380
120

380-120

農學圖書館藏

# 土壤學

全

農學博士
川瀨惣次郎著

東京
明文堂

大正
10. 2. 8
內交

# 自　序

本書は上田蠶絲專門學校に於ける著者の講義草稿を編纂したるものにして專門學校程度の教科書たらしむるを目的とす故に專ら學生に基礎知識を與ふることを主眼とし無用の文獻,數字等は省畧せり學生が歐文書を讀む便宜の爲め且つ譯語,原語の對照を明かにせんが爲め特に原語を挿入するとに力めたり見散の語洋程ゝるらせ考思と雜繁中書せるは上述の如く學生學習の便を圖るの微衷に外ならざるなり

本書は東京帝國大學農學部に於ける教授麻生慶次郎博士の土壤學講義を骨子とし之に著者が過去十年間に渉獵せし諸書の抄錄を加へて編纂したるものにして時日だにあらば同博士の校閲を得たき希望なりしも偶〻著者渡歐の爲め

御務公の士博同と るせ迫切日期の版出
多用を慮りその運びに到らざりしは著
者の大に遺憾とする所なり又た本書中
岩石學及び地質學大要は東京帝國大學
教授脇水鐵五郎博士の地質學講義を短
縮したるものなり外に大工原銀太郎博
士の近著土壤學講義を參照せし部分尠
からず茲に記して諸先生に謹謝す

本書を編纂するに當り同窓農學士古
谷榮藏氏の助力を受けたると尠からず
實に本書は同氏との合著と稱するも不
可無き程同氏を煩はしたり又た本書中
植物に關する記載に就ては同僚農學士
理學士遠藤保太郎氏に諮りたる所多し
記して茲に謝意を表す

大正十年一月

上田蠶絲專門學校に於て

著者識す

# 土壤學

## 目次


第一章 緒言 …… 1—5
1 土壤と人生 …… 1
2 土壤と農業 …… 2
3 土壤の定義 …… 3
4 土壤學 …… 3
第二章 岩石學の大要 …… 6—45
第一節 岩石の分類 …… 6
第二節 熔出岩 …… 7
第一項 熔出岩を組成する鑛物 …… 11
第二項 花崗岩系熔出岩 …… 15
第三項 閃綠岩系熔出岩 …… 17
第四項 斑糲岩系熔出岩 …… 20
第五項 橄欖岩及蛇紋岩 …… 22
第三節 沈積岩 …… 23
第一項 物理的沈積岩 …… 24
第二項 有機的沈積岩 …… 30
第三項 凝灰岩及集塊岩 …… 35
第四節 變成岩 …… 38
第一項 片麻岩 …… 40

第二項　接觸變成岩 …… 44

第三章　地質學の大要 …… 46—91

第一節　地球發達史 …… 46

第一項　太古代 …… 48

1　老連志亞紀 …… 49

2　比字呂尼亞紀 …… 49

第二項　古生代 …… 49

1　寒武利亞紀 …… 51

2　志留紀 …… 52

3　泥盆紀 …… 52

4　石炭紀 …… 53

5　二疊紀 …… 55

第三項　中生代 …… 56

1　三疊紀 …… 57

2　侏羅紀 …… 58

3　白亞紀 …… 60

第四項　近生代 …… 61

1　第三紀 …… 62

2　第四紀 …… 64

第二節　日本地質論 …… 65

第一項　太古界 …… 69

1　片麻岩系 …… 69

2　結晶片岩系 …… 71

第二項　古生界 …… 73

欠

# 欠



第四節　土壌溶液中の膠狀質..... 253
第五節　土壌鹽類の擴散..... 258
第六節　土壌鑛物の滲透水に溶解すると.... 260
第七節　土壌溶液の濃度と植物生長..... 261
第八節　土壌溶液中の有機物..... 263
第九節　連作の害..... 269

**第十三章　養分の吸收**..... 273—285

1　窒素の吸收..... 274
2　燐酸の吸收..... 278
土壌の吸收作用に關する法則..... 282
土壌の吸收力の效果..... 284

**第十四章　土壌の位置**..... 286—292

1　土壌の表面的位置..... 286
2　土壌の垂直的位置..... 286
3　深耕法..... 288
4　磐層..... 290

**第十五章　土壌の物理的又は機械的成分**..... 293—304

1　土壌中の水分..... 294
2　石礫..... 297
3　砂分..... 297

4 粘土..... 298
5 石灰石..... 301
6 腐植質..... 302
7 土壌各成分の乾燥の際の收縮度..... 302
8 土壌の粒子と化學的成分..... 303

**第十六章 土壌の物理的分析..** 305—315

1 シエーネ・オルト法..... 307
2 ジコルスキ法..... 313
3 土壌の物理的分析結果記載法..... 315

**第十七章 土壌の內部的組織..** 317—325

1 單粒組織..... 317
2 粒子團組織..... 320
3 耕耘の目的..... 324

**第十八章 土壌の物理的性質..** 326—355

**第一節 眞比重及び假比重**..... 326
1 土壌の眞比重..... 326
2 容積重..... 328
3 假比重..... 330
**第二節 孔隙性**..... 331
**第三節 容水性**..... 333
**第四節 毛細管力**..... 343



**第五節 容氣性**..... 347
**第六節 凝集力,附着力及び摩擦**..... 350

**第十九章 土壌と水との關係..** 356—366

1 水蒸氣凝縮性..... 356
2 蒸發性..... 356
3 滲透作用..... 361
4 土壌水の運動..... 362
5 保水性..... 364

**第二十章 土壌と溫熱との關係** 367—378

1 土壌の比熱..... 367
2 表土の溫度..... 368
3 熱の放散..... 371
4 土壌組成分の傳導性..... 371
5 心土の溫度..... 375
6 地溫に對する水の影響..... 376

**第二十一章 土壌の分類.....** 379—399

**第一節 氣候帶による分類**..... 379
**第一項 溫潤地土壌**..... 382
1 紅土..... 382
2 赤色土..... 383
3 褐色土..... 384
4 灰色土..... 384

第二項　乾燥地土壌……385
1 鹽土又はアルカリ土……385
2 沙漠土……386
3 草原土……386
4 黒色土……387
5 レグール……388
6 アドーベ……388
第二節　土性による土壌の分類……391
1 礫土……391
2 砂土……392
3 壌土……393
4 埴土……394
5 壚土……395
6 石灰質土……397
7 腐植質土……399
第二十二章　土地改良論……400—409
1 客土法……400
2 燒土法……400
3 深耕……403
4 灌漑及び排水……403
5 耕地整理……405
6 施肥……406
7 有害物の除去……406

〔目　次　終〕

# 土壌學

## 第一章
## 緒言
## Introduction

1. **土壌と人生**　Soils in Relation to Human Life　凡て人類の活動は地上に於て行はる國家の興亡,民族の移動,社會萬端の事變何れも土地を基礎として消長す吾人自身も土地の變形にして人は土地より生れ死せば土地に歸するものなり人と土地と密接の關係ある固より說くを要せざるなり

玆に於て土地に就て研究する必要生ず土地に就て研究する學科には地文學,地理學,地質學等あり此等の諸學科は自然科學上より土地に就て論述するものなり

農業上より立脚して土地の實質卽土壌に就て論ずるものが土壌學なり土壌の肥瘠如何は一國の貧富,民

族の文野と重要の關係あり支那の富源は中原の黄土にあり露の農業國たる所以は南方黒土の豊沃なるに基く印度の文明は其源をガンヂス河口の沖積土に發し埃及の文明はナイル河の三角洲沃土に由來すなり

土壌と人生と關係

し如の く斯に實ある係關と生人と壌土

我日本島は幸に氣候温暖にして地味肥え五穀よく克實り土質の良好なると世界に冠たり土壌分類學上最良の土質なる褐色土Brown Soilに屬す地域餘り廣からざるも憂ふるに足らざるなり土地徒らに廣きも西伯利亞のツンドラ中央亞細亞のステップ(燥原)亞弗利加のサハラの如き不毛地にては爲すなきなり我邦を豊葦原瑞穗國と呼ぶ洵に適當の名稱と云ふべし

2. **土壌と農業** Soils in Relataion to Agriculture 農業は動植物を利用して生産を行ふ營業を云ふ故に耕種畜産は勿論林業,水産に至る迄苟も生物を利用する生産業は皆之に屬するなり

何れの生産業も土地を基礎として行はる土地,資本,勞力の三者が生産の三大要素なるなり世に生産業の種類多しと雖農業ほど土地を要すると多く且土地を利用すると大なるはなし凡ての農産物は土地の變形にして吾人衣食住の資何れも土地の變形なるなり

斯の如く土地は農業上必要缺くべからざる一大要



素なり茲に於て農業上より觀て土地を研究する必要起る而して農業經濟學者は土地を經濟學的に研究し農業工學者は之を土木學的に研究し土壌學者は之を理化學上より研究す耕地の廣狹,土地の利用等を論ずるは農業經濟學にして土地の改良,耕地整理等を講ずるは農業工學なり而して土地の物理學的並に化學的の性質を攻究するは實に土壌學の任務なりとす

3. **土壌の定義** Definition of Soil 土地を表面的に呼ぶときは土地Landと稱し表面のみならず實質迄も眼中に置きて呼ぶときは土壌 Soil (英), Boden (獨)と稱す

土壌の定義に就ては諸家の言一致せずと雖次の如く下して大過なかるべし

**土壌**とは岩石の風化によりて生ぜる疎鬆柔軟の物質にして植物を支持し且之に養分を供給するものなり

多くの學者の定義に於て見るが如く土壌は必ずしも動植物の腐朽物あるを要せざるなり何となれば土壌の中には紅土Lateriteの如く殆ど腐植質を有せざるものあり又如何なる土壌も其心土には有機物を含有せざるを常とすればなり

4. **土壌學** Treatise on Soils (英), Bodenkunde (獨)

土壤學とは土壤に關する一切の事項を研究する農學の一分科なり

土壤學の研究を開始したるものは地質學者なるが其の後農藝化學者によりて攻究せらるゝに至り農藝化學の一部となれり

今土壤學の重なる研究題目を示せば次の如し

(1) 土壤の成因 The Formation of Soils

(2) 土壤の物理的並に化學的性質 The Physical & Chemical Properties of Soils

(3) 土壤の物理的並に化學的成分 The Physical & Chemical Composition of Soils

(4) 土壤中の物理的,化學的並に生物學的變化 The Physical, Chemical & Biological Changes in Soils

(5) 土壤の氣候及植物生育に關する關係 Relations of Soils to Climate & Plant Growth

(6) 土地改良 Amelioration of Lands

(1)は土壤の過去に就て論じ(2)より(5)迄は土壤の本質即ち現在を明かにし(6)は土壤の將來に對する方法を攻究するものなりかく過去,現在,未來に亘りて論ずるを以て殆ど土壤に關する一切の事項を研究するとなるなり(6)の土地改良は農業工學の範圍に屬すれども幾分土壤學に於ても論ず耕耘及施肥の如きも土



地改良の一方法と稱して差支なきなり

土壤學は前述せるが如く農學の一分科にして一つの應用科學なり今之に關係を有する純正及應用の諸學科を列擧すれば次の如し

物理學　化學　地質學　鑛物學　岩石學
動物學　植物學　微生物學　氣象學
氣候學　肥料學　作物論

# 第二章

# 岩石學の大要

## Petrography

土壤に就て研究せんとするには先づその本源なる岩石に就て攻究するを要す岩石を研究する學科を**岩石學** Petorography と稱す

## 第一節

## 岩石の分類

### Classification of Rocks

岩石を分ちて次の三大別とす

a. **熔出岩** Eruptive Rocks

b. **沈積岩** Sedimentary Rocks

c. **變成岩** Metamorphic Rocks

(a) は地球內部に熔融しありし岩汁 Igneous matter が地殼に熔出して生じたるものなるが故に別に**火成岩** Igneous Rocks の名あり此の岩石は層をなさず塊狀をなすを以て**塊狀岩** Massive Rocks とも稱し又次の第二次岩 Secondary Rocks に對して**第一次岩** Primary Rocks とも稱せらる



(b) は一度地殼を構成せし岩石に由來すれば**第二次岩**とも稱す多くは水底に沈積して生ずるが故に又**水成岩** Aqueous Rocks とも云ふされど水底のみならず陸上に生ずる**風成岩** Aeolian Rocks をも含むを以て沈積岩を水成岩と同意義とするは適當ならず尙ほ外に岩鹽,加里鹽の如き鹹水の乾固によりて生ずる**析出岩** Solutionary Rocks も沈積岩に屬す此等は大抵層狀をなすを以て**成層岩** Stratified Rocks と呼ばるゝとあれども變成岩も層をなす故成層岩の方意義汎し

(c は (a)(b) 何れにも屬せざるものにして (a) 及 (b) より變成せらるものなり此の意味より云へば第二次岩と云ふも可なりされど (b) の第二次とは意義自ら相異あり何となれば此は變移によりて生じ彼は沈積によりて生じたるものなればなりこれに屬する岩石は構造皆一致し所謂**片狀組織** Schistose Structure をなす故**片狀岩**とも稱せらる又これを構成する鑛物皆結晶性なるが故に**結晶片岩** Crystalline Schists の名あり

## 第二節

## 熔出岩

### Eruptive Rocks

熔出岩は地球內部の岩汁が噴出して塊狀となりし

ものにして出現狀態より之れを分類すれば次の如し

(1) **深成岩** Plutonic Rocks

地球內部にありし岩漿(岩汁) Magna が地殼中に侵入してその中にて固化せしものなり故に又**侵入岩** Intrusive Rocks の名あり地殼內部にて大氣に觸れず高壓の下に徐々に冷却せしものなるが故に岩石を構成する鑛物の結晶狀一樣にしてために岩石は**粒子狀組織** Granular Structure を呈す又**深床岩** Deep-sheated Rocks の名あり

(2) **脈岩** Dyke Rocks

前の深成岩より分れて脈をなして地殼の破目を充したるものなりその組織は自ら本源なる深成岩とは異にして**斑晶質** Porphyritic なり

(3) **噴出岩又は火山岩** Effusive or Volcanic Rocks

岩漿が地表に噴出して固塊となりしものにして大氣壓は之れを受くれども其の壓少く且つ熱を失ふと速かなれば自ら一種の組織を有し多くは**緊密** Compact 又は**硝子狀** Glassy を呈す

この三者中深成岩最も古く地殼の下部に存在しその地質學上の年代を示せば次の如し



| 岩名 | 時代 | 組織 |
|---|---|---|
| 深成岩 | 太古代<br>古生代 | 粒狀<br>子質<br>同上 |
| 脈岩 | 古生代<br>中生代<br>近生代 | 斑晶質<br>同上<br>同上 |
| 噴出岩 | 古 古生代<br>古中生代 | 斑晶質<br>同上 |
| | 新 中生代<br>近生代 | 子質<br>緊密又は硝子質<br>同上 |

同じ鑛物よりなる岩石にても其生成時代の相異により夫々組織を異にす例へば石英,長石,雲母よりなる岩石にて古生代に出づれば花崗岩となり粒狀組織を表はし第三紀前に出づれば石英斑岩となり斑晶質組織を表はし第三紀以後にあらはるれば石英粗面岩となり緊密又は硝子質組織を有するが如し

茲に於て岩石の組織に就て一言する要あり

(a) **粒狀組織** Granular Structure 小なる結晶粒子の集合を云ふ

(b) **斑晶質組織** Porphyritic Structure 斑晶と石基との二部よりなる**斑晶** Phenocryst とは岩石の成分なる鑛物が完全なる結晶形をなして入れるを云ふ岩石が未だ固結せざる內に既に結晶として存在し半流動體なる岩漿中に浮び居りしものなり**石基** Ground Mass は

第一圖
微晶及小結晶により圍まれたる輝石結晶（顯微鏡圖）

第二圖
斑糲石の微晶及小結晶(顯微鏡圖)

斑晶の間を充たす材料にして斑晶より後に結晶せしものなり而して鑛物結晶 Mineral Grystals, 微晶 Microlites, 小結晶 Crystallites, 硝子物質 Glassy Substances の何れかよりなり此の四者の配合如何によりて組織自ら異なるものなり(第一及二圖)若し石基にして鑛物結晶のみよりなるときは之れを等晶石基 Holocrystalline Ground Mass と稱しかゝる石基を有する組織を (c) **等晶石基斑晶質** Holocrystalline Porphyritic と稱す

極て僅かの微晶及び小結晶を有する外に結晶なく大部分硝子物質よりなる石基を**玻璃質石基** Vitrophyric Ground Mass と稱し此の石基を有する組織を(d)**玻璃石基斑晶質** Vitrophyric Porphyritic と云ふ

鑛物結晶及び硝子質よりなる石基を**亞等晶石基**



Hypocrystalline Ground Mass と稱しかゝる石基を有する組織を (e) **亞等晶石基斑晶質** Hypocrystalline Porphyritic と稱す

斑晶を有せず全部硝子物質よりなる岩石を (f) **玻璃質又は硝子質** Vitrophyric or Glassy と稱す

### 第一項　熔出岩を組成する鑛物

火成岩は珪酸,礬土,石灰,苦土,加里,曹達等より成る就中珪酸最も多し

今火成岩を珪酸の含量によりて分類すれば次の如し

1. **酸性岩** Acid Rocks 75％以上
2. **中性岩** Intermediate Rocks 75—50％
3. **鹽基性岩** Basic Rocks 50％以下

非常に珪酸含量少なき岩石を**極度鹽基性岩** Ultrabasic Rocks と稱す

火成岩はその鑛物成分より化學的成分を推定することを得凡て岩石の成分には主成分 Essential Constituents と副成分 Accesory Constituents とあり

今主要なる鑛物成分を示せば次の如し

(1). **石英** Quartz $SiO_2$ 酸性岩にあり鹽基性岩には存することなし

(2). **長石類** Feldspars

A. 單斜長石類 Monoclinic Feldspars

a. 正長石 Orthoclase (Potash Feldspar) $K_2Al_2(Si_3O_8)_2$

b. 玻璃長石 Sanidine $NaKAl_2(Si_3O_8)_2$

B. 三斜長石類又は斜長石 Triclinic Feldspar (Plagioclase)

a. 曹達長石 Albite $Al(=NaAlSi_3O_8)$

b. 曹灰長石 Oligoclase $Al_3+An_1$ $(An=CaAl_2Si_2O_8)$

c. 中性長石 Andesine $Al_1+An_1$

d. ラブラドル長石 Labradorite $Al_1+An_3$

e. 石灰長石 Anorthite (Lime Feldspar) $An(=CaAl_2Si_2O_8)$

(3) 鹽基性岩長石樣鑛物 Feldspathoid Minerals in Basic Rocks

a. 白榴石 Leucite $KAlSi_2O_6$

b. 霞石 Nepheline $NaAlSiO_4$

c. 藍方石 Hauyne $mNaAlSiO_4+nCaSO_4$

d. 灰方石 Nosean $mNaAlSiO_4+nNa_2SO_4$

e. 曹達方石 Sodalite 〃 $+nNaCl$

f. 黃方石 Melilite $m(Ca,Mg)_4Si_2O_{10}+n(Ca,Mg,Fe)Al_2Si_2O_{10}$

此等の鑛物は本邦の岩石中には存することなし爲めに本邦の岩石學は非常に簡單となる



(4). 雲母 Micas

a. 白雲母又は加里雲母 Muscobite (White Mica or Kali Mica) $K_2H_4Al_6Si_6O_{24}$

b. 黑雲母又は苦土雲母 Biotite (Black Mica or Magnesia Mica) $m(K,H)_6Al_6Si_6O_{24}+n(Mg,Fe)_2SiO_4$ (K,H等はKの一部をHにて置換すとの義なり)

(5). 橄欖石 Olivine $(Mg,Fe)_2SiO_4$

(6). 輝石 Augites (Pyroxenes) 及び角閃石 Hornblendes (Amphiboles)

A. 斜方輝石 Rhombic Pyroxenes

a. 頑火石 Enstatite $MgSiO_3$

b. 古銅石 Bronzite $(Mg,Fe)SiO_3$

c. 紫蘇輝石 Hypersthene $(Fe,Mg)SiO_3$

B. 單斜輝石 Monoclinic Pyroxenes

a. 單斜輝石 Monoclinic Augite $(Ma,Fe)(Al,Fe)_2SiO_6$

b 異剝石 Diallage $Ca,MgAl_2Si_2O_9$

C. 角閃石 Hornblendes

a. 角閃石 Common Hornblende $(Ca,Mg)(Al,Fe)_2SiO_6$

b. 陽起石 Actinolite $(Ca,Mg,Fe)SiO_3$

c. 藍閃石 Glaucophane $NaAl(SiO_3)_2+(FeMg)SiO_3$

d. 透角閃石 Tremolite $(Ca,Mg)SiO_3$

e. 石綿 Asbestus (Amianthus) $(Ca,Mg,Fe)SiO_3$

石綿と稱せらるゝものには此の角閃石綿と蛇紋石の一種なる蛇紋石綿とあり後者は實用に供せらる

(7). 鐵鑛 Iron Ores

a. 磁鐵鑛 Magnetite $Fe_3O_4$

b. チタン鐵鑛 Ilmenite $FeTiO_3$

(7) 以下は副成分なり

(8). 燐灰石 Apatite $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl)$

(9). 熔出岩中前記以外の鑛物 Other Minerals of Eruptive Rocks

a. *第二次石英 Secondary Quartz (水晶 Rock-Crystal, 玉髓 Chalcedony) $SiO_2$

b. *三斜石英 Tridymite $SiO_2$

c. *蛋白石 Opal $SiO_2+nH_2O$

d. ジルコン Zircon $ZrSiO_4$

e. *柘榴石 Garnet $\overset{II}{R}_3\overset{III}{R}_2Si_3O_{12}$ ($\overset{II}{R}$=Ca,Fe,Mn or Mg) ($\overset{III}{R}$=Al,Cr, or Fe)

f. 電氣石 Tourmaline $\overset{I}{R}_2SiO_5+\overset{II}{R}_3SiO_5+\overset{III}{R}_2SiO_5$ ($\overset{I}{R}$=Na, K,Li)($\overset{II}{R}$=Mg,Fe,Ca)($\overset{III}{R}$=Al,B,Cr,Fe)

g. 金紅石 Rutile $TiO_2$

h. 楔石 Titanite $CaTiSiO_5$

i. *方解石 Calcite $CaCO_3$



j. *輝鐵鑛 Iron Glance $Fe_2O_3$

k. 第二次雲母 Secondary Mica

l. 第二次角閃石 Secondary Hornblende

m. *滑石 Talk $H_2Mg_3Si_4O_{12}$

n. *蛇紋石 Serpentine $H_4Mg_3Si_2O_9$

o. *綠泥石 Chlorite $nH_4Mg_3Si_2O_9+mH_4Mg_2Al_2SiO_9$

p. *綠簾石 Epidote $H_2Ca_4(Al,Fe)_6Si_6O_{26}$

q. *沸石類 Zeolites

1. 方沸石 Analcine $Na_2Al_2Si_4O_{12}+2H_2O$
2. 魚眼石 Apophyllite $K_2Ca_8Si_{16}O_{41}+16H_2O$
3. 斜方沸石 Chabasite $(Ca,Na_2)Al_2Si_4O_{12}$
4. グメリニット Gmelinite $(Na_2, Ca)Al_2Si_4O_{12}+6H_2O$
5. 曹達沸石 Natrolite $Na_2Al_2Si_3O_{10}+2H_2O$
6. 輝沸石 Stilbite $\frac{1}{2}(Na_2, Ca)Al_2Si_6O_{16}+6H_2O$
7. 剝沸石 Heulandite $H_4CaAl_2Si_6O_{18}+3H_2O$
8. 束沸石 Desmine $CaAl_2Si_2O_8+3H_2O$
9. 擬輝沸石 Epistilbite $H_4CaAl_2Si_6O_{18}+2H_2O$

(* 印は第二次成のものなり)

## 第二項　花崗岩系熔出岩

Eruptive Rocks of Granite Series

本岩石は皆石英,加里,長石及び雲母より成り外に副成分として輝石及び角閃石を含有するとあり岩石中

最も酸性のものなり

生成の時代随つて噴出の狀態によりて區別すると次の如し

1. **花崗岩** Granites 深成岩にして等晶的粒子狀組織 Hypidiomorphic Granular を有し有色成分によりて次の變種に區別す

a. **黒雲母花崗岩** Biotite Granite or Granitite

b. **角閃花崗岩** Hornblende Granite

c. **正花崗岩** Normal Granite or Two-Mica Granite

d. **白雲母花崗岩** Muscobite Granite

e. **電氣石花崗岩** Tourmaline Granite

2. **花崗斑岩** Granite Porphyry 本岩は脈岩にして其斑晶は石英及び長石の大結晶と雲母,角閃石等の小結晶よりなり石基は亦此等のものゝ小結晶の聚合より成る卽ち等晶石基斑晶質なり

3. **石英斑岩** Quartz Porphyry 本岩は三紀前の噴出に係り亞等晶乃至等晶石基斑晶質にして緻密の石基中に石英又び正長石の斑晶存在す

4. **石英粗面岩** Liparite 第三紀噴出岩にして亞等晶乃至等晶石基斑晶質又は玻璃質なり

石英斑岩よりも後期の噴出岩なり所含長石は通常玻璃長石なり此岩石は**流紋組織** Fluidal Structure を有



し**流紋岩** Rhyolite の名あり而してこの流紋組織は岩石の流動せし方向を示すものにして其中の小結晶のために白き縞を生ず俗に**トライシ**と稱せらるゝものは卽ち流紋岩なり流紋岩と稱せらるゝものは玻璃質組織を有す又石英粗面岩は**火山硝子物** Volcanic Glass として出づ火山硝子物には流紋岩硝子物の外に安山岩硝子物,玄武岩硝子物等もあり

**火山硝子物**は外觀上より見て次の別あり

1. **瀝青石** Pitch Stone
2. **眞珠石** Perlite
3. **黒曜石** Obsidian
4. **浮石** Pumice

**石英粗面岩**の石英を含まざるものに**粗面岩** Trachyte あり但し本邦には少し

### 第三項　閃綠岩系熔出岩
### Eruptive Rocks of Diorite Series

本岩はアルカリ土類金屬を含む斜長石と角閃石,輝石,黒雲母,紫蘇輝石等の如き有色成分よりなる石英は之を含むものと含まざるものとあり石英を含むものは石英なる文字を冠して之を區別す花崗岩屬の如く噴出の狀態によりて區別するを得,全く花崗岩屬と同樣にして只異なる所は正長石の代に斜長石の入れる

となり今之を對照すれば次の如し

| | 石英を含むもの | 石英を含まざるもの | |
|---|---|---|---|
| 花崗岩 | 石英閃緑岩 | 閃緑岩 | 深成岩 |
| 花崗斑岩 | 石英閃緑玢岩 | 閃緑玢岩 | 脈岩 |
| 石英斑岩 | 石英玢岩 | 玢岩 | 第三紀前噴出岩 |
| 石英粗面岩 | 石英安山岩 | 安山岩 | 第三紀及第三紀後噴出岩 |

今此の閃緑岩系に屬する主なる岩石を示せば次の如し

1. **石英閃緑岩** Quartz Diorite 深成岩にして等晶的粒狀質なり石英,斜長石及角閃石よりなる我國の閃緑岩は大抵石英を含む所の石英閃緑岩なり

2. **石英玢岩又は石閃紋岩** Quartz Porphyrite 第三紀前の噴出岩にして亞等晶乃至等晶石基斑晶質なり一に**石英角閃玢岩**と稱し石英,角閃石,斜長石より成ると石英閃緑岩に同じ

3. **玢岩又は角閃紋岩** Porphyrite or Hornblende Porphyrite 石英玢岩の石英を含まざるものと見做可なり,暗緑又は緑褐色の石基中に斜長石及び角閃石の斑晶散在す秩父古生層及び中生層を貫き岩脈をなして露出す

4. **石英安山岩** Quartz Andesite or Dacite 第三紀及び第三紀後の噴出岩にして亞等晶乃至等晶石基斑晶



質又は玻璃質なり有色成分によりて種々の別あり即ち

a. **石英雲母安山岩** Quartz-Mica-Andesite (Mica＝Biotite)

b. **石英角閃安山岩** Quartz-Hornblende-Andesite

c. **石英輝石安山岩** Quartz-Augite-Andesite

d. **石英雲母角閃安山岩** Qutrtz-Mica-Hornblende-Andesite

e. **石英角閃輝石安山岩** Quartz-Hornblende-Augite Andesite

5. **安山岩(富士岩)** Andesite 石英安山岩の石英を含まざるものと見れば可なり本邦火成岩中分布廣きものにして我國の火山は大抵これより成る其組織は緻密なるあり粗なるありて輝石,角閃石等の有色鑛物と斜長石より成るその主なるものは次の如し

a. **雲母安山岳** Mica Andesite

b. **角閃安山岩** Hornblende Andesite

c. **輝石安山岩** Augite Andesite

d. **雲母角閃安山岩** Mica-Hornblende Andesite

e. **紫蘇輝石安山岩** Hypersthene Andesite

f. **紫蘇輝石輝石安山岩** Hypersthene Augite (Two Augite) Andesite

g. **橄欖石輝石安山岩** Olivine-Augite-Andesite

h. **橄欖紫蘇輝石安山岩(玄武岩様安山岩)**
Olivine-Hypersthone Andesite (Basaltic Andesite)

i. **古銅石安山岩(讃岐岩)** Bronzite Andesite (Sanukite)

又古き安山岩が變質せしものに**變朽安山岩** Apo-Andesite (卽ち Altered Andesite) あり或は所含成分たる輝石類が綠泥石の如き綠色の物質に變じ綠色を帶ぶるを以て**綠色安山岩** Green Andesite とも稱せらる安山岩は第三紀以後の噴出に係り或は**熔岩** Lava となり或は**火山礫** Lapilli となり或は**火山彈** Bomb となりて火山の山骨を形成し其の灰の海中に堆積したるものは**凝灰岩** Tuff 又は**集塊岩** Agglomerate となりて本邦第三紀層の大部分を占む

