

## 北アルプス・八方尾根八方沢の地すべり移動体における 閉塞凹地埋積物（HPO-2021 コア）の層序と年代<sup>1</sup>

佐藤 匠 専修大学文学部学部生<sup>2</sup>  
 苅谷 愛彦 専修大学文学部環境地理学科<sup>3</sup>  
 高岡 貞夫 専修大学文学部環境地理学科<sup>4</sup>

**要旨** 長野県白馬村の八方尾根南面には大規模地すべり地が発達する。地すべり移動体上に生じた小閉塞凹地で掘削調査を行い、得られた長さ 239 cm のコアの記載と年代測定から約 4270 cal BP 以降の地形変化と環境変化を推定した。約 4270～3100 cal BP は砂礫の堆積が続いた。この期間、周囲の斜面は不安定で植生も乏しかったとみられる。約 3100～1330 cal BP に斜面は安定化へ向かい、植生の侵入も徐々に生じたと推定される。約 1330 cal BP 以降、掘削地点で現在見られる環境が成立し、存続してきた。過去およそ 4270 年間に小閉塞凹地の地形が極端に変化することはなかったが、斜面の安定化や植生の侵入はグローバルな気候変動に関連した消雪時期の変化が影響した可能性がある。大規模地すべり地の滑動や小閉塞凹地の初期の形成には、山麓の活断層がもたらした古地震の影響も検討する必要がある。

### 1. はじめに

近年、北アルプスの高山帯・亜高山帯に発達する池塘や湿地（小規模水域）に着目し、それらの地形発達史と植生史、生物自然史の相互関係を解明する試みがなされている（Takaoka, 2015a, b；苅谷・高岡, 2019；苅谷ほか, 2020；苅谷・高岡, 2021）。池塘や湿地を埋積する土層の特質を明らかにすることを介して、池塘や湿地の形成に関与した斜面の地形変化・環境変化をまず明らかにし、次にそのような地形や環境の変化に規定された動植物の分布や盛衰を検討することが重要である。

このような研究は、主に北アルプス南部の上高地周辺で進められてきた。本研究では、北アルプス南部にくらべて多雪・多雨気候が一層顕著な北アルプス北部に研究対象地を移し、これまでと同様の視点で調査を行った。具体的には、長野県白馬村八方尾根に生じた大規模地すべり移動体表層の池塘において掘削を行い、柱状コアを得た。本稿では、このコアの層相・層序および年代を記載し、環境変遷に関する予察的考察を試みる。八方尾根の周辺は卓抜した山岳景観や豊かな自然環境で知られ、中部山岳国立公園特別保護地域や特別地域、特別天然記念物に含まれる。

<sup>1</sup> Geological description and chronological estimation of a drilling core recovered from a closed depression on a large landslide body in the upper Happo-sawa basin, Happo-one Ridge, the northern Japanese Alps

<sup>2</sup> Takumi Sato, Undergraduate of Senshu University

<sup>3</sup> Yoshihiko Kariya, Department of Geography, Senshu University, corresponding author: kariya@isc.senshu-u.ac.jp

<sup>4</sup> Sadao Takaoka, Department of Geography, Senshu University

## 2. 地域の概要

### 2.1 地形

八方尾根は唐松岳（標高 2696 m）から東北東に派生する支稜で、標高約 2000 m の八方山付近まで徐々に高度を下げる。八方山以東で高度低下が著しくなり、標高 740～800 m の白馬村八方で後期更新世～完新世の河成段丘面に接続する（図 1）。八方沢は、八方山の南側を流れる姫川水系平川左支の小河川である。流域下部には幅の狭い V 字状のやや深い谷が、同上部には長さ約 1.3 km、幅約 1.2 km の浅い圈谷状の谷頭が発達する。また流域最上部の帯には、平滑な緩斜面とそれらを切る線状凹地や低崖が分布する（図 2）。線状凹地や低崖は岩盤の重力変形を主因として発達してきたとされる（佐藤ほか, 2013）。八方池も、そのような岩盤重力変形性の凹地に生じたものである。

