

第2図 改訂された北海道第四紀火山の分布図(黒丸). 大黒丸は大規模カルデラ火山で、それぞれその後カルデラ火山については示していない. 噴出物の分布は考慮していない. 第四紀の大規模火砕流も図示していない. 図には地質構造帯名、下線を引いたものは3つに区分した火山活動地域を示す. 第三紀から第四紀にかけて、火山活動域に変化が現われ、道北地方、北海道中央部および西南北海道北部は、第四紀になって火山活動空白域となった.

研究によって北海道の火山分布図は大きく書き換えられ、従来のもの(第1図)とは随分違ったものになった(第2図). つまり新しく第四紀火山であることが分かったり、逆に第四紀火山と考えられていたものが、それ以前の古い火山であることが分かってきた. 例えば道北の函岳やピヤシリ岳は火山地形の保存の良さから第四紀火山と考えられてきたが、K-Ar年代測定の結果、中期中新世の火山であることが判明した. また、北海道中央部の暑寒別山やイルムケップ山、札幌近郊の手稲山も第四紀火山ではなく、鮮新世の火山であることが明らかになった. 本州の火山を見慣れた著者の目には、これらの山々は、その絶対年代がにわかには信じられないほど、火山地形を良く保存している. 絶対年代の少ない時代に、先人達がこれらの火山を第四紀火山と考えたのも無理からぬところである. 火山地形の保存が良好な理由としては、これらの山々が厚い溶岩流主体の火山であることのほかに、北海道の気候も影響し

ていると考えられる.

この結果、北海道の火山は東北日本弧の北端に位置する西南北海道の諸火山、千島弧に属する北海道中～東部の諸火山に大別できる(第2図). 両者の間は火山分布の空白域である. また千島弧の火山は、大雪-十勝-然別と阿寒-知床の火山列(火山地域)に細分でき、国後および択捉島へと続く、海溝軸の伸びに対する火山の雁行配列が顕著である. これは千島海溝での太平洋プレートの斜め沈み込みによる雁行状に発生する割れ目を通じてマグマが上昇したとして説明できる(貝塚, 1972).

北海道で見られた火山の数の増減は、K-Ar法による年代測定の精度が向上した現在では当り前のことで、本州の諸火山でも同様の現象は起こっている. しかし本州では北海道のように分布そのものが大きく変更されることはない. このことは本州では少なくともここ数百万年の間に、火山活動域が大きくは変化していないのに、北海道では第三紀から第

四紀にかけて、火山活動域が大きく変化したことを示している。この点からも北海道では火山を研究する際には、まずその活動年代を意識する必要がある。

では第三紀から第四紀にかけての火山活動域の変化(移動)は何を物語っているのでしょうか。北海道は千島弧と東北日本弧の島弧会合部であり、中新世末から現在にかけて千島前弧の東北日本弧の衝突という大きな造構運動が想定されている(例えば、木村, 1981)。この衝突により日高山脈が形成されたと考えられているが、このような事件が同時代の火山活動に影響を与えないはずがない。北海道における火山活動の時空変化の研究は、北海道あるいは島弧会合部のテクトニクスを解明する鍵になると考えられる。

2.2 北海道の3つの火山密集域と火山岩組成の広域変化

火山分布に注目すると、北海道は西南北海道、大雪-十勝-然別、阿寒-知床の3つの火山密集域があり、それらから孤立して利尻火山が存在する。このうち3つの火山密集域は、東北本州および千島列島から連続する火山分布と調和し、全体として海溝の伸びに平行に60~100 kmの幅で火山が分布している。そしてより背弧側になると火山数は激減する。このような分布の特徴は、北海道の火山が海溝への海洋プレートの沈み込みにより生じた島弧火山であることを示している。

島弧火山の特徴のひとつに、海溝からの距離に比例して火山岩組成が規則的に変化することがあげられる(火山岩組成の水平変化)。第3図は各火山の火山岩組成を最小自乗法から、 $\text{SiO}_2=60\%$ のときの各元素量を求め、その値を各火山について地図上に落としたものである(中川ほか、投稿中)。主成分元素の広域変化に注目すると、火山の海溝からの距離に対応して、各元素量は規則的に変化する明瞭な広域変化が認められ、広域変化が明瞭な K_2O では、西南北海道と阿寒-知床地域では、海溝の伸びと平行な等値線が描ける。この変化はよく研究が進められている東北日本のそれと同じ傾向である。それに対して、大雪-十勝-然別地域では等値線は海溝軸の伸びと斜交し、さらに $\text{K}_2\text{O}_{\text{SiO}_2=60} < 1\%$ の低 K_2O 火山が存在しない。そして、 FeO の広域変化に注目すると、大雪-十勝-然別地域では、背弧側に向かっ

