

セントヘレンズの噴火と 北海道の火山活動

はじめに

激しい爆発をおこしたり、高温の溶岩を噴出する火山活動は、自然現象の中でも最も驚異的なものの一つである。この火山活動の根源はマグマである。マグマは数百〜千二百度という高温のケイ酸塩溶融体で、少量の水その他の揮発成分を含んでいる。地球内部で発生したマグマが地表近くに上昇すれば、局地的な浅い地震が発生し、地盤が隆起し、ついに火砕物や溶岩が激しく噴出する。噴火の様式はマグマの性質によっても、また陸上・水底・水底などという環境によっても著しく違う。地球上には生きている火山が約八百あって、このうち五五三火山が噴火記録をもっている。歴史時代に記録された噴火件数は約五千三百に達する。噴火は多くの場合、突発的に発生し、しばしば深刻な災害をひきおこす。十二世紀以降、噴火による犠牲者は世界で二十数万人におよんでいる。この二十年間でも約二千六百人の生命が噴火により失われ、他に多数の人々が負傷している。

最近では、久しく活動を休んでいた北米カスケード山脈のセント・ヘレンズ火山が、一九八〇年五月に大規模な爆発をおこし、山体を崩壊するとともに多数の犠牲者を出して注目されている。筆者は米合衆国地質調査所の招待で、今年七月下旬セント・ヘレンズ

ズ火山の現地検討会に参加する機会を得た。また、今年八月下旬

九月上旬に日本で行われた国際火山学会議では、有珠山およびセント・ヘレンズ火山の活動に関する多数の研究が発表され、注目を浴びた。ここではまずセント・ヘレンズでおこった大噴火の様子を紹介するとともに、この機会に、北海道における火山活動について考察してみよう。

セント・ヘレンズの噴火

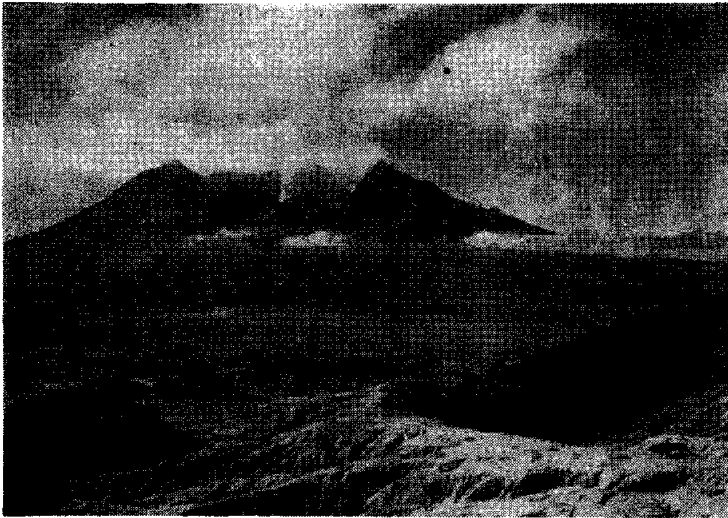
一九八〇年五月一八日、よく晴れ渡った日曜日の朝、八時三十二分にセント・ヘレンズ火山（海拔二、九七五m）は激しい爆発をはじめ、山頂から北側が大崩壊をおこし、直径一・五×三kmの馬蹄形火口が北に開かれ、山体は四百mも低くなった（第1・2図）。山体崩壊と同時に、火山灰を含んだやや高温（二百〜三百度）の爆風が発生し、火山から北方二〇kmの扇形の範囲を襲った。このため、美しい針葉樹林は一瞬にしてなぎ倒され、その被害面積は五百平方kmにおよんだ。このとき、合衆国地質調査所の若い火山学者D・ジョンストン博士は、火口から一〇km北北西のコールド・ウォーター・リッジ



第1図 美しい森林に囲まれた噴火前のセント・ヘレンズ火山
(八木健三「私のワンデルング」より)



第2図 大噴火後のセント・ヘレンズ火山。山体は400メートルも低くなり、森林は広範囲に破壊された。火口内に成長中の溶岩円頂丘が見える。(1981年7月末第1図と同一方向から筆者撮影)



