

武蔵野台地（山の手）の地質断面と そこから読み解ける地形発達史 —世田谷区，等々力溪谷でのジオ散歩のススメ—

七山 太¹⁾²⁾・重野 聖之³⁾・石井 正之⁴⁾

1. はじめに

東京都世田谷区に位置する等々力溪谷は、都心に立地する景勝地として広く知られている。この溪谷の一带には、クヌギ、コナラ、シラカシなどからなる雑木林が鬱蒼と繁り、都内でありながら、ここには野鳥がさえずる、かつての武蔵野の自然が程よく保存されている。このため、都民の貴重なオアシスともなっている。

都心部の地形は、端的に述べると、坂の上の武蔵野台地（山の手）と坂の下の河川沿いに開けた（沖積）低地に区分される。武蔵野台地の地下では、水を通さない海成の粘土質層の上に水を通しやすい礫層が重なっており、この境界層準から地下水が湧き出し、河川の源流となっている場合が多い。

等々力溪谷の全長は約700 m、谷の深さは約10～12 mであり、地形学的に見ると、多摩川支流である谷沢川が、武蔵野台地（山の手）の地盤を侵食することによって自然発生した開析谷と考えられている。開析谷の崖では、通常はお金をかけてボーリング調査を行わないと観察できない筈の世田谷区の地下を、地質断面として観察できることがあり、ここから武蔵野台地（山の手）の地質断面や都内の地形発達史を推察することができる。また、武蔵野台地を流れ下る谷沢川の成り立ちと人の手による流路変更の歴史から、都内を流れる河川の現状について理解できる。また、ルート上には古墳や不動尊などの史跡もあり、溪谷に関わる先人の営みと地形との関わりについても学ぶことができる。

特に、私たちからジオ散歩のルートとしてお薦めできる点は、この地の交通の便がたいへん良好なことである。これに加えて、公園内は遊歩道やトイレも完備されており、多くの世代の方にお薦めできる。この拙文では、等々力溪

谷でのジオ散歩の模式ルートを提案し、各観察ポイントについてルートに沿ってご紹介したいと思う。

なお、等々力溪谷は世田谷区の住宅地に位置するため、公共の駐車場は限られており、自家用車を用いた移動は全くお薦めできない。基本的には東急大井町線を利用し、等々力駅から徒歩で周遊していただくのが望ましい。また、都道312号線（以下、目黒通り）や東京都道311号（以下、環状八号線）沿いのバス路線を使ったアプローチも十分可能と思う。

観光がてらのジオ散歩といえども、ある程度の事前準備はあった方がよい。ここで私たちがお薦めするのは、(1) 国土地理院のweb版地理院地図 (<https://maps.gsi.go.jp/> 閲覧日：2023年9月1日) を用いたルートの確認、(2) Google Earth を使った空中写真の確認（ストリートビューがあれば、現地の写真もあわせてチェックしておくとうまい）、(3) 農研機構農業環境研究部門の歴史的農業環境閲覧システム (<https://habs.rad.naro.go.jp/index.html> 閲覧日：2023年9月1日) を用いて、“明治時代に作られた迅速測図で当時の河川系を確認すること”の3点である。ジオ散歩中には、現地でネットが使える電子端末（スマートフォンやタブレット）を持参することをお薦めする。これらを持参すれば、GPS機能で位置情報が即時にわかるので、地図の読み取りに不慣れであっても、決して迷子になることはない。

また、もし現地で不明なことがあれば、文末の引用文献を検索すれば、多くの疑問はご自分で解決することと思う。さらにご不明な点があれば、産総研地質調査総合センターが業務として行っている地質相談お問い合わせ窓口 (<https://www.gsj.jp/inquiries/consul.html> 閲覧日：2023年9月1日) のご利用をお薦めしたい。

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報基盤センター

2) ふじのくに地球環境史ミュージアム 〒422-8017 静岡県静岡市駿河区大谷 5762

3) 明治コンサルタント(株) 北海道事業部 〒064-0807 北海道札幌市中央区南7条西1-21-1

4) 石井技術士事務所 〒007-0872 北海道札幌市東区伏古 12条3丁目6-28

キーワード：武蔵野台地（山の手）、地質断面、地形発達史、世田谷区、等々力溪谷、東京都

2. 等々力駅から御岳山古墳までの観察ポイント

地質学を専門とする筆頭筆者(NF)が、地質調査所入所後に第四紀学や地形学の基本を教えて頂いたのは、元筑波大学水理実験センターの池田 宏先生からである。池田先生の教えによれば、“溪谷の観察は、下流から上流へ遡るのが定石！”と仰っておられたことを記憶している。今回の等々力溪谷においても、地形や地質を観察するには、下流から上流に向けて観察するのがお薦めである。

今回のジオ散歩の出発地点である等々力駅は、東急大井町線の駅であり、3～6分ごとに頻発する各駅停車の利用で、東横線と接続する自由が丘駅から3駅、田園都市線と接続する二子玉川駅から2駅と、渋谷駅など主要駅からのアクセスがよい(第1図)。等々力駅の改札を通過した後、駅前やその周辺のコンビニ等でトイレを済ませ、事前に飲み物や軽食を購入することをお薦めしたい。等々力溪谷の大部分は世田谷区の管理する公園なので、トイレは各所に整備されている。また、ルート上にもコンビニや自販機も



第1図 等々力溪谷ジオ散歩の模式ルート(紫色の点線)と主要な観察ポイント。基図は、Web版地理院地図の「陰影機能」を用いて作成した。

あるので、決して不便では無い。また、全ルート完歩しても2.2 kmほど、概ね1時間ほどの短い行程ではあるが、途中の公園や観察ポイントで適度に休憩をとりながら、無理なく実施していただくのが良いと思う。

等々力駅を出発し、用賀中町通りを南下し、多摩川方面に向かって歩く。目黒通りに合流後、環状八号線の跨線橋を通過し、等々力不動尊(流轟山明王院)の門前まで西側の歩道を進む。この間の移動時間は、約10分ほどである。

この間の移動中に、道路の面は、概ね水平もしくはやや上りであることにお気づきになることであろう。もちろん道路工事によって平坦化された効果もあるが、基本的には本来の地盤の姿を示していると考えられる。この地形面は武蔵野台地を構成する段丘面の一つであり、武蔵野段丘(武蔵野面群)と呼ばれている。地形学分野の研究者は、さらに細分化し、武蔵野中位面、もしくは武蔵野面(M2面)と呼んでいる(貝塚ほか編, 2000; 遠藤ほか, 2019)。武蔵野段丘の成因については後ほど詳しく解説するが、ここでは東京の山の手(武蔵野台地)の広い面積は、この武蔵野段丘が占めていることを覚えて欲しい。

