

伊那山脈の隆起に関わる卯月山断層

松島 竜平¹, 大塚 勉²

¹ 信州大学総合理工学研究科, ² 信州大学学術研究院総合人間科学系

Udukiyama Fault in the Ina Mountains, Nagano Prefecture, Central Japan.

Ryuhei Matsushima¹ and Tsutomu Otsuka²

¹ Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

² Institute of Humanities, Academic Assembly, Shinshu University

キーワード：卯月山断層，断層破碎帯，第四紀断層，リニアメント，伊那山脈

Keywords: Udukiyama Fault, Fracture Zone, Quaternary Fault, Lineament, Ina Mountains

1. はじめに

伊那谷は西の木曽山脈，東の伊那山脈に挟まれた南北に狭長な盆地である。盆地底を北から南へ流れる天竜川を境に，西側は竜西地域，東側は竜東地域と呼ばれている。このうち竜西地域には，北北東－南南西方向に延びる伊那谷断層帯の存在が知られており，活断層としての評価がなされている（地震調査委員会，2007）。他方，竜東地域における活断層の報告はほとんどなされていない。

卯月山断層（中部建設協会，1984）ないし下伊那竜東断層（有井，1958）は，盆地と伊那山脈の地形的変換点を作る断層である。この断層は，これまでに竜東地域で報告されている数少ない活断層の一つである（活断層研究会，1991）。しかしながら，断層の詳しい露頭記載はこれまでにない。本論では，飯田市上久堅から千代にかけて断続的に見られる卯月山断層の露頭について記載する。

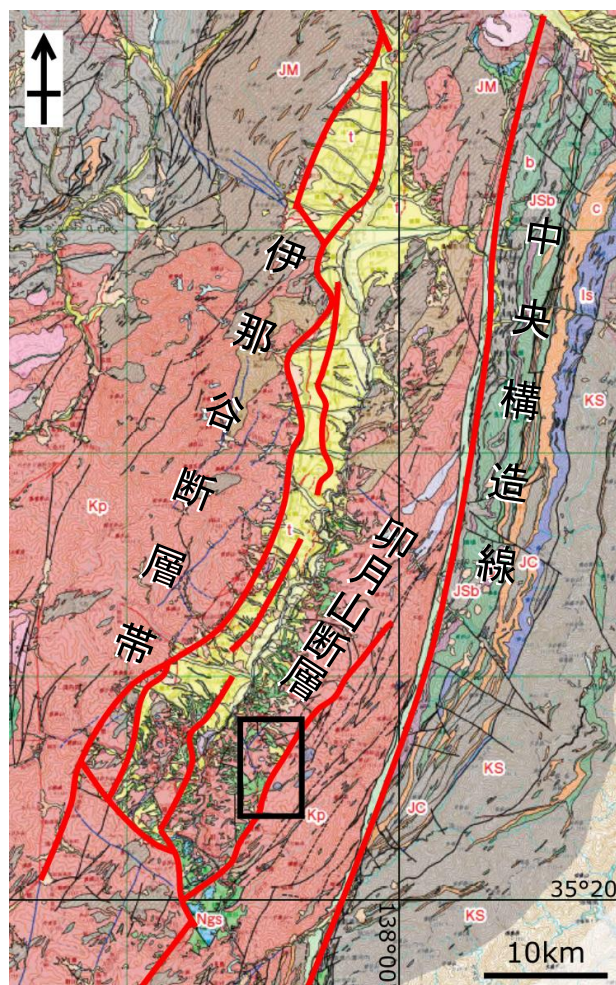
2. 周辺の地形とリニアメント

研究地域周辺の竜東地域の地形は，天竜川から主稜線に向かって，河岸段丘，丘陵，山地の3つの地形に区分される。これらのうち，丘陵と山地の境界は明瞭な傾斜変換線をなしている。本論で扱う卯月山断層はこの傾斜変換線に沿う断層である。

伊那山脈南部（小渋川以南）を対象とし，空中写真を用いた立体視によってリニアメント判読を行った。使用した空中写真は以下のものである。

USA-M100-4R（1957年撮影，縮尺 1/25,542）

USA-M1010-3R（1957年撮影，縮尺 1/40,000）



Kp 白亜紀深成岩 Ngs 新第三紀堆積岩類
t 段丘堆積物 — 断層

図1 研究地域の位置

長野県デジタル地質図 2015（長野県地質図活用普及事業研究会，2015）を基に作成。黒枠が研究地域。

MCB659X (1965 年撮影, 縮尺 1/20,000)

