

阿蘇カルデラ周辺の地震について 東部外輪山地域の地震活動

加茂幸介・小野博尉・須藤靖明

ON THE SEISMICITY IN THE EASTERN AREA OF THE VOLCANO ASO

By Kosuke KAMO, Hiroyasu ONO and Yasuaki SUDO

Synopsis

A seismic observation was carried out from the late of January to the beginning of March, 1970, in order to investigate the seismic activity in the eastern area of the Volcano Aso. In this period two temporal stations were set at the eastern and the southeastern plateau of the Aso caldera. In analyses, the data obtained from the seismic stations of the Volcanological Laboratory of Kyoto University were also used. The results are as follows: (1) the seismic activity of the eastern plateau seems to be very low in contrast to that of the northwestern plateau, (2) the small earthquakes of which focal depth is 120 km are detected and their foci distribute in the zone of deep earthquakes in Kyusyu District.

1. はじめに

阿蘇火山における地震の観測から、中央火口丘付近ばかりでなくカルデラ周辺にも微小地震の発生することが確かめられている。これらの地震の震源は、カルデラ周辺に一様に分布するのではなく、現在活動している阿蘇火山中岳噴火口からみて北西の地域に集中している¹⁾。しかも、中岳火口丘付近に発生する地震を除けば、火口より北西方向以外の地域で発生する地震はほとんど認められない。しかし、カルデラ周辺地域で精密高感度の地震観測を実施すると、これまで地震が発生していないと思われている地域でも微小地震の発生が認められた場合がある。その1例は阿蘇北部外輪山地域から九重火山地域で1967年夏に行った精密高感度の地震観測の場合である。すなわち、北東部カルデラ壁から北方約5 kmの南小国町仁連付近の非常に狭い領域で微小地震が群発していることをみいだした²⁾。

カルデラ周辺に発生する地震の分布や発震機構はこの地域の地体構造やその力学的状態を反映していて、火山活動に関係していると考えられる。このような考えのもとに、筆者らは、地域を区切って順次阿蘇カルデラ周辺の地震活動の調査を継続している。

今回は、阿蘇カルデラ東部外輪山地域の地震活動を調べる目的で1970年1月下旬から3月はじめにかけて精密地震観測を実施した。この地域ではこれまで高感度の連続地震観測を行なった例はない。昭和4年から昭和13年までの火山研究所におけるWiechert地震計(倍率約150倍)による観測では、阿蘇火山の現在活動している中岳噴火口より東側にはほとんど地震のなことが確かめられている³⁾。また近年の自動地震記録装置⁴⁾による火山研究所構内3点観測でも、東部外輪山地域で発生する地震はほとんど認められていない。

2. 観測

火山研究所の地震観測網によるデータも利用することにして、臨時観測点を東部外輪山地域の吉尾野(観

測期間 1970 年 1 月 20 日～3 月 4 日) と波野 (1 月 23 日～2 月 25 日) に設けた。火山研究所の観測網のうち解析に利用したのはカルデラ内の火山研究所本所と北西部外輪山地域の真木観測点である。火口付近の観測網では火山性微動の振幅が大きく、したがって感度があげられないので、砂千里観測点と杵島岳観測点の記録のみを参照する程度に止めた。これら観測点の配置を Fig. 1 に示す。

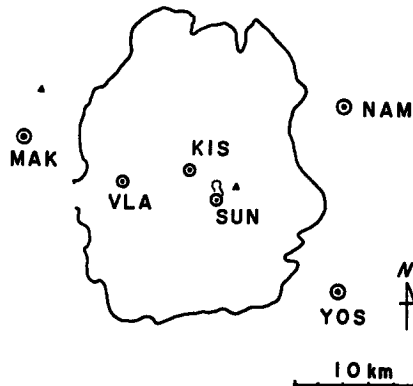


Fig. 1 Distribution of seismic stations, VLA: Volcanological Laboratory, MAK: Maki, YOS: Yoshiono, NAM: Namino, SUN: Sunasenri, KIS: Kijima-dake.

