

9.12 지진 대응 보고서



발간사

2016년 9월 12일 19시 44분에 경주시 남남서쪽 8.2km 지역에서 규모 5.1의 지진이 발생하였고 48분 후에 경주시 남남서쪽 8.7km 지역에서 규모 5.8의 지진이 발생하였습니다. 2016년에만 규모 5.0 이상의 지진이 한반도에서 3회 발생하였습니다.

9.12 지진은 1978년 홍성지진 발생 이후 도시 부근에서 발생한 가장 큰 규모의 지진입니다. 삼국사기와 조선왕조실록 등 역사서 기록에 따르면 과거 한반도 전역에서 지진동이 감지되었을 만큼 큰 규모의 지진이 여러 번 발생한 것으로 보이며, 경주지역 역시 사망자가 발생하는 등 큰 피해를 동반한 지진동을 느꼈다는 기록이 수차례 있습니다. 역사문헌에 기록된 지진 가운데 가장 피해가 큰 지진은 신라 혜공왕 15년(779년) 3월 경주에서 발생한 지진으로 가옥이 무너지고 사망자가 100여명인 것으로 기록되어 있습니다.

비록 9.12 지진이 발생 규모에 비하여 실제 피해는 크지 않았으나, 600여회 이상의 여진이 발생하였고 향후 이보다 더 큰 지진이 한반도에 발생할 가능성이 있고 그로 인한 인명 및 재산피해도 있을 수 있습니다. 9.12 지진이 우리나라에 미친 사회적, 경제적 영향을 실로 크다고 할 수 있습니다. 일단 지진 발생으로 집밖으로 대피한 주민들이 불안감을 호소하고 쉽게 돌아가지 못하였고, 산업 현장에서는 시설물의 피해 발생 가능성에 촉각을 곤두세웠습니다.



향후 한반도에는 9.12 지진보다 더 큰 규모의 지진이 발생할 가능성이 있는 만큼, 지진발생에 대비한 기상청의 대응체계 점검은 매우 중요합니다. 「9.12 지진 대응 보고서」는 예기치 못하게 발생한 9.12 지진 이후 기상청의 대응 결과를 정리한 것입니다. 본 책자를 작성하면서 우리가 실제 수행하였던 업무를 검토하고, 조치 상황 자료를 취합하고 기록하여 향후 발생할 수 있는 지진에 대한 전문적이고 체계적인 대응자료로 활용하고자 합니다. 이를 위하여 9.12 지진 분석 결과, 기상청의 조치 및 대응 사항을 정리하였고, 2017년 7월 3일부터 시행하고 있는 지진통보 서비스 및 신속한 지진정보 전파체계를 정리함과 더불어 관련 세미나 개최 결과와 미국, 일본 및 대만 등 관련국을 방문하여 선진 시스템 및 업무 현황 조사 결과를 정리하였습니다.

본 보고서에 수록된 9.12 지진과 관련된 다양한 대응결과가 공유되고 확산되어 향후 기상청 국가 지진업무 발전에 도움이 되기를 기원합니다.

기상청장 남재철

- 9.12 지진 발생 현황 08
- 9.12 지진 피해 현황 10
- 국내 지진 규모별 순위 12
- 9.12 지진(전진)
지진조기경보 분석 결과 13
- 9.12 지진(본진)
지진조기경보 분석 결과 14
- 9.12 지진의 여진 발생 현황 16

02
**9.12 지진 이후
조치 사항**

01
**9.12 지진 현황 및
분석 결과**

- 기상청 비상상황반 구성 20
- 9.12 지진 현장대응팀 조직 23
- 현장대응팀 활동 내용 23
- 9.12 지진 관련 조사·분석
세미나 개최 27
- 지진 관련 긴급재난문자(CBS)
직접 제공 30
- 국가지진화산센터 운영
매뉴얼 개정 32

 **CONTENTS**

- | | | | |
|-------------------|----|---------------------------------------|----|
| • 지진조기경보 통보시간 단축 | 36 | • 기상청 내부 지진전문가 양성 방안 | 50 |
| • 진원, 진도정보 제공 | 37 | • 지진방재 종합대책 수립 참여 | 50 |
| • 지진조기경보 전달체계 다양화 | 38 | • 지진방재 종합대책 중 기상청 소관 사항
(2017년) 요약 | 52 |
| • 지진해일 특보구역 개선 | 41 | • 재난상황 조기전파 시스템 구축 | 53 |
| • 지진 통보서비스 개선 시행 | 42 | • 일기예보 안내전화를 이용한
지진통보 서비스 시행 | 54 |
| • 국가 지진관측망 조기 확충 | 48 | | |
| • 지진화산관리관실 직제 개편 | 49 | | |

03

9.12 지진 이후
대응 강화

- | | |
|-------------------------------------|----|
| • 미국 USGS의 지진 업무 | 58 |
| • 미국 NEIC | 64 |
| • 미국 해저지진계 운영 현황 | 71 |
| • 일본기상청(JMA) | 79 |
| • 일본 방재과학기술연구소(NIED) | 82 |
| • 대만 연구기관 | 87 |
| • 국외 지진 관측 및 분석기관의
9.12 지진 분석 결과 | 98 |

부록

- | | |
|---------------------|-----|
| 1. 9.12 지진 여진 발생 현황 | 104 |
| 2. 보도자료 | 111 |

04

주변국 동향



01

9.12 지진 현황 및 분석 결과



— 9.12 지진 발생 현황

— 9.12 지진 피해 현황

— 국내 지진 규모별 순위

— 9.12 지진(전진)
지진조기경보 분석 결과

— 9.12 지진(본진)
지진조기경보 분석 결과

— 9.12 지진의 여진 발생 현황

01 9.12 지진 현황 및 분석 결과

◎ 9.12 지진 발생 현황

2016년 9월 12일 19시 44분 32초에 경북 경주시 남남서쪽 8.2km 지역(35.7666°N, 129.1879°E)에서 규모 5.1의 전진이 발생하였다. 진앙깊이는 15km 내외이고 경주와 대구뿐 아니라 부산, 울산, 창원에서도 지진을 느낄 수 있는 것으로 나타났다. 지진조기경보는 관측 후 27초 만에 통보가 이뤄졌으며 19시 49분에 지진 통보가 발표되었다.

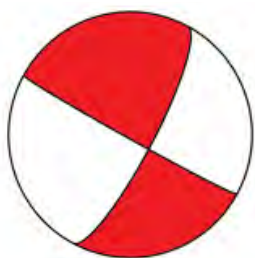
전진 이후 9월 12일 20시 32분 54초에 경북 경주시 남남서쪽 8.7km 지역(35.7610°N, 129.1878°E)에서 규모 5.8의 본진이 발생했다. 진앙깊이는 15km 내외이고 진도는 경주와 대구에서는 진도 6(부록 2, 보도자료 4-3 참조)정도, 부산, 울산, 창원 등에서는 진도 5(부록 2, 보도자료 4-3 참조)정도로 나타났다. 지진조기경보는 관측 26초 후 20시 33분 23초에 이뤄졌으며 20시 37분에 지진 통보가 발표되었다.



이번 지진의 파형자료를 이용한 단층면해 분석결과는 전형적인 주향이동 단층의 특성을 나타내며, 지진 발생의 원인은 경주일대에 분포하는 양산단층 또는 주변단층의 수평이동으로 추정된다. 주향이동단층은 단층면을 따라 단층과 평행한 방향으로 수평 이동하는 단층을 말한다.

주향(Strike)과 경사(Dip)는 지질답사에서 관찰되는 다양한 단층의 구조면을 간단한 기호로 나타내기 위해 고안되었다. 주향은 진북을 기준으로 주향선이 향하는 곳의 방위를 나타내고, 경사는 수평면을 기준으로 구조면이 기울어진 정도를 각도로 나타낸다. 수평면일 경우 경사는 0°이고, 수직면일 경우 경사는 90°이다. 면선각(Rake)은 단층면에서 측정되는데, 단층이동 시 상반(Hanging Wall)이 움직이는 방향을 나타낸다.

전진(9.12 19:44:32, 규모 5.1)의 단층면해



Strike	dip	rake
28	73	177
119	87	17

본진(9.12 20:32:54, 규모 5.8)의 단층면해



Strike	dip	rake
26	72	174
117	84	18

단층에 따른 단층면 분석 방법

정단층	역단층	주향이동단층

9.12 지진 피해 현황

9.12 지진은 한반도 내 대부분의 지역에서 감지되었으며, 1978년부터 시작된 기상청의 계기지진관측 이래 기록된 가장 큰 규모의 지진이다. 행정안전부(당시 국민안전처)가 집계한 피해현황(2016년 9월 25일 06시 기준)은 인명피해 및 재산피해가 9,319건으로 조사되었다. 2017년 8월 21일 00시 기준 9월 12일 전진 발생 이후 경주지역에서 632회의 지진이 발생하였고, 규모 1.5~2.0 지진이 442회(69.9%) 발생하였다. 최대 규모의 여진은 9월 19일 발생한 규모 4.5의 여진으로 본진으로부터 남남서쪽 2.3km 지점에서 발생하였다. 본진 발생 이후 9월 12일에는 여진이 105회(16.6%), 13일에는 134회(21.2%) 발생하였으며, 이후 발생 여진 횟수는 점차 감소하는 추세이다.

(2017년 8월 21일 00시 00분 기준)

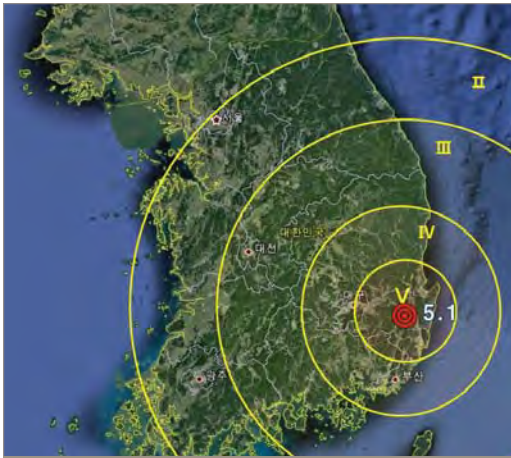
구분	1.5<M _L <2.0	2.0<M _L <3.0	3.0<M _L <4.0	4.0<M _L <5.0	총계
규모 5.1 이후	15	12	2	0	29
규모 5.8 이후	427	156	19	1	603
총계	442	168	21	1	632

규모는 진원에서 방출된 지진에너지의 양을 수치로 환산한 것으로서 지진계에 기록된 지진파의 진폭을 이용하여 계산된 값이며, 진도는 어떤 한 지점에서 사람이 느낀 정도 또는 구조물의 피해정도를 계급화한 것으로서 진원거리에 따라 차이가 난다. 유감신고에 의한 진도 분포는 수정 메르칼리 진도(MMI)의 환산 기준을 참고하여 작성하였고, 계기진도 분포도는 지진가속도계 값을 이용하여 작성되었다.

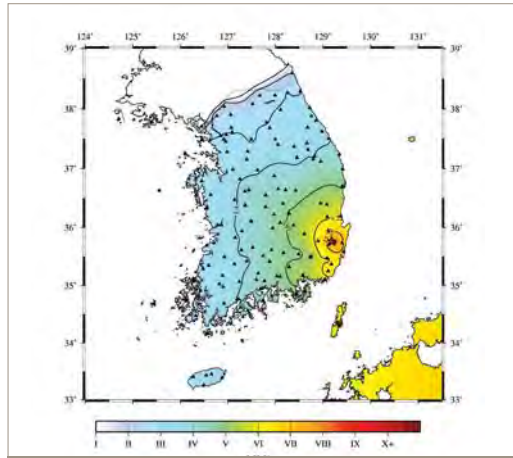
진도	설명
II	<ul style="list-style-type: none"> 소수의 사람들, 특히 건물의 윗층에 있는 소수의 사람들에 의해서만 느낀다 매달린 물체가 약하게 흔들린다
III	<ul style="list-style-type: none"> 실내에서 현저하게 느끼게 되는데, 특히 건물의 윗층에 있는 사람에게 더욱 그렇다 그러나 많은 사람들이 지진이라고 인식하지 못한다 정지하고 있는 차는 약간 흔들린다 트럭이 지나가는 것과 같은 진동이 있고, 지속시간이 산출된다
IV	<ul style="list-style-type: none"> 낮에는 실내에 서 있는 많은 사람들이 느낄 수 있으나, 실외에서는 거의 느낄 수 없다 밤에는 일부 사람들이 잠을 깬다 그릇, 창문, 문 등이 소리를 내며, 벽이 갈라지는 소리를 낸다 대형 트럭이 벽을 받는 느낌을 준다 정지하고 있는 자동차가 뚜렷하게 움직인다
V	<ul style="list-style-type: none"> 거의 모든 사람들이 지진동을 느낀다. 많은 사람들이 잠을 깬다 그릇, 창문 등이 깨어지기도 하며, 어떤 곳에서는 화반쪽에 금이 간다 불안정한 물체는 넘어 진다 나무, 전신주등 높은 물체가 심하게 흔들린다 추시계가 멈추기도 한다
VI	<ul style="list-style-type: none"> 모든 사람들이 느낀다 많은 사람들이 놀라서 밖으로 뛰어나간다 무거운 가구가 움직이기도 한다 벽의 석회가 떨어지기도 하며, 피해를 입는 골목도 일부 있다

9.12 지진의 계기진도 분포도

'16.09.12 경주지역 규모 5.1(전진)

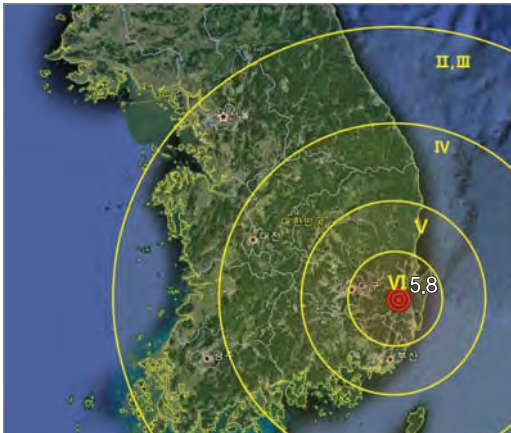


유감신고에 의한 진도 분포도

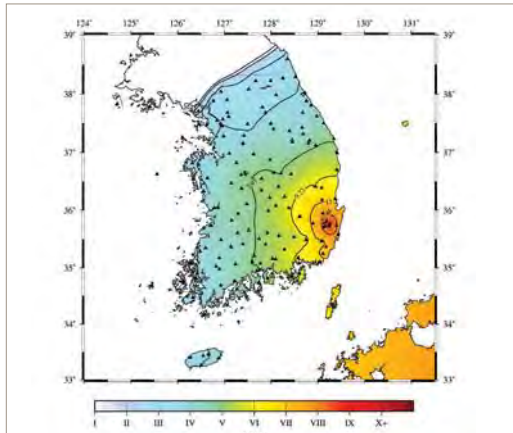


가속도 관측자료를 이용한 계기진도 분포도

'16.09.12 경주지역 규모 5.8(본진)



유감신고에 의한 진도 분포도



가속도 관측자료를 이용한 계기진도 분포도

○ 국내 지진 규모별 순위

9.12 지진(본진)은 1978년 기상청이 지진 통보 업무를 시작한 이후 기록된 가장 큰 규모의 지진이다. 9.12 지진의 전진도 한반도에서 발생한 지진 규모 5위에 기록되었다.

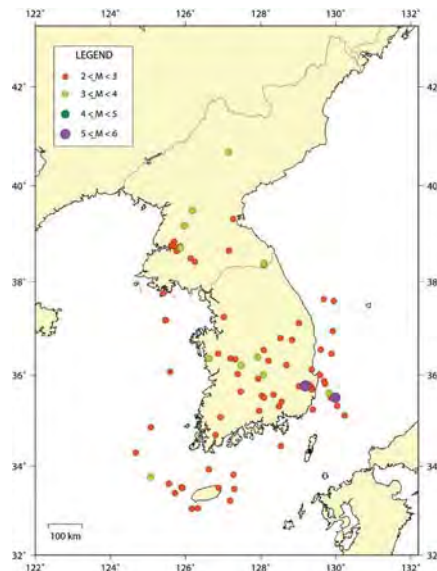
(1978년~현재)

No.	규모 (M _L)	발생연월일	진원시	진앙(Epicenter)		
				위도(°N)	경도(°E)	발생지역
1	5.8	2016. 9. 12.	20:32:54	35.77	129.18	경북 경주시 남남서쪽 8km 지역
2	5.3	1980. 1. 8.	08:44:13	40.20	125.00	평북 서부 의주-삭주-귀성 지역
3	5.2	2004. 5. 29.	19:14:24	36.80	130.20	경북 울진 동쪽 약 80km 해역
3	5.2	1978. 9. 16.	02:07:05	36.60	127.90	충북 속리산 부근지역
5	5.1	2016. 9. 12.	19:44:32	35.76	129.19	경북 경주시 남남서쪽 9km 지역
5	5.1	2014. 4. 1.	04:48:35	36.95	124.50	충남 태안군 서격렬비도 서북서쪽 100km 해역
7	5.0	2016. 7. 5.	20:33:03	35.51	129.99	울산 동구 동쪽 52km 해역
7	5.0	2003. 3. 30.	20:10:52	37.80	123.70	인천 백령도 서남서쪽 약 80km 해역
7	5.0	1978. 10. 7.	18:19:52	36.60	126.70	충남 홍성읍 지역
10	4.9	2013. 5. 18.	07:02:24	37.68	124.63	인천 백령도 남쪽 31km 해역
10	4.9	2013. 4. 21.	08:21:27	35.16	124.56	전남 신안군 흑산면 북서쪽 101km 해역
10	4.9	2003. 3. 23.	05:38:41	35.00	124.60	전남 홍도 북서쪽 약 50km 해역
10	4.9	1994. 7. 26.	02:41:46	34.90	124.10	전남 홍도 북서쪽 약 100km 해역

* M_L: 국지지진 규모식

■ 2016년 지진발생 분포도

2016년에 한반도에서 발생한 규모 2.0 이상의 지진 분포도(9.12 지진은 전진과 본진이 한 개의 원으로 표기되며, 울산 지진과 9.12 지진은 보라색 원으로 표시되었다.)



9.12 지진(전진) 지진조기경보 분석 결과

- ▶ 발생시각: 2016년 9월 12일 19시 44분 33초
- ▶ 진앙/규모: 경북 경주시 남서쪽 8km 지역(35.79°N, 129.15°E)/5.3
- ▶ 예상진도: 최대예측값(273.5gal), 최대관측값(205.7gal)
- ※ 최초관측: 19시 44분 35.7초, 발표: 19시 45분 03초(관측 후 27초)
- ※ gal = 1cm/sec², %g = 9.81cm/sec²

■ 관측소별 지진관측(P파) 소요 시간

순서	관측소	P파 도달시각	규모	소요시간 (발생 후)
1	MKL(명계리)	19:44:35.7	5.76	3.7초
2	HDB(효동리)	19:44:37.1	6.09	5.1초
3	DAG2(대구)	19:44:38.2	5.73	6.2초
4	YSB(양산)	19:44:39.4	5.57	7.4초
5	YOGB(영천)	19:44:39.0	5.20	7.0초
6	MAK(매곡리)	19:44:40.8	5.52	8.8초
7	CHS(청송)	19:44:41.1	5.24	9.1초
8	USN(울산)	19:44:36.1	5.42	4.1초
9	PHA2(포항)	19:44:41.8	4.91	9.8초
10	MIYA(밀양)	19:44:41.9	5.64	9.9초

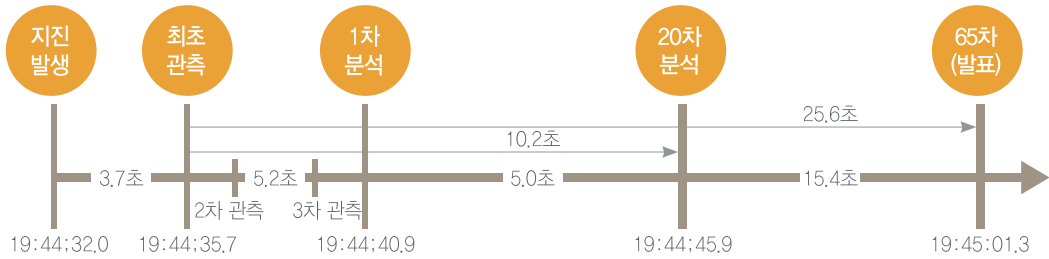
※ 관측소별 분석 현황(최초 관측 후 10개소)

■ 시간대별 분석 결과

구분	발생 위치		규모	분석 시각	소요 시간(초) (최초관측 이후)	관측소 수
	위도	경도				
1차	35.84	129.20	5.6	19:44:40.9	5.2	3
2차	35.84	129.20	5.5	19:44:41.1	5.4	3
3차	35.75	129.18	5.5	19:44:41.3	5.6	4
4차	35.75	129.18	5.5	19:44:41.3	5.6	4
5차	35.77	129.18	5.4	19:44:41.6	5.9	5
10차	35.77	129.18	5.5	19:44:43.5	7.8	7
15차	35.79	129.18	5.2	19:44:44.7	9.0	11
20차	35.77	129.18	5.1	19:44:45.9	10.2	12
44차	35.77	129.18	5.3	19:44:55.4	19.7	30
65차	35.79	129.15	5.3	19:45:01.3	25.6	42
99차	35.79	129.18	5.3	19:45:13.5	37.8	101
176차(최종)	35.79	129.18	5.3	19:45:41.7	66.0	147

* 지진조기경보는 65차 분석 결과를 이용하여 19:45:03초에 통보 시작

■ 시간대별 소요 시간



○ 9.12 지진(본진) 지진조기경보 분석 결과

- ▶ 발생시각: 2016년 9월 12일 20시 32분 54초
- ▶ 진앙/규모: 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역(35.77°N, 129.18°E)/5.9
- ▶ 예상진도: 최대예측값(724.4gal), 최대관측값(251.1gal)
- ※ 최초관측: 20시 32분 57.2초, 발표: 20시 33분 23초(관측 후 26초)
- ※ gal = 1cm/sec², %g = 9.81cm/sec²

■ 관측소별 지진관측(P파) 소요 시간

순서	관측소	P파 도달시각	규모	소요시간(발생 후)
1	MKL(명계리)	20:32:57.2	6.19	3.2초
2	HDB(효동리)	20:32:58.6	6.66	4.6초
3	DAG2(대구)	20:32:59.7	6.15	5.7초
4	YOCB(영천)	20:33:00.6	5.96	6.6초
5	YSB(양산)	20:33:00.8	5.96	6.8초
6	MAK(매곡리)	20:33:02.3	6.23	8.3초
7	CHS(청송)	20:33:02.8	5.92	8.8초
8	PHA2(포항)	20:33:03.4	5.53	9.4초
9	MIYA(밀양)	20:33:03.5	6.24	9.5초
10	GKP1(경북대)	20:33:04.2	5.76	10.2초

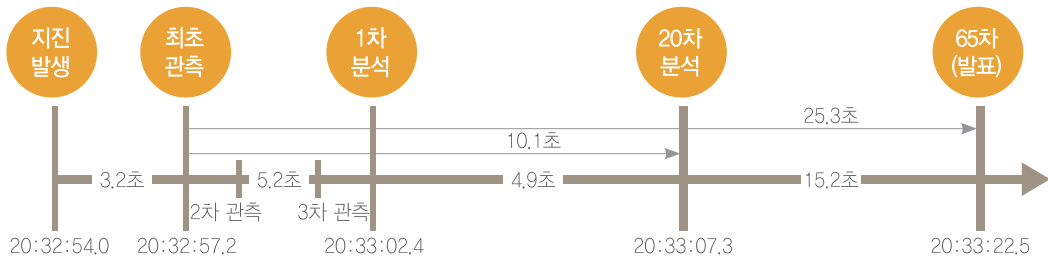
※ 관측소별 분석 현황(최초 관측 후 10개소)

■ 시간대별 분석 결과

구분	발생 위치		규모	분석 시각	소요 시간(초) (최초관측 이후)	관측소 수
	위도	경도				
1차	35.75	129.18	4.8	20:33:02.4	5.2	5
2차	35.75	129.18	5.0	20:33:02.6	5.4	5
3차	35.75	129.18	5.2	20:33:02.7	5.5	5
4차	35.75	129.18	5.2	20:33:02.9	5.7	5
5차	35.75	129.18	5.5	20:33:03.2	6.0	5
10차	35.77	129.18	5.6	20:33:04.4	7.2	7
15차	35.77	129.18	5.9	20:33:05.9	8.7	9
20차	35.77	129.18	5.9	20:33:07.3	10.1	11
40차	35.77	129.18	5.9	20:33:15.2	18.0	26
65차	35.77	129.18	5.9	20:33:22.5	25.3	44
104차	35.77	129.18	5.9	20:33:33.7	36.5	100
216차(최종)	35.77	129.18	5.9	20:36:37.2	220.0	156

※ 지진조기경보는 65차 분석 결과를 이용하여 20:33:23초에 통보 시작

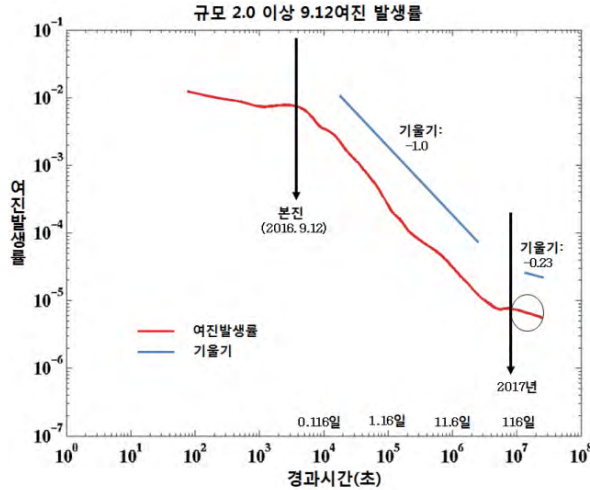
■ 시간대별 소요 시간



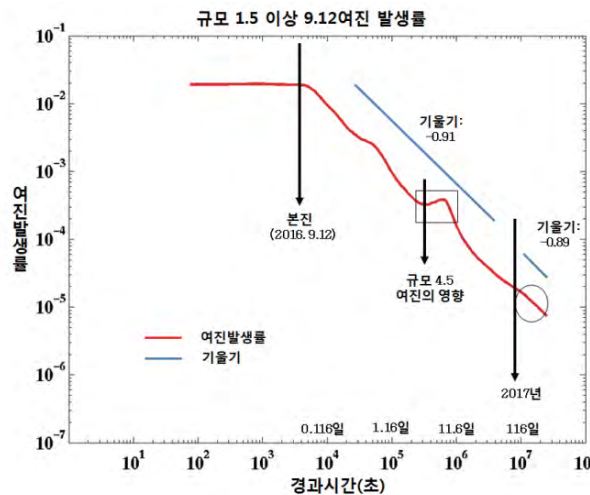
9.12 지진의 여진 발생 현황

9.12 지진 이후 2017년 상반기까지 발생한 지진의 여진발생률 계산 결과, 규모 2.0 이상 여진발생률의 기울기(경향)는 약 -1.0 이고, 2017년 상반기부터는 기울기가 -0.23 으로 급격하게 변하여 발생률이 수렴하므로 여진 발생이 안정기에 접어들었다고 해석할 수 있다(그림 1의 동그라미). 그러나 9.12 지진 이후 2017년 상반기까지 발생한 규모 1.5 이상 여진발생률의 기울기는 약 -0.91 이고, 2017년 상반기의 기울기는 -0.89 로 기울기가 크게 변하지 않았다(그림 2의 동그라미). 그리고 9월 19~20일에 발생한 미소지진의 갑작스러운 증가(그림 2의 네모 박스)는 9월 19일 경주 지역에서 발생한 규모 4.5 지진의 영향으로 미소지진의 활동이 늘어난 것으로 판단된다. 향후 규모 1.5 이상 9.12 여진의 여진발생률의 기울기가 변하지 않는다면, 규모 2.0 이하의 여진은 일정기간 계속 발생할 가능성이 있을 것으로 전망된다.

〈그림 1〉 9.12 지진 이후부터 2017년 상반기까지 발생한 규모 2.0 이상 지진의 여진 발생률



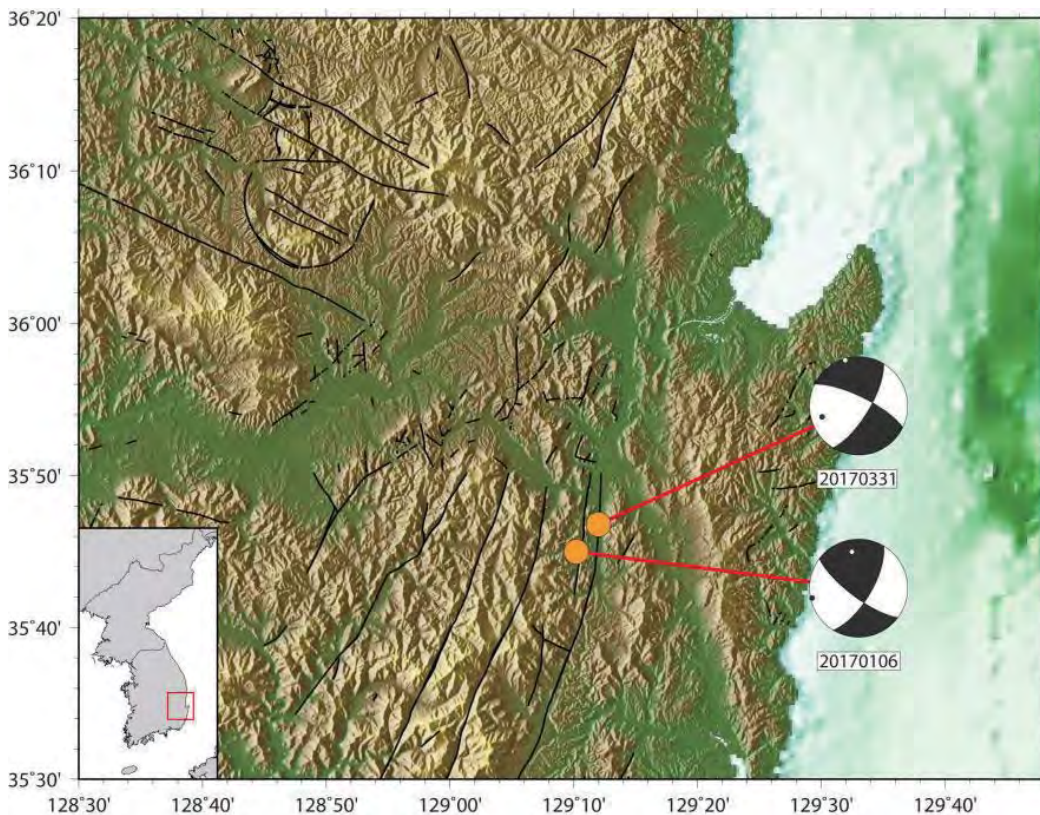
〈그림 2〉 9.12 지진 이후부터 2017년 상반기까지 발생한 규모 1.5 이상 지진의 여진 발생률



9.12 지진 발생 이후 2017년 경주 지역에서 발생한 규모 3.0 이상의 9.12 지진의 여진(1월 6일, 3월 31일)은 단층면해 분석 결과, 북북동-남남서 방향의 단층 오른쪽이 남남서 방향으로 수평 이동함으로써 발생한 것으로 분석되었다. 두 여진의 단층운동 양상은 기존 9.12 지진의 단층운동 양상과 유사하지만, 이동방향에 다소 차이가 있어 단층면해 모양에 차이가 발생하는 것으로 보인다.

월/일	발생시각 (시:분:초)	위도 (°N)	경도 (°E)	규모 (M _L)	주향(°)/경사(°) /면선각(°)	발생위치
01/06	05:31:13	35.75	129.17	3.3	31/69/164	경북 경주시 남남서쪽 11km 지역
03/31	13:46:09	35.78	129.20	3.3	31/72/196	경북 경주시 남남서쪽 7km 지역

2017년 상반기에 발생한 규모 3.0 이상의 9.12 여진에 대한 단층면해





02

9.12 지진 이후 조치 사항



— 기상청 비상상황반 구성

— 9.12 지진 현장대응팀 조직

— 현장대응팀 활동 내용

— 9.12 지진 관련 조사·분석
세미나 개최

— 지진 관련 긴급재난문자
(CBS) 직접 제공

— 국가지진화산센터 운영
매뉴얼 개정

02 9.12 지진 이후 조치 사항

○ 기상청 비상상황반 구성

9.12 지진이 발생한 직후 기상청은 9월 12일 21시를 기해 비상근무를 실시하였다. 기상청 국가지진화산센터 운영매뉴얼의 비상소집 발생 요건은 첫째 지진속보가 발표된 경우, 둘째 지진해일 특보가 발표된 경우, 셋째 인공지진의 위기경보 수준이 '경계' 단계 이상인 경우, 넷째 화산의 위기경보 수준이 '심각' 단계인 경우로 이번 9.12 지진은 첫 번째 경우에 해당된다.

비상소집은 평일 주간에는 지진통보사가 비상상황을 연락하고, 휴일이나 야간 시에는 지진통보사가 지진화산관리관실 전 직원에게 비상소집에 대한 문자메시지를 발송하면서 비상소집망이 가동된다. 비상소집의 해제는 지진 위기 상황이 해소된 것으로 판단 될 때 종료한다.

비상상황반 구성시에는 지진화산관리관을 본부장으로 하고 지진분석반, 분석지원반, 정보통신반, 언론반, 현장지원반으로 구성되며, 본부장은 지진상황반을 총괄하고 지진분석반은 지진화산감시과장을 반장으로 하여 지진감시 및 관측, 지진분석 및 통보, 지진속보, 지진통보 발표, 긴급방송 요청(필요시) 내부 및 유관기관 상황전파, 언론대응 및 보도자료 작성 등을 수행한다. 분석지원반은 지진화산정책과장을 반장으로 하여, 상황반 구성·운영·해제, 지진분석반을 지원하여 국외 지진정보의 수집, 브리핑 준비를 수행한다. 정보통신반은 정보통신기술과장을 반장으로 하고 기상청 홈페이지 등 정보통신 상황을 점검하고, 언론반은 대변인을 반장으로 언론 대응을, 현장지원반은 당일 총괄예보관을 반장으로 지원업무를 수행한다.

■ 기상청 대응 현황

- 지진 관측 후 각각 27초(전진), 26초(본진)만에 지진조기경보 발표
 - ※ 방송사에 긴급방송요청 및 행정안전부(당시 국민안전처) 등 유관기관에 통보
- 본청 및 소속기관 지진 비상근무(9.12, 20:00~, 22명/일)
- 보도자료 배포(총 4회) 및 출입기자 대상 브리핑(9.12, 21:20)
- 기상청장, 새누리당 당정협의회 및 더민주당 최고회의 참가 브리핑(9.13)
- 행정안전부(당시 국민안전처) 주관 긴급대책회의 참가(9.13, 10:00, 지진화산관리관)
- 국민의당 안철수, 이상돈, 김삼화 의원 기상청 방문 브리핑(9.14)
 - 안전예산 최우선 고려, 연구개발(R&D) 및 조기경보 예산·조직 적극 지원
- 본진 발생 후 여진 발생현황 매시간 공개(9.13, 17:00~, 기상청 홈페이지)
- 지진업무 강화 방안에 대한 내부 대책회의(9.14, 9.16)
- 국내 지진전문가(연세대 홍태경 교수 등 5인) 초청 자문회의(9.17)
 - 9.12 지진 발생 현황 및 문제점, 지진업무 강화 대책, 향후 계획 등 협의
- 9.12 지진 대응 관계차관회의 참석(9.18, 서울청사, 기상청 차장)
- 9.12 지진 대응 관련 당정협의회 참석(9.18, 국회, 기상청장)
- 9.12 지진 현장대응팀 1차 운영(9.20~9.30, 8인)
 - 지자체 피해조사결과에 근거한 지진의 영향정도 조사 및 진도 분석, 이동식지진계를 활용한 여진 관측 및 지진동의 증폭효과 조사, 학계 및 지자체와의 협력 추진
- 9.12 지진 관련 현장최고위원회 참석(9.21, 경주, 기상청장)
- 긴급재난문자(CBS) 발송 관련 안전처-기상청 실무자회의(9.21)
- 제13차 국정과제 전략협의회 참가(9.22, 지진화산관리관)
- 기재부 차관 주재 지진방재대책회의 참가(9.22, 차장)
- 국회 원전안전특위 제1차 회의 참가(9.22, 차장)
- 긴급방송 송출관련 미래부 회의 참가(9.22, 담당연구관)
- 9.12 지진 중간결과 보고(9.22)
- 「국가지진화산센터 운영매뉴얼」일부개정(9.23)
- 지진대응체계 관계부처 및 지자체 점검회의 참가(9.23, 지진화산정책과장)
- 지진관련 긴급재난문자 업무 기상청 이관 TF 1차 회의(10.6, 지진화산관리관)

- 지진관련 긴급재난문자 업무 기상청 이관 TF 2차 회의(10.11, 지진화산관리관)
- 해외 지진·지진해일·지구물리 관측기관 업무·기술 벤치마킹(10.19~21)
 - 일본 기상청 및 방재연구원 등 방문(국회 환노위 13명/기상청 3명)
- 9.12 지진발생 후 자체 지진업무 강화대책(안) 마련(10.21)
 - 지진관측망 조기 확충 및 개선, 지진조기경보 통보시간 단축, 유관기관 지진 관측자료 수집 및 분석, 지진 R&D 강화 등
- 지진관련 긴급재난문자 업무 기상청 이관 TF 3차 회의(10.27, 지진화산관리관)
- 「국가지진화산센터 운영매뉴얼」 전면 개정(10.31)
 - 비상소집 및 상황반구성, 속보 대상, 상황반별 구성인원 조정 및 비상근무시간 수정, 상부기관 보고체계, 관계기관 비상연락망 실시간 현행화 등
- 해외 지진·지진해일 관측기관 업무·기술 벤치마킹(10.30~11.9)
 - 미국지질조사국(USGS) 등 3개 기관방문(지진화산관리관 등 4명)
- 재난방송 운영 활성화를 위한 관계기관 회의(11.7, 담당 연구관)
- 지진·지진해일·화산정보 통보처 관리 강화(11.10)
 - 통보처별 그룹 구분(필수통보처 441개, 일반통보처 509개) 운영
- 지진관련 긴급재난문자 업무 기상청 이관 TF 4차회의(11.11, 지진화산관리관)
- 지진방재 개선대책 관계부처 점검회의(11.11, 지진화산관리관)
- 기상청-교육부 간 수능일 특별 지진정보 제공(11.16~17)
 - 교육부 자체 통신망과 대학수학능력시험 지진정보 특별 홈페이지를 통한 지역별 지진정보 제공(1회, 조기경보(규모 2.1))
 - ※ 전국 85개 시험지구 및 1,183개 시험장
- 긴급재난문자(CBS) 업무 기상청 이관(11.21)
 - ※ 규모 5.0 이상→지진조기경보, 규모 3.5~5.0 미만→지진통보
- 지진 관측 및 해석 전문가 간담회 개최(11.23, 김삼화의원 공동 개최)
 - 국내외 해저지진계 운영 현황 등 6개 주제 발표
- 해외 지진·지진해일·지구물리 관측기관 업무·기술 벤치마킹(12.17~23)
 - 선진 기상국 지진·지진해일업무 벤치마킹(대만 12.17~22, 일본 12.21~23)

9.12 지진 현장대응팀 조직

계기관측 사상 최대 규모의 9.12 지진 발생을 계기로 지진에 대한 진도 파악과 여진활동 추이분석 등 기상청의 대응능력 제고가 필요한 상황이었다. 이에 따라 중·대규모 지진 발생 시 현장대응 체계 마련을 위한 현장대응팀(임시사무소: 포항기상관측소)을 조직하였다. 경주, 포항 및 경남·경북 일원에서 총 인원 8명으로 현장대응팀을 운영하며 기간은 9월 20일부터 약 6개월간 운영될 예정이다. 주요 수행 업무는 유감 진도정보 조사 및 지진영향 비교·분석, 이동식 지진계를 활용한 지진활동과 진도 분석, 기상청 전문 인력에 따른 관련기관 기술지도, 학계 유사활동 공조 및 정보 공유 등이다.

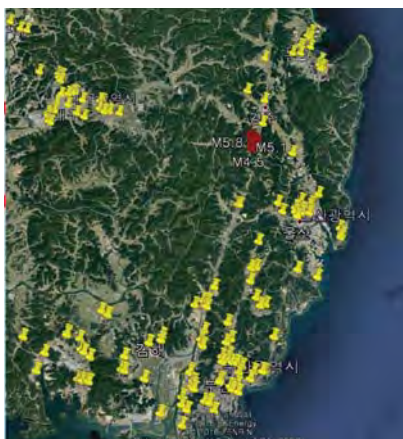
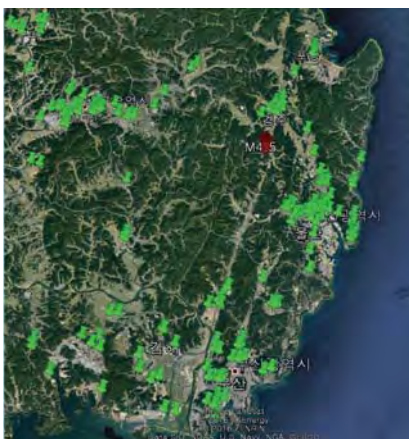
현장대응팀 활동 내용

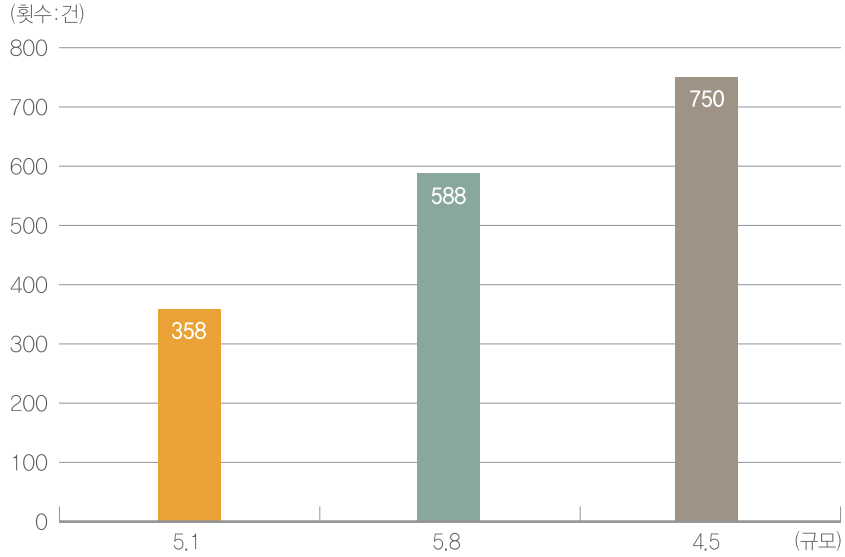
■ 지진의 영향정도 조사 및 진도 분석

지자체의 피해조사자료를 수집하여 피해내용에 근거한 진도(MM)산정 및 분포도를 작성하였고 지진정보알리미 앱을 통해 지진감지 신고지점 횟수를 파악하였다.



