

2. 掘削で出現した徳島県美馬市の中上衝上の断層構造

Structure of Nakaue Thrust Fault outcropped by excavation
at Mima city, Tokushima Prefecture

中野 浩 ((株)創研技術)

加藤 弘徳 ((株)荒谷建設コンサルタント)

横山 俊治 (高知大学)

1. はじめに

本調査地域に分布している中央構造線活断層系荒川断層は、最近の研究^{6),7),9)}によりそれまで高角度(断層面の傾斜角が45°以上)と記載されてきた断層¹⁾が、地表付近では低角度であることが判明しつつある。

荒川断層が低角度であることが明瞭に観察できる露頭として、中上の採土場(以下、中上露頭)がある。この中上露頭では、鮮新統から更新統の未固結堆積物である土柱層の上位に和泉層群破砕帯が衝上し、その和泉層群破砕帯を不整合で土柱層が覆っているのが記載されている。そして地表踏査からはさらに上位の土柱層に衝上する和泉層群が推定されていた^{6),7),9)}。

最近、採土のための掘削工事がさらに進み、上述の最上位の和泉層群の存在が確認され、その和泉層群は低角度の断層破砕帯を伴って土柱層に衝上していることが明らかになった。

本論では、現在の掘削露頭に現れた断層構造および土柱層の変形構造について報告し、いまは掘削によって失われてしまった記載情報を総合して中上衝上の全体構造を復元し、その発達史についても考察を行う。

2. 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、その北側には標高600~1,000mの讃岐山脈がそびえている。讃岐山脈は中生代白亜紀の海成層である和泉層群から構成されている。

調査地は、讃岐山脈南麓を南流する高瀬谷川が吉野川低地に流入する地点で、高瀬谷川の左岸側にあたる。

調査地域における主要な断層として、鮮新統から更新統の未固結堆積物である土柱層の上盤に和泉層群が接する荒川断層と、その北側の和泉層群分布域に地形判読により想定されている三野断層³⁾がある。図-1にこれまでの研究で示された調査地周辺の断層トレース図を示す。既往の研究と筆者らの研究成果との違いをまとめると、以下の通りである。

図上最も北に位置する中田ほか(1999)³⁾で示された三野断層は、そのトレース上で断層露頭が確認されていない。しかし、その南側山域の数箇所において断層露頭が確認され、断層変位地形と解釈できる地形の分布も合わせて断層トレースが想定された⁶⁾。土柱層との境界断層である荒川断層は、水野ほか(1993)²⁾によって高角度の断層であるとされていたが、中上露頭および和泉層群と土柱層の分布境界の追跡により、概ね低角度で分布していることが判明した⁶⁾。さらに今回、中上露頭において、さらに上位に低角度断層が分布しているのが確認された。

以下の調査では、荒川断層(あるいは荒川低角度断層)を、上位に位置する断層を上位低角度断層、下位に位置する断層を下位低角度断層と呼び、図-1に示すように、南側の中上露頭と、尾根を挟んで反対側の中上北露頭に分けて記述する。