この先目黒通りは、段丘面の縁から多摩川北岸の玉堤まで連続する急勾配の坂道になっており、地元では「等々力の坂」とも呼ばれている。ここからは、多摩川対岸(川崎市側)に立地する等々力運動公園やJR武蔵小杉駅周辺のタワーマンション群が見渡せる。

等々力不動尊の門前で立ち止まると、道路の対面の住宅地の中にある小高い丘の存在に気づくことであろう。この丘の正体は御岳山古墳であり、その由来については、ゲート前に建てられた案内板に詳しく記されている。この古墳は、古墳時代中期(5世紀後半)に構築されたそうである(松崎, 1997; 第2図b)。墳頂へは遊歩道があり、一般人も自由に立ち入ることができる。

地理院地図で確かめてみると、実は、武蔵野段丘の南縁の崖(これを地形学者は国分寺崖線と呼ぶ)の一带には、同様の古墳が点在することが解る。これらは、野毛古墳群と呼ばれている(貝塚ほか編, 2000)。野毛古墳群と国分寺崖線の関係については、後ほど詳しく考察してみたい。

等々力の坂を下りきると、丸子川の流路を跨ぐ玉根橋に至る。丸子川脇の道路(丸子通り)に右折して西方に進み、谷沢川との合流点を目指す。

3. 無名1号橋付近での観察ポイント

等々力溪谷の下流側の入口には、谷沢川や丸子川を跨ぐ橋?のような、やや複雑な構造物が存在するが、この周囲



第2図 等々力不動尊と御岳山古墳付近の風景。(a)等々力不動尊門前から見た御岳山古墳の外観。(b)御岳山古墳の入口と説明書き。(c)等々力不動尊の境内、(d)等々力の坂(目黒通り)と多摩川対岸の景観。

には正式な名称は掲示されていない。ネットで調べてみると、世田谷区は、便宜上、“無名1号橋”と呼称しており、本稿でもこの名称を用いることにする。御岳山古墳から無名1号橋への移動時間は、約10分ほどである。

今回のジオ散歩のメインの訪問地は等々力渓谷であるが、この渓谷を作った主役は谷沢川(もしくは矢沢川)である。谷沢川は、総延長3.8kmほどで、全て世田谷区内を流れ下る多摩川支流の小河川である。その源頭は世田谷区上用賀の湧水であったが、現在では宅地化が著しく湧水量が激減し、そのため、2kmほど西方を流れる多摩川支流の仙川の河川水を浄化し、導水管を通じて谷沢川流域の幾つかの地点で放水して、水質の悪化を防いでいるとのことである(東京都建設局, 2017)。

一方、丸子川は人工河川であり、江戸時代初期に流域の農地の灌漑目的で構築された六号領用水(以下、六号用水)に起源を持ち、世田谷区岡本からほぼ国分寺崖線に沿って流れ下りここに至っている。1960年代の高度経済成長期に、大田区・世田谷区の農地は急速に宅地化され、用水としての役目を終えた。その後、世田谷区岡本から大田区田園調布の台地下(多摩川浅間神社付近の丸子橋)間が東京都によって親水公園として整備され、丸子川と改名されて現在に至っている(東京都建設局, 2019)。

ここで改めてGoogle Earth画像を見てみると、不思議なことに、この地点の河川は谷沢川と丸子川とが作る河川同士の十字路となっている。もちろん十字にクロスする河川系は原則存在しないし、丸子川の流路は、無名1号橋付近で切断されているようにも見える(第3図a)。

無名1号橋から橋下の水の流れをのぞき見ると、その内部構造が概ね想像できる。まず、二子玉川方面から流れてきた上流側の丸子川の流路は、無名1号橋の西詰付近で流路の底が急に深くなり、流路が南東方向(多摩川側)に変更されて、橋下へと流れ込んでいる。どうやらここで谷沢川と合流し、多摩川に排水されている模様である。ところが、下流側の橋の下にある2つの川の合流点を詳しく観察すると、圧倒的に丸子川(西側)の水量が優位であることがわかる。逆に、本流である谷沢川(東側)からの流量の少なさが不自然に感じられる(第3図d)。

次に、この橋の東詰付近から急に始まる丸子川の下流側をご覧いただきたい。ここには丸子川を跨ぐ小橋(滝の橋)の直ぐ西側に、滝もしくは湧水をイメージさせる石材を使ったオブジェが作られ、ここから放たれた水が、下流側の丸子川を満たしているのである(第3図b)。

六号用水は、谷沢川を跨ぐように建設された用水路であり、これを土木の専門家は掛樋かけひと呼んでいる。この工事



第3図 無名1号橋付近の河川の状態。(a) 丸子川と谷沢川が十字にクロスする無名1号橋付近の画像。基図として、Google Earthの画像を使用した。(b) 丸子川(下流側)の放水地点。ポンプで汲み上げられている。白の点線と矢印で、各河川の流れを示す。(c) 丸子川(下流側)の状況。(d) 丸子川(下流側)と谷沢川の合流地点と取水口の位置。

は、六号用水の河床勾配を一定に保つためにたいへん重要なものであったとされ、当時の測量精度が窺い知れる。また、谷沢川との合流点に掛樋を築くためには、谷沢川の河床を深く掘り込む工事も併せて必要であったのであろう。

実はこの水は、無名1号橋の地下に作られた東京都の浄水施設において、谷沢川の水を取水口でトラップし、貯水槽に流し込み浄化した後、河床面が高い丸子川の下流側へポンプで汲み上げ放流しているのである。そして、おそらく谷沢川流域で洪水が発生した時には、貯水槽が直ぐに満杯になってしまうので、貯水できない水は、全て多摩川に放流する仕組みになっている。このような複雑な河川系の付け替え工事は、1989～1990年に実施されたとのことである(東京都建設局, 2019)。この場合、現在の谷沢川の主要な水系は無名1号橋までと考えておくのがよいであろう。もちろん地形としての谷沢川の終点(多摩川との合流点)は、現在も主に丸子川(上流)の排水路として機能している。

