

3 - 3 日光・足尾付近の地震活動 (2001 年 11 月 ~ 2002 年 4 月)

Seismic activity around the Nikkou・Ashio area (Nov. 2001-Apr. 2002)

東京大学地震研究所
地震地殻変動観測センター
Earthquake Research Institute, University of Tokyo

足尾地域では、2000 年、2001 年は地震数が減少していたが、3 月に低周波地震が発生し、その後足尾山地、皇海山周辺の地震が増加している。

第 1 図 年別の震央分布図 (1994 年 ~ 2002 年, Depth 15km)

1994 年後半より 2000 年頃までは大きな群発地震活動を含み、盛んな活動活動状況であったが、2001 年頃より低調に推移している。2000 年後半頃より、足尾山地ではまとまった活動は少なく、日光白根山付近や、桧枝岐、塩原周辺の活動が活発である。

第 2 図 日光・足尾地域の地震活動 (2001 年 11 月 ~ 2002 年 1 月, Depth 15km)

図中の  は活火山を、 は観測点を示す。

1 月頃よりやや地震活動が増加している。M3 以上の地震が 2 個発生したが、これらの地震は、通常の地震発生領域の端で発生している。

- 1 . (2002 年 1 月 3 日 5 時 43 分 深さ 2.5km M3.2) の地震は、いままであまり地震の起きていない内の籠断層の北東延長部で発生している。初動の押し引きから求めたメカニズム解は北東-南西圧縮軸の横ずれ型で、一つの節面の走向は断層の走向と一致している。この地震に付随した活動は少なく、群発的に起きる足尾の地震活動とは異なっている。
- 2 . (2002 年 1 月 18 日 14 時 33 分 深さ 5.4km M3.1) の地震もいままで起きていない領域で発生している。足尾地震発生領域の南部を東西に走る断層の西の延長上で発生した。メカニズム解は北東-南西圧縮軸の逆断層で、節面の走向は断層の走向とほぼ一致している。単発の地震で、この地震も群発的に起きる足尾の地震活動とは異なっている、
- 3 . 1 月 9 日頃より中禅寺湖南西で、M2.9 を含む群発地震が発生した。この活動は深さが 10km 前後で、足尾地域の地震としてはやや深い。

第 3 図 日光・足尾地域の地震活動 (2002 年 2 月 ~ 2002 年 4 月, Depth 15km)

1 月 9 日頃より中禅寺湖南西で発生した群発地震活動は 2 月 20 日過ぎまで 断続的に継続した。この地震群は深さが 10km 前後で、足尾地域の地震としてはやや深い。地震活動が減少している中で、3 月 11 日に足尾地域で低周波地震がこれまでになく大量に発生した。その後通常の地震数は減少から増加に転じている、4 月 12 日に内の籠り断層の北部で M3.7 の地震が発生した。

第 4 図 月別の頻度分布図 とエネルギー積算図 (1994 年 ~ 2002 年, Depth 15km)

上図 月別の頻度分布図、 左軸は地震発生数、右軸は累積地震数 (1993 年 11 月からの数)、白抜き棒グラフは月別のすべての数、黒は M 1.0 を示す。図の下の黒  はその月に発生した低周波地震の数に対応している。2002 年 3 月の星印は 58 個の低周波地震を示す。

下図 エネルギー積算図、 2000 年、2001 年と地震数が減少しているが、1999 年 12 月に M4.6 が 2 個、2001 年に M4.8 が発生し、積算エネルギーは加速している。

第5図 年度別のb - 値, マグニチュードの分布図

年度別のM 1.0の地震のb値を最尤法で求めた. 1994年から2001年までの地震のb値は0.89となった.2001年(0.88), 2002年(0.82)は2000年(0.97)に比して減少している。

第6図 足尾町付近の低周波地震の震源分布図

(青丸; 3月11日の低周波地震, 緑丸; 同時に発生した通常の微小地震, 黄丸; 2月22日, M 1.1, 深さ39kmに発生した低周波地震及び4月13日, M1.4, 深さ34kmに発生した低周波地震) 3月11日の19時から23時にかけて足尾観測点の近傍で, 4時間の間に130個以上の低周波地震が観測され, その内65個の震源が求まった。震源は足尾観測点から銀山観測点方向に東西4kmの領域に分布している。震源の深さは25km~27kmで西側が浅い。マグニチュードは, 最大で1.3であり, 多くの地震はM1以下である。何らかのマグマの供給があったと思われる。2月22日, 4月13日にも1個ずつ低周波地震が発生しているが, この深さは39km及び34kmであり, 3月11日より深い。またそれぞれ単独で起きており, 発生のかたも異なっている。

第7図 足尾町付近の低周波地震の時系列図

19時から20時までは足尾観測点の北西1kmの所に固まって発生している(group A), 20時から21時には, 震源は拡大して(group B), 21時頃より発生間隔がまばらになり, マグニチュードは大粒になり, 震源の深さは浅くなっている(group C)。マグニチュードがM1以上の地震はA, B期間に発生している。

第8図 足尾町付近の低周波地震の波形例1 (3月11日 18時17分)

Aグループに属する地震の波形例, 卓越周波数は4~5Hzで, 多くの相似地震が含まれている。

第9図 足尾町付近の低周波地震の波形例2 (3月11日 21時30分)

Bグループの波形は, 波形例1に比して, 卓越周波数が小さい(3Hz)。お互いに波形の相関はない。

第10図 栃木県塩原町付近の地震活動

3月2日より塩原町の北方でまとまった地震活動があった。最大のマグニチュードはM3.6で, 震源の深さは3~5kmである。3回の活動期間があり, 3月11日を最後に, 静穏になっている。この震央の東5kmの位置には西傾斜の低角逆断層である関谷断層が北北東から南南西に走っており, 震源域の走向は断層の走向と一致している。初動から求めたメカニズム解は南北圧縮軸の逆断層でこの走向は関谷断層と一致している。この地震は関谷断層の下部で発生していると思われる。関谷断層付近では2001年12月に那須岳の西側で群発活動があり, また塩原町の南部にある高原山の直下では, 低周波地震が発生している。

