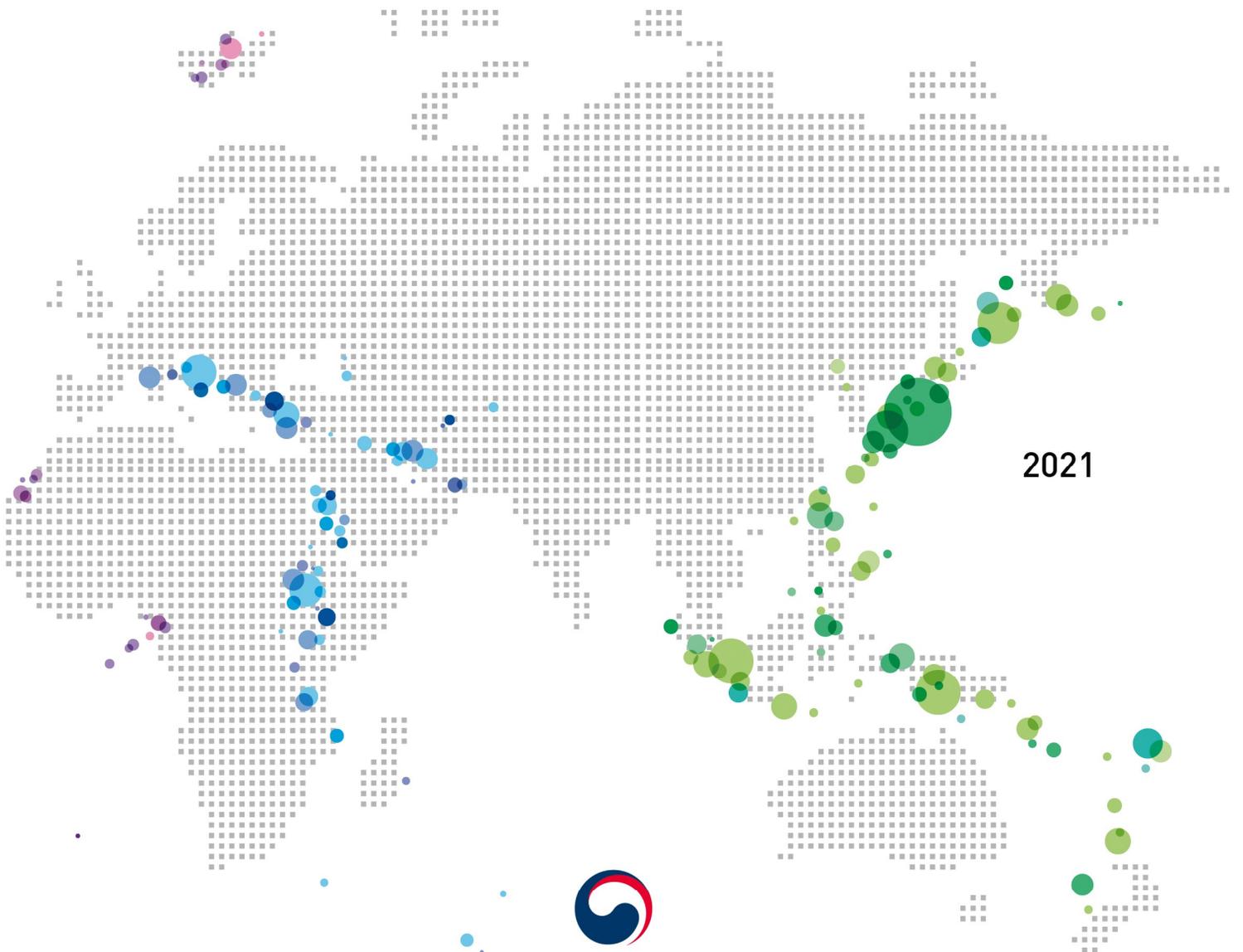


제2차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획 연구

The second master plan about observation and
warning of earthquake, tsunami and volcano



기상청

정책연구 최종보고서

| | | | | |
|----------------------|---|---|--------------|--|
| 과 제 명 | 국문 | 제2차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획 연구 | | |
| | 영문 | The second master plan about observation and warning of earthquake, tsunami and volcano | | |
| 주관연구기관 (공동연구기관) | 기 관 명 | 소 재 지 | 대 표 | |
| | (주)웨더피아 (한국자연재난협회) | 서울시 영등포구 (서울시 서초구) | 임상욱 (전병성) | |
| 주관연구책임자 (공동연구책임자) | 성 명 | 소 속 | 전 공 | |
| | 문인찬 | (주)웨더피아 | 경영학 | |
| 총 연구기간 (당해년도) | 2021. 05. 10. ~ 10. 09. (5 개월) | | | |
| 총 연구비 (당해년도) | 일금 사천구백만 원 (₩ 49,000,000) | | | |
| 총 참여연구원 (당해년도) | 총 10 명 | 책임연구원 | 5 명 | |
| | | 연구원 | 0 명 | |
| | | 연구보조원 | 2 명 | |
| | | 보조원 | 3 명 | |
| 연구 주요내용 | <p>2021년도 정책연구의 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">붙임 : 최종보고서 100 부.</p> <p style="text-align: center;">2021 년 10 월 09 일</p> <p style="text-align: center;">주관연구책임자 문 인 찬 인 주관연구기관장 임 상 욱 직인</p> <p style="text-align: center;">기 상 청 장 귀 하</p> | | | |

제2차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획 연구에
관한 정책연구의 최종보고서를
별첨과 같이 제출합니다.

2021 년 10 월 09 일

주관연구책임자

문 인 찬 인

주관연구기관장

임 상 욱 직인

제 출 문

본 보고서를 “제2차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한
기본계획 연구” 최종보고서로 제출합니다.

- 주관연구기관명 : (주)웨더피아
- 공동연구기관명 : 한국자연재난협회
- 연 구 기 간 : 2021년 5월 10일 ~ 10월 9일
- 주관연구책임자 : 문 인 찬
- 참 여 연 구 원
 - (주)웨더피아 임상욱
 - (주)웨더피아 강서영
 - (주)웨더피아 권윤택
 - (주)웨더피아 곽현신
 - (주)웨더피아 김성민
 - (주)웨더피아 김완희
 - (주)웨더피아 김경원
 - (주)웨더피아 한웅재
 - (주)웨더피아 박소연

2021년 10 월 09 일

기상청장 귀중

목차

I 기본계획의 개요

| | |
|-----------------------------|---|
| 01 추진 배경 | 3 |
| 1.1 필요성 | 3 |
| 1.2 목적 및 법적 근거 | 4 |
| 02 계획의 성격 및 범위 | 5 |
| 2.1 성격 | 5 |
| 2.2 범위 | 5 |
| 2.3 주요 내용 | 5 |
| 03 추진 경과 | 6 |
| 3.1 관측 및 경보에 관한 기본계획 수립 경과 | 6 |
| 3.2 지진·지진해일 및 화산 관련 계획수립 경과 | 6 |
| 3.3 관련 계획 간 연계 방향 | 7 |

II 그간의 성과

| | |
|-----------------------------|----|
| 01 제1차 기본계획 실적 점검 | 11 |
| 1.1 최적의 관측망 구축 | 11 |
| 1.2 통합적인 정보관리 체계 확립 | 12 |
| 1.3 분석기술의 고도화 | 12 |
| 1.4 신속한 전달체계와 정보활용의 극대화 실현 | 13 |
| 1.5 미래대비 업무 발전 기반 조성 | 14 |
| 02 제1차 기본계획의 시사점 및 향후 추진 방향 | 17 |
| 2.1 제1차 기본계획의 한계점 및 시사점 | 17 |
| 2.2 향후 추진 방향 제안 | 18 |

III

대내외 여건과 수준 진단

| | |
|-----------------------|-----|
| 01 지진·지진해일·화산 발생 현황 | 21 |
| 1.1 지진 발생 현황 | 21 |
| 1.2 지진해일 발생 현황 | 27 |
| 1.3 화산 발생 현황 | 30 |
| 1.4 시사점 | 35 |
| 02 외부 환경 분석 | 36 |
| 2.1 국내·외 현황 | 36 |
| 2.2 국내·외 중장기 전략 및 예산 | 61 |
| 2.3 국내·외 사회 동향 분석 | 87 |
| 2.4 국내외 산업 동향 분석 | 93 |
| 2.5 국내·외 기술 동향 분석 | 97 |
| 2.6 정책 수요조사 | 133 |
| 2.7 PESTLE 분석 결과 | 142 |
| 03 내부 환경 분석 | 145 |
| 3.1 기상청 중장기 계획 | 145 |
| 3.2 기상청 예산 현황 | 149 |
| 3.3 내부 역량 분석 | 151 |
| 3.4 전략적 시사점 | 160 |
| 04 종합적 분석을 통한 핵심가치 도출 | 161 |
| 4.1 외부환경 | 161 |
| 4.2 내부환경 | 161 |
| 4.3 선진사례 벤치마킹 | 162 |
| 4.4 핵심가치 키워드 및 반영 방향 | 162 |

목차

IV 제2차 기본계획의 발전목표 및 추진전략

| | |
|------------------------------------|-----|
| 01 발전 목표 및 추진 전략 방향 | 165 |
| 1.1 SWOT 분석을 통한 내·외부 환경분석 | 165 |
| 1.2 Cross-SWOT 분석 및 전략 방향 수립 | 166 |
| 02 추진전략 체계 | 168 |
| 2.1 정책 비전 및 목표 | 168 |
| 2.2 전략 체계 | 170 |
| 2.3 추진 목표 및 미래상 | 171 |
| 2.4 주요 정책수요조사 결과와의 연계성 | 172 |
| 03 전략별 추진계획 | 173 |

V 업무추진 로드맵 및 중기예산 산출

| | |
|--------------------|-----|
| 연차별 로드맵 및 예산 | 219 |
|--------------------|-----|

VI 종합 제언

| | |
|----------------------------------|-----|
| 제2차 기본계획의 실행력 제고를 위한 종합 제언 | 227 |
|----------------------------------|-----|

VII 참고문헌

| | |
|------------|-----|
| 참고문헌 | 231 |
|------------|-----|

VIII 부록

| | |
|--|-----|
| [별첨1] 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획 (‘17~’21) 2022년도 시행계획 | 237 |
| [별첨2] 전략과제 및 실행과제의 전후 비교 | 266 |
| [별첨3] 전략과제 우선순위 선정 방법 | 269 |

표목차

| | | |
|--------|--|----|
| 〈표 1〉 | 1차 기본계획 실적 분석 및 진단 | 15 |
| 〈표 2〉 | 디지털 관측 이래 국내 규모 5이상 지진 발생 현황 | 22 |
| 〈표 3〉 | 9.12 경주 지진 및 11.15 포항 지진 비교 | 23 |
| 〈표 4〉 | 세계 지진 발생 현황 (2000~2020) | 25 |
| 〈표 5〉 | 1900년 이후 비용 순 전세계 지진 발생 현황 | 26 |
| 〈표 6〉 | 인명피해가 큰 전세계 지진 발생 현황 | 27 |
| 〈표 7〉 | 국내 지진해일 발생 | 27 |
| 〈표 8〉 | 유사 이래 관측되었던 지진해일 중 주요 지진해일 | 28 |
| 〈표 9〉 | 최근 5년(2017~2021)간 발생한 지진해일 중 주요 지진해일 | 29 |
| 〈표 10〉 | 1900년 이후 비용 순 전세계 지진해일 발생 현황 | 30 |
| 〈표 11〉 | 백두산 분화 횟수 및 연도 | 31 |
| 〈표 12〉 | 최근 5년(2017~2021)의 화산분화 통계 | 31 |
| 〈표 13〉 | 지난 30년간의 화산 분화 통계 | 32 |
| 〈표 14〉 | 20~21세기의 주요 화산 분화 및 인명피해 현황 | 34 |
| 〈표 15〉 | 1900 이후 전세계 화산 피해규모(비용) 현황 | 34 |
| 〈표 16〉 | 주요국의 정책 대응 및 투자 현황 | 36 |
| 〈표 17〉 | 문재인 정부 국가비전-5대 국정목표-20대 국정전략 | 37 |
| 〈표 18〉 | 국정운영 5개년 계획 중 기상청관련 실천과제 | 38 |
| 〈표 19〉 | 한국판 뉴딜 10대 대표과제 | 41 |
| 〈표 20〉 | 과학기술정보통신부 과학기술 미래전략 2045 단계별 전략 | 42 |
| 〈표 21〉 | 제3차 국가기후변화 적응대책 중 기상청 유관과제 | 43 |
| 〈표 22〉 | 재난유형별 위기관리 매뉴얼 종류 | 44 |
| 〈표 23〉 | 관련 부처별 지진, 지진해일 및 화산 재난 위기대응 주요임무 | 46 |
| 〈표 24〉 | 지진재해 단계 및 부처별 세부업무 | 48 |
| 〈표 26〉 | 지진 관련 주요 법령 개정 현황 | 53 |
| 〈표 25〉 | 최근 5년간 국내 지진 정책 | 53 |
| 〈표 27〉 | 최근 5년간 국내 지진해일 정책 | 55 |
| 〈표 28〉 | 국내 화산 정책 | 57 |
| 〈표 29〉 | 성과관리 전략계획(2017~2021) 지진, 지진해일 관련 전략 구성 | 61 |
| 〈표 30〉 | 성과관리 전략계획(2017~2021) 지진, 지진해일 관련 전략 추진내용 | 62 |
| 〈표 31〉 | 화산재 피해경감 종합대책 분야별 세부과제 및 주관기관 | 63 |
| 〈표 32〉 | 2019~2021년 행정안전부 재난부문 사업 분류 | 64 |

| | |
|---|-----|
| 〈표 33〉 2019~2021년 행정안전부 단위사업별 예산 분석 | 65 |
| 〈표 34〉 제2차 국가해사안전기본계획(2017~2021) 지진, 지진해일 관련 전략 구성 | 66 |
| 〈표 35〉 제2차 국가해사안전기본계획(2017~2021) 지진, 지진해일 관련 전략 추진 내용 | 66 |
| 〈표 36〉 제5차 국토종합계획 실천계획(2021~2025) 지진, 지진해일 관련 전략 구성 .. | 67 |
| 〈표 37〉 제3차 국가 기후변화 적응대책(2021~2025) 중 국가 지진, 지진해일, 화산 관련 전략 | 68 |
| 〈표 38〉 NEHRP의 중장기 전략 내 중점과제 및 세부과제 내용 | 70 |
| 〈표 39〉 USGS 자연재해 중장기 전략의 상세 내용 | 70 |
| 〈표 40〉 전국 지진 정보센터 2019~2023 전략 계획의 목표 | 71 |
| 〈표 41〉 2004~2008년 USGS의 화산 관련 전략 목표 | 72 |
| 〈표 42〉 NOAA의 지진해일 프로그램 중장기 전략 내 미션 및 비전 | 72 |
| 〈표 43〉 NOAA의 지진해일 프로그램 중장기 전략의 목표 | 73 |
| 〈표 44〉 NOAA의 국가 지진해일 피해경감 계획 내 미션 및 비전 | 73 |
| 〈표 45〉 NOAA의 국가 지진해일 피해경감 계획 (2018~2023)의 주요 목표 및 세부 목표 | 73 |
| 〈표 46〉 USGS의 지진재해 프로그램의 2017~2020 실 예산 및 2021년 요구 예산 .. | 74 |
| 〈표 47〉 USGS의 화산재해 프로그램의 2017~2020 실 예산 및 2021년 요구 예산 .. | 75 |
| 〈표 48〉 NOAA/NWS 지진해일 경보 프로그램의 최근 5년간의 예산 추이 | 75 |
| 〈표 49〉 NEHRP의 2021년도 예산안 | 76 |
| 〈표 50〉 2017~2020년 기준 구성기관별 NEHRP 예산 | 76 |
| 〈표 51〉 사업 규모 목표 | 79 |
| 〈표 52〉 2018~2021 지진·지진해일·화산 관련 사회언론 기사 키워드 목록 | 87 |
| 〈표 53〉 코로나 이후 미래사회 전망 | 89 |
| 〈표 54〉 지진 및 화산활동 관련 자연재난 예방산업 | 94 |
| 〈표 55〉 지진 조기경보와 On-Site 경보의 장단점 비교 | 100 |
| 〈표 56〉 국내 지진해일 관측자료 표출 현황 | 101 |
| 〈표 57〉 국내 지진해일 특보종류 | 101 |
| 〈표 58〉 지진방재 R&D 현황 | 102 |
| 〈표 59〉 화산 통보 발표 기준 | 103 |
| 〈표 60〉 중국지진국 관측소 구축 현황 | 109 |
| 〈표 61〉 감시 분류에 따른 사용기기 목록 | 116 |

표목차

| | |
|--|-----|
| 〈표 62〉 중국 내 화산관측소별 관측설비 운영현황 | 118 |
| 〈표 63〉 특허검색 대상 지역 및 기간 | 120 |
| 〈표 64〉 특허 출원시기 구간 설정 | 120 |
| 〈표 65〉 지진·지진해일·화산 기술 체계 | 120 |
| 〈표 66〉 지진·해일·화산 기술분야 국적별 출원 점유율, 피인용 지수, 시장확보율 | 121 |
| 〈표 67〉 지진·해일·화산 기술분야 주요 출원인 및 주력 분야 | 122 |
| 〈표 68〉 제1차 기본계획 전후의 지진 주요 개선 실적 비교 | 124 |
| 〈표 69〉 제1차 기본계획 전후의 지진해일 개선 실적 비교 | 124 |
| 〈표 70〉 제1차 기본계획 전후의 화산 개선 실적 비교 | 125 |
| 〈표 71〉 KISTEP 기술수준평가 추진 근거 | 126 |
| 〈표 72〉 KISTEP 기술수준평가 개요 | 126 |
| 〈표 73〉 한국 재난 전주기 정보통신체계기술수준 판단 근거 | 127 |
| 〈표 74〉 한국 자연재해 감시·예측·대응 기술 판단 근거 | 128 |
| 〈표 75〉 국립재난안전연구원 기술수준평가 개요 | 130 |
| 〈표 76〉 지진 정보 수신 후 취한 조치/행동 | 134 |
| 〈표 77〉 2018년 지진조기경보 사용자 워크숍 질의응답 | 136 |
| 〈표 78〉 2019년 지진조기경보 사용자 워크숍 질의응답 | 136 |
| 〈표 79〉 주요개선 의견 | 137 |
| 〈표 80〉 국민생각함 국민 의견 정리 | 138 |
| 〈표 81〉 수요 그룹별 니즈 도출 | 140 |
| 〈표 82〉 상위 정책과 부합한 최종 니즈 도출 | 141 |
| 〈표 83〉 제3차 기상업무발전 기본계획 개요 | 145 |
| 〈표 84〉 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획 (2017~2021) 전략 구성 | 146 |
| 〈표 85〉 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획 전략 구성 | 147 |
| 〈표 86〉 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획 (지진 관련 전략) | 147 |
| 〈표 87〉 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획 (지진해일 관련 전략) | 148 |
| 〈표 88〉 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획 (화산 관련 전략) | 149 |
| 〈표 89〉 기상청 지진화산국 부서별 주요업무 | 153 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 〈표 90〉 2020년 지진화산국 주요업무 추진성과 | 154 |
| 〈표 91〉 2017~2021년 지진화산국 보유인원 분석 | 156 |
| 〈표 92〉 지진화산국 주요사업 | 158 |

그림목차

| | | |
|---------|---------------------------------------|-----|
| 〈그림 01〉 | 국내 지진 발생 추이 | 21 |
| 〈그림 02〉 | 진앙분포도 | 22 |
| 〈그림 03〉 | 전세계 지진 발생 현황 | 24 |
| 〈그림 04〉 | NOAA 세계 해양 열 함유량 추이 | 24 |
| 〈그림 05〉 | 유사 이래 지진해일이 가장 많이 관측된 국가 | 29 |
| 〈그림 06〉 | 최근 5년간 관측된 연도별 화산분화 발생빈도 | 32 |
| 〈그림 07〉 | 한국판 뉴딜 구조와 추진체계 | 40 |
| 〈그림 08〉 | 재난대응 절차 및 프로세스 | 45 |
| 〈그림 09〉 | 행정안전부 재난관리 부문 연도별 예산(2019년~2021년) | 64 |
| 〈그림 10〉 | 해양수산부 지진·지진해일 관련 연도별 예산 (2017년~2021년) | 67 |
| 〈그림 11〉 | 국토교통부 지진·지진해일 관련 연도별 예산 (2017년~2021년) | 68 |
| 〈그림 12〉 | 관계부처 합동 지진·지진해일 관련 연도별 예산 | 69 |
| 〈그림 13〉 | 일본 방재기본계획의 구성 및 체계 | 77 |
| 〈그림 14〉 | 중국의 지질과학 관련 부처 및 산하 기관 | 81 |
| 〈그림 15〉 | 대만 지질과학관련 부처 | 84 |
| 〈그림 16〉 | 지진·지진해일·화산 분야 키워드별 분포도 | 88 |
| 〈그림 17〉 | 삼척항 지진해일 침수방지시설 조감도 | 91 |
| 〈그림 18〉 | 지진해일 침수방지시설 게이트 거치 광경 | 91 |
| 〈그림 19〉 | 국내 지진관측망도 | 98 |
| 〈그림 20〉 | 거리에 따른 지반진동의 감쇠 분포도(예시) | 99 |
| 〈그림 21〉 | 지진 조기경보 체제와 On-Site 경보 체제 | 99 |
| 〈그림 22〉 | 지진·화산 통보체계도 | 104 |
| 〈그림 23〉 | 미국의 연도별 지진 관련 특허 공고 수 | 105 |
| 〈그림 24〉 | 일본의 연도별 지진 관련 특허 공고 건 수 | 107 |
| 〈그림 25〉 | 미국의 연도별 지진해일 관련 특허 공고 건 수 | 112 |
| 〈그림 26〉 | 일본의 연도별 지진해일 관련 특허 공고 건 수 | 113 |
| 〈그림 27〉 | USGS의 화산감시 방식 및 사용 장비 일람 | 115 |
| 〈그림 28〉 | 일본기상청의 화산재해 방재관련 대처 프로세스 | 117 |
| 〈그림 29〉 | 지진·해일·화산 기술분야 구간별 출원 현황 | 121 |
| 〈그림 30〉 | 지진·해일·화산 기술분야 특허기술력 및 연구 활동도 | 123 |
| 〈그림 31〉 | 주요국 대비 한국 재난 전주기 정보통신체계기술수준 | 127 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 〈그림 32〉 | 주요국 대비 한국 재난 전주기 정보통신체계기술 활동력(좌) 및 기술력(우) | 128 |
| 〈그림 33〉 | 주요국 대비 한국 자연재해 감시·예측·대응 기술 수준 | 129 |
| 〈그림 34〉 | (좌)모니터링, 탐색 및 감지 (중)위험요소별 피해시나리오 (우) 재난안전 예경보 | 130 |
| 〈그림 35〉 | (좌)규모와 진도의 차이점 인지 수준 (우)경주,포항 수준의 지진 재발 가능성 인식 | 133 |
| 〈그림 36〉 | (좌)우리나라 지진 위험 수준 인식, (우)우리나라 지진 대비 수준 인식 | 133 |
| 〈그림 37〉 | (좌)지진조기경보 서비스 정확성 VS 신속성 (우)지진 정보 수신 속도 | 134 |
| 〈그림 38〉 | 진도 정보 서비스 수신 경험 | 135 |
| 〈그림 39〉 | 진도 표기 방식 선호 비율 | 135 |
| 〈그림 40〉 | 기상청 지진·지진해일·화산 관련 연도별 예산 (2017년~2021년) | 150 |
| 〈그림 41〉 | 기상청 지진·지진해일·화산 관련 사업별 예산 (2017년~2021년) | 150 |
| 〈그림 42〉 | 기상청 지진·지진해일 관측망 관련 사업별 예산 (2015년~2019년) | 151 |
| 〈그림 43〉 | 기상청 조직도 | 152 |
| 〈그림 44〉 | 2021년 지진화산국 주요업무 추진전략 및 계획 | 155 |
| 〈그림 45〉 | 지진화산국 지진관측망 확충 및 운영 예산 그래프 | 158 |
| 〈그림 46〉 | 지진화산국 지진조기경보시스템 구축 및 운영 예산 그래프 | 159 |
| 〈그림 47〉 | 지진화산국 지진연구(R&D) 예산 그래프 | 159 |
| 〈그림 48〉 | 종합적 분석을 통한 핵심가치 키워드 및 전략 방향성 | 162 |
| 〈그림 49〉 | Cross-SWOT 분석결과 및 전략적 방향성 도출 | 167 |

제2차

지진·지진해일·화산의

관측 및 경보에 관한 기본계획 연구

기본계획의 개요

- 01 추진 배경
- 02 계획의 성격 및 범위
- 03 추진 경과



제2차 **지진·지진해일·화산**의 관측 및
경보에 관한 기본계획 연구

The second master plan about observa-
tion and warning of earthquake, tsunami
and volcano

01 추진 배경

1.1 필요성

● 국민의 안전과 생명을 지키는 안심사회 구축을 최우선 국정과제로 정립

- 기후변화 등 전 지구적 위기 해결, 환경위험의 적극 대응 및 국가재난관리체계 확립을 위한 지속가능발전 거버넌스 재정립
- “위기 대응을 위한 과학기술 역량을 강화하고, 경제 회복, 선도국가 도약, 포용 혁신을 위한 연구개발(R&D) 투자 확대 및 강화”의 국가 R&D 투자전략 수립
- 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획」은 지진업무 관계 중앙행정기관과 협의하여 수립·시행하는 국가 법정 계획으로 신속·효율적 대응을 위해 범부처 연계를 통한 재난 대응체계 수립 필요

● 발생과 함께 대규모 피해를 동반하는 지진·지진해일·화산에 대해 체계적인 대응전략으로 재난 대응력 강화

- 국내 지진 발생 및 주변국의 여진 등에 의한 지진 2차 피해로 더는 한반도가 지진 안전지대가 아니라는 국민적 불안감에 따라 대국민 맞춤형 이해확산을 통한 국민 인식 제고 필요
- 발생 예측이 어려운 지진 재해 특성상 초동대응이 중요하기에 신속한 초기 대응을 위한 관측 및 경보체계의 선진화 및 체계화가 중요
- 지진·지진해일 기술 선도국인 미국, 일본 등은 지역사회 전반에 대한 영향 이해 개선 및 피해 경감을 위한 계획을 수립하고 지진에 대한 기초분야부터 응용 분야까지 폭넓은 연구 진행

● 코로나 여파로 재난재해 일상화 및 비대면 환경조성에 따른 디지털 전환 가속화

- 글로벌 유관기관·주요국의 전략/계획에 따라 각국은 신 기후체제 출범, 차세대 고해상 전지구시스템모델 개발, ICT 기술 접목 등 기상전략 및 계획 수립
- 미국 바이든 정부는 AI·5G·바이오, EU는 AI, 중국은 5G 등 전 세계적으로 혁신기술 개발을 위해 투자 확대
- 전 세계적 디지털화에 따른 신기술 발전으로 지구시스템의 관측·예측 미래기술기반 서비스 강화 전략 필요

● 범정부 차원의 중장기 지진·지진해일·화산의 기본계획 수립

- 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획이 2021년에 종료됨에 따라 제2차 기본계획의 수립을 통해 향후 5년간의 정책 기본방향 및 분야별 세부계획 수립 필요

1.2 목적 및 법적 근거

● 목적

- 국가 지진·지진해일·화산 관측 및 경보업무의 선진화를 통해 지진·지진해일·화산 재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호

● 법적 근거

- 「지진관측법」에 따른 지진 관련 관측 및 경보 분야의 법정 계획으로서 범정부 차원의 중장기 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획」을 5년마다 수립 필요

지진관측법 제4조 제1항

기상청장은 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

- 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(17.4.)을 연계하고 정책발전이 필요한 부분을 개선·보완한 법정 계획 수립

02 계획의 성격 및 범위

2.1 성격

- 제1차 기본계획을 바탕으로 향후 5년간의 지진·지진해일·화산 정책을 종합하고 체계화하는 법정 계획
 - (기간) 제2차 기본계획 : 2023년 ~ 2027년

2.2 범위

- 국내·외 지진·지진해일·화산 정책 분석 및 미래 정책 방향 제시
- 다음 사항들을 포함한 세부 추진과제 등 도출 (지진관측법 제4조 제2항)
 - 지진·지진해일·화산의 국내외 현황과 전망
 - 지진조기경보체제 구축 운영
 - 지진·지진해일·화산의 관측·분석에 관한 기술개발
 - 지진·지진해일·화산 분야의 전문인력 양성
 - 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보 기반 확충
 - 지진·지진해일·화산 분야의 기술발전을 위한 국내외 협력
 - 지진·지진해일·화산의 자료 관리

2.3 주요 내용

- 지진·지진해일·화산 업무에 관한 5개년 동안의 정책 기본 방향과 이를 통해 달성하고자 하는 정책목표 제시
- 관측·분석·전달/통보 분야와 관련 기술개발, 대국민 신뢰도 제고를 위한 이해확산 및 국제적 공동대응을 위한 국제협력 방안 등 분야별 추진계획 수립

03 추진 경과

3.1 관측 및 경보에 관한 기본계획 수립 경과

- 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률('15.1.) 시행
- 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2017~2021)('17.4.) 수립
- 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률('21.1.) 개정
- 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 제2차 기본계획 수립을 위한 정책연구 추진에 대한 국민 의견수렴('21.3.)

3.2 지진·지진해일 및 화산 관련 계획수립 경과

● 지진·지진해일 및 화산 관측망 종합계획 수립

- 지진 및 지진해일 관측망 종합계획(2010~2014년) 수립('10.7.) (기상청)
- 지진 및 지진해일 관측망 종합계획(2015~2019년) 수립('15.7.) (기상청)
- 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획(2020~2024년) 수립('20.6.) (기상청)

● SAFE 비전, 지진방재 종합계획 수립

- 「SAFE 비전 2012」 수립(2008~2012년) ('07.12.) (기상청)
- 「SAFE 비전 2020」 수립(2013~2020년) ('11.12.) (기상청)
- 제1차 지진방재 종합계획 수립(2015~2019) ('16.12.) (前 국민안전처/ 現 행정안전부)
- 제2차 지진방재 종합계획 수립(2019~2023) ('18.11.) (행정안전부)

● 화산재 피해경감 종합대책 수립

- 화산재 피해경감 종합대책(2017-제2차 화산재 피해경감 종합대책 수립) ('17.3.) (前 국민안전처/ 現 행정안전부)

3.3 관련 계획 간 연계 방향

- 기상청 소관 법정 계획인 '제3차 기상업무발전 기본계획'과의 정합성·연계성 유지
- 「지진·화산재해대책법 제5조」에 따른 '지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합 계획(2020~2024년)'과 연계
- 범부처 지진, 지진해일, 화산 관련 계획과의 유기적 연계
 - 제1차 지진방재 종합계획(2015~2019)
 - 제2차 지진방재 종합계획(2020~2023)
 - 화산재 피해경감 종합대책

제2차

지진·지진해일·화산의

관측 및 경보에 관한 기본계획 연구



그간의 성과

01 제1차 기본계획 실적 점검

02 제1차 기본계획의 시사점 및 향후 추진 방향





제2차 **지진·지진해일·화산**의 관측 및
경보에 관한 기본계획 연구

The second master plan about observa-
tion and warning of earthquake, tsunami
and volcano

01 제1차 기본계획 실적 점검

1.1 최적의 관측망 구축

1.1.1. 지진, 지진해일 관측망 구축 및 운영

- 국가 지진·지진해일 관측망 조밀도 향상을 위한 장비 및 관측소 교체·신설
 - '21년 국가 지진관측소(기상청(280개소) 및 유관기관(79개소)) 총 359개소 확충 및 관측소 조밀도 16.7km 확보
 - '21년 12월 기준 기상청 관할 국가 지진관측소 총 280개소로 운영 예정
- 신속한 정보 전달을 위한 지진조기탐지 가능 영역 확대
 - '16년에 비해 '21년 지진조기탐지(5초 이내) 영역 비율이 20%에서 86%로 약 4배 이상 증가
- 주변국의 실시간 관측자료 공유를 통한 공조체계 확보
 - 한반도 지역 및 주변 해역에서 발생하는 지진 대응을 위해 미국, 일본, 중국의 지진관련 기관과의 협약을 통해 지진관측자료 교환 등의 협력
 - ※ 일본 지역(54개소), 중국 지역(5개소), 미국 GSN 관측망 등

1.1.2. 화산·지구물리 감시체계 구축 및 운영

- 한반도 화산·화산재 감시 체계 구축 및 운영 기반 조성
 - 웹기반 화산재 확산 예측모델*의 현업운영 체계 개선('17.6.)
 - * HYSPLIT(미국 해양대기청 NOAA에서 개발한 확산예측모델)
 - 백두산 화산활동 감시 목적의 인공위성 자료 수집체계* 구축('18.12.)
 - * Sentinel-1의 위성 자료 6일 간격 자동 수집(유럽항공우주국에서 무료 배포)
 - 화산재 확산 예측 정보를 이용한 화산 특·정보 기준 설정('20.7)
- 인공지진 및 화산 감시를 위한 지구물리 관측망 구축 및 운영
 - 청양 지구자기관측소 및 GNSS 관측망 구축·운영
 - 공중음파 관측소 3개소(연천, 파주, 교동도) 신설('19) 및 1개소(양구) 교체('20)

1.2 통합적인 정보관리 체계 확립

1.2.1. 통합적인 정보관리를 위한 기반 조성 및 운영

- '21년 8월 기준 기상청과 유관기관* 합하여 국내 지진관측소 총 691개소 설치·운영
 - * 유관기관 : 한국지질자원연구원, 한국원자력안전기술원, 한국수자원공사, 한국농어촌공사, 한국전력공사, 한국수력원자력, 한국가스공사 총 7기관
 - '16년 대비 '21년 8월 기준 지진관측기관 자료 수집 대폭 증가
 - * 관측자료 수집 : '16년 - 223개소 / '21년 - 662개소
- 국가지진종합정보시스템(NECIS) 자료수집 및 통합관리 고도화
 - Open API방식 국가지진종합정보시스템 지진관측자료 제공체계 구축('20.12.)
 - 국가지진종합정보시스템 메뉴 정비, 지진자료 처리·표출 등 기능 개선('18~'20)

1.2.2. 국가적인 품질관리 체계 확보

- 국가적 품질관리 체계 구축 및 품질분석 수행
 - '19년에서 '20년에 걸친 국가지진자료 품질관리 체계(I, II) 구축 후 '21년 실시간 국가지진자료 품질관리시스템 정식 운영
 - 기상청 및 유관기관 지진관측자료 품질분석 수행('17~'21)
- 관측장비 성능 기준 설정 및 검정 체계 마련
 - 「지진해일 관측장비 성능규격」 개정('20.8.), 「지진 관측 장비의 성능 규격」 개정('21.4.), 검정체계 구축 및 시행('21.2.)

1.3 분석기술의 고도화

1.3.1. 신속, 정확도 향상을 위한 분석 기술 개발

- 지진조기경보 운영 성능 향상을 위한 개선
 - 지진조기경보 소요시간 단축: ('15.1.)50초 이내 → ('17.7.)15~25초 → ('18.11.)7~25초 → ('21.7.)5~10초
 - 지진속보 발표시간 또한 단축: ('15.1.)120초 이내 → ('17.7.)60~100초 → ('19.10.)20~40초
 - 지진조기경보 기술개발을 통해 조기경보 대상 영역 확대
 - * 대마도 등 큐슈 해역, 북한지역(평양 이남지역)
 - 3가지 기법을 조합한 다중분석 알고리즘* 기술 개발로 지진조기경보 발표시간 단축('20)
 - * ElarmS, RT-Loc, binder_MAXEL 위치결정 알고리즘 활용

- 한반도 지진학적 특성 반영 자연지진 신규 규모식 개발 연구('17~'18) 및 현업 운영('19.6)
- 지진해일 특정보 개선
 - 지진해일 피해가 예상되는 경우 지진조기경보 시스템과 연계하여 지진해일 특보 발표 시 2단계로 구분된 지진해일 특보(주의보, 경보)에 '지진해일 정보'를 신설하여 3단계로 세분화된 지진해일 특정보 개선

1.3.2. 지역별 지진동 영향정보 서비스 체계 구축 및 운영

- 지진동 영향 정보 전달을 위한 정량화 기술 개발
 - 한국형 진도 등급 재설정 기준 적용('18.10.)
 - 지진동 영향에 대한 대국민 '진도정보 서비스'정식 실시('18.11.)
 - 실제 체감 진동 영향 반영한 진도산출 기술 개선('20.8)
- 기상청 날씨알리미(Push App)을 통한 수요자 맞춤형 지진정보서비스 제공('20)
 - 지진정보 알림, 상세지진정보, 사용자 위치 지진파예측 도달시간 및 예상진도 등 제공
- 지진분석정보 종류 확대
 - 지진 발생 시 지진 규모, 발생 시각, 발생 위치 3개 발표 → 예상·계기 진도, 최대지반가속도, 깊이, 불확도(위치, 규모), 단층면해(정단층, 역단층, 주향이동 단층), 단층선, 지진발생 통계 등 11개 발표로 지진 분석 정보 종류 확대

1.4 신속한 전달체계와 정보활용의 극대화 실현

1.4.1. 정보 전달체계 구축 및 운영

- 신속한 정보 전달을 위한 지진 긴급재난문자(CBS) 시스템 개선
 - 지진 긴급재난문자(CBS), 기상청 직접 발송체계로 전환('18.6.)
 - 지진재난문자 운영규정 개정 및 지진재난문자 송출영역 확대 적용('19.7.)
- 대국민 전달매체 다양화를 통한 전달체계 강화
 - 유관기관과 기상청 지진통보시스템 간 직접연계 확대
 - 학교대상 지진정보연계 시범서비스로 지진발생 시 학교 내 방송시스템으로 자동음성 대피안내 실시
* 연계 기관/학교 누적수: '16(3/0개) → '17(13/5개) → '18(24/5개) → '19(33/32개) → '20(46/90개) → '21(53/145개 예정)
 - 기상청 날씨알리미(Push App), 사용자 맞춤형 지진정보 웹페이지, YouTube 실시간 방송을 활용한 실시간 지진감지영상 온라인 서비스 제공 등 전달 매체 13개* 확보
* 기상청 홈페이지, TV 자막, 트위터, 페이스북, 131ARS, 재난문자(CBS), LINE, NAVER 포털, 라디오, BIS, DAUM포털, 기상청 날씨알리미(푸시앱), 유튜브
- 이동통신 기지국(8,000여 개)의 관측자료 활용한 지진분석 기술 연구 추진

1.4.2. 지진 정보 활용의 극대화

- 기상청과 재난유관기관과의 지진조기경보 시스템 직접연계 확대*를 통해 주요 기반시설 정보전달시스템 구축 및 운영('17~)
 - * 중앙행정기관(5개), 광역시도(11개), 기초 지자체(7개), 교육청(8개), 재난관리 책임기관(15개), 기타(4개) 등 총 50개 기관과 연계('21.9월 기준)
 - 직접연계 이후 재전파 용이한 확장연계모듈 시범서비스 추진('19~'20)
 - 지진조기경보 사용자 워크숍 개최('17~'19)

1.5 미래대비 업무 발전 기반 조성

1.5.1. 미래 대비 R&D 기술 개발

- 지진·지진해일·화산 원천 기술 개발
 - 「한반도 지하 단층·속도구조 통합 모델 개발」사업 추진('18~'21)
 - 실제 지진 분석에 기반한 동해 지진해일 예측 알고리즘 개발('18)
 - 화산재 전문 활용 분출율 개선 및 영역확장을 통한 화산재 확산 예측모델 개선('20)
- 효과적 R&D 투자 및 관리를 통한 핵심 기술개발 및 국가 경쟁력 확보
 - On-site 경보를 위한 지진정보 추정 및 판정 기법 연구('18~'20)
 - 인공지능 기술을 활용한 지진감지업무 적용기술 연구('18~'20)
 - 인공지능 기술을 활용한 가상 지진이벤트 생성 기술 연구 착수('21)

1.5.2. 전문역량 향상 및 행정제도 체계 강화

- 법령 및 제도 정비 추진
 - 「지진화산 업무규정」개정('17.3)
 - 「지진 재난문자방송 운영규정」개정('18.5., '20.4.)
 - 「지진관측법」개정('19.11.)
 - 지진 관측 장비 검정제도 운영을 위한 행정규칙 제정
- 지진·지진해일·화산 전문인력 양성 및 교육·홍보
 - 지진, 화산 분야별 특화연구센터* 지정 및 운영
 - * 지진특화연구센터('17.7.15~'19.12.31/경북대), 화산특화연구센터('18.4.1~'26.12.31/ 부산대)
 - 내부 전문인력 육성 체계 강화
 - 관련 정부부처·지자체·유관기관 대상 교육·홍보 영상 송출
 - 초·중등 학생, 교사, 방재담당자 대상 교육 및 홍보콘텐츠 제작

▶ <표 1> 1차 기본계획 실적 분석 및 진단

| 전략 분야 | 실천 방향 | 5년 후의 모습 | 주요 실적 | 진단* |
|-----------------|---|---|---|-----|
| 최적의 관측망 구축 | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기경보 관측망 조기 구축 국내 관측자료 실시간 공유 확대 주변국과의 관측자료 공조체계 확보 | <ul style="list-style-type: none"> 관측망 조밀도 향상 : 22km(16) ⇒ 18km(18~) | <ul style="list-style-type: none"> 관측망 조밀도 향상 : 22km(16) ⇒ 16.7km(21.6) | ● |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기탐지(5초 이내) 가능 영역 확대 <ul style="list-style-type: none"> * 내륙기준 면적비율 : 20%(16) ⇒ 90%(21) | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기탐지(5초 이내) 가능 영역 확대 <ul style="list-style-type: none"> * 내륙기준 면적비율 : 20%(16) ⇒ 86%(21) | ● |
| 통합적인 정보관리 체계 확립 | <ul style="list-style-type: none"> 국가지진종합정보시스템을 활용한 국내외 자료수집, 모니터링 체계 확보 관측시설, 관측환경, 관측장비 성능에 대한 기준설정 및 표준화 자료공유 및 활용 활성화 추진 | <ul style="list-style-type: none"> 관측환경, 장비, 자료 등의 품질관리 체계 정립 | <ul style="list-style-type: none"> 국가지진자료 품질관리 체계 구축으로 기상청 및 유관기관 지진관측자료 품질분석 수행 | ● |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 국내 유관기관의 지진자료 공유·활용 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 수신률 : 51%(16) ⇒ 90%(21) | <ul style="list-style-type: none"> 기상청 및 지진관측기관에서 구축·운영 중인 전체 691개소(21.8) 중 662개소 자료 수집(95.8%) | ● |
| 분석기술의 고도화 | <ul style="list-style-type: none"> 신속한 지진조기경보를 위한 운영 성능 개선 지진동 영향정보 서비스체계 구축 및 운영 지진 정밀 관측·분석을 통한 상세정보 산출 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기경보 발표시간 단축 : 50초(16) ⇒ 7~25초(18~) | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기경보 발표시간 단축 : 50초(16) ⇒ 5~10초(21~) | ● |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 지진정보 서비스 패러다임 전환 : 규모기반(16) ⇒ 진도기반(19~) | <ul style="list-style-type: none"> 진도정보 제공(19~) 및 진도기반 발표기준 일부도입(21)을 통해 지진정보 서비스 패러다임 전환 추진 | ● |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 지진분석정보 종류 확대 : 3개(16) ⇒ 10개(21~) | <ul style="list-style-type: none"> 지진분석정보 종류 확대 : 3개(16) ⇒ 11개* 이상 <ul style="list-style-type: none"> * <진진 규모, 발생시간, 발생위치> + 예상·계기진도, 최대지반가속도, 깊이, 불확도(위치, 규모), 단층면해(정단층, 역단층, 주향이동 단층), 단층선, 지질도, 지진발생 통계 등 지진분석 불확도 개선 : 2.49Km(18) → 1.55Km(20) | ● |

| 전략 분야 | 실천 방향 | 5년 후의 모습 | 주요 실적 | 진단* |
|------------------------|---|--|---|---|
| 신속한 전달체계와 정보화용의 극대화 실현 | <ul style="list-style-type: none"> 지진전달매체 다양화를 위한 전달매체 대상 확정 국가 주요기반시설에 대한 현황조사 및 전달 우선순위 구분 정보전달을 위한 기술공유 및 시스템 연계 추진 | <ul style="list-style-type: none"> 대국민 전달매체 다양화 : 7개('16) ⇒ 12개('19~) 지진재난정보 직접 전달 가능성 확대 * 직접전달 가능 인구 비율 : 82%('16) ⇒ 95%('21) 지진 관련 영향정보 생산 및 주요 기반시설에 대한 신속 정보제공 서비스 | <ul style="list-style-type: none"> 대국민 전달매체 다양화 : 7개('16) ⇒ 13개('21~) 긴급재난문자 송출시스템(CBS), 유튜브, 지자체 재난경보시스템, 홈페이지, 131ARS, 직접연계 등 13개('21~) 매체 활용 직접연계기관 : 47개 기관 58개 시스템 지진재난정보 가상정 직접 전송체계 구축('18) * 직접전달 가능 인구 비율 : 82%('16) ⇒ 94%('21.5) * CBS 가능 휴대전화 회선 비율로 추정 | ● |
| | 미래대비 업무발전 기반 조성 | <ul style="list-style-type: none"> 내부 전문역량 향상을 위한 교육체계 강화 및 외부 인력 양성체계 마련 효율적 R&D 투자 및 관리 정책 마련 국가 주도의 현안 연구프로젝트 발굴 및 연구 활성화 정책 마련 법제정비 및 행정지원체계 강화 | <ul style="list-style-type: none"> 지진 분야 내부 전문인력 양성체계 강화 및 외부 전문 인력풀 확대 * 지진 분야별 특화 전문연구기관 : 0개('16) ⇒ 3개('21) 한반도에 적합한 차세대 지진조기분석 기술개발 등 핵심 원천기술 개발 효과적 정책 발굴·협력·확산을 위한 행정기반 강화 | <ul style="list-style-type: none"> 지진, 화산 특화센터 운영 및 지진 분야 내부 전문인력 양성 교육 매년 1~2회 진행 * 지진 및 화산 분야별 특화 전문연구기관 : 0개('16) ⇒ 2개('21) <ul style="list-style-type: none"> - 지진특화센터('17~'19), 화산특화센터('18~) 한반도 지하 단층구조 연구, 현장경보, 인공지능 활용 기술 개발 등 차세대 핵심 기술 개발 추진 중 지진관측장비 검증 및 재난문자방송 가상정 직접 운영을 위한 법·제도 정비 지진과학 및 지진정보에 대한 이해 확산 및 인식 개선 |

※ 빨강 - 미흡, 노랑 - 보통, 초록 - 우수로 진단했으며 빨강은 목표량 미달성, 노랑은 목표량을 달성하지 못했지만 추진, 초록은 목표량 달성을 의미

02 제1차 기본계획의 시사점 및 향후 추진 방향

2.1 제1차 기본계획의 한계점 및 시사점

● 지진

- 국내 지진 발생 및 피해 사례로 인해 1차 기본계획에 지진 분야 추진전략이 많은 비중을 차지하였고 이는 국내 지진 발생에 따른 직접적 계획수립과 실행력이 가능했던 것으로 판단됨
- 인구밀도, 지진 위험성 등을 고려한 차별화된 관측망 강화 계획 필요
- 관측 환경과 시설에 대한 품질관리 체계 개선을 통한 관계기관 관측자료 활용방안 마련 필요
- 한반도 맞춤형 지진 진도 정보 생산 기반이 마련되었으나 맞춤형 서비스를 위해 보완을 통해 진도기반 서비스 전환이 필요
- 지반, 인구밀도, 시설물 상태 등을 고려한 사회·경제적 지진 영향정보 생산 및 적시 제공체계 마련 필요
- 체계적 내외부 전문인력 양성 및 미래대비 업무발전 기반을 조성할 수 있는 법률 등 행정체계 강화 필요

● 지진해일

- 지진해일 조기탐지를 위한 관측망 확대 및 관측 운영 기술 강화 필요
- 지진해일 관측자료 통합관리 및 분석체계 마련 필요
- 지진해일 관측장비 상태를 감시할 수 있는 시스템 강화 필요
- 실시간 지진해일 예측체계 강화 필요

● 화산

- 국내 화산 직접 관측망 및 화산재·화산가스 등 화산 분출물 관측망·관측체계 강화 필요
- 화산재 및 화산분출물 예측시스템 및 화산분출물 영향정보 강화 필요
- 화산 연구를 위한 전문인력 보강 필요
- 화산에 대한 재난문자방송 송출기준 및 CBS 표준문안 마련 필요

- 통합지진업무시스템에 국내 설치된 화산·화산분출물 측정 장비 관측값 및 해외 설치·운영 중인 화산 관측자료 통합표출 강화 필요
- 화산에 대한 체계적인 범정부 관측체계와 공동연구 체계 강화 필요
- 백두산, 아소산 등 한반도 내·외부의 대형 화산분화 및 분화영향 감시를 위한 중국·북한·일본과의 국제협력 강화 필요
- 화산재 특보기준 정량화에 맞춰 특보 발표·해제의 기준이 될 관측체계 마련 필요

2.2 향후 추진 방향 제안

- 지진관측소 설치 조기 목표 달성했지만 지진조기탐지를 위한 관측소 추가 설치 필요
 - 일부 내륙 및 해안지역, 지진이 자주 발생하는 지역에 지진조기탐지 가능 영역 분포를 확인하여 관측망 확충 계획수립·시행 중임
- 지진조기탐지 가능 영역이 86%로 '16년에 비해 4배 이상 증가했지만, 주요 단층대, 인구밀집도 등 지진위험도와 영향을 고려한 차별화된 관측망 보강 필요
 - 이에 「2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획」에 따라 차별화된 지진관측망 확충 전략을 수립하고 추진 중임
- 국가지진자료 품질관리 체계는 관측환경, 장비 등이 포함된 통합적인 체계로의 개선 필요
 - “2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획”에 따르면 ‘전주기 지진관측자료 통합관리체계 구축 및 품질 관리체계 완성’을 하나의 추진전략으로 수립하여 실행 예정
- 관측자료 수집량은 '16년 대비 두 배 이상 증가하였지만 유관기관의 지진자료 공유 및 활용 확대 필요
- 선진국 수준의 국내 지진조기경보 기술 고도화를 통해 국민의 체감도를 높일 수 있도록 향후 지진 진도정보 서비스로 패러다임 전환 필요
- 지진 관련 영향 정보 제공을 위한 연구와 기술개발 필요
 - 지진 발생 지역의 지반 상태, 건축물 내진 현황 등의 세부적 고려사항 파악 및 영향 정보 제공에 대한 구체적 계획 수립 필요
- 지진 분야 내부 전문인력 양성 프로그램의 성과분석을 통해 향후 내실있는 교육과정 개발 및 시행 필요
- 지진해일 선제적 대응을 위한 조기탐지 및 예측체계 강화 필요
- 범 정부적 화산 재난대응을 위한 관측체계, 예측시스템 및 영향정보 강화 필요

제2차

지진·지진해일·화산의

관측 및 경보에 관한 기본계획 연구



대내외 여건과 수준 진단

- 01 지진·지진해일·화산 발생 현황
- 02 외부 환경 분석
- 03 내부 환경 분석
- 04 종합적 분석을 통한 핵심가치 도출





제2차 **지진·지진해일·화산**의 관측 및
경보에 관한 기본계획 연구

The second master plan about observa-
tion and warning of earthquake, tsunami
and volcano

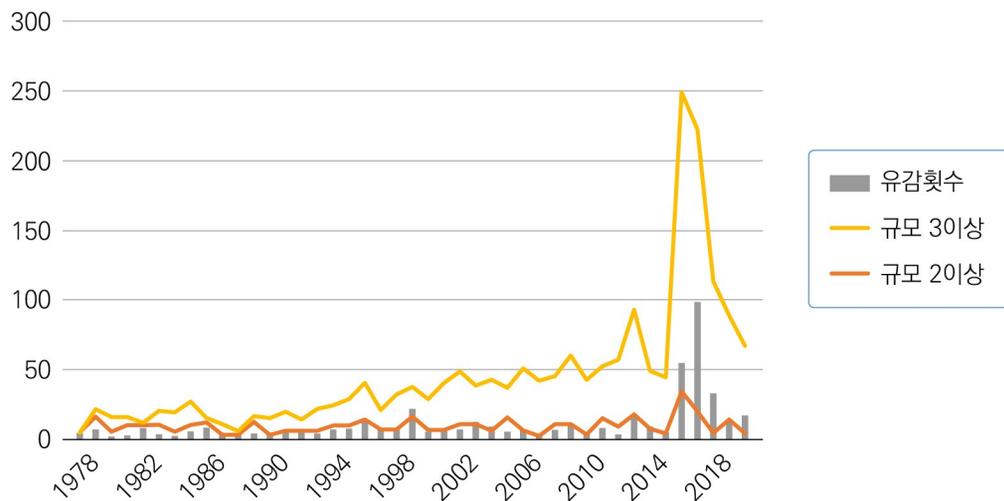
01 지진·지진해일·화산 발생 현황

1.1 지진 발생 현황

● 국내 지진 발생 현황

- 2016년 기준으로 그전보다 지진 발생 횟수(규모 2.0이상)는 평년* 대비 4~5배 증가했으나, 최근의 추세는 경주 포항지진의 영향을 제외하면 예년 수준임.

* 평년(디지털 관측 시작한 17년 평균 47.5회, '99~'15)



출처: 기상청 자료 재구성

Ⅰ <그림 01> 국내 지진 발생 추이 Ⅰ

- 디지털 관측을 시작한 1999년도 이후로 규모 5 이상의 지진은 총 7회 발생하였으며 그 중 '16년 이후 4회 발생으로 해당 기간 발생 횟수의 절반 이상을 차지

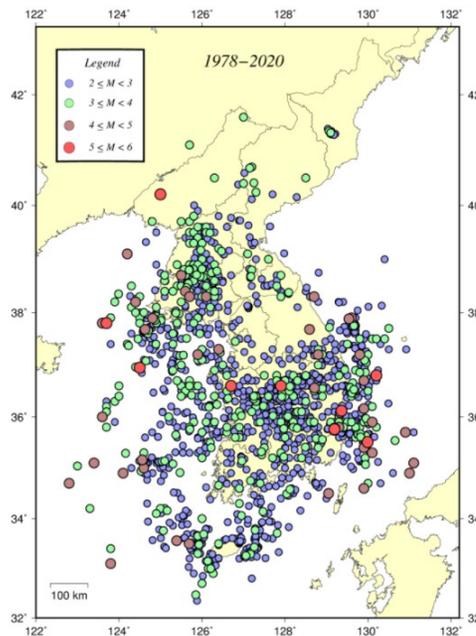
▼ <표 2> 디지털 관측 이래 국내 규모 5이상 지진 발생 현황

| 발생시각 | 규모 | 발생 위치 |
|------------------|-----|----------------------------|
| 2017-11-15 14:29 | 5.4 | 경북 포항시 북구 북쪽 8km 지역 |
| 2016-09-12 20:32 | 5.8 | 경북 경주시 남남서쪽 8.7km 지역 |
| 2016-09-12 19:44 | 5.1 | 경북 경주시 남남서쪽 8.2km 지역 |
| 2016-07-05 20:33 | 5 | 울산 동구 동쪽 52km 해역 |
| 2014-04-01 04:48 | 5.1 | 충남 태안군 서격렬비도 서북서쪽 100km 해역 |
| 2004-05-29 19:14 | 5.2 | 경북 울진군 동남동쪽 74km 해역 |
| 2003-03-30 20:10 | 5 | 인천 백령도 서남서쪽 88km 해역 |

출처: 기상청

- 한반도 남부내륙과 서해안지역에 지진 발생 분포가 집중되어 있으며 특히 대구·경북 지역 및 해안경계선을 따라 규모가 큰 지진 발생*

* 경주(규모 5.8, '16년), 포항(규모 5.4, '17년), 경주(규모 5.1, '16년), 울산(규모 5.0, '16년)



출처: 기상청(https://www.weather.go.kr/weather/earthquake_volcano/domestictrend.jsp)

Ⅱ <그림 02> 진앙분포도 Ⅱ

- 2016년 규모 2.0 이상의 지진 총 252회로 기상청 계기 관측 이래 지진 발생 최대 횟수이며, 경주에서 규모 5.8의 역대 최대 규모 지진 관측됨

- 2016년 9월 경주 지역에서 발생한 지진(9.12 지진) 이전 한반도가 지진 안전지대라는 견해가 다수였지만 2017년 포항지진까지 겪으며 전문가뿐만 아니라 국민도 한반도 지진대비를 위해 적극적 지진 대응방안의 필요성 인지
- 2016년 경주 지진과 '17년 포항 지진을 연달아 겪으며 국민의 지진에 대한 인식*이 변화였으며 지진피해를 본 지역 주민들의 트라우마가 지속하는 등 불안감 및 경각심이 고조됨¹⁾
 * 2020년 포항시민 552명을 대상으로 설문 조사한 결과 응답자의 86.4%가 현재도 불안 증세를 겪고 있다고 답하였으며 행정안전부에 따르면 풍수해보험 가입자가 전년 대비 109%가 증가했다고 발표함²⁾

● **국내 지진 피해 규모**

- 계기관측 이후 한반도에서 규모가 가장 컸던 포항, 경주 지진의 피해 규모는 지진파 에너지, 진앙 깊이, 단층운동, 지진파 특성, 건축물 구조 등에 의해 결정되며 이러한 영향으로 규모가 5.4였던 포항 지진이 경주 지진 (규모 5.8)보다 큰 피해 규모를 보임

▼ **〈표 3〉 9.12 경주 지진 및 11.15 포항 지진 비교**

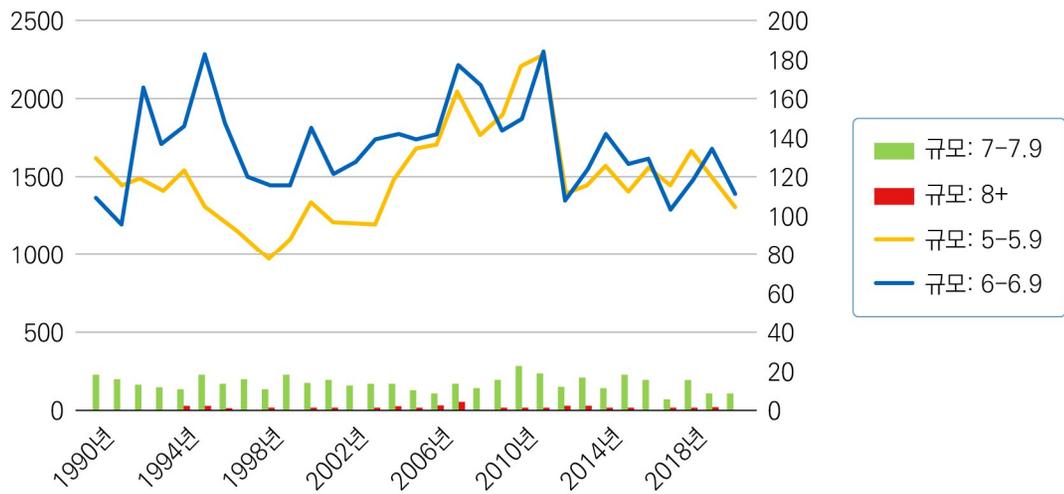
| | 11.15 포항 지진 | 9.12 경주 지진 |
|------|-------------|------------|
| 규모 | 5.4 | 5.8 |
| 인명피해 | 부상 92명 | 부상 23명 |
| 이재민 | 1,797명 | 111명 |
| 시설피해 | 27,317개소 | 9,368개소 |
| 피해액 | 551억원 | 110억원 |
| 복구비 | 1,445억원 | 145억원 |

출처: 행정안전부, 포항 지진피해 복구비 1,445억원 확정, 2017

● **전 세계 지진 발생 현황**

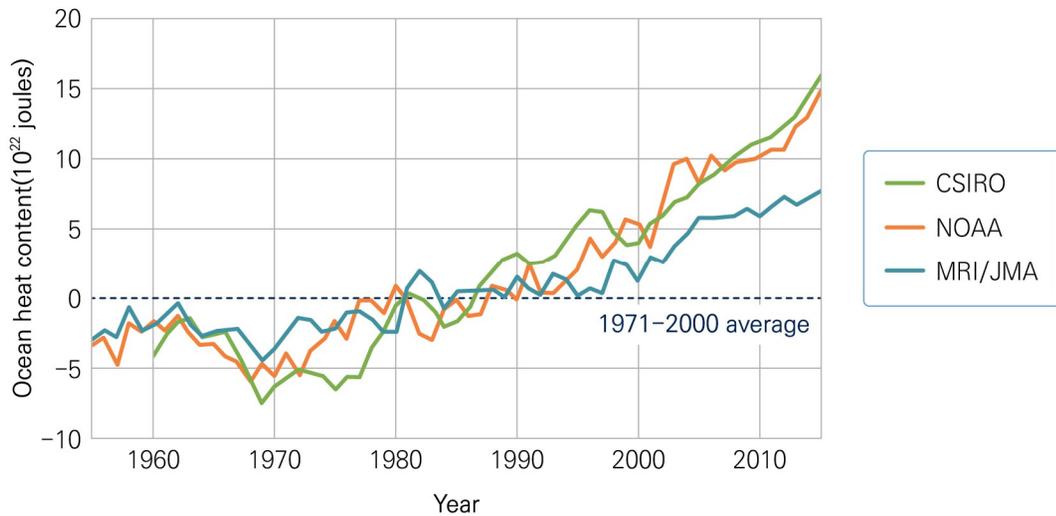
- USGS³⁾의 '1990~2020년 전 세계 지진 발생 통계(그림 3)'를 분석한 결과, 1990~1999년 규모 5.0 이상 지진은 연평균 1477회, 2000~2020년에는 1745회 발생
- Greg Poole(2018)⁴⁾은 전 세계 해양의 열 함유량 추이(그림 4)를 지각 운동에 따른 지진과 화산활동 증가의 원인으로 제시하며 기후변화와의 연관성도 언급함

1) 이희영, 지진피해시민들 “포항떠나고 싶다”, <http://www.kbjeil.co.kr/news/articleView.html?idxno=106983> (검색일 : 2021.05.23.)
 2) 행정안전부, 지진까지도 보장하는 풍수해보험, 가입자 확 늘었다, 2018
 3) USGS, <https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/lists-maps-and-statistics>, 검색일(2021.08.05.)
 4) Greg Poole, Dynamo Speed Control and Tectonics—Modeling Earth as a Shunt Wound DC Machine. Journal of High Energy Physics Gravitation and Cosmology, 2018



출처: Greg Poole, Dynamo Speed Control and Tectonics—Modeling Earth as a Shunt Wound DC Machine. Journal of High Energy Physics Gravitation and Cosmology, 2018

〈그림 03〉 전세계 지진 발생 현황



출처: Greg Poole, Dynamo Speed Control and Tectonics—Modeling Earth as a Shunt Wound DC Machine. Journal of High Energy Physics Gravitation and Cosmology, 2018

〈그림 04〉 NOAA 세계 해양 열 함유량 추이

● 전 세계 주요지진 피해 규모

- 미국 USGS가 게시한 2000년부터 2019년까지 발생한 전 세계 지진현황 통계에 따르면, 20년간 총 35,204건의 지진 발생, 808,717명의 사망자가 발생⁵⁾

5) USGS 지진 통계 웹사이트 세계 지진 현황 (검색일: 2021.06.03.)
<https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/lists-maps-and-statistics>

- 2004년 인도네시아 지진 쓰나미와 2010년 아이티 지진이 발생한 해에 가장 많은 인적 피해 발생

▼ <표 4> 세계 지진 발생 현황 (2000~2020)

| 연도 | 진도 | | | | 연 추정 사망자 수 | 비고 |
|-----------|---------------|--------------|------------|-----------|----------------|------------------|
| | 5~5.9 | 6~6.9 | 7~7.9 | 8.0+ | | |
| 2000 | 1,344 | 146 | 14 | 1 | 231 | |
| 2001 | 1,224 | 121 | 15 | 1 | 21,357 | |
| 2002 | 1,201 | 127 | 13 | - | 1,685 | |
| 2003 | 1,203 | 140 | 14 | 1 | 33,819 | |
| 2004 | 1,515 | 141 | 14 | 2 | 298,101 | 인도네시아 쓰나미 |
| 2005 | 1,693 | 140 | 10 | 1 | 87,992 | |
| 2006 | 1,712 | 142 | 9 | 2 | 6,605 | |
| 2007 | 2,074 | 178 | 14 | 4 | 708 | |
| 2008 | 1,768 | 168 | 12 | - | 88,708 | |
| 2009 | 1,896 | 144 | 16 | 1 | 1,790 | |
| 2010 | 2,209 | 150 | 23 | 1 | 226,050 | 아이티 지진 |
| 2011 | 2,276 | 185 | 19 | 1 | 21,942 | |
| 2012 | 1,401 | 108 | 12 | 2 | 689 | |
| 2013 | 1,453 | 123 | 17 | 2 | 1,572 | |
| 2014 | 1,574 | 143 | 11 | 1 | 756 | |
| 2015 | 1,419 | 127 | 18 | 1 | 9,624 | |
| 2016 | 1,550 | 130 | 16 | - | 1,297 | |
| 2017 | 1,455 | 104 | 6 | 1 | 1,012 | |
| 2018 | 1,674 | 117 | 16 | 1 | 4,535 | |
| 2019 | 1,492 | 135 | 9 | 1 | 244 | |
| 2020 | 1,312 | 112 | 9 | 0 | not avail | |
| 합계 | 32,133 | 2,769 | 278 | 24 | 808,717 | 총계 35,204 |

출처: USGS 지진 통계 웹사이트 세계 지진 현황

<https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/lists-maps-and-statistics>

(검색일: 2021.06.03)

- 2011년 일본 도호쿠 9.1 규모의 지진으로 쓰나미가 발생했으며 이로 인해 3,600억 달러의 재산피해 발생⁶⁾
 - 일본 지진조사연구추진본부(Headquarters for Earthquake Research Promotion of Japan, HERP)에서는 2011년 도호쿠에서 발생한 지진을 규모 9.0으로 발표함⁷⁾

▼ <표 5> 1900년 이후 비용 순 전세계 지진 발생 현황

| Year | Location | Magnitude | Deaths | Cost (billions) |
|------|--|-----------|--------|-----------------|
| 2011 | JAPAN: HONSHU | 9.1 | 18,429 | \$220 |
| 1995 | JAPAN:SW HONSHU: KOBE, AWAJI-SHIMA, NISHINOMIYA | 6.9 | 5,502 | \$100 |
| 2008 | CHINA: SICHUAN PROVINCE | 7.9 | 87,652 | \$86 |
| 1994 | CALIFORNIA: NORTHRIDGE | 6.7 | 60 | \$40 |
| 2010 | CHILE: MAULE, CONCEPCION, TALCAHUANO | 8.8 | 558 | \$30 |
| 2004 | JAPAN: HONSHU: NIIGATA PREFECTURE | 6.6 | 40 | \$28 |
| 1999 | TURKEY: ISTANBUL, KOCAELI, SAKARYA | 7.6 | 17,118 | \$20 |
| 1980 | ITALY: AVELLINO, POTENZA, CASERTA, NAPLES | 6.9 | 4,689 | \$20 |
| 2016 | JAPAN: KUMAMOTO, OITA | 7 | 50 | \$20 |
| 1988 | ARMENIA: LENINAKAN, SPITAK, KIROVAKAN | 6.8 | 25,000 | \$16 |
| 2012 | ITALY: EMILIA ROMAGNA: MEDOLLA, MIRANDOLA, CAVEZZO | 5.9 | 17 | \$15 |

출처 : USGS 자료 재구성

- 1900년~2014년까지의 인명피해가 큰 지진은 2010년 아이티에서 규모 7.0의 지진 발생으로 316,000명의 사상 최대의 사망자 발생⁸⁾

6) WorldAtlas, <https://www.worldatlas.com/articles/the-world-s-costliest-earthquakes.html> (검색일: 2021.08.04.)

7) 地震本部, https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismicity_annual/major_act_2011/ (검색일: 2021.08.05.)

8) 지진연구센터 홈페이지, <https://www.kigam.re.kr/menu.es?mid=a40303020200> (검색일: 2021.08.04.)

▼ <표 6> 인명피해가 큰 전세계 지진 발생 현황

| 일시 | 규모 | 사망자 | 지역 |
|------------|-----|---------|--------------------------------------|
| 2010/01/12 | 7.0 | 316,000 | Haiti |
| 2004/12/26 | 9.1 | 227,898 | Off West Coast of Northern Sumatra |
| 2008/05/12 | 7.9 | 87,587 | Eastern Sichuan, China |
| 2005/10/08 | 7.6 | 80,631 | Pakistan |
| 1990/06/20 | 7.4 | 50,000 | Iran |
| 2003/12/26 | 6.6 | 31,000 | Southeastern Iran |
| 2011/03/11 | 9.0 | 20,896 | Near the East Coast of Honshu, Japan |
| 2001/01/26 | 7.7 | 20,023 | India |
| 1999/08/17 | 7.6 | 17,118 | Turkey |
| 1993/09/29 | 6.2 | 9,748 | India |
| 2006/05/26 | 6.3 | 5,749 | Java, Indonesia |

출처: 지진연구센터 홈페이지, <https://www.kigam.re.kr/menu.es?mid=a40303020200>

1.2 지진해일 발생 현황

● 국내 지진해일 발생 현황

- 1983년과 1993년에 일본 북서해역에서 발생한 지진해일로 인해 동해안에 인명 및 재산피해 발생
- 기록상 지진해일은 현재까지 총 4차례 발생했으며, 1993년을 기점으로 현재까지 미발생 상태
- 해저지진으로 인해 발생하는 지진해일은 동해안 인근에서 6.6 규모 이상의 지진이 발생하면 0.5m 높이 이상의 지진해일이 발생할 것으로 예측⁹⁾

▼ <표 7> 국내 지진해일 발생

| | 1940 | 1964 | 1983 | 1993 |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 발생위치 | 44.73N, 139.53E | 38.35N, 139.18E | 40.35N, 139.08E | 42.78N, 139.20E |
| 추정규모 | 7.5 | 7.5 | 7.7 | 7.8 |
| 추정 단층해 (주향, 경사, 방향) | (347, 40, 90) | (200, 60, 115) | (20, 25, 90) | (163, 60, 105) |

9) 동아사이언스, 동해에 규모 6.6지진 발생하면 지진해일 영향, <http://dongascience.donga.com/news.php?id=44693> (검색일 : 2021.06.22.)

| | 1940 | 1964 | 1983 | 1993 |
|-----------|--------|--------|--------------|--------|
| 추정단층이동거리 | 150 cm | 400 cm | 500 cm | 800 cm |
| 발생 장소의 수심 | <1 km | <1 km | >1 km | >1 km |
| 동해안 인명피해 | - | - | 1명 사망, 2명 실종 | - |
| 동해안 선박피해 | - | - | 81척 손상 | 35척 손상 |
| 피해액 | 자료 부재 | 자료 부재 | 약 3억 7천여만원 | 약 4억 |

출처: e-나라지표, 기상청

● 국내 지진해일 피해 규모

- '83년에는 선박 및 가옥 피해 등 약 3억 7천여만 원의 재산피해 발생과 더불어 1명의 사망자가 나오는 등 총 5명의 인명피해 발생, '93년도에는 선박과 어망·어구 파손 등 약 4억 원의 재산피해 발생¹⁰⁾

● 국외 지진해일 발생 현황

- NOAA 국가환경정보센터(NCEI)¹¹⁾에서 확인된 전 세계 지진해일 발생 현황은 유사 이래 총 2,723건 관측¹²⁾

▼ <표 8> 유사 이래 관측되었던 지진해일 중 주요 지진해일

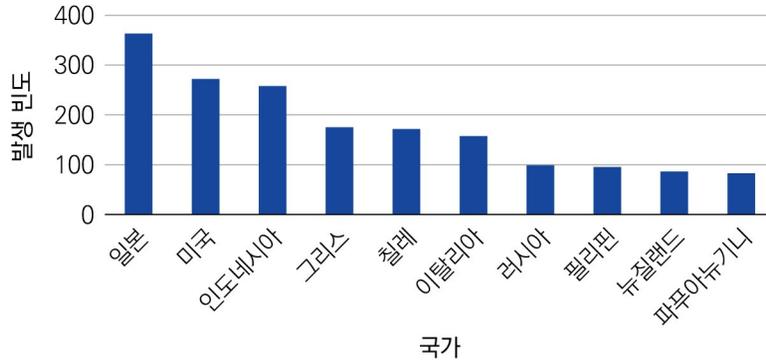
| 날짜 | 위치 | 규모 |
|-----------|------------------|-----|
| 1960년 5월 | 칠레 남부 | 9.5 |
| 1964년 3월 | 미국 프린스 윌리엄 해협 | 9.2 |
| 1730년 7월 | 칠레 중부 | 9.1 |
| 2004년 12월 | 인도네시아 수마트라 서해 연안 | 9.1 |
| 2011년 3월 | 일본 혼슈 | 9.1 |
| 1700년 1월 | 미국 캐스캐디아 섭입대 | 9 |
| 1952년 11월 | 러시아 캄차카 반도 | 9 |
| 1812년 2월 | 미국 뉴 마드리드 | 8.8 |
| 1906년 1월 | 에콰도르 연안 | 8.8 |
| 2010년 2월 | 칠레 중부 | 8.8 |

출처: NOAA. 2021. Natural Hazards Data 재구성

10) 기상청 홈페이지, https://www.weather.go.kr/weather/earthquake_volcano/tidalwave_02.jsp, (검색일 : 2021.08.04.)11) National Centers for Environmental Informations, <https://www.ncei.noaa.gov/>, (검색일 : 2021.08.04.)

12) NOAA, Natural Hazards Data, 2021.

- 1960년 칠레 남부에서 일어난 진도 9.5의 지진해일이 가장 강력한 지진해일로 주로 칠레 주변에서 관측
- 1928년에 가장 많은 지진해일 관측(25건)



출처: NOAA. 2021. Natural Hazards Data 재구성

Ⅰ <그림 05> 유사 이래 지진해일이 가장 많이 관측된 국가 Ⅰ

- 유사 이래 지진해일이 가장 많이 관측된 국가는 일본(359건)으로 환태평양 지진대에 속해있는 국가(일본, 미국, 인도네시아, 칠레, 필리핀, 뉴질랜드, 파푸아뉴기니)에서 지진해일이 주로 관측

▼ <표 9> 최근 5년(2017-2021)간 발생한 지진해일 중 주요 지진해일

| 일시 | 위치 | 규모 |
|----------|----------------|-----|
| 2018년 8월 | 피지 | 8.2 |
| 2017년 9월 | 멕시코 남부 | 8.2 |
| 2021년 3월 | 뉴질랜드 케르마데크 제도 | 8.1 |
| 2017년 1월 | 파푸아뉴기니 부건빌 섬 | 7.9 |
| 2018년 1월 | 미국 코디악 제도 | 7.9 |
| 2020년 7월 | 미국 슈마긴 제도 | 7.8 |
| 2020년 1월 | 쿠바 남서부 연안 | 7.7 |
| 2021년 2월 | 뉴 칼레도니아 로열티 제도 | 7.7 |
| 2017년 7월 | 러시아 베링 섬 | 7.7 |
| 2019년 5월 | 파푸아뉴기니 라바울 | 7.6 |

출처 : NOAA. 2021. Natural Hazards Data 재구성

- 최근 5년간 발생한 지진해일 중 가장 규모가 큰 지진해일은 2018년 8월 피지(규모 8.2) 및 2017년 9월 멕시코 남부(규모 8.2)에서 발생, 주로 오세아니아권에서 발생(피지, 뉴질랜드, 파푸아뉴기니, 뉴 칼레도니아)

● 국외 지진해일 피해 규모

- 2011년 일본 도호쿠 9.1 규모의 지진으로 쓰나미가 발생했으며 360억 달러의 재산피해 및 18,429명의 사망자 기록¹³⁾
- 2004년 인도네시아 수마트라섬에서 100억 달러 이상의 재산피해 및 227,899명의 사망자 발생으로 사상 최대의 지진해일 피해 기록¹⁴⁾

▼ <표 10> 1900년 이후 비용 순 전세계 지진해일 발생 현황

| Year | Location | Magnitude | Deaths | Cost (billions) |
|------|------------------------------------|-----------|---------|-----------------|
| 2011 | HONSHU ISLAND, JAPAN | 9.1 | 18,429 | \$220 |
| 1995 | KOBE, JAPAN | 6.9 | 5,502 | \$100 |
| 2008 | SICHUAN PROVINCE, CHINA | 7.9 | 87,652 | \$86 |
| 1994 | WEST COAST, USA | 6.7 | 60 | \$40 |
| 2010 | CENTRAL CHILE | 8.8 | 558 | \$30 |
| 2004 | KOCAELI, TURKEY | 7.6 | 17,118 | \$20 |
| 1999 | SOUTH ISLAND, NEW ZEALAND | 6.1 | 185 | \$15 |
| 1980 | OFF W. COAST OF SUMATRA, INDONESIA | 9.1 | 227,899 | \$10 |
| 2016 | HAITI & DOMINICAN REPUBLIC | 7 | 316,000 | \$8 |
| 1988 | CASPIAN SEA, IRAN | 7.3 | 40,000 | \$7.2 |
| 2012 | N. CALIFORNIA, USA | 6.9 | 62 | \$5.6 |

출처 : USGS 자료 재구성

1.3 화산 발생 현황

● 국내 화산 현황

- 현재 국내 활화산은 한라산, 울릉도, 백두산이며 특히 백두산은 2002년부터 2006년까지 화산 활동 현상* 관측
* 화산사면 경사 증가(년 3mm 지표 상승) 및 화산가스 일부 분출
- 백두산 화산분화 가능성은 전문가들에 의해 꾸준히 제기되어 왔으나, 현재는 안정적인 상태임

13) WorldAtlas, <https://www.worldatlas.com/articles/the-world-s-costliest-earthquakes.html> (검색일: 021.08.04.)

14) international Tsunami Information Center, http://itic.ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1672&Itemid=1075, (검색일: 021.08.04.)

▼ <표 11> 백두산 분화 횟수 및 연도

| 시기 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 총계 |
|-------|-------|--|----------------------|----------------------|------|-------------------------------|---------------|---------------|-------|------|---------------|----|
| 횟수 | 3 | 6 | 3 | 3 | 0 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 27 |
| 분화 연도 | 940s* | 1014 1016 1017 1018 1019 1050 | 1120 1024 1199 | 1200 1201 1265 | | 1403* 1405 1406 1413 | 1573 1597* | 1654 1668* | 1702* | 1898 | 1903* 1925 | |

출처: 기상청 제공, *복수의 참고문헌에 명시되고 비교적 신뢰도가 높은 분화인 경우이며 그 외는 하나의 문헌에만 명시되거나 참고문헌 상에도 불확실성이 언급되어 신뢰도가 낮은 분화인 경우

- '15년 부산대 윤성호 교수가 연구한 '화산재 피해예측 기술개발'용역 결과 한반도 북동풍이 불 때, 백두산 폭발 시 폭발지수가(VEI)가 7단계이면 직간접 피해액은 11조 1,895억 원으로 추정¹⁵⁾

● 전 세계 화산 현황

- 전 세계 대부분 화산은 불의 고리에 집중되어 있으며, 최근 5년간 발생한 화산분화 통계는 <표 12>와 같음

▼ <표 12> 최근 5년(2017-2021)의 화산분화 통계

| 년도 | 분화 시작점 | 총 분화수 | 활화산 수 | 국가 | VEI <=2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|--------|-------|-------|----|---------|---|---|---|---|
| 2021 | 7 | 53 | 52 | 25 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2020 | 27 | 73 | 68 | 29 | 20 | 5 | 2 | 0 | 0 |
| 2019 | 26 | 74 | 72 | 28 | 22 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2018 | 37 | 80 | 75 | 28 | 31 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 2017 | 32 | 74 | 71 | 29 | 26 | 6 | 0 | 0 | 0 |

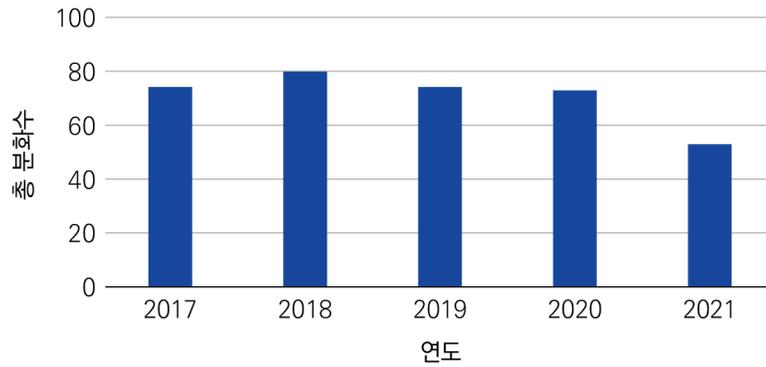
출처:Smithsonian Institution, Global Volcanism Program 재구성, <https://volcano.si.edu/faq/index.cfm?question=eruptionsbyyear>, (검색일 : 2021.06.06.)

- 최근 5년간 매년 최소 68건에서 최대 75건에 달하는 화산분화가 발생했으며, 1991년 관측 이래 매년 56~88건, 2021년에는 5월에 분화한 콩고민주공화국의 니라공고(Nyiragongo) 화산을 포함하여 현재까지 53건의 분화기록¹⁶⁾

15) The Korea Herald, <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20150521000289>, (검색일 : 2021.08.03.)

한겨레, https://www.hani.co.kr/arti/science/science_general/692462.html, (검색일 : 21.08.03.)

