

牛首断層南西部地域の活動履歴調査(1) - 地形地質調査結果 -

Paleoseismological study of the southwestern part of the Ushikubi fault on Toyama/Gifu prefectural border (1) -Geomorphological and geological survey-

宮下由香里¹・吉岡敏和²・桑原拓一郎³・苅谷愛彦⁴・松浦一樹⁵・吉村実義⁶・高瀬信一⁷

Yukari Miyashita¹, Toshikazu Yoshioka², Takuichiro Kuwabara³, Yoshihiko Kariya⁴,
Kazuki Matsuura⁵, Miyoshi Yoshimura⁶ and Nobukazu Takase⁷

^{1,2,3}活断層研究センター (Active Fault Research Center, GSJ/AIST, yukari-miyashita@aist.go.jp,
yoshioka-t@aist.go.jp, t-kuwabara@aist.go.jp)

⁴千葉大学 (Chiba Univ., ykariya@earth.s.chiba-u.ac.jp)

^{5,6,7}株式会社ダイヤコンサルタント (Dia Consultants Co., Ltd., K.Matsuura@diaconsult.co.jp,
M.Yoshimura@diaconsult.co.jp, N.Takase@diaconsult.co.jp)

Abstract: Based on precise air-photo interpretation, we identified four river terraces with different altitudes (I to IV, higher to lower) and fault lineaments with four different ranks of certainty (A to D, higher to lower) along the southwestern part of the 60-km-long Ushikubi fault in Toyama-Gifu prefectural border area. Terrace III is displaced by the Ushikubi fault whereas the younger terrace (terrace IV) is not. Field survey and ¹⁴C dating revealed that the most recent faulting event occurred after the deposition of terrace III gravel beds that intercalate a humic silt bed dated as 6840±60 yBP. Field observation of exposed fracture zones suggests, together with precise air-photo interpretation, that the certainty of lineaments has a positive correlation with the width of fracture zone.

キーワード: 活断層, 古地震学, 牛首断層, 富山県, 岐阜県, 破碎帯

Keywords: active fault, paleoseismology, Ushikubi fault, Toyama Prefecture, Gifu Prefecture, fracture zone

1. はじめに

牛首断層は、岐阜県大野郡白川村から富山県中新川郡立山町に至る、長さ約 60 km の右横ずれ断層である (Fig. 1)。牛首断層の南側には約 10 km の間隔をおいて、跡津川断層が並走する。跡津川断層の活動履歴についてはこれまでに多くの研究が行われており、1858 年 (安政五年) の飛越地震を最新活動とし、過去 1 万年間に 5 回の活動があったことが明らかとなっている (跡津川断層トレンチ発掘調査団, 1989)。しかし、牛首断層については、更新世末期以降に、北西側が相対的に隆起する断層活動が複数回起こったと推定されているのみである (竹村・藤井, 1984)。

そこで、活断層研究センターでは、最新活動時期をはじめとする牛首断層の活動履歴の解明を目的として、2002 年度 (平成 14 年度) より同断層の調査に着手した。2002 年度は、同断層南西部約 20 km の範囲について、牛首断層の位置と活動性を詳細に把握し、トレンチ掘削調査の基礎資料とすることを目的として、空中写真判読及び地形地質調査を実施した。さらに、これらの結果に基づいて、2 つのサイ

トを選定し、トレンチ掘削調査を実施した。本稿では、空中写真判読及び地形地質調査結果について記載する。なお、トレンチサイトの詳細及びトレンチ調査結果の速報については、本報告の 63 - 71 ページ (宮下ほか, 2003) を参照されたい。

2. 空中写真判読結果

空中写真判読によって、牛首断層南西部沿いの地形面区分及びリニアメントの判読を行った。リニアメントの判読基準は、土木学会 (1985) に従った。

2.1 地形面区分

調査地域に分布する地形面は、牛首谷などの本流性の段丘面とその支流の扇状地性の堆積面からなり、牛首谷流域、利賀川ダムから水無谷流域、原山本谷流域の 3 地域にそれぞれ分布している。各地域の地形面の分布状況を Fig. 2 に示す。

段丘面は、現河床からの比高が高いものから I 面～IV 面に区分した。また、III 面は現河床からの比高の違いによって、III 面と III' 面に細分される。これらの段丘面は、現河床からの比高が高くなるにつ

れ、面の開析が進む傾向にある。以下に、各段丘面の性状を記載する。括弧内は現河床面からの比高を示す。

(1) I面

I面は、牛首谷中央部左岸(120 m)と水無谷右岸(60~90 m)に局所的に分布するのみである。牛首谷中央部左岸では、原面は開析を受け残存していないと判断される。

(2) II面

II面は、牛首谷中央部(25~60 m)と利賀川ダム及び水無谷沿い(25~60 m)に局所的に分布するのみである。やや平滑な尾根状を呈し、牛首谷中央部では谷方向に急傾斜している。

(3) III面

III面は、牛首谷沿い(20~80 m)及び利賀川ダム付近(10~60 m)に断続的に分布する。原山本谷沿い(15~110 m)では広く連続的に認められる。

(4) III'面

III'面は、牛首谷中央部左岸(15~60 m)、利賀川ダムから水無谷沿い(10~30 m)、原山本谷沿い(10~20 m)のいずれに地域においても、局所的に分布するのみである。一部は扇状地性の斜面からなる。

(5) IV面

IV面は、牛首谷沿い(数~25 m)では、断続的に認められる。東部は緩やかな扇状地性の地形面からなり、谷方向に緩く傾斜している。利賀川ダムから水無谷沿い(数~30 m)では、断続的~連続的に分布する。とくに水無谷東部では連続的に分布する。原山本谷沿い(5~25 m)では、連続的に分布する。一部は扇状地性の斜面からなる。いずれの地域においても、ほとんど開析されておらず、平坦面がよく保存されている。

2.2 リニアメントの記載

牛首断層は急峻な山地内に位置し、特に調査範囲では断層に沿って深い谷地形(牛首谷、水無谷、原山本谷)が発達するため、断層変位地形の保存が極めて悪い。したがって、断層の分布と連続性を把握するため、空中写真を用いてリニアメントの判読を行った。その結果、牛首断層南西部に沿って、LU-1からLU-8までの8本のリニアメント(土木学会の基準によるランクAからランクC)が認められた。LU-1~LU-5は、東北東-西南西方向にほぼ直線的に延びるリニアメントであり、LU-6~LU-8は北東-南西方向のリニアメントである。また、牛首断層の南側には、時計回りに斜交する、L-1からL-4までの4本のリニアメント(ランクD)が認められた(Fig. 2)。以下に、各リニアメントの性状を記載する。

(1) LU-1

LU-1は、調査地域南西端の牛首谷西端付近の山麓急斜面及び直線谷から、鞍部、直線谷及び急斜面の末端を通り、牛首谷中央部付近まで追跡される長さ約2.5 kmのリニアメントである。

本リニアメントに沿っては、鞍部、直線谷、急斜面が断続的に分布しているが、断層変位を直接的に示唆するような地形要素に乏しいことから、ランクCと判断される。リニアメントの延長上に位置するIV面には、変位地形が認められない。

(2) LU-2

LU-2は、牛首峠南西方から牛首峠北東方まで追跡される長さ約2.7 kmのリニアメントである。

本リニアメントに沿っては、明瞭な逆向き低崖、河川の右屈曲、鞍部、遷緩点、三角状の急崖及び急斜面が直線状に分布していることから、ランクAと判断される。

特に牛首峠の南西約1.5 kmに位置するIII面には、延長約70 mにわたって南向きの逆向き低崖が認められ、逆向き低断層崖の可能性が高いと判断された。

牛首峠北東方のIII'面に隣接した地域では、延長約300 mにわたって、鞍部、直線谷、河川の右屈曲及び遷緩点が直線的に連続しているが、III'面が変位を受けているか否かは明確でない。また、その北東延長には、利賀川の河床堆積物がやや広く分布しており、リニアメントを追跡することができない。

