

## 火山の分布

### 活動的な火山の分布状況

勝井 地球上の火山活動についてざっとお話しします。地球の歴史における最古の火山活動の証拠は、35億年前の始生代から知られています。たとえば南アフリカのトランスバル地方には、大量の古い玄武岩が溶岩として流出しています。それは、堆積物を含めると厚さにして16kmという膨大な規模のものです。それ以来、地球上では古生代や中生代を通じさまざまな地域で火山活動が行なわれてきております。そして現在、つまり地球の歴史では最も新しい新生代では、火山活動は主として島弧や大陸縁その他に集中しております。

現在、活動的な火山は地球上に約800あります。もうすでに活動を終わって侵食を受けた火山も含めると、その数はざっとその5倍ぐらいになります。こういった数字が明らかになりましたのは国際的な協力のたまものでして、火山学の方には国際火山学地球内部化学協会（IAVCE）という長い名称の学会があります。この協会では、1950年ごろから世界各地の活火山カタログをつくりました。また、亡くなられた東大の久野久教授の提唱によって、世界の火山地図の編集が数年前から始められ、私共も協力してようやく最近出版されました。このような国際協力で、地球上の火山分布がかなり詳しくわかるようになりました。

図2-1はこのような成果の一部で、赤い点が活動的な火山です。青い点は、1961年から1967年までに起きたマグニチュード4以上の地震の震央で、参考のためにプロットしたものです。もう一つ、ピンクで示した部分がありますが、これは、年代にしますと数百万年から数十万年前というオーダーの火山地域です。図にみるように、まず太平洋を囲む地域 環太平洋域や、インド洋に面するインドネシア、さらに地中海やエーゲ海地方などでは火山が密集して細長い火山帯をなして分布しております。つまり、島弧と大陸縁に火山が集中しています。また大陸の内部でも、東アフリカ、紅海、アラビア半島などに火山が分布しております。ところがカナダや南米の東部、西オーストラリア、ユーラシア大陸北部、東南極大陸などの古い安定した盾状地（図2-2参照）では、現在、火山活動は全くおこっておりません。さらに今度は、地球の

3分の2を占める海洋域に目を向けますと、ハワイのような火山諸島があり、またアイスランドとそれに連なる中部大西洋海嶺の付近にも火山島がみられます。

### 環太平洋域

そこで、ごく簡単に各地域の説明をいたします。図2-2は、世界の地質構造図と火山分布を示したもので、この図をみていただきながら話をすすめます。まず第一に環太平洋域ですが、この地域では、島弧の外側に図のように海溝が取り巻いている。海溝から内側では地震が多発し、さらに多数の火山が並んでいる。大西洋側に張り出す小アンチル諸島や南米と南極の間の南サンドウィッチ諸島も典型的な島弧で、火山を伴っております。とくに西太平洋には、アリューシャン、カムチャッカ、千島、日本列島、伊豆マリアナ、トンガ、ケルマデック、ニュージーランドなど、いずれも多数の火山を伴うりっぱな島弧が多い。また北米や南米の太平洋岸のカスケードやアンデス山脈に沿っても火山が噴出してあります。環太平洋地域の火山は、さきほどの荒牧さんのお話にありましたように、他の地域の火山に比べますと非常に爆発的です。火山がどの程度爆発的であるかをしめす尺度として、爆発指数というものがあります。この指数は、全噴出物（溶岩、軽石、火山灰など）に対する爆発噴出物（軽石、火山灰など）を百分比であらわしたものです。環太平洋域ではこの指数がおおよそ80%ぐらいになり、非常に爆発的な火山活動が行なわれていることがわかります。そして、噴出物の特徴としては、桜島や浅間山を構成しているようなカルクアルカリ岩系の安山岩が大へん多い。ところが、この安山岩というのは、不思議なことに太平洋の海盆のなかには出現しない。ですから、昔から島弧・大陸縁と太平洋の間に雄大な線を引き、これを安山岩線という名前でお呼びしております。

最近、この環太平洋域の島弧や大陸縁における火山の分布様式について、いろいろな特徴が詳しくわかってきました。たとえば、島弧と平行して深さ10,000mに達する海溝があり、海溝付近から島弧にかけて、震源の深さが数10kmという浅い地震が非常にたくさん発生しています。島弧の内側の方にまいりますと震源が次第に深くなり、地震の発生も少なくなって、安山岩の噴出で特徴づけられる火山帯が現われます。火山帯の位置は深さ100ないし250kmの地震の発生

