

デー氏火山活動の原因

(Arthur L. Day. Some Causes of Volcanic Activity.) Smithsonian Ann. Rep. 1925, pp. 257—270

山 根 新 次

デー氏はキラウエア火山の観測及ラッセンピーク火山の研究を基礎とし現代火山活動の原因に關し一の結論を與へたり。本編は一九二四年九月開催のフランクリン學院創立百年紀念會に於ける同氏講演の要旨なり。

一九一二年中二箇月に互り布哇のキラウエア火山に於ける熔岩湖 (lava lake) の溫度を測定せり。観測は毎朝夕並に晝夜隨時に之を行ひ其結果稍顯著なる溫度の變化ある事を發見せり。例へば同年六月十三日に於ける熔岩湖面の溫度は一〇七〇度、七月六日には一一八五度にして其後の観測中には九五〇度内外に低下せる事あり而して熔岩湖の深さは湖面の昇降によりて之を識るの外直接観測の手段なく、年來観測の結果昇降の最大差は七〇〇呎なりと云へば深さは勿論之より大ならざるべからず。一九一二年観測

當時には熔岩湖面は火口縁の下方約二〇〇呎即ち從來の既知最下面の上位約五〇〇呎にありて其廣さは長徑八〇〇呎、短徑五〇〇呎に達せり。隨て其包含する熔岩の量は相當大なるものと云はざるべからず。上記六月十三日より七月六日に至る二十三日間の溫度の上昇高一五度は這般の熔岩量に對しては頗る顯著且つ急激なる増加と見做さざるべからず。而かも其間熔岩の量は略一定なりしを以て觀れば該上昇溫度は新熔岩以外の或熱源に由來せるや明かなり。熔岩湖面よりは瓦斯泉 (gasfountains) を成して種々の瓦斯放散す。是等の瓦斯は之を採集分析せるに N_2 , H_2 , O , CO_2 , CO , SO_2 , H (free), S (free), Cl , F , NH_3 等の種々の割合のものにして (後アルゴンも發見せらる) 其割合は同一瓦斯泉より繼續的に採集

せるものに於てすら各試験管毎に相異する事を發見せり。此事實は明かに是等瓦斯間の關係は決して安定狀態にあり得ざりし事を示し、熔岩中を上昇中は勿論放散時に際し猶ほ化學作用中にありし事を想はしむ。瓦斯間に起る反應の結果は熱を發生すべく、隨て放散瓦斯の多量なる時は熔岩の温度の上昇を誘起し、又熔岩湖の温度は上位即ち湖面若くは其附近に於て最高に達し下位に向ひ却て下降するの現象を呈すべきなり。實測の結果は恰も此推論に一致せり。即ち一九一二年觀測當時瓦斯泉の増加は常に湖面温度の上昇を伴ひ、湖面温度の下降期に於ては其數減少せる事實は第一の推定を立証し、ジャツガー氏の實測結果即ち湖面前二〇呎の温度は測面に比し一〇〇度或は稍以上低かりし事實は第二の推定を實証するものなり。彼の二十三日間の上昇温度の熱源も亦這般化學作用の結果にして此熱源は實にキラウエア火山の特殊形式即ち熔岩湖の發達に與るエネルギーの一資源たらざるべからず。

熔岩湖中には屢熔岩島現はれ湖面の昇降と別種の上下動を示し又湖面沈降せる時其元の表面より僅かに二三呎の下位に固形物と思はしきものゝ露出するは頗る注目し、是に由り湖中の熔岩の隨處に其物理的狀態を異にする事を想はざるべからず。湖面上昇し岩堤を越えて溢流する際熔岩は漸次冷却し其赤熱光殆んど消滅するに至りても猶ほ能く流動しつゝあるを見る。乃ち其最低温度は正に六〇〇度臺に近きものなり。然るに其岩片を採取し之を實驗室に於て再熱するに一三〇〇度内外に至らざれば自重によりて流動せず。此の如き現象は成分變化の結果にして而も唯一の變化は實に岩漿中の揮發分即ち瓦斯の量の變化ならざるべからず。要するに瓦斯の多寡は熔岩の熔融温度の高低に影響し、其放散は熔岩の流動性を減殺するものなり。彼の湖中に於ける熔岩の或は流動狀態に或は固結狀態にあるは實に含有瓦斯の多寡に由來する所なると共に湖中隨處に温度の相違を生ずるも亦想像に難からず。