(3) LU-3

LU-3は、利賀川ダム南岸地域から水無谷東部に至る長さ約3 kmのリニアメントである。

本リニアメントに沿っては、遷緩点、三角状の急崖及び河谷の右屈曲が認められ、これらの地形要素が直線状に連続する明瞭なリニアメントを構成することから、ランクAと判断される。

利賀川ダムの南岸に分布するIII面には、リニアメントに沿って、南向きの逆向き低崖が認められ、逆向き低断層崖の可能性が高いと判断された。

(4) LU-4

LU-4は、水無谷上流から原山本谷に至る長さ2.5 kmのリニアメントである。

本リニアメントに沿っては、三角状の急崖、鞍部、直線谷、急斜面が直線状に連続し、明瞭なリニアメントではあるが、断層変位を直接的に示唆するような地形要素にやや欠けることから、ランクBと判断される。

本リニアメントの北東延長上に分布する原山本谷上流部のIII'面に変位地形は認められない。

(5) LU-5

LU-5は、延長約500 mにわたって、直線谷、遷緩点、遷急点が直線状に連続するリニアメントである。

が、断層変位を直接的に示唆するような地形要素に乏しいことから、ランク C と判断される。

本リニアメント北東端に判読される遷急点は、扇状地性の III 面上にあり、牛首断層による変位地形である可能性を否定できない。

(6) LU-6

LU-6 は、原山本谷左岸の山腹斜面に延長約 1.9 km にわたって認められるリニアメントである。

本リニアメントは、遷緩点、鞍部、直線谷、崖線、河川の右屈曲が連続する比較的明瞭なリニアメントであることから、ランク B と判断される。

原山本谷上流部の III 面には、比較的明瞭な崖線が認められ、牛首断層による変位地形である可能性が高い。原山本谷中央部の支沢に認められる河川の右ずれ屈曲は、80~100 m 程度である。

(7) LU-7

LU-7 は、原山本谷と LU-6 の間に、延長約 1.4 km にわたって認められるリニアメントである。

本リニアメントは、急斜面、三角状の急崖、崖線により構成されているが、その大部分が急斜面あるいは三角状の急崖と III 面あるいは III' 面との境界部に位置しており、断層変位を直接的に示唆するような地形要素に乏しいことから、ランク C と判断される。

(8) LU-8

LU-8 は、原山本谷下流部の崖線から北東方向の鞍部を通過し、直線谷に至る長さ約 1.1 km のリニアメントである。

本リニアメントは、崖線、鞍部及び直線谷により構成されているが、断層変位を直接的に示唆するような地形要素に乏しいことから、ランク C と判断される。

原山本谷下流部の崖線は、流下方向と一致しており、III' 面と IV 面とを境する段丘崖である可能性が高い。

(9) 周辺のリニアメント

L-1 から L-4 は、長さ約 300 m~2.4 km のリニアメントである。判読された地形要素は、直線谷、遷緩点及び鞍部であり、断層変位を直接的に示唆するような地形要素に乏しく、その周辺への連続性も認められない。以上のことから、L-1~L-4 はいずれもランク D と判断される。

3. 地表地質踏査結果

空中写真判読結果をもとに、牛首断層南西部周辺の地質踏査を実施した。踏査範囲は、牛首断層を中心とした幅約 1 km、延長約 20km の約 20km² である。以下に、段丘堆積物と断層露頭について、記載する。

なお、本地域には、基盤岩として、飛驒変成岩及び花崗岩類、濃飛流紋岩、岩稲累層（中新世前期）が分布する (Fig. 1) が、これらの記載は省略した。

3.1 段丘堆積物の記載

既述のように、空中写真判読結果に基づく、扇状地面を含む段丘面は、I 面から IV 面に区分される。露頭で確認したこれらの面を構成する堆積物の性状をまとめ、Table 1 に示す。

3.2 断層露頭の記載

地表踏査の結果、第四紀堆積物と断層との関係が明らかな 6 露頭を選定し (Fig. 2)、これらについて、詳細な観察を行った。各露頭の写真とスケッチを、Fig. 3 から Fig. 8 に示す。

(1) 露頭 A

牛首峠から約 3 km 西方、牛首谷左岸の林道脇の地点である。LU-2 リニアメントの西端部直下に位置し、露頭の北側には III 面が判読されている。

露頭では、砂礫層が破碎された片麻岩（断層破碎部）と接している。砂礫層と断層破碎部との境界は N60°E・70°S の走向・傾斜を示す比較的平滑な面である。礫層中にも派生した断層が認められる (Fig. 3)。

断層破碎部は、主としてシルト状破碎部 (a)、石灰質・砂質片麻岩、花崗岩の砂状破碎部 (b)、石灰質・砂質片麻岩の角礫状~鱗片状破碎部 (c) に区分できる。

(a) は、砂礫層との境界部及びスケッチ範囲の南東側に認められる。原岩は塩基性片麻岩と判断される。砂礫層との境界部付近の (a) は、暗褐色を呈し、径 2 cm 程度の砂質片麻岩の角礫を含む部分（スケッチの淡灰色の部分）と、淡褐色~淡緑色を呈し、縞状構造が発達する部分（スケッチの濃灰色の部分）が認められ、合わせて 10~60 cm 程度の幅を持つ。両者とも変質している。また、スケッチ範囲南西側の (a') は灰緑色を呈し、花崗岩起源の細礫を縞状に挟む。

(b) は、(a) 及び (a') に接して分布する。(a) に接する部分は、白~灰緑色を呈する。部分的に (a) を挟み、縞状構造が認められる。(a') に接する部分は、剪断面が密集し、(a') を挟む。(a') より南東側の花崗岩起源の部分は、一部角礫状を呈する。この部分の南東側に沿っては、N66°E・78°S の走向・傾斜を示す幅 1~5 cm の粘土状部が認められ、レイク (rake) 70°W の条線が認められる。

(c) は、(b) に挟まれて分布している。

露頭北西側に分布する砂礫層は、礫含有率 40% で、最頻礫径 5~10 cm、最大礫径 100 cm、片麻岩の角~亜角礫を主体とし、基質は褐色の細砂~シルト質砂からなる。砂礫層中に発達する断層を境として、基質に差異が認められ、北西側の基質の固結度がより低い。

長津ほか(1983)は、本露頭の砂礫層中から AT 火山灰を報告している(今回の調査では、露出状況が悪く未確認)。したがって、この断層は少なくとも約 2.6~2.9 万年前(町田・新井, 2003)の AT 火山灰の降下・堆積以降に活動したと判断される。

(2) 露頭 B

牛首谷上流部左岸(牛首峠から約 1 km 下流)の地点である。谷底部に位置するため、変位地形が判読されていないが、LU-2 リニアメントのほぼ中央部に相当する。露頭周辺には III 面が広く判読されているが、露頭 B の直上に分布する地形面は、III 面よりも 20 m 程度低い。

露頭では、砂礫層が破碎された片麻岩・花崗岩と接している。両者の境界部では、砂礫層と破碎された片麻岩・花崗岩が混在している(Fig. 4)。

片麻岩・花崗岩の断層破碎部は、褐色~黄褐色のシルト状破碎部(a)、白色、一部淡褐色のシルト状~砂状破碎部(b)、片麻岩の砂状~角礫状破碎部(c)、角礫状破碎部(d)及び大角礫状破碎部(e)に区分できる。(d)及び(e)は石灰質片麻岩を母岩とする。

砂礫層と破碎された片麻岩・花崗岩の混在部は、径数 cm 以下の角礫を 20%程度含む褐色砂質シルト様を呈する部分(f)、風化変質し軟質化した砂質片麻岩の可能性があるが、外見はラミナが発達し、径数 cm 以下の角礫を 5%程度含む褐色砂質シルト様の部分(g)、白色の石灰質片麻岩の角礫(径 1~2 cm)が密集する部分(h)、褐色~暗褐色の礫混じり細粒砂~シルト様を呈し、第四系起源の亜円礫を含み、石灰質片麻岩の角礫が破碎方向に配列し、細角礫密集部を挟む部分(i)、各種の片麻岩角礫を 40~50%程度含む、褐色の細砂~シルト様を呈する部分(j)に区分される。混在部上方の砂礫層との境界部には、みかけ正断層的に引きずられた亜円礫が認められる。

