

農學叢書

土壤學

日本農學士池田政吉著

日本山本憲譯

第一章 總論

土壤者謂地殼所由成蓋岩石細末與有機物若干混淆爲一者凡人生日用衣食居處所需之物皆仰給焉故審辨各事之關繫土壤者爲世間凡百作業之本植物資大氣與土壤以爲養然大氣成分到處畧同故農家不必措意土壤則不然其成分性質及由來到處不同母岩及其成生之形勢亦大有同異此農家精究土壤所以不可緩也動物雖或食肉以生或食植物以生或雜食肉與植物以生族類不同資生於土壤則一而人亦然

第二章 岩石崩碎

甲地心之勢力 土壤所含無機物質生於岩石崩解而岩石所以崩解其原不一大約由於地心與地面之勢力矣地面不問爲水爲陸亦不問爲岩石爲土壤皆太古以降爲勢力所排洩處若火山噴吐若地中震動若大氣及水之消磨力一有所偏倚則地之全面必再爲水所覆所幸地中地面二勢力之作用無輕重之差故大氣與水及有機物動作火山形勢成就地殼又破碎岩石使地殼頻易形狀焉

一火山
諸現象

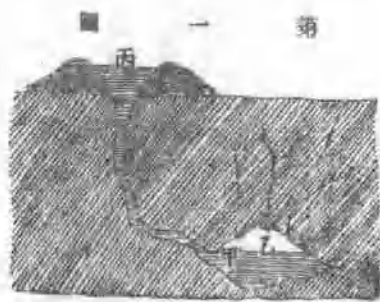
火山謂在地中發火噴出墳起之處爲岩石變質破碎之因由蓋地中有極大熱力能融解一切物含水素窒素酸素炭素甚多混水蒸氣以存云隨壓迫而減少此等氣體隨漲隨爆發遂現火山之象焉既噴出地外而所噴硫化水素亞硫酸與大氣酸素相觸酸化以生硫酸分解岩石中硅酸化合物與其鹽基和合遂主產許多新化合物而硫酸作用所及之噴火岩往往失其黑色與密質黏膠性及硬性遂生脆弱易破碎黏土性化合物又岩石蒙噴火氣之作用生石膏明礬硫酸鐵及硫酸卡路下暮是火山能使岩石變性解碎以成土壤火山噴火古人謂熱動重學爲其因由其說甚是此外尙有二說一謂地中所含石炭層與硫化鐵礦相和而分解發熱或及其水滲透卡里囊以致火山爆發一謂地球收縮地內隨生空處所覆蓋之地層因而陷落其所觸擊摩擦致發熱噴火此兩說均不足取也

二溫泉

溫泉隨處有之以有火山之地爲最多與活火山遠隔處亦有焉凡溫泉較寒

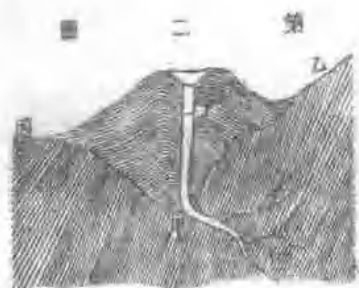
泉融解物質之力加大故溫泉含諸礦物湧出其湧爲碳酸鹽鹽化石炭苦土曹達硅酸硫酸鹽等而其最常見者爲碳酸石灰硅酸及水酸化物往往堆積火山之口越前地獄谷有化爲碳酸石灰石筍石鍾乳者有爲石灰華者箱根硅酸堆積有稱蛇骨玉滴石者凡溫泉之起點或與噴火同源亦有其源尙深於火山也者然破

碎岩石之力與火山爆發實無異也。又有間歇泉者，爲溫泉中之一種。時出時止。其所湧孔竅狀如漏斗，通小道如管，以至地底。其方湧出時，四傍蒸潦充塞。所昇之氣，水降下變爲小球，散亂奔迸焉。最著名之間歇泉，爲水洲海苔拉泉。美國達揚突泉，好愛突冒亭泉，比衣白泉等，及日本伊豆熱海溫泉是也。



