

---

〈 2020~2024년 〉  
지진 · 지진해일 및 화산활동  
관측망 종합 계획

---

2020. 6.



기 상 청

Korea Meteorological Administration

# 목 차

I. 추진 배경 및 경과 .....	1
1. 추진 배경 .....	2
2. 추진 경과 .....	2
II. 우리나라 지진·지진해일·화산활동 현황 .....	4
1. 지진 발생 현황 .....	5
2. 지진해일 발생 현황 .....	6
3. 화산활동 현황 .....	8
III. 대내외 여건과 수준 진단 .....	9
1. 국외 지진관측망 및 조기경보체계 .....	10
2. 국내 지진관측망 운영 현황 및 진단 .....	19
IV. 추진전략 및 목표 .....	33
1. 주요 이슈별 시사점 및 SWOT 분석을 통한 전략 도출 .....	34
2. 추진전략 .....	37
3. 추진목표 .....	38
V. 전략별 추진과제 .....	39
1. 국가 지진관측망 고해상도화 .....	40
2. 전주기 지진관측자료 통합관리체계 구축 및 품질관리체계 완성 ....	54
3. 국가 지진관측 제도 완비 및 검정 시행 .....	60
VI. 연차별 주요 일정표 .....	65
부록 1. 연도·규모별 지진발생 현황(1978~2019) .....	67
2. 한반도 지진발생 분포도(1978~2019) .....	68
3. 우리나라 지진규모별 순위(1978~2019) .....	69
4. 지진해일 특보구역별 계기관측 및 관측기준도 현황 .....	70

# I. 추진 배경 및 경과

---

1. 추진 배경

2. 추진 경과

## 1 추진 배경

### □ 법적 근거 및 목적

- 『지진·화산재해대책법』에 의거 기상청장이 「지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획」을 5년마다 수립 추진하도록 규정
- 지진해일 관측망은 해양수산부장관과 협의하여 수립하도록 규정

#### < 지진·화산재해대책법 >

제5조(지진·지진해일 또는 화산활동의 관측시설 설치 등) ① 기상청장은 지진·지진해일 및 화산활동 관측망 종합계획을 수립하여 추진하여야 한다. 다만, 지진해일 관측망 종합계획에 관하여는 해양수산부장관과 공동으로 수립하여 추진하여야 한다.

- 범국가적 관측망의 체계적 구축·운영을 통한 지진·지진해일 및 화산활동 관측 및 경보의 신속성과 정확성 확보를 통한 재해경감

## 2 추진 경과

### □ 지진 및 지진해일 관측망 종합계획 수립

- 지진 및 지진해일 관측망 종합계획(2010~2014년) (기상청, '10.7.)
  - (주요 내용) 법·제도적 기반 강화, 관측기반 확충 및 선진화, 관측자료의 국가적 통합 관리운영, 지진·지진해일 정보서비스, R&D 투자 등
- 지진 및 지진해일 관측망 종합계획(2015~2019년) (기상청, '15.7.)
  - (주요 내용) 신속·정확한 지진·지진해일 정보의 생산·전달을 위해 관측인프라 확충을 통한 지진조기경보체계 고도화 및 지진관측 장비 검정제도 운영 등 법·제도 제정 추진

## □ SAFE 비전, 지진방재, 관측 및 경보에 관한 기본계획 수립

- 「SAFE 비전 2012」 수립(2008~2012년)(기상청, '07.12.)
  - (주요내용) 감시업무 총괄강화, 지진분석 및 전달능력 향상, 지진·지진해일 감시기능 향상, 지진기술 선진화 기반 조성 등
- 「SAFE 비전 2020」 수립(2013~2020년)(기상청, '11.12.)
  - (주요내용) 감시업무 총괄강화, 지진분석 및 전달능력 향상, 지진·지진해일 감시기능 향상, 지진기술 선진화 기반 조성 등
- 범정부 지진방재 종합대책(국민안전처, '16.12.)
  - (주요내용) 지진방재 선진국 수준의 대응기반 구축을 위한 지진 조기경보시간 단축('20년까지 10초 이내) 및 국민 안전교육 강화, 국가 주요시설 내진 보강, 지진예산 및 조직, 연구사업 확대 등
- 제1차 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 기본 계획(기상청, '17.4.)
  - (주요내용) 지진관측망 조밀도 향상, 지진조기탐지(5초 이내) 가능영역 확대, 국내 유관기관 지진자료 공유활용 확대, 지진정보 서비스 패러다임 전환(규모기반 → 진도기반) 등

## II . 우리나라 지진 · 지진해일 · 화산 발생 현황

---

1. 지진 발생 현황

2. 지진해일 발생 현황

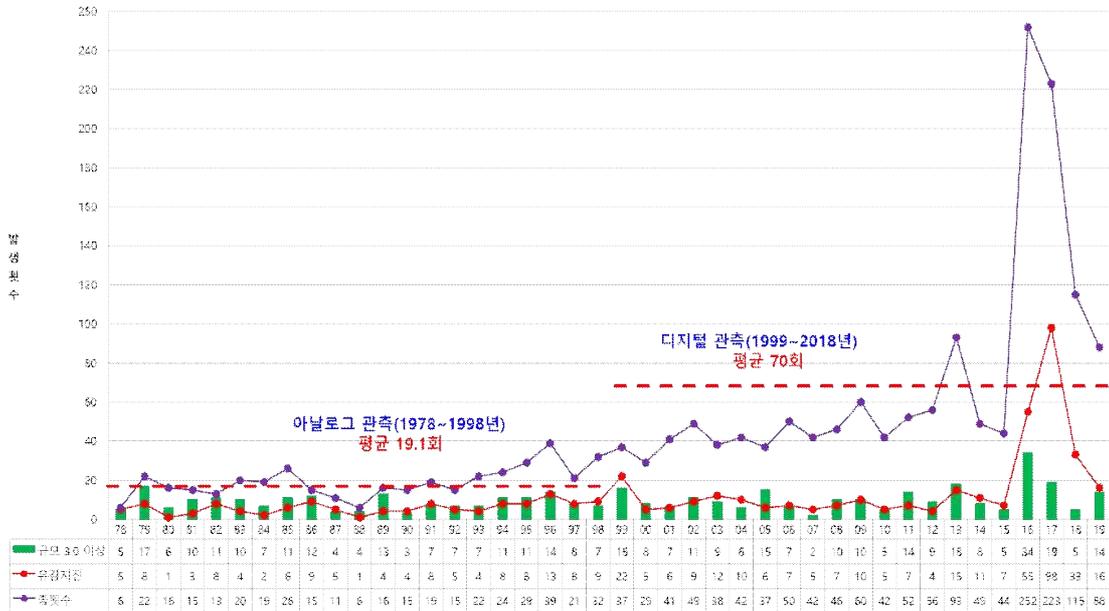
3. 화산활동 현황

# 1 지진 발생 현황

- 계기관측이 시작된 1978년부터 2019년까지 규모 2.0 이상의 지진은 총 1,886회 발생하였음
- 아날로그 관측 연평균 19회('78~'98), 디지털 관측 연평균 70회('99~'18)의 지진 발생
  - 디지털 관측 이후(1999년) 규모 2.0 이상의 지진은 점차 증가하였으나, 규모 3.0 이상은 비슷한 발생 추이를 보임
    - \* 지진계에서 측정된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 기록
    - ※ 지진발생 횟수의 증가보다 지진관측 및 분석기술의 향상으로 추정됨
  - 2016년 경주지진(9.12, 규모 5.8), 2017년 포항지진(11.15, 규모 5.4) 및 여진으로 2016년부터 2018년까지 지진발생 횟수가 급증하였으며, 이로 인해 우리나라도 지진의 안전지대가 아니라는 인식 확산의 계기가 됨
- 2019년 국내 지진(88회)은 1999~2018년 동안의 디지털 관측 평균(70회) 보다 많이 발생
  - 2019년 한반도와 그 주변 해역에서 발생한 규모 2.0 이상의 지진은 총 88회로 2016~2017년도의 대규모 지진 이후 많이 감소하였으나 1999년~2018년 동안의 연평균 발생횟수보다 많이 발생하였음

(단위: 회)

구 분	평균 지진 발생횟수			2019년
	1978 ~ 2018년	1978 ~ 1998년 (아날로그 관측)	1999 ~ 2018년 (디지털 관측)	
규모 2.0 이상	43.9	19.1	70	88
규모 3.0 이상	9.8	8.8	10.9	14
유감지진	11.1	5.9	16.7	16



< 1978 ~ 2019년 지진 발생 현황 >

## 2 지진해일 발생 현황

### ○ 우리나라 과거 지진해일 발생

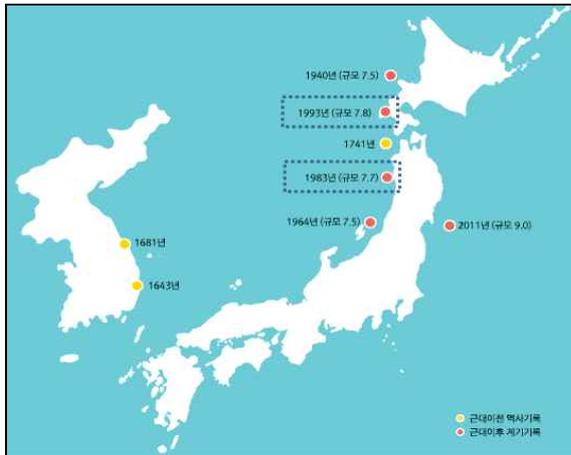
- 1940년 이후 일본 서쪽 해역에서 발생한 해저지진에 의해 우리나라 동해안에서 4차례 지진해일 관측됨
- 특히, 1983년과 1993년 발생한 지진해일은 동해안에 인명 및 재산피해 유발

※ 총 피해규모(당시금액): ('83년) 약 3억 7천만원, 사망 1명, 실종 2명  
(‘93년) 약 4억원

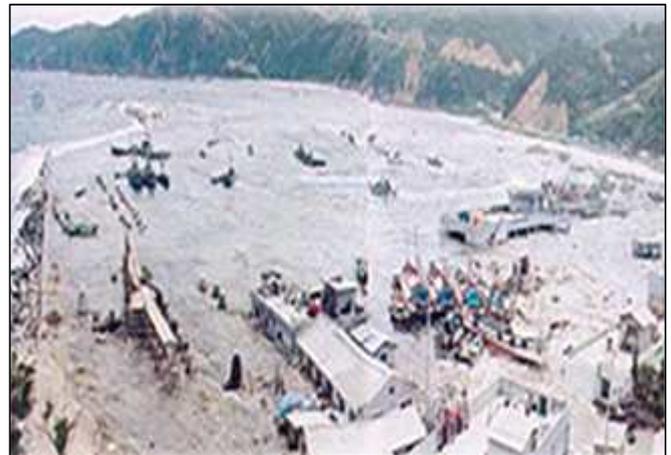
<우리나라 지진해일 발생 이력>

발생 일자	발생 지역	발생 원인	지진 규모	내습지역
1940.8. 2.	일본 홋카이도 서쪽 해역	지진	7.5	동해안
1964.6.16.	일본 니가타 서쪽 해역	지진	7.5	동해안
1983.5.26.	일본 아키타 서쪽 해역	지진	7.7	동해안
1993.7.12.	일본 오키시리섬 북서쪽 해역	지진	7.8	동해안

○ 지진해일 발생 사례



< 역대 지진해일 발생 현황 >



< 동해 임원항 지진해일 내습(1983.5.26.) >

○ 지진해일 피해 사례

구분		아키타 지진해일	오쿠시리 지진해일
지진	진원시	1983년 5월 26일 11시 59분	1993년 7월 12일 22시 17분
	진앙	일본 혼슈 아키타현 서쪽 근해	일본 홋카이도 오쿠시리섬 북서쪽 근해
	규모	<b>7.7</b>	<b>7.8</b>
지진 해일	제1파 도달시각	- 울릉도: 13시 17분(78분후) - 목 호: 13시 35분(96분후) - 속 초: 13시 43분(104분후) - 포 향: 13시 52분(113분후)	- 울릉도: 23시 47분(90분후) - 속 초: 00시 00분(103분후) - 동 해: 00시 09분(112분후) - 포 향: 01시 18분(181분후)
	최대파고	- 울릉도: 126cm - 목 호: 200cm 이상 - 속 초: 156cm - 포 향: 62cm	- 울릉도: 119cm - 목 호: 203cm - 속 초: 276cm - 포 향: 92cm
	평균주기	<b>8~12분</b>	<b>5~10분</b>
	피해사항 (당시금액)	- 인명: 사망 1, 실종 2, 부상 2 - 가옥: 파괴 1, 파손 22, 침수 19 - 선박: 파괴 47, 파손 34	- 인명: 피해 없음 - 선박: 전파 17, 반파 15 - 어망어구: 3,228통
	총 피해액	약 3억 7천만원	약 4억원

※ 출처 : 과거 지진해일 사례(국립기상연구소, 2015)

### 3 화산활동 현황

---

- 우리나라의 주요 화산 : 백두산, 한라산, 울릉도 등
- 백두산 화산 기록
  - 2,500만년전 간헐적 분출 시작
  - 4,000년전~1,000년전 폭발적 대분화로 천지 생성
  - 960년경 천지 대분화, 화산재가 일본 혼슈 북부와 홋카이도 남쪽까지 확산
  - 300년간 화산활동 : 1668년 6월, 1702년 6월, 1903년 5월(100년 주기)
- 한라산 및 울릉도의 화산활동
  - 역사문헌\*에서 제주도의 화산활동 기록(분화추정): 1002년, 1007년
    - \* 세종실록, 고려사, 신증동국여지승람 등
  - 한라산은 잠재적 분화 가능성을 가진 활동적인 화산으로 평가 불가
  - 울릉도의 화산활동은 신생대 3세기말에 시작되어 1만년전 이후에도 4회에 걸쳐 큰 폭발이 있었던 것으로 추정됨

### **Ⅲ. 대내외 여건과 수준 진단**

---

- 1. 국외 지진관측망 및 조기경보체계**
- 2. 국내 지진관측망 운영현황 및 진단**

# 1 국외 지진관측망과 조기경보체계

## □ 미국 지진관측망과 조기경보체계

### ◆ 관측 및 감시

- 지진과 화산은 미국지질조사소(United States Geological Survey, USGS), 지진해일은 국립해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)와 기상청(National Weather Service, NWS)이 중심이 되어 각각 역할 수행
- 미국지질조사소(USGS)의 주요 업무 : 지진·화산 대응
  - Shakemap을 이용한 계기진도 정보 제공
    - 최고지반가속도·속도값을 MMI 등급으로 구분하여 계기진도로 활용
  - Pager를 이용한 지진동의 영향정보 제공
    - 지진동의 영향으로 발생할 수 있는 재해추정비율, 경제적 손실, 지진동의 영향을 받을 수 있는 인구수 및 도시 등 정보 제공
  - 화산의 활동수준 및 폭발위험 관측·경고를 위해 Volcano Hazards Program 수행
    - 화산활동관측, 위험평가, 화산폭발위기 대응, 필요 시 비상관리체계 당국에 제시
  - ElarmS, VS, On-site 등의 조기분석 소프트웨어를 병렬로 운영하면서 실시간 수집된 정보를 통해 경보를 전달하는 체계를 시험운영
  - 지진·화산 활동에 대한 연구 프로그램과 복합 관측망을 구축
    - 캘리포니아 지역의 1,675개소 포함 전국 약 7,000개소 지진관측소 구축 및 운영

○ 미국국립해양대기청(NOAA)의 주요 업무 : 지진해일 대응

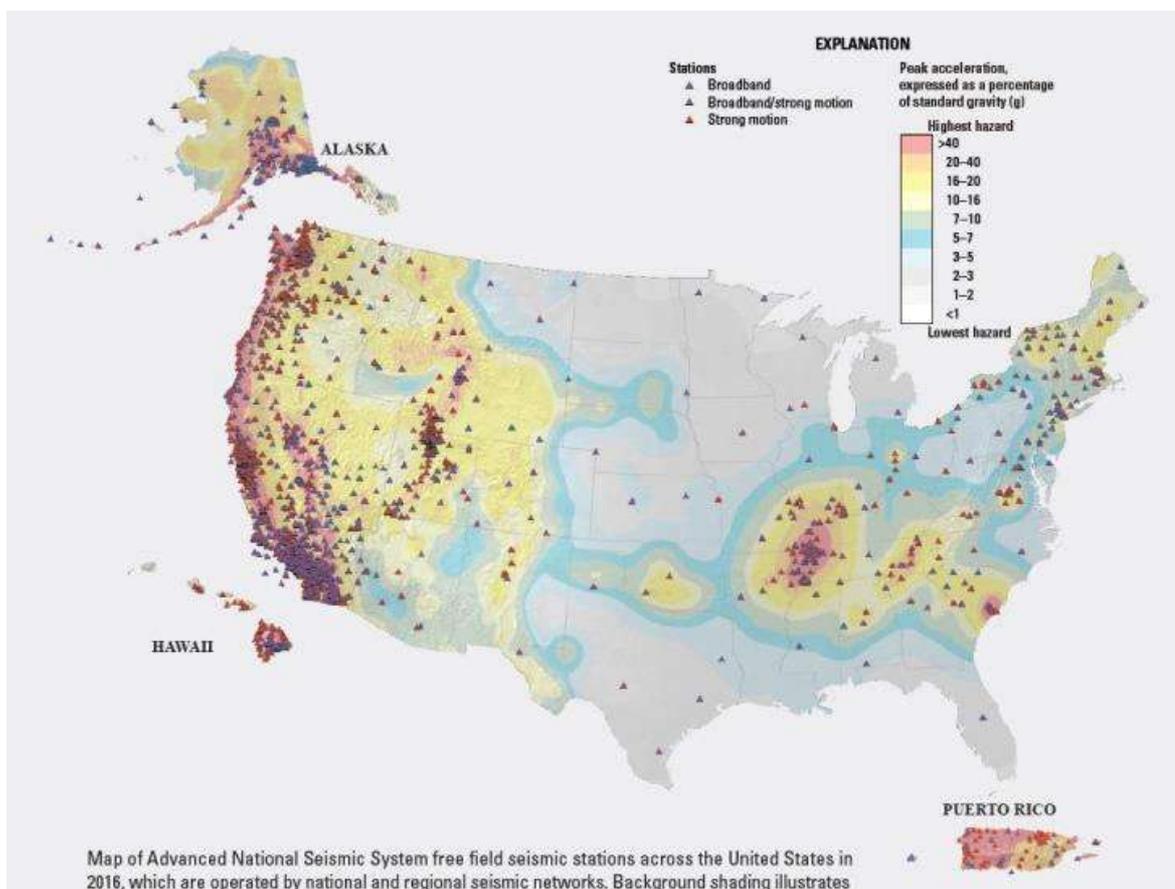
- 지진해일 관련 기관\*과의 긴밀한 협조

\* 기상청(NWS), 국립해양수산청, 해양대기연구소, 국립환경위성데이터정보국 등

- 지진해일 DB를 이용한 지진해일 1차 정보 제공 후, 외해 지진해일 관측자료 활용하여 지진해일을 유발한 단층을 분석 후 지진해일 예측정보 2차 제공

