

기상청과 ISC의 지진자료 비교 (1978 ~ 1998)
Comparison of earthquake parameters between
KMA and ISC (1978 ~ 1998)

전명순* 박윤경*
Jun, Myung-Soon Park, Yun-Kyung

ABSTRACT

We compare with earthquake parameters of KMA(Korea Meteorological Administration) and ISC(International Seismological Centre) to understand characteristics of earthquake using 30 earthquakes data acquired from 1978 to 1998 in Korea. We calculate difference of KMA between ISC epicentral distance and analyze for magnitude and year. Difference of epicentral distance decreases according to increase of magnitude and have no concern with year. That is the lowest in case of earthquake occurring in land of south Korea. We estimate relation formula for magnitude of KMA and ISC. The result can be expressed in KMA(M_L) and ISC(m_b) as $M_L^{KMA} = 0.70 * m_b^{ISC} + 1.03$ and in KMA(M_L) and ISC(M_L) as $M_L^{KMA} = 0.47 * M_L^{ISC} + 1.37$

1. 서론

한반도 주변에서 발생하는 지진들은 판내지진(intra-plate earthquakes)의 특성에 의하여 지진발생시간, 공간적인 분포가 매우 산만하며, 비교적 지진의 규모도 작다. 한반도에서의 계기지진자료는 1978년 이후 기상청의 지진자료와 1994년 이후 한국지질자원연구원의 지진자료가 있다. 현재까지 한반도에서는 지역규모식이 설정되지 않았으며, 각 지진의 지역규모값이 발표기관에 따라서 차이가 난다. 기상청에서 공식적으로 발표하는 각 지진의 규모는 지진기록의 지속시간 의존하는 지속규모로 결정한다(김우규 외, 1998). 한국자원연구소는 관측망을 통해 획득한 자료의 단주기 속도기록 중 수직성분만을 이용한 경험식을 통해 지역규모가 결정된다. 본 연구에서는 1978년부터 1998년까지 한반도 주변에서 발생한 지진에 대하여 기상청의 지진자료와 ISC (International Seismological Centre)지진자료를

* 한국지질자원연구원 지진연구센터

이용하여 두 지진자료의 진앙의 차이를 규모, 연대, 지역별로 비교 분석하였으며, 규모에 대한 관계식을 계산하였다.

2. 지진 자료

1978년부터 1998년까지 한반도 주변에서 발생한 기상청 지진자료(기상청(2001))와 ISC 지진자료를 이용하였다. 그림 1(a)에는 총 377개의 기상청 지진자료의 진앙 분포를 나타내고 있으며, 규모(M_L) 범위는 1.9 ~ 5.3 이다(그림 1(b)). 기상청의 지진관측소는 1977. 4 ~ 1980. 8에는 서울, 광주 두 곳이었으며, 1980. 9 ~ 1991. 12에는 서울, 광주, 부산, 강릉, 서산, 추풍령에, 1992. 1 ~ 1992. 10에는 서울, 광주, 부산, 강릉, 서산, 춘천, 대전, 울진, 대구, 제주(고산)에 총 10개의 지진관측소를 운영하였고, 1998. 2월까지 철원, 울릉도 관측소를 추가로 설치 운영하고 있다. 이처럼 1978년 이후 지진관측소의 증가에 의하여 1978 ~ 1980년에는 43개, 1980년대에는 136개, 1998년까지는 198개로 지진자료의 수가 증가하였으며, 규모 5이상의 지진은 1978 ~ 1980년에 2번 발생하였다. 특히 규모 1 ~ 2지진은 1990년대에만 7차례였으며, 규모 2 ~ 3 지진은 1980년대 이전에는 21개, 1980년대에는 69개, 1990년대에는 137개로 소규모의 지진 발생수도 증가하였다.

