

4. 中央構造線活断層系 ”三野 - 池田断層” の拘束性屈曲 と衝上断層群

Thrusts accompanied by the restraining bend in 'Mino - Ikeda Fault'
of the Median Tectonic Line active fault system, Southwest Japan

加藤 弘徳 (株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

四国における中央構造線は領家帯と三波川帯の地質境界をなしている¹⁾。また、中央構造線に近接して、これに並走もしくは雁行する新旧の断層群が形成されている。これら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とよばれ、明瞭な活断層地形を伴うとされている^{2)~5)}。

中央構造線活断層系は右横ずれ運動が卓越し、四国北東部における右横ずれ平均変位速度は6~9m/千年程度、北側が相対的に隆起する上下変位はその1/10程度以下とされている^{3), 5)}。これらの活断層系は、断層面の傾斜が60°以上の高角度断層である、と考えられている^{2)~5)}。しかし、図-1に示すように断層面の傾斜が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^{2)~11)}。

中央構造線活断層系は、いくつかの活断層がENE-WSW方向に連なって発達し、変位が各々の活断層に受け継がれている⁶⁾。各々の断層の両端部、すなわち次の断層に移る接続部では、北東方向へ偏って延びる複数の分岐断層が認められたり、一般走向に対して方向が若干変わって屈曲していたりすることがある。こうした接合部付近では各断層に沿った横ずれ地形はあまり明瞭ではなく、むしろ縦ずれが卓越すると考えられている³⁾。

徳島県三好市東部に報告されている中央構造線活断層系池田断層と三野断層が接近する領域(図-1)において、土柱層と和泉層群との分布関係と、断層の形態に着目して地質構造を解析した。その結果、本領域は芝生衝上⁷⁾を初めとする低角度衝上断層の発達で特徴づけられる圧縮領域であることが明らかになった。その上で、三野断層と池田断層との関係を考察すると、それらはひとつの横ずれ断層の拘束性屈曲であることが推定されたので、ここに報告する。調査対象としたのは、同市太刀野~芝生~勢力地区にかけての範囲である。なお、三野断層と池田断層を連続する断層として記述するときは三野 - 池田断層(仮称)を用いる。

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^{3), 6), 12)}、その北

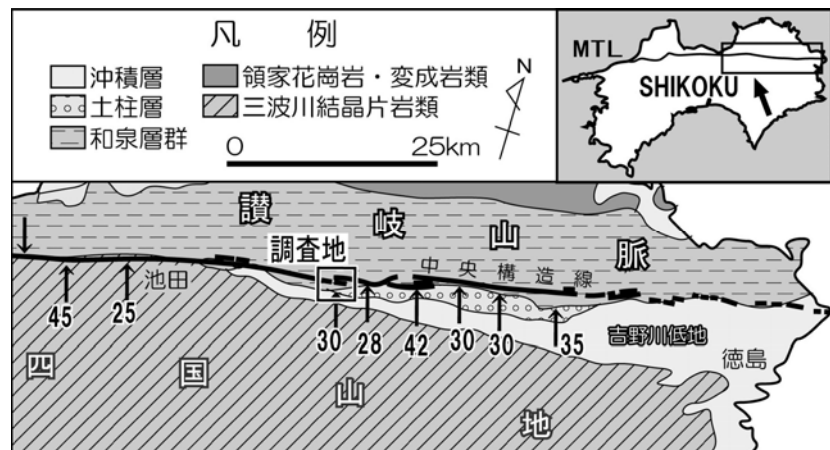


図-1 四国北東部の地質概要と中央構造線沿いの低角度断層露頭の位置^{2)~10)}

中央構造線位置は水野ほか⁶⁾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。

側には標高 600～1,000m の讃岐山脈がそびえている（図 - 1）。讃岐山脈は後期白亜紀の海成層である和泉層群からなる山脈である。讃岐山脈の南麓に沿って鮮新世～更新世の末～半固結礫層である土柱層が分布し、丘陵を形成している。

以下、既存文献等に基づき調査地の地形・地質および活断層の分布状況をまとめる。図 - 2 には、国土地理院発行 1:25,000 都市圏活断層図「池田」に示されている活断層の位置を示している。

三好市三野町太刀野から芝生北方にかけては、東北東に延びる複数の断層が報告されており、ここでは活断層のトレースが大きく屈曲・湾曲している^{3), 6), 12)}。これらの断層のうち、南端の三野断層は変位地形が特に明瞭で活動的と考えられており、河内谷川西岸の段丘面を切断して、比高 10～12m の低断層崖が形成されている³⁾。また、この断層に沿っては破砕帯が広く、多量の断層粘土の分布が報告されている³⁾。

