

テフロクロノロジーにもとづく北海道白滝盆地の段丘面編年と 化石周氷河現象

Tephrochronology of Fluvial Terraces and Periglacial Phenomena in the Shirataki Basin, Northern Hokkaido, Japan

中村 有吾*・平川 一臣**・石川 守***

Yugo NAKAMURA*, Kazuomi HIRAKAWA** and Mamoru ISHIKAWA***

キーワード：示標テフラ、河成段丘面、化石周氷河現象、白滝遺跡

Key words : Marker Tephra, Fluvial Terrace, Periglacial Phenomena, Shirataki Paleolithic Site

I. はじめに

北海道北部・北見山地に位置する白滝盆地には、旧石器時代の石器製作場と考えられる白滝遺跡（たとえば、吉崎，1961；畑，1990；長沼，1992）が立地し、古くから注目されてきた（たとえば、若生，1958；白滝団体研究会，1963；国府谷ほか，1964）。これらの研究では、白滝盆地内の段丘面区分や地形発達史の考察もおこなわれたが、放射年代や示標テフラの記載はなく、絶対年代にもとづく議論や他地域との対比は不可能であった。

白滝盆地では1995年から2001年にかけて、「旭川・紋別自動車道」の建設にともなう考古遺跡発掘調査が、財団法人北海道埋蔵文化財センターによっておこなわれた（長沼ほか，2000，2001，2002）。これら発掘現場およびその周辺地域の地形・表層地質調査を筆者らがおこなった結果、白滝盆地では大雪御鉢平テフラ（ca.30ka：勝井ほか，1979；中村・平川，2000）を始めとする11層のテフラの存在が明らかになった（中村ほか，

1999）。そこで本稿では、白滝盆地の地形分類およびテフロクロノロジーにもとづく地形面の年代を示し、今後、白滝盆地の地形発達史や旧石器時代（最終氷期）の古環境、とくに周氷河環境を考察する上での資料を提示する。

河成段丘面の区分は、1977年国土地理院撮影1/2万空中写真の判読と、野外での地形、堆積物の観察にもとづく。テフラの分析方法、広域対比の詳細については、中村ほか（1999）ですでに記載したので、本稿では白滝盆地のテフラ層序の概要を述べるにとどめる。

II. 白滝盆地の概要

白滝盆地は、湧別川の河口から約60km上流の山間に位置する（図1，2）。湧別川と支流の支湧別川が盆地北東部で合流し、北東方向へ流下する。盆地底の大きさは、東西約10km、南北約5kmで、白滝盆地の南側には支湧別川の谷底平野が連続する。盆地底の標高は、盆地南西部で最も高く（約

*日本学術振興会特別研究員，北海道大学大学院地球環境科学研究科

**北海道大学大学院地球環境科学研究科

***地球観測フロンティア研究システム

*Research fellow of the Japan Society for the Promotion of Science, Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University

**Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University

***Frontier Observational Research System for Global Change

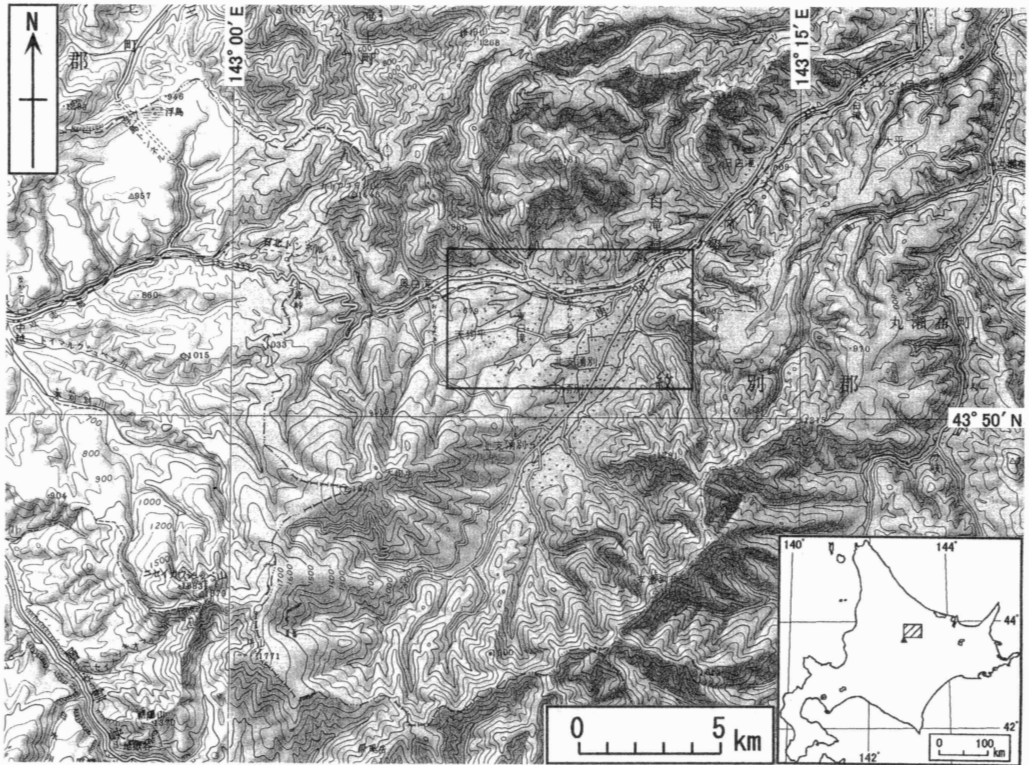


図1 白滝盆地の位置
 枠線は図2の範囲。基図は国土地理院発行1/20万地勢図「北見」「旭川」を使用。

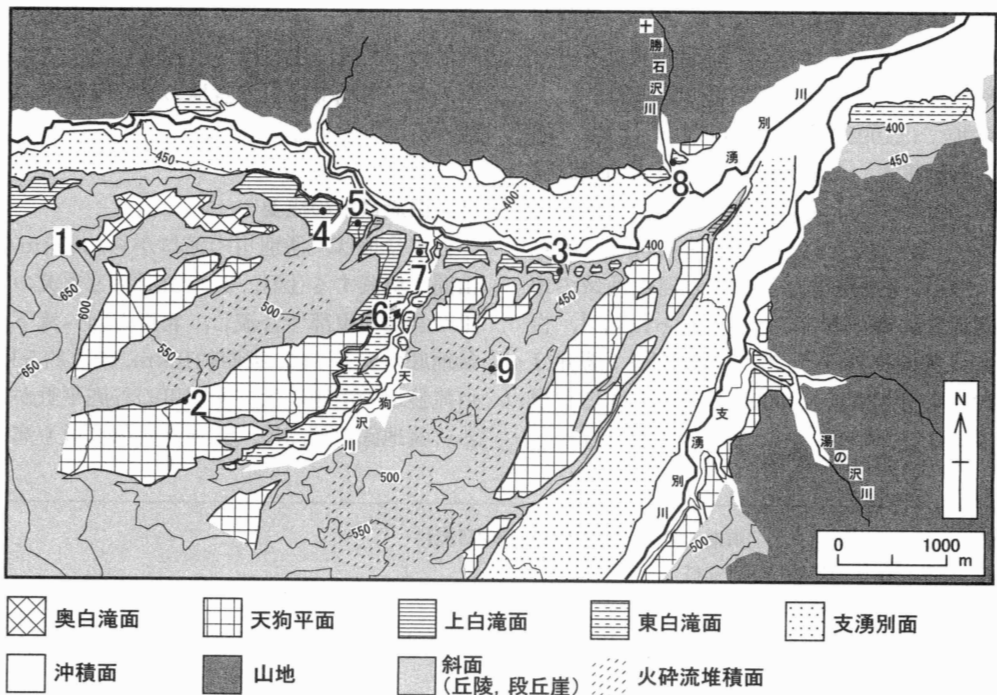


図2 白滝盆地地形分類図

600m), 盆地北東部で最も低い (約350m)。

白滝盆地と周辺の基盤地質は、中生界の日高累層に属する堆積岩からなる。白滝盆地北方では、日高累層堆積岩を覆って、火山岩類 (幌加湧別溶結凝灰岩および黒曜岩) が分布する (国府谷ほか, 1964)。白滝盆地南西部は、更新世火山岩類 (天狗岳溶岩ほか) が占める (国府谷ほか, 1964; 長谷川ほか, 1961)。白滝盆地内部には、更新世の湖成堆積物である白滝層と、白滝層に挟まれる白滝溶結凝灰岩が分布する。

III. 示標テフラとそれらの噴出年代

白滝盆地では、上位から、樽前aテフラ、大雪御鉢平テフラ、屈斜路底路テフラ、支笏1テフラ、白滝3テフラ、白滝4テフラ、トエトコテフ

ラ、白滝6テフラ、白滝7テフラ、白滝火砕流堆積物、幌加湧別火砕流堆積物の11枚のテフラを確認した (表1, 図3左)。そのうち、主な示標テフラの年代を以下に記す。

表1 白滝盆地に分布するテフラとその給源、噴出年代

テフラ名	給源	年代	種類	
樽前 a ¹⁾	Ta-a	樽前山	AD1739 ¹⁾	afa
大雪御鉢平 ^{2),3)}	Ds-Oh	大雪山	3.0 ka ^{2),3),4)}	pfa
屈斜路底路 ⁵⁾	Kc-Sr	屈斜路	3.2 ka ⁶⁾	afa
支笏 1 ⁷⁾	Spfa-1	支笏	4.2 ka ⁸⁾	afa
白滝 3 ⁴⁾	Sit3	?	?	afa
白滝 4 ⁴⁾	Sit4	?	?	afa
トエトコ ^{4),9)}	TT	大雪山?	OIS6~7 ^{4),9)}	pfa
白滝 6 ⁴⁾	Sit6	?	?	afa
白滝 7 ⁴⁾	Sit7	?	?	pfl?
白滝火砕流 ¹⁰⁾	?		2.2 Ma ¹¹⁾	pfl
幌加湧別火砕流 ¹²⁾	?		2.1~2.9 Ma ¹³⁾	pfl

