

京都周辺に発生する微小地震 (3)

岡野 健之助・平野 勇

MICRO-EARTHQUAKES OCCURRING IN THE VICINITY OF KYOTO (3)

By Kennosuke OKANO and Isamu HIRANO

Synopsis

The micro-earthquakes observed in the period from Mar. in 1964 to Jul. in 1965 were examined. The distributions of the epicenter, focal depth and first motion of *P* waves do not change their feature shown in the previous papers. In this paper, the earthquakes are grouped into four classes according to their magnitude for examining the distributions concerning magnitude. However, no tendency is especially found. According to the study of the azimuthal distribution of the initial motion of *S* waves, it is supposed that the focal mechanism has the force system of the double couple.

1. ま え が き

前報¹⁾では、1963年10月から1965年2月迄の観測 Data を用いて、京都周辺に発生する微小地震の震央、震源の深さ及びP波初動の Push-Pull の分布を調べた。この論文では、その後観測された1965年3月から7月迄の Data を加えて上述の分布を調べたが、前の期間の分布と特に異った様子は見られなかった。但し1964年2月迄の Data は観測点が4点のため震源決定の精度が悪いので除いた。

次に阿武山地震観測所の水平動地震計の記録を用いてS波の初動の向きについて調べたところ、震源に働く Force System は Double Couple の Type と見るのが妥当であることが分った。

2. 震 央 分 布

震源決定の方法は、前回と同様にP波初動の到達時刻のみを用いたが、震源が観測網の外側にある場合は精度が悪くなるので P~S Time も参考にした。前報で述べたように、P波の平均速度は最も妥当と考えられる 5.8km/sec を採用した。尚今回は個々の地震の Magnitude を次の方法で決め、 $M < 1.5$, $1.5 \leq M < 2.5$, $2.5 \leq M$, 有感地震の4階級に分けて取り扱った。

Magnitude を決める場合1箇所の記録だけを使うと発震機構等の影響が入って誤差が大きいのので、5ないし6観測点の記録を用いて決めた。先ず震源距離による振巾の減衰がなめらかになっているいくつかの地震を選びその平均をとって減衰曲線とした。この減衰曲線を直線とするのは適当ではないが、ここでは近似的に直線と見做した。次に $M = 1.5$ 及び 2.5 に相当する地震の、震源距離 100km における振巾を、振巾—震源距離の Graph に Plot する。この際我々の観測に用いた地震計は上下動成分であり、標準地震計は水平動であることを考慮しなければならない。そこで上下動と水平動の最大振巾の比を調べるために阿武山で行っている3成分観測の記録を用いた。これによると²⁾、P~S Time が10数秒程度迄の地震については上下動振巾は水平動振巾の約 $\frac{1}{3}$ であったので、我々の上下動地震計で得られた最大振巾を3倍したものを水平動振巾とした。このようにして Plot した点を通して前に得られた減衰曲線を引く³⁾。そしてこの2本の

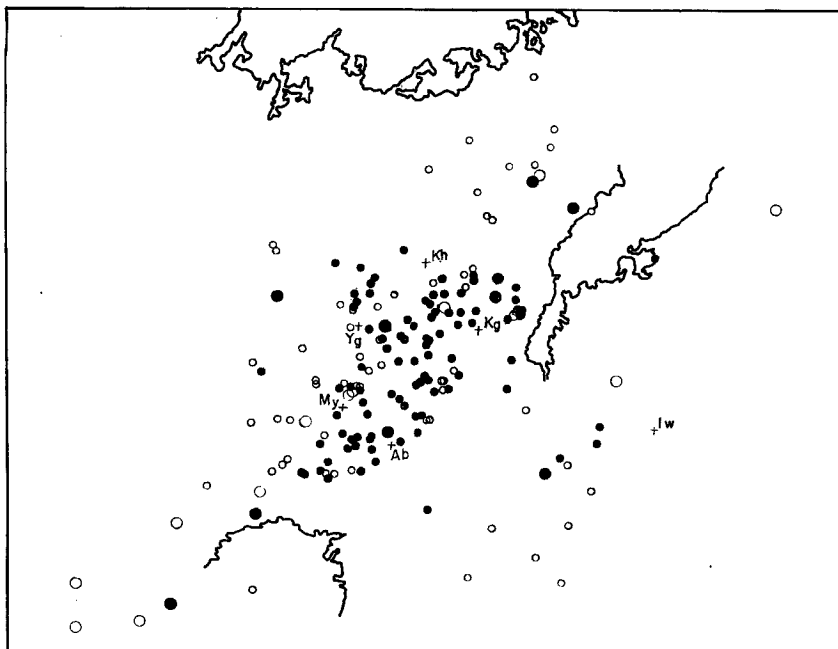


Fig. 1 Distribution of earthquakes of which magnitudes are grouped into four classes:
 ○ ; $M < 1.5$ ◐ ; $1.5 \leq M < 2.5$,
 ○ ; $M \geq 2.5$ (unfelt), ● ; felt.