■ 발생 시 지진감지 신고지점

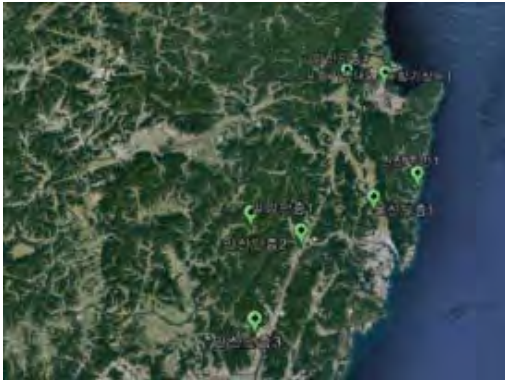




지진알리미앱을 통한 지진제보 건수

이동식지진계를 활용하여 여진을 관측하고 지진동의 증폭효과를 조사 및 분석하였다. 주변 단층지역 지진활동 조사를 위한 지진관측은 9월 26일부터 시작하였으며, 7개소에서 진행되었다.

이동식지진계 설치 지점



이동식지진계 설치 장면(산내남명초등학교)



■ 포항, 울산, 부산 등 44개소(단기관측)

경주시 내남면 8소, 외동읍 7소, 포항시 17소 등 지진동의 증폭효과 조사를 위한 상시잡음 관측자료를 분석한 결과 지표부근에서 지진파의 증폭을 일으킬 수 있는 지표층의 두께가 약 5~30m로 분석되는 지점이 있으나, 경상분지 지역특성 상 더 두꺼운 퇴적층이 분포할 것으로 예상되었다. 이에 따라 부산 지역을 중심으로 두꺼운 퇴적층의 존재를 파악하기 위해 광대역지진계를 활용한 상시잡음 관측을 실시하였다.

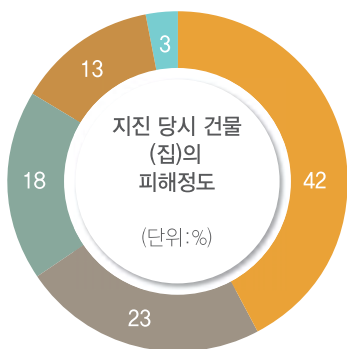
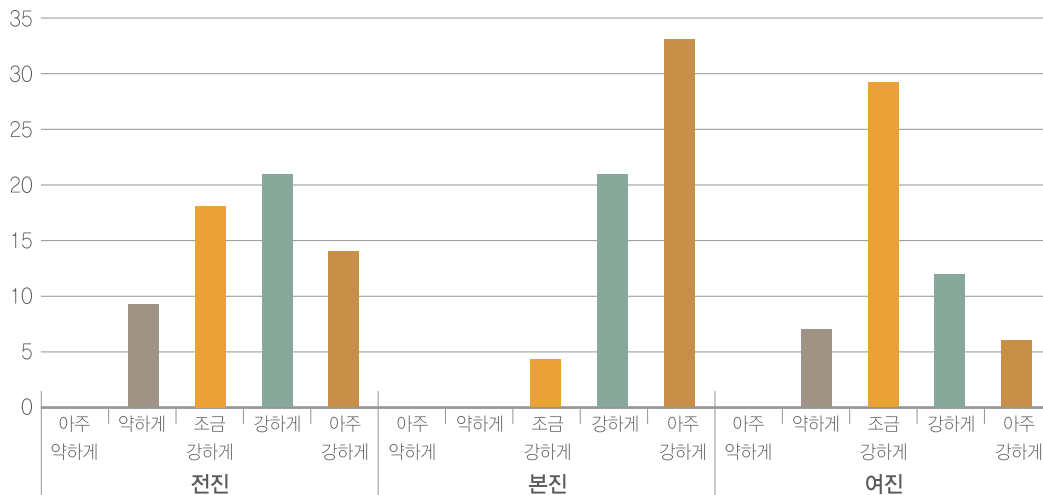
■ 지자체 방문 및 피해조사 상세자료 수집

경주시 읍면사무소 방문을 통해 주요 지진 발생 시 지방기상청과의 비상연락이 원활하게 이루어질 수 있도록 협조 요청하고, 주요 피해건물에 대한 건축현황 등 피해원인 조사를 위한 정보를 수집하였다. 또한, 부산시청, 울산시청, 경남도청을 방문하여 주요 피해지점에 대한 사진 등 피해조사 자료를 수집하고, 가속도계측기 설치현황을 확인하였다.

■ 피해현장 방문 및 설문조사 실시

지진감지 정도에 따른 진도 파악을 위해 주민 설문조사를 실시하기로 하고, 일본에서 활용되는 설문조사서를 참고로 9.12 지진에 맞게 변경하여 작성하였다. 이 설문조사서를 활용하여 경주시 주민 설문조사를 9월 26일부터 이틀에 걸쳐 진행하였으며 여진 및 지진 대응에 대한 울주군 외와마을 주민 설문조사도 10월 26일 진행하였다.

지진 당시(전진/본진/여진) 흔들림 정도



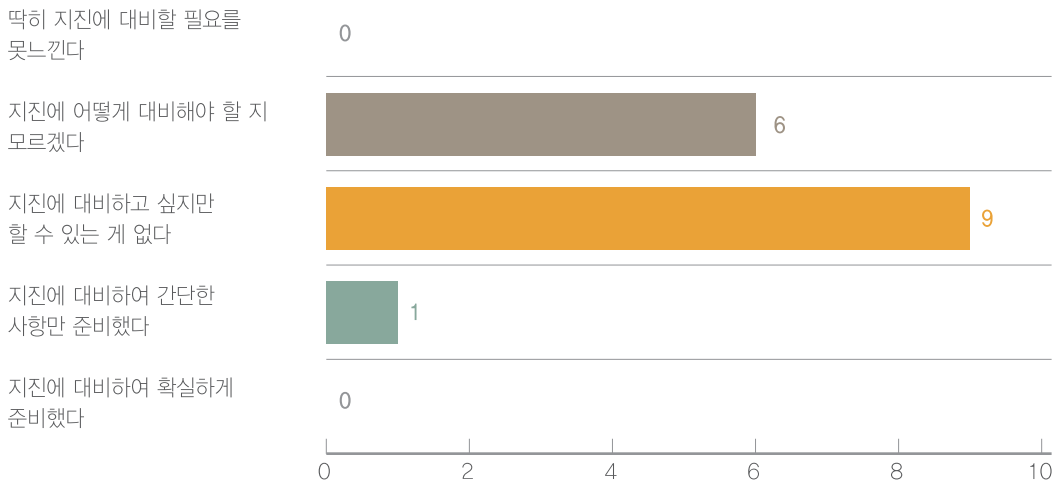
- 책상(식탁 등)위의 컵, 액자가 흔들렸으나 넘어지거나 깨지지 않았다(42%)
- 벽걸이, 액자 등이 떨어지거나 꽃병, 유리기구가 깨졌다(23%)
- 담, 벽에 약간의 금이 가고 기와가 떨어졌다(13%)
- 큰 금이 가고 기둥과 연결된 부분이 뚜렷하게 벌어지거나 뒤틀어졌다(0%)
- 집이 뚜렷하게 기울어졌다(0%)
- 피해없음(3%)
- 미응답(18%)

■ 지진감지정도에 대한 주민 설문조사(경주시)



- 작은 흔들림에도 매우 두려움을 느낀다(62%)
- 작은 흔들림은 두렵지 않다(19%)
- 작은 흔들림에 약간 두려움을 느낀다(13%)
- 큰 흔들림도 두렵지 않다(6%)

9.12 지진 이후로 지진 대응은 어떻게 하고 있습니까? (단위:명)



■ 지진감지 정도에 대한 주민 설문조사(울주군)

학계와의 연계 활동도 적극적으로 진행하였다. 임시관측소 운영에 관한 협의 및 자문과 학계와의 합동조사와 공동연구에 관한 협의를 진행하였고 지질학회에 참석하여 9.12 지진 분석·연구 동향을 파악하고 지진동 증폭효과 조사를 위한 광대역지진계를 대여하였다.

■ 9.12 지진 관련 전문가 초청

9.12 지진의 지진학적인 이해와 향후 전망을 위하여 미국 콜롬비아대학교의 김원영 박사를 11월 9일부터 20일까지 초청해 세미나 발표를 3차례 진행하였고 자문을 요청하여 향후 공동연구 방안을 도출하였다. 지진분석에 관한 토의 및 공동연구 협의결과, 지진파 입자운동, 모호면에서의 반사파에 따른 지진파 증폭 등에 대한 수치계산과 검토가 필요한 것으로 나타났다. 또한 9.12 지진의 진원요소와 여진활동 등에 대한 분석결과를 공유하고 지속적인 토의를 추진하기로 협의하였다. 전문가 초청을 통하여 9.12 지진의 발생원인과 향후 전망을 위한 근거를 마련하였고, 중규모지진에 대한 분석과 해석역량을 강화하였다.

09.12 지진 관련 조사·분석 세미나 개최

11월 16일에는 9.12 지진 관련 조사·분석 세미나를 개최하여 9.12 지진 유발 단층, 발생특성, 진도 평가, 양산단층과의 관계, 향후 과제에 대해 토의하였다. 세미나 개최배경은 계기관측 사상 최대 규모의 9.12 지진이 발생함에 따라 지진 유발 단층과 향후 지진활동에 대한 평가가 필요하였기 때문이다. 9.12 지진 관련 조사·분석 세미나를 통하여 현장 조사 자료와 분석결과를 공유하고 경주 주변 지역의 지진활동과 단층운동을 검토하여 9.12 지진의 발생원인을 명확히 분석하고, 향후 과제를 모색하고자 하였다.

■ 개요

기상청, 국립기상과학원 및 관련기관 전문가 등 약 60명이 2016년 11월 16일부터 17일까지 1박 2일간 경주 한화리조트에서 열린 세미나에 참석하였다.

■ 주제발표(별첨1)

- ▶ 임시지진관측망 운영을 통한 9.12 지진과 여진활동 상세분석(부산대학교 김광희 교수)
- ▶ 9.12 지진의 지진요소 및 단층운동(미국 콜롬비아대학교 김원영박사)
- ▶ 9.12 지진에 의한 문화재 피해(국립경주문화재연구소 이종훈 학예연구관)
- ▶ 피해조사에 근거한 9.12 지진 진도분포(기상청 9.12 지진 현장대응팀장 박순천)
- ▶ 역사지진의 진도·규모 평가와 제4기 양산단층 운동(한국교원대학교 경재복 교수)

■ 토의 주제

- ▶ 9.12 지진의 유발 단층에 대한 평가 가능성
- ▶ 9.12 지진은 특이한 지진인가? (규모가 큰 전진, 여진활동 등)
- ▶ 유감, 피해에 근거한 진도 평가와 역사지진의 규모 평가의 부정확성
- ▶ 양산단층 운동 평가에 있어 9.12 지진의 의미
- ▶ 향후 지진활동 전망을 위한 과제

■ 주요 토의 결과

9.12 지진 유발 단층에 대해 양산단층과 모량단층의 가능성이 제기되었다. 양산단층은 독립적인 단층 구조가 아니라 다양한 구조로 구성되어 있으며 이번 지진은 주 단층 주변의 단층구조에서 발생했을 가능성이 있다는 의견과, 여진의 위치와 깊이를 고려할 때 모량단층과 연계되었을 가능성이 있다는 의견이 동시에 제기되었다.

모량단층은 북쪽에서만 보이고 남쪽에서는 균열만 보이기 때문에 완전한 단층 구조로 보기 어려우며, 특히 지형도 상에서 진양근처 양산단층과 모량단층의 구조선이 뚜렷하지 않아 정밀 단층 조사가 필요하다는 의견이 있었다.

지진규모를 고려할 때 현재의 여진활동은 전형적인 여진 패턴이며 한반도 역사지진에서도 오랫동안 여진이 지속된 지진 기록이 있다. 반면, 큰 규모의 전진(규모 5.1)과 본진 사이의 짧은 시간간격과 가까운 진앙거리를 나타낸 것은 흔한 경우가 아니다.

피해에 근거한 진도 평가 시 주관적인 판단이 개입되며, 역사지진의 진도 분석과 진도-규모 관계식에 의한 규모 추정이 부정확하다. 계측 자료에 따른 규모와 진도는 정확도가 높지만, 역사지진과 비교했을 경우 불확실성은 커진다. 역사지진의 진도, 규모 평가는 연구자에 따라 다르며, 문헌 기록에 대한 평가이기 때문에 정확한 평가는 어렵다.

※예: 과거 가옥구조가 현재와 달라 진도 평가 시 불확실성 내포, 수도권 인구밀집지역에 비해 인구가 적은 지역의 지진은 보고되지 않을 가능성에 따른 불확실성 존재

양산단층에서 발생 가능한 지진의 최대 규모와 재래주기에 대해 토의하였다. 고지진평가에 따른 양산 단층의 발생 가능한 지진 최대 규모는 6.5~7.0, 역사기록에 따른 최대 지진 규모는 6.5 이하로 계산된다. 역사지진의 경우, 서기 100년, 304년, 510년, 779년, 1036년 경주지역 지진으로 가옥피해가 있었으며, 이는 이번 지진과 유사하다. 그러나 현재 양산단층이 하나로 이루어졌는지 아니면 분절된 형태인지 명확하지 않아 최대 규모 결정에 어려움이 있다. 역사지진과 유사한 규모의 지진은 향후 충분히 발생이 가능하나 발생 시기는 예측하기가 어려우며 충분한 조사가 필요한 상황이다.

【별첨 1】 주제발표

■ 주제발표 1: 임시 지진관측망 운영을 통한 9.12 지진과 여진활동 상세분석

- 발표자: 김광희 교수 (부산대학교)

- 9.12 지진 여진관측망 설치

- 9.12 지진의 전진(규모 5.1) 발생 후 진앙 주변에 총 26개소(27대)의 여진관측소 설치 후 현재까지 운영 중

- 9.12 지진 여진관측망을 이용한 초기자료 분석

- 9.12 지진의 본진(규모 5.8) 발생 후 10일 간 수집된 자료로부터 803개의 여진 분석
- 진앙 주변 26km 이내 11개 관측소 자료를 사용하여 진원위치 정밀분석을 수행함
- 9.12 지진의 여진 발생위치 정밀결정 결과 양산단층시스템의 R-shear 구조에서 발생한 것으로 생각됨

■ 주제발표 2: 9.12 지진의 지진요소 및 단층운동

- 발표자: 김원영 박사 (미국 콜롬비아대학교)

- 9.12 지진 개요

- 9.12 지진은 한반도에서 기록된 가장 큰 계기지진임
- 15km의 깊은 진원깊이로 인해 규모에 비하여 인명 및 재산 피해가 적음

- 9.12 지진의 특성

- 9.12 지진은 동해 형성과 함께 신생대 3기말에 생성된 것으로 생각되는 북북동-남남서 방향의 구조선들(양산단층 등)에서 발생

- 처음 지진 발생 후 5일간 여진의 50% 이상이 발생함.
- 한반도에서는 10년 주기로 중규모 지진활동이 있으며, 9.12 지진은 동일본 지진에 의한 것이 아닌 주기성에 의한 것으로 여겨짐
- 단층면의 지표면으로의 추적과 진앙들과의 거리(약 5km)를 고려하면 양산단층보다는 그 서쪽을 지나는 선 구조에 기인하는 것으로 여겨짐
- 9.12 지진은 우수향 주향이동 단층운동을 했으며, 약 4km 길이의 단층면에서 약 30~50cm 정도 움직임

■ 주제발표 3: 9.12 지진에 의한 문화재 피해

– 발표자: 이종훈 학예연구원 (국립경주문화재연구소)

– 경주 남산 지역에 위치한 석탑들의 피해 사례

- 경주 남산은 이번 9.12 지진의 진앙지에 가까운 곳에 위치하고 있으며 9월 12일과 15일 사이 남산 주변의 문화재 피해 신고는 없었으나 규모 4.5의 여진 발생 이후 피해가 발생한 것으로 추정됨
- 천룡사지 삼층석탑, 지암곡 제3사지 삼층석탑, 지곡 삼층석탑, 비파곡 제2사지 삼층석탑 등 남산 남쪽 지역의 석탑들에서 피해가 발생하였으며 상대적으로 북쪽에 위치한 기암곡 제2사지 동삼층석탑, 포석곡 제6사지 오층석탑, 지암곡 제2사지 삼층석탑 등에서는 피해가 발생하지 않음
- 석탑의 옥개석이 이동하거나 회전하는 등의 피해를 입음
- 지암곡 제2사지 삼층석탑은 지암곡 제3사지 삼층석탑 근처에 위치하지만 피해가 발생하지 않음

■ 주제발표 4: 피해조사에 근거한 9.12 지진 진도분포

– 발표자: 박순천 연구관 (기상청)

– 9.12 지진 현장대응팀에서 진행한 진도분포 조사

- 앱을 이용한 지진제보 건수는 대도시 주변이 많으며 실제 피해가 많은 경주 지역 주변에서는 적게 나타나 앱 제보를 통한 정확한 진도 파악에 어려움이 있음
- 지자체에서 조사된 피해 유형으로 진도를 결정하였을 때 주로 경주와 울주군에서 크게 나타났으며 포항과 대구도 진도가 큰 지점이 있음
- 피해 유형은 주로 지붕파손, 건물균열, 담장파손으로 나타남
- 피해 조사에 의한 진도 평가에는 주관적인 판단이 개입됨
- 가속도 관측소에서 관측된 가속도값을 이용한 진도 평가는 주관적 관점을 제외시킬 수 있으나 부지의 증폭 효과에 의해 진도가 커질 수 있음

– 지진피해 및 진도의 특이 사항에 대한 원인

- 추정된 피해 요인으로는 진앙과의 거리, 지형, 지질, 지하구조 등에 의한 부지증폭 효과를 들 수 있음
- 피복지도와 비교하였을 때 내진 설계가 된 큰 건물이 밀집한 경우 피해가 적은 반면, 주택지역에서 피해가 많고 특히 노후한 건물이나 최근에 지어진 건물 중 구조적으로 취약한 경우 피해가 발생하였음
- 피해가 주로 양산단층이나 울산단층을 따라 발생했는데 이는 단층을 따라 분포하는 두꺼운 총적층으로 인한 부지특성과 관련이 있는 것으로 보임

■ 주제발표 5: 역사지진의 진도·규모 평가와 제4기 양산단층 운동

– 발표자: 경재복 교수 (한국교원대학교)

– 현재 양산단층 지역의 연구 현황

- 제4기 양산단층에 대한 연구는 주로 지질학적 연구가 이루어졌으며 지진활동 가능성과 같은 지진학적 활성 단층에 대한 연구가 중요한데 이에 대한 연구는 빈약함
- 약 170km 길이의 양산단층은 동해 형성과 관련이 있으며 양산단층의 남부지역에서는 퇴적물에 의해 정확한 구조선을 알아보기 힘들어 양산단층을 따라 부분적인 조사가 이루어졌음
- 유계리와 단구리 일대에 제4기 단층이 분포하고 있으며 경주와 양산단층의 북부 지역인 유계리, 단구리에서 약 10만년 이내에 단층 운동이 있었음

– 양산단층의 재래주기 및 최대 규모

- 터키의 North Anatolian fault나 중국의 Tanlu fault, 그리고 일본의 Median Tectonic Line의 경우 각 단층에서 지진은 재래주기에 따라 발생하며 발생 위치 또한 이동하는 형태로 나타남
- 양산단층의 경우도 어느 부분이 얼마나 움직이는 지 평가해야 하며 연구자들에 따라 단층분절의 정의가 달라지는데 앞으로 발생할 가능성이 높은 구간에 대한 단층 조사가 중요함
- 고지진 평가를 통해 추정된 양산단층에서 발생한 지진의 최대규모는 6.5~7.0으로 계산되며 역사기록에 의한 최대 지진은 6.5 이하의 규모로 계산됨

○ 지진 관련 긴급재난문자(CBS) 직접 제공

울산 지진(16.7.5, 규모 5.0) 발생 시 행정안전부(당시 국민안전처)의 긴급재난문자(CBS) 발송에 약 18분이 소요되었고, 9.12 지진 발생 시에도 긴급재난문자 발송에 약 9분이 소요되어 발송 지연으로 인한 국민의 불만이 확대되었다. 이에, 9.12 지진 발생 이후 행정안전부(당시 국민안전처)에서 제공하던 CBS의 전달이 기상청에 이관토록 결정되었다.

지진관련 재난문자 업무 기상청 이관 추진을 위한 TF를 2016년 9월부터 11월까지 구성하였고 긴급재난문자 업무 이관 추진 및 상호 협력 방안, 기상청-행정안전부(당시 국민안전처) 시스템 간 연계 방안, 업무 이관 협정서 체결 및 언론 브리핑 등의 안건에 대하여 수차례 부처 협의를 수행하였다.

2016년 9월부터 2016년 11월까지 기상청-행정안전부(당시 국민안전처) 시스템 간 연계모듈 개발과 시스템 적용 및 테스트를 수행하였고, 2016년 11월에 기상청 조기경보시스템-행정안전부(당시 국민안전처) 긴급재난문자(CBS) 시스템을 연결하였다. 즉, 기존에 '기상청(조기경보, 통보) → 행정안전부(당시 국민안전처)(지진재해대응, CBS) → 이동사'로 진행되던 긴급재난문자 시스템을 '기상청(조기경보) → 행정안전부(당시 국민안전처)(CBS) → 이동사'로 개선시켰다. 11월 21일 기상청-행정안전부(당시 국민안전처) 긴급재난문자(CBS) 발송 업무이관 협정을 체결 후, 기상청에서 지진정보 긴급재난문자(CBS) 발송을 개시하였다. 이로써 지진조기경보 이용 시 최대 3분 이내에 긴급재난문자(CBS) 송출이 가능해졌다.

그러나 기상청의 긴급재난문자 발송업무 이행을 위한 법적 근거가 미비하고 지진·지진해일 관련 긴급 재난문자 발송전용 시스템이 마련되어 있지 않은 점 등은 향후 개선되어야 할 사항들이다. 2017년 기상청에서는 지진·지진해일 긴급재난문자 발송 전용 시스템을 구축할 계획이다

11월 21일 CBS 송출업무를 기상청으로 이관한 이후 12월 12일에 경주지역에서 발생한 규모 3.3 지진으로 제1호 긴급재난문자가 발생되었다. 지진통보시스템 통보 26초 이후 통신사로 CBS가 성공적으로 송출되었다. 12월 14일에 경주지역에서 발생한 규모 3.3 지진으로 제2호 긴급재난문자가 발송되었는데, 통보시간은 제1호가 3초 정도 당겨진 23초에 송출되었다.

■ 긴급재난문자 발송 결과

		제1호(12.12)			제2호(12.14)		
		처리시각	소요시간		처리시각	소요시간	
기상청	발생시각	17:53:17			17:20:34		
	통보시각	17:55:56	2분 39초		17:23:21	2분 47초	
행안부 (당시 안전처)	CBS수신시각	17:56:08	12초	통보 후 26초 소요	17:23:34	13초	통보 후 23초 소요
	CBS송출시각	17:56:22	14초		17:23:44	10초	

※ CBS 송출 : 행정안전부(당시 국민안전처) 긴급재난문자시스템에서 이동통신사로 발송 시각

■ 긴급재난문자 송출내용 및 지역

	제1호(12.12)	제2호(12.14)
송출내용	[기상청] 12-12 17:53 경북 경주시 남남서쪽 9km 지역 규모 3.3 지진발생/여진 등 안전에 주의바랍니다.	[기상청] 12-14 17:20 경북 경주시 남남서쪽 10km 지역 규모 3.3 지진발생/여진 등 안전에 주의바랍니다.
송출지역	경상남도, 경상북도, 대구광역시, 부산광역시, 울산광역시	경상남도, 경상북도, 대구광역시, 부산광역시, 울산광역시
송출기준	<ul style="list-style-type: none"> • 규모 3.0~3.4 : 지진발생 위치로부터 35km 이내의 광역지자체로 발송 • 규모 3.5~3.9 : 지진발생 위치로부터 50km 이내의 광역지자체로 발송 	

● 국가지진화산센터 운영 매뉴얼 개정

9.12 지진 이후 운영 및 실무매뉴얼에 제기된 문제점을 개선하여 원활한 업무수행을 목적으로 수시 개정을 실시하였다. 8월 30일에 지진·지진해일·화산 재난에 효율적 대응을 위한 운영매뉴얼을 일부 개정하였고 개정 주요 내용은 재난 유형별 상황반 임무 명확화, 상황반 구성 및 운영에 관한 세부사항 개정 등이다.

9.12 지진 이후 국정감사 시 상부기관 보고체계에 대한 문제점 제기에 따라 9월 23일에 국가지진화산센터 운영매뉴얼을 일부 개정하였고 주요 내용은 상부기관 보고 체계 및 보고기준 단서 삭제, 상황반 구성 요건 및 인원 조정, 비상근무시간 수정, 언론 대응체계 삭제, 관계기관 비상연락망 현행화 및 별도관리 등이다.

2016년 기상청 국정감사에서 국가지진화산센터 운영매뉴얼 전면 개정 요구에 따라 10월 31일에 비상근무소집 요건, 지진과 지진해일 상황반 구성 요건 단일화, 지진규모에 따른 시간대별 업무처리 세분화 등에 관하여 개정이 있었다.

2017년 기상청 직제 개정에 따른 부서명 변경, 방재지진화산본부 조직, 상황별 비상근무 구분, 소속기관 비상근무 체계 의무화, 통보처 관리 등 운영상 미비점을 보완하기 위하여 현업운영 매뉴얼을 개정하였다.

■ 주요 개선 내용(2017년)

- 직제 개정에 따른 방재지진화산본부 구성 및 주요수행 임무 부여
 - 방재지진화산본부장 역할 강화: 특별대응반 편성·운영 추가
 - 현장지원반(총괄예보관) 역할 강화: 휴일·야간 상황반임무 수행
- 현업 근무 인원 조정(2인 4교대 → 3인 4교대)
- 비상근무 단계(비상2급, 비상1급) 구분
- 비상단계별 근무 인원 조정(비상근무 대기자 월별 사전 편성)
- 소속기관 비상근무 체계 및 자체상황반 편성 의무화
- 통보처 관리 기준 설정
 - 필수통보처와 일반통보처로 구분 운영, 등록 및 삭제기준 설정

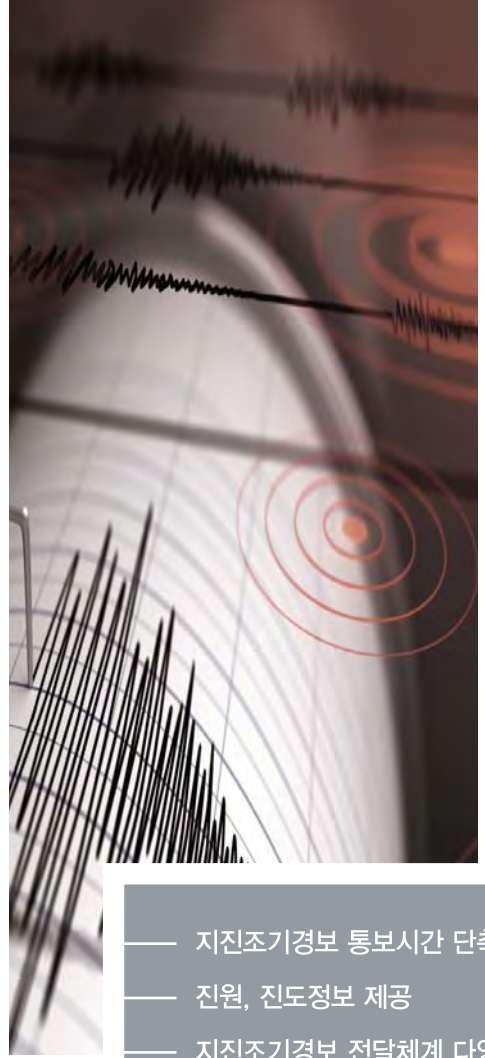
【참고】 국가지진화산종합상황실 운영매뉴얼 개정 주요변경 내용

〈개정 전〉	〈개정 후〉												
1. 방재지진화산본부 조직													
2. 비상근무													
<ul style="list-style-type: none"> • 상황 발생시 비상근무(구분없음) <ul style="list-style-type: none"> - 지진조기경보 발표 시 - 규모 3.5(내륙지진), 규모 4.0(해역지진) 발생시 - 지진해일 및 화산재특보 발표 시 	<ul style="list-style-type: none"> • 상황별 비상근무 구분 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #808080; color: white;">구분</th> <th style="background-color: #808080; color: white;">비상2급</th> <th style="background-color: #808080; color: white;">비상1급</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">지진</td> <td> - 국내 규모 3.5 이상 내륙 지진, 규모 4.0 이상 해역 지진 발생 시 - 많은 사람들이 느낀 유감 지진이 발생하여 본부장이 필요하다고 인정한 경우 </td> <td style="text-align: center;">지진조기경보 발표 시 (국내지진 규모 5.0 이상 발생시)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">지진해일</td> <td style="text-align: center;">지진해일주의보 발표 시</td> <td style="text-align: center;">지진해일경보 발표 시</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">화산</td> <td style="text-align: center;">화산재주의보 발표 시</td> <td style="text-align: center;">화산재경보 발표 시</td> </tr> </tbody> </table>	구분	비상2급	비상1급	지진	- 국내 규모 3.5 이상 내륙 지진, 규모 4.0 이상 해역 지진 발생 시 - 많은 사람들이 느낀 유감 지진이 발생하여 본부장이 필요하다고 인정한 경우	지진조기경보 발표 시 (국내지진 규모 5.0 이상 발생시)	지진해일	지진해일주의보 발표 시	지진해일경보 발표 시	화산	화산재주의보 발표 시	화산재경보 발표 시
구분	비상2급	비상1급											
지진	- 국내 규모 3.5 이상 내륙 지진, 규모 4.0 이상 해역 지진 발생 시 - 많은 사람들이 느낀 유감 지진이 발생하여 본부장이 필요하다고 인정한 경우	지진조기경보 발표 시 (국내지진 규모 5.0 이상 발생시)											
지진해일	지진해일주의보 발표 시	지진해일경보 발표 시											
화산	화산재주의보 발표 시	화산재경보 발표 시											
3. 소속기관 비상근무 상황반 편성 의무화													
유감지진, 지진해일특보 발표시 상황에 따른 업무만 부여되어 있음	자체 실정에 맞는 비상근무체계 편성 의무화												
4. 통보처 관리 기준 설정													
통보처에 대한 내용 없음	필수통보처, 일반통보처에 대한 등록 및 삭제 기준 설정												



03

9.12 지진 이후 대응 강화



- 지진조기경보 통보시간 단축
- 진원, 진도정보 제공
- 지진조기경보 전달체계 다양화
- 지진해일 특보구역 개선
- 지진 통보서비스 개선 시행
- 국가 지진관측망 조기 확충
- 지진화산관리관실 직제 개편
- 기상청 내부 지진전문가 양성 방안
- 지진방재 종합대책 수립 참여
- 지진방재 종합대책 중 기상청 소관 사항(2017년) 요약
- 재난상황 조기전파 시스템 구축
- 일기예보 안내전화를 이용한 지진통보 서비스 시행

03 9.12 지진 이후 대응 강화

○ 지진조기경보 통보시간 단축

9.12 지진 발생 당시 지진조기경보는 지진관측 후 50초 이내에 정상적으로 발표되었다. 기상청은 지진 관측 후 50초 이내에서 이뤄지던 지진조기경보 통보시간을 2017년부터는 규모 5.0 이상 내륙 지진의 경우 15초 이내로 해역지진의 경우 25초 이내로 단축시킨다. 지진조기경보의 성공적인 시간단축을 위하여 지진관측소 확충, 지진분석 알고리즘의 고도화, 지진관측소 각 센서의 표준화, 지진조기경보 전달체계의 신속성 확보가 필요한 상황이다.

■ 2016년 발생한 규모 5.0 이상 지진의 지진조기경보 통보 결과

구분	발생 일	규모	주요 현황(시:분:초)			발표 시점
			발생	지진관측	조기경보	
울산 지진	2016.7.5	5.0	20:33:03	20:33:14.0	20:33:41	관측 후 27초
9.12 지진(전진)	2016.9.12	5.1	19:44:32	19:44:35.7	19:45:03	관측 후 27초
9.12 지진(본진)	2016.9.12	5.8	20:32:54	20:32:57.2	20:33:23	관측 후 26초

■ 지진 규모에 따른 서비스 종류 및 통보시간(2016년 기준)

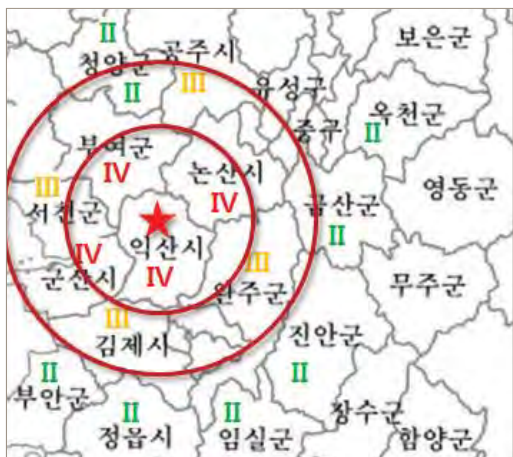
대상 규모	서비스 종류		대상	통보시간
규모 5.0 이상	지진조기경보	지진통보	대국민, 관계부처, 언론, 유관기관 등	50초 이내
규모 3.5~5.0 미만	지진속보	지진통보		120초 이내
규모 2.0~3.5 미만		지진통보		300초 이내

진원, 진도정보 제공

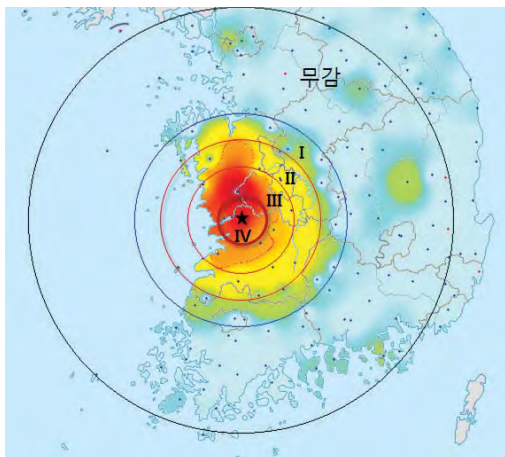
2017년부터는 지진정보 통보 시 '진원'에 대한 정보를 추가로 제공한다. 진원깊이 오차는 5km 안팎이며 지진조기경보에서는 제공하지 않으나, 상세분석 지진정보 시 5분 이내에 제공하고 있다.

지진에 의한 진동 영향 발생 시 지진의 규모보다는 지역별 진동 크기에 대한 정보 요구가 지속적으로 제기됨에 따라, 2017년 7월부터 지진정보 통보 시 지진 관측자료를 이용한 '계기진도정보'를 추가 제공한다. 2017년 6월까지의 보도자료, 지진연보 등을 통해 사후에 진도정보를 제공하였으나 2017년 7월부터는 지진 관측자료를 이용해 계기진도 정보를 생산·제공할 계획이며 지진발생 시각, 발생 위치, 규모, 계기 진도를 유관기관에 시범적으로 제공한다. 2018년부터는 지진발생 시각, 발생 위치, 규모, 계기 진도에 대해 대국민 서비스를 시행할 예정이다.

지역별 계기진도 예시



계기진도 분포 예시



수정메르칼리진도계급(MMI Scale)을 이용한 진도 계급 설정

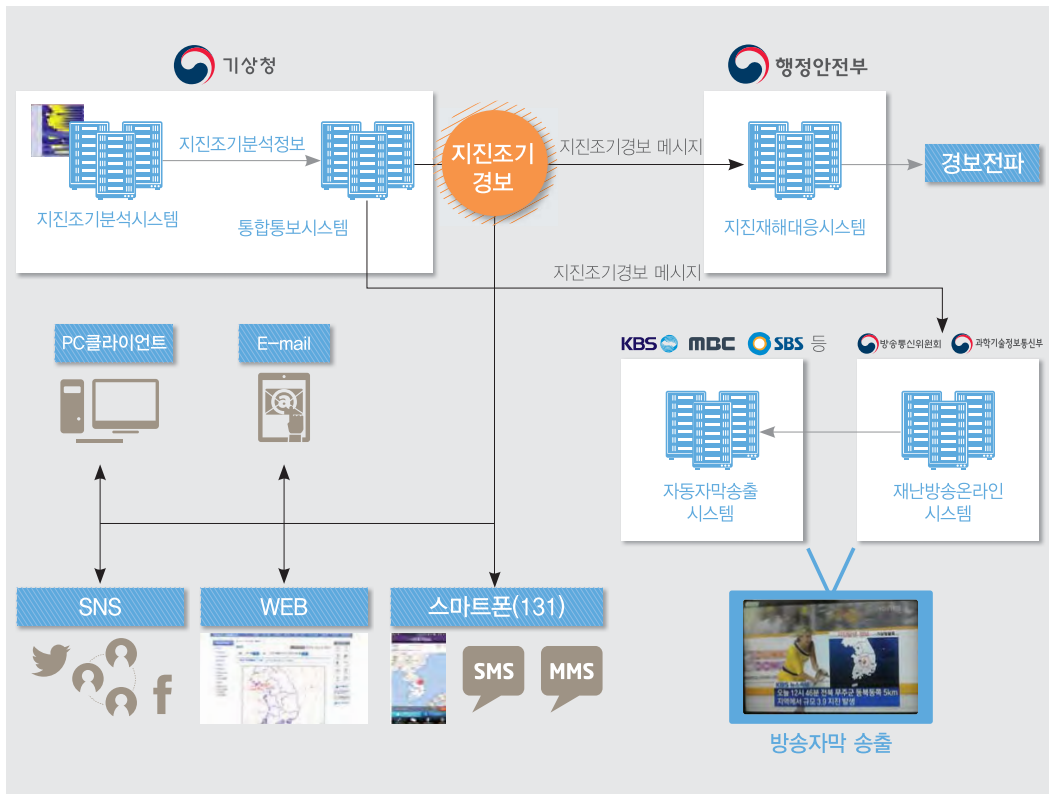
계기진도	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI 이상
평균최대가속도 (%g=9.81cm/sec ²)	0.1 이하	0.1 ~ 0.3	0.3 ~ 0.5	0.5 ~ 2.4	2.4 ~ 6.7	6.7 ~ 13.0	13.0 ~ 24.0	24.0 ~ 44.0	44.0 ~ 93.0	93.0 ~ 156.0	156.0 이상
평균속도 (cm/sec)	0.07 이하	0.07 ~ 0.24	0.24 ~ 0.4	0.4 ~ 1.9	1.9 ~ 5.8	5.8 ~ 11.0	11.0 ~ 22.0	22.0 ~ 43.0	43.0 ~ 83.0	83.0 ~ 160.0	160.0 이상

○ 지진조기경보 전달체계 다양화

기관 위주의 지진조기경보 전달은 대국민 서비스에 한계를 초래하였다. 대국민 지진조기경보 전파는 TV 자막과 홈페이지 등 온라인 서비스로 제한되어 있으며 긴급재난문자·라디오 등 지진발생 정보의 다양한 전달수단 확대가 필요한 상황이었다. 이에, 9.12 지진을 계기로 일반 국민의 지진발생 정보 수신수단 다양화 및 접근성 확대를 지속해 나갈 계획이다.

첫째, 일반 국민의 지진발생 정보 수신 수단을 확대해 나갈 계획이다. 2017년 하반기부터 기상청의 긴급 재난문자발송시스템을 구축하고 운영할 것이며 각 방송사의 라디오 방송을 실시간으로 연계(과학기술정보통신부·방송사)하고, 지방자치단체의 자체 경보 발령(사이렌) 시스템을 연계해 나간다는 방침이다. 둘째, 지진발생 정보에 대한 접근성을 개선해 나갈 예정이다. 기상청 및 NECIS 등 홈페이지의 순간접속 트래픽을 최소화하고, 트위터·페이스북 등 SNS의 지진발생 정보의 콘텐츠를 보강할 예정이다. 셋째, 주요 수요기관의 지진발생 정보 전달체계를 개선하고, 수요자 맞춤형 정보 제공 등 PC클라이언트 운영을 확대하여 효율성을 개선해 나가며, 지진발생 정보의 전용 표출 화면 제공을 위해 기관 간 연계를 추진하고 있다. 지진발생 시 유관기관, 언론사에 문자, E-mail, 인터넷, PC클라이언트 등 다양한 전달체계를 통해 신속하게 전달할 방침이다.