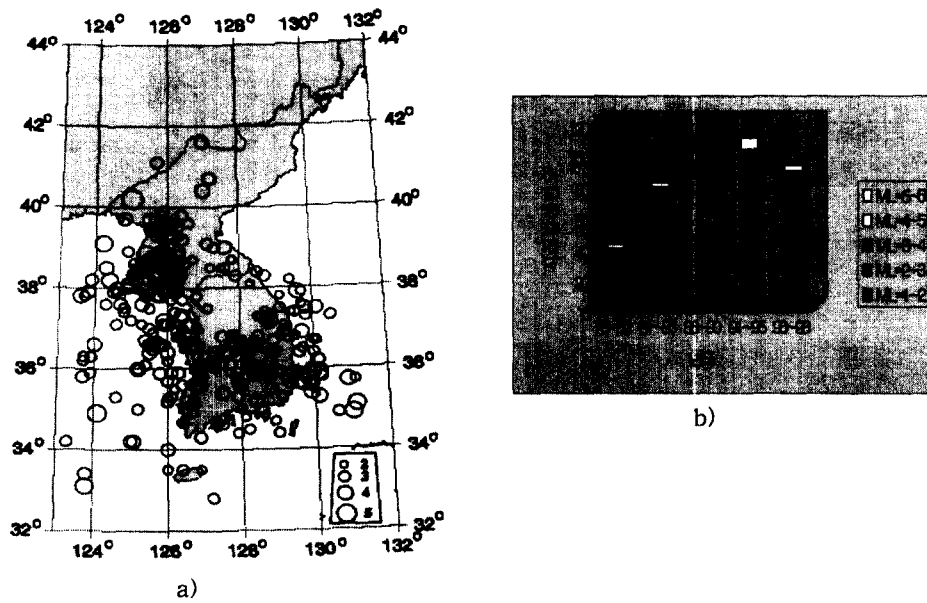
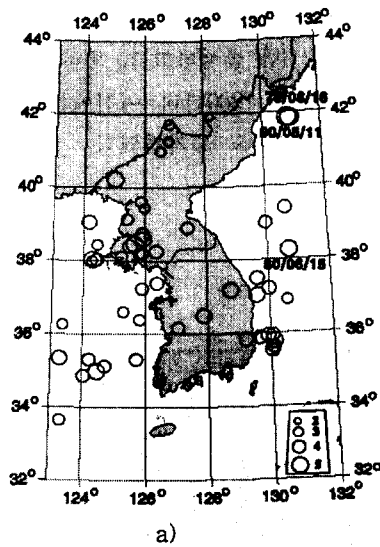


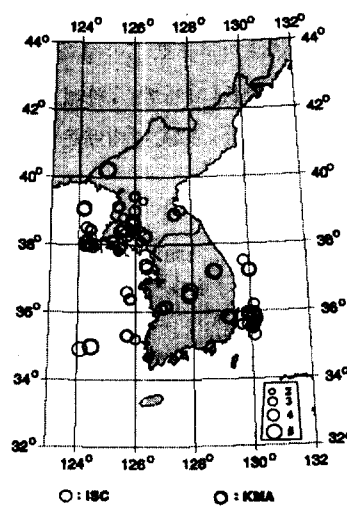
그림 1. a) 1978 ~ 1998년에 발생한 기상청지진자료의 진앙 분포
b) 지진발생연도에 대한 지진발생빈도와 규모의 분포

그림 2(a)에는 총 55개의 ISC 지진자료의 진앙분포가 나타나 있다. 규모(m_b , M_L)범위는 2.5 ~ 5.8 범위이며(그림 2(b)), 1978 ~ 1980년까지는 5개, 1980년대에는 15개, 1998년까지 35개의 지진이 발생하였으며, 규모 5이상의 지진이 6개 발생하였고, 규모 2 ~ 3의 지진은 1990년대에 4개 발생하였다. 기상청과 ISC의 지진자료 중 총 30개의 동일지진을 선별하였다(표 1참조).

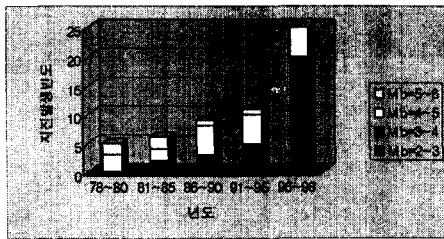
그림 3(a)에는 선별된 동일지진자료의 진앙 분포가 나타나 있으며, 그림 3(b)에는 동일지진자료의 ISC 지진자료의 규모에 대한 분포를 나타낸 것이다. 규모 3 ~ 4사이는 12개, 규모 4 ~ 5사이는 15개, 규모 5이상이 3개 발생하였다. ISC 지진자료의 규모 5 ~ 6사이의 3개의 지진이 동일지진자료에 포함되지 않음을 알 수 있었다. 1978. 8. 16(m_b , 5.8), 1980. 9. 20(m_b 5.1), 1990. 5. 11(m_b 5.7)에 발생한 지진으로 이들 지진의 발생범위는 $38^\circ \sim 42^\circ N$, $130^\circ \sim 132^\circ E$ 이다(그림 2(a)참조). 또한 해당지역에서 발생한 지진이 기상청 지진자료에는 포함되어 있지 않음을 알 수 있었다.



