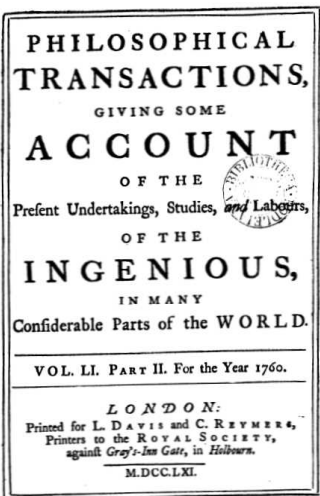


ジョン・ミッチェル

「地震の原因と観測に関する推論

―なかでもリスボン大地震について―



[566]

LV. *Conjectures concerning the Cause, and Observations upon the Phenomena of Earthquakes; particularly of that great Earthquake of the First of November, 1755, which proved so fatal to the City of Lisbon, and whose Effects were felt as far as Africa, and more or less throughout almost all Europe; by the Reverend John Michell, M. A. Fellow of Queen's College, Cambridge.*

INTRODUCTION.

Read Feb. 28. } ART. I. **T** has been the general opi-
March 6. 1755. } nion of philosphers, that
20. 27. 1760. } earthquakes owe their origin to some
sudden explosion in the internal parts of the earth.
This opinion is very agreeable to the phenomena,
which seem plainly to point out something of that
kind. The conjectures, however, concerning the
cause of such an explosion, have not been yet, I think,
sufficiently supported by facts; nor have the more
particular effects, which will arise from it, been
traced out; and the connexion of them with the
phenomena explained. To do this, is the intent of
the following pages; and this we are now the better
enabled to do, as the late dreadful earthquake of the
1st of November 1755 supplies us with more * facts,
and

* Many of these facts are collected together in the 49th volume of the Philosophical Transactions. The same are also to be found, with

リスボン大地震の五年後、一七六〇年ロンドン王立協会の学術誌『フィロソフィカル・トランスアクシオン』（哲学紀要）には、同年三月六日、十三日、二十日、十七日の読会として、六八頁にわたるジョン・ミッチェルの論文が掲載され、同年ロンドンで単行本としても刊行された。「地震の原因と観測に関する推論」なかでも一七五五年十一月一日都市リスボンを壊滅させ、ほとんどヨーロッパ全土をさまざまに震撼し、遠くアフリカにまで伝播した大地震について」①この論文は地震学成立の契機のひとつと評価される。

① *Philosophical Transactions, Giving some Account of the Present Undertakings, Studies, and Labours, of the Ingenious,*

in many Considerable Parts of the World, Vol. LI, Part II, for the year 1760. London, pp.566-634.

John Michell, Conjectures concerning the Cause, and Observations upon the Phenomena of Earthquakes :

Particularly of that great Earthquake of the first of November 1755, which proved so fatal to the City of Lisbon,

and whose Effects were felt as far as Africa, and more or less throughout almost Europe. London 1760.

全 訳

(永治日出雄)

ジョン・ミッチェル

(ケンブリッジ、クイーンズ・カレッジ教官)

「地震の原因と観測に関する推論―なかでも一七五五年十一月一日都市リスボンを壊滅させ、ほとんどヨーロッパ全土をさまざまに震撼し、遠くアフリカにまで伝播した大地震について」

ロンドン王立協会 会誌 一七六〇年二月二八日、三月六日、十三日、二十日、二七日

序 言

〔第一項〕地震は地球内部における突然の爆発に起因する、と哲学者たちは普通説いてきた。この意見は地震なる自然現象によく合致し、類似する事柄をもよく説明するに思われる。しかし、私見によれば、そうした爆発の成因に関しては、いまだ推論が事実要充分裏付けられず、爆発によって出現する他の現象は言及されず、それらと地震の関連も不明である。以下の論述はこうした課題に応えるものであるが、いかなる地震にもまして一七五五年十一月一日かの怖るべき大地震により多大の事例と記録が遺され、われらの企図に好機が訪れたと言える。(原註)

(原註) こうした事実の多くは『ロンドン王立協会哲学紀要』第四九巻に一括して記録される。また、それらは他の事実も加えて『地震の歴史と哲学』に収録された。地震の研究に志す者にとって、後者も精読に値する好著である。そこでは前述のような事例とともに、権威ある学者十人の詳細な地震論が提示される。筆者の論拠は『地震の歴史と哲学』および『ロンドン王立協会哲学紀要』に依拠するところ大であり、これらの点検を意図される方々にも役立つであろう。そこでは扱われず、本稿の課題に必要な事項は別途論究せねばならぬ。

〔第二項〕震動が大気の異変に起因する、ときには説かれるけれども、地震の様相に照らし誤謬も甚だしい。今後も地震が起きるたびに言われるであろうが、そうした論者の主張と異なり、地震の発生と大気の状態との間にはなんら確実で規則的な関連はない。たとえば、つねに地震は無風で静穏な天候のとき起きる、と言う。

それとは異なつて一六九三年シチリアでは、「南風が強烈であり、地震の激烈な時刻でも、ほかの時点でも吹き荒れた。」(原註)

(原註)『ロンドン王立協会哲学紀要』第二〇七号、またはローソープの摘要、第二巻、四〇八頁。

(第三項) ニューイングランドで一七二七年と一七二八年に起きた地震の記録にも同じような事例が見出される。報告者によれば、天候と地震の間にはなんらの関連も徴候も観測できず、地震はあらゆる天候、あらゆる潮汐、あらゆる月齢のもとで起きるのである。(原註)

(原註)『ロンドン王立協会哲学紀要』第四〇九号、またはイーメンの要約、第六巻、第二部、二〇二頁。こうした権威ある学者に加えて、ベルトランが開陳する意見を誌そう。「アリストテレス、プリニイ、セネカによれば、静穏な大気が大気が地震に先立つ。多くの場合そうであるが、必然ではない。すべてを吟味して、この法則に合致する事例と背馳する事例を数え上げることができない。逆に他の学者は暗雲、雷光、突風が地震の前触れだと考える。」静穏な天候で発生した地震についてベルトランはさらに述べる。「他方我らがこれまで検討した事例では、多くの地震が豪雨、烈風、曇天のもとで起きた。したがって、大気の状態に地震の前兆を見出すことは困難である。(ベルトラン著)『地震に関する歴史的・自然学的覚書』ハーグ、一七五七年。)この慎重な覚書で彼は、スイスの地震やこれに関連する他地域の震動について、全貌を把握すべく、公衆に現地からの情況報告を求めている。全巻が堅固かつ厳密に論述され、特定の体系に拘泥していない。

(第四項) こうした反証にも拘わらず、震動の瞬間に地震と天候の関連がしばしば感じられる。とはいえ、大気における要因によって、地盤がかくも深甚かつ異様に変容し、震動に伴うさまざま様相が現れると判断するよりも、かかる場合地震を惹起した要因が大気になんらかの作用を及ぼした、とより堅実に推論したい。

(第五項) 以上の憶説を退け、我らは地震の成因が地下に宿ると想定したい。そして、自然に実在すると確信できる要因、地震という異常な作用のあらゆる様相を現出させる要因を探究するのみに止めたい。目指す要因とはすなわち地中の火災である。これなる火は大量の水と出会って突然奔出して、膨張する大量の蒸気を産出する。筆者が論証を志すのは、地中の火災こそまさしく地震の成因であつて、以下はその論証である。

(第一部)

第一節

(第六項) **要点第一**。震動が発生したあと、僅かな時間だけでなく、数年にもわたる長い間隔を挟んで、同一の地点で地震が繰り返す。

(第七項) いづれの事実も既存の地震記録から充分確認できる。ジャマイカ一六九二年、シチリア一六九三年、およびリスボン一七五五年における大地の震動と衝撃は、ときには短い間隔、ときには長い間隔において数カ月間反復された。(原註一) 一七四六年十月二日から一七四七年二月二日までにリマでは、全市を破壊した最初の大地震のあと、四五一以上の震動が生じ、その多くは比較的微弱であつた。(原註二)

(原註一) これらは『ロンドン王立協会哲学紀要』を参照のこと。

(原註二) アントニオ・ドゥロワ著『ペルーへの旅』第二部、第一巻、第七章。

(第八項) 同一の地点において長期の間隔で地震が再発することも、歴史によつて充分立証される。コンスタ

ンチノーブルおよび小アジア各地は、幾多の世代にわたり地震の反復に苦しんだ。シチリアも同様であって、神話時代の遺物すらそれを伝える。リスボンにおける震災は一七五五年が初めてではない。イギリス人が拓殖したジャマイカでも、頻発する震災に苦しみ、最初そこに住んだスペイン人は倒壊を怖れて、平屋の木造家屋だけで我慢した。リマ、カヤオ、それらの隣接地域も六十年間二度にわたり地震でほぼ全滅して、倒壊せぬ建物は皆無に近く、その都度津波にも襲われた。当地における震災としてはこれが唯一の事例ではなく、一五八二年から一七四六年までに激烈な地震が十五以上、相当な震動が無数に生じたのである。最初そこに拓殖したスペイン人が高樓を建てるのを見て、埋葬塔を築くのかと、原住民は尋ねたと言う。(原註)

(原註) 『ペルーへの旅』、『地震の歴史と哲学』、『ロンドン王立協会哲学紀要』にはこうした事例がさらに多く収録される。また、『地震に関する歴史的・自然学的覚書』によれば、スイスでは九六〇年の間に地震が一三〇回起きた。

〔第九項〕 **要点第二。** これらの地域は火山に隣接し、地震の頻発に常時曝される。そして、激しい噴火には大抵地震が伴う。

〔第十項〕 小アジアとコンスタンチノーブルはサンテリーニ山の近隣とみなされる。エトナ山、ヴェスヴィウス山、ヘクラ山、等々の近隣地域についても同じように充分な証左がある。(原註一) だが、確認できる世界全土において、ペルー、チリ、そして南米の西部ほど地震が多発し、火山に脅かされる国を筆者は知らない。(原註二) アンデスなる名称で知られ、南緯四五度から北緯数度へ至る長大な山脈、さらには全メキシコの約五千マイルを貫通する山脈に火山の連鎖が秘められる。(原註三)

(原註一) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第二巻、またはローソープの摘要に多数の事例が誌される。

(原註二) ペルーではところにより、一週間が地震なしに経過するのは稀である、とプゲルは語る。『地震の歴史と哲学』

二〇五頁。

(原註三) 南米諸国の地図、コンダミーヌ著『マラニヨン河の旅』、アコスタ著『インディオ自然誌』などを参照のこと。

〔第十一項〕 **要点第三。** 地盤は地震の際ときには左右に揺れ、大幅または小幅に波状をなしてときには突進する。そして、大抵波動は、左右への揺れよりも強烈である。

〔第十二項〕 左右への震動については確証するまでもない。波動に関して幾多の地震記録が参照できる。もっとも明白な二件としてジャマイカにおける一六八七―一六八八年と一六九二年の記録を見よう。(原註) 一六八七―一六八八年当地におけるある貴紳の証言によれば、地震が進行するにつれて、地盤が波濤のように隆起するのを目撃し、その結果山頂の樹林が数マイル速くへ移動したのを識別できた。また、一六九二年の記録にも誌される。「転回し、高揚する海洋のように、地盤が隆起して拡大し、そのため住民は辛うじて立居を支えた、と。

(原註) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第二〇九号、またはローソープの摘要、第二巻、四一〇頁。

〔第十三項〕 同様にしてとくに顕著な事例が、ニューイングランドの地震において観測された。(原註) 一七五五年十一月十八日の異変をある貴紳は証言する。地盤が波のように隆起して、樹木の上部を十フィート押し飛ばし、みずからも震動に揺いで辛うじて身を支えた、と。

(原註) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第一巻、一頁等。

〔第十四項〕 一七五五年十一月一日リスボンでの地震において同様の異変が観測されたことは、この震災に関する多数の記録からも確認可能であり、若干の証言によって明確に肯定できる。(原註) 波動は異質の震動よりも遙かに遠い距離にまで伝播して、ドイツ全域、アルプス地方、デンマーク、スウェーデン、ノールウェイ、英国諸島の全域にわたり、河川の異常な流れや教会施設の落下が認められた。

