# 日光白根及び三岳火山地質図

# GEOLOGICAL MAP OF NIKKO-SHIRANE AND MITSUDAKE VOLCANOES

1:25,000

草野有紀[1*]・及川輝樹[1]・石塚吉浩[1]・石塚 治[1]・山元孝広[1]
KUSANO Yuki[1*], OIKAWA Teruki[1], ISHIZUKA Yoshihiro[1], ISHIZUKA Osamu[1] and YAMAMOTO Takahiro[1]
産総研 地質調査総合センター

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, AIST
2022

写真解説
五色山から望む白根山と五色沼．白根山山頂部は約3000年前の白根山溶岩に覆われる．2016年9月撮影．
View of Mt. Shirane and Goshikinuma Pond from Mt. Goshiki. Summit of Mt. Shirane is covered by Shiranesan Lava erupted 3000 years ago. Photo taken on September 2016.

[1] 地質調査総合センター活断層・火山研究部門
[1] Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, Geological Survey of Japan
* Corresponding author

## 1．はじめに

日光地域は東北日本弧南部に位置し，東西30 km，南北15 km ほどの範囲に十数個の第四紀火山が形成されている（第1図）．このうち日光白根山，三岳及び男体火山は，完新世に噴火が発生した．日光白根火山は，これら3つの火山の中で唯一噴火記録が残り，比較的最近では，1873年及び1889～90年に噴火が発生し，栃木県側へ降灰，群馬県側にラハールが流下した．1952年には噴気活動が活発化したが，噴火には至らなかった．その後も1993～95年と2001年，また2011年の東北地方太平洋沖地震後に地震活動が活発化しており，今後も噴火が発生する可能性が高い火山である．

日光白根火山の地質については，齋藤（1899），山崎（1958）及び佐々木ほか（1993）によりまとめられているが，具体的な活動時期は明らかにされていなかった．また，降下テフラから過去6千年間において複数の水蒸気噴火及びブルカノ式噴火があったことが指摘されていた（奥野ほか，1994）が，これらと山体構成物の関係は不明であった．本火山地質図では，地形判読，地質調査及びボーリングコアの検討を基に，山体構成物の被覆関係を再検討したほか，山体構成物と噴火年代が決定された山麓の降下テフラとの関係を明らかにすることで複数の噴出物について噴火年代を決定し，活動史を構築した．また，三岳火山は，本研究により完新世に噴火したことが明らかになったので，この結果も合わせて述べる．

## 2．日光白根及び三岳火山と周辺の地質概要

### 2．1．日光地域の基盤岩類

本地域は，北西部は前期白亜紀の戸倉沢層，中央～南東部にかけては白亜紀末～前期古第三紀の中裨谷アダメロ岩及び奥日光流紋岩類を基盤とし，それらを後期中新世の片品川流紋岩類，香沢層及び鬼怒川流紋岩類が覆う（山口・高倉，1988）．本火山地質図の中央部は中新統が分布し，それらを主な基盤として第四紀火山が発達している．

### 2．2．日光白根及び三岳火山周辺の第四紀火山

日光地域の第四紀火山は，底径数 km の複数の複成火山及び単成火山からなる．山崎（1958）は，これらの第四紀火山のうち開析の進んでいない13火山を日光火山群と呼んだ．一方，噴出物の年代測定技術の発展により，これと同時期に形成された複数の火山が確認され，形成年代は第1図のように整理された．日光白根，三岳及び男体火山はこれらの火山の中で，3万年よりも若い火山である．

日光地域西部には，前期更新世に活動した三ツ峰，四郎岳，鋸ヶ岳，笠ヶ岳，白根隠，沼上火山が分布する．これらの多くは開析と侵食が進んで火山地形が失われている．チバニアン期～後期更新世にかけて活動の中心が東部に移動し，蛍塚西，温泉ヶ岳，於呂倶羅，金精，女峰，赤薙，山王帽子，太郎火山などの各火山が形成した（第2図）．後期更新世に形成した天真名子，小真名子，丹勢火山は，男体火山に覆われる．

