

9. 中央構造線活断層系池田断層に伴われる白地衝上の再検討

Reexamination of the Hakuchi thrust associated with the Ikeda fault, an active segment of the Median Tectonic Line active fault system in eastern Shikoku, southwest Japan

○ 加藤 弘徳 (榊荒谷建設コンサルタント・高知大学)
横山 俊治 (高知大学)

1. はじめに

中央構造線は西南日本内帯の領家帯と外帯の三波川帯の境界を走る延長 1000km 以上の断層である。中央構造線に近接して並走もしくは雁行する新旧の断層群が形成されており、このうち第四紀に繰り返し活動してきた断層群は中央構造線活断層系（帯）と呼ばれている^{1)~3)}。

四国地方では白亜系の和泉層群が領家帯の岩石を不整合に覆っており、中央構造線活断層系は和泉層群からなる讃岐山脈南縁およびその南麓を通過している。四国北東部における右横ずれ平均変位速度は 6~9mm/yr 程度、北側が相対的に隆起する鉛直運動成分は右横ずれ運動成分の十分の一程度のオーダーとされている^{2),4)}。

中央構造線活断層系の地表トレースは、一般に ENE-SWS 方向に直線的に延びている。多くの局所的な断層露頭や変動微地形の観察などに基づき、中央構造線活断層系は広域的に断層面の傾斜が 60° 以上の高角度断層と考えられてきた^{1),2)}。しかし、断層面の傾斜が 45° 以下という低角度断層の存在も報告されており^{5),6)}、断層の形態や構造については必ずしも合理的な説明がなされていない。

筆者らは、徳島県三好市池田町西部にかつて報告され、その後否定された白地衝上⁵⁾の周辺地域において、主に地表踏査・ルートマップ作成による断層の分布や形態の再調査を行った。その結果、中央構造線活断層系の地下構造と、それに関連する地すべり発生機構を考察する上での新たな情報が得られたので、報告する。

2. 白地衝上に関する既往研究

本研究での対象地は、池田町中心部の西方を流れる吉野川の左岸と馬谷川に挟まれた幅約 300m の南北性の尾根の西側斜面である（図-1）。この周辺には、池田断層と命名されている高角度断層¹⁾と、白地衝上与命名されている低角度断層⁵⁾が知られている。これまでの議論を整理すると、次の通りである。

中川・中野⁵⁾は、吉野川西岸（左岸）斜面において「北方の和泉層群が、下部礫層の上に衝上する」として、この断層を白地衝上与命名した。彼らの論文には小縮尺の地質図と、吉野川左岸沿いの風景写真に白地衝上の位置をトレースしたものが掲載されている。ただし、断層露頭の写真やスケッチ、断層破碎帯の記載はない。そこより 300m 西方の馬谷川東岸斜面では、「青色粘土をともなう下部礫層の上に、和泉層群が衝上する。この新期の“中央構造線”の破碎帯の走向傾斜は N85° E, 25° N である」としている。

この白地衝上に対して岡田¹⁾は、吉野川西岸斜面では「低位段丘礫層と北側の和泉層群とは断層関係にあるらしいが、両者の接触面そのものは確認できない。岩体の露出状態からみて、北傾斜のかなり高角度の逆断層（60~80° N）と推定」している。馬谷川東岸斜面についても、「段丘礫層と和泉層群断層粘土とは断層関係にあるが、両者の接する断層面そのものは

観察できない。岩体の露出状態から判断すると、断層面はかなり高角度らしい」と記述している。これらの結果、岡田¹⁾は白地衝上の存在を否定しているが、地層分布を示すルートマップは示されていない。

