

地質学論集 第41号 19-34, 1993年6月
Mem. Geol. Soc. Japan, 41, 19-34

中部九州地域の火山周辺の地震活動とそのテクトニクス

須藤 靖明*

Seismic activity and tectonic significance near the volcanic areas in central Kyushu, Japan

Yasuaki SUDO*

Abstract On a broader scale, the central Kyushu district lies midway in the zone of contemporary tectonic activity that runs westward from Beppu Bay, through the Kuju and Aso volcanoes, to the Unzen volcano. This tectonic active zone is characterized by frequent shallow earthquakes. But the distribution of earthquakes is not uniformly spread over the tectonic zone. The active seismic regions are restricted to some parts near the volcanic areas. At the volcanic regions, several earthquake swarms have occurred as short bursts of spatially clustered activity in one or two days. Most of the earthquakes are located at the western sides of volcanic areas.

Although many earthquakes have occurred at the northern side of the Oita Kumamoto tectonic line, few earthquakes have been recognized at the southern side. This remarkable contrast between the seismic activity in the northern and southern side of this tectonic line should be emphasized. Also, it is worth noting that at the eastern region of the Aso and Kuju volcanoes the seismic activity is very low in spite of existence of many faults and lineaments. These results seem to be closely related to the tectonic line and the Aso and Kuju volcanoes.

On the other hand, the central Kyushu district is situated in the tectonic structure at which the strike slip type and normal type fault system produces the active seismicity. The fault plane solutions indicate that the faults are directed from northeast to southwest, and that the mechanisms are the combination of both types, normal and strike slip with the right lateral slip. Tension axes are invariably in a horizontal north-south orientation. These evidences indicate that the stress-field is characterized by remarkable north-south extension and are in common throughout central Kyushu.

Key words : central Kyushu, seismicity, mechanism, tectonics

はじめに

火山周辺では、火山活動と直接的な関連をもつ火口近傍で発生する火山性地震のほかに、火口からやや離れた地域に発生する群発的な地震活動が存在し、火山活動との関連性において注目されている。このような群発性の地震活動は、中部九州地域では、鶴見岳周辺を東の端として、九重山西部、阿蘇カルデラ北部および西部、金峰山周辺、雲仙岳西部などの地域でしばしば観測され、別府から島原まではほぼ東西に並ぶ火山とその周辺地域の大きな特徴となっている。

中部九州地域の地殻内で発生した近年の比較的大規模の地震をみると、1889 (M=6.3), 1894 (6.3), 1895 (6.3), 1911 (5.7), 1916 (6.1) 年の熊本・阿蘇地域の地震, 1928, 1933, 1934 (M=5.3), 1975 (6.1) 年の阿蘇北部地域の群発的な地震活動, 1935 (M=5.0), 1975 (6.4) 年の大分県中部地域の地震, 1922 (M=6.9), 1984 (5.7) 年の島原半島地域の地震などがあげられる。これらは、いずれも火山と地理的に近いところで発生している。火山活動との関連で見ると、1895年の阿蘇地域の地震では、その4-5日前より阿蘇火山の鳴動が激しくなり、地震発生当日には更に鳴動が強烈となったと記されている(今村, 1920)。また、最近の1975年阿蘇北部地震では、この地震の発生する以前まで、阿蘇山は火山灰や噴石を間欠的に放出し比較的活動な火山活動を

1992年9月25日受付, 1992年11月17日受理.

*京都大学理学部火山研究施設 Aso Volcanological Laboratory, Faculty of Science, Kyoto University, Kumamoto 869-14, Japan

していたが、地震発生後はその火山活動が衰え、1979年の活動期まで静穏となった（阿蘇山測候所、1975；京都大学理学部附属火山研究施設、1975）。しかし、これらの地震と火山活動との関連については、いまひとつはっきりしないままである。これは、これらの地震活動がどのような起震応力で生じ、その応力と火山活動とどのような関連性をもつものか不確かなままであるからであろう。

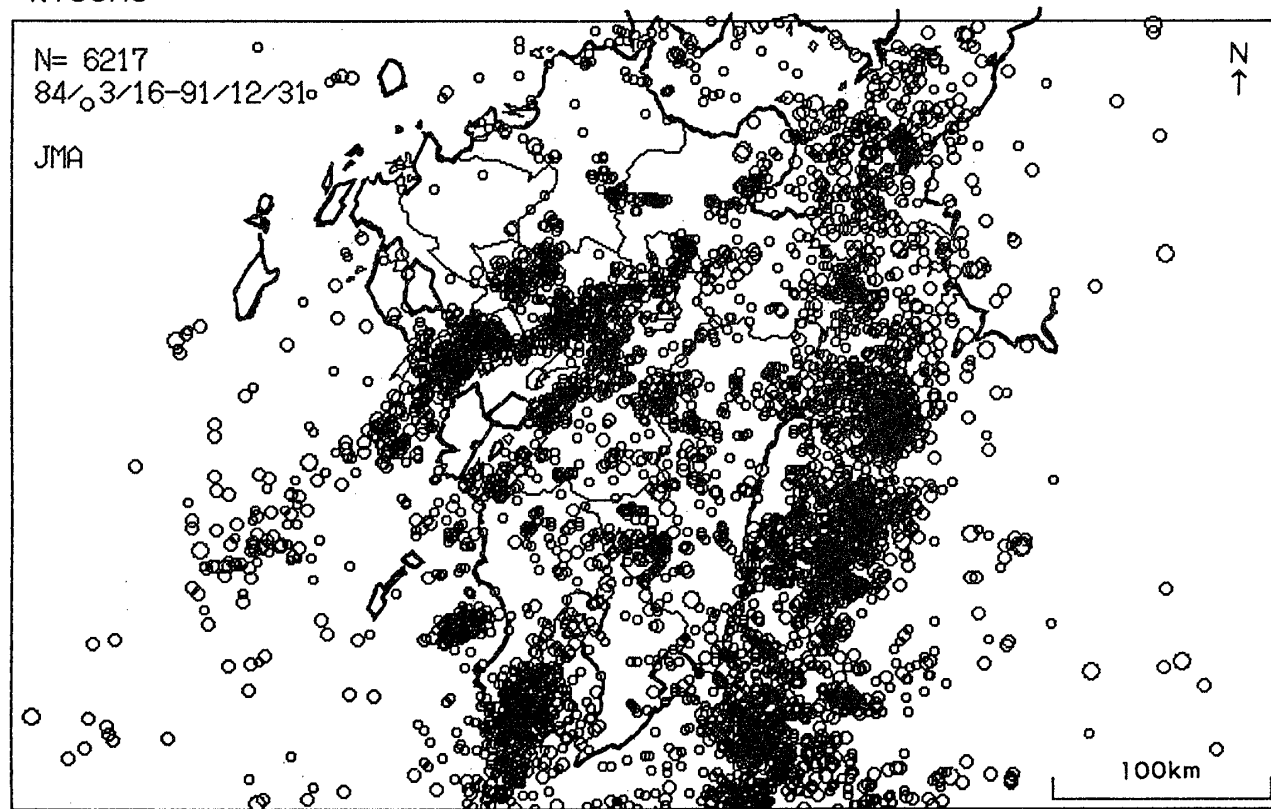
そこで、本稿では、この問題に対する基礎的な礎として、主に阿蘇カルデラ周辺部での地震活動の状況とその特徴について述べ、中部九州地域に共通するテクトニクスについて論じてみる。

阿蘇カルデラ地域におけるこれまでの研究の概要

和田他（1973）は、1970年から1972年にかけて阿蘇カルデラ西部地域に発生した群発地震の震源分布から、カルデラの西壁が地震活動の活発な一種の破碎帯となるテクトニック・ゾーンであることを示した。須藤（1975）は、カルデラ周辺に臨時地震観測点を設け、震源決定精度の向上と発震機構の解明を試みた。その結果、

震源分布の状態から、カルデラ西部地域にはほぼ南北と東西の二つのテクトニック・ラインがあり、それらが立野火口瀬付近で直交していることを示した。東西のラインは、立野火口瀬を始点として西へ伸び、カルデラ内では消滅している。発震機構は、南北のラインの地震では圧力軸がENE-WSWで、東西のラインの地震ではWNW-ESEとなることを示した。1975年の阿蘇北部地震は、前震-本震-余震型の活動を示し、地震数が1500回までに達した（久保寺・岸本、1975）。山科・村井（1975）は、この阿蘇北部地震と同年4月に九重山北東部で生じた大分県中部地震の発震機構が右横ずれ成分の卓越した正断層的な解であることを見いだしている。須藤（1981）は、1964年から1979年までの長期間にわたるカルデラ周辺の地震観測からカルデラ西部地域が地震活動度・震源分布・b値（地震の規模と発生頻度の関係を表す係数）などの違いから立野火口瀬で南北に区分され、この境界が大分-熊本構造線と一致し、その両側で地殻構造が相違することを示した。さらに、地震活動が最も活発で、群発地震の発生が顕著な阿蘇カルデラ西部地域の地震活動は、火山活動の最盛期には低調で、火山