するゾーンの上に相当してありまして、ここでは地殻熱流量が大きくなっていることも注目されています。つまり、火山分布域の東縁を境に、島弧の外側と内側では、地震・地殻熱流量・火山活動などに著しい違いが認められるわけです。この境を 火山帯のフロント と呼んでおります。さて、このフロント付近では一般に火山が密集して分布しておりますが、内弧側にむかいますと、火山が次第に少なくなり、噴出物は一般にアルカリ（ $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O}$ ）に富んできて、アルカリ岩系の玄武岩や粗面岩という岩石も現われてきます。

### 地中海 コーカサス インドネシア

次に、地中海からコーカサスを経てインドネシアにつながる変動帯を取り上げます。インドネシアとエーゲ海域は、西太平洋に似た島弧で、深発地震も発生しており、ここでは安山岩からなる多数の活動的な火山がみられます。アルプスの周縁では、南フランスのオーベルニュやドイツのアイフェル地方などに断層運動に伴って噴出したアルカリ岩系噴出物からなる火山があります。これらは、いずれも既に活動を終わってしまっていて、活動的なものは南イタリアに限られています。一方、アルプスやヒマラヤ山脈自身には火山がありません。これらは南米のアンデス山脈と同じように新生代に隆起した大山脈なのですが、その成立が本質的にちがっていると考えられます。

### 東アフリカ 紅海 アラビア半島

次に、東アフリカと紅海地方にも多数の火山がみられます。この地方では、安定した古い大陸が断層や破砕帯で割れて大地溝が形成され、そこに火山が噴き出しています。ここでは火山活動はあまり爆発的でなく、爆発指数は平均40%ぐらいで、エルタアレやニラゴンゴ火山では溶岩湖の活動もみられます。噴出物は一般に著しく $\text{K}_2\text{O}$ にとむことが特徴で、各種のアルカリ岩が噴出しています。またカーボナタイトと呼ばれる炭酸塩からなる特殊な溶岩も知られています。

### 海洋域

次に海洋域ですが、ここにも陸上のように中心噴火で生じた多数の海山や火山島がございます。しかし、これらの大部分は盾状火山で、陸上の火山に比べ非常に大きな山体をつくっています。噴出物の大部分が玄武岩であることも特徴で、ハワイにみられるように比較的静穏に多量の溶

岩を流出しています。したがって爆発指数は低く、1～3%ぐらいです。

ところで、この2枚の世界火山分布図では、海洋域の火山については資料が非常に不足しています。もし、海水を除いて海洋底を見渡すことができれば、延々と続く中央海嶺の中軸では若い溶岩流があふれ、ややなれて大火山が聳えているといった光景をみることができるとも知れません。事実、例えば東太平洋海膨の中軸沿いでは、数10万年以降の若い溶岩が海底に流出して、ちょうど舗装道路のように延々と続いて固まっているところが発見されています。北大西洋のアイランドやヤンメイアンなどは中部大西洋海嶺の軸部にあっておりまして、現在ここでは活発な火山活動が行なわれています。その噴火はラキ火山の1783年の活動のように、24kmもの長い割れ目が開いて一度に12km<sup>3</sup>という大量の玄武岩の溶岩をあふれ出すといった非常に特異なものです。したがって各地の中央海嶺では、このような活動が行なわれてきたと推定されます。

以上、世界の火山分布をざっと概観しました。世界の90以上の温泉や地熱地帯の分布も、このような火山分布とよく一致しています。そしてこのような世界の火山分布をいかに説明したらよいかという問題にはいくつかの仮説があります。

#### 火山の分布とプレートテクトニクス

編集 固体地球科学の方ではプレートテクトニクスという仮説がいろいろな分野から検討されているそうですが、この仮説では火山の分布はどのように説明されているのですか。

勝井 さきほどの図2-1にありますように、最近の地震観測の結果は、みごとに中央海嶺を描き出しています。ここでは早くから地殻熱流量が非常に大きいことが注目されていました。またここでは先ほど申しましたように、堆積物がかぶっていない若い玄武岩の溶岩があふれています。そこで、総延長8万kmにおよぶ中央海嶺こそマンテル対流によって海洋プレートが生産される場所ではないだろうかという考えが出されています。しかし、現在では先程のアイスランドなどを除くと、確かに海嶺軸でおこった噴火というものは、これまで記録がないのです。これは若し噴火がおこっても、深海底ですから大きな水圧がかかっておりますし、流動性にとむ玄武岩質マグマは余り発泡せず静かに枕状溶