八方沢上部の圈谷状谷頭の内部に大規模な地すべり移動体が存在する（図 2）。本研究では、八方山三角点（1973.9 m）の南南西約 525 m 地点にある地すべり移動体上の小閉塞凹地 A（HDA）で掘削調査を行った。HDA は西北西－東南東に長さ約 30 m の長軸を持つ面積約 400 m<sup>2</sup> の浅い凹地で、凹地底（北緯 36 度 41 分 28.39 秒，東経 137 度 47 分 30.49 秒，標高 1820 m）に長径約 15 m，短径約 10 m の楕円形の池澇（約 80 m<sup>2</sup>）が存在する（図 3）。HDA 付近の斜面変動の履歴は未詳であるが、八方尾根の稜線直下を滑落崖とする南南東方向への大規模な地すべり変位により移動体が生じ、HDA の北～北西にロウブ状のリッジが、南に高さ 2 m 程度の小丘がそれぞれ形成されたと考えられる。HDA は、そのような地すべり移動に関連した岩盤の変動域に生じたものである。なお、八方沢の地すべり地形に関しては、別稿で論じる予定である。

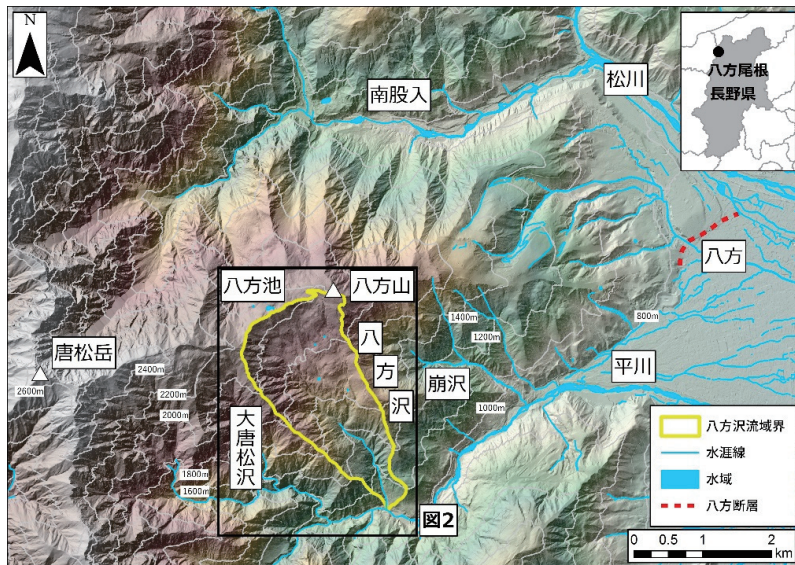


図 1 八方尾根の地形

基図は国土地理院基盤地図情報数値標高モデル 5 m メッシュ DEM に基づく。  
水涯線と水域は基盤地図情報による。

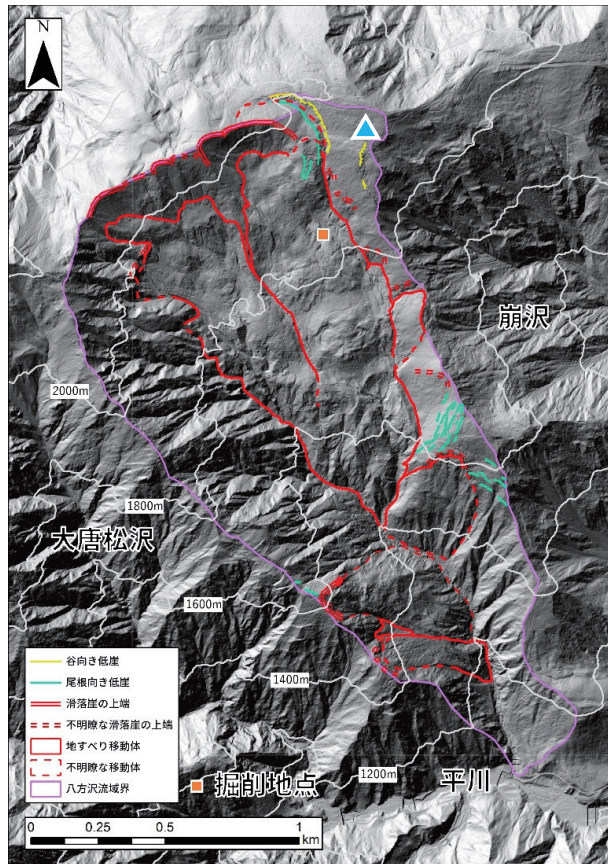


図2 八方沢の大規模地すべり地

地すべりやそれに関連する地形は八方沢流域のみ示す。三角形記号が八方山三角点。基図は国土交通省松本砂防事務所より貸与された1mグリッドDEMに基づく。

## 2.2 地質

八方沢一帯の地質は年代未詳の超苦鉄質岩と、更新世後期の氷河堆積物から主に成る(中野ほか, 2002)。超苦鉄質岩では、白亜紀～古第三紀有明花崗岩の接触変成作用で滑石帯が発達することがある。有明花崗岩は、八方沢上部の圏谷状谷頭の西半分に露出する。なお、中野ほか(2002)は八方沢上部に氷河堆積物が分布するとしたが、図2に示すように本研究ではそれらのほとんどを地すべり移動体と再判定した。氷河と地すべりそれぞれの、地形・地質の識別や層序の確立は今後の重要な課題である。

