

한국의 초기 계기지진 자료 분석 (1905-1942) Analysis of Early Instrumental Earthquake data in Korea (1905-1942)

전명순* 전정수* 石川有三**
Jun, Myung-Soon Jeon, Jeong-Soo Ishikawa, Yuzo

ABSTRACT

In seismology, instrumental data is covering from the end of the last century and showing large uncertainties in earthquake parameters before 1960. The number and quality of seismological stations have been in steady increased over all the past decades of this century, and this development is still going on.

In Korea, reliable instrumental data is only available since 1978 from KMA(Korea Meteorological Administration). However instrumental earthquake observation have started since 1905 by Japanese and seven seismic stations were in operation in 1941. We have compiled and analyzed the early instrumental earthquake data between 1905 and 1942. Total 533 events were analyzed and for 60 events, their epicentral coordinates and magnitude were determined.

1. 서론

최근 한반도 주변에서 발생하고 있는 지진들은 비교적 크기가 작고 지역적으로 산만하게 분포하는 판내지진(intra-plate earthquakes)의 특징을 보인다. 한반도에서 비교적 자세한 지진자료는 1978년 이후 기상청에서 발표하는 것으로 약 20년 동안의 기록뿐이다. 그러나 판내지진의 경우 큰 지진의 발생 주기가 천년 내외이므로 한반도 주변의 지진 특성을 이해하기에는 자료가 매우 부족한 실정이다.

우리 나라의 경우 지진 자료는 역사지진과 계기지진으로 나뉘어 진다. 계기지진의 경우 20세기 초반과 후반의 자료는 그 정확도와 신빙도의 차이가 매우 크다. 20세기 전반의 지진 자료는 최근의 자료와는 정확도에서 차이가 매우 크고, 기술 방법이 역사지진과 유사하여 이들 지진의 진앙을 결정하는 것이 가장 중요하다. 또다른 지진요소인 규모(Magnitude)의 개념은 1935년 Richter에 의해 창안되어, 일반화 된 것은 1950년대 이후이기 때문에 20세기 초반 지진 자료로부터 이들의 규모를 결정하는 것도 매우 중요하다.

본 연구에서는 1905년부터 1942년까지 38년간의 초기 계기지진 자료를 정리코자 한다.

* 한국자원연구소, 방재지질연구센터

** 일본 기상연구소 실장

2. 지진자료

우리 나라에서 지진계에 의한 관측은 1905년 3월 24일부터 조선총독부의 인천 관측소에서 시작되었다. 이후 지진관측소는 계속 증가되어 1937년에는 인천과 서울, 부산, 대구, 평양 및 추풍령등 6곳에서, 1941년 11월에는 원산에서 계기지진 관측이 보고된 것으로 보아 7개 관측소에서 지진계에 의한 지진관측을 수행하였고 이는 아마도 해방 전까지 계속된 것으로 추측된다. 본 연구에서 자료의 수집은 주로 일제시대 조선총독부 기상대에서 운영한 지진관측보고서의 기록을 중심으로 하였으며 중국, 일본 및 국제지진자료는 진앙위치, 규모 등의 진원요소 결정을 위한 참고 자료로 사용하였다. 사용된 참고문헌은 다음과 같다.

- "중국지진목록"(BC1831 - AD1969)
- "조선고금지진고"(2 - 1912)
- "조선지진목록(2-1983)"
- "黃海及其周圍地區歷史地震"(2 - 1949)
- "조선지진보고"(1905 - 1912)
- "조선기상30년보"(1905 - 1934)
- "International Seimological Summary"(1905 - 1942)
- "Annual Report of the Meteorological Observatory of the Government-General of Tyosen"(1916 - 1933)
- "지진년보"(1933 - 1938)
- "Annual Report of the Weather Bureau of Tyosen"(1935 - 1939)
- "조선총독부기상대 지진년보"(1940)
- "조선총독부관측소 휘보"(1940)
- "조선기상요보"(1940년 1월 - 1942년 5월)
- "The catalogue of major earthquakes which occurred in Japan (1885-1950)"

연구대상 기간(1905-1942)동안의 지진자료는 당시 운영되었던 지진계의 숫자와 분포가 제한되어 양질의 지진요소(발생시각, 진앙, 진원깊이, 규모)를 결정하기는 어려웠다. 1905년부터 1942년까지 38년간 총 533개 지진이 보고(Table 1)되었는 바 이는 년 평균 14회에 달한다.