中村ほか (1999) にもとづく。

種類: afa: 降下火山灰, pfa: 降下軽石, pfl: 火砕流堆積物

1) 山田 (1958), 2) 勝井ほか (1979), 3) 中村・平川 (2000), 4) 中村ほか (1999), 5) Arai et al. (1986), 6) 佐藤 (1969), 7) 勝井 (1959), 8) 柳田 (1994), 9) 奥村 (1991), 10) 国府谷ほか (1964) の白滝溶結凝灰岩, 11) 興水・金 (1986), 12) 国府谷ほか (1964) の幌加湧別溶結凝灰岩, 13) 興水 (1981)

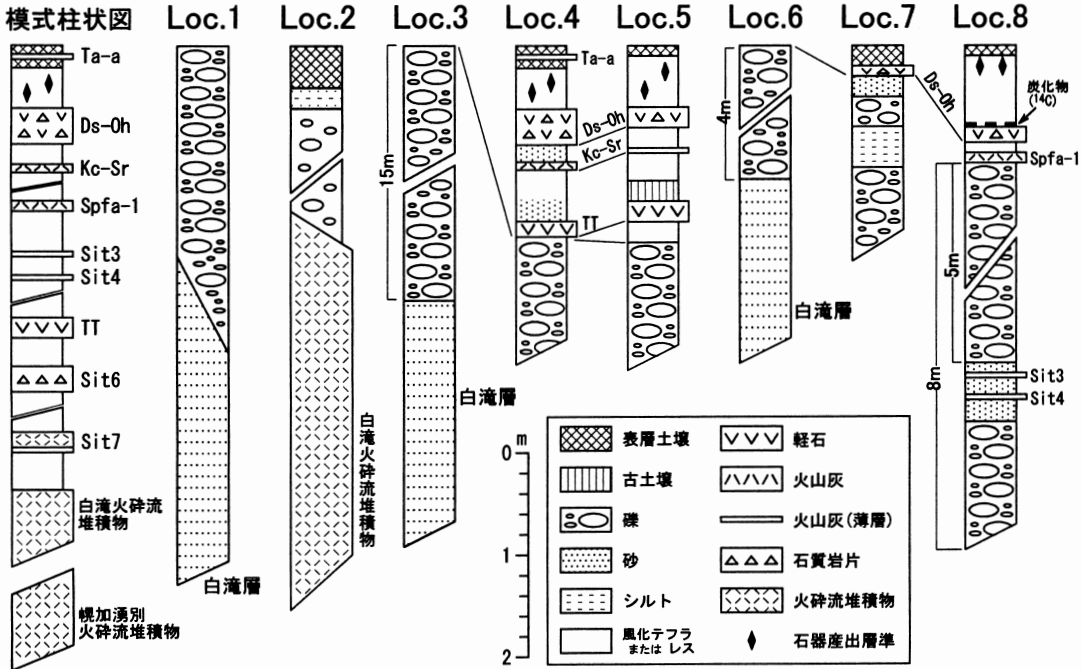


図3 白滝盆地の模式柱状図と各地点の層序

大雪御鉢平テフラ (Ds-Oh)

白滝盆地 (Loc.8) では Ds-Oh 直上の炭化物から、加速器質量分析 (AMS) 法による ^{14}C 年代、 $24,490 \pm 480\text{yBP}$ および $29,780 \pm 390\text{yBP}$ が得られた (中村ほか, 1999)。また、上川町大函では Ds-Oh (降下軽石) の下位約 8 cm に位置する層厚 2 cm の泥炭から、 $30,070 \pm 340\text{yBP}$ の AMS ^{14}C 年代値が得られた (中村・平川, 2000)。勝井ほか (1979) も、層雲峡～大函の 2 地点において Ds-Oh の火砕流堆積物や降下軽石にとりこまれた炭化木片から、それぞれ $33,640_{-2370}^{+3380}$ 、 $28,980 \pm 1600\text{yBP}$ の ^{14}C 年代を得ている。これらのことから、Ds-Oh の噴出年代は、30ka 頃と考えられる。

屈斜路庶路テフラ (Kc-Sr)

Kc-Sr と同一輪廻 (Arai et al., 1986) の火砕物である「屈斜路軽石流堆積物 I」に埋積された炭化木片から、 $32,200_{-2,000}^{+3,000}\text{yBP}$ の ^{14}C 年代値が得られている (佐藤, 1969)。この値は、Ds-Oh および Spfa-1 (後述) との層位関係やそれらの ^{14}C 年代を考慮して、概ね妥当である。

支笏 1 テフラ (Spfa-1)

石狩低地帯南部では、Spfa-1 に埋積された化石林樹木から $42,000 \pm 1,800\text{yBP}$ の AMS ^{14}C 年代が得られている (柳田, 1994)。本稿でも、この値にもとづいて Spfa-1 の噴出年代を 42ka とする。

トエトコテフラ (TT)

TT は、屈斜路火砕流堆積物および海成段丘堆積物との層位関係や、花粉分析による古気候データとの関係が、サロマ湖周辺地域で既に確かめられている (Sakaguchi and Okumura, 1986; 奥村, 1991)。それらによると、TT の降下時期は、最終間氷期 (酸素同位体比ステージ 5e) よりも古く、それ以前の間氷期 (酸素同位体比ステージ 7) より新しいと考えられる。

