

68. 岐阜県中部地震—1969年9月9日—の余震観測*

岐阜大学教育学部

| | |
|---|-------|
| } | 佐々木嘉三 |
| | 渡辺憲治 |
| | 日比一重 |
| | 村松郁栄 |

(昭和45年9月22日発表—昭和45年9月22日受理)

I. はじめに

1969年9月9日、岐阜県郡上郡八幡町畑佐附近に発生した地震は、山崩れ、崖崩れの他、家屋、道路にも大きな被害をおよぼし、又、多くの余震を伴った。

過去、この附近に発生し被害をおよぼした地震は、1906年4月20日益田郡萩原町附近(35.8°N, 137.2°E)に起ったM=5.9の地震、1934年8月18日M=6.2の八幡地震(35.7°N, 137.0°E)、1961年8月19日M=7.0の北美濃地震などがある。特に北美濃地震は、内陸に起った地震としては規模も大きく、大きな被害を及ぼし、余震観測、被害踏査、地質調査がおこなわれ、詳しい報告が出されている。

今回のいわゆる9月9日の地震の震源要素は、気象庁発表によると、

発震時; 1969年9月9日14時15分33.5秒

震源; 35°47'N, 137°04'E H=0 km

マグニチュード; 6.6

で、郡上郡および益田郡の一部では、震度Vを記録し、有感域は東は関東地方北部より、西は四国、中国地方におよぶものであった。

我々は、今回の余震群について、その発震機構を調べる目的で、臨時観測を行った、

II. 観測点、期間および観測装置

我々は岐阜市長良真福寺において、名古屋大学犬山地震観測所衛星点の常時観測を行っているが、本震後有感余震も多く、余震は続発していた。

そこで、余震の発震機構の概観を得るために、9月16日より臨時観測を開始した。計器の都合上、観測点を多数設置することができないため、犬山地震観測所のデーターおよび現地調査により、震源域、余震域の推定をおこない、それを取囲む3ヶ所の臨時観測点を設けた。観測点は郡上郡白鳥町石徹白(ITO)、郡上郡八幡町小郡比(ONA)、益田郡小坂町大洞(OOB)であり、観測点間の間隔は30~40 kmである。観測点および余震の分布をFig. 1に示した。南方の4点は、犬山微小地震観測所の常時観測点で(Shi, Inu, Yao,

* 森本良平所員紹介



Fig. 1. Location map of the temporary stations (Ito; Itoshiro, Ona; Onabi, Oob; Oobora). Inuyama (Inu), Takazawasan (Tak), Shinpukuji (Shi) and Yaotsu (Yao) are the routine stations which belong to Inuyama Earthquake Observation Station.

- : Epicenter of main shock
- : Epicenters of aftershocks determined by J.M.A.

Tak), 北側の 3 点が、今回の臨時観測点である。この図に示した震央分布は、気象庁で定めたもので、黒丸は本震、白丸は余震である。

石徹白観測点では、9 月 16 日より観測を開始した。換振器は、3 c/s 上下動速度計で、出力は 0.25 volt/kine のものを使用し、砂礫層に約 1 m の穴を掘って設置した。ノイズは昼間、農作業、自動車等による影響が大きく、50 μ kine 以上になる。換振器設置点よりシールドコードを延ばし、前置増巾器、主増巾器、電力増巾器を通して 30 c/s、1 mm/mA のペンガルバノメーターで煤煙書きさせた。記録紙の送り速度は 4 mm/sec、2.5 mm/sec、1 mm/sec の 3 段階で、期間により異なる。観測は 11 月 10 日まで続けた。

小那比観測点は、9 月 16 日に計器を設置したが、換振器および電力増巾器の不調のため連続記録は 9 月 23 日より得られた。換振器は砂岩層を 0.5 m 程掘り下げて設置したので、ノイズは 20 μ kine 以下であった。計器および観測期間は、上記の石徹白観測点と

