

天災と人類の歴史

トバ噴火からバークル彗星まで、天災の起源を探る

クリストフ・オリビエ

平楽桂代 訳

LCFCOBAJKAY

CC BY-NC 4.0

funnyorphi.com

※eReader以外のデバイスで読む場合は、ブルーライトをオフにしてくださいと、睡眠に負担をかけません。

はじめに	6
トバ	7
カルデラ火山	7
トバ噴火の生存者は何人いたのか？	8
再びの世界制覇	9
もし、現代でトバが噴火したら？	9
大きなリスクは飢餓	10
カルデラ火山は他にもあるのか？	11
さらに詳しく:	12
サピエンスの叙事詩	14
集団、一族、民衆	14
生理機能	15
知的生命体	16
さらに詳しく:	17
ナチュフィアン	20
地球温暖化で氷河期に？	20
紀元前9,500年	21
ヤンガー・ドリアス期の人類	22
ナチュフィアン	22
新石器時代を築いた人々	24
ナチュフィアン生活様式の適応	25
ナチュフィアン生活様式の破壊的な適応	25
さらに詳しく:	26
8,200年イベント	29
8,200年イベントとヤンガー・ドリアス期、2つの起源の類似性	29
決定的な気候の移動	31
さらに詳しく:	31
大洪水	35
神話か現実か	36
証言	36
証言の検証	37
詳しい証言	38
隕石か？	39
さらに詳しく:	40
隕石	41
半回転？	41
隕石の痕跡	42
極地	42

接戦の衝撃	43
さらに詳しく:	44
天変地異:仮説	46
大気中水分の多さ	46
荒れ狂う水	47
雨か洪水か?	47
そして、人間は?	48
生存者はどこに?	48
結論	49
エピローグ	49
さらに詳しく:	50
紀元前 3,114 年以降の発展	52
徒弟制度	52
農業・畜産の突然の普及	52
狩猟採集民か農耕牧畜民か?	53
熱帯地域以外での生活	55
先史時代は終わった	55
さらに詳しく:	56
文明の誕生	57
カナリア湧昇流	57
サハラ人の気候的移動	58
大洪水前の最後の「文化」	60
大洪水後の最初の文明	60
収穫、中央集権、軍隊、奴隷	61
最初の5つの文明	62
もっと詳しく:	64
結論	65
作者について:	70
訳者について:	70

「どこに行くのかわからないのなら、どこから来たのかを考えよ」

ウォロフ族の格言より

はじめに

私たちは学校で歴史を教わりました。それは、誰も過去を変えることはできない、というものでした。しかし、科学はそれを違った形で理解するのに役立ちます。歴史は「ハードサイエンス」ではありません。語源的には「調査」を意味し、他の文学分野と同様に、独自の内的な流れや傾向があり、ときにはそれが衝突する場合があります。

20世紀になって、フランスの「アナール学派」は、人間の歴史を扱おうとし、それを国家や戦い、王家の系譜よりも優先させることにしました。その結果、大学教育は全く異なるものになりましたが、残念ながら私たちの教科書は、ほとんどその影響を受けていません。教科書の内容は、政治上の目的から上記の事柄すべてに基づいて選ばれているように見えます。最近の歴史の教え方は国によって異なりますが、常に過去を誇る統一国家の美化を目的としています。

フランスの学校に通う子供たちは、古代とローマ帝国は、数人の君主の間で繰り広げられた戦いと闘争の連続だったと簡単に教えられています。当時の中国人やスラブ人、アフリカ人の生活については決して教えられていません。新石器時代は肥沃な三日月地帯に人が集中しており、インダス川やメソアメリカの人々は存在しませんでした。先史時代については、最近の発見があまりにも多いため、20年前の熟練した教授の知識であっても、そのなかには、明らかに時代遅れになった知識もあります。確かに、ハードサイエンスは、歴史的に近似した事例に事実を押し付け、新しい知識をもたらし、その知識はますます増えています。やはり、結局のところ、歴史は変わるのでしょうか？

19世紀末、地質学の証拠をめぐって激しく交わした議論の後、石器時代に氷が西ヨーロッパを覆っていたという事実を、歴史家のほとんどがようやく認めました。20世紀末になると、彼らは花粉学による証拠に屈して、フランスの森の広葉樹が現在の中国から徐々に移動してきたことを認めました。21世紀に入ってから、遺伝学や気候学が定説を揺さぶりつつあります。

歴史の教育についても、科学的に更新されるべきではないでしょうか？子供の頃、私たちは戦争の年月や家系図を暗唱しました。「紀元前105年、ローマ軍はアラウシオでゲルマン人に敗れた」と、歴史の教師は教えてくれました。キンブリ人やテウト二人など、バルト海沿岸の民族がなぜ南下してきたのかは教えてくれませんでした。その教師はおそらく、彼らが武器や家族や群れを引き連れて進んでいたことから、移動だと想像したのでしょう。しかし、人間が度重なる大洪水から逃れてきたという事実を、私たちが知ったのは2015年のことですから、彼には教えられなかったでしょう。

