

地质学小史

叶良辅 著

例 言

一、本书乃将地质学发展之过程，作简单之叙述。

一、本书体裁，大致乃以时代为经，事实为纬。

一、本书因地质学在我国之研究，尚不足二十年，时间过于短促，故只在卷末略及之。

一、本书各参考书，均见卷末附录；惟本书之主要根据，则为基启 (A. Geikie)，武德华 (Horace Woodward) 及戚忒尔 (K. A. von Zittel) 三氏之著作。

第一章 初期之地史观念

地质学在今日已成为一种说明地球之成因、构造及其本身与生物在过去之变迁之科学。关于此等变迁之事实则有岩石、矿物及化石为之记载。而所谓地壳，即合此三者而成之固体也。

地质学在十八世纪之末，始成为科学。盖知识本系渐次获得，且有经过甚长时期，方可获之者。此不但在地质学如是，即在其他科学亦复如是也。

地面可以引起人类注意之事物，当然以自然现象为最易。火山、地震，天空因火山灰屑弥漫变为昏黑，温泉、洪水、山崩以及陆地之被海水冲毁，既早使人类受有深刻之印象，于是地心热力、地下潜水灾难循环以及开关毁灭时期等观念，乃随之产生。

拾取海滩或河床间之石卵为工具，选择砂砾间之黄金或宝石为珍饰，采取粘土以制陶器，搬集石块以营居处，执持木棍掘土以兴种植，此为远古原人之生活也，其行动已存在与地质学有关矣。但地质学之成立，则为时极后，甚至在十九世纪中叶，欧人尚有因偶然发现巨大化石骨骼，而遂深信神话中所称某种神兽为确然不诬者，如克拉根福(Klagenfurt)地方人民获一犀类头骨，遂视为龙之遗蜕，并范铜为像，以示尊敬，即其例也。

古昔学者纵彼此之观察相同，而其解说，则往往不能一致，因之学说纷纭，各不相下，且彼时代之推论，又未必为此时代所容纳，而现象可以变动之程度愈大者，则臆说亦愈多。史料既甚稀少，即有论断，而是非亦难证明，故只有搁置以作悬案。此外又有好以妄想当作事实者，当其宣传时所作之假说，固极动听，终因正确事实，常与错误理论混合为一，故一时颇难分晓。后以经学者不断努力之结果，然后真理大明，此为地质学由玄学进而为科学之过程也。

一 希腊罗马时代之哲学家

在科学未昌以前，世人对于地质现象，往往好以神话说明之，如古希腊人对于坦泊河（Tempe）成因之说明，即其例也。坦泊河为有群山环抱之帖撒利（Thessaly）平原风景之所在。古希腊人谓此平原本为泽国，海神波赛敦（Poseidon）乃凿山开河，使积水得注于海。后人又有谓此河系有怪力之赫邱利（Hercules）所开成。至大历史家希罗多德（Herodotus）时代，思想家对于此等现象之说明，虽渐以自然替代超自然，但希氏仍未敢直斥旧说之非。不过仅谓“坦泊河峡为波赛敦所开，似属可信。凡主张地震及山裂由神明司之者，必谓此为波之功。以余观之，此山显因地震裂开也。”

地中海盆地人民之观察自然界，实居于优越之位置。各种自然作用之活动既甚完备，自可就之以证明此种活动，乃自邃古以来，始终不息，积年累月，遂使海陆变形。地震为灾，乃地中海诸国之所饱尝，而火山喷发，亦为其人民所习见，盖爱琴海与那不勒斯（Naples）为地中海区域之二火山中心故也。益以气候变迁复杂，举凡与气候有关之地质作用，遂因之而发达。自庇里尼斯（Pyrenees）以至高加索（Caucasus）一带之火山与其山巅之雪地、冰川、云雾、风雨等，均常为严寒、狂风、暴雨、山崩等之成因。隆河（Rhône）、波河（Po）、台