第11図 塩原町付近に発生した低周波地震の震源分布図

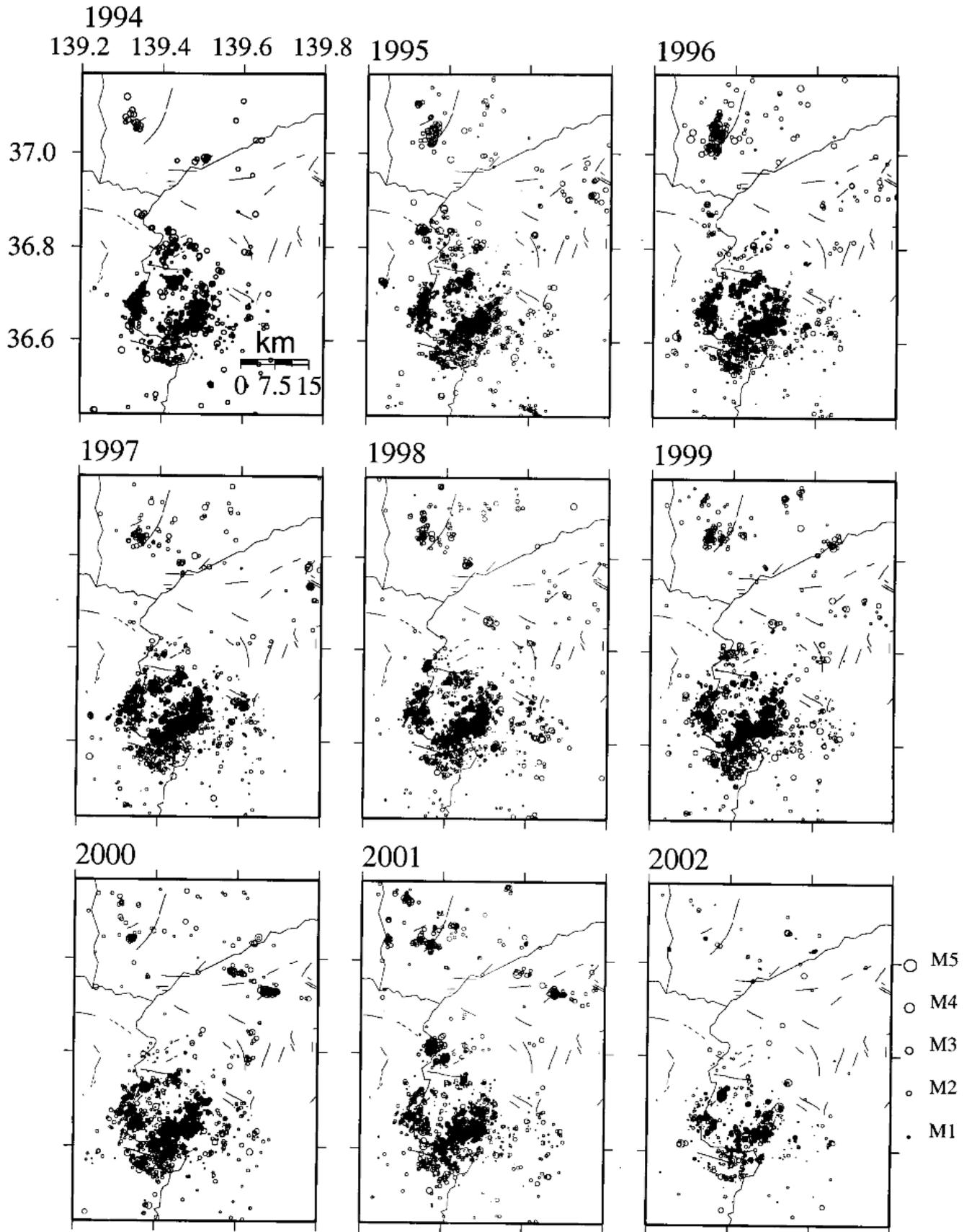
3月31日, 4月12日, 18日に 栃木県の高原山直下で低周波地震が発生した。この場所では時々, 低周波地震が発生している。震源の深さは, 3月31日が21km, 4月の地震は28~29kmの深さである。震源が求まった地震は5個であるが, いずれの地震も数個の地震が連続して発生している。

第12図 高原山直下に発生した低周波地震の波形例(4月12日 9時27分)

第13図 新潟県十日町付近の地震活動

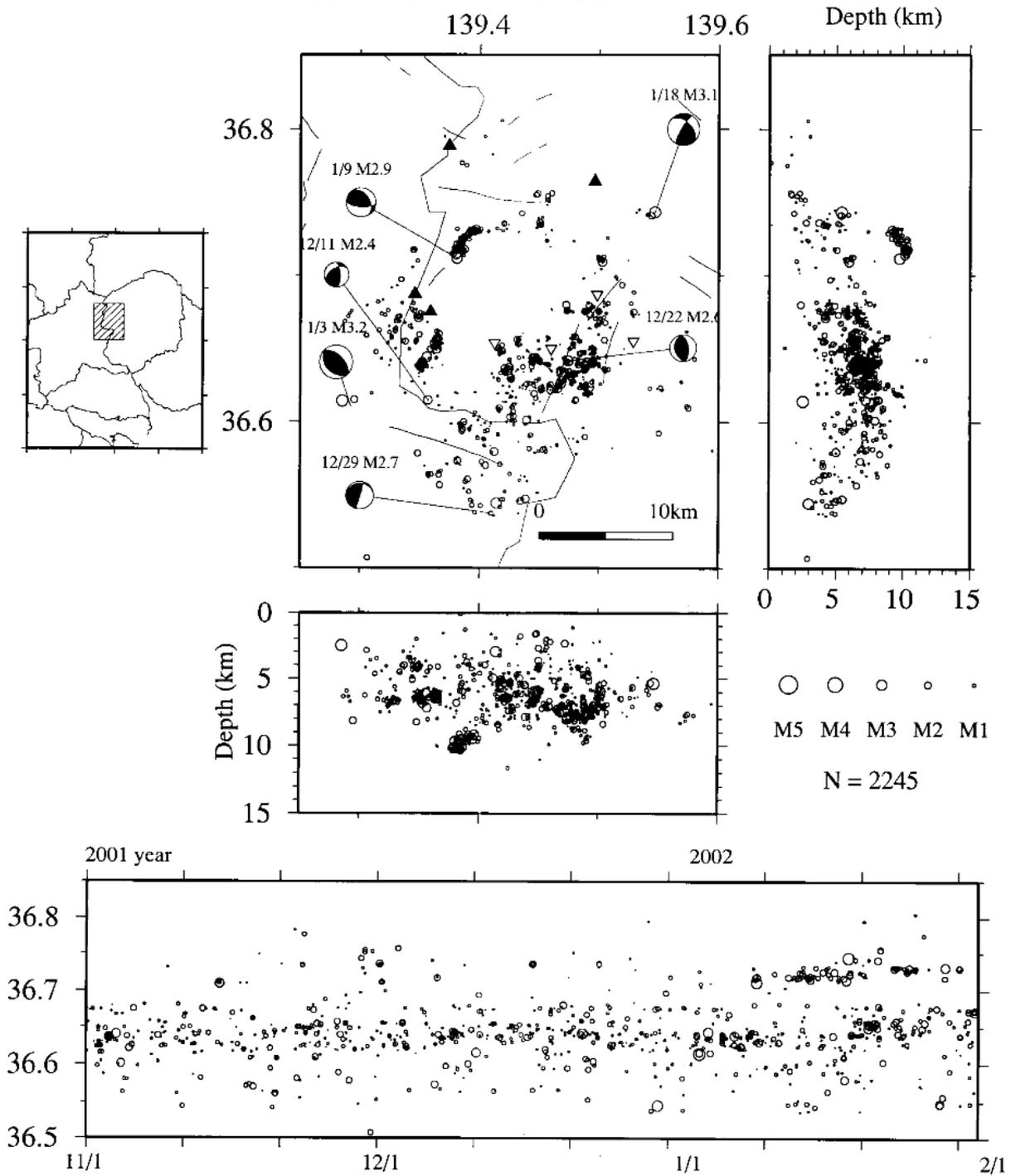
3月24日から4月20日にかけて十日町断層群の近くで地震活動があった。最大のマグニチュードはM4.2で, 地震の深さは11~13kmである。震源域は北東-南西の走向で西に傾斜している。P波の初動より求めたメカニズム解は北北東-南南西圧縮軸の逆断層で, 震源域の形状と一致する。また, この付近にある十日町断層群, 石打断層の走向とも一致する。(萩原弘子)

Seismic Activities in the Ashio Area



第1図 年別の震央分布図 (1994年～2002年, Depth 15km)
 Fig.1 Epicenter distribution map by year (1994～2002, Depth 15km)