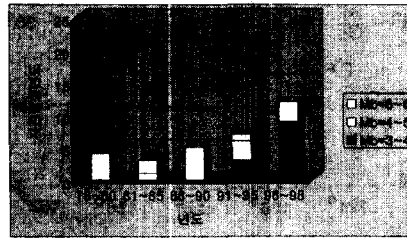
a)



a)



b)



b)

그림 2. a) 1978 ~ 1998년에 발생한 ISC 지진자료의 진앙 분포
b) 지진발생연도에 대한 지진 발생빈도와 규모의 분포

그림 3. a) 기상청과 ISC 지진자료의 동일지진자료 진앙 분포
b) 지진발생연도에 대한 지진 발생빈도와 규모의 분포

표 1. 자료분석에 이용된 지진의 발생시간, 진앙위치 및 규모

No		Date	Time	Lat	Lon	Mag	
1	ISC	78-8-29	17:29:45	39.0478	124.1831	4.4	mb
	KMA	78-8-29	17:29:43	39.1000	124.2000	4.5	ML
2	ISC	78-9-15	17:07:06	36.4941	127.8759	4.5	mb
	KMA	78-9-15	17:07:06	36.6000	127.9000	5.2	ML
3	ISC	80-1-7	23:44:25	40.2194	125.0208	4.9	mb
	KMA	80-1-7	23:44:13	40.2000	125.0000	5.3	ML
4	ISC	81-4-15	2:46:58	35.7829	130.0996	5.1	mb
	KMA	81-4-15	2:47:00	35.9000	130.1000	4.8	ML
5	ISC	82-2-14	14:37:33	38.4638	125.6547	5.1	mb
	KMA	82-2-15	14:37:33	38.3000	125.7000	4.5	ML
6	ISC	82-2-28	15:28:00	37.0422	129.6010	4.8	mb
	KMA	82-2-28	15:28:40	37.2000	125.9000	4.0	ML
7	ISC	87-10-5	22:05:14	35.9452	130.0624	4.1	mb
	KMA	87-10-5	22:04:45	35.9000	129.9000	3.1	ML
8	ISC	87-10-6	14:36:35	35.9328	129.9070	4.4	mb
	KMA	87-10-6	14:36:53	36.2000	130.1000	3.5	ML
9	ISC	88-10-15	8:26:29	38.5995	125.9395	4.6	mb
	KMA	88-10-15	8:26:25	38.4000	126.2000	3.4	ML
10	ISC	89-3-13	7:03:42	38.4000	125.5000	4.2	ML
	KMA	89-3-13	7:03:42	38.2000	125.5000	3.4	ML
11	ISC	89-6-20	6:28:14	38.2500	126.3500	4.1	ML
	KMA	89-6-20	6:28:10	38.1000	126.2000	3.2	ML
12	ISC	92-12-13	11:22:35	35.5357	130.0332	4.3	mb
	KMA	92-12-13	23:22:39	35.3000	130.1000	4.0	ML
13	ISC	94-7-25	17:41:52	34.9787	124.4730	5.0	mb
	KMA	94-7-26	17:41:46	34.9000	124.1000	4.9	ML
14	ISC	95-1-13	21:43:24	38.0000	124.2700	3.1	ML
	KMA	95-1-13	21:43:25	37.9000	124.5000	3.0	ML
15	ISC	95-7-24	10:02:44	38.0329	124.2850	5.2	mb
	KMA	95-7-24	10:02:52	38.2000	124.4000	4.2	ML
16	ISC	95-8-11	18:17:46	38.0257	124.4245	3.9	mb
	KMA	95-8-11	18:17:49	38.0000	124.6000	3.6	ML