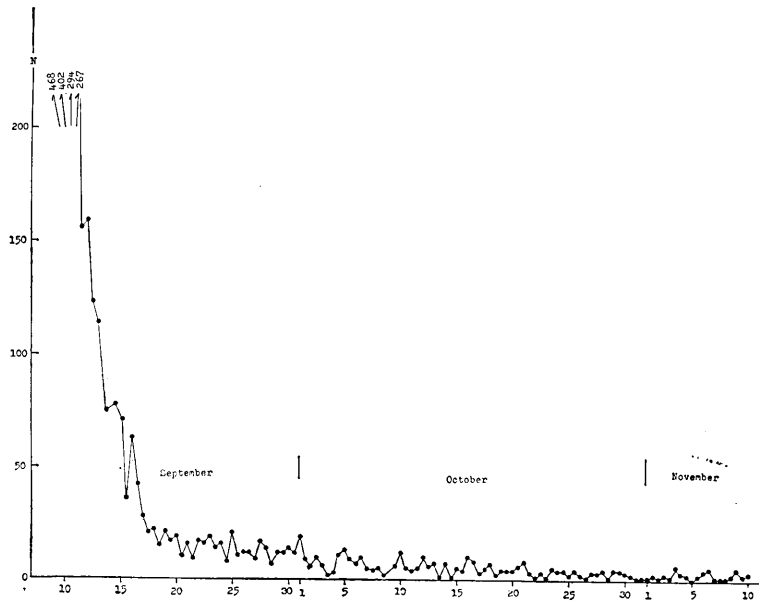


Fig. 2. Aftershock frequency of every 12 hours observed at the Sinpukuji station.

同様である。

大洞観測点は、計器の設置が遅れ、10月6日より観測を開始した。換振器は3 c/s 上下動速度計で、出力は3.5 volt/kine である。設置場所は流紋岩の基盤上であるが、道路に近いため、自動車によるノイズが大きい。記録計および観測終了日は、上記2観測点と同じである。

刻時は全観測点とも水晶時計を使用し、およそ週1度 J. J. Y. で校正をしているが、時計が不調のため石徹白、小那比ではその精度が悪く、初動の絶対時刻を使用することはできなかった。

上記観測点の計器の総合倍率は、記録紙上でおよそ1 mm/100 μ volt にしてある。又、その特性は、3 c/s より 25 c/s まで平坦である。

真福寺観測点は1 c/s 上下動および水平動速度計換振器を使用し、3成分観測を行っている。換振器の感度は、上下動が1.55 volt/kine、水平動が1.95 volt/kine で、古生層チャートの岩盤の洞穴に設器されている。煤煙書き記録方式で、記録紙の送り速度は2.0 mm/sec、平常は倍率を記録紙上で2 mm/100 μ kine としているが、本震後9月15日までは10 db 落して記録させた。

III. 余震の減少の様子

真福寺で観測された地震の12時間毎の数の変化を見ると Fig. 2 のようになり、時間的にかなり急な減少を示している。本震直後より9月15日までの個数は、倍率および石

本・飯田の関係式で補正をしている。改良大森公式が成立するとして9月中、1日当りの余震数の減少の様子を調べると勾配は1.5で、かなり大きな値となる。

IV. 震源の決定

臨時の3観測点および真福寺観測点の4点で観測されたS-P時間より求められた震源分布をFig. 3に示す。個々の地震で、いわゆる大森定数(k :km/sec)は異なるが、この図では、その平均値を用い、 $k=8.3$ km/secとして震源を決定している。そのために4点からの震源距離の半球は必ずしも一点で交わらないので、そのくいちがいを誤差と見なし、そのランクを印を変えて示してある。真福寺、小那比、大洞の3観測点はほとんど直線的に列んでいるため、 k の値はかなり限定された範囲になる。たとえば、 k の値に ± 0.2 km/secの変化を与えてみると、震源の定まる余震数は著しく減少する。 $k=8.3$ km/secとした場合には、4点で同時に観測された地震は25個であるが、この内、17個の震源が定められた。