## 2.3 気候と植生

HDA付近では長期の気象統計が得られていない。同地の東約6kmにある気象庁アメダス観測点「白馬」(標高703m)における1991～2020年の年平均値から、気温減率を $6^{\circ}\text{C km}^{-1}$ として推定したHDA付近の年平均気温は約 $3.0^{\circ}\text{C}$ 、年降水量は1900mm以上である。積雪量や消雪時期は年による違いが小さくないが、2018





図3 八方沢の閉塞凹地 HDA

位置は図2に示す。2021年9月撮影。

年7月1日に行った観察によると、八方沢の大規模地すべり地内には一部でパッチ状の残雪がみられた。ただし掘削を実施したHDA周辺は消雪していた。また崩沢の源頭部に位置する黒菱平（標高1680m）で1998年に実施された積雪深の観測結果（浜田ほか，1999）によると、この年は少雪年であったが3月23日までは積雪深が200cmを超えており、その後融雪が進んで5月上旬までに消雪した。

八方尾根周辺は多雪の影響を受けて低木林や草原・湿原がみられる（吉野・榛葉，1968；浜田ほか，1999）。大規模地すべり地内は全体的に草原植生が卓越するが、消雪の早い小丘上ではハイマツ、クロベ、コマツガからなる針葉樹林や、ダケカンバやミヤマナラの優占する広葉樹林がみられる。掘削地点の近傍は湿生草原となっており、イネ科やカヤツリグサ科の草本が分布する（図3）。

### 3. 方法

#### 3.1 掘削

2021年9月、ハンドオーガー（大起理化工業 DIK-100A）と延長ロッド、および補助工具をHDAまで人力で輸送した。掘削地点はHDA底部の池塘岸に生じたミズゴケ泥炭地とした（図3）。掘削により、ほとんど欠落がない長さ（深さ）239cmの柱状コア（HPO-2021）を回収することができた。

#### 3.2 コアの記載

柱状コアを現場でビニールパイプに移し、表面を整形した。次に、コアを半割して粒度や堆積（土壌）構造、土色、化石などを詳しく記載した。土色は「新版標準土色帖」で判定した。

#### 3.3 年代測定の試料

HPO-2021 コアの年代を決めるため、年代測定試料として木片や葉片、腐植質シルトを採取した。

年代試料の前処理と年代測定は加速器分析研究所に委託した。前処理の手順は荻谷ほか（2020）と同様とした。処理後の試料について、同社の加速器により $^{13}\text{C}$ 濃度の測定と $^{14}\text{C}$ の計数を行った。 $^{14}\text{C}$ の半減期は

