



徳島平野低地部に認められた 中央構造線活断層系鳴門南断層の変位地形

高田圭太* 中田 高** 後藤秀昭***
岡田篤正† 原口 強†† 松木宏彰††

**Fault displacement along the Naruto-South fault,
the Median Tectonic Line active fault system in the eastern part of
Shikoku, southwestern Japan**

Keita TAKADA*, Takashi NAKATA**, Hideaki GOTO***,
Atsumasa OKADA† Tsuyoshi HARAGUCH†† and Hiroaki MATSUGI††

Abstract

The Naruto-South fault is situated of about 1000m south of the Naruto fault, the Median Tectonic Line active fault system in the eastern part of Shikoku. We investigated fault topography and subsurface geology of this fault by interpretation of large scale aerial photographs, collecting borehole data and Geo-Slicer survey. The results obtained are as follows; 1) The Naruto-South fault runs on the Yoshino River deltaic plain at least 2.5 km long with fault scarplet. the Naruto-South fault is oblique by about 5-10 °clockwise to the strike of the Naruto fault. 2) Geologic boundary (MTL) suggested by borehole data, extends between Himeta and Ote-Beach about 8 km long, buried under alluvial deposits. The strike and location is consistent with the Naruto-South fault and submarine fault. Therefore, the Naruto-South fault is presumed to have dislocated using the part of fault plane of the geologic boundary fault. 3) We investigated to detect marks of the last faulting event by use of Geo-Slicer, and we confirmed a active fault with lateral slip component.

はじめに

中央構造線は領家変成岩類およびこれを不整合に覆う和泉層群と三波川変成岩類との境界をなし、西南日本を内帯と外帯に分ける大断層である。この断層近接部に沿ってきわめて明瞭な変位地形を伴う活断層が発達しており、中央構造線活断層系と総称される(活断層研究会, 1991など)。このうち最も活動的な四国地域に関しては、岡田(1968, 1970, 1973), 水野ほか(1993)によって、活断層系全体の分布・性状および地質境界断層との関係が報告されている。また、数地点でトレンチ掘削による活動履歴の解明

が試みられ(岡田, 1988; 岡田・堤, 1997; など), これらにもとづくセグメンテーションモデルも発表されている(岡田, 1992; 佃, 1996; Tsutsumi and Okada, 1996など)。

近年、大縮尺空中写真の判読により、これまで活断層の存在が認められていなかった、いわば活断層の空白域において、微細な断層変位地形が存在することが報告されている(東郷ほか, 1998など)。本活断層系においても、後藤(1998), 後藤ほか(1998)をはじめ微細な変位地形、活断層のトレースが報告されている。これらの変位地形はこの活断層系における歴史時代ないしその直前の地震イベントと密接に関係しており、四国地域における中央構造線

* 広島大学・院

** 広島大学文学部

*** 日本学術振興会特別研究員, 広島大学・院

† 京都大学大学院理学研究科

†† 復建調査設計(株)

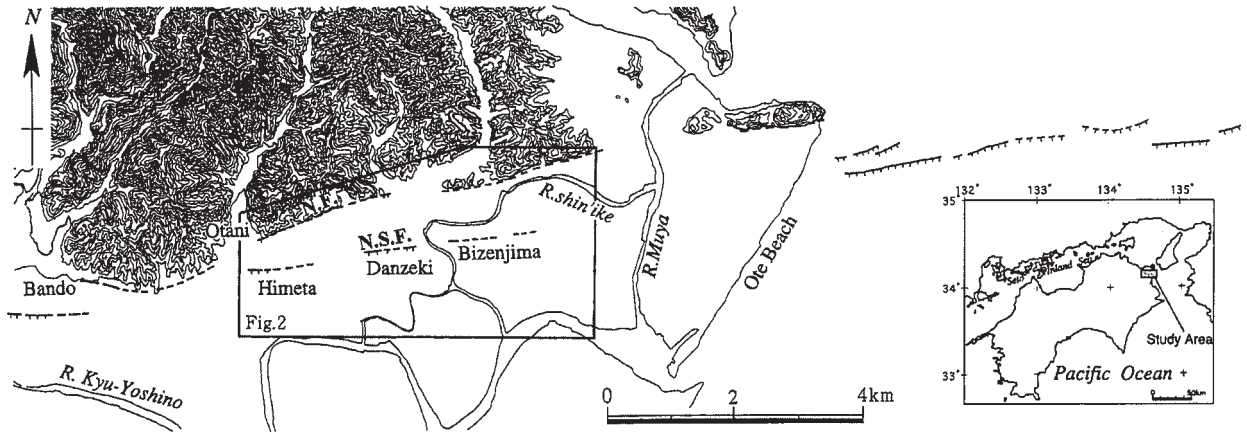
*Graduate Student, Hiroshima Univ.

