

氷河の下から火山噴火
SUBGLACIAL VOLCANO

中 村 重 久
SHIGEHISA NAKAMURA

平成 22 年 5 月 1 日

2010 May 1

概要 火山の研究は、2010年の現在では、国際的組織によって、推進されている。その研究の成果は、毎年または数年の間隔で発表され、火山噴火の自然現象としての特徴を把握する努力が公表されている。一方、火山噴火の予測が、地球上の人類の繁栄のためには、重要な問題である。その意味において、火山の地域的特性を明らかにすると共に、火山の地球科学的な調査研究が必要である。はからずも、2010年4月14日のアイスランドにおける火山噴火は、現在の国際的な社会活動に大きな影響を及ぼすことを明白なことを示すに至った。ここで、最近の火山噴火の情報をよりどころとして、今後の問題とは何であるかについて述べる。

Abstract— Research on volcanoes has been promoted by the scientists in a international network system. Protection of the human societies from any hazardous suffer has been also formed by an intergovernmental organization. It was one of the volcanic event that one of the volcanoes in Iceland erupted and affected to the most advanced transportation by aircrafts. The eruption has given a strong impact of the avian transportation. Then, the author introduces his comments for what should be considered for the next step to the research on volcanoes.

1. 緒言

火山の研究は、2010年の現在では、国際的な組織によって推進されている。その研究の成果は、火山の地域的な特性を明らかにするとともに、火山噴火と人類との関連についても詳細な検討が実施されている。火山噴火が社会生活に甚大な影響を及ぼすという点において、台風、地震、津波、その他の地球上の自然現象が、人類に及ぼす災害としてみると、共通した問題を抱えていると言つてよい。

たしかに、これまでの火山の研究には、長い歴史があり、多くの研究者による研究成果というものが蓄積されてきている。しかし、火山噴火は、比較的局地的自然現象として、地球科学の諸分野の研究に比較すると、社会的に注目される機会に恵まれなかったことは否定できない。

はからずも、2010年4月14日に、アイスランドのある火山が大噴火が発生したことによって、航空輸送網の機能に甚大な影響を及ぼす結果となった。火山の特徴について、日本国内では、多くの火山があることから、先進的な科学研究が推進されていて、その実用性の評価について、高い評価がされてきた。しかし、このアイスランドの火山噴火は、世界規模の航空輸送網障害という、国際的な問題となった。

火山噴火の予測も、その研究推進が図られているけれども、その成果が十分に社会活動と関連において検討されているとはいっても、局所的であり、世界規模の問題としては、従来、考慮されることは少なく、長期にわたる研究は直接的には当面の社会生活に有効に還元できないと評価されてきた。

たとえば、日本の現状を顧みると、日本は、工業国としては、第2次および第3次生産として重要な位置を占めているが、第1次生産の資源としての食糧資源（米、麦、大豆など）および工業資源（各種の鉱石、化石燃料、繊維など）を諸外国からの輸入資源に依存していることが

現実である。

このように考えてくると、このたびの火山噴火が、大西洋のはるか沖合いにあるアイスランドの火山の航空輸送網への影響と社会生活との関係を見捨てることはできない。

ここでは、最近の火山噴火の例を参考にして、今後の地球科学研究は、関連した諸分野の研究と連携して、はじめて、社会活動に還元できることが明らかになることを、関係研究者以外に示すと共に、関連の行政機関、関連企業、および、それを支える人々の生活基盤を確保ために、火山噴火が、どのように重要であるかが明確にすることを目的としたい。

2. 日本国内の火山噴火と航空輸送

日本国内における火山の資料は、歴史時代以前から、伝承を含めて、多数に上っている。それでも、日本における火山の科学的な研究の歴史は、およそ 100 年余である。それよりも、地震の問題が重要視されてきたという歴史がある。

ちなみに、明治政府の基本政策によって組織された東京大学においては、当初、理科大学で、地球の問題は、Newton 力学の一部として、物理学の主要な位置を占めていた。教授陣の構成にあたって、ヨーロッパにおける大学制度を導入し、国際的な立憲君主国の形式をとると共に、科学的教育研究には、江戸時代までの独自の学者の評価よりも、外国からの招聘学者の意見を重んじた。外国から日本へ招聘された学者は、東京にあって、地震が意外に頻繁であることにおどろき、理科大学には、先ず、地震学教室が用意された。天気予報の目的で、中央気象台ができたが、現在の地球科学研究の組織から見ると、時代の変遷は、国際性をもつまでには遠いものであった。ちなみに、京都大学に、日本で最初の地球物理学教室ができることになると、東京から、京都へ志田順（しだ とし）教授が、地震計を携えて着任した。当時の事情から、日本全国に、地震観測所の設置が図られたが、2010 年の時点での人工衛星による観測研究に匹敵する先進的な手法であった。地震研究の進歩には、さらに長期にわたる継続的な研究計画が必要であることも明らかになった。1930 年代から 1950 年代における研究では、地殻変動と地震の関係が研究され、深発地震の観測をもとに地殻構造および発震機構が明らかとなった。浅間山（東京大学）や阿蘇山（京都大学）などの火山観測所における観測研究の結果により、火山性地震と地殻における地震との判別が可能となった。また、桜島火山観測所が、京都大学によって設置され、国内航空路の発展に伴う鹿児島空港の利用において、火山噴火と航空輸送との関連が明らかとなった。火山噴火と噴煙の状況によって、鹿児島空港周辺では、航空機の離発着の経路変更によって対処するところとなった。この様にして、火山噴火と社会との関連は、現在の国際性の高い社会生活において、一層、重要であることは明らかとなってきている。

3. アイスランドの火山

アイスランドは、地理的に、大西洋の海底中央地溝帯の上にある。この地殻が海面上に現れて、アイスランドの地形が形成されている。このアイスランドでは、マグマが海面に近く、また、地表に近い。アイスランドには火山も多数あって、噴火の状況にも、地域的な特徴がある。それは、アイスランドには、氷河が存在していることである。

アイスランドの火山で、全世界の火山の例と共通した特徴をもっている例は、盾状地形の例である。これは、英語で“shield”と表現されている。日本では、ヨーロッパのイタリアの火山の例のなからって、当初、火山の分類をしていた。ちなみに、火山の英語は Volcano であるが、その起源は、イタリアのブルカノ火山にある。

アイスランドの火山で特徴的な例は、氷河の下の地殻から噴火する例である。アイスランドの独自の観測研究は、地元の、アイスランド大学およびアイスランド気象局などによって実施されている。日本から見たアイスランドの地理的關係から、アイスランドの情報が日本に十分に伝わっているとは言えない状況にある。

ここで、著者は、米国のスミソニアン研究所 (Smithsonian Institution) によって出版された “Volcanoes of the World” (著者 Simkin、発行 1981 年) を参考にし、アイスランドの火山について、Table 1 のような年表をつくった。これによって、アイスランドの北部、南西部、南部に、火山が分布していることがわかる。この年表では、火山名とその地理的位置、高度、地形、噴火歴、などである。ここでは、火山学で重要な分類上の要素については、かなり省略した。

4. 2010年4月14日の火山噴火

ここでは、2010年4月14日に噴火した火山について、著者が入手したデータによって、簡単な検討と説明をすることとしたい。詳細については、後日、火山学を専門とする研究者およびこの火山噴火に関連した分野の換気者によって、報告されることになるであろうと考えている。