KYUSHU



第1図 九州全域の震央分布（気象庁：1984年から1991年まで）。

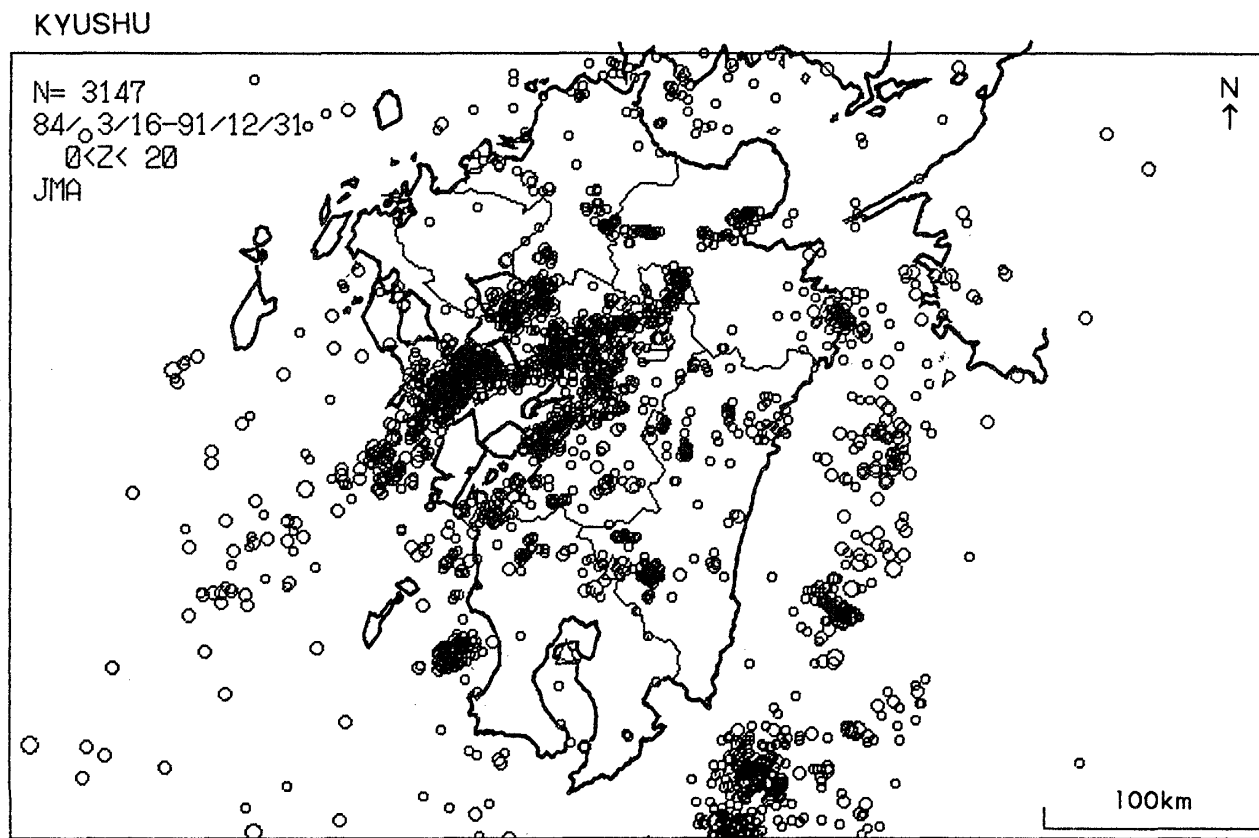
活動の初期やその前期に活発化することをみいだした。また、その地域の発震機構には統一的な解が得られず、複雑な応力場にあることを示した。その後、須藤他(1984)は、多くのデータの蓄積から発震機構について論じ、カルデラ周辺の地震はほとんど右横ずれ成分を持つ正断層型で、主張力軸が水平で南北であることを示した。

地震活動

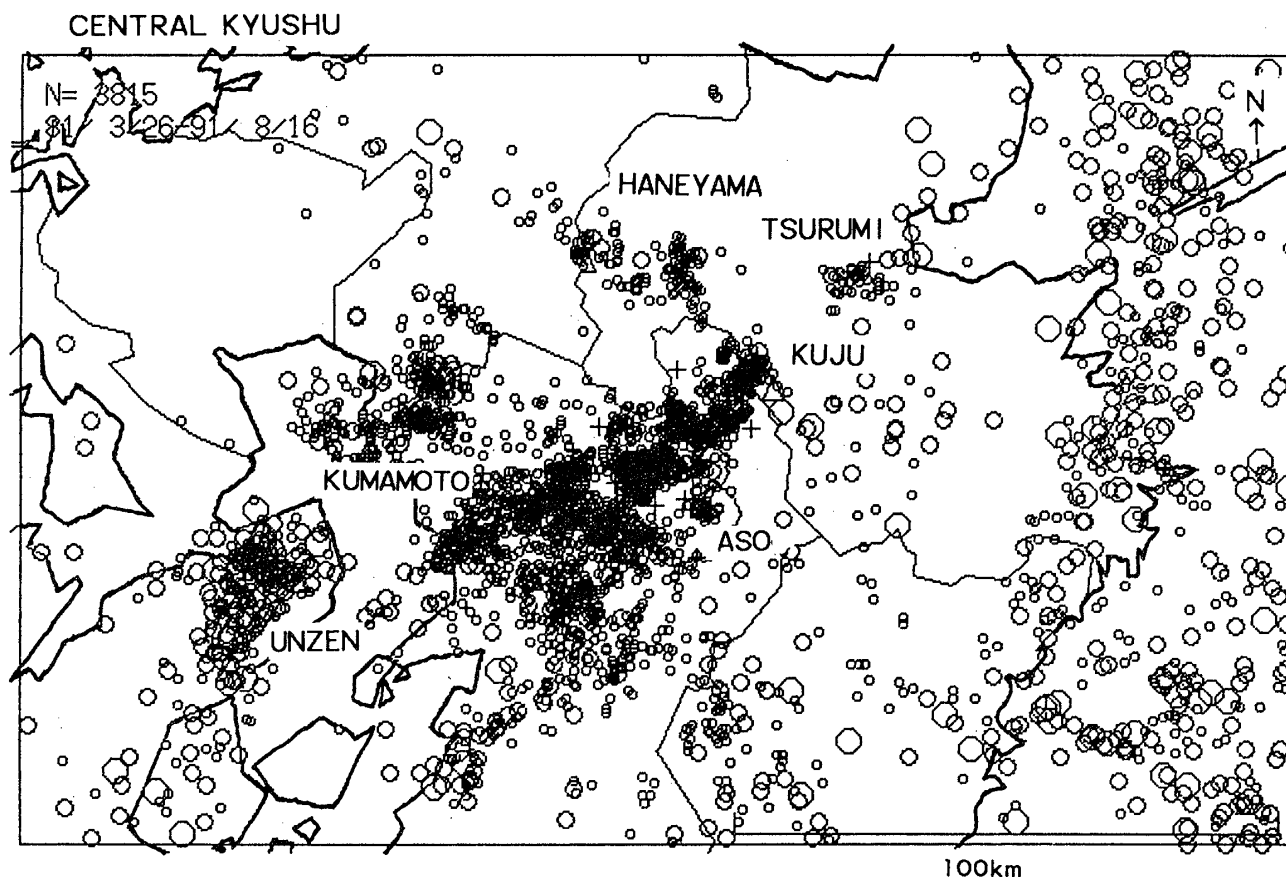
九州地域における地震の活動域は震源の深さによって著しい分布の違いがある。第1図は、九州地域で1984年から1991年までに発生し、震源が求められた全ての地震の震央分布を示す。四国西部地域の地震活動がきわめて低調なのに対し、それより西の海域である伊予灘・豊後水道・日向灘地域の地震活動が活発であることは非常に対照的である。九州陸域部も北部地域が地震活動が低調であるのが注目されるが、中・南部地域は活発である。ここで、九州地域の震源の深さによる分布を見ると、震源が20kmから50kmまでの深さでは、活動域は、日向灘海域に限定され、50km以深になると震源は日向灘海

域から徐々に西へ深くなる分布をするが、震源位置は九州山地よりも西へはいかない。一方、九州地域には、鶴見岳、九重山、阿蘇山、雲仙岳、霧島山、桜島、開聞岳などの火山があるが、霧島山、桜島付近には顕著な地震活動がなく、また、開聞岳では、その周辺での80km以深の地震活動が顕著であることを除けば、これらの火山周辺で地震活動が活発なのは、中部九州に東西に並ぶ火山周辺地域だけである。第1図と震源の深さが20kmまでの地殻上部で発生する地震の震央分布図(第2図)を比べると、九州地域の地殻上部で発生する地震のほとんどが、別府から天草・島原までの中部九州地域に分布することがわかる。このように中部九州は地震活動からみても九州の中で特異な地域である。20km以浅の地震が比較的多いということは、中部九州地域の地殻活動がそれだけ活発であることを示す。

しかし、中部九州地域の震央分布を詳細にみると、地震は中部九州地域の全域で一様に発生しているのではなく、複数の密集した地域に分かれている。第3図は最近約10年間の中部九州地域の震央分布を示したものである(震源の深さに制限を与えない)。それによると、地震が



第2図 震源深さ20kmまでの地震の震央分布(気象庁:1984年から1991年まで)。



第3図 中部九州地域の震央分布（京都大学理学部附属火山研究施設：1981年から1991年まで）。+は地震観測点。

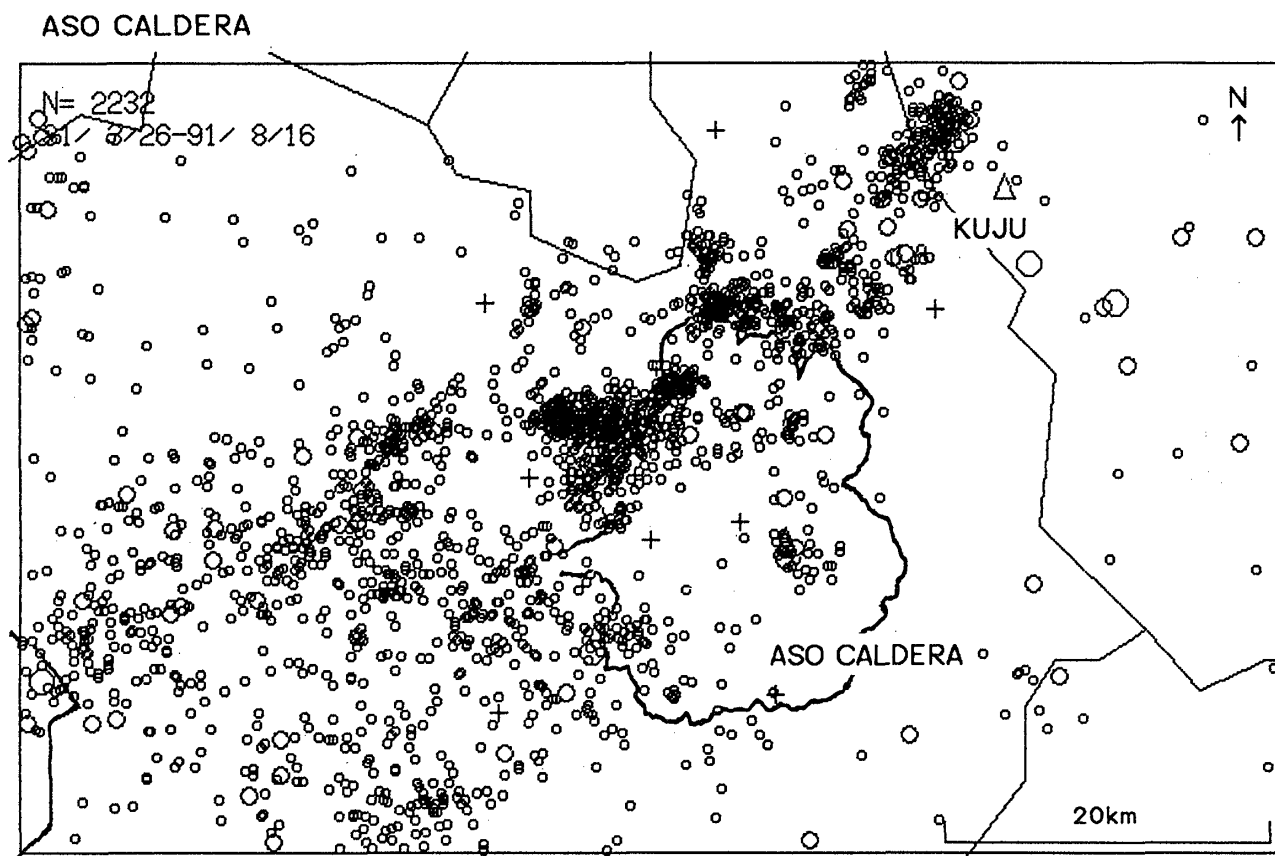
密集して発生する活動域は、別府市北部から鶴見岳周辺地域、九重山西部地域、万年山北部地域、九重山西南部から阿蘇カルデラ北部および西部の地域、阿蘇カルデラ西部から熊本平野までの地域、大牟田付近、島原半島およびその西部地域に限定される。阿蘇から西の地域では、震央が阿蘇カルデラ西部から熊本平野をへて島原半島へ向かう部分と八代市方面へ向かう部分の二条に分かれて分布しているのが見られる。この他の地域では、明らかに地震活動がない。特に、九重山北部から東部にかけては、やや深い地震があるのみで地震活動の空白域となっている。熊本平野と島原半島の間の有明海中央部も空白域である。ここで注目されるのは、地震活動の活発な地域が、鶴見岳の北部及び南部、万年山の北部、九重山の西部、阿蘇カルデラ北部から西南部、金峰山周辺、雲仙岳西部といずれも火山周辺部にあたり、いずれも群発的な活動を呈することである。さらに、九重山、阿蘇山、雲仙岳などの活動的な火山では、いずれも、震源が火山体の西部に遍在しているのが注目される。

