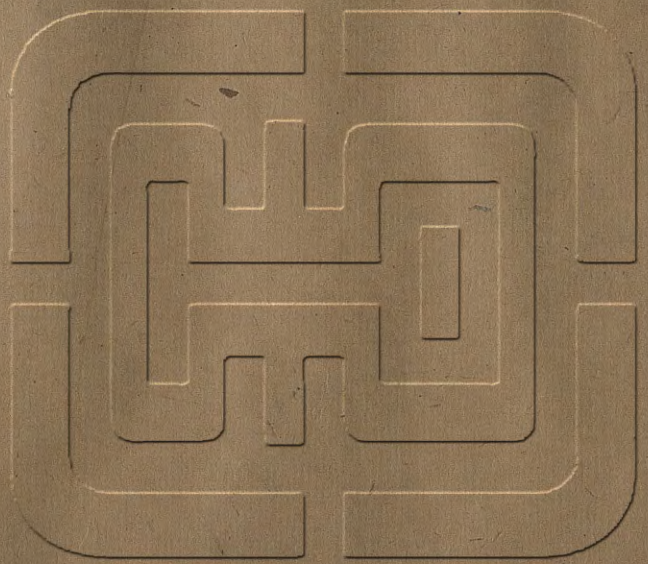
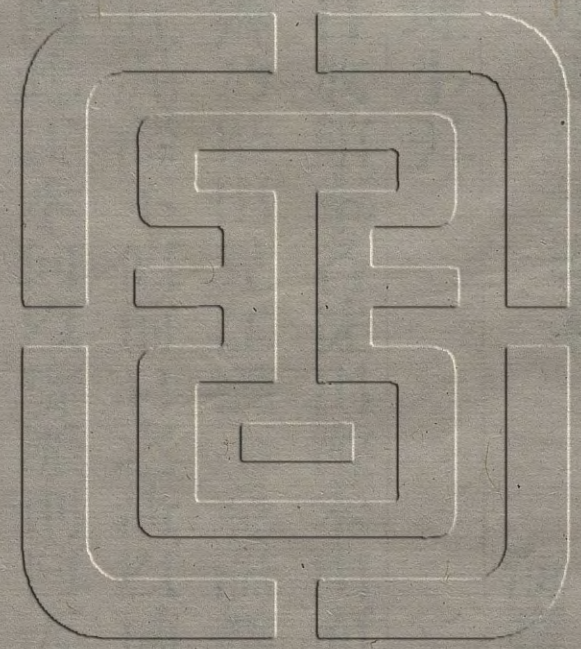
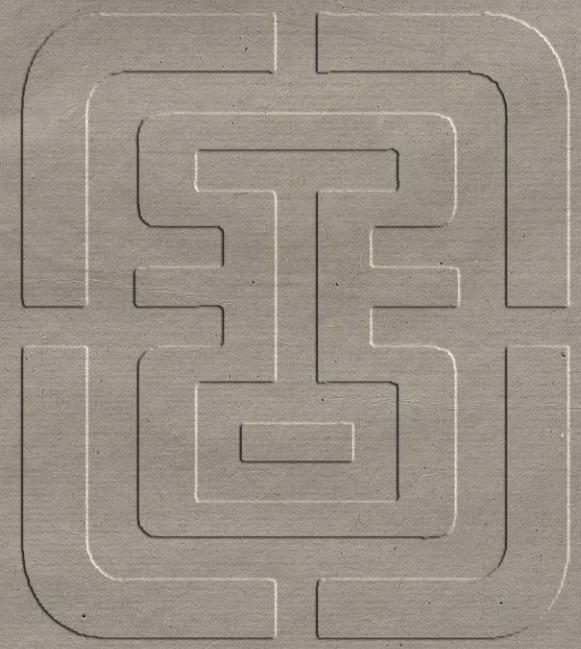


格致啟蒙卷之四

英國地理師祁覲纂　美國林樂知
海鹽鄭昌棪同譯

地理小引

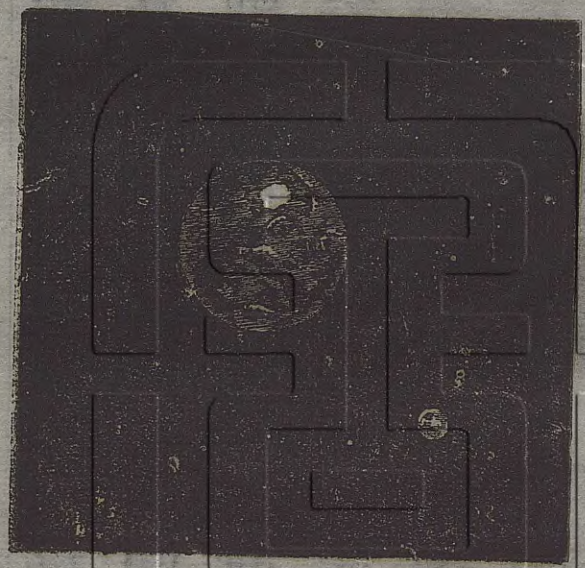
嘗於夏日放館率各徒出游未出而雨作初淅瀝後滂沱午後開霽乃偕出見江橋下急湍暴漲有籬笆柴草隨流而去水且混濁不似前日之清以璃盃取之沈於盃底多沙泥試問此江水何以驟漲則曰天雨之故夫雨由天降而泥挾水流天與地謂無相關者乎學者城居未見江河不知城內溝渠即小江河也每值驟雨則沖刷污泥而出

與江河同。地面萬國之江河。不知凡幾。其流出之沙土。日積月累。又當作何情狀。學者即此可悟其理。推之風露冰雪。雖屬尋常見慣。而思之大有至理設或赤道熱帶中人。驟見冰雪。必相率駭異。以爲災祲。來相諮詢。學者苟未明其理。則亦莫能登答。此編所述。略啟地理門徑。吾徒所讀之書。皆有限量。惟天地間大塊文章。自幼至老。人人讀不盡。乃萬理之無盡藏也。每獲一理。心輒一快。從前見慣。至是生新。斯之謂格致。斯之謂地理之格致。學者未學地面事理。先察地球形狀。及與太陽有相關之處。試於曠野平原。或於海上望之。初以爲地平。可直行天際。日月東出西沒。星辰徧於天上。似居大玻璃罩中。是恃目力所及。遂以爲盡得其狀。而無庸他求也。乃何以平地眺望。止及樹林四五里。試上高樓望之。則向所不見者。亦瞭見之。再上高山。則所見愈遠。地亦愈濶。海船初見桅者。今並見其船身。注目洋面各船往來。其來者如由天際線而上。其去者如下天際線而沒。如第一圖即見實在形景。知地非平圖。得圓轉如球之憑證。誠將眼前實在而講求之。試驗之。格致之學。即在是

第一圖

矣。人見高山深壑。每不以地圓之說爲然。不知地球體積甚大。山雖高。祇比於球面沙粒。且其圓勢以漸而入。不覺。學者一直西行。不改所向。從未有行至天際盡頭者。行之不已。仍回原處。天文師量得地之圓徑。如乘汽車。每一小時行三十里。晝夜不歇。須八十日方始轉行地球一週。謂非地圓而何歟。

第二圖



如第二圖。即太陽照見地球與月之形狀。試進言之。學者於太陽東升西下。星月亦如是循環旋轉。有晝必有夜。有夜復有晝。從無改變視爲固然。詢其曾否考究。而率皆未有也。夫地面得有陽光則熱。雲氣遮蔽則涼。夜無日則昏黯而冷。是地面之光乃太陽之光。地面之熱乃太陽之熱。言地理而離太陽則無以明曩古。以地居中而靜。日星繞地而行。人人皆作是觀。今論太陽仍以出沒爲言。然地球並非居中。不過爲繞日之一行星。惟太陽居本天穹之中。光熱四射。地球繞日而行。人第見太陽轉行爲晝夜。而不知實因地球自轉以成晝夜。此極易明之理。譬學堂所