伯河 (Tiber)、多瑙河 (Danube) 之作用, 学者已早有论列。尼罗河 (Niles) 每年必泛滥一次, 乃其两岸居民之所熟知。地中海沿岸有内含介壳, 及他种海洋生物化石之新生地层颇多。见者每谓陆地曾为海水所浸。惟吾人若欲回顾古代学者对于地质现象之观感, 只须自亚理斯多德 (Aristotle) 时代述起可矣。今将当时学者对于地质问题之见解, 分述之如次:

(一) 地下作用 希腊向多地震, 前人谓系大气向地球内部下降所致, 亦有谓系地球内部之流质向外喷发所致——尤以雨后为然, 亦有谓地震每发生于气候干燥之季, 故大概系地球所含水分减少, 山脉崩溃所致。亚理斯多德摈除旧见, 谓地震乃因地球内部干湿混和作用而起。地球本身干燥, 受有外来之雨水而生湿气。外受日光, 内感隐热, 因而风生; 风易流动, 与火合乃生焰, 焰更易动, 故地震之原因, 非水非土, 而实为风。春秋两季多风, 故地震亦多。亚氏又谓地震往往继续不断, 直至其风冲出地面始已, 如在火山岛所见者是也。故地震与火山为两相关连之现象也。

亚理斯多德在解说岩石、金属及矿物之成因时, 谓地球内外有两种蒸发作用: 物质被燃烧而生干燥之蒸发者, 遂成矿物与岩石等不能溶解于水之物质; 其生水气之蒸发者, 遂成可以熔化柔软之金属。提奥夫拉斯塔 (Theophrastus), 亚理斯多德之高足也, 著有《石谱》(*A Treatise on Stone*) 一书, 记述普通岩石及矿物之外状, 来源, 及应用, 实为岩石学之嚆矢。

纪元初年, 罗马学者斯特拉波 (Strabo) 著有《地理学》(*Geography*) 一书, 于地形地理, 及政治地理等, 记载颇详, 而于地震次数, 地震所成之坑谷, 及生命及城市之为地震所毁坏等, 亦有述及。是时维苏威火山 (Mount Vesuvius) 乃在休静中, 斯氏从未见其活动; 但斯氏观察该山顶部之外形后, 即断定该山为火山所成, 并谓该山因地下燃料断绝, 所以熄灭。斯氏又尝游览爱德纳 (Etna) 火山, 谓熔岩为一种黑土, 在口内为流质, 喷出流下山坡, 冷却凝固则成黑石。

斯氏见地中海内诸岛，颇为注意，并推定其成因有二：（一）由于地震而断裂者，距大陆不远诸岛属之；（二）由于火山喷发而成者，孤踞海中诸岛属之。

罗马哲学家辛尼加（Seneca）著有《自然问题》（*Natural Questions*）一书，记述天体、气象诸端并讨论地震、火山等问题颇详；但其见解，仍不脱前人之窠臼。辛尼加曾区别地震式之上下震动，与船行海中之左右摇动，并谓尚有第三种运动，如摆动是也。同时罗马又有一学者名普里奈（Pliny the Elder）著有《自然历史》（*Natural History*）一书，对于动、植、矿、地震、火山等，均有讨论。纪元前七十九年，维苏威火山喷发，赫鸠娄尼恩（Herculaneum）与潘沛依（Pompeii）二城，尘灰密布，天地昏黑，普里奈为作科学讨求之故，因与火山相接太近，以致殒命。

（二）地面作用 地面之变迁，以河流作用为最显著。希罗多德游历埃及时，见尼罗河乃大为注意，谓河流每年在埃及境所堆积之淤土甚为重要，并谓埃及为尼罗河之所赐。

柏拉图（Plato）谓河流乃因地下溢出大量之水而成。亚理斯多德对于此说，颇加讪笑，以为大气中水气，冷却可凝结为雨而下降，则地下水气，亦同样可以凝结为水以成河源。又谓山岳温度低下，而水气易于凝结，故遂接受多量之水，而仿佛如一大海绵焉。亚氏以亚洲及地中海盆地之大小水系为例证，谓最大河流乃为由无数沟壑所积之水，自最高之地下降而成。又谓地下似有潜湖，而河流即由此发源，地下有潜水道，则地面之水，乃倏然不见。

