

地質学論集 第40号 39-51ページ, 1992年12月
Mem. Geol. Soc. Japan, No. 40, p. 39-51, 1992

中部九州の活断層 —九州における中央構造線の第四紀活動—

千田 昇*

Active faults in Central Kyushu, Southwest Japan
— Quaternary faulting along the Median Tectonic Line in Kyushu —

Noboru Chida*

Abstract The Median Tectonic Line in Kyushu has been discussed in relation to three major tectonic lines named the Matsuyama-Imari Line, the Oita-Kumamoto Line and the Usuki-Yatsushiro Line from north to south.

The Matsuyama-Imari Line, at the northern limit of Central Kyushu called the Nagasaki Triangle, has the Beppu-kita fault, the Minoh fault group and the Todogi-Kawakubo fault group on the view point of active fault. The Minoh fault group displaces the lower alluvial fan, distributed at the northern foot of the Minoh mountains. The amount of fault displacement is in proportion to the height of the Minoh mountains. This fact means that the activity of the Minoh fault group brings about the evolution of the mountains.

The Oita-Kumamoto Line is the most active tectonic line in Central Kyushu. Seven grabens formed by normal faulting develop at the Quaternary volcanic area to the north of the line. So, the writer names this area as the Mid-Kyushu Graben Zone. The grabens are named the Beppu-wan, the Yufuin, the Kuenohirayama, the Kuju, the Haneyama-Kameishiyama, the Kuradake and the Unzen Graben by the writer from east to west. Among these grabens, the Beppu -wan Graben and the Unzen Graben are particularly active on the graben building. The western part of the Oita-Kumamoto Line is represented by the Futagawa-Hinagu fault system characterized by right-lateral movement.

The Usuki-Yatsushiro Line situated at the southernmost part of Central Kyushu, is mostly inactive in Quaternary time.

The faulting of the Median Tectonic Line in Kyushu has excelled in the right-lateral movement since 0.7 Ma, thus the activity of graben building has begun. The reason the right -lateral movement has begun in the N-S extensional stress field is that the E-W compressional stress field has locally taken on. Besides, since 0.1-0.15Ma the Ryukyu System tectonics with axis of NE-SW direction has added to the area. Therefore, volcanic activity of the Ryukyu System in Kyushu mainland and graben forming activity with the direction of NE-SW in Yatsushiro Bay and Amakusa-nada has started.

Key words : active fault, Central Kyushu, Median Tectonic Line, Mid-Kyushu Graben Zone, normal fault, Matsuyama-Imari Line, Oita-Kumamoto Line, Usuki-Yatsushiro Line

は じ め に

九州の中央構造線は松山—伊万里線, 大分—熊本線, 臼杵—八代線という主要な構造線との関係で論じられて

きた。しかし, それらを構成する断層の具体的な存在やそれらの第四紀における活動などの基本的な問題になると, 必ずしも明らかにされているとは言い難く, また, 四国と九州を結ぶ海域での断層の分布や変動様式なども

* 大分大学教育学部地理学教室. Department of Geography, Faculty of Education, Oita University, Oita, 870-11 Japan.

十分に解明されてはいない。

近年、海底活断層の調査が別府湾や伊予灘などで行われるようになり、その結果、海の空白域の様子が少しずつ明らかにされ(森山・日高, 1981; 四国電力, 1984; 島崎ほか, 1986; 堤ほか, 1990), 陸域においてもそれぞれの構造線を構成すると考えられる諸断層の第四紀における活動が明らかにされてきている。

ところで、伊予灘に没した郡中・伊予両断層の延長は地溝を形成しながら佐田岬半島北方へと連続することがわかっており、この事実は九州の中央構造線を考える上で、右ずれを特徴としてきた中央構造線が郡中から西方に向かい、地溝形成の運動へと転換するという、重要な示唆を与える。つまり、九州中部の正断層による地溝地帯はすでに郡中沖から始まっているといえる。いいかえれば長崎三角地域の北縁を限る松山－伊万里線と南縁にあたる大分－熊本線、臼杵－八代線との分岐が郡中沖から始まっていることを示している(第1図)。さらに別府湾は、郡中沖からの活発な地溝形成活動の、九州への入口ということができる。

ここでは、九州中部地域にみられる活断層を各構造線との関連から検討し、九州における中央構造線の第四紀の活動について考察する。

松山－伊万里線の第四紀における断層活動

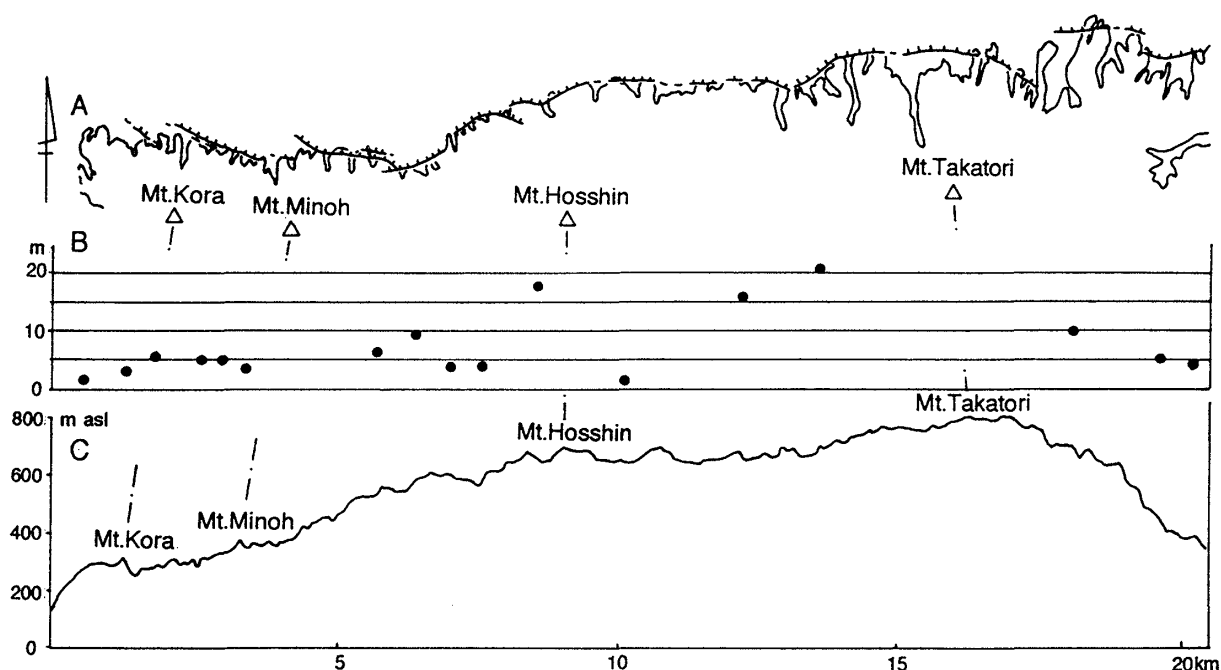
松山－伊万里線は中部九州のなかで、もっとも存在の不確かな構造線である。しかしながら、これを構成すると思われる活断層はいくつかの地域で認められる。その典型は水縄山地北麓^{みのお}の水縄断層系(千田, 1981), 背振山地の南側^{とどぎ}の都渡城－川久保断層群(活断層研究会, 1980)である。また、別府地溝^{いりみ}の北縁を限る別府北断層(村井・金子, 1975), その西方にある入美断層(千田, 1980)もこの構造線に関係する断層である。このうち、都渡城－川久保断層群は、変位地形は明瞭ではないが、第三紀末から第四紀中頃までは北高南低の地殻運動が続いたと考えられている(九州活構造研究会, 1989)。

水縄断層群はほとんど全体で水縄山地北麓の低位扇状地面を変位させており、その変位量は水縄山地の高度分布とよい一致をみせる(第2図)。すなわち、水縄断層群の活動は水縄山地の成長と密接に関係し(千田, 1981), それが水縄山地と筑紫平野の高度的対立を作りだしてきたことを示している。

なお、木戸(1991)は松山－伊万里線の東端が松山市につながらないという理由で、これを右ずれ断層としての久留米－日出線^{ひし}と名づけたが、活断層の側面からみれば



第1図 中央構造線西端部・郡中沖－別府湾における活断層分布
(岡村ほか, 1987, 1991; 四国電力, 1984; 島崎ほか, 1986, 1990; 堤ほか, 1990による)



第2図 水縄断層群の断層変位量と水縄山地の高度分布の関係

A: 水縄断層系を構成する断層, B: 各断層による低位扇状地面の垂直変位量, C: 水縄山地の高度分布 (千田, 1981による)

右ずれを示す断層はみられず, また松山-伊万里線を否定する根拠も希薄である. 郡中沖での中央構造線の地溝形成やその別府湾への連続性などから, むしろ松山-伊万里線が存在を認める方が妥当であろう.