用之小地球。其軸正居球中。上下兩端爲南北極。如抽陀螺自轉甚迅。用一燈以作太陽。距球兩三尺。球之向燈處有光。其背燈處無光。自有光轉至無光。亦自無光轉至有光。地面各處。逐漸得光。逐漸失光。亦同此理。地之有軸。非眞有軸。惟指明南北兩極以示虛線而已。地球每二十四小時自轉一周。太陽仍不易其位。晦明冷熱。卽由此分。若僅以形象觀之。似日自東行西。實則地球自西轉東。地何以謂東。凡太陽乍升處。皆可謂東。正午日在天中。昏暮日已西沒。夜間星辰逐漸東上。轉中墜西。至天明而日又東上。以此分爲晝夜。然地之自轉。非定於一處。蓋自轉以繞行太陽。其軌道甚大。繞行三百六十五日有奇。以爲軌道一周。分言之。二秒工夫。地球行軌道十九英里。以是見地球自轉成晝夜。繞行軌道一周成歲。依次輪轉。循環不息。如鐘表一般。此地之理也。

論空氣

一論空氣。究屬何質。空氣於世界中。爲首先應查之事。目縱不能見。而無處無之。有時輕微。有時狂暴。此卽不見而確有其質。試以手搖之。便覺有氣掠過。人無一息不呼吸。亦無一處能離圍裹地球。如套前化學第九節試驗。已指明空氣非獨質。一曰淡氣。二曰養氣。配搭而成。此外微

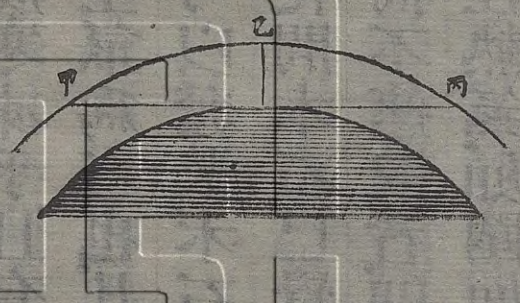
有他質有能見有不能見其能見者如戶牖有洞陽光放入即見無數灰塵此一質無甚關係其不能見者一爲水氣一爲炭氣水氣因水得熱而發如白雲然鍋水沸滾亦發是氣略遠即散不得見水愈沸氣愈發久之鍋水可漸乾水乾即無氣然則水果何往蓋流質熱甚變化爲汽皆化散於空中也空氣不論何處總含水氣或多或少惟目所不能覩耳雲霧雨雪即此水氣所結而成假令空氣內久無水氣則萬物乾枯不能長養上下四旁各物以此講求便可豁然貫通炭氣亦屬無形之氣一萬分空氣內祇含得四分炭氣學者曾聞花草樹木所得成其料質者均

本於炭氣如化學第十一節植物燒化爛變仍歸炭氣散於空中又植物有爲動物所食長養骨肉其呼出之氣即是炭氣物腐爛則炭氣仍歸空氣空氣中動物植物一炭氣之把注循環互用不息說見化學第十三節

二論空氣分有冷熱空氣成爲大風目亦不覩然有時空氣靜而不動能試驗而覺之者其覺之非他蓋於冷熱而得之也空氣可熱可冷見格物第五十一節冬居和暖之室一出戶雖無風而總覺其冷冷果何來空氣收入身熱氣而其熱氣即由皮膚發散於外故覺其冷見格物第六十七節設在戶外既冷一入暖和之室便覺其暖暖又

何來室內空氣本暖著於肌膚而翕受之即覺其暖也以是知空氣能冷能熱而目總不得覩惟以寒暑表量之雖冷熱至微亦能辨別見格物第五十一節試問空氣有冷熱其冷熱如何裝載乎今仍於房室比喻之隆冬戶外空氣成有冰霜霰雪室內煤爐火旺生熱空氣亦暖其暖即火之光熱所暈射戶外空氣之熱亦由光熱暈射即如夏天炎熇較之隆冬火烘更熱其熱悉由太陽光熱之暈射而來顧太陽常發光熱而有時不熱何也太陽猶火譬有物遮蔽火光光熱中斷則仍覺其冷太陽爲雲氣所蔽光熱不能及物即涼雲過日出其熱如故其涼熱之度寒暑表可以辨之如第三圖太陽光

第三圖



丙字處夕陽在山與圖之甲字處旭日初升斜度較遠故早晚較涼夜則太陽光熱不能射入陰面地球陰面不獨不得光熱即現有之熱氣亦發散於空中故愈覺陰寒天將曙地面熱氣已散盡故愈冷推之午後一點鐘地面熱

氣積滿故愈熱其理皆可一貫且夏天太陽正午比冬日正午更高幾上天頂其光熱直射而下晝愈長積熱愈多夜愈短散熱愈少冬天則反是由是言之地面得熱皆因太陽或謂地面之熱僅恃太陽直射之光熱遇有雲蔽即涼夜間不幾寒凍乎且有時雲蔽亦暖夜間亦不甚寒何也此無他空氣爲之也凡物近火則熱離火則涼熱氣可以翕受亦可以發散木石皆然然空氣分散熱氣較木石更緩是以夜間木石已覺冷而空氣尚未冷也空氣所以能留熱氣而不速散者即空氣中之水汽爲之也水汽在空氣中留注熱氣如罩如障以故熱帶諸國空氣中絕少水汽夜間驟冷又夜間雲氣亦足以護熱氣故夜間天空無雲較更冷易結冰霜以熱氣速散故也是則空氣有冷有熱全係乎太陽水汽又能載熱氣分散於地以免冷涸也

三論空氣有冷有熱而風以起　空氣得值地面之熱則起風此何以故氣熱則漲漲則輕輕則上升見格物第四十九節以氣熱漲升其下鬆空他處冷氣即來補其所缺此易見之理試用鐵條燒令紅薄紙在鐵上離數寸紙即飛而上升以附鐵冷與空氣同則氣定不上不下即以爲其熱而並升迨鐵冷與空氣同則氣定不上不下即以

煤爐論爐底必空有欞以通風煤炭之火在爐欞之上近火一層空氣得熱而升由煙通上由室內冷空氣由欞底入爐以補其空煤炭得養氣益熾氣熱復由煙通上升其炭氣等亦隨之上出凡天空之氣無不然前云太陽之光熱擊動空氣與爐火同光熱由空氣直達地面空氣載熱不多即如夏天炎日照人面如火以一紙障之紙下空氣即不覺甚熱此其明證顧地面空氣喻受熱氣漲而上升四圍遠處冷氣必來補其空缺而皆流動以成風夏天海上午前有輕風向岸午正熱甚則風定下午陸地有風吹向海此即海面與地面空氣冷熱不同所致試詳言之陸地土石等類較海水易熱亦易冷當上午土石已得熱氣即上升海上之氣尚未得熱故海風吹向岸以補其空至晚海面已得熱而氣升陸地水石之熱驟退故岸上涼風吹向海亦補其空試觀地球之中間赤道處終年得熱空氣常升而南北兩極冷氣趨補其空有一定往來之路名曰長風又名貿易風更有與空氣流動相關者即水氣是也水氣即溼氣較空氣輕水氣愈多則愈輕無論何地二有水氣氣即上升他處空氣來補其處如其來迅疾便成大風矣

四論空氣中之水氣　水氣爲空氣所翕受嘆之則爲汽

凝結則爲水此空氣中最要明曉者欲知水氣何以散入空氣何以自空氣中出來大格致書內言之甚詳顧就目前小者觀之可以喻大即如室內置有火爐人坐其中氣應乾燥試由室外取一碗冰冷水置室中一霎時碗內有汽如霧不清略停片晌則如露下淋又數人於小船內臥起見船板玻璃窗汽結如露此露水非由外來亦非出自玻璃即空氣中之水氣所致故平時每見有汽結如霧也格致書所謂水氣實自質所不能見須得冷凝結爲汽成霧成露成雨成霜雪乃得見耳空氣能載若干水汽視冷熱之多寡爲度人每一呼有水氣從口鼻出外面空氣溫暖則散於空中目不能見外面空氣寒冷則空氣緊蠱不能容納此水氣故凝結爲汽而目能見之也其凝結於玻璃如露者亦以玻璃冰冷空氣緊蠱不能容受其熱汽故凝結耳冬天空氣緊不必玻璃一出口鼻而氣已冷結夏天空氣鬆口鼻所出水氣均可容納傳散故空氣愈冷受水氣愈少冷至不能受則結而爲露此即露凝點之氣候也水汽散於空氣各處皆有試置一盆水數日視之漸少久則必乾江河之水皆然水之成汽散於空中皆陽光曦水化爲氣也空氣熱則喻受水氣必多晝間日以暄之水易變氣較夜更多夏間太陽光熱大曦水爲汽較冬令更多學