ゼツフレース氏は地球の成因に關して曰く地球の始原體は他の天體より分離せる一の瓦斯體にして比較的短期間に凝結して液體と成り、次

舊說或は地殼の下位に之と同心的に伏在する熔融帶の存在說に信を措くの甚だ難きを識る。

て正規の環流冷却によりて其表面に皮殼生成し最初の皮殼は崩壞沈降の途次再融し單に岩漿の冷却を助くるに過ぎずと雖も結局皮殼は地球の中心に集中し地球は遂に峰窩狀構造を呈するに至り、尙ほ隨處に液體として、殘留する部分は局部的狀況による生産物に過ぎずとせり。叙上の概念は容易に之を火山現象の解釋に應用する事を得べし。布哇に於けるマウナロア火山は之に近きキラウエア火山より高きこと一萬呎にして且つ後者に比して頗る頻繁に多量の熔岩を噴出し而も一方の活動盛んなる時に當り他方に殆んど何等の反響を見ざるの事實あり。今兩火山の内部にして互に連結せりと假定せんか熔岩は低位にあるキラウエア火口に向ひ壓迫せられ一平方時に對し實に數千氣壓の壓力を以て之より噴出せざるべからず。茲に於てか『火山は熔融狀態にある地球内部に對する安全瓣なり』てふ

上述の理由及觀察により火山は異常の局部的狀態に由來する純なる局部的現象なりとし、又反應中にある瓦斯は熔岩湖の存立に必要な熱源を賦與するものと推斷すれば吾人は更に火山活動の起原を何處に求むべきや及瓦斯の不均質は其由て來る所如何との二問題に會すべし。

這般の問題の解決に便せんが爲め茲にカリフォルニアのラッセンピーク火山の活動を概述せん。本火山はキラウエア火山と異なり一の爆裂火山にして熔岩の逆流するなく四年間の活動中赤熱溫度に達したること僅かに一回あるのみ。爆裂は深雪を破りて一九一四年五月三十日に初まり同年秋まで四日乃至五日毎に活動し、滿一年後の五月に至り更に激甚なる三日間の活動起り火山灰を帶有する水蒸氣の噴騰山頂を抜くこと正に二萬五千呎、人頭大岩片の抛散せられたるもの實に十哩の遠きに及べり。爾後活動漸く衰へ一九一六年に二三回の小爆裂を見、次で翌

一九一六年に二三回の小爆裂を見、次で翌

年五月短期の稍烈しき爆裂ありたるも一九一五年の大爆裂に比すべくもなし。一九一五年の活動中舊岩栓は三〇〇呎隆起せるも遂に抛出せらるゝに至らず。爆裂は山頂の稍下位北東山側二箇處に起り二谷に互り延長四哩の森林を剝滅せるも纔かに枯葉を燃すこと數刻なるのみにして山火事を起すに至らざりき。夜中赤熱の抛出物又は光煙を見たること唯だ一回にして其色により判ずるに當時の溫度は七五〇度を越えざるべく而も雪中に散亂せる抛出物を見るに其落下當時の溫度は雪をも解かすに足らざりし事を示せり此種の爆裂作用に關しては多年攻究せらるゝ所ありしが或は理論的或は實驗的方法により遂に一の概念を得るに至れり。實驗によれば硅酸及加里の單純溶液は壓力の下に加熱する時は一二・五%の水分を吸収する事を得。岩漿は性質複雑なるも一種の硅酸鹽溶液にして適當の狀況の下にありては五―六%の水分を帶有するに足る岩漿は化學成分の特徴又は急激なる露出の爲め屢結晶せずして固結し松脂岩又は黑曜岩の如き

