寄 書

1984 年長野県西部地震後の 北信及び上越地域への 地震活動の移動

気象庁地震観測所*

小林 昭 夫

気象研究所**

吉田明夫・高山博之

Migration of Seismic Activities to the Northern
Nagano and Southern Niigata Regions after
the 1984 Western Nagano Earthquake

Akio KOBAYASHI

Matsushiro Seismological Observatory 3511 Nishijo,
Matsushiro, Nagano 381-12, Japan

Akio YOSHIDA and Hiroyuki TAKAYAMA

Meteorological Research Institute 1-1 Nagamine,
Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

(Received July 14, 1992;

Accepted September 29, 1992)

§ 1. はじめに

大地震の発生後、通常の余震域の拡大とは異なって、余震域の何倍も離れたところで地震活動が活発化することがある。例えば 1944 年東南海地震後、伊豆南部や関東地方南部で地震活動が活発化し、内陸でも琵琶湖から北東方向の北信、上越地方にかけて明瞭な地震の帯状分布が現れた [岩田・浜田 (1986); YOSHIDA (1988, 1989); 尾池・他 (1992)]。また、1946 年南海道地震後には九州中央部の別府-島原地溝帯で群発地震が多発したことが知られている [関谷 (1973)]。この他、1983 年日本海中部地震後にも、男鹿-牡鹿構造帯 [茂木 (1985); 吉田・他 (1988)] に沿って地震活動が南下する傾向が見られた [YOSHIDA (1988)]。他、OIKE and HUZITA (1988) は和歌山市付近の地震活動の活発化にも日本海中部地震が影響を与えたとしている。更に、1964 年新潟地震の際には、信濃川地震帯 [大森 (1913)] で顕著に地震活動が活発化

し、松代群発地震の発生もそれと密接に関係しているのではないかと考えられている [YOSHIDA (1987a, 1988); MOGI (1988)]。このように多くの例が知られている、大地震後の、震源から遠く離れた地域での地震活動の活発化現象には共通した特徴が認められる。それは、地震活動が震源域の周辺で等方的に生じるのではなく、特定の方向のゾーンに沿って現れるということ、そして、そのゾーンは多くの場合テクトニックな構造帯—先ほどの例でいうと別府-島原地溝帯や男鹿-牡鹿構造帯、信濃川地震帯—に対応しているということである。このことは、大地震後の、離れた地域における地震活動の活発化現象には内陸地殻のブロック構造が反映されていることを示している。また、その空間パターンには、どの地質構造帯がその大地震の震源域と力学的につながっていたか、あるいはその発生によって影響を受けたかが現れていると考えられる。

1984 年長野県西部地震の際にも、北信、上越地方の地震活動が活発化したことが YOSHIDA (1991) や森 (1991) によって指摘されている。本小論では、この長野県西部地震後の地震活動の変化を、群発的な地震を除き、バックグラウンド的な活動度の高まりに着目することでより明瞭に表すことを試みた。

§ 2. データ

Fig. 1 左側は、1961~1990 年の期間に発生した $M_{JMA} \geq 3$ 、深さ ≤ 40 km の地震の震央分布である。データは気象庁地震カタログに基づく。Fig. 1 右側の曲線 A は、左図の範囲内に発生したすべての地震の積算で、1960 年代半ばからの増加は松代群発地震を、また 1980 年代半ばの急激な立ち上がりは長野県西部地震の余震活動を表している。これらの短期間の集中的な活動は、もう少し広い地域一帯におけるバックグラウンド的な地震活動のレベルが上がったかどうかを見るうえではむしろ障害になる。そこで、1 つの地震から 1 日以内、かつ震央距離 10 km 以内の地震を除いてプロットしてみたのが Fig. 1 の積算曲線 B である。また、曲線 C は 10 日以内、震央距離 10 km 以内の地震を取り除いた場合を示す。B では松代群発地震や長野県西部地震の余震活動の影響がまだかなり見られるが、C ではそれらはほぼ消えている。特に、長野県西部地震の直接の余震活動は完全に除かれており、1984 年 9 月に震源域内で発生した地震のうち C に勘定されているのは本震のみである。ところで、曲線 C が 1977~78 年頃からほぼ一定の割合の増加傾向を示しているのは、気象庁の 76 型といわれる高感度地震計の設置によって、この頃から M3 以上の地震がほぼ洩れなく捕えられるようになったためと考えられ

