

ひがし大雪地域における夏期凍結層の確認 (II)

清水 長正¹⁾・山川 信之²⁾

Frozen ground at the mountain slopes around the Higashi Taisetsu area,
Central Hokkaido, in the Summer of 2000

Chousei SHIMIZU¹⁾, Nobuyuki YAMAKAWA²⁾

はじめに

大雪山系東部(ひがし大雪地域)の標高1000mにも満たない森林におおわれた低山地では、これまでに複数の地点で地中が通年凍結する現象=永久凍土が確認されている。永久凍土は際立った寒冷地(周水河地域)の環境を示す指標となるものであり、大雪山では標高1650m以上の高山帯に多くの永久凍土が分布している(Sone 1990など)。これに対して、ひがし大雪地域の低所に点在する永久凍土は、大雪山の高山帯のような成帯的な周水河地域に分布する永久凍土とは異なるものようである。こうした低所における永久凍土に関しては、その生成や存続など多くの問題が残されている。

昨年(2000年)8月下旬に常呂川・音更川・美里別川の上流域一帯の調査の機会を得、新たに凍結層および低温地点を確認した(図1)。前報(清水ほか 1988, 山川・清水 1989)までの知見に今回の資料を加え若干の考察を試みたので報告する。

調査方法

ひがし大雪地域で、これまでに凍結層が確認された地点の特徴は次のとおりである(清水ほか 1988)。

①地 形: 崖錐斜面の下部(谷底の近傍)で、

斜面方位には規則性がない

②表層地質: マトリックスを欠く角礫層

③植 生: 上層にアカエゾマツの大径木, 下層にトドマツの中~小径木を配した密度の高い針葉樹林

④地 表: 厚いこげ層が覆い, ミズゴケを伴う

以上の特徴のうち、①と②については空中写真上での判読がある程度は可能である。また、斜面方位には規則性が認められないものの、ひがし大雪地域で最も代表的な十勝三股十四之沢の永久凍土地点の大きな特徴である北~北東向き斜面(日陰側斜面)という土地条件(近堂ほか 1978, 鈴木ほか 1987)については、空中写真上での判読が十分可能である。

そこで、空中写真判読によって、①②のほか日陰側斜面という条件を満足する斜面を抽出した(写真1)。判読に使用した空中写真は1972年国土地理院撮影1/4万(HO-72-12Y C2~C8)で、この空中写真を選定した理由は、縮尺が比較的小さく1モデル内で広範囲に判読が可能なこと、林野庁撮影の空中写真よりも過高感が強く日陰側斜面が強調されることなどによる。判読範囲は2万5千分の1地形図「石北峠」「曲り沢峠」「常元」「十勝三股」「クマネシリ岳」「東三国山」「幌加」「幌加美里別ダム」「喜登山」「糠平」の10図幅にわたる。

1) 駒澤大学文学部地理学教室(非常勤) 〒154-8524 東京都世田谷区駒沢1-23-1 Department of Geography, Komazawa University, 1-23-1 Komazawa, Setagaya-ku, Tokyo, 154-8524 Japan

2) 芝浦工業大学柏中学・高等学校 〒277-0033 千葉県柏市増尾700 Shibaura Institute of Technology, Kashiwa Junior and senior High School, 700 Masuo, Kashiwa-shi, Chiba, 277-0033 Japan