白滝火砕流堆積物と幌加湧別火砕流堆積物

白滝火砕流堆積物と幌加湧別火砕流堆積物の層位関係は確かめられていない。しかし、白滝火砕流堆積物から $2.2 \pm 0.2\text{Ma}$ (興水・金, 1986) の、幌加湧別火砕流堆積物と同時期の黒曜石から $2.90 \pm 0.18\text{Ma}$ と $2.10 \pm 0.15\text{Ma}$ (興水, 1981) の、フィッシュン・トラック年代がそれぞれ得られている。また、白滝団体研究会 (1963) の古地磁気測定結果によると、白滝火砕流堆積物は Normal

に、幌加湧別火砕流堆積物は Reverse に帯磁している。

IV. 河成段丘面の特徴と形成時期

1. 段丘面の表面形態と堆積物の記載

白滝盆地内には図 2 に示すように 5 つの段丘面が分布する。ここでは上位から、奥白滝面、天狗平面、上白滝面、東白滝面、支湧別面と呼ぶ。これらの段丘面および構成層 (図 3) の特徴を以下に記載する。

奥白滝面

湧別川上流部右岸の標高 500～590m の地域に分布し、白滝盆地で最上位の河成段丘面である。地形面は、北東～東方向に 6 % の傾斜をもつ。地形面構成層は砂礫層で、基盤の白滝層 (湖底に堆積した凝灰質砂層) を不整合に覆う。Loc.1 では、層厚約 3 m の砂礫層が、下位の白滝層を不整合で覆う。ここでは、白滝層の厚さは少なくとも 30m 以上であり、基底は確認できなかった。

天狗平面

湧別川と支湧別川に挟まれる地域および支湧別川右岸、標高 430～600m の地域に広く分布する。奥白滝面との比高は約 20m である。地形面は、全体に 5 % 程度の緩やかな傾斜がある。Loc.2 では、地形面構成層の砂礫層が、白滝火砕流堆積物を切り込んで不整合で覆う。

上白滝面

湧別川右岸に分布する河成段丘面で、標高 430～450m に位置する。地形面構成層は湧別川本流性の砂礫層で、Loc.3 ではこの砂礫層 (層厚約 15 m) が白滝層を覆う様子が観察される。礫径は最大 30cm 前後で、間隙を充填するシルトにはほぼ水平のラミナが観察される。Loc.4 では、砂礫層の直上を TT が覆う。この砂礫層の上面付近では、巨礫 (径数十 cm) 間の空隙を TT が充填する。TT の上位には、TT の再堆積層 (軽石片を含む砂層) および Kc-Sr, Ds-Oh が認められる。Loc.5 では、TT の上部に赤褐色古土壌層があり、その上位に Kc-Sr, Ds-Oh が認められる。

東白滝面

湧別川および支湧別川とそれらの支流沿いに発達する河成段丘面で、現在の河床との間に比高 10～15m の段丘崖をなす。地形面構成層は砂礫層

で、Loc.6では、層厚約4mの砂礫層が白滝層を覆う。Loc.7では、露頭最下部に砂礫層がある。この砂礫層には白滝火砕流堆積物起源の軽石が含まれる。その上位には、層厚40cmの粘土～シルト層、層厚30cmの砂礫層、層厚20cmの中砂層があり、これらが地形面を構成する。その直上にはDs-Ohの軽石片がごく少量認められる。十勝石沢川左岸（Loc.8）で観察される扇状地性段丘面と現河床との間の比高は10-15mであり、Locs.6, 7の段丘面（東白滝面）のそれとほぼ等しい。Loc.8では、露頭の最下部から8mの高さまで砂礫層が占める。礫径は最大で30cm前後である。この砂礫層の上面から約5mの層準に層厚50cmの砂層が挟在し、この砂層中には給源不明の2枚のテフラ（Sit3およびSit4）が認められる。砂礫層のほぼ直上には、層厚10cmのSpfa-1が、さらに上位にはDs-Ohが位置する。Ds-Oh直上の炭化物片からは $29,770 \pm 390$ yBPのAMS¹⁴C年代が得られた（中村ほか、1999）。

支湧別面

白滝盆地内に分布する最も新しい河成段丘面で、湧別川および支湧別川の河岸にひろがる。本面は現在の河床との間に比高5m前後の段丘崖をなす。堆積物や、示標テフラに関するデータは得られなかった。

2. 段丘面の特徴と形成時期

地形面の特徴を示し、その形成時期について推定する。はじめにテフラとの関係が明らかな上白滝面および東白滝面について考察し、つぎにその他の河成段丘面を検討する。

上白滝面

上白滝面の分布は湧別川右岸に限られることから、上白滝面形成当時には湧別川は現在とほぼ同様の流路を形成していたと考えられる。上白滝面はTTに直接覆われる。とくに、Loc.4での層序は、TTの降下時期と上白滝面の離水時期が前後することを示す。また、TTが赤褐色の古土壌層に覆われる（Loc.5）ことは、TTの降下時期および上白滝面の形成が最終間氷期以前であることを示す。以上より、上白滝面は、酸素同位体比ステージ7後半～ステージ6初期に段丘化したと考えられる。