## 第四項　斑糲岩系熔出岩
Eruptive Rocks of Gabbro Series

此の系統に屬する岩石は石英を含有せずして斜長石と輝石とより成り熔出時代によりて種々の別あり卽ち

1. **斑糲岩** Gabbro　本岩は輝綠岩的卽ち等晶的粒狀質の深成岩にして斜長石及び異剝石よりなる此の兩鑛物通常粗大の結晶をなし相錯綜して豹皮樣斑紋を呈す故に一に**飛白岩**と稱す往々變じて蛇紋岩となる又た橄欖石を含むものを**橄欖斑糲岩** Olivine Gabbro と稱す



2. **輝綠岩** Diabase　石炭紀前の噴出岩又は脈岩に屬し所謂輝綠岩的粒狀質にして斜長石及び輝石の緻密なる等晶質集團 Holocrystalline Aggregates より成る綠色を呈するを以て閃綠岩及び輝綠玢岩と共に**アホイシ** Green Stone なる通稱を以て知らる噴出岩にして斑晶質ならざるものはこの輝綠岩のみなりとす石炭紀に於て此物噴出して海底に輝綠岩床を作り噴出盛なるときは其の片々海底に散在し凝灰岩を作る**輝綠凝灰岩** Diabase Tuff (英)=Schalstein (獨)　卽ち之なり赤間關硯は紫色を呈する輝綠凝灰岩にして豐前の梅花石は海百合の化石を藏する輝綠凝灰岩なり

3. **輝綠玢岩** Diabase Porphyrite　噴出の時代,噴出の狀態及びその成分輝綠岩と同一なれども斑晶質組織を呈する點に於て相違あり綠色の石基中に輝石及び斜長石が斑晶となりて出づ

4. **黑地紋岩**又は**黑玢岩** Melaphyre　第三紀前の噴出岩又は脈岩にして等晶石基斑晶質乃至輝綠岩的粒狀質又は玻璃質組織を有し古き時代に噴出したる玄武岩と見て可なり又た玄武岩が風化すれば黑地紋岩となる

5. **玄武岩** Basalt　第三紀又は第三紀後の噴出岩にして其組織は黒地紋岩に同じ本岩は組織によりて種々の別あり卽ち

a. **粒狀玄武岩**　Dolerite

b. **等晶質玄武岩** Anamesite

c. **正玄武岩**　Basalt proper

d. **硝子質玄武岩** Basalt Glass

外觀は安山岩に似たるものあれども斜長石は安山岩のそれに比して一層鹽基性なるラブラドル長石,石灰長石等より成る又固有の橄欖石あるを以て區別するを得橄欖石は時としては斑晶となりて現はるゝことあり

### 第五項　橄欖岩及蛇紋岩

Peridotite and Rock Serpentine

橄欖岩は深成岩にして組織は輝綠岩的粒狀質なり斑糲岩に相當する岩石なるも一層鹽基性なり而して此の岩石には長石少く或は全く無く主として橄欖石より成る外に輝石,角閃石等を含有するものもあり全く橄欖石のみよりなるものを正橄欖岩 Dunite と稱す

橄欖岩變質すれば蛇紋岩となる其際の變化を示せは次の如し

$$\underset{\text{橄欖石}}{2Mg_2SiO_4} + CO_2 + 2H_2O = \underset{\text{蛇紋石}}{Mg_3Si_2O_7 \cdot 2H_2O} + MgCO_3$$



有名なる常陸の**斑石**及び**筆目石**,肥後の**竹葉石**は橄欖岩の蛇紋岩に變移したるものなり

**蛇紋岩**は橄欖岩,斑糲岩等より變化せし岩石にして緻密又は微粒狀質 Compact or Fine granular の岩石なり,綠,黃,褐,赤等の諸色相混す

**蛇灰石** Ophicalcite は蛇紋岩,滑石,方解石の混合より成り綠白の二色相交る

## 第三節
## 沈積岩
## Sedimentary Rocks

沈積岩は既存の岩石の破片又は動植物の遺體等が海中に堆積して生じたる物にして沈積面 Sedimentary Plane をなし縞目瞭かなり水棲又は陸棲の動植物の**化石** Fossils を藏する點に於て熔出岩と異なり又た**化石凝塊** Fossil Nodule 或は**龜甲石** Septaria (Turtle Stone) 等の凝塊(結塊)を有する點に於て火成岩と相違す龜甲石は岩石中の結塊に分裂を生じその中に石英,方解石等の沈澱したるものなり

又沈澱岩には波痕 Ripple Marks, 陽光龜裂 Suncrack, 雨滴痕 Rainprint 等の痕跡あり其外巨大動物の足跡 Footprint を印せるものあり卽ち次の二つに大別す

I. 物理的沈積岩 Mechanical Sediments

II. 有機的沈積岩 Organic Sediments

## 第一項　物理的沈積岩 Mechanical Sediments

本岩石は熔出岩又は既存の水成岩より生成せられ水成源 Aqueous Origin のものと風成源 Aeolian Origin のものとあり火成岩又は其他の既存岩石 Pre-existing Rocks が風化作用を受くれば先づ**碎礫** Debris を生ず

1. **碎礫** Debris　風化作用の最初の生成物にして皆稜角を有し其儘結合を作れば**碎礫岩** Breccia を生ず,若し碎礫にして水,風等の爲めに他所へ運搬せらるれば**巨礫** Shingle, **礫** Gravel, **砂** Sand, **粘土** Clay, **黄土** Loess 等を生ず風化生成物が水流の爲に運ばるれば**水蝕** Erosion を受けために其の稜角を失ふかくて礫,砂等を生ず礫と云ひ砂と云ひ將た粘土と稱するも畢竟大さの上の區別なりされど分解し難き石英の類は主として砂を作り分解し易き長石類は主として陶土 Kaolin 又は粘土 Clay を作り礫石,角閃石等も粘土となる雲母は稍分解し難く鱗片狀をなし砂中に存在し又土壤中にも混在す

2. **礫及び砂** Gravel and Sand　礫の大なるものは巨礫と稱す皆水によりて運ばるる爲相衝突し稜角を失ふ多くは單一鑛物より成り石英がその大部分を占ひ



されど礫の大なるものにありては母岩の一部分なることあり

礫は水成岩より生ずると多く火成岩より生ずること少し殊に珪岩 Quartzite, 硬砂岩 Graywacke 等より生ず此等の岩石は一旦化學變化を受けし岩片より成り最早化學變化を受け難ければなり火成岩の中花崗岩の如き酸性熔出岩は堅硬なるが故礫及び砂を作れど其他の熔出岩は一般に軟弱にして風化し易く分解して粘土となり砂,礫となること稀なりされど抵抗弱き岩石よりも礫,砂を生ずるとあり石灰礫 Lime Gravel (アルプスの北側なる石灰岩地方より出づ),長石砂 Feldsparsand 等の如し花崗岩地方の白砂は卽ち石英砂にして中に黄金色を呈するものは雲母砂 Micasand なり雲母は鱗片狀をなして存し比較的抵抗強きものなり

3. **粘土** Clay　長石,雲母等の**珪酸鐵苦土鹽類** Ferromagnesian Silicates の微小なる分解生成物なりこのもの水を含めば泥土となり乾燥すれば細塵となる鑛物學上より云へば意味汎く水に浮ぶものを總稱す大抵抱水珪酸礬土 Hydrous Aluminium Silicates なり

4. **黄土** Loess　風成岩 Aerial or Eolian Rocks にして風の爲に運搬せられたる岩片末が分解して生じたるものなり卽ち岩石が**風蝕** Ablation を受けたるものな

り而して空氣中にて生成せられたるがため陸上動物の化石を藏す粘土に似て色赤しされど空氣中にて生じたるため其中の鐵分水の爲に溶かし去られず酸化鐵として存するに由る又石灰に富む黃土はその比重及びそれを構成する砂粒の大さ一定なり黃土は又た層をなさず此等の點に於て粘土と異なり一概に云へば鐵石灰質粘土 Ferruginous Calcareous Clay と稱して可なり黃土は北支那に發達し黃河の沿岸にては八百尺以上の層厚をなす此黃土は中亞の燥原より吹き來りし土砂より生じたるものなりと云ふ黃土は又たライン及びミスシッピー河等の沿岸にあり

5. **壚土** Loam 各地に發見せらるる赤色の土壤にして砂及び粘土よりなり礫を存することなし多少鐵分を含み赤褐色を呈す東京附近の壚土は凝灰質粘土 Tufaceous Clay にして火山灰の分解して生じたるものなり顯微鏡にて見ればその中に火山噴出物 Volcanic Ejecta (皆安山岩よりなる浮石も安山岩浮石なり)あるを發見すべし風の爲に送られたる火山噴出物が河床又は海岸の淺瀨に堆積したるものにして大部分は空氣中に生ぜし風成岩なり故に凝灰質と稱するも陸成のものなるなり而して水中に堆積したる部分は鐵分水のため東京附近の堀井戸の底部より得らるる粘土の成因なりとす



6. **紅土** Laterite 此のものは陸成岩にして鐵分を含み濃紅色なり熱帶多雨の地に多く本邦にては臺灣及び小笠原島に於て之れを見る

以上述べたるが如き生成物が強壓の下に膠着物質 Cementing Medium (Cementing Matrix) によりて固結せらるるときは所謂沈積岩を生ず膠着物質には $SiO_2$, $CaCO_3$, $CaMg(CO_3)_2$, $2Fe_2O_3+3H_2O$, $Fe_2O_3$, $FeCO_3$, 炭化水素, 粘土等あり其種類によりて岩石を區別す卽ち $SiO_2$ が膠着物となりし砂岩を**珪砂岩** Siliceous Sandstone と稱し石灰鹽が膠着物となれる礫岩を**石灰質礫岩** Calcareous Conglomerate と云ふが如し其他膠結物によりて**鐵質** Ferruginous, **炭素質** Bituminous (炭化水素), **粘土質** Argillaceous など呼ぶなり以下かくの如き岩石に就て述ぶれば次の如し.

7. **稜礫岩又は角礫岩** Breccia 本岩は稜礫の固化したるものにして其中の粒子は稜角を有す此の點に於て礫岩と區別す變化すれば硬砂岩となる稜礫岩にして其粒子石灰岩より成る時は**石灰稜礫岩**と云ふ

8. **礫岩又は礫岩** Conglomerate 稜角なき粒子よりなり俗に**子持岩**と稱する所のものなり礫が珪酸, 石灰等によりて膠着せられたるものなり粒子が花崗岩より成るものを**花崗礫岩**と云ひ石灰岩よりなるものを

石灰質岩と云ふ礫岩又は角礫岩はその膠着物によりて色澤を異にす卽ち珪酸質なれば色淡く炭素質なれば色黒く鐵質なれは赤色又は黃色なりとす

9. **長砂岩** Arkose　砂の固化したるものに長砂岩及び砂岩あり前者は長石を含み後者は長石を含まず故に長砂岩は砂の未だよく分解せざる時に固まりて生じたるものなり故に長砂岩は石英,長石,雲母の三鑛物より成り外觀多少花崗岩に似たるものありされば**花崗砂岩**とも稱せらる此の岩石も硬砂岩に變移す

10. **硬砂岩** Graywacke　本岩は長砂岩及び稜礫岩より變じ石英,長石及び粘板岩の尖片より成る暗灰色中粒の砂岩なり此のものは古生代の如き古き生成に多きは當時地球は水の部分多く砂は分解せざる內に海中に入りて固化し且つ第二次成岩少く砂粒は專ら第一次岩のみより生ぜしを以てなり硬砂岩は主として花崗岩及び花崗岩樣岩より生ず現今にても中國の如き花崗岩地方にては硬砂岩を生ずるなり

此の岩石の色は其英語名の示すが如く灰色なれども變じて褐色又は黑色となる或ものは稜礫岩に似て粒子稜角を有し或るものは砂岩に似て圓形粒子よりなり或るものは粘板岩の破片を含む砂岩に似たるものを硬砂岩質砂岩と稱し粘板岩に似たるものを硬砂岩質粘板岩と稱す但し砂岩と異なりて淺海に生じたるものなれば波痕及び陽光龜裂等を有す



11. **砂岩** Sandstone　長石を含まず主として石英粒より成るされど雲母を含むものもあり**雲母質砂岩**之れなり屢々其中に動植物の遺物を藏す

12. **珪岩** Quartzite　本岩は膠結物が石英より成る砂岩卽ち珪質砂岩にして全く石英のみより成る緻密且つ均等質の岩石にして粒狀組織なし故に粒子と膠結物と區別し難しされど中には多少粒狀組織を有するもあり**粒狀質珪岩** Granular Quartzite 之れなり膠結物が純然たる石英より成るものは其色白又は黝にして酸化鐵を含有するものは赤褐色なり河床の石礫は大半珪岩及び砂岩の破片なり

13. **板泥岩又は泥岩或は頁岩** Shale　粘土の固結して生じたるものなり剝げ易き故頁岩(ページ岩)と稱すれども實際に剝げ易きものは粘板岩 Clay Slate なり故に泥岩と呼ぶを適當とすべし

板泥岩は暗灰色,青灰色又は褐色の岩石にして中生紀層と第三紀層との間にあり第三紀のものは砂岩と互層す且つ凝灰質のもの多し而して板泥岩は粘板岩に比すれば軟くして崩壞し易し又た板狀に裂くる時も生ずる破面平かならず板泥岩の成因古くして黑色

を呈するものは石炭と伴ふ之れ**炭素質板泥岩** Bituminous Shale にして木材の如く乾餾せられ或はパラフィン製造に供せらる板泥岩の砂を混ずるものは砂岩に變移す石灰質板泥岩を**泥灰岩** Marl と稱す

14. **泥灰岩** Marl　板泥岩の中化石に富むものは石灰質にして特に之れを泥灰岩と稱す故に泥灰岩は其成分より云へば板泥岩と石灰岩との中間に位するものなり泥灰岩のあるものは石灰岩と稱して可なる程なり泥灰岩の石灰質に富み緊密なるものは石版石に利用せられ石版用粘板岩又は石版用石灰岩 Lithographic Slate or Limestone の名あり

15. **粘板岩** Clay Slate　板泥岩よりも古く尚硬く板泥岩が一層固化したるものなり板狀劈開 Slaty Cleavage をなすを以て石盤,屋根瓦等に利用せらる黒碁石は**那智黒**と稱し珪石質粘板岩にして一に**試金石**と稱し以て黄金の條痕を檢するを得其色黒きは炭質を含むによる紀伊國無婁郡那智川より出づ

## 第二項　有機的沈積岩

Organic Sediments

本岩には動物源のものと植物源のものとあり

1. **石灰質動物沈積岩** Calcareous Zoogenic Sediments

有孔蟲 Foraminiferas, 珊瑚 Corals, 海百合 Crinoids, 軟體動物 Molluscas 等の遺骸より成る有孔虫は現今のものは小なれども往時の産出にかかるものは皆大にして肉眼にて見るを得就中石灰岩最も多し以上の諸動物の遺骸が土砂の達せざる所に堆積して生じたるものなり陸に近き所にては假令堆積するも砂粘土等のために掩はれて石灰岩とはならざるなり故に石灰岩は深海の沈積物なりレンズ狀の塊 Lenticular Mass となりて他の岩石の層間より出づ



主なる石灰岩を擧ぐれば次の如し

a. **紡錘虫石灰岩** Fusulina Limestone　本邦に普通なる有孔蟲の一種紡錘蟲 Fusulina より成る美濃赤坂村より出づる此種の石灰岩は黝色の石塊中に米粒大の白き紡錘蟲の化石存在す又た**鮫石**と稱せらる

b. **海百合石灰岩** Crinoidal Limethone　海百合 Crinoidea の莖幹を藏す俗に**錢石**又は**ムカデ石**と稱するものは此の種にして風化のため海百合の莖幹を露出せるものなり

c. **珊瑚石灰岩** Coral Limestone　珊瑚より生ぜしものにして**珊瑚島** Coral Reef はこれよりなる陸前本吉郡目立村より出づる俗に**蛇體石**と唱ふるものは珊瑚の一種をその中に有する石灰岩なり

d. **シワンゲリナ石灰岩** Schuwangerina Limestone　シ

ワンデリナなる大なる有孔蟲の遺骸より成る美濃の赤坂より出づ俗に花紋石と稱せらるフズリナ(紡錘蟲)石灰岩の上部より出づ

e. **貨幣石石灰岩** Nummulite Limestone 前述のものは皆古生代のものなれども此物は第三紀代のものなりヌンムライトなる大なる有孔蟲より成る非常に大にして貳錢銅貨大のものなり一に貨幣石と稱す我國にはなけれども外國に多き第三紀石灰岩にして歐弗の兩大陸及び亞細亞大陸の南部に分布し有名なる埃及の三角塔はこの石灰岩を以て築かれたりと云ふ

此等の石灰岩が接觸變移 Contact Metamorphism を受けて變質すれば**大理石** Marble となる

f. **白亞** Chalk 我國には無く英獨等より出づドーバー海峽の英國側にあり佛の方より望めば白し古來英國の事を白國 Albion(拉丁語 "albus"=white より來る)と稱せしはこれが爲なり白亞系 Cretaceous より出づドーバーより產出するものは有孔蟲の遺骸を有す白亞は土狀石灰岩 Earthy Limestone とも稱すべきものにして石灰岩に比すれば軟弱なりセメント及び肥料の製造に用ゐらる學校用の白墨は白亞に石膏時としては粘土を混じて製したるものなり

g. **貝殼礫岩** Shell breccia 貝殼を有する稜礫岩な



り

h. **貝殼砂岩** Shell Sand 砂を混するものなり

i. **貝殼泥灰岩** Shell Marl 湖水沈積物にして淡水產の貝を有す粘土を其中に藏する故貝殼灰泥岩と稱す淡水產石灰岩 Fresh Water Limestone は此一種のみなり

2. **珪質動物源沈積岩** Siliceous Zoogenic Sediments

放射蟲 Radiolaria, 珪質海綿等より生じたるものなり今其主なるものを擧ぐれば

a. **放射虫板岩** Radiolarian Slate 放射蟲より生ず赤褐色の珪質板岩にして放射蟲の化石を藏す放射蟲なる一種の原生動物 Protozoa の珪質遺骸が大洋の深所に沈澱して生じたるものなりかくて海底に此ものゝ赤泥 Red Ooze を生ずその赤きは放射蟲の遺骸が深海に沈む際その中の炭酸石灰を溶かし去られ後に鐵分のみを殘すを以てなり此の板岩は輝綠凝灰岩と共に硯の製造に用ゐらる

b. **燧石** Flint 珪質海綿より生ず白亞又は石灰岩に挾まれて出づ緊密なる石英岩にして破碎し易く破碎すれば貝殼狀斷口 Conchoidal Fracture を表はし同時に鋭き稜角を得かゝる性質あるを以て古代の民は以て鏃等を製し又本邦にては火打石として近來まで用ゐ來りしものなり炭素及び有機物の多量を含むものは

色黒く灼熱すれば色を失ふ

c. 角石 Hornstone　外國の角石は動物源のものにして屢々海綿の棘及放射蟲の殻を有す日本の角石は珪岩の一種にして古生代のものなり區別するを要す

d. 試金石 Lydite　硬き板岩にして通常色黒し其成因一定ならず一部は珪質動物源のものなり又は植物源のものもあり一に珪盤岩 Siliceous Slate と稱し試金石 Lydian Stone として用ゐらる粘板岩の際に述べし那智黒も一種の試金石にして紀伊國無量郡那智川附近より出づ下等の黒碁石は粘板岩なり

3. 珪質植物源沈積岩 Siliceous Phytogenic Sediments

a. 珪藻土 Diatomearth　白色の輕き岩石にして粉砕し易く顯微鏡下に檢すれば珪藻の片々を認むるを得べし外觀陶土の如きも輕く且つ水を加ふるも泥狀とならず珪酸よりなり質硬ければ研磨劑として用ゐらる北見,後志,渡島等の諸國及び豐後甲斐等よりも出づ甲斐にては七面山より出づかの身延參詣者の御土と稱するものは即ち此の珪藻土にして土藻珪も珪藻土に似たれども珪藻土よりは一層硬く且つ薄く剝ぐる性あり珪藻土と同じく研磨劑に用ゐられ研磨板岩 Polishing Slate の名あり

b. 珪藻板岩 Tripel　珪藻土



粗製の齒磨粉に用ゐられ又水硝子の製造に用ゐらる

## 第三項　凝灰岩及集塊岩

### Tuff and Agglomerate

火成岩と水成岩との中間に位するものに凝灰岩あり凝灰岩は火山岩が火口より噴出する際生ずる破片即ち火山噴出物が集りて生じたるものなり火山の爆發激しからざるときは岩漿は破片とはならず赤熱せる流動體として流出し山の傾斜に沿ふて流る其固まりたるものが即ち熔岩流 Lave Flow なり火山の爆發盛にして多量の水蒸氣を發する場合には岩漿は熔岩流とならず粉碎せられて噴出す火山噴出物 Volcanic Ejecta これなり火山噴出物には次の如き區別ありて大さの順に排列すれば左の如し

a. 火山塵 Volcanic Dusts
b. 火山灰 Volcanic Ash
c. 火山砂 Volcanic Sands
d. 火山礫 Volcanic Lapilli
e. 火山彈 Volcanic Bombs
f. 火山塊 Volcanic Blocks (稜角あるもの又は稍稜角あるものありて其直徑數尺に達するものあり)

若し火山灰等の噴出物が陸上に堆積し壓迫固化す

るときは**陸成の凝灰岩** Land Tuff となる此の凝灰岩陸上に於て分解すれば**壌土**又は壌土質土壌となる若し爆發海岸又は海中に起るときは無量の火山灰及び火山礫等の噴出物海底に堆積し固化して岩石となり既に沈積せる砂岩,板泥岩等と互層すれ之を**水成の凝灰岩** Marine Tuff にして層をなす點に於て陸成のものと異なりかく層をなす故之を**層灰岩** Tuffite として區別する人あり層は必ずしも幷行ならず岸に近き所は高く遠き所は低きを見る而して近き所は粗に遠き所は密なり又たレンズ型をなす事あり本邦にては第三紀以後に凝灰岩の生成多し我國の火山は陸成の凝灰岩と熔岩との交互層より成る**層狀火山** Strato-volcano 多しされど伊豆の火山の如く海中に噴出せしものには水成の凝灰岩多し

凝灰岩は火山岩の種類により**安山岩凝灰岩** Andesite Tuff **石英粗面岩凝灰岩** Liparite Tuff (新生のもの)と**石英斑岩凝灰岩** Quartz Porphyry Tuff (舊生のもの)とに分たる又た凝灰岩を組成する岩片によりて區別すれば

a. **凝灰礫岩** Tuff Breccia 大なる火山礫よりなる
b. **凝灰砂岩** Tuff Sandstone or Sandy Tuff 火山砂より成り房州石,伊豆御影は其例なり
c. **細粒凝灰岩** Fine Tuff 微細の火山灰より成り板



泥岩に似たり磨粉として用ふる房州砂は安山岩の細粒凝灰岩より成る

又た**浮石質凝灰岩** Pumaceous Tuff, **石灰質凝灰岩**等の別あり又た凝灰岩は普通の砂又は粘土と混じて凝灰岩と砂岩或は板泥岩との中間物を作る**凝灰岩質砂岩**及び**凝灰岩質板泥岩** Tufaceous Sandstone and Shale 之れなり水成の凝灰岩には往々にして化石を藏す

**集塊岩**は稍凝灰岩に似たり全く陸成のものにして大なる火山塊を小なる火山噴出物にて凝結したるものなり卽ち稜角粒より成る非層狀岩にして火山塊には非常に大なるものありて數米突に達するものあり塊狀物は稜角なきもの又は稍稜角を有するものなり其成因凝灰岩と異にして噴火口中にて破壞せられたる火山岩が噴出する亞硫酸瓦斯,炭酸瓦斯等の爲に作用せられ分解して泥狀となり其大なるものも稜角を浸蝕せられて稜角を失ひ一旦火口の底に溜りたる後非常の勢力を以て噴出す之れ**泥流** Mudflow にして熔岩流と異なり吾妻山,磐梯山等に於て之れを見る非常に大なる岩塊も泥流中に浮びかなりの距離に達するなり

此の泥流の固まりたるものが**集塊岩**なり集塊岩は已に火山を形成し居りし火山岩の爛碎物 Debris より

成るを以て其中には種々の岩石あり緻密なるあり粗鬆なるあり斑晶質のものあり又た火山灰等の火山噴出物を混ずされど全く火山噴出物なきこともあり

集塊岩は火山の心髓をなす富士山の大部分は集塊岩の心塊 Core より成り其上を熔岩の皮殼を以て被ふなり熔岩の噴出は火山の中年時代以後にあり壯年時代の活動旺盛なる時には出でず

## 第四節
## 變成岩
## Metamorphic Rocks

第一次或は第二次岩より變移 Metamorphism によりて生じたるものにして次の二種に區別せらる

A. **壓力變成岩** Dynamometamorphic or Pressure-metamorphic Rocks

B. **熱變成岩或は接觸變成岩** Thermal Metamorphic or Contact-metamorphic Rocks

(A)は地球の冷縮に伴ひて生ずる横壓 Lateral Pressure の爲に岩石が受くる變化なり岩石は之れがために其中の分子一齊に一定の方向に配列し一方に劈開し易くなる之れ**片狀組織** Schistose Structure なり主として組



織上の變化にして成分上の變化を起すことは稀なり此の變化によりて生じたる岩石は**片狀岩** Schistose Rocks なり此物は卽ち片狀組織をなし結晶性鑛物より成る古き岩石にして水成岩よりも亦火成岩よりも生ず例へば砂岩の變じて雲母片岩 Mica Schist の如くなるあり粘板岩が變じて千枚岩 Phyllite の如くなれるあり火成岩源のものは深成岩より變生せしもの多し花崗岩が片麻岩 Gneiss となるが如し

(B)は深成岩の熔融せる侵入物が被侵入岩に及ぼす變化なり之は熱の爲に起る變化なるを以て**接觸變移** Contact Metamorphism は又た**熱變移** Thermal Metamorphism とも稱す

被侵入岩に起る變化は組織上の變化と成分上の變化とあり卽岩石は爲に硬くなり結晶質となり色を變じ**接觸層鑛物** Contact Minerals を生ず此種の變化は花崗岩又は石英斑岩の如き酸性岩が沈積岩を貫く時最もよく起る又深成岩ならば花崗岩に非ずとも閃綠岩にても或は一層鹽基性なる斑糲岩にても同樣なりされど安山岩,玄武岩の如き鹽基性噴出岩にては剛度,構造の變化を與ふるに止まり接觸層鑛物を生ぜず

此種の變化は火成岩と水成岩との間に起り火成岩と火成岩との間に起ることは稀なり火成岩と水成岩

との間に變化が起る場合にも火山岩が受くる變化は少く變化は主として被浸入沈積岩に起る

接觸層鑛物は其成分を一部は浸入岩より大部分は被浸入岩よりとりて生ず隨て被浸入岩の種類によりて生ずる接觸層鑛物に相違を來す侵入岩は花崗岩なるも閃綠岩なるも將た鹽基性の斑糲岩なるも差支なし

今花崗岩と次の諸岩との間に變化起りたりとせば

1. 頁岩,粘板岩……粘土質岩石
2. 砂岩……砂質岩
3. 石灰岩……石灰質岩

(1)は珪質の硬き岩石となり**櫻石** Ceracite **空晶石** Chiastorite 等の接觸層鑛物を生ず櫻石は**菫青石** Cordierite $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ の一變種にして空晶石は**紅柱石** Andalusite $Al_2SiO_5$ の一變種なり

(2)は堅剛となり珪岩を生ず

(3)は晶質となり大理石を生ず而して珪灰石 Wallastonite 又は柘榴石 Garnet の如き石灰質接觸層鑛物を生ず

### 第一項　片狀岩　Schistose Rocks

**片麻岩** Gneiss と**片岩** Schists との二つに分つことを得片麻岩と片岩との別は長石の有無によるなり片岩



にありては長石は必要缺くべからざる成分にあらず之れに屬する岩石は大抵石英を含む而して其命名法は有色成分に依る例へば**雲母片麻岩** Mica Gneiss, **雲母片岩** Mica Schist, **綠泥片麻岩** Chlorite Gneiss, **綠泥片岩** Chlorite Schist 等の如し

1. **片麻岩類** Gneisses　石英,正長石及び雲母等の有色成分の結晶質物の片狀集團 Schistose Aggregates よりなる

有色鑛物によりて區別すれば次の如し

a. **雲母片麻岩** Mica Gneiss (**白雲母片麻岩** Muscovite Gneiss, **黑雲母片麻岩** Biotite Gneiss)
b. **角閃石片麻岩** Amphibole Gneiss
c. **輝石片麻岩** Pyroxene Gneiss
d. **綠泥片麻岩** Chlorite Gneiss
e. **滑石片麻岩** Talc Gneiss
f. **石墨片麻岩** Graphite Gneiss

又た特有の副成分によりて區別することあり例へば**柘榴石片麻岩** Garnet Gneiss, **綠簾石片麻岩** Epidote Gneiss, **電氣石片麻岩** Tourmaline Gneiss, **菫青石片麻岩** Cordierite Gneiss, **方解石片麻岩** Calcite Gneiss 等の如し