トバ

発掘のために発掘場に送り込まれるとすぐに、古生物学者たちは、連続した形成物であると明確に判断できる物を探します。インドネシアには厚さ9mの、極地では数mmしかない黒い層があります。堆積物の年表では、この線は専門家なら誰でも知っている紀元前74,000年の日付を示しています。その頃、巨大な火山が噴火していました。その火山は、トバと呼ばれています。その火口から噴出した火山灰は、地球全体を覆いました。どこを掘っても、その灰の堆積物は連続した線を形成し、人類を絶滅させるほどの爆発の最後の名残となっています。

地球を植民地化する際、人間は確かに矛盾していました。人間は現在、自分の惑星を傷つけたと非難されています。人間は、つい最近まで無知ゆえに罪を犯していたと認めることができます。ホモ・サピエンス・サピエンスの誇りは、さらに最近のことです。私たち自身が地球の所有者であると思い始めてから、まだほんのわずかな時間しか経っていません。最初のホモが24時間前に現れたとしたら、3秒も経っていないことになります。

以前、人間は自然を畏れていました。経験的に自然を恐れていたのです。サイクロン、地震、火山の噴火は、私たちの集団的記憶に痕跡を残したでしょう。私たちは、その猛威を無力に、そして何も分からないまま経験しました。邪悪な神々が考え出され、私たちはこうした大変動を彼らの怒りのせいにするようになりました。それは私たちを屈服させ、その後、私たちはその傷を癒しました。私たちの生存本能は、単なる絶望ではありません。とてつもない適応能力は、私たちを立ち直らせました。集合的な知性は、私たちの前進を助けてくれました。

スマトラ島では、トバ火山の噴火があまりにも強力だったため、人類はほとんど姿を消してしまいました。100万人以上のヒューマノイドのうち、3,000人が生き残ったのです。

カルデラ火山

火山は、地底（地球の深部）からマグマ柱の立ち昇りから始まります。多くの場合、この溶けた岩石は地表から数百km下の位置で止まります。何千年もそこに留まる場合もあります。ときには地表に向かって進む場合もあります。それが噴火です。マグマの柱が開いていないときは、ホットスポットを形成して周囲の鉱物を溶かします。地殻の内側には地底湖が形成されます。この熱で溶けた岩石の貯留層は、徐々に拡張しています。地表では何も見えません。私たちに注意を促すような熱もありません。地震計を揺らすような地震もありません。地下数kmの位置では、マグマ湖が拡張しています。その含有物は非常に滑っていて分厚く、ガスを閉じ込めるようになっています。数千年後にはその圧力は巨大になります。その圧力が高まりすぎたときに爆発が起こるのです。そのエネルギーはとてつもなく、地底湖のボルトを粉砕します。噴火口の直径は100kmにもなります。蓄積された圧力は、従来の火山の100倍から1,000倍の噴火を誘発します。

最後に爆発したカルデラ火山は比較的小さなものでした。1991年9月2日、フィリピンで噴火が始まりました。ピナツボの死者はわずか1,000人、噴出した岩石は10億m³、カルデラの直径は、わずか2.5kmでした。また、その爆発によって地球が2年間一度も冷却しなかったといえます。

トバの場合は、まったく次元が違います。そのカルデラは80kmにも達していました。その爆発で人類はほぼ壊滅したのです。

噴火は約2週間続きました。8兆トンの岩石が吐き出され、100億トンの硫酸も一緒に

流れました。爆発はあまりにも激しく、対流圏を超えて成層圏のオゾン層にまで達したのです。幸いなことに、スマトラ島は貿易風の影響下（圏内）にある。火口から毎秒800万トンの灰が舞い上がってできた巨大な雲は、西に向かって押し流されました。南部貿易風の影響で、当初は赤道を越えることができませんでした。海拔6,000mの場所から、大気上層部の強い風が灰を主に北と東に散らしました。

赤道より北側の大気は、火山灰の厚い層でいっぱいになりました。これが徐々に広がっていきました。2か月後には地球全体を覆ってしまいました。私たちの「青い惑星」が茶色になったのです。トバの噴出物はその周囲を回り、高密度のくすんだ層を形成しました。灰は太陽光の80%を遮りました。オゾンと結合した硫酸が完璧なスクリーンを造りました。もう太陽光は地表に届かなくなったのです。夜は継続的に落ち着いていきました。2年後には真っ暗になってしまいました。そして、生存者たちは少しずつ太陽を見分けられるようになっていきました。真昼間に太陽が見られるようになるまで、6年かかりました。

