

함께 만드는 완전히 새로운 경남

---

## 2018년 환경방사성물질 조사결과

---



보 건 연 구 부  
( 위 생 화 학 팀 )

# I . 개 요

## 1. 검사 목적

- 생활밀착형 환경 방사성물질 검사체계 상시 운영으로 도내 방사성물질 오염도 파악
- 검사결과 정보공개로 도민의 불안감 해소 및 도민의 건강과 안전 확보

## 2. 검사 근거

### 가. 환경 방사성물질 검사

- 원자력안전법 제104조(환경보존), 제105조(전국환경방사능감시)
- 원자력시설등의 방호 및 방사능방재대책법
- 원자력안전위원회고시 제2014-12호(원자력이용시설 주변의 방사선 환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 고시)
- 경남도 안전정책과-2121(2016. 2. 1, 양산시 상수도 시료에 대한 방사능 검사 실시계획 협조)

### 나. 공간선량률 측정

- 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호등에 관한 기준)
- 원자력안전위원회규칙 제14호(방사선안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙)

## 3. 검사 현황

가. 검사기간 : 2018. 01. 01 ~ 2018. 12. 31(12개월)

나. 검사범위 : 경상남도 18개 시·군

다. 검사대상

1) 환경 방사성물질 검사 : 총 9종 276건 시료

- 공기, 빗물, 해수, 정수장 정수 및 지하수, 정수장 원수, 솔잎, 쭉, 토양

2) 공간선량률 측정 : 총 93건

- 방사선취급 허가업체 주변(93개 업체, 년 1회)

## 라. 검사항목

### 1) 환경 방사성물질 검사

○ 먹는 물(정수장 정수, 지하수) :  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등 7개 핵종

○ 공기, 빗물, 해수, 취수장 원수, 솔잎, 쭉, 토양  
:  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등 41개 핵종

### 2) 공간선량률 측정

○ 방사선취급 허가업체 주변의 공간선량률

※ 공간선량률은 지표면으로부터 1 m 높이에서 측정한 선량률임

## II. 검사 방법 및 내용

### 1. 검사 절차

#### 가. 환경 방사성물질 검사

- 1) 한국표준과학원(KRISS)에서 보급하는 표준선원을 이용하여 반기별로 감마핵종분석기에 대한 교정 수행
  - 표준선원 : 4종(5/20/1,000 mL, Charcoal filter)
- 2) 총 9종(공기, 빗물, 해수, 정수장 정수 및 원수, 지하수, 솔잎, 쭉, 토양)의 검사대상 시료를 주기적으로 채취 후 전처리
- 3) 전처리가 완료된 시료는 용기에 충전 후 감마핵종분석기를 이용하여 계측 및 분석 수행
  - 정수장 정수, 지하수 : 1만초 계측
  - 공기, 빗물, 해수, 취수장 원수, 토양, 솔잎, 쭉 : 8만초 계측
- 4) 분석 후 인공 및 천연 방사성물질의 종류와 농도, 원인 파악

#### 나. 공간선량률 측정

- 1) 반기별로 휴대용방사선계측기 교정 수행
- 2) 교정 후 방사선취급 허가업체 부지경계 외부의 공간선량률 측정
  - 2018년 1월에 한국원자력안전기술원(KINS)으로부터 받은 자료를 근거로 방사선취급 허가업체(93개 업체)에 대한 상세 정보 파악
  - 93개 허가업체 주변 4개 지점의 공간선량률을 3~5분간 측정
  - 측정된 선량률이 관련 규정을 만족하고 있는지 여부와 국내의 공간선량률 범위(50~300 nSv/hr) 내에 포함되는지 평가
  - 공간선량률 측정값이 300 nSv/hr를 초과할 경우 원자력안전위원회에 결과 제출

## 2. 장비 교정

### 가. 휴대용방사선 계측기

- 1) 대상 기기 : FH40G(with FHZ732GM)
- 2) 교정주기 : 6개월 1회(주식회사 엔바이로코리아)
- 3) 교정 후 교정인자를 적용하여 공간선량률 측정
- 4) 2018년도 상·하반기 교정결과를 Table 1에 제시함. Table 1은 교정인자와 불확도를 나타낸 것으로 불확도는 상·하반기 각각 6.8 %, 7.5 %로 나타남. 장비교정결과 불확도가 30 % 이상이면 장비에 문제가 있는 것으로 판단하고 있고, 이번 교정결과 불확도가 30 % 이하로 낮게 나타나 교정결과는 적합한 것으로 판단됨.

Table 1. 휴대용방사선계측기 교정 결과

교정 일시	기준선량율 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	지시값 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	교정인자		교정결과 (불확도)	비고
			지시값	평균		
상반기	7,000	6436.8	1.09	1.090	적합 (6.8%)	기준선원 $^{137}\text{Cs}$ 사용
	3,000	2792.8	1.07			
	700	627.6	1.12			
	300	276.9	1.08			
하반기	800	788.9	1.014	1.023	적합 (7.5%)	
	500	490.7	1.019			
	200	197.0	1.015			
	80	77.3	1.035			
	50	50.0	1.000			
	30	28.5	1.052			

### 나. 감마핵종분석기

- 1) 한국표준과학연구원에서 보급하는 총 4종 표준선원을 확보 및 계측 후, 에너지 및 효율 교정 수행
- 2) 교정 후 표준선원의 방사능과 계측에 의해 계산된 방사능을 비교하여 오차가  $\pm 5\%$  이내면 교정결과는 적합한 것으로 판단하여 완료함

- 3) 감마핵종분석기 교정결과는 Table 2와 Table 3에 제시함. 아래의 Table 2와 Table 3에서 보여주듯이 상반기와 하반기의 오차범위는 각각 **-4.88~4.68%**와 **-4.69~4.96%**로  $\pm 5\%$  이내로 나타나 교정결과는 적합한 것으로 판단함.

Table 2. 상반기 교정 결과

순서	핵종	오차(%)					판정
		1,000mL	20mL	5mL	착콜	범위	
종합	10개	4개 표준선원				-4.88~4.68	적합
1	<sup>241</sup> Am	-0.46	2.89	2.89	3.31	-0.46~2.89	적합
2	<sup>109</sup> Cd	0.67	3.16	0.78	3.96	0.67~3.96	적합
3	<sup>57</sup> Co	-0.78	-0.73	-0.91	-0.74	-0.91~-0.73	적합
4	<sup>139</sup> Ce	1.49	2.10	2.40	1.85	1.49~2.40	적합
5	<sup>51</sup> Cr	3.56	3.09	4.08	4.28	3.09~4.28	적합
6	<sup>113</sup> Sn	0.35	1.09	0.16	1.60	0.35~1.60	적합
7	<sup>85</sup> Sr	-3.73	-4.29	-3.98	-2.04	-4.29~-2.04	적합
8	<sup>137</sup> Cs	-3.91	-4.06	-4.59	-1.64	-4.59~-1.64	적합
9	<sup>60</sup> Co	3.91	3.95	4.68	3.46	3.46~ <b>4.68</b>	적합
10	<sup>88</sup> Y	-3.39	-3.10	-3.62	-4.88	<b>-4.88</b> ~-3.10	적합

Table 3. 하반기 교정 결과

순서	핵종	오차(%)					판정
		1,000mL	20mL	5mL	착콜	범위	
종합	10개	4개 표준선원				-4.69 ~ 4.96	적합
1	<sup>241</sup> Am	0.55	-0.08	-0.07	-0.08	-0.08 ~ 0.55	적합
2	<sup>109</sup> Cd	0.75	0.82	0.81	0.65	0.65 ~ 0.82	적합
3	<sup>57</sup> Co	-0.97	-2.25	-1.01	-0.75	-2.25 ~ -0.75	적합
4	<sup>139</sup> Ce	0.19	1.20	2.16	1.51	0.19 ~ 2.16	적합
5	<sup>51</sup> Cr	4.39	4.96	4.29	4.61	4.29 ~ 4.96	적합
6	<sup>113</sup> Sn	-0.32	-1.30	-0.29	-0.33	-1.30 ~ -0.29	적합
7	<sup>85</sup> Sr	-3.63	-3.48	-4.10	-4.00	-4.10 ~ -3.48	적합
8	<sup>137</sup> Cs	-4.69	-4.66	-4.49	-4.21	-4.69 ~ -4.21	적합
9	<sup>60</sup> Co	4.16	4.38	4.44	3.99	3.99 ~ 4.44	적합
10	<sup>88</sup> Y	-3.58	-3.52	-3.57	-3.61	-3.61 ~ -3.52	적합

### 3. 시료 채취

#### 가. 공기

- 서부청사 별관 1층에 설치된 Air sampler(최대 115 LPM : Liter per minute)와 Paper 및 Charcoal filter를 이용하여 공기 중의  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  및 불활성기체 등을 약 1개월 단위로 포집.

