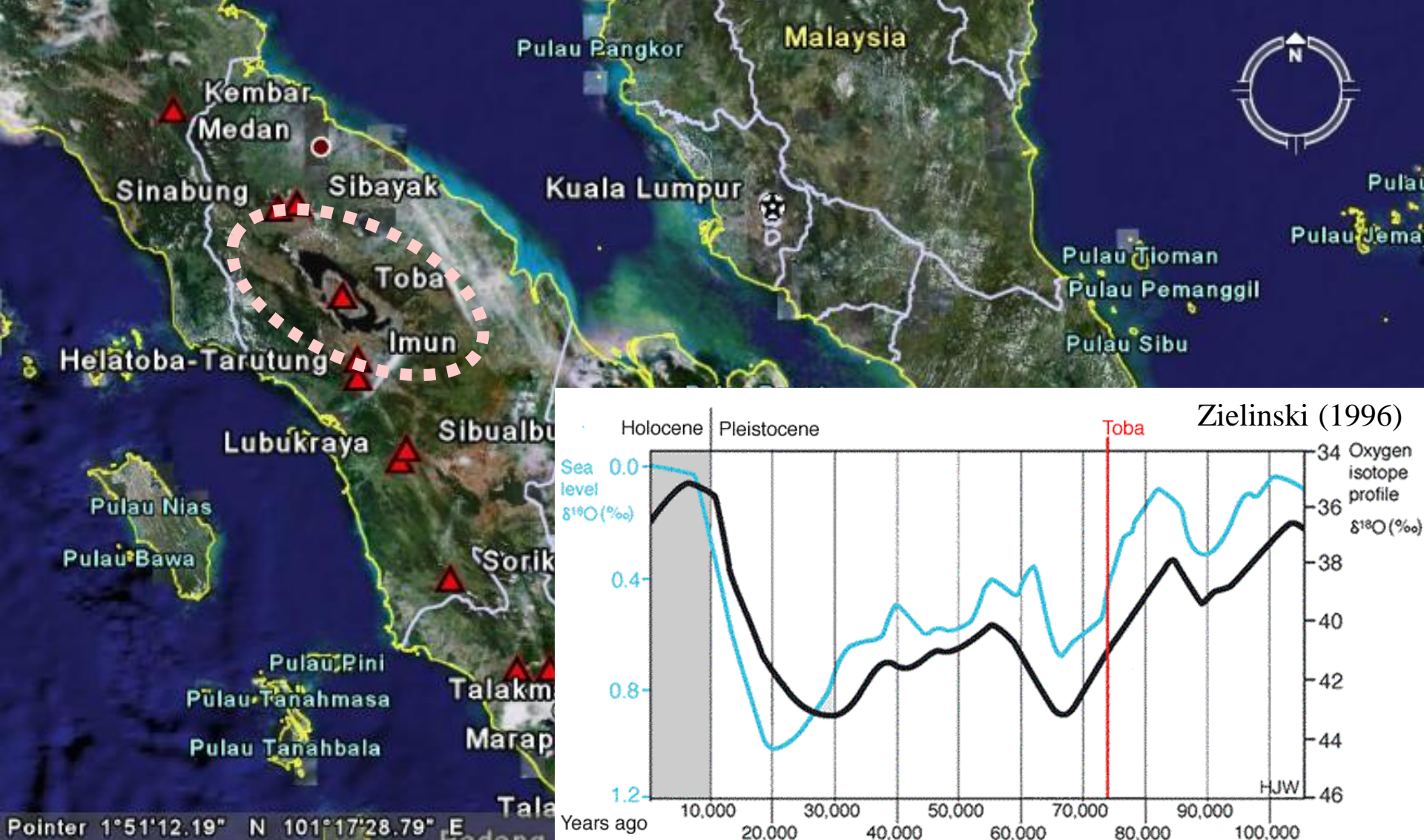


# 火山の冬

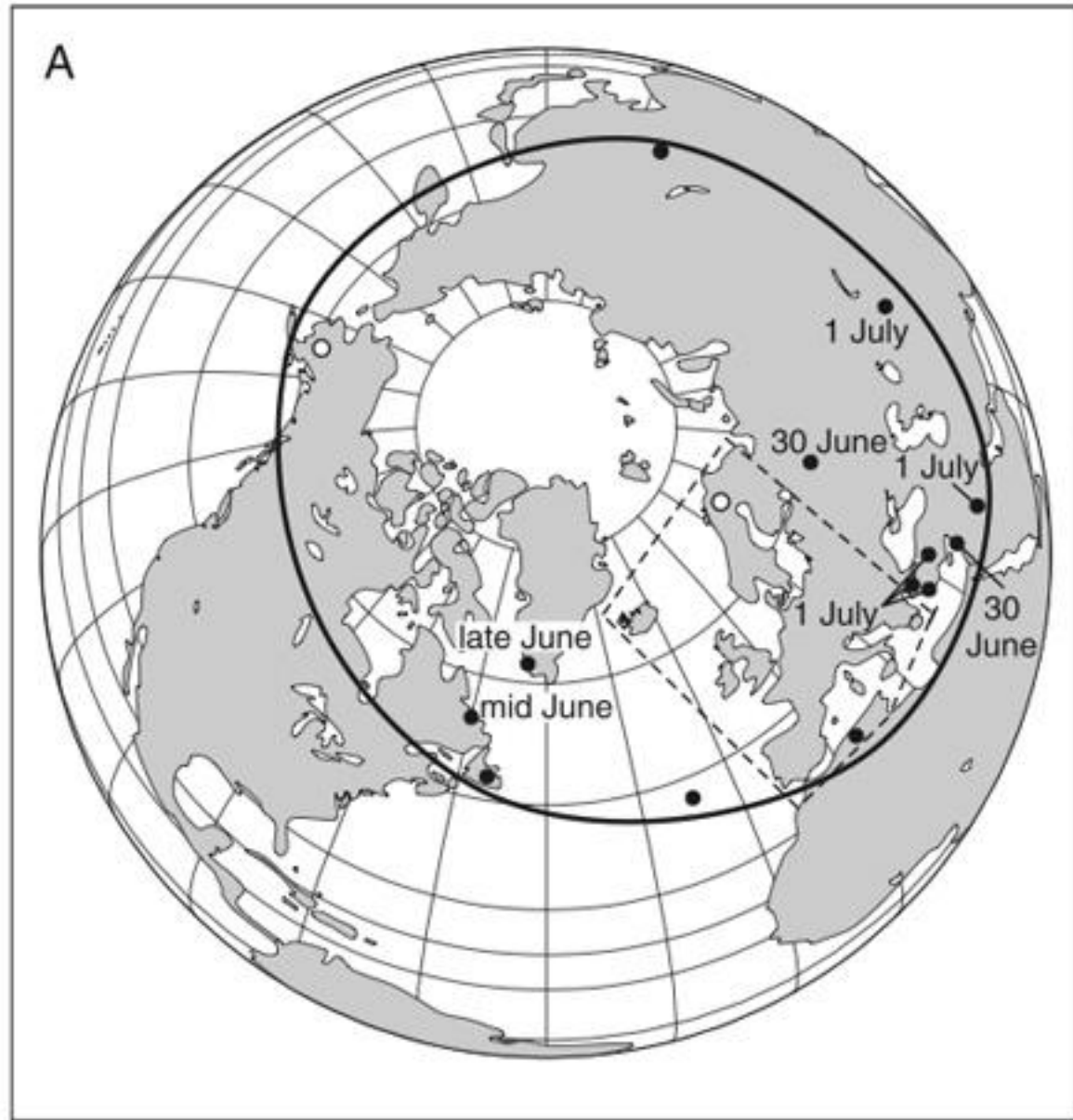
大規模な火山噴火が気候を変化させてきたのではないかという考えは昔からあった。  
核の冬 (nuclear winter) になぞらえて、これを火山の冬 (volcanic winter) という。



- インドネシア・スマトラ島のトバ火山で**7万3500年前**に起こった巨大噴火(M8.8)は、前回の間氷期から氷期へ移行変わる途中(または直前)に発生したらしい。

- **1783年**の夏、アメリカの駐仏大使としてヨーロッパに滞在していたベンジャミン・フランクリン(B. Franklin)は、太陽の光がとても弱いのを体験して、これを乾いた霧(dry fog)と呼んだ。
- この大気異常は、一般には、**ブルーヘイズ**(blue haze)という言葉でよく知られている。その年の6月から7月、ヨーロッパに集中的に発生した。