男体火山は後期更新世～完新世に活動した複成火山である．その活動史は，玄武岩からデイサイトの主成層火山体を形成した第1期（2.4～1.7万年前），大規模な降下火砕物及び火砕流堆積物を噴出した第2期（1.7万年前），山頂火口からの溶岩溶岩の流出と，比較的小規模な火砕噴火を起こした第3期（1.4万～7千年前）の，大きく3期に区分されている（石崎ほか，2014）．男体火山の最新の活動は，7千年前のマグマ水蒸気噴火で，それ以降は確認されていない．本火山地質図内には，第1期の主成層火山体噴出物（Ns），第2期の赤津スコリア流及び電頭滝・荒沢軽石流堆積物（Sra），第3期の御沢溶岩（Os）が分布する．第2期の火砕流堆積物は，傾斜が急な男体火山の斜面では赤津スコリア流堆積物が厚く，その上位の竜頭滝・荒沢軽石流堆積物は薄いが，傾斜の緩い戦場ヶ原周辺などでは竜頭滝・荒沢軽石流堆積物が厚く分布する．なお，男体火山の活動史の詳細については，高橋ほか（2009），石崎ほか（2014）を参照されたい．

三岳火山は完新世に噴出した溶岩ドームで，竜頭滝・荒沢軽石流堆積物を覆っている．

日光白根火山も男体火山とほぼ同時期から活動を開始したが，現在も火山活動が継続している．なお，蛍塚西火山（Kw）は，従来は男白根火山の一部とされてきたが，開析が進み溶岩地形が失われ，2万年前頃から成長した日光白根火山の噴出物とは火山地形の新鮮さが大きく異なる．したがって本研究では，蛍塚西火山を不整合に覆う火山体を日光白根火山として定義し活動史を述べる．

## 3．三岳火山

### 3．1．地形

三岳火山は，戦場ヶ原北部の湯元と光徳牧場の間に位置し，東西3 km，南北6 km あまりの大きさの溶岩ドームからなる．地形的に北部の刈込湖溶岩（Kk）と南部の光徳溶岩（Ko）の大きく2つの溶岩ローブに分けられる．刈込湖溶岩（最高点1,945 m）が地形的に高く，南の光徳溶岩（最高点1,752 m）へ低くなる．三岳火山周辺には，刈込湖，切込湖，蒲沢，黍ノ湯及び湯ノ湯などが，その活動によってつくられた堰止湖及び谷地として存在する．

### 3．2．活動史

三岳火山は溶岩微地形の保存は良いものの，噴火の歴史記録は知られておらず，噴気も認められない．

三岳火山の噴出物として，刈込湖溶岩及び光徳溶岩のほか，テフラ層が1層確認されている（第3図）．北側の刈込湖溶岩を直接覆う古土壌の放射性炭素（$^{14}C$）年代値は4.6千年前である（図3のM4地点）．刈込湖溶岩の体積は1.35 $km^3$ DRE（岩石換算）である．刈込湖溶岩の東端には，径70 m の火口様地形が2つ存在し，その周囲に火口周辺堆積物と考えられる不淘汰な角礫岩層が確認されることから，溶岩の流出後も水蒸気噴火があったことがわかる．刈込湖溶岩の中央部には径150 m の火口状の窪地が2つ，南端には，径60 m の火口状の窪地が1つあるが，火口周辺堆積物については未確認である．

光徳溶岩を直接覆う古土壌と，下位の河川堆積物に含まれる炭化植物片の$^{14}C$年代値により，光徳溶岩の噴出年代は5.6～3.5千年前に制約される（図3のM1及びM2地点）．体積は0.63 $km^3$ DREである．光徳溶岩は，地形的に刈込湖溶岩を覆う．しかしながら光徳溶岩と刈込湖溶岩との間には明瞭な時間間隔は確認されておらず，一連の噴出物の可能性もある．刈込湖溶岩，光徳溶岩ともに，岩質は安山岩～デイサイトである．

三岳火山に由来する厚さ35 cm のテフラ層（三岳1降下火砕堆積物：Mt-1）は，東側の測沼で確認された．Mt-1の構成物は主に細粒火山灰であるが，最上部は径1～3 cm の発泡したスコリア及び岩片である．下位の古土壌の$^{14}C$年代値が5.0～5.3千年前であることから，三岳火山形成期には溶岩流だけでなく火砕物を降下させるような噴火も伴ったと考えられる．