間歇泉噴出形勢，各有異同。學者立說亦不一。然大約有三：一爲馬建第氏說，謂間歇泉因地中有空洞，通小道如管者，以至地上。若雨水滲透岩石，停蓄空洞中，適觸地熱，其量常逾所氣化之量，則充滿至圖中甲處，壅塞管口。口內所蘊之蒸氣，無所發洩，乃從甲至丙管道噴出，以至成水柱形。上昇水氣既迸散於大氣中，及所噴出之水熱減，乃復歸管口，更待蒸氣蘊積地底，而再噴出。此說未足使學者悅服。二爲本節氏說，其說可取者較多。謂溫泉以炭酸亞留加里爲性，始能融解岩石。硅酸鹽湧出而堆積於地上，且爲管道噴迸，故非炭酸亞留加里性，則不能爲間歇泉。然此說亦與實景不合。譬如熱海間歇泉，固未嘗見

二 地 圖
硅酸堆積也。依本節氏說。謂地中雖無空洞。間歇泉當發。第二圖截斷面。蓋想泉面之甲乙丙等處。爲地底本來形狀。若使泉成於炭酸鹽留加里性。乃爲間歇泉。不然



則爲尋常鑛泉水之爲性。在大氣中。雖引攝氏百度熱力。輒沸騰。密覆以炭酸。中則否。因壓力強大故也。然噴後水面甚低。雖在丁處加熱。當昇騰。而遇大氣寒冷。則循管道側壁而降下。天水雖通管道。隨流往復。無窮如此。愈深而愈溫。其至上面遠。而上層壓力加重。雖不能沸騰。至將噴出之前。熱氣大加而蒸發。故上層壓力減殺。竟至噴送也。三爲德意志植物學士苦恩祭氏說。驗之熱海間。

磨岩石地中。因生虛竅。如第三圖。爲其原因也。或噴水昇騰之力。生凸處如乙。或生凹處。停水如甲。然熱海之爲地。火山餘勢未盡滅。故停蓄熱水於凹處。蒸氣乃占水面上之凹處。蒸氣既用強大壓力。推漲凹處之水。且亦自噴出。致水從地底再昇騰。反復如此。此蒸氣熱湯交互噴出之理也。

三、地殼外破碎地層。及凡地面形勢致地層間之景狀變易。可面之收縮。直令岩石崩碎。且變易其性。此諸現象中。以地面平準之變易。湧山現象。地震力。爲最著者。皆因地面熱氣漸次冷却。地皮緊縮故也。



地面平準變異。考地雖堅硬。似無彈力性。其外表則到處常生凸凹。平準屢變。而無息焉。然其變異殊緩。非多歷年所。不能目擊。故擬以海水爲平準極處。以立判定之本。是爲永久不易之法。海濱之地。昔在水底。今則露出。大氣中者有之。往昔浦港繫舟處。水底隆起。今則不可復繫舟者有之。而土地由低凹而隆起之榜樣。在歐洲北方。斯坎的奈斐亞半島見之。其海岸近古以來。未嘗靜止焉。至瑞威國。則斷岸上存潮痕。又在距海四五百尺高之地。有近古海產物所化之石。時發見焉。是等榜樣。在蘇格蘭及智利亦見之。蘇格蘭存近古化石。又距海面三十尺高之處。有所謂地臺者。在智利土地隆起之迹。尤顯然可徵。其硝鹼曹達堆積如陵。爲其國富源之一焉。若上地由高而陷。沈沒海底。則不得取平準。比較之。殊難測見。然其榜樣亦不少。南美阿瑪森河口水底。有森林之蹟。蘇蘭南方海底。有堂屋墟址。

自餘若英法海岸、北美東岸、德意志北岸等，漸次低陷之迹，分明可辨焉。古史所著稱者，爲伊國奈浦魯司灣，籬拉披司古堂之石柱，柱上柱下，滑澤皎然，不失石色，中央約九尺處，有水勢磨泐之痕，蝕石之貝，遺殼存焉。蓋古堂創建以降，奈浦魯司海岸低陷者，殆十數尺，而石柱爲蝕石貝所擁聚，其後再隆起，致如今日矣。在昔土地起伏不常，現今陸地大半曾在水底，當時水成岩初成，漸次隆起，露出水面，而陸地亦低陷入水，有僅留高山，布羣島於洋上，以存遺跡者，亦有甲乙島嶼，相去雖遠，觀同種生物棲息，地質景狀，與夫測量洋底，可徵其同爲一陸地，而山巔現已沈沒水底者。