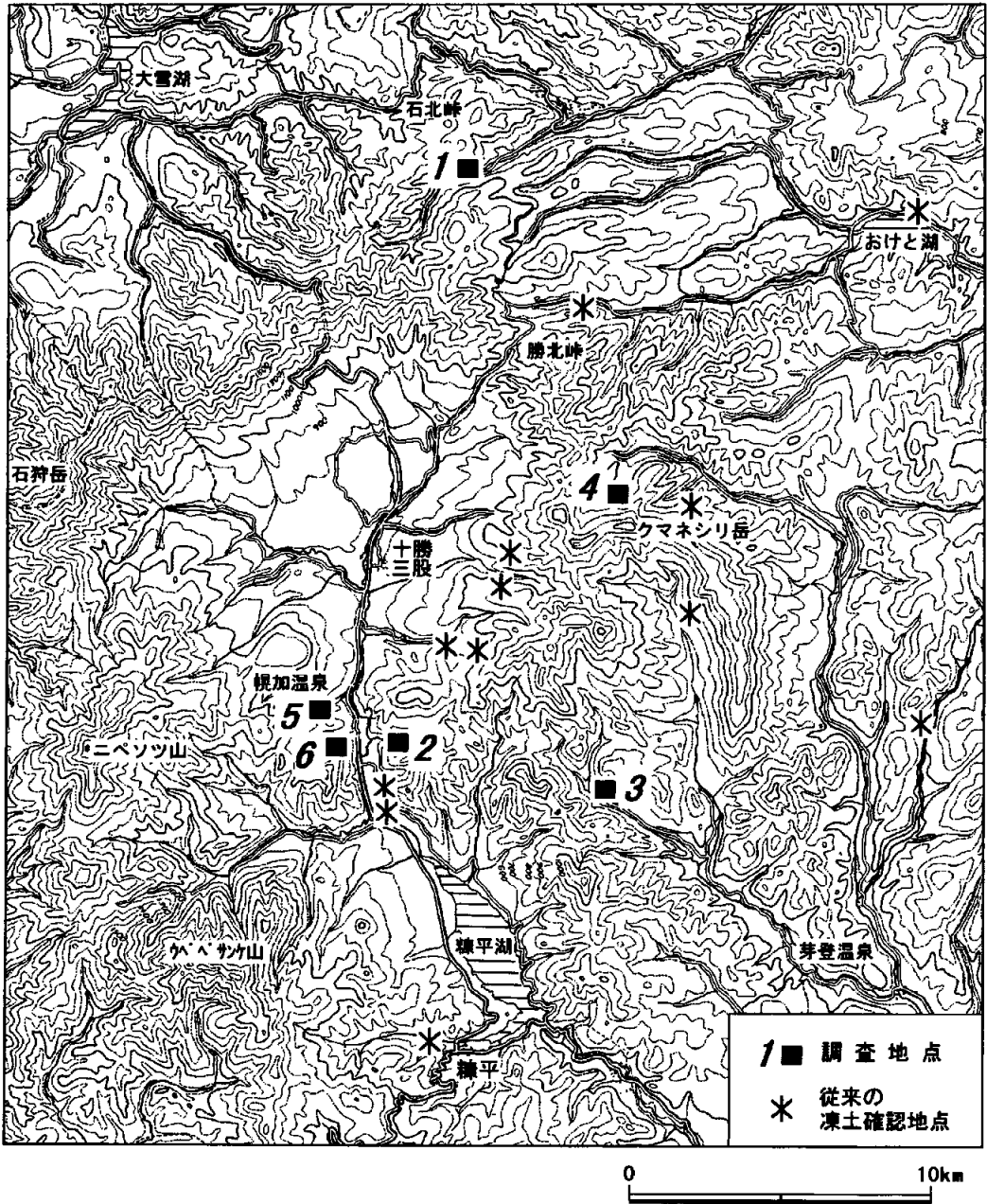


図1 調査位置図

1 無加川上流 2 幌加九之沢 3 ヌプリバオマナイ沢 4 エオマピリベ 5 ユウンナイ川 6 幌加盤の沢

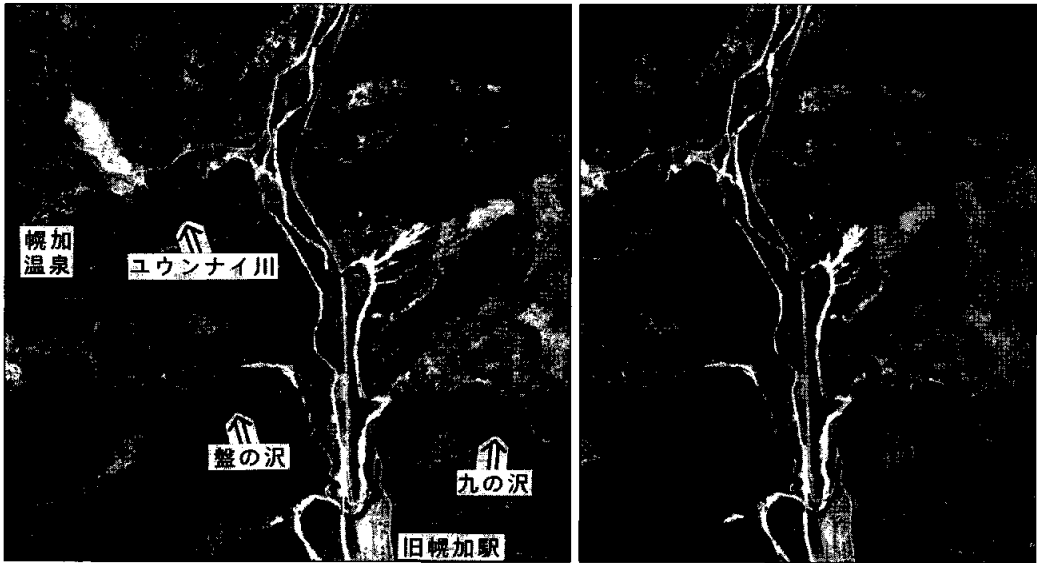


写真1 幌加周辺の空中写真(立体写真) 1972年国土地理院撮影 HO-72-12Y C6-20-21

凍結層や低温が確認された場所は日陰側の斜面で、空中写真上では黒く写し出されている

現地調査は2000年8月20～24日に実施した。現地では、空中写真判読によって抽出した斜面およびその近傍の林道で、車中から放射温度計による遠隔温度測定を行なった。その結果、とくに低温を示す範囲で、斜面を踏査し、温度センサーを地中に差し込み、およそ5℃以下を示す地点で試坑を掘った。凍結層が確認された地点では、層位ごとに地温を測定し、表層地質・凍結層の状態・植生・斜面地形などを観察した。

凍結層が確認された地点

今回の調査で、試坑により凍結層が確認されたのは以下の4地点で(図1)、幌加九之沢とエオマピリベの2箇所は空中写真判読によって抽出された斜面で、無加川とヌプリパオマナイ沢の2箇所は空中写真判読によって抽出された斜面の対岸斜面に当たる。

1 無加川上流

位置	2万5千分の1地形図 「石北峠」中央部
調査年月日	2000年8月24日
標高(試坑位置)	775m
谷底～試坑位置の比高	約4m(沖積面より2m)

斜面方位	S10°E
斜面傾斜	38°
凍結面の深さ	-8～21cm
地温	0cm:1.3℃ -21cm:0.3℃

石北峠東方のイトムカ鉱業所跡付近では、1969年夏期に段丘堆積物中の氷塊を含む凍結層が確認されている(安達1974)。イトムカ鉱業所跡から大雪国道を約1km石北峠寄りが無加川の林道分岐点で、林道に入り約2kmで左岸から右岸に渡る橋に達する。この橋付近の左岸側斜面では、1972年9月に岩塊の間の空隙の地温が5℃以下を記録しているが、氷点下の地点は確認されていない(志保井1973)。この周辺の谷壁には、無加熔結凝灰岩が分布しており、同岩石からなる急崖や急斜面が発達する。

