

信濃町野尻赤川地区の地形・地質調査 報告書

2008年10月31日

山形大学地域教育文化学部

教授 川邊孝幸

I. はじめに

長野県北部から新潟県にかけての地域には、日本列島を西南日本地質帯と東北日本地質帯とに区分する大断層である糸魚川-静岡構造線が姫川沿いに通っているが、その東側はフォッサマグナと呼ばれる地域である（第1図）。

フォッサマグナ地域では、新第三系以降の地層が北東方向の構造をもって厚く堆積し、第四紀火山列が北北東-西南西方向に分布している。フォッサマグナの地質構造は、この火山列の部分のみ、南北方向に向きを変えている。長野市付近から上越市付近にかけては、これら両方向の構造運動が、活構造および活構造地形をつくって現在も活発に活動している。黒姫山火山と妙高火山の間を流れる関川を挟んで、長野県上水内郡信濃町から新潟県妙高市にかけての地域には、これら両方の構造が顕著に表れている。

このような構造的に活発な地域の長野県上水内郡信濃町赤川の関川右岸に、株式会社高見沢によって廃棄物最終処分場の建設が予定されている。

本報告では、長野県上水内郡信濃町の委託により、信濃町野尻赤川地区の地形・地質・地震活動について調査・検討をおこない、廃棄物最終処分場の予定地付近の地質の安定性について検討をおこなった結果を報告する。

II. 地形・地質の概要

長野県上水内郡信濃町から新潟県妙高市にかけての地域は、北側の新潟県側では、北北東方向に流れる関川を境に、その西側と東側では、地形・地質的に明瞭な違いを呈している。その東側では新第三系～下部更新統が分布して山地をなしているが、西側にはなだらかな山麓地形を挟んで、第四紀火山である妙高火山群がカルデラを伴う成層火山をつくって、火山性の第四紀層を堆積させて分布している（第2図、第3図）。

このような信濃町から北側の新潟県側にかけての地形的・地質的特徴は、南の長野県側でも基本的に同様で、関川の支流のひとつである池尻川-赤川の北流部から信濃川水系鳥居川の南流部にかけてのゾーンを境に、その東側には新第三系～下部更新統が山地をつくって分布し、西側には、第四紀火山である黒姫火山・飯縄火山が火山山麓に第四紀層を堆積させて分布している。

以上のような地形にも明瞭に現れている第四紀における構造運動は、日本列島の隆起を引き起こしている構造運動である。この構造運動の影響は、日本海側から内陸側にむけて大きくなり、内陸側では隆起量も大きくなって、3000m級の山々をなしている。

信濃町周辺についてより詳しく見てみると、西側の火山列とその山麓地域から東側の山地部にかけて、北東-南西方向の構造によって、隆起と沈降とがおこっている（第4図）。その代表的な構造運動の結果が池尻川低地や仲町丘陵、そして野尻湖である。このうち、野尻湖は、北東-南西方向の構造によって、西側の仲町丘陵が、池尻川低地との境目の断層（向新田断層；長橋ほか、2003）で隆起し、東側が沈降する傾動運動を行った結果、水の出口

がふさがれて滞水した結果としてできている。同様な西側の隆起と東側の沈降による窪みは、野尻湖の北側の古海地域も同様である。古海地域の場合には、出口部の隆起より侵食量が勝っていたために、沈降する東側に水がたまず、湿地の状態を保って現在に至っている。一方、野尻湖の南の古間地域の場合も同様であるが、全体に隆起傾向にある場所での沈降であったために、北側の野尻湖や古海地域のように明瞭な沈降をなしていない。

III. 赤川周辺の地質

野尻湖の北西方、長野県と新潟県の県境を流れる関川右岸の赤川地域は、その南北の火山山麓地形とは対照的な、赤川地域の東側と同様な山地の地形をなしている。赤川地域には、地質的に、東側と同様な火山岩類からなる下部更新統が高まりをつくって露出しているからである（第5図）。この山地をつくっている下部更新統は、おもに安山岩質の火山角礫岩を主体とする水中火山噴出物からなっている。この下部更新統を覆って上部更新統のローム層（野尻ローム層）が分布している。