大分-熊本線の第四紀における断層活動

1 中部九州地溝帯における断層活動

松本(1979)により提唱された別府-島原地溝は, 中部九州において地溝性陥没構造を推定することにより名づけられたものである. この地域は活断層からみると, 正断層が卓越する, いわゆる地溝帯をなし, いくつかの地溝の集合である(千田, 1979)ことから, ここでは中部九州地溝帯(Mid-Kyushu Graben Zone)と名づける. 基本的には松本(1979)の別府-島原地溝と一致するが, 別府-島原地溝は時期的に中新世以降, 内部構造的には大規模な陥没構造を推定しており, より大きな意味を含んでいることから, 混乱を避けるために, 中部九州地溝帯の名をつけておく. ここにおいて, 地溝は大分-熊本構造線を南限として, その北方に雁行状に分布している.

九州中部における地溝はいずれも第四紀火山岩の分布する地域に存在する. これは火山の存在とともに火山岩の存在も大きな役目を果たしていることを意味している. 地溝は東より別府地溝帯(別府湾地溝, 由布院地溝), 崩平山地溝, 九重地溝, 万年山・亀石山地溝, 鞍岳地

溝, 雲仙地溝の7つに区分される(第3図).

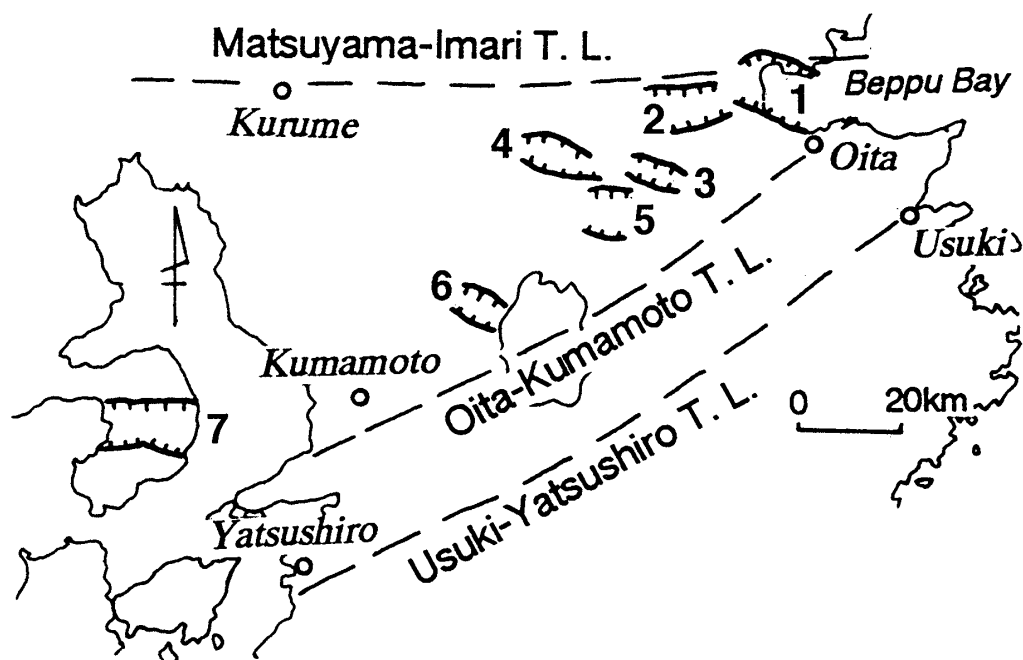
1) 別府地溝帯(村井・金子, 1975; 池田, 1979の速見地溝; 星住ほか, 1988の由布-鶴見地溝)

別府地溝帯は中部九州地溝帯の東部にあたり, その名称は1975年の大分県中部地震の後, 別府北断層と別府南断層とに挟まれる地溝帯に対して名づけられた(村井・金子, 1975). また, 金子(1977)は瓜生島との関連で別府湾が地溝帯であることを指摘した. 別府地溝帯は池田(1979)により速見地溝とよばれ, その方向の違いなどから別府東地溝と別府西地溝の2つに区分された(千田, 1979)が, 別府湾の海底の様子が次第に明かになった(島崎ほか, 1986ほか)ことにより, それらをあらたに別府湾地溝, 由布院地溝とそれぞれ名づける. その理由は「別府地溝帯」をこの地域における広義の地溝帯の意味で使い, それを構成する副次的な地溝としての意味をもたせるためである. 星住ほか(1988)は池田(1979)の速見地溝とほぼ同じ地域を由布-鶴見地溝とし, その西縁を福万山-カルト山付近に想定した.

i) 別府湾地溝(別府東地溝: 千田, 1979; 再命名)

別府湾地溝は金子(1977)の別府湾の地溝帯, 千田(1979)の別府東地溝に相当するが, 最近の別府湾の海底調査の結果から, 別府湾地溝と再命名した.

別府湾の海底活断層は森山・日高(1981), 島崎ほか(1986)などの研究によりかなり明瞭になってきた. とく



第3図 中部九州地溝帯における地溝分布

1：別府湾地溝，2：由布院地溝，3：崩平山地溝，4：万年山・亀石山地溝，5：九重地溝，6：鞍岳地溝，7：雲仙地溝(千田，1979による)

に後者により地震との関係で別府湾の海底活断層の活動周期などが明かにされた。

別府湾地溝は北縁を鹿鳴越・唐木山^{かなごえ からき}の断層群から東南東方向に延びる断層により，南縁を堀田・朝見川断層系によりそれぞれ限られ，その内部に多くの海底活断層をもつ地溝である。北縁の断層は日出町の軒ノ井断層以東は海域に入り，別府湾中央断層(島崎ほか，1990)へ続くと考えられる(第4図)。これは別府湾中央部を西北西—東南東から東西に長さ20kmにわたってのびる断層で約6,300年前のアカホヤ火山灰層が上下に約20m変位している。最新のイベントの変位量は2mであり，約6,000年間に10回の地震発生という推定が成り立つ。1854年南海地震の2日後の地震($M=7.3-7.5$)の震源である可能性がある(島崎ほか，1990)。

一方，別府湾西北部日出沖の海底活断層のいずれもが地震により変位を累積しており，いくつかの独立した地震系列に属し，このうち亀川沖西断層は1596年(慶長1)の豊後地震($M=7 \pm 1/4$)の震源断層と考えられている(岡村ほか，1987)。

豊岡沖では，1942年12月20日に $M=3.8$ ，1989年8月23日に $M=2.5$ の地震が発生しており，後者は縦ゆれの地震動で特徴づけられた(福岡管区気象台，1990a)。

