

## 中央構造線活断層系の分割と古地震活動

## —日本の活断層の代表例として—

## Segmentation and Paleo-seismicity on the Median Tectonic Line Active Fault System

## —A Typical Example of Active Faults in Japan—

岡田 篤 正 (おかだ あつまさ)

京都大学教授 理学部地球物理学科

## 1. はじめに

中央構造線は西南日本のほぼ中央部を千 km 以上にわたって縦走する大地質構造線である (図-1)。これは北側の領家変成岩類と南側の三波川変成岩類との境界をなす大断層である。紀伊半島の中央部以西では、領家変成岩類を覆って和泉層群が分布するので、これと三波川結晶片岩類との境になっている。こうした地質境界をなす断層は狭義の中央構造線または主境界断層とよばれる。これは1本(枚)の断層ではなく、これに近接して並走したり、分岐したりしている。これら断層は総称して中央構造線断層系とよばれる。また、第四紀にも活動を繰り返している断層群は中央構造線活断層系(以下MTL活断層系と省略)とよんで区別される。

MTL活断層系として典型的な部分は、和泉山脈南麓から四国にかけての地域であるが、中部日本や九州中部でも部分的に活断層の性質をもつ。紀伊半

島西部から四国にかけての地形的にもっとも明りよる部分だけで約300 kmに及び、この範囲だけでも、日本列島の陸上部では最長の活断層系を構成する。

この主な動きは右横ずれであり、四国中～東部では千年につき7 m程度の平均変位速度をもつが、紀伊半島や四国の西部などでは、その数分の1以下となる。これに伴われた上下ずれは場所によって向きがまったく異なり、その平均変位速度も横ずれの10分の1程度以下である。しかし、各所に低断層崖や断層崖が見られ、これらの方が一般には確認されやすく、上下ずれの活断層と誤解されてきたことも多い。こうした性質で分かるように、MTL活断層系は日本列島を代表する活断層である。この概要は、活断層研究会<sup>1)</sup>によって編集された「新編日本の活断層」によくまとめられている。

最近、四国の数か所でトレンチ掘削調査が行われ、過去1万数千年程度の活動史が詳しく解明されてき

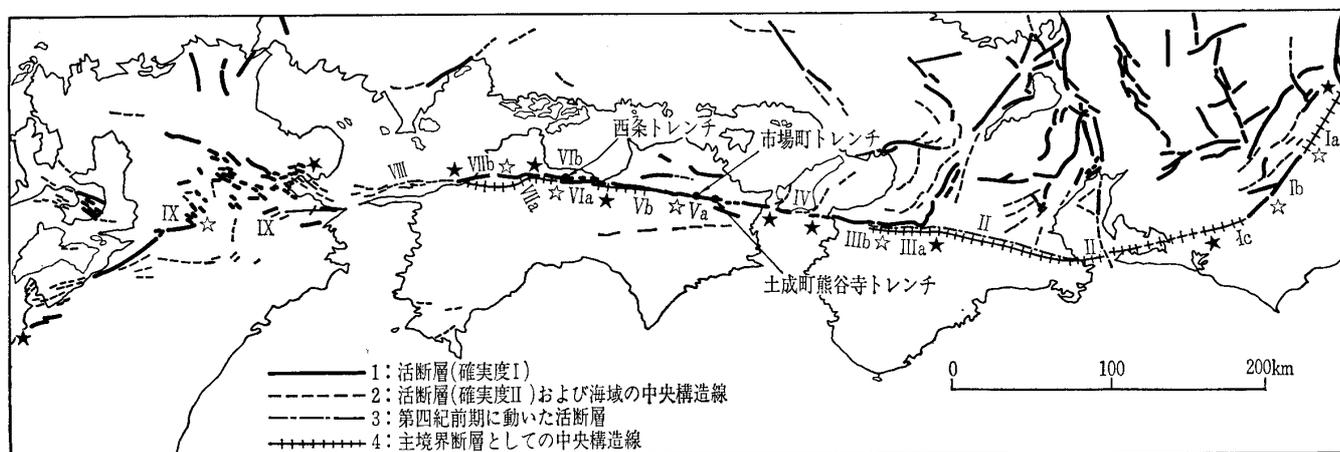


図-1 西南日本の活断層図(活断層研究会<sup>1)</sup>の図を簡略化し細部を修正)。MTL活断層系はI～IXに沿う断層であり、黒星は大区分の、白星は小区分のセグメント境界を示す。