斯特拉波谓地中海及博斯福鲁（Bosporus）因储水过多，乃溢为河。又谓如苏彝士土腰一旦断裂或下降，则地中海可与红海相联络。

（三）旧时地质变迁之明证 地中海盆地各处有含化石甚富之向上升起之新地层，位于低陆之下，及露于山坡之间，故其引起居民之注意，业已由来甚久，而希腊文学中亦常引及之，并因此推定有许多地方，曾为海底。古代学者讨论地面之变迁，以亚理斯多德，最富于哲理，其沧桑之说，极似近人口吻。亚氏略谓今日之海，古昔之陆也，今

日之陆，亦能重沦为海，交互变换，似按一定之时序，故地球之内部，正如植、动物身躯之有壮衰之分，特有机体之生死，乃为身躯之全体，而地球所受之影响，则仅以局部为限，此其相异之点耳。夫地面变迁所以不能为我人察觉者，则因我人生命过短，而地球每次所生之变迁，则为期极长故也。

罗马诗人奥维得（Ovid）在所著《变化》（*Metamorphoses*）中，载有毕达哥拉斯（Pythagoras）关于自然系（system of nature）所作之见解。惟毕氏理论均系他人转述，恐不必尽为庐山真面目，况所引证之事实，有为距毕氏死后甚久所发生者，故我人只可视之为毕氏一派之思想而已。毕氏谓世界为合四元素而成之无始无终之物体，空气与火位于上，水与土位于下。此种物体只有形式改变，而无死亡。生也变之始，死也变之末。惟不问如何改变，而物体之总和如故。兹将毕氏所举地面变迁之实例，任引若干于次：

昔时陆地，今为海水淹没，新陆地乃由深海露出。海中介壳有见于内陆远处者，铁锚则见于某地之山顶。

昔时平原为逝水刻成谷地，而高山即因此破水冲洗入海。

河流因地震而有生灭。

岛屿一旦可与大陆连结，而整块陆地，亦能分离以成岛屿。

爱德纳火山今日虽如硫炉喷发，然在昔日必有静止之时，并非燃烧不息之丘。地球是否为能生活且有许多孔窍喷火焰之动物；或为挟有石块及火焰以爆发，迨洞窟空虚冷却始止之闭于地下的风；或为遇火燃烧，迨火势渐杀，则作黄硫烟之某种沥青块状物，皆可不问。惟其内部之火，终因燃料用尽，而有熄灭之一日。

二 中古时代之地质学

中古时代宗教势盛，道院风行，科学退步。惟阿拉伯人之继续研究

希腊、罗马哲学者尚有其人。在地质方面，则以翻译亚理斯多德哲学之亚微瑟那（Avicenna）为著名。亚氏谓山岳之成因，大概有二：（一）陆地上升，如地震区域所发生者是也；（二）软岩石因风雨之剥削以成深谷，而坚岩石乃存而为山岳，而多数之山岳，即系如此成功。惟此种变迁，亦须经过长久之时期始可实现。今日山岳之形状，大概为缩小。水为使山岳表面有变迁之主要原因，此我人可以留于许多岩石间之水栖动物及他种动物为证明者。包被山岳表面之黄色土，与其下层岩石不同源，盖前者为腐烂有机残质与水冲来之土质混合而成也。此等物质，大概本系存于旧时淹没陆地之海中。

是时道院中人亦有注意于化石之起源者，但不敢径谓陆地曾被海水所淹没。盖《圣经》中言至创造之第三日，遂海陆相分，至第五日始有生物也。总之，在此时代，地质学因思想方面，极少自由，故鲜有进境。

三 十五十六世纪之地质学

十五世纪中叶印刷术发明，此时人类智识之发育，虽未必超越前代，但学问之研究，已较为活动。当时学者所记载之事实，固仍难免真伪不分，且亦有作可笑之假设者，惟其能附以整个而又明敏之解说者，尚不乏人。

意大利艺术家文西（Leonardo da Vinci, 1452—1519）认化石为生于当地水中之生物遗蜕，此即海陆变迁关系之明证。法拉斯加都罗（Frascatore, 1483—1553）亦持同样之见解，并驳斥介壳系《圣经》中所述之洪水时代所遗留之荒谬。