- Weather and Water Goal(7개 프로그램)의 하나로 지진해일 정보시스템 구축과 주요정보의 종합DB 구축 및 웹서비스 제공

- 지진해일정보시스템(TWS) 운영을 통해 신속하게 지진해일의 규모와 위치를 분석하고, 이에 따른 해안 침수 및 잠재적 피해를 예측



< 미국 지진관측망 >

## ◆ 조기경보체계

- 캘리포니아에 설치된 지진관측소 중에 약 900개소를 통해 지진발생 후 약 20~40초 만에 조기경보 발령
- 관측목적별 관측소 설치 운영: 국가지진관측망(50~70km), 지역 관측망(10~30km), 도시관측망(4km 이내)

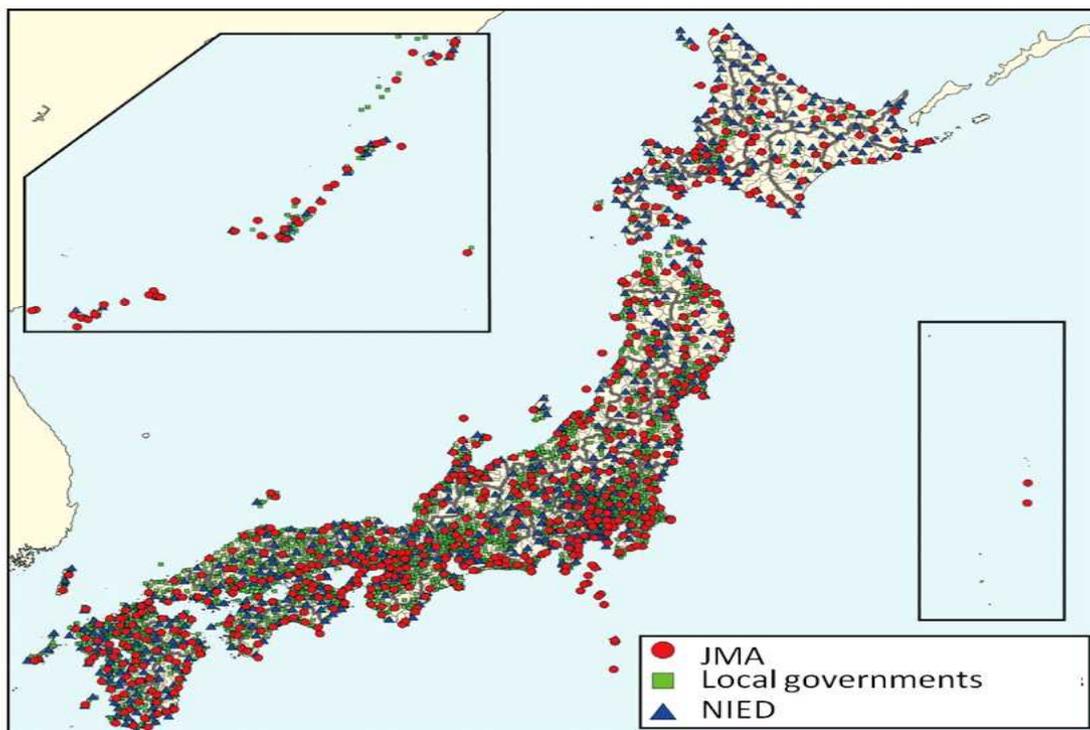
## □ 일본 지진관측망과 조기경보체계

### ◆ 관측 및 감시

- (지진) 일본기상청과 방재과학기술연구소)와의 협력을 통해 지진관측망 운영
  - 약 1,600개소의 지진관측지점 운영
    - ※ 일본 기상청 300개소, 방재과학기술연구소 및 지방정부 1,300개소
  - 총 4,374개소의 진도관측장비 설치 운영
    - ※ 일본 기상청 670개소, 방재과학기술연구소 792개소, 지방정부 2,912개소
  - 관측목적별 지진 관측망 운영
    - 고감도 지진관측망(Hi-net): 미소지진관측 및 활성단층 파악
    - 광대역 지진관측망(F-net) : 원거리 지진에 의한 느린 지진동 감지
    - 강진동 관측망(K-net, KiK-net) : 지표 및 지중의 강진동 관측
    - 해역 지진관측망(S-net, Donet) : 해저지진계를 이용한 해역 지진관측

1) 방재과학기술연구소(NIED: National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention)

- (화산) 110개 활화산에 대해 일본기상청, 방재과학기술연구소, 대학 등에서 화산활동을 감시하고 있으며, 지진계, GPS, 고감도 카메라 등을 활용하고 있음
- (지구물리) 일본기상청, 일본국토지리원(GSI)을 중심으로 지구물리 요소 관측 수행
  - 일본기상청 카키오카 지자기관측소에서는 지자기 뿐 아니라 지전류와 대기전기에 대한 관측과 분석 수행
  - 일본국토지리원(GSI)에서는 일본 각지에 중력, GNSS<sup>2)</sup>, 지자기 관측소를 설치·운영
  - 지진·화산활동에 의한 중력, 전리층, 지각변위 등 다양한 지구물리 요소의 변동을 분석하여 지진·화산 발생에 의한 영향을 분석함



< 일본 지진관측망 >

2) GNSS: Global Navigation Satellite System, 범지구위성항법시스템

## ◆ 조기경보체계

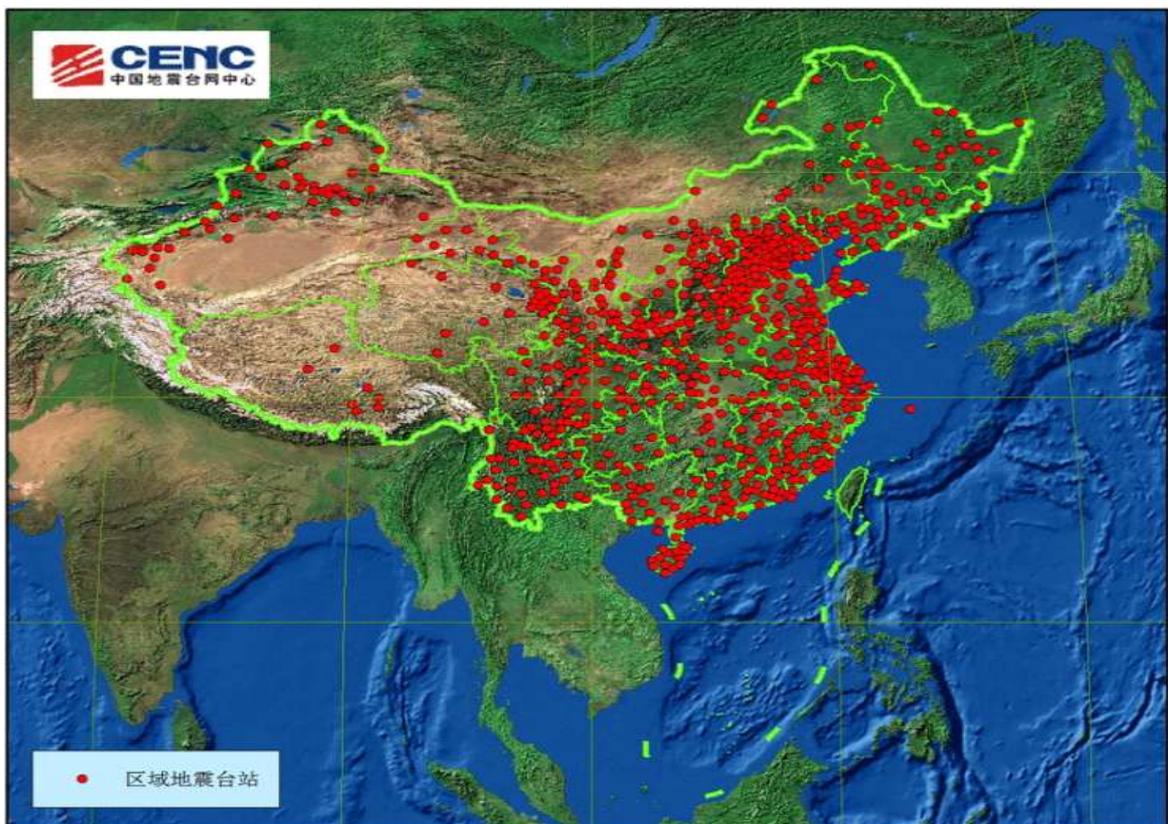
- 신칸센의 지진피해를 줄이기 위해 1989년부터 개발에 착수하여 현재는 5~20초 이내에 경보를 발령하는 조기경보시스템 운영
- 지진관측망(진도계)은 1,462개소 운영(관측망 해상도 16.1km)
  - 일본기상청(670개소) 및 방재과학기술연구소(792개소) 운영
  - ※ 지진조기경보의 신뢰성을 위해 J-SEIS(일본해저관측망) 및 대학교의 관측망도 활용
- 단일 관측소와 네트워크 방식(최소 2개 이상)을 종합하여 사용
- 긴급지진속보 최초발표 후 추가 분석결과 발표

## □ 중국 지진관측망과 조기경보체계

### ◆ 관측 및 감시

- 전국에 약 950개 지진관측소를 운영하고 있으며, 지각구조 연구용으로 약 800개의 이동식 지진계를 보유 운영
- 중국지진국은 국가지진관측망, 지역 지진관측망, 이동식 지진관측망, 지구물리/지구화학 관측망, 화산 관측망, 지반진동 관측망으로 구분하여 운영
  - 약 1,000개소의 속도지진관측소 관측자료는 2개의 국가지진센터(베이징, 신장)와 31개의 지역지진센터로 수집
  - ※ 1차로 각 지역센터에서 수집 후 중국지진네트워크센터로 자료를 전송
- 중국지진국 산하에는 활화산 연구센터와 화산·지진그룹, 화산 지각변형 그룹으로 구성

- 지방 지진국에 화산센터 4곳과 화산관측소 6개소를 설치하여 지진계, GPS, 중력계, 경사계 등 다양한 지구물리학적 관측을 통해 화산 연구 수행
- 중국지진국은 국가지진재해저감계획(2006~2020)을 통해 규모 6.0 이상의 지진에 대한 체계적인 대비책 완비를 목표로 추진
  - 2008년에 발생한 쓰촨성 지진(규모 8.0) 이후 지진관측망의 조밀도 확대, 지진조기경보 기술개발 등의 지진대응 시스템 개선 추진
- 지자기, 지전류, 중력, 지각변형, 응력 등 다양한 지진 전조 현상을 탐지하기 위해 759개소가 설치되어 운영
- GPS를 이용한 지각의 변위를 측정/감시하여 지진의 원인인 지각 및 단층 운동의 정밀 관측·분석을 위해 25개소의 상시관측소와 약 1,000개소의 임시 관측소를 활용하여 관측



< 중국 지진관측망 >

## ◆ 조기경보체계

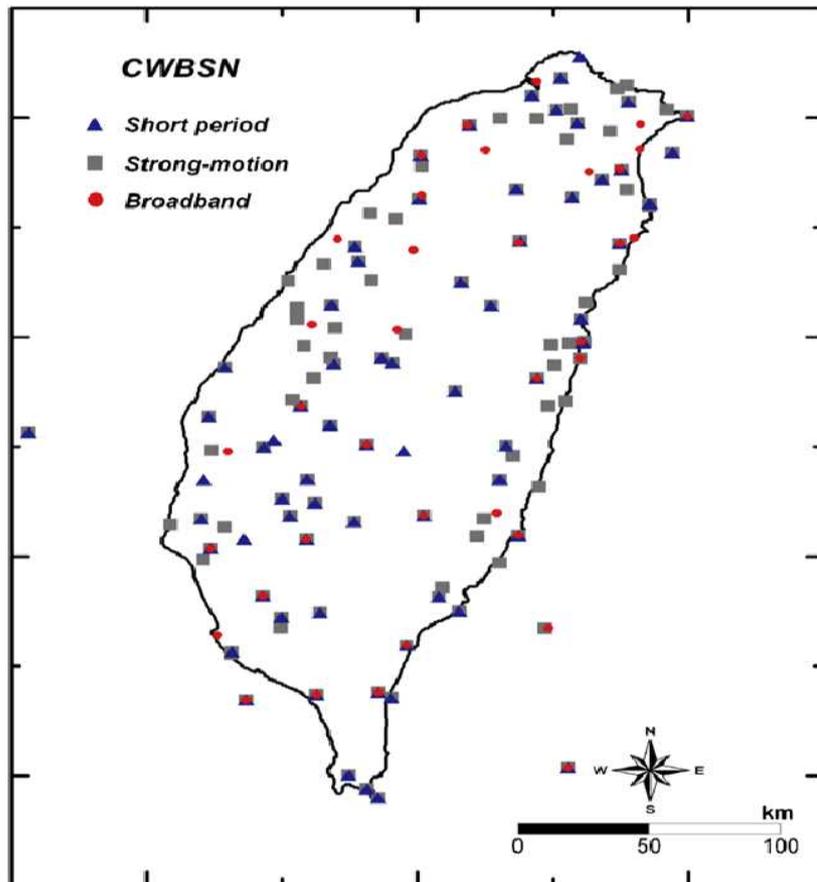
- 전국에 약 950개소의 지진관측소를 운영하고 있으며 지각구조 연구용으로 약 800개의 이동식 지진계를 보유 운영
- 국가지진재해저감계획(2006~2020)을 통해 규모 6.0 이상의 지진에 대한 대비 추진
  - 쓰촨성 지진('08. 규모 8.0) 이후 지진관측망 해상도 확대 및 지진조기경보 기술개발 추진

## □ 대만 지진관측망과 조기경보체계

### ◆ 관측 및 감시

- 대만기상청은 지진계 및 GPS, 지자기, 지하수 관측소 등 총 1,184개소의 지진 관련 관측망을 구성하고 관측자료를 DB화 하는 등 복합 지구물리자료를 활용한 지진, 지진해일, 화산감시 수행
- '지진관측네트워크 강화' 계획을 시행하면서 지진 데이터의 확보를 위해 19개도에 네트워크를 구축하여 지진 데이터를 수집하고 있으며, 전국의 관측 네트워크 통합 운영
- 1982년부터 정교한 지진 운동을 관측하기 위해 37개소의 GPS 관측 네트워크를 설치하고 대만 지역의 지형변화와 지질 활동을 위성 정보를 활용하여 측정
- MEMS\* 가속도지진센서를 탑재한 저가형 지진조기경보 장치인 P-alert을 대만 전역에 약 500개를 설치하여 운영

\* MEMS: Micro Electro Mechanical Systems



< 대만 지진관측망 >

### ◆ 조기경보체계

- 대만 기상청의 지진조기경보는 최소 6개소의 지진파를 이용해 분석을 시작하며 격자탐색법에 의해 지진발생 위치를 추정하고, 지진의 규모는 3초 동안의 P파 변위를 이용한 규모식에 의해 결정
- 오보 방지를 위해서 최소 6개소의 지진관측소를 이용하고, RMS에러가 0.8보다 작은 경우에만 발표에 활용
- 지진긴급속보체계를 기반으로 현재는 약 20초 이내에 경보가 가능한 수준이며 10초 이내 경보 목표
- 207개소의 지진관측소 운영(관측망 해상도 13.2km)

## □ 주요국가 지진조기경보 체제 운영 현황

- 운영 국가 : 일본, 미국, 대만, 이탈리아, 터키, 멕시코, 루마니아
- 연구개발 국가 : 중국, 이스라엘, 캐나다, 스위스
- 국가별 지진조기경보 및 관측망 비교(2019년말 기준)

구분	경보시점 (기준)	조기경보 시스템	조기경보 관측망 (평균 이격거리)	조기경보 최소관측소	조기경보 알고리즘
한국	7-25초 (관측 후)	EEW	338개소 (17.2km)	네트워크방식 (8개이상)	초기 3~5초의 속도/가속도 최대비 이용
일본	5~20초 (관측 후)	UrEDAS	1,462개소 (16.1km)	단일관측소 네트워크방식 (2개 이상) 종합	초기 2~3초 p파의 최대변위 이용
미국	4~12초 (발생 후)	ShakeAlert	약 7,000개소 (37.5km)	네트워크방식 (4개 이상)	초기 3~5초의 속도/가속도 최대비 이용
			캘리포니아주 900개소 (21.7km)		
대만	15~25초 (발생 후)	RTD	207개소 (13.2km)	네트워크방식 (6개 이상)	초기 10~20초 P파의 최대변위 이용

## 2 국내 지진관측망 운영현황 및 진단

### □ 국가 지진관측망

- (관측소 신설·교체) 국가 지진관측소 315개소\* 확충 완료 및 지진 관측장비 노후화율 0% 목표 조기 달성 운영('15~'18)

\* 기상청 265개소, 유관기관 50개소

< 국가 지진관측소 확충 및 교체사업 실적 >

(단위: 개소)

구분		'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	비고
신설 지진관측소	신설 관측소 수	19	5	6	55	54	0	139개소
	신설 누계	145	150	156	211	265	265	-
	관측소 조밀도(km)	22.6	22.3	22.0	19.6	17.8	17.8	-
노후 지진관측소	노후 관측소 수	54	44	35	36	23	4	-
	교체 관측소 수	11	20	19	16	23	4	93개소

