

鳳来湖周辺の岩脈と乳岩 Dikes around Lake Horai and Chiwa

村松憲一

MURAMATSU Kenichi

愛知県東部の新城市，設楽町，東栄町一帯には中新統設楽層群が分布している。設楽層群は下位の北設楽層群と上位の南設楽層群に分けられ (Kato,1962)，南設楽層群には岩脈群が多くみられる。特に鳳来湖周辺には多くの安山岩や玄武岩からなる平行岩脈が見られる。また，鳳来湖の東方に位置する乳岩は南設楽層群の凝灰岩から染み出した石灰分によると考えられる鍾乳石が見られる。

(1) 設楽層群南設楽層群

中新統設楽層群は古くから多くの研究がなされている。設楽層群は下位に主に海成層である堆積岩類が，上部に陸成層を中心とした火山岩類や火砕岩類が見られる。Kato (1962) は下位の堆積岩を主とする部分を北設楽層群，上部の火山岩・火砕岩を主とする部分を南設楽層群と呼んだ。北設楽層群はくぼんだ中心を取り囲むように，傾いて分布し，盆状構造と呼ばれる。したがって，その中心に近いほど上位の地層が露出している。大きく見ると粗粒→細粒→粗粒な堆積物と変化しており，陸地に海水が侵入し深くなった後で再び浅くなっていったと解釈される。他の第一瀬戸内累層群の中ではめずらしく，北設楽層群の堆積終了に前後してこの地域は激しい火山活動に見舞われた。北設楽層群の上に南設楽層群と呼ばれる流紋岩などの火山岩や溶結凝灰岩が残されている。火砕流を流出した激しい活動でカルデラを形成し，その後の侵食によって大規模なカルデラ火山の地下構造が地表に露出している。(コールドロンとも呼ばれたことがある)。陥没した火山岩中に花崗岩類も貫入することが多く，設楽火成複合岩体と呼ばれる。侵食・削剥が進めば花崗岩が露出すると考えられる。また，設楽中央岩脈群 (高田, 1987b) と呼ばれるものを代表とする多くの岩脈と岩床が北設楽層群の中にも貫入している。本論は主に南設楽層群中にみられる岩脈について述べる。

研究者によって，異なる地層名や地史が提唱されることはよくある。南設楽層群も同様で，主なものに設楽団体研究会 (以後，設楽団研と表示) (1979) による火山層序と高田 (1987b) に代表される層序区分がある。設楽団研によると，設楽火山岩類の火山層序は，下位から尾籠層 (黒雲母石英流紋岩・松脂岩溶岩，同質火砕岩)・大島川層 (流紋岩および石英安山岩質溶結凝灰岩，同質火砕岩)・明神山層 (斜方輝石安山岩・黒雲母石英安山岩溶岩，同質火砕岩)・神田層 (流紋岩質溶結凝灰岩，泥岩・凝灰岩互層，巨レキ岩)・鳳来湖層 (流紋岩・松脂岩溶岩，同質火砕岩)・津具層の各層にわけられている。一方，高田 (1987b) は設楽火成複合岩体，大峠火山岩体，津具火山岩類という区分を提唱している。設楽火成複合岩体と大峠環状複合岩体はそれぞれ珪長質岩 (流紋岩など) と玄武岩質安山岩を主体としているのに対して，津具火山岩類は玄武岩を主体としている。前2者はカルデラを持つ大規模な複成火山であるのに対して津具火山岩類は小規模な火山群が散在する形態を持つ。設楽複合火成岩体は北設楽層群と合わせて鳳来湖を中心として取り囲むように分布しており，火山岩や溶結火砕岩が多い。炭化木片が含まれることや，海で堆積した地層や貝化石などがいないことから，陸上に堆積したと考えられている。星ほか (2006b) は噴出岩が 15Ma (中期中新世前期) の火山活動によって短期に堆積したと述べている。

図1～図3は、南設亜層群の分布地を中心とした地質図である。図1はKato (1962)の地質図を一部割愛したもので、南設亜層群は細かく区分されていない。鳳来湖も表示されていない。図2は設楽団研(1972)のものである。