この低断層崖の東北東延長部にあたる河内谷川東岸では、三野断層沿いの大規模な破砕帯が露出している³⁾。黒灰色～灰黒色を呈する断層粘土主体の和泉層群破砕帯の中には、走向 N80°E、鉛直で発達する多数の並行なせん断面が確認されている³⁾。また、和泉層群破砕帯のせん断面に沿って、灰白～青灰色の三波川結晶片岩類に由来した破砕物を取り込まれている。この破砕物の N80°E の方向に発達する面構造に沿って鏡肌が形成していることから、面構造は断層面に相当し、ほぼ垂直に近い三野断層の地下には三波川結晶片岩類の破砕帯が存在すると考えられている¹³⁾。このことから、三野断層は中央構造線の地表トレースとみなされた¹³⁾。

この破砕帯の南端部では、30°N の傾斜で土柱層上に和泉層群が衝上する低角度断層が知られており、これは「芝生衝上」と呼ばれている^{5), 7)}。岡田⁵⁾はこの断層について、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。加藤ら¹⁴⁾は、四国東部では低角度断層とその下盤側の土柱層の分布が密接に関係していること、および芝生衝上下盤の土柱層に山地側からの圧縮を示唆するドラッグ褶曲や層面断層が認められたことから、強度の小さい低地側の土柱層の変形に伴い、深部で高角度であった断層が地表に向かって次第に低角度になっていく機構を想定している。

3. 地質の分布状況

3.1 太刀野地区

この地区には、和泉層群からなる山地の南麓に沿って土柱層が広く分布している。本地区に分布する土柱層は和泉層群砂岩の亜円礫～亜角礫からなる礫層を主体とするが、まれに砂岩・泥岩の角礫を主体とする層が分布している。

西ノ久保から花園にかけて、後述の一部を除き和泉層群の破砕帯が土柱層の上に低角度で衝上している様子を、露頭や転石の分布により追跡できる。また、図 - 2 の Loc.1 および Loc.2 では低角度断層面を露頭で観察できる。この断層面は、全般に 30°以下の低角度で北に傾斜している。低角度断層の上盤に分布する和泉層群破砕帯の厚さは数 m～10m 以上に及び、低角度断層面から数 m の範囲では、破砕帯は黒灰色～灰黒色をなす断層粘土から構成され、しばしば径数 cm の黒色の砂岩小片を混在している。また、断層面から離れるにつれて、破砕帯には褐色を呈するレンズ状～層状の破砕した砂岩が出現する。この破砕帯は全般に亀裂に富むが、それらは密着している。低角度断層北方の斜面には、その上盤の破砕岩体に対応する地すべり地形が認められないこ

とから、破碎は地すべりによるものではない。

低角度断層上盤の和泉層群は、広い範囲で土柱層に不整合に覆われている。このように、上盤の和泉層群を覆う土柱層を本論では特に上盤土柱層と呼ぶ。同様に、低角度断層の下盤側に分布する土柱層を下盤土柱層と呼ぶ。当地区の上盤土柱層と下盤土柱層は、同一の層相を示している。上盤土柱層は、その下位の和泉層群とともに北（または北西）方より衝上してきたものと考えられる。花園の北東方では上盤土柱層の分布北縁と和泉層群の関係はアバットであるが、堂の谷西岸では上盤土柱層と和泉層群の境界が地形に関わらず NE-SW 方向に直線的に延びるため、両者はこの方向の断層関係で接する可能性がある。

堂の谷の西方の山中では、上盤土柱層と下盤土柱層が接するとみられる。ここでは、低角度断層の位置は特定できない。

都市圏活断層図¹²⁾に断層線が引かれている孫十郎谷およびその北東方の北谷では、谷の両岸で和泉層群が確認される(図-2)。これらの谷に沿っては、しばしば幅数 cm 程度の断層粘土や小規模な破碎帯が確認されるが、近隣の中央構造線活断層系沿いでみられるような幅数十 m を越える大規模な断層破碎帯や粘土化は、孫十郎谷の中腹にある全面露頭をはじめ、認められない。

3.2 芝生地区

土柱層は和泉層群からなる山地の南麓に広く分布し、丘陵を形成している。当地区の土柱層は和泉層群砂岩の垂角礫～垂円礫からなる礫層とシルト層との互層として広く分布するが、図-2の Loc.4 周辺をはじめ、限定的な範囲では特徴的に円礫層が分布している。この円礫層の礫種は三波川結晶片岩類を主体