須鎗・阿子島⁶⁾は中川・中野⁵⁾とほぼ同じ位置に低角度断層が通過すると考え、その位置を平面図に図示している。その中で彼らは、「結晶片岩・砂岩の円礫を含む」礫層を「中位段丘礫層」とした上で、吉野川西岸の白地衝上では「中位段丘礫層上に和泉層群が低角度で衝上しており、両者の間に黒色断層粘土が露出」するとした。また馬谷東岸斜面で、「厚さ 12m の礫層（中位段丘礫層）上に巾数 m の黒色断層粘土が衝上しており、境界面の方向は N75° W, 40° N である」としている。

このように、白地衝上の有無については異なる見解が示されており、必ずしも合理的な説明が得られていない。この最大の原因は、当地区の低角度断層を提唱する中川・中野氏または須鎗・阿子島氏と、それを否定する岡田氏が、解釈の根拠となっている観察事項をお互いに確認し合っていないこと、そしてそれらが反証可能な形で記載されていないことにあると思われる。

3. 現地調査

徳島県道白地州津線馬谷橋の北方約 80m の馬谷川東岸斜面（図-1）では、斜面を覆う表土の除去により、2箇所において白地衝上⁵⁾とみられる低角度の境界断層を露頭で確認した。両露頭は馬谷川に沿って南北方向に約 10m 離れている。本論では2箇所の露頭のうち、北側のものをA露頭、南側のものをB露頭と呼ぶ。図-2にA露頭のスケッチを示す。

両露頭では鮮新世～更新世の未～半固結堆積物である土柱層を、2種類の粘土層、すなわち下部の暗緑色粘土と上部の黒色粘土が覆っている。露頭で確認できる暗緑色粘土の厚さは10～30cm、黒色粘土の厚さは30cm以上で、黒色粘土の上端は表土に覆われているため、その正確な厚さは把握できない。2種類の粘土の間をなす境界面の走向・傾斜は、A露頭ではN50° E, 22° SE, B露頭ではN10° W, 58° SWである。また暗緑色粘土と土柱層シルトの境界面の走向・傾斜は、A露頭ではN35° E, 30° SE, B露頭ではN17° W, 52° SWである。これらのデータから、2種類の粘土はともに大局的には南向きの傾斜を持つが、B露頭では西向き成分が大きく出ている。境界面は湾曲している可能性がある。

土柱層は礫層、中砂層、シルト層から構成され、黄褐色を呈する。A、B両露頭でみられる土柱層の層理は北方に緩やかに傾斜している。このことは、馬谷橋のすぐ北側で確認される露頭をはじめ、本地域の土柱層の層理が広域的に水平であることとは対照的

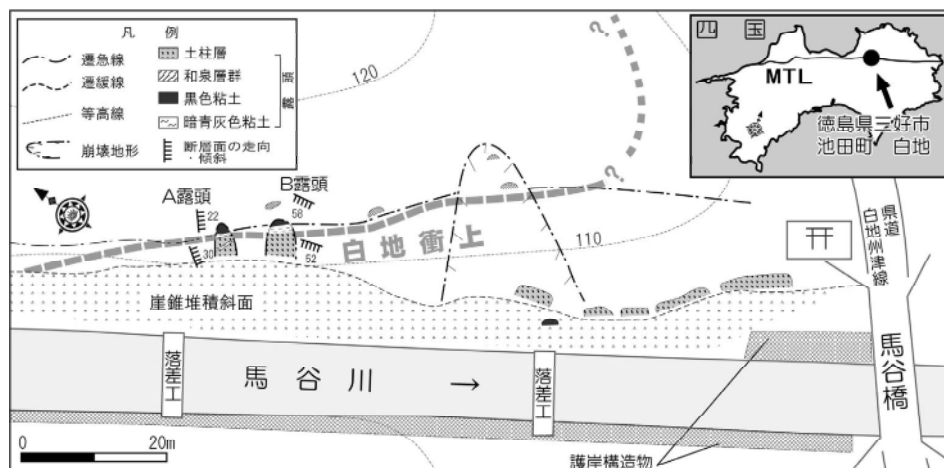


図-1 調査地の位置と馬谷川東岸のルートマップ

である。礫は結晶片岩や石英脈起源の石英など、三波川帯起源の岩石を主体とし、和泉層群起源の砂岩・泥岩もわずかに混じる。含有する礫の標準的な礫径は1cm以下で、円礫および垂円礫を主体とする。