地皮起伏之所由來，其說雖不一，約爲三說：一、地熱說是也。其說謂地層冷熱不均，以致起伏。蓋砂岩厚層半里者，遇華氏二百度熱氣，加厚十尺；砂岩層二十五里，遇八百度熱氣，加漲千尺，至千五百尺云。二、等溫說是也。蓋謂地下一帶，有同溫線，連屬不絕，永久不易。然等溫線有連絡如環，凹凸不齊者，以隨山川起伏故也。冰雪、雨水及大氣之力，剝削高地，泥沙堆積水中，層疊至千尺，則加華氏二百度溫熱，故在水底岩層一帶，同溫線當隨上昇。在陸地則不然，地面既剝削消耗，溫度亦隨之下降，以致同溫線低沈，且岩石亦加熱氣，則可柔軟變質，故水底岩層爲堆積諸物及



積水重量所壓漸致低陷而陸地漸輕以隆起云三地皮緊縮說是也謂地心之熱隨冷地皮隨即緊縮以致或起或陷此說爲當今學者之所同與湧山因由蓋出一

途焉



湧山現象吾人考其原由者其說至近世一變昔人謂山嶺成於火山之力及土地隆起時地中之壓力及近世依害壯節司的那諸氏之說謂地熱冷却之餘地皮緊縮以致湧出山嶺此說殊確故欲觀察岩層形勢可就其所屈折諸處觀之而湧山之力所及亦使地之面積浸減縮焉岩層初破碎即能屈曲以成山嶺形者蓋有二因一動力不通山岩全體而行因壓力碎

岩石爲細小砂礫。是等細砂。又成新層。遂見山層屈曲。二雖至堅牢之物。加以強大壓力。鮮不破碎屈折者。故當往昔湧山時代。岩石柔軟。不似現今之狀。故其成形甚易。

又岩石在地下最深處者。視在淺處者。較柔軟。然地皮收縮。其勢疾速。岩石未及分解。更成新層。故破層崩壞。甚至使天然碎石之力。逞其勢焉。陸地之成。亦然。蓋地皮瑟縮。與山陵湧現。實爲一理。湧山既與地皮瑟縮相關。此地面之凸凹。所以不免而卑地蓄水爲洋海。高地則爲大陸。而其海岸皆與大山脈平列。此大山脈者。成於尋常瑟縮。無少變恆久續起。

至於求地震之理。古說不一。要皆不足信。學者僅就一國地震之形勢立說。遂欲蔽字內地震。可謂謬甚矣。據近世瑪雷突氏。希巴克氏。富克氏。害杜氏。日本地震學協會。長米倫氏等。所說地震。約別爲三類。曰陷落地震。火山地震。地_之地震是也。_之和字地