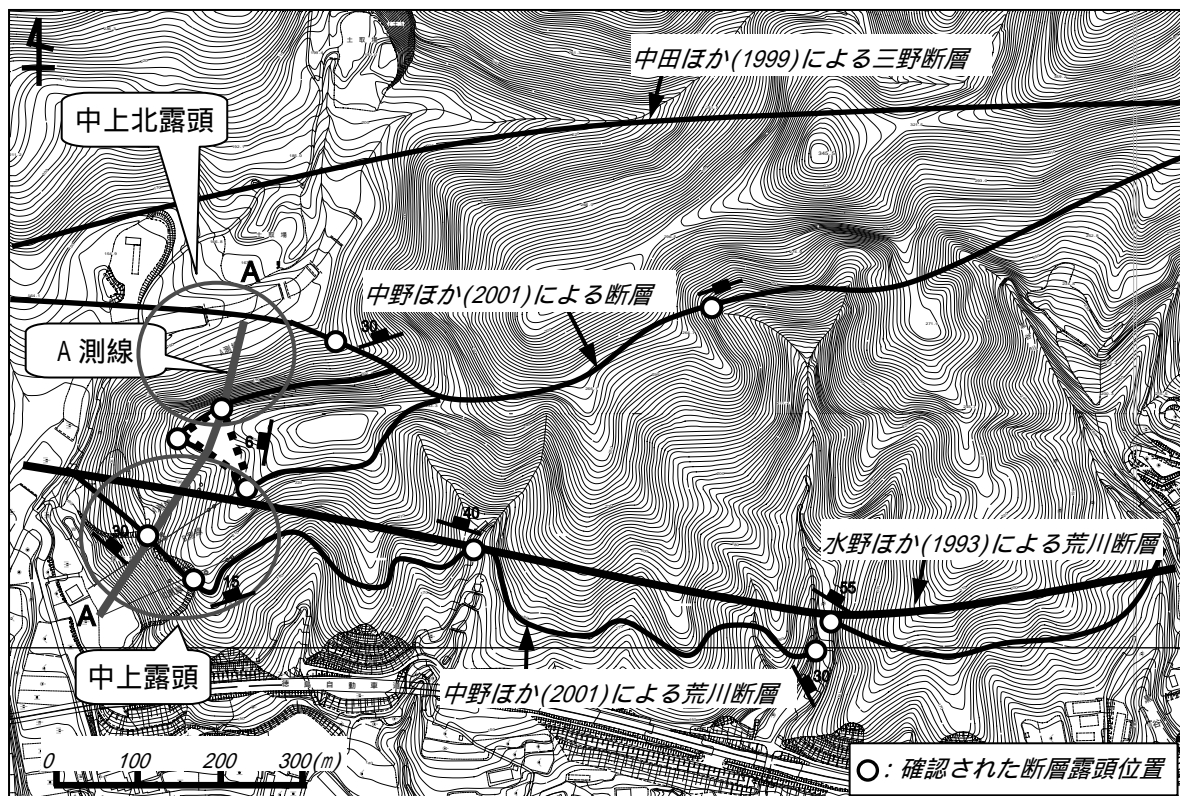


図 - 1 調査地域における断層位置図

3 . 中上露頭の記載

この露頭では、下位低角度断層の下盤土柱層から上位低角度断層まで観察することができる。

(1) 下位低角度断層の特徴

下位低角度断層の走向/傾斜は、図-2の地点Aでは概ねN50°W/25~35°N、図-2の地点Bでは、N70°E/33°Nである。土取りがまだこれほど東に進んでいない時期の観察によると^{6),7)}、地点Bよりも先端に近い部分では、断層面の走向/傾斜は、EW~N70°E/10~20°Nである。全体としてみると、下位低角度断層は断層の先端（つまり地表面）に向かってより緩傾斜になっていることが分かる。さらに、断層の最先端では、傾斜が10°N程度から70°Nへと急激に切りあがっていた^{6),7),9)}。また、断層面に刻まれた条線の方法は地点AでN~NW40°、落とし角15~30°、より先端部で高角度となり、測定された各地点で右横ずれ成分をもっていることが明らかになった。

(2) 下位低角度断層の下盤土柱層の特徴

断層面と接する下盤土柱層は礫混じりシルト層からなり、変質によるとみられる淡青灰を呈している(図-3)。このシルト層中には境界付近に断層面と調和的構造をもつ層面断層が認められる。