Table 1. Annual distribution of earthquakes during 1905-1942

1905	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
12	7	2	2	1	1	4	2	3	7	11	12	19	17	16	12	10	8	10
1924	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
8	22	22	14	23	19	19	22	20	18	23	22	33	12	20	27	26	20	7

이는 1978년 이후 1996년까지 19년간 기상청에서 보고한 총 350회(기상청, 1992)에 비해 훨씬 많은 자료로 이들 20세기 초반의 계기지진 자료를 정량적으로 분석하는 것은 한반도 및 인근 해역의 지진 발생 양상을 이해하는데 매우 중요한 자료로 판단된다.

본 연구에서 정리한 자료중 일부는 황해, 동해 및 일본의 한국 쪽에서 발생한 자료들도 포함되어 있다. 이들 지진은 비교적 규모가 큰 지진으로 일본과 중국의 자료에 포함되어 있는 것으로 본 연구에서는 정확한 진앙 및 규모를 결정하는데 참고 자료로 사용하였다.

3. 지진요소

총 533개 지진기록중 본 연구에서는 일차적으로 진앙이 결정되고 지진계에서 진폭이 기록된 60개 지진에 대해 규모를 산정했다. 규모(Magnitude) 결정을 위해서는 연구대상 기간동안 동일한 기종의 지진계를 사용했던 일본기상청에서 규모 결정에 적용한 다음의 Tsuboi 공식(Tsuboi, 1951)을 사용했다.

$$M_{ch} = 0.20 \Delta + 0.67 \log A + 3.80 \quad (\Delta < 5)$$

$$M_{ch} = 0.03 \Delta + 0.61 \log A + 5.00 \quad (\Delta > 5)$$

여기서 M_{ch} 는 규모, Δ 는 진앙거리 및 A 는 지진계에 기록된 최대진폭이다. 이 식은 일본 기상청에서 1885년부터 1950년까지 일본 및 일본 근처에서 발생한 지진들의 규모 결정에 사용되었다(Central Meteorological Observatory, 1952). 이 식으로부터 결정된 60개 지진의 진원요소는 Table 2의 Tsuboi(1951)로 표시되어 있다. Fig. 1은 이들 60개 지진 중 일본기상청의 지진목록(Central Meteorological Observatory of Japan(1952))에서 규모를 결정한 28개 지진의 규모 상관관계를 나타낸 것이다. 그림에서 두 값 사이에 약간의 차이는 있으나 대체로 유사한 규모 값을 보이는 것은 본 연구에서 사용한 자료의 정확도를 반영하는 것으로 판단된다. 그림에서 규모6 이상의 지진은 유사한 규모 값을 보이나 규모 6 이하의 지진은 일본 기상청의 목록이 다소 큰 값을 보인다. 이는 일본 기상청의 규모는 주로 일본의 지진 관측소의 측정치를 사용하였고, 본 연구에서는 주로 한국내에서의 측정치를 사용한 결과로 판단된다. 다른 이유는 위의 규모 결정공식이 거리에 따라 다른 식을 사용토록 되어 있어 거리에 따라 적용한 공식이 달라지는 것도 작용한 것으로 판단된다. 이렇게 거리에 따라 달라지는 규모의 차이를 보정하기 위해 새로 고안된 규모결정식(Tsuboi, 1954)은 다음과 같다.

$$M = \log A + 1.73 \log \Delta - 0.83$$

이 공식에서는 규모결정시 거리에 의한 영향을 대수(logarithm)로 취급한 것이 1951년의 공식과 다르다. 이식은 현재 일본과 한국의 기상청에서 천부지진 ($H \leq 60$ km)의 규모결정에 사용하고 있다(기상청, 1992). 이식에 의해 결정된 규모 값은 Table 2의 Tsuboi(1954)로 표시되어 있다. Fig. 2는 Table 2에 기록된 총 60개 지진에 대해 Tsuboi(1951)과 Tsuboi(1954)의 상관관계를 보여준다. 그림에서 규모6 이상에서는 유사한 규모 값을 보이나 규모 5-6 사이에서는 개정된 Tsuboi(1954) 규모가 0.5정도, 규모4-5에서는 1정도 작은 값을 보인다.