#### 나. 빗물

- 서부청사 별관 1층에 설치된 빗물채집기를 이용하여 약 1개월 동안 내린 강우, 강설 등을 채집.

#### 다. 해수

- 일본 후쿠시마 및 고리 원전과 인접한 남해군과 거제시의 각 지점에서 약 70 L 해수를 매월 채취.

#### 라. 정수장 정수 및 지하수

##### 1) 정수장 정수

- 양산시 방사선비상계획구역 주변의 3개 정수장(웅상, 범어, 신도시) 대상으로 정수장별로 정수 1 L 채취

##### 2) 지하수

- 도내 16개 시군 88개 지하수 수질측정망 각 시설에서 지하수 1 L 채취

#### 마. 정수장 원수(관원)

- 양산시 방사선비상계획구역 주변의 2개 정수장(신도시, 웅상)을 대상으로 정수장별로 20 L 이상의 원수 채취



## 바. 솔잎

- 양산시 방사선비상계획구역 3개소와 비교지점 2개소에 위치한 2년생 솔잎시료 반기별 채취

## 사. 쭉

- 양산시 방사선비상계획구역 3개소와 비교지점 2개소에 위치한 쭉시료 년 1회 채취

## 아. 토양

- 1) 22개 시·군·구에 위치한 주택단지, 농경지, 산업단지 각각에서 1개씩의 표층토양 채취
- 2) 양산시 방사선비상계획구역 내에 위치한 천성산 및 오봉산 정상에서 표층토양 분기별 채취
- 3) 양산시 방사선비상계획구역 내에 위치한 웅상정수장과 삼호34근린공원에서 표층토양 분기별 채취
- 4) 솔잎 및 쭉을 채취한 지점과 동일한 지점에서 표층토양 채취

※ 솔잎 및 쭉 채취지점의 표층토양은 지표식물(솔잎 및 쭉)과 토양간의 방사성물질 상관관계를 파악하기 위한 것임

## 4. 전처리

### 가. 공기(직접법)

- Air sampler를 이용하여 포집한 Paper 및 Charcoal filter 시료는 전처리 없이 계측용기에 담아 감마핵종분석기로 계측

### 나. 빗물(증발농축법)

- 1개월간 채집한 빗물 시료 중 30 L를 분취한 후 Hot plate 또는 가스레인을 이용하여 1 L로 될 때까지 증발·농축함. 농축된 빗물은 1 L Marinelli Beaker에 충전한 후 감마핵종분석기로 계측

#### 다. 해수(증발농축법, AMP 공침법)

- 1) 거제시와 남해군에서 각각 채취한 70 L 중 5 L는  $^{131}\text{I}$  검사를 위해 Hot plate 또는 가스레인을 이용하여 1 L로 증발·농축한 후 1 L Marinelli Beaker에 담아 감마핵종분석기로 계측
- 2) 나머지 65 L 중 60 L 해수는  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  검사를 위해 인몰리브덴산 암모늄(AMP) 공침법으로 침전시킴. 침전된 AMP 침전물은 건조기를 이용하여 48시간 동안 건조 후 20 mL에 담아 감마핵종분석기로 계측

#### 라. 정수장 정수 및 지하수(직접법)

- 양산시 방사선비상계획구역 주변의 3개 정수장과 도내 16개 시군의 88개 지하수 수질측정망 시설에서 수거한 정수 및 지하수 1 L는 전처리 없이 1 L Marinelli Beaker에 충전한 후 감마핵종분석기로 계측

#### 마. 취수장 원수(증발·농축법)

- 양산시 방사선비상계획구역 주변의 2개 정수장에서 채취한 20 L 원수는 Hot plate 또는 가스레인을 이용하여 1 L로 될 때까지 증발·농축 후 1 L Marinelli Beaker에 충전하여 감마핵종분석기로 계측

#### 바. 솔잎 및 쭉(건조분쇄법)

- 1) 방사선비상계획구역 및 비교지점에서 취한 솔잎 및 쭉은 토양 및 이물질 제거를 위해 물로 세척한 후 건조기를 이용하여 105 °C에서 약 48시간 이상 건조시킴
- 2) 건조 전·후 무게를 측정하여 건조율 계산 후 분쇄기를 이용하여 잘게 분쇄. 분쇄 후 1,000 mL 측정용기에 옮겨 담은 후 감마핵종분석기를 이용하여 계측

#### 사. 토양(건조분쇄법)

- 1) 채취한 토양은 건조기를 이용하여 105 °C로 약 48시간 동안 건조시킨 후 건조 전·후의 토양 무게를 측정하여 건조율 계산

- 2) 건조된 시료는 분쇄기를 이용하여 잘게 분쇄한 후 직경 2 mm 이하인 체를 이용하여 시료를 분리. 분리된 토양은 1,000 mL 측정용기에 옮겨 담아 감마핵종분석기를 이용하여 계측

## 5. 계측 및 분석

### 가. 공기, 빗물, 해수, 취수장 원수, 솔잎, 쭉, 토양

- 1) 채취 및 전처리 후 감마핵종분석기를 이용하여 8만초 계측
- 2) 계측 후  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등 41개 핵종을 적용하여 분석 수행
- 3) 분석결과에 대한 신뢰도를 확보할 목적으로 원자력안전위원회고시 제2014-12호에 명시된 MDA(최소검출방사능) 요건을 만족하였는지 여부를 파악
- 4) 인공 및 천연 방사성물질이 검출될 경우 방사성물질의 종류와 양을 정량적·정성적으로 조사

### 나. 정수장 정수 및 지하수

- 1) 정수 및 지하수는 전처리 없이 감마핵종분석기를 이용하여 1만초 계측
- 2) 계측 후  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등 7개 핵종을 적용하여 분석 수행
- 3) 먹는물에 대한 국내 법적 기준이 없어 WHO Guideline에 제시된 인공 방사성물질의 종류 및 농도와 비교 분석

### III. 검사 결과 및 고찰

#### 1. 환경 방사성물질 조사

##### 가. 공기

- 2017년 12월부터 2018년 11월까지 진주시에 소재한 경상남도서부청사 별관 1층에서 매월 채취한 공기시료 총 12건을 대상으로  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등 41개 핵종을 적용하여 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 핵종은 검출되지 않아 인공핵종에 의한 영향은 없는 것으로 사료됨

※ '18년 12월 공기는 '19년 연보에 반영할 계획임

- 또한, 모든 결과는 원자력안전위원회 고시 2014-12호에 명시된 MDA (최소검출방사능) 요건을 만족하여 본 조사에서는 검사결과에 대한 신뢰도는 확보한 것으로 판단하였고, 결과는 Table 4에 제시함

Table 4. 공기 중 방사성물질 검사결과

순번	채집기간	채취지점	분석조건(초)	검사결과(Bq/m <sup>3</sup> )			비고
				$^{131}\text{I}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	
합계	12개월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
1	'17년 12월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
2	'18년 01월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
3	'18년 02월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
4	'18년 03월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
5	'18년 04월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
6	'18년 05월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
7	'18년 06월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
8	'18년 07월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
9	'18년 08월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
10	'18년 09월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
11	'18년 10월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	
12	'18년 11월	서부청사 별관	착쿨(8만), 필터(8만)	불검출	불검출	불검출	

## 나. 빗물

- 2017년 12월부터 2018년 11월까지 진주시에 소재한 경상남도서부청사 별관 1층에 설치된 빗물채집기를 이용하여 매월 채취한 빗물시료 총 11건을 대상으로  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등 41개 핵종을 적용하여 검사를 수행함. 검사결과  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 인공 방사성물질은 검출되지 않음

※ 2018년 2월 빗물은 강우량이 없어 검사를 수행하지 않았고, 2018년 12월 시료의 검사결과는 '19년 연보에 반영할 계획임.