2. **片岩類** Schists

a. **雲母片岩** Mica Schist　主として雲母及び石英よ

りなり片麻岩に比すれば雲母の量多し黒雲母片岩 Biotite Schist, 白雲母片岩 Muscovite Schist 等の別あり黒雲母中の黒雲母が一局部に集中して斑點を作れるものあり斑點黒雲母片岩 Spotted Biotite Schist 之れなり副成分には柘榴石,角閃石,電氣石あり又た綠泥石,滑石,菫青石,石墨等あり絹雲母片岩 Sericite Schist は我邦に特有のものなり

b. **角閃岩又は角閃片岩** Amphibolite or Amphibole Schist 暗綠色の片狀岩石にして角閃石及び石英よりなる.外に長石及び雲母もあり主として角閃石より成る**軟玉** Nephrite は角閃岩の一種なり又た**陽起片岩** Actinolite Schist **藍閃片岩** Glaucophane Schist も之れに屬す

c. **輝岩又は輝石片岩** Pyroxenite or Pyroxene Schist 主として輝石よりなる外に少許の石英及び長石あり綠色の岩石なれどもその色は次の綠泥片岩よりも淡し**硬玉** Jadeite は輝岩の一種なり伊勢二見ヶ浦の夫婦岩は輝岩よりなる外國の輝岩は熔出岩にして片岩にあらず秩父古生層に現はるゝ輝岩は輝石の一種なる**サライト** Salite よりなる壓力變移のために變化して半ば片狀岩となり半ばは分碎的 clastie なり故に**輝碎片岩** Clasto-pyzoxenite と稱せらるる鹽基性熔出岩の凝灰岩よ



り變質せしものなる故**凝灰輝岩** Tuff-pyroxenite とも稱せらる

d. **綠泥片岩** Chlorite Schist 綠泥石,石英,長石よりなる綠色の片岩なり外に雲母及び磁鐵鑛もあり本邦産の多くは斜長石の白粒を有す**秩父青石**は卽ち之れなり

e. **滑石片岩** Talc Schist 滑石,石英及び長石より成る黒色の片狀岩なり

f. **石墨片岩** Graphite Schist 石墨,石英及び長石より成る黒色の片狀岩なり

g. **石英片岩** Quartz Schist 主として石英より成り外に少量の雲母,綠泥石,石墨等を混ず

h. **綠簾片岩** Epidote Schist 主として綠簾石より成る綠簾石のマンガンを含み赤色を呈するものを**紅簾石** Piedomontite と稱す紅簾石より成る片岩は**紅簾片岩** Piedomontite Schist と云ひ紫紅色を呈し甚だ美なり此の紅簾片岩は外國には稀なれども我邦にては紀伊,上野,武藏等に露出し殊に四國よりは美麗なる物を産出す

i. **千枚岩** Phyllite 長石,石英,雲母及び綠泥石より成る綠色又は青黒色片狀岩にして緻密なる故其成分を認め難きも顯微鏡下に檢すれば石英,雲母及び長石より成るを知る粘板岩の如きものより壓力と熱とに

より變成せられたるものならん

j. **橄欖片岩** Olivinfels　主として橄欖石より成る

## 第二項　接觸變成岩

### Contact Metamorphic Rocks

1. **大理石** Marbles　方解石の粒狀結晶の集團なり石灰岩より接觸變移によりて變成したものにして結晶質なり**糖狀石灰岩** Saccharoidal Limestone にては其中の化石迄結晶質なるを見る大理石は白色を常とすれども往々種々の色を呈す**寒水石**とも云ふ副成分には雲母,柘榴石,磁鐵鑛,石英,黃鐵鑛,鋼玉,螢石,燐灰石等あり

2. **珪岩** Quartzite　珪質砂岩より變成せしものにして石英粒の集團より成る非常に緊密にして白色,黝色又は赤色を呈す赤色なるは酸化鐵を含むに依る

3. **角岩** Hornstone　我國のものは古生代角岩にして硅岩と密接の關係を有し硅岩と伴ひて產出す珪岩よりも緻密にして燧石樣外觀を呈し介殼狀斷口 Conchoidal Fracture を呈す又た板狀組織 Platy Structure を有し層面に平行して板狀に剝ぐ是れ層面に平行して他物が薄く沈積し所謂縞狀組織 Banded Structure を呈し此の縞狀物には放射蟲を含み放射蟲板岩 Radiolarian State の狀をなすものあり

4. **ホルンフエルス** Hornfels　砂質岩より接觸變移



によりて生ぜしものにして石英の外に黑雲母,輝石及び角閃石を含む

5. **英長板岩** Adinole State　緻密なる板狀岩にして石英,長石の微粒より成り黝綠色なり赤色のものもあり恐らく粘板岩の如きものより變成したるものにして介殼狀斷口を呈し角岩に類似す雲母及び綠簾石を副成分とし雲母に沿ふて規則正しく劈開す緻密なる縞狀岩なり

本邦各地の古生層中に角岩及び粘板岩と互層して出づ京都地方の鳴瀧砥石は卽ち之れなり

6. **エクローヂヤイト** Eclogite　綠色の中に赤色の柘榴石を有する接觸變成岩なり石灰岩に接して領家片麻岩中に出づ又た四國の三波川層に現はるゝ**柘榴石絹雲母角閃岩** Garnet-Sericite Amphibolite は卽ち之れなり

# 第三章
# 地質學の大要
## Geology

土壤の研究には其母岩系統を明かにする爲地質學の大要を知るを要す

## 第一節
## 地球發達史
## Historical Geology

地質時代は次の如く區別するを得べし

A. 太古代 Archaean Era

1. 老連志亞紀 Laurentian or Fundamental Period
2. 比宇呂尼亞紀 Huronian or Algonkian Period

B. 古生代 Paleozoic Era

3. 寒武利亞紀 Cambrian Period
4. 志留紀 Silurian Period
5. 泥盆紀 Devonian Period
6. 石炭紀 Carboniferous Period
7. 二疊紀 Permian or Dyassic Period

C. 中生代 Mesozoic Era



8. 三疊紀 Triassic Period
9. 侏羅紀 Jurassic Pesiod
10. 白亞紀 Cretaceous Period

D. 近生代 Cainozoic or Neozoic Era

11. 第三紀 Tertiary Period
    a. エオシン期 Eocene Epoch
    b. オリゴシン期 Oligocene Epoch
    c. ミオシン期 Miocene Epoch
    d. プリオシン期 Pliocene Epoch
12. 第四紀 Quaternary Period
    a. 洪積期 Diluvial Epoch
    b. 沖積期 Alluvial Epoch

太古代は地球尙若く地溫非常に高かりしを以て生物の存在を認めずそれより中生代に至るまで地熱の作用盛にして地球は一般に極暑の狀態にあり而して赤道附近の化石と極地の化石とを比較するに其間に大差なきを以て往古地球面一體に同氣候なりしを知る

吾人は時代の區別上代 Era, 紀 Period, 期 Epoch 等を用ゐたり若し其時代に生じたる地質系統 Geological Formation を指すときには界 Group, 系 System, 層 Series 等の語を使用すべきなり

太古代及び古生代は非常に長し全體を一尺とすれば此二者にて八寸を占め中生代は近生代よりも長く殘り二寸の中一寸七分位は中生代なり近生代の中にても第三紀の方長しこは地層の厚さより云へるものにして年代 Age の長さは知れざるなり太古代より今日までを參千萬年となすあり壹億年となすあり吾人々類の出でしは凡そ貳拾萬年の昔なりとす

### 第一項　太古代 Archaean Era

太古代にては地熱の作用尚衰へず水陸の別生ぜず生物の存在を認めず故にダナ Dana 氏は之を無生代 Azoic Era と名けたり其厚さ壹萬尺に達す此時代の岩石は所謂片狀岩 Schistose Rocks にして火成源のものなり其中最も古きは片麻岩にして實に地球が漸く冷へて外皮を初めて形成せし時生じたるものならん

水成岩としては只石灰岩が雲母片岩の間に挟まれて存在するを見るのみ而して此の雲母片岩は砂岩の如きものゝ變質せしものゝ如し外に石墨あり斯く石灰質,岩素質のものあるを以て全く無生物なりしとは斷じ難し

太古界 Archaean Group は始原山彙とも稱し今日吾人が確かに目撃し得る最古の系統と見做さる此時代を分ちて次の二つとなす



1. 老連志亞紀(ロウレンシア紀) Laurentian Period
2. 比宇呂尼亞紀(ヒウロニア紀) Huronian Period

前者は主として片麻岩より成る此片麻岩は基本花崗岩 Fundamental Granite or Basal Granite より推移し其層理不明なり故に地球最初の冷却皮殻は片麻岩よりなると云ひ得るなるべし比宇呂尼亞紀は結晶片岩より成りその下部は雲母片岩より成り長石及び石英を含有して片麻雲母片岩 Gneiss Mica Schist に變じ更にそれより片麻岩に推移す

### 第二項　古生代 Paleozoic Era

此時代に於て水陸の別生ず地變には地球內及び地球外の兩作用行はれ初めは水多く後陸地增加し下等の動植物現はる然れども氣候尚熱暑なり

古生界 Paleozoic Group の累層は厚さ拾萬尺に及ぶものあり其主なる岩石は硬砂岩,粘板岩,砂岩,珪岩,石灰岩,放射蟲板岩,輝綠凝灰岩,礫岩英長板岩等より成る

生物は海生のものを最も多しとなすその後半に至りて陸生のもの生ぜり

植物界は初めは海藻のみよりなりしが後には巨大の管束隱花植物を生ずその中羊齒科 Ferns, 石松子科 Lycopods, 木賊科 Equisetaceae はその主なるものにして尚少數の胡留陀木科(コルダイテス科) Cordaites, 蘇鐵

科 Cycads 等の顯花植物もありされど双子葉植物は未だ生ぜず(現世界の植物界は双子葉植物其九割を占め居れども古生代は全くなし)胡留陀木科は蘇鐵科と松柏科との中間物なり

動物界は主として腔腹動物,棘皮動物,假軟體動物,軟體動物 Molluscs 及節足動物よりなる假軟體動物にては腕足類 Branchiopoda (三味線貝 Lingula, 石燕 Spirifer の類)軟體動物にては頭足類 Cephalopoda (鸚鵡貝 Nautilus の類)甚だ多し又腔腹動物には珊瑚 Corals 多し珊瑚蟲は現今の珊瑚とは大に異なる四射珊瑚 Tetracorallids 及び床板珊瑚 Tabulate Coral と稱するものなり(現今のは六射珊瑚 Hexacorallids)棘皮動物には今日絶滅せる海林檎 Cystids, 海蕾 Pentremites, 海百合 Crinoids, 海瞻 Echinoids = Sea-urchins, 海盤車 Ophiura 等が主なるものなり節足動物にては三葉蟲 Trilobite と稱する

第三圖
三葉虫(寒武利亞紀)

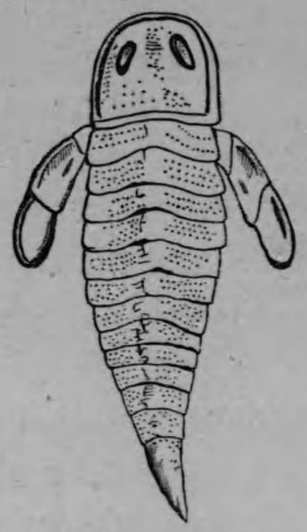


一種特別のものを產す脊椎動物中多きは魚類なり魚類も現今のとは大に異にして甲冑魚と稱するものゝ如きは今は全くなし全體堅甲を以て覆はれ恰かも甲冑を着けたるが如し古生代の末葉に至りて漸く四足動物現はる此のものの多くは兩棲類 Amphibia にして爬蟲類 Reptiles に屬するものもあれども少し鳥類及び哺乳動物 Mammals は全く無し

1. **寒武利亞紀** Cambrian Period 淺海に生ぜし物にして太古界と不整合 Unconformable なり植物には藻類繁茂す動物には三葉蟲 Trilobites (第三圖)出づ此時代に於ける最高等の動物なり三葉蟲に次いで多きものは三味線貝 Lingula 等の腕足類とすヂクチオグラプタス Dictyograptus に屬する筆石類 Graptolites 繁殖す未だ陸生の植物なし

第四圖
蠍化石(志留紀)

2. **志留紀** Silurian Period　粘板岩中より筆石出づされど前紀のものとは異にして單軸形 Single axis form なるモノグラプタス Monograptus なり放射蟲 Radiolaria (原生動物 Protozoa に屬す)なる下等の珪質小動物繁殖し堆積して角岩及び珪板岩 Lydite を生ず節足動物には三葉蟲の外エウリプテルス Eurypterus (蝦の一種)の如き長さ七尺に亘る巨甲を產す(第五圖)又た陸生の蠍 Scorpion (第四圖)を產す初めて魚類(軟骨魚及甲冑魚)現はる植物は全く藻類のみなり



第五圖　エウリプテルス
Eurypterus Pygmaeus

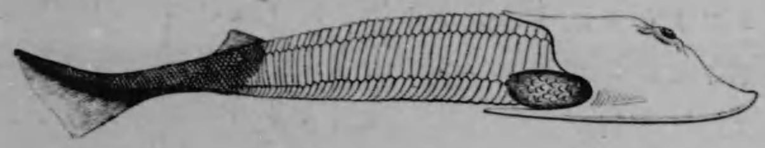
3. **泥盆紀** Devonian Period　上部と下部に區別すべし上部は淺海に生じたるものにして古き紅砂岩 Old Red Sandostone より下部は深海に生じたるものにして粘板岩及び石灰岩より成る "Devon" は英國の一地名なり

此時代に至りて陸上生物を散見すること愈多し

魚類は此時代に於て繁盛を極め地質學者は此時代のことを一に魚類の時代 Age of Fishes と稱す總鰭魚及び



甲冑魚大に繁殖す甲冑魚には楯鰭魚 Pteraspis, 粒骨魚



第六圖　楯頭魚 Cephalaspis Lyelli (泥盆紀)

Coccosteus (第七圖), 羽魚 Pterichthys, (第八圖)楯頭魚 Cephalaspis (第六圖)等其の種類多しされど何れも皆下

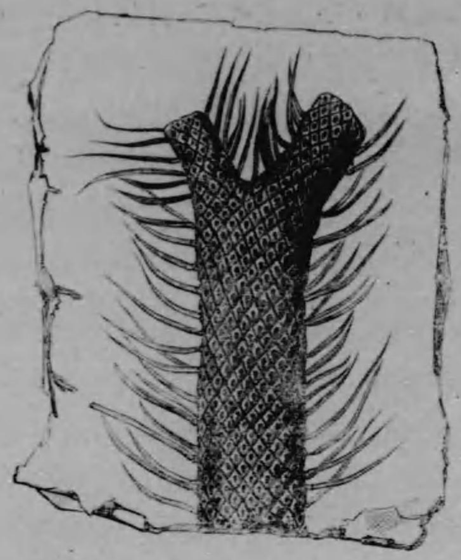
第七圖　粒骨魚 Coccosteus decipiens (泥盆紀)

第八圖　羽魚 Pterichthys testudinarius (泥盆紀)

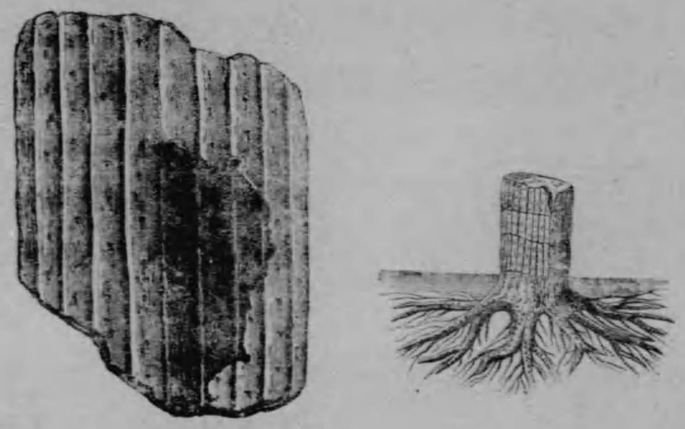
等の魚類にして有脊椎動物と無脊椎動物との中間に位するものなり

陸生植物は管束隱花植物と松柏科とその中間に位するものとよりなり次の石炭紀に至りて繁盛を極む

4. **石炭紀** Carboniferous Period　上下二層に分る上層



第九圖　鱗木 Lepidodendron（石炭紀）



A　　B

第十圖　封印木(石炭紀)　A. 莖幹　B. 根部



は陸上水溜に生じたる物にして石炭を挟む蘆木 Calamites (木賊屬 Equisetums) 封印木 Sigillaria, 鱗木 Lepidodendron (共に石松子科 Licopods) 等の植物化石出づ(第九及十圖)下層は深海に生ぜし石灰岩にして厚さ六百尺に達するものあり有孔蟲,珊瑚,海百合等の化石出づ床板珊瑚に屬するリソストローション Lithostrotion 及び海蕾出づ又た蜘蛛,蠍,多足類の化石上層より出づ

魚類は鮫の如き軟骨魚,歪尾光鱗魚 Paleoniscus の如き光鱗魚 Ganoids あり硬骨魚類 Bony fishes は未だ現はれず此紀に於て初めて陸上兩棲類 Amphibia を生ず堅頭龍 Stegocephalia＝Labyrinthodonts と稱せらるゝ下等のものにして終生又は幼時鰓を有す鯢魚の類にして尾長く脚は甚貧弱なるを以て寧ろ蛇に類す

5. **二疊紀** Dyassic or Permian Period　上部は石灰岩,下部は紅砂岩より成る泥盆紀の紅砂岩に對して新紅砂岩 New Red Sandstone と稱す獨乙にては上部を Zechstein 下部を Rothliegende と稱す上部は石灰岩の外石膏 Gypsum, 岩鹽 Rocksalt, 白雲石 Dolomite, 含銅粘板岩 Copperslate (黄銅鑛 Copperpyrite, 硫銅鑛 Chalcocite, 紫銅鑛 Bornite, 土瀝青 Bitumen を含む黒色の粘板岩)より成り海生動物の化石を有し下部は紅砂岩の外紅礫岩 Red Conglomerate を有し陸生動物の化石あり有名なる獨逸

國スタツスフルト Stassfurt の加里鹽は此時代に生したるものなり

植物には蘇鐵類 Cycadeans, 松柏科 Conifers, 蘆木 Calamites, コルダイテス(胡留陀木科) Cordaites, 羊齒科 Ferns 等あり葉を存せる松柏科の化石にワルキア Walchia あり

魚類には光鱗魚 Ganoids 及び肺魚 Dipnois あり兩棲類は皆堅頭龍と稱せらるゝものにして全身鱗を有する一尺以下の小動物が繁盛を極め其數甚だ多しその主なるものは太祖龍 Archegosaurus なり

また初めて爬蟲類 Reptiles を産す又た巨大なる四足動物の足跡 Foot print 出づ或は爬蟲類の足跡なるかも知れず

### 第三項　中生代 Mesozoic Era

此時代は平和時代 Peaceful Age とも稱せられ火山作用少く變化爲に大ならず累層の厚さ壹萬尺餘に及ぶ主として砂岩,石灰岩,白雲岩,頁岩,泥灰岩,礫岩等より成り其間に石炭,石膏及び岩鹽の層を挾む水陸共に生物の繁殖盛にして古生代より徐々に變成せし形跡あり

植物は松柏科 Conifers, 蘇鐵科 Gynkgos, 羊齒科 Ferns よりなる

動物界には現今と同種類の六射珊瑚, Hexacorallids 現今と同部類の海膽,夥多の腹足類 Gastropoda, 葉鰓貝

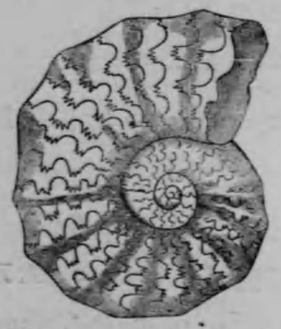


Lamellibranchia, 菊石類 Ammonites (第十九圖)及び箭石類 Belemnites (第十八圖)(共に頭足類)の如き高等軟體動物(五千餘種あり)光鱗魚,鮫に似たる軟骨魚,堅頭龍,爬蟲類等あり爬蟲類は此時代に種類最も多く巨大のもの少からず古世界に繁殖を極めし管束隱花植物,腕足類 Branchiopoda 鸚鵡貝 Nautiloids (第十三圖),海百合等は大に衰微す此時代は被子双子葉植物,硬骨魚類,鳥類及び哺乳動物の起りし時代なり

第十二圖
石蓮
Encrinus liliiformis
(三疊紀)

#### 1. 三疊紀 Triassic Period

植物にてはワルキヤ(松柏科),プテロフイルム Pterophyllum (蘇鐵科)の化石出づ

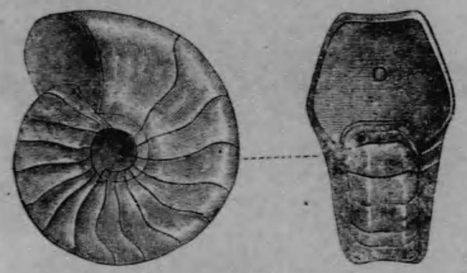


第十一圖　セラチテス(菊面石)
Cematites nodosus (三疊紀)

動物にては菊面石(セラチテス) Ceratites (第十一圖), 石蓮 Encrinus (第十二圖)あり又た肺魚の歯を產す又た砂岩に手獸 Cheirotherium なる一種の絶滅せる四足獸 Extinct fourfooted animal の足跡を印せるあり

有袋類初めて現はるゝ即ちミクロレステス Microlestes と稱するものゝ歯出づ最古の哺乳動物なり

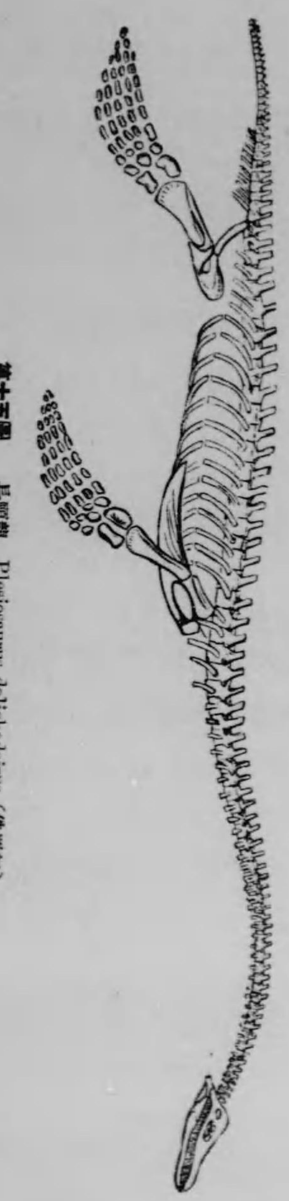
堅頭龍には蝦蟇龍(マストドンサウルス) Mastodonsaurus と稱する頭骨の長さ參尺に達するものあり



第十三圖 鸚鵡貝
Nautilus bidorsatus (三疊紀)

爬蟲類も發達し孵子龍 Nothosaurus の如き龍屬爬蟲類 Saulian Reptiles 出づ

2. 侏羅紀 Jurassic Period 初めて硬骨魚類を產す魚龍 Ichthiosaurus (第十四圖), 長頸龍 Plesiosaurus (六乃至四拾尺第十五圖)(此二種は海生なり), 恐龍 Deinosaurus (兎大のものより百尺に達するものあり), 翼龍 Pterosauria



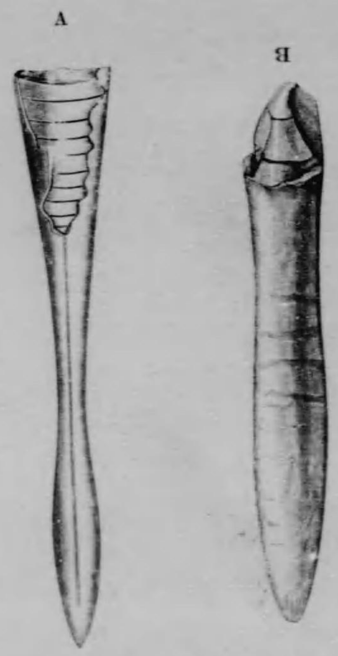
第十四圖 魚龍 Ichthyosaurus communis (侏羅紀)



第十五圖 長頸龍 Plesiosaurus dolichodeirus (侏羅紀)

第十六圖　翼龍 Pterosauria
(Rhamphorhynchus phyllurus 侏羅紀)

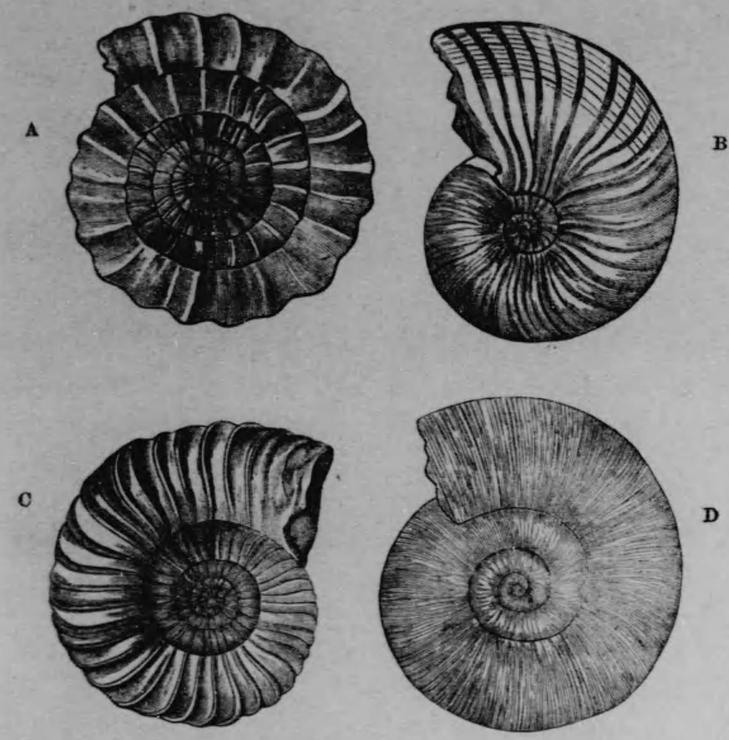
第十七圖　トリゴニア
Trigonia navis (侏羅紀)



第十八圖　箭石類 (侏羅紀)
A Belemnites hastatus
B „ paxillosus



一は代時此に故す殖繁に大類蟲爬の等鮫鰐(圖六十第)
に爬虫類の時代 Age of Reptiles と稱せらるる海百合(第二
十圖)にはペンタクリヌス Pentacrinus 牡蠣にはグリフェ

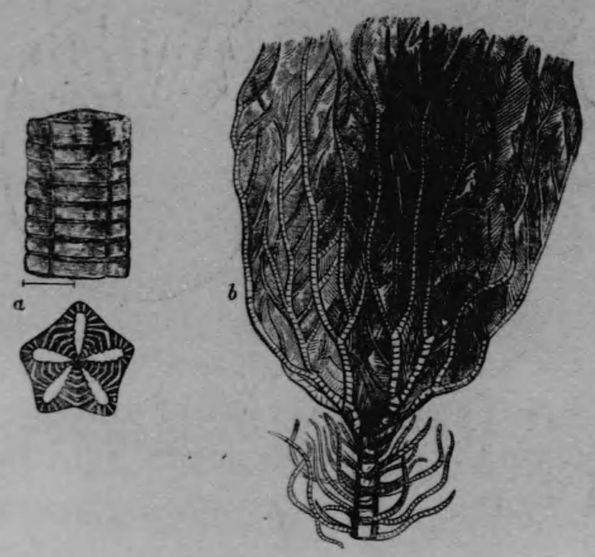


第十九圖　侏羅紀アンモナイト(菊石類)
A. Caloceras raricostatum
B. Oxynoticeras oxynotum
C. Schlotheimia angulata
D. Psiloceras Planorbe

ア Gryphaea あり鸚鵡貝類 Nautiloids は在れども稀なり

菊石類(アンモナイト)(第十九圖)出づ海膽類にはシダリス Cidaris あり節足動物には蟹,鰕,蜻蛉,小金蟲等多し

植物は松柏科及び蘇鐵科(ザミテス Zamites 等)此紀に於て旺盛を極め其間に羊齒類及び木賊類存在す




第二十圖 侏羅紀 海百合
a. Isocrinus basaltiformis
b. Pentacrinus fossilis

鳥類の祖先現はる齒を有する所のものにしてアルケプテリックス Archaepteryx 始祖鳥と稱す

3. **白亞紀** Cretaceous Period 初めてクレドネリヤ Credneria, 無花果,柳,白楊,月桂樹,櫧,木蘭等の濶葉樹を生ず

石灰質の有孔蟲非常に繁殖し白亞を形成す珊瑚も

第二十一圖 魚龍 Iguanadon (白亞紀恐龍)

第二十二圖　魚鳥 Ichthyornis victor（白亞紀）



繁殖して珊瑚石灰岩 Coral Limestone を形成す苔蟲類 Polyzoa = Bryozoa は各所に岩礁 Reef を形成すること恰かも珊瑚の如し薬鰓貝にては牡蠣 Ostracea, 帆立貝 Pecten, 三角貝(トリゴニア) Trigonia (第十七圖), イノセラムス Inoceramus 等あり外に馬尾貝 Hippurites (第二十三圖)あり

第二十三圖　馬尾貝 Hippurites organisans（白亞紀）

硬骨魚は愈增し鱘,青魚等あり滄龍 Mosasaurus (七拾尺), 滑歯龍 Ryodon (百尺)の如き巨大なる海生爬蟲類を產す恐龍類には歐米共に巨大の怪物を產す三觭龍 Triceratops (貳拾五乃至參拾尺), 禽龍 Iguanodon (貳拾三尺)(第二十一圖), 斑龍 Megalosaurus 等を產す又は黄昏鳥 Hesperornis, 魚鳥 Ichthyornis (鵜の如きもの)(第二十二圖)の如き有歯鳥類出づ

### 第四項　近生代 Cainozoic Era

火山作用活潑となり褶曲 Folding, 斷層 Faulting 等盛に起るアルプス Alps, ヒマラヤ Himalayas, アンデス Andes 等の諸山脈は此時代に生じたるものにして現世界の大山巨嶽も大抵此時代のものなり

火成岩は非常に多し水成岩には砂岩,礫岩,頁岩等あ

り又た凝灰岩及び集塊岩あり初めは地盤の變動盛なりしも後次第に衰へ現今の地勢をなすに至れり

生物は前時代に繁盛を極めし爬蟲類絶滅し哺乳動物出づされど現今絶種のもの多し第四紀に及びて現今の哺乳類現はる人類も此時代に發生せり植物は被子顯花植物大に繁殖し今日の如きものとなれり

