

北海道北東部に分布する鮮新-更新世白滝カルデラの火山岩類のK-Ar年代

K-Ar ages of volcanic rocks from the Plio-Pleistocene Shirataki caldera in the northeastern part of Hokkaido, Japan

八幡 正弘・岡村 聡*・西戸 裕嗣**
Masahiro Yahata, Satoshi Okamura* and Hirotsugu Nishido**

キーワード; K-Ar年代, カルデラ, 鮮新-更新世, 東北北海道鉦床区

Key words; K-Ar age, Caldera, Plio-Pleistocene, Northeast Hokkaido Metallogenic Province

I はじめに

北海道北東部地域には、後期新生代の火山岩類が広く分布するとともに、これらの火山活動に伴って形成された浅熱水性鉦床（金銀、銅鉛亜鉛、水銀）が多数分布する（第1図）。この鉦床分布域は北東北海道鉦床区と呼ばれている（斎藤, 1958）。

この鉦床区における浅熱水性鉦床の形成年代は14.4-0.3Maで、鉦化作用の場が北から南へと移動したことが明らかとなっている（八幡ほか, 1996, 1999）。この鉦化作用の場の移動は、火山活動の活動域が中期中新世には北海道北東部の広い範囲であったのに対し、時間とともに現在の千島弧火山フロントの近傍に収束したことに起因し、とくに中期中新世末以降の東西圧縮応力による急激な隆起運動と陸域での火山活動が関係したことが明らかになっている（八幡ほか, 1999; 八幡, 2002）。また、鉦床の形成レベルおよび堆積盆地と鉦化帯との位置関係についても解析が行われ（八幡・黒沢, 2002）、とりわけ紋別-上士幌地溝帯（八幡, 1997）の形成と地溝帯内およびその周辺地域に分布するいくつかのカルデラ構造（火山性陥没盆地）の形成が鉦化帯形成場を規定したことが指摘されている（久保田, 1995; 八幡, 1995; 八幡・黒沢, 2002）。

しかし、これらのうちカルデラ構造については、既存の地質図と重力異常図からの推定に留まっており、カルデラ構造の詳細やカルデラの形成がどの程度、鉦化作用に関与したかについては明らかになっていない。

本論では紋別-上士幌地溝帯西方の白滝地域における温泉ボーリング試料から小規模なカルデラの存在が明らかとなったことを示し、その形成年代と鉦化作用との関連について報告する。

なお、白滝地域では久保田（1995）により低重力異常から陥没構造が推定されている。

II 白滝カルデラの地質と年代測定試料

白滝地域（第2図）には先第三系（主として白亜系）の日高累層群とこれに貫入した古第三系の花崗岩類、そして、中部中新統の上支湧別層が分布し、これらを鮮新-更新統の陸成の火山岩類および湖沼性堆積物がおおっている（長谷川ほか, 1961; 国府谷ほか, 1964）。

日高累層群は主に粘板岩・砂岩からなり、これに貫入した古第三紀の花崗岩類（FT年代: 30.2Ma, 32.0Ma; 興水・金, 1986）はNNW-SSEの伸長方向を示す。中部中新統の上支湧別層は礫岩・砂岩からなり、支湧別川上流に分布する。鮮新-更新統は下位から幌加湧別溶結凝灰岩・白滝層・ニセカウシュッペ山火山噴出物・天狗岳溶岩が重なる。