さらに700m進み、2つ目の橋で再び左岸に戻る。今回の試坑位置はこの2つ目の橋から上流方へ200mほどの左岸側斜面である(図2)。林道沿いにはハンノキにおおわれた狭い沖積面があり、沖積面の背後は角礫が堆積する斜面となっている。試坑は沖積面から2m上った斜面末端部に位置する。

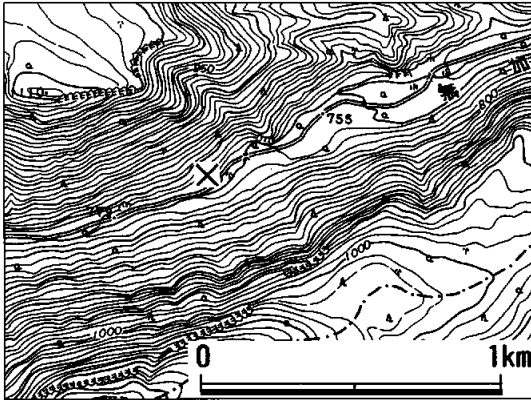


図2 無加川上流試坑位置図 (1/2.5万地形図「石北峠」)

試坑の観察では、こけ層・粗腐植層の直下に長径50cmの岩塊があり、その下位に長径20~10cmの角礫が堆積している(図3)。岩塊下の角礫の間には、ざらめ雪状の氷塊(最大で12×10×4cm)が充填していた。凍結面は浅く、部分的には粗腐植層の下部の8cm深で凍結が認められた。この凍結面が浅い範囲はきわめて狭いようで、水平方向に10m・上方に5m程度離れた地点では、同様な角礫層の55cm深で1.7°Cであった。なお、ざらめ雪状の氷塊は、凍結層の状態としてはやや珍しく、おそらく、何らかの条件でこけ層が欠落する部分があって降雪が空隙部に吹き込み、それが氷化し保存されたものと考えられる。

試坑周辺の植生は、樹高25m・胸高直径50cmほどの大径木のアカエゾマツが高木層を、樹高7m程度のトドマツ・ダケカンバなどが第2層を構成する。林床には、コヨウラクツツジ・ジャクナゲ類・トドマツの低木やゴゼンタチバナなどが見られた。また、こけ層には、一部でミズゴケが認められた。

試坑背後の斜面全体は、第2段丘とされる山頂の小起伏面(1050m)から谷底(770m)まで比高280mの規模で、シツ輝石安山岩からなっている(斉藤ほか 1960)。斜面全体の形状は、谷側に多少にふくらんだような凸型斜面であることから、マス・ムーブメントによって形成された可能性がある。試坑周辺でみられる角礫は凸型斜面末端の崖錐堆積物と考えられる。

2 幌加九之沢

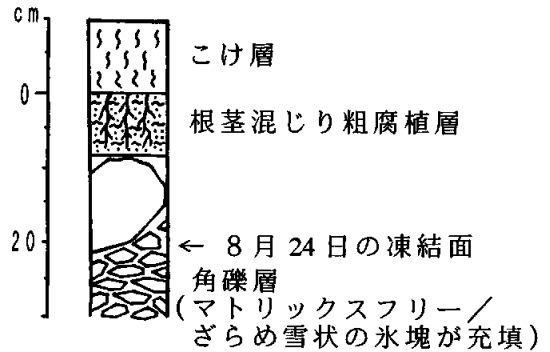


図3 無加川上流の柱状図

位置	2万5千分の1地形図 「幌加」西部
調査年月日	2000年8月20日
試坑位置の標高	635m
谷底~試坑位置の比高	約20m
斜面方位	N15° E
斜面傾斜	33°
凍結面の深さ	-54cm
地温	-9cm : 5.1°C -29cm : 2.9°C -54cm : 0.3°C

旧土幌線幌加駅跡付近にある国道273号の除雪ステーションより九の沢の新規に付け替えられた林道に入り、ゲートから約1kmで九の沢にかかる勝景橋に達する。勝景橋の手前側(九の沢の左岸側)には、幅30m・高さ15mほどの規模の法面崩壊跡があり、角礫が露出している。試坑位置はこの崩壊跡の向かって右側の針葉樹林におおわれた斜面で、林道から約15m上った地点である(図4)。

試坑では、比較的うすい粗腐植層下に厚さ50cm以上の角礫層が認められた。角礫層の最上部には白色火山砂が挟在し、上部25cmまでは腐植質シルトのマトリックスを有するが、その下位ではマトリックスを欠いている(図5)。凍結面は角礫層上面から-50cm深で、マトリックスを欠いた角礫の周囲に径1~2mmの氷の粒が確認された。

試坑周辺の植生について、高木層では樹高20m・

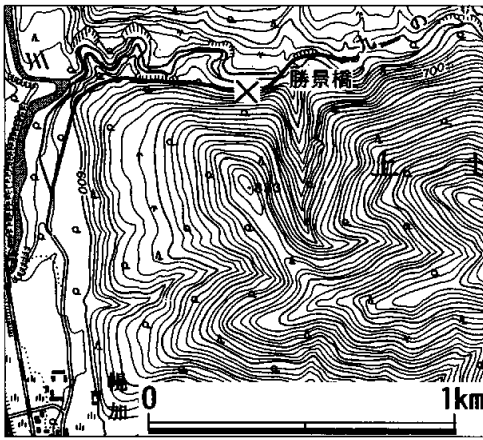


図4 幌加九之沢試坑位置図 (1/2.5万地形図『幌加』)