**Faculty of Letters, Hiroshima Univ.

***Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science・Graduate Student, Hiroshima Univ.

† Graduate School of Science, Kyoto Univ.

†† Fukken Co., Ltd.



第1図 対象地域概観図

海底活断層は水野ほか(1996)による。N.F. 鳴門断層 N.S.F. 鳴門南断層

Fig.1 Index map of study area with active fault trace

Submarine active fault followed Mizuno *et al.*(1996) N.F.: Naruto fault N.S.F.: Naruto-South fault

活断層系の最新活動およびセグメンテーションを検討する上で必要不可欠な情報を提示している(中田ほか, 1998)。

本研究では、これまで活断層の分布が明確に示されていなかった徳島県鳴門市周辺において、沖積面を変位させる活断層の存在を認めたので報告する。

地形・地質概観

対象地域は四国における中央構造線活断層系の東端に位置する(第1図)。この地域には、おおむね標高2m以下の低平なデルタが広がり、吉野川および支流の旧河道とこれに沿う自然堤防が断片的に分布する。海岸線に沿っては浜堤が連続的に発達し、その一部は砂丘化している。現海岸線から内陸に向けて幅2~3kmの間は近世以降の干拓地である。デルタの北側には、砂岩・泥岩・頁岩を主体とする和泉層群からなる阿讃山地が位置する。

この地域には2条の活断層が報告されている。岡田(1970)は変位地形は不明瞭としながらも、山地と平野の境界付近に鳴門断層の存在を報告しており、活断層研究会(1991)によれば、鳴門断層は確実度、活動度A、長さ12kmの活断層として記載されている。後藤(1998)は鳴門市大谷において鳴門断層と並走する長さ150mの低断層崖を認め、鳴門南断層として報告している。

中川(1981)は阿讃山地の山麓から500~1000m南の沖積面下で和泉層群からなる埋没急崖地形の存在を認めており、これが鳴門断層と並走することから、ここに地質境界としての中央構造線(以下、狭義の中央構造線とよび中央構造線活断層系と区別する)を推定している。水野ほ

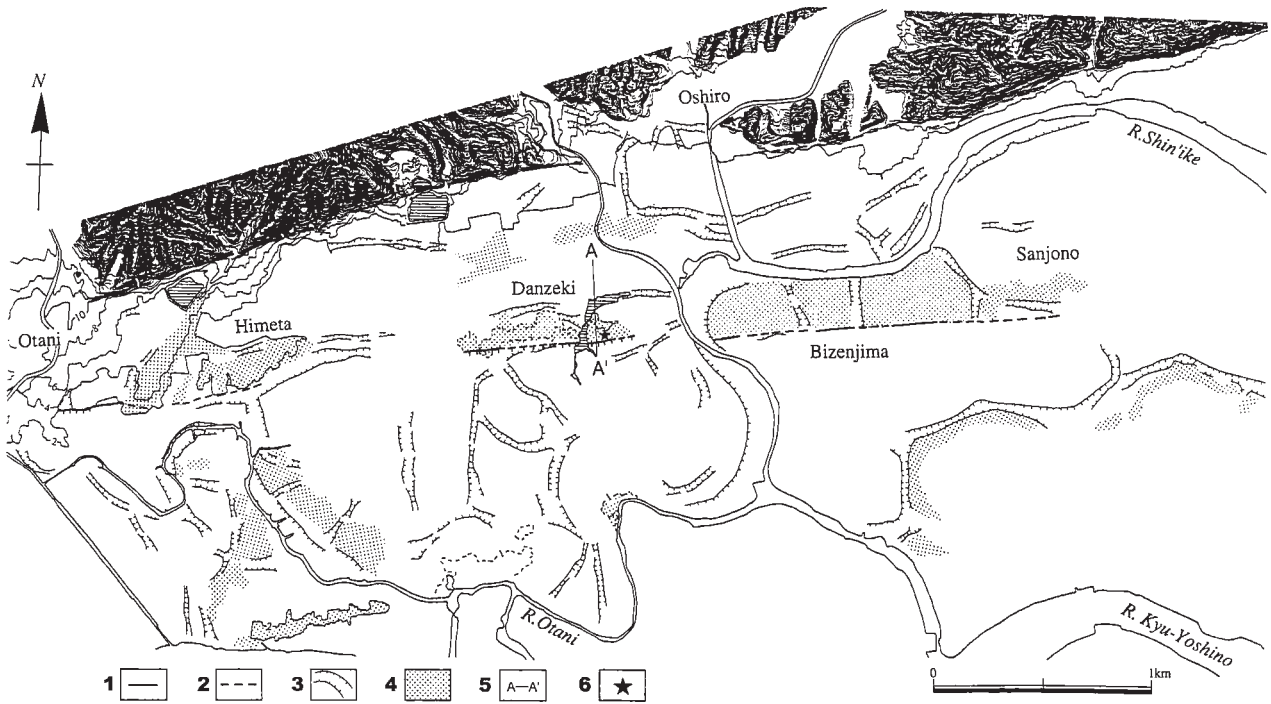
か(1996)は鳴門沖において音波探査およびピストンコアリングを行い海底活断層の存在を明らかにしている(第1図)。この海底活断層は鳴門断層の延長よりおよそ1000m南に断続的に認められ、その走向は中川(1981)による狭義の中央構造線の延長とほぼ一致することから、地質境界断層を利用した中央構造線活断層系の第四紀における断層運動が示唆されている。