## 4．日光白根火山

### 4．1．地形

日光白根火山は，中生代の奥日光流紋岩類及び中新世の鬼怒川流紋岩類を基盤として，チバニアン期の蛍塚西火山を一部覆って発達した小型の複成火山で，東西5 km，南北4 km の広がりを持つ．主峰である関東最高峰の白根山（奥白根山：2,578 m）のほか，火山体北東部に座禅山（2,317 m），西部に蛍塚山（1,885 m）が位置する．周辺の第四紀火山と比べて溶岩ローブの形状が地形から明瞭に読み取れる．微地形の保存が良い溶岩が多い．東側には，鬼怒川流紋岩類からなる五色山（2,379 m）と前白根山（2,373 m）との間に五色沼が，北側には丸沼・大沢沼及び菅沼などの堰止湖が形成されている．白根山山頂部では複数の火口が西北西－東南東方向に配列している（第4図a～d及びe～h）．座禅山山頂には直径200 m 深さ60 m のすり鉢状火口が存在する．白根山山頂部から西北西方向には顕著な谷が刻まれており，それは天広河原・小広河原を通って仁下又沢となり，白根温泉の下流付近で丸沼から流出する小川と合流する．小川は片品村鎌田付近で片品川に合流する．

### 4．2．活動史

日光白根火山の山体は，12ユニットの溶岩及び3層の火砕堆積物，1層の火砕流堆積物からなる（第5図）．これらの火山体構成物はすべて，6世紀中頃（Okuno *et al.*, 2019）の横名二ッ岳伊香保軽石（Hr-FP）に覆われる．また，Hr-FPよりも下位に5層，上位に4層の日光白根火山起源の降下テフラが確認される（第6図）．したがって本報告では，日光白根火山の活動史を，溶岩を噴出する活動が主である2万年～1.4千年前（6世紀）と，テフラを放出する活動を繰り返す7世紀～現在の，2つの期間に分けて記述する．なお，火山体構成物の名称は佐々木ほか（1993）及び高橋ほか（1995）と重複するものもあるが，本研究で再定義する．

日光白根火山の噴出中心は，火口地形が認められる白根山山頂部，座禅山山頂部及びその周辺，血ノ池地獄周辺の3つの地域に大きく分けられる．白根山及び座禅山山頂部には複数の火口地形が認められる（第4図）．血ノ池地獄周辺には顕著な凹地などの火口地形は認められないが，溶岩の微地形から血ノ池地獄溶岩の噴出中心はその周辺であったことがわかる．以下に示すように，最近7.6千年間では3つの地域の中で白根山山頂部が最も活動的である．

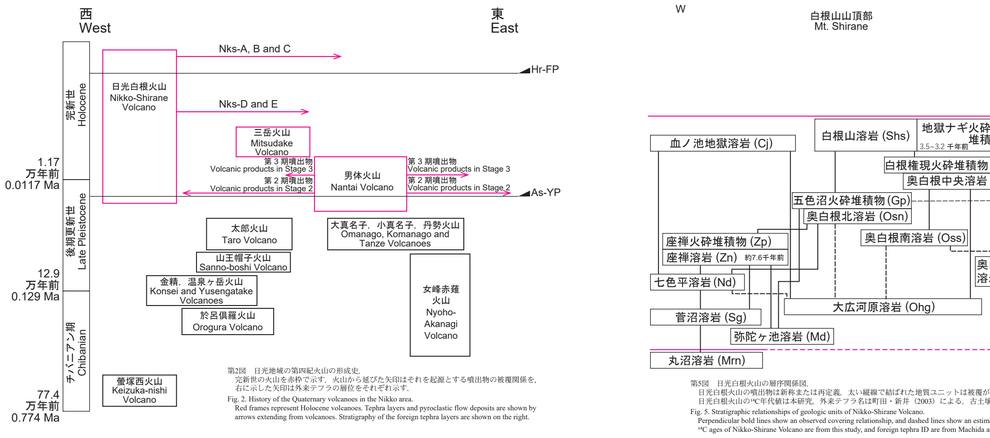
#### 2万年前～6世紀までの活動

最下位の丸沼溶岩（Mrn）は崖錐堆積物を挟んで鬼怒川流紋岩類を覆う溶岩流で，本溶岩直上の古土壌に浅間板鼻黄色軽石（As-YP）が含まれる．As-YPは1.7万年前の男体今市テフラの下位に位置している