- 모든 검사결과는 원자력안전위원회 고시 2014-12호에 명시된 MDA (최소검출방사능) 요건을 만족하여 본 조사에서는 검사결과의 신뢰도는 확보된 것으로 판단하였고, 검사 결과는 Table 5에 수록함

Table 5. 빗물 중 방사성물질 검사결과

순번	채집 기간	채취 지점	분석조건	검사결과(Bq/L)		
				$^{131}\text{I}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$
합계	11개월	서부청사 별관		불검출	불검출	불검출
1	'17년 12월	서부청사 별관	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 30L 채취</li> <li>▪ 증발농축 : 30L→1L</li> <li>▪ 8만초 계측</li> </ul>	불검출	불검출	불검출
2	'18년 01월	서부청사 별관		불검출	불검출	불검출
3	'18년 03월	서부청사 별관		불검출	불검출	불검출
4	'18년 04월	서부청사 별관		불검출	불검출	불검출
5	'18년 05월	서부청사 별관		불검출	불검출	불검출
6	'18년 06월	서부청사 별관		불검출	불검출	불검출
7	'18년 07월	서부청사 별관		불검출	불검출	불검출
8	'18년 08월	서부청사 별관		불검출	불검출	불검출
9	'18년 09월	서부청사 별관		불검출	불검출	불검출
10	'18년 10월	서부청사 별관		불검출	불검출	불검출
11	'18년 11월	서부청사 별관		불검출	불검출	불검출

## 다. 해수

- 2017년 12월부터 2018년 11월까지 거제시와 남해군에서 매월 채취한 24건 해수시료를 대상으로  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등 41개 핵종을 적용하여 방사성물질 검사를 수행함. 검사결과는 Table 6과 Figure 1에 제시하였고, Figure 1은 Table 6에 제시된 결과를 근거로 가시적으로 표현한 것임.

※ 2018년 12월 해수 검사결과는 '19년 연보에 반영할 계획임.

- Table 6과 Figure 1에서 보여 주듯이  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  등의 인공 방사성물질은 검출되지 않았고,  $^{137}\text{Cs}$ 이 총 24개 해수시료 중 45.8%인 11개 시료에서 검출됨. 해수에서 검출된  $^{137}\text{Cs}$  농도범위는 0.000984~0.00175 Bq/L로 나타났지만 정상범위<sup>1)</sup> 내에 포함됨. Figure 1을 통해 확인할 수 있듯이 거제시 및 남해군의  $^{137}\text{Cs}$  분포경향이 전국 정상범위와 유사하게 나타나고 있는 것을 볼 수 있음.
- 해수에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 미량 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{C}$ 와 거동특성이 유사한  $^{134}\text{C}$ 이 검출되지 않아 후쿠시마 원전 및 인공 방사성물질에 의한 영향은 없고 50~60년대 해외 선진국에서 수행한 핵실험에 의한 낙진영향이라 판단함.

또한, 모든 핵종이 원자력안전위원회 고시 제2014-12호에서 제시한 MDA(최소검출방사능) 기준을 만족하였기 때문에 본 조사에서는 분석결과에 대한 신뢰도는 확보된 것으로 판단함.

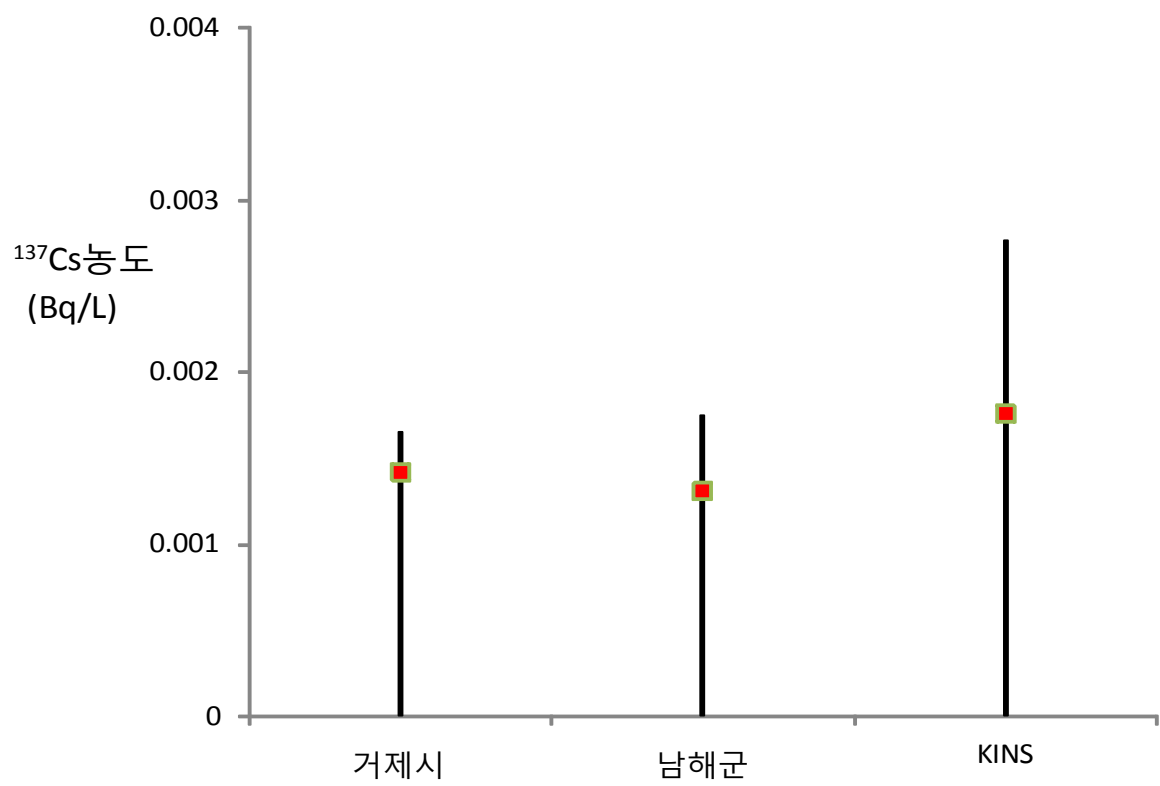
---

1) 정상범위 : 불검출~0.00277 Bq/L(한국원자력안전기술원, 2015년~2017년)

