

北海道の地震と火山

横山

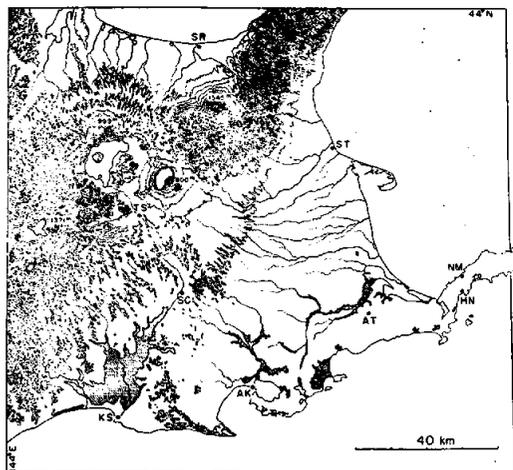
泉



地震と火山噴火とは台風とやらんで、特にわが国では話題が豊富であります。ここでは北海道に直接関連することを二つ述べてみます。一つは、北海道東部の沈降は大地震の前触れであるのか。他は、樽前山は果していつ噴火するか、であります。以下に纏々と述べますが結論を先に

第1図 北海道東部（等高線は100m毎）

KS：釧路、AK：厚岸、AT：厚床
HN：花咲、NM：根室、SP：斜里



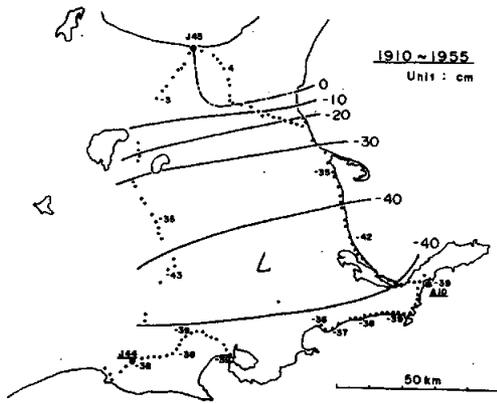
申しますと、両者ともはつきり判らないというところであります。そこで皆様の中には、こういうことでは怪しからんと、地震学者や火山学者の尻を叩く方もおられるし、あるいは自然とはそういうもの、時の経過を待とうと諦観される方もおられると思います。

(一) 北海道東部の異常沈降について

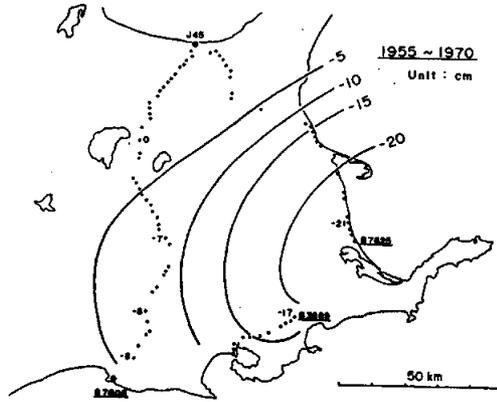
北海道の地震と言えば、根室・釧路の沖から、えりも岬の沖（青森県東方沖）にいたる日本海溝沿いに起こる巨大地震が問題となります。地震発生に關しては古来諸説があり、ある説は現在でも通用し、ある説は消えて行きました。現在、最も確からしい法則の一つは、大地震はある時間間隔で同じ場所を繰り返して起きるといふことであります。このことは、大地震のエネルギーを地殻の中に蓄えるには、ある一定の時間を要するであろうことから理解できます。日本海溝沿いでは、いわゆる巨大地震（マグニチュードMが八前後の地震）は約一〇〇年毎に繰り返されると言われています。としますと、一九五二年の十勝沖地震（M八・一）、一九六八年の十勝沖地震（M七・九）、一九七三年の根室半島沖地震（M七・四）の三つの地震で、北海道の太平洋沖は埋まっており、ここ当分、大地震は起きないこととなります。もっとも、最後に挙げた地震は、その規模が少し小さいのではないかと、まだエネルギーが残っているのではないかと、という疑問もあります。もう一つの疑問は、一九〇〇年代の初めから観測されている道東の沈降が依然として続いており、回復しないことであります。わが国他の太平洋沿岸地域に起こる大地震に際しては、地震発生まで続いていた沈降は、地震と同時にねえって元へ戻るとされており、ここで道東の異常沈降について考えてみます。