別府湾地溝に関連する陸域の最近の地震活動をみると，1989年，1990年にいくつかの地震の発生がみられる。

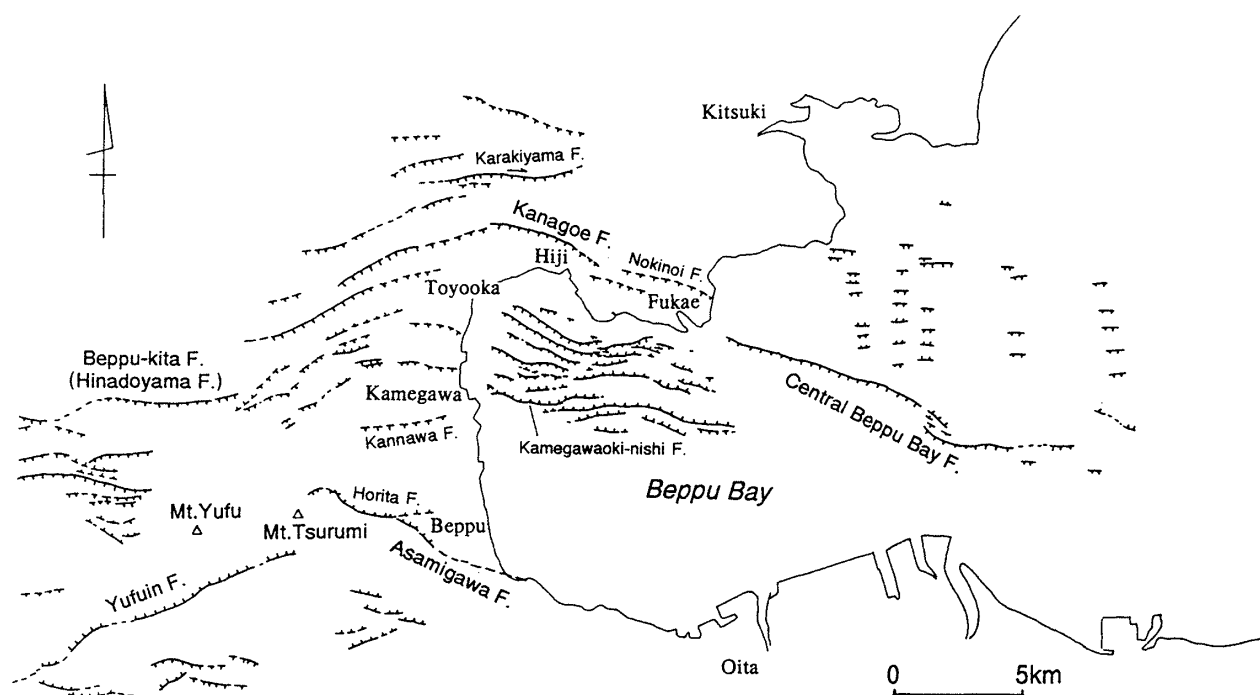
このうち1989年11月16日13時02分には鹿鳴越断層群付近に震央をもつ $M=4.5$ の地震が発生し，余震も9個が検知された。地震のメカニズム解は北東—南西の右横ずれ断層を示し，鹿鳴越断層群の一部が北東—南西の右横ずれを示すことと合致している。この付近の広域的な応力場に調和的である(福岡管区気象台，1990b)。同じ余震の範囲で，再び1990年7月21日から8月11日にかけて地震活動が活発化している(福岡管区気象台，1991)。また，1986年の5月から6月にかけてと1988年10月にも別府扇状地の南北両縁部で地震が発生しており，鉄輪断層^{かんわ}，堀田・朝見川断層系との関連性が指摘できる。

ii) 由布院地溝(狭義の別府地溝；別府西地溝：千田，1979；再命名)

別府地溝帯を構成する地溝の1つの由布院地溝は，別府北断層と由布院断層にそれぞれ北と南をはさまれた地溝で，その中央部にある立石山と飛岳でさらに小さな地溝が形成されている。由布院地溝はいわゆる山陰系新期火山活動の場を限っていることから，地溝形成と新しい火山活動とが対応していると考えられる。

2) 崩平山地溝(千田，1979)

別府地溝帯南西方の崩平山とその周辺で最も典型的に東西性の断層群がみられる。これらは崩平山の山頂を境にそれより北側の断層は南落ち，南側の断層は北落ちで，あたかも崩平山が南北に引き伸ばされたような形態を呈



第4図 別府湾地溝およびその周辺における活断層
(岡村ほか, 1987, 1991; 島崎ほか, 1986, 1990; 九州活構造研究会, 1989による)

している。

崩平山地溝東部では1975年に大分県中部地震(深さ15km, $M=6.4$)が発生しており, 地溝形成がなお進行中であることを示している。この地震の発震機構について, 気象庁地震課(1975)は横ずれ型のメカニズム解を, 山科・村井(1975)は多少の横ずれ成分を含む正断層解を出した。また, Hatanaka and Shimazaki(1988), Hatanaka and Takeo(1989)はNW-SE方向で, 左ずれ断層解を出しており, これは崩平山地溝が全体的に西北西-東南東方向に軸を持つことと調和的であり, また別府湾の海底断層, 陸域の活断層とも調和的である(第5図)。おそらく, 崩平山地溝の形成に関係する広域応力場を示していると考えられる。

3) 九重地溝(千田, 1979)

九重地溝の北縁は南落ちの地藏原断層群で万年山地溝と分けられ, 南縁は北落ちの瀬の本断層群で限られる。内部には涌蓋山や泉水山の周辺のように東西性の断層がいくつかみられ, 小地溝形成が続いていると考えられる。

4) 万年山・亀石山地溝(千田, 1979; 池田, 1979の万年山地溝)

万年山と亀石山の周辺にみられる地溝で万年山地溝ともよばれている(池田, 1979)。北は花香断層・万年山断層・木納水断層(松本ほか, 1973)などで限られ, 南

は亀石山断層・宇土谷断層・菅原断層群などで限られる。地溝内部には主としてNNW-SSE方向の断層が, 平行または雁行状に多く分布している。

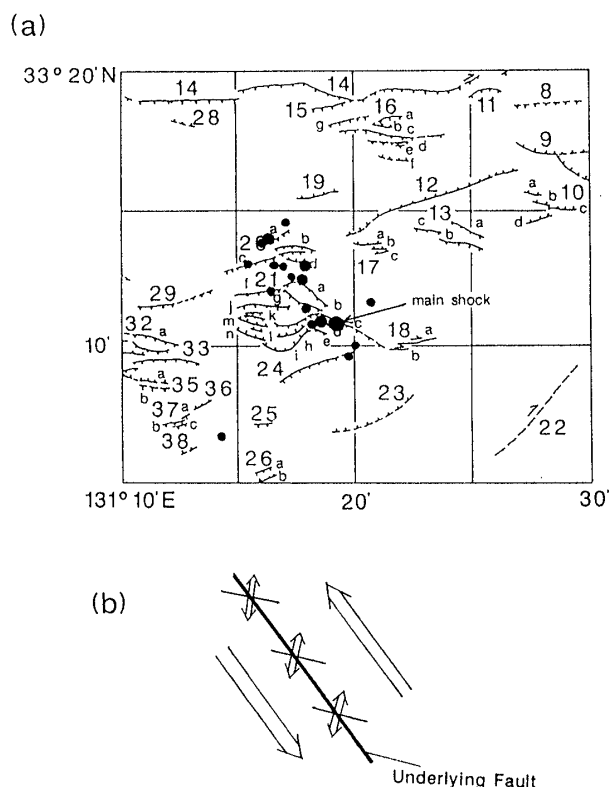
1987年6月14日に日田市付近で $M=1.9$, 2.6の地震が発生しており, この震源は万年山・亀石山地溝の西端に位置する(福岡管区気象台, 1988a)。

5) 鞍岳地溝(千田, 1979)

鞍岳地溝は鞍岳断層群のうちオケラ山断層・ツーム山断層を北縁とし, 瀬田断層を南縁とする地溝で, WNW-ESE方向の平行する短い断層からなり, 地溝全体が同じ方向を持つ。九重火山からこの地溝にかけての地域は地震の多発地帯で, 群発地震の発生が知られている。鞍岳地溝で発生する地震は火山活動と密接に関連することが報告されている(須藤, 1981)が, 伸張軸が南北で横ずれ成分を含む正断層的な発震機構解であることは, 広域的な応力場に対応した群発地震であることを示している(須藤, 1990)。

6) 雲仙地溝(太田, 1973; 千田, 1979)

雲仙地溝の北縁は千々石断層により, 南縁は西部の金浜断層と東部の右雁行の高岩山・柳原・大苑の各断層により, それぞれ限られる。この地溝は雲仙火山の火山体を変位させる多くの東西性断層と活発な地震活動, 火山活動で特徴づけられる。地溝内の断層のうち, 布津断層は島原湾海底の活断層に連続し(国土地理院, 1982a),



第5図 崩平山地溝における活断層と1975年大分県中部地震の震源の分布

(a):活断層と震源分布, 数字とアルファベットは活断層研究会(1980)による断層番号,
(b):地下の断層(太実線)と地表の断層(細実線)の関係

(Hatanaka and Takeo, 1989による)