下盤土柱層について、今回、地元の建設会社の協力を得て、下位

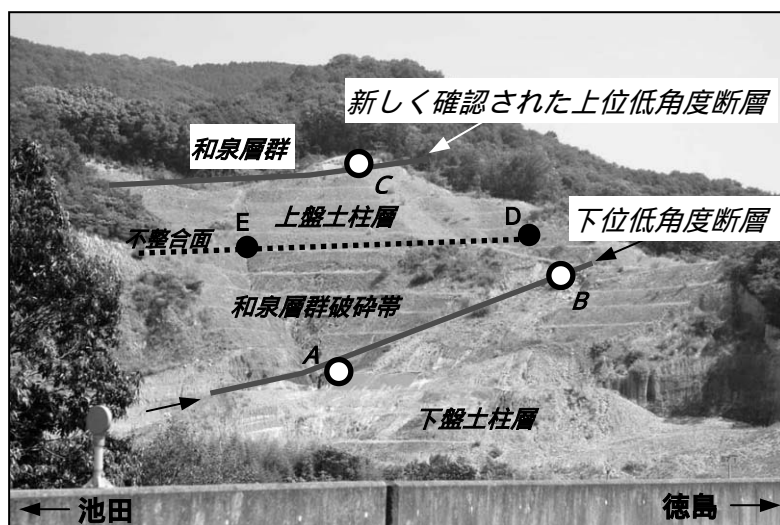


図 - 2 中上露頭全景(北東向きに撮影)

(○:境界断層露頭位置)

低角度断層から水平方向 15~20mに渡り法面の整形を行った結果，新たな断層とそれに伴う土柱層の変形構造が認められた（図-3）. 下位低角度断層直下には，厚さ約 1~2mの礫混じりシルト層（基質も礫も淡青灰色に変質，垂角礫の礫径は数 cm 程度）が断層面に沿って分布していて，シルト層の中には，下位低角度断層から 10~20cm 程度入ったところに，断層面と平行に伸長したレンズ状を呈する和泉層群破碎帯取り込まれている．このシルト層の下位には，層厚約 8mの概ね褐色を呈する砂礫層が分布している．両者の境界は波打っているが断層面と平行である．砂礫層を構成する礫は径数 cm 程度から 15cm 程度までの砂岩の垂円礫を主体とし，淘汰が悪いが，岩相境界に平行な堆積構造が観察される．この砂礫層の下位の約 1~1.5m間は厚さ数 10cm のシルト層と砂礫層が交互に堆積している．シルト層の層理面の走向/傾斜は，概ね N55° E / 35° Nである．

(3) 下盤土柱層中の断層

上記シルト層の下位に厚さ数 10cm の砂礫層が分布し，その下位に下盤土柱層中の断層が認められる．断層面の走向/傾斜は概ね N62° E / 27° Nで，断層面に沿って厚さ数 cm の断層粘土が認められる．この断層の下盤の砂礫層および変質シルト層は断層面に沿って引きずられる形で上方へせり上がり，ドラッグ褶曲を形成している．ドラッグ褶曲を形成している砂礫層は礫の配列に乱れが認められる．断層下盤のドラッグ褶曲を形成していないシルト層と砂礫層の土層境界面（層理面）の走向/傾斜は，概ね N60° E / 15° Nであり，断層上盤の層理面の傾斜よりも緩い．ドラッグ褶曲の形態から，この断層も下位低角度断層と同様の運動をした逆断層であると判断できる．