北海道東部では、一九一〇年・一九五五年・一九七〇年に広域的に、その他の時期には部分的に水準測量が繰り返されて、上下変動が調べられています。国土地理院の資料に基づいて各期間の上下変動の様子を示しますと、第2・3・4図のようになります。

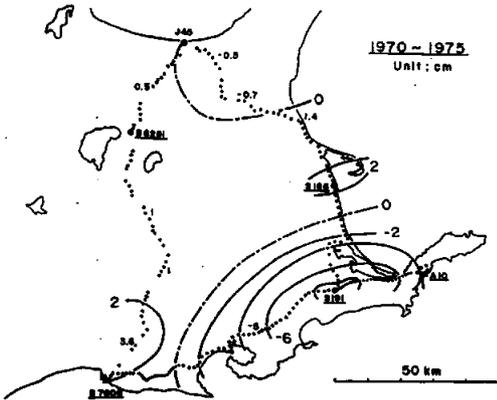
第2図 1910年～1955年の上下変動



第3図 1955年～1970年の上下変動



第4図 1970年～1975年の上下変動



「今回の地震に際しては根室、釧路等の東沿岸にては其当夜海水の変動はありたれとも著からずして幸に大津浪にはあらざりし即ち激震後二〇分乃至三〇分時を経て一旦海水の退却あり再び上り来り其より引続き数回の干満を為せり而して此小津浪の往復振動期は二〇乃至三〇分に

単位はcmで、斜里を不動と仮定しています。最初の四五年間は、沈降量は東西の帯状に分布していますが、次の一五年間にはやや様子が変わり、南東の沈降が著しく、次の五年間にはさらに局地的になって、厚床付近が最大の沈降を示しています。すなわち、厚床付近では、六五年間に約六七cm沈降しており、その率は1cm/年となり、世界的にも顕著なものであります。そしてこの沈降は、一九七三年の根室半島沖地震に際しても回復しなかったことは前述のとおりであります。注目すべきことは、この沈降は時間的にも空間的にも道東地域全体で一様なものではなく、パタンが変化していることであり、現象はますます複雑になります。そこで、この道東の異常な地殻変動に関連ありそうな研究を次に紹介します。

平均潮位の永年変化 国土地理院の藤田尚美氏は、わが国の各検潮場の年平均潮位の永年変化から日本沿岸の最近の上下変動を議論しております。潮位に対する海洋学的補正を完全に施すことは難しいのですが、藤田氏の結果によれば、道東は東北地方の三陸沿岸と共に、五mm/年以上の速さで沈降しています。つまり、道東の異常沈降は孤立したのではなく、より広範囲の現象に重なったものとも考えられます。

厚岸湖の沖積世地殻変動 地質調査所の大島和雄氏は、厚岸湖のカキ礁の高度分布を調べて次のように論じています。北海道における縄文海進の水準は、自然貝殻層の標高などから三〜四mとされています。しかるに、厚岸湖では、カキ礁は海面すれすれのところに形成されると考えられるにもかかわらず、それが〇〜二mに止まっています。したがって厚岸湖周辺は、縄文海進(約五千年前)以降、二mくらい沈降したと考えられます。すなわち、この沈降が一様に進んだと仮定すれば、厚岸周辺では平均〇・〇四cm/年の沈降となります。前述のように、一九〇〇年代の沈降は最大1cm/年に達する場所もあります。これは、過去五千年間の平均沈降量に較べますと、大変大きいものであります。