ここで、この地域の活断層（活断層研究会、1980）の分布と震央位置とを対照すると、多くの地域で活断層と

震央分布が重なる。東部地域では、別府北の断層群および鶴見岳南の断層群、万年山北の断層群に対応する。また、阿蘇カルデラ西南部から八代方面に伸びる断層群沿いにも震央が並んでいるのが明確である。島原半島でも断層系との対応がある。しかし、九重地域では、多くのリニアメントが見いだされているが、明らかな断層系との対応が不明確となる。九重山東部では、断層群が多数あるのにもかかわらず地震活動がきわめて低調である。阿蘇カルデラ西部から熊本平野にいたる地域では、多数の震央が面的に分布している。この地域には、活断層研究会（1980）の図では断層が少ないが、渡辺（1984）によれば多くの活断層が存在することが示されており、地震活動と対応している。また、中央構造線・大分ー熊本構造線との関連では、構造線の南と北との地震活動の対比がきわめて明瞭で、南ではほとんど地震の活動はみいだせない。

第4図は、阿蘇カルデラ周辺地域の震央分布図である。阿蘇カルデラ地域の地震活動の特徴として次の点がまとめられる。

（群発性地震活動地域） 阿蘇カルデラの北東部からカ



第4図 阿蘇カルデラ地域で発生した地震の震央分布（京都大学理学部附属火山研究施設：1981年から1991年まで）。+は地震観測点。三角は九重山。

ルデラ壁にそって、北部・北西部・西部を経て南西部の地域では活発な地震活動がある。つまり、九重山の西部から阿蘇カルデラの南西部へ伸びた帯状の地帯には、震央の密集した地域が見られ、多くの群発地震が分布している（須藤，1981，1990）。一方、カルデラの東部と南東部地域には、ほとんど地震活動がないことは注目に値する。大分－熊本構造線を境として、その北側の地域、九重山の西部地域・阿蘇カルデラの北東から南西にかけての地域・熊本平野地域で多数の地震活動の発生がみられるのに対し、構造線の南側の地域では地震活動が少ない。これは、この地域の地質構造と関連していると見るべきである。

（火山活動との関連） 須藤（1981）は、1964年から1979年までの約16年間に発生した阿蘇カルデラ周辺部の地震の中で、特にカルデラ西部の鞍岳近傍の地震活動と火山活動との対応関係を調べた。それによると、阿蘇山中岳の火山活動が活発化する直前か、活発化した初期に同地域の地震活動が活発化し、逆に火山活動が最盛期になる期間は、地震活動が低調になっていることを示した。1989年の阿蘇山の噴火活動の最盛期（10，11月）

には、阿蘇カルデラ西部で地震活動が殆どないが、その前後、1989年8月と12月には、同地域で群発性の地震活動が発生している。また、阿蘇山の火山活動の指標である火山性微動の振幅の消長をみると、阿蘇カルデラ西部地域の小規模な群発地震の発生後、それまで比較的振幅が大きかったのが急激に減少し始めるという変化が生じている（須藤，1990）。従って、阿蘇カルデラ西部地域の地震活動については、阿蘇山の火山活動との関連で、今後も観測を継続していく必要がある。

発 震 機 構

これまでも中部九州付近の発震機構を論じたものが多々ある。Ichikawa（1971）は、日本全域についてまとめ、その中で九州地域の発震機構も論じている。また、Nishimura（1973）は、瀬戸内海西部から九州地域の発震機構をまとめている。塩野（1976）、Shiono（1977）、Shiono *et al.*（1980）、Imagawa *et al.*（1985）らの一連の研究は、琉球弧から九州にいたる地域を広範囲にとらえ、地殻のもぐり込みによる応力状態を論じたものである。西他（1987）は、豊肥地区の地熱調査のため

の地震観測網を使用して、同地域の発震機構について言及している。しかし、中部九州の地殻浅部を対象に、火山や地殻の活動の見地から論じたものは少ない。ここでは、京都大学理学部附属火山研究施設の常設の地震観測網で決定できた中部九州地域の地震の発震機構について述べる。

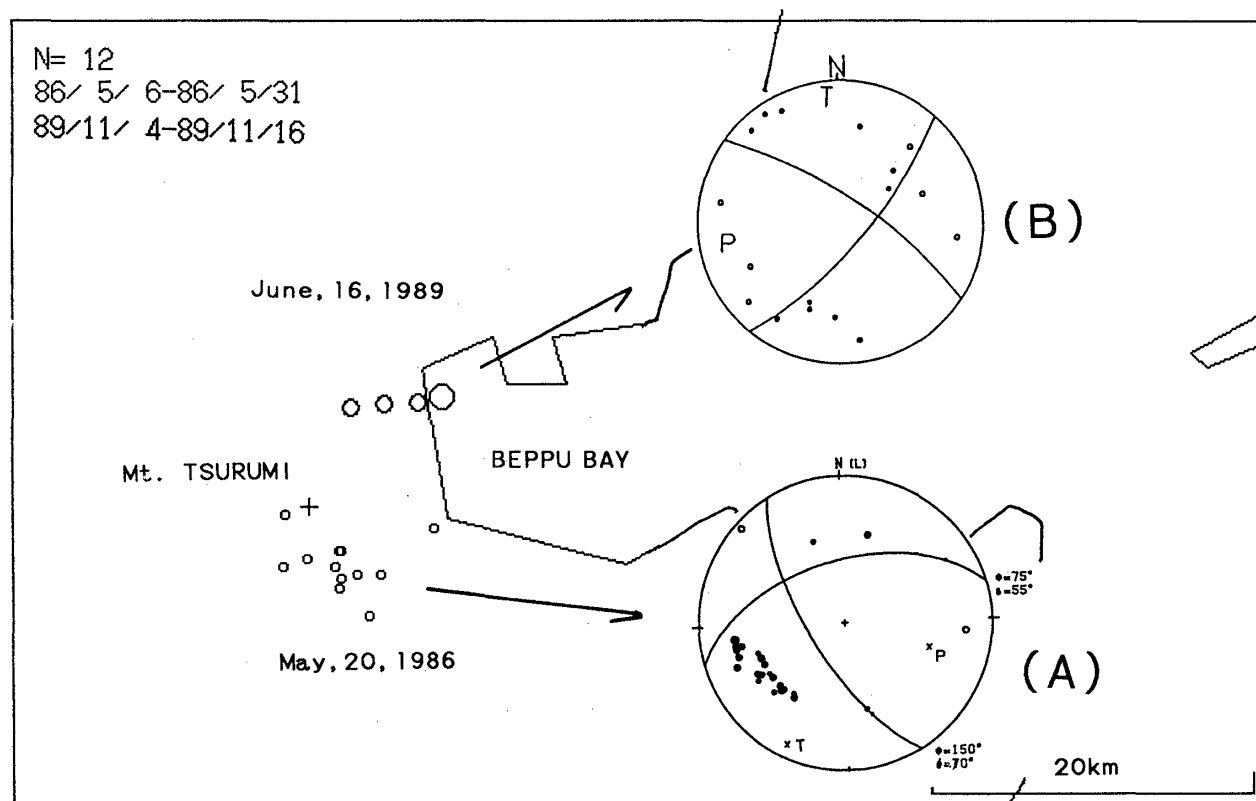
(東部地域) 鶴見岳周辺の地震活動は、鶴見岳南部の由布院断層沿いで発生し、同断層の活動によるものと考えられる発震機構の解が得られている(第5図(A)(須藤, 1987))。一方、鶴見岳北部の別府北断層付近も地震活動が活発で、そこで発生した地震の発震機構は、第5図(B)に示す(福岡管区気象台, 1991)。この解は、別府北活断層の動向と調和する。ただし、鶴見岳南部と別府北部の相違は、図からも明らかなように dip angle が逆になる。これは、別府北部の断層群が南落ちであるのに対し、由布院断層が北落ちであることに対応し、中部九州東部の地溝を形成する南北の断層活動を表わしている。