また千々石湾ではより活発な海底部での断層運動が知られており(国土地理院, 1988), 地溝形成がかなり広い範囲に及んでいることがわかる(第6図)。さらに, 断層の配列から地溝南縁部が南に拡大している様子がわかる。一方, 千々石湾の西方の野母半島東岸・長崎市大崎町東方沖では東北東-西南西方向の活断層が知られており(国土地理院, 1989), 雲仙地溝とは直接関係しないと思われるが, 東西から, やや北東-南西方向へ変化する活断層が分布することは, 天草灘地溝の影響があらわれていることを示唆する。

雲仙地溝における地震のうち, 1922年の千々石湾地震($M=6.9$)により, 島原半島では地割れ, 山崩れ, 噴砂などの地変が生じ, 水準点改測結果からは雲仙地溝内が相対的に4~6 cm 沈降したことが知られている(今村, 1925; 山科・三浪, 1977)。この地震は南西部の金浜断層の活動によるようで, 地溝形成活動が現在もなお続いていることを示していると考えられる。

1984年8月の群発地震は $M=5.7$ を最大地震とする地

震で, 島原半島西岸の猿葉山付近一帯を震央とし, 余震は西南西方向に千々石湾に延びた(九州大学理学部, 1986)。これは一部で九千部断層群(九州活構造研究会, 1989)の活動による可能性を示唆している。この群発活動の余震群の発震機構には本震群と同じ南北張力の正断層型のほかに, 東西圧縮の逆断層型の解も存在することから, 群発活動が複数の断層面で発生したと考えられている(清水, 1989)。

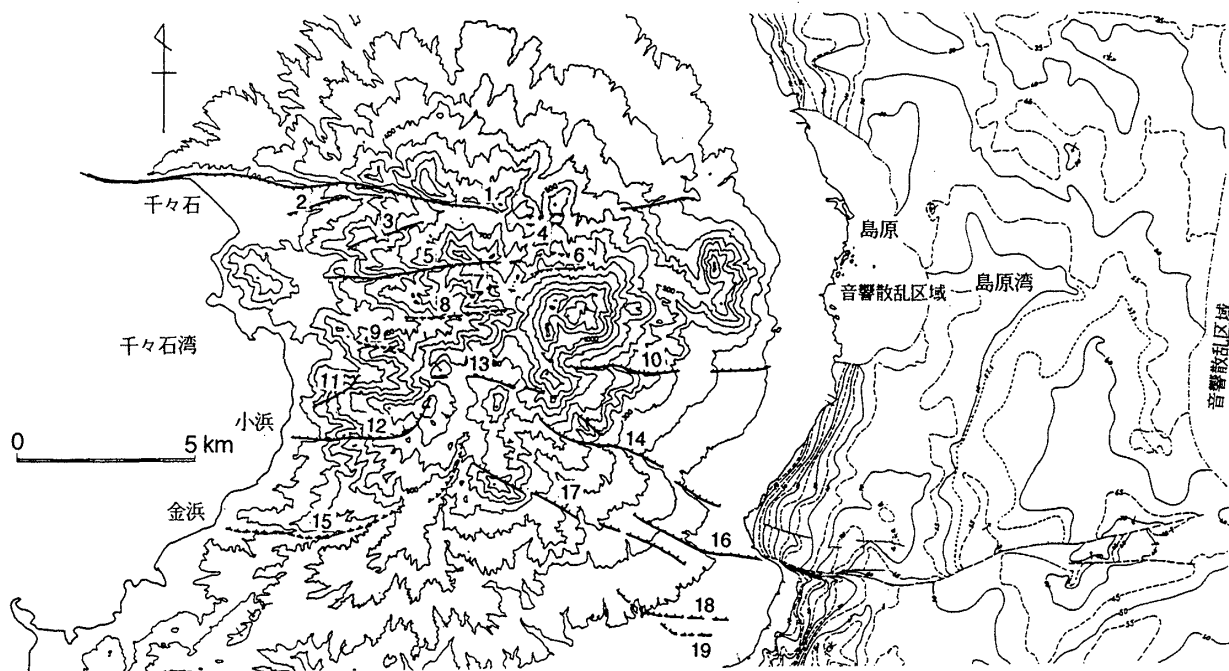
1989年11月には1984年の群発地震の西端に接する千々石湾海域で, 群発地震が生じている(福岡管区気象台, 1990b)。これらの地震の発震機構をみると, 雲仙地溝内では正断層型であるが, 天草地溝帯との会合部では横ずれ成分が大きくなることが示されている(九州大学理学部, 1987)。

2 布田川-日奈久断層系の活動

布田川-日奈久断層系は東北東-西南西方向をとる布田川断層系(渡辺ほか, 1979)と北東-南西ないし北北東-南南西方向の日奈久断層系がほぼ連続するようにみえることから名づけられたもので, これらが厳密に連続するわけではない(第7図)。

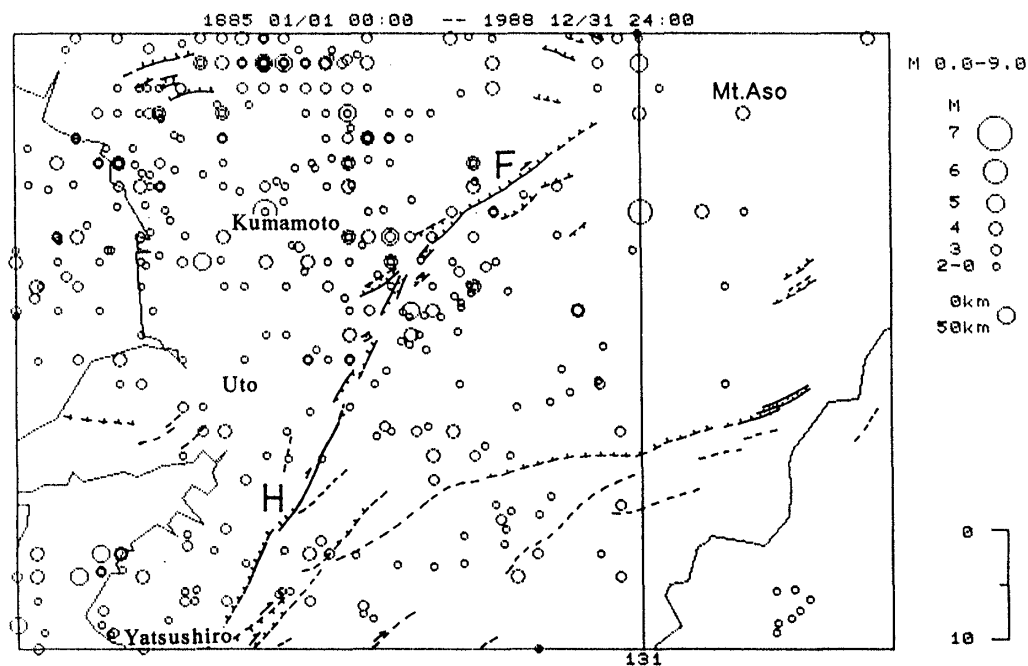
布田川-日奈久断層系は阿蘇カルデラの立野火口瀬から西南西方向のびる, 雁行あるいは平行するいくつかの断層からなり, 砥川付近より方向を北北東-南南西に変える。この断層系は高遊原溶岩, 砥川溶岩あるいは河成段丘, 沖積錐などを変位させる。全体的に縦ずれが顕著であるが, 日奈久断層系の北部は右ずれが著しく, 佐志生断層, 女鞍岳断層, 出水断層系などとともに九州における数少ない横ずれ断層の1つである。日奈久断層系の右ずれの変位速度はおよそ0.8mm/年であり, 等速的に変位が進行したとすれば, 横ずれの最大変位量には13~14万年で達する。天草における志岐トラフの形成に伴う下末吉層相当の釜層の堆積(千田, 1976)と時期的に一致することから, 0.1~0.15Ma 頃に琉球弧北端部の活動が西南日本弧に及んできたと考えられる。中部九州の火山地域では, 0.7Ma 以降南北の伸張応力場に対し, 東西方向の圧縮応力が加わることによる(鎌田, 1986), 局部的な圧縮応力場の形成という事実に対応した琉球弧北端の活動の現われと考えることができる。