一方、地球上には強烈な寒さが襲ってきました。激しい火山性の冬が悪化していたのです。海水温は3~3.5℃低下していました。地上の気温も急降下し、北半球の温帯地域では15℃から17℃にまで下がりました。トバの噴火は、気候の冷却に拍車をかけ、一瞬にして氷河を引き起こしました。いわゆる、ウルム氷河です。

これは、過去10万年で最大の火山爆発でした。生命体にも大きな影響を与えました。

植物の光合成は、光量が10%減ると85%も減少します。また、気温が下がると光合成量は減少します。太陽の光が80%遮断されたことで、光合成はほぼゼロになってしまいました。その結果、熱帯林が破壊されてしまったのです。温帯地域では、落葉樹のほとんどが枯れ、常緑樹は半分しか残りませんでした。海ではプランクトンが希少になってしまいました。インド洋では、500万km²の水中生物が壊滅しました。モンスーンはかなり弱まりました。熱帯地域は壊滅的な干ばつに見舞われました。草原が消滅したことで、草食動物は何百万頭もの命を落としました。いつもの獲物がいなくなると、肉食動物たちはお互いに貪り合いました。ホモ・サピエンスはほぼ完全に姿を消してしまいました。

赤道の南側では、貿易風が対流圏を灰の雲から守り、海の熱質量が気温の急激な低下を防いでいました。赤道以北のゴリラとボノボは姿を消し、以南ではカタンガのゴリラが生き残った。東部中央アフリカでは、いくつかのホミノイドが寒さに適応しました。

赤道直下の東アフリカの高地では、低木のシダ植物が生育していました。こうした植物は、進化の過程ですでに氷河期の厳しさを経験しており、7℃の気温低下にも耐えられたのです。この地域は貿易風の影響で灰が少なく、河川も灰による汚染が少なかったのです。また、東アフリカの湖は水深が深く、酸性雨を十分に希釈することができたため、表流水のほとんどは飲用に適していました。そこでは、洞窟の奥深くに棲む哺乳類が震えながらも生き残りました。その中で、ホモ・サピエンスの一部は、火を使い、多くの毛皮を持っていたおかげで、そのような状況下でも生き延びることができました。

トバ噴火の生存者は何人いたのか？

遠い昔、植物の光合成によって地球の大気は酸素で飽和状態になっていましたが、このガスに耐えられない特定の生物には有害でした。共生が始まったのです。嫌気性の生物が、酸素を供給する生物と合体したのです。特に、ミトコンドリアは毒されていました。ミトコンドリアは、受け入れ可能な細胞を見つけ、自分のDNAを適応させて、宿主細胞と同時に増殖しました。すべての哺乳類の全細胞にミトコンドリアがあります。ミトコンドリアは、有機分子をエネルギーに変換する役割を担っています。ヒトの生殖においては卵子によってのみ伝達されるので、ヒトのミトコンドリアDNAは厳密にはあらゆる点で母親のものとも一致します。家系図を調べることで、私たちの細胞内のミトコンドリアはすべて同じ系統のものであると証明できました。すべてサハラ以南のアフリカか

ら来ています。

トバ噴火の生存者の数を正確に把握することは難しいです。公式な説では、赤道直下のエチオピア、ケニア、タンザニアで、ホモ・サピエンスだけが生き残ったとされています。より最近の遺伝子研究では、ネアンデルタール人、デニソワ人、フローレス人のなかにも、この空が暗くなったという絶対的な危機感と恐怖の中で、凍えるような寒さと食糧の不足に耐えた者がいたことが分かっています。しかしながら、より多く生き残ったのはホモ・サピエンスでした。採用された仮説によると、生存者は40人（ハーペンディング1993年／Harpending, 1993）から10,000人（アンブローズ1998年／Ambrose, 1998）。最も一般的に受け入れられている推定では、出産可能な年齢のサピエンス女性が500人、したがって生存者が3,000人、ネアンデルタール人とデニソワ人が約100人であったとされています。噴火前の約50万人の女性のなかから、わずか500人が全人類の祖先となるはずだったのです。

言い換えれば、99.7%の人間は、寒さと飢えで死んでいたこととなります。土地全体で見ると、植物や動物も同じような割合で消えていきました。例えば、現在のチンパンジーのミトコンドリアDNAを分析した結果、チンパンジーは2つの系統から生まれたことが分かりました。ひとつはウガンダの高地、もうひとつは赤道直下のコンゴ民主共和国東部に生息していました。この大変動の後、類人猿は中央アフリカの森林を目指して西への移動を始めました。

ホモ・サピエンスは四方八方に移動しましたが、最大の移動は北に向かいました。世界の土地を征服する過程で、二人組のホモ・サピエンスは、新しい食糧源、戦略、過程、そして道具を発見し、その創造的な能力の優位性を何度も証明することになります。生き残った人々は、まず東アフリカに移住し、その後、分散していきました。しかし、ホミノイドによる領土の征服に向かわせる攻撃的な態度は、穏やかな類人猿の移動とは根本的に異なっていました。

