	<h1 style="color: blue;">エッセイ</h1> <h2 style="color: blue;">気候変動・火山噴火・古代史ー3</h2> <h3 style="color: blue;">SCE・Net 鹿子島達志</h3>	<p style="font-size: 1.2em;">E-163</p> <p>発行日 2022年6月 24日</p>
---	--	---

1. 火山噴火と歴史

前回、古代史における気候変動と歴史の関係を考察した。今回は、同時期の火山活動を確認するとともに、近年の歴史との関係も参考に、改めて考察を試みる。

(1) 2世紀末タウポ火山大噴火による冷夏凶作と倭国乱

ニュージーランドのタウポ火山の噴火は、近年の研究で 181±2 年あるいは、180 年代（南極ドームふじの測定）と推測されており、この噴火の時期は、後漢時代の光和 4～6 年(181～183 年)の異常気象の集中的記録(大旱[ひどい日照り]、夏の降雹、河の氾濫、大寒波)と一致する。更に前回で述べた、後漢 7 年(184 年)の黄巾の乱や後漢桓帝・靈帝の間(146～189 年)とされる「倭国大乱」、および新羅本紀 193 年の「倭人大飢 来求食者千余人」とも時期が一致するのである。

(2) クラカタウ火山の大噴火と宣化天皇元年の飢饉

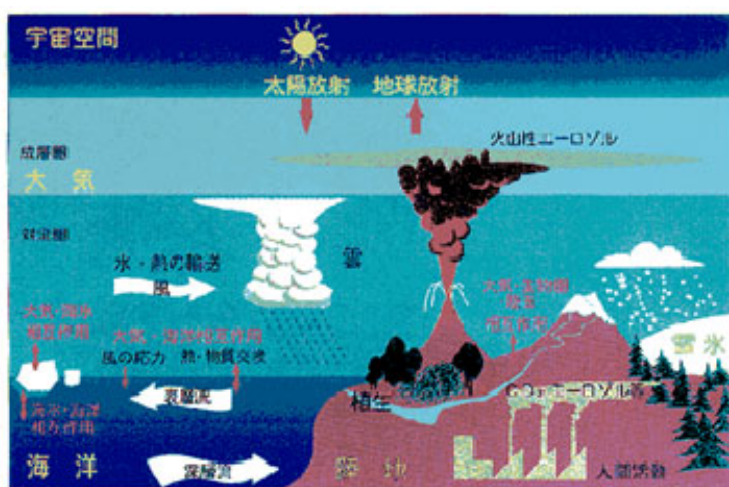
『日本書紀』には、宣化天皇元年(536 年)の飢饉の記事がある。これはインドネシアのクラカタウ火山の大噴火(535 年)によるものであろう。この噴火の規模は後述する。歴史的にはジャワ島西部のカラタン文明の崩壊、メキシコのテオティワカン文明の衰退が同時期に起こる。更に、ヨーロッパではゴート戦争(535 年ー554 年)、スラブ人の南下(542 年)、黒死病(ペスト、543 年)の蔓延、ゲルマン人の南下などが起きた。むろん、どこまでが火山の影響とするかは異論が多いと考えるが、現在の産業活動(政治的活動も含めて)による自然破壊が考えにくい古代には純粋に自然原因由来の動乱が多かったのではないかと思う。

(3) その他の近年の歴史的事実

『歴史を変えた火山噴火』(2012 年刊、石弘之著)から以下引用する。歴史上最大規模の 1815 年インドネシアのタンボラ火山噴火により、世界的な低温現象が生じ、1816 年は北半球で夏に雪が降った『夏のない年』(year without summer)として記録された。1783 年には、アイスランドのラキ火山で巨大な噴火が起きたあと、世界の農業に深刻な被害を生じ、食糧不足がフランス革命(1789 年)の誘引となったとの見解がある。さらに、この噴火は日本史の飢饉のなかで、最も深刻な事態を招いた天明の飢饉(1782 年～1788 年)の時期とも重なっている。