東白滝面

Locs.6, 7で観察される東白滝面は、天狗沢川が形成した支流性段丘面である。この地形面はDs-Ohに直接覆われる（Locs.7, 8）ことから、東白滝面の段丘化は約3万年前、酸素同位体比ステージ3と推定される。Loc.8では、砂礫層とSpfa-1の層序から、約4万年前に段丘化したと考えられる。このようにテフラの年代から考えると、段丘化の時期には幅があるらしい。しかし、東白滝面は、いずれも酸素同位体比ステージ3の時期に段丘化した。

奥白滝面、天狗平面

奥白滝面および天狗平面は、地形面の傾斜・表面形態、堆積物の特徴から、扇状地性河成段丘面と判断される。しかし、各地点で観察される地形面構成層は、地形面（扇状地面）の面積に比して、きわめて薄く、せいぜい数m止まりである。このことから、現在見られる奥白滝面および天狗平面の地表面形態、分布、傾斜は、扇状地の拡大以前の地形を反映していると考えられる。なお、奥白滝面および天狗平面の形成時期を推定する試料は得られなかった。

支湧別面

支湧別面に関わる年代試料は得られなかったが、地形面の分布および河床との比高から、最終氷期極相期（酸素同位体比ステージ2）ころに段丘化したと考えられる。

V. 最終氷期の周氷河環境

白滝遺跡およびその周辺地域では、化石周氷河現象と考えられるいくつかの現象を観察することができる。周氷河現象は、天狗平面や上白滝面上で顕著に見られ、これらの段丘面形成後の地形形成環境を考察する上で重要と思われる。白滝盆地においては、最終氷期極相期は白滝文化の最盛期に相当するため、周氷河環境の復原は人類史を考察する上でも重要な課題である。以下に、白滝盆地の化石周氷河現象についていくつかの証拠を示す。

1. トレンチ断面で観察される化石周氷河現象

白滝遺跡発掘現場で観察される典型的な地質断面を、奥白滝1遺跡（Loc.5）でのトレンチ断面に

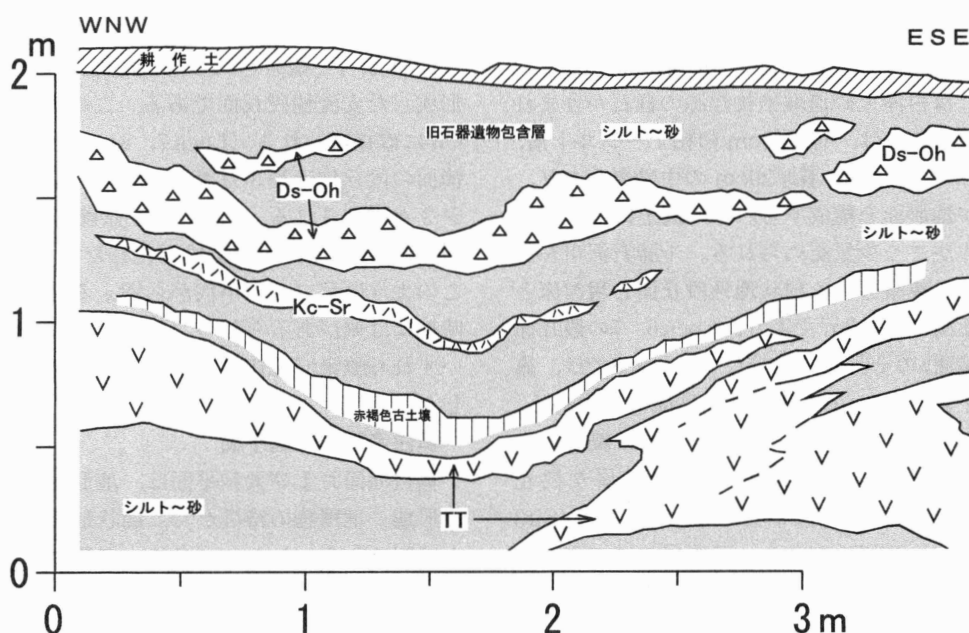


図4 奥白滝1遺跡 (Loc.5) におけるトレンチ断面スケッチ

もとづいて示したのが、図4である。トレンチの位置を図5-Dに示す。

ここでは、Ds-Oh、Kc-Sr、TTが認められる。これらテフラは、波長数十cmから数mの規模で波状に変形していたり、ブーディン状に分断されたりしている。また、同一テフラが2層準に存在するように見えるが、両者は岩相や岩石学的特徴から同一のテフラに同定される。

Loc.5付近は、北北東に1～5°の傾斜を持つ緩やかな斜面である。上記のような地質構造は、テフラおよびテフラを挟む土壤層が、斜面上方から下方へと移動したことによって形成されたと判断される。ここでは、30kaのDs-Ohを変形させていることから、このようなプロセスはDs-Ohの降下以後のおそらく最終氷期極相期におきたと考えられる。また、Ds-OhとTTの変形は必ずしも調和的でなく、TTの上位にある赤褐色古土壤層は分断されていない。TTの降下時期が酸素同位体比ステージ7後半～ステージ6初期、赤褐色古土壤層の形成時期が最終間氷期（酸素同位体比ステージ5e）と考えると、TTを変形させた周氷河現象はひとつ前の氷期（酸素同位体比ステージ6）におこった可能性が高い。

