

蔵王火山地域における地震活動（1995年12月）*

Seismic Activity in and around Zao Volcano in December, 1995

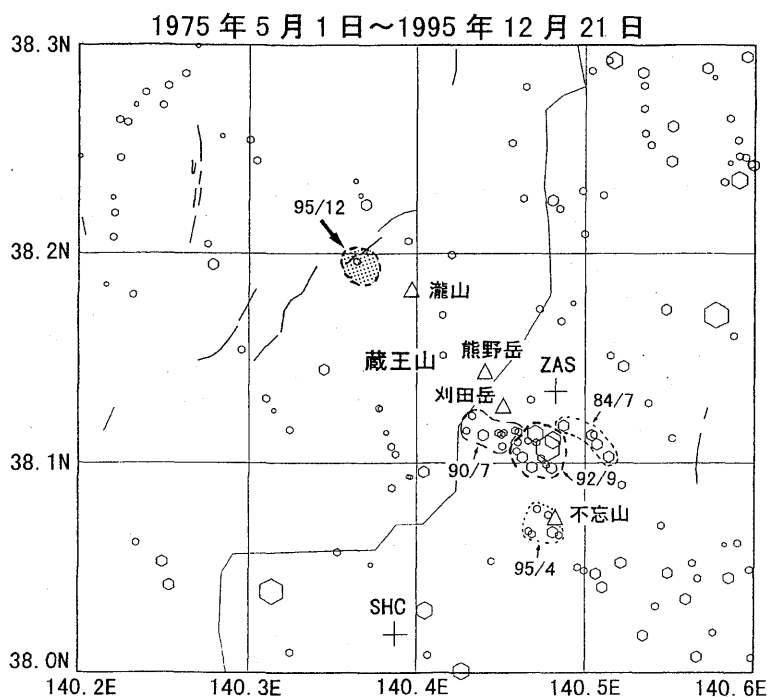
東北大学理学部
地震予知・噴火予知観測センター

Observation Center for Prediction of Earthquakes and
Volcanic Eruptions Faculty of Science Tohoku University

1995年12月22日14:52, 蔵王火山の北西山麓 (38.193°N, 140.366°E, 2.3km) で $M_{JMA} = 4.4$ の地震が発生した。この地震により, 震央近傍では窓硝子の破損等の軽微な被害が生じた。臨時観測を実施して余震活動を詳細に調査したので報告する。

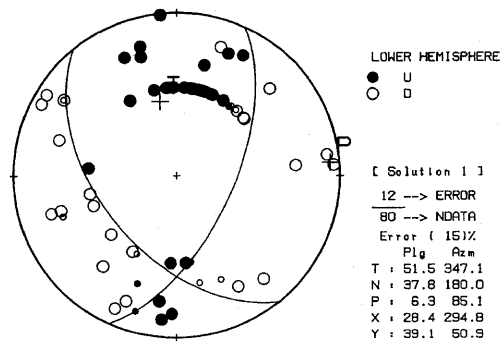
今回の地震活動発生以前の, 蔵王火山地域における震央分布を第1図に示す。蔵王火山地域では, これまで, 1984年, 1990年, 1992年, 1995年に群発地震が繰り返して発生している。これらはいずれも山頂部から南東山腹地域で発生した活動であった^{1) 2)}。これに対して, 1995年12月の地震活動は, 第1図に示すように, 蔵王火山地域の北西端で発生した。図中で, 砂目の領域が今回の活動域である。この震源域には, 1975年5月にテレメーター観測を始めて以来, 1995年12月16日に1個の地震が発生しただけであった。

12月22日14:52 (M4.4) の地震の発震機構解を第2図に示す。東西方向圧縮の逆断層型であり, 東北地方中部における平均的な発震機構と差はない。



第1図 1995年12月22日の地震 (M4.4) の前, 1975年5月1日~1995年12月21日の蔵王火山付近の震央分布図。主要な群発地震の震央域を破線で囲んである。砂目の領域は, 1995年12月22日の地震の余震域を表す。
Fig. 1 Epicenter distribution in and around Zao volcano before the earthquake of December 22, 1995, M4.4. Major swarm activities are shown by enclosing with broken lines. The shaded area indicates the aftershock region of the earthquake of December 22.

