

3. 中央構造線活断層系芝生衝上と下盤土柱層の変形構造

Deformational Structure of the Shibou Thrust Fault of the Median Tectonic Line active fault system and the footwall Dochu formation in eastern Shikoku, southwest Japan

- 加藤 弘徳 (榊荒谷建設コンサルタント)
- 中野 浩 (榊創研技術)
- 横山 俊治 (高知大学)

1. はじめに

四国東部の徳島県域における中央構造線活断層系は、和泉層群からなる讃岐山脈とその南麓の平地との境界付近を ENE-WSW 方向に走っている。これらの活断層系は右横ずれ運動をなし、断層面の傾斜が 60°以上の高角度断層である、と一般には考えられている¹⁾。しかし、断層面の傾斜が 45°以下という低角度断層も以前から知られていて、低角度化の原因について議論されてきたが、合意に至っていない^{1)~8)}。

最近、中央構造線活断層系のうち、芝生衝上^{1), 2)}の大露頭が新しく出現し、和泉層群が土柱層と断層接触している状況を詳しく観察することができた。本報告では、断層下盤の土柱層変形構造を詳しく調査した結果、芝生衝上の低角度化は、硬質な和泉層群に対して、軟質な土柱層が一方的に変形短縮したことが原因で発生したことが明らかになったので報告する。

なお、本論では断層の移動方向に関する用語を山下⁹⁾に従う。

2. 中央構造線沿いの低角度断層の分布および芝生衝上に関する従来の見解

既存文献^{2)~7)}に基づき、四国東部における中央構造線活断層系の低角度断層露頭の分布を図-1に示す。個々の紹介は割愛するが、低角度断層はいずれも高角度断層の一部分で発生している。その傾斜は一部を除き 25°~45°N の範囲にあり、水平傾斜移動の長さは 50~300m の範囲にある。

低角度断層の重要な特徴は、土柱層の分布域を断層が通過するところで発生し、和泉層群が土柱層に北から衝上していることである。このうち一部では、断層上盤の和泉層群はその上に堆積した土柱層を載せた状態で衝上していることが確認されている^{5), 7)}。

徳島県三好市芝生地区では、傾斜 30°N の芝生衝上が報告された²⁾。しかし岡田¹⁾は、この断層を高角度で地表まで達したテクトニック断層の一部が後生的にノンテクトニックな原因で低角度になったとする見解を示した。そして、芝生衝上はより新規の高角度断層である三野断層により切断されるとした。ただし高角断層が後生的に低角度化するためには断層下盤が消滅あるいは短縮しなければならないが、そのことについては何ら説明がない。

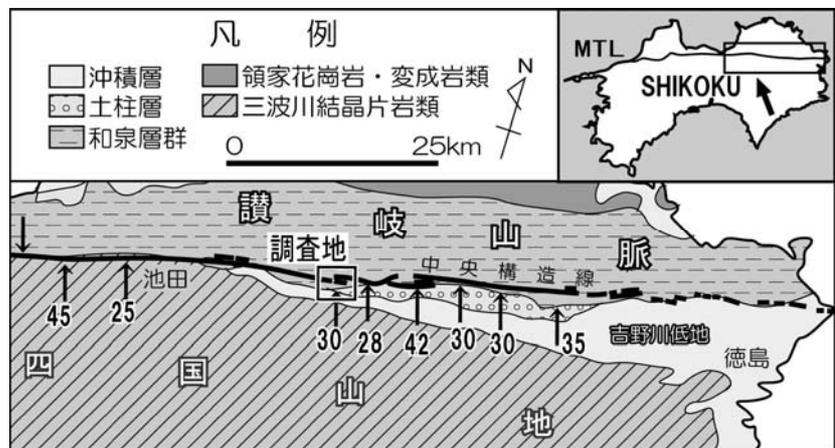


図-1 四国北東部の地質概要と中央構造線沿いの低角度断層露頭の位置^{2)~7)}

中央構造線位置は水野ほか¹⁰⁾に基づく。矢印は低角度断層の位置、数値はその傾斜角度を示す。

3. 調査地の概要

徳島県北部の吉野川低地の北縁に沿って、ENE-WSW 方向に中央構造線活断層系が存在しており (6, 10, 11), その北側には標高 600 ~ 1,000m の讃岐山脈がそびえている (図-1). 讃岐山脈は中生代白亜紀の海成層である和泉層群からなる山脈である.