幌加湧別溶結凝灰岩はデイサイト質で、白滝北東部にわずかに分布する。

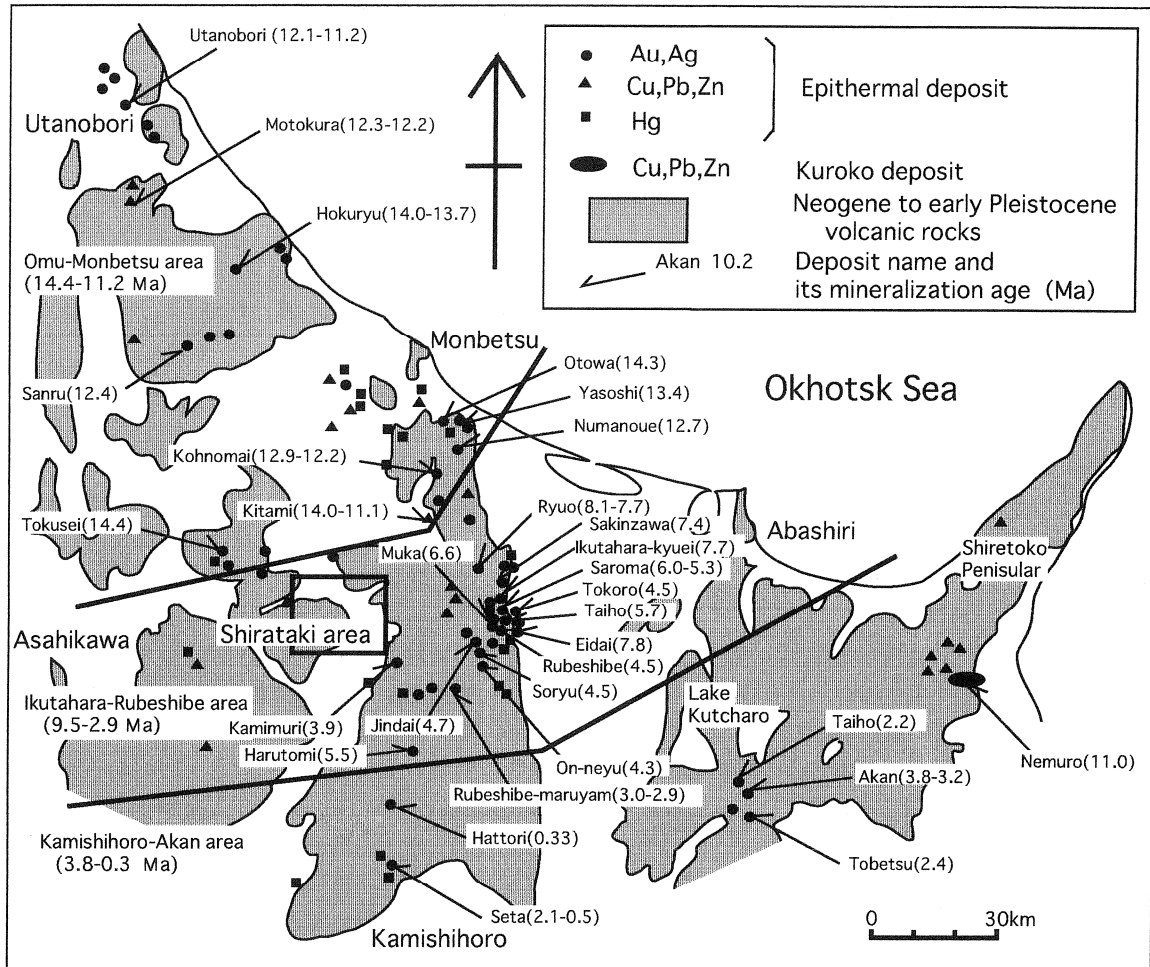
白滝層は白滝から南西側の湧別川と支湧別川とに囲まれた地域に分布し、主に礫岩・砂岩・シルト岩からなる湖沼性堆積物である。白滝層中にはデイサイト質の白滝溶結凝灰岩（F.T.年代; 2.2Ma, 興水・金, 1986）が介在する。白滝で掘削された孔井SWHでは白滝層は地表下113mまで分布し、下部から基底礫を伴う凝灰岩と泥岩の互層・軽石凝灰岩・凝灰質泥岩・砂岩泥岩互層が重なる（第2図）。

ニセカウシュッペ山火山噴出物は安山岩溶岩からなり、天狗岳南西方において白滝溶結凝灰岩をおおって分布する。天狗岳北東方約4kmで掘削された孔井STHでは孔口から350m以深に本火山噴出物に相当する安山岩溶岩・安山岩質凝灰角礫岩・安山岩質溶結凝灰岩が孔底の1306mまで確認された（第3図）。天狗岳溶岩は天狗岳周辺に広く分布し、その基底面標高は天狗岳南西部から天狗岳北東部に向かって低下している。孔井STHでは深度350mから16.5mまでの安山岩溶岩がこれに相当する。

第2図の地質断面図に示したように、孔井STHでは950m以上の層厚のニセカウシュッペ山火山噴出物が

* 北海道教育大学札幌校 (Sapporo Campas, Hokkaido Education University, Sapporo 002-8075, Japan)

** 岡山理科大学自然科学研究所 (Research Institute of Natural Sciences, Okayama University of Science, Kamifukuda, Kawakami-son, Maniwa-gun, Okayama 717-0602, Japan)



第1図 北海道北東部地域の金属鉱床分布図

Fig. 1 Distribution map of metallogenetic mineral deposits in the northeastern part of Hokkaido.