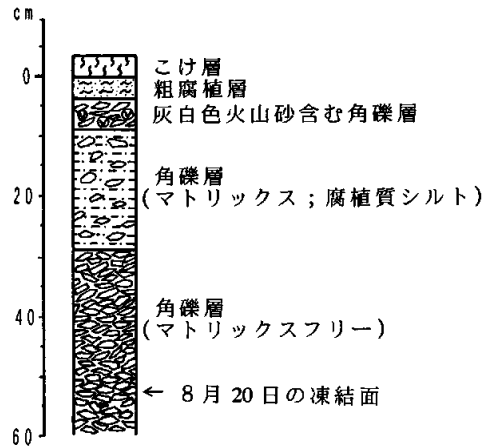


図5 幌加九之沢の柱状図

胸高直径20~45cmのトドマツを主とするが、樹高22m・胸高直径50cmのアカエゾマツも見られた。また、径30~40cm程度の切株（樹種不明）が多数ある。林床はツツジ類が多く、法面崩壊跡上部の林縁にはイソツツジがまとまって見られた。試坑位置のコケ類にはミズゴケが認められた。

試坑位置を含む斜面は、山頂（833m）から谷底（613m）まで比高220mの規模で、斜面上部が凝灰角礫岩、斜面下部は礫岩・砂岩・頁岩・凝灰角礫岩等の互層からなっている（山岸・松波1976）。斜面全体の形状は、ほぼ直線型であるが、下部は若干急傾斜で、九之沢の攻撃斜面に当たることから、開析斜面とみられる。法面崩壊跡や試坑で認められた角礫は、開析による崖錐堆積物であろう。

3 ヌカナン川支流ヌプリパオマナイ沢

位置	2万5千分の1地形図「幌加」南東部
調査年月日	2000年8月21日
標高（試坑位置）	590m
谷底～試坑位置の比高	約20m
斜面方位	S 80° W
斜面傾斜	34°
凍結面の深さ	-155cm
地温	-20cm : 15.2°C -45cm : 10.1°C -80cm : 3.2°C -115cm : 1.7°C

-155cm : 0.5°C

ヌカナン川にかかる南熊根尻橋からヌプリパオマナイ沢沿いの林道に入って約4kmで、2万5千分の1地形図の「幌加美里別ダム」図幅から「幌加」図幅に移る地形図の境界部となる。その付近の左岸側斜面に作業道が開削されており、林道から約15m上った作業道の法面下に試坑を掘った（図6）。

作業道の法面（高さ約120cm）と法面直下の試坑（深さ約40cm）の観察からは、表層のこけ層はうすく、根茎混じりから角礫混じりの腐植質シルト層が45cmで、その下位が厚さ70cmの角礫層となる（図7）。角礫層は、最大径18cm・平均径5cm程度の扁平な角礫からなり、マトリックスを欠いている。また、礫の扁平な面の傾きが斜面方向および傾斜に一致する堆積構造を顕著に示している。角礫層の下位は、礫間の空隙率が小さくなり、堆積構造も認められなくなることから、基盤岩の破碎部と考えられる。この基盤岩の破碎部の上面から40cm下が凍結面で、節理の開口部に径1~2mmの水の粒が確認された。

作業道周辺は最近の間伐跡地で、径30cm以上の樹木が伐採されているようである。樹高10m・胸高直径10~20cm程度のトドマツは多く残されており、一部で樹高13m・胸高直径25cmのアカエゾマツも見られた。低木は伐採時に取り除かれたようでほとんどない。なお、こけ層にはミズゴケが認められなかった。

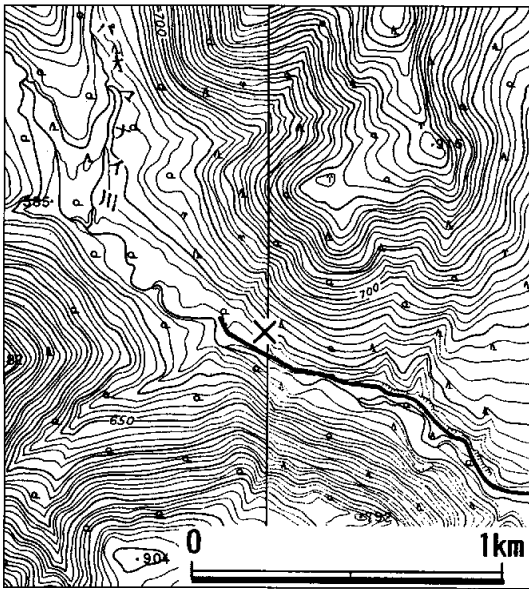


図6 スプリバオマナイ沢試坑位置図
(1/2.5万地形図『幌加』『幌加美里別ダム』)

試坑位置を含む斜面は、尾根部（850m）から谷底（555m）まで比高295mの規模で、斜面上部が流紋岩、斜面下部は熔結凝灰岩からなっている（高橋・三谷 1970）。試坑位置の上方には段丘状の緩斜面があり、その背後の斜面には浅い谷型斜面が発達している。