再びの世界制覇

五大湖を出発したホモ・サピエンスの一部は、ケニアからエチオピアまで、南から北へと高地のラインに沿って移動しました。植生や動物相は回復していました。ナイル川をさかのぼり、シナイ半島を横断しました。そして東に向きを変え、地球上に広がっていきました。時が経つにつれ、その道具の質が向上しました。彼らの衣服はより効果的になりました。火を使いこなすことで、彼らは他と一線を画しました。北方への征服の足跡をたどるほど、その技術は洗練されていきます。トバの（噴火）後、アフリカを離れたホモ・サピエンスは、あらゆる状況に適応しました。世界の隅々まで領土を広げるのに4万年かかりました。このような驚異的な適応力を発揮できる哺乳類は他にはいません。赤道の南から来たにもかかわらず、北極圏へのトナカイの移動を基盤とした文明を創造することができたのです。甘い幼虫を楽しみ、銚でサメを殺す方法を学び、狩猟と採集で生活していましたが、何百万km²もの草を植えようともしていたのです。

数年のうちに、ホミノイドは繁栄していた種から絶滅危惧種になってしまいました。その後、数千年のうちに、適応能力の高さから征服者になることができました。あと数万年もすれば、人類の発明の天才が世界中の哺乳類を支配することになるのです。

もし、現代でトバが噴火したら？

幸いなことに、カルデラ火山は依然として非常に少ないです。小惑星の落下を除けば、ここ数千年の間に起きた気候の急激な変化のほとんどは火山活動によるもので、致命的なものはすべてカルデラ火山の活動によります。この10万年の間にも何度かありました。例えば、1815年にタンポラ山が噴火して「夏なき年」になり、3,650年前にサントリーニ島が噴火してクレタ島の文明が一瞬にして終焉を迎えました。

地球は軌道を変えながら太陽の周囲を回り、その軌道は真円から細長い楕円へと5万

年かけて変化していきます。トバ火山の噴火から7万6千年が経過した現在、私たちの地球はより恒星に近づいています。現在、地球は実質的に円を描くように回転しており、温度も高くなっています。また、地球は両極を通る傾斜軸を中心に自転しています。この回転軸の太陽に対する傾きは、現在、北半球では夏の暑さが弱く、冬の寒さが弱いということを意味しています。そして、私たちは間違いなく氷河期にいるわけではありません。

もし今、トバ・カルデラ火山が爆発したとしたら、その影響はまったく違うものになるでしょう。火山は何十億トンもの噴出物を成層圏に放出するでしょう。灰と硫酸の厚い層が形成され、太陽を覆い隠してしまうでしょう。地球の平均気温は10°Cほどまでしか下がらないでしょう。10年後には、この地球冷却はわずか2°Cになるでしょう。降雨量は数年間で約45%減少するでしょう。経済的に余裕のある者は、この急激な寒さに耐えることができます。より暖かい服を買い、より多くの暖房を消費し、新鮮な水や食糧を得るために多額の費用を払うでしょう。より具体的な例を挙げると、ナポリの住民は、モンテリオールの冬のように2年間生活し、その後、ハンブルグに住む人のように約10年間生活することになります。2年間の連続した夜と強烈な寒さは、彼らの士気に影響を与えるでしょう。強烈な粉塵はどこにでもあり、気管支にまで入り込み、彼の気を重くさせるかもしれません。灰による被害で、家の屋根が重さで崩れたり、送電線が切れたりして、事態は複雑になるでしょう。交通事情も悪くなるでしょう。ナポリのパイプはモンテリオールよりも断熱性が低いため、破裂する可能性があります。イタリアの除雪車の数は十分ではありません。ストレスは耐えがたくなるかもしれませんが、このナポリ人の生存に危険はないでしょう。寒さでは死なないのです。現在、モスクワに住んでいる人は、15°C程度の気温の低下に適応するのは難しいでしょう。彼らはおそらく、急いで気候を考え南に移住するでしょう。寒さから身を守る経済的手段を持たない高緯度地域の住民は、危険にさらされることになるでしょう。

太陽に対する地球の位置は、7万6千年前に比べてはるかに有利になっています。ですから、多くの人間を滅ぼすのは、寒さではなく飢えなのです。

大きなリスクは飢餓

現在の地球上では、70億人の体重がかなり増えています。私たちが知っている最適な条件では、すでに10億人が栄養不足とされています。もし、今、トバの噴火が起こったら、植物はかなりの被害を受けるでしょう。降雨量は45%減少し、巨大な穀類や果樹のプランテーションは一扫されるでしょう。また、気温の低下により、常緑広葉樹が消滅します。事実上、すべての熱帯の木が消滅するでしょう。光合成ができないため、ハーブも生き残れなくなります。雨は稀にしか降らなくなるものの、非常に酸性になります。淡水資源が大幅に減少し、私たちの農場にも影響が及びます。落葉樹は全滅するでしょう。

