

アイスランドの地質学的自然環境学的特質について

石川 輝海

Abstract

The Mid-Atlantic ridge is a volcanically active rise that runs south from the Arctic through Iceland to near Antarctica. For some time, fresh flows of basaltic rock have appeared from the various fissures in ridge. Such flows have been frequently observed on Iceland and other islands along the ridge. At the mid-oceanic ridge, new basaltic ocean floor is created. At a few places the mid-ocean ridge rises above sea level, forming islands, such as Iceland, where basaltic volcanism can be observed. Iceland formed by volcanic activity on the Mid-Atlantic Ridge in late Cenozoic time.

1. アイスランドの構造地質学的意義

大西洋中央海嶺は、2億年前のパンゲア大陸ではアメリカプレートとユーラシアプレートの接合部に位置した。マントル内にプルームができ、その湧昇により、アメリカプレートとユーラシアプレートは1億2000万年ごろから分離が始まった。このときから北大西洋の海洋地殻が形成され、大西洋中央海嶺の西方と東方にそれぞれ拡大した。常に中央海嶺上は新しい地殻で形成され、より古い海洋地殻はアメリカ大陸とユーラシア大陸に近いところにある。パンゲア大陸内のグリーンランドと北米大陸の間に、アフリカ大陸と南米大陸の間にマントルプルームが形成され、マントル物質の上昇が起きた。大陸地塊の移動とともにホットスポットが分離境界に続々と形成され、大西洋中央海嶺の原型となる。大西洋中央海嶺は南から北へ活動がはじまり、大西洋は1億2000万年ごろから南端で開き、次第に北方へ形成される。アイスランドは2000万年前にプルームができ、海嶺に

発達した。大陸の分裂はプルームの上昇に伴って能動的に起きるのであろう(高橋, 1997)。

大西洋の中央部に北極海から南極海まで伸びる大西洋中央海嶺がある。この海嶺はユーラシアプレートとアメリカプレートの分離帯でマグマ活動の激しいところである。海洋底からなるプレートが分離し、マグマ活動は火山や地震として地表に現れる。海洋底が海嶺の噴出活動によって高くなり、大西洋中央海嶺が海面上に出たところは北からヤン・マイアン島、アイスランド、アゾレス諸島、アゼンション島、トリスタン・ダ・クーシャ島などがある。これらは全て火山島で、現在、活発な火山活動がおこなわれている。

海洋底の平均の深さは約4000mであり、海嶺は海底から2000m～4000mの高さにそびえている。海嶺の山頂付近の深さは2000m～4000mあり、一般には深海である。アイスランドはこの海嶺が海上に出た島である。したがって、海底から4000m～6000mの高さにそびえる山体である。海嶺は海洋地殻の分離帯である

ため、海嶺の中央部に海嶺に沿って分裂割れ目が形成され、マグマの噴出が盛んである。海底火山となり、マントル内の物質を噴出する。それはマグマや火山ガスである。この分裂割れ目は中央海嶺が海面上に出現したアイスランドの中央部にも認められる。アイスランドの中央部に南から北に延びる地溝帯があり、その中に多数の火山が噴火している。

アイスランドは北大西洋の北部のほぼ中央に位置する約10.3万平方キロの島である。北緯63度24分から66度33分、西経13度30分から24度32分に位置する。この島は大西洋中央海嶺の活動により、海底が高くなり、海面上に出たところである。そのため、プレートの分離するところでマントルプルームの上昇域である。海洋底で最も地殻変動の激しいところである。これらの影響がアイスランドのいたるところに地質現象として現れている。

アイスランドは大規模な火山島であり、大西洋中央海嶺上に位置している。その島は火山の噴出物である玄武岩からなる台地状地形をなし、島の中央部を北東から南西に延びる「ギャオ」と呼ばれる開口割れ目群や正断層が発達し、その中は割れ目噴火帯になっている。割れ目や正断層の方向から東西性伸張テクトニクスの場合になり、この中央帯は島の南部で二つに分岐している。それらは浅発地震活動・火山活動・温泉活動帯である。これらは世界の海嶺中央部の地球物理的活動に類似し、この活動帯はアイスランド北方および南方の大西洋中央海嶺に続く。したがって、海面上に出た中央海嶺である。