< 국가 지진관측소 종류 및 수량 >

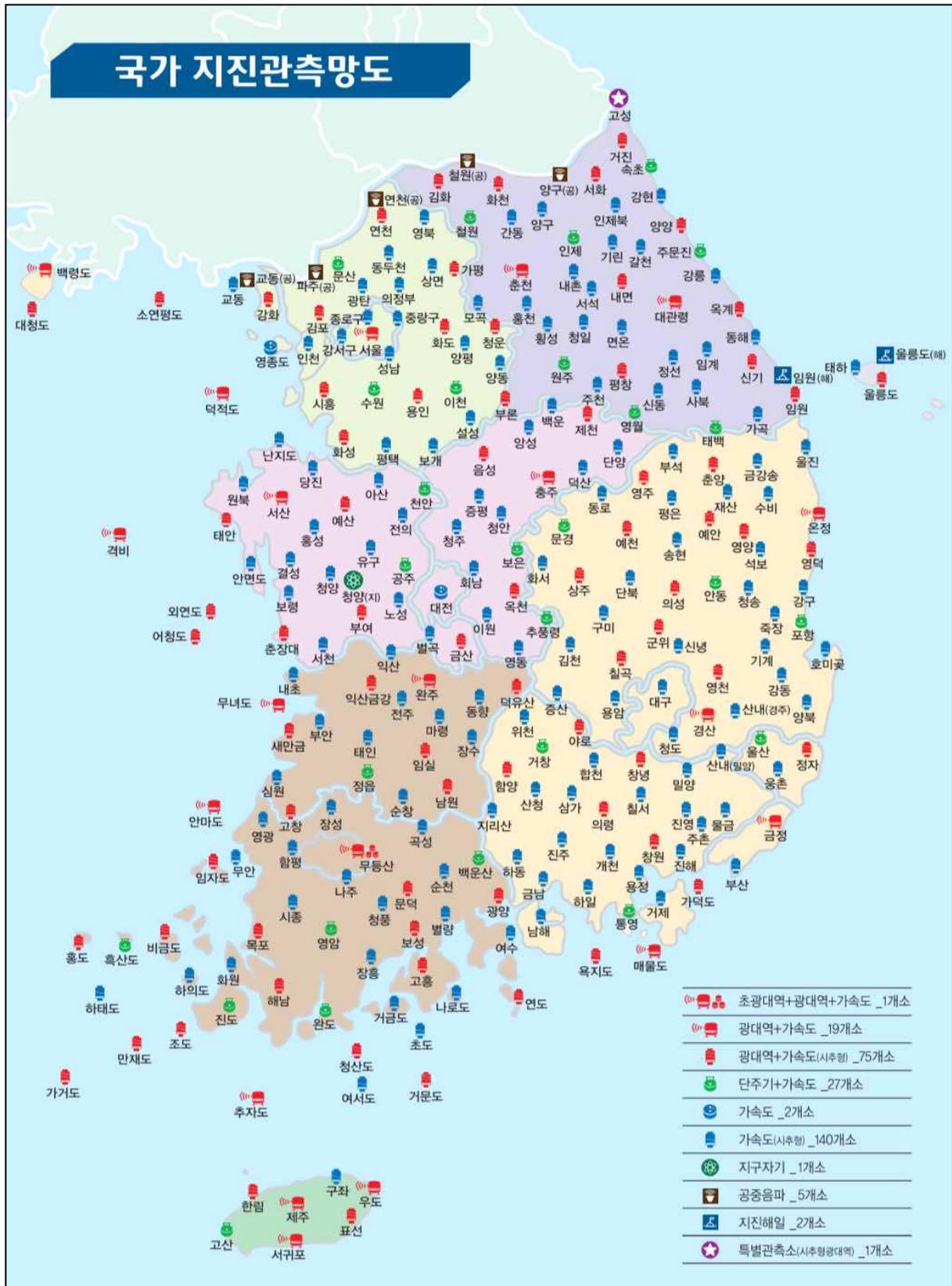
(단위: 개소)

구분	속도계				소계	가속도계 (단독)	합계
	초광대역	광대역	단주기	시추공 광대역			
지진관측소 수	1	19	27	76	123	142	265

< 국가 지진관측소 유형별 설치도 및 지진관측망도 >



○ 국가 지진관측망도(2019년 12월 기준)



- 지진관측소 유형별 장비 구성 및 관측방법 · 용도

구분	지진관측소별 구성 내용					개소	관측방법 및 용도
지표형 초광대역속도 지진관측소						1	
시추형 광대역속도 지진관측소						76	○ 원거리(장주기) 지진관측 - 진앙, 규모 계산 및 활성단층 파악에 효과적 (미소지진 활동) - 지진분석 통보 및 조기 경보 활용
지표형 광대역속도 지진관측소						19	
지표형 단주기속도 지진관측소						27	○ 근거리(단주기) 지진관측 - 진앙 및 규모 계산 - 지진분석 통보 및 조기 경보 활용
시추형 가속도 지진관측소						140	○ 강한진동 관측 - 진앙 계산 - 지진분석 통보 및 조기 경보 활용
지표형 가속도 지진관측소						2	- 최대지반가속도(PGA), 최대지반속도(PGV) 산출
<b>합계</b>						<b>265</b>	

○ (관측소 조정) 기상청-유관기관 간 지진관측소 조밀도 불균형 해소 및 중복투자 방지를 위해 신규 및 교체 대상 지진관측소 설치 위치 조정('17~'19)

- 지진·지진해일 및 화산활동 관측기관협의회에서 설치계획 조정 기준을 마련하고, 심의를 통해 189개소의 지진관측소 대상으로 조정 시행

\* '17년 70개소(기상청 70+ 그 외 0) → '18년 99개소(기상청 77+그 외 12) → '19년 20개소(기상청 5+그 외 15)

- (지진조기탐지 영역 확장) 국가 지진관측망 및 유관기관 자료 수집 활용 확대 등으로 지진조기탐지(5초 이내) 가능 영역 확장('16~'19)

< 4년간 국가 지진관측망 및 지진조기탐지 가능영역 변화도 >

구분	2016년도	2017년도	2018년도	2019년도
		기상청 156개소 +유관기관 50개소	기상청 211개소 +유관기관 50개소	기상청 265개소 +유관기관 50개소
지진관측망도 (기상청+유관기관)				
지진조기탐지 영역 비율* (기상청+유관기관)				
지진조기탐지 가능영역 비율(%)	20%	50%	80%	83%

\* 녹색 지역 : 반경 30km 내에 6개 이상의 지진관측소 존재 조건

\* 노란색 지역 : 반경 35km 내에 6개 이상의 지진관측소 존재 조건

- (관측환경 개선) 국가 지진관측망 관측환경 전수조사 및 자체 품질분석 결과, 개선이 필요한 관측소 등 시급성 및 즉시 조치 가능한 곳 우선 개선 완료('19)

- (대상) 265개소 전수조사 / 자체 품질분석 50개소
- (평가 방법) 지진관측장비 운영상태 점검 및 지진관측소 주변환경 조사 후 3단계(우수, 보통, 개선 필요) 평가
- (평가 결과) 전수조사 결과: 우수 210개소, 보통 42개소, 개선 필요 13개소 / 자체 품질분석 결과: 개선 필요 15개소

구분	전수조사 후 평가 결과			
	우수	보통	개선필요	합계
지진관측소 수	210	42	13	265
비율	79%	16%	5%	100%

- (개선 조치) 개선대상 28개소 중 이전 설치 1개소, 개선조치 4개소 완료

구분		개선 내용
'19년 관측환경 전수 조사 결과 반영	4개소	(이전) 영종도('19년 이전 설치 완료) (개선) 청산도('19년 전기시설 개선), 옥계 및 새만금('18년 낙뢰 및 전기시설 개선)
'19년 자체 품질분석 결과 반영	1개소	(개선) 예산('19년 전기시설 개선 조치 완료)

### 《 진단 결과 》

- ⇒ 당초 목표였던 315개소 이상의 지진관측소를 조기에 설치 확보하였으나, 일부 내륙 및 해안지역 등은 지진조기탐지 관측소가 다소 부족하고, 진앙으로부터 가까운 지역은 지진조기경보 사각지대 발생
- ⇒ 효율적인 지진감시체계 운영을 위해 관측망을 일반감시지역과 집중 감시지역으로 분류하고 일반지역보다 활성 단층대·국가 주요시설 지역 등의 집중감시지역에 더 촘촘한 관측망 확충이 필요

#### □ 국가 지진해일 관측망

○ 기본 및 보조관측망으로 운영

- (기본관측망) 기상청의 지진해일관측소 2개소와 연안방재관측시스템 18개소, 국립해양조사원의 조위관측소 50개소 공동 활용



< 기상청 지진해일관측소 설치 전경(울릉도(좌), 임원(우)) >

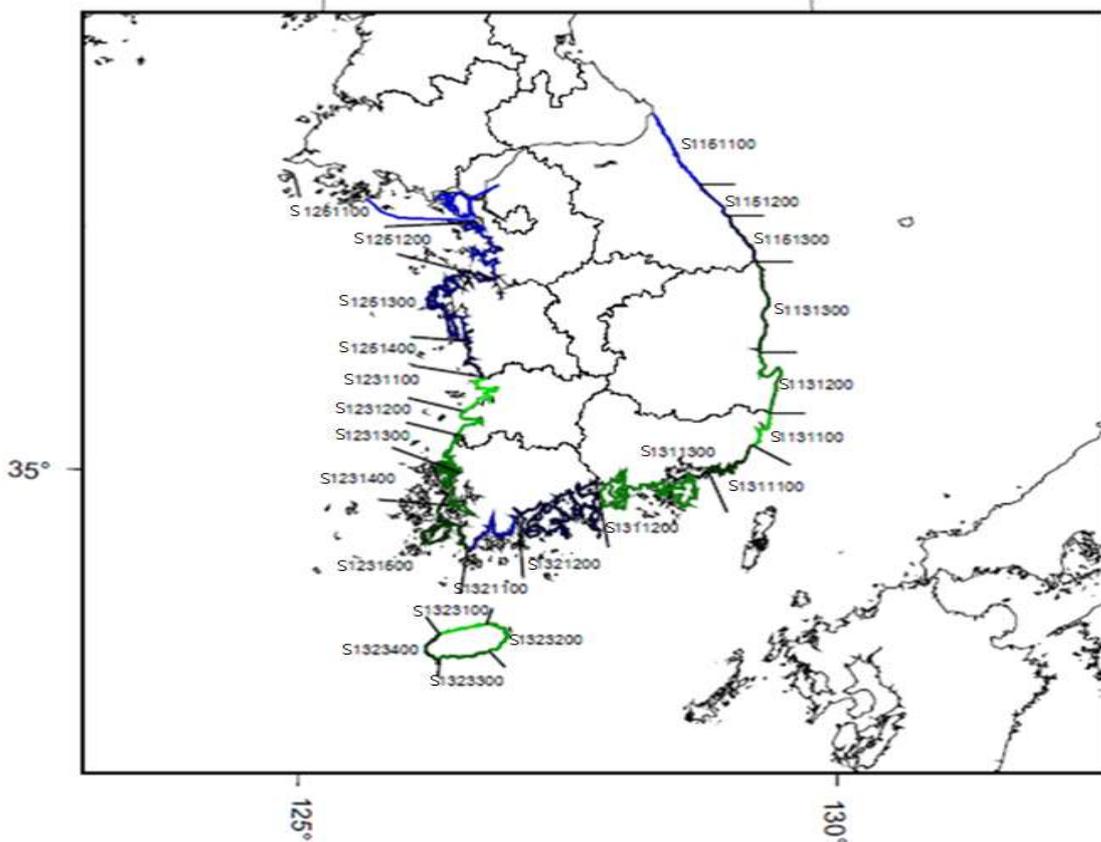
- (보조관측망) 기상청의 지진해일관측기준도 17개소, 해양감시용 폐쇄회로TV 24개소

※ 지진해일관측기준도 및 해양감시용폐쇄회로TV 동시 감시 가능 관측소: 4개소

○ 전국 26개 지진해일 특보구역별 정량적인 계기관측체계 운영

- 강원중부해안 지역을 제외한 25개지역 계기관측망 확보
- 지진해일특보구역 구분 및 지진해일특보발표 구역도

연번	구역코드 (COMIS)	구역 명칭	구분	연번	구역코드 (COMIS)	구역 명칭	구분
1	S1261100	인천·경기북부해안	서해안	14	S1321100	전남서부남해해안	남해안
2	S1261200	인천·경기남부해안		15	S1321200	전남동부남해해안	
3	S1261300	충남북부해안		16	S1311200	경남서부남해해안	
4	S1261400	충남남부해안		17	-	거제시동부해안	
5	S1231100	전북북부해안		18	S1311300	경남중부남해해안	
6	S1231200	전북남부해안		19	S1311100	부산해안	
7	S1231300	전남북부서해해안	20	S1131100	울산해안		
8	S1231400	전남중부서해해안	21	S1131200	경북남부해안		
9	S1231500	전남남부서해해안	22	S1131300	경북북부해안		
10	S1323300	제주도남부해안	제주도 해안	23	S1161300	강원남부해안	
11	S1323400	제주도서부해안		24	S1161200	강원중부해안	
12	S1323100	제주도북부해안		25	S1161100	강원북부해안	
13	S1323200	제주도동부해안		26	S2120800 S2120900 S2121000	울릉도해안	울릉도 해안



< 지진해일특보발표 구역도 >

- 노후 울릉도 지진해일관측소 1개소 전면 교체('18) 및 지진해일 발생 위험지역인 동해안 임원 지진해일관측소 1개소 신설('19)
  - ※ 지진해일 경보 및 사후 분석자료로 활용을 위해 동해상 발생 지진해일 도달 시각, 해수면 높이 등을 실시간 관측
- 지진해일 선도관측망 확장을 위해 국립해양조사원 해저(울릉도 북동쪽 약 80km 해역, 38.0072°N, 131.5525°E) 수압관측자료를 기상청 통합지진업무시스템을 통해 공유('19)
  - 해저 수압 원시자료(15초 간격)를 30분 간격으로 수집 및 시계열로 표출
    - ※ 해저의 수직변위를 관측하여 지진해일 모니터링에 활용
- 국외 지진해일 분석정보 수집 · 활용
  - 일본기상청(JMA), 북서태평양지진해일경보센터(NWPTAC), 태평양 지진해일경보센터(PTWC)와 협력을 통한 지진해일 분석정보 공유
  - 기상청 종합기상정보시스템(COMIS)을 통한 지진해일전문 감시
- 지진해일 관련 관측자료 감시체계 현황
  - 기상청 종합기상정보시스템, 해양기상모니터링시스템, 통합지진업무시스템 내 1분 주기의 조위 관측자료, 해양감시용 폐쇄회로 TV 등
  - 지진해일의 조기 탐지 및 지진해일 파원 추정을 통한 예상 피해 지역의 예·경보 시스템 가동을 위해 외해 지진해일 관측장비 최적 지역을 선정하여 조기탐지가 필요
- 기상청 고시 “지진해일 관측장비 성능규격” 2016년 개정 후 미개정
  - 다양한 최첨단 관측기술, 관측방식을 반영하여 개정 필요

### 《 진단 결과 》

- ⇒ 지진해일 조기탐지를 위한 선도관측망 미흡 및 26개 지진해일 특보구역 운영을 위한 특보구역별 1개소 이상의 계기관측망 일부 부족 지역 상존
- ⇒ 지진해일 관측망의 실시간 감시체계가 미흡하고, 기상청 고시 “지진해일관측장비 성능규격” 개정 필요

## □ 국가 지구물리 관측망

### ○ 지구물리 관측의 주요 목적

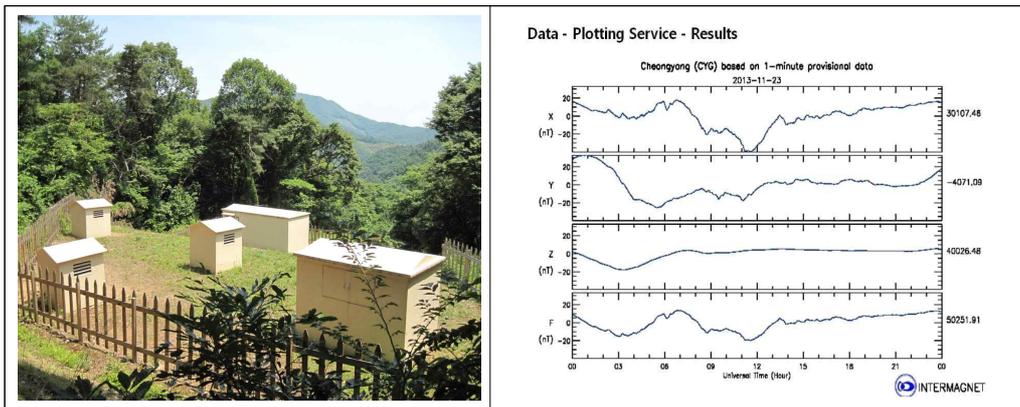
구분	관측의 주요 목적
① 지구자기관측소	지진전조현상 연구, 자기장변화 예.경보, 지각의 변화, 우주기상예보, 기후변동 연구
② GNSS관측소	측량 및 선박항해의 기준점, 지각변동방향 및 속도, 지진화산 전조현상 연구, 총전자량(Total electron content) 측정
③ 공중음파관측소	자연 및 인공지진 판별, 화산분화의 감시

### ○ (지구자기 관측망) 한반도 지구자기장의 분포와 변화 관측으로 지각의 변동성, 지진전조현상 및 화산분화 감시, 연구 등을 위해 청양관측소 운영('09.4~)

※ 지구내부에서 일어나는 지구자기장의 시간적 변화를 연속 측정

### - 국제지구자기관측망(INTERMAGNET<sup>3)</sup>) 가입 및 청양지구자기 관측소 관측자료 전송('13~)

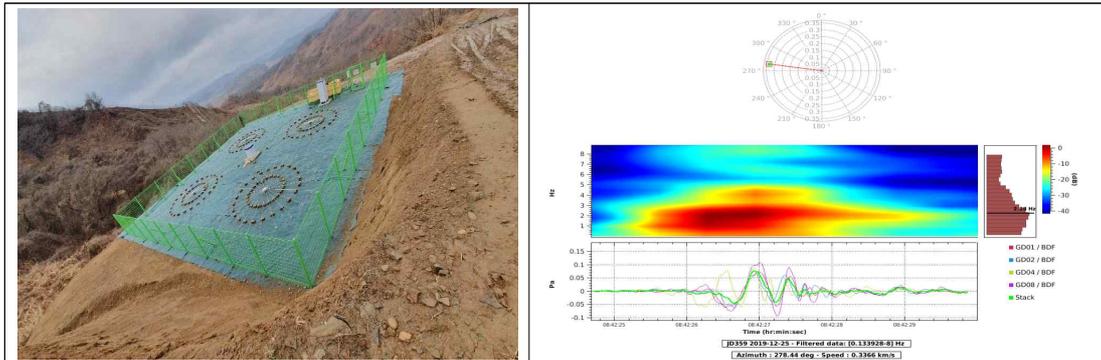
※ 유관기관 지구자기관측소 운영 현황(36개소): 한국지질자원연구원(대전, 경주, 홍성), 국립전파연구원(이천, 강릉, 제주), 국토지리정보원(30개소)



< 청양 지구자기관측소 전경 및 관측자료 >

3) International Real-time Magnetic Observatory

- (공중음파 관측망) 핵실험, 발파, 화산분화 등으로 유발되는 자연 및 인공지진의 신속·정확한 탐지 및 판별·분석을 위해 5개 지역 31개소 관측소의 공중음파관측자료 실시간 감시 및 분석 체계 운영
  - 2개 지역(양구, 철원) 10개소에 공중음파관측소 신설('11, '13)
  - 3개 지역(파주, 연천, 교동도) 21개소에 공중음파관측소를 신설('19)



< 공중음파관측소(1개소 기준) 설치 전경 및 관측자료 >

- (화산활동 관측망) 백두산과 국외화산에 대한 직접적인 관측의 한계로 원격 감시를 위한 위성자료와 중국지진국의 관측자료를 이용한 화산활동 및 화산재 확산 감시체계 운영
  - 백두산의 화산활동 관련 징후 원격 감시를 통한 정기 산출('17~)
    - ※ (ESA) Sentinel-1 영상, (USGS) Landsat 영상
  - VAAC 화산재 전문 입수 시 천리안-2A의 화산재 확산 탐지('20)
  - 화산특화연구센터 운영을 통한 중국지진국의 백두산 현지 관측 자료 수집을 통한 화산활동 추이 분석 연구 실시('18~)
    - ※ 광파거리측정기 설치(2개소), 천지화산관측소의 온천수 및 화산가스