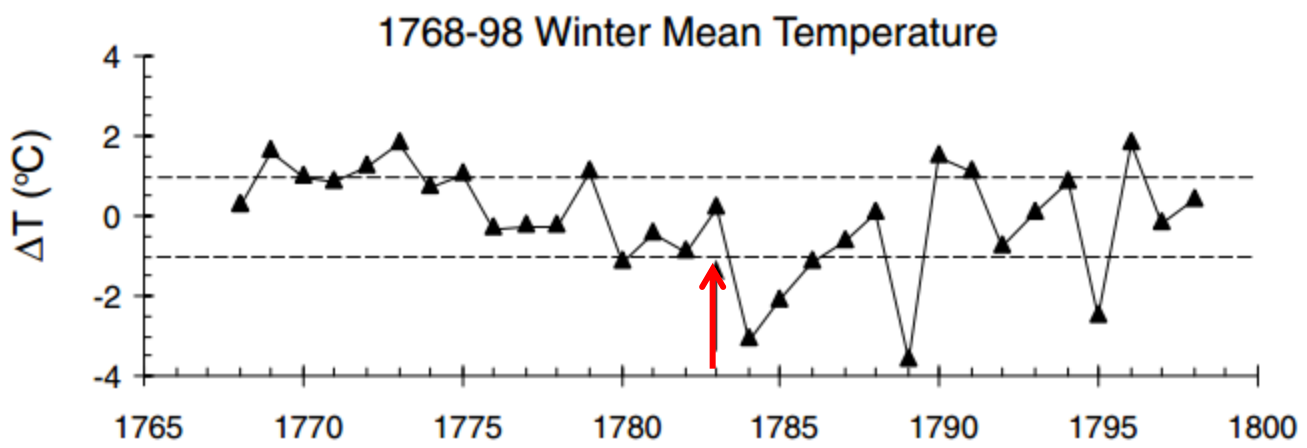
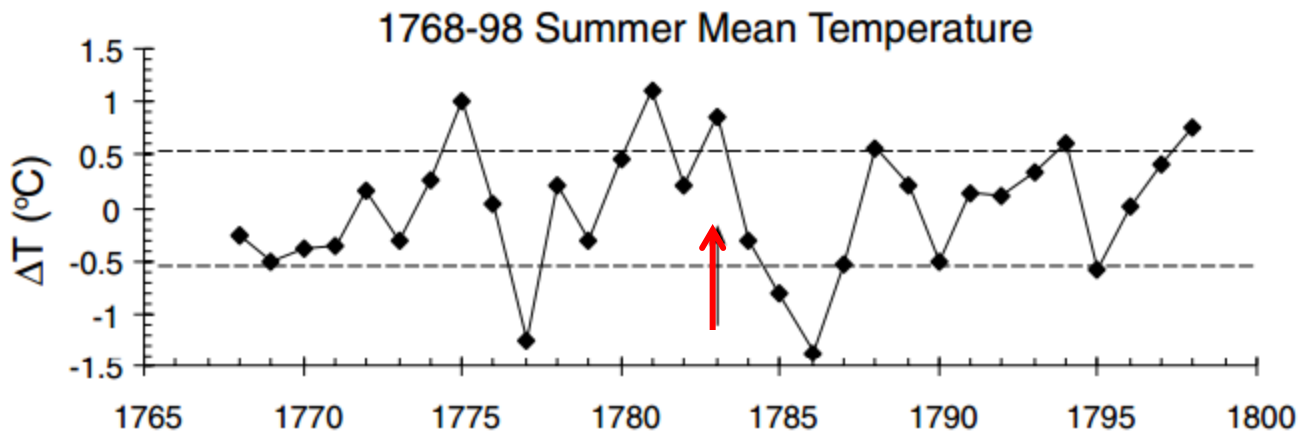
- アイスランドのラカギガルで6月8日から始まった噴火 (M6.4)がこの異常気象の原因だと、フランクリンは考えた.



Laki haze

Thorvaldur and Self (2003)

- このブルーヘイズのためにヨーロッパは極端な冷夏となり、深刻な飢饉があった。この年、アイスランドでは全人口の24%が餓死し、家畜の75%が死んだ。



ヨーロッパとアメリカ合衆国北東部の29地点から作成  
Thorvaldur and Self (2003)

- 火山噴火が全地球的な気候変化を直接的に引き起こすと考えるのは早計である.
- 地球環境が暖から寒へ, あるいはその逆に変わろうとしているとき, 大規模な火山噴火がその**きっかけ**となる, あるいはその変化を**加速させる**と考えたほうがよい.