16) Smithsonian Institution, Global Volcanism Program, 2013



출처: Smithsonian Institution, Global Volcanism Program 재구성, 21.06 기준

Ⅰ <그림 06> 최근 5년간 관측된 연도별 화산분화 발생빈도 Ⅰ

- 지난 5년간 대부분의 화산분화는 Volcanic Explosivity Index(VEI) 등급 2단계 이하의 약한 분화였으며, 2017~2020년에 평균 5~6건의 3등급 분화와 2019~2020년에 총 4번의 4등급 분화가 기록되었고 현재까지 대규모 화산 폭발로 알려진 5등급 이상의 분화는 미기록

▼ <표 13> 지난 30년간의 화산 분화 통계

| 연도 | 분화 시작점 | 총 분화 수 | 활화산 수 | 국가 | VEI ≤ 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|--------|--------|-------|----|---------|---|---|---|---|
| 2021 | 7 | 53 | 52 | 25 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2020 | 27 | 73 | 68 | 29 | 20 | 5 | 2 | 0 | 0 |
| 2019 | 26 | 74 | 72 | 28 | 22 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2018 | 37 | 80 | 75 | 28 | 31 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 2017 | 32 | 74 | 71 | 29 | 26 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 2016 | 34 | 85 | 74 | 28 | 29 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 2015 | 40 | 88 | 83 | 31 | 34 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 2014 | 40 | 79 | 72 | 30 | 30 | 9 | 1 | 0 | 0 |
| 2013 | 35 | 77 | 72 | 29 | 30 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 2012 | 38 | 80 | 74 | 27 | 33 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 2011 | 35 | 76 | 70 | 27 | 29 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 2010 | 33 | 77 | 69 | 24 | 24 | 7 | 2 | 0 | 0 |
| 2009 | 31 | 75 | 68 | 25 | 28 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 2008 | 46 | 87 | 80 | 28 | 37 | 6 | 3 | 0 | 0 |
| 2007 | 36 | 81 | 76 | 29 | 30 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 2006 | 44 | 86 | 76 | 29 | 39 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 2005 | 46 | 83 | 75 | 28 | 39 | 7 | 0 | 0 | 0 |

| 연도 | 분화 시작점 | 총 분화 수 | 활화산 수 | 국가 | VEI ≤ 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|--------|--------|-------|----|---------|---|---|---|---|
| 2004 | 49 | 81 | 71 | 27 | 41 | 7 | 1 | 0 | 0 |
| 2003 | 30 | 66 | 63 | 25 | 25 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 2002 | 42 | 75 | 66 | 25 | 36 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 2001 | 35 | 72 | 65 | 26 | 29 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 2000 | 39 | 75 | 67 | 29 | 34 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 1999 | 39 | 70 | 67 | 26 | 34 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 1998 | 32 | 59 | 56 | 24 | 27 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 1997 | 26 | 56 | 52 | 23 | 22 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | 35 | 61 | 59 | 25 | 29 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 1995 | 33 | 65 | 62 | 29 | 29 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 1994 | 33 | 62 | 58 | 22 | 28 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 1993 | 28 | 61 | 58 | 24 | 26 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1992 | 27 | 63 | 57 | 24 | 24 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 1991 | 38 | 69 | 65 | 27 | 32 | 4 | 0 | 1 | 1 |

출처: Smithsonian Institution, Global Volcanism Program, 2021

- 20세기의 유명한 화산 폭발로는 1980년 미국 워싱턴주에서 분화한 세인트헬렌스 화산(Mt. St. Helens), 1991년 필리핀에서 분화한 피나투보 화산(Mt. Pinatubo) 등이 있으며, 21세기에는 2010년에 유럽의 항공편을 마비시킨 아이슬란드의 에아야프얄라요쿨(Eyjafjallajokull)이 있음
- **(일본)** 전 국토에 걸쳐 108개의 활화산이 있으며,¹⁷⁾ 연평균 15회 화산분화 발생
- **(미국)** 총 160개 이상의 화산이 존재하며 대부분 알래스카, 캘리포니아, 오리건, 하와이 등에 존재, 가장 활발한 화산으로는 1983년 이래 지속적인 분화를 한 하와이 킬라우에아가 있으며,¹⁸⁾ 그 외 초거대화산인 옐로스톤 공원(Yellowstone National Park), 또 다른 대규모 화산인 레위니어 산(Mt. Rainier)이 있음
- **(유럽)** 대부분 화산이 아이슬란드, 그리스, 이탈리아에 밀집되어 있으며, 이탈리아 시칠리아의 에트나 화산, 아이슬란드의 에아야프얄라요쿨, 그림스뵈튼, 카틀라 화산 등이 있음
- **(라틴 아메리카)** 멕시코, 과테말라, 엘살바도르, 콜롬비아, 칠레 등에 약 47개의 화산이 활동 중이며, 2012년의 멕시코 포포카테페틀 화산분화와 2015년의 칠레 차이텐 화산 분화 등이 잘 알려짐

17) 방재저널, 일본의 화산재에 의한 산업분야 대응 정책동향, 2013

18) USGS, 2018 Update to the U.S Geological Survey National Volcanic Threat Assessment, 2018

● 전 세계 주요 화산 피해 규모

- 기상청에 따르면 20~21세기 화산분화 중 마르티니크 플레 화산분화로 인해 29,000명이 사망했으며 생피에르시의 매몰 등으로 인명 및 재산피해 발생

▼ <표 14> 20~21세기의 주요 화산 분화 및 인명피해 현황

| 분화시기 | 국가 | 화산 | 비고(인명피해) |
|------|----------|---------------------------|------------------------------|
| 1902 | 마르티니크 | 플레(Paluweh) | 화쇄류 29,000명 사망, 생피에르시 매몰 |
| 1902 | 과테말라 | 산타마리아(SantaMaria) | 화쇄류 6,000명 사망 |
| 1912 | 미국(알래스카) | 노바루타(Novarupta) | 20세기 최대 분화 |
| 1919 | 인도네시아 | 켈루트(Kelut) | 화산이류 5,110명 사망 104개 마을 매몰 |
| 1951 | 인도네시아 | 메라피(Merapi) | 화쇄류 1,396명 사망 |
| 1951 | 파푸아뉴기니 | 래밍턴(Lamington) | 화쇄류 2,942명 사망 |
| 1963 | 인도네시아 | 아궁(Agung) | 화쇄류 1,900명 사망 |
| 1980 | 미국(워싱턴) | 세인트헬렌스(St. Helens) | 산체 붕괴, 암설류 63명 사망 |
| 1982 | 멕시코 | 엘 치천(Chichon, El) | 화쇄류 1,877명 사망 |
| 1985 | 콜롬비아 | 네바도델루이스(Ruiz, Nevado del) | 화산이류 23,080명 사망 |
| 1986 | 카메룬 | 오쿠(Oku) | CO ₂ 구름 1,746명 사망 |
| 1991 | 일본 | 운젠(Unzendake) | 화쇄류 43명 사망 |
| 1991 | 필리핀 | 피나투보(Pinatubo) | 화쇄류, 화산 이류 722명 사망 |
| 1993 | 필리핀 | 메온(Mayon) | 화산이류 70명 사망 |

출처: 기상청, 과거 화산 사례 - 세계의 주요 화산 요약 정리

▼ <표 15> 1900 이후 전세계 화산 피해규모(비용) 현황

| Year | Location | Name | Deaths | Cost (billions) |
|------|--------------------------------------|------------|--------|-----------------|
| 1980 | US-Washington, United States | St. Helens | 61 | 2 |
| 2010 | Java, Indonesia | Merapi | 367 | 0.6 |
| 2018 | Hawaiian Is, United States | Kilauea | | 0.37 |
| 2018 | Indonesia | Krakatau | 437 | 0.25 |
| 2018 | Guatemala | Fuego | 201 | 0.12 |
| 2018 | Italy | Etna | | 0.115 |
| 2016 | Sumatra, Indonesia | Sinabung | 7 | 0.1 |
| 1994 | New Britain-SW Pac, Papua New Guinea | Rabaul | 4 | 0.086 |
| 2020 | Luzon, Philippines | Taal | 39 | 0.067 |
| 1914 | Kyushu, Japan | Aira | 63 | 0.019 |
| 1982 | Java, Indonesia | Galunggung | 68 | 0.015 |

출처 : USGS 자료 재구성

1.4 시사점

● 지진 분야

- 한반도 및 주변 지역의 지진·지진해일·화산 발생으로 인해 국내 역시 더는 안전지대로 볼 수 없다는 의견이 도출되고 있으며 지진 등의 재해로부터 최소한의 피해를 위해 내진설계 등과 같은 국제적인 공동기준을 마련하고 국가 지진방재체계를 강화하는 등의 근본적인 해결방안의 필요성 요구
- 최근 한반도 및 주변 지역에서 지진 발생빈도가 증가하고 있으므로 지속적인 모니터링과 체계적인 대응방안 마련이 필요하며 이를 위해 국제적인 공조를 통한 감시·관측 기술개발과 지진 등과 같은 자연재난의 피해를 가중하는 요인들을 파악하여 물리적인 2차 피해 및 직·간접적인 사회경제적 피해를 줄이는 노력 필요

● 지진해일 분야

- 최근 국내에서 발생한 지진해일의 피해 규모는 적으나, 지진해일은 한번 발생하면 대규모의 인적·물적 피해가 예상되므로 국내 발생 가능한 지진해일뿐 아니라 지진 발생빈도가 높은 일본의 지진 발생에 따른 국내 피해를 고려하여 국제협력을 통한 관련 계획수립 필요

● 화산 분야

- 국외의 화산 발생 현황은 최근 5년간 평균 70.8회 발생하는 반면 국내에 영향을 미칠 수 있는 백두산은 100년마다 최소 1번~최대 5번 분화한 것으로 기록됨에 따라 국내 화산 발생 가능성이 현저히 낮아 기본계획 수립 시 화산재해에 대한 관심도와 필요성 저하로 관련 전략 수립에 타당성 확보 필요
- 지진이나 지진해일보다 화산으로 인한 국내 피해 규모는 작으나, 한 번의 발생에도 모든 분야에 피해가 발생하므로 범부처 정부 공동 대응 계획을 수립하여 선제적 대비 필요

02 외부 환경 분석

2.1 국내·외 현황

2.1.1. 국내정세

● 국내 현황

- 현 정부는 저성장·양극화 심화에 대응하기 위해 사람 중심 경제로의 패러다임 전환 추진 중에 예기치 못한 코로나 19의 충격으로 대공황보다 심각한 'Greater Depression'(루비니, 뉴욕대 교수)에 따른 경기침체 극복과 구조적 대전환 대응이라는 이중 과제에 직면¹⁹⁾
- 정부의 위기 극복을 위한 국가발전전략인 한국판 뉴딜 정책에 따라 디지털(빅데이터, 네트워크, AI 등) 산업 생태계와 녹색 혁신 생태계가 강화되어 정보공유, 비대면 산업 육성, SOC 디지털화, 저탄소 경제 전환을 통해 국민의 편의성과 안전망 강화
 - 디지털·그린 정책 활성화를 위한 법령 제·개정과 탄소중립 기반 마련에 적극적
 - 코로나 19로 인해 안전에 대한 정부 역할 요구의 증대 및 '일상과 방역의 공존'으로 디지털 경제 전환이 가속화되고 있으며 기후변화 위기의 파급력과 시급성이 재평가됨에 따라 국민 삶의 질을 개선하는 그린 경제 전환 또한 가속화될 전망
 - 세계 주요국에서도 위기 극복 및 국가경쟁력 제고를 위해 투자 확대

▼ <표 16> 주요국의 정책 대응 및 투자 현황

| | 주요국 정책 대응 및 투자 현황 |
|-----|---|
| 한국 | • '25년까지 '국가대전환 혁신프로젝트' 집중 투자 • 디지털 뉴딜 (58.2조원), 그린 뉴딜(73.4조원), 안전망 강화(28.4조원) 분야 투자 |
| 미국 | • 5G 전국 통신망 구축을 위한 규제개혁을 통해 '5G 업그레이드 명령' 의결('20.6) • 5G 무선인프라, 농촌 브로드밴드 공급 등 1조불의 인프라 투자 검토('20.6) |
| 중국 | • 5G, 데이터 등 新인프라에 '25년까지 1.2조위안 투자 ('20.3) |
| EU | • AI 산업에 향후 10년간 매년 200억유로 이상 투자 ('20.3) • 2050년 탄소제로 목표로 European Green Deal 추진중 ('30년까지 年 1천억유로 이상 투자) |
| IMF | • 그린투자는 수많은 고용창출을 통한 코로나 19 충격 회복 견인 ('20.6) |

출처: 관계부처 합동, 「한국판 뉴딜」 종합계획, 2020

19) 「한국판 뉴딜」 종합계획, 2020.7. 관계부처 합동

2.1.1.1. 현 정부 국정 과제와 한국판 뉴딜정책

● 국정운영 5개년 계획

- 현 문재인 정부는 「나라다운 나라」 수립을 목표로 새로운 대한민국 건설을 위해 국정운영 5개년 계획수립
 - 국가 비전 및 목표 달성을 위해 20대 국정전략, 100대 국정과제, 487개 실천과제를 각각 선정하고 실천과제별 이행목표와 이행계획 설정
 - 현 정부는 국민의 안전과 생명을 지키는 안심사회 구축을 최우선 국정전략으로 정립하여 통합적 국가재난관리체계를 구축, 환경위험의 적극 대응, 원전규제체계의 혁신과 탈원전정책 추진, 기후변화 등 전 지구적 위기 해결 기여를 위한 지속가능발전 거버넌스 재정립

▼ <표 17> 문재인 정부 국가비전-5대 국정목표-20대 국정전략

| 국가비전 | 국민의 나라 정의로운 대한민국 | | | | |
|-----------------------|--|---|--|---|--|
| 5대 국정목표 | 국민이 주인인 정부 | 더불어 잘사는 경제 | 내 삶을 책임지는 국가 | 고르게 발전하는 지역 | 평화와 번영의 한반도 |
| 20대 국정전략 | 1. 국민주권의 촛불 민주주의 실현 2. 소통으로 통합하는 광화문 대통령 3. 투명하고 유능한 정부 4. 권력기관의 민주적 개혁 | 1. 소득주도 성장을 위한 일자리 경제 2. 활력이 넘치는 공정경제 3. 서민과 중산층을 위한 민생경제 4. 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명 5. 중소벤처가 주도하는 창업과 혁신성장 | 1. 모두가 누리는 포용적 복지국가 2. 국가가 책임지는 보육과 교육 3. 국민안전과 생명을 지키는 안심사회 4. 노동존중 - 성평등을 포함한 차별 없는 공정사회 5. 자유와 창의를 넘치는 문화국가 | 1. 풀뿌리 민주주의를 실현하는 자치분권 2. 골고루 잘사는 균형발전 3. 사람이 돌아오는 농산어촌 | 1. 강한 안보와 책임국방 2. 남북간 화해협력과 한반도 비핵화 3. 국제협력을 주도하는 당당한 외교 |
| 100대 국정과제 (524개 실천과제) | 15개 과제 (72개 실천과제) | 26개 과제 (151개 실천과제) | 32개 과제 (1639개 실천과제) | 11개 과제 (56개 실천과제) | 16개 과제 (76개 실천과제) |

출처 : 대한민국 정부, '100대 국정과제', 2020

- 국정운영 5개년 계획 중 기상청과 관련된 국정목표는 ‘내 삶을 책임지는 국가’에서 전략3에 해당하며, 공동주관 3개 + 단독주관 1개 실천과제 담당
 - (세부과제 55-4) 지진으로부터 국민안전을 확보하기 위해 지진 조기경보체계 개선 및 대국민 지진정보 전달체계 다양화, 활성단층 조사 실시, 지진 대비 교육·훈련 확대 등을 통해 선진국 수준의 지진대응체계 마련
 - (세부과제 56-4) 재난에 대한 예·경보 시스템 구축 및 사후 조사·대응 강화를 위해 대국민 재난정보 전달체계 전면 개선을 통해 재난 안전통신망 구축 및 지진해일 분석·예측·정보전달 체계 고도화

▼ <표 18> 국정운영 5개년 계획 중 기상청관련 실천과제

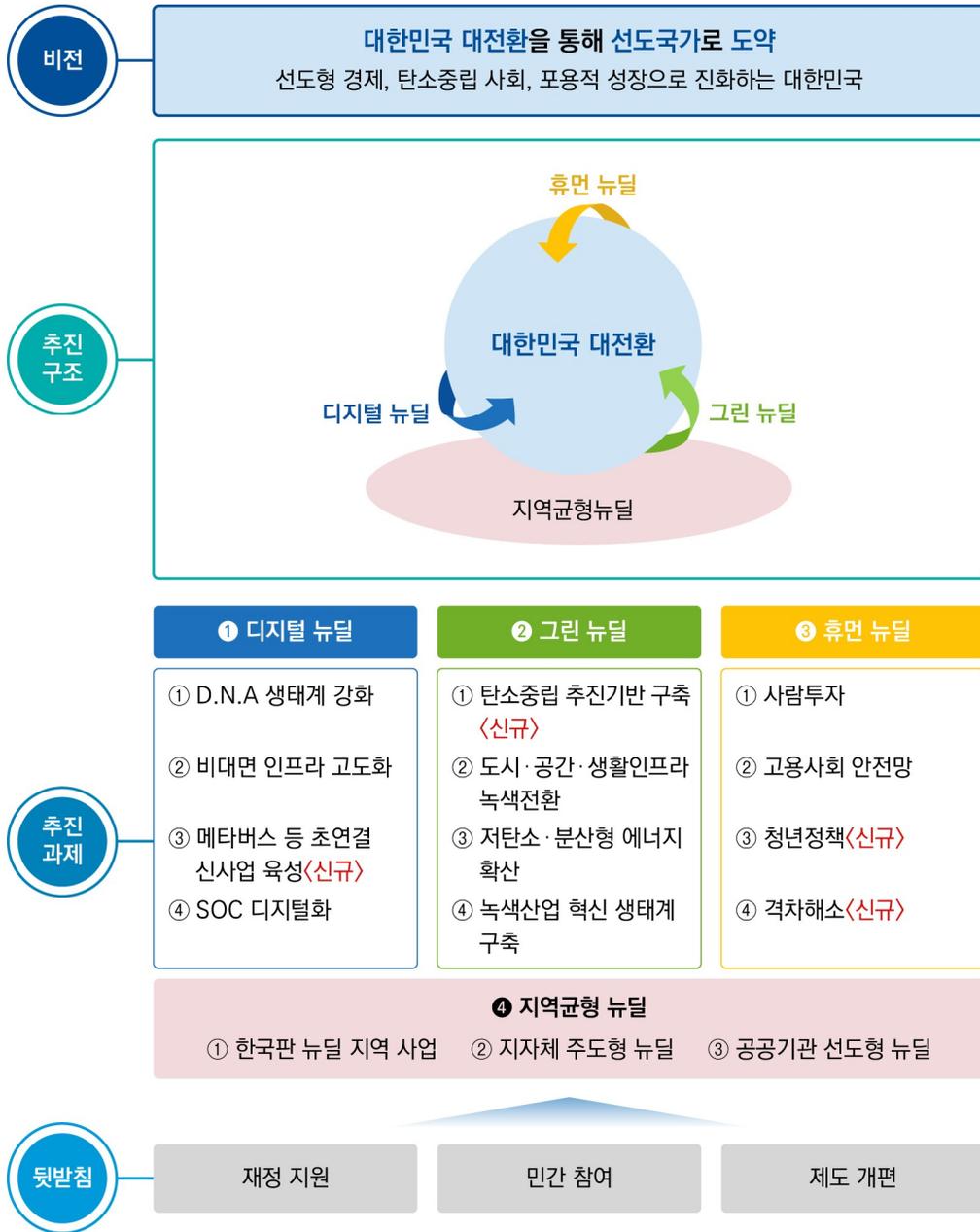
| 목표 | 전략 | 국정과제 | 주관부처 |
|--------------|---|---|---------|
| 내 삶을 책임지는 국가 | 55 | 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축 | 행안부 |
| | | [55-4] 지진으로부터 국민안전 확보 | 기상청+행안부 |
| | | • 지진 조기경보 발표시간 단축 및 대국민 지진정보 전달체계 다양화 | |
| | | • 지진 발생원인 규명 및 지진분석 정확도 향상 | |
| | | [55-6] 맞춤형 스마트 기상정보 제공 | 기상청 |
| | | • 맞춤형 위험기상 정보의 선제적 제공으로 유관기관 방재활동 지원 강화 | |
| | | • 생활기상서비스 강화 및 기상기후 빅데이터 활용 확산 | |
| | | • 기상예보·관측 인프라 확충 | |
| | 56 | 통합적 재난관리체계 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화 | 행안부 |
| | | [56-4] 재난 예·경보 체제 구축 | 기상청+행안부 |
| | | • 해역별 위험기상 예측기술 개발 및 예·경보 체제 구축 | |
| | | • 선박 등을 대상으로 해양기상 정보 전달체계 강화 | |
| | | • 지진해일 예측기술 개선 및 위험정보의 신속한 전달체계 구축 | |
| | • 지진해일 및 너울성 파랑 관련 연구개발 | | |
| 61 | 신기후체제에 대한 견실한 이행체계 구축 | 환경부 | |
| | [61-3] 기후변화 적응능력 제고 | 기상청+환경부 | |
| | • 기후변화 적응을 위한 기후변화 감시·예측 서비스 강화 | | |
| | • 신기후체제 대비 기후변화 전망자료 생산, 국내 전문가의 IPCC 참여 확대 | | |

출처 : 정부 국정 운영 5개년 계획, Wisepost 재구성

- 주요 국정과제 구현을 위해 직·간접적으로 연관된 국정전략을 활용하여 「제2차 지진·지진해일·화산의 기본계획」의 전략방향 설정에 활용
 - **(전략 2: 더불어 잘사는 경제/ 4. 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명)** 지능정보 핵심기술 적용, 전문인력 양성, ICT 신기술 서비스 활용 확대 등을 통해 수요자 맞춤형 서비스 추진
 - **(전략 3: 내 삶을 책임지는 국가/ 3. 국민안전과 생명을 지키는 안심사회)** 위험기상 관측 및 경보 역량 강화를 통한 재난안전 기여로 국민 생명보호 강화 추진
 - **(전략 5: 평화와 번영의 한반도/ 3. 국제협력을 주도하는 당당한 외교)** 인간의 생명과 안전을 위협하는 요인에 효과적으로 대처하기 위해 지진·지진해일·화산 분야에서의 다양한 국제협력 추진

● **한국판 뉴딜정책**

- 정부는 코로나19로 인한 심각한 경기침체 및 기후변화에 대한 경각심 증가로 경제·사회구조 대전환에 직면
 - 경제위기 극복과 경제·사회 구조 변화에 선제 대응하고 미래에 대한 방향 전환을 통해 세계 경제를 선도하기 위해 「한국판 뉴딜정책(1.0)」 마련('20.7)
 - '한국판 뉴딜(1.0)' 추진결과, '21년 견고한 회복세 및 국제사회의 '한국판 뉴딜' 방향 동참을 이끄는 등 가시적인 성과를 바탕으로 '21년 7월에 코로나 위기 이후 양극화 해소, 경제·사회 구조 전환 가속화를 위한 선제 대응, 글로벌 디지털 경쟁에서 선도 지위 유지 및 탄소중립의 전략적 중요성 증가에 따른 적극적 정책 활용을 위해 「한국판 뉴딜정책(2.0)」 수립('21.7)
 - 디지털·그린 뉴딜을 뒷받침하던 '안전망 강화'의 역할을 대폭 확대하여 디지털·그린·휴먼 뉴딜의 3축 체제로 개편
 - ※ '디지털/그린 뉴딜 + 안전망 강화' + 지역균형 뉴딜 (2+1+1 체제) → '디지털/그린/휴먼 뉴딜' + 지역균형 뉴딜 (3+1 체제)



출처: 관계부처 합동, 한국판 뉴딜 2.0, 2021

【<그림 07> 한국판 뉴딜 구조와 추진체계】

- 한국판 뉴딜 세부 과제 중 ▲경제 활력 제고를 위해 파급력이 큰 사업 ▲단기 및 지속 가능한 일자리 창출 사업 ▲디지털화, 그린화 관련 국민 체감도 높은 사업 ▲지역균형발전 및 지역경제 활성화 기여 사업 ▲민간투자 확산 및 파급력이 높은 사업을 중심으로 10대 대표과제 선정

▼ <표 19> 한국판 뉴딜 10대 대표과제

| | |
|--------------------------|---|
| ① 데이터 댐 | 데이터 수집, 가공, 거래, 활용기반을 강화하여 데이터 경제를 가속화하고 5세대 이동 통신 (5G) 전국망을 통한 전 산업의 5세대 이동통신 (5G), 인공지능(AI) 융합 확산 |
| ② 지능형(AI)정부 | 5G, 블록체인 등 디지털 신기술을 활용, 국민에게 맞춤형 공공서비스를 미리 알려주고 신속히 처리해주는 '똑똑한 정부' 구현 |
| ③ 스마트 의료 인프라 | 감염병 위험으로부터 의료진과 환자를 보호하고, 환자의 의료 편의 향상을 위해 디지털 기반 스마트 의료 인프라 구축 |
| ④ 그린 스마트 스쿨 | 안전하고 쾌적한 녹색환경과 온·오프 융합 학습 공간 구현을 위해 전국 초, 중, 고등학교에 에너지 절감시설 설치 및 디지털 교육환경 조성 |
| ⑤ 디지털 트윈 | 자율차, 드론 등 新산업 기반 마련, 안전한 국토·국토시설관리를 위해 도로·지하공간·항만·댐 대상 「디지털 트윈」구축 |
| ⑥ 국민안전 사회간접자본 (SOC) 디지털화 | 국민이 보다 안전하고 편리한 생활을 누릴 수 있도록 핵심기반 시설을 디지털화하고 효율적 재난 예방 및 대응시스템 마련 |
| ⑦ 스마트 그린 산업단지 | 산업단지를 디지털 기반 高생산성(스마트)+에너지 高효율 底오염(그린) 등 스마트·친환경 제조공간으로 전환 |
| ⑧ 그린 리모델링 | 기간건물의 에너지 효율 향상 유도를 위해 공공건축물이 선도적으로 태양광 설치·친환경 단열재 교체 등 에너지 성능 강화 |
| ⑨ 그린 에너지 | 태양광·풍력 등 신재생에너지 산업 생태계 육성을 위해 대규모 연구개발·실증사업 및 설비보급 확대 |
| ⑩ 친환경 미래 모빌리티 | 온실가스·미세먼지 감축 및 글로벌 미래차 시장 선점을 위해 전기·수소차 보급 및 노후경유차·선박의 친환경 전환가속화 |

출처: 대한민국 정책브리핑 (2020)

2.1.1.2. 국민안전과 미래 전략을 위한 관련계획 및 정책

● 과학기술 미래전략 2045

- 단계별로 단기 예측기술 고도화, 중기 기상조절기술 고도화, 장기 지구시스템 모델의 고도화 및 범용화를 강조
 - 지진과 관련하여 재난재해 긴급대응과 복구 및 사전예측을 위해 단기적으로는 자연재해 실시간 모니터링 기술 고도화(화산·지진에 대비한 지각구조 분석 연계 언급), 중기에는 재난용 로봇 개발, 장기적으로는 시뮬레이션 모델 개발의 필요성 강조

▼ <표 20> 과학기술정보통신부 과학기술 미래전략 2045 단계별 전략

| 단계 | 내용 |
|----|---|
| 단기 | 위험기상으로 인한 실시간 모니터링 및 예측기술의 고도화 |
| 중기 | 기상이변으로 재해에 대비한 다양한 대응 기술 고도화 및 실용화 |
| 장기 | 지구시스템모델의 해상도를 높이고 대상 범위를 확장하고, 다양한 용도/범위에서 활용 가능한 통합 지구시스템모델로 고도화. 슈퍼·양자컴퓨터 등 활용하여 예측의 정밀도 및 정확도 향상+지구과학분야 기초연구 활성화 |

출처 : 과학기술정보통신부, 과학기술 미래전략 2045, 2020

● '21 정부혁신 종합추진계획

- 「국민이 주인인 정부」 실현을 위해 '일상회복과 도약을 향한 확실한 참여·빠른 전환·가시적 성과'를 목표로 3대 분야 8대 역점과제 추진
 - 국민참여 창구 연계, 지역사회문제 공동체 주도적 해결, 개인별 맞춤형·지능형 서비스 제공 등에 따라 지역·개인맞춤형 정보 확대
 - 인공지능, 빅데이터 분석 등 필요 수요가 높은 정보의 활용 서비스 확대

● 제5차 국가환경 종합계획('20~'40)

- 유해 환경으로부터 국민건강을 보호하고 기후환경 위기대응을 위해 국민과의 소통을 통한 지속가능한 환경과 안심사회 조성을 위한 종합적 전략 수립
 - **(3대 전략)** 자연 생명력이 넘치는 녹색환경, 삶의 질을 높이는 행복환경, 경제·사회 시스템을 전환하는 스마트환경
 - **(환경관리 7대 핵심전략)** ① 생태계 지속가능성과 삶의 질 제고를 위한 국토 생태용량 확대, ② 사람과 자연의 지속가능한 공존을 위한 물 통합관리, ③ 미세먼지 등 환경위해로부터 국민건강 보호, ④ 기후환경 위기에 대비된 저탄소 안심사회 조성, ⑤ 모두를 포용하는 환경정책으로 환경정의 실현, ⑥ 산업의 녹색화와 혁신적 R&D를 통해 녹색순환경제 실현, ⑦ 지구환경 보전을 선도하는 한반도 환경공동체 구현

● '21 이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술혁신 로드맵

- CCU 기술혁신 및 신산업 창출 추진
 - 전 세계적으로 탄소중립을 실현하기 위해 이산화탄소 포집·활용기술을 기반으로 탄소배출 감축 노력을 시도함에 따라 범부처 공동기획 및 중장기 R&D 지속 투자, 제도적 기반 마련, 실증 R&D 확대를 통한 기술 사용화 촉진
 - 선진국은 CCU 산업 육성을 위해 제도적 지원 마련 및 기술개발 투자 확대
 - **(영국)** CCUS 클러스터를 '20년대 중반까지 2곳, '30년까지 총 4곳을 구축하여 연간 1천만톤 CO₂ 포집 설비 구축·운영('20.11),

- (미국) National Carbon Capture Center 포집 테스트베드, (캐나다) Alberta Carbon Conversion Technology Center 활용 테스트베드 등

● 제3차 국가기후변화 적응대책('21~'25)

- 감시, 예측 및 평가 강화를 위한 3대 정책
 - (목표) 위성 활용 감시정보를 기반으로 해양, 기상, 환경의 다변화된 기후변화 종합감시체계 구축 및 정보 활용체계 개선
 - (기상청 및 관련 기관 추진과제) 5개 추진과제를 단독 및 연계 수행, 9개 세부과제가 신규채택
 - (지방기상청 유관 추진과제) 지역 단위 재난정보 알림 실효성 강화를 위해 지방기상청+자치단체+지역방송 간 협력 강화

▼ <표 21> 제3차 국가기후변화 적응대책 중 기상청 유관과제

| 정책 | 추진과제 | 세부내용 |
|---------------|---------------------|--|
| 기후 리스크 적응력 제고 | 산업 및 에너지 분야 적응역량 강화 | <ul style="list-style-type: none"> • 산업별 기상·기후 정보이용 활성화 <ul style="list-style-type: none"> - 산업수요 맞춤형 기상·기후 융합서비스 정보 공급 서비스 체계구축 (기상청) |
| 감시·예측 및 평가강화 | 종합 감시체계 구축 | <ul style="list-style-type: none"> • 해양·극지 감시정보 생산 <ul style="list-style-type: none"> - 극지 빙하 감시정보 생산 및 확대 연구(기상청 국가기상위성센터+해수부) • 온실가스 및 단기 체류 기후변화 유발물질 감시역량 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 감시 공백 해소를 위한 지구대기 감시망 최적화(기상청, 국립기상과학원) • 안전한 해상활동 위한 감시정보 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 해양기상 종합정보시스템 구축 및 서비스 개선(기상청) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 복합재난 대비 고해상도 감시 역량 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 도시규모 기상·기후현상 메커니즘 분석·지원 (기상청, 국립기상과학원) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 적응정보 관리 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 적응정보 통합 플랫폼 구축 (환경부, 기상청) 신규 - 기후변화 입체감시 정보 서비스 플랫폼 구축 (기상청, 국립기상과학원) - 해양 기후변화 적응 정보 활용체계 구축 (기상청, 국립해양조사원) 신규 |
| | 평가도구 및 정보제공 강화 | <ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 적응 정보제공 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 「한국 기후변화 평가보고서 2025(환경부-기상청)」 발간 (환경부, 기상청) - WMO 육불화황(SF6) 세계표준센터 운영 (국립기상과학원) - 학·연·관 기후변화감시 협의체 확대 운영 및 공동 활용 (국립기상과학원) - IPCC 보고서에 대한 우리나라의 참여 주도 및 국내 유관기관 연계 (기상청) |

| 정책 | 추진과제 | 세부내용 |
|-----------|---------------------|--|
| 적응 주류화 실현 | 기후적응 협력체계 구축 및 인식제고 | <ul style="list-style-type: none"> 기후변화 적응 국내 협력체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC) 국내 대응체계 마련 (기상청) 기후변화 적응 교육 강화 및 전문 인력 양성 <ul style="list-style-type: none"> - 미래세대 기후변화 적응 교육 강화 (환경부, 기상청) 신규 기후위기 대응 인식 제고 및 실천 캠페인 <ul style="list-style-type: none"> - 국민 참여 활성화를 위한 온라인 콘텐츠 홍보 (환경부, 기상청) |

출처: 관계부처합동, 제3차 국가기후변화 적응대책, 2020

2.1.1.3. 국민안전과 재난대응을 위한 관계부처별 역할

● 재난유형별 위기관리 매뉴얼

- 재난 및 안전관리 기본법 제34조의5 제1항에 따라, 국내 재난관리책임기관의 장은 재난을 효율적으로 관리하기 위해 재난 유형에 따라 다음의 위기관리 매뉴얼을 작성·운영해야 하며, 이러한 위기관리 매뉴얼을 통해 재난 발생 시 관계부처별 역할을 정의

▼ <표 22> 재난유형별 위기관리 매뉴얼 종류

| 구분 | 내용 |
|------------|--|
| 위기관리 표준매뉴얼 | <ul style="list-style-type: none"> 국가적 차원에서 관리가 필요한 재난에 대하여 재난관리 체계와 관계 기관의 임무와 역할을 규정한 문서로 위기대응 실무매뉴얼의 작성 기준이 되며, 재난관리주관기관의 장이 작성 다만, 다수의 재난관리주관기관이 관련되는 재난에 대해서는 관계 재난관리주관기관의 장과 협의하여 행정안전부장관이 위기관리 표준매뉴얼을 작성할 수 있음 |
| 위기대응 실무매뉴얼 | <ul style="list-style-type: none"> 위기관리 표준매뉴얼에서 규정하는 기능과 역할에 따라 실제 재난대응에 필요한 조치사항 및 절차를 규정한 문서로 재난관리주관기관의 장과 관계 기관의 장이 작성 이 경우 재난관리주관기관의 장은 위기대응 실무매뉴얼과 위의 위기관리 표준매뉴얼을 통합하여 작성할 수 있음 |
| 현장조치 행동매뉴얼 | <ul style="list-style-type: none"> 재난현장에서 임무를 직접 수행하는 기관의 행동조치 절차를 구체적으로 수록한 문서로 위기대응 실무매뉴얼을 작성한 기관의 장이 지정한 기관의 장이 작성하되, 시장·군수·구청장은 재난유형별 현장조치 행동매뉴얼을 통합하여 작성할 수 있음 다만, 현장조치 행동매뉴얼 작성 기관의 장이 다른 법령에 따라 작성한 계획·매뉴얼 등에 재난유형별 현장조치 행동매뉴얼에 포함될 사항이 모두 포함되어 있는 경우 해당 재난유형에 대해서는 현장조치 행동매뉴얼이 작성된 것으로 봄 |

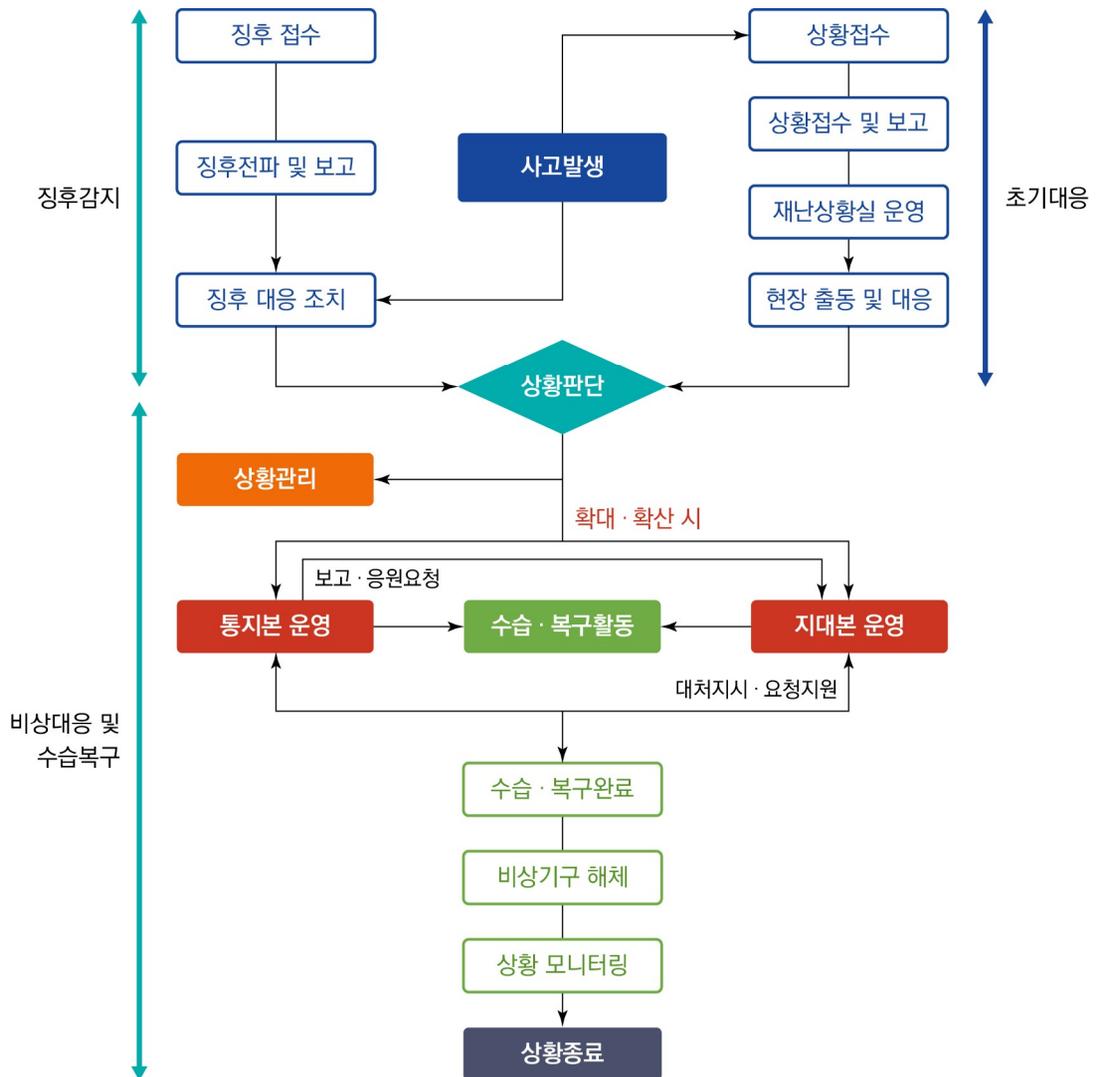
출처 : 재난 및 안전관리 기본법 제34조의5제1항

● 지진, 지진해일 및 화산 재난대응 관계부처별 역할

- 위기대응 실무 매뉴얼*은 재난대응 절차 및 프로세스에 따라 관계부처별 역할을 정의

* 지진재난 위기대응 실무 매뉴얼, 대형 화산 폭발 위기대응 실무 매뉴얼

- 지진과 지진해일은 별도로 구분하지 않고, 관계부처별 역할로 정의



출처: 재난안전대책본부 홈페이지, <https://www.ye21.go.kr/safe/contents.do?key=484>, (검색일 : 2021.08.08.)

【그림 08】 재난대응 절차 및 프로세스

- 지진 재해와 관련된 담당 업무 세분화

▼ <표 23> 관련 부처별 지진, 지진해일 및 화산 재난 위기대응 주요업무

| 기관명 | 주요업무 | | |
|-------------------|---|---|---|
| | 사전대비 (징후감지) | 초동조치 (초기대응) | 중수본 (비상대응 및 수습복구) |
| 행정 안전부 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진(해일), 화산재해 예방을 위한 각종 제도개선 추진 • 지진(해일), 화산재난 피해 예측 및 대응 관련 기술 개발 • 지진/화산매뉴얼 관리·운영 및 점검 개선 등 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진(해일), 화산폭발 발생에 따른 상황 파악 및 피해 예측 등 종합분석대응 • 지진(해일) 관련 상황판단회의 운영 • 지진(해일) 발생 및 화산분화 대비 재난방송 실시 요청 등 • 화산분화 자체위기평가회의 운영 및 각 경보단계 발령 | <ul style="list-style-type: none"> • 유관기관 장에게 행정·재정상 조치 및 협조 요청 • 각 사고수습본부와 유기적 협조체계 유지 |
| 과학기술 정보 통신부 | <ul style="list-style-type: none"> • 소관 정보통신분야 피해 예방 조치 • 소관분야 시설물에 대한 대비태세 확인·점검 • 유관기관간의 비상연락망 등 공조체계 확인·점검 • 재난방송 등 지원체계 확인 | <ul style="list-style-type: none"> • 중요 통신시설의 보호 및 긴급 복구 • 유료방송사의 방송 시설 보호 및 복구 • 재난방송 실시(국민행동 요령 안내 등) • 재난방송 요청 및 지속 홍보 협조 | <ul style="list-style-type: none"> • 중요 통신시설의 보호 및 긴급 복구 • 유료방송사의 방송 시설 보호 및 복구 • 재난방송 실시(국민행동 요령 안내 등) |
| 보건 복지부 | <ul style="list-style-type: none"> • 응급의료지원체계 가동 점검 • 재해지역 방역 대책수립 • 소관시설물 안전점검 및 취약시설 보수·보강 | <ul style="list-style-type: none"> • 응급의료 지원체계의 신속 가동 • 현장응급의료소 설치·운영 • 소관시설물 피해상황 파악 및 지원 • 상황관리 및 유관기관과 비상통신망 유지 • 인근 응급의료기관 응급실 진료강화 및 유관기관 연계 등 | <ul style="list-style-type: none"> • 응급의료 지원체계의 신속 가동 • 이재민 보호시설 및 재해지역 방역지원 • 소관시설물 피해상황 파악 및 지원 • 화산재 확산으로 인한 호흡기질환자 관리 • 북한난민 유입으로 인한 감염병 검진체계 강화 • 소관시설 재해약자 이송 조치 |
| 환경부 | <ul style="list-style-type: none"> • 소관분야 시설물에 대한 대비태세 확인·점검 • 유관기관간의 비상연락망 등 공조체계 확인·점검 • 식수원 안전관리 및 비상급수대책 마련 • 화산재·재난쓰레기 등에 대한 수거·처리 방안 마련 • 환경오염사고(화학, 수질, 식용수) 위기 대응체계 확인 | <ul style="list-style-type: none"> • 피해지역 비상급수 및 하수처리 대책 마련 • 상하수도 피해시설물, 매립지 등 폐기물처리시설 응급복구 지원 • 화학사고 발생시 조치 및 대응 • 국립공원 탐방객 단계별 통제 등 조치 • 식수원 안전관리 및 비상급수대책 추진 • 국립공원 탐방객 단계별 통제조치 시행 | <ul style="list-style-type: none"> • 피해지역에 대한 비상급수 및 하수처리 대책 • 이재민 수용시설에 대한 식용수 및 하수처리계획 • 육상 환경오염물질 상황 및 처리 실태 관리 • 사고 현장 수습활동 지원 및 전문인력 등 기술지원 • 화산재·재난쓰레기 등에 대한 수거·처리 지원 • 파손 환경 시설 파악 및 응급복구 지원 |
| 국토 교통부 | <ul style="list-style-type: none"> • 소관분야 시설물에 대한 대비태세 확인·점검 • 유관기관간의 비상연락망 등 공조체계 확인·점검 | <ul style="list-style-type: none"> • 긴급수송용 교통수단 및 사고수습 중장비 지원 • 도로, 철도, 비행장, 공동구, 댐 등 대규모 주요 시설물 피해 응급 복구 | <ul style="list-style-type: none"> • 해안지역 복구사업에 필요한 인력 및 장비 동원 • 긴급수송용 교통수단·사고수습 중장비 지원 |

| 기관명 | 주요임무 | | |
|--------------|--|---|---|
| | 사전대비 (징후감지) | 초동조치 (초기대응) | 중수본 (비상대응 및 수습복구) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 내진설계기준에 의한 내진성능 평가·보강 추진 항공기 운항관련 교통 및 물류 수송 대책 마련 | <ul style="list-style-type: none"> 항공기 운항 제한(필요시) | <ul style="list-style-type: none"> 소관시설 건축물 출입통제 및 이재민 구호 수용시설 지정 안내 낙하 화산재 제거를 위한 중장비 지원 |
| 기상청 | <ul style="list-style-type: none"> 지진 등 관련정보 제공 소관분야 시설물에 대한 대비태세 확인·점검 유관기관간의 비상연락망 등 공조체계 확인·점검 화산폭발 관련 인접국가와 정보교류 등 국제협력체계 구축 유관기관 정보제공 협력체계 구축·유지 국내외 화산관측 및 통보체계 구축·유지 화산감시 및 분화예측 관련 기술 개발 등 | <ul style="list-style-type: none"> 긴급방송 요청 지진 발생 등 상황의 관측·분석 및 신속 전파 지진해일 상황의 관측·분석 및 신속 전파 대국민 유감지진 신고자료 수집·정리 화산 관련정보 유관기관 전파 화산활동 감시 등에 대한 언론 브리핑 등 점검 국내외 화산 감시 기능유지 | <ul style="list-style-type: none"> 지진해일 관측자료 수집·정리 지진·지진해일 발생 상황에 대한 언론 모니터링 및 대응 화산 관련정보 유관기관 전파 화산활동 감시 등에 대한 언론 브리핑 등 점검 국내외 화산감시 기능 강화 |
| 지자체 | <ul style="list-style-type: none"> 지진 재난취약시설에 대한 안전관리 종합대책 수립·추진 사상자 구호·치료 지원체계 및 관계기관 비상연락망 점검 병원, 장례식장 등 사상자 진료·안치시설 및 차량, 장비 등 확인 및 지원 현지 사정을 반영한 현장조치 행동매뉴얼 정비 자원대기소의 지정·활용 등을 통한 재난현장 접근성 사전 확보 소속 공무원 비상연락망 정비 및 비상근무 소집 발령 준비 | <ul style="list-style-type: none"> 지역재난안전대책본부 설치·운영(※시도교육청과 협의) ·사고수습 지원 현장 상황실 설치, 응급진료, 피해 유가족 지원시설, 현장 정 보통신 시설, 차량 지원 등 사고수습을 위한 행정적 지원 | <ul style="list-style-type: none"> 지역재난안전대책본부 설치·운영(※시도교육청과 협의) ·재난현장 통합지원본부 설치·운영 사고수습 지원 현장 상황실 설치, 응급진료, 피해 유가족 지원시설, 현장 정보통신 시설, 차량 지원 등 사고수습을 위한 행정적 지원 |
| 소방청 | <ul style="list-style-type: none"> 소관분야 시설물에 대한 대비태세 확인·점검 유관기관간의 비상연락망 등 공조체계 확인·점검 | <ul style="list-style-type: none"> 긴급구조기관 및 지원기관의 협력체계 가동 현장응급의료소 운영 지원 위험물 사고에 대한 긴급안전점검 조치 | <ul style="list-style-type: none"> 중통단 구성·운영 및 지역긴급구조통제단 운영 지원 구조·구급업무 및 헬기지원 재난현장 구급자원 동원응급조치 |
| 해양경찰청 | <ul style="list-style-type: none"> 소관분야 시설물에 대한 대비태세 확인·점검 유관기관간의 비상연락망 등 공조체계 확인·점검 | <ul style="list-style-type: none"> 해상교통문자방송 및 가용 통신장비 활용 조업항행 선박 긴급대피 조치 해양오염 방제 활동 및 방제자원 지원 경비함정항공기 등 구조세력 동원 인명구조 실시 | <ul style="list-style-type: none"> 해양 수색 구조구급 지휘통제 중앙구조본부 구성운영 및 광역지역 구조본부 조정통제지원 중앙해양특수구조단 등 파견운영 |

출처: 교육부, 지진재난과 대형 화산폭발 위기대응 실무매뉴얼 재구성, 2018

- 국립재난안전연구원 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획연구에 따르면, 「관측 - 대비 - 대응 - 복구」의 재해 4단계로 구분하여 부처별 지진 재해 담당 업무 세분화

▼ <표 24> 지진재해 단계 및 부처별 세부업무

| 재해 단계 | 주요업무 | 세부업무 | 관련부처 (담당부서) | 관련법령 |
|------------------|----------------|----------------------------|--------------------|-----------------|
| 관측 | 지진 관측 | 기본계획수립 | 기상청 (지진화산정책과) | 「지진관측법」 |
| | | 관측방법 | | |
| | | 관측망 구축 / 운영 기술 | | |
| | | 관측소의 설치, 구축 및 운영관리 기술 | 기상청 (지진정보기술팀) | |
| | | 관측장비 검교정 기술 | | |
| | | 관측자료 DB 구축 및 운영 기술 | | |
| | 지구물리 관측 | 지자기 물리관측망의 구축 및 운영 기술 | 기상청 (지진화산연구과) | |
| | 지진해일 관측 | 지진해일 관측망 구축 | 기상청 (지진정보기술팀) | |
| | | 지진해일 관측기술 | | |
| 대비 | 발생원인 조사연구 | 지체구조, 속도 / 감쇄구조 연구 | 기상청 | |
| | | 활성단층 조사 및 지도 작성 기술 | 행정안전부 (지진방재관리과) | |
| | | 지질, 지반조사 및 자료관리 | | |
| | 위험도 평가 | 액상화, 산사태, 해안침수 등 위험도 평가 기술 | | |
| | | 국가지진위험지도제작 및 활용기술 | | |
| | | 피해 시설물의 위험도(취약도) 평가 기술 | | |
| | | 내진성능목표설정 | | |
| | 발생가능성 및 역사지진평가 | 발생가능성 및 역사지진평가 | | 기상청 |
| | | 발생예측, 전조현상 | | |
| | 정책 및 계획수립 | 기본계획수립 및 정책방향 수립 | 행정안전부 (지진방재정책과) | 「지진대책법」 |
| | 설계기술 | 내진설계기준 / 성능수준 | 관련부처 | 부처별 내진설계관련법령 |
| 해석기술(내진/면진/제진기술) | | | | |

| 재해 단계 | 주요업무 | 세부업무 | 관련부처 (담당부서) | 관련법령 | |
|--------------|-----------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|
| 대비 | 내진성능 평가 | 안전점검 기술 | 국토교통부 (시설안전과) | 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 | |
| | | 내진성능평가기술 | | | |
| | | 시설물통합정보관리체계 운영기술 | | | |
| | | | 시험기술 | 국립전파연구원 (기술기준과) | 「전기통신기본법」 |
| | 내진제품 | 장치 및 제품 개발 | 행정안전부 (지진방재관리과/ 지진방재정책과) | 「지진대책법」 | |
| | 보강기술 | 내진보강 시공기술 | | | |
| | 인증제도 | 시설물 내진성능인증 | 행정안전부 (안전기획과) | 「재난 및 안전관리 기본법」 | |
| | | 내진제품인증 | | | |
| 방재신기술 | | 행정안전부 (재난관리정책과) | | | 「자연재해대책법」 |
| 기타 | 지방세지원/기반구축 등 | 행정안전부 | 「지방세특례제한법」 | | |
| 대응 | 조기경보 (지진 정보 제공) | 소규모 개별 경보장치 기술 | 행정안전부 (지진방재관리과/ 지진방재정책과) | 「지진대책법」 | |
| | | 조기경보체계 구축 및 운영기술 | 기상청 | 「지진관측법」 | |
| | | 발생원 분석 및 통보 기술 | | | |
| | | 지진재난문자송출기술 | 기상청 (지진화산정책과) | 「재난 및 안전관리 기본법」 | |
| | | 지진정보 실시간 방송기술 | 기상청, 과학기술정보통신부 | 「지진관측법」 | |
| | 피해대응 기술 | 지진재해대응체계 구축 및 운영기술 | 행정안전부 (지진방재관리과/ 지진방재정책과) | 「지진대책법」 | |
| | | 지진재해 원인조사 및 분석 기술 | | | |
| | | 시설물 지진가속도계 구축 및 운영기술 | | | |
| 인문학적 연구 및 기타 | | | | | |
| 복구 | 주거지원 기술 | 대피 및 임시주거 지원 기술 | 행정안전부 (안전기획과) | 「재난 및 안전관리 기본법」 | |
| | 피해복구 기술 | 지진피해에 대한 응급조치 기술 | 행정안전부 (재난관리정책과) | 「자연재해대책법」 | |
| | | 기타 복구기술 | | | |

출처: 국립재난안전 연구원, 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획연구, 2018

2.1.2. 국제정세

● 기후변화로 인한 국외 현황

- 기후변화와 대규모 감염병 등과 같은 전 지구적 대재앙에 대한 위기 극복을 위해 새로운 성장 동력의 필요성이 대두되고 있으며 특히, 지진과 같은 환경 위기에 효과적으로 대응하기 위해 각국은 다양한 정책과 전략 수립
- 국제기구 및 세계 각국은 다각도의 환경변화에 대해 국가별 기상기후감시 데이터를 취합·통합하여 전 지구적 데이터베이스를 제작하고 분석 결과를 바탕으로 한 기후정책 수립
 - UNFCCC와 WMO의 공동 노력으로 전 지구의 기후 관련 관측 데이터 및 관련 산출물의 통합 및 분배 시스템인 전지구기후관측시스템(Global Climate Observing System, GCOS)을 구축하여 운영하고 있으며, 대기(Atmospheric), 해양(Oceanic) 및 지상(Terrestrial) 감시·관측 데이터를 필요 수요에 따라 무상 제공 (WMO, 2016)
- IPCC 6차 보고서 제1실무그룹 보고서²⁰⁾
 - IPCC에 의하면 지난 3천 년간 지구 평균 해수면은 1900년대 이후 그 어느 때보다 빠르게 상승
 - 21세기 해수면은 계속된 상승세를 보이며, 2100년까지 최소 0.28m(최저배출 시나리오)~0.55m(저배출 시나리오), 최대 0.63m~1.01m(최고배출 시나리오) 해수면 상승 예상
 - 100년에 한 번 정도 발생하던 해수면 관련 재난이 2100년까지 적어도 1년 주기로 발생 예상
- UNESCO IOC, Implementation Plan 2021-2030²¹⁾
 - UNESCO 소속 정부 간 해양위원회 (Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC)에서는 기후변화로 인해 심화하는 각종 해양 관련 재난으로 인하여 해양 생태계, 지역사회 및 관련 종사자들에게 미치는 영향에 따른 필요성 제기 및 솔루션 제안
 - 위험 우선순위 평가를 기반으로 위험 완화, 예측, 경보방안 및 재난 적응형 방안을 형성하기 위한 매커니즘과 프로세스를 통해 육지와 해상의 중장기적 기후위험 완화
 - 기술적인 면(해양데이터 및 예보 시스템)과 사회적인 면(교육, 재난지원 및 소통 방안)의 연계를 통한 기후변화 관련 정책과 의사결정 시 보조 역할로 활용하여 지역사회 복원력 강화

● 미국의 관련 계획 및 정책

- 국가지진위험저감프로그램(NEHRP)의 중장기 실행계획(Strategic Plan for the NEHRP)을 통해 지진 피해경감 전략 수립
 - 지진위험 감소법에 따라 국가지진위험감소프로그램(NEHRP) 기획조정/건축물 및 건축기준연구(NIST), 지진재난대응 총괄/대비 교육(FEMA), 지진 발생 시 정보제공, 피해파악, 예측능력향상 담당(USGS), 지진 관련 연구지원(NSF)으로 역할을 분담하여 지진위험에 대비

20) 한국에너지정보문화재단, IPCC 제6차 평가보고서 제1실무그룹 보고서 주요내용, 2021

21) United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development, Implementation Plan 2021-2030, 2021

- NOAA와 NWS의 중장기 전략인 「NOAA's Tsunami Program Strategic Plan 2012-2021」과 「National Tsunami Hazard Mitigation Plan 2018-2023」을 통해 지진해일 피해경감 및 대응 전략 수립
- 미국 지질조사국(USGS, United States Geological Survey)에서는 화산재해 프로그램(Volcano Hazard Program)을 운영하고 있으며, 2004년부터 2008년까지 화산재해 5개년 전략이 시행되었으나 현재 화산 별도로 시행되는 중장기 전략은 미확인됨

● 일본의 관련 계획 및 정책

- 국토강인화 5개년 기본계획
 - 2050년까지 탄소 중립 실현을 위해 15개 중점사업 추진을 통해 부처 연계, 행정의 효율화, 민관의 체계적 연계와 역할분담 강조
- (주요과제) ▲심각한 풍수해와 임박한 대규모 지진 등의 대책, ▲예방보전형 인프라 관리로의 전환을 위한 노후화 대책, ▲국토강인화 정책의 효율적 추진을 위한 디지털화 대책 등의 가속화·고도화

● 중국의 관련 계획 및 정책

- 지진 대비 및 재해 완화 계획(2016-2020)²²⁾
 - 국가 지진 강도 속보와 지진 예보경보 프로젝트 추진, 변경해역 및 일대일로 지역 지진 모니터링 수행, 쓰촨-윈난 국가 지진 모니터링 예보실험장 운영 등
- (중점사업) 성·시·군 지역 지진위험 실시간 모니터링·예측 시범시스템 구축, 지진 모니터링 네트워크 최적화·기술 개선, 지구 물리 현장 모니터링 네트워크 최적화 및 기술적 개선

● 대만의 관련 계획 및 정책

- '21년 중앙기상국(Central Weather Bureau) 전략 계획
 - 잠재 지진 관측을 위한 효율적인 지진 모니터링, 분석, 시설 구축 추진
 - 재해방지를 위한 지진조기경보 도입(2016~2021)
 - 대만 남해안 지역의 대양저 지진 및 쓰나미 모니터링 시스템 이행 (2021-2024)

22) 中國地震局(China Earthquake Administration), 防震减灾规划 (2016-2020年), <https://www.cea.gov.cn/cea/zwgk/ghjh/5572086/index.html>, (검색일 : 2021.09.20.)

2.1.3. 지진 분야 정책 동향

● 지진 분야 국내 정책(제도) 동향

- 최근 지진이 한반도에서 빈번하게 발생함에 따라 국민안전 확보를 위해 정부 관련 부처에서는 지진 관련 정책 수립
 - 기상청은 「국민의 나라 정의로운 대한민국」이라는 현 정부 국정운영 5개년 계획의 국가 비전과 국정 목표에 따라 국정과제 중 지진·지진해일 분야에서 4개의 실천과제를 담당
 - (전략과제55-4) 지진 조기경보 발표시간 단축 및 대국민 지진정보 전달체계 다양화
 - (전략과제55-4) 지진발생 원인 규명 및 지진분석 정확도 향상
 - (전략과제56-4) 지진해일 예측기술 개선 및 위험정보의 신속한 전달체계 구축
 - (전략과제56-4) 지진해일 및 너울성 파랑 관련 연구개발 추진
 - 기상청은 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률」에 의해 5년마다 기본계획을 수립하고 유관기관과 함께 지진·지진해일·화산의 관측과 경보, 기술개발과 국내외 협력을 위해 다양한 정책과 과제를 추진 중
 - 지진관측 자료의 정확도·신뢰도 확보를 위해 관측 장비의 검정체계를 위한 관련 법령을 개정(2019. 10.)하고 국가 표준 검정체계의 실효성을 높일 수 있는 체계적인 검정제도 시행
 - 이러한 관련 법과 제도를 정비하여 법적 추진근거를 확보하고 다양한 연구 및 기술개발을 통해 인프라 확보 마련 중
- 국가균형발전 계획에 따라 중앙정부와 지방정부는 중단기적 이행 전략을 추진하고 자연재해에 대해 체계적인 전략을 추진
 - 국민안전처(현 행정안전부)에서 2016년에 불의 고리에 놓여있는 일본과 에콰도르에서 강진이 발생하자 지진방재대책을 보완하고 실제 재난 상황에서의 방재체계 구축을 위한 「지진방재 개선대책」을 수립
 - **(부산광역시)** 「2030년 부산도시기본계획」의 지진방재 분야에서 조기경보 시스템 강화, 내진보강, 비상 대응·복구 체계 구축 등을 계획
 - ※ 지진가속도 계측기 설치, 내진보강대책 수립 및 추진, 지진대피소 정비 및 안내도 보강 등의 세부 내용 제시
 - 2020년 9월 시작된 포항지진 진상조사 및 피해구제 등을 위한 특별법 시행 및 포항지진 특별법 개정안 국회 통과로 피해구제액 100% 지원²³⁾
 - 또한, 공공시설물을 대상으로 운영되었던 「지진 안전성 표시제」를 「지진 안전 시설물 인증제」로 변경 및 도입(2018. 10.) 후 2020년 지진 안전 시설물 총 95건 인증²⁴⁾
- 경주 지진 이후, 그간 지진 대응 및 정책의 미비점 개선 방향으로 법령 개정 및 정책추진

23) 경북일보, 포항지진특별법 개정안 국회 통과...피해구제액 100% 지원,
<https://www.kyongbuk.co.kr/news/articleView.html?idxno=2069521>, (검색일 : 2021.09.15.)

24) 연합뉴스, 국토안전관리원, 2020년 지진 안전 시설물 총 95건 인증,
<https://www.yna.co.kr/view/AKR20210201130400052?input=1195m>, (검색일 : 2021.09.15.)

▼ <표 26> 지진 관련 주요 법령 개정 현황

| 부처별 | 법령명 | 개정사항 | 개정 및 시행일자 |
|-------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 행정안전부 | 재난 및 안전관리 기본법 | 기상청장 지진(지진해일) CBS 송출권한 부여 | 개정('17.1.17) |
| | 지방세특례제한법 | 내진보강 지방세 감면대상 확대 | 개정('16.12.27), 시행('17.1.1) |
| | 지진·화산재해대책법 | 내진설계 사전협의제도 도입 | 개정('17.3.21) |
| | 자연재난구호 및 복구비용부담기준 등에 관한 규정(대통령령) | 지진관련 '小破' 기준 마련 | 개정('17.6.28) |
| 국토부 | 건축법 시행령 | 내진설계대상 확대(3층→2층) | 개정('17.2.4) |
| | | 건폐율·용적률 완화(10%) | |
| | 건축물대장의 기재 및 관리 등에 관한 규칙 | 건축물대장 내진설계 표시 | 개정('17.1.24) |
| | 공인중개사법 시행규칙 | 부동산 중개대상물 설명서식(내용)에 건축물 내진정보 추가 | 개정('17.6.8), 시행('17.7.31) |
| 기재부 | 국세특례제한법 | 내진보강시 소득공제 등 세액공제 | 개정('16.12.20), 시행('17.1.1) |
| 문화재청 | 문화재보호법 등 | 문화재 재난관리체계 개선 | 개정('17.3.21) |
| | | 문화재 조사인력 구성 및 조사방법 개선 | |

출처: 행정안전부, 9.12. 지진 이후 지진정책의 변화, 2017

▼ <표 25> 최근 5년간 국내 지진 정책

| 정책 | 년도 | 전략 | 비고 |
|--|---------|---|----------|
| 지진방재 종합대책 | '16.12 | <ul style="list-style-type: none"> 지진 조기경보 및 국민안전교육 강화 내진대상 확대 및 내진보강 강화 지진연구 및 민관협력 확대 지진 대응역량 강화 | 경주 지진 이후 |
| 지진방재 개선대책 | '18.11. | <ul style="list-style-type: none"> 내진보강 활성화 및 활성단층 조사 대국민 신속·정확한 지진정보 제공 지진 대응역량 강화 이재민 구호 및 복구대책 개선 | 포항 지진 이후 |
| 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2017~2021)) | '17.04. | <ul style="list-style-type: none"> 최적의 관측망 구축 통합적인 정보관리 체계 확립 분석기술의 고도화 신속한 전달체계와 정보활용의 극대화 실현 미래대비 업무발전 기반 조성 | |

| 정책 | 년도 | 전략 | 비고 |
|---|---------|--|----|
| 제2차 지진방재 종합계획 (2019~2023) | '18.11. | <ul style="list-style-type: none"> • 지진정보 전달체계 고도화 • 지진 및 지진해일 대응역량 강화 • 국가 내진율 향상 • 이재민 구호 및 복구지원 강화 • 지진방재 연구기반 확대 | |
| 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합 계획 (2020~2024) | '20.06. | <ul style="list-style-type: none"> • 국가 지진관측망 고해상도화 • 전주기 지진관측자료 통합관리체계 구축 및 품질 관리체계 완성 • 국가 지진관측 제도 완비 및 검정 시행 | |
| '21 국가 지진방재 R&D 로드맵 | '21.03. | <ul style="list-style-type: none"> • 신속한 지진감시역량 확보 • 지진위험도 평가 및 위험정보 공유 • 시설 및 생활공간 내진성능 확보 • 사회기능 연속성 확보 • 지진방재 기반 구축 지원 | |

출처: 저자 작성

● 지진 분야 국외 정책(제도) 동향

- **(미국)** 1977년에 제정된 「지진위험 감소법」에 따라 지진위험감소 프로그램을 추진하는 4개 기관의 역할과 협업을 규정하고 각 기관의 역할 정의
 - ※ 국립표준기술원(National Institute of Standards and Technology, NIST): 지진위험감소 프로그램의 기획조정 및 건축물과 건축기준 관련 연구 담당
 - ※ 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency, FEMA): 지진재난 대응 총괄과 대비 교육 담당
 - ※ 지질조사국(United States Geological Survey, USGS): 지진 발생 시 정보 제공, 피해 파악, 예측 능력 향상 담당
 - ※ 국립과학재단(National Science Foundation, NSF) : 지진 관련 연구 지원
- 미국은 지진의 위험에 대비하기 위해 국가과학기술위원회(NSTC)에서 초대형 재난 대응, 재난 상황 시 행동 분석 및 현장 대응 관련 계획을 수립하고 지진 발생 및 프로세스, 영향에 대한 예측모델의 필요성을 제시²⁵⁾
- **(일본)** 지진조사연구추진본부(Headquarters for Earthquake Research Promotion of Japan, HERP)가 지진방재 컨트론타워의 역할로서 지진관측, 측량, 조사·연구 등의 각종 업무를 담당하고 산하의 정책위원회와 지진조사위원회가 지진 조사관측계획 수립, 기본 시책 수립, 지진 분야 장기평가 등의 업무 수행
 - 일본은 고베 대지진(1995년)과 동일본 대지진(2011년) 이후 지진재난 피해 저감을 위한 관련 제도와 체제를 정비하고 재난 발생 시 과학적으로 검증된 정보만을 알기 쉬운 형태로 제공하는 등 지속적인 지진방재대책 강화

25) KISTEP, KISTEP 기술동향브리프 - 지진 조기경보, 2019.

- **(중국)** 헌법에 근거한 지진 및 지진해일에 관한 기본법인 「지진재난방지경감법」을 제정하고 지진예보와 지진 발생에 따른 사후처리를 관리·감독하기 위한 일련의 행정법규를 제정·시행
 - '지진관측 및 예보에 관한 규정'에서는 해역지진·지진해일의 관측과 화산 관측에 관하여 규정
 - 화산활동 관측에 관한 법률제도는 현급 이상의 지방 인민 정부가 재난 관련 관측 및 대응 업무를 담당하고 화산 소재지에서의 화산활동 관측 및 예측업무를 강화
 - 재난 대책과 구조 시스템 개선을 위하여 재난 예방과 구조 조정을 위한 정책 수립
- **(대만)** 대만의 지리적 위치로 인해 대규모 지진 발생 가능성이 크며, 최근 급속한 경제 개발과 사회구조의 변화로 지진 발생 시 인명과 재산 손실이 불가피하여 분산형 기능 조직을 구성하고 재난 대책과 구조 시스템 개선을 위해 재난 예방과 구조 조정을 위한 정책 수립
 - 2016년 2월 6일 새벽 가오슝시의 메이농 지역이 지진으로 인하여 117명의 사상자 발생 및 액상화 현상이 일부 지역에서 발생하여 '안전한 집 튼튼한 나라 프로젝트((Anjia Guyuan Project))'를 시행
- **(터키)** 세계적으로도 지진 빈도가 높고 피해 규모가 큰 국가이며, 이에 대비해 총리실 산하 재난 비상대책국에서 지진정책을 수립
 - 국가 지진 전략 및 실행 계획(2012-2023)을 통해 지진정보 기반 강화, 지진 피해 분석 및 재해 지도 재구성, 내진설계, 문화유산 보호, 지진 전략을 위한 법·제도 정비

2.1.4. 지진해일 분야 정책 동향

● 지진해일 분야 국내 정책 동향

- 국내 지진해일은 단독 정책 부재 실정이며 지진과 연계된 정책을 추진 중

▼ <표 27> 최근 5년간 국내 지진해일 정책

| 정책 | 년도 | 전략 | 비고 |
|---|---------|---|----|
| 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획 (2017~2021)) | '17.04. | 1. 최적의 관측망 구축 - (지진해일 관측망) 동남해 먼바다의 지진해일 감시 역량 강화 2. 통합적인 정보관리 체계 확립 - 지진·지진해일·화산 정보 수집 및 통합 관리 3. 분석기술의 고도화 - 지진해일 예측 및 관측 기술 개선 4. 신속한 전달체계와 정보활용의 극대화 실현 - 지진·지진해일 긴급재난문자 방송 시스템 구축 및 고도화 5. 미래대비 업무발전 기반 조성 - 선진형 지진해일 예측체계 및 기술 개발 - 교육·홍보 및 국내외 협력 강화 | |
| 제2차 지진방재 종합계획 (2019~2023) | '18.11. | 2. 지진 및 지진해일 대응역량 강화 - 지진·지진해일 대응시스템 개선 | |

| 정책 | 년도 | 전략 | 비고 |
|--------------------------------------|---------|---|----|
| 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합 계획 (2020~2024) | '20.06. | 1. 국가 지진관측망 고해상도화 - 국가 지진해일 관측체계 구축 2. 전주기 지진관측자료 통합관리체계 구축 및 품질 관리체계 완성 - 해일파고계 관측자료 시계열 실시간 표출 3. 국가 지진관측 제도 완비 및 검정 시행 - 지진·지진해일 관측장비 기상청 고시 제·개정 - 지진해일 관측·통보 및 대응체계 강화를 위한 유관기관 협력 | |

출처: 저자 작성

- 2014년부터 강원도 환동해본부와 해양수산부가 함께 추진하고 있는 「삼척항 지진해일 침수방지시설*」이 2021년 강원도 삼척에 준공²⁶⁾

* 동해안에 1.0m 이상의 쓰나미 발생 시 수문을 내려 지진해일로부터 지역 주민 및 재산을 보호할 수 있는 시설로 아시아 최대 지진해일 게이트임

● 지진해일 분야 국외 정책 동향

- **(미국)** 2011년 일본 도호쿠 지방 태평양 해역지진 이후 시민의 자발적인 참여를 바탕으로 중앙정부, 주 정부, 지역 정부 및 관계기관과의 협력을 통하여 지역의 대규모 지진해일 피해를 미리 방지하고자 TsunamiReady 프로그램을 통한 지진해일 대비 가이드라인 제작 중²⁷⁾
 - 지진해일 위험구역 지정, 대피지도 제작, 대피경로 표시판 설치, 학교 대상 지진해일 교육 제공, 비상 운영센터 지원, 지진해일 경보 제공 다변화 등
- **(일본)** 기상청에서는 기상연구소를 중심으로 해일예측 정확도의 향상을 위한 다점 관측 데이터 등을 이용한 해일의 즉각적인 예측 방식의 고도화에 관한 연구, 원지해일²⁸⁾의 후속파와 감쇠특성의 모델화에 관한 연구 등을 통해 지진·지진해일에 대한 방재기상정보의 고도화 대책을 추진
 - 향후 거대지진이 발생할 것으로 우려되는 남해 트로프 연안에 대하여 심부 저주파 지진, 슬로우 슬립 등 다양한 현상에 대한 탐지·분석능력 고도화 추진
 - 해일 경보갱신의 정밀도 향상을 도모하기 위해 근해에서 가장 빨리 관측된 해일 파형 데이터를 사용하여 해안에 밀려오는 해일을 즉시 정밀 예측 진행 중
 - 일본에서 멀리 떨어진 타국에서 발생한 해일(원지 해일)에 관한 해일 경보 및 주의보를 적절한 시기에 해제하기 위해 해일의 감쇠 과정 연구 추진
- **(일본)** 과거 거대해일의 지식과 플레이트 경계의 고착상태에 관한 정보를 통합하여 해일의 사전예측 방식의 고도화 추진
 - 대학, 산업기술종합연구소와 해양연구개발기구에서 해일퇴적물 등을 기반으로 과거의 초거대 해일의 지식과 플레이트 경계의 고착상태를 통합한 해일의 사전평가기법 개발

26) 강원도 환동해본부 해양항만과, 국내 최초·최대 지진해일 침수방지시설, 2020

27) NWS, NWS TsunamiReady® Program, 2021

28) 일본의 연안에서 600km 이원에서 일어난 지진에 의한 해일

- **(일본)** 대지진으로 인한 강진동·해일·장주기 지진동 등을 지진·즉시·해일 등의 육지 및 해역에서의 단독 또는 복수의 관측량을 근거로, 즉시 예측기법 개발 추진
 - 대학은 실시간 GNSS를 이용하여 단층 붕괴의 불확실성을 정량적으로 평가하는 단층 즉시 추정 기법을 개발하여 해일 즉시 추정기법의 고도화를 추진
 - 대학은 진원과정 등 지진학적 묘사가 불필요한 데이터동화수법에 근거한 해일전파의 상황파악에서 지진과 기타 재해요인에 의한 해일을 가능한 한 즉각적인 고정밀도 추정기법 개발 수행
 - 기상청과 해양연구개발기구는 해일 파원 추정방법과 해저·연안지형 등의 모델 개량으로, 해일의 발생·전파·감쇠에 이르는 전 과정을 재현하는 해일 모델 고정밀화를 도모하고, 해일의 실태감시에 기여하기 위해 해일의 발생·전파의 상황을 신속하게 파악하는 방식의 개발을 추진

2.1.5. 화산분야 정책 동향

● 화산 분야 국내 정책 동향

- '11년 「선제적 화산대응 종합대책」 수립 이후 '17년도에 국민안전처에서 「화산재 피해경감 종합대책」과 기상청에서 「제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획」을 세우며 방재와 기술 분야로 세분화하고 기상청에서는 지진, 지진해일, 화산 분야를 연계하여 정책을 수립

▼ <표 28> 국내 화산 정책

| 정책 | 년도 | 전략 | 비고 |
|--|---------|--|----|
| 화산재해 예방 및 경감을 위한 선제적 화산대응 종합대책 | '11.02. | 1. 선제적 화산대응 기반 조성 2. 화산 감시·분석·예측 및 통보 역량 강화 3. 국내·외 화산 유관기관 공동 대응체계 구축 4. 화산 대응을 위한 제도적 기반 조성 5. 화산대응 선진화를 위한 연구기술 강화 | |
| 화산재 피해경감 종합대책 | '17.03. | 1. 화산 감시 및 통보체계 2. 소관별 화산재 피해경감대책 3. 화산재 관리기준 설정 4. 화산재해 대응 및 복구 5. 화산재해 교육·훈련 및 홍보 6. 연구기능 강화 7. 화산재해 국제협력 강화 8. 화산방재 기반구축 지원 | |
| 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2017~2021)) | '17.04. | 1. 최적의 관측망 구축 - 화산·지구물리 감시체계 구축 및 운영 2. 통합적인 정보관리 체계 확립 - 지진·지진해일·화산 정보 수집 및 통합 관리 5. 미래대비 업무발전 기반 조성 - 화산 감시 및 화산 분화 전조 기술 개발 - 교육·홍보 및 국내외 협력 강화 | |

| 정책 | 년도 | 전략 | 비고 |
|--------------------------------------|---------|---|----|
| 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합 계획 (2020~2024) | '20.06. | 1. 국가 지진관측망 고해상도화 - 국가 화산활동 및 지구자기·공중음파 관측망 구축 2. 전주기 지진관측자료 통합관리체계 구축 및 품질 관리체계 완성 - 백두산 지표온도 및 지표변위 분석 정보 표출 | |

출처: 저자 작성

● 화산 분야 국외 정책 동향

- **(일본)** 화산재해대책을 통해 화산분화 예측에 관한 기초 연구, 화산현상에 관한 연구, 해역화산 분화 예지 추진, 차세대 화산 연구 및 인재육성 종합프로젝트를 추진

① 화산분화 예측에 관한 기초적 연구

- 문부과학성에서는 「재해의 경감에 기여하는 지진화산관측 연구계획(제2차)의 추진에 대해서 (건의)」(평성 31년/2019년)에 따른 5개년계획(2019년~2023년)에 의해 국립대학법인 등의 화산현상 해명이나 화산분화 발생 및 분화 추이의 예측, 화산재와 용암의 분출 등의 재해유인 예측 등에 관한 기초적 연구를 추진함과 동시에, 재해유인 정보의 효과적인 발신 방법 및 방재 활용력 향상을 위한 연구를 추진
- 국립연구개발법인 산업기술종합연구소에서는 화산분화 예지 연구의 추진을 위해 활동적인 화산분화 이력, 재해실적·활동상황 등의 지질학적 조사 및 분화 메커니즘과 마그마 상승 과정 모델링화를 위한 관측연구·실험 진행

② 차세대 화산연구·인재육성 종합프로젝트

- 문부과학성에서는 화산재해의 경감에 기여하기 위해「관측·예측·대책」전반에 걸친 연구의 추진 및 광범위한 지식과 고도의 기술을 가진 화산연구자를 육성하고 종전의 관측연구뿐만 아니라 타 분야와의 연계·융합을 도모

③ 화산현상에 관한 연구

- 기상청에서는 기상연구소를 중심으로 화산현상의 즉각적인 파악 및 예측기술 고도화를 추진하고, 화산분화 예지 연락회를 통해 관계기관과 긴밀한 협력을 도모하여 화산분화 예지에 관한 연구추진

④ 해역화산분화 예지의 추진

- 해상보안청에서는 항공기에 의한 남방제도 및 남서제도 방면에서의 하역화산의 활동해역 온도 분포와 화산성 변색서 분포 등을 조사하고, 해역화산분화 예지에 관한 정확한 정보 수집과 제공을 위해 해역화산기초정보의 정비를 수행

- **(중국)** 국가 지진국이 전담 및 중심이 되어 백두산을 관측하고 담당하는 길림성 지역의 화산재해 대응체계를 마련하여 화산분화에 대한 관측 및 예측 지원²⁹⁾

- 화산의 위험단계에 따른 재난대응체계는 3단계로 구분하여 운영

29) 암석학회지, 중국의 활화산 모니터링 프로그램에 대한 분석, 2016

- 화산활동에 대한 경계와 경보단계는 III급 일반비상단계, 폭발 직전의 임계단계는 II급 긴급비상단계, 화산이 폭발하여 재해가 발생되거나 대규모 화산폭발일 경우는 I급 특별비상단계로 나뉘어 재난대응 수행
- **(이탈리아)** Protezione Civile를 통해 각종 비상대책 지원, 협업, 방재 및 화산 관련 방재대책 담당³⁰⁾
 - 에트나, 베수비오, 불컨, 스트롬볼리 등의 활화산 대부분이 인구 밀집 지역에 위치하여 폭발 시 대규모 인명피해 위험 존재
 - 베수비오, 에트나 등에 GPS, 지진계측계, 기상관측소 등의 장비 설치, 활화산 감시망 구축, 국가 조기경보 시스템 구축, 등산객들을 위한 대피소 등의 인프라 마련
 - 이탈리아 국내외 기관들과의 협업을 통한 화산 관련 연구 진행
- **(아이슬란드)** 현재 32개의 활화산이 활동 중인 아이슬란드는 2010년의 에이야프얄라요쿨 화산 분화로 인하여 유럽 항공편이 마비 등으로 전 세계적 이슈 발생
 - 국가 화산 관측소 역할을 겸하는 아이슬란드 기상청, 아이슬란드 대학 지구과학부 등의 기관이 협업을 통하여 아이슬란드 화산의 특징 및 최신 정보제공 중

2.1.6. 전략적 시사점

● 국내정세

- 국민의 안전과 생명을 지키는 안심사회 구축을 목표로 하는 현 정부의 국정과제 구현을 위해 본 연구를 통해 지진 등과 같은 자연재해 발생 피해 최소화 및 안심사회 구축을 목표로 제2차 지진·지진해일·화산의 기본계획 전략 수립 필요
 - 국정전략과의 연계성을 통해 신기술 적용을 통한 신산업 발굴, 위험기상 관측 및 경보 역량 강화를 통한 재난안전기여, 지진 관련 분야에서의 남북협력을 포함한 국제협력 도모
- 현 정부의 중점 추진 정책인 한국판 뉴딜의 분석을 통해 정책 실행에 따른 파급효과 등 추이를 면밀히 검토하여 전략과제 및 민관 협력 등 연계 가능한 기회 모색 필요
- 재난 및 안전관리 기본법의 위기대응 실무 매뉴얼에 따라 기상청과 관계부처 기본 역할이 정립되었으나, 부처간 협력분야를 적극적으로 제2차 기본계획에 반영하고 개발하여 효율적인 전략 추진을 위한 관계부처 간 협력체계 강화 필요
 - 지진과 지진해일은 현재 자체 독립적인 전략 및 재난대응 업무가 이루어지지 않는 상황인데, 지진과 지진해일은 피해양상이 상이하므로 별도의 계획 및 재난대응 프로세스 및 체계 정립 필요
 - 국민안전 중심의 맞춤형 대응강화, 관계부처 간 주요 전략 및 계획의 정합성과 연계성 유지를 통한 관련 계획과의 유기적 연계 설정, 지진뿐만 아니라 지진해일과 화산 분야의 관계부처 간 협력 강화 필요

30) Protezione Civile, Civil Protection Organization in Volcanic Emergency, 2009

● 국제정세

- 전 세계적으로 기후변화의 위험성을 심각하게 받아들이고 있으며 기후변화로 인한 다각도의 환경변화에 대해 국제기구 및 세계 각국은 기상 기후 데이터를 취합·통합하여 구축된 전 지구적 데이터베이스를 필요 수요에 제공하거나 분석한 결과를 반영한 정책을 수립함으로써 국제적 노력을 통한 전 지구적인 대응이 필요함을 시사
- IPCC 및 UNESCO 등에서는 기후변화로 인해 해수면의 급속한 상승 및 각종 해양 관련 재난 발생빈도와 강도의 증가 추이를 예측함에 따라 기존 저지대의 지진해일 재난 대비책 마련이 필요하며, 중·장기적으로 저지대 수몰 이후 새로운 저지대 영역에 대한 지진·지진해일의 대비·대응책 마련이 시급

● 국내 지진·지진해일 및 화산 정책 시사점

- 국내는 지진, 지진해일 및 화산 발생빈도에 따라 관련 정책을 수립하고 있으며 최근 정책 동향을 통해 각 분야의 밀접한 연관성에 따라 주제별로 연계 정책 수립 필요
 - 우리나라에 큰 피해를 미치는 지진 같은 경우는 지진방재와 같은 단독 정책을 수립할 정도로 세분된 계획이 마련되었지만, 지진해일과 화산은 우리나라의 피해 사례가 드물기에 단독 정책 수립 대신 관측망 구축, 관측 및 경보처럼 주제별로 수립
- 국제적 추세를 고려했을 때, 향후 대한민국에서 경주/포항 지진이나 그 이상 규모의 지진이 발생했을 경우의 방재 및 대비책을 수립할 수 있는 구체적인 대안 요구 반영 필요
- 기상청 외의 각 기관과 지자체에서 지진 관련 정책을 수립하고 있으나 지진관측 및 지진방재 업무 등이 여러 부처로 분리되어 부처마다 다른 법·제도와 기준으로 관리되고 있어 관리체계의 정비 필요
 - 기상청과 관계기관에서는 지속적인 지진관측자료의 표준화 제도를 통해 자료의 품질관리 및 공동활용의 활성화 도모 필요
 - 지진관측자료의 체계적인 관리와 관측자료의 품질향상을 위한 관계기관과의 협력 강화가 필요하며 시행 중인 지진관측장비의 효율적인 검정제도 정착을 위해 대행기관 지정·운영에 있어서 체계적인 관리 감독 필요
 - 관련 법과 제도를 정비하여 법적 추진근거를 확보하고 다양한 연구 및 기술개발을 통해 인프라 활용방안 마련 필요

● 국외 지진·지진해일 및 화산 정책 시사점

- 미국은 지진위험에 대비하기 위해 국가 차원의 전담 기관을 두고 재난 발생에 따른 대응전략과 영향예측 모델 개발 연구를 추진하고 있으며 이를 통해 재난 단계별 행동 분석 및 대응전략 체계와 선진기술을 활용하여 국내 실정에 맞는 전략 수립 필요
- 일본은 유관기관들 간의 협조체계를 구축하여 지진·지진해일·화산 현상의 관측·분석에 큰 노력을 기울이고 있으며 인과관계 및 발생빈도 등으로 인해 지진 중심의 규율체계를 구축

- 일본기상청을 중심으로 관측정보가 결집되어 성과를 향상할 수 있는 체계를 구축하고 실질적인 관측 결과에 대한 분석과 경보체계를 갖추고 있으며 지진·지진해일·화산 재난 발생 시 정확한 정보를 알기 쉬운 형태로 제공함으로써 효과적인 지진방재대책을 추진
- 일본의 사례를 통해 지속적인 지진·지진해일·화산 관측 기술개발, 경보의 세분화, 유관기관의 역할분담 및 협조체계, 관측과 경보발령의 신속화와 표준화 등 종합적인 관리체계 구축 필요
- 중국의 지진·지진해일·화산 분야별 관련 법규 제정 및 시행과 대만의 분산형 기능 조직을 구성하고 재난 대책과 구조 시스템 개선을 위한 정책 수립 사례를 참고하여 관련 법과 제도를 정비하여 법적 추진근거 확보
- 그 외에 터키의 '지진으로부터의 문화유산 보호 대책'을 통해 자연재해로부터 문화유산 보호 및 관련 지진 대책 수립에 활용 가능하며 아이슬란드나 이탈리아와 같이 활화산이 활동 중인 나라들은 대규모 피해 규모를 최소화하기 위해 국내외 기관들과의 협업을 통해 화산 관련 최신 정보제공 및 관련 연구를 진행하는 등 국가 차원에서 대비체계를 마련하고 있으므로 국내에서도 관련 기관 협업체계 강화 필요

2.2 국내·외 중장기 전략 및 예산

2.2.1. 국내 부처별 중장기 전략 및 예산

2.2.1.1. 행정안전부

● 지진·지진해일·화산 중장기 전략

- 행정안전부는 국정 과제 및 법령상 기본계획 내용 등을 반영하여 5년 단위의 중장기 계획으로 기관의 임무와 비전, 전략목표와 성과목표를 제시하는 「성과관리 전략 계획(2017-2021)」을 발행하였으며, 이는 지진, 지진해일 등 재난대응과 관련된 전략과제를 일부 포함
 - **(미션)** 국민과 소통하는 열린 정부, 국민이 참여하는 지방자치분권, 국민이 안심할 수 있는 안전사회 구현
 - **(비전)** 국민 모두가 주인인 대한민국

▼ <표 29> 성과관리 전략계획(2017-2021) 지진, 지진해일 관련 전략 구성

| 전략 | 전략과제 | 분야 분류 |
|-----------------------------|--|----------|
| 5. 국민과 함께하는 안전사고 사전 예방 | 3) 지속가능한 예방안전 체계 구축 - 자연재해 저감을 위한 사전 예방대책 강화 | 지진 |
| 6. 재난에 철저히 대비하여 국민의 피해를 최소화 | 1) 선제적 대비 중심의 재난관리정책 구현 | 지진, 지진해일 |
| | 3) 국민 기대에 부합하는 복구·구호체계 확립 | 지진, 지진해일 |

출처: 행정안전부, 성과관리 전략계획(2017-2021), 2017 재구성

▼ <표 30> 성과관리 전략계획(2017~2021) 지진, 지진해일 관련 전략 추진내용

| 전략 | 추진내용 | |
|-----------------------------|--|---|
| 5. 국민과 함께하는 안전사고 사전 예방 | 3) 지속가능한 예방안전 체계 구축 - 자연재해 저감을 위한 사전 예방대책 강화 | <ul style="list-style-type: none"> • 재난예방 제도운영 내실화 <ul style="list-style-type: none"> - 터널 등 주요 시설물 지진관련 재해저감(예측·분석·평가 등) 가이드라인 설정 |
| 6. 재난에 철저히 대비하여 국민의 피해를 최소화 | 1) 선제적 대비 중심의 재난관리정책 구현 | <ul style="list-style-type: none"> • 국가 재난관리 전문성 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 재난관리 분야 실천적 이론은 겸비한 종합적 재난관리 인재를 양성할 수 있도록 재난관리 전문인력 양성사업 활성화 ※ ('17년~) 지진방재분야 [고려대, 강원대, 충북대, 전남대, 부산대] • 선제적인 지진대비 태세 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 내진설계 의무 대상을 소규모 건축물까지 확대하고, 공항·철도 등 주요 SOC 시설에 대한 내진보강을 '19년까지 조기 완료 추진 - 9.12 지진 이후 범정부 활성단층조사 및 지진연구를 확대하여 국가활성단층지도 제작 등 정밀한 지진대비 기반 마련 - 2단계 내진보강 기본계획에 따른 '16년 시설물(건축물 등 31개 시설물) 실적 공시 및 '17년 내진보강 대책 수립 - 지진 발생 즉시 대피 가능한 옥외대피소 및 내진보강된 지진대피소를 확대 지정하고, 점검 정례화 및 지진대피훈련 실시 추진 • 지진재난 관리역량 강화를 위한 교육·훈련 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 초·중·고, 성인 등 맞춤형 지진 교육교재를 개발·보급, 권역별 - 지진방재업무 담당자 교육·훈련 실시를 통해 대응역량 강화 - 지진 매뉴얼 개정, 지진 훈련 시나리오 개발 등을 통한 체계적인 지진훈련 및 대응체계 정비 추진 - 지진해일 주민대피계획, 안내표지판 정비를 통한 사전대비 |
| | 3) 국민 기대에 부합하는 복구·구호체계 확립 | <ul style="list-style-type: none"> • 재난보험제도의 발전적 개편 <ul style="list-style-type: none"> - 사회재난 정책보험 도입을 위한 연구용역 추진(3~9월) 및 부처별 총괄 조정 기능강화를 위한 풍수해보험 개정안 마련(풍수해보험법 12월) - 풍수해보험 국비지원 예산의 연차적으로 증액* 및 '16년부터 보험가입 대상 범위를 영세 상가·공장까지 확대 시행('16.1월) ※ 손해보험(607억원) 수준까지 국비지원 예산 확보('14년 139.8억원→'15년 192.4억) |

출처: 행정안전부, 성과관리 전략계획(2017~2021), 2017 재구성

- 행정안전부는 『지진·화산재해대책법』시행(16.1.25.)됨에 따라 국가 차원의 최상위 종합대책인 「화산재 피해경감 종합대책」을 수립

▼ <표 31> 화산재 피해경감 종합대책 분야별 세부과제 및 주관기관

| 전략 | 세부과제 | 주관기관 |
|-------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. 화산 감시 및 통보 체계 | 1-1 화산활동 관측망 종합계획 수립·운영 | 기상청 |
| | 1-2 화산정보 통보체계 구축 | |
| 2. 소관별 화산재 피해경감대책 | 2-1 교통수단 화산재 피해경감 대책 | 국토교통부 |
| | 2-2 환경오염 방지대책 | 환경부 |
| | 2-3 가스·전력·통신시설 화산재 피해경감 대책 | 산업통상자원부 미래부 방통위 |
| | 2-4 농산물, 전자부품 제조업 등 화산재 피해경감 대책 | 농림축산식품부 산림청 해양수산부 산업통상자원부 |
| | 2-5 보건 및 방역 대책 | 보건복지부 식품의약품안전처 |
| | 2-5 화산재 낙하 처리대책 | 환경부 |
| | 2-7 기타 대책 | 교육부 문화체육관광부 행정자치부 |
| 3. 화산재 관리기준 설정 | 3-1 사회기반시설 | 환경부 |
| 4. 대응 및 복구 | 4-1 화산재해 대응시스템 고도화 | 행정안전부 |
| | 4-2 대형 화산폭발 매뉴얼 보완 | |
| | 4-3 재해원인조사단 구성 등 | |
| 5. 교육 및 훈련 | 5-1 화산방재 관련 대국민 교육·홍보 강화 | 행정안전부 |
| | 5-2 화산방재 종합훈련 실시 | |
| 6. 연구기능 강화 | 6-1 기관별 R&D사업 추진 | 행정안전부 기상청 |
| 7. 화산재해 국제협력강화 | 7-1 화산재해 예방·피해경감을 위한 국제적 공조체계 구축 | |
| 8. 화산방재 기반구축 | 8-1 화산업무 전담 인력 및 조직 보강 추진 | 행정안전부 |

출처 : 행정안전부, 화산재 피해경감 종합대책, 2017

● 지진·지진해일 예산 투자 현황

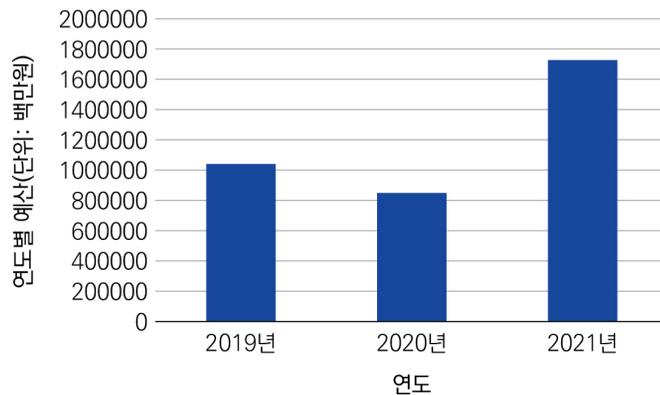
- 행정안전부 재난부문 사업은 다음과 같이 분류됨

▼ <표 32> 2019~2021년 행정안전부 재난부문 사업 분류

| 부문 | 프로그램 | 단위사업 |
|---------|--------------|----------------------------------|
| V. 재난관리 | 16. 안전관리 | 안전점검 및 재난안전산업 활성화 |
| | | 생활안전개선 추진 |
| | | 민방위재난안전교육 |
| | | 비상시대비능력강화 |
| | | 재난예방지원 |
| | | (균특) 재난예방지원 ※ 균특 : 국가균형발전특별회계 |
| | 17. 재난관리 | 재난관리인프라구축 |
| | | 재난경감활성화 |
| | | 재난복구지원 |
| | | 재난관리지원 |
| | | 특수재난관리지원 |
| | 18. 재난안전기술개발 | 재난안전기술개발 |
| | | 재난안전연구지원 |
| | | 민방위재난안전교육 |
| | 19. 재난안전정보화 | 재난정보통신관리(정보화) |
| | | 재난행정정보화(정보화) |

출처 : 행정안전부, 세입세출 예산 개요, 2019~2021 재구성

- 최근 3개년(2019~2021년) 행정안전부 예산안 자료를 활용하여 재난관리 부문 예산을 분석한 결과, 2020년 재난관리 부문 총 예산액은 2019년 대비 18.6% 감소하였으나, 2021년에는 2020년 대비 50% 증가
 - 2021년에는 이전과 비교하여 재난관리 부문 사업에 대한 관심도가 증가했음을 확인



출처: 저자 작성

■ <그림 09> 행정안전부 재난관리 부문 연도별 예산(2019년~2021년) ■

■ 행정안전부 재난관리 부문을 프로그램 및 단위사업별로 예산 분석 진행

▼ <표 33> 2019~2021년 행정안전부 단위사업별 예산 분석

| 프로그램 | 단위사업별 예산 분석 그래프 | 분석 |
|---------------|---|--|
| 16. 안전관리 | <p>예산(단위: 백만원)</p> <p>2019년 2020년 2021년</p> <p>■ 안전점검 및 재난안전사업 활성화 ■ 생활안전개선 추진 ■ 민방위재난안전교육 ■ 비상시대비능력강화 ■ 재난예방지원 ■ (균특) 재난예방지원</p> | <ul style="list-style-type: none"> • ‘재난예방지원’ 사업 예산이 꾸준히 증가하는 추세 • ‘(균특) 재난예방지원’ 예산은 2018년 이후 대폭 감소 • 2020년부터 ‘비상시대비능력강화’ 예산 투자 |
| 17. 재난관리 | <p>예산(단위: 백만원)</p> <p>2019년 2020년 2021년</p> <p>■ 재난관리인프라구축 ■ 재난경감활성화 ■ 재난복구지원 ■ 특수재난관리지원 ■ 재난관리지원</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 재난관리 프로그램의 사업이 세분화되는 추세 <ul style="list-style-type: none"> - ('19) 3개 → ('20) 4개 → ('21) 5개 • ‘재난복구지원’ 예산액이 기하급수적으로 증가 <ul style="list-style-type: none"> - ('21) 전년대비 증감율 : 1,401.9% |
| 18. 재난안전 기술개발 | <p>예산(단위: 백만원)</p> <p>2019년 2020년 2021년</p> <p>■ 재난안전기술개발 ■ 재난안전연구지원 ■ 민방위재난안전교육</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 2018년 이후 ‘민방위재난안전교육’ 사업 소멸 • ‘재난안전기술개발’ 예산액이 꾸준히 증가하는 추세 |
| 19. 재난안전 정보화 | <p>예산(단위: 백만원)</p> <p>2019년 2020년 2021년</p> <p>■ 재난정보통신관리(정보화) ■ 재난행정정보화(정보화)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 이전 대비 2021년 ‘재난정보통신관리(정보화)’ 사업 예산액은 감소하는 추세 <ul style="list-style-type: none"> - ('21) 전년대비 증감율 : △31.4% |

출처 : 저자작성

2.2.1.2. 해양수산부

● 지진·지진해일 중장기 전략

- 해양수산부는 해사안전 정책의 연속성과 실효성을 확보하고, 2017년부터 2021년까지 해양공간 내 안전관리를 총괄하는 정부 차원의 기본계획인 「제2차 국가해사안전기본계획(2017~2021)」 수립하였으며, 이는 화산을 제외하고 지진, 지진해일과 관련된 전략과제를 일부 포함
 - (비전) 대형 해양사고 없는 보다 안전하고 친근한 바다 이용
 - (목표) ①주요사고 30% 감소 ②사망자 수 30% 감소 ③대형 해양사고 Zero 화

▼ <표 34> 제2차 국가해사안전기본계획(2017~2021) 지진, 지진해일 관련 전략 구성

| 전략 | 전략과제 | 분야 분류 |
|--|-----------------------------|----------|
| 전략2. (안전제도) 자율적 안전관리 기반확대 및 해사안전관리체계 고도화 | 2-3. 지속가능한 해양수산분야 재난관리체계 구축 | 지진, 지진해일 |
| 전략3. (의식개선) 범바다 안전의식의 획기적 전환 유도 | 3-3. 체험중심의 고품질 해양안전 지식 보급 | 지진, 지진해일 |

출처: 해양수산부, 제2차 국가해사안전기본계획(2017~2021), 2017 재구성

▼ <표 35> 제2차 국가해사안전기본계획(2017~2021) 지진, 지진해일 관련 전략 추진내용

| 전략 | 추진내용 | |
|--|-----------------------------|--|
| 전략2. (안전제도) 자율적 안전관리 기반확대 및 해사안전관리체계 고도화 | 2-3. 지속가능한 해양수산분야 재난관리체계 구축 | <ul style="list-style-type: none"> • 재난피해 최소화를 위한 관리체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 선박사고, 해양오염, 풍수해 및 지진 등 해양수산분야 재난피해 최소화를 위한 재난관리체계 구축 및 대응역량 강화 • 해양사고 발생대비 상황관리체계 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 재난관리 유관기관간 협력강화, 첨단통신기술을 활용한 실시간 상황관리 및 시스템 고도화로 보다 공고한 상황관리체계 구축 |
| 전략3. (의식개선) 범바다 안전의식의 획기적 전환 유도 | 3-3. 체험중심의 고품질 해양안전 지식 보급 | <ul style="list-style-type: none"> • 해사안전 지식전파 및 보급 <ul style="list-style-type: none"> - 대한민국 해양안전 백서 발간배포, 피교육자의 특성을 고려한 맞춤형 교육자료 제작배포 등 다각적인 안전지식 제공 • 해사안전 평생교육 기반마련 <ul style="list-style-type: none"> - 해사안전교육 품질제고를 위한 전문강사 양성지원, 교육 실효성 확보를 위한 교육교재 개발·배포 등 '생애주기 해사안전교육' 구현 |

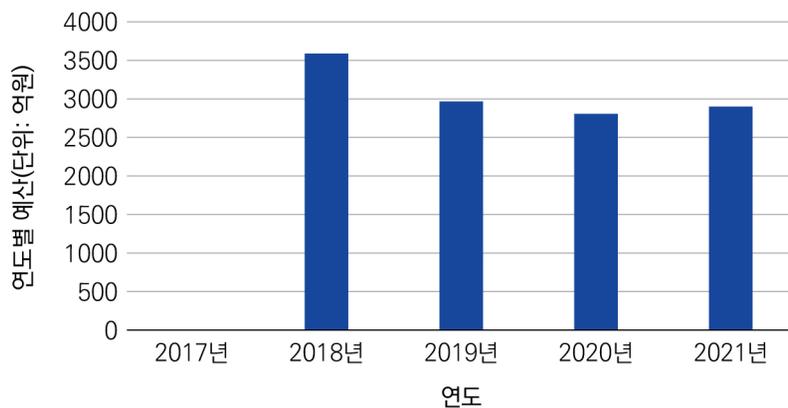
출처: 해양수산부, 제2차 국가해사안전기본계획(2017~2021), 2017 재구성

- 해양수산부의 E-navigation은 해양수산부에서 2020년부터 제공하고 있는 지능형 해상교통정보 서비스로 향후 지진·지진해일 정보전달을 위한 미래 수단으로 사용할 수 있을 것으로 전망됨³¹⁾

31) 해양수산부, E-navigation, <https://e-navigation.mof.go.kr/>, (검색일 : 2021.09.05.)