2001.11.1 - 2002.1.31 ASHIO



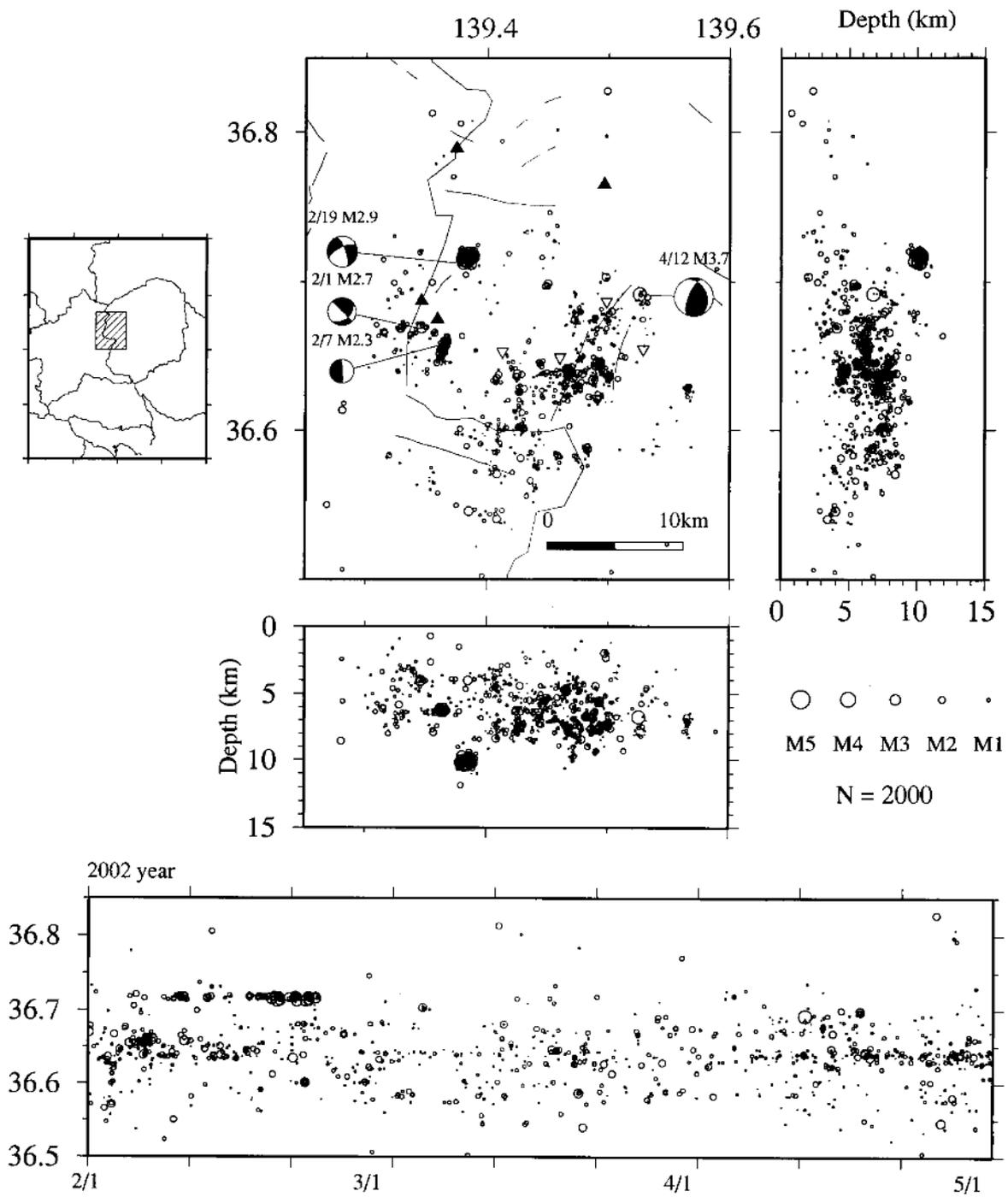
第2図 日光・足尾地域の地震活動 (2001/11~2002/1)

図中の は活火山を, は観測点を示す

Fig.2 Seismic activity of the Nikko-Ashio area (2001/11~2002/1).

in a figure show active volcanoes and show observing points.

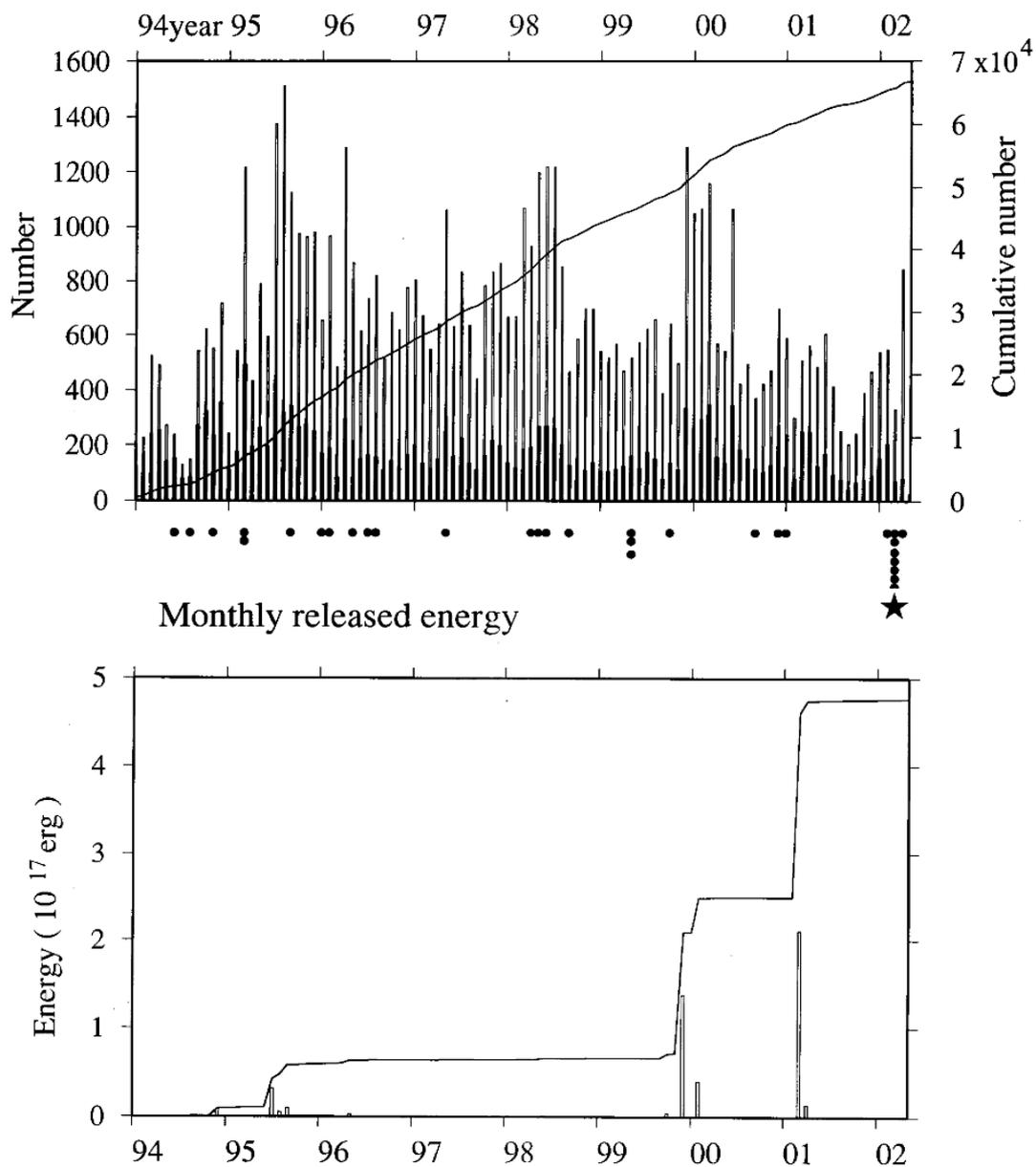
2002.2.1 - 2002.4.30 ASHIO



第3図 日光・足尾地域の地震活動 (2002/2~2002/4)

Fig.3 Seismic activity of the Nikko-Ashio area (2002/2~2002/4).

