



VOLCANO



EARTHQUAKE



TSUNAMI

화산 지진 지진해일

“기상청 지진화산국은
지진·지진해일·화산 등의 재난상황 속에서
대한민국의 안전을 위해
더욱 신속하고 정확한 정보전달을 목표로
발전하고 있습니다.”

2016년 경주에서 발생한 9.12 지진 이후
지진에 대한 국민들의 관심과 경각심이 높아졌습니다.

언제 다시 일어날지 모르는 지진은 사전 대비와 신속한 대응이 필요합니다.

기상청은 1905년 지진 관측을 처음 시작하고 1978년 지진통보를 시작한 이래
국민들의 생명과 재산을 지키는 일을 단 한 번도 멈춘 적이 없습니다.

아울러 지속적인 연구와 선진국과의 기술교류를 통해
지진·지진해일·화산 관측 및 분석 역량을 발전시켜 왔습니다.

예측 불가능한 자연재해,
지진·지진해일·화산에 대해

기상청은 정확하고 신속한 관측 및 통보와 함께
관련 현상에 대한 국민의 정확한 이해를 돕고
정보서비스에 대한 올바른 인식을 확산하기 위해 앞장서고 있으며,

안전한 대한민국을 위해 끊임없이
과거를 분석하고 오늘을 관측하며 미래를 대비하고 있습니다. 📡

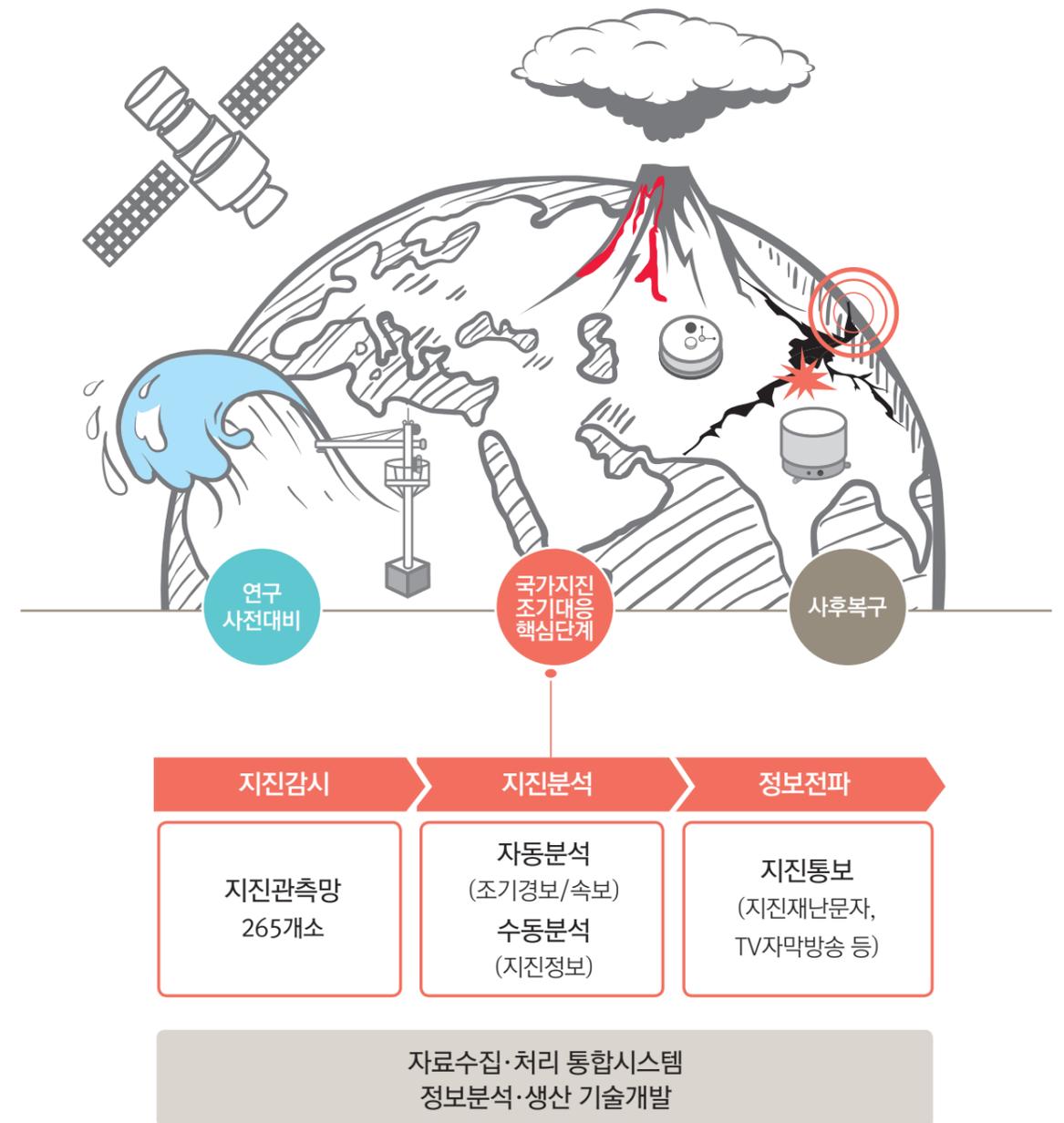
기상청 지진화산국

“국내외 지진·지진해일·화산
발생 상황을 실시간
감시·분석·통보하는 기상청”

기상청은 지진·지진해일·화산에 대한 신속한 국가대응체계 내에서 핵심 업무를 총괄하는 국가기관입니다. 지진·지진해일·화산 관측의 정확도 향상과 발생원인을 규명하는 연구개발부터 실시간 감시, 분석 및 정보 전파를 위한 정책 개발과 서비스 업무를 시행하고 있습니다.



국가지진업무 수행체계



제1차 지진·지진해일·화산 기본계획('17~'21)

미 션

지진·지진해일·화산으로 인한 **재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호**한다.

비 전

지진정보의 신속한 전달 활용체계 구축으로 **지진 재해에 대비된 사회 구현**



| 전략분야 | I 최적의 관측망 구축 | II 통합적인 정보관리 체계 확립 | III 분석기술의 고도화 달성 | IV 신속한 전달체계와 정보활용의 극대화 실현 | V 미래대비 업무발전 기반 조성 |
|----------|--|---|---|--|---|
| 실천방향 | <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"> 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"> 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"> 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"> 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 |
| 5년 후의 모습 | <ul style="list-style-type: none"> 관측망 조밀도 향상 : 22km('16) ⇒ 18km('18) 지진조기탐지(5초 이내) 가능 영역 확대 * 내륙기준 면적비율 : 20%('16) ⇒ 90%('21) | <ul style="list-style-type: none"> 관측환경, 장비, 자료 등의 품질관리 체계 정립 국내 유관기관의 지진자료 공유·활용 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 수신율 : 51%('16) ⇒ 90%('21) - 조기경보 자료활용률 : 40%('16) ⇒ 70%('21) | <ul style="list-style-type: none"> 지진조기경보 발표시간 단축 : 50초('16) ⇒ 7~25초('18) 지진정보 서비스 패러다임 전환 : 규모기반('16) ⇒ 진도기반('21) 지진분석정보 종류 확대 : 3개('16) ⇒ 10개('21) | <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 기반 시설에 대한 신속 정보제공 서비스 | <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 |

지진·지진해일·화산 업무

“예측이 어려운 지진·지진해일·화산, 빠른 정보 전파가 중요!”



지진 업무

기상청에서는 지진계, 해일파고계, 위성 등을 활용하여 365일 24시간 지진·지진해일·화산을 관측하고 있으며 분석시스템과 지진 분석사의 경험과 노하우를 바탕으로 재난 발생 시 신속하고 정확한 정보를 제공하고 있습니다.

지진·지진해일·화산 정보 전파 체계도

실시간 관측



자동분석, 수동분석

정확한 분석



신속한 정보



맞춤형 대응



지진해일 업무

대규모의 지진 발생 시 기상청은 지진해일 분석 프로그램 등을 이용하여 한반도 주변의 지진해일 높이 및 도착 예상시간을 즉시 분석합니다. 이와 함께 USGS(미국지질조사소), JMA(일본기상청), PTWC(태평양쓰나미경보센터) 등 해외 관련기관의 정보를 활용하여 신뢰성을 확보하고 우리나라에 지진해일 피해가 예상되는 경우 지진해일특보를 발표합니다.



화산 업무

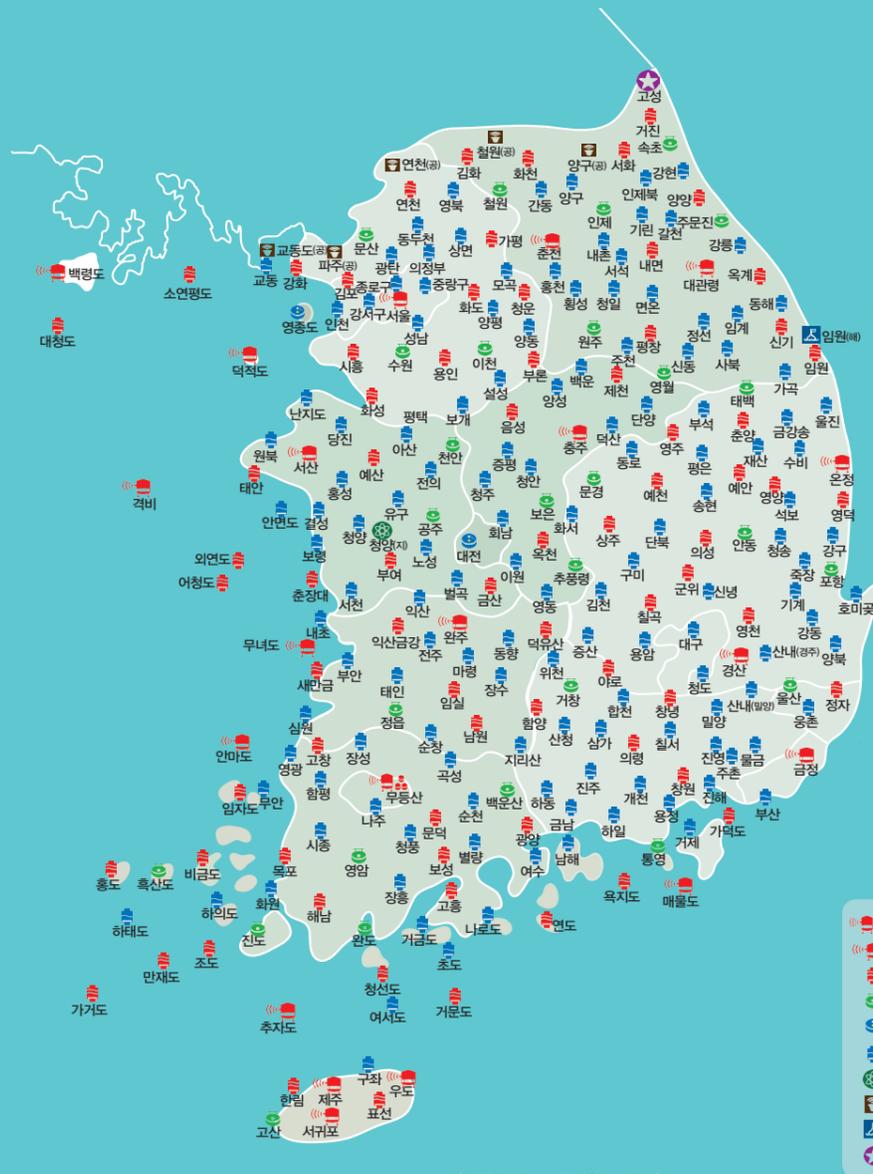
우리나라에서 감시하고 있는 화산에는 백두산과 울릉도가 있습니다. 기상청은 위성, 일본 활화산 CCTV를 활용하여 한반도 및 주변국의 화산활동을 감시하고, 국제화산재주의보센터(VAAC)에서 제공하는 정보를 분석합니다. 이를 바탕으로 국내에 영향 가능성 있는 화산의 분화 또는 전세계 대형 화산분화 시 화산정보, 화산재특보 등을 발표합니다.



지진 업무

지진의 관측

“더욱 정확한 관측을 위한 조밀한 지진관측망으로 지진 빅데이터 공유 및 활용”



국가지진관측망도

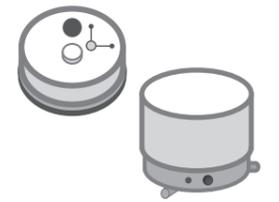
- 초광역+광역+가속도_1개소
- 광역+가속도_19개소
- 광역+가속도(시추형)_75개소
- 단주기+가속도_27개소
- 가속도_2개소
- 가속도(시추형)_140개소
- 지구자기_1개소
- 광중음파_5개소
- 지진해일_2개소
- 특별관측소(시추형광역)_1개소

지진관측망

기상청은 현재('21.8. 기준) 지진관측소 265개소를 비롯하여 국내 유관기관의 지진관측자료 (약 70여 개)를 활용하여 지진을 관측하고 있습니다.

지진관측장비

지진계는 지진의 규모와 위치 등을 분석하기 위한 장비로 사용 목적에 따라 그 역할이 조금씩 다르며 상호 보완적인 역할을 합니다. 지진관측 센서는 지반의 진동 속도를 측정하기 위한 속도계와 진동의 크기를 측정하기 위한 가속도계로 구분됩니다.



지진관측소 현황 ('21.8. 기준)

| 지진계 종류 | 속도계 | | | 가속도계 | | 합계 | |
|--------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | 초광역 | 광역 | | 단주기 | 지표형 | | 시추형 |
| | | 지표형 | 시추형 | | | | |
| 기상청 | 1 | 19 | 76 | 27 | 2 | 140 | 265 |

국가 관측자료 품질관리 및 검정체계 마련

지진조사기경보체계 운영 및 진도정보 서비스 등 지진정보 고도화를 위해서는 고품질의 지진관측자료 생산과 품질관리를 통한 지진정보의 정확도 향상이 필수적으로 요구됩니다. 기상청에서는 직접 설치운영하는 지진 관측장비 이외에도 국내 유관기관의 관측 자료를 수집하여 지진정보의 신뢰도를 향상시키고자, 실시간 자동품질관리체계('19~'21) 구축하고 연차적으로 품질관리 적용대상을 유관기관까지 확대하여 국가적 지진자료의 품질을 높이는데 노력하고 있습니다. 또한 이를 통해 지진조사기경보의 고도화와 새로운 경보체계(On-Site 경보)를 실현하고자 추진하고 있습니다.