暗緑色粘土は礫分に富む軟質な粘土で、雲母光沢に富み、部分的に淡灰～褐灰色を呈する。粘土は強風化した結晶片岩からなり、片理が肉眼でも確認できる部分がある。B 露頭においてはこの片理面が上位の黒色粘土との境界面に対して斜交している様子が確認され、その走向・傾斜はN4° E, 83° Wである。薄片では砂質片岩、珪質片岩など、結晶片岩の破碎岩片の混入が観察され、これらは角礫状を示す。このことから、岩片は粘土の下位に分布する土柱層の円礫からの混入物ではない。

A 露頭の下部には、みかけの傾斜約20° Nで土柱層を切断する小断層が存在し、それに沿って上述と同じ暗緑色粘土が存在している(図-2)。この小断層より上位の領域にはシルト・砂・礫からなる土柱層様の堆積物が分布するが、それは先述の土柱層とは異なる性状を有する。その色調は青みがかった淡褐色を呈し、標準的な土柱層の露頭と暗緑色粘土の中間的な色調に見える。最上位のシルト層中に砂および細礫が不規則的に密集する部分があり、そこでの層理は45°以上の比較的急な角度で北に傾斜している。礫は小断層の下位と同様に結晶片岩や石英脈起源の石英による円礫(径1cm以下)が多いが、しばしば特徴的に径50cmを越える風化の著しい結晶片岩巨礫を混在している。この巨礫は垂角礫で、一部で粘土化しており、ハンマー打診により容易に片理に沿って剥離し崩壊する。この風化巨礫は、先述の暗緑色粘土中に含まれる岩片に類似している。このような観察事実から、小断層より上位の堆積物は、暗緑色粘土が不規則に混在した土柱層と考えられ、風化巨礫は暗緑色粘土を由来とする可能性が高い。

黒色粘土は礫分に富む軟質な粘土である。その内部には、それと類似した色調の泥岩や、暗灰色を呈する砂岩の岩塊が多数混入している。混入岩塊の大きいものは径10cm程度で、垂角礫状を呈する。粘土の下盤の土柱層にも泥岩礫が含まれるが、土柱層中のそれは量的に結晶片岩礫に比べて極めて少なく、また径数cm以下の円礫である。このことから、黒色粘土中の泥岩塊は土柱層中の礫が粘土中に混入したものではない。

2つの露頭の斜面上方には、破碎した和泉層群が分布している。これらは馬谷川上流方でみられる新鮮な和泉層群と比較して亀裂質で脆弱ではあるが、亀裂は密着しており、本地域に西接する井