4 クマネシリ岳北麓エオマピリベ

位置	2万5千分の1地形図 「クマネシリ岳」西部
調査年月日	2000年8月24日
標高（試坑位置）	950m
谷底～試坑位置の比高	約6m
斜面方位	N10°E
斜面傾斜	28°
凍結面の深さ	-60cm
地温	-10cm : 2.4℃ -25cm : 1.8℃ -45cm : 1.2℃ -60cm : 0.3℃

山頂の南東側に見事なテーブルマウンテンを形成するクマネシリ岳（1586m）周辺では、南麓のヌカナン川上流（清水ほか 1988）や北東麓の美里別川支流コロコロ沢（山川・清水 1989）など

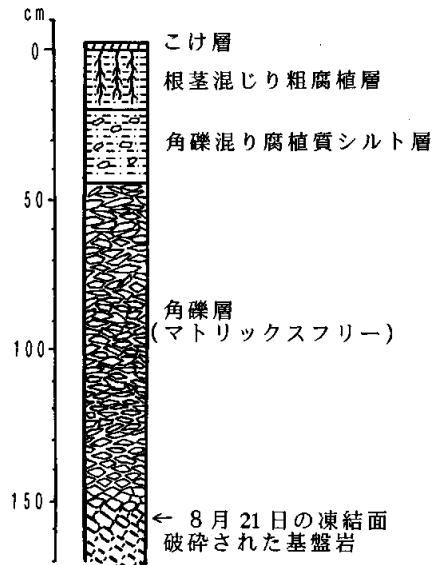


図7 スプリバオマナイ沢の柱状図

で凍結層が確認されている。

クマネシリ岳北麓の美里別川最上流部、エオマピリベは谷間が小盆地状に開け、森林におおわれた古い土石流堆が幅200～300m・長さ約2kmにわたって広がっている。エオマピリベのクマネシリ岳登山口から林道跡に沿った登山道を進むと、斜面の登りになる手前で土場跡に達する。土場跡の背後には、高さ約5mの法面があり、コケにおおわれた岩塊が認められる。その法面からやや上方の斜面上が試坑位置である（図8）。

試坑の観察では、粗腐植層および腐植層が厚く、粗腐植層には白色火山砂がパッチ状に散在する。その下には厚さ35cmの腐植質粗砂のマトリックスを有する角礫層、さらに下位はマトリックスを欠く角礫層が堆積する（図9）。凍結面は、マトリックスを有する角礫層とマトリックスを欠く角礫層の境界部に当たる。下位のマトリックスを欠く角礫層では角礫の周囲に径1～2mmの水の粒が認められ、一部では径20mm前後の水塊も確認された。

試坑位置周辺の植生は、樹高8m・胸高直径12cm程度のトドマツが多いが、斜面上方には樹高12m・胸高直径15cmのアカエゾマツがある。

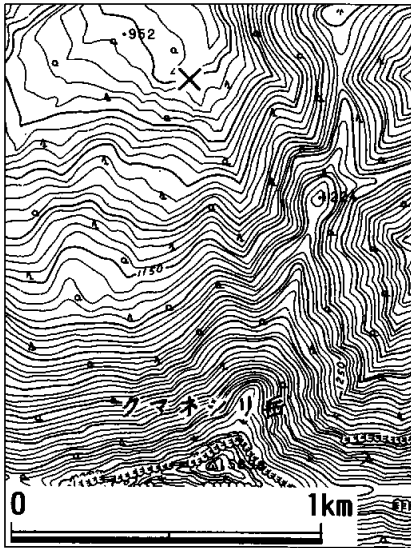


図8 エオマピリベ試坑位置図
(1/2.5万地形図「クマネシリ岳」)

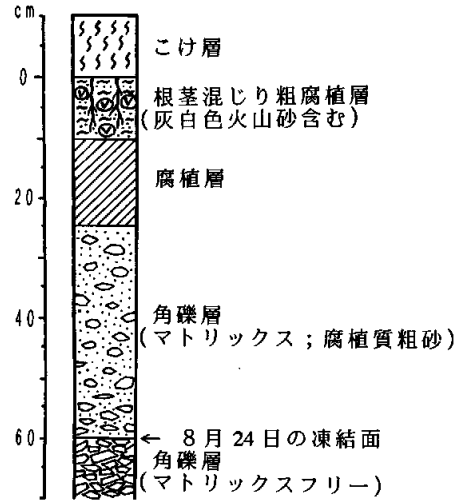


図9 エオマピリベの柱状図

林床は樹高1~1.5mのトドマツ・イタヤカエデ・クロウソグ・コヨウラクツツジなどで、その他草本ではゴゼンタチバナも見られた。土場から試坑位置に上る法面には岩塊を覆ってミズゴケが密生しており、また試坑位置のこけ層にもミズゴケが認められた。

試坑位置から背後の斜面は、クマネシリ岳の稜線(約1550m)から試坑位置(950m)まで比高600mにおよんでおり、およそ1200mより上方が両輝石安山岩からなる急斜面、それより下方は熔結凝灰岩からなっている(長谷川・渡辺 1964)。下方の斜面は、細長い舌状地形で、表面には径1m前後の岩塊が堆積している。舌状地形の末端(試坑位置付近)では角礫間が凍結していることなどからみて、周氷河性岩塊流である可能性が高い。

低温が観測されたが氷点に達しなかった地点

幌加付近の音更川右岸側から流入する支流、ユウンナイ川および盤の沢の2地点では、試坑での地温測定の結果、ある深度で氷点近くまで下がるものの、それ以深では、地温が逆転して上昇し、凍結層は確認されなかった。2地点とも、空中写真判読によって抽出された北向きの斜面で、今後、