Monthly frequency of earthquake events of ASHIO



第4図 月別の頻度分布図,および地震のエネルギー積算図 (1994年~2002年, Depth 15km)

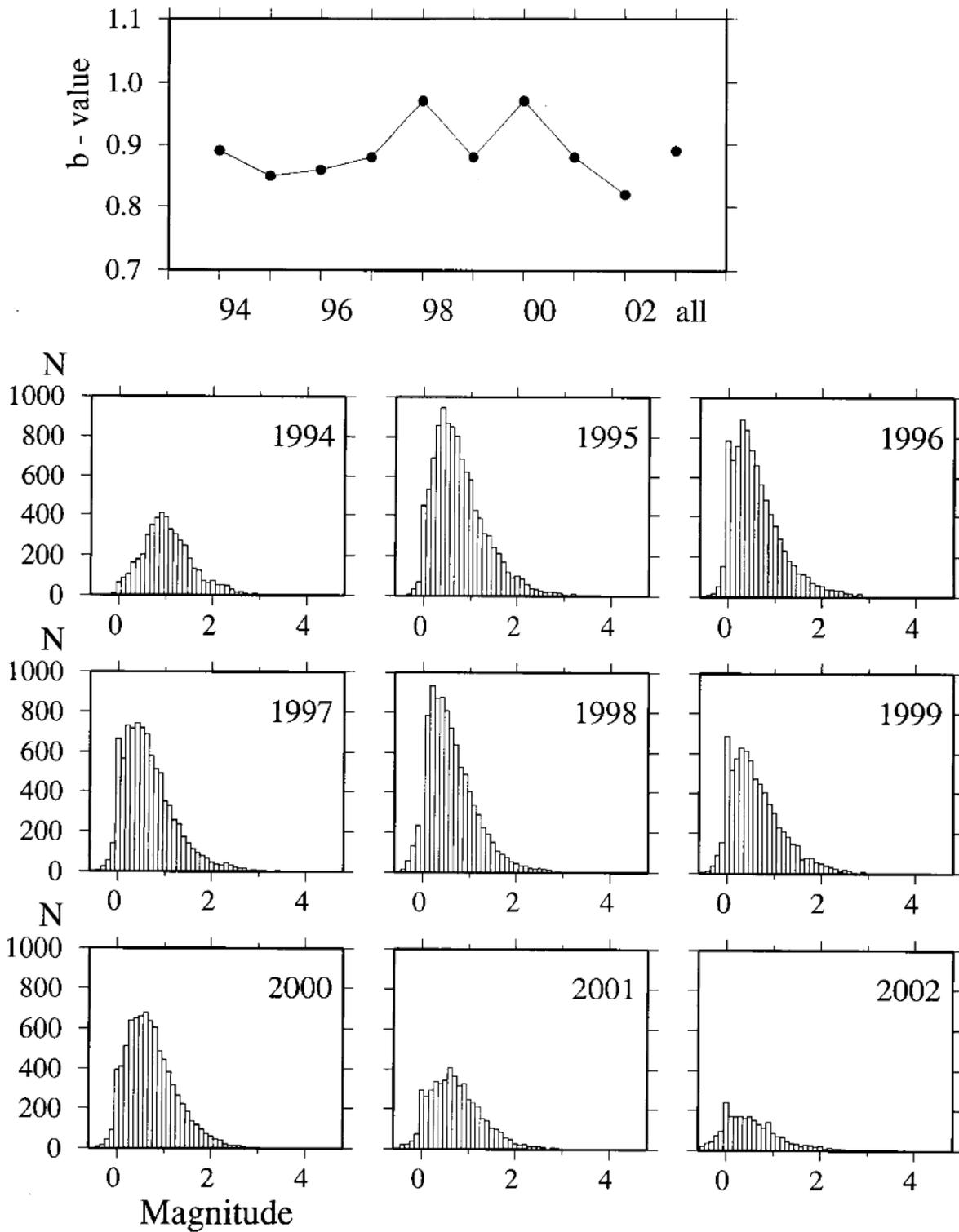
上図 月別の頻度分布図: 白抜きの棒グラフは月別のすべての数,黒は $M \geq 1.0$ を示す.図中の折れ線グラフは積算地震数を示す.図の下の黒は その月に発生した低周波地震の数に対応している.

下図 地震のエネルギー積算図(単位は 10^{17} erg): 棒グラフは月別のエネルギーを示す.図中の折れ線グラフは積算エネルギーを示す.

Fig.4 Monthly energy distribution and accumulated energy of earthquakes(1994 ~ 2001 ,Depth 15km), Above figure : Monthly energy distribution, White bar show all monthly numbers and black show $M \geq 1.0$. The line graph in a figure shows the accumulated number of earthquakes. Black corresponds to the number of the low-frequency earthquakes.

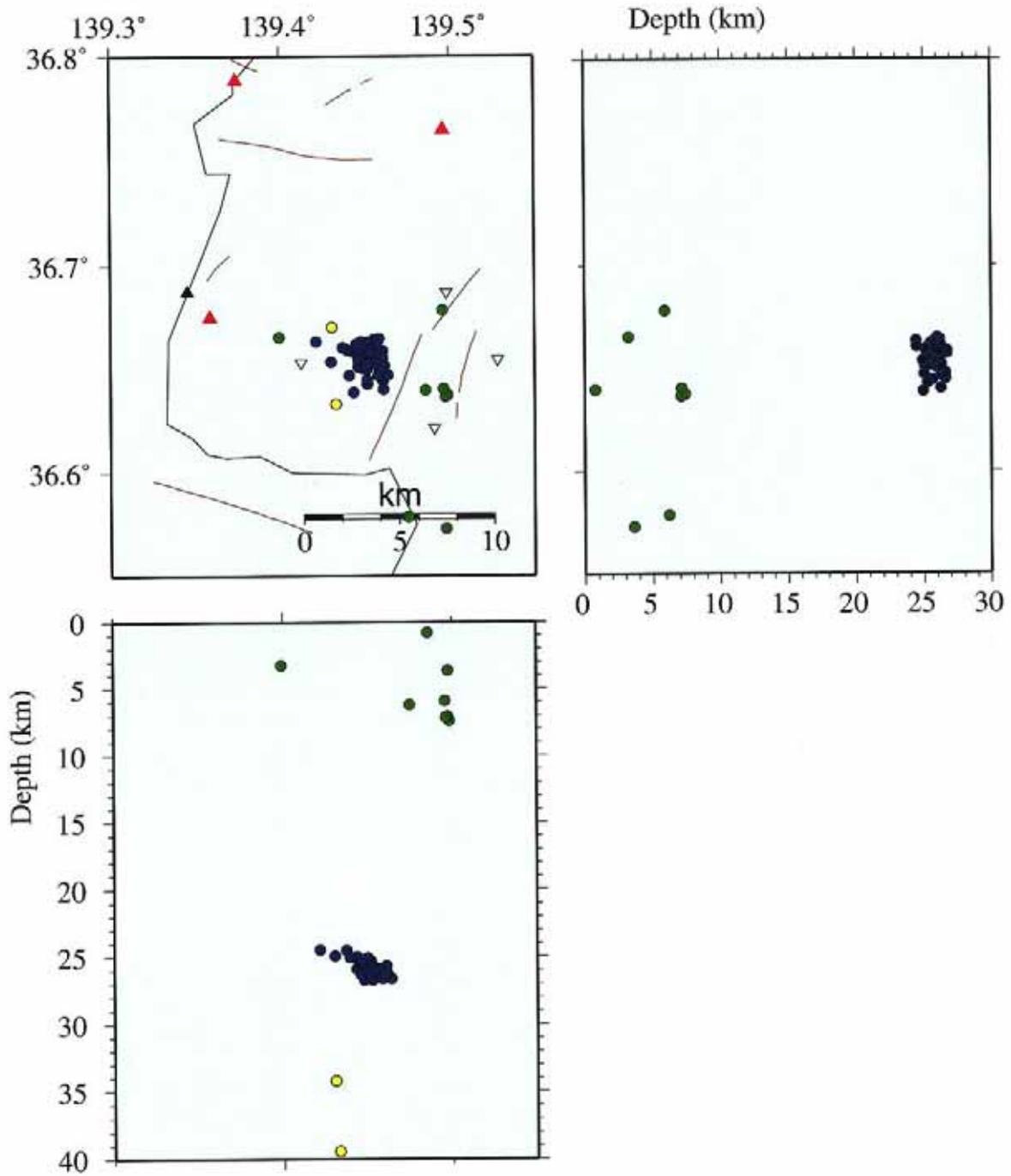
Following figure: Accumulated energy of earthquakes (a unit is 10^{17} erg). Bar graph shows monthly energy. The line graph in a figure shows addition energy.

