지구물리 제 3권 제 3호, p. 201-212, (2000년 9월)

남한 중부지역의 미소지진관측에 의한 지진활동 분석

경재복* · 정태웅** · 이덕기*** · 이재구* · 이은아*
* 한국교원대학교 지구과학교육과
** 세종대학교 지구과학과
*** 기상청 기상연구소 해양기상지진연구실

요 약

1997 년 12 월 이후 약 3 년 동안 남한 중서부지역에서 발생한 미소지진을 한국교원대 관측망을 통해 관측하고 그 자료를 분석하였다. 월 평균 약 2 회의 지진이 발생하여 낮은 지진활동도를 나타내며, 시간적으로 발생빈도에 뚜렷한 변화를 나타내지 않고 있다. 지난 3 년간의 관측자료에 근거한 빈도-규모 관계식에서의 b 값은 1.15 이다. 진앙은 주로 옥천대에 많이 분포하고 있으며, 특히 옥천대와 영남육괴의 경계부인 문경지역, 보은-속리산-영동지역, 군산-논산 지역에 상대적으로 많이 분포하는 경향을 보인다.

주요어: 중부지역, 지진활동, 미소지진, b 값, 옥천대

Jai Bok Kyung, Tae Woong Chung, Duk Ki Lee, Jae Gu Lee and Eun A Lee, Analysis of Seismicity by Observation of micro-earthquakes in the Central Region of South Korea. Journal of the Korean Geophysical Society, v. 3, n. 3, p. 201-212

ABSTRACT: Recent seismicity of the central region of South Korea is investigated by using the micro-earthquake data recorded at the seismic network of KNUE(Korea National University of Education) since December, 1997. About two earthquakes are observed each month, which indicates relatively low seismic activities of the region, without showing any temporal characteristics of seismicity. The b-value of the region obtained from the data we used is found to be about 1.15. The epicenters of the micro-earthquakes are mostly located in the Okchon Zone, especially around Munkyong area, Poeun-Sokri Mt.-Youngdong area, and Kunsan-Nonsan area.

Key words: central region, seismicity, micro-earthquake, b value, Okchon Zone

(Jai Bok Kyung, Jae Gu Lee, Eun A Lee, Deptartment of Earth Science Education, Korea National University of Education, Cheongwon, Chungbuk 363-791, Korea; Tae Woong Chung, Deptartment of Earth Science, Sejong University, Seoul 143-747, Korea; Duk Ki Lee, METRI/KMA Marine Meteorology and Earthquake Research Lab., Seoul 156-720, Korea)

1. 서 론

한반도는 지진학적으로 판 내부에 위치하기 때문에 판경계부에 위치하는 일본이나 판내부라 할지라도 구조운동이 심한 중국 북동부에 비하여 매우 낮은 지진활동을 보여왔다. 그러나, 1900 년 이후에도 1936 년 7 월의 쌍계사 지진(M=5.0), 1978 년 9월의 속리산 지진(M=5.0), 10 월의 홍성 지진(M=5.0), 1981 년 4 월의 포항 지진(M=4.8), 1982년 2월의 사리원 지진(M=4.5), 1982 년 3 월의 울진 지진(M=4.7), 1996 년 12 월의 영월 지진(M=4.5), 1997 년 6 월의 경주 지진(M=4.2) 등 중규모의 지진은 지속적으로 발생하였다.

역사시대 이후 남한 중부지역에서 발생한 역사지진과 지질구조와의 관련성은 여러 연구자에 의해 분석되어 왔다(Lee *et al.*, 1986, 1989; Lee and

Lee, 1993). 옥천대와 경기육계의 남서부를 포함하는 남한 중부 및 서부지역은 우리나라에서 경상분지 이외에 가장 지진활동이 활발한 지역에 해당한다(Lee, 1987; Lee *et al.*, 1986). 역사문헌자료(이기화, 1998)에 의하면 큰 지진으로 1001년 충북괴산 일대 지진(MMI=IX), 1594년 충남홍성 및 덕산일대 지진(MMI=IX), 1757년 충남홍성 및 서산일대 지진(MMI=IX) 등이 발생했으며, 20세기에도 1978년의 속리산 지진(M=5.0) 및 홍성지진(M=5.0)이 발생하였다.

국지적인 지역의 지진활동의 특성과 지질구조와의 관련성을 파악하기 위해서는 미소지진까지 정확하게 관측해야하기 때문에 좀더 조밀한 지진관측망의 운용이 요구된다. 현재 이러한 목적의 일환으로 경상분지 일대에 한국 자원연구소(1995, 1996, 1997, 1998)에 의해 10여대 이상의 지진계가 설치되어 운용되고 있다. 한국교원대학교에서는 남한 중부지역을 중심으로 이 지역의 지진활동이 원활하게 관측될 수 있도록 하기 위하여, 1997년 12월 이후 본교에 지진관측소를 완공하고 충청일대에 약 60 km간격으로 6개소에 3성분 속도지진계를 설치하여 중부지역의 미소지진 활동을 관측해 오고 있다. 본 연구는 현재까지 약 3년간에 걸쳐 관측된 미소지진이 시공간적으로 어떤 활동양상을 나타내며, 지질구조와 어떤 연관이 있는가를 분석하고자 하였다.

