３．研究報告

３．１　震源断層シナリオ評価のための詳細位置形状・変位量調査及び総合解析

(1) 業務の内容

(a) 業務題目　震源断層シナリオ評価のための詳細位置形状・変位量調査及び総合解析

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学	教授	鈴木　康弘
国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学	客員教授	松多　信尚
国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学	客員教授	杉戸　信彦
学校法人　東洋大学	教授	渡辺　満久
国立大学法人　東京大学地震研究所	准教授	石山　達也
国立大学法人　広島大学	准教授	後藤　秀昭
国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学	技術補佐員	木村　ひなた
国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学	技術補佐員	三島　麟太郎

(c) 業務の目的

複雑な分布パターンを呈する屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯について、震源断層の活動区間を如何に想定すべきかが地震発生予測にとって重要である。これを検討するため、変動地形的手法及び試掘調査等を併用して、活断層トレースの詳細な位置・形状と、地点ごとの上下及び横ずれ変位量の分布を定量的に解析してデータベース化する。最終的に断層トレースの連続性、末端形状、変位量分布、及びサブテーマ２と３の結果を総合して、①想定すべき活動区間、②スリップレート、③強震動推定の際のアスペリティの位置、④断層の地下形状等を、信頼度やデータ充足度を検証可能な形で設定できるようにするためのデータベースを整備する。

(d) ３ヵ年の年次実施業務の要約

1) 令和２年度：

既往の大縮尺活断層地図（「都市圏活断層図」「岐阜県活断層図」「活断層詳細デジタルマップ」等）は、対象断層について概ね同様の位置形状を示しているが、連続性や活動性評価の細部には齟齬もある。このような不一致は、活動区間（断層間の活動の連続性）を評価する上では大きな問題である。既往研究では扱われていない LiDAR 等による高解像度 DEM や写真測量結果を用いて再解析することにより、断層トレースの連続性・分布形状、及び変位量分布に関する詳細なデータベースを作成する必要がある。令和２年度は LiDAR 計測と航空写真測量を実施し、高度な解析を行えるデータを整備した。また、その結果の概査を行い、問題点を抽出した。また、サブテーマ１は「総合解析」を担うことから、開始当初から全体会議を企画・実施した。実施項目は以下の a.～d.の４項目である。

ａ．LiDAR 計測及び空中写真測量による高解像度地形 DEM の作成

既存の LiDAR DEM 整備状況や植生・地形特性を考慮して計測計画を定め、LiDAR 計測と空中写真測量により断層変位地形を詳細に表現できる高解像度 DEM を整備した。

ｂ．変動地形学的手法による活断層認定

空中写真判読と詳細標高 DEM 解析により活断層トレースの位置・形状を精査し、既存の活断層地図における不一致を分析した。

ｃ．断層変位量分布の検討

主に南部地域（猿投山北断層及び猿投－高浜断層帯北部）を対象に、詳細標高 DEM を用いて断層変位量計測を行い、変位量の分布を検討した。

ｄ.総合検討のための全体会議の企画・実施

サブテーマ２と３と連携して震源断層シナリオを絞り込むための重点調査地点を検討した。

2）令和３年度：

ａ．断層トレースの精査

昨年度整備した LiDAR 計測による詳細標高データと、１万分の１の航空写真データベースを用いて変動地形学的調査を実施し、活断層の位置・形状を精査した。これにより詳細な断層トレース図を作成した。当該地域において既に公表されている国土地理院及び岐阜県の活断層図を改訂すべき箇所について精査し、その理由を取りまとめた。

ｂ．累積変位量の計測（精査）

昨年の概査データに加え、上述の断層トレースの見直しに伴い、新たに標高データから地形断面図を作成し、断層変位量計測を行った。この結果が断層トレースの判断材料にもなった。

ｃ．地形面の堆積物調査

断層トレース沿いの概査において、自然露頭で地形面の堆積物を観察し、その風化程度により高位面、中位面、低位面等、地名面編年の大枠を把握することができた。これにより平均変位速度の算出に必要な地形面編年の基礎資料が得られた。

ｄ．変動地形データベースの整備

活断層評価のための変動地形データのデータベース化を進めるため、サーバー上にデータアーカイブするためのプロトタイプモデルを構築した。

3）令和４年度：

サブテーマ１としては以下を実施する。

ａ．断層トレース・変位量分布の確定

変動地形及び現地調査結果を踏まえ、詳細な活断層トレース図・変位量分布図を完成させる。

ｂ．スリップレートの解明

地形面の堆積物調査によりスリップレート（平均変位速度）の分布を求める。

ｃ．起震断層区分案（震源断層シナリオ）の作成

断層トレースの連続性、スリップレート分布から震源断層シナリオを総合的に検討する。

ｄ．変動地形データベースの整備

確定情報を変動地形データベースに登録してアーカイブする。

また、最終年度にあたり総合解析として、サブテーマ２及び３の成果を総合して震源断層シナリオを組み立てる。それが現状の活断層評価をどのように変えることになるか検討する。また、強震動評価及び長期評価に寄与するため震源断層の各種パラメータを検討する。さらにサブテーマ５に対して活断層情報を提供し、防災情報の提供のあり方を検討できるようにする。

(2) 令和３年度の成果

(a) 業務の要約

屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯は、相互に近接する複雑な分布パターンを呈し、震源断層としての活動区間を如何に想定すべきかが地震発生予測にとって大きな課題である。既往の大縮尺活断層地図である国土地理院の活断層図（岡田ほか, 2017、鈴木ほか, 2004、宮内ほか, 2017）や「岐阜県活断層図」（岐阜県, 2010)）にも一部齟齬があり、活断層の長さや連続性に関する評価が定まっていない。また累積変位量やスリップレートのデータも乏しい。こうした問題を解決するため、令和３年度は、ａ．断層トレースの精査、ｂ．累積変位量の計測（精査)、ｃ．地形面の堆積物調査、ｄ．変動地形データベースの整備について検討した。とくに今年度は a.を集中的に実施し、既存の活断層図の齟齬を整理し、新たな詳細地形データに基づいてより正確な活断層トレースを認定した。また説明性を確保できるよう、既存データを変更すべき理由を確認した。その結果から起震断層区分の見直しを開始し、強震動予測や活断層評価への影響を他のサブグループが検討開始できるよう、暫定的なモデルを提示した。b.～d.についても検討を行い、一定の成果を得たが、さらに情報を得るため、次年度においても継続的な検討を行う。

(b) 業務の実施方法

令和３年度の具体的な実施方法は以下の通りとした。実施計画のａ．（断層トレースの精査)、ｂ．（累積変位量の計測（精査））およびｃ．（地形面の堆積物調査）は、本断層帯の活動性を総合的に評価するための項目であるため、「変位地形の再検討」として纏めて記載する。またその目的は活動区間案の作成である、3)として別途項目を立てることとする。

1)変位地形の再検討

昨年度整備した、詳細な地形標高データによる地形陰影図、アナグリフを活用して断層変位地形を判読した。全域を７地区に分けて調査メンバーが各自判読作業を行い、その後にクロスチェックを行った。その際、国土地理院の活断層図、岐阜県活断層図など、既往資料と重ね合わせ、変位地形の認定や断層線の位置を変更する場合には、地点ごとにその理由を説

明可能にした。全てのデータを GIS 化して重ね合わせた。なお、既往資料は原則として縮尺２万分の１程度の航空写真を用い、縮尺 2.5 万分の１の地形図上に断層トレースを描いていたが、本研究においては 50m メッシュの標高データと、１万分の１の航空写真を用いたため、判読精度及び解像度は格段に改善された。その結果、既往図からの変更箇所が多くなった。断層トレースの認定において、基準となる地形面が存在する場所で地形断面測量を行い、地形断面図上で変位の有無や変位量を精査した。

地形面の堆積物（段丘礫層より上位の被覆層）の調査は、屏風山断層および恵那山断層について調査会社に外注し、自然露頭における地質調査を実施した。これにより堆積物の風化程度により、高位面、中位面、低位面の分布の概要を把握した。また調査会社においても独自に地形判読を行い、断層トレースの認定根拠を整理し、調査メンバー全員で議論を行った。

活断層情報の GIS 化についても上述の調査会社が担い、その中で活断層認定根拠を整理した。また、次年度に向けてさらに現地調査による精査を行うべき箇所を確認した。

2)変動地形データベースの整備

最終年度完了までに、本研究の変動地形データベースを作成し、その後の利活用を促進できるようにしたい。このことは活断層評価作業や、成果の普及啓発においても重要である。本年度は最終年度に作成するデータベースシステムのひな形の作成を目指した。利便性を考慮して WebGIS ベースのデータサーバー構築を目指した。

3)活動区間案の作成

本研究では活断層評価の高度化に向けて、変位地形の検討結果と、他のサブグループの結果とを合わせて、最終的に活動区間を検討する。その際にはサブテーマ３による断層の地下形状、サブテーマ２による活動時期等からの検討を待つ必要があるが、断層トレースの連続性の観点からたたき台として第一次案を検討した。

4) 総合検討

参加者全員で活動区間の第一次案を情報共有し、次年度において妥当性や矛盾点を整理することを確認した。

(c) 業務の成果

1) 変動地形の再検討

昨年度整備した LiDAR データに基づく高精細 DEM を使用して、判読作業に利用できるアナグリフを再調整した。具体的には鉛直誇張率を変えたものを複数準備した。また DEM を用いた地形断面図等を補完し、昨年度に実施した空中写真判読結果を再度、詳細に見直して、屏風山断層（手賀野断層を含む)、恵那山断層、猿投山北断層、猿投－高浜断層について、変動地形・詳細位置を明らかにした。

活断層の分布・変位様式などの諸特徴に基づき、屏風山断層を a)中津川～恵那、b) 恵那～三郷、c) 三郷～土岐（駄知)、恵那山断層を d) 川上（かおれ）付近、e)飯沼～岩村、f)岩村～陶町、g) 陶町以西、猿投山北断層を h)曽木～東白坂、i)東白坂以西の各区間に区分した。また猿投－高浜断層北部の j)猿投－高浜断層の飯野～加納 を調査対象とした。ここでの区間分けは記載のためであり、必ずしも地震の際の活動区間に対応するものではない。しかし各区間毎に変位地形の特徴が異なるため、その意義については最終年度の検討課

題である。それぞれについて詳細な断層トレース・断層変位地形の特徴・累積変位量と、既存の活断層図（国土地理院の活断層図・岐阜県活断層図）との相違点を以下に詳述する。

a）屏風山断層帯:中津川～恵那

屏風山断層は中津川市から土岐市駄知まで連続する。そのうち最東部に位置するのが中津川～恵那区間である。この区間では、活断層のトレースはいわゆる屏風山断層崖に沿って分布するトレースと中津川盆地側に分布するトレースに区分され、前者は手賀野断層、後者は屏風山断層及び蕨平断層（活断層研究会編，1991）から構成される（図１に本研究により修正された断層トレース、及び図２以降の範囲を示す）。

中津川～恵那区間では横ずれ変位を示唆する地形は認められず、南東傾斜の逆断層とする従来の見解（宮内ほか，2017）と整合的である。断層に沿っては新旧の河成段丘面を変形・切断する北向きの撓曲崖・低断層崖が東北東～北東走向で断続的に分布する。なお、この区間における地形判読に際しては、アナグリフに加えて米軍及び国土地理院 70 年代撮影の約１万分の１空中写真のステレオペアを使用した。

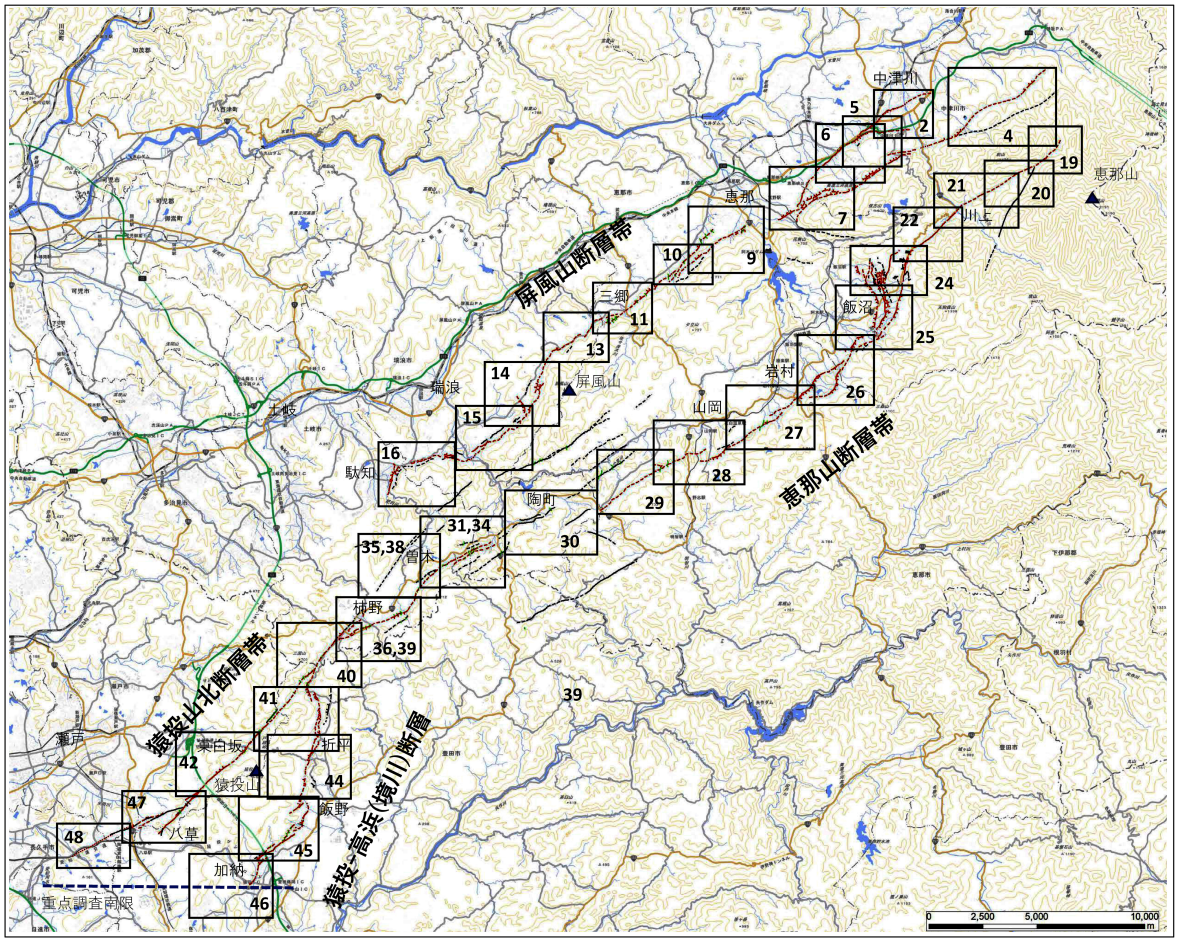

図１　調査対象地域の本研究による活断層（赤線）及び推定活断層（黒線）と詳細図番号（図２以降と対応）。国土地理院地図に加筆。断層トレースは本研究の成果による。

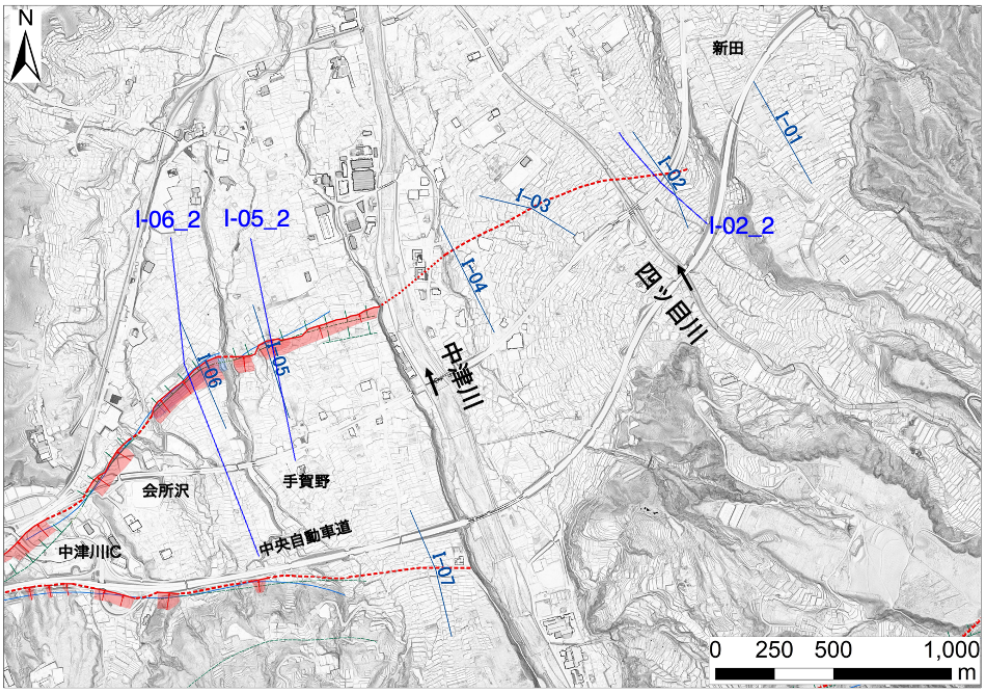

図２：手賀野断層北東部。背景の等高線の間隔は２ m。赤線は本研究、青線は岐阜県(2010)，緑線は国土地理院の活断層図。I-XX のラベルの付いた青線は地形断面図の位置を、黒矢印は河川の流下方向を示す。以下の活断層図でも同様。

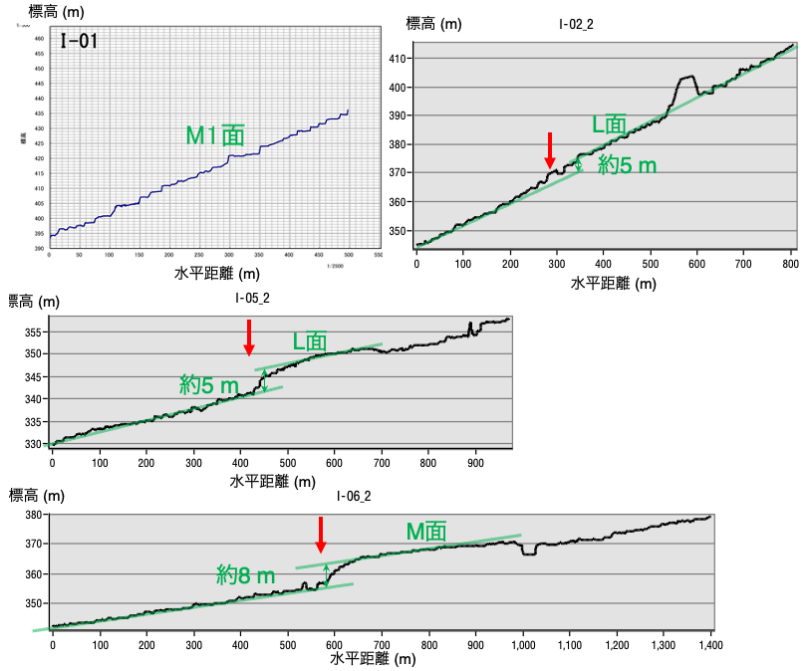

図３ 高精細 DEM により作成した地形断面図。断面図の位置は図２に示す。赤矢印は断層トレースの位置を示す。地形面分類は岡田ほか（2017）による。

手賀野断層は、断層トレースの北東端部では屏風山断層の約２km 北北東側に分布するのに対し、トレース南西端部では屏風山断層に収斂する。手賀野断層の北東端部については、国土地理院の活断層図（岡田ほか，2017）及び岐阜県(2010)では中津川左岸に分布する低位段丘面を変位させる低断層崖とする一方、東郷・池田（2002）は中津川右岸に分布する中位段丘面まで延びるとした。今回行ったアナグリフ・空中写真による地形判読は東郷・池田（2002）の見解を支持し、中津川右岸の中位段丘面に北向きの低断層崖（位置不明瞭）が存在すると推定される（図２）。高精細 DEM（0.5 m グリッド）による地形断面図によれば、中津川支流・四ッ目川右岸では約５m の上下落差が認められる（図３； I-02_2 断面)。一方、これより東に分布するより上位の段丘面(図２ 新田をのせる中位段丘面)上には上下変位は認められない（図３； I-01 断面）ことから、断層はこれより北には延びないものと推定される。

中津川左岸では、低位（手賀野をのせる)・中位（同じく会所沢）段丘面上にそれぞれ比高約５m・８m の北向き撓曲崖・低断層崖が分布する（図２； I-05_2 及び I-06_2 断面)。これら崖線は湾曲しており、地表近傍では断層面が低角であることを示唆する。また、低断層崖より南の段丘面は上に凸のふくらみを伴い、背斜状変形を受けていると考えられる。撓曲崖・低断層崖で表される断層トレースは、中津川 IC 付近で北東～東西走向・北向きの撓曲崖・低断層崖に収斂する（図２及び４)。この断層線は、国土地理院の活断層図（岡田ほか，2017）では推定活断層として記載されていたが、今回米軍撮影の約１万分の１空中写真を判読した結果、新旧の段丘面を変形・切断する低断層崖を伴うことが明らかとなった。ただし、断層線と中央自動車道が並走している区間では原地形が著しい人工改変を受けているため、高精細 DEM を用いた上下変位量の推定は行わなかった。上下変位量の推定を行うには人工改変前の空中写真を用いた航測図化などを行う必要がある。

手賀野断層の２条の断層線が収斂する深沢地区では、新旧の地形面に累積的な上下落差を伴う変動崖が認められる。土岐砂礫層で構成される丘陵頂部に発達する高位段丘面を上下に変位させる低断層崖が発達し、上下変位量は約 26 m とされる（東郷・池田，2002）（図４)。これより更に南西側には、低位・中位段丘面を上下に変位させる低断層崖・撓曲崖がほぼ連続的に分布する。ただしここでも原地形が著しい人工改変を受けているため、高精細 DEM を用いた上下変位量の推定は行わなかった。更に西側では走向を北東に変え白坂地区まで活断層（位置不明瞭）が分布する。白坂地区では、高精細 DEM による地形断面図によれば、低位段丘面に約５m の上下落差が認められる（図８，I-10 断面)。