近傍で凍結層が確認される可能性が残されている。

5 幌加温泉下流側ユウンナイ川

位置	2万5千分の1地形図「幌加」西部
調査年月日	2000年8月23日
標高(試坑位置)	610m
谷底~試坑位置の比高	約20m
斜面方位	N10°E
斜面傾斜	45°
地温(2000.8.24)	-13cm : 2.9°C -33cm : 1.3°C -58cm : 2.2°C

ニベソツ山登山道分岐点の広場から森林内の踏跡をたどりユウンナイ川の河床に出ると、対岸(右岸側)に高さ10mほどの溪岸崩壊が生じている。崩壊深が数10cm程度の表層剥離型崩壊で、崩壊面には基盤岩(凝灰角礫岩)が露出している。試坑位置はこの崩壊地の上方の急斜面である(図10)。

試坑では、マトリックスを欠く角礫層の厚さが20cmと薄く、その下位は角礫を含む砂層となる(図11)。地温はマトリックスを欠く角礫層の基底で1.3°Cを示したが、その下位では2.2°Cと上昇した。

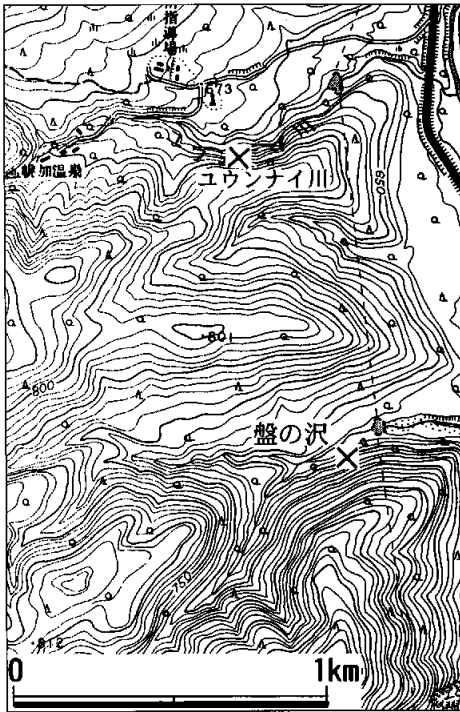


図10 ユウナイ川・幌加盤の沢試坑位置図
(1/2.5万地形図「幌加」)

6 幌加盤の沢

位置	2万5千分の1地形図 「幌加」西部
調査年月日	2000年8月23日
標高(試坑位置)	630m
谷底～試坑位置の比高	約20m
斜面方位	N10°W
斜面傾斜	41°
地温(2000.8.24)	-11cm : 6.2°C -21cm : 4.2°C -51cm : 1.4°C -76cm : 0.8°C -96cm : 1.1°C

盤の沢の谷口付近に幌加発電所の取水堰があり、そこから約100m上流で右岸側に20mほど急斜面を上った地点が試坑位置である(図10)。

試坑では、マトリックスを欠く角礫層が厚さ40cmあり、その下位に厚さ25cmの角礫混じり腐植質砂～シルト層、さらに下位が砂～シルトのマトリックスをもつ角礫層となる(図12)。地温は、

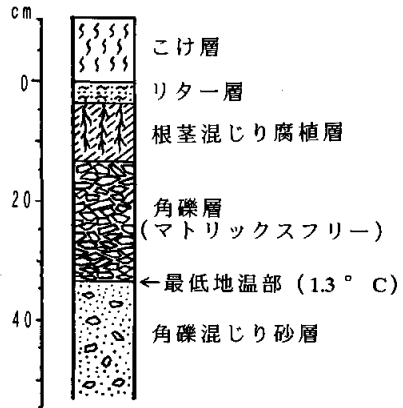


図11 ユウナイ川の柱状図

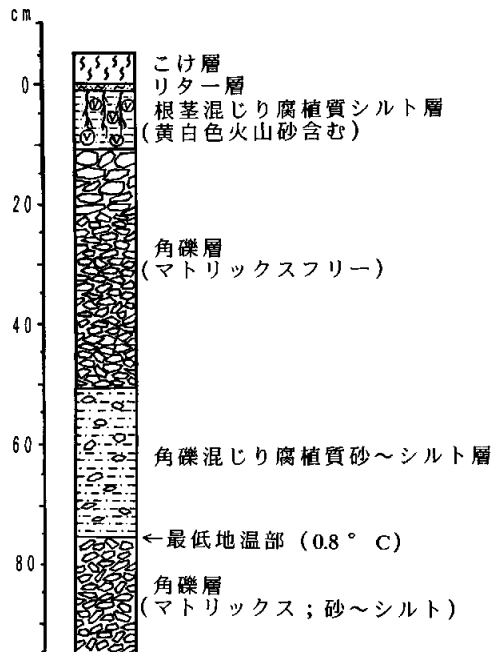


図12 幌加盤の沢の柱状図

腐植質砂～シルト層とマトリックスをもつ角礫層の境界部(76cm深)で0.8°Cまで低下するものの、その下位の角礫層では1.1°Cとやや上昇した。

若干の考察

今回の調査で凍結層が確認された4地点は、そ

それぞれ空中写真判読によって崖錐斜面・密度の高い針葉樹林・日陰斜面などの条件が満足された斜面、またはそうした斜面の近傍に当たる。また、凍結層は認められなかったものの著しい低温が観測された地点も同様の斜面である。こうしたことから、凍結層の確認にあたっては、上述した特徴を広範囲に把握できる空中写真判読による予察が有効とみられる。