表-1 中央構造線活断層系の活動区の分割試案

セグメント 大区 分	小区 分	断層名	場所	長さ (km)	走向	変位速度 (級別と m/10 <sup>8</sup> 年)	形態的特徴	地震活動 (歴史地震・機械観測)
I 中 部 日 本	I a	中央構造線	杖突峠～ 地蔵峠	50	N10°E	C	直線状谷を形成。変位地形は不明りょう。	1725年8月14日(M=6~6.5)地震は糸静線系か?
	I b	"	地蔵峠～ 佐久間	50	N20°E	C	直線状谷と右ずれ地形を伴う。右ずれの平岡断層と30°の交角で会合。	1718年8月22日(M=7.0)南信濃地震
	I c	"	佐久間～新城	30	N40°E	C	直線状谷・溝状凹地・右ずれ地形を伴う。愛知県鳳来町では2~3本のリニアメントが並走。	715年7月4日(M=6.5~7.5)佐久間付近 715年7月5日(M=6.5~7)豊川付近
II		"	豊川～五条	180	N55°~ 80°E	不活動	断層線谷・断層線崖・埋没断層	なし, 1945年1月13日(M=6.8)三河地震は北側
III 紀 伊 西	III a	五条谷断層	五条～粉河	30	N70°E	A	五条北方で南北逆断層に移行。西方のIII bとの間に幅約1kmのステップ。断層線多少湾曲。	歴史時代の被害地震は地殻下の可能性大。和歌山付近の小~微小地震の北縁の境界をなす。
	III b	根来断層	粉河～ 紀淡海峡	40	N80°E	A (1~3)	山麓線を縁どる。西部は沖積面や海底のため, 詳細不明。	
IV		油谷断層～海底活断層群	紀淡海峡～ 鳴門海峡	30	N65°E	(A)	海底活断層群を形成。東端は友ヶ島水道へ分岐	下記の歴史地震時に動いた可能性もある。
V 四 国 北 東	V a	鳴門・神田・引野・父尾・井口の各断層	鳴門～脇町	54	N75°E	A (6~9)	雁行状に配列。鳴門と神田の断層間に変位地形不明りょう。淡路島西部の南北性断層と対。	1596年9月5日(M=7.5)慶長伏見地震時に動いた可能性大。
	V b	三野・池田断層	脇町～ 伊予三島	52	N75°E	A (7)	V aとの間に幅約1kmのステップ。西端は低位段丘の間に3kmの間隔。	上記の歴史地震時に動いた可能性もある。西部で微小地震活動あり。
VI 四 国 中 央	VI a	石鎚・寒川・畑野の各断層	伊予三島～ 新居浜	27	N75°E	A (5~8)	石鎚断層の東部は不明りょうになり, 代わりに北側を活断層が並走。VI bとの間に幅約1.5kmのステップ。	最新の活動は1800年前以降であるが, 歴史地震との関係は不明。
	VI b	岡村・小松断層	新居浜～小松	20	N75°E	A (5~7)	西端に数本の活断層が発達し, VIIとの間に走向の急変がみられる。	VI aとの間に微小地震活動あり。
VII 四 国 北 西	VII a	川上断層	丹原～川内	20	N50°~ 80°E	B	桜樹屈曲部は右ずれを伴う逆断層。走向が各所で相当異なる。	VII bとの間の重信川低地下に微小地震活動が観測されている。
	VII b	伊予断層	砥部～双海	15	N55°E	B	北東端は走向が急変し, 数本に分岐。南西端は海底活断層との間に幅1~2kmのステップ。	中央構造線犬寄屈曲部に微小地震活動。しかし, そこは活断層ではない。
VIII		伊予灘～別府湾海底活断層群	伊予灘～ 別府湾	110	N60°~ 70°E	A~B	雁行ないし並走する正断層性の活断層群よりなる。個々の長さは10数km以下と短い。	1649年3月17日(M=7.0)伊予灘地震 1596年9月4日(M=7.0)豊後地震
IX 九 州	数多くに細分されるが, その分割は省略	湯布院・布田川・緑川・日奈久・出水などの各断層	大分～出水	200	N45°E ~EW	B	東西性の正断層群と北東-南西方向の右ずれ断層が共存。	1703年12月31日(M=6.5)湯布院地震 1975年4月21日(M=6.4)大分県中部地震などの歴史地震が多く発生。微小地震の発生も顕著で活動的な地帯をなす。