当时欧洲各处发见化石甚多，其形状与现在生物大异，故区别极易。博物学者或谓为此乃天生玩物由一种成石液所成；或谓为洪水时代生物之遗蜕。三百年来争论未决之悬案，至此始稍有眉目矣。

阿格里柯拉 (George Agricola, 1494—1555), 萨克逊人, 本名包厄 (George Bauer) 为十六世纪最有名之科学家, 怀纳 (Werner) 称之为“冶金学之父” (father of metallurgy)。阿氏对于结晶形, 劈开, 硬度, 重量, 颜色, 光泽等所作之观察, 可为后人描写矿物之模范。阿氏在其伟著《金属矿》 (*De re metallica*) 中, 表明寻矿杖 (divining rod) 在寻矿石时之功用。

一五六五年瑞士人格斯讷 (Konrad Gesner, 1516—1565) 有关于化石之著作发表, 此书为对于化石作有记述及附有插图之最初的著作。

一八五〇年法人巴里舍 (Bernard Palissy) 发表一文, 主张介壳、鱼类等之化石, 为旧时海中生物之遗蜕。

对于地层作有系统之观察者, 当以奥文 (George Owen) 为嚆矢, 奥氏于一五七〇年著有潘姆白落克邑 (Pembrokeshire) 之地史。但迟至一五九六年始发表。学者对于此文, 颇为称许, 以其能知岩石之聚集, 并非杂乱无章, 实为井然有序, 且又分布甚广故也。奥文不仅在潘姆白落克邑南部探求石炭纪石灰岩及附近之含煤层, 且东行远及葛拉茅根邑 (Glamorganshire) 一带。

四 十七世纪之地质学

斯退诺 (Nicolaus Steno, 1638—1686) 生于哥本哈根 (Copenhagen), 曾在来丁 (Leyden) 及巴黎习医, 后任帕雕亚 (Padua) 大学之解剖学教授, 嗣因研究化石鱼齿, 乃攻地质学。一六六九年斯氏在佛罗棱萨 (Florence) 将其研究结果刊行, 大意谓岩层自下而上, 自有时代新旧意义; 化石可证明旧时海水之分布; 地层倾斜, 系由于地下有物质向外喷发所致。关于年代之事实有六: (一) 陆地完全沉没于海, 因此乃有地层之堆积, 但不含化石; (二) 陆地升出海面成为干平原; (三) 地面

断裂为山岳，巉崖，丘陵等；（四）陆地又沉没于海，此大概系地球重力中心变动所致；（五）陆地又露出水面而成广大之平原，此显因大河及无数激流每日将自陆上所挟之泥沙垫入海中，使海岸日益加广，以成新陆而成；（六）高起之平原因有流水侵蚀，及地下火力作用，乃变为沟谷及悬岩。

立斯德（Martin Lister，1638—1712）为英国皇家学会会员，一六八四年在会中建议编制一种新地图，附以砂及黏土表，如英国北部所产者是也。立氏以为各种地层之分布，可以在地图上表明之。立氏虽为自然科学家，但以介壳学家著称。

胡克（Robert Hooke，1635—1703）为英国皇家学会实验部管理员，著有《地震论》（*Discourses of Earthquakes*）一文，于一六八八年提出，以后仍有此类文字发表。胡氏《地震论》包括有地震，火山，陆地升降，及其他地质事实。胡氏谓化石确为有机体所成，在古物中，较泉币尤为名符其实。胡氏以为我人利用化石以审定年代。虽颇困难，然绝非不可能之事。胡氏以雪杯（Sheppey）地方所得大龟一类之两栖类化石为根据，以断定当时气候之炎热，又谓地轴回转之变动，乃为气候变化之原因。

白洛德（Robert Plot，1640—1690）为牛津爱许摩林博物院（Ashmolean Museum）第一任院长，所撰《牛津邑之自然史》（*The Natural History of Oxfordshire*）于一六七七年发表，书中有化石图三百。雷特（Edward Lhuyd）为白氏之后任，对于化石亦极有研究，一六九九年以拉丁写成一文，对于院中所藏之千种化石，记述颇为详尽。