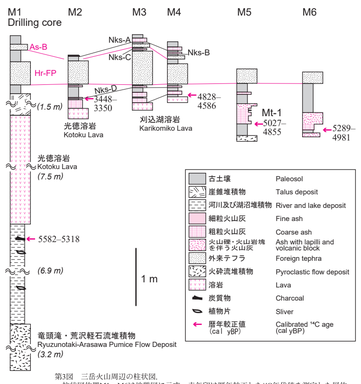




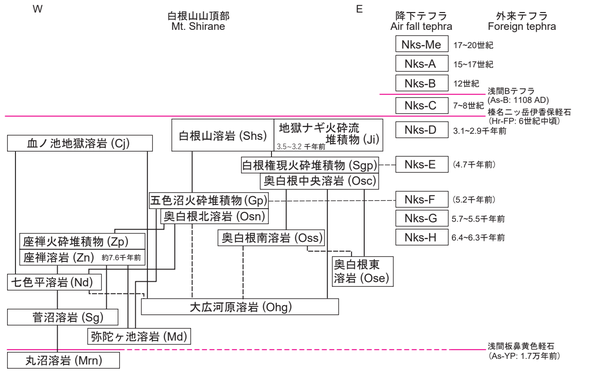




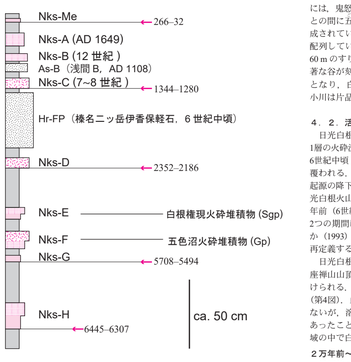

第2図　日光地域の第四紀火山の形成史．
完新世の火山を赤枠で示す．火山から延びた矢印はそれを起源とする噴出物の被覆関係を，右に示した矢印は外来テフラの層位をそれぞれ示す．
Fig. 2. History of the Quaternary volcanoes in the Nikko area.
Red frames represent Holocene volcanoes. Tephra layers and pyroclastic flow deposits are shown by arrows extending from volcanoes. Stratigraphy of the foreign tephra layers are shown on the right.




第3図　三岳火山周辺の柱状図．
柱状図位置M1～M6は地質図に示す．赤矢印は層年較正した$^{14}C$年代値を測定した層位．
Fig. 3. Columnar sections and age constraints around Mitsudake Volcano.
Localities of the stratigraphic sections M1 to M6 are shown on the geological map.
Red arrows with the calibrated $^{14}C$ ages are shown on the right.




第5図　日光白根火山の層序関係図．
日光白根火山の噴出物は新称または再定義．太い縦線で結ばれた地質ユニットは被覆が確認されている関係を，破線は被覆が推定される関係を表す．
日光白根火山の$^{14}C$年代値は本研究，外来テフラ名は町田・新井（2003）による．古土壌の堆積速度から見積もった年代を括弧示す．
Fig. 5. Stratigraphic relationships of geologic units of Nikko-Shirane Volcano.
Perpendicular bold lines show an observed covering relationship, and dashed lines show an estimated covering relationship of geologic units.
$^{14}C$ ages of Nikko-Shirane Volcano are from this study, and foreign tephra ID are from Machida and Arai (2003). Stratigraphic ages are bracketed.




第6図　日光白根火山周辺の降下テフラの模式柱状図．凡例は第3図と同じ．
Fig. 6. Schematic section of tephra fall around Nikko-Shirane Volcano.
Legend is the same as Fig. 3.

第1図　日光地域の第四紀火山の分布と形成年代．
太線は山崎（1958）が定義した日光火山群．Ns：日光白根火山；M：三岳火山；N：男体火山；S：四郎岳火山；Kw：蛍塚西火山；Nk：沼上火山；Mt：三ッ峰火山；Kg：笠ヶ岳火山；Sa：鋸ヶ岳火山；Sk：白根隠火山；Mm：三倶火山；Su：皇海火山；Ne：根名草火山；Y：温泉ヶ岳火山；Ko：金精火山；Og：於呂倶羅火山；Sb：山王帽子火山；Tr：太郎火山；Km：小真名子火山；Om：大真名子火山；Tz：丹勢火山；NA：女峰赤薙火山．
Fig. 1. Distribution map and age of the Quaternary volcanoes in the Nikko area. Nikko Volcanoes (Yamasaki, 1958) are shown with bold borders. Ns: Nikko-Shirane Volcano; M: Mitsudake Volcano; N: Nantai Volcano; S: Shirodake Volcano; Kw: Keizuka-nishi Volcano; Nk: Numanokami Volcano; Mt: Mitsugamine Volcano; Kg: Kasagatake Volcano; Sa: Suzugatake Volcano; Sk: Shirane-kakushi Volcano; Mm: Mitsumata Volcano; Su: Sukai Volcano; Ne: Nemakusa Volcano; Y: Yusengatake Volcano; Ko: Konsei Volcano; Og: Orogura Volcano; Sb: Sanno-boshi Volcano; Tr: Taro Volcano; Km: Komanago Volcano; Om: Omanago Volcano; Tz: Tanze Volcano; NA: Nyoho-Akanagi Volcano.