Table 6. 해수에 대한 방사성물질 검사결과

순번	채취 지점	채취 시기	분석조건	검사 결과(Bq/L)		
				<sup>131</sup> I	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs
계	2개	24개		불검출	불검출	불검출 ~0.00175
1	거제시	'17. 12	<ul style="list-style-type: none"> <li>지점별 70L 채취</li> <li>증발농축(5L→1L)</li> <li>: <sup>131</sup>I 검사 목적</li> </ul>	불검출	불검출	0.00129
		'18. 01		불검출	불검출	0.00113
		'18. 02		불검출	불검출	0.00158
		'18. 03		불검출	불검출	불검출
		'18. 04		불검출	불검출	0.00165
		'18. 05		불검출	불검출	불검출
		'18. 06		불검출	불검출	불검출
		'18. 07		불검출	불검출	불검출
		'18. 08		불검출	불검출	0.00131
		'18. 09		불검출	불검출	0.00155
		'18. 10		불검출	불검출	불검출
		'18. 11		불검출	불검출	불검출
2	남해군	'17. 12	<ul style="list-style-type: none"> <li>AMP 공침(60L 사용)</li> <li>: <sup>134,137</sup>Cs 검사 목적</li> <li>8만초 계측</li> </ul>	불검출	불검출	0.00118
		'18. 01		불검출	불검출	불검출
		'18. 02		불검출	불검출	불검출
		'18. 03		불검출	불검출	0.00175
		'18. 04		불검출	불검출	0.00137
		'18. 05		불검출	불검출	0.00131
		'18. 06		불검출	불검출	불검출
		'18. 07		불검출	불검출	불검출
		'18. 08		불검출	불검출	불검출
		'18. 09		불검출	불검출	0.000984
		'18. 10		불검출	불검출	불검출
		'18. 11		불검출	불검출	불검출

※ 전국 해수의 <sup>137</sup>Cs 정상범위 : 불검출~0.00277 Bq/L(KINS, '15년~'17년)





## 라. 정수장 정수

- 2017년 12월부터 2018년 12월까지 방사선비상계획구역 주변 웅상정수장, 범어정수장, 신도시정수장 등 3개 정수장에서 채취한 정수시료 19개를 대상으로  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등 7개 핵종을 적용하여 방사성물질 검사를 수행함.
- 검사결과  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 주요 인공핵종은 검출되지 않아 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였고, 검사결과는 Table 7과 같음

Table 7. 방사선비상계획구역 정수장 정수에 대한 방사성물질 검사 결과

순번	정수장 명칭	접수 일시	분석 조건	검사결과(Bq/L)			비고
				$^{131}\text{I}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	
합계	3개	19건		불검출	불검출	불검출	
1	웅상 정수장	'17.12	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1L 수거</li> <li>▪ 1만초 계측</li> </ul>	불검출	불검출	불검출	
		'18.02		불검출	불검출	불검출	
		'18.04		불검출	불검출	불검출	
		'18.06		불검출	불검출	불검출	
		'18.08		불검출	불검출	불검출	
		'18.10		불검출	불검출	불검출	
		'18.12		불검출	불검출	불검출	
2	범어 정수장	'18.01		불검출	불검출	불검출	
		'18.03		불검출	불검출	불검출	
		'18.05		불검출	불검출	불검출	
		'18.07		불검출	불검출	불검출	
		'18.09		불검출	불검출	불검출	
		'18.11		불검출	불검출	불검출	
3	신도시 정수장	'18.01		불검출	불검출	불검출	
		'18.03		불검출	불검출	불검출	
		'18.05		불검출	불검출	불검출	
		'18.07		불검출	불검출	불검출	
		'18.09		불검출	불검출	불검출	
		'18.11		불검출	불검출	불검출	

#### 마. 지하수

- 도내 창원시, 진주시, 김해시 등 16개 시군의 88개 지하수 수질측정망을 대상으로 각 측정망별로 1 L 지하수를 채취한 후  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등 7개 핵종을 적용하여 방사능 검사를 수행함. 검사결과  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 인공 방사성물질은 검출되지 않아 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단하였고, 검사 결과는 Table 8 ~ Table 10에 제시함.

Table 8. 지하수 수질측정망 방사성물질 검사결과(1/3)

순번	지역	관측망명	간략주소	조사결과		
				<sup>131</sup> I	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs
합계	16개 시군	88개소		불검출	불검출	불검출
1	창원시 (15)	N-1-a-1-01	의창구 동정동	불검출	불검출	불검출
		N-1-b-1-02	성산구 대방동	불검출	불검출	불검출
		N-1-c-1-03	의창구 용호동	불검출	불검출	불검출
		N-1-d-2-01	의창구 북면 화천리	불검출	불검출	불검출
		N-1-e-2-02	의창구 동읍 월잠리	불검출	불검출	불검출
		N-2-a-1-01	마산회원구 합성동	불검출	불검출	불검출
		N-2-b-1-01	마산회원구 구암동	불검출	불검출	불검출
		N-2-c-1-01	마산합포구 월영동	불검출	불검출	불검출
		N-2-d-2-01	마산합포구 진전면	불검출	불검출	불검출
		N-2-e-3-01	마산합포구 구산면	불검출	불검출	불검출
		N-4-a-1-01	진해구 풍호동	불검출	불검출	불검출
		N-4-b-1-01	진해구 경화동	불검출	불검출	불검출
		N-4-c-1-01	진해구 경화동	불검출	불검출	불검출
		N-4-d-1-01	진해구 용원동	불검출	불검출	불검출
		N-4-e-1-01	진해구 두동	불검출	불검출	불검출
2	진주시 (5)	N-3-a-1-01	초전동	불검출	불검출	불검출
		N-3-b-1-01	칠암동	불검출	불검출	불검출
		N-3-c-2-01	내동면	불검출	불검출	불검출
		N-3-d-1-01	상봉동	불검출	불검출	불검출
		N-3-e-2-01	문산읍	불검출	불검출	불검출
3	통영시 (5)	N-5-a-1-01	무전동	불검출	불검출	불검출
		N-5-b-1-01	도천동	불검출	불검출	불검출
		N-5-c-1-01	태평동	불검출	불검출	불검출
		N-5-d-1-01	봉평동	불검출	불검출	불검출
		N-5-e-2-01	도산면	불검출	불검출	불검출
4	사천시 (5)	N-6-a-1-02	사천읍	불검출	불검출	불검출
		N-6-b-1-02	서동	불검출	불검출	불검출
		N-6-c-2-01	사남면	불검출	불검출	불검출
		N-6-d-2-01	향촌동	불검출	불검출	불검출
		N-6-e-4-01	곤명면	불검출	불검출	불검출

Table 9. 지하수 수질측정망 방사성물질 검사결과(2/3)

순번	지역	관측망명	간략주소	조사결과		
				<sup>131</sup> I	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs
계	16개 시군	88개소		불검출	불검출	불검출
5	김해시 (5)	N-7-a-1-01	삼계동	불검출	불검출	불검출
		N-7-b-1-01	어방동	불검출	불검출	불검출
		N-7-c-1-01	관동동	불검출	불검출	불검출
		N-7-d-1-01	진례면	불검출	불검출	불검출
		N-7-e-1-01	진영읍	불검출	불검출	불검출
6	밀양시 (5)	N-8-a-1-01	삼문동	불검출	불검출	불검출
		N-8-b-2-01	상남면	불검출	불검출	불검출
		N-8-c-4-01	삼랑진읍	불검출	불검출	불검출
		N-8-d-1-01	하남읍	불검출	불검출	불검출
		N-8-e-4-01	산내면	불검출	불검출	불검출
7	거제시 (5)	N-9-b-3-01	동부면	불검출	불검출	불검출
		N-9-f-2-01	사등면	불검출	불검출	불검출
		N-9-o-1-01	옥포동	불검출	불검출	불검출
		N-9-q-1-01	고현동	불검출	불검출	불검출
		N-9-s-2-01	양정동	불검출	불검출	불검출
8	양산시 (5)	N-10-a-1-02	동면	불검출	불검출	불검출
		N-10-b-1-01	동면	불검출	불검출	불검출
		N-10-c-1-01	물금읍	불검출	불검출	불검출
		N-10-d-2-01	원동면	불검출	불검출	불검출
		N-10-e-3-01	하북면	불검출	불검출	불검출
9	의령군 (5)	N-11-a-1-01	의령읍	불검출	불검출	불검출
		N-11-b-1-01	부림면	불검출	불검출	불검출
		N-11-c-4-01	화정면	불검출	불검출	불검출
		N-11-d-2-01	궁유면	불검출	불검출	불검출
		N-11-e-4-01	가례면	불검출	불검출	불검출
10	함안군 (5)	N-12-a-4-02	산인면	불검출	불검출	불검출
		N-12-b-4-01	칠북면	불검출	불검출	불검출
		N-12-c-2-02	군북면	불검출	불검출	불검출
		N-12-d-4-01	대산면	불검출	불검출	불검출
		N-12-e-4-02	함안면	불검출	불검출	불검출