斜面方位は、北向きの日陰斜面だけでなく、無加川では南向き、ヌブリバオマナイ沢では西向き斜面で凍結層が確認された。そこで斜面方位と日射の関係についてみれば、日照時間が長い5～8月の午後半ば以降には太陽が西北西側に廻り、北向きの斜面でも日射を受けることになり、逆に南向き斜面が日陰となる。午後の気温上昇時の日射は、凍結層の維持には不利のようで、西向き斜面のヌブリバオマナイ沢では凍結層が認められたものの凍結面が深い。また、その時間帯で日陰になる南向き斜面の無加川では凍結面が浅い場所もある。一般に凍結層は斜面方位に関係なく存在するが、以上の日射条件と凍結面の深度を考慮すれば、凍結面の深度が浅く凍結層の維持に最も好条件な方位は北東向き斜面と推定される。

ところで、韓国慶尚南道のウールムゴル（水谷）

の崖錐斜面では、夏期に氷結現象が起こることが知られている。一説として、崖錐堆積物（岩塊層）中の腐植層が毛細管の役割をなし、夏季にはそこからの蒸発によって気化熱が奪われ、周囲からの熱よりも気化熱が大きい場合に蒸発面で氷点となることが述べられている（黄・文 1981）。ひがし大雪地域で凍結層や低温が認められた地点の多くではミズゴケなどの厚いこけ層が存在するので、そこからの蒸発によって同様の現象が起こり、日射を受ける南・西向き斜面でも夏季に凍結層を維持する保冷効果をもたらした可能性もあろう。

今回、凍結層が確認された4地点の表層地質は、いずれもマトリックスを欠く角礫層が比較的厚く堆積している。角礫間の空隙が凍結層を維持する保冷効果を促すようである。ユウンナイ川および盤の沢の2地点では、角礫層の下部で氷点に近い低温が観測されたが、その下で地温は逆転し上昇した。これらの地点は、斜面が40°以上の急傾斜で、マトリックスを欠く角礫層が比較的薄いことから、おそらく、角礫層の空隙部の厚さが過小であり、夏期まで低温を維持してはいるものの凍結層を存続させるほどの保冷効果がなかったものと考えられる。

凍結層や低温が認められた地点の特徴として、

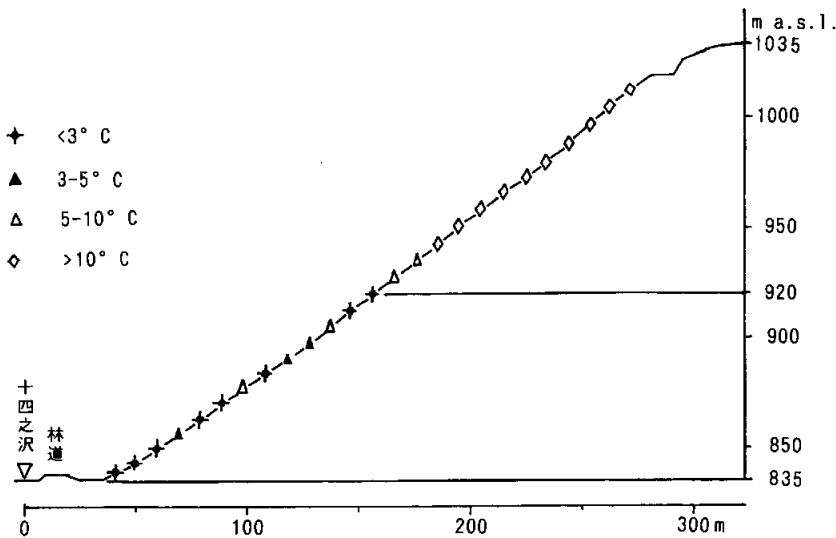


図13 十勝三股十四之沢永久凍土斜面の断面と表層部の地温（1988年7月22日測定）

谷底付近の低所という条件も重要である。今回の試坑位置もすべて谷底からの比高が20m以下で、無加川では沖積面よりわずか2m上った地点で凍結層が確認された。やや古い資料であるが、1988年7月22日に十勝三股十四之沢の永久凍土の斜面において、稜線付近の作業道(1020m)から谷底(835m)までの表層部の地温測定結果を示す(図13)。地温は斜面上部では10℃以上と高いが、斜面下部の920mより下では3℃以下の低温を示している。

こうした斜面下部が低温となる状況は、斜面の地中の空隙を冷気が徐々に降下し斜面下部で冷気が吹き出すという風穴の現象(江川ほか 1980, 角田 1998など)にも類似する。前述のウールムゴルや福島県会津地方湯野上温泉付近の中山風穴などでは、冬期において、角礫層の下層部の空隙を伝って寒気が降下、逆に角礫層の表層部では上昇流があるといった対流を形成し、斜面下部の冷却を促している。一方、夏期においては対流が逆になり、表層部で冷気流としての下降流となり、角礫層の下層部では冷気流の補償流として上昇流が認められるという(田中 1997, Tanaka et. al. 2000)。これに関してひがし大雪地域でも、澤田(2000)は然別火山西ヌブカウシヌプリの岩塊斜面で永久凍土に関連する風穴現象を認めた。それによると、積雪期には斜面最上部で暖気を放出する温風穴があり、無雪期には斜面下端部に凍土とそれに起因する冷風穴が確認されている。いずれにしても、ある程度の厚さをもったマトリックスを欠く角礫層の存在は不可欠で、そうした空隙をつくる表層地質条件があって風穴または対流が起こり、斜面下部で凍結層を存続させる低温を維持させたということは十分に考えられよう。