第1表　歴史時代の噴火及び異常現象の記録
Table 1 List of historical eruption and volcanic activities of Nikko-Shirane Volcano.

| 発生年月日 * | 現象 | 出典(主要なもの) |
|---|---|---|
| 1649年9月13日（慶安二年八月七日） | 噴火，鳴動，降下火砕物 | 日光山満願寺勝成院堂社建立記 |
| 1872年5月14・15日以降（明治五年四月八，九日以降） | 噴気発生，鳴動 | 公文録（明治五年・第九十八巻） |
| 1873年3月12日（明治六年） | 噴火，鳴動，降下火砕物，火口噴出型ラハール | 公文録（明治六年・第百十七巻） |
| 1889年12月5日（明治22年） | 噴火，鳴動，降灰，火口噴出型ラハール | 官報1935号，官報1936号，官報1942号 |
| 1890年8月22日（明治23年） | 噴火，鳴動，降灰，火口噴出型ラハール | 官報2152号，官報2155号 |
| 1890年10～12月（明治23年） | 鳴動 | 官報2252号 |
| 1952年7～9月（昭和27年） | 噴気発生，鳴動 | 気象要覧　第637号 |

* 旧暦は漢数字，太陽暦はアラビア数字で示す．

## 謝　辞

環境省関東地方環境事務所五明国立公園環境事務所，林野庁関東森林管理局日光森林管理署，栃木県日光市，群馬県利根郡片品村及び日本製紙総合開発株式会社片品高原事業部の皆様には，当該地域の立入及び試料採取許可をいただいた．日本製紙総合開発株式会社片品高原事業部所有のボーリングコアを見せていただいた．記して感謝申し上げます．

## 引用文献

石崎泰男・森田孝夫・岡村裕子・小池一馬・宮本亜里沙・及川輝樹（2014）男体火山の最近17000年間の噴火史．火山，**59**，185–206，
気象庁編（2013）41．日光白根山．日本活火山総覧（第4版），気象庁，619–629．
草野有紀・石塚吉浩（2020）トレンチ調査に基づく日光白根火山1400年間の噴火履歴．地質調査研究報告，**71**，1–18．
草野有紀・及川輝樹・石塚吉浩（2021）日光白根火山1649年噴火の復元．火山，**66**，327–346．
町田　洋・新井房夫（2003）新編火山灰アトラス―日本列島とその周辺．東京大学出版会，東京，337p．
Newhall, C. and Self, S. (1982) The Volcanic Explosivity Index (VEI): An Estimate of Explosive Magnitude for Historical Volcanism. *Journal of Geophysical Research*, **87**, 1231–1238.
及川輝樹（2021）日光白根火山の噴火記録集．地質調査総合センター研究資料集，no. 723，18p．
奥野　充・宇留江智樹・中村俊夫（1994）那須茶臼岳，高原山，日光白根山の最近6000年間の噴火概度．名古屋大学加速器質量分析計業績報告書，**5**，207–216．
Okuno, M., Nakamura, T., Sakamoto, M., Yatsuzuka, S., Oikawa, T., Geshi, N., Hoshino, Y. and Takahashi, T. (2019) Eruption age of the Haruna Futatsudake Pumice (Hr-FP), central Japan, by radiocarbon wiggle matching with special reference to a $^{14}C$ dataset developed from a Japanese tree. *Quaternary International*, **527**, 29–33.
齋藤　講（1899）日光火山象地質調査報文．震災豫防調査会報告，**27**，12–78．
佐々木　実・横野　剛・村上　浩（1993）日光山群，日光白根火山および三ツ岳火山の地質と岩石．弘前大学理科報告，**40**，101–117．
震災豫防調査会（1918）日本噴火志（上編）．震災豫防調査会報告，**86**，236p．
高橋正樹・小屋敷子・矢島有紀子（1995）日光白根火山下マグマ供給システムの岩石学的モデル．月刊地球，**17**，113–119．
高橋正樹・吉田　剛・五十嵐俊成・金丸龍夫（2009）日光男体火山噴出物の全岩化学組成マグマ供給システム．日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要，**44**，63–120．
高橋正樹・間根英二・金丸龍夫（2017）日光火山日光溶岩ドーム群の全岩主化学組成―分析データ205個の総括―．日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要，**52**，135–179．
山口　靖・高倉伸一（1988）南会津地熱地質調査地域南西部の地質．昭和62年度サンシャイン計画研究開発成果中間報告書「国土地熱資源評価技術に関する研究」，地質調査所，65–77．
山元孝広（2013）栃木－茨城地域における過去約30万年間のテフラの再記載と定量化．地質調査研究報告，**64**，251–304．
山崎正男（1958）日光火山群．地球科学，**36**，27–35．

## Geology of Nikko-Shirane and Mitsudake Volcanoes

The Nikko area is located in the southern part of the Northeast Japan arc, where more than a dozen Quaternary volcanoes have formed over the area of about 30 km from east to west and 15 km from north to south. Among them, Nikko-Shirane, Mitsudake and Nantai Volcanoes erupted in the Holocene, and only Nikko-Shirane Volcano has a historical record of eruptions.