Table 10. 지하수 수질측정망 방사성물질 검사결과(3/3)

순번	지역	관측망명	간략주소	검사결과		
				$^{131}\text{I}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$
합계	16개 시군	88개소		불검출	불검출	불검출
11	창녕군 (5)	N-13-a-1-01	창녕읍	불검출	불검출	불검출
		N-13-b-1-01	남지읍	불검출	불검출	불검출
		N-13-c-4-01	창녕읍	불검출	불검출	불검출
		N-13-d-4-01	고암면	불검출	불검출	불검출
		N-13-e-2-01	남지읍	불검출	불검출	불검출
12	고성군 (5)	N-14-a-1-01	고성읍	불검출	불검출	불검출
		N-14-b-4-01	회화면	불검출	불검출	불검출
		N-14-c-2-01	고성읍	불검출	불검출	불검출
		N-14-d-3-01	삼산면	불검출	불검출	불검출
		N-14-e-3-01	하일면	불검출	불검출	불검출
13	남해군 (4)	N-15-a-1-01	남해읍	불검출	불검출	불검출
		N-15-b-1-01	삼동면	불검출	불검출	불검출
		N-15-c-2-01	이동면	불검출	불검출	불검출
		N-15-d-2-01	서면	불검출	불검출	불검출
14	하동군 (5)	N-16-a-1-01	하동읍	불검출	불검출	불검출
		N-16-b-1-01	하동읍	불검출	불검출	불검출
		N-16-c-4-01	악양면	불검출	불검출	불검출
		N-16-d-4-02	금남면	불검출	불검출	불검출
		N-16-e-4-01	악양면	불검출	불검출	불검출
15	산청군 (5)	N-17-a-1-01	단성면	불검출	불검출	불검출
		N-17-b-4-01	산청읍	불검출	불검출	불검출
		N-17-c-4-01	신안면	불검출	불검출	불검출
		N-17-d-4-01	신등면	불검출	불검출	불검출
		N-17-e-1-01	산청읍	불검출	불검출	불검출
16	함양군 (4)	N-18-a-1-01	함양읍	불검출	불검출	불검출
		N-18-b-4-01	함양읍	불검출	불검출	불검출
		N-18-c-4-01	유림면	불검출	불검출	불검출
		N-18-d-4-01	지곡면	불검출	불검출	불검출

## 바. 정수장 원수

- 2017년 12월부터 2018년 12월까지 방사선비상계획구역 주변 신도시 및 웅상 정수장 2곳에서 채취한 원수시료 13개를 대상으로 방사성 물질 검사를 수행함. 검사결과  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 방사성물질은 검출되지 않았고, 검사결과는 Table 11과 같음

Table 11. 방사선비상계획구역 취수장 원수에 대한 방사성물질 검사결과

순번	취수장 명칭	접수 일시	분석 조건	검사결과(Bq/L)			비고
				$^{131}\text{I}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	
합계	2개소	13건		불검출	불검출	불검출	
1	신도시	'18.01	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 20L 수거</li> </ul>	불검출	불검출	불검출	
		'18.03		불검출	불검출	불검출	
		'18.05		불검출	불검출	불검출	
		'18.07		불검출	불검출	불검출	
		'18.09		불검출	불검출	불검출	
		'18.11		불검출	불검출	불검출	
2	웅상	'17.12	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 증발농축(20L→1L)</li> <li>▪ 8만초 계측</li> </ul>	불검출	불검출	불검출	
		'18.02		불검출	불검출	불검출	
		'18.04		불검출	불검출	불검출	
		'18.06		불검출	불검출	불검출	
		'18.08		불검출	불검출	불검출	
		'18.10		불검출	불검출	불검출	
		'18.12		불검출	불검출	불검출	

## 바. 솔잎

- 2018년에 양산시 방사선비상계획구역 내 3개지점(웅상정수장, 천성산, 오봉산)과 비교지점인 산청군 및 진주시 서부청사 주변에서 상반기와 하반기에 채취한 총 9건의 솔잎 시료를 대상으로 방사성물질검사를 수행함. 검사결과  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 인공 방사성물질은 검출되지 않았고, 검사결과는 Table 12와 같음

Table 12. 솔잎에 대한 방사성물질 검사결과

구분	채취 지점	채취 시기	분석 조건	검사결과(Bq/kg-fresh)			비고
				$^{131}\text{I}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	
합계	5개소	9건		불검출	불검출	불검출	
방사선 비상계획 구역	웅상 정수장	상반기	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2~3kg 채취</li> <li>▪ 8만초 계측</li> </ul>	불검출	불검출	불검출	
		하반기		불검출	불검출	불검출	
	천성산	상반기		불검출	불검출	불검출	
		하반기		불검출	불검출	불검출	
	오봉산	상반기		불검출	불검출	불검출	
		하반기		불검출	불검출	불검출	
비교지점	진주시 (서부청사)	상반기		불검출	불검출	불검출	
		하반기		불검출	불검출	불검출	
	산청군	하반기		불검출	불검출	불검출	

## 사. 쭉

- 2018년에 양산시 방사선비상계획구역 내 3개지점(웅상정수장, 천성산, 신세계요양병원)과 비교지점인 산청군 및 진주시 서부청사 주변에서 채취한 총 5건의 쭉 시료를 대상으로 방사성물질 검사를 수행함. 검사결과  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 주요 방사성물질은 검출되지 않았고, 검사결과는 Table 13과 같음

Table 13. 쑥에 대한 방사성물질 검사결과

구분	채취 지점	채취 시기	분석 조건	검사결과(Bq/kg-fresh)			비고
				<sup>131</sup> I	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	
합계	5개소	5건		불검출	불검출	불검출	
방사선 비상계획 구역	웅상 정수장	상반기	▪ 2~3kg 채취 ▪ 8만초 계측	불검출	불검출	불검출	
	천성산	상반기		불검출	불검출	불검출	
	신세계 요양병원	상반기		불검출	불검출	불검출	
비교지점	진주시 (서부청사)	상반기		불검출	불검출	불검출	
	산청군	상반기		불검출	불검출	불검출	

## 아. 토양

양산시 방사선비상계획구역 내 평지 및 등산로에서 채취한 15개 토양과 도내 22개 시·군·구의 주택단지, 농경지, 산업단지 각각에서 채취한 66개 토양, 지표식물인 솔잎 및 쑥 채취지점의 14개 토양 등 총 95개 토양을 대상으로 <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs 등 41개 핵종을 적용하여 방사성물질 검사를 수행하였고, 상세한 분석 결과는 아래에 기술하였음

### 1) 방사선비상계획구역 토양

- 방사선비상계획구역 내 평지인 웅상정수장과 삼호34근린공원, 등산로인 천성산 및 오봉산 정상에서 분기별로 채취한 총 15개 토양에 대한 방사성물질 검사를 수행하였고, 그 결과를 Table 14에 수록함. Table 14에서 보여주듯이 86.7%인 13개 토양에서 <sup>137</sup>Cs이 검출되었고, 13개 토양의 <sup>137</sup>Cs 농도범위는 0.574~5.42 Bq/kg-dry로 나타남.
- 평지 토양의 <sup>137</sup>Cs 농도 범위는 0.574~3.21 Bq/kg-dry로 나타난 반면, 등산로 토양의 경우 불검출~5.42 Bq/kg-dry로 평지에 <sup>137</sup>Cs



농도가 비해 다소 높게 나타난 것을 확일 할 수 있음. 이러한 경향을 보이는 것은 방사능낙진에 의한 영향에 기인한 것이라 판단됨. 즉, 낙진에 의해  $^{137}\text{Cs}$ 이 토양에 침적될 경우 평지보다는 등산로에 먼저 침적되기 때문에 나타난 현상이라 판단됨.