著者の用意した Table 1 によれば、2010年4月14日に噴火した火山は、アイスランド南部の、Eyjafjallajökull という名称の火山である。この部分を、取り出すと、垣のようになる。

火山名 — Eyjafjallajökull (概略位置 — アイスランド南部)
地理的位置 — [63. 63N, 019. 62W]
高度 (海拔) — [1666 m]
噴火歴 — [Table 1 参照]

5. 火山噴煙の資料

アイスランドの火山の噴火についての情報は、日本においては、当初は、簡単につたえられた。

従来火山噴火の例として、たとえば、フィリピンのピナツボ火山 (ルソン島) の 1991 年の大噴火において、噴煙は 20,000m 以上の高さには達し、600 年ぶりの噴火であり、多くの火砕流、土石流、山頂陥没がみとめられた。その後、噴煙は、地球をおよそ 7 周して、太陽光が地表に到達する割合が減少するという効果が認められた例があるが、そのために、地球上のほとんどの地域において、社会生活に支障が生じたという報告は無かったようである。

2010年4月14日噴火したアイスランドの火山の資料としては、初期の段階については、以下に述べるような資料がえられている。

(1) 人工衛星によって得られた可視画像

米国の NASA (国立宇宙航空局) が公表した 2010年4月16日の人工衛星によって得られた可視画像を Figure 1 に示す。この図においては、アイスランドの火山噴火から 2 日後の状態がわかる。ヨーロッパ上空の白い雲の一部に、噴火によって噴出した噴煙が認められる。

噴火後、2 日後、噴煙は、イギリス本土 (UK) とスカンジナビア半島の間の海上を通過して、アルプス北部を東進し、ドイツ、オーストリア、ポーランドの上空に達している。このことは、噴煙が火山上空から、大気の運動とともに移動していることを示すものである。この時期に、すでに、ヨーロッパ各国における空港閉鎖の問題が伝えられていた。

(2) 人工衛星から見た噴煙の時間的移動

英国の気象局 (Meteorological Office) は、人工衛星 EUMETSAT によって得られた噴煙の時間的移動状況について、以下のような資料を公表した。

Figure 2— 09 時 30 分 GMT・2010 年 4 月 15 日 [噴煙は火山から南東方向へ移動している]

Figure 3— 15 時 30 分 GMT・2010 年 4 月 15 日 [噴煙は北海の北部に侵入している]

Figure 4— 21 時 30 分 GMT・2010 年 4 月 15 日 [噴煙は北海中心部に侵入し拡散している]

Figure 5— 03 時 30 分 GMT・2010 年 4 月 16 日 [噴煙は北海南部に侵入している]

Figure 6— 09 時 30 分 GMT・2010 年 4 月 16 日 [噴煙はドーバー海峡およびヨーロッパへ]

Figure 7— 15 時 30 分 GMT・2010 年 4 月 16 日 [第 2 の噴煙は火山からノルウェー南部へ]

このように、一連の人工衛星画像を見ると、噴煙の時間的移動には、気象条件が強く関係していることが推測される。

また、火山噴煙の“ひろがり”の予測図を Figure 8 のように作成し好評している。すなわち Figure 8 の上の図は、2010 年 4 月 19 日 00 時 00 分 GMT の地表上 20,000m までの層、Figure 8 の下の図は、2010 年 4 月 19 日 06 時 00 分 GMT の地表上 20,000m までの層についての予測図である。その詳細については、ここでは、省略する。

いずれにしても、英国の気象局では、予報業務として、地上気象のほかに、上層大気の動きを火山噴煙の挙動と併せて検討し、その結果を公表している。

英国の気象関連情報の提供する事業の公表した資料には、アイスランドの火山噴火に関連した資料として、北大西洋周辺の大気上層の気流の数値計算図を示している。このデータは、英国の気象局の資料によるものと判断されるが、独自のデータ処理を施した結果であるものと判断される。

6. 火山噴火の資料

アイスランドの 2010 年 4 月 14 日の Eyjafjallajökull 火山については、アイスランドの地質学専門の研究者グループによって、調査が実施されている。その拠点、アイスランドの気象局 (所在地-Reykjavik) となっている。この火山噴火の関連している情報の公表にあたっては、地質学者である Dr. Kristin Vogfjord が担当責任者となっている。

このアイスランド気象局の地質学関係グループによれば、2010 年 4 月 19 日に観察したところによれば、火口内では、灼熱状態のマグマが認められ、火口から流出する溶岩はみとめられなかったと、報告している。さらに、マグマの表面は、大気と接触して冷却されるまでの間に、泡立ったり、その泡がはじけたり、を繰り返す、そのあと、おそらく、溶岩ドーム状の形状を形成するものと考えられる。火山の噴火は、きわめて爆発的であり、マグマは、厚さ約 200m の氷河の下で上下を繰り返している。火口周辺の氷河が解けて、火口の流入が認められるようになると、ふたたび、噴煙 (火山灰など) が、約 10km 上空まで吹き上げられることになるであろうと予測される。ただし、この 4 月 19 日現在、火口周辺の氷はあらかじめ解けてしまっていて、噴煙の昇る高さは、最初のときより低くなっている。しかし、火山性微動は頻繁になってきている状態である。

火山の周辺には、地震計および GPS 位置計測装置などの観測装置を埋設して、連続計測状態としている。この GPS 位置計測装置による地表上の位置変化計測のために、プラスチック棒を地面に立てておく。火山 Eyjafjallajökull においては、最近の、過去数ヶ月の間に、約 8cm

の位置の隆起が認められ、その後、少しばかり収縮し、噴火につながった。この噴火の際に、気泡上の物質が飛び出すというようなことは認められなかった。

地震計は、すべて、計算機に接続されていて、自動的に、Reykjavik の中央データセンターにデータは転送されることになっている。これによって、火山性微動の時間的な変化を察知し、マグマが地殻から地表へ噴出すかどうかを予測できるように設定されている。この場合の判断の基準としては、火山性微動が強くなってきて、火口から半径約 20km 以内の範囲内に分布している火山灰によって測器が損壊する時刻を検知した時を対象に考えている。この火山灰は、非常に微細な粉末状であり、ここで観測に使用している観測装置などの内部に簡単に侵入し、計算機、写真用カメラなどのほか、公共的に重要なものおよび航空機などのジェット機関などにも恐るべき損傷を与える。それは、ここでの観測調査の目的に十分かなったものであって、容易に利用可能な状態にある物質である。

7. 航空機などにおける問題点

これまでの資料によって、火山噴火の時間的経過、調査および観測などについての情報が得られることがわかった。火山噴火の予測にも、とにかく、計測できる用意もできている。

しかし、もし、ひとたび、噴火が発生すれば、その噴火が被害を及ぼす範囲がどのようなものであり、どの程度となるかについても検討しておく必要がある。

たとえば、火山灰は、ジェット航空機の内部に付着したり、タービンなどの羽根の表面に損傷を与えて、本来の機能が発揮できなくなる作用の原因となる可能性が高い。高温で熔融した状態のガラス性物質が、これらの羽根の表面に付着すると、温度が低下し、固形化して、機能の低下に直結することになる恐れがある。

その意味では、たとえば、空港における航空機の管制では、とくに、高度 3000m 以上高空を運行する航空機に注目しなくてはならない。天候の如何にかかわらず行動しなくてはならない航空機については、同様に、十分な注意を払う必要がある。そのためには、人工衛星の利用も必要であり、また、空港に設置したレーダー探査も必要である。