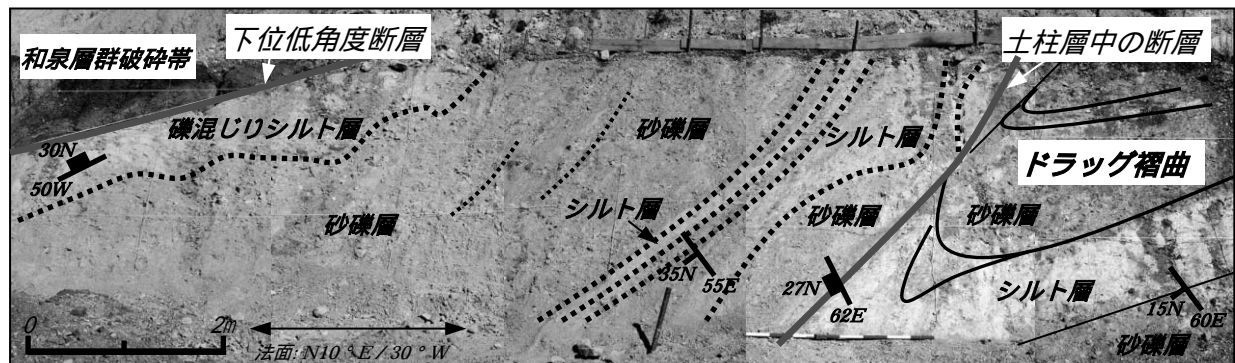


図 - 3 下位低角度断層の下盤土柱層に変形構造が認められる法面整形露頭

(図-2の地点A付近)

(4) 下位低角度断層の上盤和泉層群

上盤和泉層群は，砂岩優勢の砂岩泥岩互層から構成されており，著しく破碎され，全体が断層破碎帯といっても良い状態である．砂岩層には多くの亀裂が発達し，特に泥岩層との境界付近は角礫化している．破碎は泥岩層で著しく，角礫化さらには粘土化している．両者の境界では，砂岩層はレンズ状にブロック化し，その周りを破碎・粘土化した泥岩起源の物質が取り巻き，さらには砂岩岩片を取り込んでいる．

下位低角度断層付近は，断層運動による粘土化や角礫化が顕著である．その層理面の構造は，断層面から数mの範囲では，断層面の構造と調和的であり，走向がNW方向で北に概ね 30° で傾斜している．一方，和泉層群破碎帯の至る所に土柱層堆積以前に変形した破碎構造とみられる断層が認められる．その構造については，さらに調査が必要である．なお，図-2の地点Bの上方で認められる和泉層群破碎帯で認められるの層理面の構造は，概ね N70° E / 80° Nであった．

和泉層群破碎帯は，上盤土柱層に不整合で覆われており，この土柱層の基底には特徴的に厚

さ数mの三波川結晶片岩からなる長径 30cm 程度の円礫を多数含む砂礫層が分布している。この不整合面の標高は、地点Dで約 198mに対し、地点Eでは約 192mである（測量による）。これまでの所、その間には不整合面を切る明瞭な断層は認められていないことから、不整合面は北方へ（地点Dから地点Eへ）緩く傾斜しているとみられる。また、三波川結晶片岩からなる砂礫層の上位には砂岩および泥岩の垂円礫からなる砂礫層（扇状地性堆積物）が分布している。そして、さらに図-2の地点C（標高約 223m）において、上盤土柱層とその上位に分布する和泉層群との境界が確認できる（上位低角度断層）。地点Cにおける断層露頭は風化が著しく、中上北露頭で明瞭な上位低角度断層が観察できるため、この地点における露頭記載は割愛する。

4. 中上北露頭の記載

この露頭は 2009 年 1~3 月頃に土取りされたようで、これまで報告がなく、上方に上位低角度断層が確認できる。

露頭下部には、和泉層群破碎帯が分布している。破碎帯に認められる層理面の構造は、左方（北東側）では、概ね $N30 \sim 70^\circ W/45 \sim 70^\circ N$ を示し、右方（南西側）では $N45 \sim 55^\circ E/80^\circ N$ を示す。そして、右方の破碎帯上部の不整合面直下では、 $N30 \sim 45^\circ E/30^\circ S$ と低角度の構造が認められ、全体的に変形が著しい。破碎帯上位の上盤土柱層との不整合面を切る断層が認められないことから、これらの構造は、土柱層堆積以前に変形したものであろう。

和泉層群と上盤土柱層との不整合面は、この露頭において、右方（南西側）に緩く傾斜している。この中上北露頭の不整合面の標高は概ね 185mであり、中上露頭の不整合面の標高 192~198mより低いことから、不整合面は北に緩く傾斜している。そして、この上盤土柱層は、厚さ数 10cm 程度のシルト層が数層認められるものの、そのほとんどが砂岩および泥岩の垂円礫から構成される扇状地性堆積物であり、中上露頭の上盤土柱層基底で認められたような、三波川結晶片岩の礫を含む砂礫層は認められない。