これらの地震は、ほとんど一直線上にのっているが、この分布は、どの程度の確からし

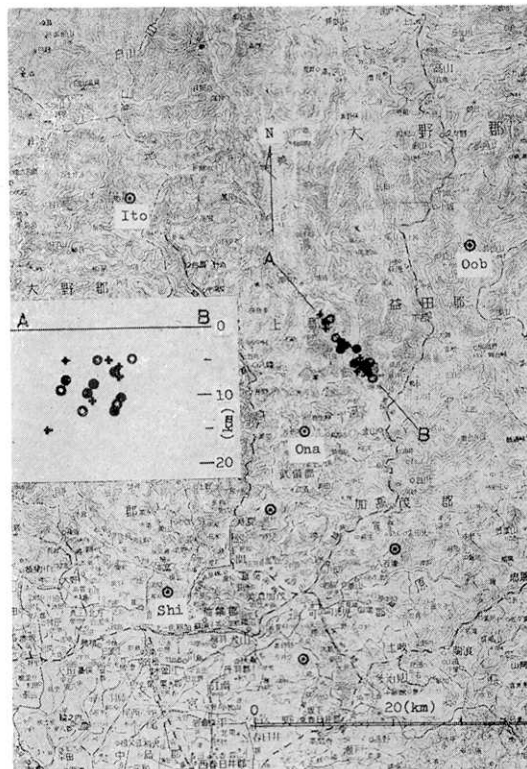


Fig. 3. Epicenters determined from the S-P duration times by the 4 stations, Shinpukuji, Onabi, Itoshiro and Oobora. Marks mean the accuracy of the focus. (○: ± 0 km, ●: ± 1 km, +: ± 2 km)

さを持っているのかを少し検討してみよう. k の値を少し変えたからといって, これらの分布の形が大きく変るといことは考えられない. 次に, 真福寺, 小郡比, 大洞の3観測点はほぼ直線上に並んでおり, かつ余震分布に直交している. そして石徹白観測点が余震線の方にある. したがって k の値を変えると, 石徹白方向に分布が変動する可能性はあるが, 小郡比が震源域に近いためにこの変動は制約される.

$k=8.3 \text{ km/sec}$ という値が適切かどうかを調べるために P 波到着時刻と S-P 時間との関係を見るのも1つの方法であるが, 刻時精度が悪く省略せざるを得ない. それで角度を変えて犬山地震観測所の観測網の他の3点のデータと比較して見た. Fig. 3 に示された地震は, ほとんどこれら3点でも記録されているのでその S-P 時間をみると, 犬山観測所では $k=8.3 \text{ km/sec}$ としても良いが, 高沢山と八百津では常に S-P 時間が大き過ぎる. したがって高沢山および八百津では, k の値はこれよりかなり小さいと考えねばなら

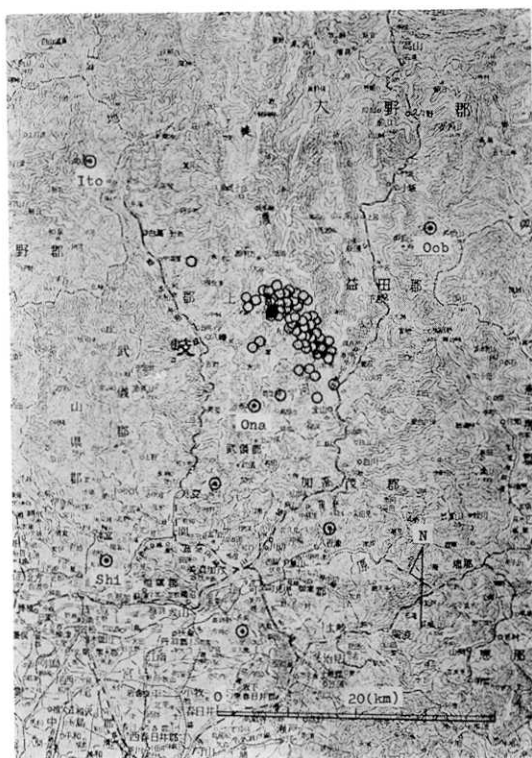


Fig. 4. ○: Aftershock epicenters determined from the stations Shinpukuji, Onabi, Itoshiro and Oobora.