砂礫層は、下位から、礫含有率 60%、最頻礫径 7 cm、最大礫径 16 cm の亜角礫を主体とし、中~粗砂を基質とする礫層(k)、礫含有率 80%、最頻礫径 0.6~1 cm、最大礫径 8 cm の亜角礫を主体とし、中~粗砂を基質とする細礫層(l)、礫含有率 80%、最頻礫径 10~15 cm、最大礫径 30 cm の亜円礫(一部亜角礫)を主体とし、良く締まった中~粗砂を基質とする礫層(m)、礫含有率 20~30%、径 30 cm 程度の砂質片麻岩の亜円礫を主体とし、比較的緩い中~粗砂を基質とする礫混じり砂層(n)、礫含有率 50%、石灰質及び砂質片麻岩の径 30 cm 程度の亜角礫を主体とし、中~粗砂を基質とする礫層(o)、基質が乏しく、礫含有率 80%、最頻礫径 3 cm、最大礫径 30 cm の亜円礫を主体とする礫層(p)、淡褐色~褐色の層理が発達し、細礫層をレンズ状に挟む礫混じり細砂層(q)。

(q)層に挟まれる腐植質シルト層(r)、礫含有率 40%、最頻礫径 2~5 cm の石灰質・砂質片麻岩の亜角~亜円礫を主体とし、ルーズな粗砂を基質とする礫層(s)、からなる。

混在部と砂礫層との境界をなす断層面は、露頭で見られるすべての砂礫層を切っている。なお、(r)層からは、6840±60 yBP の放射性炭素年代(暦年未較正值)が得られた。したがって、この断層は、この年代以降に最新の活動を行ったと判断される。

断層運動の方向については、片麻岩と花崗岩が分布する南東側が相対的に隆起したと判断されるが、断層面沿いの礫の配列は、南東側が沈降するような正断層的な引きずりを示す。このような矛盾した現象は、少なくとも砂礫層堆積後の断層運動では、横ずれ成分が卓越していることを示唆する。

(3) 露頭 C

利賀川上流左岸(牛首峠から約 1 km 北東)支沢、利賀川との合流部から約 50 m 上流の地点である。LU-2 リニアメントの東端部直下に位置し、付近には III'面が分布している。

露頭には幅 15~50 cm の粘土状破碎部が分布し、牛首断層の本体と判断される。その周囲には、粘土状部~角礫状破碎部が認められる(Fig. 5)。

粘土状破碎部はスケッチの中央部に認められる。石灰質片麻岩の岩片が散在し、部分的に剪断面が発達する灰褐色粘土状部(a)と、やや破碎した岩片を挟む灰褐色~灰緑色粘土状部(b)からなる。(a)には、淡緑色~灰緑色の砂状~角礫状破碎部(c)及び塩基性片麻岩を原岩とする暗灰色シルト状部(d)が挟まれる。また、(a)の上盤側には径 0.5 cm の岩片が散在し、剪断面が密集する層厚 5~10 cm 程度の白色砂状~シルト状破碎部(e)を伴う。

この断層主部の上盤側には、白色から淡灰(緑)色を呈し、径 2~5 cm の石灰質片麻岩の岩片を含み、白色砂状脈を挟む砂状破碎部(f)が分布する。また、下盤側には、黄色~黄褐色を呈し、径 2 cm 程度の石灰質片麻岩の岩片を多く含む砂状破碎部(g)、剪断面が密集し、白色シルトの細脈が発達する白色~灰白色のシルト状~砂状破碎部(h)、石灰質片麻岩の岩片をレンズ状に挟む暗緑灰色のシルト状破碎部(i)、径 1 cm 程度の亜角礫状の砂質片麻岩の岩片を含む黄褐色の砂状~角礫状破碎部(j)、剪断面を伴い、径 1 cm 程度の石灰質・砂質片麻岩の亜円礫を含む黄色~黄褐色のシルト状破碎部(k)、石灰質片麻岩を主体とする細角礫を含む灰色~灰白色の砂状~角礫状破碎部(l)、石灰質片麻岩の角礫状破碎部(m)、等が分布している。

断層の上方延長部には段丘 III' 面堆積物が分布するが、断層との切り合い関係は不明である。

(4) 露頭 D

水無谷最上流部、金剛寺谷の南側にある、これと平行する支沢の露頭で、県道 47 号の岐阜・富山県境から北に約 450 m の地点である。LU-6 リニアメントのほぼ中央部直下に位置し、非常に明瞭な直線谷の出口に相当している。この露頭の南西約 300 m では、

リニアメントの北西側に II 面が判読されている。露頭は中央部で屈曲しており、スケッチの右側では、断層の走向とほぼ直交する $N40^{\circ}W$ 方向、左側では断層の走向にほぼ平行な $N70^{\circ}E$ 方向となっている。

露頭には幅 20 cm の粘土状破砕部 (a) が分布し、牛首断層の本体と判断される。露頭には粘土状破砕部～角礫状破砕部が認められる (Fig. 6)。

粘土状破砕部 (a) はスケッチの中央部に認められる。緑灰色を呈し、径 1 cm 程度の石灰質・砂質片麻岩礫を含む。青緑灰色粘土をレンズ状に挟む。上位の斜面堆積物中に、見かけ上、「貫入」したような形状で分布している。南東側 (スケッチ左側) の断層面は、 $N58^{\circ}E \cdot 88^{\circ}S$ の走向・傾斜を示し、ほぼ水平な条線を伴う。北西側の断層面は $N88^{\circ}E \cdot 88^{\circ}N$ の走向・傾斜を示し、レイク (rake) $10^{\circ}E$ の条線を伴う。南東側の断層面沿いには、砂礫層 (b) が最大幅 5 cm、延長 50～60 cm にわたって分布する。砂礫層は径 1 cm 以下の片麻岩の垂角礫を主体とし、一部垂円礫を含む。基質は中粒砂で、段丘構成層起源の可能性がある。

破砕の程度は粘土状破砕部 (a) から離れるにしたがって弱くなる。(a) の南東側上半部及び北西側下半部には、花崗岩の砂状破砕部 (c) が認められる。

(c) は一部シルト状を呈し、径 1～2 cm 程度の石英片、花崗岩及び各種片麻岩の礫を含む。また、(c) の両外側には、主として砂質片麻岩の砂状破砕部 (d) が認められる。(d) は径 2 cm 程度の石英片を含み、花崗岩、石灰質片麻岩をレンズ状に挟む。さらに、(d) の南外側には主として花崗岩の角礫状破砕部 (e) が認められる。

上述のように、粘土状破砕部 (a) は、斜面堆積物へ「貫入」したような形状を呈している。このような形状を呈するに至った原因としては、1) (a) の尖端が丸く、上に凸の放物線状を呈していること、2) その周辺の斜面堆積物に影響 (擾乱) が見られないことから、周辺の砂状破砕部よりも粘着力があり、浸食に対する抵抗性が高い粘土部が削り残されたことが考えられる。

また、(a) と (c) に挟まれて、幅の狭い分布を示す砂礫層 (b) は、横ずれ断層運動に伴って、断層破砕部中に形成された引張性の間隙に取り込まれたものと推定される。

(5) 露頭 E

原山本谷左岸 (原山本谷と大長谷川合流部から約 2.6 km 上流) 支沢の標高 1150 m 付近の露頭で、LU-7 リニアメントの南西部直下に位置している。周辺には III 面が判読されている。

露頭では、砂礫層が破砕された片麻岩と接している。砂礫層と断層破砕部との境界は、 $N30^{\circ} \sim 45^{\circ}E \cdot 60^{\circ} \sim 85^{\circ}W$ の走向・傾斜を有し、凹凸のある不規則な面である (Fig. 7)。