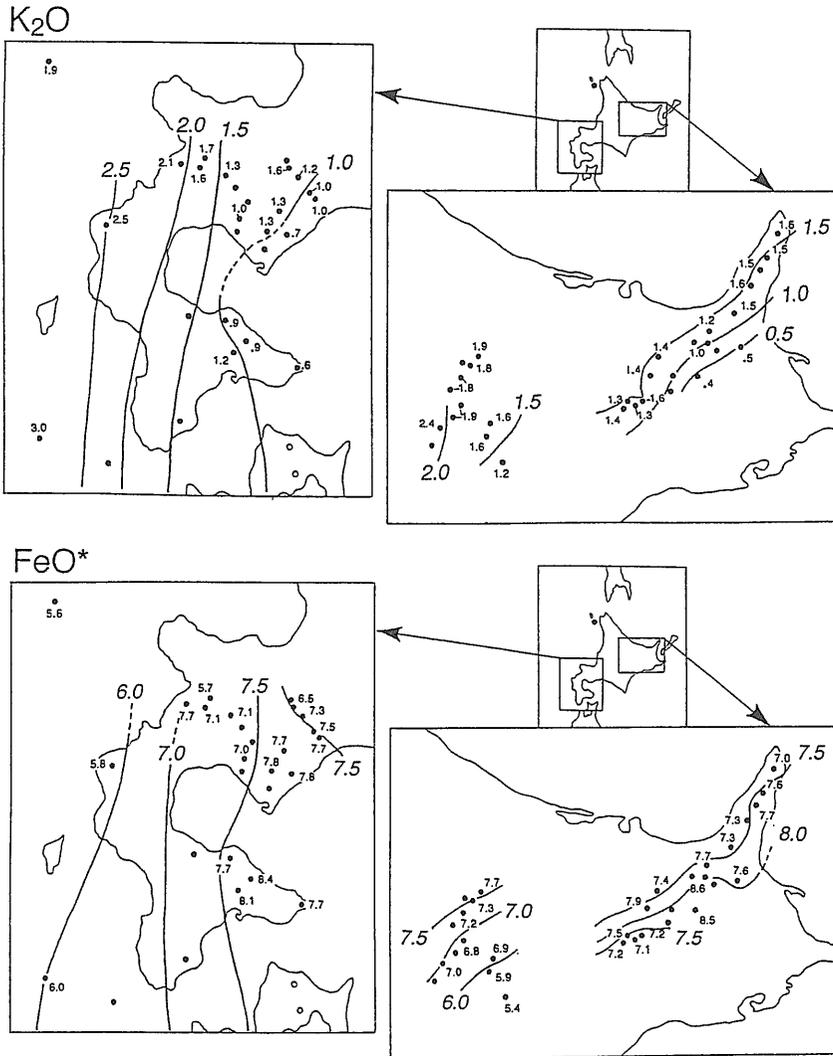
て FeO 濃度が増加し、逆に FeO 濃度が減少する他の2地域とは異なっている。このことは、大雪-十勝-然別地域は他の2地域と比べ、太平洋プレートの沈み込みの様式、あるいは上部マントルおよび下部地殻の構造・組成が異なっていることの反映と考えられる。地球物理学的観測によれば、沈み込むスラブを示す2重深発地震面は、千島弧から東北日本弧まで連続している。現在の沈み込みが第四紀の間は継続していたとすれば、大雪-十勝-然別地域の広域変化異常は、上部マントル~下部地殻の構造・組成差のためと考えられる。地質構造に注目すると、西南北海道および阿寒-知床の両火山地域は、背弧海盆を持つ島弧-海溝系であるのに対して、大雪-十勝-然別地域は背弧海盆がない点で区別できる。上述の、北海道における火山岩組成の広域変化は、地質構造の差を反映していると言い替えることもできる。

