

2021 연간보고서



발 간 사

검정 호랑이의 해인 임인년을 맞아 한빛원전 민간 환경·안전 감시기구를 사랑해 주시는 지역주민과 관계기관 여러분께 감시센터 고창분소 연보발간을 통하여 감사의 말씀을 올립니다.

한빛원전 민간 환경·안전 감시위원회 감시센터 고창분소가 개소한지 벌써 2년이 되어 갑니다. 고창분소는 2020년 10월 개소한 이후 영광군, 고창군과 함께 많은 성과를 이루었습니다. 고창분소가 잘 자리 잡을 수 있도록 많은 도움과 지원을 해 주신 유기상 고창 군수님께도 감사의 말씀 드립니다.

감시기구는 지난 1999년부터 지금까지 20여년이 넘는 시간동안 한빛원전 안전현안 등을 위해 많은 업무들을 수행해 오고 있으며, 고창군에 감시센터 고창분소가 개소되어 보다 폭넓은 한빛원자력발전소 감시활동이 가능하게 되었습니다.

이번 발간된 2021년 감시기구 고창분소 연간활동보고서에는 고창군 지역 주변의 환경방사능 분석활동, 학교급식 방사능분석, 지역 농·수산물 특산품 분석과 함께 방사능방재에 대한 정보 및 지역 소통에 대한 활동 등 지난 1년 동안 고창분소가 수행한 결과 등을 정리하여 수록하였으니, 지역민들에 많은 도움이 되기를 기대합니다.

특히, 어려운 코로나-19 상황 속에도 지역 내 소규모 간담회 등을 통해 지역민들의 원전에 대한 고충을 이해하고 고창분소의 역할 등을 알려, 지역과 함께 하는 고창분소가 되고자 부단한 노력을 기울였습니다. 또한 홈페이지 개설과, 소식지 등을 발행하여 지역민들이 쉽게 접할 수 있도록 지역 내 공공기관 가판대에 직접 비치하는 등 많은 업무를 수행하였습니다.

2022년 역시 지역과 함께하는 감시센터 고창분소(With Local)가 되어 한빛원전 감시업무를 통해 안전과 사고예방에 만전을 기해 나갈 것을 약속드리며, 지역주민의 불안감 해소와 지역의 안전을 위해 노력하겠습니다.

연보발간에 힘써주신 감시센터 고창분소 직원여러분에게 감사드리며 저희 감시기구에서는 항상 발전소 안전 감시활동에 최선을 다하겠습니다. 지역민 여러분의 많은 사랑과 관심 부탁드립니다. 감사합니다.

2022년 2월

한빛원전 민간 환경·안전 감시위원회 위원장

발 간 사

2022년 임인년은 검정 호랑이의 해라 하여 용맹스럽고 강하며, 오준선생과 효감천 이야기처럼 영물로 여겨지고 있습니다. 코로나-19와 같은 어려운 상황도 강한 호랑이처럼 슬기롭고 힘차게 헤쳐나가는 한 해이기를 소망합니다.

고창군은 원자력발전소 방사선비상계획구역 중 예방적 보호조치구역 내 포함되는 전국 유일한 지자체로서, 발전소 가동으로부터 지역민의 안전을 확보하고자 여러 해 동안 많은 노력의 결실로 고창분소를 개소하였습니다. 고창분소는 고창군 및 전북권의 방사능감시활동을 가능하게 되는 큰 의미가 있다고 생각합니다.

고창분소에서는 한빛원전 주변지역의 환경방사능 분석, 고창군 관내 초·중·고등학교에 제공되고 있는 학교급식 친환경 농산물의 방사능 분석, 고창군 농·수산물과 지역 특산품 방사능분석 등을 수행하였습니다.

특히, 코로나-19로 어려운 상황 속에서도 지역민들과 소통하고자 소규모의 간담회를 여러 차례 실시하여 많은 고창 지역민들에게 고창분소의 개소현황과 주요 업무, 방사능 비상시 대응요령 등의 소중한 정보를 전달하고 지역민의 원전으로 인한 의견 등을 청취하는 소중한 소통의 자리도 마련하였습니다.

2022년에는 지역과 함께하는 감시센터 고창분소(With Local)라는 슬로건을 세우고, 원전 주변 환경방사능분석과 광역단위 방사능감시활동, 주민교육을 통한 안전 고창 실현이라는 추진전략을 가지고 여러 가지 지역민 참여사업 등을 수행할 것입니다.

고창분소의 활동을 통해 한빛원전으로 인한 지역 내 감시업무를 확장하여 한빛원전의 안전과 사고예방에 만전을 기할 것이며, 지역주민의 원전 불안감 해소 및 지역의 안전을 위해 열심히 감시활동을 수행할 것입니다.

이번 연보발간에 힘써주신 감시센터 고창분소 직원여러분에게 감사드리며, 고창군 지역민 여러분의 많은 사랑과 관심 부탁드립니다. 감사합니다.

2022년 2월
고 창 군 수

목차 Contents

제1장 한빛원전 환경·안전 감시센터 고장분소 일반현황



제1절 · 설립목적 및 배경	10
1. 목적	10
2. 배경	10
제2절 · 연혁	10
제3절 조직도	11
1. 위원회 조직 및 기능	11
2. 감시센터 고장분소 조직 및 기능	12
제4절 · 인력현황	13
1. 고장분소 직급별 현황	13
제5절 · 청사 및 장비현황	13
1. 청사부지 및 용도 현황	13
2. 분석 및 전처리장비 현황	14

제2장 환경방사능분석

제1절 · 조사개요	16
1. 목적	16
2. 기간	16
3. 조사대상 및 범위	16
4. 시료 선정기준 및 채취방법	16
5. 조사항목 (7종 161건)	17
6. 분석항목	17
제2절 · 시료채취 및 전처리	18
1. 시료채취	18
2. 전처리	23
제3절 · 조사결과 및 평가	25
1. 감마동위원소 분석결과	25
2. 삼중수소 분석결과	30
제4절 · 학교급식 방사능분석	31
1. 학교급식 친환경 농산물 식자재 방사능분석결과	32

제5절 · 분석장비 교정	33
1. 감마핵종 분석장비	33
2. 액체섬광계수기	35
제6절 분석능력 교육	37
1. 교육실적	37

제3장 방사능방재

제1절 · 개요	40
1. 기본 개요	40
2. 방사선 비상	40
제2절 · 고창군 비상계획구역	41
1. 방사선비상계획구역	41
2. 고창군 비상계획구역	42
제3절 · 주민보호조치 분석	43
1. 비상발령상태에 의한 초기 조치	43
제4절 · 방사선 비상시 주민 행동 요령	44
1. 방사선 비상 상황을 알리는 방법	44
2. 방사선 비상 상황 시 행동요령	44
3. 유의사항	45
4. 주민보호조치 시행방법 개요	45



제4장 지역소통

제1절 · 홈페이지 구축	50
제2절 · 연보 발행	50
제3절 · News Paper 발행	51
제4절 · 간담회 및 지역설명회 개최	52

부록 환경방사능 분석결과

53

표 목차

표 1.1 직급별 현황	13
표 1.2 청사부지 및 용도 현황	13
표 1.3 분석 및 전처리장비 현황	14
표 2.1 조사항목 및 분석항목	17
표 2.2 항목별 분석핵종	17
표 2.3 시료채취지점	22
표 2.4 분석 대상 친환경농산물	32
표 2.5 국내 식품 방사능 오염기준(식품공전)	32
표 2.6 감마핵종분석기 교정결과(GC 3018 (11373))	34
표 2.7 액체섬광계수기 ³ H 교정결과	36
표 2.8 2021년 방사능 교육 수료	37
표 3.1 비상발령상태에 의한 주민보호조치	43
표 3.2 방사선 비상 상황 시 행동요령	44

그림 목차

그림 1.1 감시기구 조직도	11
그림 1.2 감시센터 고창분소 조직 및 업무내용	12
그림 1.3 감시센터 고창분소 전경	13
그림 1.4 고창분소 실험실	14
그림 2.1 빗물 시료 채집모습	18
그림 2.2 토양 시료채집 모습	19
그림 2.3 우유 시료 채취 목장	19
그림 2.4 식수 시료 불안댐 모습	20
그림 2.5 해수 시료채집 모습	20
그림 2.5 해수 시료채집 모습	20
그림 2.7 지역 특산품(농산물) 시료	21

그림 2.8 지역 특산품(수산물) 시료	21
그림 2.9 학교급식 친환경 농산물 시료	21
그림 2.10 시료채취지점	22
그림 2.11 감마동위원소분석을 위한 전처리절차 (건조분쇄법)	23
그림 2.12 감마핵종분석을 위한 전처리절차 (증발농축법)	24
그림 2.13 감마핵종분석을 위한 전처리절차 (생체법)	24
그림 2.14 감마핵종분석을 위한 전처리절차 (공침법)	25
그림 2.15 표층토양의 감마동위원소(¹³⁷ Cs) 방사능농도	26
그림 2.16 우유의 감마동위원소(⁴⁰ K) 방사능농도	26
그림 2.17 해수의 감마동위원소(¹³⁷ Cs) 방사능농도	27
그림 2.18 해저 퇴적물의 감마동위원소(¹³⁷ Cs) 방사능농도	28
그림 2.19 지역 특산품(농·수산물) 방사능 분석결과 및 홈페이지 공지내용	29
그림 2.20 빗물의 삼중수소 방사능농도	30
그림 2.21 해수의 삼중수소 방사능농도	31
그림 2.22 학교급식 방사능분석 실시 유관기관 회의	32
그림 2.23 학교급식 친환경농산물 시료 분석모습	33
그림 2.24 액체섬광계수기 ³ H Calibration Curve	36
그림 2.25 온라인 방사능교육 수료	37
그림 3.1 방사선 비상종류	41
그림 3.2 비상계획구역의 구분	42
그림 3.3 방사선 비상계획구역도	43
그림 3.4 주민행동요령	47
그림 4.1 홈페이지 구축	50
그림 4.2 연보 발행	51
그림 4.3 News Paper 발행	51
그림 4.4 간담회 및 지역주민 설명회 모습	52



제 1 장

한빛원전 환경·안전 감시센터 고창분소 일반현황

제1절 설립목적 및 배경

제2절 연혁

제3절 조직도

제4절 인력현황

제5절 청사 및 장비현황

제1절 • 설립목적 및 배경

1. 목적

한빛원전 민간 환경·안전 감시기구는 발전소 주변지역 지원에 관한 법률 제10조에 의거, 한빛원전 민간 환경·안전 감시기구 설치 및 운영 조례에 근거하여 한빛원전의 원전가동으로 인한 주변지역 환경영향을 지역주민이 조사, 확인함으로써 원전 환경에 대한 투명성 및 신뢰성을 제고하고, 원전주변지역에 대한 환경 및 방사선 안전 등에 관한 감시를 위함이다.

2. 배경

방사선비상계획구역 확대에 따른 한빛원자력발전소 비상계획구역에는 예방적보호조치구역(PAZ)과 긴급보호조치구역(UPZ)로 이루어져 있다. 고창군은 비상계획구역에 전체 읍·면이 해당되면서, 국내 원전 주변 지역 중 유일하게 비상계획구역 내 PAZ에 주변 2개 지자체(고창군, 영광군)에 포함된다. 고창군민들은 한빛원자력발전소 운영에 따른 해수 및 대기로 인한 방사선환경에 대한 불안과 빈번하게 발생하는 한빛원전의 사건 등으로 인해 지역 내 감시센터 설립을 지속적으로 요구하였다. 2019년 10월 산업부 민간환경감시기구 지침 개정과 2020년 3월 영광군 자치 조례 개정을 통해 한빛원전 민간 환경·안전 감시기구 고창분소를 설립하게 되었다.

제2절 • 연혁

- 2019. 10. 24 산업통상자원부 『원전·방사성폐기물처분시설 민간환경감시기구 운영지침』 개정
- 2020. 03. 06 영광군 『한빛원자력발전소 민간환경·안전감시기구 설치 및 운영 조례』 개정
- 2020. 07. 01 감시센터 고창분소 직원 임명(총 3명 : 분소장 1명, 분석원 1명, 사무원 1명)
- 2020. 07~10 고창분소 분석장비, 실험장비 및 사무실 구축
- 2020. 10. 06 고창분소 개소식 및 감시업무 개시



제3절 • 조직도

1. 위원회 조직 및 기능

가. 조직

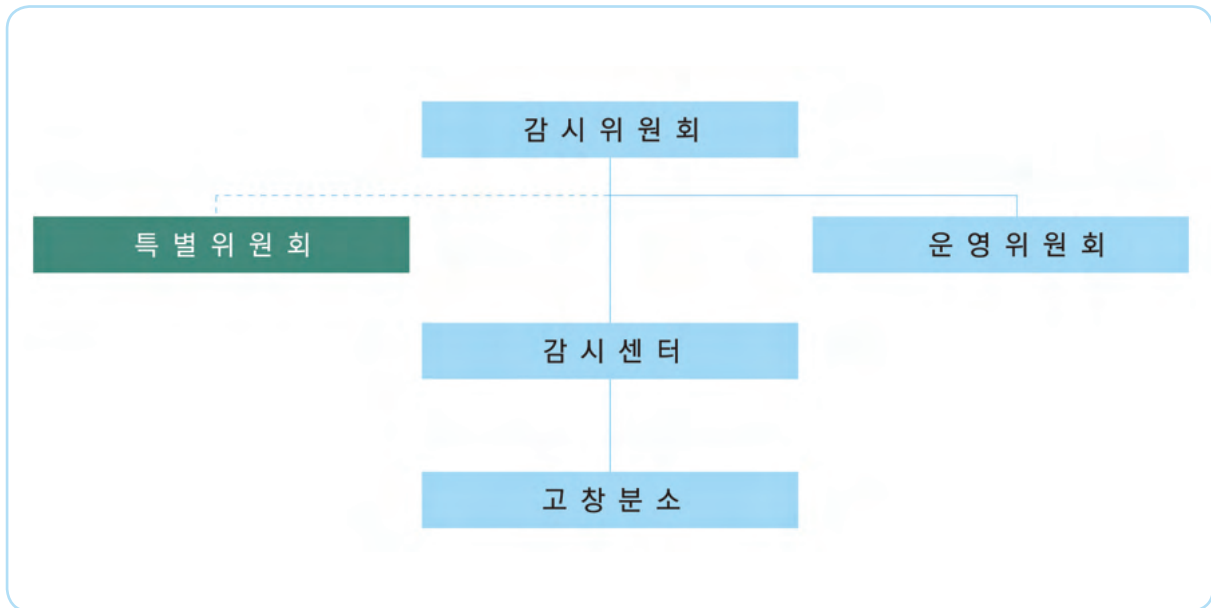


그림1.1 감시기구 조직도

나. 기능(조례 4조)