この高まりの西側および南側には、この高まりを埋めるようにして、駒爪岩屑流堆積物や関川岩屑流堆積物などの、おもに黒姫火山や妙高火山からの噴出物や崩壊堆積物が山麓地形をつくって分布している。

関川沿いには、妙高火山から流下した約2万年前の関川岩屑流堆積物が、下部更新統のつくる崖にへばりつくように分布している。関川沿いでは、これらの地層を不整合に覆って、低位段丘堆積層が発達している。

下部更新統には、北北東-西南西方向の断層が発達している。また、山地内に分布する野尻ローム層には、東北東-西南西方向の断層が発達している。

1. 赤川地域に山地地形をつくって分布する下部更新統

赤川地域に山地地形をつくって分布する下部更新統は、山地のほとんどは野尻ローム層などの噴出物におおわれているために、急斜面の関川沿いに点々と見られるのみである。おもに安山岩質の火山角礫岩を主体とする水中火山噴出物からなり、北東走向で、南東方向に数10°傾斜している。安山岩は、暗緑色を帯びた灰黒色～暗灰色の含輝石カンラン石安山岩からなる。同様な地層は、東側の長範山にも分布しているが、さらに東の古海周辺に分布する砂泥互層に整合に重なっている。この砂泥互層は古海累層（富沢，1956）と呼ばれているが、一部に黒雲母・石英を含む珪長質の溶結凝灰岩や亜炭層を挟んでいて、鮮新世後期から更新世前期の猿丸層に対比されている（八木ほか，1958）。従って、赤川地域から長範山に分布する安山岩質の火山角礫岩を主体とする地層は、猿丸層の中～上部の地層で、約数十万年前の更新世前期～中期に堆積したと考えられる。

2. 野尻ローム層

野尻ローム層は、約5万年前から約2万年前の、おもに黒姫火山と妙高火山の噴出され

た火山灰からなるローム層である。野尻ローム層は、層厚5 m前後で、当時の地形を覆って重なっている。

赤川地域では、野尻ローム層は、山地地形をおおって、山地の頂部や北側の関川に面する斜面を除いた斜面に分布している。最終処分場が予定されている山地中央部の谷部にも分布している。このことから、基本的な谷地形の形成は、野尻ローム層が堆積する以前であることがわかる。

野尻ローム層は、層厚3 m以上で、褐色を呈するローム層である。下位から、ブレッチャゾーン、粉アズキ、ドライカレー、中部野尻ローム層などの特徴的な降下火山灰層を挟んでいて、良好な鍵層になっている。最上部には、約2.5万年前に、九州の始良カルデラから飛んできた広域火山灰であるAT火山灰層が挟まれている。

野尻ローム層は、前述のように、古い地形を覆って、古い地形にほぼ平行に堆積している。

最終分場予定地に登る林道の切り割り（第5図 a）では、野尻ローム層は、東北東走行の正断層群によって切られている（第6図，第7図）。断層群に切られる野尻ローム層は、上に不整合に重なる駒爪岩屑流堆積物および崖錐堆積物によって覆われる。

3. 関川岩屑流堆積物

関川岩屑流堆積物は、約2万年前に、妙高火山の東麓に発生した岩屑流堆積物である。安山岩質の最大1 mを超える角～亜角礫の岩塊とそれらの間を埋める暗桃灰色を呈する火山灰の基質からなる。本地域には、関川右岸の北斜面に下部更新統にへばりついて分布している。関川岩屑流堆積物は、対岸の新潟県側には広く分布しているが、赤川側では、もともと山地をつくっていた部分に妙高火山から流下してきた関川岩屑流堆積物がアバットして堆積していたが、その後の関川の開析によって本体から分離されて、対岸に独立して分布しているものとみられる。

4. 駒爪岩屑流堆積物

駒爪岩屑流堆積物は、約1万年前～6000年前のいずれかの時期に、黒姫火山の東北東斜面の崩壊でもたらされた岩屑流堆積物である。最大層厚が10 m以内で、最大3 mの角礫～亜角礫とそれらの間を埋める灰紫色～黄褐色の火山灰や細粒の岩片からなる。

駒爪岩屑流堆積物は、調査地域では、赤川の山地の西側から南側に、山地を取り巻くように分布している。駒爪岩屑流堆積物の一部は、山地西側の稜線の暗部を超えて、山地の谷の中に発達する野尻ローム層を不整合に覆って分布している。