た。とくに最新の活動時期に関して、従来の諸説とは異なる新しい成果が得られ、MTL活断層系の地区ごとの性質や活動時期なども再検討されてきた。

## 2. MTL活断層系の活動区の分割

長さ数百 km を超すような距離の長い断層は全区間が同時に動くことはなく、いくつかに分割された区間（セグメント）が個別に活動する。

こうした活断層のセグメントの事例としては、アメリカ合衆国のサンアンドレアス断層やワサッチ断層、トルコの北アナトリア断層、フィリピン群島を縦断するフィリピン断層などがとくに有名である。

活断層線を追跡すると、所どころに屈曲部や他の断層へ乗り換える場所（ステップ）がみられる。これらは地震の発生や断層破壊の停止に大きな役割を果たしているらしく、破壊が屈曲部で停止すると、新しい破壊がそこからまた生成すると考えられる。

こうした活断層線の屈曲ないし分岐やステップ幅の大きいところで、セグメント境界を認定する。とくに、断層線の走向の変化・活断層と活断層の間のステップの状況・平均変位速度の吟味・分岐断層ないし逆断層への移行状態などに注目して区分した中央構造線のセグメントを表一1に掲げる。

実用的な MTL 活断層系のセグメント区分や集合化はまず第一に最新活動時期とその範囲を明らかにすることであり、最近行われたトレンチ調査による成果を考察することが重要である。この課題をさらに確実にするためにはより数多くのトレンチ調査が必要となる。

## 3. 地震活動との関係

顕著な歴史的被害地震は中央構造線に沿って発生していないと一般にみなされてきた。しかし、トレンチ調査や地震史料の再検討によって、歴史時代にも大地震が中央構造線に沿って活動した可能性が大きいことが分かってきた。また、地震観測網の整備によって、中・小規模の地震が局部的に発生していたり、ある地域の地震活動にとって顕著な境界線を形成していたりすることも判明してきた。

中部地方の中央構造線沿いでは、下記のような歴史地震が発生している<sup>1),2)</sup>。

1) 伊那・高遠・諏訪地方に被害を出した地震

(震央：138.1° E, 36.0° N, M=6~6.5, 1725年)。高遠城や諏訪高島城の被害が大きく、各所に山崩れを誘発。糸静線活断層系に起因する可能性も大きい。

2) 三河・伊那地方に被害を出した地震（震央：137.9° E, 35.3° N, M=7.0, 1718年）。長野県の遠山谷、飯田市から天竜川沿いの各所に山崩れが起こり、川を堰止めた。

3) 佐久間付近の地震（震央：137.8° E, 35.1° N, M=6.5~7.5, 715年7月4日）。山崩れで天竜川が塞がれ後に決壊して、下流部に被害を出した。

4) 三河地方の地震（震央：137.4° E, 34.8° N, M=6.5~7.0, 715年7月5日発生）。正倉の破壊や百姓の廬舎が陥没した。三河の国府（=豊川）を震央としているが、その付近には大きな活断層はない。

紀伊半島西部から四国にかけての MTL 活断層系沿いでは、完新世に何回もの活動が認められるが、大規模な歴史的被害地震が発生した記録はないとされてきた。しかし、少なくとも四国東部では、明りょうな歴史時代の活動がトレンチ調査で判明してきたのである。

また、1916年に中規模の地震(M=5.7)が新居浜市北東部付近(133.4° E, 34.0° N)で起き、同市関川付近の林道や埋立地に細い亀裂(延長数百m)が生じたが、明らかな断層変位は知られていない。さらに、伊予灘では1649年に大地震(M=7.0)が中央構造線付近(132.5° E, 33.7° N)で発生しているので、その海域での MTL 活断層系の活動も考えられる。

九州陸上部での歴史的な被害地震はほとんど別府湾から天草・雲仙に至る帯状の地域で発生し、活断層の密集帯に一致している。1596(慶長1)年の豊後地震(M=7.0)では、別府湾周辺から湯布院付近にかけて各所で山崩れが生じ、湾岸では津波が発生して大被害が起きた。大分市の沖合にあった瓜生島がこれに伴って水没したとされている。