一方、利尻火山は北海道北端の日本海上に位置し、大雪火山との間、約200 kmが第四紀火山分布空白域であり、その存在そのものが特異である。また噴出物の化学組成もアルカリ量、特に Na_2O が高い特徴があり、その点でも北海道の他の火山と比べると異常である。利尻火山は、その他の北海道の火山とは別のメカニズムで、形成されたのではないかと著者には思える。

2.3 火山および噴出物の形態

火山の形態という点に注目すると、北海道では火山フロント近くで、西南北海道では支笏カルデラや洞爺カルデラ、阿寒-知床地域では阿寒カルデラ、屈斜路カルデラおよび摩周カルデラなどの数10万年から数千年前の新しい大型カルデラが分布することが特徴的である。日本で新しい大型カルデラが分布するのは、北海道のほかに九州があり、いずれも現在の島弧会合部に位置する。島弧会合部にカルデラが多い原因として、島弧会合部が地殻ひずみ速度が小さいことを指摘し、そのことがカルデラを作るような大量のマグマが蓄積する原因となったと議論されている(Takahashi, 1990)。一方、更新世中頃以前は、北海道から東北にかけて広い地域で、大型カルデラが活動しており、Takahashi (1990)の解釈が正しいならば、更新世中頃に北日本では地殻ひずみ速度に大きな変化があったことが考えられる。

カルデラ火山が分布するこの両地域の火山フロン



第3図 第四紀火山岩のSiO₂=60%のときの、K₂Oと全鉄(FeO*)の値の広域変化(中川ほか, 投稿中). 図中には等値線も記入している.

ト近くの火山は、後カルデラ火山と呼ばれるものがほとんどであり、西南北海道では洞爺カルデラの有珠山、支笏カルデラの樽前山などがあり、阿寒-知床地域では阿寒カルデラの雌阿寒火山、屈斜路カルデラのアトサプリ火山などがその代表である。これらのカルデラ火山の背弧側には成層火山および溶岩ドーム群からなる火山が存在し、西南北海道では狩場火山、ニセコ火山群および羊蹄山などが分布し、阿寒-知床地域では斜里岳から知床半島上に諸火山が連なっている。

北海道中央部の大雪-十勝-然別地域では、鮮新世から第四紀にかけて複数回の大規模火砕流の活動が

あり、その後100万年以降は、大雪山から十勝岳、そして然別からニペソツ火山にかけて成層火山および溶岩ドーム群の活動があった。

利尻火山は典型的な成層火山であり、現在は浸食が進み、その内部構造がよく観察される(写真1)。また利尻火山では、日本では稀な、パホイホイ溶岩流が観察されることでも有名である(写真2)。

3. 北海道の活火山

3.1 概説

気象庁は過去2000年の間に活動したことのある



写真1 南方よりみた利尻火山。利尻火山は浸食が進み、成層火山の内部構造がよく観察できる。山体にみえる直立した岩塔は岩脈。(石塚吉浩氏撮影)

火山を活火山として認定している。北海道には、北方領土内を除いても、そのうちの14火山が存在する。なかでも、雌阿寒岳・十勝岳・樽前山・有珠山および北海道駒ヶ岳の5火山は、特に活動的であるとして、気象庁および北海道大学によって常時観測が行われている。

3.2 噴火湾沿いの17世紀の一斉噴火

函館と札幌を結ぶJRは噴火湾沿いを走る。函館を出ると、大小様々の島を浮かべた大沼の背景に北海道駒ヶ岳(以下、駒ヶ岳)が山頂部が欠けた特徴ある山容を見せる。この火山は1929年に大噴火が発生し、山麓部に火砕流を流出させた。この噴火は日本で最初に、発生した火砕流が写真に撮影されたことでも知られている。駒ヶ岳をあとにすると、列車は噴火湾沿いに北上を続け、やがて洞爺カルデラ外輪山上に形成された有珠山を望むことができる。有珠山は火山としては小型であるが、その活発な噴火活動で有名である。有珠山の北東麓には現在も噴気が盛んな昭和新山が、車窓より眺められる。1945～48年にかけてそれまでの畑が昭和新山となった噴火はあまりにも有名である。さらに1977年には有珠山の山頂部で噴火が発生し、山麓部の洞爺湖温泉街に深刻な影響を与えたことも記憶に新しい。