지진조기경보체제 모식도



2016년부터 기상청 클라우드 방재기상정보시스템 기능에 지진조기경보를 추가하였다. 즉, 맞춤 알람 등록 '지진정보등록'란에 지진조기경보 내용을 삽입한 것이다. 이 외에도 국가지진종합정보시스템(<http://necis.kma.go.kr>) '지진정보'란을 보완할 예정이다. 2017년부터는 기상청 홈페이지에 지진조기경보 상세 정보를 제공할 계획이며, 지진정보 제공 홈페이지 시스템 및 지진자료 처리 시스템을 개선할 것이다.

또한, 통보 방법의 다양화를 통하여 지진조기경보의 정보 전달체계를 개선할 계획이다. SMS/MMS, FAX(ASP), PC 전용수신 프로그램, 지진재해대응시스템(행정안전부), Email을 통하여 유관기관에 제공하던 발생정보에 상황표출 전용 프로그램(지방청)을 추가하도록 할 계획이다. SNS, 홈페이지, TV자막(과학기술정보통신부 연계)를 통하여 제공하던 대국민 전달체계는 안전디딤돌앱(행정안전부), 긴급재난문자, 라디오 방송(API 제공), 지진정보 공유 서버 운영(지자체의 정보 연계활용 지원)을 통하여 다양한 방법으로 확대할 계획이다.

① 지진·지진해일 긴급재난문자발송시스템 자체 구축



- ▶ 3G 등 긴급재난문자 미수신 대상 해결 방안
 - 행정안전부의 안전디딤돌(앱) 활용 홍보

② 라디오 방송을 이용한 정보 전달

- ▶ 방송사의 라디오 방송이 가능한 API 제공 및 정보 전파 활용
- ▶ 실시간/녹화 방송이 가능한 방송용 정보(음성 포함) 제공
 - API 개발 시 방송사 담당자의 의견 수렴을 통한 활용성 반영

③ 지방자치단체 등 유관기관의 지진정보 활용 체계 구축

- ▶ 유관기관의 지진관련 업무활용 지원을 위한 공용 서버 구축·운영
 - 기관별(지자체, 상황실, 민간시설 등) 특성을 고려한 표준 지진정보 DB 구성 및 정보 활용이 가능한 전용 API 제공
 - 수요 신청 시 접속권한 부여 및 API 제공

④ 기상청 소속 지방청의 자체 지진대응 지원 프로그램 개발

- ▶ 지방청 관할 지진관측소의 상태 및 지진파형 모니터링 기능 적용
- ▶ 지진조기경보/통보 등 지진 분석 결과 표출 지원과 과거 지진발생 이력 및 지진발생 통계 등 조회·표출 지원
 - ※ 지방청 및 지청의 지진관측소 관리 및 언론 등 자체 지진 대응 지원

9.12 지진 전후 달라진 주요 정책

구분	9.12 지진 이전	9.12 지진 이후('17~)
조기경보 통보시간	지진관측 50초 이내	지진관측 후 15~25초 내외
지진관측망 확충	'20년까지 314개소	'18년까지 314개소(매년 54개소)
지진발생 정보	3종류 제공 (발생시간, 규모, 위치)	5종류 제공 (기존 + 발생 깊이, 계기진도)
진도정보 발표	유감진도 (통보단계 미제공, 보도자료 발표)	계기진도 시범서비스 (통보단계 제공, 유관기관 대상)
지진 관련 긴급재난문자	기상청-행정안전부(당시 국민안전처) 연계 제공 ※ 기상청-행정안전부(당시 국민안전처)-이동통신사(최대 5분)	기상청 독자 제공 ※ 기상청-이동통신사(최대 2분)
지진통보처 관리	그룹별 통보처 관리	필수통보처 및 일반통보처 구분 및 관리, 통보결과 확인 등
지진해일 특보구역	5구역 28개 지점	26구역 52개 지점

○ 지진해일 특보구역 개선

그 동안 우리나라 해안 5개 구역 28개 지점의 지진해일 예상 도달시각과 파고 정보를 산출하여 지진해일특보를 발표해 왔다. 그러나 동일한 특보구역 내에서 파고의 차이가 크게 나타나는 경우가 있어 기존 특보구역으로는 지진해일 특보운영에 한계가 있었다. 이에 내부회의를 거쳐서 행정안전부(당시 국민안전처), 과학기술정보통신부(당시 미래창조과학부), 방송통신위원회 등 유관기관과 지진해일특보 조정 관련 업무협의를 진행하였고, 12월 5일 조기경보 연계 원스톱 지진통보시스템 적용과 시험운영이 이뤄졌다. 2017년 7월부터는 관련 규정과 매뉴얼을 개정해 변경된 지진해일 특보를 운영하고 있다.

■ 주요 개선사항

지진해일 특보구역 세분화

- ※ (기존) 동해안, 서해안, 남해안, 제주도, 울릉도
(변경) 인천·경기북부해안, 전남북부서해해안, 제주도동부해안, 경남서부남해해안, 부산해안, 울릉도해안 등 26개 구역
(p.47 지진해일 특보구역 세분화 참조)
- 해상국지예보구역(앞바다 24구역)에 준하여 총 26개 구역으로 세분화
- 5구역 28개 지점 ⇒ 26개 구역 52개 지점
- 도달시각, 파고에 추가적으로 구역 내 최초도달시각, 최대파고 제공

주요 개선 사항	기존	변경
지진해일 시나리오 DB		
우리나라 해안 지점 확대	해안 954개 지점	해안 3,213개 지점
기상효과 반영	지진 영향만을 고려한 지진해일 파고 산출	해양기상예보장(00, 12UTC)을 반영한 지진해일 파고 산출
지진해일특보 내용 및 구성		
특보구역	동해안, 서해안, 남해안, 제주도, 울릉도(5구역)	인천·경기북부해안, 인천·경기남부해안, 충남북부해안, 충남남부해안, 전북북부해안, 전북남부해안, 전남북부서해해안, 전남중부서해해안, 전남남부서해해안, 전남서부남해해안, 전남동부남해해안, 제주도북부해안, 제주도동부해안, 제주도남부해안, 제주도서부해안, 경남서부남해해안, 거제시동부해안, 경남중부남해해안, 부산해안, 울산해안, 경북남부해안, 경북북부해안, 강원남부해안, 강원중부해안, 강원북부해안, 울릉도해안(26구역)
지점정보	28개 지점	52개 지점
지진해일 관련 제공 정보	지점 도달시각, 파고	구역내 최초도달시각, 최대파고
지진해일특보문 내 이미지 추가	텍스트 통보문	텍스트 통보문 및 GIS기반 특보구역 이미지 제공

※ 특보구역: 해상국지예보구역(앞바다 24구역)과 울릉도해안구역에 준하여 26구역으로 분류

○ 지진 통보서비스 개선 시행

9.12 지진 이전에 제공되었던 지진발생 정보는 신속성 위주로 제공되어 지진발생 정보에 대한 수정, 보완체계가 미흡함 등으로 혼선을 유발하고 불만이 제기될 요소가 빈발하였다. 따라서 수요자 활용 목적에 따른 지진발생 정보를 수정할 필요성이 제기되었다.

기상청에서는 2017년 7월 3일부터 지진통보 서비스를 대폭 계산하고, 관련 부처·지자체·방재유관기관 등과 연계체계를 강화하는 신속한 지진정보 전파체계를 확립하였다. 개선한 지진통보 서비스는 크게 3가지 사항으로 ①지진통보 발표체계 개선 및 발표시간 단축 ②국민 체감형 지진정보 확대 ③지진해일 특보구역 세분화로 구분할 수 있다.

첫 번째로, '지진통보 발표체계 개선 및 발표시간 단축'은 지진통보 종류를 신속정보¹⁾(지진조기경보, 지진속보)와 상세정보²⁾(지진정보)로 구분하고, 사용자 활용목적에 따라 제공정보의 종류, 타이밍 등을 차별화한다(참고 1). '신속정보'는 관측 후 50초 수준이었던 지진조기 경보³⁾를 15~25초 수준으로, 지진속보⁴⁾는 5분 이내에서 60~100초 수준으로 발표시간 단축을 실현한다. '신속정보'는 국민의 불안감과 피해를 최소화하기 위해 정확성 보다는 신속성을 중시한 것으로, 이동속도가 빠른 지진파(P파)만을 사용하여 자동으로 추정된 정보를 1차적으로 빠르게 발표한다. 이러한 '신속정보'를 보완하기 위하여 지진분석사가 종합적으로 수동 분석한 정보인 '상세정보(지진정보)'는 5분 이내에 추가적으로 제공한다.

[참고 1] 지진 및 지진해일 통보체계 개선 주요내용

지진 및 지진해일 통보체계 개선 주요내용		
개선 사항	기 존	개 선
① 활용목적에 따라 지진통보 용어 구분	• 활용목적에 따른 구분 없이 용어 사용 (지진조기경보, 지진속보, 지진통보)	• 신속정보 (지진조기경보, 지진속보) : 신속성이 중시되는 방재대응 목적 • 상세정보 (지진정보) : 정확성 위주의 활용목적 및 신속정보 보완
② 신속정보의 통보시간 단축	• 지진조기경보 : 관측 후 50초 이내 • 지진통보 : 관측 후 5분 이내	• 지진조기경보 : 관측 후 15~25초 • 지진속보 : 관측 후 60~100초
③ 정보의 확대 → 진도서비스 실시	• 발생시간, 발생위치, 규모	• 신속정보 : 발생시간, 발생위치, 추정규모, 예상진도 • 상세정보 : 발생시간, 발생위치, 규모, 발생깊이, 계기진도
④ 지진해일 특보구역 세분화	• 특보 구역 : 5개 구역 • 특보 기준지점 : 28개 지점	• 특보 구역 세분화 : 26개 구역 • 특보 기준지점 확대 : 52개 지점

- 1) 지진조기경보시스템에서 이동속도가 빠른 P파만을 이용하여 지진 발생위치와 규모를 자동으로 추정한 정보
- 2) 지진분석사가 수동분석시스템으로 종합적인 지진파(P, S파)를 이용하여 지진 발생위치와 규모 등을 분석한 정보
- 3) 규모 5.0 이상의 지진
- 4) (내륙) 규모 3.5 이상 5.0 미만의 지진, (해양) 규모 4.0 이상 5.0 미만의 지진

※ 지진통보 용어 및 발표기준 변경내용

기존(6월)	지진조기경보		지진속보		지진통보		지진정보	
발표 기준규모	국내 지진	5.0 이상	국내 지진	(내륙) 3.5 이상	국내 지진	2.0 이상	국외 지진 (구역내)	(내륙) 5.0 이상
				(해역) 4.0 이상				(해역) 5.5 이상
							국외 지진 (구역외)	(내륙) 6.0 이상 (해역) 7.0 이상
내 용	발생시각, 추정위치, 추정규모		OO 지역에서 지진감지		발생시각, 발생위치, 규모		발생시각, 발생위치, 규모	
발표시간	50초 이내		5분 이내		5분 이내		-	
생산방법	지진조기경보시스템 (자동)		분석시스템 (수동)				-	



개선(7월)	신속 정보				상세 정보		국외 지진정보	
	지진조기경보		지진속보		지진정보			
발표 기준규모	국내 지진	5.0 이상	국내 지진	(내륙) 3.5 이상 ~ 5.0 미만	국내 지진	2.0 이상	국외 지진 (구역내)	(내륙) 5.0 이상 (해역) 5.5 이상
				(해역) 4.0 이상 ~ 5.0 미만				(내륙) 6.0 이상 (해역) 7.0 이상
내 용	발생시각, 추정위치, 추정규모, 예상진도		발생시각, 추정위치, 추정규모, 예상진도		발생시각, 발생위치, 규모, 계기진도, 발생깊이		발생시각, 발생위치, 규모, 발생깊이	
발표시간	15~25초		60~100초		최초 5분 이내, 이후 필요시		-	
생산방법	지진조기경보시스템(자동) *이동속도가 빠른 P파만을 이용하여 자동 추정된 정보				분석시스템(수동) *지진분석사가 지진파 (P, S파)를 종합적으로 수동 분석한 정보		-	

[지진통보문 예시] '지진조기경보'가 발표된 이후 '지진정보'가 발표된 경우

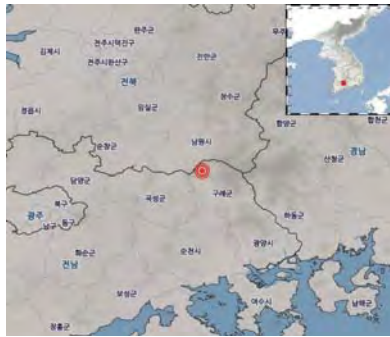


지진조기경보

기상청

2017년 5월 5일 23시 16분 발표

1. 발생시각 : 2017년 05월 05일 23시 16분 21초
2. 추정규모 : 5.3 M_L
3. 추정위치 : 전남 구례군 북북서쪽 13km 지역
(북위 35.32°, 동경 127.43°)



4. (시범서비스) 예상진도
최대진도Ⅶ(전남,광주), Ⅵ(전북), Ⅴ(경남,대구)
※ 상세정보 <http://goo.gl/lxOzW>

5. 참고사항
 - 위 정보는 이동속도가 빠른 지진파(P파)만을 이용하여 자동 추정된 정보임
 - 수동으로 분석한 정보는 '지진정보'로 추가 발표할 예정임

[참고] 진도 등급별 현상 요약

Ⅶ	일반 건물에 약간의 피해가 발생하며, 부실한 건물에는 상당한 피해가 발생
Ⅵ	모든 사람이 느끼고, 일부 무거운 가구가 움직이며, 벽의 석회가 떨어지기도 함
Ⅴ	거의 모든 사람이 진동을 느끼고, 그릇, 창문 등이 깨지기도 하며, 불안정한 물체는 넘어짐

※ 자세한 사항은 기상청 홈페이지를 참고하시기 바랍니다.(<http://www.kma.go.kr>)
※ 진도정보는 해당 지역의 최대 예상 진도를 나타냅니다.

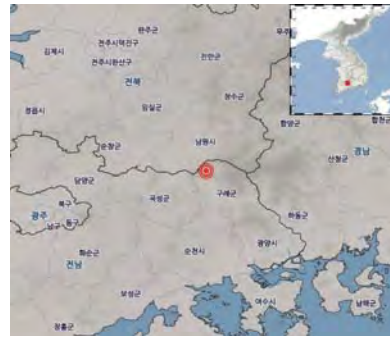


지진정보

기상청

2017년 5월 5일 23시 20분 발표

1. 발생시각 : 2017년 05월 05일 23시 16분 21초
2. 규 모 : 5.1 M_L
3. 발생위치 : 전남 구례군 북북서쪽 13km 지역
(북위 35.32°, 동경 127.43°)
4. 발생깊이 : 11km



5. (시범서비스) 계기진도
최대진도Ⅴ(전남,광주), Ⅳ(전북), Ⅲ(경남,대구)
※ 상세정보 <http://goo.gl/lxOzW>

6. 참고사항
 - 위 정보는 2017년 5월 5일 23시 16분에 발표한 지진조기경보의 상세 분석 정보이며, 지진파(P, S 파)를 종합적으로 수동 분석한 결과임
 - 향후, 여진 등에 대한 정보를 참고하시기 바람

[참고] 진도 등급별 현상 요약

Ⅴ	거의 모든 사람이 진동을 느끼고, 그릇, 창문 등이 깨지기도 하며, 불안정한 물체는 넘어짐
Ⅳ	실내에서 많은 사람이 느끼고, 밤에는 잠에서 깨기도 하며, 그릇과 창문 등이 흔들림
Ⅲ	실내, 특히 건물 위층에 있는 사람이 현저하게 느끼며, 정지하고 있는 차가 약간 흔들림

※ 자세한 사항은 기상청 홈페이지를 참고하시기 바랍니다.(<http://www.kma.go.kr>)
※ 진도정보는 해당 지역의 최대 계기 진도를 나타냅니다.

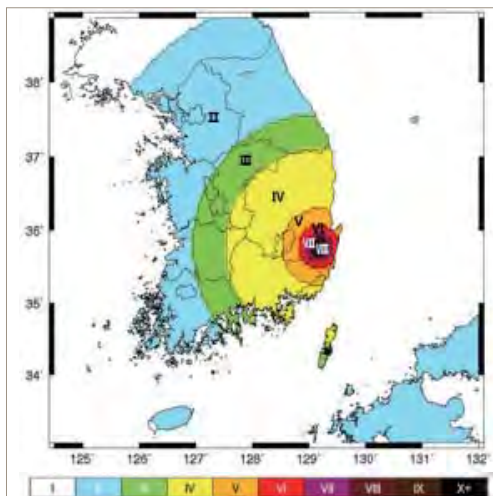
두 번째, 국민 체감형 지진 정보를 확대한다. 기존의 지진 정보(발생시각, 발생위치, 규모 등)에서 △진도(예상진도, 계기진도)와 △발생 깊이 정보를 추가적으로 제공한다(참고 1, 2, 3). 진도 정보는 지진으로 인한 진동의 세기를 나타내는 정보로 규모가 동일한 지진이더라도, 지역별로 상이하게 나타나는 진동의 세기를 제공함으로써 방재대응에 보다 효과적으로 활용될 수 있는 정보이다(참고 2). 이러한 진도 정보는 '신속정보(지진조기경보, 지진속보)'의 경우 '예상 진도'로, '상세정보(지진정보)'의 경우 '계기 진도(관측값 활용)'의 형식으로 7월 3일부터 유관기관 대상으로 시범 서비스로 제공하며, '18년도부터 대국민 대상으로 확대될 예정이다. 또한, 동일 규모의 지진이더라도 발생 깊이에 따라 국민이 체감하는 진도의 크기는 달라질 수 있으므로, 발생 깊이 정보도 추가적으로 함께 제공한다.

【참고 2】 국민 체감진동(진도) 시범서비스 주요내용

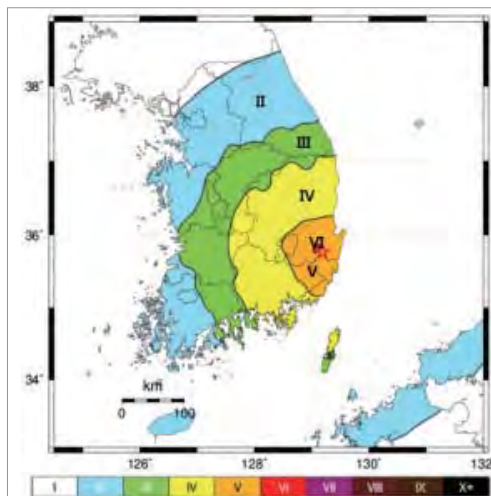
■ 진도정보 제공 내용

- 12등급의 진도 등급값 제공(미국 등 상당수 나라에서 사용, 로마자 표기 : I ~ X II)
 - 17개 광역시도를 대상으로 지역별 최대진도값과 해당 지진의 최대진도값 및 진도분포도 제공
- ※ (1) (신속정보) 예상진도값 : 이동속도가 빠른 P파만을 이용하여 자동으로 추정된 정보를 기반으로 산출된 값
 (2) (상세정보) 계기진도값 : 관측된 진도값과 종합적인 지진파(P, S파)를 이용하여 수동분석한 정보를 기반으로 산출된 값

예 시



예상진도



계기진도

기상청은 방재 유관기관을 대상으로 '지진 알림 프로그램'을 보급하여 지진 발생상황을 신속하게 전달하고, 시범 서비스되는 지역별 진도정보를 제공하여 방재 현장에서 빠르고 효율적인 대응이 가능하도록 지원할 예정이다(참고3).

[참고 3] 유관기관 '지진 알림 프로그램' 서비스 주요내용

- **지진 수신 프로그램 보급목적**
 - 지진 발생시 신속한 상황전파, 지역별 지진정보 제공
- **보급대상** : 정부기관, 지자체 방재담당부서 및 상황실 등
- **제공정보** : 진앙 지도, 계기진도 분포도, 행정구역별 진도, 관측 가속도값
- **선택기능** : 수신규모, 수신반경, 수신지역, 수신매체 선택 가능
- **부가기능** : 타 시스템과 연계지원(FTP 전송, URL Call 등)

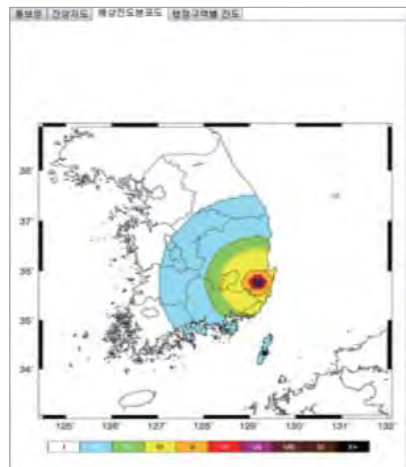
'지진 알림 프로그램' 활용 예시(신속 정보)

The screenshot shows the '지진 알림 프로그램' interface. On the left, there is a table listing earthquake events with columns for '진앙정보' (Epicenter Info), '진도정보' (Intensity Info), and '수신시간' (Reception Time). The main area displays a detailed view of a specific event, including a map of the epicenter and text information such as '발생시간: 2017년 08월 21일 11시 06분 16초' and '수신위치: 경상남도 창원시 남부서쪽 89km 지역'.

통보문 | 진앙지도 | 계기진도분포도 | 행정구역별 진도

검색 :

시도	시군구	계기진도 등급
충청남도	충청남도	II
경상북도	경상북도	VI
경상남도	경상남도	V
부산광역시	부산광역시	IV
대구광역시	대구광역시	IV
대전광역시	대전광역시	II
세종특별자치시	세종특별자치시	II
강원도	강원도	II
충청북도	충청북도	II
충청남도	충청남도	II
전라북도	전라북도	II
전라남도	전라남도	II
서울특별시	서울특별시	I
인천광역시	인천광역시	I
광주광역시	광주광역시	I
경기도	경기도	J
제주특별자치도	제주특별자치도	I



세 번째, 지진해일에 대한 특보구역을 세분화 한다. 기상청은 지진해일주의보⁵⁾ 또는 지진해일경보⁶⁾ 발표 시, 기존에는 5개 특보구역(△동해 △남해 △서해 △제주 △울릉)을 대상으로 운영하여 왔으나, 오는 7월 3일부터 26개 특보구역으로 세분화하여 지진해일에 대한 지역별 방재대응 지원체계를 강화한다.

지진해일 특보구역 세분화	
구역 명칭	대상 해역
인천·경기북부해안	인천광역시 강화군, 김포시의 관할 해역
인천·경기남부해안	인천광역시(강화군·서해 5도 제외), 경기도 시흥시, 안산시, 평택시(현덕면·포승면 지역), 화성시(송산면·서신면·우정읍 지역의 관할 해역)
충남북부해안	서산시, 당진시, 태안군, 홍성군의 관할 해역
충남남부해안	보령시, 서천군의 관할 해역
전북북부해안	군산시, 김제시의 관할 해역
전북남부해안	고창군, 부안군의 관할 해역
전남북부서해해안	영광군, 함평군의 관할 해역
전남중부서해해안	목포시, 무안군, 신안군(흑산면 지역 제외), 영암군의 관할 해역
전남남부서해해안	진도군, 해남군(화원면·문내면·황산면·산이면·화산면·송지면일부 지역)의 관할 해역
전남서부남해해안	강진군, 완도군, 장흥군, 해남군(북평면·북일면·송지면일부 지역)의 관할 해역
전남동부남해해안	광양시, 순천시, 여수시, 고흥군, 보성군의 관할 해역
제주도북부해안	제주시(구좌읍·우도면·한림읍·한경면 지역 제외)의 관할 해역
제주도동부해안	제주시(구좌읍·우도면 지역), 서귀포시(성산읍·표선면 지역의 관할 해역)
제주도남부해안	서귀포시(성산읍·표선면·대정읍 상모리 송악산 동단의 서쪽 지역 제외)의 관할 해역
제주도서부해안	제주시(한림읍·한경면 지역), 서귀포시(대정읍 상모리 송악산 동단의 서쪽 지역)의 관할 해역
경남서부남해해안	거제시 망산각에서 통영시 가왕도 북단, 가왕도 남단에서 어유도 북단, 어유도 남단에서 대매물도 북단, 대매물도 남단에서 소매물도 북단, 소매물도 남단을 이르는 선의 서쪽 해역, 거제시(둔덕면, 거제면, 동부면 서쪽, 남부면 망산각을 기준으로 서쪽), 통영시(웅남면, 광도면 지역 중 진해만과 인접한 해역 제외), 고성군(거류면, 동해면, 마암면, 회화면 지역 제외), 남해군, 사천시, 하동군(금남면·금성면·진교면 지역)의 관할 해역
거제시동부해안	거제시(옥포동, 아주동, 능포동, 장승포동, 마전동, 일운면, 동부면 동쪽, 남부면 망산각을 기준으로 동쪽)의 관할해역, 거제시 망산각에서 통영시 가왕도 북단, 가왕도 남단에서 어유도 북단, 어유도 남단에서 대매물도 북단, 대매물도 남단에서 소매물도 북단, 소매물도 남단을 이르는 선의 동쪽 해역
경남중부남해해안	거제시(장목면, 하청면, 연초면, 신현읍, 사등면 지역), 창원시, 통영시(웅남면, 광도면 지역 중 진해만과 인접한 해역), 고성군(거류면, 동해면, 마암면, 회화면 지역)의 관할 해역
부산해안	부산광역시의 관할 해역
울산해안	울산광역시의 관할 해역
경북남부해안	경주시, 포항시의 관할 해역
경북북부해안	영덕군, 울진군의 관할 해역
강원남부해안	동해시, 삼척시의 관할 해역
강원중부해안	강릉시의 관할 해역
강원북부해안	속초시, 고성군, 양양군의 관할 해역
울릉도해안	울릉군 관할 해역

5) 지진해일주의보: 규모 7.0 이상의 해저지진이 발생하여 우리나라 해안가에 높이 0.5m 이상 1.0m 미만의 지진해일 내습이 예상되는 경우

6) 지진해일경보: 규모 7.0 이상의 해저지진이 발생하여 우리나라 해안가에 높이 1.0m 이상의 지진해일 내습이 예상되는 경우

● 국가 지진관측망 조기 확충

9.12 지진발생에 따른 국민적 불안감 해소와 재해경감을 위해 지진관측망의 조기 확충 및 노후 장비문제 해소 필요성이 부각되어, 국가 지진관측망 확충과 노후 장비 교체로 관측자료 품질개선을 통한 신속·정확한 지진조기경보 서비스를 조기 실현하고자 한다.

현재 기상청은 지진관측소 206개소(기상청 156, 유관기관 50)의 자료를 이용하고 있으며, 2020년까지 현행 206개소에서 314개소로 확충할 계획을 앞당겨 2017년에 지진관측소를 광대역 14개소, 가속도 40개소 등 54개소를 확충하는 것을 포함하여 2018년까지 지진관측소를 108개소 신설하고 2018년까지 지진관측장비 노후화율 0%를 달성하고자 한다. 구체적으로 양산단층대 주변, 전략적 요충지, 지진다발 지역, 관측공백 지역 및 관측영역 확대 지역 등에 우선적으로 설치할 계획이다.

■ 2017년 지진관측소 확충 계획

구 분	지진관측소 구축 내역		합 계
총 확충 물량	광대역 14개소×3억	가속도 40개소×1.5억	54개소(10,200백만원)
기 확보 물량	광대역 4개소×3억	가속도 6개소×1.5억	10개소(2,100백만원)
추가 확보 물량	광대역 10개소×3억	가속도 34개소×1.5억	44개소(8,100백만원)

▶ 노후 지진관측장비 16개소 교체 (2,176백만원)

☞ (대상) '02년도 3개소, '04년도 1개소, '05년도 1개소, '06년도 11개소

노후 지진관측장비 교체 내역			합 계
광대역 1개소×1.5억	단주기 3개소×0.687억	가속도 12개소×0.75억	16개소(2,176백만원)

■ 2018년 지진관측소 확충 계획

2018년에는 광대역 12개소, 가속도 42개소 등 지진관측소 54개소를 확충할 계획이다. 신설지역은 주로 지진다발 및 관측공백지역, 관측영역 확대지역 등에 설치할 예정이다.

구 분	지진관측소 확충 및 교체 내역		합계
확충	광대역 12개소×3억	가속도 42개소×1.5억	54개소(9,900백만원)

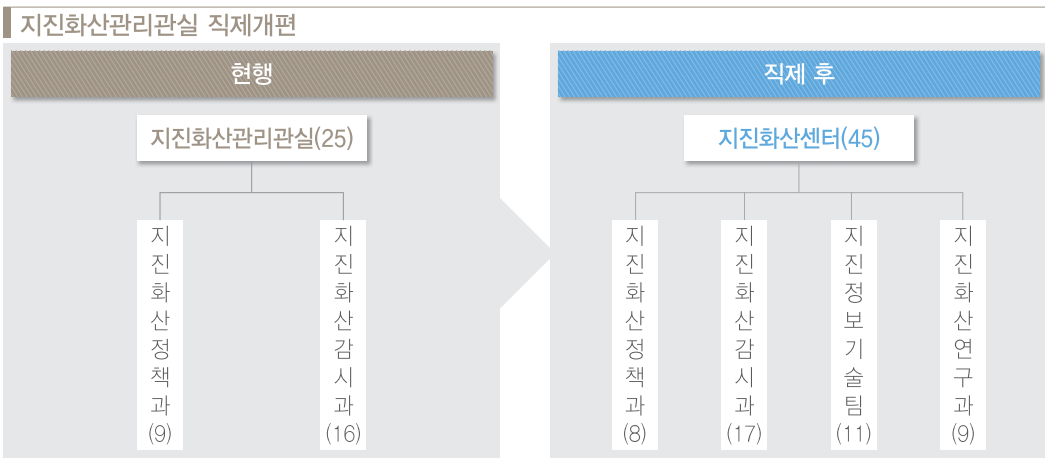
▶ 노후 지진관측장비 23개소 교체 (3,110백만원) ('06년도 3개소, '07년도 20개소)

구분	연도	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
	노후 관측소	현황(a)*	43	23	16	20	0
증 가		0	12	20	3	4	5
소계(b)		43	35	36	23	4	5
교체지점 수(c)		20	19	16	23	4	5
신설지점 수		5	6	54	54	0	0
교체/신설 소계		25	25	70	77	4	5
관측소 총 수(기상청)		150	156	210	264	264	264
장비 노후화율** (%)		15.3	10.3	9.5	0	0	0
관측 조밀도(km)		22.3	22.0	19.6	17.8	17.8	17.8
관측망 구축율(%)		63.7	65.6	82.8	100	100	100

* (노후 관측지점) 당해연도(a) = 전년도(b) - 전년도(c)
 ** (장비 노후화율) (당해연도 노후관측지점 소계(b) - 당해연도 교체지점(c)) / 관측소 총 수
 ※ 2018년: 기상청(264개 지점) + 유관기관(50개 지점) = 314개소
 ※ 관측조밀도는 유관기관 50개소를 포함한 것임

지진화산관리관실 직제 개편

9.12 지진 이후 국가 지진 관측·분석·통보업무의 내실화를 위해 지진조직 확대 및 대내외적 요구에 따라 지진 관측·경보 총괄 및 연구 기능 강화하기 위하여 직제개편을 추진하였다. 지진화산관리관실을 「지진화산센터」로 독립·확대 개편하여 1관 2과 25명을 1센터 3과 1팀 45명으로 20명 증원하였다 (2017년 1월 1일). 국립기상과학원과 지방청에서 11명을 이체하고 9명을 순증하며, 지진화산연구과와 지진정보기술팀을 신설하여 지진연구를 강화하고 긴급재난문자서비스, 지진관측망, 조기경보시스템 업무를 전문화하도록 하였다. 또한 지방기상청과 기상지청(9개소)에 「지진정보관」각 1명을 배치하여 지자체와 주민 등에 지진정보 제공, 교육·컨설팅을 제공하도록 하고있다.



● 기상청 내부 지진전문가 양성 방안

9.12 지진 등 대규모 지진발생에 대한 대응체계 강화를 위한 기상청 내 지진전문인력의 필요성이 증가하였다. 따라서 지진·지진해일·화산 감시 및 통보체계 등 실무업무에 대한 능력 강화와 함께 지진의 위험성에 대한 전달능력 배양을 위하여 지진전문가를 양성하고자 한다.

기상청 기상기후인재개발원에서는 '17년 기상청 직원교육 내 '지진교육과정'을 신설하여 지진인력을 체계적으로 양성하기 위해 직무체계와 연계한 단계별 맞춤형 교육과정(기본과정과 전문과정)을 운영하고 있다. '18년에는 현재 운영 중인 직무교육을 지속하고, 국외 교육훈련과 해외 전문가 초청 과정의 신설을 통해 기상청 내부 직원의 능력을 함양할 계획이다.

● 지진방재 종합대책 수립 참여

9.12 지진 대응과정에서 재난문자 발송지연, 국민행동요령 홍보 미흡, 지진연구 부족 등 다양한 분야에서 문제점이 노출되었고, 이를 계기로 국가 지진방재 대책의 전면적 개선의 필요성이 제기되었다. 이에, 기상청을 포함한 관계부처와 다양한 분야의 전문가가 참여한 지진방재 종합개선 기획단을 구성하여 (9.22~) 기존대책의 근원적 분석과 개선안 마련을 위한 민·관합동 회의를 26회 개최하였다. 또한 국무조정실과 행정안전부(당시 국민안전처) 주관 관계부처 회의를 7회 개최하여 지진방재 개선대책을 마련하고 12월 16일 「지진방재 종합대책」을 수립하였다.

이번 종합대책은 지진방재 선진국 수준의 대응기반을 구축한다는 비전 하에, 2020년까지는 지진 대응체계를 완비하고 2030년까지는 지진방재 종합인프라를 구축하는 것을 목표로 한다. 정부는 종합대책의 추진을 위하여 부처별 이행상황도 정기적으로 점검하여 종합대책이 차질 없이 추진되도록 할 계획이다.

■ 지진방재 종합대책 비전 및 중점 개선 분야

지진방재 선진국 수준의 대응기반 구축

▶ 2020년 지진 대응체계 완비, 2030 지진방재 종합인프라 구축



○ 지진방재 종합대책 중 기상청 소관 사항(2017년) 요약

■ 통보시간 단축 · 제공정보 다양화를 통한 지진조기경보 체계 정비

- 규모 5.0 이상 지진의 조기경보 발표시간을 관측 후 50초(기준)에서 15~25초(개선)로 단축 · 운영
- 지진 · 지진해일 발생시, 대국민 통보시간 단축을 위한 기상청 긴급재난문자송출(CBS) 전용시스템 구축 · 운영
- 제공정보의 다양성을 위해 지역별 지진동 영향정보* 생산 · 시범 제공
 - * 수요자가 체감하는 지진강도(진도)에 대한 추정값
 - ※ ('17) 행정안전부 등 유관기관 시범제공 → ('18) 대국민 서비스
- 지진 정보 대국민 전달체계 개선 · 다양화를 위해 긴급방송 전달기반 조성 및 지자체 등 유관기관 재난경보발령 시스템 연계 운영

■ 지진통보 주요 개선사항

구분	기준('16.11월 이전)	개선('17.7월)
정보내용	· 규모, 위치(진앙)	· 규모, 위치, 깊이, 진도
발표시간 ※규모 5.0 이상/경보	· 관측 후 50초 이내	· 관측 후 15~25초 내외
전달시간 ※규모 5.0 이상/긴급문자	· 8~10분	· 2분 이내
전달매체	· 긴급방송(TV) · 지자체(FAX 등) · 앱(지진정보알리미), SNS	· 긴급방송(TV + 라디오) · 지자체 재난경보발령시스템 · 앱, SNS, 모바일 메신저 등

■ 지진 분석 향상을 위한 지진관측망 보강과 연구개발 확대

- 현재 156개소를 '18년까지 264개소로 조기 확충(관측조밀도 22→18km)
 - ※ 신설/누적(단위: '소) : ('16) 6/156 → ('17) 54/210 → ('18) (54/264)
 - ※ 노후 지진관측장비 교체를 통해 '18년까지 노후화율 0% 달성
- 지진관측자료 신뢰도 제고를 위해 지진관측장비 검정체계 기반 구축
- 지진조기경보 · 진도정보 정확도 개선 등을 위한 연구사업 수행

■ 지진 · 지진해일 · 화산 정책개발 및 제도화와 교육 · 협력 강화

- 관계부처 및 기관 협력을 통한 '지진 · 지진해일 · 화산의 관측 및 경보에 관한 기본계획(2017~2021)' 수립
- 긴급재난문자 발송, 지진관측장비 검정 대행 등 법적근거 마련을 위한 「지진관측법」 개정 및 관련제도 개선
- 지진 관련 교육 콘텐츠 개발, 학생(유치원 · 초등 · 중학생) 대상 지진 이해 교육 및 유관기관 방재담당자 대상 지진교육 실시

● 재난상황 조기전파 시스템 구축

기상청은 2017년 4월 17일 부산광역시 및 부산광역시 교육청과 ‘학교 내 재난조기경보 및 대응역량을 위한 긴급 재난 업무협력 협약(MOU)’을 체결하였다. 이 협약은 국내 최초로 기상청 ‘지진조기경보 시스템’과 직접 연계하여 학교 내 지진 등 긴급 재난 정보 제공을 위해 마련되었다. 이번 협약을 통해 2018년까지 부산 지역 각 학교는 지진 발생 후 1분 내에 재난정보를 알려주는 ‘부산형 재난상황 조기전파 시스템’이 구축될 예정이다. 부산교육청은 관련 업무를 위한 행정지원, 운영기준 마련 및 대피 훈련 등을 적극 지원할 예정이다. 재난상황 조기전파 시스템은 향후 부산 외에 다른 지역으로도 확대 되어 설치될 예정이다.

■ 부산형 재난상황 조기전파 체계 모식도

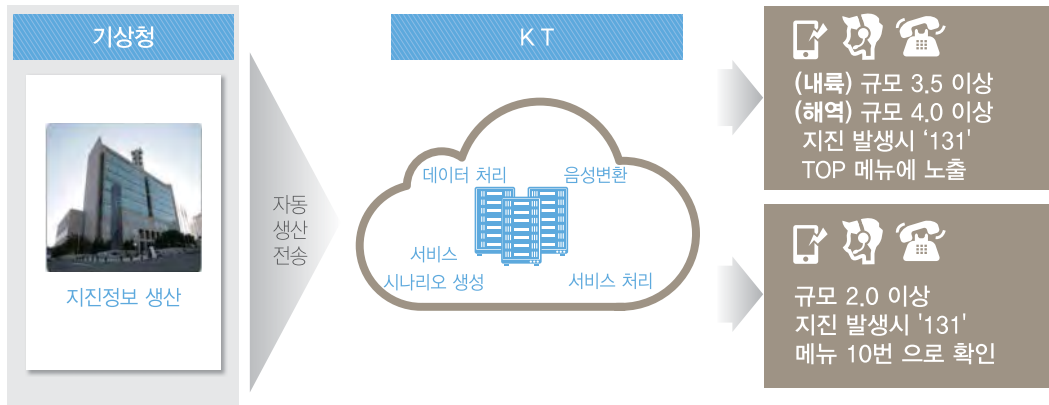


● 일기예보 안내전화를 이용한 지진통보 서비스 시행

기상청은 기존에 기상청 누리집과 모바일을 통해 제공되던 국내에서 발생하는 지진통보 서비스를 2017년 7월 13일부터 일기예보 안내전화 '131'을 통해 제공하기로 하였다. 이번 서비스는 '131'을 이용한 지진통보 서비스를 통해 다양한 수요자들이 손쉽게 최근에 발생한 지진 정보를 이용할 수 있도록 하여, 지진 정보의 대중화는 물론, 국민의 알 권리를 충족시키고자 마련되었다.

규모 3.5 이상(해역은 4.0 이상) 지진 발생 시에는 131을 누르면 바로 지진통보 서비스가 제공되며, 규모 2.0 이상 지진 발생 시에는 메뉴 10번에서 확인할 수 있다. 이 서비스를 통하여 다양한 수요자들이 손쉽게 최근에 발생한 지진 정보를 이용할 수 있도록 하며, 지진 정보의 대중화 및 국민의 알 권리를 충족시킬 수 있을 것이다.

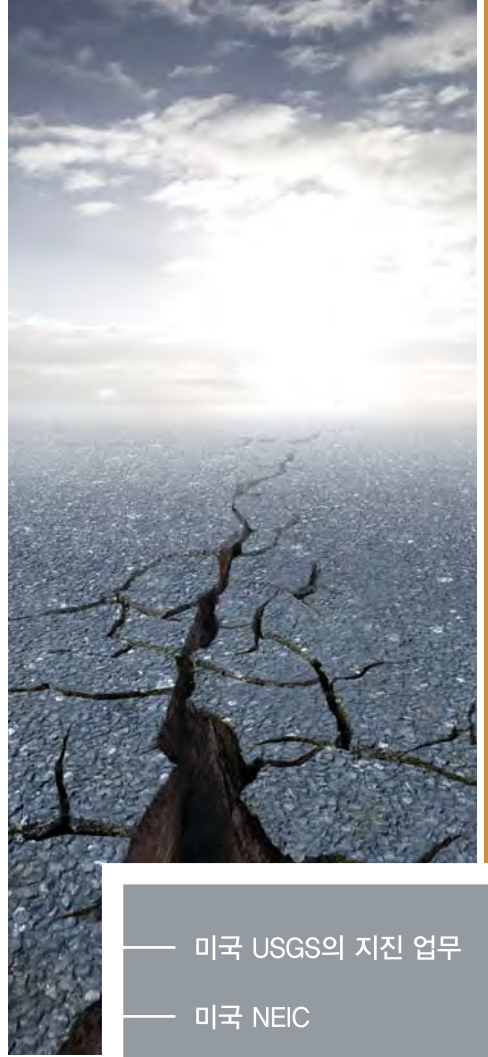
일기예보 안내전화 '131' 서비스 개요





04

주변국 동향



— 미국 USGS의 지진 업무

— 미국 NEIC

— 미국 해저지진계 운영 현황

— 일본기상청(JMA)

— 일본 방재과학기술연구소(NIED)

— 대만 연구기관

— 국외 지진 관측 및 분석기관의
9.12 지진 분석 결과

04 주변국 동향

○ 미국 USGS의 지진 업무

USGS(미국지질조사소)는 미국 내무성 산하 연구기관으로, 미국 영토 내의 천연자원, 자연재해 등을 주로 측정하며, 지형도와 지질도를 제작하고 있다. 주 연구 분야는 생물학, 지질학, 지리학, 수문학 등이며 미국 내외에 400여 개의 지부가 있다. 1년 예산은 10억 달러(약 1.17조원)이며, 지진재해 프로그램은 5,700만 달러 규모이다. USGS 지진분야 연구인력은 수백명 정도로 추산된다.