英人吴特瓦特（John Woodward，1665—1776）为格拉襄（Gresham）大学教授，一六九五年有《地球自然历史论》（*Essay toward a Natural History of the Earth*）发表，至一七〇二年再版。我人试读次之摘录，可见吴氏研究之有系统。

“凡遇大洞穴，凿井、掘土、采矿诸事，余必将其由地面以迄井底之情形，详细询问，并将其土壤、岩石、金属等一一记之，并编成问

题，寄与远近诸邦之友人。结果他处同样事物之一切情形，有与吾人在本邦所见者相似。岩石之在各国，均可分为层次。地层间有平行裂缝，及岩石内有无数介壳，及其他海中生物，此不独在欧洲为然，即在非洲亦然，在亚美等洲亦莫不然。”吾人能有地面构造各处一律之知识，实以此种观察为其基础。吴氏谓海中生物遗蜕，乃原存于海中者也，今则地中及地面上（即山岳、谷地、及平原间），均无不有之。然吴氏仍囿于《圣经》中所述洪水之旧见，故以为地球曾为洪水所分解。一七二七年吴氏设吴特瓦特化石研究讲座于剑桥大学，其规定为任该讲座者须未成婚，庶可悉心研究。第一次任此讲座者为塞治尉克（Adam Sedgwick），时为一七三一年也。

德国大数学家来布尼兹（Leibnitz, 1646—1716）谓岩石可分水成与火成两种，前者为洪水作用所成，后者由溶液凝固而成。又谓地壳冷后，水气凝为海洋，及地壳分裂，水乃渗入地下空隙，起有破裂作用，终则使各种岩层为沉淀物。

五 十八世纪之地质学

十八世纪初，施特楷（John Strachey）对于英国索美塞得（Somerset）地方之含煤层，颇为注意，其所作之观察，由英国皇家学会于一七一九年及一七二五年发表。斯氏见红土平叠于倾斜之煤层之上，而红土之上，又有泥灰岩、石灰岩（属 Lias）、鲕石（oölites）及白垩成层。

雷茫（Johann Gottlob Lehmann, —1767），德人，曾在柏林授矿物学及采矿学。一七五六年雷氏见有不含化石而最可称原始之地层，及含有化石之次生地层之分布。雷氏又记述萨克逊地方之岩石，而定有某某名称，今皆二叠系中之著名区分也。

阿提尼奴（Arduino, 1713—1795），意大利人，曾在威尼斯

(Venice) 任矿物学教授等职，一七五九年区别一种新第三纪地层，并认定一种绿色细质之岩石为火山岩所成。

十八世纪中叶，法人罗爱尔 (Rouelle, 1703—1770) 见巴黎盆地化石之分布颇为规则，乃分别地层有新旧二种，而位于二者间者，乃为煤层。

英国地形学家与古物学家对于化石之研究，素来颇有兴趣，如李兰 (Leland) 在一八三五年时，即注意于开山 (Keyshan) 之菊花石是。

一七二一年意大利人华里斯耐里 (Antonio Vallisnieri) 在佛罗纳 (Verona) 附近之玻尔卡山 (Monte Bolca) 地方，采得鱼化石甚多，并作有记述。后来阿伽西 (Agassiz) 所研究一百三十种之鱼化石，亦得之于该处。

一七三五年瑞典博物学家林娜 (Carl Linnæus, 1707—1778) 之名著《自然系统》(*Systema Naturae*) 发表。此书不独将动植物区别详细，且又按结晶之形状而将矿物归类。惟林氏之主要工作，则为将各种生物作有系统的分类法，而以属名种名称述之，即所谓双名制 (binomial system) 是也。近代古生物学之学名，乃依据此书第十版所用之双名制而成。

