



「化学科」としての火山観測

—— 草津白根火山観測所 ~ 化学科 ——



大場 武 助教授

学問分野の発展には、その学問以外の力が必要不可欠である。例えば物理学の分野では数学や化学など他の分野が少なからず関わっているのだ。火山研究に関しては物理学および地学的手法が主なのである。しかし、化学科として火山の研究しているのは唯一、東京工業大学の草津白根火山観測所だけなのである。それでは物理・地学的手法を主とする観測所との違いは一体何であろうか。

今回私たちは、草津白根火山観測所の大場武助教授にお話をお伺いすることができた。



予測とは何？ ~ 予測の五大要素 ~

活火山と呼ばれるものは世界で約800あり、そのうち一割は日本に集中する。火山噴火の凄まじさは雲仙普賢岳の活動で想像できるだろう。実はその200年前(1792年)にも雲仙普賢岳は噴火して一万五千人の尊い命を失ったのだ。雲仙普賢岳は歴史的に200年周期で火山噴火してきたのだが、そのたびに大きな被害をあたえた。つまり周期的とわかっていても、具体的にいつ噴火するかという正確な予測はできなかった。もし、火山噴火を未然に防ぐ、あるいは事前に予測できれば、どれほどの火山噴火による被害をなくすことが可能だろうか。被害を防ぐ方法である予測に説明していきたい。

予測には時期、場所、様式、規模、期間が必要なのだ。天気予報の簡単な例を挙げよう。明日東京で大粒の雨が夜まで激しく降るという予測についてはどうだろうか。予測の五つの要素 <時期、場所、様式、規模、期間>は<明日、東京で、大粒の雨、激しく降る、夜まで>となる。

天気予報は風・雲の位置や動きなど目で観測できる。しかし火山の場合は違い、マグマの位置

や動きは目に見えないのだ。そのため天気予報より予測困難なのだ。では実際に火山噴火の予測はどうかだろうか。「時期」に関しては、噴火直前の段階でしかわからないのだ。「場所」は過去に火山噴火が起こった火口で再び起こるだろうと推定できる。「様式」「規模」は対象とする火山噴火の過去を調べるにより前回と似たようなことが起こるとしか推定できない。「期間」に関しては噴火の激しさなど、噴火形態により大雑把な推定は可能だ。以上のことからわかるように噴火する遥か以前から火山を観測し、さらに噴火する直前・直後の状態も十分把握をしなければ予測はやはり困難なのである。

表 五要素の例

予測の5要素	天気予報の例
時期	明日
場所	東京
様式	大粒
規模	激しく
期間	夜まで



草津白根山の火山湖、湯釜



どんな観測するの？～化学的見地とは～

草津白根火山観測所が重点においている観測方法は二つある。一つ目は経験的観測の積み重ねである。経験的観測とは観測した結果が通常のデータと比べ異常かどうかを調べるものである。温度の変化や化学物質の割合などといったデータが、異常値の時には火山噴火の可能性を持つのだ。仮に火山噴火がないとしても、火山は何らかの活動がおこなわれていると考えられる。では予測との関連を例にしよう。私たちは真夏の沖縄で雪が降らないと簡単に予測できる。その理由は、今までに雪が降ったことがないので、今後もないと経験的に推測できたためだ。これが天気を経験的観測による結果である。仮に沖縄で雪が降るならば、地球に何か異変が起こっているのだらうと想像できる。これが前述のデータが異常の時に火山に何らかの活動がおこなわれているということだ。

もう一つは観測形式が化学的見地に基づく、草津白根火山観測所唯一の点である。普通、火山観測所は物理的見地による観測をするのである。では物理的見地と化学的見地による観測との違いを説明しよう。物理的見地による観測とは、地磁気の変化、地殻の変形、火山性の地震、重力異常を観測するものだ。これらの中でも地震観測に関係することが多いのだ。そのため、火山噴火の観測

は地震観測が同時に行われ、物理的見地による観測が普通なのだ。一方、化学的見地による観測とは、火山ガスおよび温泉水の温度、化学組成、安定同位体比の観測である。これらの観測によって、ガスや水の起源に関する情報が得られる。特に化学組成観測は、マグマに関する物質が含まれている火山性ガス、温泉水、火山湖の水、火山灰を観測することが中心である。このように、同じ火山観測でも物理的見地と化学的見地との観測では大きく違うのだ。

物理的見地による観測の成果もあるのだが、ここでは化学的見地を一つ挙げたい。それは草津白根火山観測所は設立以前に火山噴火の予測に成功したことだ。1960年代後半から、現在東京工業大学名誉教授である小坂丈予博士グループが化学分析に用いる試料を草津白根山頂および山麓で採取し研究していた。1975年に火山ガスの化学組成が変化したことに気付き、噴火の可能性が高いことを火山噴火予知連絡会で報告した。その一年後、草津白根山山頂水釜クレーターで本当に噴火したのだ。つまり、化学的見地によって火山噴火の予測をしたのである。この成功が草津白根火山観測所の設立に大きく寄与した。



観測以外は？～理論化を目指して～

観測所は前述の経験的観測を蓄積し、理論的予測を行う試みもある。理論的予測とは、火山の内部構造を推定して火山活動の動向を予測するものだ。

火山内部を調べるにはやはり掘ってみるのが一番である。しかし、すべて掘ることは当然できない。草津白根火山観測所は火山観測の積み重ねによって、地面を掘らなくても内部構造を推定したのだ。一つの方法として塩化物イオンを用いた火山内部構造の解析を例に挙げよう。これは塩化物イオンの水溶性を利用したものである。図を見てもらいたい。もし空洞に地下水が存在する場合には、マグマ(a)から発生した気体の塩化水素は岩などの隙間を通り抜ける。そして塩化水素は地下水(b)に到達するのだ。更に塩化水素は水に溶け、その水が火山湖(c)に流れるのだ。そのために火山湖は通常の水より塩化物イオン濃度が高いという結果が出る。逆に地下水が存在しない場合、マグマ(A)から発生した塩化水素は岩の隙間や空洞(B)を通り抜けそのまま火山ガス(C)となる。つまり、地下水の変動は火山湖や火山ガスの塩化物イオンの濃度によってわかるのである。