鳴門南断層の変位地形

大谷で認められる鳴門南断層の低断層崖(後藤, 1998)はその東方で次第に不明瞭となるが、姫田に分布する西南西-東北東方向の微高地の南縁に連続する。微高地の南縁は比高1~1.5m程の低崖をなし、微高地を挟んで北側の地形面は離水している(第2図)。この低崖は侵食、後退しているため、鳴門南断層の位置を直接示していない。

吉野川デルタには微高地が直線的に並び、この南縁は低崖を伴う明瞭なリニアメントを形成している。リニアメントの走向はN80°~85°Eで、山麓に沿って推定されている鳴門断層の走向N75°Eとは5~10°程異なる。リニアメントは段関から備前島の東まで約2.5kmにわたって連続的に認められ、微高地の比高は、段関で0.7~1m、備前島で0.3~0.5mである。旧吉野川をはじめとしてデルタを蛇行する河川は微高地に直交もしくは斜交しており、このように東西に直線的に分布する微高地は河川のみでは形成されにくいと考えられる。また、いくつかの旧河道はこの微高地を横切って認められるが、微高地の南側に連続しない。

現在、備前島の北には新池川が東流し、段関の北には河



第2図 鳴門南断層の詳細分布図

1: 活断層, 2: 活断層 (位置やや不明確), 3: 旧河道, 4: 微高地, 5: 地形断面測線, 6: 地層抜き取り調査地点

Fig.2 Detail of Naruto-South fault

1: Active fault, 2: Active fault (site indistinct), 3: Former river course, 4: Slightly hilly area, 5: Longitudinal profile of fig.3, 6: Geoslicer survey site .



第3図 鳴門南断層による沖積面の変形を示す地形断面図

Fig.3 Longitudinal profile of deformed alluvial surface through A-A' line of fig.2

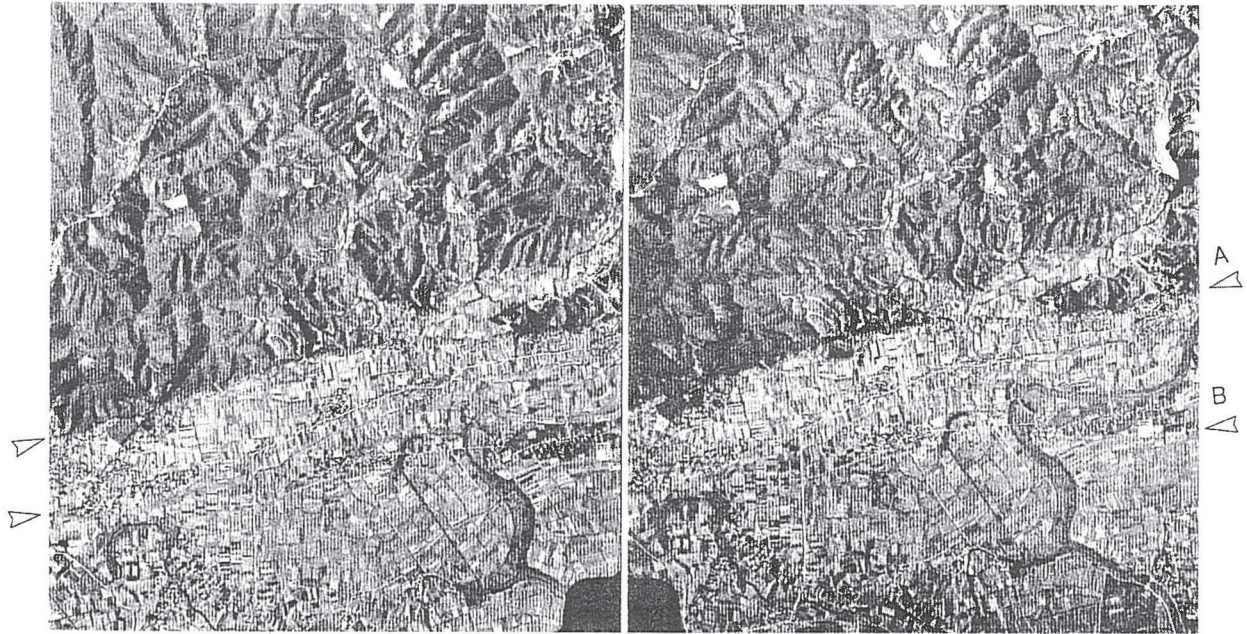
跡湖をなす旧河道が認められる。しかし、微高地南縁には連続的な河道および旧河道は認められず、微高地は北側に緩く傾斜する断面形をなしていることから(第3図、第4図)、この低崖は河川の侵食によって形成されたものとは考えがたく、鳴門南断層による北側隆起の断層運動によって形成された低断層崖であると考えられる。段間の西端では、推定される鳴門南断層に沿って小河川の右横ずれ状屈曲が認められ、この断層の右横ずれ変位が示唆される。備前島では微高地の比高が小さく、人工改変を受けているため、その南縁は明瞭な崖を残していない。しかし、微高地の横断面の形態から地形面の北向き傾動が推定される。