# マグマ中の硫黄(1) Sulfur

- 爆発的噴火で大気に注入される火山シルトや火山粘土は、大気中に何年も留まることなく、数ヶ月以内で地表に落ちてしまう。
- しかし、硫黄とその酸化物は**硫酸のエアロゾル**として長い間大気中に留まって日射をさえぎる。火山噴火と気候変化は硫黄を介して結びついている。
- 鉱物結晶に包み込まれた小さなガラス部分(**glass inclusion**)には、噴出する直前のマグマの化学組成が保存されている。



Microphotograph of one olivine-hosted glass inclusion (Stromboli sample). The silicate melt is trapped at high temperature during the olivine crystal growth and preserved as a glass inclusion within the mineral, upon cooling

<http://www.esrf.fr/info/science/highlights/2001/chemistry/CHEM7.html>

## マグマ中の硫黄(2)

玄武岩 basalt	流紋岩 rhyolite
硫黄を多く含む	硫黄を少ししか含まない
爆発力弱い	爆発力強い

- 噴出するマグマの量は何桁も変わるが、硫黄の含有量の変化幅はせいぜい1桁か2桁である。
- したがって、大量のマグマ噴出事件が重要。



# 氷床ボーリング(1)

- ハンマーたちはグリーンランド氷床をボーリングして氷のコア試料を採取し、その水素イオン濃度を測定して、季節変化がそこに認められることをみつけた(1980年).
- 彼らは、それを1万年前までさかのぼり、爆発的な大噴火が起こった年の水素イオン濃度が高いことを明らかにした.
- タンボラが噴火した1815年とラカギガルが噴火した1783年には顕著な水素イオン濃度シグナルがみつかる.



<http://www.aad.gov.au/default.asp?casid=2028>

## 氷床ボーリング(2)

- アイスランドのエルドギャオの噴火(M6.3)が934年に起こったとわかったのはハンマーらの研究による。
- 南半球で起こった火山噴火の記録はグリーンランドの氷床にほとんど記録されないから、南極の氷床も調べる必要がある。
- 噴出量だけでなく、火山の緯度と噴火が起こった季節も水素イオン濃度の大小に影響を与える。
- 1993年7月に、過去25万年間を記録した3053.8mのコアがグリーンランド氷床中央部から採取された。

# 霜年輪(1)



- 樹木年輪の**成長期**である6月末から8月末の間にとっても寒い日が2～3日でもあって気温が氷点下にまで下がると、**霜年輪** (frost ring) がつくられる。その年の年輪に傷ができるのである。

## Mongolian Frost Ring

Dendrochronologists use overlapping tree ring sequences from trees and wood in many locations around the world to reconstruct a detailed history of the Earth's climate for the past several thousand years. The rings in this image are from a Siberian pine in Mongolia and cover the years 534 - 539 CE. In response to a sudden cooling in the northern hemisphere, sap in the wood cells froze and exploded like popcorn during the growing season of 536. The narrow ring for 537 also implies cold weather.

<http://www.earthinstitute.columbia.edu/events/lamont/PublicLectures/ElectronMicroscope.html>

## 霜年輪(2)

- 霜年輪は**森林限界のすぐ下**の樹木にできやすい。霜年輪はその地域の樹木のほとんどに認められるが、1000km離れると認められなくなるのが普通である。グローバルな気候変動ではないが、寒気団が局地的に南下したことの証拠である。
- 霜年輪は、大きな火山噴火の2～3年後によく見られることが経験的に知られている。火山噴火の影響で**大気の大循環に変化**が生じ、噴火した火山から何千kmも離れたところで生じた異常気象を霜年輪が記録している。

## 霜年輪(3)

- カリフォルニア州のホワイト山脈の樹木にみられる紀元前1626年の霜年輪は、ギリシャのサントリニ火山の噴火によるものだという。
- 霜年輪の研究は、文字文化の歴史が浅い北アメリカなどで盛んであるが、豊かな文字文化をもつ日本でも推し進められるとよい。なぜなら、日本の樹木の霜年輪がかならずしも日本の火山噴火によってつくられたものであるとは限らないからである。

# ミステリークラウド(1)

- 旧約聖書の『**出エジプト記**』に、「エジプト全土が丸三日間、真っ暗だった」とある。これと似た暗闇の記述は、シュメール・ギリシャ・マヤの古記録にもある。
- ヨーロッパ・中国・日本の古記録には、「太陽にもやがかかった」「太陽の輝きに力がなかった」などといった記述が多数あり、信頼できるものも少なくない。これらのうちのいくつかは特定火山の噴火が原因だったことがわかっている。
- 対応する火山噴火が不明もしくは不確かなものは、ミステリークラウド (mystery cloud) と呼ばれる。

# 出エジプト記にみえる暗闇の記述

- (21)主はモーセに言われた。「手を天に向かって差し伸べ、エジプトの地に闇を臨ませ、人がそれを手に感じるほどにきなさい。」
- (22)モーセが手を天に向かって差し伸べると、**三日間エジプト全土に暗闇が臨んだ。**
- (23)人々は、三日間、互いに見ることも、自分の場所から立ち上がることもできなかったが、イスラエルの人々が住んでいる所はどこでも光があった。