2. アイスランドの地形

アイスランドは東西500km、南北400kmの

火山島である。ほぼ円形の形を示し、島の中央部に標高1400m級の火山があり、島の最高標高は2119mである。標高600m以上の高地に氷河が主に4ヶ所に発達する。それより小さい氷河は多数ある。島の面積の11%が氷河に覆われている。

島の中央部が高くそびえるため河川は中央部から周囲の海岸へ放射状に流れる。島の中央は標高500m以上あり、そこは寒冷であるため人は住居できない不毛の地である。島の周囲は沿岸に沿ってわずかな低地が広がり、アイスランドを一周する国道が一本だけ海岸線に沿って延びている。町の多くは漁港で、それは各漁港を結ぶ幹線道路である。

首都のレイキャビク付近が最も広い平野で、人口の62%が首都に居住する。人口は288,000人で、人口密度は2.8人/km²である。この町の主な産業は水産業である。レイキャビク以外の町は小さく、漁業・放牧が主体となっている。

河川は氷河から流れ出る水が主であり、途中でダムが作られ、水力発電となる。電力の93%は水力発電で、残りの7%は地熱発電である。島の地形と火山の特質を生かしたエネルギー確保ができています。

島の中には多数の湖がある。それらは火山に由来したもので、噴火口内に水がたまった火口湖、噴火時の溶岩が谷や川をせき止めた堰止湖などである。また、溶岩流の層は不透水層になり、しかし火山砕屑物の層は多孔質であり、透水層になる。そのため溶岩層に透水層の砕屑層が挟まれると貯留層になり、その層が地表に出ると泉ができ、沼になる。

アイスランドの中央部に北東-南西方向に延びる「ギャオ」と呼ばれる地割れがある。これは地面の火山岩に東西方向に張力が働き、引き裂かれた割れ目である。地割れの幅は狭い

もので数十センチから広いもので約100m、長さは数100mから何十キロも伸びている。その中に火山の噴気や噴火を伴うものがある。それらは割れ目噴火といい、海嶺の火山噴火で発生するもので、噴火口が直線的に並ぶ。ラキ火山はその典型的なもので、噴火口が直線的に長さ25kmも並ぶ。

島の南東部にある Vatna 氷河は島内で最大の氷河で、最大厚層900m、平均の厚さ400m、面積8000平方キロである。その他に Vatna 氷河の1/5ほどの大きさの Lang 氷河、Myrdalsh 氷河、Hofs 氷河がある。これらの氷河の下には多数の火山があり、火山が噴火すると氷河が融けて大災害を起こす。

アイスランドの主な火山はクラフラ (Krafla) 標高620m、アスケア (Askja) 標高1510m、ラーキ (Laki) 標高650m、ヘクラ (Hekla) 標高1491m、カトラ (Katla) 標高900m である。これらは最近70年間に噴火、および大爆発をし、死者が出る災害を起こしている。クラフラは1981年に噴火し、 5.6×10^{10} kgのマグマを噴出した。それ以来、割れ目噴火を繰り返している。

3. アイスランドの地質

アイスランドは玄武岩の溶岩で形成された台地状の島である。現在も島の中に多数の噴火口があり、独立した小火山体の列が連続的に多数認められる。火山は噴煙を出し、また、噴火口が火口湖となった休止状態のものもある。多くの火山は島の中央部を北東から南西へ延びる地溝帯の中にあり、活発に活動中である。この地域の岩石は最近噴出した玄武岩質の溶岩が固結したものである。溶岩は層状を示し、噴出時に溶岩として流れたことを示している。また、溶