(万年山地域) この地域で発生した地震について発震

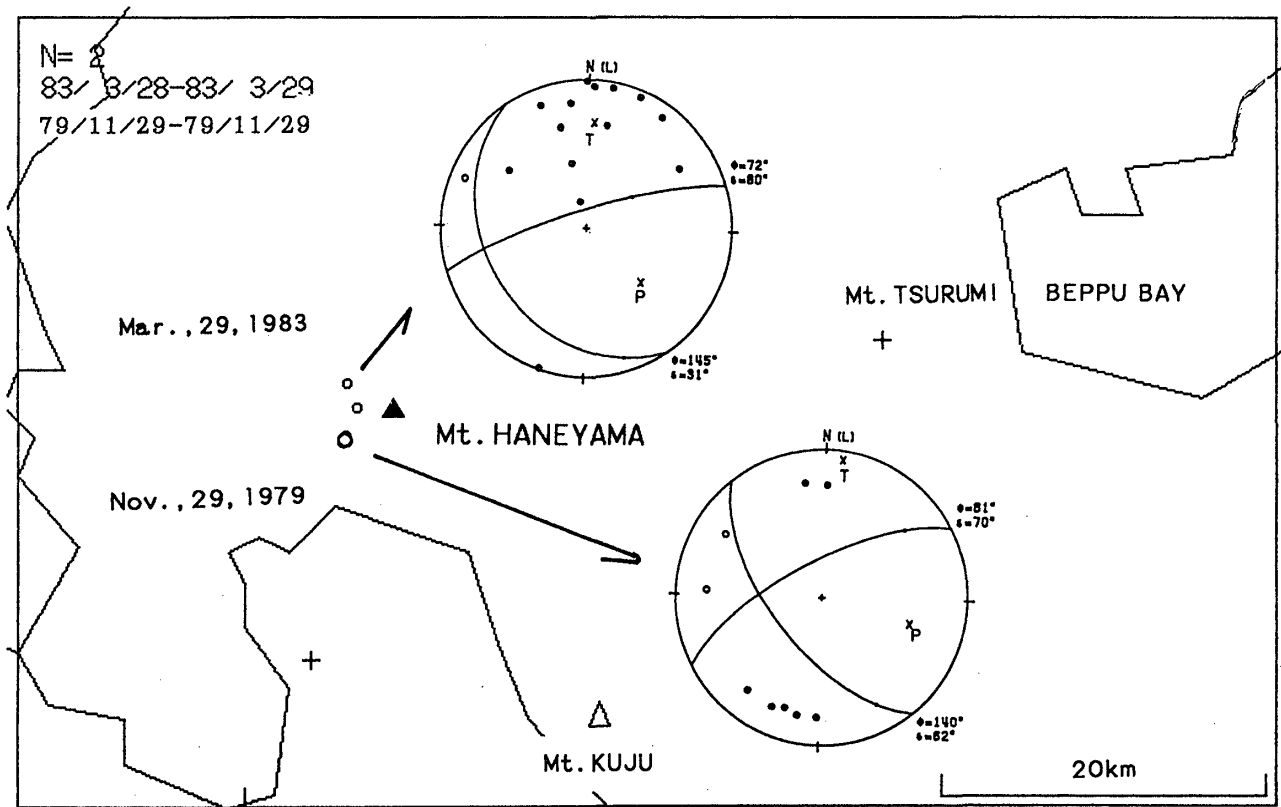
機構をもとめたのが第6図である。観測点の数が少ないが1979年と1983年ともほぼ同じ発震機構をしていると考えられる。これらの地震が東西性の活断層に伴うものとするれば、発震機構からは、北落ちの断層の活動と考えられる。張力軸が震源の深さが深くなると水平面から外れて来るようにみられるが、データの蓄積を待たねばならない。

(九重山地帯) 最近10数年間は、九重山の東部は、西部と比較して地震活動はさきめて低調である。しかし、1975年に大分県中部地震が生じている。この地震の発震機構については山科・村井(1975)およびその後、牧他(1984)らが記述している。それによると南北張力の横ずれ型である。この地震の発震機構を第7図(B)に示す。九重山西部地域は東部とは対照的に活発な地震活動を呈し、その発震機構を第8図に示す。張力軸が水平面にあることはこれまでの発震機構と共通しているが、軸の方向が、南北方向からずれるのを特徴としている。

(阿蘇カルデラ北部地域) この地域で代表的な地震には、阿蘇北部地震があり、山科・村井(1975)の報告が



第5図 (A) 鶴見岳南部由布院断層で発生する地震の発震機構(須藤(1987)の図を下半球投影にした) および (B) 別府北部の地震(1989年11月16日)の発震機構(下半球投影, 福岡管区気象台, 1991)。+は地震観測点。



第6図 万年山地域で発生した地震（1979年11月29日 $M=4.2$ 深さ=5km, 1983年3月29日 $M=2.5$ 深さ=11km）の発震機構（下半球投影）。+は地震観測点。

ある。発震機構は、第7図(A)に示すごとく、第7図(B)の大分県中部地震の発震機構とほとんど同じである。張力軸が水平面で南北であり、圧力軸も水平面に近く東西方向を示し、断層面をNE-SWの節面にとれば右横ずれ型の発震機構といえる。余震についても全く同様である。

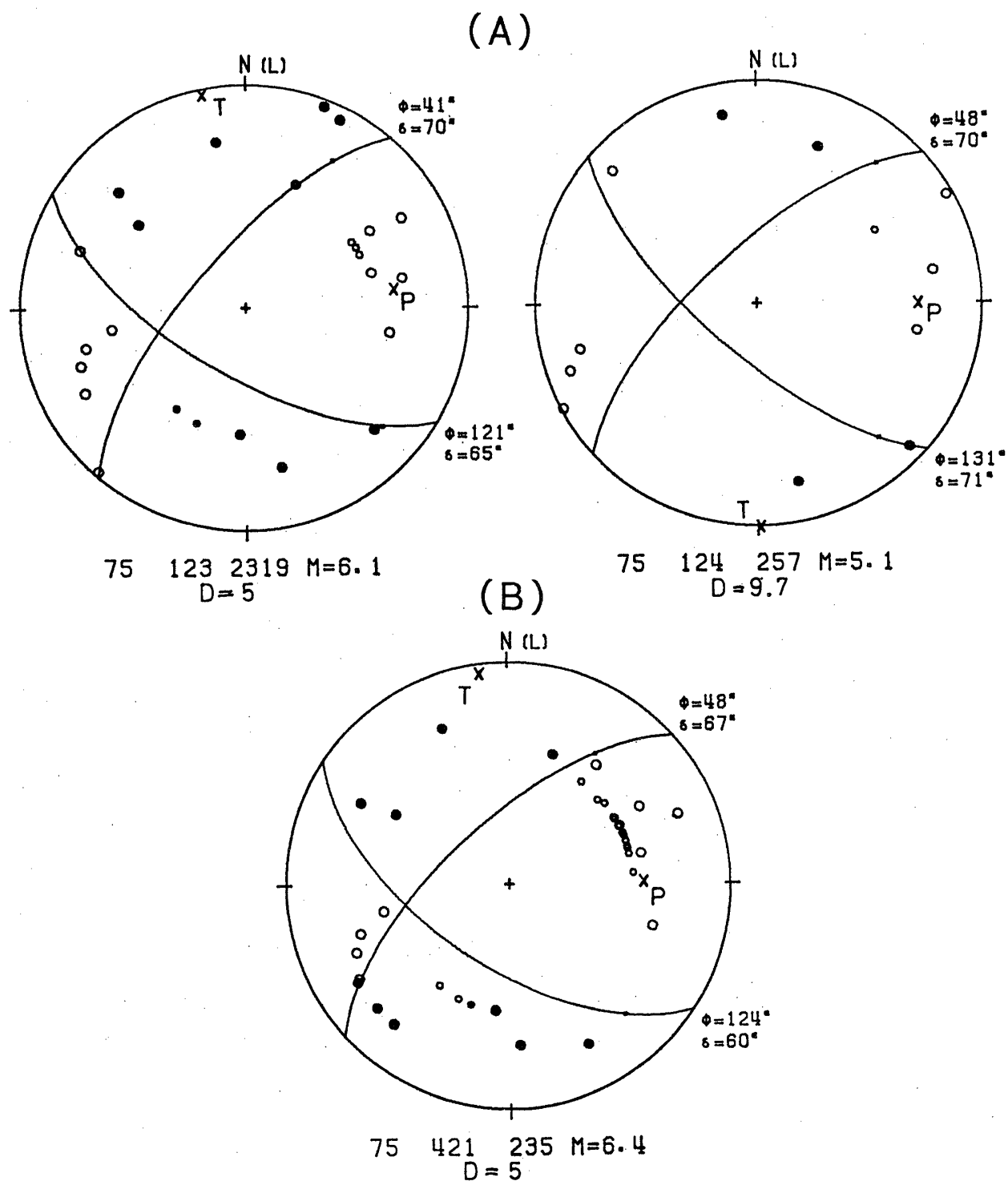
一方、カルデラ内側で1983年6月に群発した地震活動を第9図に示す。この地震活動は、約1ヶ月間続いたもので、震源はカルデラ北西部の内牧地域にあり、図のように長さ約4kmで東西に帯状に分布した。この群発地震群の中で比較的規模の大きい地震について個々の発震機構と、magnitude 2.5以上の地震の重ね合わせによる発震機構も示す。ここで注目されることは、圧力軸がこれまで述べてきた地域と比べて鉛直方向に近いものが多いことである。

同年11月には、6月の群発地震の震央域から北8kmの地点で群発地震が発生した。地震活動の規模は、6月と比べると小さい。この地震群の重ね合わせによる発震機構を第10図に示す。圧力軸および張力軸とも6月の