(出エジプト記10:21－23)

## ミステリークラウド(2)

- 536年のミステリークラウドが、過去3000年間にヨーロッパでみられたなかでもっとも強かった。正午の太陽で人の影ができなかったと古記録にある。中国の古記録にも、全天で二番目に明るい星**カノープス**がこの年は見えなかったという記述がある。このミステリークラウドは、ラバウル火山の噴火(M5.9)によるものらしい。



• 日本では、**大森房吉**が**日色異状**として、806年から1814年まで、29の事例を収集している。

• そのうちのいくつかは降灰によって作りだされた闇であろうが、赤・紅・朱・黄などと表現された異状はタンボラ1815年噴火でみられたような大気異常であろう。

第五表 日色異状記事

年月日	同上(西曆)	記事
延曆二十五年三月二十二日	八〇六 <sup>年</sup> 四月六日	日赤無 <sup>レ</sup> 光。(日本後紀類聚國史)
承和十年五月朔	八四三 六 六	日赤無 <sup>レ</sup> 光、終日不 <sup>レ</sup> 復、非 <sup>レ</sup> 雲非 <sup>レ</sup> 霧、黑氣互 <sup>レ</sup> 天、至于午後時時日見、其色黃赤、辛卯 <sup>三</sup> 令 <sup>三</sup> 神祇官陰陽寮 <sup>二</sup> 解 <sup>二</sup> 謝 <sup>二</sup> 之、是日午刻日色明潔也。(本後日誌)
昌泰元年四月十九日	八九一 五 一七	日色黃而無 <sup>レ</sup> 光、一刻之後其色如 <sup>レ</sup> 血、只無 <sup>レ</sup> 光輝 <sup>二</sup> 遂沒 <sup>二</sup> 西山。(日本紀略)
同 二年七月朔	八九九 八 一四	近來數日之間、日色朝夕黑無 <sup>レ</sup> 光、諸人皆見 <sup>レ</sup> 之無 <sup>レ</sup> 不 <sup>レ</sup> 奇怪。(扶桑略記)
延喜十五年七月五日	九二五 八 三三	黃霧四塞、日赤無 <sup>レ</sup> 光。(上同)
同 十九年七月五日	九一九 八 四	五日卯時日無 <sup>レ</sup> 輝、其貌似 <sup>レ</sup> 月、時人奇 <sup>レ</sup> 之、十三日出羽國言 <sup>二</sup> 上雨 <sup>レ</sup> 灰高二寸、諸鄉農葉枯損之由。(上同) 按スルニ島海山ノ噴火ナリ
應德三年正月十三日	一〇八六 二 五	酉刻日色赤黑、其光不 <sup>レ</sup> 明、又昨今之日色不 <sup>レ</sup> 似 <sup>二</sup> 月之光。(上同)
天仁元年八月二十五日	一一八 一〇 八	申刻日色赤如 <sup>レ</sup> 朱、全以無 <sup>レ</sup> 光氣 <sup>二</sup> 矣。(上同)
同 元年九月三日	一一八 一〇 一六	寅卯時許東方天色甚赤云々。(中右) 淺間山ノ噴火ナルベシ
嘉禎三年四月二十二日	一二三七 五 三五	天晴、早日東方天甚赤、此七八日許如此、誠爲奇、可尋知歟。(上同)
同 三年四月二十三日	一二三七 五 三六	淺間山ノ噴火ナルベシ 天晴、申刻日色赤如 <sup>レ</sup> 蝕。(上同) 天晴、今日自 <sup>二</sup> 午刻二點 <sup>二</sup> 至 <sup>二</sup> 酉之點 <sup>二</sup> 刻、日色蝕、同夜丑刻月光黃色云々。(上同)

# The year without a summer

- インドネシアのタンボラ火山の1815年4月10日噴火(M7.1)のあとしばらく、乾いた霧とかすんだ太陽(dim sun)の記述が、ヨーロッパの記録に多くみられる。その翌年の1816年は、夏がなかった年としてよく知られている。
  - シェリー『フランケンシュタイン』
  - ポリドリ『吸血鬼』
  - バイロン卿 “Darkness”

# Darkness

I had a dream, which was not all a dream.  
The bright sun was extinguish'd, and the stars  
Did wander darkling in the eternal space,  
Rayless, and pathless, and the icy earth  
Swung blind and blackening in the moonless air;  
Morn came and went – and came, and brought no day, ...

Lord Byron, June 1816, Lake Geneva