岩となって流出するので、海面上からは何も異常をキャッチできないためであるのかも知れません。あるいは少なくとも大航海時代いらい、中央海嶺では活動を休んでいるとも考えられます。この辺は今後の問題です。

ともかく、海嶺沿いには1年あたりにして4km<sup>3</sup>ぐらいのマグマが噴出してきたと見積る人もいます。このようにして生産されたプレートは両側に少しづつ広がって、西太平洋のような島弧の下へ海溝をつくりながらもぐっていきと考えられています。途中ハワイ諸島のように、マンテルから特別にスポット状にマグマが湧き出してくるところでは、生まれた火山島がプレートによって北西側へ移動するらしいのです。ハワイ諸島でハワイ島が最も新しく、北西の島ほど古いのは、このような考えで説明されています。島弧付近の地震の頻発は、海洋プレートのもぐりこみで説明されていますが、深さ100～200キロメートルももぐりこみますと、海洋プレートは高圧のために変成して脱水がおこります。この水は上のマンテルにしみこみ、マンテル物質の融点を下げ、安山岩質マグマが発生する可能性があります。

島弧に特徴的な安山岩質マグマは、このようにして生ずるか、あるいは海洋プレートそのものが溶けてできるといった主張もあって、今後の問題となっています。またプレートが何故動くか、その原動力の問題も未解決です。以上のように、プレートテクトニクスの仮説は火山の分布に明快な説明を与えると期待されていますが、未だ多くの問題をかかえております。

#### 日本列島の火山分布

編集 日本列島では、これまで那須火山帯とか富士火山帯とかいう火山帯が設定されていますが、これはどういう意味ですか。

勝井 日本列島は北西太平洋域の典型的な島弧でして、活動的な火山だけで約65もあり、第四紀に噴出した火山(群)は総計200近くございます。これらの火山は一樣に分布しているわけはありません。東日本では、千島列島(内帯)から知床半島を経て北海道の中央高地、渡島半島から奥羽山脈を経て北アルプスにいたり、これから南下して伊豆半島を経て伊豆マリアナにいたる地帯に火山が集中しております。西日本では、九州からトカラ列島にいたる地帯にも火山が集中しており、このほか日本海沿岸地方には散在して火山がみられます。(図2-3

参照)

このような火山の並びについて、お話しのように千島・那須・鳥海・富士・乗鞍・大山・琉球などといった火山帯が古くから設定されています。これらは、はじめ全く地理的に、つまり星座のように火山配列が区別されただけなのですが、そのご火山帯ごとに噴出物の岩石学的性質に特徴のあることがわかってきました。例えば奥羽山脈沿いの那須火山帯では輝石安山岩が一般的で、日本海側の鳥海火山帯では角閃石安山岩と輝石安山岩が噴出しています。同様な理由で、富士火山帯を南と北に区別する提案もございました。しかし、岩石学的な特徴に注目した区分には不都合な点もでてきました。それは、那須火山帯の南端では、角閃石安山岩がひんばんに出現して、鳥海・富士北帯・乗鞍の各火山帯と区分する理由がなくなってしまったのです。図2-3の日本の火山をみていただければ、この辺の事情がよくお判りになると思います。

現在では、火山帯の会合点付近で、ある火山がいずれの火山帯に属するかというような問題は余り本質的な問題とは考えずに、先程申し上げたような島弧構造と火山の配列といった問題が注目されています。このような見方からは、火山帯を島弧海溝系の区分にしたがって設定する方が、より自然だと思われれます。千島火山帯というのは、既にこのような意味で使われております。

編集 図2-3でみると西日本の日本海側には、日本では一寸異質とも思えるアルカリ玄武岩の火山が並んでいて、小さな盾状火山をつくっていますが……。

勝井 確かに異質です。と申しますのは、日本の多くの火山は、地下に大きなマグマ溜りが生じ、長期にわたって活動し、大きな安山岩の成層火山として生長したものです。山陰から北九州にかけては、大山や三瓶山のような安山岩の大きな火山もござりますが、アルカリ玄武岩の小規模な碎屑丘や溶岩丘が非常に多数分布しています。これらの小規模な火山は、大部分が短時日の活動で生じた単成火山であるということも特徴です。東日本では、男鹿半島の一の目湯などのマールを除くと、このようなものは殆んど見られません。その理由は未だよく判りませんが、恐らくマグマの性質とその発生・上昇の機構に原因があると思われれます。内弧側で生ず

(38頁へつづく)