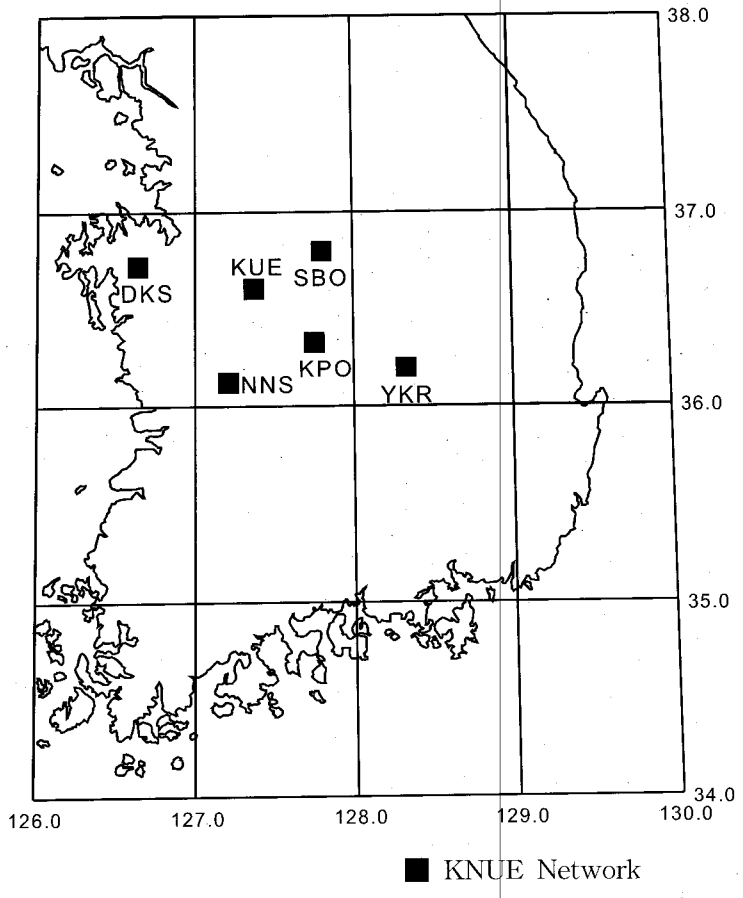

Fig. 1. Location of earthquake observatory in KNUE(Korea National University of Education) network.

Table 1. Description of KNUE seismic observation network.

Stat. name	YKR	KPO	SBO	NNS	DKS	KUE
Latitude (N)	36° 11.57′	36° 19.89′	36° 48.17′	36° 07.04′	36° 43.94′	36° 36.54′
Longitude (E)	128° 20.30′	127° 44.43′	127° 47.44′	127° 12.85′	126° 37.93′	127° 21.64′
Seismometer	JC-V100-3D	JC-V100-3D	JC-V100-3D	JC-V100-3D	JC-V100-3D	JC-V100-3D
Natural freq.	1 Hz	1 Hz	1 Hz	1 Hz	1 Hz	1 Hz
Sensitivity	3.32	3.23	3.20	3.31	2.64	3.30
Seismograph	16ACT 1-K	16ACT 1-K	16ACT 1-K	16ACT 1-K	16ACT 1-K	16ACT 1-K
Sample/sec	100	100	100	100	100	100
A/D bit, Gain	16bit, 40dB	16, 40	16, 40	16, 40	16, 40	16, 40
Delay time	30 sec	25 sec	25 sec	25 sec	25 sec	30 sec
Recording length	120 sec	120 sec	120 sec	120 sec	120 sec	120 sec
Trigger level	120 μkine	100 μkine	100 μkine	120 μkine	100 μkine	150 μkine

2. 지진관측망과 관측계기

Fig. 1은 한국교원대 관측망(KNUE Network)을 나타내며, 각 지진관측소는 경북 구미시 고아읍 예강리(YKR), 충북 옥천군 청성면 거포리(KPO), 충북 괴산군 괴산읍 서부리(SBO), 충남 논산시 양촌면 임화리(NNS), 충남 예산군 덕산면 상가리(DKS), 충북 청원군 강내면 다락리(KUE) 관측소로 구성된다.

각 관측소의 주요 지진관측계기는 지진기록계와 수진기이다. 지진 기록계는 수진기로 부터 온 지진동 신호를 받아서 신호를 필터링한 후에 시각정보와 함께 디지털 자료로 전환하여 저장 및 전송하는 역할을 수행한다. 본 연구에 사용된 지진기록계는 DACS-omega 16ACT 1-K(일본 MarkRand사)이며 그 내부는 증폭기, A/D변환기, 안티-알리아싱(anti-aliasing)필터 등이 장치되어 있으며, 지진기록은 트리거링(triggering) 방식이다. 수진기(일본 MarkRand사)는 3 성분(N-S, E-W, U-D)의 단주기 기록 센서이며, 속도형(velocity-type)의 전자기적 변환기로 지진동의 속도를 전압으로 변환시키는 기기이다. 고유 주파수란 어떤 진자나 스프링에 감쇠요인이 없을 경우의 자유 진동주파수로서 본 수진기의 고유주파수는 1 Hz 이며 감도는 2.64 V/kine ~3.32 V/kine의 범위이다. 각 관측소의 위치와 지진기록계 및 수진기 특성은 Table 1과 같다. 지진 관측망을 운용하는데 가장 중요한 점 중의 하나는 시각의 동시성(synchronization) 유지이며, 이를 위하여 GPS(Global Position System)을 이용하여 매 시각을 자동으로 보정하게 하였다.