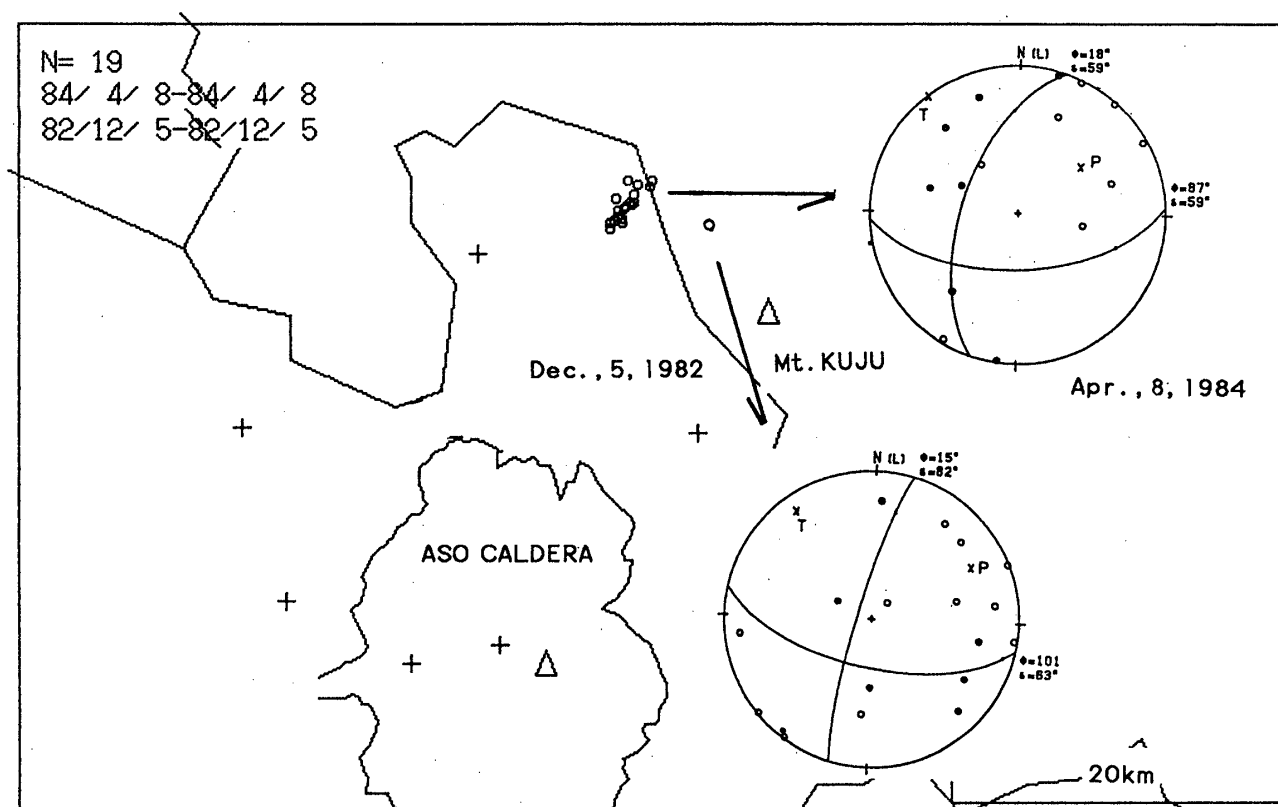
地震群と比較して、やや水平に近く、横ずれ成分が卓越している。

上に述べた83年6月と11月の震央位置の丁度中間にあたる北部カルデラ壁で発生した地震について発震機構を求めると、第11図に示す解が得られ、横ずれ成分が卓越している。

（阿蘇カルデラ西部地域）カルデラの西部地域では、外輪山を形成している鞍岳周辺地域が活発な地震活動域である。この地域については、須藤（1975, 1981）の報告があるが、当時は、観測点が少なく発震機構が求め難かった。その後、観測点の増設により発震機構が求められるようになった。この地域で発生した地震の発震機構を示めしたのが第12図である。1981年4月および1984年4月に北西部カルデラ壁直下で発生した地震は同図(A)および(E)に示すように完全な横ずれの解がえられた。1983年2月（同図(B)）および9月（同図(C)）に発生した地震の発震機構は、ほぼ同じものと考えられる。1983年11月の地震の発震機構は異なる（同図(D)）。これは、この地域が北落ちと南落ちの東西性の正断層群



第7図 (A) 阿蘇北部地震 (1975 年 1 月 23 日) の発震機構 (下半球投影) および (B) 大分県中部地震 (1975 年 4 月 21 日) の発震機構 (下半球投影)。



第8図 九重山西部地域の地震（1982年12月5日 $M=2.3$ 深さ=8km, 1984年4月8日 $M=2.9$ 深さ=8km）の発震機構（下半球投影）。+は地震観測点。三角は阿蘇中岳火口と九重山。

が狭い範囲に分布している（千田，1979）のでその影響かもしれない。データが少ないので決定的なことはいえないが、基本的には、カルデラの他の地域と同じ水平張力の応力場にあるといえる。

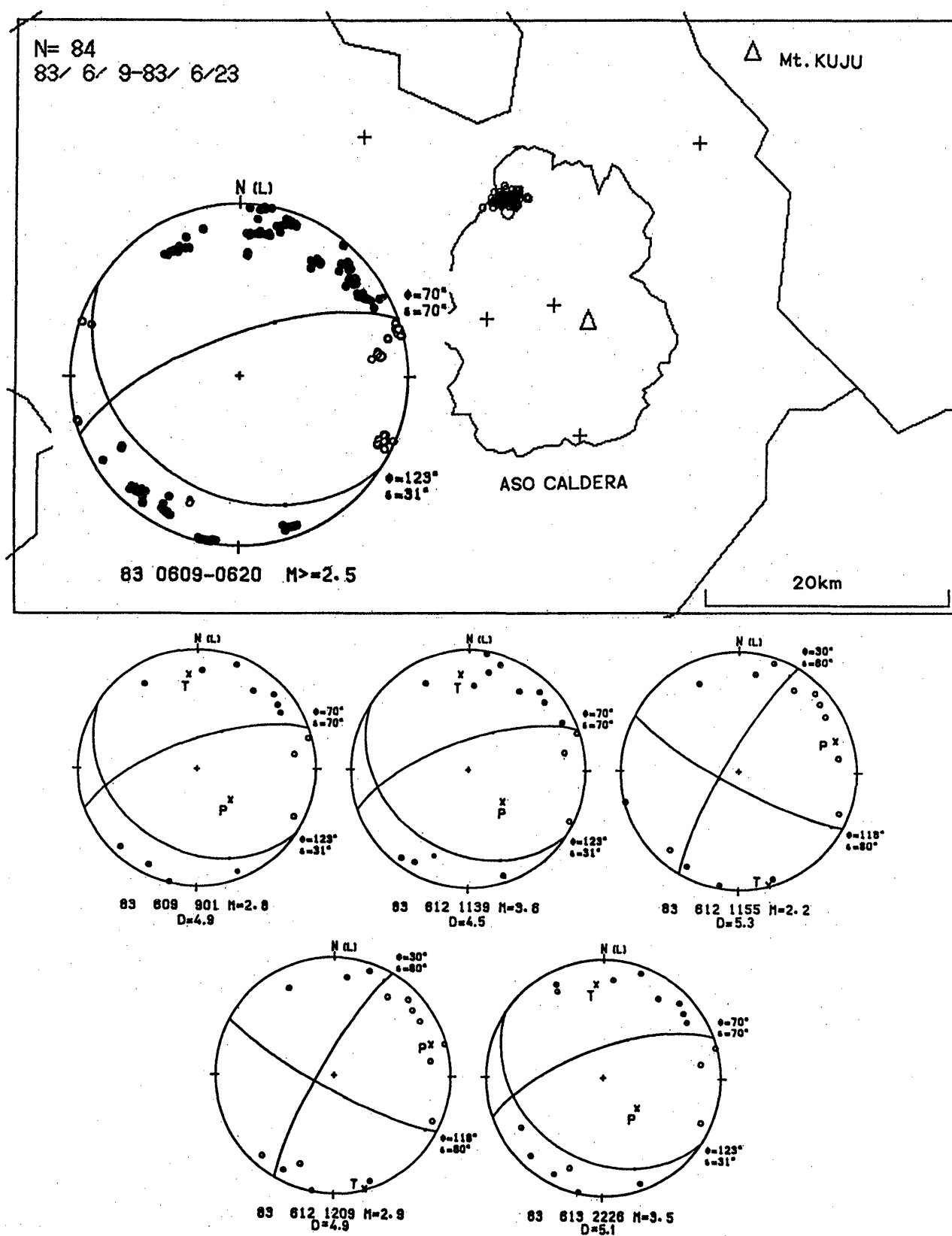
立野火口瀬で生じた地震については、3個の発震機構が求められた。1983年3月の地震の発震機構は、第13図(A)に示すものである。張力軸は、他の地震と同じように南北水平であるが、圧力軸は鉛直に近く、正断層的である。その少し南に発生した1983年7月の地震では、同図(B)に示すように完全な横ずれ型の解が得られている。また、カルデラ南西部のカルデラ壁で発生した地震（1982年12月、同図(C)）の発震機構は、張力軸が南北では水平であり、圧力軸がやや水平から立ち上がっている。

（カルデラ西部から熊本平野地域）この地域で得られた発震機構の特徴は、張力軸がほぼ水平であり、ほとんど阿蘇カルデラ周辺地域で発生する地震の発震機構と同じである。中には、横ずれが大きく卓越しているものや、鉛直変位のみのものがあるが確定は出来ない。

