

地獄沢斜面の地形発達史

布施 弘

はじめに

地獄沢斜面は、新潟県十日町市大字中条地内にある。この斜面を始めて訪れたとき、下流の対岸から遠望した。斜面の中流部には、杉を初めとする高木が塊となってあちこちに屹立し、ウツギなどの低木が人の侵入を拒むかのように繁茂していた。下流部では、それとは対照的に、整然とした階段状の水田が穏やかに広がっていた。

やがて、地獄山に向かう狭い山道を小型乗用車があえぎながら登っていた。尾根の近くで、突如として視界が開けた。そして、思わず息を呑んだ。足元から垂直に落ちる、深く幅の広い陥没帯が展開したのだ。一瞬、別世界に來たような感覚に襲われた。その辺りは伐採され、裸地となっていた。そのことが、その感覚を倍加させたのであろう。

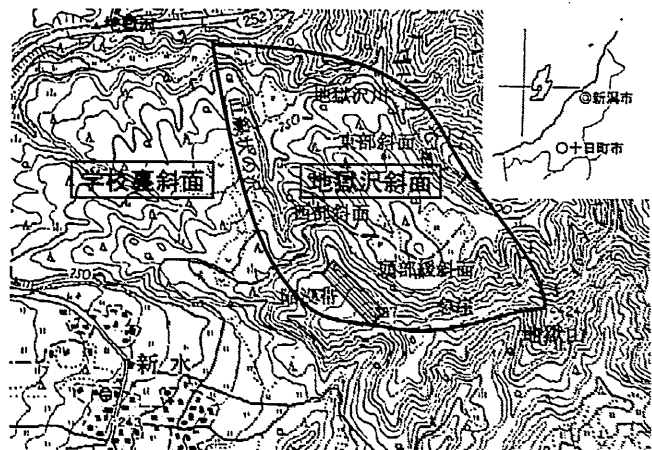
陥没帯の北斜面は急な崖になっており、はるか下に穏やかな水田風景が見えた。6月の水田は、柔らかい緑の絨毯。その脇には、黄色い重機が1台。まるでミニカーのようであった。尾根の陥没帯が地獄なら、下の水田は箱庭のユートピアである。

これが、地獄沢斜面を最初に訪れたときの印象であった。それ以来、この斜面の地形発達史に強い興味を抱いた。地形発達史の考察は、現在の地形と地質から出発して過去から現在へとたどる旅であり、その旅を終えたとき、現在の地形要素が説明されていなければならない。そこでは、地形は、現にあるがままの地形から出発しながら、考察の後には、その発達史を内に含む、より豊かな内容をもった地形として還帰するのである。そして、地質は、その地形発達史を始める基点を与えるとともに、発達史を考察し編纂する上での、諸々の歴史的素材を提供する。

現地調査は、すべて踏査だけで行った。また、発見した木片の年代測定を行った。

1 地形と地質

地獄沢斜面は、十日町市の市街地中心部から北東に約7.5kmのところにある(図一1)。魚田川地内の国道252号のすぐ南に位置している。地獄山(標高424m)とその西に連なる尾根の北側斜面、魚田川の支流である地獄沢川の中



図一1 地獄沢斜面位置図

(国土地理院発行1/2.5万図幅「十日町」を使用)

流域左岸に広がる斜面を、地獄沢斜面と称することにする。斜面全体の長さはおよそ 1 km、幅はおよそ 400mである。

地獄沢斜面の西にも、台地状の緩傾斜地が広がっている。この斜面を、学校裏斜面ということにする。直線状の沢がこれらの両斜面を分けている。学校裏斜面と地獄沢斜面との比高差は、下流部でおよそ 20mから 30mで、前者が高くなっている。

(1) 地形

地獄山の西に連なる尾根の北側に、垂直に落ち込んだ平坦地がある。陥没帯である。陥没帯は、南東—北西方向に、およそ 200mにわたって連続している。深さは 1 m程度から深いところで数m、幅は広いところで 10m以上になる。陥没帯は、その形状から、東西の陥没帯に区分される。西側の陥没帯は、東側の陥没帯よりも幅が広く、規模が大きい。