1. **第三紀** Tertiary Period　第三紀と稱するは生物の發生の順序より考へて古生代を第一紀,中生代を第二紀とすれば此時代は恰かも第三紀に相當すればなり

此時代に於て大陸徐々に昇降して略今日の如き地形となる世界中の最高山脈の多數は此時代に崛起したるものにしてヒマラヤ,アンデス,アルプス,ピレニース Pyrenees 等の諸山脈皆然りとす

此時代に於て北半球は初めは熱帶次は溫帶後ち寒帶の狀となる之れ化石によつて知るを得べし

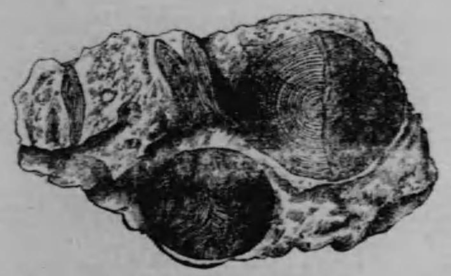
第三紀の末葉今より大凡壹萬五百年前に於ては地軸は丁度現今と反對の傾角をなし太陽に最も遠き位置(遠日點現今の夏季に當る)にある時は北半球は太陽より斜に光線を受け且地盤の變動のため北半球は一般に隆起して雪線以上にありしを以て非常なる大寒冷を來たし所謂**氷河時代** Glacial Age を出現せしめ而して地軸は壹千年間に一回轉して圓錐狀を畫くを



以て地軸が今日と反對の傾角をなせしは今より大凡21.000/2=10.500年前に當るなり獨樂の將に倒れんとするとき心を振るが如く地球も今や末期に近きたりと見え地軸を徐々に振りつゝあるなり

此時代に於て氣候帶確定す氣候帶の端緒は侏羅紀に開かれ白亞紀に至りて稍明かとなり南相,北相の別を生じ第三紀に至りて確定す第三紀以前にては北極地方と雖も隨分溫暖にしてグリーンランド Greenland 等に蘇鐵類あり第三紀に至り極地方は漸く冷却し熱帶植物は次第に赤道地方へ移動すにに至れり

動物はイノセラムス Inoceramus, 菊面石 Ammonites, ベレムニテス(箭石類) Belemnites 等絶へ現生の介類次第に多くなれり恐龍類,魚龍類は絶滅し硬骨魚,龜類,蛇類,蛙類,哺乳類等を生ぜり前時代の哺乳類は有袋類のみなりしが此時代に至りて高等のものを生ぜり恐角獸 Rhinoceros, 房齒獸 Mastodon の如き絶種のもの多し



第二十四圖　化石石灰岩
(第三紀)

此時代の化石の主なるものは地中海地方,アル

ブス,印度等のエオシン期より出づる石灰岩を構成する貨幣石(ヌンムライト) Nummulites なり(第二十四圖)有孔蟲 Foraminifera の一種にして拾錢乃至五拾錢銀貨大のものにして其分布廣し有名なる埃及の三角塔は此貨幣石石灰岩によりて築かれたりと云ふ

棕梠其他の濶葉樹大に繁茂す

2. **第四紀** Quaternary Period　生物は現今のものと大差なし現今は此時代の連續なるなり

人類が已に洪積期の終りに於て現はれたるは歐羅巴の諸處に舊象,穴熊類の骨と共に人類所用の器具出づるによりて明かなり此等の原人 Primitive Man は**石器時代** Stone Age を經て**青銅時代** Bronze Age,**鐵器時代** Iron Age の如き有史時代 Histrical Age に達す

石器時代は次の如く區別せらる

1. **河上人** River-drift Man　他の動物と共に河邊を徘徊す河底より他動物の骨と共に人骨出づ

2. **穴居人** Cave Man　穴居の民なり現今にも野蠻のものにあり

3. **湖上人** Lake Man　湖上の生活を營む

或は石器時代を次の如く分つ人あり

1. **舊石器時代** Paleolithic Age

2. **新石器時代** Neolithic Age



舊石器は砂岩よりなり新石器は石英,角岩,碧玉 Jasper, 瑪瑙 Agate 等よりなり又た黒曜石を以て矢の根を製せり石器時代にも鑛山ありしが如しある鑛坑中に花崗岩の石器發見せられしを見る

現今は近生代第四紀冲積期の鐵時代に屬するなり

## 第二節

## 日本地質論

### Geology of Japan

**地層** Geological Formation　は世界中同じきにあらず各部其發達を異にす卽ち地方的相違 Local Differensation ありて地方によりて同じからざるなり本邦にては界 Group より云へば凡ての界備はるされどその系 System には缺くる所多し更に系の區分たる層 Series に至りては各時代に亘りて缺如せる所少からず只完全なるは第四紀なり第三紀の缺け方は非常にして僅に後の部分發達す白亞紀にては上部白亞紀 Upper-Cretaceous 發達す古生代も後の部分發達す若し地殼に變動なきものとせば地層は近生界,中生界,古生界,太古界と順次下に配列して地球の表面は凡て近生界によりて掩はれ居るべき道理なれども實際には**褶曲作用** Folding, **斷層作用** Faulting, **噴出作用** Eruption, **風化作用** Weathering

第二十五圖　明治廿四年濃尾大地震斷層の圖

等の大地變あり褶曲作用により地表のある部分は隆起し或部分は下降す其降起したる部分は特に風雨のために侵蝕せらるゝを以て其の部分の表面の地層は流し去られて下層の地層表はる又た褶曲作用が極端に行はるゝ場合には地層は反轉 Overturning をなし下方の地層が上方の地層を掩ふとあり又た火山の噴出ありてその部分の地表が火成岩にて掩はるゝとあり斯くの如くして地表に種々の地層表はるゝなり今本邦舊領土の表面をなせる各界の全面積に對する%を示せば次の如し



沈積岩
- 近生界……46,97％
- 中生界……7,15％
- 古生界……12,7％
- 太古界……3,4％

噴出岩
- 第三紀噴出岩……20％
- 第三紀前噴出岩……10％

今我國に發達せる地層を年代の順に排列すれば次表の如し

## 日本地質一覧表 Tabular View of the Geological Formation in Japan

| 年代 Era | 沈積岩層 Sedimentary Formations | 熔出岩 Eruptives |
|---|---|---|
| 太古代 Archaean | 片麻岩系 Gneiss System: 基本花崗岩 Fundamental granites……ローレンレアン層 Laurentian; 竹貫層 Takanuki Series | 花崗岩 Granites<br>角閃岩 Amphibole Rock<br>閃緑岩 Diorites<br>斑糲岩 Gabbros<br>蛇紋岩 Serpentine<br>橄欖岩 Peridotite |
| | 結晶片岩系（三波川層）Crystalline Schists System (Sambagawa Series) | |
| 古生代 Paleozoic | ? 1 下部秩父層或三枠層 Lower Chichibu Series or Mikabu Series | 閃緑岩 Diorites<br>斑糲岩 Gabbros<br>橄欖岩 Peridotites<br>輝緑岩 Diabase<br>玢岩 Porphyrites |
| | 二疊石炭系 Permo-Carboniferous System: 2 中部秩父層 Middle Chichibu Series; 3 上部秩父層 Upper Chichibu Series | |
| 中生代 Mesozoic | 三疊系 Triassic System: 4 セラチテス層 Ceratites Bed; 5 シュードモノチス層 Pseudomonotis Bed; 6 長門植物化石層 Nagato Plants Bed (Rhoetic Series) | 玢岩 Porphyrites |
| | 侏羅系 Jurassic System: 7 長門硯石層 Nagato Inkstone Series (Lias Series); 8 志津川層 Shizukawa Series (Infelior Oolite Series); 9 手取層 Tetori Series (Bathonian Series) | 仝上 |
| | 白亜系 Cretaceous System: 10 鳥巣層 Torinosu Series ネオミアン層; 11 領石層 Ryoseki Series Neomian Series; 12 和泉砂岩層 Izumi Sandstone Series; 13 北海道菊石層 Ammonites Bed of Hokkaido; 14 四國上部白亜層 Upper Cretaceous of Shikoku | 花崗岩 Granites<br>閃緑岩 Diorites<br>斑糲岩 Gabbros<br>橄欖岩 Peridotites<br>石英玢岩 Quartz Porphyrites<br>輝緑岩 Diabase<br>玢岩 Porphyrites<br>黒地紋岩 Melaphre |
| ? | 三倉層 Mikura Series<br>御坂層 Misaka Series | |
| 近生代 Cainozoic | 第三紀系 Tertiary System: 15 ミオシン層 Miocene Series; 16 プリオシン層 Pliocene Series | 石英粗面岩 Liparites<br>石英安山岩 Dacites<br>安山岩 Andesites<br>玄武岩 Basalts |
| | 第四紀系 Quaternary System: 17 洪積層 Diluvium Series; 18 沖積層 Ailluvium Series | 仝上 |



### 第一項 太古界 Archaean Group

太古界は四界の中最も狭し我國面積の 3.4% と占む此時代には化石なき故地層と區別するには岩石の種類と層位とによる即ち次の二系に大別す

a. **片麻岩系** Gneiss System

b. **結晶片岩系** Crystalline Schists System

熔出岩には角閃花崗岩 Hornblende Granite, 黒雲母花崗岩 Biotite Granite, 閃緑岩 Diorites, 斑糲岩 Gabbro, 橄欖岩 Peridotite 及び蛇紋岩 Serpentine あり

1. **片麻岩系** Gneiss System 主なる岩石は花崗片麻岩 Granite Gneis, 片麻雲母片岩 Gneiss Mica Schists 等にして其他黒雲母片麻岩 Biotite Gneiss, 黒雲母片岩 Biotite Schist, 角閃片麻岩 Amphibole Gneiss, 角閃片岩 Amphibolite, 結晶質石灰岩 Crystalline Limestone, 糖狀石灰岩 Saccharoidal Limestone 等あり此の中石灰岩は有機質源 Organic Origin のものなるお如し他は皆熔出岩源 Emptive Origin のものが壓力變移 Dynamometamorphism によりて片狀岩となりしものなり例へば片麻岩は基本花崗岩 Basal Granite より變化せしものなり

赤石山脈及び天龍川地方に發達す天龍川の上流伊那山脈は片麻岩系より成るこれより出づる鹿塩片麻岩は角閃片麻岩にして不完全の片狀岩なり一見斑晶

質岩の如く見ゆ中に白き長石の斑點を有す原田博士は凝灰岩の變化したるものとなす長石の白粒眼狀をなせる**眼狀片麻岩** Augen Gneiss も出づ

遠江の領家に發達せるものに**領家片麻岩** Ryoke Gneiss あり片麻雲母片岩 Gneiss Mica Schist (黑雲母片麻岩)にして一見黑雲母片岩の如きも顯微鏡下に檢するときは長石を藏す故に片麻岩なる名稱を附して呼ぶ又た之れに接して結晶石灰岩及び**エクロジヤイト** Eclogite なる綠色の變質岩出づ

**飛驒高地**にも片麻岩系現はる上方の古生界が水の爲に侵蝕せられたる谷底より片麻岩現はる此の片麻岩中より石墨を產す又その續きなる越中立山邊も片麻岩系より成る又伊賀伊勢の邊よりも片麻岩系出づ

**阿武隈高地**には片麻岩最もよく發達す小藤博士は之を次の三に分つ

a. **御在所層** Gozaisho Series (角閃片岩)
b. **竹貫層** Takanuki Series (片麻雲母片岩,角閃片岩)
c. **老連志亞層** Laurentian Series (片狀花崗岩)

(a) は古生界に屬し (b) 及 (c) は太古界に屬す

御在所層の上部より輝石片岩 Pyroxenite 出で又た海百合を含む石灰岩出づる故御在所層は三株層と同じものなるべし



瀨戶內海(周防の南端)及び九州にも片麻岩系小面積をなして現はる

2. **結晶片岩系** Crystalline Schists System　關東山脈に現はる小藤博士は初めて之を研究し三波川層と名けたり三波川とは上野に於ける地名なり

本系に屬する岩石は結晶片岩にして石英の外に第二次鑛物 Secondary Minerals なる絹雲母,綠泥石,石墨,綠簾石,方解石等を有し第二次鑛物によりて區別す卽ち

a. **綠泥片岩** Chlorite Schist
b. **絹雲母片岩** Sericite Schist
c. **紅簾石絹雲母片岩** Piedomontite Sericite Schist
d. **角閃石絹雲母片岩** Hornblende Sericite Schist
e. **藍閃石絹雲母片岩** Glaucophane Sericite Schist
f. **柘榴石絹雲母片岩** Garnet Sericite Schist
g. **柘榴石絹雲母角閃片岩又はエクロージヤイト** Garnet Sericite Amphibolite (Eclogite)
h. **滑石片岩** Talc Schist
i. **石墨片岩** Graphite Schist

綠泥片岩及び石墨片岩には石基中長石より成る斑點あり故に**斑點綠泥片岩** Spotted Chlorite Schist などと呼ぶされど斑點を有せざるものあり附屬岩石には赤鐵鑛片岩 Haematite Schist, 珪岩 Quartzite, 黑雲母片岩

Biotite Schist 等あり外に蛇紋岩等の熔出岩あり斑糲岩,橄欖岩等が變質したるものなり秩父地方より出づる蛇灰石 Ophicalcite は蛇紋石の方解石を混ぜるものなり

關東山地,天龍川地方,阿武隈高地,紀伊半島,四國中央山脈等に出づ

四國山脈の層鞍軸 Anticline Axis に當る處即ち阿波より土佐に通ずる難所なる大歩怪(オホボケ)より大歩怪片麻岩出づ絹雲母片麻岩にして石英,長石の外に絹雲母,綠簾石の如き第二次鑛物あり灰色にして片狀質なること少く古生界の硬砂岩に似たり砂岩の變質したるものならん

別子銅山は此の三波川層より成る關東地方に於けるよりも一層複雜なり綠泥片岩,藍閃片岩,紅簾片岩,石墨片岩,滑石片岩の外に角閃片岩,柘榴石絹雲母角閃岩,柘榴石絹雲母片岩,陽起石片岩,石英片岩等より成る

九州にては豐後の佐賀關佐伊豫の佐田峠と相對す臺灣にては中軸山脈の東側に出づ中國,北海道,樺太にも小露出あり

朝鮮の中央山脈は片岩系及び古生層より成る平安東半島の中央部にも片岩系發達す達發系岩片岩は南道及道北羅全,道京幾,道北



## 第二項　古生界 Paleozoic Group

本邦にては近生界に次ぎて大なる面積をなし山脈の大部分を成す全層の厚さ頗る厚く其岩石も種々あり されど化石は至つて少く地質時代の識別に必要なる數種のものが石灰岩中にあるのみなり

古生界の大部分は石炭系及び二疊系に亘る其外に下部秩父層あり其年代明かならざれどもその古生界なる事は確實なり恐らく石灰岩を有する二疊石炭系 Permo-carboniferous System よりも古きものならん或は志留系,寒武利亞系の何れかなるかも知れず或はまたその全體なるかも知れず化石なき故數多の層に分つことを得ず只岩石の性質によりて區別するのみなり

初めて研究せられしは秩父地方なり故に秩父層又秩父古生層の名を得たり而して三つに區別せらる

a. **下部秩父層** Lower Chichibu Series
b. **中部秩父層** Middle Chichibu Series
c. **上部秩父層** Upper Chichibu Series

秩父層は下部より上部に至るまでを九つの帶 Zones 及び床 Beds に分つ事を得即ち次の如し

秩父層の層位 Order of Stracification in Chichibu

下部秩父層　9. 輝岩,角閃岩但し石墨千枚岩,珪岩,石灰岩,蛇紋岩等の附屬層を有す

| | | |
|---|---|---|
| 中部秩父層 | 8. | 赤色及び綠色珪岩又は雜色珪岩 |
| | 7. | 英長板岩,放射蟲板岩 |
| | 6. | 下部輝綠凝灰岩帶(輝綠凝灰岩,珪岩,英長板岩,海百合及び珊瑚を有する石灰岩) |
| | 5. | 硬砂岩,粘板岩 |
| | 4. | 英長板岩,角岩 |
| 上部秩父層 | 3. | 上部輝綠凝灰岩岩帶(輝綠凝灰岩,英長板岩,角岩,放射蟲板岩) |
| | 2. | フズリナ石灰岩 |
| | 1. | 角岩,粘板岩,砂岩 |

上表は年代の順に書きたるものにして下に示したるもの程新しきものなりされば層位は下に書きしもの程上方に位するなり

秩父地方にては礫岩(變岩)なし他の地方には礫岩存在し石灰岩よりは下の帶に出づ

古生代は靜穩の時代にして輝綠岩及び玢岩が脈岩及び岩床Sheetをなして出づるのみ其凝灰岩が固結して輝綠凝灰岩となる橄欖岩は三株層にあり

1. **下部秩父層或は三株層**　上野國神流(カンナ)川の上流三株地方はこれより成る主として輝岩よりなる此ものは凝灰岩の如きものより壓力變移によつて變化し



たるものにして多少片狀質なり區別の爲めに**凝灰質輝岩** Tuff Pyroxenite と稱せらるサライト Salite なる一種の輝石より成る灰色或は暗綠色にして緻密又は微粒狀質なりサライトの變じて角閃石樣となれるありて角閃岩と區別し難し又た青色角閃石なる藍閃石を生じ藍閃石片岩に類する輝岩及び角閃岩を生ず又た綠泥石(綠色),綠簾石(黃綠色)を生じ綠泥片岩と區別し難きあり附屬層には石墨片岩,石墨千枚岩,珪岩,石灰岩あり

此層は關東山地の東北部に在る三波川層と接す但し斷層ありて不整合 Unconformable なり此層より生ぜし土壤は餘り重粘なるが故にある種の植物には適せずされど養分に富み水分を吸收する力大なる故杉樹に適す天龍川中流に於ける杉林地は此の層より成る

2. **上部及び中部秩父層**　之れは二疊系及び石炭系に相當するものにして總括して**二疊石炭系** Permo-carboniferous System と稱せらる其主なる岩石を說明すれば次の如し

a. **珪岩**　本岩は赤,綠,白又は灰色等種々の色あり又た中には雜色のものありて塊狀或は板狀をなし又た多少粒狀質なるあり砂岩より變化せしものにして稀には放射蟲の化石を藏す

b. **角岩**　緻密にして燧石樣外觀を呈する一種の

珪岩なり縞狀組織を有す中には放射蟲を藏し放射蟲板岩に似たるものあり

c. **英長板岩** 綠灰色又は黃綠色にして石英及び長石の緊密なる混合より成り雲母及び綠簾石を副成分に有し雲母に沿ふて劈開す卽ち緻密なる縞狀組織を有する岩石なり

d. **放射虫板岩** 褐赤色の岩石にして放射蟲の遺骸を藏す

e. **輝綠凝灰岩** 暗綠赤褐或は石炭樣黑色の岩石なり

f. **硬砂岩及び粘板岩** 古生界の砂岩と云へば硬砂岩なりされど長石なき純然たる砂岩もあり灰色を呈す此の硬砂岩と互層して粘板岩出づ

g. **石灰岩** 此岩石はフズリナ Fusulina, シユワンゲリナ Schwangerina, 珊瑚 Coral, 海百合 Crinoid, 腹足類 Gastropoda, 辨鰓類 Lamellibranchiata 等の化石を藏す美濃赤坂に發達す又た陸前本吉郡より珊瑚及び海百合を含む石灰岩出づ

**フズリナ・ヤポニカ** Fusulina Japonica は此層に特有にして外國の石炭系のものと似たり以て上部及び中部の秩父層が石炭系なるを知る外國にては此の石炭紀に於て高等隱花植物繁茂し之が地中に埋沒して石



炭となる不幸にも本邦は恰かも此時代に海底なりしため石灰岩の堆積はあれど石炭なし

古生界は次に述ぶる中生界に比し其分布廣く我國の骨格をなす大山脈は皆これより成る卽ち火山脈以外の山脈卽ち**褶曲山脈** Folding Mountain-range は多くは古生界の岩石によりて形成せらる赤石山脈,渥美山脈,紀伊半島,志摩半島,四國中央山脈,筑紫山脈,琉球諸島,臺灣雪山脈(古生代及び年代不明なる中生代の岩石より成る),美濃飛驒高地,鈴鹿山脈,養老山脈,木曾山脈,伊那山脈,(木曾山脈と天龍川を隔てゝ伊那山脈あり何れも古生界より成り大井川は古生界の岩石の間を流れ富士川は第三紀の岩石の間を流る),丹波高地,中國花崗岩地方,八溝山脈,足尾山脈,阿武隈山脈,最上山脈,北上山脈(盛岡より東方),金華山等皆古生代の岩石より成る

日本の地形は古生代に於て定まりたるものなり卽ち其基礎は古生代の岩石より成るなり北海道の中軸山脈卽ち蝦夷山脈も古生代の岩石より成る

朝鮮にては上部及び下部の古生層あり(**朝鮮古生層**)下部古生層は雲母片岩,角閃片岩,石英片岩,千枚岩よりなり小面積 Scattered Patches をなして散在し一部はリヒトホーフエン Richthofen 氏の**大弧山層** Ta-ku-shan Series に相當するものの如し

上部古生層は一に**朝鮮層** Corean Formation と稱し下方よりは珪岩,粘板岩,砂岩出で上方よりは石灰岩及び泥灰岩出づこはリヒトホーフェン氏の**支那層** Shinian Formation に相當するものの如し平安南道及び黄海道に亘れる一帯の高地 Platean は朝鮮層よりなり主として**フズリナ**其の他の有孔蟲を含める石炭紀石灰岩の厚層よりなる

**遼東半島に於ける古生層**は寒武利亞志留系 Cambro-Silurian System 及び石炭系に分つことを得寒武利亞志留系の上部は**支那層**にして下部は**大弧山層**なり大弧山層は主として珪岩よりなり附屬層としては砂岩,粘板岩時としては礫岩及び石灰岩あり支那層の下部は主として砂岩及粘板岩の互層よりなり外に珪岩,礫岩,石灰岩あり支那層の上部は石灰岩,泥灰岩の外砂岩,粘板岩,珪岩よりなる種々の層より出づる石灰岩は腕足類 Branchiopods, 翼足類 Pteropods, 頭足類 Cephalopods, 三葉蟲の化石を藏す

石炭系は小面積に現はれ復州の南方金州の東方にあり石炭系の下層は石灰岩及び泥灰岩の互層よりなり動物の化石を藏す上層は夾炭層,砂石及び粘板岩にして其の間に炭層 Coal Seams を夾む粘板岩は多く植物化石を含有す



## 第三項　中生界 Mesozoic Group

本邦にては分布甚だ狭し沈積岩には砂岩,礫岩,頁岩,泥灰岩,粘板岩,輝綠凝灰岩等あり褶曲の結果飛騨高地,北海道,四國及び九州等に於て稍高峻なる山岳を成す

熔出岩は花崗岩最も多く石英斑岩之に次ぎ玢岩,輝綠岩,黑地紋岩,橄欖岩,斑糲岩,閃綠岩等あり中生代の初めは靜穩にして末期に至りて活動せり卽ち以上述べたるが如き熔出岩噴出し地質上並に地形上大變動を與へ且つ既存の水成岩に大なる接觸變移を與へたり粘板岩は爲に雲母板岩又は雲母片岩となり砂岩はホルンフェルスとなり石灰岩は大理石となり接觸層鑛物 Contact Minerals を生ず鑛石の沈積 Ore Deposit は中生代の接觸層 Contactzone に出でしものにして本邦の鐵山及び銅山は此時代のもの多し若し本邦に接觸變移なかりせば鐵山はなかりしならん金山も半減し銅山も餘程減ぜしならん

1. **三疊系**　此の系は次の三層より成る

a. **セラチテス層**　菊石の一種なる**セラチテス**(菊面石)出づ

b. **シユードモノチス層**　**シユードモノチス・オコチカ** Pseudomonotis Ochotica なる二枚貝出づ

c. **長門の植物層**　長門山井にあり無烟炭出づ變

質褐炭にして眞の無烟炭 Anthracite に非ずと之と同時代のもの滿洲及び遼東半島にあり

2. **侏羅系** 此系も亦次の三層に分たる

a. **硯石層** 上層より硯用輝綠凝灰岩出づ故に此名あり長門の中央より西南に走り對岸の豐前にもあり豐前の輝綠凝灰岩は海百合の化石を藏し梅花石の名あり此層よりハーポセラス Harposeras 及びペリスフィンクテス Perisphinctes なる菊石類出づ

朝鮮にては侏羅系は慶尙道の西部に廣大なる面積を占め砂岩,礫岩,粘板岩,輝綠凝灰岩より成る斑岩,玢岩の岩脈 Dykes 及び岩床 Sheets によりて貫かる而して植物化石を其の中に藏す而して侏羅系は他所にも小區域をなして散在し砂岩,礫岩,粘板岩,頁岩よりなり時としては輝綠凝灰岩及び石灰岩を伴ふ

b. **志津川層** 陸前志津川に發達すトリゴニア Trigonia 及びハーポセラスの化石出づ

c. **手取層** 美濃飛彈高地の手取川沿岸に出づ古生界又は一層古き花崗岩及び片麻岩あり此の層は山岳の底部に散在して現はる此層より羊齒類 Filicaceae 及び蘇鐵類 Cycadaceae の植物化石出づ

3. **白亞系** 分布狹き中生界の中にては白亞系最も良く發達すされど多くは盆地 Basin 及び谿谷 Valley



に限らる次の五層あり

a. **鳥巢層** 鳥巢とは佐川盆地中の地名なり石灰岩出づる故**鳥巢石灰岩層**とも稱す有孔蟲,珊瑚,蘚蟲類 Bryozoa (珊瑚の如く岩礁を作り居りしものなり),腹足類 Gastropoda, 棘皮動物 Echinoids 二枚貝 Bivalves, 等の化石出づ殊に海膽 Sea Urchins の一種なる**シダリス** Cidaris Grandifera の棘 Spine 此層に特有なり本層は土佐の佐川盆地のみならず阿波勝浦川の盆地,紀伊日高川の北沿岸より出づ

b. **領石層** 土佐領石に現はる砂岩,礫岩,頁岩等より成り羊齒類及び蘇鐵類の化石出づ此の植物化石を存する地層の少し下に介殼層ありサイレナ Cyrena, メラニア Melania, コルビクラ Corbicula 等の介類出づ領石層は領石盆地のみならず北方に延びて佐川盆地に達し又た同國物部川盆地,阿波勝浦川盆地及び對岸の紀州湯淺町附近に現はる

c. **和泉砂岩層** 砂岩を主とし頁岩其副層を成す植物化石,菊石及び此層に特有なる化石トリゴニア・ポシリフォルミス Trigonia pocilliformis 出づ此層は南日本に發達す卽ち和泉山脈を成し西走し淡路を經て讃阿山脈をなし更に西に走り豐後及び天草に入り甑島を形成す又た北日本にも處々に現はれ關東山系に大な

る山中地溝を作る

d. **北海道蝦夷層群** 主なる岩石は泥灰岩のレンズ狀塊 Lenticular masses を有する頁岩なり此のレンズ狀塊中に化石を藏す之れと互層して砂岩及び礫岩出づ**菊石** Ammonites 及び**イノセラムス** Inoceramus を藏し蝦夷山脈の西側に現はる又た樺太島の中軸を形成す

e. **四國上部白亞層** (a)より(d)までのものは盆地及び谿谷に限られたりしが此の層は稍大なる區域をなす往時は古生代のものと考へられしが化石の研究によりて白亞系に屬するものなる事判明せり阿波の南部,土佐の南部,紀州熊野川の沿岸及び九州天草島に出づ此の中には白亞系と第三紀系との中間なる中間層あり白亞系の不明時代として記入せらるゝ其他中生界なるか第三紀系なるか不明なるものに三倉層(大井川沿岸)及び御坂層(甲州)あり對島も時代不明中生界よりなり臺灣の雪山脈も時代不明中生界と古生層よりなる

## 第四項 近生界 Cainozoic or Neozoic Group

近生界は面積より云ひて最もよく發達し我國舊領土全面積の46.97％を占む其外第三紀噴出なる岩火山岩が全面積の20％あり故に近生代は我國面積の約六



割七分を占むるものと云ふべし

此の時代の水成岩は凝灰岩,砂岩,礫岩,頁岩及び泥灰岩等なり此等は皆第三紀に於て發達せしものにして第四紀にては火山岩及び水成岩の堆積を見るのみ即ち次の如し

**第三紀系** 凝灰岩,砂岩,礫岩,頁岩,泥灰岩,珪藻土,石炭,石灰岩

**第四紀洪積層** 礫,粘土,火山噴出物,壚土 Tuffloam

**第四紀冲積層** 砂,礫,粘土

火成岩は石英粗面岩,安山岩,玄武岩等の噴出岩より成る火成岩の噴出せしは此時代と中生代とに限る面して此の時代に噴出せし火山岩は我國舊領土全面積の20％を占めそれ以前のものは10％を占む

第三紀には石英粗面岩多く第三紀後には安山岩多し石英粗面岩及び石英粗面凝灰岩 Liparite Tuff は火山の骨格を成す而して洪積層に至りて岩石の成分鹽基性となり安山岩及び玄武岩出づ而して安山岩は大抵の火山にあり殊に**輝石安山岩**多しされど**讃岐岩** Sanukite (**古銅石安山岩** Bronzite andesite) の如く古銅石を含むものもあり讃岐の白峯及び屋島は此の讃岐石より成る即ち屋島は花崗岩の上に噴出せし讃岐石の岩床 Deck より成る小笠原島の父島は古銅石安山岩,母島は

輝石安山岩より成る

玄武岩は富士火山帶に多し火山を成すよりも岩脈 Veins, 岩床 Deck or Sheet 等として現はる玄武岩の噴出は南日本の日本海岸に多し而して玄武岩には柱狀に裂け奇觀を呈するもの多し越前の東尋坊,但馬の玄武洞は卽ち之れなり