- 평지 및 등산로 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ (반감기 30년)이 미량 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{Cs}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{Cs}$ (반감기 2년)이 검출되지 않아 고리원전 및 인공 방사성물질에 의한 영향은 없고, 해외 선진국에서 50~60년대에 집중적으로 수행한 핵실험에 의한 방사능 낙진 영향이라 판단함. 본 검사를 통해 제시한  $^{137}\text{Cs}$  농도는 한국 원자력안전기술원에서 제시한 정상범위<sup>1)</sup>내로 나타남.

---

1) 정상범위 : 불검출~24.6 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2015년~2017년)

Table 14. 방사선비상계획구역 토양에 대한 방사성물질 검사결과

구분	채취 지점	채취 일시	분석 조건	검사결과(Bq/kg-dry)			비고
				<sup>131</sup> I	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	
합계	4개소	15건		불검출	불검출	불검출 ~5.42	
평지	웅상 정수장	1분기	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3~5kg 채취</li> <li>▪ 2만초 계측</li> </ul>	불검출	불검출	0.574	
		2분기		불검출	불검출	0.705	
		3분기		불검출	불검출	0.766	
		4분기		불검출	불검출	1.72	
	삼호34 근린공원	1분기		불검출	불검출	0.674	
		2분기		불검출	불검출	3.21	
		3분기		불검출	불검출	0.880	
		4분기		불검출	불검출	3.02	
등 산 로	천성산	1분기		불검출	불검출	5.42	
		3분기		불검출	불검출	3.85	
		4분기		불검출	불검출	0.695	
	오봉산	1분기		불검출	불검출	4.61	
		2분기		불검출	불검출	불검출	
		3분기		불검출	불검출	0.949	
		4분기		불검출	불검출	불검출	

## 2) 일반 토양

- 도내 22개 시·군·구에 위치한 주택단지, 농경지, 산업단지 각각에서 총 66개의 표층토양을 채취한 후 방사성물질 검사를 수행하였고, 그 결과를 Table 15 ~ Table 17에 수록함. Table 15 ~ Table 17에서 보여 주듯이 22개 주택단지 토양 중 63.6%인 14개 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 0.670~5.84 Bq/kg-dry로 검출됨. 산업단지와 농경지의 경우 50%인 11개 산업단지 토양과 59.1%인 13개 농경지 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 각각 0.584~5.42 Bq/kg-dry, 0.549~4.48 Bq/kg-dry로 검출됨.
- 주택단지와 산업단지, 농경지 등에서 채취한 66개 토양 중 57.6%인 38개 토양에서 검출된  $^{137}\text{Cs}$ 의 농도범위는 0.549~5.84 Bq/kg-dry로 한국원자력안전기술원(KINS)에서 제시한 평상범위<sup>1)</sup> 내에 포함됨.
- 도내 22개 시·군·구의 일반 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ (반감기 30년)이 미량 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{Cs}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{Cs}$ (반감기 2년)이 검출되지 않아 고리원전 및 인공 방사성물질에 의한 영향은 없고, 해외 선진국에서 50~60년대에 수행한 핵실험에 의한 방사능낙진 영향이라 판단함

---

1) 평상범위 : 불검출~24.6 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2015년~2017년)

Table 15. 주택단지 방사성물질 검사결과

순번	채취지역		채취지점	검사 결과		
				$^{131}\text{I}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$
합계	22개 시구			불검출	불검출	불검출 ~5.84
1	창원시	성산구	상남동 대호타워APT	불검출	불검출	1.03
		의창구	용호동 무학APT	불검출	불검출	불검출
		진해구	석동 푸르지오 APT	불검출	불검출	1.06
		마산회원구	구암동 중앙하이츠APT	불검출	불검출	1.18
		마산합포구	신포동 센트럴파크APT	불검출	불검출	불검출
2	진주시		충무공동 한림폴에버APT	불검출	불검출	0.750
3	통영시		무전동 일성한샘빌라2차	불검출	불검출	1.79
4	사천시		사천읍 진성4차APT	불검출	불검출	불검출
5	김해시		진영읍 중흥S클래스APT	불검출	불검출	불검출
6	밀양시		내이동 롯데인벤스APT	불검출	불검출	불검출
7	거제시		고현동 덕산베스트타운APT	불검출	불검출	2.21
8	양산시		덕계동 부영벽산APT	불검출	불검출	불검출
9	의령군		서동 주공APT	불검출	불검출	1.68
10	함안군		가야읍 파미르APT	불검출	불검출	1.02
11	창녕군		창녕읍 솔터APT	불검출	불검출	불검출
12	고성군		고성읍 디에스아이존빌	불검출	불검출	불검출
13	남해군		남해읍 보성노블레스APT	불검출	불검출	0.729
14	하동군		하동읍 연화APT	불검출	불검출	1.51
15	산청군		산청읍 성우APT	불검출	불검출	5.35
16	함양군		함양읍 한주APT	불검출	불검출	0.670
17	거창군		거창읍 상동주공APT	불검출	불검출	0.703
18	합천군		합천읍 궁전빌라	불검출	불검출	5.84

Table 16. 산업단지 방사성물질 검사결과

순번	채취지역		채취지점	검사 결과		
				$^{131}\text{I}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$
합계	22개 시구			불검출	불검출	불검출 ~5.42
1	창원시	성산구	대산면 가솔리 651	불검출	불검출	1.18
		의창구	성산구 외동 853-5	불검출	불검출	불검출
		진해구	진전면 오서리 106-1	불검출	불검출	0.583
		마산회원구	내서읍 중리 1054	불검출	불검출	0.877
		마산합포구	죽곡동 401	불검출	불검출	불검출
2	진주시		상평동 276-4	불검출	불검출	불검출
3	통영시		광도면 황리 1636	불검출	불검출	1.06
4	사천시		사천읍 정의리 7	불검출	불검출	불검출
5	김해시		주촌면 덕암리 616-2	불검출	불검출	1.29
6	밀양시		부북면 전사포리 895	불검출	불검출	불검출
7	거제시		사등면 사등리 1-2	불검출	불검출	1.17
8	양산시		어곡동 865-8	불검출	불검출	불검출
9	의령군		의령읍 동동리 1537-1	불검출	불검출	5.42
10	함안군		가야읍 광정리 1467-8	불검출	불검출	불검출
11	창녕군		계성면 계성리 1289-4	불검출	불검출	불검출
12	고성군		삼산면 판곡리 345	불검출	불검출	불검출
13	남해군		설천면 덕신리 1259-3	불검출	불검출	1.58
14	하동군		금남면 대송리 546	불검출	불검출	5.08
15	산청군		금서면 매촌리 1290	불검출	불검출	4.79
16	함양군		함양읍 이은리 389	불검출	불검출	4.31
17	거창군		위천면 당산리 325-1	불검출	불검출	불검출
18	합천군		야로면 매촌리 666-6	불검출	불검출	불검출