一八九四年の地震の際の上下変動 道東地域では、果して過去の大地震の際に地盤変動があったのであろうかが問題となります。前回の根室沖の大地震は、一八九四(明治二十七年)年三月二十七日のM七・九であります。根室・釧路・厚岸で被害家屋の総数は二八戸で、死者一人でありました。この地震については、震災予防調査会報告第三号(明治二十八年)に大森房吉博士の詳細な調査報告があります。もし、この大地震に際して、数一〇cmの陸地の隆起があれば、必ずや、この報告書に書き残された筈であります。海水の変動に関する記述を次に再録します。

して当海岸にては海水高低の差は四〜五尺に上りたる所多し。」

「真龍村渡船場（厚岸）にては著き潮の干満五回あり動揺は翌朝午前二時頃迄続きたりしと云ふ。」

このような詳細な観察による報告でありますから、もし、渡船場で数十cmの陸地の隆起があれば、必ず記述されたものと思われまます。

なお、大森博士は次のように述べております。

「天保十四年（一八四三年）大地震（釧路沖M八・四）の震源も今回地震の震源と相近く且つ或は少しく陸地に近かりしか如し、思ふに今後数十年を経たる時に於て再び北海道に大地震有るやも知る可からずと雖も其震源は同く附近の海中にありて新に陸地内に於て大変動を起すか如きことは殆ど無かるべきに似たり。」

私は、さらに確めるために、この明治二十七年の大地震を実際に体験された方を探して、その見聞談を伺いました。それは昭和四十九年のことでしたが、根室市温根沼十番地にお住まいの伊藤初太郎さん（明治十六年生れで地震のとき十一才、当時九十一才で、九十三才でなくなられました）を訪問しました。伊藤さんは教育者として功勞のあった方であります。その談話によりますと、少なくとも根室市和田地域は、この地震の前から沈降が進んでおり、地震に際しても回復しなかつたそうであります。なお、この地域で初めて一等水準測量が実施されたのは明治四十五年頃で、伊藤さんはその測量を手伝ったことがあると言われました。また、花咲の検潮場が設置されたのは、この地震の二年後でした。

さて、以上をまとめますと、道東の異常沈降に対する考え方は、次のように分類されると思ひます。

(a) 大地震の発生に関連している。1cm/年の沈降は明らかに異常であり、地殻に歪力が蓄積されつつあり、限界に達した歪エネルギーが地震として解放され、その際、沈降は一挙に元へ戻るであろう。一八九四年の大地震以来歪力は蓄積されてきて、次の大地震により解放される筈である。一九七三年の根室半島沖地震はそんなに大きいものではなく、近い将来、より大きい地震が起るであろう。

(b) 沈降はやがて徐々に回復する。歪を貯えた地殻が弾性的に急激に歪を解放すれば地震となるが、非弾性的にクリーブして徐々に解放すれば地震とはならず、沈降は回

復するであろう。一九七三年の地震によって歪の一部は解放されたが、残りは徐々に解放されるだろう。

(c) 大地震とは関連していない。元来、北海道東部、オホーツク海岸は、東北地方三陸海岸をも含めて、約0・5cm/年の速さで広域的に沈降している。また北海道東部では、その平均速度は小さいが、縄文前期以降沈降している。特に、厚床・別海付近では、地下構造の特異性（約900mまで密度の小さい堆積層である）のために沈降が著しい。これは圧密沈下であり、歪力の蓄積を伴わないので大地震と直接に関連しない。

(d) (a)と(c)とが重畳している。

(e) (b)と(c)とが重畳している。

実状は、(a)を考えている人は非常に少ない。では、道東の沈降はどうなるか。(b)は理論的にはあり得ることであり、その実証は沈降の回復を待たねばなりません。(c)の難点の一つは、堆積層上にはない花咲検潮場も同じように沈降していることとあります。