USGS Pasadena 사무소는 캘리포니아 공과대학(Caltech)과 캘리포니아 지질조사국과 함께 남캘리포니아 지진관측망, GPS 관측망을 운영하고 지각변위를 감시하며 남부 캘리포니아의 지진재해 저감 및 지진대응에 대한 정보를 제공한다. 450 여개의 지진관측소, 140여개의 GPS 관측소 및 자료를 관리 중이다. 또한, USGS의 지진조기경보시스템(EEW) 개발과 운영을 전담하고 있다. 남캘리포니아지진센터(Southern California Earthquake Center)와 함께 지진연구를 수행하고 상호간 인력을 교류하고 있으며, 30명의 인력은 ESC(지진과학센터), SAFRR(재해저감을 위한 과학적응용) 연구분야로 나누어진다. 뿐만 아니라 ESC는 지진감시와 연구, SAFRR는 자연재해 연구 결과물을 응용분야로 적용하는 업무를 추진하고 있다.

연구자들은 지질학(지질학적 지도), 고지진학(Paleoseismology) 연구, 대규모 지각변형을 표기하는 측지학(Geodetic) 연구, 향후 발생 지진의 시기와 위치를 조사하는 확률론적 지진(Earthquake probabilities) 연구, 지하 지각구조, 단층 지도 작성 등의 지구물리 연구, 단층변형 원인을 규명하는 Rupture Physics, 지진발생시 지반 운동의 강도를 조사하는 Ground shaking, 지진조기경보 등의 연구 과제를 수행한다.

지진발생 시 진앙, 규모, 진원 시 등 규모 4.0 이하의 지진분석은 90초 이내에 1차 분석이 완료되며 2차 분석결과 120초 이내에 통보된다. 규모 1.8 이상의 발생 지진은 홈페이지에 정보를 게재한다.

■ 지진조경보

미국의 지진조경보시스템은 향후 발생할 지진으로부터 인명과 재산을 보호하는 국가 지진재해 저감 프로그램 중 한가지로 개발이 시작되었다. 미국 내에서 지진재해 발생 가능성이 가장 높은 서해안 지역(California, Washington, Oregon 주)에 EEW 시스템을 구축하여 운영하고 있다. 인명과 재산을 보호하는 것이 주요 목적이다.

2006~2009년에 1단계 R&D 연구가 시작되었고, 관련되는 관측망도 개선하였다. 2009~2012년에 시험 운영을 시작하고, 캘리포니아 지역의 Demo 시스템 운영은 2012년 1월에 시연하였으며, 2012~2015년에 데모버전이 생산품 원형형태(Production prototype)로 개선되었다. 북서태평양 지역의 Demo 시스템 운영은 2015년 12월에 시연되었다.

캘리포니아지질조사국(CGS, California Geological Survey), 캘리포니아공과대학(Caltech, California Institute of Technology), 캘리포니아재난대응국(CalOES, California Office of Emergency Services), 버클리대학교(University of California at Berkeley), 워싱턴대학교(University of Washington at Seattle), 오레건대학교(University of Oregon) 등이 지진조경보시스템 개발에 참여하였다.

■ ANSS(Advanced National Seismic System)

지진발생 이후 정확한 적절한 분석 정보를 사용자에게 제공하며, 담당자들의 정책결정을 위한 자료로 사용하도록 하고 있다. ANSS은 25개 미국 내 주요 대학이 참여하여 2000년 설립되었고, 이후 700개 이상의 고성능 지진 관측소를 추가로 설치하였다. 주로 재해 관리, 대응, 과학·공학 연구 단체지원을 목적으로 한다. 현재 7000개 이상의 고성능 지진 관측망을 유지하고, 지진 감시 및 분석을 수행하며, 주요 지진 발생 시 분석 정보를 제공하고 빌딩과 구조물의 강지진동을 측정하는 데 활용된다.

▶ ANSS 지진정보 산출물과 분석 프로그램

- 전 세계 발생 지진 현황 분석
- ENS(Earthquake Notification Service): 지진 발생시 분석 정보 제공 프로그램
- ShakeMaps: 전세계 지진 발생시 수분 내에 진도분포도 제공
- ShakeCast: 자동화된 ShakeMap 제공 프로그램. 소수의 사용자에게 단계별 shaking level 등 피해 산정 정보 제공
- PAGER: 전 세계에서 피해가 예상되는 지진 발생시 진동(Shaking)과 피해를 예측하는 프로그램으로 30분 이내에 주요 정보를 제공하고 실시간으로 업데이트됨. 이 정보에는 진도별 진동 수준에 따라 피해를 입는 사람숫자와 도시를 포함하고, 사망자수와 경제적 피해를 측정
- Did You Feel It?: 지진을 체험한 사람들의 참여(SNS 등)에 의한 진도 분포도가 홈페이지를 통하여 작성
- Real-time Feeds and Data: 다양한 포맷의 데이터 제공
- CISON Display: 개인 사용자들에게 전 세계에서 발생하는 지진을 통보해주는 알림 소프트웨어
- Earthquake Data: 각종 지진분석 자료 및 통계 자료 제공
- Info By Region: 지도에서 관심지역을 선정하면, 역사지진, 지진재해도, 지역 사무소 정보 등에 제공
- NetQuakes: 도시지역의 지진관측망을 확충하고 지진 발생중 지반운동을 보다 정확하게 측정하고, 지진발생 이후 피해 예측과 건물 건설에 공학적 기준을 제공하기 위하여 개발됨. 이 장비는 가정, 회사, 공공 건물 및 학교에 장착되어 인터넷으로 연결하여 자료를 송신함
- Earthquake Summary Posters: 주요 지진 발생 이후 신속하게 관련 정보를 포스터 형태로 제공함

■ ShakeAlert 시스템

ShakeAlert으로 명칭된 미국 지진조기경보시스템은 2012년 1월부터 캘리포니아 지역의 소수의 사용자들에게 테스트 결과를 통보하고 있다. ShakeAlert 시스템에 이용되는 지진원은 대규모 지진의 단층면과 연관된다. 대부분의 경보시스템은 단일 경보를 예상하고 운영되는데, ShakeAlert 시스템은 Rupture 모델이 증가하고 이동하는 것을 개념으로 설계되었다. 진도는 진원으로부터의 거리에 비례하고, 경보 지역은 개략적으로 결정되며 단층의 Rupture, 재결정 등에 따라서 재산정되기 때문에 여러 차례 정보가 변경 된다. 조기경보 발령 지역은 부지 특성, 단층의 복잡성, 실시간 모델링 에러 등의 요인에 따라서 개략적으로 결정된다.

ShakeAlert 시스템은 캘리포니아 통합 지진 네트워크(CISN, California Integrated Seismic Network)와 400개의 고성능 감지진동 센서를 이용하여 지진을 탐지하고 있다. 관측망 조밀도는 LA 도심지역은 10km 간격, 도시 외곽지역은 20km 간격, 그 외 지역은 40km 간격의 관측소 간 거리를 유지하고 있다.

※ CISN은 USGS, State of California, Caltech, University of California at Berkeley와 협력하고 Advanced National Seismic System (ANSS)을 구성하는 7개의 지역 네트워크 중 하나임.

▶시스템 개선

2016년 2월 1일 USGS와 공동 개발자들은 차세대 ShakeAlert 조기경보 시험 버전을 캘리포니아 주에서 운영하고 있다. 이 'production prototype'은 안정적인 이중화 운영체제로 지형학적으로 분포된 서버를 갖춘 통신 자동복구 시스템을 장착하였다. 이 시스템은 공공 경보(Public Warning)를 아직 수행하지 않으나 약 200명의 소수 개발자에게 분석 결과가 제공된다.

▶통신 체계

USGS는 원활하고 신속한 조기경보 정보 제공을 위하여 telemetry 시스템 업그레이드, 신형 기술 조사, telecom을 공동 운영할 파트너를 조사하고 있으며 다양한 통신 체계 구축을 위하여 휴대폰, IP 라디오, 디지털 초단파, 위성, DSL, 케이블, 공공 인터넷, partner systems 등 다양한 활용 방법을 추진하고 있다.

▶통보 체계

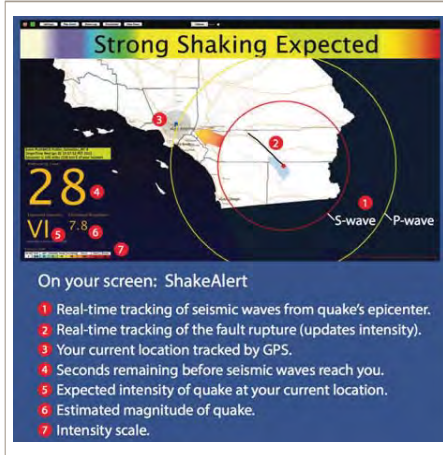
지진조기경보 정보 제공은 3초 이내에 기본 정보만 제공(예: shaking expected, light/strong shaking expected)하는 1차 통보('primary message')와 지진원과 진원시, 지형학적 정보를 포함하여 상세한 정보를 제공하는 2차 통보('second message')로 2단계 체계를 갖추고 있다.

▶지진조기경보 성공적 운영 사례

2014년 La Habra 지진(규모 5.1) 발생 시 조기경보가 발령되어 캘리포니아 패서데나(Pasadena)에 근무하는 사용자(Test Users)는 지진동 도착 6초 전에 경보를 받았다. 2014년 South Napa 지진(규모 6.0) 발생 시에는 조기경보가 발령되어 캘리포니아 버클리에 근무하는 사용자(Test Users)는 지진동 도착 5초 전에 경보를 받았다. 조기경보 발령을 위하여 4개 관측소 탐지가 필수조건이며 탐지 속도는 관측망 조밀도에 좌우되며, 관측소 중 지진조기경보를 위하여 장비가 개선된 관측소의 탐지 속도가 빠르다.

ShakeAlert의 분석속도

La Habra 지진(규모 5.1) 2014년 3월 28일 9:09 pm 발생	South Napa 지진(규모 6.0) 2014년 8월 24일 3:20 am 발생
ShakeAlert 분석 시각 09:09:42.3 최초 탐지(Origin time) 09:09:46.3 4초 이후 최초 경보 발령(1st Alert)	ShakeAlert 분석 시각 10:20:44.4 최초 탐지(Origin time) 10:20:49.5 5.1 이후 최초 경보 발령(1st Alert)



ShakeAlert 사용자는 user interface를 통하여 조기경보정보를 시청각 자료로 받음. 좌측의 그림은 사용자 스크린에 구현되는 조기경보 제공 전경.

*조기경보 시뮬레이션 링크 참조
(<https://www.youtube.com/watch?v=qKJ0MBldus>)

- 1) 자동으로 지진이 발생하는 창이 컴퓨터 스크린에 뜨고, 실시간으로 진앙으로부터 지진파가 퍼져나가는 것이 추적됨
- 2) 단층 파열선(fault rupture)의 이동이 추적됨
- 3) 수신자의 현 위치가 GPS를 통하여 추적됨.
- 4) 지진파가 도착되는 예측 시간(초)
- 5) 현 위치의 예측 진도
- 6) 지진규모 산정
- 7) 진도 분포 기준표

Shake Alert 알고리즘은 진화중이다. 현재 운영중인 것은 1세대 알고리즘 On-Site, Elarms, Virtual Seismologist이다. 이들은 지진학적 점소스(Point source)를 지진원으로 이용하여 조기경보를 발령하고 있다. On-Site 알고리즘이 분석 속도가 빠르고 Virtual Seismologist가 분석정확도가 높다. 현재 테스트중인 2세대 알고리즘은 FinDer인데, 이는 지진학적 선 소스(Line source)를 지진원으로 이용하여 조기경보를 발령하는 시스템이다.

향후 시행을 준비중인 3세대 알고리즘은 GPSlip, Glarms, BEFORE이고, 이들은 측지학적인 유한 단층(Finite fault)을 지진원으로 이용하여 조기경보를 발령하는 알고리즘이다. 4세대 알고리즘은 FinDer-BEFORE인데, 이는 유한 단층을 지진원으로 이용하여 조기경보를 발령하는 알고리즘이다.

ShakeAlert 시스템 데이터 구조도는 3가지 기본 알고리즘에 Finite Fault Mode(유한단층모델)을 결정 모듈(Decision Module)에 입력하여 사용된다.

■ 향후 전망

EEW는 수초에서 일본 이내에 S파 도달 이전에 경보를 제공하는 시스템인데, 경보시간은 진앙에서의 거리와 경보시스템의 전송 속도에 좌우될 것이다. 성공적인 지진조기경보 시스템의 운영을 위하여 진앙지 주변의 조밀한 관측망, 지진계로부터 분석시스템까지 신속한 전송체계 구축, 진앙, 규모, 단층 파열 길이 및 진도분포도를 작성해주는 적절한 알고리즘, 조기경보를 수신하는 사용자들을 대상으로 한 교육 등이 중요하다.

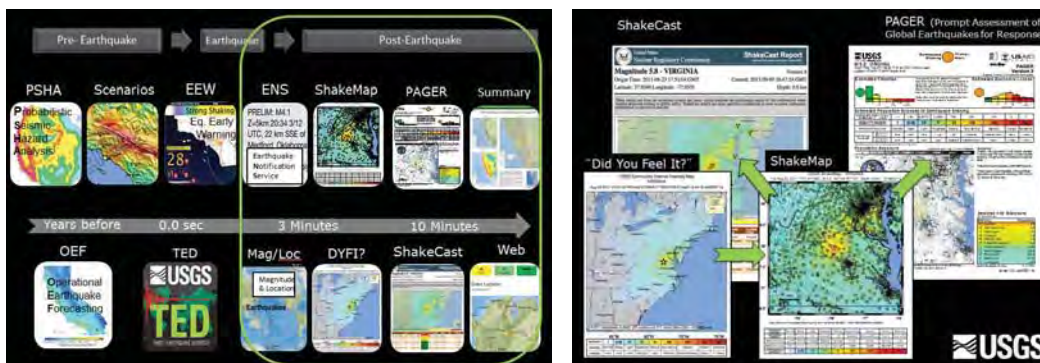
EEW는 새로운 연구분야가 아니다. 1981년에 USGS의 Doug Given, 1985년에 Cal-Tech의 Tom Heaton교수가 이미 관련 연구를 시작하였기에 배경 지식은 충분하다. 오래 전부터 지진조기경보라는 개념은 소개되었으나, 컴퓨터 연산 속도, 전송 속도 및 관측 장비의 성능 미달로 개발이 지연된 것이다. 1997년 미국 법 조항 제정에 따라 지진조기경보 개발 의무가 생겼다. 현재 지진조기경보시스템에서 최초 지진관측 이후는 데이터 수신에 1초, 알고리즘 분석에 최소 0.7초가 소요되는데, 이는 과거에 비

하여 전송 속도를 3.6초 단축한 것이다. Kinematics 사에서 개발된 Q330S 기록계를 지진조기경보를 위하여 사용하였으며, 포켓 전송 시간을 1초 이내로 줄였다. USGS의 지진조기경보 분석 결과는 개발된 앱을 통하여 소수의 사용자(약 200여명)에게 전송된다. 사용자의 숫자가 적기에 전송속도 지연현상은 거의 발생하지 않는다.

설치 및 운영 예산이 많이 투입되기 때문에 긴급재난문자(CBS, Cell Broadcasting System)의 운영에 대해서는 검토하고 있지 않다. 통신 수단이 4G에서 5G로 변경되면, 전송시간 지연 문제가 자연스럽게 해결될 것이라 판단되며, 현재 주요 통신 회사와 지진조기경보 서비스 시행에 관하여 협상을 시작하고 있다.

무상 서비스를 통하여 공공 서비스를 제공하고 향후 사용료를 부과하는 방안을 검토 중이며 노약자와 어린이는 무료로 서비스 하는 것을 고려하고 있다. 향후 캘리포니아 주에서 지진조기경보를 실행하면, 이를 통하여 혜택을 보는 기업과 병원 등의 주요시설물과 단체에 사용료를 부과하는 방안을 검토 중이다.

■ ShakeMap



ANSS에서 제공하는 지진 분석결과를 지진발생 이전, 발생시, 발생이후로 순차적으로 구분한 흐름도 | ShakeMap의 정보 전달체계 구분

ShakeMap은 지진발생 이후 잠재적 피해를 발생시키는 지진동을 지형학적으로 표기한 것이다. 이는 재해 대응, 피해 산정 및 공공 정보에 활용 가능하며 실제로 피해가 발생하는지 산정하는 데 필수적이다. ShakeMap은 지진발생 이후 1분 이내의 지반운동을 나타내주기에, 비상시 구조를 위한 지역 선정에 큰 도움이 된다.

진앙(epicenter) 정보는 지진의 시작점을 시사할 뿐, 지진동(shaking)이 제일 강한 지점을 의미하지 않는다. 지진은 단층면상에서 발생하기에 대규모 지진의 경우, 피해는 진앙으로부터 160km 떨어진 곳에서 발생하기도 한다. 파열방향(Rupture direction)과 지표 및 지질 특성이 특정지역의 지진동을 결정한다.

ShakeMap을 활용하여 캘리포니아 교통부(Department of Transportation)는 교통량의 병목 현상을 점검하고 25,000개 교량의 조사 우선순위 선정에 활용되며, 지진공학자들은 빌딩-안전조사의 우선순위 선정에 사용하고 있다.

향후 무선 통신을 통하여 ShakeMap 정보를 자동으로 전송하는 다양한 방법을 개발 중이다. ShakeMap은 개발 초기에는 캘리포니아 지역에서만 사용되고 있지만, 현재 시애틀(Seattle)과 솔트레이크 시티(Salt Lake city)도 활용중이다. 앞으로 지진관측망의 확대에 따라 미국 내 지진관측망을 운영하는 지역은 ShakeMap 같은 효율적인 비상 대응 방안을 활용할 예정이다.

○ 미국 NEIC

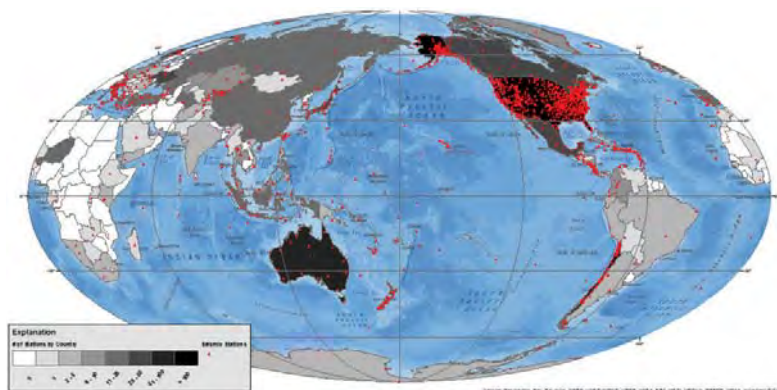
미국 국가지진정보센터(NEIC, National Earthquake Information Center)는 1966년에 미국 상무부(Department of Commerce) 소속의 국가 해양조사국(National Ocean Survey)의 일원으로 설립되었으며, 1973년도에 USGS로 이관되었다. NEIC는 현재 미국 내무부(Department of Interior) 소속이고, 1974년에 현 위치(Colorado Golden)로 옮겼다.

■ NEIC 개요

24시간 협업 운영을 통한, 글로벌·지역적 지진 모니터링 시스템 운영과 분석결과를 산출한다. 국가의 필요에 따른 글로벌 지진분석시스템을 운영 중이며, 자료 분석을 통하여 즉각적인 대응부터 연구까지 특화된 임무를 수행중이다.

표준화된 형태와 분배 장치를 사용하여 지진파형, 매개변수, 지형학적 자료를 생산하고 있다. 120개 지진 관측망, 1800개 이상 관측소의 실시간 자료 취합과 분배를 하고 있으며 모든 USGS 지진네트워크 자료의 백업센터 역할을 수행하고 있다.

NEIC는 17명의 운영인력, 15명의 연구인력, 4명의 소프트웨어 개발자, 5명의 시스템 엔지니어 및 2명의 관측망 관리 인력 등 약 43명으로 구성되었다. 35만 명 이상이 지진동지 정보(ENS) 서비스를 수신하고 홈페이지 일 방문자수가 수백 만 명을 웃돌고 있다.



NEIC가 사용중인 실시간 관측소 분포도, 120개 네트워크의 1857 관측소 사용 (2015.08 기준)

■ 주요 업무

▶ 지진분석 및 통보

전 세계에서 발생하는 규모 5.0 이상의 주요 지진과 미국에서 발생하는 규모 2.5 이상의 지진의 진앙과 규모를 신속하게 결정하여 국가기관, 해외기관, 연구자들, 주요 시설물, 일반 국민 등 관계기관에 통보한다. 24시간 현업 운영을 하고 연간 30,000여회의 분석결과를 발표한다.

▶ 지진자료 수집 및 제공

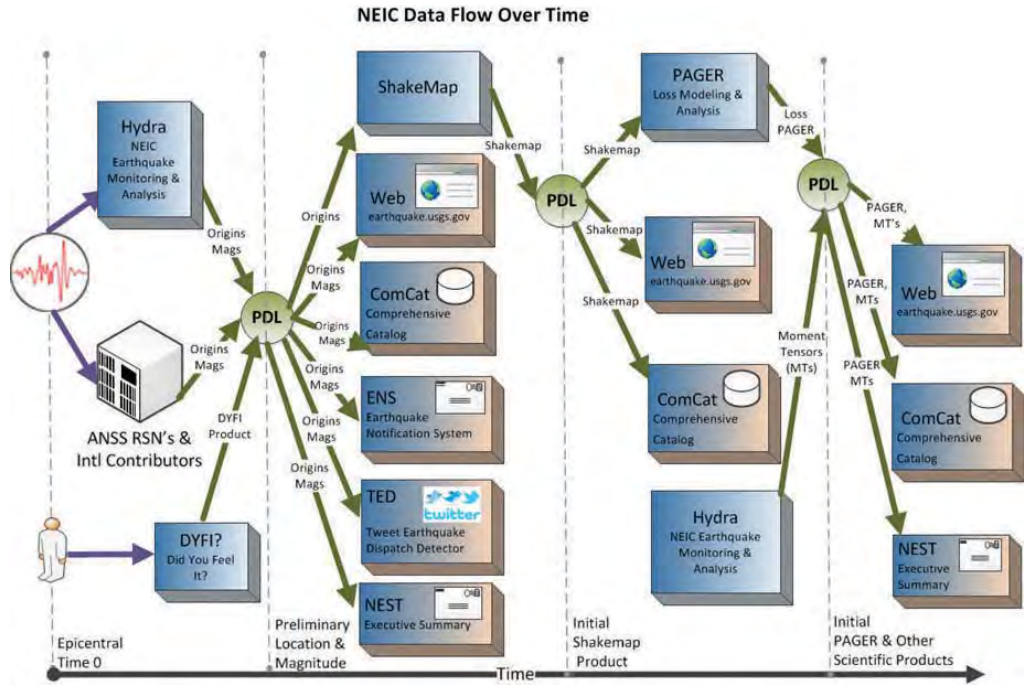
지진자료를 수집하고 관리하며 연구를 위한 자료를 수요자에게 제공한다. NEIC는 국가자료센터이며 지진정보의 기록보관소이다. NEIC는 미국 내외 전 세계적으로 운영하는 자체 관측망과 국제 협약을 통하여 획득하는 자료를 수집하고 있다. 또한, 지진이 사람과 구조물에 미치는 영향, 진도분포도 등 관련 자료를 수집하고 있다. 미국 내 지역 지진관측망 운영자들과 협력적 관계(ANSS)구축을 통하여 국가 운영 센터 역할을 수행하고 있다. 취합된 자료는 다양한 형태로 제공되는데, QED(Quick Epicenter Determinations)는 일단위로 작성되며, PDE(Preliminary Determination of Epicenters)는 주단위와 월단위로 발행되고, EDR(Earthquake Data Report)도 월단위로 발행되는데 좀 더 상세하고 정확한 정보를 제공하고 있어 주로 지진학자들이 활용하고 있다.

분석 산출물은 진앙, 규모, 파열 단계(Rupture process), 지체구조 요약본, 지도(역사지진 및 지진 발생 분포도), Did You Feel It? (DYFI?), ShakeMap, PAGER 등이다. 신속·정확한 지진원 분석, 지진의 영향 모델링, 지진 지체구조 및 관련된 지진재해 정보 제공이 주요 연구목적이며, 지진원 결정 능력 향상을 위한 지각구조 규명, 신속한 지진의 영향 평가를 통한 지진파열(earthquake rupture)부터 지진 역학 관계의 이해에 이르기까지 다양한 연구를 수행한다.

주요 현안은 여진과 유발 지진 등 소규모의 지진 모니터링 능력 향상, 고정식·이동식 관측망의 운영을 통한 분석능력 향상, 인터넷, 소셜 미디어, ComCAT 등 다양한 서비스를 활용한 지진원 분석과 중요 평가자료 전파와 수집 등이다.

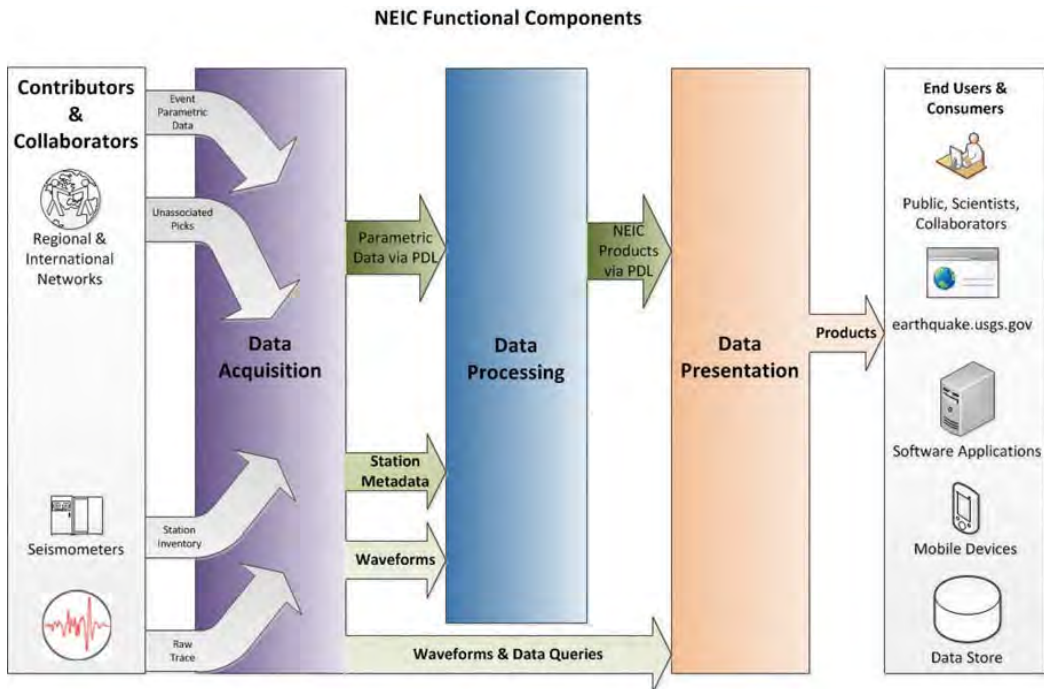
NEIC의 자료 생산 체계도

PDL을 통하여 단계별 생산자료를 점검하고 개선하여 수요자에게 자료를 공급함



NEIC의 Functional Components

NEIC의 지진자료 수집, 자료처리 및 자료 생산 체계도. 생산된 자료는 사용자, 홈페이지, 컴퓨터, 스마트폰, 데이터 스토리지 등을 통하여 공개됨



■ NEIC 분석 프로그램

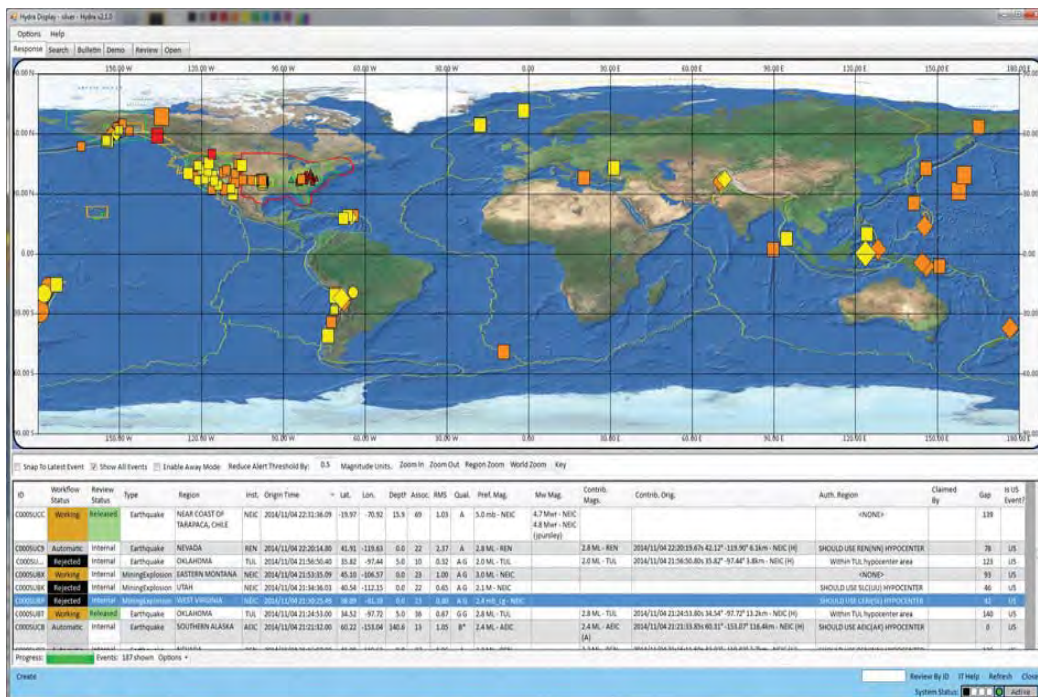
HYDRA는 미국국가지진정보센터(NEIC)의 지진 모니터링 및 분석, 지진 목록 생산, 품질 분석 및 특별 연구 기능을 구현하는 종합 소프트웨어 시스템이다. HYDRA는 전 세계에서 발생하는 규모 5.0 이상의 원지진의 분석 알고리즘에 초점이 맞추어져 있지만, 미국 내에서 발생하는 규모 2.5 이상의 지진 분석에도 사용되고 있다. 최근 소규모 지진의 분석 정확도가 향상되었으며, 지속적으로 분석 정확도 향상을 위하여 노력중이다.

▶HYDRA 주요 기능

- 자료 삽입: 실제(real-time) 데이터와 분석에 활용된 데이터를 구분하여 저장한다.
- 자료 중앙 시스템(database centric system): 분석에 사용된 지진파와 프로세스는 DB에 전송되고 데이터에 저장된다.
- 지진분석을 위한 접속(interface): 클라우드 기반으로 현업 운영자들이 접속 가능하다.
- HYDRA의 사건(event) 탐지는 자동 도착파형 선정(picking)과 자동 지진 연관(association)으로 구성된다. 자동분석 후 현업자가 재분석을 실시하며, 모든 작업은 기록되며 훈련 등의 목적으로 향후 활용된다.

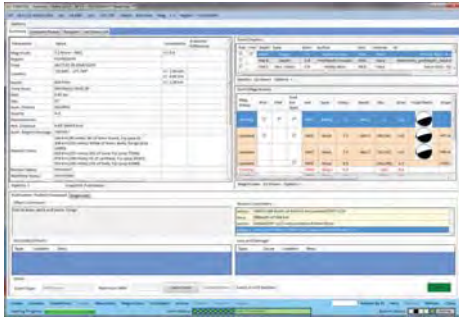
Hydra 시스템 표출

Hydra는 전 세계에서 발생하는 지진에 대한 분석 현황 등 상세정보를 한눈에 사용자가 관리할 수 있는 NEIC의 핵심 지진분석 프로그램



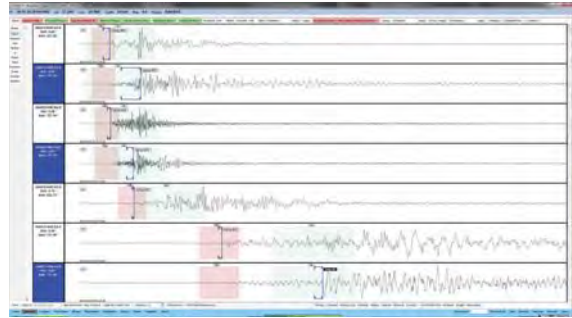
분석결과 요약

일반적인 지진분석 결과를 표시하며, 보다 심화된 분석을 위한 자료로 활용됨



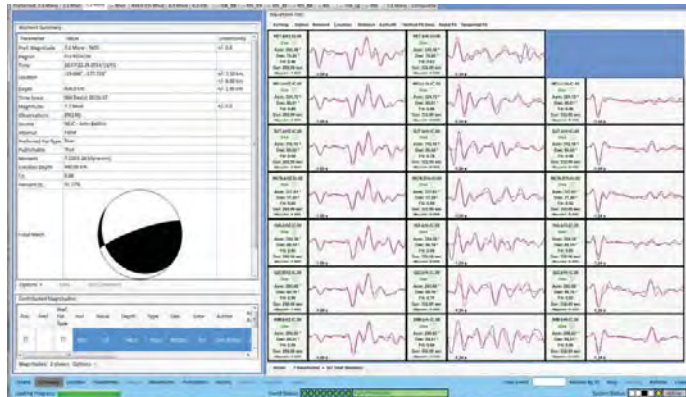
파형 분석 표출

P 파와 S 파의 도달시각은 통계처리 알고리즘으로 계산된 자동 탐지 picking을 검토 후에 재설정하여 분석의 정확도를 향상함



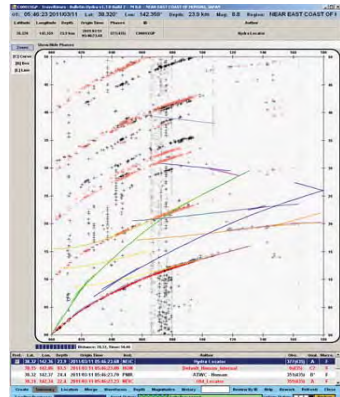
규모 계산

관측파형과 합성파형 비교를 통한 단층면해 및 지진규모 계산. 규모 계산 시 다양한 알고리즘을 모두 활용하여 분석의 정확도를 검토함

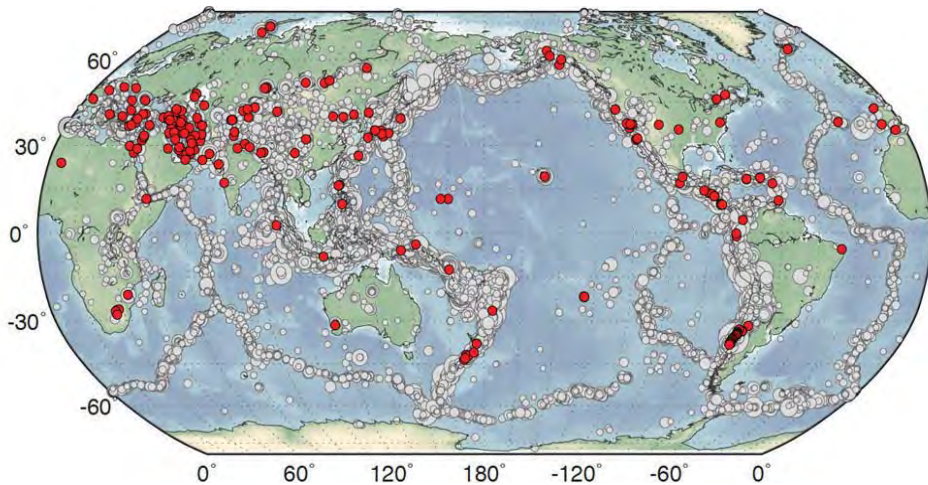


도달시각 분포도

AK135 travel-time curve와 중첩된 picking 결과 비교. 이를 통하여 파형 picking의 정확도를 점검 스마트폰, 데이터 스토리지 등을 통하여 공개됨



NEIC의 규모 5.0 이상 전세계 발생 지진(1990~2010년)의 재분석 결과 분포도



■ 단계별 분석 소요 시간

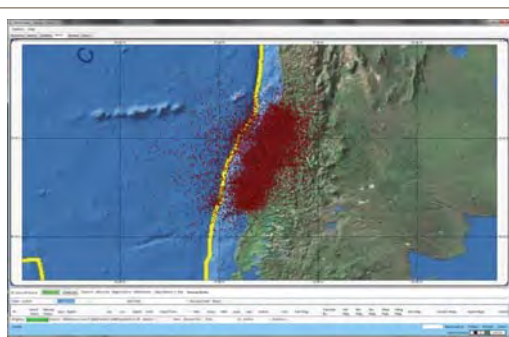
2014년 4월 1일 발생 칠레지진(규모 8.2)의 경우 1시간 이내에 분석을 완료하였다.

분석 소요 시간	분석 단계	분석 소요 시간	분석 단계
01:52	지진 탐지	53:26	지진규모 분석완료
02:42	현업자 분석 개시	58:08	재분석 완료
16:32	HYDRA 분석 완료	58:13	분석완료
43:21	CMT(Centroid Moment Tensor) 분석 완료		

■ 칠레지진(규모8.2) 여진 분석 사례

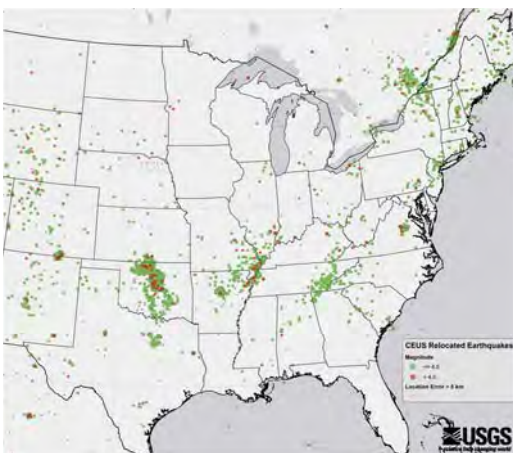


32,688회 여진 중 2075회의 지진이 정밀 재분석되었고, 분석 결과는 칠레지진과 여진을 이해하는데 큰 도움이 됨

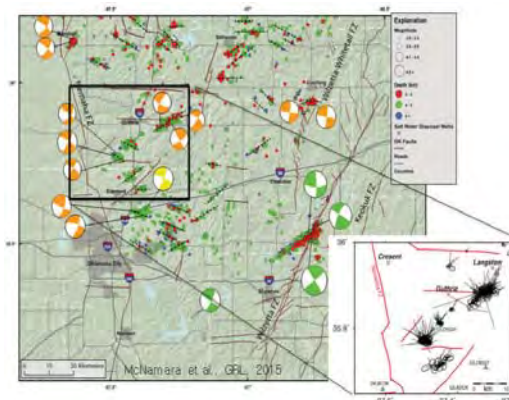


2010년 칠레에서 발생한 규모 8.8의 지진 여진은 32,688회 탐지됨

■ 정밀 분석 결과



미국 중부·동부의 지진원 재분석 결과
(1964~2014년, 11,000회 이상)



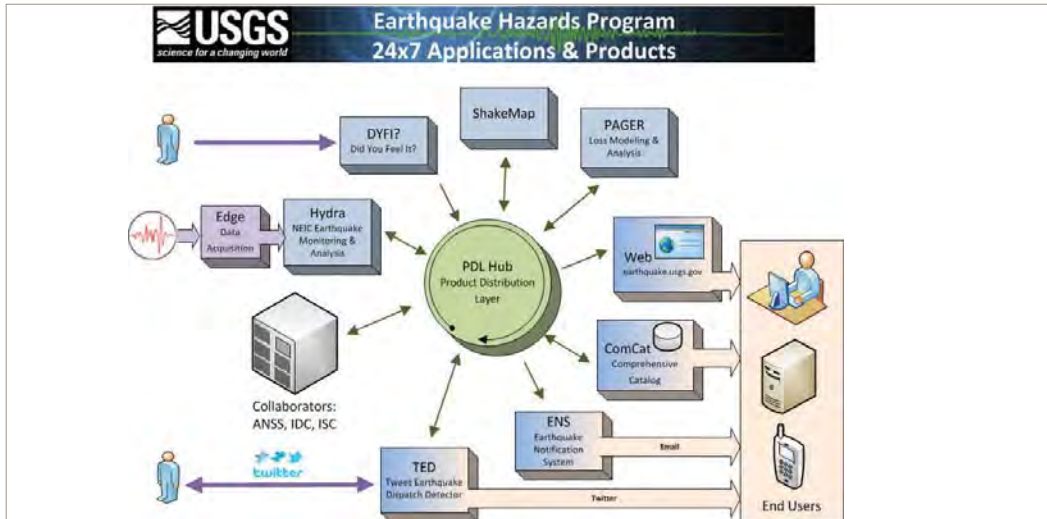
다중 지진 재결정 결과와 단층과의 연관성 분석

- NEIC의 분석 결과는 생산물 분배 레이어(PDL, Production Distribution Layer)에 기입하면 상호 공유된다. 전 세계에서 발생하는 지진을 직·간접적으로 분석하고 그 결과를 수신하여 한반도에 국한된 지진 분석 영역을 큰 예산 투입 없이 동북아 지역으로 확대할 수 있다. 단층 모델 적용 등 새로운 연구 분야의 확대를 통하여 분석 능력의 향상을 도모할 수 있다.