という尾根の上でジオジメーターによる距離測定をしていた。この位置は通常の噴火ならば安全なはずであった。しかし、突然おこった山体崩壊と爆風の襲来を目撃した同博士は、マイクにむかってワシントン州のバンクーバー観測基地に「Vancouver, Vancouver! That is it!」と呼んだままジープとともに爆風に吹き飛ばされ行方不明となった。山体崩壊によって生じた二・三立方kmにおよぶ多量の岩屑は北麓に押し出し、トットル川の上流と北方八kmのスプリットレックになだれこんだ。岩屑流の速度は秒速三五〇

五〇m(最大七〇m)という速いものであった。岩屑の大きなものは直径二〇mに達し、大小の小丘を作った。このような岩屑流は六〇平方kmもの広い面積を披覆した。岩屑流の流入によりスプリットレックの湖底は六〇mも高くなり、湖水があふれ、また岩屑とともに運ばれてきた氷塊も融け出し、大泥流となってトットル川に流れこみ、さらにコロンビア河を流下し多量の土砂を運びこんだ。

噴火が始まって約一〇分後には、デイサイトの軽石・火山灰を含む噴煙柱が上昇し、高度二〇km以上に達した。噴煙は偏西風に運ばれ、火山の東方百km以内は暗黒となり、火山雷や山火事が目撃された。各地で、降灰による被害が発生した。降灰域は北米大陸を東へ進み、五月二十一日には大西洋岸に達した。成層圏に注入された微粒子(エアロゾル)は、さらに東へ進み、六月上旬には日本の上空に達し、地球を何回もまわった。成層圏エアロゾルの増加により、ここ数年間はその影響が気候にあらわれるかも知れない。

五月十八日の大噴火は九時間継続し、この間に火砕流(軽石流)も流下したが、夕方十七時ごろになって活動が衰えはじめた。しかし、もとのスプリットレックやトットル川沿いの山麓では、厚く堆積した岩屑流と火砕流堆積物がその後も二次的な水蒸気爆発をひんばんにおこし、多数の火口が開き、噴煙が二千mも上昇した。

今回のセント・ヘレンズの噴火では死者二十五名のほかに、四十三名が行方不明となった。森林その他の被害額は二〇億ドル以上に達するといわれている。カ

スケード山脈には多くの火山があるが、このうち噴火記録をもつものはレーニア、セント・ヘレンズ、ラッセンピーク、ペーカーらいなもので、大部分が十九世紀に噴火し、今世紀に入って噴火したのはラッセンピーク（一九一四〜一五）年だけであった。

しかし、合衆国地質調査所では、これらの火山の活動史を研究して、将来の噴火災害の事前評価を公表していた。セント・ヘレンズでは東方への降灰と火砕流・泥流・洪水の発生による災害が想定され、また平均百年ごとに小噴火、三千〜四千年ごとに大噴火がおこると予測されていた。今回の噴火は、一八四二〜一八五六年の小噴火のあと一四二四年ぶりにおきたものであるが、前回の噴火からは略四千年目にあたっている。長期的な噴火予測は略適中していたのである。しかし、この大噴火に伴った爆風は残念ながら予測されていなかった。その後の研究では、爆風の初速は音速に近いものであることがわかった。この種の横なぐりの爆風については、故ゴルシコフ博士により、カムチャツカのベズイミアンニ火山の一九五五年の噴火で山体崩壊とともに発生したことが報告されている。

さて、今回の活動はすでに三月二十日のマグニチュード四の地震から始まっていた。その後、地震は急速に増加し、そのピークをすぎた三月二十七日に水蒸気爆発がはじまった。地震はともに山頂から二km北方の地下〇〜五kmで発生し、北斜面は平均一日約一・五m（最大二m）も膨れ、無数の亀裂が発達した。この異常な地殻変動と水蒸気爆発は、マグマが地表近くまで上昇してきたために発生したと解釈され、ある学者は、これを有珠山の一九一〇年の明治新山のような潜在山頂丘が成長していると考えた。この緊急事態は合衆国地質調査所からワシントン州知事に報告され、直ちに山麓一帯にレッドゾーンが設定され、避難命令が出された。これは極めて適切な措置であった。もし避難命令が出されていなければ、犠牲者は十倍以上に達したであろう。こうして五月十八日、日曜日の朝を迎えた。八時三十二分十一秒、マグニチュード五の地震がおこり、この地震動で山崩れが発生して大噴火が誘発されたと考えられている。