_之謂斷層。崩墜也。陷落地震者。謂石膏石灰等。爲黃泉所溶解。地底生虛隙。所蓋覆之地盤

陷落。因致地震。然震動所及區域不廣。故人感震動亦甚狹。火山地震者。謂當火山噴火同發者。是地中鬱積之瓦斯氣漲。大地皮不能障蔽。以致爆發也。阿蘇_{在肥後}

間_{在信濃}富士_{在駿河}霧島_{在日}諸山爆發。皆此之故。又其震動形勢。從一處起點傳至

遠近如波瀾起伏其猛威尤可畏殆殄滅人畜者爲地亡地震一名斷層地震是湧

山力之餘勢在地皮最脆弱處發見如美濃尾張地震是也

二州於明治二十四年地大震

四山石

變性 岩石變性謂其成分及細塊之變化實爲岩石及其礦物成分經理學及化

學之變化者也而變性岩及結晶岩多成於此等作用之餘若石板岩片麻剝岩花崗岩大理石是也此等變性壓力熱氣濕氣及化合力實爲之本壓力與熱氣並行而岩石變性乃成爲往昔湧山時期所習見者也然變性完否從湧山之力強弱而各有差據斯勃林氏所實驗曰硫黃及銅之細末藉強大壓力可與結晶硫化銅化合蓋熱氣之本在地心及將發散通透成層岩使其變性其熱度當攝氏二百五十度至六百五十度之間而足云岩石不含濕氣者熱不透徹其乾燥者最難引熱故岩石變性最須濕氣也石英柘榴石及其餘變性岩往往有含濕氣者熱及水之力致岩石變性蓋出於化合力之元理也雨水雖帶大氣中所有酸素及炭酸瓦斯降下而酸素滲透岩石時酸化消盡而炭酸瓦斯分解硅酸以生炭酸鹽類雨水至地底乃漸消散岩石崩碎於是乎已焉雖然水之溶解諸物其力殊大故方其滲透岩石能溶解諸礦物以含有之而此等諸礦物至地底大發變性作用又此等變性專從可溶性亞留加里硅酸加里夏與雲母長石硅酸礬土苦土化合而來以致結晶

也。岩石化學之崩碎及變形之遲速難易，大關於熱之有無。何則？水若化爲蒸氣，其融解破碎力之所及，硅酸類諸礦物皆化爲瀉，及熱氣漸滅，石英、長石、雲母岩並結晶者，及其餘礦物乃成其形。由是觀之，水及熱一變，岩石化學之質及理學之性者也。

乙 地外面之勢力 岩石崩碎其狀有二：一爲岩質粉碎，由水及大氣化學之作用，溫度昇降及有機物作用所致也；一爲水蝕，或分塊岩洗刷，由雨水海水水塊動靜所致也。故土壤之所以成，不外溫度昇降、水、水大氣及有機物作用數事。

一 溫度 地面岩塊本生於地熱冷縮之餘，故其極竟至地皮凸凹，以成洋海山嶺原野。如今日而結晶岩成分不必一色，蓋由地面寒熱時有不同，故岩石之漲縮亦異。此岩石破碎之所由來也。地面溫度之昇降，有四時之寒熱，亦有日夜之冷暖。四時寒熱之力，達地底六十尺至百尺；日夜冷暖之力，不過達三尺至十尺。然在沙漠之地，日夜冷暖之差，至攝氏六十度，則亦能破碎岩塊矣。最甚者，莫如水氣之感寒熱。凡諸物遇熱則漲，遇冷則縮，水獨遇冷而冰結，其容積反增大，故水之浸透岩石罅隙者，忽遇溫度低減至冰點而凝凍，則可破碎岩塊。

二 水之器 水能爲二種動作：一能滲透岩石，以殺其成分細粒膠黏之力，使之崩碎；

蓋凡膠黏力遇水卽散。衆物皆然。此爲水之最大作用。故至岩石失其膠黏力後。礦物溶解與化合。勢殊疾速。一能流動以變岩石之形。水之爲物。上下乾坤間。環轉無窮者也。大氣中所含蒸氣。化爲雨雪。降於地上。此雨水三分之一。滲透岩石。三分之二復歸於洋海。及大氣中。上下循環。恒久不窮。此豁壑原野之所以現出地上也。德意志沙克曹尼國。愛勒拜野。凡閱二百五十載。水勢穿貫岩石。成大陷坑。深五十尺。廣四十尺。而砂礫隨水流去者。不過水量六千分之一。此爲最少。至北美米西西比川。每歲水流所挾砂礫。有三百七十七億零二百七十五萬八千四百立方尺。試堆積於一方里之地。英里高可達二百六十八尺。印度岡幾司川。每歲所流去物質。量有六千三億六千八百萬立方尺。英國戴杜司川。每歲所流去物質。量有一千八百零二噸。是等物質。漸流至海口。則水流徐緩。不似上流。因漸沈澈水底。逐年堆積。成三角洲形。此三角洲所成海口。大率隆起。故克雷的奈勒氏謂赫德森。的勞愛亞。阿瑪森。愛勒拜等大川。未成三角形者。以其海口漸低陷故也。水洲流動。亦能破碎岩石。在太古水洲時期。象殊顯著。惟水洲破碎岩石之後。所生土壤。不含生物耳。大瀛爲水力消磨作用之本。而亦爲陸地成就之本。美國北卡魯拉衣那州海岸。川流所齎物質。與海潮衝突。沈至水底。漸久成淺灘及島嶼云。