備前島東方の三条野では、微高地が北西 - 南東方向の旧

河道によって著しく侵食されており、リニアメントは不明瞭となる。しかし、備前島から延長されるリニアメントを境に旧河道の分布が絶たれており、旧河道は推定される断層線より南の地形面に比べて若干高い。また、断層線より南には微高地が分布しないことから、位置はやや不明確であるが、鳴門南断層はここまで延長されるものと推定される。

三条野より東には近世以降に開墾された干拓地が広がり、断層変位地形を認めることはできない。

変位地形から推定される鳴門南断層の東方延長の海底には海底活断層が位置し(水野ほか, 1992)、この走向は $N75^{\circ}E \sim N80^{\circ}E$ と鳴門南断層の走向 $N80^{\circ} \sim 85^{\circ}E$ と調

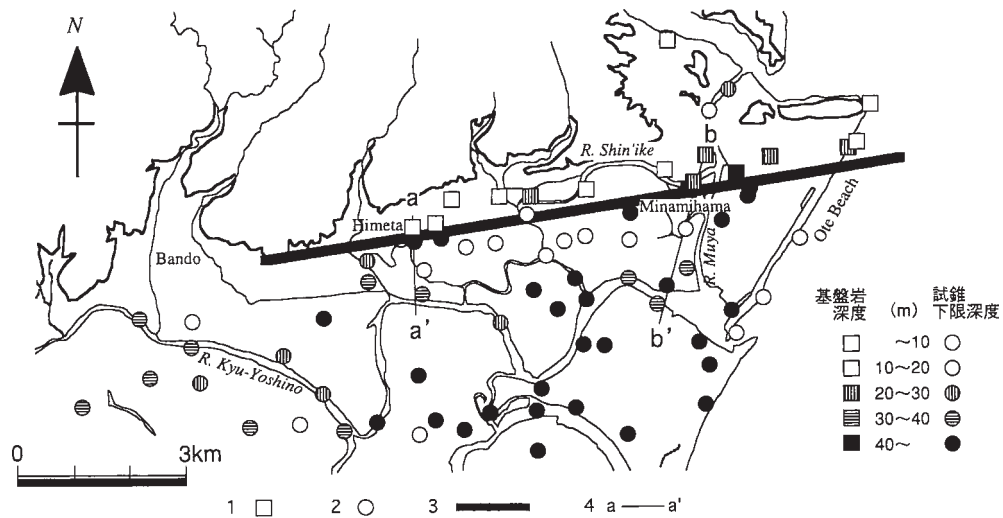


第4図 段関・備前島周辺の立体視空中写真

A:鳴門断層, B:鳴門南断層, 2万分の1空中写真SI-64-1X, C7-16・17, 国土地理院撮影.

Fig.4 Stereographic aerial view around Naruto-South fault

A:Naruto fault, B:Naruto-South fault. Geographical Survey Institute SI-64-1X, C7-16・17.