断層破砕部は、粘土状破砕部 (a)、シルト状破砕

部 (b)、シルト状破砕部・砂状破砕部混在部 (c) 及び砂状破砕部 (d) からなる。

粘土状破砕部 (a) は大局的には平行して 2 条認められる。 $N46^{\circ}E \cdot 74^{\circ}S$ 、 $N62^{\circ}E \cdot 86^{\circ}S$ の走向・傾斜を示す。黒色を呈し、軟質で、縞状に淡褐色の粘土を挟む。層厚は 10～20 cm 程度で、全体に曲がりくねった不規則な形状を呈し、連続する明瞭で平滑な面は認められない。砂礫層とは凹凸のある面で接しており、南側のものは巨礫の影響により礫層中に貫入したような形状を示す。

シルト状破砕部 (b) は、白色を呈し、粘土状破砕部 (a) に挟まれるように分布している。2 条の粘土状破砕部 (a) に挟まれて、暗色シルト状部と淡褐色砂状破砕部が混在した部分 (c) が認められる。また、粘土状破砕部 (a) の北側には、白～褐色を呈し、かなり変質し細礫を含む砂状破砕部 (d) が認められる。

断層破砕部北側の片麻岩は、部分的に変質したり、節理が密集したりするが、非破砕である。

露頭南側の砂礫層は、大局的には礫含有率 60% 前後で、最頻礫径は 3 cm 程度、基質は砂質シルト～シルト質砂である。これらは、礫含有率、基質等の差異により、(e)～(i) に細分される。

砂礫層のうち、(f) は、断層破砕部と砂礫層との境界面に沿って急角度で分布する。また、(i) 中には、鉛直方向に長軸を有する巨礫が認められる。(i) 及び (h) は、みかけ上、南側に緩く傾斜して (f) にアバットするように堆積している。以上の観察事実からは、(f) と断層破砕部との関係が、断層関係であるのか、不整合であるのか判断できない。

一方、(g) は、断層破砕部を被覆して緩傾斜で堆積し、その上位の (j)、(k) 及び礫混じりシルト質中粒砂層 (l) も、整然と緩く南側に傾斜している。したがって、これら礫層は、断層による変位を被っていないと判断される。

(6) 露頭 F

原山本谷左岸 (原山本谷と大長谷川合流部から約 2.0 km 上流) 支沢の標高 1120～1130 m の露頭で、LU-7 リニアメントの中央部直下に位置している。周辺には段丘面等は判読されていない。

露頭の北西部には、第四系と推定される砂礫層が分布し、南東部には破砕された砂質片麻岩が露出する (Fig. 8)。

断層破砕部は、粘土状破砕部 (a) と小角礫状破砕部 (b) からなる。

粘土状破砕部 (a) は、 $N12^{\circ}E \cdot 68^{\circ}W$ の走向・傾斜を有し、幅 0.6～1 cm、最大幅 3 cm の黒色軟質粘土からなる。この粘土状破砕部は、露頭上部に分布する礫混じりシルト層 (c) に変位を与えておらず、同層に不整合に覆われていると判断される。

(a) の上盤側 (北西側) には、褐色～褐青灰色を呈し、砂質片麻岩を原岩とする小角礫状破砕部 (b) が認められる。この破砕部は $N56^{\circ}W \cdot 66^{\circ}W$ の走向・

傾斜で、その北西側に分布する砂礫層と不整合で接している。

露頭の北西側に分布する砂礫層は角礫質で、最頻礫径は3 cm、礫含有率は30~60%、基質は砂質シルトからなる。礫混じりシルト層(c)は、砂礫層と一部指交しつつ、これを覆っており、角礫質で、礫の含有率は10~30%、最頻礫径は0.5~1 cmである。砂礫層及び礫混じりシルト層(c)は、新鮮な材化石、腐植層などを挟んでおり、様々な層相(礫径、基質の粒度、礫/基質比など)を持つ雑多な堆積物であることから、崖錐堆積物と推定される。

4. リニアメントと断層破砕帯の分布

リニアメントとして認定される活断層と、地質図オーダーの断層破砕帯との関係を見るため、両者の分布をFig. 9にまとめた。図に示した中空きの赤丸は電研式岩盤分類D及びC_L級の露頭で、これらの分布域は断層破砕帯に近似される。Fig. 9では、この部分をグレーに塗色して示した。

断層破砕帯の幅は、ランクAのリニアメントとして判読されるLU-2沿いでは0.5 km程度、同LU-3沿いでは1 km程度である。ランクBのリニアメントとして判読される、LU-4、LU-6沿いでは、断層破砕帯の幅はそれぞれ、1 km、0.5 km程度である。一方、ランクCのリニアメントとして判読されるLU-1及びLU-8沿いでは、断層破砕帯の幅は狭くなっており、D及びC_L級の露頭の数も少ない。LU-3とLU-4の間で、空中写真からはリニアメントが判読されない部分についても、同様のことが言える。

現時点では断定するだけの事例が十分ではないが、空中写真判読によって高いランクのリニアメントが認められたところでは、基盤岩中の破砕帯の幅も広い傾向がうかがわれる。

5. まとめと今後の展望

牛首断層南西部約20 kmの範囲について、空中写真判読及び地形地質調査を行った。

空中写真判読の結果、I面~IV面の4つの地形面が区別され、牛首断層は、III面を変位させるものの、IV面には変位を与えていない可能性が高いと判断された。

地表踏査の結果、多数の断層露頭が発見された。それらのうち重要と思われる6露頭について、詳細に記載した。露頭Bの観察結果と堆積物の¹⁴C年代から、牛首断層は6840±60 yBP(暦年未校正)以降に活動したことが明らかとなった。

さらに、リニアメントと基盤岩中の断層破砕帯の幅との関係を見たところ、大局的には、リニアメントのランクが高い部分は、破砕帯の幅が広い部分と断層南西部地域の活動履歴調査(1)―地形地質調査結果―

対応していることが分かった。

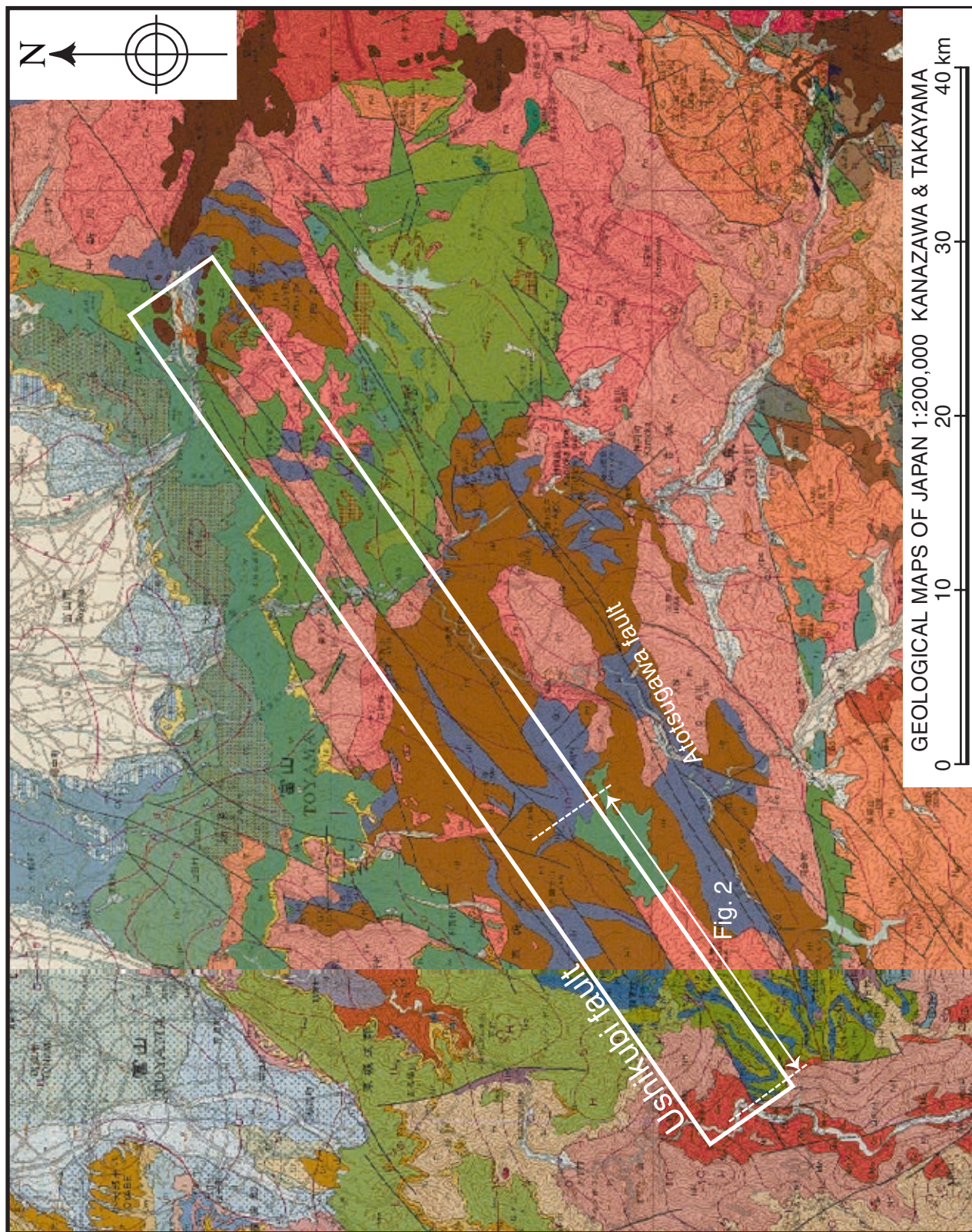
最近、小林(2003)や小林ほか(2003,本報告)によって、断層破砕帯(断層岩)の性状や分布様式から、「活」断層を認定しようとする研究が進められている。本稿を執筆するにあたり、今後、それらとの比較・検討に耐え得るデータを取得する際の基礎資料となるよう、詳細かつシステムティックな断層破砕帯の記載を心掛けた。トレンチ掘削調査は、より広範囲の地形地質調査結果をベースとしている。また、トレンチ壁面には、断層破砕帯が見られることも珍しくない。今後、活動履歴情報と併せて、断層破砕帯についても、正確かつ詳細な情報を取得・蓄積していくことが、断層活動のより深い理解のために重要と考える。