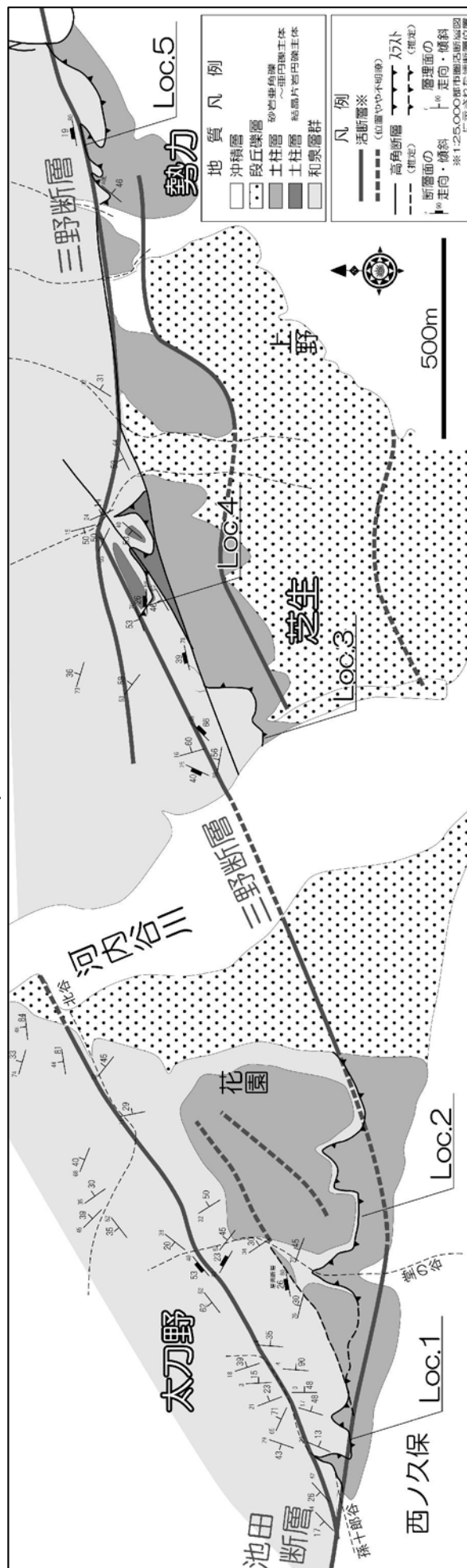


図-2 徳島県三好市三野町芝生付近の活断層および地質分布状況
活断層の位置は文献¹²⁾に従う。

とし、和泉層群砂岩も含まれる。互層と円礫層は高角断層を挟んで接しているとみられる。

芝生衝上（図 - 2 の Loc.3）では、和泉層群が土柱層の互層に低角度で乗り上げている。境界断層面の走向・傾斜は $N60 \sim 70^{\circ}E, 28 \sim 31^{\circ}N$ で、そこには $NW45^{\circ}$ の方向へ 12° でプランジする条線が確認され、芝生衝上は右横ずれをしながら衝上する成分をもつ¹⁴⁾。芝生衝上上盤の和泉層群は、断層面から数 m の範囲では破碎し黒色粘土化しているが、岩盤に開口亀裂は認められない。また、砂岩層が引きちぎられて泥岩中にレンズ状に取り込まれている様子が確認される。

芝生衝上と同様の低角度断層は、これより約 300m 北東方の土取場（Loc.4）の周辺でも確認される。ここは、三野断層³⁾によって北側の山塊から切り離された分離丘陵の頂部である。この周辺の土柱層は特徴的に三波川結晶片岩礫を含む円礫層であり、土取場から東方へ約 100m の範囲にわたって、露頭や表土中の円礫の分布により低角度断層を追跡できる。

土取場（Loc.4）では、和泉層群地山から延びてきた北傾斜の低角度断層によって、和泉層群の岩体が土柱層上へ衝上している（図 - 3）。和泉層群と土柱層が接する境界面の走向・傾斜は $N64 \sim 88^{\circ}E, 26 \sim 30^{\circ}N$ である。この衝上断層に伴う破碎帯は顕著ではないが、断層面に沿って厚さ約 3cm の白色粘土が挟まれている。この粘土は極めて軟弱で、内部には和泉層群起源の砂岩・泥岩の小片が取り込まれている。この粘土に沿っては、各所で多量の湧水が確認され、乳白色の泥水が地表に浸み出している。