この大噴火のあと、セント・ヘレンズは五月二十五日に再び噴火し、六月末には火口底に溶岩円頂丘（直径三百m、高さ六〇m余）を生じたが爆発で破壊された。その後、火口底に再び溶岩円頂丘が生れ、筆者の訪れた今年七月末には高さ約一四〇mに成長していた。今回のセント・ヘレンズの活動についての観測や研究は進行中であり、その成

果は火山学を大きく発展させるであろう。

有珠山の噴火

一九七七年八月六日早朝三時すぎ、有珠山は火山性地震を頻発しはじめた。翌七日、セント・ヘレンズの大噴火の日のように晴れ渡った日曜日の朝九時十二分、山頂からデサイサイトの軽石噴火がはじまった。灰色の噴煙は十二kmまで上昇し、偏西風に流され、やがて火山の東側の各地は降灰に見舞われた。その後、八日夕刻と夜半に大きな噴火が連続し、翌九日早朝にも噴火がおこった。八日午後から九日朝にかけては、低気圧の接近により下層の風は東〜南風にかわり、雨模様となった。このため、遠方まで飛行するはずの火山灰の一部は雨滴に混り、セメントミルク状のドロップとなって、火山の西〜北側に降灰し、森林・農作物に多大の被害を与えた（第3図）。

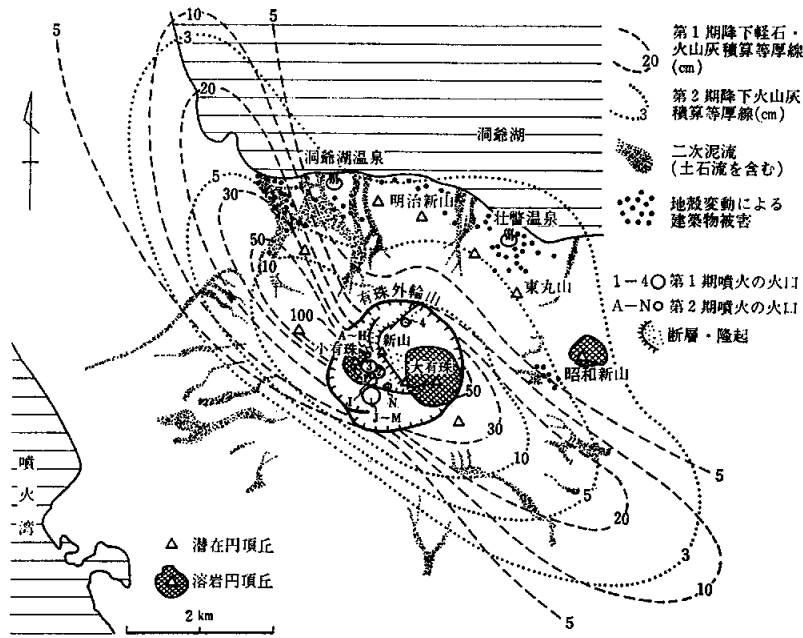
九日正午ごろ、ようやく回復した青空に再び噴煙が高さ一〇kmも上昇し、東方に降灰した。その後、十二日に小噴火、十三日夜半〜十四日未明に中噴火があった。この一連の噴火で噴出した軽石・火山灰の量は、八、三〇〇万立方mに達した。

その後、有珠山では火山性地震が一向に鎮静化せず、火口原の中央部は隆起を続け、地殻変動による深刻な災害は北麓におよんだ。マグマは軽石噴火でガス成分を消費したため粘性を増し、まわりの岩石を引きずりながら徐々に上昇したのである。十一月十六日、マグマは地表に近づき、水蒸気噴火をはじめ、翌年一月から十月まで、しばしば水蒸気噴火やマグマ水蒸気噴火がおこった。こうして火山体は厚い灰をかぶったため、降雨に際して泥流が発生し易くなり、十月には泥流により三名が犠牲となった。現在、有珠山では地震はかなり劣えたが噴火が続き、火口原の隆起によって生れた有珠新山は、比高約一八〇mに達している。一九一〇年に北麓に生じた明治新山のような潜在山頂丘が生れたのである。