* Received 19 Apr., 1996



第 2 図 1995年12月22日 14:52 に発生した地震 (M 4.4) の発震機構解 (下半球等積投影)。黒丸は押し, 白丸は引きを表す。

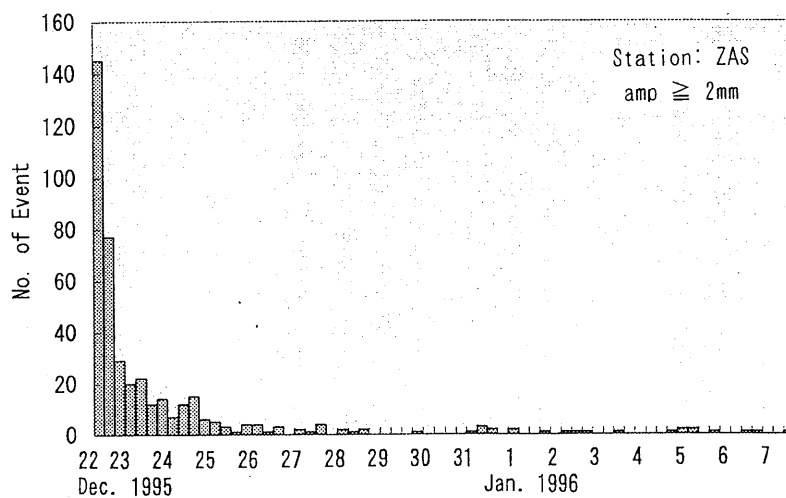
Fig. 2 Focal mechanism solution of the earthquake of December 22, 1995, M 4.4, projected on to the lower hemisphere.

この地震の直後から多くの余震が発生した。震源域の南東約 13km に位置する蔵王観測点 (ZAS) で観測された余震頻度の時間変化を第 3 図に示す。余震活動は改良大森公式 ($p = 0.9$) にしたがって減少した。

余震活動を詳細に調べるために、本震発生直後の12月22日18時から6日間、震央域近傍の4点で臨時観測を実施した。観測には、火山体構造探査のために開発したデータロガー LS-8000 を、自然地震モードで用いた。データロガーは GPS 制御の時計を用いているため、各観測点で独立にデータを収録するにもかかわらず、1 ms の高い刻時精度が得られる。このような観測システムを採用したことにより、積雪期にもかかわらず、観測網の設置は短時間の内に完了した。第 4 図に臨時観測によって震源決定された地震数の時間変化を示す。地震発生の約 3 時間後には 4 点の設置を終了して震源決定が可能となった。