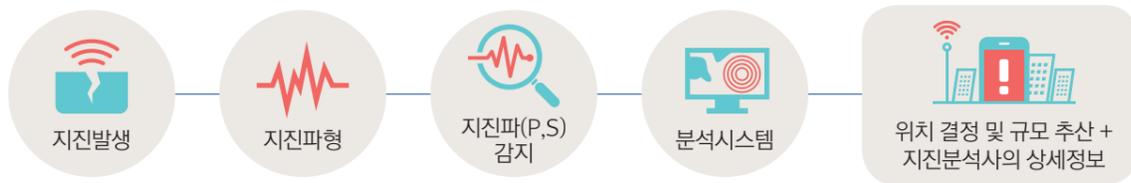
그 일환으로, 국내에서 운영하고 있는 지진 관측장비에 대한 검정체계 구축을 추진하고 있습니다. 지진 관측장비의 관측대상 및 목적에 맞는 성능 기준을 체계화하고, 이에 대한 검정항목, 검정기준, 검정절차 등을 마련하여 관측자료의 품질관리를 위한 검정체계를 제도화하였습니다. '21년 이후부터 기상청 관측장비에 대한 검정제도를 관측기관 등 유관기관까지 확대 적용하고 있습니다.



지진의 분석

“예측할 수 없는 지진, 빠르게 그리고 정확하게 분석”

지진분석체계



자동분석과 수동분석

- 자동분석**
 - 자동분석 : 속도가 빠른 지진파(P파)를 이용하여 지진조기경보 시스템을 통해 자동으로 분석
 - 신속정보 : 지진조기경보와 지진속보
- 수동분석**
 - 수동분석 : 많은 관측소의 종합적인 지진자료를 지진분석사가 상세하게 분석
 - 상세정보 : 지진정보

| 구분 | 신속 정보 | | 상세 정보 | | | |
|------|------------------------|--|------------------------------|-----------|------------------------|----------------------------------|
| | 지진조기경보 | 지진속보 | 지진정보 | | 국외 지진정보 | |
| 발표기준 | 규모 5.0 이상 | (우리나라의 지역) 규모 3.5 이상 ~ 5.0 미만 (해역, 우리나라를 제외한 지역) 규모 4.0 이상 ~ 5.0 미만 | 국내 지진 | 규모 2.0 이상 | 국외지진 (지진감시구역 내) | 규모 5.0 이상 또는 우리나라의 지역에서 진도 II 이상 |
| 내용 | 발생시간, 추정위치, 추정규모, 예상진도 | | 발생시간, 발생위치, 규모, 계기진도, 발생깊이 등 | | 발생시간, 발생위치, 규모, 발생깊이 등 | |
| 생산방법 | 지진조기경보시스템 | | 지진분석시스템 | | - | |

* 지진조기경보시스템으로 자동분석된 정보를 신속정보(지진조기경보, 지진속보)로 발표하고, 추가로 상세정보(지진정보, 국외 지진정보)를 발표한다.

- 지진의 관측
- 지진의 분석
- 지진조기경보
- 진도서비스
- 지진통보서비스
- 인공지진

지진조기경보

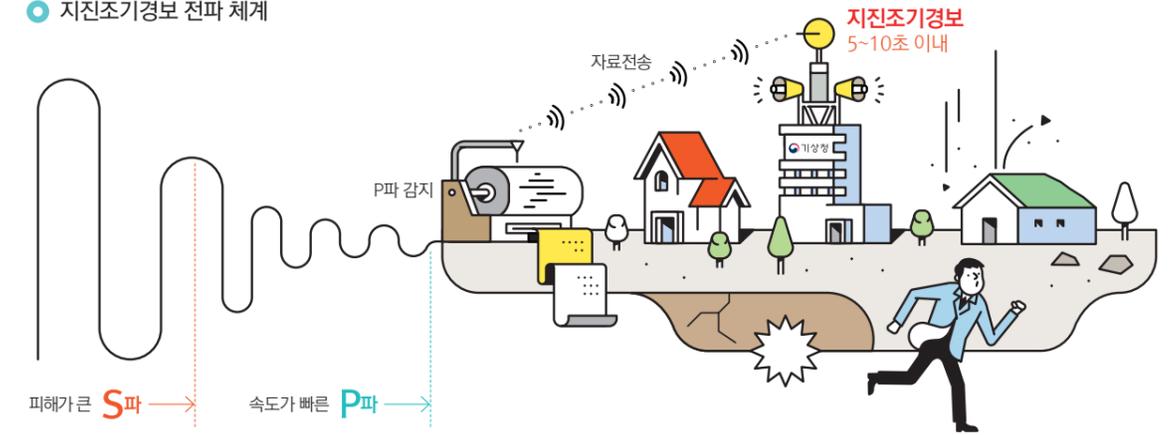
“신속하게 지진정보를 제공하여 수많은 생명과 재산을 보호”

지진조기경보

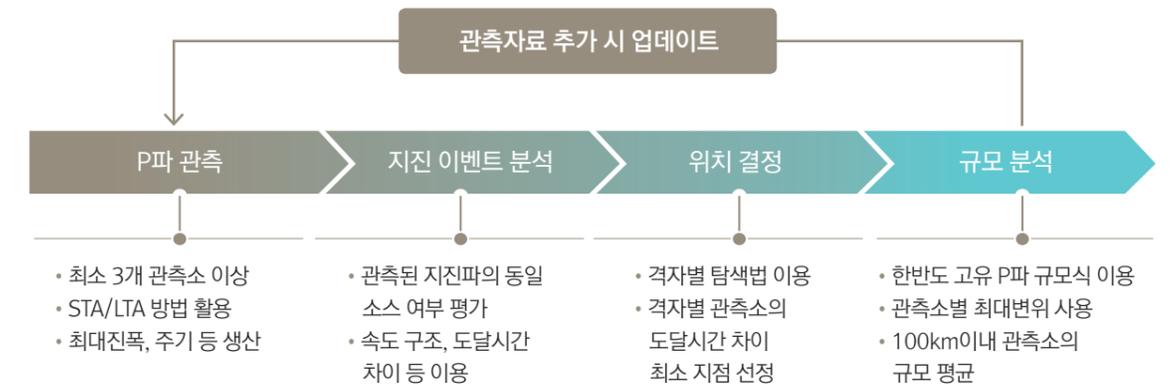
지진조기경보는 지진파 중 P파가 S파에 비해 약 1.7배 빠르게 전파되는 특성을 이용하여 P파 탐지 후 신속하게 지진발생 상황을 알려 거리에 따라서 상대적으로 피해가 큰 S파가 도달하기 전까지 사전 대응시간을 확보할 수 있습니다.

기상청은 현재 규모 5.0 이상의 지진 발생시 5~10초 이내에 지진조기경보를 발표하고 있습니다. 그러나 신속정보로 구분되는 지진조기경보는 불확실한 요소가 존재하며, 지진조기경보 발표 후에도 수동분석(상세정보)을 통해 정보가 수정될 수 있습니다.

지진조기경보 전파 체계



지진조기경보 분석 방법



국내 지진조기경보 발표 사례

지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률 제14조(지진조기경보체제 구축·운영)에 의해 기상청은 2015년 1월부터 지진조기경보 서비스를 제공하고 있습니다. 지진조기경보가 처음 적용된 사례는 2016년 7월 발생한 울산 해역 지진이었으며 2016년 발생한 규모 5.0 이상의 지진에 대해 지진관측 후 약 26~27초 만에 지진조기경보를 발표하였습니다. 2017년 11월에 발생한 포항지진은 분석기술을 개선하여 지진 관측 후 19초 만에 지진조기경보를 발표하여 시간을 더욱 단축하였습니다.

지진조기경보 발표 소요시간 현황

| | 발생일 | 규모 | 주요 현황 (시:분:초) | | | 비고 |
|------------|-------------|-----|---------------|----------|----------|----------|
| | | | 발생 | 지진관측 | 조기경보 | |
| 울산 해역 지진 | 2016.07.05. | 5.0 | 20:33:03 | 20:33:14 | 20:33:41 | 관측 후 27초 |
| 9.12지진(전진) | 2016.09.12. | 5.1 | 19:44:32 | 19:44:35 | 19:45:03 | 관측 후 27초 |
| 9.12지진(본진) | | 5.8 | 20:32:54 | 20:32:57 | 20:33:23 | 관측 후 26초 |
| 포항지진 | 2017.11.15. | 5.4 | 14:29:31 | 14:29:34 | 14:29:53 | 관측 후 19초 |



| 포항지진(규모 5.4) 피해 사진 |

Tip

지진분석 정보의 불확실성 요인

지진 분석정보는 지진발생 지역의 지각구조와 지진파 전파 경로의 지반특성에 대한 정보 부족과 지진관측망의 한계로 인해 불확실성이 있을 수 있습니다.

- 지진파가 전파되는 경로상의 지각 속도 구조의 불확실성
- 각 관측소별 지진파(P, S파 등) 초동 도달시각 수동 분석의 불확실성
- 지진 발생지역 주변의 관측망 조밀도와 분포
- 지각특성을 반영한 고유 규모식 적용 여부

- 지진의 관측
- 지진의 분석
- 지진조기경보
- 진도서비스
- 지진통보서비스
- 인공지진

진도서비스

“지역에 따라 맞춤형 진도정보를 제공하여 지진 방재 대응 강화”

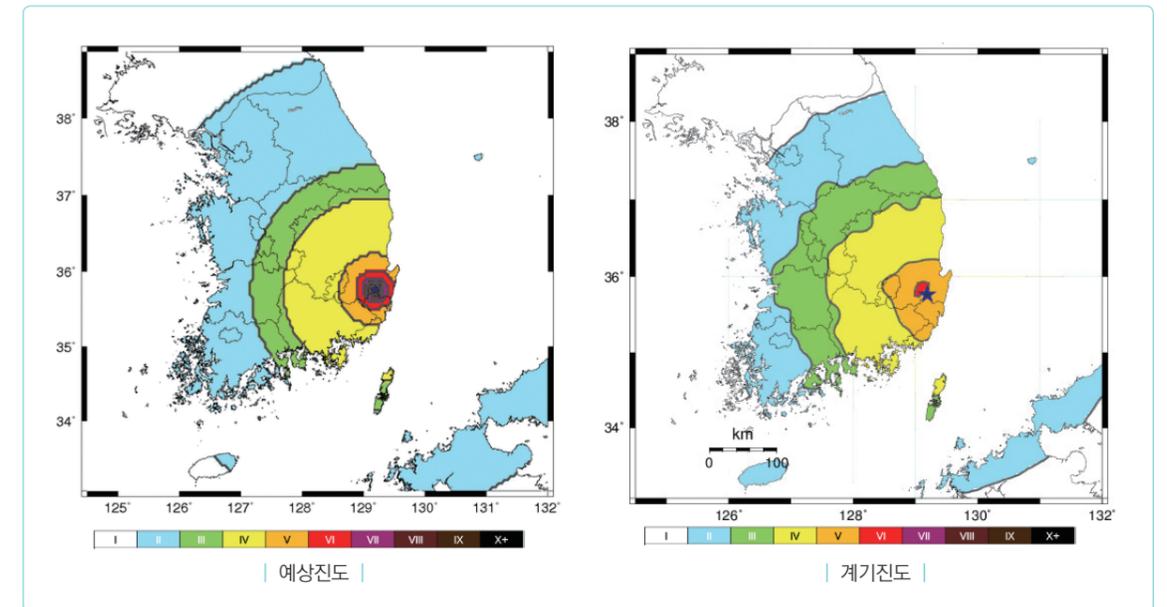
진도서비스는 기존의 지진정보(발생시각, 발생위치, 규모 등)에 진도(예상진도, 계기진도)를 추가로 제공하는 서비스입니다. 진도서비스는 동일한 규모의 지진이더라도 지역별로 차이가 나는 흔들림의 정도를 나타내는 진도를 활용하여 효과적으로 지진에 대응할 수 있도록 하는 서비스이며, 2018년 말부터 전국민을 대상으로 시행하고 있습니다.



예상진도와 계기진도

- ① **예상진도** : 규모와 거리를 기반으로 추정된 진도
 - 지진발생 위치로부터 거리가 멀어지면서 진동의 세기가 약해지는 성질을 이용하는 것으로서, 지진파를 이용하여 지진의 발생 위치와 규모가 결정되면, 이론적인 감쇠식을 이용하여 각 거리별로 진동의 크기를 추정한 후 진도등급별로 분류하여 산출
- ② **계기진도** : 각 지역별로 설치된 가속도계에서 관측된 값과 지역별 지반특성을 고려하여 산출한 진도
 - 지진발생 후 지진파가 전파함에 따라 전국에 설치된 지진계에 기록되는 최대 진폭값을 진도등급별로 분류하여 산출