谷沢川西岸の道を北上し、上流にある^{やがわ}矢川橋まで5分ほど歩く。

4. 矢川橋付近での観察ポイント

矢川橋から先は、世田谷区が管理する等々力溪谷公園になっており、左手の人家が途切れたところから先は、歩行者専用の遊歩道となっている。矢川橋から15mほど上流側に広場があり、そこには園内の案内板が設置されている。なお、公園内の幾つかの場所が河床に下りて遊べる親水公園となっているので、サンダルや短パン等を持参されるのも良いかもしれない。

第4図の写真において、崖の上に樹木の見えているところが、等々力不動尊の敷地の南縁部に当たる。そこが、先ほど歩いてきた武蔵野段丘の末端部であり、武蔵野面群の主要部である武蔵野面(M2面)より10mほど標高が低いことから、この部分のみを中台面(武蔵野下位面; M3面)に細分する地形学者もいる。その根拠の一つとして、1960年当時、この付近の崖には河川成の礫層(中台段丘礫層)が露出していたことがあげられている(寿円, 1966; 岡ほか, 1984; 第4図a, b)。

しばらく道路を北上し、谷沢川の対岸をのぞき見ると、



第4図 矢川橋付近の風景。(a) (矢川)橋の東側から西方を望む。(b) 橋から谷沢川上流(等々力溪谷)を望む。(c) 谷沢川東岸に露出する関東ローム層の小露頭。(d) 中台面(M3面)上の参道に露出する関東ローム層の産状。

小さな露頭が目にとまる。ここには土壤によく似た赤茶けた未固結の地層が露出する。これが関東ローム層と呼ばれる武蔵野段丘直下を構成する第四紀の地層である(第4図d)。関東ローム層は、富士山や箱根火山の火山噴出物が、風によって吹き溜められたレス(風成塵)堆積物もしくは火山灰質の土壤層の総称であり、東京都を含めた南関東の台地の多くは、このような厚いローム層に覆われていることを知っておいて頂きたい。

ここで矢川橋まで戻り、15 mほど東側にある路地から階段を上り、中台面の上へ上がってみて頂きたい。そこには等々力不動尊の本堂に続く参道があり、その道の表面に関東ローム層がむき出しになって露出している(第4図c)。ここは等々力不動尊の管理する土地なので無許可で掘ることも採取することもできないが、触ってみることもできる。

矢川橋から5分ほど遊歩道を北上すると、利剣の橋に到達する。この橋の手前の小道を左折して坂道を少し登ると、上野毛側の武蔵野段丘の上に建造された日本庭園に辿り着く。日本庭園には見晴らしの良い広場、トイレ、休憩スペースがあり、ここで休憩することもお薦めである。なお、その先は、玉川野毛町公園や野毛大塚古墳古墳を経

て、東急大井町線の上野毛駅方面に向かうことも可能である。

5. 不動滝付近での見学ポイント

利剣の橋の対岸側や稚児大師御影堂までの区間は、等々力公園内に位置するが、等々力不動尊の境内(私有地)でもあるのでご注意ください。等々力不動尊は、平安時代中期(10世紀)ごろに創建された都内屈指の古刹である。役行者縁の修験場である不動滝があることで、全国的に広く知られている。また、都内屈指のパワースポットとも噂される。等々力という地名は、この滝の轟く音に由来するとも言われているが、実物を見ると、滝と呼べるほどの流量とは言いがたい。もちろん、季節によっては流量が変化するのもかも知れないが、地元の人のお話では、その流量は年々減少傾向にあるとのことである。

不動滝周辺は、今回の等々力溪谷ジオ散歩において最も重要な観察ポイントなので、ここではやや詳しく解説しておきたい。

最初に、参拝者が途切れる頃合いをみて、茶店(雪月花)前の急な石段を伝って、等々力不動尊本堂に駆け上って頂



第5図 等々力不動尊の不動滝付近の状況。(a)石段脇の露頭と地層区分。(b)不動滝の大露頭と地層区分。(c)不動滝の2個所の湧水口。(d)関東ローム層下位層準に挟まれる東京軽石(Hk-TP テフラ)の産状。

きたい。標高差は15 m程なので、大凡3～5分程でお堂まで辿り着けると思う。この際、本堂にご参拝頂き、境内に立ち入る旨のご挨拶を心の中で念じて頂くことを希望したい。お堂は最初に通過した目黒通りの武蔵野面(M2面)の上に建立されている。よって、この石段脇では、武蔵野段丘の地下を構成する地層を観察できることになる。

一方、お堂の南端には見晴らしの良い展望スペースが設置されている。ここから見下ろす溪谷の景観は、一見の価値がある。おそらく春の花見や秋も紅葉の頃に訪れると、さらなる絶景なのであろう。

再び溪谷に戻る途中に、今度は崖に露出している地層を観察しながらゆっくり石段を戻って頂きたい。ここでは上から下に向けて3種類の地層を見ることができる(第5図a)。

最上部付近の赤褐色のボソボソした地層は、矢川橋付近で遠目で見た関東ローム層である。ここではお堂の建つ武蔵野面(M2面)の高さから見積もって、7～8 mほどの層厚であろう。

関東ローム層の下位は、根によって乱れているが、よく見ると粒径数センチ程度の円磨されたほぼ球形の小～中礫

からなることが解る。この地層は武蔵野礫層と呼ばれる河川礫層であり、その層厚は3 mほどと見積もられる(第5図b, c)。

現在では綺麗な露頭は観察できないが、今から20年ほど前までは、ローム層の下限付近に、厚さ10 cm程度の黄色～オレンジ色の粗粒層が露出していたことが知られている。この層は、箱根カルデラが約6.5万年前に噴火した時に、当時の地形面を覆った降下軽石層であり、東京軽石(Hk-TP テフラ)と呼ばれている南関東地域の広域テフラである(笠間・山下, 2008; 第5図d)。この東京軽石によって覆われていることから、武蔵野礫層の堆積が終了し離水(陸化)したのが、約8万年前ごろ(MIS(海洋酸素同位体ステージ: Marine oxygen Isotope Stage) 5a)であったと推定されているのである。

最下位の地層は、比較的良好に締まった青灰色の粘土質の地層であり、過去には様々な名称で呼ばれてきた経緯があるが、本稿では混乱を避けるため東京層(もしくは下末吉層)と呼ぶことにする(寿円, 1966; 中澤ほか, 2019)。

