

琵琶湖周辺の地震活動について

三木 晴男・黒磯 章夫・梅田 康弘・伊藤 潔
見野 和夫・竹内 文朗・井元政二郎・渡辺 邦彦
平野 憲雄

ON THE ACTIVITY OF EARTHQUAKES IN THE AREA AROUND LAKE BIWA

By Haruo MIKI, Akio KUROISO, Yasuhiro UMEDA, Kiyoshi ITO,
Kazuo MINO, Fumiaki TAKEUCHI, Masajiro IMOTO,
Kunihiko WATANABE and Norio HIRANO

Synopsis

Brief report is given about results of the observation of earthquake activities in the area around Lake Biwa.

Seismicity map has been made in that area last half year. And there is no characteristic activities around the region of up-heaval as reported by Dr. Dan bara in the west coast along Lake Biwa.

But near and along the large active fault, Hanaore, in parallel with the west coast line of Lake Biwa, there have been found many micro-earthquakes. Above result reminds of the relation between Yamasaki fault and existence of many microearthquakes near it.

In the area around Lake Biwa and its surroundings, many faults were developed in complicated manner. The observation, continued by several geophysical methods, will derive the new and more detailed results and conclusions.

1. はじめに

琵琶湖周辺の地質的背景を概観すると、この地域は全体として古生層に覆われていて、琵琶湖西岸、東岸に各々、比良、伊吹・鈴鹿山系を有している。多くの活断層の存在は、両山系が、今なお活発な造構運動を継続していることを推測させる。これら活断層の中でも特に、西岸の花折断層、東岸の柳瀬断層は代表的なものであり、この地域が古くからの地殻の活動帯であることを示している (Fig. 1)。実際、琵琶湖は急激な沈下を続行していると思われる一方、西岸に於ける比良山系の隆起も並行して継続している。

従って、地震活動も活発であり、古くは1662年に、西岸一体を潰滅させた寛文大地震 (推定マグニチュード $M=7.8$) が有名であり、近年では1909年に東岸で発生した、姉川地震 ($M=6.9$) がある¹⁾。

以上の如き背景の下に、1973年の地震予知連絡会で、檀原は、琵琶湖西岸の水準測量の結果を整理して、上下変動の様相が、1948年から1971年の20数年間のうちに新しい変動形態に推移していることを発表し、合わせて、同地区の、早急な水準の改測を提案した²⁾。Fig. 2, 3 は、夫々、琵琶湖周辺の水準路線と、檀原の示した水準測量の結果である。他方、近畿地方や北陸地方の seismicity は、夫々、京都大学理学部阿武山地震観測所、防災研究所の鳥取、北陸微小地震観測所の観測により、詳しく調べられているが、琵琶湖周



Fig. 1. Quaternary tectonic map in Kinki district. (after Geological Survey of Japan)

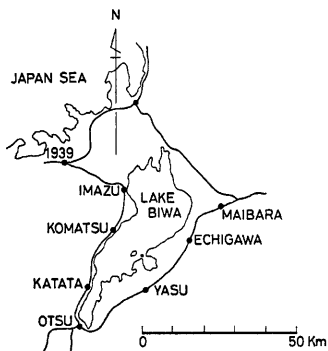


Fig. 2. Levelling lines around Lake Biwa. (after Danbara)

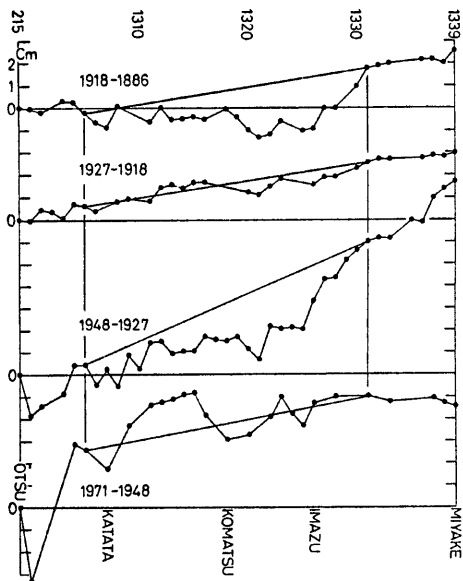


Fig. 3. Vertical movements in the west line around Lake Biwa. (after Danbara)