■ 분석 알고리즘 개선 내용

Earthquake Hazards Program 24x7 Applications & Products

Hydra를 통하여 분석된 결과는 PDL(생산물 분배 레이어)을 통하여 사용자에게 교환됨. PDL을 활용하여 USGS에서 생산되는 모든 분석자료가 공유됨



지진분석을 위한 준실시간 탐지 알고리즘은 파형도달탐지(Pickers), 상호교차(Cross Correlation), 이벤트 탐지(associators) 등의 연산 과정을 포함하고 있다. 운영 조건은 신속·정확·완벽을 목표로 하고 있으며 준실시간 및 여진분석도 수행하여야 하는데, 미국 내 지진은 15~90초 이내에 분석을 수행하며 전 세계 발생 지진은 120~300초 이내 분석한다.

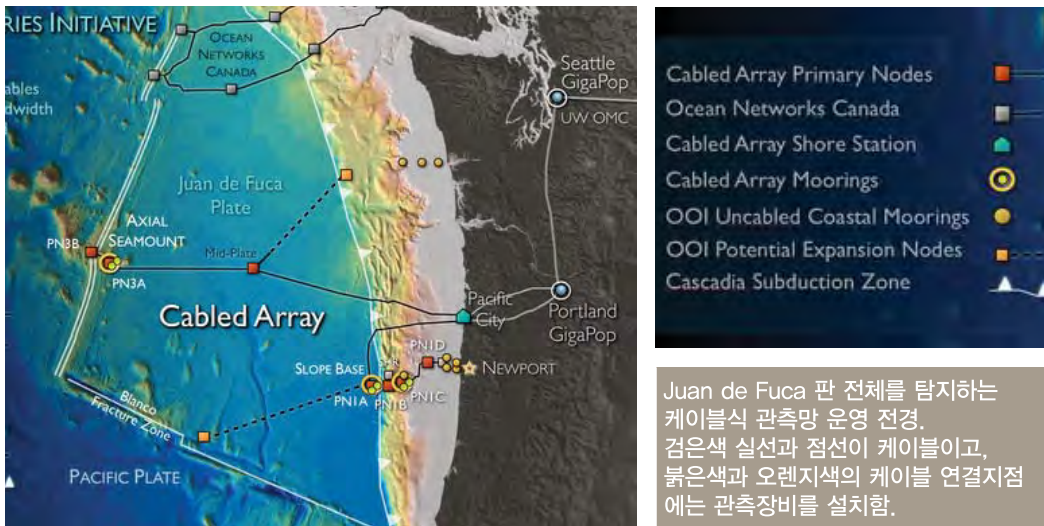
현재 운영 중인 시스템은 도달파형 탐지를 위하여 단일 밴드의 Picking Algorithm을 사용 중이며, 자료 분배는 Earthworm 프로그램을 사용하고 이벤트 탐지는 Global Associator를 사용한다. 파형 도달 탐지 알고리즘은 Hydra Picker, Array Beamforming을 사용한다.

1세대 알고리즘(Hydra Picker)은 여러 가지 단점이 있었지만, 원거리 분석에 최적화되었고, 단일 필터 밴드를 사용하며 P형 phase 및 Beam의 도달 시간 탐지가 가능하며 관측소 리스트와 배열수정을 위해서는 알고리즘을 재시작해야 한다. 또한, 개발된 소프트웨어는 단일운영시스템과 Earthworm 운영에 제한이 되었다. 파형 도달 탐지 알고리즘의 개선 사항으로 원거리, 근거리 지진의 분석 능력, 방위각과 Slowness의 연산, 지역지진의 연속 상호 교차 탐지, 독립된 플랫폼 구축 등의 기능이 강화되었다.

○ 미국 해저지진계 운영 현황

■ 업무 개요

미국 시애틀에 위치한 워싱턴 대학교(University of Washington at Seattle)는 북동태평양 지역에 광케이블을 활용한 해저관측소를 설치하여 해양생태 및 지진활동 자료를 실시간으로 관측하고 분석중이다. 광케이블 배열식 관측망은 Juan de Fuca판의 발달 단계를 실시간으로 연구하기에 최적의 장소로 중앙해령에서 해저지각의 생성부터 섭입대에 이르는 지각의 소멸단계를 동시에 관측할 수 있다. 1990년부터 25년 이상 국립과학재단(NSF, National Science Foundation) 연구비를 지원받아 연구결과를 생산중이다. 5년 단위의 프로젝트를 추진하는데 현 프로젝트는 2011년 시작되었으며 900km 이상의 광케이블 관측망을 운영하여 연구에 활용하고 있다. 140여개의 관측장비를 운영중이며 어로 활동을 제한하는 No Fly Zone을 설정하여 탐사·연구 활동을 어민으로부터 보호하고 있다.



*출처: 워싱턴 대학교(University of Washington at Seattle) 홈페이지

▶ 해저지진계 등 탐사 장비 운영 목적

- 변환단층대 판구조론 연구: 섭입대(subduction zone)에 지진계를 설치
- 해저 화산의 분출, 암맥(Dyke)의 움직임 및 지진의 영향으로 인한 열수의 분출 등을 관찰하기 위함
- 지진파가 가스 및 해수에 미치는 영향 연구
- 저주파 대역의 T phase 연구
- 재현주기 300~500년의 지진 관련 연구
- 중앙 해령 해저면의 화산 이동 경로 및 용융 상태 등
- 용암(Lava) 연구: 화학 샘플 채취 및 분석
- 해저면 열수 측정 및 화학성분 분석
- 탄소 측정(Carbene dating)

■ 운영비 및 인력

연간 운영비는 일천오십만달러(10.5 million US \$)이며, 연구비는 국립과학재단(NSF)에서 지원하고 있다. 선박의 연간 운영비는 2백~3백만 달러이며 선박은 해군 소유로 워싱턴 대학에서 운영한다. 운영 인력은 고정되어 있지 않은데, 탐사가 많은 시기에는 25명까지 늘어나지만 정규직의 숫자는 10명 내외이다. 운영 인력은 관측소 운영 2명, 프로젝트 매니저 1명, 회계담당 1명, 프로젝트 연구자 3명, 1~4명, 최대 19명의 인력으로 구성된다. 또한 25명 내외의 학부, 대학원생들이 방학을 이용하여 파트타임으로 프로젝트에 참여하여 기본 작업을 수행한다. 연간 120여개의 장비를 여름 시즌에 수리하고 있다. 선박 운영 인력은 25명 정도이며, 8~10명이 ROV(Remote Operation vehicle) 운영을 맡고 있다. 물리학과 Applied Physics Lab.에서 장비 제작에 관하여 많은 도움을 받고 있으며, 탐사장비는 자체 제작한다.

■ 해저 케이블

시추는 석유회사와 케이블 회사의 도움을 받아서 2중 강화 케이블로 설치한다. 케이블 설치 시 육지 시작점에서는 시추를 통하여 수직으로 1.5km까지 굴착하고, 수평 드릴링(Horizontal drilling) 방식을 활용하여 바닷가 약 1.6km 지점까지 수평 시추를 한다. 이 지점부터 해수면 1,500m까지는 케이블을 기계를 통하여 해저면 내에 설치하고 시간이 지나면 자연적으로 굳어서 매설이 된다. 해수면 1,500m부터 해안으로부터의 수평거리 약 400km 지점까지는 케이블을 바닥에 노출한 채 설치한다. 어부들은 해수면 1,500m까지만 어로활동을 하기에 케이블의 손상 위험성은 매우 낮다.

900km의 케이블과 7개의 PN(Primary Node)를 설치하는데 9000만 달러(한화 약 1,080억원, 기준환율 1,200원)가 소요되었다. 관측소 PN(Primary Node) 설치에는 2백50만 달러, SN(Secondary Node) 설치에 25만 달러가 소요된다.

육상부에서 해저지진계용 케이블 포설 전경



해저면 케이블 포설용 장비



■ 해저지진계 매설을 위한 시추공 측면도(분홍색 실선), 약 1.6km의 거리를 수평 드릴링을 통하여 케이블을 매설함



*출처: 워싱턴 대학교(University of Washington at Seattle) 홈페이지

1700년 01월 26일에 Cascadia 섭입대에 대규모 지진이 발생한 기록이 있으며, 연구결과에 따르면 향후 50년 이내에 규모 6.5 이상의 해저지진이 발생할 가능성이 84%에 이른다고 한다. 현재 운영 중인 케이블 관측 시스템은 태평양 서부해안가 해저에서 발생하는 지진과 지진해일을 조기에 탐지하는 데 활용 가능하다. 해저지진계는 현재 지진조기경보시스템에 운영되지 않고 있으나 향후 적용 될 예정이다.

■ 토의

어로 활동을 금지할 수 없다면, 케이블 보호를 위하여 미국처럼 시추를 통한 전용 관을 만들어 전력과 케이블을 안전하게 공급하는 것이 합리적이다. 이 방식이 초기 투자비용이 많이 들지만, 운영비가 적게 들어서 장기적으로는 이익이다. 또한, 시추를 통한 전용관 설치 지점 이후에는 케이블을 해저면에 설치 하여도 되며 이 지점에서 여러 갈래의 해저 케이블을 확장할 수 있으니 경제적으로도 이익이 된다.

해저지진계 설치의 대규모 자본이 투입되는 사업으로, 설치 목적이 뚜렷하여야 하며 투자 대비 효율성을 사전 점검하여야 한다. 일본의 DONET(Dense OceanFloor Network System for Earthquakes and Tsunamis) 관측망은 2011년 동일본 대지진 같은 대규모 지진의 조기 탐지와 경보를 위하여 해저면에 대규모 배열식 케이블 관측망을 설치하였다. 향후, 한반도 해역에 설치 시 지진 및 지진해일 대비뿐 아니라, 각종 해양 및 생물 탐사 자료를 획득할 수 있는 다목적 사업으로 추진하는 것이 적절하다고 판단 된다.

■ 주요 운영 장비

1) 천부용 계류 탐사기(Shallow profiler mooring)

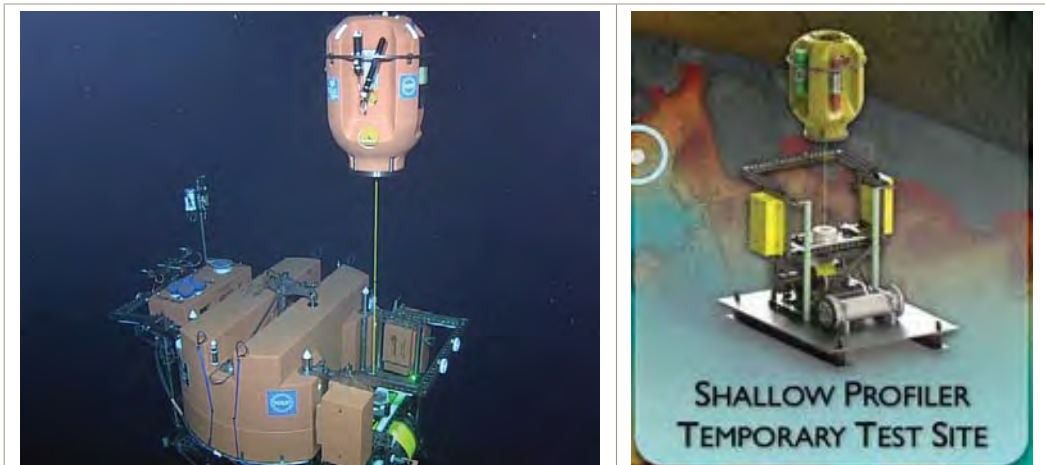
해저 200m 깊이에 장착되어 생물학적인 연구를 위한 실시간 영상 이미지와 광대역 수중음파(sonar) 탐지와 수중청음기(hydrophone) 자료를 전송한다. 천부용 계류 탐사기는 200m에서 해수면까지 움직이며 탐사를 수행한다. 375V의 전력과 1G 바이트의 통신 속도가 케이블을 통하여 제공된다.

* 장착된 장비: 수소이온농도(pH), 광대역 수중청음기(Hydrophone), 형광광도계(Fluorometer), CTD(전기전도도, 수온 및 수심 측정기), 용존 산소(Dissolved Oxygen), 질산염(Nitrate), 광손실(Optical Attenuation), 스펙트럼 조도계(Spectral Irradiance), 광합성에 의한 방사능(Photosynthetically Available Radiation), 형광광도계(Fluorometer), 유속계(Current Meter)

2) 모선(Shallow Profiler Platform)

심해 200m에 운영되며, Robotic Vehicle에 의해 장착되고 수리된다. 고성능의 카메라와 데이터 전송 장비를 보유하고 있다. 천부용 계류 탐사기는 1일 9회 운영되는데 이는, 전 장비를 매년 수리할 필요가 없고 유지보수비가 낮다는 것을 의미한다.

* 장착된 장비: 수소이온농도(pH), 광대역 수중청음기(Hydrophone), 형광광도계(Fluorometer), CTD(전기전도도, 수온 및 수심 측정기), 용존 산소(Dissolved Oxygen), ADCP(도플러 유속계), 디지털 카메라(Digital Still Camera)



천부용 계류 탐사기(Shallow profiler mooring)와 모선(Shallow Profiler Platform) 전경, 케이블로 연결된 계류 탐사기는 1일 9회 상승하면서 관련 정보를 수집하여 전송함

*출처: 워싱턴 대학교(University of Washington at Seattle) 홈페이지

3) 심해용 탐사기(Deep Profiler Pod)

수심 3000m에서 200m 깊이의 해양 특성을 측정하며, 케이블로 Primary Node와 연결되어 있다. 유도 결합 방식을 통하여 장비에 전력과 자료 전송을 추진한다.

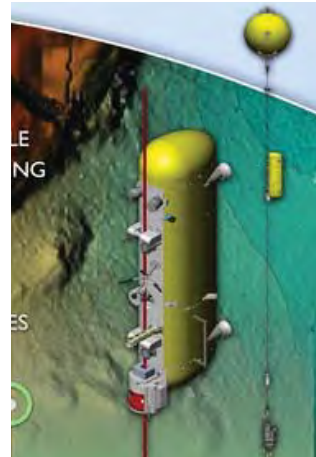
* 장착된 장비: CTD(전기전도도, 수온 및 수심측정기), 용존 산소(Dissolved Oxygen), 유속계(Current Meter) 온도(Temperature), 형광광도계(Fluorometers)

심해탐사용 심부탐사 장비 투하도



*출처: 워싱턴 대학교(University of Washington at Seattle) 홈페이지

심부 탐사 장비 모식도



4) 광대역지진계

대규모의 섭입대에서 발생하는 지진, 단층과 관련된 중·소규모 지진, 해저 화산에서 발생하는 지진 등 광대역 지진계 판경계부를 따라 발생하는 지진과 관련되는 활동을 측정한다. 4조의 장비는 해저면, 사면, 해저산, 해저 능선 등에 장착된다. 소규모의 배열식 광대역 지진계는 섭입대(subduction zone)의 지진을 탐지하고, 화산지역의 가스 분출, 용융이동(melt migration), 열수 분출과 관계되는 소규모 지진을 탐지하고자 설치되었다.

해저 퇴적 지역에서 지진계는 고해상도 탄성파 자료를 획득하기 위하여 설치되었으며 해저 화산축 정상부에서는 퇴적층이 희박하여 기저암에 설치되었고, 쇳덩어리가 채워진 자루에 고정되어 있다.

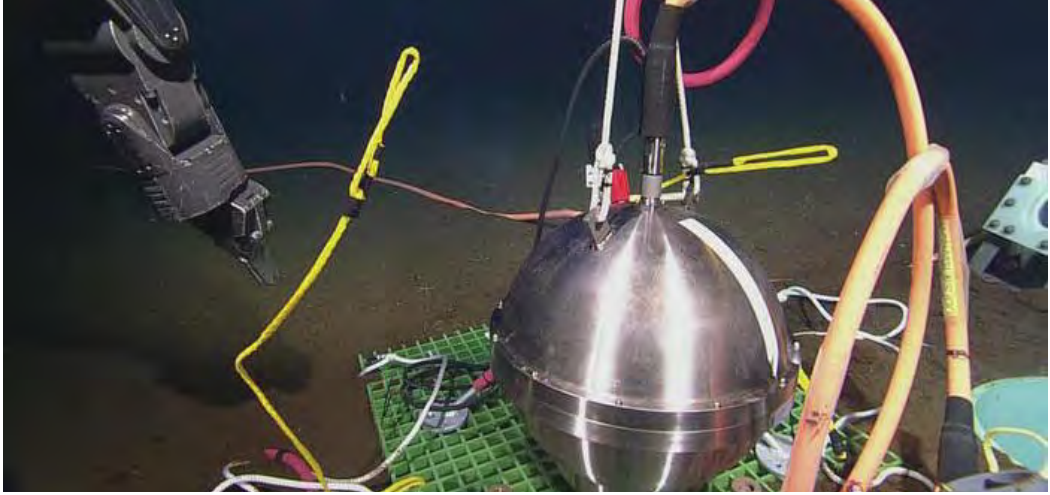
지진계는 케이블에 연결되어 있기에, 지진을 실시간으로 탐지하여 신호를 송출할 수 있다. 2015년 4월 23~24일 24시간 동안 약 8000개의 지진이 해저산맥 정상부에서(summit of Axial Seamount) 기록되었는데, 이는 해저 분출이 시작되는 것으로 분석된다.

* 장비: Guralp 지진계를 이용(Guralp CMG-1T, CMG-5T), DM24/7-EAM 디지털이저, HTI-90-U 수중청음기(Hydrophone)

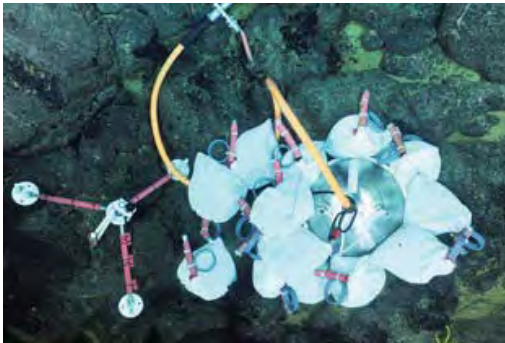
센서는 티타늄으로 보호되었고 60cm 깊이·60cm 직경 상자에 규산염 구슬을 채워서 설치되었다. 규산염 구슬은 소음을 제거하기 위하여 채워졌다.

광대역 저주파용 수중청음기(hydrophone)도 수권(hydrosphere)에 방출되는 메탄가스에 충격을 주는 지진을 탐지하기 위하여 설치되었다.

광대역 지진계 설치 모습



광대역 지진계가 쇠덩어리가 채워진 자루에 고정되어 있음



지진계는 티타늄으로 보호되었고 60 cm 깊이, 60cm 직경 상자에 규산염 구슬을 채워서 설치됨



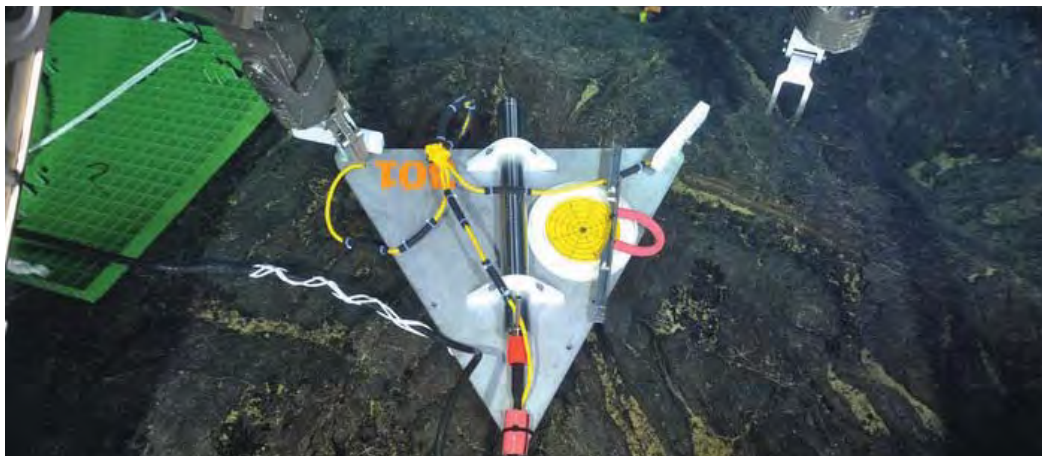
*출처: 워싱턴 대학교(University of Washington at Seattle) 홈페이지

5) 단주기 지진계

단주기 해저면 지진계(OBSSP, Short-Period Ocean-Bottom Seismometers)는 0.1Hz에서 100Hz 사이의 작은 지진과 진동을 탐지한다. 탐지되는 지진은 국부적 현상에 따른 것인데, 해저산(Axial Seamount) 하부의 용융 움직임(Melt Movement), 굴뚝의 관(Conduit)을 통한 열수의 상승 움직임을 통하여 발생하는 신호 등을 탐지할 수 있다. 이 작용은 검은색 연기 열수공(Black Smoker Chimney)을 생성한다. 또한, 단주기 지진계에 기록되는 움직임은 지진에너지가 해저면을 통하여 상승하는 영상을 제작하는데 활용 가능하다.

5조의 단주기 지진계가 해저면 여러 곳에 설치되었고, 3조의 해저지진계가 Newport Oregon의 북쪽 Hydrate Ridge Summit(LJ01B)에 설치되었다. 모든 생산 자료는 미국지진학연구연합체(IRIS, Incorporated Research Institutions for Seismology)에 전송되며, Axial Seamount에서 발생하는 지진은 홈페이지에 게재된다.

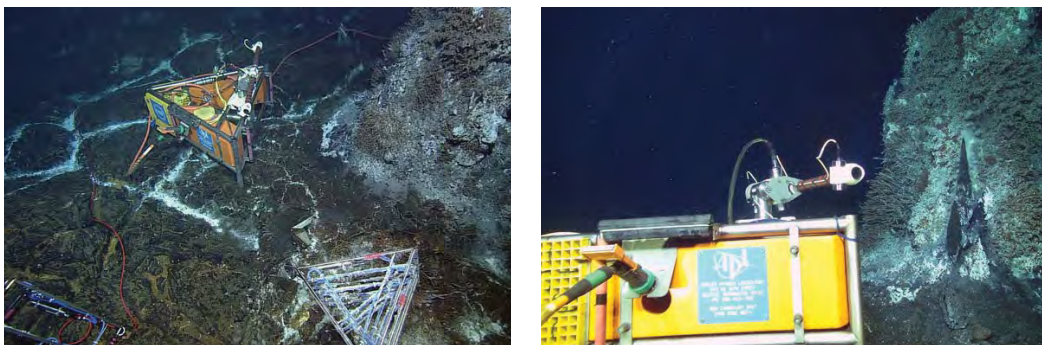
단주기 지진계 설치 전경



*출처: 워싱턴 대학교(University of Washington at Seattle) 홈페이지

■ 수중 촬영

고해상도 카메라와 센서를 활용하여 해저지각 모니터링 전경



선박에서 각종 장비의 동작상태를 점검하는 분석 업무



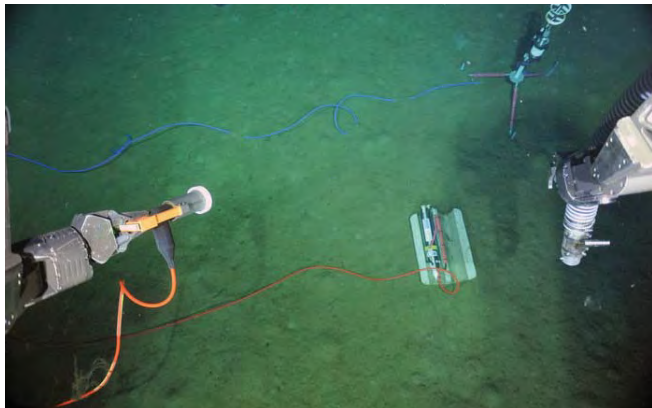
*출처: 워싱턴 대학교(University of Washington at Seattle) 홈페이지

■ 기타 장비

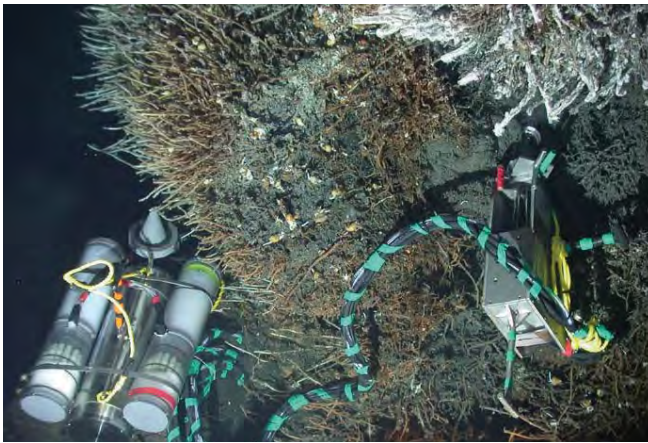
Bottom Pressure and Tilt Meter



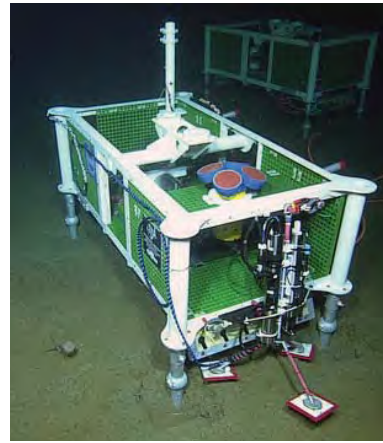
Current Meter



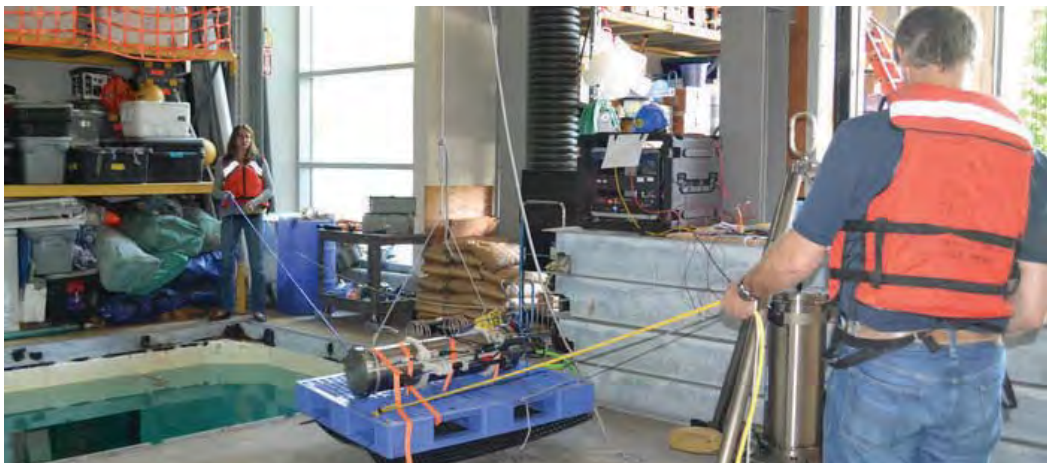
Osmotic sampler



Acoustic Doppler Current Profiler



Mass Spectrometerr



일본기상청(JMA)

■ 개요

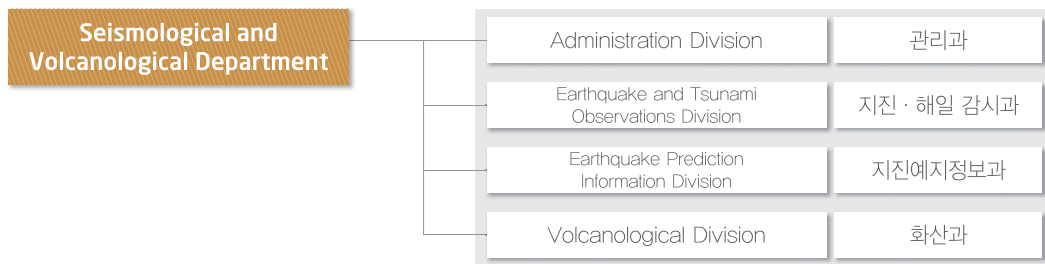
JMA(Japan Meteorological Agency)는 일본 정부조직에서 국토교통성 소속이며, 1872년 하코다테에서 첫 관측 시작하였다. 1875년에 도쿄기상관측소를 설립하였고, 1952년 기상서비스법을 제정하고, 2007년 지진조기경보 발표를 시작하였다. 근무인원은 약 5,000명이고, 2015년 기준 예산은 58,692백만엔(5,426억원)이다. 이중 지진, 쓰나미, 화산에 대한 방재정보 강화 예산은 1,275백만엔(118억원)이다.

▶ 조직도



일본기상청 내 지진화산국은 지진업무를 담당하며 국내에 4개 과를 두고 있다. 약 230명의 직원이 지진관측, 분석, 통보, 지진해일 예보, 화산 감시 등의 업무를 수행 중이다. 현업을 담당하는 지진화산분석센터는 7명이 5개 팀으로 교대 근무하고 있다. 일본 내 삿포로, 센다이, 도쿄, 오사카, 후쿠오카, 오키나와 등 6개 지방청에서 220명의 인력이 지진·지진해일 및 화산업무를 수행하고 있다.

▶ 지진화산국 조직도



▶지진화산국 주요 업무

일본기상청 지진화산국 부서별 업무 및 기능

부서명	업무 및 기능
관리과	1. 지진화산국의 소관 사무에 관한 종합 조정 업무 2. 지진, 화산 현상 및 지진동에 관한 장비의 수급 계획에 관한 업무 3. 지진정보 기획관 및 즉시 지진정보조정관 각각 한 명씩 배치
지진해일감시과	1. 지진·지진동 및 이에 관련된 관측의 실시, 그 성과의 수집 및 발표 실시에 관한 업무 2. 지진에 관한 정보의 수집 및 발표에 관한 업무 3. 지진해일의 예보 및 경보의 실시에 관한 업무
지진예지정보과	1. 대규모 지진의 발생을 예지하기 위한 지진 및 이에 관련하는 관측 및 그 성과의 수집 및 발표에 관한 업무 2. 대규모 지진의 발생을 예지하기 위한 장비에 관한 업무 3. 지진예지정보과에 평가 해석관 한 명 배치
화산과	1. 화산현상 및 이에 관련된 관측 및 그 성과의 수집 및 발표에 관한 업무 2. 화산과에 화산 대책관 한 명 배치

※ 일본기상청에는 지방에 5개의 관구기상대가 있으며 이 관구기상대의 기술부에 지진정보관 한 명이 있음

▶일본기상청 내 지진 예산

(단위: 백만원)

연도	구분	현재연도(A)	전년(B)	비교(A)-(B)	비율 (A)/(B)
2010	지진·화산대책 강화	517	837	△320	0.62
	지진·쓰나미 대책 강화	341	517	△177	0.66
2011	(1차 추가예산) 4.22. 동일본 대지진 대응	7,702			
	(2차 추가예산) 10.21. 지진·쓰나미 등에 대한 관측·감시체제 강화	7,674			
2012	지진·화산 방재정보 강화	208	341	△133	
	지진·화산 방재정보 강화	364	208	156	1.75
2013	(추가예산) 12.12. 화산관측체제의 강화	79			
	지진·쓰나미·화산에 대한 방재정보 강화	644	364	280	1.77
2015	지진·쓰나미·화산에 대한 방재정보 강화	1,275	644	630	1.98
2016	화산분화·대규모지진·쓰나미에 대한 관측·감시체제 강화	452	1,275	△823	

■ 관측망 및 지진 속도

일본의 지진관측망은 약 300개소로 약 60km 간격으로 설치되어 있으며, 한 지점에 속도계와 가속도계가 설치되어 있다. 지진관측자료는 지진분석시스템(EPOS)에 실시간 전송·분석되며, EPOS는 도쿄, 오사카에 이중으로 설치되어 있다. 일본기상청은 방재과학기술연구소(NIED), 지자체 등과 지진관측망을 공유하여 밀도 높은 관측망을 확보하고 있다.

※ EPOS는 현업시스템으로 약 30년 전부터 운영되고 있으며, 약 5~6년 주기로 모델을 변경하고 있다.

일본기상청은 지진파의 특성을 이용하여 진도 5 이상이 예상될 때 진도 4 이상 지역에 대해 긴급지진속보(지진조기경보)를 발표하고 있다. 현재 일본의 긴급지진속보 정확도는 80% 이상이다. 20% 오보는 일반적으로 2개의 작은 지진이 서로 다른 곳에서 발생함에도 이것이 하나의 큰 지진으로 분석되거나, 규모를 잘못 계산할 경우에 발생하며, 통신 에러에 따른 오보는 거의 없다.

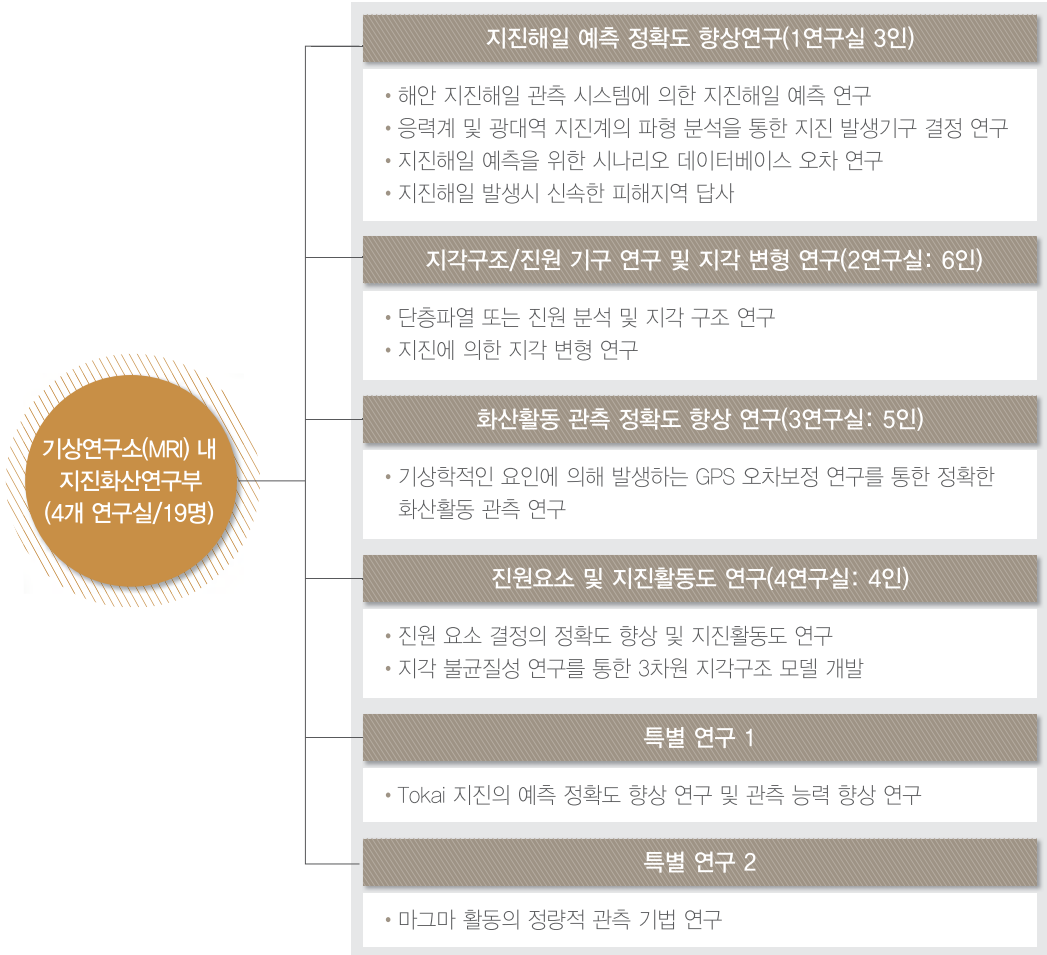
긴급지진속보의 경우 지진이 도달하기까지의 시간이 짧기 때문에 실제 지진이 발생하지 않더라도 수정발표를 하지 않으나, 시스템 오류나 작업 중 발생한 오류에 대해서는 TV 등을 통해 정정한다. 발생한 지진정보는 TV, 휴대폰, 소방청의 위성 긴급전송시스템을 통해 국민에게 전달된다. 지진 주의보·경보는 일본기상청만 발표할 수 있으며 민간사업자는 일반적 정보제공만 가능하다. 일본기상청은 방송국, 지자체에 직접 정보를 전달하며, 실제 지역 주민들은 TV, 라디오, 지자체 무선스피커 등을 통해 정보를 전달받을 수 있다. 일본은 매일 5~6회의 유감지진이 발생하며, 지진조기경보를 포함한 지진정보에 대해 국민들이 어떻게 받아들이고 행동해야 하는지에 대해 잘 인식하고 있다.

■ 소속 기관

JMA는 MRI(기상연구소), MSC(기상위성센터), AO(항공관측소), MT(지구자기관측소), MC(기상대학) 등 5개의 소속기관을 두고 있다. MRI(기상연구소)는 JMA의 연구기관이며, 9개의 연구부가 일기예보, 기후, 태풍, 물리기상과 관측 시스템(지진, 화산, 해양학, 지화학)으로 구성되어 있다. MSC(기상위성센터)는 지구관측 및 통신 기상위성을 1978년부터 운영 중이며, 미국 NOAA 위성자료를 활용하여 운영 산출물을 생산하고 있다. AO(항공관측소)는 라디오존데 등의 장비를 활용하여 종합 상부 대기 관측을 수행한다. 오존층과 태양광 방출 등도 관측하며 상부 대기 연구, 대기관측 장비기술 개발 등도 수행하고 있다.

MT(지구자기관측소)는 지구 내외부의 전자기장의 변화를 모니터링하며, 태양과 지구환경을 감시하는 지자기자료를 제공하고, 화산분출의 예측을 조사한다. Kakioka 지구자기관측소는 INTERMAGNET(전 세계 표준지구자기네트워크)에 가입하였다. MC(기상대학)는 JMA의 4년제 대학 교육기관으로 4년 간, 약 60여명의 학생이 기상학 공부를 하며, 졸업 후 JMA의 정규직(Professional staff member)으로 임명된다.

지진화산연구부 조직도

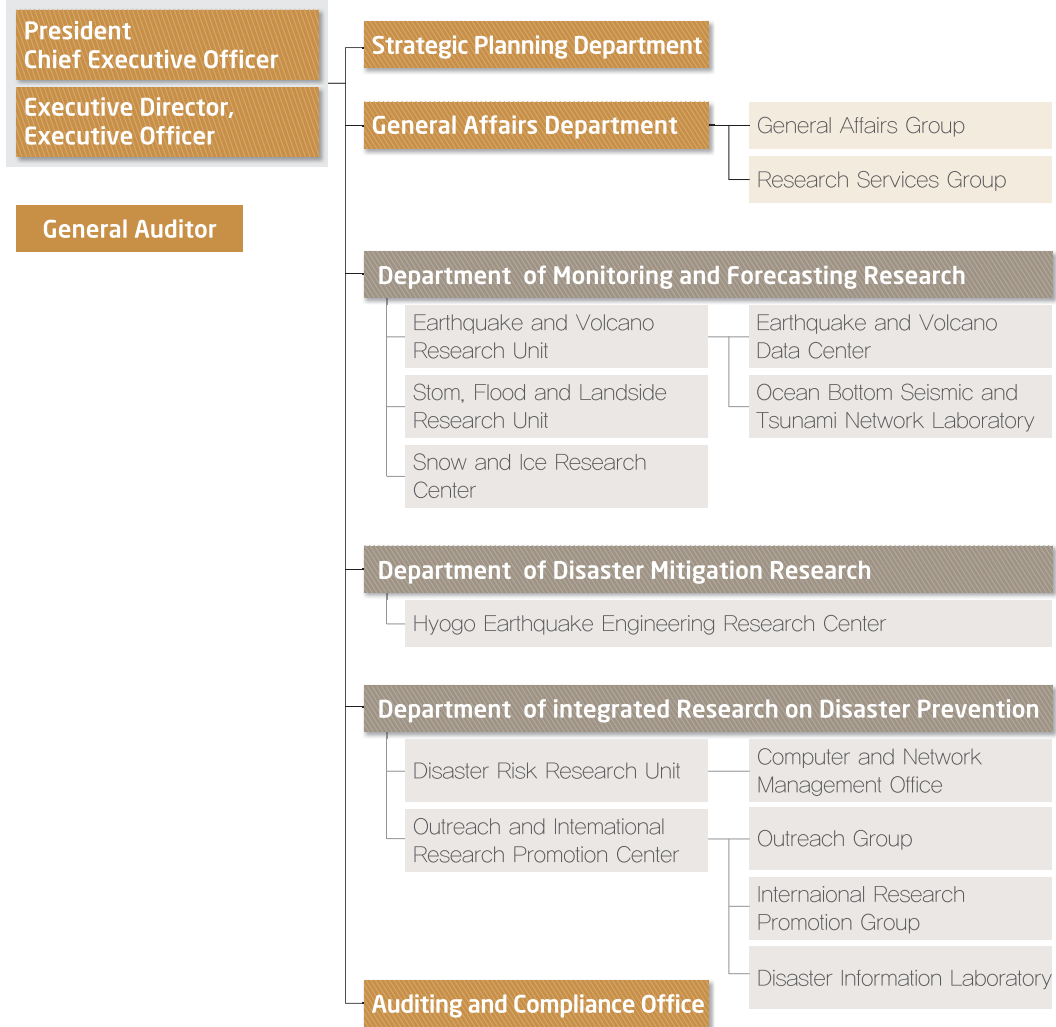


○ 일본 방재과학기술연구소(NIED)

■ 개요

방재과학기술연구소(NIED, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention)는 지진, 화산, 홍수, 기상변화 등 각종 자연재해로부터 국민들의 생명과 재산을 보호하기 위해 1963년에 설립된 기구이다. NIED는 지진, 화산, 태풍 홍수 산사태(3과), 지진공학, 방재, 눈과 빙하 센터(3센터)로 조직되어 있다. 직원 수는 약 240명, 예산은 약 120억엔이다. 연구 분야는 지진, 화산, 토사재해, 도시부의 갑작스런 홍수에 대한 정보를 위한 X-band radar 활용, 강설에 대한 연구, 국제교류 등이다. 주요 보유 시설은 고감도 지진관측망, 내진실험 시설, 폭우·폭설 실험 시설 등이다.