太陽のない2年後には、植物が再び芽吹き始めるでしょう。光合成が木に比べて弱いため、ハーブが先に再び生えてきます。寒さが森林を破壊し、蒸発散による冷却効果を打ち消してしまうでしょう。緯線40°線付近では狩猟が減り、収穫量も非常に少なくなります。しかし、世界の人口は主に温帯地域に集中しています。北部の大きな広葉樹は凍結しているだろう。熱帯間帯の人々は寒さに耐えられなくなっているでしょう。そうなれば、地球は広大な草原と成長した若い木を太陽にさらすこととなります。地球は現在よりも多くのエネルギーを太陽から吸収することになるでしょう。極地では、埃で汚れた氷が、反射するよりも多くのエネルギーを取り込むようになります。気候は暖かくなります。そして、気候は再びバランスを取ろうとします。数十年後には、植物が地球を再生し、新しい氷が太陽の光を反射するようになります。星からの熱は減り、最終的には3~5°Cの世界的な冷却を経験することとなります。これは重要なことです。7万6千年前に「噴火」が引き起こした大変動とは何の関係もありません。

現代で、トバ火山のような規模の火山が爆発したとしても、気候への影響は少ない

でしょう。とはいえ、飢餓による死亡率は非常に高くなるでしょう。コンピュータによるシミュレーションは非常に複雑です。科学者たちは、様々な数値を提示します。彼らがよく挙げるのは、最も簡単で覚えやすい数字、例えば可能性の低い仮説でいえば「10億人の死者」というようにです。

カルデラ火山は他にもあるのか？

海の下に1つ以上の火山が隠れているかどうかは分かりませんが、目の前に超巨大な火山が存在することは分かっています。なぜなら、その地表にはアメリカで最も有名な自然公園の一つがあるからです。それは、トバよりも強力な火山である可能性があります。古生物学者が1990年にその巨大さを発見しました。それはイエローストーンのカルデラ火山なのです。

イエローストーン公園は、アメリカのワイオミング州にある100万haの公園です。地面は比較的平坦で、太古の昔に氷河が通過して削られたものです。火山の上を歩いているような錯覚に陥ることなく、歩くことができます。カルデラは地下数kmのところであり、風景は火山の険しい崖を連想させません。すべてが過剰だからです。地平線上には、高さ30mほどの小さなレリーフが見えますが、これは実際にクレーターの唇です。高さ55mの間欠泉が噴き出すホテル「オールド・フェイスフル」は、定期的に公園の絵葉書に登場します。グランド・プリズマティック・スプリングの火山湖の素晴らしい色が魅力的な写真になっています。すべてが美しく見えます。時々、激しい熱活動で道が崩れ、すぐに立ち入り禁止になります。観光客は熱心に歩き回り、カメラには不滅の思い出が詰まっています。

しかし、人間は死を免れません。

観光客のサンダルの下には、世界最大の火山があります。カルデラの中央では、地面は75年に1mという目に見えない速さで継続的に上昇しています。地下8,000mの位置には高圧のマグマ溜まりがあります。1,500°Cのマグマの中では、ガスが圧縮されています。地下5kmでは、地殻の温度はまだ350°Cです。この火山は悪魔のように活発なのです！年間約100回の微弱な揺れが発生し、その数は増え続けています。噴気孔、温泉、間欠泉はすべて地下活動を表わします。NASAの赤外線カメラは、地表のはるか下にも、少なくとも90km×30kmの巨大なカルデラを発見した。その大きさはトバ火山に匹敵します。

過去3回の爆発の統計から推測しない限り、イエローストーンの次の噴火がいつ起こるのかを予測することはできません。ただ、世界の様相を一変させるような大規模な噴火になることだけは分かっています。地球がカルデラ火山の力を引き起こせば、人間はたいしたことはないのです。

それほど並外れて多様性に富んだ「立つ哺乳類である人間」の進化は、7万6千年前のトバ噴火によってホモ・エレクトスの子孫の多くが突然死したことで、突如停止しました。科学者たちはこの瞬間を「進化のボトルネック」と呼んでいます。私たち人間の種がほとんど絶滅しかけたこの事実が、系統図を簡素化しました。アフリカ中心部で生き残った3,000人のうち、全員が同じ形態の特徴を持っていました。彼らは皆、同じように歩き、同じような肌と髪の色をしており、会話の仕方や火の扱い方も知っていました。古生物学者にとって、驚くほど明確な分かりやすさではありませんか！