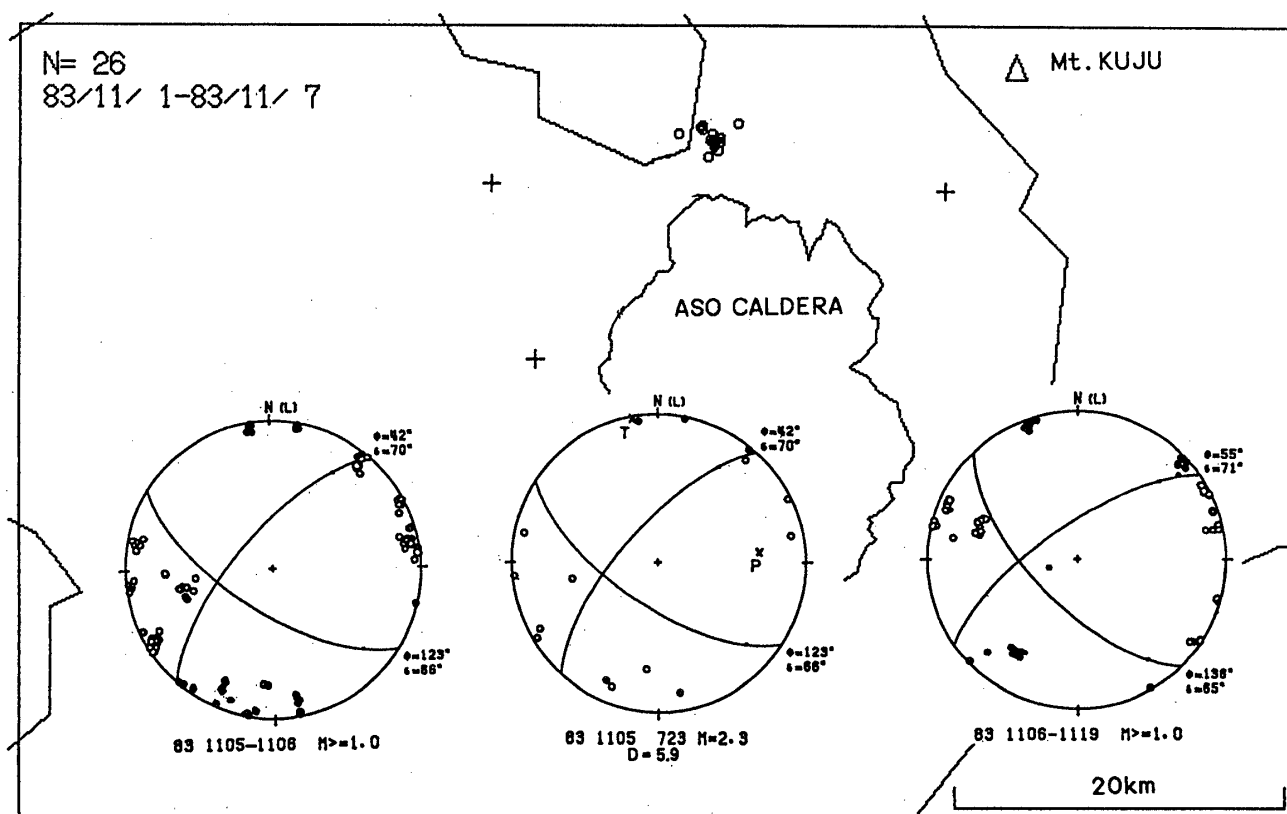
カルデラ北西部の外側で発生した1976年の地震では第14図(A)の発震機構が得られ、第7図とはほぼ同様である。この地震のや、西の菊池市付近では、群発的な地震活動がしばしば発生する。それらの中で、1982年1月、1983年11月、1984年3月に発生した地震の発震機構を同図(B), (D), (E,F)に示してある。また、これらの震央よりや、南で発生した地震（1983年9月）についての発震機構を同図(C)に示してある。いずれの発震機構をみると、横ずれ的な解が得られているが、1984年3月では、一方（同図(E)）は圧力軸が垂直となるのに対し、他方（(F)）は完全な横ずれである。

考 察

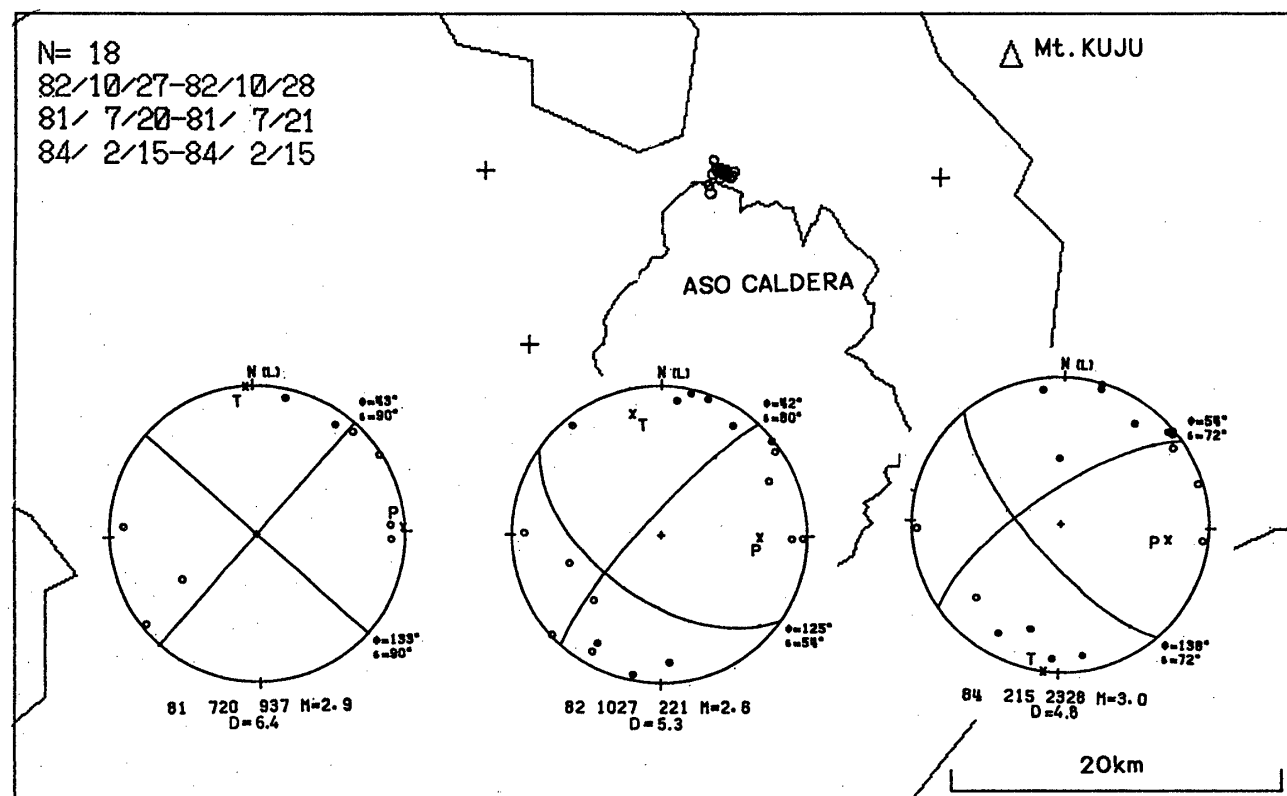
これまで中部九州地域の地震活動と発震機構を見てきたが、取り上げた地震はいずれも震源の深さ10km程度までで、地殻上部の浅い部分を見たに過ぎない。また、少ないデータで発震機構を求めなければならないため、多少、強引な点もあり、今後の観測に頼るところ多々である。さらに、島原半島地域、熊本県南西部の日奈久断



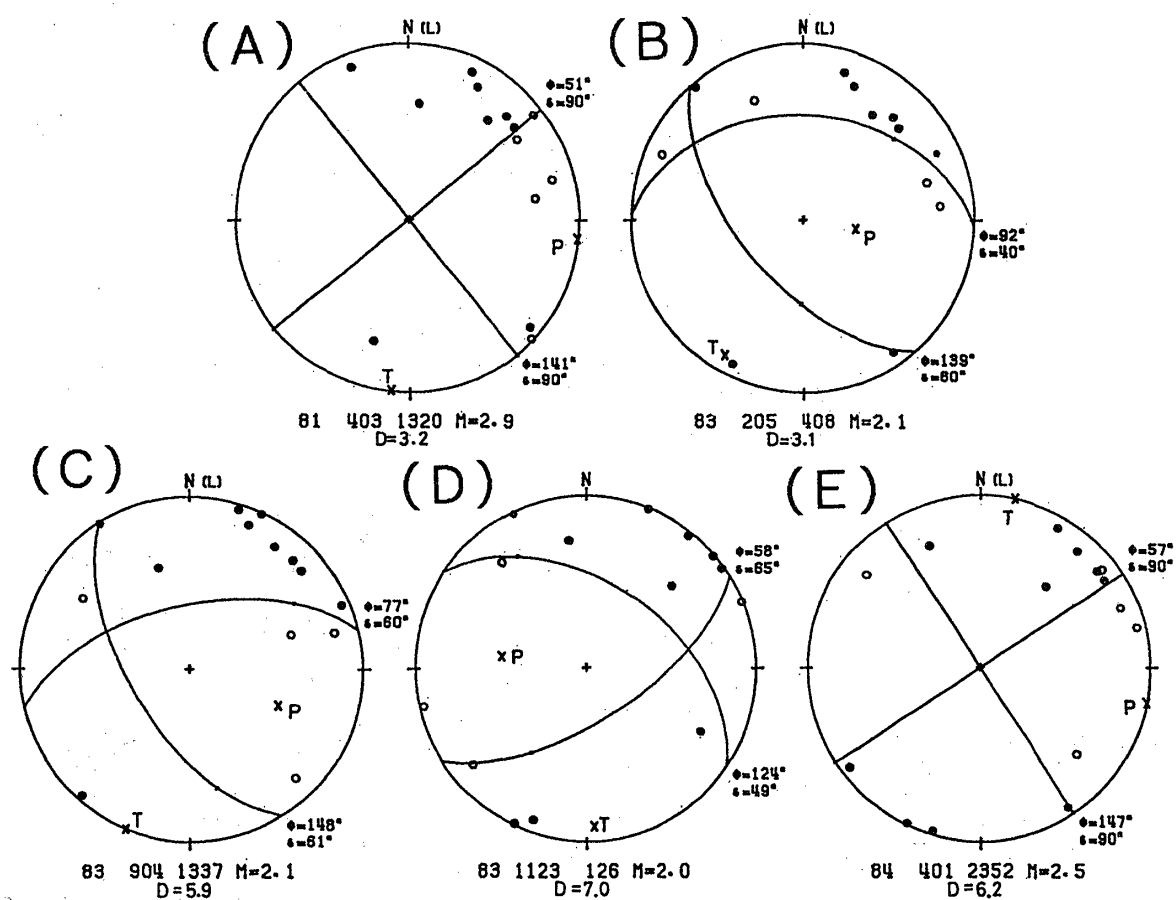
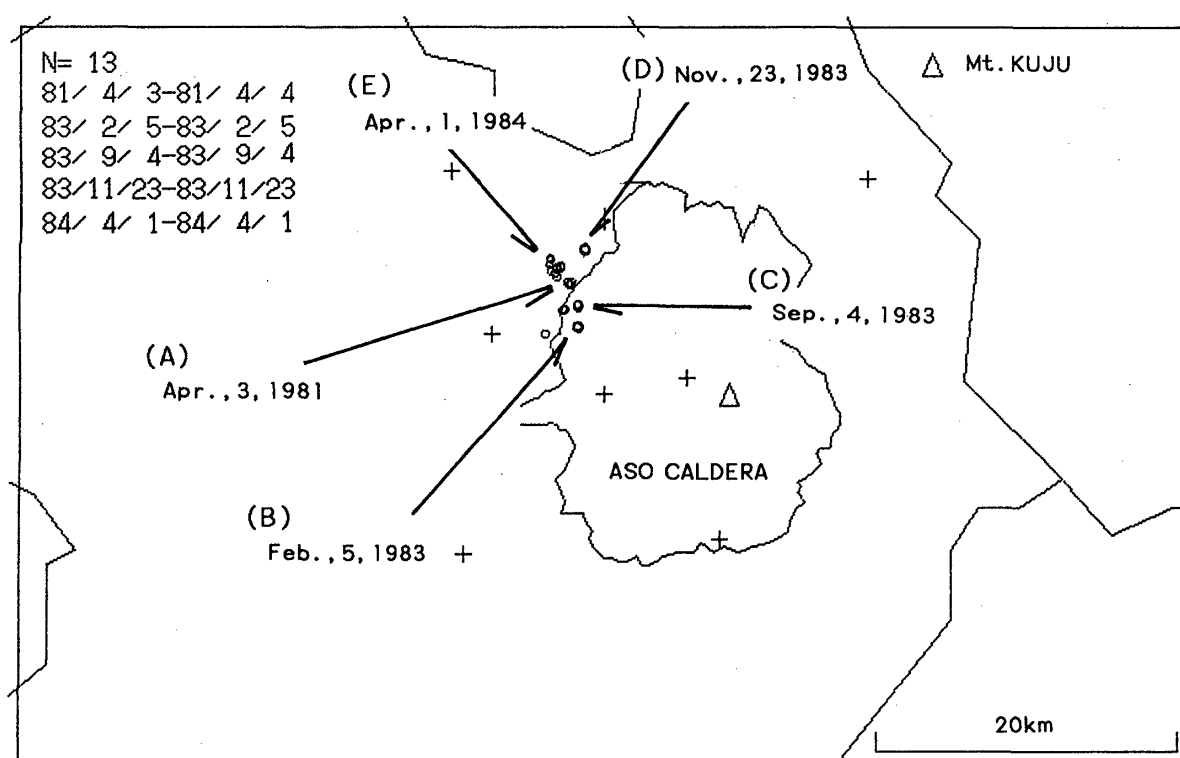
第9図 阿蘇カルデラ北西内壁部内牧地域の群発地震(1983年6月)の震源分布と発震機構。個々の地震についての発震機構(下図)と重ね合わせによって求めた発震機構(上図),(いずれも下半球投影)。+は地震観測点,三角は阿蘇中岳火口と九重山。