九州本土と天草諸島に囲まれた八代海南部の水俣~出水沖では日奈久断層系の連続としての海底断層が発達し, 全体として地溝状凹地を形成している(国土地理院, 1982b, 1984)(第8図)。また, 日奈久断層の海域延長としての田浦沖では活断層の存在を暗示する顕著な音波散乱層が認められ, さらに獅子島南東方には完新統を変

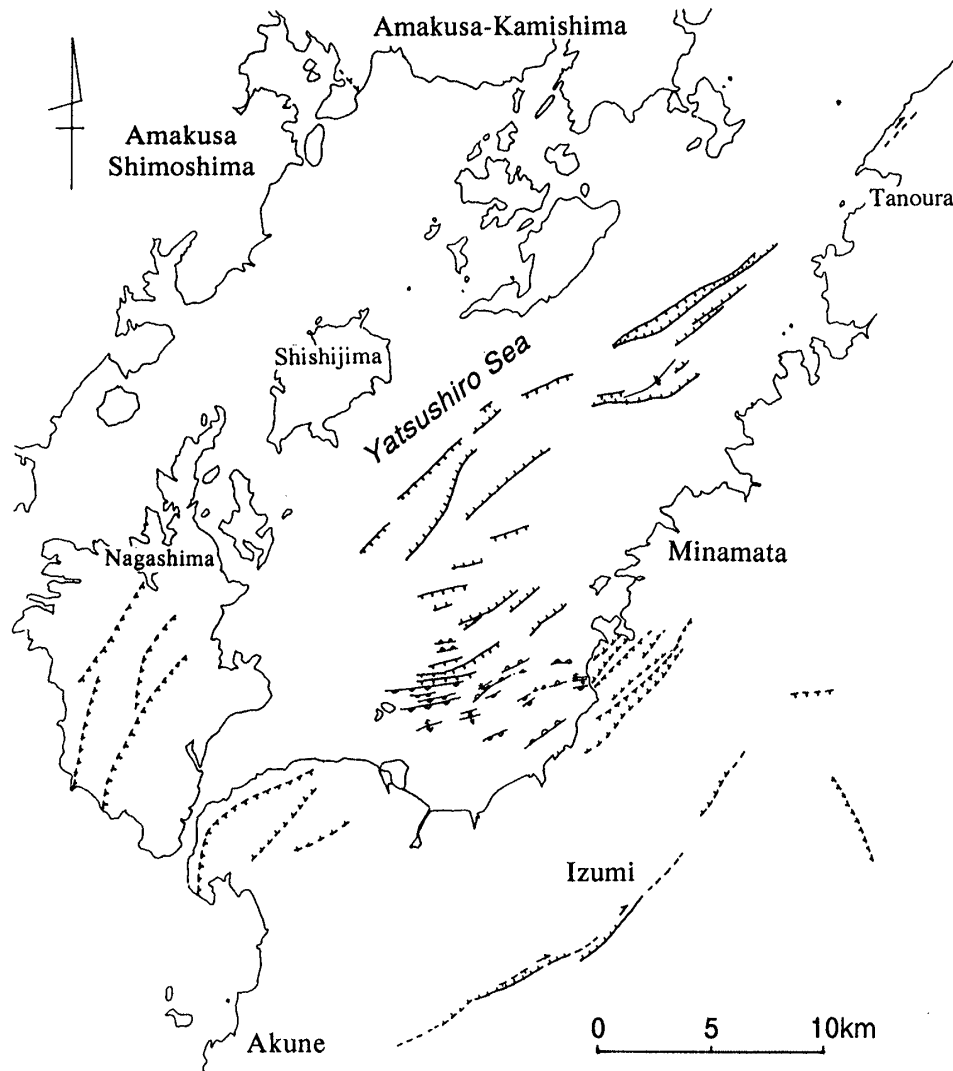


第6図 雲仙地溝およびその東方海域における活断層分布

- 1: 千々石断層, 2: 小倉断層, 3: 飯岳断層,
 4: 舞岳断層, 5: 九千部断層, 6: 普賢北断層,
 7: 九千部南断層, 8: 岳断層, 9: 岳南断層,
 10: 赤松谷断層, 11: 小浜北断層, 12: 小浜断層,
 13: 鴛鴦ノ池断層, 14: 深江断層, 15: 金浜断層,
 16: 布津断層, 17: 高岩山断層, 18: 柳原断層,
 19: 大苑断層(九州活構造研究会, 1989による)



第7図 布田川-日奈久断層系の断層分布と震源分布
 震源分布は石川(1990)による
 F: 布田川断層系, H: 日奈久断層系



第8図 八代海海底の活断層
海底活断層分布は国土地理院(1982b, 1984), 千田ほか(1991)による

位させる断層があり、累積性も認められる(千田ほか, 1991). これらは日奈久断層系の右ずれにともなう引張割れ目としての地溝であり、その意味から、郡中断層の延長部と全く同様な地溝形成運動が八代海南部でも起きている可能性を示している. しかし、その活動は別府湾、千々石湾などの東西性の断層と比較すると活動度が弱く、九州中部地域の海域における中央構造線断層系の断層は完新世の活動で判断する限り、東西方向の地溝を形成する活動が卓越するといえる(岡村ほか, 1991).

臼杵―八代線の第四紀における断層活動

1 緑川断層系・鎌野断層の活動

緑川断層系は蘇陽町馬見原西方の鎌野断層にはじまり、九州山地の北縁を限るように西へ続く. これはいわ

ゆる臼杵―八代構造線を構成する断層の1つであり、これ以南が南部九州である. 緑川断層系は連続する1本の断層ではなく、東北東―西南西方向に平行あるいは雁行する数本の断層からなり、西部で確実度が低い. しかしながら、西部では方向を北東―南西に変え、九州山地の北西部を限るように走る日奈久断層系に向って収束する.