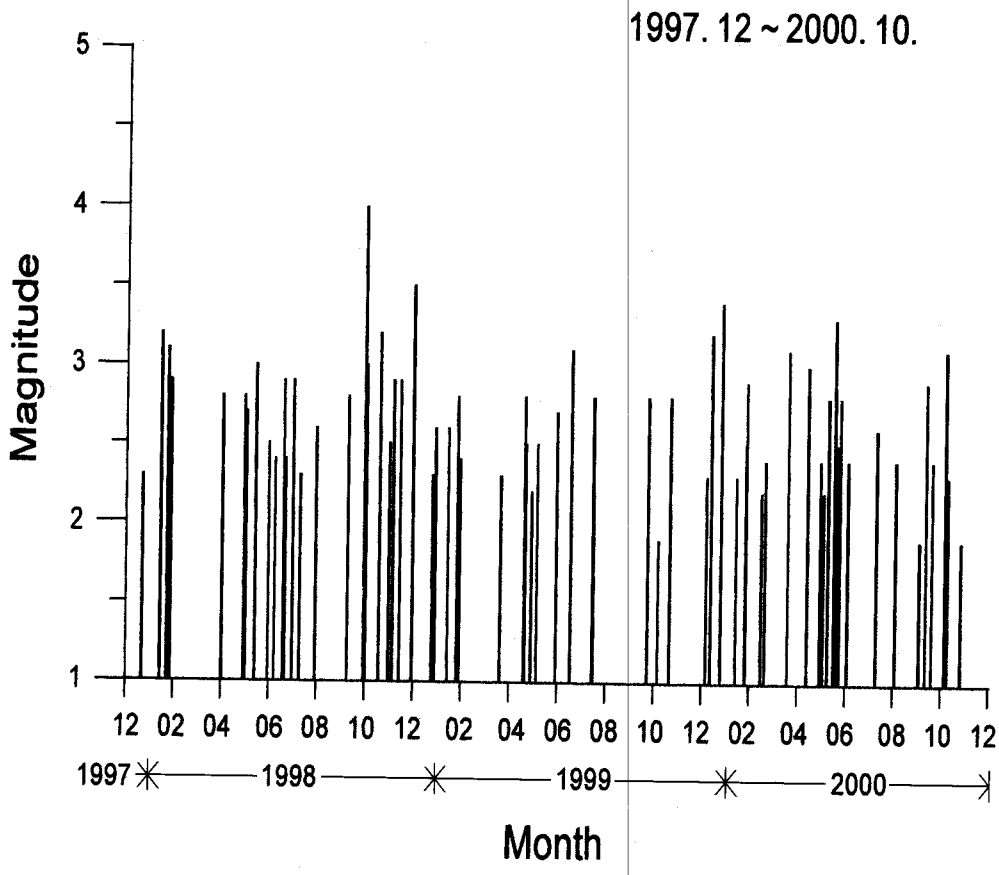

Fig. 2. Temporal distribution of micro-earthquakes from December, 1997 to November, 2000.

3. 지진요소 및 규모결정

관측된 지진기록으로부터 결정되어야 할 기본적인 지진요소는 진앙(위도, 경도), 진원깊이, 발진시각 및 지진의 규모이다. 이러한 진앙요소의 결정은 관측자료의 질과 양, 대상지역에 대한 지진학적 정보에 따라 다양한 방법이 사용되고 있다.

지진요소를 결정하기 위해 고려되어야 할 사항은 대상지역 지하의 정확한 지진파 속도 구조이다. 우리나라의 속도구조에 관한 연구로는 Lee (1979), 김상조 · 김소구(1983), 김성균 외(1986), 김성균(1995), 이기화 · 정태웅(1999) 등이 있다. 본 연구에서는 남한 중부지역의 국지적 지각구조에 대한 정보가 아직 부족한 상태이기 때문에 남한에 대해 자연지진자료를 이용해 구한 모델인 두 모델, 즉 Lee(1979)와 김상조 · 김소구(1983)을 각각 사용하여 진앙지를 결정하여 비교하여 보았다. 진앙결정은 각 지진에 대해 3개소 이상의 관측소에서 기록된 지진기록만을 대상으로 하였으며, 진앙결정 프로그램은 HYPO71(Lee and Lahr, 1975)을 이용하여 구하였다.

국지지진의 규모를 결정하는 방법에는 단주기 지진계에 기록되는 지진기록의 지속시간을 이용하는 방법, 지진파의 최대 속도진폭을 이용하는 방법 등 여러 방법들이 있다. 현재 기상청에서는 최대 수평속도진폭을 이용하는 규모식(Tsuboi, 1954)을 이용하고 있다. 우리나라의 지각특성을 반영하

Table 2. List of earthquakes occurred in the central region.