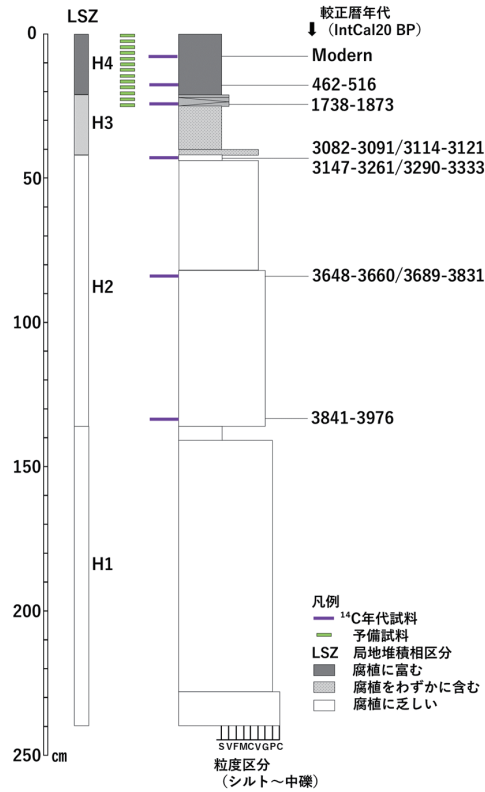


図4 HPO-2021の地質柱状図

5568年とし、測定値に同位体分別補正を施して<sup>14</sup>C年代(1σ)を計算した。<sup>14</sup>C年代はIntCal20(Reimer *et al.*, 2020)とOxCal(Bronk Ramsey and Lee, 2013)により、西暦1950年を基点とする暦年(IntCal20 BP; 2σ)に較正した。この他、将来的な微化石分析や年代測定に備えるため、地表から深度1 cm ないし2 cm ごとに深度25 cm まで、容積50 cc 程度の試料を合計13点採取した。

#### 4. 結果および考察

##### 4.1 コアの層相と層序

HPO-2021の地質柱状図を図4に、地質記載を表1に、年代を表2にそれぞれ示す。層序と層相は下位から次のように変化し、その所見の特徴から4帯の堆積相に区分される。

H1帯(136~239 cm)：主として細礫層ないし中礫層から成る。ただし、深度136~141 cmはシルト層である。全般に木片や葉片、腐植物をほとんど含まない。

H2帯(42~136 cm)：主として極粗粒砂層ないし中礫層から成る。ただし、深度42~44 cmはシルトをやや多く含む。全般に木片や葉片、腐植物をほとんど含まない。

H3帯(22~42 cm)：シルト層ないし細礫層から成る。

H4帯(0~22 cm)：主として腐植質シルトから成る。植物遺体を含む。まれに蛇紋岩の細礫を含む。

表1 HPO-2021 コアの地質

深度(層厚); cm	粒度や組成, その他特徴など	土色	局地堆積相
地表	HDA*内の池澁; イネ科・カヤツリグサ科の草本, ミズゴケ		
0~15 (15)	腐植質シルト; 一部に根を含む; 蛇紋岩細礫をまれに含む	5YR2/2~1	H4
15~21 (6)	腐植質シルト; 一部に根を含む	7.5YR2/1	
21~22 (1)	極粗粒砂(腐植を含む)	7.5YR3/3	
22~25 (3)	腐植質シルトと非腐植質シルトの互層	7.5YR3/3 ~5GY5/1	H3
25~40 (15)	シルト; 下部に極粗粒砂を含む	5GY5/1	
40~42 (2)	極粗粒砂~細礫	N3/0	
42~44 (2)	シルトにやや富む極粗粒砂~細礫	2.5Y2/1	H2
44~67 (23)	極粗粒砂~細礫	N3/0	
67~82 (15)	極粗粒砂~細礫	N3/0	
82~100 (18)	中礫を伴う細礫	N3/0	
100~136 (36)	細礫~中礫	N4/0	
136~141 (5)	極粗粒砂を含むシルト	5GY4/1	H1
141~171 (30)	細礫~中礫	5GY4/1	
171~173 (2)	細礫~中礫	10YR3/1	
173~206 (33)	細礫~中礫; 全体的にオレンジ色を呈する	7.5YR5/0	
206~226 (20)	細礫~中礫; 全体的にオレンジ色を呈する	7.5YR5/0	
226~239 (13)	細礫~中礫	7.5YR5/0	