陥没帯の北側斜面は急崖になっており、それに向かって落ち込む亀裂が急崖に沿って伸びていた。その亀裂で、陥没帯の平坦面に数 cm の段差がついていた。

この急崖の形状は、いわゆる馬蹄形である。南に緩く湾曲している。高さは、およそ 100 mである。急崖の麓には、急崖に沿って緩く湾曲した緩斜面がある。南北方向の幅が約 80 m、東西方向の長さが約 350mである。この細長い緩斜面（頭部緩斜面）は、その中央部が高まりとなっており、その両翼（東西）に向かって次第に低くなっている。水田として利用されている。また、急崖の裾、緩斜面の山側には数個の池が並んでおり、水田に囲まれた湿地が緩斜面の東西に分布している。

この緩斜面から北西に、地獄沢斜面の中央部を、細長い台地状の地形がおよそ 600mにわたって緩く傾斜して続いている。この台地状の地形の末端部は、浅い凹凸をくり返す特異な谷地形となっている。また台地状の地形によって、東側の斜面と西側の斜面とに区分される。東側斜面は、複数の浅い谷地形をしている緩斜面である。西側斜面は、深く浸食された急斜面と埋谷地形で特徴づけられる。埋谷地形の一部は、水田として利用されている。その他の台地は杉や雑木に覆われ、谷部にはカヤなどの草本類が密生していた。

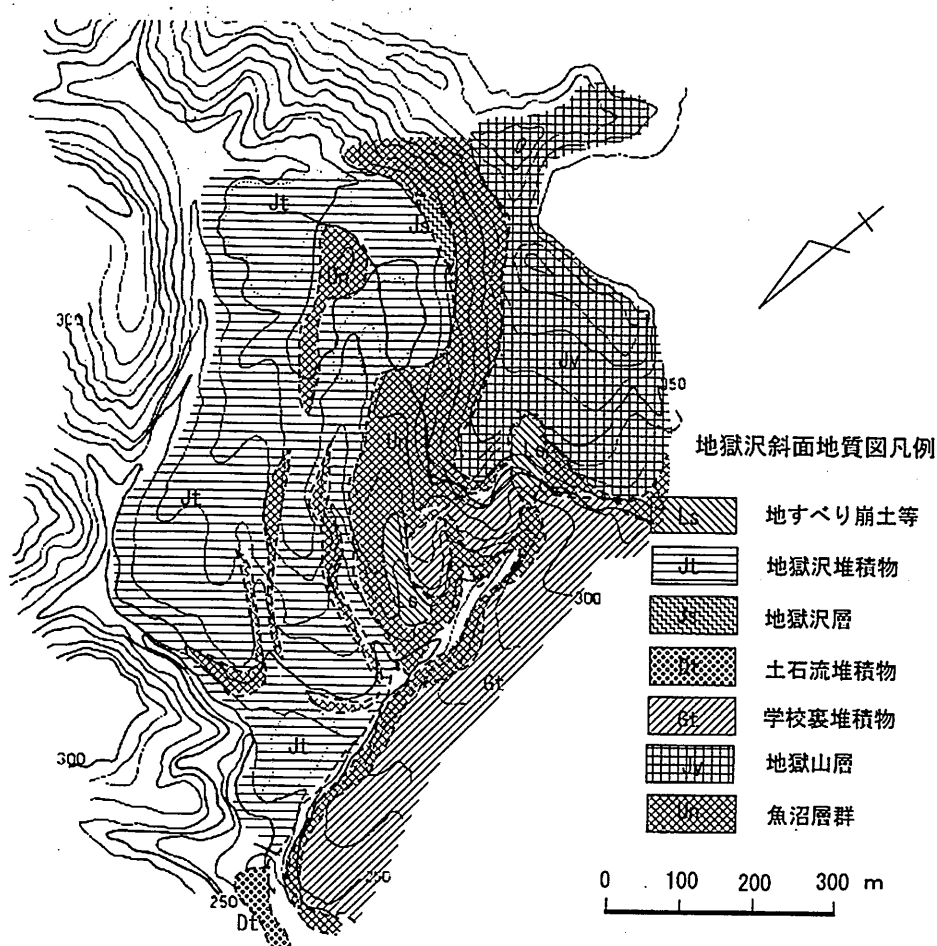
斜面の下流末端部は、区画整理された階段状の棚田である。長さおよそ 200mにわたって、緩い傾斜地が広がっている。