NO	**Origin time**		**Epicenter**		Depth(km)	Mag	KMA
	yy/mm/dd	hh/mm/ss	Latitude	Longitude			
1	97/12/21	18/54/11.69	36-32.59	127-57.59		2.3	
2	98/01/13	10/08/04.10	35-56.55	128-19.88	19.31	3.2	
3	98/01/22	07/10/26.35	36-05.52	126-59.98	19.35	3.1	
4	98/01/26	12/57/21.62	36-31.18	127-42.14	16.94	2.9	
*5	98/04/02	09/34/03.33	36-09.56	127-24.95	10.00	2.8	2.3
*6	98/04/30	21/57/26.79	36-50.59	128-16.21	13.40	2.8	2.3
*7	98/05/01	07/16/57.36	36-05.15	128-07.04	1.90	2.7	2.5
8	98/05/02	06/42/35.29	36-16.50	128-09.46	25.44	2.7	
*9	98/05/14	14/23/08.83	36-43.51	128-25.19	10.00	3.0	2.2
10	98/05/31	11/47/13.77	36-11.78	127-47.11	17.92	2.5	
11	98/06/08	11/32/26.06	36-20.21	127-25.40	15.94	2.4	
*12	98/06/19	06/19/46.38	36-40.05	128-22.84	13.01	2.9	2.3
13	98/06/21	21/30/49.05	36-18.53	127-19.07	14.26	2.4	
*14	98/07/01	17/09/16.15	36-18.62	126-47.00	21.97	2.9	2.0
15	98/07/10	18/20/51.11	36-52.90	127-21.74		2.3	
16	98/07/30	20/52/08.40	35-58.30	128-22.16		2.6	
17	98/09/09	04/47/41.13	36-18.34	128-45.22		2.7	
*18	98/09/09	19/48/00.10	35-58.38	128-21.56		2.8	2.1
*19	98/09/30	22/29/03.96	35-48.81	126-52.96		4.0	3.3
*20	98/10/02	20/09/04.83	37-09.16	128-40.28		3.0	2.5
21	98/10/19	05/12/05.46	36-05.50	126-57.55		2.5	
22	98/10/19	07/05/18.83	36-33.38	125-37.44		3.2	
23	98/10/31	01/16/27.46	36-04.46	127-50.32		2.5	
24	98/11/05	19/19/22.70	36-41.77	128-20.13	10.00	2.9	
25	98/11/14	07/40/40.58	36-26.60	128-00.08	11.42	2.9	
*26	98/11/30	08/57/58.50	37-11.71	128-40.80	17.10	3.5	2.8
27	98/12/25	21/05/24.26	35-59.69	127-56.52		2.3	
28	98/12/29	12/59/25.86	36-17.07	127-15.45	5.80	2.6	
29	99/01/14	02/14/09.25	35-47.21	127-21.69		2.6	
30	99/01/26	10/22/18.64	36-55.95	126-30.48	16.00	2.8	
31	99/01/29	01/14/01.75	36-41.33	128-14.31		2.4	
32	99/03/22	19/01/30.84	37-0.17	127-18.75		2.3	
*33	99/04/21	11/24/12.25	36-42.21	127-14.35	19.38	2.8	2.1
*34	99/04/22	01/27/06.59	36-2.27	127-49.64	0.96	2.5	2.0
35	99/04/30	20/52/35.92	36-7.05	127-23.58		2.2	
36	99/05/07	10/23/16.18	36-35.40	127-48.41		2.0	
37	99/05/07	12/49/36.81	36-10.16	127-21.35	12.15	2.5	
38	99/06/01	11/32/40.12	36-19.91	128-0.33	13.87	2.7	

Table. 2. continued.

NO	Origin time		Epicenter		Depth(km)	Mag	KMA
	yy/mm/dd	hh/mm/ss	Latitude	Longitude			
*39	99/06/19	20/58/20.97	36-24.56	127-47.83		3.1	2.7
*40	99/07/17	15/22/02.68	36-17.62	126-56.61		2.8	2.9
41	99/07/18	19/01/22.89	36-18.48	126-57.71		2.2	
42	99/09/25	06/48/42.21	36-16.74	126-54.09	15.00	2.8	
43	99/10/08	13/32/02.48	36-20.50	127-39.69		1.9	
44	99/10/23	13/13/19.01	36-07.62	127-20.01		2.8	
45	99/12/08	16/02/11.96	36-01.69	127-57.72	2.00	2.3	
*46	99/12/14	14/46/57.33	36-41.76	127-23.39	22.86	3.2	2.8
*47	99/12/27	12/29/21.53	36-41.49	128-09.88	10.04	3.4	3.0
48	00/01/15	18/49/14.62	36-28.82	127-20.73		2.3	
49	00/01/27	22/00/37.25	36-05.22	126-57.40	0.13	2.5	
50	00/01/28	17/50/58.71	35-48.32	126-44.32	11.69	2.9	
51	00/02/16	19/05/58.45	36-12.91	127-38.24		2.2	
*52	00/02/21	01/06/42.44	36-22.20	127-44.14		1.7	2.1
53	00/02/21	20/27/43.33	36-11.96	127-56.96	13.56	2.4	
54	00/03/21	13/43/55.89	36-30.65	126-04.12	3.47	3.1	
*55	00/04/15	08/05/20.05	36-35.72	128-15.48	12.95	3.0	2.3
56	00/05/01	15/11/47.70	36-23.52	127-47.65		2.4	
57	00/05/05	04/16/54.84	36-38.87	127-19.11	10.44	2.2	
58	00/05/11	00/52/44.50	36-19.99	128-24.88		2.8	
*59	00/05/19	01/44/26.09	36-22.20	128-19.41	23.25	3.3	2.7
60	00/05/22	03/39/32.72	36-14.04	127-50.84		2.5	
61	00/05/25	23/53/39.61	36-09.37	127-09.47		2.1	
*62	00/05/26	21/41/40.63	36-09.87	127-10.40	14.33	2.8	2.4
63	00/06/05	13/47/45.59	37-01.38	127-36.10		2.4	
64	00/07/12	11/01/43.00	36-37.59	128-38.96		2.6	
65	00/08/05	06/34/56.02	36-00.22	127-20.16		2.4	
66	00/09/05	16/25/48.46	36-32.54	127-31.19	7.20	1.9	
*67	00/09/13	20/38/23.16	35-44.88	127-01.06	12.66	2.9	2.4
68	00/09/21	05/28/31.37	35-47.19	127-57.63		2.4	
*69	00/10/08	07/46/45.96	36-54.64	128-11.48	12.83	3.1	2.6
70	00/10/11	11/09/45.21	36-20.11	127-17.48	14.60	2.3	
*71	00/10/28	07/10/22.59	36-46.43	127-19.85		1.9	2.7