このほかにも、M6を超える被害地震が、次のような年代に起こっている。すなわち、1619年(八代, M=6.0), 1703年(大分県湯布院・庄内地震, M=6.5), 1723年(肥後, M=6.5), 1889年(熊本, M=6.3), 1894・1895年(阿蘇, M=6.3), 1916年(熊本県中部, M=6.1), 1975年(阿蘇北部, M=6.1), 1975年(大分県中部地震, M=6.4)である。1975

年の二つの地震は正断層的成分の大きな断層運動によるとされている。

官公庁や大学の観測成果によると、中央構造線沿いで微小地震の活動が認められたり、その活動性の境界となっている。

紀伊半島北西部の和歌山市付近の地殻上部では、中央構造線以南で群発地震が発生しているが、そこはセグメント境界とした紀淡海峡に近い。

最近、地質調査所が行った観測では、徳島—愛媛県境の境目峠付近において、浅発（深さ約10km以浅）の微小地震活動がMTL直下で高く、この北側では震源が急に深くなる。また、東京大学地震研究所は四国西部の地殻内で起こった微小地震活動を調べ、微小地震が西条市南部・川上断層と伊予断層の間の地域・犬寄屈曲部の3地域に集中して発生していると指摘している。

気象庁や九州大学の観測によれば、中・小規模の地震も九州中央部の活断層地帯に密集している。とくに、別府湾から阿蘇を経て有明海に及ぶMTL活断層系に沿って地震の帯状配列が顕著であり、日本列島の陸上部でもっとも著しい地震の集中をなす。発震機構は横ずれ型と正断層型とが混在している。

#### 4. トレンチ調査による活動時期と活動間隔の解明

MTL活断層系の活動時期や活動間隔を明らかにするために、堆積年代が分かる完新世の地層などが連続的にたまっている場所でトレンチ調査が行われてきた。それらの法面に現れた地層や断層が調べられ、多くの成果が得られてきた。すなわち、1) 愛媛県西条市飯岡（1984年冬季・1988年冬季・1988年夏季）、2) 西条市福武（1992年春季）、3) 徳島県阿波郡市場町上喜来（1991年冬季）、4) 徳島県板野郡土成町土成（1990年秋季・1991年春季）、5) 徳島県板野郡土成町熊谷寺東南（1991年晩秋）の各地点である。

西条市飯岡では、MTL活断層系岡村断層を横切るトレンチ調査が少しずつ場所を変えながら3回にわたって行われ、次のような事柄が判明してきた。その代表的な例を口絵写真—7に示す。

1) いずれのトレンチ断面でも、断層はきわめて明りょうであり、耕土層を除く最上部の地層まで切

断している。断層面はどこでも高角度であり、ほぼ垂直のことが多い。断層は1面（枚）ではなく、数面が幅数m以内にほぼ平行に発達しており、断層帯を形成していることが多い。

2) 断層線は大きくみるとN70°E方向へ直線状に延びるが、多少の湾曲を伴っている場合もある。そのS字状の湾曲部には、局所的な膨れ上がりを示す地層の変形やV字状に落ち込む構造（口絵写真—7）がみられたが、横ずれに伴う現象として理解される。

3) 過去3回の断層活動（=地震）が地層の変形や年代測定・土器鑑定などから求められた。それらは、①最新の活動（5～8世紀）、②約3000年前、③約4000年前であった。岡村断層は千年から千数百年程度の間隔で活動してきたようである。

4) 断層の南北両側の地層はいちじるしく層相が異なり、それは下方へ向かってより顕著となる。1)や2)の現象と考え合わせると、横ずれによる水平移動の累積とみなされる。

5) 1988年冬のトレンチでは、断層両側の地層の対応から、最新活動時に約5.7mの右ずれがあったとみなされた。このことから、その地震規模はM7.5を越すような大地震として動いたと推定された。

徳島県市場町上喜来でMTL活断層系父尾断層を横ぎるトレンチ調査が1991年春季に行われた。この調査位置は、父尾断層に沿う明りょうな低断層崖の東方延長上にあたり、日開谷川の形成した沖積面である。この面上では断層線の位置で旧流路（旧河道）や条里制遺構に右横ずれが認められ、そのもっとも短い量は約6mである。