1. **第三紀系** 第三紀とは生物の生ぜし第三の時代の義なり古生代を第一次とすれば中生代は第二次となり此時代は恰かも第三次となるなり

第三紀系に屬する四層の內最初の二層は缺如し後半のミオシン及びプリオシン層發達す此の二層の岩石は相類似し且つ標準化石 Leading Fossils なき故其區別困難なりされどミオシンの方古き故に岩石幾分硬度大なり卽ちミオシンはプリオシンよりも硬き砂岩等より成るなり本邦にては此時代に於て火山の噴出最も盛にして我國火山の大部分は此時代に壯年期にありしなりされば火山噴出物より成る地層多く砂岩,頁岩等の如き普通の沈積岩も凝灰質のもの多し

水成岩は化石所藏性 Fossiliferous にして介殼 Shells, 植物葉,有孔蟲,珪藻土 Diatomearth, 鮫の齒 Shark's teeth 等の化石を藏す

ミオシン層よりは植物化石と共に石炭出づ本邦の



石炭は大抵第三紀系の石炭にして九州の北部,北海道,樺太等の炭田は皆ミオシン層のものなり

プリオシン層よりは介殼の化石出で又た石油出づ越後の石油坑は卽ちプリオシン層のものなり

第三紀系の發達せるは北日本の日本海に面せる部なり卽ち越後,羽前,羽後に發達すプリオシン卽ち第三紀新層は海岸の丘陵をなし柔き砂岩より成り風化して砂濱をなし或は砂丘 Sand-dune をなす第三紀舊層卽ちミオシン層は內地に發達し高き丘陵をなし第三紀系噴出岩にて貫かる

關東附近の第三紀系は南部房總半島を成し續いて三浦半島を成すプリオシン層に屬する房州石は房州より出づる此時代の凝灰岩なり而して此第三紀系の上は北に向つて次第に下層となり東京附近にて洪積層のために全く掩はる

富士地方より伊豆に至る富士火山帶には凝灰岩多しリソタムニウム石灰岩 Lithothamnium Limestone あり富士川は第三紀系を貫流す尙此の第三紀系は尾張,伊勢にも發達す九州にては北方玄海灘に面せる所に第三紀系發達す筑豐炭田,唐津炭田等之れに屬す日向にては第三紀系頁岩の中より燐鑛石 Phosphatic Rocks 出づ頁岩中に石灰質結塊 Calcareous Nodule として出づ能

登燐鑛も第三紀系より出づされど志摩の燐鑛は古生界の輝綠凝灰岩中にあり第三紀層は臺灣にては蕃界(雪山)山脈の西方の基脚丘陵 Foothill をなす基隆の炭田は卽ちこれに屬す阿武隈山邊にては南北に地帶 Zone をなしてミオシン及びプリオシンの兩第三紀層出づ常磐の炭田此の中にあり北海道にては蝦夷山脈の西麓夕張を中心として炭田あり渡島には珪藻土を含む第三紀新層發達す而して石狩及び十勝の平野,釧路,根室等も第三紀系に屬す但し千島は火山より成る蝦夷山脈の西方なる第三紀山脈は延長して樺太の西山脈をなし大なる炭田を藏す尙樺太の東海岸も第三紀系に屬す

第三紀系は經濟上重要にして石炭,石油を產するのみならず我國銅山の大部は皆此時代特にミオシン層のものなり足尾の銅山は第三紀噴出岩なる石英粗面岩中にあり伊豫の別子銅山を除きては我國の銅山は第三紀地層又は第三紀噴出岩の中にあり佐渡の金山も第三紀舊層のものなり

2. **第四紀系** Quaternary System

a. **洪積層** Diluvium　我國各地に於て平野をなす所のものは皆洪積層なり冲積層と伴ふを常とす關東の平野,十勝川の平野,美濃の平野,九州の平野の如し多



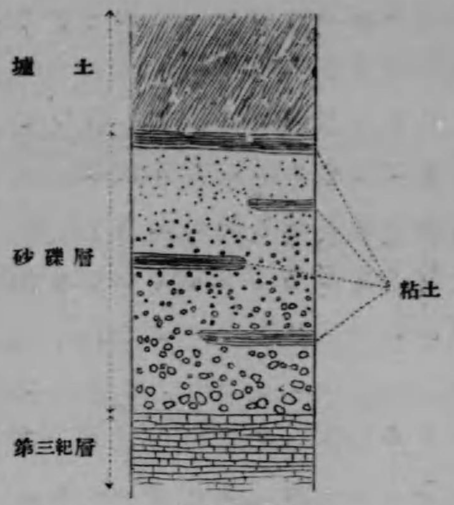
くは礫質にして川のために侵蝕せられて段丘 Terrace (第二十六圖)を成す故に洪積層は次の冲積層より一段高き所にあり沖積層は現在の河川が沈積せしめつゝある粘土,砂,及び礫等より成る洪積層は舊時代の河川の沈積物なり洪積層には礫の外砂又び粘土あり又た火山噴出物のみより成る所もあり

**第二十六圖**　段丘の圖

**關東の平野**の上層は火山噴出物の風成沈積物なる**凝灰質壚土** Tuff Loam より成る其の火山噴出物なる事は長石砂,輝石の破片,浮石質火山礫 Pumaceous Lapilli, 火山硝子物等を含有するを以て知るを得べし

關東平野(第二十七圖)の下層は主として砂,礫等の河成沈積層より成り其間に粘土の層を挾む.粘土の層は水中に沈積せし火山噴出物が水のために含有鐵分が洗ひ流され白色を呈す粘土層の下より褐鐵鑛 Bog Iron Ore の薄層出づ粘土は少許の砂礫を混じ顯微鏡下にて檢すれば火山噴出物混在するを認む

上層の壚土及び粘土層水のために侵蝕し去らるれ




第二十七圖
關東平野縱斷面圖

ば礫層現はるは從て土
須那なるとなる薄は地
野原は礫層の發達せ
しものにして上部に
一二尺の壚土の層あ
るのみ此種の土壤は
原(ハラ)と名けらゝ
ものに多し下總の習
志野ヶ原の如し

本層の礫をなす岩石は硬砂岩,珪岩,珪質珪岩,珪質板岩,閃綠岩,安山岩等なり此の中の安山岩は上流の秩父及び上野地方より來りしものに非ずして火山源のものなり砂は此等の岩石の粉碎せられしもの及び石英幷に火山源の長石,輝石及び硝子質物より成るが故に當時砂礫の堆積しつゝありし間に火山灰降下せしを知る

川の下流に當りし部分は礫層なく壚土の下に細砂のみ現はる下總の鴻の臺及び其以東の地に於て之れを見るが如し砂及び礫層の下部は第三紀層なり此の第三紀層より介殼Shell Zone層は從來づ出石化の貝は出づれば第三紀層と現今生存せる貝類の中にしてなせりとなせしが



なるさ得をるず論は一概にては種類もありて

以上は關東平野に就て述べしなり本邦の他の各地に特有なる洪積層は礫層より成り一般に土壤淺く又た灌漑不充分にして耕地となし難し遠江の三方ヶ原,布引の原,三河の高市の原等は其例なり美濃には各所に大平野あり三野(ミノ)の名之れより起る信濃には飯田地方に礫原 Gravel Plain あり日向には大なる礫層の段丘あり其丘腹の傾斜地は耕地となる其他の**九州の洪積平原**は火山噴出物によりて形成せられたるものと見て可なり即久留米,大分地方の如し南方薩摩,大隅等には起伏せる丘陵の上に火山礫等の火山噴出物堆積す要するに北九州は阿蘇山,南九州は霧島山の火山噴出物より成る

我國にて最も洪積層の發達せるは十勝川の平野なり第三紀層の間に礫層の段丘あり尚北上,阿武隈地方にも洪積礫層發達す

b. **沖積層** Alluvium　現今常に成層しつゝあるものにして大抵河川沈積層なり湖,海による沈積層も存在すれど稀なり又た火山噴出物の風成沈積層もありて河川沈積層と混ず北海道の平原の如きは沖積期の火山噴出物による沈積層多し又た日本海岸には海成

沖積土もあり

沖積層は地形上洪積層の下にあり一見奇なるが如きも洪積層原を河川流下し水蝕によりて生じたる侵蝕谷 Erosion Valley に沖積層發達すればなり

洪積層と沖積層とが同時に段丘を作る事あり但し洪積層の方高段なるを常とす

沖積層は河川の上流を形成する岩石の破片より成る卽砂,礫及び粘土より成る沖積層の發達せるは河口に在り**河口** Estuary に於ける沖積層は海に向て展開し三角形をなす**三角洲** Delta 之れなり三角洲は地味肥沃にして農工業に適す人文早く開け人口稠密なり埃及の早く開けしはナイルの三角洲に依る印度文明はインダス,ガンジスの三角洲より起りミシシツピイの三角洲地方はアメリカ印度人の文明の中心なりき

**三角洲**は灣に注げる河川に發達す東京灣にては江戸川,荒川,多摩川の三角洲あり伊勢灣には木曾川の三角洲,九州には筑後川の三角洲あり利根川,天龍川の如き太洋に直流する河は三角洲少し之れ波浪高く潮流 Tidal Current あればなりかゝる所にては**砂洲** Sand Spit or Bar を作る天の橋立,三保の松原の如しこは海波の靜かとなりし所に生ず砂洲の爲めに海水の一部湖水となれば潟 Lagoon を形成す羽後の八郎潟は其例なり



潟は鹹水 Blackish Water よりなる

尙三角洲は大洋に直流しつゝある河又たは土地の下降しつゝある河口にては生ずると稀なり

# 第四章
# 岩石の風化
## The Weathering of Rocks

岩石は一見甚だ堅牢なるが如きも永年の間には種々なる作用を受け變化して其組織及び實質を變ず岩石が天然に物理的又は化學的に變化する現象を**風化** Weatheringと稱すその物理的に變化してその組織を變ずるを**崩壊** Disintegration と稱し化學的に變化してその實質を變ずる事を**分解** Decomposition と稱す多くの場合には此兩作用相伴へども沙漠の形成せらるる場合の如きは分解起らず崩壊のみ行はる風化と混同せらるるものに**自己變化** Alternation あり卽ち橄欖岩より蛇紋石生じ輝石が綠泥石に變ずるが如し風化は地表に起れど自己變化は岩石中に於て起り吾人は之を目擊するを得ず且つ實驗し得ざるを以て其變化明かならざるなり

**陶土化作用** Kaolinization は通常風化作用にして風化作用中重要なるものなれども又た自己變化と認むべき場合あり何となれば地表より非常に深き所に於て**陶土** Kaolin 生ずる事あるを以てなり而して陶土の有



無によりて岩石中の成分が長石なるか輝石又は角閃石なるかを區別し得る程なり

自己變化の外風化作用に似たるものに**水蒸氣の作用** Fumarole Action 及び**亞硫酸瓦斯及び硫化水素の作用**(此等は Sulfataric Action と稱せらる)あり此の水蒸氣及び亞硫酸瓦斯の作用の著しきものは石英粗面岩が變じて粘土の如くなり又た石筆石 Agalmatolite となる事なりかかる現象は備前にあり變成物は石筆及び耐火煉瓦製造に用ふ

岩石が風化して生じたるものが廣義に於ける土壤なり

風化作用の原因には次の三作用あり卽ち

1. **大氣の作用** Action of the Atmosphere
2. **凍結態及び液狀態の水の作用** Action of the Water in both the Solid and Liquid Form
3. **動植物の作用** Action of the Plant and Animal Life

此の三作用が機械的或は物理的作用 Mechanical Process or Physical Process 卽ち**崩壊** Disintegration(英), Zerstörung (獨)及び化學的作用 Chemical Process 卽ち**分解** Decomposition (英), Zersetzung (獨) を營み此等の共同作用が風化作用なるなり

# 第一節
# 大氣の作用
## Action of the Atmosphere

1. 大氣の機械的卽ち物理的作用には靜的作用と動的作用との二作用あり大氣の靜的作用は溫度の變化 Temperature Variation にして大氣の溫度は一日中に變化し又一年中に變化す卽ち晝夜の變化 Journal Variation と一年中の變化卽ち四季の變化 Annual Variation とあり

一日中晝間は溫度高く夜間は溫度低し之れが爲に岩石の成分たる鑛物は膨張收縮を反覆す而かも鑛物の種類によりて膨張係數 Expansion Coefficient を異にす今其數種を例示せば

| 鑛物 | 立體膨張係數 |
|---|---|
| 石英 | 0,0000360 |
| 正長石 | 0,0000170 |
| 角閃石 | 0,0000284 |
| 電氣石 | 0,0000220 |
| 柘榴石 | 0,0000250 |
| 方解石 | 0,0000200 |



| | |
|---|---|
| 白雲石 | 0,0000350 |

又た同じ鑛物にても軸の方向によりて線膨張係數異なり等軸晶系 Tesseral System の鑛物のみは何れの方向にも膨張係數同樣なれども他の晶系のものは軸の方向によりて異なり其二三の例は次の如し

| 鑛物 | 膨張係數 | |
|---|---|---|
| 石英 | 0,00000769 | 主軸 |
| | 0,000001385 | 副軸 |
| 氷長石 Adularia | 0,0000156 | 短軸 |
| | 0,000000659 | 長軸 |
| | 0,00000294 | 中軸 |
| 角閃石 | 0,0000081 | 短軸 |
| | 0,00000084 | 中軸 |
| | 0,0000095 | 長軸 |

故に溫度の變化によりて岩石の組織弛緩す

岩石は其組織鑛物が膨張收縮するのみならず岩石全體としても膨張收縮すバートレット Bartlett 氏によれば華氏一度に付一呎の岩石の膨張する割合は次の如し

| | |
|---|---|
| 花崗岩 | 0,000004825 吋 |
| 大理石 | 0,000005668 吋 |
| 砂岩 | 0,000009532 吋 |

アデー Adie 氏の實驗結果も亦之れと大同小異なり卽ち

| | |
|---|---|
| 花崗岩 | 0,00000438 吋 |
| 大理石 | 0,00000613 吋 |

一般に岩石は熱を傳導すること少きが故に其影響を蒙るは單に其表面に在りて深く內部に及ぶとなし殊に地表が土層又は草木を以て蔽はるる時に於て然りとす

四季に於ける溫度の變化の及ぼす影響は 100 呎の深さに達する事あれども晝夜の變化の及ぼす影響は 3—10 呎に過ぎず

**溫度の作用** Thermal Action は日本の如き溫帶 Temperate Zone にては著しからず熱帶 Tropical Zone 又は濕潤帶 Wet Zone にても影響少しされど乾燥地方 Arid Region 卽乾燥せる大陸氣候 Dry Continental Climate にては晝間は岩石水の沸騰點以上に熱せられ夜間は零度以下に冷却す故に溫度の變化による作用殊に著しきを認む亞剌比亞及び亞弗利加の沙漠に於ては燧石の如き堅硬なる岩石が晝夜の溫度の激變のために音を發して破壞することありと云ふ

極地方 Arctic Rigion にては溫度の變化は大なれども其作用は乾燥地方の如く著しからず



日本の如き溫帶にては冬間に於て此作用あり

溫熱の作用は岩石が水を含むときに於て著し岩石は水を抱有物 Liquid Inclosure として初めより有するのみならず節理面 Joint, 龜裂 Crack, 罅隙 Fissure, 劈開面 Cleavage (第三十一圖)等より雨水を吸收す此の水冬間凍結すれば其膨張力によりて岩石破壞す水氷結すれば 9/100 の容積の增加あり此の膨張力は强烈なるものにて今厚さ五分の鐵球を作り水を充たし密栓して寒冷劑(氷と食鹽)を以て冷却し內部の水を氷結せしむれば鐵球は容易に破壞するを見るされば龜裂又は劈開面內の水分凍結すれば恰かも强力なる楔の作用をなし堅剛なる岩石を破碎するなり冬間霜柱によりて土壤が崩壞し房州石が破碎するが如きは其例なり今ノ諸種岩石の含水量を示せば次の如し

| | |
|---|---|
| 花崗岩 | 0.37 % |
| 緻密なる石灰岩 | 0.5—5 % |
| 砂岩 | 10—12 % |
| 大理石 | 0.3 % |
| 粘土 | 25 % 內外 |

氷の作用は水の作用なるが故水の機械的作用中に入るも可なり

**大氣の動的作用**は風の作用なり風自身の作用は著

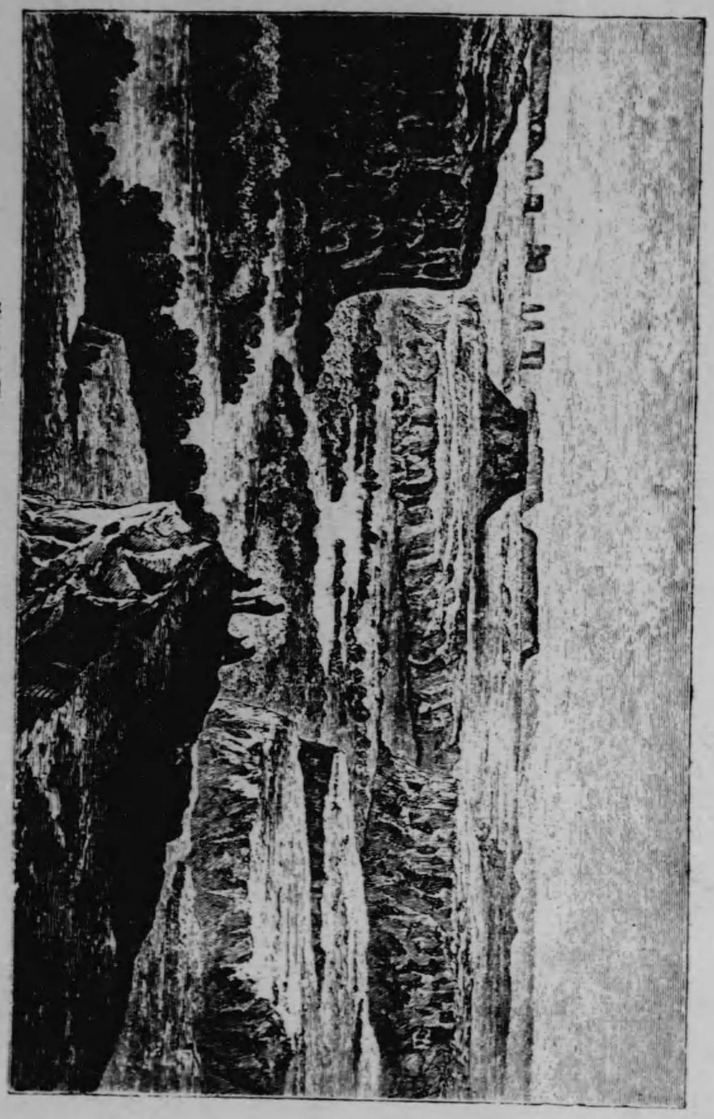
しからざれども風の爲めに吹き飛ばさるゝ土砂,雨等が本作用の主となるなり水の作用なる水蝕と區別するために風の物理的作用を風蝕 Abrasion と稱す燈臺の硝子が一夜にして磨硝子の如くなるは風蝕の例なり此風蝕の著例は沙漠に於ける現象なり稜礫はために稜角を失ふに至る又た各地に廣大なる砂丘を生ずるも風のためなり

2. **大氣の化學的作用** 大氣の成分中化學變化を岩石に及ぼすものは酸素,炭酸瓦斯,水蒸氣等なり又た少量には硝酸,アンモニア等の作用もあり此等のものゝ作用は水の共存に於て有効なるものなれば大氣の化學的作用は水の化學的作用の條に於て述ぶべし

## 第二節
## 水の作用
## Action of Water

1. **水の機械的作用** Mechanical Action of Water 此作用は卽ち水蝕 Erosion (第二十八圖)にして流水が岩石を削磨する作用なり卽ち點滴石を穿つ作用なり水蝕は水その物の作用と云ふよりも水の爲に運搬せらるゝ砂礫のために源因せらるゝ方遙かに大なり而して水蝕作用は水の速力及び量の關係に從て下流よりも水

第二十八圖　コロラド河水蝕の圖 (San Juan, Colorado Basin)



勢急なる上流に於て盛なり

地球上の地形の變遷するは種々の作用の綜合結果なるも其中主なるものは水蝕なり風蝕及水蝕を總稱して**削磨作用** Denudation と稱す

**氷の機械的作用**に就ては前節既に論ぜり氷が高山の雪線以上 (above Snow Line) に於て河の如く運動するものを**氷河** Glacier と稱す氷河の流動の際兩岸の岩石を破壞する作用は著しきものなり歐洲大陸の中部以北の土壤卽ち獨逸,瑞典,諾威等の土壤は氷河の作りしものなり氷河の作用を**氷蝕** Glaciation と稱す氷河の跡を檢するにアルプスにては大なる氷堆石 Morains あり伯林にては砂となり瑞典にては粘土となりて現はる

2. **水の化學的作用** Chemical Action of Water 水の化學的作用は風化に大關係あり大氣中の酸素,炭酸瓦斯等も乾燥せる場合には作用なきも水に溶解せらるゝや作用を呈するなり水の純粹なるものは作用弱く他物を溶解するとき作用著し

地表上に存在する水には絶對的純粹なるものなし雨水にても不純なり地下水 Underground Water, 河水等皆他物を溶解す水の化學的作用を分ちて次の四となす

a. 酸化作用 Oxidation

b. 還元作用 Deoxidation or Reduction

c. 加水作用 Hydration

d. 溶解作用 Solution

(a). **酸化作用**岩石中に含有せらるゝ鐵化合物に對して其作用最も著し之れ水に溶解せる酸素の作用なり卽ち硫化鐵,炭酸鐵,珪酸鐵等皆酸化す硫化鐵は酸化の結果硫酸第一鐵となり時としては硫酸及び硫化水素を生ずるとあり卽ち.

$FeS_2+7O+H_2O=FeSO_4+H_2SO_4$

水の量多きときは硫酸第一鐵は溶解し去れども少きときは更に酸化して赤鐵鑛 Haematite となり水を吸收すれば含水酸化第二鐵 $(2Fe_2O_3+3H_2O)$ なる褐鐵鑛 Limonite となる含鐵岩石風化すれば赤色又は褐色を呈するを以て風化作用の起りしを知る炭酸鐵も同樣に酸化せられて褐鐵鑛となる

雲母,輝石,角閃石,橄攬石等の如き珪酸鐵苦土鹽 Ferromagnesian Silicates の分解するときは鐵分は酸化して酸化第二鐵となり其結果生じたる土壤は褐色又は赤色を呈す珪酸鹽の分解は鐵分の酸化が動機となり全體に波及するものゝ如し又た花崗岩の崩壞はその中の黃鐵鑛が酸化するに基くなり

(b). **還元作用**は酸化作用の如く普通ならず有機物



を溶存する水が岩石に作用するときは其中の酸化第二鐵より酸素を奪ひ之れを酸化第一鐵となす爲めに岩石は漂白せられて色白くなる又た硫酸第一鐵も有機物のために還元せられて硫化鐵となる彼の化石中に屢々存在する黃鐵鑛の如きはかゝる還元作用の爲めに生成せられたるものなるべし菊石類が黃金色の黃鐵鑛に變像せるは往々目擊する所なり

(c). **加水作用**は岩石が水を吸收して分解する作用にして酸化作用に伴ふものなり而して含水物は之を無水物に比するときは其容積大なるを以て其結果容積增大し其質軟弱となる場合多きが故に岩石の崩解上に及ぼす影響大なりとす而て斯る作用は珪酸鹽及び金屬の酸化物に多し珪酸鹽類は,加水分解によりて鹽基と遊離珪酸となる,紅土 Laterite 中の水酸化アルミニウムは斯くの如くして生ぜしなり珪酸は膠狀溶液 Colloidal Solution となりて河水中に流去し水酸化礬土及び水酸化鐵が殘留するなり其の外赤鐵鑛 $Fe_2O_3$ が褐鐵鑛 $2Fe_2O_3,3H_2O$ 卽 $Fe_2(OH)_6,Fe_2O_3$ に變ずるが如き,硬石膏 $CaSO_4$ が石膏 $CaSO_4,2H_2O$ に變ずるが如きは其例なり

(d). **溶解作用**に就ては其水純粹なるときは岩石の成分を溶解すること少し,併し,岩鹽,石膏,石灰岩,白雲石等

$Fe_2CO_3$

は純粋なる水に溶解す,岩鹽は最も容易に水に溶解するものにして石膏は1/400だけ水に溶解す,石灰石,白雲石等は極めて僅かに溶解するのみなり

されど天然の水は大抵炭酸瓦斯及び多少の有機酸類を溶存するを以て岩石を溶解して風化作用を助くること大なり

岩石を組成する多くの鑛物は炭酸水Carburetted Waterに溶解し其結果石灰,苦土,鐵等の炭酸鹽となりて流去す石灰岩,白雲石等が炭酸水に溶解することは人の良く知る所なり

岩石の成分中最も水に溶解し難きは石英にして之れに次ぎては磁鐵鑛($Fe_3O_4$)なり磁鐵鑛が石英砂と混じ砂鐵Sand Ironとなりて河床に存在するは之れが爲なり燐灰石も炭酸を含める水に溶解するは顯微鏡下に檢するを得べし

珪酸鹽類は皆炭酸を含める水に溶解す其際加里,曹達,石灰,鐵等の炭酸鹽を生じ其一部は溶解し去り一方に於ては珪酸を遊離し其大部分は流去し其結果粘土を殘留す

加里長石は曹達長石,石灰長石よりも風化し難く輝石,角閃石等は長石類よりも分解し易し橄欖石は凡ての珪酸鹽中炭酸水に作用せられ易きものの一にして



蛇紋石に比すれば二倍も早く溶解せらる蛇紋石の如き珪酸苦土を含むものは溶解せられ難きものなれども終には炭酸水に溶解せらる

長石類が陶土 Kaolin に變ずる化學變化即ち**陶土化作用** Kaolinization は多數の學者によりて研究せられたり今其概要を示せば正長石($K_2O,Al_2O_3,6SiO_2$)が炭酸に作用せらるれば炭酸加里を生ず即ち

$$K_2O+CO_2=K_2CO_3$$

其中の加里分は炭酸鹽となりて溶解し去ると同時に珪酸の一部も炭酸の作用を受けて遊離珪酸となり$4SiO_2$に相當する分丈け膠狀質となりて溶解し去る即ち

$$4SiO_2+8H_2O=4Si(OH)_4$$

而して後に殘れる$Al_2O_3,2SiO_2$は加水作用を受け水と結合して陶土となる

$$Al_2O_3\cdot2SiO_2+2H_2O=(H_2Al_2Si_2O_8+H_2O)\text{ 陶土}$$

即ち上記諸變化を一式を以て示せば次の如し

$$K_2Al_2Si_6O_{16}+CO_2+10H_2O=K_2CO_3+4H_4SiO_4+(H_2Al_2Si_2O_8+H_2O)$$

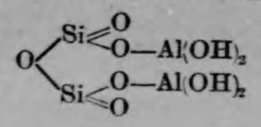
今之れを百分比に換算すれば100分の正長石は加里,蠻土,無水珪酸夫々16.88分,18,49分,64.63分より成り風化分解の結果46.54分の陶土を生ず而して此陶土中

には正長石の原量100分に對して 18.49分の蠻土, 21.58分の無水珪酸及び 6.47 分の水分存在するを以て結局正長石は 16.88 分の加里及び 43.05 分の無水珪酸を失ひ 6.47 分の水分を得て陶土に變じたるなり

若し石灰長石 Anorthite=Lime Feldspar にして炭酸水の作用を受け分解するときは次の如く變化して陶土を生ずるなり

$$CaAl_2Si_2O_8+2CO_2+3H_2O=(H_2Al_2Si_2O_8+H_2O)+CaH_2(CO_3)_2$$

此場合に生成せられたる重炭酸石灰は容易に流去し陶土を殘留す而して陶土の構造式は



なり

されど通常珪酸,鐵等は完全に溶出せずして不純物として陶土中に含有せらる

輝石,角閃石等の珪酸鹽も炭酸水の作用を受けて終に不純の粘土を形成す輝石よりは黄又は赤褐色の粘土を生じ角閃石は黄褐色の粘土を生ず沸石類は長石類の分解によりて生じたる曹達,石灰,蠻土等の含水珪酸鹽なるが風化分解の結果は粘土となる

雲母は分解の結果が終には分解し難き鑛物の一なるが終には風化し難き鑛物の一なるの雲母の中にても苦土雲母(黒雲母)



は加里雲母(白雲母)よりも分解し易し

橄欖石は鐵及苦土を含む珪酸鹽なるも風化の結果は含水珪酸苦土なる蛇紋石に變ず其際酸化第一鐵は酸化第二鐵となる故暗綠色のもの變じて褐色となる

蛇紋石 ($H_4Mg_3Si_2O_9$) 及び滑石 ($H_2Mg_3Si_4O_{12}$) 等は他の珪酸化合物の風化生成物なる珪酸苦土なれば最早他の化學變化を受け難きものなり滑石は輝石及び角閃石より化成す

凡て珪酸化合物が風化の結果粘土と成る事を**陶土化作用** Kaolinization と稱す

以上述べたるが如く珪酸化合物は炭酸水の作用を受くれば種々なるものに分解し多くは粘土を殘留するものなるが風化作用の結果其の反應は酸性となる此の事はヒルガード Hilgard 氏の夙に認めし所なるが十數年前大工原銀太郎博士は此現象を實驗せり卽ち花崗岩,片麻岩,角閃安山岩,玄武岩,長石,雲母等の粉末は何れもリトマス試驗紙に對しアルカリー性なれども數週間炭酸水中に浸漬するときは漸次酸性を呈し中性鹽の溶液にて處理するときは其浸出液の反應酸性なるを實驗せり

又た土壤中の曹達は加里に比すれば風化作用によりて雨水又は灌漑水に溶解して流亡する事頗る大な

り此事はストルーヴStruve氏が玄武岩及び響岩Phonolite に就き行へる風化作用の前後に於ける成分の分析結果を見て明かなり即ち

| | 玄武岩 | | 響岩 | |
|---|---|---|---|---|
| 風化前 | $K_2O$ 1.35% | $Na_2O$ 7.35% | $K_2O$ 3.45% | $Na_2O$ 9.70% |
| 風化後 | $K_2O$ 2.62% | $Na_2O$ 2.31% | $K_2O$ 5.44% | $Na_2O$ 3.26% |