● 지진·지진해일 예산 투자 현황

- 최근 5개년(2017년~2021년) 해양수산부 예산안 자료를 활용하여, 지진·지진해일과 관련된 사업에 해당하는 예산을 분석한 결과, '18년 이후 태풍, 지진, 지진해일 등 재해 예방을 위해 '항만 인프라 구축 및 항만시설 안전강화'와 같은 항만 부문에 투자
 - 2017년 예산안 자료에는 지진 및 지진해일 예산 부재
 - 해양수산부는 연도별 재해 예방 명목으로 예산 투자가 이루어졌으며 '18년 이후 세분화된 예산 투자를 통해 '기후변화에 의한 지진·태풍·해일 등 대형 자연재난·재해에 대비한 항만 방지기능 및 항만물류 안전시설 확충'에 예산 지원



출처: 저자 작성

【그림 10】 해양수산부 지진·지진해일 관련 연도별 예산 (2017년~2021년)

2.2.1.3. 국토교통부

● 지진·지진해일 중장기 전략

- 국토교통부는 '모두를 위한 국토 함께 누리는 삶터'라는 비전을 이루기 위해 「제5차 국토종합계획 실천계획 (2021-2025)」을 수립하였으며, 이는 화산을 제외하고 지진, 지진해일과 관련된 전략과제를 일부 포함함
 - **(비전)** 모두를 위한 국토 함께 누리는 삶터
 - **(목표)** ① 어디서나 살기좋은 균형국토 ② 안전하고 지속가능한 스마트국토 ③ 건강하고 활력있는 혁신국토

▼ <표 36> 제5차 국토종합계획 실천계획(2021-2025) 지진, 지진해일 관련 전략 구성

| 전략 | 전략과제 | 분야 분류 |
|-------------------------------|----------------------------|----------|
| 전략 3. 세대와 계층을 아우르는 안심 생활공간 조성 | 3-4. 안전하고 회복력 높은 안심국토 조성 | 지진, 지진해일 |
| 전략 4. 품격있고 환경친화적 공간 창출 | 4-3. 국토자원의 미래가치 창출과 활용도 제고 | 해일 |

출처: 국토교통부, 제5차 국토종합계획 실천계획 (2021-2025), 2020 재구성

● 지진·지진해일 예산 투자 현황

- 최근 5개년(2017년~2021년) 국토교통부 예산안 자료를 활용하여, 지진·지진해일과 관련된 사업에 해당하는 예산을 분석한 결과, 안전을 위한 예방을 위한 예산을 부여하고 있으나, 일관성을 가지고 있지 않다는 것을 확인
 - 2017년, 2020년도 예산안 자료에만 지진과 지진해일 관련 예산 포함



출처: 저자 작성

▮ <그림 11> 국토교통부 지진·지진해일 관련 연도별 예산 (2017년~2021년) ▮

2.2.1.4. 관계부처 협동

● 지진·지진해일 장기 전략

- 「제2차 국가 기후변화 적응대책」의 성과와 한계 등을 점검하고, 도출된 평가결과를 제3차 적응대책 수립에 반영하기 위하여 관계부처가 합동하여 「제3차 국가 기후변화 적응대책(2021-2025)」을 수립하였으며, 이는 화산을 제외하고 지진, 지진해일과 관련된 전략과제를 일부 포함
 - **(비전)** 국민과 함께하는 기후 안심 국가 구현
 - **(목표)** ① 2℃ 지구온도 상승에도 대비하는 사회 전분야의 기후탄력성 제고, ② 기후감시·예측 인프라 구축으로 과학기반 적응 추진, ③ 모든 적응 이행 주체가 참여하는 적응 주류화 실현

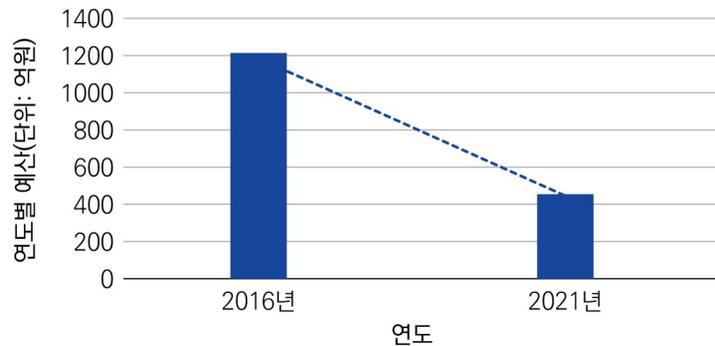
▼ <표 37> 제3차 국가 기후변화 적응대책(2021-2025) 중 국가 지진, 지진해일, 화산 관련 전략

| 정책 방향 | 전략 | 전략과제 | 구분 |
|-----------------------|------------------------|----------------------------|----|
| 정책방향 1. 기후리스크 적응력 제고 | 3. 전 국토의 적응력 제고 | 2) 지역중심 기후탄력성 관리기반 확대 및 강화 | 해일 |
| | 6. 산업 및 에너지 분야 적응역량 강화 | 1) 산업별 기후변화 적응 역량 강화 | 지진 |
| 정책방향 2. 감시·예측 및 평가 강화 | 3. 평가도구 및 정보제공 강화 | 2) 기후변화 영향·취약성 평가 도구 고도화 | 해일 |

출처: 관계부처 합동, 국가 기후변화 적응대책(2021-2025), 2020 재구성

● 지진·지진해일 예산 투자 현황

- 제2차 국가 기후변화 적응대책(2016-2020)과 제3차 국가 기후변화 적응대책(2021-2025) 자료를 활용하여 지진·지진해일과 관련된 사업에 해당하는 예산을 비교 분석한 결과, 그 투자액이 현저히 떨어지는 것을 확인
 - 2016년도 예산자료와 2021년도 예산자료를 비교 분석



출처: 저자 작성

Ⅰ <그림 12> 관계부처 합동 지진·지진해일 관련 연도별 예산 Ⅰ

2.2.2. 국외 중장기 전략 및 예산

2.2.2.1. 미국

● 배경

- 미국 서부는 불의 고리/환태평양 지진대의 영향을 받고 있어서 지진과 지진해일의 발생빈도 및 화산분포가 대부분 미국 서부를 중심으로 형성³²⁾
- 미국의 지진, 지진해일, 화산 연구 및 대응을 전담하는 기관은 미국 해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 및 산하 미국 기상청(National Weather Service, NWS), 미국 내무부 산하 미국 지질조사국(United States Geological Survey, USGS)이 담당하고 있으며, 지진 및 화산은 USGS에서, 지진해일은 NOAA와 NWS에서 담당
- USGS는 지진 및 지진재난 피해경감 연구를 위하여 미국 재난관리청(FEMA), NIST 및 미국 국립과학 재단과의 협력을 통하여 ‘국가 지진위험 저감 프로그램(National Earthquake Hazards Reduction Program, NEHRP)’이라는 파트너십을 발족하여 운영 중
 - 국가 지진위험 저감 프로그램(NEHRP)의 목표별 주요 내용은 아래 표와 같으며, NEHRP의 중장기 전략은 2008년에 계획된 전략이나, NEHRP의 재허가 또는 새로운 중장기 전략이 나올 때까지 유효하다고 명시되어 있어서 현재까지도 유효한 중장기 전략임 (NEHRP, 2008)

32) USGS, Ring of Fire, 1999

▼ <표 38> NEHRP의 중장기 전략 내 중점과제 및 세부과제 내용

| 중점과제 | 세부과제 |
|--|--|
| 지진 생성과정 및 영향에 대한 이해 개선 (Improve understanding of earthquake processes and impacts) | 지진 현상과 발생 프로세스에 대한 이해 발전 |
| | 건축물에 미치는 지진의 영향에 대한 이해 발전 |
| | 공공 및 민간 부문의 지진 위험 감소 및 완화 전략 구현과 관련된 사회적, 행동적 및 경제적 요인에 대한 이해 발전 |
| 개인, 건축물, 및 사회전반에 미치는 지진의 영향을 줄이기 위한 비용 효율적인 대책 개발 (Develop cost-effective measures to reduce earthquake impacts on individuals, the built environment and society-at-large) | 지진 발생 후 정보 수집 및 관리 방안 개선 |
| | 연구 및 실제 반응을 위한 지진 위험요소 평가 |
| | 손실 추정 및 위험 평가를 위한 발전 툴 개발 |
| | 건물 및 기타 구조물의 내진 성능 향상 툴 개발 |
| 전국 지역사회적 지진 복원력 개선 (Improve the earthquake resilience of communities nationwide) | 중요 인프라의 지진 성능을 향상시키는 툴 개발 |
| | 지진 정보 및 관련 산출물의 정확성, 적시성 및 내용 개선 |
| | 종합적 지진 위험 시나리오 및 위험 평가방안 개발 |
| | 지진 표준, 건물 코드의 개발 지원과 채택 및 시행을 지지 |
| | 전문적 실무와 민간 및 공공 정책에서의 지진 복구 방안의 구현 촉진 |
| 지진 위험요소 및 요인에 대한 대중의 인식 제고 | |
| | 지진 안전 분야의 국가 인적 자원 기반 개발 |

출처: NEHRP, 2008

1) 중장기 전략

● 미국지질조사국 (United States Geological Survey, USGS)³³⁾

- USGS의 경우 기관 전체 전략 및 각 연구 분야별 세부 전략을 수립하여 운영
- 재난 영역에 해당하는 지진 및 화산의 경우 “자연재해 전략”에 포함하여 미션, 비전, 전달목표 상세화

▼ <표 39> USGS 자연재해 중장기 전략의 상세 내용

| | USGS 자연재해 중장기 전략 |
|----|---|
| 미션 | <ul style="list-style-type: none"> • USGS의 핵심 의무(특히 헌법상 책임) 다할 수 있도록 지원 • 더 큰 맥락에서의 연방정부의 위험 영역에서의 책무를 다할 수 있도록 보조 • 재해위험 감소, 국민의 건강, 경제 및 국가 안보에 기여 • 연구를 통한 재난 과학 지식의 진보 및 불확실성의 감소 • USGS 고유의 역할 및 전문성을 가진 분야의 개선 • 개선된 평가 및 인식의 형태로 투자 수익에 대한 높은 잠재력 보유 |

33) USGS, U.S. Geological Survey Natural Hazards Science Strategy - Promoting the Safety, Security, and Economic Well-Being of the Nation, 2013

| USGS 자연재해 중장기 전략 | |
|------------------|---|
| 비전 | <ul style="list-style-type: none"> • 재난 상태 모니터링을 위한 강력·포괄적 감시 네트워크 운영 • 다양하고 전문성 있는 직원을 통한 재난 과학분야에서의 국가 선도 • 이해하기 쉬운 관계적 감재 평가의 작성 • 자연재해 관리능력 상생을 위하여 새로 개발된 데이터와 지식을 결합한 자연재해 관리도구의 도입 및 비상 관리자·중대상 배포 |
| 전략목표 | <ul style="list-style-type: none"> • 관측역량 강화 • 재난 및 영향의 근본적 이해 강화 • 품질관리 및 서비스 평가 강화 • 재난상황 인식력 강화 |

출처: USGS, 2020

- 그중 지진과 화산의 관측 및 경보에 관련된 사항은 4번 전략목표인 ‘재난 상황 인식력 강화(Effective Situational Awareness)’에 포함
 - 현행 모니터링 네트워크의 확장을 통한 감시망 확대 목표
 - 중요 감시지역의 24시간 감시를 통한 감시 사각지대 최소화 목표
 - 상위 목표 달성을 위해 연구를 통한 중요 감시사항 카테고리 선정 및 타 기관과의 파트너십 체결 목표
- 지진의 경우 전국 지진 정보센터 전략(National Earthquake Information Center Strategic Plan)이라는 중장기 전략 계획이 별도로 존재하며, 전국 지진 정보센터의 미션과 비전을 바탕으로 전략목표 설정³⁴⁾

▼ <표 40> 전국 지진 정보센터 2019-2023 전략 계획의 목표

| 전략목표 |
|--|
| 국가 및 세계 최고의 지진 정보 자원으로써의 NEIC 위치 유지 및 강화 |
| 새로운 기술 및 기존 기술을 활용하여 모니터링 기능 개선을 통한 지진 정보 및 제품의 적시성과 정확도 상승 <ul style="list-style-type: none"> - (국가적) 현 미국 내 지역별 지진 네트워크 역량의 근접 또는 초월 - (국제적) CTBTO의 M4.5+ 이상의 지진감지 능력 및 NOAA의 지진해일 경고센터의 지진관측정보 발령의 적시성으로의 근접 또는 초월 - (공극적) 고품질 자동화 솔루션 개발 및 국내외 공개 |
| 권위 있고 정확하고, 정밀하고 완전한 (Low-M), 지진파의 전파 속도에 의해서만 제한되는 범위의 적시성을 가진 전 지구 지진 카탈로그의 자동 생성 <ul style="list-style-type: none"> - 영향평가, 신속한 비상 대응, 연구 등급 산출물 (지진 위험 지도, 지진 예측, 지진 연속성 특성) 제작에 응용 |
| 지진 위험평가, 정보전달, 통신, 대응, 완화를 보다 효과적으로 지원할 수 있도록 지진 정보 제품의 품질, 내용 및 유용성의 확장 |

출처: USGS, 2019

34) USGS, National Earthquake Information Center Strategic Plan (2019-2023), 2019

- 현재는 화산 단독 중장기 계획이 부재하나, 과거 화산만을 다룬 중장기 계획 존재 8가지 과제 달성을 목표로 2004년부터 2008년까지의 5개년 중장기 전략 수립

▼ <표 41> 2004-2008년 USGS의 화산 관련 전략 목표

| 연번 | 목표 |
|----|--|
| 1 | NVEWS계획의 완수 및 폭발 위험도가 높은 화산을 위주로 지질물리 및 지질화학 모니터링 네트워크 시스템을 설치하여 지질활동, 지반변형 및 화산 가스배출과 같은 중요 매개변수 대상의 실시간 정보 제공 |
| 2 | 화산에 대한 상세 지질학적 현장 조사 수행 및 위험평가, 위험구역 매핑, 확률적 폭발 예측 및 화산학적, 마그마적 및 수문학적 프로세스에 대한 전반적인 이해 강화를 위한 GIS기술 도입 |
| 3 | 화산 프로세스와 관련된 hydrothermal과 surface flowage 프로세스를 이해하기 위한 이론적, 경험적 기초 확립을 위한 실험 및 연구 수행 |
| 4 | 위험화산 및 화산 주변지역의 deformation field를 체계적으로 특성화하기 위한 InSAR 데이터 활용 및 이를 위한 타 기관과의 제휴 달성 |
| 5 | USGS 및 USAID 해외재난지원국 (OFDA)의 기관간 제휴인 화산재해지원프로그램(VDAP)를 통한 화산 모니터링, 지질조사, 위험평가 등의 기반시설의 개발, 기술이전 및 교육을 통한 해외 화산위험의 감소 |
| 6 | 잠재적 화산 활동 및 위험평가를 위한 미국 및 해외의 화산 관련 데이터베이스의 구축 및 확장. |
| 7 | 효과적 산출물, 서비스 제공 및 VHP 정보의 시기적절한 제공. |
| 8 | 핵심역량 강화, 과학적 및 기술적 조화 및 교류, 그리고 학생 교육기회 촉진을 위한 채용 및 대학과의 파트너십 강화. |

출처: USGS, A Science Strategy for the Volcano Hazards Program(2004-2008)

● 미국 해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 및 산하 미국 기상청(National Weather Service, NWS)

- NOAA와 NWS의 현행 지진해일 관련 중장기 전략으로는 지진해일 프로그램 전략 계획 (NOAA's Tsunami Program Strategic Plan 2012-2021)과 국가 지진해일 피해경감 계획 (National Tsunami Hazard Mitigation Plan 2018-2023)이 존재
- 지진해일 프로그램 전략 계획은 10년간 NOAA 전체 부서를 대상으로 한 전반적 지진해일 전략 계획이며, 다음과 같은 미션과 비전을 바탕으로 수행³⁵⁾

▼ <표 42> NOAA의 지진해일 프로그램 중장기 전략 내 미션 및 비전

| 미션 | 비전 |
|---|---|
| 시기적절하고 신뢰할 수 있으며 정확한 지진해일 예보와 주의보를 제공하며 지역사회 복원력 증진 | 지진해일로 인하여 경제적으로 중요한 해안 지역의 인명손실 및 혼란을 최소화할 수 있는 지진해일 회복력을 가진 국가 |

35) NOAA, NOAA's Tsunami Program Strategic Plan 2012-2021, 2014

- 중장기 전략은 크게 5개 범주로 구성되어 있으며, 지진해일 프로그램 중장기 전략을 위하여 7가지 목표를 제시하였고, 그 내용은 다음과 같음

▼ <표 43> NOAA의 지진해일 프로그램 중장기 전략의 목표

| 연번 | 목표 |
|----|--|
| 1 | 시기적절하고 정확하고 효과적인 쓰나미 경보 및 예보를 통한 인명과 재산의 대폭적인 손실 방지 |
| 2 | 사용자가 이해할 수 있고, 명확하고, 간결하며, 실용할 수 있는 지진해일 산출물, 경보 및 예보 |
| 3 | 주민과 관광객의 생명과 재산을 보호하기 위해 적절한 조치를 취할 수 있도록 교육되고 준비된 회복력있는 지역사회 |
| 4 | 제대로 숙련된 전담 인력을 바탕으로 지원되는 지속 가능한 NOAA 지진해일 프로그램 제공 |
| 5 | NOAA 지진해일 프로그램의 임무를 지원하는 데이터 획득, 관리 및 교환 |
| 6 | NOAA 지진해일 프로그램 역량 강화를 위한 탄탄한 연구 |
| 7 | 타 지진해일 관련 국가, 대양, 및 연안관측, 경보 및 완화 시스템과의 세계적, 국가 및 지역적 레벨의 협업 및 운영 통합 |

- 국가 지진해일 피해경감 계획은 2018년부터 2023년까지의 5년간의 중장기 피해경감을 위한 계획이며, 다음과 같은 미션과 비전을 바탕으로 수행³⁶⁾

▼ <표 44> NOAA의 국가 지진해일 피해경감 계획 내 미션 및 비전

| 미션 | 비전 |
|---|---|
| 공교육, 지역사회 기반 대응 계획, 위험평가 및 위험 조정을 통한 지진해일 영향 완화 | 지진해일 강타 시 인명 및 재산 손실 최소화 및 지진해일 위험에 대처하는 탄력적인 지역사회 구축 |

- 국가 지진해일 피해경감 계획은 4가지 중점과제로 구성되어 있으며, 과제별 주요 목표는 다음과 같음

▼ <표 45> NOAA의 국가 지진해일 피해경감 계획 (2018-2023)의 주요 목표 및 세부 목표

| 주요 목표 | 세부 목표 |
|---|--|
| 재난 및 위험평가 (Hazard and Risk Assessment) | 지진해일 위험평가를 통한 의사결정 방안 지원 |
| | 미국형 지진해일 위험 평가 방법론 정립 및 적용 |
| 교육 및 대비 (Education and Preparedness) | 지진해일의 위험에 노출되어있는 인구를 대상으로 한 교육 및 이를 바탕으로한 적절한 지진해일 대응방안 마련 |
| | TsunamiReady 사이트 신설 및 기존 지진해일 교육/대응을 위한 사이트의 유지보수 |
| | 지진해일 시나리오를 바탕으로 한 훈련 제공 |
| | 이해관계자의 적절한 관여를 통한 지원 |

36) NOAA, National Tsunami Hazards Mitigation Program Strategic Plan 2018-2023, 2018

| 주요 목표 | 세부 목표 |
|---|---|
| 경감 및 복구 (Mitigation and Recovery) | 지역사회 계획 내 지진해일 피해경감 및 복구 전략을 포함함으로써 지역의 중요 인프라 등에 대한 지진해일 피해경감방안 마련 |
| 경보, 주의보 및 대응 (Alert, Warning and Response) | 지진해일 경보 센터를 통한 쉽게 이해할 수 있고, 효과적이고 실행가능한 결과를 제공 |
| | 효과적이고 믿을 수 있는 예보 발령 |
| | 효과적인 지진해일 대응 |
| | 지진해일 발생 후 현장 데이터 수집 작업을 통한 포스트 지진해일 대응 프로토콜 수립 보조 |

출처: NOAA, 2018

● 분야별 중장기 전략 분석

- 지진 분야
 - 기초분야 연구 및 응용 분야 연구 고도화를 통한 사회 전반의 지진 복원력 개선, 모니터링 기능 개선을 통한 정보전달 적시성 및 정확성 상승, 지진 방재대책 고도화
- 지진해일 분야
 - 모니터링 기능 개선을 통한 정보전달 적시성/정확성 상승, 시민 친화적, 시민 교육, 시민참여를 통한 지진해일 방재방안 마련 및 지진해일 피해 완화를 위한 국제협력방안 강화
- 화산 분야
 - 화산 감시 네트워크 확장을 통한 관측/감시 인프라 강화 및 중요 화산 감시지역의 24시간 상시 감시 체계 구축

2) 예산

● 미국지질조사국 (United States Geological Survey, USGS)

- 지진 및 화산의 관측 및 경보를 담당하는 프로그램은 모두 예산편성 중 자연재해(Natural Hazards)에 편성되어 있는 것으로 확인
- 지진감시, 관측 및 경보를 담당하는 지진 재해 프로그램(Earthquake Hazards program)의 2019, 2020년의 실 예산 그리고 2021년 요구 예산은 다음과 같음

▼ <표 46> USGS의 지진재해 프로그램의 2017-2020 실 예산 및 2021년 요구 예산

| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 예산 | \$64,303,000 | \$63,866,000 | \$83,403,000 | \$84,903,000 | \$60,310,000 |

출처: USGS, Budget Justification and Performance Information FY2017-2021

- 전반적인 상승세를 보였던 2017년부터 2020년까지와는 다르게 2021년은 전년 대비 24,593,000달러가 삭감됨*

* 삭감 부문:

- 지진 네트워크 (-\$1,800,000)
- ShakeAlert 캐피털 투자, 운영 및 관리(-\$17,229,000)
- ANSS 관리 및 현대화 연기(-\$2,000,000)
- ANSS 지역 네트워크 지원(-\$1,200,000)
- Earthscope 관측소(-\$3,000,000)

- 화산 감시, 관측 및 경보를 담당하는 화산재해 프로그램(Volcano Hazards Program)의 2019, 2020년의 실 예산 그리고 2021년 요구 예산은 다음과 같음

▼ <표 47> USGS의 화산재해 프로그램의 2017-2020 실 예산 및 2021년 요구 예산

| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 예산 | \$28,121,000 | \$27,930,000 | \$30,266,000 | \$30,266,000 | \$27,611,000 |

출처: USGS, Budget Justification and Performance Information FY2017-2021

- 전반적으로 동결에 가까운 예산 추이를 보이며, 2021년은 전년 대비 2,655,000달러가 삭감됨*

* 삭감 부문:

- 공동협약(Cooperative Agreement Awards, -\$476,000)
- 차세대 Lahar 감지 시스템(Next Generation Lahar Detection System, \$2,145,000)
- 화산재 모델(Volcanic Ash Models, \$463,000) 부문에서 삭감되었음

● 미국 해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 및 산하 미국 기상청(National Weather Service, NWS)

▼ <표 48> NOAA/NWS 지진해일 경보 프로그램의 최근 5년간의 예산 추이

| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 (Estimate) |
|----|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|
| 예산 | \$484,617,000 | \$503,938,000 | \$505,451,000 | \$513,556,000 | \$520,535,000 |

출처: NOAA, Budget Estimate Fiscal Year 2017-2021

- 전반적으로 예산이 꾸준히 증액됨
- 회계연도 2021년 기준 NOAA의 지진해일 관련 예산은 2020년 대비 \$6,979,000 증액된 \$520,535,000으로 책정
 - 2021년 Base 예산의 경우 \$11,000,000 많은 \$531,535,000로 책정되었으나, 주의보 향상률 저감에 의한 인력 축소 (25명 축소) 및 지진해일 경보센터 두 곳의 통합 등에 의해 삭감됨

● 국가 지진 위험 저감 프로그램(NEHRP)

- 2021년 국가 지진위험 저감 프로그램에 참여하는 기관에서 본 프로그램의 추진을 위하여 다음과 같은 예산편성을 요구

▼ <표 49> NEHRP의 2021년도 예산안

| 회계연도 | FEMA | NIST | NSF | USGS | 총합 |
|------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| 2021 | \$8,700,000 | \$4,800,000 | \$50,600,000 | \$65,700,000 | \$129,800,000 |

출처: NEHRP, NEHRP Requested Funding, 2021

- 2017-2020년 기준 NEHRP 구성기관별 NEHRP 예산은 다음과 같음

▼ <표 50> 2017-2020년 기준 구성기관별 NEHRP 예산

| 회계연도 | FEMA | NIST | NSF | USGS | 총합 |
|------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| 2017 | \$8,500,000 | \$5,200,000 | \$54,200,000 | \$70,900,000 | \$138,800,000 |
| 2018 | \$8,500,000 | \$5,200,000 | \$65,700,000 | \$90,100,000 | \$169,500,000 |
| 2019 | \$8,700,000 | \$5,200,000 | \$60,500,000 | \$90,100,000 | \$164,500,000 |
| 2020 | \$8,700,000 | \$4,800,000 | \$54,000,000 | \$92,100,000 | \$159,600,000 |

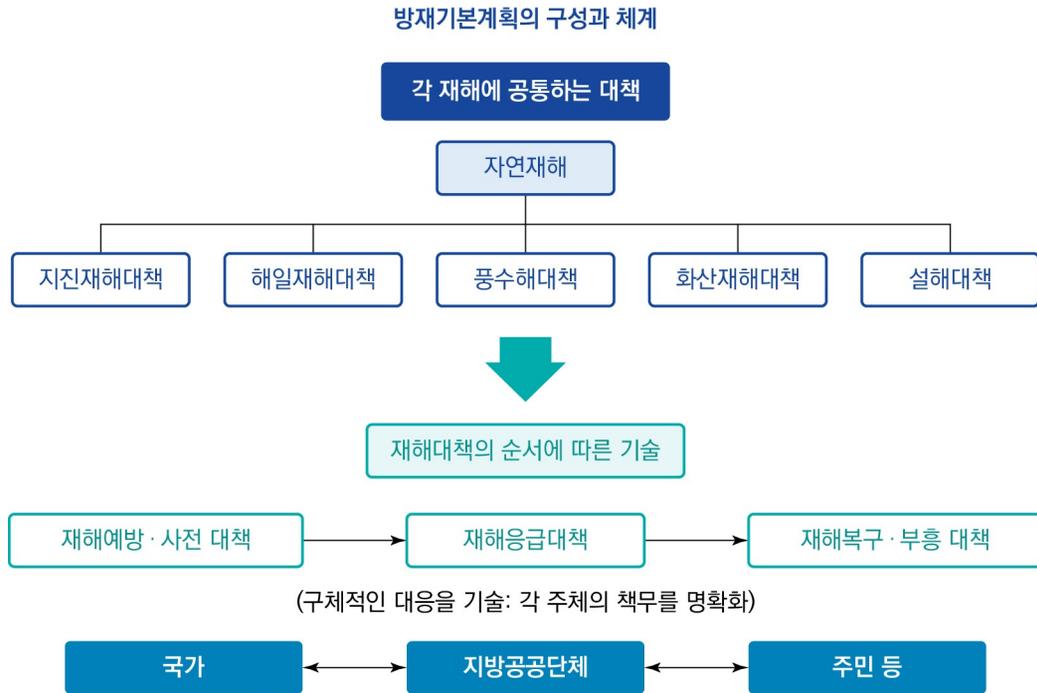
출처: NEHRP, 2005-2020 NEHRP Agency Budget, 2020

- 종합적으로 보았을 때 2017년 이후 잠깐 증액되었으나, 이후 예산 감액이 이루어졌으며, 2021년 예산요구안이 수렴될 경우, 최근 5년 중 가장 낮은 예산을 편성 받게 됨
- 기관별로 예산 변동이 큰 기관은 USGS였으며, 2017년 2천만 달러를 추가 증액한 이후 매년 증가 추세를 보이나, 2021년은 최근 5년 중 가장 낮은 예산을 요구한 상황임

2.2.2.2. 일본

● 배경

- 일본은 재해대책기본법(법률 제223호, 1961년)에 의해 방재기본계획을 수립하고 방재체제의 확립, 방재 사업의 촉진, 재해 부흥의 신속 적절, 방재에 관한 과학기술 및 연구의 진흥, 방재업무계획 및 지역방재 계획의 기본방침 제시



Ⅰ <그림 13> 일본 방재기본계획의 구성 및 체계 Ⅰ

- 일본의 방재기본계획에 따라 지진조사연구추진본부(Headquarters for Earthquake Research Promotion of Japan, HERP)가 지진방재 컨트롤타워의 역할로서 지진관측, 측량, 조사·연구 등의 각종 업무를 담당하고 있으며, 산하의 정책위원회와 지진조사위원회가 지진 조사관측계획 수립, 기본 시책 수립, 각 지진 분야 장기평가 등의 업무를 수행

1) 중장기 전략

● 일본의 방재·감재 및 국토강인화를 위한 5개년 가속화 대책

- 현재 「방재·감재, 국토강인화를 위한 3개년 긴급대책」(2018년 12월 14일 각의 결정)에 따라 시책을 집중적으로 추진하고 있으나, 세부과제의 준비가 불충분
- 이를 보완하기 위해 「국토강인화 기본계획」(2014년 6월 3일 각의결정, 2018년 12월 14일 개정)에 따라 15개의 중점사업을 선정하여 추진 도모
- 특히, ‘심각한 풍수해와 임박한 대규모 지진 등의 대책’, ‘예방보전형 인프라 관리로의 전환을 위한 노후화 대책’, ‘국토강인화 정책의 효율적 추진을 위한 디지털화 대책 등의 가속화·고도화’의 세 가지 과제를 위해, 2021년부터 2025년까지 5개년에 추가적인 사업 규모(약 15조엔) 등을 정하고 집중적인 대책을 강구
- 2050년까지 탄소중립 실현을 위해 부처 연계 등을 통한 행정의 효율화는 물론, 자조·공(共)조·공(公)조를 적절히 조합시켜 민관의 적절히 연계와 역할분담을 강조

■ 분야별 주요 대책³⁷⁾

① 지진해일화산 관측망에 대한 대책

- 지진해일화산 관측망의 갱신
 - 2019년: 70 % 갱신 완료
 - 중장기 목표: 미갱신의 구형관측장치 약 460점 전부 갱신
 - ※ 본 대책에 의한 달성연차의 조기집행 2027년 → 2025년
- 남해 트로프 해저지진 해일관측망 구축
 - 현 상황: 해양조사 등을 실시함 (2019년)
 - 중장기 목표: 고치현 연안 ~ 日向灘 해역에 케이블식 해저지진 · 해일관측망 (약 40점의 관측점) 구축 및 기상청 등과의 데이터 제공
 - ※ 본 대책에 의한 달성 연차의 조기집행 2025년 이후 → 2025년

② 지진·지진해일에 대한 방재기상정보의 고도화 대책³⁸⁾

- 신속하고 정확한 해일 경보 제공
 - 현 상황: 지진 발생 후 약 3분을 목표로 해일 경보를 발표(2015년 ~ 2019년에 발표한 6개 사례 중 3개 사례가 3분 이내, 2개 사례가 5분 이내로 발표)
 - 중장기 목표: 2030년까지 지진 발생 후 약 3분을 목표로 해일경보를 발표할 수 있는 체제를 유지함과 동시에, 시각화한 해일 도달 예상시각과 해일경보 등의 해제 예상시간의 제공 등 정보의 고도화를 도모
 - ※ 본 대책에 의해 「시각화한 해일 도달 예상시각과 해일 경보 등의 해제 예상 시간의 제공 등, 정보의 고도화를 도모한다.」를 추가
- 지진에 관한 정보의 정확한 제공
 - 현 상황: 긴급지진속보의 예측정확도: 85% (2015년~2019년의 평균)
 - 중장기 목표: 2030년까지 긴급지진속보에 대해 현재의 예측 정확성을 유지함과 동시에, 더욱 상세히 분석한 추계 진도 분포도의 제공 등 정보의 고도화를 도모
 - ※ 본 대책에 의해 「더 상세히 분석한 추계 진도 분포도의 제공 등 정보의 고도화를 도모한다.」를 추가

③ 화산분화에 대한 방재 기상정보의 고도화 대책

- 분화속보의 신속한 제공
 - 현 상황: 분화의 징후가 포착된 경우는 사전에 분화 경보를 발표. 분화의 징후가 포착되지 않아 사전에 분화 경보를 발표할 수 없었던 경우는 분화 발생에서 5분 이내를 목표로 분화속보를 발표 (2015년~2019년에 발표한 9 사례 중 8 사례가 5분 이내로 발표)
 - 중장기 목표: 분화의 징후가 포착된 경우는 사전에 분화 경보를 발표. 분화의 징후가 포착되지 않아 사전에 분화 경보를 발표할 수 없었던 경우는 분화 발생에서 5분 이내를 목표로 분화속보를

37) 내각관방 홈페이지, https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/5kanenkasokuka/pdf/kakutaisaku5.pdf, (검색일: 2021.08.20.)

38) 내각관방 홈페이지, https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/5kanenkasokuka/pdf/kakutaisaku5.pdf, (검색일: 2021.08.20.)

발표할 수 있는 체제를 유지함과 동시에, 분화속보 발표 후 신속하게 분화 경보를 발표하는 체제를 2030년도까지 완료 목표

※ 본 대책에 의해 「분화속보 발표 후 신속하게 분화 경보의 발표를 한다.」를 추가

■ 중점 추진사업 대책

- 임박한 대규모 지진 등에 대한 대책
 - ① 인명·재산의 피해를 방지하고 최소화하기 위한 대책
 - ② 교통 네트워크·파이프 라인을 유지하고 국민경제·생활을 지원하기 위한 대책
- 예방보전형 인프라 관리로의 전환을 위한 노후화 대책
- 국토강인화 정책의 효율적 추진을 위한 디지털화 사업
 - ① 국토강인화에 관한 시책의 디지털화
 - ② 재해 관련 정보의 예측, 수집·집적·전달의 고도화

■ 대책의 사업 규모

- 가속화·고도화를 위해 추가로 필요한 사업 규모는 향후 5년간 약 15조엔 정도를 목표로 정하고 향후 재해 발생상황이나 사업의 진척 상황, 경제정세 및 재정 사정 등을 고려하여 기동적이고 탄력적으로 대응

▼ <표 51> 사업 규모 목표

| 중점 사업 | 목표액* |
|--|----------------|
| 1. 심화하는 풍수해와 절박함 대규모 지진 등 대책 | 약 12.3조 엔 |
| 2. 예방 보전형 인프라 관리로의 전환을 위한 노후화 대책 | 약 2.7조 엔 |
| 3. 국토강인화에 관한 시책을 효율적으로 추진하기 위한 디지털화 등 추진 | 약 0.2조 엔 |
| 합계 | 약 15조 엔 |

* 2020년 12월 현재 시점에서 사업규모의 목표를 나타낸 것이며, 각 대책의 실시단계에서 제 조정 및 변동 가능

● **지진방재대책 특별조치법 - 지진방재 긴급사업 5개년 계획³⁹⁾**

- 지진방재대책의 실시에 관한 목표설정, 지진방재긴급사업 5개년 계획의 작성 및 이를 바탕으로 사업에 관한 국가의 재정상 특별조치를 정함과 동시에, 지진에 관한 조사연구의 추진을 위한 체제의 정비 등을 통한 지진방재 대책 강화를 도모하기 위하여 제정
- 계획 작성에 동의한 현마다 5년에 한 번 지진방재 긴급사업 5개년 계획을 세워 지진방재 및 피해경감을 위한 5개년 지역 발전방안을 수립하며, 중점 추진사업은 다음과 같음
- 중점 추진사업
 - **(인프라 강화)** 소방시설, 지방공공단체 등의 공공인프라 정비를 통한 재난대비, 붕괴위험 및 화재에 취약한 노후주택, 목조건물과 목조시설의 개축을 통한 화재역량 강화

39) 지진방재대책특별조치법(平成七年法律第百十一号), <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=407AC1000000111>, (검색일: 2021.08.20.)

- **(재난구호역량 강화)** 우물, 저수조, 수영장 등의 설비 점검을 통한 음료/전원등의 확보, 지방공공단체 주도 하의 지진재해 대비 비상식량, 구조용 기자재 등의 물자 비축 및 지진재해 대비 부상자의 일시적 수용 및 보호를 위한 구호시설 점검
- **(지진 기초 연구 강화)** 지진 관련 관측, 측량, 조사 및 연구를 위한 체제 정비 및 연구개발 과제 추진
- 지역별 지진정보 수집, 조사연구 추진, 민·관 협력 등을 위해 지역 주민 (지진정보 수집), 학계 (조사연구 추진), 관계 기관 (정부부처, 지자체) 등의 역할 정립을 통해 유기적인 협력방안 마련

● 분야별 중장기 전략 분석

- 지진·지진해일 분야
 - 재난 대책 및 구호역량 강화, 노후 인프라 정비와 사회 인프라 강화를 비롯하여 기초분야 연구 및 재난방지기술 고도화, 정부·지자체·시민의 유기적 협력방안 마련
- 화산 분야
 - 화산현상의 해명을 위한 연구와 화산분화의 재해유인 예측을 위한 연구 고도화 및 이를 수행하기 위한 추진체계 정비

2) 예산

● 2021년도 일본 기상청 예산 개요

- 기상재해에 대한 방재 대응·지원의 추진 (207백만 엔)
- 대규모 지진 재해·화산재해에 대비한 감시체제의 확보 (1,010백만 엔)
 - 상세한 추계진도분포 정보 제공, 해일 도달 예상시간 시각화 제공
 - 해일경보·주의보의 해제 예상 시간 제공
- 기상정보제공기반의 고도화 (164백만 엔)

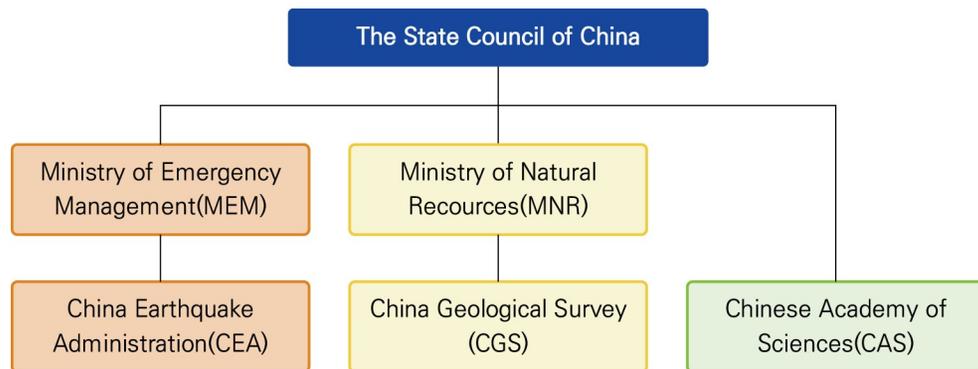
● 2020년도 3차 보정 예산

- 선상 강수대의 예측정확도 향상을 위한 기상관측·감시의 강화 (5,565백만 엔)
- 지진·화산 관측체제의 강화 (406백만 엔)
 - 지진관측시설의 정비(143백만 엔)
 - ※ 노후화된 다기능형 지진관측장치 및 진도관측장치를 순차적으로 갱신
 - ※ 긴급지진속보와 해일예경보 등의 신속하고 안정적인 발표체제 유지
 - 화산감시·관측용 기기의 정비(263백만 엔)
 - ※ 노후화가 진행되는 관측기기(화구카메라·지진계·공진계 등)를 순차적으로 갱신
 - ※ 수증기분화의 징후 파악과 정확한 분화정보, 분화속도 등의 신속하고 안정적인 발표체제 유지

2.2.2.3. 중국

● 배경

- 중국은 1976년 7월 28일 규모 7.7의 당산 대지진, 2008년 5월 12일 규모 8.0의 원추안 대지진 등으로 인해 지진피해 발생
- 매년 평균 규모 5 이상의 지진이 20회 이상 발생하는 중국은 인적·물적 피해를 최소화하기 위한 대책을 마련 중임⁴⁰⁾
- 1971년 법령 개정에 따라 중국 전역의 지진 관련 업무를 해당 지역기관에서 총괄하고 국가 지진국은 기타 지진 관련 업무 담당
 - 지진 및 화산 관련 일관된 업무는 중앙에서 국가 지진국 및 활화산연구센터, 지진과학연구소, 지구물리 연구소 등 물리·과학연구소와 함께 중국의 11개 성과 직할시·자치구에서는 지진 및 지진피해 예방을 위한 조치를 시행할 수 있도록 이중 보호체계 유지
- 중국의 지질과학 거버넌스 (전문기관)⁴¹⁾
 - 중국은 지질자원 및 지구과학 관련 국가기관의 임무와 연구 기능을 3개(응급관리부(직속부속단위 중국 지진국(CEA)), 자연자원부(부부처급 사업단위 중국지질조사국(CGS)), 중국과학원(CAS))로 구분하고, 이중 지진 대응 실무는 중국 지진국(CEA)이 맡아 이행



출처: 최정석, 최준환, 중국의 지진관리체계 분석 - 정책과 법률을 중심으로, 2017

Ⅰ <그림 14> 중국의 지질과학 관련 부처 및 산하 기관 Ⅰ

40) 최정석, 최준환, 중국의 지진관리체계 분석 - 정책과 법률을 중심으로, 2017

41) 최정석, 최준환, 중국의 지진관리체계 분석 - 정책과 법률을 중심으로, 2017

1) 중장기 전략

● 지진국 CEA 중장기 계획

- 지진 대비 및 재해 완화 계획(2016-2020)
 - **(주요 임무)** 과학 최적화 지진모니터링 네트워크, 지진 상황분석 및 판단능력향상 분석과 예측시스템 구축, 쓰촨-원난 국가 지진모니터링 및 예측실험장 운영, 모니터링 데이터 마이닝 강화와 다차원 산출기능 개선, 지진관측기술과 기기장비개발에 의한 모니터링 네트워크 운영 개선
 - **(중점사항)** 국가 지진강도 속보와 지진 예보경보 프로젝트 추진, 변경해역 및 일대일로 지역 지진 모니터링 수행, 쓰촨-원난 국가지진 모니터링 예보실험장 운영 등
 - **(중점사업)** 성·시·군 지역 지진위험 실시간 모니터링·예측 시범시스템 구축, 지진 모니터링 네트워크 최적화·기술 개선, 지구물리 현장 모니터링 네트워크 최적화 및 기술적 개선
- 중국 지진관측 네트워크 계획(2020~2030)
 - 지상속도관측소 1,107개소(국가 166개소, 지역 991개소) 및 강진동가속도 관측소 2,975개소를 확충하여 지진관측 고도화 추진
- 중국 지진정보화 계획(2016-2020)
 - **(추진목표)** 데이터 자원화, 업무 클라우드화, 서비스 지능화
 - **(주요내용)** 지진방재감재 정보화 인프라 플랫폼 구축, 지진 빅데이터 응용혁신 시범 프로젝트 추진, 지진방재감재 업무관리와 시스템 구축
- 중국 지구물리관측소 네트워크(지각변형) 계획(2020~2030)
 - 현재 280개 기준관측소 기준망과 2,036개 유동관측점 지역망을 운영 중이며 2030년까지 기준관측소 280개소 유지 및 기본관측소 1,108개소 배치 계획
- 중국 지구물리관측소 네트워크(중력) 계획(2020~2030)
 - 현재 기준관측소 4개소, 기본관측소 76개소, 지역 네트워크는 101개 관제소와 2,088개 관련관측소로 구성 중이나, 2030년까지는 기준관측소 30개소, 기본관측소 128개소 등을 운영 계획
- 중국 지구물리관측소 네트워크(지자기) 계획(2020~2030)
 - 현재 기준관측소 46개소, 기본관측소 97개소, 유동망 1,385 측지점을 운영 중이나, 2030년까지는 기준관측소 60개소, 기본관측소 316개소 등으로 확충 계획

● 분야별 중장기 전략 분석

- 지진 및 지진해일 분야
 - 전국적 지진관측망 및 관측 인프라 확대·개선을 통한 최적화, 지진 데이터 자원화 및 업무 클라우드화, 서비스 지능화를 통한 정보화 계획 추진
- 화산 분야
 - 화산 관측소의 국가 핵심시설 지정을 통한 범국가적 관심 증대, 화산 장비체계 정비/구축을 통한 감시 네트워크의 확장 및 관측기술 고도화관측 인프라 강화

2) 예산

● 중국 지진국 (CEA) 예산⁴²⁾

- 중국지진국의 연간 수입예산은 2020년 기준으로 64.8억 위안(1조 1,200억 원 상당)으로서, 일반공공 예산(정부 예산)은 36.7억 위안(56.6%), 사업수입은 4.7억 위안(7.3%), 기타수입은 9.2억 위안(14.2%), 비용재정교부금은 2.9억 위안(4.4%), 전년도이월금 11.3억 위안(17.5%)으로 구성
- 지출예산은 64.8억 위안(1조 1,200억 원 상당) 중에서 재해방지 응급관리 지출이 46.1억 위안(71.1%), 과학기술 분야 지출이 10.7억 위안(16.5%), 교육 분야 지출이 3.0억 위안 (4.7%), 기타 5.0억 위안 (7.7%) 차지
- 가장 큰 비중을 차지하는 재해방지 응급관리 지출(71.1%)은 구체적으로 행정관리, 일반행정사무, 지진감측, 지진예측예보, 지진재해예방, 지진응급구호, 지진환경모니터링, 방진감재 정보관리, 지진사업기구, 기타 지진사무지출 등을 포함하고 있으며, 두 번째 비중을 차지하는 과학기술 지출(16.5%)은 연구개발 성격으로는 기초연구 2.1%, 응용연구 81.5%, 과학기술 서비스 16.2%, 기타 1.2%임.⁴³⁾

2.2.2.4. 대만

● 배경

- 환태평양에 있는 대만의 지리적 위치는 유라시아판과 필리핀판의 교차점에 있어서 대규모의 지진 발생 가능성이 큼
- 최근 다년간 대만의 급속한 경제 개발 및 도시화, 인구성장, 정보기술 발전과 같은 사회구조의 변화로 대규모 지진 발생 시 인명과 재산의 손실이 불가피

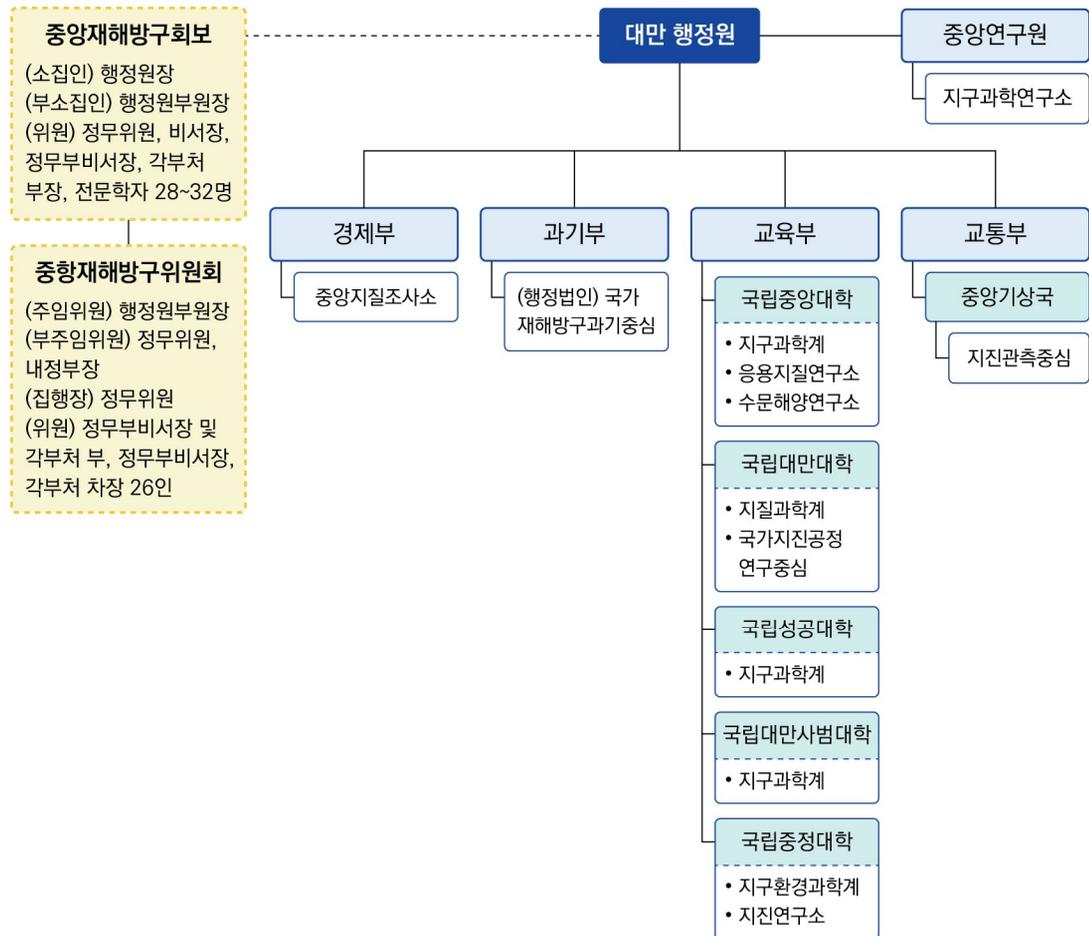
● 대만 지질과학 거버넌스⁴⁴⁾

- 분산형 기능 조직으로 구성
 - (중앙연구원) 총통 직속의 중앙연구원 산하 지구과학 연구소
 - (경제부) 중앙지질조사소
 - (과기부) 행정법인 국가재해방구과기중심
 - (교육부) 국립 중앙대학, 국립 대만대학, 국립 성공대학, 대만사범대학, 국립중정대학 등
 - (교통부) 중앙기상국 지진관측중심
 - (중앙재해방구회보) 중앙재해예방구호회의(의장: 행정원장)
 - (중앙재해방구위원회) 중앙재해예방구호회의(위원장: 행정원 부원장)

42) 최정석, 최준환, 중국의 지진관리체계 분석 - 정책과 법률을 중심으로, 2017

43) China Earthquake Administration (CEA) (2020b) FY2020 Departmental Budget of the China Earthquake Administration, 30p, <https://www.cea.gov.cn/cea/resource/cms>

44) 한국지질자원연구원, 주변국 지진 거버넌스 및 관련 R&D 활동분석 - 미국일본대만, 2020



출처: 한국지질자원연구원, 주변국 지진 거버넌스 및 관련 R&D 활동분석 - 미국일본대만, 2020

【그림 15】 대만 지질과학관련 부처

1) 중앙기 전략⁴⁵⁾

● 중앙기상국(Central Weather Bureau) 전략 계획(Strategic Plan for 2021)

- 중앙기상국(CWB)은 2021년 전략 계획의 하나로 ‘잠재 지진관측을 위한 효율적인 지진 모니터링, 분석, 시설 구축 추진’ 미션 수립
- 6년 프로젝트인 “재해방지를 위한 지진조기경보 도입 (2016-2021)”을 지속해서 이행할 계획이며 4가지 주요임무 수행
 - 관측시설 증진 및 지진조기경보 운영 기술의 향상
 - 재해방지를 위한 지진조기경보 시스템 도입의 활용
 - 지진 데이터베이스의 지속적인 통합 및 증진
 - 지진 선구적인 관측 방법 개발

45) 중앙기상국(Central Weather Bureau) https://www.cwb.gov.tw/V8/E/A/strategic_Plan.html, 검색일 : 2021.08.25.)

- 4년 프로젝트인 “대만 남해안 지역의 대양저 지진 및 쓰나미 모니터링시스템 이행 (2021-2024)”의 개시
 - 지진이나 쓰나미 발생 시 신속한 조기경보 제공을 위해 대만 중앙기상국은 대만의 남동쪽 해역에 735km 해저 케이블 모니터링시스템 구축⁴⁶⁾
 - 지진 및 쓰나미 모니터링시스템은 지진 발생시 10초, 쓰나미 발생 시 20~30분 추가 경고가 발표되며 규모 6 이상의 지진의 70%가 대만 본섬 동쪽 해역에서 발생하기 때문에 효율적인 관측 가능
- 안전한 집 튼튼한 나라 프로젝트(Anjia Guyuan Project, 이하 AG 프로젝트)
 - 2016년 2월 6일 새벽, 규모 6.4의 지진이 가오슝시의 메이닝 지역을 강타하여 117명의 사상자 발생하였고, 액상화 현상이 일부 지역에서 발생하여 건물이 무너지거나 침하 발생
 - 대만의 건설기획부는 국민의 불안을 해소하고 건물의 안전성을 높이기 위해 기존 건물과 토양을 평가하는 AG 프로젝트 착수
 - 기존 건물 내진성능 평가에 따라 도시 재생 및 정비에 대한 지침 제공
 - 액상화 위험지도 정밀도 완성을 목표로 각 시 단위 조사를 통해 액상화 가능성이 큰 지역의 지질학적 개선 시범 사업 수행

● 분야별 중장기 전략 분석

- 지진 분야
 - 지진관측망 및 관측 인프라 최적화, 지진 조기경보 도입 및 운영기술 고도화, 지진관측기법 고도화 추진
- 지진해일 분야
 - 대양저 지진 및 지진해일 감시시스템 도입을 통해 인프라 강화

2.2.2.5. 그 외 국가

● 터키

- 국가 지진 전략 실행계획 (National Earthquake Strategy and Action Plan 2012-2023)
 - 지진 경보 및 관측과 관련하여 두 개의 주목적과 8개의 전략으로 구성
 - **(주목적)** ▲지진 기초 정보 향상, ▲지진재해 분석/재해 지도 재검토
 - **(8개 전략)** 지진재해 분석 카테고리에서 ① 재난정보 관련 R&D 사업 협업 및 주요 R&D 지원, ② 지진 데이터뱅크 구축 및 영구화, ③ 지진관측 네트워크 개발, ④ 국가 예비 지진피해 규모 예측 및 조기 경보 시스템 개발, ⑤ 지진 발생 조사 시 보고 정보 단일화, ⑥ 공공에 정확한 정보제공을 위한 정보 오염 방지, ⑦쓰나미 조기 경보 시스템 구축, ⑧ 타 시스템과의 호환 가능 방안 마련으로 구성

46) ‘대만은 지금’https://nowformosa.blogspot.com/2020/12/blog-post_85.html, (검색일 : 2021.08.25.)

● 네팔

- 재난 위기 감소 국가전략 실행계획 (Disaster Risk Reduction National Strategic Plan of Action 2018-2030)⁴⁷⁾
 - 2015년 대지진으로 인해 네팔 전체 GDP의 1/3이 폭락. 이후, 재해 감소를 위한 전략 계획을 발표
 - 대표적인 전략으로 실시간 지진 모니터링시스템 네트워크 확충 및 현대화, 지진 취약지역 분석, 맵핑 등의 자료 제작 및 공공화가 있으며, 기대효과로 지속적인 지진정보의 전 국가 제공, 지역 및 국가 단위의 지진 취약 지도 등을 제시

2.2.3. 전략적 시사점

● 국내 중장기 전략

- 국내 타 부처 중장기 전략 내용 중 화산과 관련된 전략 계획은 행정안전부의 화산재 피해경감종합대책이 존재하며, 관련 내용을 연계한 기상청 자체 화산 대응전략 방향 수립이 필요할 것으로 판단되며, 지진 및 지진해일과 다른 피해양상을 가지는 화산의 특수성을 고려하여 2차 기본 계획을 수립 방향 설정 필요
- 재난대응의 중추적 임무를 수행하고 있는 행정안전부는 지진 및 지진해일의 대비에서도 시설물 관리, 교육, 복구 및 구호체계와 관련된 전략을 수립하고 있으며 화산 분야에서도 피해경감을 위한 총괄적인 전략을 수립하여 추진함에 따라 국가 재난대응에 있어서 컨트롤타워 역할 확립을 위해 제도와 예산의 뒷받침 필요
 - 지진이나 지진해일 발생 등으로 이슈화되는 사건에 따라 예산의 증감이 발생하여 지진 및 지진해일 관련 사업이나 연구의 연속성 확보 강화 필요
- 해양기상 예보 및 해양안전정보 시스템 구축과 관련된 해양수산부의 전략과제가 기상청으로 이관되면서 부처 간 역할이 명확해짐에 따라 업무 중복성을 배제하고 협업을 통해 상호보완 필요
- 관계부처 합동으로 기후변화 적응대책 수립으로 지진 및 지진해일 대응에 여러 부처의 참여가 독려 되는 효과 기대

● 국외 중장기 전략

- 지진 분야에서 국외 선진기관들은 지진 기초분야 연구 및 사회 전반적 인프라 강화를 통해 사회적·기술적 지진방재기술 기반 강화에 주력
 - **(기초분야 연구 고도화)** 국가 주도의 기초분야 연구역량 강화 및 집중 투자를 통해 지진에 대한 이해력 확보
 - **(사회 전반적 인프라 강화)** 관측·경보 인프라뿐만 아니라 사회 전반의 지진대비 인프라 강화를 통한 지진피해 경감 도모

47) The Government of Nepal Ministry of Home Affairs, Disaster Risk Reduction National Strategic Plan of Action 2018-2030, 2018

- (기술 고도화) 지진 연구기반 강화 및 관측기술 강화를 통한 관측정보·경보 전달의 적시성 정확성 개선
- (유기적 협력방안) 정부와 관계기관뿐만 아니라 지자체·시민과의 유기적 협력방안 구축을 통해 전국적 재난방재체계 마련
- 지진해일 분야에서 국외 주요기관들은 지진해일정보 전달 시간 단축화 및 시민 중심의 방재대책을 통한 지역사회 방재기반 강화에 주력
 - (기술 고도화방안 마련) 감시기능 개선 및 고도화를 통한 지진해일 정보전달 적시성과 정확성 확보
 - (시민 중심의 방재대책) 위험구역 시민을 대상으로 교육 제공 및 시민 참여형 정책을 통한 시민 중심의 방재대책 마련
 - (다단계 방재역량 강화) 거버넌스 단계별로 개별적인 방재역량 전략 수립을 통한 지자체별 재난구호 역량 강화
 - (국제협력 강화) 지진해일 피해에 자주 노출되는 인접 국가인 일본, 중국 및 대만과의 교류/협력 강화를 통한 지진해일 대비책 강화
- 화산 분야에 대해 주요국에서는 감시 네트워크 확장 및 실시간 감시 체계 운영을 통한 상시 화산/화산재 감시태세 구축 기반마련에 주력
 - (관측·감시 인프라 강화) 감시 네트워크 확장, 관측기술 고도화 및 인프라 강화 및 관측속도/경보발령 시간 단축을 통한 재난 대응시간 단축
 - (상시 감시 체계 구축) 분화 위험도가 큰 화산을 중심으로 상시 감시를 통한 화산재난 상시 대비체계 구축
 - (재해 대비능력 강화) 교육 및 재난 경각심 향상 등 시민 개개인의 재난 대비능력 강화를 통한 재난대응/대피시간 단축

2.3 국내·외 사회 동향 분석

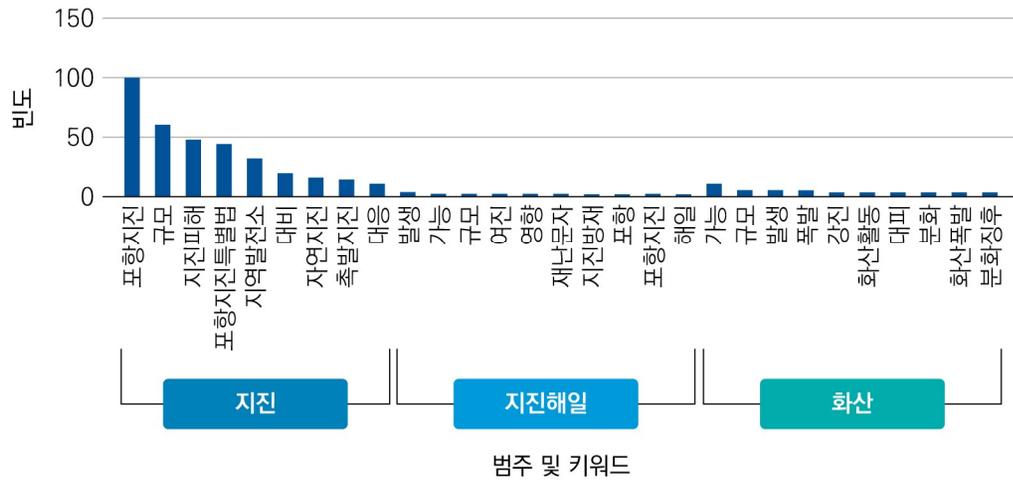
● 언론 키워드 분석

- 지진·지진해일·화산에 대한 2018년 1월 1일부터 2021년 6월 30일까지의 신문 기사 및 뉴스 키워드 분석을 통하여 사회 동향 분석

▼ <표 52> 2018-2021 지진·지진해일·화산 관련 사회언론 기사 키워드 목록

| 키워드 | |
|------|--|
| 지진 | 포항지진, 규모, 지진피해, 포항지진특별법, 지열발전소, 대비, 자연지진, 촉발지진, 대응 |
| 지진해일 | 발생, 가능, 규모, 여진, 영향, 재난문자, 지진, 지진방재, 포항, 포항지진, 해일 |
| 화산 | 가능, 규모, 발생, 폭발, 강진, 화산활동, 대피, 분화, 화산폭발, 분화징후 |

출처: DeepSearch, 2021



출처: 저자 작성

【그림 16】 지진·지진해일·화산 분야 키워드별 분포도

- 지진 등 전반의 사회언론 기사에 포함된 주요 키워드는 포항지진에 대한 인식으로 지진·지진해일 발생 관련 키워드 및 화산 분화발생 가능성 관련 키워드가 다수이며 이는 재난 발생 시 긴급상황에 관한 관심을 나타냄
 - 포항지진 및 경주지진이 발생했던 2016-17년도로부터 약 5년이 지났음에도 불구하고 대중의 포항지진에 대한 공포, 그리고 차후 일어날 수 있는 지진과 지진해일에 대한 높은 관심도 및 우려를 나타내고 있음
- ‘포항지진 후 원전의 안정성과 탈원전 정책에 대한 국민인식조사’에서⁴⁸⁾ ‘원전사고 2차 피해’와 ‘지진 직접피해’가 각각 44.3%, 28.2%로 나타나 지진과 그 여파로 인해 피해 우려를 나타냄
 - **(지진분야 사회언론 키워드)** 경주, 포항, 규모, 진원, 진앙, 진도 등이 도출
 - **(포항지진 관련 사회언론 키워드)** 지열발전소가 많이 언급되었으며, 포항지진이 자연지진이 아닌 지열발전소에 의한 지진이라는 보도의 반응
 - **(진앙과 진도 관련 사회언론 키워드)** 국내의 지진 활동이 늘어나면서 시민들이 자신의 지역에서 발생할 가능성이 있는 지진정보에 관한 관심과 불안감이 커진 것이 반영됨
 - **(지진해일)** 2011년 동일본 대지진 이후에 이루어진 여론조사 결과에서 한국인의 56%가 지진과 해일 등의 자연재해가 지구의 종말의 원인이 될 것이라는 답을 하는 등⁴⁹⁾ 불안감이 높음
 - **(화산)** 포항지진과는 다르게 화산분화 사례 부재로 화산활동과 분화징후와 같은 분화 발생 가능성과 관련된 키워드 도출
- **(코로나 19 팬데믹 선포 이후)** 언택트, 온택트 문화로 인해 개인화·분산화 및 디지털화가 가속되고, 국가 재난 예측·준비·대응·복구 능력이 우수한 나라가 강대국으로 인식
 - **(삶의 방식)** 사회적 거리두기로 인해 온라인·쇼핑 배달 서비스가 오프라인 소비를 대체하고, 재택근무·사이버교육 등 새로운 삶의 방식이 보편화

48) 리얼미터, 포항지진 후 원전의 안정성과 탈원전 정책에 대한 국민인식 조사, 2017

49) 한국갤럽, 종말에 관한 인식조사, 2011

- **(기후변화)** 국민안전을 위협하고 경제에 부정적 영향 초래 → 코로나19를 계기로 기후변화 위기의 파급력과 시급성 재평가(한국판 뉴딜 종합계획, '20.7.)

▼ <표 53> 코로나 이후 미래사회 전망

| | | |
|----------------|---|---|
| 비대면·원격 사회로의 전환 | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • 원격 의료 체계 수립, 원격교육 활성화 및 재택근무 증가 • 산업의 스마트공장 도입 가속화 • 근무방식, 영업 및 서비스 방식, 조직문화 등 전반적인 사회문화가 변화 (예: 집단주의 → 개인주의) |
| 자국 중심주의 강화 | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 밸류 체인 변화(생산 네트워크의 다변화) 및 중국 의존도 감소 • 보호무역주의 기조확산(소재부품의 해외 의존에서 벗어나 자국에 집중하는 현상 강화) • 자국민 보호 우선 정책 및 자국 중심 경제로의 전환 |
| 디지털 전환 가속 | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • 재택근무/비대면업무/화상회의/온라인 쇼핑의 급증으로 인한 우리 사회의 디지털 전환이 가속화 • 인공지능(AI), 가상현실(VR), 로봇 기술이 빠른 속도로 확산 • 대규모 실업 등 고용 불안이 증가하고 부의 양극화가 심화 |
| 국제 질서 변화 | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • 선진국의 기준에 '경제력'과 '복지제도'만이 아니라 '위기대응 능력'이 추가됨으로써 국가의 재난 예측·준비·대응·복수 능력이 우수한 나라가 강대국 • 전염병 억제로 인한 산 세계화 쇠퇴, 미국·서구의 위상 약화와 반대로 중국 및 동아시아 국가에 기회 |
| 위험의 주기적 발생 | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> • 전염병 창궐 등의 사건이 전 세계적으로 주기적 발생 • 감염 확산 방지를 위한 추적·모니터링 기술 발달로 모니터링 일상화 • 감염병을 추적·관리하는 정부 권한 확대 • 진단키트, 치료제 및 백신 개발 등 바이오헬스 시장 활성화 |

출처 : 정보통신기획평가원, ICT R&D 기술로드맵 2025, 2020

2.3.1. 지진분야 사회 동향

● 국내 지진 분야 사회 동향

- 2016년 크고 작은 수많은 지진이 발생하여 대한민국이 더는 지진 안전지대가 아님을 인식하고 국민들의 경각심이 고조됨
 - 2016년과 2017년에 발생한 경주와 포항에서의 지진으로 인해 국민의 지진에 대한 불안감이 높아졌으며, 2018년 한국리서치 조사결과 자연재난 7대 유형별 위험 인식도 조사에서 조사 인원의 85%가 위험 인식도에서 위험하다고 답함
 - 특히 동남권의 경우 고리, 월성 등의 원자력 발전소가 밀집해 있으므로 지진에 의한 원전 피해 발생 가능성이 크기에 이에 대한 우려가 크며, '포항지진 후 원전의 안정성과 탈원전 정책에 대한 국민 인식조사'에서 '원전사고 2차 피해'와 '지진 직접 피해'가 각각 44.3%, 28.2%로 나타나 지진과 그 여파로 인해 피해 우려를 나타냄

- 행정안전부의 보도자료⁵⁰⁾에 의하면 2017년 포항지진으로 인한 피해액이 551억 원, 복구비 1,445억 원에 달하는 막대한 재산피해 발생
- 행정안전부에 따르면 '16년 경주 지진과 '17년 포항지진 이후 풍수해보험* 가입자가 많이 증가하였으며 전년 대비 109%가 증가했다고 발표함⁵¹⁾
 - * 주택과 온실, 상가 및 공장을 대상으로 국가와 지자체에서 보험료 일부를 보조하는 정책보험으로 지진을 포함한 태풍·홍수·호우·강풍·풍랑·해일·대설 등 8개 자연재해에 대한 피해를 보장⁵²⁾
- 2018년 1월 1일부터 현재까지의 국내기사를 통한 사회적 트렌드를 분석한 결과 주요 키워드로 경주, 포항, 규모, 진원, 진앙, 진도 등이 도출되었으며, 특히 2016년과 2017년에 걸쳐 발생한 경주/포항 지진으로 인해 지진 관련 소식이 급격히 늘어남
- 특히 포항 지진 관련 키워드의 경우 지열발전소가 많이 언급되었으며, 포항 지진이 자연지진이 아닌 지열발전소로 인한 지진이라는 보도가 자주 등장하면서 지진에 대한 여론의 관심과 불안감이 높아짐
- 진앙과 진도의 경우 대한민국의 지진 활동이 늘어나면서 시민들이 자신의 지역에서 발생할 가능성이 있는 지진의 정보에 관한 관심과 불안감 고조 반영

● 국외 지진 분야 사회 동향

- 국외의 유사 사례로 2011년 동일본 대지진이 있으며, 이 당시 피해액만 17조 엔(약 227조 원)에 달하며, 지진과 쓰나미로 인해 전대미문의 후쿠시마 제1 원자력발전소 사고가 발생함
- 중국은 매년 평균 규모 5 이상의 지진이 20회 이상 발생하는 국가로서 수많은 인적, 물적 피해 등을 입고 있으며, 중국 정부에서 최대한 피해를 감소시키기 위한 대책을 마련하고 있음⁵³⁾
 - 1999년 9월 21일 발생한 대규모 지진으로 인한 사상자에 관한 통계분석 결과, 건물의 붕괴가 주요 원인인 것으로 확인됨에 따라 2000년 내진성능평가 및 기존 건물 보강 프로그램이 개발되었으며, 2004년 프로그램 시행
 - 2012년 지진피해를 줄이기 위한 최신 구조 내진설계기준, 건축기준 및 보강 기술 발표

2.3.2. 지진해일분야 사회동향

● 국내 지진해일 분야 사회 동향

- 2014년부터 강원도환동해본부와 해양수산부가 함께 추진하고 있는 “삼척항 지진해일 침수방지시설”이 2021년 10월부터 운영 예정

50) 행정안전부, https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttlId=60882, (검색일 : 2021.07.10.)

51) 행정안전부, 지진까지도 보장하는 풍수해보험, 가입자 확 늘었다, 2018

52) 국민재난안전포털사이트, <https://www.safekorea.go.kr/idsiSFK/neo/sfk/cs/contents/insurance/SDIJKM2101.html?menuSeq=303&cpath=>, (검색일 : 2021.07.11.)

53) 최정석, 최준환, 중국의 지진관리체계 분석 - 정책과 법률을 중심으로, 2017

- 동해안에 1.0m 이상의 쓰나미 발생 시 수문을 내려 지진해일로부터 지역 주민 및 재산을 보호할 수 있는 시설로 아시아 최대 지진해일 게이트임



출처: 강원도 환동해본부

! <그림 17> 삼척항 지진해일 침수방지시설 조감도 !



출처: 강원도 환동해본부

! <그림 18> 지진해일 침수방지시설 게이트 거치 광경 !

- 지진과 달리 지진해일의 경우, 국내에 직접적인 피해를 끼친 사례가 드물어 지진에 비해 불안감이 상대적으로 적으나, 2011년 동일본 대지진 이후에 이루어진 여론조사 결과에서 한국인의 56%가 지진과 해일 등의 자연재해가 지구의 종말 원인이 될 것이라는 답을 하는 등⁵⁴⁾ 불안감이 높아짐

● 국외 지진해일 분야 사회 동향

- 국외의 경우 대표적인 지진해일로 2004년 인도양 지진해일과 2011년 동일본 대지진으로 인해 지진해일에 대한 경각심과 불안감이 높아졌으며, 특히 2004년 인도양 지진해일의 경우 대략 11조 원에 달하는 재산피해 발생

54) 한국갤럽, 종말에 관한 인식조사, 2011

- 일본기상청에서는 지진관측의 결과를 바탕으로 2020년도 방재에 관한 계획 제3부 승과 2년 판 방재 백서 해일경보 등을 발표함과 동시에, 근해 및 연안에 해일이 관측된 때에는 신속하게 관측정보를 발표하고, 방재관계기관 등에 전달해 재해의 방지·경감에 노력
 - 일본은 북서태평양 지역에서의 해일 재해 경감에 이바지하기 위해 미국 해양대기청 태평양 해일경보 센터와 연계하여 해일의 도달 예상시각이나 예상되는 높이 등을 북서태평양 관계 각국에 제공

2.3.3. 화산

● 국내 화산 분야 사회 동향

- 백두산 화산분화 가능성은 전문가들에 의해 꾸준히 제기되어 왔으며 지진과 밀접한 관련이 있어서 지진 발생에 따른 국민적 관심과 함께 최근 자연재해에 대한 국민적 불안과 안전에 대한 요구가 촉구됨
- 그러나 대한민국 영토 내에 실질적으로 위험을 주는 화산이 없고 최근 수십 년간의 분화기록도 없기에, 화산 자체에 대한 국민적 관심이 낮아짐
- 현재 화산 연구는 인공위성 관측과 시뮬레이션 등에 제한되기 때문에 전문가들은 화산 관측소 설치 가장 시급하며 그 전 미국과 대북제재 완화, 중국과의 관계 등 장애물을 먼저 해결해야 한다고 지적함⁵⁵⁾

● 국외 화산 분야 사회 동향

- 백두산 분화 가능성에 대한 국외 관심 및 대응 요구 지속 증가
 - 백두산 분화 가능성에 대한 국제적 관심 제고
- 아소산 등 국외 화산 활성화로 국외 화산 감시·대응 수요 증가
 - 아소산을 비롯하여 한반도 주변 화산 활성화 추세
 - 국외 화산 활성화로 국내 피해 가능성 증가*에 따라 화산 감시·대응체계 수요 증가
 - * '일본 사쿠라지마 화산 분화... 제주 화산재 영향 가능성'(YTN, 14.10.1)
 - 일본은 화산 감시·대응 수요에 대처하기 위해 화산감시 관측을 수행하고 분화경보 등을 적시적절히 발표 및 방재 관계기관들과의 협업을 통해 경계·대응 체계 등을 통해 재해의 방지·경감에 노력
 - 또한, 화산방재협의회의 공동검토를 통해 피난계획과 분화경계 단계 설정 및 개선 추진

2.3.4. 전략적 시사점

● 지진분야 사회동향 시사점

- 과거에 일본에서 발생한 대지진 및 원자력발전소 사건으로 인해 지진과 그 여파로 인한 2차 피해에 대한 국민의 불안과 우려가 커지고 있으며, 이는 지진 관련 전략 및 방재방안 설립 시에 국민의 생명과 안전을 보장하고 신속 정확한 예·경보를 발령하는 데 있어 중요한 고려사항이 되어야 할 것으로 판단

55) BBC NEWS 코리아, 남북 교류: 기상청, '남북 공동 백두산 화산관측소 세운다'...대북제재가 '관건', <https://www.bbc.com/korean/news-46122377>, (검색일 : 2021.07.15.)