謝辞 本研究を行うに当たり、富山県及び岐阜県の森林管理事務所の方々には、入山に関して便宜をはかって頂きました。ここに記して深く感謝の意を表します。

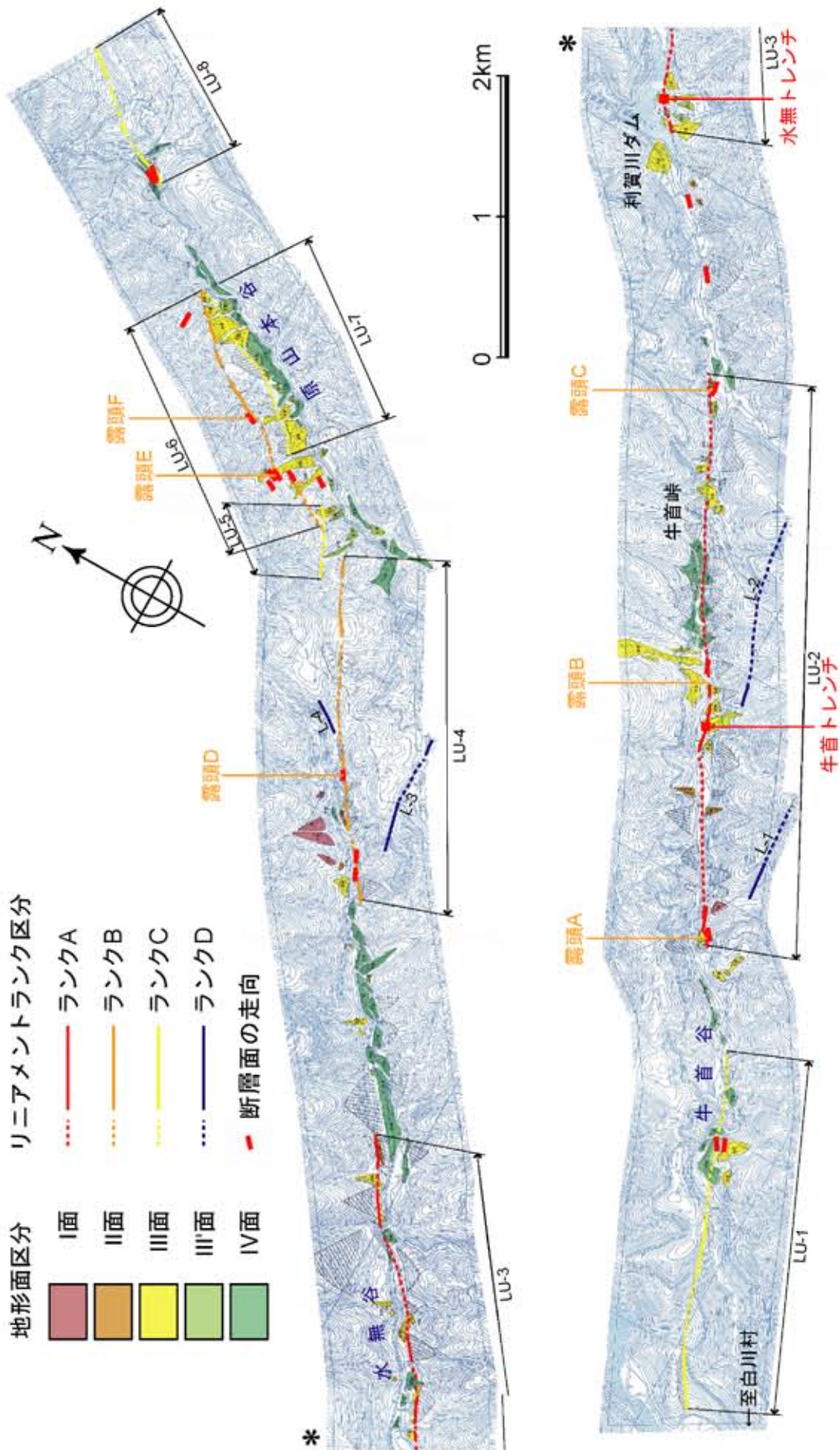
文 献

- 跡津川断層トレンチ発掘調査団(1989)岐阜県宮川村野首における跡津川断層のトレンチ発掘調査。地学雑誌, **98**, 440-463.
- 地質調査総合センター(2002)20万分の1地質図幅集(画像)。産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 土木学会(1985)原子力発電所地質・地盤の調査・試験法および地盤の耐震安定性の評価手法。
- 小林健太(2003)活断層は断層岩で認定可能か?日本地質学会第110年学術大会講演要旨, 118.
- 小林健太・相澤泰隆・梅津健吾・小山敦子・山本 亮(2003)2000年鳥取県西部地震の震源域における地質構造解析。活断層・古地震研究報告, No. 3, 163-174.
- 町田 洋・新井房夫(2003)新編火山灰アトラス。東京大学出版会, 336p.
- 宮下由香里・吉岡敏和・桑原拓一郎・荻谷愛彦・藤田浩司・千葉達朗(2003b)牛首断層南西部地域の活動履歴調査(2)―トレンチ調査結果(速報)―。活断層・古地震研究報告, No. 3, 63-71.
- 長津 聡・岩崎悦夫・豊蔵 勇・佐々木譲・大村一夫(1983)岐阜県庄川中流域(鳩ヶ谷)における広域テフラの発見について。日本地質学会第90年学術大会講演要旨, 93.
- 竹村利夫・藤井昭二(1984)飛騨山地北縁部の活断層群。第四紀研究, **22**, 297-312.

(受付:2003年10月10日,受理:2003年11月4日)



第1図. 牛首断層位置図. 基図は産業技術総合研究所地質調査総合センター発行の20万分の1地質図幅集 (画像) 金沢, 高山を使用.
 Fig. 1. Location of the Ushikubi fault. Geological maps of Japan 1:200000 (Images) of the Geological Survey of Japan/AIST is used for arranging the background map.