이렇게 진앙과 규모(Tsuboi, 1954)가 확정된 60개 지진의 분포는 Fig. 3에 나타나 있다. 그림에서 진앙의 분포는 남한에서는 지리산일대, 한반도 중부 및 홍성일대, 북한에서는 평양 일대에 집중된다. 이는 1978년 이후 기상청에서 보고된 진앙의 분포와 대체로 일치한다(전명순외, 1993). 그밖에 쓰시마해협에서 동해 중부까지 북동 방향의 연장을 보이고, 만주와 황해에 약간의 지진활동을 보인다.

4. 결론 및 토의

계기 지진계에 의한 지진 자료가 부족한 우리 나라 상황에서 초기 계기지진자료의 정리는 한반도 및 인근의 지진발생 양상을 이해하는데 매우 중요하다. 김상조(1980)와 이기화 및 정희욱(1980)은 1926년부터 1943년까지의 계기지진을 정리 한 바 있다. 그러나 이기화 및 정희욱(1980)의 경우는 청주, 춘천, 공주, 이리 등의 지진기록을 사용하였으나, 본 연구에서

이들 지진관측소는 존재하지 않았음이 확인되었고, 원산의 지진관측은 1941년 말부터 시작된 것으로 확인되었으나 이들의 연구에는 1930년대부터 원산의 지진기록이 등장하고 있다.

본 연구에서 정리한 지진자료는 연구 대상기간동안 지진활동 및 특성을 대표하는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서 정리된 정확한 진앙위치와 규모가 결정된 60개의 한반도 및 주변의 지진자료는 20세기의 지진활동을 이해하는데 기여할 것이다.

1905년부터 1942년까지 정리한 533개의 지진 중 진앙과 규모가 결정되지 않은 나머지 지진들은 감진지역으로부터 진앙을 결정하여야 할 것이다. 이런 경우 규모를 결정할 수 있는 지진의 수는 더욱 증가할 것이다. 본 연구에서 정리된 60개의 지진 중 감진 지역이 기록된 지진의 숫자는 모두 13개이다. 이들 13개 지진의 감진면적(Area)과 규모(M)와의 상관관계를 구하면 다음과 같다.

$M = (\log \text{Area} - 5.92)/1.08$ 이 된다.

따라서 본 연구에 이어 진앙이 결정되지 못하고 감진지역만 기록된 지진의 경우 진앙은 감진지역으로부터, 규모는 위의 관계식을 이용해(일부 지진은 진폭은 기록되어 있으나 진앙이 정해지지 않아 규모 결정을 못한 경우도 있었음) 한국의 초기 계기지진자료의 정리는 계속될 것이다. 한편 감진지역도 표시되지 않고 지진의 진폭도 기록되지 않은 초기 계기지진 자료들은 역사지진 처리와 같은 방법으로 정리할 것이다.

참고문헌

1. 기상청(1992), "1978-92 지진관측보고", p.112.
2. 전명순, 최위찬, 박근필(1993), "한반도와 그 주변의 Neo-Tectonic에 관한 연구", 한국사원연구소 KR-93-(B)-14, p.86.
3. 조선지진연구소(1986), "조선지진목록(2-1983)", p.69.
4. 조선총독부 관측소(1905-1912), "조선지진보고 (1905-1912)".
4. 조선총독부 기상대(1940-1942), "조선기상요보 1940 - 1942".
5. 조선총독부 기상대(1943), "지진년보 1940".
6. Central Meteorological Observatory of Japan(1952). "The Catalogue of Major Earthquakes which in Japan (1885-1950)" in the The Seismological Bulletin of The Central Meteorological Observatory, Japan for the year 1950, pp.99-184.
7. ISS, International Seismological Summary, 1905-1942
8. Kim, S.J.,(1980), "Study on earthquakes of Korea based on the local data of 1926-1943", Jour. Kor. Inst. Mining Geol., Vol. 13, pp. 1-19.
9. Lee, K. and H-O. Jung(1980), "A study of instrumental earthquake data of the Korean Peninsula", Jour. Geol. Soc. Korea, Vol. 16, pp.32-45.
10. Meteorological Observatory of the Government-General of Chosen (1918-1934). "Annual Report of the Meteorological Observatory of the Government-General of Chosen for the year 1916-1932."
11. Weather Bureau of Tyosen(1935-1940). "The Seismological Bulletin of Weather Bureau of Tyosen for the year 1933-1938". The Government General of Tyosen.
12. 科學出版社(1983), "中國地震目錄". p. 894.
13. 隼田公地(1912), "조선고금지진고", in 조선총독부 관측소 학술보문 제2권, pp.16-38.
14. 隼田公地(1936), "조선기상30년보", 조선총독부관측소
15. 隼田公地(1940), "智異山南麓 雙磎寺強震報告", 조선총독부 관측소 휘보, 제1호, pp.145 - 157.
16. 地震出版社(1995), "黃海及其周圍地區歷史地震", p. 347.