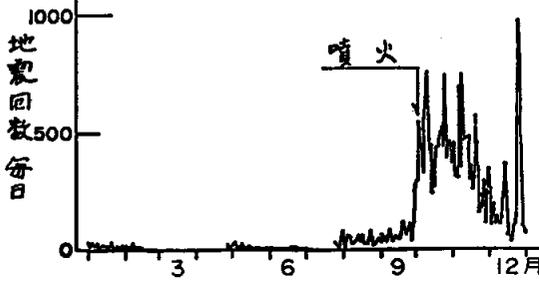
あの広大な根釧原野に、このような難しい問題が伏在していることを知ると、自然の仕組みの複雑さを嘆ずる次第であります。

(二) 樽前山の火山活動について

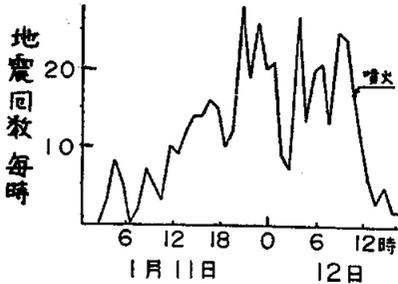
樽前山は一九七八（昭和五十三）年五月に火山灰を小噴出して以来、活動の消長を繰り返しています。この小噴出は、山頂の溶岩円頂丘（ドーム）の南東麓に位置しているA噴気孔からでしたが、それ以降、A火口と呼ばれるようになりました。これは円頂丘直下の火道につながっているものと考えられます。本年（一九八一年）に入って二月末、少量の噴出物が新雪の上に分布しているのが、定期航空機から認められました。北大の有珠火山観測所では、後述のように、樽前山周辺に地震計を配置してその活動を調べていますが、二月末の小噴出に先立って、浅い微小地震の頻度が増え、噴出が終ると、とたんに平静に戻るといふパターンが見られました。しかし、地震活動だけが小噴出があるだろうという予測はできません。現に、地震活動が活発化しても噴出のないことが多いのです。現状では、地震の頻度が増えたと警戒を強めております。

樽前山はいつ噴火するか、の質問に対しましては、長期的予測と短期的予測とがあります。一九六七年以来、気象庁苫小牧測候所が七合目において地震観測を続けておりま

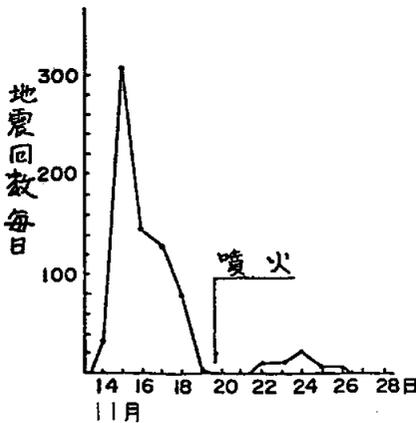
第5図 (a) 1951年浅間山噴火と地震回数



(b) 1914年桜島噴火と地震回数



(c) 1951年クリュチュエフスカヤ火山噴火と地震回数



すが、地震頻度は消長を繰り返しながら、そのピーク値は徐々に増大して来ています。そして、一九〇九年の噴火以来、すでに七十年を経過しており、充分なエネルギーを蓄えていると考えられます。さらに一九七八年以来、A火口から小噴出が数回ありましたが、いずれは噴火するであろう、というのが長期的予測であります。短期的予測あるいは直前予報は、前述の微小地震の頻度急増、規模増大、円頂丘及びその周辺の膨張変形、火口噴気の活発化などから判断される筈であります。一九八一年九月現在では、直前予報を発する状況ではありません。ここで、樽前山における観測例がないので、他の火山について、地震の頻度と噴火との関係を見てみましょう。第5図(a)は、浅間山の一九五一年噴火の例で、八、九月は平常より地震回数が増え、九月二十九日に急増し始め、四日後に噴火しました。(b)は桜島の一九一四年噴火の例で、一月十一日早朝から地震が増えて、ピークに達してから約一八時間を経て噴火が始まりました。(c)はカムチャツカのクリュチュエフスカヤ火山の一九五一年噴火の例で、地震活動のピークが収まった直後に噴火しています。このように、火山によって、あるいは同じ火山でも場合によって種々