b - values of the Ashio Area



第 5 図 年度別の b - 値 , マグニチュードの分布図
 Fig.5 Yearly distribution map of the B-values in the Ashio area.

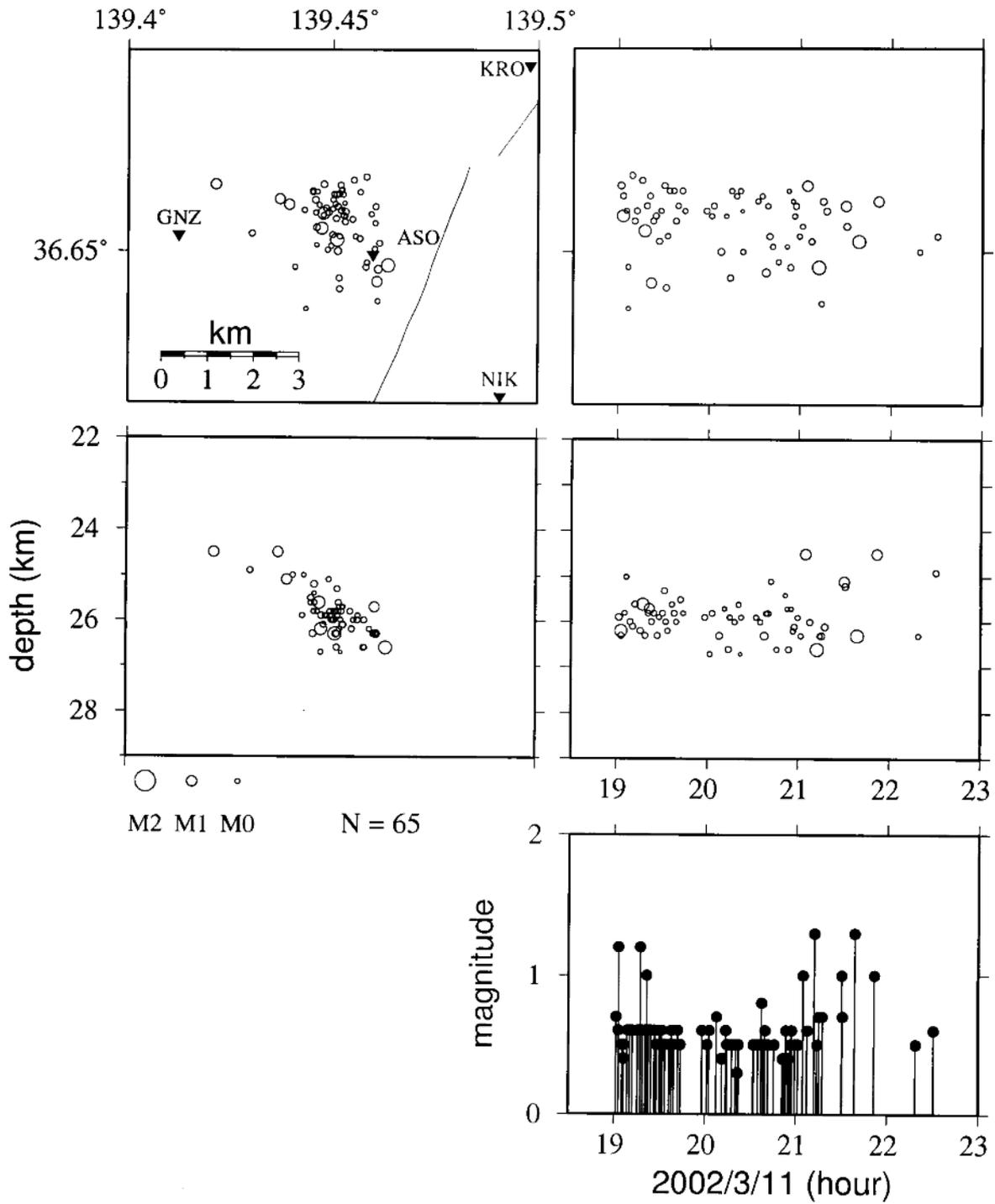
2002/3/11 19 ~ 23h



第 6 図 足尾町付近の低周波地震の震源分布図

Fig.6 Hypocenter distribution of the low-frequency earthquakes near Ashio.

