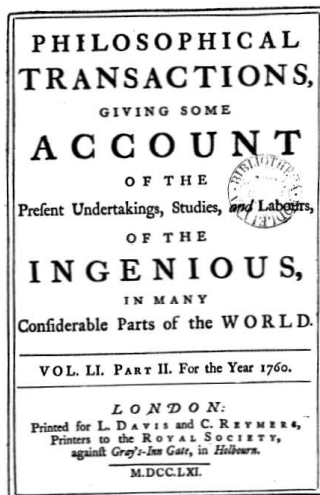


ジョン・ミッチェル

「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. IT has been the general opi-
March 6. 1760. } nion of philosphers, that
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、一七六〇年英国王立協会の学術誌『フィロソフィカル・トランスアクシオン』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」この論文は地震学成立の契機のひとつと評価される

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」

英国王立協会 会誌 一七六〇年二月二八日、三月六日、十三日、二十日、二十七日

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ように思われる。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『英国王立協会哲学紀要』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。こ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。余輩の論拠は『地震の歴史と哲学』および『英国王立協会哲学紀要』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。ここでは扱われず、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、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)『英国王立協会哲学紀要』第二〇七号、すなわち第二卷、四〇八頁。ローソープの摘要。

(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微候も観測できず、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)『英国王立協会哲学紀要』第四〇九号、すなわち第六卷、第二部、二〇二頁。イーメンの要約。

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、静穏な大気が地震に先立つ。多くの場合そうであるが、必ずではない。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・自然科学的覚書』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すれば、大気に含まれる一定の要因によって、大地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た、と判断するよりも、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。余輩が論証を志すのは、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) 要目第一。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、ときには長い間隔を置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二四日までにリマでは、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『英国王立協会哲学紀要』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、第一卷、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、歴史によって充分立証される。コンスタンチノープ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、カラオ、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』、『英国王立協会哲学紀要』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〕要目第二。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プ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余輩は知らない。(原註二) アンデスなる名称で知られ、南緯四五度から北緯緯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)『英国王立協会哲学紀要』第二巻、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、とブゲルは語る。『地震の歴史と哲学』二〇五頁。

(原註三) 南米諸国の地図、コンダミン著『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〕要目第三。大地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、大地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遠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、膨張する海のように、大地が隆起して膨張し、そのため住民は辛うじて立居を支えた、と。

(原註)『英国王立協会哲学紀要』第二〇九号、すなわち第二巻、四一〇頁。ローソープの摘要

〔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。大地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)『英国王立協会哲学紀要』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)『英国王立協会哲学紀要』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、『英国王立協会哲学紀要』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』三二二頁を参照されたい。

〔第十五項〕要目第四。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)『英国王立協会哲学紀要』第四九巻、四一〇頁。

(原註二)『英国王立協会哲学紀要』第四九巻、四一四頁。『地震の歴史と哲学』三一五頁。

〔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)『英国王立協会哲学紀要』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っしてない。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、漁港ポール・ロワ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ー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〕要目第五。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に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、余輩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と同一の火が実在する。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、煙と光を伴う火炎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) 『英国王立協会哲学紀要』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) 『英国王立協会哲学紀要』第四〇九号、すなわち第六巻、二〇一頁、イーマンの摘要。

〔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。「ポール・ロワイヤル漁港をはじめ、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、蠟燭のようにともり、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) 『英国王立協会哲学紀要』第二〇九号、すなわち第二巻、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らいだ。(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、幾世代でもではなく、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し値する。(原註二) そこに地中の火炎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) 『英国王立協会哲学紀要』第三七二号、すなわち第六巻、第二部、二〇三頁。イーマンの摘要。

(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王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(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) 『英国王立協会哲学紀要』第三二四号、三一七号、三三二号、または第五卷、第二部、一九六頁。

ジョーンズの摘要。

(第三二項) 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) 『英国王立協会哲学紀要』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) 『英国王立協会哲学紀要』第三七二号、すなわち第六卷、第二部、二〇四頁、または同書四〇二号、第七卷、第二部、四三頁。イーメンの摘要。

(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。とはいえず、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、大地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。これなる推論はいまだ充分明白と思われぬであろうが、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、余輩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、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、リマとカラオが被害を受けた。

〔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 ند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、ヴィスヴィアス一带と同じく、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、一層大きいと信じられる。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、地球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、地球はさらに分割・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。しばしば鉞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。貴金属の鉞石は太い鉞脈を帯びるけれども、我らの観察にとってむしろ例外的なものである。なぜなら、それらは大抵測り知れぬ地底にあって、さまざまな種類の地層を数多經由するからである。

(以下論稿準備中)