なケースがあります。また、地震活動が活発化しても、結局、噴火しなかった例も沢山あります。このように、数日単位の短期

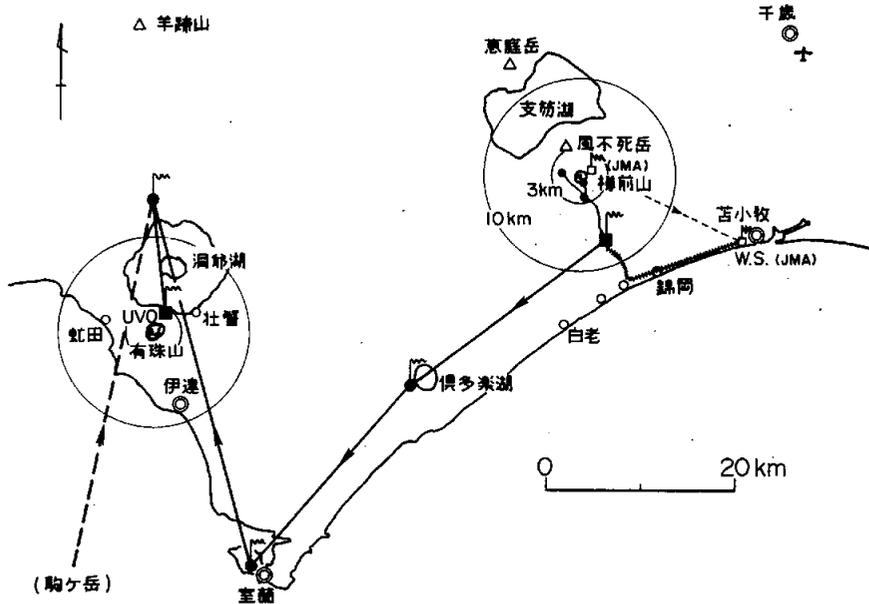
予測をすることは非常に難しいのであります。そのために、地震観測だけでなく、地殻変動や熱異常などによる方法を併せて用いて判定するよう努力しています。

樽前山の観測体制 前述のように、すでに一九六七年から苫小牧測候所は、七合目にある地震計から信号を無線で受けて、常時火山活動を監視しています。この地震計の送信機は太陽電池を電源に使っていますので、電線工事などで自然の景観を害することがありません。北大有珠火山観測所は、有珠山に加えて樽前山及び駒ヶ岳の観測・研究を行っています。樽前山の観測については一九七八年以来、試行実験を繰り返して、精度と安定度の高い観測体制になって来ています。その観測網を第6図に示します。七合目の苫小牧測候所A点の地震信号は無線で測候所へ送られ、ここで分岐された信号は電話回線中有珠火山観測所白老送信所へ送られ、有珠火山観測所が樽前山の西側に設置した地震計からの信号と一緒に無線で洞爺湖南岸の有珠火山観測所へ送られて記録されます。

無線信号は途中で登別四方嶺・室蘭測量山・洞爺湖畔香川で中継されています。このように、火山を取り囲んで地震計を配置すると、そこにかかる地震の震源決定の精度が格段によくなります。わが国の火山で、気象庁と大学の観測網が結合しているのは、実は樽前山だけです。有珠火山観測所では、本年度中に駒ヶ岳の観測網を完成する予定ですが、同じように森測候所の地震計から信号を分岐していただくことを希望しています。

樽前山の西側の観測系には、山頂火口原の西山の直下に設置された高感度傾斜計も含まれております。溶岩円頂丘の変動を探知する目的です。現在、この観測系はケーブルで白老送信所に結ばれていますが、近い将来、これを無線に替えるよう努力しています。また、さらに観測の精度を上げるため、北側中腹にも地震計を増設するよう計画しています。一般に、現在の観測システムでは交流電源や電話回線を利用するのが望ましいのですが、樽前山麓は広大で、これらが利用できる場所はごく限られています。そして樽前山は北海