調査地は、讃岐山脈南麓を南流する河内谷川が吉野川低地に流入する地点で、河内谷川の左岸側にあたる (図-2). このうち三好市三野体育施設東側の斜面では、南北約 150m の区間にわたり、採石に伴う切土露頭 (以下、芝生露頭と呼ぶ) が最近出現した.

この露頭の北端にあたる徳島自動車道の河内谷川高架橋の直下では、芝生衝上が明瞭に現れた (図-3). ここでは、和泉層群が鮮新世~更新世の半固結礫層である土柱層に北方から衝上している様子を観察することができる. 境界断層面の走向・傾斜は $N60\sim70^{\circ}E, 28\sim31^{\circ}N$ で、そこには $NW45^{\circ}$ の方向へ 12° で傾斜する条線が確認され、芝生衝上は右横ずれ成分をもつ.

芝生衝上の上盤に分布する和泉層群は、走向 EW, 傾斜 $20\sim30^{\circ}N$ の砂岩泥岩互層からなり、全体に黒色を呈して破碎が著しい. 境界断層の近傍では、砂岩層が破碎され引きちぎられており、広い範囲で膨縮構造を示している. この和泉層群岩体は亀裂に富むが開口はなく、地すべり移動

岩体ではない (図-4).

芝生露頭の約 50m 北方の河内谷川高架橋北側 (図-2 の地点 A) では、和泉層群の黒色断層ガウジ中に断層運動で持ち込まれた苦鉄質片岩・泥質片岩の岩塊が局部的に含まれている (12). これらの岩塊は、地下深部では中央構造線を境に和泉層群と接する三波川結晶片岩が、和泉層群側が隆起する断層運動に伴い地表付近にもたらされたもので、断層ガウジは中央構造線活断層系を構成する三野断層に



図-2 調査位置平面図および既往調査における活断層の位置
活断層位置は文献¹¹⁾に基づく. 国土地理院 1:25,000 地形図「辻」を基図に使用した.



図-3 芝生衝上の全景 (北向きに撮影)

Iz : 和泉層群, Dc : 土柱層, bt : 逆向き断層
リニアメント (三野断層) は徳島自動車道の直下に位置する.

よるものと考えられた¹²⁾.

土柱層は、芝生衝上の断層下盤を構成しており、芝生露頭において連続的に観察できる(図-3)。また、この露頭の約300m北東方の尾根上に存在する分離丘陵の頂上付近の土取り場跡(図-2の地点B)では、芝生衝上の断層上盤を構成する和泉層群を不整合に覆って土柱層が出現している。

芝生衝上近辺の土柱層は、和泉層群の砂岩・泥岩の角礫層と、層厚数cmのシルト・細砂の薄層が、数十cm間隔で繰り返す互層である。また、後述する逆向き断層bt1以南を中心に、礫層中に三波川結晶片岩類を起源とする円礫が含まれている箇所がある。含有する礫の礫径は、砂岩・泥岩角礫が1~5cm、結晶片岩円礫が5~20cm以上である。礫の配列や挟在する薄層の層理面は、後述するように境界断層または逆向き断層の近傍の一部を除き、全般にほぼ水平で乱れていない。