観測装置は各観測点とも同じになるようにした。固有周期 1.0 sec. 減衰係数 1.0 の動コイル型電磁式地震計の出力を、トランジスタ増巾器で増巾し、固有周期 0.3 sec. 減衰係数 0.5 のガルバノメーターで煤書き記録する。記録紙の送り速度は 12 cm/min である。トランジスタ増巾器の周波数特性は 0.6~20 Hz の範囲で平坦である。刻時は最大日差 0.05 sec の水晶時計による分マークと NHK 時報をトランジスタ増巾器からの出力信号に重ねて記録紙上に記録するとともに、随時、JJY 信号でチェックして、各観測点相互の時計の誤差を 0.05 sec 以内に保った。

東部外輪山地域に設けた吉尾野、波野両観測点は、火山研究所、真木観測点に比べて雑微動が大きく、したがって感度を 1/2 以下にした。特に波野観測点は昼間の雑微動が大きく、初動および $P-S$ 時間の読取りが不可能になる場合が多かった。吉尾野、波野、火山研究所本所および真木の 4 観測点における記録紙上の感度は $1.6 \times 10^{-5} \sim 7.8 \times 10^{-5}$ kine/mm である。

3. 結 果

ここで取扱った地震は 1970 年 1 月 21 日から 2 月 28 日までのものである。この期間に今回の観測網で検知した地震の総数は 220 個である。

阿蘇カルデラの東西両端にある観測点、真木および吉尾野における $P-S$ 時間の頻度分布を Fig. 2 および Fig. 3 に示した。図に示されている地震の数は真木、吉尾野それぞれ 135 個、102 個であり、観測された総数の約半数になっているのは、読み取り不能のものと $P-S$ 時間が 20 sec 以上のものを除いたためである。これら 2 つの $P-S$ 時間の頻度分布図は相当に異なった様相を提している。このことは震源分布の偏りを反映するもので、より詳しくみるために $P-S$ 時間の観測点間の相関を調べた。すなわち、カルデラをとり囲む外輪山地域に三角形を形作って位置する 3 つの観測点、真木、吉尾野、波野のうち 2 つずつ組にして、 $P-S$ 時間の相関を調べ Figs. 4, 5, 6 に示した。

阿蘇カルデラの東端に位置する波野-吉尾野に関する $P-S$ 時間の相関図 Fig. 4 では、座標の原点を通る傾き 45° の破線に沿って点が分布しており、両観測点での $P-S$ 時間の差はすべて 2 sec 以下である。こ

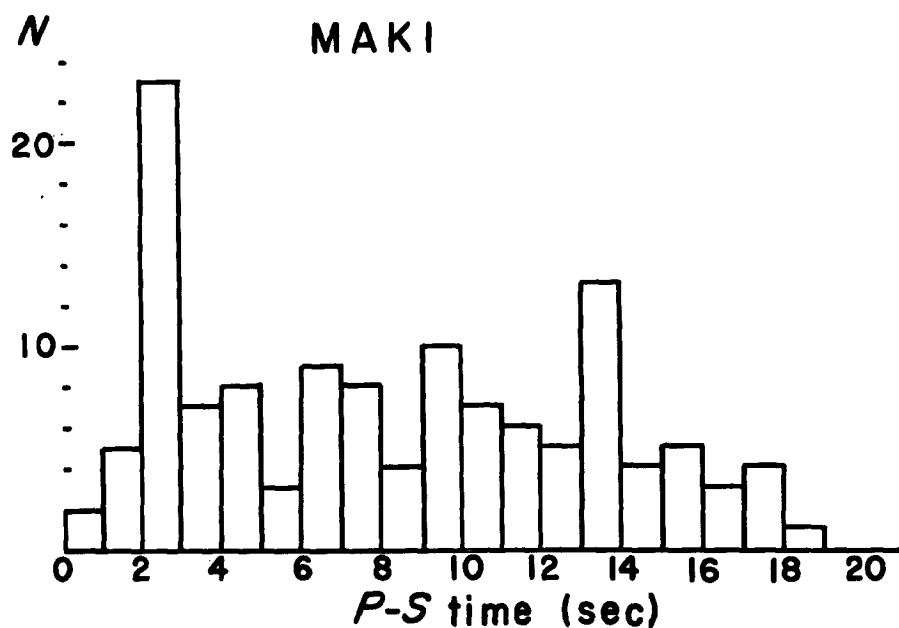


Fig. 2 Frequency distribution of P-S times at Maki.