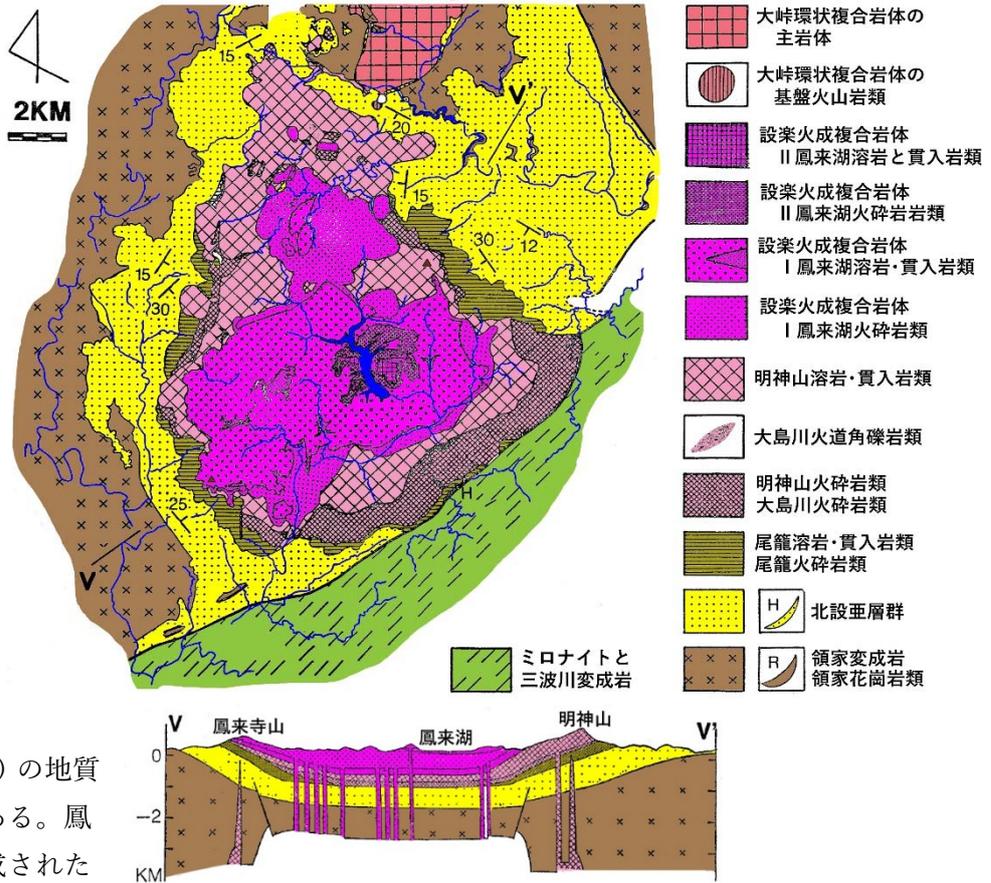


図3 南設亜層群地質図 (高田, 1987 b に加色)

図3は高田(1987b)の地質図と地質断面図である。鳳来湖ステージに形成された地層・岩石群が鳳来湖周辺に分布することがわかる。

また、断面図からは盆状構造や垂直な岩脈の様子が示されている。

(2) 鳳来湖周辺の平行岩脈群 (中央岩脈群)

岩脈 dyke とは、地層の割れ目に溶岩がほぼ垂直に貫入して板状になったものである。平行岩脈群は字の通り平行に並んだ岩脈群である。久野(1954)は設楽地域の平行岩脈群に関して次のように述べている。「火山地方には平行した岩脈が互いに近接して多数存在することがある。それらはマグマが地表に流出するときの通路になったものである場合が多い。ことに割れ目噴出は大抵このような平行岩脈群を通じて行われている。設楽盆地ではその北西縁の長野県根羽付近から愛知県津具村鑛山を通り、田口町北東に至る幅約 1km、延長約 15km にわたる平行岩脈群の帯がある。岩脈をつくる岩石は安山岩・玄武岩である。この帯上に 5 つのかんらん石安山岩小噴出物がほとんど等距離に配列しており、これらは中新世中頃にはおそらく小火山の列をつくっていたものであろう。」