ただし、このあと、噴火が、時間と共に、減退していくのであれば、以上に述べたようなことで十分に事態に対処できるものと判断されるが、噴火が、さらに、反復したりすることになったときには、さらに、これまで以上の対処をしなくてはならないことになる。

8. 火山噴火の期間の予測

すでに、アイスランドの火山噴火の年表 Table 1 によって推測できるように、ひとつの火山について着目したとしても、火山噴火が、いつ、どこで、どのような規模で発声するかを、的確に予測することは、現在のところ、非常に困難である。これまでも、この予測の手法についての研究がなかったわけではないが、事実上、実用的なものとなって、はじめて、その価値が高く評価されるのである。

さて、アイスランドの火山の例においては、火山噴火の予測は、どの程度まで可能であろうか。

たとえば、最近の例では、ヘクラ山 (Mount Hekla) では、噴火は 2000 年に発生した。また、Grimsvotn では、噴火は 2004 年に発生した。いずれも、2010 年 4 月 14 日に噴火した火山の北側に位置している (cf. Table 1)。ここで、基本的なことは、地上風が、人口の無い北西方向に噴煙を運んでくれるか、あるいは、人口の稠密な南東方向に噴煙を運んでくれるかによって、事態は大きく異なってくる。

アイスランドの周辺のみが検討の対象であるならば、上記のようなことを念頭においておけば差し支えないであろう。しかし、アイスランドの南東方向には、ヨーロッパ連合 (EU) 加盟国があり、さらに、ヨーロッパの主要空港があり、また、重要なハブ空港 (air travel hubs) が位置している。Hekula 火山は約 10 年毎に噴火しているという特徴のある火山である。それ以外の火山のうち、現在の重点的な研究対象は、Oraefajokull 火山および Katla 火山である。この研究が進んでいるふたつの火山は、いずれも、氷河の下に火口がある。このように、火口が氷河の下に位置する火山は、アイスランドの火山のひとつの特徴である。

海面下に噴火口のある例も、アイスランドの火山にいくつかあるが、同様な例は、大西洋にも、太平洋にもみとめられるものである。このほかに、氷河の下に火口をもった火山があるとすれば、南極大陸の氷河の下であろう。その発見の可能性も、現在のところ高いとは言えない。

ひとつの火山の噴火は、付近の各火山の噴火と連携して発生することがある。ちなみに、この 4 月に噴火した火山 Eyjafjallajokull も、かつては、火山 Katla とともに活火山として噴火をしていた事実がある [Pall Einarsson 教授・アイスランド大学地球科学教室]。ところで、現在の火山 Katla を覆っている氷河の厚さは、火山 Eyjafjallajokull を覆っていた氷河の厚さの 2 倍以上になっている。この事実から判断して、火山 Katla が噴火するとすれば、その噴煙の規模は、4 月 14 日の例をはるかに越えたものとなるであろうと考えられる。もし、そうなったとすれば、世界の航空網では、これまでにない長期にわたる空港閉鎖の状態とならざるを得ない。2010 年 4 月 19 日現在、火山 Katla が噴火するという予兆は認められない。しかし、おおまかに言えば、100 年に 1 回の程度で噴火している。しかも、前回の噴火は、1918 年であった。火山 Katla が 1918 年に噴火したときには、その噴火は約 1 年間にわたる長期間であった。

9. おわりに

ここでは、氷河の下に火口のある火山について概要を述べた。実例によるのが、わかりやすいということであり、しかも、そのような火山は、大西洋の海底中央海嶺が海面上に露出により形成されたアイスランドに存在する。折しも、2010 年 4 月 14 日に、アイスランドにある火山のひとつが大噴火した。その噴火は、これからどのくらい継続するかは予測できていない様に見える。

追記一

以上、氷河の下に火口のある火山について、現在、噴火中の火山の例を引いて、述べてきた。ここで、著者のは、本文が、物理的側面のみ焦点を置いている恐れがあることである。ここで大切なことは、実際の火山噴火に対応するためには、一般に、火山の噴出物には、火山弾や火山灰のような固体あるいは固形のもの目撃。マグマが大気中に噴出するとき、液状の場合の問題が残されている。また、マグマが大気中に噴出するとき、一緒に、気体が噴出することも考える必要がある。ここで、気体として、亜硫酸ガスや硫化水素などが、その例である。亜硫酸ガスは、大気中で、水分と相互作用をする。すなわち、大気中で、亜硫酸ガスと水分とが化学反応することによって、硫酸が形成されることになる。また、亜硫酸ガスの分子量と、大気中の、酸素分子や窒素分子の分子量とを比較すると、亜硫酸ガスが酸素や窒素より重い。このことは、亜硫酸ガスは、火山から噴出して、上昇気流の影響下にある間は空中を漂うが、風の影響などのない状態では、大気の下層へと向かって下降することも考える必要がある。本文では、上空 3000m 以上の高度を対象にした問題も述べたが、化学的な問題としてみると、自然現象として、最終段階では、上空より地表のほうが、亜硫酸ガス濃度が高いことになってしまう。この問題についても、今後の検討が必要であり、対処の対象とみるべきであろう。

Table 1 Volcanoes in the Iceland

A brief catalog of volcanoes in Iceland is introduced referring to the existing data, catalog, and directories. First, an introductory note is introduced for a convenience to see briefing in the catalog of the volcanoes in Iceland.

Introductory Notes

The Smithsonian Institution published ever a directory entitled "Volcanoes of the World". For completing this publication in 1981, T.Simkin and his colleagues was contributive in their procedures at classifying the volcanoes.

As an introductory notice, several key notes given by the authors of the publication noted above for our convenience to see what factors should be considered at referring to the directory.

(1) Text-

27 pages describing tabulated data headings, procedures used, noteworthy examples, and cautions in use of data.

(2) Directory-

1343 volcanoes believed active in last 10,000 years. Arranged by region, with locations, heights, types, known eruptive histories, and behavioral characteristics.

(3) Chronology-

5564 eruptions from 8000 B.C. through 1980 A.D. Arranged chronologically, with durations, explosive magnitudes, and volumes of products (when known).

(4) Gazetteer-

5354 cross-referenced volcano names, synonyms, and features names.

(5) Bibliography-

709 sources for more detailed information, arranged chronologically by region.

(6) Map-

Volcano locations and the numbering system that provides the basic cross-referencing device used throughout the book (inside back cover).