- 한빛원전의 환경·안전에 관한 감시
- 환경방사능 측정·분석·평가 결과에 대한 공표
- 한빛원전 관련 민원사항 및 문제발생시 조사에 공동참여
- 한빛원전으로 인한 환경·주민안전에 관한 유해사항 발생시 이의 시정 및 개선요구
- 조사결과의 관계기관 통보
- 방사성폐기물의 감시 및 안전관리에 관한 사항
- 방사선 재해대책에 관한 사항
- 사업계획서 및 결산서 작성에 관한 사항
- 그 밖의 위원회가 필요하다고 인정하는 사항

2. 감시센터 고창분소 조직 및 기능

가. 조직

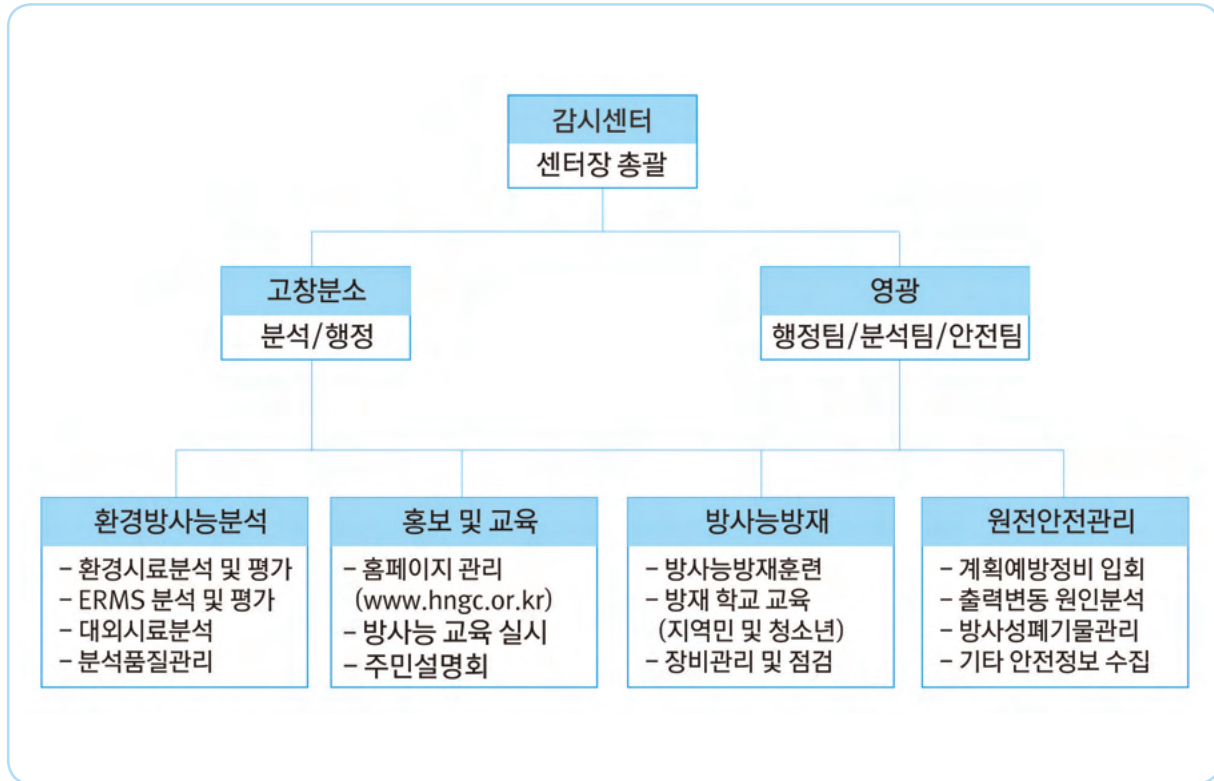


그림 1.2 감시센터 고창분소 조직 및 업무내용

나. 기능(조례 13조)

- 위원회의 심의 결정사항 처리
- 일반 환경 및 환경방사능 측정·조사·분석·평가
- 조사결과 위원회 보고
- 원전 건설 및 운영에 대한 안전감시
- 그 밖에 감시센터와 관련된 제반업무



제4절 • 인력현황

1. 고창분소 직급별 현황

표 1.1 직급별 현황

직종 \ 직급	합계	분소장	분석원	사무원
합계	3	1	1	
연구직	2	1	1	
행정직	1			1

제5절 • 청사 및 장비현황

1. 청사부지 및 용도 현황

표 1.2 청사부지 및 용도 현황

구분	면적		용도
건물	2층	444.69㎡(134.5평)	사무실, 회의실, 분석실, 실험실



그림 1.3 감시센터 고창분소 전경

2. 분석 및 전처리장비 현황

표 1.3 분석 및 전처리장비 현황

장비	수량	용도
감마핵종분석기	1	육상 및 해상시료의 감마핵종 분석
액체섬광계수기	1	육상 및 해상시료의 삼중수소 핵종 분석
환경방사선량을 측정기	1	원전 주변지역의 공간선량을 측정 (휴대용)
표면오염측정기	1	방사능 오염 유무 확인
AMP & MnO ₂ 수조	2	감마 및 ⁹⁰ Sr 전처리
Fume Hood	1	화학전처리용 환기장치
빗물시료채집기	2	환경 중 빗물시료채집 및 분석
시료채취차량	1	시료채취 업무 수행용 차량
향온습기	1	분석실 장비 보호 및 유지용
전처리장비	다수	환경방사능 전처리 등을 위해 사용



그림 1.4 고창분소 실험실

제 2 장

환경방사능분석

제1절 조사개요

제2절 시료채취 및 전처리

제3절 조사결과 및 평가

제4절 학교급식 방사능 분석

제5절 분석장비 교정

제6절 분석능력 교육

제1절 • 조사개요

1. 목적

한빛원전 민간 환경·안전 감시위원회의 환경·안전 감시센터에서는 발전소 주변지역 지원에 관한 법률 제10조 제1항 제4호와 동법 시행령 제25조 제1항 제2호 등의 규정에 따라 원전 및 방사성폐기물처분시설(이하 “원전 등”이라 함)의 건설·가동으로 인한 발전소 주변 주민들이 받게 되는 방사선량이 연간 선량한도 이내로 충분히 적게 유지되고 있는지를 확인함으로써 주민의 건강과 안전을 확보하고 환경의 방사능오염을 사전에 예방하는 데 있다.

2. 기간

2021. 1. 1 ~ 2021. 12. 31

3. 조사대상 및 범위

한빛원자력발전소 민간 환경·안전 감시위원회 운영지침에 근거하여 고창분소에서는 한빛원자력발전소 부지 외부의 육상 및 해상의 각종 시료를 조사대상으로 하였다. 이는 한빛원자력본부 기상대 3년간 자료를 근거로 하여 한빛원전 주변 풍향 발생빈도 등을 분석하여 지점을 선정하였다.

4. 시료 선정기준 및 채취방법

육상 시료의 경우 원전 주변의 환경적 영향과 지리적 영향을 고려하고, 환경방사능 준위의 변동 상황을 신속 정확하게 파악하기 위하여 토양, 빗물을 시료로 선정하였고, 해상 시료는 발전소 배수구에서의 해수 중 방사능 농도를 평가하기 위하여 배수구 인근 해역의 해수 및 해저토를 선정하였다. 또한 고창군에서는 많은 낙농업가가 있는 등 지역 산업특성을 고려하여 낙농업가의 우유 시료를 선정하였다.

해상시료는 원전인근의 해양생물과 주민들의 소비현황 등을 고려하여 지역 특산품 위주의 시료를 선정하였다.

고창지역의 방사능 축적경향을 파악하기 위해서는 해당 시료종류 및 지점들에 대한 지속적인 분석이 필요하다.



5. 조사항목 (7종 161건)

표 2.1 조사항목 및 분석항목

구분	조사항목		지점수	분석핵종	분석 주기
	환경매체	채취장소			
부지 외부	빗물	상하면, 고창읍	2	γ (감마), ^3H (삼중수소)	월 1회
	토양	상하면, 고수면, 성내면	3	γ (감마)	반기 1회
	우유	흥덕면, 고수면	2	γ (감마)	월 1회
	식수	고창군 상수원(부안댐)	1	γ (감마), ^3H (삼중수소)	반기 1회
	해수	상하면, 해리면	2	γ (감마), ^3H (삼중수소)	월 1회
	해저토	상하면, 해리면, 심원면	3	γ (감마)	반기 1회
식품 방사능	농산물	관내	3	γ (감마)	연 3회
	수산물	관내	3	γ (감마)	연 3회
	특산품	관내	4	γ (감마)	연 4회
학교 급식	친환경 농산물	학교급식지원센터	1	γ (감마)	연 2회

6. 분석항목

원전 가동에 의한 주변 환경의 방사능 준위 파악, 방사능 환경 중 축적경향 조사, 주민피폭선량 평가 등의 목적에 적합한 환경매체를 고려하여 분석항목을 결정하였다.

항목별 분석핵종(감시핵종)은 원자력발전소에서 배출되는 인공방사성 핵종으로서 인간에 대한 피폭에 주요하고 비교적 장반감기인 핵종을 위주로 하되 육상 및 공기시료는 기체 방사성폐기물 중에 포함될 가능성이 높은 핵종을, 해양 시료는 액체 방사성폐기물 중에 포함될 가능성이 높은 핵종을 선정하였다.

표 2.2 항목별 분석핵종

조사 항목	분 석 핵 종	분 석 목 적
식수	^3H , ^{60}Co , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{40}K	섭취에 의한 내부 피폭선량 평가
빗물	전 β , ^3H , ^{60}Co , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^7Be , ^{40}K	방사능 수준 파악
표층토양	^{90}Sr , ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{40}K	축적경향 파악
우유	^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{40}K	섭취에 의한 내부 피폭선량 평가

조사 항목	분 석 핵 종	분 석 목 적
농축산물	^{90}Sr , ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{40}K	섭취에 의한 내부 피폭선량 평가
해수	전 β , ^3H , ^{90}Sr , ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{40}K	방사능 수준 파악
해저퇴적물	^{90}Sr , ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{95}Zr , ^{110}mAg , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{40}K	축적경향 파악
수산물	^{90}Sr , ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{95}Zr , ^{110}mAg , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{40}K	섭취에 의한 내부 피폭선량 평가

제2절 • 시료채취 및 전처리

1. 시료채취

가. 빗물

빗물은 고창군 상하면, 고창읍에서 녹이 슬지 않는 Stainless steel로 제작한 1 m³ 규모의 빗물 채집기를 설치하여 1개월 동안 내린 빗물 (눈)을 매월 채집하였다. 빗물 채집기는 우천 시 지면으로부터 모래 등의 이물질이 튀어 시료수에 들어가지 않도록 지면으로부터 약 1 m 정도의 높이가 되도록 제작하였으며, 되도록 나무나 건물의 영향이 없는 넓고 평탄한 곳을 선정하여 설치하였다. 매월 총 집계량이 20 L 이상일 경우에는 1개월 동안 수집한 전량 중 일부를 분석용 시료로 사용하였고, 그 이하일 경우에는 전량을 사용하였다.



그림 2.1 빗물 시료 채집모습



나. 토양

토양은 고창군 상하면, 고수면, 성내면에서 4월, 10월에 채취하였다. 토양은 공극도나 습도가 매우 다양하며 토양 표면에 함유된 유기물의 상태, 토양의 거시적인 특징을 결정하는 모암의 종류 등 여러 요인에 의해 방사능 농도가 크게 영향을 받는다. 이러한 점들을 고려하여 채취 장소는 미경작 지로 지표수 등의 유동에 의한 침식, 붕괴 및 인위적 변동이 없는 지점을 선정하였고, 선정한 지점을 중심으로 반경 5 m 이내의 5개소에서 토양 채취기를 사용하여 지점별로 1 kg 정도씩 총 5 kg 이상을 채취한 후 혼합하였다.



그림 2.2 토양 시료채집 모습

다. 우유

우유는 고창군 낙농협회와 협의 후, 고창군 흥덕면과 고수면에 위치한 목장에서 생산된 미가공 우유를 매월 5 L씩 채취하였고, 채취한 시료는 부패방지를 위해 시료 1 L당 37 % 포르말린용액 10 mL를 첨가하였다.



그림 2.3 우유 시료 채취 목장

라. 식수

식수 시료는 고창군 전체에 공급되고 있는 고창 상수원인 부안군에 위치한 부안댐에서 4월, 10월에 채취하였다.



그림 2.4 식수 시료 부안댐 모습

마. 해수

해수는 발전소 부지 외부로 고창군 상하면 고리포 해안, 해리면 동호해수욕장의 해수를 매월 1회 30 L를 채취하였으며, 이 중 5 L는 매월 증발 농축하였고, 20 L는 분기시료인 공침법 시료로 분석하였다.



그림 2.5 해수 시료채집 모습

바. 해저퇴적물

발전소 가동으로 인해 방출되는 액체 방사성폐기물에 의한 해양에서의 축적 경향을 파악하는데 적합한 해저퇴적물은 발전소 인근의 상하면 고리포, 해리면, 심원면 해안에서 5월, 11월에 채취하였다. 시료는 표면에서 5 cm 깊이로 교란이 없도록 하여 총 4~5 kg 정도 채취하였다.



그림 2.5 해수 시료채집 모습



사. 지역 특산품(농산물)

고창 관내 주요 생산 농산물을 대상으로 3개월에 1회씩 2개 품목에 대해서 분석을 실시하였다. 대표 농산물로는 황토고구마, 수박, 땅콩 등을 구입하여 사용하였다.



그림 2.7 지역 특산품(농산물) 시료

아. 지역 특산품(수산물)

고창 지역의 대표 수산물인 고창 장어, 지주식 김, 꽃게를 해당 지역 주민들에게 위탁구매 및 현지 구입하여 시료로 사용하였다.



그림 2.8 지역 특산품(수산물) 시료

자. 학교급식

고창군 관내 초·중·고등학교에 제공되고 있는 급식식자재를 중심으로 2020년 10월부터 2021년 2월까지 매월 7건씩 분석을 수행하였다. 시료구입방법은 고창군 학교급식지원센터에서 관내 학교에 친환경농산물 식자재를 공급하고 있으므로, 고창분소에서는 학교급식지원센터를 통해 시료를 직접 구입하여 시료로 분석하였으며, 분석결과는 고창군과 고창군 교육지원청 홈페이지에 게재하였다.