Mitsudake Volcano consists of monogenetic lava domes with andesitic to dacitic compositions. The domes have been built on Ryuzunotaki-Arasawa Pumice Flow Deposit, which erupted at 17 ka from Nantai Volcano, until 3.5 ka. Mitsudake Volcano consists of Karikomiko Lava, Kotoku Lava and a related tephra layer (Mt-1).

Nikko-Shirane Volcano is an andesitic to rhyolitic composite volcano made up of 12 lava flows and some pyroclastic deposits. It has three eruptive centers at the summits of Mt. Shirane (or Mt. Oku-Shirane: peak 2,578 m) and Mt. Zazen (2,317 m), and around Chinoikejigoku. Eruptions at Nikko-Shirane Volcano started around 20 ka, as indicated by the oldest Marunuma Lava which is covered by a paleosol including Asama-Itahana-Yellow pumice (As-YP). Mt. Zazen consists of Zazen Lava and Zazen Pyroclastic Deposit, which erupted at around 7.6 ka. A bowl crater 200 m in diameter was formed at the summit at the end of Zazen pyroclastic eruption. Mt. Shirane consists of Ohirogawara Lava, Okushirane-higashi Lava, Okushirane-minami Lava, Okushirane-kita Lava, Goshikinuma Pyroclastic Deposit, Okushirane-chuo Lava, Shirane-gongen Pyroclastic Deposit, Shiranesan Lava and Jigokunagi Pyroclastic Flow Deposit. The latest Shiranesan Lava covers the summit of Mt. Shirane, and was erupted at 3.5–3.2 ka with Jigokunagi Pyroclastic Flow. Chinoikejigoku Lava was likely erupted during 2.9–1.4 ka.

Since 1.4 ka, the volcanic activity of Nikko-Shirane Volcano is characterized by the repetition of phreatomagmatic and phreatic eruptions. The largest eruption in the record was a phreatomagmatic eruption in 1649 with VEI scale: 3. The related pyroclastic fall deposit (Nks-A) is preserved in Senjogahara with a maximum thickness of 20 cm. Eruptions in 1873 and 1889–90 were phreatic eruptions with VEI: 1–2 and the corresponding lahars were sourced from the crater on the western side of Mt. Shirane, which flowed down through Shirane Hot Spring and Katashina River to Tone River.

令和４年８月 30 日発行
著作権所有・発行者
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
〒 305-8567　茨城県つくば市 東 1-1-1　中央第 7
https://www.gsj.jp/inquiries/
AIST22-G14024
Geological Survey of Japan, AIST © 2022

(山元，2013）ことから，日光白根火山は2万年前頃には活動を開始していたと推定される．丸沼溶岩は丸沼東岸及び日光白根火山最西端に露出する，少なくとも2つの安山岩溶岩ローブからなる溶岩流である．噴出中心は不明である．丸沼高原スキー場周辺の溶岩ローブは，側端崖が明瞭に確認される．本溶岩流は丸沼高原スキー場近くのボーリングコアで層厚が86 m あることが確認され，体積は0.21 $km^3$ DREと見積もられる．丸沼溶岩から座禅溶岩噴出までの約1万年間には，少なくとも4ユニットの溶岩（弥陀ヶ池溶岩（Md），菅沼溶岩（Sg），大広河原溶岩（Ohg），七色平溶岩（Nd））を噴出した．これら4ユニットの合計体積は1.0 $km^3$ DREである．