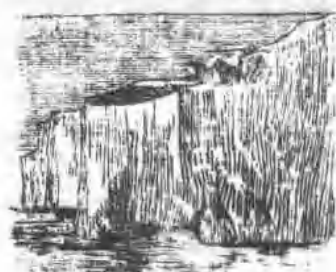
三水之化

學作用 地上所降之水無論雨雪霰雹用化學驗之無一清淨純潔者蓋必含大氣中瓦斯成分若干而此成分中主要者爲炭酸瓦斯酸素亞母尼亞等是等物質雨水中所含雖至少而其力甚大化學家目藥力水力一時不能溶解者爲不溶解物地學家則爲無論何物皆能溶解蓋惟不爲定長短時期以比重水力藥力動作總須積以歲月宇內自無不溶解之物也故以地學觀之礦物雖如此之多悉可溶解如硅酸礬土用清純之水亦可溶解其二十萬分之一焉其在化學凡水所易溶解之物皆其物成分本單簡若石膏岩鹽石灰岩等是也石膏溶解於水四百分之一爲成就地皮形狀切要之物乃衆植物主要成分故其溶解之性利於農業最大此固植物天然養料之本亦人造肥料中之貴品也岩鹽溶解性亦地學所重要鹽水泉皆本於此性石灰岩雖溶解於水纔千分之一然遇炭酸性之水溶解卽多因石灰岩蓄於地者多故其溶解之性亦大而使太古人之遺蹟埋沒湮滅者皆因水之溶解消磨炭酸加里夏牡美國肯塔開州耶奈勒州外勒的俚亞州等所見之窟是也無水礦物遇水注瀉卽變爲有水礦物其成分變化專繫於金屬鹽與硅酸之作用徵之正長石長石角閃石雲母礞鐵礦可見礦物經水化之作用其尤多者赤鐵礦化爲褐鐵礦是也其化學方程式如下

二鐵二酸素三十三水素二酸素二鐵四水素六酸素九

歐洲阿勒伯山中水所蝕石
灰岩卡雷思夫愛蘭之圖

支那黃河
水蝕之圖



石膏之成亦從此例礦物
遇水所含酸素亦輒化酸
其尤多者爲鐵鹽炭酸鐵
則炭酸分離勃羅突酸鐵
則化簡司克酸鐵磁鐵礦
亦准此例化爲赤鐵礦其
方程式如下

鐵礦石 + 水 = 鐵礦石 + 水

此等變性所行甚廣皆出
於鐵礦堆積北美聯邦伯
拉幾勒國赤鐵礦層所由
起也金屬硫化物化爲同
金屬硫酸鹽者亦多黃鐵
礦亦然不但化爲硫酸鐵

亦化爲褐鐵礦。而其所分離硫酸。與他鹽基化合。亦如石灰岩。與炭酸和合。以成石
灰。鉛銅之硫化物。亦經酸化作用。同變其性。如此之水。不唯變岩塊之理學性。且水
之成質。及其所含瓦斯。與岩石成素化合。以變其性。與實焉。水若含炭酸瓦斯。其溶
解之力。卽大而炭酸瓦斯。常在泉水及流水中。凡此酸性之水。於石灰及苦土中。炭
酸。展力最敏。於鐵及他勃羅突。酸化物亦然。蓋蒸溜水。所不能溶解。化合之物。於流
水之中。屢見多量。硅酸礦物。遇清水。溶解之量雖少。遇炭酸水。輒盡溶解。其不溶解
性之硅酸。亦化爲溶解性之炭酸石灰。鐵及苦土。亦准此例。以離於岩石焉。岩石間
尋常炭酸成分。例如石灰岩。爲一炭素酸。故經炭酸水作用。化爲溶解性。二炭素酸
地面。若塊所成物。質。角閃石。長石。類爲最多。而此等礦物。爲礬石及苦土之硅酸鹽
類。與亞留加里。加里夏。牡鐵。忙岡。所混合者。故此等岩石。爲炭酸水所滲透。輒見崩
解。硅酸礬土及苦土。得水化。爲有水硅酸。其適例。則黏土。磁土。格魯兒。酸鹽。蛇紋岩。
滑石等。是也。炭酸水。溶解性者。農業之所主要。不但使硅酸化爲溶解性。亦使磷酸
類。爲各色鹽基者。爲溶解。以生植物養料。石灰苦土。及鐵中。磷酸。皆同此例。