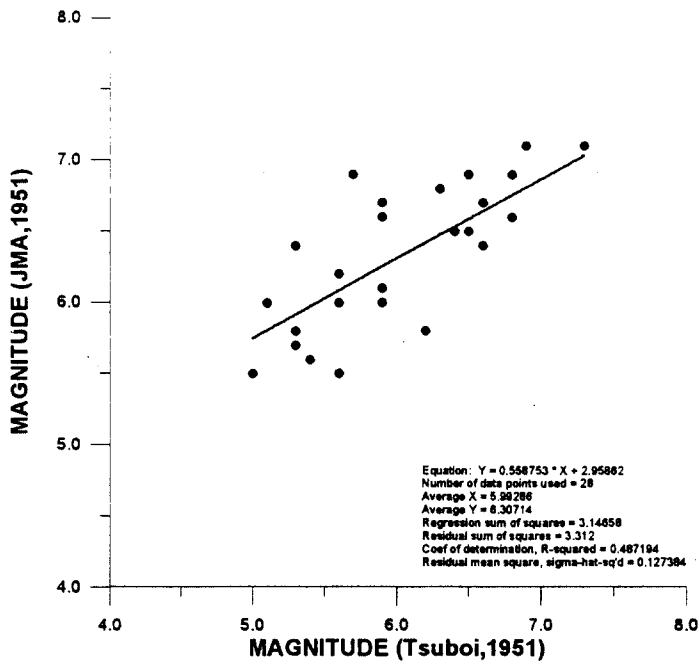


Fig. 1 Relationship between the magnitudes determined from Tsuboi(1951) and JMA(1952).

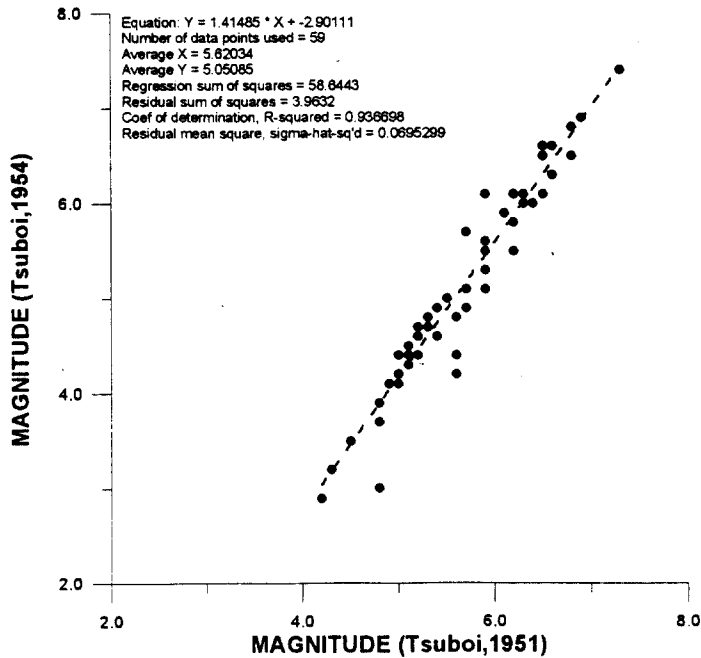


Fig. 2 Comparison of the magnitudes determined by Tsuboi's 1951 and 1954.

Table 2. Catalogue of earthquakes between 1905-1942.