(原註) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第四九巻および『地震の歴史と哲学』の特集を参照のこと。なかでも前者三一五頁の記述に注目されたい。「世にも怖るべき地震がリスボン全体の基底を突然の急速な震動で揺るがした。ついて瞬時を挟んで変動の本質が変わって、突然荒石に乗り上げた荷車のように、あらゆる建造物が押し倒され、ほとんどすべての住居や教会が壊滅した。

なお、ポルトにおける波状の変動については、『ロンドン王立協会哲学紀要』第四九巻、四一八頁を、ジブラルタルにおけるそれについては『地震の歴史と哲学』三三二頁を参照されたい。

〔第十五項〕 **要点第四。** 地震が頻発する地域では、震動が同一の地点で惹起し、同一の地点へ進むのが観測される。(証言で確かめるかぎり)、震動が進む速度も同一である、と付言したい。ただし、国によって震動の速度は非常に異なる。

〔第十六項〕 一七五五年リスボンで最初の大地震に継ぐすべての震動は、当初と同じく北西から襲った。(原註一) この主張は、当地で地震の歴史を執筆中と自称する人物によってなされた。他の証言もすべてこの事実を裏付ける。なぜなら、ある人々は北からと、他の人々は西からと言うが、いずれも反証にはあたらず、むしろ逆である。また、震動が伝播する速度は、すくなくとも轟音の速度と同一である。なぜなら、すべて震動は轟音の直後に現れるか、轟音と同時に生じる。(原註二) リスボンで最初の衝撃を受けた瞬間と他の離れた地域で揺れを感じた瞬間の時差が、まさに震動の速度であって、計量すれば毎分二十マイル以上の距離で突進したと思われる。(原註三)

(原註一) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第四九巻、四一〇頁。

(原註二) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第四九巻、四一四頁。『地震の歴史と哲学』三二五頁。

〔第十七項〕 ニューイングランドの地震記録によれば、確認できる地震五件のうち、三つは同一の方角、すなわち北西から現れた。(原註一) 他のふたつは定かでないが、やはり同じ方角からと推測される。それらの速度はリスボンの場合より緩やかであり、轟音と衝撃の時差、さらには前述の波動によって知られる。(原註二)

(原註一) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第一巻、九頁。

(原註二) 地震が伝播する速度が、他の場合よりかなり緩慢なときがあるけれども、大気に起因するのではけつしてない。大気に震動が伝わる速度は、音響の速度に比し、緩急いずれでもない。すなわち、毎分約十三マイルの速度である。

〔第十八項〕 ジャマイカにおける大地震はすべて海から襲来し、ポート・ロイヤルを経て北方へ向った、と記録される。それらはリスボン地震の速度よりさらに急速であった。

〔第十九項〕 一七五〇年ロンドンの地震は東から西へ進行したとされる。十七世紀にも同じような出来事で落下騒ぎになったことを聞き及ぶ。地震のとき計量器店に偶々居合わせた人物は、すべての天秤が東から西へ揺れるのに気づいた、と話してくれたからである。

〔第二〇項〕 イタリアのヴァレ州ブリッグで感じるあらゆる震動は、みな同じ方角、つまり南方から発した。

〔第二一項〕 **要点第五。** リスボン大地震の後には各地で小規模な余震が感じられた。

〔第二二項〕 スイスでの余震。フランスとドイツの国境における余震。バルバリ諸国での余震、等々。

第二節

〔第二三項〕 これまでに提示した想定は事実と美事合致すると思われるが、地震の成因が地中の火災であるこ

とはなお疑問が残るであろう。外部の空気と接触せずに、火の発生が可能であろうか。これに答えるべく、筆者は瑞々しい植物を例証として、それらが山積みされ、発酵によって燃えることを指摘しよう。外部の空気が無用な場合には、浸入が上手に遮断される。だが、限度を過ぎた事例、本稿の課題に即した多くの事例を挙げよう。

〔第二四項〕火山の火が大気の空気を吸収し、多年の歳月にわたり保存し、増殖するとは、ほとんど想定できない。(なぜなら、蒸気がつねに強風によって消散し、空気の浸入はかならず妨げられる。)そこに別種の火、地震の成因とみなされるのと同じの火が実在する。課題に即したより明白な事実をつぎに述べる。

〔第二五項〕一七五五年十一月一日の地震の際ポルトガル海岸では、煙と光を伴う火災がコラレス近くで発生したと言われる。また、幾度か余震のときには、煙と同じく海から近づく霧に伴って、硫黄の微かな臭気が漂ったとされる。(原註)

(原註) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第四九巻、四一四頁等。

〔第二六項〕ニューイングランドの地震記録を参照すると、ポストンより四十マイルのニューベリーでは地割れによって荷馬車数台分もの砂と灰が噴き上げられ、砂は硫黄の臭気を微かに帯びて、燃える石炭に供すると、碧色の炎を放った。(原註)

(原註) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第四〇九号、またはイーメンの摘要、第六巻、二〇一頁。

〔第二七項〕一六九二年ジャマイカ地震のある報告者かつぎのように語る。「ポート・ロイヤルをはじめ、島中の各地では(地割れから噴出したらしく)、硫黄状の可燃性物質が発見され、火に近づけるや、蠟燭のようにとり、燃えた。」

〔第二八項〕「それまでセント・クリストファーでは地震のたびに膨大な可燃性物質が噴出し、大層困惑したものの、以後の地震では噴出が止み、困惑は鎮まった。(原註)

(原註) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第二〇九号、またはローソープの摘要、第二巻、四一八頁。

〔第二九項〕なおまた、さらに記録されるが、一七二〇年アゾレス諸島のひとつ、テルセラ近海で火山島が出現し、噴出の余波を受けて家屋数軒が揺れた。(原註二)火山島は直径約三リーグ(十マイル)で、円形に近く、驚くほど大量の軽石と溶解物が露出した。この二千年間にエトナとヴェスヴィウスより噴出した量を遙かに上回るであろう。これを惹起した火が外部の空気と接触せずに燃えたのは、幾世代でもはなく、わずか数年であることが、これにて推測できる。アゾレス諸島の各地に同様の事例が存することも注目に値する。(原註二)そこに地中の火災が秘められる徴候はほかにもあり、いくつか地域では煙や炎が立ち昇る。これらの島々は激しい地震の頻発にも悩まされる。

(原註一) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第三七二号、またはイーメンの摘要、第六巻、第二部、二〇三頁。

(原註二) 『地震の歴史と哲学』におけるアゾレス列島隆起の項目を参照されたい。

〔第三十項〕証左となる事例はほかにも多数見出され、トスカナ群島のサンテリーニ島近くには海底火山から噴出した小島が幾つか存在する。それらのひとつが一七〇八年に噴火し、それに伴う様相が王立立協会紀要に詳しく記録される。(原註)その小島は深さ百フオンソ(一八三メートル)の海底から隆起し、地震とともに出現し、いまも屹立するのである。記録によれば、サンテリーニ島自体も本来同じように海底から隆起した。そのほか古来の諸島に加えて、新たな島々が隆起した、と過去千九百年間相継いで伝えられ、それらの噴出にはかならず地震が伴ったであろう。

(原註) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第三一四号、三一七号、三三二号、またはジョーンズの摘要、第五巻、第二部、

〔第三一項〕同じような事例は、一七五〇年フィリッピン群島のひとつ、マニラで起きた。このときも激烈な地震が襲い、マニラをはじめ群島各地を震撼した。(原註)

(原註)『ロンドン王立協会哲学紀要』第四九卷、四五九頁。

〔第三二項〕さらに付言すれば、多くの場合なんらかの火山から噴出した膨大な軽石が、ときには海面に漂い、ときには遠方の海岸へ流れており、大海の奥底に火が実在することへ疑問の余地はない。(原註)

(原註)『ロンドン王立協会哲学紀要』第三七二号、またはイーメンの摘要、第六卷、第二部、二〇四頁。あるいは同書

四〇二号、またはイーメンの摘要、第七卷、第二部、四三頁。

〔第三三項〕高く信頼できるこれらの例証によって、火山の火が地震を惹起すると、我らは結論できる。とはいえ、火山の近隣でしばしば起きる地震が、火山自体の火に起因することを、前提するのではない。なぜなら、さきに例示したセント・クリストファーのように、火山はそこで形成される蒸気に発散させ、むしろ震動を抑制するはずである。

〔第三四項〕同じような現象を肯定できる事例が、アンデス山脈でもしばしば見出される。(そこでの出来事を語る)アントニオ・ドウロアによれば、「カルガイラソ山に係わる被災のように、火山の新たな噴火の際に、地盤が激烈な衝撃を受けるため、周辺の村々がすべて転覆され、壊滅に至る。この衝撃は地震と呼ぶにはやや適せず、火口が生じたあとは、ほとんど爆発を伴わぬ。また、震動が感じられるにして、きわめて微弱なのである。それゆえ、火山がひとたび出口を得るや、物質は燃え続けるのに、衝撃を止める。」(原註)したがって、そこ

での大地震は同じ地域でより深層に潜むむしろ別の火によって惹起すると思われる。大地震と同時に発生し、震動を伴う火山の爆発は、大地震の原因ではなく、むしろその結果であろう。すくなくとも大地震が相当の地域にわたる場合そうと思われる。これなる推論はまだ充分明白と思われるであろうが、地震の発生地域へ本稿の課題を進めるにつれて、よき理解を得るであろう。

(原註)コンダミンの報告どおり、カルガイラソ山が往古から火山であった可能性は、筆者が依拠するドウロアのフランス語訳の表現にも見出せない。つぎの論文で言及される四つの山についてもおそらく同様である。火山が雲居にあるアンデス山脈では、どれをも確認するのは難事である。だが、これらすべてが休火山であって、新たに噴火したと想定しても、それらは多数の火山がなお隠されることを、近隣の火山とともに、一層暗示するにすぎぬ。古来覆われる莫大な雪を、爆発によって融して水に変化させ、洪水で周囲の一带に甚大な被害を及ぼすまで、火山はなんら存在の徴候を示さない。

第三節

〔第三五項〕火山の近隣に地中の火炎が若干存在するとなぜ仮定するか、と問われるかも知れぬ。これを証するものとして、古い火山の近隣に新たな火山が噴出する事例がしばしば起きる。さきに言及したカルガイラソもこれに合致する事例である。一七四六年十月二八日の夜周囲の山脈で四つの山が新たに噴火したため、リマとカヤオが被害を受けた。

〔第三六項〕同一の地域に共存する多くの火山がそうした事例を提供する。たとえば、アゾーレス諸島では四十以上の山があるいは過去に、あるいは現在も煙と炎を噴き上げる。アンデス山脈に属する多くの火山については

すでに述べた。エトナ、ストロンボロ、ヴィスヴィアスとともにソルファトラもみな近隣に位置する。コンダミンによれば、ヴィスヴィアス一帯と同じく、フレンチェからナポリに至る全道程で溶岩が確認できた。アイルランドの場合もヘクラ山に加えて、若干の火山だけでなく、多くの地点でほか硫黄性の蒸気が発散する。しかも、こうした事例は多数に及び、明白な徴候を帯びて単一の火山から発するものがすくないので、近隣に以前から火山が隠れるか、地中の火炎は潜むと思われる。

〔第三七項〕地球の内部構造を熟慮すれば、火山の近隣に地中の火炎がしばしば潜む可能性は、一層大きいと思われる。これについて通念以上に認識されることが、以後の論述を理解頂くため必要であり、敢えて読者に一定の説明を提供したい。