この露頭では、東京層の層厚やその下限は解らない。もちろん無許可で表面を削って詳しく露頭観察することは



第6図 不動滝から一寸上流側(谷沢川東岸)に出現する大露頭。

きないが、概ね塊状の泥岩層のように見える。

寿円(1966)の報告によれば、かつてこの露頭から採取した泥岩層から *Raeta yokohanzensis* や *Ostrea gigas* 等の貝化石や有孔虫化石を発見できたとのことである。東京層は、今から12.5万年前の最終間氷期(MIS 5e)に、関東平野一帯が海域だった頃に生じた内湾成堆積物(古東京湾の堆積物)であったとされる(中澤ほか, 2019)。なお、同時期の地層は、神奈川県内では下末吉層、千葉県内では木下層とも呼ばれているが、全国的には、下末吉層と呼ばれることが多い。なお、世田谷区教育委員会の設置した公園内の幾つかの案内板には、渋谷粘土層とも記載されているが(世田谷区立郷土資料館編, 2011)、これまで渋谷粘土層は、東京層の最上部層もしくは下末吉ローム層の最下部とも述べられてきた経緯があり、さまざまな混乱を招くので、現在ではこの地層名の使用はお薦めできない。

次に不動滝に近寄って湧水の状況を詳しく見ると、上述した東京層と武蔵野礫層の境界付近の層準から噴出していることが解る。その理由は実にシンプルで、下位の東京層は細粒な泥からなるため不透水層であり、逆に上位の武蔵野礫層は粒度が粗く、粒子間の隙間が多いため、透水層もしくは帯水層となっている為である。この場合、武蔵野台地に降った雨水が、関東ローム層を浸透中に濾過されて、武蔵野礫層中に帯水し、この礫層の下限を地下流路として、等々力溪谷に流れ込んでいると考えられるのである(日本地下水学会市民コミュニケーション委員会, 2014)。

不動滝の奥には宝珠閣ほうじゅかくがあり、その付近にも湧水池がある。不動滝からゴルフ橋にかけての溪谷沿いには、このような湧水個所が33箇所も確認されている。その付近には、小規模な湿地や池があることから推定できる(第7図 a, b)。

なお、老婆心ながら申し添えておくが、不動滝以外にも稚児大師御影堂の御手水場を含めて、この地域の湧水は、トリクロロエチレンや硝酸態窒素の含有量が多く、現在では飲み水には適していない(日本地下水学会市民コミュニケーション委員会, 2014)。よって、今の時代では、残念ながら行者が修行に用いるのも、御手水として利用するにも適切とはいえない悲しい状況にある。その理由は至ってシンプルであり、武蔵野台地は江戸時代初期以降開墾が進められ、人々が居住する場となった。その後、400年を超える長年にわたって人々が活動しており、その生活排水が地下にしみこんで、地下水や関東ローム層を汚染してしまっているからである。

露頭観察が終わったら、茶店(雪月花)で抹茶や甘味などを頂いて、しばし休憩を取るのも良いであろう。

6. 不動滝やや上流側での観察ポイント

関東ローム層と武蔵野礫層は、利剣の橋より30mほど歩いた上流側の露頭で良好に観察できる(第6図)。ただしここでは、礫層がよく見える一方で、ローム層の露出は不



第7図 環状八号線(玉沢橋)付近の風景。(a, b)遊歩道脇の湧水で生じた湿地と湧水池の産状。(c)玉沢橋下付近の等々力溪谷。(d)武蔵野面(M2面)下の侵食崖に掘られた等々力溪谷三号横穴古墳。

良である。

武蔵野礫層の礫径は3～4 cmほどで、現在の多摩川の川原のもの比べると、有意に小さいことが解る。武蔵野礫層が堆積した時代は、今から約8万年前(MIS 5a)の海面が低下し始めている時期であり、当時の多摩川は現在の都心地域において大規模な扇状地を形成し始めていたことが知られている。礫の大きさや形状は、川の流量や掃流力を反映し、礫層の厚さは川の深さを反映していることが知られていることから、当時の降水量が少なめで、川の流量も少なかったためと推察される。もしくは、当時の多摩川は大規模な扇状地を作っていたため、流路が放射状に分流していたはずであり、単にその一支流の断面(=礫層の厚さ)をみているに過ぎないのかも知れない。

また、場所によっては、礫と礫との重なり方から、当時の河川の流向や微地形が分かるクラストファブリック(インプリケーション)が見えることがある。

7. 等々力溪谷三号横穴古墳付近での観察ポイント

環状八号線が上空を通過する玉沢橋の橋下付近では、ほぼ目線の高さで、武蔵野礫層と関東ローム層との境界層準が露出している(第7図c)。

ここで一旦玉沢橋から100 mほど手前の小橋を渡り、東岸に設置された広場に行ってみよう。ここにはトイレも設置されており、休憩場所としてもお薦めできる。さらに道に沿って斜面を登ると、等々力溪谷三号横穴古墳があり、石室の内部がガラス越しに観察できる(第7図d)。この古墳は、先に述べた御岳山古墳よりも新しい古墳時代末期から奈良時代(7～8世紀)に構築された小規模の古墳と記載されている(世田谷区教育委員会, 1988)。等々力溪谷の東岸の崖面には、同時代の横穴墓が6基以上も発見されている。

地質学者である私たちの視点から見ると、それらの横穴墓は、すべて東京軽石層(Hk-TPテフラ)層準より上位層準



第8図 ゴルフ橋付近の風景。(a)ゴルフ橋から見下ろした等々力溪谷。(b)遊歩道から見上げたゴルフ橋。(c)谷沢川西岸に露出する上総層群(高津互層)。

の武蔵野ローム層中に構築されている点(世田谷区教育委員会, 1988)は, 興味深い。ローム層は不飽和帯となっており, 土壌粒子間に水分が保持されており, 地下水が湧き出して石室の内部を水浸しにすることは考えにくい。その一方で, 武蔵野礫層は帯水層なので, この層準まで掘り下げると, 湧水の危険性が高まる。このことを, 当時の土木従事者は経験的に知っていたのであろう。