그림 2.9 학교급식 친환경 농산물 시료

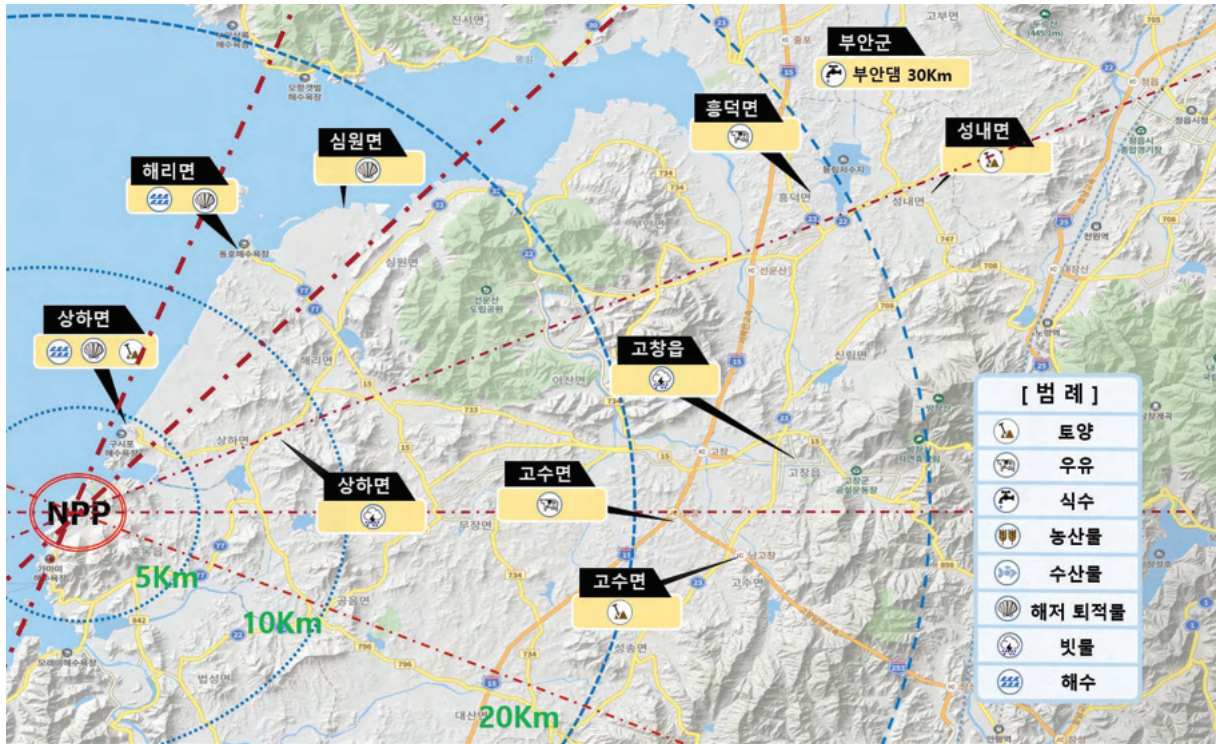


그림 2.10 시료채취지점

※ NPP(Nuclear Power Plant) : 원자력발전소
 ※ 식품방사능 분석 시료(농산물, 수산물)는 고창 관내에서 생산되고 있는 시료로 지점 표시가 유동적임

표 2.3 시료채취지점

환경매체	채취 장소	위도	경도	장소
빗물	상하면	N 35° 26'40.8"	E 126° 29'42.8"	고창군 상하면 하장리
	고창읍	N 35° 25'30.7"	E 126° 41'41.8"	고창군 고창읍 중거리
표층토양	상하면	N 35° 26'01.1"	E 126° 26'08.1"	고창군 상하면 자룡리
	고수면	N 35° 24'24.3"	E 126° 40'37.6"	고창군 고수면 부곡리
	성내면	N 35° 32'14.8"	E 126° 44'37.0"	고창군 성내면 양계리
우유	흥덕면	N 35° 31'02.7"	E 126° 43'42.2"	고창군 흥덕면 제하리
	고수면	N 35° 24'40.8"	E 126° 39'18.2"	고창군 고수면 남산리
식수	부안군	N 35° 40'31.2"	E 126° 33'52.5"	부안군 변산면 부안댐로
해수	상하면	N 35° 43'63.2"	E 126° 44'09.5"	고창군 상하면 자룡리
	해리면	N 35° 31'04.3"	E 126° 28'60.0"	고창군 해리면 동호리
해저퇴적물	상하면	N 35° 26'00.4"	E 126° 26'11.6"	고창군 상하면 자룡리
	해리면	N 35° 30'38.5"	E 126° 29'42.0"	고창군 해리면 동호리
	심원면	N 35° 31'51.7"	E 126° 30'45.1"	고창군 심원면 만들리
농산물	고창 관내에 생산되고 있는 시료			고창군 고창읍 농협
수산물	고창 관내에 생산되고 있는 시료			관내마트, 의뢰시료
학교급식	고창 관내에 생산되고 있는 시료			학교급식지원센터



2. 전처리

환경시료 내에 존재하는 방사성핵종을 분석하기 위해서는 계측 장비를 이용하여 측정 후 분석해야 한다. 그러나 자연 중에 존재하는 시료를 원상태로 분석하기에는 기하학적 형태도 다를 뿐 아니라 방사능 농도 또한 미량으로 존재할 가능성이 높기 때문에 물리적·화학적 과정을 통해 측정 환경에 적합한 형태로 전처리를 수행해야 한다. 각 시료의 전처리 방법은 계측 및 분석 목적에 따라 다르기 때문에 아래에 분석 항목 및 시료별로 전처리 방법을 기술하였다.

가. 감마동위원소분석

1) 건조분쇄법 : 토양, 해저토

채취한 시료의 이물질을 제거한 후, 골고루 섞어 tray에 옮겨 무게를 측정하고, 80℃ 로 약 48시간 동안 건조시킨다. 건조 전·후의 시료 무게를 측정함으로써 건조율 또는 생체량을 계산하고, 건조된 시료는 잘 분쇄하여 직경이 2 mm 이하인 체를 이용하여 시료를 분리한다. 전처리가 완료된 시료는 해당 측정용기에 옮겨 담아 무게를 측정하고, 감마핵종분석장비를 이용하여 계측한다.

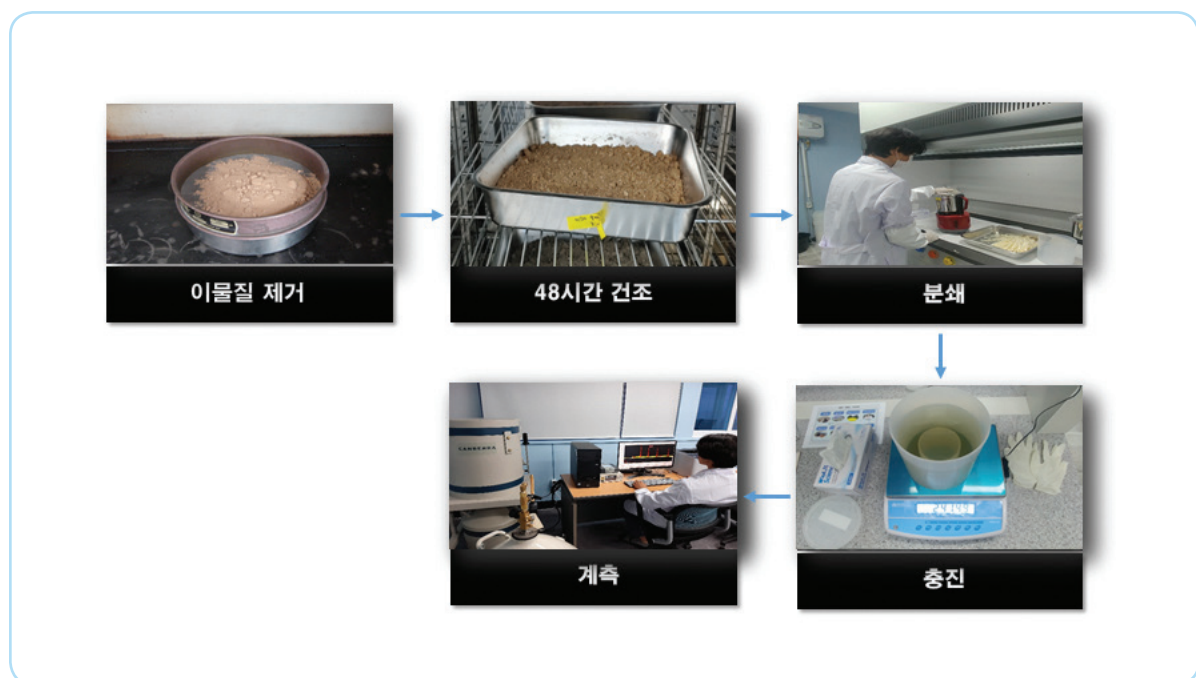


그림 2.11 감마동위원소분석을 위한 전처리절차 (건조분쇄법)

2) 증발농축법 : 빗물, 해수, 식수

채취한 빗물과 식수 시료는 20 L의 시료를 2 L로, 해수의 경우는 5 L를 2 L로 증발 농축시킨다. 농축된 시료를 2 L Marinelli Beaker에 담아 감마핵종분석장비를 이용하여 측정한다.



그림 2.12 감마핵종분석을 위한 전처리절차 (증발농축법)

3) 생체법 : 우유, 농산물, 수산물, 특산품, 학교급식

채취한 시료는 생시료 상태 그대로 또는 가식부를 분쇄하여 2 L 또는 1 L Marinelli Beaker에 담은 후 부패방지를 위해 포르말린(10 mL/시료 1 L)를 첨가하여 측정한다.



그림 2.13 감마핵종분석을 위한 전처리절차 (생체법)

3) 공침법(AMP-MnO₂법) : 해수

매월 채취한 해수 시료를 각각 수집하여 총 50 L를 분기 단위 시료로 이용하며 인몰리브덴산 암모늄(AMP)과 이산화망간 공침법(MnO₂)으로 해당 핵종을 공침처리하여 건조시킨 후, 건조된 두 AMP와 MnO₂ 침전물을 각각 55 mL Cylindrical Bottle에 총진하여 감마핵종분석장비를 이용하여 측정한다.



그림 2.14 감마핵종분석을 위한 전처리절차 (공침법)

제3절 • 조사결과 및 평가

1. 감마동위원소 분석결과

가. 빗물

고창군에 위치한 고창읍 중거리, 상하면 하장리에서 빗물 시료를 매월 채취하였다. 채취한 빗물 시료에 대한 전처리를 수행한 후 감마핵종분석장비를 이용하여 분석한 결과 인공 방사성핵종은 2개 지점 모두에서 검출되지 않았다.

채취지점별 자연방사성핵종인 ${}^7\text{Be}$ (베릴륨-7), ${}^{40}\text{K}$ (칼륨-40) 방사능농도는 최근 3년간의 정상범위 이내의 값으로 나타났으며, 분석결과는 부록에 수록하였다.

나. 표층토양

고창군 고수면 부곡리, 상하면 자룡리, 성내면 양계리에서 분기별 채취한 표층토양 시료에 대해 감마동위원소를 분석한 결과, 각각의 토양시료에서 인공 방사성핵종인 ${}^{137}\text{Cs}$ (세슘-137)이 미량

검출되었다. 토양시료에서 검출된 상·하반기 ^{137}Cs 농도는 고수면(불검출, 0.377 Bq/kg-dry), 상하면(불검출, 0.797 Bq/kg-dry), 성내면(0.443, 0.389 Bq/kg-dry) 의 값을 나타냈으며, 분석 결과는 작년과 비슷한 값을 보였다. 표층토양 시료에 대한 감마동위원소 분석 결과를 아래의 그림 2.15에 수록하였다.

채취지점별 ^{137}Cs 및 자연방사성핵종인 ^{40}K 방사능농도는 부록에 수록하였다.

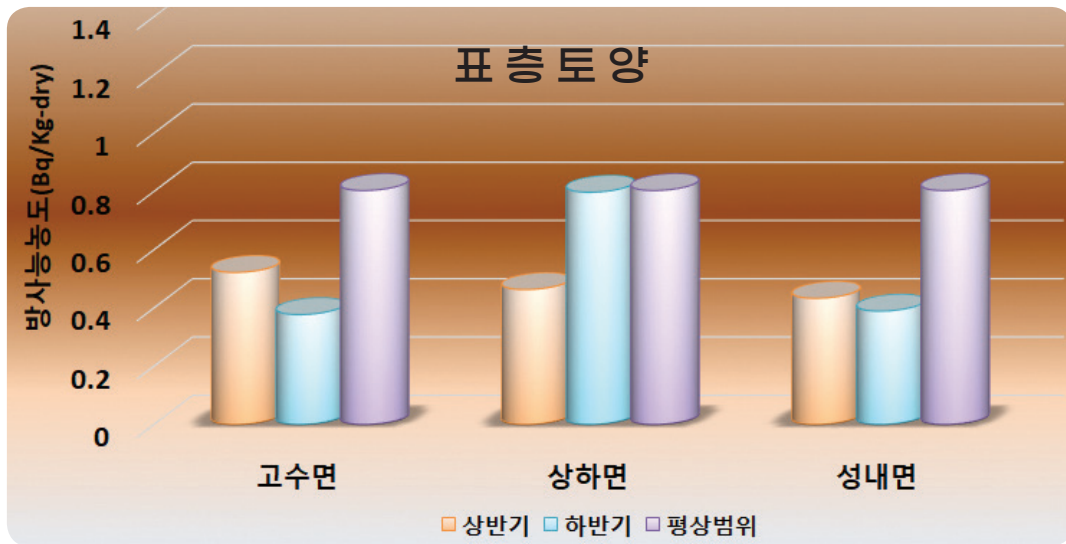


그림 2.15 표층토양의 감마동위원소(^{137}Cs) 방사능농도

다. 우유

고창군 흥덕면 제하리, 고수면 남산리에 위치한 목장에서 매월 우유 시료를 채취하였으며, 채취한 시료 중 2 L를 분취한 후 부패 방지를 위해 포르말린 20 mL를 첨가하고 감마핵종분석장비를 이용하여 분석하였다. 매월 분석한 결과 두 지점 모두 인공 방사성핵종은 검출되지 않았다.

채취지점별 자연방사성핵종인 ^{40}K 방사능농도는 그림 2.16과 같다.



그림 2.16 우유의 감마동위원소(^{40}K) 방사능농도



라. 식수

고창군 전체 지역에 제공되고 있는 상수원인 부안군 부안댐에서 식수 시료를 채취하여 전처리를 수행한 후 감마핵종 분석 장비를 이용하여 분석하였다. 분석한 결과 감시 핵종 내 인공 방사성핵종과 자연방사성핵종 모두 검출되지 않았다.

마. 해수

해수 시료는 고창군의 상하면 자룡리와 해리면 동호리에서 매월 시료를 채취한다. 매월 채취한 시료 중 5 L는 증발농축법으로 전처리를 수행하고, 매월 채취한 20 L의 시료는 3개월 분을 취합하여 분기별 시료로 AMP-MnO₂ 공침법을 이용하여 전처리를 수행한다. 증발농축법으로는 천연핵종인 ⁴⁰K과 인공핵종인 ¹³¹I 핵종을 평가하고, 공침법을 통해서는 ¹³⁴Cs(세슘), ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co(코발트) 등의 주요 인공감마핵종을 평가하였다.