- 국내외 기사 빅데이터를 통한 분석을 통해 경주 및 포항에서의 지진 발생 이후 지진에 대한 국민적 불안감과 인지도가 높아졌다는 것을 체감할 수 있으며, 이러한 잠재적 불안요소를 해소하기 위하여 최근의 지질 다발 지역에 관한 상세한 연구 및 정확한 지진의 진도 및 진원지 산출 기술 강화 필요

● **지진해일분야 사회동향 시사점**

- 국외 각국은 2004년 인도양 지진해일과 2011년 동일본 대지진으로 대규모 피해로 인해 야기된 지진 해일에 대한 경각심과 불안감을 해소하고 해일피해 경감을 위해, 자국의 재해 방지·경감 노력뿐만 아니라 전 세계적 공동협력을 통해 국제적 노력을 진행 중이므로 국내도 이에 동참하는 등 적극적인 노력 필요

● **화산분야 사회동향 시사점**

- 백두산 분화 가능성 및 아소산 등 국외 화산 활성화로 국내·외 사회 전반적인 관심 및 대응 요구 증가로 인해 국제적 대응체계 점검 및 개선 필요성 대두
- 국내외 화산 발생 이슈 부재 및 대외관계로 인한 협업 대응에 어려움이 있으나 국외 화산 활성화로 인한 화산재 등 국내 피해 가능성에 따라 화산재 대응체계 강화 필요

2.4 국내외 산업 동향 분석

2.4.1. 지진

● **국내외 산업(시장) 동향**

- 지진 분야 국내 산업의 경우 일부 기업이 국산화 장비와 분석·예측 시스템을 개발하였으나, 그 수가 매우 작으며, 시장 규모도 매우 협소
 - 「2018년도 상반기 기상관측장비 시장조사 보고서」에 따르면 GeoSIG, 코리아이미지니어링, 지디에스 등의 민간기업에서 지진가속도 예측기, 지진 기록계, 지진가속도 센서 제작
 - 케이아이티밸리(주)에서 재난방재 IT 연구개발 및 재난방재 기술 제품화 가치 고도화에 중점을 두고 있으며, 지진 관련 분야에서는 지진자료분석·지진피해 예측시스템 개발, 지진 네트워크·지진자료 DB 구축 등의 IT 기반 지진사업에 중점
 - 현재는 지진 분야 시장 규모가 작지만, MEMS 기반 지진가속도계 센서 및 모니터링시스템 개발, GPS/GNSS 기반 지표 변위 측정 등을 통해 지진·지진해일·화산 감시 및 예측기술 개발이 진행 중
- 국내외 지진 및 화산활동 관련 자연재난 예방산업은 재난안전산업 전체 중 4.1%를 차지하며 '19년 기준 전체 매출액은 9,319,695백만 원으로 전체 중 10.6%를 차지⁵⁶⁾

56) 행정안전부, 2019년 기준 재난안전산업 실태조사, 2021

- 지진 및 화산활동 관련 자연재난 예방산업에는 지진 및 화산 피해 예방 기기 제조업, 판매업, 기기 수리업, 시설 보강 공사업, 시설 설계·감리 및 안전 진단업이 포함

▼ <표 54> 지진 및 화산활동 관련 자연재난 예방산업

| 한국표준산업분류 | | 산업 생산물 |
|----------|----------------------------|--|
| CODE | 세세분류 | |
| 27211 | 레이더, 항행용 무선 기기 및 측량 기구 제조업 | 지진 및 화산활동 예측·측정을 위한 GPS, 지진계, 지진감지기, 지진가속도 계측기 등 제조 |
| 46593 | 정밀 기기 및 과학 기기 도매업 | 지진 및 화산 피해 예방 기기 도매 |
| 34020 | 전기·전자 및 정밀 기기 수리업 | 지진 및 화산 피해 예방 기기 수리 |
| 42131 | 철골 및 관련 구조물 공사업 | 지진 및 화산활동 예방용 구조물 보강용 철골 공사, 철근·콘크리트 공사, 조적 및 석축공사 |
| 42132 | 콘크리트 및 철근 공사업 | |
| 42133 | 조적 및 석공사업 | |
| 42139 | 기타 옥외 시설물 축조관련 전문공사업 | |
| 72111 | 건축 설계 및 관련 서비스업 | 도로, 하천, 항만, 철도, 공항, 교량, 지하철, 놀이시설, 다중이용시설, 등 지진 및 화산활동 예방을 위한 시설 설계·감리 및 안전 진단 |
| 72121 | 건물 및 토목 엔지니어링 서비스업 | |
| 72919 | 기타 기술 시험, 검사 및 분석업 | |

출처 : 행정안전부, 2019년 기준 재난안전산업 실태조사, 2021

- **(일본)** 세계에서 가장 지진이 빈번한 국가 중 하나로서 잠수함 케이블, 해수면 심층 지진계, 지진 강도 계측기 등의 다양한 장비 기술개발이 발달함
 - 메이세이 전기에서 1990년도 이래 일본기상청(JMA)에 지진 강도 계측기 및 관측장비를 납품하였으며, 이후로 대규모 지진 전 조기경보 정보발령 시스템, 외부 시스템 통제 지진계 등의 각종 지진 방재 장비를 제작 납품하고 있음
 - 그 외, IMV 코퍼레이션 등의 지진 민간기업에서 디스플레이 지진 모니터링시스템, 장시간 진동 모니터링시스템, 가속계 등의 지진분야 관련 다양한 장비가 개발됨
- **(미국, 유럽)** 미국, 유럽에 있는 다양한 지진 분야 민간기업에서 지진 모델 솔루션, 관측·감시 장비, 광대역 지진계 등의 장비를 개발 운영 중임
 - 잔중웬(Zhongwen Zhan) 미국 캘리포니아공대 지구물리학과 교수 연구팀은 구글의 해저 광케이블을 지진계로 이용하여 지진과 쓰나미를 감지·예보하는 기술을 개발 중
 - 미국의 경우, AIR Worldwide 등이 지진 모델 솔루션 기업에서 미국 내 지진으로 인해 유발되는 피해 모델링, 일본 내 토양 모델링을 통한 액상화 현상 예측 등의 시스템을 운영 중이며, 그 외에 RMS에서 취약성 모델링, 액상화 위험성 분석 모델 등의 시스템을 운영하거나, Kinematics에서 지진 조기 경보시스템 및 다양한 관측 네트워크를 운영하고 있음
 - 유럽의 각 국가에서도 지진 민간기업이 다양한 분야에 걸쳐 예경보 및 장비 운영이 활성화됨

- GEObit: 그리스에 위치한 장비 회사로 휴대용 지진 관측기, 지진계, 가속계, 광대역 센서, 지진 센서 제작 및 운영
- Streckeisen: 스위스에 본사를 둔 지진 장비 회사로 소형 광대역 지진계를 제작 운영 중
- GeoSIG: 스위스의 장비 회사로 가속계, 지진계, 속도계를 제작 운영 중

2.4.2. 지진해일

● 국내외 산업(시장) 동향

- 국내는 여러 종류의 해양 관측장비가 운영 중이나 관측 시간 간격 등의 요인으로 지진해일 감시가 가능한 장비는 제한적
 - 국내 지진해일 산업은 지진에 비해 더욱 그 규모가 협소하고 초기단계로, 국내 케이아이티밸리(주) 등 몇몇 기업에서 지진해일 DB 구축을 진행했으며, 그 외 (주)센, (주)지오시스템 리서치 등의 기업에서 해양 관측에 널리 쓰이는 해양기상부이, 파고부이, 표류부이 등을 개발
- 미국의 경우 해양 실시간 관측자료와 모델 기술이 통합된 4세대 Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis (DART) 부이 기술을 이용하고 있으며, 그 외 호주, 뉴질랜드 등에서 동일한 장비로 쓰나미 관측감시 수행
- 국외 민간기업으로는 Sonardyne, Unidata 등에서 지진해일 관측 트랜스폰더, 파고 모니터링시스템 등을 제작 및 구축, 그 밖의 타 기업에서 시스템으로 심해와 바다 수면의 관측정보를 실시간 전달에 필요한 모뎀 개발(EvoLogics)을 비롯해 인도양 내의 지진해일 조기경보 시스템 구축 컨설팅(Tetra Tech) 진행

2.4.3. 화산

● 국내외 산업(시장) 동향

- 국내는 화산의 직접 관측망이 부족하며 화산재·화산가스 등 화산분출물 관측망·관측체계 부족
 - 울릉도, 한라산 등 국내 활화산에 대한 직접 관측망* 부족
 - * GNSS, 중·자력계, 경사계, 심부지중온도계, 분광계 등
 - 정량적·과학적인 화산분출물 관측을 위한 화산재 등 화산분출물 관측방법 규정과 관측 장비·시설 표준화 강화 필요
 - 기상산업체를 비롯한 관련 업계에 화산분출물 관측장비 기술 부족으로 관측망 구축 후 지속적인 유지·관리에 어려움 발생
- 국내의 화산 산업기반은 미비하나, 국외의 경우 화산활동이 빈발한 불의 고리를 중심으로 관측장비 산업 발달
 - 대표적으로 이탈리아의 Centro Epson Meteo 등의 기업에서 항공기상 관련하여 화산재 등의 정보를 제공하며, 일본의 Oyo Cooperation의 경우 화산재해 방재를 위한 소프트웨어와 하드웨어 제공 및 최신 시뮬레이션을 통한 화산위험 분석 서비스 제공

- 일본의 경우 Oyo Cooperation 등의 회사에서 화산재해 방재를 위한 소프트웨어와 하드웨어 제공 및 최신 시뮬레이션을 통한 화산위험 분석 서비스 제공
- 다수의 활화산을 보유하고 있는 일본은 기상청 주도로 50개 활화산에 대해 지진계, 경사계, GNSS, 감시 카메라 등으로 구성된 관측망을 통해 상시관측을 수행함에 따라 화산 관측장비 산업 발달
 - 지진계, 공중음파계, GNSS를 통해 화산성 지진, 폭발음 등 화산활동 및 그 전조현상 직접 관측
 - CCTV, 적외선 열영상장치, 자외선 분광계를 통해 분연주, 화산가스, 지중온도 등의 관측을 통해 화산활동 간접 파악

2.4.4. 전략적 시사점

● 국내외 지진 산업 시사점

- 전 세계적으로 지진이 활발해지면서 각국의 기업에서 다양한 지진 감시 및 분석 기술을 개발하고 있으며, 이러한 선진기술 및 산업을 국내에 적용하여 향후 발생 가능성이 큰 중대한 지진의 정보를 신속히 파악하고 피해를 줄이는 데 활용 가능
- 국내의 지진 분야 시장 규모는 작지만 학·연·민·관의 협력을 통해 지진·지진해일·화산 감시 및 예측기술의 현업화 추진 필요
- 한반도 역시 최근 두 차례의 중규모 지진의 발생으로 더는 지진 안전지대가 아니므로, 대도시권에서 발생 가능한 규모의 지진에 대해 지진피해 최소화와 방재 인프라 구축을 위해 미국 등에서 진행 중인 지진 발생 모델링 및 피해 시뮬레이션 구축 필요
- 대한민국의 경우 불의 고리에 위치한 국가들과 달리 지진 발생빈도와 규모가 상대적으로 낮으므로, 타국과 비교해 지진 산업시장 규모가 작은 것은 필연적이나 지진 등은 한번 발생하면 피해 규모가 크기 때문에 중장기적으로 피해를 최소화할 수 있는 기술개발과 선행 수요조사를 통해 현업화 및 산업 활성화 필요

● 국내외 지진해일 산업 시사점

- 지진해일은 해외 발생사례들로부터 심각성은 인식하고 있으나 우리나라에 '93년 이후 내습사례 부재로 지진해일에 대한 관심도도 하락한 상황으로, 이러한 경향이 산업 전반에 반영된 것으로 보임
- 국내의 경우 지진해일의 빈도가 수십 년에 한 번 수준으로 극도로 낮아 지진해일 산업기반이 부실하며, 이러한 근본적인 문제를 극복할 수 있는 새로운 지진해일 산업 발굴 필요
 - 국내의 지진해일 감시가 가능한 장비가 제한적이므로 정확성 향상 및 효율적인 화산·화산분출물 관측을 위한 신기술·신장비 개발 필요

● **국내외 화산 산업 시사점**

- 화산은 지진해일과 같이 발생 빈도가 낮고 화산관측 및 경보 장비 관련 산업의 규모가 매우 협소하나 향후 인접국에서 발생 가능한 화산으로 인한 재해에 대응하기 위해 관측망 구축 및 관측 기술개발을 통해 화산의 신산업 발굴 필요
 - 화산재로 인한 사회·경제적 피해와 부족한 관측 기술에 대응하기 위해 화산재 관측망 구축 및 관측기술개발 우선적 추진 필요
 - 화산 분화·폭발 시 화산분출물에 직접적인 영향을 강하게 받을 지역을 중심으로 관측망 구축 필요
- 화산 관련 산업이 발달된 선진 사례를 활용하여 관련 기술 향상 및 화산·화산분출물 관측 장비·기술 현업 적용 필요
 - 해외의존도가 큰 화산·화산분출물 관측장비 대체를 위해 국내 기상·지진산업체와 협력하여 장비 개발 필요
 - 공중음파 관측장비와 같이 해외 제품에 전적으로 의존하는 장비의 국산 대체품 개발 필요
 - 정확성 향상 및 효율적인 화산·화산분출물 관측을 위한 신기술·신장비 개발 필요
 - 화산재의 화학적 특징별 분광학적 차이를 이용하여 화산재 침전량과 화산재의 조성을 동시에 판별 가능한 신기술 개발 필요
 - 읍·면·동 단위 화산 영향 관측망 구축을 위한 소형화된 장비 개발 추진

2.5 국내·외 기술 동향 분석

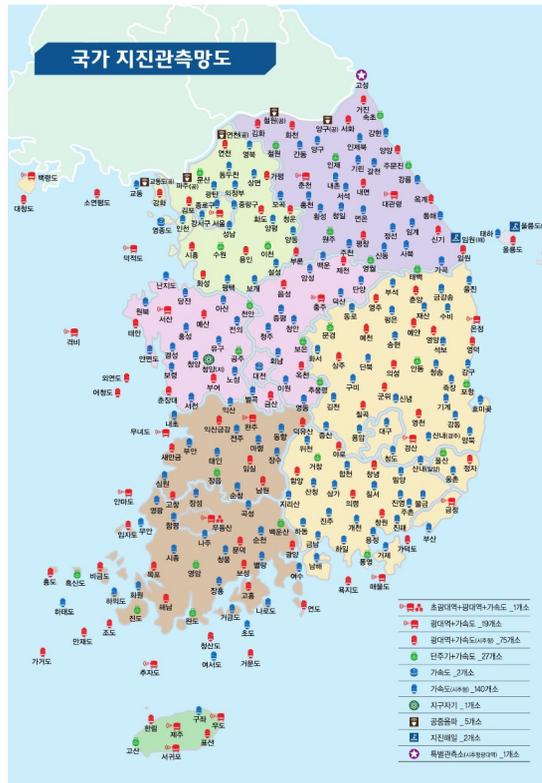
2.5.1. 국내 기술동향

2.5.1.1. 지진 분야

● **지진 감시/관측 기술동향⁵⁷⁾**

- 2021년 9월 기준, 국가 지진관측소 344개소*의 지진관측망을 통해 지진을 관측 중이며, 지속적인 투자로 지진관측망을 확충하여 관측망 조밀도를 높이고 있음
 - * 기상청 265개소, 유관기관 79개소
- 현재 지진 조기경보 시간 단축을 위해 주변국과의 지진 관측자료 공유 증가 추세
 - 일본 42개소의 지진 관측자료를 실시간 수신하고 있으며, 국내 기상청 20개소의 지진 관측자료를 일본측으로 송신
 - 중국 5개소 지진관측자료 수신

57) 기상청, 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획 추진 실적, 2021



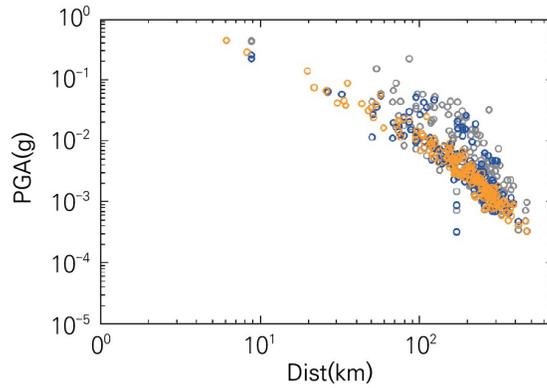
출처 : 기상청 홈페이지 (https://www.kma.go.kr/aboutkma/biz/earthquake_volcano_02.jsp)

〈그림 19〉 국내 지진관측망도

● 지진분석 기술 동향

- 기상청은 지진관측소에서 지진파 집중 관측 여부와 규모 5.0 이상의 지진파 진동 관측 여부를 지진 석 초기부터 비교 가능한 방법 개발⁵⁸⁾
 - 진앙지와 관측소 간 거리, 초동 P파의 초기 3초간의 최대 변위 값을 입력 인자로 사용한 국내 지진기록 분석을 통해 관계식을 도출하고 이를 활용
 - 내륙에서 발생한 지진의 경우에만 유효하며, 해역 지진은 지진관측 후 25초 이내에 경보가 가능할 것으로 전망
- 기상청은 거리에 따른 지진의 진동 감쇠 정도를 분석하고, 한반도 지반 특성에 기반한 진도 산출을 위한 기술개발하여 제공 중

58) KISTEP, 지진 조기경보, 2019

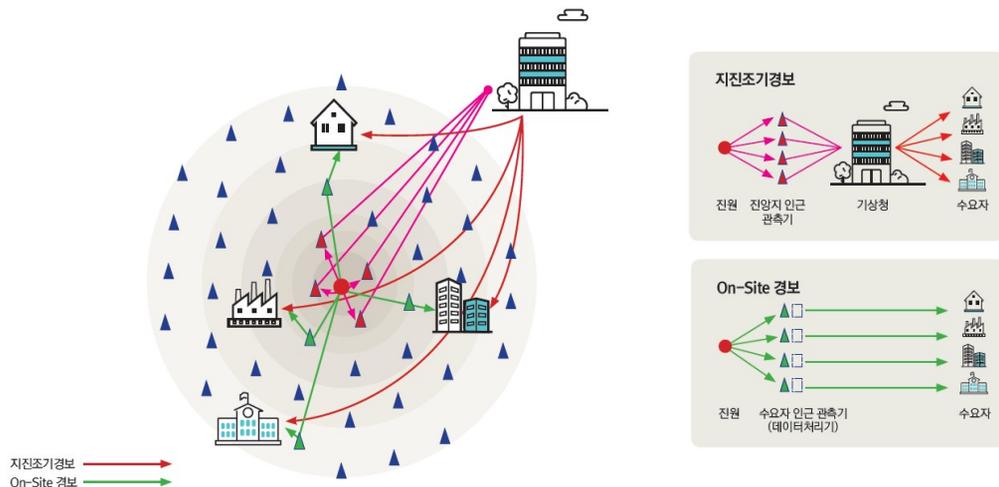


출처 : 기상청, 국가 지진·지진해일·화산 업무, 2019

Ⅰ <그림 20> 거리에 따른 지반진동의 감쇠 분포도(예시) Ⅰ

● 지진 통보/전달 기술 동향

- 북한 일부 지역 및 대마도 남부해역까지 신속 정보(지진 조기경보, 지진속보) 제공
 - 「지진화산 업무규정(기상청 훈령 제1015호, 2021.08.31.)」에 따른 지진 조기경보 통보기준은 규모 5.0 이상 지진이며, 지진속보 통보기준은 우리나라 지역은 규모 3.5~5.0 미만, 해역과 우리나라를 제외한 지역은 규모 4.0 이상 ~ 5.0 미만임
 - 지진 조기경보는 다중분석기술을 적용하여 최초 관측후 5~10초 수준으로 발표
- 최근 기존 지진 조기경보보다 빠른 현장(On site) 경보체제를 통해 5초 내 진도 정보제공을 위한 기술개발 후 시험운영 중(21)
 - 진앙에 인접한 지진관측소 2~3개만을 활용하여, 지진 조기경보 발령 이전에 지진파가 도달하는 지진 조기경보 공백지역*을 최소화해 지진 조기경보 시간을 단축
 - * 공백지역(Blind Zone) : 진앙으로부터 가까운 지역으로, 경보가 발령되기 전에 큰 진동의 지진파가 도달



출처 : 기상청, 국가 지진·지진해일·화산 업무, 2019

Ⅰ <그림 21> 지진 조기경보 체제와 On-Site 경보 체제 Ⅰ

▼ <표 55> 지진 조기경보와 On-Site 경보의 장단점 비교

| | 지진 조기경보 | On-Site 경보 |
|----|--|--|
| 장점 | 오보 가능성 최소화 기존 대비 정보제공 시간 단축 | 경보시간 최소화 |
| 단점 | 관측소 사용 수 만큼 시간 지연 넓은 범위의 지진 조기경보 공백지역(Blind Zone) 발생 | 오보 가능성 증가 최소한의 지진 조기경보 공백지역(Blind Zone) 발생 |

출처 : KISTEP, 2019, 지진 조기경보, p. 11

● 연구 동향

- 최근 5년간(2017-2021년) 발표된 지진 관련 국내 논문 분석을 통한 연구 동향 조사결과, 지진 조기경보와 탐지의 언급 빈도가 가장 높았으며, 그 뒤로 신경망, P파, 딥러닝, 머신러닝 순으로 낮아짐
 - 키워드로는 조기경보와 탐지의 비율이 각각 28.6%, P파 14.3% 등의 비율이 도출됨. 주요한 사실은 신경망, 딥러닝, 머신러닝 등의 기계 학습 관련 키워드가 국내외 논문에서 34.3%가 나왔으며, 이는 최근의 연구 트렌드가 기계 학습을 이용한 지진탐지에 중점을 두고 있는 것으로 파악됨
- 국내 연구 동향에서는 「국가 지진방재 R&D 로드맵 기획연구」⁵⁹⁾을 통해 신속한 지진감시 역량 확보, 지진 위험도 평가를 통한 지진방재 기반구축, 국가 내진성능의 향상, 사회기능 연속성 확보 등의 4가지 핵심 목표를 세웠으며, 이를 완수하기 위한 기술목표로 지진관측망 고도화 및 관측자료 공개, 국내 활성단층조사, 내진설계기준 마련, 지진재난 대응역량 향상 기술 등을 제시함

2.5.1.2. 지진해일 분야

● 지진해일 감시/관측 기술 동향

- 기상청 및 유관기관에서는 지진해일 기본관측으로 계기관측망을 운영하고, 보조관측으로 CCTV 등을 활용하고 있음
 - **(기본관측)** 지진해일파고계 2개소 (울릉도, 임원), 연안방재관측시스템 18개소, 조위관측소 (국립해양조사원 공동활용) 50개소
 - **(보조관측)** 지진해일관측기준도 17개소, 해양감시 CCTV 24개소
- 종합기상정보시스템, 해양기상모니터링시스템, 통합지진업무시스템을 통해 1분 간격의 조위 관측자료, 해양감시 CCTV 등 표출
 - 국립해양조사원의 실시간 조위자료 관측은 5~10분 이내 표출

59) 국립재난안전연구원, 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획연구, 2018

▼ <표 56> 국내 지진해일 관측자료 표출 현황

| 구분 | 내용 |
|-------------------------|------------|
| 종합기상정보 시스템 (COMIS-4) | 지진해일파고계 |
| | 연안방재관측시스템 |
| | 조위관측소 |
| | 해양감시 CCTV |
| 통합지진업무 시스템 | 조위관측소 |
| | 지진해일 관측기준도 |
| | 해양감시 CCTV |
| 해양기상모니터링 시스템 | 연안방재관측시스템 |

출처 : 기상청

● 지진해일 분석 기술 동향

- 지진해일 해안 도달시간 및 최대파고 정보를 제공하기 위하여 지진해일 시나리오 DB를 고도화
 - 진원 깊이를 고려하여 깊이별(10, 30, 50, 70, 100, 150, 200, 300, 600km) 시나리오 DB 구축
- 동해 및 동북아지역 지진 발생에 의한 간편화된 지진해일 예측알고리즘 (COMCOT_EASTSEA) 구축
 - 슈퍼컴퓨터 병렬화를 통해 예측시간 단축 실현
 - 단층파괴 이력과 조석 상호작용이 고려된 실시간 전 지구 지진해일 예측시스템도 개발 중
 - 지진해일파고계 및 조위관측소를 활용한 지진해일 식별 알고리즘 구축 및 고도화 예정

● 지진해일 통보/전달 기술 동향

- 국내 지진해일 특보제도 확립
 - (특보종류) 지진해일주의보, 지진해일경보 2단계 특보를 운영

▼ <표 57> 국내 지진해일 특보종류

| 특보 | 내용 |
|---------|---|
| 지진해일정보 | 1. 지진해일 특보 기준에는 미치지 못하나 우리나라에 영향이 예상될 경우 2. 지진해일 특보 발표 이후, 주요지점별 지진해일 예측정보 또는 실제 관측된 지진해일 자료 등 추가 정보를 알릴 필요가 있을 경우 |
| 지진해일주의보 | 규모 6.0 이상의 해저지진이 발생하여 우리나라 해안가에 지진해일 높이 0.5m 이상 1.0m 미만의 지진해일 내습이 예상되는 경우 |
| 지진해일경보 | 규모 6.0 이상의 해저지진이 발생하여 우리나라 해안가에 지진해일 높이 1.0m 이상의 지진해일 내습이 예상되는 경우 |

출처 : 지진화산 업무규정, <https://www.law.go.kr/LSW/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000188889>, (검색일 : 2021.09.09.)

- (특보구역) 국지해상예보구역과 동일하게 26개의 특보구역 및 52개의 특보발표 주요지점을 운영
- (특보정보) 해당 지역별 지진해일 예상 도달 시각 및 해일 높이, 발표시각 및 해당 구역, 지진발생 현황 및 당부사항과 관련된 정보를 국민에게 제공
- (특보해제) 해일 관측값 및 현지 상황보고를 토대로 지진해일 상황이 종료되었다고 판단하였을 때 특보를 해제함
- 국내외 자동 지진조기경보 및 수동 지진정보와 지진해일 시나리오 DB를 연계한 자동 통보시스템 운영
 - 지진해일 통보문 및 지진해일 긴급재난문자 자동생성 후 통보

● 연구 동향

- 최근 5년간(2017-2021년) 발표된 지진해일 관련 국내외 논문 분석을 통한 연구 동향 조사 결과, ‘파력’ 관련 연구 빈도가 가장 높았으며, 수치, 3D, 모형 등 수치모델링 관련 논문의 빈도가 그 뒤를 이으며 지진해일 분야의 예측기술 연구가 두드러짐
- 「국가 지진방재 R&D 로드맵 기획연구」를 통해 파고계, 조위계 등 관측 기반구축, 지진해일 유발 대규모 지진 분석정보 생산체계 구축, 동해안 지진해일 예측체계 고도화, 지진해일 발생 및 분석 단계별 정보 산출 체계구축 등을 위한 연구 추진

▼ <표 58> 지진방재 R&D 현황

| 구분 | 기존상황, 현재상황(As-Is) | 필요기술(To-Be) |
|------|---|--|
| 지진해일 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진해일 관측을 위한 기반 부족 • 지진해일 단계별 피해 추정 기술 부족 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진해일 예측 및 피해예측 기술 고도화 • 해안도시 침수피해 추정 및 자동 예·경보 시스템 구축 |

출처 : 국립재난안전연구원, 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획연구, 2018

2.5.1.3. 화산 분야

● 화산 감시/관측 기술동향

- 국내 화산 및 지진 활동 감시를 위한 지진계 및 GNSS*(Global Navigation Satellite System)을 운영 중
 - * GPS를 비롯한 범지구 위성항법시스템
 - 제주도, 울릉도 등에 설치 및 운영
- 위성 레이더 영상을 통한 화산 감시 진행
 - 유럽 우주국(ESA), 독일 항공우주국(DLR) 등과 협조하여 백두산 위성 레이더 영상 확보
 - 천리안위성 2A호에서 측정된 가시채널 반사도, 적외채널 밝기온도 등을 활용하여 화산재 유무, 고도, 양 탐지 체계를 구축함
- 2021년 3월 기준, 주변국 소재 화산의 분화 및 인공지진 등에서 발생하는 음파를 측정하기 위해 공중음파 관측소 5개소* 운영
 - * 교동도, 파주, 연천, 철원, 인제

● 화산 분석 기술 동향

- 화산분화 영향 분석 및 화산재 이동 예측을 위해 NOAA에서 개발한 HYSPLIT(Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model) 모델을 도입하여 화산재 확산 예측시스템을 구축함
 - HYSPLIT 모델은 단순한 입자 확산, 복잡한 수송과정, 화학 변화, 지표 침적 과정, 단일 또는 다중 궤적을 계산할 수 있으며, 공기 외의 시작점을 임의로 지정할 수 있고, 예측, 역산 및 앙상블 결과 생성 가능
- 전구 수치모델 예보장이 6시간 간격으로 입력되어 화산재 확산 예측시스템상의 기상장으로 활용하고 있으며, NCL 기반 후처리 도구를 활용해 화산재 확산경로 예측자료를 획득함

● 화산 통보/전달 기술 동향

- 화산재해 피해 예상 시 신속하고 정확한 정보를 제공하기 위해 화산정보 및 특보 통보체계 구축 및 운영

▼ <표 59> 화산 통보 발표 기준

| 구분 | 발표기준(업무규정) | 내부기준 |
|---------|--|---|
| 화산정보 | 가. 화산 분화로 국내 영향이 예상되는 경우 나. 전지구적 대규모 화산 분화로 국민들에게 알릴 필요가 있는 경우 다. 국내 영향이 없더라도 사회적 관심 집중이 예상되는 경우 | 가. 일본 주요화산의 분연주가 2km 이상이고 24시간 내 한반도로 화산재 유입이 예상될 때 나. 주요감시대상 화산의 분연주가 7km 이상일 때 다. 화산의 분연주가 16km 이상일 때 |
| 화산재 주의보 | 화산재로 인한 피해가 예상되는 경우 | 가. 국내 화산 분화시(백두산, 울릉도) 나. 우리나라 주변화산의 분연주가 5km 이상이고 화산재 유입이 예상되며 위성영상 등으로 화산재의 한반도 방향 이동이 관측될 경우 |
| 화산재 경보 | 화산재로 인한 심각한 피해가 예상되는 경우 | 화산재주의보 '가'와 '나' 상황에서 한반도내로 화산분출물 유입이 확인되며 심각한 피해가 예상될 때 |

출처 : 법제처(국가법령정보센터), 지진업무규정 재구성. (검색일 : 2021.08.10.)

- 화산분화 정보전달을 위한 CBS시스템, 재난방송 온라인 시스템, 자동자막송출 시스템 등을 구축하고 운영



출처: 기상청, '지진 및 지진해일 발생 통계' 통계정보보고서, 2019

〈그림 22〉 지진·화산 통보체계도

● 연구 동향

- 최근 5년간(2017~2021년) 발표된 화산 관련 국내 논문 분석을 통한 연구 동향 조사결과, 화산재, 분화, 모델링 등 화산 피해를 다룬 논문이 주를 이루었고, 그 뒤로 감시/관측(LAHARZ_py, SAR 간섭기법, 인공위성 원격탐사) 관련 연구들이 진행됨

2.5.2. 국외 기술 동향

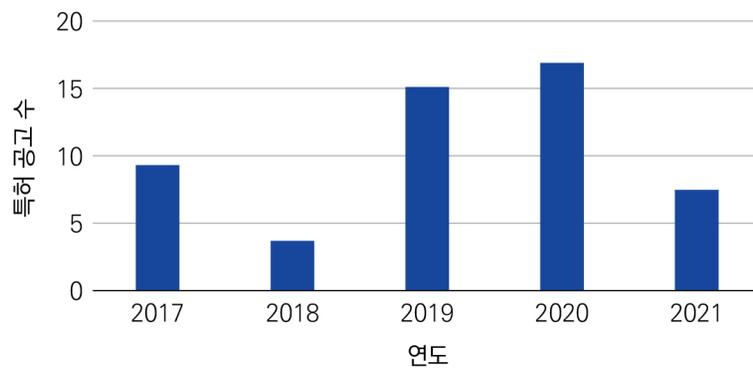
2.5.2.1. 지진 분야

● 미국의 지진 분야 기술 동향

- (관측) 2019년 말 기준 캘리포니아 지역의 1,675개소 포함 전국 약 7,000곳의 지진관측소를 구축 및 운영 중⁶⁰⁾
 - 캘리포니아에 설치된 지진관측소 중 약 900개소를 통해 지진 발생 후 약 20-40초만에 조기경보를 발령함
 - 관측 목적별로 나누어 관측소를 설치·운영 중이며, 국가 지진관측망(50-70km), 지역 관측망(10-30km), 도시관측망(4km이내)로 나누어짐

60) 기상청, 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획, 2020

- **(경보)** 지진재난 프로그램 (Earthquake Hazards Program)을 통하여 지진관측 데이터, 지진에 관한 뉴스 및 대중을 대상으로 한 지진교육 정보 등을 제공
 - 프로그램의 일환으로 미국 본토 서부의 지진관측소 66곳의 정보를 웹사이트 지도의 GIS레이어로서 제공 중⁶¹⁾
 - **(경보)** 또한, 지진재난 프로그램의 일환으로 지진 조기경보 시스템 (Earthquake Early Warning System, EEW)인 ShakeAlert를 운영 중이며, 수요자 카테고리에 맞춘 지진 조기경보 정보제공 중⁶²⁾
 - 인명 및 기물에 피해를 초래할 수 있을 정도의 힘을 가진 지진에 대한 조기경보 및 실시간 정보를 다방면으로 제공
 - * Wireless Emergency Alerts 시스템을 통한 재난문자 발송
 - * MyShake 스마트폰 어플리케이션을 통한 실시간 재난 알림 제공
 - 기존 조기경보 알고리즘인 ElarmS, Onsite, Virtual Seismologist도 ShakeAlert 알고리즘에 포함 예정⁶³⁾
- **(연구)** NSF(National Science Foundation)의 재해 지원 프로그램을 통해 도시 내 지진피해 손실 경감, 미국 중부 및 동부 지역의 지진피해 손실 경감 및 관련 신기술 연구를 진행 중



출처: 저자 작성

Ⅰ <그림 23> 미국의 연도별 지진 관련 특허 공고 수 Ⅰ

- 최근 5년간 (2017-2021) 미국에서 공고된 지진 관련 특허는 총 60건으로 확인되었으며⁶⁴⁾ (KIPRIS, 2021), 주로 지진 조기감지, 조기경보 시스템 및 예측률 향상을 위한 기술이 공고되었음
 - 2017년 이후 2020년까지 지속적인 특허 공고건 상승세를 보였으며, 특허가 가장 많이 공고된 해는 2020년으로 확인되었고, 특허가 가장 적게 공고된 해는 2018년으로 확인

61) <https://earthquake.usgs.gov/monitoring/seismograms/latest>

62) <https://www.shakealert.org/>

63) <https://www.shakealert.org/eew-research/>

64) 특허정보넷 키프리스(KIPRIS), 해외특허 검색, 2021

- 국외 논문의 경우에서도 Detection, Monitoring, Early Warning 등의 조기경보 및 탐지 관련 키워드가 주를 이룸
 - 국내외 마찬가지로 기계 학습 관련 연구가 주로 확인되었으며, 특히 Convolutional Neural Network (합성곱신경망)를 이용한 지진탐지 관련 논문이 많이 발간됨

● 일본의 지진 분야 기술 동향

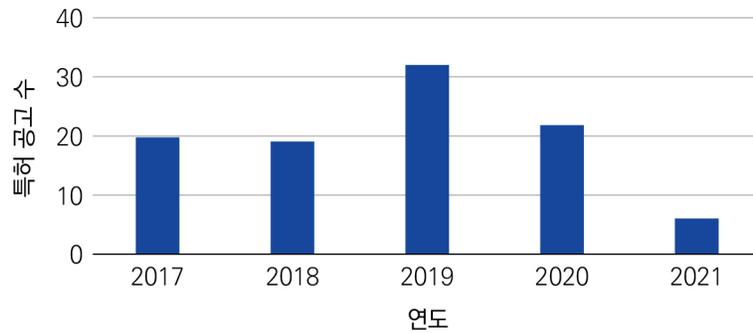
- 지진, 지진해일, 화산과 같은 재난을 범부처적으로 관리하는 일본의 경우, 각 정부 부처별로 다양한 지진 관련 연구를 수행 중
 - 인구 밀집 지역이나 지진 활동이 잦은 지역에 활성단층 분포 조사 (해상보안청)
 - 지진 발생 메커니즘 조사, 활성단층 내 지질 조사 및 직하지진 시나리오에 대비한 체제 구축과 단층구조 조사 (기상청 기상연구소)
- **(관측)** 2021년 기준, 일본기상청, 방재과학연구소 및 유관기관이 운영 중인 지진관측지점은 총 1,616개소이며, 진도 관측장비는 총 4,377개가 운영 중⁶⁵⁾
 - 이는 1차 기본계획 수립 당시인 2017년 기준보다 지진관측지점 516곳, 진도관측장비 129개가 증가
- **(관측)** 관측 목적에 따른 지진망을 운영 중이며, 총 4종류의 지진망을 운영하고 있으며 각 지진관측망의 용도 및 목적은 다음과 같음
 - 고감도 지진관측망(Hi-Net): 국소지진 조사 관측 및 긴급지진정보 발령
 - 강진동 관측망(K-Net/KiK-Net): 실시간 방재 정보제공 및 지진재난 위험평가
 - 광대역 지진관측망(F-net): 지진 규모 및 단층운동의 실시간 정보제공
 - 수도권 지진관측망(Meso-Net): 수도권 지역 지진연구 및 지진피해 경감
- **(관측)** 또한, 2017년에 대규모 지표와 해저 파동 모니터링(Monitoring of Waves on Land and Seafloor, MOWLAS) 관측 네트워크 시스템을 구축하여 지상 및 해저지진 감지 위한 시스템을 마련⁶⁶⁾
- **(경보)** 일본기상청은 방송국과의 연계를 통하여 긴급지진속보라는 제도를 운영하고 있으며, 지진에 대응하는 시간을 확보하기 위하여 개발⁶⁷⁾
 - 일본 전역에 설치된 지진계, 진동계, 지진관측망에 2개 이상의 P파가 감지되었을 때, 진원지 및 진원지 주변에서 일본기상청 진도계급* 5의 약진 이상의 지진이 실시간으로 관측되었을 경우, 진도계급 4 이상이 예상되는 지역에 방송사, 이동통신사 등을 통하여 긴급지진속보를 발령
 - * 진도계급은 0-7까지, 각각 미진, 약진, 강진, 열진으로 나누어져 있으며, 높을수록 파괴적
 - 도호쿠 지방 태평양 앞바다 지진 이후 도입된 상기 PLUM법 외 이전에 사용되던 진원 및 규모에 따른 진앙지 및 각지의 진도예측방법인 IPF법이 존재하며, 두 방식의 하이브리드 형식을 통한 긴급지진속보 발령 도입⁶⁸⁾

65) 気象庁, <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/intens-st/>, (검색일 : 2021.08.13.)

66) 자연환경지질, 일본의 지진방재-대응 시스템 분석을 통한 효과적인 우리나라 지진 R&D 전략 제언, 2020

67) 気象庁, <https://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/nc/shikumi/whats-eew.html>, (검색일 : 2021.08.14.)

- **(경보)** 신칸센의 지진 조기감지 시스템인 UrEDAS⁶⁹⁾를 통해서 지진 규모를 추정하여 일정 규모 이상의 최대 예상 진폭 및 지진 추정 규모가 관측될 경우, 변전소의 전원을 차단하는 것으로 구간 내 모든 열차를 자동 정지시켜 승객의 안전을 도모함⁷⁰⁾



출처: 저자 작성

Ⅰ <그림 24> 일본의 연도별 지진 관련 특허 공고 건 수 Ⅰ

- 최근 5년간 (2017-2021) 일본에서 공보된 지진 관련 특허는 총 101건으로 확인⁷¹⁾
 - 주 공보 기술: 지진예보 및 선행대응을 위한 관측시스템과 경보시스템 개발기술
 - 연간 20건 이상의 특허가 꾸준히 공보되고 있는 상승세를 기록
- 일본의 지진에 관한 조사연구
 - ① **지진조사연구 추진본부**
 - 지진조사연구 추진본부(본부장 : 문부과학대신)는 지진조사연구의 종합적이고 기본적인 시책을 정리한 「지진조사연구의 추진에 대해서」등의 방침에 따라 지진조사연구를 일원화하여 추진하며 활동층 조사의 종합적인 추진 등을 실시
 - ② **지진방재연구 전략 프로젝트**
 - 문부과학성에서는 향후 30년 이내의 지진 발생 확률이 높은 지역이나 발생했을 때 막대한 피해가 예상되는 지역을 대상으로 지방자치단체의 방재계획 등의 수립지원과 지진피해의 경감을 도모하기 위해 「일본해 지진·해일 조사 프로젝트」와 「방재대책에 이바지하는 난카이 트로프 지진조사연구 프로젝트」등을 실시
 - ③ **수도권을 중심으로 한 탄력성 종합력 향상 프로젝트**
 - 문부과학성에서는 수도직하지진 등의 방재능력을 향상하기 위해 민관협력 초고밀도 지진관측 시스템의 구축, 비구조부재를 포함하는 구조물의 붕괴 여유도에 관한 센서 정보의 수집에 의해 관민 일체의 종합적인 재해대응 및 사업 계속, 개인의 방재 행동 등에 이바지하는 빅데이터를 정비

68) 気象庁, 「緊急地震速報評価・改善検討会」(第6回) 資料2- 緊急地震速報の技術的改善について, 2015

69) Urgent Earthquake Detection and Alarm System.

70) KISTEP, 지진 조기경보, 2019

71) 특허정보넷 키프리스(KIPRIS), 해외특허 검색, 2021

④ 방재·감재에 이바지 지각변동정보의 추출 관련 연구의 추진

- 국토지리원에서는 지각 활동 모니터링을 강화하고 또한 지각활동을 해명하기 위해 측지 관측 데이터를 이용한 연구 수행
- 또한, 지진예지연락회를 개최해, 지진예지에 관한 조사·관측·연구의 정보교환 및 학술적 검토 수행

⑤ 측지 기술을 이용한 지각변동의 감시

- 국토지리원에서는 전자기준점 등에 의한 GNSS 연속 관측이나 인공위성의 관측 데이터를 이용한 SAR 간섭 분석 등에 의해 지각변동 모니터링을 실시하여 얻은 정보를 재해대책의 판단을 돕는 자료로 방재관계기관 등에 제공함
- 또한, 첨단레이더위성 (ALOS-4)에의 대응 수행

⑥ 지진에 관한 조사 연구

- 기상청에서는 기상연구소를 중심으로 긴급 지진속보의 고도화와 거대지진상의 즉각적인 파악 등의 지진에 관한 연구를 추진
- 또한, 거대지진의 발생이 예상되는 동해지역 등의 이상 지진 활동 등의 탐지 능력을 향상시키기 위해 감시기술 등에 관한 연구 실시

⑦ 지진 관측 등

- 기상청에서는 전국에서 지진관측, 지각암석변형 관측, 지자기 관측 등을 실시
- 또한, 기상청과 관계기관의 지진에 관한 기초적인 조사 관측망의 자료를 수집해 그 성과를 방재정보 등을 활용함과 동시에, 지진조사연구 추진본부 지진조사위원회에 제공

■ 지진재해대책 일반 연구

① 철도시설의 방재·감재, 전략적 유지관리를 돕는 조사 연구

- 국토교통성에서는 대규모 지진에 대비하기 위해 내진구조의 개발 등의 방재 · 감재 대책에 도움이 되는 기술개발 수행
- 또한, 전략적 유지관리의 관점에서 유지보수 정밀도의 향상과 비용절감을 통한 유지관리의 효율화를 돕는 기술개발 수행

② 강진 관측

- 국토교통성 국토기술정책종합연구소에서는 토목구조물의 피해 메커니즘의 해명과 합리적인 내진 설계법을 확립하기 위해 강진관측망의 유지관리 및 지진동의 관측 및 분석 계속

③ 대규모 지진으로 인한 토사 재해의 사전분석방법 개발

- 국토교통성 국토기술정책종합연구소에서는 대규모 지진 시 신속하고 효율적인 응급대응 등을 위한 활동을 돕기 위해 상정 지진의 대규모 사면 붕괴의 발생상황을 사전에 추정하는 것이 가능한 방법을 개발

④ 대규모 지진 시의 항만시설의 즉시 피해 추정방법에 관한 연구

- 국토교통성 국토기술정책종합연구소에서는 현장에 직접 들어가지 않아도 피해 상황을 추정할 수 있는 대규모 지진 시 계류시설의 즉시 피해추정방법의 확립을 목적으로 사이트 증폭특성평가의 고정밀화, 계류시설의 지진피해 정도의 간이추정방법 등에 관한 연구 수행

⑤ 지진을 받은 거점건축물의 건전성 신속판정기술의 개발

- 국토교통성 국토기술정책종합연구소에서는 지진 후 지자체가 신속하게 재해에 대응할 수 있도록 건물 관리자가 지진 발생 직후에 실시하는 청사 등의 거점건축물의 건전성 판정을 지원하기 위한 기술개발을 검토 중

● 중국 지진 분야 기술 동향⁷²⁾

- **(관측)** 2021년 기준 전국에 지진관측망 4,649개소, 지구물리관측망 10,787개소 (지각변형 2,341, 중력 2,269, 지자기 1,528)를 운영하고 있으며, 지진관측 네트워크 계획 (2020-2030)에 따라 서부 내륙 등으로의 확충, 고도화 및 정밀화 진행 중
- 중국지진국은 지상속도 관측소, 강진동가속도관측소 및 중력, 지각변형 및 지자기 지구물리관측소를 운영 중⁷³⁾

▼ <표 60> 중국지진국 관측소 구축 현황

| 분류 | 세부분류 |
|----------------------------|---|
| 지진 관측소 (4,649개소) | <ul style="list-style-type: none"> • 지상속도 관측소 (1,107개소) <ul style="list-style-type: none"> - 국가 관측소 (166개소) - 지역 관측소 (991개소) • 강진동가속도관측소 (2,975개소) <ul style="list-style-type: none"> - 가속도계 관측소 (1,965개소) - 강도측정 관측소 (1,010개소) |
| 지구물리관측소(중력) (2,349개소) | <ul style="list-style-type: none"> • 기준 네트워크 (4개소) • 기본 네트워크 (4개소) • 지역 네트워크 (2,269개소) <ul style="list-style-type: none"> - 관제소 (101개소) - 관련 관측소 (2,088개소) |
| 지구물리관측소(지각변형) (2,341개소) | <ul style="list-style-type: none"> • GNSS 기준관측소 (280개소) • GNSS 유동관측소 (2,036개소) • 국외 GNSS 관측소 (25개소) |
| 지구물리관측소(지자기) (143개소) | <ul style="list-style-type: none"> • 기준관측소 (46개소) • 기본관측소 (97개소) |

출처: 한국지질자원연구원, 중국 지진 거버넌스 분석, 2021

- 지진관측소 네트워크는 기본적으로 대륙 활성단층지역 대상관측 확충 및 인구분포의 두 주요 요소를 기반으로 구축
 - 지상속도 관측소의 경우, 주로 인구와 경제요인 및 활동지각 단층분포를 동시에 고려하여 배치
 - 강진동가속도계관측소의 경우 지진위험 방지 원칙을 고려하여 배치

72) 김성용, 중국 국가 지진 거버넌스 및 역할분담 고찰, 2021

73) 한국지질자원연구원, 중국 지진 거버넌스 분석, 2021

■ 중국 지진 방재 기술동향

- 상용 GNSS 옴페(Occultation) 탐사 로드(창정(长征) 2호 정(丁) 운반로켓)⁷⁴ 장치 최초 궤도 진입 성공.
 - 0~60킬로미터 대기층의 굴절률과 온습도, 100~800킬로미터 전리층의 전자 함량과 전자 밀도를 지속적으로 탐측하여 지표면 대기층과 전리층 연구에 중요한 데이터를 제공 및 기상 예보, 지구 기후변화 및 지진 예측 등에 활용
- 2008년도 운영을 시작한 중국의 베이징- 톈진을 연결하는 고속철도 건설과 함께 지진경보시스템의 설치도 추진하여 2011년 징진 도시 간 철도 지진경보시스템의 유지를 시작으로 추가 설치 진행 중
 - 해변부근(양쪽)에 강진동 관측소를 설치하여 지진초기에 진동파를 계산, 그 규모가 일정 수준 이상의 값을 나타낼 때 주진동인 S파가 도달하기 전에 주행하고 있는 열차에 경고
 - 철도 연안선에는 강진동관측소가 15~35km 간격으로 설치되어 있으며, 각 관측소는 2곳의 관측포인트에서 철도에서 60m 떨어진 지점에 40m의 간격 유지
- 2014년, 지질구조가 복잡한 중국 동부의 지진 다발지역인 수도권을 대상으로 한 지진경보시스템 구축
 - 경보응답시간(지진이 발생 후 지면에 도착하는 시간)이 7초로 지역 내 시민 생활, 지하철 교통 및 중대공정을 위해 지진경보 서비스 제공 가능
 - 베이징시와 톈진시 및 탕산, 청더, 다통 등 허베이성 그리고 산시(山西) 일부지역까지 포함하며, 커버 면적은 100만km²으로 확인
 - 휴대폰, TV, 마이크로블로그와 전용수신단말기 등을 이용하여 경보 발표⁷⁵
- 중국 톈진(天津)에 세계 최대 지진 공학 시뮬레이션 연구시설을 구축하여 향후 토목건설, 수리, 해양, 교통 등 중대 공사 안전 보장과 지진피해 손실 및 지진 위험이전을 줄이는 등 자연재해 종합 대비능력을 전면적으로 향상될 전망
 - 기존의 진동대 대비 크기와 적재하중이 더욱 큰 지진 시뮬레이션 진동대 및 지진과 수중 파동류 결합작용을 동시에 시뮬레이션할 수 있는 진동대 어레이 시험장치 구축 예정⁷⁶
- 전 세계에서 유일하게 산업 응용 중인 저주파 여기원(excitation source)인 제 3세대(LFV3) 저주파 바이브레이터 및 저주파 지진탐측 기술을 통하여 지진파의 대역폭을 크게 향상되는 것으로 고정밀 영상화 및 지진파를 직접 이용하여 목표물의 속성을 정확히 반영하는 기반을 마련⁷⁷

74) 한중과학기술협력센터(KOSTEC) 웹사이트 지진기술동향
<http://kostec.re.kr/gnss-탐사위성-발사-지진-및-기상-예보를-위한-실시간-데/> (검색일 : 2021.08.20.)

75) 한중과학기술협력센터(KOSTEC) 웹사이트 지진기술동향
<http://kostec.re.kr/수도권-지진경보시스템-지진발생-7초-내-경보-발송/> (검색일 : 2021.08.20.)

76) 한중과학기술협력센터(KOSTEC) 웹사이트 지진기술동향
<http://kostec.re.kr/세계-최대-지진공학-시뮬레이션-연구시설-구축/> (검색일 : 2021.08.20.)

77) 한중과학기술협력센터(KOSTEC) 웹사이트 지진기술동향.
<http://kostec.re.kr/기초-저주파-진동과-지진탐측-기술로-탄화수소-분포/>, (검색일 : 2021.08.20.)

● 대만의 지진 분야 기술 동향

- 대규모 지진 재해 예측 시뮬레이션⁷⁸⁾ ('18.8)
 - 대만은 지진방재를 위해 경제적 가치를 고려하여 제한된 자원의 우선순위에 따라 지정된 지역의 내진 강화 진행 후 지진 재해 시뮬레이션을 통하여 보강된 지역의 발생 예상 피해를 평가함으로써 지역적 특성에 따른 지진재난 대응계획을 제시
 - 지진 영향의 변동요인 분석
 - 국가 차원에서 대규모 지진 시나리오 프로세스 구축
 - 지진 비상증진 기술
 - 국가 지진재난 대피 훈련
- 통합지진 조기경보시스템 개발⁷⁹⁾
 - 2007년부터 일본 조기경보시스템의 경험과 핵심기술을 도입하기 위해 대만의 국가재난기술센터의 일본 교환 프로그램 개시하여, 정부부처 간 협업(2008년) 및 민간대상 시험도입(2009년)을 기반으로 2011년부터 공공부문으로 사업 확장
 - '18년 기준, 경보발령을 위해 중앙기상국의 지원으로 145개의 실시간 지진관측소 건설, 학교(4098개소) 재난예방시설(63개소) 교통시설(37개소) 대상 경보발령 가능
 - 학교, 교통기관, 민간기업의 국립지진공학연구센터와 대만대학교의 도움으로 지진 조기경보시스템 설치
- 지진재해대응관리 시스템⁸⁰⁾
 - ① 지진에 대한 기본 정보 신속 제공
 - 정부의 결정을 쉽게하기 위해 짧은 시간 안에 정보제공이 가능해야 하므로, 지진에 대한 기본 정보 전달 등의 즉각적인 정보 처리 기술 제공
 - ② 지진피해 분석 지원
 - 지리 정보 소프트웨어로 지진에 의한 영향 지역과 시민의 수를 파악하고 교통 체계, 중요한 공공시설, 학교와 병원의 분포, 붕괴 발생 지역에 대한 정보 제공

● 그 외 국가 지진 기술동향

- **(이탈리아)** Probabilistic and Evolutionary early warning system (PRESTo)라는 남부 지역 지진 조기경보 오픈 소스 플랫폼을 이용하여 지진 규모를 예측함
- **(이탈리아)** 최근 5년간 기계 학습을 통한 실시간 지진 조기경보 시스템 구축, 주요 인프라 보호를 위한 저비용 현장 지진 조기경보 시스템 및 남부 이탈리아 등의 네트워크 기반 조기경보 시스템 등 각종 지진 조기경보 연구 증가

78) 국립재난안전 연구원, 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획연구, 2018

79) 국립재난안전 연구원, 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획연구, 2018

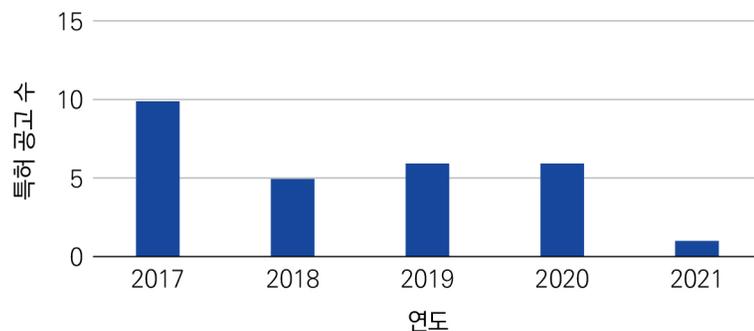
80) 국립재난안전 연구원, 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획연구, 2018

- **(터키)** 최대 도시인 이스탄불에 가속도 관측망인 Rapid Response System (RRS)과 Istanbul Earthquake Rapid Response and Early Warning System (IERREWS)를 구축하여 지진자료 분석 및 위험성 평가 실시
 - 대규모 지진 발생 시 천문학적인 인명 및 재산피해 발생 가능성이 크기에 이에 대한 비상대책 및 방재 연구가 활발하게 진행 중

2.5.2.2. 지진해일 분야

● 미국의 지진해일 분야 기술 동향

- **(관측)** 태평양과 대서양에 설치한 DART라는 부표기반 시스템을 통해서 지진해일 탐지 시행 중
 - 국가 데이터 부표센터⁸¹⁾의 전 세계 39개의 DART 시스템 부표를 통해서 지진해일을 탐지, 관측 중.⁸²⁾
- **(경보)** 미국 지진해일 경보시스템 (Tsunami Warning System)을 통하여 지진해일 관측 데이터 및 관련 정보를 제공 중⁸³⁾
 - 알래스카의 국립 지진해일 경보센터와 태평양 지진해일 경보센터의 지진해일 기록 및 최근 관측 데이터, 지진해일 관련 지식 및 교육을 무료로 제공 중
 - * 국립 지진해일 경보센터의 경우 알래스카, 캐나다 및 미국 전역을 담당
 - * 태평양 지진해일 경보센터의 경우 태평양 내 미국 관할 지역과 지중해를 담당
 - 태평양 지진해일 경보센터의 경우 태평양 지역 및 대서양 지역의 국제 지진해일 예보센터로서도 기능 중
- **(경보)** GIS 기반 지도를 통하여 가장 최근에 일어난 해저지진 및 지진해일 정보를 제공 중이며, 붉은색, 오렌지색, 노란색 및 보라색의 컬러 코드를 통하여 지진해일 경보 제공 (NOAA, 2021)
 - 또한, 최근 40건의 지진해일 정보*를 정리하여 표시하는 것으로 지진해일 정보의 수요자가 쉽게 접근할 수 있도록 배치
 - * 해저지진 및 지진해일의 진도, 진원지의 해저 깊이, 진원지의 위도 & 경도, 대략적인 위치



출처: 저자 작성

Ⅰ <그림 25> 미국의 연도별 지진해일 관련 특허 공고 건 수 Ⅰ

81) National Data Buoy Center, NDBC

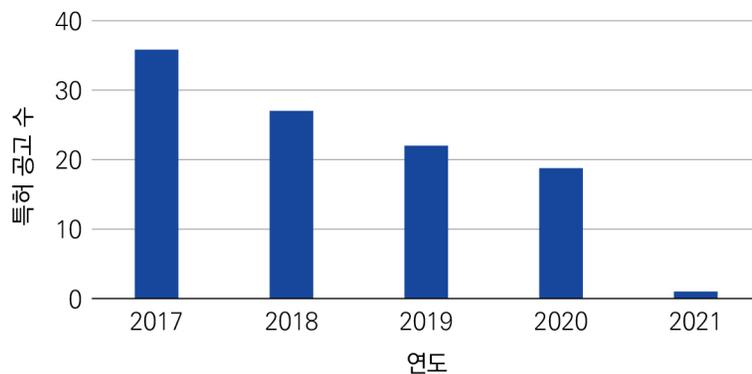
82) <https://www.tsunami.noaa.gov/tsunami-detection>, (검색일 : 2021.08.28.)

83) NOAA, NOAA/National Weather Service U.S. Tsunami Warning System. 2021

- 최근 5년간 (2017-2021) 미국에서 공고된 지진해일 관련 특허는 총 28건으로 확인되었으며⁸⁴⁾, 주로 재난 시 주의보 및 경보 메시지의 통신 방식 및 시스템과 같은 재난정보 전달과 관련된 기술이 공고되었음
 - 특허가 가장 많이 공고된 해는 2017년, 현재진행형인 2021년을 제외하고 특허가 가장 적게 공고된 해는 2018년으로 확인되었으며, 2017년 이후 특허 등록 건수 감소 추세

● 일본의 지진해일 분야 기술동향

- **(관측)** 일본기상청과 방재과학기술연구소는 해저케이블 방식의 해저지진 및 지진해일 관측망을 통해서 지진해일을 관측 중이며, 동일본 및 태평양을 담당하는 S-net, 그리고 난카이 트로프를 담당하는 DONET을 운영
 - 난카이 트로프 지역의 경우, 100-150년 주기로 발생하는 거대지진 발생 시의 피해경감을 위하여 추가적으로 N-Net이라는 해저지진 및 지진해일 관측망이 설치될 예정
- **(관측)** 현행 운영 중인 S-net, DONET 및 여타 해저 케이블식 지진해일 관측점은 총 210개소이며, S-net 150개소, DONET 1 및 2 총합 51개소 그리고 사가미만에 추가 설치된 지진해일 관측점 9곳으로 이루어져 있음
- **(경보)** 일본기상청, 방송국과 이동통신사의 협력으로 이루어진 긴급지진속보의 경우, 지진뿐만 아니라 지진에서 파생된 지진해일에 대한 속보도 담당하고 있음
 - 속보 내용은 진도계급 4 이상이 예상되는 지역의 명칭 및 진도로 이루어져 있으며, 산사태나 쓰나미의 위험 및 경보가 발령될 경우, 모든 라디오 및 TV채널을 자동으로 국영 방송국인 NHK에 맞춰지게 하여 5개국어*로 이루어진 경보방송을 시행
 - * 영어, 중국어, 한국어, 포르투갈어, 일본어



출처: 저자 작성

Ⅰ <그림 26> 일본의 연도별 지진해일 관련 특허 공고 건 수 Ⅰ

84) 특허정보넷 키프리스(KIPRIS), 해외특허 검색, 2021

- 최근 5년간 (2017~2021) 일본에서 공고된 지진해일 관련 특허는 총 105건으로 확인되었으며⁸⁵⁾, 주로 지진해일에 대비한 인프라 구축기술 및 지진해일 관측/예측을 위한 기술을 통한 재난 대비를 중점으로 이루어져 있었음
 - 특허가 가장 많이 공고된 해는 2017년, 현재진행형인 2021년을 제외하고 특허가 가장 적게 공고된 해는 2020년이었으며, 2017년 대비 2018년(27건) 및 2019년도(22건)의 특허 공고는 꾸준히 줄어드는 추세를 보여 전반적인 특허 개발 감소세를 보임
- 해일에 관한 조사연구
 - 해상보안청에서는 거대지진의 발생이 우려되는 단층 경계 영역에서 해저 기준국을 이용한 해저지각 변동 관측, 검조소⁸⁶⁾에 의한 지각변동 감시 관측, 인공위성 레이저 측거 관측실시 및 단층운동 등 파악 중
 - 기상청에서는 기상연구소를 중심으로 해일예측 정확도의 향상을 위한 다점관측데이터 등을 이용한 해일의 즉각적인 예측 방식의 고도화에 관한 연구, 원지해일⁸⁷⁾의 후속파와 감쇠 특성의 모델화에 관한 연구 등을 수행

● 그 외 국가

- 미국, 일본 등의 기상 선진국에서 넓은 관측망과 다양한 기술을 통해 지진해일을 예측하며, 2004년 12월 26일의 남아시아 지진해일 이후 타 국가에서의 지진해일 관련 기술도 점진적으로 발달하고 있음
- **(인도)** National Institute of Ocean Technology (NIOT)에서 해저압력감지기 (Bottom Pressure Recorders, BPR) 네트워크를 구축해 지진해일 파고의 움직임과 해수면 변화를 감지하며, 지진해일 감시 및 예측을 위한 TUNAMIN N2 지진해일 모델 구축과 고해상도 측심학, 해양지리 DB를 구축함⁸⁸⁾
- **(인도네시아)** The German-Indonesian Tsunami Early Warning System (GITEWS) 지진해일 조기경보 시스템을 운영하고 있으며, GPS, 지진계, TsunAWI 모델을 이용해 광범위한 지진해일 관측/예측/조기경보 시스템을 구축함⁸⁹⁾
 - 세계적인 지진해일 다발 국가인 만큼 관련 연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 특히 수치 모델 데이터를 이용한 지진해일 감시, 피해 규모 예측, 조기 경보 개발 및 DB 구축 등 다양한 분야의 연구가 이루어짐
- **(이탈리아)** 지중해 지역에서 해수면계의 설치로 고정밀 및 고주파 장파 측정 네트워크를 구현하여 쓰나미 및 해수면 위험의 감지 모니터링을 강화⁹⁰⁾

85) 특허정보넷 키프리스(KIPRIS), 해외특허 검색, 2021

86) 조석 등에 의한 해면의 승강을 관찰·기록하는 시설. 해안 근처에 우물을 파고 바닷물을 끌어 들여 그 수위를 檢潮儀로 기록하는 방식을 취한다.(automatic tide-gauge station)

87) 일본의 연안에서 600km 이원에서 일어난 지진에 의한 해일

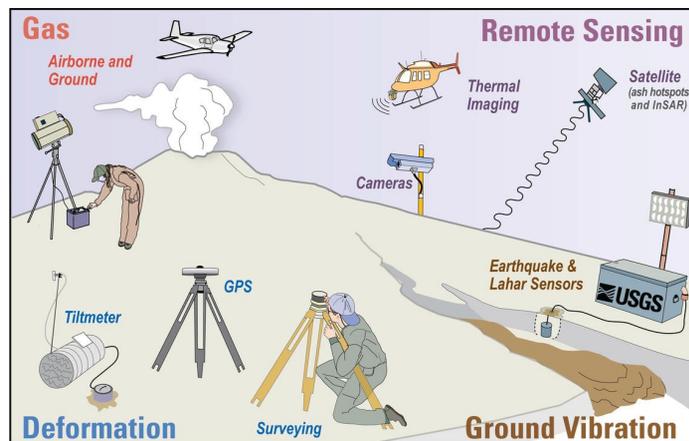
88) Indian National Centre for Ocean Information Services (INCOIS), Indian Tsunami Warning System

89) GFZ German Research Centre for Geosciences, 10 Years Indonesian Tsunami Early Warning System: Experiences, Lessons Learned and Outlook, 2017

2.5.2.3. 화산 분야

● 미국의 화산 분야 기술 동향

- **(관측)** USGS에서는 현재 5곳의 화산관측소*를 운영하고 있으며, 화산 관측소별로 담당 화산의 가스분출, 지진동, 변형 등을 관측하는 것으로 (그림 27) 화산 감시 및 화산 현황 업데이트, 조기경보 등을 발령함
* 알래스카, 캘리포니아, 캐스케이드산맥, 하와이, 옐로우스톤
 - **(경보)** 화산재해 프로그램의 일환으로 국가 화산 조기경보 시스템 (National Volcano Early Warning System, NVEWS)을 통하여 화산재해 조기경보 제공⁹¹⁾
 - 위험도에 따른 화산의 실시간 감시를 통하여 적시 적소에 정확한 재난 예보를 통한 시민들의 재난 대비를 목표
 - 화산이 존재하는 각 지역 화산별 위험도* 순위를 지정하여 위험도가 높은 화산을 중심으로 모니터링 역량을 집중하고, 일반 및 저위험군의 경우 축소된 빈도로 조사
- * 위험도 순위: 고위험군, 일반 위험군, 저위험군



출처: USGS, 2021

┆ <그림 27> USGS의 화산감시 방식 및 사용 장비 일람 ┆

- 최근 5년간 (2017-2021) 미국에서 공보된 화산 관련 특허는 총 3건으로 확인⁹²⁾
 - 주 공보 기술: 위성을 통한 화산 모니터링 및 조기경보 관련 기술(3건)
 - 특허 공고 일자의 경우 2019년 1건, 2020년 2건으로 확인되었으며, 타 분야 대비 공고된 화산 관련 특허의 수가 상당히 작기에 기술 트렌드를 예측하기 어려움

90) <http://www.ioc-tsunami.org/>, (검색일 : 2021.09.21.)

91) USGS, National Volcano Early Warning System - Monitoring volcanoes according to their threat, 2018

92) 특허정보넷 키프리스(KIPRIS), 해외특허 검색, 2021

● 일본의 화산 분야 기술 동향

- **(관측)** 전국 111개 활화산의 화산활동을 감시 중이며, 관측분류에 따른 관측기기를(표 61) 사용하여 감시 중

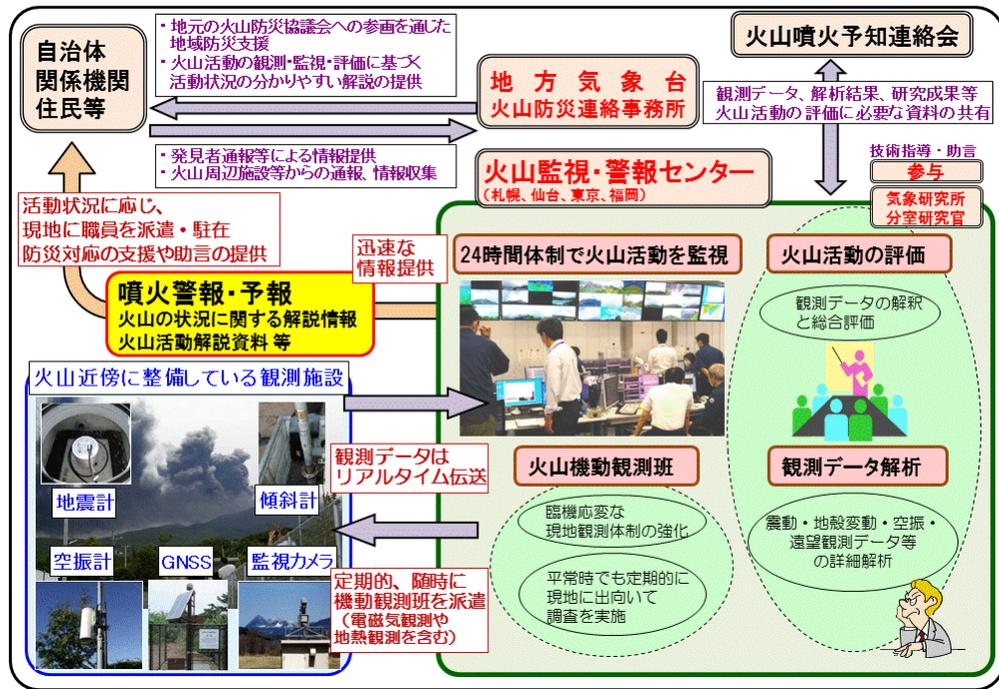
▼ <표 61> 감시 분류에 따른 사용기기 목록

| 분류 | 사용 관측기기 |
|--------|--------------------|
| 진동관측 | 지진계 |
| 공진관측 | 공진계 |
| 원거리감시 | 고감도 감시 카메라 |
| 지각변동관측 | GNSS, 경사계 |
| 열 관측 | 적외선 열화상카메라, 저항온도계 |
| 항공관측 | 항공기 (헬리콥터 등) |
| 화산가스관측 | 소형자외선분광기(COMPUSS) |
| 분출물조사 | 샘플링 및 샘플링 도구(현지조사) |

출처: 일본기상청, 2021

- **(경보)** 방재과학기술연구소는 V-net이라는 기반화산관측망을 통하여 일본 내 11곳*의 화산에 설치된 경사계, 광역지진계 및 GNSS 측량시스템등을 통해 매 시간별 관측결과를 화산 감시 및 연구목적으로 제공함⁹³⁾
 - * 도카치다케산, 우스산, 다루마에산, 홋카이도 고마가다케산, 이와테산, 구사쓰시라네산, 아사마산, 아소산, 기리시마산, 운젠다케산, 구치노에라부섬
- 관측 데이터를 실시간으로 수집하여 화산감시·경보센터*를 통한 24시간 화산활동을 감시, 분석, 평가하며, 지자체, 관련 기관, 및 주변 주민 등에게 분화경보 및 예보 발령 시 화산 상황에 관한 해설정보 및 자료를 같이 제공함으로써 방재를 지원함 (그림 28)
 - 지자체, 관련 기관, 시민과 기상청 화산방재담당기관**의 유기적 협력체계 구축을 통한 신속한 다각도의 화산활동 관측정보 수집 및 방재 대응 체계를 구축
 - * 삿포로, 센다이, 도쿄, 후쿠오카에 위치
 - ** 화산감시·경보센터, 지방기상대 화산방재연락사무소

93) <https://www.vnet.bosai.go.jp/>, (검색일 : 2021.09.21.)



출처: 일본기상청, 2021

Ⅱ <그림 28> 일본기상청의 화산재해 방재관련 대처 프로세스 Ⅱ

- 최근 5년간 (2017-2021) 일본에서 공보된 화산 관련 특허는 총 4건으로 확인⁹⁴⁾
 - 주 공보 기술: 화산재난 발생 시의 피난처와 같은 방재 인프라 개발(3건), 마그마 발전 시스템을 통한 신재생에너지 개발기술 (1건)
 - 미국과 마찬가지로 지진과 지진해일 대비 화산에 대한 특허기술 개발은 전반적으로 많은 수를 보이지 않으므로 타 분야 대비 민간 기술개발 및 투자가 활발하게 이루어지지 않고 있는 것으로 판단
- 화산재해대책 연구
 - ① 화산분화 예측에 관한 기초적 연구
 - 문부과학성에서는 「재해의 경감에 기여하는 지진화산관측 연구계획(제2차)의 추진 (건의)」(평성 31년)에 따른 5개년계획 (평성 31 ~ 레이와 5년도/2019년~2023년)에 의해 국립대학법인 등 화산현상의 해명이나 화산분화발생 및 분화추이의 예측, 화산재와 용암의 분출 등의 재해유인의 예측 등에 관한 기초연구와 재해유인 정보의 효과적인 발신 방법 및 방재 활용력 향상을 위한 연구를 추진
 - 국립연구개발법인 산업기술종합연구소에서는 화산분화예지연구의 추진을 위해 활동적인 화산분화 이력, 재해실적·활동상황 등의 지질학적 조사 및 분화 메커니즘과 마그마 상승 과정 모델링화를 위한 관측연구·실험연구를 수행

94) 특허정보넷 키프리스(KIPRIS), 해외특허 검색, 2021

② 차세대 화산연구·인재육성종합프로젝트

- 문부과학성에서는 화산재해 경감에 기여하기 위해 종전의 관측연구뿐만 아니라 타 분야와의 연계·융합을 도모하고 「관측·예측·대책」의 일체적인 연구의 추진 및 광범위한 지식과 고도의 기술을 가진 화산연구자의 육성을 목표로 함

③ 화산현상에 관한 연구

- 기상청에서는 기상연구소를 중심으로 화산현상의 즉각적인 파악 및 예측기술의 고도화에 관한 연구 등을 추진
- 또한, 화산분화예지연락회를 통해 관계기관과 긴밀한 협력을 도모하고, 화산분화예지에 관한 연구를 추진

④ 해역화산분화예지의 추진

- 해상보안청에서는 항공기에 의한 남방제도 및 남서제도 방면에서의 해역화산의 활동해역의 온도 분포와 화산성변색수 분포 등의 조사 수행
- 또한, 해역화산분화예지에 관한 정확한 정보 수집과 제공을 도모하기 위해 해역화산기초정보의 정비 수행

● 중국의 화산 분야 기술 동향

- 화산연구 및 화산 모니터링, 데이터 구축 관리를 담당하는 중국지진국은 활화산연구센터, 화산·지진그룹 및 화산지각 변형그룹으로 구성
 - 지방 지진국에 4곳의 화산센터 및 6곳의 화산관측소를 설치하여 지진계, GPS, 중력계, 경사계 등 다양한 지구물리학적 관측을 통해 화산연구 수행
 - 2016년 대비 동일한 관측소 및 관측기기 분포도를 보이며⁹⁵⁾, 관측소 및 관측설비 운영현황은 다음과 같음⁹⁶⁾

▼ <표 62> 중국 내 화산관측소별 관측설비 운영현황

| Main methods used in volcano monitoring at volcano observatories of China | | | | | | |
|---|-----------------|----------|-------------------------------|---------|------------------------------------|---------|
| Volcano observatory | Seismic Station | GPS Site | Precision Level Lines (sites) | Gravity | Gas Geo-chemistry (sampling sites) | Tilting |
| Changbaishan | 11 | 16 | 2(28) | 1 | 1(5) | 2 |
| Tengchong | 8 | 20 | 4(97) | - | 1(200) | - |
| Wudalianchi | 5 | - | - | - | 1 | - |
| Jinbo Lake | 5 | 8 | - | - | - | - |
| Longgang | 4 | - | - | - | - | - |
| Qongbei | 4 | 7 | - | - | 1(2) | 1 |
| Total | 37 | 51 | 6(125) | 1 | 4(207) | 3 |

출처: 윤성호, 장철우, 중국의 활화산 모니터링 프로그램에 대한 분석, 2016

95) Pan, B., Liu, G., Cheng, T., Development and status of active volcano monitoring in China, 2021

96) 윤성호, 장철우, 중국의 활화산 모니터링 프로그램에 대한 분석, 2016

● 그 외 국가

- **(이탈리아)** 유럽에서 가장 빈번하게 분화하는 에트나 화산이 위치한 나라이므로, 각종 장비를 동원해 실시간 관측감시를 진행하고 있으며, 대표적으로 유럽우주항공국에서 개발한 센티넬 5호(Sentinel-5P)를 이용한 분출 시의 화산가스 이동 경로 관측과 초저주파를 이용한 화산분화 조기 경보시스템 연구 등이 있음⁹⁷⁾
- **(러시아)** 캄차카반도와 쿠릴 열도의 화산 감시를 위한 비디오 모니터링 시스템을 구축하였으며, 다양한 인공위성 데이터와 기상 및 지표면 정보를 통합한 The VolSatView Information System을 통해⁹⁸⁾ 24시간 감시 조사 체계를 갖추
- **(아이슬란드)** 국토 전역에 분화 전 모니터링 및 연구를 위한 69개의 지진관측소, 70개의 GPS 장비, 145개의 수문관측소 등의 장비를 갖추고 지속적인 화산 지역 감시⁹⁹⁾
 - 분화 시의 분화구름 감시 및 조사를 위해 1991년에 C-band 레이더를 Keflavik 공항에 설치한 이래 7번의 분화를 관측했으며, 동부 아이슬란드에 2012년 4월 이후로 C-band 레이더를 설치하여 관측 중이며 그 외에 추가로 2대의 X-band 모바일 레이더, 2대의 라이더, 7대의 운고계, 라디오존데 및 번개 관측장비를 동원하여 관측의 질이 향상
 - 분화 시의 유독성 가스 관측을 위하여 이산화황 관측이 가능한 3대의 분광계 및 2대의 모바일 분광계를 보유함. 또한, 실시간 화산 감시 모니터링을 위한 3대의 가시광선 및 휴대용 멀티 스펙트럼 카메라를 도입하여 이미지 분석을 통한 감시 실행
 - 분화 시의 화산재 분출 범위 예측을 위한 NAME과 VOL-CALPUFF의 화산재 예측모델 개발

2.5.3. 국내외 기술 수준 분석

2.5.3.1. 국내외 지진·지진해일·화산 특허 동향

● 국내외 지진·지진해일·화산 특허 동향 조사 개요¹⁰⁰⁾

- 특허청(한국특허전략개발원)에서 발행한 특허 메가트렌드 분석 보고서를 활용하여 국내외 지진·지진해일·화산 특허 동향을 파악
 - 특허 검색 범위의 경우, 지역적 범위는 한국을 포함하여 미국, 일본, 유럽, 중국 특허청이 포함된 IP5 지역으로 한정되어있으며, 시간적인 범위는 출원 일자를 기준으로 하여 1998년 1월 1일부터 2019년 9월 30일까지 등록 또는 공개된 특허로 한정

97) The European Space Agency, Copernicus Sentinels Monitor Etna's Various Eruptions, 2021

98) Journal of Volcanology and Seismology, The VolSatView Information System for Monitoring the Volcanic Activity in Kamchatka and on the Kuril Islands, 2016

99) Icelandic Met Office, Monitoring Volcanoes in Iceland: an Update

100) 특허청, 특허 메가트렌드 분석 보고서 (환경기상), 2019

▼ <표 63> 특허검색 대상 지역 및 기간

| 구분 | 설명 |
|------------|--|
| 특허검색 대상 지역 | 한국(KR), 미국(US), 일본(JP), 유럽(EP), 중국(CN) |
| 특허검색 기간 | 1998년 1월 1일 ~ 2019년 9월 30일 (출원일자 기준) |

출처 : 특허청, 특허 메가트렌드 분석 보고서 (환경기상), 2019

- 특허 출원 시기는 출원 년도 기준 5년 단위로 구간을 설정하여 분석

▼ <표 64> 특허 출원시기 구간 설정

| 구간 | 출원시기 |
|-----|------------|
| 1구간 | 1998~2002년 |
| 2구간 | 2003~2007년 |
| 3구간 | 2008~2012년 |
| 4구간 | 2013~2017년 |

출처 : 특허청, 특허 메가트렌드 분석 보고서 (환경기상), 2019

■ 지진해일 및 화산 산업의 기술 체계

▼ <표 65> 지진·지진해일·화산 기술 체계

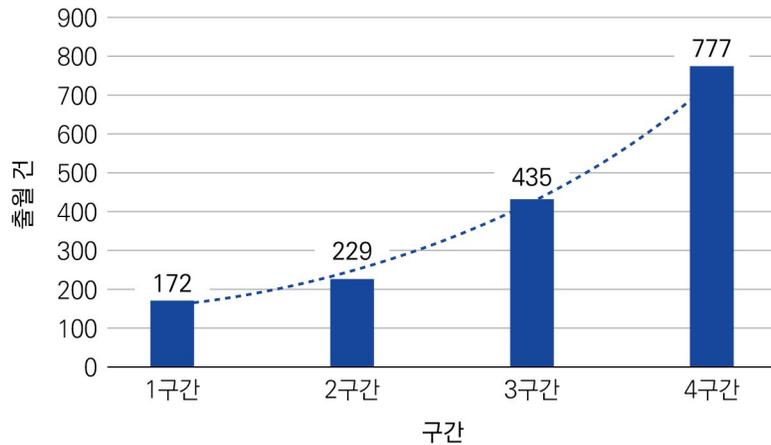
| 산업 | 대분류 | 중분류 | 소분류 | 기술정의 |
|----------|----------------|------------------|----------|---|
| 환경 기상 | 지진/해일/ 화산재해 | 관측/ 감시/ 분석 | 지진해일화산감지 | 지진, 해일, 화산 활동의 감지 및 식별관련 기술 |
| | | | 지진해일화산관측 | 지진, 해일, 화산 활동의 감시, 관측망 관련 기술 |
| | | | 지구내부모델링 | 지진원 분석이나 지진 발생 가능지역 분석 또는 인공적으로 발생하는 지진파의 모델링 등을 위하여 지진파의 전파 모델을 구축하기 위한 기술 |
| | | | 지진해일화산경보 | 지진 발생 환경의 예측을 위한 지반 구조를 분석 및 시각 동기화하는 기술 |

출처 : 특허청, 특허 메가트렌드 분석 보고서 (환경기상), 2019

● 국내외 지진·지진해일·화산 특허 동향 조사결과¹⁰¹⁾

- 출원 현황 분석결과, 지진·해일·화산 기술 분야 출원 건수가 점차 증가하는 추세를 보이며, 이는 전 세계적으로 지진·해일·화산 기술 중요도 및 관심도가 증가하고 있음을 시사함
 - 국내외 지진·해일·화산 기술 분야 4구간 점유율 48.2%, 3~4구간 증감율 78.6%로 조사됨

101) 특허청, 특허 메가트렌드 분석 보고서 (환경기상), 2019



* 1구간 : 1998~2002년, 2구간 : 2003~2007년, 3구간: 2008~2012년, 4구간 : 2013~2017년

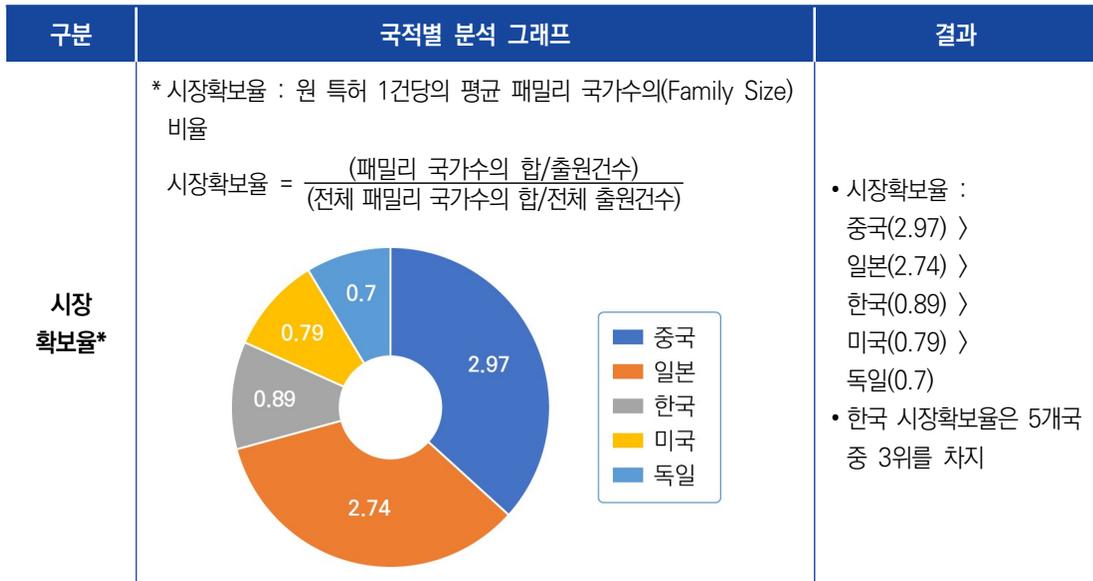
출처: 특허청, 특허 메가트렌드 분석 보고서 (환경기상), 2019 재구성

【그림 29】 지진·해일·화산 기술분야 구간별 출원 현황

- 지진·해일·화산 기술 분야 국적별 출원 점유율, 피인용 지수, 시장확보율 분석결과는 다음과 같음
 - 한국은 주요 5개국(미국, 일본, 중국, 독일, 한국) 중 출원 점유율, 시장확보율에서 3위를 차지했지만, 피인용 지수에서는 5위를 차지

▼ <표 66> 지진·해일·화산 기술분야 국적별 출원 점유율, 피인용 지수, 시장확보율

| 구분 | 국적별 분석 그래프 | 결과 | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--|----|-----|----|--------|----|--------|----|--------|----|-------|----|-------|---|-------|---|
| 출원 점유율 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>국적</th> <th>점유율</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>중국</td> <td>48.50%</td> </tr> <tr> <td>일본</td> <td>29.60%</td> </tr> <tr> <td>한국</td> <td>12.50%</td> </tr> <tr> <td>미국</td> <td>4.00%</td> </tr> <tr> <td>독일</td> <td>0.40%</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>5.00%</td> </tr> </tbody> </table> | 국적 | 점유율 | 중국 | 48.50% | 일본 | 29.60% | 한국 | 12.50% | 미국 | 4.00% | 독일 | 0.40% | 기타 | 5.00% | <ul style="list-style-type: none"> • 출원 점유율 : 중국(48.50%) > 일본(29.60%) > 한국(12.50%) > 미국(4.00%) > 독일(0.40%) • 한국의 출원 점유율은 12.50%로 5개국 중 3위를 차지 |
| 국적 | 점유율 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 중국 | 48.50% | | | | | | | | | | | | | | | |
| 일본 | 29.60% | | | | | | | | | | | | | | | |
| 한국 | 12.50% | | | | | | | | | | | | | | | |
| 미국 | 4.00% | | | | | | | | | | | | | | | |
| 독일 | 0.40% | | | | | | | | | | | | | | | |
| 기타 | 5.00% | | | | | | | | | | | | | | | |
| 피인용 지수 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>국적</th> <th>지수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>일본</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>미국</td> <td>14.8</td> </tr> <tr> <td>독일</td> <td>11.5</td> </tr> <tr> <td>중국</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>한국</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> | 국적 | 지수 | 일본 | 22 | 미국 | 14.8 | 독일 | 11.5 | 중국 | 4 | 한국 | 3 | <ul style="list-style-type: none"> • 피인용 지수 : 일본(22) > 미국(14.8) > 독일(11.5) > 중국(4) > 한국(3) • 한국의 피인용 지수는 5개국 중 가장 낮은 5위를 차지 | | |
| 국적 | 지수 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 일본 | 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 미국 | 14.8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 독일 | 11.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 중국 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 한국 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |



출처 : 특허청, 특허 메가트렌드 분석 보고서 (환경기상), 2019 재구성

■ 지진·해일·화산 기술 분야 주요 출원인 및 주력 분야는 다음과 같음

- 한국의 한국지질자원연구원은 31건(1.8%)을 출원하여 출원인 TOP10 중 2위를 차지했으며, 지진·해일·화산 관측 분야에 대한 연구 활동이 가장 활발

▼ <표 67> 지진·해일·화산 기술분야 주요 출원인 및 주력 분야

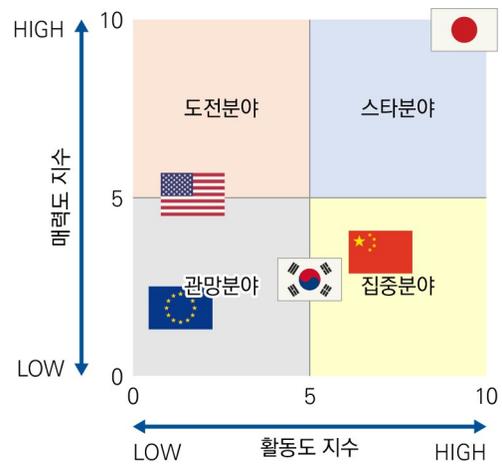
| NO. | 출원인 | 국적 | 건수 | 주력 1분야 | 주력 2분야 | 주력 3분야 |
|-----|--------------------------------------|----|----|-----------|-----------|-----------|
| 1 | RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE | 일본 | 37 | 지진해일화산 관측 | 지진해일화산 감지 | 지진해일화산 경보 |
| 2 | 한국지질자원연구원 | 한국 | 31 | 지진해일화산 관측 | 지진해일화산 감지 | 지진해일화산 경보 |
| 3 | CHINA NATIONAL PETROLEUM | 중국 | 29 | 지진해일화산 관측 | 지진해일화산 경보 | - |
| 4 | ZHU ZUORUI | 중국 | 27 | 지진해일화산 경보 | - | - |
| 5 | PANASONIC | 일본 | 25 | 지진해일화산 관측 | 지진해일화산 경보 | - |
| 6 | TOSHIBA | 일본 | 21 | 지진해일화산 관측 | 지진해일화산 감지 | - |
| 7 | TOKYO GAS | 일본 | 20 | 지진해일화산 관측 | 지진해일화산 감지 | 지구내부모델링 |
| 8 | CHINA PETROLEUM & CHEMICAL | 중국 | 20 | 지진해일화산 관측 | 지구내부모델링 | 지진해일화산 경보 |

| NO. | 출원인 | 국적 | 건수 | 주력 1분야 | 주력 2분야 | 주력 3분야 |
|-----|--|----|----|--------------|--------------|--------------|
| 9 | MITSUBISHI ELECTRIC | 일본 | 16 | 지진해일화산 관측 | 지진해일화산 감지 | 지진해일화산 경보 |
| 10 | NATIONAL APPLIED RESEARCH LABORATORIES | 대만 | 14 | 지진해일화산 관측 | 지진해일화산 경보 | 지진해일화산 감지 |

출처 : 특허청, 특허 메가트렌드 분석 보고서 (환경기상), 2019

- 지진·해일·화산 기술 분야 특허기술력 및 연구 활동도 분석 결과, 한국은 특허기술력과 활동도가 모두 낮은 관망 분야에 속하는 것으로 나타남
 - 일본은 특허기술력도 높고 연구 활동이 높은 스타 분야에 속하고, 미국은 특허 기술력은 높으나 연구 활동이 부족한 도전 분야이며, 중국은 특허 출원이 활발하나 충분한 특허기술력을 확보하지 못한 것으로 판단됨

| | |
|-------------|--|
| 스타분야 | 타 영역 대비 상대적 특허 기술력도 높고 연구활동이 높은 분야 |
| 집중분야 | 타 영역 대비 상대적으로 특허출원은 활발하나, 충분한 특허 기술력을 확보하지 못한 분야 |
| 도전분야 | 타 영역 대비 상대적으로 특허 기술력은 높으나 연구 활동이 부족한 분야 |
| 관망분야 | 타 영역 대비 상대적 특허 기술력도 낮고 활동도 낮은 분야 |



출처 : 특허청, 특허 메가트렌드 분석 보고서 (환경기상), 2019

【그림 30】 지진·해일·화산 기술분야 특허기술력 및 연구 활동도

2.5.4. 국내 지진·지진해일·화산 분야 주요 기술 비교

2.5.4.1. 제1차 기본계획 전후의 국내 주요 개선 실적 비교

- 기상청 「제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2017~2021)」실적자료를 기반으로, 전후 지진, 지진해일, 화산 국내 주요개선 실적 비교 분석 진행

▼ <표 68> 제1차 기본계획 전후의 지진 주요 개선 실적 비교

| 기술 | 전 | 후 |
|-------------|---|---|
| 지진 감시/관측 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 관측망 156소('16) 지진관측망 조밀도 22.3km ('15) 중국 관측자료 수신 미흡 일본 지진 관측 자료 실시간 수신 32개소, 기상청자료 송신 10개소 | <ul style="list-style-type: none"> 314개소 관측망 확충목표 조기 실현('18) 울릉도 천부 지진관측소 신설('20) 해안지역 및 일부내륙에 16개소 관측망 구축('20) 지진관측망 조밀도 17.8km('19) 43개소 노후 지진관측장비 전량 교체 중국 관측자료(5개소) 수신 일본기상청 42개소 및 일본방재과학기술연구소 12개소 지진관측자료 실시간 수신 |
| 지진 분석 기술 | - | <ul style="list-style-type: none"> 한반도 지진학적 특성을 반영한 지반운동 표준모델 개발 (한반도 VS30지도 제작) |
| 지진 통보/전달 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 긴급재난문자 발송 체계 : 기상청 → 행정안전부 → 이동통신사 진도 IV 수준의 진동 기준 지진재난문자 송출 지진 조기경보 발표시간 50초 이내 지진 속보 시간 60~100초 이내 | <ul style="list-style-type: none"> On site 경보체제 도입 긴급재난문자 기상청 직접 발송체계로 전환 : 기상청 → 이동통신사 진도 III 수준의 진동 기준 지진재난문자 송출 지진 조기경보 발표시간 5~10초 이내 지진 속보 시간 20~40초 이내 기상청 날씨알리미를 통해 진도 기반 사용자 맞춤형 지진정보서비스 제공 |