第6図 北大有珠火山観測所 (UVO) の火山地震の観測体制、JMA は気象庁



道でも特に自然保護が徹底している地域であります。これらの諸条件を満たして、限りある経費で役に立つ観測体制をつくり上げるには、学問とは別な苦労があります。樽前山では地震観測のほかに、山頂溶岩円頂丘の変動を検知するための測量網ができております。有珠火山観測所では、すでに一九七一年以来、円頂丘と東山三角点・西山三角点・小樽前

三角点・小樽前 独標との間の距離を光波測距儀によって繰り返し測定してあります。また、両三角点から円頂丘の高さを精密に測っています。現在まで特に異常な変動を認められておりません。しかし、この種の山頂における測量は、厳冬期間は実施困難となります。本年二月の活動活性化に際しては、道庁災害消防課のご尽力によって道のヘリコプターによって、人員・機械を樽

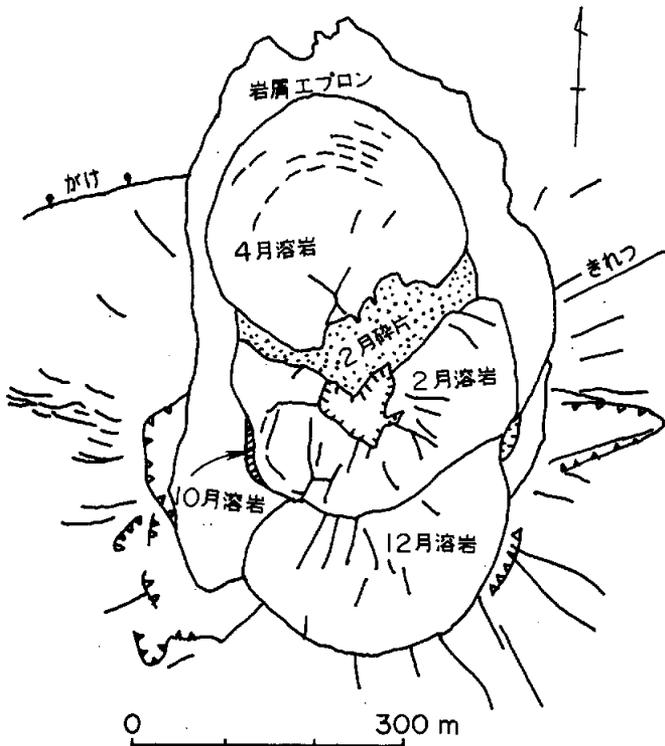
前山頂に運んでいただいたこともありました。

次の樽前山噴火はどうなるか。現在の山頂溶岩円頂丘はこの火山の主火口をふさいでいるので、次の噴火はまずこの円頂丘の破壊から始まると考えられます。一九〇九年にこの円頂丘が形成されて以来今日までのたびたびの小活動は、円頂丘にきれつをつくる結果になっています。樽前山の過去の活動を振り返ってみましょう。現在の円頂丘は二代目であり、昔にも円頂丘が存在したことがあります。それは多分、一八八〇年より以前に形成されたと考えられますが、一八七四(明治七)年の噴火で完全に破壊されました。次の噴火はこの噴火と同型と考えられます。このとき吹き飛ばされた岩塊は灼熱しており、外輪山を越え山腹をころげ落ちました。黒煙は電光を伴って上昇し、主として南に降灰しました。錦岡では火山灰の厚さが四五cmにもなりました。札幌にも灰が降り、鳴動が聞こえ、住民のなかには避難する者もありました。この噴火によって円頂丘は破壊されて、その跡には直径約六〇〇mの火口が生じ、この後の三十五年間の活動はこの火口で起こりましたが、一九〇九(明治四十二)年の噴火によって、現在の二代目円頂丘が形成されたのであります。