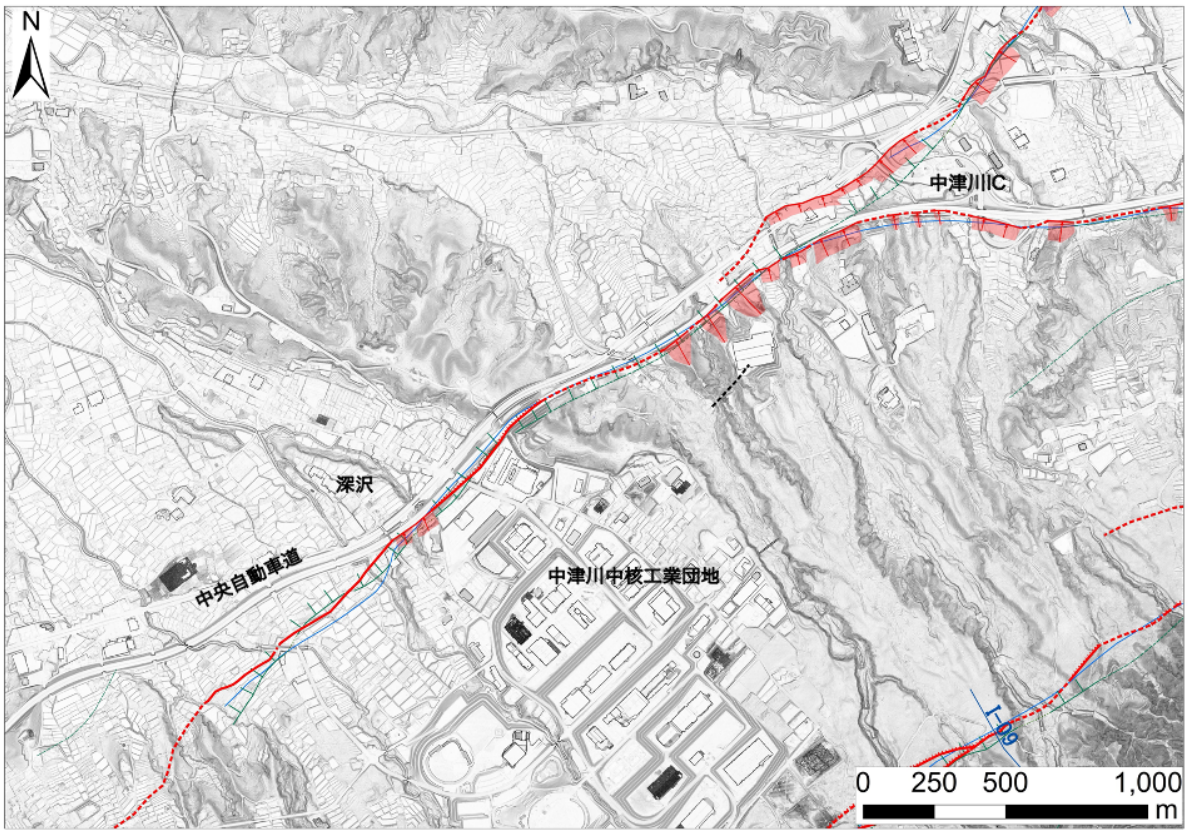

図４　高精細 DEM により作成したアナグリフ及び空中写真の地形判読に基づく活断層図（手賀野断層中部）

屏風山断層・蕨平断層については、断層トレースの位置は既存の断層図と大局的に一致し、一般に北向きの低断層崖で表現される。ただし、国土地理院の活断層図（岡田ほか，2017）において屏風山断層崖基部に推定されていた活断層（位置不明瞭）（落合川～地蔵堂川の区間）については、新期の変位地形が認められないことから、ここでは推定活断層（位置不明瞭）とした（図５）。一方、屏風山断層崖前縁に分布する土岐砂礫層からなる丘陵部には、蕨平断層から連続する高度不連続が認められることから、これらを一連の活断層（丘陵部は位置不明瞭）と認定した（図５）。中津川以西では、植生を除去した高精細 DEM の判読によって、屏風山断層崖の基部に位置が確実な低断層崖が多く認められた。

その結果、従来の活断層図に比べて断層トレースはより連続的となっている（図２、６、７）。高精細 DEM による地形断面図によれば、高位段丘面に約 15m の上下落差が認められる（図８； I-9 断面）。また、阿木川右岸に分布する上下２段の低位段丘面上には河川の流下方向と直交する低断層崖が存在し、このうち上位の低位段丘面における上下落差は約２m である（図８； I-11 断面）。このような極新期低断層崖の存在は、比較的最近の断層活動を示唆する。一方、屏風山断層の変位基準は多くの地点で土岐砂礫層（山崎ほか，2020；葉田野ほか，2021）あるいはこれを切って形成された高位段丘面であること、現在の断層活動開始時期が明らかではないこと（東郷・池田，2002）から、古い変位基準を利用して平均変位速度の推定を行う際にはこれらの点に留意する必要がある。

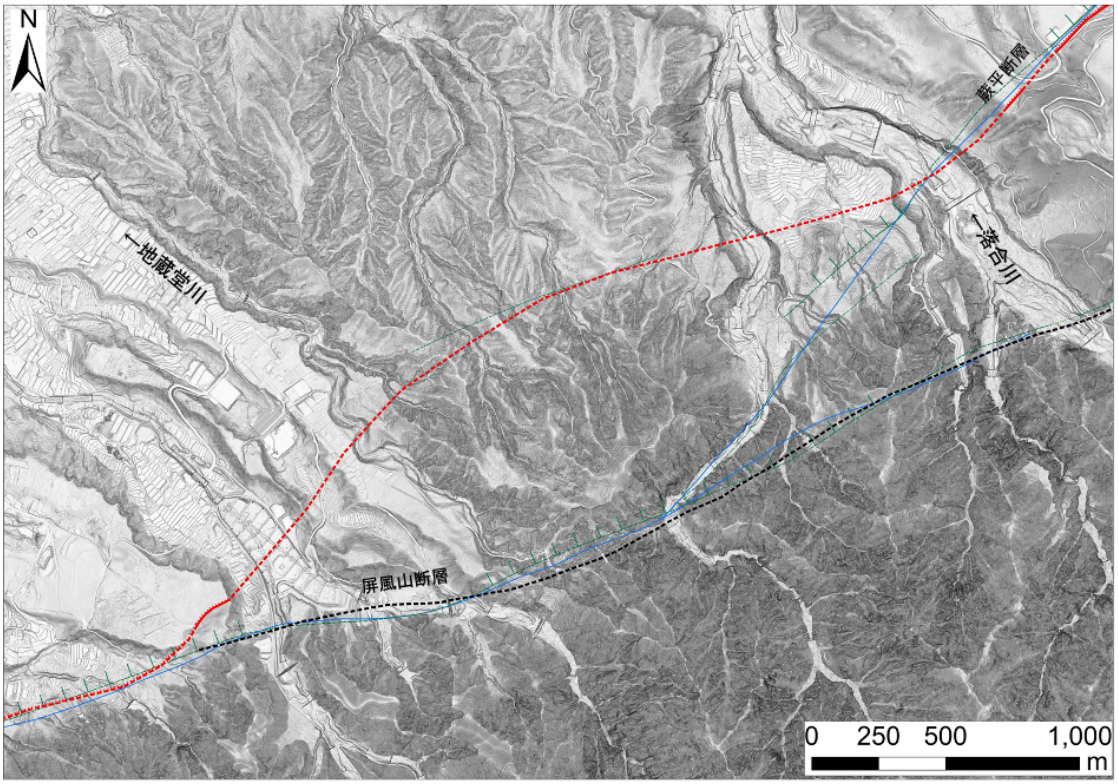

図５　活断層図（屏風山断層北東部・中津川以東）

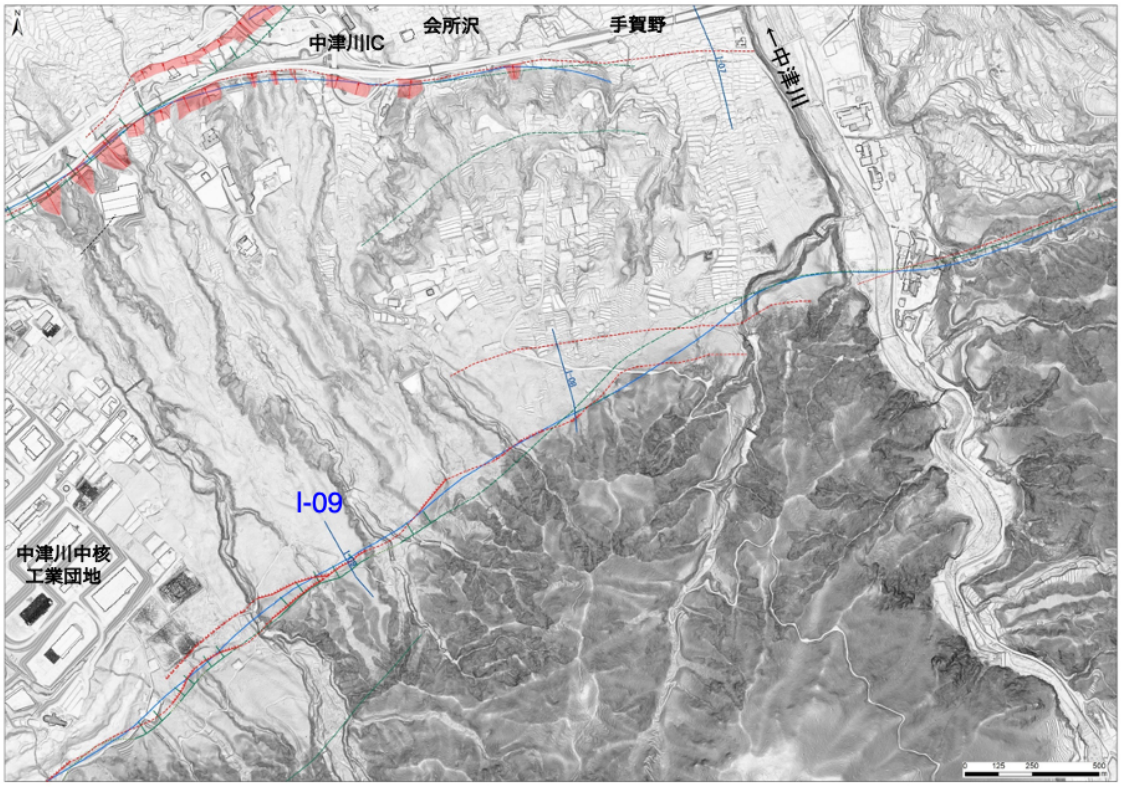

図６　活断層図（屏風山断層北東部・中津川以西）

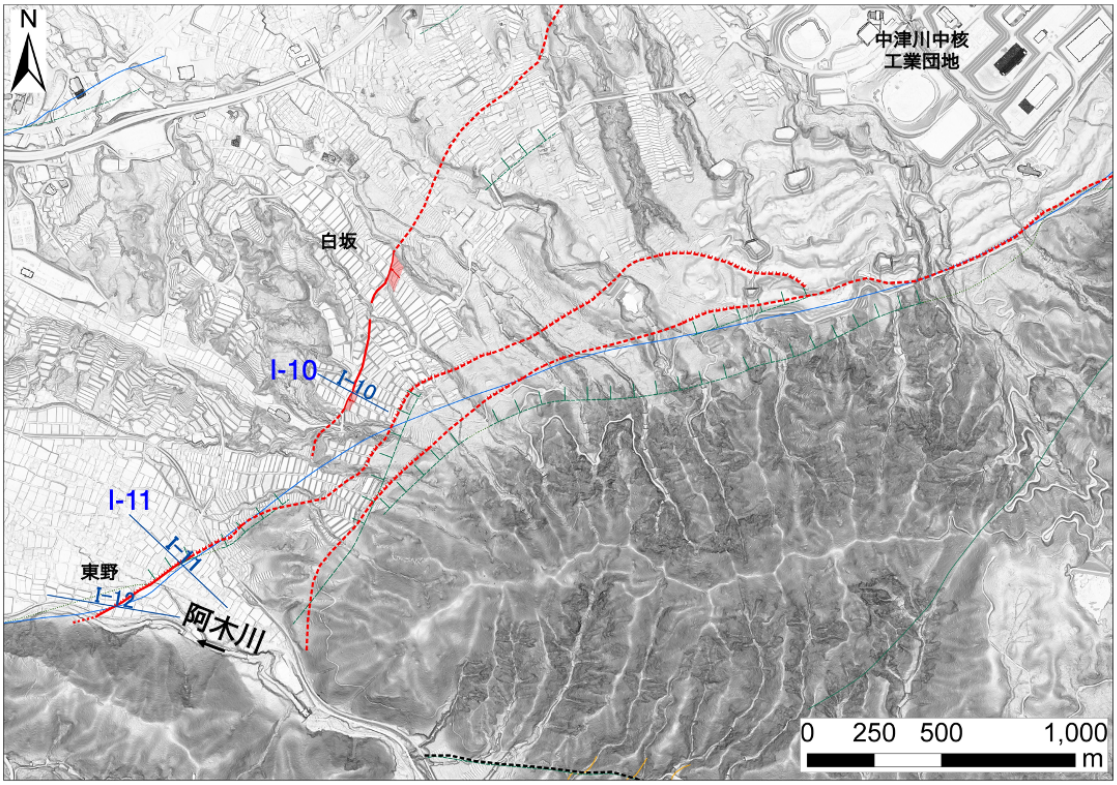

図７　活断層図（屏風山断層・手賀野断層、阿木川以西）

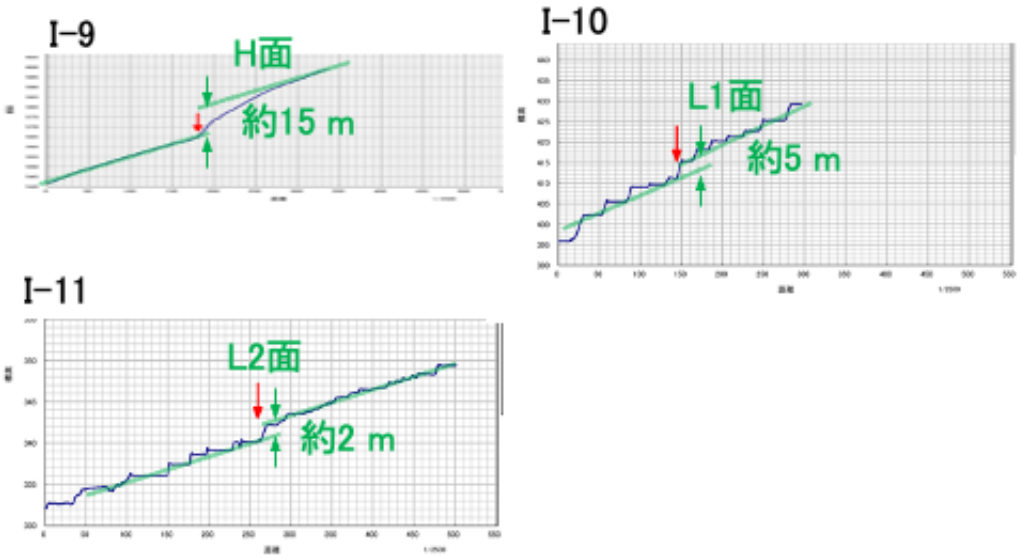

図８　高精細 DEM により作成した地形断面図。断面図の位置は図６・７に示す。赤矢印は断層トレースの位置を示す。地形面分類は岡田ほか（2017）による。

b）屏風山断層帯:恵那～三郷

この区間では、屏風山地の北西山麓に活断層が認定されてきた（岡田ほか，2017；宮内ほか，2017 など）。LiDAR に基づく DEM の判読を踏まえると、山麓線に沿った変位とともに、その北西約 500m以内に山麓に発達する扇状地を撓曲させる変位地形が認識される。

断層線の分布は北東に向かって分岐するように見え、断層線に沿った一部の河谷に右横ずれが確認される（図１）。

長島町正家の高位段丘面は森林に覆われ、地形の様子がよくわからなかったが、LiDARに基づく地形アナグリフでは地形面を変位させる様子が読み解けた（図９）。ここでは、山麓に沿って傾斜変換線が延びており、東部では南東落ちの逆向きの小崖が北東－南西方向に約 200ｍの区間に渡って認識できる。これらが横切る河谷の侵食崖は右にずれ、谷底は変位しているように見える。詳しい地形地質調査を行う候補地の一つである。

長島町鍋山から三郷町野井では、屏風山地から北西に流下する複数の小河川が扇状地を形成し、北西に傾斜した連続した平滑な山麓緩斜面が発達しており、多くが現世の土石流扇状地と考えられる（図 10)。これまでの活断層地形判読では、主に傾斜変換線をなす山麓線に沿って断層線が描画されてきたが（宮内ほか, 2017)、LiDAR データを基にした垂直倍率を強調した地形アナグリフを用いることで、山麓緩斜面を横切る２条の活断層が認識できた。山麓線のうち、南西部では地形面を明確に変位させる地形が認められないことから、推定断層として描画した。

山麓緩斜面を横切る２条の活断層のうち、北西のトレースは、山麓線から 500ｍ程度北西で山麓線にほぼ並行に延びる。北東部では高位面上に傾斜変換線が認められるとともに、高位面開析谷に右横ずれ変位があるように見える。この下位の土石流扇状地面上にも扇状地を横切る北東－南西方向に高度の不連続が認められ、G-11 断面では約３ｍの上下のずれがある（図 12)。

一方、長島町鍋山から三郷町野井の山麓線のうち、北東部では、新旧の地形面を横切って撓曲崖が認められ、新期の断層活動は明瞭である。上下変位量は高位面で約２ｍ である（図 12, G-5 断面)。このトレースの南西延長は土石流扇状地を変位させており（G-13 断面)、山麓線から最大で約 250ｍ離れている。

三郷町野井から佐々良木にかけては、直線状の山麓線に沿って地形面の変位や河谷の右屈曲が認められ、これに沿って活断層が延びているものと考えられる（図 11)。人工改変によって地形が解りにくくなっているが、土石流扇状地の谷口付近で１～２ｍ 程度の上下変位があるものと推定される。また、土石流扇状地を開析して形成された侵食崖に右横ずれが認められる。佐々良木川左岸では山麓付近に、鞍部を挟んで河谷の系統的な右屈曲が確認できる。その北西には扇状地を変位させる撓曲崖があり、横ずれ変位と縦ずれ変位が分散している可能性を指摘できる。