斜面の東側には、地獄沢川が北西に流下している。地獄沢川は、下流域で西から北へと流路の方向を変えながら、斜面の下流末端部で左に直線状の沢を合流させ、砂防堰堤を経て再び西に向きを変えて流下し、魚田川に合流している。

(2) 地質

地質調査（踏査）の結果（次頁、図—2）を下位層から説明する。

この地域の基盤岩は、魚沼層である。踏査した範囲の魚沼層は泥岩と礫岩が多く、砂岩を挟んでいる。泥岩は、明るい黄土色あるいは灰色をしている。観察したかぎりでは、泥岩は塊状であった。砂岩や礫岩は、茶色あるいは赤褐色である。礫岩は、地獄沢斜面上部の農道脇や砂防堰堤下流の両岸などで見ることができる。礫岩は固結していることが多い。魚沼層のその他の露頭は、斜面末端部にある水田の上の小高い崖、学校裏斜面との境界に



図一2 地獄沢斜面地質図

なっている直線状の沢の左岸、地獄山尾根部の陥没帯の崖など各所に分布している。

地獄山層が魚沼層を不整合に覆っている。地獄山層は、地獄沢斜面の南部、地獄山から西に連なる尾根のやや緩い傾斜の斜面に分布している。粘性土を交じる円礫の礫岩層である。固結度が緩く、裸地斜面では、雨裂ができていた。層厚は3 m程度である。

学校裏斜面には、円礫を交じる茶色の粘性土（学校裏堆積物）が、魚沼層を覆って分布している。学校裏堆積物は、地獄沢斜面の一部にも分布している。地獄沢斜面西部の農道脇には、厚い塊状の露頭を観察することができる。固結度は緩い。

地獄沢斜面の最北端にあたる下流末端、そこにある砂防堰堤のさらに下流、地獄沢川右岸の狭い範囲に、魚沼層を不整合で覆う礫岩層がある（次頁、写真-1）。色は、赤褐色から茶褐色である。粗礫から細粒分まで含む礫岩層であり、全体としては分級度が悪い。だが、詳しく観察すると、薄く短い単層が、上下左右に繰り返していることがわかる。下部ほど粗粒分が多くなっている単層や、また、細粒分の中で粗礫が横方向に密集し、粗礫がほぼ一列に並んでいる単層などがある。そして、一つひとつの粗礫の扁平な面がそれぞれ

の単層の延長方向にほぼ平行に並んでおり、強い水流の影響下で堆積したものであることを示している。土石流堆積物である。

馬蹄形の急崖の裾に、青灰色の砂岩礫岩層が細長く分布している（写真—2）。急崖の裾の歩道脇で観察することができる。地獄沢層と名づけた。地獄沢層は、ハンマーやスコップで容易に削ることができる。地獄沢層は、その地質から、上下の部層に分けられる。

下部層は中粒の塊状砂岩であり、魚沼層を不整合に覆っている。層厚は、1.5mから2m程度である。上部層は細粒の礫岩である。層厚は50cm程度である。上部層は、礫交じり粘性土（地すべり崩土や崖錐堆積物）で覆われている。

上部層は、ゆるくうねりながら下部層を覆っている。上部層と下部層との境界の一部（写真—2の左端）に、長さ30cm以上にわたって、薄い褐色をした腐食層（厚さ約2cm）が挟まれている。不整合面である。ところが、上部層の礫岩は、その下部で砂岩あるいは泥質の部分などと遷移し、同時異相の様相を呈している部分がある（同、中央付近）。また、下部層の砂岩と上部層の礫岩とが互いに遷移し、両層の境界を判別できないところもある（同、右端）。つまり、上部層と下部層との関係は、きわめて短期間の、部分的な不整合である。