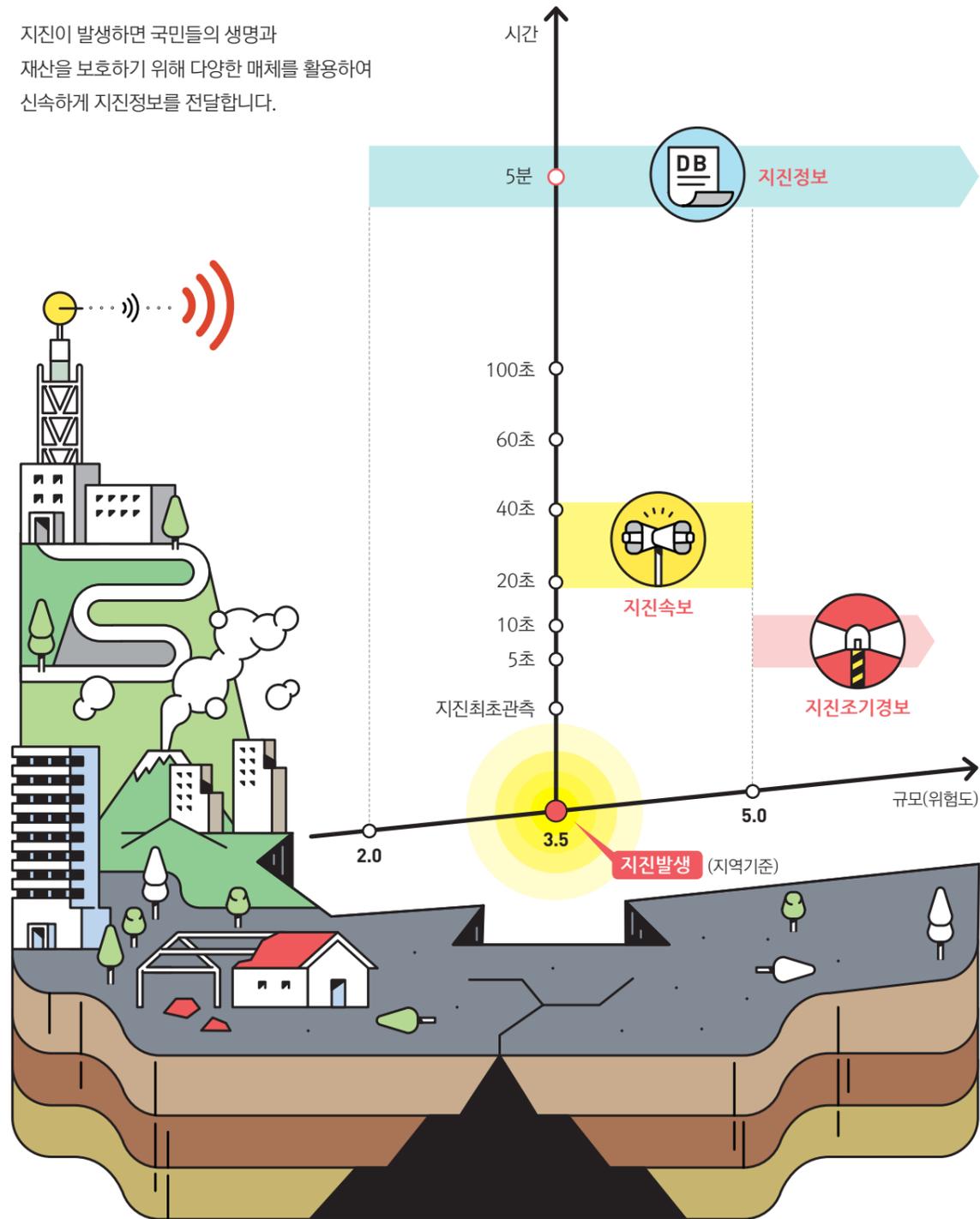
9.12 지진(규모 5.8)의 예상진도와 계기진도



지진통보서비스

“사각지대 없는 지진 정보 확산을 위한 다양한 채널 활용”

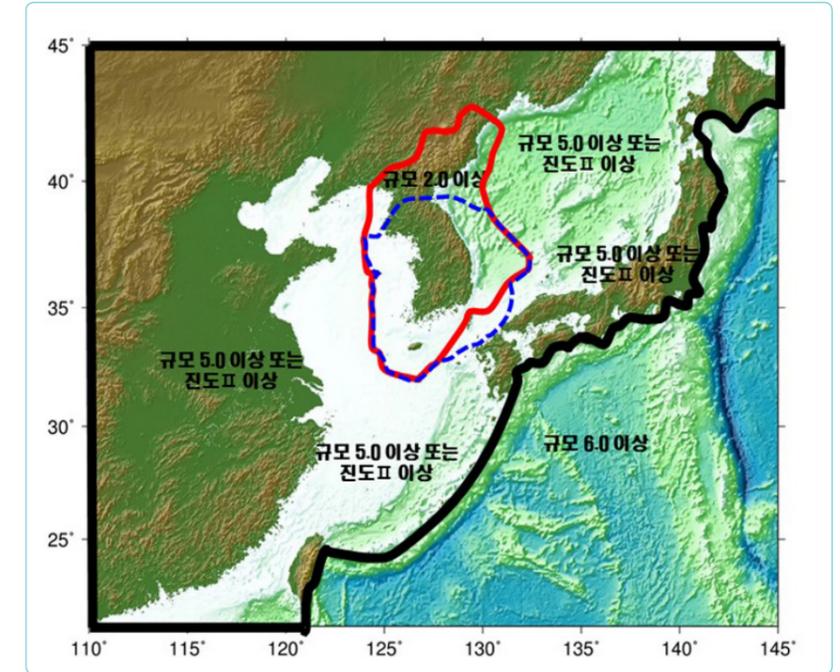
지진이 발생하면 국민들의 생명과 재산을 보호하기 위해 다양한 매체를 활용하여 신속하게 지진정보를 전달합니다.



| | |
|--------|---------|
| 지진의 관측 | 진도서비스 |
| 지진의 분석 | 지진통보서비스 |
| 지진조기경보 | 인공지진 |

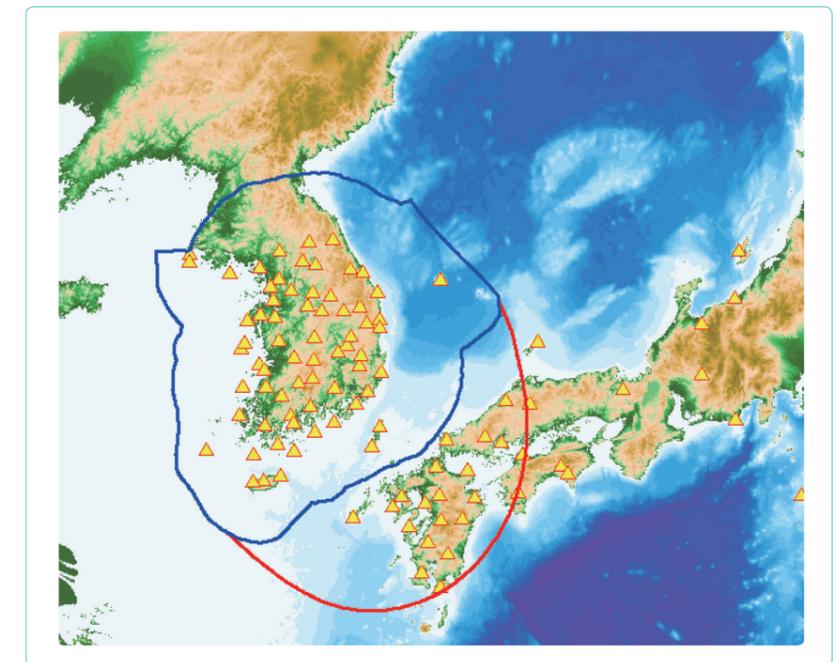
지진감시구역

※ 붉은 검은색은 지진감시구역을, 적색선은 국내를, 파란색 점선은 지진조기경보와 지진속보의 대상구역을 각각 나타낸다.
 ※ 문숫자는 국내·국의 지진에 대한 지진정보와 국외 지진정보의 발표기준이다.

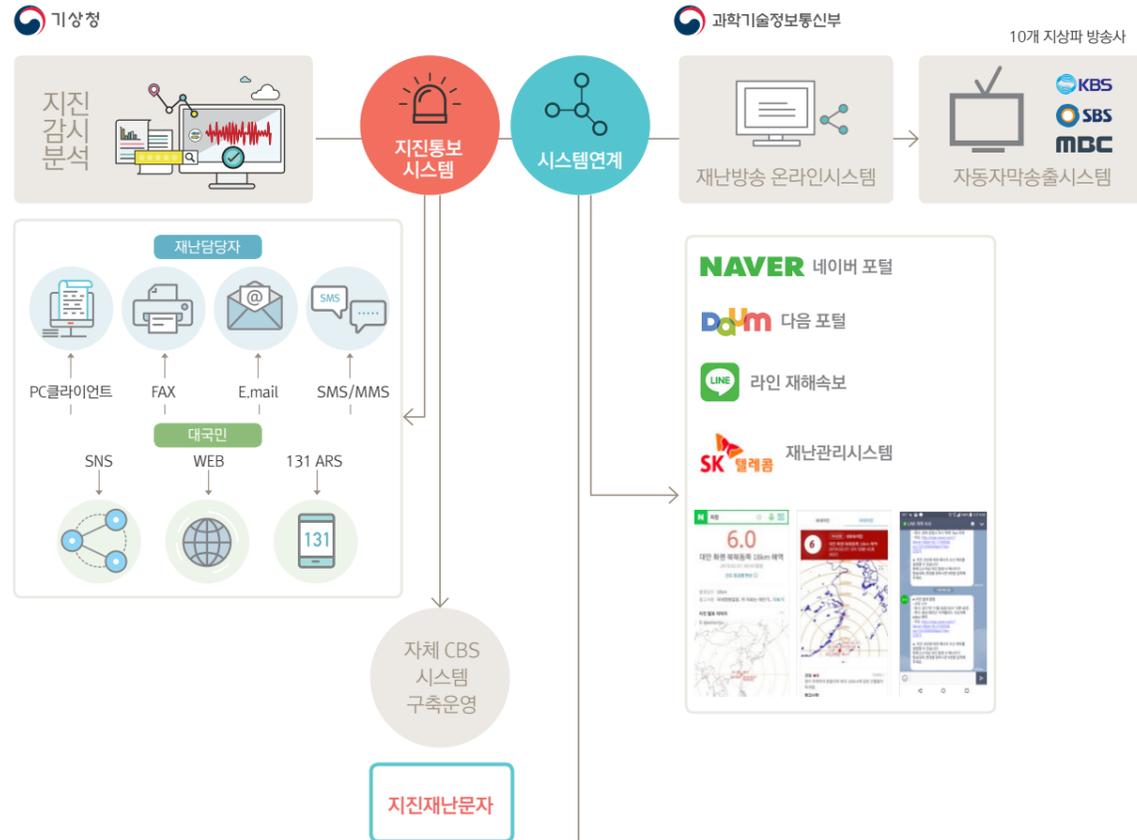


지진조기경보 대상 영역 ('18년 기준)

— : 국내 지진조기경보 대상 영역
 — : 국외 지진조기경보 대상 영역



기상청 지진정보 연계 현황 ('21.8. 기준)



기상청 지진정보시스템과 직접연계

| 중앙행정기관(5) | 재난관리책임기관(15) | 지방자치단체(24) |
|---|--|--|
| 과학기술정보통신부 · 통합재난관리시스템 → 자동자막송출시스템(37개 방송사) 행정안전부 · 지진재해대응시스템 · 상황전파시스템 · 통합재난상황 전파체계 시스템 해양수산부 · 항만지진감시전파시스템 · 해양안전포털시스템 산림청 · 산사태정보시스템 인사혁신처 · 사이버국가고시센터 | · 한국방송공사(KBS): 보도정보시스템, 재난CCTV 시스템 등 5개 시스템 · 연합뉴스: 기사제작시스템, 재해복구시스템 · 한국철도공사: 기관사 안내시스템 · 한국수자원공사: 댐 지진감시시스템 · 한국농어촌공사: 지진계측시스템 · 한국전력공사: 송전운영시스템 · 한국도로공사: 도로정보시스템 · 한국공항공사: 카운터안내시스템 · 한국토지주택공사: LH건설기술정보시스템 · 한국원자력환경공단: 지진경보방송, 단층감시 · 한국원자력안전기술원: 원전부지 지진감시 · 신대구부고속도로: 교통관제시스템 · 인천대교(주): 교량헬스모니터링시스템 · 국립재난안전연구원: 방재공유포털시스템 · 한국지역정보개발원: 지자체 공통기반시스템 | · 서울특별시: 재난안전포털시스템 · 부산광역시: 재난상황관리시스템 · 경기도: 경기도 지진조기경보시스템 · 충청남도: 재난예경보시스템 · 울산광역시: 통합재난방송, 재난상황 · 대전광역시: 재난예경보시스템 · 대구광역시: 자연재난 통합관리시스템 · 전라남도: 원격마을방송연계시스템 · 세종특별자치시: 상황전파시스템 · 제주특별자치도: 재난예경보시스템 · 양산시: 버스정보안내시스템, 재난안내방송시스템 · 포항시: 재난경보통합시스템 · 김제시: 통합재난마을방송시스템 · 창원시: 통합재난전파정보시스템 · 영월군: 재난통합관리시스템 · 해남군: 해남소통넷시스템 [실시간 지진정보 전달 서비스 대상 학교] · 울산시교육청: 15개 제주도교육청: 7개 · 경상북도교육청: 19개 서울시교육청: 10개 · 경기도교육청: 9개 강원도교육청: 10개 · 충청남도교육청: 9개 경상남도교육청: 11개 |

Tip

지진재난문자서비스(CBS)

지진재난문자서비스(CBS)는 규모 3.0 이상의 지진이 발생한 경우 규모에 따라 대상영역(광역시·도 단위)을 차별화하여 재난문자를 발송하는 것입니다. '18년 6월부터 기상청에서 지진재난문자를 직접 발송하여 더욱 신속하게 지진정보를 전달합니다.



지진재난문자를 수신하지 못하는 경우

- 3G폰, 2013년 이전 출시된 LTE폰
- CBS 수신 가능 휴대폰이지만 사용자가 문자를 받을 수 없는 지역에 위치한 경우
- CBS 수신 가능 휴대폰이지만 재난문자 수신 기능을 OFF한 경우
- 재난문자서비스(CBS)는 단말기에 따라서 수신하지 못할 수 있어, 이를 대비하여 기상청은 다양한 전달매체를 통해 지진정보를 받을 수 있도록 추진하고 있음.

재난의 경중에 따른 분류기준

| 명칭 | 분류기준 | 음량 | 수신거부 |
|-------|---|----------|------|
| 위급재난* | · 규모 6.0 이상 | 60dB 이상 | 불가 |
| 간급재난 | 가. 국내지진(남한) · (지역) 규모 3.5 이상 ~ 6.0 미만 · (해역) 규모 4.0 이상 ~ 6.0 미만 나. 국내지진(북한) · (지역, 해역) 규모 4.0 이상 ~ 6.0 미만 다. 국외지진 · (지역, 해역) 규모 4.0 이상 ~ 6.0 미만 라. 지진해일 · 지진해일주의보 발령 시, 지진해일경보 발령 시 | 40dB 이상 | 가능 |
| 안전안내 | 국내지진(북한) · 국내지진(지역) 규모 3.0 이상 ~ 3.5 미만 · 국내지진(해역) 규모 3.5 이상 ~ 4.0 미만 | 일반문자 설정값 | 가능 |

* 2016. 1. 1. 이후 국내에서 출시한 4G 단말기에 한하여 위급재난 수신거부 불가
 ※ 국내지진(남한, 북한), 국외지진의 경우, 지진조기경보 또는 지진속보 영역에서 발생한 지진인 경우에만 적용한다.