5. 低位段丘堆積層

低位段丘堆積層は、山地北東部の関川右岸に、下部更新統を不整合に覆って、平坦面をつくって分布している。層厚は数mで、安山岩などの最大3 mの巨礫を含む亜円礫とそれ

らを埋める砂・シルトからなっている。山地の最終処分場の予定されている谷の出口に発達しているが、その堆積面は出口部より低い位置にあり、谷の基本的形態が形成されて以降、さらに関川岩屑流堆積物よりも後の時期に、関川によって堆積した地層であるとみられる。

6. 崩壊堆積物および谷埋め堆積物・表土

斜面崩壊地形の下方や谷の中を埋めて堆積している礫や土砂で緩斜面などにも上記の地層をおおって分布している。

地質図では、薄く地形をおおって分布しているものは省いて描いている。

7. 地質構造

調査地域の地表直下にあるものは、古い地形を覆って堆積した風成の野尻ローム層とその崩壊堆積物と谷埋め堆積物、表土である。そのため、堆積した地層が変形したり断層で切れたりするような構造運動を被った跡を見つけるのは困難である。しかし、既述のように、大規模な崩壊斜面や大きい切り割りなどで、地層の状態がよく観察できる場合には、こうした変形を観察することができる。

今回の調査では、赤川地域の山地部で、下部更新統を切る断層と、上部更新統の野尻ローム層を切る断層の2箇所が確認できた。

7-1. 下部更新統猿丸層相当層を切る断層

最終処分場予定地の幅の広い谷の出口のやや上流の、関川沿いの露頭で観察できる。断層は、 $N14^{\circ} W46^{\circ} E$ に傾斜した火山角礫岩の中に発達している（第8図）。幅1.5m程度の間幅数mm～1cm程度の断層面が複数発達し、その間が弱く破碎された断層帯をつくっている。個々の断層面は、 $N20^{\circ} E76^{\circ} E$, $NS55^{\circ} E60^{\circ} S$, $N26^{\circ} W82^{\circ} W$ など様々な方向を示しているが、断層帯としては露頭からやや東傾斜で南南西に連続する。この断層帯中では、断層やジョイントなどの割れ目にそって、火山角礫岩の基質が変質して粘度化している。また、割れ目からは、湧水が湧き出ている。

この断層帯の伸びの方向は、最終処分場予定地の谷の北西側の斜面の変換点の並びに同じ方向である。谷の中には約5万年以降に堆積した野尻ローム層が分布しているが、野尻ローム層が堆積する5万年前の谷をつくる作用（おそらくは大規模崩壊）にかかわっているとみられる。

野尻ローム層を切っているかどうかは不明である。

7-2. 野尻ローム層を切る断層

処分場予定地の谷に登る林道の切り割りに、野尻ローム層を切る断層帯が露出している（第6図）。

野尻ローム層は古い地形に沿って、この地点ではほぼ水平に堆積しているが、 $N70^{\circ} E60^{\circ} N$ 、 $N58^{\circ} E70^{\circ} N$ などの北西に傾斜した落差 $5\text{cm}\sim 20\text{cm}$ の正断層が、幅約 10m の間で複数発達している。また、この方向の断層に切りつ切れつとの関係で、 $N44^{\circ} W74^{\circ} S$ 、 $N44^{\circ} W78^{\circ} S$ などの正断層が、北東方向の断層と共役系をつくって発達している(第7図)。

これらの断層面に残された擦痕からは、断層面上盤側が、地形的に高い北西方向に沈み込んでできたことがわかる(第6図-4)。正断層は、引張応力場でできる。地すべりの場合にも正断層ができるが、その場合には地形的に低い方向に文字通り滑り落ちるため、断層面(地すべり面)に残される擦痕は、地形的に低い方に向かう運動方向を示す。しかし、この露頭の場合には、逆に地形の高い側に向かって動いている。このような場合には構造運動による可能性が高い(第9図、第10図)。