* 〒381-12 長野市松代町西条 3511

** 〒305 茨城県つくば市長峰 1-1

Fig. 1. The epicentral distribution (left) and the cumulative number (right) of earthquakes ($M \geq 3$, depth ≤ 40 km) during the period 1961–1990. The curve A is based on the original JMA catalogue. The curve B (C) is based on the modified JMA catalogue, in which earthquakes occurred within 1 day (10 days) after one earthquake at the epicentral distances of 10 km or less were removed. The SEIS-PC program [ISHIKAWA *et al.* (1985)] was used in making the maps.

Fig. 2. The right panel shows the cumulative number of earthquakes ($M \geq 3$, depth ≤ 40 km) in the three regions, S, M, and N, shown in the left panel. Data are based on the modified JMA catalogue used to draw the curve C in Fig. 1.

る。従って80年代半ばの地震活動の増加は真の地震活動の活発化を表していると考えてよい。以下ではこの活発化がFig. 1の左図の範囲内で一斉に生じたのか、それとも地域によって活発化した時期にずれがあったのかを調べる。

§ 3. 地震活動の移動

Fig. 2 左図は、1つの地震から10日以内、震央距離10 km 以内の地震を除いたファイル (Fig. 1 の積算曲線Cに対応) に基づく、1978~1990年の期間の地震の震央分布である。また Fig. 2 右図は、この中の3つの地域、長野県西部地震の震源域とその周辺 (S)、長野県北部 (M)、新潟県南部及び沿岸域 (N) に発生した地震の積算曲線で、これから地震活動は北部ほど遅れて活発化している様子を見てとることができよう。なお、長野県西部地震の発生直後は長野県北部 (M)、新潟県南部 (N) とも地震活動が一時的に静穏化していることに注意すべきである。

Fig. 3 は、1986~1987年の活動が領域Mと領域Nで時間的にずれていたことをよりはっきりと見るために、移動平均によって2.5年間の平均地震発生率を求め、その変化曲線を重ねてプロットしたものである。この平均地震発生率変化曲線から、領域Nで地震活動が活発化した期間は領域Mに比べて1年ほど遅れていたことが明らかである。

一方、Fig. 1の積算曲線Cをつくるに際して取り除かれた地震、すなわち、1つの地震から10日以内、震央距

離10 km 以内に発生した地震のみを用いて、領域S, M, Nについての時空間分布図を描くと Fig. 4 のようになる。この時空間分布図からも、領域S, M, N内のテクトニックな構造帯、あるいは地震活動帯である飛騨山地、糸静構造線北部、信濃川地震帯等で、1986~1987年にかけてと1989~1990年にかけて群発的活動が生じたこと、また、その時期は南の方ほど早かったことがわかる。

§ 4. 議 論

長野県西部地震後に飛騨山地、糸静構造線北部、信濃川地震帯で地震活動が活発化したのは、長野県西部地震の発生によって、これら地殻のブロック境界、もしくは弱帯の応力場に変化が生じたためと考えられる。ただし、その変化は、小高・他 (1991) が求めているような断

Fig. 3. Variation of the number of earthquakes (2.5-year moving average) for the regions M (solid line) and N (broken line).

Fig. 4. The epicentral distribution (left) and the space-time distribution (right) of the swarm earthquakes which were excluded from the original JMA catalogue to draw the curve C in Fig. 1. The SEIS-PC program [ISHIKAWA *et al.* (1985)] was used in making these maps.