第2図. リニアメント, 地形面及び断層露頭の分布.

Fig. 2. Maps showing the distribution of lineaments, topographic surfaces and fault exposures.

地形区分	リニアメント判定地形	記号
崖地形	崖線	TTTTTTTT
	逆向き低崖	□□□□□□
	三角状急崖	
	急斜面	
凹地形	直線谷	→
	凹地	----
	鞍部	●
屈曲地形	水系の屈曲	
不連続地形	遷急点	└→
	遷緩点	→┘
その他	崩壊地・地すべり	
	傾斜している平坦面	⇨

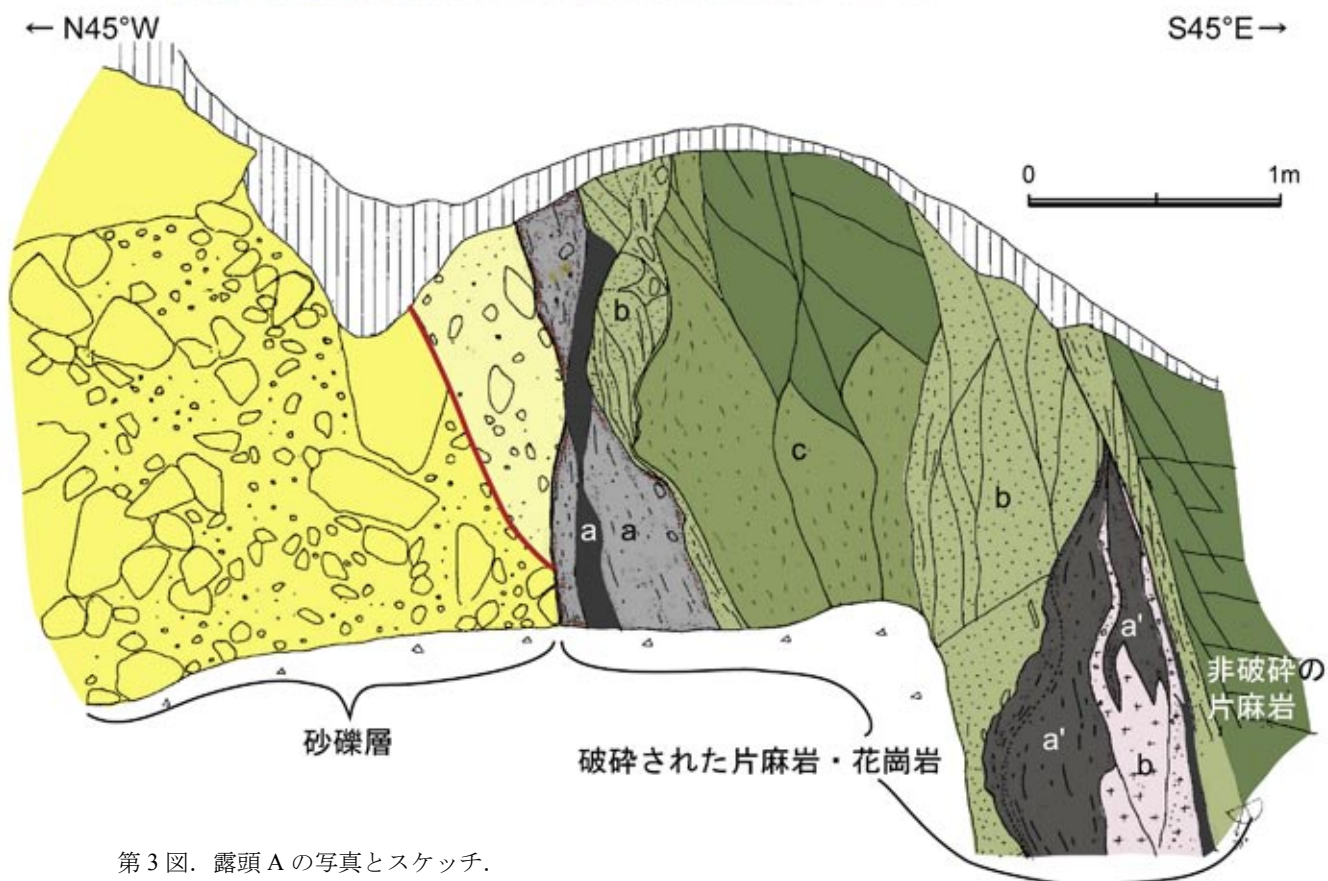
第2図の地形要素の凡例.
Legend for topographic elements in Fig. 2.

地形面	構成層	年代及び牛首断層との関係
IV面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 褐色～灰色礫層（径数cm～100cm, 最頻径3cm～10cmの亜角礫, 礫種は新鮮な片麻岩, 花崗岩類, 安山岩）. ・ 固結度はきわめて低い. ・ シルトの薄層を挟むことがある. 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現河床面より比高数～30m. ・ 牛首断層による変位を被っていない.
III'面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 褐色礫層（径数cm～100cm, 最頻径5cm～10cmの亜角礫, 礫種は新鮮な片麻岩, 花崗岩類）. ・ 固結度はII面構成層に比べて低い. 基質は細粒砂～中粒砂. ・ シルトの薄層を挟むことがある. 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浸食されたIII面?
III面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 褐色～黄褐色礫層（径数cm～200cm, 最頻径5cm～10cmの亜角礫, 礫種は新鮮な片麻岩, 花崗岩類, 安山岩）. ・ 固結度はII面構成層に比べて低い. 基質は細粒砂～中粒砂. ・ シルトの薄層をしばしば挟む. 	<ul style="list-style-type: none"> ・ AT（2.6～2.9万年前）を挟む. ・ 牛首断層によって切られる.
II面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 褐色～黄褐色礫層（径数cm～40cm, 最頻径2cm～6cmの亜角礫, 礫種は新鮮な片麻岩）. ・ 固結度は比較的高い. 基質はシルト質中粒砂～粗粒砂. ・ 上部に腐植質シルトを挟む. 	<ul style="list-style-type: none"> ・ DKP（5.5万年以前）を挟む.
I面	（露頭未確認）	

第1表. 各地形面の構成層, 年代及び牛首断層との関係.

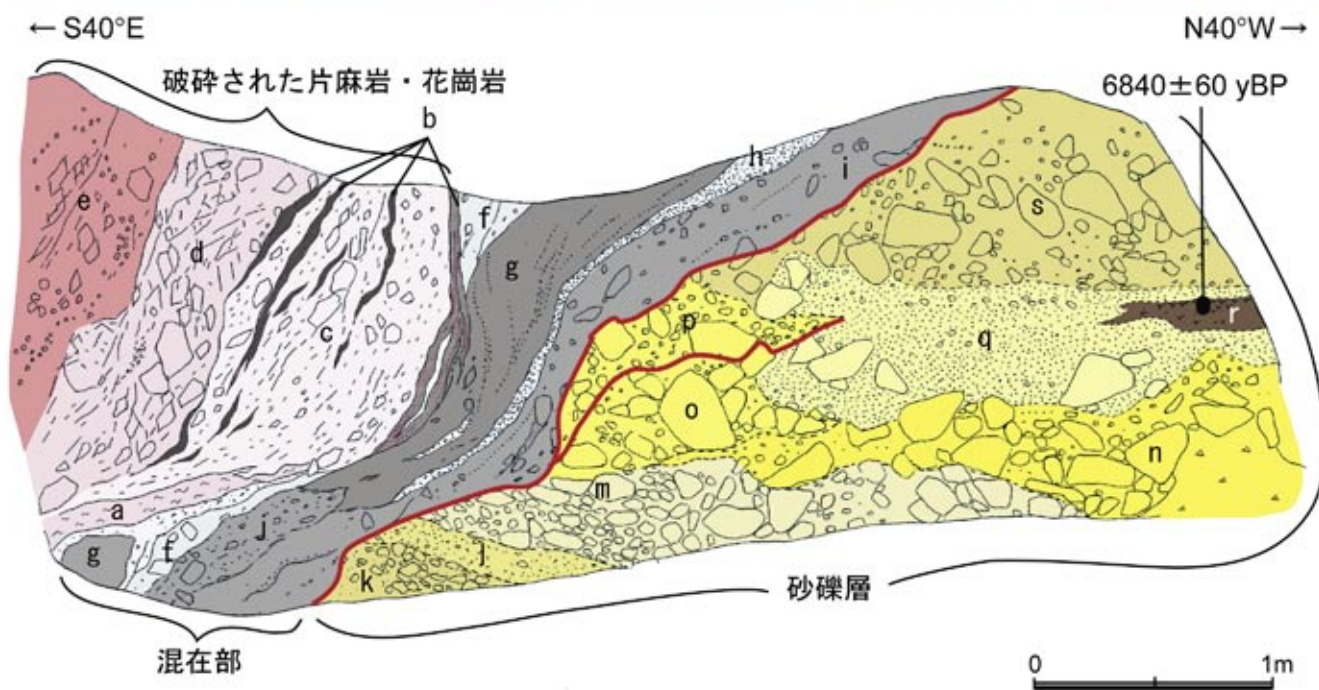
Table 1. Deposits and ages of respective topographic surfaces, and their relationships with the Ushikubi fault.