CB758Y (1975 年撮影, 縮尺 1/40,000)

CB883Y (1988 年撮影, 縮尺 1/40,000)

立体視の結果, 伊那山脈南部には, 北東-南西方向のリニアメントが最も顕著に見いだされた(図2). また, これと斜交ないし直行する北西-南東方向のリニアメントも多く認められる. 前者は直線的な谷地形や鞍部の連続, 尾根および谷の系統的な屈曲, 地形変換線などによって判別される. それらは伊那山脈主稜線の方

3. 地質の概要

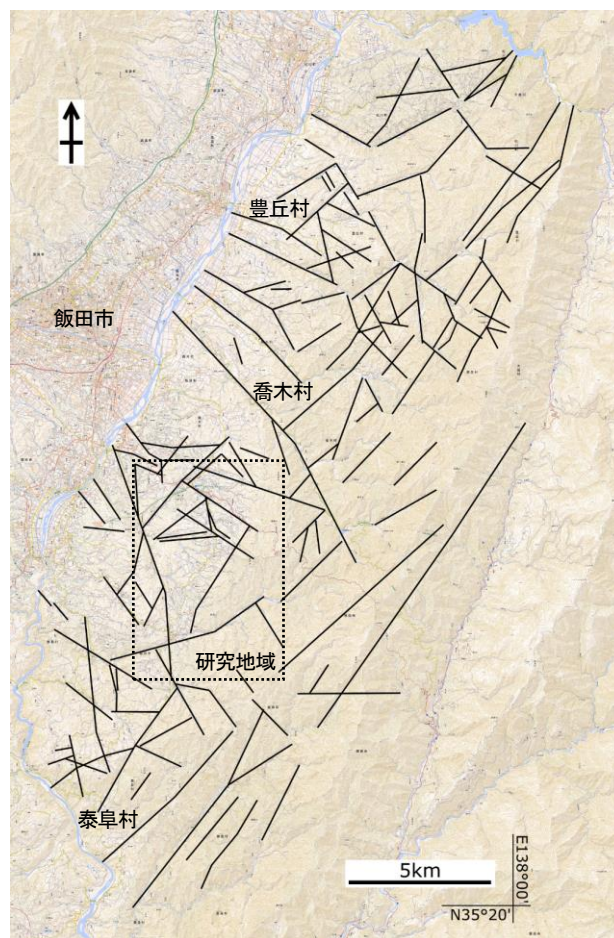
研究地域周辺は領家変成帯に属し, 領家花崗岩類が広く分布している. その主たるものは生田花崗岩(領家研究グループ, 1972)である. 花崗岩中には, 所々で砂質変成岩や苦鉄質~超苦鉄質岩が捕獲されている. また, これらを基盤とし, 中新統富草層群(鹿間, 1954)や前期更新統伊那層群(下伊那地質誌編集委員会, 1976)およびその他の第四紀礫層が不整合に覆っている.

富草層群はおもに, 礫岩, 砂岩, シルト岩, 凝灰岩からなり, 研究地域内では飯田市千代地域に分布している. その分布の東縁は卯月山断層を介して花崗岩に接している.

伊那層群のうち, 伊那層上部層(菅沼ほか, 2003)が研究地域には分布しており, おもに中礫~大礫の亜円礫~円礫を主体とする無層理で淘汰の良い礫層からなる(図4). 礫種構成はチャートや砂岩を主体とし, 花崗岩, 片麻岩, 安山岩などを伴う. チャート以外の礫は強く風化している. 伊那層上部層は, 卯月山断層以西に広がる, 北西に緩く傾斜する地形面を構成しており, この地形面は竜東面(下伊那地質誌編集委員会, 1976)と呼ばれている.

竜東面上には, 伊那層上部層とは異なる礫層も点在している. 研究地域において代表的なものは, 飯田市長久堅の堂平から小野子付近に分布する堂平砂礫層と小野子礫層である. これらの構成礫は花崗岩や片麻岩を主体とする角礫~亜角礫であり, 伊那層上部層ほど風化していない. 伊那層上部層とは, 礫種・円磨度・風化度などから明確に区別することができる.