確認された。周辺の地質データを考慮すれば、孔井STHを中心に直径3-4kmのカルデラ構造が推定される。ここではこれを白滝カルデラと呼ぶ。

K-Ar年代測定試料の採取位置と岩石記載

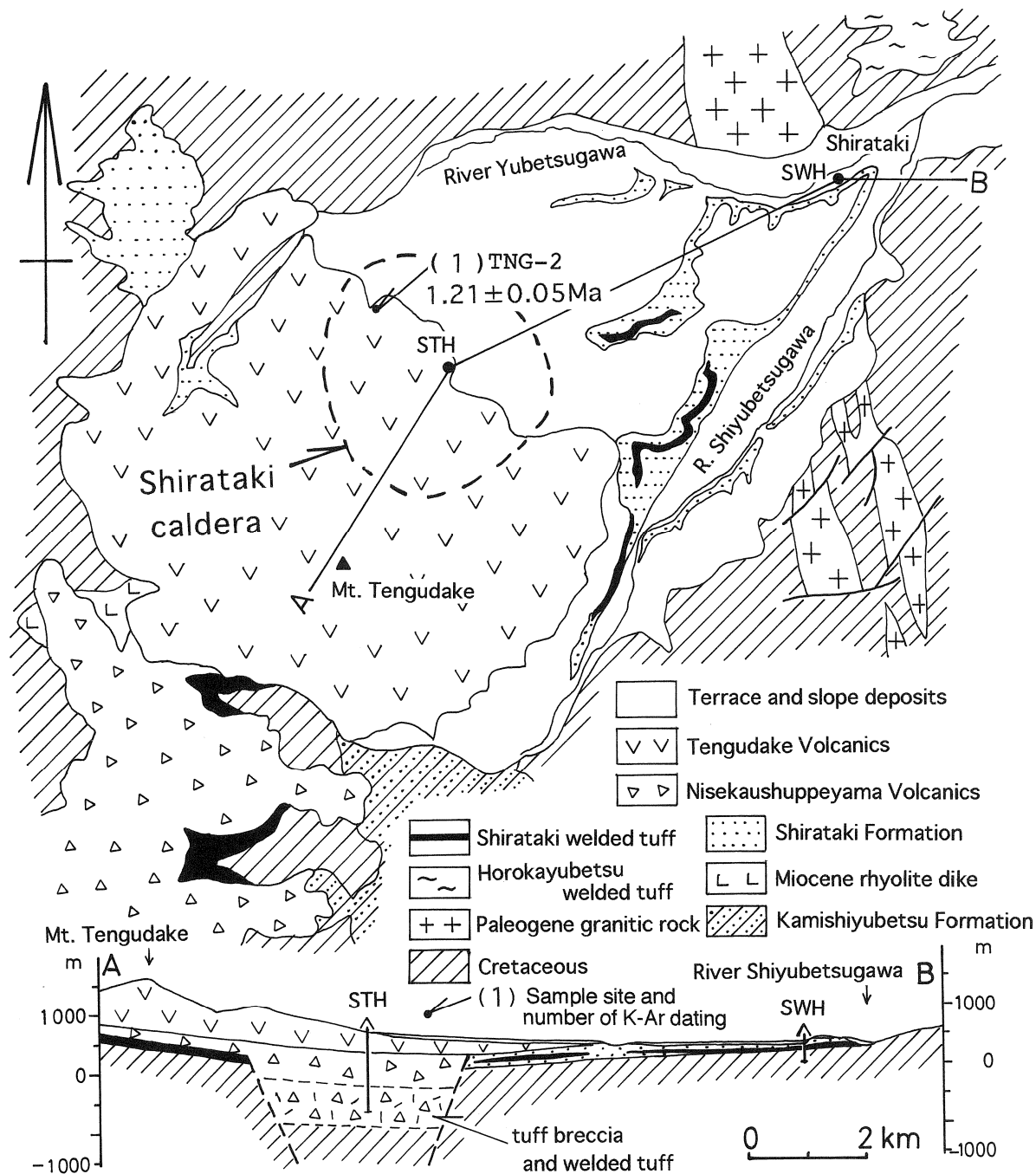
(試料番号1) 白滝層：年代測定用試料 (SWH-94.4) は白滝村の孔井SWH (北緯43°52'41", 東経143°10'14") の深度94.4mのコアから採取した軽石凝灰岩中の黒雲母とホルンブレンドである。軽石凝灰岩はデイサイト質で、長径3-10mmの発泡度の良い軽石の他、石英、斜長石、黒雲母、ホルンブレンドなどの結晶に富む。火山ガラスは新鮮である。