以上の諸点を勘案すると、近堂ほか(1978)によって確認・記載され天然記念物にも指定された十勝三股十四之沢の永久凍土地点は、北東向き斜面であること、河床に近い斜面末端部にマトリックスを欠く角礫層が4m以上も厚く堆積すること、さらには密度の高い大径木のアカエゾマツ林が残存し、地表は厚いこげ層におおわれていることなどからみて、凍結層が生成・存続される最も典型的な斜面とみなすことができる。

あ と が き

前報(清水ほか 1988)以来10年以上経過してしまっただが、その間に、糠平温泉西方の糠平川右岸側斜面や国道273号の丸山橋付近などで凍結層確認のニュースがあった。ともに道路法面開削の際に現れたものである。糠平川右岸側斜面については今回踏査してみたが凍結層の再確認はできなかった。

糠平における例年夏の最高気温はほぼ25~27℃であり、稀に30℃に達する日がある程度である。ところが1999年の夏は全道的に猛暑で、糠平でも8月中旬に30℃以上の日が6日を数え、8月9日には最高気温32.5℃の暑さを記録した(糠平のアメダスデータ)。法面に現れた凍結層は、こうした夏の暑さを遮蔽できずに融解してしまった可能性がある。

永久凍土の情報は道路工事等で開削された法面から得られることが多いが、それによって露出した凍結層は融解し、やがて消滅することにもなる。永久凍土は地中の現象ゆえに確認は困難で、開削による法面の情報は重要である。しかし、その結果として凍結層が融解してしまうのでは、貴重な自然現象が失なわれるというマイナス面も大きく、さらにその斜面の環境を変化させてしまうこともありうる。法面開削による凍結層露出後の処置や初動調査などに関するマニュアルの作成も必要と思われる。

ひがし大雪博物館の川辺百樹氏からは各種の情報を得、また本稿作成にあたっては助言いただいた。御礼申し上げます。

文 献

- 安達 寛. 1974. 北海道網走における永久凍結土壌の観測(速報). 駒沢地理, 10: 61-72.
 江川良武・堀伸三郎・坂山利彦. 1980. 風穴の成因. 地学雑誌, 89: 85-96.
 長谷川 潔・渡辺 順. 1964. 5万分の1地質図『常元』. 北海道開発庁.
 黄 水鎮・文 勝義. 1981. 韓国密陽「ウールムゴル」の夏季氷結現象について. 日本地理学会予稿集, 19, 218-219.

- 澤田結基. 2000. 然別火山群西ヌブカウシヌプリにおける岩塊斜面の凍土環境と植生景観. 日本地理学会発表要旨集, 57: 184-185.
- 近堂祐弘・野川 潔・右谷征靖・瀬川秀良. 1978. 十勝三股の永久凍土. 『地団研専報/22 十勝平野』, 335-341.
- 斉藤昌之・土井繁雄・長谷川 潔. 1960. 5万分の1地質図『石狩岳』. 北海道開発庁.
- 志保井利夫. 1973. 北見地方でみられる周氷河地形現象—異常低温地点を中心に—. 北見工大研究報告, 4: 303-320.
- 清水長正・山川信之・鈴木由告. 1988. ひがし大雪地域における夏期凍結層の確認(I). ひがし大雪博物館研究報告, 10: 1-9.
- SONE T.. 1990. The permafrost environment of the Daisetsu Mountains, Central Hokkaido, Northern Japan. Environ. Sci., Hokkaido Univ., 13(2): 1-28.
- 鈴木由告・山川信之・清水長正. 1987. 十勝三股十四之沢の永久凍土上の森林植生. ひがし大雪博物館研究報告, 9: 1-14.
- 角田清美. 1998. 神津島の風穴. 季刊地理学, 50: 208-210.
- 高橋功二・三谷勝利. 1970. 5万分の1地質図『芽登温泉』. 北海道開発庁.
- 田中 博. 1997. 韓国ウールムゴルにおける夏季氷結現象の数値実験. 地理学評論, 70A: 1-14.
- TANAKA H. YOKOI M. NOHARA D.. 2000. Observation study of summertime ice at the Nakayama Wind-Hole in Shimogo, Fukushima. Sci. rep. of geosciences, Univ. of Tsukuba, Section A (Geographical sciences), 21: 1-21.
- 山川信之・清水長正. 1989. ひがし大雪地域における夏期凍結層の観察. 日本地理学会予稿集, 35: 270-271.
- 山岸宏光・松波武雄. 1976. 5万分の1地質図『糠平』. 道立地下資源調査所.

Summary

Sporadic permafrost occurrences are known to be present in the mountain slopes of a height lower than 1000m a.s.l. around the Higashi Taisetsu area (43°~44°N), Central Hokkaido. Authors investigated the frozen ground sporadically distributed in the low mountain (altitude 590~950m) in August, 2000. In this survey, frozen ground and a low ground temperature of approximately freezing point were observed at several locations in the mountain slopes. The various conditions of these slopes are as follows;

- 1) Land form and location ; lower part of talus slope -near the valley bottom
- 2) Subsurface geology ; braccia without matrix
- 3) Vegetation ; subarctic forest consist of high density coniferous trees—*Picea glehnii* (first tree layer), *Abies sachalinensis* (second tree layer)
- 4) Earth surface ; thick moss layer with *Sphagnum*

The conditions described above indicate that these areas would maintain frozen ground until summer. Such frozen ground in summer suggest that sporadic permafrost occurs at present.