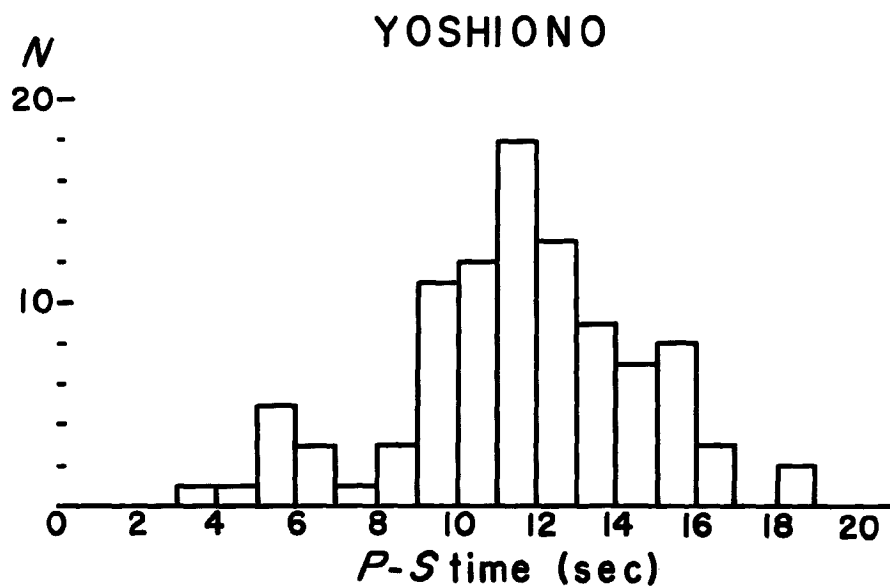


Fig. 3 Frequency distribution of P-S times at Yoshiono.

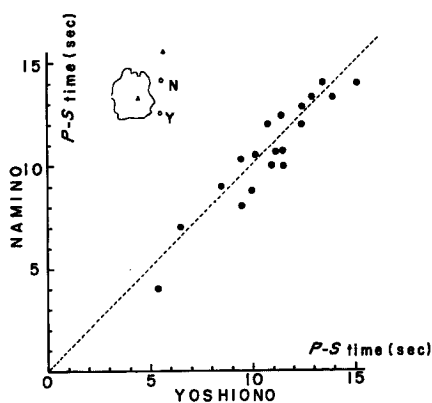


Fig. 4 Correlation of P-S times between Namino and Yoshiono.

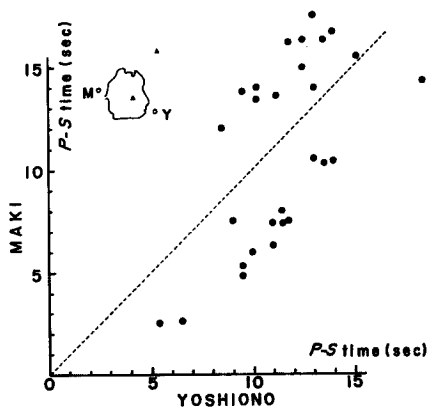


Fig. 5 Correlation of P-S times between Maki and Yoshiono.

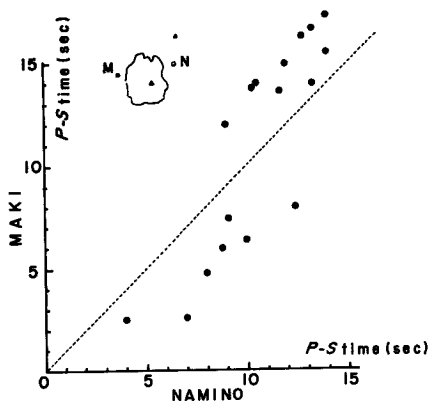


Fig. 6 Correlation of P-S times between Maki and Namino.

のことは震源が波野と吉尾野から等距離になるような東西の方向に分布していると考えられる。一方観測点の配置が阿蘇カルデラの東西両端となる真木—吉尾野に関する $P-S$ 時間の相関図 Fig. 5 および真木—波野に関する $P-S$ 時間の相関図 Fig. 6 では、破線からずれて点が分布していて $P-S$ 時間の差は 2 sec 以上のものがほとんどである。震源が東西の方向に分布していることを考えると、Fig. 5 および Fig. 6 で破線よりも上の点で示される地震群は東方に震源をもち、破線よりも下の点で示される地震群は西方に震源をもち、そして、吉尾野、波野で $P-S$ 時間が 8 sec 以下の地震は西方の地域で発生したものであることがわかる。この地震はすでにこれまでの観測により認められている阿蘇火口からみて北西方向の地域に発生する地震である。