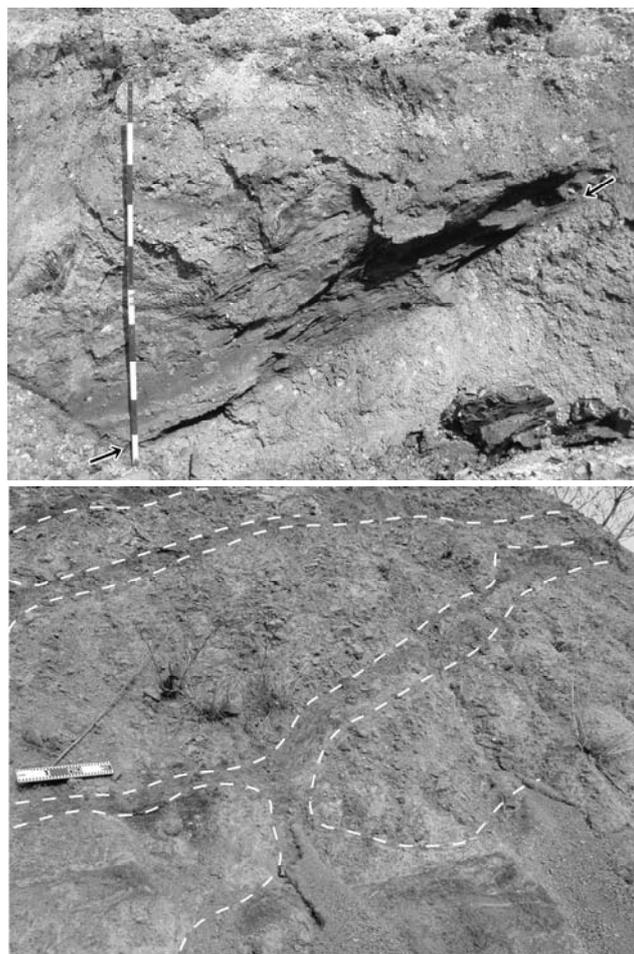


図-4 上：芝生衝上の断層面
下：芝生衝上直上の和泉層群の産状
上盤の和泉層群は破碎・黒色化しているが、亀裂は開口していない。

4. 断層露頭の記載

芝生露頭では、下盤の土柱層を中心に、下記のように様々な変形構造を観察することができる。

(1) 逆向き断層

境界断層の約50m南方には、土柱層の水平な堆積構造を切り、衝上断層とは逆向きに傾斜する2枚の小断層が確認される。これらを北側のものからbt1, bt2とそれぞれ命名する(図-3, 5)。その傾斜は露頭下部では30~40°Sで、bt1は北方に向けて高角度に立ちあがり、露頭上部で2つの断層は合流している。この2つの逆向き断層に挟まれた楔状の範囲では、土柱層の礫の配列が乱れており、シルト層が不明瞭となっている。

また、bt1の下盤側では、礫層がbt1に沿って上方に引きずられている(図-5)。このことから逆向き断層は逆断層変位していると判断される。礫層の引きずり面は後述する層面断層である。

なお、1:25,000都市圏活断層図「池田」¹¹⁾によれば、この逆向き断層の位置に活断層が示されている(図-2)。

(2) ドラッグ褶曲

土柱層のうち境界断層から1~2mの範囲には、北フェルゲンツのドラッグ褶曲が生じている(図-6)。これは、礫層およびシルト層



図-5 逆向き断層(bt)と土柱層の引きずり

が境界断層上盤の和泉層群に引きずられて、上方へ折れ曲がることによって生じている。この範囲では、礫層に圧縮破壊が生じており、礫の配列や成層構造が乱れている。このため、ドラッグ褶曲の発達範囲ではシルト層は不明瞭になっている。

(3) 層面断層

これは土柱層中のシルト薄層に沿って生じた、無数の小規模な断層である。シルト層に沿う層面断層の発達により土層の強度が低下したことにより、露頭壁面ではシルト層に沿って差別的に浸食が進行し、その部分がえぐれている(図-7)。このシルトには幅 1mm 以下の無数の亀裂や孔隙が発達しており(図-8)、その周囲は酸化され褐色を呈する。

このような土柱層の層面断層は、境界断層近傍のドラッグ褶曲発達範囲や、bt1 と bt2 に挟まれた楔状の範囲など、シルト層が判然としない領域では、ほとんど確認できない。これ以外の範囲では、境界断層から少なくとも数十 m の範囲にわたって、大半のシルト層中に出現している。

なお、この層面断層と逆向き断層およびドラッグ褶曲の間には、形成過程で関係があるのかもしれない。



図-6 境界断層面直下の土柱層ドラッグ褶曲

5. 断層低角度化のメカニズム

山地-平地境界に沿った活断層の低角度化については、筆者のひとり、横山による大阪平野周辺部を対象とした研究^{13), 14)}がある。これによれば、基盤岩と大阪層群(土柱層相当層とされている)との境界に沿って逆断層が成長していくとき、変形は強度の小さい大阪層群側に集中するため、大阪層群は断層面の引きずりによって形成されるドラッグ褶曲を伴いながら短縮する。一方で、山地側の基盤岩はゆるみ、重力の作用でクリープ化して斜面下方に移動するため、断層面は地表に向かって次第に低角度化すると考えている。

芝生衝上の場合、上記の大阪層群の例と同様に境界断層近傍の土柱層にはドラッグ褶曲が生じていることから、これが断層の低角度化を引き起こしていることが考えられる。ただし、芝生衝上でのドラッグ褶曲は境界断層から数 m の範囲に発達に限られることから、衝上断層の広がりや傾斜を考えると、これ以外にも断層低角度化の要因が考えられる。