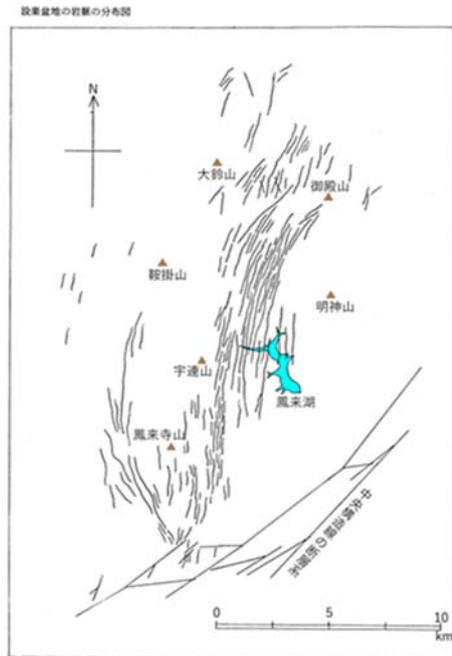


図4 鳳来湖付近の平行岩脈群 (浦川・横山, 1988 を改)

前述したように南設楽層群には数多くの平行岩脈が見られ、中央岩脈群と呼ばれる。岩脈群を含む帯状の分布域は、南部では南北方向で、北へ行くほど東へその走向が変わる(図4:鳳来地域で南北、神田地域でNS~N30°E)。設楽火成複合岩体の主岩体の東部に散在している小規模な平行岩脈群も中央岩脈群と呼ぶ。岩質は無斑晶のアルカリ岩質玄武岩安山岩、デイサイトより構成される。本岩脈群は北東部を除き変質が著しい。本岩脈中には、多くの重複岩脈や複合岩脈が見られる。図5・図6は岩脈が記載されている地質図の例である。

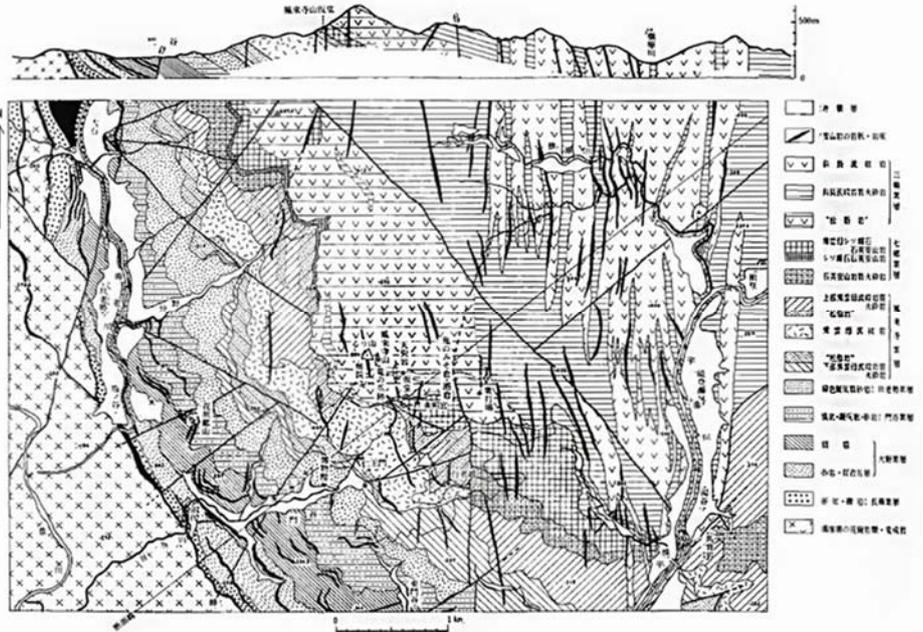


図5(左) 岩脈の分布 (久野, 1954)

図6(上) 鳳来寺山付近の岩脈 (林, 1979)