数百万年の進化の末に、類人猿の系統の小さな枝が、それとは対照的に知識を持つ100万の多様なヒト科動物を生み出しました。しかし、溶岩、石、灰の突然の巨大な破裂によって、すべてが3つの小さなグループの個体に集約されてしまったときに、広大な地球上からいなくなってしまうました。世界中のヒト科動物は、我々の祖先を除いて実質的にみな死んでしまったのです。

私たちは旧石器時代を去り、原史時代に入りました。人類は、数少ないトバの生存者から生まれ変わったのです。

さらに詳しく:

トバの威力は、ピナツボ（1991年）のような300の火山の同時噴火、あるいはセントヘレンズ山の大きさの（典型的な）火山の3,000の同時噴火に相当するといえます。紀元前74,000年に起きたトバ火山の噴火で放出された噴出物の量は、厚さ1m以上のマツレス（石を詰めた地表）から出現した陸地をすべて覆うほどの規模でした。

トバの噴火によって引き起こされた氷河期は、「ウルム氷河期」と呼ばれています。この気候変動が終わったのは、1万2千年前の「ヤンガー・ドリラス期」の終わり、「完新世」が始まってからです。

1815年、インドネシアのスンバワ島でタンボラ火山が噴火しました。北半球では気温が下がり、ニューイングランドやカナダ、西ヨーロッパでは8月の霜で石が破裂しました。1816年、世界は夏を知りませんでした。ベンガルでは深刻な飢饉になり、コレラの病巣が発生して広がり、歴史上初の大規模なコレラの流行が発生しました。この飢饉をきっかけに、ヨーロッパでは大きな社会運動が起こりました。スペイン、ドイツ、ギリシャ、東ヨーロッパ、ルーマニア、イタリア、ラテンアメリカなどで次々と革命が起こりました。

1783年の夏、アイスランドでラキ火山が噴火しました。その雲が地球を冷やし、その後、乾燥した霧がヨーロッパを覆いました。収穫は途絶えてしまいました。飢饉が蔓延し、1789年のフランス革命の一因となったと言われています。

1453年、クワエが噴火しました。地球の気候は3°C冷却しました。灰がコンスタンティノーブルの上空を覆いました。空は太陽の影響で血のような赤い色を帯びるようになりました。トルコ人に包囲されていた住民は、この現象を非常に悪い前兆と解釈したことでしょう。人々は、ケルコポルタの門を開けたまま、日暮れとともに逃げ出したでしょう。オスマン・トルコ軍は、一撃も加えずに、通り抜けられない城壁を越えたのでしょ。それがビザンチン帝国の終焉だったのです。

1258年、インドネシアのロンボク島でカルデラ火山が爆発しました。噴火の噴煙は4万3千mまで上昇し、灰の雲で月が見えなくなりました。これは、過去千年の間で最大の火山噴火となりました。中国語と英語の温度表示により、1258年1月に発生したことが判明しました。雨と寒さが特に激しく、巨大な飢饉を引き起こしました（ロンドンの住民の3分の1が飢えで死にました）。家畜の伝染病が流行し、羊の群れが襲われ、長引く霜で牛が死にました。アイスランドは氷に閉ざされてしまいました。すぐに疫病が発生し、厳しい冬を経て1259年4月から蔓延しました。そして、中東からヨーロッパまで、その疫病により人口は壊滅しました。モンゴル軍はバグダッド入りしたものの、食糧不足のために東ヨーロッパの征服を中止しました。この噴火による強烈な寒さのために、地球の冷却は小氷河期に向かって加速していきました。

ピナツボ火山（1991年）とタンボラ火山（1815年）のカルデラ火山の最後の2つの噴火が致命的であったとすれば、それは主に間接的なものでした。この2つの火山は、エル・ニーニョという長きにわたる気象現象を引き起こすことになりました。熱帯地域では深刻な干ばつが続き（ガガン1995年／Gagan, 1995）、降水量は半減し（ピットコック1989年／Pittcock, 1989）、深刻な飢饉を引き起こしました。

ハーウェル（1984）は気温が樹木の枯死に与える影響を研究しました。硫黄を含んだ酸性雨の影響は考慮していません。しかし、この研究は、地球の平均気温が数度変化しただけで植物に与える影響を明らかにしています。

仮に気温が3°C低下した状態が5年間続いた場合、温帯地域の樹木のバイオマス量は25%減少し、約50年後に森林のバイオマス量が回復するといえます。草原の生態系の場合、気温が3°C下がるとバイオマス量が9%減少します。

気温が6°C下がると、バイオマス量は80%減少し、50年後には当初の量の50%しか回復しないと言われています。

温度が9°Cで5年間低下した場合、バイオマス量の90%が破壊され、50年後には初めの

量の33%しか見られなくなります。また、草原系では、バイオマス量が51%減少します。
(ヨーロッパでは、トバ噴火で陸地が16°Cも冷却されたそうです！)