さて、今回の有珠山の噴火は、決して不用意に発生したものではなかった。噴火史・噴出物・火山構造などの研究から、噴火の四年前に近い将来の噴火予測が公表されていた。近年の有珠山は、三〇〜五〇年ごとに活動をくりかえしており、北海道大学としてもこのような噴火の回復を重視し、この年の四月から有珠火山観測所の設立を急いでいた。また過去の活動では、例外なく噴火に先だち局地的地震が発生している。歴史時代

第3図 1977—1978年噴火後の有珠山

(勝井義雄「有珠山の噴火とその災害」より)



のマグマは著しくケイ酸に富んでおり、粘性が大きく、その上昇に伴って火山性地震を多発するのである。この前兆地震の継続期間は、昭和南山のときを例外として一般に短く、三〜十日であった。それ故、今回、八月六日午前三時すぎに火山性地震が発生し始めてから、北大理学部も気象庁も急いで臨時観測点を設けて地震観測を開始するとともに、地表パトロールを実施した。このとき、最も心配された一九一〇年のような北麓で噴火がおこる兆候は幸いに認められなかった。しかし、山頂では七日朝、隆起による地

割れが目撃され、間もなくはじまった軽石噴火は広範囲にわたって降灰の被害を及ぼし、さらに地殻変動、泥流などによる災害が発生した。今回の噴火は、結果として先の噴火予測の範囲内でおこったが、予測された破壊的な熱雲はおこらなかった。しかし、これはむしろ幸いであったというべきである。有珠山では後述のように過去三回熱雲がおきており、将来の活動では熱雲による災害の対策も考えなければならぬ。

生きている北海道の火山

一九七七年の有珠山の噴火は道央から道東の地方にも及んだこともあって、多くの人は有珠山のみならず、他の道内の火山について改めて関心を抱いた。北海道は千島弧と北本州弧という活動的な島弧の会合点にあたって、地殻変動や地震活動とともに火山活動もまた活発で四十以上の火山がある。短い歴史時代においても、このうち八火山が噴火の記録をもっている。このような噴火の古記録と火山噴出物の分布・層序・年代などを照合することによって、過去の火山活動史が詳細に解明されるようになった。歴史の短い北海道では、火山灰などの噴出物そのものを古文書として火山活動史を解説してゆく研究が進められている。この結果、北海道では、過去二千年の間に、先の八火山のほかにも五火山が噴火していることが判った(第4図)。

人間の一生に比べ火山の寿命は一般に著しく長い。数百年以上の休止期ののち、活動を再開する場合も少なくない。したがって少なくとも上述の合計十三の火山は、将来噴火をおこす可能性をもっていると考えられる。このような火山を、最近では「生火山」と呼ぶようになった。過去二千年に溯って、これら生火山の活動史をしらべてみよう。

知床硫黄山

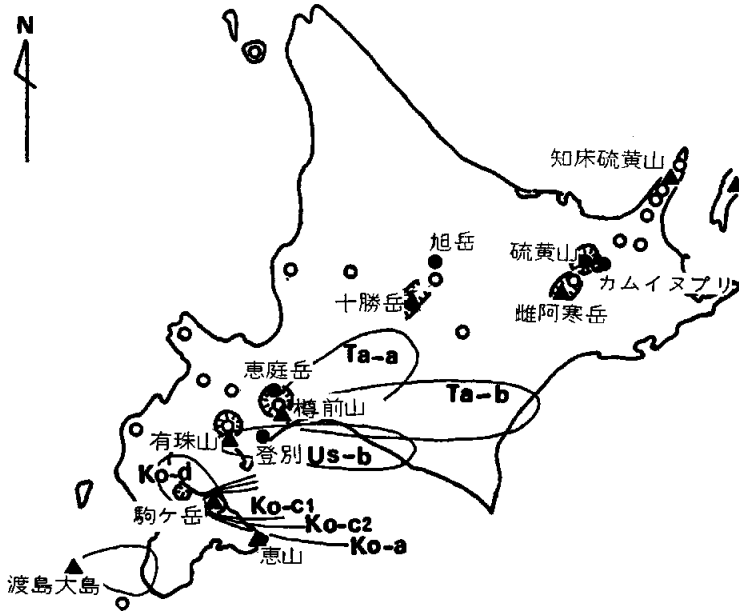
数千年前に発生した山体崩壊と溶岩円頂丘の形成後、顕著な噴火はない。ただし歴史時代に、山腹の爆裂火口からときどき水蒸気とともに多量の溶融硫黄を流出している。一八七六、一八八九、九〇、一九三六、一九三六年にこのような活動がおこり、一九三六年には二十万トンの硫黄が流出している。