第48図 設楽盆地北西部の平行岩脈群。

三河地域の岩脈の中では新城市湯谷で見られる「馬の背岩」が有名であるが、設楽盆地の岩脈の中では馬の背岩(最大幅約6m, 長さ約122m)は中型ないし小型の方といわれる。ここでは鳳来湖周辺でよく観察できる岩脈について述べる。国道151号線名号のすぐ北東から北へ入り、宇連川沿いに鳳来湖に向かい、宇連ダムを過ぎて湖岸沿いに行くと所々に安山岩の岩脈が見られる。この地域の岩脈については、浦川、横山らの多くの研究がある。筆者も両氏に現地のご案内をはじめ多くの情報をいただいた。彼らは鳳来湖の堰堤から数えて幅3m以上の

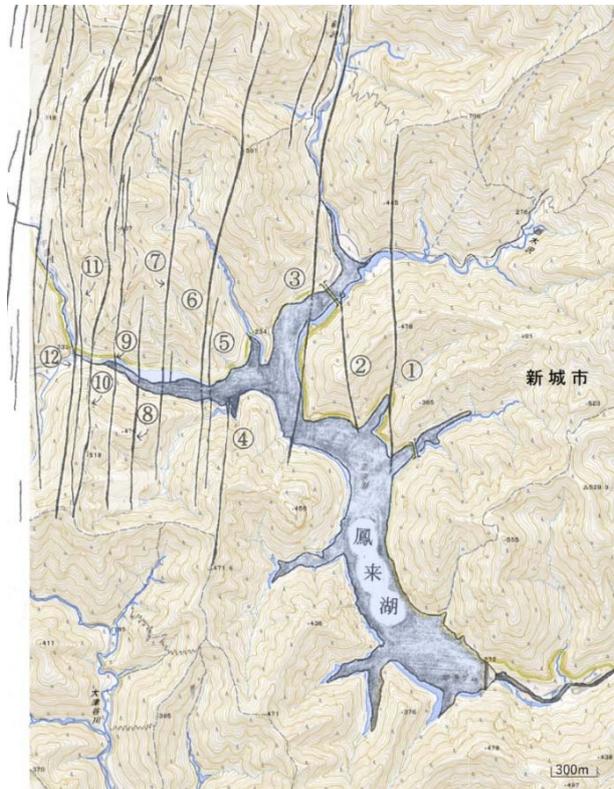


図7 鳳来湖付近の岩脈群 (地理院地図に浦川・横山, 1981 を合成) →

岩脈を順に鳳来湖第 1 岩脈というように呼称した (図 7)。第 1 岩脈から第 12 岩脈までであるが、筆者が直接確認できたのはその半分である (図 10~図 14, 図 16~図 20)。第 2 岩脈と第 3 岩脈は Web サイトから引用した (図 8・図 9)。岩脈群は新城市富栄の中央構造線付近より現れ、全体として、 $N10^{\circ} E$ の方向性を持ち、およそ 3km の幅で設楽町神田まで約 15km 続き、ここから北~北東方向へ広がりを見せながら設楽町津具・豊根村に至る。総延長はおよそ 30km に及んでいる。これらの岩脈群の中でもっとも有名なものは第 10 岩脈で穴滝岩脈とも呼ばれる。参州名所図会にも紹介されており (図 15)、設楽町と鳳来町 (現新城市：かつての南北設楽郡の郡界) の境界となっている。第 10 岩脈は平均幅 8m、全長およそ 8km で設楽盆地の岩脈中最長を示す (図 13, 図 14, 図 16~図 18)。愛知県民の森にある不動滝 (図 21：落差 8m) につながることも知られている。岩脈の破断面を見ると、柱状節理が見られる。なお、一時期、湖底に沈んだ蟬滝^{せみたき}を記念して蟬滝岩脈と名付けられたため、文献によっては第 10 岩脈を蟬滝岩脈と記されたものもあるが、湖底が干上がると蟬滝は第 3 岩脈を横切る滝として現れるため、第 3 岩脈を蟬滝岩脈、今まで蟬滝岩脈と呼んでいた第 10 岩脈を穴滝岩脈と改称された。穴滝の「穴」はポットホールに由来するものか、参州名所図会でみられる (図 15) 横穴? のようなものがあつたのかは埋積が進んでおり不明である。