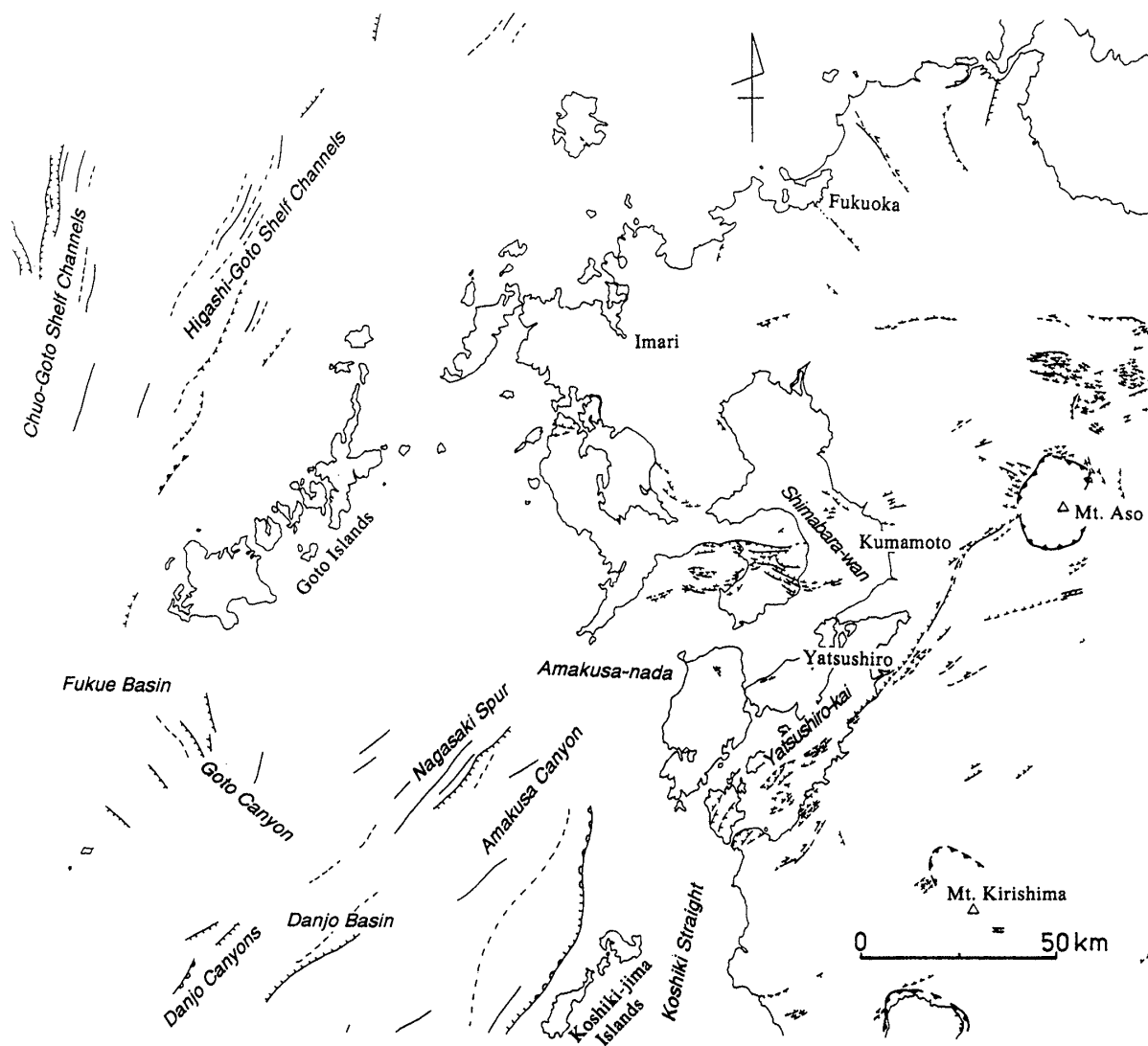
九州西方海域の活断層と地震

九州南西岸の五島列島の南から屋久島にかけては沖縄トラフの北端にあたり、主として北東―南西方向の活断層とそれに並走する褶曲軸が認められる(活断層研究会, 1991). 一方、九州西方海域は中部九州の種々な問題を解く鍵の1つを握っていると考えられる. 五島列島周辺

ではその北方の東五島陸棚谷群に北北東-南南西方向の断層・褶曲が、中央五島陸棚谷群に南北から北北西-南南東方向の断層・褶曲があり(第9図), これらは一括して対馬-五島構造線とよばれ, その活動時期は鮮新世末から更新世にかけてと推定されている(井上, 1983). それに対して, 五島列島の南方の福江海盆南東部の五島海底谷には上記の構造を斜に切るように北西-南東方向の正断層群があり, これらは鮮新統を切る断層で, これと平行する断層が男女海盆北端や甕島列島周辺にも発達する(井上, 1983). 北西-南東系統の断層は対馬海峡部には, ほとんど発達しないが, 壱岐北方で北東-南西方向の断層を切って発達するものがみられる(海上保安庁水路部, 1978).

一方, 男女海盆の西方では男女海底谷群から北東方向

へ長崎海脚に連続するような断層・褶曲帯があり, 東方には甕島列島から天草諸島の西方へ続く北東-南西方向の断層が存在する(第9図). 天草灘地溝はこの部分に相当するようであり, 明らかに琉球弧の方向を示している. 千々石湾から南南西ないし南西方向の天草灘にかけての天草灘地溝では, 1989年1月30, 31日, 2月8日にそれぞれ $M=3.8$ の地震が発生(福岡管区気象台, 1989), また10月15日にも天草西方で $M=4.8$ (九州大学理学部, 1990によると $M=5.3$)の地震が発生し, その後に7個の余震が観測されている(福岡管区気象台, 1990a). 本震の発震機構は正断層を含む横ずれ型で, 張力軸はほぼ南北方向である. この型の発震機構解は天草灘の他の地震活動域でも卓越している(九州大学理学部, 1990). しかしそれより南西方になると北西-南東方向に張力軸を



第9図 九州西方海域の海底地質構造
(活断層研究会, 1991による)

もつ正断層型あるいは横ずれ型の発震機構になり(長宗・中村, 1986; 長宗, 1987), 多田(1984)の図で示された, 沖縄トラフ北縁付近の南北方向の張力軸とは異なる。おそらく木村政昭(1983)や多田(1984)のような, 沖縄トラフが九州中部を横断するという仮説は成り立たないと思われる。これについてはKamata(1989)により詳細に論じられている。

1988年1月8日と2月24日に八代南方の八代海で, それぞれ $M=4.2$ と $M=4.6$ の地震が発生した。この付近では, 1619年に $M=6.2$, 1916年に $M=6.1$, 1931年に $M=5.5$, 5.6, 5.9の連続地震, 1986年7月28日にも $M=5.0$ が発生している。阿蘇-八代海-甕海峡へと続く地域は小地震活動が活発な地域で, 震源は布田川-日奈久断層系とほぼ一致している。1986年, 1988年の地震の発震機構は北北西-南南東に張力軸をもつ横ずれ型(正断層成分をとまう)であり, その節面の1つは八代海の延長方向に一致していた。これは, ほぼ東西圧縮, 南北伸張の横ずれを示し, 北東-南西ないし北北東-南南西方向の右ずれを示す日奈久断層系と調和的である(福岡管区气象台, 1987, 1988b)。八代海の海底には活断層が存在し, 水俣南方から長島にかけては八代海に向かって階段状に落ち込むような変位をしめす活断層群がある。これらから, 八代海は水平ずれとともにかなりの伸張成分をもつ地溝帯であると考えられ, これを新たに八代海地溝と名づける。

このように中部九州西部の海底に天草灘地溝, 八代海地溝の存在が明らかになり, このうち八代海地溝には海底活断層が存在する。しかしこれらの地溝の長軸方向は火山地域の地溝のそれらとは異なり, 北東-南西ないし北北東-南南西方向で, これは琉球弧の方向をとっているといえる。

九州における中央構造線の第四紀活動について

九州における中央構造線は松山-伊万里線, 大分-熊本線, 臼杵-八代線からなり, 第四紀にそれぞれが重要な活動をしているといえる。

中部九州の火山活動や地溝形成については, その開始時期が重要問題の1つである。鎌田(1985a, b, 1986), Kamata(1989), 鎌田・渡辺(1985)によれば, 九州中北部の火山構造的陥没地, すなわちHVZ(Hohi Volcanic Zone)は約5 Ma以降, フィリピン海プレートの沈み込みと密接に関連した現象として形成されてきた。東西方向のグラーベン構造を示すHVZの内部で少なくとも1 Ma頃にはそれと斜交する北東-南西方向の火山体配列が存在していたと考えられ, それを約1.5 Maのフィリピン

海プレートの北北西から西北西への進行方向の転換(Seno, 1985)に求めている(鎌田ほか, 1988)。更新世の0.7 Ma以降は火山活動において, 角閃石安山岩や溶岩円頂丘が卓越し, 成層火山体が出現し, また, 1 Maより若い火山岩が阿蘇・九重・由布鶴見火山の周囲にクラスターをつくり, 明瞭な北東-南西方向の火山体配列を呈している。以上のことから, 中部九州は5 Ma以降, 伸張応力場に置かれてきたが, 約1.5 Maのフィリピン海プレートの北北西から西北西への進行方向の転換により, 北東-南西方向の火山体配列が形成された。0.7 Ma以降, 伸張応力場がやや弱まり, 局所的に圧縮応力場が出現したと, 解釈されている(鎌田, 1986)。

また, Sangawa(1978), Okada(1980)により, 紀伊半島や四国東部における中央構造線の右横ずれ卓越の活動は0.8~0.5 Maから開始したと考へてられていることは, 中部九州においても南北の伸張応力場に対し, 0.7 Ma以降東西方向の圧縮応力が加わり, 局所的な圧縮応力場が形成されたと考えることを可能にする。すなわち, 中部九州地溝帯における地溝形成活動は中央構造線の最も新しい表現であり, それは0.7 Ma頃からの右ずれ運動に対応して始まり, さらに0.1~0.15 Ma頃の天草における志岐トラフの形成のように, 琉球弧の活動が中央構造線に斜交するように始まった。そしてこれら両者の運動が現在も継続中と考えることができる。しかし北東-南西方向の火山体の配列は1 Ma頃には既に存在していた(鎌田ほか, 1988)とされていることから, この方向のすべてが必ずしも琉球弧の活動を意味するとは限らない。