(7) Abbreviations and Codes-

These are used in data tables, together with their frequency of occurrence, follow:

(7.1) Volcano type-

CALDERA/ CINDER cone/ COMPLEX volcano/ COMPOUND volcano/ CONE/ CRATER row/
Dome - see LAVA dome/ EXPLOSION crater/ FISSURE vent/ FUMAROLE field/
HYDROTHERMAL region/ ISLAND volcano/ MAAR/ NOT volcano/ PUMICE cone/ PYROCRATIC
cone/ SCORIA cone/ SHIELD volcano/ SOLFATARIA field/ SOMMA volcano/ STRATOVOLCANO/
SUBGLACIAL/ SUBMARINE volcano/ TUFF cone/ UNKNOWN/ VOLCANIC field/

(7.2) Volcano status-

-(a) Documented eruption(s)-HISTORIC/

-(b) Dating methods-CARBON-14/ ANTHROPOLOGY/ TEPHROCHRONOLOGY/
HYDROPHONIC/ DENDROCHRONOLOGY/ MAGNETISM/ HYDRATION RIND/
VARVE COUNT/ LICHENOMETRY/

-(c) Thermal features-SOLFATARIC/ FUMAROLIC/ HOT SPRINGS/ GEYSERS/

-(d) Geologic evidence-HOLOCENE/ SEISMICITY/

-(e) Other-UNCERTAIN/ NOT VOLCANIC/ NOT HOLOCENE/

(7.3) Code before date- (minus) =BC date/ ? =eruption itself uncertain/ @ =eruption
locality uncertain/ X =discredited eruption/ A =anthropology/ C =carbon-14/ D
=dendrochronology(tree rings)/ F =fission track/ G =carbon-14(corrected)/ H =hydration
rind -glass/ L =lichenometry/ M =magnetism/ S =SOFAR(hydrophonic)/ T
=tephrochronology/ V =varve count/

(7.4) Code after date (UNCERTAINTY)-

A B C D E F G H I J K L M N P Q R S T U V W X Y Z *

Years 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 14 16 18 20 25 30 40 50 75 100 150 200 300

Days 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 15 20 25 30 45 60 75 90 120 150 180 270 365

And, Z=500years and/or 545days, and, *>= 1000years and/or => 730days(2yrs).

Examples: 1731< =before 1731/ 1731A =between 1730 & 1732/ 1731_1105D =between Nov.1 & 9/ 1750T =18th century/ 1790J =late 18th century/ 1778_02_? =Feb (?) 1778/

(7.5) Eruptive characteristics-

[PLACE]	#	%	CAVW
C=Centra crater eruption	2701	48.5	
E=Excentric (parasitic) crater	483	8.8	
R=Radial fissure eruption	362	6.5	
F=Regional fissure eruption	97	1.7	
[WATER]			
S=Submarine eruption	326	5.9	
I=Island-forming eruption	96	1.7	
G=Subglacial eruption	73	1.3	
C=Crater lake eruption	168	3.0	
[TEPHRA]			
E=Explosive (normal explosions)	4051	72.8	
N=Nuees ardentes, pyroclastic flows	282	5.1	
P=Phreatic explosions	487	8.8	
S=Solfataric activity	42	0.8	
[LAVA]			
F=Lava flow(s)	1340	24.1	
L=Lava lake eruption	64	1.2	
D=Dome extraction	217	3.9	
S=Spine extraction	14	0.3	
[DAMAGE]			
F=Fatalities, casualties	244	4.4	
D=Destruction of land, property	488	8.8	
M=Mud flows (lahars)	309	5.6	
T=Tsunami (giant sea waves)	38	0.7	

And, X=recorded, and . =not recorded/CAVW column shows symbol used in CAVW Catalogs.

(7.6) Volcanic explosivity index (VEI)-

[VEI]	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Description	Non-Exp	Small Mode	Medi	Large	VeryL	Xtra	.....	.....	.....
Volume of ejecta(m ³)	<10 ⁴	10 ⁴⁻⁶	10 ⁶⁻⁷	10 ⁷⁻⁸	10 ⁸⁻⁹	10 ⁹⁻¹⁰	10 ¹⁰⁻¹¹	10 ¹¹⁻¹²	>10 ¹²
Column height (km)*	<0.1	0.1-1	1-5	3-15	10-25	>25	.....	.....	.....
Qualitative description	gentle effusive/ explosive/catacrismic,paroxysmal,colossal... severe,violent,terric.....								
Classification	Stronbolian Plinian..... Hawaiian Vulcanian..... UltraPlinian.....								
Eruptions(Total in files)	443	361	3108	720	131	35	16	1	0

[where, *for VEI(0-2) in km above crater/ for VEI(3-8) in km above sea level]

(7.7) Volume-

VV=volume of lava erupted/ LT=volume of tephra/
 7 = 10⁷ m³ lava, no recorded tephra volume/
 -9 = 10⁹ m³ tephra, no recorded lava volume/
 78 = 10⁷ m³ lava, 10⁸ m³ tephra/
 -A = 10¹⁰ m³ tephra, no recorded lava volume/

(7.8) Abbreviations-

CAVW = Catalog of Active Volcanoes of the World/

IAVCEI = International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior

SEAN = Scientific Event Alert Network

(7.9) Metric conversions-

m = meter (3.28 feet)/ km = kilometer (0.6214 miles)/ km³ = cubic kilometers (0.24 cubic miles)/

Volcanoes in Iceland

(cf. directry of the publication listed in the Reference)

Volcano Name	Lat	Long	Elev	Type	Number	Status	start/stop	Eruptivity
Snaflajokull (Iceland-w)	64.80N	023.78W	1448	stra	1700-01	tephrochronology		.....
Eldborg (Iceland-w)	64.80N	022.33W	0112	fiss	1702-02	anthropology		.....
Grabrokargigur (Iceland-W)	64.80	021.58	+0173	crat	1700-03	Holocene		.....
Nyey (Iceland-sw)	63.48N	023.77W			/subm/1701-01	/historic		
							1783 0501	<.....SI..E.....
							1830 0313	?/1831 03 ? VEI3
							1879 0530	?/1879 0615E S..E.
							1966 - - / - - -	S....
	63.28N	24.18W					?1970?	.....S....
Eldeyjar (Iceland-sw)	63.75N	22.92W			/subm/1701-02	/historic		
							1179	<.....E..
							1211 1015Q	.....SI.....
							1226 1201P	.....SI..E...VEI3
							1231 - - / - - -	.....VEI3
							1238	.....S.....
							1240	.....S.....
							1422	.....SI.....
							1583_0715Q	.....S.....
							?1884	.....SI.....
							1926 06	- /S.....
Sklafell (Iceland-sw)	63.82N	022.70W	0078	shie	1701-03	/Holocene		
Langholl (Iceland-sw)	63.88N	022.68W	0073	shie	1701-04	/Holocene		
Sandfell Gr (Iceland-sw)	63.87N	022.57W	0132	shie	1701-05	/Holocene		
Arnarsetur (Iceland-sw)	63.90N	022.40W	0100	shie	1701-06	/Holocene		
Grindavik (Iceland-sw)	63.88N	022.38W	0100	fiss	1701-07	/C-14		
Hagafell (Iceland-sw)	63.93N	022.25W	0292	shie	1701-08	/Holocene		
Ogmundargigar (Iceland-sw)	63.87N	022.18W	0050	crat	1701-09	/magnetism		
Trolladyngja (Iceand-sw)	63.93N	022.10W	0378	fiss	1701-10	/historic		
							1151 - - / - - - /	.....F.....
							1188 - - / - - - /	F.....
Kapellugiger (Iceland-sw)	63.98N	021.97W	0120	crat	1701-11	/magnetism		
							M1050T	.....F.....
Brennisteinsgiger (Iceland-sw)	63.95N	021.77W	0543	crat	1701-12	/historic/		
							1341A	.....F.....
Heidin ha (Iceland-sw)	63.87N	021.65W	0626	shie	1701-13	/Holocene		
Selvogsheidi (Iceland-sw)	63.87N	021.58W	0192	shie	1701-14	/Holocene		
Burfell (Iceland-sw)	63.92N	021.48W	0200	shie	1701-15	/holocene		
Eldborg (Iceland-sw)	64.02N	021.53W	0410	crat	1701-16	/tephrochronology		
Kristinitokugiger (Iceland-sw)	63.98N	021.42W	0301	crat	1701-17	/historic		
							1000? 06	- / - - - /