者觀路途間之露水遇旭日升不多時即爲暝乾若天冷有雲氣不清則露不易乾是空氣熱能翕受水氣空氣冷則氣已收束緊蟲不能容納水氣也又如空氣乾燥則翕受水氣極速空氣潮溼則空氣業已載滿水汽不復翕受故難暝乾也如洗衣服有時天氣晴燥風吹即乾反是則否凡水暝化爲汽汽離水面總帶有少許熱氣試滴一點水於肌膚略覺其冷此水氣帶肌膚之熱上升故也水氣散於空中其熱亦散於空中也以此知空氣中含有水汽較養氣淡氣雖少而總計之則甚多矣

五論露霧雲

日落後即有露早起見山河草木有水氣

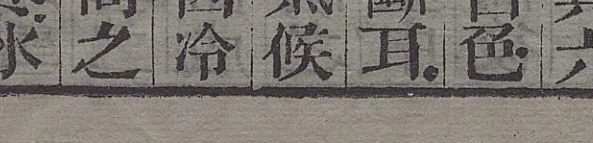
爲迷霧日出後水氣上升霧即四散春夏秋冬隨時見雲氣聚散變大變小變厚變薄如蒸氣然前曾指明空氣成水以得冷凝結而然凡氣非驟變爲水初凝爲迷霧即爲極細之水點漸凝併合成大點爲露爲微雨彼天空成大雲或結爲微雨便知該處空氣較冷是以凝結其結爲露者夜涼時草木蛛網上細點透明此非草木所生乃空氣中之水氣所致試以口向玻璃呵氣便成水氣滴下天空之露亦同此理晴夜地面所得太陽熱氣即發散於空中甚速地面便覺冷矣冷則空氣緊束不能翕受水氣若爲吐餘而成露也其結露時即爲露凝點之氣候有寒暑表

可試而得之更有地面可以生水如暖熱潮潤之氣風吹至冷山頂上其氣亦變冷成微雨或迷霧或白雲人謂之山氣是也有時籠罩山頂日出得光熱則不蒸而化散至晚間地面又發熱氣或空氣有潮溼則山頂仍有籠罩之雲顧水氣凝結不獨冷地爲然即在天空中暖氣遇有冷氣亦爲凝結每見大江兩岸晝間所得太陽熱氣至晚發散甚速岸比水面更冷兩岸冷氣必下壓流入江心與水面熱氣相值則結而爲霧水氣在天空中多者爲雲人所常見雲不過爲霧之濃重者耳空氣暖熱翕受水氣既多愈升則熱漸散或近寒帶或遇有冷風初結如掌大漸結漸多他處亦或凝結不多時成大雲此皆江河水氣爲陽光所暵蒸而上升得冷即凝空氣不能容受擠而成雲嘗於夏日早起見天晴朗無雲乃地面熱甚水氣多向上升升至冷處熱已散盡則結爲薄雲光明如雪此每於午後見之迨晚則蒸氣上升漸少雲亦稀薄即化散矣凡雲盪漾空中得冷下壓遇地面漲升之熱氣即行化散又雲在空處飛行以天空之氣流動迅速所致每見雲自他處飛來定晴觀之或變大或變小便可測其水氣之厚薄也

六論雨雪　前言水氣自江河湖海水面上升爲雲夫雲非常懸於空中有時仍化散爲氣有時不散而結爲雨雪

雨自雲下。此人所易見。夏間起陣雲由小而大。以作陣雨。夫人而知之矣。學者於此有可表明者。如冷玻璃呵熱氣。又置冷水一盆於暖室中。皆必先有迷霧。後淋如露。天空之作雲。實同此理。初凝點極細。後結漸大。其力重。故下。更有天極冷時。其自雲下降者。非成點。乃成片者。雪是也。如移至熱處。即化爲水。水得熱化氣上升。仍飛散於天空。是雨雪霧露水氣。均爲一物。水化爲氣。質水成雨。爲流質。水凍結成冰。雪爲定質。天冷夜間水凍凝爲堅皮。成冰。敲碎之。至夜冷又結。天愈冷。冰愈厚。水或不深。可凍至底。是流質凝爲定質。透明置暖處仍化爲水。並可化爲水氣。是定質直化爲氣質。在地面冷結爲冰。在天空冷結爲雪爲雹。其實一物而式不同耳。水冷至冰有一定表度。名冰化度。見格物編。雪下於地。僅成白片。其花樣看不甚清。必置於

第四圖



黑板上觀之。其形畢顯。如第四圖。其六出花瓣皆細顆粒。結成光明而成白色。然花瓣難得齊全。因空中風吹易斷耳。天空上一層約中里十四里高。其氣候較冰度更冷。是以上升之熱水氣。因冷結細顆粒。黏連而成花瓣。夏天最高之白雲。如羽如練。即白雪也。冬令嚴寒。水

氣不必過高，即已結成冰雪。此外更有結成冰雹雪珠雪珠即未黏連之顆粒，冰雹爲天空驟冷所凝，總之雨雪二物爲地學最關係，詳論見後。前論水氣上升，成霧成露成雲，下降爲雨爲雪。天地間水氣流通旋轉，爲必不可缺之用。如人身血脈然，其利便於萬彙者甚大，並可洗滌空中穢毒之氣。江河泉澗，潤物攸關，一似機器之法條。今而後可識雨雪之妙用焉。

論泉脈

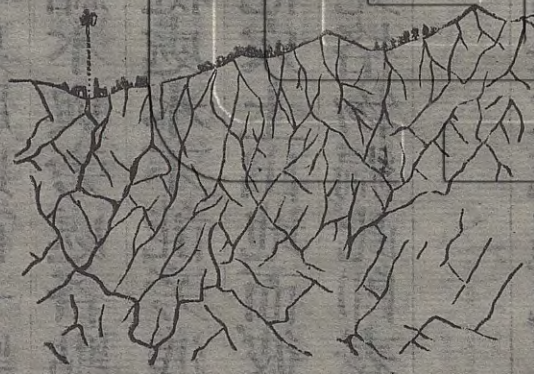
一論雨水去路　水氣常因日暄而上升，亦常爲冷氣壓下，復還爲水。一升一降，循環不絕，以多補少，適劑其平。是以江海諸水，仍不見少，夫天空雨水，溝澮皆盈，非驟然全升爲氣，大半流入他處，大約地面雨水，入海居四分之三，海水爲日所曝成氣上升，雨下仍還爲海水，然雨水降於陸地，亦復不少，計英國一年所得雨水，約有六十八立方里之多，以外各洲各國，更可想見，是一年間雨水降於陸地固多，陸地所得雨水，非驟然散去，必小流合大流，由江河入海，統計地面江河無數，可知水之多也，顧水不必全注於海，試於雨前掘地，土石乾燥，得雨後地土潤澤，再掘至深處，不獨土泥潤澤，更有水汪在地中，倘水在地中不復流通，則地面之水，似應年少一年，而不知其不然也，水

注地中。仍復出於地面。卽所謂泉脈是也。泉脈如洞如穴。水流出澗。至江入海。仍復還原處也。

二論泉脈來源　審視地內土石形狀。有硬有輭。有完固。有鬆裂斜縫。以見納水有多寡之異。其沙土易於納水。如海絨一般。惟藍色泥土細膩堅緊。不能納水。沙地浮面易乾。以其能滲水下漏。而泥則不然。凡雨雪之水。入地有縫卽行。石質鬆裂。名紅沙石。易於滲漏。並有裂開如洞。此皆水通之路。石灰石質本堅硬。水不易通。而每節節碎裂。水亦可以漏過。嘗見有山坡潮溼。此非空氣之陰溼。實卽山中水注所致。並有谿澗灌注。追溯其源。卽通泉脈。請指明之。如

第五圖

第六圖



第五圖甲字一層。或泥或石。不能納水。乙字處土石鬆裂。雨水滲入。至硬泥。水不他注。卽聚蓄於此。出成泉穴。是爲出水之口。或沙泥。或石穴。上出地面有凹形。如申字處是也。然亦有水泉在泉穴之曲折下數