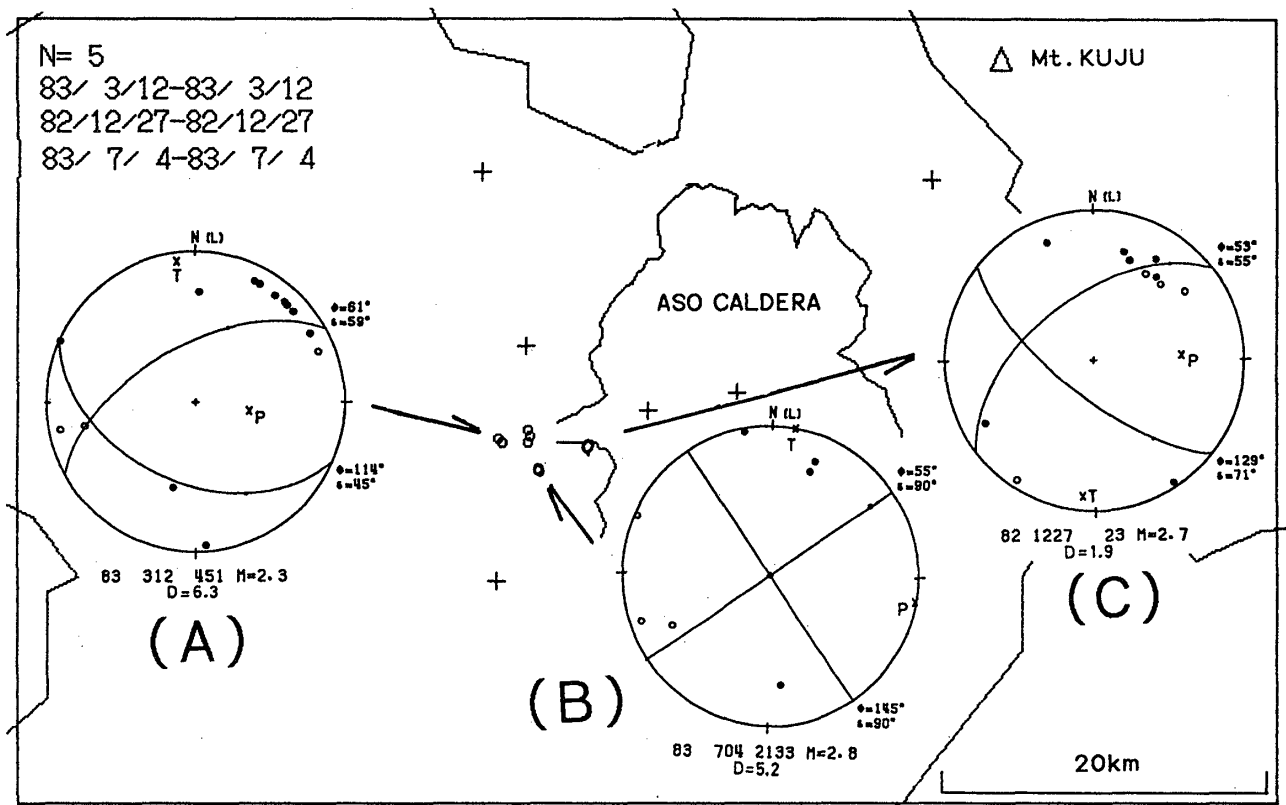
第10図 阿蘇カルデラ北北西外縁部の群発地震（1983年11月）の重ね合わせの発震機構と11月5日の地震の発震機構（いずれも下半球投影）。+は地震観測点。三角は九重山。



第11図 阿蘇カルデラ北部カルデラ壁の地震（1981年7月，1982年10月，1984年2月）の発震機構（下半球投影）。+は地震観測点。三角は九重山。



第12図 阿蘇カルデラ西部地域の地震 ((A) 1981年4月, (B) 1983年2月, (C) 9月, (D) 11月, (E) 1984年4月)の発震機構 (下半球投影). +は地震観測点. 三角は阿蘇中岳火口と九重山.



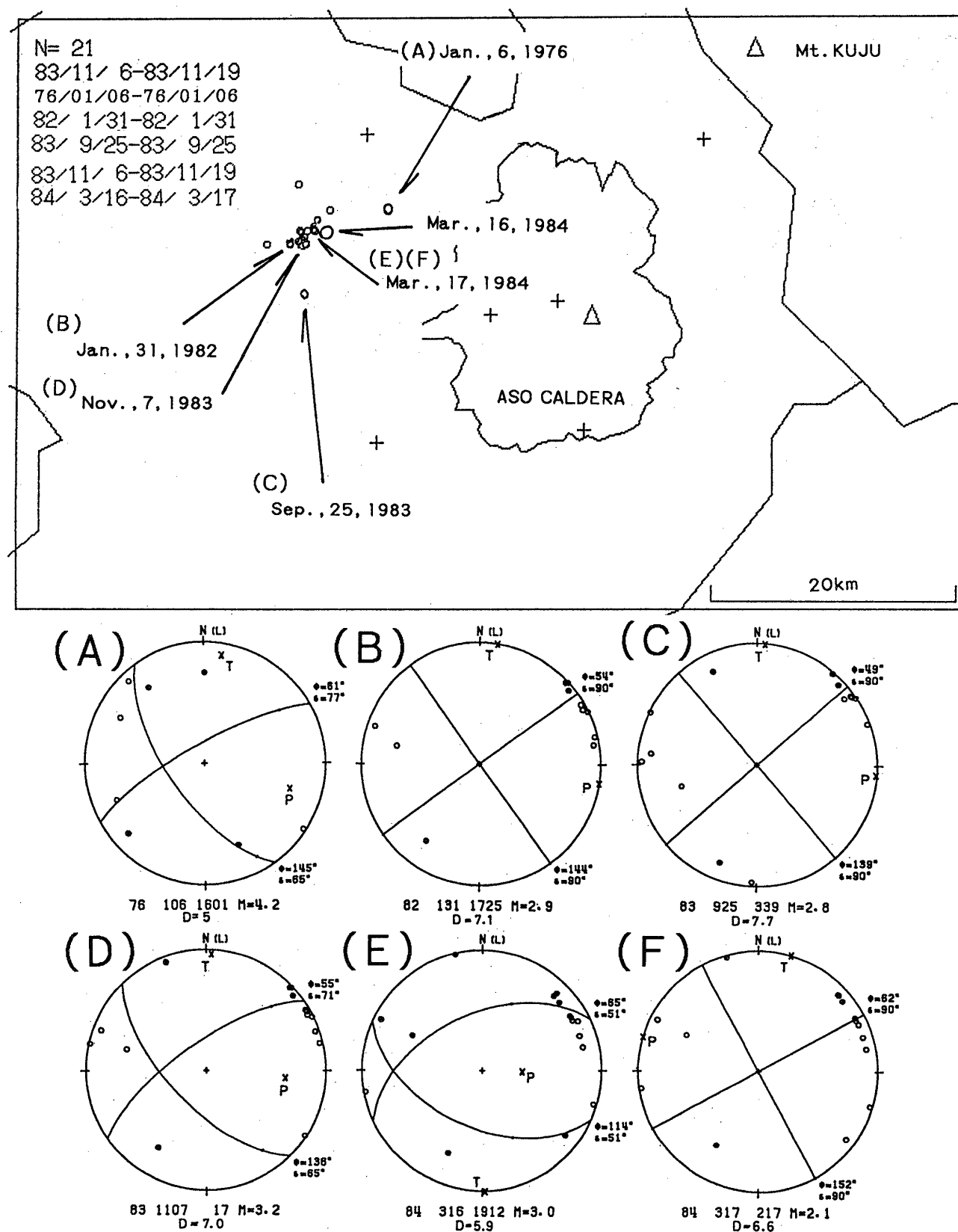
第13図 阿蘇カルデラ立野火口瀬および南西部地域の地震((A)1983年3月,(B)7月,(C)1982年12月)の発震機構(下半球投影)。 $+$ は地震観測点。三角は九重山。