辺に限っては、十分な資料が存在するとは言えない。又、琵琶湖内での地震の存在の有無や、周辺の地震の発震機構、地殻構造にも種々興味ある事実もあり、昭和50年から3年間の予定で、琵琶湖西岸を中心に、測地、重力も合わせて観測することになった。本稿では、初年度の地震観測の中間報告を行う。

2. Seismicity

対象とする地域は琵琶湖を中心に、東西約 300km、南北約 250km の地域に限った。観測点は、阿武山地地震観測所、北陸微小地震観測所の衛星観測点以外に、楨谷、美浜、落合、岩尾山の4点を臨時観測点として設置した。夫々の、位置は Table 1 に示されている。地下構造には、花房、倉吉大発破⁹⁾の結果を用い

ORIGIN		35 0 0.0 N		135 30 0.0 E		OM (UNIT IN)	
STATION		X (KM)	Y (KM)	Z (M)	LATITUDE	LONGITUDE	
1	ARU ARUYAMA(YOKOANA)	6.76	-15.57	150	34 51 35.9 N	135 34 25.7 E	
2	TAJ TANHAN	-26.14	3.53	310	35 1 54.2 N	135 12 50.9 E	
3	MYO MYOKEN-SAN	-2.70	-8.29	640	34 55 31.5 N	135 28 13.7 E	
4	YGI YAGI	1.09	7.57	180	35 4 5.2 N	135 30 42.8 E	
5	KMK KEIMOKU	14.31	19.73	260	35 10 38.8 N	135 39 44.3 E	
6	KGM KAMIGAMO	24.30	4.59	180	35 3 33.5 N	135 45 56.7 E	
7	BPD BONDURA	33.97	27.25	310	35 14 42.4 N	135 52 16.9 E	
8	OHM OHMI-HACHIMAN	53.27	19.32	120	35 10 25.7 N	136 5 0.6 E	
9	UJI UJI	24.90	-14.83	290	34 51 59.8 N	135 49 36.7 E	
10	KTN KATANOSTATION	10.31	-25.31	230	34 46 20.3 N	135 42 18.1 E	
11	HFO ROKKO	-18.21	-26.31	560	34 45 48.1 N	135 18 5.5 E	
12	TNA TSUNA	-56.00	-64.70	90	34 25 4.8 N	134 53 5.6 E	
13	TTO TANTO	-47.59	36.31	190	35 30 23.5 N	134 58 38.1 E	
14	IWO IKOJOSAN	57.91	-13.07	400	34 52 57.0 N	136 7 56.0 E	
15	MKD MAKIDANI	14.66	62.32	210	35 22 50.5 N	135 39 39.8 E	
16	MIJ MIYAMA	43.01	62.06	110	35 33 29.5 N	135 58 48.0 E	
17	HKJ MOKUJIKU	64.43	104.24	24	35 56 15.0 N	136 12 45.0 E	
18	IMJ IMAJI	72.72	84.74	0	35 47 53.4 N	136 18 10.0 E	
19	AZJ AZAJI	74.93	55.06	350	35 28 38.0 N	136 19 26.0 E	
20	OCH UCHIAT	77.86	26.49	350	35 15 55.0 N	136 21 14.0 E	
21	SPJ SHIIFUKUJI	117.51	50.40	65	35 27 12.0 N	136 47 30.0 E	
22	TRK TSUPAKI	114.23	69.19	230	35 36 48.0 N	136 45 30.0 E	
23	NO NO	107.02	52.55	30	35 28 54.0 N	136 37 42.0 E	
24	KGM KGMATO	100.00	24.64	80	35 13 18.0 N	136 36 12.0 E	
25	TUK TUKA	84.62	61.53	350	35 44 0.0 N	136 26 0.0 E	
26	IHI IHIYAM	139.21	38.91	130	35 21 0.0 N	137 1 42.0 E	
27	TKZ TAKASASAN	134.04	60.41	260	35 32 36.0 N	136 58 30.0 E	

Table 1. The list of the observation stations.