もう一つ有名な岩脈が第 6 岩脈で障子岩岩脈と呼ばれている。鳳来湖畔でも第 5 岩脈と並んでみられる (図 11) が、八石橋を過ぎて北側の砥沢に向かい、西側の尾根に登ると全体が観察できる (図 12)。さらに砥沢上流に向かうと、鎌倉時代から砥石として利用された「三河白砥」と呼ばれた白色細粒凝灰岩の採石場跡がある。1943 年頃は盛んに採掘されたそうであるが、筆者が訪れた時には、高さ 80cm ほどの手掘りの坑道の入り口が見られるのみであった。

岩脈の走向と岩脈群帯の方向はほぼ一致しており、岩脈群帯、岩床群帯ともに新城市富栄付近に収束し、それに中央構造線の屈曲部が存在することが確認されている。岩脈の形成は、最大主応力方向に沿って形成されるから、当地域の岩脈の平均的走向は $N-S \sim N10^{\circ} E$ の範囲であり、南北性の最大主応力のもとに形成されたと考えられている (図 22)。また、岩脈系、岩床系ともに中央構造線の屈曲部に収束することから、形成には中央構造線の左回り横すべり運動が関与した可能性が高いといわれる。Kato (1962) は盆地構造形成時の中心部の陥没時に海成層の層理面に沿って岩床が貫入し、その後、南北性の階段状になった断層と密接に関連して、岩脈を形成したという。岩脈は断層や他の岩脈に切られるものがないことから、岩脈の形成は中央構造線の砥部時階の活動や、盆地構造の形成後に貫入したものと述べている。浦川・横山 (1988) は設楽層群中央部の岩脈は走向のばらつきが小さく長く、規模の大きなものが多いことは、この地域が凝灰岩からなることと、中央構造線の屈曲部に対する位置が関係していると考えている。凝灰岩は方向性が乏しく、マクロ的な立場で見ると応力的に等方均質であること、この地域の他の岩石に比べ破壊強度が小さいことが原因になったものと述べている。

高田 (1987b) は明神山ステージと鳳来湖ステージの 2 度のカルデラ (コールドロン) 形成があり、噴出岩の積算層厚は 2000m かそれ以上あったと推定している。星ほか (2006) は、F T 年代の測定を行い設楽火成複合岩体の噴出岩の年代が 15Ma 前後 (中期中新世前期) に集中することを指摘した。東海地方は、前期中新世後期に広域的に伸展応力場の下にあり、各地で堆積盆が発生し北設亜層群の海成層が堆積した。その後、海退が起こり南設亜層群が堆積、侵食を受けた。約 15~13Ma の $N-S$ 圧縮場に置かれたことで西南日本は隆起したためと考えられている。



図8 第二岩脈 (URL1)



図9 第三岩脈 (URL2)



図10 (左上) 第4岩脈 湯水期のため湖底に沈んだ道路が見られた



図11(右上) 第5岩脈 (左) 第6岩脈 (右)



図12 (右) 第6岩脈 (障子岩岩脈)



図 13 第 10 岩脈 (穴滝岩脈)



図 14 第 10 岩脈 (穴滝岩脈) 上部に人が立つ

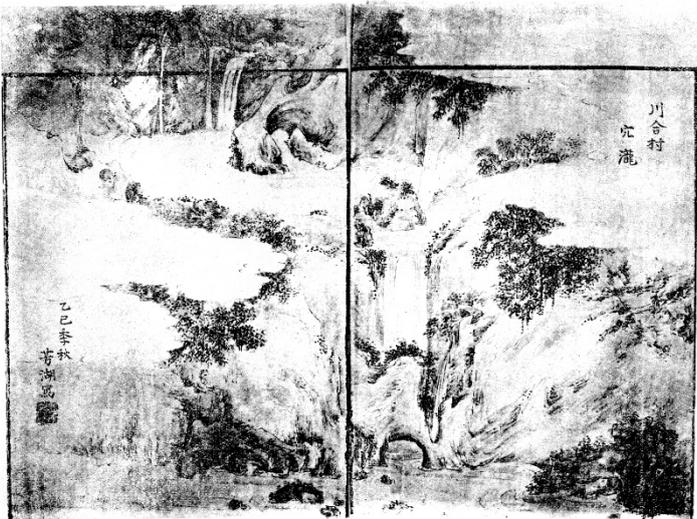


図 15 穴滝 (参州名所図会)