Organization



▶ 기초연구부문

- 지진·지진해일방재 연구 부문: 지진·지진해일 예측을 전략적으로 고도화하기 위한 연구
- 화산방재 연구 부문: 화산재해의 관측, 예측 연구
- 지진감재실험 연구 부문: 실제크기의 3차원 진동파괴 실험 시설 등의 연구기반을 활용한 지진감재 연구
- 물·토사 방재연구 부문: 멀티센싱에 기반한 수재해 예측기술에 관한 연구
- 설빙방재 연구 부문: 눈 재해 등 연구

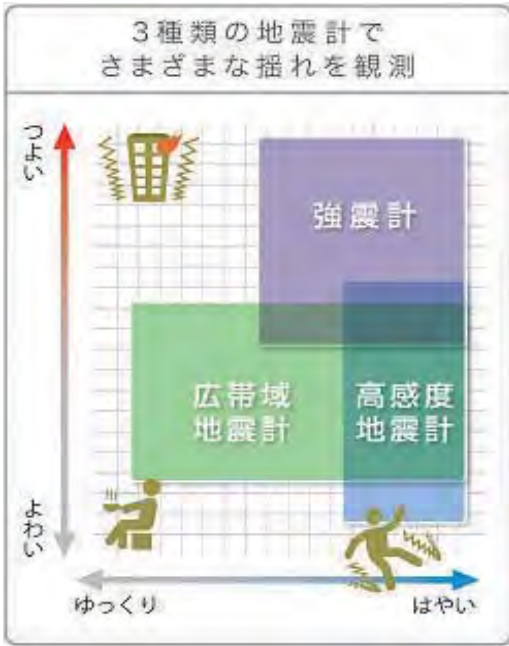
■ 지진 · 화산관측망

총 2000개소 이상의 관측망을 운영하고 있으며 육지, 해역, 화산관측을 수행하며 모든 자료는 대국민 실시간 공개를 원칙으로 한다. 관측소는 지진발생 장기평가, 지진의 현상(현재 상태) 평가, 위험도 평가, 지진조기경보 등을 위하여 운영되고 있다. 지진은 아주 작은 지진부터 큰 지진까지 다양하며 진폭의 차이가 날 수 있으므로, 여러 종류의 지진계를 활용한다. Hi-net은 아주 작은 지진을 관측하기 위한 지진관측망이다. 깊이 100~3500m에 시추하여 지진계를 설치하며 연구뿐 아니라 지진조기경보에도 활용된다.

▶ 관측소 종류

- K-net(Strong-motion Seismograph network): 전국 약 1,000대의 강진계
- Kik-net(Kiban Kyoshin network): 시추공 및 지표면 강진계 800쌍
- Hi-net(High Sensitivity Seismograph network: 고감도 지진 관측망): 전국 약 800대의 고감도 시추공 지진계(깊이 100m)로 구성, 미소지진 관측과 활성단층 파악(상부지각 내 지진발생 가능한 층의 깊이 분석)에 유효하다.
- F-net(Broadband Seismograph network, 광대역 지진 관측망): 전국 약 70여대의 고감도 광대역 지진계로 구성, 원거리 진원으로부터 발생되어 나오는 느린 지진동 감지에 사용되며, 단층운동 및 지구내부구조를 주로 관측한다. 온도변화 최소화를 위해 일반적으로 터널 내에 설치하며, 100km 간격으로 73개가 설치되어 있다. AQUA 프로그램을 이용하여 단층면해를 단시간에 분석하여, 규모 5.0 이상 지진분석 결과를 5분 이내에 홈페이지를 통해 제공한다. 한국기상청과 한국지질자원연구원에도 일부 자료를 공유하고 있다.

K-net, Kik-net은 강한 진동을 관측하기 위한 지진관측망으로 총 1722개소(KIK-Net: 687개/지표, 지중, K-Net: 1,035개/지표)가 있으며, 20~30km 간격으로 설치되어 있다. 최대지반가속도와 최대지반속도 산출에 활용되며 지진조기경보에도 사용된다. F-net은 천천히 움직이는(강진동에 대비하여 천천히 움직이는 것으로 표현) 지진을 관측하기 위한 지진관측망이다. 일본에서 분화가능한 50개의 화산에 대하여 여러 기관이 분담해서 관측을 실시하고 있다. 그 중 16개 화산을 NIED가 담당한다.



Hi-net 800소, KiK-net 15소(칸토 남부지역), JMA관측소 250소를 지진조기경보 관측망으로 사용하고 있다. 지진조기경보시스템의 위치정보 중 약 80%가 NIED의 관측점과 기술을 활용한 것이다. 그러나 진앙지 반경 30km 이내에서는 S파 도달 전에 조기경보 제공이 불가능하다는 단점이 있다. 다만 진원 주변의 강진동 관측 자료를 이용해 이 문제를 보완할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 동일본 대지진처럼 아주 큰 진동이 발생한 경우 진동을 과소평가할 수 있으며, 오보의 가능성도 있다.

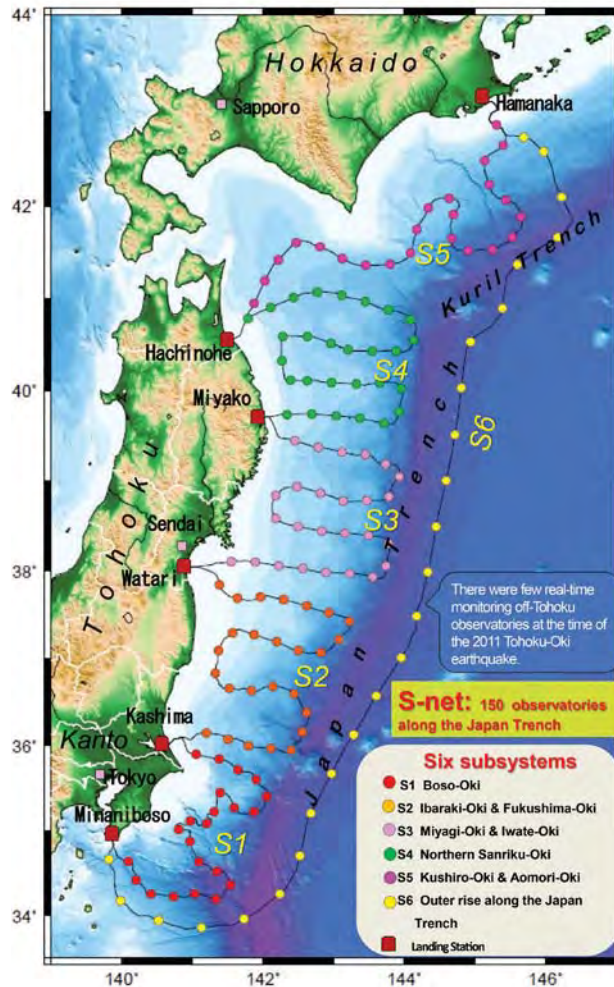
■ 해역관측

2011년 동일본대지진 발생 시 일본 해구에 해역지진계는 거의 없었으며, 그로 인해 지진해일이 과소 평가되었다. 이를 계기로 S-net 설치를 결정하였다. 150개 지진계가 케이블로 연결되며, 실시간 광케이블을 통한 신호를 전송하며 해저면 다중관측 네트워크를 구성하고 있다. 내부에는 수압계, 지진계가 설치되며, 고장을 대비해서 1 관측점에 여러 개의 센서를 설치하였다.

각 관측소는 30km 간격(동-서 방향)과 50km 간격(남-북 방향)을 유지하고 있으며, 광케이블로 연결되어 있고 총 길이는 5700km이다. S-net 프로젝트는 6개의 Subsystem(S1~S6)으로 구성되어 있고, 케이블 길이는 약 800km(S1~S5), 1600km(S6)이다.

난카이 해역에는 해저지진계 20개로 구성된 DONET을 운영 중이다. 지진·화산 관측망은 대부분 실시간으로 수집되며, IP-VPN 네트워크를 통해 NIED와 JMA에 전송된다.

S-net 구성 현황



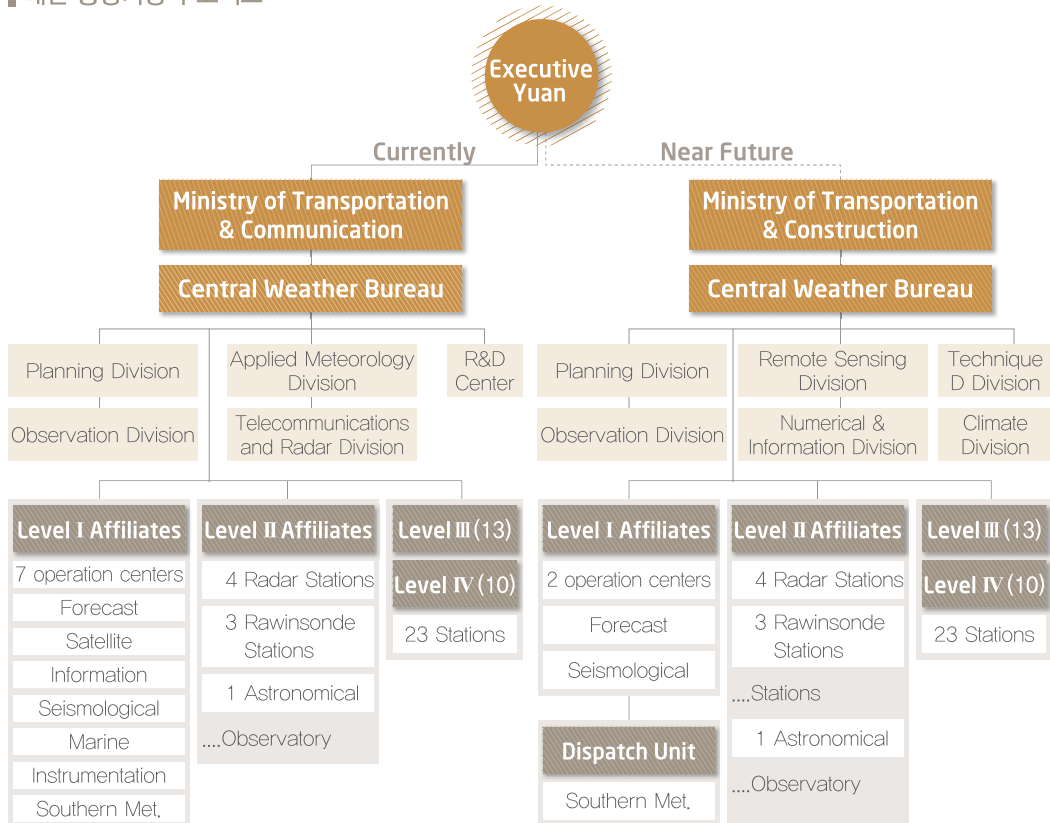
○ 대만 연구기관

■ 중앙기상국(CWB, Central Weather Bureau)

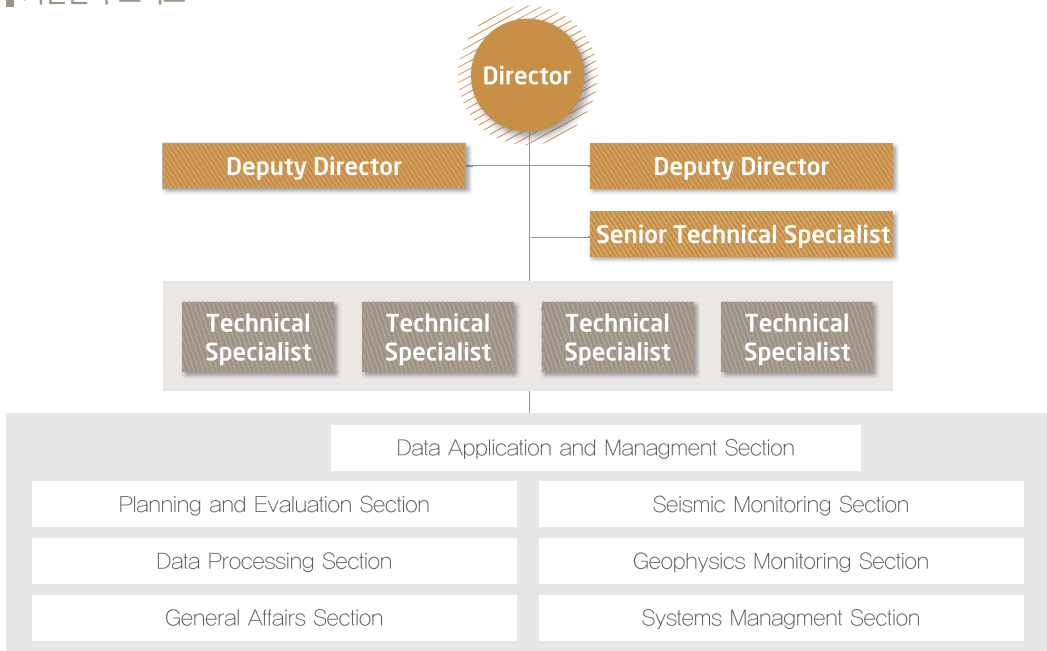


중앙기상국은 1941년 충칭에서 설립된 이후, 1947년 교통부 소속이 되었다. 1957년 대만으로 정부가 이전한 후 기구가 축소조정 되었으며 1971년 다시 대만 교통부 소속이 되었다. 현재 총 9개 부서 약 600명의 직원이 있으며, 이 중 지진센터(seismological center)에서 80여명의 직원이 지진업무를 관장 하고 있으며, 주말 및 휴일에는 최소 3인 이상이 근무를 한다.

대만 중앙기상국 조직도



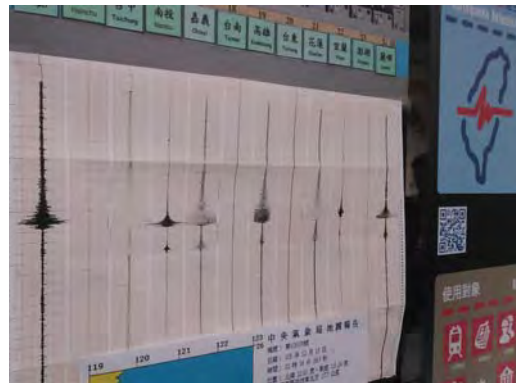
지진센터 조직도



지진센터에서는 주로 Earthworm을 사용하여 지진관측자료의 수집 및 분석을 수행하고 있으며 이를 통해 결정된 지진정보를 수동발표하고 있다.

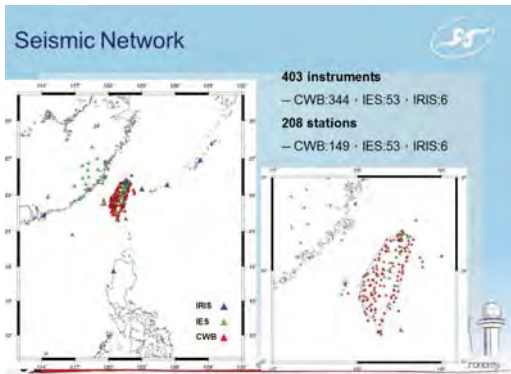


지진센터 전경

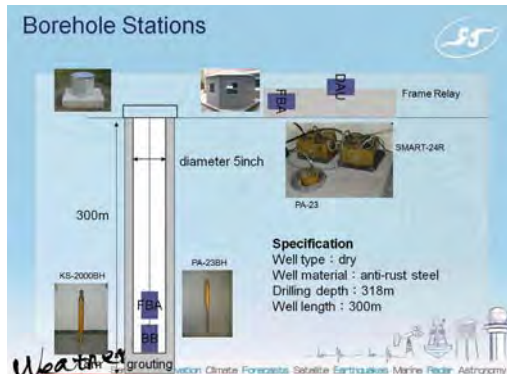


지진파형 그림

중양기상국 지진센터에서는 대만 전체 149개 관측소에 344개의 장비를 운영하여 지진을 관측하고 있다. 광대역지진관측소 66소(지표형 12, 시추공 54), 강진계 210소(지표형 156, 시추공 54), 단주기 68소(지표형 54, 시추공 5)를 운영하며, 또한 대만지구과학연구소(IES) 관측소 53소 및 미국지진연구연합(IRIS) 6소로부터 관측자료를 실시간으로 공유하고 있다.

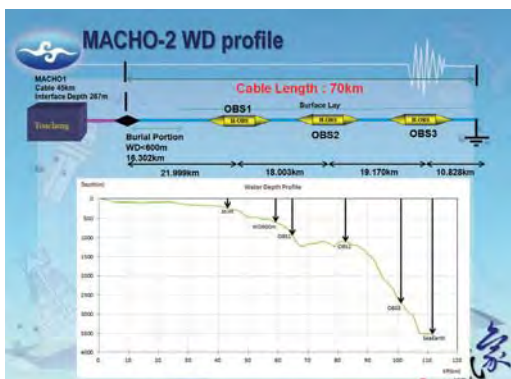


대만 지진관측망

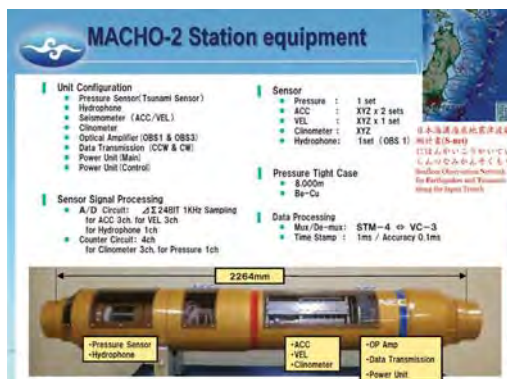


시추공 지진계 구성도

MACHO 프로젝트를 통하여 현재 케이블식 지진계 1소를 운영하고 있으며 향후 2017년까지 3소를 더 추가할 계획이다. MACHO-2 프로젝트를 통한 해저지진계 예산은 5억 대만달러(약200억원)이다. 해저 케이블 70km 연장하여 3개의 관측소를 추가 설치할 계획이다.



해저지진계 설계 모식도

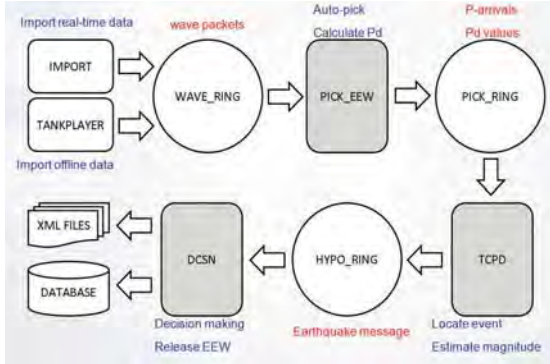


대만 해저지진관측장비

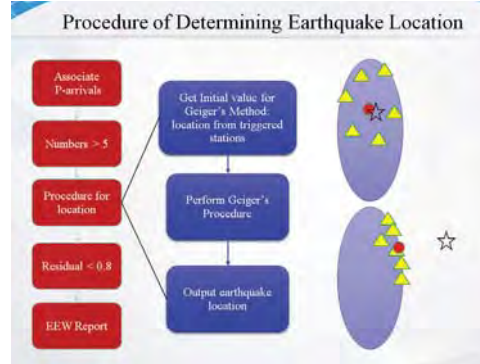
중앙기상국 지진센터에서는 지진조기경보를 통해 규모 4.5 이상의 지진에 대하여 신속한 통보를 제공하고 있다. 지진조기경보시스템의 기반은 무료 공개 소스인 Earthworm 소프트웨어를 통해 개발한 E-bear 시스템이다.

지진자료 입력 · 처리 · Pd 값 계산 등의 절차를 통해 진원 및 규모를 계산하며, 잘못된 경보를 막기 위해 최소 6개 관측소에 기록이 되고 RMS가 0.8 이하일 경우에 지진통보를 내며 이후 계속적인 분석 절차를 통해 정보를 업데이트한다.

잘못된 경보 발령을 방지하기 위하여 지진전문은 최소 6개 관측소에 지진이 기록되어야 하며 RMS가 0.8 이하여야 하고 절차에 따라 계속적으로 값을 업데이트하는 조건을 만족할 때 생산된다.



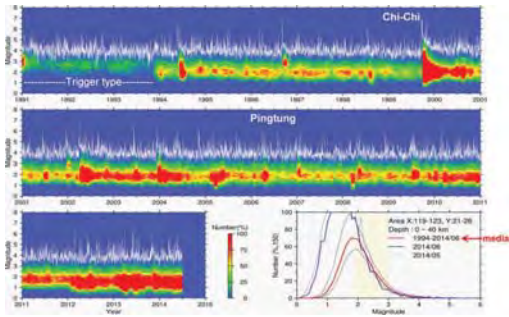
지진조기경보시스템의 Flowchart



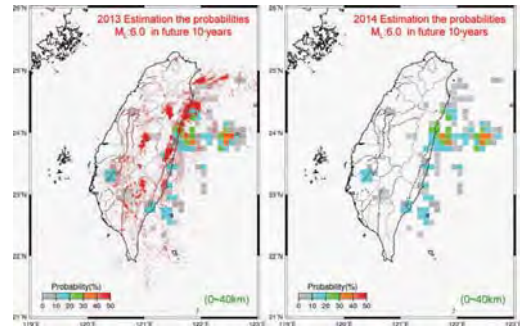
지진원 결정 과정

해역에서 발생한 지진은 진원지 결정에 오차가 클 수 있으므로 MEMS 가속도 센서로 더 조밀한 관측망을 구성하는 P-alert 시스템을 구성하고 있다. MEMS 센서는 대당 600~700 대만 달러로 가격이 저렴하다는 장점이 있다. 2017년까지 평균 분석처리 시간을 18초에서 13초로 단축시키고 해역지진 위치 오차를 60km 까지 줄일 계획이다.

중앙기상국의 지진조기경보 발령 조건은 규모 4.5 이상이며 규모가 0.5 이상 달라지거나 진앙 위치가 20km 이상 달라질 경우 정보를 업데이트하며, 지진조기경보에 대한 대중교육 및 훈련을 지속적으로 실시한다. 중앙기상국은 지진전조현상 관측을 위하여 GPS, 중력, 지하수위, 지구자기, 지구전기, 전리층(ionosphere) 등 지구물리자료를 지속적으로 관측 및 연구하고 있다.



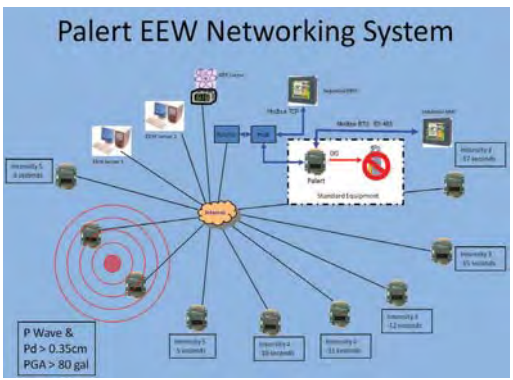
지진과 지구물리 자료의 연계성 분석



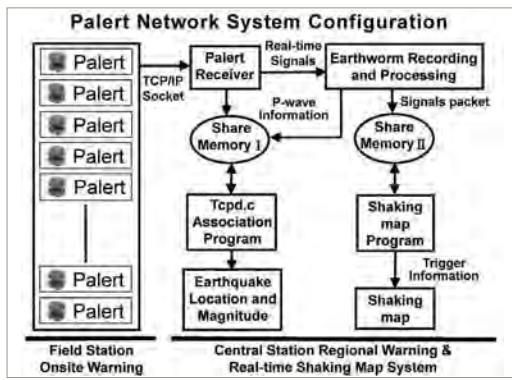
향후 10년간 규모 6.0 이상 지진발생 확률 계산

■ 국립대만대학교(NTU, National Taiwan University)

국립대만대학교 지질과학부 Yih-Min Wu 교수는 저가의 MEMS 관측망을 이용한 P-alert 지진조기경보 시스템을 개발하고 있으며, 이를 통하여 더욱 빠르고 정확한 지진의 진원 및 규모 결정과 자동적인 Shakemap 작성이 가능하다. MEMS 시스템은 지진조기경보에서부터 구조물 안전성 감시에까지 다양하게 이용할 수 있다. 국립대만대학교 지질과학부에서는 지진관측자료로부터 응력변화를 계산하여 이로부터 대만의 산사태 등 기타 지질재해도 실시간 감시하는 시스템을 개발하고 있다.



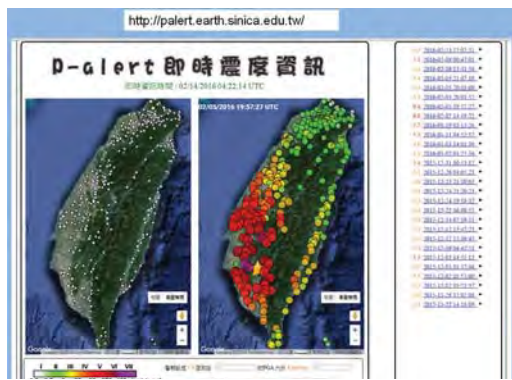
P-alert 지진조기경보 네트워크 시스템



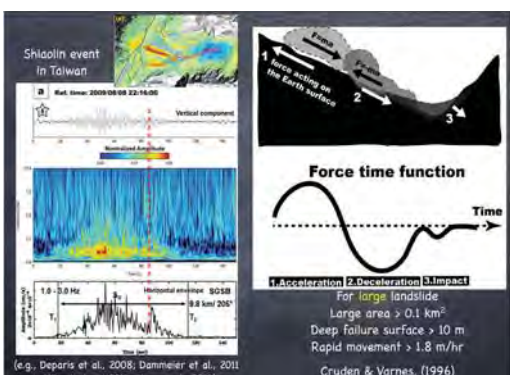
P-alert 네트워크 시스템 구성도



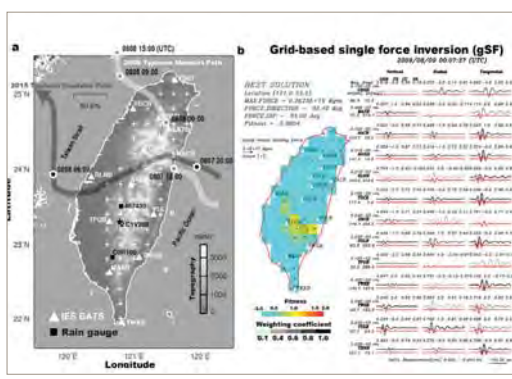
페이스북에 표출한 Shakemap



P-alert 진도자료 표출 웹사이트



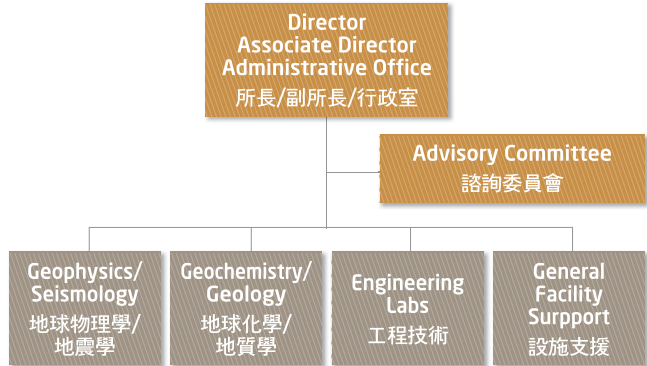
산사태의 표출 메커니즘



대만의 실시간 산사태 모니터링 시스템

■ 대만지구과학연구소(IES, Institute of Earth Sciences)

대만 지구과학연구소는 중앙연구소(Academia Sinica) 내 30개 연구소(물리학, 생물학, 인문학으로 구분) 중 하나인 6층 건물이며, 연구소 내 정직원 30여명, 박사후 연수생 약 20명 및 공학팀으로 구성되어 있다. 지진의 관측 및 이론에 대한 지구물리 및 지구과학적 연구에 강점을 지니고 있다.



대만 지구과학연구소(IES) 전경

대만 지구과학연구소(IES) 조직도

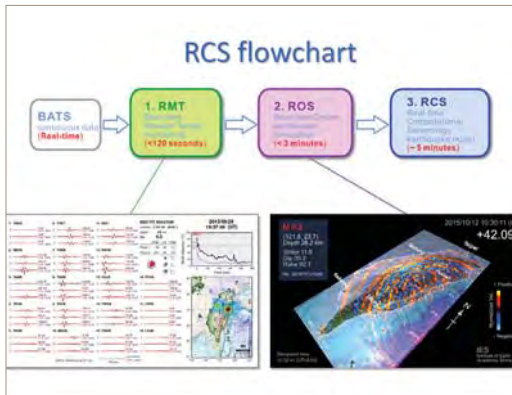
대만 지구과학연구소는 이동식 해저지진계를 개발하여 우리나라(한국해양과학기술원)와 동해지역 공동연구를 추진 중이다.



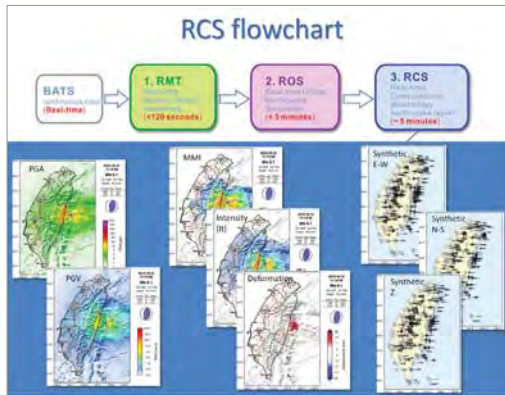
동해에서 이동식 해저지진계 실험 합동연구 수행

연구소 내 이동식 해저지진계 개발 현장

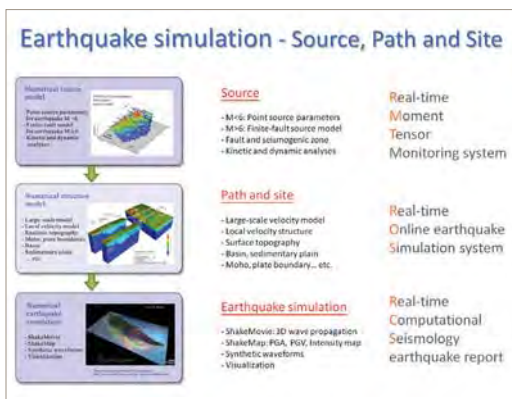
지구과학연구소에서는 수치계산을 위한 지진시뮬레이션 실시간 모델(RMT, ROS, RCS)을 개발하고 있다. RMT(Real-time Moment Tensor monitoring system)는 실시간 모멘트 텐서 모니터링 시스템으로 지진발생 이후 120초 내에 단층면해 및 모멘트 텐서 등을 계산하며, ROS(Real-time Online earthquake simulation)는 실시간 온라인 지진 시뮬레이션으로 지진발생 3분 이내 진원, 경로, 관측지점으로부터 지진을 시뮬레이션한다. RCS(Real-time Computational Seismology earthquake report)는 실시간 수치적 지진보고서로 지진발생 5분 이내 작성된다.



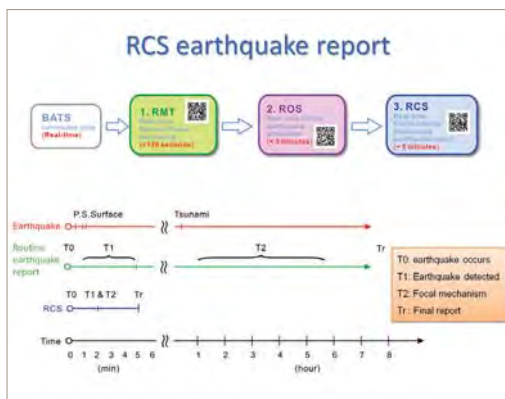
RMT 및 ROS 작성 Flowchart



RCS 작성 Flowchart



지진 시뮬레이션 - 진원, 경로, 관측지점



RCS 지진 보고서(IES)

■ 국립지진공학연구센터(NCREE, National Center for Research on Earthquake Engineering)

국립지진공학연구센터는 내진설계 등 각종 지진공학에 대한 연구를 실시하고 있다. 이곳 지진실험실에는 5m×5m 크기의 6개의 자유도를 갖는 3축의 지진 시뮬레이터(shake-table)를 보유하고 있는데, 자체 무게는 27톤이며 최대 50톤의 건축물을 올려놓고 가상 지진을 발생시켜 건물의 안전성과 균열정도를 실험할 수 있다. 대만 남부에 이보다 더 큰 7m×7m 크기의 2차 shake-table을 구축하여 2017년 3월부터 운영 할 예정이다. 국립지진공학연구센터는 중앙기상국(CWB)의 지역(regional) 지진조기경보 시스템과 별도로 현장(On-site) 지진조기경보체제를 구축하여 자체적인 지진감시 및 학교 등의 지진재해 경감을 위해 사용하고 있다.




국가지진공학연구센터(NCREE) 전경



지진 실험실 Shake-table 전경

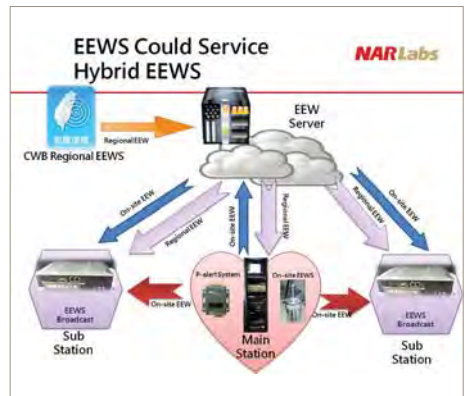
Hybrid EEWS Regional + On-site



398 schools applied

- 21 On-site EEWS Main stations (green triangular)
- 377 EEWS Sub stations (red dot)

지역 및 현장 지진조기경보 통합시스템



지진조기경보 통합시스템 구축 개요



지역 및 현장 지진조기경보 통합표출 시스템



학교 내 지진계 설치 전경

NAR Labs

Installation of Shallow down hole Sensor

Kinematics EpiSensor ES-T
 Dynamic range: 155 dB
 Bandwidth: DC to 200Hz
 Full-scale range:
 User selectable at ± 0.25g, ± 0.5g, ± 1g, ± 2g or ± 4g
 Outputs:
 User selectable at: ± 2.5V single-ended/1.0V single-ended
 ± 5V differential/± 20V differential

현장 지진조기경보 센서(주) 지하 설치 모습

NAR Labs

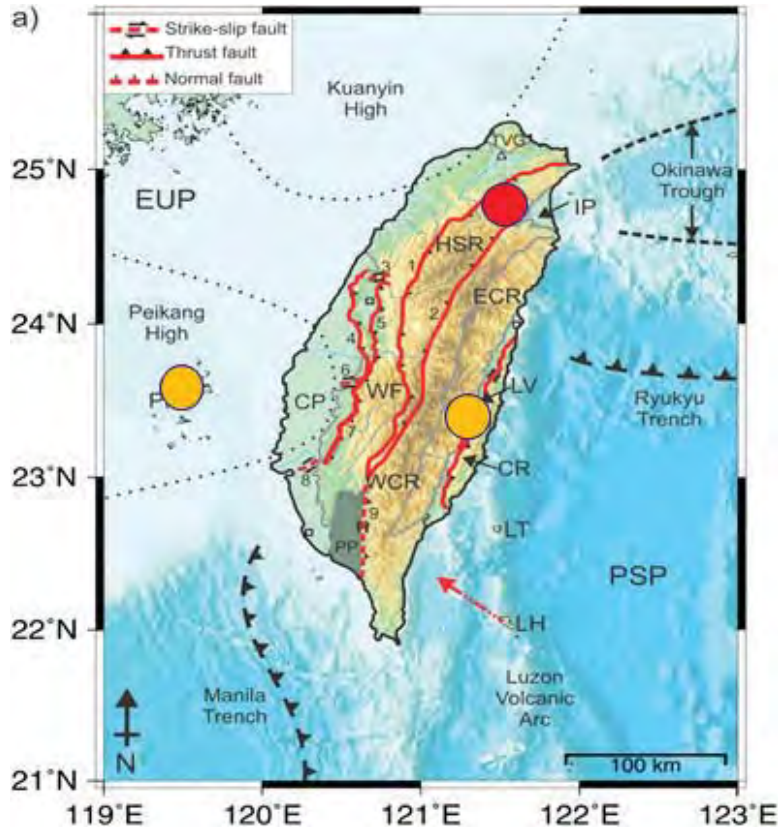
Installation of Backup Sensor

AS-305C1W5 Sensor
 Dynamic range: 135 dB
 Bandwidth: DC to 250Hz
 Full-scale range: User selectable at ± 2000gal
 Scale Factor: 5mm/gal

현장 지진조기경보 센서(부) 건물 내 설치 모습

■ 자기지전류(MT, Magnetotelluric) 관측소 방문

대만 중앙대학교(NCU, National Central University)는 대만 전체에 3소의 자기지전류(MT, Magnetotelluric) 관측소를 Pengju 섬, Fushan 저수지 일대, 대만 남동쪽 지역에 운영하고 있다. Pengju 섬과 Fushan 저수지 일대의 관측소에서 관측된 자료의 품질은 좋으며, 대만 남동지역 관측소의 경우 1-2km 거리에 철도가 있어 자료의 품질이 떨어진다. 중앙대학교에서는 또한 MT 탐사용 관측장비 7기를 보유하고 있으며 Chien-Chih Chen 교수가 이에 대한 관련연구를 수행하고 있다.



대만관측소 주변 환경의 경우 Fushan 저수지 일대는 자연환경보호구역으로 사전방문신청을 통해 허가된 사람만 방문이 가능하며 관측소 일대에는 차량 및 대형 장비의 접근이 불가능하다. 관측소는 편평한 수풀지대로, 동쪽방향에 작은 강이 흐르고 서쪽으로는 얇은 언덕이 있다. 관측소 내에 AWS(자동 기상관측장비)와 태양열에너지 생산을 위한 태양열판 등의 장비가 있으나, 자기지전류 장비에 잡음을 일으키지 않도록 보호시공 장치가 되어 있다. Fushan Reserve 관측소의 경우, 태양열에너지만으로는 충분한 전력생산이 어려워 현재 사용하지 않고 있으나, 다른 관측소는 태양열에너지를 사용한다.

MT 관측장비의 경우 5채널의 장비를 사용하며, 전극 배열 거리는 남북 90m, 동서 70m이다. 전극과 자기장 센서의 설치 깊이는 2m이며, 자료 획득 장비는 PHOENIX Geophysics사의 위성 동조 자료 획득 시스템인 MTU-Net을 사용한다. Controller가 없으며 데이터가 PHOENIX사 네트워크로 전송된 후 NCU로 전송되도록 되어 있다. 장비에 별도의 PC를 부착하여 직접 자료취득, 조정 및 보정(calibration)이 가능하다. 장비 자체의 가격은 8,000만원 상당이며, 제작사 기대수명은 10년이다. 전력은 Fushan 저수지 입구 휴게소로부터 끌어와서 사용하며, 통신은 인터넷 3G 네트워크를 활용한다. 장비 설치 전 1주일 정도의 사전 관측을 통하여 부지의 특성과 잡음 요인 및 수준 등을 검증한다.



관측소 외관



관측소 내부



관측소 내부 PC



관측소 주변 모습

관측소 운영 관련 상태 검증 및 보정 등을 위하여 약 2개월에 한번 현장 방문을 수행하며, Penghu 관측소의 경우 6개월에 한번 현장방문을 한다. 관측소 정기방문 이외에는 네트워크를 통하여 자료 수집 및 보정을 수행하나, 낙뢰 등의 문제로 장비 이상이 나타나는 경우 현장방문한다. 자료는 24시간 취득하며, 취득간격은 2초, 자료 기록간격은 1시간으로 설정하여 취득한다. 24시간 자료는 약 30MB이며, 자료취득부의 메모리는 8GB로 사용에 문제는 없다.

NCU의 자기지전류 상시관측소는 지진으로 인한 변동 감지와 자기지전류 탐사의 기준점으로 활용을 목적으로 한다. 지진으로 인한 변동 감지를 목적으로 하더라도 반드시 단층대 위에 위치해야 하는 것은 아니며, 전기장의 특성상 거리나 규모에 관계없이 지진파가 도착하는 위치면 가능하다. 최근 NCU에서는 지진 후에 나타난 전기장의 변동사례를 확인한 바 있다. 자기지전류 탐사의 기준점으로 활용하는 경우, 관측소의 환경적 요인으로 발생하는 잡음 요인 및 수준이 중요하며 지질학적 특성보다는 거리가 더 중요한 요소이다. 관측소는 일반적으로 50km 이내가 가장 적합하다고 알려져 있다.