\* HDA: 八方沢 小閉塞凹地 A

表2 HPO-2021 の<sup>14</sup>C年代値と校正暦年

採取深度 (cm)	試料種	前処理	<sup>13</sup> C (‰, 1σ)	<sup>14</sup> C年 (y BP, 1σ)	校正暦年 (2σ; IntCal20 BP) とその確率分布 (%)	測定番号 (IAAA)
a: 8-9	腐植質シルト	HCl	-30.61 ± 0.23	Modern		210745
b: 17-18	腐植質シルト	HCl	-29.46 ± 0.27	422 ± 20	462 - 516 (95.4)	210746
c: 24	腐植質シルト	HCl	-28.85 ± 0.25	1901 ± 21	1738 - 1873 (95.4)	210747
d: 43-44	葉片	AaA	-28.87 ± 0.27	3016 ± 23	3082 - 3091 (1.2) 3114 - 3121 (0.9) 3147 - 3261 (76.5) 3290 - 3333 (16.9)	210748
e: 82	木片	AAA	-26.85 ± 0.24	3474 ± 23	3648 - 3660 (4.1) 3689 - 3831 (91.4)	210749
f: 133	木片	AAA	-29.12 ± 0.21	3602 ± 23	3841 - 3976 (95.4)	210750

前処理法は次のとおり。AaA: 酸-アルカリ-酸処理法でアルカリ処理濃度が1M未満。AAA: 酸-アルカリ-酸処理法でアルカリ処理濃度が1M到達。HCl: 塩酸処理。暦年校正には OxCal と校正曲線 IntCal20 (Reimer *et al.*, 2020) を用いた。

#### 4.2 HPO-2021 の年代-深度モデル

HPO-2021 の6層準から<sup>14</sup>C年代と暦年校正値を得た(表2)。試料間で年代逆転や矛盾はなく、適正な結果を得たと判断される。ただし深度8~9 cmの試料aはmodernを示し、現生または新しい植物根などの混入があった可能性がある。以下の議論では試料aの年代を除外する。

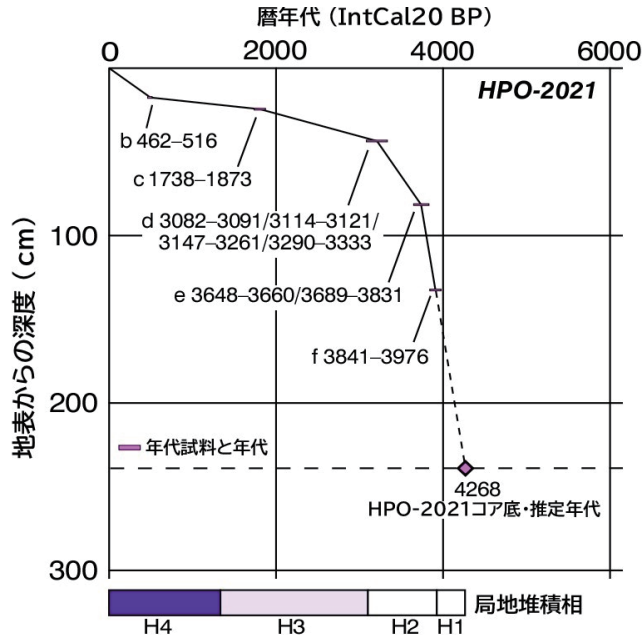


図5 HPO-2021の深度-年代モデル

図5に、これらの年代値をプロットした深度-年代モデルを示す。ただし、図5では計算上、各試料の年代を1年単位で示すが、実際はその精度はないため、以下の議論では丸めた数値を用いる。上記のように、HPO-2021は主に層相（堆積相）に基づき4帯に区分される。深度-年代モデルから、4帯の堆積年代はおおよそ次のように推定される。なお、これ以降の記載ではモデル年代を示すIntCal20の表記を省略する。

H1帯：約3930 cal BP以前（約4270 cal BPまで）

H2帯：約3100～3930 cal BP

H3帯：約1330～3100 cal BP

H4帯：0～約1330 cal BP

深度133 cm以下では<sup>14</sup>C年代試料が採取できなかったため、堆積年代は不明である。そこで、図5において試料e-f間の堆積速度を外挿すると、HPO-2021最下部（深度239 cm）の堆積年代は約4270 cal BPと推定される。ただし、HDAで掘削したコアは現時点でHPO-2021のみで、コア先端が移動体物質に着岩したどうかは不確実性が残る。HDAの初生的形成年代は約4270 cal BPより古い、または新しい可能性もある。