層地域や天草地域を除いてきた。これらの地域については、山科・三波(1977)、高橋他(1987)、馬越他(1987)、清水(1989)や馬越・清水(1990)などがすでに報告している。それらによれば、同地域についても、地震活動は群発的で、発震機構は、中部九州の他の地域で得られた起震応力と同じく、横ずれ成分を含んだ正断層的な解である。また、どの地震についても、伸張軸が南北で水平である。従って、地震活動から見る限り、中部九州地域のせいぜい深さ10km程度までの地殻上部は、応力状態が共通し、同じテクトニクスの基盤上にあるといえる。東端の鶴見岳地域でも、中央の阿蘇山地域においても、また西端の雲仙岳地域でも、発震機構はほぼ同じ解をもっている。しかし、個々の地域の地震について検討してみると、前章で述べたように応力軸の方向が微妙に変化していることがわかる。しかし、この変化が、観測データ、特に、観測点の数の不十分さによるもので、単なる見かけ上のものにすぎないのか、あるいは、実体を示すものかは今後の観測研究を待たなければならない。

これまで述べてきた事柄は、中部九州に発生する地殻

内の地震活動における震源分布と発震機構であった。地震活動が中部九州全域で必ずしも一様でなく、東部は明らかに西部よりも低調であり、九重山の西部から熊本平野にかけてきわめて活発な地震活動が見られる。また、阿蘇カルデラより東部では、大分-熊本構造線の南部では、震源がほとんど分布していないのに対し、カルデラの西部では布田川断層、日奈久断層より南まで分布している。しかし、発震機構については、中部九州地域において水平の南北伸張的な応力が共通している。

地震活動と活断層との関連では、先に述べたように震源分布と活断層の位置が必ずしも一致しない地域が中部九州東部でみられる。東部地域は、数多くの活断層やリニアメントが非常に密に発達しているが(村井・金子, 1975; 村井・松田, 1975; 活断層研究会, 1980)、地震活動は、その活構造の数に見合うほど発生を見ない。これは、地震検知能力の相違によることも考えられるが、地殻運動の活発度の相違とも考えられる。鈴木他(1976)は、地殻変動の変形勾配の変化率の大きい部分に応力集中が生じ、地震発生を促すといっている。一方、江原



第 14 図 阿蘇カルデラ西北西部の地震 ((A) 1976 年 1 月) の発震機構および菊池市付近で発生した地震 ((B) 1982 年 1 月, (C) 1983 年 9 月, (D) 11 月, (E,F) 1984 年 3 月) の発震機構 (下半球投影). + は地震観測点, 三角は阿蘇中岳火口と九重山.

(1984), Ehara (1989) は, 中部九州地域を地熱水系の視点でとらえるなかで, 地熱帯では地震が少ないと非常に興味ある指摘を行っている。

発震機構については, 池田 (1979), 千田 (1979), 松本 (1979) が提唱した地溝運動との関連を踏まえ, 多田 (1984, 1985) が指摘した中部九州地域に特徴的な南北方向の水平歪を説明しなければならない。本稿で示した多くの発震機構は, 正断層系というよりも右横ずれ成分が卓越していることに注目すべきで, この点さらに吟味しなければならない。

おわりに

本稿では, 中部九州地域における地震活動について起震応力の状態を示す発震機構とともに述べた。特に, 阿蘇カルデラ周辺の地震活動と発震機構については, 観測データも多数蓄積してきたので, その主たる特徴である群発性・火山活動との関連性・広域応力場という観点から述べてみた。これらの中で広域の伸張応力場は, 広く中部九州地域の全域で共通である。今後は, 地震学的には, 観測点の密度をさらに濃くし, 震源決定の精度を高め, 発震機構についても確定的なことがいえることが望まれる。その結果を踏まえて, 中部九州地域の広域にわたるテクトニクスの研究を進める必要がある。さらに, このことは, 阿蘇カルデラの生成過程や構造の解明にも連なる重大な問題が含まれることなので, 今後の研究がきわめて重要といえる。

文 献

- 阿蘇山測候所, 1975, 阿蘇火山活動と阿蘇付近の地震活動。火山噴火予知連絡会会報, 3, 1-6.
- 千田 昇, 1979, 中部九州の新时期地殻変動—とくに第4紀火山岩分布地域における活断層について—。岩手大学教育学部研究年報, 39, 97-135.
- 江原幸雄, 1984, 中部九州地域の地熱構造と地震活動の関連。火山, 29, 249-265.
- Ehara, S., 1989, Thermal Structure and Seismic Activity in Central Kyushu, Japan. *Tectonophysics*, 159, 269-278.
- 福岡管区気象台, 1991, 九州地方の地震活動 (1984年～1990年)—テレメータシステム整備後の地震資料—。福岡管区気象台要報, 46.
- Ichikawa, M., 1971, Reanalyses of mechanism of earthquakes which occurred in and near Japan, and statistical studies on the nodal plane solutions obtained, 1926-1968. *Geophys. Mag.*, 35, 3, 207-274.
- 池田安隆, 1979, 大分県中部火山地域の活断層系。地理学評論, 52, 10-29.
- Imagawa, K., Hirahara K. and Mikumo K., 1985, Source mechanisms of subcrustal and upper mantle earthquakes around the northeastern Kyushu region, southwestern Japan, and their implications. *J. Phys. Earth*, 33, 257-277.
- 今村明恒, 1920, 九州地震帯。震災予防調査会報告, 92, 1-94.
- 活断層研究会, 1980, 日本の活断層—分布図と資料。東大出版会, 363p.
- 久保寺章・岸本兆方編, 1975, 1975年1月阿蘇群発地震の活動と被害に関する調査研究報告。
- 京都大学理学部附属火山研究施設, 1975, 阿蘇カルデラ北部の群発地震活動について。火山噴火予知連絡会会報, 3, 7-16.
- 牧 正・多田 堯・山科健一郎, 1984, 九州中部における浅発地震の分布と発震機構。地震学会講演予稿集, 1, 67.
- 松本恒夫, 1979, 九州における火山活動と陥没構造に関する諸問題。地質学論集, 16, 127-139.
- 村井 勇・金子史朗, 1975, 大分県中・西部の構造地形と大分県中部地震。地震研究所彙報, 50, 329-342.
- 村井 勇・松田時彦, 1975, 1975年大分中部地震の被害調査報告—とくに被害・地変と活断層との関係について—。地震研究所彙報, 50, 303-327.
- 西 祐司・杉原光彦・当舍利行・伊藤久男, 1987, 九重山周辺地域における微小地震の発震機構。地震学会春季講演会予稿集, 42.
- Nishimura, K., 1973, Characteristic features of focal mechanism in and near Kyushu Island (1). *Contri. Geophys. Inst., Kyoto Univ.*, 13, 101-110.
- 清水 洋, 1989, 1984年島原群発地震と広域応力場。月刊地球, 11, 204-208.
- 塩野清治, 1976, 西南日本における発震機構とその地学的意味。地質学論集, 12, 99-108.
- Shiono, K., 1977, Focal mechanisms of major earthquakes in southwest Japan and their tectonic significance. *J. Phys. Earth*, 25, 1-26.
- Shiono, K., Mikumo T. and Ishikawa Y., 1980, Tectonics of the Kyushu-Ryukyu arc as evidenced

- from seismicity and focal mechanism of shallow to intermediate-depth earthquakes. *J. Phys. Earth*, **28**, 17-43.
- 須藤靖明, 1975, 阿蘇西部外輪山地域の地震活動. 火山, **20**, 1-12.
- 須藤靖明, 1981, 阿蘇カルデラ西部地域の地震活動. 火山, **26**, 263-279.
- 須藤靖明・山田年広・増田秀晴, 1984, 阿蘇カルデラ周辺の地震活動と発震機構. 京大防災研究所年報, 27, B-1, 35-44.
- 須藤靖明, 1987, 鶴見岳火山及びその周辺の地震活動. 火山, **32**, 205-218.
- 須藤靖明, 1990, 阿蘇カルデラ地域の地震活動の特徴. 月刊地球, **12**, 379-382.
- 鈴木尉元・小玉喜三郎, 1976, 西日本の地殻変形と地震活動場の関係を示すいくつかの例. 地質学論集, **12**, 109-116.
- 高橋道夫・西辻和也・後藤主夫, 1987, 八代海の応力場. 地震学会春期講演会予稿集, 41.
- 多田 堯, 1984, 沖縄トラフの拡大と九州地方の地殻変動. 地震, **37**, 407-415.
- 多田 堯, 1985, 沖縄トラフの拡大と九州地方の地殻変動(2). 地震, **38**, 1-12.
- 馬越孝道・高浜 聡・ト部 卓, 1987, 八代海の地震活動と九州中西部のテクトニクス. 地震学会春期講演会予稿集, 99.
- 馬越孝道・清水 洋, 1990, 高精度震源分布からみた別府-島原地溝帯西端部の地震群. 月刊地球, **12**, 349-354.
- 和田卓彦・須藤靖明・加茂幸介, 1973, 阿蘇外輪域に発生した群発地震活動. 火山, **18**, 19-31.
- 渡辺一徳, 1984, 熊本県阿蘇カルデラ西方地域の活断層群とその意義. 熊大教育学部紀要, 33, 35-47.
- 山科健一郎・村井 勇, 1975, 1975年大分県中部地震・阿蘇北部地震のメカニズムについて, とくに活断層との関係. 地震研究所彙報, **50**, 295-302.
- 山科健一郎・三浪俊夫, 1977, 雲仙火山地域の応力場, 火山, **22**, 13-25.

(要 旨)

須藤靖明, 1993, 中部九州地域の火山周辺の地震活動とそのテクトニクス. 地質学論集, **41**, 19-34 (SUDO, Y., 1993, Seismic activity and tectonic significance near the volcanic areas in central Kyusyu, Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, **41**, 19-34)

九州地域の地震活動域は, 震源の深さによって著しい分布の違いがある。震源の深さが20kmまでのほとんどの地震は、中部九州にほぼ東西に並ぶ複数の火山、鶴見岳、九重山、万年山、阿蘇カルデラ、島原半島などの周辺の限定された地域で密集して発生している。これら地域の地震活動の中で、とくに阿蘇カルデラ西部の地震活動は、阿蘇中岳の噴火活動の開始直前か初期に活発化し、火山活動が最盛期では低調になり、火山活動と相補的な関係にあるようにみえる。また、発震機構は、中部九州地域では横ずれ成分を含んだ正断層的で伸張軸が南北水平でほぼ同一の解となる。従って、中部九州地域の地殻上部のせいぜい10km程度までは、一様な広域的な応力場で規定され、そのテクトニクスは共通の基盤上にあるといえる。