有珠山を離れ、室蘭を過ぎ、列車は温泉で有名な登別に到着する。登別温泉はクッタラカルデラの縁に発達した温泉街である。クッタラ火山も6万年から4万年前にかけて複数回の巨大噴火を繰り返した。苫小牧市へと向かう途中で沿線北側に、なだらかな斜面をもち、山頂部に饅頭のような溶岩ド

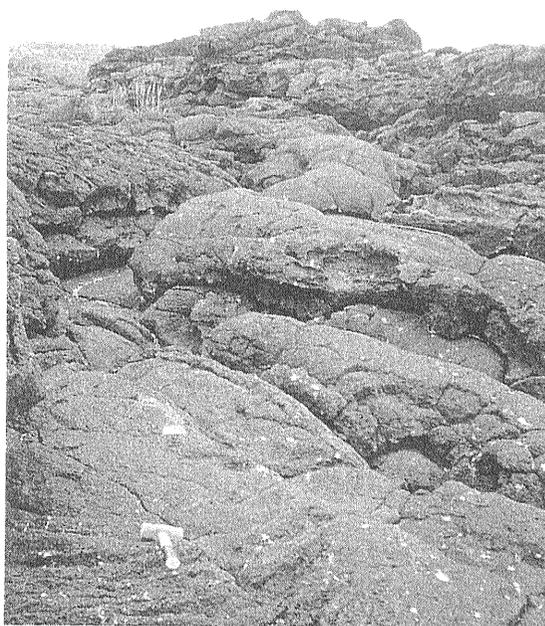


写真2 利尻火山の杓形溶岩流。日本では珍しいペホイ溶岩流として有名。(石塚吉浩氏撮影)

ムをのせた樽前山の姿が目に入る。ここ90年近く鳴をひそめているが、樽前山山頂部の溶岩ドームは1909年の噴火で形成されたものである(写真3)。

このように噴火湾沿いおよび周辺部に近年に噴火を繰り返す活動的な火山を多数抱えている(第4図)。このうち駒ヶ岳、有珠山および樽前火山は将来の噴火の危険性が高く、気象庁および北海道大学による常時観測が続けられている。これらの諸火山の他に、恵山・クッタラ(登別)および恵庭火山も最近になって2000年以内の火山活動が確認され、気象庁により活火山に追加された。この地域の火山活動で最も注目される点は、上記の6火山が、それ以前の火山活動休止期のあと、17世紀になって一斉に噴火を再開したことがあげられる。

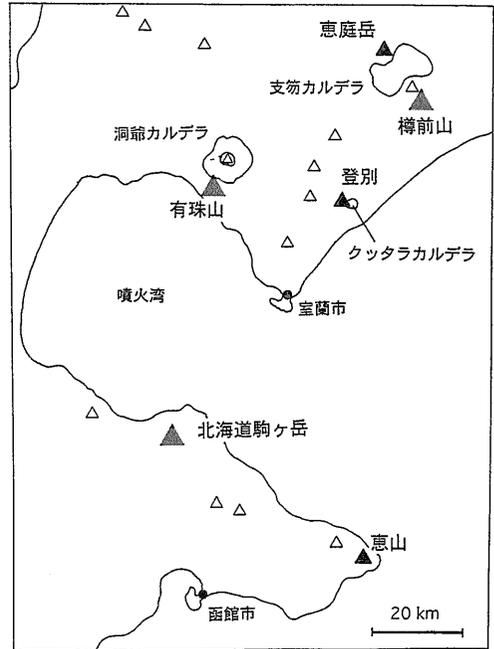
西南北海道南部では、10～12万年前の洞爺カルデラの形成、6万年～3万年前のクッタラ火山地域、3万年前の支笏カルデラの形成と、1回の噴出量が数10から100 km³を超える巨大噴火を繰り返し、その後も中規模の噴火を繰り返してきた。しかしそれらの噴火も2000年ぐらい前には一段落つき、その後は顕著な噴火活動はなかったと、丹念な地質調査から推定されている。しかし、17世紀になって一斉に噴火が再開された(勝井・鈴木, 1982)。駒



写真3 樽前山, 1909年噴火により生じた溶岩ドーム。
(古川竜太氏撮影)