3.3 勢力地区

ここでは、三野断層に沿う広い範囲で北側の和泉層群と南側の土柱層の垂角礫層が直線的に接している。しかし、三野断層によって北側の山塊と切り離された分離丘陵の 3 箇所では、和泉層群の破碎岩体が土柱層の角礫層の上に乗っている（図 - 2）。いずれの箇所も、和泉層群と土柱層の直接的な接触面を確認することはできないが、地層の分布から低角度断層の位置を追跡可能である。

図 - 2 に示す Loc.5 では、断層粘土が広範囲に露出し、その斜面直下に土柱層の露頭が確認さ

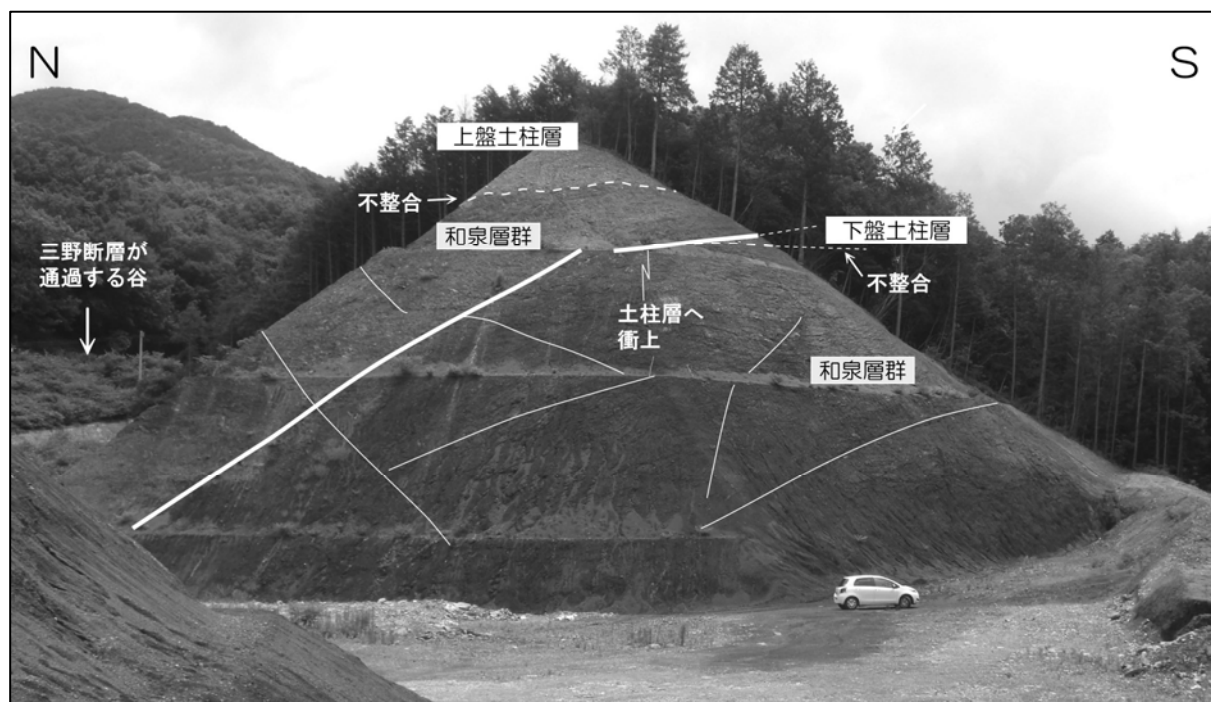


図 - 3 芝生北方の土取場（Loc.4）の壁面にみられる断層（実線）と不整合（破線）
上盤土柱層に不整合に覆われた和泉層群破碎帯が、下盤土柱層に衝上している。
上盤土柱層には水平な堆積構造が保存されている。

れる．断層粘土中のせん断面の走向・傾斜は $N80^{\circ}E, 19^{\circ}N$ で，三野断層の走向と調和している．和泉層群の破碎岩体は，この低角度の断層面を使って南方の土柱層上へ乗っているものと考えられる．この断層粘土のせん断面には，明瞭な条線は確認されない．断層粘土は全体的に暗青灰色を呈し，多数の泥岩の小片が混入しているため，これは和泉層群起源と考えられる．また，この粘土には白色～淡褐色の微細な縞模様が発達しているが，これはせん断面に沿って浸透した地下水に伴い泥岩起源粘土が酸化したものと考えている．この粘土に沿って，いくつかの箇所では多量の湧水が発生している．