ものを生ず。ワシントン氏による結晶質火成岩的八千餘種の分析結果を見るに水分一%以下なるもの普通にして一・五%以上を含有するものなし。然るに前記岩類は右極量に比し遙かに多量の水分を含有す。キラウエア溶岩湖より溢流する熔岩の一部は頗る低溫に於て猶ほ能く流動性を保ち、之より結晶固結せる岩片の再融に高熱を要するは既述せる所にして此事實は流動熔岩中に多量の揮發物を含有する事を示し其大部分は水より成りれり。是に於てか岩漿は稍顯著なる水分を含有し其結晶固結に際し之を放出すべきを明かにせり。此の如き水分放出にして若し密閉箇處に於て起らんか茲に至大の壓力發達し強大なる爆裂活動力を結果すべく、更に之に與かる岩漿多量にして結晶作用絶えず進行するに於ては活動力は頗る長期に互りて繼續すべし。本火山は一九一六年活動の高調に達したる時と雖も遂に高熱の發達を示さざりし事實は過冷により岩漿自體は比較的低温に且つ極めて粘性なる結晶力緩慢なる狀態、換言すれば岩漿は比

較的低溫に於て密閉せられ其結晶作用頗る緩慢となり遂に其大部分は正規の結晶溫度以下に冷却せられ而も猶ほ粘性狀態にありし事を示す。

ラッセンピークの第一回爆裂に次で山頂火口内の多量の雪は解けて爆裂口に流入せり。此水は地下に滲入し遂に水蒸氣と成りて山心熱處に達したるべし。實驗によれば水蒸氣は過冷狀態にある岩漿中に容易に溶解し以て其流動性を助長し隨て結晶作用を促進する作用を有す。結晶作用自身は既述せるが如く水分を放出す。隨て茲に若し逃路を有する(壓力低下せる)區域に互り相當多量の未結晶岩漿殘存する時は結晶作用は稍永續的に行はるべし。叙上の概念はラッセンピーク火山活動の起原及其進行を説明するに適好なるが如く、活動中放出せる多量の水蒸氣の資源も亦之によりて説明せらる。而して第一回爆裂以來活動せる間歇的爆裂は地下岩漿の結晶作用の進行程度と上方の荷重との關係に基因せるや疑なく、尙ほ爆裂は活動の進行と共に漸次強大となりし事實は爆裂口生成後地下の壓力輕

減に伴ひ結晶作用の發達區域漸次増大せる結果に歸すべし。

更にラッセンピークの第一回爆裂の導火線と見做さるゝは爆裂の前年即ち一九一四年此地方を襲へる地震なるが如く、當時爆裂口より東西に百餘米延長する二條の地裂發見せられ而も是等は當時の狀況に徴するに爆裂の結果生じたるものに非らざるが如し。以上ラッセンピークの火山現象の研究により先に掲げたる二問題の第一即ち火山活動に與ふる瓦斯の由來を明かにせり茲に再びキラウエア火山の問題に歸り、熔岩湖の存立に必要なエネルギーの一資源即ち熱源たる化學反應の原因となるべき瓦斯の不均質の由來を論ぜんとす。一九二四年夏熔岩湖は熔岩の地下排出により涸渴し、火口は爆裂により徑三五〇〇呎、深さ一五〇〇呎に擴大せられ、從來不明なりし下部八〇〇呎の狀態を明かにする好機に會せり。火口は世人の想像に反し地下に深く貫通する管狀のものに非らずして底盤を有する溜槽にして而も底盤は比較的冷却せる古

き固結岩より成れり。當時火口底は全く瀧濁して一掬の岩漿をも残さざりしが如く、新たに固結せる黒曜岩質熔岩の一片だも之を見ざるのみならず抛出物は從來のキラウエア特有の熔岩と全く外觀を異にする古期熔岩に屬せり。火口側には熔岩湖の泉源と思惟せらるゝもの少なくも三個あり。火口の一側、下底の上方約六〇〇呎に位する徑五〇〇呎、厚さ一〇〇餘呎の部分は其表面碎塊熔岩 (Avalancha) の觀を呈し熔岩片の剝離により屢下方より赤光の閃くあり、是れ泉源の第一なるべし。底部の一角に夜間赤光を放つ六箇の瓦斯噴出孔の集合せる小區域あり。即ち泉源の第二なるべく、一九二四年七月熔岩湖復舊の當初火口側上位の崖錐中より熔岩の噴流したる地點あり、即ち泉源の第三なるべし。是に由て之を觀るにキラウエア火山の構造は狹長なる導管により地下深處の一大岩漿溜に連結せるが如きフラスコ形のものに非らずして地下に若干の局部的岩漿溜ありて之より進出する熔岩は數多の暗渠により火口に流入し以て熔岩湖を湛