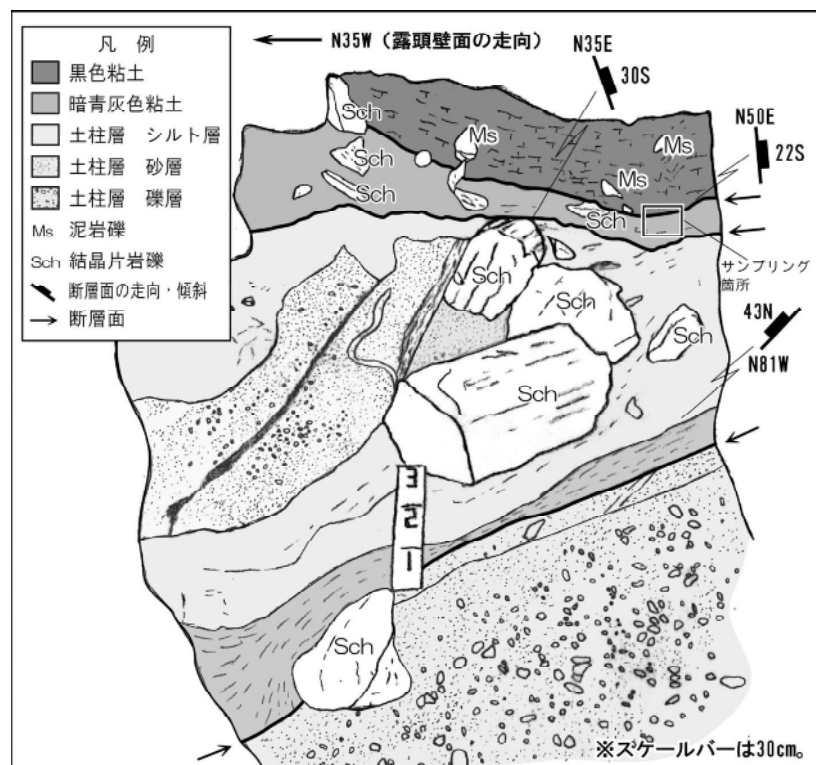


図-2 A 露頭のスケッチ

ノ久保地すべりなど和泉層群の地すべり地内で認められるような、地すべり移動体に特有の開口亀裂は認められない。また、当該斜面に地すべりを示唆する地形的特徴は認められない。このことから、斜面上の和泉層群は岡田¹⁾が指摘するような地すべりまたは崩壊性の堆積物ではなく、断層破碎した地山である。この和泉層群の破碎岩体の分布は断層露頭の数十 m 北方で、馬谷川河床のレベルまで下がってきている。和泉層群破碎岩体の下面の傾斜は北に 25° 程度と考えられる。

4. 粘土の断面研磨観察

白地衝上にみられる粘土の内部構造を観察するために、A 露頭の暗緑色粘土・黒色粘土の境界付近から粘土を採取し、エポキシ樹脂を用いた固化処理を経て、研磨観察試料を作成した。試料は東西 5cm×南北 5cm×鉛直 10cm の立方体で、そのうち鉛直断面となる南北研磨面と東西研磨面を観察面とした。図-3 にその研磨面を示す。露頭でのサンプリング位置は図-2 に示した。

粘土は層状をなしており、それは色調の違いにより下位から順に黄褐色部、緑褐色部、黄褐色部、緑褐色部、褐灰色部、黒色部（黒色粘土）に分類される。各色調の境界面は、うねりをみせながら全体的に西に約 30° で傾斜している（図-3(a)）。黄褐色部、緑褐色部、褐灰色部の相互の境界面は、湾曲がみられるものの凹凸は少なく、また境界面のコントラストは漸移的である。これに対して、褐灰色部と黒色部（黒色粘土）との境界面は非常に凹凸に富み、境界面のコントラストは明瞭である。

緑褐色部と黄褐色部は、共に三波川帯起源の結晶片岩および石英脈起源の石英の岩片がみられ、和泉層群起源の砂岩・泥岩の岩片はみられない。緑褐色部・黄褐色部の色調の違いは、マトリクスをなす細粒分の色調の違いに由来している。黄褐色部の方が、総じてマトリクスが細粒・緻密である。岩片の大部分は 2mm 以下の角礫で、その長軸は色調の伸びの方向に配列している。岩片の集合が密な部分と疎な部分があり、それにより色調の微妙な変化が生じている。

褐灰色部には結晶片岩、石英粒、砂岩、泥岩の岩片がみられ、三波川帯起源の物質と和泉層群起源の物質が混在している。そのマトリクスは細粒・緻密である。上述のとおり、上位の黒色粘土との境界面は非常に凹凸に富んでいるほか、南北研磨面では黒色粘土が下位の暗緑色粘土に対して 2cm 程度貫入した構造が認められる（図-3(b)）。貫入部は下向きの漏斗状の形状をなす。その下端付近では黒色粘土が網目状に分散している。貫入壁面に沿う粒子の乱れや特殊な構造は確認されない。