### 《 진단 결과 》

- ⇒ 고품질의 자료 분석을 위한 공중음파 분석기술 개발 필요
- ⇒ 양구, 철원지역 공중음파관측소 노후화와 관측환경이 열악하며 특히, 노후 장비 적시 교체 및 교체 시 이전 설치도 병행 필요
- ⇒ 화산활동 원격감시에 필요한 자료의 수집 및 활용 확대 필요

## □ 지진관측자료 수집 및 활용

- (지진관측소 운영) 기상청 및 유관관측기관은 고유 목적에 따라 지진관측소 680개소\*를 설치 운영 중임('19.12월 기준)

\* 지진관측소 : 기상청 265, 지진관측기관 415

< 지진관측기관 관측소 종류 및 운영 >

(단위: 개소)

유관기관	종류	속도지진관측소			가속도 지진관측소	운영 개소	수집 개소
		광대역	단주기	시추공 광대역			
기상청		20	27	76	142	265	265
한국지질자원연구원		15	15	9	6	52	52
한국원자력안전기술원		6	-	-	-	6	6
한국수자원공사		-	-	-	53	53	47
한국농어촌공사		-	-	-	71	71	71
한국전력연구원		-	-	-	56	56	56
한국수력원자력		-	13	-	15	28	24
한국가스공사		-	-	-	149	149	127
합계		41	55	85	492	680	648

- (지진관측자료 활용 확대) 플랫폼 개발을 통한 자료수집 체계 개선 및 관측자료 대폭 수집 확대('15~'19)

< 지진관측기관 관측자료 수집 및 활용 >

(단위: 개소)

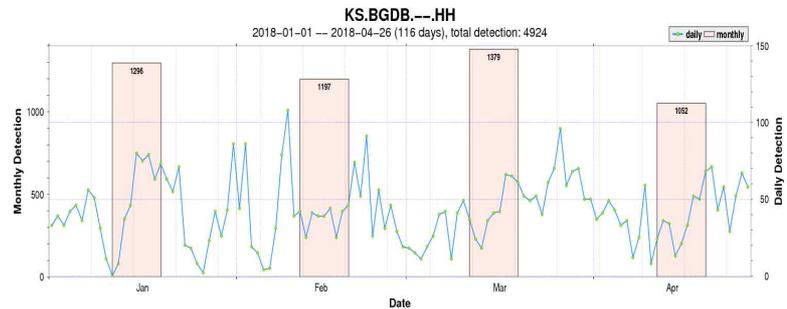
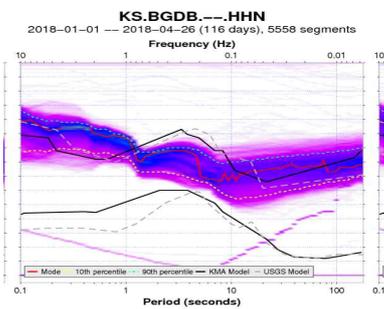
구 분	'15년		'16년		'17년		'18년		'19년	
	수집	활용								
기상청	150	146	156	150	211	156	265	211	265	265
한국지질자원연구원	36	36	36	36	36	36	40	40	52	45
한국원자력안전기술원	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6
한국수자원공사	-	-	24	0	24	0	18	0	47	0
한국농어촌공사	-	-	15	0	15	0	-	-	71	0
한국전력연구원	15	0	15	0	15	0	15	0	56	0
한국수력원자력	-	-	-	-	-	-	24	22	24	22
한국가스공사	-	-	-	-	-	-	-	-	127	0
기상청+관측기관 합계	205	186	250	190	305	196	366	277	648	338

- (지진조기경보 활용) 지진관측기관 지진관측소 680개소 중 648개소의 자료를 수집 및 338개소 관측자료를 지진조기경보에 활용('17~'19)

※ 유관관측기관 자료활용 수 : 40('17) → 66('18) → 73('19)

기관명	기상청	한국지질자원연구원	한국원자력안전기술원	한국수자원공사	한국농어촌공사	한국전력연구원	한국수력원자력	한국가스공사	합계
관측소수	265	45	6	0	0	0	22	0	338

- (자료품질관리) 수집된 유관기관 관측자료의 준 실시간 모니터링을 통한 품질분석 수행('19)



< 품질분석 결과: 배경잡음수준(좌), 신호탐지횟수(우) >

### 《 진단 결과 》

⇒ 유관기관 자료는 배경잡음이 높거나 수집지연시간 발생 등을 감안 개선하여 최대한 조기경보에 활용하되, 활용이 어려운 것은 수동 정밀분석이나 계기 진도산출 등의 자료로 활용 검토

※ 조기경보 및 계기진도 활용률: 19.06%(73/383), 수동분석 활용률: 11.7%(45/383)

⇒ 유관기관 지진자료의 안정적인 수집체계 구축이 절실

⇒ 유관기관 관측자료 품질상태에 대한 체계적인 관리가 요구

## □ 지진관측장비 검정체계 구축 및 운영

- 지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률 제정('14) 및 시행('15)
  - 신규 및 운영장비(5년 주기) 검정, 성능규격을 검정기준으로 규정
- 지진 관측장비 검정기준 정립과 기술개발 연구용역('17~'19)
  - (사업명) 「지진 관측장비 국가표준 성능 측정방안 연구」 (한국표준과학연구원)
  - (주요 사업내용) 핵심 검정항목 선정, 검정방법 및 기준정립, 검정 절차서 작성, 검정수수료 산정 등
- 지진 관측장비에 대한 국가 표준 검정체계 구축 계획 수립('18)

- ☞【1단계, '19】기술기준 정립 및 기상청 관측장비 대상 시험적용
- ☞【2단계, '20】대행기관 지정 및 관측기관협의회 기관 대상 검정제도 시행
- ☞【3단계, '21~】검정 대상기관 및 검정항목의 점진적 확대

- 제도 정비, 인력 확보, 인프라 구축 등 병행 추진('15~'19)
  - (제도) 지진 검정제도 시행을 위한 지진관측법 개정('19)
    - ※ (주요 개정 내용) 지진 관측장비 설치 및 운영기관에 검정의무 부여, 관측 장비 검정대행기관 지정 근거 및 지정 취소 마련
  - (인력 확보) 지진 관측장비 검정체계 운영 인력 4명 채용('19)
  - (인프라) 천안 지진관측장비 검정센터 기초 인프라 설치('18~'19)
    - ※ 지하시험실 조성 완료('18), 검정 기본설비 및 운영환경 구축('19)
    - ※ 기상청 2019년 도입분 지진관측장비 시범검정(105대 중 37대 샘플 검정) 시행('19.9.27~12.4)
    - ※ 검정용 저주파 가진시스템 3조 도입('19~'20.4)

### 《 진단 결과 》

- ⇒ 국가 지진관측장비 검정제도의 안정적 운영을 위한 유관기관 협력체계 및 제도정비, 인력·인프라 확충 필요
- ⇒ 지진관측장비 시범검정 지속 시행 및 검정대행기관 지정으로 정식 검정 정착 중요

## □ 지진조기경보서비스 개발 및 운영

- (지진조기경보) 지진으로부터 국민안전 확보를 위한 분석기술 향상을 통한 조기경보 발표시간 단축 및 서비스 영역 확대 추진('15~'19)
  - 알고리즘 개선 및 조기경보 발령조건(관측소 수, 분석유지시간) 개선 등으로 50초('15) → 15~25초('17) → 7~25초('18)까지 조기경보 소요시간 단축
  - 국내 영향이 가능한 구역(북한지역 및 대마도 등 규슈 해역)까지 지진 조기경보 감시영역 확대 추진('18)
- (지진속보) 지진속보 대상영역 확장 및 발표시간 단축 추진
  - 국내 영향이 미칠 수 있는 북한영역의 지진(규모 4.0~4.9)에 대한 지진속보 발표추진 및 지진속보 발표시간 단축(60~100초 → 20~40초)('19)
- (진도서비스) 지진 발생 시 진동의 영향 수준을 지역별로 제공('18)
  - 규모 3.5이상의 지진에 대해서는 신속정보 발표 시 “예상진도”로, 규모 2.0 이상의 지진에 대해서는 상세정보 발표 시 “계기진도”로 제공
- (지진재난문자) 내륙기준 지진규모 3.0이상의 지진발생 시 제공되는 지진재난문자서비스에 대한 기상청 직접 전송체계 구축('18)



< 지진재난문자서비스 구성도 >

- 기존 행정안전부로 전달되는 과정 없이 기상청 직접 전달에 따라 소요시간 단축, 일부 국민행동요령 포함 및 규모 6.0이상의 경우 위급단계로 강제전송
- 지진재난문자 운영규정 개정 및 지진재난문자 송출영역 확대\* 적용('19)
- \* (기존) 진도Ⅳ 수준의 진동 기준 → (개선) 진도Ⅲ 수준의 진동 기준

- (전달체계 다양화) 지진조기경보 시행 이후 지자체 및 재난관리 책임기관 등과 기상청 지진조기경보시스템의 직접연계 확대('15~)
  - 기상청 지진정보 연계서비스 운영관리 기준 수립('19)에 따른 연계서비스 대상범위, 신청절차, 준수사항 등 체계적 연계관리 및 연계추진('15~현재)
    - ※ 중앙행정기관, 지자체 및 재난관리책임기관 등 33개 기관 연계 중('19.12월 기준)
  - 기상청과 직접연계 이후 타 기관으로의 재전파가 용이한 확장연계모듈을 이용한 초·중·고등학교대상 시범서비스 추진('19)
    - ※ 32개 학교 : 제주도교육청(7개), 울산시교육청(15개) 및 경상북도교육청(10개)



< 기상청 지진정보 전달체계 및 연계 현황('19.12.) >

## 《 진단 결과 》

- ⇒ 지진규모 기반의 지진조기경보 제공에 따라 지역별 실제 체감되는 상황에 대한 판단 및 대응체계 마련은 어려움
- ⇒ 규모기반 서비스에서 진도기반 서비스로의 패러다임 전환 필요

## IV. 추진전략 및 목표

---

1. 주요 이슈별 시사점 및 SWOT 분석을 통한 전략 도출
2. 추진전략
3. 추진목표

# 1 주요 이슈별 시사점 및 SWOT 분석을 통한 전략 도출

## □ 주요 이슈별 시사점

주요 이슈	세부 내용	시사점
한반도 주변 큰 규모 지진발생 가능성 상존	'16.9.12(규모 5.8), '17.11.15(규모 5.4) 지진 이후 잠재적 위험으로만 여겨왔던 지진이 실제적 위협으로 다가와 '한반도가 더 이상 지진의 안전지대가 아니다' 라는 인식의 확산	지진은 현대과학으로는 예측이 불가하므로 실시간 지진관측에 의한 지진조기경보시간 단축으로 국민이 신속하게 대처할 수 있는 골든타임을 제공하여 지진으로 인한 재해를 최소화하는 것이 중요
지진 관측망 확충 필요	현행 관측망으로도 충분한 것인지, 아니면 신규로 더 확충해야 하는 것인지, 유관기관 관측망 등을 활용 확대하여 해결할 것인지 정책적 결정 필요	지진관측망은 조밀할수록 좋으므로 유관기관 자료는 품질검사를 통해 점진적으로 활용을 확대하되 '17년도 감사원 특별감사에서 지적한 소요 관측망 수량과 '19년도 국정감사 시 지적사항 등을 종합적으로 고려하여 합리적인 수준에서 확충이 필요
지진해일 및 화산 분화로 인한 피해 우려	동해상 해역지진이 빈번하게 발생하고, 백두산 화산 분화의 가능성이 2000년대 초반 한때 증가하는 등 지진 해일 및 화산분화로 인한 사회경제적 피해 우려 증가	동해상 해역지진 및 화산활동 감시망 보강으로 정밀 관측 및 상황별 경보 및 대응체계 완비 필요
관측환경 개선 및 품질 관리 중요성 증대	도시화, 산업화에 따른 배경잡음 증가에 대응하기 위한 관측환경 개선 및 실시간 품질관리체계 구축으로 고품질의 관측자료 생산 기반 조성 시급	매년 국가 지진관측망 전수조사 및 품질평가 등을 거쳐 우선순위를 정해 이전설치, 고장수리 조치 등 지속적인 관찰 및 개선 유지가 필요
지진관측장비 전수 점검 시행	검정제도 시행에 따라 신뢰성 있는 대국민 지진정보 서비스 실현 등을 위해 기 설치 및 신규 도입 지진 관측장비에 대한 성능확인이 필수	지진관측장비 검정을 위한 전문인력 및 인프라 확충이 시급하고, 검정대행기관 지정 운영 추진이 필요하며, 지진계 성능확인에 중요한 요소인 동적범위, 자체잡음 등 검정항목 신설 추진이 중요

# □ SWOT 분석

<p><b>내부환경</b></p> <p><b>외부환경</b></p>	<p><b>강점(S)</b></p>	<p><b>약점(W)</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 선진국 수준의 지진관측 인프라와 지진조기경보체계 보유</li> <li>■ 유관기관 관측자료 수집 확대 및 준실시간 품질관리체계 구축 및 운영</li> <li>■ 실시간 지진 감시·분석·통보·서비스 체계 구축 및 운영</li> <li>■ 지진관측장비 검정 인프라 구축, 검정 전문인력 및 기술 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 최적의 관측망 구축 및 운영 정책 등 차세대 국가 지진관측망 구축 전략 부족</li> <li>■ 지진해일 선도관측망 미흡 및 26개 지진해일특보구역 중 계기관측망 부족지역 존재</li> <li>■ 지진관측장비 성능확인을 위한 검정 항목 취약</li> <li>■ 기상청 자체 보유 조기경보기술력 부족</li> </ul>

<p><b>기회요인(O)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 9.12. 및 동해 해역지진 이후 지진 안전에 대한 국민적 이해와 공감대 형성</li> <li>■ 지진 관측·분석·정보 전달을 주관하는 부처로서의 위상 제고</li> <li>■ 산업전반에 지진대응체계 마련 및 지진방재 인프라 기반 구축 중</li> <li>■ 해안가 등 지진관측소 부족지역과 인구밀집지역, 주요시설 지진대발 지역 등 지진조기경보(5초 이내)를 위한 관측망 확대 요구</li> </ul>	<p>SO1. 활성 단층대 및 국가 주요시설지역 등 관측망 확대 신속한 지진조기탐지(5초 이내)체계 구축</p> <p>SO2. 지진관측망 재조정 및 품질관리체계 구축을 통한 정확한 지진정보 생산</p> <p>SO3. 유관기관 협력강화를 통한 관측자료 수집 및 공동 활용 확대</p> <p>SO4. 국가 지진관측장비 검정센터의 제도 정립 및 인력인프라 보강</p>	<p>WO1. 차세대 국가 지진관측망 구축 전략을 통한 최적의 관측망 구축 및 운영</p> <p>WO2. 지진해일 선도관측망 구축 및 계기 관측망 보강, 통합 모니터링을 통한 정보 생산 및 서비스</p> <p>WO3. 지진관측환경 및 자료수집체계, 자료품질관리 등의 기준 마련</p> <p>WO4. 유관기관과의 지진관측망 구축 및 공동 활용에 대한 방안 마련</p>
-----------------------	---	--	--

<p><b>위협요인(T)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 한반도의 지진 및 지진해일, 인공 지진 등의 실제적 위험성 상존</li> <li>■ 도시화, 산업화로 인한 배경잡음 증가 등 지진관측환경 점차 악화</li> <li>■ 국민 관심과 눈높이에 부합되도록 지진정보 개선 요구 증대</li> <li>■ 국가 지진관측망 계획 및 시행에 대한 기관 간 행정·제도적 기준 미흡</li> </ul>	<p>ST1. 지진·지진해일·인공지진 등을 신속·정확하게 관측·분석하는 체계 개선</p> <p>ST2. 지진관측소 교체 및 이전을 통한 관측환경 개선 및 고품질 자료 생산</p> <p>ST3. 사용자 맞춤형 지진정보서비스를 통한 실시간 지진정보 제공</p>	<p>WT1. 국가 지진·지진해일·화산활동 등 관측 및 운영 전략을 통한 실시간 감시·분석체계 강화</p> <p>WT2. 국가지진자료 통합 품질관리를 위한 자동 품질관리시스템 구축 및 운영</p> <p>WT3. 지진관측기관 간 관측망 구축 및 활용에 대한 협력과 합의 도출</p>
-----------------------	---	---	--

## □ SWOT 분석을 통한 전략 도출

<b>SO 전략</b>	<p>SO1. 활성 단층대 및 국가 주요시설지역 등 관측망 확대로 신속한 지진관측탐지 체계 구축</p> <p>SO2. 지진관측망 확충·조정 및 품질관리체계 완성으로 정확한 지진정보 생산</p> <p>SO3. 유관기관 협력강화를 통한 관측자료 수집 및 공동 활용 확대</p> <p>SO4. 국가 지진관측장비 검정센터의 제도 정립 및 인력·인프라 보강</p>
<b>ST 전략</b>	<p>ST1. 지진·지진해일·인공지진 등을 신속·정확하게 관측·분석하는 체계 개선</p> <p>ST2. 지진관측소 교체 및 이전을 통한 관측환경 개선 및 고품질 자료 생산</p> <p>ST3. 사용자 맞춤형 지진정보서비스를 통한 실시간 지진정보 제공</p>
<b>WO 전략</b>	<p>WO1. 차세대 국가 지진관측망 구축 전략을 통한 최적의 관측망 구축 및 운영</p> <p>WO2. 지진해일 선도관측망 설치 및 계기관측망 보강, 관련 고시 개정 통합모니터링체계 구축으로 정보서비스 개선</p> <p>WO3. 지진관측환경 및 자료수집체계, 자료품질관리 등의 기준 마련</p> <p>WO4. 유관기관과의 지진관측망 구축 및 공동 활용에 대한 방안 마련</p>
<b>WT 전략</b>	<p>WT1. 국가 지진·지진해일·화산활동 등 실시간 감시·분석체계 강화</p> <p>WT2. 국가 지진관측자료 통합 품질관리를 위한 자동 품질관리시스템 구축 및 운영</p> <p>WT3. 지진관측기관 간 관측망 구축 및 활용에 대한 협력과 합의 도출</p>

- 국가 지진관측망의 고해상도화
  - 지진, 지진해일, 공중음파 관측망 확충 및 조정, 관측환경 개선 등
- 전주기 지진관측자료 수집 및 활용
  - 실시간 자동 품질관리체계 구현, 유관기관 관측자료의 수집 및 활용 확대, 국가 통합 지진관측망 운영 관리시스템 구축
- 국가 지진관측 제도 정비 및 검정 시행
  - 국가 지진관측자료 통합관리제도 법령 및 규정 정비
  - 지진관측장비 정식 검정 시행 및 인프라 구축 등