매월 증발농축법으로 분석한 결과 2개 지점에서의 천연핵종인 ⁴⁰K 년 평균값이 상하면은 9.99 Bq/L, 해리면 10.7 Bq/L로 검출되었으며, 인공핵종인 ¹³¹I(요오드)은 모두 불검출되었다.

분기별 공침법으로 분석한 결과 상하면 자룡리는 모두 불검출, 해리면 동호리에서 인공핵종인 ¹³⁷Cs이 불검출~0.00151 Bq/L로 미량 검출 되었다. 두 지점은 최근 3년간 정상범위(원전 배수구 지점 : 0.00184 Bq/L)와 비슷한 값으로 나타났다. 해수 시료에 대한 분석 결과를 아래의 그림 2.17에 나타내었다.

채취지점별 ¹³⁷Cs 및 자연방사성핵종인 ⁴⁰K 방사능농도는 부록에 수록하였다.



그림 2.17 해수의 감마동위원소(¹³⁷Cs) 방사능농도

바. 해저퇴적물

고창군 상하면 자룡리와 해리면 동호리, 심원면 만돌리에서 채취한 해저퇴적물 시료에 대해 감마동위원소를 분석한 결과 3개 지점 모두 인공 방사성핵종인 ^{137}Cs 이 미량 검출되었다. 검출된 ^{137}Cs 의 년평균 농도는 자룡리, 동호리, 만돌리에서 각각 0.965, 0.963, 0.336 Bq/kg-dry의 값을 보였으며, 각각의 지점에서 최근 3년간 정상범위(원전 배수구 지점: 0.835) 수준의 값으로 나타났다. 해저퇴적물에서 검출된 감마동위원소 농도 분포를 아래의 그림 2.18과 같다.

채취지점별 ^{137}Cs 및 자연방사성핵종인 ^{40}K 방사능농도는 부록에 수록하였다.



그림 2.18 해저 퇴적물의 감마동위원소(^{137}Cs) 방사능농도

사. 지역특산품(농산물, 수산물)

고창지역의 특산품을 선별하여 농산물은 관내 마트의 푸드 플랜 코너에서 고창산을 구입하였고, 수산물은 관내 마트에 유통되고 있는 수산물(국내산, 수입산)과 고창군 상하면 앞바다에서 생산되는 어종을 어촌 주민의 배에서 직접 구입하였다.

농산물 시료로는 고창군에서 생산되는 딸기, 방울토마토, 대파, 호박, 고구마, 땅콩을 분석하였고, 수산물 시료로는 유통을 통해 지역민들이 구입하는 주요 국내산 어종(병어, 도미, 오징어)과, 수입산(고등어, 노르웨이), 고창산지(송어, 꽃게) 시료를 분석하였다.

해당 시료에 대한 감마동위원소를 분석한 결과 모두 인공 방사성핵종이 불검출되었다. 분석 결과는 고창군 홈페이지와 고창분소 홈페이지를 통해 공지함으로 많은 군민들이 확인할 수 있도록 공개하였다. 시료별 분석결과는 부록에 수록하였다.



대외기관 발급용



방사능 분석 결과서

1. 의뢰내용

발급페이지 : 총 1 페이지 중 1 페이지

발행번호	2021-12	접수일자	2021년 12월 15일
의뢰기관 (의뢰인, 연락처)	관내 특산품 시료		
품목명	지주식 김, 벌꿀	시험 완료일	2021년 12월 17일
시료 형태	생체	시료 수	2개

2. 시험 방법 : 감마동위원소분석법

3. 시험 결과

(단위 : Bq/kg-fresh)

시료명 \ 항목	¹³¹ I (요오드)	¹³⁴ Cs (세슘)	¹³⁷ Cs (세슘)	평가 기준
지주식 김(고창)	불검출	불검출	불검출	※ 식약처 식품공전 <식품 중 방사능 기준> ▶ ¹³¹ I : 100 이하 ▶ ¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs : 100 이하
벌꿀(고창)	불검출	불검출	불검출	

한빛원전 환경·안전 감시센터 고창분소

☎56446, 전북 고창군 고수면 고인들대로 1360
(☎ 063-564-8001, FAX 063-564-8005)



발행일자 : 2021년 12월 22일

그림 2.19 지역 특산품(농·수산물) 방사능 분석결과 및 홈페이지 공지내용

2. 삼중수소 분석결과

고창분소에서는 삼중수소 계측장비를 2021년 6월에 신규 구매 설치하였으며, 장비 교정을 수행한 후, 7월부터 분석을 실시하였다.

가. 빗물

고창군 상하면 하장리와 고창읍 중거리에서 채취한 빗물 시료에 대한 삼중수소를 분석하였다. 분석 결과, 상하면 하장리와 고창읍 중거리의 농도 범위는 각각 불검출~2.58 Bq/L, 불검출~2.54 Bq/L로 나타났으며, 모든 지점에서 정상범위와 비슷한 수준으로 나타났다. 정상범위는 고창지점의 분석 결과가 없는 관계로 발전소 주변 가마미 지점(최근 3년 범위 : 불검출 ~16.9 Bq/L)을 기준으로 하였다.

2개 지점에 대한 빗물의 삼중수소 농도 분포경향을 아래의 그림 2.20에 나타내었다.

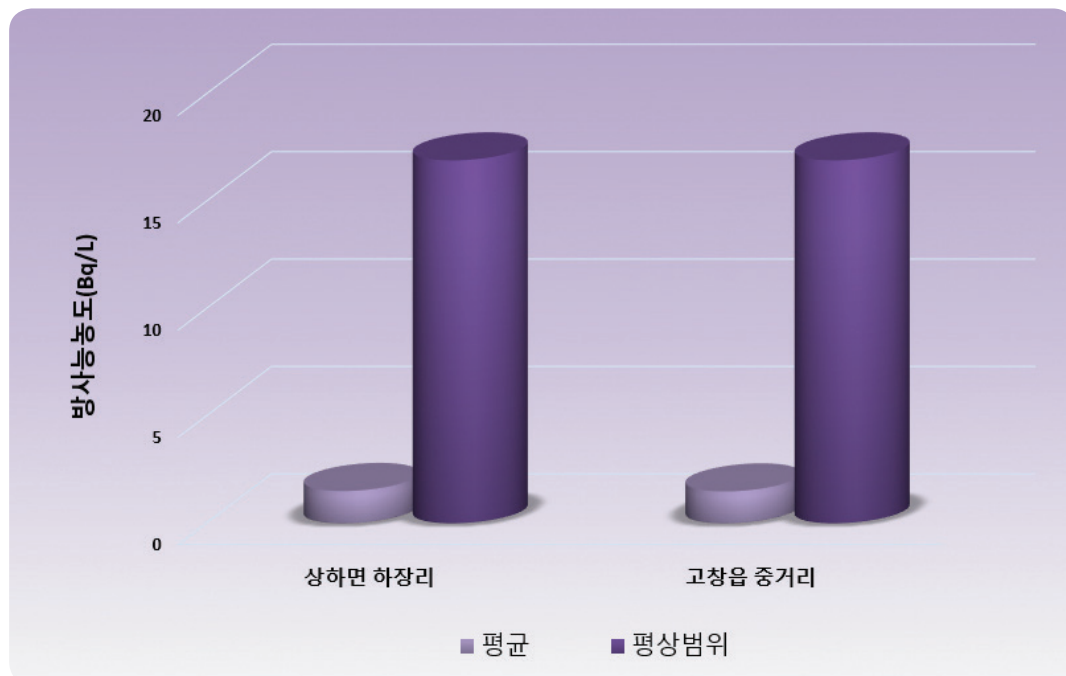


그림 2.20 빗물의 삼중수소 방사능농도

나. 해수

고창군 상하면 자룡리와 해리면 동호리에서 채취한 해수 시료에 대한 삼중수소를 분석하였다. 분석 결과, 상하면 자룡리와 해리면 동호리의 농도 범위는 각각 불검출~8.57 Bq/L, 불검출~1.84 Bq/L로 나타났으며, 두 지점 모두 한빛원전 배수구 지점의 3년간 정상범위내의 값을 나타냈다. 해수의 삼중수소 농도 분포경향을 아래의 그림 2.21에 수록하였다.

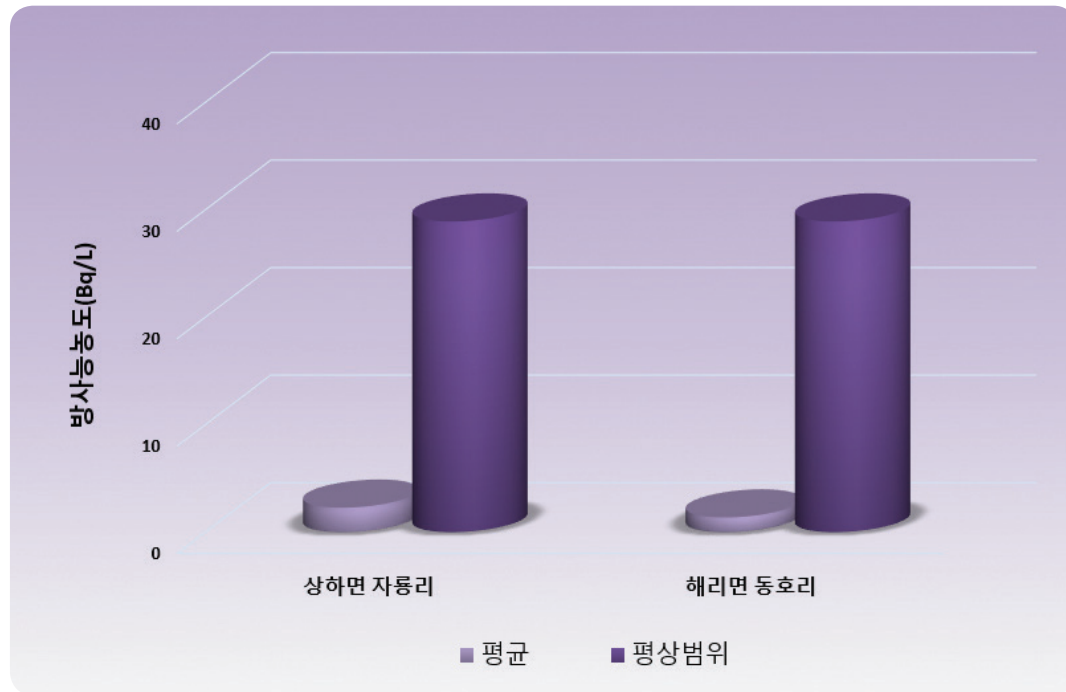


그림 2.21 해수의 삼중수소 방사능농도

다. 식수

고창군 관내 상수원인 부안댐에서 11월에 채취한 식수시료 중 삼중수소 농도를 분석한 결과, 삼중수소는 검출되지 않았다.

제4절 학교급식 방사능분석

2011년 일본 후쿠시마 원전 사고와 같은 원자력시설의 방사능 누출사고로 부터 주민들의 우려와 불안감이 지속되어 지고 있는 가운데, 고창군 관내 초·중·고등학교에 제공되고 있는 학교급식 친환경식자재에 대한 방사능분석을 통해 학부모와 학생들의 먹거리 안전성을 확보하고자 수행하였다. 고창군 관내에 위치하고 있는 학교급식지원센터에서 2020년 10월부터 2021년 2월까지 5개월에 걸쳐 매월 시료를 구입하여 분석하였다.

매월 방사능 분석을 실시하여 분석결과에 대해서는 고창군 홈페이지, 고창군 교육지원청 홈페이지, 학교급식지원센터를 통해서 고창 군민들에게 알려질 수 있도록 게시하므로 해당 친환경농산물 납품업체, 학부모, 학생들의 먹거리 안전성에 대한 지역민들의 불안감을 경감시키고자 노력을 기울였다.



그림 2.22 학교급식 방사능분석 실시 유관기관 회의

1. 학교급식 친환경 농산물 식자재 방사능분석결과

고창군 학교급식지원센터에서 1, 2월 7건씩 구입한 시료(표 2.4)에 대해서 감마핵종 분석을 수행하였다. 방사능 계측을 하기 전 시료를 적합한 상태로 만들기 위하여 농산물 시료는 흙이나 이물질을 제거하고 식용 부위만 잘게 절단하여 분쇄기로 분쇄하였다.

분쇄가 끝난 시료는 계측용기에 빈 공간이 생기지 않도록 채워 넣고 식품공전에 준하여 감마핵종 분석장비로 10,000초를 계측한 후 평가하였다. 그 결과, 해당 친환경농산물의 모든 시료에서 방사성 옥소(¹³¹I), 방사성세슘(¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs) 등과 같은 인공핵종이 전혀 검출되지 않았다. 참고로 2020년 분석결과 역시 인공핵종은 검출되지 않았다.

표 2.4 분석 대상 친환경농산물

월	시료명	원산지	월	시료명	원산지
1월	양파	고창	2월	차조	고창
	상추	전북		울무	전북(주천)
	감자	고창		현미	전북(주천)
	무	고창		찰보리	전북(주천)
	오이	고창		적두	전북(고산)
	팽이버섯	전북(진안)		통밀쌀	전북(고산)
	느타리버섯	고창		귀리	전북(고산)

표 2.5 국내 식품 방사능 오염기준(식품공전)

핵종	대상식품	기준(Bq/kg,ℓ)
¹³¹ I	모든 식품	100 이하
¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	영아용 조제식, 성장기용 조제식, 영·유아용 곡류 조제식, 기타 영·유아식, 영·유아용특수조제식품, 영아용 조제유, 성장기용 조제유, 원유 및 유가공품, 아이스크림류	50 이하
	기타 식품	100 이하

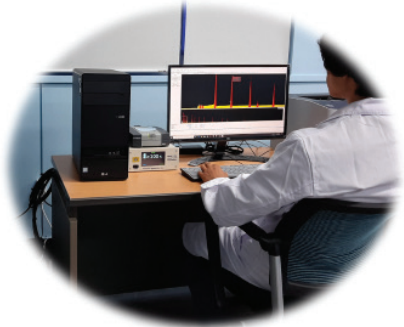
※ 기타식품은 영아용 조제식, 성장기용 조제식, 영·유아용 곡류 조제식, 기타 영·유아식, 영·유아용특수조제식품, 영아용 조제유, 성장기용 조제유, 원유 및 유가공품, 아이스크림류를 제외한 모든 식품 및 농·축수산물을 말한다.