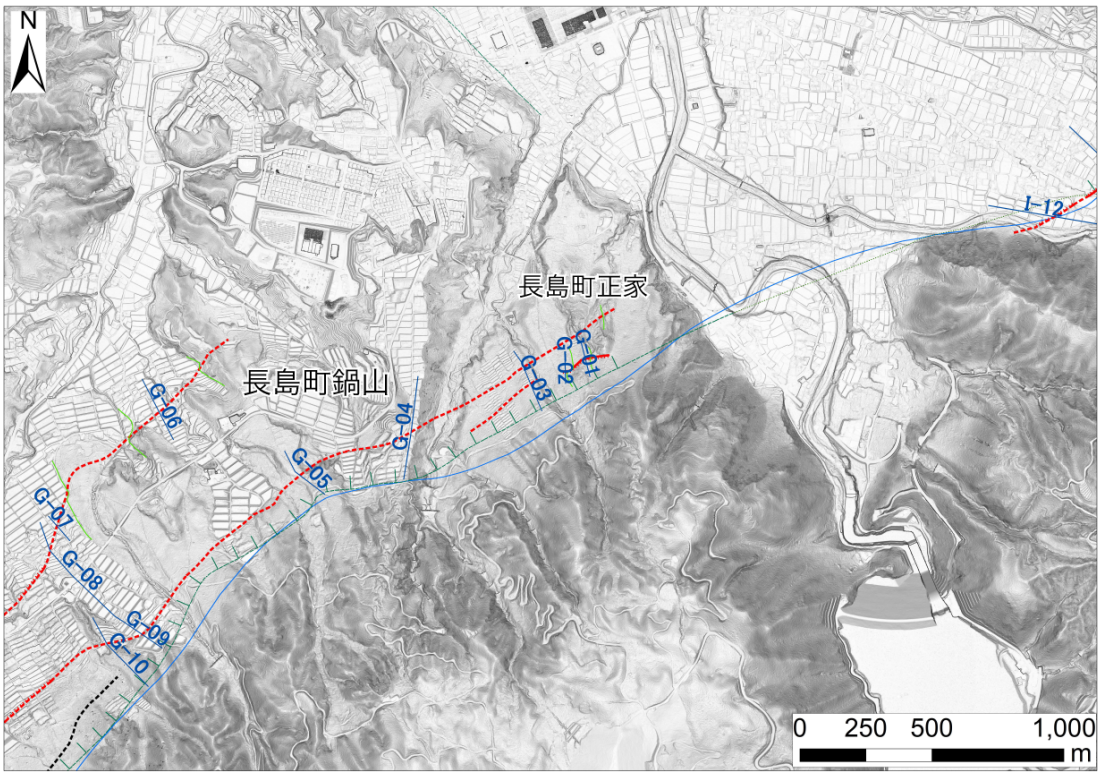

図 9　活断層図（屏風山断層）

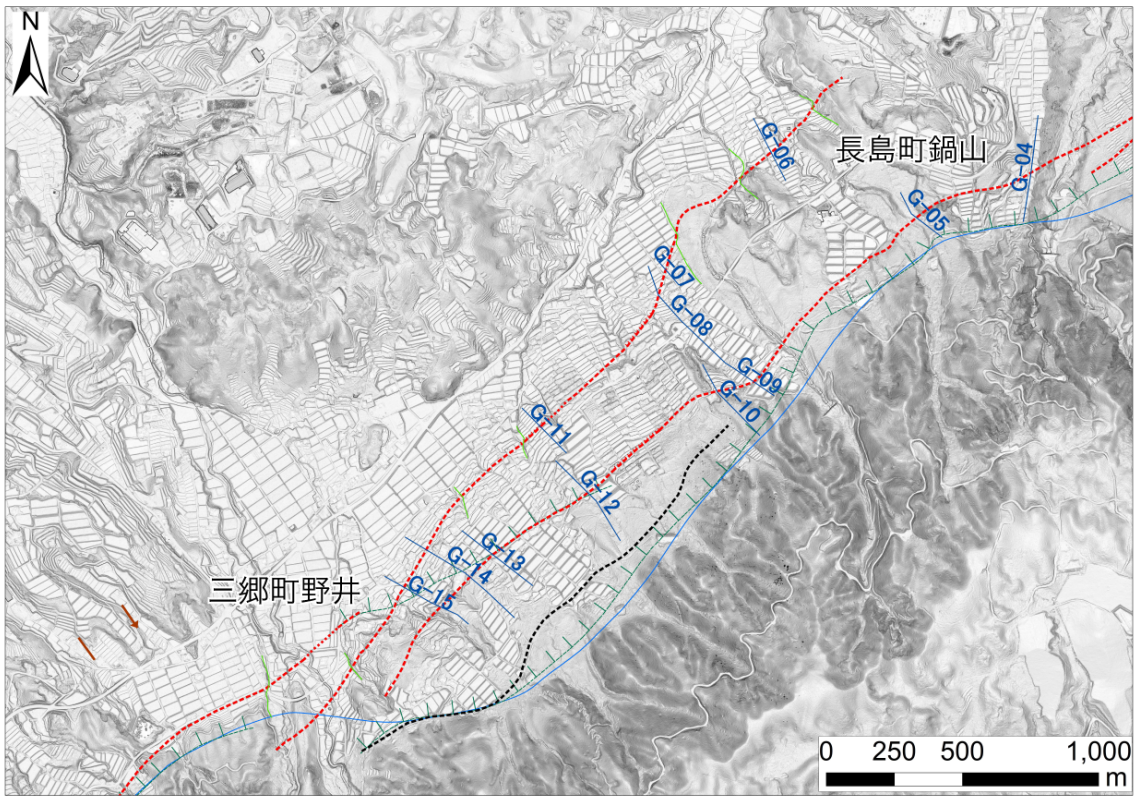

図 10　活断層図（屏風山断層）

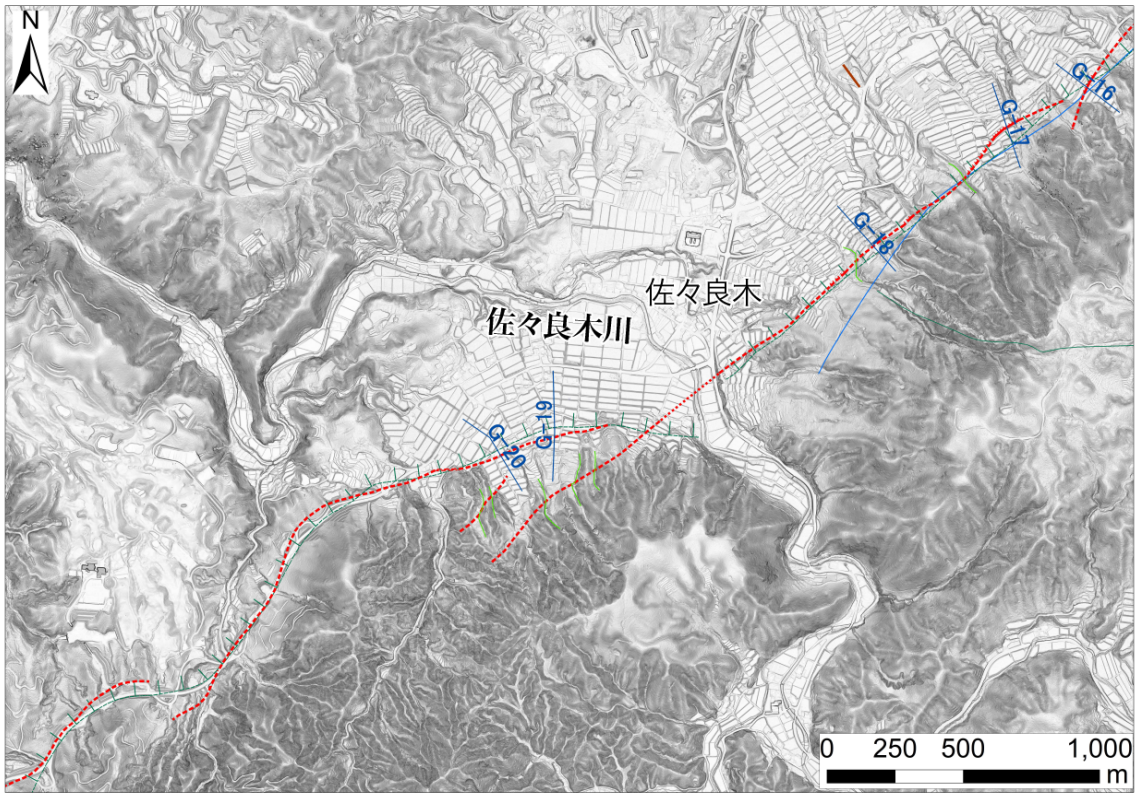

図 11 活断層図（屏風山断層）

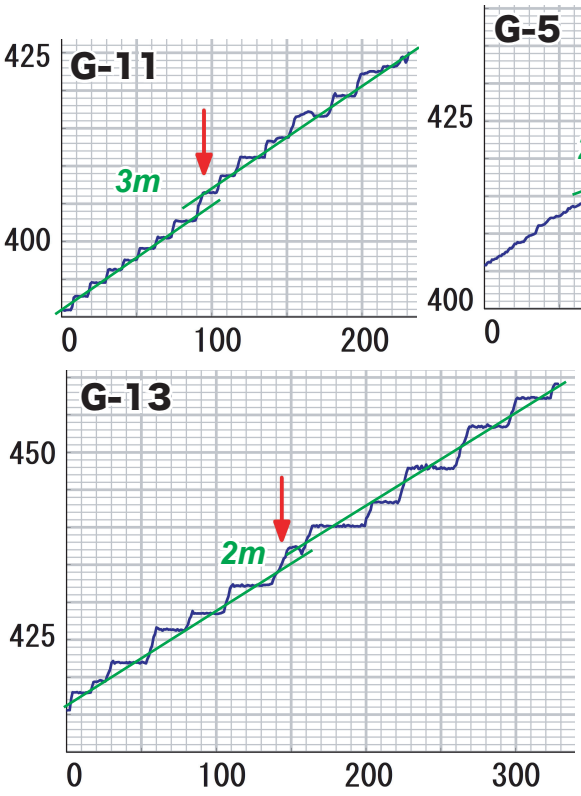

図 12 高精細 DEM により作成した地形断面図。断面図の位置は図 9・10 に示す。赤矢印は断層トレースの位置を示す。

c）屏風山断層帯：三郷～駄知

恵那市三郷町佐々良木～土岐市駄知町付近にかけては、山地の北西縁付近に高度不連続がほぼ連続して認められ、新旧の河成段丘面が変位を受けて形成された低断層崖や撓曲崖が断続的に認定される。

本区間の地形判読にはアナグリフと国土地理院 70 年代撮影の縮尺約 1 万分の 1 空中写真を使用し、南西部については米軍撮影の縮尺約 1 万分の 1 空中写真も使用した。

c-1）佐々良木～小里川付近

山地の北西縁付近について、国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017）には概ね直線的な活断層トレースが表示され、岐阜県（2010）には活断層・推定活断層は表示されていなかった。本研究によるアナグリフ・空中写真判読の結果、図 13～16 のように活断層が認定された。トレースの形状は必ずしも直線的ではなく、また横ずれを示す地形的証拠は認められない。山地北西縁の活断層の西～北西方には、推定活断層が数条認められるが、山地北西縁の活断層との関係は不明である。

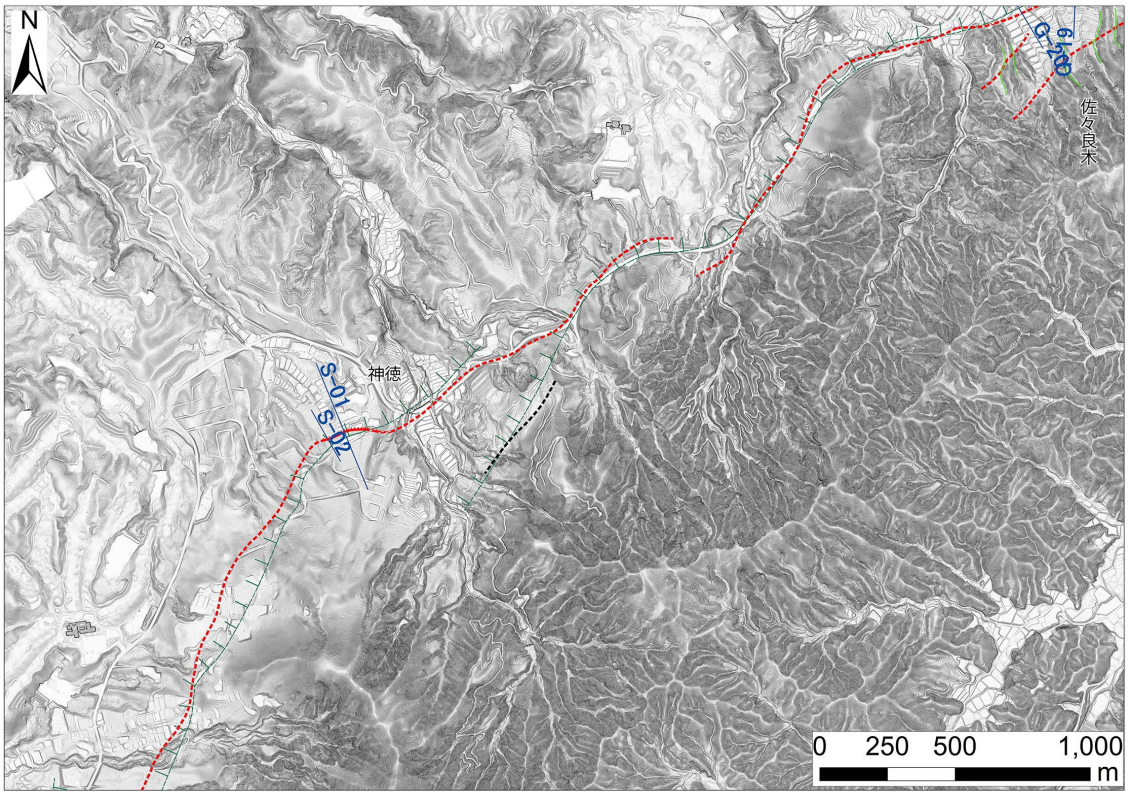

図 13 活断層図（三郷～駄知）その 1

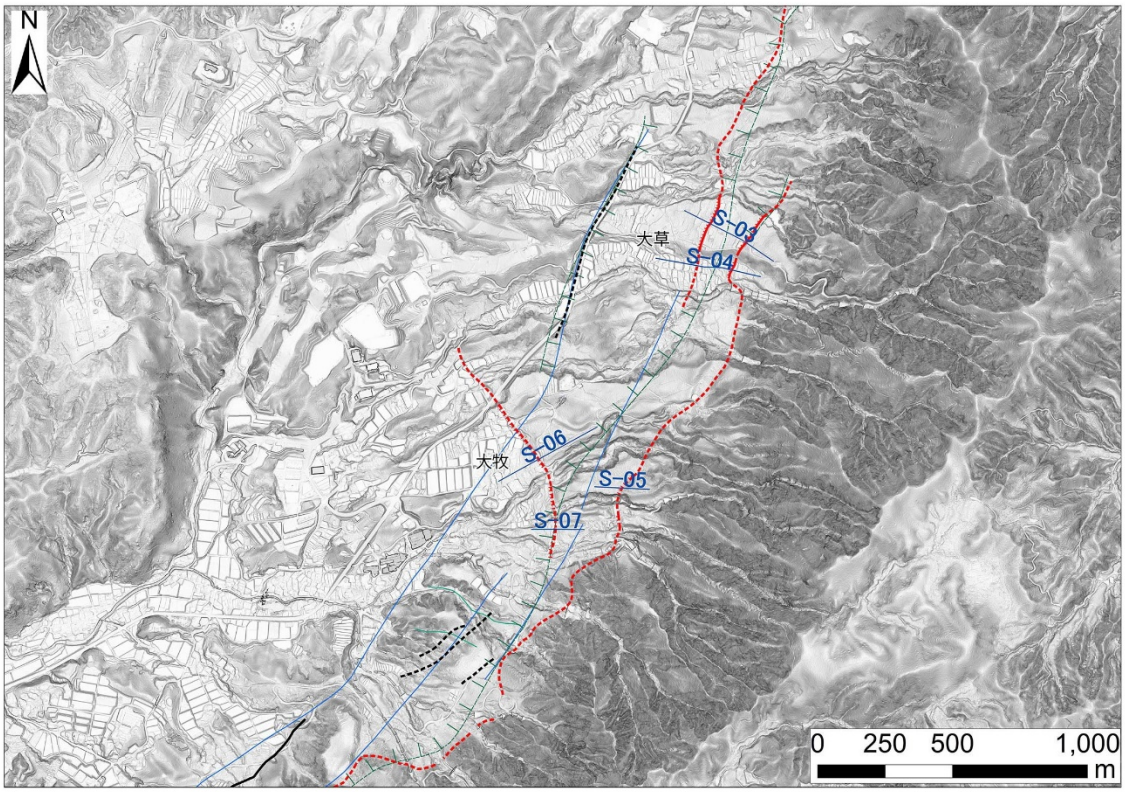

図 14 活断層図（三郷～駄知）その２

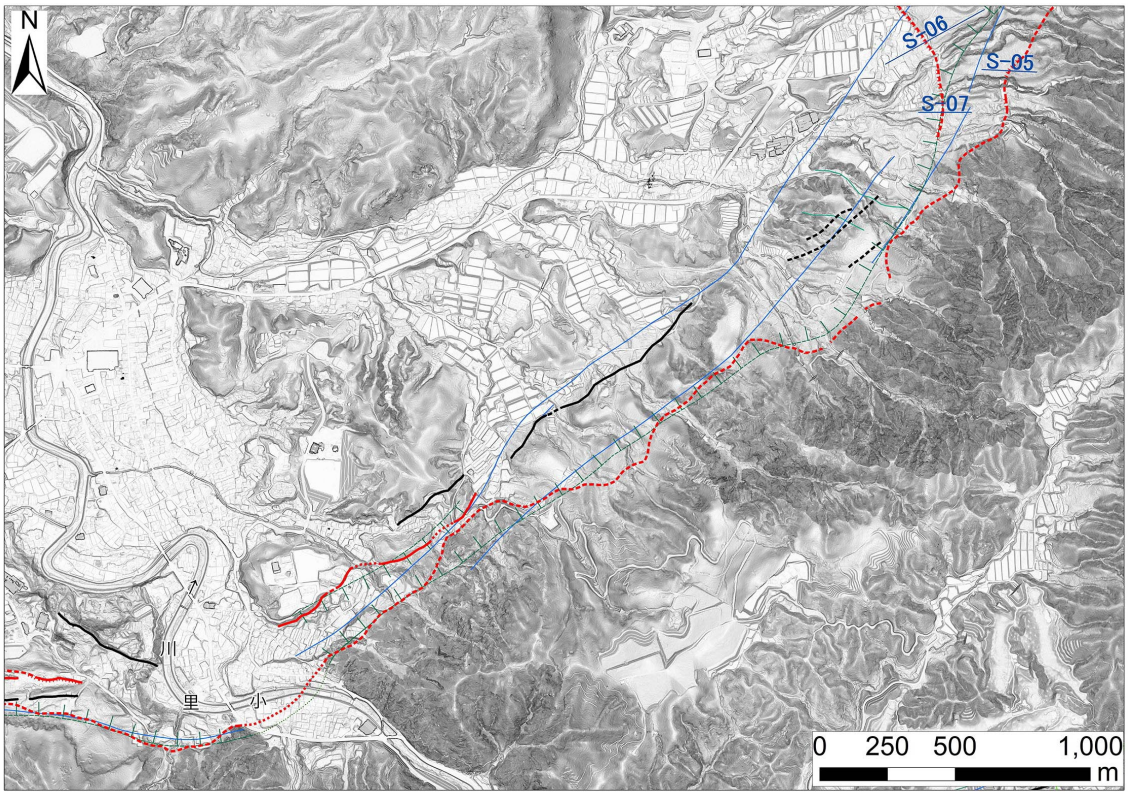

図 15 活断層図（三郷～駄知）その３

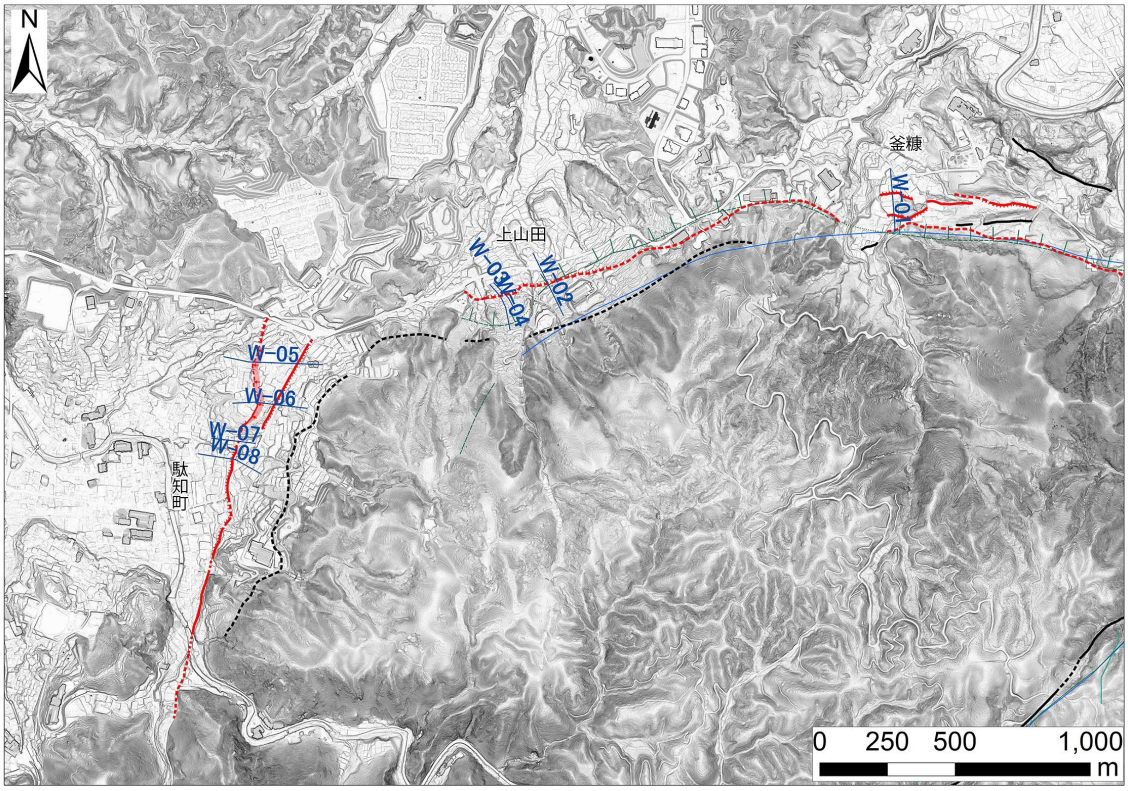

図 16 活断層図（三郷～駄知）その４

神徳付近には、中位段丘面上に北落ちの低断層崖が認定され（図 13)、約１～２ m の上下落差が認められる（図 17 の S-01・02)。国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017）はこの低断層崖に概ね相当する活断層線を表示している。大草付近には西落ちを示す低断層崖が２列認められる（図 14)。西側のトレースにおいては、中位段丘面に約２ m の上下落差が認められるが、すぐ南の低位段丘面には変位は認められない（図 17 の S-03・04)。東側のトレースのうち、中位段丘面付近及びその北方については国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017）のトレースに概ね相当する。中位段丘面における上下落差は約２ m であり、すぐ南の低位段丘面における上下落差は約１ m である（図 17 の S-03・04)。北方のため池北岸付近においては断層露頭が確認されており（岐阜県，2001)、国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017）は活断層露頭の記号を表示している。なお、S-01～04 付近の地形面区分は国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017）による。

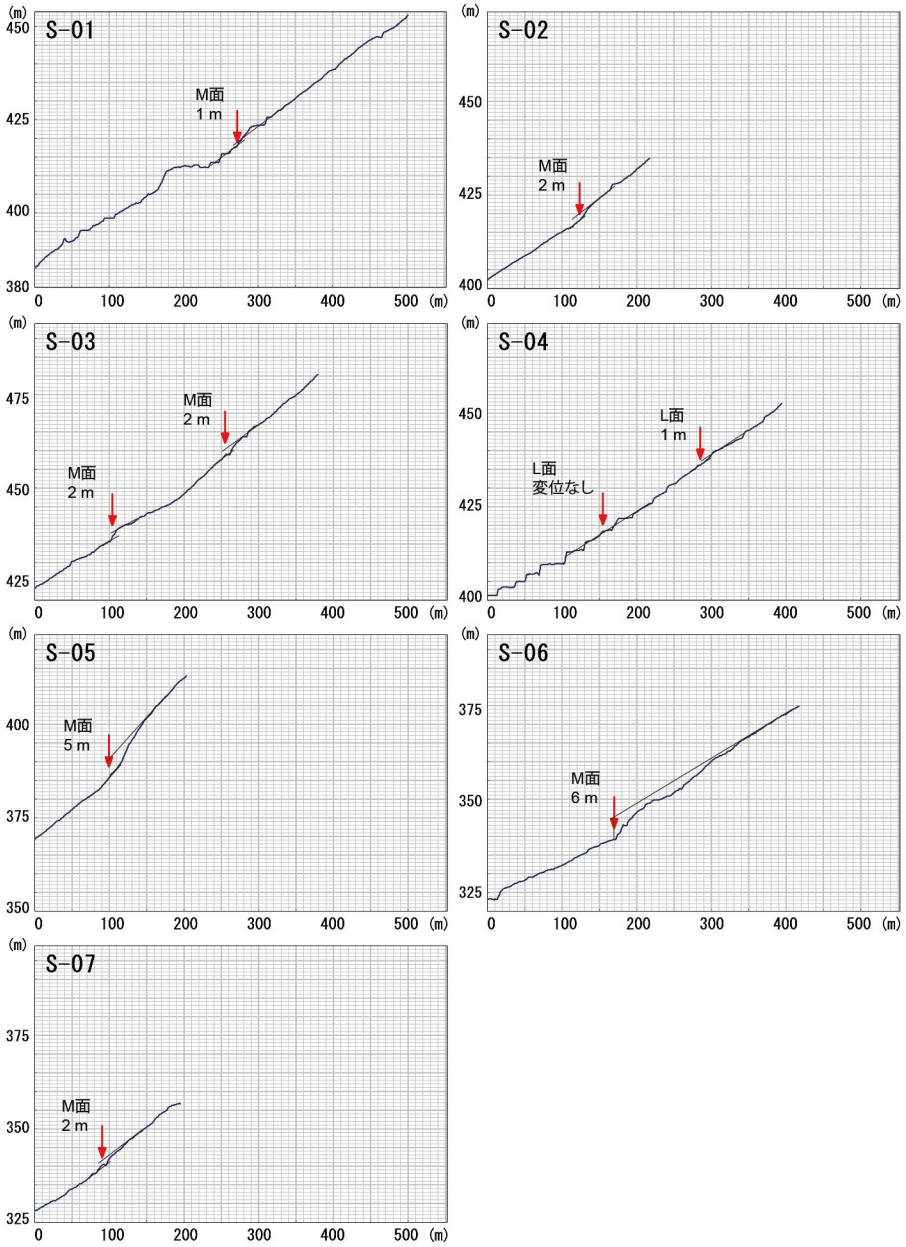

図 17　高精細 DEM による地形断面図（三郷～駄知）その１（地形断面位置は図 13～15）

大草付近の東側のトレースは南方へと連続しており（図 14)、大牧東方においては中位段丘面に西落ち約５ m の上下落差が認められる（図 17 の S-05)。大牧付近には、このトレースの西側に、北西－南東～南北方向に延びる南西～西落ちの活断層トレースが認定された（図 14)。上下落差は中位段丘面（上位）で約６ m、中位段丘面（下位）で約２ m である（図 17 の S-06・07)。

小里川右岸付近には、山地北西縁のトレースのやや北西に、南東落ちを示す活断層線が並走して認定される（図 15)。両者の関係は不明である。

c-2) 小里川～駄知付近

小里川の左岸の山地北縁部には、ほぼ東西走向の活断層トレースが図示されてきた（岐阜県（2010）・国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017）による）。これらの断層トレースは小里川を横切ると考えられるが、小里川沿いの沖積面には断層変位は認められない。

瑞浪市稲津町小里釜糠付近では、山地北縁部よりやや北側に南落ち及び北落ちの活断層トレースを新たに認定した（図 15,16）。これらの断層の関係（断層構造）は不明である。釜糠付近には古い地すべり起源の土塊が存在する可能性があるが、それらを切って形成された低位面（L 面）と推定される河成段丘面に断層変位地形が確認できる。北落ちの上下変位量は約 3.5 m であるが、約 0.5 m の南落ちの変位も生じている可能性がある（図 18 の W-01）。

瑞浪市山田町上山田付近では、山地北縁から北に離れた位置において、低位面（L1 面・L2 面）と推定される河成段丘面に北落ちの断層変位が認められる。L1 面の上下変位量は２～2.5 m 程度である（図 18 の W-02・04）が、L1 面より高度が低い L2 面の上下変位量は約１ m である（図 18 の W-03）。このため、この活断層の最新活動時期は L2 面形成後であり、L1 面には断層変位が累積している可能性がある。

土岐市駄知町では、NNE-SSW 走向の活断層を新たに認定した（図 16）。この活断層は、岐阜県（2010）や国土地理院の活断層図（鈴木ほか，2004）では認定されていない。山麓部の推定断層のトレースは、上記の上山田付近から連続しているが、段丘面に見られる断層変位が上山田付近まで連続するかどうか、確認できていない。中位面（M 面）と推定される河成段丘面には４～5.5 m の西落ちの上下変位と、1.5 m 程度の東落ちの断層変位が確認され（図 18 の W-05・06）、バルジ状の高まりが形成されている。低位面（L 面）と推定される河成段丘面の上下変位量（西落ち）は約３ m である（図 18 の W-08）。また、L 面を刻む河川が形成した谷底には、断層変位は見られない（図 18 の W-07）。