4．地表付近の地質境界断層の形態

本調査地域では，和泉層群が土柱層に衝上する低角度断層が広い範囲で確認される．河内谷川東岸の芝生衝上 (Loc.3) では，上述のとおり NE 走向，NW へ傾斜する断層面と，断層面上に北西にプランジする条線が確認されている．これは，上盤が相対的に右横ずれしながら SE 方向へ衝上したことを示している．芝生衝上の北方の土取場 (Loc.4) では，(E)NE 走向，NW に傾斜する低角度の断層面が確認される (図 - 3)．また，河内谷川西岸の太刀野地区の低角度断層は，断層面の正確な走向・傾斜データは得られていないが，その分布は地質図学的に N - NNW 方向への傾斜を示す．以上の地域では，いずれも北方の山地斜面に地すべり地形が確認されておらず⁶⁾，また低角度断層上盤の和泉層群には開口クラックの発達がほとんど認められない．このことから，低角度断層は地すべりにより形成したものではなく，その形成には圧縮領域の存在を考慮する必要がある．

圧縮領域の形成に池田断層および三野断層の断層運動は関係しているのであろうか．断層運動が関係しているとした場合，中央構造線活断層系は右横ずれの断層運動をしていることと，三野断層と池田断層の配置から，両者の関係を示すひとつのモデルとしてオーバーステップ¹⁵⁾が考えられる．ただし，それぞれの断層の直線部分を見ると，互いに重なりはなく，やや離れている．これでは，三野断層と池田断層の間の領域に圧縮の応力場を形成することは難しいかもしれない．一方で既往の活断層分布図¹²⁾によれば，三野断層は河内谷川を挟む格好で反時計回りに S 字状に屈曲しているようなトレースで描かれており，その延長は池田断層に連続する可能性をもってトレースされている (図 - 2)．三野断層と池田断層との間にセグメント境界はなく，連続する三野 - 池田断層が屈曲しているとするとき，この屈曲の形式は拘束性屈曲¹⁵⁾を示し，屈曲部周辺に斜め短縮の応力場を形成するので，低角度衝上断層群が形成されることと矛盾しない．

和泉層群と土柱層の境界断層では，和泉層群と土柱層との間の強度差が大きいので，相対的に強度の小さい土柱層が一方的に変形・短縮される¹⁴⁾．また，四国東部の中央構造線活断層系は右横ずれ成分に加えて，北側上がりの鉛直成分も有している^{3), 5)}．この二つのことに起因して，境界断層は地下深部から地表に向かって次第に低角度になりながら，和泉層群が土柱層に衝上していく．なお，このような圧縮応力場では，横ずれ運動成分よりも低角度衝上が促進される可能性が高い．

河内谷川西岸の太刀野地区に発達する低角度断層は，孫十郎谷および北谷に沿う NE-SW 性の分岐断層 (図 - 2) の深部付近をとおり，断層の南 (西) 側に広がる土柱層を変形させながら低角度断層として地表に達したものと考えられる．またこれと同様に，芝生衝上をはじめとする芝生地区の低角度断層 (Loc.4 および 5) はその北側を通過する三野断層の深部をとおり，低角度断層としてその南方に達した可能性が高い．

なお，調査地東端の勢力地区にみられる低角度断層は，上記の屈曲部からやや外れて位置して

いる(図-2)。池田断層 - 三野断層間の拘束性屈曲による圧縮力がここまで及んでいるかどうかは不明であるが、ここでの三野断層は Loc.5 の東方で反時計まわりにわずかに屈曲しているようにみえることから、局所的な範囲で圧縮力が働き、低角度断層の発達が進められた可能性がある。この地域の断層北側の斜面に地すべり地形は認められておらず⁶⁾、地すべりに伴う低角度断層の形成は考えにくい。

引用文献

- 1) 須鎗和巳・岩崎正夫・鈴木堯士(1991):日本の地質8 四国地方, 共立出版, 266p.
- 2) 岡田篤正(1968):阿波池田付近の中央構造線の新期断層運動, 第四紀研究, Vol.7, No.1, pp.15-26.
- 3) 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.
- 4) 岡田篤正(1973a):四国北縁部における中央構造線の第四紀断層運動, 地理学評論, Vol.46, pp.295-322.
- 5) 岡田篤正(1973b):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.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) 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.
- 12) 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.
- 13) 岡田篤正・長谷川修一(1991):中央構造線のネオテクトニクス. 日本地質学会第 98 年学術大会見学旅行案内書, pp.195-214.
- 14) 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. 日本応用地質学会平成 21 年度研究発表会発表論文集, pp.11-16.
- 15) 狩野謙一・村田明広(1998):構造地質学. 朝倉書店, 東京, 298p.