堂平砂礫層は, 上久堅運動場下の民家裏手の崖で模式的に見られる, 砂層優勢の砂礫層である(図5). 層厚は 15m 程度である. 礫種は片麻岩を主体とし, 花崗



—— リニアメント

図2 伊那山脈南部のリニアメント

岩も伴う. 礫径は 5cm 未満のものが多く, 最大で 10cm 程度である. 層理面は西に緩く傾斜しており, その角度は東ほど大きく, 小野子では 10°~15°である. 堂平では下位の層準との関係を直接見ることはできないが, 周囲の地質分布からして, 伊那層上部層の上位にあたると考えられる. 小野子北側の谷斜面では, 生田花崗岩を不整合で覆う様子が見られる.

小野子礫層は, 堂平砂礫層を不整合で覆う, 淘汰のあまり良くない角礫~亜角礫の無層理な礫層で, 花崗岩礫や片麻岩礫を主体として斑れい岩礫が含まれることもある(図6). 層厚は 10m 程度である. 礫径は 10~20cm 程度のものが多く, 最大で 50cm に及ぶものもある. 同様な礫層は研究地域に点在しており, 花崗岩, 富草層群, 伊那層上部層のいずれかを不整合で覆っている. 三野(1951)は, 小野子付近に分布する砂礫層を記載しており, 本層に相当するものであると考えられる.

伊那層群伊那層や, その他の第四紀礫層は, 卯月山断層より東側には分布していない.