露頭A



第3図. 露頭Aの写真とスケッチ.
Fig. 3. Photograph and sketch of locality A.

露頭B



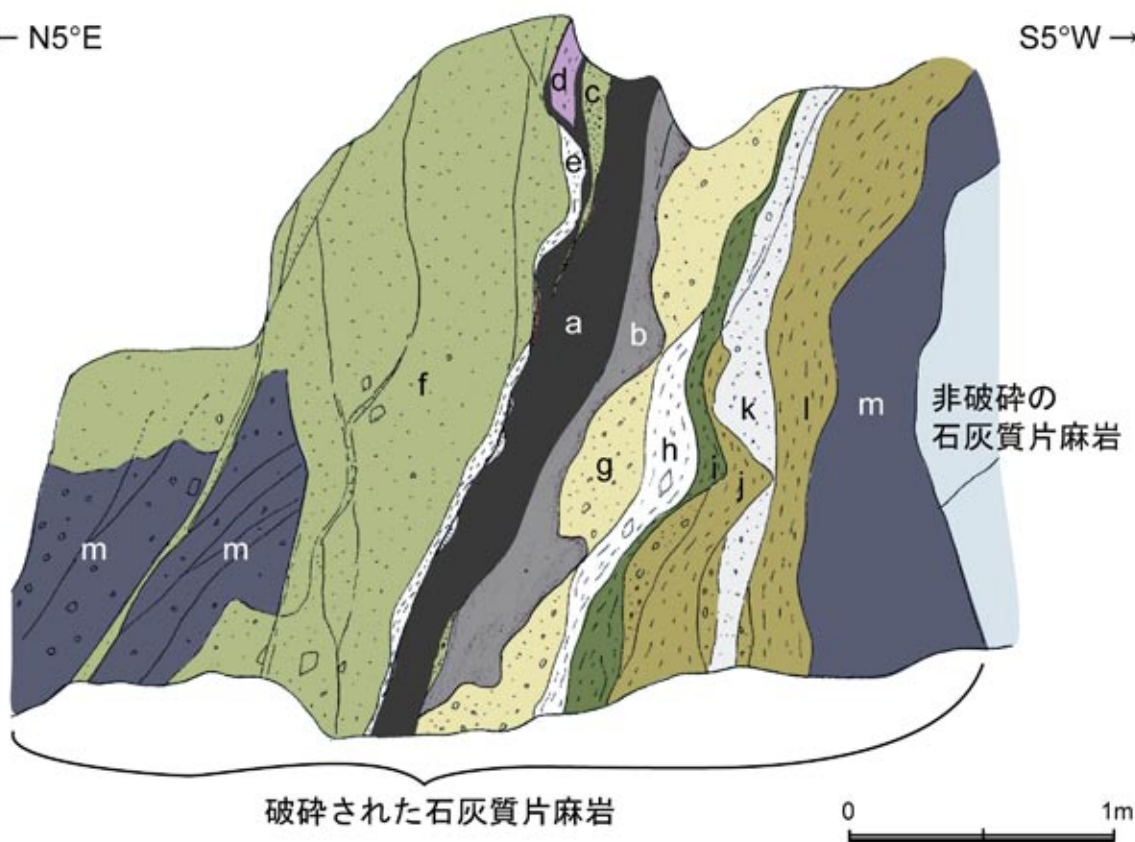
第4図. 露頭Bの写真とスケッチ.
Fig. 4. Photograph and sketch of locality B.

露頭C



← N5°E

S5°W →



第5図. 露頭Cの写真とスケッチ.
Fig. 5. Photograph and sketch of locality C.