層変位によって直接惹起されたものではなく、地殻のブロック境界における“アスぺリティ”の一つが解消されたことに伴って、その周辺地域一帯の応力場の再編成が行われたことによるものであろう。M, N 領域ともに、長野県西部地震の直後はむしろ静かであったこと (Fig. 2), そして、この地域でその後活発化した地震活動が約 100 km/年のゆっくりした速度で北へ移っていった傾向を示したこともそうした考えと合う。

ところで、YOSHIDA (1987b) は内陸大地震の前にその震源域を通る構造帯に沿って地震活動が活発化する現象がしばしば見られることを報告している。そして長野県西部地震の前には、その震源域と 1948 年福井地震の震源域を結ぶ東西のゾーンで地震活動が活発だった [YOSHIDA (1989)]。こうしたことから、長野県西部地震の後に地震活動が活発化した上述の地質構造帯、あるいは地殻の弱帯に関して、今後の活動の推移に十分注意を払っていく必要があると考える。

文 献

- 石川有三・松村一男・横山博文・松本英照, 1985, SEIS-PC の開発—概要—, 構造地質, **19**, 19–27.
- 岩田孝仁・浜田信生, 1986, 1944 年東南海地震前後の地震活動, 地震 **2**, **39**, 621–634.
- 茂木清夫, 1985, 1983 年日本海中部地震 (M 7.7) の発生と東北日本のサイスモテクトニクス, 地震研彙報, **60**, 401–428.
- Mogi, K., 1988, The mechanism of the occurrence of the Matsushiro earthquake swarm in central Japan and its relation to the 1964 Niigata earthquake, *Tectonophysics*, **159**, 109–119.
- 森 滋男, 1991, 応力場の時・空間変化の推定—「地震波エネルギーの放出密度の時空間変化」の、指標としての利用—, 地震学会講演予稿集, No. 2, 232.
- 小高俊一・清野政明・吉田明夫, 1991, 横ずれ断層, 開口断層, 円筒状変形体による応力場と関連する地震活動, 気象研究所研究報告, **42**, 105–126.
- OIKE, K. and K. HUZITA, 1988, Relation between characteristics of seismic activity and neotectonics in Honshu, Japan, *Tectonophysics*, **148**, 115–130.
- 尾池和夫・石川有三・清水 洋, 1992, 日本列島周辺のプレート境界巨大地震による広域地震活動の変化, 月刊地球, 別冊 No. 4, 三雲健教授退官記念号, 54–60.
- 大森房吉, 1913, 本邦大地震概説, 震災予防調査会報告, No. 68 (乙), 1–180.
- 関谷 博, 1973, 群発性地震と地震予知, 地震予知研究シンポジウム, 67–75.
- YOSHIDA, A., 1987a, Characteristic patterns in the space-time distribution of large shallow earthquakes in the Japanese islands, *Tectonophysics*, **136**, 283–297.
- YOSHIDA, A., 1987b, Precursory activity in seismic belts containing the focal region of forthcoming large intraplate earthquakes, *Tectonophysics*, **140**, 131–143.
- YOSHIDA, A., 1988, Migration of seismic activity along intraplate seismic belts in the Japanese islands, *Tectonophysics*, **145**, 87–99.
- YOSHIDA, A., 1989, Characteristic space-time patterns in seismic activity in the northwest Chubu district of Honshu island, Japan, and the 1984 Nagano-ken seibu earthquake, *Tectonophysics*, **167**, 93–102.
- YOSHIDA, A., 1991, Change of seismicity patterns as precursors of large earthquake, presented at the Conference on Earthquake Prediction, Strasbourg, France.
- 吉田明夫・石川有三・岸尾政弘, 1988, 東北日本のサイスモテクトニクスと男鹿-牡鹿構造帯, 地震 **2**, **41**, 563–571.