岩層の中に層状の火山碎屑物を挟み (Fig. 1)、それは火山活動に噴出したもので、溶岩の噴出以外に火山ガスを伴い、爆発的な活動の証拠である。

レイキャビク北方の対岸の Esja の山は溶岩流の積み重ねで台地を形成している。溶岩層は1回に噴出した溶岩流の流量を示す。その厚さは約10mあり、その数は50枚以上ある。傾斜は北東約10度である。それは雪の付着により北傾斜の層状構造を認めることができる。

地表の溶岩は遠景から見ると平坦であるが、1~2メートルの波長で起伏の激しい地形を示し、溶岩が流れ、固結した皮革状の岩塊の移動を示す (Fig. 2)。地表面の岩盤上にはコケの層と雑草が岩盤の間から伸びて生育している。これは固結してから植物が生育できるだけの時



Fig. 1 溶岩層に挟まれた火山碎屑物の層。



Fig. 2 噴出して固結した溶岩流。

間が経過していることを示す。岩盤内は南北方向に割れ目が入り、地形に段差が形成されている (Fig. 3)。被覆している草の下の岩盤は凹凸が激しく平坦ではない。また岩盤は多孔質で一般に透水性で地表は乾燥している。その岩盤は溶岩流が押し出されたときに、固結しながら形成された。そのためブロック状に多数の亀裂が入っている。また、地表面に皺状の構造を示すものがあり、溶岩流が流れた様子を示す (Fig. 4)。溶岩の噴出時はかなり高温で溶岩の粘性が低く、流れながら固結したことを示す。また、溶岩流の層の間は直径数センチの火山礫を含み、火山噴火時に溶岩流の噴出以外に碎屑物を噴出したことを示す。それらの堆積が湖等の水中で行われたため ripple mark を示す (Fig. 5)。



Fig. 3 岩盤内の南北方向の割れ目、割れ目に沿って川が流れる。



Fig. 4 溶岩が流出中に固結したときにできた皺状構造。

レイキャビクの北東約90キロメートルにあるグトルフォス (Gullfoss) の滝は氷河から水が流れ出し、その大量の水が広大な滝を形成している。合計の落差は32メートルである。付近は荒涼とした風景の中を氷河の融水が流れ、溶岩とその下の火山礫層を浸食して雄大な滝を形成している。

多くの氷河から流れ出す水は水力発電として利用され、アイスランドの電力は極めて豊富である。また火山による地熱を利用した発電も盛んで、エネルギーの豊富な国である。余った電力はアルミニウムの精錬に使われている。

アイスランドは火山島で、日々、火山から溶岩が噴出し、岩石が作られている新しい島である。島で最も古い岩石は第三紀の岩石でそれが基盤となり、その上に溶岩流が積み重なっている。したがって、地表の岩石は形成されてからあまり時間が経過していない。島の丘陵地帯は溶岩によって岩肌が直接に被覆され、地表が形成されてからあまり時間が経過していないため地表の岩石は風化作用が進んでいないので、土壌の発達が悪い。そのため植物の生育は悪く、草原になり、自生の樹木は認められない。一部には植林されている。しかし、それらは細々とし、低木である。地表面の多くは草地であるが、その土壌層は極めて薄く、いたるところで



Fig. 5 火山碎屑物層の下位にある ripple mark。

下位の岩盤が露出する。地表面にはマグマより固結した岩石以外に火山砕屑物や機械的に風化した岩屑からなる砂状の地域がある。それらは土壌といえず、砂漠のようになり、草木の生育に困難なところである。

4. アイスランドの温泉および地熱

地熱は豊富で、島のいたるところで噴気が見られる。レイキャビクの町の中にも噴気対策の設備が設置されている。Gaysirには温泉水が約5分間隔で噴出する間欠泉がある。間欠泉は熱水が岩石の割れ目より水蒸気とともに噴出し、高さ約10mも吹き上げる。付近には温泉水が吹き出、ユオウ匂の噴気を伴う。その温泉水は透明で、約60℃の温度で、温泉水は円形の池としてたまり、その池の周囲は白色の珪質成分の沈殿が見られる (Fig. 6)。ブルー・ラグーン (Blue Lagoon) は地下2000mから汲み出したスヴェルツェング地熱発電所の熱水で広大な温泉が作り出されている。その面積は約1haあり、観光施設となっている。レイキャビクの市内にも地下より汲み出した温泉水で住宅の暖房や温水プールが作られている。また、温室栽培の熱源として利用されている。市内の各家庭は配湯