これまでみてきたように、阿蘇カルデラ東方外輪山地域の観測点、吉尾野および波野を中心とする地域には地震の発生は認められず、この地域の地震活動は低いことを示している。このことは火山研究所における常時観測によってもこの地域に震源をもち地震が認められないことと符合する。

また Fig. 5 および Fig. 6 でも $P-S$ 時間の差が 2 sec 以下となる地震がある。この地震は各観測点間の発震時の差も小さく、地震波の見かけの伝播速度はすべて 10 km/sec 以上となり震源位置が深いことを示唆

している。

この震源が深いと予想される地震も含めて、東方に発生した地震の震源位置を推定した。これらの地震は、吉尾野、波野観測点で $P-S$ 時間が 8 sec 以上であり、震源は今回の観測網から遠距離となる。そこで各観測点における発震時から初動の到来方向を決め、走時と $P-S$ 時間の観測値が P 波走時表と $P-S$ の表に合うような震央と深さを求めた。

この解析に用いる和達・鷺坂・益田の近地地震の P 波走時表および鷺坂・竹花の $P-S$ の表が九州地方でも適応できるかどうかを調べた。すなわち、ここで対象としている地震を考慮して、 $P-S$ 時間が 8~20 sec の地震のうち、気象庁により震源が決められており、しかも阿蘇からみて東西の方向に震源をもつ3個の地震について調べた。この3個の地震のうち2個は西方の雲仙岳付近に発生したもので、1個が東方の日向灘の地震である。震源の深さは 0 または 10 km と決められている。各観測点における観測結果は、 P 波走時に関して走時表よりも 1.0~1.5 sec 早く初動を検出しており、 $P-S$ 時間については観測値の方が 1 sec 近く大きいという系統的な差のあることがわかった。

ここで実際に震源を推定した地震は、震源の深さによって2群に分けることができる。すなわち、深さ約 120 km の深い地震と、50 km 以下の浅い地震である。浅い地震の震源を求めるに当っては、上の結果に基づいて、 P 波走時表および $P-S$ の表を修正したものを利用した。また、深い地震の場合には、3成分記録のある観測点で得られた地震波の入射角のデータも考慮した。このようにして得た震源分布が Fig. 7 に示されている。震源位置を示す黒丸に付けられた数字は深さを km 単位で表わしている。

Fig. 7 に示された震源分布はこれまでに発表された九州地方の震源分布^{5), 6)}と同じ傾向を示している。内陸部にある深さ 120 km の2つの地震は九州地方の深発地震層に発生する地震と考えられる。このようなマグニチュード、0~1 に相当する小さな深発地震は観測網の不備もあって充分注意されていないが、短期

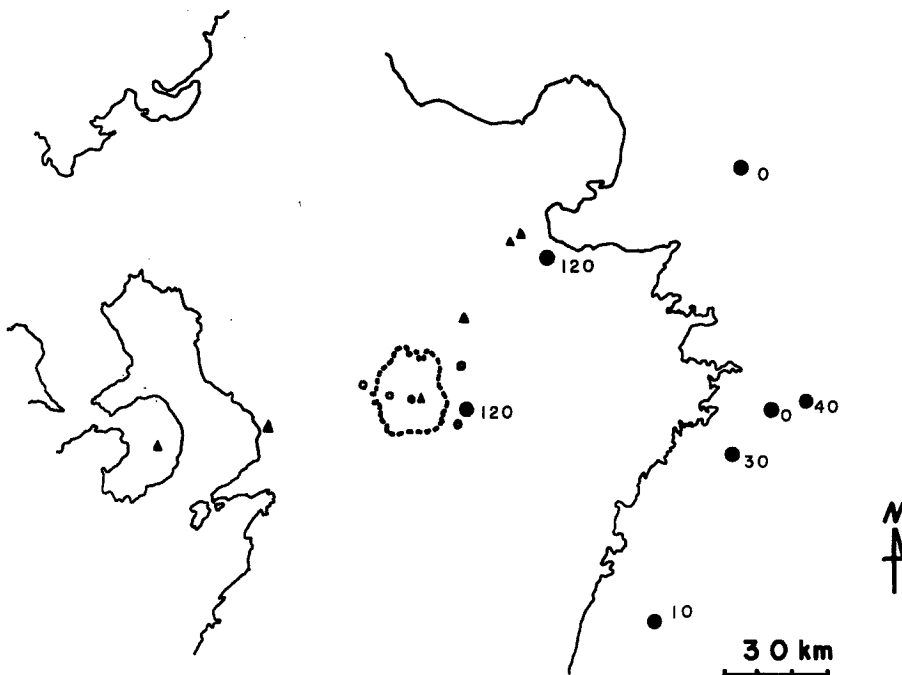
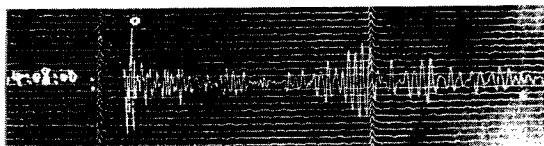
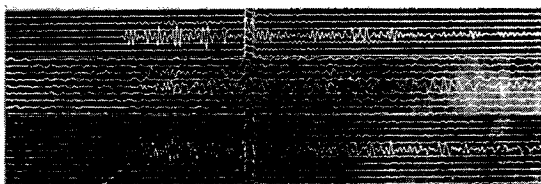
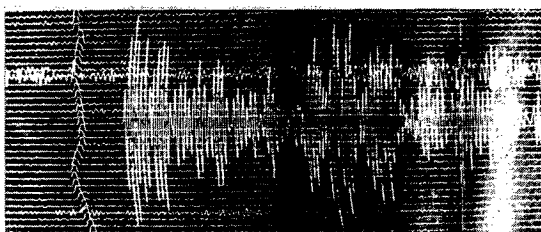