1,000万年前のイエローストーンの噴火で死んだ数百頭もの哺乳類の化石が発見されました。彼らは火山の粉塵で肺が裂け、血を吐いて死んでいました。

イエローストーンはすでに180万年前、120万年前、64万年前に噴火しています。最後の噴火では、2兆5,000億 m^3 （トバ噴火の2兆8,000億 m^3 とほぼ同量）のマグマが噴出しました。

大きさがわずかに小さいカルデラ火山は、ニュージーランドのタウポ湖の下にあります。火にかけられた牛乳のように見張られています。ほぼ900年ごと（2万7千年間で）に噴火しているが、爆発したのは1700年ぶりです。

トバの地表には大きな湖が一つだけ残っています。大地の奥深く、同じ場所に、新しいカルデラ火山が誕生しようとしています。これまでに何度か激しい地震（リヒター・スケールでマグニチュード9）が発生しているものの、火山学者は心配していません。

2012年には、（イタリアの）ナポリ市から数km離れた場所に、直径13kmの活火山のカルデラが発見され、その溶岩湖は現在も拡張し続けています。

これは定説ではありませんが、カルデラ火山の噴火は非常に強力であるため、必ず関連する噴火や地震（時には1万km以上離れた場所で）を誘発するようです。

ホモ・フローレシエンシスもトバの噴火を生き延びましたが、紀元前16,000年頃に絶滅するまで、インドネシアのフローレス島の森の中に、生き残っていました。トバ噴火は、最近骨格が発見されたもの（モロッコ、グルジア、中国、モンゴルで...）を含む、ホモ・エレクトスの他の系統のほとんどすべてを終焉させたこととなります。考古学者はトバで生き残ったホモ属の他の種を発見することを期待しています。遺伝学者は、デニソワ人もホモ・エレクトスの子孫であることを発見しました。

サピエンスの叙事詩

昼と夜の自然のリズムが戻ってきたとはいえ、大気はまだ不透明でした。土は一樣に灰色で、海さえもくすんで見えました。気温はまだ低いものの、噴火以来、気温はどんどん上昇していました。太陽が姿を現し、すべてが生き返りました。

太陽の光で暖められた豊かな火山灰のおかげで、生き残った植物は地上でも水中でも増えていきました。人類は東アフリカの高地を離れ始めました。彼らは小さな家族単位で出発しました。狩猟をしながら生活していました。その道中では、収穫をしたり、採集をしたりしていました。彼らは同族から離れていたため、生殖は近親相姦になることもありました。病気になったり怪我をしたりする者がわずかでもいれば、集団の生存が危ぶまれました。たとえこのように考えがなかったとしても、彼らは、種の存続のためにエネルギーを捧げていたのである。

集団、一族、民衆

ある集団は西へ向かってアフリカ全土に移動し、またある集団は狩場を転々としながら、大陸の東にある五大湖から地中海へと向かっていきました。彼らのDNAには特定の遺伝子マーカーがありました。それはM130です。紀元前45,000年頃、エジプトを過ぎた彼らは、氷河期の極寒に耐える術を習得したネアンデルタール人の土地を横断しました。彼らの生活様式、体、特に鼻腔の形や免疫システムは、氷点下の気温に適応していました。彼らは主に森の中で狩りをし、体力を優先していました。興味深いことに、ネアンデルタール人の男女は色付きの顔料を常用していました。

ネアンデルタール人もサピエンスもホモ・ハイデルベルゲンシスの子孫です。両者は紀元前60万年頃に分離しています。遠く離れた近縁種であるが、その結合は豊饒であった。この2種間の結合がありました。アフリカを離れたホモ・サピエンスのDNAには、1.5~3%のネアンデルタール人の遺伝子が濃縮されていました。シベリアにいた最後のネアンデルタール人には、サピエンスの遺伝子が7.1%ありました。ネアンデルタール人とホモ・エレクトスの純血統が消滅した原因は分かりませんが、紀元前3万年から2万5千年の間に死滅したようです。未知のパンデミックが疑われます。唯一生き残ったのは交雑種でした。しかし、それだけではなく、生き残ったネアンデルタール人の免疫システム、色素、目を受け継いだサピエンスを母親に持ち、細身で身体的特徴のほとんどがサピエンスのゲノムの結果であるという混血種だけが生き残ったのです。遺伝学的には、紀元前24,000年以降、ヨーロッパからアジアまで、地中海の北側にはネアンデルタール人もサピエンスもいなくなり、ゲノムにサピエンスの遺伝子を圧倒的に多く持つ混血種だけがホモ・サピエンスと呼ばれるようになったこととなります。

各間氷期には、ほとんどのホモ・サピエンスは氷限に定着していました。理想的な気候は寒冷で、それは肉を数日間保存できるからです。森林地帯を好んだのは、より多くの獲物を見つけられるからでした。世界の気温が変化するにつれ、彼らは自分たちの生活に最も適した緯度に近づいていきました。紀元前4万年頃には、彼らの多くはイランとアフガニスタンの間に集中していました。ヒマラヤ山脈があったため東へは移動できなかったのです。