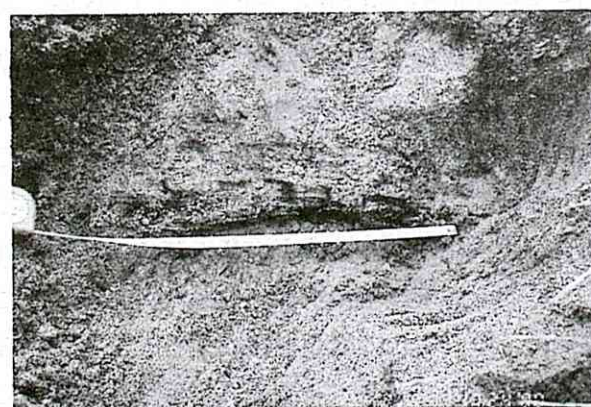
地獄沢層の下部層である砂岩層の下部で、スギの木片が見つかった（写真—3）。木片の周辺の砂岩には、茶褐色の染みが濃淡の斑になって拡がっていた。木片の表面は炭化して黒くなっていたが、内部は、まだ黄褐



写真—1 土石流堆積物



写真—2 地獄沢層



写真—3 木片の出土状況

（左が北の方向、俯瞰撮影）

色であった。外気に触れて黒くなった。木片の長さは50cm、幅は中ほどの最も広いところで6.5cm、両端に向かって次第に細くなりそれぞれ4.5cmと3cm、厚さは1cmであった。全体の形は、緩く弓形に湾曲していた。長軸方向を南北に向け、東に向かって凸になっていた。下になっていた面は丸みを帯び、かつ凹凸があった。しかし、上の面は、ほぼ平滑であった。このことは、丸太材が川底に沈積した後に、砂を含む流水によって削られたことを示している。そして、上の面は水平であった。つまり、砂岩層は、堆積した時と同じく、現在でも水平のままになっているのである。なお、 ^{14}C 法によるこの木片の年代測定結果は、 $46,050 \pm 2,890 \text{ y. B. P.}$ であった（測定：(株)地球科学研究所）。この結果から、この層が堆積したのは、後期更新世の後期、低位段丘が形成されていた頃であったことになる。

地獄沢斜面には、黄褐色から茶褐色の、泥岩礫を含む礫交じり粘性土が広く分布している。これを地獄沢堆積物ということにする。地獄沢堆積物は、基盤の魚沼層を覆っている。厚さは、せいぜい2mから3m程度であろう。

そのほか、地獄沢川には新鮮な砂礫層（現河床堆積物）が、また頭部の急崖等には崖錐堆積物や地すべりの崩土が見られる。尾根の西斜面に分布している崩土（粘性土混じり礫）は、垂直の亀裂（断層）で学校裏堆積物と接している。

2 地形発達史

上に述べた地形及び地質調査の結果から、河川の変遷を基軸にして、地獄沢斜面の地形発達史を考察する。なお、説明用の基図には、「十日町」図幅（国土地理院、2万5千分の1）の一部を縮小して使用している。

（1）地獄山層堆積期

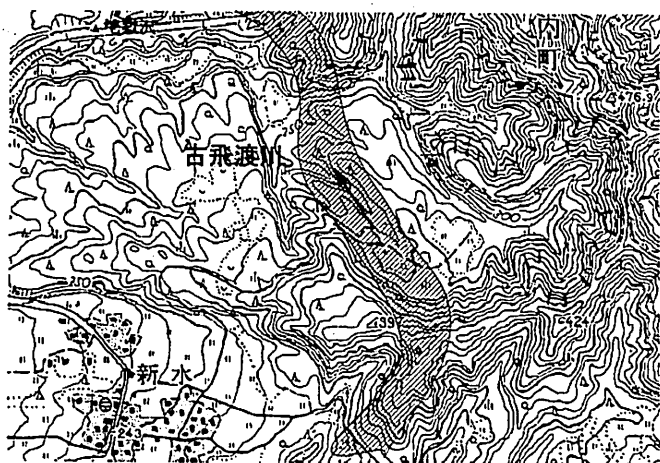
地獄沢斜面での地形発達史の考察は、魚沼層堆積期後、後期更新世の中頃に始まる。その頃、地獄山の西、標高およそ400m前後のところに川（以下、「古飛渡川」という。）があり、地獄山層（塊状粘性土交じり礫岩）を堆積させていた（図—3）。