The symble * indicates the earthquake observed in both KMA and KNUE network

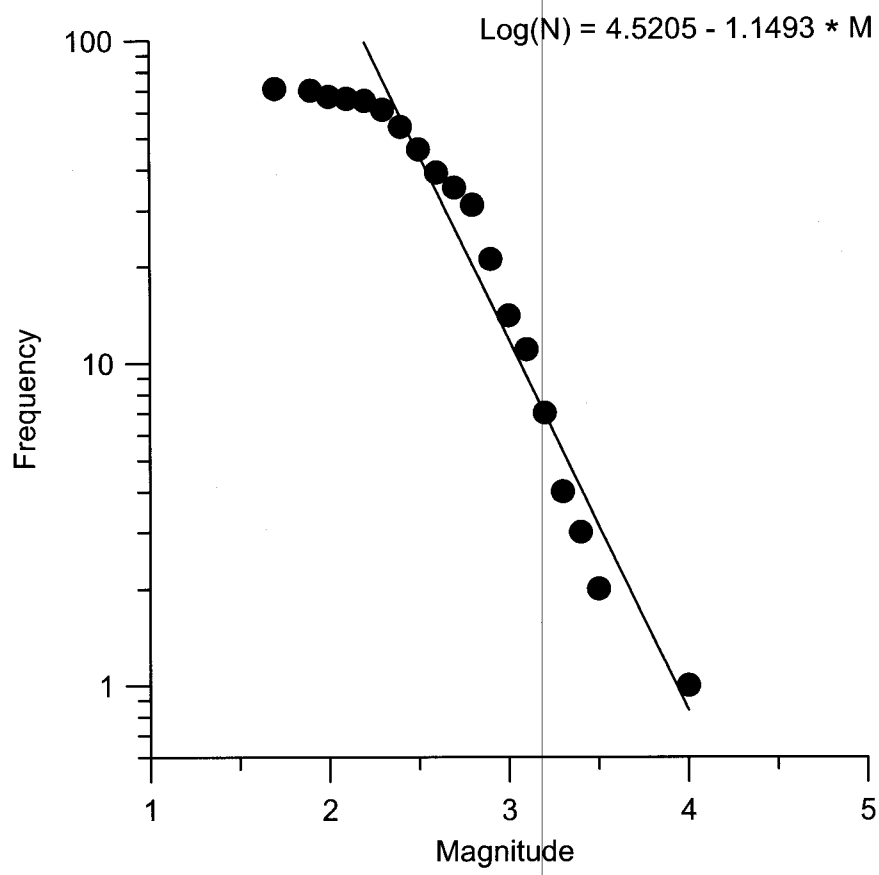

Fig. 3. Cumulative number - magnitude relation in the central region of South Korea.

는 규모식이 현재로서는 개발되지 못하였기 때문에 본 논문에서는 최대 수평속도성분을 이용하는 규모식(Tsuboi, 1954)과 최대 수직속도성분을 이용한 규모식(Watanabe, 1971)을 동시에 이용하였으며, 두 식 결과의 평균값을 지진규모로 산정하였다.

Table 2는 1997년 12월 이후 남한 중부지역에서 발생한 71개 지진의 진원시각, 진앙, 진원깊이, 규모를 나타낸다. 관측망 밖에서 발생한 지진의 경우 추후 타기관의 자료가 좀 더 많이 보충된다면 진앙의 위치가 변경될 수 있음을 밝혀둔다. 진원깊이는 불확실성을 가능한 줄이기 위해 1개 지진에 대해 4개소 이상의 관측소에서 기록된 지진만 그 깊이를 나타내었다. 정확한 진원깊이 산출을 위해서는 많은 관측점 자료가 필요하므로 진원깊이의 신뢰도는 관측점의 부족으로 다소 떨어진다고 본다. 구해진 대부분의 지진의 진원깊이는 23 km 이내의 천발지진으로 사료된다.

Table 2에서 별표(*)는 기상청이 발표한 남한 중부지역의 지진자료와 동일한 23개 지진을 나타낸다. 본 논문이 제시한 관측지진의 수가 훨씬 많은 이유는 관측망이 기상청에 비해 훨씬 조밀하고 관측소 위치가 매우 조용한 곳이므로 보다 작은 규모의 지진도 감지될 수 있기 때문이라 판단된다. 기상청과 본 관측소에서 평가한 지진규모의 차이는 -0.8 ~ +0.8이나 본 관측소가 평가한 규모가 평균적으로 0.5정도 높게 나타났다. 이는 규모산정 방식과 지진계기 특성의 차이가 약간씩 다르기 때문이라고 판단된다.