座禅山は，座禅溶岩（Zn）と，溶岩を覆う座禅火砕堆積物（Zp）により構成される．座禅溶岩は，座禅山山頂付近から北方へ流下した厚い安山溶岩溶流で，基盤の鬼怒川流紋岩類や，火山体を構成する弥陀ヶ池溶岩，菅沼溶岩，七色平溶岩を覆う．本溶岩上下の安山岩試料流紋岩類との間の古土壌から7.6 ka の年代値が，本溶岩を被覆する古土壌からは5.7 ka の年代値が得られている．座禅溶岩直下の古土壌の$^{14}C$年代値より，座禅溶岩の噴出年代は約7.6千年前と考えられる．座禅溶岩の噴出に続いて，冷却即発性もう発泡の悪い火山岩塊からなる座禅火砕堆積物を放出し，山頂に火口（第4図の火口）を形成した．座禅溶岩と座禅火砕堆積物の合計体積は0.23 $km^3$ DREである．

座禅溶岩及び座禅火砕堆積物と同時期に噴出した日光白根火山起源のテフラは2層ある．6.4～6.3千年前の日光白根1降下火砕堆積物（Nks-H）は，ブルカノ式噴火に特徴的な灰色で層厚～中粒サイズの火山灰層として白根山及び座禅山の東方約3 km に確認され，下位にはやや細粒な黄白色火山灰層を伴う．5.7～5.5千年前の日光白根G降下火砕堆積物（Nks-G）は，黄白色で粘土質な火山灰層で，座禅溶岩を覆う．どちらも径1 mm 以下の構成物として本質物と考えられる淡色～暗色の発泡した新鮮なガラス質粒子を含むが，火山体を構成する地質ユニットとの対比は不明である（第5，6図）．

奥白根東溶岩（Ose）は，白根山火山体の東部に分布するデイサイト溶岩流である．現在の白根山頂付近から流出したと推定される．同様に白根山頂付近から流出したと考えられる大広河原溶岩との層序関係は確認できないが，分布高度から大広河原溶岩よりも新しいと判断した．体積は0.02 $km^3$ DREである．奥白根南溶岩（Oss）は，白根山の南部から流出したと推定される，デイサイト～流紋岩溶岩ドームである．大広河原溶岩及び奥白根東溶岩より溶岩微地形が明瞭であることから，奥白根東溶岩よりも新しいと判断した．奥白根南溶岩は，日光白根火山の溶岩の中で最も$SiO_2$に富む．体積は0.04 $km^3$ DREである．

白根山の北側には，大広河原溶岩，七色平溶岩，座禅溶岩に囲まれた範囲に安山溶岩流である奥白根北溶岩（Osn）が噴出した．これを覆って五色沼火砕堆積物（Gp）からなる五色沼火砕丘が形成された．奥白根北溶岩と前述の奥白根南溶岩との直接の被覆関係は確認できないが，分布高度からより新しいと判断した．五色沼火砕丘は白根山の北側にのみ露出する．本火砕堆積物は冷却即発性もう発泡の悪い安山岩火山岩塊からなり，これと同質の火山礫・火山灰からなる日光白根F降下火砕堆積物（Nks-F）に対比される．Nks-Fは座禅溶岩を覆うテフラで，上位に向かって細粒火山灰から火山礫・火山岩塊を伴う細～中粒サイズの灰色火山灰へと層相が変化する．Nks-Fの年代値と噴出物の特徴から，五色沼火砕丘は5.2千年前のブルカノ式噴火で形成されたと考えられる．体積は，奥白根北溶岩分0.04 $km^3$ DRE，五色沼火砕堆積物分0.003 $km^3$ DREである．

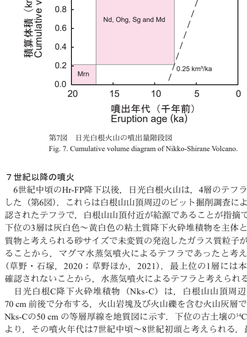
その後，現在の白根山山頂付近を噴出中心として奥白根中央溶岩（Osc）と白根権現火砕堆積物（Sgp）からなる白根権現火砕丘が形成された．奥白根中央溶岩は，山頂を挟んで南西と北東へ東に十数メートルの崖を形成した溶岩流である．白根権現火砕丘は現在の白根山頂のやや南に中心をもち，北側を白根山溶岩に覆われた，円錐型の火砕丘として存在する．堆積されたユニットの上位（第4図の口と及び）をもつ．白根権現火砕堆積物は軽状部理をもち発泡の悪い火山岩塊からなり，これと同質の火山礫・火山灰からなる日光白根E降下火砕堆積物（Nks-E）に対比される．Nks-Eは，上位に向かって細粒な火山灰から灰色の粗粒な火山灰へと層相が変化する．Nks-Eの年代値及び噴出物の特徴から，白根権現火砕丘は4.7千年前のブルカノ式噴火によって形成されたと考えられる．Nks-Eの8 cm 等層厚線を地質図に示す．白根山山頂から南東にある観測点で得られたボーリングコアにおいて，白根権現火砕堆積物と下位の奥白根中央溶岩の間に細粒な山灰質である．Nks-Eの層相が連続的に変化することから，これら2つの噴出物は，地質学的に明瞭な時間間隔を持たない一連の噴火によって形成されたと考えられる．体積は，奥白根中央溶岩分0.19 $km^3$ DRE，白根権現火砕堆積物は$10^{-3}$ $km^3$ DRE，Nks-Eが0.013 $km^3$ DREである．