之より海中に曹達化合物の量多き所以を推定し得べし風化作用の結果生じたる炭酸曹達,鹽化曹達,硫酸曹達,硫酸苦土等が水の爲に洗ひ流さるゝ事は必要の事にして若し此現象行はれざるとは鹽土即ちアルカリー土壌を生成する虞れあり又た陸上植物に必要なる加里が陸上に多く殘留するは天然の理法にかなへるものと云ふべし

## 第三節
## 生物の作用
## Action of Organisms

地表は沙漠を除き生物を以て掩はるゝを以て其作用著し動物の作用,植物の作用及び微生物の作用の三項に分ちて論ずべし

1. **動物の作用**　動物は生活體及び屍體によりて岩石を風化分解す



生活動物の作用は化學的幷に機械的なり土龍,地鼠等は土壌中に穴を穿ち之を崩壊す蚯蚓及び蟻等にも此作用ありダーウインDarwin氏は蚯蚓の力の大なるとを說けり即ち蚯蚓は心土Subsoilを地表に運びて土壌を輕鬆ならしめ又た蟻の如きは其穴の中に植物葉其他有機物を引き入れ土壌中の有機物を增加せしむ又た蚯蚓の排泄物中には0.18%のアンモニアを含有すと云ふ調査に據るに蚯蚓が一ケ年壹エーカーに付き加ふる腐植質の量は10噸以上なりしと云ふ

又たミルスJ. E. Mills氏及びブランナーJ. C. Branner氏等は熱帶地方に於て白蟻が植物質を運搬して炭酸瓦斯を發生し又た縱橫の細孔を穿ちて風化作用に大影響を及ぼす事を說く

**動物屍體の作用**は化學作用にして腐敗の際周圍の物質より酸素を奪ひて還元を行ひ或は炭酸瓦斯,有機酸類を生じて岩石に作用するなり

尙吾人々類も亦耕耘,開墾,土木事業Earth Work等に於て岩石の風化分解を助長すること尠からず

2. **植物の作用**　植物の作用は動物の作用よりも著しきものあり而して機械的と化學的との兩作用に分つ松樹の根が深く岩石中に入りて之れを破壞し或は植物の根酸Root Acidが岩石を溶解するが如し地衣

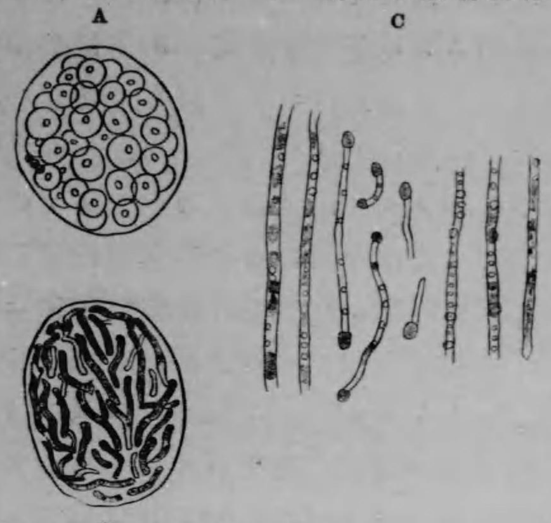
類 Lichens, 蘚苔類 Mosses 等は堅剛なる裸岩の表面にも生育し其細根 Rootlets を岩石の龜裂中に侵入せしめ之れを崩解し枯死するときは腐植質を生じ益々岩石を崩解し終に高等植物の生育に適する土壌を生ぜしむるに至る

「3. **微生物の作用** 微生物も岩石の風化に大なる關係を有す近來生物中にも**硝化菌** Nitrification Bacteria の如く無機物のみに依りて生活し得るもの發見せられたりかゝる細菌にありては露出したる岩石上にありても生育し得るものにして硝化菌は岩石上よく空氣中のアンモニア,炭酸瓦斯を攝取して生存し其岩石を風化するものなり而して其作用は冬季よりも夏季に於て著しアルプス連峯 Alpine Peaks のファウルホルン Faulhorn 峰の石灰質岩石の表面は殆ど此種のバクテリアによりて被はるゝと云ふ」

安山岩が糸狀細菌 Chlamydo-bacteriaceae の一種なる**安山岩分解菌**ボルカノトリックス.シリコフイラ Volcanothrix silicophila (第二十九圖)によりて分解せらるゝ好例には**天狗の麥飯**(黒姫山及び淺間山にあり)及び**長者味噌**(信州小諸町附近味噌塚山)ありこは理學士川村多實二氏の研究に依り前者は安山岩の破片,後者は浮石の散在し草木の枯根を混ぜる土層より出づ軟骨狀,



寒天狀,味噌狀,牛酪狀,樹脂狀の膠狀塊より成る前者は安山岩の破片後者は浮石の散在し草木の枯根を混ぜる土層より出づ軟骨狀,寒天狀,味噌狀,牛酪狀,樹脂狀の膠狀塊より成る前者は指間に壓すれば飯粒の如く潰滅す後者には浮石の組




**第二十九圖**

天狗麥飯中のボルカノトリックス.シリコフイラ
A. 膠質包膜中の細菌群體(斯るもの相集つて麥飯を形成す)
B. 膠質塊中の糸狀細菌體
C. 培養基中の糸狀細菌體(長きは膜鞘にして黒きは細菌體粒狀小形體は分生子なり)

繊を存するあり此のバクテリアはその包膜に多量の珪酸及び鐵化合物を沈積せるものにして相集りて菌簇塊 Zoogloea をなし膠質の塊狀細菌聚落 Massy bacterial vegetation を生ずるなり味噌狀部は糸狀菌をなし麥飯粒は膜鞘より脫せる小粒 Konidien より成り系統上スピロフイルム.フエルジネウム Spirophyllum ferrugineum, レプトリックス.オクラセア Leptothrix ochracea (Chlamydothrix ochlacea) 等の鐵バクテリアに近きものなり此の

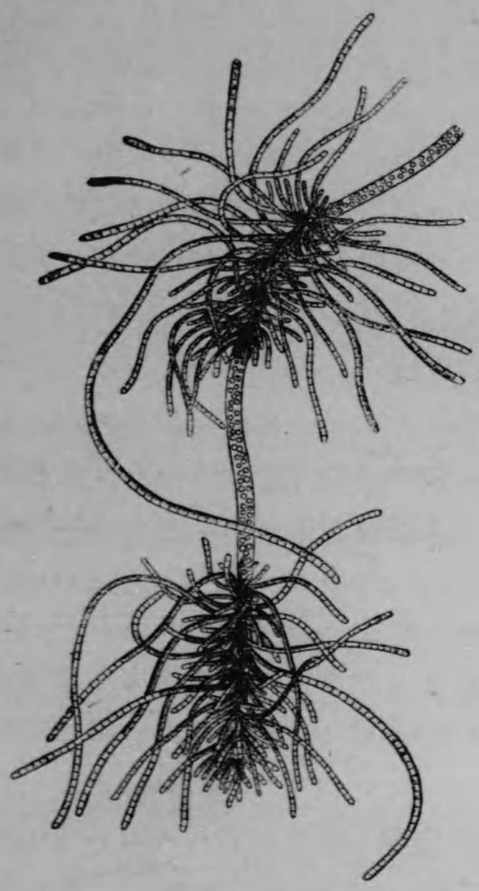
ものの初めて世に知られたるは天保十四年豊田利忠の善光寺道名所圖會(全五冊)卷三飯綱山の條に飯砂の記事あるに依るされど現今は標本なし飯砂は當時飯綱山に產せし天狗麥飯様のものにして善光寺參詣者の土產となりしものなり

尙土壤中のバクテリアは炭酸のみならず蟻酸,醋酸,酪酸等を生じて土壤中の炭酸鹽,燐酸鹽,珪酸鹽等を分解すストクラサStoklasaに依るに**窒素固定菌**Azotobacter chroococcum は窒素を固定すると同時に土壤中より燐酸を溶解攝取し窒素の 2—2.3 瓦に就き燐酸 1 瓦を同化すと此窒素及び燐酸は細菌の死滅により作物に利用せらるゝなりストクラサは窒素固定菌が燐酸二石灰,燐酸三石灰,燐酸鐵,燐酸礬土等の各種燐酸,鐵灰石三酸燐,花崗岩土壤,片岩土壤等より燐酸を吸收利用するとを證明せり

ストクラサは又た曾て各種バクテリア種の骨粉中の燐酸を溶解するとを調査せしにバチルス・ミコイデス Bac. mycoides 最も強くバチルス・メガテリウム Bac. megatherium 及びバチルス・メーゼントリクス・ブルガーツス Bacillus mesentricus vulgatus 之に亞ぎ其他バチルス・ブチリクス Bac. butyricus, バチルス・プロテウス・ブルガリス Bac. Proteus Vulgaris, バチルス・フルオレツセンス・リクエファシエンス Bac. fluorescens liquefaciens の順なるを認めたり



「土壤中に存在し其の中の鐵化合物の風化に關係するものに**鐵バクテリア**Iron Bacteria あり(第三十圖)此バクテリアは第一鐵化合物を酸化して酸化第二鐵 $Fe_2O_3$ 又は水酸化第二鐵 $Fe(OH)_3$ となすものにして糸狀菌 Chlamydobacteriaceae に屬しその膜鞘中に酸化第二鐵を藏したために全身赤色を呈す停滯水の表面に褐色の被掩物のあるとあり之れ此のバクテリアの爲めに水酸化第二鐵なるなりスピロフイルム・



第三十圖
鐵バクテリヤ Crenothrix polyspora

フエルギネウム Spirophyllum ferrugineum, レプトトリツクス・オクラセー Leptothrix ochraceae 等之れに屬す而して此等の細菌は $2FeCO_3+3H_2O+O=Fe_2(OH)_6+2CO_2$ の如く第一鐵化化合物を第二鐵に酸化する際生ずるエネルギー Energy を利用して生活するなり炭酸第一鐵を含める水溶液中に能く繁殖し黄色乃至暗褐色の粘狀塊を生ず水酸化第二鐵のみならずマンガンの酸化物をも沈澱せしむるものなり而して膠狀水酸化鐵の保護膠質物なる有機物が細菌によりて分解せられたる結果は褐鐵鑛 $2Fe_2O_3,3H_2O=Fe_2(OH)_6\cdot Fe_2O_3$ の分離を容易にするなり此の細菌は溝渠,沼澤等の停滯水のみならず鐵鑛泉,土壤等の中にも存在す土層中種々の褐鐵鑛を生ずる事あるは有機物に由る場合もあれども鐵バクテリアの作用に基く場合も少からざるなり土層中褐鐵鑛を生じ之れが土砂を膠着するときは**酸化鐵磐層** Ferruginous Pan を生じ土地の理學的性質を不良にするなり酸化鐵磐層は其外上層の鐵分が有機物の分解によりて生ずる炭酸瓦斯に作用せられて重炭酸鐵として溶解し來り下層に於て炭酸を失ひ炭酸第一鐵として沈澱し此物酸化して褐鐵鑛と成る際にも生ずるなり(第六十九圖)

4. **有機物の作用**　此の作用は生物の遺體の作用



にして還元作用と溶解作用とあり有機物のために酸化第二鐵が酸化第一鐵となり硫酸第一鐵が硫化鐵となり硫酸銅が硫化銅となるが如きは其還元作用なり溶解作用は腐植酸 Humic acids 其他の有機酸類の作用にして礬土,鐵等は之れが爲に溶解せられて流失し其外石灰,苦土,加里,曹達等も溶解流亡して地味瘠薄となる又た珪酸も溶解せらるゝものにして泥炭地より漏出する排水中固形物の40%が無水珪酸より成ると往々ありと云ふ又た燐酸鹽が腐植質 Humus によりて溶解せらるゝとは燐鑛粉 Agricultural Phosphate, トーマス燐肥 Thomas Slag が腐植土 Humus Soil に於て奇效を呈するを見て知るべし

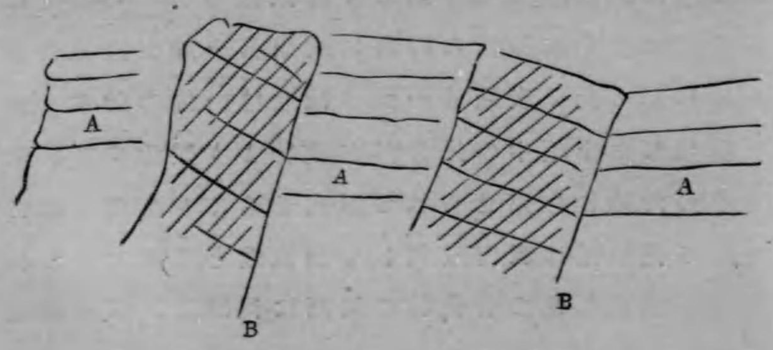
又た有機物の作用中著しきものは土壤中に於ける泥鐵鑛及び褐鐵鑛の生成なり泥鐵鑛 Clay Iron Stone は粘土又は砂中有機物の周圍に炭酸第一鐵が沈澱せるものにして此の炭酸第一鐵は硫酸第一鐵の如き可溶性鹽類又は土壤中の鐵分が有機物より發生する炭酸瓦斯のために作用せられて形成せらるゝものと想像せらる泥鐵鑛は表面酸化して褐鐵鑛となり黄色を呈するもの多し此の有機物の周圍に泥鐵鑛及び褐鐵鑛を生ずる作用は鐵バクテリアの共同作用に由る場合も尠からざるべし

三州高師ケ原より出づる高師小僧は葦の周圍の沈積せし泥鐵鑛にして其の中にては結塊 Concletion を有し化石を藏するものあり

## 第四節
## 風化作用の速度
## Rate of Weathering

風化の速度は岩石の種類によりて又た外界の事情によりて異なり卽ち

1. **岩石の組織** Structure of Rocks によりて異なり粗粒結晶狀のものと細粒結晶狀のものとの間に差あり前者は後者より風化し易し風化分解は組成鑛物間の界線 Boundary line 及び各鑛物の劈開面に沿ふて始まる




第三十一圖 岩層隣面圖
A 地層面　B 劈開面　C 節理面(誇畫)



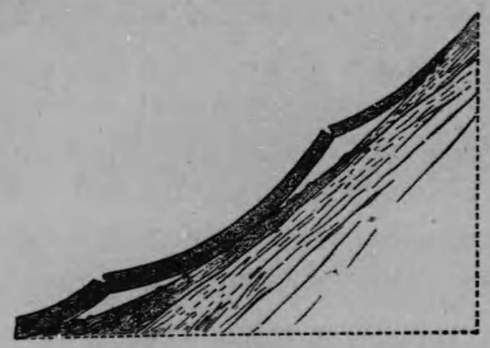
るものなり花崗岩の如き各組成鑛物の風化に對して抵抗强きものが實際風化し易きはこれがためなり

花崗岩と同成分なる細粒花崗石(アプライト) Aplite は細粒結晶より成るが故に崩壞し難しかゝる現象はアプライトの脈岩が花崗岩層を貫き居るが如き場合によく對比するとを得

岩塊として地層面 Stratum Line, 節理面 Joint Line 等の弱點より變化し始む(第三十一圖)花崗岩,玄武岩の如き

第三十二圖
細粒玄武岩 Dolerite の球狀風化

は崩壊され易き故破目の部分は砂粒となりて去り其他の部分は不變化の狀態をなして殘留す斯て球狀又は楕圓形の岩塊を生ず之を**球狀風化** Spheroidal Weathering と稱す是れ花崗岩地方の特色なりとす(第三十二圖)此岩塊を**球狀巨礫** Round Bowlder 俗に**黒奴頭** Nigger Head と稱す又た斜に節理面が走るとき**剝脫** Exfoliation (第三十三圖)の現象現はる



第三十三圖　花崗岩の剝脫を示す圖

花崗岩は其成分鑛物風化し難きものなるが故に內部までも崩壞せらるゝことなし粘板岩,輝綠凝灰岩,頁岩等は內部までも崩壞せらる殊に第三紀頁岩に於て然りとす

2. **岩石の鑛物成分** Mineral Composition は分解と關係あり石英は最も分解し難く長石は雲母を除く珪酸鐵苦土鑛物よりも抵抗强く長石中にても正長石は斜長石よりも分解し難し

輝石,角閃石等は長石に比し抵抗弱し安山岩の如き斑晶質岩石にては輝石,角閃石等は先づ分解し獨り長石の巨晶殘留す



雲母は石英に次ぎて風化分解し難し白雲母は黒雲母より抵抗强く黒雲母は變じて金雲母となり遂に褐色又は赤色の土壤となるされど黒雲母も長石よりは分解し難し石英砂中に雲母の鱗片あるは是れが爲なり

沈積岩に就て述べんに炭酸石灰は水のために溶解せられ蜂巢狀をなす粘板岩をなす粘土は分解によりて生じたるものなれば其上分解せられず單に崩壞せらるゝのみなり

3. **岩石の位置** Position of Rocks によりて風化に相違あり水平地に於ては上方の岩石のみ風化せられて土壤となる傾斜地にては岩石は破壞せらるゝに隨ひて流失するを以て常に岩石は新鮮面を露出す山の土壤の淺く海岸及び河岸の岩石面が常に新鮮なるは之れが爲なり

4. **風化と氣候との關係**　に就ては**乾燥大陸的氣候** Arid (Dry and Continental) Climate と**濕潤溫暖氣候** Humid (Wet and Warm) Climate とによりて異なり又は寒帶と熱帶とによりて異なり寒帶にては泥炭地 Moor Land を作る此の例は瑞典,蘇格蘭,我國にては北海道,樺太,東北地方に之れを見る靑森邊にては二尺も地下を堀下ぐ

れば泥炭出づる處あり熱帶多雨の地方にては紅土を生ず

乾燥地方にては崩壞は盛なるも分解は起らず其極端なるは沙漠にして從てかゝる所には粘土存在すること無し反之濕潤溫暖なる地方にては崩壞分解共に起る

本邦は地方によりて異なり朝鮮の山は花崗岩及び片麻岩より成る花崗岩は分解し難きも崩壞し易し其山巓は凹凸をなし鋸状山巓 Serrated Peaks を成す此の如きは高さ千米以上の山に於て之を見る日本內地にては三千米以上の花崗岩山脈に非ざれば斯るアルプス山形 Alpine feature のものを見るを得ず以て朝鮮は內地よりも一層乾燥氣候なるを知るべし

滿洲は朝鮮よりも尙一層大陸的にして五百米位の山もアルプス山形の外形をなすされば山は赤裸にして不毛なれども平地は粘土と砂とを混じ適當なる耕地を成す且つ花崗岩の分解によりて生じたる土壤は土壤として間然する所なきなり卽ち山は赤裸にして不毛なれど平地は沃野なるが滿洲地方の特色なり

日本內地にては山陽道及び北部四國に於て之を見る花崗岩より成る山は不毛にして或は白く或は赤く山巓は赤松を生じ海濱は卽ち白砂靑松なり是れ地文



學上所謂瀨戶內海式風景なり是れ南に四國山脈を控へて夏は南風を遮られ(土佐最も多雨なり)北に中國山脈を背ひて冬は北風來らず氣候乾燥なればなり是れ南日本中中國が最も乾燥し製鹽に適する所以なりかくの如く花崗岩より成る山嶽は崩壞盛なるを以て山林業及び治水のため砂防工事を施す必要あり

然れども木曾山林は花崗岩に近き石英斑岩よりなるものなるも美濃の國境にては層向 Strike 北東より南西に走り濃尾の平野よりの濕風西南風を直面に受け多量の雨を得て岩石は分解して豐沃なる土壤を生成す

槪して我國の氣候は海洋的氣候 Marine Climate なり故に中國と雖も天然の儘に置けば山嶽は必ずしも禿山とはならざるべし斯く赤裸の山を生じたるは濫伐の誘致したる結果なるべし濫伐を行へは花崗岩以外の山例へば石英玢岩,石英閃綠岩,石英粗面岩等より成る年代新しき山嶽と雖も赤裸のものとなるなり

花崗岩の山は乾燥地にては不毛なれど濕潤地にては不毛ならず而して花崗岩の分解によりて生ぜる土壤は一般に豐沃なり

# 第五章
# 風化生成物の堆積
# Deposition of Weathering Products

風化生成物は大別して次の二種となす

A. **定積土** Sedentary Deposit

B. **運積土** Transported Deposit

(A)は母岩の附近に堆積したる土壌 Weathered Product in Situ にして(B)は外力の爲めに他の地方に運搬せられたるものなり而して(A)及び(B)は更に次の如く細別せらる

A.....{ 1. **殘積土** Residuary Deposit
A.....{ 2. **堆積土** Commulose Deposit

B.....{ 3. **重力土又は崩積土** Colluvial Deposit
B.....{ 4. **水成土又は沖積土** Alluvial Deposit
B.....{ 5. **氷河土** Glacial Deposit
B.....{ 6. **風成土** Aeolian Deposit

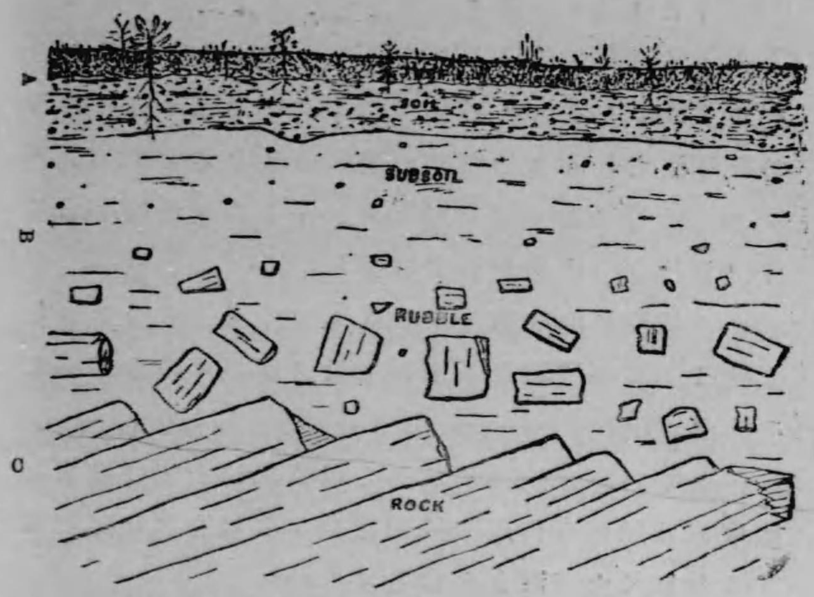
## 第一節
## 殘積土
## Residuary Deposit

**殘積土**は岩石が風化して可溶性のものを流失し去



られたる殘滓にして山頂又は山腹の土壌は卽ち之なり土壌は母岩の附近に存し土壌と岩石とは密接の關係を有す

表面の土壌は最も完全に風化せられ其中に腐植質を有するものは**耕土** Arable Soil となる上層の土壌は之




**第三十四圖** 殘積土斷面圖
A. 表土 B. 心土 C. 母岩

れを**表土** Surface Soil と稱す表土の下には未だ分解せざる岩片ありて**母岩** Mother Rock に達す此の表土と母岩との間にあるものを**心土** Subsoil に云ふ(第三十四圖)

表土と心土と母岩とが相重りて存するは定積土の特徴なり然れども表土と心土とは徐々に推移し其境界明かならず

廣義に於ける土壌は表土心土兩者を指すものなれども通常單に土壌と云へば表土のみを指すものなり

殘積土の厚さは種々の事情によりて異なり卽ち

1. 岩石の種類によりて異なり風化せられ易きものにては厚しされど石灰岩の如きは風化せられ易きもまた流亡し易きを以て土壌は淺きを常とす

2. 地形によりて層厚を異にす卽ち傾斜地は水蝕及び風蝕を受け易き故土層薄し

3. 氣候に由る卽ち氣候乾燥なる所と多雨の地とは異なり多雨濕潤なる地方に於ては風水の作用盛なる故土層淺し

4. 植物の有無に依る卽ち植物根は土壌の崩壞を妨げ尚ほ風水の作用も植物存在する場合には盛ならざるを以て土層深きを常とす

殘積土の性質は母岩の如何によりて異なり石英多き岩石は砂土を生ずると多く分解容易なる珪酸鹽多き岩石は粘土を生ずると多し

何れの岩石より生ずるも充分に分解したるものは其土質の差は由て來る母岩の差程大ならざるなり而



して大抵礫,砂,粘土の三者を生ず

又た氣候の如何によりて一種特有の殘積土壌を生ずるとあり印度及び錫蘭島に分布せる**紅土**は强粘性含鐵粘土にして血赤色を呈す印度にては此の紅土が玄武岩樣熔岩よりなる高原卽ちデッカン高原 Deccan Trap を掩ふ低地は片麻岩及び花崗岩より成るも同樣に紅土を以て掩はる

此の紅土は高原のみより生じ低地の紅土は冲積土なりとなし殘積土と認めざる學者あれども紅土は全く氣候のために生じたる殘積土にして花崗岩よりも生ずるなり凡て熱帶多雨にして日光の直射盛なる地に多し必ずしも印度と限らざるなり卽ち風化生成物の幾分は水の爲に流去し不溶解分なる水酸化鐵,水酸化礬土,陶土等は殘留し紅土を生ずるなり膠狀水酸化礬土も多年の間には晶質に變じ**ヒドラルギリツト** Hydrargillite $Al_2O_3 \cdot H_2O$ の結晶となる

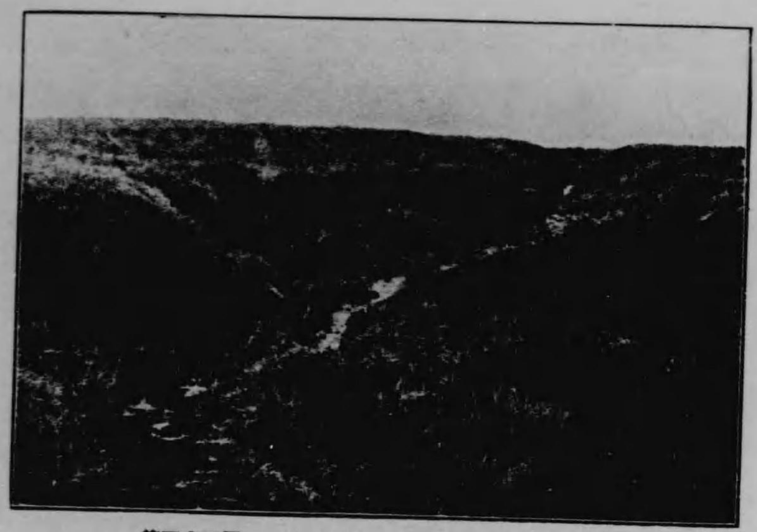
南部支那地方にも紅土あり日本にては臺灣にあり又た小笠原島にもあり父島は古銅石安山岩 Bronzite Andesite (Boninite とも稱す小笠原島の事を Boni-Island と稱すればなり)より成り母島は輝石安山岩より成るも何れも紅土を生ず一般に紅土は火山岩を母岩とする土壌に多し獨逸のワッケ Wacke は鹽基性火山岩(玄武

岩の如しの分解物にして殘積土なり

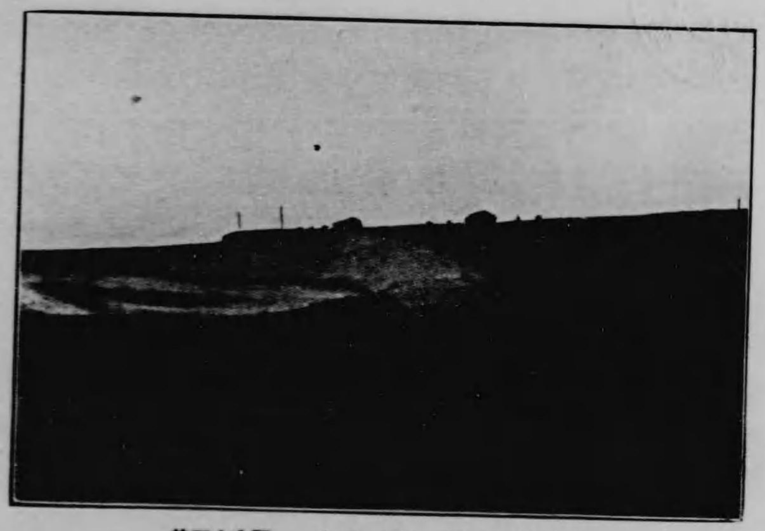
## 第二節
## 堆植土
## Cumulose Deposit

此の土層は鑛物源のものに非ずして主として有機物の漸時堆積して生じたるものなり然れども幾分か其中には粘土及び砂を混ず其生成せらるる場所は湖 Lake 又は池沼 Pond にして餘り水の出入なく停滯水 Stagnant Water を有する所に生ず最初池沼等の周圍に水生植物繁茂し漸時面積を狹め水底にも水藻生じ又腐敗せる植物水底にも蓄積し終に全面乾固し泥炭 Peat 及びスクモ Muck を殘留す之れ卽ち堆植土なり其中間狀態は所謂浮島 Floating Island なり富士地方の浮島沼は現在にては固定すれども往時は沼中に浮び居りしなり沼地(泥炭地) Moor は此の如くして生ぜるものにして水面よりの位置により低位沼地,中位沼地,高位沼地の別あり(第三十五圖)

陸奥の津輕富士の地方よりも泥炭出づ龜岡地方よりは泥炭中より石器時代の石矢出づ以て石器時代に周圍を取卷かれたる池沼なりしを知るべし山形縣にも泥炭産出す採堀して燃料となしその跡は水田に開



第三十五圖　泥炭地の圖 (Ayrsmoss, N. B.)



第三十六圖　砂丘の圖 (Trocn, N. B.)