ヶ岳は1640年, 有珠山は1663年, そして樽前山1667年に大噴火を起こした。それぞれの噴火の形態は類似しており, 噴煙柱を高く吹き上げ(プリニー式噴火), 山麓部には火砕流(軽石流)を流下させた(写真4)。このうち駒ヶ岳ではプリニー式噴火に先行して山頂部が崩壊して, 山麓部に岩屑なだれ(日本では1888年の磐梯山の噴火が有名)が流下した。この岩屑なだれは, 山体南部では河川をせきとめ大沼をつくり, 北方に流出したものは海中に流入し, 噴火湾沿いで津波が発生し, 700余名の犠牲者を出した。西村・宮地(1993)はこの津波のようすをコンピューターシミュレーションで再現し, さらに実際に津波の痕跡を複数の場所で確認している。

17世紀から駒ヶ岳, 有珠山や樽前山ではマグマ噴火が発生した。しかしそれ以外の火山でも, その噴火に呼応するように, 水蒸気爆発が発生したことを勝井や中川達は地質調査により明らかにした。まず恵山火山では1846年に火山泥流が発生, 山麓部で犠牲者がでた。登別火山でも17世紀頃に水蒸気爆発が発生したことが確かめられた(勝井ほか, 1988)。一方, 支笏カルデラの後カルデラ火山のひとつである恵庭火山は, これまで約2000年前の活動は知られていたが, 最近になって17世紀初頭に水蒸気爆発により山頂部が崩壊し, その後も18世紀までに2回の水蒸気爆発を繰り返していたことがわかった(中川ほか, 準備中)。これらの小~中規模の噴火は本州であれば文献に残っていたはずである。しかしながら17世紀の北海道では本州と比べると記録が貧弱で, 登別火山や恵庭火山の噴火を記述したと考えられる古文書は見い出されていない。これらの中~小規模の噴火は野外調査による堆積物



第4図 噴火湾沿いの17世紀以降に噴火を再開した火山(黒三角)。大きな黒三角はマグマ噴火, 小さい黒三角は水蒸気爆発を起こした火山。白三角はその他の第四紀火山。

によって確認され, その年代はその上下にある広域火山灰および木片の放射性炭素年代によって決定するという地質学的手法が活用された。

17世紀の駒ヶ岳・有珠山・樽前火山の噴火はそれぞれかなりの規模の噴火で, 今世紀最大とされたフィリピン, ピナツボ火山の1991年噴火よりもやや小さい程度である。これだけの噴火が連続して起こった当時の噴火湾沿いの光景はどのようなものであったのだろうか。これらの噴火が, すでに豊かな生活を送っていたアイヌの人々に大きな被害をもたらしたことが, 発掘調査により明らかになりつつある。何故, 17世紀以降に火山活動が活発になったのかについてはいまだ定説はない。これだけの広範囲で火山活動が復活することは偶然とは考えにくく, 西北海道全体に影響を及ぼすようなテクトニックな事件を想定するのが普通であろう。

3.3 発見された活火山：東大雪丸山火山の明治時代の噴火

日本では数10万年前の火山(第四紀火山)が, 例えばK-Ar法により見い出されることはあっても, 活動的な火山が人目(研究者)に触れずあることは稀

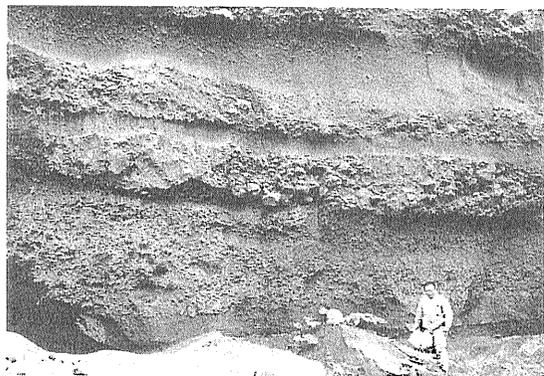


写真4 樽前山, 1739年噴火による火砕流堆積物。(古川竜太氏撮影)