출처 : 저자 작성

▼ <표 69> 제1차 기본계획 전후의 지진해일 개선 실적 비교

| 기술 | 전 | 후 |
|---------------|--|---|
| 지진해일 감시/관측 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 울릉도 해안에 지진해일 관측소 1소 운영 FTP로 전송된 파일 처리 | <ul style="list-style-type: none"> 노후 울릉도 지진해일관측장비 1개소 교체 지진해일관측소(임원항 부근) 1개소 신설 (총 2개소) 국립해양조사원 OPEN API 활용 처리 (조위자료 전송 시간 단축) |
| 지진해일 분석 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 기존 수치모의 표출 방식 및 시간 : (한반도) 수동 40분, (동북아) 수동 140분 | <ul style="list-style-type: none"> 개선된 수치모의 표출 방식 및 시간 : (한반도) 자동 20분, (동북아) 자동 60분 |
| 지진해일 통보/전달 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 지진 발생 깊이 10km 지진해일 예측 시나리오 DB 구축 | <ul style="list-style-type: none"> 지진 발생 깊이 10km~600km (9개 구간) 지진해일 예측 시나리오 DB 구축 원거리 해역 지진에 대한 한반도 지진해일 시나리오 DB 구축 실시간 해역 지진정보를 이용한 지진해일 수치모델 자동운영체계 현업운영 및 지진통보시스템 반영 지진원에 대한 '단층운동 정보 홈페이지 제공 대국민 서비스' 정식 운영 |

출처 : 저자 작성

▼ <표 70> 제1차 기본계획 전후의 화산 개선 실적 비교

| 기술 | 전 | 후 |
|-------------------|--|---|
| 화산 감시/관측 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 위성을 활용한 원격감시를 진행했으나, 국외 화산 정보를 확인하는 수준 북한 인공지진 식별 양구, 철원 등 공중음파관측소 운영 INTERMAGNET 실시간 자료 공유를 위한 자료전송 대상 기관 : Kyoto Gin 11개 기관에서 관측 수행중이나 미 공유 | <ul style="list-style-type: none"> 백두산 화산활동 원격감시를 위한 위성자료* 수집체계 구축 * 대상위성 : Sentinel-1(유럽항공우주국에서 무료배포, 6일 간격으로 자동 수집) 백두산 화산활동 수준 비교를 위한 위성영상 정기관측 (연 2회) 서해 및 경기북부 관측공백지역 인공지진 감시강화를 위한 공중음파관측소 3개소(연천, 파주, 교동도) 신설 인공지진 감시 강화를 위해 내용연수 경과한 공중음파관측소 1개소(양구) 교체 INTERMAGNET 실시간 자료 공유를 위한 자료전송 대상 기관 변경 : Edinburgh Gin (자료 전송의 안정성 확보) 국토지리정보원 등 75개소, IGS*기준국 10개소 자료('08~'20) 수집 및 GNSS 자료처리 소프트웨어 업데이트 * IGS(International GNSS Service) : 전세계 70개국의 370여개의 상시 GPS관측망을 관리하는 국제기구 지구자기 자료처리 가이드스 발간 |
| 화산 분석 기술 | - | <ul style="list-style-type: none"> NOAA에서 개발한 HYSPLIT 모델을 도입 최대 10일간 고도별 화산재 농도 및 침전량 표출 |
| 화산 통보/전달 기술 | - | <ul style="list-style-type: none"> 화산재 확산 예측 정보를 이용한 화산 특정보 기준 설정 웹기반 화산재 확산 예측모델의 현업운영 체계 개선 실현 HYSPLIT* 확산모델 업그레이드 (예측기간 최대 10일까지 확대, 웹기반 사용자 환경 업그레이드 등) * HYSPLIT : 미국 해양대기청(NOAA)에서 개발한 확산예측모델 |

출처 : 저자 작성

2.5.4.2. 기술수준평가 기준 국내외 기술 수준 비교 분석

● 한국과학기술기획평가원 기술수준평가

- 한국과학기술기획평가원(KISTEP)은 과학기술기본법 제14조 2항 및 과학기술기본법 시행령 제24조 2항에 근거하여 2년마다 국가중점기술에 대한 현황 및 발전 추이를 파악하고 과학기술 정책의 성과를 점검하기 위해 중점과학기술에 대한 기술수준평가를 실시

▼ <표 71> KISTEP 기술수준평가 추진 근거

| 기술수준평가 추진 근거 | |
|----------------------------|---|
| 과학기술기본법 제14조 ② | 정부는 과학기술의 발전을 촉진하기 위하여 국가적으로 중요한 핵심기술에 대한 기술수준을 평가하고 해당 기술수준의 향상을 위한 시책을 세우고 추진하여야 한다. |
| 과학기술기본법 시행령 제24조(기술수준평가) ② | 과학기술정보통신부장관은 법 제14조제2항에 따라 관계 중앙행정기관의 장과의 협의를 거쳐 소관 분야에 대한 기술수준평가를 2년마다 실시하여야 하고, 그 결과를 국가과학기술자문회의에 보고하여야 한다. |

출처 : KISTEP, 2020년 기술수준평가, 2021

▼ <표 72> KISTEP 기술수준평가 개요

| 연구 내용 | |
|-------|--|
| 대상 | 「제4차 과학기술기본계획(‘18~’22)」상의 120개 중점과학기술 |
| 내용 | 120개 중점과학기술별 주요 5개국(한국, 중국, 일본, EU, 미국)의 기술수준1)(%) 및 기술격차2)(년)를 평가 |
| 방법 | (정성평가) 전문가*(1,200명) 대상 2 라운드 온라인 델파이 조사를 통해 기술별 기술수준(%) 및 격차(년) 등을 평가 *산·학·연 비율을 고려하여 120개 중점과학기술별로 10명씩 선발 |
| | (정량분석) 논문·특허의 활동 추이와 기술적 가치 등을 파악할 수 있는 지표를 활용하여 분석결과 도출 |

출처 : KISTEP, 2020년 기술수준평가, 2021 재구성

● 재난 전주기 정보통신체계기술수준 비교 분석¹⁰²⁾

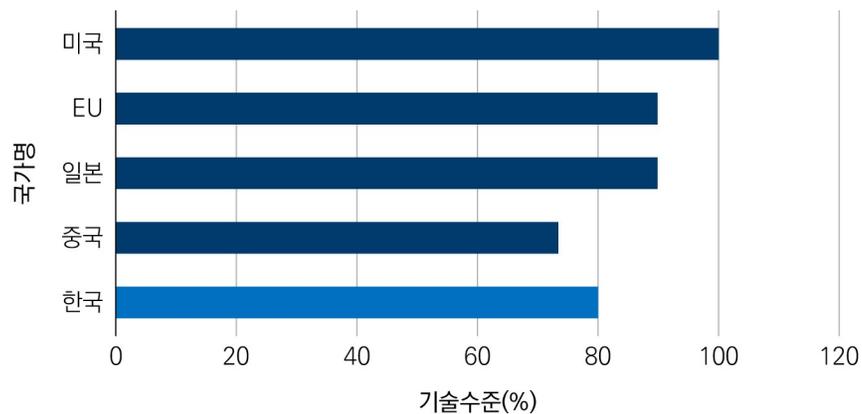
- ‘재난 전주기 정보통신체계기술’은 자연재해 및 사회적 재난 등 다양한 유형의 재난 발생, 대응, 복구까지 전주기의 재난관측, 모니터링, 예·경보 발령 및 전달, 데이터 관리, 정보분석 등과 관련된 기술로, 정보수집 기술, 분석·활용 기술, 정보전달을 위한 방송 통신 기술, 정보관리 기술을 모두 포함
- 재난 전주기 정보통신체계기술 정성평가 결과, 한국의 기술 수준은 미국의 80% 수준
 - 기술 수준 그룹은 5단계(①최고②선도③추격④후발⑤낙후)로 구분
 - 최고 그룹에 속하는 미국의 기술 수준을 100%로 계산하며, 한국은 추격그룹에 해당

102) KISTEP, 2020년 기술수준평가, 2021

▼ <표 73> 한국 재난 전주기 정보통신체계기술수준 판단 근거

| 판단 근거 | |
|--|--|
| 우수 | 미흡 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 세계 최초 여러 세대의 이동통신기술 상용화 • LTE등 기술 접목 시도 최초 • PS-LTE 망 구축으로 광역 특성 위성망 활용기술 개발 계획 및 5G 기술 활용 방안 마련 • 응용 기술에 대한 기술력 높음 • 우수한 정보통신 인프라 • 재난관리를 국가적 관점에서 세계적 관점으로 개선 • 행정안전부를 중심으로 재난재해 인식이 높아져 관련 시설 구축에 많은 예산 투입 • 세계 최고의 정보통신 인프라인 인터넷/4G/5G를 활용한 재난정보 관리 및 소통 기술 세계 최고수준 • CCTV 모니터링, 위치정보 활용기술, 건축물BIM연구, 디지털트윈기술연구 등 첨단연구분야 투자 확대 • 재난관리조직 및 제도 분야의 안정화로 대규모 재난대응역량 강화 | <ul style="list-style-type: none"> • 5G 국제표준 및 국제협력 기반 지속적인 기술개발과 한국 비전 로드맵 제시가 안됨 • 통합적 기술발전 주기에 대한 시스템 정립 미흡 • 기본 기술에 대한 기술력 약함 • LTE 기반 재난통신망 R&D에 대한 인식 부족으로 장기 계획 미비 • 복합재난 예측에 필요한 인프라는 구축되어 있으나 국가차원의 연구 부족 및 예산 지원 미흡 |

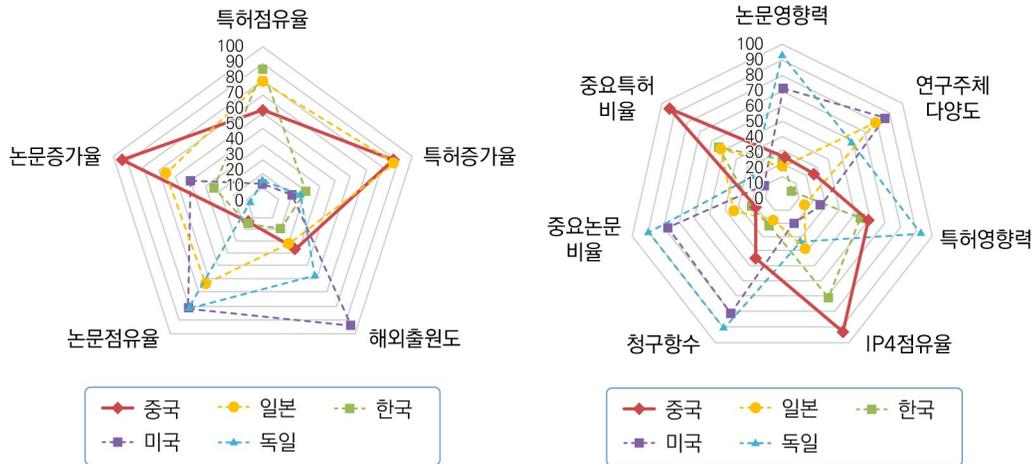
출처 : KISTEP, 2020년 기술수준평가, 2021 재구성



출처 : KISTEP, 2020년 기술수준평가, 2021 재구성

▣ <그림 31> 주요국 대비 한국 재난 전주기 정보통신체계기술수준 ▣

- 재난 전주기 정보통신체계기술 정량평가 결과, 한국은 5개 활동력(양적) 분석지표 중 1개 분석지표에서 1위를 차지하고 있으며, 7개 기술력(질적) 분석지표 중 2개의 분석지표에서 1위를 차지
 - **(활동력)** 5개 활동력 지표는 ①논문 점유율 ②특허 점유율 ③논문 증가율 ④특허 증가율 ⑤해외출원도이며, 한국은 논문 증가율에서 1위 차지
 - **(기술력)** 7개 기술력 지표는 ①논문 영향력 ②특허 영향력 ③중요논문 비율 ④중요특허 비율 ⑤연구 주체 다양도 ⑥IP4 점유율 ⑦특허 청구항 수이며, 한국은 중요특허 비율과 IP4 점유율에서 1위 차지



출처 : KISTEP, 2020년 기술수준평가, 2021

【그림 32】 주요국 대비 한국 재난 전주기 정보통신체계기술 활동력(좌) 및 기술력(우)

● 자연재해 감시·예측·대응 기술 수준 비교 분석¹⁰³⁾

- ‘자연재해 감시·예측·대응 기술’은 전 지구적 자연재해(지진, 지진해일, 화산 등)를 감시, 원인 규명, 예측 기술 및 국지적 자연재해(지진, 산사태, 산불 등) 발생 시 초기 대응을 위한 예·경보 및 실시간 상황파악, 재해 기상(집중호우, 태풍 등)을 정량적으로 예측하고 조절하는 기술을 모두 포함
- 자연재해 감시·예측·대응 기술 정성평가 결과, 한국은 75%의 기술수준을 보임
 - 과학기술정보통신부의 2020년도 기술수준평가 결과(안)에 따르면 '20년 자연재해 감시·예측·대응 기술의 기술 수준은 미국(100%) > EU(98%) > 일본(90.0%) > 중국(80%)> **한국(75%)** 순이며 '18년 대비 '20년에 5% 상승하였지만 기술격차는 기술격차는 미국(0년) > EU(0.5년) > 일본(2년) > 중국(3년) > **한국(5년)** 순으로 '18년 대비 '20년 기술격차는 유지됨
 - 기술 수준 그룹은 5단계(①최고 ②선도 ③추격 ④후발 ⑤낙후)로 구분
 - 최고 그룹에 속하는 미국의 기술 수준을 100%로 계산하며, 한국은 추격그룹에 해당

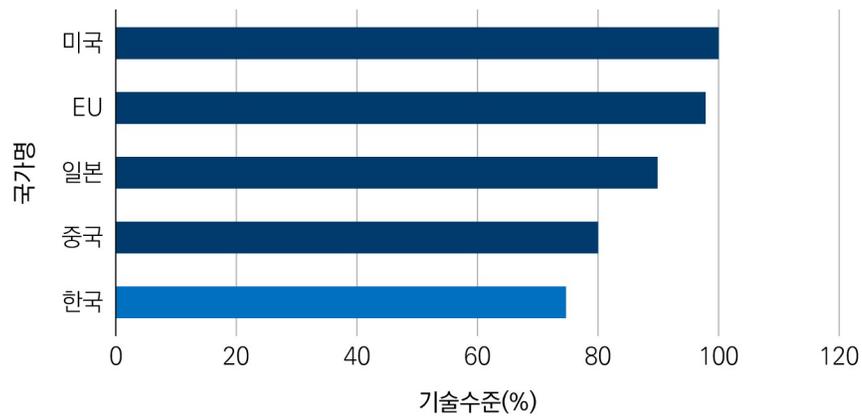
▼ <표 74> 한국 자연재해 감시·예측·대응 기술 판단 근거

| 판단 근거 | |
|---|--|
| 우수 | 미흡 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 후발주자로 출발했으나, 선택과 집중을 통한 효과적인 추격 • 자연재해 감시 예측을 위한 수치모델링 기술에 진전이 있어 선도그룹을 추격 중 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연재해와 재난이 경제에 큰 영향을 미치는 사례가 발생하면 관심과 투자가 증가했다가 금방 감소하는 패턴 반복 • 재해에 대한 인식은 증가하고 있지만, 더딘 투자와 획일적 개발 방식으로 기술력 확보가 느림 • 예산 및 인프라 모든 면에서 적당 수준 유지 방침을 보여 선진국형 예보 수준을 갖추기까지 상당한 기간이 소요될 것으로 판단 |

103) KISTEP, 2020년 기술수준평가, 2021

| 판단 근거 | |
|-------|--|
| 우수 | 미흡 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 성장세는 높으나 질적인 면과 양적인 면에서 선도그룹과 큰 격차를 보이고 있고, 단기간에 추격이 어려울 것으로 판단 • 기상청과 같은 기관에서 재해 예측에 필요한 수치모델 발전을 많이 시키고 있으나 장기적인 플랜이 부족하며, 인력 및 예산이 매우 부족 |

출처 : KISTEP, 2020년 기술수준평가, 2021 재구성



출처 : KISTEP, 2020년 기술수준평가, 2021 재구성

Ⅰ <그림 33> 주요국 대비 한국 자연재해 감시·예측·대응 기술 수준 Ⅰ

- 자연재해 감시·예측·대응 기술 정량평가 결과, 한국은 5개 활동력(양적) 분석지표 중 1개 분석지표에서 1위를 차지하고 있으며, 7개 기술력(질적) 분석지표 중 3개의 분석지표에서 3위를 차지하여 활동력 대비 기술력은 낮은 수준임
 - **(활동력)** 5개 활동력 지표는 ①논문 점유율 ②특허 점유율 ③논문 증가율 ④특허 증가율 ⑤해외출원도이며, 한국은 논문 증가율에서 1위 차지
 - **(기술력)** 7개 기술력 지표는 ①논문 영향력 ②특허 영향력 ③중요논문 비율 ④중요특허 비율 ⑤연구 주체 다양도 ⑥IP4 점유율 ⑦특허 청구항 수이며, 한국은 중요특허 비율과 IP4 점유율, 특허 청구항 수에서 3위 차지

● 국립재난안전연구원 기술수준평가

- 국립재난안전연구원은 재난안전 R&D 전략적 방향 모색하기 위해 현 기술수준 및 기술경쟁력 분석 실시

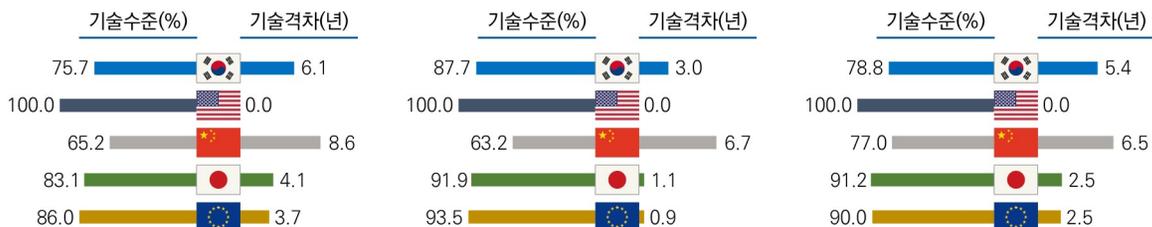
▼ <표 75> 국립재난안전연구원 기술수준평가 개요

| 연구 내용 | |
|-------|---|
| 대상 | 2020년 재난안전 분야의 기술수준 조사는 동일한 맥락에서 기존의 24대 핵심역량*을 평가대상으로 선정 * 2016년 과학기술에 해당되지 않는 6대 핵심역량을제외한 재난안전 분야 24대 핵심역량을 선정(국립재난안전연구원, 2016) |
| 내용 | 델파이 조사를 통한 재난안전 24대 핵심역량 기술수준 평가 |
| 방법 | (정성평가) 2020년 재난안전 분야 기술수준조사는 행정안전부 연구개발전문가 풀을 구축한후, 전문가를 대상으로 2-round 미니델파이 방법론을 적용 |
| | (정량분석) 양적 지표는 국가별 연구개발 활동정도를 의미하며, 대상국의 논문 및 특허 개수와 점유율로 산출(국립재난안전연구원, 2018)질적 지표는 모든 국가의 평균인용도 지수와 해당 국가의 인용도 지수를 비교한영향력 지수를 적용하여 산출 (국립재난안전연구원, 2018) |

출처 : 국립재난안전연구원, 2020년 재난안전 분야 기술수준 및 기술만족도 조사분석, 2020 재구성

● 국내외 재난안전 분야 기술수준 비교 분석¹⁰⁴

- 재난 안전 분야의 기술 수준 및 다른 국가들과의 경쟁력을 비교하여 R&D 전략 방향 모색을 위한 조사임
 - 실무 프로세스 중 감시/관측에 해당하는 '모니터링, 탐색 및 감지'의 경우 기술 수준은 미국(100%) > EU(86.0%) > 일본(83.1%) > **한국(75.7%)** > 중국(65.2%) 순이며 기술격차는 미국(0년) > EU(3.7년) > 일본(4.1년) > **한국(6.1년)** > 중국(8.6년)순으로 '20년 기준 미국에 비해 6.1년 격차가 난다고 밝힘
 - 실무 프로세스 중 분석에 해당하는 '위험요소별 피해시나리오'의 경우 기술 수준은 미국(100%) > EU(92.8%) > 일본(89.2%) > **한국(87.7%)** > 중국(63.2%) 순이며 기술격차는 미국(0년) > EU(0.9년) > 일본(1.1년) > **한국(3년)** > 중국(6.7년)순으로 '20년 기준 미국에 비해 3년 격차가 난다고 밝힘
 - 실무 프로세스 중 통보/전달에 해당하는 '재난안전 예경보'의 경우 기술 수준은 미국(100%) > 일본(91.2%) > EU(90.0%) > **한국(78.8%)** > 중국(77.0%) 순이며 기술격차는 미국(0년) > 일본(2.5년) = EU(2.5년) > **한국(5.4년)** > 중국(6.5년)순으로 '20년 기준 미국에 비해 5.4년 격차가 난다고 밝힘



출처 : 국립재난안전연구원, 2020년 재난안전 분야 기술수준 및 기술만족도 조사·분석, 2020

▶ <그림 34> (좌)모니터링, 탐색 및 감지 (중)위험요소별 피해시나리오 (우) 재난안전 예경보

104) 국립재난안전연구원, 2020년 재난안전 분야 기술수준 및 기술만족도 조사분석, 2020

2.5.5. 전략적 시사점

● 국내 기술동향

- 국내 지진 분야 기술은 ‘지진의 감시·관측-분석-통보-전달’ 프로세스에 따라 지진관측망 고도화, 관측자료 공동활용, 국내 활성단층 조사, 내진 설계 기준 마련 및 지진재난 대응역량 향상 등을 위해 연구개발이 이루어지고 있으며 조기경보와 탐지기술이 높은 비중을 차지하여 신경망, 딥 러닝, 머신러닝 등의 기계 학습을 이용한 지진 탐지기술에 집중되고 있어서 이를 차세대 정보통신기술과 접목하여 수요자 맞춤형 정보제공이 가능한 기술개발 필요
- 국내 지진해일 분석기술은 기초단계로 고도화 추진을 위해 DB기반 지진해일 시나리오 구축, 예측 알고리즘을 활용한 예측기술 개발, 계기관측자료를 활용한 지진해일 식별시스템을 구축하고 있으나 기존 분석기술과 현업시스템의 연계와 제도 강화가 필요
- 국내 화산 분야 기술은 화산 분화 영향 분석과 화산재 이동 예측을 위한 화산재 확산 예측 시스템을 구축하여 화산재 확산 경로 예측자료를 획득하고 있으며 화산재 피해지수 생성, 화산재 확산모델 정확도 향상 등의 연구를 수행하고 있으나 화산재를 제외한 화산분출물 예측시스템 및 화산분출물 영향정보에 대한 보완이 필요하므로 화산 연구를 위한 별도의 세부사업 진행을 통해 화산 연구 연속성 및 체계성 확보 필요
- 국내 경보 기술에 있어 정보통신 인프라 및 응용기술력은 좋으나 기초 기술력이 부족하므로, 기초 R&D 예산 지원이 요구됨
- 자연재해 감시·예측·대응 분야의 국내 기술 수준은 미국 대비 75%로 5년의 기술격차가 발생한다는 조사결과¹⁰⁵⁾ 및 지진·지진해일·화산 관련 기술 수준도 전반적으로 세계적 수준에 미치지 못하고 있으므로 집중적인 투자 및 신기술 개발을 통해 기술 수준 향상 필요

● 국외 지진 분야 기술 동향

- 해외 주요국의 지진 분야 기술은 국내와 같이 관측기술 강화를 통한 지진관측망 강화에 중점을 두고 지진 관측업무의 최적화에 집중하는 추세
 - **(미국)** 관측소 업무 최적화, 관측소 증가와 형식화 알고리즘의 발전 및 통합을 통한 관리 효율화 도모
 - **(일본)** 지진관측지점, 목적별 관측망 및 운영 중인 진도관측장비 증가
 - **(중국)** 관측소 수 대폭 증가 및 각종 관측 요인을 고려한 관측소 배치를 통해 관측망 강화
 - **(대만)** 관측소 및 관측망의 분류를 통한 관리 효율화, 목적별 방재정보시스템 도입을 통한 체계적인 방재 관리 기여

105) 과학기술정보통신부, 2020년도 기술수준평가 결과, 2021

- 관측의 목적에 따라 관측망을 분류하는 등 효율적인 관측업무를 위해 국내 역시 목적에 맞는 관측소 배치 및 관리를 통해 업무 최적화 필요
- 정보제공 알고리즘의 통합 등을 통한 정보제공 시스템의 최적화를 추진하고 있는 선진사례를 바탕으로 정보시스템 접근성 상승 및 전달 시간 단축이 가능하도록 정보시스템 최적화 필요

● 국외 지진해일 분야 기술동향

- 해외의 지진해일 기술동향은 수치모델 보다는 관측기반 강화 및 관측망 강화를 통해 지진해일 관측기술을 개발하고 있으며 이러한 기술을 활용하여 국내에서도 관측지점 확대 및 관측소 확충을 통해 사각지대 최소화 확보 필요
 - (미국) 대양 단위의 부표 기반 관측망 전개 및 DB 정보의 다양화 및 접근성 강화
 - (일본) 해저지진 관측지점 및 진도관측장비 증가를 통한 관측 범위 확대
 - (중국) 지진해일 피해 이후 관심도 증가에 따른 조기경보시스템 도입
 - (대만) 지진해일 방재업무별 시스템 도입 및 운영을 통한 방재에 기여
- 해저케이블 방식 및 부표기반 관측시스템 등 관측장비 다양화를 도모하고 있는 선진사례를 바탕으로 국내에서도 활용 가능한 선진 관측장비를 활용하여 지진해일 관측정보 다양화 도모
- 대만의 지진해일 방재업무별 시스템 도입 운영 사례를 활용하여 정보 접근성 강화 및 업무 분류 시스템 최적화를 통한 업무 숙련도 향상으로 전문성 확보

● 국외 화산 분야 기술동향

- 화산정보 수집체계 및 화산재난 대응방안을 수립한 선진국의 경우 관측 인프라 및 자료 접근성 강화 등의 기본 인프라 강화에 중점을 둠
 - (미국) 화산분화 가능성 및 분화 정보생성, 정보의 시각화를 통한 접근성 향상
 - (일본) 관측대상 활화산 수 증가로 관측에 사용되는 장비 기술 및 다변화 추진
 - (중국) 다양한 지구물리학적 관측을 통해 지속적인 화산 연구 강화
 - (대만) 지진 장비 외 다양한 관측장비를 이용하여 다각도의 화산 감시 기술 강화
- 국외에서는 관측기기 확대 및 관측방식 다양화를 통해 관측 인프라를 강화하고 있으며 이러한 선진국가의 화산 관측·경보 프로세스를 활용하여 국내에 필요한 관측 장비 도입을 통해 화산 관측망 강화 및 화산 정보체계 다변화가 필요하며 화산 감시기술 개선과 화산 분화 전·후 전주기 지원체계 필요

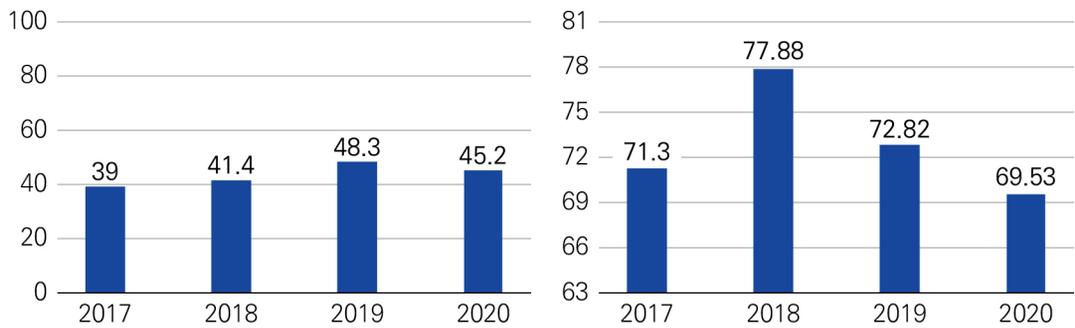
2.6 정책 수요조사

2.6.1. 최근 수요조사 결과 분석

2.6.1.1. 지진관련 국민 인식조사 결과

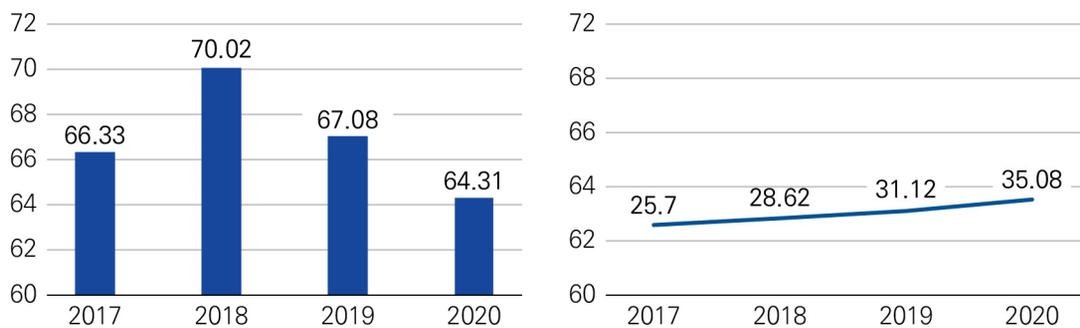
● 지진 관련 전반적 인지 및 위험 인식 수준

- 2017년에 비해 규모와 진도의 차이 인지 비율이 높아졌지만 전체적으로 봤을 때 50% 미만으로 상당히 낮은 값을 보이며 진도 패러다임으로 전환 시 이에 대한 대국민 교육 및 홍보 필요
 - '16년 경주, '17년 포항에서 발생했던 강도의 지진 재발 가능성 인식은 시간이 지나면서 낮아지는 경향을 보이며 이를 통해 국민들의 경각심과 민감도가 낮아짐을 파악할 수 있음



Ⅰ <그림 35> (좌)규모와 진도의 차이점 인지 수준 (우)경주,포항 수준의 지진 재발 가능성 인식 Ⅰ

- 우리나라 지진 위험 수준에 대한 인식을 조사했을 때 '18년부터 감소 추세로 2020년이 '17년보다 낮은 값을 보이며 지진 대비 수준 또한 증가 추세지만 현저히 낮은 값으로 지진 대비 수준이 저조하다고 인식함



Ⅰ <그림 36> (좌)우리나라 지진 위험 수준 인식, (우)우리나라 지진 대비 수준 인식 Ⅰ

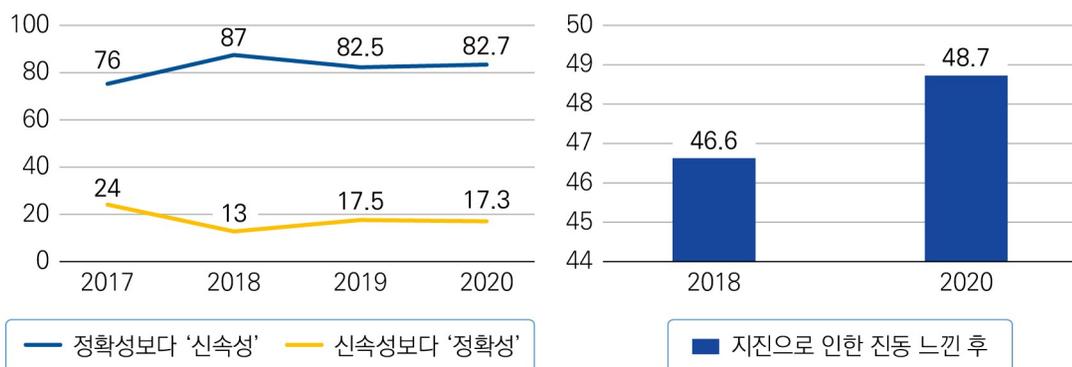
- 지진 정보 수신 후 취한 조치 및 행동에서 대처방법 인지가 미흡한 비율이 상당 부분 차지하며 이에 대한 지진 정보 수신 후 행동요령 홍보가 적극 필요함

▼ <표 76> 지진 정보 수신 후 취한 조치/행동

| 조치 및 태도 | 2019 | 2020 |
|-------------------------------|------|------|
| 1) 주위 사람들에게 지진 위험을 알렸다 | 24.8 | 21.5 |
| 2) 머리를 보호하고 책상 밑으로 피신했다 | 12.6 | 13.1 |
| 3) 주변의 어린아이나 가족을 보호했다 | 10.0 | 8.1 |
| 4) 문을 열어 출구를 확보했다 | 12.0 | 12.7 |
| 5) 밖으로 나갔다 | 21.1 | 21.2 |
| 6) 가구 등이 쓰러지지 않도록 지탱했다 | 2.8 | 3.2 |
| 7) 가스(또는 전기)를 차단했다 | 12.0 | 14.2 |
| 8) TV 등을 통해 구체적인 정보를 알아보려 했다 | 28.8 | 32.4 |
| 9) 진동이 올 것을 대비하고 서 있었다 | 5.9 | 5.0 |
| 10) 아무런 행동도 취하지 않았거나 취할 수 없었다 | 29.4 | 27.6 |

● 지진 조기경보 서비스

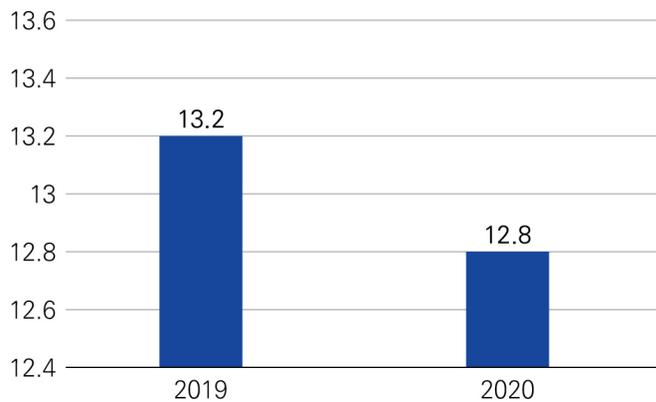
- 국민들은 정확성보다 신속성이 중요하다고 생각하고 있으며 '19년 설문조사 결과 대다수가 신규 앱에 추가되기 희망하는 정보에 대한 답변으로 대처방법, 대피장소를 선택함
 - 지진조기경보 서비스는 지진으로 인한 진동 느낀 후 지진조기경보 문자가 도달했다고 인지한 사람들이 약 50% 절반에 못미치는 수준으로 낮음
- 이를 통해 국민들이 원하는 바는 안전에 직결되는 정보의 신속한 수신과 사후대책에 대한 정보라고 파악됨



┆ <그림 37> (좌)지진조기경보 서비스 정확성 VS 신속성 (우)지진 정보 수신 속도 ┆

● **진도정보서비스**

- '18년 하반기부터 제공한 '진도정보서비스' 만족 비율은 두 해 모두 90%대로 만족도는 높지만 경험 비율은 '19년 13.2%, '20년 12.8%로 현저하게 낮음 이로 인해 홍보가 전혀 안되고 있음을 알 수 있으며 앱 사용률을 높이기 위한 대책 마련 필요함



Ⅰ <그림 38> 진도 정보 서비스 수신 경험 Ⅰ

- 일반적으로 '규모'는 아라비아숫자, '진도'는 로마숫자로 표기하는데 로마숫자 정답률이 다소 낮은 경우가 나타났으며 61%의 시민들이 진도 표기 방식을 아라비아숫자로 표기하는 것을 선호함
 - “ⅩⅡ”의 경우 7로 알고 있는 비율이 29.5%를 차지하는 등 로마숫자에 대해 어려움을 겪고 있는 사람들이 있음



Ⅰ <그림 39> 진도 표기 방식 선호 비율 Ⅰ

2.6.1.2. 지진 조기 경보 사용자 워크숍 결과

● '18년 워크숍 주요 의견

- 행안부 지진가속도계측기와 기상청 지진계의 공동 활용방안
- 기상청 발표 지진정보의 지역별/기관별 2차 전파에 관한 문의

▼ <표 77> 2018년 지진조기경보 사용자 워크숍 질의응답

| 질의 | 응답 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 국가지진정보에 나오고 있는 정보를 각 기관(특정시설/ 기타 민간시설)에서 자체활용 여부 | <ul style="list-style-type: none"> • 기상청에서 발표한 정보를 연계를 통해 수신하고, 정보를 2차 제공하는 것은 가능 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 한반도 내 지진단층지도에 관한 분석은 수행 여부 | <ul style="list-style-type: none"> • 행안부에서 진행중이며 단층 확인 되면 지진계 추후 설치 계획 예정 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 행안부에서 요청하는 가속도계측기 설치에 대한 비용적인 부담 및 관리 등의 어려움으로 기상청에서 이를 강제성을 가지고 법제화하여 관리 제안 | <ul style="list-style-type: none"> • 행안부의 계측기는 시설안정성, 기상청의 지진계는 지진 관측이라는 목적이 다르며 관측환경, 관측주기 등이 다름 • 향후 행안부와 협의 통해 지진분석 활용 자료 분류 예정이며 필요시 제도정비 할 예정 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 기상청, 지자체, 그 외 연구기관 등에서 연구한 기존결과를 하나로 통합하여 공유 가능 여부 | <ul style="list-style-type: none"> • 추진중 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 기상청과 행안부에서 지진에 대해서 별도 기준으로 관리하는데, 지진발생 기준 및 주체 | <ul style="list-style-type: none"> • 기상청이 주체이며 기상청에서 관측하는 자료 활용하여 정보 생산, 제공, 발표 가능 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 자유장에 설치한 행안부 지진가속도계측기는 진도정보생산 활용 여부 | <ul style="list-style-type: none"> • 자유장에 설치된 지진가속도계측기는 현재 진도생산에 유용한 정보이므로, 활용 가능여부에 대해 연구가 진행되고 있음 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 지진 발생 시 방폐장의 안정성 여부를 가속도값을 제공하여 알려줄 수 있는 권한 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진정보, 특보 등과 같은 신속정보는 기상청장만 발표할 수 있는 법이 제정되어 있으며, 그 이후 안전이나 홍보에 관련된 사항전파는 시급성에 관계가 없으므로 가능할 것으로 생각됨. 지진정보와 함께 다른 정보를 제공함에 있어서는 추후 논의가 필요함. |

출처: 2018년 지진조기경보 사용자 워크숍 결과보고, 2018

● '19년 워크숍 주요 의견

- 지진 진도정보서비스에 대한 활용 및 계기진도 산출에 대한 문의
- 기상청 지진정보 직접연계서비스 구축 및 활용 문의
- 다수의 학교에 연계할 수 있는 효율적 방안 및 비용
- 지진조기경보서비스 및 지진파에 대한 기본 개념
- 지진관측망 분포 현황 등

▼ <표 78> 2019년 지진조기경보 사용자 워크숍 질의응답

| 질의 | 응답 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 진도 서비스로 전환된다면 지역의 진도 알려주는 것 제안 | <ul style="list-style-type: none"> • 진도 산출 정확성 개발 중이며 향후 진도 전달 가능할 것으로 예상 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 최근 창녕지진 발생시 대구관측소는 진도3, 관측 가속도 값 0.26으로 나타났는데 실제 대구에 설치된 가속도계 12개소는 진도 1이 넘어가지 않음 • 산출 근거 및 지자체와 기상청의 결과 같지 않을 경우 자료의 정확성 판단 방법 | <ul style="list-style-type: none"> • 진도 산출 시 계기값(관측값)과 계산값이 1:1 대응되는 것이 아니라 약간의 계산 과정을 거쳐 같지 않을 수 있으며 현재 광역시도 단위로 발표하여 대구 일부분이 진도 Ⅲ이면 대구 진도 Ⅲ으로 발표됨 • '19.11.13 관련 사항 설명 추가 개선 조치 |

| 질의 | 응답 |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 재해 상황 발생 시 CBS 받을 수 없는 경우 여부 | <ul style="list-style-type: none"> 실제 행안부에서 확인된 사례로 기지국 상태나 휴대폰 상황에 따라 수신여부 달라질 수 있음 |
| <ul style="list-style-type: none"> 라인 진양지 표출 서비스 표출 시간 및 효용성 여부 | <ul style="list-style-type: none"> 최대 2분 내 통보 가능, 지진재난문자 발송 기준 규모 3.0은 이후 나타날 수 있는 큰 규모의 본진이 일어날 수도 있음을 사전에 주의 차원으로 알려주는 목적이지 조금 늦어도 사전 대비 차원에서 유용함 |

출처: 2019년 지진조기경보 사용자 워크숍 결과보고, 2019

2.6.1.3. 국가지진종합정보시스템 개선의견 조사 결과

- 2019년, 2020년 통합지진업무시스템을 사용하는 기상청 내부직원과 국가지진종합정보시스템(NECIS) 사용자들을 대상으로 조사 실시

▼ <표 79> 주요개선 의견

| 구 분 | 2019 | 2020 |
|--------------|--|--|
| 통합지진업무 시스템 | <ul style="list-style-type: none"> 콘텐츠가 많이 늘어 나고 있어 지방청에서도 잘 사용할 수 있도록 교육(온라인 등)을 주기적으로 해주시기 바람 전문성에 더해서 속도, 그래픽 등 접근과 시각화 등의 편리성 업그레이드 지속적인 개선 요청 통보처확인을 위해 지진통보시스템의 로그인 유지시간 증가 요청 ‘[지진] - [지진목록]’에서 일자로 지진 검색할 때, 일자를 입력하여 검색이 가능하도록 개선 요청(현재: 달력에서 일자를 클릭) | <ul style="list-style-type: none"> 메타정보조회 > 지점코드 목록에 관측소 위치정보(위도, 경도, 고도)도 표출 되도록 개선 요청 통계결과에 대한 다양한 표출기능 구현 필요 전체 메뉴 구조를 파악하기 위한 트리구조도 제공 요청 과거 지진 이력 조회 시 미소지진과 자연지진을 구분하여 볼 수 있으며 탭별로 분류하기 보다는 컬럼 형태로 여러 가지 조건을 선택하고 볼 수 있도록 개선 요청 |
| 국가지진종합 정보시스템 | <ul style="list-style-type: none"> 국가지진종합정보시스템을 각종 포털사이트(네이버 등)에 검색했을 때 사이트로 바로가기 링크 추가 요청 1일 다운로드 용량 제한이 10GB에서 대폭 증가 요청 웹사이트에서 로그인 유지 시간 증가 요청 지진 정보를 쉽게 확인 가능하도록 지도 표출 개선 요청 데이터를 물리단위로 변환하여 보여주거나 쉽게 변환할 수 있는 정보 제공 요청 인공지능시스템(AI)을 이용한 시스템 감시 및 통계자료 산출 등으로 시스템 발전 권고 | <ul style="list-style-type: none"> 지진관측자료와 PGA 또는 PGV로 변환 가능한 Gain 값을 함께 제공 요청 지진연속파형 자료다운 시 처리 시간이 많이 소요되며 인터페이스도 사용자 위주로 되어 있지 않아 개선 필요 지진 관측자료를 다운로드 할 수 있는 서비스 추가 요청 지진파형 자료를 볼 수 있는 프로그램 제공 요청 하루 최대 가능 다운로드 용량 증설 요청 지진 정보를 쉽게 확인 가능하도록 지도 표출 개선 요청 데이터를 물리단위로 변환하여 보여주거나 쉽게 변환 할 수 있는 정보 제공 요청 |

출처: 지진정보시스템 고객만족도 설문조사 결과, 2019-2020 재구성

2.6.1.4. 국민생각함¹⁰⁶⁾

- 국민생각함을 통해 국민들의 기상청 지진 관련 정책연구 및 서비스 등에 대한 의견을 수렴함

▼ <표 80> 국민생각함 국민 의견 정리

| 구분 | 국민 의견 정리 |
|---|--|
| 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 제2차 기본계획 수립을 위한 정책연구 추진에 대한 국민 의견수렴 (2021.03.09.~2021.03.26) | <ul style="list-style-type: none"> ① 재난재해로부터 국민의 안전이 지켜질 수 있는 실효성 있는 정책이 되길 바람 ② 1차 기본계획을 보완하여 연속성 있는 정책으로 기본계획이 수립되길 바람 ③ 대학, 정출연 등에서 진행하는 연구를 위한 협조가 가능하도록 한다면 더욱 적극적인 연구활동이 이루어질 것 같음 |
| 학교 대상 실시간 지진정보 전달 시범서비스 추진 (2020.07.28.~2020.08.13.) | <ul style="list-style-type: none"> ① 다수의 사람에게 정보를 한번에 전달하는 방법인 방송시스템은 통신의 불안정성이나 장비 소지의 여부에 상관없으므로 더 많이 확대되면 좋겠음 ② 안전불감증이 만연한 학교에 꼭 필요한 정책으로, 이를 통해 지진 알림 사각지대가 해소되면 좋겠음 ③ 일반학교뿐만 아니라 유치원, 어린이집, 특수학교 등 확대가 필요함 |
| 기상청 긴급재난문자시스템과 행안부 재난안전통신망 연계 (2020.07.28.~2020.08.13.) | <ul style="list-style-type: none"> ① 관계공무원들의 재빠른 정보수신으로 좀더 유연하게 재난에 대처할 수 있을 것 같음 ② 재난담당공무원이 직접 수신할 수 있다면 현장대응 골든타임 확보에 많은 도움이 될 것 같음 ③ 긴급 상황을 빠르게 대처하기 위한 좋은 정책이라 생각함 ④ 단일 통신망을 이용한다면 효율적으로 긴급 상황에 대처하는데 도움이 될 것임 ⑤ 국민의 안전을 위해 문제가 있는 부분을 개선시키는 모습이 좋은 것 같음. 행정안전부와 잘 협력하여 원활하게 진행되기를 바람 |
| '지진안전 캠페인' 운영 방안에 대한 의견수렴 (2020.09.23.~2020.10.12.) | <ul style="list-style-type: none"> ① 온라인 콘텐츠의 경우 내용이 좋아 학생들의 온라인 수업에 활용 필요 ② 특정지역에서 하루 행사하는 오프라인 방식보다 언제 어디서나 필요한 자료를 찾아볼 수 있는 온라인 캠페인 방향이 좋음 ③ 과학크리에이터와의 협업은 좋은 아이디어 인것 같으며 앞으로도 활성화 필요 ④ 온라인 콘텐츠가 교육기관이나 지자체에서 쉽게 활용할 수 있도록 홍보 필요 |

출처: 국민생각함, <https://www.epeople.go.kr/idea/index.npaid>, (검색일 : 2021.07.19.)

106) 국민생각함, <https://www.epeople.go.kr/idea/index.npaid>, (검색일 : 2021.07.19.)

2.6.1.5. 정책 수요에 대한 전문가 의견

● 지진 분야 의견

- 정확하고 다양한 지진정보를 신속하게 생산하고 제공하는 것이 가장 근본적인 정책 방향임
- 진도 표기는 국제적 규약(영문 로마자 대문자)에 따라 표기 처리(표기는 로마자 대문자, 읽기는 한글 숫자로, 예 진도 VI, 진도 육)
- 현행 지진정책이 국민사회경제에 미치는 영향에 대한 연구(예: 수요 대비 공급 수준)를 통해 수요자 중심의 정책개선 권장
- 신규 정책 수요에서는 해외에서 진행되는 다양한 ICT 기술을 접목한 지진 모니터링 및 액상화 등에 따른 피해 예측기술 개발 필요

● 지진해일 분야 의견

- 지진해일의 관측 부분에서 연안에서의 범람 및 각종 피해에 관한 연구와 정책을 어떤 기관에서 수행해야 하는지에 대한 역할 정립 필요
 - 현재 기상청은 지진해일 발생과 예경보에 치중하고 있으나, 연안 재해를 포함하는 통합 체계가 필요

● 화산 분야 의견

- 화산 감시를 위한 백두산 남-북 공동 모니터링 연구 추진 필요
- 백두산 이외에 활화산으로 분류되는 울릉도, 제주도 화산관측소 설치 운영 필요
- 화산감시기술 개발 및 축척, 시나리오 근거 수치모의 연구추진 필요
- 실제 모니터링 예산 증액 편성하여 울릉도, 제주도 화산감시관측망 구축하여 미래재난에 대비 필요

● 공통 의견

- 고심도 저빈도 재해일수록 기술중심에서 사회 중심으로의 패러다임 전환이 필요하며 현 기술이 국민 생활에 접목될 때의 가치를 환산하기 위한 정책적 노력 필요
- 최근, 이슈가 되고 있는 디지털 트윈 활용방안 고려 필요
- 추진하는 사업을 분야별 전문가 소그룹과 보다 긴밀하게 소통하고 투명하게 공개할 필요가 있음
- 기상청 연구개발 사업 주요 실적에 있어 정량적 평가 기준이 사회에서 필요로 하는 기술, 정책의 효과 대비 적합한지 견주어 비교할 필요 있음
 - 수신율, 직접전달가능 인구비율 외에, 경보수신자의 행동과 조치의 적합여부 파악 필요
- 지진해일, 화산 관련 교육대상자 확대 필요(언론인, 관련 공무원, 교사, 학생, 일반인 등)
 - 지진해일, 화산 관련 내용 이해 및 용어의 통일 필요
- 정보의 생산과 통보에 중점을 두기 때문에, 현재나 미래에만 치중한 정책이 수립된 상황이므로 과거 자료를 복원하고 해석하여 체계적인 관리 필요

2.6.2. 수요 그룹별 니즈 도출

- 지진 관련 국민 인식조사 결과, 지진조기경보 사용자 워크샵 결과, 국가 지진종합정보시스템(NECIS) 사용자 만족도 결과, 국민생각함, 인터넷 기사 등을 종합적으로 분석한 결과 국민, 재난기관, 전문가, 언론의 수요 그룹별 니즈를 도출함

▼ <표 81> 수요 그룹별 니즈 도출

| 국민 ¹⁰⁷⁾ | 재난기관 ¹⁰⁸⁾ |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 정확한 정보보다 신속한 정보 수신 • 지진 발생 후 대응, 대피장소, 행동요령 등 정보 수신 • 진도 표기 방식 전환(아라비아 숫자) • 지진 관련 교육 대상 확대 • 온라인 콘텐츠 제작 등 온라인 홍보 다양화 • 지진 발생 후 사후 대책 및 피해포상 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진정보 전달체계 및 활용(기관 자체 활용 및 2차 전파) • 지진 관련 교육 및 홍보 다양화 • 시스템상 정보 확인 파악 용이성 확보 • 사용자 위주의 인터페이스 • 지진 관련 다양한 정보(지진파, 지도 표출 등) • 기상청, 한국지질자원연구원, 그 외 연구기관 등에서 연구한 결과 하나로 통합하여 공유 |
| 전문가 ¹⁰⁹⁾ | 언론 ¹¹⁰⁾ |
| <ul style="list-style-type: none"> • 신속 정확한 정보 생산 및 제공 • 디지털 트윈 활용 등 신기술 활용 • 관계부처 역할 재정립 필요 • 추진 사업 투명성, 소통 필요 • 주요 실적 정량적 평가 기준의 적합성, 필요성 판단 • 교육대상자 확대 필요 • 과거 자료 복원 및 관리 필요 • 수요자 중심 정책 개선 • 화산 남북 공동 모니터링 추진 필요 및 화산 감시 기술 개발(관측망 증대 포함) | <ul style="list-style-type: none"> • 신속하고 정확한 정보 제공 • 지진, 지진해일, 화산 관련 정보의 객관성 확보 (감시/관측, 분석, 예측, 통보 체계 및 기술) • 기관 및 정보의 신뢰성 확보 • 재난관리당국 및 유관기관의 협조 |

출처: 저자 작성

● 니즈 도출

- 국민들은 신속하며 이해하기 쉬운 정보, 교육 등의 실제 지진 발생 시 유용한 정보, 재난기관은 시스템 관련 사항들과 교육, 전문가들은 정확하고 신속한 정보 제공을 가장 근본적인 정책 방향으로 제시하였으며 추진 사업에 관한 소통 및 투명성, 언론은 신속 정확한 정보와 신뢰성 요구
- 공통적으로 신속·정확한 정보와 교육 및 홍보 확대 요구

107) 지진 관련 국민 인식조사 결과 보고서, 국민생각함 재구성

108) 지진 조기경보 사용자 워크샵 결과, 국가지진종합정보시스템 사용자 만족도 결과 재구성

109) 전문가 인터뷰 재구성

110) 인터넷 기사, 재난보도준칙 재구성

2.6.3. 상위 정책과의 부합성

▶ <표 82> 상위 정책과 부합한 최종 니즈 도출



- 수요 그룹별 도출된 니즈를 지진·지진해일·화산 관련 상위 정책*과 비교하여 부합된 최종 니즈를 도출하였으며 세부과제 도출 시 활용함.

* 최상위정책인 국정과제의 기상청 소관 전략과 기상청의 제3차 기상업무발전 기본계획, 지진 분야 상위 정책인 제2차 지진방재 기본계획

2.6.4. 전략적 시사점

● 시사점

- 지진조기경보 사용자들조차 지진조기경보에 대한 개념 및 내용을 잘 인지하지 못하고 있으며 이에 대한 기초교육 및 홍보 필요성 요구
- 국가지진종합정보시스템의 만족도가 상승 추세이며 '18년 대비 '20년 약 20점 가량 상승했지만, 사용자의 피드백을 수용하여 발전 및 고도화 필요
- 국가지진종합정보시스템 사용자들의 개선 의견은 정보 확인 파악 용이, 사용자 위주의 인터페이스 개선, 다양한 정보 제공으로 수렴
- 공통적으로, 신속·정확한 정보와 교육 및 홍보 확대가 필요하다는 의견을 반영하여 수요자 맞춤 교육 및 정보 제공과 더불어 다각적 홍보 방안 마련을 통해 이해확산 확립 필요

2.7 PESTLE 분석 결과

2.7.1. 정치적 요인 (Political)

- 글로벌 정세의 불안정성 심화 및 고착화
- 일본과의 갈등으로 지진해일·화산 공동대응 미진
- 기후변화와 자연재난에 대한 전 지구적 위기 해결을 위한 국제사회의 대응 노력확대
- 현 정부의 안심사회 구축을 위한 통합적 국가재난관리체계 구축 및 환경위험 적극 대응정책 추진
- 남북 공동 화산 감시 관측소 구축 방안 논의

- 대내외협의체 활동 확대를 통한 Trend 분석 및 대응
- 기후변화와 자연재해 등 전 지구적 위기 해결을 위한 통합적 관리체계 구축
- 국제(남북)공동 조사 및 국제 협력 동참

2.7.2. 경제·산업적 요인 (Economic)

- 글로벌 경기 침체 및 불확실성 증가
- 도시화로 인해 지진과 같은 대형재난 발생 시 경제 손실 고조
- 온실가스 감축을 위한 탄소포집 기술(CCUS)의 활성화 추세이나 이로 인한 지진 발생 우려 증가
- 지진 발생빈도는 증가하나 국내의 관련 분야 산업기반 미비로 신산업 발굴에 어려움
- 주요 선진국의 지진관련 장비 산업 활성화

- 도시화에 따른 대형 재난대응 체계 및 통합관리 필요
- 1차적으로 발생 가능성을 보유한 지진 분야의 신산업 발굴 필요
- CCUS로 인해 발생 가능성이 커진 지진에 대한 피해 방지 대책 필요
- 해외 지진지진해일장비 산업 벤치마킹을 통한 산업 육성

2.7.3. 사회적 요인 (Social)

- 지진 위협 대두로 불안 고조 및 안전에 대한 인식 증가
- 탄소포집 기술(CCUS)로 인한 대형 지진 발생 가능성에 대한 불안감 고조
- 원전사고와 같은 지진의 2차 피해에 대한 국민적 우려로 풍수해보험 가입자 증가
- 지진해일화산의 경우 이슈 부재로 국민적 관심도 저하
- 신속 정확한 정보 요구 및 사각지대에 대한 우려

- 재난 안전에 대한 인식 증가로 국민 체감도 향상을 위한 재난관리체계 구축
- 온실가스 감축 기술의 장기화 및 활성화로 인한 지진 가능성 분석 및 예측시스템 구축
- 중앙 컨트롤타워를 기반으로 통합적 재난관리체계를 위한 행안부와의 적극적인 협업

2.7.4. 기술적 요인 (Technological)

- 지진관측 데이터 확보를 통한 기술기반 마련
- 4차 산업혁명 시대에 신 ICT 기술 등 최첨단 기술 융복합에 기반한 관측분석전달기술을 통한 체계 고도화
- 국내외 지속적인 기술개발 투자로 정보기반 강화 및 기술강화
- 내륙관측 집중으로 해상지진감시 확대 필요

- 빅데이터, AI 및 ICT기술 상용화로 패러다임 변화에 적극 대응 필요
- 신기술 접목을 통한 본원적 경쟁력 강화 및 성장기반 조성을 위한 R&D 역량 강화
- 고전적 지질연구를 기반으로 최신 기술 접목 필요

2.7.5. 환경적 요인 (Environmental)

- 기후변화에 따른 이상 기상현상의 발생 증대로 돌발적인 자연재해의 대응 지원 필요성 증대
- 인근 국가의 지진 발생 및 화산재로 국내 피해 우려
- 도시화와 기후변화로 인한 대형재난 대응을 위한 다각도의 노력 필요

- 인접국에서 발생하는 지진해일 및 화산 피해에 대한 기상청의 체계적인 대응 방안 수립 필요
- 재해 위험 지역의 신속 정확한 안내 및 최적 대응방안 지원 서비스 연구 및 개발

2.7.6. 법적 요인 (Legal)

- 지진관련 법체계 마련 및 관측장비 인증 방안 마련
- 지진을 유발하는 지열발전소 및 CCUS 기술 관련 법체계 미비
- 지진해일, 화산 분야의 법체계 및 전략 미비
- 국정과제의 실천과제에 지진안전 및 재난 예경보체계 고도화 추진 중

- 지진 뿐 아니라 지진해일과 화산 분야의 세부 전략 및 계획 수립 필요
- 지진 유발 가능성을 내포하는 기술에 대한 제도 장치 마련 필요
- 재난안전 정책 이행을 위한 장단기 계획 수립 필요
- 지진·지진해일·화산의 예경보 체계 고도화를 위한 행안부등 유관기관간 긴밀한 협력 필요

03 내부 환경 분석

3.1 기상청 중장기 계획

◎ 제3차 기상업무발전 기본계획('17~'21)

- 3대 발전 목표와 5개의 전략을 통해 기상정책을 종합하고 체계화하는 법정 계획 수립
 - 기후변화 원인·결과·영향 관련 종합감시체제로 전환을 위한 핵심기후변수 확대 및 영향 정량화, 지구 시스템모델 및 기후변화 시나리오 개발, 기상자원분석 및 예측기술 고도화 등을 다룸

▼ <표 83> 제3차 기상업무발전 기본계획 개요

| | |
|---------|---|
| 3대 발전목표 | 예보정확도 향상 및 신속한 정보 제공 |
| | 기상기후정보 활용 확산 및 가치 창출 |
| | 첨단 기상기술 및 우수 전문인력 확보 |
| 5대전략 | 기상예보기술과 관측인프라 고도화 |
| | 국민안전중심의 맞춤형 서비스 확대 |
| | 기상기후정보의 가치제고 및 신성장 동력화 |
| | 기후변화 대응 국내외 역할 강화 |
| | 미래를 준비하는 기상업무 성장기반 조성 |
| 성과목표 | [예보] 단기예보(내일~모레) 강수유무 정확도 : 92.2%(‘15) → 95.0%(‘21) |
| | [관측] 기상특보 구역별 관측장비 구축률 : 88.3%(‘16) → 100%(‘21) |
| | [기후] '21년까지 선진국*의 90% 수준의 종합 기후변화감시정보 제공, 장기예보 서비스 활용 만족도 : 78.6점(‘16) → 90.0점(‘21) |
| | [융합기상] 기상자료개방포털 활용도(자료 다운로드) : 10만건(‘15) → 35만건(‘21) |
| | [지진] 지진조기경보 통보시간(관측 후) : 50초 이내(‘16) → 7~25초 내외(‘21) |

출처 : 기상청, 제3차 기상업무발전 기본계획, 2016 재구성

● 기상 R&D 중장기 추진전략('21~'25)

- 4대 추진전략, 34개 실행과제를 통해 '27년까지 기술 수준을 선진국대비 96.2%까지 향상 목표
 - 4대 전략 : 국민수요를 반영한 R&D 추진강화, 개방형 공모와 융합을 통한 R&D 기획 강화, 장기 연구지원 강화, 기술 자립화 기반 마련
 - **(중점추진방향)** 관측/예보 지원, 기후변화대응 역량강화(기후), 지진·화산의 핵심기술 확보, 융합기상 R&D 추진
 - **(이슈별 추진전략)** 극한 기상·기후현상 대응, 수치모델링, 기후변화전망정보 생산 및 대응지원, 한반도 지진발생 원인분석 및 조기경보 고도화

● 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획('17~'21)

- 「제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2017~2021)」에 따르면, 기상청은 2017년부터 2021년까지 지진정보의 신속한 전달 및 활용체계 구축으로 지진 재해에 대비된 사회를 구현하기 위해 지진, 지진해일, 화산 관련 중장기 전략 및 과제를 구축
 - **(미션)** 지진·지진해일·화산으로 인한 재해로부터 국민의 생명과 자산을 보호
 - **(비전)** 지진정보의 신속한 전달·활용체계 구축으로 지진 재해에 대비된 사회 구현

▼ <표 84> 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2017~2021) 전략 구성

| 전략 | 전략과제 | 분야 분류 |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------|
| I. 최적의 관측망을 구축한다. | 1) 지진·지진해일 관측망 구축 및 운영 | 지진, 지진해일 |
| | 2) 화산·지구물리 감시체계 구축 및 운영 | 지진, 지진해일, 화산 |
| II. 통합적인 정보관리 체계를 확립한다. | 1) 통합적인 정보관리를 위한 기반조성 및 운영 | 지진, 지진해일, 화산 |
| | 2) 국가적인 품질관리 체계 확보 | 지진, 지진해일 |
| III. 분석기술의 고도화를 달성한다. | 1) 신속·정확도 향상을 위한 분석기술 개발 | 지진, 지진해일 |
| | 2) 지역별 지진동 영향정보 서비스체계 구축 및 운영 | 지진 |
| IV. 신속한 전달체계와 정보활용 극대화를 실현한다. | 1) 정보 전달체계 구축 및 운영 | 지진, 지진해일 |
| | 2) 정보 활용의 다양화 및 극대화 | 지진, 지진해일, 화산 |
| V. 미래대비 업무발전 기반을 조성한다. | 1) 미래 대비 R&D 기술개발 | 지진, 지진해일, 화산 |
| | 2) 전문역량 향상 및 행정제도 체계 강화 | 지진, 지진해일, 화산 |

출처: 기상청, 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2017~2021), 2017 재구성

● 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획('20~'24)

- 기상청은 『지진·화산재해대책법』에 의거하여 2010년부터「지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획」을 5년마다 수립
- 「2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획」에서는 지진, 지진해일, 화산 분야별 전략 및 전략과제를 제시

▼ <표 85> 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획 전략 구성

| 전략 | 전략과제 | 분야 분류 |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------|
| Ⅰ. 국가 지진관측망 고해상도화 | 1) 목적별 국가 지진관측망의 확대 | 지진 |
| | 2) 국가 지진해일 관측체계 구축 | 지진해일 |
| | 3) 국가 화산활동 및 지구자기·공중음파 관측망 구축 | 화산 |
| Ⅱ. 전주기 지진관측자료 통합관리체계 구축 및 품질 관리체계 완성 | 1) 지진관측자료의 품질관리체계 완성 | 지진 |
| | 2) 유관기관 관측자료의 수집 및 활용 확대 | 지진, 지진해일, 화산 |
| | 3) 국가 통합 지진관측망 운영관리시스템 구축 | 지진, 지진해일, 화산 |
| Ⅲ. 국가 지진관측제도 완비 및 검정 시행 | 1) 국가 지진관측망 통합관리제도 확립 | 지진, 지진해일, 화산 |
| | 2) 국가 지진관측장비 검정제도 시행 및 정확 확대 | 지진 |

출처: 기상청, 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획, 2020 재구성

① 지진 중장기 전략

- 「2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획」 중 지진 전략

▼ <표 86> 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획 (지진 관련 전략)

| 전략 | 추진내용 |
|-------------------|---|
| Ⅰ. 국가 지진관측망 고해상도화 | 1) 목적별 국가 지진관측망의 확대 <ul style="list-style-type: none"> • 국가 지진관측망의 차등 구축(일반감시지역, 집중감시 지역) • 지진관측소 신설 및 교체 • 노후 지진관측장비 적시 교체 • 현장 긴급대응용 이동식 지진관측장비 활용성 제고 • 국가 지진관측망의 합리적 조정 및 환경 개선 • 지진관측기관 자료 수집 통신망 개선 |

| 전략 | 추진내용 | |
|--|-------------------------------|--|
| Ⅱ. 전주기 지진관측자료 통합관리 체계 구축 및 품질 관리 체계 완성 | 1) 지진 관측 자료의 품질 관리 체계 완성 | <ul style="list-style-type: none"> 지진관측자료 품질분석 개선 및 환류 체계 구축 가속도 계측자료 및 센서 기반 등 관측자료의 공동활용 추진 |
| | 2) 유관 기관 관측자료의 수집 및 활용 확대 | <ul style="list-style-type: none"> 유관기관 관측자료 수집체계 개선 및 자료 저장·관리 일원화 NECIS 제공 정보 확대를 통한 자료 공동활용 강화 지진자료 제공 방식 다양화 및 자료 활용 강화 |
| | 3) 국가 통합 지진관측망 운영관리시스템 구축 | <ul style="list-style-type: none"> 지진관측장비의 도입부터 폐기까지의 전주기 관리시스템 구축 지진 관측분야별 활용 시스템에 대한 종합관제시스템 운영 |
| Ⅲ. 국가 지진관측제도 완비 및 검정 시행 | 1) 국가 지진관측망 통합관리제도 확립 | <ul style="list-style-type: none"> 법정부 지진관측자료 통합·관리 제도 완비 유관기관 협업을 통한 협력 강화 |
| | 2) 국가 지진관측장비 검정 제도 시행 및 정확·확대 | <ul style="list-style-type: none"> 지진 관측장비 검정체계 확립을 통한 정식 검정제도 시행 지진관측장비 검정 관련 연구개발 및 인프라 구축 강화 |

출처: 기상청, 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획, 2020 재구성

② 지진해일 중장기 전략

- 「2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획」 중 지진해일 전략

▼ <표 87> 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획 (지진해일 관련 전략)

| 전략 | 추진내용 | |
|--|---------------------------|--|
| Ⅰ. 국가 지진관측망 고해상도화 | 2) 국가 지진해일 관측체계 구축 | <ul style="list-style-type: none"> 관측망 활용전략에 기초한 최적의 관측망 구축 지진해일 통합감시시스템 구축 |
| Ⅱ. 전주기 지진관측자료 통합관리 체계 구축 및 품질 관리 체계 완성 | 2) 유관 기관 관측자료의 수집 및 활용 확대 | <ul style="list-style-type: none"> NECIS 제공 정보 확대를 통한 자료 공동활용 강화 - (지진해일) 해일 파고계(울릉도, 임원) 관측자료 시계열 실시간 표출 |
| | 3) 국가 통합 지진관측망 운영관리시스템 구축 | <ul style="list-style-type: none"> 지진관측장비 및 정보시스템 등의 유지관리와의 연계 추진 - 지진·지진해일 관측장비, 공중음파 관측장비 예비품 확보 확대 |
| Ⅲ. 국가 지진관측 제도 완비 및 검정 시행 | 1) 국가 지진관측망 통합관리제도 확립 | <ul style="list-style-type: none"> 법정부 지진관측자료 통합·관리 제도 완비 - 지진·지진해일 관측장비 기상청 고시 제·개정 유관기관 협업을 통한 협력 강화 - (지진·지진해일 및 화산활동 관측기관협의회) 지진관측망 확충 및 운영을 위한 지진관측기관 협력 강화 |

출처: 기상청, 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획, 2020 재구성

③ 화산 중장기 전략

- 「2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획」 중 화산 전략

▼ <표 88> 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획 (화산 관련 전략)

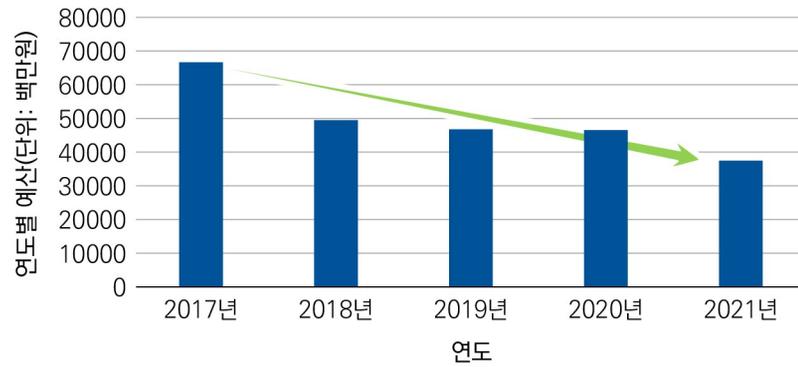
| 전략 | 추진내용 | |
|---|-------------------------------|---|
| I. 국가 지진관측망 고해상도화 | 3) 국가 화산활동 및 지구자기·공중음파 관측망 구축 | <ul style="list-style-type: none"> • 타 분야 협업을 통한 화산활동 진단 및 화산재 확산 감시 체계 구축 • 공중음파관측장비 첨단화 및 분석자동화체계 구현 • 지구자기관측장비 교체 및 안정적인 자료 교환 • 지구물리 관측자료의 공유 및 공동활용 추진 |
| II. 전주기 지진관측자료 통합관리 체계 구축 및 품질 관리 체계 완성 | 2) 유관 기관 관측자료의 수집 및 활용 확대 | <ul style="list-style-type: none"> • NECIS 제공 정보 확대를 통한 자료 공동활용 강화 - (화산) 백두산 지표온도 및 지표변위 분석 정보 표출 |
| | 3) 국가 통합 지진관측망 운영관리시스템 구축 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진관측장비 및 정보시스템 등의 유지관리와의 연계 추진 - 지진·지진해일 관측장비, 공중음파 관측장비 예비품 확보 확대 |
| III. 국가 지진관측 제도 완비 및 검정 시행 | 1) 국가 지진관측망 통합관리제도 확립 | <ul style="list-style-type: none"> • 유관기관 협업을 통한 협력 강화 - (지진·지진해일 및 화산활동 관측기관협의회) 지진관측망 확충 및 운영을 위한 지진관측기관 협력 강화 |

출처: 기상청, 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획, 2020 재구성

3.2 기상청 예산 현황

● 지진·지진해일·화산 예산 투자 현황

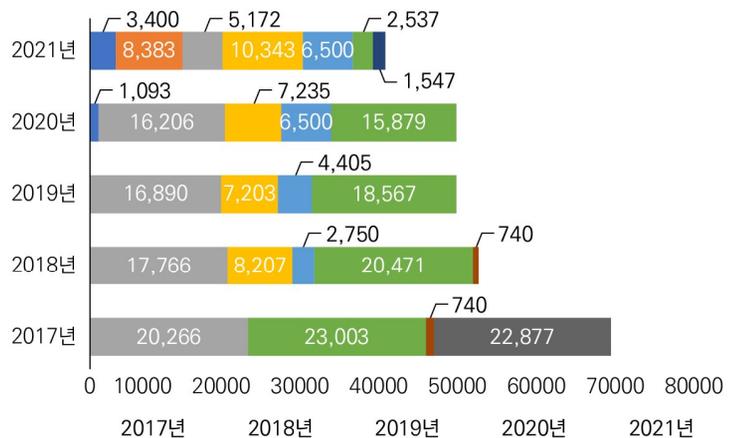
- 최근 5개년(2017년~2021년) 기상청 예산안 자료를 활용하여, 지진·지진해일·화산과 관련된 사업에 해당하는 예산을 분석한 결과, 2017년에 가장 많은 예산 투자가 있었으며, 그 이후로 꾸준히 예산 투자액이 감소하는 추세를 보임



출처: 저자 작성

Ⅰ <그림 40> 기상청 지진·지진해일·화산 관련 연도별 예산 (2017년~2021년) Ⅰ

- 최근 5년(2017년~2021년)동안 지진·지진해일·화산과 관련된 사업명에 따른 예산 분포를 분석한 결과, 2021년 '지진조기경보 구축 및 운영'과 '기상·지진 See-At 기술개발연구(R&D)'에 해당하는 예산이 이전과 비교하여 급격하게 감소 확인



| | 2017년 | 2018년 | 2019년 | 2020년 | 2021년 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ■ 기상·지진장비 인증센터 구축 및 운영 | | | | 1,093 | 3,400 |
| ■ 지진·지진해일·화산 감시 응용기술 개발(R&D) | | | | | 8,383 |
| ■ 지진조기경보 구축 및 운영 | 20,266 | 17,766 | 16,890 | 16,206 | 5,172 |
| ■ 수치예보·지진업무 지원 및 활용연구(R&D) | | 8,207 | 7,203 | 7,235 | 10,343 |
| ■ 한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발(R&D) | | 2,750 | 4,405 | 6,500 | 6,500 |
| ■ 기상·지진 See-At 기술개발연구(R&D) | 23,003 | 20,471 | 18,567 | 15,879 | 2,537 |
| ■ 지진·지진해일·화산 감시 응용기술 개발(R&D) | | | | | 1,547 |
| ■ 해양기상기지 구축 및 운영 | 740 | 740 | | | |
| ■ 기상업무지원기술개발연구(R&D) | 22,877 | | | | |

출처: 저자 작성

Ⅰ <그림 41> 기상청 지진·지진해일·화산 관련 사업별 예산 (2017년~2021년) Ⅰ

- 또한, '2015~2019년 지진과 지진해일 관측망 종합계획' 자료를 활용하여 기상청 예산을 분석한 결과, 2016년부터 2018년까지 지진·지진해일 관측망과 관련된 예산이 증가하는 추세를 보였으나, 2019년에는 다시금 예산을 낮게 책정
 - 2019년도에는 '지진관측망 확충', '노후화 장비 교체', '지진조기경보체제 고도화'에 해당하는 예산이 낮게 책정됨



출처: 저자 작성

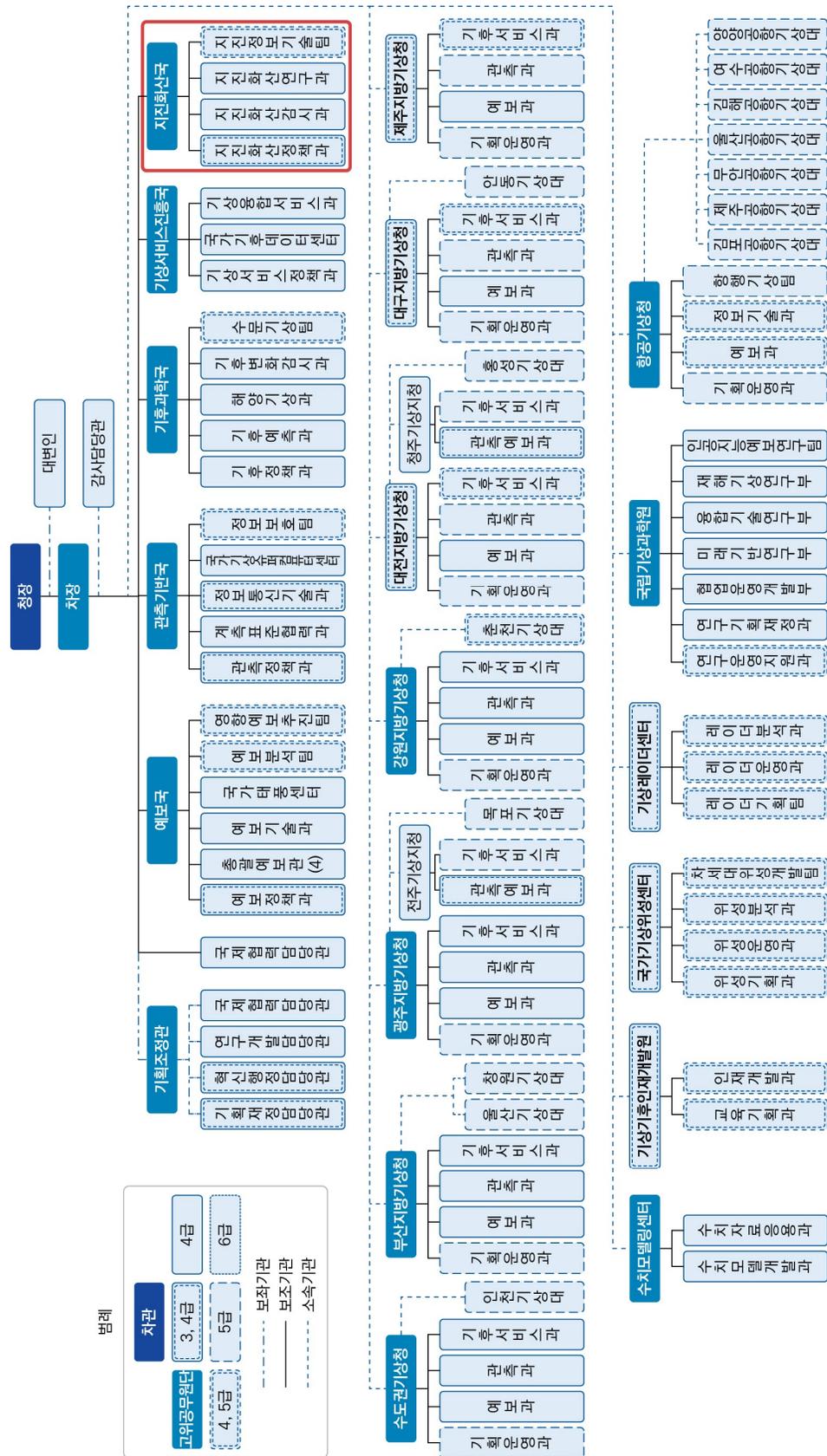
Ⅰ <그림 42> 기상청 지진·지진해일 관측망 관련 사업별 예산 (2015년~2019년) Ⅱ

3.3 내부 역량 분석

3.3.1. 내부 조직 현황 분석

● 지진화산국 조직 구성

- 기상청 내부 조직도는 다음과 같으며, 기상청 지진화산국은 지진화산정책과, 지진화산감시과, 지진화산연구과, 지진정보기술팀으로 구성되어 있음



출처 : 기상청 홈페이지(<https://www.kma.go.kr/aboutkma/organization/chart.jsp>), (검색일 : 2021.07.18.)

Ⅱ <그림 43> 기상청 조직도 Ⅱ

● 지진화산국 부서별 주요업무

- 기상청 지진화산국 부서별 주요업무는 다음과 같음

▼ <표 89> 기상청 지진화산국 부서별 주요업무

| 구분 | 부서 | 주요업무 |
|-------|---------|-------------------------------------|
| 지진화산국 | 지진화산정책과 | 지진·지진해일·화산 관련 제도 및 법령에 관한 사항 |
| | | 지진·지진해일·화산 관련 제도 및 법령에 관한 사항 |
| | | 지진·지진해일·화산 분야 이해 확산 및 국내외 협력에 관한 사항 |
| | 지진화산감시과 | 국내외 지진·지진해일·화산 관측자료 감시 분석 |
| | | 지진·지진해일·화산 관련 현업 운영에 관한 사항 |
| | | 지진·지진해일·화산 관련 모의훈련에 관한 사항 |
| | 지진화산연구과 | 지진·지진해일·화산 및 지구물리 연구에 관한 사항 |
| | | 지진·지진해일·화산 및 지구물리 연구개발사업에 관한 사항 |
| | | 지진·지진해일·화산 및 지구물리 연구의 현업 활용에 관한 사항 |
| | | 지진·지진해일·화산활동의 예측을 위한 전조현상 관측에 관한 사항 |
| | | 지진·지진해일·화산의 관측·분석 및 검정 기준설정에 관한 연구 |
| | | 국내외 지진·지진해일·화산 유관기관과의 연구기술협력 |
| | 지진정보기술팀 | 지진·지진해일·화산 관측에 관한 사항 |
| | | 지진·지진해일·화산 관련 시스템 구축 및 운영에 관한 사항 |
| | | 국가 지진조기경보 체계 구축에 관한 사항 |
| | | 지진관측환경 표준화 및 최적화 체계 구축 |

출처: 기상청 홈페이지(https://www.kma.go.kr/aboutkma/organization/depart_134.jsp), (검색일 : 2021.07.18.)