지진규모에 따른 송출 대상지역

| 국내지진 (남한) | | 송출 대상지역 | |
|------------------|------------------|------------|------------------|
| 지역 | 해역 | | |
| 규모 4.0 이상 | 규모 4.5 이상 | 전국 | |
| 규모 3.5 이상~4.0 미만 | 규모 4.0 이상~4.5 미만 | 발생위치를 중심으로 | 반경 80km 해당 광역시·도 |
| 규모 3.0 이상~3.5 미만 | 규모 3.5 이상~4.0 미만 | 중심으로 | 반경 50km 해당 광역시·도 |
| 국내지진 (북한), 국외지진 | | 송출 대상지역 | |
| 지역, 해역 | | | |
| 규모 4.5 이상 | | 전국 | |
| 규모 4.0 이상~4.5 미만 | | 발생위치를 중심으로 | 반경 80km 해당 광역시·도 |

※ 지진조기경보 또는 지진속보 영역에서 발생한 지진인 경우에만 적용한다.

인공지진

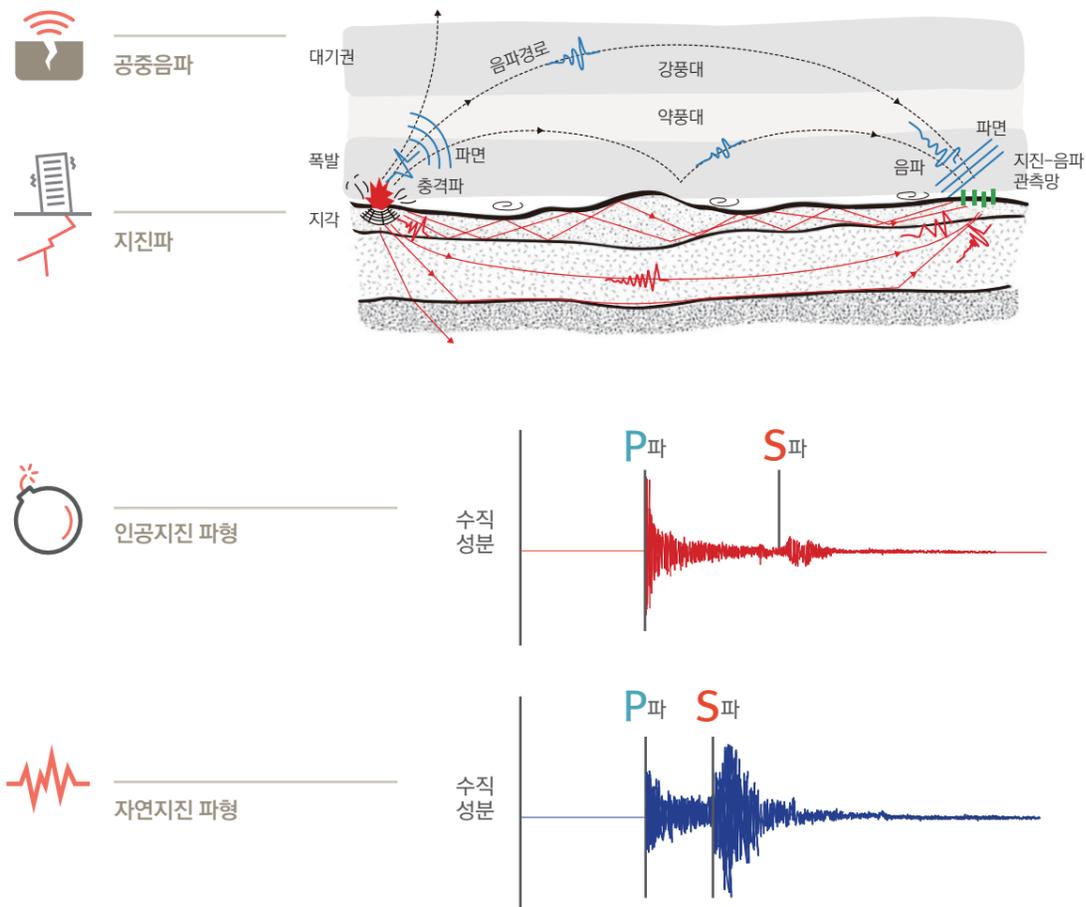
“인간의 인위적인 활동으로 인해 발생한 지진”

인공지진은 지구내부에서 자연적으로 발생한 자연지진과는 달리 지하에서의 화약폭발이나 핵실험 등 인간의 활동으로 인해 발생한 지진입니다. 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률」 제13조에 의해 기상청은 인공지진과 이에 따라 수반되는 각종 현상을 탐지 및 분석·통보하고 있습니다.

과거 북핵실험으로 6차례의 인공지진이 발생하여 관측하고 통보하였습니다.

인공지진 감시

- **지진파 감시** : 인공지진과 자연지진은 모두 지진파를 통해 알 수 있기 때문에 같은 장비(속도계, 가속도계)를 사용하여 관측. 인공지진은 자연지진과는 다르게 P파의 진폭이 S파에 비해 크게 나타나는 점이 특징
- **공중음파 감시** : 인공지진으로 인해 발생한 폭발음에서 생성되는 음파 관측을 통해 인공지진 분석의 정확도를 높임



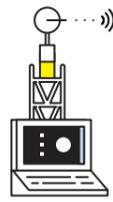
지진해일 업무

지진해일

“해저에서 일어난 지진의 후폭풍, 지진해일도 안심할 수 없다”

지진해일은 지진, 해저 화산폭발 등 해저면의 활동으로 해수면 높이가 급격히 변화하여 발생한 파장이 매우 긴 파도입니다. 근대 이전 역사기록은 물론 근대 이후 우리나라에서도 수차례 지진해일이 발생한 기록이 있습니다. 일본 서쪽해안에서 발생한 지진으로 인해 1900년대 이후에는 우리나라에 총 4차례의 지진해일이 발생하였는데, 이는 수심이 깊고 일본과 인접한 동해상에 지진해일이 내습할 가능성이 높음을 알 수 있습니다.

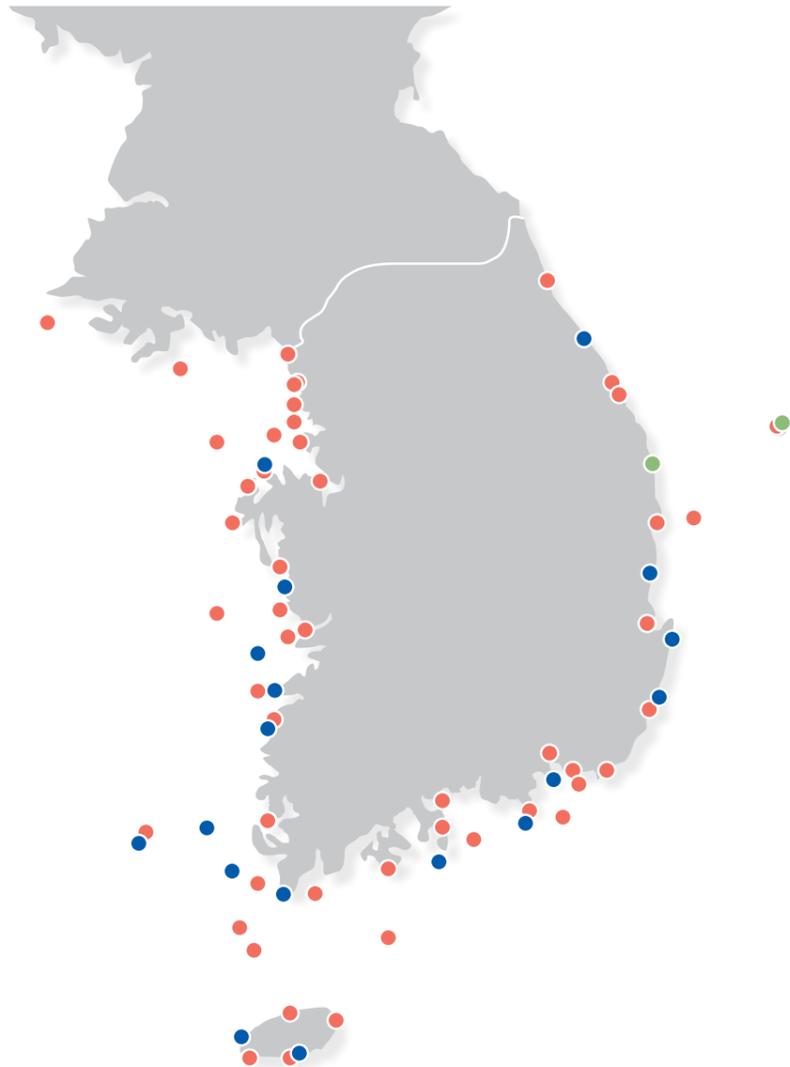




지진해일파고계 2 개소
 연안방재관측시스템 18 개소
 국립해양조사원 조위관측소 50 개소

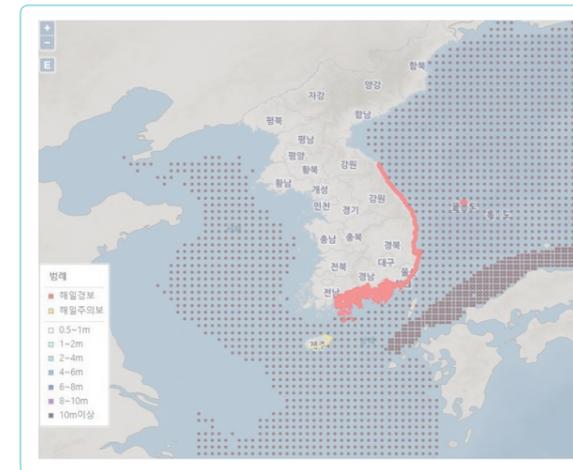
지진해일의 감시

기상청은 울릉도 및 임원항에 해일파고계(15m 이상 파고 관측 가능), 연안 방재 관측 시스템, 해상감시 CCTV, 국립해양조사원의 조위자료 등을 공유하여 실시간으로 감시에 활용하고 있습니다.



지진해일관측망 (‘21.8. 기준)

- 연안방재관측 시스템(18개소)
- 국립해양조사원 조위관측소(50개소)
- 지진해일파고계(2개소)



지진해일 시나리오 DB 표출 예시

지진해일의 예측

한반도 주변해역 약 6,000개 진앙에서 깊이 10~600km, 규모 6.0~9.0 지진(0.2 간격)의 발생을 가정하여 전국 해안지점에 대한 지진 해일 도달시각 및 파고 예측 정보를 미리 계산하여 DB화 하였습니다. 우리나라 주변 해역에서 규모 6.0 이상의 지진 발생시 DB를 이용하여 한반도에 대한 지진해일 영향을 예측하고 대비가 필요한 경우 통보합니다. 이후 USGS(미국지질조사소), JMA(일본기상청), PTWC(태평양쓰나미경보센터) 등 외국기관의 정보를 최대한 활용하여 신뢰성을 확보하고 있습니다.

지진해일 특·정보 발표 기준

한반도 인근 해역에서 대규모 지진이 발생하여 우리나라에 지진해일 피해가 예상되는 경우 지진조기경보 시스템과 연계하여 지진해일 특보(주의보, 경보) 및 정보를 발표합니다. 지진해일 특·정보에는 발표시각 및 해당구역, 주요지점의 지진해일 예상 도달시간 및 예상높이, 지진발생 현황 등의 내용을 포함합니다.

| | |
|---------|--|
| 지진해일정보 | - 지진해일 특보 기준에는 미치지 못하나 우리나라에 영향이 예상될 경우 - 지진해일 특보 발표 이후, 주요 지점별 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 |



VOLCANO

화산 업무

지하 깊은 곳에서 생성된 마그마가 벌어진 지각 틈을 통해 지표 밖으로 나올 때 용암이나 화성쇄설물, 화산재 등이 폭발하거나 분출하여 만들어진 산을 '화산'이라고 합니다. 우리나라에서 화산은 백두산, 한라산 그리고 울릉도가 있습니다. 그 중 백두산은 과거 고려시대인 946~947년경에 세계 최고 수준의 화산폭발지수(VEI) 7에 해당하는 대규모 분화가 있었던 것으로 추정되고 있습니다. 1903년 마지막 분화가 있었으며, 최근 2002~2006년에 미소지진이 증가하는 등 화산활동이 활발해지기도 했습니다. 백두산은 현재에도 활동하는 활화산으로 향후 분화할 가능성도 있는 것으로 평가됩니다.

* 화산폭발지수는 폭발성, 화산재 부피와 높이에 따라 0부터 8까지 9단계로 나누어져 있습니다.
- VEI 7 : 분출물의 양 > 100km³, 분화재의 높이 25km 이상, 매우 파국적 상황

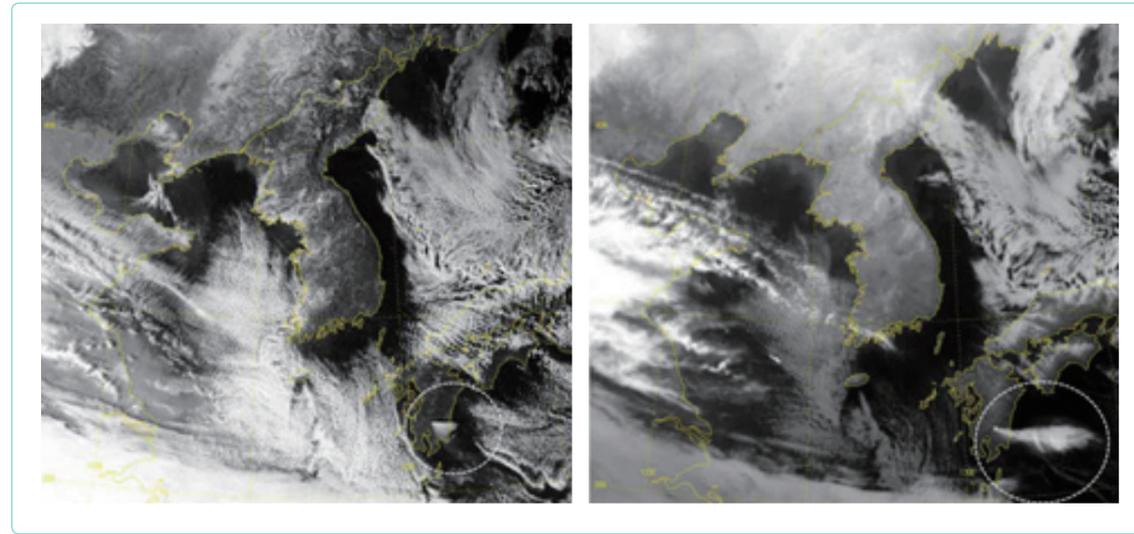
“전 세계 활화산의 80%는 환태평양 지역에 분포”



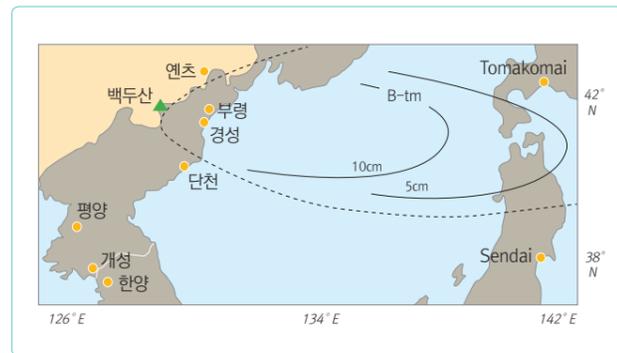
화산활동의 감시 및 예측

천리안 등 위성자료를 활용하여 한반도와 주변국의 화산활동을 감시하고, 실시간 대기의 움직임과 모델 기류 분석 및 국제화산재 주의보센터(VAAC, Volcanic Ash Advisory Centres)에서 제공하는 정보를 활용하여 화산의 분화위치와 분화시각, 분연주 높이, 화산재 확산방향 및 속도 등을 분석합니다.