8. ゴルフ橋付近での観察ポイント

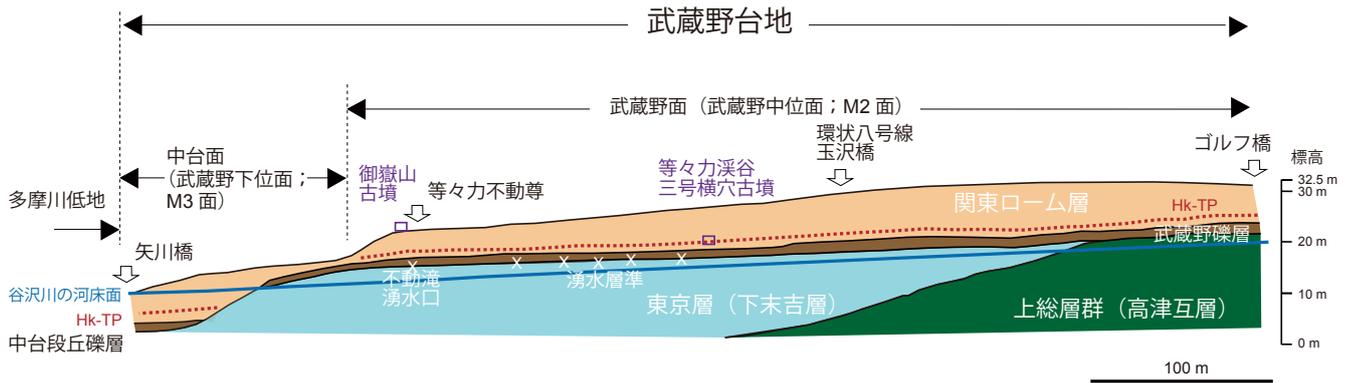
再び谷沢川沿いの遊歩道に戻って10分ほど北上を続けると, 公園内の遊歩道の終点となる赤く塗色されたゴルフ橋が見えてくる。かつての上野毛付近に目黒蒲田電鉄(現在の東急電鉄)が開発した等々力ゴルフコースがあった。ゴルフ橋の名称は, 等々力駅からゴルフ場に向かう途上の橋だったことに由来するようだ。

小橋からゴルフ橋間の西側の河岸には, 不動の滝で見た東京層よりもはるかに硬くしまった黒っぽい地層が露出する(第8図)。但し, 遊歩道の対岸の露頭であり, 現在は露頭の上位は植生に覆われてもいることもあり, 不動滝で見た東京層や武蔵野礫層との直接の関係はよく解らないが, これまで見られたような湧水が認められないことから, 武蔵野礫層より下位の地層を見ていることは確実である。

実は, この地層は上総層群と呼ばれている。上総層群は千葉県房総半島中部に広域に露出し, 都内地下に広く潜伏する鮮新世～更新世(280万～50万年前)の浅海～深海成の地層である。特に多摩川下流付近に出現する地層については, 150万年間ぐらいの古い上総層群であり, 模式地である多摩川対岸の川崎市高津区の地名から高津互層と呼ばれている(寿円, 1966; 高野, 1987)。

前述の通り, 現在の露出条件では, 上総層群(高津互層)と上述した東京層や武蔵野礫層との関係はよくわからない。寿円(1966)によれば, かつてゴルフ橋の下には, 厚さ2.5～2.7mの武蔵野礫層が露出し, 上総層群(高津互層)を直接不整合関係で覆い, その上面を武蔵野ローム層が覆っていたというたいへん重要な記載がある。一方, 最近, 産総研地質調査総合センターが実施した等々力溪谷付近のボーリング調査とその解析によれば, 上総層群(高津互層)と東京層の不整合関係が確認されている。また, この地域の東京層は, 南東から北西方向に伸張する分布を示しており(寿円, 1966), その堆積時には, 入り江であったと考えられている(中澤ほか, 2019)。

上総層群(高津互層)の表面に, 油膜のように見える茶色い汚れのようなものが付着しているが, これは房総半島の河床露頭ではよく見られる産状であり, バクテリアが作った鉄の酸化物(褐鉄鉱)であると推察される。泥岩の中の地



第9図 谷沢川河床面を基準とした等々力溪谷の地質断面図。世田谷区立郷土資料館編(2011)を参照した。



第10図 東急等々力駅、ゴルフ橋、谷沢川、九品仏川ならびに逆川の位置図。Web版地理院地図を基図として使用した。

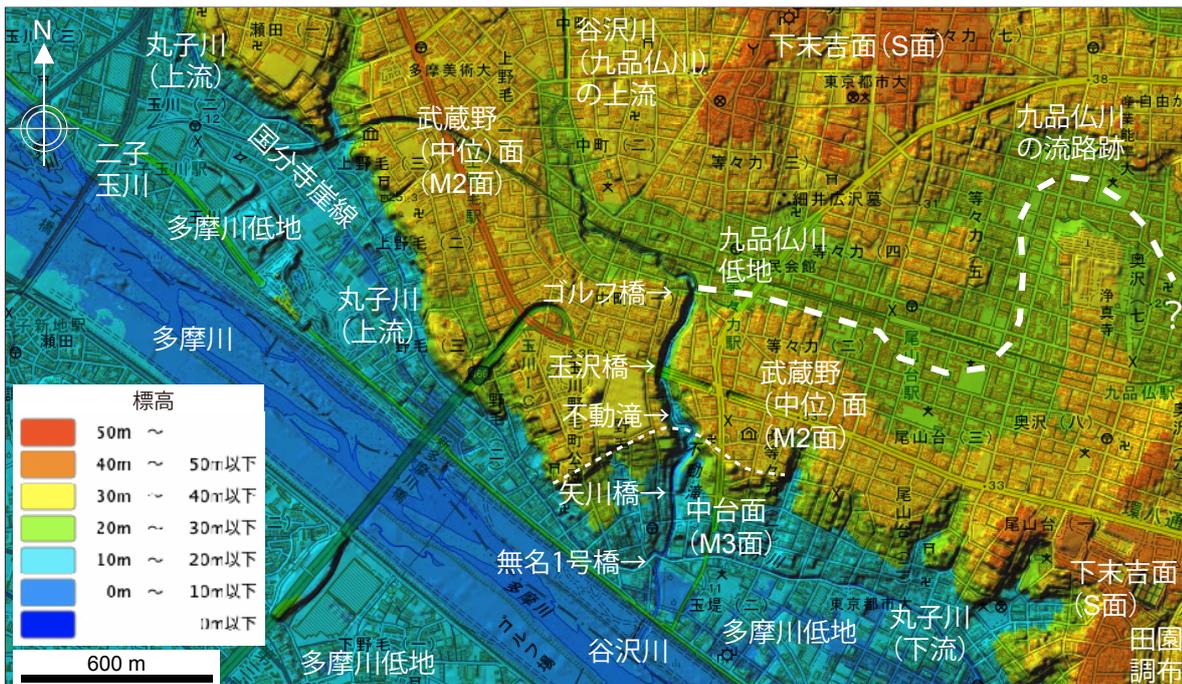
下水は強い還元状態になることがあり、このような場合、二価の鉄イオン (Fe^{2+}) が地下水中に溶け出すことが知られている。この鉄イオンを含んだ地下水が、割れ目を伝って地表に湧出するときに、一気に酸化されて褐鉄鉱 ($Fe(OH)_3$) が形成されたと考えられている。このようなプロセスは、化学合成細菌である鉄バクテリアの働きによるものと言われている。特に、鉄バクテリアは油膜のような鉄の酸化皮膜を作ることもあり、このため、油流出による汚染の兆候と誤認され、トラブルに発展することがしばしば起きている。

9. 等々力溪谷の成因と湧水の関連について考えてみよう!