(試料番号2) ニセカウシュッペ山火山噴出物：年代測定用試料 (STH-1203) は白滝村の孔井STHの深度1203mのコアから採取したデイサイト質溶結凝灰岩である。鉱物片として斜長石、石英、斜方輝石、不透明鉱物を含む。斜方輝石の一部は緑泥石に置換されている。岩片としては軽石片、デイサイト～斑岩とごく少量のシルト岩、頁岩からなる。軽石片は扁平に変形した溶結構造を示す。デイサイト～斑岩は部分的にサポナイトや方解石に置換されている。基質は溶結構造の

顕著な火山ガラスからなり、脱ガラス化作用を受けている。

(試料番号3) ニセカウシュッペ山火山噴出物：年代測定用試料 (STH-900) は白滝村の孔井STHの深度900mのコアから採取した角閃石含有単斜輝石-斜方輝石安山岩で、斑晶鉱物として斜長石、単斜輝石、斜方輝石とごく少量の褐色角閃石を含む。角閃石斑晶は不透明鉱物からなるオパサイト縁を持つ。斜方輝石斑晶も同様なオパサイト縁を持つことが多い。微斑晶として不透明鉱物、緑泥石に置換された仮像結晶がみられ、カンラン石の可能性がある。石基はハイアロピリティック組織を示し、斜長石、単斜輝石、斜方輝石、不透明鉱物とこれらを埋める淡褐色火山ガラスからなる。

(試料番号4) ニセカウシュッペ山火山噴出物：年代測定用試料 (STH-500) は白滝村の孔井STHの深度500mのコアから採取した単斜輝石-斜方輝石安山岩で、斑晶鉱物として斜長石、単斜輝石、斜方輝石を含む。融食形を示す他形の石英・斜長石斑晶を少量含む。他形結晶をなす斜長石は核部や周縁部が塵状包有物で覆われている。石基はハイアロピリティック組織を示



第2図 白滝地域の新第三系および更新統の地質図と地質断面図 (長谷川ほか (1961) および国府谷ほか (1964) をもとに編集)

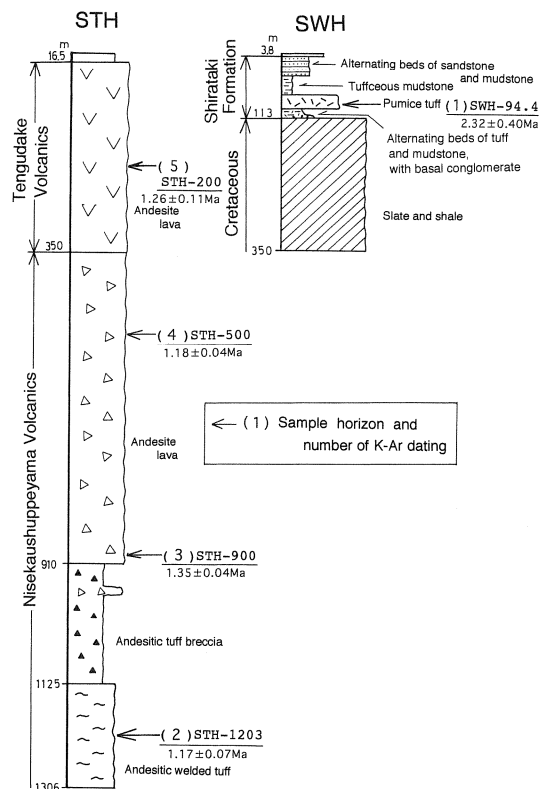
Fig. 2 Geologic map and geological cross section of the Neogene and Pleistocene formations in the Shirataki area, simplified from Hasegawa et al. (1961) and Konoya et al. (1964).