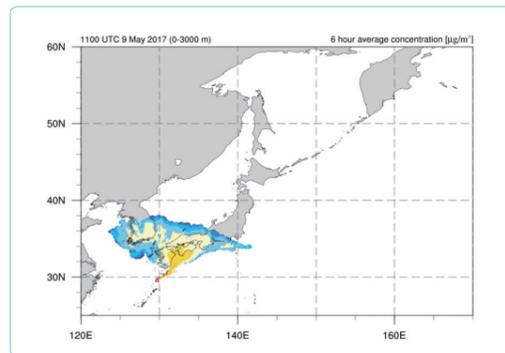
한반도 주변국의 화산분화 시, 화산재 확산 예측 모델을 활용해 폭발한 화산의 분연주 높이와 기상상황(풍향, 풍속) 등을 고려하여 화산재 확산경로를 예측합니다.



| 일본 신모에다케 화산분화(11.1.26) 시 위성 영상 자료 |



| 10세기 백두산 폭발로 인한 화산재 확산 |

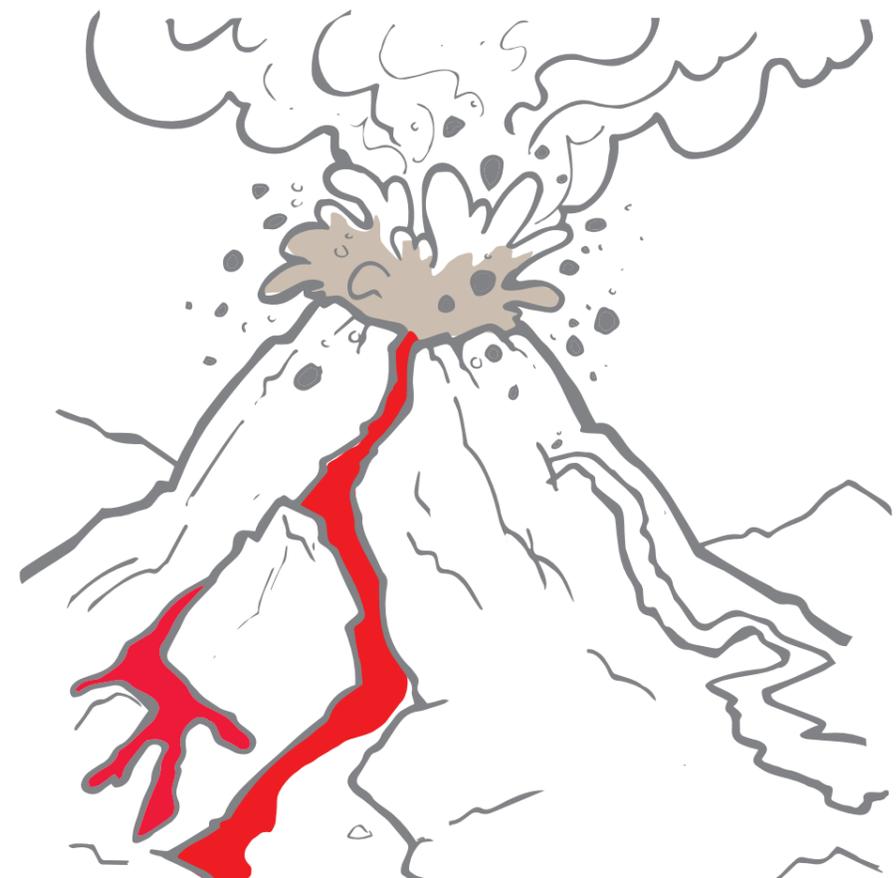


| 일본 화산분화 시 확산모델에 의한 화산재 확산 예측 결과(예시) |

화산 통보(화산정보, 화산재특보) 발표 기준

기상청에서는 화산분화 시 화산정보, 화산재특보(화산재주의보, 화산재경보)를 발표합니다.

- 화산정보** : 화산분화로 국내에 영향 가능성이 예상되는 경우
전 지구적 대규모 화산분화로 국민들에게 알릴 필요가 있는 경우
- 화산재 주의보** : 우리나라에 **화산재로 인한 피해**가 예상되는 경우
- 화산재 경보** : 우리나라에 **화산재로 인한 심각한 피해**가 예상되는 경우



EARTHQUAKE·TSUNAMI·VOLCANO RESEARCH

지진·지진해일·화산의 연구

“지진·지진해일·화산에 대한 한반도 맞춤형 감시 예측 기술의 향상”

기상청의 지진·지진해일·화산 정보를 보다 정확하고 신속하게 제공하기 위해 관측·분석·예측 기술을 개발하고 고도화하는 연구를 수행하고 있습니다. 정확한 지진정보를 생산하기 위해서는 양질의 관측 자료가 중요하기 때문에 관측 자료의 품질 관리와 관측기술 고도화가 필요합니다.

지진분석 결과의 정확도를 위해서는 위치, 규모 분석 기법에 대한 다양한 연구가 요구되며, 분석한 정보를 신속하게 제공하기 위한 기술 개발도 필요합니다. 여기에 한반도의 지진 발생 원인을 규명하고 지진발생 환경을 이해하는 것도 향후 발생 가능한 지진을 대비하는 데 중요합니다.

기상청 지진화산국은 이와 같은 지진에 관한 다양한 연구를 통해 지진정보의 질적 향상을 위한 기반을 마련하고 있습니다. 지진뿐만 아니라 지진해일, 화산에 대한 관측, 예측 정보를 생산하기 위한 기술과 지진, 화산으로 인한 지구물리현상의 변동에 관한 연구도 수행하고 있습니다.



EARTHQUAKE TSUNAMI VOLCANO

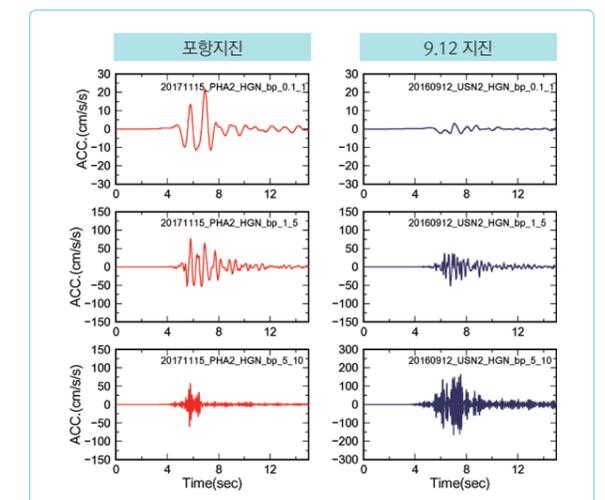
지진

1. 한반도 주요지진 특성 및 지진발생환경 연구

9.12 지진, 포항지진과 같은 주요지진의 발생특성을 분석함으로써 한반도에서 어떤 형태의 지진이 발생하는지, 어떤 환경에서 발생하는지, 지진이 발생했을 때 어떤 영향이 있을 것인지 이해하고 향후 발생할 수 있는 지진에 대한 예측과 대비에 활용할 수 있습니다. 이미 발생한 지진에 대한 분석뿐 아니라 지진이 발생할 수 있는 환경에 대해 이해하고 지진이 발생했을 때 지진동을 보다 정확하게 예측할 수 있도록 미소지진 관측과 지구물리 연구를 통한 지구내부의 단층구조와 속도구조를 조사하는 ‘한반도 지하 단층·속도구조 통합 모델 개발’ 연구도 추진하고 있습니다.

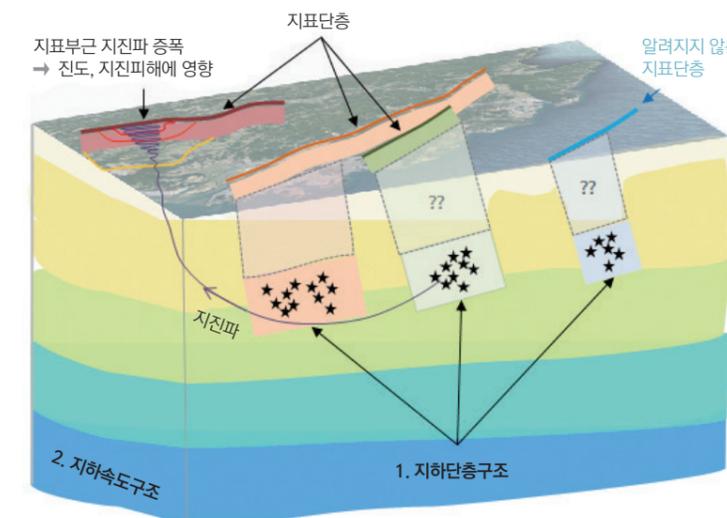


| 포항지진의 단층운동 특성 분석 |



| 포항지진과 9.12 지진의 주파수 대역별 지진파 특성 비교 |

○ 한반도 지하 단층·속도구조 통합 모델 개발 개요



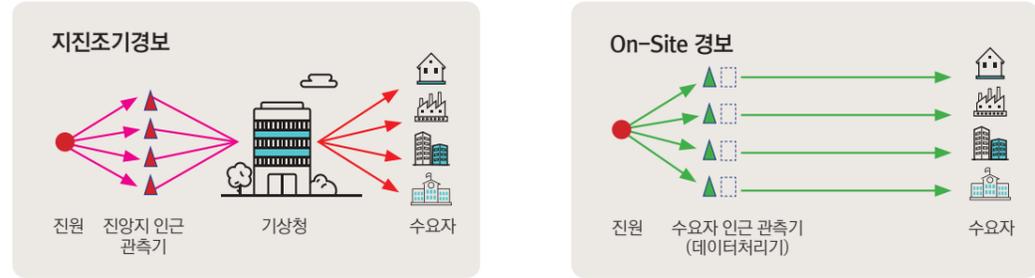
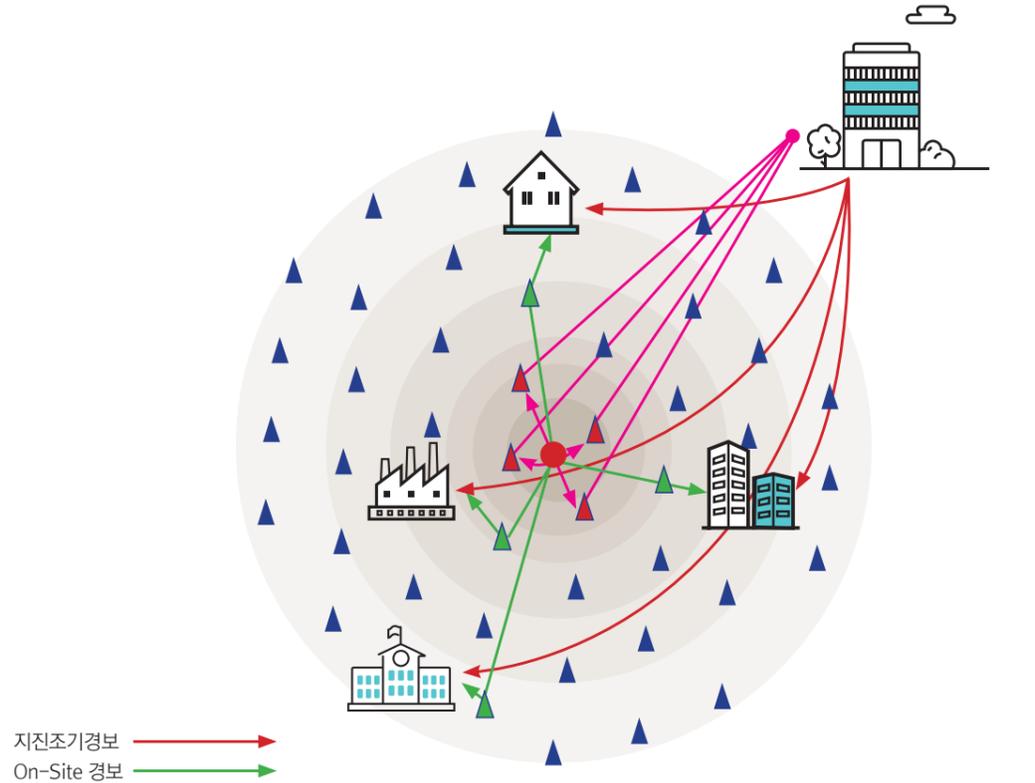
지진활동 정밀 관측을 통해 지하에서 지진이 일으키는 단층구조를 분석합니다. 지하의 단층구조를 찾으면 지표에 존재하는 단층과의 관계를 분석할 수 있습니다. 또한, 지구내부 속도구조를 파악하여 지진이 발생했을 때 지진동을 보다 정확하게 예측하고 진도 산출과 지진분석에 활용할 수 있습니다.