## 2 추진 전략

### 비전

지진·지진해일·화산으로 인한 재해로부터 국민의 생명과 재산 보호

### 미션

신속·정확한 지진정보 서비스 실현을 위한 최적의 국가 지진·지진해일·화산활동 관측망 구축 및 운영

### 추진 전략

#### I. 국가 지진관측망 고해상도화

1. 목적별 국가 지진관측망의 확대
2. 국가 지진해일 관측체계 구축
3. 국가 화산활동 및 지구자기·공중음파 관측망 구축

#### II. 전주기 지진관측자료 통합관리체계 구축 및 품질 관리체계 완성

1. 지진관측자료의 품질관리체계 완성
2. 유관기관 관측자료의 수집 및 활용 확대
3. 국가 통합 지진관측망 운영관리시스템 구축

#### III. 국가 지진관측 제도 완비 및 검정 시행

1. 국가 지진관측망 통합관리제도 확립
2. 국가 지진관측장비 검정제도 시행 및 정착·확대

### 3 추진목표



#### 추진전략

#### 추진과제

#### 추진목표

#### I. 국가 지진관측망 고해상도화

- » 목적별 국가 지진관측망 확대
- » 국가 지진해일 관측체계 구축
- » 국가 화산활동 및 지구자기·공중음파 관측망 구축

- » 지역별 지진탐지시간 단축('24)
  - 일반감시지역: 5초('19) ⇒ 4초('24)
  - 집중감시지역: 3.6초('19) ⇒ 2초('24)
- » 지역별 지진관측망 해상도 개선
  - 일반감시지역: 18km('19) ⇒ 14.2km('24)
  - 집중감시지역: 12.8km('19) ⇒ 7.3km('24)
- » 지진해일 선도관측망 구축 및 계기 관측망 보강
  - 심해지진해일관측장비 3조 설치
  - 지진해일 계기관측망 1개소 확보
- » 공중음파관측 등 첨단화
  - 양구, 철원 지역 2개소 교체
  - 공중음파 분석자동화 체계 구현

#### II. 전주기 지진관측자료 통합관리체계 구축 및 품질 관리체계 완성

- » 지진관측자료의 품질관리체계 완성
- » 유관기관 관측자료의 수집 및 활용 확대
- » 국가 통합 지진관측망 운영관리시스템 구축

- » 실시간 품질분석 환경 및 환류 체계 구축('22)
  - 지진관측자료의 품질분석 지표 최적화 및 품질지표 실시간 분석
- » 유관기관 지진자료의 점진적 활용 확대('24)
  - 조기경보 및 계기진도 산출 활용률(%) : 19.06('19) ⇒ 35.5 이상('24)
- » 지진관측장비 전주기 관리시스템 구축
  - 관측장비 메타자료 및 장비 모니터링으로 통합 관제시스템 구성

#### III. 국가 지진관측 제도 완비 및 검정 시행

- » 국가 지진관측망 통합관리제도 확립
- » 국가 지진관측장비 검정제도 시행 및 정착·확대

- » 국가 지진관측망 관련 법·제도 등 정비
  - 지진관측법과 지진화산재해대책법 간의 유사규정 등 정비
  - 기상청 고시(지진·지진해일 관측장비) 개정
- » 지진관측장비 검정제도 시행 및 운영
  - 검정대행기관 지정 운영('20)
  - 검정대상기관 및 검정항목 확대('24)

## V . 전략별 추진과제

---

1. 국가 지진관측망 고해상도화
2. 전주기 지진관측자료 통합관리체계 구축  
및 품질관리체계 완성
3. 국가 지진관측 제도 완비 및 검정 시행

## 추진전략 1

## 국가 지진관측망 고해상도화

### 추진과제

- 목적별 국가 지진관측망 고해상도화
- 국가 지진해일 관측체계 구축
- 국가 화산활동 및 지구자기·공중음파 관측망 구축

### 과제 1 목적별 국가 지진관측망 구축 강화

- ◆ 국가 지진관측망의 확충·적기 교체·합리적 조정·환경 개선으로 국가 자원 활용성 제고 및 완전한 대국민 지진정보 서비스 실현
- ◆ 기상청-유관기관 간 통신망 개선 및 자료수집체계 개편으로 안정적인 지진관측자료 확보

### 《 고해상도 지진관측망 구축 방향 》

- ◆ 초기 대응시간 최대 확보를 위한 고해상도 지진관측망 구축
  - 전 국토 대상의 일반감시지역과 활성 단층대 등 집중감시지역의 지진조기경보 사각지대(Blind Zone) 최소화에 부합하는 관측망 구축
    - ‘일반감시지역은 현행 5초에서 4초 이내로, ‘집중감시지역은 현행 3.6초에서 2초 이내로 단축

: 총 270개소 확대(기상청 207, 유관기관 63 // 일반지역 171, 집중감시지역 99)

구분	관측망 해상도 개선	지진탐지시간* 단축	대상 지역**
일반감시지역	17.9km → 14.2km (289 → 460개소)	5.0초 → 4.0초	남한 전 지역
집중감시지역	12.8km → 7.3km (49 → 148개소)	3.6초 → 2.0초	활성 단층대, 국가 주요 시설 지역 등

\* 지진분석을 위해 최소 6개 관측소에서 탐지하는데 소요되는 시간

\*\* 도서 및 해역 제외

## □ 국가 지진관측망의 차등 구축

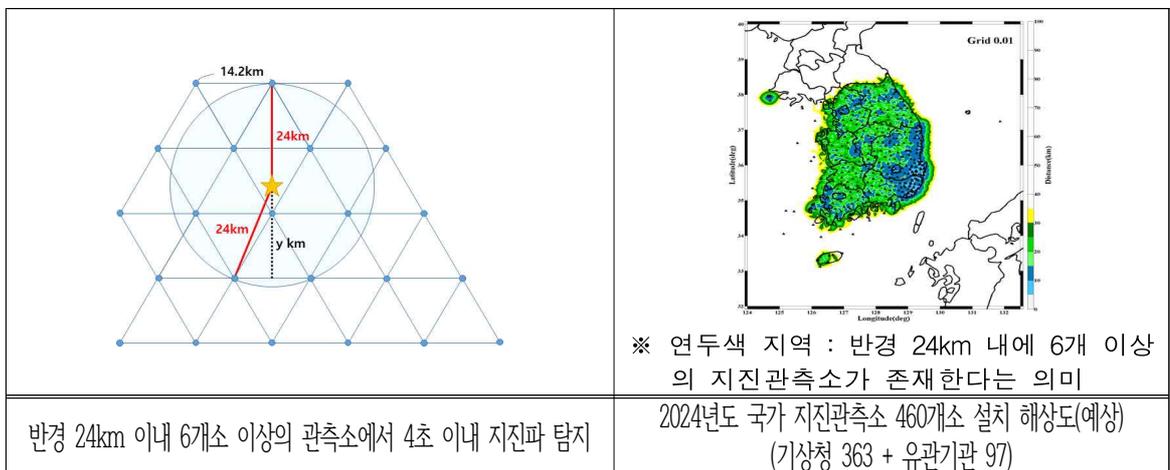
### ○ 일반감시지역

- 감시지역 정의 : 집중감시지역과 도서·해역을 제외한 남한 전 지역(남한면적의 약 92%<sup>4)</sup>)
- 지진탐지시간 : 5.0초 → 4.0초(1.0초 단축)
- 지진관측소 이격거리(해상도) : 17.9km → 14.2km (3.7km↓)
- 지진관측소 확충 및 활용 : 289개소 → 460개소(증 171개소 : 기상청 신설 120, 유관기관자료 활용 51)
- 관측장비 수준 : 기상청이 현재 운영 중인 장비 성능 수준(배경잡음 수준이 낮고 온도·압력변화에 덜 민감한 시추형 등) 이상의 관측장비 설치
- 연차별 지진관측소 구축계획('20~'24)

[단위: 개소]

구분	'20년도	'21년도	'22년도	'23년도	'24년도	비 고
지진탐지시간(초)	5.0	4.4	4.1	4.1	4.0	△1.0초(5.0 → 4.0)
관측해상도(km)	17.9	15.9	15.1	14.6	14.2	△3.7km(17.9 → 14.2)
기상청(신설)	-	27	38	30	25	120
유관기관(활용)	1	50				51
지진관측소 누계	289 → 290	367	405	435	460	171

### - 지진관측소 설치 기준 및 지진관측망 해상도('24)



4) 남한면적의 약 92% : 남한 총면적 100,377km<sup>2</sup> × 0.92, 약 92,347km<sup>2</sup>

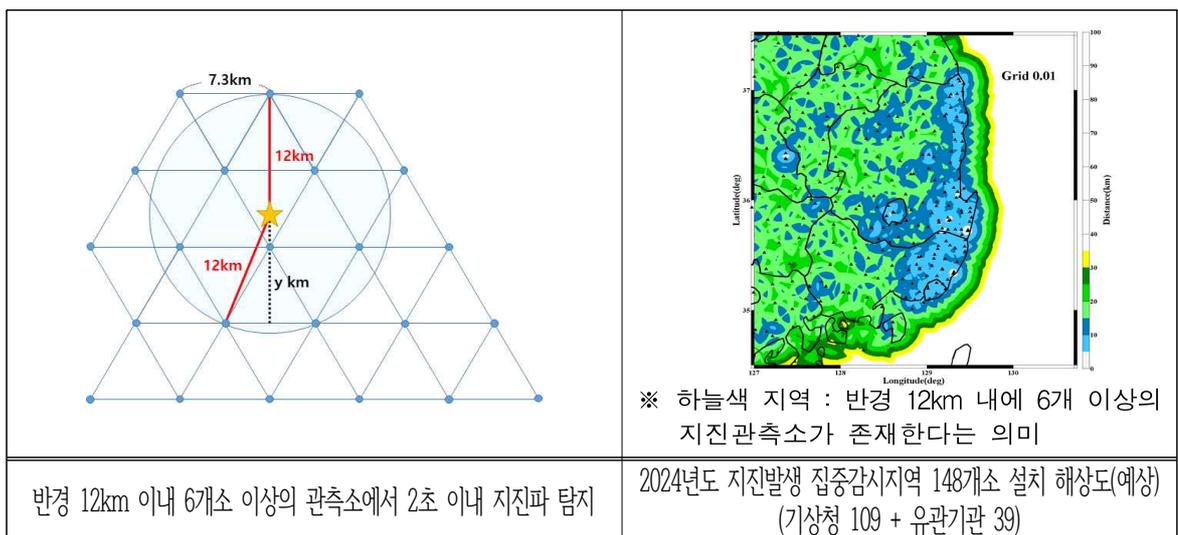
○ 집중감시지역

- 감시지역 정의 : 영남권 활성 단층 지역<sup>5)</sup> 및 국가 주요시설 지역 등 (남한면적의 약 8%)
- 지진탐지시간 : 3.6초 → 2.0초 (1.6초 단축)
- 지진관측소 이격거리(해상도) : 12.8km → 7.3km (5.4km ↓)
- 지진관측소 확충 : 49개소 → 148개소(증 99개소, 기상청 신설 87, 유관기관자료 활용 12)
- 관측장비 수준 : 지진조기경보 등에 활용이 가능한 소형·저가 (低價) 가속도지진관측장비(포스트홀형, 일체형(센서+기록계)) 설치
- 연차별 지진관측소 확충 계획('20~'24)

[단위: 개소]

구분	'20년도	'21년도	'22년도	'23년도	'24년도	비 고
지진탐지시간(초)	3.6 → 3.4	3.1	2.6	2.2	2.0	△1.6초(3.6 → 2.0)
관측해상도(km)	12.8 → 12.0	11.1	9.3	8.1	7.3	△5.5km(12.8 → 7.3)
기상청(신설)	-	3	26	30	28	87
유관기관(활용)	6	6	-	-	-	12
지진관측소 누계	49 → 55	64	90	120	148	99

- 지진관측소 설치 기준 및 지진관측망 해상도('24)



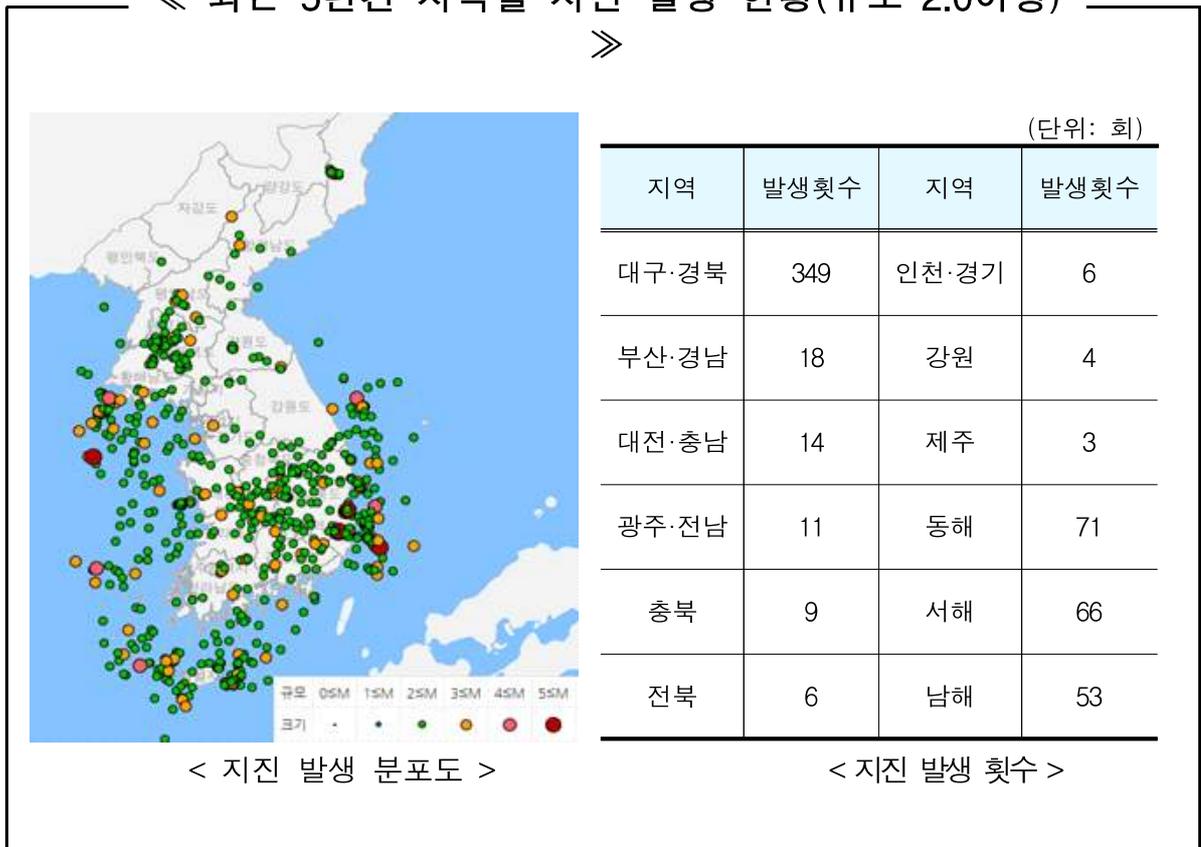
5) 활성 단층 지역 : 우리나라 주요 단층대 중 행정안전부 활성 단층 조사 1단계 대상지역인 영남권을 우선적으로 선정 후 단계별 확대 추진

- 편중된 집중감시지역은 지진관측소를 신규 설치 시 균형 있게 배열 병행('20~'24)

< 활성 단층대 주변 지역 및 국가 주요시설 지역 지진관측소 현황 및 신설 계획 >

구분	기상청 (개소) (21년말 기준)	원자력 안전기술원 (개소)	지질 자원연구원 (개소)	수력 원자력 (개소)	인구 (명)	면적 (km <sup>2</sup> )	현행		개선	
							관측소 (개소)	해상도 (km)	관측소 (개소)	해상도 (km)
부산·울산 · 양산시	7	1	4	4	490만	2,317	16	12.1	43(27 ↑)	7.3
대구·경주 · 포항시	8	2	9	3	320만	3,338	22	16.1	63(41 ↑)	7.3
영덕·울진군	5	1	0	1	8.6만	1,731	7	16.7	33(26 ↑)	7.3
영광군	2	1	0	1	5만	475	4	10.9	9(5 ↑)	7.3
계	22	5	13	9	823.6만	7861	49	14.0	148(99 ↑)	7.3

《 최근 5년간 지역별 지진 발생 현황(규모 2.0이상) 》



< 지진 발생 분포도 >

< 지진 발생 횟수 >

○ 연차별 지진탐지시간 단축 및 관측망 해상도 개선 계획 종합('20~'24)

구분		2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	비고
지진탐지시간 (초)	일반 감시	5.0	4.4	4.1	4.1	4.0	△ 1.0초(5.0 → 4.0)
	집중 감시	3.6 → 3.4	3.1	2.6	2.2	2.0	△ 1.6초(3.6 → 2.0)
관측해상도 (km)	일반 감시	17.9	15.9	15.1	14.6	14.2	△ 3.7km(17.9 → 14.2)
	집중 감시	12.8 → 12.0	11.1	9.3	8.1	7.3	△ 5.5km(12.8 → 7.3)
지진관측소 (개소)	일반 감시	289 → 290	367	405	435	460	증 171개소(289 → 460)
	집중 감시	49 → 55	64	90	120	148	증 99개소(49 → 148)
	전국	338 → 345	431	495	555	608	증 270개소(338 → 608)

※ 행정구역별 인구 수('20.3월 기준) 및 면적자료는 통계청 통계자료('19.7월 기준)임

□ 지진관측소 신설 및 교체 시 중요 고려 사항

- 배경잡음 최소화 및 고품질의 지진관측자료 생산·활용을 위해 시추형 지진관측소 비율을 현행 81.4%(216개소) → 90%(242개소) 수준으로 전환 설치('20~'24)
  - 시추형 전환 사유: 도시화, 산업화에 따른 배경잡음의 증가로 잡음수준이 낮고, 온도 변화 및 압력변동에 덜 민감하여 고품질의 관측자료 생산이 가능
  - 시추형 전환 대상: 22개소(지표형 광대역속도지진관측소 20개소 및 지표형 가속도지진관측소 2개소)
- 속도지진관측망 해상도 30km 이하 목표 달성을 위해 장비 교체 시 가속도지진관측소 일부를 광대역 속도지진관측소로 전환 설치('21~'24)
  - 해상도('21): 광대역 속도지진망 36.4km, 광대역+단주기 속도지진망 31.2km

□ **노후 지진관측장비 적시 교체**

○ 노후 지진관측장비 교체 및 교체 시 지진관측소 형태 전환 병행('20~'22)

- 노후 지진관측장비\* 33개소 적시 교체 고품질의 관측자료 생산

(단위: 개소)

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
교체 수량	10	7	16	0	0
도입 연도	2010~2011년	2011년	2012년	-	-

\* 조달청 고시에 의한 내용연수 9년이 경과한 장비

- 지진관측자료 품질 향상을 위해 장비 교체 시 시추형 관측소 형태로 전환('20~'21)