図-7 土柱層中の層面断層
シルト層部分が差別的に浸食され、えぐれている。

芝生衝上の下位の土柱層中に挟在するシルト層には、層面断層が形成されていた。ここより東方の美馬市中上衝上および荒川衝上では、土柱層内のシルト・砂層中に発生した層面断層に沿って衝上する様子が確認されている^{15)~17)}。芝生衝上においても、中上衝上などと同様に層面断層に沿って長距離を衝上したために、低角度断層が形成されたと考えられる。いずれにせよ、強度の小さい低地側の堆積物の変形に伴い断層が低角度化する機構については、大阪平野の例と変わらないと考えている。



図-8 シルト層のサンプル片
内部に微細な孔隙が無数に発達している。

中央構造線活断層系において、低角度断層が土柱層の分布と密接であるのはこのことの現れである。したがって、断層の出現標高に関係なく和泉層群の中や和泉層群と三波川結晶片岩の境界では断層は高角度になるものと予想される。

芝生衝上下位の土柱層に発達する逆向き断層は、スラストに特徴的に伴われるとされるバックスラストである可能性が高い。さらに、ほぼ平行な2枚のバックスラストに挟まれて、その間には礫の配列の乱れた地層が貫入しているように見えることから、フラワー構造も伴っている可能性がある。

芝生衝上の北西方の山上(図-2の地点B)で和泉層群を不整合に覆う土柱層は、ほぼ水平な構造を示し、乱れていない。また、和泉層群中の亀裂が開口していないこと、背後斜面に地すべり地形が存在しないことを考えると、芝生衝上では、井ノ久保地すべりで観察されるような低角度断層から地すべり面への転化^{15), 18)}は始まっていないと判断される。

引用文献

- 1) 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, 東海大学出版会, pp.46-89.
- 2) 中川 典・中野光雄(1964a): 讃岐山脈中部南麓に発達する“中央構造線”, 地質学雑誌, Vol.70, No.821, pp.52-58.
- 3) 中川 典・中野光雄(1964b): 阿波池田西部の“中央構造線”, 地質学雑誌, Vol.70, No.831, pp.580-585.
- 4) 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, Vol.7, No.1, pp.15-26.
- 5) 榎本五郎・中川 典・中野光雄(1968): 徳島県美馬郡脇町でみられる“中央構造線”, 地質学雑誌, Vol.74, pp.479-484.
- 6) 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, Vol.43, pp.1-21.
- 7) 須鎗和巳・阿子島 功(1977): 吉野川沿岸のネオテクトニクスの諸問題, MTL, No.2, pp.17-27.
- 8) 須鎗和巳・阿子島 功(1978): 吉野川流域の中央構造線活断層系の第四紀後期の変位量, MTL, No.3, pp.37-42.
- 9) 山下 昇(1967): 地球科学序説(新版), 築地書館, 東京, 251p.
- 10) 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ストーリー

ップマップ解説書，構造図(8)，地質調査所，63p.

- 11) 後藤秀昭・中田 高・岡田篤正・堤 浩之・丹波俊二・小田切聡子 (1999) : 1:25,000 都市圏活断層図「池田」. 国土地理院技術資料，日本地図センター.
- 12) 岡田篤正・堤 浩之(1990) : 四国中・東部における中央構造線の断層露頭と地形面の編年に関する資料，活断層研究，No.8，pp.31-47.
- 13) 横山俊治(2000) : 大阪平野周辺の境界断層，山地の地形工学 (日本応用地質学会編)，pp.93-94.
- 14) 横山俊治(2007) : 山地－平地境界逆断層の断層運動と地すべり変動－近畿地方の大阪平野周辺地域の例－，日本地すべり学会誌，Vol.44，No.4，pp.10-17.
- 15) 横山俊治・加藤弘徳(2004) : ノンテクトニック断層の挙動 (その 2)，日本応用地質学会平成 16 年度研究発表会講演論文集，pp.71-74.
- 16) 加藤弘徳・中野 浩，横山俊治(2007) : 四国東部中央構造線活断層系の荒川低角度断層の構造と活動様式，日本応用地質学会中国四国支部平成 19 年度研究発表会発表論文集，pp.53-58.
- 17) 中野 浩・加藤弘徳，横山俊治(2009) : 掘削で出現した徳島県美馬市の中上衝上の断層構造，日本応用地質学会中国四国支部平成 21 年度研究発表会発表論文集，印刷中.
- 18) 加藤弘徳・横山俊治(2001) : 阿波池田井ノ久保地すべりと中央構造線の構造的関係，第 40 回日本地すべり学会研究発表会地すべり 2001 講演集，pp.551-554.