墾しつつあり

樺太ホロナイ河の附近はツンドラ Tundra 狀をなし一種の堆積土なり日本内地にも洪積期に當りツンドラ狀をなしたる地あり卽ち阿武隈及び關東平野は其例にして各所より泥炭出づ

泥炭地は吸水性强く且透水性小なる故排水惡しく水田又は牧場(外國)として利用せらる

ツンドラ Tundra(第六十八圖)は極寒北方地帶の泥炭土にして此名稱はフィンランド Finnland 語の無森林地 Waldloses Gebiet を意味すかゝる所にては崩壞作用主として行はれ分解作用は餘り行はれざるなり而して其成分は稜礫片 Eckige Gesteinstücken を含み粘土なく可溶性鑛物質少し地表は岩塊 Fels に非ずんば腐植質にして沼地なり蘚苔類 Moosen 或はライゼル Reiser(灌木にして第一年は草本にして莖青きも後ち木質化して木本となる極地方に於ける唯一の樹木なり)が主なる泥炭源なり蘚苔類の中水苔 Sphagnum 多し斯るものより生じたる泥炭は堆積して小丘 Hügeln 又は疊壁 Wällen を形成す泥炭壁 Torfwällen の間に水流あり無數に分岐して河流網 Flussnetz を形成す而してツンドラの南方には蘚苔類によりて圍まれたる森林島 Waldinseln 散在す

# 第三節
# 重力土又は崩積土
## Colluvial Deposit

此の土層は傾斜の急激なる懸崖 Cliff 又は急峻なる傾斜地 Steep Slope に於て岩石が崩壊し其重量により て落下し山麓に堆積せるものなり其の運動の原因は

第三十七圖
タールスの圖
a 母岩
b タールス
c 山崩せし部分

冲積土又は風成土の場合の如く水力或は風力にあらずして主因は重力にあるなり

かくて堆積せるものは圓錐狀 Conical Form にしてタールス Talus 又はタールス傾斜 Talus Slope と稱す(第三



十七圖)英語にては俗稱スクリー Scree と云ひ獨語にては地たり圓錐 Schuttkegel と云ふ

此土層中粗粒のものは圓錐形狀物の下部に集合し微粒のものは上部を占む圓錐狀をなさず一面に廣く擴がるときは地たり壁 Schuttwand と稱す又た山の中腹にて斜溝に支へらるるときは懸垂地たり Gehängeschutt と稱す

タールスの傾斜は30度內外を普通とすれど急なるものは40度に達す

タールスを成す礫片は崩壞生成物なるが故に化學的分解を受けずされば初めは植物生育せざれども次第に下部より分解を始め終には肥沃の土層を生じ良好なる森林地となる

タールスは乾候帶 Arid Region に多くアルプス Alps, ロッキー Rocky, シーラ Sierra, ネバタ Nevada の諸山脈にあり日本の如き溫暖濕潤なる地方には少し

土地全體が降雨に際し辷るときは地辷り Landslide (Landslip) を起す其際水を混ずるときは泥流狀をなす山津波卽ち之なり此の地辷りによりて圓錐狀冲積土を形成することあり卽ち傾斜急峻なる谿谷が平地に向て開き其山樹木なきときは洪水に際し大量の土砂を流出し谿谷が平地と會する所に扇狀又は圓錐狀の

冲積土を生することあり圓錐狀冲積土又は扇形冲積土 Alluvial Cone or Fan と稱し永年の間に重力によりて生じたるタールスと區別す斯くの如きは本邦に多く甲府平野に著例を見る

タールスと扇形冲積土とは其新しきものにては區別するを得れども古きものにては區別し難し扇形冲積土にては土砂の粗密不同なり

タールスと地辷りとの異なる點は前者は稜礫片多く地辷りにては土壤分多き事なり

## 第四節

## 水成土又は冲積土

## Alluvial Deposit

本土層には河成冲積土 River Deposit と海成冲積土 Marine Deposit とあり水成土は運積土中普通のものにして第四紀新層卽ち冲積層は其最も主なるものなり

土壤を生因により分類するときは水成土最も分布廣く且つ廣大なる面積を占む水成土は現今の第四紀新層は勿論洪積層中水成のものをも含む

凡て運積土にては土壤と下層の岩石との間には系統的の關係なし卽ち定積土に於けるが如き表土,心土,母岩の別なしされど便宜上表面の良く風化したる部



分を表土 Surface Soil と云ひ餘り風化せざる部分を心土 Subsoil と稱す而して此の心土には母岩の岩片あるも其下部の岩石層と同成分ならざる故區別すべし

河成冲積土に於て河川流域中上流には礫土,中流には砂土,下流には壤土を生ず此の砂土及び壤土が農業地として必要なるなり海成冲積土は海水のために海岸に運搬堆積せられたる土壤にして本邦にては日本海岸に多し一般に地味瘠薄にして利用せらるる事少し但し九州有明灣の沿岸に堆積し筑後平野の大部分を成す海成冲積土は地味豐沃なり石川縣金石附近の海成冲積地は延長數里に亘り沙漠狀をなす之れ波浪のために打上げられたる砂が風のために更に送られて砂丘を成し次第に內地に侵入したるものなり水の爲に充分洗滌作用を受け植物養分少く不毛なり

## 第五節

## 氷河土

## Glacial Deposit

氷河の作用にて沈積せしものにして氷河にも河川と同じく破壞,運搬及び沈積の三作用あり(第三十八圖)此の沈積は氷河の盡きて氷の解くる所に生ずるなり氷河尻堆積土 Terminal Moraine 之れなり此の沈積土は

礫巨び及礫と土粘の種一るなに末石岩き細に常非

河氷て而す稱とFlotterde土河氷をれ之る成よりBowlder

第三十八圖　氷河の圖
(Glacier de Lechaud)

第三十九圖　氷堆石の圖
（す示を痕擦の面表）

の土壌河氷び及土砂
別あり此の礫及び巨
礫は河川によりて運
搬せられたるものと
は異にして表面は磨
あ痕條るたれかり擦

ざは能し搬運底到はてにカの水流た又(圖九十三第)り

第四十圖　氷河土丘陵の圖　Kames near Whitewater, Wisconsin

る巨礫を有し其の重量數千噸に達するものあり

北米加奈太 Canada, アラスカ Alaska, 獨逸,墺太利には洪積期に生ぜし氷河土あり

北米の氷河土 Glacial Drift は東部カナダ及び合衆國の東北部にあり卽ちマサツチユーセット Massachusetts 東部より發して北ダコタ Dakota 及び英領カナダに達し延長 3000 哩に及ぶ氷河土には層狀 (Stratified drift) と非層狀 (Unstratified drift) とあり前者は水の共同作用によりて生じたるもの後者は氷より直接沈澱せしものにして非常に不均等質なり多くの氷河土は後者に屬す氷河尻堆積土は氷河の運動の方向に直角に走れる稍高き丘陵 (Kames)(第四十圖)をなすものと氷河の運動の方向に駢列せる小丘陵 (Eskers and Osars) をなすものとあり氷河土の厚さには變化多く一平方哩中にても 100 尺以上の差あり淺きは 30 尺深きは 500 尺に達す氷河土は不均等質にして精粗一樣ならず小は顯微鏡的細粒より大は數噸の巨礫に至る氷河土は微細土多く巨礫及礫之に次き粘土は甚だ少し巨礫及礫は花崗岩,閃綠岩,輝綠岩,珪岩,砂岩よりなり砂は珪酸多く微細砂は主として石英よりなる。

# 第六節
## 風成土
## Aeolian Deposit

我國にては著しきもの二つあり其一つは**火山灰土**にして火山附近に散在せらるゝのみならず相當遠距離の地にも火山灰の沈積せるを見る關東平野の大部分を占むる**凝灰質壚土** Tuffloam は其例なり又た火山は火山礫及び火山灰にて裾野を形成す

**火山灰土** Volcanic Ash Deposit は比重輕く水分の吸收力大にして乾燥すれば微風にも飛散す無機質膠狀物多くために粘性强く重粘にして耕耘困難なり冬間霜柱立つは此の土壤の特徴なり火山灰には次の黃土に於て見るが如く植物根に基く細管 Minute tubes を有するものあり

第二に著しきは風のために海岸に沈積する**砂丘** Sand Dune にして次第に內地に侵入す(第三十六圖)故に自然に放置すれば次第に內部に進み田野を侵すに至るを以て防風林を造るを要す砂丘は風のみならず海波の作用をも伴ふを以て風成土と海成冲積土とを兼ねたるものなり前記石川縣金石附近の砂丘は其例なり



砂丘は海岸のみならず大陸の沙漠,燥原地方にも廣大なるものあり支那にて**流沙**と稱するものは此の沙漠中の砂丘が風の爲に進行するを指すなり匈牙利には**飛砂** Flugsand なるものありて往々砂山に上るを見ると云ふ又た中央亞細亞にて砂塵强く空氣爲めに終日不透明となる事ありと云ふ合衆國の大沙漠 Great American Desert の砂丘はブレーク Blake 氏が鐵道工事の際コロラド Colorado 河に於て觀察せし所に據れば石英,瑪瑙,柘榴石,火成岩の破片よりなり所々に砂鐵及炭酸石灰を有するものあり

風成源の沈積土にて重要なるものは**黃土** Loess なり風の爲めに沈積したる土壤にして極めて粗鬆なり粒徑一樣なる微細土にして比重輕く鐵分多く黃色を呈するものを總稱す燥原 Steppe 又は沙漠の如き乾燥地に於て崩壞形成せられたる土砂が風のために運搬せられたるものにしてシリア Silia 及び小亞細亞の黃土は其源をサハラ Sahara に發し支那の黃土は中亞の燥原に由來するなり粒徑 0.01—0.05 粍の粗粘土 90% を占め 0.05 粍以上のもの 2—4% なり細孔性構造を有するが特有なり此の細孔は草根の腐敗に由來し其細管壁に炭酸石灰を沈積したるものなり世界に主なるもの三あり

1. 北部支那の黄土
2. 中部歐羅巴の黄土
3. ミシシッピー谿谷の黄土

**支那の黄土**は支那探險家リヒトホーフェン Richthofen 氏によりて有名となれり洪積期に於て中央亞細亞の燥原にて岩石が崩壞して生じたる微粒子が當時流行せし西風のために北部支那に運ばれ堆積したるものなり其深さ 500 尺に達す粗粘土 Silt 又は粘土よりなり黄色を呈す極めて粗鬆にして容易に粉砕す故に水蝕を受け易く河の兩岸は爲めに懸崖 Cliff となる支那人中には此の懸崖に穴居するものあり

黄土は雨の爲めに黄河に入り水色黄色を呈す古來黄河はよく氾濫し水路屢々變ず史に禹が水を治めしとあるは黄河の氾濫せし事を指すなり黄河は絕えず濁水を運びて其結果河口に冲積平原を形成す直隸,山東の平野は斯くの如くして生じたるものにして同じく黄土より成れども冲積土にして第二次黄土 Secondary Loess なるなり

黄土は顯微鏡にて檢すれば新鮮狀態にして尖角を有する微細の粒子よりなり其直徑は 0.0025 粍以下のもの多くそれより大なるものは 3% 位あるのみ其中 0.005 粍以上のものは 1% 位あるのみなり(第四十一圖)

第四十一圖
支那黄土の顯微鏡圖

物する成構を土黄質は石英砂其大部分を占め其外正長石,斜長石,黑雲母,白雲母,角閃石,輝石,磁鐵鑛,方解石,白雲石等ありかく風化の度進まざる鑛物成分あるを以て燥原地の産物なるを知る

北支那地方は降雨少き故尙ほ黄土の風化進まざるなり降雨の時は道路泥濘,晴天にして風吹けば所謂黄塵萬丈なり

黄土の一特徵は上下に通ずる細管の存在する事なり或る學者は植物の根の分解せるなりとなすも其成因審かならず又た黄土は垂直の劈開面を有す黄土は肥料の吸收力 Apsorptive Power 可なり大なり

滿洲の土壤も黄土より成るものなるも出所を異にし戈壁の沙漠地方より風の爲めに送られたるものなり

**歐洲の黄土**は多少支那のものと其成分を異にすツトコウスキー Tutkowski 氏は中歐の黄土の形成を次の如く說明す卽ち洪積期の解氷期 Abschmetz-periode に

於て氷解せし地域の土砂は草木を有せざりしを以て容易に風の爲めに吹き上げられ而かも尙當時廣く分布せし氷塊のために起れる反對旋風 Anticyclone は氷の盡くる所に於て急轉直下し山風となり土砂を飛散せしめたるなりと中歐の黃土は西佛より北佛,白耳義を過ぎライン Rhine 河の谿谷を埋め上部シリシア Silisia より波蘭 Poland 及び南露の平野を掩ふ

露國の黃土は腐植質を混じ土壤は黑色を呈す露國にては**黑土** Tschernosem (Black Soil) と稱し同國の主なる農業地をなす有名なる露國の小麥は此の黑土の生產する所なりとす

尙ほボヘミヤ Bohemia, 匈牙利 Hungary, 羅馬尼亞 Rumania 等にも黃土發達しカルペシアン山脈 Carpathian Mountains にては 2000—5000 呎の高所に黃土存在す何れも風成源のものなり

**北米の黃土**は合衆國の拾四州 (Ohio, Indiana, Michigan, Iowa, Kansas, Nebraska, Illinois, Tennessee, Alabama, Mississippi, Louisiana, Arkansas, Missouri, Kentucky) を形成す特にネブラスカ Nebraska 州にては 5—150 尺の深さを成し豐沃なる沃土を成す大部分風成源のものなりされど其一部分は氷河土が川の爲めに運ばれて生じたる沖積土なりネブラスカ地方にては腐植質を含める黑



色土と黃色土とが交雜し層狀をなす故に大部分は風成源なれども一部は水成源のものなり淺水に堆積したる黃土中に水生植物生じ其の遺骸を殘したるものが黑色土層なり

北米の黃土は支那のものとは異にして土粒は氷河微細土 Glacial Silt よりなるもの多く此の細末が風又は川の爲に運ばれて生じたる風成土及沖積土の混合なり

合衆國の農業地なるインヂアナ州及オハイオ州は黃土よりなりダコタ Dakota 州は氷河土よりなり共に小麥,玉蜀黍等を產すダコタ州も風强く飛砂の爲め人畜埋沒せらるると往々ありと云ふ

# 第六章

# 土壤の化學的成分

## Chemical Composition of Soil

1. 水 Water　土壤の成分をなす水には吸濕水 Hygroscopic Water と化合水 Combined Water とあり前者は土壤が物理的に空氣中より吸收せし水にて土壤の成分,空氣の濕度及び溫度等によりて異なり粘土は砂土よりも其量多く腐植質土は然らざるものよりも其量多し

土壤の吸濕水を測定するには土壤を通常の溫度にて風乾し後 100—110° にて乾燥し蒸發し去りたる水分の量を測定するにあり卽ち土壤の吸濕水は風乾土の含有する水分 Moisture なるなり但し土壤を 110° に熱するときは其の一部分を分解して化合水(特に結晶水)をも發散せしむる虞れあるが故に獨逸にては 100° を採用すれども最も安全なるは長く硫酸乾燥器 Sulfuric Acid Desiccator に入れ徐々に水分を除去し恒量に到らしむるにありされど此方法にても化合水の中の結晶水を除去せしむる虞あり

化合水は土壤の各種成分中に化合狀態をなして存



在する水分にして100°—110° に於て乾燥したる土壤を灼熱して其灼熱損失量 Loss on Ignition より腐植質の量を減ずるときは之を得べし土壤を 100°—110° に乾燥するときは結晶水の如きものは去るを以て化合狀態をなせる水と土壤の化合水とは一致せざるなり含水珪酸鹽,水酸化鐵,水酸化礬土の如きものは土壤中化合水を含む成分なり

化合水は粘質の土壤に多く砂土に少し今土壤の水分に就て一實驗例を示せば次の如し

| | 砂土 | 壤土 | 埴土 |
|---|---|---|---|
| 風乾水分(吸濕水) | 12.5 | 20.9 | 26.7 |
| 105° に於ける熱乾水分(結晶水) | 1.2 | 3.2 | 2.8 |
| 赤熱せるときの化合水分(化合水) | 0.3 | 2.4 | 3.6 |
| 全　量 | 14.0 | 26.5 | 33.1 |

吸濕水及び化合水は土壤の成分として必要缺くべからざるものなれども植物の生育に對しては著しき影響なし又た天然には土壤が吸濕水及び化合水のみを含む場合は殆どなし

土壤中に存する水分が吸濕水及び化合水のみなるときは作物は生育せず土壤が吸濕水より稍多き水分を含有する場合と雖も作物は萎凋するを免かれず是れハインリッヒ Heinrich 氏の研究によりて明かなり

然れども沙漠に生育する或種の植物は吸濕水のみにても生育す

直接作物の生育に關係ある水分は土壤の物理的成分なる**吸收水** Absorbed or Capillary Water なりとす

2. **珪酸** Silica 珪酸は無水珪酸又は珪酸鹽となりて多量に土壤中に存在す實に地殼の66％は珪酸 $SiO_2$ より成る

珪酸は植物の直接養分として必要なるものに非ずと雖も土壤の理學的性質と大なる關係を有す卽ち珪酸は砂礫の主成分となりて土壤を粗膨ならしめ空氣及び水の流通を佳良ならしむ又た珪酸鹽は粘土の主成分を成し土壤の水分及び養分の吸收に關係し且つ土壤を重粘ならしむ卽ち砂分と粘土分とが適當の割合に混在するときは始めて土壤の理學的性質其宜しきを得るなり

本邦土壤中鹽酸に溶解する珪酸の量は平均0.2％內外なりとす此の珪酸は植物の營養に關係し禾本科植物の如きはこれより珪素を得るなり

土壤中の珪酸鹽は岩石の風化によりて生じたる陶土の外長石類が陶土に推移する中間生成物なる泡沸石等より成るヴアンベンメレン Van Bemmelen 氏は粘土の成分を二種に區別せり一つは土壤を濃鹽酸と比



重 1.04 の苛性曹達とにて交互に二回處理したるとき溶解するものにしてその珪酸と礬土との割合は礬土 $Al_2O_3$ の一分に對し珪酸 $SiO_2$ 數分子 (2.9—6分子) 結合せるものにして**アロフアン** Allophan と稱せらる他の一つは前記の如く處理したる殘滓を濃硫酸と共に熱するとき溶解する珪酸鹽にして其組成は $Al_2O_3:2SiO_2$ に接近し**陶土** Kaolin 又は**カオリンゲル** Kaolingel と稱せらる

**アロフアン**は組成一定のものに非ず故に化合物にあらずして混合物なりと唱ふる學者あり珪酸多ければ**蛋白石** Opal に近く礬土多ければ**ボーキサイト** Bauxite に近しアロフアンは土壤中ゲル Gel の狀態にて存在し水及び其他の物質を强く吸收すリトマス Litmas に對しては酸性反應を呈す

**陶土**の純粹なるものを**カオリナイト** Kaolinite と稱し其組成は $Al_2O_3{\cdot}2SiO_2{\cdot}2H_2O$ 卽ち含水正珪酸アルミニウム $H_2Al_2Si_2O_8+H_2O$ なり種々の構造式あり純粹のものは菱形,六角形等の結晶にして比重 2.6—2.65 なり

3. **酸化鐵** Iron Oxides 鐵は土壤中に酸化物,水酸化物,硫酸鹽,燐酸鹽,炭酸鹽,珪酸鹽等となりて存在す其含量は土壤の種類によりて大差あり $Fe_2O_3$ として5％以上を含む土壤は鐵分に富める土壤にして 0.5％ 以下

の土壌は少きものなり我邦の土壌は鐵含量多く其平均量は $Fe_2O_3$ 3.68％ FeO 3％ なり

**亞酸化鐵**(酸化第一鐵) Iron Protoxide は空氣の流通惡しき所に存在す.土壌中多量の亞酸化鐵存在するときは他物より酸素を奪ひて酸化物となるが故に植物の呼吸作用を害し其生育を不良にす深耕を行ひて下層土を上層に致すとき一二年作物の生育惡しきはこれが爲なり

亞酸化鐵は空氣に接すれば酸化して酸化第二鐵となり更に水に作用すれば水酸化第二鐵となる亞酸化鐵は空氣の供給不充分なる土壌中に於て有機物が分解するとき酸化物より化成す亞酸化鐵は**未耕土** Virgine Soil 及び腐植土に多し排水不良なる土壌の往々青色を帶ぶるは亞酸化鐵の存するがためなり

水酸化第二鐵は膠狀質 Colloid にして加里,石灰,アンモニヤ等の鹽基を吸收するのみならず燐酸を吸收する力あり又た炭酸瓦斯を凝縮する力あり故に炭酸瓦斯の運搬者 Carrier と考ふるを得即ち炭酸石灰と水酸化第二鐵とを混じ水を注加し空氣中に放置するときは重炭酸石灰の溶液を得ると云ふ水酸化鐵には膠狀水酸化鐵の外**キサントシデリツト** Xanthosiderite $Fe_2O_3,2H_2O$ **褐鐵鑛** $2Fe_2O_3,3H_2O$ あり



炭酸鐵は水に溶解せざれども炭酸瓦斯を含有する水には溶解す

硫酸鐵は水に溶解する鹽にして有機物に會へば還元せられて硫化鐵を生じ作物の生育を害する事ありされど少量の硫酸第一鐵(綠礬)は作物を刺戟し生育を促進する作用あり

鐵化合物は土壌を着色する主なる成分にして紅土,壇土等の赤色を呈するは之れか爲なり其着色は水酸第二鐵及び珪酸鐵による

4. **礬土** Alumina 土壌中珪酸鹽,水酸化物等となりて存在す含水珪酸礬土は卽ち粘土にして(gel)何れの土壌にも存在し其生產力と大關係あり水酸化礬土は土壌中膠狀質物として存在し加里,アムモニア,燐酸等を吸收する作用あり

水酸化礬土は種々の分量の水分を保持すれども容易に**ヒドラールギリツト** Hydrargillite $Al_2O_3{\cdot}3H_2O$ なる結晶性物質に變ず故に紅土の如き礬土に富む土壌は此の鑛物を含むと多しと云ふ其外水酸化礬土には**ヂアスポール** Diaspor $Al_2O_3,H_2O$ あり**ボーキサイト** Bauxite は膠狀水酸化礬土,ヒドラールギリツト,ヂアスポールの混合なるなり

我國土壌中礬土 $Al_2O_3$ の平均含量は 9.37％ なり

5. **滿俺** Manganese　此の物は土壌中に廣く分布すと雖も其量極めて少し主として酸化物,水酸化物,燐酸鹽(トリプライト),珪酸鹽として存在す水には溶解せざれど炭酸水には溶解す或は炭酸鹽として存在する事あるべし通常第一滿俺化合物なれども結塊として分離せるものは二酸化滿俺なり

滿俺は植物の營養上必須のものに非ざるも其の鹽はロイブ博士,麻生博士等の研究によれば植物の生育を刺戟する效ありと云ふ

滿俺が植物組織中に存することは植物を灰化せしむるとき植物灰の多少青色を呈するを以て其證となす

6. **苦土** Magnesia　岩石中苦土を含む鑛物は苦土雲母,輝石,角閃石,橄攬石,蛇紋石,滑石,白雲石等にして此等の鑛物を含む岩石が風化するときは所含鑛物は分解して土壌中に入り苦土の給源となる

苦土は土壌中珪酸鹽,炭酸鹽,燐酸鹽等となり或は腐植質中に吸收せられて存在す乾候帶の鹽土 Salt Soil (英) Salzboden (獨) 中には硫酸苦土多量に存在すと云ふ

本邦土壌の苦土 MgO の平均含量は 0.82% なり

7. **石灰** Lime　石灰を土壌に供給する主なる鑛物は斜長石,輝石,角閃石,方解石,石膏,白雲母,燐灰石等にして何れの土壌も石灰を含まざるものなく其多きものは 30% 以上に達するものあり一般に石灰岩地方及び乾燥地方の土壌中には多量に存在す本邦土壌は其氣候溫暖多濕なれば一般に石灰に乏しく平均含量 0.64% なり



石灰は土壌中主として炭酸石灰となりて存在すれども又た燐酸鹽,硫酸鹽,珪酸鹽等となり或は腐蝕質に吸收せられて所謂腐蝕酸石灰として存す右の中硫酸鹽を除きては何れも水に溶解せず併し炭酸瓦斯を含む水には溶解す

炭酸石灰は容易に分解せられて炭酸瓦斯を發散し石灰分は他物に吸收せらるる性質あるを以て炭酸石灰の存在する土壌は**吸收的飽和** Absorptive gesättigt なりと稱せらる

膠狀質腐植質は多量の石灰を吸收する性質あり然れども其有機物の分解するときは再び石灰を放出す

石灰は直接植物養分として必要なるのみならず土壌の理學的性質を良好にし且つ不溶解性の燐酸及び加里等を可溶性に變ずる等諸多の效能を有す

凡そ肥料は土壌中充分の石灰あるとき始めて其肥效を顯はすといひ得る程石灰は植物生育に深き關係を有すホール Hall 氏によるに土壌中炭酸石灰の含量

1% 以下なるとき特に石灰肥料を施すべしと又たロイブ,麻生兩博士によれば土壤中石灰と苦土との割合が適當なれば作物の收穫を增加すと

石灰と土壤との理學的性質の關係に就ては後章に於て詳說すべし

8. **加里** Kali　岩石中加里を含む鑛物は正長石(17% $K_2O$), 加里雲母 (12% $K_2O$), 白榴石 (22% $K_2O$) 泡沸石類 (0.3—9.4% $K_2O$) 等にして此等の鑛物は加里の給源となるなり

土壤中加里は珪酸鹽,炭酸鹽,硫酸鹽,硝酸鹽等となりて存在す又た腐植質中に吸收せられて所謂腐植酸加里となりて存在す然れども其大部分は珪酸鹽の形態を爲す

加里の珪酸鹽は水に溶け難きも炭酸瓦斯を含める水には溶解すシレージング Schlösing 氏に依れば壹ヘクターの土壤中存在する鹽酸可溶の全加里は 3000—4000 瓩にして其中水に溶解するものは 1—5 瓩なりと故に加里は水に溶けて流亡すること少きを知るべし水溶性の加里が水のため流亡し或は植物に吸收せられて消失するときは不溶性の加里分水に溶解して之れを補ふものなり

本邦の土壤は加里化合物を含むこと比較的多く平



均加里 $K_2O$ 0.186% なり凡て酸性岩より生ぜし土壤は鹽基性岩より生ぜしものよりも加里の含量多きを常とす從て花崗岩地方の土壤には加里多く赤火山灰土にも加里多し又た一般に埴土,壤土は砂土,礫土よりも加里に富む

今各種岩石中の加里の含量%を示せば次の如し

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 花崗岩 | 6.5 | 黑花崗岩 | 6.7 | 斑岩 | 4.3 |
| 粗面岩 | 4.5 | 片麻岩 | 3.5—4.5 | 細粒花崗岩 | 4.3 |
| 雲母片岩 | 3.0 | ウルトンシーフエル(粘板岩の一種) | | | 2.7 |

大工原博士に依れば加里含量%は次の如しと

| | | | |
|---|---|---|---|
| 花崗岩 | 7.82 | 片麻岩 | 5.69 |
| 角閃安山岩 | 3.41 | 玄武岩 | 3.48 |

9. **曹達** Soda　曹達は土壤中珪酸鹽,炭酸鹽,硫酸鹽,硝酸鹽となりて存在す又た腐植質中に吸收せられて所謂腐植酸曹達となりて存す

曹達鹽は加里鹽に比し土壤に吸收せらるゝと弱く水によりて流亡し易し之れ海水の曹達鹽を含むこと多き所以なり加里は土壤中に殘留して陸生植物の體中に入り曹達は海中に入り海生植物の體中に入る是陸生植物の灰分に加里多く海藻の灰分に曹達多き所以なり

曹達鹽は土壤の理學的性質に關係を有し膠狀質物

の形成を助長する故土壌の粒子團組織 Crumbled Structure の形成を妨げ其理學的性質を惡變す是海水の浸入せし土壌及びアルカリー土壌又は智利硝石を連用せし土壌の理學的性質惡しき所以なり

炭酸曹達は智利硝石の如き生理的鹽基性肥料より生ず智利硝石の硝酸イオンは植物によりて吸收せられ殘留せし曹達が炭酸又は炭酸石灰と化合して生ずるなり炭酸曹達は又た鹽類の含量多き土壌に於て硫酸曹達,鹽化曹達等が重炭酸石灰と作用するときにも生ず卽ち

$$Na_2SO_4+CaH_2(CO_3)_2 \rightleftarrows 2NaHCO_3+CaSO_4$$

本邦土壌中曹達 $Na_2O$ の平均含量は 0.17% なるが植物榮養上重要なるものにあらず

10. **燐酸** Phosphoric Acid 土壌中燐酸 $P_2O_5$ の給源となるものは**燐灰石** Apatite $3Ca_3P_2O_8+CaF_2(Cl_2)$, **燐灰土** Phoshporite $3Ca_3P_2O_8+CaF(Cl_2)$, **糞化石** Coprolite $Ca_3P_2O_8+CaCO_3$, **藍鐵鑛** Vivianite $Fe_3P_2O_8+8H_2O$, **ワーベリツト** Wavellite (Basic aluminium phosphate) $Al_3(OH)_3P_2O_8+5H_2O$, **トリプライト** Triplite $(Fe,Mn)PO_4$, **ワグネライト** Wagnerite $Mg_3P_2O_8+MgF_2$ 等なりとす**オステオライト** Osteolithe は玄武岩の破目に發見せらるゝ礦物にして其の 80% は燐酸石灰よりなる獨逸國ハーナウ Hanau に近きオストハイム Ostheim に發見せられたるを以て此の名あり又た燐酸は腐植質中有機化合態をなして存在す今主なる岩石中の燐酸含量を示せば次の如し(アイクマン Aikman 氏肥料書に據る)



| | |
|---|---|
| 花崗岩 | 0,25—0,68% |
| 片麻岩 | 0,18—1,51% |
| 斑岩 | 0,26% |
| 粗面岩 | 0,30—0,66% |
| 玄武岩 | 0,50—1.11% |
| 細粒玄武岩 | 0,30—1,6% |
| 長石 | 1,7% |