倍封 (Buffon, 1707—1788) 为法国科学界之先进，初专攻物理学与数学，后则渐将其研究扩及自然界全体。倍氏不但对于地质学之成立有贡献，又为使法国能位于科学先进国之列之中心人物。著有《自然历史》(*Natural History*) 一书，其绪论为阐扬大地之理论，此书在一七四四年即告竣，但迟至一七四九年始发表。大意谓地球之历史与太阳系有密切之关系；行星原为太阳体之一部分，因为彗星所冲动，乃以分离。倍氏因见岩石间化石介壳之众多，乃深信陆地为海水所淹没甚久。倍氏对于海底如何升为陆地，则犹无定见。三十年后，有《自然期》(*Époques de la Nature*) 发表，书中分地球之历史为六期，并设法计算地球之年龄，结果虽不足信，但其努力，则殊可钦仰也。

郭塔特 (Jean E'tienne Guettard, 1715—1786) 少时喜研究自然科学, 尤以对于植物学兴趣最浓, 后在巴黎研究医学, 后又随奥尔良侯 (Duke of Orleans) 旅行各处, 并为奥侯管理所采集之自然科学标本。一七三四年被选为巴黎科学院会员。郭氏在外旅行时, 因见植物之分布, 常与某种矿物及岩石之分布同, 乃于地质学渐知注意。经长时之观察, 乃知岩石及矿物之分布, 有一定方向与宽窄, 故地面无露头时, 可按其方向与宽窄, 以断定其去向与有无, 一七四六年著有《矿物图志》(*Mémoire et Carte Mineralogique*)。按矿物分布以绘图, 英人立斯德早经有此建议; 但郭氏则未之知也。郭氏因研究法国北部与中部之地质, 乃发现此等地方之岩石矿物系成若干带, 而均以巴黎为其中心。郭氏名居中之椭圆区域, 为沙砾带; 围绕其外者则为泥灰石带, 偶有化石发现, 围绕泥灰石带之外者为片岩带, 凡采取地沥青、硫磺、大理石、花岗岩等之矿坑均在焉。郭氏复据他人报告, 将法国北部矿物之分布补记图内。凡有矿物之地, 用化学或其他符号记入之, 再以墨色深浅, 表明巴黎盆地之界限与位置。

法国岩矿图完成后, 郭氏因上列三带, 被英国海峡与渡佛海峡 (Strait of Dover) 截断, 乃推断同样地层必出露于英国海岸, 于是遂参考英人曲得来 (Childrey) 《英国天产珍奇》(*Britannia Baconlca*) 及彼特 (Gerard Boate) 《爱尔兰自然历史》(*Ireland's Naturall Historie*) 诸书, 果证明其假定之大致无误。

郭氏矿物图志中有图二幅, 缩尺较小, 凡欧洲西部之岩石及矿物, 均莫不载入, 复经长时期之努力, 以完成法国矿物调查图十六幅; 后摩耐 (Mouret) 继之, 卒将矿物图十六幅附以说明一大册, 而于一七八〇年发表, 书名《郭塔特摩耐奉勅撰法兰西矿物图志》(*Atlas et Description Mineralogiques de la France, enterepris par order du Roi par M. M. Guettard et Mouret*)。郭氏矿物图上, 作有特别符号记载化石; 化石之散处者, 与成整块之岩石者, 其记载亦有分别。一七六五年著有《化石贝类之遭遇与今日海中生存贝类之经历相比较》(*On the accidents*

that have been fallen on fossil shells compared with those which are found to happen to shells now living in the sea) 对于化石之成因, 犹不憚据理深论; 盖当时尚有人深信化石为地球构造中原有之产物故也。