里深亦能通至地面試追尋泉脈地面一點水入地可尋其所從出如第六圖此一點水與旁處各點水入地經由土石鬆縫數千尺深至無縫處水不能旁洩即存留其處增積日多愈滿愈高乃從他穴上出地面彼處壓力多則此水激射而出壓力之說見格物編此即表明地中之水無不流通井壙各穴皆然

三論水在地中作用　水由泉穴流出視之清淨無比顧此泉水果淨則化分之祇有輕養二氣何以置於璃盃內每曬乾必有餘滓山水雖淨總帶有他質此可參觀化學編天雨似清淨無比然亦帶有煙塵炭氣泉在地中經過各原質必有消化之質帶與俱出如以鹽或糖調化於水目不能辨而舌自分鹹甜顧鹽糖易化堅石沙泥不易化水何以挾定質難化者質學者曾記空氣中之炭氣乎炭氣在空中雨水帶以入地地中又帶物質而出地中亦多炭質試以一塊田中之土置於火燒之土中含有植物根葉即為炭質炭質為火燒盡土色即變凡水含有炭氣即能化石水若淨土輕養無炭即不能化石蓋石質喜與炭氣合化化餘之質還天水中見化學第二十八試驗水含炭氣有幾種石遇之即化即堅石亦可化惟化有多寡之不同耳石灰石名歇克歇遇之能化盡水帶此石灰石之質色

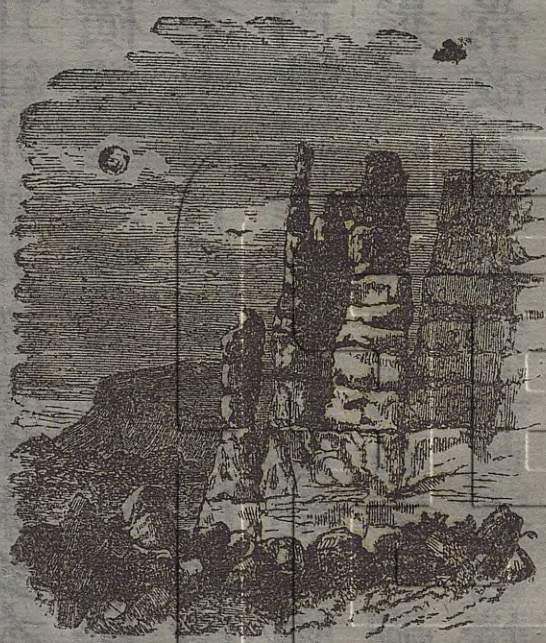
仍清。凡石灰石之山爲水所經過化成大洞。或成凹。水滴處有結成細柱。或有倒掛者。亦有經過他金類質爲濇水。若無濇質。卽爲淡水。顧水經由地中而出。帶有石灰鹽鐵等質。足以裨益於動植物。如石灰爲生骨之料。鐵爲補血之料。然非全恃乎此。必食物擇有利於人者。則補益。

第七圖

乃大。以是知泉水較雨水爲更有益於人之物。水化石質。漸化漸多。山中可成大洞。至有數里長。如第七圖。此卽地中石灰石山爲水所消蝕成洞。水常沖激而出者也。

四論石質凍化　凡磚石房屋。歷數十百年。外層受潮溼凍漲。必碎裂。字多剝蝕。古墓石碑等亦然。嘗見江流繞山腳處。石亦有剝落。總之石見空氣潮溼。或霜雪。一經凍漲。無不剝蝕。學者抑知其所以然否。凡剝蝕之故有三。一爲水中有炭氣。雨自天空下降。挾有炭氣。炭氣最能蝕石。水之流處。豬處。地面之石。漸爲所蝕。不獨雨水入地。能將地中石質消爛也。萬物俱自細顆粒黏成大塊。石亦有然。水

能化其黏連之質，則顆粒皆散，有石灰石竟能全化於水。二爲水中另含一種養氣（此養氣未與輕氣合化，魚在水唼氣，即唼此養氣）足助炭氣消蝕石質，即如鐵在空氣中結有一層黃紅色皮，刮之如粉，名曰鐵鏽，如鐵欄杆等，往往生鏽，即爲養氣所蝕，此鏽爲鐵與養氣之合質，即石亦爲養氣所蝕，惟外層有鏽包裹，潮氣不復透入，轉可永久，若風摧雨淋，外鏽落去，則養氣仍能深蝕，三爲冰凍漲裂，水冷至三十二度凝結爲冰，夫冰雖曰凝結實則漲結，其漲力甚大，瓷缸每爲之漲裂，冰之體積較水幾倍，物不十分堅固，必爲所裂，見格物編學者已知雨水入土深透石質，果鬆，水亦可入，遇結冰時，地面水皮凍凝而土中之石亦凍，如方磚凍漲，四圍鬆散，至凍解後，石不能復自收縮，街路所鋪磚石，遇凍必漲鬆，泥沙爲其鬆散，如敲碎一般，顧此地皮凍漲，恰有益於農事，土田堅凝，一經凍漲，則種植倍易，石雖不如土之鬆漲，而水漬至何層，即能漲至何層，沙石堅而且鬆，尤易凍裂，但外面層層剝落而已，石縫蓄水，如石礦山腳，有橫勞形，水斜

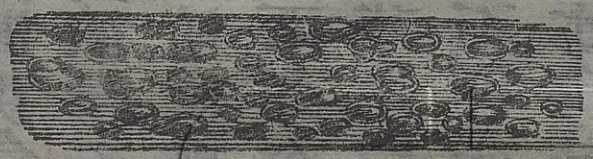


第八圖

入其縫亦漸大經歷冰凍多次竟大塊坍下如第八圖石之橫縫甚多嫩者既早剝落堅者亦漸裂開各國山如是者多更有日暄則熱夜間速冷一漲一縮逐層碎裂又石爲雨淋風摧日暄亦能剝落惟剝落之遲速視其石質之堅鬆是以古昔閈閎石多碎爛殆盡山中諸石不皆堅凝每常改變式樣知其故者可恍然矣地面久必改樣此亦天然不可少之事不獨呈奇爭妍且所敗爛之石質能培補田土變瘠爲腴植物頗賴乎此其詳可得而述矣

五論石化之作用　試取田中土或花園中土視之土中含有碎石碎沙及植物等腐爛之質故其色黑前論石質等毀爛並非無用石雖毀而其料質仍在土中石不過變其舊形而已嘗見雨水點點落地地面泥塵有漬痕如第九圖水入地亦有力改變土中諸物積年累月改變者多

第九圖



凡水向低斜處流送各質他往此爲重學工夫水化各質如化糖與鹽此爲化學工夫隨流隨化地中遂多改變地面亦然細石隨流滾轉大石淋注成凹日消月磨流出江海其大者或留滯江河其細者即隨流入海動物植物之質亦然沙石漲成沙地石灰石成石灰地泥石有鐵硫在內色紅成爲泥地是則細碎石

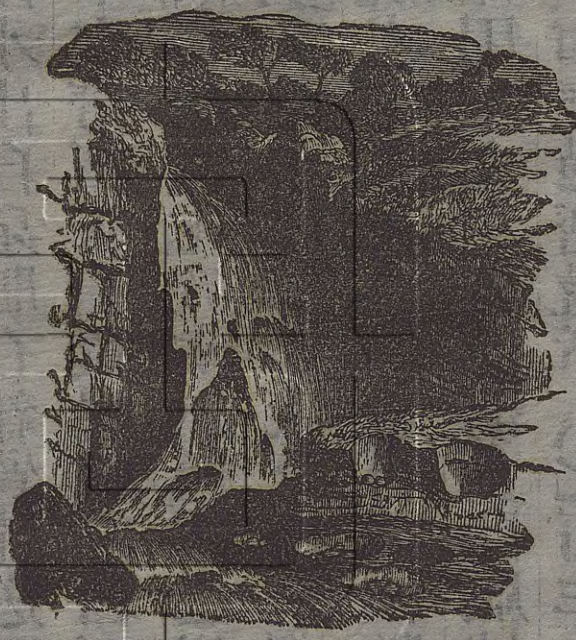
沙與泥拼合便成腴壤植物藉以托根不然則花草樹林缺其欲得之料即爲磽确夫植物之土欲其鬆動犁土愈深則植根愈大每見種植過淺一逢乾旱太陽足以焦灼其根而亦不能吸取深土各質滋生之料根本既虧則枝葉不茂是以花草根鬚每向石縫深入腐爛即成炭氣炭氣蝕石便添地面滋生之料蚯蚓等蟲亦能翻鬆泥土於是雨水自高山岡陵逐層流送而下數千百年來流入海者不知凡幾試取江心一桶水澄定之桶底便有多許沙泥以此見江河流送各物質爲不少也