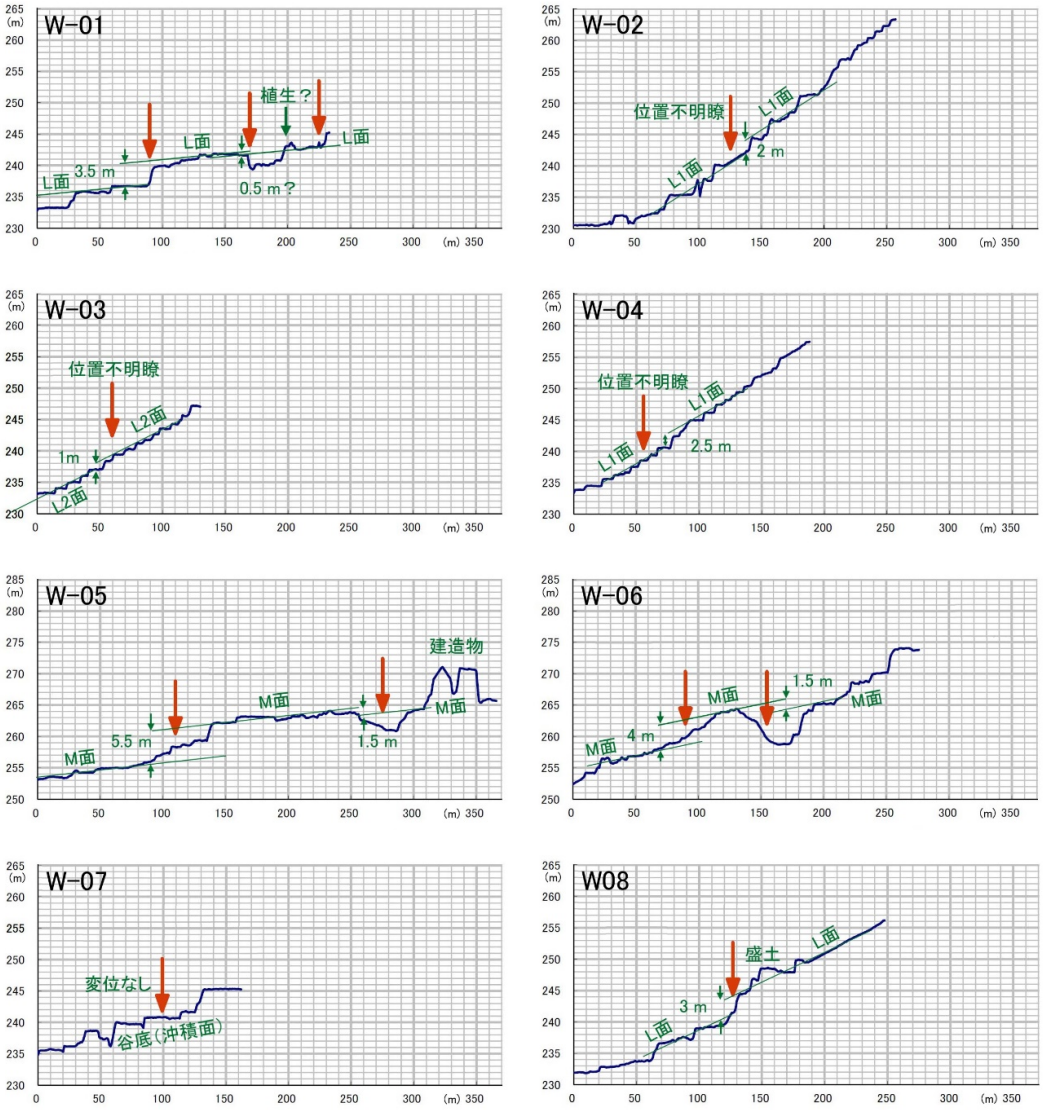

図 18　高精細 DEM により作成した地形断面図（三郷～駄知）その２
地形断面位置は、図 16 に示す。

d）恵那山断層：川上付近

この区間は、恵那山断層の北端部に相当し、川上（かおれ）断層とも称される（岡田ほか，2017）。大局的には恵那山北麓斜面に分布する南東側低下の急な傾斜傾斜線沿いに分布する右横ずれ断層である。今回、高精細 DEM を用いて地形判読を行った結果、岡田ほか（2017）による川上断層北端部よりもさらに北東側に長さ約 1.2 km 推定活断層が確認された（図 19）。これらは新期の横ずれ変位地形は伴わないものの、明瞭な南東側低下の急な傾斜傾斜線を伴う。

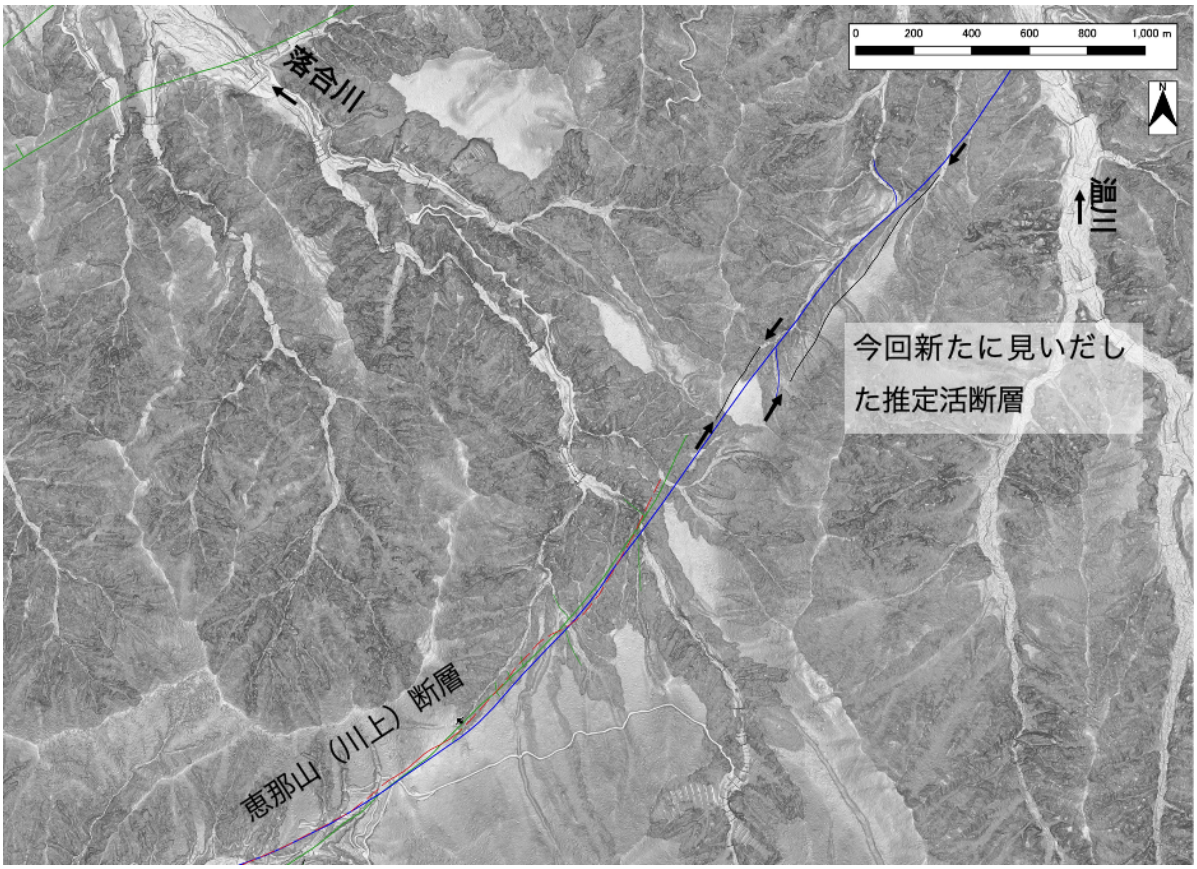

図 19 活断層図（恵那山（川上）断層北端部及び北東延長部の推定活断層）

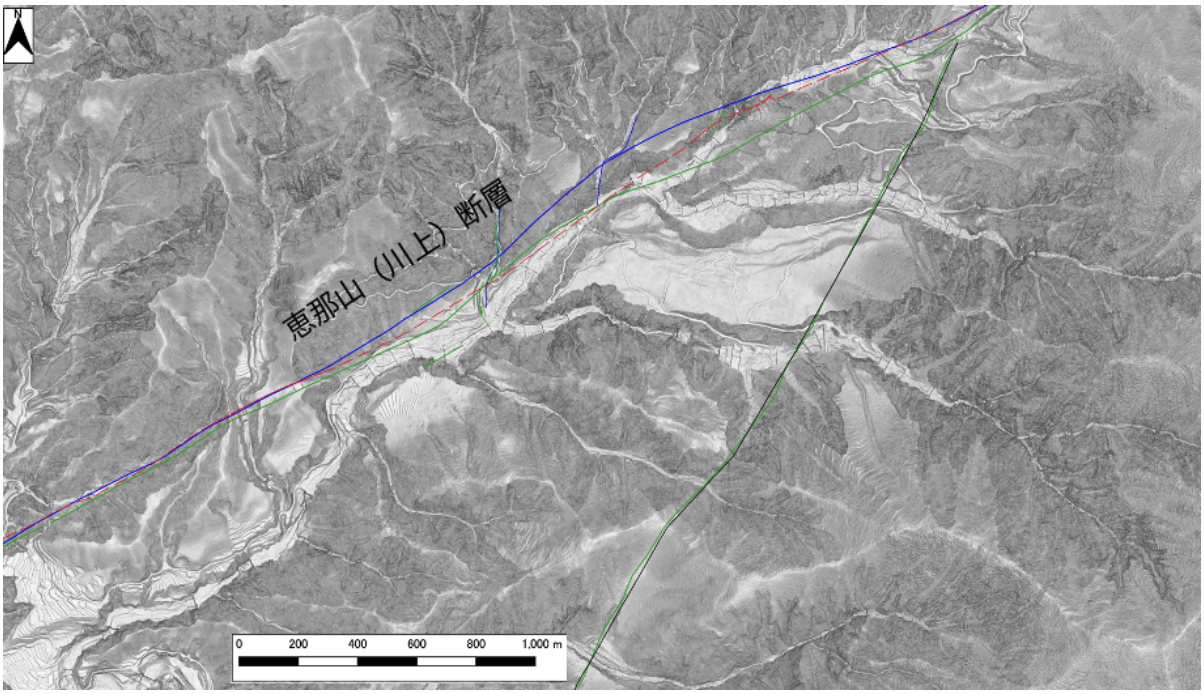

図 20 活断層図（恵那山（川上）断層北部）

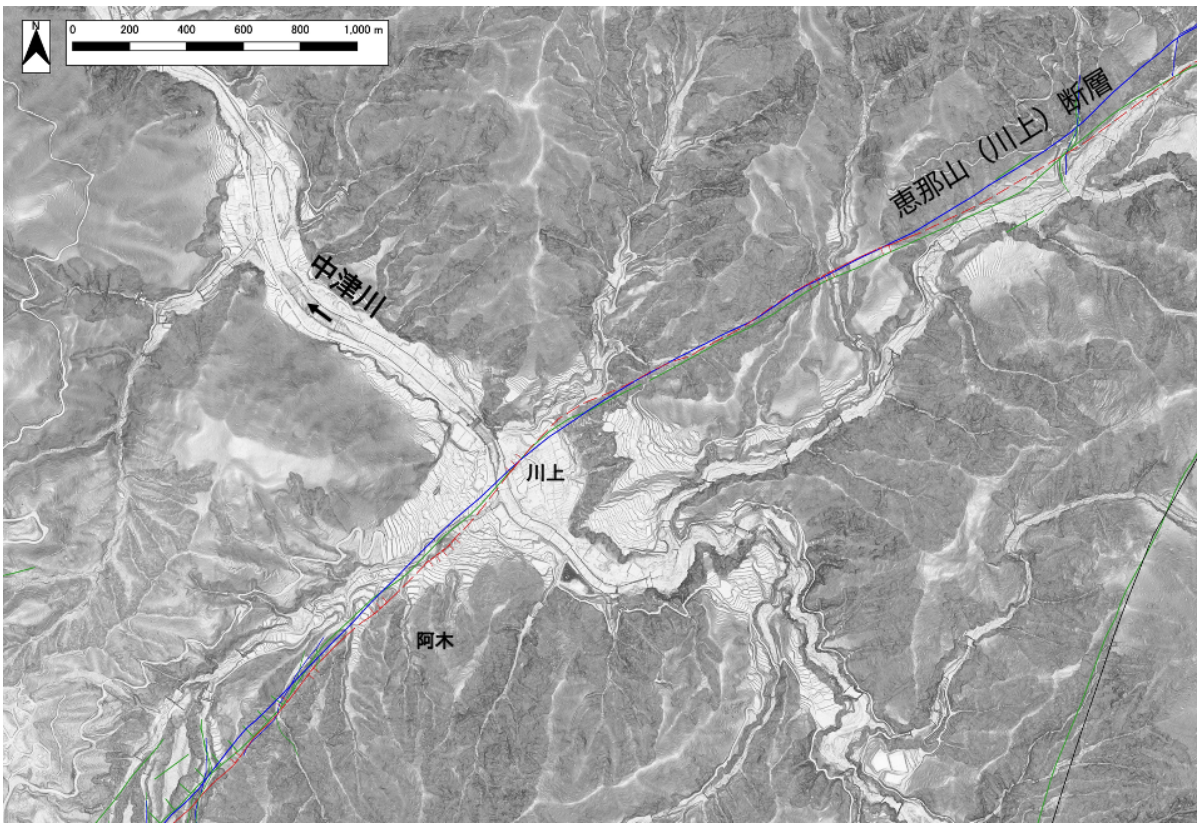

図 21 活断層図（恵那山（川上）断層、川上付近）

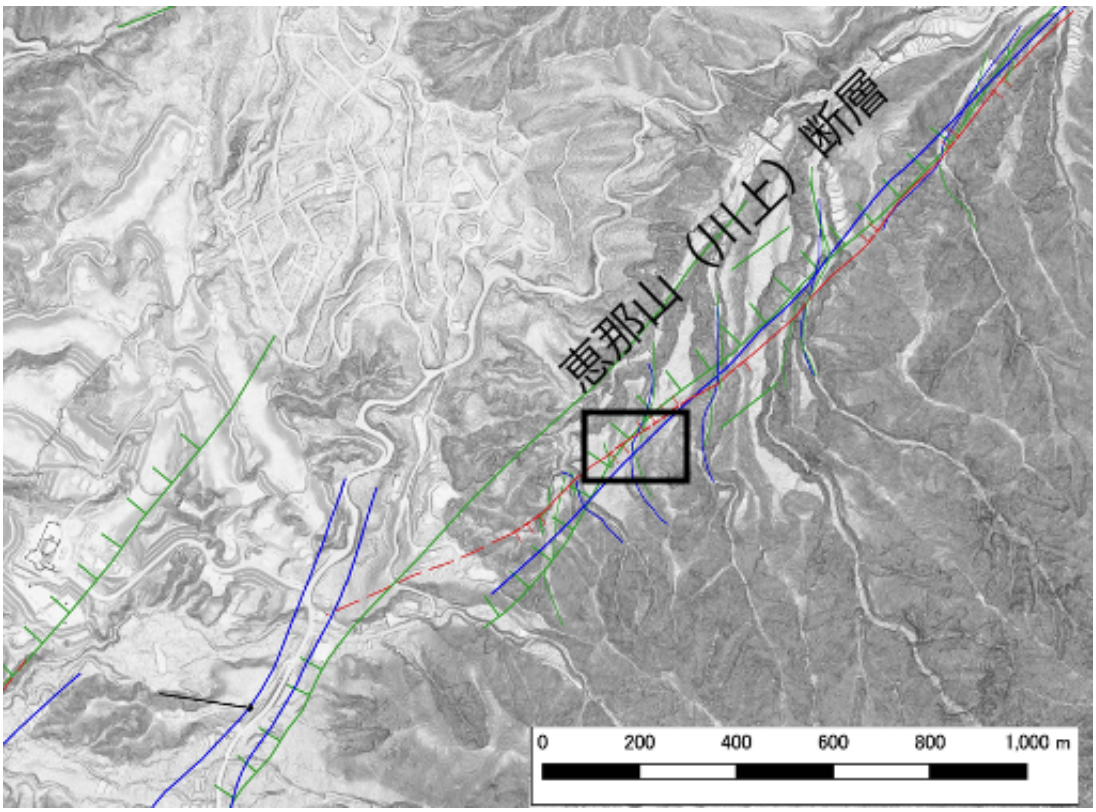

図 22 活断層図（恵那山（川上）断層南端部）。黒枠は図 23 の範囲

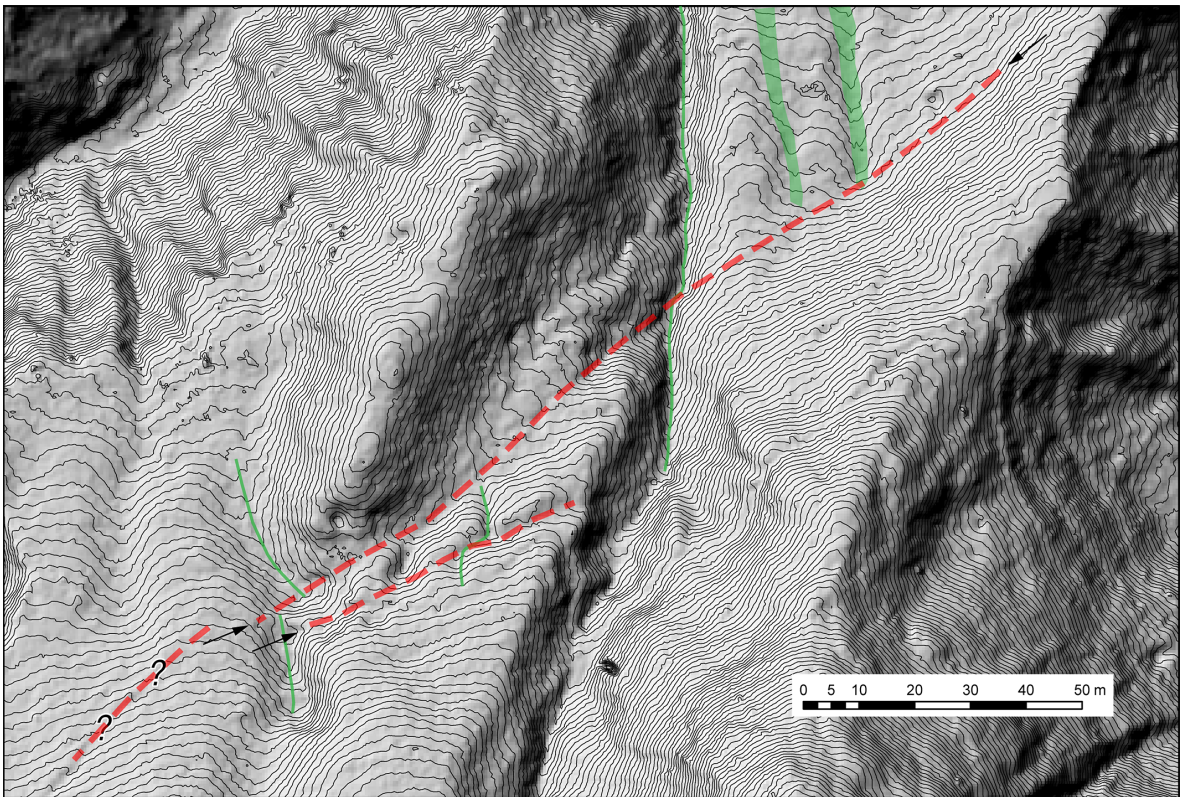

図 23 恵那山（川上）断層南端部付近の詳細地形図。地形陰影図に等高線を重ね合わせてある。背景の等高線の間隔は 0.5m。緑色の塗色部は横ずれの可能性のある河谷の位置を示す。

恵那山（川上）断層の地表位置については、岡田ほか（2017）や岐阜県（2010）と大きくは変わらない（図 20～22）。ただし、高解像度 DEM により作成したアナグリフ・地形陰影図・等高線図などから、小規模な鞍部列・水系などの横ずれ地形が恵那山（川上）断層に沿って断続的に認められる。阿木付近（位置は図 22 に示す）では、高解像度 DEM の地形陰影図・等高線図によれば、支流沿いの河成段丘面を下刻する小規模な河谷にずれ量 10 m 未満の右横ずれが断続的に認められる（図 23）。これらは恵那山（川上）断層の新期の活動により形成された可能性があり、今後十分に検討する必要がある。

e）恵那山断層：飯沼～岩村

この区間では、図 24～26 に示すように、活断層のトレースは恵那山断層帯に属する川上断層、飯沼断層、岩村断層から構成され、南部より続く岩村断層が大根木付近で川上断層と飯沼断層に分かれる（活断層研究会編，1991；岡田ほか，2017　など）。本区間では、岩村断層で横ずれ変位を示唆する地形が認められるほかは、横ずれ変位を示唆する地形は認められない。本区間の川上断層は南端が大根木付近で、走向は南北から北北東－南南西で、西落ちの変位が認められ、恵那山断層（川上断層）と東落ちの飯沼断層とに挟まれた地域には複数の西落ちが主体の変位地形が認められる。飯沼断層は北北西－南南東から南北走向の東落ちの変位が認められ、恵那山断層（川上断層）とやや斜交する。岩村断層は

北東－南西走向で撓曲変形を伴う西落ちの変形が認められることから南西傾斜の逆断層と考えられる。田代山断層は東北東－西南西走向で変位の基準となる地形面や第四紀層は無く、確実な変位地形も伴われないため推定断層である。この区間における地形判読に際しては、アナグリフに加えて米軍及び国土地理院 70 年代撮影の約１万分の１空中写真のステレオペアを使用した。