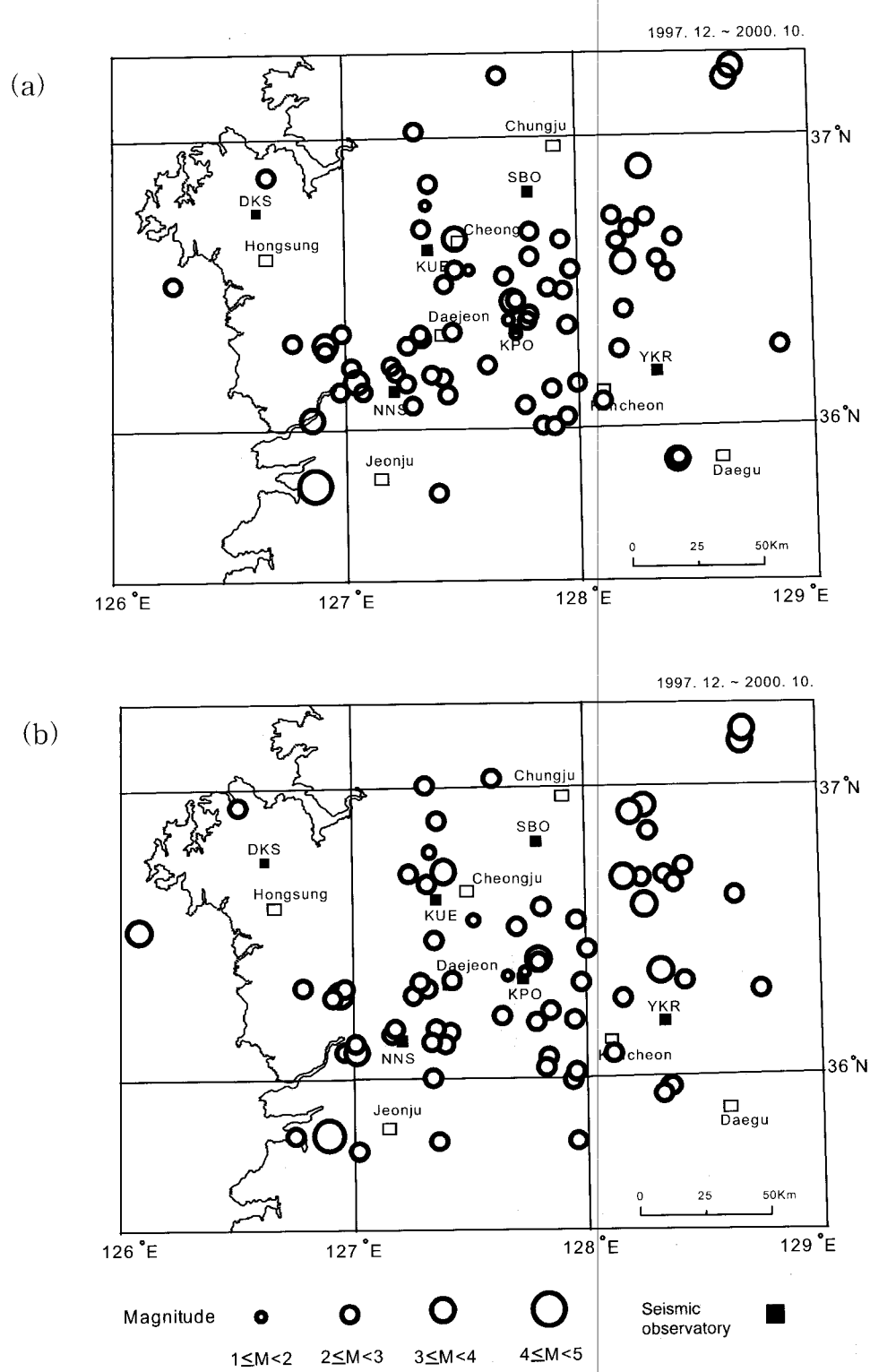

Fig. 4. Spatial distribution of epicenters. (a) epicenters obtained from the crustal velocity model by Lee (1979), (b) epicenters obtained from the crustal velocity model by Kim and Kim (1983).

4. 중부지역의 지진활동

4.1. 시간적 분포와 b값

Fig. 2는 1997년 12월~1999년 6월까지 중부지역에서 발생한 지진의 시간적 분포를 나타낸다. 3년간의 관측기간동안 71회의 지진이 관측되어 평균 2회/월의 지진 발생율을 보이며 그간 발생한 지진의 규모는 1.7 - 4.2의 범위에 속한다. 현 지진관측망 만으로는 2.0 이하의 미소지진 발생의 공간적 분포를 충분히 감지하기 어려웠다. 앞으로 지진관측망을 좀 더 조밀하게 설치, 운영하던가, 타기관(예: 한국자원연구소, 기상청)의 자료를 함께 이용할 경우 더 작은 미소지진의 진앙결정도 가능하리라 본다. 현재까지의 관측 결과로서는 시간적으로 뚜렷한 변화를 나타내지 않고 낮은 지진 발생율을 나타낸다.

남한 중부지방에서 발생한 71개의 지진에 대하여 누적빈도 - 규모 관계를 알아보고자 하였다. 어느 특정한 지역에서 일정기간동안 규모 M이상의 지진과 그 발생횟수 사이에는 다음과 같은 관계식이 성립한다.

$$\log N = a - b*M$$

여기서 N은 규모 M 이상의 지진발생 횟수이고, a와 b는 상수이다. 여기서 b값은 큰 지진과 작은 지진의 발생과 관련된 값으로써 일반적으로 어떤 지역의 지체구조와 관련되어있다. 전세계적으로 b값은 대개 1에 가까운 값을 나타낸다. 우리나라의 경우 1926년 - 1943년의 계기지진 자료를 분석한 결과 0.80(Lee and Jung, 1980)을 나타내었다. Fig. 3은 3년간에 걸쳐 관측된 자료에 근거한 중부지방의 b값을 나타내며 b값은 1.14로써 기존의 자료에 비해 약간 높은 값을 보인다. 좀 더 장기간의 관측을 통해 자료가 첨부될 경우 어느정도 값에 변화가 있을 수 있다.

4.2. 공간적 분포와 지질구조와의 관계

Fig. 4는 남한중부지역의 지각모델로서 이기화(1979), 김상조와 김소구(1983) 모델에 근거한 진앙분포를 나타낸 것이다. 두 그림을 비교할 때 진앙의 위치는 관측망 내에서 발생한 지진의 경우 각 모델에 따라 그 차이가 5 km 이내로 작으나, 관측망 밖에서 발생한 지진은 관측망에서 수 십 km로 멀어짐에 따라 각 모델 간에 최대 약 20 km 차이를 나타내는 경우도 있다. 진앙의 분포를 살펴보면 다소 산만한 듯 하지만 부안-대전-태백 지역에 걸쳐 북동-남서 방향으로 신장되어 나타낸다.