トレンチの東側法面には口絵写真—8に示すような地層断面が観察されたが、父尾断層の走向から推定した沖積面の該当部に、明りょうな断層露頭の断面が現れた。沖積層の中には両側から断層の方にたわみ込む、V字形の構造が認められた。偏平礫は長軸を断層面にほぼ平行して再配列したり、断層面に沿って上位の砂層が落ち込んだりしている。

東側法面の断層より南側中部の砂礫層には、弥生式土器の破片や木炭（<sup>14</sup>C年代：2250 yBP）が含まれ、この層の下部も変位を受けているが、上位の砂層には不整合に覆われていた。

自然状態を残している最上位には、V字形をなす

シルト層がある。これは断層沿いの開口亀裂を埋めた、当時の水田土壌とみなされる。この中で見られた土器片は1500年代の鋳型破片であり、それが断層の亀裂に落ち込むためには、父尾断層は16世紀以降に動いたとみなさざるを得ない。

徳島県土成町の熊谷寺東南地点でも、平面形が凹字をなすトレンチが1991年秋季に四国縦貫自動車道調査委員会によって掘られ、そのトレンチ法面の四つには、逆断層状の主断層とこれからほぼ垂直に分岐する断層群が活断層と推定された場所に現れた。ここでは13500 yBP以降に少なくとも4回の活動が認められ、最新活動によって中世(13~16世紀)土器包含層は明りょうに切断されていた。

したがって、これらのトレンチ調査から父尾断層の活動史をみると、弥生時代以降に少なくとも2回の活動があり、その最新の動きは中世以後である。これは1596年の慶長地震である可能性が大きい。

## 5. MTL 活断層系の最新活動

近畿地方を襲った慶長地震が中央構造線によって引き起こされた可能性は、石橋<sup>3)</sup>が最初に指摘したが、その根拠とされた史料の諸点について、山本<sup>4)</sup>は時代認定の信頼性に欠けると述べ、鳴門や淡路島での地変や大規模な地震災害を慶長地震によるとする説に疑問を出している。

こうした論拠とは別の方法で調べられたトレンチ

調査で、中世以後に中央構造線の中央部が動いたという事実が判明してきた。しかも、トレンチは2か所の離れた地点であり、一つのトレンチでは四つの法面に歴史時代の新しい動きが確認された。

慶長地震の震央は震度分布から大阪付近とされている<sup>2)</sup>が、四国の被害記録は戦国時代という状況では残らなかったとしても不思議ではない。讃岐山脈南麓のMTL活断層系が扇状地や段丘面を横ずれ変位させて動いても、その地域に大きな人口密集地が少なく、比較的良好な地盤状態であることから、この被害はさして甚大ではなかったとも考えられる。

この地震の前後には、大地震が西南日本とその周辺海域で発生している。1586年には中部日本の西部に大被害を起こした天正大地震(M=7.8)があり、1596年9月4日(近畿の慶長地震の前日)には大分付近で大地震(M=7.0)が起きた。そして、1605(慶長9)年には南海トラフ沿いで大地震(M=7.9)が発生している(図-2)。この時期は西南日本において大地震の活動期に相当していた。

しかし、慶長地震時に動いたMTL活断層系の範囲を限定することは難しい。岡村断層の1984年西条トレンチでは、断層の最上部は5~7世紀の土器包含層を切断し、耕土層に覆われていた(口絵写真-8)ので、最新活動はこの地層堆積以降で耕土層の以前であれば、いつの時期の動きでもよいが、記録のよく残されている江戸時代以降に動いたとは考え