後の学校裏斜面や地獄沢斜面等の斜面は、まだ区分されていなかった。周囲一帯の地形は、魚沼層の穏やかな丘陵であったであろう。

古飛渡川は、その後、その流路を西に移動させながら、魚沼層を浸食していった。

（2）学校裏斜面形成期

尾根の西に流路を移動させた古飛渡川は、標高300m付近まで山腹を浸食して茶褐色の



図—3 地獄山層堆積期

厚い礫交じり粘性土（学校裏堆積物）を堆積させ、その堆積物を再び浸食して馬蹄形の急崖を形成させた（図一4）。学校裏斜面の頭部にあたる急崖である。

古飛渡川は、その後さらにその流路を北西に移動させながら魚沼層を浸食し、緩斜面（学校裏斜面）をつくった。そこに、学校裏堆積物を薄く堆積させた。

古飛渡川の流路には、後に地獄沢斜面の西端や末端部になる斜面が含まれていた。それらは学校裏斜面の一部であった。地獄沢斜面と学校裏斜面とは、まだ分離されていなかったのである。

地獄山の北側には古い地獄沢川（以下、「古地獄沢川」という。）があった。古地獄沢川は、地獄山に連なる尾根の北斜面を浸食しながら流下し、古飛渡川に合流していた。

地獄沢斜面では、現在のような緩斜面はまだ形成されていなかった。

（3）地獄沢斜面分離期

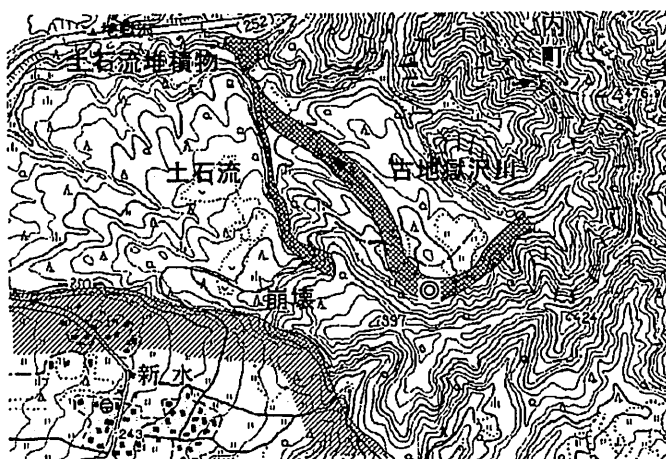
古飛渡川は、水位をさらに低下させながら流路を北西に移動させた。それとともに学校裏斜面がその全貌を現した。そして、古飛渡川は新たな流路を、学校裏斜面の南、新水（十日町市）の斜面に移した（図一5）。

その頃、学校裏斜面と地獄沢斜面とが分離された。そのきっかけとなったのは、地獄山層の末端部での崩壊とそれに続く土石流であった。

地獄山層末端部の崩壊は、地下水が地獄山層の末端にあたる西斜面の中腹に噴出することで始まった。地下水の強い噴出に伴って、周囲の土石も噴出し、流出したのである。それは、河川（古飛渡川）の水位が低下したことで、相対的に、豪雨あるいは融雪時に地下水位が上昇した結果であった。その後も、豪雨や融雪のたびに地下水位が高くなり、西斜面の中腹に噴出した。やがて、魚沼層の砂礫が地下水と共に流出するようになり、山体の内部を空洞にした。そして、地表面が陥没した。現在まで続いている尾根の陥没帯の始ま



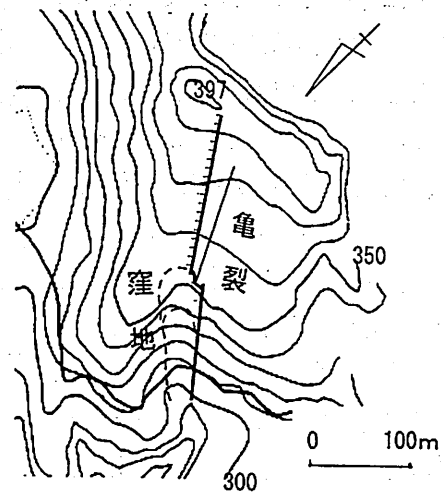
図一4 学校裏斜面形成期



図一5 地獄沢斜面分離期

りである。

陥没帯が現在の規模にまで拡大したのは、近年のことである。1989年に国土地理院が撮影した空中写真を判読したところ、現在の陥没帯の西端にあたる斜面は、段差がついた亀裂を境とする浅く陥没した窪地であった(図—6)。そして、その窪地から、二筋の亀裂が南東方向に伸びていた。北側の亀裂は標高 397mの峰にまで達しており、北落ちの段差がついていた。これらのことは、現在の陥没帯が西端から始まったことを示している。現在の陥没帯と比較して、まだ小規模であった。