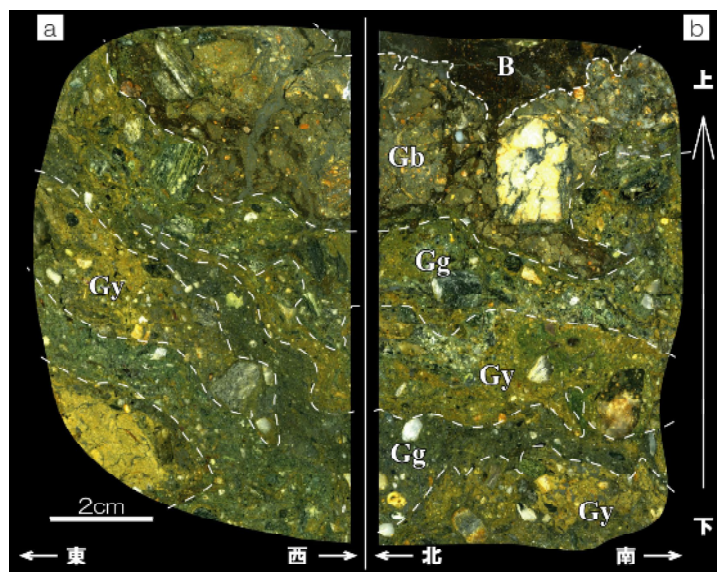


図-3 白地衝上の粘土研磨試料 (a: 東西研磨面, b: 南北研磨面)
 B: 黒色粘土, G: 暗緑色粘土, b: 褐灰色部, g: 緑褐色部, y: 黄褐色部

黒色粘土は細粒・緻密な粘土からなり、泥岩および砂岩の岩片を混在している。砂岩の岩片には、濃褐色を呈し強く風化しているものがある。泥岩の岩片とマトリクスはほぼ同一の色調を呈する。黒色粘土中に結晶片岩の岩片は認められない。

5. 考察

5.1 研磨試料観察の評価

研磨試料の観察事実から、緑褐色部と黄褐色部は露頭で確認される暗緑色粘土、黒色部は露頭で確認される黒色粘土に相当すると考えられる。構成岩片の種類や露頭での観察結果を総合的に判断すると、前者は三波川結晶片岩類起源、後者は和泉層群起源である。

褐灰色部は、暗緑色粘土と黒色粘土の双方の特徴が混在している。このことから、褐灰色部は両者の漸移的な部分と考えられる。なお、これは黒色粘土から貫入を受けているほか、黒色粘土との境界面はコントラストが明瞭で、しかも特徴的に凹凸に富んでいることから、黒色粘土とは一線を画する。褐灰色部は暗緑色粘土の所属で、断層運動に伴い黒色粘土起源の物質の混在を受けているものと判断できる。黒色粘土の下位への貫入構造は、地表付近の高い含水状態において、断層運動に伴う高い圧力を受けることにより黒色粘土が流動的に挙動したことによるものと推定され、両者が断層関係で接していた履歴を示すものである。

5.2 白地衝上の解釈

今回の調査から明らかになった事実をまとめると、次のとおりである。

- ① 和泉層群の破碎岩体は土柱層を覆って分布し、その境界面は低角度北傾斜である。
- ② 和泉層群の破碎岩体の下面には、上部の和泉層群起源の黒色断層粘土と、下部の三波川結晶片岩類起源の暗緑色断層粘土が存在している。2種類の粘土は互いに断層関係で接している。
- ③ 対象斜面には地すべり地形が確認されず、土柱層を覆う和泉層群にも地すべり性の破碎が認められない。