2. On-Site 경보 기술 개발

지진이 발생하면 진앙으로부터 가까운 지역은 지진조기경보가 발령되기 전에 이미 큰 진동의 지진파가 도달하게 되는데 이러한 지역을 지진조기경보 공백지역(Blind Zone)이라고 합니다.

이 지역을 최소화하기 위해 기상청에서는 지진관측 후 5~10초 이내로 지진조기경보를 전달하기 위해 노력하고 있습니다. 특히, 지진조기경보 공백지역(Blind Zone) 최소화와 철도·항공·전력 등 국가 주요 기반 시설의 지진 재해 최소화를 위해 On-Site 경보 기술개발을 추진하고 있습니다.

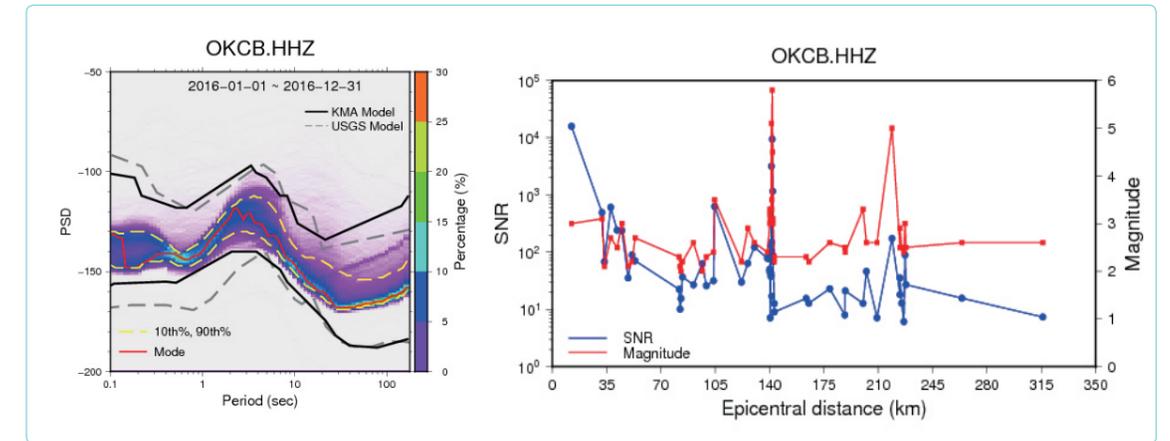
* On-Site 경보 기술 : 지진발생 위치 인근의 2~3개 관측소만을 이용하여 지진경보를 발령하는 기술



| | 지진조기경보 | On-Site 경보 |
|----|---|---------------------------------|
| 장점 | 오보 가능성 최소화 기존 대비 정보제공 시간 단축 | 경보시간 최소화 |
| 단점 | 관측소 사용수만큼 시간 지연 넓은 범위의 Blind Zone 발생 | 오보 가능성 증가 최소한의 Blind Zone 존재 |

3. 지진관측자료 품질 관리 기법 연구

전국에 분포한 기상청 265개 지진관측소 및 유관기관 관측자료 품질을 향상하기 위해서 관측소 주변 배경잡음의 특성을 분석하고, 관측자료 수집율, 신호감지 빈도, 신호 대 잡음비 등 관측자료 수집에 대한 최상의 상태를 유지할 수 있도록 다양한 분석기술을 개발하여 실제 자료에 적용하고 있습니다.

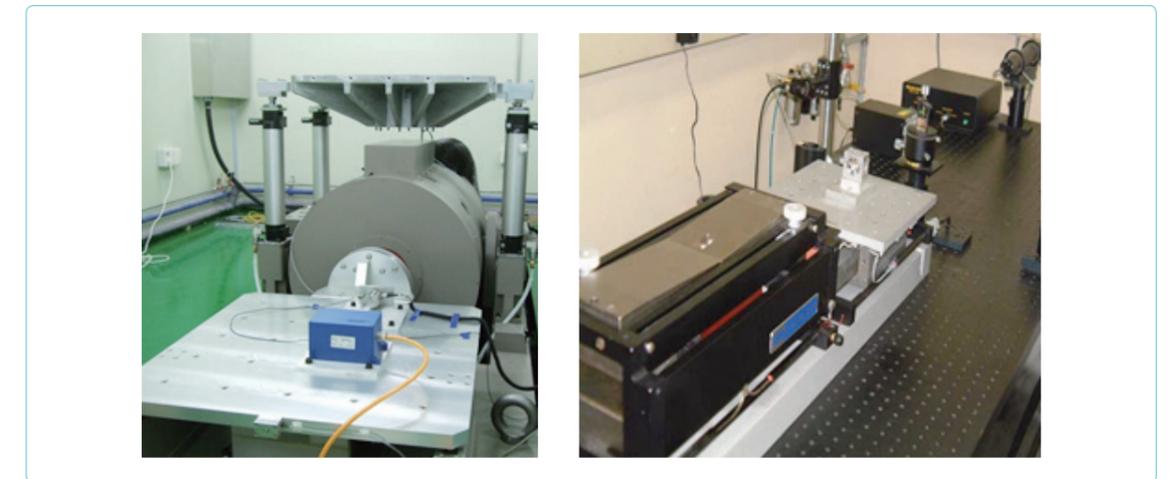


| 지진관측소의 주파수별 배경잡음수준 및 신호 대 잡음비 분석 결과(예시) |

4. 지진관측장비 검정 체계 개선을 위한 기준 연구

지진 관측자료의 정확도와 신뢰도를 확보하여 국가 지진 관측 자료의 공유 및 활용 확대를 위하여 지진관측 장비에 대한 검정제도가 법제화되어 있습니다.

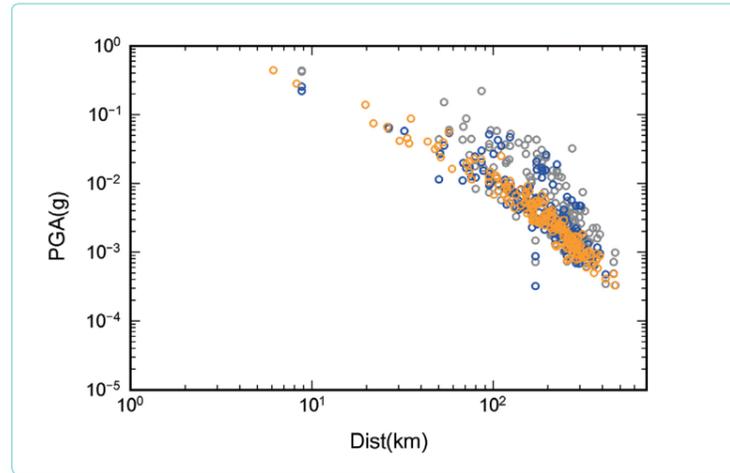
'17~'19년은 국가 표준으로부터 소급성이 확보된 검정항목, 검정방법 등에 대한 기준을 마련하고, 부족한 검정 인프라 및 인력 등을 보완할 수 있도록 관련 연구를 수행하였습니다. 이를 바탕으로 '21년부터 지진계의 감도, 주파수 영역, 선형성 등 해당 장비의 특성을 대표할 수 있는 항목을 중심으로 검정 절차를 마련하여 시행하고 있습니다.



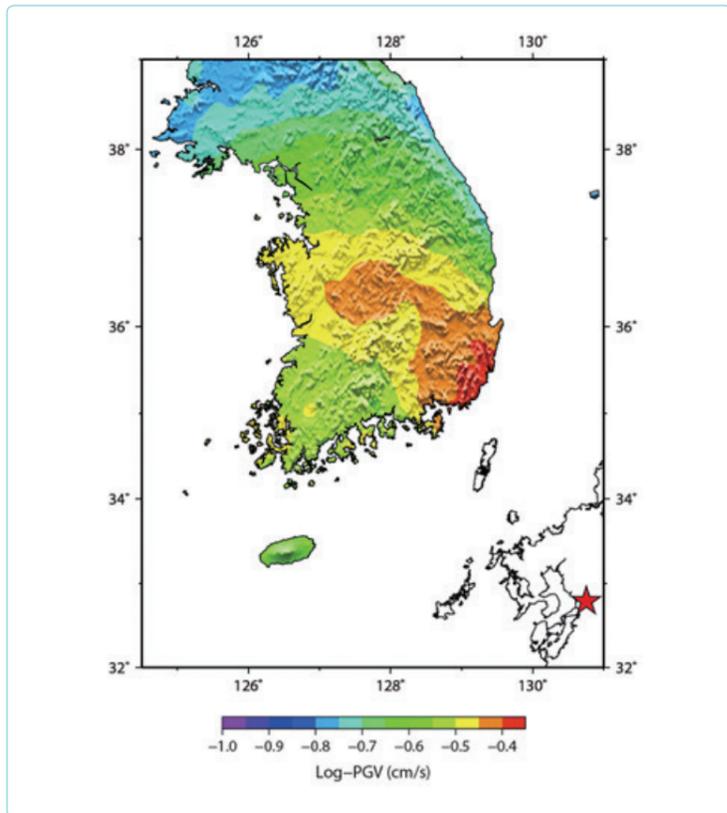
| 지진계 검정용 인프라(수평테이블과 가진기, 대형(좌), 소형(우)) |

5. 진도정보 서비스 고도화 기술 개발

사람이 지진을 느끼는 정도나 피해의 정도를 나타내는 '진도'는 지진의 규모, 지진으로부터의 거리, 지반의 특성 등에 의해서 달라집니다. 한반도에서 거리에 따라 지진의 진동이 얼마나 감쇠하는지 분석하고, 지역별로 달라지는 지반 특성을 진도 산출에 반영하기 위한 연구를 수행하고 있습니다. 또한, 일본의 대규모 지진에 의한 한반도의 진도 정보를 제공하는데 필요한 기술을 개발하고 있습니다.



거리에 따른 지반진동의 감쇠 분포

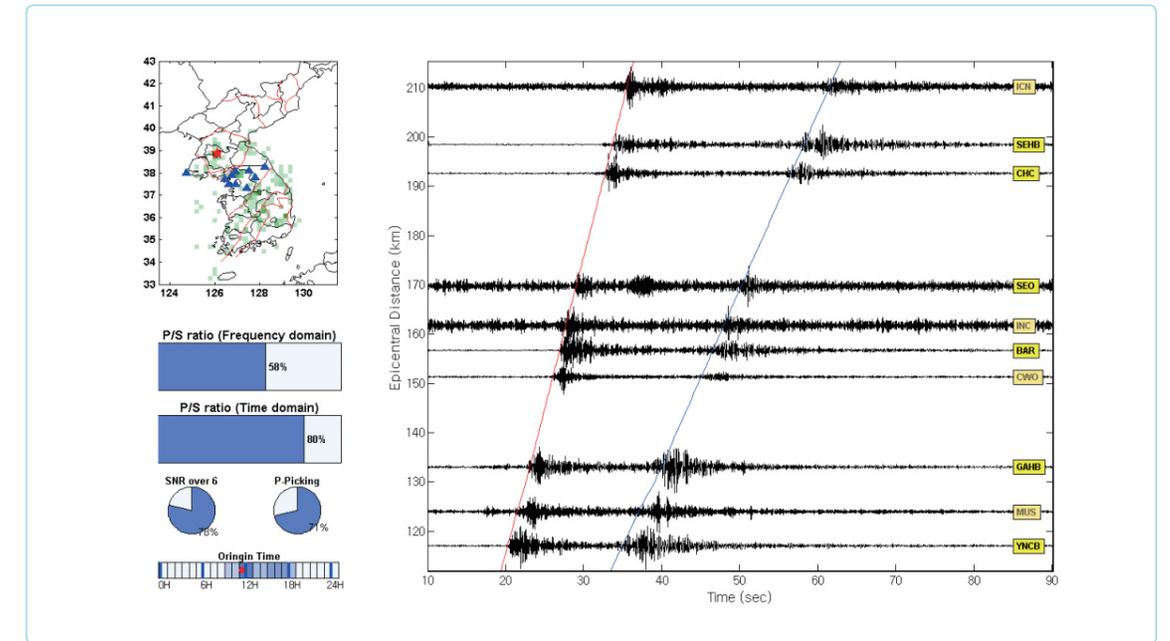


일본지진에 의한 진도 산출기술 개발

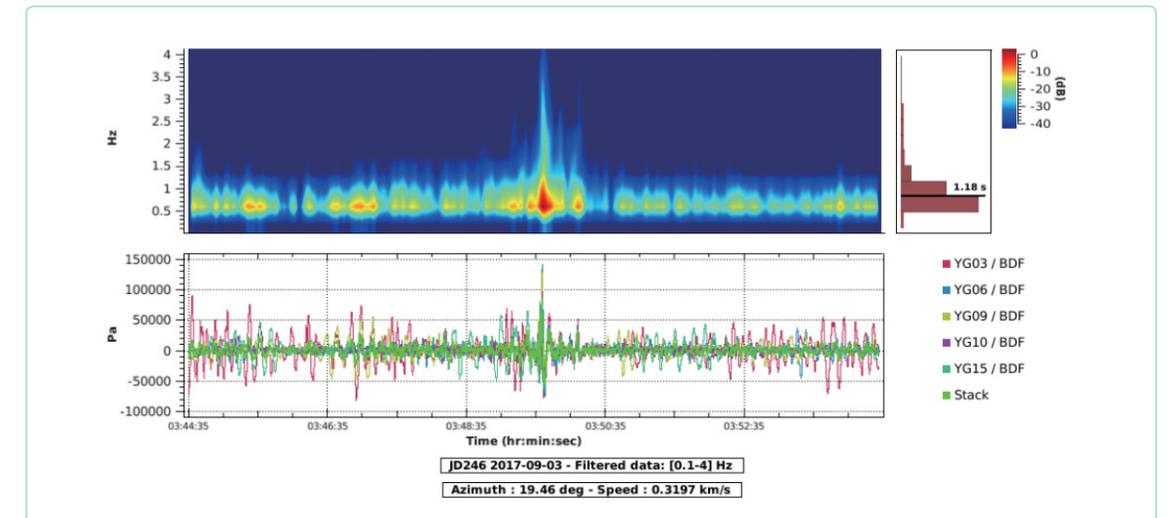
6. 인공지진 판별 기술 개발

관측되는 지진자료 중에는 자연적으로 발생하는 지진 외에도 발파와 같은 인위적인 원인에 의한 신호도 감지되며, 이러한 신호를 자연지진 신호와 분리할 필요가 있습니다. 이를 위해 관측되는 신호의 특성이 자연지진의 특성과 유사한지, 다른지 판별하기 위한 기법을 개발하여 활용하고 있습니다.