等々力溪谷は、約8万年前(MIS 5a)に昔の多摩川が作っ

た扇状地が、その後河成段丘となって生じた武蔵野段丘と現在の多摩川の氾濫原の間の地形的な境である国分寺崖線付近に位置する。特にこの溪谷では、段丘崖に対して谷沢川が直交して流れているため、武蔵野段丘の構成層が観察できたのである(第9図)。

ところで、上用賀付近の源頭から流れ下ってきた河川は、かつて等々力駅付近から東急大井町線の路線に沿って東方の自由が丘方面に流れ下っていた。今は無きこの河川は、東京都立大学名誉教授の貝塚爽平先生によって九品仏川と呼称されていた。地形面から見ると、九品仏川は武蔵野段丘を作った昔の多摩川の名残川と言える。ところが、不動滝より上流側において谷頭侵食し、谷沢川の源頭がついに九品仏川の流路とぶつかったのだ。当時の九品仏川の流量は少なく穏やかな流れのため、武蔵野礫層より下位の堅い地層を掘り込むことはできなかったのであろう。川は河床



第 11 図 等々力溪谷を中心とした 10 m メッシュ段彩図. 基図は, Web 版地理院地図の「自分で作る色別標高図」の機能を利用して作成した. 地形区分の解釈は, 世田谷区立郷土資料館編 (2011) を参照した. 図中の太い白点線は丸品川の流路跡を, 細かい白点線は武蔵野 (中位) 面 (M2 面) と中位面 (M3 面) の地形境界を示す.

の標高が低くてより流量が多い, すなわち侵食力の大きい方向に優先的に流れ下ることになる. このためゴルフ橋付近から, 下流側の新たな流路を選択し, その結果として, 谷沢川が等々力溪谷に向かって流れ下るようになったと考えられている (貝塚, 1979; 第 10 図).

このような河川の流路変更を, 地形学では“河川争奪”と呼んでいる. 但し, 今回見た地形や地層からだけでは, 河川争奪が起こった正確な時期までは解らないが, 玉沢橋付近の侵食崖に複数の横穴古墳が掘削され, この付近では, 最も上位の関東ローム層である立川ローム層まで侵食されている事実を踏まえると, 縄文時代草創期 (約 16000 ~ 11500 年前) 以降 ~ 古墳時代末期から奈良時代 (7 ~ 8 世紀) 以前の間に起こった事象と推定できる.

この河川争奪のプロセスは, 地理院地図 web 版の機能を用いて, 10 m メッシュで段彩図を作ってみると, 直感的に理解しやすい. またこの作業によって, この地域の地形にほぼ対応した地形区分図を何方でも簡単に作ることができるので, ぜひご自宅のパソコンでお試しいきたい (第 11 図).

ゴルフ橋から上流側の溪谷を眺めると, この地点から大きく左手に屈曲していることが解る. ゆえに, この辺りが上述した河川争奪が起こった現場と推察されている. もちろん, その当時の丸品川の河床面は, 現在の谷沢川 (等々

力溪谷) ほど深くは掘れてはいなかったことは, ゴルフ橋の架かる兩岸の高度 (河床から 10 m ほど) から容易に想像できることであろう.

ゴルフ橋北東端が, 等々力溪谷の遊歩道の終点となる. ここで, 階段を上って道路に移動する前に, 橋東側の河岸基部に大きな土管が設置されている. また, 橋から東方に向かって 20 m ほど歩くと, 道路の対面にある郵便ポスト脇に「逆川」と書かれた石碑が建てられている (第 10 図). そしてポストの立つ民家裏の路地には, 蓋のされた暗渠が満願寺方面へと続いているのが確認できる. つまり, この道路の下には, かつて東方の自由が丘方面に流れ下っていた丸品川の流路を利用して, 現在は谷沢川側 (ゴルフ橋の橋下) に流れ込む名残川が伏在するのである. なお, 橋下の排水口からは逆川流域から推定される量を上回る流水があることが知られている. これは, 仙川で採水された水が, ここからも放水されているためである (東京都建設局, 2017, 2019).

ここから等々力駅までは, 徒歩 3 分ほどである. 手洗いやトイレは駅周辺で済ませて頂きたい.

先に述べたとおり, 等々力溪谷内では, 不動滝のような湧水個所が 33 箇所も知られているし, かつての谷沢川の源頭は, 不動滝上流側の湧水地帯までであったとも考えられている (貝塚, 1979). この場合, もともと谷沢川の始

まりは国分寺崖線の崖に現れた武蔵野礫層からの湧水に起因し、豊富な湧水が谷頭侵食に大きく貢献し、上述したような河川争奪を引き起こしたと考えると、合理的な説明が可能となる（貝塚，1979；第11図）。

但し、谷沢川の流路変更の経緯に関しては諸説あり、上記した貝塚先生による谷頭侵食（河川争奪）説以外にも等々力溪谷の北側300m区間（不動滝～ゴルフ橋間）が、江戸時代？の土木工事で開削されたとの主張（人工開削説；岩屋，1978）があることも、ここでは簡単に申し添えさせて頂くことにする。しかし、この人工開削説の場合、まず、このような大規模な土木工事の記録が地元に残されていないことが、最大の疑問となっている。なお、明治13年（1880年）に作成された迅速測図には、等々力溪谷や逆川が明確に描かれており、それ以前に現在の谷沢川の流路に変遷していたことは明確である。

ところで、何故、国分寺崖線に沿って野毛古墳群が立地しているのか？その考古学的な理由について私たちは詳しく存じないが、武蔵野礫層から湧き出る豊富な湧水が、当時の人々の生活にかかせない生活用水、特に飲料水であったことは重要であろう。