〔第三八項〕種々の様相から判断するかぎり、地盤は偶々集積した物質の塊で成り立つのではなく、規則的で一様な諸地層から構成される。これらの地層は数フィートあるいは数インチの厚さを超えぬものもあるが、厚みの顕著な相違なしに、ときには数マイル以上の幅と長さにもわたる。同じ種類の地層は総じて同一の性質を有するが、まったく異なる種類の地層にしばしば隣接する。たとえば、陶土の地層を考えてみよう。その上に石炭の地層を置く。さらに粘土の地層を、その上に鋭い小砂の地層を、さらに粘土を、さらに砂をさらに石炭を重ねてみよう。大抵は数ヤードの厚みを超えるものではない。とはいえ、同種の物質が数百ヤードの深さにまで及ぶ事例もある。稀有な例外を別として、これらも各々一貫した塊ではなく、厚み一フィートから三フィート弱にすぎぬ多数の薄層に細分できる。

〔第三九項〕こうした地層への水平状分割に加えて、地盤はさらに分割・細分される。亀裂が細く僅かな事例もあるが、ときには数多く、相当の幅に及ぶ。上側と下側がかなり破壊されても、亀裂を見出せぬ地層もある。往々にして柔らかな粘土の場合であって、上にある物質の圧迫をおそらく柔軟性に受け入れ、本来の亀裂を埋める。しばしば鉾山で例示されるように、上側の地層と下側の地層に通じる割れ目へ、粘土あるいは柔らかな物質から成る地層が介入し、媒介するのである。

〔第四十項〕これらは上下いずれの地層でもときに亀裂をなすが、長大となるのは稀である。貴金属の鉾石は太い鉾脈を帯びるけれども、我らにとつてむしろ例外的な観察と言える。なぜなら、それらは大抵測り知れぬ地底にあつて、さまざまな種類の地層を数多経由する結果なのである。

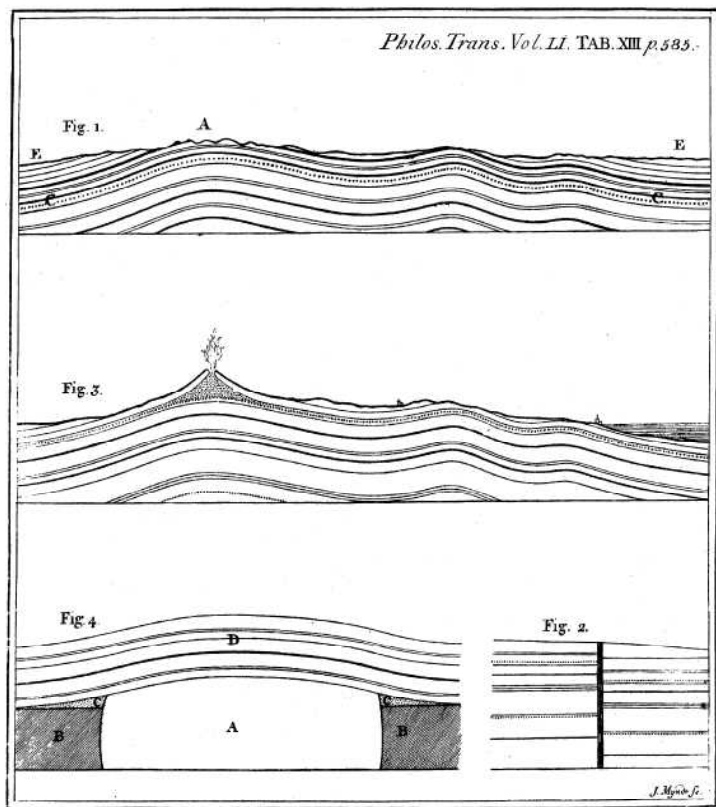
〔第四一項〕地盤の構造により、すなわち上側の地層と下側の地層の間で亀裂が連結しないことにより、それら地層がほとんど砕かれることも加わつて、どの部分においても地盤は地面に垂直な方向には容易に分割されない。

(原註) だが、水平な方向には地層相互が密着せず、難なく分割する。

(原註) 金属を蔵する深い割れ目についてさきに述べた事柄は、本項の結論に該当しない。それらは地盤の垂直な部分とも、水平な部分とも相当に異なるからである。往々にして粘土の地層や柔軟な物質がそこへ混入する。多くの場合それは、一貫した地層を構成するかのよう、両側の岩盤に密着し、塵芥、鉾石、剥げ石などで充たされる。

〔第四二項〕地表よりある程度深い地層にもおおむね多くの水が含まれる。しかも、海底より下の地層には、あるいは海からの流入によつて、あるいは地層間に含まれる水分によつて、かならずそうである。

〔第四三項〕地盤において地層はときに大きく屈曲し、急速な上昇または下降によつて、ある地点では隆起し、他の地点では陥没する。広い領域で見れば、そうした上昇と下降はたがいに相殺し、ほぼ水平に存在する一式の地層とみなしてよい。とはいえ、高地にある山岳地域の地盤は大抵こうした様相が顕著であつて、一般にそうした地域が下部の地層で形成されるため、水平から傾いた地層となる。(原註一) かかる様相は以下のような仕方



(原註二) 図解一 Fig. 1 は模型として例示される諸地層の断面を表す。この断面は水平線に垂直な山稜の高さへ傾斜する。

で表すこともできよう。種類と色彩の相異なる用紙数枚を貼り合せ、中央が尾根になるよう折り曲げてほしい。両翼を押さえてそれを水平な面に戻し、盛り上がった部分をすべて切り取る。そして、中央の部分をさらにやや高くしたい。これこそ遍く世界に存在する山岳地帯とその周辺をほぼ的確に表現するのである。(原註二)

(原註一) 多数の現象から確実と思われるのは、それら山岳地帯が地盤低部の地層から成るのみならず、ときには火山を含む高嶺すら大抵低部の地層から形成されたことである。(図解三 Fig. 3) しかし、しばしば他の事例も見出され、そうした高地を基盤とする丘陵が、隣接するより高い地層から形成され、その重量により地面を押し下げて、深皿のごとく構えている。

〔第四四項〕地盤のこうした形成から帰結するのは、土や砂や鈹物が長大な山稜における大規模な隆起と同様、地表の狭小な箇所にも見出されるはずであり、実際に確認されるのである。前述のとおり南米のアンデス山脈では火山の連鎖が五千マイルにも拡がる。疑いもなくこれらの火山はみな同一の地層から派生した。(原註) シエラ山脈はアンデス山脈と並行して同山脈と海の間を縦走する。これらふたつの山脈は相互に見渡せる距離、中間では二十リーグの幅でおよそ千リーグ以上にわたり連なる。(原註) スペイン人に採掘された金銀の鈹山は、両山脈に並行し、過半の長さ及ぶ地域で発見された。

(原註) アコスタ著『インディオ自然誌』

〔第四五項〕同じ事柄が北米でも確認できる。セント・ローレンス河へ流れる湖では、東側に長い山脈がほぼ並行に連なる。そこから海岸(セント・ローレンス湾)に至る方面は、ほぼ全域を通して同一の地層で一樣に形成される。(原註)

(原註) ルイス・エヴァンスによる北米の地図と解説を参照のこと。

〔第四六項〕大英帝国でも同様の事例があり、北東から南西へ連なる山脈に、南北への隆起が認められる。(原註) 世界を見渡せば、同様の事例が幾多存在する。こうした変動をさまざまな状況から推測すれば、多数の地で惹起可能であり、若干の地域では確実に発生するであろう。

(原註) これに関して疑問の余地のない証左を筆者は数多く有するが、本稿の限度を遙か超えるので、ここでは省略せざるをえない。

〔第四七項〕しかしながら、山稜のもっとも高い部分、ならびにそこから両側の山裾に至る地層の傾斜が、まったく一様であると、読者はいかなる事例でも推論されぬように！ なぜなら、ときにそこには相当の不均等も存し、それが大きな際には全体の方向とは反対に地層が小さく屈曲するからである。そうした場合地域全体における発掘を把握できず、本稿で述べてきた様相を確認することが困難となる。

〔第四八項〕長大な山稜から相当の距離までは、大半の地層がほとんど同じ平面にある。また、一般に山岳地域は下方の地層から形成され、同じく一般に盆地は上方の地層から形成される。

〔第四九項〕かくして山岳地域では同一の地層が縦にも横にもおのずから拡張する、と帰結できる。こうした事例はイギリスやフランスにおいて白亜質・燧石質の地域に認められ、(少数の地域にみられる水路、粘土、土砂の介入は別として) 縦横それぞれ約三百マイルの地帯を構成する。

〔第五十項〕山稜における地層の隆起に加えて、地盤の構造にきわめて顕著にして、きわめて普遍的な様相が見られる。それは地層の陥没であって、鈹夫が普通それを陥没と呼ぶ。すなわち、亀裂した地層の片側が、他の側の地層よりも低く沈下する。こうした地層で亀裂の両側に高さの相違が生じ、重大な変化として地震発生に至る要因の若干については惹起するのである。(原註)

(原註) 図解二 (Fig. 2) はすでに述べた地層の陥没部分を示す。この部分は水平線に向かって垂直に、また亀裂には直角に形成されたと推論できる。この種の事例はサマーセットシアのメンディップ鈹山の炭坑員から提供され、『ロンドン王立協会哲学紀要』に収録される。同書第三六〇号ジョーンズの摘要、第四卷、第二部、二六〇頁。

第二部

〔第五一項〕これなる推論の第一部では、地震については主要な様相の若干を考察するとともに、そうした様相の成因と思われる地層の特質を検討した。すくなくとも相当の事例において、地震が地中の火炎によって実際に惹起することは、これまでの立論によって明白であると思う。すでに述べたあらゆる様相と同じく、地震に伴うより微細な現象が、多く同一の要因に依拠することを、つぎには論証せねばならぬ。

第一節

〔第五二項〕あるいは短期に、あるいは長期の間隔を挟んで、同一の地点に地震が反復する事実は、筆者が解明した成因と美事に合致する。疑問の余地なき事例をすでに提示したとおり、地中の火炎は火山に類似して、多年にわたり持続する推論するのが理に叶う。(原註)多くの場合火山がときに爆発し、以後は多年静穏であるのと同じく、地震も短期間頻発したのち、ときに微震を生じるものの、長期にわたり発生しない。さまざまな地震と火山の活動との類似性はきわめて大であり、火山と地震の記録を読み、双方を比較する何人にも、明白な事柄である。火山の爆発は完結した単一の現象ではなく、不均等な間隔を挟んで、不均等な強度によって反復する事柄なのである。例えば最初の噴出のあと火山がわずか数分の間に第二、第三と火を噴くこともある。しかし、ときにはそうした間隔が、十五分、一時間、一日、あるいは数日にわたる。しかも噴出の間隔はきわめて不均等であ

って、強度についても同じである。こうした噴火によって石類が、ときには数マイル先まで飛ぶが、わずか百ヤードに止まる場合もある。間隔や強度の不均等が、地震のあと短期間繰り返される震動に関しても感知される。

(原註)第二八項から第三二項を参照のこと。

第二節

〔第五三項〕火山の周辺地域で頻繁に地震が発生することから、それらは同質の成因から相繼いで起こる、とまさく推論できる。また、同一の地域に存在する複数の火山が、新たに噴火した近隣の火山をも含め、似通う活動を示すのも、こうした推論を大いに根拠づける。しかし、すでに述べた地盤の特性こそ、もっとも確かな証左となろう。かねて筆者が観測するところであるが、同じ地層が概してきわめて広範囲に及び、地域総体に較べて山岳部分は一層傾斜している。峻嶺の火山から噴出した可燃性物質の地層が、周囲の水平な低地帯で相当な深さを占めることも、以上の状況からまさしく可能と判断できる。(原註一)そのような状況で起きるとすれば、そうした地域でどの地点でも燃える可能性のある地層が、丘陵の頂上で炎上するとすれば、火炎に煽られる蒸気は、いかなる種類であるかを問わず、地層の内部を貫通しないかぎり、必然的に窮塞状態となる。然るに火山から発する場合には、蒸気が烈風をなして火口から激烈に噴出する。(原註二)その烈風が十マイルあるいは二十マイルにわたり周辺地域を揺がすのを考えれば、窮塞状態にあるときにはいかなる異変に至るであろうか？ そうした蒸気の強度と総量を結果に照らし推測するがよい。土砂、灰燼、軽石の煙雲を一気に噴き上げ、四圍をあまねく暗黒にし、数マイル離れた周辺地域にまで灰燼などの雨を注ぐ。噴火によってときには数トンの巨石を二マイ