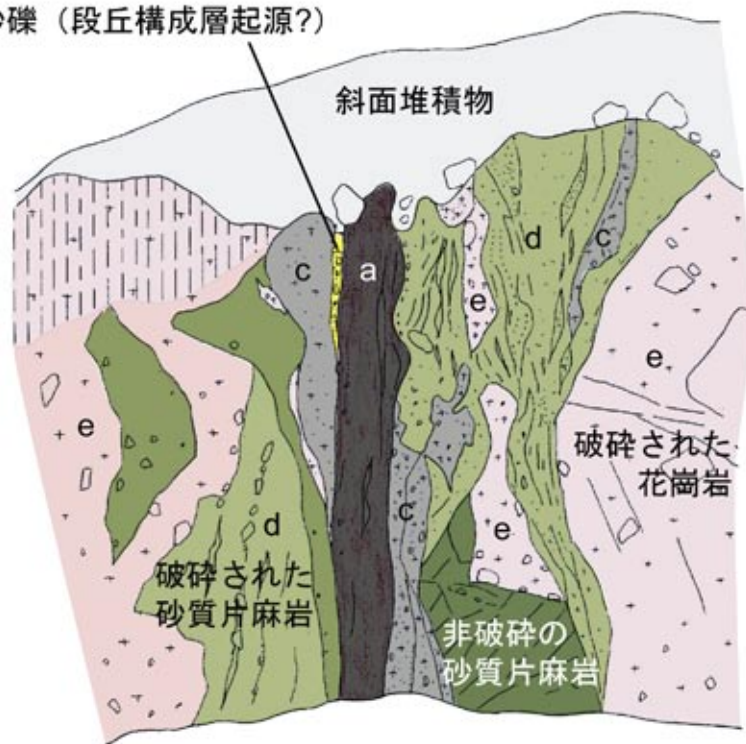
露頭D



← N70°E

N40°W →

b 砂礫（段丘構成層起源?）

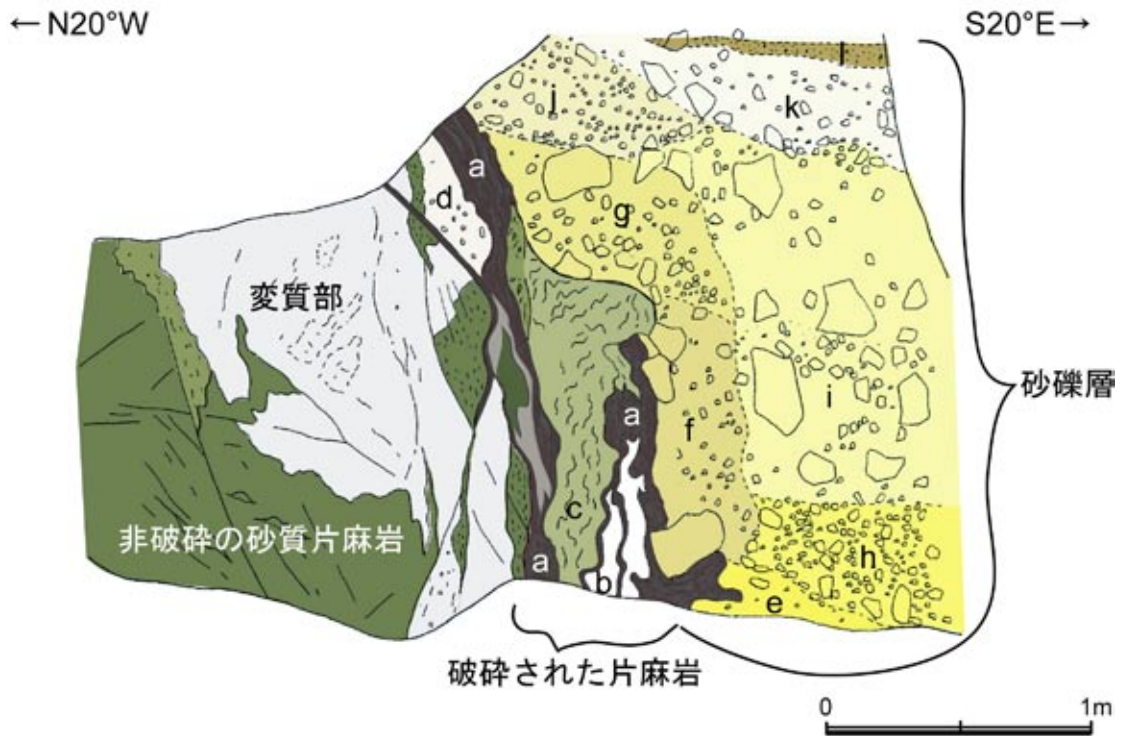


0 1m

第6図. 露頭Dの写真とスケッチ.

Fig. 6. Photograph and sketch of locality D.

露頭E



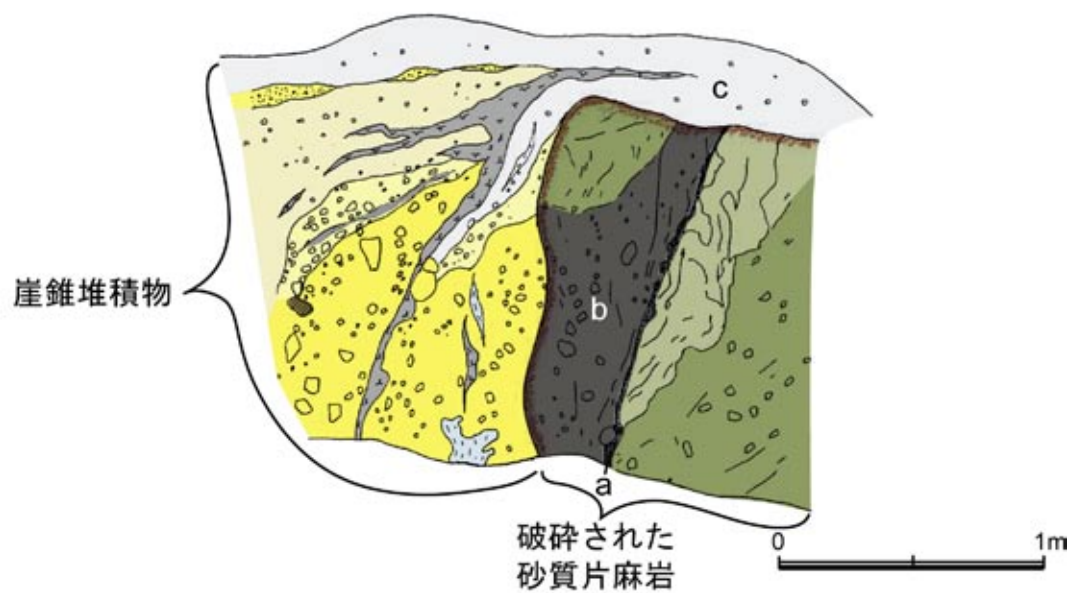
第7図. 露頭Eの写真とスケッチ.
Fig. 7. Photograph and sketch of locality E.

露頭F

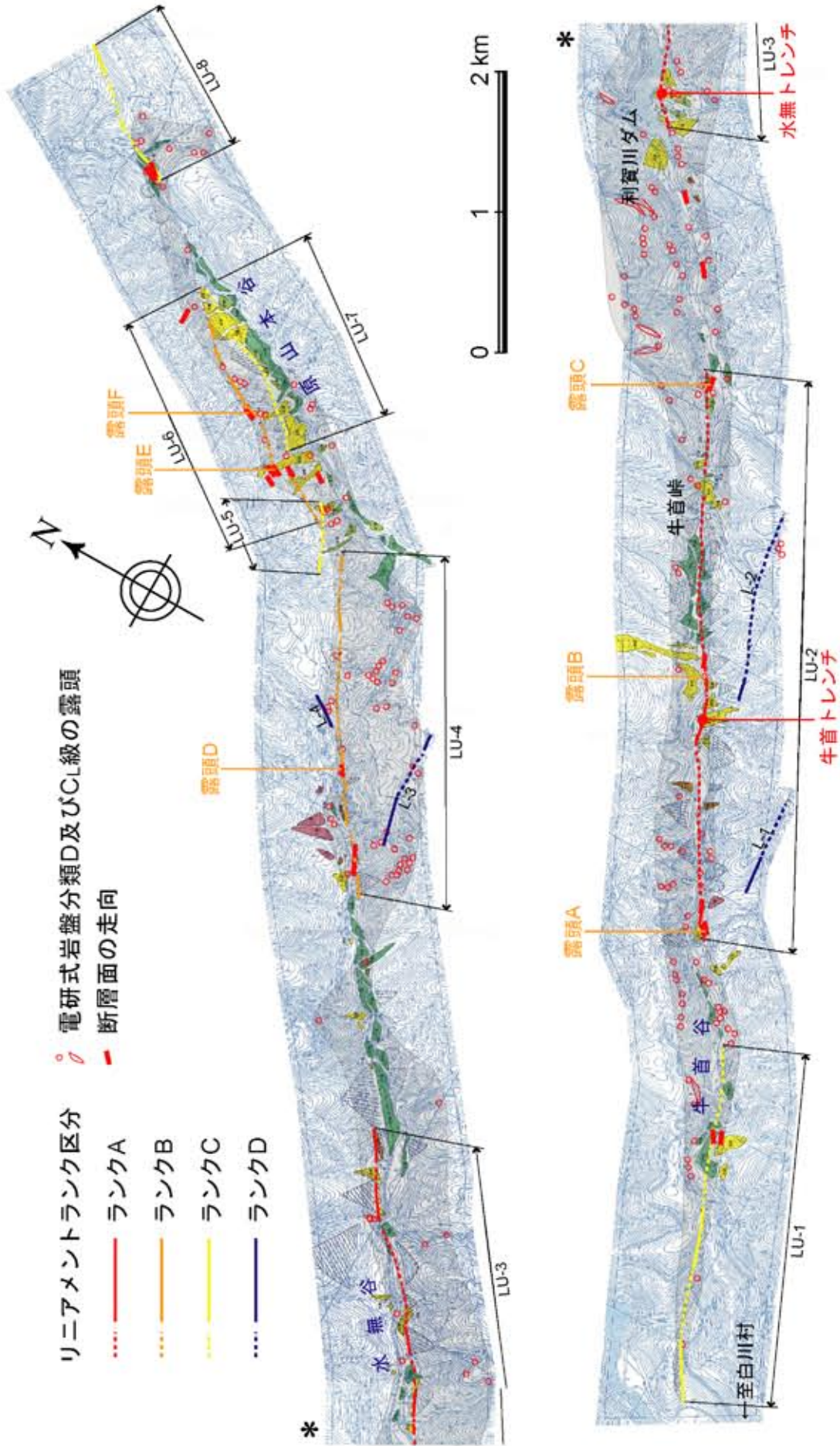


← N70°W

S60°E →



第8図. 露頭Fの写真とスケッチ.
Fig. 8. Photograph and sketch of locality F.



第9図. リニアメントのランク (確実度) と基盤岩中の断層破碎帯の幅との関係。
 Fig. 9. Correlation between certainty of lineaments and width of fracture zone in basement rocks.