Fig. 6 温泉水の湧出、周囲に珪質成分の沈殿が認められる。

された温泉水で保温する温室を所有している。そこで花や野菜の栽培が行われている。

アイスランドの地熱地帯は高温帯と低温帯に分けられる。高温帯は地溝帯内にあり、深さ1000mの地中温度が150度℃以上である。それらは新期火山地帯内にあり、活火山の影響を強く受けている。その地帯では噴気孔・硫気孔・泥火山がみられ、火山ガスを噴出している。それらの多くは火山体の中腹や頂上付近に形成される。

低温帯は島の西半分に広がり、そこは島の基盤である第四紀および第三紀火山岩地帯に分布する。湧出量が多いのが特徴である。その温度は15℃～100℃である。母岩の溶岩流が多孔質であるため透水性があり、下位に不透水層があると多量の地下水を貯留できるため湧水量が多くなると考えられる。

温泉水の原水が氷河や雪に由来し、それらが多孔質の地層内に貯留されるため、温度の割には溶存物質が少ない。そのため温泉水の送湯管の中に沈殿物が付着するような負担が少なく、温泉水の利用が容易である (大木・渡部, 1979)

5. 植生・生態

アイスランドの大地は荒野である。地下より噴出した溶岩によって地表は覆われ、植物の生育に必要な土壌は極めて少ない。また、北極圏に近いため年平均気温4.4℃、最暖月の7月の月平均気温は10.5℃である。最寒月は1月で月平均-0.5℃である。北極圏のやや南に位置するが、メキシコ湾流の影響で比較的温和である。年降水量は約800mmである。

寒冷な気候と大陸から遠く離れた火山島であり、現在も火山活動の盛んなところであるた

め、外来の植物は移入しにくく、植生は極めて貧弱である。特に火山活動によって大西洋の中央部に形成されたため、歴史は浅く、土壌の量が少なく、また、周囲が海であるため植物の種子が周囲から入り込まないところである。しかし、市内の家々には、ポプラなどの木々が植えられている。これらは人々によって島に持ち込まれた植物である。自然状態の植物はコケと針状の草のみである。コケは氷河の融水が流れる川岸や沼にみられる。雑草は高さ1mまでで、稲科である。それらは放牧された羊の食料になっている。樹木は20～30cmの高さである。土に栄養分はなく、風が強く、寒冷な気候であるためであろう。耕作地は住居の周囲にあるのみである。一般に麦が耕作されているが、適した作物ではない。その他に温泉水の利用による温室で野菜等の栽培が盛んである。

アイスランドの海岸沿いには平野があり、内陸地域と異なり農業のできるところがある。ここでは牧草が移入され、牛や馬が飼育されて、酪農が行われている。内陸では羊が放牧されている。それは岩の間に生育するコケや草が飼料

に使われている。羊は人間が消化できない荒野で育つ、硬い植物を消化できるため、それらを食べさせ、羊は人間の食料になる。羊は肉以外に毛・皮が利用され、羊毛製品はアイスランドの輸出品である。アイスランドの衣服には羊毛が多く利用されている。

謝辞

本研究は名古屋学院大学の2003年度地域共同研究の成果である。本研究の遂行に当たり関係各位に感謝申し上げる。

参考文献

- 大木靖衛・渡部 彦 (1979) : 第8章地熱温泉, 岩波講座地球科学7, 岩波書店。
- Sigurgeir Sigurjonsson (2002): Lost in Iceland. Forlagid.
- 島村英紀 (2001) : 地震と火山の島国。岩波ジュニア新書。
- 高橋栄一 (1997) : 4. マントルダイナミクスⅢ—物質。岩波講座地球惑星科学10, 岩波書店。