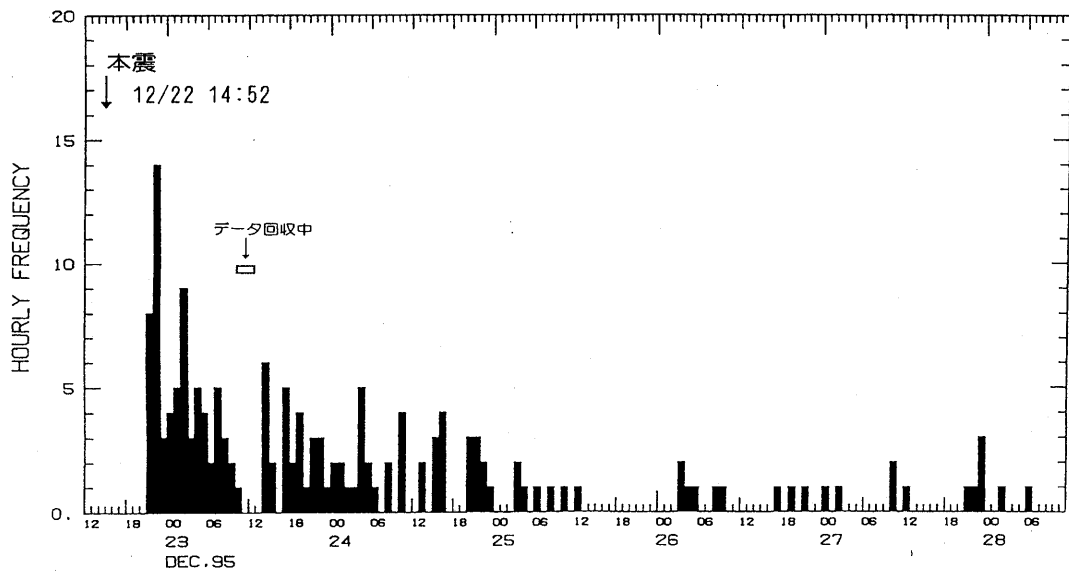
臨時観測点 (L 867~L 870) の配置と、4 点全点のデータを用いて決定した震源 (161個) の分布を第 5 図に、観測された地震波形の例を第 6 図に示す。震源決定では、 $V_p = 5.8\text{km/s}$, $V_s = 3.34\text{km/s}$ の半無限均質構造を仮定した。震源域は、蔵王火山群の北西端に存在している瀧山火山の北西山麓、深さ 4 km 前後に位置している。

余震は、水平方向、深さ方向ともに 1.5km 前後の広がりをもって分布している。観測された波形はいずれもきわめて明瞭な P 波初動をもつにもかかわらず、震央域北西側の観測点 L 867 と南東側の観測点 L 868 の間の P 波到達時刻差は、第 7 図に示すように、 $-0.25\text{ s} \sim +0.05\text{ s}$ の間に分散している。このことは、実際の震源分布が 1 km 以上

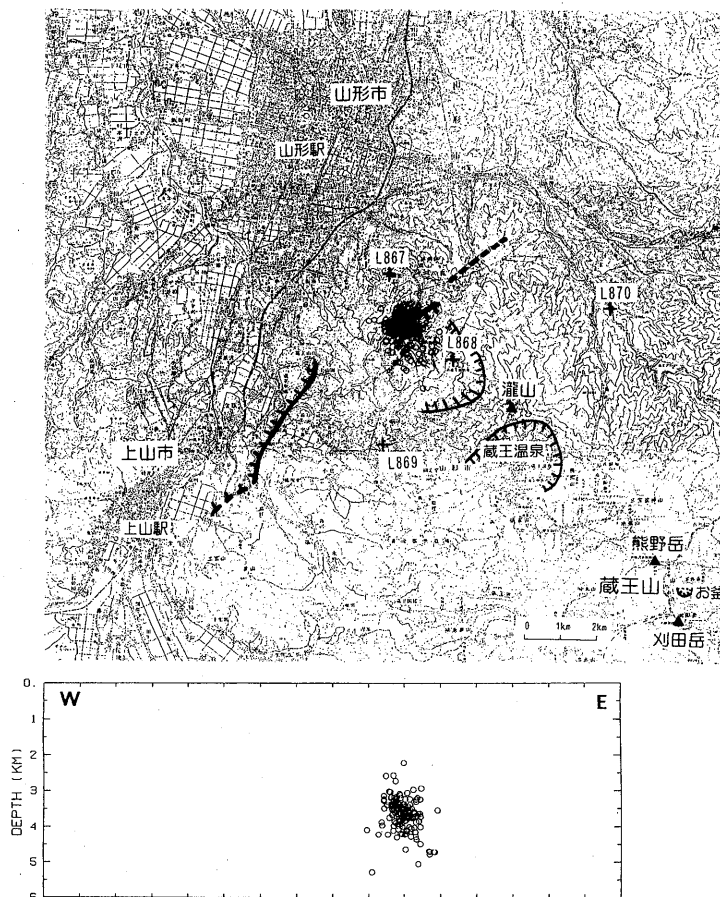


第 3 図 震央距離約 13km の蔵王観測点 (ZAS) で観測された、6 時間毎の余震頻度の時間変化。但し、記録振幅 2 mm = 約 $40\mu\text{ kine}$ 以上の余震の数。