また、古墳時代には、関東ローム層に覆われた武蔵野台地上の土地は、耕作地としては適さず、一面に荒地が広がっていたとは想像に容易い。そして、人々が生活を営んでいた多摩川低地や等々力溪谷が見渡せる台地の縁に、当時の権力者の墓地（古墳）を構築したのであろうか。

10. 田園調布駅前に広がる海成段丘（下末吉面）

ここで、もし帰宅までに小一時間ほど余裕があれば、等々力駅から東急大井町線で自由が丘駅まで移動して頂きたい。移動時間は10～15分程度である。この乗車区間の多くは、かつての九品仏川や現在の逆川の作った薄い沖積層の上に建設されている。次に、自由が丘駅から東横線（横浜方面）に乗り換えて、一駅先の田園調布駅で下車して頂きたい。田園調布駅周辺は、東急電鉄が開発した高級住宅地として広く知られている。現在の駅は地下化されているが、旧駅舎の建つ地表から見ると、放射状に広がる道路に沿って住宅はなだらかな地形面の上に建っており、周囲への見晴らしも良いことから、田園調布一帯が武蔵野段丘より少し高い段丘であることを直感的に理解できる（第12図）。もちろん現在では露頭観察はできないが、現在の田園調布駅の建設の際は、東京層やそれを覆う関東ローム層が露出していたことであろう。武蔵野台地の関東ローム層は、大きく3層準に分けられている。東京層の上面を直接

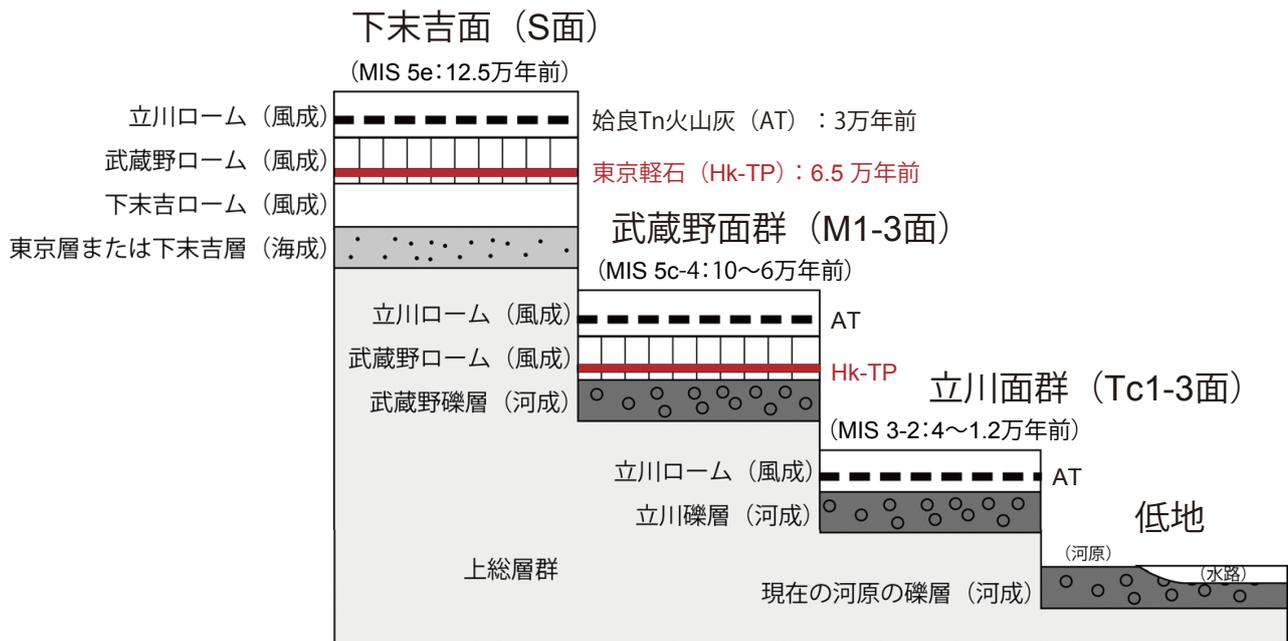


第12図 東急田園調布駅付近の地形。(a)旧駅舎が立地するのが下末吉面(S面)。(b)駅舎西方に広がる下末吉面(S面)。

覆うローム層は下末吉ローム層と呼ばれている。一方、武蔵野礫層の上面を覆うローム層は東京軽石(Hk-TPテフラ)を特徴的に東京軽石を伴っており、武蔵野ローム層と呼ばれている。そして最も若いローム層は立川段丘礫層の上面を覆い約3万年前に降灰した始良Tn火山灰(AT)を特徴的に伴っており、立川ローム層と呼ばれている（貝塚ほか編，2000；遠藤ほか，2019；第13図）。

11. 武蔵野台地（山の手）の成り立ちについて考えてみよう！

このジオ散歩での観察事実を、貝塚ほか編（2000）を参照して時系列的にまとめると、以下のような地形発達史が復元される。今から約12.5万年前の最終間氷期に、下末吉(MIS 5e)海進のピークを迎えて、東京層（もしくは下末吉層）が堆積した。その後、徐々に海面が低下し、約10万年前(MIS 5c)に東京層が離水し、その後、多摩川が流れ込むようになった。多摩川の河床が東京層を侵食しながら、



第 13 図 武蔵野台地 (山の手) の段丘の模式層序. 貝塚ほか編 (2000) を原図として, 修正加筆して使用した.

その上面に大規模な扇状地を形成してできたのが武蔵野礫層である。そして、その上面は武蔵野ローム層と立川ローム層によって覆われ、その地形面が河川段丘である武蔵野面 (M2 面) なのである。矢川橋付近で見た中台面 (M3 面) の離水時期は、約 7 ~ 6 万年前 (MIS 4) と言われている。その一方で、多摩川の侵食から免れた場所が、下末吉面 (S 面) と呼ばれている海成段丘であり、武蔵野面よりも一段高く古い段丘面である。もちろん、下末吉面 (S 面) の地下には東京層 (もしくは下末吉層) が埋没しており、その上面は武蔵野ロームよりも古い下末吉ローム層、ならびに武蔵野ローム層と立川ローム層によって覆われている。なお、下末吉面 (S 面) の模式地は多摩川対岸の横浜市鶴見区にある。都内では、港区~渋谷区~新宿区に広がる淀橋台や世田谷区~大田区~目黒区に広がる荏原台 (田園調布を含む) において下末吉面 (S 面) の分布が知られている (貝塚ほか編, 2000; 遠藤ほか, 2019; 第 13 図)。