ル、三マイルと突き飛ばすのである。プゲルによれば、南米のコトパシ火山からはこの種の烈風によって直径八フィートか九フィートの巨石が三リグルス以上の距離に飛ばされるのを目撃した。(原註三)

(原註一) 火山は割れ目に潜む黄鉄鉱から生成され、地層の構成物質に由来するものではない、と若干の論者は説いてきた。これを立証すべく彼らは、火山が概ね高山頂に位置し、黄鉄鉱を秘めた割れ目は普通そうした地点にあると主張する。自然への観測を根拠としてこうした論議がなされる以上、反論を避けてはならない。まず高嶺には黄鉄鉱を含む割れ目ないし亀裂が噴火を惹起するほど、豊富には存在せず、相当な深さにも降りていない。そうした割れ目や亀裂が五ヤードから六ヤードにも達すると確認できるのは、極めて稀である。しかも、筆者が確かめたひとつは、せいぜいその二十分の一ほどに黄鉄鉱を含むのみであった。然るに火山の噴火たるや、亀裂の成分から発するならば、か細い帯状と予想されるのに反し、総じて円環状で遙かに広範にわたるのである。コトパシの噴火口はまさに横五百尋から六百尋に及ぶ、とプゲルは証言する。『地震の歴史と哲学』、一九五頁。また、前述のテルセラ近海で隆起した火山島は円形に近く、ほぼ直径三リグルスであった。(第二九項を参照のこと)

なおまた、亀裂に含まれるいかなる物質が、燃え上がるかを推断することもきわめて難しい。なぜなら、極端にか細い箇所は別として、亀裂にはあらゆる角度から大量の水が支障なく染み込む。地層の黄鉄鉱と同じく亀裂の黄鉄鉱もそれ自体で発火する状態には到底至りえない。そこに至る場合があるとしても、発火の事例は発火せぬ事例に比してやはり僅かである。鉄と硫黄のほか銅と砒素を微かに含む亀裂も、それ自体ではけっして燃えない。他方地層に含まれ黄鉄鉱は、すべてではないまでも、大抵は燃焼する特性を多少とも有する。なお、黄鉄鉱をきわめて多く地層にはふたつの種類があって、いずれも同様の特性を帯び、ときには含有の度合も非常に高い。石炭の地層と礬土質ないし泥板岩の地層がそれらである。これらふたつの地層は、ときには数カ月外気に曝されて、それ自体で発火し、燃焼する。これらの地層は酷似した特性を有し、大抵は随伴する。それらはたがいに融合し、さらには鉄鉱石の地層とも混合する。かつまた、概してそれらには植物の残骸が含まれるか、あるいは接触する。こうした残骸の全部あるいは一部が、明礬質の地層においてしばしば黄鉄鉱や石炭、あるいはその両方に変質する。この種の事例はウイツバイやその他における明礬質・泥板岩の地層で無数に見出される。

おそらくこうした種類の地層から火山の焰は発するのであろう。火山の焰によって噴出し、純化された物体が可燃性地層の物質と類似することがこれを立証するであろう。硫黄鉱山には硫黄、明礬、塩化アンモニウムが産出する。硫黄と明礬は可燃性累層からきわめて容易に採取でき、塩化アンモニウムもまた同様であろう。すくなくともそれは共通の埋もれた石炭の基底に含まれ、可燃性累層と混合した石炭質の基底におそらく存するのであろう。

なおまた、可燃性地層は鉄鉱石のそれをいくつか含むだけでなく、鉄を広きにわたる構成要素とする。火山の溶岩も噴出した他の物質もしばしば大量の鉄や、磁石に反応する鉄粉を含むこともこうした事実を裏付ける。

亀裂に潜む黄鉄鉱については、はたして明礬や塩化アンモニウムを含むか否か、筆者はおおいに疑う。それらを含むのを認識した事例は稀有である、とだけ言おう。

(原註二) ところにより可燃性地層が全域にわたるにせよ燃焼しないか、とおそらく問われるであろう。これに答えるとなれば、同一の地層でも部分的に燃焼の要素が微妙に異なるからである。可燃性地層それ自体あるいは隣接する地層において例外的な箇所を除き、亀裂の多さが多量の水を流入され、発火を妨げるとも言えよう。しかしながら、ひとたび燃え始めるや、火災は容易に止まらず、浸水した周囲の亀裂にも拘わらず、おのずから広がる。なぜなら、点火する物質のすくなくとも一部は流動体だからである。したがって、亀裂から必然的に水分が排除され、熱気による容量の膨脹と上部の累層からの重圧によって側面へと燃焼が拡大する。

(原註三) 『地震の歴史と哲学』、一九五頁を参照されたい。また、信頼度高き論者、アントニオ・ドウロワも同じ事柄について語り、「ラタクンガ近くの平原全域は巨大な岩石の断片で広く覆われ、それらの若干はコトバキ火山の噴火によってときには数リーグ遠方まで飛ばされたもの」と述べる。アントニオ・ドウロワ著『ペルーへの旅』第一部、第四巻、第一章を参照のこと。

〔第五四項〕これら閉塞した蒸気が地震の成因であると仮定すれば、さきに述べた推論の帰結として、きわめて激烈な震動は海拔の低い地域から発生するはずである。より厳密には水以外になにも地上を覆わぬ海から、と述べてもよい。これに合致することく、ほぼ三千マイル相互に隔たった地域を揺した一七五五年十一月一日の大地震は、海底から襲った。あとで述べるが、震動とともに発生した津波がこれを立証する。一七四六年リマを壊滅した地震についても同じように解され、遠くジャマイカにも及んだと聞く。リマの大地震はリスボンのそれよりも激烈とも伝えられ、本当にそうであれば、疑いもなく一層広域にわたるはずである。南米においては激烈な地震がほかにも多数発生した。アコスタによれば、それらは海岸に沿って百、二百、三百、さらには五百マイル先にも拡大した。必ずとは申せないが、概ね海上の津波を伴う。ただし、こうした異変に随伴する細事については報告されていない。大地震が人口の稀薄な地方で勃発し、当然ながら巨大で強烈な結果のみ一般に注目される以上、細事については報告はもとより、観測すら実際に期待し難い。

第三節

〔第五五項〕地中の火炎の上手に突如水が流入し、そこで発生する水蒸気によっておそらく地震は惹起される、と筆者がさき述べた。それほど突発の激烈な作用を起し得る成因、あるいは短時間に驚異的な量の蒸気を産出できる成因がほかには容易に見当たらぬ。火山から発する突風がこうした成因によることに確実であり、幾多の事例からして疑問の余地はすくない。これら火山の火炎の上手に多量の水がときには流入して、火炎の熱気でそのまま蒸気に変化し、それなる膨張力が激烈な作用を産出可能とする。(原註)

(原註) 高熱となった水蒸気から発する多くの作用は、おそらく火薬の威力を凌駕する。融けた金属を偶々きわめて少量の水に注いだときの作用を、同量の火薬は果しえない。不注意な鋳物師はこうした作用でときには苦い思いをする。四十年前ムーアフィールドのウィンドミル・ヒルで真鍮の大砲を鋳造する際、そうした事件が起きた。「最初に造った銃から金属の熱気が、傍らにある次なる銃の鋳型へ多量の湿気を吹きつけ、金属をそこに入れるや、激烈に沸騰して数フィートの深さで地を穿ち割り、周囲を破壊する。さらに融けた金属の流れは建物の瓦を剥ぎ、居合わせた多数の人たちを殺し、他の多くにも無惨な傷を負わせた。(クラマー著『金属分析法』英訳、手順第四四、末尾の註を参照のこと。)

蒸気の激烈さを示す事例はほかにも数多く見出される。ババンにより発明された高圧調理器のひとつを、点火した格子の間に置くと、まもなく燃焼して強烈な蒸気を噴出し、火格子の炎がすべて消されるとともに、調理器の一部が固い樫の机へ墜落し、微塵に砕けた。(『ロンドン王立協会哲学紀要』第四五四号、またはマーチンの摘要、第八巻、四六五頁。) 著書『発明の世紀』においてヴォルセスターも大砲の爆発を同じように語る。

しばしば炭坑で多くの事例がみられる湿気の噴出と、地震の成因なる蒸気は同じ種類、と従来ときには推断された。それが真ではないことを、幾つかの例証でいまや示そう。実際のところそうした蒸気の威力は絶大であって、すでに述べた実例のとおり、巨大な角材を百ヤード先まで突き飛ばすのである。(『ロンドン王立協会哲学紀要』第一三六号、すなわちローソープの要約、第二巻三八一頁。) 重さ二十トンあるいは三十トンの巨岩を三リーグ遠方まで吹き飛ばす蒸気

の力は、まさしくどんな実体であろうか。そのままいかなる蒸気も突然発火するや、容量を激増して、膨大な運動量、地震に際してときに観測される運動量を發揮することが、信じられるであろうか。とはいえ、なんらかの固体、たとえば水は変化可能な状態となったとき、瞬時にして世にも稀薄で弾力性高き物体、すなわち蒸気となることを否定できない。

人為的な火災によって高熱にされた空気は、通常のそれに比し五倍ほどの弾力性を有する。点火された火薬もまた、冷却時に比し五倍ほどの弾力性を持つのである。(銃砲に関するロピンスの優れた論文を参照のこと。)いかなる湿気も一定の容積で発火するならば、弾力性を増すと仮定すれば、鉱山等で湿気により惹起されるさまざまな異変にも充分至るであろう。こうした鉱山の湿気がもたらす異変、あるいは高熱の湿気が、酸化した金属に触れて生じる異変を注意深く吟味するひとは、発火した蒸気の威力が瞬時に五倍を遙か上回る容量に至る、と考えざるをえない。

しかしながら、そうした容量が維持されると仮定しても、地震という巨大な現象を惹起するほどの膨大な蒸気が、いかなる場所に含有されると推察できるか。おそらく地中の洞穴においての断言がよろし、それへの反論もなされよう。

地盤の構造とその構成物質についてある程度知識を有する者は、地中に巨大で広大な洞穴があることを認める気にはなれぬ、と。しかも、洞穴を認めるとしても、水がそこに充滿せぬと推論できるのか。蒸気が生成されるや、水が排除されるとの主張もあるが、それより軽量な蒸気が同じ洞穴でなぜ排除されぬのか。こうした難問が解決され、水が排除されたと仮定して、蒸気の密度に注目してみよう。蒸気を含む洞穴があると、その上方を占める海面の高さで水柱を支えるとしよう。土壌や岩石の平均重量は水のそれに比し二倍半以上であるから、上方の海底をなんとか押し上げるには、蒸気が本来の弾力性を二倍半増強せねばならぬ。なおまた、蒸気本来の弾力性が五倍にまで増すと仮定しても、それを可能とするため、さらに倍加が必要である。いかなる場合に洞穴から噴出する大量の蒸気、そこに含まれる容量だ

けで、地震を惹起されるのであろうか。そして、一七五五年十一月一日の地震、直径約三マイルの地盤を大いに揺らした地震の成因となるだけの蒸気を、いかなる形状の洞穴が含有できるのであろうか。それら洞穴の上部が激烈な動揺に陥没することも考えられる。地底三マイルの深さに位置しながら、燃焼せる蒸気が洞穴を抜けて地盤を揺がすことはさらに推論困難と思われる。……