농산물(오이) 시료 충전



농산물(양파) 시료 전처리



감마동위원소 분석



감마동위원소 분석 장비

그림 2.23 학교급식 친환경농산물 시료 분석모습

제5절 • 분석장비 교정

환경방사능 평가결과의 정확성과 신뢰성을 확보하기 위해서는 먼저 계측장비의 정확한 교정이 요구되어진다. 계측장비의 교정은 각각의 장비특성에 따라 인증된 표준선원을 사용하여 교정주기에 따라 실시하였으며, 교정 방법 및 결과는 아래 내용과 같다.

1. 감마핵종 분석장비

감마핵종분석장비의 교정방법으로는 한국표준과학연구원(KRISS)으로부터 구입한 표준감마혼합선원을 이용하여 계측한 후, 핵종별로 에너지 및 검출효율을 산정하였고, 그 결과를 아래의 표 2.6에 수록하였다. 표 2.6은 감마핵종분석시 사용되고 있는 geometry인 2000 mL, 1000 mL, 450 mL, 40 mL, 20 mL 표준선원을 대상으로 교정한 결과를 나타내었으며, 교정에 대한 검증은 방사능오차분석 결과 오차가 $\pm 5\%$ 이내에 포함되면 핵종분석을 수행하는데 문제가 없는 것으로 판단하여 교정을 완료하였다.

표 2.6 감마핵종분석기 교정결과(GC 3018 (11373))

장비 교정 일	cal. source	calibration result			비고
		GC 3018 (11373)			
		keV	channel	효율 교정식	
'21.2	2 L	59.54	165.85	$\ln(\text{Eff}) = -2.151e+02 + 1.347e+02 \cdot \ln(E)$ $-2.864e+01 \cdot \ln(E)^2 + 2.032e+00 \cdot \ln(E)^3$ $\ln(\text{Eff}) = -7.491e+01 + 6.360e+01 \cdot \ln(E)$ $-2.223e+01 \cdot \ln(E)^2 + 3.845e+00 \cdot \ln(E)^3$ $-3.318e-01 \cdot \ln(E)^4 + 1.140e-02 \cdot \ln(E)^5$	- detector type : HPGe - relative Eff : 30 % - FWHM : 1.8keV at 1.33MeV - diameter : 61.5mm - length : 39.8mm
		1332.50	3638.58		
		1836.06	5013.50		
	1 L	59.54	165.85	$\ln(\text{Eff}) = -2.530e+02 + 1.670e+02 \cdot \ln(E)$ $-3.452e+01 \cdot \ln(E)^2 + 2.474e+00 \cdot \ln(E)^3$ $\ln(\text{Eff}) = -7.058e+00 + 2.887e+00 \cdot \ln(E)$ $-4.313e+00 \cdot \ln(E)^2 + 1.227e+00 \cdot \ln(E)^3$ $-1.425e-01 \cdot \ln(E)^4 + 5.978e-03 \cdot \ln(E)^5$	
		1332.50	3638.49		
		1836.06	5013.41		
	450 mL	59.54	165.85	$\ln(\text{Eff}) = -3.446e+01 + 1.331e+01 \cdot \ln(E)$ $-1.412e+00 \cdot \ln(E)^2$ $\ln(\text{Eff}) = -2.616e+02 - 2.1121e+02 \cdot \ln(E)$ $-6.847e+01 \cdot \ln(E)^2 + 1.104e+01 \cdot \ln(E)^3$ $-8.886e-01 \cdot \ln(E)^4 + 2.853e-02 \cdot \ln(E)^5$	
		1332.50	3638.54		
		1836.06	5013.46		
	40 mL	59.54	165.85	$\ln(\text{Eff}) = -1.658e+02 + 1.042e+02 \cdot \ln(E)$ $-2.218e+01 \cdot \ln(E)^2 + 1.574e-00 \cdot \ln(E)^3$ $\ln(\text{Eff}) = -3.125e+01 + 3.526e+01 \cdot \ln(E)$ $-1.499e+01 \cdot \ln(E)^2 + 2.969e+00 \cdot \ln(E)^3$ $-2.838e-01 \cdot \ln(E)^4 + 1.054e-02 \cdot \ln(E)^5$	
		1332.50	3638.50		
		1836.06	5013.42		
20 mL	59.54	165.85	$\ln(\text{Eff}) = -2.739e+01 + 1.069e+01 \cdot \ln(E)$ $-1.154e+00 \cdot \ln(E)^2$ $\ln(\text{Eff}) = -4.720e+02 + 3.911e+02 \cdot \ln(E)$ $-1.293e+02 \cdot \ln(E)^2 + 2.123e+01 \cdot \ln(E)^3$ $-1.735e+00 \cdot \ln(E)^4 + 5.649e-02 \cdot \ln(E)^5$		
	1332.50	3638.62			
	1836.06	5013.53			
'21.8	2 L	59.54	165.85	$\ln(\text{Eff}) = -2.368e+02 + 1.499e+02 \cdot \ln(E)$ $-3.218e+01 \cdot \ln(E)^2 + 2.307e+00 \cdot \ln(E)^3$ $\ln(\text{Eff}) = 1.729e+02 - 1.327e+02 \cdot \ln(E)$ $+3.968e+01 \cdot \ln(E)^2 - 5.876e+00 \cdot \ln(E)^3$ $+4.2181e-01 \cdot \ln(E)^4 - 1.227e-02 \cdot \ln(E)^5$	- detector type : HPGe - relative Eff : 30 % - FWHM : 1.8keV at 1.33MeV - diameter : 61.5mm - length : 39.8mm
		1332.50	3639.68		
		1836.06	5014.99		
	1 L	59.54	165.85	$\ln(\text{Eff}) = -1.422e+02 + 8.626e+01 \cdot \ln(E)$ $-1.788e+01 \cdot \ln(E)^2 + 1.237e+00 \cdot \ln(E)^3$ $\ln(\text{Eff}) = -2.146e+02 + 1.777e+02 \cdot \ln(E)$ $-5.917e+01 \cdot \ln(E)^2 + 9.793e+00 \cdot \ln(E)^3$ $-8.083e-01 \cdot \ln(E)^4 + 2.659e-02 \cdot \ln(E)^5$	
		1332.50	3639.69		
		1836.06	5015.02		



장비 교정 일	cal. source	calibration result			비고
		GC 3018 (11373)			
		keV	channel	효율 교정식	
'21.8	450 mL	59.54	165.85	$\ln(\text{Eff}) = -1.546e+02 + 9.474e+01 \cdot \ln(E)$ $-1.977e+01 \cdot \ln(E)^2 + 1.376e+00 \cdot \ln(E)^3$ $\ln(\text{Eff}) = -1.1518e+02 + 1.279e+02 \cdot \ln(E)$ $-4.338e+01 \cdot \ln(E)^2 + 7.304e+00 \cdot \ln(E)^3$ $-6.131e-01 \cdot \ln(E)^4 + 2.050e-02 \cdot \ln(E)^5$	- detector type : HPGe - relative Eff : 30 % - FWHM : 1.8keV at 1.33MeV - diameter : 61.5mm - length : 39.8mm
		1332.50	3639.64		
		1836.06	5014.96		
	40 mL	59.54	165.85	$\ln(\text{Eff}) = -1.724e+02 + 1.087e+02 \cdot \ln(E)$ $-2.321e+01 \cdot \ln(E)^2 + 1.650e-00 \cdot \ln(E)^3$ $\ln(\text{Eff}) = -1.333e+02 - 9848e+01 \cdot \ln(E)$ $+2.832e+01 \cdot \ln(E)^2 - 4006e+00 \cdot \ln(E)^3$ $+2.751e-01 \cdot \ln(E)^4 - 7.288e-03 \cdot \ln(E)^5$	
		1332.50	3639.68		
		1836.06	5014.96		
	20 mL	59.54	165.85	$\ln(\text{Eff}) = -2.684e+01 + 1.049e+01 \cdot \ln(E)$ $-1.130e+00 \cdot \ln(E)^2$ $\ln(\text{Eff}) = -3.718e+02 + 3.092e+02 \cdot \ln(E)$ $-1.026e+02 \cdot \ln(E)^2 + 1.693e+01 \cdot \ln(E)^3$ $-1.391e+00 \cdot \ln(E)^4 + 4.569e-02 \cdot \ln(E)^5$	
		1332.50	3639.61		
		1836.06	5014.91		

2. 액체섬광계수기

고창분소에서는 액체섬광계수기를 2021년 6월에 신규 구매 설치 완료하였다.

액체섬광계수기는 Quantulus GCT A622001의 모델로, 7월에 하반기 정기교정을 수행하였다. 장비의 성능을 평가하기 위하여 Unquenched Standard Source를 이용하여 Self Normalization & Calibration(SNC)를 수행하였으며, 그 결과 하반기 효율이 제작사에서 권장하는 기준치(³H는 60 %, ¹⁴C는 90 % 이상)를 만족하여 장비 상태가 양호함을 확인하였다.

교정 시 사용한 교정 선원은 ³H Ultima Gold Low Level Quenched Standard Set로서 PerkinElmer Inc.의 15 mL source이며, activity는 104,460 dpm/std이다. 계측장비에 대한 교정결과를 표 2.7과 그림 2.24에 수록하였다. 그림 2.24는 표준선원 각각의 소광정도에 따른 tSIE / AEC 값에 대해 Efficiency를 계산하여 calibration curve를 나타내었다. 소광 준위에 따른 효율을 확인한 결과 그 값의 편차는 하반기에 계측한 표준선원 모두 5 % 이내로 확인되어 교정이 양호한 것으로 판단하였다.

표 2.7 액체섬광계수기 ³H 교정결과

Quantulus GCT A622001		
No.	하반기('21. 07. 16)	
	tSIE / AEC	EFF(%)
1	55.72	3.42
2	81.68	6.80
3	106.94	10.50
4	131.13	14.59
5	193.35	20.68
6	258.12	26.71
7	349.23	33.02
8	490.76	40.40

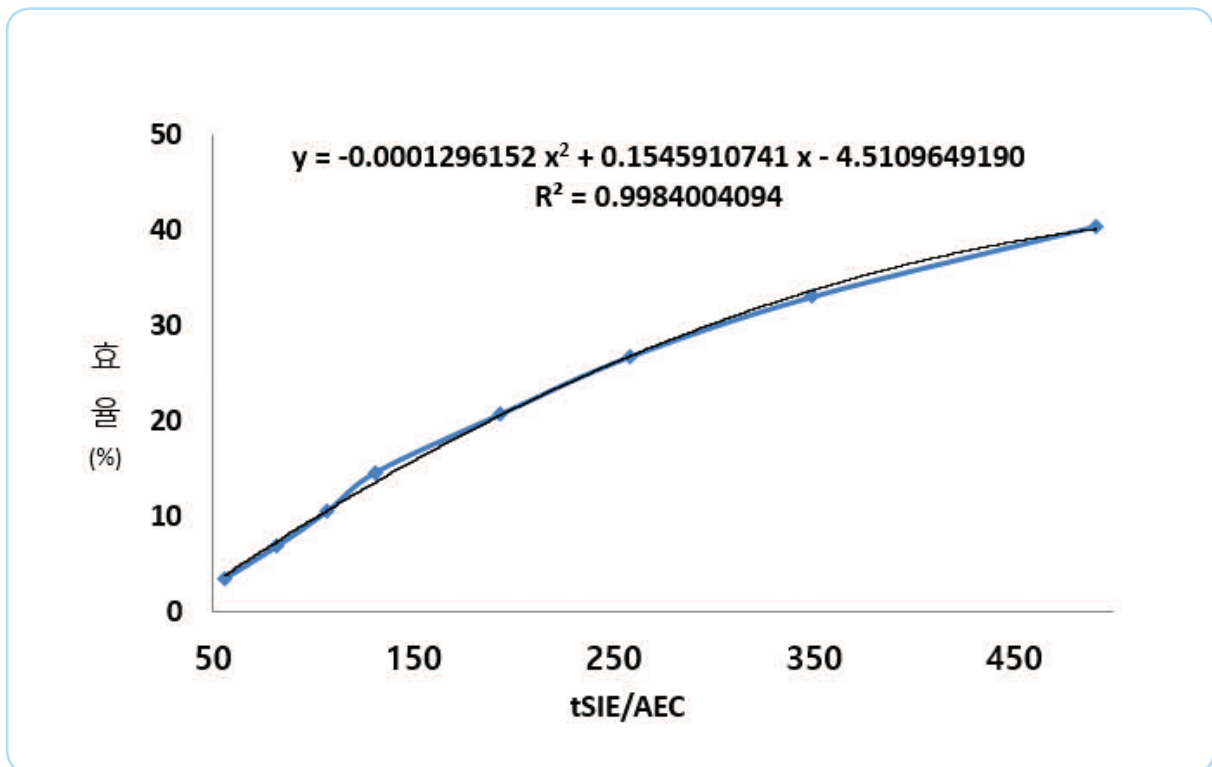


그림 2.24 액체섬광계수기 ³H Calibration Curve



제6절 분석능력 교육

정확한 환경방사능 평가를 위해서는 계측장비의 성능 뿐만 아니라, 분석자의 능력도 요구되어진다. 지속적인 분석교육 이수를 통해 분석자의 분석능력을 향상시키고, 최신의 분석경향 등을 사전에 숙지함으로써 분석결과의 정확성과 신뢰성을 확보하기 위함이다. 올해 고창분소는 코로나-19로 인한 대면교육이 어려운 상황 속에서 온라인 교육 참여를 통해 분석능력을 강화시키는데 노력하였다.