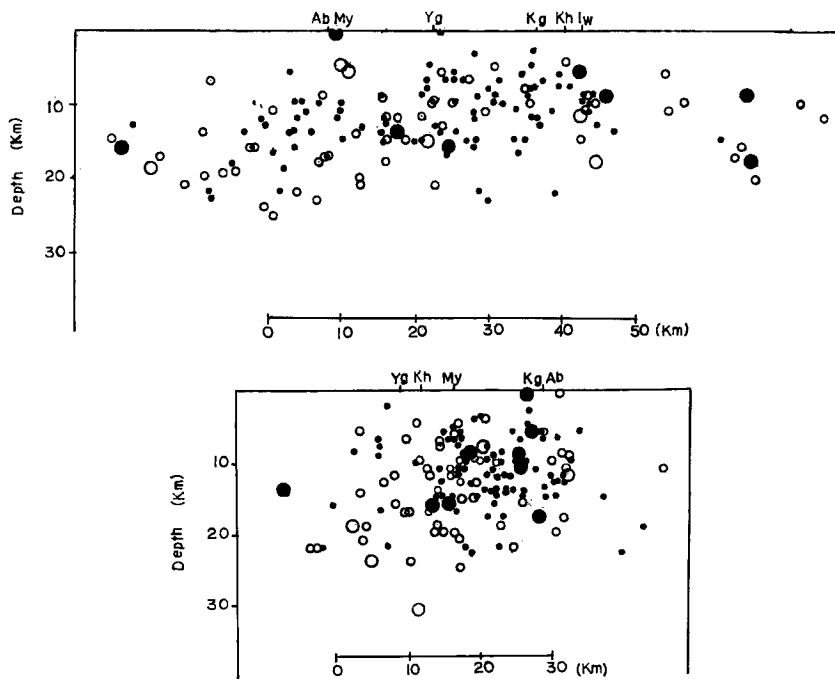


Fig. 2 Distribution of focal depths.

線によって振巾—震源距離の Graph を3つの部分に分ける。次に5ないし6点で観測した個々の地震の最大振巾を上述の Graph 上に Plot して、夫々の地震が3つに分けた Magnitude の階級のどれに入るかを調べた。有感地震はこの3階級とは別にした。Fig. 1 及び Fig. 2 はこのようにして得られた震央及び震源の深さの分布を示す。これ等の分布の様子は前回のものと殆んど変わらない。又 Magnitude の大きさによって夫々の分布に著しい特徴が見られるようにも見えない。ただ震央分布の図に、Magnitude の大きいものが地震帯の端に分布しているような傾向が見えるが、これは観測点の位置の関係のためとも考えられるので、今のところはっきりした事は云えない。

3. P波初動の Push-Pull の分布

今回加えられた、1965年3月から7月迄の、震源を決定した地震についてP波初動の Push—Pull の分布を、各地震の震央を重ね合わせて示したものが Fig. 3 である。この図は前報の図と殆んど同じ様子をし