こうした膨大な蒸気がなぜ形成され、いかなる成因に発したかを、また稀には大きな噴出を再現しつつ、それがいかに消滅するかを、筆者は以後論究したい。

〔第五六項〕地震の際に感じられる震動と波動が、蒸気の特徴であることは説明するまでもない。これらふたつの運動がいかに生じるかをやや綿密に究明するため、地中の火災を覆う覆土が落下すると想定しよう。すなわち、覆土を構成する土塊、岩石、等々は、下方の溶解せる金属とただなかへ沈没する。これを浴びる亀裂や洞穴においてすべての水が、かくして火災と接触し、すぐさま蒸気として立ち昇るであろう。地表になんらの運動も知覚されぬうちに、こうした蒸気的作用として(溶解した物質と上方の地層との間に)蒸気のみで充たされた空洞がまず形成される。あらゆる種類の土塊、岩石、等々に備わる地層の圧縮性によって、これなる現象が必然的に発生するのである。(原註)とはいえ、空洞の覆土をなす物質の圧縮性は、下方にある物質の重量を充分に支えるので、鼓動が空中に拡がるのと同様に、地層の弾力性としてかならず伝播する。空洞のすぐ上にある物質が、限度を超えたところから本来を回復し、圧縮に継いで膨張に至る、とも言えよう。これらふたつの運動がしばらく交互に現れ、地表にも振動が出現する。こうした交互の膨張と圧縮が微小な間隔で繰り返されれば、大気へも同様の運動を伝え、ひいては相当の音響を惹起するであろう。あるいは地震に先立ち、あるいは地震と同時に通常感知される音響は、以上の理由になかば基づき、前述の波動に地層の燃焼になかば起因するであろう。

(原註) 地盤の圧縮性と弾力性は通常顕著には現れず、普通にはあまり注目されない。したがって、それらの規模や結果を知り、絶大な量の物質がどのように作用し、圧縮力がいかに巨大であるかを認識する人は稀である。地盤の圧縮性と弾力性は、ほかの出来事によっても知られ、街路を荷車が通過するとき、家々の障壁が振動する。鐘撞きや突風による塔の振動も他の例証と言える。これらの動きによって尖塔が相当に揺れるだけでなく、臼砲の発射も礎石の動揺もなしに、強壯な塔すらときには数センチ振動する。これらを構成する物質が相当の圧縮性と弾力性を含まずして、こうした現象が起りえないことはいまや明白である。尖塔の重み、そこでの鐘の動き、さらには突風など軽小な作用が、それほどの結果を示すとすれば、地盤の深層が巨大な重量によってなにを現出するか、予測できるであろうか。いくつかの場合に照らし、地盤の形状と内部構造がその圧縮性と弾力性に多く左右されると、推断することも可能である。その外部よりも内部においてことは、地盤は遙かに濃厚である、と若干の事例は示す。到るところの地盤を構成する物質が酷似すると思われる以上、上部の重い物質から生じる要素の圧縮性にそうした重厚な濃度はよるのではないか。地盤の形状もある程度同じ成因に基づくとも一層強く主張されている。同じ密度の地盤が極地よりも赤道においてより大きな容積を占め、遠心力で説明される以上に拡がる。(フランス、スウェーデン、アメリカの子午線に関するフランス人の解説を参照のこと。) 地盤の密度が地軸よりも赤道においてより稀薄とすれば、地球の自転によって重みが部分的に減じ、地盤はそれ自体の弾力性で隆起すると、容易に全容を説明できる。また、赤道よりも地軸にあつて地盤が実際にやや稀薄であることは、天文学的な観測における振り子の実験からしても、堅く信ぜらる。こうした成因によって形成される地盤のままさまざまな形状は、相互に融和しうるものではなく、以上の前提に立脚する。(コリン・マクローリン著『流率法』第六八一項等を参照されたい。) 最近の正確な観測によれば、木星の赤道地域では地球のそれと同じく、地盤がおそらく遠心力によって隆起し、普通の密度よりやや濃厚である。しかし、木星でも赤道において極地より密度が低いと思われるので、地盤の形状は各地の重力によって異なるはずである。また、木星の極地へは地球の海洋のごとき流体は押し寄せず、その形状を不変のまま保つてであろう。(流体が存在するとの想定もあり得る。)

〔第五七項〕 火炎と最初に接触した水が空洞を造るや、亀裂に含まれる残りの水は沈下した中空と直結して、火中へ突出して蒸発に至る。こうして膨大な蒸気が発生し、いまやその作用を考察しよう。火炎が相当大きいと仮定して、前日の亀裂が空になるまで、あるいは徐々に水が流れ始めるまで、蒸気は生成を続ける。その蒸気は再度沈下する地盤の弾力性によって動かされ、溶解した物質の表面を圧迫して、水に濡れたあらゆる割れ目へと浸透する。かくして水が火炎から遮断される一方、それらの割れ目では溶解した金属性物質へ水滴が緩やかに落下し、次第に皮殻を形成してそこへのあらゆる繋がりや停止させる。そして、さき空となった亀裂が地層からの浸透によって次第に再度水で満たされる。

〔第五八項〕 地表より相当の深さですぐさま発生する少量の蒸気が振動を惹き起こすのと同じく、大量の蒸気は(即座に、あるいは僅かな間隔を挟んで) 波動を生成する。こうした波動が伝播する仕方はい下のごとき実験によって検証できる。(床の上に拵げた) 大きな布地の一端を試みに持ち上げ、勢いよく床に落してみよう。布地の下にある空気はこれに押されて移動し、ついにはその反対側で消える。同じように思われるのは、水平方向に容易に裂ける地層で、大量の蒸気がほとんど固着しない狭間を貫通し、波状をなして地盤を隆起させることである。当初隆起した部分は本来の形状に戻ってその弾力性を回復し始め、つぎには隣接する部分の重みが、下部へ浸入した蒸気に支えられて隆起する。この作用はひとつの出口に至るか、水分の冷却あるいはなんらかの抑制によって再度圧縮されるまで続く。

〔第五九項〕 大量の蒸気が発生し続けるとき、そこでは数次の波動が惹起するはずである。最初の発生が膨大な

量である場合、波動の間隔はより短時間となるが、やはりその可能性は大と思われる。

〔第六十項〕 こうした波動は高ければたかいほど、発生した基点に近い位置を占める。だが、基点から遠く離れると、い距離になると、知覚されぬほどではないが、水面のさざ波や掛けものの揺れのごとく、微小で緩慢な動きとなる。

〔第六一項〕 蒸気による最初の衝撃で起される振動は、大地の硬い部分を通って伝播し、そのため波動よりも急速に弱まり、知覚困難となる。なぜなら、地層に浸入する蒸気によって生じる波動は、ときには遠方まで伝播し、五感による知覚が不可能となっても、前述のごとき様相でやはり現出するのである。

第四節

〔第六二項〕 地中における同一の火災から発生したすべての地震は、同じ方向の同じ地点へ達するはずである。

そして、他の火災による地震のみが、周囲にある異なる地点へ向かうはずである。しかし、あらゆる可能性を視野にすれば、相異なる火災に起因する地震が同一の地点で発生し、それらを同じ方面から襲ったと思われる場合もありうる。とはいえ、この仮定は事実と副わず、実際には別の仕方でときに惹起される。すなわち、近くに地中の火災が複数存在するような地点でおそらく派生する。言い換えれば、小規模にして小範囲の衝撃に触発されて、一層遠距離で、一層大規模な成因による地震が時折勃発する。この種のものとして一七五五年十一月の大地震とさきに述べたその余震において若干の事例を確認できよう。

〔第六三項〕 地球上の同じ地点から同じ地域へ伝わる多くの地震が、すべて同一にして不変の成因に由来すると
の推論が理に叶うとすれば、同一の速度で伝播する地震についても同じものと判断するのが論理的であろう。地層の狭間に浸透するいかなる蒸気の速度も、それぞれの地底の深さに依存することを考慮すれば、この判断には確証が得られる。なぜなら、蒸気が深部にあればあるほど、その速度は急速なのである。(原註) したがって、同じ地域の複数の地震が同一の速度で起こるとすれば、それらの成因は地底の同じ深さにあると結論できる。さまざまな地域においてさまざまな速度で起きた地震については、それらの成因が地底の相異なる深さに存する。火災を含有する地層が、世界各地でさまざまな深さにおいて容易に確認できる以上、地震は地中の火災に始原を有するとの推論に、以上の事柄は完全に合致するのである。

(原註) そうした蒸気の速度は覆いをなす地盤の弾力性に依存して、地底の深さに比例する。弾力性物体に関する周知の法則、すなわち膨張あるいは圧縮の際それらは、(他のすべてが等しいならば)、本来の容量との差異に比例する強弱で元の定型に復する、との法則に即応するのである。

第五節

〔第六四項〕 より巨大で広範な地震に伴う各地の余震についても同様の成因から容易に説明できる。地中の火災が地球のさまざまな地域に数多く実在するならば、ひとつの火災から発した蒸気が貫通しつつ別なる火災の覆土を攪乱し、その一部を落下させてまさしく地震を惹起すると、至当にも推論できる。火災から僅かに隔てて貫通する場合もおそらくこれが妥当する。しかし、蒸気が火災から相当の距離においてか、あるいは火災を蔵する地層とその上下にある地層の間を貫通するとき、地震が勃発する可能性はもつとも高い。

第三部

第一節

〔第六五項〕さきの第二部においては地中の火炎に覆土は陥没すると想定した。この現象は偶発的にのみ発生するのではない。発火した物質が隆起して覆土と置き換わぬかぎり、下方にある覆土はいかなる部分も落下しえなからである。ところで狭隘に過ぎる通常の亀裂よりもかなり大きな空洞が生ぜず、こうした現象が現出するとみなすのは到底困難であろう。なぜなら、溶解する物質に大量の流動体が含まれるとは考え難いのに加え、長時にわたる水分との接触によつてすべての亀裂に硬い皮膜がかならず形成される。落下する部分の特殊な重みによつても、また陥没を招く唯一の成因、溶解せる物質によつて、こうした反論を克服するのは至難の業である。以下この問題をめぐる筆者の判断を述べよう。

〔第六六項〕地中の火炎を構成する物質は、熱によつて本来の容量よりもかならず大幅に拡大する。徐々に物質が大きくなるか、より熱くなるにつれて、火炎を覆う部分が次第に隆起し、屈曲する。こうした屈曲は進行してもしばらく他の徴候を示さない。だが、火炎が拡大を続けると、ついには地盤が限度を超えて、幾分隆起する。その結果火炎に接し、それを圍繞する末端に環状の空間が造られ、その垂直な部分が火炎の直径を貫いて、ふたつの長い三角形を形成する。そこでは最短の側面、ないしは火炎に接する基底と、上方および下方の地層に造ら

れたより長い側面ふたつが、それぞれ柔軟に隆起できるよう、相互にある程度分離している。(原註一) こうした空間が形成の過程で徐々に水で満たされる一方、溶解する物質は流動性に欠け、それ自体膨張する素因もあるため、空間を満たすことができない。溶解性物質の緩慢さのために、空気との接触でのみ表面がある程度冷却すると、巨大な物体であっても一カ月に十フィートも流出しないからである。そうした事例はエトナ、ヴェスヴァス、等々で確認できる。形成されてすぐに末端が水と接触しても、数インチの厚みを帯びるのに数カ月を要する以上、それらが遠くにまで拡張すると思つてはならない。とはいへ、これによつて火炎と空洞の間に一種の障壁が次第に築から、前述の出口に至る。かかる障壁が次第に高さを増し、やがては容量を支えきれず、溶解性物質の重圧に耐え難くなる。そうした物質の容量も一定の限度を超えぬゆえ、これが必然的な結着と言える。(原

註二)