第5図 基盤岩の確認されたボーリング資料地点

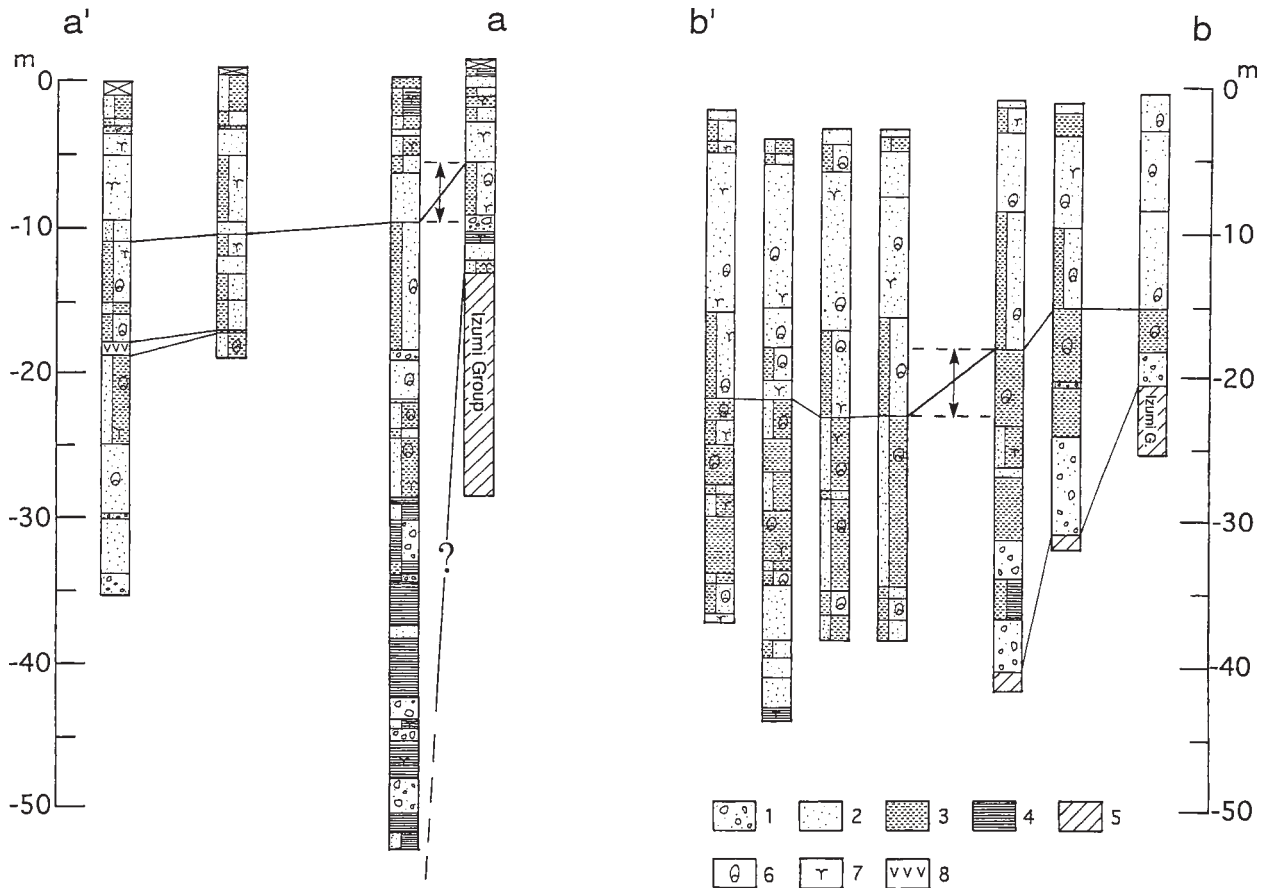
1:基盤岩(和泉層群)に着岩するボーリング, 2:基盤岩に着岩しないボーリング, 3:推定断層位置, 4:柱状図断面位置

Fig.5 Locations of bore-hole reached base-rock(Izumi Group)

1:Bore-hole reached base-rock(Izumi Group), 2:Bore-hole not reached base-rock, 3:Presumed fault, 4:Columnar sections of fig.5.

和的である。音響反射面から推定される海底活断層は高角度の断層面を示し、下方に向かって引きずり込まれるように見える。このような海底活断層の諸特徴は横ずれ断層のそれと類似することから(今泉ほか, 1987), 鳴門南断層は横ずれ成分の卓越する断層であると推定される。

鳴門南断層はデルタ面を変位させるが、沿岸部に広がる近世以降の干拓地には変位地形が認められないことから、地形から推定される最新活動時期はデルタ形成以降、干拓地の形成以前であると考えられる。



第6図 柱状図断面

1: 砂礫, 2: 砂, 3: シルト, 4: 粘土, 5: 基盤岩 (和泉層群), 6: 貝殻片, 7: 腐植, 8: 火山灰 (K-Ah).

Fig.6 Columnar sections of bore-hole through a-a', b-b'line of fig.4

1: Sand and gravel, 2: Sand, 3: Silt, 4: Clay, 5: Base rock (Izumi Group), 6: Shell, 7: Humus, 8: Volcanic ash (K-Ah).