예를 들어 자연지진의 경우 일반적으로 지진신호 중 P파에 비해 S파의 진폭이 크지만, 인공지진의 경우 P파의 진폭이 우세하게 나타나기 때문에 P파와 S파 진폭의 비를 이용해 인공지진을 판별할 수 있습니다. 또한, 인공지진은 대부분 지표부근에서 일어나 음파가 발생할 수 있기 때문에 공중음파가 관측되는지 분석하여 인공지진 판별에 활용하기도 합니다.



인공지진 판별을 위한 자동분석시스템

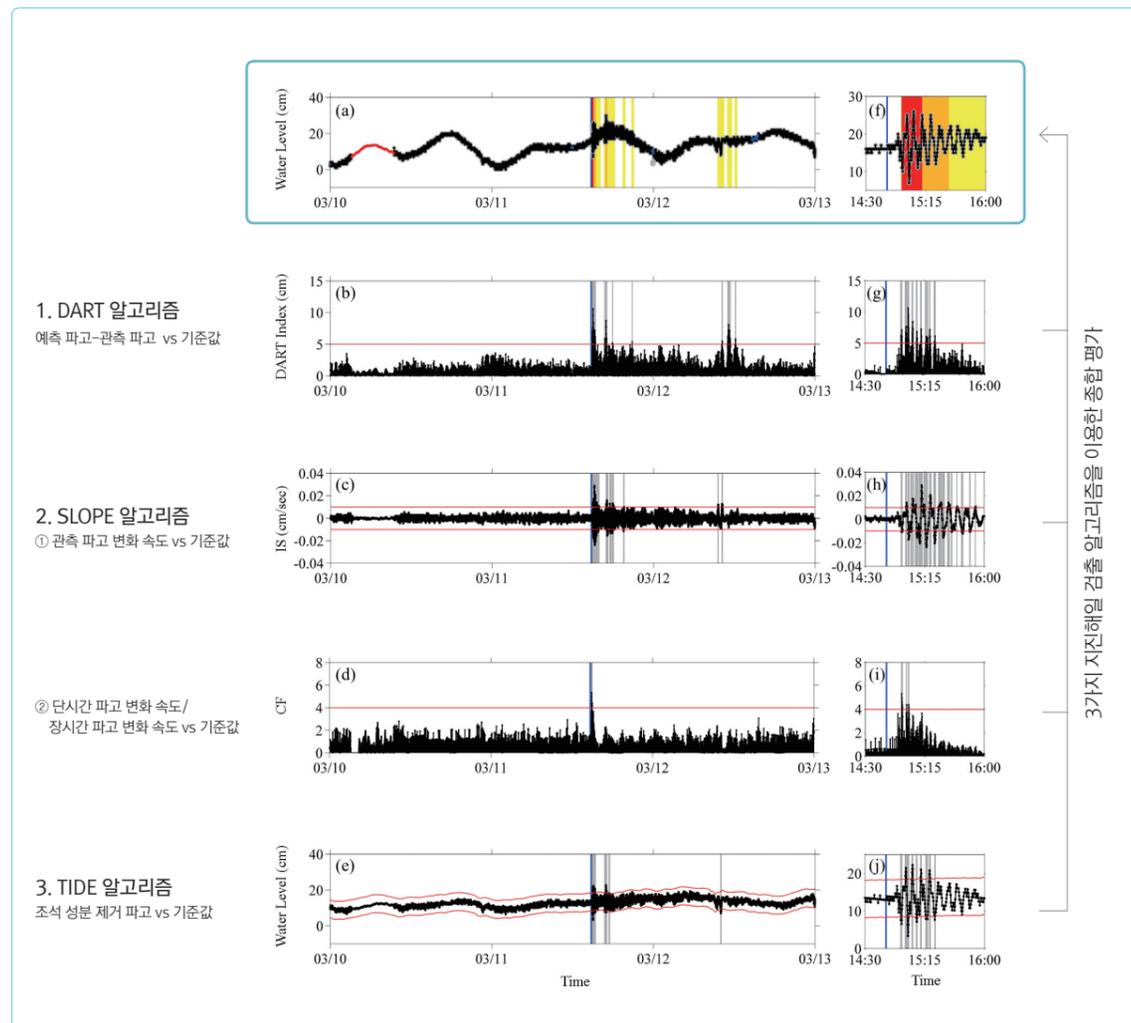


공중음파 분석

지진해일

1. 지진해일 관측기법 개발

지진해일을 관측하기 위해 해일파고계, 조위계 등에 의한 해수면 수위자료를 이용하는데, 해수면은 조위, 파랑 등 지진해일 이외의 요인에 의해 다양하게 변화합니다. 따라서 해수면 변동자료 중 지진해일 성분을 추출하여 지진해일 관측에 활용하기 위한 기법을 개발하고 실제 관측자료에 적용하기 위한 연구를 수행하고 있습니다.

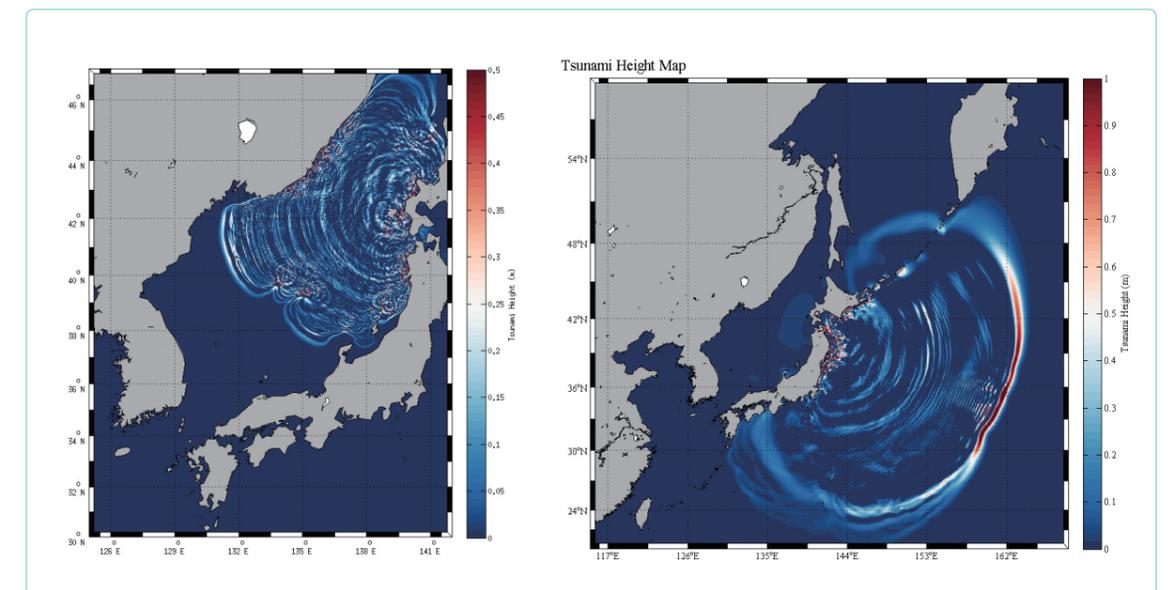


지진해일 판별 알고리즘을 적용하여 지진해일 관측

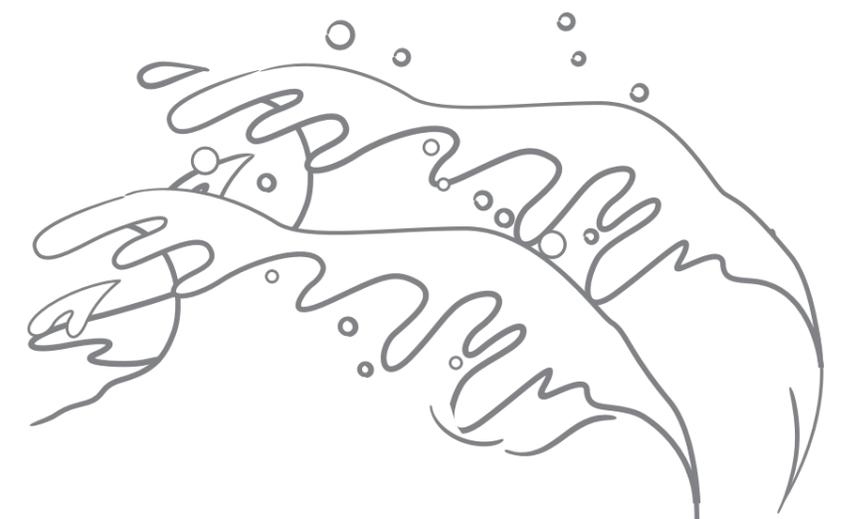
2. 지진해일 예측 기술 고도화

동해에서 지진해일이 발생할 경우 짧은 시간 내에 한반도 동해안에 도달하기 때문에 기상청은 지진발생 즉시 지진해일 정보를 제공하여 미리 대비할 수 있도록 지진해일 시나리오 DB를 구축하여 통보에 활용하고 있습니다. 지진해일 시나리오 DB는 위치와 규모만을 이용해 해당 지역에서 지진해일이 발생했을 때 한반도에 최대의 영향을 미칠 수 있는 단층조건을 가정한 뒤 지진해일을 미리 계산해 둔 것입니다.

이 때 가정한 단층조건은 실제 지진이 발생했을 때 움직이는 단층조건과 다를 수 있기 때문에 지진해일 시나리오 DB에 미리 계산된 지진해일 정보는 실제 발생하는 지진해일에 비해 과대평가되거나 과소평가될 수 있습니다. 따라서 실제 지진이 발생했을 때 그 지진의 특성을 반영해 지진해일을 예측하여 정보를 제공할 필요가 있습니다. 다만 이와 같은 지진해일 계산에는 상당한 시간이 소요되기 때문에 지진 발생 지역별로 정보제공을 위해 충분한 정확도와 계산소요시간을 만족할 수 있는 기법의 개발이 요구되며, 이를 위한 연구개발을 수행하고 있습니다.



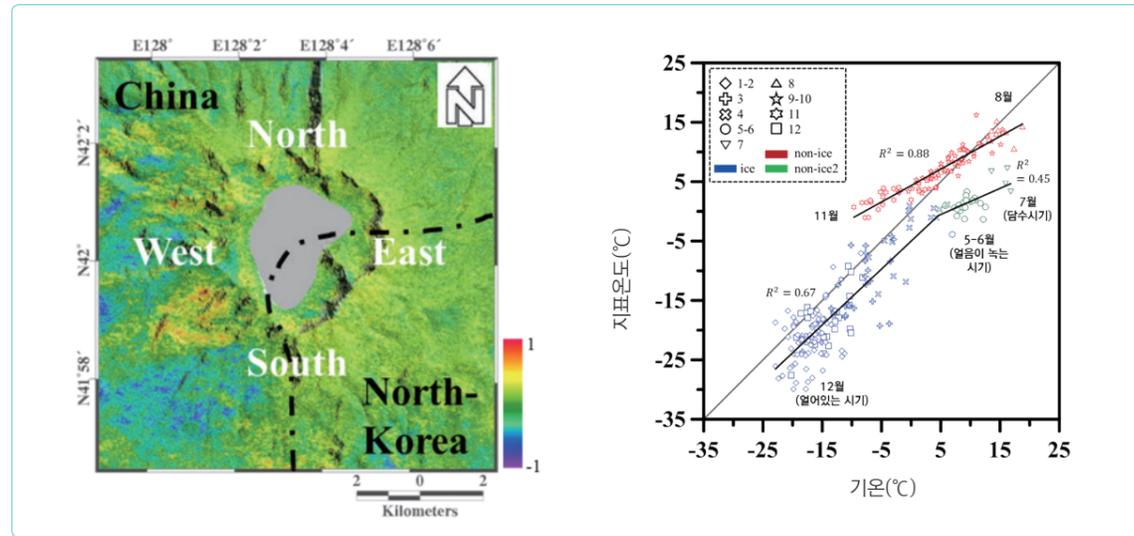
지진해일 수치모의를 통한 한반도 지진해일 예측 사례



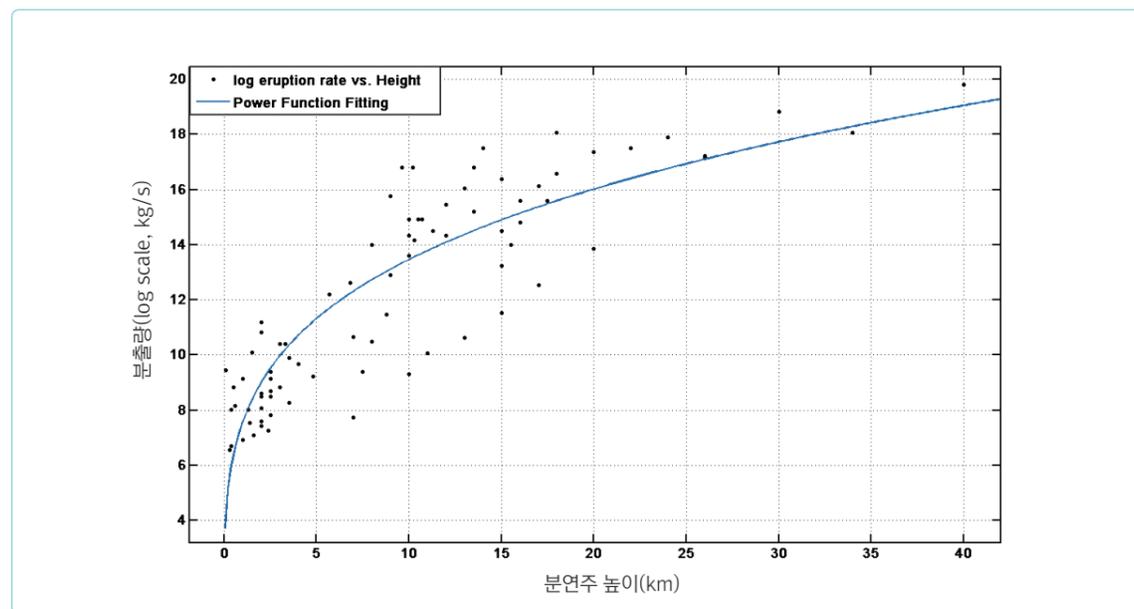
화산

1. 화산정보 고도화 기술 개발

한반도 화산 중 현재에도 활동하고 있는 백두산 화산활동을 모니터링하기 위해 위성자료를 이용한 지표변위와 지표온도 등을 주기적으로 분석하고 있습니다. 또한, 한반도 주변 화산분화 시 화산재 확산에 따른 한반도 영향을 분석하기 위해 화산재 확산모델을 운영하고 있으며, 화산재 확산 예측 정확도를 개선하기 위하여 분연주높이와 분출량의 관계 등 관련 연구를 수행하고 있습니다.