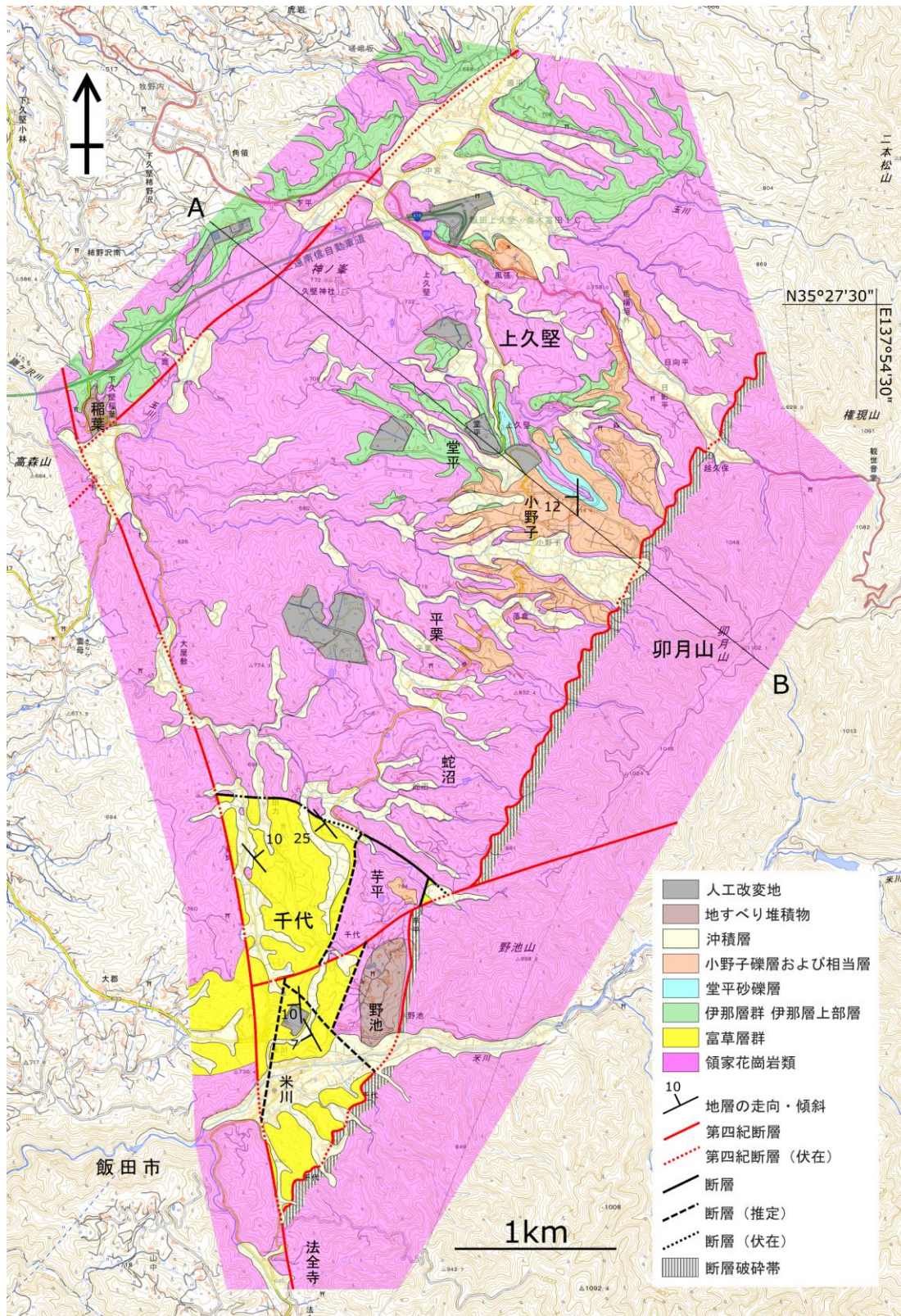


図3 地質図・地質断面図



図4 伊那層上部層の礫層
上久堅堂平

表1 研究地域の地質

年代		地質体名	
第四紀	完新世		沖積層
	前期更新世～		小野子礫層
			堂平砂礫層
	前期更新世	伊那層群	伊那層上部層
新第三紀	中中新世	富草層群	
白亜紀			花崗岩類

4. 卯月山断層の概要

有井（1958）は、大下条村（現在の阿南町）小中尾から喬木村二本松山西部に至る約 17km の断層（北方延長未調査）を下伊那竜東断層と命名し記載した。断層面の走向は N50W°～70°E で、傾斜は東に 8°～70°で 30°～40°の場合が多く、衝上おしかぶせの性質を示すことを明らかにした。活断層研究会（1991）は、下伊那竜東断層を活断層として記載している。松島（1995）には、トレースの記載がある。中部建設協会（1984）は、下伊那竜東断層を卯月山断層に改称しており、本論ではこの呼称を用いる。



図5 堂平砂礫層
上久堅堂平
露頭最上部は小野子礫層。



図6 小野子礫層
上久堅小野子

5. 卯月山断層の露頭記載

卯月山断層は約 5km にわたって追跡され、計 9 箇所の断層露頭として観察された。それらは丘陵と山地の境界となる地形変換線に沿って存在し、幅数十 m から 100m 程度の、剪断面を伴う断層破碎帯をなしている。断層岩は一般にカタクレサイトであり、一部は断層ガウジや断層角礫である。剪断面の姿勢は概ね北東－南西走向で、南東に傾斜する。傾斜は低角から高角まで多様である。このうち、低角断層を介して富草層群に花崗岩が衝上する露頭が 2 箇所存在する。

Loc. 1

上久堅森、細田川の標高 840m 付近において、川沿いに幅数十 m にわたって生田花崗岩が破碎されており、多数の剪断面が見られる。断層岩はカタクレサイトである。

Loc. 2

上久堅小野子、卯月川の標高 850m 付近において、生田花崗岩中に 2 グループの剪断面が認められる。一つは北西傾斜の低角剪断面で、もう一つは南東傾斜の中～高角剪断面である。図 9 に示した低角剪断面の姿勢は $N54^{\circ}E, 23^{\circ}N$ であり、幅数 cm～10cm 程度のカタクレーサイトを伴う。カタクレーサイト中に取り込まれたレンズ状花崗岩クラストの形態より、北西側下降の運動センスを示すと判断される。中～高角剪断面の姿勢は、 $N30^{\circ}E, 45^{\circ}E$ や $N45^{\circ}E, 72^{\circ}E$ である。

Loc. 3

上久堅平栗、平栗川の標高 840m 付近において、川沿いに少なくとも幅 10m にわたって生田花崗岩が破碎されており、多数の剪断面が見られる。剪断面のほとんどは高角である。図 10 に示した剪断面の姿勢は $N7^{\circ}E, 73^{\circ}E$ である。花崗岩には延性変形が認められ、東側下降の運動センスを示すと判断される。