カムイヌプリ

約七千年前の大規模な軽石噴火で摩周カルデラが生まれ、その後、カルデラ内にデイサイトとケイ酸にとむ安山岩からなるカムイシユ島とカムイヌプリが噴出している。火

第4図 北海道の火山分布

黒三角：噴火記録のある火山
 黒丸：記録はないが過去2000年間に噴火した火山
 白丸：その他の火山
 実線は歴史時代の大規模な降下軽石の分布を10cm等厚線でしめたもの。



山灰の情報によって、カムイヌプリは約千年前に大きな軽石噴火をおこし、山頂に小型カルデラを生じたことが明らかにされている。

屈斜路カルデラ内のアトサヌプリ火山群には多数のデイサイトの溶岩円頂丘があり、このうち最後に生じたものが硫黄山である。この円頂丘は千数百年前に生じ、数百年前の爆発で山頂部に熊落とし火口を開き、現在も噴火中である。

雌阿寒岳

頂上のボンマチネシリおよび中マチネシリの火口内では激しい噴火活動がおこなわれており、記録はないが、約二百年前に火山灰を噴出している。一九五四～五九年に水蒸気爆発があり、その後、一九六〇～六六年にも弱い活動があった。一方、ボンマチネシリの南側に聳える阿寒富士は、約二千年前から玄武岩質の溶岩・スコリアを噴出して山体を形成し、七～八百年前に活動を休止した。

旭岳

大雪山火山群のうち最後に生じた安山岩の成層火山で、山頂から西側に地獄谷爆裂火口が開かれ、活発な噴火を続けている。この爆裂火口は、五～六百年前の水蒸気爆発によって生じたものである。

十勝岳

山頂部のグランド火口内で約三百年前に中央火口丘を生じ、歴史時代に入って一八五七、一八八七、一九二六、一九六二年に活動を記録している。歴史時代の噴火では、いずれも苦鉄質安山岩のスコリア、火山弾を噴出しているが、一九二六年の活動では、はじめに中央火口丘の北半分が崩壊し、大泥流を誘発して一四四名が死亡した。一九六二年の活動でも最初の水蒸気爆発で五人の犠牲者を出している。