図—6. 空中写真判読図(尾根部)

西斜面に地下水と共に噴出した土石は、噴出した地下水や雨水等の地表水と一緒になっ

て、土石流となった。これらの土石流は直線状の沢を形成し、学校裏斜面と地獄沢斜面とを分離した。それとともに、古地獄沢川は、この直線状の沢に合流するようになり、古飛渡川の流路跡(学校裏堆積物)を浸食した。

地獄沢斜面の頭部では、尾根の北斜面が古地獄沢川によって浸食され、南に緩く湾曲した急崖となっていた。古地獄沢川は、その急崖に沿って流れていた。この頃(今からおおよそ 46,000 年前—後期更新世の後期)、地獄沢層(青灰色砂岩礫岩)が堆積した。その下部層から出土した弓形の木片は東に向かって凸になっており、その地点(図—5の◎地点)での古地獄沢川の流れが東から西に向っていたことを示している。

古地獄沢川は、継続的に砂を堆積させる穏やかな溪流であった(地獄沢層下部層堆積期)が、やがて一時的に緩やかな流れになり、蛇行し、川幅を広げた。下部層と上部層との間の、短期間かつ部分的な不整合の時期である。そしてその後、溪流の勾配が復活し、細粒の礫を堆積させた(地獄沢層上部層堆積期)。

地獄沢斜面の西部斜面は、古地獄沢川による浸食が進み、深い谷地形となった。

(4) 地獄沢斜面形成期

更新世の末期には、海水準の低下によって山地全体が激しく浸食され、山地地形の解体が進行した。古地獄沢川の流域も分割されて小さくなり、流量が次第に減少していった。そして、完新世にかけて、古地獄沢川の流路は北東に移動し、現在の地獄沢川的位置に移った(次頁、図—7)。この過程で、古地獄沢川は東部斜面を浸食した。初めに台地状の地形がつくられた。その一部はさらに浸食され、浅い谷地形となった。現在の地獄沢川の左岸にみられる東部斜面の緩傾斜地である。また、古地獄沢川は、泥岩礫を含む礫交じり粘性土(地獄沢堆積物)を堆積させた。この堆積物の末端付近(標高 260m前後)では多くの陥没が生じ、浅い凹凸をくり返す特異な陥没地形がつけられた。現在でも、地下水の

湧出に伴って細粒分が吸い出されており、陥没が続いている。

斜面の頭部では、古地獄沢川は、いわゆる三日月湖を残した。それは、まだ流量が豊かであった頃の古地獄沢川の跡である。流量を減じた古地獄沢川は、流路を移動させながら地獄沢斜面の頭部を浸食し、狭い湾曲した緩傾斜地（現在は水田として利用されている）を残した。やがて、古地獄沢川は、頭部の斜面から撤退していった。

そして、撤退しながら、東西の両翼部を浸食した。その結果、中央部から両翼部に向かって次第に低くなる頭部斜面が形成されたのである。その最後の河道の跡が、現在の湿地である。また、西部斜面では、古地獄沢川の流路跡に地獄沢堆積物が堆積し、埋谷地形となった。