上盤土柱層の上部に、厚さ 0~数mの角礫主体（10~50mmの砂岩礫）の礫層が特徴的に分布し、その上位に和泉層群の断層破碎帯が認められる。この断層破碎帯には、苦鉄質片岩（塩基性片岩）、泥質片岩および砂質片岩の岩塊が含まれている。これらの岩塊は、地下深部で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

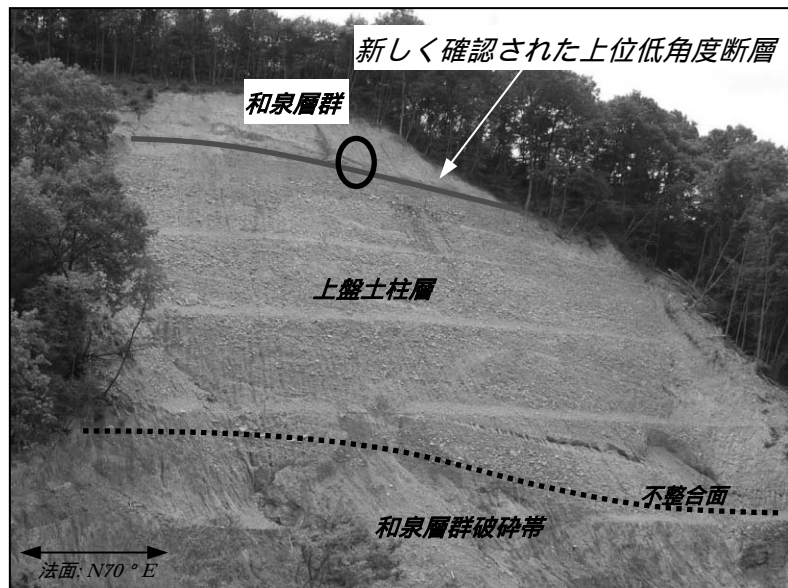


図 - 4 中上北露頭全景（南向きに撮影）



図 - 5 上位低角度断層と
その上盤の和泉層群
(図-4の 印位置)

に伴い地表付近にもたらされたものである。破碎帯内部の構造は、E-W走向で北に緩く傾斜している。上位低角度断層面の構造は、この露頭では、走向が概ねN60°Wで南に10°以下で緩く傾斜しているが、図-1に示すA測線の尾根付近で認められる3箇所の断層露頭の位置から算出すればN8°E/6°Nである(測量実施)。また、断層面で確認される条線の方法は、概ねNW方向で、落とし角は5~10°程度である。断層下盤の角礫層には、この破碎帯の岩片が一部取り込まれているのが確認できる。破碎帯の厚さは、露頭左方(北東側)で数m、右方(南西側)では、地表面に近いところで下盤の角礫層と共に消滅している。そして、この断層破碎帯の上位には、結晶片岩を含む破碎帯と比較して破碎の程度が弱く、層理面の構造を残すが、数cm間隔に開口性の亀裂が細かく発達する褐色を呈する和泉層群が分布している。その境界は西方へ緩く傾斜し、その性状や色調が異なり明瞭でありレンズ状を呈する砂岩層が若干めり込んでいるのが認められる。この和泉層群の層理面の構造はN60~80°W/25°Nであり、中上北露頭のさらに北方に分布している和泉層群の構造と概ね調和的である。

5. 断層の形成モデル

(1) 地質断面図

図-1に示すA測線(実測)における地質断面図を図-6に示す。これによれば、下盤土柱層と接する下位低角度断層は30°で北へ傾斜しており、上位低角度断層は、見掛け南に緩く傾斜している。