#### 4.3 小閉塞凹地Aの地形変化・環境変化

HPO-2021の地質記載とその解釈、および編年に基づく、掘削地点付近におけるHDA底部の地形変化や環境変化は以下のように推定できる。

HDAは約3930 cal BPにはすでに存在し、凹地底部には中礫や細礫を含む礫層が堆積していた。また堆積速度の外挿に基づく、HDAが形成されたのは約4270 cal BPか、それ以前に遡る可能性がある。H1帯が、おおむねこれにあたる。

H1帯に続くH2帯(約3930~3100 cal BP)でも砂礫の堆積が続いた。土色を見る限り、砂礫はほとんど腐植を含まず、周囲に生育していた木本由来と思われる木片がまれに混入する程度であった。図5を参照すると、H1帯とH2帯の堆積速度は、それより新しい時代に比べかなり速い。掘削がなされたHDA底部では碎屑物が連続的に流入・堆積し、植生の乏しい残雪砂礫斜面が周囲に発達していたことが考えられる。H1~H2帯の時代と前後して、完新世後期には「4.2 ka イベント」とされるグローバルな気候冷涼化があったと考えられており(Walker *et al.*, 2012)、中部地方・東北地方の多雪山地で斜面不安定化が生じたと推定されている(Kariya, 2008)。HDAでも冷涼化による消雪の遅延や、それに励起された斜面不安定化、植生の衰退が生じた可能性がある。また八方尾根の東約6 kmに存在する糸魚川静岡構造線活断層帯北部区間(神城断層)は、4100~3500 cal BPと3100~1900 cal BPに2回の古地震活動を生じたとされる(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2015)。八方尾根の東麓には八方断層も存在する(図2)。これらの活断層による古地震が八方沢における地すべりの誘因になったことも想定される。

H3帯(約3100~1330 cal BP)になるとHPO-2021の堆積速度は低下する。同帯では褐色を呈する腐植質シルト層の薄層が砂層に挟まれるようになることから、HDA底部やその周辺で斜面は安定化に転じ、植生の侵入や拡大があったと考えられる。さらに上位のH4帯(約1330 cal BP~現在)では腐植質シルト層が連続して堆積しており、この期間に大きな斜面変動はなかったものとみられる。

## 5. まとめ

八方尾根南面の大規模地すべり移動体において、深度239 cmに達するハンドオーガー掘削を実施した。基底年代が約4270 cal BPと推定されるコア(HPO-2021)を回収し、層相や層序、年代を明らかにした。

層相などの違いから、HPO-2021は4つの堆積相帯に区分された。そのうち最下部のH1帯(約4270~3930 cal BP)は砂礫の堆積から始まり、上位のH2帯の上限となる約3100 cal BPころまで堆積が続いた。これら2つの期間(約4270~3100 cal BP)中には不安定な斜面が周囲に存在し、植生も乏しかったと考えられる。その背景に完新世中期のグローバルな気候変動や、近傍の活断層から発生した古地震があった可能性がある。その後、H3帯上限で示される約1330 cal BPにかけて斜面は徐々に安定化し、植生の侵入も生じたと考えられる。最上部のH4帯(約1330 cal BP~現在)では、ほぼ連続的に腐植質シルトが堆積し、掘削地点とその周囲を含む閉塞凹地の底部に現在見られる環境が、この期間に成立・存続したとみられる。

## 謝辞

本研究は科研費(17H02033, 20H01390; 研究代表者 高岡貞夫)と令和3年度専修大学研究助成個別研究「大規模斜面崩壊の誘因と年代に関する定説の地形学・地質学的再検証」(研究代表者 荻谷愛彦)の成果の一部である。現地調査では木村恵樹さん・小泉 慧さん(専修大学大学院生・学生)の協力を得た。掘削と試料採取は環境省、林野庁および長野県から許可を得て行った。各位・各機関に感謝申し上げます。本稿は、佐藤が専修大学文学部に提出した令和3年度卒業論文の一部に基づく。本稿での各著者の役割分担は次のとおり。佐藤・荻谷:踏査とコア記載, 研究立案。高岡:植生調査と研究立案。原稿は佐藤と荻谷が主に準備し、高岡も全体を確認した。