Ashio Low-frequency earthquake 2002.3.11



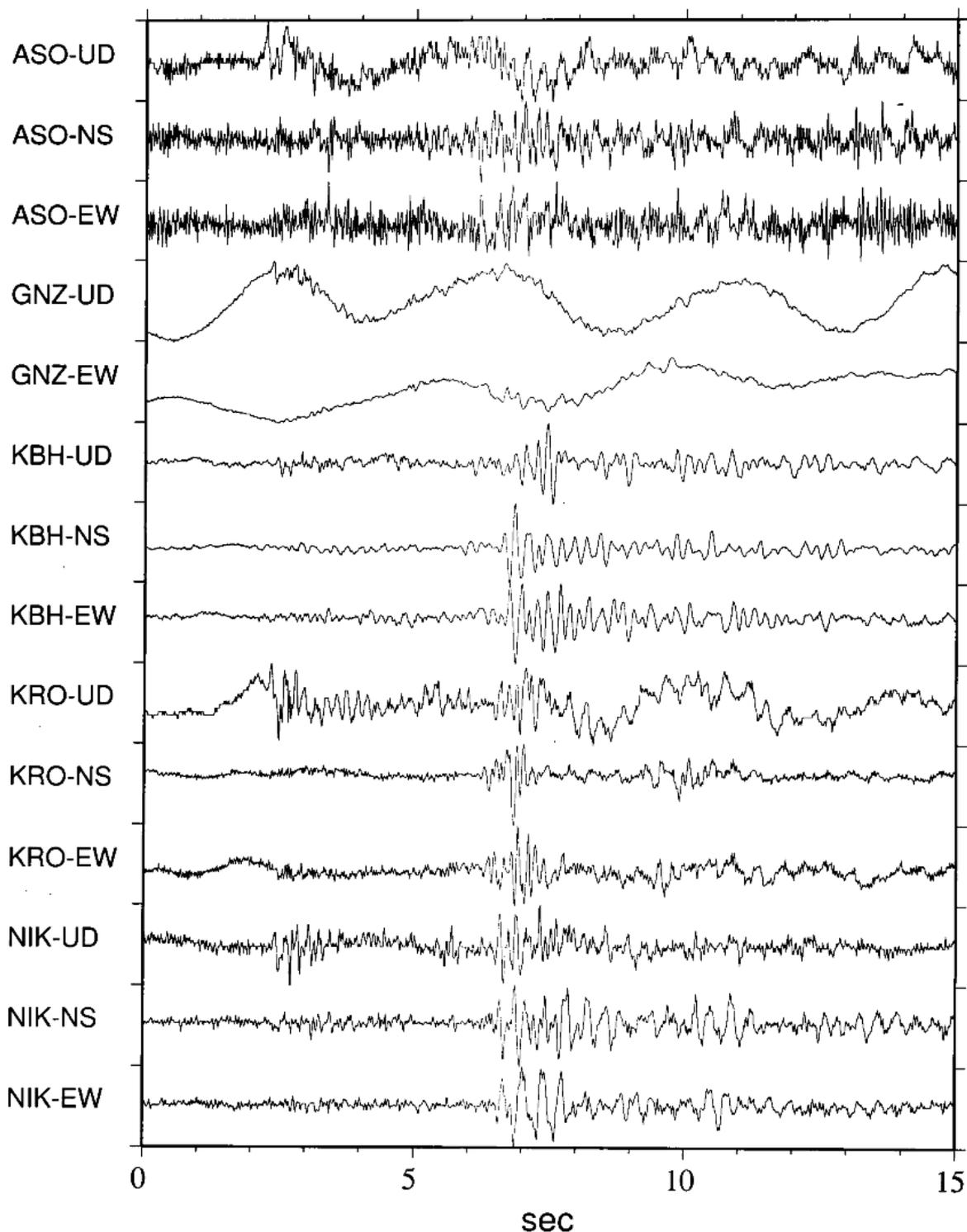
第 7 図 足尾町付近の低周波地震の時系列図

Fig.7 Seismic activity of the low-frequency earthquakes near Ashio.

Ashio Low-frequency earthquake

(2002/3/11 19h17m M1.2 D=26km)

020311.191720



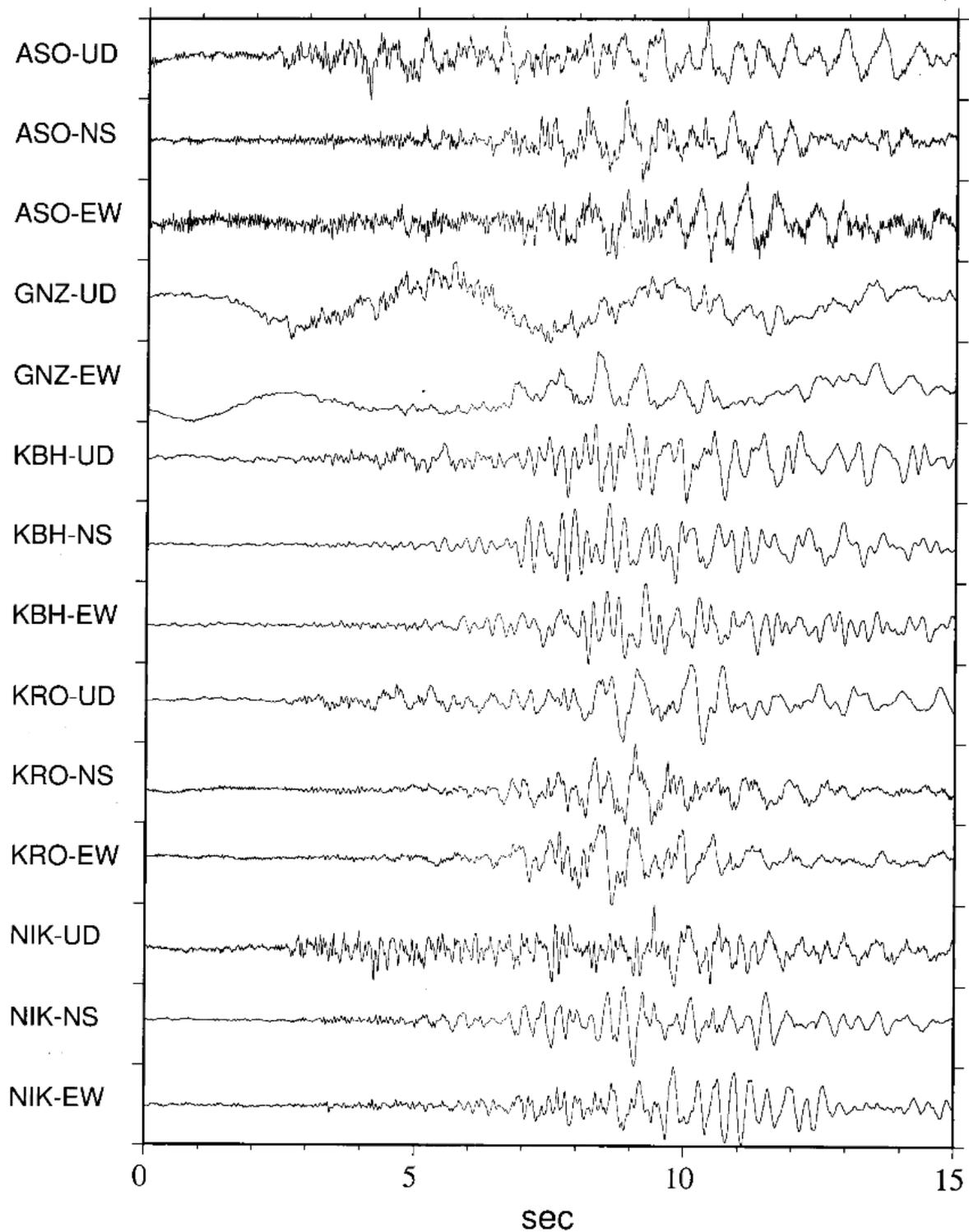
第 8 図 足尾町付近の低周波地震の波形例 1 (3月11日 18時17分)

Fig.8 Example of a waveform of the low-frequency earthquake near Ashio (3/11 18h17m).

Ashio Low-frequency earthquake

(2002/3/11 21h38m M1.3 D=26km)