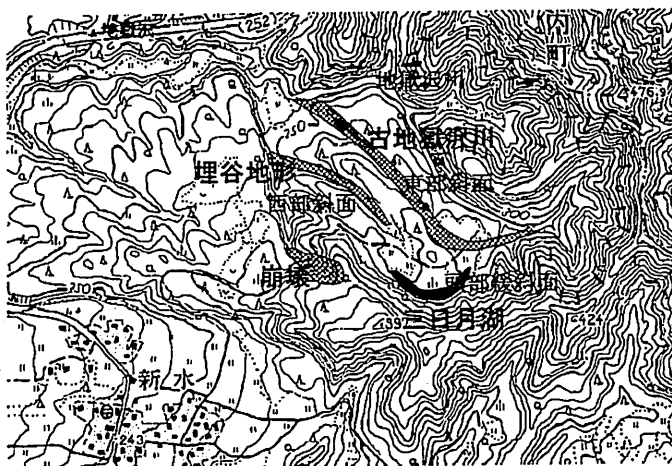
現在の地獄沢斜面の原形は、この頃につくられたのである。

(5) 現在

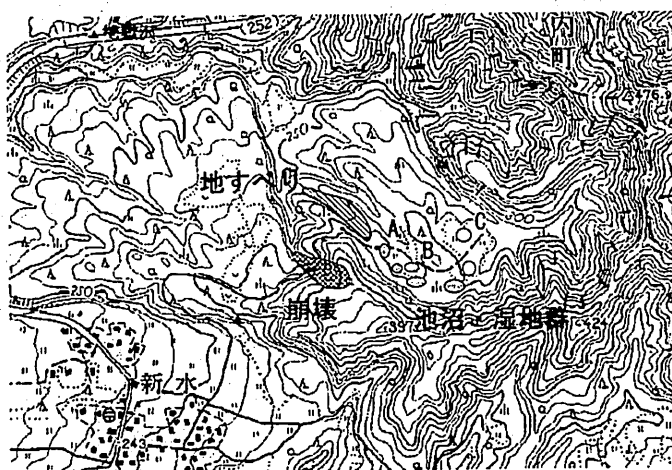
現在、地獄沢斜面頭部の緩斜面に、点々と池沼および湿地が残されている（図—8）。池沼群は、湿地群よりも高い標高にある。前者は三日月湖の名残であり、後者は、先に述べたように、そしてこの項の後半で詳しく述べているように、古地獄沢川が頭部斜面から撤退したときの河道の跡である。

古地獄沢川や三日月湖の水は、豪雨や融雪時に溢れ、洪水となって流下した。また、その一部は、基盤の魚沼層に浸透した。その浸透の際に、いわゆる浸透池の役割を果たした池がある。西端にある池（図—8のA）である。

この池の位置は、他の池や湿地の並び方及び周囲の地形から推定される古地獄沢川の流路よりも西に外れている。また、この池の周囲には、古地獄沢川の旧河道跡を示す地獄沢層や地獄沢堆積物が存在せず、魚沼層（礫岩）が分布している。この池の標高は、他の池よりも僅かに低い、湿地よりも高い。さらに、溜まっている水が少なく、秋季には、他



図—7 地獄沢斜面形成期



図—8 現在

の池が湛水していてもこの池には水がない。そして、この池の中にまで植生が繁茂している。このことは、この池での湛水が一時的であることを示している。

これらのことは、この池が、古地獄沢川の洪水や三日月湖から溢れた水が地下に浸透するときにできた窪地であったことを示している。つまり、この池はそのときの浸透池であったのである。そして現在でも、雨水や融雪水を地下に浸透させている。

このようにして地下に浸透した水は、下流の斜面の中腹に湧出したであろう。図一七に示した地すべりは、このようにして湧出した地下水が原因になったのでであろう。この地すべりの跡地は、水田に利用されていた。

湿地は、頭部斜面の東西に分布している。図一八のBとCで示した湿地は、水田に囲まれた窪地である。西側の湿地（湿地B）の標高は、東側の湿地（湿地C）よりも2mほど高い。これらの湿地の断面形状は、南北方向に緩く傾いたごく浅いL字型となっている。湿地Cは北に向かって、湿地Bは南に向かって緩く傾斜しており、それぞれ北側と南側に偏って水が溜まっている。水深はいずれも浅く、最深部で10cmから15cm程度である。それぞれに多年草の水草であるオモダカが自生している。オモダカが生育する環境は、水深の浅い池沼や湿地などである。したがって、オモダカが自生していることは、これらの湿地が、その形状とくにその水深を大きく変化させることなく、永い間安定して存在してきたことを示している。また、湿地の周囲には、地獄沢堆積物が分布している。そして、これらの湿地は、頭部斜面の中で低い位置にある。