地下地質から推定される
中央構造線と鳴門南断層との関係

本研究では、新たに収集したボーリング資料をもとに、中川 (1981) によって示された基盤岩の急崖地形の位置を再度明らかにした (第5図)。また、断層を挟んで南北の沖積層の層相を対比した。

姫田では、地形から推定される断層のすぐ北において - 9.45m, - 13.9m で、基盤である和泉層群の泥岩に到達するにもかかわらず、この数百 m 南では、- 45m, - 53m においても基盤岩に達していない。したがって、基盤岩はこの間で分布深度を急激に増し、埋没崖を形成していると考えられる (第6図, a - a')。南浜では、新池川の北岸で深度 - 20m, - 26.7m, - 20.4m (横山ほか, 1990) において基盤岩である砂岩もしくは泥岩に到達するが、新地川南岸では - 40.5m と急激に深度を増しこれ以南では基盤に到達する資料は認められない (第6図, b -

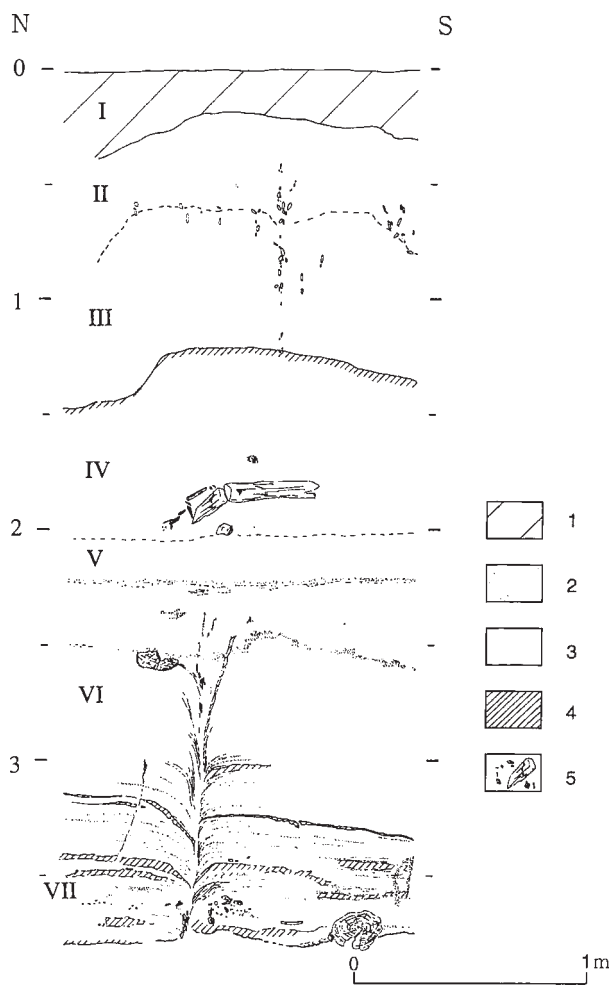
b')。干拓地が広がる撫養川の東では、深度 - 42m, - 23m (横山ほか, 1990) で基盤岩に到達することから、基盤深度の急変点はこれよりさらに南に位置するものと考えられる。

これらの基盤深度の急変点は、少なくとも姫田から大手海岸に及ぶおよそ 8km 間に直線的に連続すると推定され、基盤岩の埋没崖を形成していると推定される。

佃・佐藤 (1996) は、鳴門市坂東で行った反射法弾性波探査の結果から、狭義の中央構造線の南側では三波川変成岩の基盤に達するのはおよそ 1000m の地下と推定しており、本地域において確認された和泉層群の埋没崖はこの地質境界の東方延長に相当するものと考えられる。

また、姫田では沖積層において、地形から推定される断層を境に層厚の変化が認められ、海成シルトからなる沖積中部泥層の上面でおよそ 4m の深度不連続を生じている (第6図, a - a')。同様に南浜においても中部泥層上面で約 4m の深度不連続が認められる (第6図, b - b')。

基盤岩からなる埋没崖の一般走向はおよそ N80°E であ



第7図 Geo-Slicerによる地層断面のスケッチ

1:表土, 2:砂, 3:シルト, 4:腐植混じりシルト 5:材・木片

Fig.7 Log of the Geo-Slicer survey wall

1:Artificially fill, 2:Sand, 3:Silt, 4:Silt with humus, 5:Wood.

り、沖積面上に認められる鳴門南断層の地下に位置する。また、沖積層にも深度不連続が認められることから、鳴門南断層は狭義の中央構造線に沿って分布し、完新世においてもこの断層面を利用して活動しているものと推定される。

鳴門南断層の最新活動に関する地質学的証拠

1. ボーリング資料から推定される鳴門南断層の完新世における活動

鳴門南断層を境に、海成シルトからなる沖積中部泥層の上面でおおよそ4mの深度不連続が認められ、完新世における変位の累積が推定されるものの、沖積層中には、同時代面を示す鍵層および年代資料が得られていないため、厳密

な地層の対比はできない。鳴門南断層より南では、沖積層中に広くアカホヤ火山灰(K-Ah; 町田・新井, 1978)の分布が報告されており(横山ほか, 1990; 古田, 1996)、断層より北でこれに対比される層準が特定できれば平均垂直変位速度等の定量的な検討が可能となる。長谷川ほか(1998)は断層より北に火山灰層の存在を報告し、断層の南に分布する火山灰との高度差から鳴門南断層の変位量を推定している。しかし、本研究で収集した資料からは断層より北側にこのような火山灰層を確認できなかった。また、水野ほか(1996)は、鳴門沖の海底活断層の最新イベントを2360yr.B.P. ~ 2600yr.B.P.とし、その垂直変位量を約1mと見積もっている。