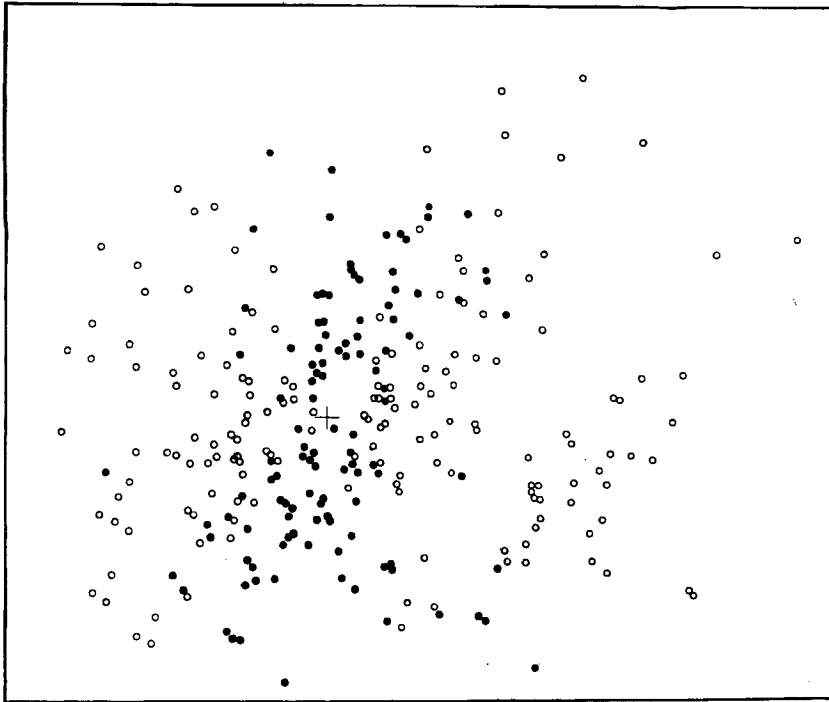


Fig. 3 First motion of P wave, ○ ; Rarefaction, ● ; Condensation.

ており、NE—SW, NW—SE 方向の2本の直交する Nodal Line を持った象限型の分布をしている。このことからこの地域に発生する地震は東西方向の水平成分を持った圧力によって起されることは前と変わっていないことが分る。

4. S波初動の向きの分布

現在6点で使用している地震計は上下動成分であるので、S波初動の水平成分を知ることが出来ないが、阿武山地震観測所では3成分の短周期地震計による常時観測を行っているので、この記象からS波を調べた。一般に近地地震ではP波の震動が終らない中にS波が入射するので、S波の初動を見出すことはかなり

困難である。それ故これを無理によむことは現在の目的のために大へん危険である。そこで阿武山地震観測所の Seismological Bulletin にのっているS波初動を使うことにした。この Bulletin の値は観測所の観測員がよみとったもので、かなり明瞭な立ち上りを示しているものだけを報告している。この値を用いてS波初動の水平成分の向きを示したものが Fig. 4 である。この場合も又各地震の震央を重ね合わせた。図に

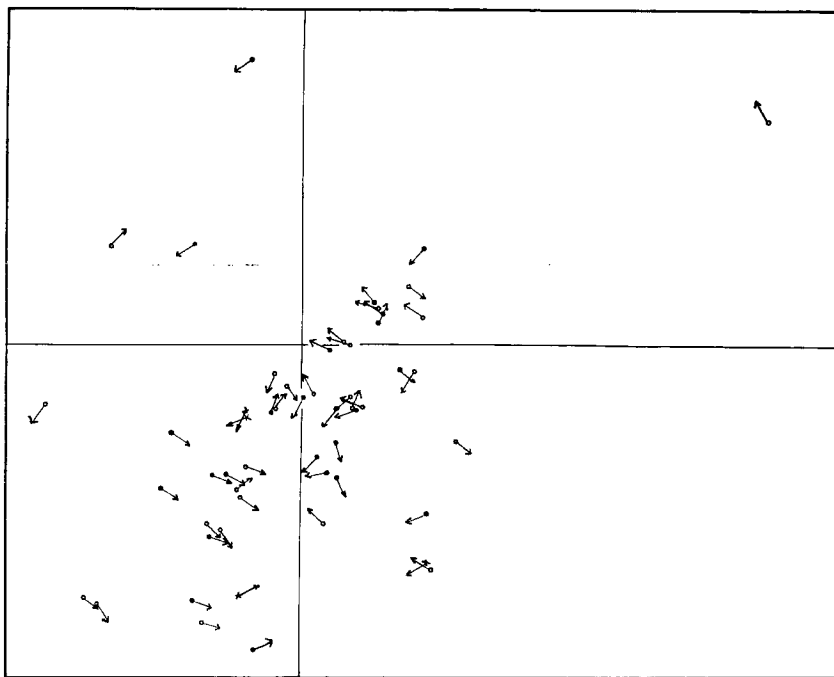


Fig. 4 Direction of the first motion of S waves.

見る如くその数は少ないが、第4象限を除いてはかなり顕著な傾向が見られる。即ち第1象限では北西、第2象限では南西、第3象限では南東の方向を向くものが多い。しかも夫々の象限の境界を越えるとそれ等の方向が変わることがかなりはっきりと見られる。そしてこのS波初動の向きの分布は Double Couple の Force System を持つ起震力によって得られる分布であり、しかもP波初動の分布から得られたと同じ東西方向の主圧力によるものであることを示している。