Hekla[contined]	1341 0519/ F E F	3
summit ridge, raudoldur	1389 1201p/1390 - - /R E	3
SE, S and E of Hekla	1725 0402/ F E F ...	1?
	1510 0725/ F E F ...	4
	1597 0103/1597 06 - ?/ ...	4
	1636 0515/1637 06 - /	3
	1693 0213/1693 0914?/	4
SE, S and E of Hekla	1725 0402/ ...F E F	1?
Bjallaigar	1766 0405/	4
	1845 0902/1846 0405?/	4
haungigur,axlargigur,topppgigur...	1947 0329/1948 0421/	4
sudurgigar(ssw foot),hlidargigar(N 1970 0505+1970 0705/	1980 0817/1980 0820/	3
Mundafell (Iceland-s) 63.98N-019.55W/0760/crat/1702-08-/historic	1913 0425/1913 0504	
Krakagigar (Iceland-s) 64.02N-019.47W/0800/crat/1702-09-//historic	1878 0227/1878 04 - /	2
Lambafit (Iceland-s) 64.08N-019.40W/0550/crat/1702-10-/historic	1913 0425/1913 0518/	2
Hrafninnuhraun (Iceland-s)63.95N-019.28W/0920/lava/1702-11-/Holocene		
Namshraun (Iceland-s)64.07N-019.07W/0680/lava/1702-12-/Holocene		
Thujorsarhraun (Iceland-s)64.07N-018.97W/ - /crat/1702-13-/ C 14	-c6115Z	
Eldgja (Iceland-s) 63.07N-018.62W/ - /fiss/1702-14-/historic	0930?/	VE10
Lakagigar (Iceland-s) 64.08N-018.25W/0500/crat/1702-15-/historic	1783 0608+1784 0207 FEF	4
Sidhjokull (Iceland-s) 64.12N-017.90W/ - /subg/1702-16-/historic	1389 - - /1390 - - /	
	1753 - - /	2
Hagongur (Iceland-s) 64.17N-017.72W/ - /unkn/1702-17-/uncertain		
Trollagigar (Iceland-s) 64.43N-018.13W/1000/crat/1702-18-/historic	1862 0630/1864 1015Q/ ...	2
Thordarhyrna (Iceland-s)64.27N-017.60W/1659/stra/1702-19-/historic	1823 0121M/1823 05 - / ...	2
	1887 08 - /	2
	1903 0528/1904 01 - /	4
Sekidhararjokull (Iceland-s)64.03N-017.25W/ - /not/1702-20-/not volcanic		
Oraefajokull (Iceland-s)64.00N-016.65W/2119/stra/1702-21-historic	1362 0605D/	6
	1727 0803/1728 0501P/	4
Grimsvotn (Iceland-s) 64.42N-017.33W/1719/cald/1702-22-/historic	1332 11 - /	2
	1341 05 - /	2
	1598 11 - /	3?
(Vatnajokull, possibly Grimsvotn) @1603 10 - /?1603 11 - /		2
	1619 0726E/	2
	1629 11 - /	2
	1638 0224D/	2
	1659 11 - /	2
	1684 12 - /1685 01 - /	2
(Vatnajokull, unlikely Grimsvotn) @1702 - - /		
	1706 1015Q/	2

Grimsvotn[continued]	1716 10 - /	2
	1766 10 - /	2
	1774 02 - /	2
	?1784 04 - /	
	?1796 06 - /	
	1838 06 - /	2
	?1861 05 - /	2
	1873 0108/1873 08 - / G E	4
	1883 0322/1883 0415E/ ...	2
	1922 1003/1922 1023/ G E	2
	1934 0330/1934 0407?/ ...	2
	?1938 05 - /	1
	?1941 0815E/	0
Kverkfjoll (Iceland-s) 64.65N-016.70W/1920/stra/1702-23-/historic		
	1477? 03 - /	
	1655 0415Q/	0
	1684 1105D/	0
	?1712 0115Q/	
	?1716 1005D/	
	1717 0804/1717 0917?/	
	1726 0201P/1726 0501P	
	1729 0215Q/	1
	1729 08 - /	1
Hvernadalur area	1929 01 - /1929 02 - / E....	1
Dyngjuhals (Iceland-N)64.80N-017.30W/1100/crat/1703-01-/Holocene		
Trolladyngja (Iceland-N)64.90N-017.25W/1460/shie/1703-02-/tephrochronology		
	-T4050?/	
Askja (Iceland-N) 65.03N-016.75W/1510/stra/1703-03-/historic		
Viti	1875 0103+1875 0329/ ...E...	5
1km east of Viti	1921 03 - /	0
1km west of Oskjuvatn caldera	1922 11 - /	0
SE corner of Oskjuvatn caldera	1923 0115Q/	0
South flank of Dyngjufjoll massif.....	1924? - - /	0?
Lake Oskjuvatn	1926 0715Q/	G .....2?
South shore of lake Oskjuvatn	1939G - - /	2
Vikraborgir	1961 1026/1961 1205D/ R F	3
Svartadyngja (Iceland-N)65.10N-016.53W/0758/shie/1703-04-/Holocene		
Fjarholadyngja (Iceland-N)65.15N-016.58W//0787/shie/1703-05-/Holocene		
Kollottadyngja (Iceland-N)65.22N-016.55W/1180/shie/1703-06-/Holocene		
Veggjabunga (Iceland-N)65.40N-016.45W/0585/shie/1703-07-/Holocene		
Fremri namur (Iceland-N)65.43N-016.67W/0939/stra/1703-08-/tephrochronology		
	Ketildyngja	-T1850?
	Kraedoborgir	-T0050?
	1875 0218+1875 0820/	1
Hrossaborg(Iceland-N)65.62N-016.27W/ - /tuff/1703-10-/Holocene		
Krafla (Iceland-N) 65.73N-016.68W/0818/cald/1703-11-/historic		
Ludent	-T7050?/	
Ludent crater rows	-T4050?/	
Hverfjall	-T0550?/	
Threngslaborgir-Ludentsborgir crater -T0050?/		0
crater south of Viti	T1300x/	2?
Viti	1724 0517/1724 0518/ E	3?
Leirhnukagigar	?1725 0111/	2

Krafla[continued]	Leirhnukagigar	1727 0821/	2
	Leirhnkagigar, Hrossagigar and Bjarn	1728 0418/	2
	Leirhnukagigar	1728 1218/	2
	Leirhnukagigar	1729 0630/	2
	Leirhnukagigar	?1746 0710/	0
	Leirhnukagigar	1975 1220/1975 1220/ F	0
	3km N of Leirhnukur	1977 0427+1977 0908/ EPF	1
	Leirhnukagigar	1980 0316+1980 1023/ F F	1
Theistareykjabunga(Iceland·N)	65.87N·016.80W/0540/shie/1703-12-/Holocene		
Storahversmur (Iceland·N)	65.89N·017.05W/0370/shie/1703-13-/Holocene		
Leirhafnarskord(Iceland·N)	66.42N·016.48W/0100/expl/1703-14-/historic		
		1823 - - /	
Manareyjar (Iceland·N)	66.30N·017.10W/ - /subm/1703-15-/historic		
		1867 12 - /1868 02 - /	
Unnamed (Iceland·N)	66.25N·018.50W/ - /subm/1703-16-/uncertain		
		?1783 - - /	
Unnamed (Iceland·N)	67.12N·018.60W/ - /subm/1703-18-/historic		
		1372 - - /	
		?1575? - - /	
.....			