ふるものと思惟すべきなり。而して瓦斯の不均質性、熔岩湖中に於ける溫度の狀況、壓力の關係等は悉く之を前記の局部的岩漿溜の分存に歸すべきなり。一九一九年七月中ジャッガー氏の施行せる熔岩湖面の高低觀測の結果によりブラウン氏の研究せる所に據れば湖面の外觀上の昇降差數呎の内地殻潮汐の影響によるもの一時又は二時に過ぎず。此事實も亦熔岩湖の状態に能く適合する所にして若し岩漿溜にして極めて大なりと假定せんか地殻潮汐の影響は更に顯著ならざるべからず。

之を要するに火山は地下岩漿内に於ける結晶作用の末期を代表する局部的且つ地表的（地質學的意味に於て）發達相にして岩漿の小部は残りて漿囊を成し各漿囊は瓦斯の含量、壓力及化學平衡に於て全く區々一定せず。而して現代火山作用の性質を決定すべき主要なる要素は岩漿中に含有せらるゝ瓦斯なりとし此瓦斯にして主に水蒸氣より成る時はラッセンピークに於けるが如き蒸氣爆裂を期待すべく、又水蒸氣に加ふ

るに化學的に鋭敏なる瓦斯例へば鹽素、硫黃、水素、炭化水素等を混有する時は是等瓦斯間の反應により高熱を發達すると共にヴェスヴィアス、ストロンボリ又はキラウエア式の熔岩流を誘導すべし。

一般に現代火山に就ては一立方哩臺に達する

熔岩を噴出するは頗る稀なるも近代地質時代に於ては爆裂作用を伴はずして數哩に亙る裂罅を通じ多量の熔岩を迸發したるものあり。彼の印度のデツカン、トラップ、南亞のストルムベルグ熔岩、米國のスネーク・リヴァ・ベーズンの玄武岩熔岩の如き其例なりとす。

岩漿内の均一平衡と火成岩成生作用に對する關係 (一)

(パウ・ニグリ)

火成岩の研究に従事する岩石學者は自然現象に依つて提供せられる問題が如何に複雑でも、如何に種々雑多なものであつても、岩漿中に於ける鑛物成分を支配する物理化學的法則を以つて此の問題に直面するとき自ら新しき光明に接し得るものである。此の法則は實驗の結果から導き得たものであつて地球内部に貯藏せらるる岩漿は一つの物理化學系に屬し種々相異なる状態の下に於けるその性狀を究め此が説明を與ふるところに岩石學者の研究があるのである。

元來、均一系である岩漿がその結晶作用の依つて鑛物を沈降する度毎に新しい相が生じて來る。即ち結晶作用は均一系を種々の相を有する不均一系に變化するものであつて茲に於

いて不均一系の法則即ち相則と不均一平衡の理論とは極めて重大のものとなるのである。相異なる相と相との關係、並に一定の化學成分を有する岩漿から異つた結晶種を分離する順序は實驗的研究に待つ可き問題であつて此の方面に於ける研究は今日まで非常な進歩發達を遂げてある。特にワシントンカーネギー研究所に於ける系統的な研究は特筆すべきものでその貢獻するところ又頗る大である。之等のものに關する基礎的の智識は殆ど完成せられベツケ氏の著書たる『理論岩石學の基礎』には火成岩研究に従事する人の常に留意すべき多數の貴重な資料が掲げてある。然しながら自然界に存在する全系に就いての熔融圖を示す謂は物理化學的圖表なるもの