No		Date	Time	Lat	Lon	Mag	
17	ISC	95-10-6	12:07:38	37.2149	129.9845	4.3	mb
	KMA	95-10-6	12:07:33	37.5000	129.8000	3.7	ML
18	ISC	95-10-7	23:35:29	35.6222	130.0764	4.0	mb
	KMA	95-10-7	11:33:38	35.6000	129.7000	3.5	ML
19	ISC	96-5-21	8:16:04	39.1300	125.4200	3.5	ML
	KMA	96-5-21	8:15:58	38.8000	125.6000	3.1	ML
20	ISC	96-6-3	16:14:52	39.4300	125.9900	3.0	ML
	KMA	96-6-3	16:14:54	39.3000	126.3000	2.6	ML
21	ISC	96-9-14	13:38:55	38.7189	125.9260	4.1	mb
	KMA	96-9-14	15:38:59	39.0000	126.0000	3.6	ML
22	ISC	96-11-17	23:49:16	38.8893	127.4048	3.8	mb
	KMA	96-11-17	23:49:15	39.0000	127.6000	3.6	ML
23	ISC	96-12-13	4:10:17	37.1873	128.7499	4.7	mb
	KMA	96-12-13	4:10:17	37.2000	128.8000	4.5	ML
24	ISC	97-5-9	12:40:10	35.3100	125.7100	3.9	ML
	KMA	97-5-9	12:40:04	35.2000	126.0000	3.2	ML
25	ISC	97-6-25	18:50:24	35.8422	129.2017	4.3	mb
	KMA	97-6-25	18:50:22	35.8000	129.3000	4.2	ML
26	ISC	97-11-10	9:26:28	38.1100	125.2200	3.6	ML
	KMA	97-11-10	9:26:36	37.8000	125.4000	3.0	ML
27	ISC	98-1-18	16:16:10	35.5321	130.0086	3.8	mb
	KMA	98-1-18	16:16:05	35.6000	129.9000	3.9	ML
28	ISC	98-6-8	2:45:08	38.4335	124.4346	3.3	mb
	KMA	98-6-8	2:45:10	38.5000	124.3000	3.7	ML
29	ISC	98-9-3	7:52:45	36.3922	125.8172	3.5	mb
	KMA	98-9-3	7:52:48	36.6000	125.7000	3.8	ML
30	ISC	98-9-13	11:42:11	36.1660	127.0490	3.8	mb
	KMA	98-9-13	23:42:13	36.1000	126.9000	3.6	ML

3. 지진자료의 분석

기상청과 ISC 지진자료의 진앙의 거리차이를 지역별, 규모별, 발생시기별로 각각 비교 분석하였다. 동일지진에 대하여 진앙의 거리차이를 계산한 결과 약 3 ~ 40 km 정도이다. 거리차이에 대하여 10km 미만, 10 ~ 20 km, 20 ~ 30 km, 30 ~ 40 km로 나누어서 지진의 진앙 분포를 나타내었다(그림 4). 남한내륙에서 발생한 지진의 경우 거리차이가 20km 미만으로 기상청과 ISC 지진자료의 진앙의 위치가 거의 일치함을 알 수 있었고, 그 외의 지역은 규모의 영향에 의하여 거리차이가 10 ~ 40km 사이에 분포함을 알 수 있다.