この件は、2020 年 6 月 8 日付け『エコノミスト Online』の記事で、著名な火山学者である鎌田浩毅京大大学院教授が、『「温暖化」を超えるインパクト 寒冷化を引き起こす大噴火』として、同様に説明している。「地球温暖化が世界中の喫緊の課題となっているが、地球上ではそれをはるかに上回る寒冷化現象がときどき起こる。歴史を振り返ると、大規模な火山噴火が気温低下を引き起こし、地球

温暖化に一定のブレーキをかけた事例がある。1783年6月、アイスランドのラカギガル（アイスランド語、英語ではラキ）火山で割れ目噴火が起こり、世界的な寒冷化をもたらした。火山灰と二酸化硫黄などの有毒な火山ガスが、長期にわたって放出されアイスランド国内にいた4分の3の家畜が死に、当時の人口5万人のうち、1万人が作物の不作により餓死したとされる云々」とし、『天明の大飢饉』もラカギガル火山の噴火が原因とする。まさしく我が意を得たりの論説である。記事の図説は、引用の許可を得ていないため掲載できないが、図は前回の図（気象庁『気候変動』気候システムの概要）と殆ど同じであり、以下に再録する。



（画像出典：気象庁『気候変動』気候システムの概要）

2. 縄文時代の噴火(鬼界カルデラ)と火山爆発指数

(1) 鬼界カルデラ噴火

今から約7300年前、九州本島南端の沖合で『鬼界カルデラ噴火』と呼ばれる巨大噴火が起きた。前回、この噴火の縄文人の記憶が、天照大神と弟素戔鳴尊の物語に投影されているという説を紹介したが、この説は証明のしようがない。ただ、鬼界カルデラ噴火がどれだけの衝撃であったかは分かる。過去1万年の内では、世界最大規模の噴火であり、九州南部の縄文文化を壊滅させた。火山灰に覆われた面積は約200万km²、火山灰は偏西風によって東北地方まで到達した。この規模や今まで述べてきた大噴火を数字で表すとどうなるかは以降説明する。

(2) 火山爆発指数 (VEI)

火山噴火の規模を示す指標に Newhall and Self (1982)により提案された『火山爆発指数(VEI=Volcanic Explosivity Index)』がある。『VEI』は噴出物量・噴煙柱高さ・噴火タイプ・噴火継続時間などから噴火の大きさを推定する半定量的尺度であり、世界中の活火山の記録であるスミソニアンカタログ(Siskin ら,1981)でも採用されている。噴出物体積の目安で考えると VEI=0 は1×10⁴m³まで VEI=8 は1×10¹²m³以上の噴火のことを示す。なお、爆発的な活動をしなないハワイ式噴火は、いかに大規模でも VEI=0 となる。次図にその関係を示す。

VEI	0	1	2	3	4	5	6	7	8
規模	非爆発的噴火	小規模	中規模	やや大規模	大規模	非常に大規模			
テフラ体積(m ³)	1×10 ⁴	1×10 ⁶	1×10 ⁷	1×10 ⁸	1×10 ⁹	1×10 ¹⁰	1×10 ¹¹	1×10 ¹²	
噴煙高度(km) 火口上 海面上	<0.1	0.1-1	1-5	3-15	10-25	>25			
噴火のタイプ	←ハワイ式→	←ストロンボリ式→	←プルカノ式→	←プリニー式→	←ウルトラプリニー式→				
噴火継続期間		<1時間	1-6時間	6-12時間	>12時間				
対流圏への供給	微量	少量	中程度	大量					
成層圏への供給	なし	なし	なし	時にあり	必ずあり	顕著			
件数	699	845	3477	869	278	84	39	4	0

左図は気象庁HPより。なお「テフラ」は噴出量を指す。

先に述べた三国志時代のタウポ火山や 1815 年の『夏のない年』タンボラ火山の VEI は 7 であり、535 年のクラカタウ火山やの 1783 年のラカギガル火山噴火は VEI 6 という。また鬼界カルデラの破滅的噴火は VEI7~8 と想定されている。