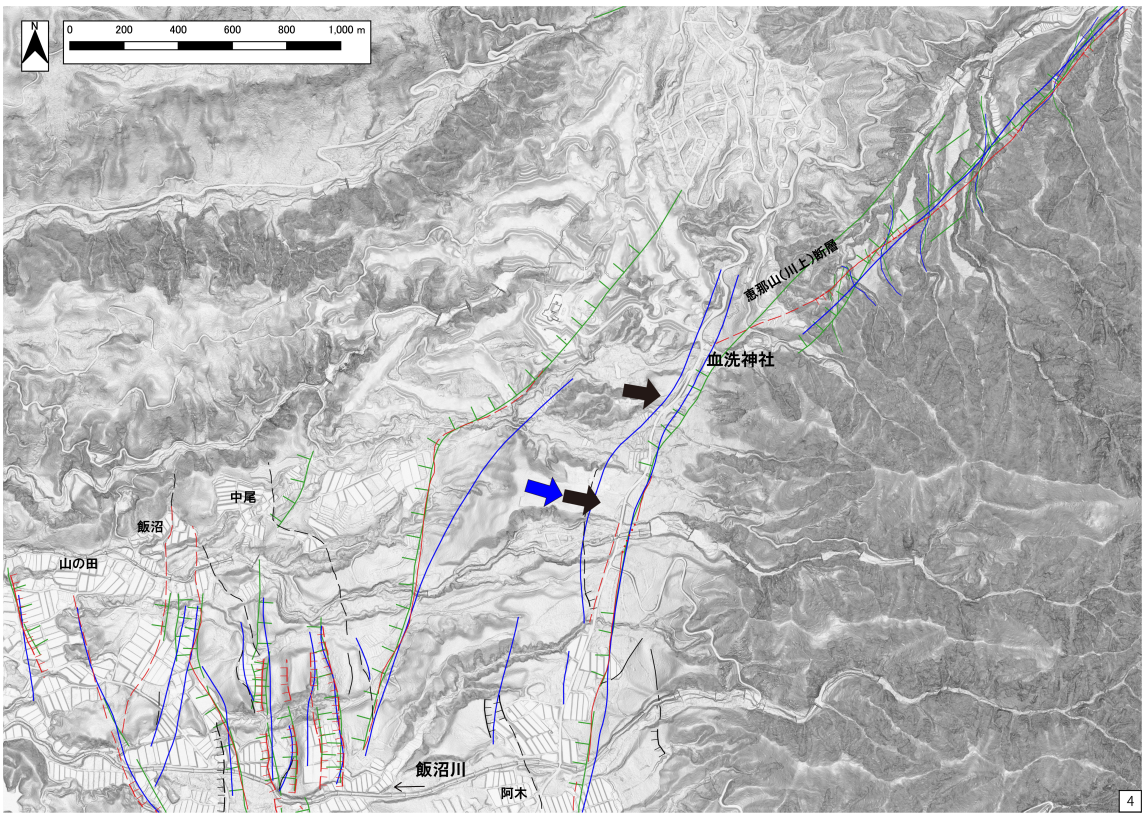

図 24 活断層図（恵那山断層北部・飯沼断層北部）
太矢印は傾動方向（黒は本研究、青は岐阜県活断層図による）：以下の図でも同様

大根木以北で恵那山断層は複数の断層トレースに分岐する。血洗神社南部～大根木までのトレースは山麓に位置する西落ちの断層である。国土地理院の活断層図（岡田ほか, 2017）及び岐阜県(2010)では、血洗神社より北東側に見られる北東－南西走向で右横ずれ変位の川上断層に連続する一連の断層（川上断層）と、考えられてきた。今回行ったアナグリフ・空中写真による地形判読では、血洗神社より南で明瞭な変位地形が認められなかったため、川上断層が血洗神社付近で不連続であると考えた（図 24）。ただし、断層の走向やずれのセンスが変化する複雑な挙動をする地域と考えられるため最終的な判断は保留にする。血洗神社南部～大根木までの恵那山断層（川上断層）の連続性が良い東側の断層の位置は、アナグリフ判読による変更はあるものの、国土地理院の活断層図（岡田ほか, 2017）及び岐阜県(2010)とほぼ一致している。しかし、その西側に分布する短いトレースについては、高位の地形面を傾動させる変形、高位段丘面上の変位は認められるものの、新しい変位が確認できなかったので、最近は活動を停止している可能性を考え推定断層とした（図 24）。大根木付近では３本のトレースがほぼ収斂しており最も東側のトレースで

は撓曲変形も認められる（図 25）。

飯沼断層は飯沼・山の田付近～大根木に連続する東側低下の約５㎞の断層である。その位置は国土地理院の活断層図（岡田ほか，2017）及び岐阜県(2010)とほぼ同じで、年代の異なる地形面を逆向きに変形させている。場所によっては侵食によって断層崖はやや後退している。（図 25）

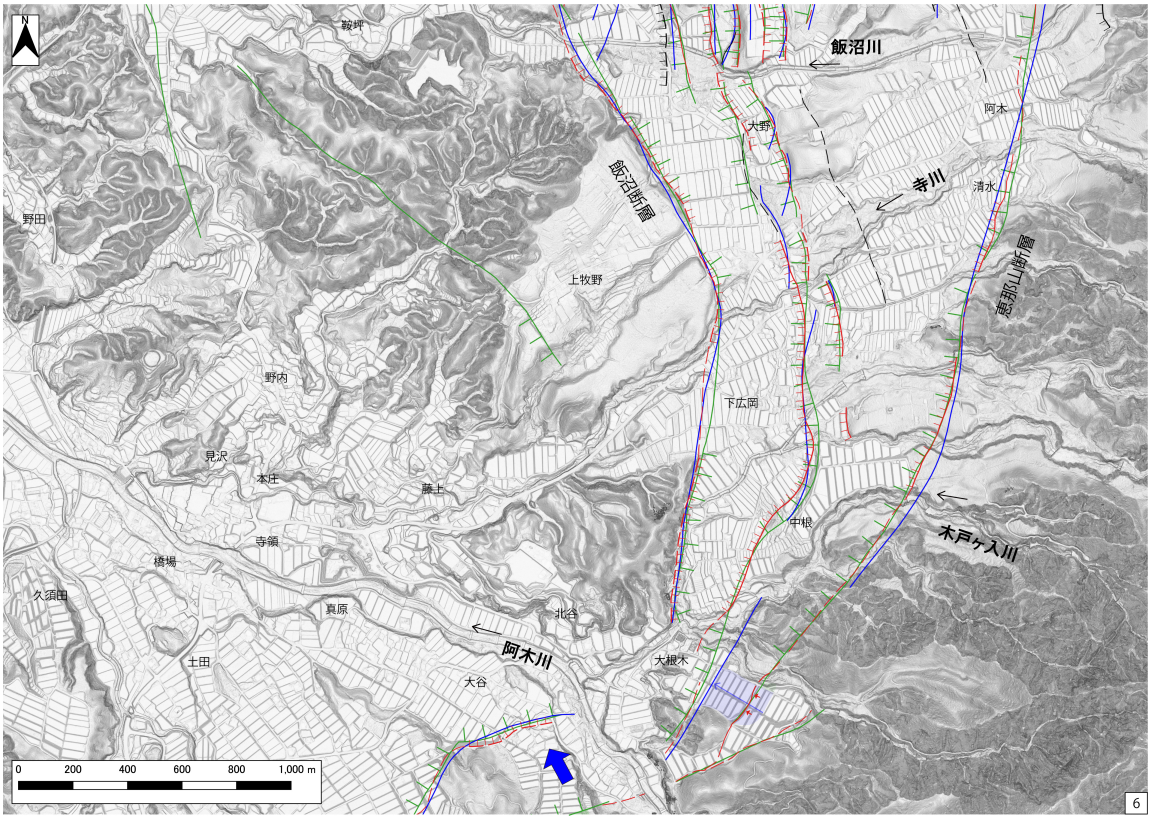

図 25 活断層図（恵那山断層・飯沼断層）

飯沼断層と恵那山断層（川上断層）の間には数多くの活断層が近接し並走している（図 24，25）。その位置はおおむね国土地理院の活断層図（岡田ほか，2017）及び岐阜県(2010)と一致する。これらの断層は西落ちの断層が多いが、地溝状の落ち込みも認められる。

岩村断層は走向が北東－南西走向になる（図 25，26）。アナグリフによる判読によって、国土地理院の活断層図（岡田ほか，2017）及び岐阜県(2010)より細かい位置の判読が可能となっているが、おおむね一致しており、国土地理院の活断層図（岡田ほか，2017）に近い。富田川と吉田川にはさまれた地域は異なる地形面に累積した変位が認められ、地形面の年代をピット調査等で求めることで、トレンチ結果と合わせて一回の変位量などの議論が深まる可能性がある。ただし、この地点は恵那山断層が２条に分かれているため、断層全体の変位量を求めるには東側の断層の調査も必要となる。

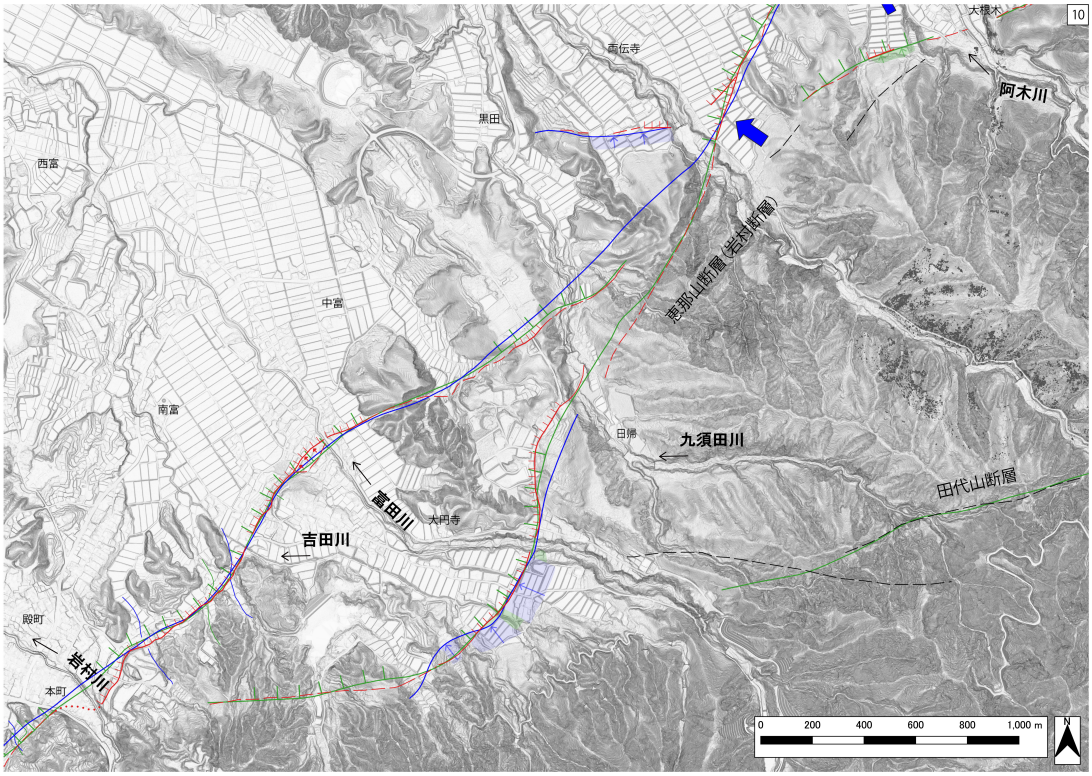

図 26 活断層図（岩村断層）

f）恵那山断層：岩村～陶町

本区間の地形判読にはアナグリフと国土地理院 70 年代撮影の縮尺約 1 万分の 1 空中写真を使用した。西部については米軍撮影の縮尺約 1 万分の 1 空中写真も使用した。地形改変の激しい山岡町釜屋付近については、米軍撮影の縮尺約 1 万分の 1 空中写真がなかったため、米軍撮影の縮尺約 4 万分の 1 空中写真を使用して改変前の地形を確認した。判読結果を図 27～31 に示す。

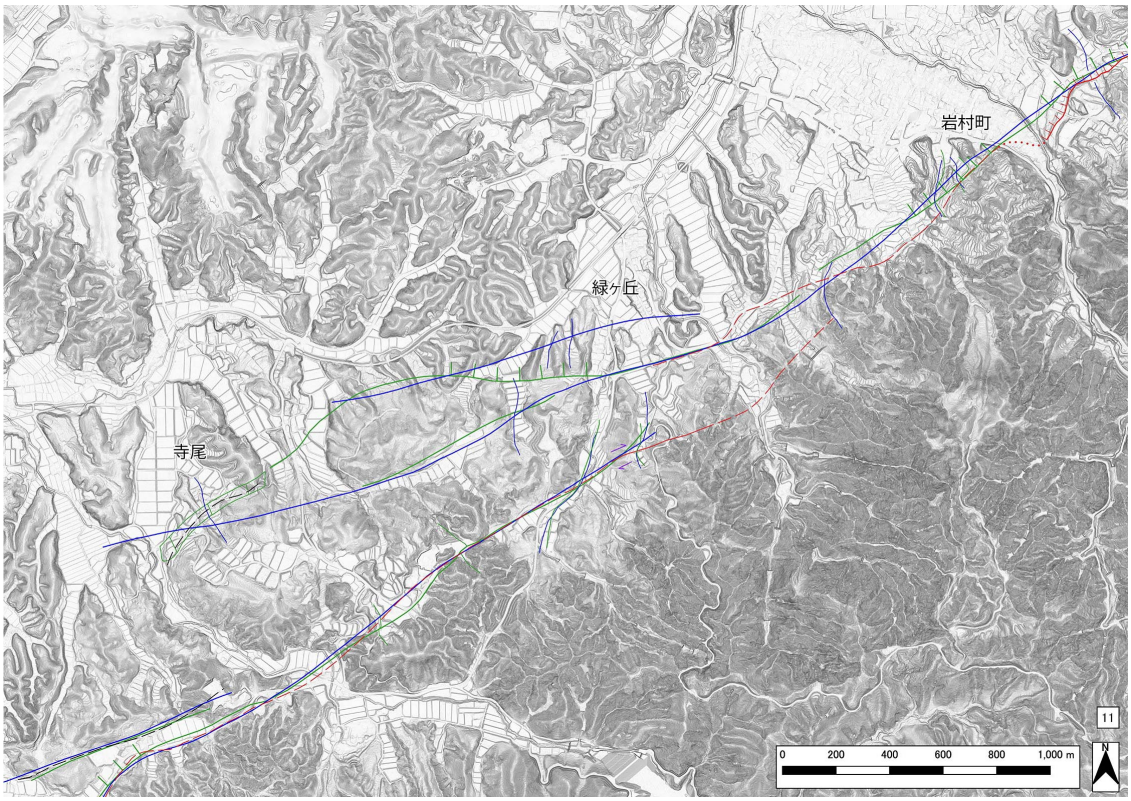

図 27　活断層図（岩村～陶町）その１

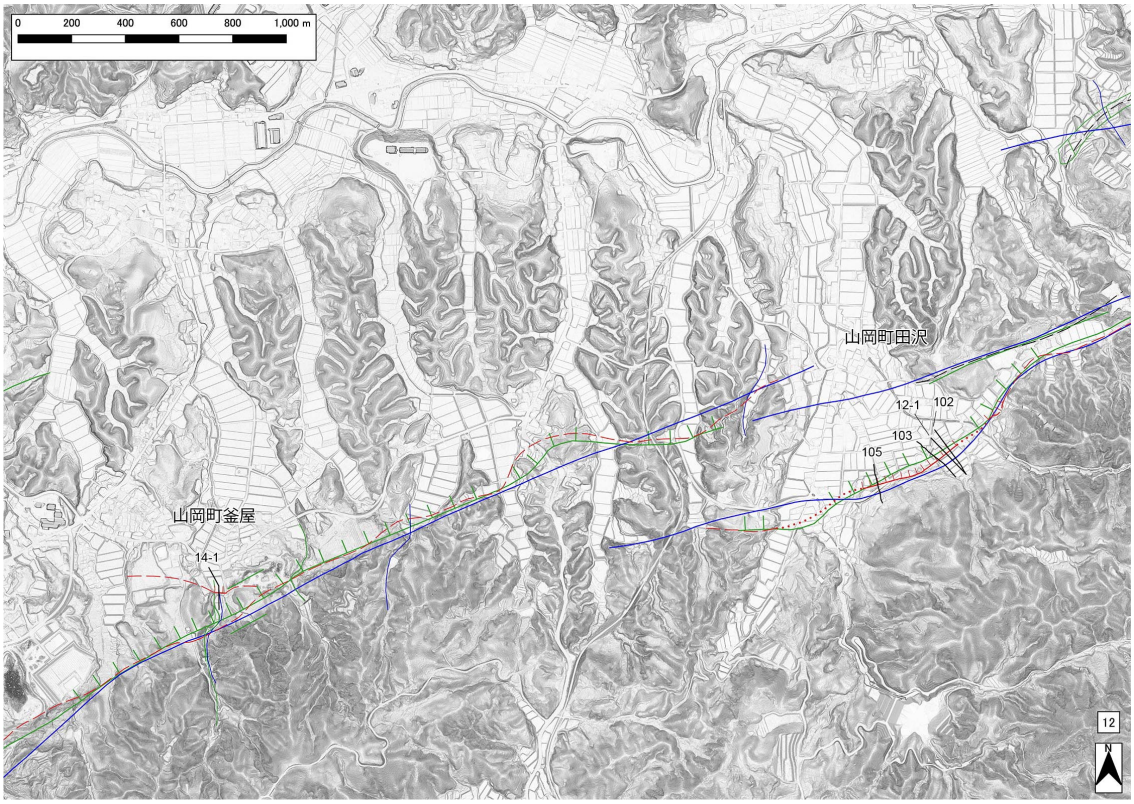

図 28　活断層図（岩村～陶町）その２

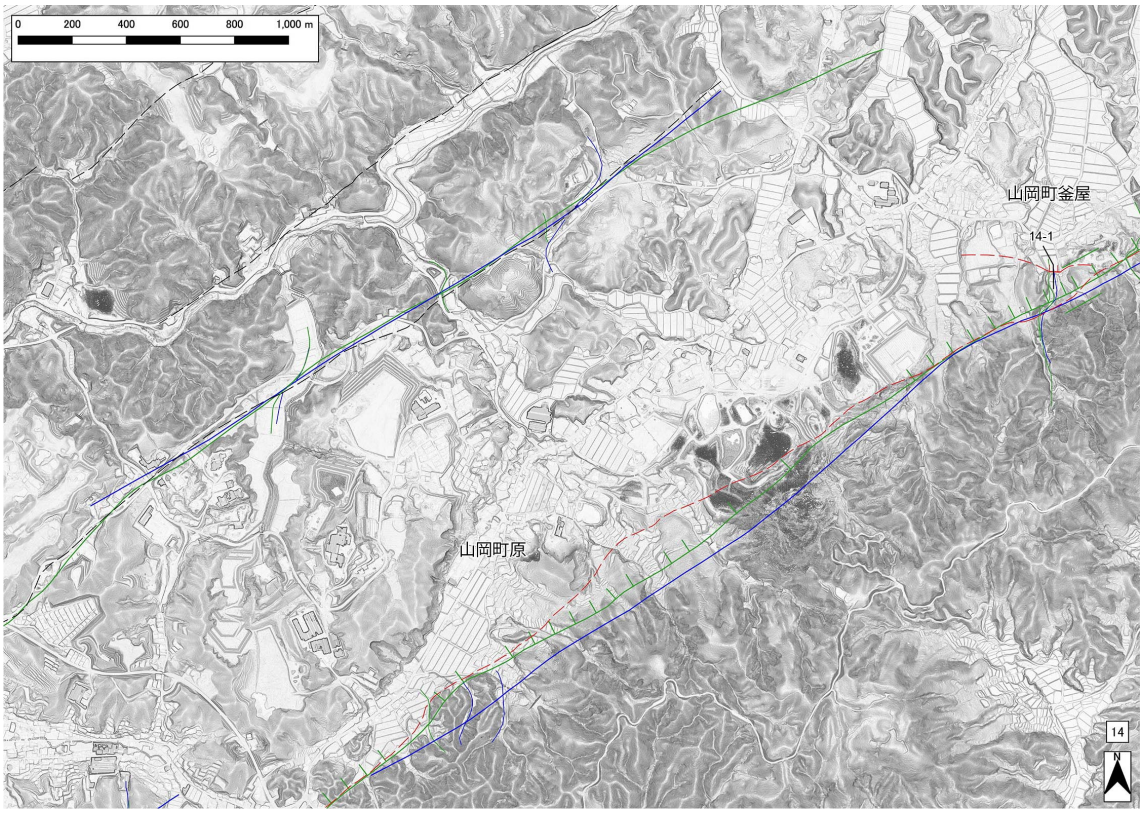

図 29　活断層図（岩村～陶町）その３

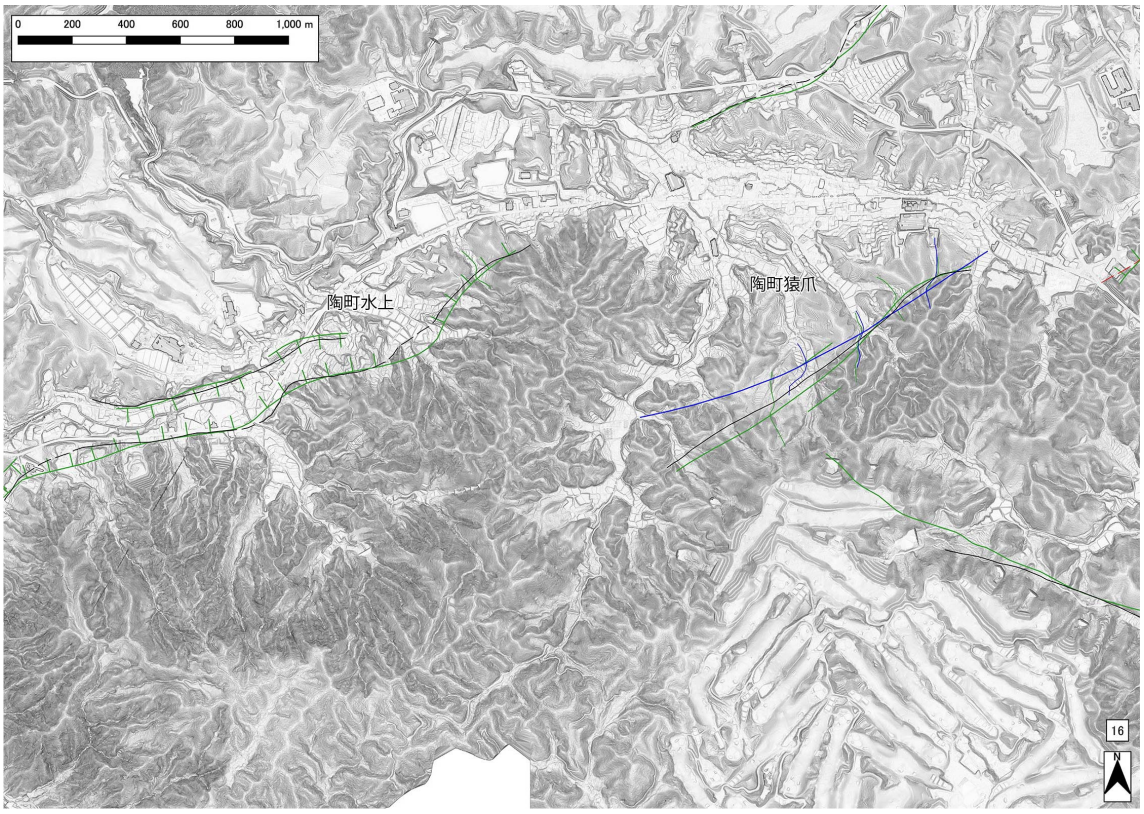

図 30　活断層図（岩村～陶町）その４

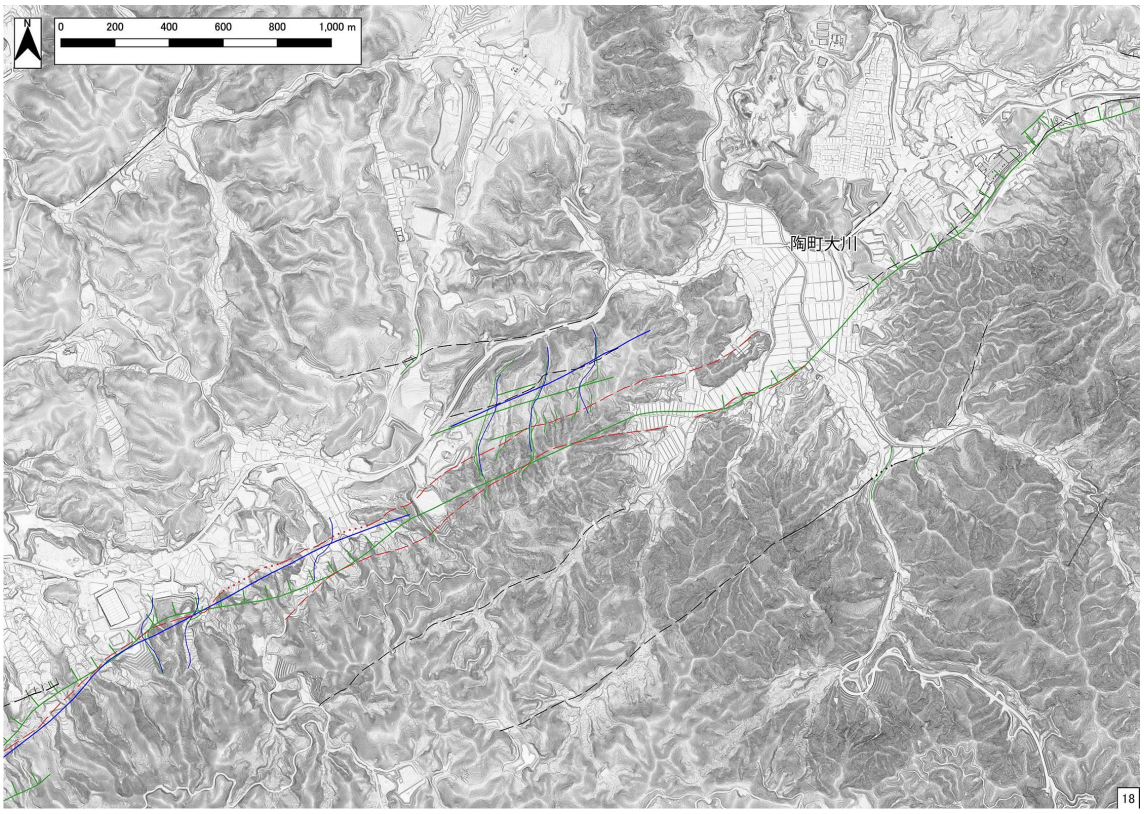

図 31　活断層図（岩村～陶町）その５

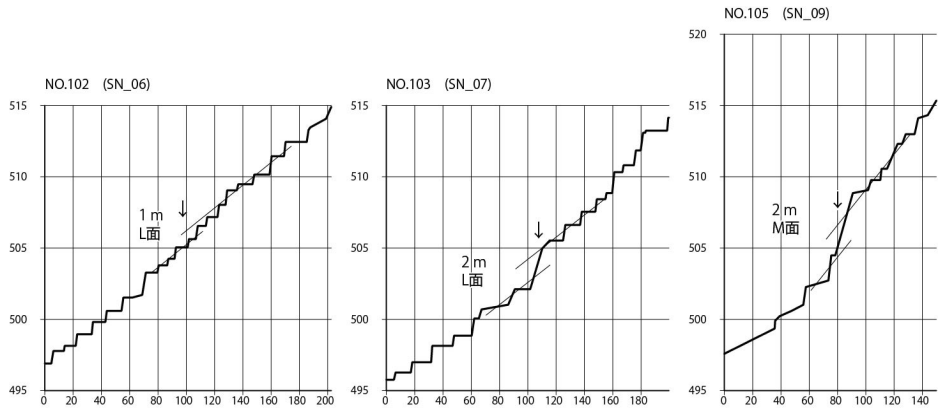

図 32　空中写真測量（国土地理院 70 年代撮影の縮尺約 1 万分の 1 空中写真を使用）により作成した地形断面図（岩村～陶町）。地形断面の位置は図 28 に示した。