●: The epicenter of main shock (after J.M.A.)

ない. 特に高沢山は, 小郡比, 真福寺の中間に位置して居り, 前の4点と併せて同一の k を用いて震源を定めることは, ほとんど不可能となる. したがって, Fig. 3 の震源分布は, 必ずしも真の分布を示しているとは言い難い. この様に震源の絶対位置には不確実な点もあるが, 相対的な分布はかなり信頼し得るものと考えても良いであろう.

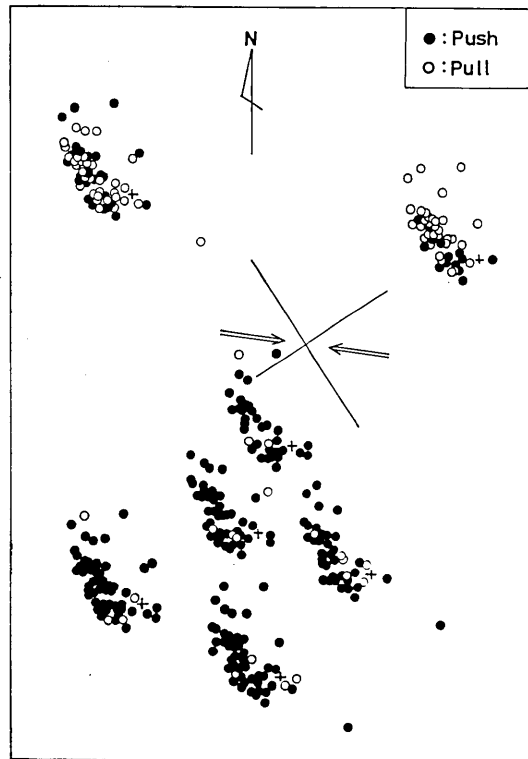


Fig. 5. The push-pull distribution of the initial motions of the aftershocks observed at 3 temporary stations and 4 routine stations of the Inuyama Earthquake Observation Station. The positions of the black and white circles are the relative locations of the observation stations to the epicenter of each aftershock which is moved to that of the main shock. Cross line is the nodal line of the main shock. Cross marks show the locations of the observation stations corresponding to the main shock.

これらの震源が直線上に分布し、その分布が本震の nodal line の一方と、ほとんど一致していることは興味ある問題である。

$k=8.3$ km/sec として、臨時の 3 観測点および真福寺のデータより、3 点以上で同時に記録された余震の震源を求めると、全部で 59 個あり、これを Fig. 4 に示した。この分布は、かなり大きくばらつくが、北西より南東方向へ延びた余震域の傾向は変化しない。