地形变迁之研究, 今称地文学, 郭氏于此, 亦贡献颇多。著有《现代山岳受大雨河流海水之影响而低减》(*On the degradation of mountains effected in our times by heavy rains, river and the sea*) 一文, 郭氏以为流水有冲刷陆地之作用, 而海水之摧毁陆地, 势力尤为猛烈。法国西北部之白垩岩, 即大部分已为海水冲去之旧时山脉遗迹, 又谓陆地因受波浪雨水山洪等之侵蚀而以消磨, 但其除去之物质, 并未毁灭, 非在陆地即在沿海为沉淀。又谓各河流盆地之碎岩, 有彼此绝不相同者, 故碎岩有转运至与其故地之岩石绝不相同之区域者。又谓流水将可溶物质运至离去陆地甚远之地而入于海, 仍能存留甚久, 而使海水之盐度增加。郭氏根据当时测量海深之结果, 谓海底之所被覆, 以砂土为最多, 至于此种沙土之来源, 则大概非为河流所运之碎岩, 而为海水消磨海中之岩石所成; 但郭氏又以为海水运动之势力虽浩大, 其能力只能及于露出海面之岩石; 最大风暴之影响, 只及海面入水不甚深之部分。至于海底沙土中所存之贝壳则为近代之遗物, 盖远古时所存者早已绝迹矣。

郭氏又为鉴定法国中部火山之第一人。一七五二年郭氏著有《法国一部分山脉曾为火山》(*Memoir on certain mountains in France which have once been volcanoes*) 一文, 十八年后又著有《古今之玄武岩》(*On the basalt of the ancients and moderns*) 一文, 关于玄武岩之成因, 学者多以为系火山喷发而成, 但郭氏则以为玄武岩之柱状构造, 有为现代火山中未曾见者, 故谓为系一种水成岩, 此则未免错误耳。

法国中部古火山, 为郭氏发见后, 而玄武岩成因之论战, 即随之而更盛, 但后来解决此辩论之证据, 亦在该处得之。此我人观于以下所述, 即可见之者。

特马来斯 (Nicholars Desmarest, 1725—1815) 为法国素莱 (Soulaines) 人, 少时家贫, 年已十五岁, 尚未入校读书, 父故后, 监

护人因教区牧师之怂恿，乃令其入校，但不久款即无出，教师见其进步极速，乃使其为免费生，毕业后又将其送往巴黎求深造。特氏作苦学生十年，其唯一之消遣及安慰，乃为研究学问。一七五二年特氏获亚眠（Amiens）学会关于英法在古时是否相连一题之奖金，此后遂声誉日隆，至一七五七年法政府乃任特氏为工业总管，至一七六三年特氏游法国中部之奥汾涅（Auvergne）并往来于伏尔维克（Volvic）与多耳山（Mount Dore）间，时去郭氏火山论文之发表仅十一年也。特氏对于玄武岩之柱状构造，颇注意，故亲往爱尔兰北部之巨人栈道（Giants Causway）参观，藉资研究，而此项岩石即为该地之风景之所在也。

阿格里柯拉曾言及德国各处有此种暗色柱状岩石，而萨克逊之玄武岩则隆起成丘。后学者发现此项岩石在德国分布甚广，除萨克逊外，西来西亚（Silesia）、加塞尔（Gassel）及莱因河（Rhine）流域等处，亦皆有之，但多零散覆于山巅，而无火山喷发之证明也。加之德国之玄武岩，又较奥汾涅火山岩为古，其流锥形喷口火山灰等，均早已消灭无存。即爱尔兰巨人栈道之玄武岩，虽将其特质的构造，作大规模的表现，但其成因为何，则无人研究及此。苏格兰西岛（Western Islands）之玄武岩，较爱尔兰沿海者尤为雄伟，但当时学者尚未知之，及至一七六一年始有人向皇家学会报告该地之有此物。当时世人对于玄武岩之成因，多以臆说出之，故遂有许多不科学的说明。或谓玄武岩之柱体为旧时有节之竹变成。或谓其状如结晶体之柱面，故矿物学家即视之为一种黑色电气石。郭塔特则示我人以玄武岩与熔岩之不同。

一七六三年特马来斯游历奥汾涅，由克莱孟（Clermont）至壁衣特杜姆（Puy de Dome）攀登柏吕台尔（Prudelle）高原，见有柱状玄武岩，由上层所覆熔岩层沿边而下，而熔岩壁前，则有同样之柱体矗立，始知此等柱体，乃植于火山灰及燃烧土之上，其下则为成该区基础岩石之古花岗岩。特氏谓不佞自壁衣特杜姆归来时，循黑色岩石薄层而行，乃察见此种岩石具有熔岩之特质，不但性质薄弱，且其下之火山