図 16 (右) 穴滝→

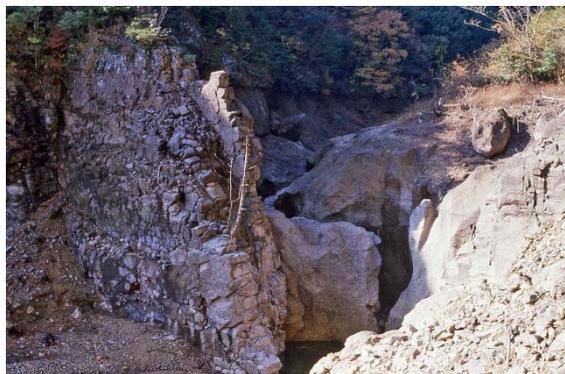


図 17 渇水期の穴滝



図 18 穴滝 (滝つぼ付近から)



図 19 第 11 岩脈

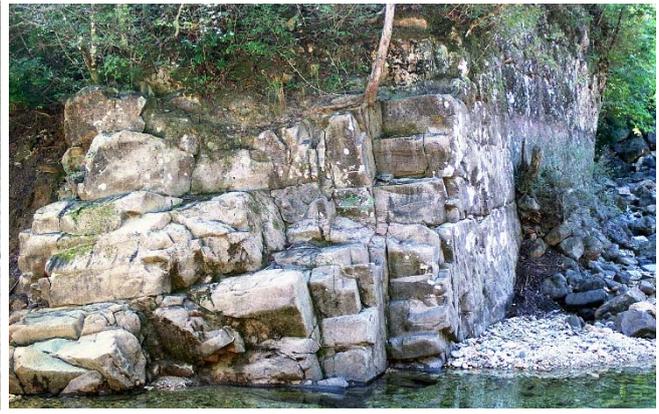


図 20 第 12 岩脈



図 21 愛知県民の森内の不動滝 (URL3)

星ほか (2006) は FT 年代測定の結果から東海地方における広域的隆起が、設楽火成複合岩体の形成された 15Ma より少し前と考えている。さらに、北設亜層群と設楽火成複合岩体の間で古地磁気方位も大きく異なることを指摘している。北設亜層群が約 50° 東偏、設楽火成複合岩体の偏角はほぼ南北である。これらの古地磁気の値から設楽地域では北設亜層群の堆積後、設楽火山岩類の活動より前に、時計回りの回転運動が起きたことを、FT 年代からその回転は 15Ma には終わっていたと述べている。西南日本の回転は 2 段階で起きたと考えられているが、北設亜層群は 17.5Ma 前後の堆積物で、大きく西南日本が回転する (17~15Ma 頃) 前の最初の回転時の日本海拡大期に堆積したと考えられている。南設亜層群の古地磁気は現在の磁極の方向とほぼ同じなので、本地域では南設亜層群堆積後は回転運動が起きていないと考えられる。

岩脈の方向からその形成時の応力の方向を推定する方法は岩脈法とよばれる。この方法は、日本では 1980 年代を中心に盛んに使われた。平行岩脈群や放射状岩脈群は、火星など他の天体でも存在が推定されている。岩脈から地殻応力が推定できることが広く知られるようになったのは、Ernest Anderson (1951) からだといわれる (山路, 2012)。マグマが貫入するときは、 σ_3 軸 (最小主応力) と直交する面に貫入しやすい。岩脈が σ_3 軸と直交するという仮定でマグマ溜まり付近の放射状岩脈が遠方で平行岩脈群に移り変わることを説明した Odé (1957) の考えは長らく支持され、浦川らも引用している。平行岩脈群が存在すると、岩脈の幅の合計量程度には、地殻が岩脈と直交方向に伸びたということになる。