Loc. 4

上久堅蛇沼、蛇沢川の標高 810～820m 付近において、川沿いに幅約 75m にわたって生田花崗岩と片麻岩を源岩とする断層破碎帯が見いだされる。断層岩は主としてカタクレーサイトで、断層ガウジおよび断層角礫を伴う。図 11 は破碎帯の東端付近で、生田花崗岩と片麻岩がカタクレーサイト化している。矢印で示した剪断面の姿勢は $N38^{\circ}E, 50^{\circ}E$ である。図 12 は図 11 の位置から数 m 下流で認められる剪断面であり、その姿勢は $N40^{\circ}E, 90^{\circ}$ で、幅 10cm の断層ガウジを伴う。

Loc. 5

千代野池、野池神社の東の沢沿い、標高 680～710m 付近の間に、点々と生田花崗岩が破碎された露頭が見られる。断層岩は露頭によって断層ガウジや断層角礫（図 13）もしくはカタクレーサイトと様々である。

Loc. 6

千代米川、今倉沢の標高 685～700m 付近において、沢沿いに幅約 150m にわたって生田花崗岩と片麻岩を源岩とする断層破碎帯が見いだされる。断層岩は主としてカタクレーサイトで、断層角礫を伴う。剪断面の傾斜は低角から高角まで様々で、南東傾斜のものが多く、北西傾斜のものも認められる。図 14 はカタクレーサイトの一部を示したもので、剪断面が多数認められる。



図 7 断層露頭の位置

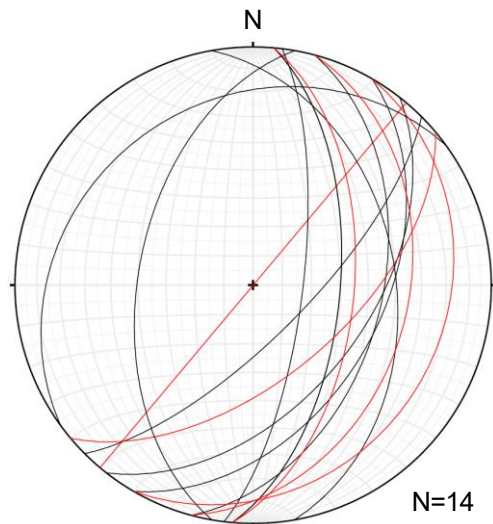


図 8 卯月山断層の断層面の姿勢
赤線は断層ガウジを伴う断層面。下半球等積投影。

Loc. 7

千代米川、ヤシロ沢の標高 680~690m 付近において、沢沿いに幅約 100m にわたって生田花崗岩と片麻岩を源岩とする断層破碎帯が見いだされる。断層岩は主としてカタクレーサイトで、断層ガウジおよび断層角礫を伴う。剪断面の傾斜はおもに中角である。断層破碎帯の北西直近には、生田花崗岩と富草層群の礫岩のアバット不整合面がある。露頭欠如のため断層と富草層群との関係を直接見ることはできないが、断層破碎帯から南東側には富草層群が分布しないことは確実である。図 15 は生田花崗岩起源の断層ガウジおよび断層角礫であり、N5°E, 55°E の剪断面も認められる。

Loc. 8

千代米川、久保田沢川の標高 705m 付近の左岸斜面において、富草層群米川層のシルト岩と生田花崗岩が低角断層を介して接する。上盤側が生田花崗岩、下盤側がシルト岩で、生田花崗岩がシルト岩に衝上する運動センスであると判断される。断層の姿勢は N30°E, 20°E であり、シルト岩は幅 2~3cm にわたって粘土化し、花崗岩は少なくとも幅 1m 以上にわたってガウジ化している。

Loc. 9

千代米川から法全寺へ小さな峠を越えて抜ける道沿いの沢 710m 付近において、富草層群米川層のシルト岩と生田花崗岩が低角断層を介して接する。上盤側が生田花崗岩、下盤側がシルト岩で、生田花崗岩がシルト岩に衝上する運動センスであると判断される。断層の姿勢は N15°E, 35°E で、シルト岩は幅 1cm 程度粘土化し、花崗岩は角礫化している。その上流少なくとも幅 20m 程度にわたって花崗岩が破碎されており、多数の剪断面が見られる。断層岩は主としてカタクレーサイトで、断層ガウジおよび断層角礫を伴う。剪断面の傾斜は中~高角である。