六論江河源流　前論雨水入地復出地學者業已明曉今就地面之水論之嘗見一條斜路經過陣雨便成小河初雨時地面土塵有漬痕雨既大則漬痕全無而成爲小流遇有石當路水亦爲之繞流平時視地皆平雨後便見地勢之有高下當其成流之初有無數細水滙成一水此表明江河之來源其必一定向低下流者如石必下墜即表明地心吸力說見格物編天雨下降亦係吸力江河之水蜿蜒繞曲或大流有聲或深流無聲均關吸力即大湖必由上流灌注水不能久爲瀦蓄是海實爲眾水滙歸之具區而又見地之不平或謂上流水向下趨則近海各處不幾湮沒乎而不然也試觀兩川滙流之處不必加倍寬

澗惟其底深而流愈急耳夫地有脊如屋頂然水分左右流試擇最長之水而上溯之必有無數細支滙成大榦各趨下流如英本國江水一向大西洋流一向北海流接地圖瞭如指掌視其流之分下處便知地脊所在又見巨川經大旱而水不少缺是何以故水之來源不獨地面雨雪更有地中泉脈足補其缺使泉脈亦涸則江河之水亦漸少矣美國密昔昔比江雖大旱而水不淺以其來源甚多德國蘭泥江夏秋比冬春水大以冬間高山大嶺雨雪泉源冰凍不流至夏熱凍解故然總之水之於地無一處不由高而下滙流入海太陽光熱暵水氣上升爲雨雪循轉不窮此造化之妙也

七論泉澗與江河之作用　雨水滙流則江河暴漲當其未雨之前水小流緩清可見底學者固無從見其作用前曾言江水出自泉脈有雜質流送而出有人於蘭泥江計算每年水帶石灰石質是數三百三十二千兆介殼之用介即蛤蜊之類石灰質化於水無色視之仍清不知江水挾帶石灰甚多又雨水由山岸流下挾有爛泥細沙水多混濁試留心視之一處波浪約足有濁物數噸此即所謂作用也更有作用工夫水之流蕩實開刷地面水淺處每見有石子光潔如經過磨盪者然此石非生成光潔石自山中坍

第十圖

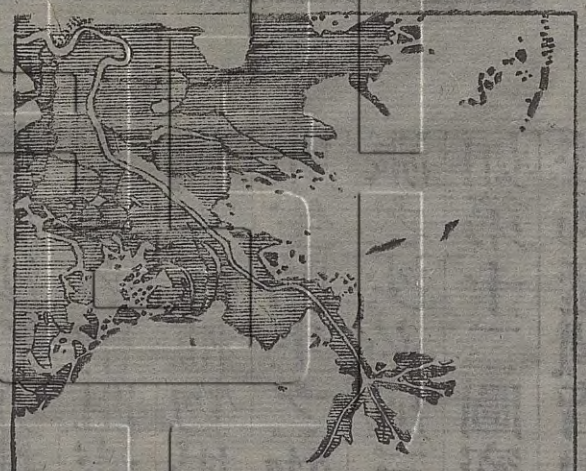


濶其形不一每於夏間水小時兩岸出露沙石隔年視之非舊見之沙石蓋此沙石已隨流他往而上流沙石來補其處故改變舊觀嘗見江邊之沙本水挾沙泥留滯所成卸本廳觸尖銳迨石與石相磨便成圓潔如第十圖石爲水衝成洞亦有石爲水流旋轉磨擦一爲泥沙所磨一爲江底磨盪江邊山石亦漸磨漸

第十一圖

逐年漲積初與水平後卽出水漸高江之大灣處水不卽彎必直瀉遇岸始迴流而去故江灣處漲有沙灘如第十二圖近岸灘高至江心愈低又江水急流沙石亦挾帶而出若與他水相值處必稍阻流緩故沙石卽留阻成灘水挾植物根葉便生草或木並有卵生胎生之物至入海之大江口所漲之沙必成三角形其尖向江口內如第十二圖密昔昔比江漲成沙地甚爲遼濶皆由上流送下值海水阻

第十二圖



入論冰雪　英國高山之陰留雪或不化若歐洲山高者多山頂留雪終年不消一望皆白彼處甚冷靜鴉雀無聲有陽光照處見遠近山頂皆白或成五色若至山頂望之

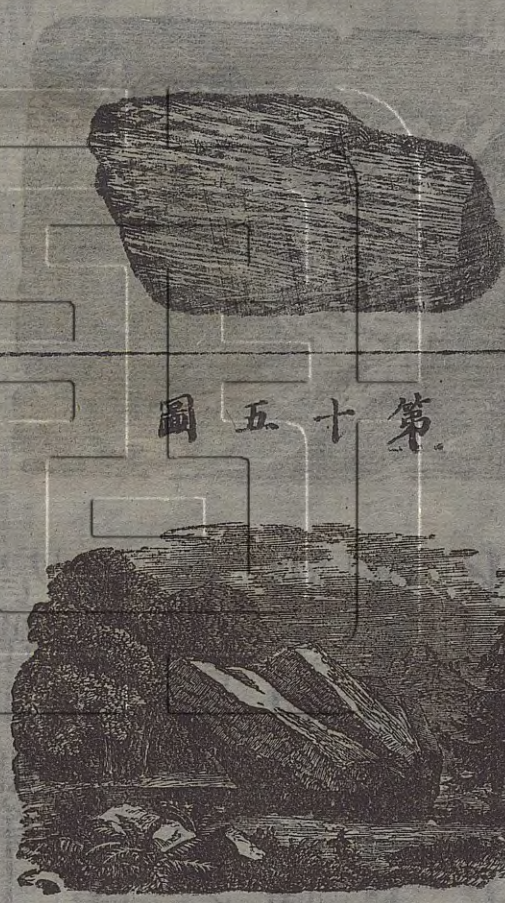
濶便沈下並有沙泥衝激出海故近海岸二百里之水必多混濁離岸遠則海水亦澄清也

便成大觀以天色深藍山面色白陰白相間成紫色山中凹處復有大冰塊伸出空際如吐舌尖或瀑布成沸滾聲忽有霹靂一聲大冰斷裂由冰面衝壓而下又冷靜無聲學者試思高山之雪永不消化有無關係前論空氣之最高處極冷北極南極天氣亦極冷彼處冰雪雖夏熱不能融高山之頂在結冰度水氣亦凝爲冰雪隆冬嚴寒直至山腳亦凍春夏爲太陽光熱所灼地面積有熱氣山腰山腳冰雪俱化惟山頂在寒帶仍堅凝不化以此分其界爲永雪界顧地球上之永雪界角不相同赤道爲熱帶永雪界距地甚遠有一萬五千尺高方值寒帶離赤道南北二

三十度爲温和帶。近南北二極。寒帶漸低。至二極處。寒帶與海面平。故爲永冰永雪之地。學者曾見雪花飄墜與雨不同。雨則成流。他注。雪則留積木石。地爲埋沒。冰雪爲光熱噓化成汽。久之亦能化盡。凡高處冰雪。忽爾融化。則低處必陡然發水。此温和帶各國皆如是也。若永雪界。一年光熱不敷融化。故冰雪常存。年高一年。積成冰雪之峯。有時坍卸。壓壞地面各物。山中之雪積深數里。雪之底下一層。重壓堅緊。雪亦如冰。向低斜處淌下。雪力重。亦關吸力由澗壑斜趨。便成冰澗。愈趨愈下。遇雨亦化。凡雪在天空飄墜蓬蓬然。中鬆有空氣在內。若重壓之。則空氣壓出。即堅緊如冰。試取雪於手。團緊之。與冰無異。學者抑知雪峯重壓其力與手團重何如耶。高山冰澗。自永雪界起。漸漸淌下。過此界。四圍漸暖。融化爲清水。挾擦山石。有沙泥等質帶下。如第十三圖。冰澗中有顆粒沙石。浮於冰面。即山邊挾擦而出之物。曲折隨冰淌下。間或冰澗碎裂。沙石即嵌入其中。淌下近地。冰化爲水。沙石即留下。冰底含有沙石。與碎石相搓。即成光石。如