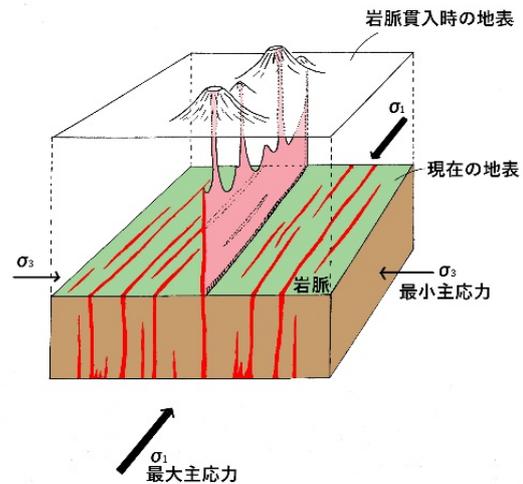


図 22 岩脈形成時の応力 (浦川・横山, 1988)

(3) 乳岩及び乳岩峡

新城市川合の乳岩川に沿う約 3km 峡谷を乳岩峡と呼び、その奥に乳岩山がある。国指定天然記念物・名勝（地質・鉱物）となっている。乳岩峡一帯は鳳来湖ステージ I の流紋岩質凝灰岩がほとんどである。乳岩川の河床は平坦な一枚岩のように見え、「板敷川」と称されることもある。川沿いには

「^{まじまじわ} 棧敷岩」と呼ばれる段丘状（岩石段丘と書かれたものもある）の平坦な岩盤も見られる（図 23）。ここではポットホールやラミナと考えられる縞模様（図 24・図 25）がよく見られる。その奥には幅 1m ほどの安山岩？の岩脈も見られる（図 26）。乳岩山（標高 670m：図 27）の南面に大小いくつかの洞窟があり、中でも最大のものが乳岩で、凝灰岩中に含まれる炭酸カルシウムが溶け出して天井部に乳房状の「鍾乳石」を作っており、乳岩の由来とされている。



図 23 棧敷岩

つらら状の鍾乳石でないため「鍾乳石」と意識しにくいいためか、乳岩を紹介した Web サイトでも鍾乳石の写真が紹介されているものは少ない。図 28 の黒っぽく見えるものが「鍾乳石」である。

乳岩の洞窟の右奥に行くと乳岩川によって形成された V 字谷を見ることができる（図 29）。山頂近くには、通天門と呼ぶ天然石橋（図 30）がある。

近年、新城市の鳳来湖北方の砥石沢上流の、鳳来湖火砕岩類 I の火砕岩層から、堆積物の変形構造が報告された（設楽団体研究グループ、2021）。横臥状褶曲を示すものは、静穏期にできた小規模な湖沼中の斜面に堆積していた堆積物が、滑り下る時に形成されたスランプ褶曲であると考えられている。また、細粒火砕岩層の互層には脱水構造が発達している。これらの変形は、火山性地震動が引き金であった可能性が高いと述べている。このような構造は乳岩など他地域でも見られる可能性があると思われる。