図 9 Loc. 2

カタクレーサイトを伴う北西側下降の低角剪断面

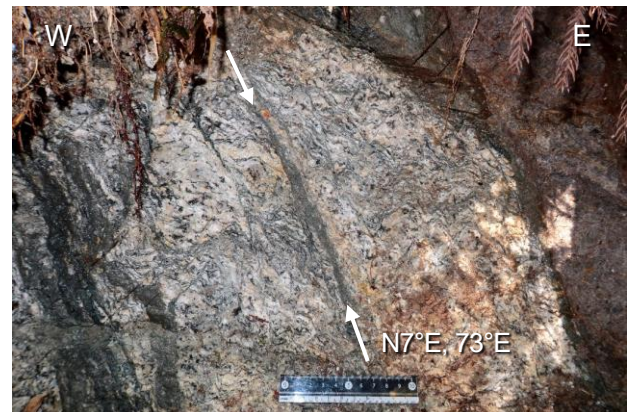


図 10 Loc. 3

延性変形した花崗岩



図 11 Loc. 4

カタクレーサイト中の剪断面

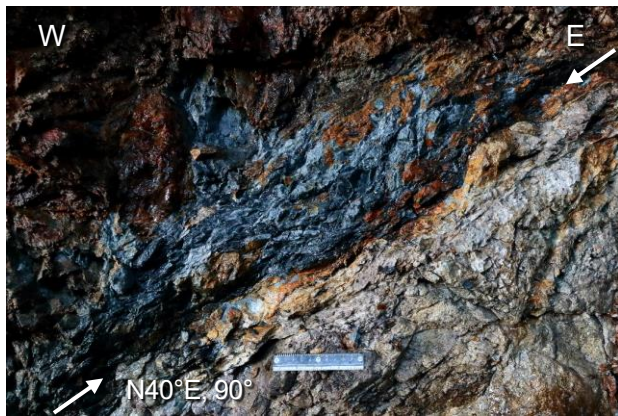


図 12 Loc. 4
断層ガウジを伴う剪断面



図 13 Loc. 5
断層角礫・断層ガウジ



図 14 Loc. 6
カタクレーサイト



図 15 Loc. 7
断層角礫および断層ガウジ



図 16 Loc. 8
シルト岩に生田花崗岩が衝上する断層面

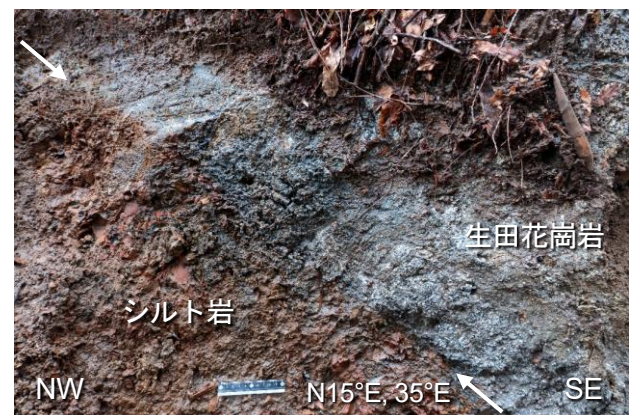


図 17 Loc. 9
シルト岩に生田花崗岩が衝上する断層面

6. 卯月山断層に影響を与える断層

千代断層（森山・光野，1989）

千代米川と法全寺の境付近で、卯月山断層を切っている。断層露頭は計3箇所見つかっている（別途報告）。下久堅稲葉ではトレンチ調査が行われており（北陽建設，2012），N5°W, 45°Wの断層を介して，東側の伊那層上部層に西側の生田花崗岩が乗り上げることが明らかにされている。

芋平断層

千代芋平，イタチ川の標高750～755m付近において，川沿いに幅約50mにわたって断層ガウジを伴う複数の剪断面が見られる（Loc. 11）。図18に示した断層の姿勢はN64°E, 90°で幅5cmの断層粘土を伴い，北側の富草層群のシルト岩と南側の生田花崗岩が接する。この付近で卯月山断層のトレースが不連続になることから，この断層は卯月山断層を切っているものとみられる。ただし，この断層露頭が卯月山断層のものである可能性もある。