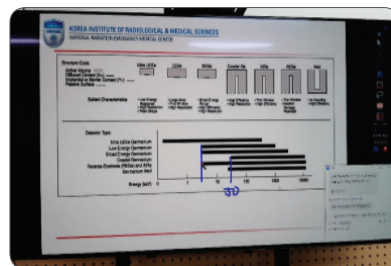
1. 교육실적

표 2.8 2021년 방사능 교육 수료

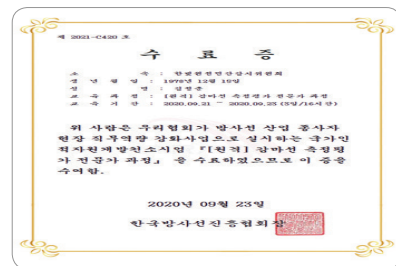
강좌명	이수 일시	교육 내용	이수자
감마핵종분석 전문인력 양성과정	4월 15일~17일	<ul style="list-style-type: none"> 방사선계측 이론 방사선과 물질간의 상호작용 감마선 검출기 종류 및 특성 측정불확도 평가 감마핵종분석시스템 구성 및 교정 에너지교정, 효율교정 감마핵종 스펙트럼 분석 	이나영 김정훈 김동규
방사선계측 실무역량 향상과정	6월 23일~25일	<ul style="list-style-type: none"> 직무별 방사선계측활용 방사선 측정기초이론 및 일반 측정학 방사선측정, 분석을 위한 절차 계측 통계학 방사선계측기의 일반특성 방사선계측기의 원리 및 특징 	김동규 김정훈
방사성핵종 검출/분석 실무역량 향상과정	9월 15일~17일	<ul style="list-style-type: none"> 측정품질 베타선 방출핵종 검출분석 알파선 방출핵종 검출분석 중성자 방출핵종의 검출분석 감마선 방출핵종의 검출분석 	이나영 김정훈 김동규



온라인 교육 참여



교육내용



방사능분석 교육이수

그림 2.25 온라인 방사능교육 수료



제 3 장

방사능방재

제1절 개요

제2절 고창군 비상계획구역

제3절 주민보호조치 분석

제4절 방사선 비상시 주민 행동 요령

제1절 개요

1. 기본 개요

가. 방사능방재의 목적 및 정의

- 원자력시설에서의 방사능 누출 사고 시 효과적으로 사고 상황을 대응, 관리, 지원할 수 있도록 사전에 준비하고 적절히 대응하는 것
 - 매뉴얼(비상대응절차, 소개 계획 등) 제정, 방호약품 비축, 훈련 실시 등

나. 방사선비상

- 방사성물질 또는 방사선이 누출되거나 누출될 우려가 있어 긴급한 대응 조치가 필요한 상황

다. 방사능재난

- 방사선비상이 국민의 생명과 재산 및 환경에 피해를 줄 수 있는 상황으로 확대되어 국가적 차원의 대처가 필요한 재난
 - 부지경계 전신선량 시간당 10 밀리시버트(mSv) 이상
 - 부지경계 갑상선선량 시간당 50 밀리시버트(mSv) 이상
 - 부지경계 공간방사선량을 시간당 1 렌트겐 이상

2. 방사선 비상

가. 방사선비상의 종류

방사선비상이 발생하면 해당 시설 운영자(원자로 운전 책임자 등)는 사고 발생 15분 이내에 사고 상황의 심각정도에 따라 백색·청색·적색비상으로 사고를 구분하여 방사선비상을 발령한다.

1) 백색 비상

- 방사성물질의 밀봉상태의 손상 또는 원자력시설의 안전상태 유지를 위한 전원공급기능에 손상이 발생하거나 발생할 우려가 있는 등의 사고
- 방사선 영향이 원자력시설 건물 내에 국한될 것으로 예상되는 비상사태

2) 청색 비상

- 백색비상 등에서 안전 상태로의 복구기능의 저하로 원자력시설의 주요안전기능에 손상이 발생하거나 발생할 우려가 있는 등의 사고
- 방사선 영향이 원자력시설 부지 내에 국한될 것으로 예상되는 비상사태

3) 적색 비상

- 노심의 손상 또는 용융 등으로 원자력시설의 최후방벽에 손상에 발생하거나 발생할 우려가 있는 사고



- 방사성물질의 누출로 인한 방사선영향이 원자력시설 부지 밖으로 미칠 것으로 예상되는 비상사태

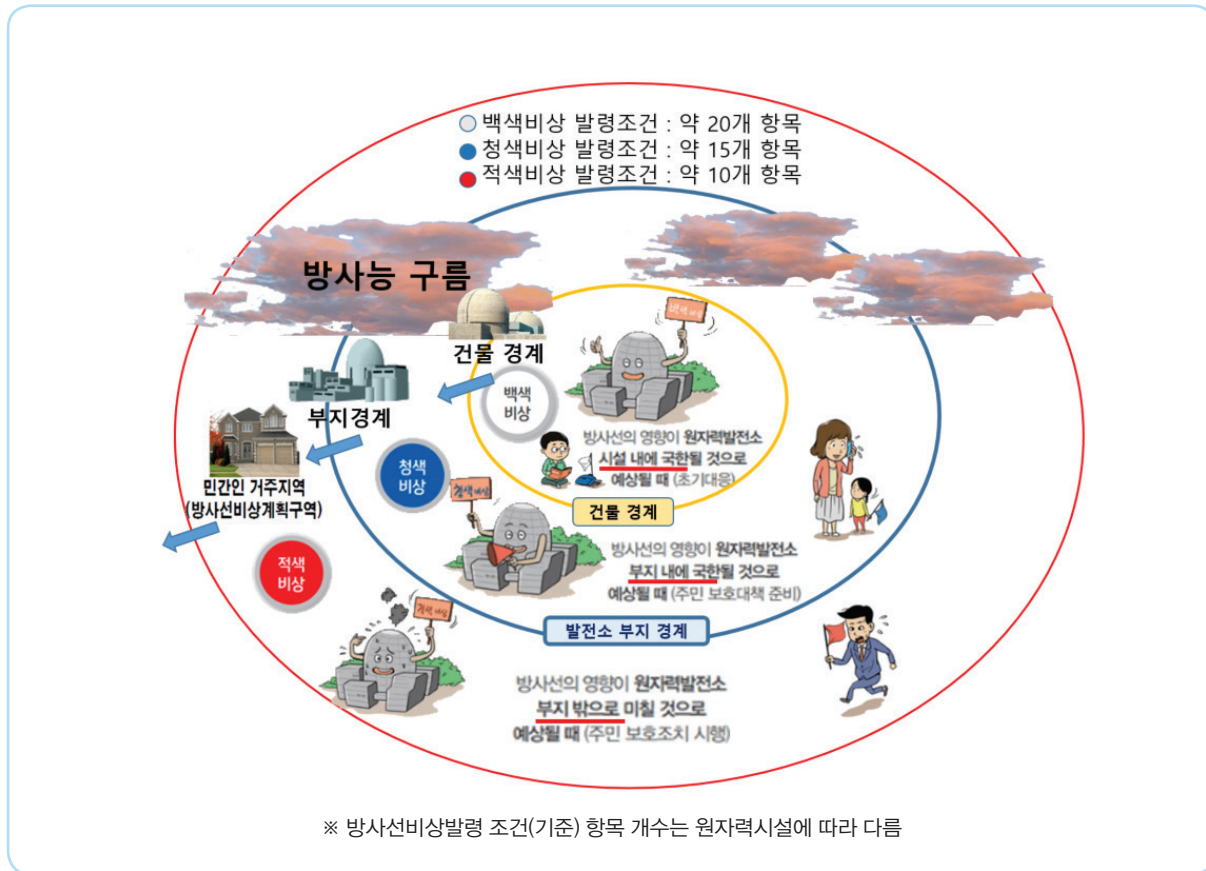


그림 3.1 방사선 비상 종류

제2절 · 고창군 비상계획구역

1. 방사선비상계획구역

가. 방사선비상계획구역 개요

1) 방사선비상계획구역의 개념

- 비상계획구역은 비상시 효과적인 주민보호조치를 위해 사전에 설정한 구역으로 실제 사고 시에는 비상계획구역과 상관없이 환경감시 및 방사선영향평가 결과에 따라 대피·소개 등 주민보호 조치가 탄력적으로 수행됨
- 방사선비상 시 주민소개범위가 비상계획구역으로 한정되거나 비상계획구역의 모든 주민이 무조건 소개되는 것이 아님

• 방사선비상계획구역 세부 구역별 개념

구분	정의
예방적보호조치구역 (PAZ) ¹⁾	방사선비상이 발생할 경우 사전에 주민을 소개(疏開)하는 등 예방적으로 주민보호 조치를 실시하기 위해 정하는 구역
긴급보호조치계획구역 (UPZ) ²⁾	방사선비상이 발생할 경우 방사능영향평가 또는 환경감시 결과를 기반으로 주민에 대한 긴급보호조치를 위해 정하는 구역

구역도	구역명칭	기초범위
	예방적 보호조치구역	3~5 km
	긴급 보호조치 계획구역	20~30 km

그림 3.2 비상계획구역의 구분

2. 고창군 비상계획구역

가. 방사선비상계획구역 현황

※ 고창군 원전안전분야(방사능누출) 현장조치 행동매뉴얼(2021년) 발취

구분	범위	인구수(명)	지자체
기존	8~10 km	전남 : 14,614 전북 : 4,232 합계 : 18,846	(전남) 영광 (전북) 고창
재설정안	28~30 km	전남 : 70,935 전북 : 66,391 합계 : 137,326 ※ 고창군 : 55,504명	(전남) 영광, 무안, 장성, 함평 (전북) 고창, 부안 ※ 인구수는 변동 가능성 있음

1) PAZ : Precautionary Action Zone

2) UPZ : Urgent Protective Action Planning zone

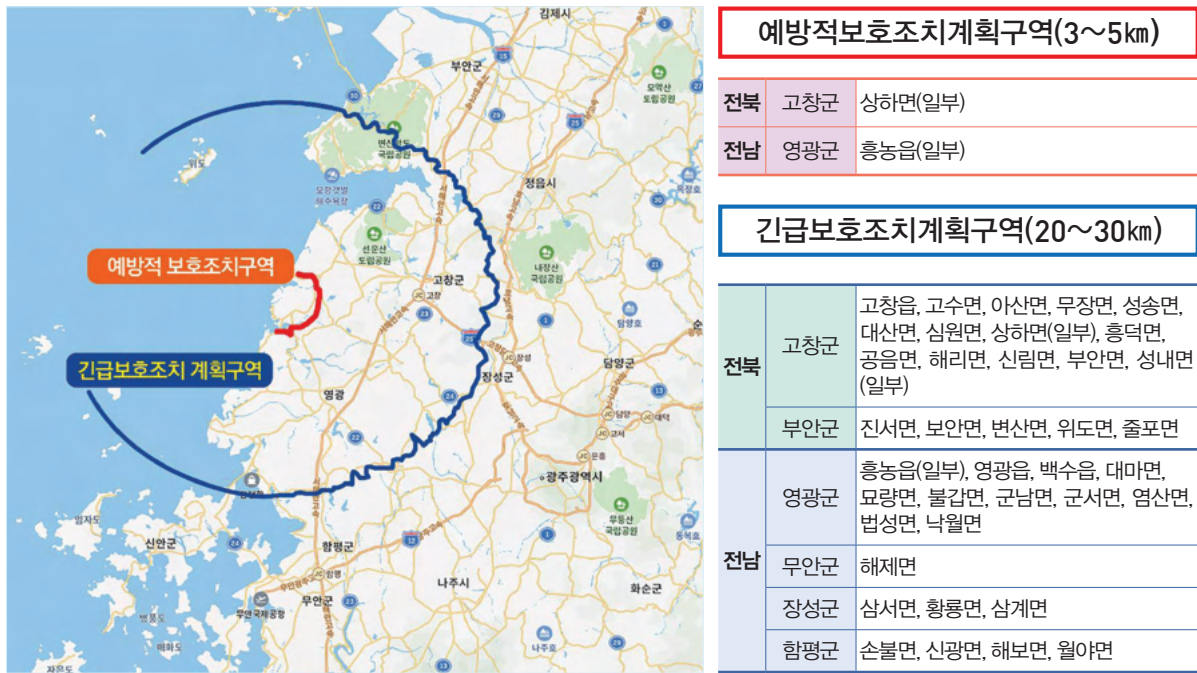


그림 3.3 방사선 비상계획구역도

제3절 • 주민보호조치 분석

1. 비상발령상태에 의한 초기 조치

표 3.1 비상발령상태에 의한 주민보호조치

주민보호조치	백색 비상	청색 비상	적색 비상
• 원자력시설 주변의 전 방향에 대한 방사능 감시	◎	◎	◎
• 원자력시설 내 비필수요원의 대피 또는 소개	◎	◎	◎
• 원자력시설 내 인력 및 비상직업자에게 갑상선방호약품 지급과 필요시 호흡기 보호장구 지급		◎	◎
• 비상계획구역 내 피해예상지역 거주 주민 대피 · 소개 준비		◎	◎
• 비상계획구역 내 피해예상지역 거주 주민을 소개하거나 지정된 대피소에서 대피조치			◎
• 비상계획구역 내 주민에게 갑상선방호약품을 복용하고 임시구호소에 피난하여 비상상황 정보에 유의하도록 조치			◎
• 추가적인 보호조치가 필요한지를 결정하기 위하여 비상 계획구역 내의 방사능감시 실시			◎
• 대량의 방사능이 방출되는 경우 장거리 지역에까지 오염된 음식물 섭취를 피하도록 조치			◎

제4절 • 방사선 비상시 주민 행동요령

1. 방사선 비상 상황을 알리는 방법

- 방사선 청색 또는 적색 비상 발령 시, 경보방송망, 텔레비전, 라디오, 차량가두방송, 행정안전부 재난문자 등을 통해 방사선 비상 상황 알림
- 백색비상 때에는 방사성물질의 환경 누출 가능성이 없으므로 경보망을 통한 주민 상황통보는 없으며, 언론 등을 통해 대국민 공개

2. 방사선 비상 상황 시 행동요령

표 3.2 방사선 비상 상황 시 행동요령

구분	행 동 요 령
기업 공공기관 학교	<ul style="list-style-type: none"> • 방사선비상시 각 기관 비상대응요원(관계자)의 지시에 따라 행동 • 창문과 출입문을 닫고 에어컨이나 환풍기 정지 • 전화 또는 인터넷이 불통되어도 당황하지 말고 안전한 실내에서 TV, 라디오를 시청하여 비상시 행동요령을 확인하고 전달되는 지시에 따름
가정	<p><실내 대피 통보를 받은 경우></p> <ul style="list-style-type: none"> • 외출중일 때는 즉시 귀가하거나 가까운 공공기관으로 이동 • 창문과 출입문을 닫고 에어컨이나 환풍기 정지 • 장독이나 우물 등은 뚜껑을 닫음. 음식물은 랩을 씌우거나 밀봉 • 손발과 얼굴을 씻고 옷을 갈아입음 - 오염지역을 지나온 경우 입었던 옷과 신발은 비닐에 싸서 밀봉 • 안전한 실내에서 TV, 라디오를 시청하여 비상시 행동요령을 확인하고 전달되는 지시에 따름 <p><안전지역(구호소) 대피(소개) 통보를 받은 경우></p> <ul style="list-style-type: none"> • 외출 중일 때는 즉시 귀가하거나 가까운 공공기관으로 이동 • 준비물 : 갈아입을 옷 약간, 휴대폰(충전기), 평소 먹는 약 등 필수품 • 화재예방을 위해 전기, 가스, 보일러, 수도 잠금 • 장독이나 우물 등은 뚜껑을 닫음. 음식물은 랩을 씌우거나 밀봉 • 가축이나 애완동물은 우리에 가둔 후 충분한 먹이를 줌 • 모든 출입문과 창문을 잠그고 대피완료 표시(출입문에 흰 수건) • 마을별로 지정된 집결지로 이동(지자체 비상요원, 마을이장 등의 안내에 따름) • 지자체 비상요원의 안내에 따라 제공차량 등으로 구호소로 이동 • 구호소에 도착하면 반드시 이재민 등록