※ 지표형 광대역속도 관측소(6개소) ☞ 온정, 경산, 대관령, 서산, 완주, 춘천

※ 지표형 단주기속도 관측소(5개소) ☞ 공주, 안동, 원주, 포항, 흑산도

□ **현장 긴급대응용 이동식 지진관측장비 활용성 제고**

○ 지진조기탐지 관측망의 상대적 부족지역 및 해역지진 감시 강화를 위한 주요 지점에 우선 설치 운영('20)

- 해남 지진 다발지역 일대 4개소(화원, 문내, 마산, 삼호)에 설치('20)
- 내륙지역에 11조, 한반도 최남단 및 최동단에 2조 설치 및 운영

○ 지진관측소 설치·이전후보지 적합성 판별, 주요 지진 현장의 여진 정밀관측·분석을 통한 여진의 위치와 깊이 정확도 분석, 지진파 증폭 및 진도 증가의 원인인 지반의 부지 증폭 효과 분석에 활용('22)

□ **국가 지진관측망의 합리적 조정 및 환경 개선**

○ 지진관측기관 신규 도입 및 노후 장비 교체 시 지진·지진해일 및 화산 활동 관측기관협의회에서 정한 기준을 적용 합리적인 수준에서 설치 위치 조정('20~'24)

## 《 국가 지진관측망 조정 기준 》

- ◆ (기본원칙) 관측목적과 설치 위치에 따라 관측소 간 이격거리에 대한 중복성 검토
  - ① (반경 2km 내) (신규) 설치 불가, 기 운영 중인 이웃한 관측기관의 자유장 지진관측소 활용,  
(교체) 기존 중복된 관측소는 장비 교체 시기 도래 시에 중복성 회피 조치
  - ② (반경 2~10km 내) 제한적 신규 설치 허용, 기존 중복된 관측소의 장비 교체 시기 도래 시에는 기상청과 한국지질자원연구원이 중복을 회피할 수 있는 장소로 이전 설치(사유: 기상청과 한국지질자원(연) 외 타 관측기관의 시설물 설치 가속도계측기는 법적 장비로 이전 설치가 불가하기 때문임.)
- ◆ (중복성 검토 예외) ①~②항목이 해당 되지만 다음 항목의 사유가 있을 경우
  - ③ 수도권, 지진다발지역, 인구밀집지역, 주요 단층대, 국가 주요시설물 지역은 이격거리를 탄력적으로 운용 가능, 국가 안보 관련 지역에 특수목적용으로 설치
  - ④ 지진조기경보에 활용이 되지 않을 경우 중복성 검토에서 제외(관측기관에서 운영 중인 관측자료의 실시간 자료 전송 및 관측자료의 품질 등의 문제 고려)

### ○ 지진관측소 관측환경 개선

- 관측자료 품질분석 및 효율성·시급성\*을 고려한 연차적 개선('20~'24)
  - \* 미활용률 고저, 배경잡음 정도, 교체주기 도래, 원인 및 해결책 명확성, 예산 확보, 당해연도 정규 사업물량 등
- 연도별 지진관측환경 전수조사 및 품질분석 결과를 반영한 개선 대상지점 보완

#### < 연도별 관측환경 개선 관측소 >

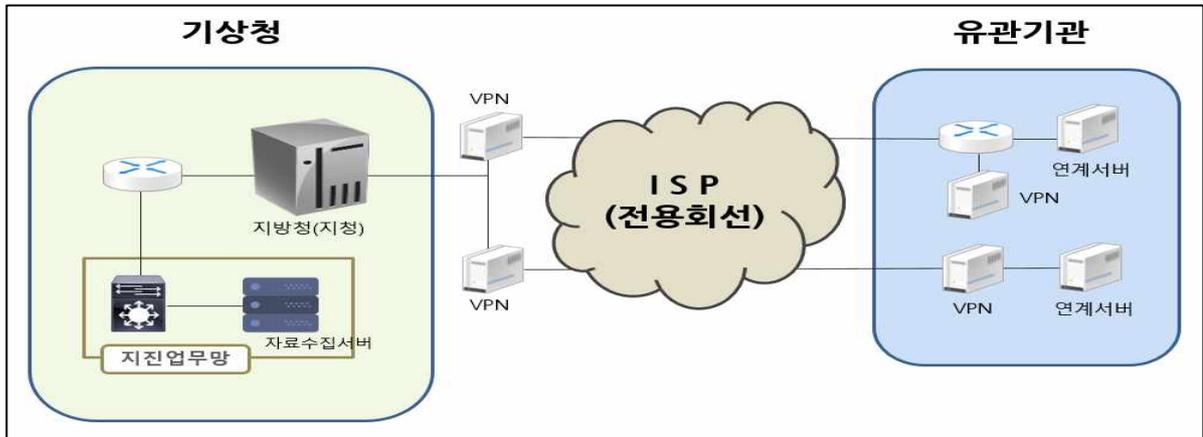
(단위: 개소)

구분		2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
① '19년 국정감사 제출 미활용률 40% 이상	이전	청주	통영 하동	남해 여수	장수		6
	개선	한림 청주	밀양 양평	거제	무녕도		6
② '19년 관측환경 전수조사 결과 반영	이전						
	개선	고창 문경 경주산내					3
③ '19년 자체 품질분석 결과 반영	이전		음성	면온	강화 군위 김포 장수	영주, 주촌 창녕, 창원 합천	11
	개선				연도	울릉도 태하	3
합계		6	5	4	7	7	29

## □ 지진관측기관 자료수집 통신망 개선

○ 국가 기상정보통신망을 이용한 지진관측자료 수집체계 개선('21)

- 기상청 지진관측소 ↔ 지방기상청(기상지청) 간 통신속도 상향
  - (현행) 56kbps · 64kbps(98개소) → (개선) 128kbps
- 접근성이 곤란한 도서 지역 등은 네트워크 이중화(유선, 무선)
- 효율적인 관측자료 수집 및 공동 활용을 위해 유관기관 · 기상청 간 지진관측자료 수집체계 개편
  - (현행) 인터넷 → (개선) 전용회선



< 유관기관 자료수집 통신망 구성도 >

## 과제 2

## 국가 지진해일 관측체계 구축

- ◆ 최적의 지진해일 관측망 확충·확보 및 통합지진해일감시 및 분석 시스템 구축으로 대국민 지진해일 피해경감 기반 조성

### □ 관측망 활용전략에 기초한 최적의 관측망 구축

#### ○ 지진해일 조기탐지 관측망 구축('22)

- (선도관측망 현황) 지진해일 발생 시 최초 관측 가능한 원해에 DART<sup>6)</sup> 부이(국립해양조사원) 및 울릉도 지진해일관측장비 활용
- (선도관측망 구축) 우리나라 동해상 및 일본 서해상에서 발생하는 지진해일 조기탐지를 위한 심해지진관측장비 3개소 신설('22~'23)

※ 관측정책과 설치 추진 중인 10m 대형부이를 활용 설치

#### < 선도 및 조기 관측망 구축 >

(현 행)	(확 충)
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 지진해일파고계 2개소(울릉도, 임원)</li> <li>■ 조위관측소 1개소(울릉도)</li> <li>■ DART 부이 1개소(해양조사원)</li> <li>■ 독도 레이더식파고계 1개소(울릉군)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 심해지진해일관측장비 3개소 신설('23) (동해중부 및 동해북부, 제주남부 해상)</li> <li>- 기상청 대형부이 정기계류 기간 활용</li> </ul>



< 심해지진해일관측장비 확충 후보지 >

6) Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis

- (해안-계기관측망) 시나리오DB의 특보발표 주요지점과 연계하여 특보구역별 계기관측소 1곳 이상 확보('22)

※ 강원중부해안 특보구역 : 주문진 연안방재시스템 수위계 운영

- (해안-보조관측망) 안전한 관측을 위해 지진해일관측지점 정비 및 유관기관 CCTV 활용 확대, 지진해일관측기준도 운영기준 확립

**< 보조관측망 운영기준 >**

(현 행)	(강 화)
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 목측과 CCTV 감시 연계 미흡               <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 공동관측지점 4개소</li> </ul> </li> <li>■ 동해안 5개소, 남해안 5개소, 서해안 7개소 운영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 목측+CCTV 공동활용체계 구축 및 CCTV 감시 확대, 신기술활용(드론 등)               <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 지자체 등 유관기관 협조 요청</li> </ul> </li> <li>■ 기상관서 광역화에 따른 목측관측지점 정비 및 관측자의 안전확보 후 관측</li> </ul>

- 국립해양조사원의 조위관측소 7개소 확충('20~'24)

구분	'20년도	'21년도	'22년도	'23년도	'24년도
설치위치	덕적도, 향화도	신안송공, 굴업도	서거차도	거제고현	비금도

**□ 지진해일 통합감시시스템 구축**

- 지진해일 관측망-분석결과가 융합된 통합감시시스템 구축('21~'24)

- (구축방향) 통합지진업무시스템 내 '관측망모니터링-관측감시-지진해일분석' 통합 구축
- (구성) 관측장비 수신현황, 관측자료, 지진해일분석 자동알람시스템

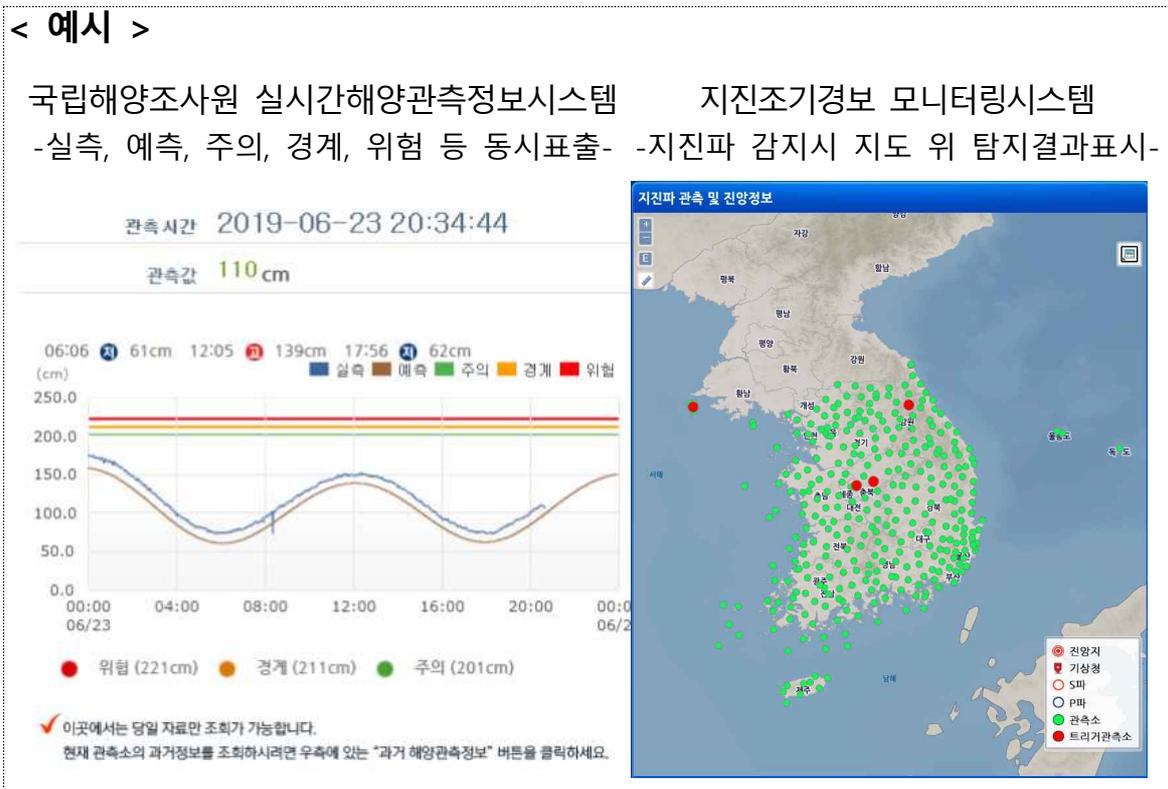
- 현업자들의 분석 편의를 위한 기능 강화('21~)

- (관측자료) 특보구역별 정렬, 시계열 구간 확대·축소, 문숫자 저장 등 편의기능 추가 및 단순 관측자료 표출 외 총수위, 기준선 등 보조적 자료 추가표출

- (지진해일분석 자동알람시스템) GIS 기반으로 관측지점 위 지진해일 식별시스템 결과 표시 및 지진해일 관측시 강제알람 등을 통한 자동알람기능 추가, 지진해일 예측알고리즘 결과 동시 표출

○ 지진화산상황판 지진해일 모니터링 표출 개선('21~)

- 위기상황별 모니터링 구성 및 화면전환, 상황실 내 지진해일 상시 모니터링시스템 구축



○ 기상청 고시 “지진해일 관측장비 성능규격” 개정('20)

- 2016년 개정 이후 발전된 다양한 최첨단 관측기술과 방식 반영

### 과제 3

### 국가 화산활동 및 지구자기·공중음파 관측망 구축

- ◆ 위성기반 감시 및 화산활동 정기평가로 화산재 피해 경감
- ◆ 인공지진 탐지망 개선 및 분석자동화 체계 구현으로 국가 안보 대응역량 강화
- ◆ 노후 지구자기관측장비 교체, 절대관측 자동화, 지구물리 관측자료의 공동활용체계 구축으로 지진전조현상 등 연구 기반 구축

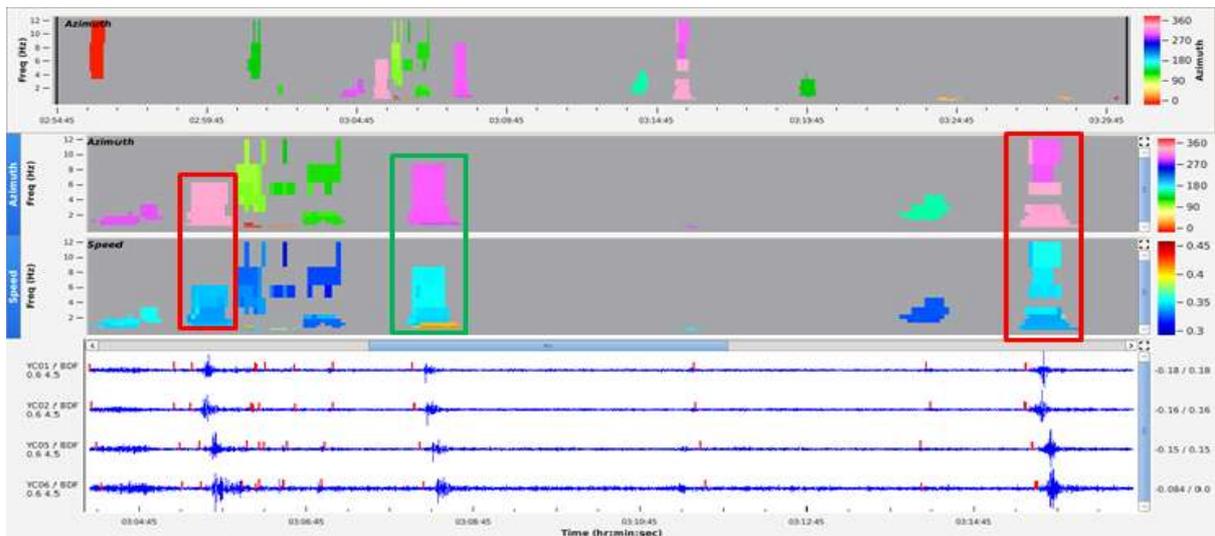
#### □ 타 분야 협업을 통한 화산활동 진단 및 화산재 확산 감시 체계 구축

- 백두산의 화산활동 수준에 대한 정기적인 종합해석('20~)
  - 위성영상을 이용한 화산활동 추이 분석 정기산출 기술 개선
    - ※ (Landsat) 온도·면적·수위 변화, (Sentinel-1) 지표의 변위 변화
    - 추이분석 정확도 개선 및 정밀 위성영상 추가 활용 기술 개발
  - 백두산 현지 관측자료를 이용한 화산활동 수준 해석 기술개발
    - 화산특화연구센터의 연간 추이 비교 및 화산활동 위험성 진단 연구
    - ※ 광파거리, 온천수 및 화산가스의 성분
- 화산재 확산 감시를 위한 위성영상(천리안 2A호) 화산재 탐지 기술 개선('20~)
  - 국가기상위성센터의 화산재 확산 방향과 농도의 탐지 성능에 대한 정확도 개선 기술 개발
    - ※ RGB 영상(화산재, SO<sub>2</sub>), 화산재 고도 및 양

#### □ 공중음파관측장비 첨단화 및 분석자동화체계 구현

- (노후 장비 교체 및 관측환경 개선) 노후 공중음파관측장비\* 적시 교체 시 최첨단 장비 설치 및 관측환경 개선 병행('20, '22)
  - \* 조달청 고시에 의한 내용연수 9년이 경과한 장비

- (노후 장비 교체) 양구 공중음파관측소('20), 철원 공중음파관측소('22)
- (최첨단 장비 설치) 유엔 포괄적핵실험금지조약기구(Comprehensive Nuclear-Test -Ban Treaty Organization, CTBTO)의 국제핵실험관측망(International Monitoring Systems) 설계 기준에 따른 최첨단 장비설치
- (분석자동화체계 구현) 관측파형 분석을 통한 인공지진 감지 및 판단, 특성분석 알고리즘 개발 등의 자동분석서비스 시스템 구축 운영('22~'24)



< 인공지진 탐지 및 PMCC<sup>7)</sup> 분석 >

## □ 지구자기관측장비 교체 및 안정적인 자료 교환

- 청양 지구자기관측소의 자동 절대측정장비 도입 운영('21)
  - 지자기 보정값(절대값)을 자동으로 측정하는 장비 설치
  - ※ (현재) 주 1회 수동 관측 → (개선) 매일 자동관측 및 온라인 전송
- 국제 표준의 국가 지구자기 관측자료 생산 및 공유('20~)
  - 지구자기 관측장비를 이용한 한반도 지구자기 상시 관측(매일) 및 인터마그네트 전송을 통한 공유

7) Progressive Multi-Channel Correlation

※ (플렉스게이트) 3축 자기, (플로톤) 총 지구자기

- 주 1회의 절대관측을 통한 지구자기 자료 보정 실시
- 연간 최종 지구자기 보정자료(Definitive data) 산출 및 인터마그네트(INTERMAGNET) 자료 공유

## □ 지구물리 관측자료의 공유 및 공동활용 추진

- 지구물리 관측자료의 효율적 활용을 위한 관계기관 협력 강화('20~ )
  - 지구물리 관련 관측소의 운영 실태 조사를 통한 발전 방안 모색
  - 지구물리 관측자료의 상호 공유 및 공동활용을 위한 관계기관 협력 방안 마련
- 지구물리 관측자료의 실시간 공유를 위한 기술개발 추진('21~ )
  - 한반도의 지각변동 수준 분석과 지진 전조현상 관측에 필요한 지구물리 관측자료 분류
  - 지구물리 관측자료의 상호 공유를 위한 표준 형식 설정 및 송수신 플랫폼 기술개발