7. 考察

地形と卯月山断層

卯月山断層のトレースは，丘陵（竜東面）の東縁と一致し，断層の南東側では高度を一気に上げ，卯月山を経て伊那山脈主稜線へと続く非常に急峻な山地が広がっている。赤色立体地図ではその傾斜量の違いが明瞭に表れている（図20）。ただし，この傾斜変換線は泰阜村から飯田市上久堅までは明瞭に認められるものの，それより北東では消滅する。山地では谷が無数に深く刻まれているが，これは卯月山断層より南東側が隆起することに伴って侵食力が増大していることを示すと考えられる。

卯月山断層の運動と形成時期

Loc. 8 および Loc. 9 において，南東傾斜の低角断層を介して下盤側の富草層群に上盤側の花崗岩が衝上していることから，卯月山断層が南東傾斜であり，南東側上昇の逆断層であることが明らかである。また，破碎帯の大部分はカタクレーサイトであり，一部に断層ガウジ～断層角礫を伴う剪断面があることから，卯月山断層は地下中程度の深度での活動の後に，地表付近での新規の活動が重複していることを示すと考えられる。

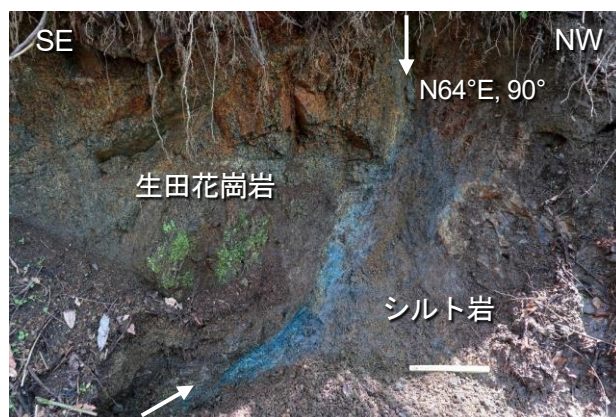


図18 Loc. 11

シルト岩と生田花崗岩が接する断層面

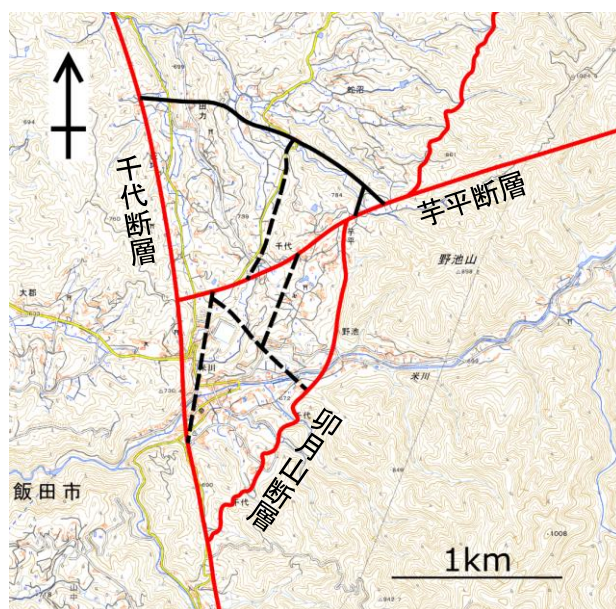


図19 卯月山断層と千代断層・芋平断層との関係図

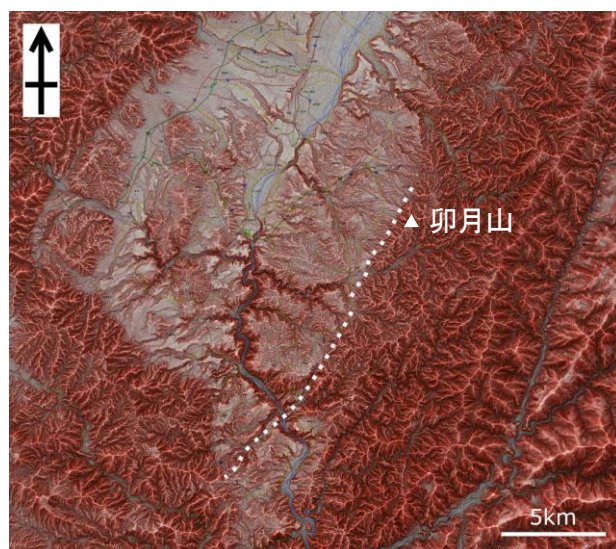


図20 卯月山断層と周辺の地形
点線が卯月山断層。赤色立体地図に加筆。

卯月山断層と伊那山脈の隆起

地形の特徴や露頭観察結果より、卯月山断層の南東側、伊那山脈側が隆起していることが考えられる。断層直下の標高(850m)と卯月山の標高(1,100m)との差からみて、卯月山断層の垂直隔離は少なくとも250mに達するものと考えられる。