NO	DATE (Local Time:GMT+9)	LOCATION		MAGNITUDE				REMARK	
		LAT (°N)	LON (°E)	This Study (Amplitude)		JMA (1951)	KIM (1980)		LEE (1980)
				Tsuboi (1951)	Tsuboi (1954)				
1	1916 11 24 10 23	39.5	123.1	5.4	4.9	5.6			J
2	1917 5 28 18 37	40.7	124.8	6.1	5.9				J
3	1917 11 13 07 22	37.0	126.3	5.2	4.4				A,N
4	1921 3 20 21 26	35.7	129.0	5.0	4.1				A,N
5	1921 11 15 13 50	35.1	131.0	5.3	4.7	5.8			J,N
6	1922 12 08 01 50	32.7	130.1	6.7	6.7	6.5			J
7	1922 12 08 11 01	32.8	130.1	6.1	6.1	6.9			J
8	1923 12 05 08 41	33.3	133.8	6.3	6.1	6.8			J,I
9	1924 2 03 02 29	32.3	129.6	5.3	4.7	5.7			J
10	1924 8 29 08 51	32.8	132.3	6.2	6.1	5.8			J
11	1925 5 23 11 11	35.7	134.7	6.9	6.9	7.1			J
12	1925 5 26 01 23	35.7	134.7	6.8	6.5	6.6			J
13	1925 5 27 11 31	38.2	133.5	6.8	6.5				J(h=400)
14	1925 9 04 07 19	36.5	128.5	4.9	4.1				A,N
15	1925 12 09 16 06	36.7	126.6	5.1	4.3				A,N
16	1926 2 05 22 08	39.0	126.5	4.5	3.5		3.4	3.7	A,N
17	1926 6 05 18 11	31.1	130.0	5.7	5.7				J(h=170)
18	1926 7 27 03 56	35.3	136.1	6.2	5.8				J(h=350)
19	1926 10 05 08 44	36.3	127.9	5.2	4.6		4.8	4.4	A,N
20	1927 5 08 16 58	35.0	133.0	5.6	4.2	6.0			J
21	1927 12 04 12 54	32.6	130.0	6.2	5.5	5.8			J
22	1927 12 04 21 20	32.6	130.0	5.9	5.1	6.0			J
23	1928 1 12 00 47	35.3	127.8	5.0	4.2		4.2	4.3	A,N
24	1928 8 22 10 32	32.8	130.6	5.6	4.4	6.2			J,I
25	1928 9 25 14 00	33.7	131.9	5.7	4.9	6.9			J
26	1929 2 09 21 29	32.9	130.8	5.6	4.8	5.5			J
27	1929 6 26 17 48	35.3	130.8	5.1	4.3				I
28	1929 8 04 01 01	34.4	130.2	5.2	4.6				I
29	1929 8 08 22 33	33.5	130.5	5.0	4.4	5.5			J
30	1929 12 18 13 03	37.0	127.9	4.2	2.9				A,N

NO	DATE (Local Time:GMT+9)		LOCATION		MAGNITUDE				REMARK	
			LAT (°N)	LON (°E)	This Study (Amplitude)		JMA (1951)	KIM (1980)		LEE (1980)
					Tsuboi (1951)	Tsuboi (1954)				
31	1930	2 05 22 29	33.8	129.5	5.1	4.4				I
32	1930	2 07 12 36	33.8	129.5	4.9	4.1				I
33	1930	12 20 23 03	34.8	131.9	5.3	4.8	6.4			J
34	1930	12 21 21 15	34.8	131.9	5.3	4.8	6.4			J
35	1931	5 02 06 07	36.4	127.8	4.5	3.5				A,N
36	1931	9 21 11 22	36.0	139.3	6.6	6.6	6.7			J
37	1931	11 02 03 54	32.4	131.9	5.9	5.5	6.7			J
38	1931	11 02 19 04	32.4	132.1	7.3	7.4	7.1			J
39	1931	11 02 20 01	32.3	132.2	5.9	6.1	6.6			J
40	1932	3 14 22 53	35.7	124.5	5.4	4.9		4.3	4.7	K,N
41	1932	6 18 10 32	32.6	132.1	5.9	5.5	6.1			J
42	1932	7 25 17 26	35.2	135.9	6.6	6.3	6.4			J(h=360)
43	1932	8 22 20 13	35.7	121.9	6.3	6.0				K
44	1935	3 07 19 30	40.4	139.6	5.9	5.3	6.1			J
45	1935	5 31 17 20	38.6	134.2	6.4	6.0	6.5			J(h=430),K
46	1935	7 17 00 01	34.3	131.3	5.1	4.5	6.0			J
47	1935	12 07 20 11	36.3	128.5	4.8	3.7		4.3	4.3	K,A
48	1936	7 01 17 44	38.0	123.3	5.2	4.7				K,I
49	1936	7 04 06 02	35.2	127.7	5.5	5.0		5.3	5.1	K,I,N
50	1936	7 10 02 00	38.1	123.3	5.4	4.9				K,I
51	1936	9 02 11 44	38.3	123.2	5.1	4.5				K,I
52	1937	1 25 04 00	37.7	126.8	4.8	3.0		3.7	2.2	K,N
53	1937	3 16 02 45	38.5	125.7	4.8	3.9		4.0	4.1	K,N
54	1938	8 22 09 46	35.7	127.9	5.4	4.6		5.2	5.0	K
55	1938	11 18 16 18	38.0	123.6	5.7	5.1				K,I,N
56	1940	6 19 21 17	38.5	126.0	4.3	3.2				K
57	1940	7 10 14 51	44.8	130.6	6.8	6.8	6.9			J(h=560)
58	1940	8 05 18 55	40.0	122.0	6.5	6.1				C
59	1940	8 14 00 37	36.1	132.1	6.5	6.6	6.9			J,K
60	1941	12 15 17 19	41.1	125.0	5.9	5.6				K