第十三圖

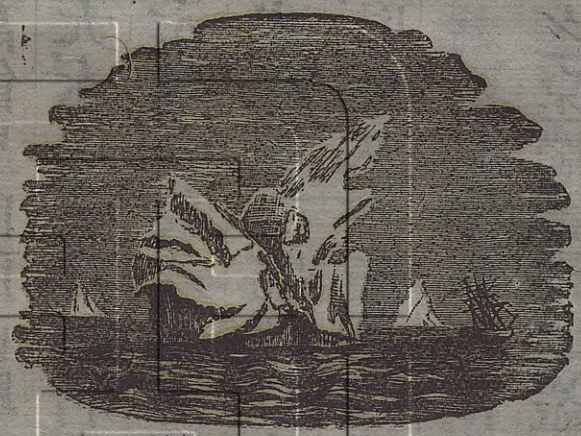
第十四圖石作晶光冰澗帶出之石不獨刷磨江底更有大石在冰面淌出有數千噸重如第十五圖此石即阿勒必斯山瑞士意大利德意志交界處衝下比房屋更大其最大之冰在南北二極如格令蘭北路被冰雪埋沒有大冰伸出北海中永不融化或裂斷倒墜海中如



第十四圖

第十五圖

第十六圖



冰澗故山石尚留有冰劃痕亦有大石自高山衝下有可認者

第十六圖浮於海面如山出波浪數百尺高然此數百尺高不過九分之一而重沈於水底尚有八分也海水時相衝激亦漸融化風吹浪送向南流下離冰洋數百里遠每能見之古時英國山中亦有

一論海與陸地　學者於陸地知山壑平地情景視江河等水並不多若向外至邊岸大水連天一望無際乘船可繞英國一周知英國爲一大島向西直駛至陸地之最近者須二萬餘里向南直駛不見岸至南極見有冰海而已地球之大水居三分陸居一分居陸地之內不能知外有如是之水今我英人舟楫所至徧及八荒非內地之人所能望見也學者試將學堂小地球觀之豈非四面之水多於陸地陸地爲水所分或彎或凹或斷而隔以水是爲島赤道以北陸多赤道以南水多陸地爲水所環爲洲洲外爲海海之遼濶處爲洋蓋地面有高有低高於水面卽爲陸其低處爲水所聚卽爲海前論空氣中之水氣大半自海蒸騰而上雨水由陸地江河入海學者業經明曉茲論海之作用

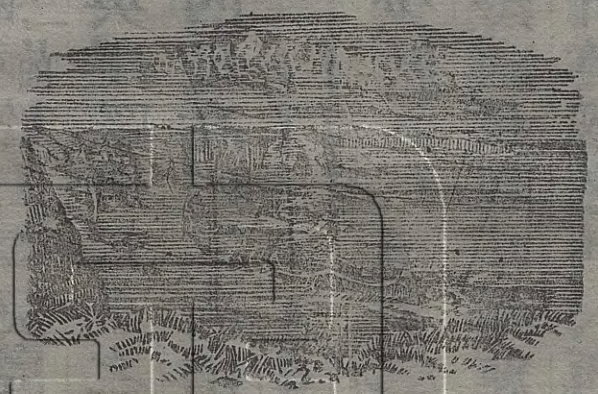
二論海水之鹹　海水與江河之水有異以其鹹也其所以成爲鹹者陸地各水帶有各雜質以入海故鹹如將淨泉水置璃盆曬乾後留有餘漬以泉水挾有金類石類濘質曬之水能成汽飛散獨此雜質不能化升故留有漬痕其質極微目不能辨若以海水置淨璃盆內曬乾尤多漬痕以顯微鏡窺之見有極細鹽顆粒成立方形或更有細長形是爲石膏顆粒人以爲海本含鹽而不知鹽質均由

陸地而來前論地中石中流過之水能消化各質泉水江水皆含鹽類以流入於海年復一年鹽類愈積愈多以每日水有數兆噸化氣上升而鹽類各質不能變汽上升故也今之海尚不甚鹹大西洋鹽類質約百分內有三分半若猶太國死海百分內有二十四分故洋海之鹹尚不至十分也

三論潮汐上下　英國海邊及他處瀕海者見海水多活動不常靜即天氣晴和毫無風動而海水總不靜必有小浪直趨沙岸有聲若遇大風驟起海水始則激宕繼即溯湃高湧成大波濤衝撞山石噴高數丈而散一波未平一波又起勢極洶湧又見無風時之海岸水痕有高有低其漲落之時可以算定此名潮汐行海時將璃瓶塞緊其口擲於海浪中行數百千里可送至岸顧海水浮面浪動其下一層水亦動而動有不同前論冰山八分在水下一分在水上海水順風而行而冰山或逆風而行此何以故蓋海之下層水自冷處流向熱處雖有南風不及流送水力之大故北海下一層水每向南流而浮面之海水每向冷處北流南海下一層水每流向熱帶其浮面海水亦流向南極冷處此一定之理學者於此可學得四事一爲海面激宕之動一爲潮有漲落一爲海面一層水順風流送一

爲海底一層水由冷處流向熱帶試以盆水喻之盆邊吹風一口則水皺成浪此浪應風而生直趨至彼邊而止海面成浪卽爲空氣所動風愈大浪愈高浪趨邊岸噴激上捲風旣定而浪仍未平行船遇此最爲險惡以篷受風力船可駛行風定有浪船爲浪滾必斷桅乃定江海面濶容易激動卽風力已歇而水力未歇是海之不靜無非空氣不靜所致也有時微風俱無波平如鏡必猝然暴風橫生熱帶常有之海水力大其衝岸能挾重物石亦爲滾上大船可被送上岸大石每爲衝刷改形如第十七圖石塘被刷常有坍卸卽堅石爲潮所吞吐或成多洞水漱其根易

第十七圖



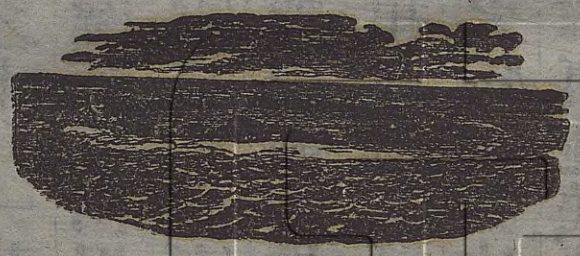
沙以攻擊岸石其力甚猛大石久經衝刷變爲泥沙泥沙致鬆墜或四面灌注成一小石島海與陸爭昔日瀕海之區今已入海每輕故隨流有送入外海者

四論海底

海底無殊地面亦有山有谷雖不能看到底有石蹟在海中猶得見也英國沿海石質多鬆每年海水侵蝕二三尺數百年前之城鎮今已在海中惟阿爾蘭斯古得蘭西邊石腳甚堅至今屹然不動學者留意海邊之浪含有石

每有法以探測之辨其是泥是沙是石子是介殼各處海洋業經測量過半最詳細者莫如大西洋近年英至美置有電線多條測量海底之路深有一萬四千五百尺（計英里二里四分三）嗣於山多莫島（在西印度）之南一百里測海底深有四里半英里歐洲最高之山（西稱爲忙孛蘭即雪山）有一萬五千七百四十四尺高以此高山一座沈於該處海底不獨看不見山頂而山頂距水面尚有一里半英里凡大洋之低處以多補少約一英里至二英里之深有高出水面即爲島島近島皆淺灘故離陸地愈遠水愈深也大洋有島成羣海不甚深計英國之西大西洋極深英國之北洋有四百尺深東洋日本之東有一萬五六千尺深英與法相隔之海峽二百餘尺深若以山保羅堂（英之大教堂高有四百五十餘尺）置於此峽中水面可露其半截查考海底無論何等深可以取物出水以鐵爬繫以繩擲於海底船行略拖之即爬得海底各物用轆轤起爬可辨認其物海底亦常時改變試思陸地歷年流去之物質如沙石等入海不少沙石等一入海底如得安息不復他往積累甚高成沙成陸是陸地山川漸漸消蝕海底沙石漸漸加長亦寓一消一長之道學者已曉海水之動係空氣使然海水沖刷損壞山石此特海面形景若言乎海水深處二十二尺之下即風吹不動惟水自