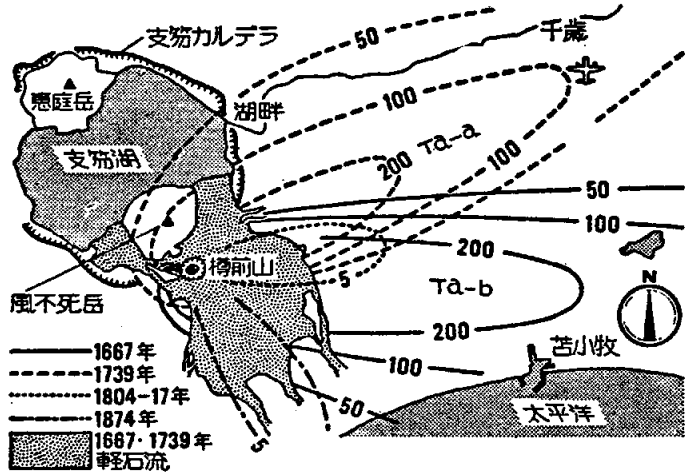
恵庭岳

支笏カルデラの北西壁上に生じた安山岩の火山で、噴火記録はないが、約二千年前に山頂の東側に爆裂火口を開き、現在も噴火中である。

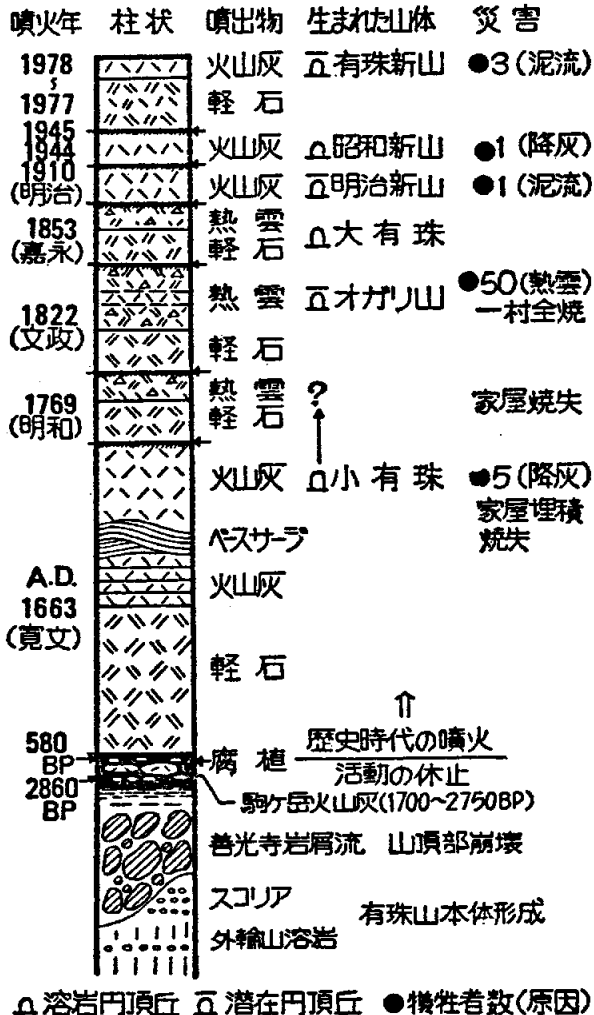
樽前山

二千年以上も長い休止期ののち、一六六七年から活動を再開し、安山岩質マグマによる激しい軽石噴火をおこない、溶岩円頂丘を形成している。一六六七年と一七三九年の活動で多量の軽石が東方に降り、同時に軽石流が山麓に流下し、山頂部に小型のカルデラができた。その後、やや長い休止期のあと、一八〇四～一七〇七年および一八六七年に活動があり、火口原に低い中央火口丘が形成され、火口内に古い溶岩円頂丘が生じた。この円頂丘は一八七四年の爆発で破壊され、一八八三～八七および一八九四年の小噴火を経て、一九〇九年に再び現在の新しい溶岩円頂丘が生成した。その後、一九一七年から一九五五年まで、ときどき小爆発がおこった。一九七八年五月くらい、再び小噴火が発

第5図 樽前山の歴史時代噴出物の分布
 降下軽石・火山灰は堆積物の等厚線 (cm) で示す。
 (勝井義雄「北海道の火山」より)



第6図 有珠山の火山噴物層と噴火史
 (勝井義雄「北海道の火山」より)



生し、現在警戒体制がとられている。(第5図)
 登別

クッタラ湖の生成後、約一万年前から西山腹にデイサイト質マグマが上昇し、日和山溶岩円頂丘を作り、大湯沼・地獄谷の爆裂火口を開き、現在も噴気・熱水活動が旺んである。この地域は有珠山の一六六三年の軽石によって広くおおわれているが、この軽石層の上に地獄谷中心部の爆発によってたらされた噴出物が発見されている。おそらく約二百年前に激しい水蒸気爆発があったと考えられる。

有珠山

数千年の長い休止期のもの、一六六三年に山頂から流紋岩質軽石の大噴火がおこった。軽石は東方に降下し、登別温泉や白老付近で厚さ一mも積った。その後一七六九、一八二二、一八五三、一九一〇、一九四三〜四五五年の活動をへて最近の一九七七〜七八年の噴火が発生している。この間、小有珠(一六六三または一七六九年)、オガリ山(一八二二年)、大有珠(一八五三年)、明治新山(一九一〇年)、昭和新山(一九四三〜四五五年)および新珠新山(一九七七年)など、溶岩円頂丘または潜在円頂丘が生じている。これらは極めて粘性の高いデイサイト質マグマの活動によって生じたものである。有珠山

の噴火は、一九七七〜七八年の活動のように降灰・泥石流・地殻変動による災害をひきおこす。さらに一七六九、一八二二、一八五三年の活動では破壊的な熱雲が発生している。特に一八二二年の文政熱雲は南西麓の村を焼き払い、死者五〇名、負傷者五三名をだした。(第6図)