2. 石器および礫のオリエンテーションとソリフレーション

白滝遺跡で出土する石器の分布から明らかになった周氷河現象について検討する。

図5-Aは、奥白滝1遺跡 (Loc.5) における石器出土地点の分布（長沼ほか、2000）である（発掘現場の位置および周辺の詳細な地形を図5-Dに示す）。また、奥白滝1遺跡の旧石器遺物包含層直下の層準には、地形面構成層からの抜け上がりないしは再移動によって供給されたと考えられる礫が観察される。この礫の長軸方向の計測結果が図5-Bである。礫の長軸方向は次の手順で計測した。(1)奥白滝1遺跡発掘現場の中から礫の分布密度の高い9地点を選び、9つの調査区域（図5-Bに枠線で示した9ヶ所）を設定する。(2)各調査区域において、無作為に選んだ100個以上の礫の、長軸方向をクリノメータで計測する。(3)各調査区域の最大傾斜方向を記録する。(4)方位角を30°間隔で12階級に区分し、各階級に該当する長軸方向をもつ礫の度数分布図を作成する。(5)礫の個数を百分率に換算し、ローズダイアグラムで示す。

図5-AおよびBから、石器は南西部付近を中心として放射状に分布すること、石器の配列方向と礫の長軸方向はほぼ一致することは明らかであ

る。これらの方向性は、斜面の最大傾斜方向（図5-C）と調和的である。

石器が放射状・条線状に分布することから、これらの石器が何らかの作用で移動したと考えられ

る。また、礫の長軸方向が石器の配列方向と調和的であることから、石器と礫には同一の作用が働いたと推定される。さらに、石器・礫の移動方向が最大傾斜方向と調和的であることから、この物