(原註一) 図解四 (Fig. 4)。Aは燃焼する物質における垂直の側面を表わす。B Bは同じ地層でいまだ発火せぬ部分を示す。C Cは地層から多少分離し、水に満たされる(火炎周囲の)空洞を構成する二側面を意味する。Dは火炎の上にあつてやや隆起し、物質Aの膨張によつて湾曲した一連の土塊、岩石、等々にほかならぬ。これら上方の物体を然るべき比率で表現するのが容易でないとともに、しばしば自然に確認できる要素の尺度を気儘に示すことも、これなる図解が読者を錯誤させぬため慎むべきであろう。それゆえ地層Bをばおそらく十ないし二十ヤードから百ヤードまでの厚みを想定したい。火炎に接する空洞Cは四ないし五フィートから十ないし十五フィートにして、水平をなす最大の延長は十ないし二十フィートから五十ないし六十フィート、さらに火炎Aの最大延長は半マイルから十ないし二十マイルと考へたい。(第二九項および第五三項原註を参照のこと。)上方の物質Dの厚みは四半ないし半マイルから二ないし三マイルにして、細分される薄層の数は図解で示される数倍にならう。垂直な亀裂に関しては他の要素に比例して大きくも

小さくもなるので、なんら明確な表象を与えぬ説明を試みるよりも、読者の想像力に委ねたい。

(原註二) こうした限度は物質の厚みに依存し、水が火炎の熱気を相当減少させるのに加え、熱気や冷気の空洞通過をすぐさま妨げる。これを可能にする厚みは多種の物体においてきわめて多様である。あらゆる種類の金属は熱気と冷気をきわめて容易に伝播する。煉瓦とガラス製品での伝播は遅々としている。溶鉱炉に備わるとりわけ高温の障壁は、十八インチの厚みに煉瓦で造られ、ここでは長時間火炎がたえず燃え続け、生物が耐えうる限度以上の高熱を通す。

したがって、水との接触によって冷却され、硬化された物質の厚みを二フィートと想定してもよからう。

(第六七項) こうした障壁の機能に加えて、火炎が水を含む部分に移り、かくして空洞で通過を可能にする。なんらかの物質を通過させると想定し、障壁を始動させてみよう。そのとき水が容易に脱却できるならば、突破口が造られ、溶解した物質はただちに噴出して、大量に溢れ出る。とはいえ、これとは異なって地層間の亀裂へ緩やかに浸透しつつ脱出することもある。すなわち、突破口が徐々に開き、大地震の前兆とみなされる場合がそれである。

(第六八項) ニューイングランドでは地震の二日ないし三日前に井戸の水が濁り、悪臭を放ったと聞く。(原註) 前述のごとき空洞を籠もる水が、亜鉛性の蒸気に浸透されて上昇し、井泉の水と混合したため、となぜその成因を説明できないか。すくなくとも井泉の異状に疑問の余地はもなく、同一の成因がさらに開示して、つぎには地震を惹起する。

(原註) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第四三七号、またはマーチンの摘要、第八卷、六八九頁。

(第六九項) 同様の現象は一七五五年リスボン大地震の前にも生じた。(原註) 記録によれば、リスボンから二十マイルはなれたコラル諸島では、「十一月一日の前日午後に泉水が著しく増量した。十一月一日午前にはそれが非常に濁り、地震のあとは水量も純度も平素の状態に復した。」これなる報告ではさらに後段で語られる。「二四日の午後または翌日大地震が襲うのではないか、余は大いに憂慮した。なぜなら、十月三十一日の午後と同じ徴候を観測したのである。」「さらに余は泉水が相当に乱れ、要には黄色の粘土質が流れるのを観察した。そして、深夜から二五日朝にかけて地震を五度感じ、そのひとつは十二月十一日の地震に匹敵する強さと思った。

(原註) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第四九卷、四一六頁および四一七頁。あるいは『地震の歴史と哲学』三二三頁。

(第七十項) しかし、地震に先立つもつとも異常な現象は、リスボン大地震の約半時間前に、スコットランドのネス湖や他の湖でみられた湖水の攪乱であって、意外にもそれら大異変の成因は、おそらくポルト南方に存する、と筆者は考える。(原註) 地理的に大きく隔たるとともに、そうした結論へ導く多くの証左が同時に発生した以上、時間的な錯誤を生じるはずはない。リスボン大地震の異変の一時間後にもさらなる大きな攪乱があったとも記録され、それはイングランドで観測された河川の異変と時間的に合致する。リスボン近くの原点から北方へ伝播するには、然るべき時間を要すると推測するからである。

(原註) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第四九卷。あるいは『地震の歴史と哲学』三二三頁。

(第七一項) これらの現象は第六九項で述べた事柄と関連し、覆土が崩れ始めるや、蒸気の相当部分は隆起すると説明できよう。その間水と火炎の部分的融合が、徐々に進行するのであろう。即座ではなく、漸次に産出される蒸気は地層の狭間を無音でおもむろに進み、覆土のもつとも軽い地点へ向かう。(原註一) こうした経路で蒸気発生に近い若干の地点では、影響が微弱か皆無であり、他方ほかの地点では、ときには遠く隔つても、甚大な結果に至りうる。そして、蒸気の通過経路で直接上部を占める地点でも、ときには緩慢な運動と微弱な作用に止まり、影響が感じられない。なおまた、若干の国々では、上方の地層群がかなり薄いため、蒸気が噴出するだ

けでなく、きわめて狭い範囲に集中して、大地を隆起させ、甚大な結果を惹き起す。すでに示した図解をとくにこれら山岳諸国に適用してみよう。(原註二)

(原註一) ニューイングランドで観察された若干の現象が、これを立証し確信させる。つまり地層の狭間をしばしば静かに進む少量の蒸気が、水と火災の全般的融合に出会い、地震という巨大で深刻な結果を惹起するのである。『ロンドン王立協会哲学紀要』第四六二巻、すなわちマーチンの摘要、第八巻、六九三頁を参照されたい。ニューベリーでは轟音や衝撃のすこし前に炬床の煉瓦が目の前で隆起し、一方へ傾いて地に墜ちたと誌される。同じ記録によれば、震動が始まる数分前に人々は胃部の不調を予感した。船酔いと同様の異状であって、感知できぬほど微弱な地震においても、波動に伴って大抵発生するものである。

(原註二) 第四三項を参照のこと。

(第七二項) これなる説明を一層明快にするため、図解一(三)(四)において地層の狭間を通過する蒸気を点線Cで表わし、進行してAの地点へ到達すると想定する。蒸気がより深い部分Eを通過する間、上方の地盤が比較的薄手にして広範に及ぶか、あるいは覆土をなす物質の重量に圧迫され、僅かな隆起がみられるにすぎぬ。とはいえ、蒸気はAに近づくと、薄手の地層の下を通った先発部分が緩慢に進む一方、後発部分が急速に前進する。(原註) 加えて蒸気自体も多大に膨れ上がる。これらすべての成因が連鎖して、地下における蒸気の通過によって惹起される波動は、相当の高さと速さに及び、その側面は水平線から当然著しく傾斜する。なおまた、波動の進行が緩やかであれば、側面に位置する河川は一方に流れ始める。河川の攪乱も同じ原因によって倍加される。

(原註) 第六三項および同原註を参照のこと。

第二節

(第七三項) 一七五五年リスボン地震においては「(テージョ河口の)岸々で砂洲が露呈し、ついで大山のごとき海流が突然襲ったと記録される。ベレン城では水位が一瞬にして五十フィート上昇した。大きな港湾に面していなければ、都市リスボンは巨大な衝撃に曝され、その低地地域は水没したはずである。」(原註一) マデイラ島の地震に際しても同様の現象が伴ったと報告される。同島の都市フンシャルでは「まったく凧の状態にあった海面が突然数歩後退し、ついで音もなく大きく膨張隆起して、不意に押し寄せ、沿岸に氾濫して市中へ浸水した。そこでの引き潮は七フィートにして、折しも半ば干潮であったが、その際の隆起は満潮時の水位よりも優に十五フィートを超えた。同島北部では洪水が激烈であり、まず百歩以上後退した海面が突然襲いかかった。かくして沿岸は氾濫し、戸口は押し開けられ、倉庫や貯蔵庫の壁面が碎かれる。さらに引き潮によって多量の穀物とワイン樽数百が奪われた。(原註二)

(原註一) 『地震の歴史と哲学』三一六頁。

(原註二) 『ロンドン王立協会哲学紀要』第四九巻、四三二頁以下。あるいは『地震の歴史と哲学』三二九頁。

(第七四項) こうしたふたつの現象は、他の地震の際にも幾度か観測されたものであって、海底の地盤に起因すると考えれば、容易に結着できよう。なぜなら、火災と水の融合が一層進行して、まず蒸気が徐々に上昇し、ついには火災上方の覆土を押し上げ始める。覆土は軽量の蒸気に支えられ、基盤たる物質がいまや流動性を失う。覆土と蒸気の間で微小であった重力の相違が、このとききわめて大となり、覆土の一部が崩れると、すぐさま蒸気が上昇し、それに取って代わる。ひとたび突破口が造られるや、多数の亀裂と割れ目に通路が開かれて、蒸気

の貫通で支えを失った莫大な物質を崩潰させ、前述の深刻な結果に至るのであろう。

（原註）第五六項から第六十項までを一括参照のこと。

〔第七五項〕さて覆土が隆起すれば、上方の海水は当然押し除けられ、四方八方へ流出する。ただし、当初の動きは緩慢であつて、徐々に流れるため、大きな攪乱には至らない。しかし、覆土の一部が陥没するや、亀裂に含まれる冷水が蒸気と融合して、ただちに空間を形成する。あたかも蒸気機関の円筒へ注入された水によって地塊が沈下し、上方に中空の隙間を造るごとく、こうした水はあらゆる方向へ奔出し、周囲の沿岸すべてで引き潮が生じる。かくして火炎との接触で再度蒸気になった水が、増幅した容量のすべてをいまや発散させて、海底はは隆起し、上方の海水が四方に奔流して、前述の波動を直接惹き起す。（原註）

（原註）これらの現象は陸地で発生する蒸気によって容易に生じる、との反論をおそらく招こう。すなわち、蒸気がまず沿岸の地層を隆起させ、引き潮を起す、と。また、潮が戻る際、沈下することが波動の成因ではないか、と。場合によつては、こうした反論も否定できない。だが、個別的に状況を検討した筆者は、他の推論をおおむね妥当と考える。リスボン地震の場合にはポルトガル海岸だけでなく、マデイラ島ほか若干の地点でも、疑問の余地なく波動に先立って引き潮が観測された。さて、この引き潮がポルトガル海岸における地層隆起によつて生じたとすれば、ついでマデイラに伝播したとき、事実とは異なつて、引き潮以前に波動を惹起したはずである。マデイラにおける海流の異変も、当地で約二時間後に発生する地震に結果することはありえない。したがつて、地震の勃発した始点から伝播した一連の活動に、こうした現象が起因することは明白である。なおまた、地震のあと相当の時間が経過しないかぎり、実際には引き潮が生じえない、と総括的に結論できよう。

第三節

〔第七六項〕膨大な水が地中の火炎の上方に流入し、ひいては地震を惹起するとの推論は、なぜこうした現象がいれば定期的な反復としてみられるかをも解き明かす。必然的にこれなる水は可燃性物質を大量に消耗させ、その結果狭隘な範囲に圧縮する。そして、前述のような異変が当初生じなくとも、熱せられた物質が大きく拡張するため、ひとたび発生するや、相当の時間継続する。なぜなら、覆土の大きな部分の陥没という顕著な障害によつて、火炎と水との融合がきわめて容易に度重なり、ほとんど不可避ともなる。覆土が安定し、溶解した物質の表面が充分冷却するまで、こうした状態が続くであろう。そのあと火炎が覆土を熱し、同じ作用を再現するにはおそらく長時間を必要とする。なお、物質が冷却される程度、あるいは可燃性原料が添加される難易、さらには他の諸条件によつて、かかる再現は早くとも遅くともなる。それゆえ厳密な時間は明示できぬが、要因である物質が（おそらく数年以上を経て）消尽するか、火炎が突破口を見出し、火山を形成するまで、総じてこうした覆土は相当に陥没するであろう。