駒ヶ岳

一六四〇年以降、しばしば安山岩質軽石の激しい噴火を記録している。一六四〇年には山頂の一部が崩壊し、崩壊物は噴火湾になだれこんだ。噴火湾では津波が発生して七〇〇名が溺死した。ひきつづき山頂から激しい軽石噴火がおきて、山麓は厚い降下軽石でおおわれた。一六九四年にも軽石噴火があり、一八五六年には降下軽石と軽石流が発生し、軽石流のため南麓で二〇名以上が死亡した。この噴火のあと火口内には小型の溶岩円頂丘を生じた。一八八八、一九〇五、一九一九、一九二四年に小爆発があった。一九二九年には再び軽石噴火が発生し、南東方に軽石が降り、同時に軽石流が山麓まで流下した。その後一九三五〜一九三七年に小爆発があり、一九四二年の爆発では山頂に大きな割れ目を生じている。

恵山

山頂部にあるデイサイトの溶岩円頂丘には活発な噴気孔群があり、一八四六年に小爆発があつて泥流を流したと記録されている。

渡島大島

長い休止期ののち一七四一年に大噴火をおこした。この活動は安山岩の軽石噴火にはじまり、玄武岩のスコリア噴出に終った。この火山灰は現在でも渡島半島に堆積している。この噴火と同時に津波が発生し、渡島半島の日本海岸では、一、四六七人もの人々が溺死した。この津波は津軽地方でも八人の溺死者をだし、遠く佐渡にも被害を与えている。記録によれば、このとき大地震はおきていない。おそらく先のセント・ヘレンズのように西山が崩壊したとき爆風が発生し、津波を誘発したのであろう。噴火は翌一七四二年まで続き、一七五九年にも青森地方に灰を降らせた。これらの活動で玄武岩の中央火口丘が作られた。一七八六、一七九〇年には噴煙がみられたという。

噴火災害とその軽減

以上は過去二千年にわたる北海道の火山活動史である。噴火の時期・様式・規模などはさまざまで、簡単な規則性は見出しにくい。しかし、多くの火山が少なくとも数十年という休止期をおいて顕著な活動をしていることは注目し値する。このため噴火はしばしば爆発的・破壊的で、しかも大規模になりがちである。特に十勝岳・樽前山・有珠山・駒ヶ岳などは、千〜数千年の休止期ののち、三百年ほど前から数十年おきに活動をくりかえしているものであつて、全般的に活動期に入っているものと考えられ、ここ当分は活発な噴火を行うであらう。

北海道では歴史時代に合計二、四〇〇名余りが噴火の犠牲となつている。犠牲の大部分は津波(二、一七五名以上)、泥流(約一四八名)、熱雲・軽石流などの火砕流(七〇名)によるもので、火砕物の落下やその他による犠牲者は僅か一三名にすぎない。これは噴火防災の上で特に留意すべき問題である。

噴火災害を軽減するためには、噴火と災害の特徴の解明や火山観測および噴火予知などの研究が必要である。噴火は多くの場合、短期間に発生しており、主要な防災計画や措置が事前に完了していなければ、その効果は期待できない。このためには、まず個々の火山についての噴火予測と災害の事前評価が必要である。北海道では、すでに雌阿寒岳・旭岳・十勝岳・樽前山・有珠山・駒ヶ岳・渡島大島などの各火山について、火山地質・噴火史・活動の現況および将来の噴火予測の研究が行われ、その資料が公表されている(北海道防災会議発行)。このような研究は今後さらに発展させる必要があるし、また同時に、これらにもついた長期的な地域開発計画の実施と、緊急時の避難防護対策なども必要である。上述のセント・ヘレンズ火山や有珠山の事例は、このような意味では決して十分ではなかったが、良い教訓となるであらう。

先にのべた数十年あるいはそれ以上の活動の休止期は、噴火で破壊された植生の回復や住民の世代の交代ということもあつて、噴火の災害を忘れさせるために十分な期間でもある。「天災は忘れた頃に来る」という寺田寅彦先生の言葉は名言である。上述の生火山が再び活動期に入ることを考慮し、その長期的対策を急ぐべきであらう。