この 59 個の余震のマグニチュードは、 -0.5 より 2.0 の範囲である。

又、深さの分布は $5\sim 12$ km に集中し、 20 km を越えるものは得られなかった。

V. 余震の発震機構について

震源の決定された 59 個の余震の初動押し引き分布を、震央を気象庁で求めた本震の震

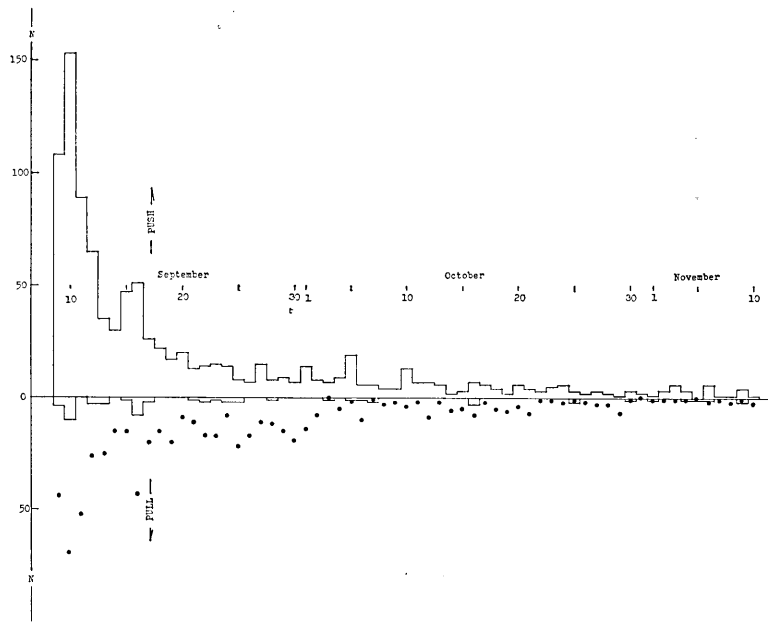


Fig. 6. Frequency of initial motions (push and pull) recorded at Shinpukuji station. Solid circles show the number of ambiguous one.

央に合わせて Fig. 5 に示した。依託観測のため、記録紙の送り速度を遅くして居たこと、およびノイズ等の原因によって初動の読取りが困難なものは、この図に載せていない。Fig. 5 には、犬山地震観測所の衛星点の初動も示してある。又、同図の交線は本震のノードルラインで、矢印は、最大圧縮力の方向を示している。本震の発震機構と比較すれば、およそ 15° 左回りに動かすと、より余震の発震機構の大勢を示すのに良いとも言えるが、震源決定精度等を考慮すると、厳密な議論はできない。しかしながら、余震の全体的な傾向は本震の発震機構と類似したものであると考えられる。

気象庁の観測網より、震源の決められた余震は、11月までに40個あり、初動の記載の有る余震は、ほとんどすべて、本震と同じ発震機構と考えて矛盾しない。

真福寺観測点で観測された余震の初動の押し引きを Fig. 6 に示した。上は押しの数、下は引きの数、黒丸は不明の数であるが、圧倒的に押しが多く、大勢は本震と同様であったということが、この図からもうかがわれる。

VI. ま と め

9月9日の地震の余震分布については、その決定精度に問題があるが、4点の S-P 時間より得られた震源分布は、直線上に並び、この分布は本震の発震機構と強く関係しているように見える。又、余震の発震機構は、気象庁で震源の求められているマグニチュード 3.3 以上のものについても、本震と同様の機構が考えられ、さらに小さい今回の観測で得られた

余震も、大勢として類似した発震機構を考えることができる。

謝 辞

観測に際し、お世話下さった方々、石徹白小学校菅原教諭、小那比中学校小野教諭に深く感謝致します。

本報告には、犬山地震観測所のデーターを使用させていただきました。記して感謝の意を表します。

この研究の一部は、文部省科学研究費によりました。

68. *On the Aftershocks of the Earthquake of the Central Part of Gifu Prefecture, September 9, 1969.*

By Yoshimi SASAKI, Kenji WATANABE, Kazushige HIBI
and Ikuei MURAMATU,

Faculty of Education, Gifu University.

This earthquake occurred on September 9, 1969. According to the J.M.A., the seismological data of it are as follows:

origin time; 1969.9.9. 14 h 15 m 33.5s (J.S.T.)
epicenter; 35°47'N, 137°04'E
depth; 0 km
magnitude; 6.6

In order to examine the mechanism of its aftershocks, in addition to the Shinpukuji observation station being one of the routine satellite stations of the Inuyama Earthquake Observation Station, we set up three temporary stations at Onabi, Itoshiro and Oobora and carried out the observations from September 16, September 23 and October 6, respectively, to November 10, 1969.

We have been able to determine the epicenters of 59 aftershocks by three temporary stations and the Shinpukuji station within the observation period. The epicenters of aftershocks determined precisely by means of four stations are distributed along a line which has a NW-SE trend as shown in Fig. 3. It may be thought that these aftershocks have mostly the same mechanism as that of the main shock, as shown in the push-pull distribution in Fig. 5.