Reference

Simkin, T. 1981 "Volcanoes of the World", Smithsonian Institution, Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Pennsylvania, 232p [updated version can be found in the Web-site in the year of 2010].

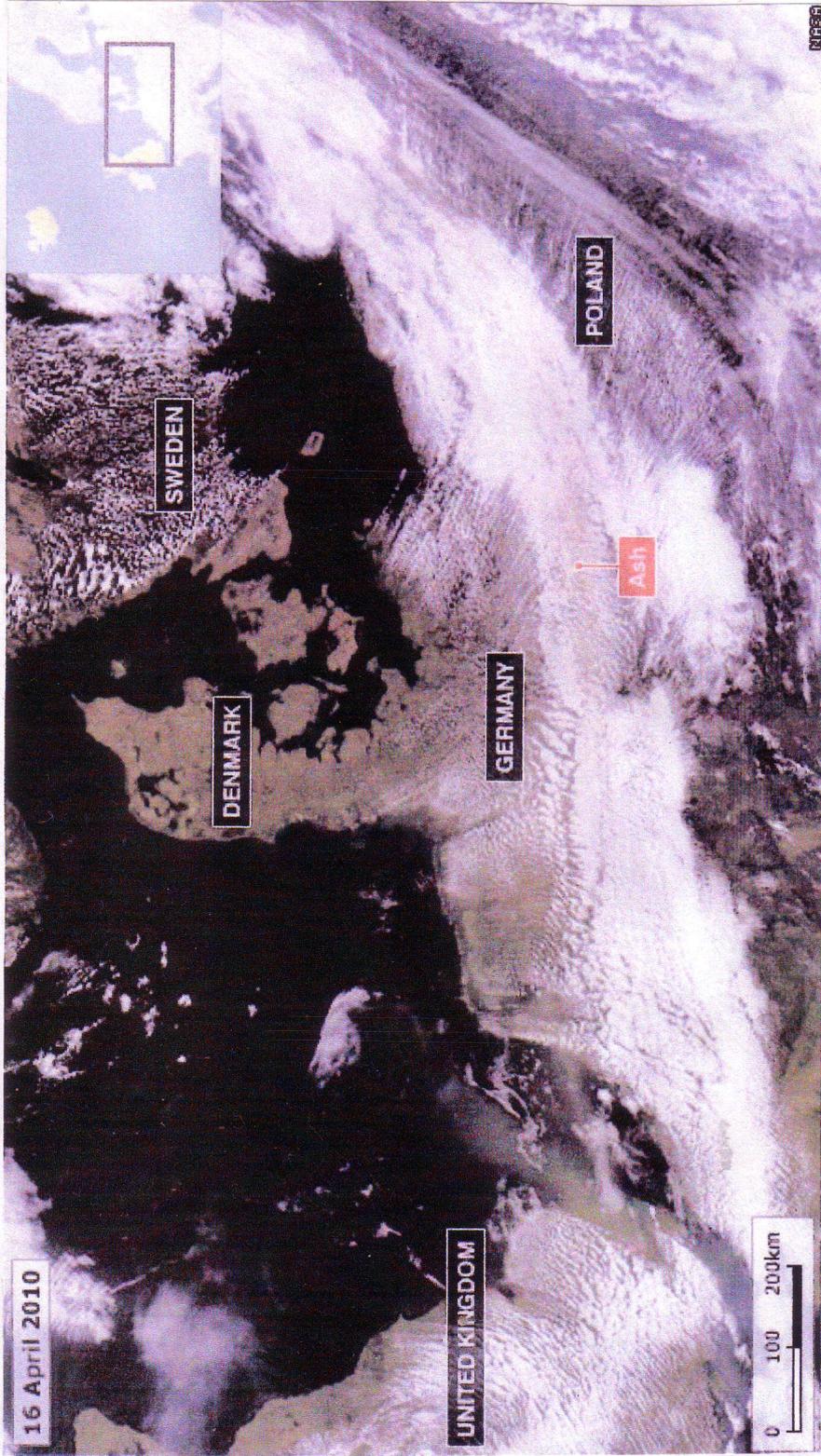


Figure 1 Ash-Cloud Pattern on 16 April 2010.
[after the Iceland Volcano Eruption
on 14 April 2010]
courtesy of NASA

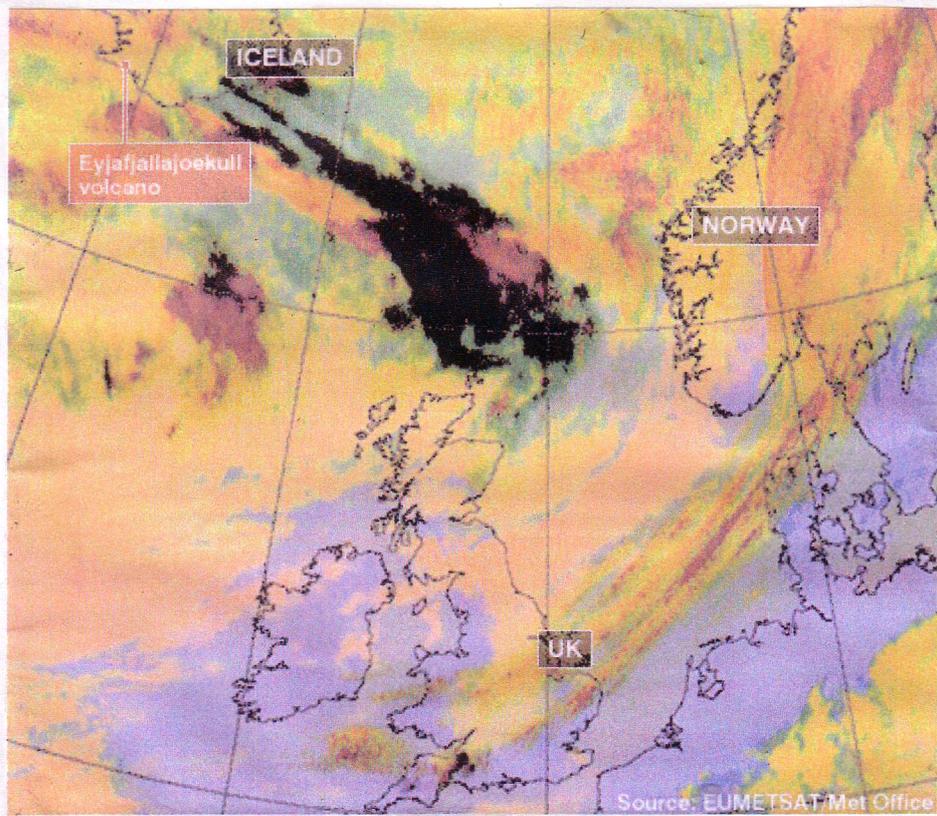


Figure 2 Ash-track at 0930-GMT on 15 April 2010.
[Black-patch for the volcanic ash-cloud
monitored by the EUMETSAT]
courtesy of Meteorological Office, U.K.