Layer	Velocity km	Thickness km
1	4.50	0.50
2	5.50	4.50
3	6.00	15.00
4	6.70	10.00
5	8.00	50.00

又、マグニチュードは次式渡辺の式⁹⁾により求めた

$$0.85M - 2.50 = \log Av + 1.73 \log r$$

Av: 速度振幅 (kine) r: 震源距離 (km)

1975年8月から12月までの震源分布図 (Fig. 4) に於いて、琵琶湖西岸と東岸の Seismicity を同一の重みで見ることが出来ない。それは東岸の微小地震は、観測点の量や配置の不備のため、震源決定が困難であり、多く省略される結果となっているからである。多くのデータが収積されたとき、マグニチュードに下限を設けて、同一の重みで議論できるようになると考えている。しかし、地震分布のパターンは、過去10数年間の気象庁の資料に基づく分布に似ていると言える。即ち東岸に較べて、西岸の方が地震活動はより活発である。Fig. 4 に示される分布は、部分的には不備な点を持ってはいるが、琵琶湖西岸地域における地震活動については、かなり精確に様子を揃えていると考えてよいであろう。

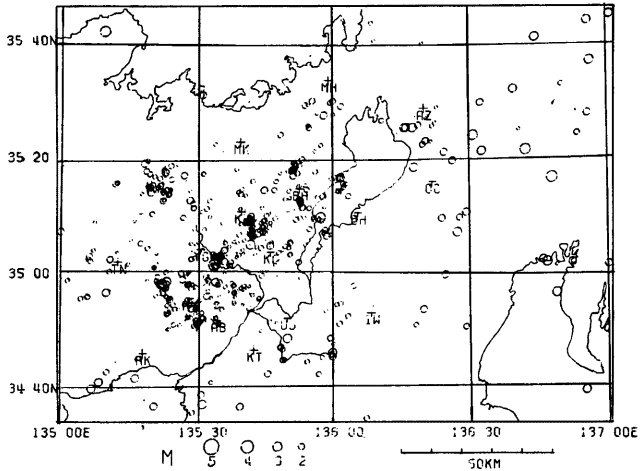


Fig. 4. Seismicity map in the vicinity around Lake Biwa during Aug.-Dec., 1975.

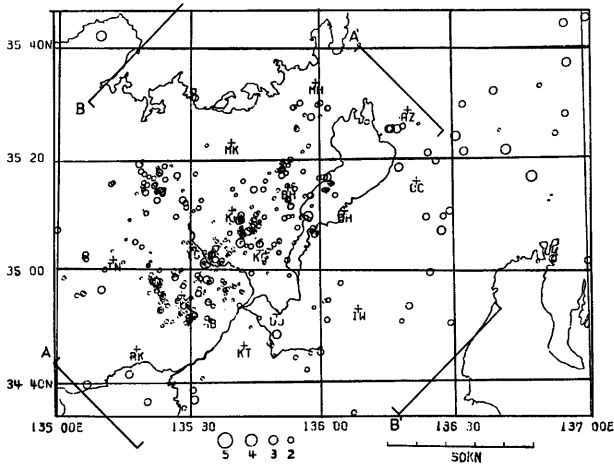


Fig. 5. Seismicity map during Aug.-Nov., 1975.

従って、西岸沿いに並んでいたり、坊村付近を中心に、美浜から京都市北部への震源の配列などは、近畿北西部や中国地方東部⁵⁾で言われる断層との繋りを示唆しているとも考えられる (c. f. Fig. 1)。琵琶湖西岸地域の断層は、比良山系の上昇隆起と、琵琶湖の沈降に密接に関連していると推定される。今後の詳しい資料の収集解析が必要である。地震の震源の深さ分布については Fig. 5 に於ける琵琶湖周辺近傍に限った場合を AA' 断面に、全体の分布を BB' 断面に投影した図を夫々 Fig. 6, Fig. 7 に示す。AA' 断面に投影し

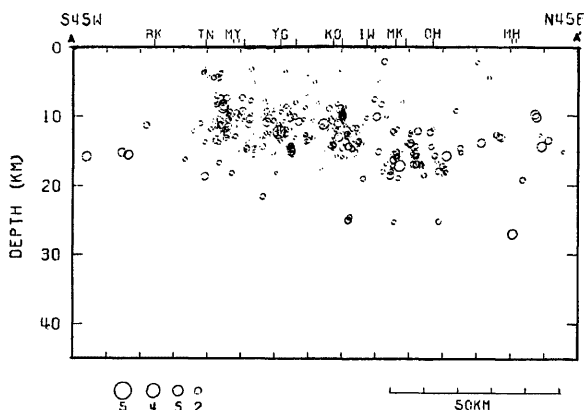


Fig. 6. Distribution of the depth of earthquakes expressed as AA' section in Fig. 5, around neighbourhood of Lake Biwa.