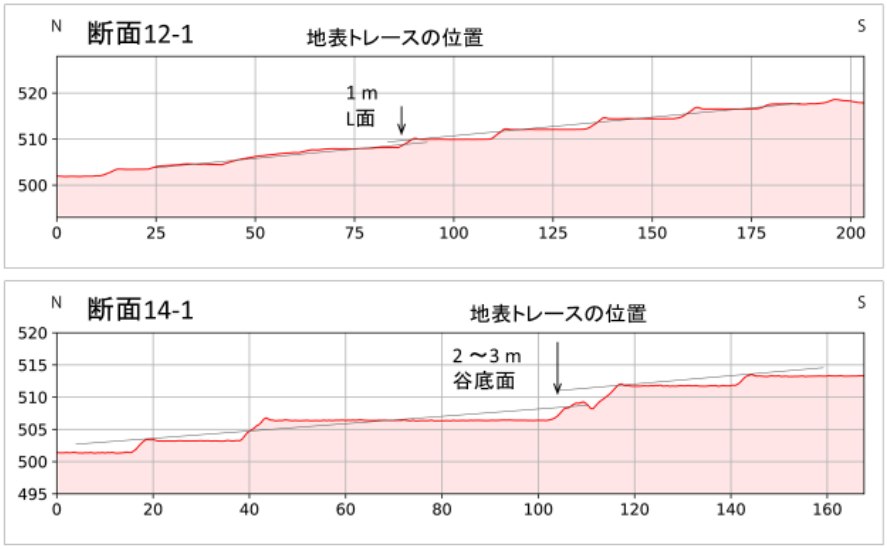

図 33　高精細 DEM により作成した地形断面図（岩村～陶町）
地形断面の位置は図 28，29 に示した。

恵那市岩村町から山岡町田沢付近（図 27，28）にかけては、山地の北～北西縁付近に高度不連続がほぼ連続して認められ、一部に北～北西落ちの低断層崖や河谷の右屈曲が認められる。しかし、東方（飯沼～岩村）に比べると、活断層であることを示す地形的証拠は限られる。岐阜県（2010）・国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017；岡田ほか，2017）も、山地の北～北西縁付近に活断層を認定しているが、表示された河谷の屈曲の中には、今回の検討では認定されなかったものもある。また、岐阜県（2010）・国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017；岡田ほか，2017）は、岩村町緑ヶ丘～山岡町寺尾付近に活断層を認定しているが、今回の検討では認定されず、一部を推定活断層として認定するにとどまった。山岡町田沢付近には、段丘面が北～北西落ちの変位を受けて低断層崖が発達している。岐阜県（2010）・国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017；岡田ほか，2017）の活断層トレースと概ね一致する。低位段丘面における上下落差は約１～２ m（図 32 の NO.102・NO.103 及び図 33 の 12-1）、中位段丘面（国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017）による）における上下落差は約２ m である（図 32 の NO.105）。

山岡町田沢～山岡町原付近（図 28，29）についても、山地の北～北西縁付近に高度不連続がほぼ連続して認められるが、最近の活動を示す地形的証拠は、山岡町釜屋における河谷の右屈曲２か所、及び主トレースのやや北を並走して谷底面に発達する北落ち・上下落差２～３ m の低断層崖（図 33 の 14-1）に限られる。この地点より西方には明確な断層変位地形は確認できないが、連続性を重視して、陶町猿爪の東方（図 30 の東端）まで位置不明の活断層として図示した。

その西方、瑞浪市陶町猿爪付近や陶町水上～陶町大川付近（図 30 及び 31 東部）の山地北～北西縁に関しては、前者は岐阜県（2010）・国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017）が、後者は国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017）が活断層を表示しているが、

本研究では推定活断層として認定した。根拠は、1）高度不連続が明瞭さ及び連続性を欠く、2）河谷等の屈曲が認められない、3）段丘面の分布は良好ではないが、少なくともそれらに変位は認められない、の３点である。

山岡町田沢付近、及び陶町水上付近には、主トレースのやや北方に、南落ちを示す推定活断層が分布する。前者は岐阜県（2010）・国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017）が、後者は国土地理院の活断層図（宮内ほか，2017）が活断層を表示しているが、組織地形の可能性や侵食の影響も考えられるため、推定活断層として認定した。主トレースとの関係は不明である。

山岡町原の北西方（図 29 の北西部）には、河川の屈曲をともなう複数の推定活断層を認定した。組織地形である可能性が高いが、今後、現地でその性状を慎重に確認する必要がある。

g）恵那山断層：陶町以西

本区間の地形判読においては、アナグリフ画像と国土地理院 70 年代撮影の縮尺約１万分の１空中写真を使用した。判読結果を図 34～36 に示す。

瑞浪市陶町大川～土岐市鶴里町柿野・入海道では、ENE-WSW 走向のトレースに沿って多数の河谷に右ずれ屈曲が認められる（図 34～36）。これらのトレースは、岐阜県（2010）や宮内ほか（2017）に図示されたトレースとほぼ一致する部分もあるが、異なる位置に断層変位地形が認められた例や、新たに認定された例もある。

土岐市曽木町住久保の東方では、岐阜県（2010）と宮内ほか（2017）で図示されたトレースのほぼ中間の位置で、多数の河谷が右ずれ屈曲していることを確認した（図 34）。また、住久保の東には短い活断層トレースが図示されていたが、今回の判読では確実な断層変位地形と認めることができなかったため、推定活断層として図示した。住久保の北東にも、推定活断層を認定した。

土岐市曽木町中洞～鶴里町細野・白鳥～同・八王子にかけての地域における判読結果は、岐阜県（2010）・宮内ほか（2017）とほぼ一致しているが、河谷の右ずれ屈曲が新たに確認された（図 34～36）。なお、中洞と白鳥の間では、推定活断層を追加した（図 35）。

八王子付近から西方では、宮内ほか（2017）で示された位置に活断層トレースを認定することは困難であった（図 36）。ここでの判読結果は、岐阜県（2010）で示された２条のトレースのうち、北側のトレースとほぼ一致していている。ただし、複数の河谷の右ずれ屈曲を追加するとともに、入海道より西方において新たに河谷の右ずれ屈曲を確認することができた。この結果、恵那山断層は鶴里町柿野・上町付近まで連続することとなり、上町付近を NE-SW 走向に連続する猿投山北断層と収斂している可能性があることが判明した（図 36）。なお、八王子以西では、丘陵を開析する小谷の谷底に低崖が見られる。これが低断層崖かどうかについては次年度における詳細調査において確認する必要がある。

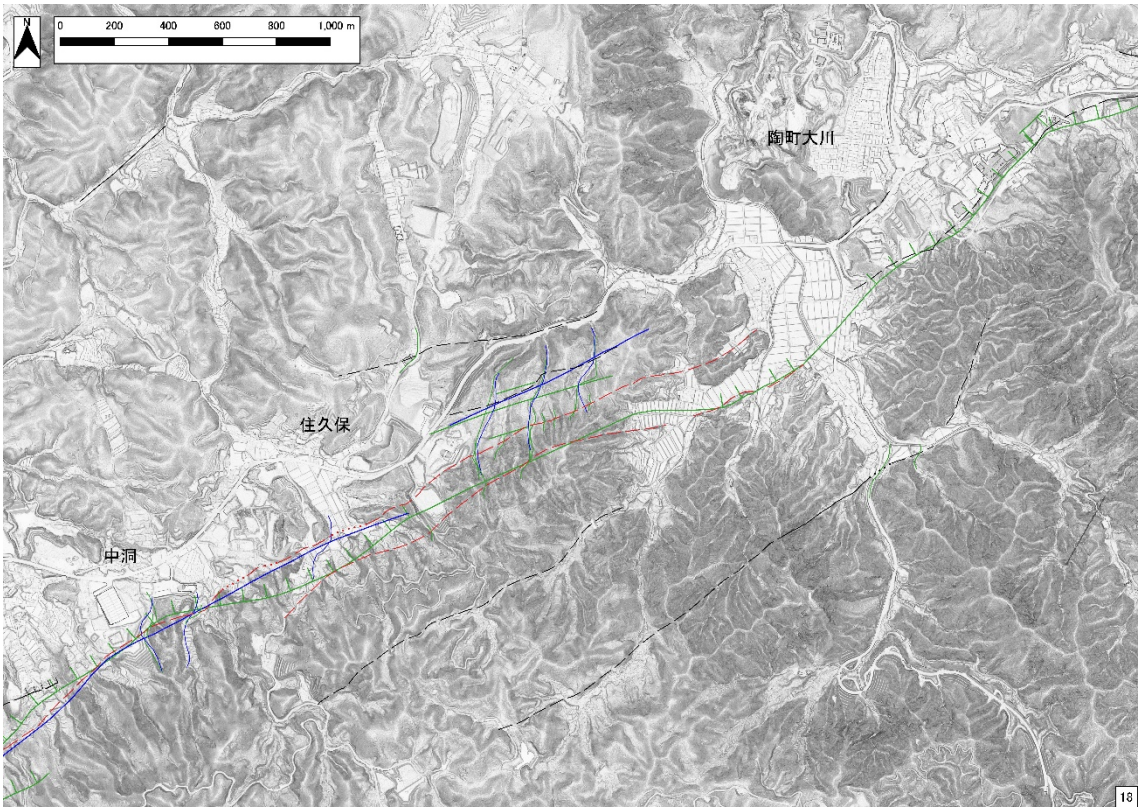

図 34　活断層図（陶町以西）その１（図 31 と同じ範囲）

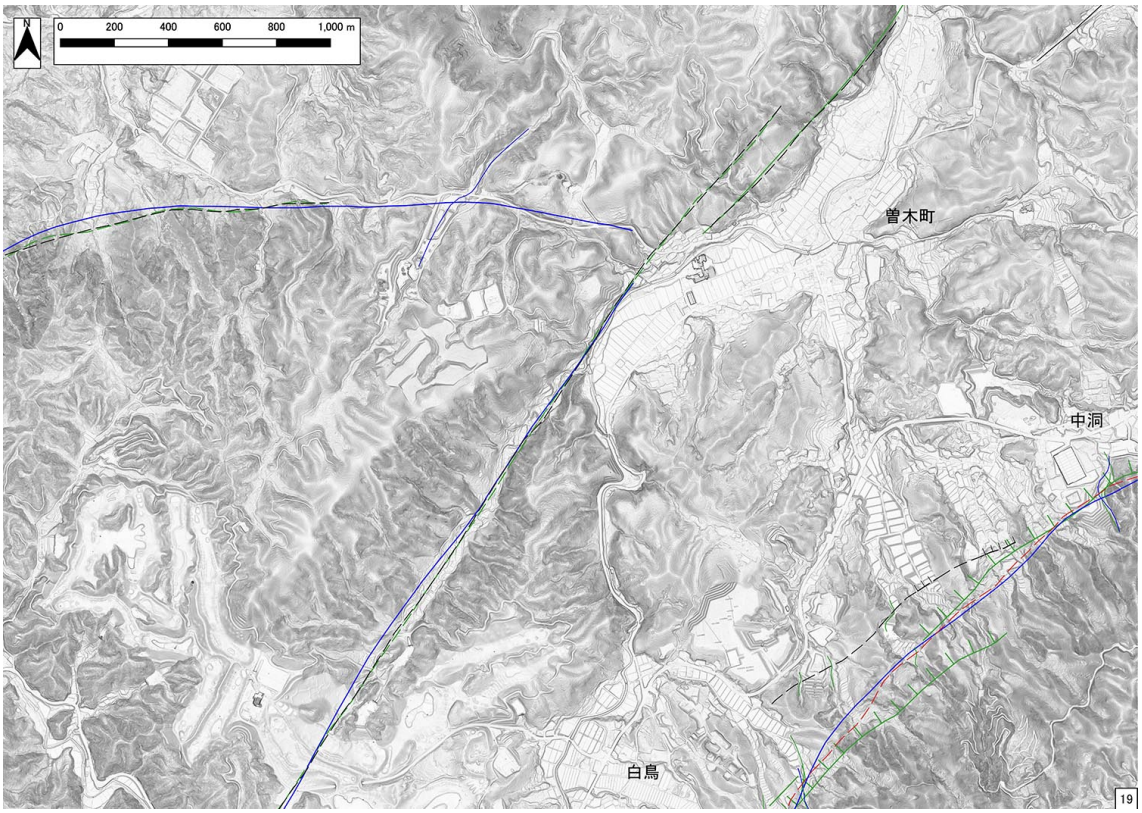

図 35　活断層図（陶町以西）その２　曽木町付近

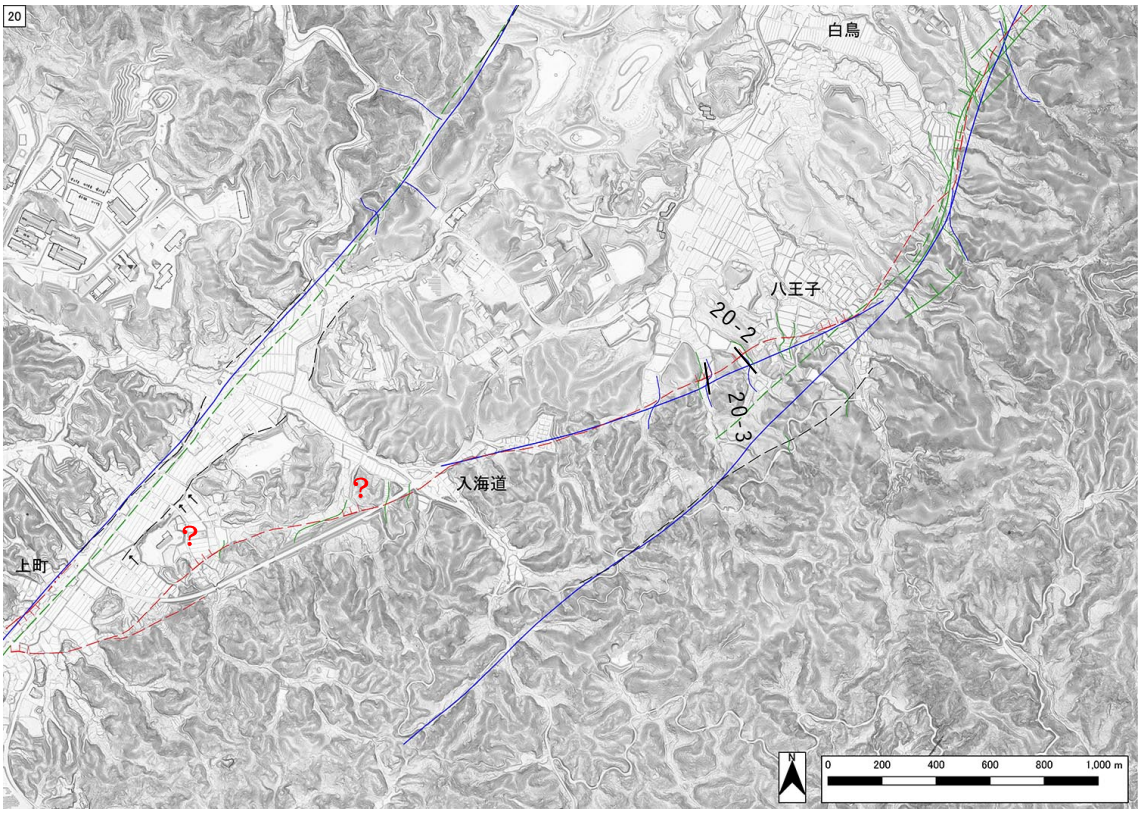

図 36　活断層図（陶町以西）その３　土岐市鶴里町付近
（？の箇所で低地内に段差が見られるが、低断層崖かどうかはさらに検討を要する。）

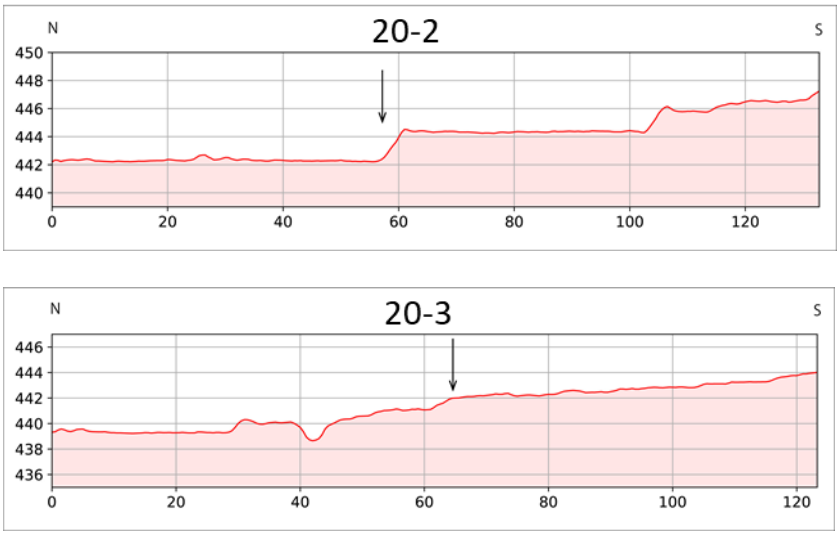

図 37　地形断面図（八王子付近）　地形断面の位置は図 36 に示した。
（黒矢印は断層トレースの位置を示す。）

h）猿投山北断層：曽木～東白坂

本区間の地形判読においては、アナグリフ画像と国土地理院 70 年代撮影の縮尺約１万分の１空中写真を使用した。猿投山北断層は、NE-SW 走向の活断層であり、多数の右横ずれ変位地形が認められている（鈴木ほか、2004）。この報告では、岐阜県土岐市曽木町～愛知県瀬戸市東白坂町の間の地域について、判読の結果を整理する（図 38～42）。

曽木町～土岐市鶴里町柿野・上町の範囲では、NE-SW 走向で非常に直線的なリニアメントが判読され、それに沿って細長い平野も分布している（図 38、39）。ただし、確実な断層変位地形は確認できないため、推定活断層として図示した。岐阜県（2010）・鈴木ほか（2004）も、ほぼ同様に評価している。

上町付近では、中位面（M 面）と推定される河成段丘面が断層変位を受け、約６ m の上下変位が生じている可能性がある（図 43）。この付近から南西方向では、多数の河谷に右ずれ屈曲が確認できるようになるが、上町～瀬戸市北白坂町間の右ずれ屈曲のほとんどは、本報告で新たに確認したものである（図 40～42）。なお、g）恵那山断層：陶町以西で述べられているように、上町付近においては、恵那山断層の西端部が猿投山北断層から分岐してゆくように見える（図 39、40）。

愛知県豊田市西市野々～愛知県瀬戸市東白坂町の間では、岐阜県（2010）や鈴木ほか（2004）で示された断層トレースとはやや異なる位置に、新たに断層トレースを認定した（図 40～42）。瀬戸市北白坂町付近では、鈴木ほか（2004）が報告しているように、多数の河谷が右ずれ屈曲していることが再確認できた。なお、北白坂町の北方では延長の短い活断層が報告されてきたが、今回の判読では断層変位地形としての確実度がやや低いと判断し、推定活断層として図示した（図 41）。河谷の右ずれ屈曲は、さらに南西でも多数確認できる（図 42）。赤津川付近では、令和２年度にトレンチ掘削調査が実施されている。

図 40、41 には猿投－高浜（境川）断層の最北部も認められる。西市野々付近ではこの断層が猿投山北断層とから分岐する形状を示している（図 40）。断層変位地形は低断層崖や撓曲崖を伴いつつ、石畳から北曽木町を経てさらに南方に続く。