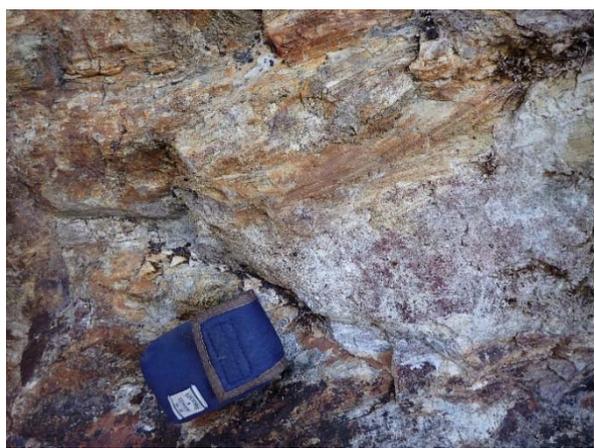


図 24・図 25 棧敷岩上のラミナ



図 26 栈敷岩奥で見られる岩脈

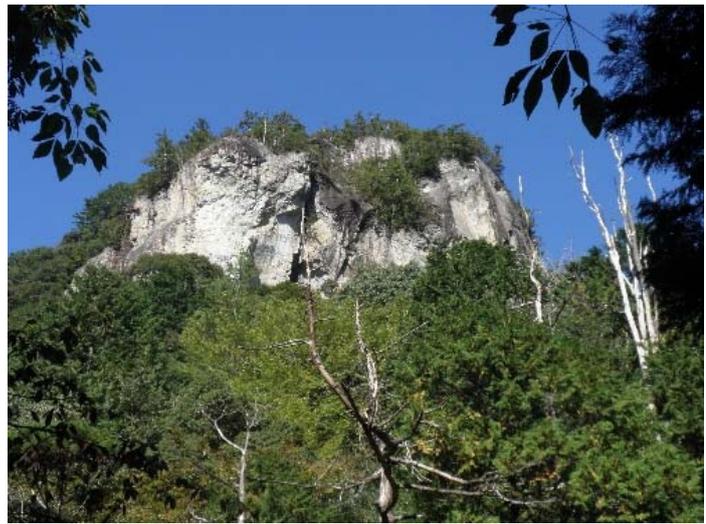


図 27 入仙橋から見た乳岩山



図 28 乳岩の鍾乳石

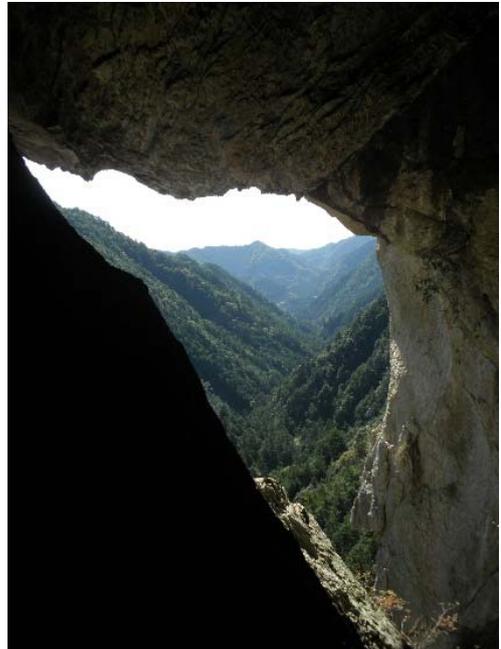


図 29 乳岩川のV字谷



図 30 通天門

参考・引用文献

- 愛知県郷土資料刊行会, 1972, 愛知郷土資料叢書第 12, 参河國名所図会.
- 星 博幸・檀原 徹・岩野英樹, 2006b, 西南日本の中新世テクトニクスに対する新たな年代制約: 愛知県設楽地域におけるフィッシュン・トラック年代測定. 地質雑, 112, 153-165.
- KATO, Yoshijiro, 1962, On the structural development of the Shidara basins. *J. Earth Sci. Nagoya Univ.* 51-70.
- 久野久, 1954, 火山及び火山岩. 岩波全書. 90-105.
- 村松憲一, 2019, 愛知県の地質とジオサイトー人と大地との関わりー [第二版].
- 設楽火山岩団体研究グループ, 1979, 愛知県設楽火山岩類の火山層序 (概報). 地球科学, 33 (3), 129~136.
- 設楽団体研究グループ, 2021, 愛知県中新統設楽層群にみられる火砕岩層の軟堆積物変形構造. 地球科学, 75, 267-269.
- 高田 亮, 1987a, 愛知県設楽地方の大峠環状複合岩体中に存在するコールドロンの構造. 地質雑, 93, (2), 107-120.
- 高田 亮, 1987b, 設楽火成複合岩体の発達史とコールドロンの構造. 地質雑, 93, (3), 167-184.
- 浦川洋一・横山良哲, 1981, 設楽盆地中央部にみられる安山岩岩脈とその成因について. 鳳来寺山自然科学博物館館報, 10, 1-14.
- 浦川洋一・横山良哲, 1988, 設楽盆地の岩脈の分析と中新世後期における応力場の研究. 名古屋地学, 50, 81-86.
- 山路 敦, 2012, 岩脈法発展史. 地質雑, 118 (6), 335-350.
- 横山良哲, 1987, 奥三河 1600 万年の旅. 風媒社, 179p.
- 横山良哲・浦川洋一, 出版年不明, 設楽盆地の岩脈の分布と応力場. 自費出版?
- URL1 : <https://yamaiga.com/road/hourai/main5.html>
- URL2 : <https://ameblo.jp/vaccou/entry-12476954877.html>
- URL3 : https://takinoiryoku.com/photo_album/23_aichi/23_011/23_011.html