第6図で樽前山と有珠山とを比較してみます。一見して、それらの大きさの違いが明らかであります。普通、火山弾の到達する最大距離を三kmくらいと考えますが、有珠山では三km以内に洞爺湖温泉が含まれるのに対して、樽前山では一〇km以内に丸山及び湖畔がやっと含まれるだけです。両火山では噴火のタイプに違いがありますが、概して言えば、樽前山の噴火災害は有珠山の場合より薄まるわけでありませう。

セント・ヘレンズ火山との相似 目を国外に転じますと、昨年(一九八〇年)五月十八日に、アメリカの太平洋岸ワシントン州のセント・ヘレンズ火山が二三年ぶりに大噴火しました。この噴火によって、海拔約三、〇〇〇mの山頂よりやや下の北側が吹き飛ばされて、山頂は約四〇〇m低くなり、大規模な山体崩壊、岩なだれ、激しい突風、火砕流、大泥流などによって広範囲の地域を荒野と化しました。そして海拔約一、八〇〇mのところ南北三km×東西一・五kmの北へ開いた火口が生じました。ここまでの噴火活動は、一八八八(明治二十一)年の磐梯山の大爆発に類似しています。磐梯山はこのときの噴火によって、南北二km×東西二・二kmの馬蹄形の火口を生じ、その噴出物は川の流れをせき止めて、五色沼などの多くの池・沼をつくりました。セント・ヘレンズ

第7図 セント・ヘレンズ火山の火口内の溶岩円頂丘。
その高さは約100m。(1981年5月現在)



火山では、その後も火口内で噴火が起りましたが、六月中旬には、火口底に溶岩円頂丘の生成が認められました。これは高さ90mまで成長しましたが、七月二十二日の噴火で破壊されました。その後、八月に再び溶岩円頂丘が現われました。このような活動が繰り返されましたが、私が本年五月に現地を訪れたときには第7図に示すように、昨年十二月、本年二月、四月に形成された三つの円頂丘の残存部分がそれぞれ重なっていました。溶岩の湧出口は常に中央部とみなされていて、ここから噴煙がもくもくと昇っていました。溶岩の性質は安山岩に近いからです。樽前山の溶岩円頂丘に似ているものと思われず。こういうわけで、セント・ヘレンズ火山の溶岩円頂丘の活動は、樽前火山のそれを考える場合、大変参考になります。もちろん、両火山で違った点もあり

ます。火山噴火は、同じ火山でも全く同様な噴火はまずありません。現在の樽前山頂の溶岩円頂丘は、一九〇九年四月に二日以内で形成されたものです。

現在、アメリカ地質調査所によるセント・ヘレンズ火山の観測は前述の火口内に集中されています。地震計・傾斜計・ガス分析器が設置されていて、これらの信号はすべて無線によって約四〇kmはなれた観測基地へ送られています。円頂丘の隆起を調べるために、火口内に約三〇点の水準点を設置して、高さの測定を繰り返しています。観測者はヘリコプターで火口へ送り込まれます。まだ噴火のおそれのある火口内で測量を行うとは、私は、あなたたちは「カミカゼ」火山学者だ、と言いました。彼らもそれを認めていました。もっとも、彼らも毎日の火山活動の状況を、地震観測の結果から四階級に評価して、安全な日にだけ火口へ入っています。

それでもわが国では、こういう危険を冒すことは許されません。彼らの研究結果によれば、噴火に先立って、まず溶岩円頂丘の近傍が局地的に隆起し始め、いよいよ噴火が切迫すると、火口下の地震が急増します。これによって、噴火の長期、短期の予測が可能であるとしています。現に、本年九月始めには、この経過を経て、予想されたおりに噴火して、溶岩を流出して、第7図の溶岩円頂丘にさらに溶岩を付加したそうであり

ます。
このように、太平洋をへだてて樽前山・有珠山・磐梯山の火山活動とセント・ヘレンズ火山のそれとが相似する点のあることを考えると、学問の交流の大切なことがよくわかります。

最後に、樽前山の観測施設の整備に当ってご協力をいただきました環境庁・営林署・電波監理局・道総務部・道警航空隊の各位に深甚の謝意を表します。

(北大理学部教授)