Fig. 7 Epicentral distribution of the earthquakes located to the east of the Volcano Aso. Numbers indicate focal depth in km.

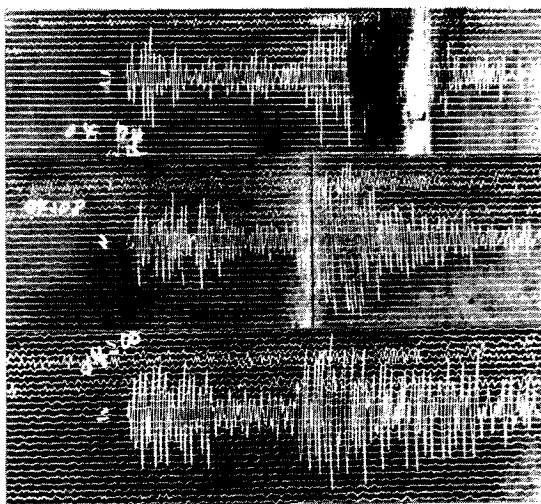
MAK UD

VLA UD
NS
EW

NAM UD



YOS UD



NS

EW

1970-02-13/0407

10 sec

Photo. 1 Records of earthquake, epicenter: near the Aso caldera, focal depth: 120 km.

間の観測で見出されたことから、今後、火山との関連において注目しなければならないものである。震源を推定した地震のうち 2 例について、記象を **Photo. 1** および **Photo. 2** に掲げる。地震波はいずれも真東から阿蘇カルデラへ伝播してくるものであるが、特にカルデラ内の火山研究所において、地震計の感度が高い