四大氣
動作

大氣作用。能使岩石崩碎者。出於大氣中所含炭酸瓦斯。及酸素之力。此炭
酸瓦斯。與水中所含有者。其作用不殊。酸素能使岩石所含勃羅突。酸化物。化爲至

強酸化類鐵與忙岡岩石間所在多有其所含勃羅突酸化物經酸化作用皆化爲至強酸化物而雲母岩角閃岩格魯酸鹽蛇紋岩長石岩滑石岩有鐵及忙岡所含勃羅突酸化物爲最鉅堪受大氣酸化作用又岩石所含硫化鐵亦經此等作用而分解以生篩司克酸鐵而硫黃與酸素及水結合以生硫酸鐵中硫酸勃羅突酸化物雖爲青色結晶物及經酸化作用其容積增大變爲黃色硫酸篩司克酸化物此等酸化物遇水易於溶解故泉水流水並含之水之含此適使其化合及分解作用敏速由是炭酸石灰化爲石膏白雲石化爲硫酸苦土及石膏鹽化曹達化爲硫酸曹達而其所化各物中最可貴者爲不溶解性磷酸三石灰與溶解性磷酸一石灰及石膏溶解性磷酸一石灰即貿易中所謂過磷酸石灰者農家貴重肥料也凡此等天然化學作用與人力用骨與磷礦以硫酸造過磷酸石灰所作肥料蓋不殊也

五生物動作

生物動作之於岩石崩解亦如水之恆久不絕其動作雖各不同然不外理

學與化學二種亦有參於理學化學之間者動物動作於岩石崩解不外化合力所

生化學之作用雖然動物之於地質破碎之力少構成之力多如珊瑚礁白堊等一

因制平方內含有下等生物遺骸四千一百億餘石灰岩亦大半成於石灰質之下

等生物遺骸此皆其構成地質之證也動植物腐爛之餘生炭水素物遇水溶解及

滲透岩石，強性酸化物，失其酸素，而生炭酸一酸素酸，經大氣作用，化為有水酸化，物如鐵是也。銅鉛及他鹽基之成，亦類此。各種軟體動物之與化石混，而成黃鐵礦，亦如此例。動物動作，展力於硫酸鹽之餘，所以生也。植物之崩碎作用，在化學謂有機酸，生於其根，此等酸類，觸岩石，輒溶解，以給植物養料，故有機酸之於植物，猶胃液之於動物也。植物根之理學作用，猶水之凝冰，其根穿岩石虛隙，逐漸長大，岩石即隨之破碎。特突利克氏，就植物根破碎岩石之力，驗得其景況如下：

植物種類	砂岩		石灰岩		礫石	
	所	溶	所	溶	所	溶
豌豆	〇、四八〇	七拊拉姆	〇、七一二	三二拊拉姆	〇、〇三二	五拊拉姆
蕎麥	〇、二二二	二拊拉姆	〇、二二二	二拊拉姆	〇、二二二	二拊拉姆
莢豆	〇、二二二	二拊拉姆	〇、二二二	二拊拉姆	〇、二二二	二拊拉姆
小麥	〇、〇二七	二拊拉姆	〇、〇二七	二拊拉姆	〇、〇二七	二拊拉姆
裸麥	〇、〇一三	七拊拉姆	〇、〇一三	七拊拉姆	〇、〇一三	七拊拉姆

舊賁豆及豌豆，並藉風化作用，使岩石溶解量額殊多，其比較如左：

風化作用	地塔夏		地塔夏		地塔夏	
	所	溶	所	溶	所	溶
風化作用	〇、〇三八八	〇、四五一六	〇、〇八九二	〇、〇三五六	〇、〇三八八	〇、四五一六