3. 유의사항

- 방사선비상은 방사선 영향이 국민들에게 미치기 전에 선제적으로 발령됨. 서두르지 않고 질서 있게 당국의 지시에 따라 행동하여야 함
- 같은 방사선 비상상황이라도 원자력시설과의 거리에 따라 대응방법이 달라짐
- 노인요양시설, 장애인 시설 등 안전취약계층 시설은 청색비상이 발령되면 지자체의 별도 계획에 따라 선제적으로 대피할 수 있음
- 구호소에서는 이재민 등록을 통해 가족과 연락하고 만날 수 있으므로 학교, 병원, 직장에 있는 가족을 찾으러 갈 필요가 없음
- 비상시에는 통화량이 폭증하여 휴대전화 등이 불통될 수 있음. 안전한 실내나 구호소에서 TV와 라디오를 시청함
- 구호소에서는 음식물과 잠자리, 기본적인 생필품이 제공됨
- 갑상선 보호약품(KI)의 분배와 복용은 원자력안전위원회의 복용지시에 따라야 함

4. 주민보호조치 시행방법 개요

- 원자력시설에서 방사선 청색/적색비상이 발생하는 경우는 다음과 같이 통보됨
 - 원자력사업자는 법령에 따라 설치한 사업자 경보망을 통해 예방적 보호조치구역(원전중심반경 3~5 km)에 거주하는 주민에게 통보하고,
 - 방사선비상계획구역을 관할하고 있는 기초지자체는 민방위 경보망·가두방송·직접방문·마을이장을 통한 전달 등의 방법으로 주민에게 통보하며,
 - 원자력안전위원회는 방송통신위원회와 협조하여 TV·라디오 등으로 알려드리고, 행정안전부와 협조하여 휴대폰을 통해 긴급재난문자를 전송함
- 일반 주민에 대해서는 다음과 같이 3단계로 주민보호조치가 수행됨
 - 방사능영향이 부지 밖으로 미칠 것으로 예상되는 방사선비상 상황인 적색비상이 발령되면, 방사성물질 방출 이전에 예방적 보호조치구역(3~5 km)내의 주민들을 예방적 차원에서 즉시 구호소로 소개하게 되며,
 - 긴급보호조치계획구역(원전중심반경 20~30 km)은 풍향, 풍속, 강수량 및 지형 등을 고려하여 방사성물질의 농도를 예측한 결과를 반영하여 주민소개, 옥내대피 등 적절한 주민보호조치를 결정하게 되고,
 - 방사성물질이 시설 외부로 방출된 이후에는 환경 감시결과를 반영하여 방사능 영향이 미치기 전에 주민보호조치를 수행하게 됨

- 원자력안전위원회에서 주민 소개를 지시하게 되면, 소개 대상 주민은 마을 주변 집결지에 집결한 후 지자체 방사능방재요원의 안내에 따라 미리 준비된 구호소로 이동하게 됨
 - 집결지는 통상 마을회관, 기차역, 초등학교, 면사무소 등 마을 주민 누구나 알고 있고 버스 등 교통수단이 정차할 수 있는 곳으로 관할 기초 및 광역 지자체에서 지정하고 있으며,
 - 구호소는 방사능재난이 발생하였을 때 주민들이 방사능영향(방사능 구름)을 피해 2~7일 정도 생활하기에 필요한 전기, 수도, 취사시설, 화장실 등을 갖추었거나 즉시 갖출 수 있는 실내인 각급 학교, 체육관, 강당 등으로 지정하고 있음
 - 구호소의 선정, 물품 보급, 급식 방법 등 구호소 운영에 관한 구체적 사항은 지역적 특성과 지자체의 사정 등에 따라 최선의 방법이 달라질 수 있으므로, 해당 지자체가 판단하여 운영하고 있음

방사선비상 시 이렇게 알려드립니다



백색비상일 경우 지자체에서 언론 등을 통해 공개하고, 청색·적색 비상일 경우 아래와 같이 알려드립니다.

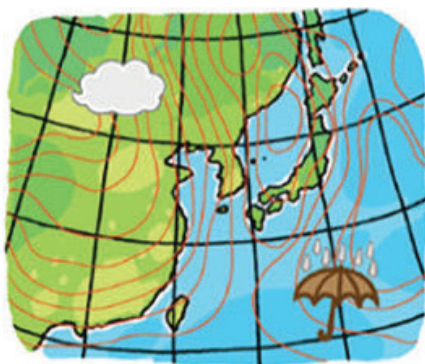
예방적 보호조치구역(3~5km)

- 사업자: 사업자 경보망을 통해 상황방송
- 지자체: 민방위 경보망, 가두방송, 직접방문, 아동장을 통한 전달, 전화
- 정 부: 긴급재난방송(TV, 라디오 등) 및 긴급재난문자 전송

긴급보호조치 계획구역(20~30km)

- 지자체: 민방위 경보망, 가두방송, 직접방문, 아동장을 통한 전달, 전화
- 정 부: 긴급재난방송(TV, 라디오 등) 및 긴급재난문자 전송

방사선비상 발생 시 이것만은 꼭 기억하세요



원전사고 시 방사성 물질 확산 경로는 바람의 방향등 기상 상황에 따라 달라질 수 있습니다.

따라서 안전을 위해서는 공식 안내에 따라 침착하게 행동해야 합니다.



대피준비 1

방사능 오염을 막으려면, 외부 공기가 집으로 들어오지 않게 막아야 합니다. 모든 창문은 닫습니다. 환풍기와 에어컨은 꺼야 합니다. 음식물은 밀폐시키고, 향아리 뚜껑도 닫아두는 것이 좋습니다.



대피준비 2

화재나 감전 등의 안전사고가 일어나지 않도록 조치해야 합니다. 집안의 전원을 차단하고 가스밸브는 모두 잠그세요. 보일러 밸브도 잠그는 것이 좋습니다. 수도가 잘 잠겨 있는지 확인합니다.



대피준비 3

음식물과 잠자리, 식수 등 기본적인 생필품은 구호소에서 제공하므로 평소 먹는 약품, 갈아입을 옷 약간, 휴대전화 등 개인에게 꼭 필요한 물품들만 챙깁니다.



대피준비 4

가축이나 반려동물이 지낼 수 있도록 물과 먹이를 갖추어 주세요. 가축은 모두 축사나 우리에 넣고 문을 잘 닫아주세요. 대피 준비가 끝나면 흰 깃발이나 수건을 입구에 걸어주세요.

대피 안내를 받으면

마을 주변 집결지로 이동한 후, 지자체의 안내에 따라 차량을 이용, 질서 있게 구호소로 이동합니다.

※1차 집결지는 지역 상황에 따라 달라질 수 있습니다.



가족의 안부는 구호소에서

학교, 공공기관, 병원 등에서는 각 기관 또는 지자체 차량으로 구호소로 이동합니다. 가족을 직접 찾으러 가지 않아도 구호소에서 가족을 만나거나 안부를 확인할 수 있습니다.

※기관 또는 지자체 제공 차량을 이용, 구호소로 이동



그림 3.4 주민행동요령



제 4 장

지역소통

제1절 홈페이지 구축

제2절 연보 발행

제3절 News Paper 발행

제4절 간담회 및 지역설명회 개최

제1절 • 홈페이지 구축

가. 목적

- 분소 역할 관련 정보 전달 및 원전관련 자료제공 등

나. 실적

- 매월 방사능분석결과, 원전주변 고창지역 환경 방사선량률, 고창관내 식품 방사능 분석결과 등 결과 게재

다. 기대효과

- 고창군 관내 초·중·고등학교에 제공되는 있는 학교급식식자재에 대한 방사능 분석결과를 공개하여 학생들의 먹거리 안전성에 관심을 가지는 학부모들의 불안감 해소
- 원전주변 환경방사선에 대해 홈페이지를 통해 환경 방사선량률 정보 제공을 통해 고창 지역 주민들에게 불안감 해소



그림 4.1 홈페이지 구축

제2절 • 연보 발행

가. 목적

- 고창분소 전년도 업무 활동내용 및 결과 수록에 대한 공개

나. 실적

- 방사능분석업무 및 지역주민설명회 등의 주요 업무 활동을 담은 보고서를 발행하여 총 881부 배부

- 고창군 14개 읍·면 이장단 회의시 직접배부(606명)
- 군, 의회 산업부, 원안위, 한수원 및 지역기관 배부(275부)



• 고창분소 소개 및 활동내용, 역할 설명


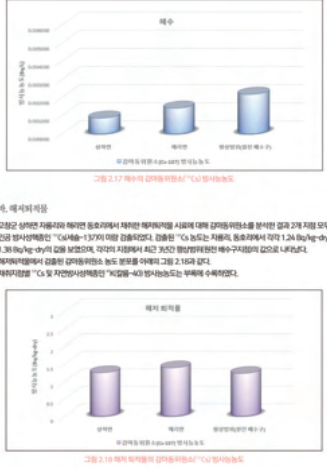

년도 발행	방사능분석 결과 내용	년도 발행 언론홍보
	 <p>가. 측정대상물 무연계동위원소(²³⁸U, ²³⁵U) 방사능농도 그림 2.17 방사능 측정대상물 방사능농도</p> <p>나. 측정대상물 고창군 상하천 저수지와 하천의 침전물에서 채취한 방사능 측정 대상물 방사능농도를 분석한 결과 고창 지역 5개 지점 방사능농도는 “CS(세슘-137)의 경우 검출되지 않고, Cs(세슘-137)의 경우, 침전물에서 각각 1.24 Bq/kg~4.1, 1.39 Bq/kg~4.9의 값을 보였으며, 하천의 침전물에서 채취한 방사능 측정대상물 방사능농도는 0.02 Bq/kg 이하로 나타났다. 방사능 측정대상물 방사능농도 분포를 살펴보면 그림 2.15와 같다. 방사능 측정대상물 “Cs(세슘-137) 및 방사능 측정대상물 “Cs(세슘-137) 방사능농도는 부위에 수렴되었다.”</p> <p>그림 2.18 방사능 측정대상물 방사능농도 그림 2.18 방사능 측정대상물 방사능농도</p>	 <p>환경안전 감시센터 고창분소 활동 자료집 총 54건 방사능 분석 수행 발행 일자 : 2021-05-08 10:42 송고</p> <p>환경안전 감시센터 고창분소(분소장 이나영)가 지역 농산물을 방사능 안전을 위한 자료집을 발간했다.</p> <p>환경안전 감시센터에 따르면 고창분소 출범 이후 100일간의 활동보고자료집을 발간했다.</p>

그림 4.2 연보 발행

제3절 News Paper 발행

가. 목적

- 고창분소 주요 업무 홍보 및 원자력관련 정보제공 등

나. 실적

- 고창군 14개 읍·면 이장단 회의 시 직접 배부(606명), 기관단체 배부
- 고창 내 공공기관 가판대 비치(은행, 병원, 터미널, 관공서 등 현장 비치)
- News Paper 발행 후 고창분소 홈페이지 방문 기록수 대폭 증가
- 고창지역 주민들의 안전점검 및 기초 지식 습득

은행	터미널	병원	15개 읍·면·군 민원실
			

그림 4.3 News Paper 발행

제4절 • 간담회 및 지역설명회 실시

가. 목적

- 고창 관내 및 전북 기관단체 관련 고창분소 설립취지 및 목적, 배경설명
- 원전주변 지역민들의 의견 수렴 및 불안 제기 해결
- 고창분소 운영방향 및 목표
- 방사선 비상대응 : 비상발령, 주민대피요령, 집결지, 구호소 설명 등

나. 실적

- 코로나-19로 인한 소규모 단위 간담회 및 설명회 수행/비대면 홍보물 대체
- 감시활동을 통해 고창분소의 사항과 업무의 알림



그림 4.4 간담회 및 지역주민 설명회 모습

부록

환경방사능 분석결과과

표 1. 빛물의 감마등위원소 분석결과

지점	핵종	[단위 : Bq/L]												평균	평상범위 (원전 전망대 지점)
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
	⁶⁰ Co	<0.00638	<0.00828	<0.00839	<0.00779	<0.00868	<0.00709	<0.00672	<0.00728	<0.00658	<0.00694	<0.00605	<0.00694	-	<0.00576
	¹³¹ I	<0.00809	<0.00909	<0.00916	<0.0129	<0.0154	<0.00990	<0.0104	<0.0114	<0.00795	<0.0103	<0.00678	<0.00850	-	<0.00581
고창읍 중거리	¹³⁴ Cs	<0.00571	<0.00719	<0.00696	<0.00693	<0.00713	<0.00637	<0.00556	<0.00607	<0.00613	<0.00620	<0.00530	<0.00635	-	<0.00520
	¹³⁷ Cs	<0.00595	<0.00741	<0.00785	<0.00696	<0.00782	<0.00660	<0.00596	<0.00675	<0.00673	<0.00640	<0.00571	<0.00658	-	<0.00551
	⁷ Be	0.269± 0.0196	0.203± 0.0197	0.389± 0.0242	0.798± 0.0330	0.999± 0.0388	<0.0493	0.0808± 0.0149	0.0806± 0.0149	0.125± 0.0162	0.153± 0.0148	0.282± 0.0176	0.240± 0.0181	0.240	<0.0330~0.418
	⁴⁰ K	<0.101	<0.120	<0.121	0.613± 0.0555	2.15± 0.0771	<0.104	<0.0982	<0.110	<0.103	<0.123	0.274± 0.0384	<0.110	0.336	<0.0949~0.417

지점	핵종	[단위 : Bq/L]												평균	평상범위 (원전 전망대 지점)
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
	⁶⁰ Co	<0.00574	<0.00809	<0.00791	<0.00818	<0.00831	<0.00867	<0.00802	<0.00697	<0.00722	<0.00676	<0.00740	<0.00690	-	<0.00576
	¹³¹ I	<0.00727	<0.0103	<0.0130	<0.0116	<0.00934	<0.00893	<0.0110	<0.00914	<0.0104	<0.00924	<0.0109	<0.00980	-	<0.00581
상하면 하장리	¹³⁴ Cs	<0.00550	<0.00681	<0.00698	<0.00714	<0.00677	<0.00710	<0.00711	<0.00619	<0.00658	<0.00607	<0.00661	<0.00618	-	<0.00520
	¹³⁷ Cs	<0.00603	<0.00756	<0.00749	<0.00736	<0.00743	<0.00759	<0.00760	<0.00661	<0.00677	<0.00665	<0.00670	<0.00645	-	<0.00551
	⁷ Be	0.324± 0.0195	0.205± 0.0209	0.123± 0.0203	<0.0704	0.257± 0.0223	<0.0674	0.0843± 0.0172	0.116± 0.0170	0.108± 0.0162	0.122± 0.0158	0.149± 0.0182	0.305± 0.0196	0.161	<0.0330~0.418
	⁴⁰ K	<0.0919	<0.120	<0.114	<0.112	<0.121	<0.118	<0.114	<0.0968	<0.108	<0.0999	<0.113	<0.104	-	<0.0949~0.417