(3) 『火山噴火カタログ』(1999 年)

日本史的には、縄文時代の噴火のことは難しく、2 千年前程度からしか、まともにも検討し難い。下表は『過去 2000 年間の日本の火山噴火カタログ』(1999 年、地学雑誌 Journal of Geography 早川由紀夫)から引用した。

下表：左表の下線は富士山、伊豆大島を指す。右表の赤枠は史書に記述あり。

西暦年	火山名	マグニチュード	西暦年	和暦	火山名	マグニチュード
500	IzuOshima-O1	3.0	838.0729	承和5.0705	Kozushima.Tenjosan	5.2
500	Kikai.Satsumalwojima	3.6	838		IzuOshima-N3.0	3.7
500	Aso.Komezuka	4.4	837.0523	承和4.0416	Narugo	2.0
500	Iwate-Oide	3.0	830		Fuji-Kooriana	2.3
470	<u>Fuji-Kansuyama</u>	3.3	822		IzuOshima-N3.2	3.4
420	Ata.Kaimon-Kofun	4.6	806	延暦25/大同1	Bandai	3.0
400	IzuOshima-O2	3.0	800.0411	延暦19.0314	Fuji-Tenjinyama	3.6
400	<u>Fuji-Akatsuka</u>	3.5	788.0414	延暦7.0304	Kirishima.Ohachi	3.4
350	Asama-C	4.8	781.07	天応1.07	Fuji	1.0
350	Fuji-Kurozuka	3.2	772.03	宝亀3.02	Yufuin.Tsurumi	4.5
300	IzuOshima-O3	3.0	766.0716	天平神護	Aira.Sakurajima	4.3
300	<u>Fuji-OniwaOkuniwa</u>	3.3	764.01	天平宝字8.12	Aira.Sakurajima	4.3
250	<u>Fuji-KitaKooriike</u>	2.0	742.1224	天平14.1123	Kirishima.Ohachi	
220	<u>Fuji-Hinokimarubi</u>	3.4	720		Fuji-Kooriike	2.3
200	IzuOshima-O4	3.0	713		IzuOshima-N4.0	4.4
200	Fuji-Sajikiyama	2.7	700		Kikai.Satsumalwojima	3.6
100	<u>IzuOshima-O5....</u>	3.0	700		Zao-Togatta 5	4.3
100	<u>Fuji-Ohirayama</u>	1.9	700		IzuOshima-N4.2	3.4
100	Akan.Meakan	4.7	685.04	天武14	Unknown	2.0
50	<u>Fuji-Futatsuzuka</u>	2.7	684.1126	天武13.1014	Kozushima.Kanbeyama	4.3
			680.0709	天武9.0608	Unknown	2.0

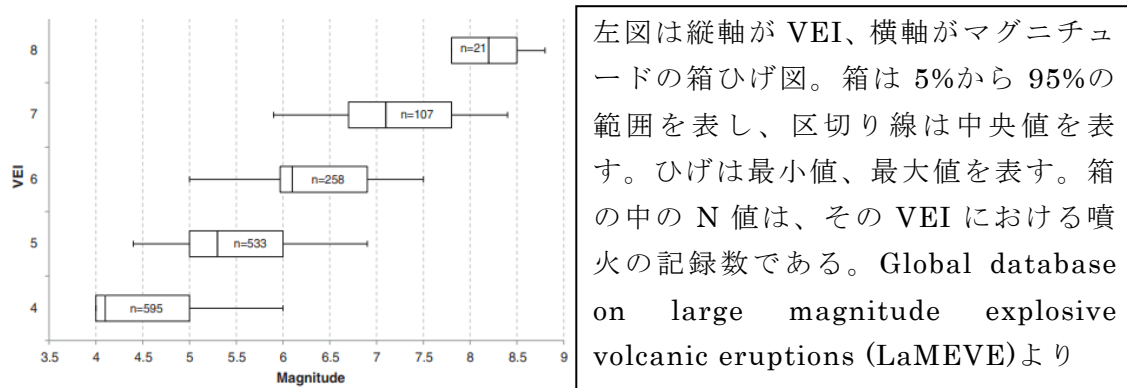
明らかに、富士山の噴火の頻度が伊豆大島も含めば圧倒的に多い。しかし、古事記、日本書紀にはなぜか、これらの富士山の噴火どころか富士を指す名前さえ一切無い。これは、本論の気候変動とはあまり関係がないが、古代史上の謎と考える。ある時期まで日本歴史上の政権は富士山に関心を示していないが、それまでは恐らく富士山から遠い距離に位置していたのではないだろうか。