爲流動而已泥沙石子隨流入海不過近岸數十里其留滯沈下分有層次卽如大江發水水退後卽顯出泥一層細沙一層石子一層爛塗一層大石送不甚遠亦視其流急與否海中有動物質有植物質泥沙內並有介屬之殼及珊瑚其沈下亦分段落常見海底有死物積厚之珊瑚島此島中空內仍有海水大西洋底更有極細蟲殼所成



第十八圖

之物似泥以顯微鏡視之實爲極細蟲殼所成

論地球內層　以上論地球外面諸事茲略論地球內作用

夫人在地面如蟲蟻在山焉知地內形景且升最高處望不能遠在深壙研究無異浮面細穴搜尋莫從知其底裏

顧有從地內通至球面名曰火山火直由地中發出有人於火山未發火之前見山之頂如削去一般略出雲氣其雲氣非尋常雲氣細觀之從山之內層發出山之他處並無雲氣試上山去見有無數燒餘煤灰覺山地頗熱其氣味不可嗅聞將口鼻遮蔽見山頂有凹形有洞下通深底

凹洞內有流質熱極成白色外結一層灰皮洞內有紅色跳出且石塊亦被噴出隨出隨落於洞中其氣如水沸滾形狀常在山頂上結如雲煙山頂之凹西名克雷得沸化石質西名拉伐其衝出之石灰並焦爛之物即將山洞邊旁泥石一併帶出彼處空氣亦熱究其燒化地內各質必有其大火處而遠近不可知其凹頂之洞即出氣之煙通火山常燒或至數百年或已數千年不熄故知地之內層必爲大熱凡火山至發火時忽四周震動火發有聲比霹靂更響百餘里外可聞山頂忽裂破飛去煙氣衝出含有燒紅之石四面飛墜其石之重者仍跌入洞中細灰出多

第十九圖

數十里外煙塵蔽日杳冥晝晦灰落如雪色灰埋沒田畝所吐之白質流下衝沒城郭鄉村追後所吐白質既盡尚有氣上升如雲二千八百年前有一座高山在意大利國地中海邊今之內北里城相近羅馬京城如第二十圖此山本未燒過自山頂至山邊皆花草樹木彼處百姓以未見燒灼無灰無氣莫知其爲火山是以彼處有城有鎮彼時羅馬正興旺大富貴之時山水清麗人甚熱鬧乃無端地震山搖

山頂忽被衝裂飛至天空細灰四散晝晦不見日光接連燒灼百姓有爲石壓灰沒其白色流質衝出埋沒兩大城一曰赫鳩婁宜恩一曰龐貝依田畝園林之佳麗處全變爲灰土荒郊後人遠避其處數百年後民盡忘之近有人掘發其地得古時大街屋宇牆垣器物如舊恍然一千八百年前形景其城後又有火山名佛蘇肥遏斯如第十九圖山頂本裂開今其中噴吐

第二十圖

各質又結成一山頂此即由地底通至上面衝出熱物山頂洞即其煙通接地球四處皆有火山歐洲更有兩大座近地中海邊惟不常燒北海愛斯蘭永雪永冰中亦有火山南北美利堅有極綿亙之山西偏火山最多亞細亞火山成羣噶留巴四圍皆是日本迤北至北亞美利加洲皆有火山太平洋中四處有之地面火山如是之多知地中熱甚又各洲皆有温泉英國雖無火山而有温泉熱至一百二十度至挖礦極深其熱愈甚石被燒化多至數十里不特此也有時地震或裂開或升高或坍沈大半與火山相近每逢將發火時地即搖震海底亦有漲升沙石忽露

出水面亦有數百年前石埔石塘漸沈入水其忽上忽下皆因地中一冷一熱之漲縮爲之也然此亦有好處陸地爲水衝刷久之地面瘠薄有火山噴出物質足補陸地之缺高岸爲谷深谷爲陵天下常有之事今之陸地山谷數千年前本在海底故山頂有介屬殼等海底物質安見大海洋中他時不有升高變陸者乎

總論　地球常時活變不一定外面包裹空氣時刻流動發光發熱海面常有水氣上升於空氣中得冷成雨成雪隨地心吸力落於地面爲江河泉穴衝挾物質流入海中是水於地面旋轉循環以成大作用且海亦不是靜物波浪隨處流行有熱水冷水急流互復循轉陸地山谷沙石流入海底積厚成高再變陸地又地中包藏熱氣甚大是以地常震動裂開或升或沈舊地沈下而新地升上漸生花草動物成一新鮮世界由是以觀地之常時變換形景夫豈呆物也哉

試問第一　論地形

一問學者初看地似何形二問在平地能指明地之眞海用何法表明地爲球形　五問地球之大其圓由漸而顯能表明否　六問乘汽車一小時行三十里若周徧一

轉行若干日

試問第二　論晝夜

一問地面光熱由何處得來　二問古時論地與日月星作何位置　三問古人舊話今有傳否　四問試言地球與太陽轉行確證　五問晝夜似太陽行過天空能解明其實在否　六問何謂南北軸　七問地球向何方旋轉　八問地球別有轉行之法　九問地球繞轉太陽有若干工夫　十問地球輪轉如何分歲月日時

試問第三　論空氣

一問空氣爲何物　二問空氣爲何質所成　三問空氣除淡養二質外更有何質　四問用何法表明空氣中之煙塵　五問空氣中之水氣何往　六問炭氣在空氣含有若干　七問炭氣在空氣內於動植物有何作用

試問第四　論空氣冷熱

一問空氣自所不視何以覺有空氣　二問自暖室出戶外何以覺有冷　三問太陽常發熱至地何以空氣有熱有冷　四問太陽所發熱氣於空氣有無遮攔抑一直到地　五問早暮太陽之熱何以不及中午　六問夜比晝涼何解　七問夏何以比冬熱　八問夏天有雲氣遮日何以仍不覺冷　九問太陽之熱空氣亦如沸滾然亦非

全受其熱催地面積熱漸上耳空氣忽冷忽熱抑是此緣故否　十問夜間地面熱氣用何法得免其發散　十一問在熱帶各地面至夜必覺更冷何解　十二問夜有雲較無雲更暖何解

試問第五　論空氣有冷有熱成風

一問空氣熱重抑冷重冷重是何緣故　二問空氣一層重二層輕何似　三問能試驗氣熱上升有法否　四問風因何而生　五問海風向岸與陸風向海是何緣故　六問地面何處最熱其熱係何緣故　七問何爲貿易風因何而起　八問空氣所帶水氣何以能令空氣升動

試問第六　論空氣所含水氣縮緊成水

一問冷玻璃一入暖室即起潮如霧何解　二問空氣熱含水氣多空氣冷含水氣少何解　三問噓氣於冷鏡面如迷霧隆冬口鼻出氣即結爲水汽何解　四問某度爲露凝點試解之　五問水氣何以升入空氣　六問何時嘆升水氣最多何時嘆升水氣最少　七問將酒或水滴於皮膚覺冷此何以故

試問第七　論露霧雲

一問空氣中之水氣蒸騰而上究成何物　二問露何以成　三問山氣何以成　四問日落時見水邊有煙霧何

解。五問雲何以成。

試問第八　論雨雪

一問雲在天空何以有時不見。二問雨何以成能解其墜下之理否。三問水之變成他樣有幾種。四問冰何候始堅。五問雪何以成其六出花瓣能指明否。六問冰雹雪珠之異。七問水在天地間作用何似。

試問第九　論雨水去路

一問水面常暵汽上升何以江海之水不見其少。二問空氣所含水氣何往爲多。三問雨水還入海後復又何往。四問英國地面每年雨水約有若干。五問雨下於地復何往。六問何以表明水有多許入地更何以表明水非入地而沒

試問第十　論泉脈

一問雨下於泥與沙有何異。二問其異有關於耕種否。三問掘地一洞水即流入然則水在地中何似。四問石中有水可入否。五問山中常遇有潮溼處此何以故。六問泉脈是何。七問泉脈何以從山石罅隙中來。八問何以有長流不息之泉。九問井礦有水何解。