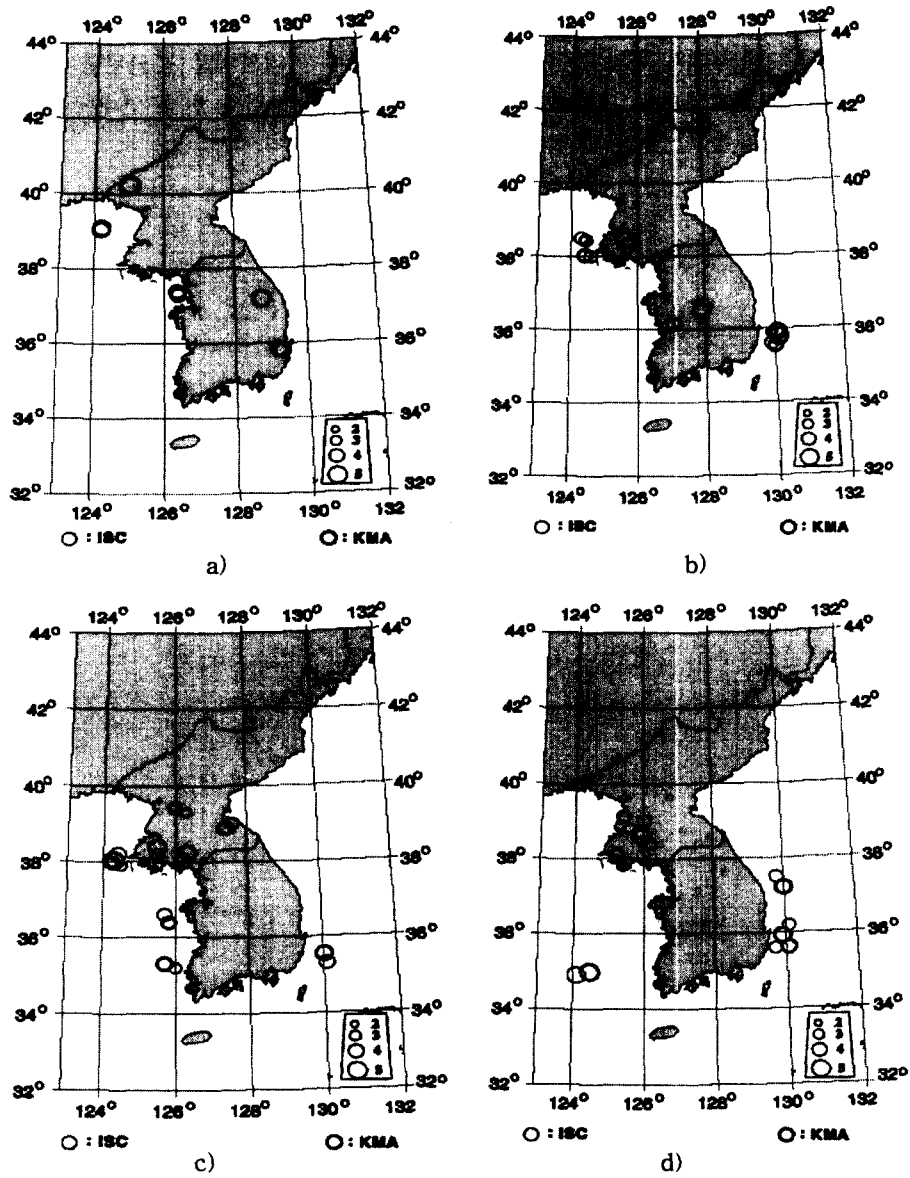


그림 4 동일지진자료의 거리차이가 a)10km 미만, b) 10 ~ 20 km 사이,
c) 20 ~ 30 km, d) 30 ~ 40 km인 경우

거리차이를 기상청 지진자료의 규모에 대하여 나타낸 결과 전체적으로 규모가 클수록 거리차이가 작아짐을 알 수 있었으며(그림 5), 1994. 7. 25에 황해지역에서 발생한 규모가

5.0인 지진은 비교적 큰 규모에 비하여 거리차가 다소 큼을 알 수 있다. 이러한 차이는 기상청과 ISC의 관측소의 위치의 영향에 의한 진앙간의 거리차이로 사료된다. 그림 6은 거리차이를 지진 발생연대에 대하여 나타낸 것으로 그 분석 결과 발생 연대에 대해서는 별다른 특성이 없음을 알 수 있었다.