- * J ; The Seismological Bulletin of the Central Meteorological Observatory, Japan (1952)
- * K ; 朝鮮地震報告 (1905-1912), 朝鮮氣象30年報 (1934), 地震年報(1933-1938), Annual Report of the Weather Bureau of Tyosen (1935-1939), 朝鮮總督府氣象臺 地震年報 (1940), 朝鮮氣象要報(1940-1942)
- * C ; 黃海及其周圍地區歷史地震 (1995)
- * I ; International Seismological Summary
- * N ; 朝鮮地震目錄 (1986)

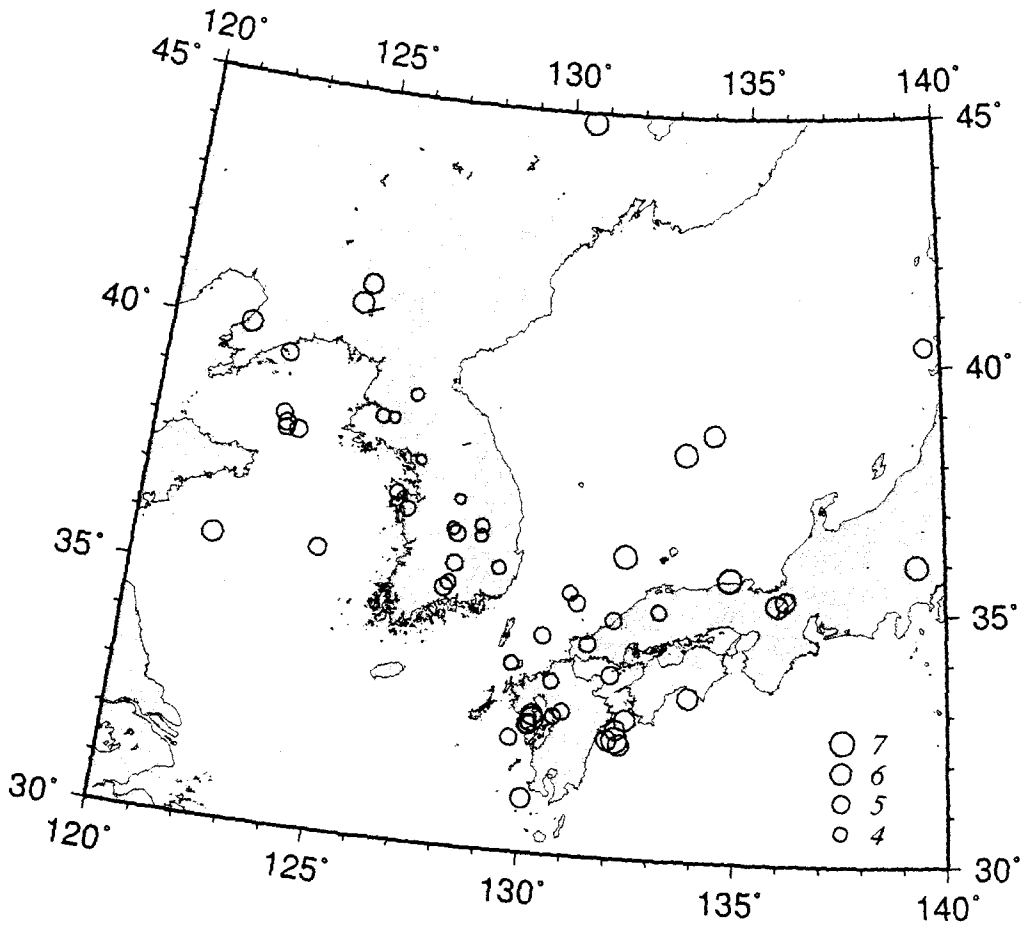


Fig. 3 Epicenter distribution map in and around Korea (1905-1943).