試問第十一　論水在地中作用

一問清淨泉水含有他質以何法表明之。二問用何物

表明水化各質　三問水化各質從何而來　四問雨水自天空而下有何作用　五問雨水由何處得來炭氣六問含炭氣之水於石有何作用　七問水於石灰石力果何似　八問濶水與淡水有何分別　九泉脈所含之質有動植質否　十問地中有山石中空有洞是何緣故

試問第十二　論地面石質凍化

一問磚石所造房宇何以見得空氣剝蝕　二問能指明人力所築建者剝蝕何似　三問地面石遇炭氣作用何似　四問水氣有另合之養氣鐵石遇之何似　五問冰霜於地土磚石剝蝕碎落有何關係　六問堅石遇忽冷忽熱何如　七問地面若無此改變能否有益於動植物

試問第十三　論石化之作用

一問平常花園等處地土以何質培補　二問雨有化學工力試解之　三問水有重學工夫何似　四問地土何以成　五問地土業已瘠薄何以能復原肥沃　六問花草添質助土力何似　七問蚯蚓等物有無作用　八問地面之物何以年年流送入海　九問泉脈與江河何以成流

剝削地物各質

試問第十四　論江河源流

一問平地值大雨其形何似　二問谿澗江河何以成流

灌注。三問湖何以成。四問雨水何以成谿澗江河。五問高地支派之水。抑滙歸何處。六問有江河之水。分兩處相背而流。此爲何地。七問江河遇大旱之年。水仍不涸。何解。八問各大江春夏間。何以發水。九問陸地之水。總歸何處。

試問第十五　論泉澗與江河作用

一問泉澗與江河。所化目不能見之質。試指明之。二問發水何以混濁。三問江邊江底。有沙有石。石何以成圓潔。四問山何以成深谿深澗。五問流急則江清。流緩則底濁。凡大水退後。江底何似。六問大江口所積成沙形何似。七問從此處流過之泥沙。何往。

試問第十六　論雪山冰澗

一問永雪界何解。二問永雪界在赤道海面若干高。在南北二極。距若干。三問冰雪在界上何以永不融化。四問永雪界以下。何以雪常融化。五問冰雪高成峯。猝有融化。下界何以受害。六問永雪界以上之雪。何以不堆積。有何去路。七問冰澗何以成。八問冰澗去路。何似。九問冰澗邊際。有空隙碎石。或落其中。何似。十問冰澗帶有碎石淌下。何以十分光潔。十一問冰澗所出之水。何以混濁。十二問最大冰澗。在何處。十三問海

上浮沈之冰山何以成
據

試問第十七　論海與陸

一問地與水各分有若干分　二問海與陸之多寡試指明之　三問何一面陸地最多　四問地面何帶在地之中段陸地最多　五問洲與島何解　六問何謂之洋

試問第十八　論海之鹹

一問海水與雨水泉水江河水有何分別　二問一滴海水於璃片曬乾之其漬何似　三問海水內所含各質自何處得來　四問海之味鹹大西洋與死海有何分別

試問第十九　論海之流動

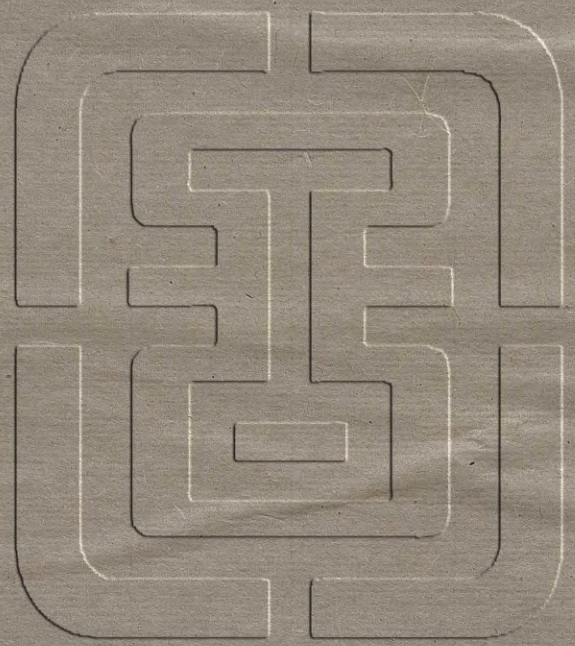
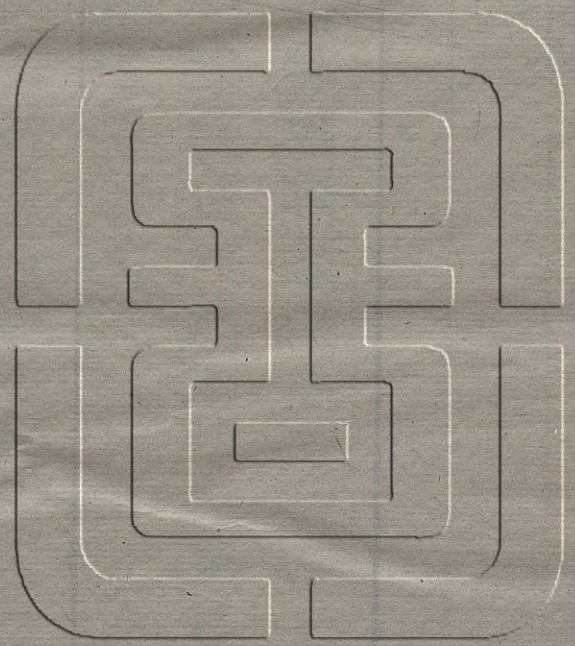
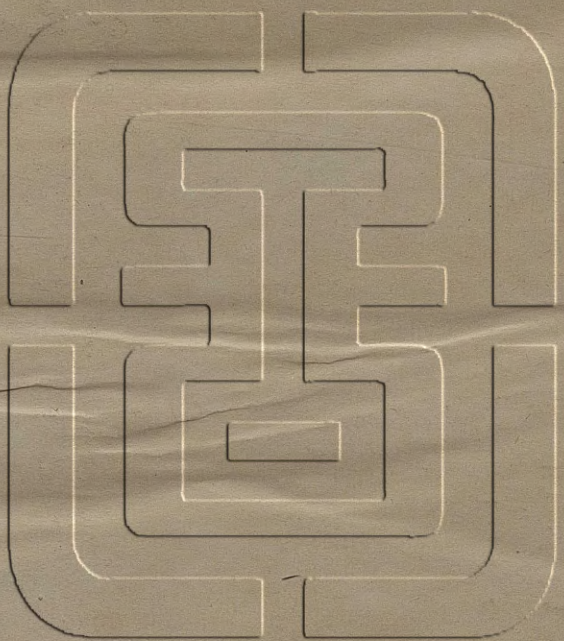
一問平時海面動有何似　二問海邊潮之上下何似　三問海面無風似不動有法表明其動否　四問海底有水自流動否　五問有何法表明海面起浪形景　六空氣流動與海水流動有相關否　七問浪與岸有關礙否　八問石子麤沙磨擦何似

試問第二十　論海底

一問海底亦有地其形景與地面異同何似　二問用何法測量海底　三問大西洋置電線時測量有若干深　四問大西洋之最深處在何處　五問海約深淺若何

六問最深處在何處最淺處近何處　七問北海深有若干　八問英國倫敦山保羅堂移置於英法相間之海峽內露出若干　九問海底有無活物　十問地面剝削碎裂與海有何干涉　十一問陸地江河衝出之泥沙石子入海分作幾層沈下　十二問海底死物質暨珊瑚蟲有何作用　十三問珊瑚島何以成其形狀何似　十四問大西洋底之泥何似

試問第二十一　論地球內層

一問最高之山極深之礦以之比例地球對徑數相去幾何　二問火山爲何物能表明否　三問火山噴出各料爲何物　四問地球內層何似　五問火山將欲發火形景　六問意大利國南邊有火山其初何似　七問地球四處有火山何處最多　八問溫泉爲何物　九問掘地深入得知其熱度何似　十問地何以震何處最多　十一問地面忽升高忽沈下能表明其理否　十二問地內熱氣何以足抵地面雨水剝削　十三問地面山谷何以成

杭至岳蒙四