その一方で、東京軽石 (Hk-TP テフラ) の研究から、約 6.5 万年前に箱根カルデラが大規模噴火を起こし、南関東一帯に軽石が大量に降下したことが判明している。このとき同時に発生した大規模火砕流は、横浜市付近まで到達していたことが判明している (笠間, 2008; 笠間・山下, 2008)。もしこのような大規模火砕流が今の時代に発生すれば、神奈川県下を中心に南関東一帯で甚大な災害を引き起こすことになるであろう。

このような悠久の歴史を経て、武蔵野台地は、現在、多

くの都民の生活の場となっているのである。

12. 注意とお願い

今回ご紹介した等々力溪谷は、東京都世田谷区内屈指の観光スポットであり、特に週末や休日、桜の開花時期には全国から観光客が押し寄せる。夏場は避暑目的で訪れる都民も多い。等々力溪谷の遊歩道やその一帯は等々力溪谷公園として、主に世田谷区教育委員会によって管理されている。よって、もしご家族や少人数での実施にあたっては、上記の日程を極力避けることが望ましいと思う。その際、世田谷区の公園なので、事前の許可申請の必要はない。もちろん、公園内においてネグリ鎌やスコップを用いることは厳禁である。

服装については、観光地でもあるので、ピクニック程度の軽装で十分である。但し、溪谷沿いには蚊やブヨの類が多く生息するので、できるだけ長袖長ズボンの着用が望ましい。また、遊歩道であっても場所によっては、湧水によって生じた湿地や露頭の崩壊箇所が所々にあるので、足元は、使い古しのスニーカーの着用がおすすめである。

等々力溪谷は立地条件が良く、特に、中学・高校の理科実習や大学の地形学や地質学の学生実習の場所としても、たいへん有望と言える。実際に、等々力溪谷を都内の大学の地質学や地理学の実習地として利用している旨のネット情報が、数多く認められる。但し、等々力不動尊の境内は信仰や修行のための聖なる地であり、いくら教育目的での

来訪と説明したところで、先方に対して余りにも敬意や配慮に欠けているように思われる。特に不動尊～不動滝～稚児太子堂付近は、等々力溪谷公園内に組み込まれている印象もあり、敷地の境界は明確には示されていない。これについては、一般観光客に対する世田谷区や不動尊側の配慮とも受け取れる。但し、不動尊の管理する参道や土地(私有地)において、管理者の善意に甘えて敷地を占拠することは切に慎むべきである。もしやむを得ない事情があれば、事前に世田谷区教育委員会や不動尊側と相談すべきであろう。

この辺りの事情について十分ご配慮頂いた上で、等々力溪谷でのジオ散歩を楽しんで頂ければ、紹介者としてたいへん嬉しく思う。

謝辞：地質情報基盤センターの吉川敏之さま、森尻理恵さま、地質情報研究部門の小松原純子さまには、GSJ地質ニュース寄稿へのアドバイスを賜った。GSJ地質ニュース編集委員会の皆さまには、原稿推敲をサポートして頂いた。上記の皆さまに対し、厚く御礼申し上げる次第である。

文 献

- 遠藤邦彦・千葉達朗・杉中佑輔・須貝俊彦・鈴木毅彦・上杉 陽・石綿しげ子・中山俊雄・舟津太郎・大里重人・鈴木正章・野口真利江・佐藤明夫・近藤玲介・堀 伸三郎(2019) 武蔵野台地の新たな地形区分。第四紀研究, 58, 353-375.
- 岩屋隆夫(1978) 武蔵野台地上の「河川変流向」。多摩のあゆみ, no. 13, 28-33.
- 寿円晋吾(1966) 多摩川流域における武蔵野台地南部の地質(2)。地学雑誌, 75, 266-281.
- 貝塚爽平(1979) 東京の自然史(増補第二版)。紀伊國屋書店, 239p.
- 貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦編(2000) 日本の地形 4 関東・伊豆小笠原。東京大学出版会, 376p.
- 笠間友博(2008) 大磯丘陵, 多摩丘陵に分布する箱根火山起源のテフラ。神奈川県立博物館調査研究報告(自然科学), no. 13, 111-134.
- 笠間友博・山下浩之(2008) いわゆる「東京軽石層」について。神奈川県立博物館調査研究報告(自然科学), no. 13, 91-110.
- 松崎元樹(1997) 世田谷区御嶽山古墳出土遺物の調査。学習院大学史料館紀要, no. 9, 1-44.

- 中澤 努・長 郁夫・坂田健太郎・中里裕臣・本郷美佐緒・納谷友規・野々垣 進・中山俊雄(2019) 東京都世田谷区, 武蔵野台地の地下に分布する世田谷層及び東京層の層序, 分布形態と地盤震動特性。地質学雑誌, 125, 367-385.

- 日本地下水学会市民コミュニケーション委員会(2014) 都内湧水めぐり。等々力溪谷を訪ねて一雨水貯留浸透技術と等々力溪谷一見学案内資料, 21p. <http://www.jagh.jp/content/shimin/images/wakimizu/20140803/document20140803.pdf> (閲覧日: 2023年9月1日)

- 岡 重文・菊地隆男・桂島 茂(1984) 東京西南部地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 148p.

- 世田谷区教育委員会(1988) 世田谷区立郷土資料館企画展「世田谷の三万年」一最近の発掘調査の成果から一。世田谷区立郷土資料館, 16p.

- 世田谷区立郷土資料館編(2011) 平成23年特別展図録「等々力溪谷展」一溪谷の形成をめぐる一。世田谷区立郷土資料館, 77p.

- 高野繁昭(1987) 多摩丘陵東部および下末吉台地の中・上部更新統の層序。地質学雑誌, 93, 121-139.

- 東京都建設局(2017) 報道発表資料 谷沢川及び丸子川流域, 野川流域の河川整備計画を策定: 都民の命と暮らしを守り, うるおいとやすらぎのある河川を目指して。 <https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2017/09/01/01.html> (閲覧日: 2023年9月1日)

- 東京都建設局(2019) 多摩川水系, 谷沢川及び丸子川流域河川整備計画。 <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/content/000028989.pdf> (閲覧日: 2023年9月1日)

NANAYAMA Futoshi, SHIGENO Kiyoyuki and ISHII Masayuki (2023) The geological cross-section of the Musashino Plateau (Yamanote area) in Tokyo metropolitan area and its history of landform development: Recommendation for a Geowalk in Todoroki Valley, Setagaya Ward, Tokyo, Japan.

(受付: 2023年9月26日)