である。しかし、然別-ニペソツ火山群で、現在も活動を続け、最新の噴火が明治時代であった火山が1989年夏に発見された。

1988年暮れから、北海道中央部の十勝岳は1962年噴火以降、30年足らずの眠りを破り噴火活動を始めた。そのため整備された地震計網が、十勝岳の東方に群発地震群を捕えた。当初は噴火中の十勝岳との関連で注目されたが、観測が進むにつれて、十勝岳から離れた東大雪山系のニペソツ山～丸山(東大雪山)の北西で群発地震が起こっていることが明らかになってきた。ニペソツ山～丸山は地質図副では第四紀火山であるとされていたが、1981年に地質調査所が発行した『日本の火山』のカタログからは漏れており、火山としてはいわば忘れられた存在であった。しかし今回の群発地震からにわかになんて注目を受け、1989年夏に帯広畜産大学の近堂祐弘教授を中心に、帯広畜産大学・北海道大学の地質屋・地球物理屋、そして地元の東大雪博物館の関係者による調査が行われた。

ニペソツ山はアルピニストを引き付ける鋭角的な山容から、北海道では登山者に人気のある山だが、丸山火山は登山道もなく、わずかに冬期に一部の山男達が歩いている程度の山であった。1989年夏、我々は沢をさかのぼり丸山を目指した。沢を登り詰めた我々の目に入った風景は、現在も噴気をあげる火口群だった(写真5)。これだけの生々しい火山活動が、これまで研究者の目に触れることもなく奥深い山に眠っていたことに、我々は驚かされた。第一火口壁には水蒸気爆発により放出された爆発角礫岩が層をなし、その間にはハイマツやダケカンバの生



写真5 丸山(東大雪丸山), 第三火口より第一火口を望む。第一火口壁最上部の層は、1898年噴火による爆発角礫岩層。(齊藤宏氏撮影)

木がはさまったりしている。河内晋平教授(現:信州大学)は、爆発角礫岩層の間から広域火山灰層を見出した(写真6)。その後、この火山灰は1640年の北海道駒ヶ岳と1719年の樽前火山の大噴火によりもたらされたものであることが明らかになった。したがって樽前火山灰の上位にある最上部の爆発角礫岩は1719年以降の噴火、さらに土壌の厚さも考慮に入れると、100年程度前の噴火であると推定された。

その後、地元の帯広市在住の郷土史研究者、井上寿氏により丸山火山の噴火に関する古文書の探索が行われ、その結果、上記の丸山火山の最新の噴火活動は明治31年(1898年)12月3～6日に十勝川、音更川両河川を白濁させた泥流として、当時の新聞に記録されていることが明らかとなった。また明治34年6月に発行された北海道植民状況報文十勝国支部にもニペソツ山付近の無名峰で泥土が噴出したことが記されていた。以上のことから丸山火山の最新の噴火は1898年であったことが明らかになった(荒牧ほか, 1993)。丸山火山は現在でも近づくのが困難なほど奥深く、さらに噴火が真冬であったことが当時の人々の入山を妨げ、その後の100年の間に噴火が忘れ去られた原因であろう。上記の研究をもとに、気象庁は1990年に丸山火山を日本の活火山に加えた。

3.4 硫黄の溶岩流が流れた火山：知床硫黄火山

知床半島は日本における残された秘境のひとつとして、全国からのたくさんの観光客で賑わう。その観光客のほとんどが目指す名所のひとつにカムイワッ

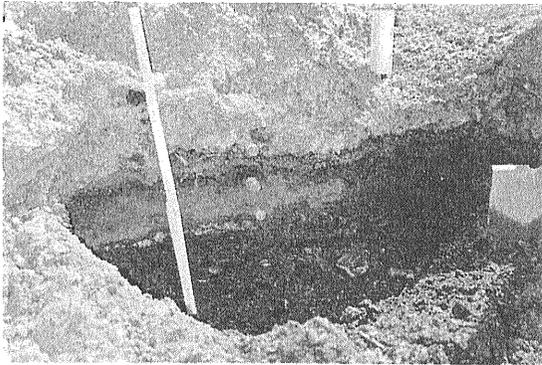


写真6 丸山，第1火口壁で見出された1640年駒ヶ岳（下位）と1667年樽前噴火の火山灰層。

カの滝がある。カムイワッカ川の流域はいたるところで温泉が湧きだし，天然の露天風呂であるカムイワッカの滝は，夏には若者達の歓声が深山にこだまする。しかしそのカムイワッカ川が，昭和11年（1936年）の噴火で噴出した硫黄の流路となったことは知る人はそれほど多くない。