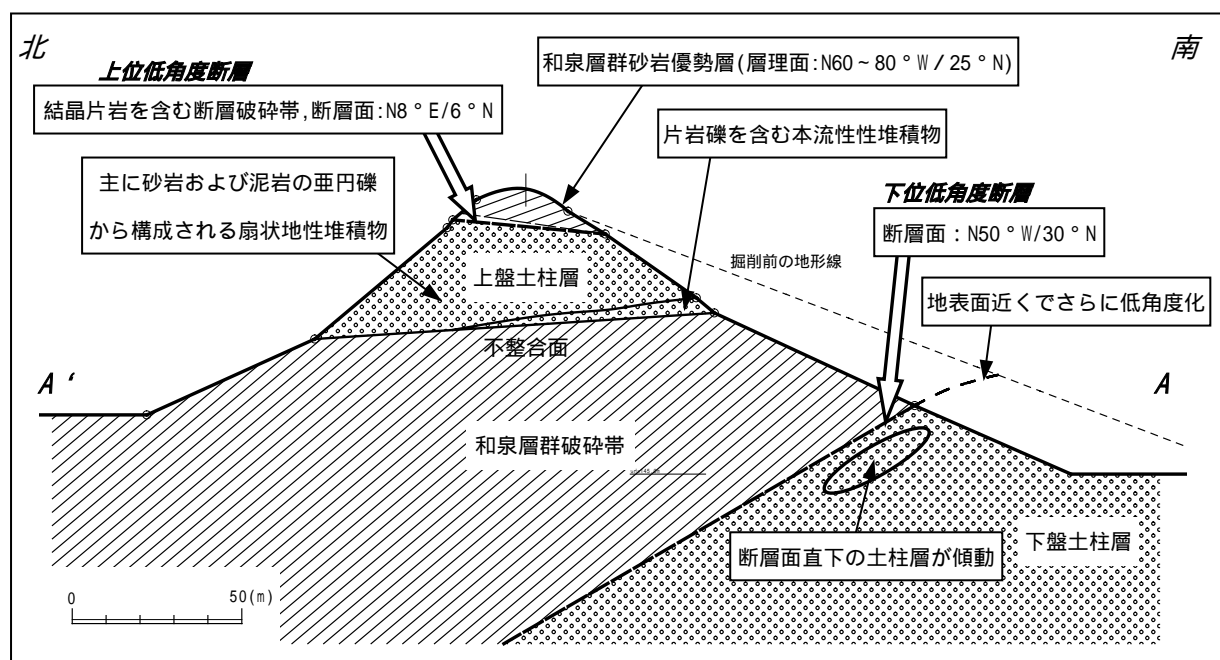


図-6 A測線における地質断面図 (図-1のA測線実測断面より: 方位角N15~30°E)

(2) 低角度断層発達モデル

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^{4), 5), 8)}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。