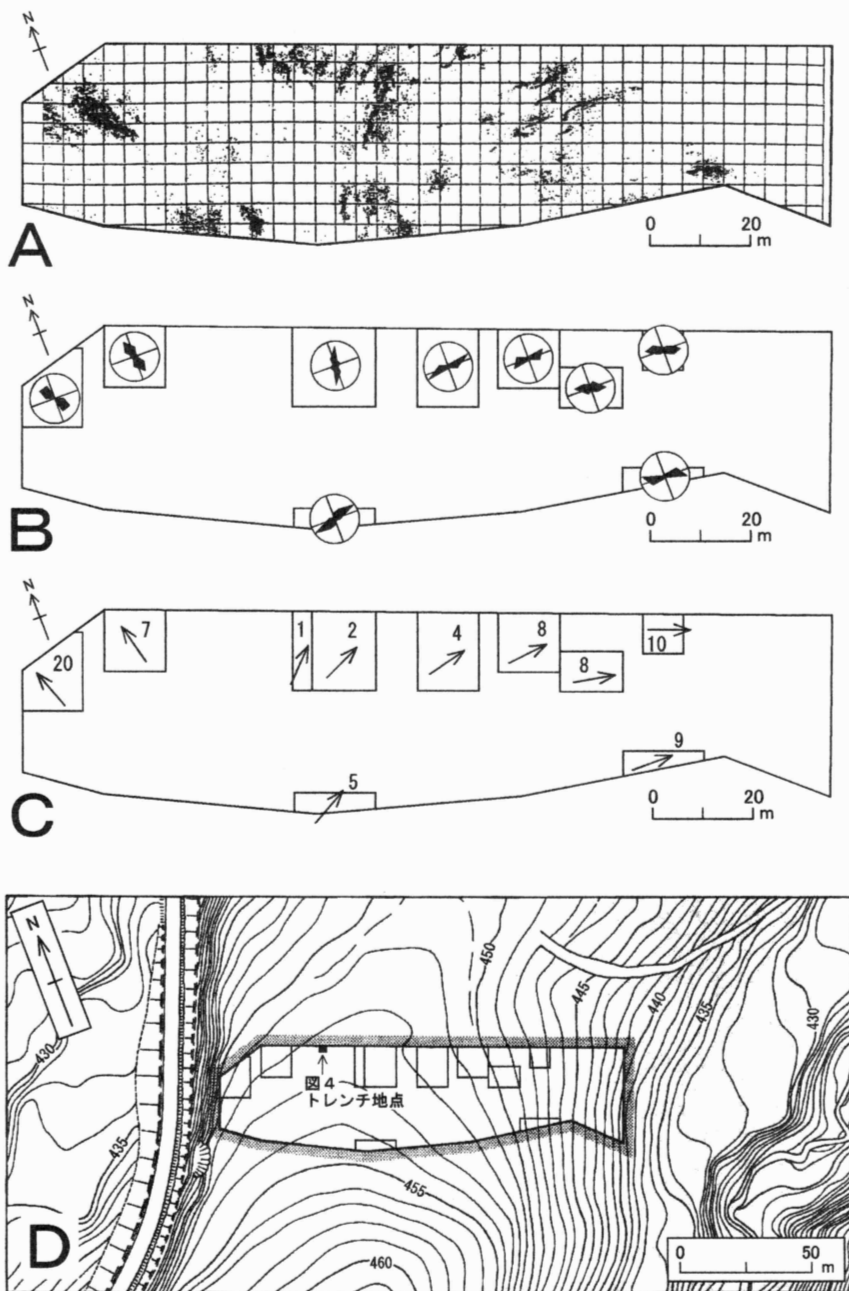


図5 奥白滝1遺跡 (Loc.5) における(A)石器の分布, (B)礫の長軸方向, (C)斜面方向 (矢印) と傾斜 (数値, 度), (D)奥白滝1遺跡および周辺の地形図 AおよびDは長沼ほか (2002) にもとづく。

質移動は重力に起因するマスムーブメントであると判断される。また、出土した遺物のうち接合可能な黒曜石片が、比較的近い位置にまとまって発見されるという事実がある（長沼ほか，2002）ことから、これらの移動様式は比較的緩慢なものであったと推定できる。この現象が旧石器時代ないしはその直後、すなわち最終氷期極相期に起こったということを考慮すれば、このマスムーブメントは周氷河性のソリフラクションと考えられる。

3. 白滝盆地の化石凍結割れ目

図6は、Loc.9の露頭で観察された化石凍結割れ目と考えられる現象のスケッチである。この構造は、白滝層（凝灰質湖成層）の中にみられた。

図6-Aに示した凍結割れ目は、上部の幅約80cm、深さは約90cmである。上部の堆積物が失われているため、凍結割れ目構造の上限は不明である。割れ目中の充填物は、火砕流堆積物起源の物質であるが、上部では下部よりも風化がすすんでいる。また、割れ目中には、円磨された軽石礫が含まれる。

図6-Bに示した凍結割れ目は、上部の幅約20cm、深さは約220cmである。地表面下150cmでくびれがみられる。割れ目中の充填物は、上部では

未風化の火砕流起源物質、地表面下90～100cmには風化の進んだ物質があり、さらにその下方は砂で充填されている。この砂は、軽石片を含まない点で、周辺の堆積物とは特徴が異なる。割れ目の外側では、風化物質が上方にまくれ上がる構造がみられる。

Loc.9では、地表面の堆積物が人工的に取り去られているため、これらの化石凍結割れ目が形成された時代は明らかでない。しかし、北海道の他の地域でみられる凍結割れ目現象の多くは12～42kaに形成された（三浦・平川，1995）ことを考慮すると、白滝盆地で確認されたこれらの凍結割れ目も、最終氷期に形成された可能性が高い。なお、白滝盆地の凍結割れ目が、永久凍土ウェッジであるのか季節凍土ウェッジであるのかについては、今後の検討を要する。

VI. まとめ

本稿では、テフクロロジーによる河成段丘面の編年、および最終氷期の周氷河作用についてのいくつかの資料を提示した。以下の点は、今後、白滝盆地の詳細な地形発達史を考察する上で重要と思われる。

(1)中期更新世の扇状地拡大：白滝盆地では、扇

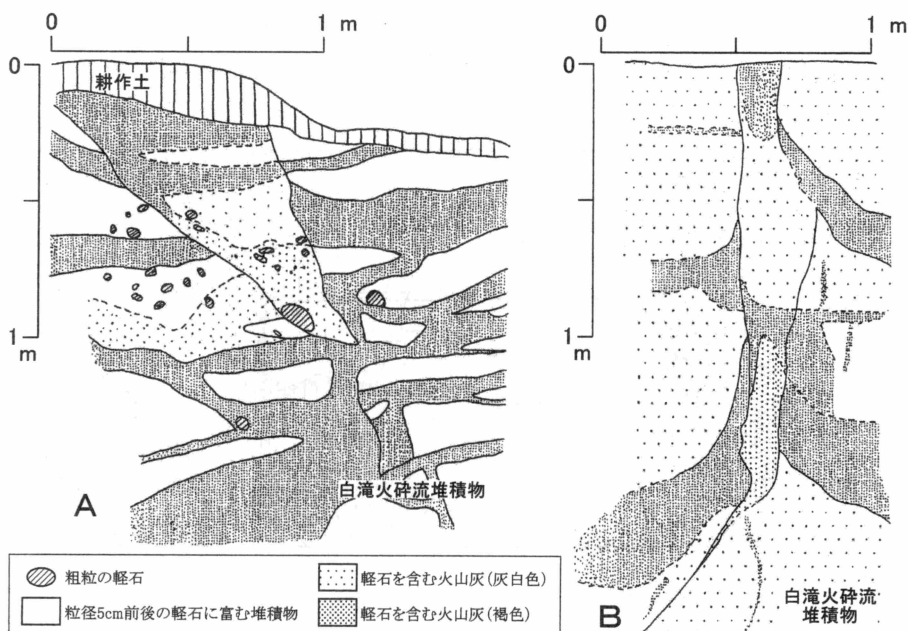


図6 Loc.9における凍結割れ目のスケッチ

状地性段丘面が少なくとも2面（奥白滝面、天狗平面）認められることから、扇状地拡大の時期が中期更新世に2回以上あったと考えられる。

(2)酸素同位体比ステージ7～6の河成段丘面形成：TT降下直前（酸素同位体比ステージ6または7）の上白滝面形成期には、現在とほぼ同様の湧別川・支湧別川が出現していたと考えられる。上白滝面は、湧別川本流の作用によって形成された地形面のうち、現在残されている最古のものである。