白根山溶岩（Shs）は，白根山山頂の北～西側斜面に分布する安山岩～デイサイト溶岩で，日光白根火山の最も新しい溶岩ドームである．白根山の山頂西側の大広河原に延びる谷沿いには，層厚7 m 以上の地獄ナギ火砕流堆積物（Ji）が確認された．本火砕流堆積物は非溶結の火山岩塊火山灰流堆積物であり，ブルカノ式噴火に伴う火砕流堆積物は，本火砕流堆積物を複数含み，高温で流下し定置した特徴を示す．また，火山岩塊は発泡が悪く，始動状冷却即発性が発達するものも含む．本火砕流堆積物中の火山岩塊の，かんらん石斑晶に乏しい特徴や全岩化学組成は白根山溶岩に類似し，白根権現火砕堆積物とはやや異なる．また，炭化木片の$^{14}C$年代値は3.5～3.2千年前であることから，白根山溶岩及び地獄ナギ火砕流堆積物の形成年代も同時期であることを示す．白根山溶岩と地獄ナギ火砕流堆積物の合計体積は0.005 $km^3$ DREである．

白根山溶岩とほぼ同時期のテフラとして，日光白根D降下火砕堆積物（Nks-D）も認められる．Nks-Dは1Hr-FPの下位に層厚約10 cm の古土壌を介して確認される火山灰層で，白根山の近傍ではやや発泡した安山岩火山岩塊を含む．Nks-Dの8 cm 等層厚線を地質図に示す．Nks-Dの直下の古土壌の$^{14}C$年代が3.1～2.9千年前を示すことから，本テフラは白根山溶岩の流出後に噴出したと考えられる．体積は0.013 $km^3$ DREである．

血ノ池地獄周辺を噴出中心とする血ノ池地獄溶岩（Cj）は，日光白根山の中で最も溶岩微地形の保存が良い溶岩流である．正確な噴火年代は不明である．本溶岩は古土壌とHr-FPから上位のテフラに被覆され，Nks-Dに覆われることが確認されたことから，Nks-Dとは継同時期かそれ以降の，3～1.4千年前に噴出したと考えられる．噴出体積は0.17 $km^3$ DREである．

以上の結果をまとめると，日光白根火山は最近7.6千年間に，少なくとも300～1500年に1回の頻度でマグマ噴火を発生したことになる．平均マグマ噴出率は，0.1 $km^3$ DRE/千年となり，噴出率の低下傾向は認められない（第7図）．




第7図　日光白根火山の噴出量曲線図
Fig. 7. Cumulative volume diagram of Nikko-Shirane Volcano.

#### 7世紀以降の噴火

6世紀中頃のHr-FP降下以後，日光白根火山は，4層のテフラを噴出した（第6図）．これらは白根山山頂周辺のピット掘削調査によって確認されたテフラで，白根山頂付近が給源であることが指摘できる．下位の3層は灰白色～黄白色の粘土質降下火砕堆積物を主体とし，本質物と考えられる砂サイズで未変質の発泡したガラス質粒子が含まれることから，マグマ水蒸気噴火によるテフラであったと考えられる（草野・石塚，2020；草野ほか，2021）．最上位の1層には本質物が確認されないことから，水蒸気噴火によるテフラと考えられる．

日光白根C降下火砕堆積物（Nks-C）は，白根山山頂周辺に層厚70 cm 前後で分布する．火山岩塊及び火山礫を含む火山灰層である．Nks-Cの50 cm の等層厚線を地質図に示す．下位の古土壌の$^{14}C$年代値より，その噴火年代は7世紀中頃～8世紀初頭と考えられる．最近1.4千年間の降下テフラ中，白根山山頂周辺における層厚が最も厚いため，Nks-Cテフラの噴火規模が最も大きいと考えられる．

日光白根B降下火砕堆積物（Nks-B）は，白根山山頂周辺に層厚1～10 cm で分布する．含火山礫火山灰層である．