## 추진전략 2

# 전주기 지진관측자료 통합관리체계 구축 및 품질관리체계 완비

## 추진과제

- 지진관측자료의 품질관리체계 구축
- 유관기관 관측자료의 수집 및 활용 확대
- 국가 통합 지진관측망 운영관리시스템 구축

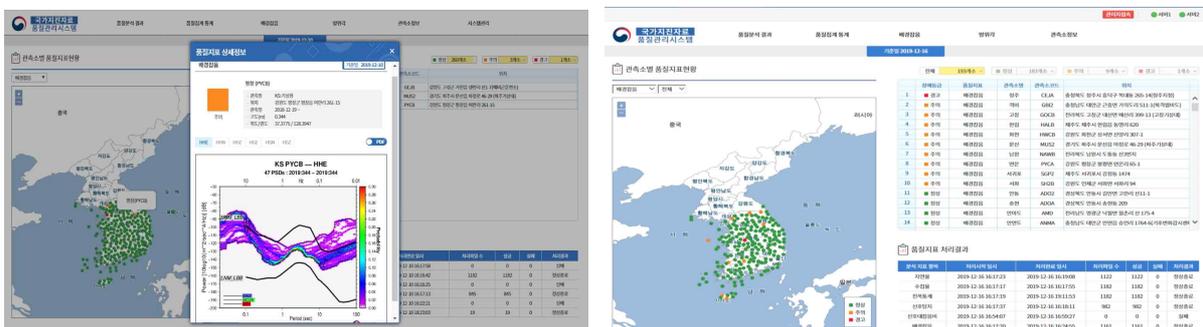
### 과제 1 지진관측자료의 품질관리체계 구축

- ◆ 국가 지진관측자료 실시간 품질분석 환경 및 환류 체계 구축으로 고품질의 자료 확보를 통한 신뢰성 있는 지진정보 서비스 실현
- ◆ 가속도계측자료 및 센서 기반 등 관측자료의 공동활용 기반 조성

### 지진관측자료 품질분석 개선(준 실시간 → 실시간) 및 환류 체계 구축

- 기상청 및 유관기관의 지진관측자료 실시간 품질분석 체계 구축('20)
  - 자료 연속성 및 안정성 평가를 위한 품질지표 실시간 분석
  - 이상신호 및 관측환경 변화에 대한 주기적 모니터링 환경 구축
  - 지속적인 국내 지진관측자료 품질 검증을 통한 신뢰도 향상 및 체계적 자료관리 기능 수행

※ (현재) 준 실시간 지진 자료 분석 → (개선) 실시간 지진자료 품질 분석 및 감시



< 지진관측자료 품질관리시스템 화면 예시 >

- 품질분석 지표 최적화, 평가기준 및 지진자료 등급 마련('21)
  - 실시간 품질분석 지표 개선 및 분석환경 최적화
    - ※ 품질분석 대상 관측소 증가에 따른 하드웨어/소프트웨어 성능의 지속적 향상 추진
  - 품질분석 지표별 세부 평가기준 및 지진자료 등급화 체계 마련
    - ※ 품질분석 지표별 기준값 및 지진자료, 관측소 등급화에 대한 전문가의 자문, 연구용역 수행 등을 통해 기술개발 후 추진
- 품질분석 결과 환류를 통한 품질관리 강화('22~)
  - 기상청 차년도 관측망 개선계획에 관측환경 분석 결과 반영
    - ※ 전년도 연간 품질분석(1분기 수행) 결과를 참고하여 관측환경 개선에 반영
  - 유관기관 지진자료 품질분석 환류로 품질개선 협력 강화
    - ※ 유관기관 품질분석 감시환경 제공 및 장비장애에 따른 메타정보 공유 환경 구축

□ **가속도계측자료<sup>8)</sup> 및 센서 기반 등 관측자료의 공동활용 추진**

- 행정안전부 가속도 계측자료 및 센서 기반 품질분석 방안 마련('21~)
  - 계측자료 및 센서 기반 관측자료 공유 및 관측환경 특성 분류
    - ※ 가속도 계측기, 가속도지진센서의 장비품질 및 설치환경에 대한 자료 공유 협의
  - 지진 외 관측자료에 대한 품질분석 지표 선정 및 관리방안 모색
    - ※ (현재) miniseed 포맷의 연속된 지진자료 → (개선) 다양한 포맷·샘플률의 관측자료
- 지진조기경보, 진도생산, 수동 지진분석 등 관측자료 활용 확대 추진('22~)
  - 분석시스템별 적용 가능한 관측자료 표준화 제시 및 검토 추진
  - 관측망 공백 최소화를 위한 연차별 관측자료 공동활용 연구개발

8) 지진화산재해대책법 제6조(주요 시설물의 지진가속도 계측 등)에 의거 설치한 지진계에서 관측된 자료를 말함

## 과제 2

## 지진관측자료 수집 및 활용 확대

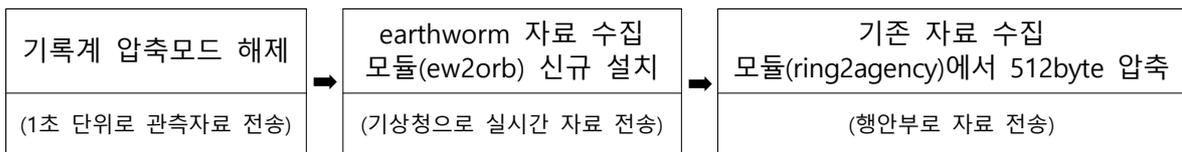
- ◆ 유관기관 관측자료 실시간 수집체계 기술 지원 및 자료 저장·관리 일원화, NECIS 제공 정보 확대로 국가 자원의 지진재해 활용률 극대화
- ◆ 지진자료 제공 방식 다양화 및 자료 활용 강화

### □ 유관기관 관측자료 수집체계 개선 및 자료 저장·관리 일원화

- 유관기관 지진관측자료 수집 방법 개선을 통해 관측자료 수집 지연율 최소화('20~'23)
  - 수집 지연율 최소화를 위한 유관기관 관측자료 수집 방안 마련 및 프로토타입 구성·운영\*

#### < 유관기관 관측자료 수집 방안 >

- ◆ 512byte 충족 후 전송하는 방식과 관측 즉시 자료를 전송하는 방식이 공존하는 기술적 개선 방안 제시



- \* 관측 기록계부터 자료수집 체계까지 포함하는 프로토타입 구축 후 시험 운영을 통해 관측자료 수집 소요시간 및 시스템 부하율 비교
- 프로토타입 시험운영 결과를 기반으로 '지진·지진해일 및 화산 활동 관측기관협의회'를 통해 유관기관 지진관측자료 수집 체계 개선 유도
- 연구용 및 비 현업 지진 관련 자료 통합 수집을 통해 지진관측자료 저장·관리 일원화 및 공동 활용기반 마련('20~)
  - 각 부서 필요에 따라 수집되는 자료(ESA\* 지표온도 및 변위, 청양 지구자기 관측자료, 위성위치측정자료 등)를 현업 수집 시스템을 통해 통합 수집·관리

\* ESA : European Space Agency, 유럽우주기구

## □ NECIS<sup>9)</sup> 제공 정보 확대를 통한 자료 공동활용 강화

- 7개 지진관측기관의 관측자료 공개를 통한 지진관측기관 간 자료 활용 극대화('20~'24)
  - 한국원자력안전기술원, 한국수자원공사 등 지진관측기관 협의를 통해 국가지진종합정보시스템(NECIS)을 활용한 자료 제공 기반 구축
  - 지진관측기관 자료 수집현황 실시간 감시 기능 운영을 통해 해당기관 직원이 수집상태를 감시하고 대응 가능한 기반 제공
- 실시간 지진, 지진해일 및 화산 관련 정보의 주기적 표출을 통해 지진전문가 관심 정보 공개 확대('20~'24)
  - (지진) 지점별 지진 파형 실시간 표출
  - (지진해일) 해일파고계(울릉도, 임원) 관측자료 시계열 실시간 표출
  - (화산) 백두산 지표온도 및 지표변위 분석 정보 표출
- 지진 파형자료 처리 프로그램 코드 제공을 통해 지진관측자료 이해 및 활용력 제고('20)
  - ※ 지진파형자료를 처리하는 Python 프로그램을 작성하여 기상청 지진파형자료, Python 코드, 처리 결과 및 설명을 한 세트로 구성하여 NECIS의 메뉴로 등재

## □ 지진자료 제공 방식 다양화 및 자료 활용 강화

- Open-API 자료제공체계 구축으로 더 빠른 지진자료 제공을 통해 지진전문가 자료 활용 지원('20)
  - ※ 사람의 개입 없이 정해진 프로그램만으로 지진관측자료를 수신·처리·활용할 수 있는 기반 조성
- 지진 파형자료 처리 프로그램 코드 제공을 통해 지진관측자료 이해 및 활용력 제고('20)
  - ※ 지진파형자료를 처리하는 Python 프로그램을 작성하여 기상청 지진파형자료, Python 코드, 처리 결과 및 설명을 한 세트로 구성하여 NECIS의 메뉴로 등재

9) 국가지진종합정보시스템(National Earthquake Comprehensive Information System)

### 과제 3

### 국가 지진관측망 운영관리시스템 구축

- ◆ 지진 관측장비 등의 도입부터 폐기까지의 전주기 관리시스템 구축
- ◆ 지진 관측분야별 활용 시스템에 대한 종합관제시스템 운영

#### □ 지진관측장비의 도입부터 폐기까지의 전주기 관리시스템 구축

- 관측장비 운영에 대한 통합 컨트롤타워 역할 및 중앙관제기능 구축으로 장비 운용상태 등 실시간 모니터링 운영 관리기능 강화(‘21)
  - 관측장비/센서, 예비품, 유지보수관리, 검정 현황 등을 통합관리 하고, 장비 장애와 관측자료 품질의 연계분석 지원
  - 유관기관 확대가능 방안 등을 검토
  - 추가 도입되는 장비에 대한 기능 확대 및 사용자 편의성을 반영한 지속적인 개선

항 목	현행(AS-IS)	개선(TO-BE)
모니터링	· 기존 단순한 모니터링 체계 · 수신 여부로 장애판단 수준	· 장비별 통합모니터링 · 상황별 알람 기능으로 신속한 장애 판단
품질관리	· 비실시간 품질관리 · 센서별 원인별 품질관리 미흡	· 자료별 실시간 품질관리 분석으로 장애 판별 연계 · 센서별 원인별 신속한 품질관리시스템 연동 · 지진관측소 전수조사 및 결과 반영 관측환경 개선 도출
통계처리	· 장비별 장애 건수 파악 미흡(수작업) · 원인별 조치 내역 수작업 입력	· 장비별 통계 분석 기능 다양화 · 현장에서 즉시 조치 내용에 대한 관리기능 강화
이력관리	· 장비별 도입관리 파악 불가 · 예비품 관리 수동 작업 · 장비 검정 정보 관리 없음	· 도입부터 폐기까지 이력 등록 · 장비 교체 시 메타정보 지진관측소 설정 정보 반영 · 장비별 검정 유효기간 알림 서비스 가능
복구체계	· 장애 분류 미흡 · 준 실시간으로 복구 진행 상황 전달 (휴일 연휴 야간 장애대응 미흡)	· 관측부터 수집까지 전 단계 상세 장애 분류 · 현업체계 실시간으로 복구 진행 상황 파악

## □ 지진 관측분야별 활용 시스템에 대한 종합관제시스템 운영

- 지진관측장비 및 각 관측분야별 활용 시스템에 통합모니터링과 안정적인 운영을 위한 통합 관제시스템 운영('23~, 2단계)
  - '기상관측종합관리시스템'과 연계 고려(정보통신기술과 협조)

- ▶ (1단계) 지진 관련 인력(4명): 교대근무 4인(1인 4교대)으로 추가 구성
- ▶ (2단계) 지진 관련 유관기관 장비관리 및 모니터링 기능 확대 시 인력(9명)추가 필요: 상일근 1인, 교대근무 8인(2인 4교대)으로 구성

- 지진관측장비 및 정보시스템 등의 유지관리와의 연계 추진('23~)
  - 현장 전문기술인력 투입 인력 확보 및 예방정비 강화:
    - 4개조(조별 2인 이상) → 6개조 이상(조별 2인 이상, 필수 전문인력\* 포함)
    - \* 팀당 중급기술자 이상 또는 경력 3년 이상 숙련기술자 1인 이상 포함을 명시
  - 권역별 지진관측 유지관리팀 운영을 통한 지진관측장비 장애발생 시 장애복구시간 단축 운영
  - 지진·지진해일 관측장비, 공중음파 관측장비 예비품 확보 확대
  - 지진관측장비 검정인력 관리 기능 강화
  - 지진 정보시스템 현업유지관리인력이 함께 근무하여 신속한 대응체계 강화

추진과제

- 국가 지진관측망 통합관리제도 확립
- 국가 지진관측장비 정식 검정 시행 및 정착·확장

과제 1 국가 지진관측망 통합관리제도 확립

- ◆ 범정부 지진관측자료 통합·관리 제도 정비
- ◆ 유관기관 협업을 통한 협력강화

범정부 지진관측자료 통합관리 제도 완비

- 지진관측자료 고품질 자료생산 및 법령 간 유사조항 정비(21~)
  - 지진관측자료 품질관리, 자료수집 및 활용, 관측망 구축 시 협의·조정, 관측환경 기준, 성능규격, 지진관측경보위원회 구성 운영 등
    - 품질관리 기준 마련, 관측기관 품질관리계획 수립 및 시행 여부 근거
    - 관측기관 관측자료 수집 및 활용 근거, 성능규격 조정, 자료 송수신 방식 규정
    - 관측망 구축 시 사전 협의·조정, 목적별 관측환경 기준 적용
    - 관측망 구축부터 자료 전달까지 정책 심의·조정할 수 있는 위원회 운영
  - 행정안전부 등과 정책협의회를 통해 「지진관측법」과 「지진화산재해 대책법」 간 유사규정 등 정비
    - 양 법률의 관측 관련 기본계획 또는 종합계획 수립, 관측환경, 관측장비 성능 규격, 관측결과 통보에 대한 의무사항 등

- 지진·지진해일 관측장비 기상청 고시 제·개정('20~)
  - “지진해일 관측장비의 성능·규격” 개정('20)
  - “지진 관측장비의 성능·규격” 개정('21)
  - 지진관측장비 운영환경을 반영한 “지진관측환경 기준” 제정 검토

## □ 유관기관 협업을 통한 협력 강화

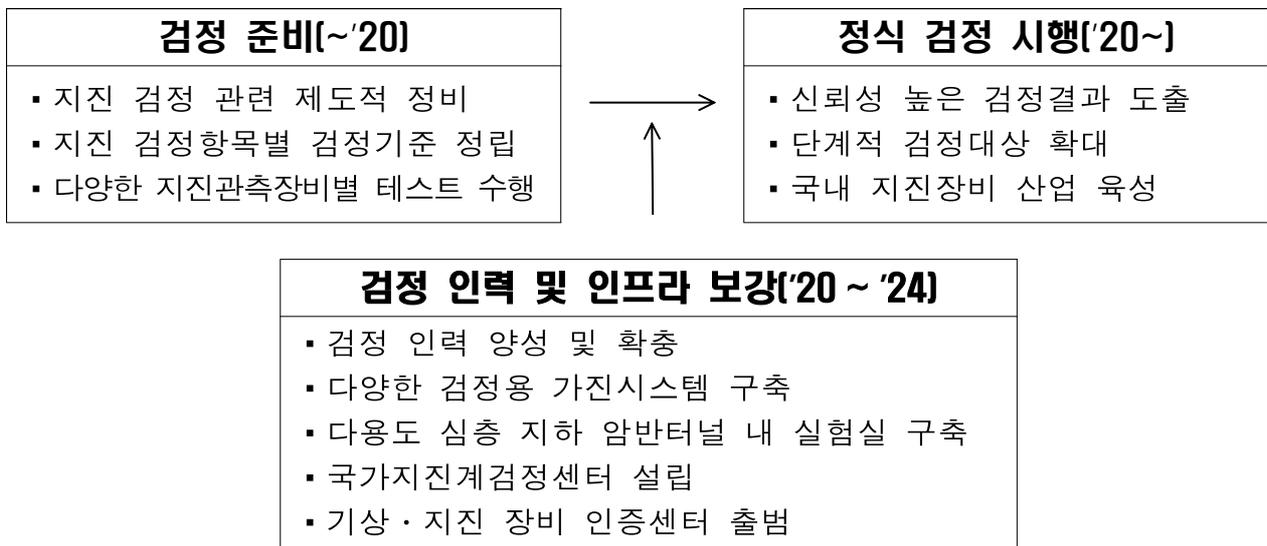
- (행정안전부) 지진 재난대응 총괄부처인 행정안전부와 정기적인 정책협의회 실시를 통한 정책 실행력 강화('20~)
  - 지진가속도계측기 원시자료 공유 및 검정체계 적용을 포함한 양 기관 법령 중복조항 정비 협력
  - 지진해일 관측·통보 및 대응체계 강화를 위한 협력
- (원자력안전위원회) 원자력 시설의 지진 안전성 확보 등을 위한 정기적인 실무협의회 개최('20~)
  - 원전시설 주변 감시체계 강화 및 미소지진계 관측자료 활용 확대를 위한 협력
  - 단층연구 기술교류 및 지진관측장비 검정제도 적용을 위한 협력
- (한국지질자원연구원) 지진 관련 국가 정책 방향 및 연구개발에 대한 현황 교류('20~)
  - (기상청) 국가 정책 방향(대국민 서비스, 연구개발 등)에 대한 공유
  - (한국지질자원연구원) 지진기술수준 및 연구개발 현황 및 계획 공유
- (지진·지진해일 및 화산활동 관측기관협의회) 지진관측망 확충 및 운영을 위한 지진관측기관 협력 강화('20~)
  - 지진관측망 연간 구축 계획 제출 및 협의·조정
  - 지진관측자료 수집 강화 및 품질관리 결과 환류, 개선 권고

## 과제 2

## 국가 지진관측장비 정식 검정 시행 및 정착확장

- ◆ 지진관측장비 정식 검정제도 시행으로 고품질의 지진관측자료 생산 기반 확립
- ◆ 단계적 전 기관 지진관측장비 현장검정 실시 확대 및 지진 관측장비 검정 인프라 보강(기상·지진 장비 인증센터 출범)

### □ 지진 관측장비 검정체계 확립을 통한 정식 검정제도 시행



### ○ 지진관측법 개정('19.11)에 따른 하위법령 및 각종 규칙 재정립('20)

- (시행령) 검정 대상 및 유효기간, 지진관측 장비 검정대행기관 지정요건
  - ※ 대상장비(유효기간 : 5년) : 가속도지진센서, 속도지진센서, 지진기록계
  - ※ 검정면제 조건 : 국가측정표준대표기관\*, 국가교정업무 전담기관\*\* 및 외국 공인된 검정기관 등에서 적합판정을 받은 날부터 유효기간 내
    - 「국가표준기본법」 \* 제13조, \*\* 제23조
- (시행규칙) 지진관측 장비 검정절차, 관측 장비 검정기준 및 수수료, 지진관측 장비 검정대행기관 지정절차, 검정 설비 요건, 행정처분 기준 등
  - ※ 관측 장비의 검정 신청부터 증명서 교부하는 절차, 검사방법 및 공차와 검정수수료는 고시로 위임, 검정기준 및 수수료 위반 시 행정처분 등