次に我々の行なっている各観測点の地震記象についても調べた。これらの地震計は上下動成分であるが、一般に上下動と水平動の記象はその形が似ていることが多い。そこでP波部分とS波部分の最大振幅の比をとってこれを震央から各観測点の方向について Plot した。これを Fig. 5 に示す。点はかなりばらついているが、Nodal Line の方向と考えられる、NE, SE, SW, NE の方向では、その値は大きく、それらの中間の方向ではその値が小さくなっている傾向が見られ、このことは前述の如く Double Couple による分布を示している。点がばらつくのは、地震計が上下動成分であるためにS波の部分はSV波であって、このSV波の複雑性を示しているものと考えられる。このSV波の問題については将来再考し度い。又 Fault も Strike Slip ばかりでなく、Dip Slip も当然考えなくてはならない。P波初動の Push-Pull の分布図で震央付近の点が複雑な様子を示しているのはこのためではないかと考えられる。浅発地震とはいえ現在の観測網のように震央距離に対して震源の深さが無視出来ないので、震央付近の地動が複雑となるのは当然であろう。

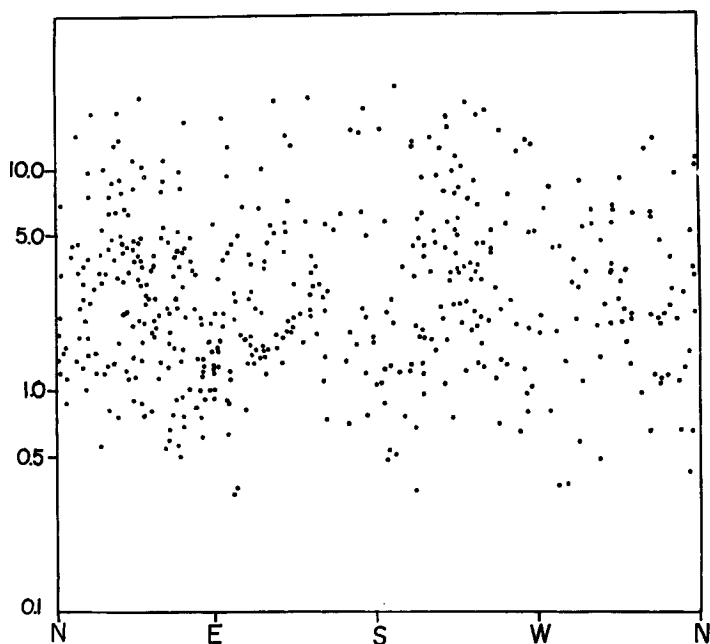


Fig. 5 Azimuthal distribution of the amplitude ratios of P_{max} to S_{max} .

上述の議論は多くの地震を重ね合わせて行われているので、Double Couple と結論するのは尚早で、互に直角な方向を持った Single Couple が組み合わされて一見 Double Couple のように見えるものとも考えられるが、個々の地震についての記象を見たところでは、やはり Double Couple と見做すのが妥当である。

5. あとがき

約1年半の観測結果から、京都周辺に発生する微小地震の震央及び震源の深さの分布がかなり明瞭になった。又その起震力の方向の水平成分が東西方向であることが、多くの地震について認められた。これらの結果は、少なくとも近い将来においてはその傾向を変えることはないと思われる。又起震力の方向の水平成分が東西方向であるという事実は、この地域についてばかりでなく、近畿西部の地震についても同様であり³⁾、又現在松代地域に発生している群発地震についても同じ傾向があることが報告されている⁴⁾。

この観測を続けるに当たっては、多くの方々の力に負う所が大きい。特に阿武山地震観測所の斉田市三氏、当研究所の伊藤勝祥氏には観測器械の保守、記録の整理等に多くの労力をはらっていただいた。又各観測点において毎日記録紙の取り替えを行なっていただいている方々の不断的努力を忘れることは出来ない。これらの方々から心から御礼を述べる。最後に三木晴男教授には種々御指導を仰いだ。厚く御礼を申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 岡野健之助, 平野 勇: 京都周辺に発生する微小地震 (2), 京都大学防災研究所年報, 第9号, 1966, pp.21-26
- 2) Okano, K. and Hirano, I.: Micro-earthquakes occurring in the vicinity of Kyoto (3), Special Contribution of the Geophysical Inst. Kyoto University, No.6, 1966, (in press)
- 3) 岸本兆方, 橋爪道郎, 尾池和夫: 近畿地方西部における微小地震活動について, 京都大学防災研究

所年報, 第9号, 1965, pp.27—45

- 4) The Party for Seismographic Observation of Matsushiro Earthquakes and the Seismometrical Section, : Matsushiro Earthquakes observed with a temporary seismographic network, Pt.I, B.E.R.I., Vol.44, 1966, pp.309—333