표 2. 표충토양의 감마동위원소 분석결과

지점	핵종	상반기	하반기	평균	[단위 : Bq/kg-dry]
					평상범위(본부정문 지점)
고수면 부곡리	⁵⁴ Mn	<0.493	<0.308	-	<0.202
	⁵⁸ Co	<0.447	<0.475	-	<0.320
	⁶⁰ Co	<0.510	<0.506	-	<0.355
	¹⁰⁶ Ru	<3.93	<3.93	-	<2.83
	¹³⁴ Cs	<0.512	<0.624	-	<0.417
	¹³⁷ Cs	<0.522	0.377±0.0525	0.450	<0.442~0.803
	¹⁴⁴ Ce	<2.74	<2.42	-	<2.06
	⁴⁰ K	1050±20.8	909±18.2	980	755

지점	핵종	상반기	하반기	평균	[단위 : Bq/kg-dry]
					평상범위(본부정문 지점)
성내면 양계리	⁵⁴ Mn	<0.449	<0.299	-	<0.202
	⁵⁸ Co	<0.427	<0.405	-	<0.320
	⁶⁰ Co	<0.481	<0.446	-	<0.355
	¹⁰⁶ Ru	<3.49	<3.29	-	<2.83
	¹³⁴ Cs	<0.478	<0.487	-	<0.417
	¹³⁷ Cs	0.443±0.0552	0.389±0.0500	0.416	<0.442~0.803
	¹⁴⁴ Ce	<2.45	<1.99	-	<2.06
	⁴⁰ K	951±18.9	970±19.3	961	755

표 3. 우유의 감마동위원소 분석결과

지점	핵종	[단위 : Bq/kg-fresh]												평균	정상범위 (법성하늬목장)
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
고수면 남산리	¹⁰⁶ Ru	<0.695	<0.870	<0.855	<0.861	<0.844	<0.870	<0.842	<0.887	<0.816	<0.748	<0.780	<0.757	-	<0.446
	¹³¹ I	<0.0876	<0.116	<0.133	<0.0979	<0.104	<0.140	<0.124	<0.148	<0.0948	<0.0885	<0.0901	<0.0873	-	<0.0558
	¹³⁴ Cs	<0.0790	<0.0902	<0.0918	<0.0918	<0.0965	<0.0920	<0.0925	<0.0945	<0.0983	<0.0947	<0.0834	<0.0858	-	<0.0508
	¹³⁷ Cs	<0.0813	<0.100	<0.0952	<0.101	<0.103	<0.0997	<0.101	<0.102	<0.0982	<0.0892	<0.0899	<0.0881	-	<0.0533
	¹⁴⁴ Ce	<0.463	<0.598	<0.604	<0.591	<0.597	<0.600	<0.604	<0.516	<0.493	<0.470	<0.470	<0.478	-	<0.333
	⁴⁰ K	50.0±1.30	53.0±1.45	55.5±1.50	56.7±1.52	56.8±1.52	55.7±1.49	55.0±1.48	57.9±1.54	51.0±1.39	47.8±1.30	50.4±1.33	49.6±1.33	53.3	28.8~60.3

지점	핵종	[단위 : Bq/kg-fresh]												평균	정상범위 (법성하늬목장)
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
흥덕면 제하리	¹⁰⁶ Ru	<0.700	<0.895	<0.809	<0.871	<0.823	<0.823	<0.866	<0.828	<0.773	<0.728	<0.724	<0.741	-	<0.446
	¹³¹ I	<0.0767	<0.102	<0.104	<0.157	<0.101	<0.112	<0.102	<0.103	<0.0913	<0.120	<0.0870	<0.0937	-	<0.0558
	¹³⁴ Cs	<0.0726	<0.0906	<0.0896	<0.0909	<0.0875	<0.0897	<0.0906	<0.0858	<0.0860	<0.0773	<0.0790	<0.0791	-	<0.0508
	¹³⁷ Cs	<0.0790	<0.0943	<0.0987	<0.100	<0.101	<0.101	<0.100	<0.0997	<0.0935	<0.0865	<0.0876	<0.0870	-	<0.0533
	¹⁴⁴ Ce	<0.453	<0.589	<0.586	<0.602	<0.588	<0.592	<0.584	<0.589	<0.502	<0.469	<0.472	<0.478	-	<0.333
	⁴⁰ K	47.8±1.25	50.0±1.40	53.6±1.46	57.3±1.53	54.4±1.48	57.3±1.52	55.0±1.50	58.4±1.43	48.0±1.33	44.2±1.22	46.6±1.28	52.0±1.36	52.1	28.8~60.3

표 4. 식수의 감마동위원소 분석결과

[단위 : Bq/L]

지점	핵종	상반기	하반기	평균	평상범위(영광 제2정수장)
부안군 부안댐	⁶⁰ Co	<0.00591	<0.00692	-	<0.00597
	¹³¹ I	<0.00848	<0.00784	-	<0.00646
	¹³⁴ Cs	<0.00520	<0.00614	-	<0.00550
	¹³⁷ Cs	<0.00555	<0.00675	-	<0.00559
	⁴⁰ K	<0.0864	<0.108	-	<0.0989~0.510

표 5. 해수의 감마동위원소 분석결과 [증발농축]

[단위 : Bq/L]

지점	핵종	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균	평상범위 (배수구 지점)
상하면 자룡리	¹³¹ I	<0.0440	<0.0922	<0.0470	<0.0463	<0.0424	<0.0415	<0.0638	<0.0359	<0.0364	<0.0348	<0.0345	<0.0550	-	<0.0268
	⁴⁰ K	10.5± 0.339	10.8± 0.381	11.4± 0.391	11.0± 0.387	11.0± 0.385	11.1± 0.389	4.33± 0.255	10.3± 0.352	9.89± 0.345	10.9± 0.363	10.9± 0.363	9.79± 0.341	8.90± 0.323	9.99
해리면 동호리	¹³¹ I	<0.0481	<0.118	<0.0586	<0.0519	<0.0493	<0.0455	<0.0621	<0.0511	<0.0452	<0.0443	<0.0467	<0.0608	-	<0.0268
	⁴⁰ K	10.4± 0.337	11.6± 0.401	11.2± 0.387	10.8± 0.380	12.2± 0.402	12.0± 0.405	10.4± 0.372	10.4± 0.354	8.99± 0.329	10.5± 0.353	10.5± 0.353	11.4± 0.368	8.23± 0.312	10.7

표 6. 해수의 감마동위원소 분석결과 [AMP-MnO₂]

지점	핵종	[단위 : Bq/L]				평균	정상범위 (배수구 지점)
		1분기	2분기	3분기	4분기		
상하면 자룡리	⁵⁴ Mn	<0.00178	<0.00180	<0.00140	<0.00137	-	<0.000673
	⁵⁸ Co	<0.00186	<0.00197	<0.00166	<0.00139	-	<0.000887
	⁵⁹ Fe	<0.00436	<0.00433	<0.00396	<0.00340	-	<0.00203
	⁶⁰ Co	<0.00201	<0.00200	<0.00148	<0.00143	-	<0.00109
	¹³⁴ Cs	<0.00136	<0.00142	<0.00103	<0.00123	-	<0.000515
	¹³⁷ Cs	<0.00155	<0.00150	<0.00118	<0.00150	-	0.000767~0.00184

지점	핵종	[단위 : Bq/L]				평균	정상범위 (배수구 지점)
		1분기	2분기	3분기	4분기		
해리면 동호리	⁵⁴ Mn	<0.00193	<0.00187	<0.00139	<0.00141	-	<0.000673
	⁵⁸ Co	<0.00197	<0.00205	<0.00180	<0.00148	-	<0.000887
	⁵⁹ Fe	<0.00451	<0.00447	<0.00414	<0.00335	-	<0.00203
	⁶⁰ Co	<0.00202	<0.00203	<0.00151	<0.00146	-	<0.00109
	¹³⁴ Cs	<0.00144	<0.00143	<0.00106	<0.00124	-	<0.000515
	¹³⁷ Cs	<0.000987	0.00134±0.000360	0.00151±0.000335	<0.00140	0.00131	0.000767~0.00184

표 7. 해저퇴적물의 감마동위원소 분석결과

지점	핵종	[단위 : Bq/kg-dry]		
		상반기	하반기	평균
상하면 자룡리	⁵⁴ Mn	<0.443	<0.275	-
	⁵⁸ Co	<0.399	<0.401	<0.293
	⁵⁹ Fe	<0.998	<1.02	<0.743
	⁶⁰ Co	<0.482	<0.482	<0.359
	⁹⁵ Zr	<0.765	<0.722	<0.506
	^{110m} Ag	<0.431	<0.395	<0.286
	¹³⁴ Cs	<0.420	<0.480	<0.432
	¹³⁷ Cs	0.958±0.0648	0.971±0.0954	0.965
	⁴⁰ K	820±16.5	819±16.5	820
				<0.375~0.835
			813~863	

지점	핵종	[단위 : Bq/kg-dry]		
		상반기	하반기	평균
해리면 동호리	⁵⁴ Mn	<0.480	<0.392	-
	⁵⁸ Co	<0.444	<0.377	-
	⁵⁹ Fe	<1.08	<0.952	-
	⁶⁰ Co	<0.492	<0.437	-
	⁹⁵ Zr	<0.878	<0.732	-
	^{110m} Ag	<0.463	<0.383	-
	¹³⁴ Cs	<0.481	<0.378	-
	¹³⁷ Cs	1.24±0.0705	0.685±0.0534	0.963
	⁴⁰ K	929±18.5	827±16.5	878
				<0.375~0.835
			813~863	

[단위 : Bq/kg-dry]

지점	핵종	상반기	하반기	평균	평상범위(원전 배수 지점)
심원면 만돌리	^{54}Mn	<0.370	<0.373	-	<0.190
	^{58}Co	<0.355	<0.356	-	<0.293
	^{59}Fe	<0.901	<0.961	-	<0.743
	^{60}Co	<0.403	<0.391	-	<0.359
	^{95}Zr	<0.668	<0.644	-	<0.506
	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	<0.345	<0.315	-	<0.286
	^{134}Cs	<0.348	<0.388	-	<0.432
	^{137}Cs	0.426 ± 0.0444	<0.246	0.336	<0.375~0.835
	^{40}K	865 ± 17.1	890 ± 17.7	878	813~863

표 8. 학교급식 친환경 식자재 분석결과

[단위 : Bq/kg-fresh]

월	시료명	원산지	핵종		
			¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
1월	양파	고창	불검출	불검출	불검출
	상추	전북	불검출	불검출	불검출
	감자	고창	불검출	불검출	불검출
	무	고창	불검출	불검출	불검출
	오이	고창	불검출	불검출	불검출
	팽이버섯	전북(진안)	불검출	불검출	불검출
	노타리버섯	고창	불검출	불검출	불검출
	치조	고창	불검출	불검출	불검출
	올무	전북(주천)	불검출	불검출	불검출
	현미	전북(주천)	불검출	불검출	불검출
2월	찰보리	전북(주천)	불검출	불검출	불검출
	적두	전북(고산)	불검출	불검출	불검출
	통밀쌀	전북(고산)	불검출	불검출	불검출
	귀리	전북(고산)	불검출	불검출	불검출
	평균		-	-	-
	식품공전 기준		100 Bq/kg	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ Cs : 100 Bq/kg	

표 9. 지역 농산물 분석결과

월	시료명(원산지)	핵종		[단위 : Bq/kg-fresh]
		¹³¹ I	¹³⁴ Cs	
4월	딸기(고창)	불검출	불검출	¹³⁷ Cs
	방울토마토(고창)	불검출	불검출	불검출
7월	대파(고창)	불검출	불검출	불검출
	호박(고창)	불검출	불검출	불검출
10월	곶고구마(고창)	불검출	불검출	불검출
	황토베기 땅콩(성송)	불검출	불검출	불검출
평균		-	-	-
식품공전 기준		100 Bq/kg	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ Cs : 100 Bq/kg	

표 10. 고창군 수산물 분석결과

월	시료명(원산지)	핵종		[단위 : Bq/kg-fresh]
		¹³¹ I	¹³⁴ Cs	
5월	병어(국내)	불검출	불검출	¹³⁷ Cs
	고등어(노르웨이)	불검출	불검출	불검출
8월	도미(국산)	불검출	불검출	불검출
	오징어(국산)	불검출	불검출	불검출
11월	숭어(고창)	불검출	불검출	불검출
	꽃게(고창)	불검출	불검출	불검출
평균		-	-	-
식품공전 기준		100 Bq/kg	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ Cs : 100 Bq/kg	

표 11. 고창군 특산물 분석결과

[단위 : Bq/kg-fresh]

월	시료명(원산지)	핵종		
		¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
3월	장어(고창)	불검출	불검출	불검출
	슬임 발효식초(고창)	불검출	불검출	불검출
6월	수박(고창)	불검출	불검출	불검출
	블루베리(고창)	불검출	불검출	불검출
9월	황토배기 배(성송)	불검출	불검출	불검출
	망고수박(응음)	불검출	불검출	불검출
12월	지주식김(고창)	불검출	불검출	불검출
	벌꿀(고창)	불검출	불검출	불검출
평균		-	-	-
식품공전 기준		100 Bq/kg	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ Cs : 100 Bq/kg	

표 12. 해수의 심층수소 분석결과 (※. 6월 분석장비 신규 설치, 7월부터 분석시작)

지점	[단위 : Bq/L]													
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균	평상범위(원전 배수 지점)
상하면 지룡리	-	-	-	-	-	-	<1.03	<1.00	<0.975	<1.03	8.57± 0.647	<1.03	2.27	<0.837~28.9
해리면 동호리	-	-	-	-	-	-	<1.07	<1.00	2.17± 0.614	<1.03	1.84± 0.612	<1.03	1.36	<0.837~28.9

표 13. 빗물의 심층수소 분석결과 (※. 6월 분석장비 신규 설치, 7월부터 분석시작)

지점	[단위 : Bq/L]													
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균	평상범위 가미지점
상하면 하장리	-	-	-	-	-	-	<1.10	<1.04	<1.01	<1.03	2.58± 0.614	2.21± 0.637	1.50	<0.850~16.9
고창읍 중거리	-	-	-	-	-	-	<1.07	<1.01	2.54± 0.618	<1.03	2.17± 0.600	<1.04	1.48	<0.850~16.9

표 14. 식수의 심층수소 분석결과 (※. 6월 분석장비 신규 설치, 7월부터 분석시작)

지점	상반기			하반기			평균	평상범위 (영광제2장수장)
	1월	2월	3월	7월	8월	9월		
상하면 지룡리	-	-	-	<1.11	<1.11	<1.11	<1.11	<0.730