2. Geo-Slicerによる地層抜き取り調査

鳴門南断層の最新活動に関する地質学的証拠を得るため、地形から断層の位置推定が可能な鳴門市段関においてGeo-Slicer(中田・島崎, 1997)をもちいた地層抜き取り調査をおこなった(第2図)。調査には幅1.5m、長さ4mのGeo-Slicerを使用し、深さ3.8mの欠損のない地層断面を得た。地層断面は層相の変化から大きく~層に区分した(第7図)。

層は地層断面のほぼ中央で剪断され、これをはさむ15~20cmで引きずり込まれるように撓み下がるVもしくはY字状の構造をなす(第7図, 第8図)。この変形は地層断面最下部より、-2.6m付近まで認められる。-2.5m付近に挟まれる極細砂層は断片化し、著しく堆積構造が乱れている。このような地層の変形から、地層断面のほぼ中央で、層をきる剪断面を認めた。

剪断面の傾斜はほぼ垂直であり、非常にシャープである。また、地層の引きずり込み構造は15~20cmの狭いゾーンに限られる。このような特徴は多くの横ずれ断層のトレンチ調査において認められる断面構造に類似することから、鳴門南断層の運動様式としてMTLに沿う他の活断層と同様に横ずれ変位が卓越すると推定される。

断層は層までの地層を変形させており、層直上(-2.2m)の植物片を含む極細砂からなる薄層は水平に堆積し、変形が認められないことから、地層断面にあらわれた鳴門南断層の最新活動は層堆積以降、層の堆積以前であると推定される。詳細な年代に関しては、¹⁴C年代測定の結果を待って検討してゆく予定である。

なお、層は断層より南で5°程度南に傾斜しており、これはさらに南側に別の断層が存在することを示すと解釈することもできるが、詳細は不明である。



第8図 Geo-Slicerによる地層断面の写真

- a) 地層断面全景．写真左方が北，地層が撓み込む構造が明瞭に観察される．
- b) 断層付近の近撮．剪断面に向かって地層が撓みY字状の構造がみられる．

Fig.8 Photos of the Geo-Slicer survey wall

- a) Geo-Slicer survey wall. Left side of the wall is north .
- b) Close up photo near the fault .



おわりに

鳴門周辺には山麓に推定される鳴門断層とこの南側の沖積面を変位させる鳴門南断層が分布する。鳴門南断層の走向は鳴門断層と5~10°異なる。このうち沖積面に低断層崖を伴う長さ約2.5kmの活断層を新たに認めた。この結果、鳴門南断層は東方に延長されることが明らかとなった。

地下地質資料から推定される狭義の中央構造線がおおよそ8kmの長さで鳴門南断層のトレースの地下に認められ、鳴門沖の海底活断層と位置・走向ともに調和的に連続することから、鳴門南断層は狭義の中央構造線の断層面の一部を利用して活動しているものと推定される。

Geo-Slicerを用いた地層抜き取り調査をおこない、鳴門南断層の完新世における活動を確認した。今後、¹⁴C年代測定の結果を待ち、最新活動時期等を検討する予定である。

謝 辞

本稿を作成するにあたり、奥村晃史先生をはじめ広島大学文学部地理学教室の諸先生、院生諸氏には終始有益な議論をしていただきました。広島大学学生の国重佳代子さんには現地での断面測量を手伝っていただきました。心から感謝申し上げます。ボーリング資料・分析試料の収集にあたっては、仁田ソイロック株式会社の細川洋二氏、建設省四国技術事務所の酒井憲一氏、中四国農政局の阿部 博氏、藍住町教育委員会の重見高博氏、建設省徳島工事事務所、鳴門市土木課をはじめとする多くの関係機関にご協力いただきました。ここに深く感謝いたします。

本稿は1997年1月に広島大学文学部に提出した高田の卒業論文をもとにその後の調査を踏まえ加筆修正したものであり、その一部は1997年度地理科学学会春季学術大会において発表した。

なお、本研究は、「平成9年度文部省科学研究費補助金(基盤研究(1)(A))〔内陸活断層の地震危険度評価〕(代表者:中田 高, 課題番号:07308035)」、「平成10年度文部省科学研究費補助金(特定領域研究(1)(A))〔活断層の危険度評価と強震動予測〕(代表者:入倉孝次取郎, 課題番号08248111)」、「平成10年度文部省科学研究費補助金(特別研究員奨励費)〔中央構造線活断層系からみた第四紀後期断層運動の特性〕(後藤秀昭)」の一部を使用した。