し、斜長石、単斜輝石、斜方輝石、不透明鉱物とこれらを埋める淡褐色火山ガラスからなる。

(試料番号5) 天狗岳火山噴出物：年代測定用試料 (STH-200) は白滝村の孔井STH (北緯 $43^{\circ}50'83''$ 、東経 $143^{\circ}05'31''$) の深度200mのコアから採取した単斜輝石—斜方輝石安山岩で、斑晶鉱物として斜長石、単斜輝石、斜方輝石を含む。石基はハイロピリティック組織を示し、斜長石、単斜輝石、斜方輝石、不透明鉱物、シリカ鉱物からなる。石基ガラスのほとんどは脱

ガラス化してシリカ鉱物となっている。

(試料番号6) 天狗岳火山噴出物：年代測定用試料 (TNG-2) は天狗岳北約4.5kmの林道 (北緯 $43^{\circ}51'10''$ 、東経 $143^{\circ}04'11''$) から採取した単斜輝石—斜方輝石安山岩で、斑晶鉱物として斜長石、斜方輝石、単斜輝石を含む。石基はピロタキシティック組織を示し、斜長石、単斜輝石、斜方輝石、不透明鉱物、シリカ鉱物からなる。石基のシリカ鉱物は球顆状組織を示し、脱ガラス化によって生じたとみられる。



第3図 白滝地域の鮮新-更新統のボーリング柱状図
Fig. 3 Borehole column of the Plio-Pleistocene formations in the Shirataki area.

III K-Ar年代

K-Ar年代測定に供するための試料は、新鮮な岩石試料約50gを粉碎し、60-80メッシュの粒度に揃えたのち、アセトンと純水・イオン交換水で洗浄した。ただし、試料番号1については軽石凝灰岩中からホルンブレンドと黒雲母をハンドピッキングにより分離し、アセトンと純水・イオン交換水で洗浄した。これらの試料をそれぞれ2分し、K定量用とAr同位体比測定用に供した。

Kの定量は上記試料を200メッシュ以下に粉碎して、約200mgを $H_2SO_4 \cdot HF$ で分解・処理した。共存元素のイオン化干渉を抑制するためにCsイオンを添加して、各試料2回ずつ炎光分光分析法により測定を行ない、平均値を取った。分析精度はいずれも相対誤差で2%程度である。

Ar同位体比は上記試料のうち約500mgを用い、同位体希釈法により高精度Ar専用質量分析計で測定した。分析操作および測定精度の詳細は長尾ほか(1984)、Itaya et al. (1984)が報告している。測定結果を第1表に示した。

白滝層中に介在する軽石凝灰岩中のホルンブレンドと黒雲母(試料番号1)のK-Ar年代は 2.32 ± 0.40 Maであった。この値は白滝層中に介在するとされる白滝溶結凝灰岩のF.T.年代2.2Ma(興水・金, 1986)と一致

し、この軽石凝灰岩は白滝溶結凝灰岩の非溶結相である可能性が大きい。孔井STH中のコアのK-Ar年代はニセカウシュッペ山火山噴出物に属する溶結凝灰岩(試料番号2)が 1.17 ± 0.07 Ma、安山岩(試料番号3, 4)が 1.35 ± 0.40 Maと 1.18 ± 0.04 Maであり、天狗岳溶岩に属する安山岩(試料番号5)が 1.26 ± 0.11 Maであった。また、地表に分布する天狗岳溶岩(試料番号6)は 1.21 ± 0.05 Maであった。これらのことからニセカウシュッペ山火山噴出物と天狗岳溶岩を形成した火山活動は1.35Ma-1.17Maの間に行われ、白滝層の堆積期と約100万年の時間差がある。

IV 白滝カルデラの形成時期と鉱化作用との関連

以上述べたように、白滝カルデラは天狗岳北東方に分布し、その直径は3-4kmと推定される。カルデラを埋積した堆積物は1.35-1.17Maのニセカウシュッペ山火山噴出物の安山岩質溶結凝灰岩、凝灰角礫岩および安山岩溶岩である。地質図や現地地形から推定される古湖沼域は白滝から天狗岳にいたる長径約12km(北東-南西方向)、短径約8km(北西-南東方向)であるが、この古湖沼域には2.3-2.2Maの湖沼性堆積物の白滝層(層厚113m以上)が堆積しているのみで、白滝カルデラを埋積したニセカウシュッペ山火山噴出物は認められない。白滝層の分布と基盤構造から、古湧別川が白滝付近で、前の時代の火山噴出物、たとえば、幌加湧別溶結凝灰岩などによって堰き止められたことにより形成された湖沼中に堆積した堆積物が白滝層と推定される。これに対し、白滝カルデラを埋積したニセカウシュッペ山火山噴出物の年代は1.35-1.17Maで、白滝層堆積から約100万年後に堆積したことを示している。このことは白滝カルデラは白滝層が堆積した湖沼の形成とは異なったステージに、かつ別の火山活動によって形成されたことを示している。さらに、白滝カルデラ内堆積物中には砂岩や泥岩などの湖沼性堆積物が認められないこと、また堆積物は火砕流堆積物や溶岩などであることから、カルデラはカルデラ形成後の比較的短時間のうちに火山噴出物によって埋積されたことを示している。

