불검출~6.32	불검출~9.67	불검출~20.3	○갯벌 MDA · 기준 : 원안위고사2017-17호 - ¹³¹ I : 1.5 - ¹³⁴ Cs : 5 - ¹³⁷ Cs : 5 · 측정 MDA - ¹³¹ I : 0.366~0.773 - ¹³⁴ Cs : 0.233~0.442 - ¹³⁷ Cs : 0.407~0.830 ⇒ 측정 MDA가 기준치 이하로 만족
2	⁴⁰ K	불검출~728	불검출~680	424~668	불검출~898	불검출~1,157	
3	⁵¹ Cr	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
4	⁵⁴ Mn	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
5	⁵⁷ Co	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
7	⁵⁹ Fe	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
8	⁶⁰ Co	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
9	⁶⁵ Zn	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
10	⁸⁵ Sr	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
11	⁸⁸ Kr	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
12	⁸⁸ Y	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
13	⁹⁵ Zr	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
14	⁹⁵ Nb	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
15	¹⁰¹ Rh	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
18	¹⁰⁹ Cd	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
19	^{110m} Ag	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
20	¹¹³ Sn	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
21	¹³¹ I	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
22	¹³³ Xe	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
25	¹³⁷ Cs	불검출~1.05	불검출~1.68	불검출~0.830	불검출~1.16	불검출~1.21	
26	¹³⁹ Ce	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
28	¹⁴⁰ La	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
29	¹⁴¹ Ce	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
30	¹⁴³ Ce	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
31	¹⁴⁴ Ce	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
32	²⁰⁸ Tl	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
33	²¹² Pb	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
34	²¹² Pb	불검출~85,133	불검출~65,335	불검출~46,547	불검출~75,446	불검출~102,810	
35	²¹⁴ Pb	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
36	²¹⁴ Pb	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	
37	²²⁶ Ra	불검출~38.1	불검출~33.4	불검출~37.3	불검출~32.6	불검출~37.1	
38	²²⁷ Th	불검출~3.17	불검출~5.41	불검출~3.82	불검출	불검출~3.72	
39	²²⁸ Ac	불검출~119,450	불검출~63,979	불검출~131,100	불검출~77,210	불검출~95,994	
40	²³⁵ U	불검출~2.74	불검출~2.89	불검출~2.01	불검출~2.16	불검출~2.08	
41	²³⁷ U	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	

- ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐), ²²⁷Th(토륨), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

○ 토양(단위 : Bq/kg-dry)

순서	핵종	등산로(36건)	평지(12건)	쑥채취지점(16건)	비고
1	⁷ Be	불검출~6.33	불검출~4.27	불검출~6.40	
2	⁴⁰ K	불검출~1,024	불검출~1,040	378~922	
3	⁵¹ Cr	불검출	불검출	불검출	
4	⁵⁴ Mn	불검출	불검출	불검출	
5	⁵⁷ Co	불검출	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	불검출	불검출	불검출	
7	⁵⁹ Fe	불검출	불검출	불검출	
8	⁶⁰ Co	불검출	불검출	불검출	
9	⁶⁵ Zn	불검출	불검출	불검출	
10	⁸⁵ Sr	불검출	불검출	불검출	
11	⁸⁸ Kr	불검출	불검출	불검출	
12	⁸⁸ Y	불검출	불검출	불검출	
13	⁹⁵ Zr	불검출	불검출	불검출	
14	⁹⁵ Nb	불검출	불검출	불검출	
15	¹⁰¹ Rh	불검출	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	불검출	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	불검출	불검출	불검출	
18	¹⁰⁹ Cd	불검출	불검출	불검출	
19	^{110m} Ag	불검출	불검출	불검출	
20	¹¹³ Sn	불검출	불검출	불검출	
21	¹³¹ I	불검출	불검출	불검출	
22	¹³³ Xe	불검출	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	불검출	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	불검출	불검출	불검출	
25	¹³⁷ Cs	불검출~12.6	불검출~9.20	불검출~1.57	
26	¹³⁹ Ce	불검출	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	불검출	불검출	불검출	
28	¹⁴⁰ La	불검출	불검출	불검출	
29	¹⁴¹ Ce	불검출	불검출	불검출	
30	¹⁴³ Ce	불검출	불검출	불검출	
31	¹⁴⁴ Ce	불검출	불검출	불검출	
32	²⁰⁸ Tl	불검출	불검출	불검출	
33	²¹² Bi	불검출	불검출	불검출	
34	²¹² Pb	불검출~128,460	불검출~166,030	불검출~124,530	
35	²¹⁴ Bi	불검출	불검출	불검출	
36	²¹⁴ Pb	불검출	불검출	불검출	
37	²²⁶ Ra	불검출~69.9	불검출~79.9	불검출~54.8	
38	²²⁷ Th	불검출~7.85	불검출~9.08	불검출~7.52	
39	²²⁸ Ac	불검출~208,280	불검출~279,540	불검출~197,620	
40	²³⁵ U	불검출~4.67	불검출~5.06	불검출~1.83	
41	²³⁷ U	불검출	불검출	불검출	