燐酸は土壌中にて多くは燐酸三石灰,燐酸礬土及び燐酸鐵として存在す藍鐵鑛は往々にして泥炭土に發見せらる

燐酸三石灰は根酸 Root Acid によりて溶解せらるゝも鐵及礬土の燐酸鹽は根酸によりて溶解せらるゝ事少きを以て土壌中鐵及び礬土の多きは燐酸溶解の爲には適當ならずリーブシエル Liebscher 氏に依れば土壌中燐酸の 1 分に對して鐵及び礬土 $Fe_2O_3+Al_2O_3$ の合量の割合が40分以下なるときは好都合にして 40—60 分迄は差支なく 60—90 分に至れば不都合を生じ90分以上となれば全く不良なりと云ふ然れども此說が本

邦土壤に適合せざるは大工原博士によりて證明せられたり

土壤中鐵礬土の存在は燐酸を不溶解性に變ずるも又一方燐酸の吸收力を增し其の流亡を防ぐことを得而して不溶解なる鐵及び礬土の燐酸鹽も石灰を加ふれば可給態に變ずるを以て農業上差支なし

土壤中燐酸 $P_2O_5$ の含量は 0.05—0.15% なるが普通にして 0.3% は特殊の場合なり有名なる露國の黑土も其の 0.6% を含有するに過ぎず本邦土壤の燐酸平均含量は 0.09% にして花崗岩地方には燐酸多し又た火山灰土にも多量に存在すれども可給態の燐酸少し沖積土壤には全燐酸は少きも可給態のもの比較的多し

11. **鹽素** Chlorine 土壤中の鹽素はカリウム,ナトリウム,カルシウム,マグネシウム等の鹽化物として存在す何れも水に溶解す海水中の鹽化物は土壤中より雨水によりて溶解し去られたるものゝ蓄積せしものなり

鹽化物は其量少きときは多くの植物に對し有效なりと雖も多量なるときは有害作用を呈すアルカリー土壤の害は一部は鹽素に基づくなり

鹽素は海水中より風浪のために飛散して風に送られ再び陸地に還る故に海岸の空氣及び土壤には比較



的鹽素多し乾燥地方にては風のために送られたる鹽素化合物が堆積するも雨水によりて運び去らるゝ事なき故此のもの集積してアルカリー土壤即ち鹽土を生ず濕潤地方に於ては雨水の洗滌作用盛なればたとへ海嘯の如き海水を被りたる土壤も數年にして鹽分除去せらると云ふ

土壤中の鹽素は大氣源のものなることはミルラー W. H. I Miller 氏によりて證明せられたり即ち雨水によりて供給せられたる鹽素分と排水及び植物體中の鹽素の量とは一致すればなり雨水中の鹽素は海水より發散せしものなるが故に海岸より遠距離となるに從ひて雨水中の鹽素を減ずミユンツ Müntz 氏の調査に依れば高山の雨水中の鹽素の量は一立中 0.34 瓱なるに反し平地の雨水は 2.5—7.6 瓱なりと

12. **硫黃** Sulphur 硫黃は土壤中アルカリー又はアルカリー土類金屬の硫酸鹽として存在す硫酸は植物の榮養上必要のものなれども通常植物の所要に對しては充分量存在するを以て特に肥料として施す必要なしされど硫黃は葱類に特に必要にして硫酸鹽の適量施用は奇效を奏することありと云ふ

又た硫黃は腐植質中に有機態をなして存在し此等のもの分解すれば硫酸鹽に變じ土壤成分となる

硫酸鹽の一部は海水より發散し來りたるものにして鹽素と同じ方法によりて土壤に供給せらるゝものなり又た一部は火山の噴出,有機物の燃燒によりて生じたる亞硫酸瓦斯が土壤中に入り硫酸鹽となるに基く

硫酸鹽は鹽化物と同樣に乾燥地方の土壤に多く隨てアルカリー土壤に多し

硫酸 $SO_3$ の土壤中に存在する量は餘り多からず本邦土壤の平均量は 0.14% なり

13. **窒素** Nitrogen 窒素は土壤中アンモニウム鹽及び硝酸鹽として存在す

**土壤中のアンモニア**は諸種の鹽類となりて存在すれども其量極めて少く通常 0.00014—0.001% にして平均 0.00057% なりとす其一部は空氣中より來れども大部分は有機物が土壤中にて腐敗する際に生成せらるゝものにして炭酸及び腐植酸等と結合して存在し植物に吸收せられ或は漸次硝化作用を受けて硝酸に變化して後利用せらるゝものとす

**土壤中の硝酸**は一部は雨水と共に降下せるものなれども大部分は硝化作用によりてアンモニアより化成せられたるものにして加里,曹達,石灰,苦土等の鹽となりて存在す土壤中の硝酸含量は極めて少なくウォ



ルフ Wolff 氏の研究に依れば通常耕土中には 0.0006—0.03% にして平均 0.01502% なりとす

14. **有機物** Organic Matter 土壤中有機物は主として腐植質より成る腐植質に就ては別に章を設けて述ぶる所あるべし

15. **瓦斯體** Gaseous Compounds **土壤中の瓦斯體**は主として空氣より成るされど地上の空氣とは稍異なる所あり土中の空氣は地上のものに比し酸素少く炭酸瓦斯に富む又た水蒸氣を以て飽和せらる土中上層の空氣は地上の空氣と大差なきも下層に至れば次第に其成分を異にす

土壤中の瓦斯體は土粒の精粗,土壤の位置,含水量,溫度,有機物の多少等によりて異なり又た土壤の表面に於ける被覆物の有無によりても異なる

炭酸瓦斯の量は土壤の深さと共に增加す濕氣多ければ炭酸瓦斯の量も多く溫暖の時は寒冷の場合より多し又た土中の炭酸瓦斯は有機物の分解によりて生ずるものなれば土壤中有機物多きときは炭酸瓦斯の發生量も多し又た植物根及び微生物の呼吸作用によりても炭酸瓦斯を發生す有毛地は無毛地,休閑地よりも炭酸瓦斯多しシレージング Schlösing 氏に依れば土壤瓦斯中の炭酸瓦斯及び酸素の合量は 21% にして他

の 79% は窒素なり而して炭酸瓦斯は 1—10% にして酸素は 10—20% なりと

土壌中の空氣に酸素の少きは酸化の結果水及び炭酸瓦斯等に變ずればなり

土壌が停滯水のために空氣の流通を杜絶せられたる場合に有機物が分解するときは沼氣,遊離窒素及び其他の瓦斯體を發すれども普通の場合にはかゝることなし

C. O. H. N. P. S. K. Ca. mg. Cl. Mn. Si. Al. Fe.

# 第七章

# 土壌中に於ける鑛物質植物養分

## Mineral Nutrients of Plants in Soils

植物榮養に必要なる元素の數は餘り多からず卽ち酸素,炭素,水素,窒素,燐,硫黄,加里,石灰,苦土,鐵,鹽素,珪素の12要素なり此等の物の生理的作用に就ては別冊肥料學緒論に詳かなり

## 第一節

## 植物養分の給源

### Sources of Plant Nutrients

植物榮養上必要なる元素は上記の12種なれども此等の養分の給源は大氣及び土壌なり而して酸素,水素,炭素の三者は直接又は間接に空氣中より來る卽ち炭素は同化作用の結果空氣中の炭酸瓦斯より攝取せられ酸素は呼吸作用によりて亦空氣中より吸收せらる又水素と酸素とは水の形にて根より吸收せらる此の水分は大氣中の水分が凝縮して生じたる雨水に基くものなれば間接に大氣中より來りしものと謂ふべし

窒素は土壌中に存する有機物の腐敗に由來す有機

物腐敗すればアンモニア又はアンモニウム鹽を生じ植物に吸收せらるる又たアンモニア化合物は硝化作用を受けて硝酸化合物に變じて植物に利用せらるされど一部分の窒素はアンモニア瓦斯の形にて空氣中に發散し降水の際水に溶けてまた土壤中に還り植物の榮養となる又た或場合には空氣中の遊離窒素は土壤中の特殊微生物のために同化固定せられ終に植物の榮養分となる尙雷雨の際には空中に於て硝酸等の窒素化合物を生じ雨水と共に地上に降下し植物養分の給源となる故に窒素養分は空氣中及び土壤中より來るものなり其他の各養分は何れも岩石に由來するものなり

水生植物は凡ての養分を水中より攝るものなりされど水及び其內に溶存する炭酸瓦斯,酸素は空氣より來り其他の可溶性鹽類は土壤中より溶出し來りしものなり故に其養分の給源は陸生植物と差異ある無し

土壤中に於ける榮養成分中窒素分は主として有機物の腐敗によりて生ずるものにして土壤本來の成分に非ず故に窒素分に就ては別に章(土壤中の窒素化合物の變化)を設けて論ずべければ玆にては省略す

土壤中に存在する榮養成分中一として植物に不必要なるものなきが中に最も農業上深き關係を有するものは燐酸,加里,石灰なり硫黃,鐵,等其他の成分は何れも土壤中に比較的多く存在し植物の榮養上不足を來すことなし然れども石灰,加里,燐酸の三者は往々にして不足を來すことあり就中燐酸及び加里に於て然りとす故に土壤の肥瘠 Fertility を論ずるには此三成分の多少を見るにあり



**土壤中の燐酸の量**　土壤中に於ける燐酸の含量は其の甚だ少きは 0.05% 以下にして多きも 0.2% 位なり 0.3% を含むは特殊の場合なり露國の有名なる黑土も 0.6% に過ぎず而して土壤中に存する凡ての燐酸が有效態(可給態) Avairable なるに非ず其大部分は不溶解態不可給態にして容易に植物に利用せられざるなり

**火山灰地方 Volcanic Ash District の土壤**は全燐酸は多きも**有效燐酸** Avairable $P_2O_5$ 少き故燐酸肥料の效大なり沖積土は全燐酸多からざるも有效態燐酸に富む故餘り燐酸肥料を施す必要なし又た**花崗岩地方** Granitic District **の土壤**も有效燐酸に富む

**土壤中の加里量**　土壤中に於ける加里の平均量は 0.15—0.25% にして作物の種類によりては不足することあるを以て肥料として施用する必要あり

一般に火成岩及び結晶片岩等の分解によりて生じたる土壤は加里を含むこと多し之れ母岩に加里を含

ひこと多ければなり又た酸性岩より生ぜし土壌の加里量は鹽基性岩より生ぜし場合より多し今諸岩石中の所含加里量を示せば

| 岩石 | | 加里 $K_2O$% | |
|---|---|---|---|
| 花崗岩 | Granite | 6.5 | |
| 斑岩 | Porphry | 4.3 | |
| 粗面岩 | Trachite | 4.5 | |
| 片麻岩 | Gneiss | 3.5—4.5 | |
| 雲母片岩 | Mica Schist | 3.0 | |
| 花崗岩 | | 7.82 | 大工原博士に據る |
| 片麻岩 | | 5.69 | |
| 角閃安山岩 | | 3.41 | |
| 玄武岩 | | 3.48 | |
| 長石 | | 10.45 | |
| 雲母 | | 8.62 | |

火成岩中加里を含む鑛物は加里及び礬土の珪酸複鹽なり故に火成岩より生じたる土壌にして礬土に富むものは概して加里にも富む加里及び礬土の珪酸複鹽が陶土化作用を受くるときは炭酸加里として加里を分離し植物榮養に資するなり此等の理由により**花崗岩地方**,**火山灰地方**の土壌には概して加里多し火山灰地方が根菜類に適するは加里含量多きが其主因な



り故に此等の土地には加里肥料を施す必要少し

されど砂土又は泥炭地にありては加里含量少きが故に加里肥料を施用する必要あり

本邦土壌は一般に加里に富み加里の缺乏を告ぐる地方少く其平均含量は 0.186% なり

**土壌中の石灰量**　石灰岩地方の土壌には石灰多く其含量 30% 以上に達するものあり我邦は温暖多雨にして洗滌作用盛なる故石灰の量少く其平均含量は 0.64% なり

土壌中の石灰の多少は全石灰量を檢定するのみにては不可なり其化合態に就ても考慮を要す卽ち石灰が炭酸鹽,硫酸鹽,硝酸鹽,燐酸鹽,珪酸鹽,鹽化物或は腐植酸鹽なるかによりて土壌の石灰肥料に對する需要異なり殊に土壌が砂質なるか壤質なるか等によりて差異あるなり故に後述のメルケル Maercker 氏の石灰の多少を別つ標準表にては壤土と砂土とを區別しあり是壤土にては石灰は溶解度小なる珪酸鹽の形にて存すること多ければなりホール Hall 氏に據れば乾土中炭酸石灰 1% 以下の土壌には石灰肥料を施す必要ありと同氏はロザムステッド Rothamsted に於て石灰に缺乏せる壤土に石灰を施して表土の炭酸石灰の含量を 2—5% に達せしめたるに常に石灰を用ゐざるものに

比し優良なる土性を示したりと

## 第二節

## 土壌中の有效養分

## Avairable Nutrients in Soils

土壌中に存在する養分の全體が植物榮養に資するものに非ざるを以て吾人は其の中の**有效養分(可給態養分)** Avairable Nutrients を檢定する方法を攻究する必要あり

土壌に存在する養分の殆ど全部は濃鹽酸と煮沸する事によりて溶解するを以て土壌の化學分析を行ふには**微細土** Fine Earth (0.5粍以下)を濃鹽酸と煮沸し其浸出物に就て定量法を行ふなり濃鹽酸に溶解せざる部分は陶土樣物質にして珪酸鐵及び礬土等より成る而して此のものは殆ど全部鑛物質養分を溶解し去りし殘滓なる故これを以て植物を培養するも生育せず故に濃鹽酸の浸出液中には植物に必要なる凡ての無機養分を含むものと謂ふべしされど濃鹽酸に溶解する無機物が全部皆植物の生育に利用せらるるなりと云ふには非ず否植物生育上必須元素たりとも其大部分は植物に利用せられざる形態にあるものにして唯其一小部分が植物に利用せらるる化合態にあるなり



故に土壌の植物養分を**可給態養分(有效養分)** Avairable Nutrients と**不可給態養分** Inavairable Nutrients とに分つ必要あり例へば化學分析の結果多量の燐酸を含む土壌に於て燐酸肥料の肥效著しきものあり之れ全燐酸の量は多きも殆ど其大部分が不可給態なるに基づくなり故に土壌の肥瘠を知る一要件は普通の化學分析によりて土壌の全無機成分を知るのみならず更に進んで可給態養分の檢定をなさざるべからずされど土壌の普通の化學分析法も全く價値なきものに非ず土壌中に存する鑛物成分多きものは其少きものよりも風化作用其他の原因によりて可給態となり得べきプロバビリチー Probability 大なるものなる故に土壌の化學分析の結果によりて大體の觀念を示し得べし

メルケル Maercker 氏は普通の化學分析の結果によりて土壌の肥瘠標準を次の如く定めたり

| | | |
|---|---|---|
| 窒素及燐酸 | <0.05% | 少し |
| | 0.05—0.10% | 稍少し |
| | 0.1% | 中庸 |
| | 0.1—0.15% | 稍多し |
| | >0.15% | 多し |
| 加里 | <0.05% | 少し |
| | 0.05—0.15% | 稍少し |
| | 0.15—0.25% | 中庸 |
| | >0.25% | 多し |

| | 壤土 | | 砂土 | |
|---|---|---|---|---|
| 石灰 | <0.1% | 少し | <0.05% | 少し |
| | 0.1—0.25% | 稍少し | 0.05—0.15% | 稍少し |
| | 0.25—0.5% | 中庸 | 0.15—0.20% | 中庸 |
| | 0.5—1.0% | 稍多し | 0.20—0.30% | 稍多し |
| | >1.0% | 多し | >0.3% | 多し |

斯く土壤の種類によりて石灰量の標準異なるは壤土にては不溶解性の珪酸石灰多ければなり(メルケル氏土壤肥瘠標準表)

**土壤中の可給態養分の檢定**　本問題に就ては諸說ありて未だ一定の方法なし其主なるものを述ぶれば次の如し

1889年エッゲルッEggertz及びニルソンNilson兩氏は土壤を2%の鹽酸にて浸出せし後水を以て洗滌せるものは大麥に有效なる養分なく大麥はこれに生育すると能はず又た4%の鹽酸にて浸出せしものは燕麥に對して全く不毛となるとを實驗せりされど此の2—4%鹽酸にて浸出する法は一般に應用すべき方法に非ず

1903年ゼーデルバウムSöderbaum氏は壤土及び腐植土は2%鹽酸を以て通常溫度にて48時間處理し水にて能く洗滌して植物を栽培したるに全く不毛となりしを認めしも之れに炭酸石灰を加ふれば多少の收穫を擧げ得たるを檢知し2%鹽酸は土壤中の有效養分



を全く浸出するに足らずとせり

一般に土壤中の可給態養分を出すには强鑛酸よりも寧ろ弱酸を溶媒に用ふるを可とす

可給態燐酸を定量するには枸櫞酸アンモニウムが屢に用ゐられたりしが1884年スッツァーStützer氏は枸櫞酸アンモニウムは沈澱燐酸石灰卽燐酸二石灰を溶解するに止まり全可給態燐酸の定量に適せざることを唱へ其の代りに植物の根液中の酸に近き有機酸なる枸櫞酸を採用し稀薄なる枸櫞酸に溶くる燐酸は枸櫞酸アンモニウムに溶くる燐酸よりも實際に有效なる燐酸の量を示すことを明にし且つ1%枸櫞酸液が最も適當なりと主張せり

1885年トムソンThomson氏も亦スッツァー氏の說に同意したりしが二氏は何故に1%枸櫞酸が適當なるかを說明せざりしが1894年に於けるダイヤーDyer氏の研究に據り1%枸櫞酸は植物の根酸Root Acidの平均酸度に近きと分明となり益々根據あるとゝなれり

根酸の强度は植物の種類により大差あれども平均すれば略1%枸櫞酸に相當す卽ちダイアー氏は20科に屬する100種の植物に就て試驗せしに其根酸の平均酸度は結晶枸櫞酸として0.854%又た各科に屬する植物の平均酸度を求め其平均數を20科に就て更に平

均せしに20科の平均酸度は0.910%なりしと又たダイヤー氏は英國ロザムステッドに於て38年間同一肥料を絶えず施用して試驗せる土壤に就て1%枸櫞酸に溶解する燐酸及び加里を定量し一方にては同期間丈け無肥料にて栽培せし土壤に就て定量を行ひしに全鹽酸浸出物に於て見る差よりも1%枸櫞酸浸出物に於て現はるる差の方大なるを認め1%枸櫞酸に溶解する燐酸及び加里は有效のものに近きとを明にせり

今同氏の浸出法を述べんに乾土200瓦に相當する風乾土を壜中に入れ1%枸櫞酸2立を加へて屢々振盪しつつ15℃に放置し7日の後濾過し濾液は白金蒸發皿中に於て低溫に於て徐々に蒸發し殘滓を鹽酸に溶解して蒸發乾固し珪酸を分離せしめ更に鹽酸に溶解する濾液に就て燐酸及び加里を定量するなり若し土壤中に多量の炭酸石灰を含むときはそれに相當するだけ多量の枸櫞酸を用ふるなり(**ダイヤー氏有効養分定量法**)同氏は更に周密なる研究を重ね若し1%枸櫞酸に溶解する燐酸量が0.01%以下なる土壤にありては燐酸肥料を施す必要あり又た同樣に0.005%以下の加里を含める土壤にありては加里肥料を施す必要ありとなす

1902年シグモンド Sigmond 氏は土壤中の燐酸を二



種に分ち0.01—0.02%の硝酸に溶解するものと0.1%の硝酸に溶解するものとに分ち0.01—0.02%硝酸に溶解する燐酸が有效燐酸なるとを實驗證明せり

1904年大工原博士は種々の濃度に於ける醋酸,酒石酸,枸櫞酸,蓚酸を以て土壤を浸出し其中に溶出し來りし燐酸を定量し此等の有機酸の溶解力は蓚酸,枸櫞酸,酒石酸,醋酸の順なるとを明にせり

1900年マイアー氏は土壤中に於ける**可給態石灰**を定量するには10%鹽化アンモニウムを以て3時間100℃に於て浸出すべき事を唱へ此の可給態石灰が0.2%以下なるときは石灰肥料を施す必要あるとを說き1901年ホッター Hotter 氏は土壤中の可給態石灰を定量するには20%醋酸を以てするを可なりとせり

1904年片山外美雄博士は有效石灰及び苦土を定量するには直徑0.25粍以下の土壤を採り其25瓦につき50竡の10%鹽酸を加へて煮沸し50分間浸出すべきを研究せり

之れを要するに土壤に於ける無機養分の有效率は土粒の精粗,有機物の多少,作物の種類等によりて同じからず有機物多きときは酸性腐植質等多く隨て養分の溶解するとも多し又た植物の根酸强きもの及び根の蔓延力大なるものに對しては有效率自ら大なるな

り

以上は直接化學分析によりて土壌の可給態養分の多少を知る方法なるが間接に其地方に生育せる植物體を分析して其土壌の肥瘠を推察する方法あるも其方法區々にして一般に通ずる適法なし

1882年ハインリッヒ Heinrich 氏は植物の根部を分析したる結果を以て土壌中の可給態養分量を推知すべきを唱へ根部は植物の他の部分よりも最も多く土壌の養分含量によりて影響せらるべきを唱へたり同氏は100個の成熟したる燕麥の根を分析して各種の成分の最少養分量を求めたり即各成分の最小乾物%は次の如し

| | |
|---|---|
| 窒素 | 0.5—0.6% |
| 加里 | 0.08—0.1% |
| 燐酸 | 0.08—0.1% |
| 石灰 | 0.37% |
| 苦土 | 0.01% |
| 硫酸 | 0.03% |

若し或土壌に生育したる燕麥根中各養分の含量が此最小數に近づく程土壌は成分に缺乏するとを示すものなるが故に多量に其養分を施す必要ある事を說けり



デコウ Dikou 氏はハインリヒ氏の說の正當なる事を認め且つ植物の養分吸收量には最大限の存在すべきを說き施肥の目的は根中の養分含量を此の最大數に達せしむるにあるとを說けり而して同氏は大麥に就て次の數を定めたり

| | 最小 | 最大 |
|---|---|---|
| 窒素 | 0.63% | 1.03% |
| 燐酸 | 0.13% | 0.31% |
| 加里 | — | 1.20% |

根中の成分が此最大數即ち最大養分量に近きときは其土壌は豐沃なるなりとなす

1904年に至りスタールシレーデル Stahl-Schröder 氏は植物の成分は植物の種類,氣候,土質等によりて異なるが故にハインリッヒ氏の所謂最小養分量が一般に適用すべからざるを說き又た植物は土壌中に過量の養分あるとき必要以上に其養分を吸收する性質ある點より考へデコウ氏の所謂最大養分量の不適當なるを論ぜりされば植物體を分析して土壌の肥瘠を定むる良法は未だ無しと見て可なり

今日土壌の肥瘠を知る最良法は圃場試驗 Farm Experiment を行ふにあり就中スナイダー Snyder 氏八區試驗法 Eight Plots Experiment を行ふにあり同氏は圃場

を8區に分ち各區は1/24エーカーとなし次の如く試驗せり(第四十二圖)

| | | |
|---|---|---|
| I | 無肥料區 | No Manure |
| II | 完全肥料區 | Complete |
| III | 窒素燐酸區 | $N+P_2O_5$ (無加里區) |
| IV | 窒素加里區 | $N+K_2O$ (無燐酸區) |
| V | 窒素區 | N |
| VI | 燐酸加里區 | $P_2O_5+K_2O$ (無窒素區) |
| VII | 加里區 | $K_2O$ |
| VIII | 燐酸區 | $P_2O_5$ |

本法は從來の五區法卽ち

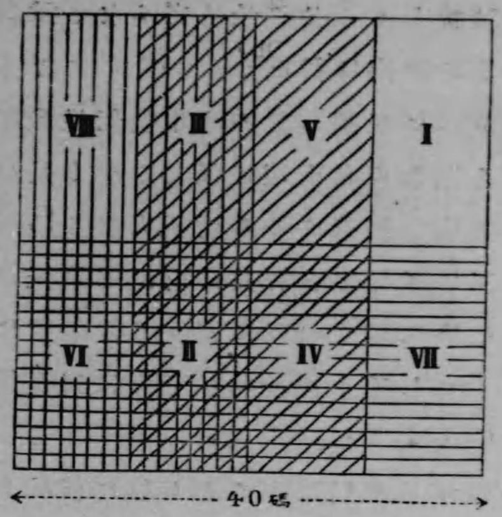
| | | |
|---|---|---|
| I | 無肥料區 | NO Manure |
| II | 完全肥料區 | Complete |
| III | 無窒素區 | No N |
| IV | 無燐酸區 | No $P_2O_5$ |
| V | 無加里區 | No $K_2O$ |

よりも一層精しきものなり

此の八區試驗法にて土壤が如何なる養分に富み將た如何なる養分に缺乏するかを知るを得此法を行ふには圃場を圖の如く區劃するを便とす

斯くの如き肥料試驗 Mannring Experiment を行ひて土壤の肥瘠を知る方法を**土壤の生理的分析法** Pysiological






10碼 × 20碼 ≒ $\frac{1}{24}$ 英反

20碼 × 40碼 ≒ $\frac{1}{6}$ 英反

40碼 × 40碼 ≒ $\frac{1}{3}$ 英反

**第四十二圖**
八區試驗

Analysis of Soils と云ふ八區試驗は窒素,燐酸,加里の三要素の配合法の凡ての場合を盡せるものなるが若し之に石灰を配合して考ふるときは以上の八區の各に石灰を加用すると加用せざるとの二つの場合あるを以

て十六區試驗となる是れ最も完全なる試驗法なり

尙ほ土壤の肥瘠は觀察 Observation によりて之を知る法あり例へば蚯蚓其他の土中蟄伏昆蟲類が土層中伏在すると深き程其土壤豐沃なるなり是れ通氣,通水等宜しく風化作用行はるる面積大なるの證なり尙ほ生ずる雜草の種類多き程其の土地は豐沃なるを證す即ち荳科植物は燐酸,加里に富みて窒素等に乏しき土壤に良く生育し禾本科植物は窒素に富み燐酸に乏しき土壤に繁茂するが如く植物の種類によりて其の要する養分の種類を異にするなり故に植物分類の各分科に亘り雜草の種類多き程土壤は植物の生育に必要なる各種成分を全般に亘りて具備することとなり其の土壤は豐沃なりと斷ずるを得べし(觀察に依る土壤肥瘠鑑別法)

# 第八章

## 土壤中に於ける有機物

## Organic Matter in Soils

土壤は岩石の風化生成物と有機物とより成るものにして土壤中の有機物は過去の生物の遺骸より成り此等のもの腐敗分解するときは炭酸瓦斯,水,アンモニア等に變ずれども一部は腐植質 Humus を生ず有機物が完全に分解するときは無機物のみを殘留し他に有機物を殘さざる道理なれども土壤中には腐敗バクテリアの作用を阻害する事情あるか又は其有機物がペントサン Pentosan, リグニン Lignin, 單寧 Tannin, コルク Cork 等の如き分解し難きものなるときは腐植質を生成す

腐植質とは粗鬆なる無定形物質 Amorphous substance にして種々の有機物の混合より成り土壤にては膠狀態 Colloidal State となりて存在するものなり

腐植質は酸素の供給不充分なる所に於て微生物の作用により或は有機物自身の作用により分解して生ずるものなり故に通常空氣の供給不充分なる土壤に多く從て耕地よりも牧草地,森林地に多く輕土よりも

重粘土に多し

クノップ Knopp 氏は腐植質の多少によりて土壌を次の如く區別せり

| | |
|---|---|
| 0—2.5% | 腐植質に乏しき土壌 |
| 2.5—5.% | 腐植質稍乏しき土壌 |
| 5—10% | 腐植質中庸なる土壌 |
| 10—15% | 腐植質に富みたる土壌 |
| >15% | 腐植質過量なる土壌 |

我邦にては一般に10%以上の腐植質を含有するものを腐植質土壌 Humy Soil と稱す

**土壌中腐植質の定量法**　土壌中の腐植質を定量するにはグランドー Grandeau 氏の法あり卽ち

供試品 Sample 1瓦を採り1%の鹽酸にて浸出し其の濾液が石灰及び苦土の反應を呈せざるに至るまで鹽酸にて洗滌し次に水を以て鹽酸を洗滌し去りたる後之を1:1のアンモニア水 15竓 中に3—4時間浸したる後濾過し稀薄アンモニア液にて洗滌す斯くの如くして得らるる暗色の溶液は豫め秤量せる白金皿に入れ蒸發し 100°C にて乾燥し秤量す而して後之を灼熱し灰化し灰分量を定め前記乾物量より減じ腐植質の量となす

尙一法は一定量の土壌を重クロム酸加里と硫酸と



を用ゐて酸化し發生する炭酸瓦斯を測定し腐植質の炭素量を50%と見做し得たる炭酸瓦斯量に0,5454を乘じ腐植質量となすなり

又た元素分析法によりて炭酸瓦斯を定量し以て腐植質量を算出するも可なり

**腐植質の成分**　腐植質は動植物質が土壌中に於て腐敗分解するとき生ずる各種物質の混合にして一定成分のものに非ず膠狀物質其大部分を占むるを以て膠狀複合體 Colloidal Complex なりと稱せらる而して黑色を呈する物程炭素の含量多し今同じ樫材より生じたる腐植質物の成分を示せば次の如し

| | 樫材 | 淡褐色腐植質 | 黑褐色腐植質 |
|---|---|---|---|
| 炭　素 | 50.6% | 53.6% | 56.2% |
| 水　素 | 6.0% | 5.2% | 4.9% |

エーベルマイヤー Ebermeyer 氏の泥炭の分析結果も此れと一致す

| | 褐色泥炭 | 黑色泥炭 |
|---|---|---|
| 炭　素 | 52.14% | 55.33% |

石炭は地質時代の腐植質なりと云ひて可なり

腐植質中の成分には炭水化合物源のものと蛋白質源のものとあり纖維素とこれより得られたる腐植質との成分を比較すれば次の如し