この表中の『マグニチュード Magnitude』とは、地震の強度ではなく火山爆発の大きさを示す指標であり、噴出したマグマの総重量を用いて噴火の規模を表現するとして、早川由紀夫（1993）により提案され、噴火マグニチュード（M）は次式で表される。噴火 $M = \log_{10}(\text{噴出マグマ質量 kg}) - 7$

（4）『火山爆発指数 VEI』と『マグニチュード M』の関係

『VEI』は爆発的噴火の定性的な記載から求められるものなので、溶岩だけを流出するような噴火の規模を示すことができない。これに対し、『噴火 M』はマグマを噴出したどのような噴火の規模も表現できるという点が優れている。他方、『VEI』は基本的には噴出物の体積に基づくが、地質学的に十分な体積見積りが無い場合でも、噴煙高度、噴火タイプなどの情報を参考にしてその規模が得られる。そのため噴火の規模や頻度の相対的な比較には便利な指標である。

なお、爆発的噴火だけを比べると『VEI』と『噴火 M』はほぼ似た値（規模）を与える。（下図参照：Croweller 他, 2012）。そもそも早川は、M の指標(整数部分)を VEI に近づけるよう配慮し、上記の式中で 7 を引いていて早川の例題では VEI 5 相当のマグマの噴出量 1 km^3 を $2 \times 10^{12} \text{ kg}$ として M は 5.3 となっている。



左図は縦軸が VEI、横軸がマグニチュードの箱ひげ図。箱は 5% から 95% の範囲を表し、区切り線は中央値を表す。ひげは最小値、最大値を表す。箱の中の N 値は、その VEI における噴火の記録数である。Global database on large magnitude explosive volcanic eruptions (LaMEVE) より

ちなみに、1990～1995 年間の雲仙普賢岳は産総研の『火山別噴火履歴表示』では VEI 3、噴火 M 4.8 となっている。試みに噴出物体積として島原市公表の 2.9 億 m^3 (0.29 km^3 、重量換算値 $5.8 \times 10^{11} \text{ kg}$) を適用すると確かに M は 4.8 となる。一方、VEI には文献上は 4 もある。 0.29 km^3 は定義の $1 \text{ km}^3 \geq \text{VEI} 4 > 0.1 \text{ km}^3$ からは 4 であるので、噴火 M と VEI はおおよそ一致する。

（5）トンガの大規模な火山噴火の威力について

2022 年 1 月のトンガ火山の噴火は直径約 650km もの噴煙を発生させ、その威力は NASA によれば広島型原爆の 500 倍以上の 1000 万 TNT トンというが、検証する。1000 万 TNT は熱量換算 10×10^{15} カロリーとなる。一方『VEI』は 5～6 と想定されて、仮に 5 とすると前項(4)通り $2 \times 10^{12} \text{ kg}$ 。火山学では 1 kg のマグマあたりの熱量は約 100 万ジュールとされているので、 $2 \times 10^{12} \text{ kg} \times 10^6 \text{ J} / 4.184 \text{ J/cal} = 4.8 \times 10^{17}$ カロリーとなり、まったく合わない。しかし二酸化硫黄の噴出測定量が同規模噴火の 1991 年ピナツボ火山の 1/50 程度であるので、仮に、固形物全量も 1/50 とすれば 9.6×10^{15} カロリーとほぼ一致する。 以上