자료취득부



자기장 센서와 자료취득부의 연결



전극과 자료취득부의 연결

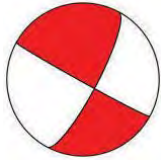
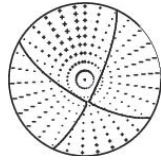

● 국외 지진 관측 및 분석기관의 9.12 지진 분석 결과


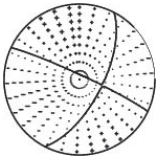
9.12 지진은 국외 지진 분석 및 관측기관에서도 분석을 수행한 지진으로서, 일반적으로 지진 규모 5.0 이상의 지진은 전 세계 지진을 분석하는 기관은 분석을 수행한다. 미국 NEIC, Harvard 대학교의 Harvard CMT, Saint Louis 대학교의 연구자들의 분석 결과를 표로 정리하였다. 또한, USGS 방문 시 연구자들은 한반도에서 이와 같은 규모의 지진이 발생한 것에 대하여 대부분 인지하고 있었다. 아래 표는 9.12 지진의 전진과 분진의 기상청과 국외연구 기관의 분석결과 비교표이다. 분석 결과 차이는 분석에 사용된 관측자료, 지각구조, 분석 소프트웨어 등에 좌우된다.

9.12 지진(규모 5.8)을 활용하여 USGS는 PAGER, Shake Map, Peak Acceleration Map, Peak velocity Map 등을 작성하였다. 이는, 9.12 지진이 국외 기관에서도 상세 분석이 필요한 지진으로 분류되었다고 판단되며, 기상청은 향후 이와 같은 지진의 발생에 대비하여 다양한 분석 결과를 제공하도록 준비하여야 하겠다.

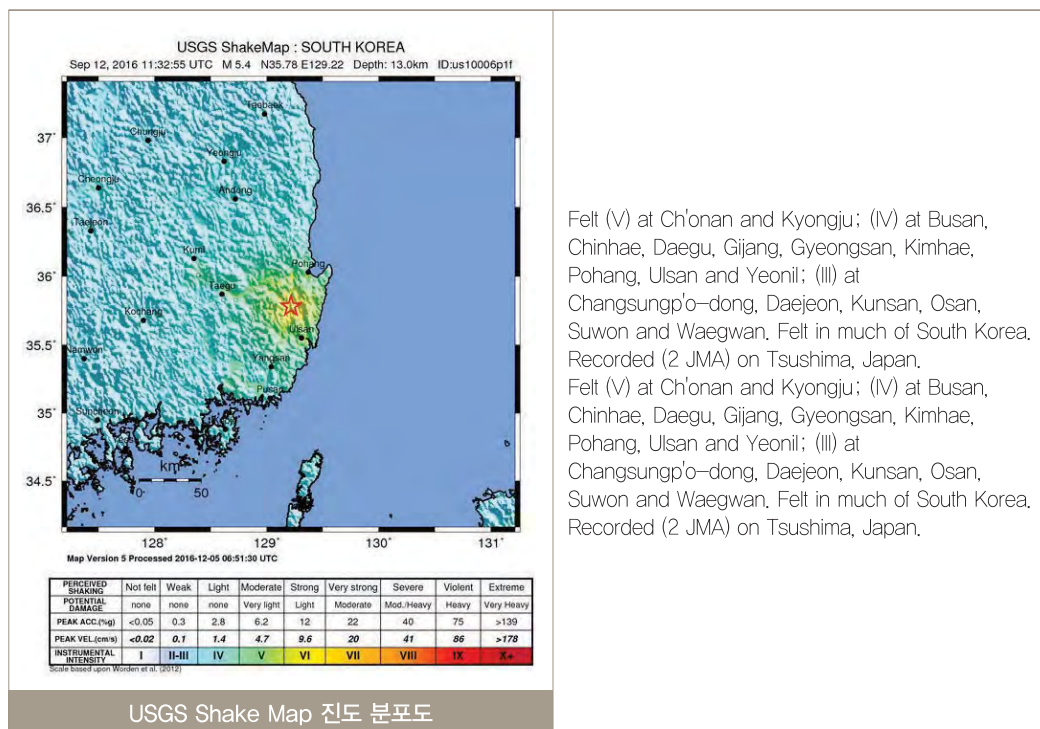
국내 · 외 기관의 9.12 지진 발생 특성 분석

*NP:Nodal Plane

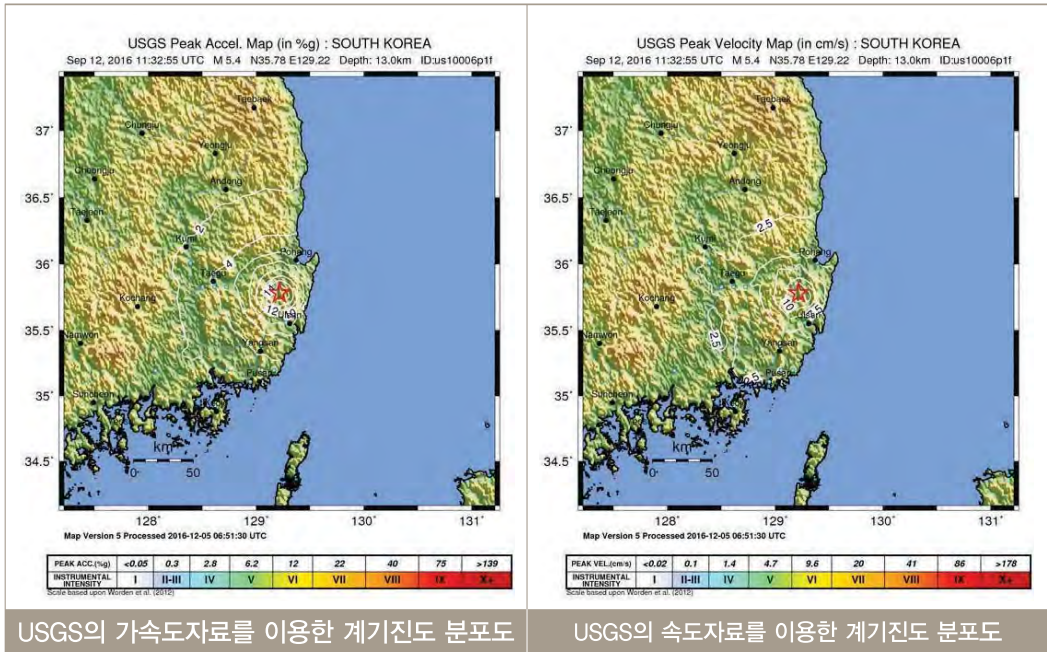
	진원시	위도/경도	규모	진원깊이	단층면해/ Fault Plane
기상청 (KMA)	9월 12일 19:44:32	35.7666/ 129.1879	5.1(M _L)	15km 내외	 Strike Dip rake NP*1 28 73 177 NP2 119 87 17
Saint Louis 대학교	9월 12일 19:44:32	35.76/ 129.19	5.0(M _w)	13km	 Strike Dip rake NP1 25 76 159 NP2 120 70 15
미국지질조사소 (USGS)	9월 12일 19:44:33	35.743/ 129.106	4.9(M _{ww})	10km	-
기상청 (KMA)	9월 12일 20:32:54	35.7610/ 129.1878	5.8(M _L)	15km 내외	 Strike Dip rake NP1 26 72 174 NP2 117 84 18

	진원시	위도/경도	규모	진원깊이	단층면해/ Fault Plane
미국지질조사소 (USGS)	9월 12일 20:32:55.7	35.781/ 129.216	5.4(Mww)	13.0 km	-
Harvard CMT	9월 12일 20:32:57	35.82/ 129.14	5.5(Mw) 5.4(Ms)	18.4 km	 Strike Dip rake NP1 26 74 180 NP2 116 90 16
Saint Louis 대학교	20:32:54	35.77/ 129.2	5.4(Mw)	12km	 Strike Dip rake NP1 295 85 -25 NP2 27 65 -174

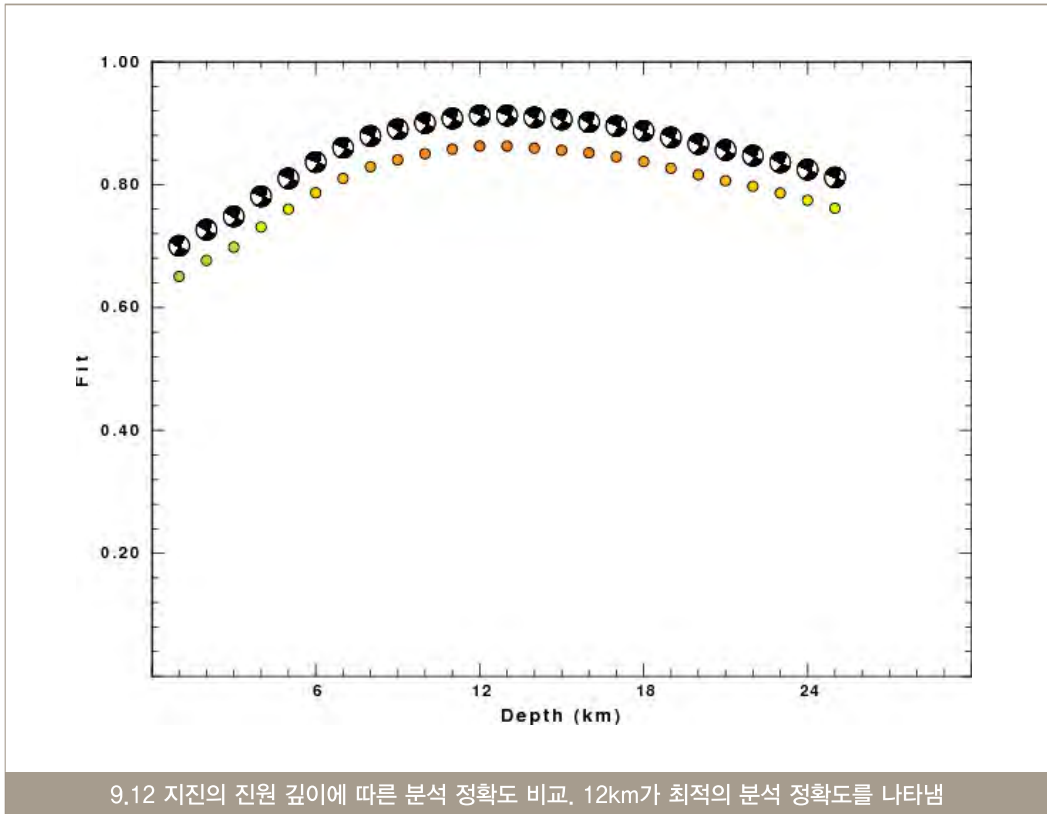
USGS의 9.12 지진의 계기지진 분포도

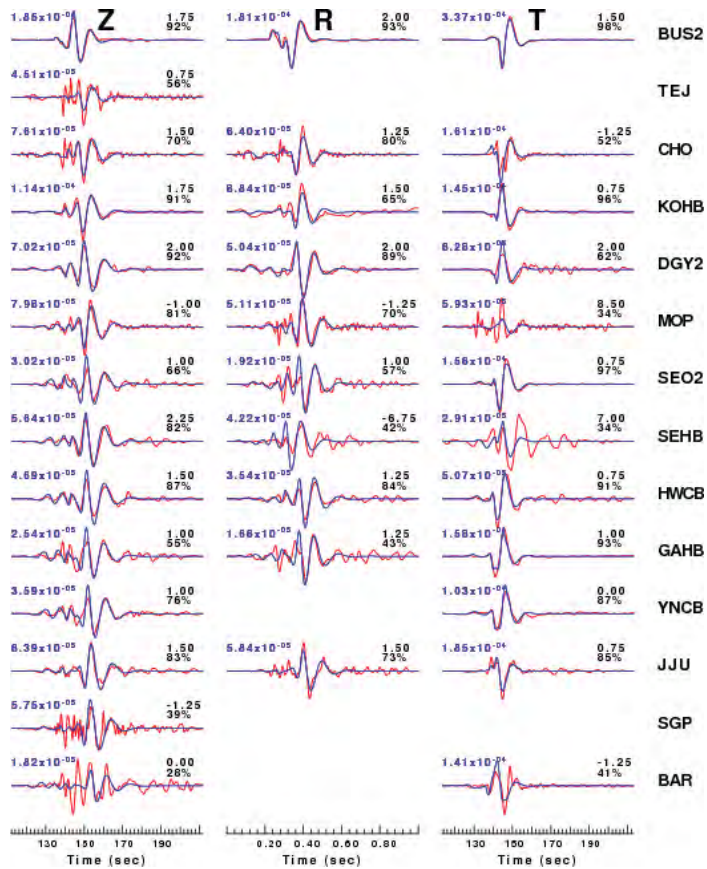


USGS Shake Map 진도 분포도



Saint Louis 대학교의 9.12 지진원 분석





9.12 지진의 관측소별 관측파형과 합성파형 분석정확도 비교

부록

- 9.12 지진 여진 발생 현황
- 보도자료

○ 일자별 여진 발생현황(규모 1.5이상)

- 전진(규모 5.1) 본진(규모 5.8) 제외
- 전진 발생 이후 9월 12일에는 134회(21.2%), 13일에는 134회(21.2%)이며, 이후 여진 횟수는 점차 감소하는 추세임.

규모	1.5≤Ml.<2.0	2.0≤Ml.<3.0	3.0≤Ml.<4.0	4.0≤Ml.<5.0	총계
9월 12일 (5.1 이후)	15	12	2	0	29
12일 (5.8 이후)	69	29	7	0	105
13일	88	43	3	0	134
14일	18	7	1	0	26
15일	9	3	0	0	12
16일	9	6	0	0	15
17일	9	2	0	0	11
18일	11	2	0	0	13
19일	25	2	0	1	28
20일	19	2	0	0	21
21일	9	3	1	0	13
22일	5	2	0	0	7
23일	4	1	0	0	5
24일	5	1	0	0	6
25일	0	0	0	0	0
26일	2	0	0	0	2
27일	4	0	0	0	4
28일	3	1	1	0	5
29일	3	0	0	0	3
30일	3	4	0	0	7
10월 1일	0	2	0	0	2
2일	3	0	1	0	4
3일	1	0	0	0	1
4일	0	1	0	0	1
5일	2	0	0	0	2
6일	2	0	0	0	2
7일	2	1	0	0	3
8일	3	0	0	0	3
9일	3	0	0	0	3
10일	0	0	1	0	1
11일	4	0	0	0	4
12일	2	1	0	0	3
13일	1	0	0	0	1
14일	2	1	0	0	3
15일	0	2	0	0	2
16일	2	0	0	0	2
17일	2	0	0	0	2
18일	2	0	0	0	2

규모	1.5 ≤ Mi < 2.0	2.0 ≤ Mi < 3.0	3.0 ≤ Mi < 4.0	4.0 ≤ Mi < 5.0	총계
19일	0	0	0	0	0
20일	1	1	0	0	2
21일	0	1	0	0	1
22일	2	0	0	0	2
23일	4	1	0	0	5
24일	1	0	0	0	1
25일	1	2	0	0	3
26일	0	0	0	0	0
27일	1	0	0	0	1
28일	2	0	0	0	2
29일	0	0	0	0	0
30일	0	0	0	0	0
31일	0	0	0	0	0
11월 1일	1	0	0	0	1
2일	1	0	0	0	1
3일	1	3	0	0	4
4일	1	0	0	0	1
5일	0	0	0	0	0
6일	0	0	0	0	0
7일	0	0	0	0	0
8일	0	0	0	0	0
9일	1	0	0	0	1
10일	2	0	0	0	2
11일	1	0	0	0	1
12일	0	0	0	0	0
13일	0	0	0	0	0
14일	0	0	0	0	0
15일	2	1	0	0	3
16일	0	0	0	0	0
17일	1	0	0	0	1
18일	1	0	0	0	1
19일	0	1	0	0	1
20일	0	0	0	0	0
21일	0	0	0	0	0
22일	5	0	0	0	5
23일	0	0	0	0	0
24일	1	0	0	0	1
25일	0	1	0	0	1
26일	1	0	0	0	1
27일	2	0	0	0	2
28일	0	1	0	0	1
29일	0	0	0	0	0
30일	0	0	0	0	0
12월 1일	0	0	0	0	0
2일	1	1	0	0	2
3일	2	0	0	0	2
4일	0	0	0	0	0
5일	0	1	0	0	1
6일	1	0	0	0	1
7일	1	0	0	0	1

규모	$1.5 \leq M_L < 2.0$	$2.0 \leq M_L < 3.0$	$3.0 \leq M_L < 4.0$	$4.0 \leq M_L < 5.0$	총계
8일	0	0	0	0	0
9일	1	1	0	0	2
10일	1	1	0	0	2
11일	0	0	0	0	0
12일	0	1	1	0	2
13일	0	0	0	0	0
14일	1	0	1	0	2
15일	0	1	0	0	1
16일	1	0	0	0	1
17일	1	0	0	0	1
18일	0	0	0	0	0
19일	0	0	0	0	0
20일	2	0	0	0	2
21일	0	0	0	0	0
22일	1	0	0	0	1
23일	0	0	0	0	0
24일	0	0	0	0	0
25일	0	1	0	0	1
26일	0	0	0	0	0
27일	0	0	0	0	0
28일	0	0	0	0	0
29일	0	0	0	0	0
30일	0	0	0	0	0
31일	0	0	0	0	0
2017년 1월 1일	0	0	0	0	0
2일	0	0	0	0	0
3일	1	0	0	0	1
4일	1	0	0	0	1
5일	0	0	0	0	0
6일	3	1	1	0	5
7일	1	0	0	0	1
8일	1	0	0	0	1
9일	0	0	0	0	0
10일	1	0	0	0	1
11일	0	0	0	0	0
12일	0	0	0	0	0
13일	1	0	0	0	1
14일	0	0	0	0	0
15일	0	0	0	0	0
16일	1	0	0	0	1
17일	1	0	0	0	1
18일	0	0	0	0	0
19일	0	0	0	0	0
20일	1	0	0	0	1
21일	1	1	0	0	2
22일	0	0	0	0	0
23일	0	0	0	0	0
24일	2	1	0	0	3
25일	1	0	0	0	1
26일	0	0	0	0	0
27일	0	0	0	0	0

규모	$1.5 \leq M_L < 2.0$	$2.0 \leq M_L < 3.0$	$3.0 \leq M_L < 4.0$	$4.0 \leq M_L < 5.0$	총계
28일	0	0	0	0	0
29일	1	0	0	0	1
30일	0	0	0	0	0
31일	0	0	0	0	0
2월 1일	1	0	0	0	1
2일	0	0	0	0	0
3일	2	0	0	0	2
4일	0	0	0	0	0
5일	0	0	0	0	0
6일	0	0	0	0	0
7일	0	0	0	0	0
8일	0	0	0	0	0
9일	2	0	0	0	2
10일	0	0	0	0	0
11일	0	0	0	0	0
12일	0	0	0	0	0
13일	1	0	0	0	1
14일	0	0	0	0	0
15일	0	0	0	0	0
16일	0	1	0	0	1
17일	1	0	0	0	1
18일	0	0	0	0	0
19일	0	0	0	0	0
20일	0	0	0	0	0
21일	1	1	0	0	2
22일	0	1	0	0	1
23일	1	0	0	0	1
24일	0	0	0	0	0
25일	1	2	0	0	3
26일	0	0	0	0	0
27일	0	0	0	0	0
28일	0	0	0	0	0
3월 1일	0	0	0	0	0
2일	0	0	0	0	0
3일	1	0	0	0	1
4일	1	0	0	0	1
5일	0	1	0	0	1
6일	0	0	0	0	0
7일	0	0	0	0	0
8일	0	0	0	0	0
9일	0	0	0	0	0
10일	0	0	0	0	0
11일	1	0	0	0	1
12일	0	0	0	0	0
13일	0	0	0	0	0
14일	1	0	0	0	1
15일	0	0	0	0	0
16일	0	0	0	0	0
17일	0	0	0	0	0
18일	0	0	0	0	0
19일	0	0	0	0	0
20일	1	0	0	0	1

규모	$1.5 \leq M_L < 2.0$	$2.0 \leq M_L < 3.0$	$3.0 \leq M_L < 4.0$	$4.0 \leq M_L < 5.0$	총계
21일	0	0	0	0	0
22일	0	0	0	0	0
23일	0	0	0	0	0
24일	0	0	0	0	0
25일	0	0	0	0	0
26일	1	0	0	0	1
27일	0	0	0	0	0
28일	0	1	0	0	1
29일	0	0	0	0	0
30일	0	1	0	0	1
31일	0	1	1	0	2
4월 1일	0	1	0	0	1
2일	0	0	0	0	0
3일	0	0	0	0	0
4일	0	0	0	0	0
5일	0	0	0	0	0
6일	0	0	0	0	0
7일	1	0	0	0	1
8일	0	1	0	0	1
9일	0	1	0	0	1
10일	0	0	0	0	0
11일	0	0	0	0	0
12일	0	0	0	0	0
13일	0	0	0	0	0
14일	0	0	0	0	0
15일	0	1	0	0	1
16일	0	0	0	0	0
17일	0	0	0	0	0
18일	2	1	0	0	3
19일	1	0	0	0	1
20일	1	0	0	0	1
21일	0	0	0	0	0
22일	0	0	0	0	0
23일	0	0	0	0	0
24일	0	0	0	0	0
25일	0	0	0	0	0
26일	0	0	0	0	0
27일	1	0	0	0	1
28일	0	0	0	0	0
29일	0	0	0	0	0
30일	0	0	0	0	0
5월 1일	0	0	0	0	0
2일	0	0	0	0	0
3일	0	0	0	0	0
4일	0	0	0	0	0
5일	0	0	0	0	0
6일	0	0	0	0	0
7일	0	0	0	0	0
8일	0	0	0	0	0
9일	0	0	0	0	0
10일	0	0	0	0	0
11일	1	0	0	0	1

구분	$1.5 \leq M_L < 2.0$	$2.0 \leq M_L < 3.0$	$3.0 \leq M_L < 4.0$	$4.0 \leq M_L < 5.0$	총계
12일	0	0	0	0	0
13일	1	0	0	0	1
14일	1	0	0	0	1
15일	1	0	0	0	1
16일	0	0	0	0	0
17일	0	0	0	0	0
18일	0	0	0	0	0
19일	1	0	0	0	1
20일	0	0	0	0	0
21일	0	0	0	0	0
22일	0	0	0	0	0
23일	0	0	0	0	0
24일	0	0	0	0	0
25일	0	0	0	0	0
26일	0	0	0	0	0
27일	0	0	0	0	0
28일	1	0	0	0	1
29일	0	0	0	0	0
30일	0	0	0	0	0
31일	0	0	0	0	0
6월 1일	0	0	0	0	0
2일	2	0	0	0	2
3일	0	0	0	0	0
4일	0	0	0	0	0
5일	0	0	0	0	0
6일	0	0	0	0	0
7일	0	0	0	0	0
8일	0	0	0	0	0
9일	0	0	0	0	0
10일	0	0	0	0	0
11일	0	1	0	0	1
12일	0	0	0	0	0
13일	0	1	0	0	1
14일	0	0	0	0	0
15일	0	0	0	0	0
16일	0	0	0	0	0
17일	0	0	0	0	0
18일	0	0	0	0	0
19일	0	0	0	0	0
20일	0	1	0	0	1
21일	0	0	0	0	0
22일	0	0	0	0	0
23일	0	0	0	0	0
24일	0	0	0	0	0
25일	0	0	0	0	0
26일	0	0	0	0	0
27일	1	1	0	0	2
28일	0	0	0	0	0
29일	0	0	0	0	0
30일	0	0	0	0	0
7월 1일	0	0	0	0	0
2일	0	0	0	0	0

규모	$1.5 \leq M_L < 2.0$	$2.0 \leq M_L < 3.0$	$3.0 \leq M_L < 4.0$	$4.0 \leq M_L < 5.0$	총계
3일	0	0	0	0	0
4일	0	0	0	0	0
5일	0	0	0	0	0
6일	0	0	0	0	0
7일	1	0	0	0	1
8일	0	0	0	0	0
9일	0	0	0	0	0
10일	0	0	0	0	0
11일	0	0	0	0	0
12일	0	0	0	0	0
13일	0	0	0	0	0
14일	0	0	0	0	0
15일	1	0	0	0	1
16일	0	0	0	0	0
17일	0	0	0	0	0
18일	0	0	0	0	0
19일	0	0	0	0	0
20일	1	0	0	0	1
21일	0	0	0	0	0
22일	0	0	0	0	0
23일	1	0	0	0	1
24일	0	0	0	0	0
25일	0	0	0	0	0
26일	0	0	0	0	0
27일	0	0	0	0	0
28일	0	0	0	0	0
29일	0	0	0	0	0
30일	1	0	0	0	1
31일	0	0	0	0	0
8월 1일	1	0	0	0	1
2일	0	0	0	0	0
3일	0	0	0	0	0
4일	0	0	0	0	0
5일	0	0	0	0	0
6일	0	0	0	0	0
7일	0	0	0	0	0
8일	0	0	0	0	0
9일	0	0	0	0	0
10일	0	0	0	0	0
11일	1	0	0	0	1
12일	0	0	0	0	0
13일	0	0	0	0	0
14일	0	0	0	0	0
15일	0	0	0	0	0
16일	0	0	0	0	0
17일	0	0	0	0	0
18일	0	0	0	0	0
19일	0	0	0	0	0
20일	0	0	0	0	0
총계	442	168	21	1	632



국민행복

영향예보로의 전환을 통한 기상재해 리스크 경감

보도자료 Press Release



배포일시	2016. 9. 12.(월) 20:50 (총 2매)	보도시점	즉 시	
담당부서	지진화산감시과	담당자	과장 유용규	전화번호 02-2181-0794~5

경주 지진 발생 현황

- 일시: 2016년 9월 12일 20시 32분 54초
- 진앙: 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역(북위 35.77 동경 129.18)
- 규모: 5.8

- 오늘(9월 12일) 20시 32분경 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역에서 규모 5.8의 지진이 다시 발생하였음. 19시 44분경에 발생한 전진(규모 5.1)에 비해 북서쪽으로 1km 떨어져 있음.
- 이번 지진으로 경주, 부산, 포항, 대구 지역에서 쿵하는 소리와 건물의 흔들림이 감지되었으며, 수도권을 비롯한 전국 대부분 지역에서 진동을 느꼈음.
- 이번 지진은 1978년부터 기상청의 계기지진관측 이래 역대 가장 큰 규모의 지진임
- 이번 지진으로 지진해일 발생 가능성은 없고, 지진으로 인한 피해 상황은 아직 확인되지 않음

□ 지진규모별 순위(1978년~현재)

No.	규모 (M.)	발생연월일	진원시	진앙(Epicenter)		
				위도(°N)	경도(°E)	발생지역
1	5.8	2016. 9. 12.	20:32:54	35.77	129.18	경북 경주시 남남서쪽 8km 지역
2	5.3	1980. 1. 8.	08:44:13	40.2	125.0	평북 서부 의주-삭주-귀성 지역
3	5.2	2004. 5. 29.	19:14:24	36.8	130.2	경북 울진 동쪽 약 80km 해역
3	5.2	1978. 9. 16.	02:07:05	36.6	127.9	충북 속리산 부근지역
5	5.1	2016. 9. 12.	19:44:32	35.76	129.19	경북 경주시 남남서쪽 9km 지역
5	5.1	2014. 4. 1.	04:48:35	36.95	124.50	충남 태안군 서격렬비도 서북서쪽 100km 해역
7	5.0	2016. 7. 5.	20:33:03	35.51	129.99	울산 동구 동쪽 52km 해역
7	5.0	2003. 3. 30.	20:10:52	37.8	123.7	인천 백령도 서남서쪽 약 80km 해역
7	5.0	1978. 10. 7.	18:19:52	36.6	126.7	충남 홍성읍 지역
10	4.9	2013. 5. 18.	07:02:24	37.68	124.63	인천 백령도 남쪽 31km 해역
10	4.9	2013. 4. 21.	08:21:27	35.16	124.56	전남 신안군 흑산면 북서쪽 101km 해역
10	4.9	2003. 3. 23.	05:38:41	35.0	124.6	전남 홍도 북서쪽 약 50km 해역
10	4.9	1994. 7. 26.	02:41:46	34.9	124.1	전남 홍도 북서쪽 약 100km 해역



국민행복

영향 예보로의 전환을 통한 기상재해 리스크 경감

보도자료 Press Release



배포일시	2016. 9. 13.(화) 00:00 (총 4매)	보도시점	즉 시
담당부서	지진화산감시과	담당자	과장 유용규
		전화번호	02-2181-0794~5

경주 지진 발생 현황

- 일시: 2016년 9월 12일 20시 32분 54초
- 진앙: 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역(북위 35.77 동경 129.18)
- 규모: 5.8

□ 9월 12일 20시 32분경 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역에서 규모 5.8의 본진이 발생하였음. 이는 19시 44분경에 발생한 전진(규모 5.1) 지역에서 남동쪽으로 1km 떨어져 있음.

○ (본진)

- 진원시 : 2016년 9월 12일 20시 32분 54초
- 진앙/규모 : 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역(35.77°N, 129.18°E) / 5.8
- 진앙깊이 : 15km 내외
- 진도1) : 최대 VI(경주, 대구), V(부산, 울산, 창원)
- 지진발표 현황
 - 지진조기경보 : 20시 33분 23초(관측후 29초)
 - 지진통보 : 20시 37분 발표

○ (전진)

- 진원시 : 2016년 9월 12일 19시 44분 32초
- 진앙/규모 : 경북 경주시 남남서쪽 9km 지역(35.76°N, 129.19°E) / 5.1
- 진앙깊이 : 15km 내외
- 진도 : 최대 V(경주, 대구), IV(부산, 울산, 창원)
- 지진발표 현황
 - 지진조기경보 : 19시 45분 03초(관측후 31초)
 - 지진통보 : 19시 49분 발표

- 1) 진도 VI : 많은 사람들이 놀라서 밖으로 나가거나 무거운 가구가 움직이기도 함
 진도 V : 거의 모든 사람들이 지진동을 느끼며 그릇이나 물건이 깨지기도 함
 진도 IV : 건물 실내에 서 있는 많은 사람들이 느낌
 진도 III : 건물 실내에서 현저히 느끼며, 건물 위층에 있는 소수의 사람만이 느낌

□ 이번 지진으로 지진해일 발생 가능성은 없고, 남한 전역에서 지진이 감지되었으며, 1978년부터 기상청의 계기지진관측 이래 역대 가장 큰 규모의 지진임(기존 규모 5.3, 1980년 1월 8일)

□ 피해현황(21:50 기준 / 국민안전처 집계)

- 인명피해: 경상 2명
- 재산피해: 53건
 - 부산 건물 벽체 균열 등 3건, 경북 아파트 천정 내장재 탈락 등 22건, 경남 LG 전자 물류센터 수도배관 파열 등 6건, 기타 3건, 울산 LNG 복합화력발전소 4호기 고장(19:44), 변전소 변압기 1대 정지(19:45~21:21)
 - 유감신고: 총 37,267건(21:30 현재)

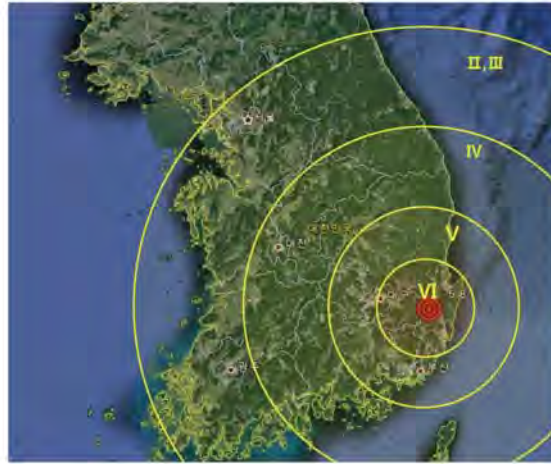
□ 13일 00시 현재 91회의 여진이 발생하였으며, 여진은 계속되고 있음

규모	$2.0 \leq M_L < 3.0$	$3.0 \leq M_L < 4.0$	$4.0 \leq M_L < 5.0$	$5.0 \leq M_L$	총계
횟수	79	11	1	2	93

□ 지진발생 위치



□ 진도분포도



□ 지진규모별 순위(1978년~현재)

No.	규모 (M _L)	발생연월일	진원시	진앙(Epicenter)		
				위도(°N)	경도(°E)	발생지역
1	5.8	2016. 9. 12.	20:32:54	35.77	129.18	경북 경주시 남남서쪽 8km 지역
2	5.3	1980. 1. 8.	08:44:13	40.2	125.0	평북 서부 의주-삭주-귀성 지역
3	5.2	2004. 5. 29.	19:14:24	36.8	130.2	경북 울진 동쪽 약 80km 해역
3	5.2	1978. 9. 16.	02:07:05	36.6	127.9	충북 속리산 부근지역
5	5.1	2016. 9. 12.	19:44:32	35.76	129.19	경북 경주시 남남서쪽 9km 지역
5	5.1	2014. 4. 1.	04:48:35	36.95	124.50	충남 태안군 서격렬비도 서북서쪽 100km 해역
7	5.0	2016. 7. 5.	20:33:03	35.51	129.99	울산 동구 동쪽 52km 해역
7	5.0	2003. 3. 30.	20:10:52	37.8	123.7	인천 백령도 서남서쪽 약 80km 해역
7	5.0	1978. 10. 7.	18:19:52	36.6	126.7	충남 홍성읍 지역
10	4.9	2013. 5. 18.	07:02:24	37.68	124.63	인천 백령도 남쪽 31km 해역
10	4.9	2013. 4. 21.	08:21:27	35.16	124.56	전남 신안군 흑산면 북서쪽 101km 해역
10	4.9	2003. 3. 23.	05:38:41	35.0	124.6	전남 홍도 북서쪽 약 50km 해역
10	4.9	1994. 7. 26.	02:41:46	34.9	124.1	전남 홍도 북서쪽 약 100km 해역

□ 최근 10년간 경북지역 지진 발생 현황

○ 연도별 발생현황 (규모 2.0 이상)

연도	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016.9.11.	총계
횟수	5	3	10	5	3	10	6	7	6	7	62

○ 규모별 지진 발생 현황

연도	규모				총계
	$2.0 \leq M_L < 3.0$	$3.0 \leq M_L < 4.0$	$4.0 \leq M_L < 5.0$	$5.0 \leq M_L$	
2007	5	-	-	-	5
2008	3	-	-	-	3
2009	8	1	1	-	10
2010	5	-	-	-	5
2011	2	1	-	-	3
2012	10	-	-	-	10
2013	5	1	-	-	6
2014	5	2	-	-	7
2015	6	-	-	-	6
2016. 9. 11.	5	2	-	-	7
총계	54	7	1	0	62

※ 오늘(9.12.) 발생한 경주지진 및 여진 횟수는 미포함됨



국민행복

영향 예보로의 전환을 통한 기상재해 리스크 경감

보도자료 Press Release



배포일시	2016. 9. 13.(화) 06:10 (총 6매)	보도시점	즉 시	
담당부서	지진화산감시과	담당자	과장 유용규	전화번호 02-2181-0794~5

경주 지진 발생 현황

- 일시: 2016년 9월 12일 20시 32분 54초
- 진앙: 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역(북위 35.77 동경 129.18)
- 규모: 5.8

□ 9월 12일 20시 32분경 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역에서 규모 5.8의 본진이 발생하였음. 19시 44분경에 발생한 규모 5.1의 전진 지역은 남동쪽으로 1km 떨어져 있음.

○ (본진)

- 진원시 : 2016년 9월 12일 20시 32분 54초
- 진앙/규모 : 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역(35.77°N, 129.18°E) / 5.8
- 진앙깊이 : 15km 내외
- 진도1) : 최대 VI(경주, 대구), V(부산, 울산, 창원)
- 지진발표 현황
 - 지진조기경보 : 20시 33분 23초(관측 후 26초)
 - 지진통보 : 20시 37분 발표

○ (전진)

- 진원시 : 2016년 9월 12일 19시 44분 32초
- 진앙/규모 : 경북 경주시 남남서쪽 9km 지역(35.76°N, 129.19°E) / 5.1
- 진앙깊이 : 15km 내외
- 진도 : 최대 V(경주, 대구), IV(부산, 울산, 창원)
- 지진발표 현황
 - 지진조기경보 : 19시 45분 03초(관측 후 27초)
 - 지진통보 : 19시 49분 발표

- 1) 진도 VI : 많은 사람들이 놀라서 밖으로 나가거나 무거운 가구가 움직이기도 함
 진도 V : 거의 모든 사람들이 지진동을 느끼며 그릇이나 물건이 깨지기도 함
 진도 IV : 건물 실내에 서 있는 많은 사람들이 느낌
 진도 III : 건물 실내에서 현저히 느끼며, 건물 위층에 있는 소수의 사람만이 느낌

□ 이번 지진으로 남한 전역에서 지진이 감지되었으며, 1978년부터 기상청의 계기지진관측 이래 역대 가장 큰 규모의 지진임(이전 최대 규모 5.3 평북지역 지진, 1980년 1월 8일).

□ 피해현황(05시 00분 기준 / 국민안전처 집계)

○ 인명피해: 경상 6명(경북 3, 대구 2, 전남 1)

○ 재산피해: 103건

- 울산 LNG 복합화력발전소 4호기(00:23, 복구완료 재가동)

울주 변전소 변압기 1대 정지(21:21, 복구완료)(부산) 복도 균열 등 3건

(대구) 베란다 균열 등 6건, (대전) 주택 유리창 파손,

(울산) 건물 유리파손 등 26건, (경기) 건물 유리 파손

(강원) 건물 크랙 등 2건, (전북) 건물 크랙 등 3건

(전남) 건물 크랙 등 3건, (경북) 아파트 천정 내장재 탈락 등 47건,

(경남) LG전자 물류센터 수도배관 파열 등 11건

- 유감신고 : 총 51,620건(9월 13일 00:00 기준)

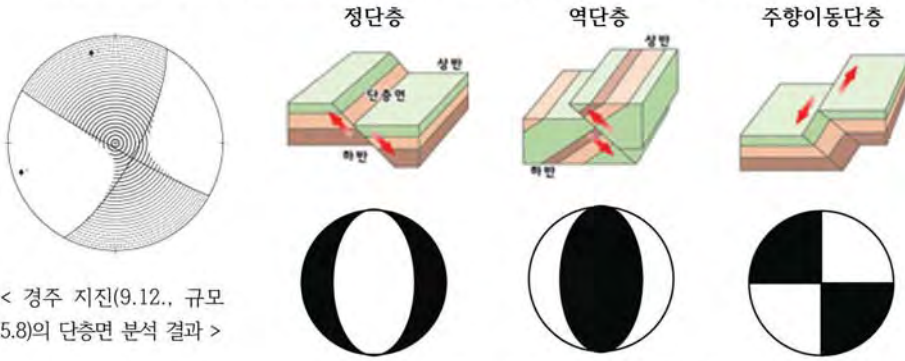
※ 철도(KTX), 원전, 지하철, 댐·저수지 피해사항 없음

□ 13일 06시 현재 179회의 여진이 발생하였으며, 여진은 계속되고 있음

규모	$2.0 \leq M_L < 3.0$	$3.0 \leq M_L < 4.0$	$4.0 \leq M_L < 5.0$	총계
횟수	166	12	1	179

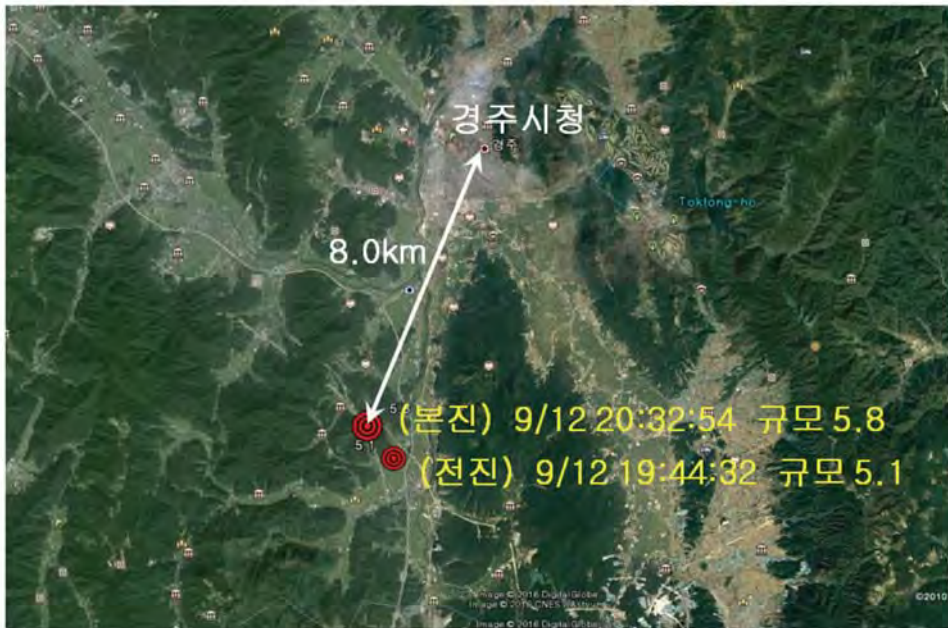
□ 단층면 분석

- 지진자료를 이용한 이번 지진의 단층면 분석 결과는 전형적인 주향이동단층2)의 특성을 보이는 것으로 해석됨.