Fig. 5는 이기화(1979)와 김상조와 김소구(1983) 모델에 근거한 진앙분포와 이 지역의 지질구조(한국자원연구소, 1995)를 함께 나타낸 것이다. 남한 중서부지역은 지질학적으로 경기육괴, 옥천대 및 영남육괴, 경상분지 서부를 포함하는 지역으로서 지체구조의 방향은 주로 북동-남서 방향을 지니고있다. LANDSAT 자료의 분석에 의하면 경기육괴에서의 가장 우세한 선구조선의 방향은 시니안 방향(N5-25E: Kang, 1984)이다. 옥천대 내의 단층과 습곡의 주 방향은 NE-SW 방향이며 옥천비변성대의 지질구조는 주로 E-W 혹은 W-NW 방향을 나타낸다. 이러한 NE-SW 방향은 주로 대보조산운동에 의해 생성되었다고 보며, E-W 혹은 NW 방향은 주로 불국사 변동에 의해 생성되었다고 본다(Kang, 1984). Yanai 외(1985)는 영남육계를 포함하는 옥천대를 호남전단대라 명명하고 거의 NE-SW방향의 거대한 dextral ductile wrench fault를 형성하면서 아시아가 이 호남전단대를 따라 움직였으며 쥬라기의 대보 plutonism으로 지역적으로 심하게 변형을 받았다고 하였다. 영남육괴의 주요 선구조선 및 단층 방향은 시니안 방향(N0-30E)이 우세하다(Kang, 1984).

Fig. 5에 의하면 경기육괴 내의 지진발생은 매우 적으나 옥천대와 경기육괴의 남서 경계부인 소위 공주단층계(Ryang and Chough, 1997)를 따라 지진이 여러 차례 발생하였다. 경기육괴의 남서부는 경상분지를 제외하고는 지진활동이 가장 활발한 지역으로 알려져있으며, 1978년 홍성지진(M=5.0)을 비롯하여 역사문헌에 MMI=IX인 지진이 세 차례나 발생하였다(Lee *et al.*, 1986).

과거 약 2000년의 역사 및 계기지진자료의 분석에 의하면 옥천대의 지진활동은 경기육괴나 영남육괴의 지진활동보다 훨씬 높았다(Lee, 1987).

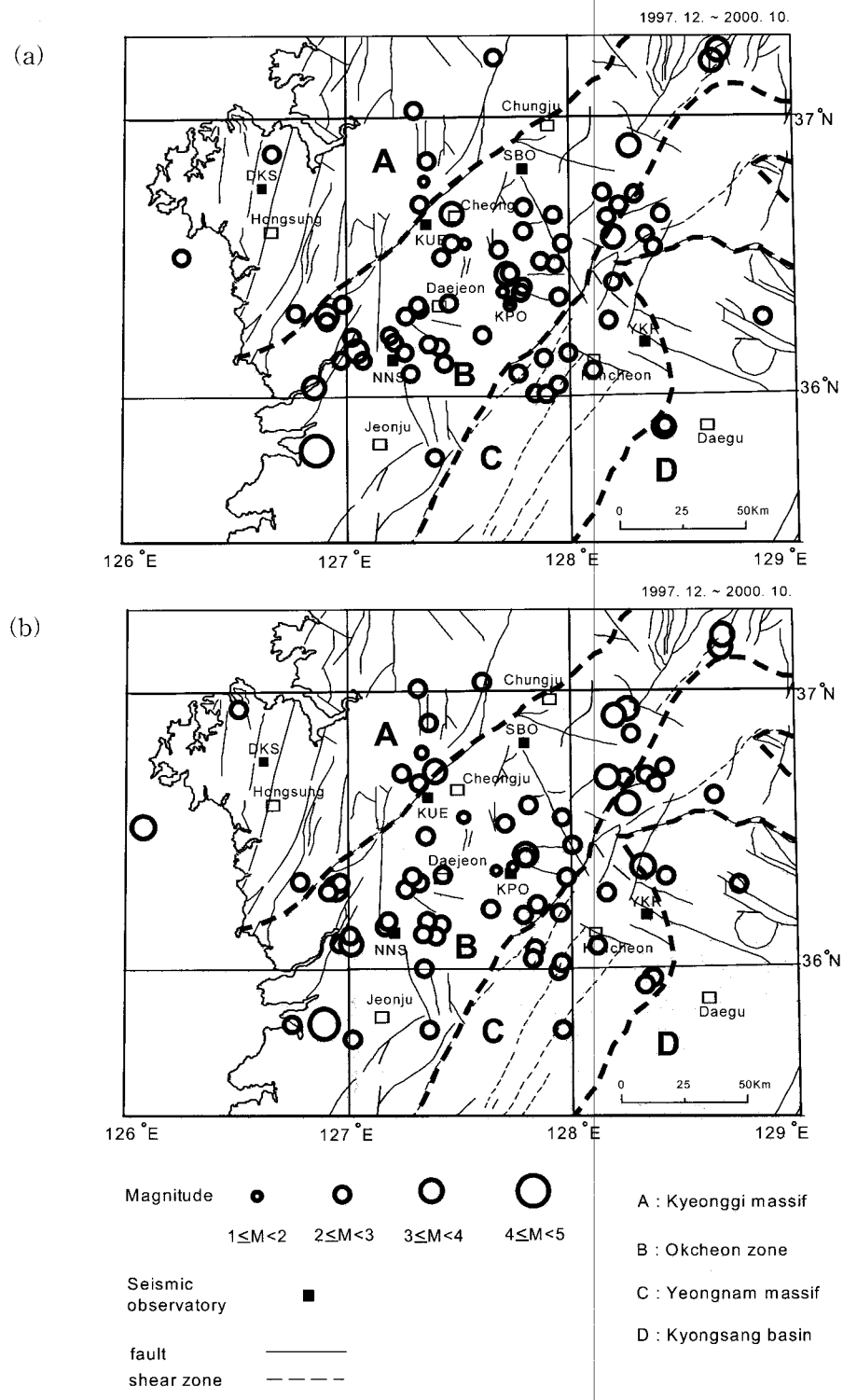

Fig. 5. Relation between epicentral distribution and geological structures.(a) epicenters obtained from the crustal velocity model by Lee(1979), (b) epicenters obtained from the crustal velocity model by Kim and Kim(1983).