Table 17. 농경지 방사성물질 검사결과

순번	채취지역		채취지점	검사 결과		
				$^{131}\text{I}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$
합계	22개 시구			불검출	불검출	불검출 ~4.48
1	창원시	성산구	성주동 성주저수지 주변	불검출	불검출	0.723
		의창구	대산면 가솔리 1	불검출	불검출	불검출
		진해구	도만동 15	불검출	불검출	0.549
		마산회원구	구암2동 81-13	불검출	불검출	0.639
		마산합포구	진북면 신촌리 382	불검출	불검출	불검출
2	진주시		수곡면 대천리 117-13	불검출	불검출	불검출
3	통영시		인평동 178-1	불검출	불검출	2.19
4	사천시		용현면 송지리 891	불검출	불검출	불검출
5	김해시		한림면 변동리 553-10	불검출	불검출	불검출
6	밀양시		무안면 가례리 291	불검출	불검출	불검출
7	거제시		거제면 옥산리 1479	불검출	불검출	2.60
8	양산시		덕계동 785-10	불검출	불검출	불검출
9	의령군		의령읍 중동리 261-1	불검출	불검출	3.02
10	함안군		산인면 신산리 1099-3	불검출	불검출	0.987
11	창녕군		도천면 송진리 338-2	불검출	불검출	불검출
12	고성군		고성읍 대평리	불검출	불검출	불검출
13	남해군		고현면 대곡리 666	불검출	불검출	3.42
14	하동군		적량면 동산리 1078	불검출	불검출	3.56
15	산청군		신등면 가솔리 1014-2	불검출	불검출	2.89
16	함양군		수동면 화산리 1253-23	불검출	불검출	4.48
17	거창군		거창읍 정장리 583	불검출	불검출	4.31
18	합천군		가야면 치인리 468	불검출	불검출	0.630

### 3) 솔잎 및 쭉 채취지점의 토양

- 솔잎 및 쭉 채취지점과 동일한 지점에서 표층토양 14건을 채취한 후 방사능검사를 수행하였고, 그 결과를 Table 18에 수록함. Table 18을 통해 확인 할 수 있듯이 솔잎의 경우 9건 중 55.6%인 5건의 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 0.621~1.25 Bq/kg-dry로 검출됨. 반면, 쭉 시료의 경우 5개의 모든 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 0.621~5.905 Bq/kg-dry로 검출됨. 검출된  $^{137}\text{Cs}$  농도범위는 한국원자력안전기술원(KINS)에서 제시한 평상범위<sup>1)</sup> 내에 포함됨.
- 솔잎채취 지점의 토양에서 검출된  $^{137}\text{Cs}$ 은 방사선비상계획구역과 비교지점간에 큰 차이는 보이지 않았고, 쭉 채취지점 토양의 경우 웅상정수장 토양에서 5.90 Bq/kg-dry로 최대 값을 보였지만 솔잎채취 지점의 토양과 마찬가지로 방사선비상계획구역과 비교지점 간에 큰 차이는 나타나지 않았음.
- 솔잎 및 쭉 채취지점과 동일한 지점의 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ (반감기 30년)이 미량 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{Cs}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{Cs}$ (반감기 2년)이 검출되지 않아 고리원전 및 기타 인공 방사성물질에 의한 영향은 나타나지 않고, 해외 선진국에서 50~60년대에 수행한 핵실험에 의한 방사능낙진 영향이라 판단함

---

1) 평상범위 : 불검출~24.6 Bq/kg-dry(한국원자력안전기술원, 2015년~2017년)

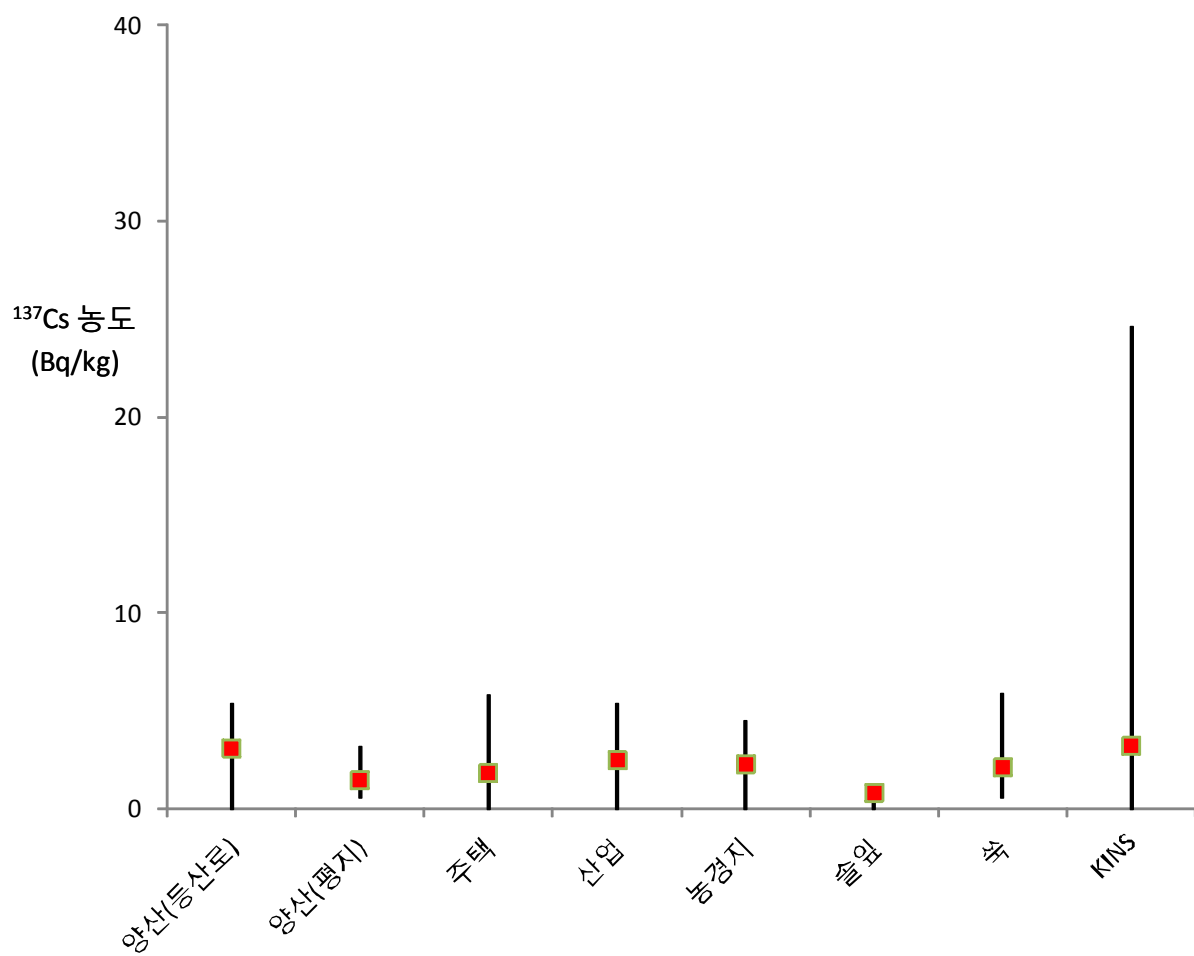
Table 18. 지표식물 채취지점 토양에 대한 방사성물질 검사결과

구분		채취지점	채취시기	분석조건	검사결과(Bq/kg-fresh)		
					<sup>131</sup> I	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs
합계		10개소	14건		불검출	불검출	불검출 ~5.90
솔잎	방사선 비상계획 구역	웅상정수장	상반기	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2~3kg 채취</li> <li>▪ 2만초 계측</li> </ul>	불검출	불검출	0.656
			하반기		불검출	불검출	1.25
		천성산	상반기		불검출	불검출	0.621
			하반기		불검출	불검출	불검출
		오봉산	상반기		불검출	불검출	불검출
			하반기		불검출	불검출	0.899
	비교지점	진주시	상반기		불검출	불검출	불검출
			하반기		불검출	불검출	0.830
		산청군	하반기		불검출	불검출	불검출
	쭈	방사선 비상계획 구역	웅상정수장		불검출	불검출	5.90
			천성산		불검출	불검출	0.621
			신세계요양병원		불검출	불검출	0.574
		비교지점	진주시		불검출	불검출	0.964
			산청군		불검출	불검출	2.54