中部九州地溝帯は7つの地溝の集合であり, それらの地溝は大分-熊本構造線を南限として, その北方に雁行状に分布するが, これらについて, いくつかの考え方が存在する。

第1の仮説は大分-熊本構造線の右ずれにともなう引張割れ目としての地溝群である(千田, 1979)。北東-南西方向に延びる大分-熊本構造線の右ずれを引き起こすためには東西の圧縮応力が必要で, それは0.7 Ma以降の局所的な圧縮応力場の形成で説明しうる。その応力場の形成は基本的にはフィリピン海プレートの1.5 Maの北北西から西北西への進行方向の転換後の右斜め沈み込みによる(Seno, 1985)と考えられ, 広域的な応力場のなかで, 局所的な応力場の形成が行われたと考えることに矛盾は生じない。

第2は沖縄トラフの延長としての地溝帯という考え方である(木村政昭, 1983; 多田, 1984)。この考え方については, それぞれの地溝の方向に違いがあること(千田,

1979)や地震の発震機構(福岡管区气象台, 1990a; 九州大学理学部, 1990; 長宗・中村, 1986; 長宗, 1987)からみて, 必ずしも適当ではないと考えられる。すなわち, 沖縄トラフにおける地溝は北東-南西ないし北北東-南南西方向をとるのに対し, 中部九州地溝帯における地溝群は東西ないし西北西-東南東方向である。地溝の方向は両者で明らかな食い違いがみられる。また, 発震機構からみて張力軸の方向の違いも認められる。これらは両者が同一の成因にもとづくものではなく, それぞれ別の原因で形成されたものであることを示している。

第3はアムールプレート南縁部における地溝としての考え方である(木村学ほか, 1986; 三雲・石川, 1987)。この仮説はシヤンシー地溝, 中部九州地溝帯, 中央構造線をアムールプレートの南縁部としての幅をもった shear zone と考えて, 西南日本内帯の東進にともなうことで, 地溝が形成されるとするものである。この仮説では中部九州の地溝の方向, 沖縄トラフの方向などを無理なく説明でき, また, 千田(1979)の大分-熊本構造線の右ずれによる引張割れ目としての地溝群の考えも, アムールプレート南東部において, それが東進することで, 生じた shear zone との考え方で説明可能である。しかし, 西南日本内帯をプレート境界とするには中央構造線沿いでの大規模な地震活動の不活発さの説明が十分ではない。

おわりに

中部九州の新第三紀以降の形成過程については基本的には地溝形成とそれに伴う火山活動によると考えられている。その考えは別府-島原地溝(松本, 1979)をスタートとして, さまざまな提案が行われてきた。とくに火山岩の絶対年代値の集積にともない, 九重-別府地域について, 玉生(1985)の別府-九重地溝, 鎌田(1985b)のVTD(Volcano Tectonic Depression), 木戸(1991)の九重-別府地溝などが提案されている。また, 中部九州全体については千田(1979)が大分-熊本構造線の右ずれ運動にともなう伸張割れ目としての地溝群の形成を述べ, 茂野・安部(1986)の別府-小浜地溝などが提出されており, 本稿では, 活断層の立場から中部九州地溝帯(Mid-Kyushu Graben Zone)を提案した。

これらは, それぞれが異なる立場からの提案であるが, 基本的に大分-熊本構造線が重要な意味を持つことは一致している。今後, 時代ごとに細かな運動像を明らかにすると共に, より広い地域のなかでの運動像を考えることが重要であろう。

さて, 震源分布から中部九州は3つの地震帯に区分で

きる(石川, 1990)。1は八女市付近から雲仙・天草灘にいたる地震帯, 2は別府湾から島原湾にいたる地震帯, 3は阿蘇付近から八代海・甕島へと続く地震帯である。このうち1の八女市から雲仙にいたるものは有明海で一旦途切れ, 直接的には連続しないようにみえる。2は島原湾を越えて雲仙さらに千々石湾まで連続するようで, 千々石湾西部で天草灘から北東方向に伸びてきた地震帯と会合するようである。つまり千々石湾西部から天草灘にかけての海域は西南日本弧と琉球弧との会合部の1つに相当するといえる。3も詳細にみると, 阿蘇火山付近で一旦途切れ, 北東-南西方向の日奈久断層系で活発な震源分布を示すようである。これらのことは古い西南日本の構造に新しい琉球弧の構造が切りこんでいる様子を表わしていると考えられる。また, 北西-南東方向の構造も天草灘付近で会合し, それゆえ天草灘地溝付近は3つの方向の構造が会合する位置に相当すると考えられる。また, 石川(1990)の指摘する地震の空白域(別府・島原・甲佐・田浦・阿久根付近)のいくつかは構造の会合部ないし転換部に関係があるようで, 今後, 構造の会合部ないし転換部を中心により詳細な調査を行なう必要がある。

謝 辞

本研究を進めるにあたり, 愛知県立大学の岡田篤正先生, 広島大学の中田 高先生, 東京大学地震研究所の島崎邦彦先生, 高知大学の岡村 眞先生, 地質調査所の鎌田浩毅・杉山雄一の両博士, 気象研究所の石川有三博士から有益なご教示をいただいた。記してお礼申し上げます。

文 献

- 千田 昇, 1976, 南部有明海天草島北岸地域の地形発達, 地理評, **49**, 792-807.
- 千田 昇, 1979, 中部九州の新期地殻変動-とくに第四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**, 37-75.
- 千田 昇, 1980, 九州中部地域における新期地殻変動. 西村嘉助先生退官記念地理学論文集, 89-93.
- 千田 昇, 1981, 中部九州・水縄山地北麓の断層変位地形. 岩手大学教育学部研究年報, **40**, 67-78.
- 千田 昇・岡村 眞・小川光明, 1991, 八代海海底の活断層について. 活断層研究, **9**, 93-97.
- 福岡管区气象台, 1987, 九州地方とその周辺の最近の地震活動(1986年5月~10月). 地震予知連絡会会報, **37**, 335-340.
- 福岡管区气象台, 1988a, 九州地方とその周辺の最近の地震活動(1987年5月~10月). 地震予知連絡会会報, **39**, 320-326.