(3)最終氷期前半の河成段丘面形成：湧別川および支湧別川の支流の作用により、扇状地面および河成段丘面（東白滝面）が形成された。その直後には、大雪山御鉢平カルデラにおいて大規模な火山活動があり、その噴出物(Ds-Oh)が白滝盆地に降下した。この噴火の年代は30kaで、酸素同位体比ステージ3に相当する。

(4)最終氷期極相期の河成段丘面形成と周氷河環境：湧別川および支湧別川河岸で河成段丘面（支湧別面）が形成された。この時期には、白滝盆地で旧石器文化が開始した。当時の白滝盆地は周氷河環境下にあり、ソリフラクションロウプや凍結割れ目などの周氷河地形が形成された。また、永久凍土が存在した可能性がある。

謝 辞

本研究をすすめるにあたって北海道埋蔵文化財センターの長沼 孝氏、越田雅司氏、宗像公司氏、坂本尚史氏、鈴木宏行氏、直江康雄氏には、考古遺跡発掘現場での調査の便宜をはかっていただき、かつ考古学的情報を提供していただきました。ここに記して御礼申し上げます。

引用文献

- 奥村晃史(1991)：北海道地方の第四紀テフラ研究。第四紀研究, **30**, 379-390。
勝井義雄(1959)：支笏降下軽石堆積物について、特に支笏カルデラ形成直前の活動について。火山第2集, **4**, 33-48。
勝井義雄・横山 泉・伊藤太一(1979)：『旭岳, 火山地質・活動の現況および防災対策』北海道防災会議。82ページ。
国府谷盛明・長谷川潔・松井公平(1964)：『白滝』, 5万分の1地質図幅および説明書。北海道開発庁。35ページ。
興水達司(1981)：石狩低地帯に出土する黒曜石片の原産地。地球科学, **35**, 267-273。
興水達司・金 詰佑(1986)：北海道中～東部地域の新生界

- のフィッシュン・トラック年代(その1)ー上支湧別・北見富士地域ー。地質学雑誌, **92**, 477-487。
佐藤博之(1969)：最近測定された北海道の火山活動に関する¹⁴C年代測定。地質ニュース, **178**, 30-35。
白滝団体研究会(1963)：『白滝遺跡の研究』地学団体研究会。72ページ。
長沼 孝(1992)：北海道の旧石器石材。考古学ジャーナル, **345**, 8-14。
長沼 孝・鈴木宏行・坂本尚史・直江康雄編(2000)：白滝遺跡群I。財団法人北海道埋蔵文化財センター調査報告書, 第140集, 306ページ。
長沼 孝・鈴木宏行・直江康雄編(2002)：白滝遺跡群III。財団法人北海道埋蔵文化財センター調査報告書, 第169集, 全3分冊。
長沼 孝・鈴木宏行・直江康雄・越田雅司編(2001)：白滝遺跡群II。財団法人北海道埋蔵文化財センター調査報告書, 第154集, 全3分冊。
中村有吾・平川一臣(2000)：大雪御鉢平テフラの岩石記載学的特徴。火山, **45**, 281-288。
中村有吾・平川一臣・長沼 孝(1999)：北海道白滝遺跡と周辺地域のテフラ。地学雑誌, **108**, 616-628。
長谷川潔・高橋俊正・松井公平(1961)：『上支湧別』, 5万分の1地質図幅および同説明書。北海道開発庁。44ページ。
畑 宏明(1990)：白滝の黒曜石産地旧石器時代遺跡。考古学ジャーナル, **315**, 2-5。
三浦英樹・平川一臣(1995)：北海道北・東部における化石凍結割れ目構造の起源。地学雑誌, **104**, 189-224。
柳田 誠(1994)：支笏降下軽石1(Spfa-1)の年代資料。第四紀研究, **33**, 205-207。
山田 忍(1958)：火山噴出物の堆積状態から見た沖積世における北海道火山の火山活動に関する研究。地団研專報, **8**, 40p。
吉崎昌一(1961)：白滝遺跡と北海道の無土器文化。民族学研究, **26**, 13-23。
若生達夫(1958)：北海道湧別川上流域の段丘地形。地理学評論, **31**, 309-312。
Arai, F., Machida, H., Okumura, K., Miyauchi, T., Soda, T., and Yamagata, K. (1986) : Catalog for late Quaternary marker-tephras in Japan II-tephras occurring in northeast Honshu and Hokkaido. Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University, **21**, 223-250。
Sakaguchi, Y. and Okumura, K. (1986) : Interglacial climates and relic red soils in northern Japan, based on pollen records of interglacial deposits in eastern Hokkaido. Bulletin of the Department of Geography, University of Tokyo, **18**, 29-48。