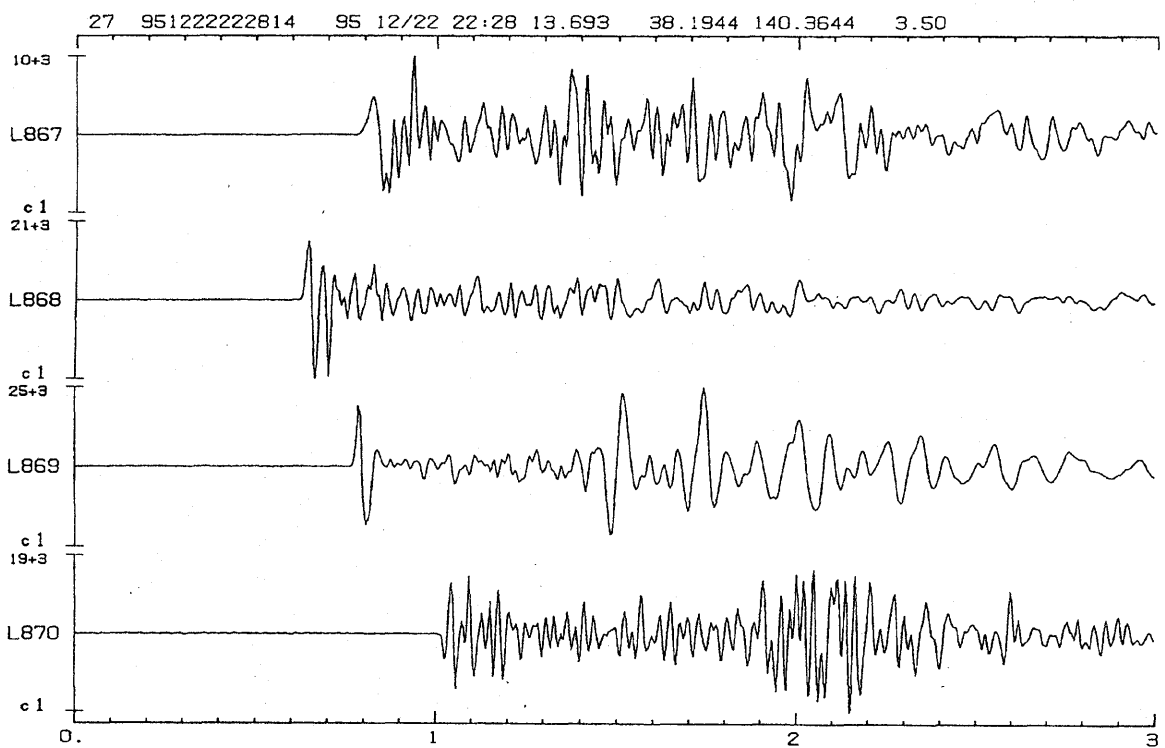
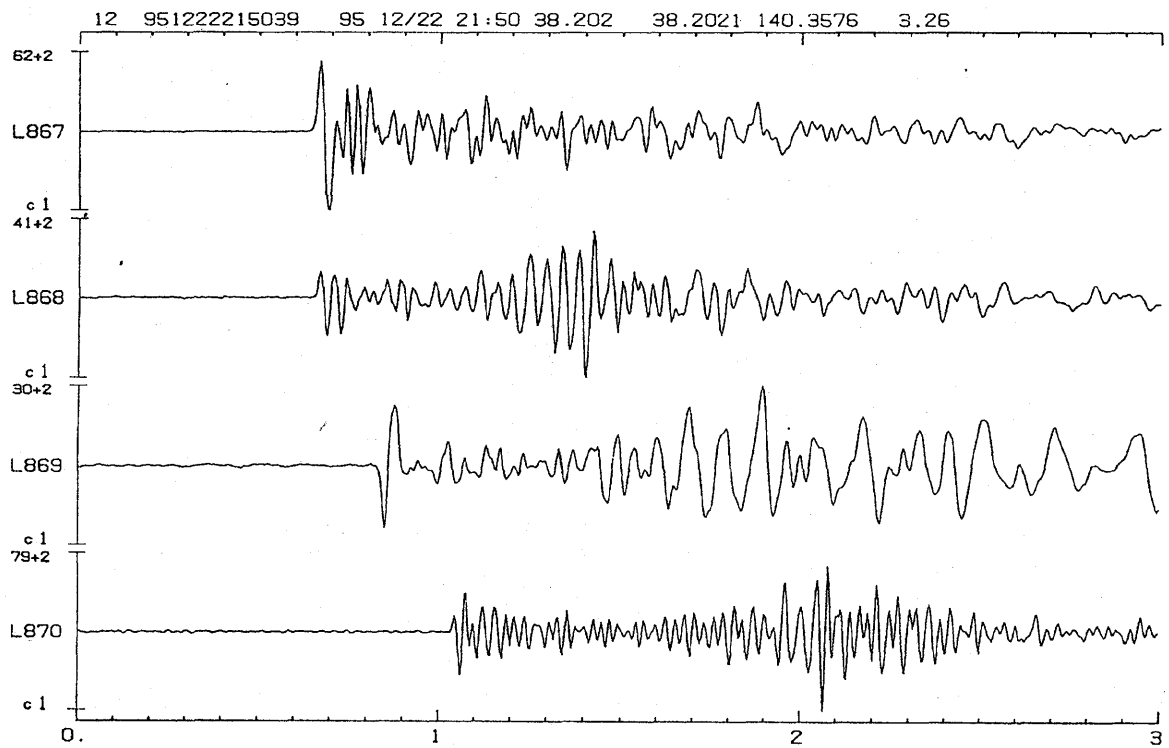
Fig. 3 Temporal change of the number of aftershocks observed at ZAS, 13km SE of the epicentral area, for every six hours.