ガスや水が地表に出るまでの過程は火山内部及び地表付近の物質との化学反応などによって、かなり複雑となる。そのため例のようにうまくいかないかもしれないのだ。しかし観測を積み重ねる

ことによってより正確な理論が可能になり、新たな火山予測が確立されるだろう。

この理論化の研究と並行して、草津白根火山観測所は薩摩硫黄島で国際会議の開催をも計画している。この会議の目的は、化学物質の観測方法の統一と薩摩硫黄島の火山ガス採取だ。

観測方法の統一について説明したい。ある物質を量るとき一体どのような方法があるだろうか。天秤を使う、パネばかりを使う、もしくは密度と体積によって割り出す方法も考えられる。つまり物質を量るにしても多種多様なのだ。このことは化学物質の観測にも同じだ。一つの化学物質を挙げても採取方法、使う観測機械および手順と、すべての観測所が同じように観測しているわけではないのだ。そのため、化学的に火山を観測する各国の専門家が薩摩硫黄島に集まり、どのような観測方法が正確なのか議論していくのである。

薩摩硫黄島でガス採取が行われるのは世界的に珍しい点が二つあるためである。一般的な火山ガスは100度から200度の温度であるのだ。しかし薩摩硫黄島のガスの温度が常に800度以上の高温であり、その高温にもかかわらず噴火しないということもさらに世界的に珍しいのである。もう一つは火山ガスの化学成分が世界の火山と比較すると、水の割合が高い特徴があるためだ。

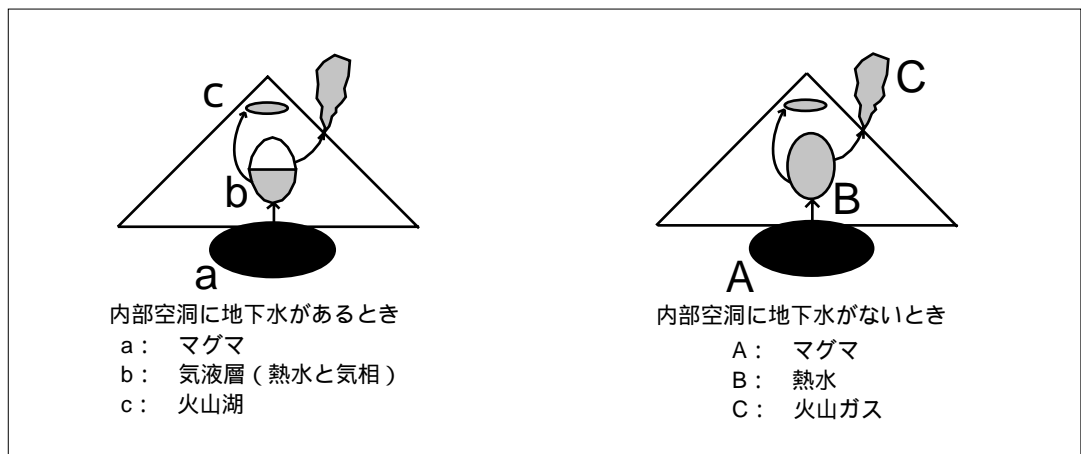


図 火山内部構造の推定方法



今後の課題は？

研究は常に順風満帆というわけではなく、観測所ではいくつかの問題を抱えている。そのひとつは観測機械の開発である。

温泉の温度の測定など、簡単な観測は機械が常に観測をしている。しかし、化学組成といった観測はまだ人の手に頼ったままなのだ。そのため研究者は火山ガスや温泉水の化学成分などを観測するにも、研究室から噴気地帯および温泉まで往復しなければならない。その往復移動はかなりの労力を要し、なおかつ危険なのである。危険である事例として、火山ガスに含まれる硫化水素や二酸化炭素が窪地に溜まり、そこに入った幾人もがなくなった事故があるのだ。しかし全ての観測を機械任せにすることはできないのである。なぜなら



分析機器

火山活動の観測はすぐに結果が出るものではなく、長い時間をかけて完成させていくものなのでしょう。しかし目的は大きく未来への希望を強く感じました。おそらく、そのようなところが面白くそして魅力なのでしょう。

しかし残念なことに、ここ東京工業大学の大学院生がまだいないそうです。その理由は現在まで草津白根火山観測所は研究室ではなく、学部生は所属しないセンターという立場のためです。その

～ 未来の観測機器 ～



草津白根観測所

ば、化学組成を観測するような化学測定器は非常に精密なので野外に放置するとすぐに壊れてしまうのである。さらに測定器の耐久性を上げる開発はかなり遅れているのだ。また開発が遅れているということは測定器の価格が膨大であることも意味する。

これからの課題は、火山ガスの化学組成を自動的に測定しデータを転送することのできる機器の開発である。それを解決することによって、草津白根火山観測所がより多くのデータを集め火山噴火の予測を可能にするのである。

ために東京工業大学の学生にとって草津白根火山観測所との縁は少しばかりなかったようです。この冊子 LANDFALL によって、皆さんが少しでも関心を持つことを願っております。

今回、大場武助教授のお話を参考させていただきました。この場をお借りして篤くお礼を申し上げます。そして草津白根火山観測所および研究の大いなる進歩を祈りつつ筆を置きたいと思えます。

(内田 直樹)