紀元前3万年の少し前に、おそらく数人の人々が宗教を変えました。彼らは日の出に背を向けて西に向かうことにしました。彼らは新しい遺伝子マーカーを生成していたのです。それがM173。彼らは常に小さな集団で狩りをし、獲物を追って西ヨーロッパの海岸にたどり着きました。彼らは「クロマニヨン人」としても知られています。

大部分はイランの高地を離れ、いつものように東へと旅を続けました。彼らのDNAに突然変異が起こり、新たな遺伝子マーカーが誕生しました。それがM9です。彼らは「集

団」から「一族」といいいいほどまでに繁殖していました。この「ユーラシアの一族」は、その後2つの集団に分かれました。

小さい集団の方は、特に密林に適した狩猟方法を習得していました。彼らは獲物の後を追って、ヒマラヤ山脈の南を通り、東南アジアを横断しました。彼らは常に危険にさらされながら、マレーシアに移動しました。第四紀の氷河期には、海の大部分が凍って氷盤になりました。水位もかなり下がりました。それを機に、彼らは足を濡らさずインドネシアまで歩いていきました。M9を持つ二番目の集団は、縫い針を発明していました。それどころか、骨の破片を割って、薄く日焼けした皮膚に細い繊維を通すこともできました。この発明により、毛皮を組み合わせて、各人に合った服を作ることができたのです。寒さから身を守り、靴を履いて、この一族は北へ向かいました。彼らは主に毛に覆われたマンモスやトナカイを狩猟して生活していました。紀元前25,000年頃にはシベリアに多くの痕跡を残し、やがて新しい遺伝子マーカーを誕生させました。それがM45です。反芻動物が多く生息する大平原を抜けたところで、同様にトバ噴火を生き抜いてきた人々に出会いました。それがデニソワ人です。彼らが交配してできた混血種には、M45マーカーを含むデニソワ人の遺伝子の3%がありました。

シベリアに到着したときからM45を呈したM9の一族は、特に移動性と繁殖力が高かったのです。彼らの遺伝的遺産は、デニソワ人の遺伝子の0.3%によってさらに豊かになっています。彼らは中央アジア全域に居住し、紀元前35,000年頃には中国西部にまで押し寄せました。彼らの一部は氷の上を北上し、紀元前15,000年頃にはアラスカに到着しました。彼らは紀元前12,000年頃には、アメリカ西部にその足跡を残しました。また、ヤンガー・ドリラス期の気候変動を利用して、アメリカ大陸からパタゴニアへと進んだ者もいました。

最も進取の気性に富むM45は、紀元前30,000年にニューギニアまでアジアの海岸沿いを航海しており、水上を移動する方法を見つけたことを示しています。彼らの遺伝子には、デニソワ人の遺伝子が6%ありました。

こうした旅は何万年も続きました。彼らは常に自分の身を守らなければならず、生き残りは永遠の闘いでした。獲物が道を示してくれました。彼らは、動物がまだ狩りの戦術を知らない場所に赴き、道具を持ち歩いて移動することを余儀なくされました。彼らは知らない土地へと向かい、放浪という最も効果的な方法を取り入れました。人間が並外れた適応能力を身につけたのは当然のことなのです。未知の土地に迷い込み、毎日、水や食用植物、獲物を探さなければなりません。女性の優れた忍耐力は、このような状況で旅をしながら、出産、抱きかかえ、授乳という試練を通過しなければなりません。男性はたくさん歩き、登り、運び、走り、差し迫った暴力に立ち向かわなければなりません。人間の観察力と分析力が圧倒的に優れていることが分かったのです。しかも、脳の大きさは現代よりも大きかったのです。また、言語が明瞭であることも決定的に有利でした。

この世界を巡るとてつもない旅は、他にも多くの変化をもたらし、特に人間の生理機能に影響を与えました。

生理機能

当時、私たちの惑星は太陽から遠く離れていたため、太陽の光はそれほど強くありませんでした。赤道から遠く離れた場所で進化した人間には、太陽の光はそれほど強くありませんでした。しかし、私たちの体はビタミンDを合成するために、太陽の光を浴びる必要があります。ビタミンDはカルシウムと同化するため、生命維持に不可欠です。しかし、M45の一族は動物の皮で作った服に身を包み、シベリアを旅していました。彼らは脱カルシウムが進んだ状態であったはずですが、彼らの体は、ネアンデルタール人由来の特定の遺伝子をより多く発現させ、2つのサピエンスの遺伝子をメチル化することで適応していました。自然淘汰が働いたのです。肌の色素が抜けた人間は、この気候のなかでは他の人間よりも健康であることが少しずつ分かってきました。表皮のメラニンが調整