第 4 図 臨時観測により震源決定された余震の 1 時間毎の頻度分布。矢印は本震の発生時刻を示す。
 Fig. 4 Hourly number of the aftershocks located by the temporary observation. The arrow indicates the time of the main shock of December 22. The figure shows that six hours after the main-shock, hypocenter location became possible.



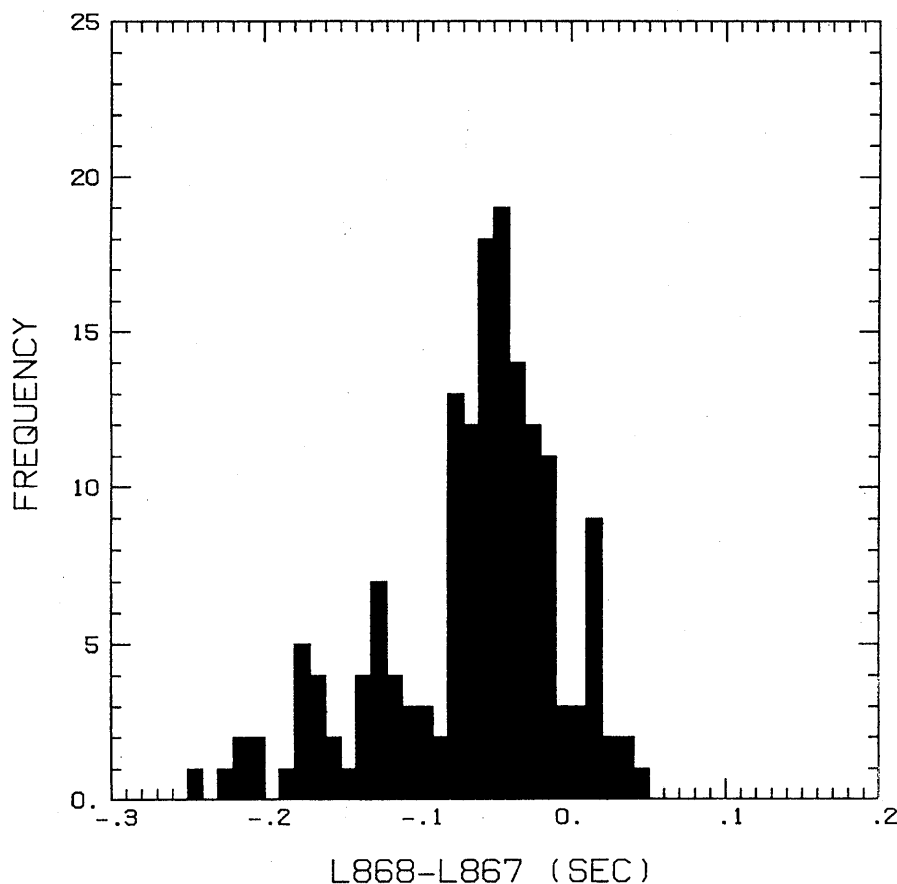
第 5 図 臨時観測点 (+印 L867 ~ L870) の配置, ならびに臨時観測データから求められた震央分布 (上図) と, 東西断面に投影した震源の深さ分布 (下図)。
 Fig. 5 Location of the temporary seismic stations (L867-L870) and epicenter distribution determined by the temporary observation (upper), and EW vertical section of hypocenter distribution (bottom).