卯月山断層の南東側の山地には、卯月山断層と平行に伸びる北東―南西方向の顕著なリニアメントが認められる。これらの多くは卯月山断層と同様に東側が隆起する断層であることが予想される。卯月山断層は伊那山脈の隆起に関わる断層群の1つであり、その断層群の西端に位置していると考えられる。

卯月山断層の活動時期

卯月山断層は、中新統富草層群を切っていることから、少なくとも中新世以降に活動したものである。卯月山断層と第四系との直接的な関係を示す露頭は見つからないが、下記理由によって第四紀の活動があったと考える。

伊那層上部層はチャートが目立つ円礫層であることから、遠方から礫が供給されていたことを示し、堆積場は広域的な影響下にあったことが考えられる。一方で、小野子礫層は花崗岩や片麻岩の角礫層であることから、ごく近い場所から礫が供給されていたことを示し、堆積場は局所的な影響下にあったことが考えられる。このことから、伊那層上部層の堆積期、前期更新世当時は、現在の卯月山のような地形的高所は存在しなかったことが考えられる。その後、卯月山断層が活動して東側が隆起したことに伴い、小野子礫層の扇状地が形成されたことが考えられる。さらに、小野子礫層は卯月山断層の東側には分布しないことから、小野子礫層堆積後に再度の卯月山断層の活動があったことが考えられる。

8. まとめ

- 1) 小渋川以南の伊那山脈には、北東―南西方向および北西―南東方向のリニアメントが顕著に認められる。
- 2) 卯月山断層は伊那谷の盆地と山地の地形変換点を作る断層である。
- 3) 卯月山断層は幅約100mの破碎帯を伴う南東傾斜の逆断層で、南東側が上昇する。
- 4) 卯月山断層は第四紀に活動したと考えられる。
- 5) 卯月山断層は伊那山脈の隆起に関して重要な役割を果たした。

9. 謝辞

堀内 義氏、ジオシステム 下平 力氏、飯田市美術博物館 村松 武氏、小泉明裕氏には貴重なご意見やご教授をいただいた。松島信幸氏には調査に同行していただいたほか、貴重なご助言をいただいた。信州大学理学部理学科地球学コースの層位・構造談話会および研究室の方々には、研究に際して多くの議論の場を設けていただいた。以上の方々に深く感謝申し上げます。

〈文献〉

- 有井琢磨, 1958, 伊那谷西南部の構造地形, 地理学評論, **31**, 6, 346-362.
- 中部建設協会, 1984, 天竜川上流域地質図.
- 北陽建設株式会社飯田営業所, 2012, 平成24年度下久堅稲葉地区断層トレンチ調査業務委託報告書, 南信州広域連合.
- 地震調査委員会, 2007, 伊那谷断層帯の評価(一部改訂).
- 活断層研究会, 1991, 新編日本の活断層, 東京大学出版会, 440p.
- 松島信幸, 1955, 伊那谷の造地形史―伊那谷の活断層と第四紀地質―, 飯田市美術博物館, 145p.
- 三野與吉, 1951, 伊那谷の地形―断層の原地形・地形面の対比―, 地理学評論, **24**, 7, 215-230.
- 森山昭雄・光野克彦, 1989, 伊那谷南部, 伊那層の堆積構造からみた木曽・赤石両山脈の隆起時期, 地理学評論, **62A**, 10, 691-707.
- 長野県地質図活用普及事業研究会, 2015, 長野県デジタル地質図2015.
- 領家研究グループ, 1972, 中部地方領家帯の花崗岩類の相互関係, 地球科学, **26**, 5, 205-216.
- 鹿間時夫, 1954, 長野県南部の第三紀層富草層群について, 横浜国大紀要, **secII**, 3, 71-108.
- 下伊那地質誌編集委員会, 1976, 下伊那の地質解説, 昭文社, 320p.
- 菅沼悠介・鈴木毅彦・山崎晴雄・菊池隆男, 2003, 長野県南部, 伊那層群のテフラとその対比, 第四紀研究, **42**, 5, 321-334.

(原稿受付 2021.3.19)