- 福岡管区気象台, 1988b, 九州地方とその周辺の最近の地震活動(1987年11月～1988年4月). 地震予知連絡会会報, **40**, 364-371.
- 福岡管区気象台, 1989, 九州地方とその周辺の最近の地震活動(1988年11月～1989年4月). 地震予知連絡会会報, **42**, 313-320.
- 福岡管区気象台, 1990a, 九州地方とその周辺の最近の地震活動(1989年5月～10月). 地震予知連絡会会報, **43**, 426-430.
- 福岡管区気象台, 1990b, 九州地方とその周辺の最近の地震活動(1989年11月～1990年4月). 地震予知連絡会会報, **44**, 300-308.
- 福岡管区気象台, 1991, 九州地方とその周辺の最近の地震活動(1990年5月～10月). 地震予知連絡会会報, **45**, 382-389.
- Hatanaka, Y. and Shimazaki, K., 1988, Rupture process of the 1975 Central Oita, Japan, Earthquake. *Jour. Phys. Earth*, **36**, 1-15.
- Hatanaka, Y. and Takeo, M., 1989, Detailed rupture process of the 1975 Central Oita, Japan, Earthquake inferred from near-field data. *Jour. Phys. Earth*, **37**, 251-264.
- 星住英夫・小野晃司・三村弘二・野田哲郎, 1988, 「別府地域の地質」5万分の1地質図および説明書, 地質調査所, 131p.
- 池田安隆, 1979, 大分県中部火山地域の活断層系. 地理評, **52**, 10-29.
- 今村明恒, 1925, 大正11年島原地震に関連せる地盤垂直運動調査報告. 震災予防調査会報告, **99**, 12-15.
- 井上英二, 1983, 九州北方及び西方海域の新生代構造発達史. 島弧と大陸の関係からみた九州の構造発達史, 89-100.
- 石川有三, 1990, 日本列島内陸部の地震活動空白域一序論一. 月刊地球, **12**, 355-361.
- 海上保安庁水路部, 1978, 沿岸の海の基本図, 5万分の1「壱岐北部」. 海図第6345-4.
- 鎌田浩毅, 1985a, 熊本県宮原西方の火山岩類の層序と噴出年代—九州中北部の火山活動の時代と分布—. 地質雑, **91**, 289-303.
- 鎌田浩毅, 1985b, 九州中北部における火山活動の推移と地質構造. 地調報告, No. 264, 33-64.
- 鎌田浩毅, 1986, 0.7Maを境とする火山岩の変化とテクトニクス—中部九州の火山構造性陥没地における例—. 月刊地球, **8**, 768-771.
- Kamata, H., 1989, Volcanic and structural history of the Hohi volcanic zone, central Kyushu, Japan. *Bull. Volcanology*, **51**, 315-332.
- 鎌田浩毅・渡辺公一郎, 1985, 九州中北部に分布する火山岩のK-Ar年代とフィッショントラック年代の比較検討—火山構造性陥没地の形成開始年代—. 岩鉱, **80**, 263-271.
- 鎌田浩毅・星住英夫・小屋口剛博, 1988, 中部九州—中国地方西部の火山フロントの形成年代. 月刊地球, **10**, 568-574.
- 金子史朗, 1977, 瓜生島と別府地溝帯. 地理, **22**(3), 112-117.
- 活断層研究会, 1980, 『日本の活断層—分布図と資料』, 東京大学出版会, 363p.
- 活断層研究会, 1991, 『新編日本の活断層—分布図と資料』, 東京大学出版会, 437p.
- 木戸道男, 1991, 「九重—別府地溝」形成史と火山活動. 構造地質, No. 37, 63-74.
- 木村 学・木川栄一・玉木賢策, 1986, アムールプレートと日本列島—50万年以降のアジア大陸東部—. 月刊地球, **8**, 716-724.
- 木村政昭, 1983, 沖縄トラフの陥没構造形成に関する考察. 地質学論集, No. 22, 141-157.
- 気象庁地震課・地震活動検測センター, 1975, 1975年4月21日の大分県中部の地震について. 地震予知連絡会会報, **14**, 115-118.
- 国土地理院, 1982a, 沿岸海域基礎調査報告書(島原地区). 195p.
- 国土地理院, 1982b, 沿岸海域基礎調査報告書(水俣地区). 119p.
- 国土地理院, 1984, 沿岸海域基礎調査報告書(出水地区). 97p.
- 国土地理院, 1988, 沿岸海域基礎調査報告書(肥前小浜地区). 153p.
- 国土地理院, 1989, 沿岸海域基礎調査報告書(長崎東部地区). 80p.
- 九州大学理学部, 1986, 島原半島およびその周辺域の最近の地震活動(1984年5月～1986年4月). 地震予知連絡会会報, **36**, 317-321.
- 九州大学理学部, 1987, 島原半島およびその周辺域の最近の地震活動(1986年5月～1986年10月). 地震予知連絡会会報, **37**, 328-334.
- 九州大学理学部, 1990, 九州中・北部の地震活動, (1989年5月～10月). 地震予知連絡会会報, **43**, 431-436.
- 九州活構造研究会, 1989, 『九州の活構造』, 東京大学出版会, 553p.
- 松本徭夫, 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, No. 16, 127-139.
- 松本徭夫・坂田輝行・松尾孝一・林 正雄・山崎達雄, 1973, 大分県九重火山北麓の火山地質. 九大生産研報告, No. 57, 1-15.
- 三雲 健・石川有三, 1987, 日本海沿岸の地震と広域テクトニクス及び長期的地震予知. 地震予知研究シンポジウム(1987), 259-269.
- 森山善蔵・日高 稔, 1981, 別府湾基礎調査(I)-(2)ユニブーム地層探査機による別府湾の海底堆積物の構造. 大分大学教育学部研究紀要(自然科学), **5**(6), 35-53.
- 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. 地震研彙報, **50**, 329-342.
- 長宗留男・中村利己, 1986, 鹿児島県西方海域における地震活動. 地震2, **39**, 123-128.
- 長宗留男, 1987, 九州—琉球列島におけるやや深発地震とテクトニクス. 地震2, **40**, 417-423.
- Okada, A., 1980, Quaternary faulting along the Median Tectonic Line of Southwest Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, No. 18, 79-108.
- 岡村 眞・千田 昇・島崎邦彦・中田 高・宮武 隆・碓井敏彦・平田和彦, 1987, 別府湾北西部海底活断層群の独立地震系列. 地震学会1987年春季大会予稿集, 329.
- 岡村 眞・中田 高・千田 昇・島崎邦彦, 1991, 西南日本の浅海底に記録された中央構造線系活断層の完新世活動. 日本第四紀学会講演要旨集, **16**, 14-17.
- 太田一也, 1973, 島原半島における温泉の地質学的研究. 九大理学部島原火山観測所報告, **8**, 1-33.
- Sangawa, A., 1978, Geomorphic development of the Izumi and Sanuki Ranges and relating crustal movement. *Sci. Rep. Tohoku Univ. 7th Ser.(Geogr.)*, **28**, 313-338.
- Seno, T., 1985, "Northern Honshu microplate" hypothesis and tectonics in the surrounding region. *Jour. Geode.*

- Soc. Japan*, **31**, 106-123.
- 茂野 博・安部喜久男, 1986, 別府—九重—阿蘇—熊本—雲仙地域の熱水系. 地調月報, **37**, 159-181.
- 四国電力株式会社, 1984, 「伊方発電所原子炉設置変更許可申請書, 3号炉増設)本文及び添付書類, 一〜十」.
- 島崎邦彦・中田 高・千田 昇・宮武 隆・岡村 眞・白神 宏・前李英明・松木宏彰・辻井 学・清川昌一・平田和彦, 1986, 海底活断層のボーリング調査による地震発生時長期予測の研究—別府湾海底断層を事例として—(予報). 活断層研究, **2**, 83-88.
- 島崎邦彦・中田 高・千田 昇・岡村 眞・谷山 尚・田辺あらし, 1990, 別府湾中央断層(仮称)の地震活動. 地震学会1990年春季大会予稿集, 185.
- 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.
- 須藤靖明, 1981, 阿蘇外輪山周辺の地震の研究—その2—. 火山第2集, **26**, 147-148.
- 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.
- 多田 堯, 1984, 沖縄トラフの拡大と九州地方の地殻変動. 地震2, **37**, 407-415.
- 玉生志郎, 1985, 豊肥地熱地域の層序と地質構造—主に坑井データに基づいて—. 地調報告, No. 264, 115-142.
- 堤 浩之・中田 高・小川光明・岡村 眞・島崎邦彦, 1990, 伊予灘北東部海底における中央構造線. 活断層研究, **8**, 49-57.
- 渡辺一徳・榎倉克幹・鶴田孝三, 1979, 阿蘇カルデラ西麓の活断層群と側火口の位置. 第四紀研究, **18**, 89-101.
- 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. 火山第2集, **22**, 13-25.

(要 旨)

千田 昇, 1992, 中部九州の活断層—九州における中央構造線の第四紀活動—. 地質学論集, No. 40, 39—51. (Chida, N., 1992, Active faults in Central Kyushu, Southwest Japan—Quaternary faulting along the Median Tectonic Line in Kyushu—. *Mem. Geol. Soc. Japan*, No. 40, 39—51.)

九州の中央構造線は松山—伊万里線, 大分—熊本線, 臼杵—八代線という主要な構造線との関係で論じられてきた. 活断層からみるとこれらの構造線はいずれも第四紀に活動しているが, とくに大分—熊本線の活動が顕著である. 大分—熊本線を南限として, その北方には7つの地溝が存在し, 中部九州地溝帯を形成している. これらの地溝のうち最東端の別府湾地溝と最西端の雲仙地溝では地溝形成活動が活発に行われている. 大分—熊本線の西部は布田川—日奈久断層系の活動により代表され, 右ずれの活動で特徴づけられる. 中部九州地溝帯は大分—熊本線の右ずれにともなう引張割れ目として形成されたもので, 北東—南西方向に延びる大分—熊本線の右ずれを引き起こすための東西の圧縮応力は0.7Ma以降の局所的な圧縮応力場の形成で説明しうる. これはまた, アムールプレート南東部において, それが東進することで生じた shear zone との考え方で説明可能である.