현재의 미소지진관측에 의하면 관측영역의 서부에 위치한 경기육괴 내에서는 적으나 옥천대 내에 북동-남서 방향으로 많이 분포하는 경향을 보인다. 특히, 보은-속리산-영동일대의 북북서-남남동, 동-서 방향의 지구조선, 군산-논산일대의 북동-남서 방향의 단층선, 옥천대와 영남육괴 경계부를 이루는 문경일대의 북동-남서 방향의 단층선상에 많이 분포하는 경향을 보인다.

비록 짧은 관측기간과 적은 지진 수이기는 하지만 이러한 발생양상은 어떤 지역의 단층이나 지구조선이 지진발생의 약대로 작용할 수 있는지에 대한 암시를 준다는 점에서 매우 의미가 있다고 판단된다. 따라서 좀더 장기적인 관측을 실시할 경우 지질구조와 미소지진활동과의 관계를 보다 명백하게 해석할 수 있으리라 본다.

5. 결 론

1997 년 12 월부터 2000 년 11 월까지 남한 중부지역에 발생한 미소지진 활동을 관측, 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 관측된 지진은 총 71 개로서 평균 2 회/월의 낮은 지진발생율을 나타내며, 지진 규모는 1.7 - 4.2, 진원 깊이는 약 23 km 이내의 천발지진을 나타낸다. 동일지진이라도 진앙위치의 차이는 지각속도 모델에 따라 관측망 내에서는 최대 약 5 km, 관측망 밖 약 50 km 내에서 최대 약 20 km 차이를 나타낸다.

2. 현재까지 지진 활동의 시간적인 변화는 뚜렷하게 나타나지 않으며 b값은 1.15 로서 판 내부 지역의 일반적인 지진 활동도를 반영한다고 볼 수 있다.

3. 진앙은 다소 분산되어 분포하지만 옥천대에 집중되며, 특히 옥천대와 영남육괴의 경계부인 문경지역, 보은 - 속리산-영동지역, 군산 - 논산일대에 많이 분포하는 경향을 나타낸다. 그러나, 미소지진과 지질구조와의 관계에 대한 보다 신뢰성 있는 해석을 위해서는 좀 더 관측점의 보강과 장기간의 관측이 요구된다.

사 사

이 논문은 1998년 한국학술진흥재단 자유공모과제 연구비에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다. 논문의 심사에 많은 조언을 해 주신 전북대 조봉곤 교수님과 군산대 정희옥 교수님께 감사드립니다.

참고문헌

김상조, 김소구, 1983, 지진파를 이용한 남한의 지각구조 연구, 광산지질, 16, 51-61.

김성균, 정부홍, 김정호, 1986, 남한 남부지역의 지진파 속도구조 및 P파주시표, 국토이용지질조사 연구, 한국동력자원연구소, 227-243

김성균, 1995, 한반도의 지각구조에 관한 연구, 지질학회지, 31, 393-403.

이기화, 1998, 한반도의 역사지진자료, 지구물리, 1, 3-22.

이기화, 정태웅, 1999, 1995-1996년 미소지진자료를 이용한 한반도 남동부지역의 정량적인 지각구조연구, 지구물리, 2, 1-8.

한국자원연구소, 1995, 경상분지의 지진연구(II), 연구보고서 KR-95(C)-5.

한국자원연구소, 1996, 경상분지의 지진연구(III), 연구보고서 KR-96(C)-4.

한국자원연구소, 1997, 경상분지의 지진연구(IV), 연구보고서 KR-97(C)-3.

한국자원연구소, 1998, 지진공학 연구, 연구보고서 KR-98(C)-6.

한국자원연구소, 1995, 한국지질도(1:1,000,000).

Kang, P.J., 1984, A Study on remote sensing application for the tectonic framework of the Korean Peninsula, Ph.D. Thesis, Koryo University.

Lee, K., 1979, On crustal structure of the Korean Peninsula, Journal of the Geological Society of Korea, 15, 253-258.

Lee, K., 1987, Earthquakes in Geology of Korea, edited by D.S. Lee, The Kyohak-sa Publishing Co., Seoul, 269-275.

Lee, K., Jeong, B., and Kim, K.H., 1986, Seismicity of the Korean Peninsula(1): Seismicity of the Hongsung area, Journal of the Geological Society of Korea, 22, 164-175.

Lee, K. and Jung, H.O., 1980, A study of instrumental earthquake data of the Korean Peninsula, Jour. Geol. Soc. Korea, 16, 32-45.

Lee, K., Kwon, B.D., Chang, T.W., 1989, Seismicity of the Korean Peninsula: Seismicity of the Ryeongnam

massif, Journal of the Geological Society of Korea, 25, 474-494.

Lee, K., Lee, J., 1993, Segmentation of the boundary between the Ogchon belt and Ryeongnam massif: Geophysical studies on major faults on the Ogcheon belt, Journal of the Geological Society of Korea, 29, 576-584.

Lee, W. H. K. and Lahr, J. C., 1975, HYPO71(revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes, Geological Survey Open-File Report (U.S.), 75-311, 1-116.

Ryang, W.H., Chough, S.K., 1997, Sequential development of alluvial/lacustrine system: southeastern Eumsung basin(Cretaceous), Korea, Journal of Sedimentary Research, 67, 274-285.

Tsuboi, C., 1954, Determination of Gutenberg-Richter's magnitude of earthquakes occurring in and near Japan, Zisin(II), 7, 185-193.

Watanabe, H., 1971, Determination of earthquake magnitude at regional distance in and near Japan, Zisin(II), 24, 189-200.

Yanai, S., Park, B.S., Otoh, S., 1985, The Honam Shear zone: Deformation and Tectonic implication the far east, scientific papers of the college of arts and sciences, Univ. of Tokyo: Earth Science and Astronomy, 35, 181-209.

2000년 7월 3일 원고접수
2000년 9월 21일 원고채택