○ 토양 MDA
 · 기준 : 원안위고사2017-17호
 -¹³¹I : 3
 -¹³⁴Cs : 5
 -¹³⁷Cs : 5
 · 측정 MDA
 -¹³¹I : 0.450~1.17
 -¹³⁴Cs : 0.278~0.591
 -¹³⁷Cs : 0.360~0.657
 ⇒ 측정 MDA가 기준치 이하로 만족

- ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐), ²²⁷Th(토륨), ²³⁵U(우라늄)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

○ 지표식물(단위 : Bq/kg-fresh)

순서	핵종	솔잎(4건)	쑥(20건)	비고
1	⁷ Be	11.1~23.6	불검출~45.0	○지표식물 MDA · 기준 : 원안위고사2017-17호 - ¹³¹ I : 0.5 - ¹³⁴ Cs : 0.1 - ¹³⁷ Cs : 0.1 · 측정 MDA(솔잎) - ¹³¹ I : 0.0857~0.141 - ¹³⁴ Cs : 0.0625~0.0700 - ¹³⁷ Cs : 0.0846~0.0961 ⇒ 측정 MDA가 기준치 이하로 만족 · 측정 MDA(쑥) - ¹³¹ I : 0.0414~0.367 - ¹³⁴ Cs : 0.0142~0.0832 - ¹³⁷ Cs : 0.0236~0.0992 ⇒ 측정 MDA가 기준치 이하로 만족
2	⁴⁰ K	38.2~137	85.2~172	
3	⁵¹ Cr	불검출	불검출	
4	⁵⁴ Mn	불검출	불검출	
5	⁵⁷ Co	불검출	불검출	
6	⁵⁸ Co	불검출	불검출	
7	⁵⁹ Fe	불검출	불검출	
8	⁶⁰ Co	불검출	불검출	
9	⁶⁵ Zn	불검출	불검출	
10	⁸⁵ Sr	불검출	불검출	
11	⁸⁸ Kr	불검출	불검출	
12	⁸⁸ Y	불검출	불검출	
13	⁹⁵ Zr	불검출	불검출	
14	⁹⁵ Nb	불검출	불검출	
15	¹⁰¹ Rh	불검출	불검출	
16	¹⁰³ Ru	불검출	불검출	
17	¹⁰⁶ Rh	불검출	불검출	
18	¹⁰⁹ Cd	불검출	불검출	
19	^{110m} Ag	불검출	불검출	
20	¹¹³ Sn	불검출	불검출	
21	¹³¹ I	불검출	불검출	
22	¹³³ Xe	불검출	불검출	
23	^{133m} Xe	불검출	불검출	
24	¹³⁴ Cs	불검출	불검출	
25	¹³⁷ Cs	불검출	불검출	
26	¹³⁹ Ce	불검출	불검출	
27	¹⁴⁰ Ba	불검출	불검출	
28	¹⁴⁰ La	불검출	불검출	
29	¹⁴¹ Ce	불검출	불검출	
30	¹⁴³ Ce	불검출	불검출	
31	¹⁴⁴ Ce	불검출	불검출	
32	²⁰⁸ Tl	불검출	불검출	
33	²¹² Bi	불검출	불검출	
34	²¹² Pb	불검출~809	불검출~12,246	
35	²¹⁴ Bi	불검출	불검출	
36	²¹⁴ Pb	불검출	불검출	
37	²²⁶ Ra	불검출	불검출~3.89	
38	²²⁷ Th	불검출	불검출	
39	²²⁸ Ac	불검출	불검출	
40	²³⁵ U	불검출	불검출~0.720	
41	²³⁷ U	불검출	불검출	

- ⁷Be(베릴륨), ⁴⁰K(칼륨), ²²⁶Ra(라듐)은 자연 방사성물질로 특별한 관리가 필요하지 않음
- MDA(Minimum Detectable Activity)는 최소검출방사능임

○ 정수(단위 : Bq/L)

순서	분석 핵종	정수(36건, Bq/L)	비 고
1	⁷ Be	불검출	정수 MDA 기준 없음
2	⁴⁰ K	불검출~10.3	
3	¹⁰³ Ru	불검출	
4	¹³¹ I	불검출	
5	¹³⁴ Cs	불검출	
6	¹³⁷ Cs	불검출	
7	²⁴¹ Am	불검출	