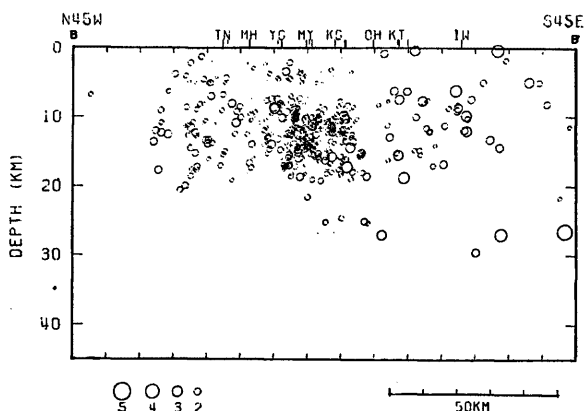


Fig. 7. Distribution of the depth of all earthquakes expressed as BB' section in Fig. 5, around Lake Biwa during Aug.- Nov., 1975.

た震源の垂直分布から、観測点 MK (榎谷), IW (岩尾山) 間に空白部があり, MK-IW 線より北東部では南西部に較べて, 震源が稍深めに分布している。この空白部は, Fig. 4 の MK-IW 間の空白部に対応していると言える。BB' 断面には, 淀川断層系の地震が明瞭に反映されている。又観測点 KG (上賀茂), OH (近江八幡) 線より西部に地震が多く, 東部に少ないことも表わしている。

これらの事象については, 地震発生機構や地震波動の性質等から知られる応力状態の場所の変化や構造の相違を解明することにより明らかになるのであろうと考える。

震源分布の時間的推移については, 資料が不十分であることを考慮すると種々述べることはできない。Fig. 8, 9, 10, 11 は夫々 8, 9, 10, 11 月の月毎の分布である。これらの図で著しいのは 10, 11 月には 8,

9月には見えなかった、花折断層の北部に関連するらしい活動が、坊村、美浜の間に見られることである。今後の研究対象である。

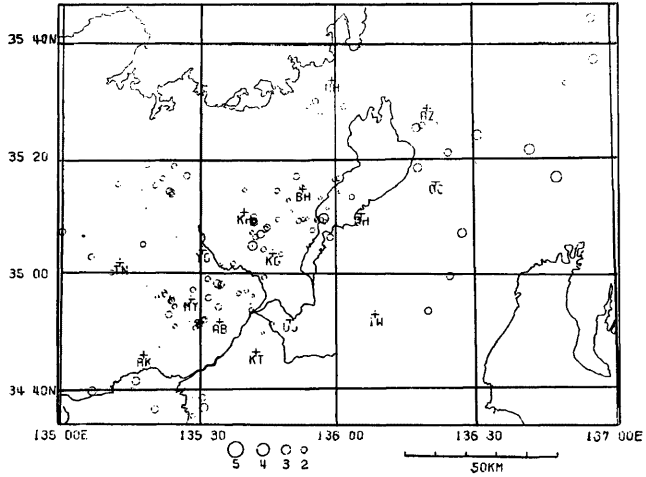


Fig. 8. Sismicity map around Lake Biwa in Aug. 1975.