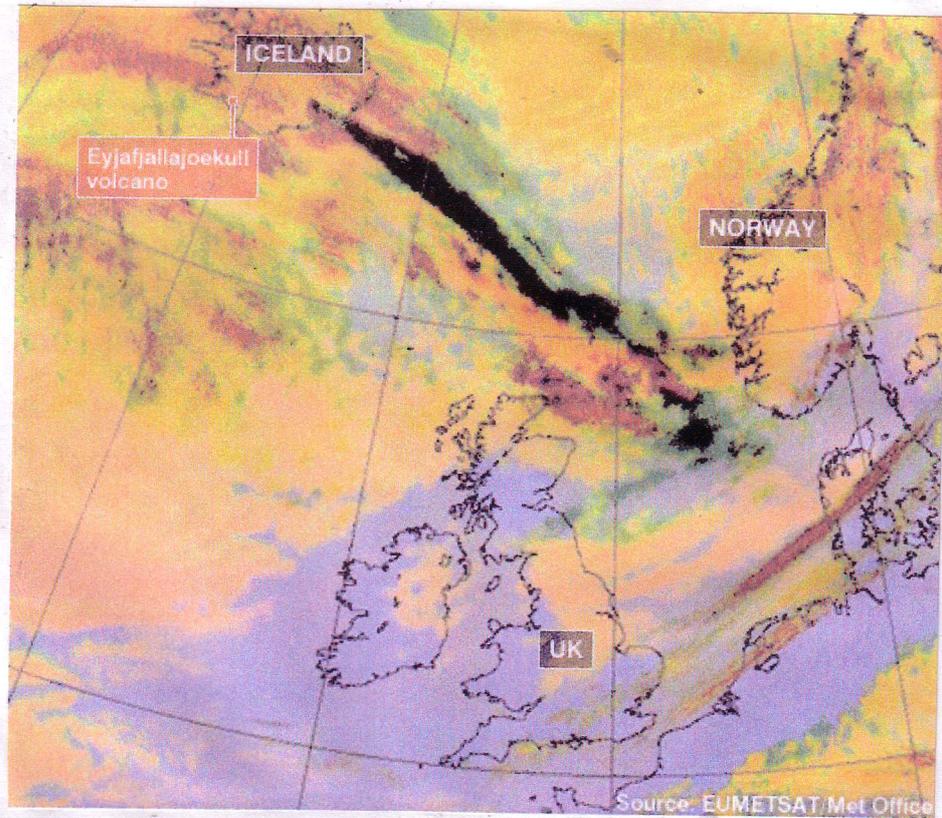


Figure 3 Ash track at 1530-GMT on 15 April 2010.
[Elongated patch of volcanic ash cloud
monitored by the EUMETSAT]

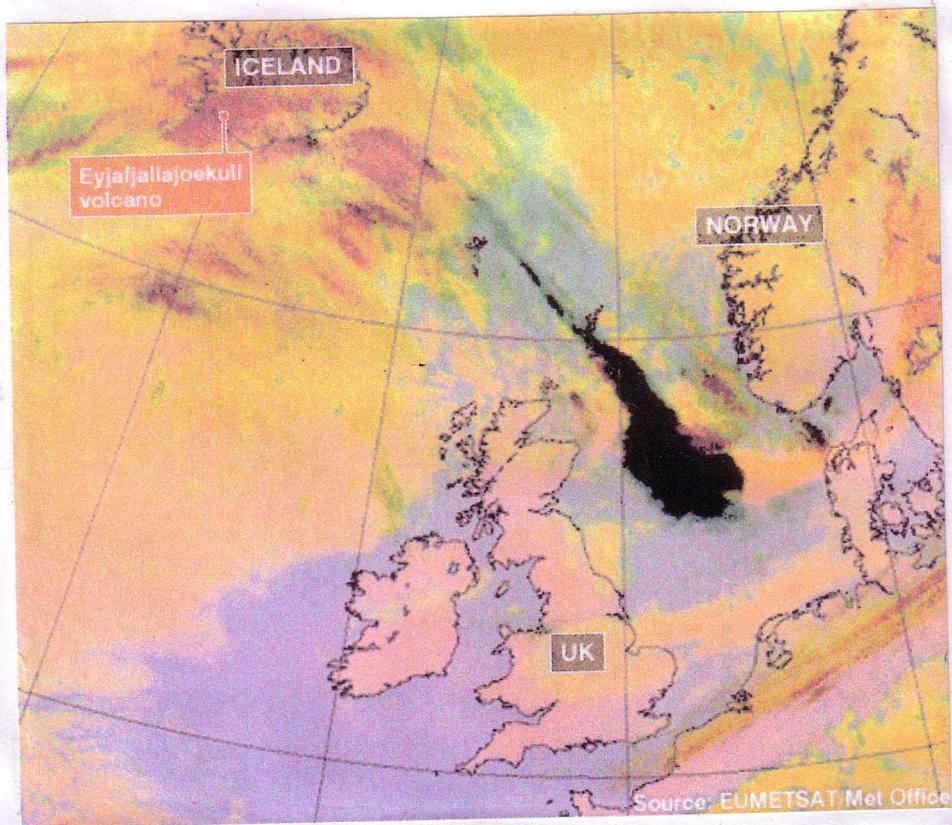


Figure 4 courtesy of Meteorological Office, U.K.
Ash-track at 2130-GMT on 15 April 2010.
[Diffusing head of volcanic ash cloud
monitored by the EUNETSAT]
courtesy of Meteorological Office, U.K.

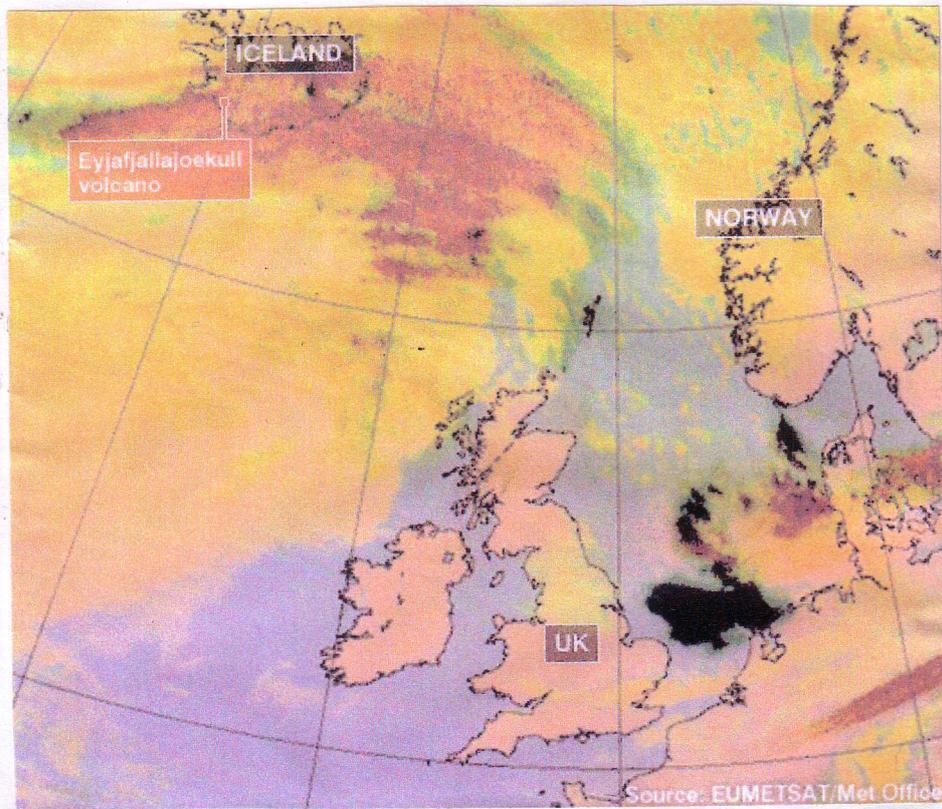


Figure 5 Ash-track at 0330-GMT on 16 April 2010.
[Volcanic ash cloud hit Amsterdam
monitored by the EUMETSAT]
courtesy of Meteorological Office, U.K.