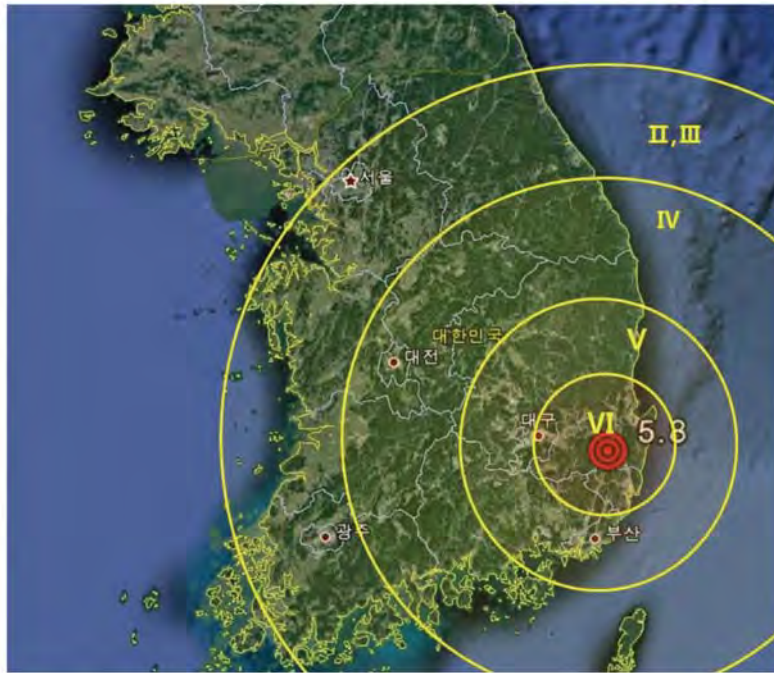
< 단층에 따른 단층면 분석 방법 >

□ 지진발생 위치

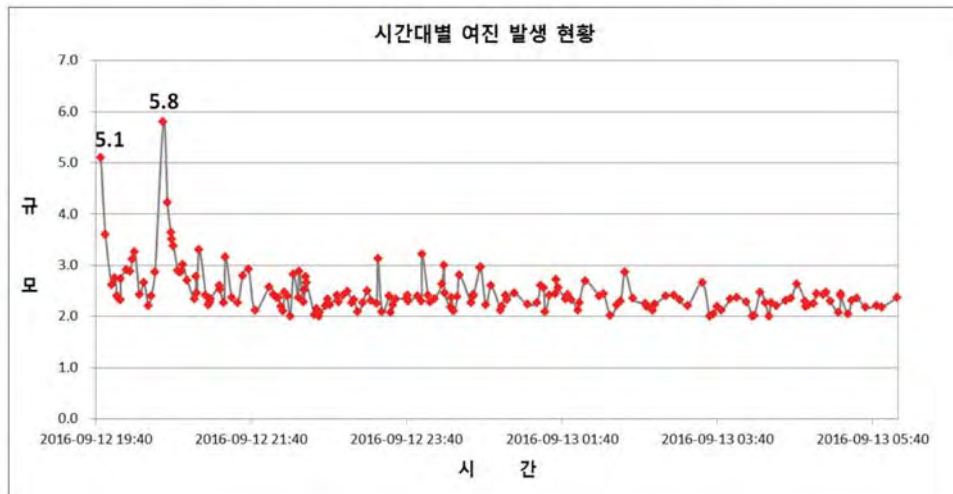


2) 단층면을 따라 단층과 평행한 방향으로 수평이동하는 단층

□ 진도분포도



□ 시간대별 여진 발생 현황(규모 2.0 이상, 9.13. 06시 기준)



□ 지진규모별 순위(1978년~현재)

No.	규모 (M _L)	발생연월일	진원시	진앙(Epicenter)		
				위도(°N)	경도(°E)	발생지역
1	5.8	2016. 9. 12.	20:32:54	35.77	129.18	경북 경주시 남남서쪽 8km 지역
2	5.3	1980. 1. 8.	08:44:13	40.20	125.00	평북 서부 의주-삭주-귀성 지역
3	5.2	2004. 5. 29.	19:14:24	36.80	130.20	경북 울진 동쪽 약 80km 해역
3	5.2	1978. 9. 16.	02:07:05	36.60	127.90	충북 속리산 부근지역
5	5.1	2016. 9. 12.	19:44:32	35.76	129.19	경북 경주시 남남서쪽 9km 지역
5	5.1	2014. 4. 1.	04:48:35	36.95	124.50	충남 태안군 서거곶비도 서북서쪽 100km 해역
7	5.0	2016. 7. 5.	20:33:03	35.51	129.99	울산 동구 동쪽 52km 해역
7	5.0	2003. 3. 30.	20:10:52	37.80	123.70	인천 백령도 서남서쪽 약 80km 해역
7	5.0	1978. 10. 7.	18:19:52	36.60	126.70	충남 홍성읍 지역
10	4.9	2013. 5. 18.	07:02:24	37.68	124.63	인천 백령도 남쪽 31km 해역
10	4.9	2013. 4. 21.	08:21:27	35.16	124.56	전남 신안군 흑산면 북서쪽 101km 해역
10	4.9	2003. 3. 23.	05:38:41	35.00	124.60	전남 홍도 북서쪽 약 50km 해역
10	4.9	1994. 7. 26.	02:41:46	34.90	124.10	전남 홍도 북서쪽 약 100km 해역

□ 최근 10년간 경북지역 지진 발생 현황

○ 연도별 발생현황 (규모 2.0 이상)

연도	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016.9.11.	총계
횟수	5	3	10	5	3	10	6	7	6	7	62

○ 규모별 지진 발생 현황

연도	규모	2.0≤M _L <3.0	3.0≤M _L <4.0	4.0≤M _L <5.0	5.0≤M _L	총계
	2007	5	-	-	-	
2008	3	-	-	-	3	
2009	8	1	1	-	10	
2010	5	-	-	-	5	
2011	2	1	-	-	3	
2012	10	-	-	-	10	
2013	5	1	-	-	6	
2014	5	2	-	-	7	
2015	6	-	-	-	6	
2016. 9. 11.	5	2	-	-	7	
총계	54	7	1	0	62	

※ 어제(9.12.) 발생한 경주지진 및 여진 횟수는 미포함됨



국민행복

영향 예보로의 전환을 통한 기상재해 리스크 경감

보도자료 Press Release



배포일시	2016. 9. 13.(화) 06:10 (총 6매)	보도시점	즉 시	
담당부서	지진화산감시과	담당자	과장 유용규	전화번호 02-2181-0794~5

경주 지진 발생 현황

- 일시: 2016년 9월 12일 20시 32분 54초
- 진앙: 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역(북위 35.77 동경 129.18)
- 규모: 5.8

□ 9월 12일 20시 32분경 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역에서 규모 5.8의 본진이 발생하였음. 19시 44분경에 발생한 규모 5.1의 전진 지역은 남동쪽으로 1km 떨어져 있음.

○ (본진)

- 진원시 : 2016년 9월 12일 20시 32분 54초
- 진앙/규모 : 경북 경주시 남남서쪽 8km 지역(35.77°N, 129.18°E) / 5.8
- 진앙깊이 : 15km 내외
- 진도1) : 최대 VI(경주, 대구), V(부산, 울산, 창원)
- 지진발표 현황
 - 지진조기경보 : 20시 33분 23초(관측 후 26초)
 - 지진통보 : 20시 37분 발표

○ (전진)

- 진원시 : 2016년 9월 12일 19시 44분 32초
- 진앙/규모 : 경북 경주시 남남서쪽 9km 지역(35.76°N, 129.19°E) / 5.1
- 진앙깊이 : 15km 내외
- 진도 : 최대 V(경주, 대구), IV(부산, 울산, 창원)
- 지진발표 현황
 - 지진조기경보 : 19시 45분 03초(관측 후 27초)
 - 지진통보 : 19시 49분 발표

- 1) 진도 VI : 많은 사람들이 놀라서 밖으로 나가거나 무거운 가구가 움직이기도 함
 진도 V : 거의 모든 사람들이 지진동을 느끼며 그릇이나 물건이 깨지기도 함
 진도 IV : 건물 실내에 서 있는 많은 사람들이 느낌
 진도 III : 건물 실내에서 현저히 느끼며, 건물 위층에 있는 소수의 사람만이 느낌

□ 이번 지진으로 남한 전역에서 지진이 감지되었으며, 1978년부터 기상청의 계기지진관측 이래 역대 가장 큰 규모의 지진임(이전 최대 규모 5.3 평북지역 지진, 1980년 1월 8일).

□ 피해현황(05시 00분 기준 / 국민안전처 집계)

○ 인명피해: 경상 6명(경북 3, 대구 2, 전남 1)

○ 재산피해: 103건

- 울산 LNG 복합화력발전소 4호기(00:23, 복구완료 재가동)
울주 변전소 변압기 1대 정지(21:21, 복구완료)(부산) 복도 균열 등 3건
(대구) 베란다 균열 등 6건, (대전) 주택 유리창 파손,
(울산) 건물 유리파손 등 26건, (경기) 건물 유리 파손
(강원) 건물 크랙 등 2건, (전북) 건물 크랙 등 3건
(전남) 건물 크랙 등 3건, (경북) 아파트 천정 내장재 탈락 등 47건,
(경남) LG전자 물류센터 수도배관 파열 등 11건
- 유감신고 : 총 51,620건(9월 13일 00:00 기준)

※ 철도(KTX), 원전, 지하철, 댐·저수지 피해사항 없음

□ 13일 06시 현재 179회의 여진이 발생하였으며, 여진은 계속되고 있음

규모	$2.0 \leq M_L < 3.0$	$3.0 \leq M_L < 4.0$	$4.0 \leq M_L < 5.0$	총계
횟수	166	12	1	179

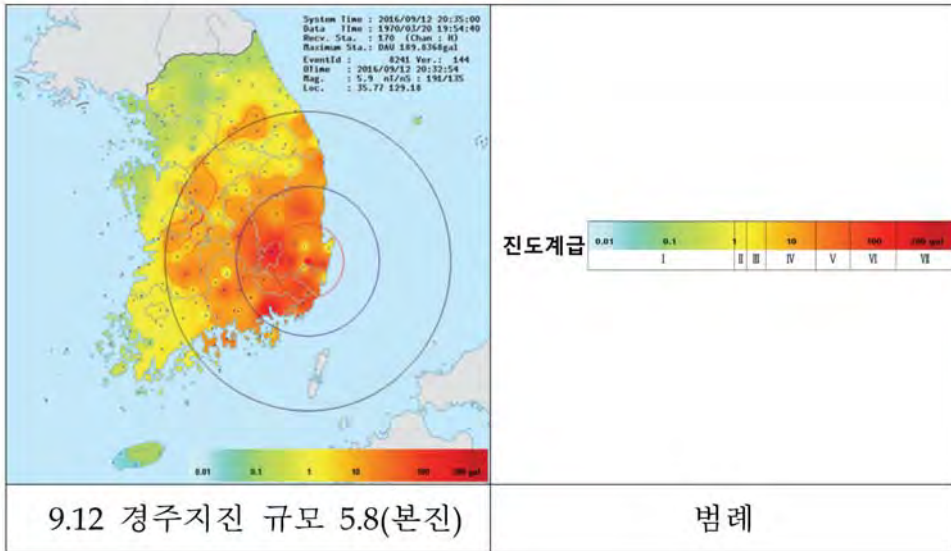
지진 규모에 따른 에너지 차이

○ 규모 1.0 대비 각 규모에 따른 에너지 차이

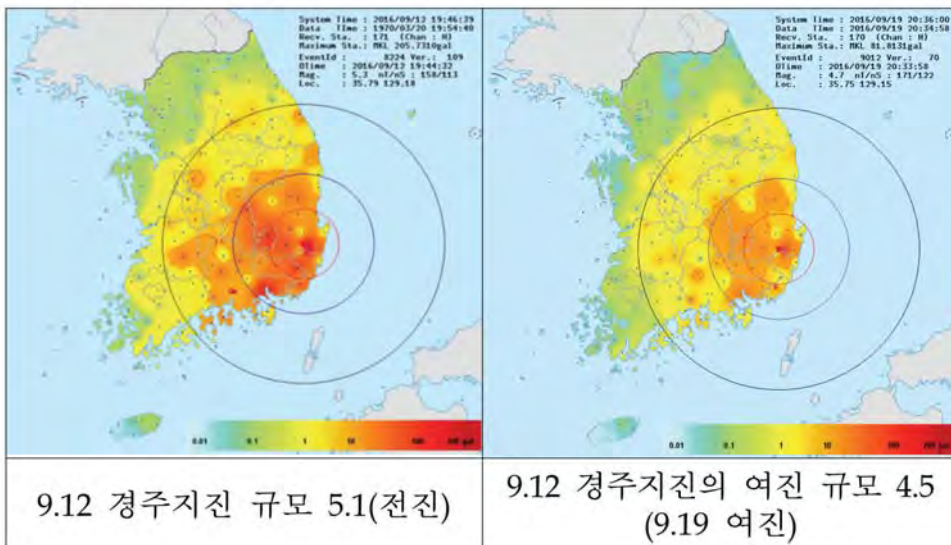
규모	규모차이	에너지차이 (배)	규모	규모차이	에너지차이 (배)
1.1	0.1	1.4	3.6	2.6	7,943.3
1.2	0.2	2.0	3.7	2.7	11,220.2
1.3	0.3	2.8	3.8	2.8	15,848.9
1.4	0.4	4.0	3.9	2.9	22,387.2
1.5	0.5	5.6	4.0	3.0	31,622.8
1.6	0.6	7.9	4.1	3.1	44,668.4
1.7	0.7	11.2	4.2	3.2	63,095.7
1.8	0.8	15.8	4.3	3.3	89,125.1
1.9	0.9	22.4	4.4	3.4	125,892.5
2.0	1.0	31.6	4.5	3.5	177,827.9
2.1	1.1	44.7	4.6	3.6	251,188.6
2.2	1.2	63.1	4.7	3.7	354,813.4
2.3	1.3	89.1	4.8	3.8	501,187.2
2.4	1.4	125.9	4.9	3.9	707,945.8
2.5	1.5	177.8	5.0	4.0	1,000,000.0
2.6	1.6	251.2	5.1	4.1	1,412,537.5
2.7	1.7	354.8	5.2	4.2	1,995,262.3
2.8	1.8	501.2	5.3	4.3	2,818,382.9
2.9	1.9	707.9	5.4	4.4	3,981,071.7
3.0	2.0	1,000.0	5.5	4.5	5,623,413.3
3.1	2.1	1,412.5	5.6	4.6	7,943,282.3
3.2	2.2	1,995.3	5.7	4.7	11,220,184.5
3.3	2.3	2,818.4	5.8	4.8	15,848,931.9
3.4	2.4	3,981.1	5.9	4.9	22,387,211.4
3.5	2.5	5,623.4	6.0	5.0	31,622,776.6

계기진도 분포도 (지진가속도계값 이용)

○ (본진)



○ (전진 및 여진)



규모와 수정 메르칼리 진도(MMI) / 일본기상청(JMA)진도

규모	최대속도 (V=cm/sec)	진도 값 과 설명	최대가속도 (%g= 9.81cm/sec ²)	진도 (JMA)
1.0~2.9	V < 0.07	I. 사람들은 느낄 수 없지만 지진계에 기록된다.	%g < 0.1	0 무감
3.0~3.9	0.07 ≤ V ≤ 0.22	II. 소수의 사람들, 특히 건물의 윗층에 있는 소수의 사람들에게 의해서만 느낀다. 매달린 물체가 약하게 흔들린다.	0.1 ≤ %g ≤ 0.3	I 미진 옥내 일부 사람 약한 흔들림 감지
	0.22 < V ≤ 0.65	III. 실내에서 현저하게 느끼게 되는데, 특히 건물의 윗층에 있는 사람에게 더욱 그렇다. 그러나 많은 사람들이 지진이라고 인식하지 못한다. 정지하고 있는 차는 약간 흔들린다. 트럭이 지나가는 것과 같은 진동이 있고, 지속시간이 산출된다.	0.3 < %g ≤ 0.5	
4.0~4.9	0.4 < V ≤ 1.9	IV. 낮에는 실내에 서 있는 많은 사람들이 느낄 수 있으나, 실외에서는 거의 느낄 수 없다. 밤에는 일부 사람들이 잠을 깬다. 그릇, 창문, 문 등이 소리를 내며, 벽이 갈라지는 소리를 낸다. 대형 트럭이 벽을 받는 느낌을 준다. 정지하고 있는 자동차가 뚜렷하게 움직인다.	0.5 < %g ≤ 2.4	II 경진 옥내 대부분 사람 느낌, 지는 사람 일부 깨
	1.9 < V ≤ 5.8	V. 거의 모든 사람들이 지진동을 느낀다. 많은 사람들이 잠을 깬다. 그릇, 창문 등이 깨어지기도 하며, 어떤 곳에서는 최반쪽에 금이 간다. 불안정한 물체는 넘어 진다. 나무, 전선주등 높은 물체가 심하게 흔들린다. 추시계가 멈추기도 한다.	2.4 < %g ≤ 6.7	III 약진 옥내 대부분 느낌, 공포감
5.0~5.9	5.8 < V ≤ 11.0	VI. 모든 사람들이 느낀다. 많은 사람들이 놀라서 밖으로 뛰어나간다. 무거운 가구가 움직이기도 한다. 벽의 석회가 떨어지기도 하며, 피해를 입는 골목도 일부 있다.	6.7 < %g ≤ 13.0	IV 중진 상당한 공포감, 가옥이 심하게 흔들림
	11.0 < V ≤ 22.0	VII. 모든 사람들이 밖으로 뛰어 나온다. 설계 및 건축이 잘 된 건물에서는 피해가 무시할 수 있는 정도이지만, 보통 건축물에서는 약간의 피해가 발생한다. 설계 및 건축이 잘못된 부실건축물에서는 상당한 피해가 발생한다. 골목이 무너지며 운전 중인 사람들도 지진동을 느낄 수 있다.	13.0 < %g ≤ 24.0	V 약 강진 사람 일부는 행동에 지장 느낌, 가옥흔들림 심함
6.0~6.9	22.0 < V ≤ 43.0	VIII. 특별히 설계된 구조물에는 약간의 피해가 있고, 일반 건축물에서는 부분적인 붕괴와 더불어 상당한 피해를 일으키며, 부실 건축물에서는 아주 심하게 피해를 준다. 창틀로부터 창문이 떨어져 나간다. 골목, 공장 물품더미, 기둥, 기념비, 벽들이 무너진다. 무거운 가구가 넘어진다. 모래와 진흙이 약간 분출된다. 우물물의 변화가 있다. 차량운행 하기가 어렵다.	24.0 < %g ≤ 44.0	V 강 강진 대단한 공포감, 많은 사람들이 행동에 지장
	43.0 < V ≤ 83.0	IX. 특별히 잘 설계된 구조물에도 상당한 피해를 준다. 잘 설계된 구조물의 골조가 기울어진다. 구조물에 부분적 붕괴와 함께 큰 피해를 준다. 건축물이 기초에서 벗어나는다. 지표면에 선명한 금자국이 생긴다. 지하 송수관도 파괴된다.	44.0 < %g ≤ 83.0	VI 약 열진 서있는 것이 흔란, 건물파괴 심함
7.0 이상	83.0 < V ≤ 160.0	X. 잘 지어진 목조 구조물이 부서지기도 하며, 대부분의 석조 건물과 그 구조물이 기초와 함께 무너진다. 지표면에 심하게 갈라진다. 기차 선로가 휘어진다. 강둑이나 경사면에서 산사태가 발생하며, 모래와 진흙이 이동한다. 물이 튀며, 독을 넘어 흘러내린다.	83.0 < %g ≤ 156.0	VI 강 열진 서있을수가 없고 붙잡지 않으면 뒹뚱적임
	160.0 < V	XI. 남아 있는 석조 구조물은 거의 없다. 다리가 부서지고 지표면에 심한 균열이 생긴다. 지하 송수관이 완전히 파괴된다. 지표면에 침하하며, 연약 지반에서는 땅이 꺼지고 지면이 어긋난다. 기차선로가 심하게 휘어진다.	156.0 < %g	VII 격진 지표에 단층이 생기며 산사태등 대규모 파괴, 흔들림으로 의지대로 행동못함
		XII. 전면적인 피해 발생, 지표면에 파동이 보인다, 시야와 수평면이 뒤물린다. 물체가 공중으로 튀어 나간다.		



국민행복

영향예보로의 전환을 통한 기상재해 리스크 경감

보도자료 Press Release



배포일시	2016. 9. 22.(목) 18:30 (총 1매)	보도시점	즉 시
담당부서	지진화산관리관실 지진화산감시과	담당자	과장 유용규 전화번호 02-2181-0782

[해명자료]

9.12 지진 진앙지 정밀분석 결과 발표(2016. 9. 22.) 관련 일부 언론의 아래 보도 등에 다음과 같이 해명합니다.

- '한반도 최대 지진 발생한 진앙지 잘못 파악한 기상청'
- '지진 위치 거꾸로 분석한 기상청'... 등

- 기상청은 22일, 9.12 지진 후속 경과 중간 브리핑을 통해, 경주 지역의 전진, 본진, 여진자료를 정밀분석한 결과를 발표하였음.
- 조기경보의 대상이 되는 규모 5.0 이상의 지진은 국민안전을 위해 신속한 상황 전파가 무엇보다 중요함.
 - 기상청은 9.12 발생한 전진을 27초, 본진은 26초 만에 조기경보를 시행한 바 있음.
 - 이는 최초 지진 관측 후, 신속성을 최우선으로 대응한 결과임.
 - 진앙지 등에 대한 정확성을 높이기 위해서는 최소 수분의 추가 분석 시간이 필요하며, 이 경우 통보 시간이 늦어질 수밖에 없음.
- 일본, 미국, 대만 등에서도 조기경보가 필요한 지진에 대해서는 오차 발생 가능성 보다는 신속성을 우선하고 있음
 - 큰 규모의 지진에 대한 정확한 분석은 사후에 진행하며, 이 경우 최초 통보와는 다소 오차가 나타나는 것이 통상적임
 - ※ 위 국가들도 1차 지진정보 발표 후, 추후 정밀분석 자료로 수정하는 절차를 거침
- 일정 규모 이상 지진의 신속한 통보를 위해서는 위 내용에 대한 포괄적 이해가 반드시 필요.

하늘을 친구처럼, 국민을 하늘처럼

보도자료



대한민국정부



정부 3.0

배포일시	2016.11.21.(월) 09:00	보도시점	2016.11.21.(월) 11:00 이후
담당과장	국민안전처 자연재난대응과장 임재웅 기상청 지진화산정책과장(직무대리) 김병춘	연락처	044-205-5230/010-9077-8073 02-2181-0767/010-2485-0365
담당	국민안전처 강민서 시설사무관 기상청 황의홍 기상연구관	연락처	044-205-5240/010-6299-2420 02-2181-0763/010-6766-5291
쪽수/붙임	3쪽 /있음	대변인실	044-205-1223/010-9178-9857

지진·지진해일 앞으로 기상청에서 직접 국민에게 알린다

□ 국민안전처(장관 박인용)와 기상청(청장 고유화)은 11월 21일부터 지진 발생 시 긴급재난문자방송(CBS*)을 기상청에서 발송한다고 밝혔다.

※ CBS(Cell Broadcast Service) : 긴급재난문자방송 서비스

- 9.12일 경주시에 규모 5.8 지진 발생 시 기상청에서 국민안전처로 지진정보를 통보하고 진도분석을 거쳐 재난문자를 송출하면서 발송 시간이 지연됨에 따라 지진정보의 전달체계 개선 필요성이 대두되었다.
- 이에, 양 기관은 지진관련 발생상황을 국민에게 신속하게 알리기 위한 방안을 강구하기 위해 4차례에 걸친 지진관련 긴급재난문자 업무의 기상청 이관 추진을 위한 관련회의를 개최하여 의견을 조정하였다.

- 그 결과, 11.21일 국민안전처와 기상청은 『지진 관련 긴급재난문자 방송(CBS) 협력에 관한 업무협정』을 체결하여 최초 관측기관인 기상청에서 직접 긴급재난문자를 국민들에게 신속하게 송출될 수 있도록 하였다.

* 이 협정서는 11.21일 협정 체결 이후부터 효력이 발생하게 됨

□ 협정체결에 따라 기상청에서는 11월 21일부터

- 규모 3.0 이상 ~ 5.0 미만의 지진 발생 시 5분 이내에 광역시와 도 단위 까지 긴급재난문자를 통해 전파하고, 대규모의 피해가 발생할 수 있는 규모 5.0 이상의 지진은 기상청의 「지진조기경보시스템」을 통해 50초 이내(17년 7~25초 내외)에 전국에 발송하게 된다.
- 또한, 지진해일의 경우 2017년 상반기에 28개 특보 발표구역을 52개 구역으로 세분화하고, 연계모듈 개발과 테스트를 거쳐 개선·운영할 계획이다.
- 아울러 기상청은 2017년 하반기 중에 『지진 및 지진해일에 대한 전용 시스템』을 구축하여 지진 및 지진해일에 대한 모든 정보를 국민들에게 직접 알릴 수 있게 된다.

□ 국민안전처에서는 긴급재난문자 수신을 못받는 3G폰과 일부 4G폰* 이용자에 대하여

- 『안전디딤돌』 앱을 국민들이 휴대폰 기종에 따라 ‘플레이스토어’나 ‘앱스토어’에서 무료로 다운받아 지진을 포함한 각종 재난정보와 국민행동요령 등을 받아 볼 수 있도록 지속 홍보할 계획이다.

* 2013년 이전 생산된 4G폰

□ 한편, 양 기관은 기상청으로의 업무 이관에 따른 법적 근거 마련을 위하여



- 지진관련 긴급재난문자 발송권한을 기상청이 갖도록 「재난 및 안전관리 기본법」, 「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률」 과 「재난 문자방송 기준 및 운영규정」을 개정 추진 중에 있으며
- 이러한 관련 규정이 개정·시행되기 전까지 양 기관의 업무 협정서에 따라 지진관련 긴급재난문자의 효율적 운영을 위하여 상호 긴밀히 협력할 계획이다.

□ 국민안전처 김희겸 재난관리실장과 기상청 남재철 차장은


- “예측이 어려운 지진 발생에 따른 국민 불안을 최소화할 수 있도록 양 기관이 협력하여 재난상황을 실시간 전파하고 방송사 등과 연계하여 국민행동요령을 적극 홍보하겠다” 고 말하면서,
- “긴급재난문자 수신을 못받는 3G폰과 일부 4G폰 사용자는 「안전 디딤돌」 앱을 활용해 줄 것”을 요청했다.

□ 붙임 : 1. 안전디딤돌 앱 활용법

2. 지진 관련 긴급재난문자방송(CBS) 협력에 관한 업무협정서

 	<p>이 자료에 대하여 더욱 자세한 내용을 원하시면 국민안전처 자연재난대응과 강민서사무관(☎ 044-205-5240) 또는 기상청 지진화산정책과 황의홍연구관(☎ 02-2181-0763)에게 연락주시기 바랍니다.</p>
---	---

안전디딤돌 앱 활용법

- (안전디딤돌 '앱' ) 재난문자, 태풍, 홍수, 재난뉴스 등 다양한 재난정보와 위급상황 시 국민행동요령, 병원, 약국 등 재난안전정보 제공
- (설치·이용방법) Play 스토어(안드로이드폰)나 APP Store(아이폰)에서 '안전디딤돌' 검색 후 설치하면 무료로 다운받을 수 있음
 - 앱 설치 후, 우측 하단의 환경설정을 통해 사용자가 수신 지역, 수신 알림방법(진동/소리) 선택하면 재난문자 수신 가능
- * (환경설정 메뉴설명) 수신알림설정(수신여부 결정), 수신기지국 위치로 설정(위치정보로 현 위치한 지역별로 재난정보 수신), 수신지역 설정(원하는 지역에 대한 재난정보 수신), 수신알림(진동/소리 선택)

		
<p>① Play 스토어에서 안전디딤돌 검색 및 다운</p>	<p>② 앱 실행 후 메인화면 우측 하단에 환경설정 선택</p>	<p>③ 사용자가 원하는 환경설정 (수신지역, 수신음 등 설정)</p>

지진 관련 긴급재난문자방송(CBS) 협력에 관한 업무협정서

지진관련 긴급재난문자방송(CBS) 협력에 관한 업무협정서

국민안전처와 기상청은 지진관련 긴급재난문자방송(CBS) 업무가 원활히 운영될 수 있도록 기술적·행정적으로 적극 협력할 것을 아래와 같이 협정한다.

1. 2016년 11월 21일부터 지진 발생 시 기상청 「지진조기경보시스템」 및 「원스톱지진통보시스템」 과 국민안전처 「긴급재난문자시스템」 을 연동하여 기상청에서 직접 지진관련 긴급재난문자방송을 송출한다.
2. 지진해일에 대한 긴급재난문자방송은 기상청에서 지진해일 예·경보체계 개선 후 연계 모듈 개발과 테스트를 거쳐 2017년 빠른 시일내에 송출한다.
3. 기상청이 「지진·지진해일 전용 긴급재난문자시스템」 을 구축한 후에는 국민안전처의 「긴급재난문자시스템」 과의 연계 없이 바로 기상청에서 긴급재난문자를 송출한다.
4. 지진관련 긴급재난문자의 효율적 운영을 위하여 국민안전처와 기상청은 상호 긴밀히 협력하고, 국민안전처는 기상청의 「지진·지진해일 전용 긴급재난문자시스템」 구축을 위해 기술적인 사항 등을 적극 협력한다.
5. 본 업무협정서는 관계법령 또는 「재난문자방송 기준 및 운영규정」 이 개정·시행되기 전까지 효력이 발생된다.

2016년 11월 21일



국민안전처
재난관리실장
김희겸




기상청
차장
남재철



정부 3.0

정부 3.0

 행정자치부	<h2>보도자료</h2>	담당자 및 연락처	조직기획과장 김정기 02-2100-4410 서기관 전인철 02-2100-4427
	<p>2016년 11월 29일(화) 조간 (11. 28. 12:00 이후)부터 보도될 수 있도록 협조 부탁드립니다.</p>		자치제도과장 한순기 02-2100-3810 서기관 조아라 02-2100-3805

범정부 지진 대응역량 대폭 강화한다

- 활성화단층 조사, 조기경보, 내진대책 등 전담인력 102명 보강 -

- 정부는 지진재해를 효율적으로 대응하기 위해 '범정부 지진 대응 업무수행 역량'을 대폭 강화할 계획이다.
- 행정자치부(장관 홍윤식)가 지난 9월 말부터 지진 관련 중앙부처와 지방자치단체의 업무실태 분석 및 전문가 의견을 통해 지진 업무 수행체계 전반을 점검한 결과,
 - 그 동안 재난관리 체계가 풍수해 등 자연재난과 사회재난 위주로 설계되어 있어, ① 지진정보 대국민 전파 지연 ② 공공·민간시설 내진대책 부진 ③ 지진 활성화단층 조사·연구 부족 ④ 지진 대비 교육·홍보 미흡 등으로 대규모 지진 발생시 신속하고 효과적인 대응에 한계가 나타났다.
- 이에 따라, 정부는 향후 지진 발생시 신속한 대응·복구 뿐만 아니라 지질조사, 내진대책 등 지진 대비·예방 기능을 강화하기 위해 관련 부처 및 자치단체의 조직과 인력을 대폭 보강할 방침이다.

□ 우선, 중앙행정기관은 국민안전처와 기상청의 지진 방재 및 관측·경보 총괄 및 연구 기능을 대폭 강화하고, 국토부 등 관계부처에는 내진대책 등 전문인력을 보강할 계획이다. (17개 부처 4과·연구실 1팀 45명 증원)

○ 국민안전처는 지진방재 컨트롤타워로서의 역할 수행을 위해 재난관리실에 '지진방재관리과' 및 국립재난안전연구원에 '지진대책연구실'을 신설하고, 전문인력 12명을 증원한다. (+1과 +1연구실, +12명)

- 현 '지진방재과'(9명)는 정책·예방과 대응 기능이 혼재되어 지진 발생시 신속·효율적 대응이 곤란하다는 지적에 따라 지진종합대책, 활성단층 조사 등을 총괄하는 '지진방재정책과'와 상황관리, 교육·훈련, 피해 시설물 위험도 평가 등 지진 대응업무를 전담하는 '지진방재관리과'로 분리, 확대 개편된다. (+1과 +6명)

※ 특히, 기상청·지질자원연구원 등 관계기관과 협력하여 활성단층 조사연구를 본격적으로 추진할 수 있도록 지진방재정책과에 '활성단층 조사 전담팀' 운영 예정

- 또한, 국립재난안전연구원에 '지진대책연구실'을 신설하여 지진피해 예측, 시설물 취약도 및 내진성능 평가, 지진가속도 계측자료 분석 등 지진방재 연구 기능을 강화할 예정이다. (+1연구실 +6명)

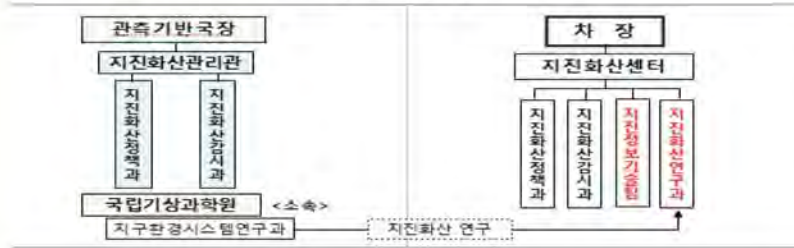
○ 기상청은 지진 관측·경보 총괄 및 연구 기능을 강화하기 위해 현 관측 기반국장 밑의 지진화산관리관을 차장 직속의 '지진화산센터'로 독립, 확대 개편하고, 기상지진 전문인력 7명을 증원한다. (+1과 +1팀 +7명)

- 개편되는 '지진화산센터'에 안전처에서 이관되는 긴급재난문자(CBS) 서비스 업무 및 지진 관측망, 조기경보시스템 구축 업무를 전담하는 '기진정보기술팀'을 신설하고,

- 대규모 지진·지진해일 발생을 사전에 예측·대비하도록 지진발생환경 해석분야 연구 강화를 위해 '지진화산연구과'를 신설하게 된다.

- 또한, 9개 지방기상관서에 '지진정보관' 각 1명씩을 배치하여 지자체, 주민 등에게 지진정보 제공, 교육, 컨설팅 등을 수행할 예정이다. (재배치)

< 기상청 개편안 >



- **원자력안전위원회**도 '원자력안전과'에 원전 내진성능 및 영향평가 강화 전문인력 2명, 4개 지역사무소에 원전 현장 안전성 확인을 위한 전담 인력을 각 1명씩 보강한다. (+6명)
- **문화재청**에는 지난 경주 문화재 피해를 계기로 국립문화재연구소에 문화재 안전점검·진단 및 재해예방기술 연구를 전담하는 '안전방재 연구실'을 설치·운영하게 된다. (+1연구실 +4명)
- **13개 관련부처**(교육부·미래부·산업부·국토부 등)에는 소관 시설물에 대한 내진대책, 안전점검 등 강화를 위해 부처별로 지진 전문인력 각 1~2명씩 총 16명을 보강할 예정이다. (+16명)

□ **지방자치단체**도 지역 단위 현장까지 아우르는 범국가적 지진 대비·대응체계가 정립되도록 16개 시도 및 24개 시·군·구에 지진 전문인력 57명을 확충할 계획이다.

- 시도에는 재난안전실·국과 연계하여 지진 재난 대응·복구 기능을 보장하는 한편, 소관 공공시설물 안전관리·점검 기능 강화를 위해 각 1명씩 증원(+16명)하고,

- 24개 시·군·구에도 지난 9.12 지진 피해지역의 수습·복구, 원전 인근 지역의 안전관리 강화를 위해 각 1명씩(+24명) 전담인력을 보강한다.
- 특히, 원전 소재 4개 시·군(경주·기장·울주·울진)의 경우에는 원전 방재 및 안전관리 전담부서(課)를 설치·운영하도록 각 4~5명씩(+17명) 전문인력을 추가 지원하기로 하였다.
- 또한, 공공기관은 지진과 직접 관련이 많은 원전 등 국가중요시설 안전 관리 및 기초연구를 수행하는 기관 위주로 지진 전문가 채용이 필요하며, 관계 부처와 협조하여 전문인력을 보강해 나갈 계획이다.
 - * 한국지질자원연구원(지질조사), 원자력안전기술원(원전지역 부지·구조 안전성 조사·평가), 한국수력원자력(발전설비 내진평가), 한국시설안전공단(주요 SOC 내진보강·안전점검) 등
- 이번에 보강되는 인력은 대부분 지진 관련 전공자 및 경험자로 중앙 부처의 경우 올해 내에 해당 부처의 직제 개정을 통해 반영하고, 지자체는 '17년 기준인건비에 반영하여 내년 상반기 중 배치할 예정이다.
- 특히 이번 조직·인력 보강 계획은 현재 관계부처 합동으로 마련 중인 '범정부 지진방재 종합대책'의 일환으로 각 기관이 원활하게 수행하기 위한 선행 조치다.
- 홍윤식 행정자치부장은 “그간 우리나라는 비교적 지진 안전지대라는 인식 때문에 지진 대비에 미흡한 측면이 있었다.”라며,
 - “이번 범정부적 지진대응 수행역량 강화 조치를 통해 정부가 보다 치밀하고 체계적으로 지진 발생에 대비함으로써, 지진으로부터 국민의 생명과 재산피해를 줄이고 국민의 불안감을 해소하는 데 크게 기여할 것”으로 내다봤다.

기관별 지진 대응 인력 보강 내역

□ 중앙행정기관 : 17개 부처 4과 1팀 신설 및 45명 증원

국민안전처	<ul style="list-style-type: none"> · 지진방재과(9) → 지진방재정책과(7) + 지진방재관리과(8) · 정책·예방과 대응기능 분리 / 활성단층 조사, 내진대책 등 강화 · 국립재난안전연구원에 '지진대책연구실' 신설(+6명) · 지진피해예측, 내진성능 평가 등 지진방재연구 강화 	+1과 +1연구실 +12명
기 상 청	<ul style="list-style-type: none"> · 관측정보의 신속한 전파를 위해 관측기반국장 밑의 '지진화산관리관(2과) → 차장 직속 '지진화산센터(3과 1팀)로 개편 - 관측·경보기술 연구 강화를 위해 '지진화산연구과' 신설 - 관측망, 조기경보시스템 구축을 위해 '지진기술정보팀' 신설 	+1과 +1팀 +7명
원자력안전위	<ul style="list-style-type: none"> · '원자력안전과'에 원전 내진성능 및 영향평가 인력 보강(+2명) · 4개 지역사무소(고리·월성·한빛·한울) 원전 현장 안전성 확인 전담인력 보강(+4명) 	+6명
문 화 재 청	<ul style="list-style-type: none"> · 국립문화재연구소에 문화재 '안전방재연구실' 신설 	+1연구실 +4명
관 계 부 처	<ul style="list-style-type: none"> · 교육부·미래부·국토부 등 13개 부처의 소관 시설물에 대한 내진대책, 안전점검 등 전담인력 각 1~2명씩 보강 	+16명

□ 지방자치단체 : 16개 시도 및 24개 시·군·구에 57명 증원

시·도	<ul style="list-style-type: none"> · 소관 공공시설물 내진대책 및 안전점검 강화를 위해 16개 시도별(제주도 제외) 각 1명씩 전문인력 보강 	+16명
시·군·구	<ul style="list-style-type: none"> · (지진·원전지역) 피해 수습·복구를 위해 24개 시군구 각 1명 · (원전소재지 전담課 설치 지원) 기장·울주·울진·경주 등 4개 시·군에 각 4~5명씩(+17명) 보강 	+41명

□ 공공기관 : 지진과 직접 관련된 공공기관 전문가 보강

한국지질자원연구원	<ul style="list-style-type: none"> · 통합관측망 확충 및 지질 등 지진공학 연구 강화
원자력안전기술원	<ul style="list-style-type: none"> · 원전 4개 지역별 부지·구조 내진안전성 평가·조치 수행
한국수력원자력(주)	<ul style="list-style-type: none"> · 원자력·수력 등 발전 설비·시설물 내진성능 전면 재평가
한국시설안전공단	<ul style="list-style-type: none"> · 주요 SOC(교량·댐 등) 시설물 내진보강·안전점검 강화

주요 기능별 인력 보강 내역 (중앙부처·자치단체)

기능 별	주요 내용	인력	
합 계		102명	
중앙부처	소계	45명	
	활성단층 등 지질 조사·연구	<ul style="list-style-type: none"> • (안전처) 활성단층 조사 전담팀 설치·운영(+2명) • 지질자원연구원·기상청 등 관계기관 협업 조사 추진 • (기상청) 지각구조·지진발생 원인 조사 등(+2명) 	4명
	시설물 내진설계·보강	<ul style="list-style-type: none"> • (안전처·재난안전연구원) 내진대책 정책·연구(+3명) • (문화재청) 문화재연구소 문화재 안전성평가 기준 연구(+2명) • (관계부처) 국토부 등 13개부처 소관 시설물 내진보강(+16명) 	21명
	관측기술 및 조기경보체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> • (기상청) 지진정보기술팀 및 관측기술 연구 강화(+5명) • (안전처) 재난안전연구원 지진가속도계측자료 조사 분석(+2명) 	7명
	지진피해 대응 및 복구	<ul style="list-style-type: none"> • (안전처·재난안전연구원) 지진발생 상황대응, 교육훈련 및 지진피해예측, 취약도 평가·연구(+5명) • (문화재청) 문화재연구소 문화재 재해예방기술 연구(+2명) 	7명
	원전 부지·시설물 안전관리	<ul style="list-style-type: none"> • (원안위) 원전 안전성 평가 및 4개 지역사무소 원전 현장 안전점검(+6명) 	6명
	지방자치단체 지진방재 강화	<ul style="list-style-type: none"> • (시도) 16개 시도 소관 시설물 내진대책 및 안전관리(+16명) • (시군구) 9.12 지진피해 복구 및 원전지역 방재 및 안전관리 강화(24개 시군구 +41명) 	57명

9.12 지진 대응 보고서

발행일 : 2017년 8월

발행처 : 기상청

발행인 : 남재철

원고 : 전영수 / 박은희 / 이덕기

인쇄처 : (사)한국시각장애인연합회 인쇄사업단

등록번호 : 11-1360000-001416-01