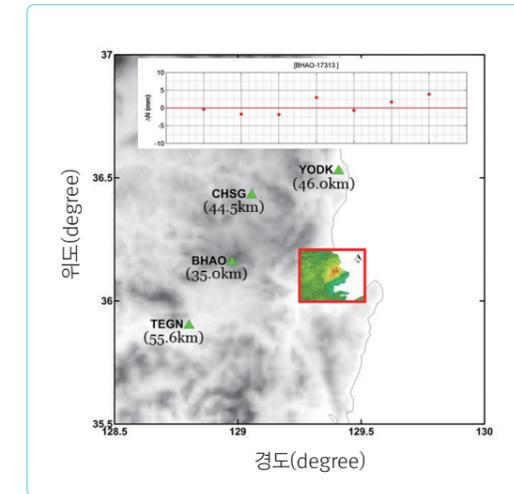
백두산 지표변위 및 지표온도 분석



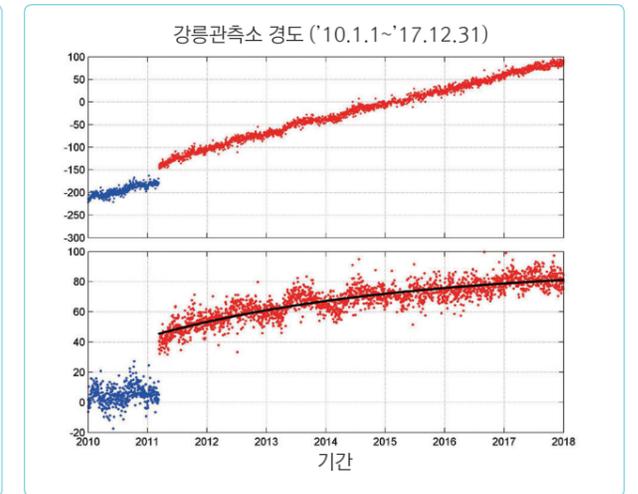
화산재의 분연주 높이와 분출량 관계

2. 지진·화산의 영향 분석 연구

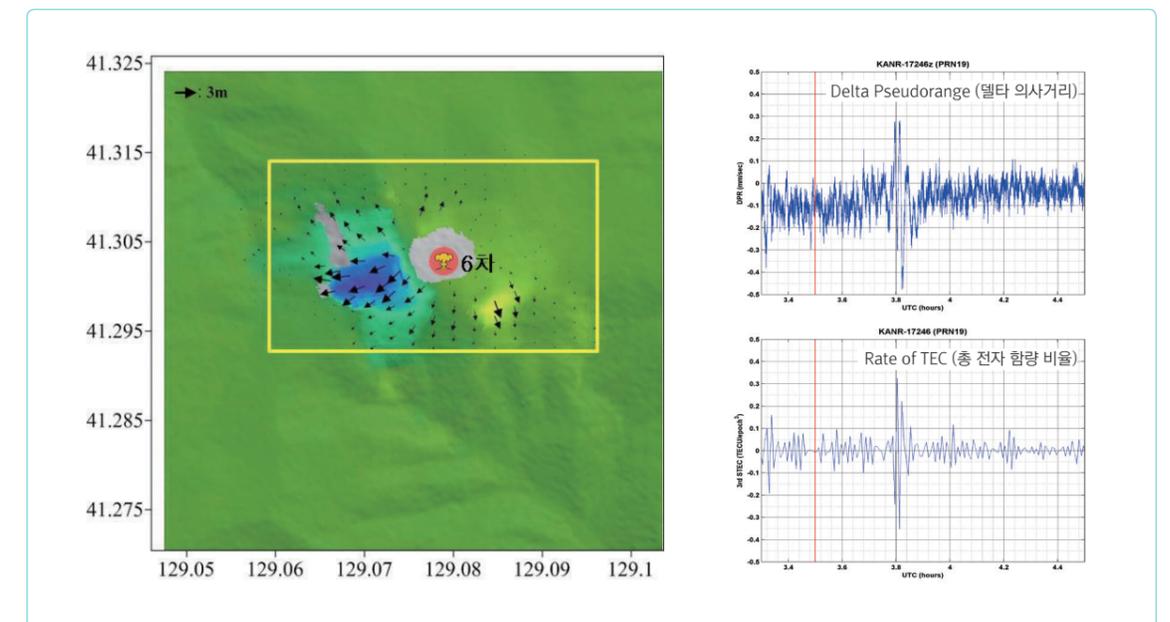
지진과 화산은 그 자체의 현상으로 그치지 않고 여러 형태로 영향을 미치며, 다양한 지구물리자료를 통해 그 영향을 관측할 수 있습니다. 지진과 화산활동 전·후의 변동을 관측하여 지진과 화산활동을 이해하기 위해 GNSS(전지구위성항법시스템), SAR(영상레이더) 위성, 자자기 자료 등을 활용한 연구를 수행하고 있습니다.



SAR위성 및 GNSS자료를 이용한 포항지진에 의한 주변지역 지표변위 분석



2011년 동일본대지진 이후 한반도 지각변동 분석



복핵실험에 의한 주변지역 지표변위와 전리층 변동 분석

DOMESTIC AND INTERNATIONAL COOPERATION NETWORK

국내외 협력 네트워크

“더 많은 정보 공유와 기술교류로 더욱 발전하는 기상청 관측·통보기술”

기상청은 지진, 지진해일, 화산으로 인한 재해로부터 국민의 생명과 재산, 주요 기반 시설의 피해 최소화를 위하여 국내외 여러 관련기관들과 협력을 이어가고 있습니다.

국내 협력 네트워크

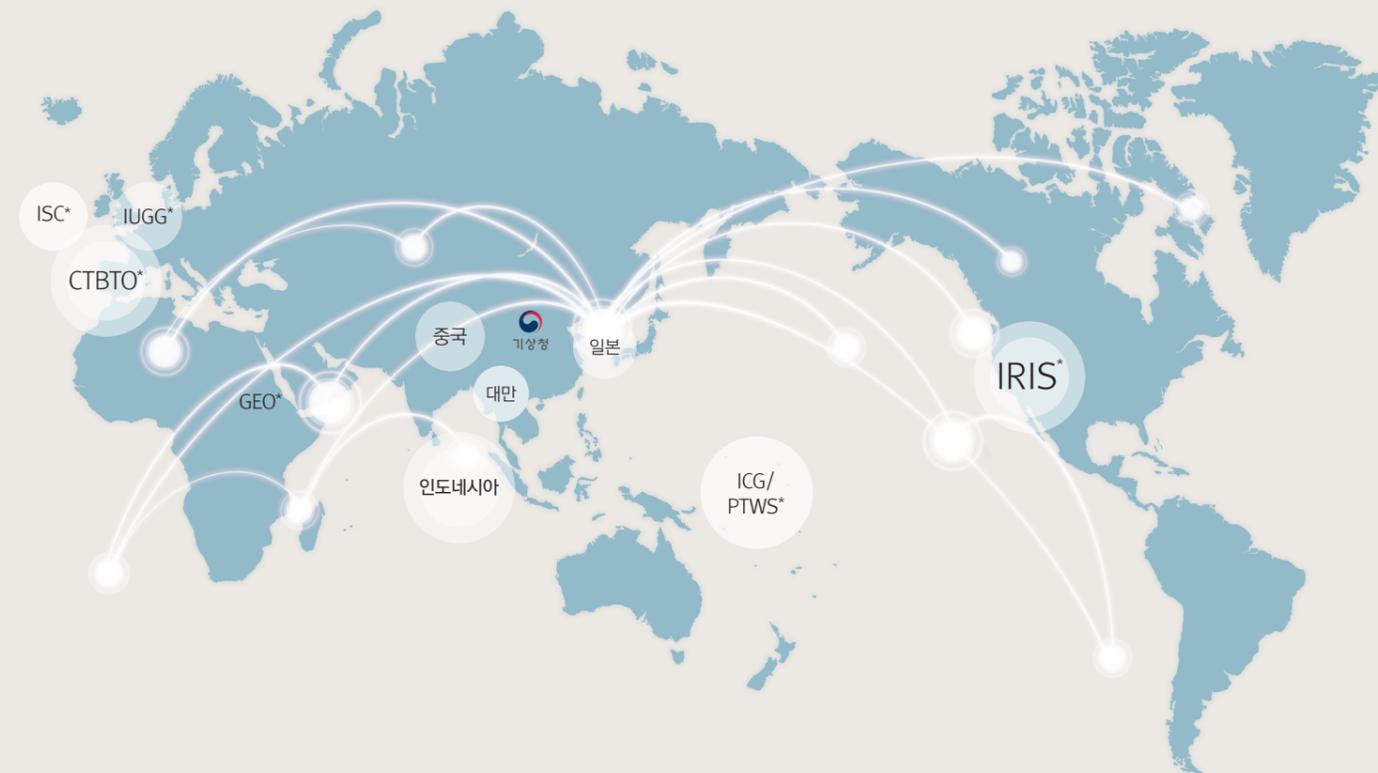
지진, 지진해일 및 화산활동 관측망을 운영하는 12개 기관으로 관측기관협의회를 구성하여 정기회의를 개최, 관측망 운영 및 관측자료 공유 등에 대한 협력 강화를 추진하고 있습니다. 또한 행정안전부, 외교부, 교육부, 과학기술정보통신부 등 다양한 유관기관과의 협력을 강화하여 국가지진업무를 한층 발전시켜 나가고 있습니다.



관측기관협의회 (국립해양조사원, 국토지리정보원, 한국가스공사, 한국농어촌공사, 한국수자원공사, 한국원자력안전기술원, 한국전력공사 전력연구원, 한국지질자원연구원, 한국해양과학기술원, 한국수력원자력, 한국원자력환경공단)

국제 협력 네트워크

기상청은 일본기상청(JMA), 중국지진청(CEA)과 정기적인 협력회의를 개최하여 한반도 인근의 정보 공유 및 기술교류를 실시하고 있습니다. 아울러 전 세계에 관측망을 운영하고 있는 여러 국제기관 및 단체와 정보를 공유하고 협력관계를 유지하고 있습니다.



* ICG/PTWS : The Intergovernmental Coordination Group for the Pacific Ocean Tsunami Warning and Mitigation System, 태평양 지진해일 경보체제 정부간 조정그룹회의

* CTBTO : Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, 포괄적핵실험금지조약기구

* IUGG : International Union of Geodesy and Geophysics, 국제 측지학·지구 물리학 연합

* IRIS : Incorporated Research Institutions for Seismology data management center, 미국지진연구연합

* GEO : Group on Earth Observation, 지구관측그룹

* ISC : International Seismological Centre, 국제지진센터

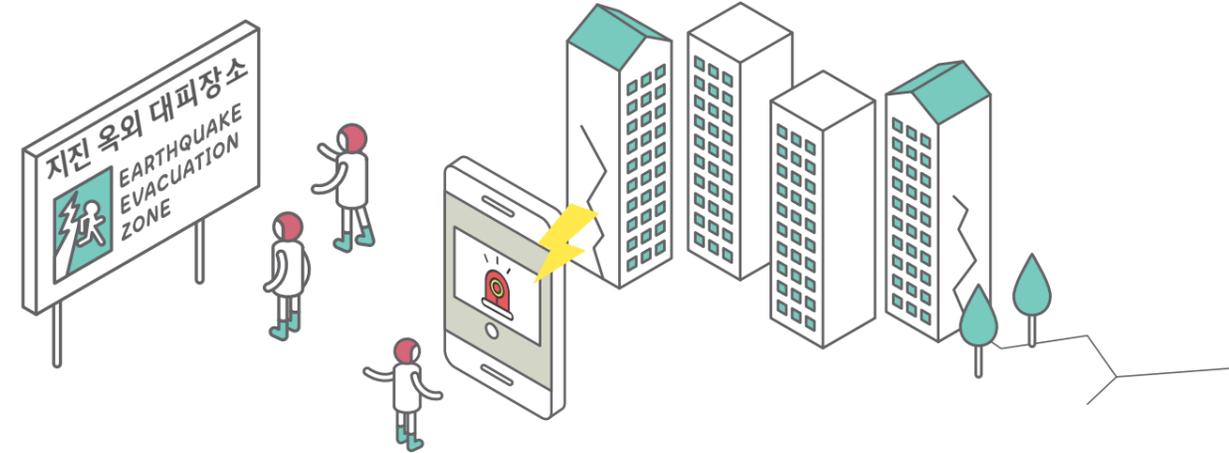
매체별 지진정보 확인방법

국민

지진재난문자(CBS), TV자막방송, 기상청 홈페이지, 131 ARS, 모바일메신저(라인), 유튜브, 포털사이트, 모바일앱(기상청 날씨알리미, 행정안전부 안전디딤돌) 등

유관기관 재난업무 담당자 및 언론기관

컴퓨터 통보(PC 클라이언트), FAX, SMS 등



TV자막 방송 라디오 방송 131 ARS

안전에 주의하기 바랍니다

지진재난문자(CBS)

긴급 재난 문자

[기상청] 02월 10일 12:53 경북 ○○시 ○구 동북동쪽 58km 해역 규모 4.0 지진발생/낙하물로부터 몸 보호, 진동 멈춘 후 야외 대피하며 여진주의

날씨알리미 앱

날씨알리미 앱을 통해 사용자 위치 기반 지역별 지진파 도달예측시간 및 체감진동 정보를 제공합니다.

기상청 홈페이지 www.weather.go.kr

포털사이트 NAVER **Daum**

모바일

- 날씨알리미 앱
- 유튜브 '기상청 지진화산' 채널
- www.facebook.com/EarthTwist
- @KMA_earthquake
- 라인 재해속보
- 행정안전부의 '안전디딤돌' 앱