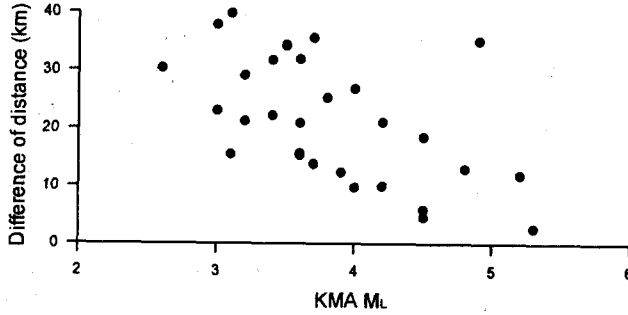


그림 5. 기상청 규모 (M_L)과 동일지진자료의 거리차이의 관계

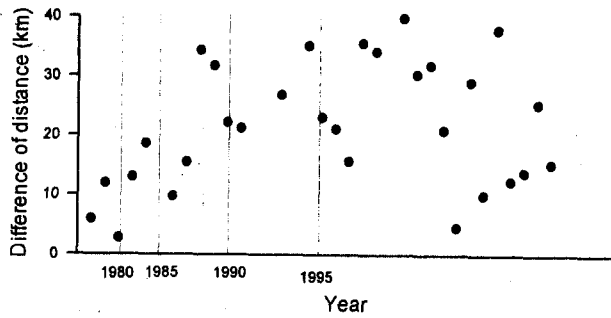


그림 6. 지진발생연도와 동일지진자료의 거리차이의 관계

그림 7은 기상청 지진자료의 규모 (M_L^{KMA})와 ISC 지진자료의 규모 (M_b^{ISC}) 관계를 나타낸 것이다. 총 24개의 지진자료를 이용하였으며, 최소자승법에 의한 선형회귀직선의 방정식을 구한 결과 $M_L^{KMA} = 0.70 * m_b^{ISC} + 1.03$ 의 결과식을 얻을 수 있었다. 그림 8은 기상청 지진자료의 규모 (M_L^{KMA})와 ISC 지진자료의 규모 (M_L^{ISC})의 관계를 나타낸 것이다. 총 7개의 지진자료를 이용하였으며, 규모 3.0 ~ 3.5 사이에서는 ISC 지진자료의 규모가 0.5 정도, 3.5 ~ 4.0 사이에서는 0.7정도 작은 값을 보인다. 실선은 최소자승법에 의한 선형회귀직선의 방정식을 구한 결과 $M_L^{KMA} = 0.47 * M_L^{ISC} + 1.37$ 의 결과식을 얻을 수 있었다.

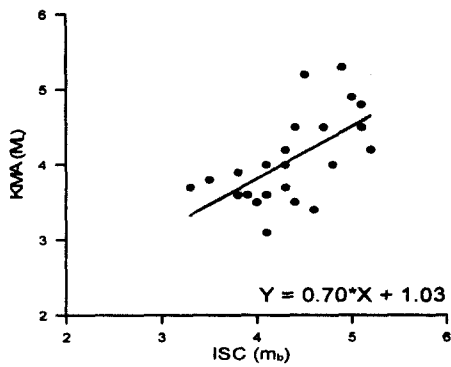


그림 7. 기상청 지진자료의 규모(M_L^{KMA})와
ISC 지진자료의 규모(M_b^{ISC}) 관계

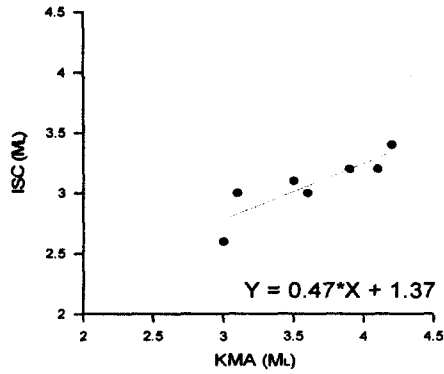


그림 8. 기상청 지진자료의 규모(M_L^{KMA})
ISC 지진자료의 규모(M_L^{ISC})의 관계

4. 결과 및 토의

한반도에서 일어난 지진의 특성을 이해하기 위해서 1978 ~ 1998년 사이에 한반도 주변에서 발생한 기상청과 ISC의 지진자료를 비교 분석하였다. 총 30개의 동일지진자료의 진앙의 거리차이를 분석한 결과 3 ~ 40 km의 범위를 가졌으며, 남한 내륙에서 발생한 지진의 경우 그 거리차이가 가장 적은 것으로 나타났다. 거리차이는 규모가 증가할수록 작아지나 지진발생연대에 대해서는 큰 영향이 없는 것으로 나타났다.

또한 기상청 지진자료의 규모와 ISC 지진자료의 규모의 관계를 계산한 결과 다음과 같은 결과 식을 얻을 수 있었다.

$$M_L^{KMA} = 0.70 * m_b^{ISC} + 1.03 \quad (1)$$

$$M_L^{KMA} = 0.47 * M_L^{ISC} + 1.37 \quad (2)$$

여기서, M_L^{KMA} 는 기상청 지진자료의 규모를 m_b^{ISC} 와 M_L^{ISC} 는 ISC 지진자료의 규모를 나타낸다.

참고문헌

1. 기상청(2001), 지진관측보고(1978-2000)
2. 김우규, 김상조, 김동호, 박삼근, 홍 윤, 류용규, 정성훈, 이호만, 장호수 (1998). 지진재해 조기경보 경감 시스템 구축, 과학기술부