● 지진화산국 주요업무 추진성과 및 계획

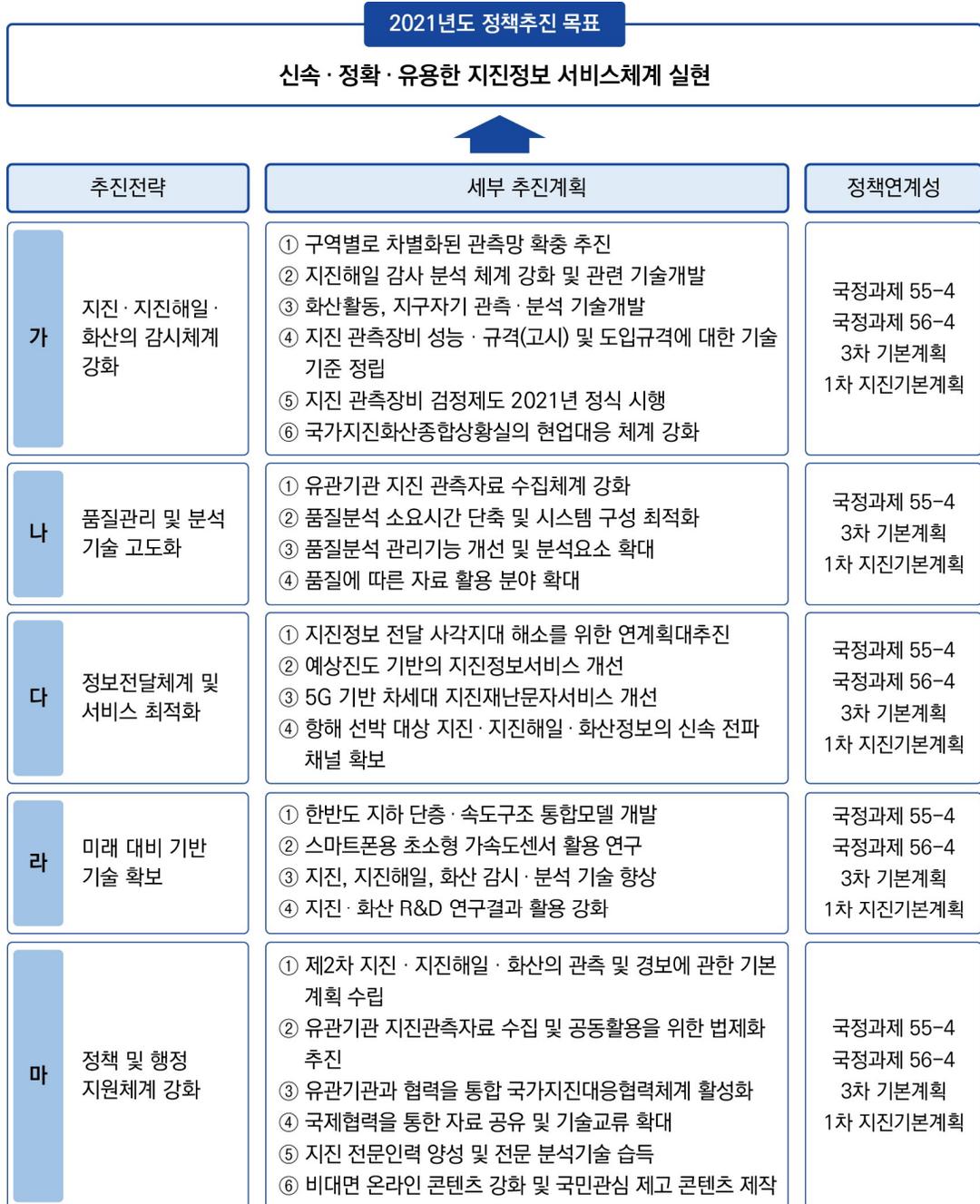
- 2020년 지진화산국 주요업무 추진성과는 다음과 같음

▼ <표 90> 2020년 지진화산국 주요업무 추진성과

| | 추진성과 | 내용 |
|--|--|---|
| 1. 지진업무 대응체계 강화를 위한 정책 및 제도 정비 | 1-1. 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획 수립 | • 구역별 차별화된 관측망 구축(일반감시구역, 집중감시구역)을 통해 관측망 해상도 개선, 지진조기탐지시간 단축 등 효율성 강화방안 마련 |
| | 1-2. 지진 관측장비 국가 검정제도 체계 구축 | • 2018년 검정제도 정상화를 위한 추진계획 수립 이후, 분야별 업무개선을 통해 검정제도 정식 시행 체계 구축 완료 |
| | 1-3. 북한지역으로 지진속보 영역확대 (관련 규정 개정) | • (재난문자 운영규정) 지진 피해위험도와 지진재난문자 위급성 분류체계의 불일치 해소 및 북한지역 지진속보 영역확대로 인한 관련 규정 개정 • (지진화산 업무규정) 화산재 특보발표 시 부서간 역할·임무 및 지진 비상 기준 명확화 |
| | 1-4. 지진해일정보 단계 신설 및 화산재 특·정보의 객관 기준 설정 | • 지진해일 주의보·경보 수준에 미치지 못한 상황에서 '지진 해일정보 신설'을 통한 다양한 지진해일 정보제공으로 국가 지진해일 대응체계 지원 • 객관적이고 신속한 상황대응이 가능하도록 화산재 특보 발표기준정량화 및 세분화 |
| 2. 사용자 중심 지진정보서비스 제공 및 지진정보 정보전달 체계 확대 | 2-1. 사용자 맞춤형 지진정보 서비스 강화 및 국민의 이해도 제고 | • 규모 3.5이상 지진(신속정보 대상)에 대한 상세 지진분석 정보 제공 • 기상청 날씨알리미 앱을 통한 사용자 위치 중심의 차별화된 지진정보 적시 제공 • 상황별 행동요령 제공 및 진도기반 서비스 제공 • 지진홍보 콘텐츠 제작 및 다양한 매체 활용을 통한 정책홍보 |
| | 2-2. 신속한 지진대응체계 가동을 위한 지진정보 직접연계 대상 확대 | • 확장연계모듈을 활용한 기상청-교육청-학교 지진정보 직접 연계 |
| | 2-3. 유관기관 지진관측자료 활용을 위한 품질관리시스템 구축 | • 국가 지진관측자료 품질관리시스템 구축 및 정식운영 |
| 3. 현업 중심 기술개발 및 지진분석 연구 강화 | 3-1. 현업 분석기술 개발 및 미래기술 기반 연구개발 확대 | • 슈퍼컴퓨터 활용 지진해일 수치모의 시간 단축 및 표출 자동화 • 해역지진 분석 성능 개선을 위한 다중분석 조기경보체계 시험 • 한반도 지하단층사업 2단계 추진방향 설정을 위한 연구 • 한반도 지진학적 특성을 반영한 지반운동 표준모델 개발 |

출처 : 기상청, 2021년도 주요업무 추진계획(지진화산국), 2021 재구성

- 2021년 지진화산국 주요업무 추진전략 및 계획은 다음과 같음



출처 : 기상청, 2021년도 주요업무 추진계획(지진화산국), 2021

Ⅰ <그림 44> 2021년 지진화산국 주요업무 추진전략 및 계획 Ⅰ

3.3.2. 보유 인원의 적합성

● 지진화산국 보유인원 분석

- 기상청 및 소속기관 내부자료를 활용하여, 지진화산국 보유인원 분석 진행
 - 전반적으로 지진화산국의 보유인원 수 변화는 거의 없었으나, 지진정보기술팀의 인력은 유일하게 증가하는 추세를 보임
 - 지진정보기술팀 인력 증가는 지진·지진해일·화산 관측, 시스템 구축 및 운영, 지진조기경보 체계 구축, 지진관측환경 표준화 및 최적화 등과 관련된 업무의 중요도가 높아지고 있음을 시사함

▼ <표 91> 2017~2021년 지진화산국 보유인원 분석

| 부서 | 보유인원 분석 그래프 | 분석 |
|----------|--|--|
| 지진화산 정책과 | <p>인원 수</p> <p> 고위급 3·4급 4·5급 4급 5급 6급 7급 8급 연구관 연구사 </p> | <ul style="list-style-type: none"> • 5년간('17~'21) 지진화산정책과 총 인원 수는 8명으로 변화가 없었음 • 행정기술직 3·4급, 4급에 1명의 인원 수 변화가 존재 <ul style="list-style-type: none"> - 3·4급 : ('18) 0명 → ('19) 1명 - 4급 : ('18) 1명 → ('19) 0명 |
| 지진화산 감시과 | <p>인원 수</p> <p> 고위급 3·4급 4·5급 4급 5급 6급 7급 8급 연구관 연구사 </p> | <ul style="list-style-type: none"> • 5년간('17~'21) 지진화산감시과 총 인원 수는 17명으로 변화가 없었음 • 행정기술직 6급, 7급에 1명의 인원 수 변화가 존재 <ul style="list-style-type: none"> - 6급 : ('19) 4명 → ('20) 5명 - 7급 : ('19) 5명 → ('20) 4명 |

| 부서 | 보유인원 분석 그래프 | 분석 |
|----------|--|--|
| 지진화산 연구과 | <p>인원 수</p> <p> ■ 고위급 ■ 3·4급 ■ 4·5급 ■ 4급 ■ 5급 ■ 6급 ■ 7급 ■ 8급 ■ 연구관 ■ 연구사 </p> | <ul style="list-style-type: none"> • 5년간('17~'21) 지진화산연구과 총 인원 수는 9명으로 변화가 없었음 • 행정기술직 6급, 7급에 1명의 인원 수 변화가 존재 <ul style="list-style-type: none"> - 6급 : ('20) 1명 → ('21) 0명 - 7급 : ('20) 0명 → ('21) 1명 |
| 지진정보 기술팀 | <p>인원 수</p> <p> ■ 고위급 ■ 3·4급 ■ 4·5급 ■ 4급 ■ 5급 ■ 6급 ■ 7급 ■ 8급 ■ 연구관 ■ 연구사 </p> | <ul style="list-style-type: none"> • 지진정보기술팀의 총 인원 수는 증가하는 추세를 보임 <ul style="list-style-type: none"> - ('17~'18) 11명 → ('19~'20) 13명 → ('21) 14명 • 행정기술직 6급, 7급의 인원이 증가 <ul style="list-style-type: none"> - 6급 : ('17~'18) 3명 → ('19~'20) 4명 → ('21) 5명 - 7급 : ('17~'18) 3명 → ('19~'21) 4명 |

출처 : 저자작성

3.3.3. 예산 규모의 적합성

● 지진화산국 주요사업 예산 현황 분석

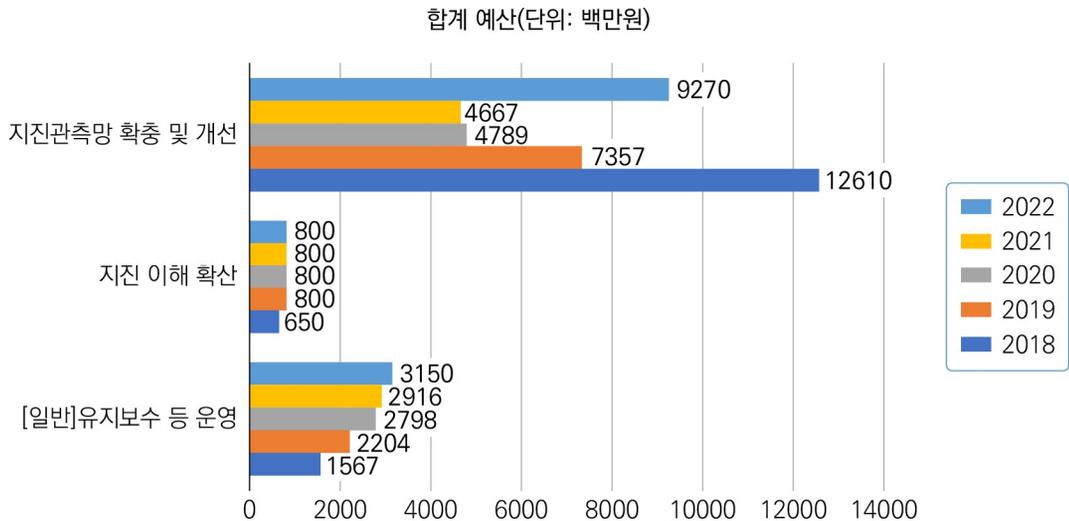
- 기상청 지진화산국 주요사업은 다음과 같음
 - 주요사업은 크게 ①일반 ②정보화 ③R&D 사업으로 구분됨

▼ <표 92> 지진화산국 주요사업

| | | 구분 | 비고 |
|-------|-------------------|-------------------------------------|-----------------|
| ① 일반 | 지진관측망 확충 및 운영 | 지진관측망 확충 및 개선 | - |
| | | 지진 이해 확산 | - |
| | | 유지보수 등 운영 | - |
| ② 정보화 | 지진조기경보시스템 구축 및 운영 | 지진조기경보시스템 고도화 | - |
| | | 지진정보 전파 체계 강화 | - |
| | | 유지보수 등 운영 | - |
| ③ R&D | 지진연구(R&D) | [자체연구] 지진화산업무 지원 및 활용기술개발 | 자체연구사업 |
| | | [출연 '21년~ 신규] 지진·지진해일·화산 감시 응용기술 개발 | 2021년 신규 출연연구사업 |
| | | 한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발 | 출연연구사업 |
| | | 지진 See-At 기술개발연구 (지진화산기술) | 출연연구사업 |

출처 : 기상청, 24년 기상청 지진분야 예산 투자 규모, 2021 재구성

- 2018년~2022년 '지진관측망 확충 및 운영' 사업 예산 자료를 분석한 결과, '지진관측망 확충 및 개선'과 관련된 예산은 2018년 이후로 대폭 감소하였으며, '유지보수 등 운영'에 대한 예산은 점차 증가하는 추세
 - 국내 지진관측망 조밀도 향상 및 노후화 장비 교체 등을 위해 대폭 줄어든 '지진관측망 확충 및 개선'과 관련된 꾸준한 예산 투자가 필요

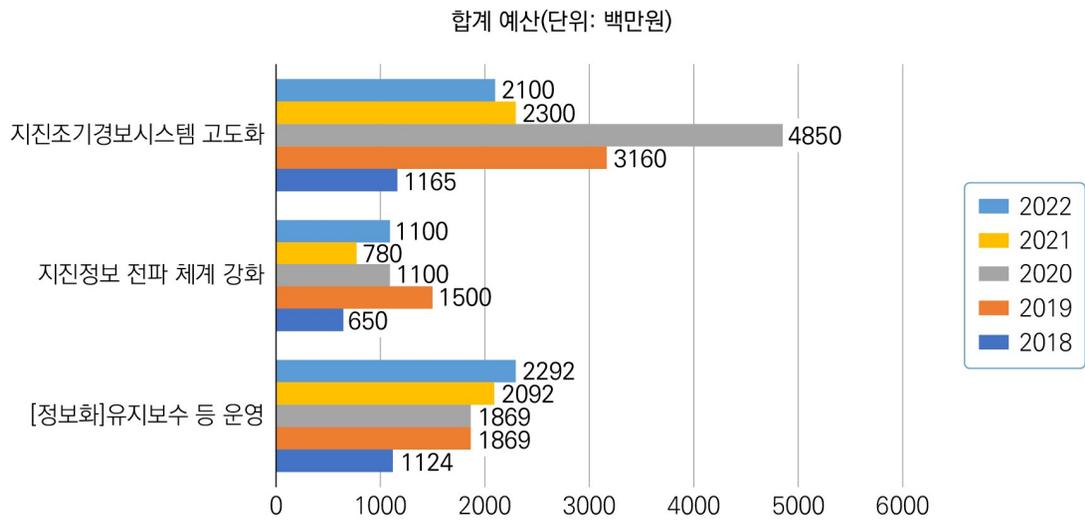


출처 : 저자작성

*2022년은 요구 예산

Ⅰ <그림 45> 지진화산국 지진관측망 확충 및 운영 예산 그래프 Ⅰ

- 2018년~2022년 '지진조기경보시스템 구축 및 운영' 사업 예산 자료 분석 결과, 2020년에 '지진조기경보시스템 고도화'에 집중 투자 확인, 이후 예산 투자 대폭 감소
 - '지진정보 전파 체계 강화'와 관련된 예산 또한 2019년 이후 감소하는 추세

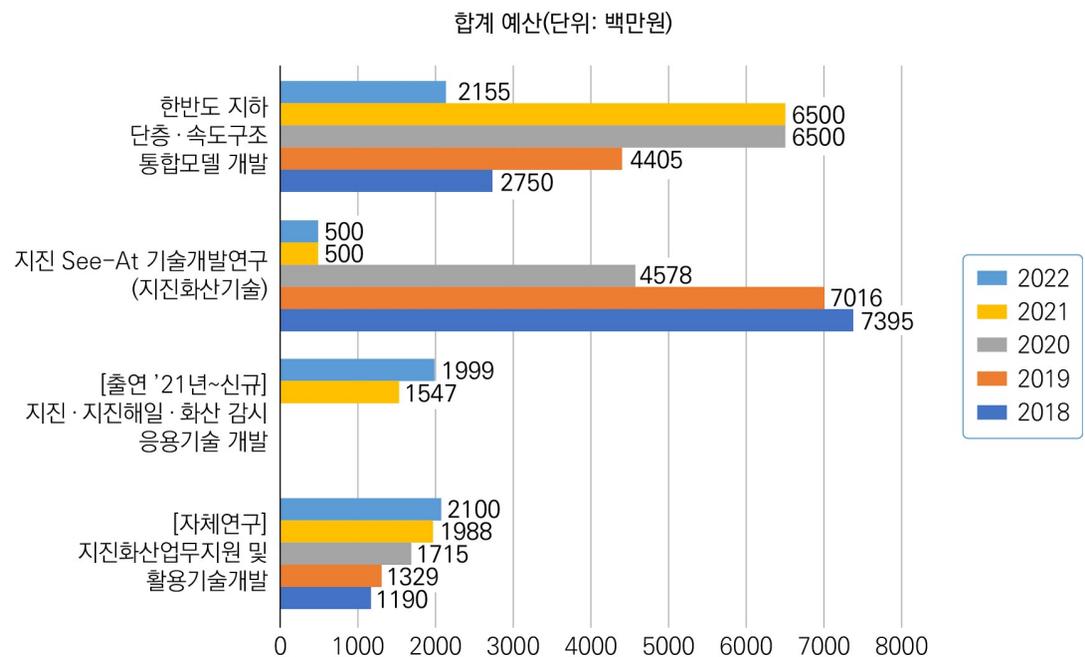


출처 : 저자작성

*2022년은 요구 예산

Ⅰ <그림 46> 지진화산국 지진조기경보시스템 구축 및 운영 예산 그래프 Ⅰ

- 2018년~2022년 ‘지진연구(R&D)’ 사업 예산 자료를 분석한 결과, 기존사업인 ‘한반도 지하 단층·속도구조 통합모델 개발’과 ‘지진 See-At 기술개발연구(지진화산기술)’ 예산이 감소
 - 지진화산국의 주요 사업 및 예산 투자는 지진 분야에 집중되어 있는 것으로 확인되기에 지진해일 및 화산과 관련된 신규연구사업을 발굴하거나, 2021년 신규출연연구사업인 ‘지진·지진해일·화산 감시 응용기술 개발’에 대한 예산 증액이 필요



출처 : 저자작성

*2022년은 요구 예산

Ⅰ <그림 47> 지진화산국 지진연구(R&D) 예산 그래프 Ⅰ

3.4 전략적 시사점

● 기상청 전략 분석

- 중장기 전략
 - 지진, 지진해일, 화산 중 지진에 집중한 전략으로, 이는 지진이 국내 발생 사례로 인한 직접적인 계획의 수립과 실행의 용이성에 기인한 것으로 판단됨
 - 국내에 영향을 주는 지진해일은 대부분 일본의 서쪽 해안에서 발생하며, 국내에 영향을 미치는 화산은 주로 백두산과 일본의 활화산이므로 국내의 화산 발생에 대한 직접적 계획수립에 어려움 발생
 - 관련 법령에 따라 적합성과 연계성이 유지되고 관련 계획과의 유기적 연계 설정 원활
 - 국민안전 중심의 맞춤형 대응 계획 필요
- 관련 계획
 - 관측·분석·전달 정보의 가치 제고 및 국내외 협력방안 필요
 - 차별화된 관측 및 분석 강화 계획 필요

● 지진화산국의 예산 분석

- 예산
 - 지진조기경보시스템 고도화에 집중 투자
 - 지진 See-At 기술개발연구(지진화산기술) 예산 감소
 - ‘지진·지진해일·화산 감시 응용기술 개발’에 대한 예산 증액 필요
- 투자방향
 - 지진 분야 외에도 지진해일과 화산과 관련된 주요사업 발굴 및 선제적 기술개발을 위한 효율적 투자 필요

● 내부 조직 분석

- 조직
 - 체계적인 내외부 전문인력 양성 필요
 - 전담 연구개발(조직/역량) 추진 계획 필요
- 서비스
 - 수요자 맞춤 패러다임 반영한 서비스 전환 필요
 - 사회·경제적 영향정보 생산 및 적시 제공 체계 마련 필요
- 전략과제
 - 민/관 협력을 통한 신산업 계획 및 선제적 기술개발 필요

04 종합적 분석을 통한 핵심가치 도출

4.1 외부환경

- **(정책)** 기후위기로 인한 국제사회의 안전에 대한 대응 노력과 더불어 국내에서도 안심사회 구축을 위한 적극적 대응정책 추진
- **(산업)** 주요 선진국의 지진 관련 장비 산업의 활성화에 반해 국내는 지진 분야 산업 기반 미비로 신산업 발굴 필요
- **(경제)** 도시화로 인해 대형재난 발생 시 경제적 손실 극대화
- **(사회)** 지진 위협 대두로 불안 고조 및 안전에 대한 인식 증가로 재해의 신속 정확한 정보 요구와 사각지대 없는 정보 불균형 해소 요구 증가
- **(기술)** 국내외 지속적인 기술개발 투자로 정보기반의 기술강화에 따라 신 ICT 기술 기반의 관측·분석·전달 기술 구체화 추세
- **(법·제도)** 유관기관 협력을 통한 통합적 재난관리체계 구축 필요성 대두 및 지진해일과 화산 분야의 세부 법체계 및 전략 개선·보완 방안 필요

4.2 내부환경

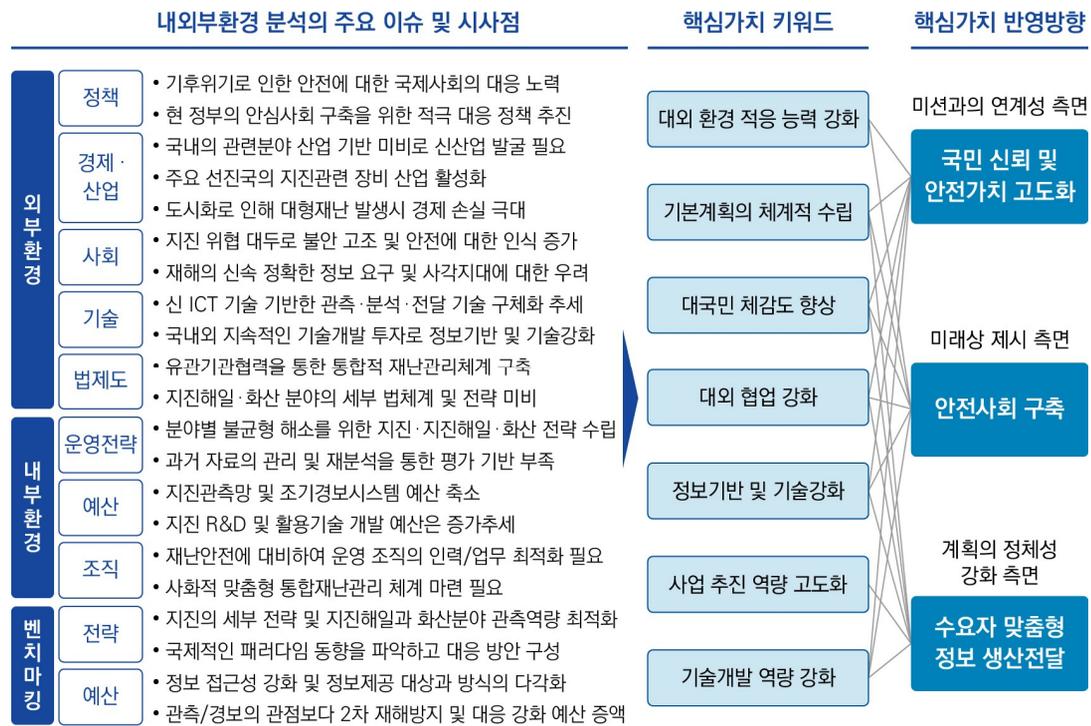
- **(운영전략)** 분야별 전략 및 계획의 불균형 해소를 위해 과거 자료의 관리 및 재분석을 통해 체계화된 지진·지진해일·화산 전략 수립 필요
- **(예산)** 지진관측망 및 조기경보시스템 예산은 축소되고 지진 R&D 및 활용기술 개발 예산은 증가 추세
- **(조직)** 재난 안전에 대비하여 운영 조직의 인력·업무 최적화 및 수요 맞춤형 서비스 제공을 위한 통합재난관리 체계 마련 필요

4.3 선진사례 벤치마킹

- **(전략)** 지진의 세부 전략 및 지진해일과 화산분야 관측역량 최적화를 위해 국제적 패러다임 동향 파악 및 대응 방안 적극 활용
- **(예산)** 관측 및 경보 분야보다 사후 피해의 최소화를 위한 2차 재해방지 및 대응강화 예산 증액 추세로 정보 접근성 강화와 정보제공 대상 및 방식의 다각화가 중요

4.4 핵심가치 키워드 및 반영 방향

- 외부환경, 내부환경 및 선진사례 벤치마킹 요소를 통해 7가지 핵심가치 (▲ 대외환경 적응능력 강화, ▲ 기본계획의 체계적 수립, ▲ 대국민 체감도 향상, ▲ 대외협업 강화, ▲정보기반 및 기술강화, ▲ 사업 추진 역량 고도화, ▲ 기술개발 역량 강화) 도출
- 도출된 핵심가치는 미션과의 연계성 측면에서 ‘국민 신뢰 및 안전가치 고도화’, 미래상 제시 측면에서 ‘안전사회 구축’, 기본계획의 정체성 강화 측면에서 ‘수요자 맞춤형 정보 생산·전달’을 목표로 전략 방향을 연계 도출



Ⅱ <그림 48> 종합적 분석을 통한 핵심가치 키워드 및 전략 방향성 Ⅱ

제2차

지진·지진해일·화산의

관측 및 경보에 관한 기본계획 연구

IV

제2차 기본계획의 발전목표 및 추진전략

- 01 발전 목표 및 추진 전략 방향
- 02 추진전략 체계
- 03 전략별 추진계획



제2차 **지진·지진해일·화산**의 관측 및
경보에 관한 기본계획 연구

The second master plan about observa-
tion and warning of earthquake, tsunami
and volcano

01 발전 목표 및 추진 전략 방향

1.1 SWOT 분석을 통한 내·외부 환경분석

| | 강 점(Strength) | 약 점(Weakness) |
|-------|---|--|
| 내부 환경 | <ul style="list-style-type: none"> • 선진국 수준의 지진 관측망 확충 및 공유로 데이터 확보를 통한 지진기술기반 보유 • 1차 기본계획 후, 지진분야 기술발전 및 체계 확립 • ICT 인프라 기반을 통해 실시간 지진 관측/감시·분석·통보체계 구축 • 관측정보 수집 생산을 위한 광역 관측 인프라 확보 및 역량 보유 • 지진화산업무 및 지진 R&D, 활용기술개발 집중 투자 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진에 집중된 전략으로 지진해일과 화산의 세부계획 미비 • 민관협력을 통한 신산업발굴 및 산업기반 전략 개발 필요 • 체계화된 국가통합관리 및 전략 수립 미비 • 지진해일·화산 전담인력 부족 • 대국민 맞춤형 통합재난관리 체계 구축을 위한 유관기관 협업 미비 • 관측경보업무의 고도화를 대비하여 인력/업무 최적화 미흡 |
| | 기 회(Opportunity) | 위 험(Threat) |
| 외부 환경 | <ul style="list-style-type: none"> • 기후위기로 인한 안전에 대한 국제사회의 적극적인 대응 노력 • 현 정부의 안심사회 구축을 위한 적극 대응 정책 추진 • 유관기관 협력을 통한 통합적 재난관리체계 구축 수요 증가 • 주요 선진국의 지진관련 장비 산업 활성화 • 지진 위협 대두로 지진안전에 대한 국민적 이해와 공감대 형성 • 신속 정확한 정보제공, 교육 필요, 객관성 및 신뢰성 등의 수요 증가 • 국내외 지속적 기술개발 투자로 정보기반 및 기술강화 • 최신 ICT 기술 기반의 관측분석전달기술 구체화 • 주요국의 기초연구부터 고도연구까지 폭넓은 연구 진행 | <ul style="list-style-type: none"> • 국내 지진해일과 화산 분야의 세부 정책 및 전략 미비 • 국내의 지진·지진해일·화산 분야 산업 기반 미비 • 도시화·산업화로 인해 대형재난 발생 시 경제적 손실 극대 • 관측과 경보 측면보다 2차 재해방지 및 대응강화에 투자 편중 • 국민 관심과 눈높이에 맞는 수요 맞춤형 영향정보 제공 요구 증대 |

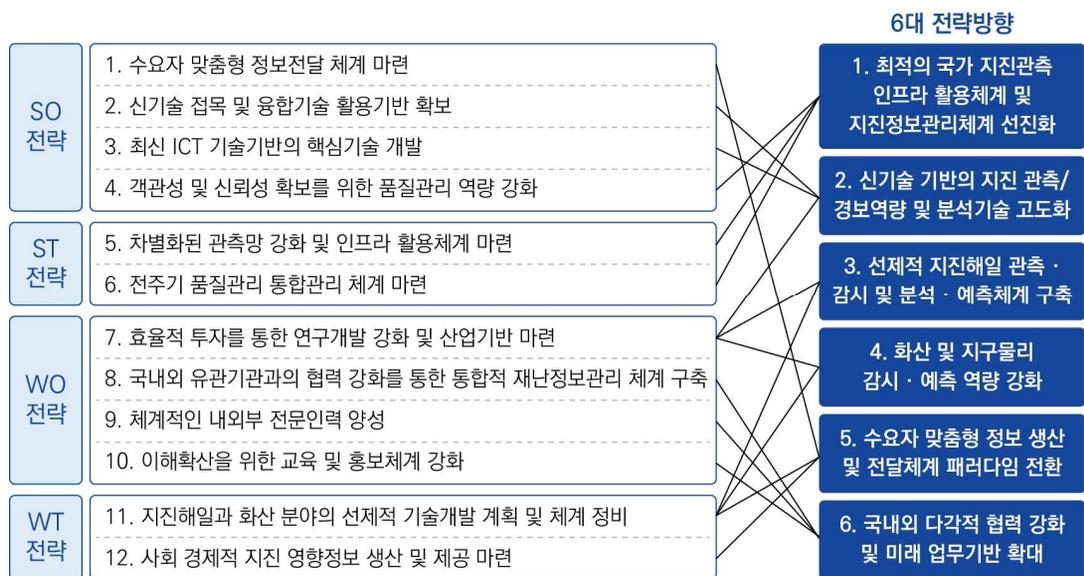
1.27 Cross-SWOT 분석 및 전략 방향 수립

◎ Cross-SWOT 분석

| | 기 회 (Opportunity) | 위 험 (Threat) |
|------------------|---|--|
| 강점 (Strength) | <p>[SO 전략]</p> <ol style="list-style-type: none"> 수요자 맞춤형 정보전달 체계 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 지진 위협 대두로 재난안전에 대한 인식 고조 - 신속 정확한 정보제공 및 교육 필요 - 수요자 맞춤형 진도정보 서비스 추진 신기술 접목 및 융합기술 활용기반 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 지속적 기술개발 투자로 정보기반 및 기술강화 - 주요국의 지진관련 폭넓은 연구 진행 최신 ICT 기술기반의 핵심기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 최신 ICT 기술 기반의 관측분석전달기술 구체화 - ICT 인프라 기반을 통한 재난관리체계 구축 - 지진 R&D 활용기술개발 예산 증가 객관성 및 신뢰성 확보를 위한 품질관리 역량 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 관측정보 수집 생산을 위한 공역 관측 인프라 확보 및 역량 보유 | <p>[ST 전략]</p> <ol style="list-style-type: none"> 차별화된 관측망 강화 및 인프라 활용체계 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 지진 관측망 확충 및 공유로 데이터 확보를 통한 지진 기술기반 마련 - 관측정보 수집 생산을 위한 공역 관측 인프라 확보 및 역량 보유 - 유관기관 협력을 통한 통합적 재난관리체계 구축 수요 증가 전주기 품질관리 통합관리 체계 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 1차 기본계획 수립 후 지진분야 기술발전 및 체계 확립 - ICT 인프라 기반을 통한 재난관리체계 구축을 위한 개선과제 마련 - 지진 관측망 확충 및 공유로 데이터 확보를 통한 지진 기술기반 마련 |
| 약점 (Weakness) | <p>[WO 전략]</p> <ol style="list-style-type: none"> 효율적 투자를 통한 연구개발 강화 및 산업기반 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 지속적 기술개발 투자로 정보기반 및 기술강화 - 민관협력을 통한 신산업 발굴 및 산업기반 전략개발 필요 국내외 유관기관과의 협력 강화를 통한 통합적 재난정보관리 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 유관기관 협력을 통한 통합적 재난관리체계 구축 수요 증가 - 대국민 맞춤형 통합재난관리 체계 구축을 위한 유관기관 협업 미비 - 체계화된 통합재난관리 및 계획 수립 미비 체계적인 내외부 전문인력 양성 <ul style="list-style-type: none"> - 유관기관 협력을 통한 통합적 재난관리체계 구축 수요 증가 - 관측·경보 업무의 고도화를 대비하여 인력/업무 최적화 미흡 이해확산을 위한 교육 및 홍보체계 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 신속 정확한 정보제공 및 교육 필요성 수요 증가 | <p>[WT 전략]</p> <ol style="list-style-type: none"> 지진해일과 화산 분야의 선제적 기술개발 계획 및 체계 정비 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 지진해일·화산 분야 세부 정책 및 전략 미비 - 체계화된 통합재난관리 및 계획 수립 미비 사회 경제적 지진 영향정보 생산 및 제공 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 도시화로 인해 대형재난 발생 시 경제적 손실 극대 - 관측과 경보의 기술적 측면보다 2차 재해방지 및 대응강화 예산 증액 추세 - 대국민 맞춤형 통합재난관리 체계 구축 필요 |

● 전략 방향 도출

- Cross-SWOT 분석을 종합하여 제2차 기본계획의 6대 전략 방향성을 설정
 - 최적의 국가 지진관측 인프라 활용체계 및 지진정보관리 체계 선진화
 - 신기술 기반의 지진 관측·경보 역량 및 분석기술 고도화
 - 선제적 지진해일 관측·감시 및 분석 체계 구축
 - 화산 및 지구물리 감시·예측 역량 강화
 - 수요자 맞춤형 정보 생산 및 전달체계 패러다임 전환
 - 국내외 다각적 협력 강화 및 미래 업무기반 확대



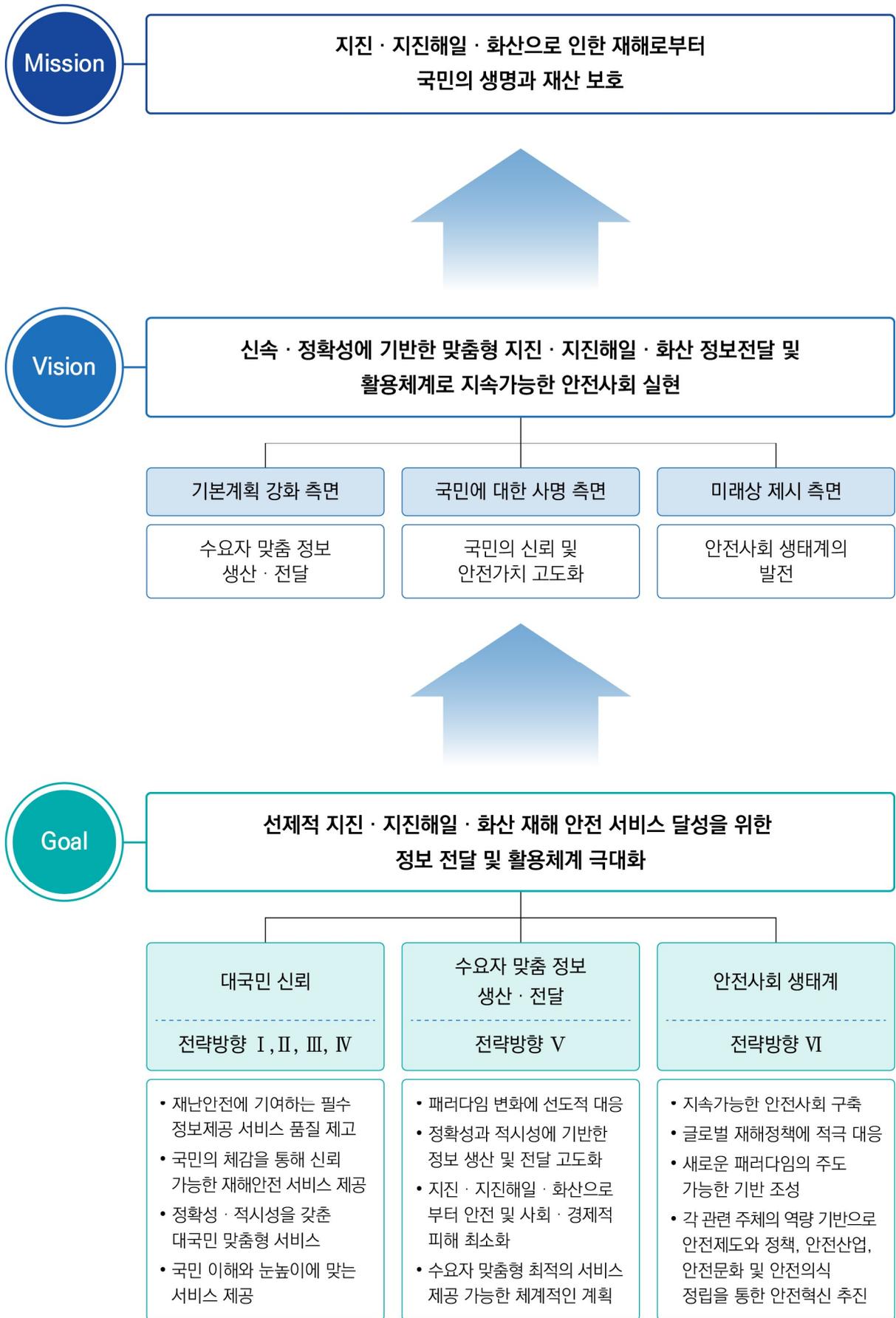
Ⅰ <그림 49> Cross-SWOT 분석결과 및 전략적 방향성 도출 Ⅰ

02 추진전략 체계

2.1 정책 비전 및 목표

● 제2차 기본계획의 미션과 비전

- 과학적인 기술강화 및 역량 고도화를 기반으로 지진·지진해일·화산의 관측과 경보 서비스를 제공하여 재해에 대한 국민 체감도 향상 및 안전사회 실현에 이바지하기 위하여, 제2차 기본계획의 미션을 「지진·지진해일·화산으로 인한 재해로부터 국민의 생명과 재산 보호」로 설정
 - 제1차 기본계획의 연계성 및 정체성 강화 측면에서 패러다임 변화에 선도적으로 대응하고,
 - 정확성과 적시성에 기반한 정보 생산 및 전달 고도화를 위해 수요자 맞춤형 최적의 서비스 제공을 통해 대국민 신뢰에 이바지함과 더불어,
 - 글로벌 재해정책 강화와 지진·지진해일·화산 분야의 국제적 위상 제고에 이바지할 수 있는 지속 가능한 안전사회 구축을 실현하고자 함
- 제2차 기본계획의 비전은 「신속·정확성에 기반한 맞춤형 지진·지진해일·화산의 정보전달·활용체계로 지속 가능한 안전사회 실현」으로 설정
 - 비전의 구체화를 위해 선제적 지진·지진해일·화산 재해 안전 서비스 달성을 위한 정보전달 및 활용체계 극대화를 발전목표로 설정
- 미션과 비전 달성을 위해 향후 5년간 중점을 두고 추진해야 할 내용으로 6대 전략목표와 12개 전략과제를 설정



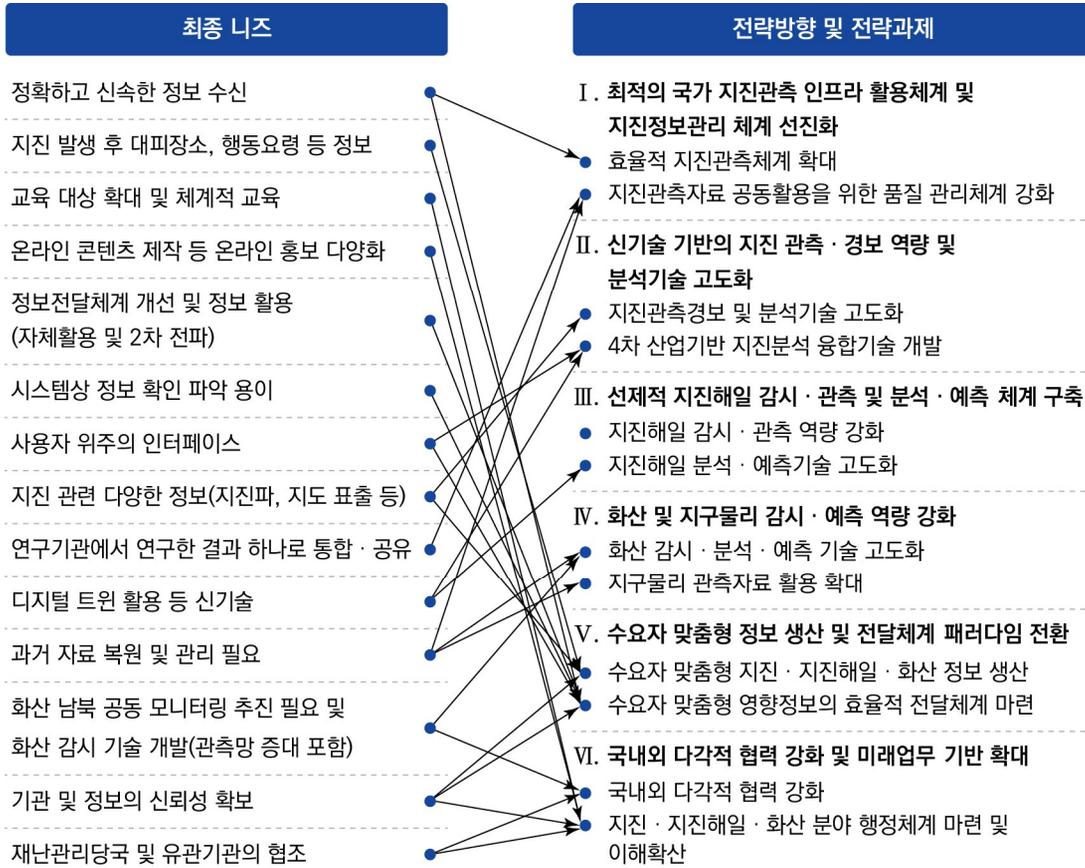
2.2 전략 체계

| 추진 전략 | |
|--------------------------------------|---|
| 전략 방향 | 전략 과제 |
| I. 최적의 국가 지진관측 인프라 활용체계 및 지진정보관리 선진화 | [1-1] 효율적 지진관측체계 확대 [1-2] 지진관측자료 공동활용을 위한 품질 관리체계 강화 |
| II. 신기술 기반의 지진 관측·경보 역량 및 분석기술 고도화 | [2-1] 지진관측/경보 및 분석 기술 고도화 [2-2] 4차 산업기반 지진분석 융합기술 개발 |
| III. 선제적 지진해일 감시·관측 및 분석·예측 체계 구축 | [3-1] 지진해일 감시·관측 역량 강화 [3-2] 지진해일 분석·예측기술 고도화 |
| IV. 화산 및 지구물리 감시·예측 역량 강화 | [4-1] 화산 감시·분석·예측 기술 고도화 [4-2] 지구물리 관측자료 활용 확대 |
| V. 수요자 맞춤형 정보 생산 및 전달체계 패러다임 전환 | [5-1] 수요자 맞춤형 지진·지진해일·화산 정보 생산 [5-2] 수요자 맞춤형 영향정보의 효율적 전달체계 마련 |
| VI. 국내외 다각적 협력 강화 및 미래업무 기반 확대 | [6-1] 국내외 다각적 협력 강화 [6-2] 지진·지진해일·화산 분야 행정체계 마련 및 이해확산 |

2.3 추진 목표 및 미래상

| 전략 방향 | 전략 과제 | 5년 후의 미래상 |
|--------------------------------------|---|---|
| I. 최적의 국가 지진관측 인프라 활용체계 및 지진정보관리 선진화 | <ul style="list-style-type: none"> • 효율적 지진관측체계 확대 • 지진관측자료 공동활용을 위한 품질 관리체계 강화 | <ul style="list-style-type: none"> • 관측망 조밀도 및 성능 향상 : 지진위험도와 영향을 고려한 차별화된 관측망 구축 • 전주기 품질관리 강화를 통해 관측기관 관측자료 활용도 향상 ※ 지진조기경보, 진도생산, 정밀분석 등 • 지진관측·계측기관에서 운영하는 지진관측장비의 목적별 검정체계 마련 및 확대시행 |
| II. 신기술 기반의 지진 관측·경보 역량 및 분석기술 고도화 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진관측/경보 및 분석 기술 고도화 • 4차 산업기반 지진분석 융합기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> • 인공지능 기반의 지진파 분석기술 현업 적용 • 국가 주요시설에 대한 현장경보와 조기경보 융합 운영체계 적용 • 장주기 지진파 영향 분석을 통한 고층건물에서의 진도 정보 산출 |
| III. 선제적 지진해일 감시·관측 및 분석·예측 체계 구축 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진해일 감시·관측 역량 강화 • 지진해일 분석·예측기술 고도화 | <ul style="list-style-type: none"> • 심해지진해일관측장비 구축(3개소 이상) 및 GPS 활용기술 적용 • 지진해일, 조위, 폭풍해일 등 통합 분석 및 해안침수 등 영향정보 생산 체계 운영 |
| IV. 화산 및 지구물리 감시·예측 역량 강화 | <ul style="list-style-type: none"> • 화산 감시·분석·예측 기술 고도화 • 지구물리 관측자료 활용 확대 | <ul style="list-style-type: none"> • 실효성 있는 화산관측체계 구축 • 화산분화에 따른 관측·분석 기술 개발 및 산업분야별, 지역별 영향 정보 제공 • 지구물리 관측자료를 활용한 지진 및 화산활동 분석기술 운영 |
| V. 수요자 맞춤형 정보 생산 및 전달체계 패러다임 전환 | <ul style="list-style-type: none"> • 수요자 맞춤형 지진·지진해일·화산 정보 생산 • 수요자 맞춤형 영향정보의 효율적 전달체계 마련 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진·지진해일·화산의 영향 평가 및 특보 기준 설정 등 수요자 맞춤형 영향 정보 생산 기반 조성 • 관계기관 협력을 통한 실효성 있는 사회·경제적 영향정보 제공 |
| VI. 국내외 다각적 협력 강화 및 미래업무 기반 확대 | <ul style="list-style-type: none"> • 국내외 다각적 협력 강화 • 지진·지진해일·화산 분야 행정체계 마련 및 이해확산 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진 분야 내부 전문인력 양성체계 강화 및 외부 전문 인력풀 확대 • 지진·지진해일·화산정보에 대한 정확한 인식 및 신뢰도 향상 • 효과적 정책 발굴·협력·확산을 위한 행정기반 강화 |

2.4 주요 정책수요조사 결과와의 연계성



03 전략별 추진계획

전략방향 1

최적의 국가 지진관측 인프라 활용체계 및 지진정보관리체계 선진화

기본방향

■ 배경 및 필요성

- 예측이 어려운 지진 등에 대해 조기경보 및 지진 대응역량을 강화해 왔으나 국민 체감 및 만족도 감소 실정에 따라 최적의 지진정보 제공을 통해 사회적 가치 실현 필요
 - 국민에게 실제 필요한 선제적 맞춤 지진정보 제공 요구에 맞는 현장 중심의 실효성 있는 지진 감시·대응체계 구축
- 효율적 지진관측·감시를 위한 최적의 지진관측망 확충 및 수요와 목적 기반의 다양한 관측·계측 장비의 연계를 통한 관측망 조밀도 향상 필요

■ 전략의 주요 내용

- 정확하고 빈틈없는 지진관측·감시체계 구현으로 신뢰성 있는 지진정보를 제공하여 국민생활 직접 지진정보 서비스 품질 제고
 - 국가 지진관측장비 및 관측자료 품질관리 강화, 관측장비 검정 확대를 통해 고품질 지진관측 기초자료 확보와 사각지대 최소화를 위한 지진 감시체계 확보
- 유관기관 협력을 통한 최적의 국가 지진 감시·운영 체계 구축과 범부처 국가 지진자료의 품질관리 체계 개선을 통한 지진정보 활용확대
 - 관측기술 강화 및 유관기관 협업으로 관측환경, 고품질의 관계기관 자료를 공동활용하여 더욱 조밀한 관측망 구축을 통해 관측 공백 최소화 및 자료 활용도 제고

■ 전략과제 및 실행과제

1-1. 효율적 지진관측체계 확대

- [1-1-1] 목적별 최적의 지진관측망 확충 및 운영
- [1-1-2] 고품질 지진관측자료 확보를 위한 지진관측 환경 및 방법 표준화
- [1-1-3] 미래형 지진관측기술 개발 및 상용화 지원

1-2. 지진관측자료 공동활용을 위한 품질 관리체계 강화

- [1-2-1] 관측자료 수집체계 개선 및 체계적 자료관리
- [1-2-2] 지진 관측장비의 국가표준 검정체계 확대
- [1-2-3] 국가 지진관측자료 활용확대를 위한 품질관리 체계 개선

전략과제 1-1 효율적 지진관측체계 확대 (핵심과제)

● 추진배경

- 효율적 지진관측·감시를 위한 최적의 지진관측망 확충 적시 교체·합리적 위치조정·환경 개선으로 국가 자원 활용도 향상
 - 국가 지진관측망의 고밀도 확충 및 효율적 활용을 위해 인구밀집도, 주요 활성단층대, 지진다발지역 및 주요시설 위치 등을 고려하여 지진관측망 설치 필요
- 수요와 목적 기반의 다양한 관측·계측 장비의 연계를 통한 관측망 조밀도 향상으로 대국민 지진정보 서비스 실현
 - 대국민 지진조기경보 서비스 실현을 위해 유관기관 관측자료 공유 및 해역지진 관측까지 범위를 확장할 수 있는 지진 감시체계 강화뿐만 아니라 대도시 및 고밀도 감시를 위한 다양한 지진계 활용 방안 필요

● 실행과제

[1-1-1] 목적별 최적의 지진관측망 확충 및 운영 (핵심과제)

- 일반감시지역 및 집중감시지역의 목적별 국가 지진관측망 설계
 - 신속한 초동대응이 가능하도록 일반감시지역과 집중감시지역의 지진조기경보 공백 최소화를 위한 관측망 구축
 - **(일반감시지역)** 전 국토의 약 92%로 집중감시지역과 도서 및 해역 제외된 전 지역
 - ※ 관측장비: 지진탐지시간 단축을 위해 장비 성능 수준이 향상된 관측장비(시추형 등) 설치
 - ※ 지진탐지시간 단축: 5.0초('20년) → 4.0초('24년) → 3.7초('27년)
 - ※ 지진관측소 확충: 289개소('20년) → 460개소('24년)
 - **(집중감시지역)** 전 국토의 약 8%로 활성 단층지역 및 국가 주요 기반시설 지역
 - ※ 관측장비: 신속한 지진조기경보를 위해 가속도지진관측장비(지표형 가속도센서, 일체형) 설치
 - ※ 지진탐지시간 단축: 3.4초('20년) → 2.0초('24년) → 1.7초('27년)
 - ※ 지진관측소 확충: 49개소('20년) → 148개소('24년)
- 지역별로 차별화된 효율적 관측망 구축
 - 지진감시 목적에 따른 지진관측소 설치 기준 및 고해상도 지진관측망 확충
 - 일반감시와 집중감시지역의 지진관측소 합리적 위치조정 및 균형 배열
 - 지진관측환경 전수조사 및 품질분석 결과를 반영한 관측환경 개선 대상 지점 보완
- 국가 지진관측망 융합 관리 시스템 활용 확대
 - 「기상관측종합관리시스템」과 연계된 통합 관리 시스템 활용 확대
 - 유관기관의 지진관측장비 관리 및 관측 분야별 모니터링 기능을 확대한 종합관리시스템 운영

- 지진관측장비와 관리시스템의 유지관리 연계를 통한 시스템 기반 강화
 - 전문기술인력 확보를 통한 지진관측장비 장애예방 강화 및 장애발생 시 복구시간 최소화
 - 지진관측장비 검정이력 관리를 통한 대체장비 확보 및 신속 대응체계 강화

[1-1-2] 고품질 지진관측자료 확보를 위한 지진관측 환경 및 방법 표준화 (중점과제)

- 효율적 관측망 구축을 위한 중복성 평가 및 조정 기준 정립
 - 지진·지진해일 및 화산활동 관측기관협의회와 유관기관 협의를 통해 지진관측망 확충 및 운영을 위한 지진관측망 기준 재정립
 - 지진관측망 연간 구축 계획 수립 및 협의·조정, 목적별 관측환경 기준적용을 통한 효율적 관측망 구축
 - 관측망 구축부터 정보제공까지 전 과정의 관측기관협의회를 통한 협력 강화
 - 지진관측장비 설치·운영 환경을 반영한 '지진관측환경 기준' 재정비
- 관측장비별 설치환경과 설치기준 정립 및 단계별 적용
 - 지진관측장비 종류와 형태에 따른 표준기술규격 기준 마련
 - 내외부 전문가 요구사항을 반영하여 관측장비 기술규격 표준화 정립
 - 표준화된 관측장비 기술규격에 맞는 설치환경과 설치기준 마련
- 목적별 관측장비의 성능·규격 정립
 - 저가형 지진 감지 장비의 지진식별 및 분석 성능 연구
 - 기상청 지진분석 시스템 입력자료 및 분석 활용 시험
 - 다양한 저가형 지진 감지장비의 활용 방안 제시
 - 고정식 지진관측망 관측장비와의 성능비교 연구
 - 지진관측장비 규격 및 검정 기준과의 차이 비교 분석
 - 공통 성능항목 구분 및 각 항목별 성능 비교
 - 각 장비의 고유 성능항목 구분 및 항목별 성능점검 방법 연구
 - 지진관측소의 관측환경을 고려한 현장 검정 시험
 - 현장검정 방법 및 절차 시험을 통한 보완 및 추가 개선사항 발굴

[1-1-3] 미래형 지진관측기술 개발 및 상용화 지원 (선택과제)

- 초소형 가속도 센서 등을 활용한 지진관측기술 연구 개발
 - 스마트폰용 MEMS 가속도 센서 활용 체감 진도정보 생산연구
 - 전송기술 고도화를 통한 관측자료 수집 및 다중 분배 기술 확보
 - 사물인터넷 활용 실시간 지진자료 수집 네트워크 구축
 - 지진 정보의 다중 송신 분배 기술
 - 미래기술(AI, 빅데이터 등)을 활용한 지진감지 및 분석 기술개발 연구
 - MEMS 가속도 센서 상시기록을 통한 개발기술 검증

- 지진관측장비 성능검사 기술 개발
 - 타기관 성능검사 기준 및 방법 분석
 - 성능검사 요소별 기준 및 기술 개발
- 지진관측장비 개발 테스트베드 운영 및 성능검사 등 상용화 지원
 - 지진관측장비 실험설비 운영을 통한 성능평가 실시
 - 지진관측장비 협업 개발 및 성능평가 실시를 위한 설비 운영 및 유지관리
 - 연구용 관측장비 자체 교정체계 마련

● 성과목표

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|--------------------------------|-------------------------|----|
| [1-1-1] 목적별 최적의 지진관측망 확대 | 조기경보 활용 관측망 조밀도 및 성능 향상 | 정성 |
| [1-1-2] 지진관측 환경 및 방법 표준화 | 관측장비 검정 확대·개선 | 정량 |
| [1-1-3] 미래형 지진관측기술 개발 및 상용화 지원 | 지진관측기술 연구성과 현업화 | 정량 |

● 기대효과

- 新지진관측망 확충을 통해 지진탐지시간 단축으로 신속한 지진정보 서비스 체계 실현
- 지진 감시 목적의 품질이 우수한 장비 도입과 안정적인 유지관리 가능
- 국가 지진관측망의 지진계에 대한 성능·규격 정립으로 지진관측자료의 신뢰성 확보
- 고밀도 지진관측 기반 조성을 통한 지진 감시 영역 및 성능 확대
- 지진관측자료 실시간 품질관리를 통해 조기경보시스템 안정화 및 신뢰성 확보에 기여
- 지진관측자료의 품질관리를 통한 자료 관리 기준 마련

전략과제 1-2 지진관측자료 공동활용을 위한 품질 관리체계 강화(핵심과제)

● 추진배경

- 실시간으로 수집되는 지진 관측자료의 경우 지진 및 단층 분석의 기초자료로 활용되므로 자료에 대한 신뢰도 확보가 매우 중요
 - 최근 다양한 센서 기술을 활용한 지진계의 개발로 목적에 따른 계측 혹은 관측기술 다양화
 - 다양한 진동 센서를 국가적으로 도입 활용하고 관측자료를 공동활용하기 위해서는 다양한 진동 센서에 대한 검정을 통한 성능 기준을 마련 및 품질 관리체계 강화 필요
- 지진에 대한 범국가적 공동대응 능력 향상을 위해 신속 정확한 지진정보의 공동활용 및 유관기관 협력 중요성 증가
 - 민관 협력을 통한 관측자료 공동활용 강화 및 국가 지진관측장비 검정제도 정착·확장을 통해 자료 신뢰도 향상
 - 고품질의 지진관측자료 생산·공동활용 확대를 위해 관측장비의 안정적·효율적 운영을 위한 관리체계 개선 필요

● 실행과제

[1-2-1] 관측자료 수집체계 개선 및 체계적 자료관리 (핵심과제)

- 지진조기경보 활용을 위한 유관기관 지진자료 수집 지연시간 단축·개선
 - 지진자료 수집 지연시간 단축을 위해 유관기관 관측자료 수집 방법(512byte 총족 후 전송방식/실시간 자료 전송방식)들이 융합된 자료 수집방안 마련
 - 관측 기록계부터 자료수집 체계까지 전 프로세스의 시험운동을 통해 지진자료 수집 소요시간 및 시스템 부하율 결과를 반영하여 수집 지연시간 단축·개선
- 기관별 관측자료 통신체계 점검 및 개선
 - 효율적인 관측자료 수집 및 공동활용을 위해 인터넷망 사용 대신 전용회선을 통한 지진관측자료 수집체계 개선
 - 지진관측소와 지방기상청 간 통신속도 상향 (128kbps → 256kbps)
- 효율적인 관측자료 수집과 공동활용을 위해 기상청-유관기관과의 지진관측자료 수집·분배·저장 관리 체계 개선
 - 용도별(연구용, 현업/비현업용) 지진 관련 자료 통합 수집을 통해 일원화된 지진관측자료의 저장·분배·관리체계 마련 및 공동활용 활성화
 - 국가지진종합정보시스템(NECIS)을 활용한 유관기관의 관측자료 공유, 관측장비 현황 및 이력 정보공유를 통한 공동활용 강화

- 국가 지진정보 통계자료 종류 및 처리기준 정립
 - ※ 통계자료 종류 : 지진 발생시각, 위치, 규모, 깊이, 진도 등
 - ※ 시공간적 통계 처리기준 : 일/월/연 단위 집계, 내륙/해역/광역지자체 단위 집계 등

[1-2-2] 지진 관측장비의 국가 표준 검정체계 확대 (핵심과제)

- 국가 표준 검정제도 정착 및 검정체계 고도화
 - 고품질의 지진 관측자료 정보 생산을 위한 지진관측장비 검정체계 표준화 마련
 - 검정시설 및 장비 유지를 위한 관리 운영방안 마련
 - ※ 검정인력 4명 보수 등, 검정기술 교육 및 검정용 소모품 구매, 기준기 교정 시설관리 등 유지관리, 정식 검정업무(실내·현장) 수행
 - ※ 지하심부 암반터널 실험실 임차 및 현장검정용 장비 구매
- 목적별·기관별 지진관측장비의 검정항목 개선 연구 및 확대 추진
 - 기술발전에 따른 지진관측장비 신제품 개발과 각종 장비 성능 테스트를 위한 검정항목 확대 시행
 - ※ 검정요소 3 항목(감도, 선형성, 주파수응답) → 5 항목(배경잡음, 동적범위 추가)
 - 다양한 진동 계측관측 장비에 대한 사양 조사 및 검정항목 개발
 - 장비별 성능에 대한 세부 항목 분류 및 각 항목의 특성 조사
 - 장비 특성을 고려한 검정항목 및 검정기준 제시
 - 국내 지진계 현황 및 지진관측장비의 현장 검정 기술수준 조사를 통한 개선방안 도출
- 지자체(유관기관 포함) 지진관측장비까지 단계적 검정 확대
 - 국가지진계검정센터 출범으로 인한 관련기관 단계적 현장검정 실시 확대 및 관측장비 검정 인프라 보강
 - 지진관측장비 검정인력 양성을 통한 검정 수요 대비 (검정인력: 16인('21) → 28인('24))
 - 검정대행기관 지정 및 검정 수행 활성화 방안 마련
 - 단계적 검정 확대 추진을 위해 정밀하고 다양한 측정범위의 검정용 가진시스템 구축
 - 심층지하 암반터널 실험실 운영 확대
- 지진관측장비 검정 및 성능인증 등 검정인프라 고도화
 - 국내 지진 감시 및 정보 생산을 고려한 항목별 관측장비 요구수준 분석
 - 기상청의 지진감시 및 정보 생산에 필요한 각 장비별 필수 항목 분류
 - 각 항목별 성능을 고려한 지진감시 최소 성능 제시
 - 지진감시 최소성능 이상 장비의 성능 분석 및 용도 분류 연구
 - 각 장비별 지진감지 기본성능(감도, 주파수응답, 클립레벨 등) 테스트
 - 각 장비별 지진감지 상세성능(동적범위, 자체잡음 등) 테스트
 - 각 진동감지 센서에 대한 자료저장장치의 성능 분석
 - 관측자료의 기록 방식과 자료 변환 방식 분석을 통한 장단점 분석

- 조사장비의 지진 진동 감지 및 활용 사례 조사분석
 - 각 장비의 지진 관측 사례 및 품질수준 조사 분석
 - 조사장비 운영기관의 지진관측자료 활용 사례 조사 분석
- 지진관측소의 관측환경을 고려한 현장 검정 방법 연구
 - 기존 관측환경에서의 최적의 현장검정 절차 제안
 - 지진관측소의 관측환경별 현장 검정 필수 요소 설정
 - 필수 요소별 현장 검정 방법 및 성능 측정 기법 연구

[1-2-3] 국가 지진관측자료 활용 확대를 위한 품질관리 체계 개선 (핵심과제)

- 관측자료 수집 목적 및 활용도에 따른 품질관리 기준 개선
 - 지진 관측 표준화 체계 구축 및 실시간 자료 평가기술 확보
 - 통합 관측자료 활용을 위해 자료 표준화 체계 연구
 - 실시간 자료 활용을 위한 표준화 기반 품질평가 및 개선 방안 마련
 - 국가 지진자료 품질평가 기술 연구
 - 관측자료 품질 기준설정 및 등급분류를 통한 품질 평가기준 마련
 - 지진 분석정보의 객관성 확보를 위한 재분석 기준 설정
 - 재분석 수행 기준 및 재분석 요소, 절차, 방법 등에 대한 기준 정립
- 목적별 품질분석 지표개선 및 품질관리 모니터링 체계 고도화
 - 목적별 품질지표 기준 및 등급 정규화
 - 품질지표별(배경잡음, 신호탐지, 진폭통계 등) 특성 통계 분석
 - 설치 심도, 인근 잡음 환경을 고려한 품질지표별 분석 결과의 통계 분석
 - 기존 지표별 기준과의 비교 분석 및 기준설정의 합리성 분석
 - 지표별 중요도와 가중치를 고려한 관측소 등급 설정 체계 분석
 - 지표별 등급과 관측소 종합 품질분석등급 기준에 대한 논리적인 조건 제시
- 지진자료의 품질 수준을 고려한 지진관측 분석 활용확대
 - 분석시스템별 사용 가능한 품질분석 기준 및 등급화 마련 연구
 - 지진조기경보에 사용 가능한 최적의 관측소 분류
 - 진도정보 생산에 사용 가능한 최적의 관측소 분류
 - 국내외 실시간 지진관측 및 분석에 사용 가능한 관측소 분류
 - 지진조기경보, 진도영향정보 및 맞춤형 지진분석 등 관측자료 활용 확대
 - 목적별 적용 가능한 표준화된 관측자료 제공 및 검토
 - 관측망 사각지대 최소화를 위한 지역별 맞춤형 관측자료 공동활용 연구개발
 - 조사장비의 지진 진동 감지 및 활용 사례 조사분석
 - 각 장비의 지진 관측 사례 및 품질수준 조사 분석
 - 조사장비 운영기관의 지진관측자료 활용 사례 조사 분석

- 품질분석 결과 환류 기능 개선을 통한 품질관리 강화
 - 기상청 차년도 지진관측자료 품질개선 계획에 관측환경 분석 결과 반영
 - 전년도 품질분석 결과를 활용하여 관측환경 개선에 반영
 - 유관기관의 지진관측자료 품질분석 결과 공유를 통해 품질개선 협력 강화
 - 유관기관의 표준화된 품질분석 및 검정을 위해 감시환경 제공, 장비 오류에 따른 메타데이터 공유환경 구축

● 성과목표

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|----------------------------------|-----------------------------------|----|
| [1-2-1] 관측자료 수집체계 개선 및 체계적 자료 관리 | 지진관측자료의 품질분석 지표 최적화 및 실시간 품질분석 개선 | 정성 |
| [1-2-2] 지진 관측장비 국가표준 검정체계 확대 | 지진 관측장비 검정 이행률 향상 | 정량 |
| [1-2-3] 국가 지진관측자료 품질관리 체계 개선 | 지진관측자료 품질관리체계 개선율 향상 | 정량 |

● 기대효과

- 국가 지진관측자료의 실시간 품질분석 환경 및 환류 체계 구축으로 고품질의 자료 확보를 통한 신뢰성 있는 지진정보 서비스 실현
- 지진조기경보, 진도생산, 수동 지진분석 등 센서 기반의 관측자료 공동활용 활성화
- 유관기관 관측자료 실시간 수집체계 개선, 통합 자료관리 확대, 정보제공 공유 확대로 국가 자원의 지진정보 활용률 극대화
- 범정부 지진관측자료 품질관리 제도 정비 및 관측장비 검정 확대 시행을 통해 고품질의 지진관측자료 생산 증대

전략방향 2 신기술 기반의 지진관측/경보 역량 및 분석기술 고도화

기본방향

■ 배경 및 필요성

- 지진에 대한 국민 불안감 상존과 함께 지진 이해도 증가로 지역별 지진동 정도, 지진 발생 추이 및 원인 등 상세하고 다양한 지진정보 요구 증대
 - 국내 및 인접 국가의 대형지진 발생 증가와 도시화가 맞물려 지진재해에 의한 피해 규모는 증가 추세로, 더욱 정확하고 신속한 지진관측 및 경보체계 필요
- 4차 산업혁명 시대 진입으로 지진관측기술과 정보통신(IT) 등 첨단 기술 간 융·복합 필요성 대두
 - 인공지능(AI), 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅 등 첨단기술을 활용한 수요자 중심 맞춤형 서비스로의 패러다임 전환

■ 전략의 주요 내용

- 국민 안전과 지진재해 대응의 적시성·효율성 제고를 위한 고품질의 지진정보 제공으로 사회적 가치 실현
 - 신기술 기반 최적의 국가 지진관측·관리체계를 확보하고 고도화된 분석기술을 제공함으로써 지진재해의 선제적 대응
- 신기술을 활용한 고도화된 지진분석 기술로 신속·정확한 지진정보 제공에 따른 지진재해 경감에 기여
 - 고품질 지진정보 기반의 지진감시 강화 및 유관기관 협력과 시스템 연계 확대로 지역·분야별 위험수준에 따른 수요자 관점의 기상정보 제공을 통해 피해 최소화
 - 4차 산업혁명 기술과 응용기술을 융합하여 관측영역 확장 및 지진관측 다각화로 지진감시 강화
- 실질적인 국민안전에 기여할 수 있도록 국민체감형 고품질 지진정보 서비스 체계 구축 및 지진 등 대응 강화 지원
 - 지진 분석기술 향상을 통해 감시체계를 강화하고 고품질의 지진관측자료 생산·제공으로 지진 대응 서비스 강화

■ 전략과제 및 실행과제

2-1. 지진관측/경보 및 분석기술 고도화

- [2-1-1] 한반도 지하의 단층구조 정보 확보 및 단층·속도 구조 통합모델 개발
- [2-1-2] 지진분석기술 개선 및 정보 다양화
- [2-1-3] 지진조기경보서비스 체계 고도화 및 선진화

2-2. 4차 산업기반 지진분석 융합기술 개발

- [2-2-1] 신기술을 활용한 지진관측 및 분석 기술 개발
- [2-2-2] 수요자 중심의 진동영향 정보 생산 기술개발

전략과제 2-1 지진 관측/경보 및 분석기술 고도화 (중점과제)

● 추진배경

- 국민의 관심에 부응하고 지진피해 예측과 대응을 위해 지진정보 생산 및 제공 필요
 - 지하 단층 활동 양상에 대한 객관적인 해석을 통해 지진 발생원인 규명 가능하므로 판내부 단층에 대한 체계적인 조사·연구 필요
 - 현재 개발 중인 지하 단층·속도구조 통합모형을 활용해 지진발생원인 해석과 단층운동에 따른 지진동 예측을 통해 지진정보 생산 및 제공 가능
- 네트워크 기반의 지진조기경보 시스템은 지진정보의 신뢰도는 높으나 진앙지 인근 공백역(Blind Zone)이 발생하는 한계점을 개선하기 위해 현장경보 기술 활용이 필요
 - 국가 지진관측망의 공백을 최소화할 수 있는 보조장치로 활용 가능한 센서를 융합하여 현장경보의 신속한 의사결정 지원 가능
- 한반도 지진위험성 평가 및 지진 분석 역량 강화를 위해 지진을 유발하는 단층 조사와 지구 내부 지진파 속도구조에 대한 종합적인 이해가 필요
 - 경주(16), 포항(17) 지진 이후 범정부(행안부, 과기부, 원안위, 해수부, 기상청) 차원에서 단계적으로 지표·해저·지하 단층 조사를 추진 중

● 실행과제

[2-1-1] 한반도 지하 단층 구조 정보 확보 및 단층·속도 구조 통합모형 개발 (중점과제)

- 강원권(동해 포함) 입체지진분포 조사 및 지하단층 모델 개발
 - 강원 내륙 및 동해 중부해역 지하 단층구조 분석 기반 구축 (~'23)
 - 내륙 및 해저 연구용 지진계 설치 및 미소지진 관측·단층면해 등 정밀분석
 - 입체지진 분포도 작성 및 지하 단층구조 분석
 - 단층운동 해석 및 지하 단층구조 모델 개발 ('24-'26)
 - 강원내륙 지표 단층 및 해역 연장 단층 연장성 분석
 - 내륙 및 해역 연장 단층구조 모델 구축
 - 강원권 3차원 단층구조 모델 개발
- 한반도 3차원 지하 단층·속도구조 통합모형(Ver.2) 개발
 - 강원권 천부속도구조 분석
 - 강원권 지진관측소 하부 속도구조 분석
 - 천부지반정보 수집 및 분석
 - 강원권 천부속도구조 모델 개발 및 3차원 지하단층·속도구조 통합모형 이식

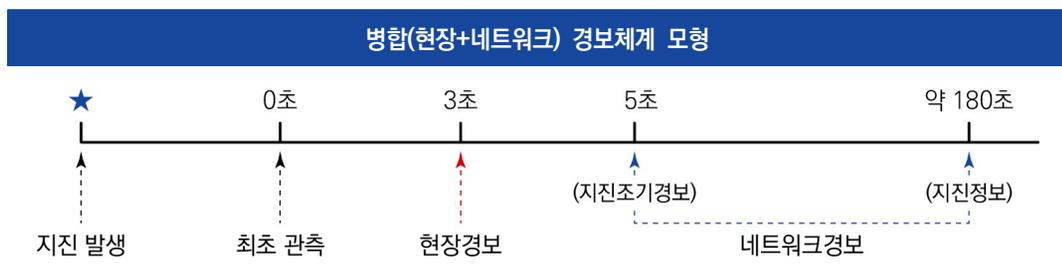
- 3차원 지하단층·속도구조 통합모델 성능 개선
 - 지진동 예측 및 기 개발된 통합모델 검증 및 성능 개선
 - 3차원 지진파 전파 모델링을 통한 모델 검증 및 성능 개선
 - 영남권 및 수도권 지하 단층모델을 적용한 천부 및 지각속도구조 모델 개발
 - 지하 단층·속도구조 통합모델 표출시스템 활용검증 및 개선

[2-1-2] 지진분석기술 개선 및 정보 다양화 (중점과제)

- 국내지진의 진원 및 규모 분석기술 고도화
 - 3차원 지하단층·속도구조모델(Ver.1) 기반의 진원 정밀 분석 기술 확보
 - 지하단층모델을 활용한 실시간 진원 결정 기법 연구
 - 3차원 속도구조모델을 활용한 사후 진원 결정 기술 연구
- 미소지진 탐지기술 개발
 - 지질·단층정보와 단층구조해석을 위한 미소지진활동 추적 연계
 - 고밀도 지진관측망 구축으로 지진위험지역 단층추적을 위한 미소지진 탐지·분석기술 개발
 - 최신 파형분석기술 접목으로 신뢰도 높은 지진·활성단층 융합 지진위험성 평가 정보 제공
 - 국내 미소지진 관측자료를 활용해 진원, 감쇠, 부지특성 조사 및 단층운동 해석
 - 미소지진(규모 2이하) 관측을 통해 지진유발 단층의 위치, 방향 등을 파악
 - 미소지진 발생 특성 연구 및 미소지진 관측을 통해 단층 검증
- 공중음파 탐지·분석기술 개발
 - 공중음파 관측자료 품질 모니터링을 통한 자료 품질 향상
 - 공중음파 관측자료의 품질 향상을 위해 공중음파관측장비의 적시 교체, 신규 확충 및 설치환경 개선
 - 국제 설치 기준을 적용하여 신규 장비 설치
 - 유관기관 자료공동활용을 통해 협력 강화 및 분석 성능 강화를 위한 기술 확보
 - 유관기관의 공중음파 자료와 융합 DB 구축을 위한 시스템 개발 및 융합 분석 기술개발
 - 공중음파 분석 프로그램 및 운영기술 고도화 방안 연구
 - 인공지진 탐지를 위한 관측파형 분석 및 근/중거리 공중음파 위상 특성 분석
 - 인공지진의 공중음파 분석을 위한 대기 전파모델 활용
 - 공중음파의 전파특성 분석 알고리즘을 통한 자동분석시스템 구축
 - 공중음파 관측장비의 효율적 운영방안 확보
 - 센서 및 기록계 운용 및 관측소 최적위치/배열형태/운용방안 제시
 - 낙뢰/강풍 다발지역 통계 분석 및 위치별 공중음파 기록형태, 배경잡음 제거 연구
- 군발지진 발생원인 및 한반도 지진의 여진 발생확률 예측기술 개발
 - 군발지진 발생원인 평가 및 특성 연구
 - 한반도 지진의 여진 발생 특성 및 확률 예측기술 개발

[2-1-3] 지진조기경보서비스 체계 고도화 및 선진화 (핵심과제)

- 다중분석 지진조기경보 체계 성능개선 및 운영환경 최적화
 - 진도기반 지진조기경보 기술개발
 - 현장경보 기술 정확도 향상을 위한 진도 산출모델 개발 연구
 - 관측소 기반의 지표면 지진파형 예측모델 개발
 - 보조 지진 센서를 융합한 현장경보 기술 개발
 - 보조 지진 센서를 활용한 지진 식별 알고리즘 개발
 - 관측소 및 보조 지진 센서를 통합한 현장경보 알고리즘 기술개발
 - 보조 지진 센서를 통합한 네트워크 구축 연구
 - 보조 지진 센서의 관측소 통합 네트워크 구축 방안 제시
 - 보조 지진 센서 자료 연계 및 통합 분석 알고리즘 개발 연구
 - 지역 중심의 현장경보 전달 방식 연구
 - IoT기술을 활용한 지역별 자가 경보 시스템 개발 방안 제시
 - 지역별 맞춤형 현장경보 시스템 개발 방안 및 수요자 중심의 경보 전달 방법 제시
 - 다중분석 체계에 의한 공동활용 및 실시간 긴급 대응 기술 확보
 - 분석체계 다중화를 통한 분석체계 연속성 확보 기술개발
 - 지진 관측자료의 공동활용 및 긴급 대응 활용기술 개발
- 현장경보와 네트워크 경보의 병합지진경보체계 구축 및 운영
 - 기존 네트워크 경보와 자체 시험 운영중인 현장경보를 조합한 병합지진경보체계 구축 및 운영을 통해 신속한 지진경보 발령
 - 지진 발생시 先 현장경보체계(최초 지진관측 후 3초, 신규도입) 가동, 後 네트워크경보체계(최초 관측 후 5초, 기존체계)를 가동



- ※ 지진 최초 관측 후 통보시간 : 최단 7초 → 최단 3초
- ※ 지진조기경보 공백지역(진앙으로부터 반경) : 48km 수준 → 20km 수준
- ※ 서비스의 형태 : 규모기반 서비스 → 진도기반 서비스 추가

- 지진속보 발표시간 단축기술 개발 및 경보판단기법 개선
 - 지진조기경보 분석시간 단축 및 안정성 확보
 - 정확하고 안정적인 P파 식별 기술
 - P파를 이용한 진원요소 결정 기술

- 현장경보의 지진감지 성능향상을 위한 보조 지진관측 기법 활용 기술개발
 - 효과적인 IoT 센서 활용 및 정보 송신 기술
 - IoT 센서 감지자료의 분석 및 해석 기술
 - IoT 센서망과 기존 지진관측망을 통합한 신간 진화형 지진조기경보 분석 기술
 - IoT 센서망의 통신 기능을 이용한 지진조기경보 전파기술
- MEMS 지진계를 활용한 지진정보 생산 시스템 구축
- 지진조기경보 관련 연구수행 결과의 시험운영 및 현업 적용
 - 지진조기경보 개선 및 고도화 등 안정적 운영기반 구축
 - 관련 기술·서비스(내진설계, 지진장비 및 소프트웨어, 재해보험, 재난방송 등) 개발 및 공유

● **성과목표**

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|---|--|----|
| [2-1-1] 한반도 지하 단층구조 정보 확보 및 단층·속도구조 통합모델 개발 | 미소지진관측능력 향상 및 통합모델 정확도 개선 | 정성 |
| [2-1-2] 지진분석기술 개선 및 정보 다양화 | 미소지진(규모 1.0이상 2.5이하)의 연도별 진원 분석 정확도 개선 | 정량 |
| [2-1-3] 지진 조기경보서비스 체계 고도화 및 선진화 | 목표시간 대비 지진정보 신속도 및 정확도 향상 | 정량 |

● **기대효과**

- 관측환경을 고려한 지역중심의 지진 식별 정확도 및 속도 향상
- 다양한 지진계 자료를 활용한 지진경보 공백역 최소화 및 신속성 확보
- 지진발생 원인에 대한 객관적인 근거 제시
- 공중음파 감시 및 분석 성능 강화를 위한 기술 확보로 인공지진 및 화산 감시 체계 강화
- 한반도 내륙 및 해역 지하 단층·속도구조 통합모델 개발 및 검증을 통한 지진정보 고도화 및 진도 산출 정확도 향상
- 한반도 지하 단층구조 파악 및 3차원의 지진파 전파속도 확보를 통해 지진재해 평가 및 범정부 지진대비 역량 강화
- 안정적인 분석에 기반한 지진조기경보 시간 단축 및 신속한 지진정보 제공체계 구축으로 지진조기경보 서비스 제공에 따른 국민 불안감 해소
- 차세대 IoT 기술의 원천기술 확보 및 IoT 기술의 재난안전시스템 분야에서의 활용성 검증

전략과제 2-2 4차 산업기반 지진분석 융합기술 개발 (중점과제)

● 추진배경

- 최근 국내·외에서는 AI 및 초소형 센서들을 활용·융합하여 지진관측 및 분석기술을 고도화하고 수요자 중심의 영향정보를 생산하여 모바일시대에 요구되는 밀착형 지진정보 전달체계 구현
- 기상청에서는 지진 발생 후 정밀 분석을 통해 단층운동 분석해를 산출하여 발표
 - 정밀 분석 시 수동 분석자에 의해 결정되는 부정확한 picking 정보는 분석정확도 저하의 원인이 될 수 있고 수동분석에 따른 상당한 시간이 소요
 - 지진분석가의 숙련도와 상관없이 신뢰도 있는 분석정보를 제공하는 인공지능을 이용한 자동 picking 기술의 도입 필요

● 실행과제

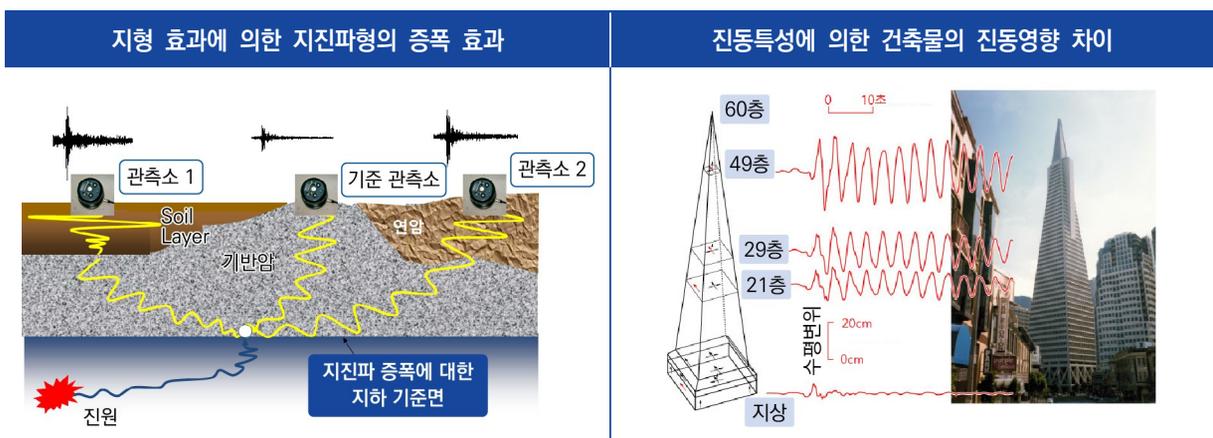
[2-2-1] 신기술을 활용한 지진관측 및 분석기술 개발 (중점과제)

- IT 융합기술을 적용한 지진관측 핵심기술 개발
 - 맞춤형 집중관측을 위한 다중복합 관측장비 운영 기술
 - 지진·지진해일·화산 관측요소별 센서 개발 및 활용 기술
 - 관측요소별 맞춤형 관측을 위한 다중복합 운영 기술개발
- 인공지능, 빅데이터 등을 이용한 지진 분석 응용기술 개발
 - 인공지능을 활용한 단층운동 자동분석 기술 개발
 - 인공지능 기술 기반의 자동 품질 이상 처리 기술 개발
 - 이상신호 자료를 이용한 기계학습 기법 연구
 - 실시간 신호의 지진/비지진 자동 식별 기법 연구
 - 인공지능 기술과 역산 알고리즘이 내장된 진원 분석 기술 개발
 - 자동 지진 파형 자료 추출을 활용한 진원 분석 알고리즘
 - 인공지능 기반의 단층운동분석 자동 산출 알고리즘 개발
 - 실시간 분석이 가능한 인공지능 기술 개발
 - 실시간 picking 툴 개발 및 구동 모듈 개발
 - 자동 picking 툴과 연계된 진원 및 단층운동해 분석 모듈 개발
- 빅데이터를 활용한 국가 지진자료의 품질 평가 기술 개발
 - 지진관측 정확도 향상 및 품질평가 지원을 위한 외부 빅데이터(영상정보, 제보자료, 관측장비와 시스템 로그 정보)의 지속적 발굴 및 활용기술 개발
 - 관측자료 품질이상 식별 및 보정방법 개발을 통한 국가 지진자료의 품질 확보
 - 인공지능 기술 및 빅데이터 기반의 자동 품질이상 처리기술 개발

- 이상신호 자료를 이용한 기계학습 기법 연구를 통한 품질 평가 기반 확보
- 실시간 신호의 지진/비지진 자동 식별 기법 연구 정립
- 다양한 첨단센서를 활용한 지진 진동영향 수집 및 분석 기술개발
 - 초소형 가속도계측 센서 등을 활용한 진동영향 수집 및 빅데이터 분석 결과를 통해 진도정보 분석
 - 초소형 가속도센서 자료의 활용도 분석
 - 초소형 가속도센서 활용 지진조기경보 고도화 연구
 - 다양한 규모와 복합 센서들을 활용한 자동화된 지능형 관측기술 개발
 - 다중 관측자료의 복합 운영 기술 연구

[2-2-2] 수요자 중심의 진동영향 정보 생산 기술개발 (핵심과제)

- 지역별 지질 및 지반 특성을 고려한 진도 산출 기술 고도화
 - 지진의 진동체감 정보 수집 및 맞춤형 정보 제공 연구
 - 지역별 맞춤형 영향진도 산출 시스템 개발
 - 강진동 대비를 위한 지역별 맞춤형 지진파형 개발
 - 진도 예측 정확도 향상 기술 개발
 - 지진 규모와 감쇠식을 이용한 진도 예측
 - 지진관측소 부지효과 분석 및 관측소 보정 기술개발
 - 진도 예측을 위한 관측소 보정값 DB 구축
 - 국내 지반 분류에 따른 지진파 영향 분석
 - 지반 분류 및 지진가속도 계측 신호 특성 파악
 - 지반 분류에 따른 응답스펙트럼 비교·분석 및 거리에 따른 영향 비교·분석
 - 지진 관측파형과 과거 지진파형 실시간 비교 시험
 - 유사 파형 검출을 통한 지하단층과의 연관성 및 지진발생 특성 정보 생산



출처: 21-25년 중기사업계획서, 기상청, 2021

- 일상생활 공간의 진도정보 생산 기술개발
 - 가속도계측기와 스마트폰 MEMS 센서를 활용해 일상생활 지역 지진가속도 계측의 사각지대 최소화
 - 가속도계측 데이터 신뢰성 평가
 - 가속도 계측 장치 성능평가체계 구축
 - 보급형 가속도계측 센서 개발 및 활용 기반 마련
 - 체감형 진도정보 생산 및 모델 개발 연구
 - 특이지형에 대한 이상 진동 파형 전파 시뮬레이션 연구
 - 거주지 중심(저·고층 건물 대상)의 위치별 체감형 진도예측모델 개발 연구
- 수요자 위치 중심의 정밀 진도정보 생산
 - 전국 진도정보의 상세 지역별 정보 산출 및 서비스 제공
 - 알림앱 보급 확대, 유관기관 협업을 통한 지역별 진도에 따른 장소별 행동요령 서비스
 - 규모 3.5이상 지진에 대해 위치 상세정보, 발생 추이 분석 정보, 과거 지진발생 통계·추이 등 제공
 - 사용자 위치기반 영향 진도정보 생산 연구
 - 한국형 신속한 진동 정보 생산 기술개발
 - 기상청 진도정보 산출 시스템 개선 및 고도화
 - 연약지반, 급경사지 등 특이지형과 건축물을 고려한 맞춤형 진도정보 정확도 개선
- 실시간 진도등급 결정 기술 개발 및 전국 지진동 영향 평가 작성
 - 실시간 진원결정 및 파형 유사성 분석 기술 개발
 - 파형 유사성을 이용한 실시간 진원결정 기법 개발
 - 주요 지역 지진파형 DB 구축 및 실시간 진원결정 기법 시험
 - 한반도 지진 진도등급 설정 및 평가 기술개발
 - 속도·가속도 관측자료의 계기진도 산출 기술개발
 - 지진동의 영향으로 인한 유감 수준과 관측자료 상관관계 평가 도출
 - 최적의 한반도 지진 진도등급 설정 방법론 연구

● 성과목표

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|----------------------------------|---------------------------------------|----|
| [2-2-1] 신기술을 활용한 지진 관측 및 분석기술 개발 | 지적재산권 생산실적 및 논문 영향력 지수 향상을 통한 연구성과 확산 | 정량 |
| [2-2-2] 수요자 중심의 진동영향정보 생산 기술개발 | 지표면 최대가속도 오차율 향상으로 체감형 진도 예측 정보 제공 | 정량 |

● 기대효과

- 한반도 광역 구조적 이해를 위한 다양한 관측자료 제공으로 지진연구 활성화
- 지진관측 기술 고도화를 통한 기술축적 및 지구환경 보존 등에 활용 가능
- 지진 분석자의 판단에 인공지능 지진정보 생산기술을 활용하여 분석 시간 감소 및 신뢰성 제고 기대
- 인공지능 기술을 활용한 비전문가의 지진정보 생산기술 확보 가능성 제시
- 지진발생 원인에 대한 객관적 근거 제시 및 단층운동에 대한 상세정보 제공에 의한 서비스 고도화
- 단층운동 해석 및 지진동 예측 수치모의 기술을 이용한 대국민 서비스 확대
- 지진 관측자료 관리기준 마련으로 실시간 품질관리를 통한 지진조기경보시스템 안정성 확보

전략방향 3

선제적 지진해일 감시·관측 및 분석·예측 체계 구축

기본방향

■ 배경 및 필요성

- 지진해일의 발생빈도는 낮지만 발생했던 전적이 있으며 당시 피해가 상당하였기에 추후 지진해일 대응을 위해서는 지진해일의 선제적 감시·관측 체계가 구축되어야 함
 - 지진해일의 대응으로 가장 중요한 신속한 정보전달을 위해서는 지진해일의 이해가 필요하며 이에 의해 상세한 분석 및 예측 연구가 필요함

■ 전략의 주요 내용

- 지진해일의 실제 체감 대응을 위한 위험지역 영향 평가를 시행하여 대응체계 및 감시·예측 기술개선
- 지진해일 감시역량 강화 및 관측망 공백 최소화를 위한 관측망 확대
- 현재 관측기술을 보완할 新관측 기술을 개발하여 감시·분석 기술 고도화

■ 추진과제

3-1. 지진해일 감시·관측 역량 확대

[3-1-1] 지진해일 관측망 확대 및 운영 기술 고도화

[3-1-2] 한반도 지진해일 위험성 평가와 지진해일 발생원인 진단 기술 고도화

[3-1-3] 지진해일 신관측 기술 개발 및 활용 확대

3-2. 지진해일 분석·예측기술 고도화

[3-2-1] 지진해일 예측기술 고도화

[3-2-2] 지진해일정보 통합관리체계 고도화

전략과제 3-1 지진해일 감시·관측 역량 확대 (중점과제)

● 추진배경

- 기후변화로 인한 전 세계적 해수면 상승 및 해양·지질재해 심화 예측
 - 국내에도 근대(1983, 1993)에 지진해일 피해사례 발생으로, 지진해일에 의한 2차 피해 가능성 보유
 - 국내 지진해일 사례 분석이나 알고리즘 개선 연구는 수행되고 있으나 예측기술 개선 필요
 - 이를 대비하기 위하여 기존 기술 고도화 및 신기술 개발을 기반으로 국가 지진해일 관측·감시역량을 확대를 통한 지진해일 감시·관측정보의 적시·정확성 강화 필요
- 대규모 지진으로 인한 2차 피해는 지진해일로 인해 발생하는 경우가 많으며 피해 방지를 위해 지진발생 직후 해일 발생 판단을 위한 국가적 기술 확보 필요
 - 해일이 진앙지로부터 해안까지 도달하는데 걸리는 시간을 최대한 활용할 수 있는 실시간 자동화 시스템 구축 필요
- 최근, 지진해일 예측을 위해 유한단층 모델이 활용되고 있으나 시간에 따라 파급되는 단층 변위 및 단층파괴 이력 등에 대한 정보가 적용되지 않는 실정
 - 지진해일 모델링 시스템을 구축하여 해일 발생 시 오류발생 최소화로 신뢰성 있는 피해 예측 필요

● 실행과제

[3-1-1] 지진해일 관측망 확대 및 운영기술 고도화 (중점과제)

- 지진해일 조기탐지를 위한 지진해일 관측망 확충
 - 동해안 지진해일관측지점 확충을 통한 지진해일 조기관측망 공백 최소화
 - 동해남부, 남해 및 제주 지역의 지진해일 조기탐지망 구축
 - 지진해일 관측기기를 통하여 수집한 관측자료 분석기술 고도화
- 지진해일관측지점 정비 및 CCTV 공동활용을 통한 지진해일 감시 확대
 - 지진해일 관측지점 주변 유관기관 CCTV를 통한 지진해일 감시·관측 확대 및 운영 고도화 방안 확립
 - 국내외 CCTV 기반 지질재해 대응 케이스를 바탕으로 한 유관기관 협력방안 구축
 - CCTV기반 지진해일 감시·관측을 위한 각 유관기관별 역할 제시 및 운영 고도화 방안 확립
- 지진해일 관측 운영기준 확립 및 성능규격 개정을 통한 운영기술 고도화
 - 관측방식 다양화에 맞춘 새로운 지진해일 관측 운영기준 확립
 - 추가적인 관측방안을 포함한 지진해일 관측기기별 성능규격 방안 제시

- 국내외 지진해일 관측자료 수집 활용 확대
 - 유관기관과의 지진해일 관측 협력기반 강화 및 지진해일 관측자료 수집체계 개선을 통한 관측자료 적시·정확성 개선
 - 협력기반 강화를 통한 지진해일 관측에 활용 가능한 센서 및 관측기기 협력방안 마련
 - 관측, 감시, 데이터 관리 등 각 업무에 대한 각 유관기관별 역할 제시
 - 유관기관 및 신설될 지진해일 관측망을 포함한 관측자료 수집체계 개선안 제시
 - 지진해일 관측기술 선도국가별 관측자료 관리·분석체계 벤치마킹을 통한 체계화 방안 마련

[3-1-2] 한반도 지진해일 위험성 평가와 지진해일 발생원인 진단 기술 고도화 (중점과제)

- 과거 한반도에 영향을 준 지진해일 발생지를 중심으로 재발생 위험성 평가와 감시·예측 기술 고도화
 - 지진해일 위험성 평가 및 국제협력을 바탕으로 한 대한민국 동해 및 일본 서부해역 지역의 지진해일 감시·예측 기술 고도화
 - ※ 한·일 국제협력을 바탕으로 1983년 및 1993년 지진해일의 진원지인 동해 인근 일본 북서해역 내 지진해일 재발생 위험성 평가
 - 1983년 및 1993년 일본 북서해역 내 지진해일 심층 분석을 통한 효과성 평가 기반마련
 - 일본 북서해역 내 단층조사를 통한 유사 지진해일 재발생 위험성 평가 시행
 - 지진해일 발생 및 전파 과정 예측 고도화
 - 주요 해일 발생 위험지구 선정 및 예측 고도화
 - 국내외 주요 도시 및 위험시설 주변 모델 결과 상세화 기법 개발
 - 지진분석 관측자료를 반영하는 해일 모델링 운영기술 고도화
 - 전지구 지진해일 예측시스템 고도화 및 현업 적용 연구
- 한반도 근해 해역지진에 따른 지진해일 발생 위험성 평가 및 대응 기술 개발
 - 한반도 근해 해역지진 및 국외 해역지진 및 지진해일 정보를 기반으로 한 지진해일 발생 위험성 평가 및 대응기술 개발방안 제시
 - 내습피해 및 해양통합상황 예측 기술개발
 - 조석, 파랑, 기상해일 등 해양상황 통합 모델링 기술개발
 - 주요 연안의 내습피해 예측기술 개발
 - 류큐해구 발생가능 최대지진 및 지진해일 분석기술 개발
- 해저 화산 및 사면 붕괴, 운석 낙하 등 비전형적 원인에 의한 지진해일 발생 위험성 평가와 감시 역량 강화
 - 전국 해안가 대상 지질 조사를 통한 사면 붕괴 가능성 조사 및 지진해일 발생 위험성 평가 시행
 - 위험성 평가를 기반으로 한 해안가 위험도 분류 및 위험도에 따른 감시체계 확립 및 비전형적 원인에 의한 지진해일 감시역량 강화
 - 비전형적 원인에 의한 지진해일 경험이 많은 국가(예: 미국)와의 국제협력 강화를 통한 역량강화 방안 제시