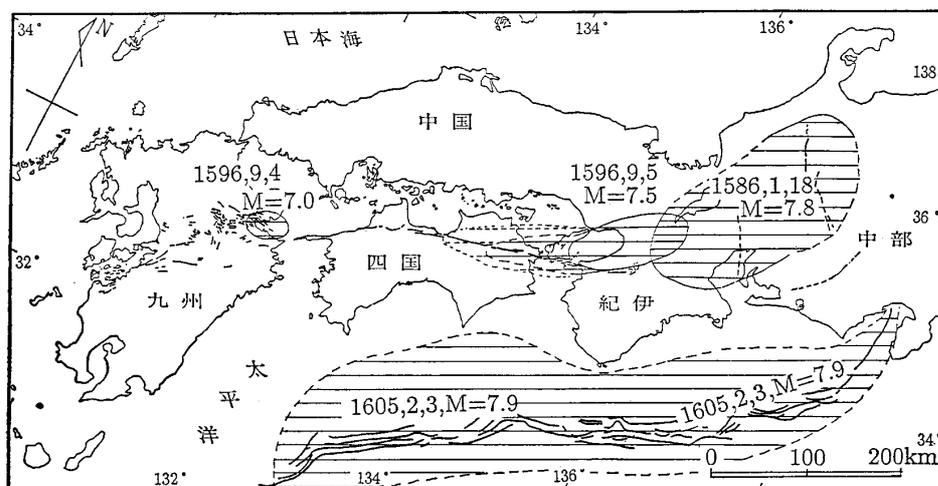


図-2 西南日本における1600年前後の大地震の震源域

実線はMTL活断層系を、太実線は地震断層を示す。地震は発生年月日、規模の順。その震源域は主に宇佐美<sup>2)</sup>による震度VI以上の範囲(横線部)。1596年慶長地震の震源域には四国北東部のMTL活断層系沿いを加えたが、横線部は確実な部分で、破線部は可能性のある部分である。

## 報文-2238

られない。そして、活動間隔がある程度一定であると仮定した場合には、5～8世紀頃の方が妥当である。この仮定にたつと、四国中部のMTL活断層系では5～8世紀に最新の動きがあったと考えられる。四国中部域は四国東部域とは別の起震断層系セグメントであり、活動史が異なることになる。

また、和泉山脈南麓の主要な活断層である根来断層では、この断層を横切る遺跡調査が和歌山県埋蔵文化財センターにより行われたが、慶長地震の直前に消失した根来寺跡は上下にも水平方向にも動いた形跡を示さなかったという（寒川旭の談話による）。

## 6. おわりに

今まで述べてきたように、少なくとも讃岐山脈南麓東部のMTL活断層系(Va)が1596年慶長地震時に活動したようである。これはセグメントの最小範囲であるが、これに淡路島南側(IV)や讃岐山脈南麓西部(Vb)も動いたのか、さらに、六甲山地南縁の活断層系や有馬一高槻構造線なども連動したのか、などを判定する材料は今のところ多くない。慶長地震の規模は震度VIの範囲から $M=7.5$ とされている<sup>2)</sup>が、Va域のMTL活断層系もその震度に入ると、この規模はさらに大きくなる。

中部地方のMTL活断層系は四国や紀伊西部に比べてあまり活動的ではないが、前述のように三つま

たは四つの地震( $M=6.5\sim 7.0$ )が歴史時代に起こっており、こうした規模の地震を起こしてきたセグメント(表-1)である可能性が大きい。

要約すれば、MTL活断層系では歴史時代に活動したセグメントもあれば、まだ動いていないセグメントもあり、こうした区分や範囲の認定は地震予知や防災対策の上できわめて重要である。歴史時代に動いておらず、完新世に活動的な部分は将来の地震発生の可能性が高いところであるので、とくに注意を必要とする。こうした活断層としての調査・研究はさらに多くの資料や発掘成果をもって解明されていくことが今後も要請される。

なお、本稿は岡田<sup>5)</sup>を短縮したり修正したりして紹介したもので、詳しくはそれを参考にされたい。

## 参 考 文 献

- 1) 活断層研究会：新編日本の活断層一分布図と資料一，東京大学出版会，p.437，1991.
- 2) 宇佐美龍夫：新編日本被害地震総覧，東京大学出版会，p.435，1987.
- 3) 石橋克彦：1596年慶長近畿大地震で中央構造線が活動した可能性と1605年南海トラフ津波地震への影響，地震学会予稿集，No.1，p.62，1989.
- 4) 山本武夫：慶長元年閏七月十三日地震と鳴門一誤読と信頼性，地震ジャーナル，11号，pp.26～31，1991.
- 5) 岡田篤正：中央構造線活断層系の活動区の分割試案，地質学論集，40号，pp.15～30，1992.

(原稿受理 1992.11.16)