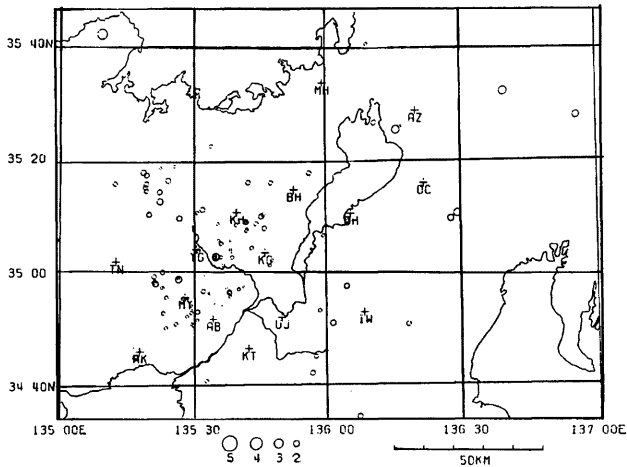


Fig. 9. Sismicity map around Lake Biwa in Sept. 1975.

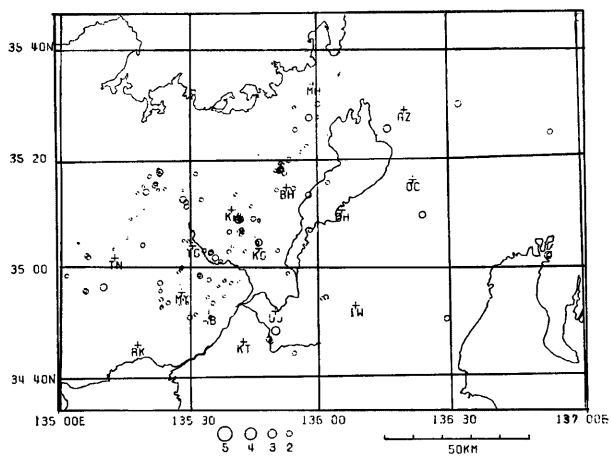


Fig. 10. Sismicity map around Lake Biwa in Oct. 1975.

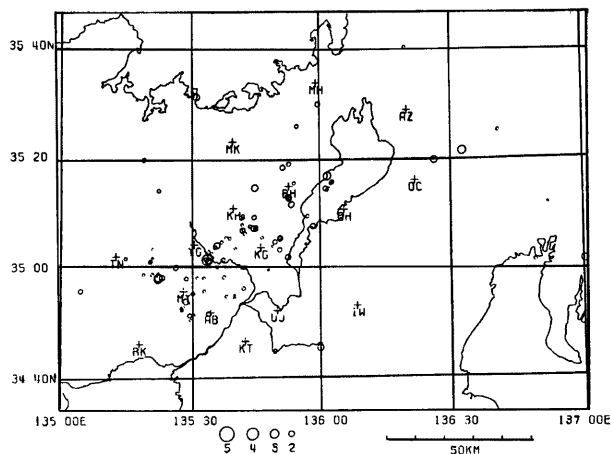


Fig. 11. Sismicity map around Lake Biwa in Nov. 1975.

3. 結 び

琵琶湖周辺地域の微小地震の震源分布が、断層に関連があるらしいことや、南西部と北東部とは、震源の深さに差があり、即ち北東部で深く、その境界が地震の空白地帯に一致していることが判った。又、檀原の言う隆起地域が、この空白地帯にほぼ該当する上に、この空白地帯をMK・IWを結ぶ線で表わすなら、Fig. 1に見られるように、大津から堅田へ湖岸沿いに到る、堅田断層の北端近傍を横ぎる等、種々興味ある事実があると言えよう。あらゆる地球科学の手段を用いて研究されることによって、より詳細な情報が得られるものと考えている。

この研究は、科学研究費補助金 (002021) 及び東京海上火災各務記念財団の援助によってなされたことを附記する。

参 考 文 献

- 1) 宇佐美龍夫：日本被害地震総覧，東京大学出版会，1975.
- 2) 檀原 毅：琵琶湖周辺の上下変動，地震予知連絡会会報，10，1973，pp. 68-70.
- 3) Hasizume, M., Kawamoto, O., Asano, S., Muramatsu, I., Asada, T., Tamaki, I. and Murauchi, S.: Crustal structure in the western part of Japan derived from the observation of the first and second Kurayosi and the Hanabusa explosions., Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. 44, 1966, pp. 109-120.
- 4) 渡辺 晃：近地地震のマグニチュード，地震，第2輯，第24巻，1971，pp. 180-022.
- 5) 藤田和夫，岸本兆方：近畿のネオテクトニクスと地震活動，科学，Vol. 42, No. 8, 1972, pp. 422-430.