#### 4) 종합 분석

- 방사선비상계획구역 내 평지와 등산로, 도내 22개 시·군·구의 주택단지/산업단지/농경지, 솔잎 및 쭉 채취지점 등에서 채취한 총 95개 토양을 대상으로 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과 64.2%인 61개의 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 0.549~5.90 Bq/kg-dry로 검출되었고, 검출된 값은 원자력안전기술원에서 제시한 정상범위 이내로 나타남. 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{Cs}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{Cs}$ 가 검출되지 않아 고리원전 및 인공 방사성물질에 의한 영향은 없는 것으로 판단함.
- 양산시 방사선비상계획구역 등산로 토양이 다른 토양에 비해  $^{137}\text{Cs}$  농도가 다소 높게 나타난 것을 Figure 2를 통해 가시적으로 확인할 수 있는데, 이러한 경향은 보이는 것은 방사능낙진에 의한 영향에 기인한 것이라 판단됨.
- 솔잎 및 쭉을 채취한 지점과 동일한 지점에서 채취한 토양을 비교 분석한 결과 방사선비상계획구역과 비교지점 간의  $^{137}\text{Cs}$  농도경향에 특이사항은 나타나지 않음. 이러한 조사결과에 근거하여 고리원전에 의한 영향은 없는 것으로 본 조사에서는 판단함.



## 2. 방사선량률

### 가. 공간선량률

- 2018년도에 도내 방사선취급 허가업체 93개를 대상으로 년 1회 총 93건 측정하였고, 그 결과를 Table 19에 제시하였음. Table 19에서 보여주듯이 방사선취급 허가업체 주변의 공간선량률을 측정한 결과 공간선량률 범위는 70.2~282 nSv/hr로 나타남.
- 측정한 공간선량률 값은 엑스선 및 감마선에 의한 국내 자연방사선 준위인 50~300 nSv/hr 범위 내에 포함되어, 방사선취급 허가업체 운영으로 인해 주변 환경에 미치는 영향은 없는 것으로 판단함

Table 19. 방사선취급 허가업체 주변 공간선량률 측정 결과

순 번	지역		측정대상 산업장수	공간선량률(nSv/hr)		비고
				최소	최대	
계	13개 시·군		93개	70.2	282	
1	창 원 시	성산구	17	99.0	282	· 검사 실적 : 93건 · 국내 공간선량률 준위는 50~300 nSv/hr임 (한국원자력안전기술원) · 측정결과 국내 준위 내에 포함됨
		의창구	11	90.0	208	
		마산회원구	4	102	178	
		진해구	4	88.0	202	
2	김해시		12	70.2	201	
3	진주시		12	90.5	193	
4	양산시		9	95.0	202	
5	거제시		3	92.5	168	
6	통영시		1	111	162	
7	사천시		4	90.0	155	
8	함안군		5	101	168	
9	거창군		2	99.0	152	
10	합천군		1	89.0	140	
11	함양군		2	119	162	
12	의령군		2	92.5	162	
13	밀양시		4	99.0	177	

## VI. 결 론

### 1. 방사성물질 검사(총 276건)

2017년 12월부터 2018년 12월까지 도내에서 채취 및 수거한 공기, 빗물, 해수, 정수장 정수 및 지하수, 정수장 원수, 솔잎, 쭉, 토양 등 총 9종 276건 시료를 대상으로 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과 모든 시료가 원자력안전위원회 고시 제2014-12호에서 각 시료별로 제시한 MDA(최소검출방사능) 조건을 만족하여 분석결과의 신뢰도는 확보한 것으로 판단하였고, 각 시료별 조사 결과는 아래에 상술하였음.

#### 가. 공기, 빗물, 먹는물(143건)

- 2017년 12월부터 2018년 11월까지 서부청사 별관 1층에서 매월 채취한 공기 12건, 빗물 11건 등 총 23건 시료를 대상으로 방사성물질 검사를 수행한 결과  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 인공 방사성물질은 전혀 검출되지 않음.
- 2017년 12월부터 2018년 12월까지 양산시 방사선비상계획구역 주변 웅상/범어/신도시 정수장에서 수거한 정수 19건과 신도시 및 웅상 정수장에서 수거한 원수 13건, 16개 시군에서 수거한 88건의 지하수 등을 대상으로 방사성물질 검사를 수행한 결과  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 주요 인공 방사성물질은 전혀 검출되지 않음.

#### 나. 해수(24건)

- 2017년 12월부터 2018년 11월까지 거제시와 남해군에서 매월 채취한 총 24개 해수시료에 대한 방사성물질을 검사한 결과 인공 방사성물질인  $^{137}\text{Cs}$ 이 45.8%인 11개 시료에서 검출되었고, 검출된 농도 범위는 0.000984~0.00175 Bq/L로 나타남. 해수에서 검출된  $^{137}\text{Cs}$ 의 농도는 한국원자력안전기술원에서 2015년~2017년에 전국 해수를 대상으로

- 조사한 후 제시한  $^{137}\text{Cs}$ 의 정상범위(불검출 $\sim$ 0.00277Bq/L) 내에 포함됨
- 비록  $^{137}\text{Cs}$ 이 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{C}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{C}$ 가 검출되지 않아 후쿠시마 원전 및 인공방사성물질에 의한 영향은 없고 과거 핵실험에 의한 방사능낙진 영향이라 판단함.

#### 다. 솔잎 및 쭉(14건)

- 2018년에 양산시 방사선비상계획구역과 비교지점에서 채취한 솔잎시료 9건과 쭉시료 5건 등 총 14건에 대한 방사성물질 조사를 수행한 결과 모든 시료에서  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  등의 방사성물질은 검출되지 않음

#### 다. 토양(95건)

- 방사선비상계획구역 내의 평지와 등산로, 도내 22개 시·군·구의 주택단지/산업단지/농경지, 솔잎 및 쭉 채취지점 등에서 채취한 총 95개 토양을 대상으로 방사성물질 조사를 수행함. 조사결과 64.2%인 61개 토양에서  $^{137}\text{Cs}$ 이 0.549 $\sim$ 5.90 Bq/kg-dry로 검출되었고, 검출된 값은 한국원자력안전기술원에서 제시한 정상범위 내에 포함됨.
- 방사선비상계획구역 등산로 토양이 다른 토양에 비해  $^{137}\text{Cs}$  농도가 다소 높게 나타난 것은 방사능낙진에 의한 영향이라 판단함.
- $^{137}\text{Cs}$ 이 토양에서 검출되었지만 환경에서  $^{137}\text{C}$ 과 거동특성이 유사한  $^{134}\text{C}$ 가 검출되지 않아 후쿠시마 원전 및 인공방사성물질에 의한 영향은 없고 50 $\sim$ 60년대에 해외 선진국에서 수행한 핵실험에 의한 방사능낙진 영향이라 판단함

## 2. 공간선량률(총 93건)

- 도내 93개 방사선취급 허가업체 주변의 공간선량률을 년 1회 측정한 결과 측정된 선량률 범위는 70.2 $\sim$ 282 nSv/hr로 엑스선 및 감마선에 의한 국내 자연 방사선준위인 50 $\sim$ 300 nSv/hr 내에 포함되어 인공 핵종 사용으로 인한 영향은 나타나지 않은 것으로 사료됨.