第四節

〔第七七項〕激烈な地震はしばしば海底から発生する、と筆者はすでに指摘した。さきに提示した地盤の図解を併用すれば、どこよりも大海のとりわけ深き海底に、なんらかの可燃性地層が存在するはずである。（原註一）上方の物質が稀薄である地点に比し、そこでは遙かに大規模な火炎が持続するであろう。なぜなら、かかる火炎に煽られる蒸気は、きわめて強靱な覆いと（海水の重量も加つて）多大の重みに圧せられ、拡散して容積を増す

方途なく、上方の物質が稀薄で軽量である地点を求め、周囲のあらゆる方向へ容易に突進する。他方上方の物質が軽量にして、上方の覆土が脆い地点で火炎に煽られた蒸気は、より厚く重い地層での突進とは異なり、容易に分裂し、火山口を開く。必然的にこうした作用は長期にわたり、やがて火炎が充分に拡大して、より深層に伏在する火炎に接近する。これらすべてはさまざまな火山の地勢、すなわちそれらは大抵山頂に位置し、なかには世界の最高峰に数えられる事実によって充分確証される。(原註二)

(原註一) 図解三 Fig. 3 を参照のこと。

(原註二) こうした高峰が隆起するに至る経緯、さらにはそこでの地層が周囲の山岳地帯に比し一層傾斜する理由についても、(途方もないと拒否されなければ、) 敢えて憶測できる。容易に納得されるとは思われぬが、大地の上方部分が宿る基盤は、完全ではないまでも、ある程度流動的な物質、それより一層軽い物質であると推断しよう。サンテリーニとアゾーレス諸島で形成された新島の若干が二百から三百ヤード以上にも隆起したことを考慮すれば、こうした推断もあまり奇異でなくなろう。大海の底からではなく、陸地から隆起したのであれば、その高さは新たな山岳の誕生を告げるものである。(図解三 Fig. 3 を参照のこと)

〔第七八項〕かくして巨大な火炎が大海の下に存在すると推論すれば、激烈な地震がその位置から発生するの不思議ではない。リスボン大地震はそのように惹起した好例である。(原註二) 伝播した非常な速度からしてその成因は、他の地震におけるよりも遙かに深い海底に存するであろう。(原註二)

(原註一) 第五四項、ならびに第九四項から第九七項までを一括参照のこと。

(原註二) 第六三項の原註を参照のこと。〕

〔第七九項〕一七四六年リマおよびカヤオを壊滅させた大地震は、海から襲った。地震から四、五分後にまず引き潮発生し、巨大な波濤に襲われた。この津波はリスボンと同じくまず引き潮に先立たれ、地震から四、五分後に沿岸の港湾を襲ったのである。(原註一) これへの反論として、地震勃発のとき近隣の山岳地帯で四つの火山が突然噴火し、それらの火炎こそ地震の誘因であるとも主張される。(原註二) だが、その可能性は高くない、と筆者は考える。なぜなら、さきに示した津波の記録と引き潮の先行を語らなければ、複数の火炎との関連は確認できない。なおまた、それらの地域へ突き抜けた蒸気は、海底から発生し、遠方へ伝播したのでなければ、首尾よく説明できない。なかでも沿岸についてはそこへ地震が伝播した速度からして、地層が稀薄である。排出口が造られたあと、数カ月にわたり同じ強さか、ほぼ同じ強さで衝撃は継続した。然るに火山の火炎が成因であるならば、それが突き抜けるや、津波はただちに止んだはずであり、そうした事例もほかに見出される。(原註三) したがって、遙かに蓋然性が高いと思われるのは、海の海底深きにおいて膨大な蒸気が熾烈な火炎に煽られ、そこから隆起したとの結論である。そして、こうした蒸気が通過する際、覆土が本来稀薄であって、火炎で拓かれた地域を貫通し、奔出したと思われる。

(原註一) 津波に加えて引き潮の先行は、リマおよびその近隣諸国における複数の大地震においても観測された。アン・トニオ・ドウロワ著『ペルーへの旅』第二部、第一巻、第七章を参照のこと。

(原註二) そうした火山が新たに出現したものでなく、再度噴火した旧火山にすぎぬとすれば、その主張はより説得力がある。(第三四項の原註を参照のこと)。

(原註三) 第二八項を参照されたい。

〔第八十項〕きわめて広範な地震がとりわけ海洋から概ね低地諸国を襲う一方、より小範囲の地震は一般に山岳地方で生じる。また、海辺で起きた弱震が大抵は高地でも感知される。これに反し高地で発生した激烈な地震が多くは低地諸国までは伝播しない。ジャマイカでの記録によれば、「内陸部での震動がポート・ロイヤルでは感じられぬ。ときには山麓に住む者だけが感知し、他の人々は覚えないのである。」他方ポート・ロイヤルを壊滅した地震は全島を揺るがした。同様の現象は一六八七年―一六八八年の小地震についても観測され、これらが疑問の余地なく海洋から襲ったことは、ハンス・サロンの報告にも誌される。(原註)

(原註)『ロンドン王立協会哲学紀要』第二〇九号、またはローソープの摘要、第二卷、四一〇頁。

〔第八一項〕小規模の地震はバルーおよびチリの山岳でも頻発する。アントニオ・ドローアによれば、「チチココ山への出発を準備しているとき、周囲四マイルで感じるほどの地震が生じた。われらの野外テントが揺れ倒され、大地がいわば波動した。だが、この地震は当地でもっとも軽小なものに属し、当地ではたえず発生する。」他の地域についても彼は報告する。「都市キトとその近隣に滞在する間、ふたつの地震が襲い、それらは現地の家屋数棟を転覆させ、数名を瓦礫の下に埋めるほど強烈であった。」

第五節

〔第八二項〕丘陵地帯の地震が他の地帯における地震よりも一層激烈であることは一般に認められる。また、丘陵自体のなかで発生する際と同じく、低地から伝播した際も同様に観測される。こうした現象はさきに論述した地層の構造から容易に説明できるもので、これを充分実証する事実の信憑性を筆者は確立するに止めよう。

〔第八三項〕キト近郊の街々に頻発する地震は、リスボンを壊滅した地震に比し格段巨大ではないが、リマとカヤオを破壊したもののよりも激烈であったと思われる。リスボンにおいては多くの建物が倒壊を免れたが、四階建てや五階建てで残った建造物はすくない。(原註一)リマでも「大小すべての建物、あるいはそれらの大半が破壊された、」と伝えられる。同じくカヤオからの報告によれば、「多くの建物が地震による被害を免れたが、そのあと津波の襲来によって都市全体が威圧され、ありとあらゆるものが波浪に流された。これらすべての現象にきわめて類似した出来事は、一六九八年ラタクンガで起きた地震の際であって、六百以上の建物を擁する全市が、一部を除いて、三分以内に徹底的に破壊された。こうした危険を予防すべく、当地では一階建て建築のみ造られていたのである。ラタクンガにほぼ等しい面積の村、近郊のアンバトも同じ地震で完全に破壊され、他の村々も同様に壊滅して、甚大な被害を受けた。さきに述べたカルガイランソ山の近隣で、そのとき突然火山が噴火するとともに、「アンバトでは数カ所地割れが生じて、そこから南にかけて幅四ないし五フィート、延長一リグラスの亀裂がいまも残り、河川の対岸にもいくつと同様の亀裂が見られる。」(原註二)同じ時点でラタクンガにおいて激烈な地震が発生したものの、そこから四二マイルも離れぬキト市では震動の伝播を感じながら被害はなかった。(原註三)ヨーロッパのもっとも高い山脈にある地域と同じく、これらの諸都市は世界最高の海拔に位置するとみなされる。リオバンバの地盤はさらに九十ヤードを加算すれば、ウェールズのもっとも高い山、スノウドンの三倍に相当する。

(原註一)『ロンドン王立協会哲学紀要』第四九卷、四〇三頁。ここには「住宅のうち約四分の一が倒壊した」と報告される。

(原註二)キト市はリオバンバの位置より垂直にほぼ五百ヤード下方に位置する。一六九八年には被害を免れながら、

その後一七五六年四月二八日に起きた激烈な地震によって同市は破壊された。これについて筆者ははまだ特別の記録を知らぬ。

〔原註三〕アントニオ・ドゥロワの報告による。ただし、地理学者コンダミースはスノウドンの高さを一七七〇トワズと厳密に算定した。La Condamine, *Mesure des trois degres du meriten* を参照のこと。

〔第八四項〕これらの都市が位置する地域が基盤となつて、世界でも最高峰に属する一連の高地と山岳が隆起している。かかる山岳のなかで延長二〇マイル足らず、幅三〇マイル足らずの火山が少なくとも六つ存在し、もつとも低い火山はリオバンバを超えること約三分の二マイル、もつとも高いものはその二倍に至る。こうした山岳の麓における地震は、より低い地点におけるよりも強烈であつて、山並での亀裂、砕かれた岩石によつて充分明白なごとく、頂上に向かうほど一層激しさを増す。(原註一) ほとんどいつも山岳の絶頂で勃発する火山の噴火については格段に明白で、異論の余地もない。(原註二) これらの事例によれば、火災の上方にあつた土塊、岩石、等々が蒸気の烈風によつて周囲数マイルに抛射される。

〔原註一〕アントニオ・ドゥロワ著『ペルーへの旅』第一部、第四巻、第二章を参照のこと。

〔原註二〕この法則に係わる唯一の例外として筆者が把握するのは、すでに火口を有する山頂の片側に新しく火口が造られた場合である。

〔第八五項〕一七五五年十一月一日の大地震はリスボン市内よりも山間部で一層激烈であつた。記録によれば、「ポルトガル領土の大半、アラビダ、エストレラ、ジュリオ、モルヴァン、そしてシントラなどの山地が無惨にもいわば根底から震撼された。そこでは山岳が異様にも裂け崩れ、巨大な土塊が真下の渓谷へ抛射された。(原

註)

〔原註〕『地震の歴史と哲学』三二七頁。

〔第八六項〕同様の現象はポート・ロイヤルを破壊した二六九二年の地震に際しても観測され、以下のように伝えられる。「島全体において市街では比較的多くの建物が被害を免れた。他の地域では激烈な揺れに人々はなぎ倒され、四肢を抜けて大地の途方もない震動に転倒するのをこらえた。耕作者の住居や砂糖工場で破壊されぬものは皆無に近い。残存するのはパセイジ砦において皆無、リガネは一戸のみ、サン・イヤゴでは用心深いスペイン人の平屋数軒だけである。海辺から十二マイル離れたクラレンドン区域にあつては大地が割れて、大量の水が凄まじい勢いで空中へ噴出した。全島にわたり無数の陥没が生じ、それらは幾千にも及ぶ。とはいえ、もつとも激しく揺れたのは、山岳地帯とされる。遍く感じられるところでは、高山に近いほど、震動が強烈であつた。異様にも山々が裂けて崩れて、ブルー・マウンテンや多くの高峰が甚大に破壊され、激震が続く間凄絶な爆音と反響を発した。

〔第八七項〕「ヤローから遠からぬ地点で、山岳が移動して、一マイル離れた一族全体と農園の大半を覆い被さつた。また、ポートモラン近くの大きな高山が、ほぼ一日の変動で完全に陥没したと言ふ。」

〔第八八項〕「凄絶な爆音を発したブルー・マウンテンにも、多くの異様な変化が生じた」と当然推測される。だが、これら未開の荒野に踏み入る者は稀有か皆無であつて、なにが起きたかを我らはいまだ知り得ない。だが、これまで緑地の観をなした地域の一部が、樹々の色彩を完全に喪失したのである。」(原註)

〔原註〕これに関する多数の証言が、『ロンドン王立協会哲学紀要』第二〇九号、またはローソープの摘要、第二巻、四

一六頁等には誌される。また、『地震の歴史と哲学』二八六頁と二八七頁を参照のこと。

海辺に近い大都市や町々こそ他の地域よりも激烈な地震に襲われやすいとの謬見について、これが根拠に乏しいことは、本節の典拠である権威筋からも明らかである。しかし、リスボンのように人口稠密な大都市で大規模な震災が発生したあとに、こうした謬見が流布されるのは奇妙である。少数の建物が破壊された惨状が多数の人目を惹き、語られる一方、未開の土地における山岳全体の壊滅は粗野な羊飼人数人が、あるいはその異常な気配を感じ、あるいは遠方からそれを眺めるのみである。