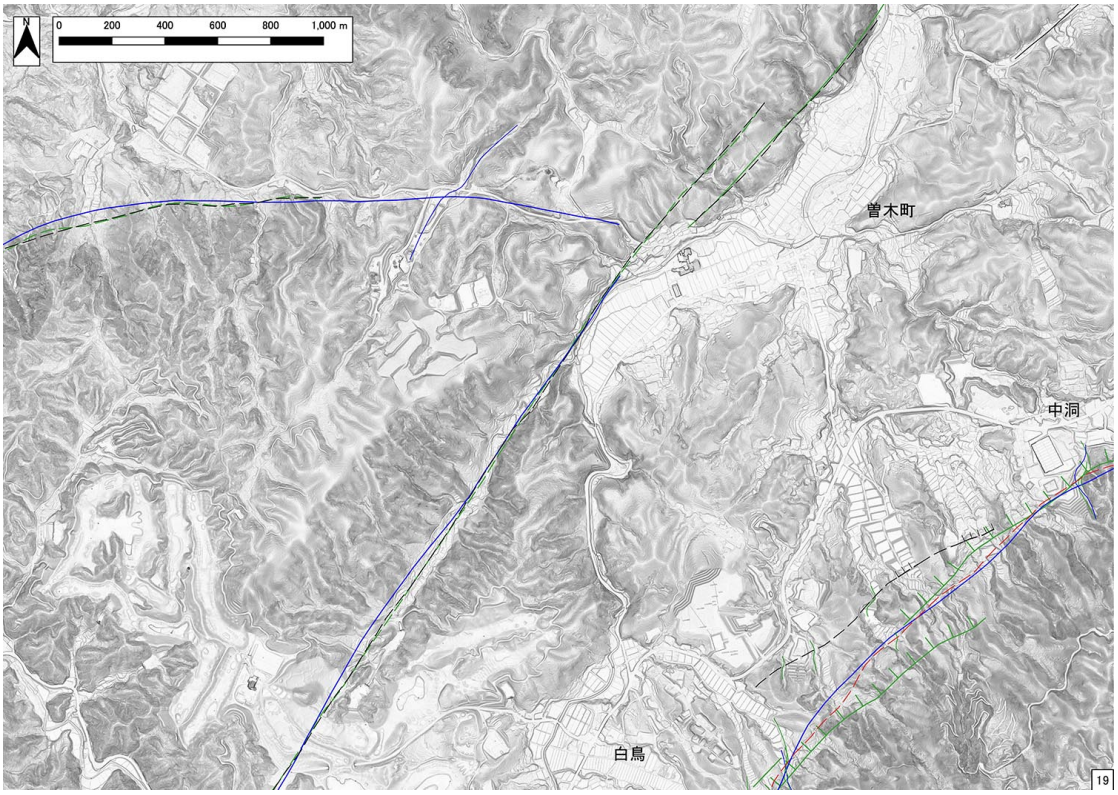

図 38　活断層図（曽木町～東白坂町）その１　　（図 35 と同じ範囲）

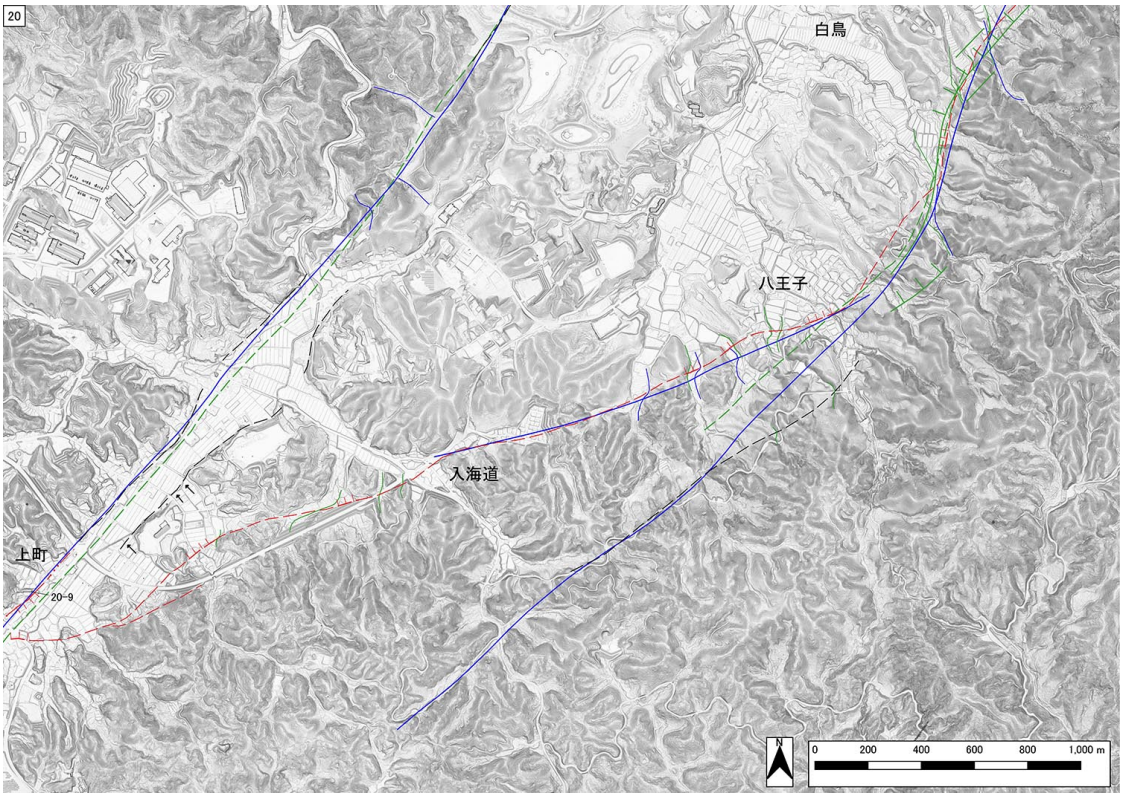

図 39　活断層図（曽木町～東白坂町）その２

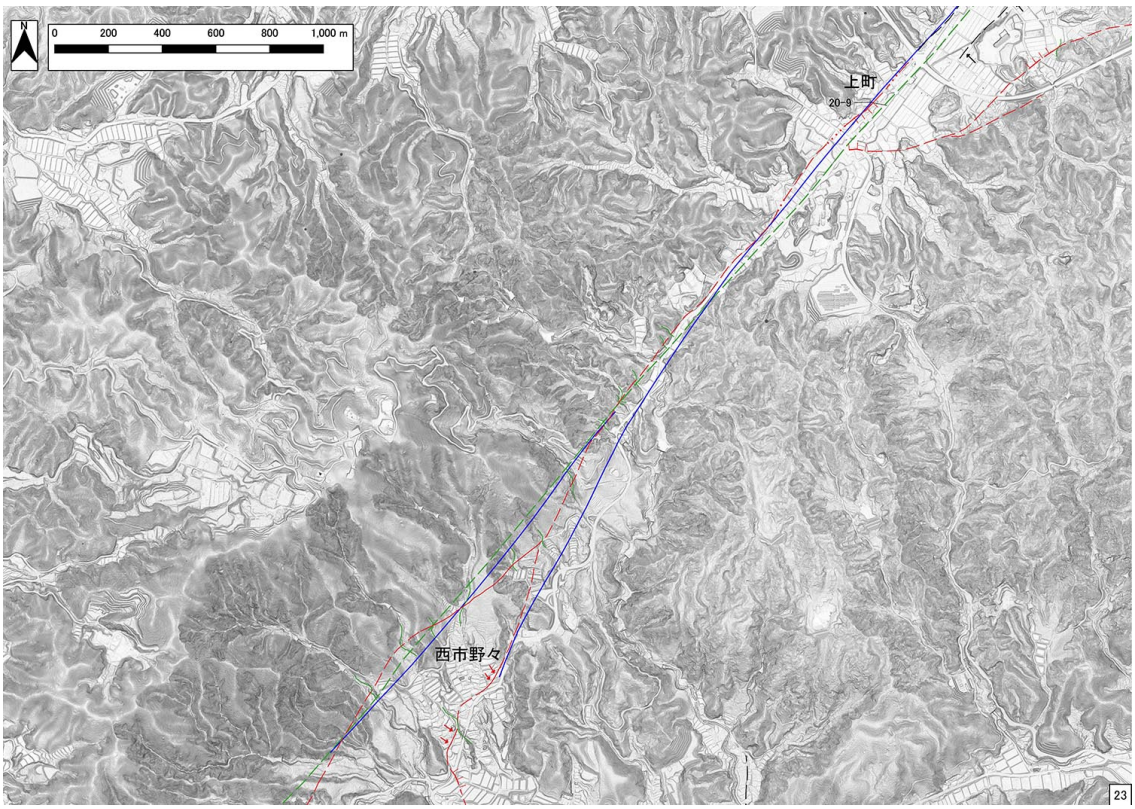

図 40　活断層図（曽木町～東白坂町）その３

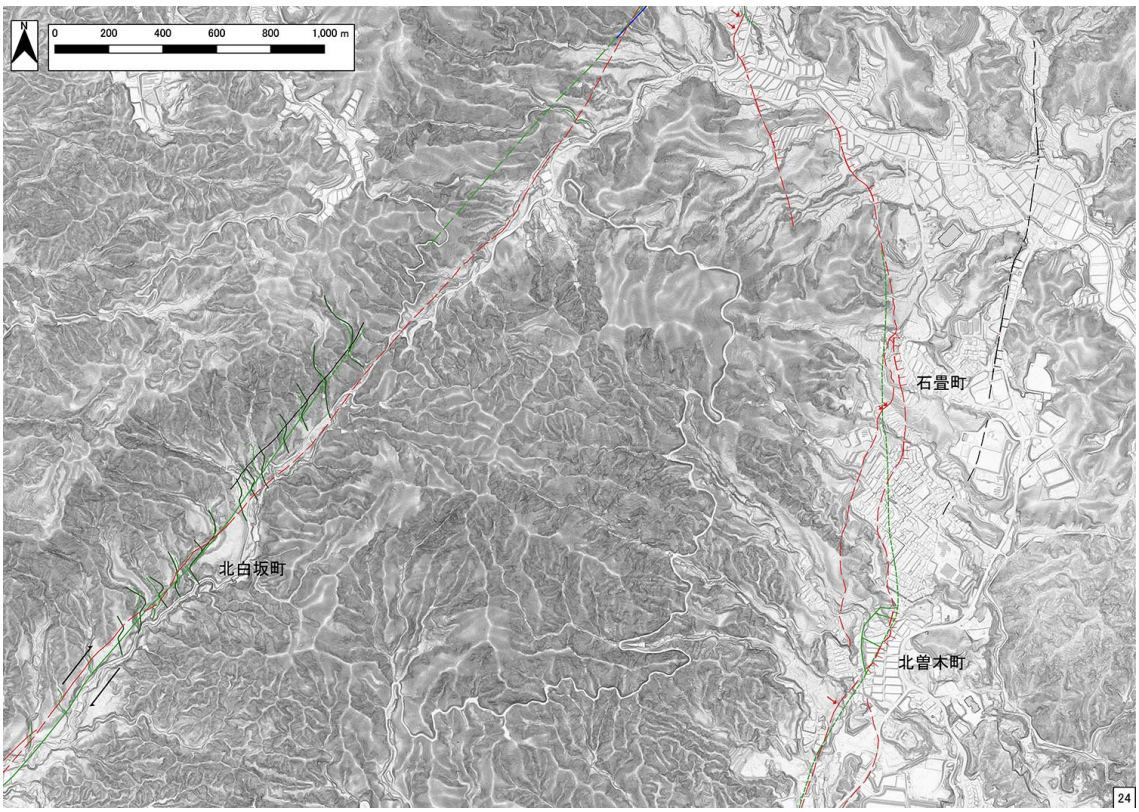

図 41　活断層図（曽木町～東白坂町）その４

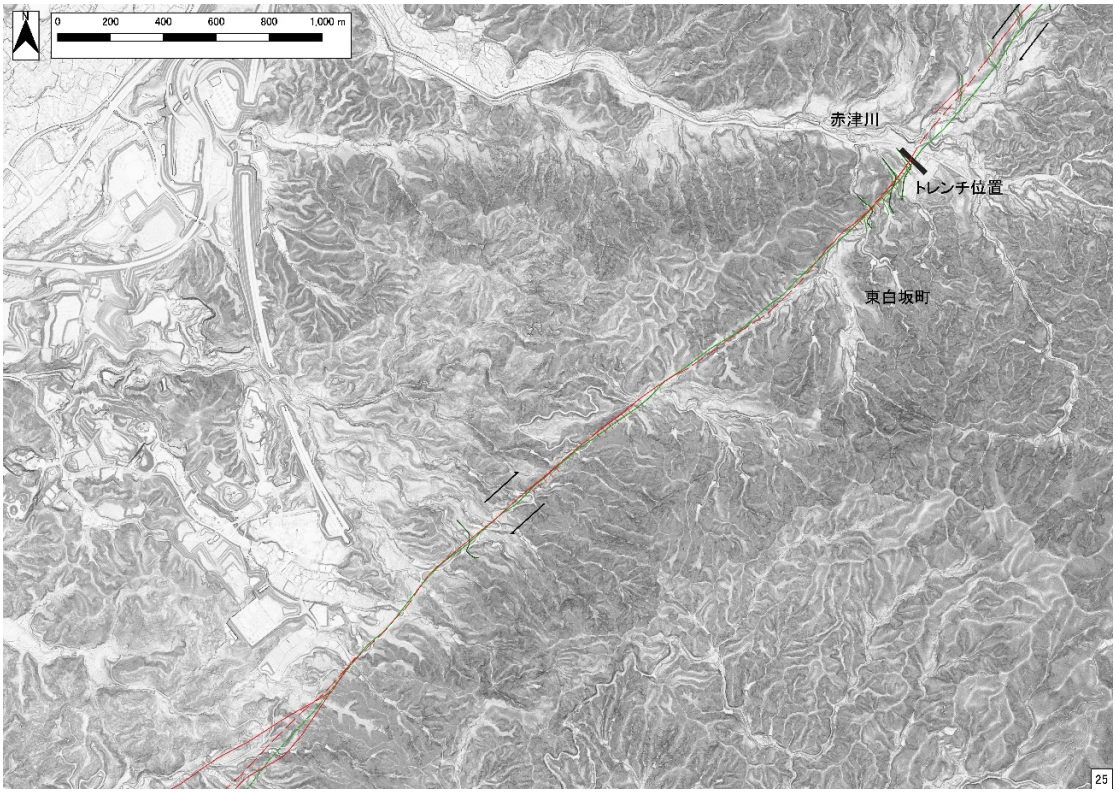

図 42　活断層図（曽木町～東白坂町）その５

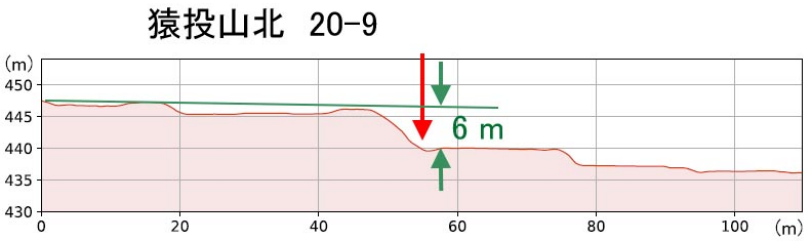

図 43　高精細 DEM により作成した地形断面図

地形断面の位置は図 39、40 に示した。赤矢印は断層トレースの位置を示す。

i）猿投－高浜断層：折平～加納

h)で述べた通り、猿投山北断層から分岐する猿投－高浜（境川）断層のトレースが図 44～46 の範囲においてほぼ連続的に追跡できる。その位置は都市圏活断層図と概ね一致するが、都市圏活断層図には１条のトレースのみ描かれている。図 44 においては折平付近において段丘面に低断層崖及び撓曲崖が確認される。この付近ではトレースは併走する２列に分かれている。北一色付近にも明瞭な低断層崖が確認される。深見西部にも低断層崖があり、このトレースに沿ってかつて愛知県がトレンチ調査を実施している。

深見西部で断層の上下変異は不明瞭になるが、丘陵地内に右に屈曲する河川が認められ、横ずれ断層として存在する可能性がある（図 45）。さらに図 46 の加納町寺山付近に比較

的明瞭な撓曲変形が確認される。またこの付近で下部更新統の可能性のある地層が明瞭な撓曲変形を示している。このトレースは乙部町、保見へと連続する。

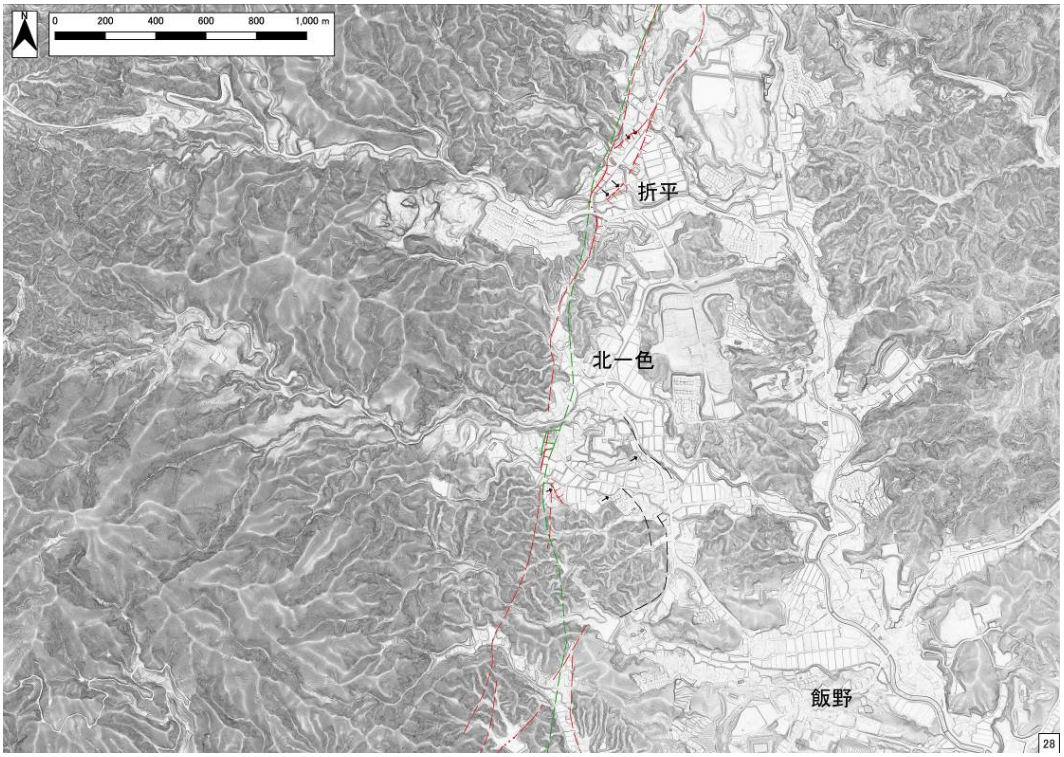

図 44　活断層図（折平～飯野付近）

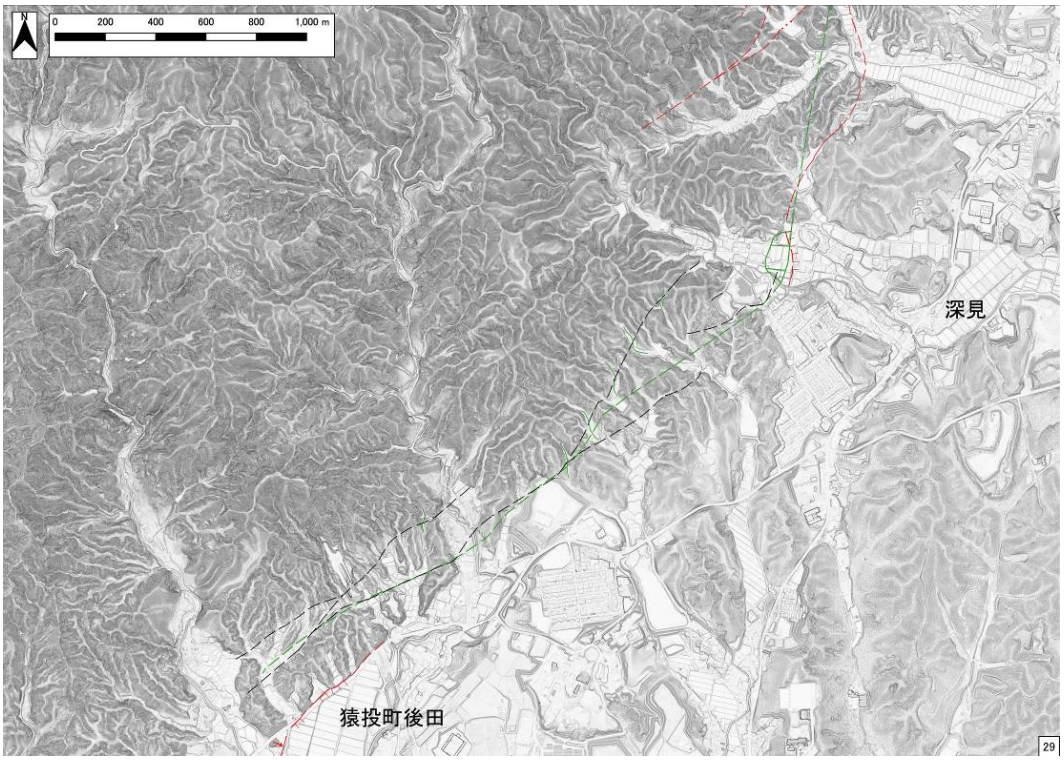

図 45　活断層図（深見西部～猿投町後田）

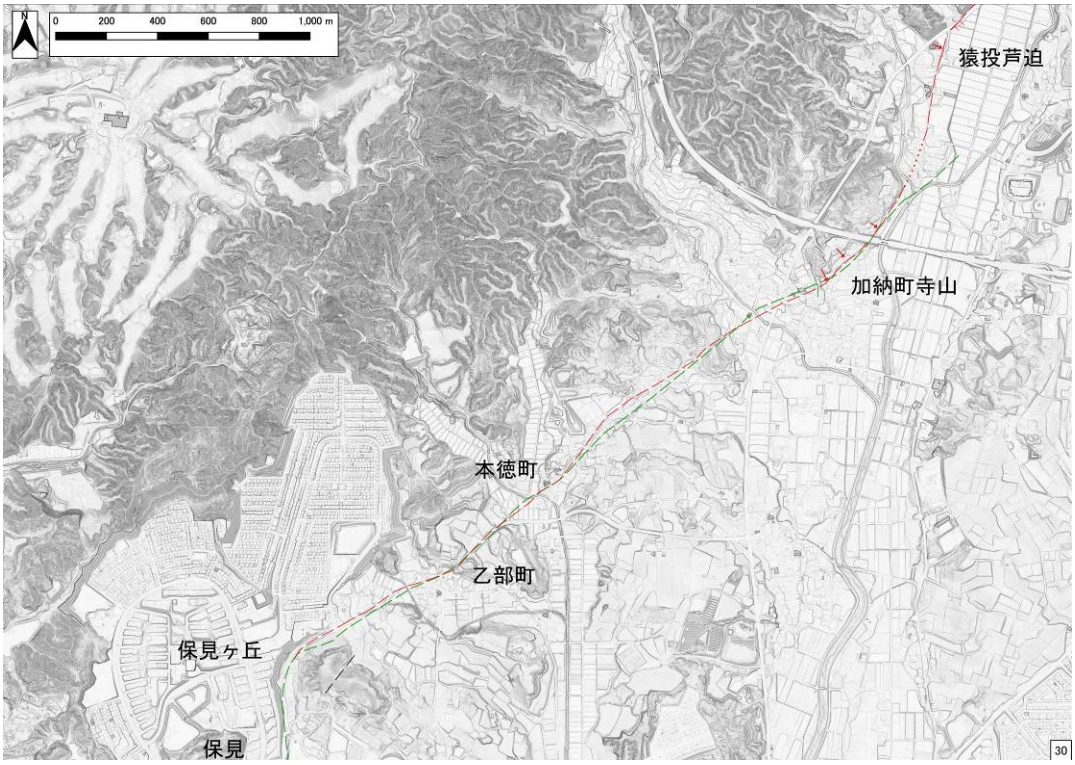

図 46　活断層図（猿投町芦迫～保見）

j）東白坂以南の猿投山北断層

猿投山北断層の東白坂地点以南について、断層は北東－南西方向に分布し、都市圏活断層図瀬戸図幅（鈴木ほか，2004)の断層線とほぼ一致している（図 47)。断層を挟んだ地形は、猿投山の主稜が見られる断層より南東側が高く、猿投山から北西へ延びる尾根を断ち切る凹地状の地形が北東南西方向に直線的に連続し、これを横切る河谷に右横ずれ変位が複数認められる。断層線は南西方向に向かって複数に分岐し、最も南側のものは愛知工業大学の野球場付近まで連続する。