11. 長野市北部から上越市にかけてのネオテクトニクス

調査地域に見られた2つの断層群を評価するために、より広域での新しい時期の構造運動=ネオテクトニクスを検討し、その中で、調査地域の断層群の位置づけを検討する。

第2図の地質図では、新しいローム層や火山噴出物でおおわれているために、新しい時代の構造運動は、露頭では観察できにくい。地形図および空中写真では、谷や尾根を切って連続する直線的な地形=リニアメントが判読できる(第3図)。実際に露頭で観察できる断層や溶岩流の上面にできているリニアメントを示したものが第4図である。

この図のように、この範囲では、前期更新統のまでの地層は、既述のように、大局的には北東～北北東方向の断層やリニアメントで特徴づけられる、また、断層やリニアメントは、火山列の部分のみ南北方向に変化している。

火山列の部分では詳細にみると、長野盆地の北縁や信濃町の仲町丘陵と向新田との境界などのような北東-南西方向の構造と、信濃町の市街地と古間の低地との境界のような北西-南東方向の両方向の構造があることがわかる。このような新しい構造は溶岩流などの堆積面を切って発達しているものもあるが、露頭で直接観察できるものは限られている。野尻湖層を直接切る断層や向新田、野尻湖、古海などの堆積状況などからすると、1万年以降も運動をおこなっている構造ということができる。

最終処分場が立地する予定の赤川地域の山地の東南縁も、このような構造と調和的に発達していて、南東側とは断層関係にあり、北西側の山地側が上昇している可能性がある。

このようにみた場合、最終処分場の予定地に至る北西落ちの正断層群は、このような南側の断層によって上昇するブロックの上側に働いた引張応力によって生じた可能性が考えられる。

一方、妙高火山の東麓に北北東-南南西方向に、池の平のイモリ池を通るグラーパーベン状の構造が続いている。関川の北岸では、そのグラーパーベンの東部で、低位段丘面が西側の上流

側に傾斜していて、低位段丘堆積層の堆積後にも活動していることがわかる。

III. 微小地震分布

第11図は、長野市北部から上越市南部にかけての断層およびニアメントの分布と、最近の10年間前後に発生した微小地震の分布を示した図であり、第12図は、第11図と同じ範囲での地質図と、最近の10年間前後に発生した微小地震の分布を示した図である。第13図は、第11図に示す、調査地域周辺での微小地震の分布断面を示したもので、第14図は、第12図の範囲の微小地震を俯瞰したものである。

これらの図で示されるように、微小地震の集中域は、妙高火山列の東麓付近に南北方向に伸びを示すことがわかる。この集中帯の地表付近に、前述のグラーベン構造があることがわかる。

また、震動の周期が非常に長い低周波地震とよばれる地震の震源位置を第11図・第13図では青色で、第12図と第14図では赤色で示したが、低周波地震は、地震波が液体表面の影響を受けておこっていることを示すと考えられている。これらのことから、低周波地震の存在は、地下でのマグマの活動があることを示していると考えられている。

以上のようなことから、現在地表で見られる地質構造は、これらの微小地震分布から推定される地下のマグマの活動と密接な関係で成り立っているといえることができる。

このように、長野市北部から上越市南部にかけての地域は、少なくとも前期更新世以降、現在まで、地下深部でのマグマの活動にともなって、地表部でも活発な構造運動が起こっている場であるといえることができる。

IV. 活構造と災害

このような活発な構造運動の場では、実際に断層が動くことによって地表面がずれて被害が発生するだけでなく、強震動によって、斜面崩壊や地すべりが誘発されて、地形が崩壊する現象が多発し、これによって多大な被害が発生する。

2008年6月14日午前8時43分に発生した2008年岩手・宮城内陸地震でも、同様な地すべりと崩壊による被害が地震動のみによる家屋の被害より大規模に発生した。2003年の中越地震の際も同様に、多数の斜面崩壊や地すべりの被害が発生した。

このような観点から、背後に急斜面を抱え、数万年前であるが、過去の斜面崩壊でできたであろう谷地形に恒久的に安定であるべき施設を作ることは、数十年や100年といった短期的な視点に立てば、確かに問題になることの確率は高くはないかもしれない（実際の地震発生確率は、これまで述べてきた地質的地震学的考察が行われた上で計算されたものではない）。しかし、数百年あるいはそれ以上の、地質学的にはごく一瞬の未来に対しては、大きな問題であり、将来に禍根を残すことになることは間違いない。