## 参考文献

- 防災科学技術研究所 (2022) 地すべり地形分布図データベース (J-SHIS 地震ハザードステーション).  
<https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/> (2022年1月10日参照)
- Bronk Ramsey, C. and Lee, S. (2013) Recent and planned developments of the program OxCal. *Radiocarbon*, 55, 2-3, 720-730. DOI: 10.2458/azu\_js\_rc.55.16215.
- 浜田 崇・尾関雅章・富樫 均 (1999) 八方尾根黒菱平における 1998 年の積雪分布. 長野県自然保護研究所紀要, 2, 93-98.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2015) 糸魚川-静岡構造線断層帯の長期評価 (第二版).  
[https://www.jishin.go.jp/main/chousa/15apr\\_chi\\_kanto/ka\\_21.pdf](https://www.jishin.go.jp/main/chousa/15apr_chi_kanto/ka_21.pdf) (2022年1月10日参照)
- Kariya, Y. (2005) Holocene landscape evolution of a nivation hollow on Gassan volcano, northern Japan. *Catena*, 62, 57-76.
- 苧谷愛彦・高岡貞夫・佐藤 剛 (2013) 北アルプスの地すべりと山岳の植生. 地学雑誌, 122, 768-790.
- 苧谷愛彦・高岡貞夫 (2019) 北アルプスの稜線上に形成された線状凹地の埋積物:「きぬがさの池」の事例. 専修自然科学紀要, 50, 1-10.
- 苧谷愛彦・高岡貞夫・齋藤めぐみ (2020) 北アルプス上高地・玄丈沢源頭の西穂池における線状凹地埋積物 (NSH-2018 コア) の層序と年代. 専修自然科学紀要, 51, 1-10.
- 苧谷愛彦・高岡貞夫 (2021) 上高地西部, 善六沢および玄丈沢源頭の地すべり移動体における線状凹地埋積物 (SMA-2019 コア) の層序と年代. 専修自然科学紀要, 52, 1-11.
- 中野 俊・竹内 誠・吉川敏之・長森英明・苧谷愛彦・奥村晃史・田口雄作 (2002) 5 万分の 1 地質図幅「白馬岳」, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Reimer, P., Austin, W., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R., Friedrich, M., Grootes, P., Guilderson, T., Hajdas, I., Heaton, T., Hogg, A., Hughen, K., Kromer, B., Manning, S., Muscheler, R., Palmer, J., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R., Richards, D., Scott, E., Southon, J., Turney, C., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A., and Talamo, S. (2020) The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon*, 62, 725-757.
- 佐藤 剛・浅野志穂・土志田正二・伊藤谷生・苧谷愛彦・宮澤洋介 (2013) 飛騨山脈・八方尾根主稜線に分布する線状凹地の形成期. 日本地理学会発表要旨集, 83, 299.
- Takaoka, S. (2015a) Origin and geographical characteristics of ponds in a high mountain region of central Japan. *LIMNOLOGY*, 16, 103-112.
- Takaoka, S. (2015b) Preliminary observations on spatial variation in the biotic and abiotic properties of high mountain ponds in central Japan. *Studies in the Humanities*, 97, 171-186.
- 高岡貞夫・苧谷愛彦 (2020) 長野県梓川上流域における地形植生史: 山地の斜面発達と植生分布構造. 植生史研究, 28, 47-58.
- Walker, M. J. C., Berkelhammer, M., Björck, S., Cwynar, L. C., Fisher, D. A., Long, A. J., Lowe, J. J., Newnham, R. M.

Rasmussen, S.O., and Weiss, H. (2012) Formal subdivision of the Holocene series/epoch: a discussion paper by a working group of INTIMATE (integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the subcommission on quaternary stratigraphy (international commission on stratigraphy). *J. Quatern. Sci.*, 27, 649-659.

吉野正敏・榛葉威彦（1968）樹木限界付近の樹形と気候条件：八方尾根の例から。森林立地，9，1-5.