文 献

- 古田 昇, 1996, 徳島県吉野川・鮎喰川下流域平野の沖積層形成過程, 立命館地理学, 8, 61-72.
- 後藤秀昭, 1998, 吉野川北岸における中央構造線活断層系の再検討, 第四紀研究, 37, 299-313.
- 後藤秀昭・中田 高・奥村晃史・池内 啓・熊原康博・高田圭太・近藤久雄, 1998, 中央構造線活断層系・重信断層(新称)の変位地形と活動履歴, 日本地理学会発表要旨集, 53, 86-87.
- 長谷川修一・金山清一・大野裕記, 1998, 鳴門市の中央構造線活断層系伏在断層の平均変位速度, 地球惑星科学関連学会1998年合同大会予稿集, 319.
- 今泉俊文・島崎邦彦・宮武 隆・中田 高・岡村 真・千田昇・貝塚爽平・岩田孝行・神谷真一郎・畑中雄樹・橋田俊彦, 1987, 三浦半島南東部沖金田湾における海底活断層の発見, 活断層研究, 4, 28-36.
- 活断層研究会編, 1991, 『新編日本の活断層-分布図と資料-』東京大学出版会, 437p.
- 国土地理院, 1982, 1:25,000沿岸海域土地条件図「徳島」.
- 町田 洋・新井房夫, 1978, 南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラ - アカホヤ火山灰, 第四紀研究, 17, 143-163.
- 水野清秀・岡田篤正・寒川 旭・清水文健, 1993, 2.5万分の1中央構造線活断層系(四国地域)ストリップマップ及び説明書, 構造図8, 地質調査所, 63p.
- 水野清秀・吉岡敏和・岡村 真・松岡裕美, 1996, 淡路島南西部沿岸海域における活断層調査, 地質調査書研究資料集No.235, 60p.
- 中川衷三, 1981, 『徳島の自然 地質2 徳島市民双書・15』徳島市中央公民館, 166p.
- 中田 高・奥村晃史・後藤秀昭・高田圭太・岡田篤正・堤 浩之, 1998, 中央構造線活断層系(四国)の最新活動とセグメンテーションの予察的検討, 日本地理学会発表要旨集, 53, 374-375.
- 中田 高・島崎邦彦, 1997, 活断層調査のための地層抜き取り装置(Geo-Slicer), 地学雑誌, 106, 59-69.
- 岡田篤正, 1968, 阿波池田付近の中央構造線の新时期断層運動, 第四紀研究, 7, 15-26.
- 岡田篤正, 1970, 吉野川流域の中央構造線の断層変位地形と断層運動速度, 地理学評論, 43, 1-21.
- 岡田篤正, 1973, 中央構造線の第四紀断層運動について, 『中央構造線』(杉山隆二編), 東海大学出版会, 49-86.
- 岡田篤正, 1988, 1984年中央構造線活断層系・岡村断層(西条地区)トレンチ調査, 活断層研究, 5, 35-41.
- 岡田篤正, 1992, 中央構造線活断層系活動区の分割試案, 地質学論集, 40, 15-30.
- 岡田篤正・松田時彦・堤 浩之・諸岡達也・溝田健志, 1991, 中央構造線の最新活動は慶長地震か? 中央構造線父尾断層の徳島県市場町上喜来トレンチ調査, 日本地震学会講演予稿集, 1991, No.2, 264.
- 岡田篤正・境 浩之, 1997, 中央構造線活断層系父尾断層の完新世断層活動 - 徳島県市場町でのトレンチ調査, 地学雑誌, 106, 644-659.
- 徳島県, 1987, 5万分の1土地分類基本調査「徳島」.
- 東郷正美・佐藤比呂志・岡田篤正, 1998, 琵琶湖西岸活断層系, 堅田断層の極新时期変位について, 法政大学多摩研究報告, 13, 1-22.
- 佃 栄吉, 1996, 中央構造線活断層系のセグメンテーションと周

- 辺の地質構造, 「テクトニクスと変成作用」(嶋本利彦・早坂康隆・塩田次郎・小田国寛・竹下 徹・横山俊治・大友幸子編), 250-257, 創文.
- 横山達也・松濤 聡・奥村 清, 1990, 徳島平野の沖積層の形成過程, 地学雑誌, 99, 43-57.
- 佃 栄吉・佐藤 努, 1996, 徳島県鳴門市坂東観測井周辺の地下構造, 第11回地質調査所研究講演会資料『兵庫県南部地震の地質学的背景』(財)日本産業技術振興会, 90-93. (1998年11月12日受付)
- (1998年12月 8日受理)

キーワード

中央構造線, 中央構造線活断層系, 鳴門南断層, 変位地形, 地下地質, 地層抜き取り装置

Key words : Median Tectonic Line, MTL active fault system, Naruto-South fault, fault displacement, subsurface geology, Geo-Slicer