[3-1-3] 지진해일 신관측 기술 개발 및 활용 확대 (선택과제)

- 인공지능 스마트 CCTV를 활용한 연안 지진해일감시·관측 기술 고도화
 - 유관기관 및 민간과의 협력을 바탕으로 한 다목적 인공지능 스마트 CCTV 기술 개발
 - 인공지능 스마트 CCTV 기반 연안 지진해일 감시·관측기술 및 운영방안 개발 및 기존 CCTV와의 공동 활용방안을 통한 운영 고도화 방안 확립
- 심해압력식파고계 운영 및 분석 체계 고도화
 - 심해압력식파고계 시험운동을 통한 운영기반 및 방안 마련, 이를 바탕으로 한 자료 분석체계 고도화 방안 제시
- GPS/GNSS-R 기반의 지진해일 신관측 기술 개발
 - GPS/GNSS-R 등의 위성기반 지진해일 관측기술 개발 및 자료분석 방안 구축
 - GPS/GNSS-R 기반 관측기술의 현업 도입을 통한 실효성 테스트 및 발전방안 제시

● 성과목표

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|--|--|----|
| [3-1-1] 지진해일 관측망 확대 및 운영 기술 고도화 | 지진해일 관측망 공백 해소율 및 지진해일 조기경보 시스템 구축율 향상 | 정량 |
| [3-1-2] 한반도 지진해일 위험성 평가와 지진해일 발생원인 진단 기술 고도화 | 지진해일 위험성 평가 건수 및 연구용 지진해일 정보 활용도 실적 증가 | 정량 |

● 기대효과

- 대규모 피해를 발생시키는 지진해일에 대응할 수 있는 시스템 구축으로 인명·재산 피해 최소화 가능
- 실시간 지진해일 발생-전파-내습 자동화 시스템 구축으로 지진해일의 해안 도달시간을 최대한 확보하여 피해 최소화
- 국내외 확보 가능한 해일 관측 자료동화를 통해 해일 전파 및 내습 시 예측정확도의 획기적 개선 기대
- 자국민 보호뿐 아니라 국외 주요 도시 및 위험지구에 지진해일 피해 경보 및 대응정보 제공

전략과제 3-2 지진해일 분석·예측기술 고도화 (중점과제)

● 추진배경

- 기후변화로 인한 전 세계적 해수면 상승 및 해양·지질재해 심화가 예측
 - 국내에서도 1983년, 1993년에 지진해일 피해사례가 발생했으며, 지진해일에 의한 2차 피해 가능성 보유
 - 국내 지진해일 사례분석이나 알고리즘 개선 연구는 수행되고 있으나 예측기술 수준이 매우 낙후한 상태
 - 이를 대비하기 위하여 지진해일 감시 및 예측기술을 고도화하여 지진해일 감시정보의 적시·정확성을 강화하고 지진해일의 예측 강화를 통한 지진해일 피해 감소방안 마련
- 현업 운영데이터 부족으로 인한 모델 검증기반 및 기술 완성도 부족
 - 특히, 직접적으로 지진해일이 일어나는 환태평양 조산대와 떨어져 있는 위치의 특성 상, 관측데이터를 얻을 기회가 많지 않으므로 국외 유관기관과의 협업을 통한 현업 운영 데이터 및 지진해일 발생 데이터를 취득하는 것으로 기술을 고도화 할 필요가 있음

● 실행과제

[3-2-1] 지진해일 예측기술 고도화 (중점과제)

- 지진해일 초동대응 실효성 강화를 위한 주기적 시나리오DB 갱신
 - 잠재적 진원지별 환경변화에 대응하는 주기적 시나리오 DB 갱신을 통한 초동대응 실효성 강화 및 지진해일 특보지역 주요지점과의 연계방안 제시
 - 실시간 지진 P파/W파 역산을 통해 단층면해와 단층의 크기를 분석하여 지진해일 발생 가능성 평가
- 지진해일 정밀대응을 위한 예측모델 성능 개선
 - 국제협력을 바탕으로 지진해일 예측모델 현업 운영을 통한 데이터 수집 및 고도화방안 마련
 - 환태평양 조산대에 자리 잡은 국외 유관기관과의 협업을 통한 지진해일 예측모델 현업운영방안 수립 및 운영을 통한 기술 고도화방안 제시
 - 실시간 지진해일 예측·분석 정확도 개선 및 수행시간 단축
- 조석 등 해양기상을 고려한 지진해일 절대파고 분석 및 예측기술 도입
 - 조석 등 해양기상의 변화에 의한 지진해일 절대파고로의 영향분석 연구
 - 기후변화 및 기후변화에 의한 환경변화 추세를 반영한 조석 등 해양기상의 지진해일 절대파고 영향분석 연구
 - 영향분석 연구를 바탕으로 한 지진해일 절대파고 분석 및 예측기술 연구개발

[3-2-2] 지진해일정보 통합관리체계 고도화 (중점과제)

- 지진해일 감시·관측 및 분석·예측 정보 통합운영체계 고도화
 - 지진해일 감시·관측망의 결과 및 분석·예측결과의 통합을 통한 지진해일 통합운영체계 구축 및 운영 고도화방안 제시
- 위기상황별 지진해일 모니터링 구성 및 상시 감시 시스템 구축
 - 지진해일 종합 모니터링 시스템을 기반으로 한 위기상황별 지진해일 종합정보 운영방안 제시
 - 지진재해 시나리오 및 타 재해와의 복합재해 시나리오 등 여러 시나리오를 기반으로 한 지진해일 종합정보 운영 방안 마련
 - 상시 시스템의 운영방안을 바탕으로 한 지진해일 상시 감시방안 제시
- 현장 대응력 강화를 위한 GIS 기반의 지진해일 자동 분석 및 예측 알고리즘 개발 적용
 - 국제협력을 바탕으로 한 GIS기반 지진해일 자동 분석 및 예측 알고리즘 개발
 - 개발된 예측 자동 분석 및 예측 알고리즘의 현업 테스트 진행
 - 축적된 현업 운영 경험 및 데이터를 바탕으로 한 예측 알고리즘 현업 운영방안 고도화

● 성과목표

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|---------------------------|---|----|
| [3-2-1] 지진해일 예측기술 고도화 | 지진해일 시나리오 콘텐츠 제공률 및 지진해일 대응 지원 건수 증가를 통한 예측 시나리오 서비스 확대율 향상 | 정성 |
| [3-2-2] 지진해일정보 통합관리체계 고도화 | 지진해일 정보 통합관리 체계 구축율 향상 및 통합관리 체계 개선 | 정량 |

● 기대효과

- 일본 서해안에서 발생하는 지진에 의한 지진해일의 실질적 대응 수단 확보
- 지진파 위상 비교 및 실시간 역산으로 지진의 단층운동 특성까지 고려한 정확한 지진해일 예측 시스템 개발 기대
- 전 세계적으로 연구를 진행 중인 W파를 이용한 지진파 역산 기술을 국내 주변 환경에 실시간으로 적용할 수 있는 기술 확보

전략방향 4 화산 및 지구물리 감시·예측 역량 강화

기본방향

■ 배경 및 필요성

- 2000년대 초반에 백두산 화산분화 가능성이 대두되면서 화산분화로 인한 사회·경제적 피해 우려 증가
 - 2002년 이후 백두산 부근 지진 급증, 식생 변화, 주변 호수의 수온·수질 변화 및 화산가스 용출 등으로 화산폭발 가능성 증가
 - 화산활동 감시망 구축 및 확대로 정밀관측을 통해 정부 차원의 상황별 경보 및 대응방안 마련 필요
- 한반도 인접국의 화산분화로 인한 화산재 확산에 따른 국내 피해 가능성에 관한 관심 급증
 - 화산재 확산으로 인해 항공기 결항, 열차운행 중단, 정밀기기 오차율 증가, 화산재 비산에 의한 대기질 악화 등 사회·경제적 피해 유발
 - 화산재 피해 최소화를 위해 확산경로 예측 및 예측정확도 향상 필요

■ 전략의 주요 내용

- 현상별 최적의 관측망 구성을 통한 신뢰성 있는 관측자료 확보 및 화산재 확산 탐지를 위한 화산 관측체계 개선
 - 관측목적에 따른 고품질 관측체계 방법 구성 및 최적의 관측장비 설치 방안 마련을 위한 체계적인 관측망 기반 구축
- 화산분화 및 화산재 위험요소에 대한 선제적 대응을 위한 기초정보 제공
 - 화산분화 시 선제적 대응을 위한 관측자료의 수집·평가·분석 기술 체계 마련

■ 추진과제

4-1. 화산 감시·분석·예측기술 고도화

- [4-1-1] 안정적 화산활동 감시를 위한 관측체계 개선
- [4-1-2] 화산활동 분석 및 감시 기술 향상
- [4-1-3] 화산재 확산 감시 및 예측 체계 구축

4-2. 지구물리 관측자료 활용 확대

- [4-2-1] 지구물리 관측자료 생산 및 공유 강화
- [4-2-2] 지구물리 관측자료 분석 및 활용기술 개발
- [4-2-3] 한반도 지각활동 감시강화를 위한 GNSS 등 관측자료 수집 및 활용체계 구축

전략과제 4-1 화산 감시·분석·예측기술 고도화 (선택과제)

● 추진배경

- 분화 가능성이 제기된 백두산의 화산 전조현상 및 일본의 화산분화에 따른 화산재 피해 가능성 증가로 화산분화 대응체계 및 화산정보서비스 필요
 - 천지 칼데라 외륜산 주변의 용기 시점과 지하 마그마방에 마그마 주입 시기의 일치성으로 지표변형 관측과 화산가스 이상 유무에 따른 화산활동 예측 필요
 - 최적화된 관측장비의 인프라 구축 및 체계적인 자료의 수집·평가·분석 기술개발 필요
- 한반도 및 주변국의 화산 영향 범위를 예측하기 위해 화산분화 및 화산재 위험요소에 대한 다각적 접근을 통해 선제 대응을 위한 기초 정보 확보 필요
 - 백두산 및 인접국의 화산분화 및 화산재로 인한 국내 영향요소 분석 필요
 - 화산재로 인한 한반도에 미치는 영향을 판단할 수 있는 관측체계 부재
- 화산폭발은 마그마로 인한 인명·재산 피해 및 주변국으로 화산재가 확산하여 대기 및 토양 오염 등 2차 피해 발생
 - 국내에서는 화산활동의 예측, 평가에 관한 연구 강화가 필요하며, 화산 및 지구 물리 자료를 활용한 화산분화 예측기술 연구 시급

● 실행과제

[4-1-1] 안정적 화산활동 감시를 위한 관측체계 개선 (선택과제)

- 한반도 특성에 적합한 화산 관측망 구축방안 연구
 - 화산 전조현상 감시를 위한 최적의 관측장비 설계 및 활용 방안 마련
 - 원격감시를 통한 화산 관측자료 수집체계 구축방안 연구
 - 한반도 및 주변국 화산활동 감시강화를 위해 위성 레이더 영상자료(SAR)*를 활용하여 화산 지역 지표변위량 산출 및 지표 온도 변화 분석
 - * SAR(Satellite Aperture Radar/합성개구레이더):ALOS2, 아리랑, Sentinel 등
- 화산재 분석기술 개발 및 분석체계 시범 구축
 - 원거리 화산재 관측기술 개발
 - 원거리 화산재 관측을 위한 국외 화산재 관측 기술 연구
 - 화산재 관측 방안 연구
 - 화산재 관측 자료 처리 및 분석 기술 개발
 - 화산재 확산 범위 및 영향 분석 체계 구축
 - 화산재 확산 양상 분석을 통한 화산활동 규모 추정 기술 개발
 - 화산재 확산 진단 결과 정확도 향상 방안 마련

- 화산재 특보 생산을 위한 화산재 규모·분포·이동경로·예측 기술 연구 개발
- 국내 실정에 적합한 화산재 분석기술 벤치마킹을 통한 기술 도입 방안 마련
- 화산활동 감시 및 분석을 위한 테스트베드 구축
 - 울릉도의 잠재적 화산분화 가능성 평가 및 한반도 화산분화 가능성 평가 연구

[4-1-2] 화산활동 분석 및 감시기술 향상 (선택과제)

- 위성 영상을 이용한 화산활동 추이 분석 기술 개선
 - Landsat(온도·면적·수위 변화)과 Sentinel-1(지표 변위 변화)을 이용한 화산활동 추이 분석 정기 산출
 - 국외 주요 화산지역 원거리 관측자료 활용 분화 전·후 화산활동 추이 분석 비교·검증을 통한 정확도 개선 연구
- 화산활동 감시기술 개선을 위한 위성 영상 추가 활용 기술 개발
 - 위성 영상 자료처리 기술개발을 통한 화산 감시 체계 구축
- 국내외 관측자료를 활용한 화산활동 수준 해석 기술 개발
 - 백두산 화산활동 수준 종합해석 기술개발을 통한 화산활동 원격감시 및 진단정보 해석
 - 한·중 협력을 통해 백두산 현지 관측자료의 화산활동 분석·진단에 활용
 - 광파거리, 온천수 및 화산가스 성분의 추이 비교 및 화산활동 위험성 진단
 - 해외 화산 활동 모니터링을 통한 지진활동 변화 관측
 - 화산재주의보센터의 화산정보 실시간 감시 시스템을 통해 항공사에 화산 실황감시 정보제공
 - 일본 활화산 CCTV 웹페이지를 활용하여 일본 활화산 실시간 감시
- 3차원 마그마방 모델링 및 화산분화 예측 기술 연구
 - 백두산 화산가스 분석에 의한 화산활동 예측
 - 화산가스 성분 함량 특성을 파악하고 화산가스 성분비를 정기적으로 관측하여 화산분화의 전조 감시
 - 이상 징후 발생 시 관측자료를 근거로 지하 마그마 거동 파악
 - 백두산 분화 가능성 진단 및 평가
 - 화산 모니터링 기술개발을 통한 백두산 화산의 마그마 진화 분석
 - 화산지역 지표변형 정밀 측정 기술개발
 - 마그마 방의 변화 정밀 모델링 기술

[4-1-3] 화산재 확산 감시 및 예측 체계 구축 (중점과제)

- 화산재 확산 예측모델 현업 운영 체계 개선
 - 슈퍼컴퓨터 기반 화산재 확산 예측모델 현업 운영 체계 개선 및 활용성 강화
 - 웹 및 전문 기반 화산재 확산 예측모델 현업 운영 체계 개선

- 화산재 확산 방향 및 농도 탐지에 대한 정확도 개선 기술 개발
 - 정확한 화산재 예측 정보 생산을 위해 경험적 모델의 검증 및 개선
 - 위성영상을 활용한 실제 확산 분화 사례 시뮬레이션을 통해 예측 모델 검증 및 개선
 - 화산재 확산 알고리즘 및 실시간 확산 예측 시스템 활용 확대
 - 입자 확산 계산, 화산재 분출량 계산, 화산재 농도변환 알고리즘을 활용하여 실시간 확산 방향 및 농도 탐지가 가능한 시스템의 활용 확대 방안 마련
- 화산재* 탐지·분석 및 활용 기술 개발
 - * 화산분화 시 발생하는 화산재(이산화황 등 가스 포함)
 - 인공위성 관측자료와 모델링의 통합분석자료를 활용한 화산재 탐지·분석기술 개발
 - 정지궤도 위성 센서의 근적외선 채널을 적용하여 화산재 확산 면적 탐지 활용기술 확보
 - 화산재의 광학특성에 기반한 정확도 높은 화산재 탐지 기법 개발
 - 국외 유입 화산재 탐지 및 유입·유출량 산정 기술 개선
 - 위성영상 분석자료의 실시간 제공을 통해 화산재 탐지 및 확산 경로 확보

● 성과목표

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|---------------------------------|---|----|
| [4-1-1] 안정적 화산활동 감시를 위한 관측체계 개선 | 전년도 대비 화산활동 관측체계 개선을 향상 | 정성 |
| [4-1-2] 화산활동 분석 및 감시기술 향상 | 화산 정보자료 활용지수 및 자료활용 만족도 향상을 통한 연구용 화산정보 활용 실적증가 | 정량 |
| [4-1-3] 화산재 확산 감시 및 예측 체계 구축 | 화산재 확산 감시 및 예측을 위한 시뮬레이션·시나리오 산출 실적 | 정량 |

● 기대효과

- 위성기반 화산활동 감시 및 분석 평가를 통해 화산재 피해를 줄이고 화산 기술 고도화 및 관측자료의 국내외 공동활용을 통한 화산 감시·예측 연구기반 마련
- 원거리 화산재 관측 및 분석을 통해 화산재 감시역량 향상에 기여
- 화산재 관측환경 및 기술을 활용하여 효율적인 관측망 구축 실현
- 백두산의 분화 가능성을 선제적으로 예측하여 화산에 대한 국민의 안전과 불안감 해소 및 선제적 대응 체계 강화
- 인공위성을 이용한 화산활동 감시·예측 및 평가 기술력 확보
- 마그마 거동의 모니터링 기술 확보를 통해 한반도의 화산전조 감시체계 기반 구축

전략과제 4-2 지구물리 관측자료 활용 확대 (선택과제)

● 추진배경

- 지구물리 관측을 통한 다방면 지진자료 생산 및 공유
 - 현재 지구자기 관측소, GNSS 관측소 등을 이용하여 지구물리 관측을 수행하고 있으며, 이를 바탕으로 한반도 지구자기장의 분포 및 변화를 관측하여 지각의 변동성, 지진 전조현상 및 화산분화 감시·연구 수행
 - 물리적, 외교적 이유로 직접 관측하지 못하는 구역의 지진을 간접적으로 관측·감시하는 등 활용도는 높으나, 관측소 및 관측기기의 노후화, 관측환경의 열악함 외에도 자료수집, 활용, 관리방안의 부재 또는 미비 등으로 그 활용도가 저조한 실정
- 한반도 지각활동 감시강화 및 데이터 종합 수집활용체계 구축
 - 지진 및 화산분화의 경우 지각변동을 필수적으로 동반하며, 지각의 변동 관측을 위해서는 GNSS 관측장비를 일반적으로 사용하며, 이를 통하여 지진으로 인한 지각의 움직임과 화산분화에 의한 지면 융기 등을 모니터링 가능
 - 여러 국내외 유관기관은 기관의 목적에 맞는 한반도 지각활동 관측자료를 생산하고 있으므로 다방면의 자료를 수집하는 것으로 지진 및 화산 감시 목적으로 분석 활용할 수 있는 종합적 수집활용 체계를 구축

● 실행과제

[4-2-1] 지구물리 관측자료 생산 및 공유 강화 (선택과제)

- 국제 표준의 국가 지구자기 관측자료 생산 및 유관기관 자료공유
 - 국가 표준 지구자기 관측자료 생산 및 전세계 지구자기 관측망(INTERMAGNET) 제공
 - 지구물리 관측데이터의 활용 확대방안 제시를 통한 활용성 강화
 - 지구자기 상시 관측 및 INTERMAGNET 대상 상시관측값 전송을 통한 공유
- 한반도 지각변동 분석 및 지진 전조현상 관측에 필요한 지구물리 관측자료 수집 분류
 - 관측소, 관측기기 및 관측목적별 자료수집 및 분류 방안 수립
 - 관측자료별 지각변동 분석 및 전조현상 관측자료 세부 분류방안 제시

[4-2-2] 지구물리 관측자료 분석 및 활용기술 개발 (선택과제)

- 국제 표준의 국가 지구자기 관측자료 처리 및 분석기술 개발
 - INTERMAGNET 표준의 국가 지구자기 관측자료 처리 및 분석기술 개발
 - 지구자기 관측자료 처리 및 분석 기술성숙도 선도국가와의 국제협력을 기반으로 한 관측자료 처리 및 분석기술 개발 협업방안 마련

- 한반도 지각 변동 및 주요 지진에 의한 지각 활동 영향 분석
 - 국내 지구물리 관측자료 기반 한반도 지각 변동 및 주요 지진에 의한 지각활동 영향 분석
- 지진·화산활동 감시를 위한 지구물리 관측자료* 활용 기술 개발
 - * GNSS, 지구자기 등
 - 유관기관과의 협력방안을 기반으로 각 유관기관의 수집목적별 지진 및 화산활동 감시를 위한 지구물리 관측자료 활용방안 마련
 - 지구물리 관측자료 특성에 기반한 지진·화산활동 감시기술 개발
 - 지각변동방향 및 속도 관측 (GNSS), 지각 변동성, 지진 전조현상 및 화산분화 감시 (지구자기)

[4-2-3] 한반도 지각활동 감시 강화를 위한 GNSS 등 관측자료 수집 및 활용체계 구축 (외부수요)

- 국내외 GNSS, 지구자기 등 관측 자료 수집 및 DB 구축
 - 국제협력을 통한 국내외 유관기관의 한반도 지각활동 감시 관련 관측자료 수집
 - 자료의 기관별, 목적별 분류 및 분류에 따른 DB 구축
- GNSS, 지구자기 등 지구물리 관측자료 분석 능력 제고
 - 지구물리 관측자료를 이용한 지각활동 분석 및 활용 영역 확대

● **성과목표**

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|---|---|----|
| [4-2-1] 지구물리 관측자료 생산 및 공유 강화 | INTERMAGNET 자료제공을 통한 지구물리 관측자료 자료 공유율 향상 | 정량 |
| [4-2-2] 지구물리 관측자료 분석 및 활용기술 개발 | 지구물리 정보자료 활용지수 및 자료 활용 만족도 향상을 통한 지구물리 정보 활용 실적증가 | 정량 |
| [4-2-3] 한반도 지각활동 감시 강화를 위한 GNSS 등 관측자료 수집 및 활용체계 구축 | 관측자료 수집률 및 자료 활용률 향상 | 정량 |

● **기대효과**

- 지구물리 관측자료의 국제표준화 및 유관기관과의 지구물리 관측자료 공유 및 활용방안 확대를 위한 관계기관 협력 강화를 통한 지구물리 관측자료의 활용도 강화
- 지구물리 관측자료별 특성 및 유관기관과의 협력방안을 기반으로 한 지진·화산 원격감시 활용방안 수립
- 지진 및 화산 감시 목적으로 분석 활용할 수 있는 데이터 종합적 수집·활용 체계 기반 구축

전략방향 5 수요자 맞춤형 정보생산 및 전달체계 패러다임 전환

기본방향

■ 배경 및 필요성

- 기후변화, 도시화 및 기술의 발전 등 변화하는 사회 환경에서 다양한 정보 수요와 이에 따른 수요 맞춤형 정보 생산의 필요성 증대
 - 다양한 기후·재난 정보의 새로운 가치 창출을 위해 관련 기관의 협력을 통해 정확한 정보를 생산하여 공유·제공 인프라 마련 필요
- 지진·지진해일·화산 등 재난 발생 시 피해 규모는 지역, 건축물 내진 등 여러 가지 요소에 의해 천차만별이며 피해 규모별 필요한 정보가 다르므로 수요자 맞춤 정보 생산 및 전달 체계도 전환 필요성 대두

■ 전략의 주요 내용

- 수요자들이 실질적으로 필요한 지진 정보 생산을 위한 기술 개발 및 영향 평가 조사 실시
- 규모 기반 영향 정보에서 진도 기반 영향 정보 서비스 전달을 위한 패러다임 전환 및 전달체계 개선

■ 추진과제

- 5-1. 수요자 맞춤형 지진·지진해일·화산 정보 생산
 - [5-1-1] 지진 진단 및 정보제공체계 구축
 - [5-1-2] 지진해일의 상황별 영향 분석기술 개발 및 경보체계 개선
 - [5-1-3] 화산의 산업별 영향정보 생산기술 개발 및 대응체계 강화
- 5-2. 수요자 맞춤형 영향정보 효율적 전달체계 마련
 - [5-2-1] 수요자 중심 맞춤형 지진정보 전달체계 확립
 - [5-2-2] 차세대 IT 기술을 접목한 지진정보 전달체계 개선
 - [5-2-3] 지진·지진해일·화산의 신속한 정보전달체계 고도화

전략과제 5-1 수요자 맞춤형 지진·지진해일·화산 정보 생산(중점과제)

● 추진배경

- 국민들의 생명·재산 보호를 목적으로 국민·방재담당자들의 의사결정 지원을 위한 지진·지진해일·화산의 영향 평가 및 특보 기준 설정 등 수요자 맞춤형 영향 정보 생산 기반 조성 필요
 - 주요 국가시설의 대응을 위해서는 지역별, 내진을 등 요소에 따른 영향 정보 필요
- 지진조기경보 서비스 대상자들에게 실질적 서비스 제공을 위해 계기 진도 측정의 정량적 기준에 대한 연구개발 강화가 필요
 - 지진 발생 시 피해 정도를 예측할 수 있도록 지진 규모, 지역, 부지효과에 따른 정밀한 진도 예측 및 비교 연구 필요

● 실행과제

[5-1-1] 지진 진단 및 정보제공체계 구축 (중점과제)

- 지역별 지반 상태, 건축물 내진률, 인구 밀집도 등을 고려한 지진의 사회·경제적 영향정보생산 기술개발
 - 지진동 주기에 따른 영형 평가 기술 개발
 - 한반도 및 인근 해역의 대규모 지진에 의한 진동 주기 예측 기술 개발
 - 장주기 진동에 의한 지역별 부지효과 분석 및 위험 예측기술 확보
 - 지진에 의한 위험 정도 및 손실 추정
 - 지진 위험도 및 손실 추정 연구
 - 지진의 잠재적 손실을 추정하는 한반도 맞춤형 모델 개발
- * Hazus - 미국 내 지진, 홍수, 허리케인 및 쓰나미로 인한 손실 추정을 지리정보시스템(GIS) 이용하여 재해의 물리적, 경제적, 사회적 영향을 추정하며 위험도 정도를 시각화하여 보여주는 모델
- 지역의 지반 상태, 건축물 내진률, 인구 밀집도 등을 고려한 사회 경제적 영향 정보 생산
 - 지역별 지진 영향정보 생산을 위한 각 영향요소에 대한 연구
- 산업활동으로 인한 지진유발 가능성 진단 기술개발
 - 광산, 지하수, 석유 시추, 지열발전소, CCUS 등 산업에 대한 지진 유발 가능성 및 지진 범위 측정 연구
 - 지진 위험지역에서 산업활동으로 인한 지진 발생 시 피해 시뮬레이션 실시
- 지역별, 산업 특성별 지진영향 기반의 특·정보 기준 정비
 - 지진 발생 시 지역별, 산업별 지진 피해(경제·사회적 영향) 조사
 - 예상 진도 시나리오 기술 확보
 - 한반도 및 인근 해역의 가상 격자별/규모별 지진파 합성
 - 격자별 가상지진을 이용한 예상 진도 시나리오 개발

- 한반도 맞춤형 진도 등급 분류 기준 재정립
 - 유감 진도, 피해 진도, 실제 진동 관측값 사이의 관계식을 산출하여 진도 등급을 설정하였던 방식을 기반으로 지역별, 산업별 지진 영향 연구를 통해 기준 재정립

[5-1-2] 지진해일의 상황별 영향 분석기술 개발 및 경보체계 개선 (중점과제)

- 해안지역 지형 및 수심에 따른 고해상도 지진해일 영향예측 기술개발
 - 지진해일 피해 침수지역 상세 시뮬레이션 실시
- 지진해일에 따른 지역별, 건축구조물 특성별 재난대응 영향정보 생산기반기술 개발
 - 지진해일에 의한 예상범람구역 설정 및 영향정보 생산
 - 지진 규모에 의한 지진해일 최대 처오름높이 예상하여 범람구역 설정
 - 방파제, 방사제 등 항만시설 및 원자력 발전소 등 연안 근처 시설물의 지진해일 영향 연구
- 지진해일 피해 영향 요소 분류에 기반한 특·정보 기준 정비
 - 지진해일 판별 임계값(10cm) 미만 지진해일파고 예측시 결과 표출
 - 지진해일에 의한 직접적 피해 예상될 경우 특보 발표하는 기준뿐만이 아닌 다른 요인과 상호작용을 고려한 특보 기준 정비
 - 조석, 기상조(기상적 요인에 의해 발생하는 해면의 조위변화) 등에 의한 침수 및 피해 정도 영향 고려된 기준
 - 상황에 따라 동일한 해석 가능한 표준문안 작성 및 자동생산된 통보문의 편집 및 수동 통보문 생성
- 지진해일 내습에 따른 사회·경제적 피해 분류와 영향 평가를 위한 국외 사례 조사
 - 최근 발생한 강력했던 국외 지진해일의 피해 사례를 조사하여 사회·경제적 영향 조사
 - 특정 나라에 한정하지 않고 다양한 나라의 사례 조사하여 각 피해 지역의 환경(지진 대응 능력, 건축물 등), 경제, 사회 분야에서의 피해 영향 조사
- 지진해일을 포함한 복합재난의 사회·경제적 영향평가 기술 연구
 - 지진해일에 의해 일어나거나 지진해일을 일으키는 자연재난 분류하여 각 케이스별 사회·경제적 영향 평가 실시

[5-1-3] 화산의 산업별 영향정보 생산기술 개발 및 대응체계 강화 (선택과제)

- 화산분화로 인한 국내 영향 시나리오 개발 연구
 - 화산분화 시 화산재 확산에 따른 국내 유입 시나리오 산출
- 화산재 확산으로 인한 한반도 위험유발 요소 및 지역별, 산업별 영향 연구
 - 화산재로 인한 인적·물적 피해 연구 및 화산분화지수(VEI)에 따른 지역 범위 한정 연구
- 지역별, 산업별 영향기반의 화산재 특보기준 정비
 - 화산재 확산모델 기반 특보기준 마련 및 특보 체계 상세설정

- 정성적으로 정의되어 있는 화산재 주의보·경보 발표 기준 정량화
- 화산재 특보 발표·해제의 기준 관측값의 관측·통보 전달 체계 계획 수립

● 성과목표

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|--|-----------------------------------|----|
| [5-1-1] 지진 진단 및 정보제공체계 구축 | 영향기반 지진 재난 위험정보 신규 서비스 이행실적 증가 | 정성 |
| [5-1-2] 지진해일의 상황별 영향 분석기술 개발 및 경보체계 개선 | 영향기반 지진해일 재난 위험정보 신규 서비스 이행 실적 증가 | 정성 |
| [5-1-3] 화산의 산업별 영향정보 생산기술 개발 및 대응체계 강화 | 영향기반 화산 재난 위험정보 신규 서비스 이행실적 증가 | 정성 |

● 기대효과

- 지진·지진해일·화산의 영향정보 생산으로 국민들에게는 맞춤형 정보를 전달하며 재난 방재 담당자들에게는 현상별, 규모별 대응방법을 마련하여 재산 및 생명 피해 최소화 가능
- 대형 지진 발생 시 피해 예상 지역의 정확한 진단을 통해 수요 맞춤형 서비스 제공 및 지진피해 저감에 기여
- 한반도를 비롯한 인근 지역 발생 지진의 지진원 정보를 활용한 지역별 상세 진도 예측 및 지진동 주기 예측 가능
- 지진 발생시 피해 정도를 예측할 수 있는 지진 규모, 지역, 부지효과에 따른 정밀한 진도 예측 및 비교 가능한 계기 진도 측정의 정량적 기준 확보
- 특보 기준을 재설정하여 특·정보 전달 기준 마련 및 신뢰성 확보에 기여

전략과제 5-2 수요자 맞춤형 영향정보의 효율적 전달체계 마련(핵심과제)

● 추진배경

- 지진 정보전달 패러다임 전환에 따른 진도기반 영향정보 서비스의 확대 및 고도화를 위해 차세대 ICT 기술 등을 이용한 수요자 맞춤형 전달체계 필요
 - 사용자 위치정보를 이용한 지진파 도착 예정시간, 예상 진도, 지진대비/행동요령 등의 정보를 효과적으로 제공할 수 있는 맞춤형 서비스 제작 필요
- 수요자 맞춤형 영향정보 전달 기준 마련으로 특정 지역의 정보전달을 위한 전달체계 개선 및 다양화
 - 지진조기경보 메시지를 모든 수요자가 수신할 수 있도록 음영지역 및 메시지 전달 오류 최소화를 위한 맞춤형 이동통신 기술 개발 필요

● 실행과제

[5-2-1] 수요자 중심 맞춤형 지진정보 전달체계 확립 (핵심과제)

- 병합지진경보체계 운영을 위한 통보기준 및 운영절차 확립
 - 지진 발생 시 특정 진도 이상 현장경보 통보 기준 설정
 - 지진 발생 시나리오별 On-Site 현장경보와 지진조기경보의 우선순위 설정
- 진도기반 지진통보체계 전환을 위한 기준수립 및 서비스 전환
 - 지진 발생 시 특정 진도 이상 지역 맞춤 진도 정보 전달
 - (생산 및 전달) 기상청 → (대응 및 대비) 정부부처·지자체·방송사, 대국민
 - 지역별 진도기준 대국민 발표체계 개선 기반 마련
 - 지진 발생 시 지역 방송사별로 해당 지역 진도에 따른 긴급방송 실시
 - 지진 발생 시 특정 진도 이상 지자체 재난경보 사이렌 연계
 - 인접 국가의 지진 발생 시 국내 영향을 고려한 지역별 진도 기준 설정을 통한 조기경보 발표 기준 마련
 - 국가 주요 기반시설에 대한 신속한 안전대응 지원을 위한 지진 영향정보 활용지원 체계 확립
 - 적시의 정보전달을 위해 국가 주요 기반시설에 대한 조사 및 정보전달 시급성을 기준으로 주요 기반시설 위험도 산정 및 우선순위 설정
 - 주요 기반시설 우선순위에 따른 정보 전달체계 구축
- 한반도 맞춤 진도 등급분류 및 진도별 대응요령 마련
 - 한반도 지진 진도등급 설정 및 평가 기술개발
 - 속도·가속도 관측자료의 계기진도 산출 기술개발 수행
 - 지진동의 영향으로 인한 유감 수준과 관측자료 상관관계 평가
 - 최적의 한반도 지진 진도등급 설정을 위한 방법론 구축

- 진도정보에 따른 예방법, 대피요령, 대응방법 등 수요자 맞춤 제공 서비스 체계 구축 및 운영
- 지진·지진해일 재해 경감을 위한 맞춤형 서비스 제공 기술 확보
 - 사용자 위치 기반 지진조기경보 전파 기술개발
 - 지진조기경보의 수요자 맞춤 긴급지진 대응 서비스 제공
 - 신속한 재난발생 정보의 전송 체계 표준화 및 규격화
- 국외 지진에 의한 국내의 진동영향 예상 정보를 이용한 조기경보 서비스 실시
 - 국외 지진 진도 정보 생산 및 특정 진도 등급 이상 조기경보 서비스 실시
- 지역별, 산업특성별 지진·지진해일·화산 영향도를 고려한 맞춤형전달체계 구현
 - 원자력발전소, 항만, 발전소, 철도 등 국가 기반 주요시설에 대한 제공체계 구축
 - 지진·지진해일·화산 발생에 대한 재해영향 판단기준 마련을 위한 지역별, 산업별 영향 임계값 산정 및 위험정보 판단표 마련
 - 지진·지진해일·화산 발생에 대한 재해모델 개발 및 이를 활용한 영향정보 생산 기술 개발

[5-2-2] 차세대 IT 기술을 접목한 지진정보 전달체계 개선 (중점과제)

- 차세대 이동통신기술을 활용한 지진재난문자서비스 고도화
 - 유무선 통신을 활용한 맞춤형 지진정보 전달체계의 전환
 - 휴대폰, 내비게이션을 통해 지진정보 전달 기술 고도화
 - 재난 발생 시 T-DMB 재난방송시스템 전환을 통해 재난 상황 및 대치요령 전송
 - 대국민 긴급재난방송 서비스 전송시간 단축 기술개발
 - 재난정보 메시지 전송시간 최소화 및 전송율 최대화 기술 확보
 - 음영지역 해소 지진조기경보 전파 기술 및 표준화 추진
 - 모든 수요자에게 오류없는 지진조기경보 메시지 전달을 위한 이동통신 기술 연계
- 다중이용시설, IoT 디바이스 등을 통한 지진정보 전달 확산
 - 내비게이션을 통한 실시간 운전자들에게 지진 정보 전달
 - 지진 발생으로 전력 차단 시, IoT 디바이스를 이용한 자체 동력 발전 등을 활용하여 지진정보 전달로 효과적인 지진대비 가능
 - 사물인터넷(IoT) 센서망의 통신기능을 이용한 지진조기경보전파기술 확보
- 차세대 IT 기술 기반 지진정보 전달을 위한 표준화 추진
 - 빅데이터 분석을 통한 지진정보 전달 기준 표준화 연구
 - 지진 발생 시 차세대 IT 기술을 적용한 지진정보 제공 앱 개선
 - 한국형 맞춤 사용자 기반 지진파 도달 예측 앱 개발
 - 일본의 '유레쿠루 콜' 앱 벤치마킹을 통한 지진정보알리미 앱 개선

- 현장경보 및 네트워크 경보의 효율적 정보제공 방안 연구 추진
 - 네트워크 방식의 지진조기경보 체제에서 현장경보 방식과 병합한 지진조기경보 체제로의 점진적 전환
 - 다중분석 지진조기경보시스템과 현장경보 병합 기술 개발
 - 현장경보의 정확성·안정성 향상을 위한 단일 관측소 P파 식별 기술 확보
 - 기존 STA/LTA방식을 효과적으로 개선할 수 있는 지진파 트리거 알고리즘
 - 기계 학습을 통한 P파와 다양한 형태의 잡음 식별 기술
 - 주변 관측정보를 활용한 시간진화(timeevolution)형 이상치 제거 및 P파 결정기술

[5-2-3] 지진·지진해일·화산의 신속한 정보전달체계 고도화 (중점과제)

- 학교, 지자체 및 재난관리책임기관 등 직접연계 확대
 - 지진 등과 같은 재난 발생시 전 국민 대상 실시간 자동음성 안내방송 시스템 연계
 - ※ 재난안내방송: 발생위치, 예상진도, 지진진차상황, 지진통보문, KBS 재난방송 영상 제공 등
 - 지자체 및 교육기관 연계하여 UHD 방송망을 통한 교내 방송 자동음성 시스템을 전제 교육기관으로 확대 적용
 - 다중이용시설 등 광역시도의 건축물 경보통제시스템과 기상청의 지진통보 시스템 연계를 통해 지진 발생 시 지진 관련 정보 및 행동요령 안내 서비스 확대
- 사용자 맞춤형 지진정보서비스 콘텐츠 보강 및 기능 개선
 - 지진조기분석 결과를 이용한 다양한 콘텐츠 개발
 - 지진조기경보 서비스 수신 기종/수신자 형태에 최적화된 콘텐츠 개발
 - 사용자의 위치정보를 이용한 지진파 도착 예상 시간, 예상 진도, 지진 대피/행동요령 등의 정보를 효과적으로 제공 가능한 맞춤형 콘텐츠 제작
- 관련부처 협업을 통한 지진정보 전달방식 다양화 추진
 - 지진정보 및 UHD기반 재난정보 처리기능 구현 및 서비스 호환을 위해 과기정통부와 협업
- 효율적인 정보연계지원을 위한 공통경보프로토콜 및 JAVA Client 개선
 - 공통경보프로토콜 파라미터 정비, 구조 변경 사항 발굴 및 적용
 - 지진정보 수신 및 처리기능 효율적 수행을 위한 JAVA Client 개선
 - 차세대 이동통신 기반의 지진 정보 수집·전달체계 구축 및 확대 적용
 - 지진·지진해일·화산 정보의 대용량 서비스 지원 및 재난 상황 대비 네트워크 시스템 고도화 및 재해복구 체계 마련

● 성과목표

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|--------------------------------------|--|----|
| [5-2-1] 수요자 중심 맞춤형 지진정보 전달체계 확립 | 국가 기반시설에 대한 정보 제공 실적 향상 | 정량 |
| [5-2-2] 차세대 ICT 기술을 접목한 지진정보 전달체계 개선 | ICT 기술 활용 건수 및 신규 전달체계 구축 실적 향상 | 정량 |
| [5-2-3] 지진·지진해일·화산의 신속한 정보전달체계 고도화 | 대국민 전달체계 확대를 통한 전달 매체 증가 건수 및 지진정보 연계기관 수 증가를 통한 지진정보 연계율 향상 | 정량 |

● 기대효과

- 사용자 중심의 맞춤형 콘텐츠 제공을 통한 지진재해 경감에 기여
- ICT 기술, IT 기술 등 차세대 기술을 이용한 지진·지진해일·화산의 신속·정확한 정보 전달 가능
- 규모기반에서 진도기반으로 정보 패러다임 전환에 따른 실제 체감 정보 및 대응요령 전달 가능
- 다수의 관측자료를 활용한 빅데이터 분석으로 효과적인 지진정보의 신속한 생산과 지진조기경보 전파 방식의 다양화 가능
- 정보 전달체계 다양화를 통해 어디서나 누구든지 쉽게 정보 습득 가능

전략방향 6 국내외 다각적 협력 강화 및 미래업무 기반 확대

기본방향

■ 배경 및 필요성

- 국내외 협력체계 구축을 통한 지진·지진해일·화산 감시역량 강화로 국민의 생명과 재산 보호
- 기상청 자체 지진업무 능력 강화를 위한 행정체계 정비 및 주기적 교육 필요

■ 전략의 주요 내용

- 국내 지진 관측자료 공동활용을 위한 기준설정 및 타 부처 협력 의무화
- 미래 업무발전을 위한 법령 개정 등 기초 행정체계 정비
- 수요자 맞춤 교육을 통한 국민의 이해도 제고 및 방재담당자의 업무 역량 강화

■ 추진과제

6-1. 국내외 다각적 협력 강화

[6-1-1] 국제 협력 분야 확대를 통한 기술역량 확보

[6-1-2] 타부처 협력 강화를 통한 실효성 있는 지진·지진해일·화산 정보제공 및 대응 강화

[6-1-3] 지역별 현장경보체계 운영기술에 국내외 기술 이전 등 상용화 및 활용 확대

6-2. 지진·지진해일·화산 분야 행정체계 강화 및 이해확산

[6-2-1] 지진·지진해일·화산 관련 법령 및 제도 개선

[6-2-2] 지진·지진해일·화산에 대한 과학적 이해 향상 및 인식 개선

[6-2-3] 다학제적 전문지식을 겸비한 융복합 인재 양성 및 역량 강화

전략과제 6-1 국내외 다각적 협력 강화(중점과제)

● 추진배경

- 국내외 지진·지진해일·화산 관측자료 공동활용을 통해 국가적 재난 감시 역량 강화
- 지역별 현장경보체계 기술 상용화 및 공조를 목표로 기술 발달 필요

● 실행과제

[6-1-1] 국제협력 분야 확대를 통한 기술 역량 확보 (중점과제)

- 국가 간 지진해일·화산 분화 정보 공유 및 공동 대응 기반 강화
 - 미국, 일본 등 지진·지진해일·화산분야 선진국가의 연구성과 및 기술공유 등 교류 확대
 - 미국, 일본 등 관련기관 간 기술교류 및 협력회의 개최(연 1회)
 - 국제협력 외연 확장과 내실화를 위해 국제공동연구에 참여하는 국내 전문가 지원·육성 및 기술 역량 강화
 - 한반도 주변해역의 태평양 지진해일 예측정보 생산을 위한 국제공동연구 추진
 - 화산재 확산 예측모델을 활용한 인접국의 화산활동 대응체계 강화
- 지진·지진해일·화산 관측자료의 효율적 활용을 위한 자료공유 확대
 - 관측망 공백 최소화를 위한 국외 관측자료 공동활용 연구 개발
 - 현재 관측망 공백 지역 파악 및 관측자료 공유 방법을 위한 연구
 - 국외 관측자료 공유 및 공조 추진
 - 지구물리 관측자료의 실시간 공유를 위한 기술개발 추진
 - GNSS, 지자기, 지하수위 자료 활용 기술 개발
 - 지구물리 관측 기술 개발을 통한 국외 실시간 공유 추진
- 국제협력 강화를 위한 국제협약체 참여 확대
 - 전지구 통합 관측자료 및 공유 확대를 위한 새로운 표준체계 마련 및 지진·지진해일·화산 재해 공동 대응체제 구축 등 국제 공동사업 참여, 국제회의 유치 추진
 - 지진·지진해일·화산 재해 경감을 위한 한·중·일 3자 협의회를 구성하여 국제 공동연구, 관측자료 및 기술 공유 등 자연재해 피해 최소화를 위한 글로벌 공동체를 마련
 - 상황별 탄력적 남북지진화산협력 추진전략 및 방안 마련
 - 타부처 남북협력 정책 사업 및 해외 협력사업 벤치마킹
 - 국제기구 및 유관부처 등과의 협력을 통한 탄력적 남북지진화산협력 사업 발굴·추진

[6-1-2] 타 부처 협력 강화를 통한 실효성 있는 지진·지진해일·화산 정보제공 및 대응 강화 (중점과제)

- 지진·지진해일·화산 재난 매뉴얼 개선 및 관리 강화
 - 담당자별 매뉴얼 작성 및 매뉴얼을 토대로 시범훈련 확대 실시
 - 행안부, 지자체, 정부부처 등 유관기관 협업 기반 조성을 통한 협력 강화
- 재난대응 유관기관과의 정기적인 정책협의회를 통한 정책 실행력 강화
 - 과기부, 기상청, 행안부 등 재난대응 유관기관과의 정책협의회 구축 및 운영
- 지진·지진해일·화산 관측망 확충 및 운영을 위한 관측기관 협력 강화
 - 유관기관 협업을 통한 실시간 관측자료 공유 및 관측·분석 활용 확대
 - 가속도계측자료 및 센서 기반 관측자료의 공동활용 확대 추진
 - 가속도계 통합 관리 추진을 위한 행안부, 기상청 실무 협의체 구성 및 운영
 - 관측자료 품질관리 방안 마련하여 가속도계 운영환경 표준화
 - 가속도계 자료 종합 DB 구축 및 관리
 - 관측자료의 공동활용을 위한 품질분석 지표 선정 및 관리방안 모색
 - 관측자료의 관측 장비, 관측환경 품질분석 지표 선정 연구
- 지진·지진해일·화산 사회·경제적 영향정보 제공을 위한 관련 기관과 협력 강화
 - 지진·지진해일·화산 관련 유관기관의 연구개발 교류 세미나 개최
 - 다중분석 체계에 의한 공동활용을 통해 예측 정확성 개선 연구
 - 유관기관 협력을 통해 지진 발생 기작, 원인규명 등 지진분야 공동연구 확대

[6-1-3] 지역별 현장경보체계 운영기술에 국내외 기술 이전 등 상용화 및 활용 확대 (외부수요)

- 국가 주요시설에 현장경보체계 적용
 - 지역별 국가 주요시설 선정 및 해당 시설의 현장경보체계 시범 운영
- 현장경보체계 종합시스템 개발·운영 및 상용화 확대
 - 현장경보(On-site) 지진조기경보 기술 기반 구축 및 다양한 지진관측장비를 이용한 조기경보 기술 개발
 - 현장경보에 기반한 진원 요소 분석 및 사용자 중심 지진정보의 신속한 서비스 제공
 - 국가 지진조기경보체계와 병합한 현장경보체계 종합시스템 개발 및 운영
- 국제적 선도 지위 확보를 위한 국외 현장경보체계 ODA 사업 수행
 - 개발된 국내 현장경보체계를 국외 ODA 사업을 통해 지진 재난피해 다빈국 대상 기술이전 및 지원 확대
 - 국내 기술과 협력 국가별 강점·약점 분야 분석을 통한 국가·국제기구와의 협력 네트워크 확대
 - 대상 국가별 ODA 수행 전략 수립 및 국가별 맞춤형 지원사업 추진

- 국내 기상선진화 관련 사례, 제도, 시스템, 기술 등을 기반으로 현장경보체계 ODA 모델 정립을 통한 국가별 맞춤형 전략 마련
- 국내 자원(KOICA, EDCF 등)과 국제금융기구(WB, ADB 등)의 재원을 활용한 지원사업 지속 발굴·추진

● 성과목표

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|--|---|----|
| [6-1-1] 국제협력 분야 확대를 통한 기술역량 확보 | 양국 간 협의사항 이행률 및 지진·지진해일·화산 관련 국내외 협력활동 실적 | 정성 |
| [6-1-2] 타 부처 협력 강화를 통한 실효성 있는 지진·지진해일·화산 정보제공 및 대응강화 | 타부처 간 협의사항 이행 실적 | 정량 |
| [6-1-3] 지역별 현장경보체계 운영기술의 국내외 기술 이전 등 상용화 및 활용확대 | 현장경보체계 운영기술의 상용화 및 기술이전 실적 | 정량 |

● 기대효과

- 국제협력을 통한 더 넓은 범위 감시하여 한반도 미치는 재해 감시 가능하며 재난 사각지대 최소화
- 타부처 가속도계 통합 관리를 통해 지진 관측자료 일원화 및 표준화하여 재해 감시 역량 강화
- 현장경보체계 기술 개발 및 공조에 의해 안전한 국제사회 공동체 형성에 기여 가능

전략과제 6-2 지진·지진해일·화산 분야 행정체계 강화 및 이해확산(중점과제)

● 추진배경

- 타부처간 원활한 협력을 위한 법령 정비 및 공동활용 근거 마련
- 미래 지진업무 발전 기반 조성을 위한 구체적 교육훈련체계 구축으로 각 분야별 전문성 향상을 통한 인력 양성
- 국민들의 큰 규모 지진 재발 가능성 인식 저하로 지속적 교육 및 홍보를 통한 환기 필요

● 실행과제

[6-2-1] 지진·지진해일·화산 관련 법령 및 제도 개선 (중점과제)

- 효율적 관측망 구축 및 품질관리체계 강화 등을 위한 법·제도 정비
 - 지진관측법 개정을 통한 제도 보완
 - 지진관측자료 품질관리, 자료수집 및 활용, 관측망 구축시 협의 조정, 관측장비 검정, 관측환경 기준, 성능규격, 관측품질위원회 구성 운영, 위원회, 교육 등 법·제도 정비
- 지진 관측자료 수집 및 공동활용을 위한 법적 근거 마련
 - 국가 지진관측자료 통합·관리 제도 정비
 - 관측기관의 관측자료 전송 관련하여 자료 형식, 방식에 대한 법령 및 규정 정비
 - ※ 관측자료형식 : 관측소 이름, 위·경도, 관측 개시·종료시간, 장비명 등
 - ※ 제출방식 : TCP/IP, UDP 등
 - 유관기관의 지진 관측자료 공동 활용을 위한 의무사항 규정
- 지진, 지진해일, 화산의 사회·경제적 영향정보 생산 및 제공근거 마련
 - 기상법 제5장 제13조와 연계하여 국민의 재산 및 생명 피해를 미치는 영향에 대한 정보를 생산 및 제공하는 법적 근거 마련
- 지진·지진해일·화산분야 교육·훈련 전문기관 지정을 위한 법·제도 정비
 - 지진·지진해일·화산분야의 전문적 교육 및 훈련을 위한 법적 근거 마련

[6-2-2] 지진·지진해일·화산에 대한 과학적 이해 향상 및 인식 개선 (중점과제)

- 지진·지진해일·화산에 대한 이해 향상
 - 현상별 과학적 원리 및 관련 정보 활용 방법에 대한 이해 제고
 - 진도, 지진조기경보 등 제공정보 및 용어에 대한 정확한 이해
- 지진·지진해일·화산 국민행동요령 개선
 - 진도별 국민행동요령 추가 작성하여 실제 체감형 행동요령 홍보

- 대국민 지진·지진해일·화산 피해예방 캠페인 실시
- AR, VR 등을 활용한 지진·지진해일·화산 재해 체험 프로그램 개발 및 재난위기극복문화 확산
- 생활 속 홍보매체를 활용한 다양한 홍보 추진
 - SNS, TV, 라디오, 지하철 광고판, 신문, 내비게이션 등 다양한 홍보매체 적극 활용
 - 언론인 대상 지진분야 전문강좌 및 정례 브리핑을 통해 기상청 주요 정책 공유 및 지진분야 이해 증진을 통해 언론과의 소통 확대 및 우호적 여론 형성
 - 국민생각함, SNS, 공모전 등을 통한 대국민 참여 브레인스토밍 기회 제공
 - 대규모 지진 발생 인식 개선을 위한 공익광고 제작
 - 대한민국 공익광고제 공모전 실시를 통해 많은 국민의 참여 유도
 - 직접적인 피해를 입은 분들의 경험을 토대로 공익광고 제작
- 기상청 교육 및 홍보를 위한 SNS 등 활용체계 마련
 - 상시 교육 제공을 위한 스마트교육 콘텐츠 및 단편 동영상(유튜브 등) 제작·보급
 - 국민 참여 소통 프로그램 활성화를 통한 국민 관심 증대 및 공감대 형성
 - 수요자 맞춤형 웹기반 지진정보 전달 서비스 개발 및 제공
 - 네이버, 다음, 구글, youtube 등 사이트에서 지진 검색 시 지진 정보 사이트* 노출 및 연동
 - * 기상청 홈페이지, 기상청 실시간 지진 감지 영상(Youtube), 페이스북, 블로그 등

[6-2-3] 다학제적 전문지식을 겸비한 융복합 인재 양성 및 역량 강화 (중점과제)

- 지진·지진해일·화산분야 전문인력 양성사업 추진
 - 내부 전문가 역량 강화를 위한 핵심분야 교육과정 신설 및 커리큘럼 마련
 - 지진·지진해일·화산 교육 교재 재개발 및 생산·배포
 - 내부 전문인력 실무교육 커리큘럼 마련 및 주기적 교육 실시
 - 내부 실무과정→전문과정→최고과정으로 단계별 교육 과정 확대하여 체계적 교육 실시
 - 국외전문가 초빙하여 직접 교육을 통한 기술 확대
 - 전문인력 교육과정 후 성과분석 실시하여 개인역량 파악
 - 외부 전문가인 방재, 안전 담당자의 역량 강화
 - 국가지진종합정보사이트 사용자 교육을 통한 방재 담당자의 지진 정보 활용 능력 강화
 - 외부 전문인력 교육 커리큘럼 마련 및 주기적 교육 실시
 - 외부 방재전문가 교육 시 지역순회 대면 교육(온라인 교육을 같이 병행하여 참여율 제고)
 - 지진파형 자료 처리하는 프로그램 코드 제공을 통한 지진관측자료 이해 및 활용력 제고
 - 전문교육과정 성과분석 및 진단을 위한 교육성과 분석
- 지진화산 특성화 대학원 지정 및 운영
 - 지진, 지진해일, 화산 분야별 전문인력 활용 방안 마련
 - 지진, 지진해일, 화산 분야별 특성화 대학원 지정 및 운영을 위한 법령 근거 마련

- 교육 콘텐츠 개발 및 맞춤형 교육 사업 실시
 - 초·중등학생, 교사, 정부부처·지자체·유관기관 방재 관련 담당자 등 학습자 특성에 맞는 커리큘럼 마련 및 교육 실시
 - 국민들의 흥미 유발 및 정보 습득율을 높이기 위한 크리에이터 협동 동영상 제작 및 배포
 - 초·중고등학생을 위한 재난 대비 온라인 게임 개발을 통해 지진·지진해일·화산 현상과 정보에 관한 이해도 증진 및 단계별 대응방법 습득

● 성과목표

| 관리과제 | 성과지표방향 | 비고 |
|--|---|-------|
| [6-2-1] 지진·지진해일·화산 관련 법령 및 제도 개선 | 제도 마련 및 법령·고시 개정 실적 | 정량 |
| [6-2-2] 지진·지진해일·화산에 대한 과학적 이해 향상 및 인식 개선 | 지진정보서비스 사용자 만족도 및 지진·지진해일·화산 분야의 대국민 이해도 향상 | 정성 |
| [6-2-3] 다학제적 전문지식을 겸비한 융복합 인재 양성 및 역량 강화 | 지진교육 수료자 수 및 국가지진종합정보시스템 사용자 만족도 향상 | 정량/정성 |

● 기대효과

- 관측자료 공동활용 근거 마련을 위한 법령·제도 정비를 통한 협력으로 재난 대비 업무 기반 조성
- 전문적 내외부 인력양성 체계 정비를 통한 실질적 업무 능력 향상 기대 및 차후 지진 미래 전문인력 양성
- 핵심 분야별 전문인력의 체계적 육성으로 지진·지진해일·화산 발생 시 신속하게 대응함으로써 자연재해로 인한 피해경감 기여
- 공익광고 및 지속적 교육을 통한 재해 발생 인식 개선 및 안전민감도 향상

제2차

지진·지진해일·화산의

관측 및 경보에 관한 기본계획 연구

V

업무추진 로드맵 및 중기예산 산출

연차별 로드맵 및 예산



제2차 **지진·지진해일·화산**의 관측 및
경보에 관한 기본계획 연구

The second master plan about observa-
tion and warning of earthquake, tsunami
and volcano

연차별 로드맵 및 예산

| 진 략 방 향 | 과제 유형 | 연도별 계획 | | | | | 예산 (단위: 백만원) | 최종목표 |
|--|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------------|------------------------|
| | | '23 | '24 | '25 | '26 | '27 | | |
| 전 략 과 제 실 행 과 제 | | | | | | | | |
| 1. 최적의 국가 지진관측 인프라 활용체계 및 지진정보관리체계 신진화 | | 6,440 | 9,167 | 9,167 | 9,177 | 7,577 | 41,528 | 지진조기탐지 영역 및 관측자료 활용 확대 |
| 1-1. 효율적 지진관측체계 확대 | 핵심 | 4,840 | 6,017 | 6,017 | 6,027 | 6,027 | | |
| ① 목적별 최적의 지진관측망 확충 및 운영 | 핵심 | 3,300 | 2,915 | 2,915 | 2,915 | 2,915 | 28,928 | |
| ② 고품질 지진관측자료 확보를 위한 지진관측 환경 및 방법 표준화 | 중점 | 1,540 | 1,540 | 1,540 | 1,550 | 1,550 | | |
| ③ 미래형 지진관측기술 개발 및 상용화 지원 | 선택 | | 1,562 | 1,562 | 1,562 | 1,562 | | |
| 1-2. 지진관측자료 공동활용을 위한 품질관리체계 강화 | 핵심 | 1,600 | 3,150 | 3,150 | 3,150 | 1,550 | | 목적별 검증체계 마련 및 확대 |
| ① 관측자료 수집체계 개선 및 체계적 자료관리 | 핵심 | 600 | 600 | 600 | 600 | | 12,600 | |
| ② 지진 관측장비의 국가표준 검증체계 확대 | 핵심 | | 1,550 | 1,550 | 1,550 | 1,550 | | |
| ③ 국가 지진관측자료 활용 확대를 위한 품질관리 체계 개선 | 핵심 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | | |

| 전략방향 전략과제 실행과제 | 과제 유형 | 연도별 계획 | | | | | 예산 (단위: 백만원) | 최종목표 |
|---|----------|--------|--------|--------|-------|-------|-----------------|-------------------------------|
| | | '23 | '24 | '25 | '26 | '27 | | |
| 2. 신기술 기반의 지진 관측·경보 역량 및 분석기술 고도화 | | 8,716 | 10,666 | 11,466 | 7,700 | 7,700 | 46,248 | |
| 2-1. 지진 관측·경보 및 분석 기술 고도화 | 중점 | 7,016 | 8,166 | 8,666 | 6,900 | 6,900 | | 지진파 분석기술 현업화 및 현장경보 고도화 |
| ① 한반도 이하의 단층구조 정보 확보 및 단층·속도구조 통합모델 개발 | 중점 | | | | | | 37,648 | |
| | | 6,000 | 5,850 | 6,350 | 5,600 | 5,600 | | |
| | | 1,016 | 1,016 | 1,016 | | | | |
| ② 지진분석기술 개선 및 정보 다양화 | 중점 | | | | | | | |
| ③ 지진조기경보서비스 체계 고도화 및 선진화 | 핵심 | | | | | | | |
| 2-2. 4차 산업기반 지진분석 융합기술 개발 | 중점 | 1,700 | 2,500 | 2,800 | 800 | 800 | | 진도정보 생산 및 분석기술 개선 |
| | | | 1,300 | 1,300 | 1,300 | 1,300 | | |
| | | | | | | | | |
| ① 신기술을 활용한 지진 관측 및 분석기술 개발 | 중점 | 1,700 | 1,700 | 2,000 | | | 8,600 | |
| ② 수요자 중심의 진동영향 정보 생산 기술개발 | 핵심 | | 800 | 800 | 800 | 800 | | |

| 전 략 방 향 | 과제 유형 | 연도별 계획 | | | | | 예산 (단위: 백만원) | 최종목표 |
|---|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------------|--|
| | | '23 | '24 | '25 | '26 | '27 | | |
| 전 략 과 제 실 행 과 제 | | | | | | | | |
| 3. 선제적 지진해일 감시·관측 및 분석·예측 체계 구축 | | 2,670 | 3,370 | 3,370 | 2,400 | 2,150 | 13,960 | |
| 3-1. 지진해일 감시·관측 역량 강화 | 중점 | 1,250 | 1,950 | 1,950 | 950 | 700 | | 지진해일 관측망 공백 해소로 감시역량 강화 및 신기술 현업화 |
| ① 지진해일 관측망 확대 및 운영 기술 고도화 | 중점 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | | | |
| ② 한반도 지진해일 위험성 평가와 지진해일 발생원인 진단 기술 고도화 | 중점 | 250 | 250 | 250 | 250 | | 6,800 | |
| ③ 지진해일 신관측 기술 개발 및 활용 확대 | 선택 | | 700 | 700 | 700 | 700 | | |
| 3-2. 지진해일 분석·예측 기술 고도화 | 중점 | 1,420 | 1,420 | 1,420 | 1,450 | 1,450 | | 정보생산 및 통합관리체계 강화 |
| ① 지진해일 예측기술 고도화 | 중점 | 700 | 700 | 700 | 700 | 700 | 7,160 | |
| ② 지진해일정보 통합관리체계 고도화 | 중점 | 720 | 720 | 720 | 750 | 750 | | |

| 전 략 방 향 | 과제 유형 | 연도별 계획 | | | | | 예산 (단위: 백만원) | 최종목표 |
|--|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------------|----------------------|
| | | '23 | '24 | '25 | '26 | '27 | | |
| 전 략 과 제 실 행 과 제 | | | | | | | | |
| 4. 화산 및 지구물리 감시·예측 역량 강화 | | 1,790 | 3,190 | 3,690 | 3,200 | 1,800 | 13,670 | 화산활동 관측체계 개선 |
| 4-1. 화산 감시·분석·예측 기술 고도화 | 선택 | 790 | 1,490 | 1,990 | 2,000 | 1,300 | | |
| ① 안정적 화산활동 감시를 위한 관측체계 개선 | 선택 | | 700 | 700 | 700 | | 7,570 | |
| ② 화산활동 분석 및 감시 기술 향상 | 선택 | 790 | 790 | 790 | 800 | 800 | | |
| ③ 화산재 확산 감시 및 예측 체계 구축 | 중점 | | | 500 | 500 | 500 | | |
| 4-2. 지구물리 관측자료 활용 확대 | 선택 | 1,000 | 1,700 | 1,700 | 1,200 | 500 | | 지진 및 화산활동 분석기술 활용 확대 |
| ① 지구물리 관측자료 생산 및 공유 강화 | 선택 | 500 | 500 | 500 | | | 6,100 | |
| ② 지구물리 관측자료 분석 및 활용기술 개발 | 선택 | | 700 | 700 | 700 | | | |
| ③ 한반도 지각호라 등 감시강화를 위한 GNSS 등 관측자료 수집 및 활용체계 구축 | 외부 수요 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | | |

| 전략 방향 | 과제 유형 | 연도별 계획 | | | | | 예산 (단위: 백만원) | 최종목표 |
|-------------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------------|----------------------------|
| | | '23 | '24 | '25 | '26 | '27 | | |
| 5. 수요자 맞춤형 정보생산 및 전달체계 패러다임 전환 | | 5,105 | 6,205 | 6,390 | 4,690 | 3,900 | 26,290 | 수요자 맞춤형 영향정보 생산기반 확보 |
| 5-1. 수요자 맞춤형 지진·지진해일·화산 정보생산 | 중점 | 2,605 | 2,705 | 2,890 | 890 | 100 | | |
| ① 지진 진단 및 정보제공체계 구축 | 중점 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | | | 9,190 | |
| | 중점 | 605 | 605 | 790 | 790 | | | |
| | 선택 | | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| ② 지진해일의 상황별 영향 분석기술 개발 및 경보체계 개선 | 중점 | | | | | | | |
| ③ 화산의 산업별 영향정보 생산기술 개발 및 대응체계 강화 | 선택 | | | | | | | |
| 5-2. 수요자 맞춤형 영향정보 효율적 전달체계 마련 | 핵심 | 2,500 | 3,500 | 3,500 | 3,800 | 3,800 | | 사회·경제적 영향정보 제공 |
| ① 수요자 중심 맞춤형 지진정보 전달체계 확립 | 핵심 | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 17,100 | |
| | 중점 | | 1,000 | 1,000 | 1,300 | 1,300 | | |
| | 중점 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | |
| ② 차세대 IT 기술을 접목한 지진정보 전달체계 개선 | 중점 | | | | | | | |
| ③ 지진·지진해일·화산의 신속한 정보전달체계 고도화 | 중점 | | | | | | | |

| 전략방향 | 과제 유형 | 연도별 계획 | | | | | 예산 (단위: 백만원) | 최종목표 |
|---|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------------|---------------------|
| | | '23 | '24 | '25 | '26 | '27 | | |
| 전 략 과 제 실 행 과 제 | | | | | | | | |
| 6. 국내외 다각적 협력 강화 및 미래업무 기반 확대 | | | | | | | 25,486 | |
| 6-1. 국내외 다각적 협력 강화 | 중점 | 350 | 2,784 | 2,784 | 2,784 | 2,784 | | 국내외 협력을 통한 대응 능력 강화 |
| ① 국제 협력 분야 확대를 통한 기술역량 확보 | 중점 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | | |
| ② 타 부처 협력 강화를 통한 상호성 있는 지진·지진해일·화산 정보제공 및 대응 강화 | 중점 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 11,486 | |
| ③ 지역별 현경보체계 운영기술에 국내외 기술 이전 등 상용화 및 활용 확대 | 외부 수요 | | | | | | | |
| 6-2. 지진·지진해일·화산 분야 행정체계 강화 및 이해확산 | 중점 | 2,800 | 2,800 | 2,800 | 2,800 | 2,800 | | 대국민 인식 제고 및 신뢰도 향상 |
| ① 지진·지진해일·화산 관련 법령 및 제도 개선 | 중점 | 500 | 500 | 500 | | | | |
| ② 지진·지진해일·화산에 대한 과학적 이해 향상 및 인식개선 | 중점 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 14,000 | |
| ③ 다학제적 전문지식을 겸비한 융복합 인재 양성 및 역량 강화 | 중점 | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 2,000 | 2,000 | | |

제2차

지진·지진해일·화산의

관측 및 경보에 관한 기본계획 연구

VI

종합 제언

제2차 기본계획의 실행력 제고를 위한 종합 제언





제2차 **지진·지진해일·화산**의 관측 및
경보에 관한 기본계획 연구

The second master plan about observa-
tion and warning of earthquake, tsunami
and volcano

제2차 기본계획의 실행력 제고를 위한 종합 제언

- 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획의 실행력 제고를 위해 효율적인 예산확보, 지진·지진해일·화산 분야 고도화를 위한 기술력 확보, 계획의 효과 증진을 위한 국내외 협력 및 역량 강화 등 종합적인 제언 제시

● 효율적인 예산 확보

- 지진·지진해일·화산 분야의 전주기적 관리 프로세스 고도화에 따른 투자 지원 확대
- 지진·지진해일·화산 분야의 직·간접적인 사회경제적 파급효과를 종합하여 미래가치에 대한 타당한 예산확보로 지속가능한 안전사회 기반 마련
- 시급성과 효과성을 고려한 효율적인 예산 분배 및 투자 확보를 통해 추진력 극대화

● 지진·지진해일·화산 분야 고도화를 위한 기술력 확보

- 국내 실정에 맞는 수요자 중심의 서비스 고도화를 위해 한반도 맞춤형 진도 정보 측정기술 및 정확도 개선 기술개발 등 R&D 역량 강화를 통한 기술확보
- 예측모델 성능개선 및 기존 예측모델과의 호환성 연동성이 확보된 통합 모델링 시스템 구축으로 파급 성과 극대화 도모
- 한국형 화산재 확산 예측모델 구축 및 남북 공동연구 추진방안을 위한 기획연구를 통해 새로운 수요에 대한 대응과 미래를 선도할 수 있는 기반 확보

● 기본계획의 효과 증진을 위한 국내외 협력 및 역량 강화

- 해외 유관기관과의 협력 네트워크를 발굴하여 중장기적인 업무협력체계(MOU 체결 등)를 구축하고 진취적으로 국제협력을 주도함으로써 국제적 위상 제고
- 국제협력의 지속성 및 결속력을 유지하기 위해 국내외 유관기관과의 정기적인 실무 업무회의, 세미나 및 전문가 포럼 등을 추진
- 해외 선진기관과의 전문영역별 전문가 교환, 전체 지원조직운영 인력교환 등을 포함한 인력교류 프로그램 운영을 통한 전문인력 역량 강화

● 관리자 리더십 확보

- 중장기적인 사업추진을 위한 관련 관리자의 관심 및 리더십을 체계적으로 확보
- 정기적인 사업추진 성과분석을 통한 전략적 성과관리 체계 강화

제2차

지진·지진해일·화산의

관측 및 경보에 관한 기본계획 연구

VII

참고문헌

참고문헌





제2차 **지진·지진해일·화산**의 관측 및
경보에 관한 기본계획 연구

The second master plan about observa-
tion and warning of earthquake, tsunami
and volcano

참고문헌

1. 기상청, 제1차 지진 기본계획 추진 실적 파악(2021.3월 기준), 2021
2. Greg Poole, Dynamo Speed Control and Tectonics—Modeling Earth as a Shunt Wound DC Machine. Journal of High Energy Physics Gravitation and Cosmology, 2018
3. NOAA, Natiral Hazards Data, 2021
4. 방재저널, 일본의 화산재에 의한 산업분야 대응 정책동향, 2013
5. USGS, 2018 Update to the U.S Geological Survey National Volcanic Threat Assessment, 2018
6. 관계부처 합동, 「한국판 뉴딜」 종합계획, 2020
7. 대한민국 정부, '100대 국정과제', 2020
8. 관계부처 합동, 한국판 뉴딜 2.0, 2021
9. 과학기술정보통신부, 과학기술 미래전략 2045, 2020
10. 교육부, 지진재난과 대형 화산폭발 위기대응 실무매뉴얼, 2018
11. 국립재난안전 연구원, 국가 지진방재 R&D 로드맵 기획연구, 2018
12. 한국에너지정보문화재단, IPCC 제6차 평가보고서 제1실무그룹 보고서 주요내용, 2021
13. United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development, Implementation Plan 2021–2030, 2021
14. 행정안전부, 9.12. 지진 이후 지진정책의 변화, 2017
15. KISTEP, KISTEP 기술동향브리프 - 지진 조기경보, 2019.
16. NWS, NWS TsunamiReady® Program, 2021
17. 암석학회지, 중국의 활화산 모니터링 프로그램에 대한 분석, 2016
18. Protezione Civile, Civil Protection Organization in Volcanic Emergency, 2009
19. 행정안전부, 성과관리 전략계획(2017–2021), 2017
20. 행정안전부, 화산재 피해경감 종합대책, 2017
21. 행정안전부, 세입세출 예산 개요, 2019–2021
22. 해양수산부, 제2차 국가해사안전기본계획(2017~2021), 2017
23. 국토교통부, 제5차 국토종합계획 실천계획 (2021–2025), 2020
24. 관계부처 합동, 국가 기후변화 적응대책 (2021–2025), 2020
25. USGS, Ring of Fire, 1999

26. USGS, U.S. Geological Survey Natural Hazards Science Strategy – Promoting the Safety, Security, and Economic Well-Being of the Nation, 2013
27. USGS, National Earthquake Information Center Strategic Plan (2019–2023), 2019
28. USGS, A Science Strategy for the Volcano Hazards Program(2004–2008)
29. NOAA, NOAA’s Tsunami Program Strategic Plan 2012–2021, 2014
30. NOAA, National Tsunami Hazards Mitigation Program Strategic Plan 2018–2023, 2018
31. USGS, Budget Justification and Performance Information FY2017–2021
32. NOAA, Budget Estimate Fiscal Year 2017–2021
33. NEHRP, NEHRP Requested Funding, 2021
34. NEHRP, 2005–2020 NEHRP Agency Budget, 2020
35. 최정석, 최준환, 중국의 지진관리체계 분석 – 정책과 법률을 중심으로, 2021
36. 한국지질자원연구원, 주변국 지진 거버넌스 및 관련 R&D 활동분석 – 미국일본대만, 2020
37. The Government of Nepal Ministry of Home Affairs, Disaster Risk Reduction National Strategic Plan of Action 2018–2030, 2018
38. 리얼미터, 포항지진 후 원전의 안전성과 탈원전 정책에 대한 국민인식 조사, 2017
39. 한국갤럽, 종말에관한인식조사, 2011
40. 정보통신기획평가원, ICT R&D 기술로드맵 2025, 2020
41. 최정석, 최준환, 중국의 지진관리체계 분석 – 정책과 법률을 중심으로, 2017
42. 행정안전부, 2019년 기준 재난안전산업 실태조사, 2021
43. 기상청, 국가 지진·지진해일·화산 업무, 2019
44. 기상청, ‘지진 및 지진해일 발생 통계’ 통계정보보고서, 2019
45. 기상청, 2020~2024년 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획, 2020
46. 자연환경지질, 일본의 지진방재·대응 시스템 분석을 통한 효과적인 우리나라 지진 R&D 전략 제언, 2020
47. 気象庁,「緊急地震速報評価・改善検討会」(第6回) 資料2 – 緊急地震速報の技術的改善について, 2015
48. 김성용, 중국 국가 지진 거버넌스 및 역할분담 고찰, 2021
49. 한국지질자원연구원, 중국 지진 거버넌스 분석, 2021
50. NOAA, NOAA/National Weather Service U.S. Tsunami Warning System. 2021
51. Indian National Centre for Ocean Information Services (INCOIS), Indian Tsunami Warning System
52. GFZ German Research Centre for Geosciences, 10 Years Indonesian Tsunami Early Warning System: Experiences, Lessons Learned and Outlook, 2017
53. USGS, National Volcano Early Warning System – Monitoring volcanoes according to their threat, 2018
54. 윤성호, 장철우, 중국의 활화산 모니터링 프로그램에 대한 분석, 2016

55. Pan, B., Liu, G., Cheng, T., Development and status of active volcano monitoring in China, 2021
56. The European Space Agency, Copernicus Sentinels Monitor Etna's Various Eruptions, 2021
57. Journal of Volcanology and Seismology, The VolSatView Information System for Monitoring the Volcanic Activity in Kamchatka and on the Kuril Islands, 2016
58. 특허청, 특허 메가트렌드 분석 보고서 (환경기상), 2019
61. KISTEP, 2020년 기술수준평가, 2020
62. 국립재난안전연구원, 2020년 재난안전 분야 기술수준 및 기술만족도 조사분석, 2020
63. 과학기술정보통신부, 2020년도 기술수준평가 결과, 2021
64. 지진조기경보 사용자 워크숍 결과보고, 2018-2019
65. 국가지진종합정보시스템 사용자 만족도 결과, 2018-2020
66. 기상청, 제3차 기상업무발전 기본계획, 2016
67. 기상청, 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2017~2021), 2017
68. 기상청, 2021년도 주요업무 추진계획(지진화산국), 2021
69. 기상청, 24년 기상청 지진분야 예산 투자 규모, 2021

제2차

지진·지진해일·화산의

관측 및 경보에 관한 기본계획 연구

VIII

부록

[별첨1] 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에
관한 기본계획('17~'21) 2022년도 시행계획

[별첨2] 전략과제 및 실행과제의 전후 비교

[별첨3] 전략과제 우선순위 선정 방법



제2차 **지진·지진해일·화산**의 관측 및
경보에 관한 기본계획 연구

The second master plan about observa-
tion and warning of earthquake, tsunami
and volcano

[별첨1] 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획 ('17~'21) 2022년도 시행계획

목차

| | | |
|------------|--------------------------------|------------|
| I | 지진·지진해일·화산 기본계획 개요 | 238 |
| | 1. 기본계획의 개요 | 238 |
| | 2. 1차 기본계획의 비전 및 추진전략 | 239 |
| II | 제1차 기본계획 전략목표별 추진성과 | 240 |
| III | 현 정책여건 | 241 |
| IV | 전략과제별 실적 및 2022년 시행계획 | 243 |
| | 1. 최적의 관측망 구축 | 243 |
| | 2. 통합적인 정보관리 체계 확립 | 247 |
| | 3. 분석기술 고도화 달성 | 252 |
| | 4. 신속한 전달체계와 정보활용 극대화 실현 | 256 |
| | 5. 미래대비 업무발전 기반 조성 | 259 |
| V | 2022년 시행계획 로드맵 및 예산 | 264 |

I

지진·지진해일·화산 기본계획 개요

1

기본계획의 개요

● 목적과 근거

- (목적) 국가 지진·지진해일·화산 관측 및 경보업무의 선진화를 통해 지진·지진해일·화산 재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호
- (법적근거) 「지진관측법[※]」제4조에 따른 지진관측 분야 최상위 계획으로서 범정부 차원의 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(5개년) 수립 필요
 - ※ 지진관측법(약칭) : 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률

지진관측법 제4조 제1항

기상청장은 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

● 제1차 기본계획의 범위

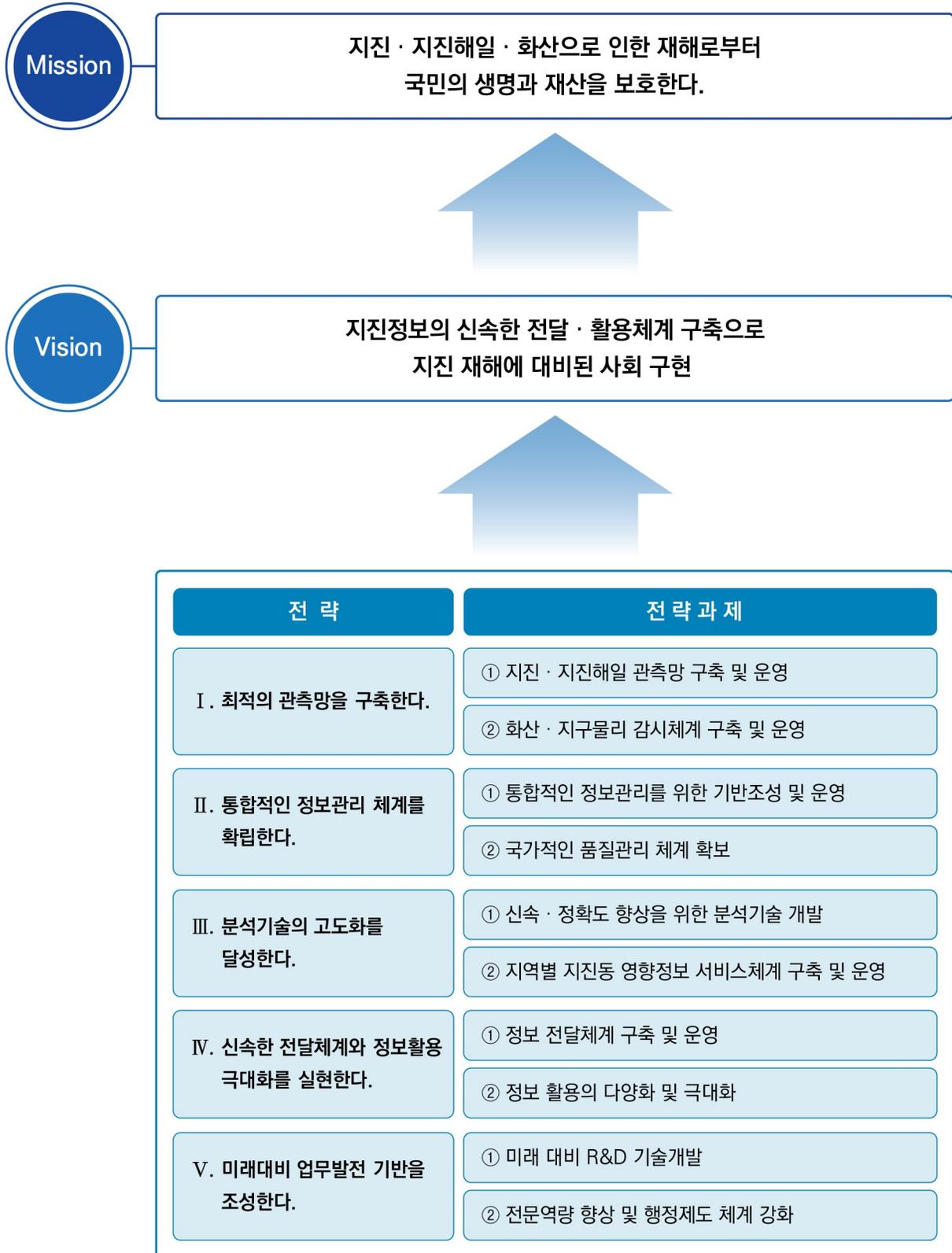
- (시행기간) 2017~2021년 (5년간)
- (주요내용)
 - 지진·지진해일·화산 업무에 관한 5개년 동안의 정책 기본방향과 이를 통해 달성하고자 하는 정책목표 제시
 - 관측·자료관리·전달 분야와 관련 기술개발 및 국제협력 분야 등 분야별 추진계획 기술

● 2022년도 시행계획의 필요성

- 「제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2017~2021)」의 종료와 더불어 당초 계획보다 1년 늦춰진 「제2차 기본계획(2023~2027)」의 수립 계획에 따라 공백을 최소화하고 정책 내실화 및 기본계획의 연속성 확보를 위해 연장된 제1차 기본계획의 2022년도 시행계획 수립
- 제1차 기본계획을 보완하고 새롭게 출범할 新정부의 정책발전을 위해 개선·보완할 수 있는 '22년도 시행계획 수립

2

제1차 기본계획 비전 및 추진전략



II

제1차 기본계획 전략목표별 추진성과

| | 〈제1차 기본계획 목표〉 | 〈추진성과〉 |
|--------------------------|--|---|
| ① 최적의 관측망 구축 | <ul style="list-style-type: none"> 관측망 조밀도 향상 : 22km('16) ⇒ 18km('18~) | <ul style="list-style-type: none"> 관측망 조밀도 향상 : 22km('16) ⇒ 16.7km('21.6) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기탐지(5초 이내) 가능 영역 확대 : 20%('16) ⇒ 90%('21) * 내륙기준 면적비율 | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기탐지(5초 이내) 가능 영역 확대 * 내륙기준 면적비율 : 20%('16) ⇒ 86%('21) |
| ② 통합적인 정보관리체계 확립 | <ul style="list-style-type: none"> 관측환경, 장비, 자료 등의 품질관리 체계 정립 | <ul style="list-style-type: none"> 국가지진자료 품질관리 체계 구축으로 기상청 및 유관기관 지진관측자료 품질분석 수행 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 국내 유관기관의 지진자료 공유·활용 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 수신률 : 51%('16) ⇒ 90%('21) - 조기경보 자료활용률 : 40%('16) ⇒ 70%('21) ※ 기상청 포함 지진조기경보 활용 관측자료 수 ('16) : 182개 = 150개(기상청 활용률 96%) +32개(유관기관 활용률 47%) | <ul style="list-style-type: none"> 기상청 및 지진관측기관에서 구축·운영 중인 전체 691개소('21.8) 중 662개소 자료 수집(95.8%) |
| ③ 분석기술의 고도화 | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기경보 발표시간 단축 : 50초('16) ⇒ 7~25초('18~) | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기경보 발표시간 단축 : 50초('16) ⇒ 5~10초('21~) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진정보 서비스 패러다임 전환 : 규모기반('16) ⇒ 진도기반('19~) | <ul style="list-style-type: none"> 진도정보 제공('19~) 및 진도기반 발표기준 일부 도입('21)을 통해 지진정보 서비스 패러다임 전환 추진 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진분석정보 종류 확대 : 3개('16) ⇒ 10개('21~) | <ul style="list-style-type: none"> 지진분석정보 종류 확대 : 3개('16) ⇒ 11개* 이상 <ul style="list-style-type: none"> * 〈지진 규모, 발생시각, 발생위치〉 + 예상·계기진도, 최대지반가속도, 깊이, 불확도(위치, 규모), 단층면해(정단층, 역단층, 주향 이동 단층), 단층선, 지질도, 지진발생 통계 등 지진분석 불확도 개선 : 2.49Km('18) → 1.55Km('20) |
| ④ 신속한 전달체계와 정보활용의 극대화 실현 | <ul style="list-style-type: none"> 대국민 전달매체 다양화 : 7개('16) ⇒ 12개('19~) | <ul style="list-style-type: none"> 대국민 전달매체 다양화 : 7개('16) ⇒ 13개('21~) <ul style="list-style-type: none"> * 긴급재난문자 송출시스템(CBS), 유튜브, 지자체 재난경보시스템, 홈페이지, 131ARS, 직접연계 등 13개('21~) 매체 활용 * 직접연계기관 : 47개 기관 58개 시스템 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진재난정보 직접 전달 가능성 확대 <ul style="list-style-type: none"> * 직접전달 가능 인구 비율: 82%('16) ⇒ 95%('21) | <ul style="list-style-type: none"> 지진재난정보 기상청 직접 전송체계 구축('18) <ul style="list-style-type: none"> * 직접전달 가능 인구 비율 : 82%('16) ⇒ 94%('21.5) * CBS 가능 휴대전화 회선 비율로 추정 |

| | 〈제1차 기본계획 목표〉 | 〈추진성과〉 |
|-------------------------|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진 관련 영향정보 생산 및 주요 기반시설에 대한 신속 정보제공 서비스 | <ul style="list-style-type: none"> 지역별 진동의 영향 수준(진도) 제공 및 재난 관리책임기관(15개), 지방자치단체 (24개) 등과 직접연계를 통한 지진정보 신속제공 |
| ⑤ 미래대비 업무발전 기반 조성 | <ul style="list-style-type: none"> 지진 분야 내부 전문인력 양성체계 강화 및 외부 전문 인력풀 확대 <ul style="list-style-type: none"> * 지진 분야별 특화 전문연구기관 : 0개(16) ⇒ 3개(21) | <ul style="list-style-type: none"> 지진, 화산 특화센터 운영 및 지진 분야 내부 전문인력 양성 교육 매년 1~2회 진행 <ul style="list-style-type: none"> * 지진 및 화산 분야별 특화 전문연구기관 : 0개(16) ⇒ 2개(21) - 지진특화센터('17~'19), 화산특화센터('18~) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 한반도에 적합한 차세대 지진조기분석 기술개발 등 핵심 원천기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 한반도 지하 단층구조 연구, 현장경보, 인공지능 활용 기술 개발 등 차세대 핵심 기술 개발 추진 중 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 효과적 정책 발굴·협력·확산을 위한 행정기반 강화 | <ul style="list-style-type: none"> 지진관측장비 검정 및 재난문자방송 기상청 직접 운영을 위한 법·제도 정비 지진과학 및 지진정보에 대한 이해확산 및 인식 개선 |

III 현 정책여건

● 글로벌 메가트렌드로 발생 가능한 위험의 상위 5개 항목은 '환경의 위험'

- 극한기온 및 이상기후의 감시, 예측 및 영향분석의 중요성 높음(World Economic Forum, 2020)
- 기후후체제 출범 이후, 각국은 특정 요인의 영향분석을 바탕으로 기후변화 중점 정책 기반 구축
- 위험 일상화 및 기후변화·자연재해 대응을 위해 글로벌 협력을 통한 국가 재난 예측·준비·대응·복구 능력 강화

➔ '인간'과 '환경'으로 중심을 이동하는 기술의 선제적 대비 및 수요 맞춤형 전략 필요

● 코로나 여파로 재난재해 일상화 및 비대면 환경 조성에 따른 디지털 전환 가속화

- 글로벌 유관기관·주요국의 전략/계획에 따라 각국은 신 기후체제 출범, 차세대 고해상 지구시스템모델 개발, ICT 기술 접목 등 기상전략 및 계획 수립
- 미국 바이든 정부는 AI·5G·바이오, EU는 AI, 중국은 5G 등 전세계적으로 혁신기술 개발을 위해 투자 예정
- 국내 2025년까지 한국판 뉴딜 중 디지털 뉴딜에 따른 ICT 기반 디지털화 확대 예정

➔ 전 세계적 디지털화에 따른 신기술 발전으로 지구시스템의 관측·예측의 미래기술기반 서비스 강화 전략 필요

● **현 정부는 국민의 안전과 생명을 지키는 안심사회 구축을 최우선 국정전략으로 정립**

- 국가재난관리체계를 구축, 환경위험의 적극 대응, 기후변화 등 전 지구적 위기 해결 기여를 위한 지속 가능발전 거버넌스 재정립함
- “위기 대응을 위한 과학기술 역량을 강화하고, 경제 ‘회복’, 선도국가 ‘도약’ 및 ‘포용’ 혁신을 위한 연구개발 (R&D) 투자 ‘지속·강화’”의 국가 R&D 투자전략 수립

→ '22년에도 '안심사회 구축' 전략은 당분간 유지될 것으로 전망

● **발생과 함께 많은 피해규모를 동반하는 지진·지진해일·화산에 대해 각국은 체계적인 대응 전략 수립**

- 지진·지진해일 기술 선도국인 미국은 지역사회 전반에 대한 영향 이해 개선 및 피해 경감을 위한 계획 수립
- 미국·일본에서는 지진에 대한 기초분야부터 응용분야까지 폭넓은 연구 진행

→ **국의 선진 사례들을 벤치마킹하여 국내 실정에 맞는 최적의 전략 수립 필요**

● **국민 경각심 감소로 교육 및 홍보를 통해 인식 개선 필요**

- '16년 큰 규모의 지진 이후 국내 지진에 대한 경각심이 고조되었지만 '20년 지진 관련 국민 인식조사 결과 큰 규모 지진 재발 가능성 낮다고 인식하는 등 민감도 감소 추세
- 지진·지진해일·화산의 발생빈도가 다른 자연재해보다 현저히 적지만 한번 발생하면 인적·물적 피해가 상당

→ **대국민 맞춤형 교육 및 홍보 전략의 체계적 수립으로 국민 인식 제고 필요**

IV 전략 과제별 실적 및 2022년 시행계획

1 최적의 관측망 구축

1-1 지진·지진해일 관측망 구축 및 운영

● 추진 배경

- 대국민 지진조기경보 서비스 실현을 위해 관측망 조밀도 향상 및 지진조기탐지 가능 영역 확대 필요
- 인구밀도, 지진·지진해일 피해 위험지역 등을 고려한 지진해일 관측자료 실시간 확보 및 관측망 강화 필요

● 그간의 성과

- **(지진관측망)** 효율적 지진관측망 확충을 고려하여 설치
 - 지진조기경보 관측망 확충목표(314개소) 조기 실현(당초 '20 → '18)
 - 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획 수립('20.6.)
 - 해역지진 실시간 감시체계 보강을 위한 지진관측소 5개소 신설('17~'18)
 - 태해(울릉도), 강구(경북 영덕군), 호미곶(포항시), 양북(경주시), 정재(울산시)
 - 동해 먼바다 지진해일 감시강화를 위해 노후 장비 교체 및 지진해일관측소 신설
 - 노후 울릉도 지진해일관측장비 1개소 교체('18) 및 동해 지진해일 발생 위험지역 감시 강화를 위한 지진해일관측소(임원항 부근) 1개소 신설('19)
 - 내용연수 경과 지진관측장비 적기 교체('20년 노후화율 1.89%)
 - '17~'19년 노후 지진관측장비 전량 교체('17년 16개소, '18년 23개소, '19년 4개소)
- **(지진해일관측망)** 동해 및 도서지역의 지진해일 감시 역량 강화
 - 해역지진 및 지진해일 감시강화를 위한 도서지역 관측소 확충('20.10.)
 - 유휴 시추공 및 관리동, 현 보유 예비품을 활용한 지진관측소(울릉도 천부) 신설
 - 긴급 현장대응용 지진관측장비의 적재적소 설치 운영으로 상대적으로 관측망이 부족한 해안지역 및 일부내륙에 관측망 구축(16개소)

● 2022년도 추진내용

- 지진계 신설·교체 및 환경개선을 통한 지진관측망 확충
 - 지진위험도와 영향 등을 고려한 차별화된 지진관측망 확충 세부전략 마련
 - 지진계(16개소) 신설 및 노후지진계(17개소) 교체
 - ※ (신설) 시추형가속도계(12개소), 시추형광대역속도계(3개소), 지진해일관측장비(1개소)
 - ※ (교체) 시추형가속도계(3개소), 시추형광대역속도계(13개소), 공중음파관측소(1개소)

- 지진·지진해일·화산활동 관측기관협의회에서 합의된 기준을 적용하여 지진관측소 신설 및 노후 장비 교체 시 설치 위치 조정
- 지진관측환경 전수조사, 기준정립 및 품질분석 결과를 반영하여 개선 대상지점 보완
- 노후 지진관측장비 교체 시 지진관측소 형태 전환 병행
 - 적시의 노후 지진관측장비 교체로 고품질의 관측자료 생산
 - ※ 22년도 노후 지진관측장비 교체 필요 수량 (16개소)
 - 노후 지진관측장비 교체 시 지진관측소 형태 전환 병행
 - ※ 지표형 광역대속도 관측소(6개소)와 지표형 단주기속도 관측소(5개소)
 - 지진장비 및 관측소 유지보수
 - 지진계 유지보수, 청양지구자기관측소 위탁·유지보수, 공중음파관측소 유지보수, 지진관측소 노후 관측환경개선 등
- 지진·지진해일 관측 및 감시체계 강화
 - 효율적인 해역지진 관측을 위한 지진해일 조기탐지 관측망 구축
 - ※ 우리나라 동해상 및 일본 서해상에서 발생하는 지진해일 조기탐지를 위한 심해지진관측장비 3개소 신설
 - ※ 시나리오 DB의 특보발표 주요지점과 연계하여 해안-계기관측망을 잇는 특보구역별 계기관측소 1곳 확보
 - 지진해일 관측지점 정비 및 관측·운영기준 확립을 통해 안전관측 강화
 - 소형 저가형 지진계 활용 방안 실증연구를 통한 대도시 지진발생 위험지역 및 활성단층대의 고밀도 감시역량 강화
 - 동해 연안 및 일본 해역지진으로 인한 지진해일 조기 탐지체계 구축방안 확보 및 실증연구 개발

● 측정 지표

| 측정 지표 | 실적 및 목표치 | |
|--|----------|-----|
| | '21 | '22 |
| 지진 조기탐지(5초 이내) 가능 영역 확대 (내륙기준 면적비율) | 90% | 95% |

● 기대 효과

- 지진계 신설·교체 및 관측소 유지보수로 관측망 조밀도를 향상하고 관측 정확성을 높임으로써 효율적인 지진·지진해일 감시 가능

1-2 화산·지구물리 감시체계 구축 및 운영

● 추진 배경

- 현재 위성영상을 활용하여 백두산 화산활동을 감시하고 화산재 영향을 분석하기 위해 화산재 확산 예측 시스템을 운영 중
- 백두산 및 한반도 주변국 화산활동 감시와 화산분화에 따른 화산재 영향에 대한 예측정보 제공 필요
- 지진·지진해일·화산 전조현상 관측을 위한 지구물리관측망 구축 및 운영 필요

● 그간의 성과

- **(화산감시)** 한반도 화산활동 감시 체계 구축
 - 화산·화산재 감시체계 구축 및 운영 기반 조성
 - 백두산 화산활동의 원격감시를 위한 위성자료 수집체계 구축('18.12.)
 - 화산전문·웹 기반 화산재확산 자동 예측 체계 구축('20.9.)
 - 웹기반 화산재 확산 예측모델의 현업운영 체계 개선 실현('17.6.)
 - 백두산 화산활동 수준 비교를 위한 위성영상 정기관측('17~ , 연 2회)
 - 화산재확산 모델의 운영 및 개선을 위한 관계 부서 간 역할 정립('20.2.)
 - 화산활동 분석정보 모니터링 기술 개발 연구용역 착수('20.4.) 및 완료('20.12.)
 - 화산재 확산 예측 정보를 이용한 화산 특·정보 기준 설정('20.7.)
 - 원거리 화산의 지표변위 성능검증을 위한 위성영상 성능 분석('20.12.)
 - 백두산 현지 관측자료 확보를 위한 한·중 공동연구 추진
 - 화산활동에 의한 지표변형 관측장비 설치 및 관측자료 확보('18.8., '19.11.)
 - 취룡온천의 온천수 시료 및 화산가스 분석자료 수집('18~'20)
- **(지구물리관측)** 지구물리 관측망 구축 및 운영을 위한 기반 조성
 - 국내외 GNSS관측자료 수집 및 한반도 지각 변동추이 분석 완료(~'21.3.)
 - 국토지리정보원 등 75개소, IGS기준국¹¹¹⁾ 10개소 자료('08~'20)
 - GNSS 자료처리 소프트웨어(Bernese) 업데이트('20.3.)
 - 지구자기 관측자료의 체계적인 관리 기반 조성
 - INTERMAGNET 실시간 자료 공유를 위한 자료전송 대상 기관 변경('19.11.)
 - 지구자기 자료처리 가이던스 발간('19.10.)
 - 지구자기 절대관측 자동화 장비 도입 계획 수립('20.9.) 및 도입추진('21.3.)