知床硫黄山での最後のマグマ活動は，山頂部の溶岩ドームの形成である。その周辺の山頂部で比較的最近に活動した痕跡はないが，北西側の山体中腹での爆裂火口と噴気孔群活動は活発である（勝井ほか，1982）。そこでは，記録に残るだけでも安西4～5年（1857～1858年）から明治9年（1876年），明治22～23年（1889～1890年）に水蒸気爆発を起こし，それとともに熔融硫黄が流出した。硫黄は硫酸の原料として大切な資源で，石油精製が盛んになるまでは，火山地域の天然硫黄がその採掘の対象となっていた。ここ知床硫黄山でも明治の噴火以降，硫黄採掘が続けられていた。

昭和11年（1936年）から山腹爆裂火口の活動が再開し，熔融硫黄が蒸気・熱湯とともに間欠的に噴出し，カムイワッカ川に流れ込み，さらにオホーツク海に流入した。総噴出量は約20万トンで，当時の日本の硫黄生産量に相当する膨大なものである。その品位はS 90%以上で，まさに大規模な硫黄精練が天然におこなわれたと言える。この活動は渡辺武男・下斗米（石川）俊夫両教授により詳細に調査され，この珍しい火山噴火の形態で，知床硫黄山は世界的に知られることになった（渡辺・下斗米，1937；Watanabe，1940）。現在では，噴火後の硫黄採掘および降水による融解で，その痕跡も残ってい

ない。過去の噴火の記録を見ると，知床硫黄山で想定される噴火は水蒸気爆発であり，その場合には再び熔融硫黄の噴出という，きわめて稀な現象がおこるであろう。

4. さいごに

著者は北海道の火山に関係するようになって5年になる。この間に勝井義雄名誉教授，荒牧重雄教授，河内晋平教授，近堂祐弘教授，岡田 弘助教授，山岸宏光博士の諸先生方から色々と御教示をいただいている。また和田恵治，岡村 聡，宮地直道，西村祐一，渡辺 寧，後藤芳彦，宝田晋治の諸氏，そして北海道大学理学部岩石学講座の学生・大学院生との議論が有益であった。以上の方々に深く感謝する。

文 献

- 荒牧重雄・白尾元理・長岡正利（1989）：理科年表読本，空から見る日本の火山。丸善，219p。
- 荒牧重雄・岡田 弘・中川光弘・齊藤 宏・森 濟・近堂祐弘・勝井義雄・鈴木貞臣（1993）：丸山-火山地質・活動史・活動の現況および防災対策，北海道における火山に関する研究報告書第13編，北海道防災会議，82p。
- 勝井義雄・鈴木建夫（1982）：北海道西南部における完新世火山噴出物の量（演旨）。火山，第2集，27，325。
- 勝井義雄・横山 泉・岡田 弘・高木 博（1982）：知床硫黄山-火山地質・活動史・活動の現況および防災対策，北海道における火山に関する研究報告書第13編，北海道防災会議，p98。
- 勝井義雄・横山 泉・岡田 弘・我孫子 勤・武藤春達（1988）：倶多楽（日和山）-火山地質・活動史・活動の現況および防災対策，北海道における火山に関する研究報告書 第13編，北海道防災会議，98p。
- 貝塚爽平（1972）：島弧系の大地形とプレートテクトニクス。科学，42，573-581。
- 木村 学（1981）：千島弧南西端付近のテクトニクスと造構応力場。地質雑，87，757-768。
- 中村一明・松田時彦・守屋似智雄（1987）：火山と地震の国。岩波，338p。
- 西村裕一・宮地直道（1993）：北海道駒ヶ岳1640年噴火に伴う津波堆積物の特徴。日本火山学会秋季大会講演予稿集，12。
- Takahashi, M. (1990): Quaternary volcanism and regional tectonic stress field in Japanese islands (ads.). EOS, 71, 948.
- 渡辺武男・下斗米俊夫（1937）：北見国知床硫黄山，特に昭和11年の活動に就いて。火山，第1集，3，213-262。
- Watanabe T. (1940): Eruption of molten sulphur from the Shiretoko=Iosan Volcano, Hokkaido, Japan. Japan. Jour. Geol. Geogr., 17, 289-310。
-
- NAKAGAWA Mitsuhiro (1994): Quaternary volcanoes in Hokkaido, Japan

〈受付：1994年3月30日〉