- 지진관측장비 검정절차와 검정기준 마련("20~)
  - 관련 전문가와 제조업체의 의견을 수렴 공청회를 통한 공정한 지진관측 장비 검정기준 정립 검정방법과 공차를 정립
  - 합리적이고 적절한 검정수수료 산정을 통한 지진 관련 산업계의 검정에 대한 부담감 최소화
- 효율적인 지진관측장비 검정을 위한 우수한 검정대행기관의 지정("20~) 및 안정적인 관리방안을 모색("21~)
  - 검정대행기관의 안정적 검정수행을 위한 “검정대행기관 지정 및 관리 규정”, “지진관측장비 검정규정” 제정·시행
  - 지진관측장비 검정대행기관의 지정요건에 따른 우수한 검정대행기관 지정 및 공고
  - 연간 검정 계획 수립, 연차별 지진관측장비 검정 수량 산출 및 검정설비 최신화, 유관기관 검정 수행 안내 등 검정 수행 활성화

□ **지진관측장비 검정 관련 연구개발 및 인프라 구축 강화**

- 다양한 실무경험과 노하우를 바탕으로한 지진관측장비 검정인력 양성("20~)
    - 검정 수요 증가 대비 검정인력 보장 : 4인("19) → 16인("21) → 28인("24)
    - 전문기관을 통한 교육 이수 및 자격취득
      - KS Q ISO/IEC 17020(검사기관)/17025(시험기관) 교육이수 및 자격 취득
      - 기술기준 품질관리 분야의 “측정기술인력의 기본요건으로 분야별” 정밀측정기술교육 이수
    - 국외 지진관측장비 검정기관의 연수로 검정기술 전수
      - 독일지구과학연구센터(GFZ German Research Centre for Geosciences) 등
  - 지진관측장비의 종류와 형태에 따른 다양한 검정용 가진시스템 구축("21~24)
    - 단계적인 검정 확대 추진에 따른 검정 수요 증가 고려
    - 지진관측장비별 정밀을 요하는 검정 제반설비 구축 강화
- ※ 정밀하고 다양한 측정범위의 가진시스템 구축



○ 국가지진계검정센터 운영 및 심층지하 암반터널 실험실\* 구축(20~24)

\* 기온·습도·기압 등이 일정한 자연환경에서의 지진계 자체의 안정성과 낮고 균일한 배경잡음 지역에서 지진계의 자체잡음, 동적범위 등을 확인하기 위함

- 지진관측장비의 신제품 개발과 다양한 장비 성능을 테스트하기 위한 배경잡음이 최소화된 지하 암반터널 확보(산업계 공유)
- 검정 요소 : 3개 항목(감도, 선형성, 주파수응답) → 5개 항목(배경잡음, 동적범위 추가) 확대 검토

⇒ 기초과학연구원의 강원도 정선지역 소재, SM한덕철광(주)의 “심층지하 실험실”로 구축 중인 부지 일부 활용

[사전테스트 결과]

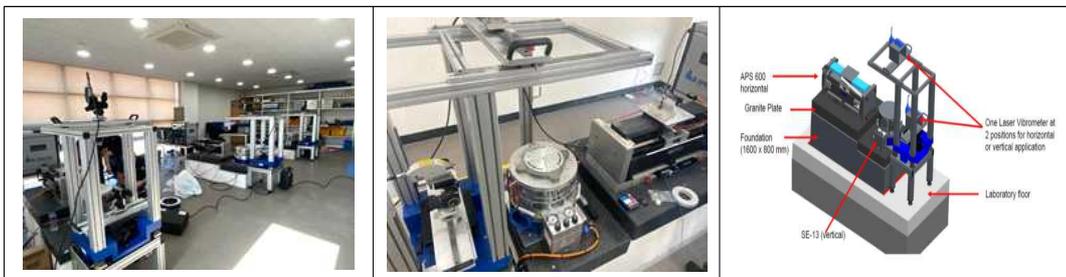
- ① 우수한 배경잡음(동적범위 136.9dB) 수준을 보여주며, 안정적인 관측 가능 추정
- ② 확률밀도함수 방법으로 분석 결과 속도 및 가속도지진센서의 배경잡음수준이 10초(0.1Hz)에서 약 -130dB ~ -185dB 이내로 분포하여 검정 등 다목적으로 활용 가능

[실험실 구축 공간]

경량철골복층구조(5m×5m×12m, 1층 실험공간, 2층 사무공간)로 설계

※ 지진관측장비 설치용 콘크리트기초 및 정반 2개 설치, 향온·향습·방진·방진동·방음 시설 등

- 레이저를 이용한 검정방법 구현 및 다양한 정밀측정이 가능한 국가지진계검정센터 운영(20.6~)



< 정밀 레이저를 활용한 지진관측장비 검정용 가진시스템 >

○ 지진관측장비 검정업무의 효율적 수행을 위해 첨단 검정설비 구축(21~)

- 다양한 주파수 범위의 가진시스템 구축, 3축 가진시스템 추가 등

## Ⅵ. 연차별 주요 일정표

---

## □ 연차별 주요 일정표

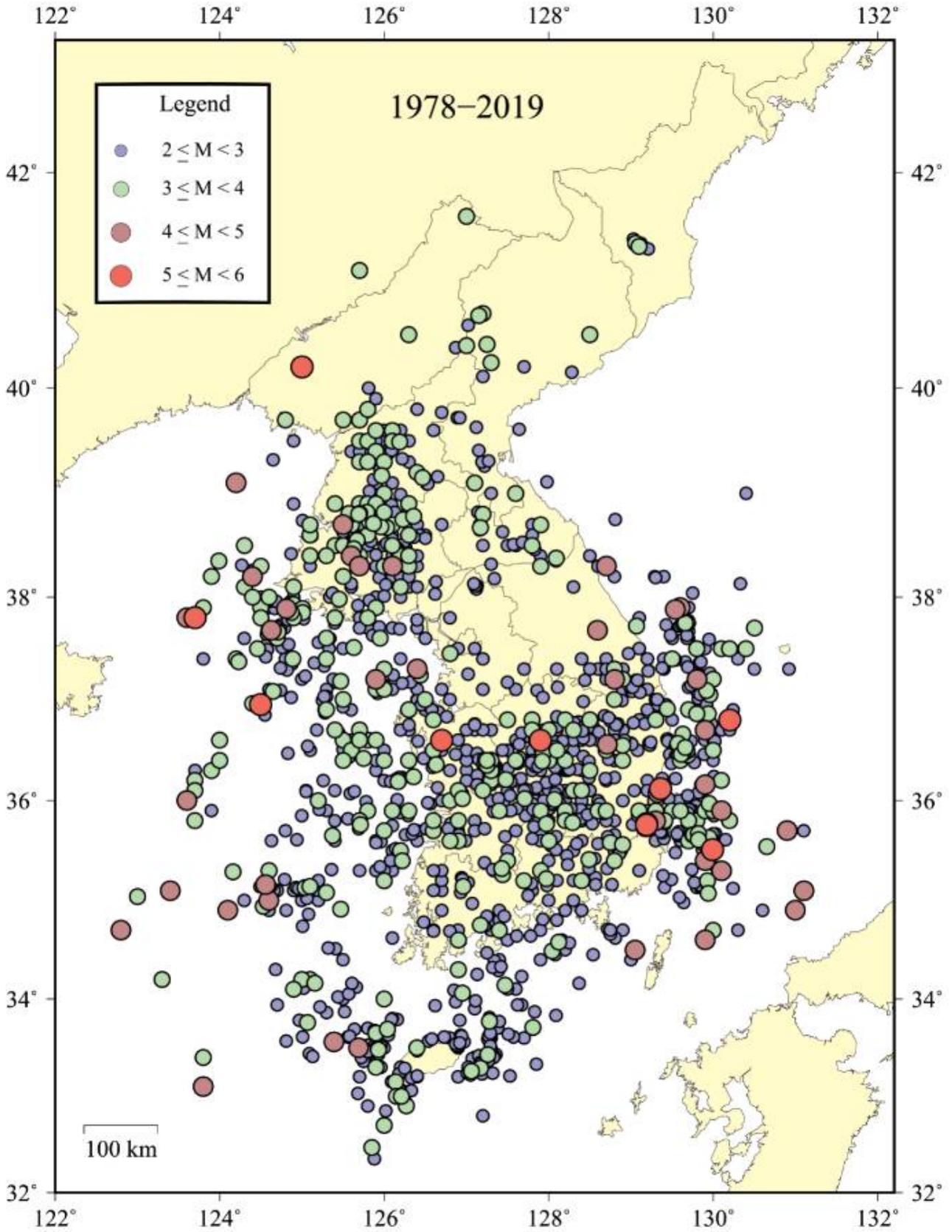
(단위: 개소)

추진전략		추진일정					
중점 과제	세부 과제	'20	'21	'22	'23	'24	
		<b>[전략 I] 국가 지진관측망 고해상도화</b>					
<b>1. 국가 지진관측망의 효율적 구축 및 운영</b>							
	1-1. 국가 지진관측망 확대		30	64	60	53	신설관측소
	1-2. 국가 지진관측망 교체	10	7	16			교체관측소
	1-3. 국가 지진관측소 환경 개선	6	4	4	7	7	
	1-4. 지진관측기관 자료수집 통신망 개선						
<b>2. 국가 지진해일 관측체계 구축 및 운영</b>							
	2-1. 지진해일 조기탐지 관측망 구축				3		삼해지진해일관측소
	2-2. 지진해일 관측망 교체			1			주문진
	2-3. 지진해일통합감시시스템 구축 및 운영						
<b>3. 국가 화산활동 및 지구자기·공중음파 관측망 구축 및 운영</b>							
	3-1. 화산활동 진단 및 화산재 확산 감시 체계 구축						
	3-2. 공중음파관측장비 첨단화 교체	1		1			양구, 철원
	3-3. 공중음파 자동분석시스템 구축 및 운영						
	3-4. 지구자기 절대값 측정자동화 및 안정적인 자료 교환		1				청양
	3-5. 지구물리 관측자료의 공유 및 공동활용 기반 조성						
<b>[전략 II] 전주기 지진관측자료 통합관리체계 및 품질관리체계 완비</b>							
<b>1. 지진관측자료의 품질관리체계 구축 및 운영</b>							
	1-1. 국가 지진관측자료 실시간 품질분석 환경 및 환류 체계 구축						
	1-2. 가속도 계측자료 및 센서 기반 등 관측자료의 공동 활용 추진						
<b>2. 유관기관 관측자료의 수집 및 활용 확대</b>							
	2-1. 유관기관 관측자료 수집체계 개선 및 자료 저장·관리 일원화						
	2-2. NECIS 제공 정보 확대를 통한 자료 공동활용 강화						
	2-3. 지진자료 제공 방식 다양화 및 자료 활용 강화						
<b>3. 국가 지진관측망 운영관리시스템 구축 및 운영</b>							
	3-1. 지진관측장비의 도입부터 폐기까지의 전주기 관리 시스템 구축						
	3-2. 지진 관측분야별 활용 시스템에 대한 종합관리시스템 운영						
<b>[전략 III] 국가 지진관측제도 완비 및 검정 시행</b>							
<b>1. 국가 지진관측망 통합관리제도 확립</b>							
	1-1. 범정부 지진관측자료 통합관리 제도 정비						
	1-2. 유관기관 협업을 통한 유대 강화						
<b>2. 국가 지진관측장비 검정제도 시행 및 운영</b>							
	2-1. 지진관측장비 검정체계 확립을 통한 정식 검정제도 시행						
	2-2. 지진관측장비 검정 관련 연구개발 및 인프라 구축 강화						

**부록 1**

**연도·규모별 지진발생 현황(1978~2019)**

규모 년	2.0≤M <sub>L</sub> <3.0			3.0≤M <sub>L</sub> <4.0			4.0≤M <sub>L</sub> <5.0			5.0≤M <sub>L</sub>			총 계		
	남	북	계	남	북	계	남	북	계	남	북	계	남	북	계
1978	1		1	1		1		2	2	2		2	4	2	6
1979	3	2	5	10	6	16	1		1			0	14	8	22
1980	3	7	10	1	4	5			0		1	1	4	12	16
1981	2	3	5	2	7	9	1		1			0	5	10	15
1982	2		2	6	2	8	2	1	3			0	10	3	13
1983	2	8	10	4	5	9		1	1			0	6	14	20
1984	8	4	12	4	3	7			0			0	12	7	19
1985	5	10	15	4	5	9	2		2			0	11	15	26
1986	1	2	3	11	1	12			0			0	12	3	15
1987	2	5	7	3		3		1	1			0	5	6	11
1988	2		2		4	4			0			0	2	4	6
1989		3	3	2	11	13			0			0	2	14	16
1990	6	6	12	1	2	3			0			0	7	8	15
1991	9	3	12	7		7			0			0	16	3	19
1992	8		8	1	3	4	3		3			0	12	3	15
1993	11	4	15	4	2	6	1		1			0	16	6	22
1994	11	2	13	4	3	7	4		4			0	19	5	24
1995	14	4	18	7	3	10		1	1			0	21	8	29
1996	21	4	25	8	4	12	2		2			0	31	8	39
1997	12	1	13	6	1	7	1		1			0	19	2	21
1998	23	2	25	4	2	6	1		1			0	28	4	32
1999	19	2	21	14	1	15	1		1			0	34	3	37
2000	17	4	21	5	3	8			0			0	22	7	29
2001	33	1	34	6		6	1		1			0	40	1	41
2002	36	2	38	6	4	10	1		1			0	43	6	49
2003	29		29	6		6	2		2	1		1	38		38
2004	31	5	36	4	1	5			0	1		1	36	6	42
2005	20	2	22	10	4	14	1		1			0	31	6	37
2006	40	3	43	5	2	7			0			0	45	5	50
2007	32	8	40	1		1	1		1			0	34	8	42
2008	28	8	36	5	4	9	1		1			0	34	12	46
2009	37	13	50	7	2	9	1		1			0	45	15	60
2010	27	10	37	5		5			0			0	32	10	42
2011	30	8	38	11	2	13	1		1			0	42	10	52
2012	41	6	47	8	1	9			0			0	49	7	56
2013	69	6	75	14	1	15	3		3			0	86	7	93
2014	31	10	41	7		7			0	1		1	39	10	49
2015	36	3	39	5		5			0			0	41	3	44
2016	200	18	218	25	5	30	1		1	3		3	229	23	252
2017	180	24	204	15	2	17	1		1	1		1	197	26	223
2018	96	14	110	1	3	4	1		1			0	96	13	115
2019	56	18	74	7	5	12	2		2				65	23	88
계	1,234	235	1,469	257	108	365	36	6	42	9	1	10	1,534	346	1,886



### 부록 3

## 우리나라 지진규모별 순위(1978~2019)



순위	규모 (M <sub>L</sub> )	발생시각	위도	경도	발생지역
1	5.8	2016-09-12 20:32:54	35.76	129.19	경북 경주시 남남서쪽 8.7km 지역
2	5.4	2017-11-15 14:29:31	36.11	129.37	경북 포항시 북구 북쪽 8km 지역
3	5.3	1980-01-08 08:44:13	40.20	125.00	북한 평안북도 삭주 남남서쪽 20km 지역
4	5.2	2004-05-29 19:14:24	36.80	130.20	경북 울진군 동남동쪽 74km 해역
4	5.2	1978-09-16 02:07:06	36.60	127.90	경북 상주시 북서쪽 32km 지역
6	5.1	2016-09-12 19:44:32	35.77	129.19	경북 경주시 남남서쪽 8.2km 지역
6	5.1	2014-04-01 04:48:35	36.95	124.50	충남 태안군 서격렬비도 서북서쪽 100km 해역
8	5.0	2016-07-05 20:33:03	35.51	129.99	울산 동구 동쪽 52km 해역
8	5.0	2003-03-30 20:10:53	37.80	123.70	인천 백령도 서남서쪽 88km 해역
8	5.0	1978-10-07 18:19:52	36.60	126.70	충남 홍성군 동쪽 3km 지역
11	4.9	2013-05-18 07:02:24	37.68	124.63	인천 백령도 남쪽 31km 해역
11	4.9	2013-04-21 08:21:27	35.16	124.56	전남 신안군 흑산면 북서쪽 101km 해역
11	4.9	2003-03-23 05:38:41	35.00	124.60	전남 신안군 흑산면 서북서쪽 88km 해역
11	4.9	1994-07-26 02:41:46	34.90	124.10	전남 신안군 흑산면 서북서쪽 128km 해역

## 부록 4

## 지진해일 특보구역별 계기관측 및 관측기준도 현황

특보구역 (26개)	지역명	지진해일 관측장비	조위관측소	지진해일 관측기준도
인천경기북부해안(백령도기상대, 유인)	백령도		○	○
	강화대교		○	
인천경기남부해안(인천기상대, 유인)	인 천		○	○
	굴업도		○	
	안산(탄도)		○	
	평 택		○	
충남북부해안(대전청, CCTV)	대 산		○	
	안 흥		○	
	안면도(CCTV)			○
충남남부해안(대전청, CCTV)	여청도		○	
	장 향		○	
	보령죽도(CCTV)		○	○
전북북부해안(군산기상대, 무인)	군 산		○	
전북남부해안	위 도		○	
전남북부서해해안	영 광		○	
전남중부서해해안(목포기상대, 유인)	목 포		○	○
전남남부서해해안(흑산도기상대, 유인)	(대)흑산도		○	○
	진 도		○	
전남동부남해해안(여수기상대, 유인)	고 흥		○	
	여 수		○	○
	거문도		○	
전남서부남해해안(완도기상대, 무인)	완 도		○	
	추자도		○	
제주도북부해안(제주청, CCTV)	제주(CCTV)		○	○
제주도동부해안(성산기상대, 무인)	성 산		○	
제주도남부해안(서귀포기상대, 무인)	서귀포		○	
제주도서부해안(고산기상대, 무인)	모슬포		○	
경남서부남해해안(통영기상대, 무인)	통 영		○	○
	삼천포		○	
거제시동부해안	거제도		○	
경남중부남해해안(창원기상대, 유인)	마 산		○	○
부산해안(부산청, 유인)	부 산		○	○
	가덕도		○	
울산해안(울산기상대, 유인)	울 산		○	○
경북남부해안(포항기상대, 유인)	포 항		○	○
경북북부해안(울진기상대, 무인)	후 포		○	
강원남부해안(동해기상대, 무인)	삼 척		○	
	목호(CCTV)		○	○
	임원	○		
강원중부해안(강원청, 유인)	강 릉			○
강원북부해안(속초기상대, 무인)	속초(CCTV)		○	○
울릉도해안(울릉도기상대, 유인)	울릉도	○	○	○