111) IGS(International GNSS Service) : 전세계 70개국의 370여개의 상시 GPS관측망을 관리하는 국제기구

- (공중음파관측망) 인공지진 및 화산분화 관측을 위한 관측망 확충
 - 화산폭발 및 인공지진 탐지를 위한 공중음파관측망 확충('19)
 - 서해 및 경기북부 관측공백지역 인공지진 감시강화를 위한 공중음파관측소 3개소(연천, 파주, 교동도) 신설
 - 인공지진 감시 강화를 위해 내용연수 경과한 공중음파관측소(양구) 교체('20.12.)

● 2022년도 추진 내용

- 화산활동 감시·예측 기술 개발
 - 효율적인 화산 감시를 위한 감시망 설계 및 구축 방안 마련
 - 백두산 화산활동 감시 및 원격자료 처리·분석 기술 개선
 - 백두산 화산활동 감시를 위한 원격감시 분석 결과 산출
 - 광학·열적외선 위성영상 활용 화산 감시 분석기술 개발
 - 화산재 예측 기술 개발
 - 화산재 확산 예측모델 현업 운영 체계 개선
 - 백두산 현지 관측자료 확보를 위한 한·중 공동연구 추진
 - 화산특화연구센터 2단계 2차년도 연구 추진('22.1.~)
- 한반도 지각활동 진단 기술 개발
 - 한반도 지각활동 진단 정보 생산 및 활용 연구
 - GNSS 자료 활용 한반도 지각변동 진단 정보 산출
 - 지구물리 관측자료 생산 및 활용 연구
 - 청양 지구자기 관측자료 생산 및 INTERMAGNET 공유
 - 청양 지구자기 관측자료 처리 및 활용 연구
 - 공중음파 관측자료 활용 기술개발

● 측정 지표

| 측정 지표 | 실적 및 목표치 | |
|------------|----------|-----|
| | '21 | '22 |
| 화산감시체계 구축률 | - | 75% |

● 기대 효과

- 원격 관측자료 기반 화산활동 분석 기술개발로 화산 감시 및 예측 기술 고도화 및 연구기반 구축
- 한반도 지각변동 감시 및 진단을 위한 지구물리 관측자료 생산 및 활용 기술 개발

2

통합적인 정보관리 체계 확립

2-1

통합적인 정보관리를 위한 기반조성 및 운영

● 추진 배경

- 국가 지진관측자료의 공유 및 수집·활용 확대를 통한 환류체계 구축으로 고품질의 자료 확보로 지진정보 서비스의 신뢰성 향상
- 가속도계측자료 및 센서 기반 등 관측자료의 공동활용 기반조성을 위해 통합 관리체계 필요

● 그간의 성과

- 국가지진종합정보시스템 운영 기능 개선 및 통합관리 고도화
 - 국가지진종합정보시스템의 자료수집 및 통합관리 고도화('18~)
 - 국가지진종합정보시스템(NECIS) 콘텐츠 분리 등 메뉴정비('18.12.)
 - 국가지진종합정보시스템 지진자료 처리 및 표출 프로그램 제공('20.6.)
 - 국가지진종합정보시스템(NECIS) 지진관측자료 제공체계 구축('20.12.)
 - 유관기관의 지진·지구물리 자료 공유 확대를 위한 기술지원(계속)
 - 기상청과 한국가스공공간 실시간 공유체계 구축을 위한 자료전송 소프트웨어 지원('19.2.~'19.7.)
 - 한국원자력안전기술원 신규 자료전송체계 구축을 위한 기술지원('19.7.~'20.1.)
 - 한국원자력안전기술원 지진관측자료 수집지원 개선을 위한 기술지원('20.4.~'20.6.)
 - 지진·지진해일·화산 발생 정보 종합 DB 구성 및 정보제공('18~'21)
 - 시스템별 개별 DB를 하나의 지진화산통합 DB로 구축('18.7.~'20.6.)
 - 국가 관측정보의 클라우드 기반 DR센터 설계 및 구축('18~'21)
 - 시스템 목표구성도 설계, 복구전략 전환방안이 포함된 업무연속성 계획 및 정보화 전력계획 수립('19.12.)
 - 지진화산정보시스템의 재해복구 체계(DR) 사업계획 수립('20.1.)
 - 지진화산정보시스템의 재해복구시스템 구축('20.12.)
 - 대용량 관측자료의 수집·저장·분배 시스템 개선('17~'19)
 - 지진관측자료 수집·분배체계 재구성 및 시스템 전환('18.4.)
 - 장애 발생 대비 실시간 공유 네트워크 이중화 체계 구축 추진('19~'21)
 - 기상청 지진재난문자시스템과 SKT 재난문자시스템 간 통신 국사 이중화('19.9.)
 - 지진화산정보시스템 시간 동기화(NTP) 체계 이중화('19.11.)
 - 지진통보 이메일시스템 이중화 구축('20.6.)
 - 신속한 정보전파를 위해 분산 운영된 수동·자동 통보시스템의 일원화('통합통보시스템 구축', '17.4.28)

- 지진·지진해일·지구물리 정보의 종합 모니터링 기반 조성('19~'20)
 - 기상청 관측상태 모니터링 시스템 구축('18.5.)
 - 지진해일 조위 모니터링 시스템 구축('20.1.)
- 신속한 재난 대응을 위한 '지진발생 상황모니터링 시스템' 구축('20.10.)
- 국내외 지진·지진해일 자료 공동활용 확대
 - 유관기관 지진 관측자료 공유·활용 확대 추진('17~)
 - 기상청, 지진 관측자료 품질관리계획 수립('17.7.14)
 - 국내 시설물 지진가속도계의 설치 현황 조사 : 총 627개소('17.8.10~9.30)
 - 관측기관협의회(8개 기관, 558개소)의 관측장비 설치 현황 상세조사('18.6.27)
 - 국가지진종합정보시스템 기능 개선('20.6.)
- 국외 지진·지진해일·화산 정보 수집 및 활용 강화
 - 중국일본의 국외 지진관측자료 공유 실현
 - 중국 관측자료(5개소) 및 중국에 설치된 유관기관 관측자료(7개소) 수신('17.6.~8.)
 - 일본의 지진관측소 실시간 공유 확대('18.4.)

● 2022년도 추진내용

- 지진·지진해일·화산 정보 수집체계 강화 및 자료관리 일원화
 - 수집지연을 최소화를 위한 유관기관 지진관측자료 수집방안 마련
 - '지진·지진해일 및 화산활동 관측기관협의회'를 통해 관계기관 지진관측자료 수집 체계 개선 확보
 - 한반도 주변국의 지진해일·화산 모니터링 및 공조 체계 구축
 - 연구용 및 비 현업 지진 관련 자료 통합 수집을 통해 지진관측자료 저장·관리 일원화 및 공동 활용기반 마련
- 가속도계 자료 통합 관리 및 공동활용 강화
 - 가속도계 통합관리를 위한 관련 기관 실무협의체 구성·운영
 - 관측·계측 자료의 통합 수집·분배를 통한 공동활용 체계구축
 - ※ 국내 지진관련 기관의 국가 가속도 통합자료 활용 지원을 위한 국민안전처 협업 추진
 - 통합 정보관리를 위한 국가 가속도 종합 DB구축 및 정보 관리 기반 조성
 - 가속도계 운영환경 표준화를 통한 품질관리 방안 마련
 - 국가 통합가속도자료를 이용한 지진의 진동 영향 평가 체계 마련

● 측정 지표

| 측정 지표 | 실적 및 목표치 | |
|------------------------|----------|-----|
| | '21 | '22 |
| 지진자료 공유·활용 확대 (수신률(%)) | 90% | 95% |
| 조기경보 자료 활용률(%) | 70% | 75% |

● 기대 효과

- 한반도에 영향을 미치는 국외 지진해일·화산 재난정보를 수집·활용하여 국내 재난 발생 시 신속하고 효율적인 대응기반 마련
- 국가 지진 관측장비의 공동활용을 통해 관측망 조밀도 향상 및 국가 자원의 효율성 극대화

2-2 국가적인 품질관리 체계 확보

● 추진 배경

- 국가 지진관측자료의 실시간 품질관리 및 환류 체계 구축으로 고품질의 자료 확보를 통한 신뢰성 있는 지진정보 서비스 실현
- 관측환경, 관측시설 기준 설정 및 관측자료의 공동활용 기반조성을 위해 전주기 통합관리체계 전환 필요

● 그간의 성과

- 지진 관측장비 검정제도 및 표준화 등 활용 체계 마련
 - 지진관측장비 검정제도 확립 추진('17~)
 - 지진관측장비 검정기준 및 절차 정립을 위한 연구개발사업 추진('17~'19)
 - 「검정체계 구축 계획」수립을 통해 단계별 추진전략 마련('18.3.9)
 - (기술) 핵심 검정항목(감도, 선형성, 주파수응답), 검정방법에 대한 기술기준 정립('20.5.)
 - (인프라) 검정용 가진시스템 구축('20.4.), 국가지진계검정센터 개소('20.6.), 인력 확보(기상청(1명), 기술원(23명))('20.6.)
 - (검정대행기관 지정·운영) 검정대행기관 지정('20.12.10) 및 정식 검정대행기관 운영, '21년도 검정대행역무 계획 수립('21.1.), '21년도 검정 수행 계획수립('21.3.)
 - 관측장비의 성능 기준 설정 및 표준화
 - 「지진해일 관측장비 성능규격」 개정('20.8.25)
 - 지진관측장비 도입 규격 및 성능·규격 개선 계획 수립('20.9.14)

- 지진관측장비 도입 규격 및 성능·규격(안) 확정('20.12.9)
- 「지진 관측장비의 성능규격」 개정('21.4.14)
- 국가지진자료 및 시스템 품질관리 체계 구축
 - 국가지진자료 품질관리 체계 구축(Ⅰ) 사업 추진('19.4.2~12.10)
 - 지진관측자료 준실시간 품질분석 체계 및 모니터링 구축 완료('19.12.4)
 - 국가지진자료 품질관리시스템 정식운영 실시('20.3.30)
 - 국가지진자료 품질관리 체계 구축(Ⅱ) 사업 추진('20.4.8~)
 - '20년도 국가지진자료 품질관리 체계 구축(Ⅱ) 사업 추진계획 수립(1.7), 착수(4.21)
 - 기상청, 유관기관 지진자료의 실시간 분석을 위한 품질관리시스템 구축 완료('20.12.)
 - 실시간 국가지진자료 품질관리시스템 정식운영 실시('21.3.31)
 - '21년 국가 지진자료 품질관리시스템 개선 사업 추진('21.3.4~)
 - '21년 국가 지진자료 품질관리시스템 개선 사업 추진계획 수립('20.11.30), 착수('21.3.17)
 - 기상청 및 유관기관 지진관측자료 품질분석 수행
 - '17년, '18년도 기상청 지진관측자료 품질분석 수행('18.7., '19.4.)
 - '18년 유관기관 지진관측자료 품질분석 수행('19.6.10)
 - '19년 기상청 교체·장소 이전 지진관측소 관측자료 품질분석 수행('20.3.2)
 - '19년 기상청 지진관측자료 품질분석 계획(안) 수립('20.3.9)
 - '19년 기상청 지진관측자료 품질분석 수행('20.5.4), 발간('20.5.25)
 - '19년 유관기관 지진관측자료 품질분석 계획(안) 수립('20.6.11)
 - '19년 유관기관 지진관측자료 품질분석 수행 ('20.7.30), 환류('20.8.5)
 - 유관기관 자료의 조기경보 활용을 위한 미활용지점 관측자료 품질분석 완료('20.11.)
 - 유관기관 지진관측자료 품질분석 계획(안) 수립, 알림('21.3.25)
 - 청양 지구자기 관측자료 국제표준포맷 자료 생산
 - 청양 지구자기 관측소 운영 및 지구자기 절대값 측정(주1회)('18~)
 - 지구자기 관측자료 자료처리 및 INTERMAGNET 자료 공유('18~)
 - 한반도 지각 변동 관측 GNSS 자료 품질관리
 - 지진화산국 GNSS(제주) 관측자료 생산 및 관리('18~)
 - GNSS 자료처리 소프트웨어(Bernese) 업데이트('20.3.)

● 2022년도 추진내용

- 고품질의 지진 관측자료 정보 생산을 위한 지진관측장비 검정체계 구축 및 운영 방안 마련
 - 검정시설 및 장비 유지를 위한 관리 운영 방안 마련
 - ※ 검정인력 4명 보수 등, 검정기술 교육 및 검정용 소모품 구매, 기준기 교정 시설관리 등 유지관리, 정식 검정업무(실내 현장) 수행
 - ※ 지하심부 암반터널 실험실 임차 및 현장검정용 장비 구매

- 지진 분석정보의 품질관리체계 정립
 - 국가 지진자료의 실시간 품질관리와 관측환경 평가기술개발
 - 국가 지진관측자료 품질의 실시간 모니터링 및 평가 기술개발 연구
 - 지진자료의 사후처리 자동화 시스템 개발
 - 지진 분석정보의 공식화를 위한 재분석 기준 설정
 - 재분석 수행 기준 및 재분석 요소, 절차, 방법 등에 대한 기준 정립
 - 국가 지진정보 통계자료 종류 및 처리기준 정립
 - ※ 통계자료 종류 : 지진 발생시각, 위치, 규모, 깊이, 진도 등
 - ※ 시공간적 통계 처리기준 : 일/월/연 단위 집계, 내륙/해역/광역지자체 단위 집계 등
- 국가지진자료 품질관리 및 환류 체계 구축
 - 자료의 신뢰도 향상 및 체계적 자료관리 기능 수행을 위해 품질관리 시스템 최적화 및 현업 운영환경 개선
 - 연간 품질분석 결과를 관측환경 개선에 반영하고 유관기관 지진자료 품질분석 환류를 통한 품질개선 협력 강화
 - 지진관측자료 활용과 연계된 품질관리체계 개선 및 활용분야 확대를 위한 세부 시행방안 마련

● 측정 지표

| 측정 지표 | 실적 및 목표치 | |
|------------------|----------|-----|
| | '21 | '22 |
| 지진관측장비 검정 이행율(%) | 80% | 85% |

● 기대 효과

- 지진 관측장비 검정체계 구축을 통한 관측자료 품질 고도화
- 지진자료 품질관리 체계 구축을 통한 지진 정보의 객관성 및 정확성 확보

3 분석기술의 고도화를 달성

3-1 신속·정확도 향상을 위한 분석기술 개발

● 추진 배경

- 지진으로부터 국민의 안전 확보를 위한 분석기술 향상을 통한 지진조기경보 5~20초 발표시간 단축으로 선진국 수준의 서비스 영역 확대 추진
- 지진속보 대상영역 확장 및 지진 발생 시 진동의 영향수준 지역별 제공을 통한 지진조기경보 서비스 고도화 추진

● 그간의 성과

- 한반도 맞춤 지진조기경보를 위한 서비스 개선 및 기술 개발
 - 국내 영향을 미칠 수 있는 구역까지 지진조기경보 감시 영역 확대 실현('18.6.)
 - 대마도 등 큐우슈우 해역까지 지진조기경보 영역 확대
 - 북한지역(평양이내)까지 지진조기경보 영역 확대
 - 지진정보의 실효성 증대를 위한 지진조기경보 서비스 통보시간 단축 실시('18.11.)
 - 조기경보 발표시간 : (기준) 50초 이내 → ('17.7.) 15~25초 → ('18.11.) 7~25초
 - 자연지진 신규 규모식 적용('19.7.)
 - 북한지역 지진속보 대상영역 확장 적용('19.7.)
 - 국내 영향을 미칠 수 있는 북한영역의 지진에 대하여 지진속보 발표 추진
 - 지진조기경보 대상영역에 해당하는 북한 영역에 대하여 지진속보 추가 제공
 - 지진원에 대한 '단층운동 정보 홈페이지 제공 대국민 서비스' 정식 운영('19.7.)
 - 신속한 단층운동 분석을 위한 자동분석시스템 구축 및 시범운영('19.4.~'19.6.)
 - 지진속보(신속정보) 발표시간 단축('19.10.)
 - 지진속보 시간단축을 위한 차세대 지진조기경보시스템 정식운영
 - 지진속보 시간단축 : (기준) 60~100초 이내 ⇒ (개선) 20~40초 이내
 - 해역지진 분석 성능 개선을 위한 다중분석 조기경보체계 실시간 시험운영('20.11.)
 - 지진조기경보 시스템 3종을 이용한 다중분석 조기경보체계 기술 개발
- 지진해일 예측 및 관측을 위한 자료 수집 및 영향분석
 - 국내 지진해일 관측자료 공유·활용 확대 추진('19.10.)
 - 국립해양조사원 조위자료 전송시간 단축을 위한 수집처리 개선 완료('19.10.)
 - 울릉도 북동 수압자료 추가 공유 및 예측조위 수집 완료('19.10.)
 - 지진해일 관측정보 산출을 위한 지진해일 관측자료 수집 및 지진해일 검출알고리즘 개선('20.10.)
 - 국외 지진해일의 선제 대응을 위한 해저 지형효과 고려 시 한반도 지진해일 영향분석('20.9.)

- 지진발생 깊이별 지진해일 예측 시나리오 DB 구축('19.12.) 및 지진통보시스템 반영('20.4.)
 - 원거리 해역 지진에 대한 한반도 지진해일 시나리오 DB 구축('20.5.)
- 실시간 해역 지진정보를 이용한 지진해일 수치모델 자동운영체계 현업운영 및 지진통보시스템 반영('21.1.)

● 22년도 추진내용

- 지진조기경보 서비스 개선을 위한 지진정보 생산 연구 추진
 - 융합형 지진조기경보 시스템 구축에 관한 연구
 - 현장경보 시험운영 기술점검 및 경보 전파방식 기술개발
 - 현장경보와 네트워크 경보의 통합분석 시스템 개발
 - 국가 주요기반시설 또는 위험시설 관리기관 중 선정하여 현장경보 시범운영 추진
 - 체감형 영향진도 정보 생산 연구
 - 다양한 지진계의 계측자료에 대한 지진정보 생산 후처리 기술개발
 - IoT 기반의 지진관측망을 활용한 체감형 진도 표출 생산연구
 - 인공지능 기술을 활용한 지진분석 알고리즘 개발 연구
 - 중규모 이상의 지진파형 생산 및 시나리오 작성 연구
 - 인공지능을 활용한 Phase Picking 기술의 정확도 점검 연구
 - 인공지능을 활용한 지진식별 딥러닝 학습 연구
- 지진조기경보의 실효성 확보를 위한 경보전파 시간단축 기술개발
 - 관측소 중심의 인공지능 기반 현장경보 기술개발 연구
 - 클라우드 시스템을 활용한 진도정보 생산 시스템 개발
 - MEMS 지진계를 활용한 지진정보 생산시스템 개발 연구
- 지진특성 유형별 분석기술 최적화에 의한 정확도 향상
 - 단층운동 모형실험을 위한 기술개발
 - 다양한 판별 기술을 융합한 통합형 지진분석 플랫폼 구축
 - 자연지진과 특이지진 발생 특성 비교 및 정밀 분석

● 측정 지표

| 측정 지표 | 실적 및 목표치 | |
|---------------------|----------|-------|
| | '21 | '22 |
| 목표시간 대비 지진정보 신속도(%) | 81.2% | 82.2% |

● 기대 효과

- 지진조기경보 서비스 개선을 통한 수준 향상 및 지진 경보 공백지역 최소화를 통한 피해 최소화

3-2 지역별 지진동 영향정보 서비스체계 구축 및 운영

● 추진 배경

- 지진규모 기반의 지진조기경보 제공에 따라 지역별 실제 체감되는 상황에 대한 판단 및 대응체계 마련에 어려움 발생으로 수요자 맞춤 지진정보 서비스 패러다임 전환 필요

● 그간의 성과

- 지진 진동 영향 정보의 정량화 생산을 위한 기술개발
 - 한국형 진도등급 재설정 기준 적용('18.10.)
 - 실제 체감수준 진동 영향 반영을 위한 진도산출 기술 개선('20.8.)
 - 지진관측자료의 지표형과 시추형의 특성을 반영한 격자별 보정상수 최적화
 - 시추형 보정상수 적용을 통한 계기진도 산출 체계 개선 적용
 - 한반도 특성을 반영한 지진동 영향정보 생산 체계 최적화('20.8.)
 - 지진동 감쇠식 개선 및 지형효과 적용을 통한 예상진도 산출 체계 개선
- 수요자 맞춤 진도정보 서비스 운영을 위한 기반 조성
 - 지진동 영향에 대한 대국민 '진도정보 서비스' 정식 실시('18.11.)
 - 지자체, 재난책임기관 등을 대상으로 진도정보 시범서비스 실시(시범서비스, '17.7.~'18.10.)
 - 기상청 날씨알리미(Push App)를 통한 진도 기반 사용자 맞춤형 지진정보서비스 제공
 - 상세지진정보, 사용자 위치 지진파예측 도달시간 및 예상진도 등 제공('20.1.)
 - 날씨 알리미 앱의 진도, 규모, 지역 사용자 푸시 알림 설정 기능 추가 및 사용자 위치 진도 상세정보 및 장소별 행동요령 등 제공('20.11.)

● 2022년도 추진내용

- 지역별 수요자 맞춤형 진도 정보 서비스 패러다임 전환
 - 수요자 맞춤 진도 정보 제공을 위한 서비스 체계 실증
 - ※ 일반국민, 유관기관, 특정단체, 온라인 등 수요자 대상별 효율적 서비스 기반 마련
 - 수요자 요구에 대응하는 최적의 진도정보 생산과 전달체계 정착
 - ※ 최적화된 수요자별 필요 정보 제공, 다양한 진도기반 정보 생산 및 제공 등
 - 국내 실정에 맞게 설정된 진도등급에 따라 지역별 대국민 발표 체계 및 진동영향 진단 기술 개발
 - 국내에 영향을 미칠수 있는 인접국가의 지진 발생 시 진도기반 조기경보 체계 구축
- 지진 발생 시 지역별 영향 정보 생산 및 제공
 - 지역의 지반 상태, 건축물 내진률, 인구 밀집도 등을 고려한 사회 경제적 영향 정보 생산 및 제공 체계 마련을 위한 연구방향 제시
 - 지진 발생 시 진동영향 수준의 지역별 제공을 위해 진도정보 생산 및 정보 제공 시스템 개선

- 진도 등급에 따른 영향정보 이해확산을 통한 대국민의 일상생활 영향 최소화
- 진도 등급별 발생 시나리오 DB 구축 및 등급별 대응요령 체계정립

● 측정 지표

| 측정 지표 | 실적 및 목표치 | |
|------------------------------------|----------|-----|
| | '21 | '22 |
| 체감형 진도 예측 기술 (지표면 최대가속도 오차율(%)) | 9% | 8% |

● 기대 효과

- 지역별 수요자 맞춤형 정보서비스 제공을 통한 수요자들의 정보 만족도 향상 및 신속한 대처 가능
- 지역별 영향정보 생산 및 제공을 통한 피해 발생 지역 대비 가능
- 한국형 맞춤 진도등급 기준 개발 및 진도정보 서비스 실시로 한반도 맞춤 정보 전달 서비스 정립

4

신속한 전달체계와 정보활용 극대화를 실현

4-1

정보 전달체계 구축 및 운영

● 추진 배경

- 지진 발생으로 인한 국민적 불안감과 사회적 관심 증대로 신속 정확한 정보 전달체계 수립을 위한 기술개발 및 실용화의 지속적 요구
- 지진 정보전달 사각지대 최소화를 위한 대중적 온라인서비스 보강 및 전달매체 확대 등 대책마련 필요
- 지진조기경보체계의 효율성 향상을 위해 다양한 수집체계를 통해 생산된 정보의 대외 서비스 연계 및 지진 정보전달 체계 고도화 필요

● 그간의 성과

- 지진 긴급재난문자 전달체계 전환 및 시스템 개선
 - 지진 긴급재난문자(CBS), 기상청 직접 발송체계로 전환('18.6.)
 - 발송단계 축소를 통한 신속성, 운영기관 일원화를 통한 안전성 확보
 - 지진재난문자 운영규정 개정 및 지진재난문자 송출영역 확대 적용('19.7.)
 - (기존) 진도 IV 수준의 진동 기준 → (개선) 진도 III 수준의 진동 기준
 - 지진재난문자 안전안내단계 신설 적용('20.7.)
 - 지진정보 해당 규모는 안전안내 단계로 지진재난문자 발송 및 안내문구 수정
 - 대국민 대상 실시간 지진발생 상황 모니터링 서비스(YouTube) 시험운영 실시('20.12.)

● 2022년도 추진내용

- 4차 산업 기술에 기반한 ICT 기술활용 정보전달 서비스 확대
 - 맞춤형 정보전달 서비스를 위한 대화형 시스템(Conversational Systems) 및 메시 앱 활용 서비스 시범운영
 - ※ 대화형 시스템 : Google Home, Amazon Echo, SKT NUGU 등
 - 지능형 사물(Intelligent Things)을 활용한 정보전달 기술개발 강화
 - ※ 지능형 사물 : 드론, 자율 주행차, IoT(사물인터넷) 디바이스 등
 - 디지털 트윈을 활용하여 정보전달 서비스의 실시간 분석
- 지진·지진해일·화산 대응능력 향상을 위한 지진정보 전달체계 강화
 - 다양한 대국민 소통채널 (페이스북, 카카오톡 등 SNS)을 활용한 지진정보 전파 및 지진정보 전달 기술개발
 - 지진조기경보 직접 연계 전파체계 확대

- 차세대 지진재난문자서비스 체계 개선 및 콘텐츠 보강
- 확장연계모듈을 활용한 시범서비스 연계 확대

● 측정 지표

| 측정 지표 | 실적 및 목표치 | |
|--|----------|-----|
| | '21 | '22 |
| 지진재난정보 직접 전달 가능성 확대 (직접전달 가능 인구 비율) | 95% | 97% |

● 기대 효과

- 지진 정보 전달 방식의 다양화를 통한 지진방재 대응능력 강화
- 직접연계 확대를 통한 재난 안전 사각지대 해소
- 신속 정확한 지진정보 제공으로 국가 지진방재기관의 효율적 대응 기대

4-2 정보 활용의 다양화 및 극대화

● 추진 배경

- 정보 사용자 관점에서 지진정보의 효율적 공유 및 활용체계 구축을 위해 수요자 맞춤형 정보제공 및 사회·경제적 활용기반 조성 필요
- 사용자 관점에서 지진정보의 효율적 공유체계를 마련하기 위해 정보의 신속성·다양성·상세성의 관점에 따라 수요자를 구분한 맞춤형 정보제공 인프라 및 소통 채널 확보 필요

● 그간의 성과

- 지진 관련정보의 사회·경제적 활용 확산을 위한 워크숍 개최
 - 지진조기경보 사용자 워크숍을 통한 연계방법 및 활용 사례 등 설명회 개최
 - '17년부터 지진조기경보 사용자 워크숍 개최 ('17.5., '18.2., '18.11., '19.11.)
 - 지진정보 직접연계 서비스 확대를 위한 수요조사 기반 연계 확대 계획(안) 수립('20.3., '21.3.)
- 민·관의 역할정립과 협력체계 구축을 통한 지진분야 저변확대
 - 기상청과 재난유관기관과의 지진조기경보 시스템의 직접연계 확대('17~)
 - 기상청 지진정보 연계확대 추진계획 수립 및 유관기관 알림('18.6., '19.3.)
 - 기상청 지진정보 직접연계서비스 운영관리 기준 수립('19.7.9)

- 지진정보 전달을 위한 확장연계모듈 시범서비스 추진('19.12.)
 - 기상청과 직접연계 이후 재전파가 용이한 확장연계모듈 시범 적용

● 2022년도 추진내용

- 국가 주요 기반시설*에 대한 체계적인 안전대응 지원을 위한 지진 영향정보 활용지원 체계 확립
 - * (에너지 시설) 원전발전소·가스·석유 시설 등, (수송 시설) 고속철도·항만·항공 시설 등
 - 통합관제시스템으로부터 실시간 지진 영향정보를 국가 주요 기반시설에 즉시 전달할 수 있는 정보연계 체계 점검
 - 기반시설물의 특징을 고려한 진도 정보 생산 및 실시간 경보 연계 방안 마련
 - 기반시설 정보전달 체계 강화를 위한 관계기관 의견수렴을 통한 보완개선 추진
- 지진관련 정보의 사회·경제적 활용 활성화를 위한 고품질의 지진영향정보 생산 관리체계 구축
 - 지진 영향정보와 안전·사회 분야가 융합된 체감형 영향진도 정보 생산 연구 추진
 - 인구 및 시설 밀집도를 고려한 체감형 영향진도 정보 생산 연구를 통해 국내 실정에 적합한 맞춤형 영향정보 관리 체계 고도화
 - 민·관의 협력을 통해 사회·경제 분야에 활용 가능한 지진 영향정보 생산기술 개발 및 활용분야 발굴

● 측정지표

| 측정 지표 | 실적 및 목표치 | |
|-----------------------------|-----------|--------------|
| | '21 | '22 |
| 주요 기반시설에 대한 신속 정보 제공 서비스 추진 | 확장연계모듈 시범 | 정보연계 체계 점검완료 |

● 기대효과

- 체계 확립을 통해 주요 기반시설 근처에서 지진 발생 시 피해 최소화
- 융합형 지진조기경보 시스템 구축 기반을 마련하고 다양한 지진계를 활용한 지역별 체감형 진도정보 생산 지원을 통해 사회·경제적 활용 확대 도모

5 미래대비 업무발전 기반을 조성

5-1 미래 대비 R&D 기술개발

● 추진 배경

- 한반도 지하 단층구조 연구, 현장경보, 인공지능 활용 등 차세대 핵심 기술 개발 추진 중이며 꾸준한 연구 필요

● 그간의 성과

- 지진 관련 차세대 핵심 원천 기술 개발
 - 신속정확한 지진발생 정보 분석기술 개발
 - On-Site 경보를 위한 지진정보 추정 및 판정 기법 연구('18~'20)
 - 기상청-이탈리아 나폴리대학, 업무협약 체결('20.4.)
 - 현장경보 베타버전의 프로그램 설치('20.10.) 및 운영 성능분석('20.12.)
 - 현장경보의 지진탐지 알고리즘 최적화 연구 착수('21.2.)
 - 주요지진 발생원인 규명 및 지진정보 정확도 향상을 위한 「한반도 지하 단층·속도구조 통합 모델 개발」 사업 추진('18.1.~'21.12.)
 - 영남권 및 수도권 내륙, 동해남부해역 지진활동 분석을 통한 지하 단층구조 연구
 - 지역·깊이별 지진파 속도구조 분석 및 지하 단층·속도구조 초기 통합모델 개발
 - 「한반도 지하 단층·속도구조 통합 모델 개발」 2단계 사업 추진을 위한 기획연구 착수('20.4.) 및 완료('20.10.)
 - SKT 기지국(8,000여개)의 관측자료를 활용한 융합형 지진조기경보 시스템 개발 추진
 - '스마트폰 MEMS 가속도센서 활용 조기경보 고도화 연구' 용역 수행('19.5.~'21.12.)
 - 가속도센서 설치 확대를 위한 유관기관의 장소 지원 협업('21.1.)
 - 스마트폰용 MEMS 가속도센서를 이용한 지진 보조관측망 설치('20~'21)
 - 기상청~SKT 지진자료 실시간 공유 시간지연 원인 점검('21.3.)
 - 한반도의 지진 및 관측 환경을 고려한 ElarmS3.1 최적화 연구 추진('19.12.~'20.12.)
 - 차세대 조기경보 ElarmS3.1 파라미터 최적화를 위한 최소 기준선 및 품질조합 제시('20.12.)
 - 한반도 진도정보의 정확도 향상 및 지역별 부지 증폭 영향 연구 추진('20.4.)
 - '부지 증폭 효과를 고려한 한반도 VS30지도 개발 연구' 용역 착수('20.4.) 및 지도 개발완료('20.12.)
 - 한반도 기반암 지반운동예측 모델 개발('20.12.)
 - 시추공 자료의 지표면 기준 보정 기술개발을 위한 임시관측소 설치('21.3.)

- 지진해일 예측 및 감시 역량 강화
 - 선진형 지진해일 예측 기술 개발 추진
 - 실제 지진 분석에 기반한 동해 지진해일 예측 알고리즘 개발('18.9.)
 - 국외 지진해일 관측자료 활용을 위한 관측장비 현황 조사 및 자료처리기법 연구('18.10.) 및 일본 조위관측자료 활용 연구('20.9.)
 - 슈퍼컴퓨터 활용 지진해일 예측 모델링 체계 구축을 위한 지진해일 알고리즘 병렬화('19.9.) 및 지진해일 수치모의 예측체계 개선('20.8.)
 - 한반도 해역 단층조사 결과 및 실제 단층정보를 활용한 지진해일 영향분석 및 한반도 근접 해역 지진해일 대응체계 개선('21.3.)
 - 지진해일 위험 사전대비 국제 공조체계 강화를 위한 태평양 지진해일경보체제 정부간 조정그룹 회의(ICG/PTWS) 정기회의 참석('17.3.25~4.1, '19.3.1~4.8)
- 화산 예측 및 감시를 위한 역량 강화
 - 화산·화산재 확산 감시 역량 강화를 위한 지정공모 연구과제 실시(2과제, '18.7.)
 - 화산재 확산모델 정확도 향상에 관한 연구('19.12.), 울릉도 화산분화 잠재 가능성 연구과제 완료('20.12.)
 - 화산재 전문 활용 분출율 개선 및 영역확장을 통한 화산재 확산 예측모델 개선('20.9.)
 - 울릉도 화산분화 잠재 가능성과 화산재 확산모델 정확도 향상에 관한 연구 완료('20.12.)
- 인공지능 활용 지진 감지 및 발생 영향 예측 기술 개발
 - 인공지능 기술을 활용한 지진감지업무 적용기술 연구('18~'20)
 - 인공지능 기술을 활용한 가상 지진이벤트 생성 기술 연구 착수('21.2.)
- 효율적 R&D 연구를 위한 특화연구센터 운영 및 국제 공동 연구
 - 백두산 화산활동 연구 활성화를 위한 화산특화연구센터 지정·운영('18.4.)
 - 화산특화연구센터-중국 활화산연구센터 간 업무협약 체결('19.4.)
 - 백두산 현지의 화산활동 현상 관측을 위한 관측장비 운영 및 자료 수집
 - 백두산 화산활동 관측정보 DB 구성 및 종합평가 기법 연구('20)
 - 한-중 백두산 공동 관측 장기 연구(화산특화연구센터) 2단계 연구추진('21.1.)

● 2022년도 추진내용

- 자연재해 대응 능력 강화를 위한 지진화산 업무 지원 및 활용기술 개발
 - 지진·지진해일 및 화산 활동의 정확한 감시·예측 정보 생산 지원 강화를 위한 지진·지진해일·화산 감시 및 예측 기술개발
 - ※ 지진정보 생산기술 개발, 지진해일 관측 및 예측 기술 개발, 화산 활동 감시·예측 및 한반도 지각활동 진단 기술개발, 국외 지진해일 관측 및 분석자료 활용 기술 개발
 - 지진관측환경 표준화 및 지진정보생산 개선 연구 개발
 - ※ 스마트폰용 MEMS 가속도 센서용 체감 진도정보 생산연구, 지진조기경보의 정보전달 방식 고도화 연구, 차세대 지진재난문자서비스 전략연구

- 지진해일 예측 및 관측기술 고도화 및 통보체계 개선 연구
 - ※ 전지구 지진해일 예측시스템 개발 및 개선연구, 한반도에 적합한 지진해일 특보기준 연구
- 화산활동 감시·예측 및 한반도 지각활동 진단 기술 개발 연구
 - ※ 원격자료 활용 백두산 화산활동 감시 및 분석기술 개선 연구, 지구물리 관측자료 활용 기술 연구
- 지진·지진해일·화산 감시 응용기술 개발
 - 지진·지진해일·화산 발생원인 재현 기술 개발
 - ※ 지진·지진해일·화산 발생과정 모델링 연구, 지진정밀분석 응용 연구
 - ICT 신기술을 이용한 지진 자동분석 활용 연구
 - ※ 경보전파 시간단축 기술개발, 실시간 지진 자동분석을 위한 인공지능 기술 활용 연구
 - 지진정밀감시를 위한 정밀관측 기술 응용 연구
 - ※ 국가 지진자료의 품질 평가기술 연구, 지진 발생 위험지역의 정밀관측 기술 연구
- 한반도 지하단층·속도구조 통합모델 개발(II)
 - 강원권 지하단층 모델 개발
 - 강원 내륙 및 동해 중부해역 지하 단층구조 분석
 - 단층운동 해석 및 지하 단층구조 모델 개발
 - 강원권 단층의 수도권·영남권(동해 남부해역 포함) 연장 해석
 - 한반도 지하단층·속도구조 통합모델(ver.2) 개발
 - 강원권 천부속도구조 분석
 - 영남권 및 수도권 지진집중지역 지하 단층모델 갱신
 - 지하단층·속도구조 통합모델 갱신 및 검증
- 지진의 진동체감 정보수집 및 맞춤형 정보제공
 - 고정밀 진도정보 생산을 통한 사용자 기반 서비스 기술 개발
 - 지역별 맞춤형 영향 진도 산출 시스템 개발 연구
 - 강진동 대비를 위한 지역별 맞춤형 지진파형 생성 연구

● 측정 지표

| 측정 지표 | 실적 및 목표치 | |
|---------------|----------|------|
| | '21 | '22 |
| 연구성과 확산 지수(점) | 74.6 | 78.4 |

● 기대 효과

- 융합형 조기경보 시스템 구축을 통한 신속 정확한 지진정보의 맞춤형 제공으로 국민 인식 제고
- 미래 신기술을 적용하여 지진 관련 정보 및 영향 예측 기술 강화
- 지진·지진해일·화산 관련 중장기적 연구개발을 통해 지진·지진해일·화산 감시 및 대응체계 강화

5-2 전문역량 향상 및 행정제도 체계 강화

● 추진 배경

- 전문역량 강화를 위한 체계적인 내·외부 전문인력 양성 및 교육 등 인적·물적 투자와 제도 정비로 국가지진업무 체계 정비
- 지진관련 분야의 관측에서 정보전달까지 전 주기의 효율적인 업무추진을 위한 행정제도 마련 필요

● 그간의 성과

- 국가 지진·지진해일·화산 분야 내부 전문인력 양성체계 강화
 - 지진분야 핵심기술 개발 및 전문인력 양성을 위한 특화연구센터 지정·운영
 - 미래기술에 기반한 지진분석기술 및 지진·지진해일·화산 감시 관련 응용기술 개발 추진
 - 내부 전문인력 육성 체계 강화
 - 초·중등학생, 교사, 방재담당자 대상 지진 교육 활동 및 동아리 지원
- 지진·지진해일·화산 분야 업무발전을 위해 관련 법령 및 제도 정비
 - 지진통보 명칭 및 발표기준 개선 등이 반영된 「지진화산 업무규정」개정('17.3.24)
 - 「제1차 지진·지진해일·화산 관측 및 경보에 관한 기본계획(2017~2021)」 수립을 통한 중장기 목표 및 추진전략 마련('17.4.28)
 - 강제전송 및 행동요령, 재난문자 송출 분류체계 등이 반영된 「지진 재난문자방송 운영규정」 개정('18.5.23, '20.4.29)
 - 지진 관측 장비 운영기관 검정 의무 부여 등 「지진관측법」 개정 완료('19.11.27)
 - 검정대상, 검정항목 및 검정기준에 관한 기술적 사항 확정 후 지진관측법 하위법령(시행령 및 시행규칙) 개정 완료를 통한 정식 시행('20.11.27)
 - 지진 관측 장비 검정제도 운영을 위한 행정규칙 제정 완료
- 지진 관련 정책의 효과성·효율성 향상을 위한 교육·홍보 활성화
 - 지진·지진해일·화산 교육 및 홍보 사업 추진
 - 관련 정부부처·지자체·유관기관 대상 교육·홍보 영상 송출 등을 통한 정책공유 활성화
 - 대국민 지진 인식 제고를 위한 지진 홍보 영상 제작 및 온·오프라인 홍보 추진
 - 효과적인 지진정보전달과 이해를 위한 체험형 홍보콘텐츠 제작
 - 지진 관련 용어집·리플릿·소책자 등 교육·홍보 콘텐츠 개발 및 전파

● 2022년도 추진내용

- 미래 지진업무 정립 및 확대를 위한 법령 개선
 - 지진관측자료 수집 및 공동활용 시 요구되는 개선사항 반영에 대한 당위성 명문화 추진
 - 효율적인 국가 지진관측망을 구축·운영하고 관측자료 품질관리 등에 관한 법적 근거 확보 추진
 - 미래 수요에 대응하기 위한 신규 지진업무의 법적 근거 마련 추진
- 전국민 지진·지진해일·화산의 이해확산을 위한 교육 및 홍보
 - 대규모 지진 발생 인식 개선을 위한 공익광고 제작
 - 기상청 교육 및 홍보를 위한 SNS 등 대응 마련
 - ※ 페이스북, 트위터, 기상청 실시간 지진 감지 영상 Youtube 등 네이버, 다음과 연동(링크 바로가기) 등
 - 크리에이터 협동 홍보물 제작
 - 교육 및 홍보를 위한 전문 강사단 양성 및 운영
- 지진·지진해일·화산 전문인력 양성 및 역량 강화
 - 내외부 전문인력 실무 교육 실시
 - ※ 내부 전문인력의 담당 업무에 따른 실무과정 3회, 외부 전문인력 업무에 따른 전문과정 3회
 - 특화전문연구기관의 지속적 운영을 위한 행정적·제도적 뒷받침 및 추가 선정 계획 수립
- 지진·지진해일·화산 관련자료 공동활용 및 대응체계 강화를 위한 국내외 협력 확대
 - 국내외 관계기관 공동대응체계 및 국가별 맞춤형 협력사업 추진
 - 국제적 기술교류를 통한 인접국의 지진해일·화산정보 수집 및 정보공유 확대

● 측정 지표

| 측정 지표 | 실적 및 목표치 | |
|-----------------------------------|----------|------|
| | '21 | '22 |
| 전문 인력풀 확대 (지진분야별 특화 전문연구기관 확대) | 3개 | 4개 |
| 지진정보서비스 만족도(점) | 59.3 | 59.8 |

● 기대 효과

- 경주 포항 지진 이후 큰 규모 지진 재발에 대한 경각심을 고조시키며 인식 개선
- 기상청 SNS 적극적인 홍보를 통해 지진 정보 접근성 확보
- 전문인력의 교육을 통해 안전담당자의 업무 능력 향상
- 특화전문연구기관의 지속적 운영을 통한 관련 전문가들의 연구 환경 조성 및 연구 지원

V 2022년 시행계획 로드맵 및 예산

| 추진 전략 | 중점 과제 세부 과제 | '22년 추진일정 | | | | | | 2차 기본 계획 연계 | 예산 (단위:백만원) | |
|--------------------------------------|--|--------------------------------|----|----|----|----|----|----------------------|----------------|--|
| | | 2M | 2M | 2M | 2M | 2M | 2M | | | |
| | | [전략 I] 최적의 관측망을 구축한다. | | | | | | | | |
| 1. 지진·지진해일 관측망 구축 및 운영 | | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 국가 지진관측망 확충 및 개선 | | | | | | | 1-1-1 | 7,500 | <ul style="list-style-type: none"> 지진계 신설 (2,900) 노후지진계 교체 (4,600) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진장비 유지보수 등 운영 | | | | | | | 1-1-1 | 2,976 | <ul style="list-style-type: none"> 지진계 유지보수 등(2,278) 청양지구자기관측소 위탁·유지보수 등(125) 공중음파관측소 유지보수 등(368) 지진관측소 노후 관측환경개선 등(205) |
| 2. 화산·지구물리 감시체계 구축 및 운영 | | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 화산 및 지구물리 감시·예측 역량 강화 | | | | | | | 4-1-3 | 695 | <ul style="list-style-type: none"> 산출내역: 1개 과제*695백만원*12/12개월 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 한·중 백두산 공동관측 장기연구 | | | | | | | 4-1-1 | 500 | <ul style="list-style-type: none"> 기상·지진 See-At 기술개발(500) |
| [전략 II] 통합적인 정보관리 체계를 확립한다. | | | | | | | | | | |
| 1. 통합적인 정보관리를 위한 기본조성 및 운영 | | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진·지진해일·화산 정보 수집체계 강화 및 자료관리 일원화 | | | | | | | 1-2-1 | 2,292 | <ul style="list-style-type: none"> 지진화산시스템 통합 유지보수 등 운영(2,292) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 가속도계 자료 통합관리 및 공동활용 강화 | | | | | | | 6-1-2 | | |
| 2. 국가적인 품질관리 체계 확보 | | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진관측장비 검정체계 구축 및 운영방안 마련 | | | | | | | 1-2-2 | 1,770 | <ul style="list-style-type: none"> 지하심부 암반터널 실험실 임차(100) 현장검정용 장비 7조 구매(1,050) 검정시설 및 장비 유지비 등 운영(620) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 국가지진자료 품질관리 및 환류 체계 구축 | | | | | | | 1-2-3 | 1,000 | <ul style="list-style-type: none"> 국가 지진자료 품질관리시스템 개선(800) 환류체계 구축(200) |
| [전략 III] 분석기술의 고도화를 달성한다. | | | | | | | | | | |
| 1. 신속·정확도 향상을 위한 분석기술 개발 | | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진정보 생산 개선 연구개발 | | | | | | | 2-1-2 | 992 | <ul style="list-style-type: none"> 산출내역: 1개 과제*992백만원*12/12개월 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 경보전파 시간단축 기술개발 | | | | | | | 2-1-3 | 700 | <ul style="list-style-type: none"> 경보전파 시간단축 기술개발(700) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진 유형별 분석기술 정확도 향상 | | | | | | | 2-2-1 | 1,200 | <ul style="list-style-type: none"> 지진발생 위험지역의 정밀관측 기술연구(1,200) |

| 추진 전략 | '22년 추진일정 | | | | | | 2차 기본 계획 연계 | 예산 (단위:백만원) | |
|--|--|----|----|----|----|----|----------------------|----------------|---|
| | 중점 과제 | 2M | 2M | 2M | 2M | 2M | | | |
| | 세부 과제 | | | | | | | | |
| 2. 지역별 지진동 영향정보 서비스체계 구축 및 운영 | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 수요자 맞춤형 진도정보 서비스 패러다임 전환 | | | | | | 5-2-1 | 1,714 | <ul style="list-style-type: none"> 지진정밀분석 응용연구(400) 지진해일 정보 생산기술 연구(614) 화산정보 생산기술 연구(700) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지역별 지진 영향정보 생산 및 제공 | | | | | | 5-1-1 | | |
| [전략Ⅳ] 신속한 전달체계와 정보활용 극대화를 실현한다. | | | | | | | | | |
| 1. 정보 전달체계 구축 및 운영 | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ICT 기술활용 정보전달 서비스 확대 | | | | | | 5-2-2 | 1,300 | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기경보 서비스 개선(1,300) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진·지진해일·화산 대응을 위한 지진정보 전달체계 강화 | | | | | | 5-2-3 | 1,100 | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기경보 직접 연계 전파체계 확대(900) 차세대 지진재난문자서비스 체계 개선 및 콘텐츠 보강(200) |
| 2. 정보 활용의 다양화 및 극대화 | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 주요 기반시설 지진 영향정보 활용 지원체계 확립 | | | | | | 5-1-1 | 700 | <ul style="list-style-type: none"> 지진정보 사회·경제적 영향평가 기술개발(100) 지진영향정보 생산 관리 및 활용체계(600) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 고품질의 지진영향정보 생산 관리체계 구축 | | | | | | 5-1-1 | | |
| [전략Ⅴ] 미래 대비 업무발전 기반을 조성한다. | | | | | | | | | |
| 1. 미래 대비 R&D 기술개발 | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진화산 업무지원 및 활용기술 개발 | | | | | | 2-2-1 | 1,405 | <ul style="list-style-type: none"> 지진정보 생산 기술 개발(992) 지진해일 관측 및 예측기술 개발(413) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진·지진해일·화산 감시 응용기술 개발 | | | | | | 3-1-2 | | |
| | | | | | | | 3-1-3 | 1,999 | <ul style="list-style-type: none"> 지진·지진해일·화산 발생원인 재현 기술개발(267) ICT 신기술을 이용한 지진 자동분석 활용연구(1,332) 지진 정밀감시를 위한 정밀관측 기술 연구(400) |
| | | | | | | | 4-1-2 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 한반도 지하단층·속도구조 통합모델 개발(II) | | | | | | 2-1-1 | 2,155 | <ul style="list-style-type: none"> 강원권 지하단층 모델개발(1,380) 한반도 지하단층·속도구조 통합모델Ver.2)개발(775) |
| 2. 전문역량 향상 및 행정제도 체계 강화 | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진·지진해일·화산 교육 및 홍보 | | | | | | 6-2-2 | 800 | <ul style="list-style-type: none"> 교육 및 홍보(800) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 전문인력 양성 및 역량 강화 | | | | | | 6-2-3 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 지진·지진해일·화산 분야 국내외 협력 확대 | | | | | | 6-1-1 | | |
| | | | | | | | 6-1-2 | | |

[별첨2] 전략과제 및 실행과제의 전후 비교

제2차 기본계획 전략 체계도 수정 전후 비교

| 전략방향 | 전략과제 | 실행과제 | | 비고 |
|--|---------------------------|--|--|---|
| | | 초안 | 최종 | |
| 1. 최적의 국가 지진 관측 인프라 활용체계 및 지진정보관리 체계 선진화 | 1-1) 효율적 지진관측체계 확대 | ① 목적별 최적의 지진관측망 확충 및 운영 | ① 목적별 최적의 지진관측망 확충 및 운영 | <ul style="list-style-type: none"> ② 고품질 지진관측자료 확보를 위한 지진 관측환경 및 방법 표준화 ③ 미래형 지진관측기술 개발 및 상용화 지원 ④ 관측자료 수집체계 개선 및 체계적 자료관리 ⑤ 국가 지진 관측장비의 국가표준 검증체계 확대 ⑥ 국가 지진관측자료 활용 확대를 위한 품질관리 체계 개선 |
| | | ② 지진관측소 설치방법 개선을 통한 지진관측소 전향 확충 | ② 지진관측소 설치방법 개선을 통한 지진관측소 전향 확충 | |
| | ③ 지진 관측장비 등 국산화 기술개발 | ③ 미래형 지진관측기술 개발 및 상용화 지원 | | |
| | ④ 관측자료 수집체계 개선 및 체계적 자료관리 | ④ 관측자료 수집체계 개선 및 체계적 자료관리 | | |
| 1-2) 지진관측자료 공동활용을 위한 품질 관리체계 강화 | 2-1) 지진 관측·경보 및 분석기술 고도화 | ① 국가 지진 관측장비의 검증체계 확대 | ② 지진 관측장비의 국가표준 검증체계 확대 | <ul style="list-style-type: none"> ③ 국가 지진관측자료 활용 확대를 위한 품질관리 체계 개선 ④ 지진 발생원인 규명 및 분석정확도 향상 ⑤ 실시간 지진감시 강화 ⑥ 지진정보(진원, 규모) 분석 성능개선 |
| | | ② 국가 지진관측자료 품질관리 체계 수립 | ③ 국가 지진관측자료 품질관리 체계 수립 | |
| 2. 신기술 기반의 지진 관측·경보 역량 및 분석기술 고도화 | 2-1) 지진 관측·경보 및 분석기술 고도화 | ① 지진 발생원인 규명 및 분석정확도 향상 | ① 한반도 이하의 단층구조 정보 확보 및 단층·속도구조 통합모델 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ② 지진 분석기술 개선 및 정보 다양화 ③ 지진 조기경보서비스 체계 고도화 및 선진화 |
| | | ② 실시간 지진감시 강화 | ② 지진 분석기술 개선 및 정보 다양화 | |
| | ③ 지진정보(진원, 규모) 분석 성능개선 | ③ 지진 조기경보서비스 체계 고도화 및 선진화 | | |
| | ④ 지진 조기경보 체계 선진화 | ④ 지진 조기경보서비스 체계 고도화 및 선진화 | | |
| 2-2) 4차 산업기반 지진분석 융합기술 개발 | 2-2) 4차 산업기반 지진분석 융합기술 개발 | ① IoT 센서 활용 지진 관측기술 고도화 | ① 신기술을 활용한 지진 관측 및 분석기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ② 수여자 중심의 진동영향 정보 생산 기술개발 |
| | | ② 신기술을 활용한 지진 분석기술 개발 | ② 수여자 중심의 진동영향 정보 생산 기술개발 | |
| | | ③ 진동영향 정보 및 실시간 고속도 분석을 통한 맞춤형 활용기술 개발 | ③ 수여자 중심의 진동영향 정보 생산 기술개발 | |
| | | ④ 차세대 ICT 기술을 활용한 지진정보 전달체계 개선 | ④ 수여자 중심의 진동영향 정보 생산 기술개발 | |

| 전략방향 | 전략과제 | 실행과제 | | 비고 |
|---------------------------------|-------------------------------|---|--|--|
| | | 초안 | 최종 | |
| 3. 선제적 지진해일 감시·관측 및 분석·예측 체계 구축 | 3-1) 지진해일 관측/감시역량 확대 | ① 지진해일 관측을 위한 관측망 구축·운영 기술 확보 | ① 지진해일 관측망 확대 및 운영기술 고도화 | |
| | | ② 지진해일 통합감시시스템 구축을 통한 감시역량 강화 | ② 한반도 지진해일 위험성 평가와 지진해일 발생원인 진단 기술 고도화 | |
| | | ③ 지진해일 신관측 기술 활용 | ③ 지진해일 신관측 기술 개발 및 활용 확대 | |
| | 3-2) 지진해일 감시 및 예측기술 고도화 | ① 지진해일 대응 역량강화를 위한 감시·예측 기술 향상 | ① 지진해일 예측기술 고도화 | |
| | | ② 지진해일 감시 및 예측 기술의 활용도 향상을 위한 통합관리 시스템 개발 | ② 지진해일정보 통합관리체계 고도화 | |
| 4. 화산 및 지구물리 감시·예측 역량 강화 | 4-1) 화산 감시·분석·예측기술 고도화 | ① 국가 화산활동 및 지구물리 관측망 개선 | ① 안정적 화산활동 감시를 위한 관측체계 개선 | |
| | | ② 화산활동 분석 및 예측기술 향상 | ② 화산활동 분석 및 감시기술 향상 | |
| | | ③ 지구물리 관측자료 공유 및 활용 확대 | ③ 화산재 확산 감시 및 예측 체계 구축 | |
| | 4-2) 지구물리 관측자료 활용 확대 | ① 화산재 확산 감시체계 구축 | ① 지구물리 관측자료 생산 및 공유 강화 | |
| | | ② 화산재 확산 예측모델 운영 체계 개선 | ② 지구물리 관측자료 분석 및 활용기술 개발 | |
| 5. 수요자 맞춤형 정보 생산 및 전달체계 패러다임 전환 | 5-1) 수요자 맞춤형 지진·지진해일·화산 정보 생산 | ① 지진동 영향 평가 및 지진유발 가능성 조사 평가 | ① 지진 진단 및 정보제공체계 구축 | |
| | | | ② 화산재 확산 예측모델 운영 체계 개선 | ③ 한반도 지각 활동 감시 강화를 위한 GNSS 등 관측자료 수집 및 활용체계 구축 |

| 진략방향 | 진략과제 | 실행과제 | | 비고 |
|-------------------------------------|--|---|---|----|
| | | 초안 | 최종 | |
| 6. 국내외 다각적 협력 강화 및 미래업무 기반 확대 | | ② 사회·경제적 영향을 고려한 지진, 지진해일, 화산의 영향 조사 평가 | ② 지진해일의 상황별 영향 분석기술 개발 및 경보체계 개선 | |
| | | ③ 한반도 피해 및 영향 분석을 통한 지진·지진해일·화산 정보 생산 기술 개선 | ③ 화산의 산업별 영향정보 생산기술 개발 및 대응체계 강화 | |
| | 5-2) 수요자 맞춤형 영향정보 효율적 전달체계 마련 | ① 진도 기반 영향 정보 서비스 추진 | ① 수요자 중심 맞춤형 지진정보 전달체계 확립 | |
| | | ② 전달체계 다양화를 통한 차별화된 맞춤형 영향정보 전달체계 구축 | ② 차세대 IT 기술을 접목한 지진정보 전달체계 개선 ③ 지진·지진해일·화산의 신속한 정보전달체계 고도화 | |
| 6-1) 국내외 다각적 협력 강화 | ① 국내외 협력을 통한 관측자료 공동활용 추진 | ① 국제협력 분야 확대를 통한 기술 역량 확보 | | |
| | ② 타 부처 협력 강화를 통한 지진·지진해일·화산 정보관리 체계 정비 | ② 타 부처 협력 강화를 통한 실효성 있는 지진·지진해일·화산 정보제공 및 대응 강화 ③ 지역별 현장정보체계 운영기술에 국내외 기술 이전 등 상용화 및 활용 확대 | | |
| 6-2) 지진, 지진해일, 화산 분야 행정체계 마련 및 이해확산 | | ① 지진·지진해일·화산 관련 법령 및 제도 개선 | ① 지진·지진해일·화산 관련 법령 및 제도 개선 | |
| | | ② 지진·지진해일·화산에 대한 과학적 이해 향상 및 정보 활용성 강화 | ② 지진·지진해일·화산에 대한 과학적 이해 향상 및 인식개선 | |
| | ③ 전문가 역량 강화 및 전문인력 활용 방안 마련 | ④ 대국민 맞춤형 교육 및 홍보 다각화 | ③ 다학제적 전문지식을 겸비한 융복합 인재 양성 및 역량 강화 | |

[별첨3] 전략과제 우선순위 선정 방법

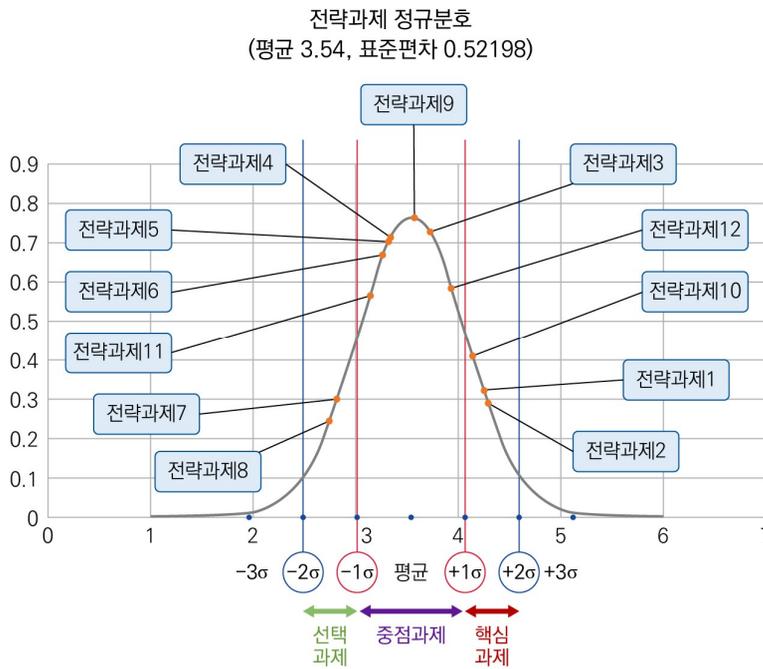
1. 내외부 전문가 전략·실행과제 평가 통계

| 과제명 | 전략적 적합성 | 실행 가능성 | 시급성 | 효과성 | 평균 | 전략과제 순위 | 실행과제 순위 |
|--|---------|--------|------|------|------|---------|---------|
| 1. 최적의 국가 지진관측 인프라 활용체계 및 지진정보관리체계 선진화 | 4.69 | 4.38 | 4.38 | 4.38 | 4.46 | | |
| 1-1) 효율적 지진관측체계 확대 | 4.46 | 4.23 | 4.08 | 4.15 | 4.23 | 2 핵심 | |
| ① 목적별 최적의 지진관측망 확충 및 운영 | 4.36 | 4.43 | 4.00 | 4.36 | 4.29 | | 1 핵심 |
| ② 고품질 지진관측자료 확보를 위한 지진관측 환경 및 방법 표준화 | 4.00 | 3.64 | 3.93 | 4.21 | 3.95 | | 10 중점 |
| ③ 미래형 지진관측기술 개발 및 상용화 지원 | 3.36 | 2.43 | 2.86 | 2.86 | 2.88 | | 26 선택 |
| 1-2) 지진관측자료 공동활용을 위한 품질 관리체계 강화 | 4.54 | 3.92 | 4.08 | 4.54 | 4.27 | 1 핵심 | |
| ① 관측자료수집체계개선및체계적자료관리 | 4.21 | 3.64 | 4.14 | 4.29 | 4.08 | | 4 핵심 |
| ② 지진 관측장비의 국가표준 검정체계 확대 | 4.50 | 4.00 | 4.07 | 4.07 | 4.16 | | 3 핵심 |
| ③ 국가 지진관측자료 활용 확대를 위한 품질관리 체계 개선 | 4.29 | 3.79 | 3.93 | 4.29 | 4.07 | | 6 핵심 |
| 2. 신기술 기반의 지진 관측/경보 역량 및 분석기술 고도화 | 4.00 | 3.17 | 3.17 | 3.50 | 3.44 | | |
| 2-1) 지진 관측/경보 및 분석 기술 고도화 | 4.23 | 3.38 | 3.46 | 3.77 | 3.71 | 5 중점 | |
| ① 한반도 지하의 단층구조 정보 확보 및 단층·속도구조 통합모델 개발 | 3.64 | 3.07 | 3.07 | 2.93 | 3.18 | | 22 중점 |
| ② 지진분석기술 개선 및 정보 다양화 | 4.14 | 3.64 | 3.57 | 3.86 | 3.80 | | 13 중점 |
| ③ 지진조기경보서비스 체계 고도화 및 선진화 | 4.50 | 3.71 | 3.71 | 4.36 | 4.08 | | 5 핵심 |
| 2-2) 4차 산업기반 지진분석 융합기술 개발 | 3.69 | 3.00 | 3.31 | 3.38 | 3.35 | 7 중점 | |
| ① 신기술을 활용한 지진 관측 및 분석기술 개발 | 3.57 | 3.00 | 2.86 | 3.36 | 3.20 | | 21 중점 |
| ② 수요자 중심의 진동영향 정보 생산 기술개발 | 4.36 | 3.57 | 4.07 | 4.14 | 4.04 | | 7 핵심 |
| 3. 선제적 지진해일 감시·관측 및 분석·예측 체계 구축 | 3.92 | 3.31 | 3.46 | 3.46 | 3.54 | | |
| 3-1) 지진해일 감시·관측 역량 강화 | 3.85 | 3.00 | 3.23 | 3.23 | 3.33 | 8 중점 | |
| ① 지진해일 관측망 확대 및 운영 기술 고도화 | 3.79 | 3.00 | 3.29 | 3.29 | 3.34 | | 17 중점 |
| ② 한반도 지진해일 위험성 평가와 지진해일 발생원인 진단 기술 고도화 | 3.36 | 2.71 | 2.93 | 3.00 | 3.00 | | 24 중점 |
| ③ 지진해일 신관측 기술 개발 및 활용 확대 | 3.29 | 2.64 | 2.71 | 2.79 | 2.86 | | 27 선택 |
| 3-2) 지진해일 분석·예측 기술 고도화 | 3.58 | 3.50 | 3.00 | 3.00 | 3.27 | 9 중점 | |
| ① 지진해일 예측기술 고도화 | 3.57 | 3.21 | 3.07 | 3.00 | 3.21 | | 20 중점 |

| 과제명 | 전략적 적합성 | 실행 가능성 | 시급성 | 효과성 | 평균 | 전략과제 순위 | 실행과제 순위 |
|---|---------|--------|------|------|------|---------|----------|
| ② 지진해일정보 통합관리체계 고도화 | 3.50 | 3.43 | 3.07 | 3.07 | 3.27 | | 18 중점 |
| 4. 화산 및 지구물리 감시·예측 역량 강화 | 3.23 | 2.69 | 2.46 | 2.54 | 2.73 | | |
| 4-1) 화산 감시·분석·예측기술 고도화 | 3.14 | 2.71 | 2.64 | 2.79 | 2.83 | 11 선택 | |
| ① 안정적 화산활동 감시를 위한 관측체계 개선 | 2.86 | 2.29 | 2.43 | 2.57 | 2.54 | | 32 선택 |
| ② 화산활동 분석 및 감시 기술 향상 | 3.14 | 2.71 | 2.50 | 2.71 | 2.77 | | 30 선택 |
| ③ 화산재 확산 감시 및 예측 체계 구축 | 3.43 | 2.93 | 2.57 | 3.00 | 2.99 | | 25 중점 |
| 4-2) 지구물리 관측자료 활용 확대 | 3.15 | 2.85 | 2.31 | 2.69 | 2.75 | 12 선택 | |
| ① 지구물리 관측자료 생산 및 공유 강화 | 3.21 | 3.00 | 2.36 | 2.57 | 2.79 | | 29 선택 |
| ② 지구물리 관측자료 분석 및 활용기술 개발 | 3.21 | 2.86 | 2.50 | 2.71 | 2.82 | | 28 선택 |
| ③ 한반도 지각활동 감시 강화를 위한 GNSS 등 관측자료 수집 및 활용 체계 구축 | | | | | | | 외부 수요 |
| 5. 수요자 맞춤형 정보생산 및 전달체계 패러다임 전환 | 4.15 | 3.46 | 3.62 | 4.00 | 3.81 | | |
| 5-1) 수요자 맞춤형 지진·지진해일·화산 정보 생산 | 3.93 | 3.21 | 3.29 | 3.86 | 3.58 | 6 중점 | |
| ① 지진 진단 및 정보제공체계 구축 | 4.21 | 3.21 | 3.71 | 3.71 | 3.71 | | 14 중점 |
| ② 지진해일의 상황별 영향 분석기술 개발 및 경보체계 개선 | 3.79 | 3.00 | 2.93 | 3.29 | 3.25 | | 19 중점 |
| ③ 화산의 산업별 영향정보 생산기술 개발 및 대응체계 강화 | 3.50 | 2.64 | 2.43 | 2.43 | 2.75 | | 31 선택 |
| 5-2) 수요자 맞춤형 영향정보 효율적 전달체계 마련 | 4.50 | 3.83 | 3.92 | 4.25 | 4.13 | 3 핵심 | |
| ① 수요자 중심 맞춤형 지진정보 전달체계 확립 | 4.50 | 3.93 | 4.07 | 4.43 | 4.24 | | 2 핵심 |
| ② 차세대 IT 기술을 접목한 지진정보 전달체계 개선 | 4.29 | 3.79 | 3.64 | 4.14 | 3.97 | | 8 중점 |
| ③ 지진·지진해일·화산의 신속한 정보전달체계 고도화 | 4.29 | 4.00 | 3.79 | 3.79 | 3.96 | | 9 중점 |
| 6. 국내외 다각적 협력 강화 및 미래업무 기반 확대 | 3.85 | 3.08 | 2.85 | 3.15 | 3.23 | | |
| 6-1) 국내외 다각적 협력 강화 | 3.54 | 3.00 | 2.77 | 3.23 | 3.13 | 10 중점 | |
| ① 국제 협력 분야 확대를 통한 기술역량 확보 | 3.57 | 2.93 | 2.79 | 2.93 | 3.06 | | 23 중점 |
| ② 타 부처 협력 강화를 통한 실효성 있는 지진·지진해일·화산 정보제공 및 대응 강화 | 4.00 | 3.43 | 3.29 | 3.57 | 3.58 | | 15 중점 |
| ③ 지역별 현장경보체계 운영기술에 국내외 기술 이전 등 상용화 및 활용 확대 | | | | | | | 외부 수요 |
| 6-2) 지진·지진해일·화산분야 행정체계 마련 및 이해확산 | 4.31 | 3.62 | 3.77 | 4.00 | 3.93 | 4 중점 | |
| ① 지진·지진해일·화산 관련 법령 및 제도 개선 | 4.21 | 3.43 | 3.86 | 3.86 | 3.84 | | 12 중점 |
| ② 지진·지진해일·화산에 대한 과학적 이해 향상 및 인식개선 | 4.07 | 4.00 | 3.64 | 4.00 | 3.93 | | 11 중점 |
| ③ 다학제적 전문지식을 겸비한 융복합 인재 양성 및 역량 강화 | 3.79 | 3.07 | 2.93 | 3.64 | 3.36 | | 16 중점 |

2. 전략과제 평균, 표준편차에 따른 정규분포 함수

- 전략과제의 정규분포 상 전략과제별 위치 파악
- 확률 분포별(-2σ~-1σ:선택, -1σ~1σ:중점, 1σ~2σ:핵심) 선택, 중점, 핵심과제 구분

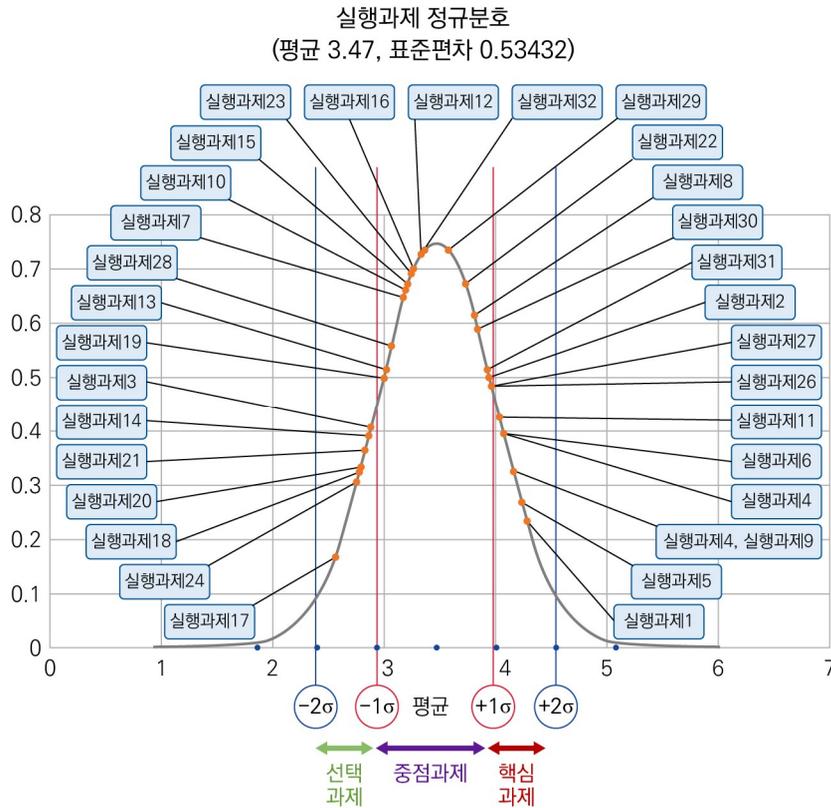


| | 전략과제 | 평균 | 정규분포 함수 |
|----|-------------|----------------|----------|
| 핵심 | 5-2 | 4.13 | 0.405671 |
| 핵심 | 1-1 | 4.23 | 0.319743 |
| 핵심 | 1-2 | 4.27 | 0.286355 |
| 중점 | 6-1 | 3.13 | 0.563903 |
| 중점 | 3-2 | 3.27 | 0.668032 |
| 중점 | 3-1 | 3.33 | 0.702269 |
| 중점 | 2-2 | 3.35 | 0.71251 |
| 중점 | 5-1 | 3.58 | 0.762729 |
| 중점 | 2-1 | 3.71 | 0.724866 |
| 중점 | 6-2 | 3.93 | 0.582058 |
| 선택 | 4-2 | 2.75 | 0.24197 |
| 선택 | 4-1 | 2.83 | 0.297796 |
| | 평균 | 3.54 | |
| | 표준편차 | 0.52198 | |

| 전략과제 | 우선순위 |
|-----------------------------------|------|
| 1-1. 효율적 지진관측체계 확대 | 핵심 |
| 1-2. 지진관측자료 공동활용을 위한 품질 관리체계 강화 | 핵심 |
| 5-2. 수요자 맞춤형 영향정보 효율적 전달체계 마련 | 핵심 |
| 2-1. 지진 관측/경보 및 분석 기술 고도화 | 중점 |
| 2-2. 4차 산업기반 지진분석 융합기술 개발 | 중점 |
| 3-1. 지진해일 감시·관측 역량 강화 | 중점 |
| 3-2. 지진해일 분석·예측 기술 고도화 | 중점 |
| 5-1. 수요자 맞춤형 지진·지진해일·화산 정보 생산 | 중점 |
| 6-1. 국내외 다각적 협력 강화 | 중점 |
| 6-2. 지진·지진해일·화산 분야 행정체계 마련 및 이해확산 | 중점 |
| 4-1. 화산 감시·분석·예측기술 고도화 | 선택 |
| 4-2. 지구물리 관측자료 활용 확대 | 선택 |

3. 핵심과제 평균, 표준편차에 따른 정규분포 함수

- 핵심과제의 정규분포 상 핵심과제별 위치 파악
- 확률 분포별(-2σ~-1σ:선택, -1σ~1σ:중점, 1σ~2σ:핵심) 선택, 중점, 핵심과제 구분



| | 실행과제 | 평균 | 정규분포 함수 | | 실행과제 | 평균 | 정규분포 함수 |
|----|-------|------|----------|----|-------|----------|----------|
| 핵심 | 2-2-2 | 4.04 | 0.423528 | 중점 | 6-1-2 | 3.58 | 0.731465 |
| 핵심 | 1-2-3 | 4.07 | 0.393551 | 중점 | 5-1-1 | 3.71 | 0.670657 |
| 핵심 | 1-2-1 | 4.08 | 0.390576 | 중점 | 2-1-2 | 3.80 | 0.61209 |
| 핵심 | 2-1-3 | 4.08 | 0.390576 | 중점 | 6-2-1 | 3.84 | 0.585526 |
| 핵심 | 1-2-2 | 4.16 | 0.321225 | 중점 | 6-2-2 | 3.93 | 0.510934 |
| 핵심 | 5-2-1 | 4.24 | 0.265068 | 중점 | 1-1-2 | 3.95 | 0.498995 |
| 핵심 | 1-1-1 | 4.29 | 0.230658 | 중점 | 5-2-3 | 3.96 | 0.483976 |
| 중점 | 4-1-3 | 2.99 | 0.497872 | 중점 | 5-2-2 | 3.97 | 0.480962 |
| 중점 | 3-1-2 | 3.00 | 0.512793 | 선택 | 4-1-1 | 2.54 | 0.165527 |
| 중점 | 6-1-1 | 3.06 | 0.556549 | 선택 | 5-1-3 | 2.75 | 0.303655 |
| 중점 | 2-1-1 | 3.18 | 0.645576 | 선택 | 4-1-2 | 2.77 | 0.32018 |
| 중점 | 2-2-1 | 3.20 | 0.65695 | 선택 | 4-2-1 | 2.79 | 0.331397 |
| 중점 | 3-2-1 | 3.21 | 0.667779 | 선택 | 4-2-2 | 2.82 | 0.360062 |
| 중점 | 5-1-2 | 3.25 | 0.687666 | 선택 | 3-1-3 | 2.86 | 0.389462 |
| 중점 | 3-2-2 | 3.27 | 0.696663 | 선택 | 1-1-3 | 2.88 | 0.404373 |
| 중점 | 3-1-1 | 3.34 | 0.725692 | | 평균 | 3.47 | |
| 중점 | 6-2-3 | 3.36 | 0.732078 | | 표준편차 | 0.534321 | |

| 실행과제 | 우선순위 |
|---|------|
| 1-1-1 목적별 최적의 지진관측망 확충 및 운영 | 핵심 |
| 1-2-1 관측자료 수집체계 개선 및 체계적 자료관리 | 핵심 |
| 1-2-2 지진 관측장비의 국가표준 검정체계 확대 | 핵심 |
| 1-2-3 국가 지진관측자료 활용 확대를 위한 품질관리 체계 개선 | 핵심 |
| 2-1-3 지진조기경보서비스 체계 고도화 및 선진화 | 핵심 |
| 2-2-2 수요자 중심의 진동영향 정보 생산 기술개발 | 핵심 |
| 5-2-1 수요자 중심 맞춤형 지진정보 전달체계 확립 | 핵심 |
| 1-1-2 고품질 지진관측자료 확보를 위한 지진관측 환경 및 방법 표준화 | 중점 |
| 2-1-1 한반도 지하의 단층구조 정보 확보 및 단층 속도구조 통합모델 개발 | 중점 |
| 2-1-2 지진분석기술 개선 및 정보 다양화 | 중점 |
| 2-2-1 신기술을 활용한 지진 관측 및 분석기술 개발 | 중점 |
| 3-1-1 지진해일 관측망 확대 및 운영 기술 고도화 | 중점 |
| 3-1-2 한반도 지진해일 위험성 평가와 지진해일 발생원인 진단 기술 고도화 | 중점 |
| 3-2-1 지진해일 예측기술 고도화 | 중점 |
| 3-2-2 지진해일정보 통합관리체계 고도화 | 중점 |
| 4-1-3 화산재 확산 감시 및 예측 체계 구축 | 중점 |
| 5-1-1 지진 진단 및 정보제공체계 구축 | 중점 |
| 5-1-2 지진해일의 상황별 영향 분석기술 개발 및 경보체계 개선 | 중점 |
| 5-2-2 차세대 IT 기술을 접목한 지진정보 전달체계 개선 | 중점 |
| 5-2-3 지진·지진해일·화산의 신속한 정보전달체계 고도화 | 중점 |
| 6-1-1 국제 협력 분야 확대를 통한 기술역량 확보 | 중점 |
| 6-1-2 타 부처 협력 강화를 통한 실효성 있는 지진·지진해일·화산 정보제공 및 대응 강화 | 중점 |
| 6-2-1 지진·지진해일·화산 관련 법령 및 제도 개선 | 중점 |
| 6-2-2 지진·지진해일·화산에 대한 과학적 이해 향상 및 인식개선 | 중점 |
| 6-2-3 다학제적 전문지식을 겸비한 융복합 인재 양성 및 역량 강화 | 중점 |
| 1-1-3 미래형 지진관측기술 개발 및 상용화 지원 | 선택 |
| 3-1-3 지진해일 신관측 기술 개발 및 활용 확대 | 선택 |
| 4-1-1 안정적 화산활동 감시를 위한 관측체계 개선 | 선택 |
| 4-1-2 화산활동 분석 및 감시 기술 향상 | 선택 |
| 4-2-1 지구물리 관측자료 생산 및 공유 강화 | 선택 |
| 4-2-2 지구물리 관측자료 분석 및 활용기술 개발 | 선택 |
| 5-1-3 화산의 산업별 영향정보 생산기술 개발 및 대응체계 강화 | 선택 |
| 5-2-3 한반도 지각활동 감시 강화를 위한 GNSS 등 관측자료 수집 및 활용 체계 구축 | 외부수요 |
| 6-1-3 지역별 현장경보체계 운영기술에 국내외 기술 이전 등 상용화 및 활용 확대 | 외부수요 |