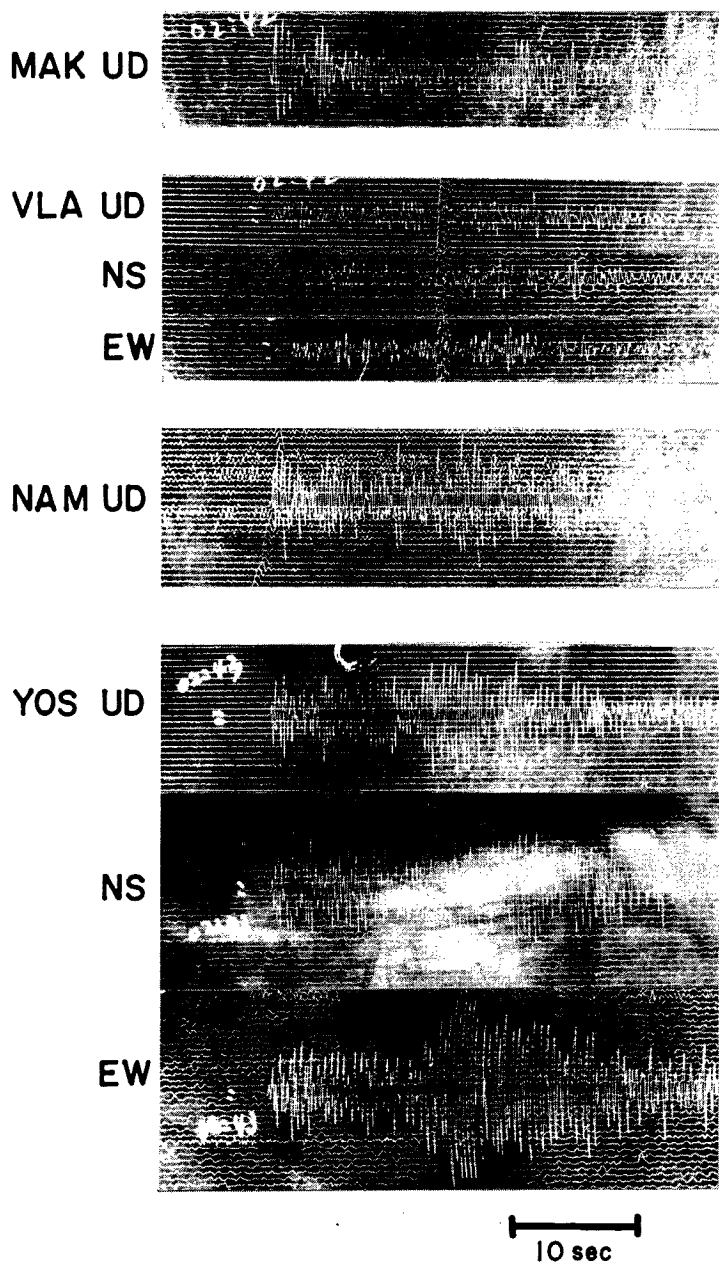


Photo. 2 Records of earthquake, epicenter: far eastwards from the Volcano Aso,
focal depth: 0 km.

にもかかわらず振巾が小さく、しかも相が他の観測点に比べてはっきりしない。地震波の到来方向がずれるとこのような傾向を示さないものもあり、火山体下の異常による影響を示しているものと思われ、今後の興味ある研究課題であろう。

4. ま と め

阿蘇カルデラ外輪山東方地域の地震活動を調べる目的で 1970 年 1 月下旬から 3 月はじめにかけて精密地震観測を実施した。その結果は

1. 阿蘇カルデラ外輪山東方地域には微小地震の活動はみられない。
2. 阿蘇火山を中心とする九州地方の地震は、東西方向の地域にそれらの震源を有し、南方や北方で発生する地震はほとんど認められない。
3. 阿蘇カルデラ周辺では火口からみて北西方向の地域に発生する地震が多く、その震源もほとんど浅いと考えられる。
4. 今回観測した東方に発生する地震の震源分布は、これまでに発表されている九州地方の地震の震源分布と同じ傾向を示す。特に九州内陸部の九重から阿蘇にかけての火山帯の下 120 km に発生する地震は火山活動との関連において今後注目しなければならない。

おわりに、終始御指導および御教示いただいた佐々名誉教授、ならびに、検討していただいた和田助教授にお礼申し上げます。観測にあたって協力していただいた火山研究施設職員各位に感謝します。

この研究の一部は文部省科学研究費によってまかなわれた。

参 考 文 献

- 1) 和田卓彦・加茂幸介・外 輝明：火山における地震の研究，第 1 報 阿蘇火山の簡単な以下構造と火山性地震の震源分布，火山，第 2 集，第 9 巻，第 1 号，昭 39. 8, pp. 25-37.
- 2) 和田卓彦・加茂幸介・小野博尉・須藤靖明：火山における地震の研究，第 2 報 九重火山でおこる地震について，火山，第 2 集，第 13 巻，第 1 号，昭 43. 4, p. 44 (日本火山学会講演要旨)。
- 3) 佐々憲三：阿蘇火山地震震源の分布に就いて，地球物理，第 3 巻，第 1 号，昭 14. 6, pp. 17-25.
- 4) 和田彦卓・加茂幸介：自動地震記録装置，京都大学防災研究所年報，第 13 号 A，昭 45. 3, pp. 35-40.
- 5) 勝又 護：日本附近の地震の分布と活動 (I) —日本附近の震央分布図一，地震，第 2 輯，第 19 巻，第 4 号，昭 41. 12, pp. 237-245.
- 6) 宇津徳治：西日本の異常震域，北大地球物理学研究報告，第 21 号，昭 44. 2, pp. 45-52.