これらのことから、土柱層上に和泉層群の岩体が衝上する白地衝上は存在し、それは地すべりのすべり面でないことは明白である。その通過位置は中川・中野⁵⁾に概ね一致している。露頭で計測される断層粘土と土柱層の境界は南～西傾斜を示すが、岩体の分布状況から断層は北傾斜で発達し、うねりを伴っていると考えられる。このような衝上断層面の局所的な著しい変化は、近畿地方でも記載されている⁷⁾。白地衝上に挟まれる粘土は、和泉層群と三波川帯との物質境界断層であった中央構造線の断層破碎帯の粘土の一部で、断層運動の鉛直成分による引きずりに伴い地下深部からはがされて上昇してきたものと考えられる。

徳島県美馬市中上地区⁸⁾、同三好市芝生衝上⁹⁾では、いずれも東西走向、北に $25\sim 35^\circ$ の傾斜で土柱層上に和泉層群が衝上する断層面において、落としの方向が北西を示す条線が確認されている。このことは、これらの断層が右横ずれ成分を有し、和泉層群の岩体が南東方向へ衝上することを示している。本地域では条線を確認できていないが、中上地区や芝生衝上と同様に、上盤が相対的に南東方向へ移動する衝上断層運動が生じている可能性がある。

白地衝上は土柱層を切断していることから、少なくとも土柱層の堆積中～後の時期に、中央構造線の地表地震断層として活動したことが示唆される。また白地衝上与池田断層は地下で連続し、中央構造線活断層系の一部を構成している可能性がある。A 露頭で土柱層を切断する小断層(図-2)は、地下で白地衝上から分岐した断層であり、それは右横ずれ断層運動

に伴う花弁構造¹⁰⁾の一部に相当すると考えている。その小断層の上盤では土柱層が擾乱し、暗緑色断層粘土と混在化したものとみられる。

低角度断層が発生するメカニズムについては検討中であるが、横山⁷⁾が大阪層群（土柱層に相当）と周辺山地の境界断層で指摘したように、山地側の岩盤に比べて強度が小さい平地側の未固結堆積物の変形により、山地—平地境界断層が平地側に向け低角度に発達してくる機構を想定している。

6. おわりに

四国の中央構造線沿いには「衝上断層」とされた低角度断層が多数知られているが¹¹⁾、これらの多くは詳細な調査や正しい評価がなされず、活動性も正しく検証されていない。しかし、本論で述べた白地衝上の他にも、同じ池田断層沿いの愛媛県四国中央市の法皇山脈地域の例¹²⁾にみられるように、最近の地質時代の活動が推定される低角度断層の例は存在する。山地—平地境界をなす活断層に沿って生じる地表面象の正しい評価のために、中央構造線活断層系沿いに分布する低角度断層の詳細な調査を進めていくことが大切である。

引用文献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 岡田篤正・杉戸信彦 (2006): 四国中央部の中央構造線活断層帯の地形・地質・地下構造, 地質学雑誌, 第112巻補遺, pp.117-136.
- 4) 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.
- 5) 中川 典・中野光雄 (1964): 阿波池田西部の“中央構造線”, 地質学雑誌, Vol.70, No.831, pp.580-585.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 中野 浩・倉橋征示・横山俊治 (2001): 四国東部の中央構造線活断層系荒川断層にみられる地表付近の構造, 日本応用地質学会中国四国支部平成13年度研究発表会発表論文集, pp.13-19.
- 9) 加藤弘徳・中野 浩・横山俊治 (2009): 中央構造線活断層系芝生衝上と下盤土柱層の変形構造, 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, pp.11-16.
- 10) Woodcock, N. H. and Fisher, M., (1986): Strike-slip duplexes. J. Struct. Geol. Vol.8, pp.725-735.
- 11) 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)ストリップマップ解説書, 構造図(8), 地質調査所, 63p.
- 12) 加藤弘徳・千木良雅弘 (2009): 中央構造線の地表形態を変化させた四国法皇山脈の重力変形, 応用地質, Vol.50, No.3, pp.140-150.