震源時刻からの経過時間 (秒)

第 6 図 臨時観測点 (L867 ~ L870) で観測された余震の波形記録の例。地震により到達時刻や初動の押し、引きが異なる。記録はすべて上下動成分。

Fig. 6 Examples of the seismograms of aftershocks observed at the temporary seismic stations (L867 - L870). All are vertical component. Note the difference in waveforms at a station.



第 7 図 観測点 L 867 と L 868 の間の P 波到達時刻差の分布
 Fig. 7 Distribution of the arrival time difference between the seismic stations L 867 and L 868.

の広がりをもつことを反映しているものと考えられる。この推論は、第 6 図に示されているように、同一観測点においても、P 波初動の押し、引きを含めて波形の大きく異なる地震が観測されている事実によっても支持される。ただし、震源の深さは、より遅い速度構造（例えば、厚さ 1 km、 $V_p = 3.0\text{km/s}$ の表層と $V_p = 5.0\text{km/s}$ の基盤の 2 層構造）を仮定すると、0.5 ~ 1 km 浅くなることから、深さ分布は第 5 図に示されたものよりさらに浅い可能性がある。

臨時観測によって得られた震源分布は、定常観測の結果と比較すると、震央域の中心の位置はほぼ一致しているが、分布域の広がりには約 2/3 とコンパクトにまとまっている。定常観測によって決定された震源の多くは、深さ 5 ~ 9 km の範囲に分布しているが、実際の深さは臨時観測の結果から 5 km 以浅と推定され、定常観測網のデータだけでは深さが正確に決定できないことが示された。

蔵王火山地域では、北西 - 南東方向に連なる北蔵王、中央蔵王、南蔵王の各火山の分布と、1984 年以降に発生した主要な地震活動域の分布がほぼ一致している点が興味深い。今回の地震活動については、蔵王火山の火山活動に関連したものとするよりは、火山地域に発生した構造性地震活動と解釈するほうが妥当と思われる。しかし、長野県西部の地震活動と御嶽山の火山活動や、橘湾の地震活動と雲仙岳の噴火などのように、両者が連動して活動する場合が存在することから、今後の活動の推移には注意する必要がある。

参 考 文 献

- 1) 東北大学理学部 (1995) : 蔵王火山における地震活動 (1995 年 4 月), 噴火予知連会報, 62, 3.
- 2) 東北大学理学部 (1996) : 蔵王火山における地震活動 (1995 年 10 月), 噴火予知連会報, 63, 7 - 8.