一方、孔井STH中の地質試料はいずれも顕著な熱水変質作用を受けてなく、また、カルデラ近傍に鉱化帯の存在が知られていないことから、カルデラの形成が必ずしも鉱化帯の形成を含む熱水活動を発生させるとは限らないことを示している。このことは白滝カルデラ東方に分布し、多数の鉱化帯の形成をもたらした紋別-上土幌地溝帯と同様の熱水循環系が白滝カルデラにおいては存在しなかったことを意味する。

謝 辞

本研究で使用した温泉ボーリング試料は白滝村によ

第1表 白滝地域の鮮新—更新世火山岩類のK-Ar年代
 Table 1 Results of K-Ar dating of the Plio-Pleistocene volcanic rocks in the Shirataki area.

No.	Sample No.	Rock types	K-Ar ages (Ma)	K (Wt %)	Rad. ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ STPCC/g)	Air Cont. (%)
1	SWH-94.4	bi.-hb. pumice tuff	2.32±0.40	5.09	45.9 ±7.9	91.3
2	STH-1203	welded tuff	1.17±0.07	2.58	11.7 ±0.7	75.9
3	STH-900	hb.-two px. andesite	1.35±0.14	1.23	6.43±0.66	85.6
4	STH-500	two px. andesite	1.18±0.04	1.77	8.13±0.24	57.5
5	STH-200	two px. andesite	1.26±0.11	1.61	7.89±0.66	81.3
6	TNG-2	two px. andesite	1.21±0.05	1.87	8.76±0.30	57.8

り提供されたものである。岡山理科大学の板谷徹丸教授にはAr専用質量分析装置の使用にあたり便宜をはかっていただいた。これらの関係各位に対し、ここに記して心より感謝の意を表します。

文 献

- 長谷川潔・高橋俊正・松井公平 (1961) : 5万分の1地質図幅「上支湧別」および同説明書。北海道開発庁, 44p.
- Itaya, T., Nagao, K., Nishido, H. and Ogata, K. (1984): K-Ar age determination of Late Pleistocene volcanic rocks. Jour. Geol. Soc. Japan, 90, 899-909.
- 興水建司・金 喆佑 (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) —上支湧別・北見富士地域—。地質雑, 92, 477-487.
- 久保田喜裕 (1995) : 北海道東部地域の金鉱床胚胎場。平成6年度広域地質構造調査報告書「構造解析総合調査」, 通商産業省, 254-258.
- 長尾敬介・西戸裕嗣・板谷徹丸・緒方惟一 (1984) : K-Ar法による年代測定。岡山理大蒜山研究所研究報告, 9, 19-38.
- 齊藤昌之 (1958) : 金属鉱床および非金属鉱床, 20万分の1地質図幅説明書。北海道地下資源調査所, 41-52.
- 八幡正弘 (1995) : 中央北海道東部の新第三紀地溝帯の構造と火山活動・金鉱化作用。平成6年度広域地質構造調査報告書「構造解析総合調査」, 通商産業省, 49-65.
- 八幡正弘 (1997) : 東北海道鉱床区における新第三紀の紋別—上土幌地溝帯。地下資源調査所報告, 68, 43-56.
- 八幡正弘 (2002) : 北海道における後期新生代の鉱化作用および熱水活動の時空変遷。地質研究所報告, 73, 151-194.
- 八幡正弘・久保田喜裕・黒沢邦彦・山本邦仁 (1996) : 北海道北東部における浅熱水性鉱床の鉱化年代。資源地質学会第46回年会講演会要旨集, 35.
- 八幡正弘・久保田喜裕・黒沢邦彦・山本邦仁 (1999) : 北海道北東部における浅熱水性鉱化作用の時空変遷。資源地質, 49, 191-202.
- 八幡正弘・黒沢邦彦 (2002) : 北海道北東部の後期新生代金銀鉱化帯上部の特徴。地質研究所報告, 73, 133-142.