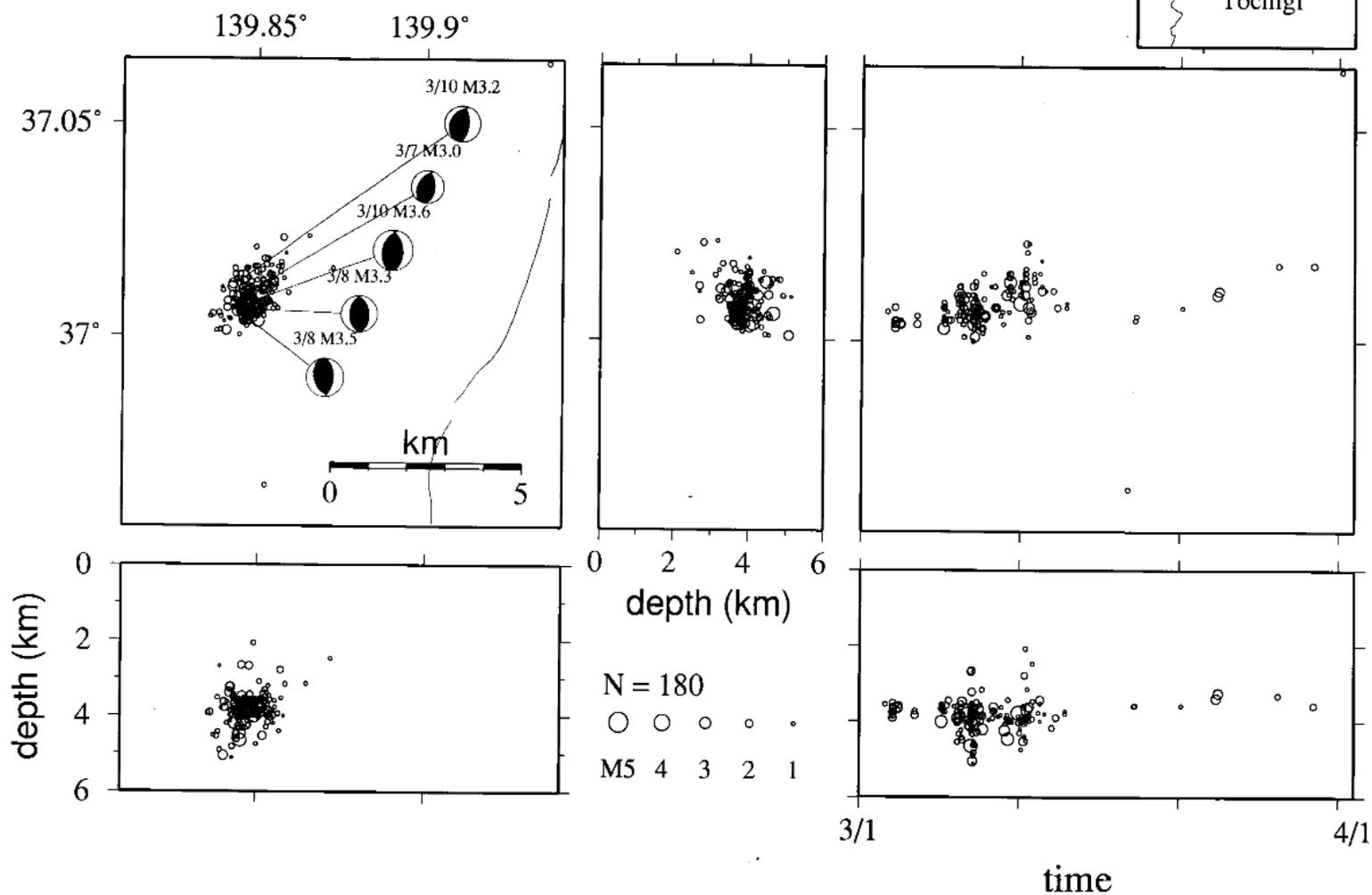
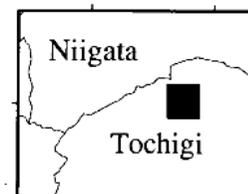
020311.213845



第9図 足尾町付近の低周波地震の波形例2 (3月11日 21時30分)

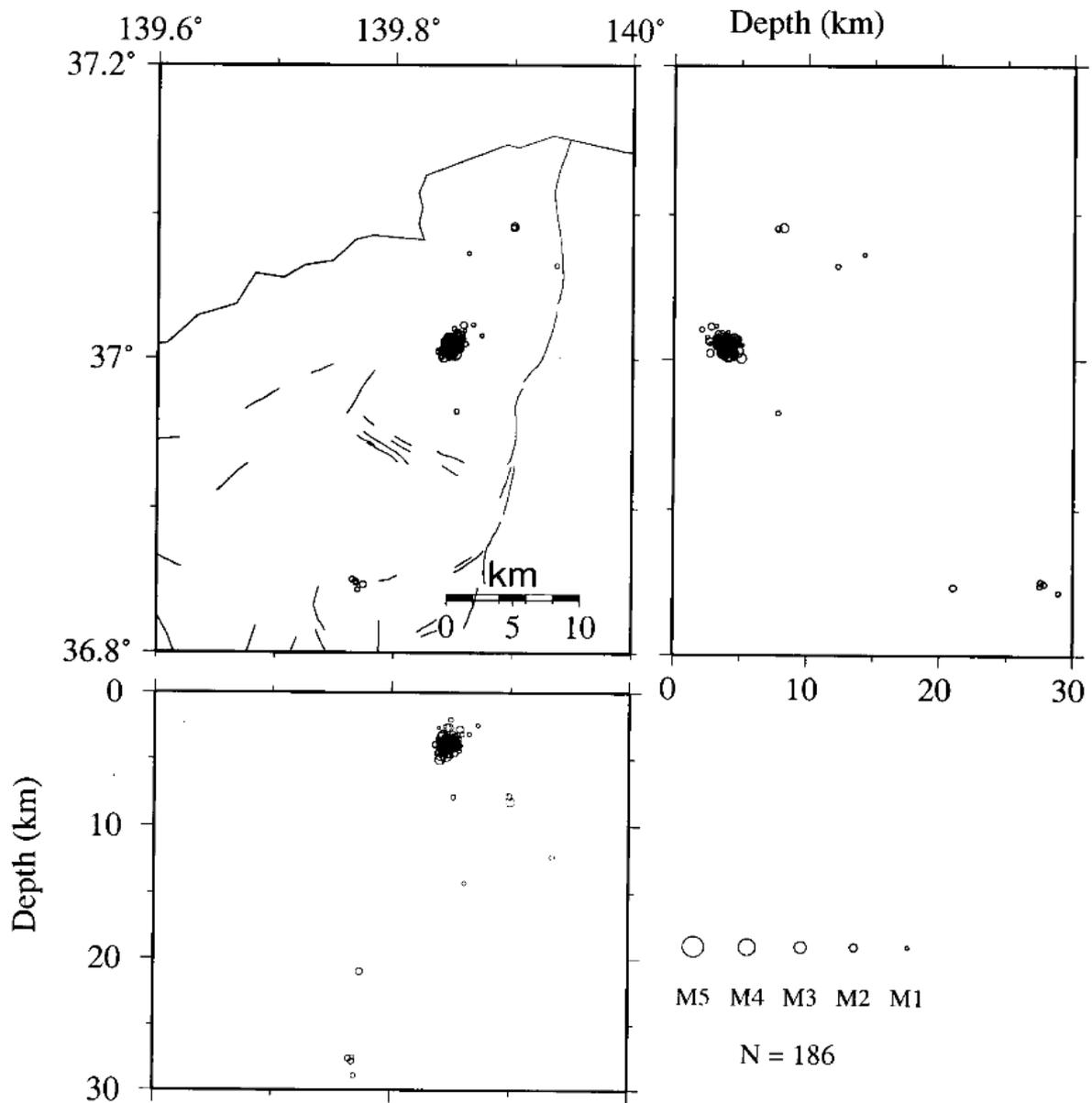
Fig.9 Example of a waveform of the low-frequency earthquake near Ashio (3/11 21h30m).

Shiobara 2002.3.1 - 3.31



第 10 図 栃木県塩原町付近の地震活動
Fig.10 Seismic activity near Shiobara, Totigi prefecture.