これらのことは、これらの湿地が、古地獄沢川の河道の跡であり、さらに、その流心がこれらの地点でそれぞれ南側と北側に偏っていたことを示している。このことを、図一九に、古地獄沢川の流路のおおよその変遷として示す。地獄沢斜面形成期の初め頃、古地獄沢川はまだ西側の斜面にまで流入しており、湿地Bで流路の方向を大きく変えていた（図一九の①）。その後、東側の斜面に流路を変え（同②）、さらに、現在の地獄沢川の位置にまで撤退する直前で、湿地Cで曲流していたのである（同③）。



図一九 古地獄沢川の変遷

おわりに

地獄沢斜面の地形の特徴は、地獄山の尾根にある深く幅の広い陥没帯、その北斜面であるいわゆる馬蹄形の急崖とその麓に広がる狭い湾曲した緩傾斜地、それに続く台地状の緩

い斜面とそれを挟む埋谷地形などである。馬蹄形の急崖の麓に広がる緩傾斜地は、中央部が高く、東西の両翼に向かうにしたがって低くなっている。また、急崖の裾には、数個の池沼群と湿地が存在している。

地質は、基盤の魚沼層と、それを覆っている砂礫や礫交じり粘性土など新期の砂礫質の堆積物である。なかでも、馬蹄形の急崖の裾に分布している地獄沢層（青灰色砂岩礫岩）は、この斜面に古地獄沢川が存在していたことを示している。それはまた、古地獄沢川の様子を彷彿とさせる。地獄沢層は、分布が狭くかつ層厚も薄いものではあるが、地獄沢斜面の地形発達史を考察する上で、きわめて重要な意義をもっている。

地獄沢斜面の地形発達史を古い河川の変遷を通して明らかにし、尾根の陥没帯やその北斜面での馬蹄形の急崖等々、この斜面での諸々の地形要素の成り立ちを、河川の盛衰に伴う一貫した歴史として明らかにした。

魚沼層が堆積した後に、古飛渡川の浸食と礫交じり粘性土の堆積によって、学校裏斜面が形成された。古飛渡川がその流路を学校裏斜面から撤退させた頃、地獄山の西に連なる尾根の地下水位が相対的に高くなり、西斜面で地下水と共に土石が噴出した。それらは、土石流となって流下し、直線状の沢を形成させた。地獄沢斜面は、この直線状の沢で学校裏斜面から分離され、独立した斜面として発達することになった。また、地下水の噴出に伴う土石の噴出は、やがて山体の内部を空洞にし、尾根の西斜面を陥没させた。現在にまで続く陥没帯の始まりである。陥没帯は、近年になってさらに深くなり、幅も拡大している。

尾根の北斜面には古地獄沢川があった。古地獄沢川は、尾根の北斜面を浸食して馬蹄形の急崖を形成させ、その麓に地獄沢層を堆積させた。同層の下部層から出土した木片は、古地獄沢川が、今からおよそ 46,000 年前（後期更新世の後期）に、東から西に向かって流れていたことを示している。

その後、更新世の末期には山地全体の浸食・解体がさらに進行し、古地獄沢川の流域は分割され、小さくなった。このため古地獄沢川の流量が減少し、完新世にかけて、その流路を斜面の東部に移動させた。現在の地獄沢川である。この過程で、地獄沢斜面は浸食されて緩傾斜地となった。東部斜面では、その緩傾斜地（現在の台地状地形）がさらに浸食されて浅い谷地形となり、西部斜面では、古地獄沢川の跡が埋められて埋谷地形がつくられた。また、斜面の頭部には狭い湾曲した緩傾斜地を残し、そこに古地獄沢川の跡である三日月湖、次いでその跡に数個の池沼群を残した。さらに、古地獄沢川が現在の地獄沢川の位置にまで撤退する際に、頭部の緩傾斜地の両翼を浸食し、中央部の高まりを残した。そのときの流路跡の一部が、頭部斜面の東西に残されている湿地である。

なお、この斜面の頭部で見られたような、いわゆる馬蹄形の急崖の麓にある狭い湾曲した緩傾斜地形は、規模の大小を別にして、ここ地獄沢斜面だけではなく、各地に存在している地形である。そして、河川の跡であるこの地形は、地すべり地形に誤認されることが多い地形である。