図-7に中上露頭周辺における中央構造線活断層の運動に伴う讃岐山地の隆起および低角度断層の発達モデルを示す。

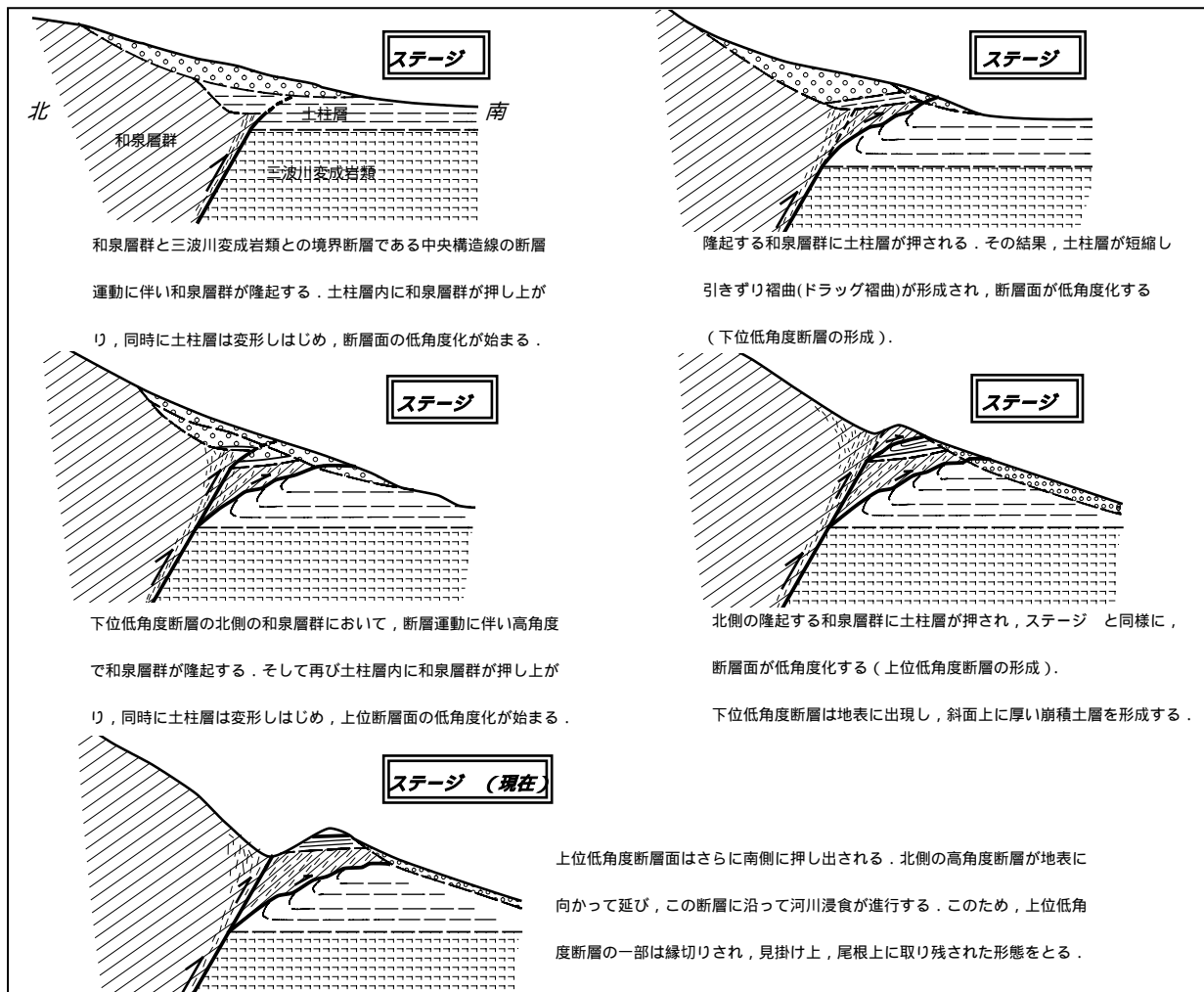


図 - 7 低角度断層の発達モデル図 (中上露頭周辺)

謝辞 : 中上露頭の法面整形においては、(有)藤本重機(徳島県美馬市脇町)、藤山建設(株)(徳島県美馬市美馬町)のご協力をいただいた。ここで改めて深く感謝いたします。

引用文献 :

- 1) 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.
- 2) 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リップマップ解説書, 構造図(8), 地質調査所, 63p.
- 3) 中田 高, 後藤秀昭, 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「脇町」, 国土地理院技術資料, 日本地図センター.
- 4) 横山俊治(1999): 断層・斜面地質学, 日本応用地質学会, pp.22-24.
- 5) 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.
- 6) 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.13-18.
- 7) 中野 浩, 横山俊治(2002): 四国東部の中央構造線荒川断層に見られる地表付近の構造, 日本地すべり学会平成14年度研究発表会講演集, pp.437-438.
- 8) 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.
- 9) 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.