一方東山路町付近で西側へ分岐した断層線は、東北東－西南西方向に連続する。この猿投山北断層の南西延長部については、東海層群からなる丘陵地に明瞭な上下変位を伴わず、北西方向へ流下する河谷と直交する直線的な谷地形や鞍部列として認識され、活断層としての明瞭な根拠に欠ける推定活断層である。しかしながら愛知工業大学の北側では、東海層群と花崗岩が接する断層露頭も確認できるなど地質構造としては断層の存在を確認できる。

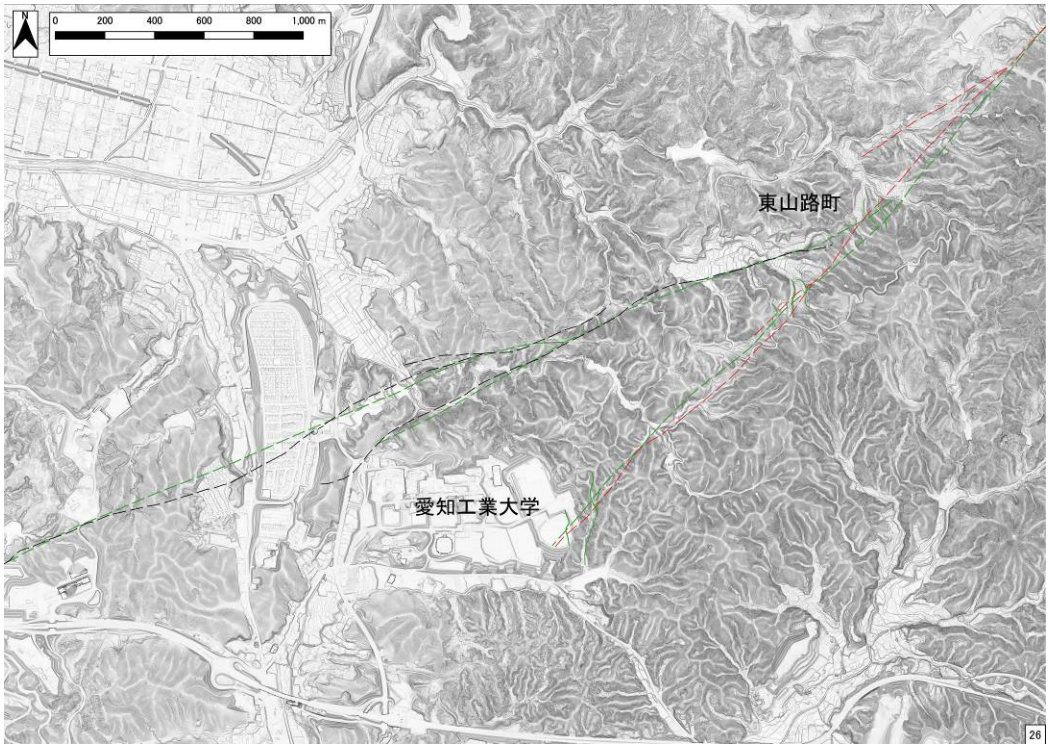

図 47　活断層図　（東山路町～八草付近）

断層線はさらに分岐しその西方延長では、愛知産業科学技術総合センター敷地内や愛知高速鉄道（リニモ）の公園西駅付近の試錐コアで確認されているが、その南西側では不明瞭となり連続性を確認することができない（図 48）。

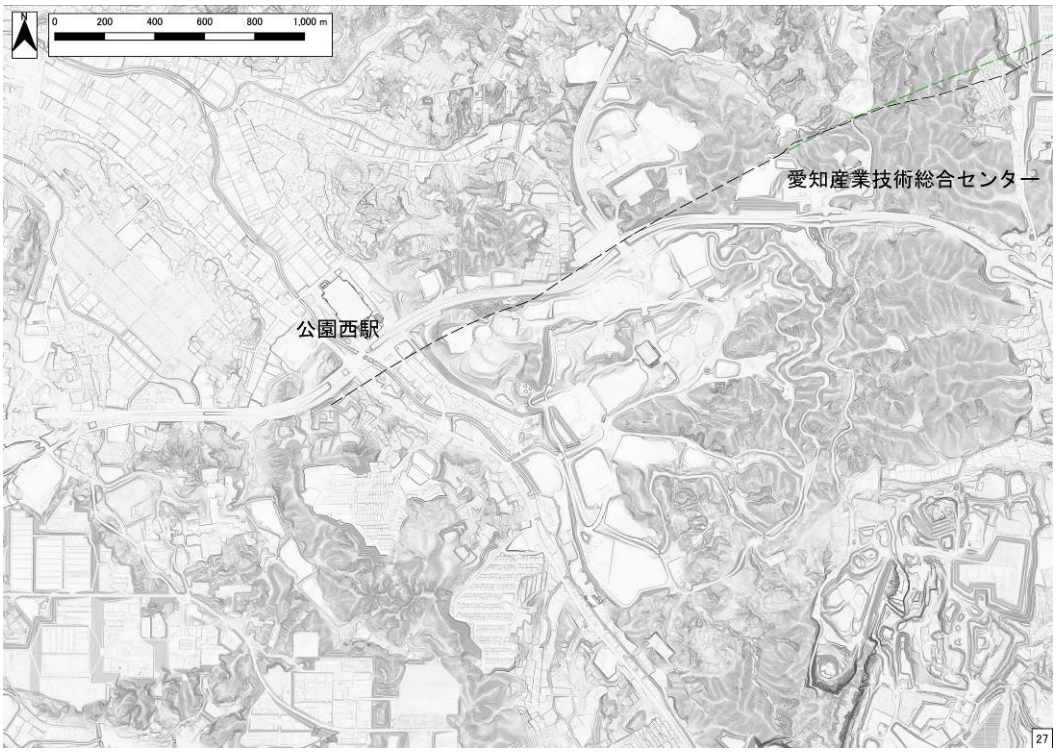

図 48　活断層図（八草西方～長久手）

2) 変動地形データベースの整備

最終年度完了までに、本研究の変動地形データベースを作成し、その後の利活用を促進できるようにすることを目指している。これは活断層評価の今後の更新や、研究成果の普及啓発においても重要である。本年度は、最終年度にデータベースシステムを構築するためのパイロットモデルを作成した。このシステムは利便性を考慮して WebGIS ベースで設計し、図 49～51 を試作した。なお、搭載データは現時点までの暫定データであり、最終的には最新知見に置き換えられる。

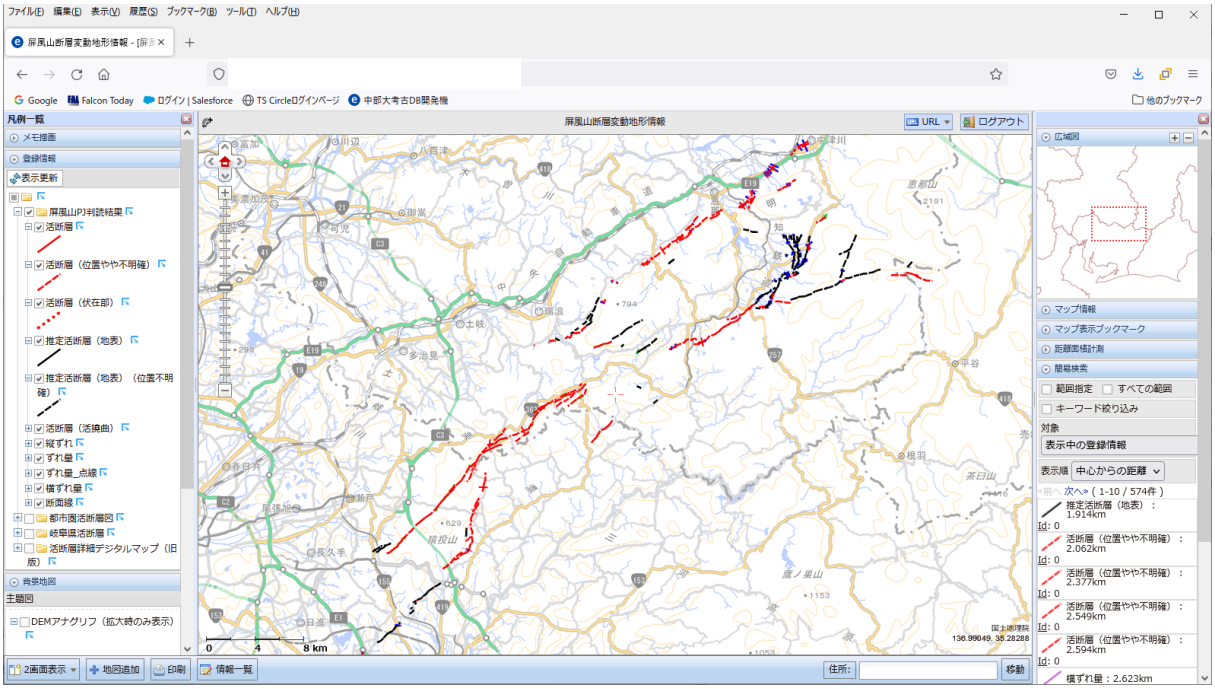

図 49 変動地形 web データベースのイメージ図（その１）

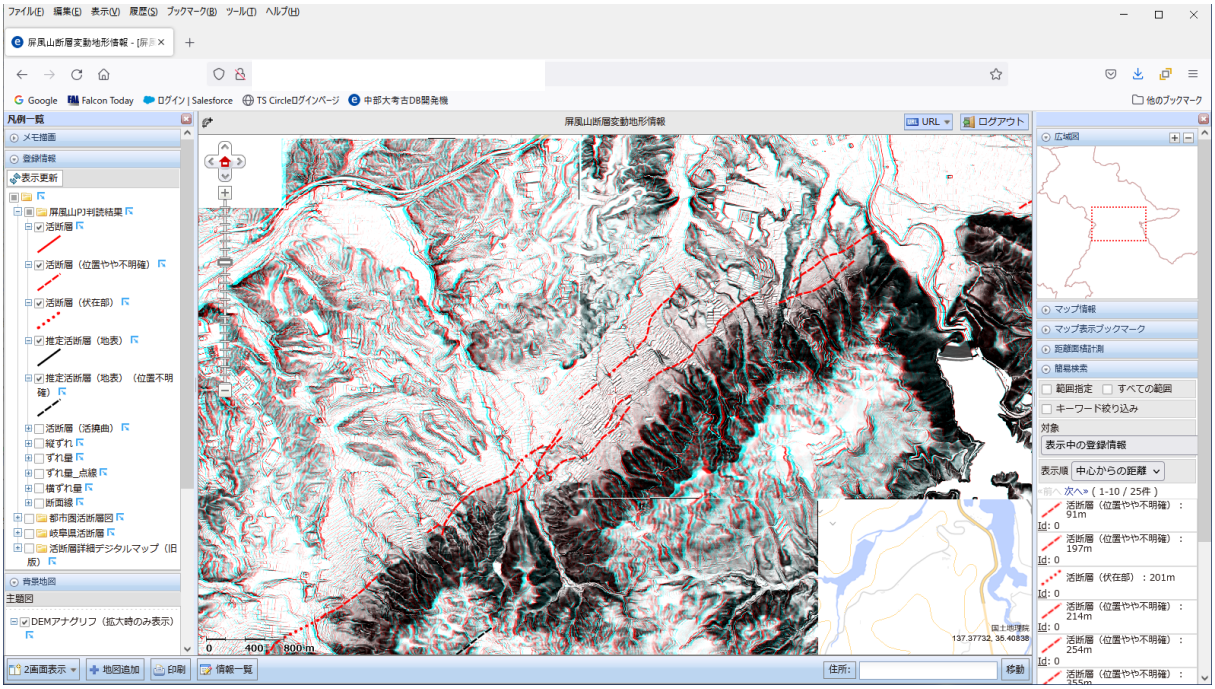

図 50 変動地形 web データベースのイメージ図（その２）

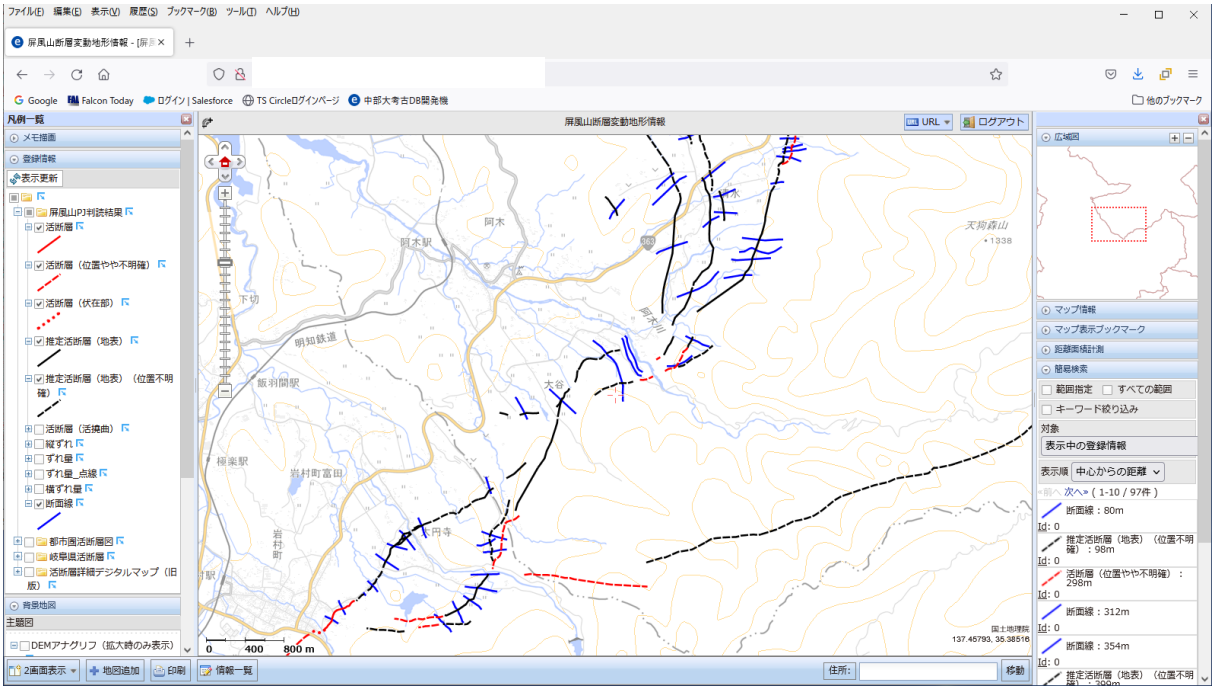

図 51 変動地形 web データベースのイメージ図（その３）

3)活動区間案の作成　（ 4）総合検討を兼ねる）

本研究では活断層評価の高度化に向けて、他のサブグループの結果と合わせて、最終的に活動区間を検討する。その際には断層の地下形状、活動時期等からの検討を待つ必要があるが、まずは断層トレースの連続性のみから第一次案を検討した（図 52）。

従来は猿投山断層と恵那山断層の一部区間にのみ認められていた右横ずれが、ほぼ全域で確認された。横ずれが不明瞭な箇所は、屏風山断層西部（三郷以西）のみである。

屏風山断層西部は都市圏活断層図では活断層と認定していたが、岐阜県活断層図やデジタル活断層図等では活動性が認められないとされてきた。今回の検討の結果、新期の地形面の変形が確実に見出され、活断層であると判明した。

一方、三郷以西の変位地形は、以東に比べて直線性が乏しく、横ずれ変位も確認されない。三郷の東西で変位地形の特徴が異なる意義について検討することは課題として残る。

手賀野断層は、屏風山断層から分岐していることが確認された。またこうした分岐形状は右横ずれ変位によってもたらされた可能性が考えられる。

恵那山断層は多くの場所で明瞭な右横ずれを伴う変位地形が確認されるが、陶町付近は不明瞭で確実な活断層トレースが認められない。一方、陶町より西では再び変位地形は明瞭になり、猿投山北断層のトレースに連続するように見える。その接合部付近よりも南で猿投山断層は明瞭な右横ずれ変形を示すが、以北では確実な活断層トレースを見出せない。なお、猿投－高浜（境川）断層のトレースは、猿投山北断層のトレースから分岐している。

以上のことから、①屏風山断層として 36km の活動区間、②恵那山～猿投山北断層として長さ 59km 程度の活動区間を想定する可能性がある。しかし後者は陶町付近の変位地形が不明瞭であることから、この付近を境に二分割される可能性もある。さらに飯沼付近の複雑な断層構造が活動区間とどのような関係にあるかについて、検討する必要がある。

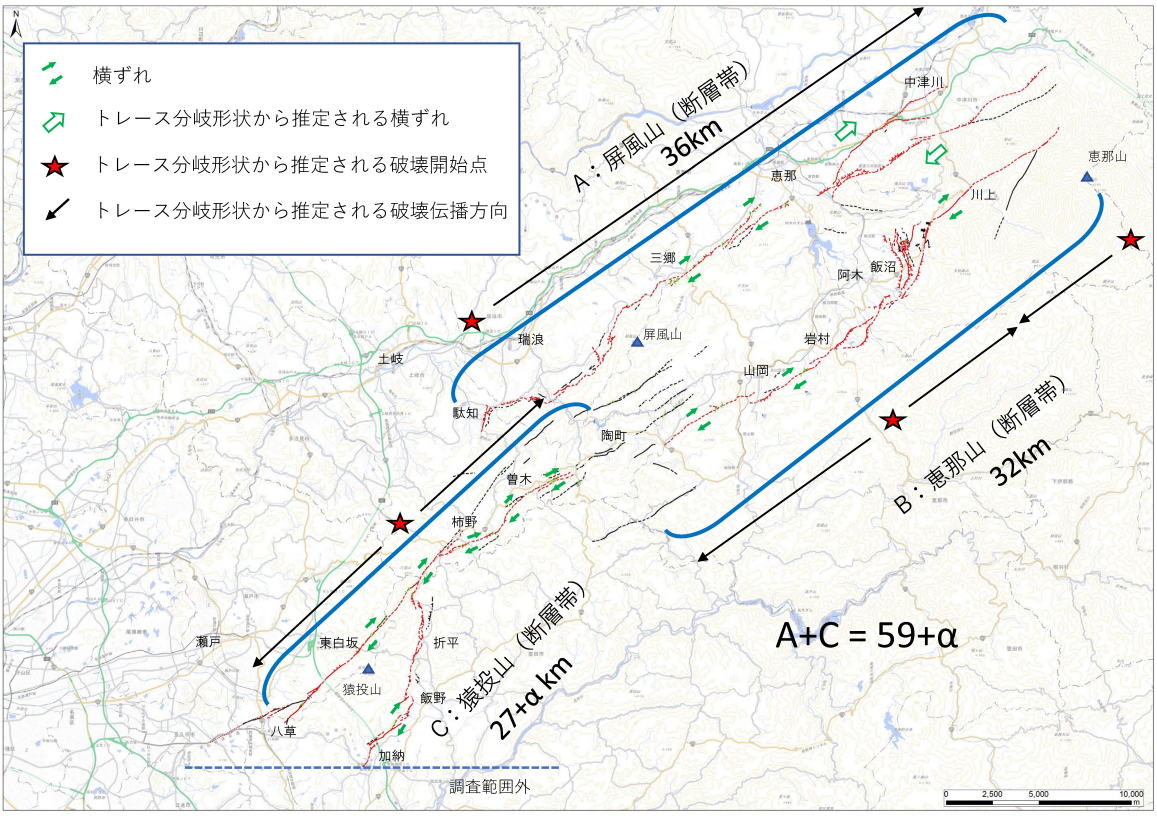

図 52：活動区間を議論するためのたたき台（活断層トレースの地形的特徴のみに基づいている。現時点では様々なケースが想定される。国土地理院地図に加筆。

(d) 結論ならびに今後の課題

今年度は、昨年度整備した LiDAR データから作成した詳細 DEM、及び大縮尺（１万分の１）航空写真の精査により、断層変位地形の詳細な分布を明らかにした。この地域には既に、縮尺２万５千分の１の都市圏活断層図（国土地理院）や岐阜県活断層図（岐阜県）があるが、既存データには齟齬があるため再調査を実施した。従来の活断層地図は主に縮尺２万分の１航空写真の判読をベースにしていたのに対して、今回はさらに詳細な地形情報を利用したため、詳細な断層変位地形を確認することが可能となった。

その結果、中津川市付近に位置する手賀野断層と屏風山断層の連続性、恵那山断層と猿投山北断層の連続性、猿投－高浜（境川）断層と猿投山北断層の連続性などが新たに確認された。また、従来は資料によって認定が異なっていた屏風山断層西部の活動性も確認された。その結果、活断層の長さが確定し、まずはたたき台として活動区間の第一次案を検討した。

昨年度に引き続き、累積変位量に関するデータも数多く蓄積された。具体的には確実な断層変位が認められる地形面上において、変位計測に適した地形断面位置を特定した上で、上下方向の累積変位量を多数計測した。さらに地形面編年につなげるべく、地形面の堆積物の風化程度を確認し、高位面、中位面、低位面等の分布の大枠を把握することができた。次年度はこうした変位に時間軸を入れる。具体的には断層変位が明瞭な箇所を選んで現地露頭調査と掘削調査を実施して地形面及び地層の年代を推定し、スリップレートを明らかにする。それによりスリップレートの分布形状から活動区間を考察することを目指す。

さらに得られた断層変位量等のデータを将来的にも検証可能とするため、WebGIS ベースのデータベースを構築する。

(e) 引用文献

岐阜県, 2001, 平成 12 年度屏風山・恵那山断層帯に関する調査成果報告書.

岐阜県：1:25,000 岐阜県活断層図（鈴木康弘・杉戸信彦編), 2010.

葉田野希・吉田孝紀・笹尾英嗣: 中新統～更新統瀬戸層群の陸成層と陶土, 地質学雑誌, 127,345-362,2021.

活断層研究会編:「新編・日本の活断層－分布図と資料－」, 東京大学出版会, 437 p., 1991.

宮内崇裕・岡田篤正・杉戸信彦・鈴木康弘・吉田英嗣：1:25,000 都市圏活断層図「恵那」（国土地理院), 2017.

岡田篤正・廣内大助・松多信尚・宮内崇裕：1:25,000 都市圏活断層図「中津川」(国土地理院), 2017.

鈴木康弘・岡田篤正・熊原康博・東郷正美：1:25,000 都市圏活断層図「瀬戸」(国土地理院), 2004.

東郷正美・池田安隆: 第 1 部 2. 第四紀逆断層帯の地表表現とその時空間変化, 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編, 「第四紀逆断層アトラス」, 3-4, 2002.

山崎　徹・野田　篤・尾崎正紀: 明智地域の地質 地域地質研究報告 5 万分の 1 地質図幅, 産総研地質調査総合センター,120 p, 2020.