2002/2/1 ~ 2002/4/31



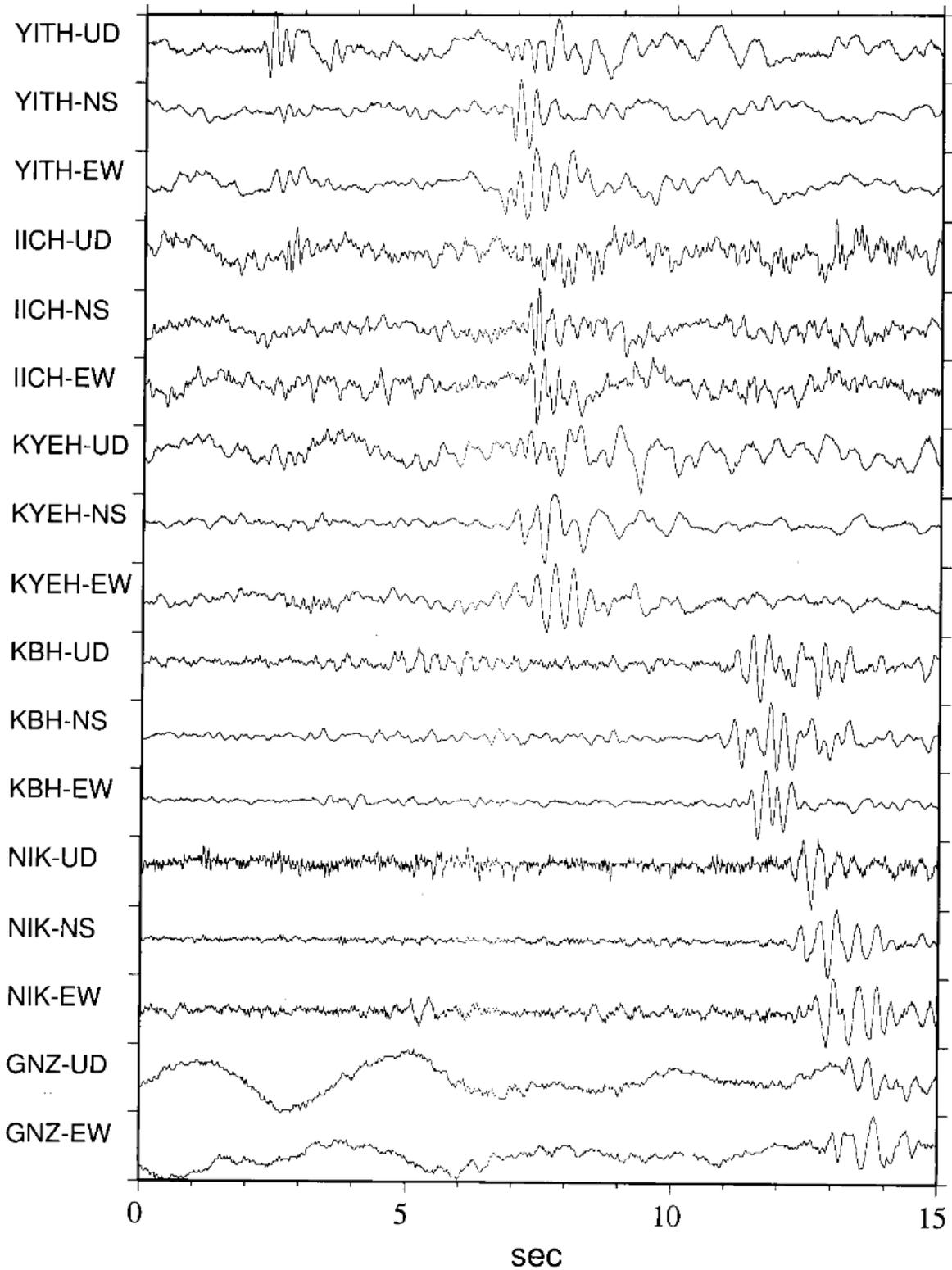
第 11 図 塩原町付近に発生した低周波地震の震源分布図

Fig.11 Hypocentral distribution of the low-frequency earthquakes near Siobara.

Siobara Low-frequency earthquake

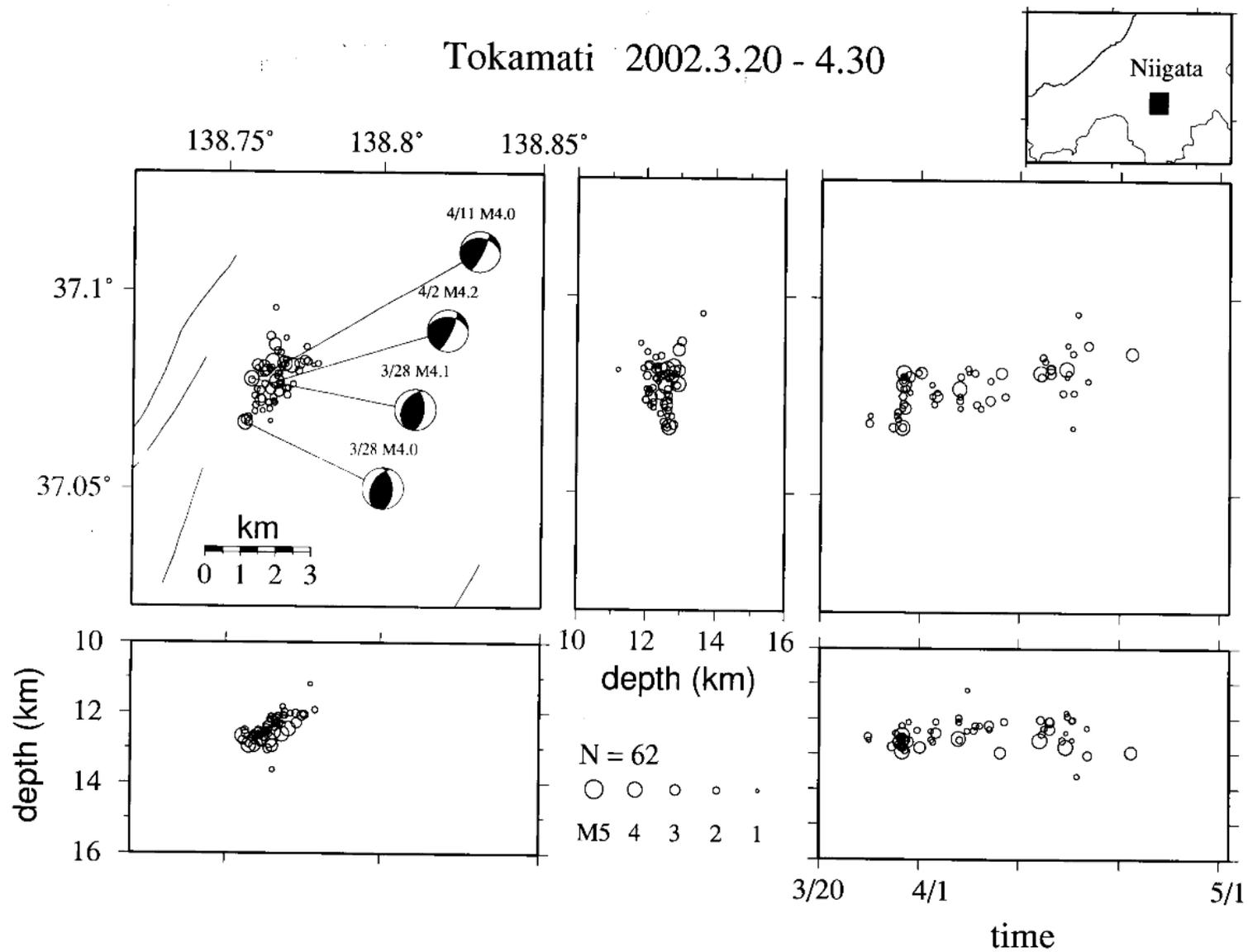
(2002/4/12 9h27m M1.1 D=29km)

020412.092744



第 12 図 高原山直下に発生した低周波地震の波形例 (4 月 12 日 9 時 27 分)

Fig.12 Example of a waveform of the low-frequency earthquake beneath Takahara.yama (4/12 9h27m).



第 13 図 新潟県十日町付近の地震活動
 Fig.13 Seismic activity near Tokamati, Niigata prefecture.