第六節

〔第八九項〕かくして筆者は、きわめて深い海底に潜在する火災が、おおむね激烈な地震を惹き起すと推論する。とはいえ、こうした海底が広大である場合をかかる法則の例外とせねばならぬ。なぜなら、発火する火葉の蒸気を垂直三マイルもの地層が抑圧するように、ここでは水蒸気を押さえるに足る地層があつて、高熱となつても容積を変えぬと推察できる。なおまた、これに関連して明白と思われるのは、地層の総量が蒸気の抑圧にやや足りぬ場合も、ときにはその広大さによつて拡散を止めるか減じることである。一般にこうした場合発生する地震は小規模にすぎず、波動も微弱か皆無である。それでも揺れがどこでも感知され、伝播は非常に急速である。比較的浅い火災によるこれら最後の事例のみ、地震の成因は把握できるが、数秒の間に生じるため各々の時間と場所を確認するのは至難の業である。

第七節

〔第九十項〕特定の地震について発生地点の究明を意図するならば、以下の如き論拠を進めるがよい。

〔第九一項〕**要点第一。** いかなる方向で地震がいくつかの離れた地点へ到達するかである。これらの方向を直線で描けば、たがいに交差するところが発生の地点であろう。だが、これには多大の困難が横たわる。なぜなら、えてして観察は非常に不正確であつて、大抵は厳密さに欠け、出来事の適切な証言者としては気楽すぎる気持でなされる。加えて蒸気の通路上方にある物質の軽重をはじめ、さまざまな要因によつて、震動の方向自体がかなり多様である。

〔第九二項〕**要点第二。** 震動が諸地点へ到達する時間によつて地震発生の地点をある程度判別することは可能であろう。だが、これにも多大の困難が横たわる。ただし、いづれも方途においてもさまざまな観察者によるさまざまな証言から中庸を選び、相当に正確な判断には到達できるであろう。

〔第九三項〕**要点第三。** 地震が海洋の下から発生する事例について、我らは精細なる厳密性に到達できる。なぜなら、地震から以後の津波に至る間隔によつて、震源より諸地点まで相対的な距離がかなり正確に確認しうるからである。これが比較的信頼できる所以は、ひとつの出来事について厳密な発生時刻を語る場合よりも、ふたつの出来事についてその時間的間隔を示す場合のほうが、だれしも錯誤がすくないからである。

〔第九四項〕いよいよ範例として一七五五年十一月一日の地震を惹起した震源の究明に入るが、その位置はリスボンとポルトを結ぶ経線にして（多分にリスボンにやや近い）海洋の海底、おそらく海岸より十ないし十五リグルの距離と思われる。

〔第九五項〕**要点第一。** 地震がリスボンに襲来した襲つた方向は北西からであつた。マデイラでは北東から、イギリスでは南西から襲つたのである。これらすべてが推測の地点に合致する。

〔第九六項〕 要点第二。地震が伝播した各地の時刻も同じく推測の地点に美事合致する。

〔第九七項〕 要点第三。これら地震の伝播から以後の津波に至る間隔も、推論を肯定するごとく推移した。リスボンから円周約一度の距離とポルトから円周約一度半の地点について、別掲の算出表で明示する。(原註) こうした推論の結果震動が感知されたリスボンの時刻から他の諸地点における時刻との間隔に三分間を付加した。算出表の第一列は諸地域の地名である。第二列は震源地点から半度と思われる距離を示す。第三列では各地は震動が伝わり、数分揺れる。そして、第四列には津波が原点から各地へ波及し、同じく数分揺れることを誌す。

	Half deg.	Min.	Min.
Lisbon *	2	3	12
Oporto *	3	5	
Ayamonte	6		53
Cadiz	9	12	82
Madrid	9	11	
Gibraltar	11	18	
Madeira	19	25	152
Mountbay	20		267
Plymouth	21		360
Portsmouth	23	29	
Kingfale	23		290
Swanfae	24		530
The Hague	30	32	
Lochnefs	33	66	
Antigua	98		565
Barbadoes	101		485

(原註) (算出表の Lisbon と Oporto について) ポルトあるいはリスボンにおける地震と津波の間隔が長くないことは、すべての証言から明らかである。だが、どれほどの長さがポルトについて誌すものではなく、リスボンについても九分間とする証言が唯一である。(『地震についての覚書』二四五頁、および『地震の歴史』二四五頁を参照のこと) これらの時間を厳密に知り得るならば、震源から両都市へ至る距離を我らは一層正確に把握できるであろう。しかし、いずれの距離もさして長大ではなく、多少の差異がほかの地点について算定を揺がすわけではない。ほぼ正確であると総括的な結論を下す所以である。

〔第九八項〕 別掲の算出表で数値を算定するにあたり、通常の地図に記載される経度にはあまり左右されぬと考える。時間の各々は注意深く観測されたものもあるが、多くは漠然と報告され、相当の誤りを含む。だが、一致するところも大であり、要点について疑問の余地はない。誤謬を最小限に止めるよう、筆者は信頼性のもつとも高い報告を選んだだけでなく、証言の収集可能なすべての事柄について中庸をつねに採択した。証言の多くでは異変の数時間か一時間について語るのみである。ハーグとネス湖における氾濫の時間も同様であるが、これらふたつは他の控えめな報告と非常に異なる。ハーグの証言はほぼ七分足らずと伝え、ロホネスの証言はほぼ二十分以上と言う。だが、後者についてはそこでの説明から異変は十一時以前、すなわち記述の時刻よりもおそらく早く起きたと推断したい。イングランド北部の水辺における異変の時間を誌す報告も、以上の事実を肯定するかに思われる。(原註)

(原註) リスボン近くからネス湖へ蒸気が通る最短の道程は海洋の下にあり、証言のとおりやや遅れたのであろう。なぜなら、柔軟性に乏しい覆土の重みがこうした現象を助長したはずである。とはいえ、さしたる相違も生じない場合もあって、震源からマデイラへの道程では伝播の遅れは微小であつたらしい。そこへ至る蒸気はスコットランドへ至る道程よりも一層深い海洋の下を通つたと思われる。

〔第九九項〕 同じく別掲の算出表に係わるが、発生せる津波が各地へ波及する時間は、震源からの距離に比例するものでない。これに反する異論はありえない。なぜなら、リスボンより三マイルの地点でまさに五十ないし六十フィートの高さに隆起したのと同じく、リスボンに遠からぬところはどこでも地震の直後いち早く津波が襲つたのも明白だからである。不均等の真なる理由はおそらく海水の深さであろう。算出表のあらゆる事例にあって、津波が通過する海域が深いか浅いかに比例して時間が長くも短くもなる。(原註) かくしてキングサルやマウンツ

ベイにおける津波の襲来は（総じて二百尋以下の海底を通過して、そこより海底のかなり深い）マデイラの津波より五対三の比率で遅くなる。また、それは（大西洋でもっとも深い海域を通る）バルバドエスへの津波に比し、ほぼ三対一の比率で遅い。同様にシチリア諸島から（海底が六十ないし七十尋から漸次低下する）ウエールズのスワンセアに達する津波の動きは、キングサルへのそれに比し、三対一以下の比率で遅れる。同じ現象はブレイマウスでの観測され、ここでは震源からの距離が四十ないし五十マイルと推測されるのに、津波はマウンツベイよりも約九十分遅れて襲来した。

（原註一）因みに深い海洋では一日にして陸地を一巡する潮汐の事例もある。だが、より浅い海洋の場合には、それが大幅に遅れる。アマゾン河ではまったく終結するまでに十日か十二日を要したと伝えられる。（コンダミーヌ著『マラニョン河の旅』を参照のこと）

第八節

〔第一〇〇項〕地震発生の要因を秘める地底の究明を意図しても、観察を不可欠とする以上、それを確認する方途を有しない。しかしながら、努力を尽くし、ある程度正確に把握できるとすれば、以下のごとき推測を試みてみたい。

〔第一〇一項〕**要点第一**。（リマにおける地震の際のように）火山から蒸気が噴出する場合は、火口から地震の勃発地域まで、また海底からの地震についてはせめて沿岸部まで、地層の濃度を観測者が精密に点検することは可能であろう。ひとつの事例でこうした観測がなされ、地震の速度が把握されるや、他の地震についても各々の

速度を確認できるので、速度に比例する震源の深さも推測可能となって、おそらく近似値に帰結できる。

〔第一〇二項〕**要点第二**。海洋の下を通過することによって震動がどれほど遅れるかを、いかなる場合でも知るとすれば、蒸気が通過する海洋の地底もまた認識可能である。なぜなら、水のないところに比し、水の下における速度は平方根比をなす。したがって、大地を約二倍半に算定すれば、その深さは容易に把握できる。

〔第一〇三項〕**要点第三**。前述のごとき概念で大地を把握して、同一の地層が上部の若干以外はほとんどの範囲同じ濃度で構成されると考えよう。こうした前提のもとに、覆土の濃度を異にする各地について震動の速度を比較しつつ、蒸気通過の深度を確認できるであろう。（原註一）速度を算定できるかかる時間的観測こそ、遍くおおいに期待できる。点検すべき物質がすべて無惨なわけではなく、海洋における異状の度合（原註二）、各地の地盤隆起に至る異変の程度（原註三）に応じてある程度収集できる。

（原註一）こうした相違を知るため、各地層の濃度を点検せねばならぬが、それらの収集が地域によってあるいは可能であり、あるいは難しい。

（原註二）第七一項および第七二項を参照のこと。

（原註三）気圧計の水銀がどこを指すかでも、蒸気による地盤の隆起発端があるいは確認できよう。この現象は地震に普通付随するが、一七五五年十一月一日の地震に際しては、水銀の指数一インチ以上を示したアムステルダム以外には、観測されたところを知らない。『地震の歴史と哲学』三〇九頁。

〔第一〇四項〕一七五五年十一月一日の地震に関する観象はあまりに大規模であり、震源の深さを従来の方法で確定する試みは徒労に終わるであろう。しかし、おおよかな推論を許されるならば、（あらゆる状況を勘案して）一マイル以内、あるいは一マイル半にして三マイルを超えぬと判断したい。

結 語

〔第一〇五項〕以上のごとく筆者は、地震の主たる現象が思うにんら撞着しない成因におそらく惹起されることを明らかにした。いかなる事実も故意に歪曲せず、主要な問題に係わるいかなる事柄も意図的に省きもしない。とはいえ、当初意図した限度をすでに遙か超え、止むをえず長文となったため、以下を省略した。

〔第一〇六項〕**要点第一**。これまでの論述で大抵の読者が容易に納得され、より重要な事柄へは導かぬ些細な現象がある。たとえば、亀裂の拡張や緊縮で発生する泉水の停止あるいは噴出であり、さらには知覚し難い波動を受けた人々のめまいや病患等がそうである。

〔第一〇七項〕**要点第二**。特殊な状況のもとで起こり、発生地域を精密に知りえぬ現象があり、それらには情報も得られず、おおまかな推測すらできない。一七五五年十一月一日の地震におけるスイス湖水の著しい攪乱がこの種類に属し、同年十二月九日の地震でもそれらの沿岸で家屋は激しく揺れ、湖水もかなり荒れた。(原註一)

(原註) パートラアド著『地震に関する覚書』を参照のこと。

〔第一〇八項〕**要点第三**。地震あるいはその成因となんらかの関連があるかに信じられる現象、若干の事例を挙げれば、地震直後における天候の異変や体調の不良であって、震動を受けて羅針等の動きがときには乱れる。とはいえ、これらについて常時の観察者の皆無であり、なんらの実質的説明もなされていない。

(完)

初出 二〇二二年二月二十六日

更新 二〇二二年六月二三日