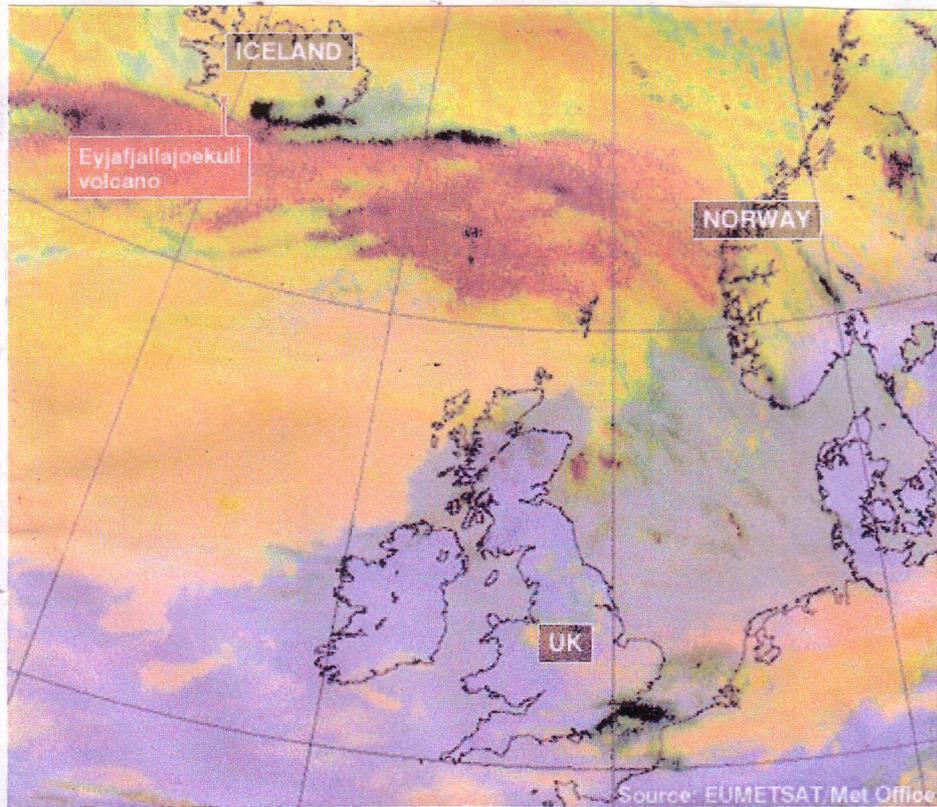


Figure 6 Ash-track at 0930-GMT on 16 April 2010.
[Newly generated volcanic ash cloud
monitored by the EUNETSAT]
courtesy of Meteorological Office, U.K.

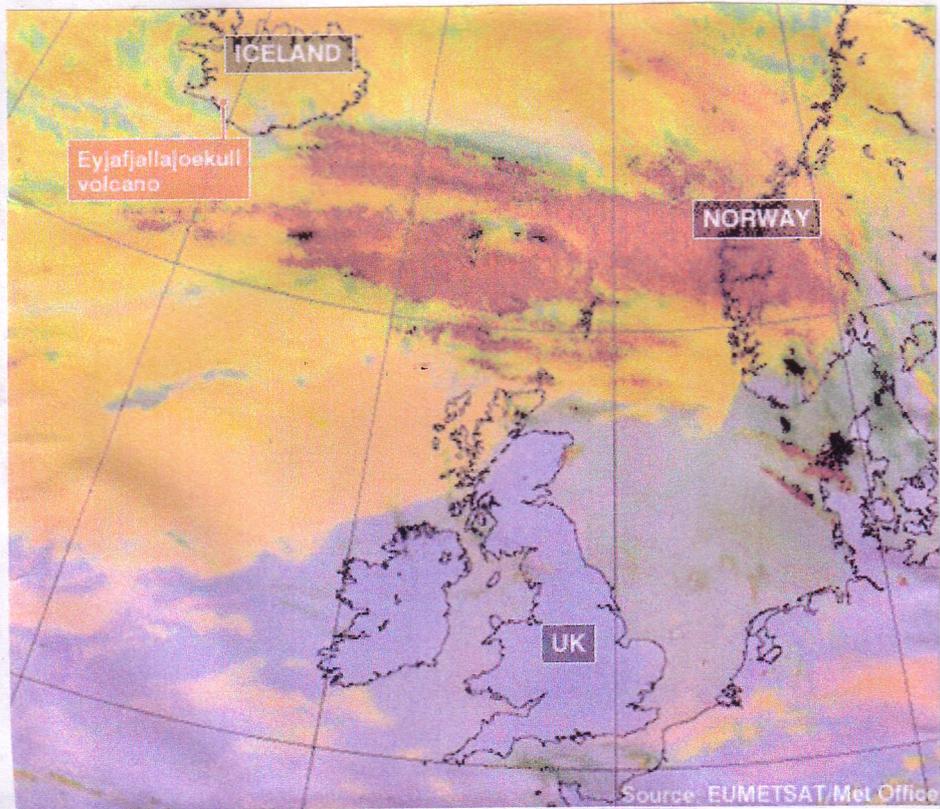


Figure 7 Ash-track at 1530-GMT on 16 April 2010.
[Volcanic ash-cloud drift by strong winds
monitored by the EUMETSAT]
courtesy of Meteorological Office, U.K.



Figure 8 Expected volcanic ash cloud spread.
 (1) Top - at 0000-GMT on 19 April 2010,
 (2) Bottom - at 0600-GMT on 19 April 2010,
 [Ash-source point- Eyjafjallajökull Volcano
 on the Iceland]
 [Maximum ash-trace- 20,000feet/Altitude]
 courtesy of Meteorological Office, U.K.

書誌資料・Documentations

表題・Title 氷河の下から火山噴火・Sugglacial Volcano

著者・Author 中村重久・Shigehisa Nakamura

非売品・Not for sale

キーワード/Keywords 火山、噴火、氷河、アイスランド、海底中央海嶺、大西洋
Subglacial, volcano, eruption, Iceland, Mid-Ocean-Ridge, Atlantic

著者紹介・Autobiography

氏名・Name 中村重久・Shigehisa Nakamura, Dr.
[元京都大学防災研究所教官・Kyoto University(Retired)]

主な専門分野 地球物理学、電磁気学、土木工学
Major field Geophysics, Elctromagnetics, Civil Engineering

所属 米国地球物理学会、終身会員
Membership Life Member, American Geophysical Union
フェロー、英国王立気象学会
Fellow, Royal meteorological Society-UK
フェロー、電磁気学アカデミー (MIT, 米国)
Fellow, Electromagnetics Academy (MIT, Cambridge, MA,)
欧州地球科学連合、会員
Gratis Member, European Geo-Science Union, EU