





新學制高級中學適用

# 地質鑛物學

---

梅縣 張資平編

國立武昌師範大學巖石鑛物學教授

上 海

商 務 印 書 館 發 行

新制高級中學適用  
地質礦物學

此書有著作權翻印必究

中華民國三十三年八月初版

每部定價大洋貳元伍角

外埠酌加運費匯費

編輯者 梅縣張資平

發行兼  
印刷者 上海寶山路  
商務印書館

發行所 上海及各埠  
商務印書館

New System Series

GEOLOGICAL MINERALOGY

For Senior Middle Schools

By

PROF. CHANG TZU PING

1st ed., Aug., 1924

4th ed., Oct., 1930

Price : \$2.50, postage extra

THE COMMERCIAL PRESS, LTD., SHANGHAI

ALL RIGHTS RESERVED

## (I) 編輯大意

(1) 本書參照新學制之高級中學程度而編纂專為供高級中學和同程度之學校參考之用。

(2) 從來地質學皆附屬於礦物學中，此不免有輕視地質學，遂至有不明地質學與礦物學間關係密切之流弊。本書為矯此弊起見，分為礦物學地質學兩卷，俾此兩科對立並重。

(3) 本書礦物學部分理論與實用並重。其在初級中學者，以能引起學生對礦物之興趣進而為簡單的物理性實驗為主旨。故本書偏重礦物之物理性，然亦求其不流於枯澁及艱深之弊為主。其在高級中學者則於實用之外，更使之注重礦物學上之諸學理，務使其明白礦物學非僅為一種敘述的科學 (Descriptive science)，須更進而為高深學理之研究；故本書於結晶學一章亦特別注重。

(4) 著者本自身學生時代之經驗，知礦物之鑑別，實用上應用其物理性之機會較多，亦較便利。至其化學性，除吹管分析外實罕應用；故本書除吹

管分析之實用方法外,其餘化學的理論都從省略。若爲礦物之分子式決定法及其他化學的理論則仍以讓諸化學專書爲宜。

(5) 本書對於礦物之產狀敘述較詳,以引起學生探礦時之實地觀察爲目的也。

(6) 本書地質之部除將岩石種類及其性質分別詳述外,亦以注重學生之野外實地觀察爲主旨;故第一篇岩石學內附論火成岩之產出狀態及水成岩之構造較詳,至第二篇之地史學則以引起學生了解地球之歷史爲主旨,多備古生物插圖者,促起學生後日研究古生物學之興趣也。

(7) 本書選載插圖數百種,以備標本實物較缺少時教授上之輔助,並以引起學生自習之興趣爲主旨其篇首之彩色插圖乃著者欲以促學生後日研究結晶學及岩石學等等興趣而精選者也。

(8) 本書爲圖參考上之順序起見,以礦物學之第二篇礦物學各論附之最後。

## (II) 謝詞

(1) 受業師加藤武夫及神保小虎兩先生所著

之中等礦物學教科書內插圖允許著者自由轉載，著者在此對兩師特表謝忱。

(2) 本書內岩石學一篇，取材於小藤文次郎博士之岩石學講義者不少，著者對此受業師亦應表示謝意。

(3) 本書得鄭貞文周昌壽兩先生之勉勵與有益之指導，始克脫稿；著者對兩學兄亦在此鳴謝。

(4) 最後本書插圖之抄繪多出摯友熊淑琴君之手。君希望本書早日脫稿，有時抱病為著者繪圖，君之勞苦亦不可不在此道謝。

### (III) 參考書

#### (A) 礦物之部：——

- (1) 加藤武夫：中等礦物界教科書
- (2) 神保小虎：輓近礦物學教科書
- (3) 廣瀨歸芳：實驗礦物學
- (4) 同：——Mineralogy for the Use of Students.
- (5) 高橋純一：提要實驗礦物學
- (6) Iddings: Rock Minerals.
- (7) Bayley: Descriptive Mineralogy.

- 
- (8) Butler: Geometrical Crystallography,
  - (9) 伊原敬一: 結晶學
  - (10) Dana: Textbook of Mineralogy.
  - (11) 小山一郎: 支那礦產地
  - (12) Lewis: Determinative Mineralogy.
  - (13) 石川成章: 礦物學
  - (14) Albin Weisbach: Tabellen Zur Bestimmung der Mineralien.
  - (15) 徐善祥: 民國教科書礦物學

(B) 地質之部:—

- (1) Pirsson and Schuchert: Textbook of Geology.
- (2) Iddings:—Igneous Rocks
- (3) Ries:—Economic Geology.
- (4) Daly:—Igneous Rocks and Their Origin.
- (5) Wienschenk and Clarke:—Petrographic Methods.
- (6) Lindgren: Mineral Deposits.
- (7) Emmons: Principles of Economic Geology
- (8) Pirsson:—Rock and Rock Minerals.



- 
- (9) Wienschenk and Johannsen:—Fundamental Principles of Petrology.
- (10) Hatch: Textbook of Petrology.
- (11) Credner: Elemente der Geologie.
- (12) 加藤武夫: 礦床地質學
- (13) 小藤文次郎: 東京帝國大學岩石學講義
- (14) 橫山又次郎: 前世界史
- (15) 同氏: 普通地質學講義
- (16) 佐藤傳藏: 地質學
- (C) 其他參考書
- (1) Moulton: Introduction to Astronomy.
- (2) Holleman: Textbook of Inorganic Chemistry.
- (3) 平塚忠之助: Physics.
- (4) 西久光: Elektrizitaet und Magnetismus.
- (5) 大島廣: 生物學講義
- (6) 鄭貞文氏: 無機化學命名草案
- (7) 日本東京帝國大學地質學雜誌
- (8) 中華學藝社學藝雜誌.

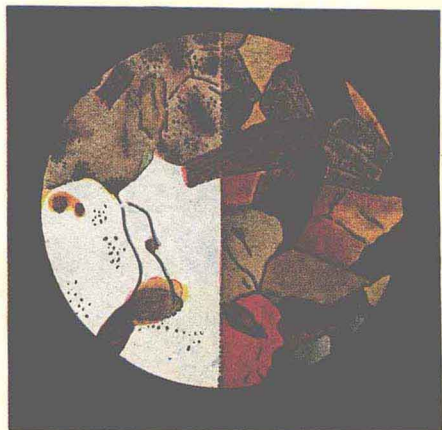
民國十二年三月一日  
著者誌於蕉嶺山中。

# 着色圖版第一版

顯微鏡下之岩石薄片

第一圖 花岡岩

第二圖 閃綠岩



右半爲直交聳氏三稜鏡之下  
左半爲尋常光線之下

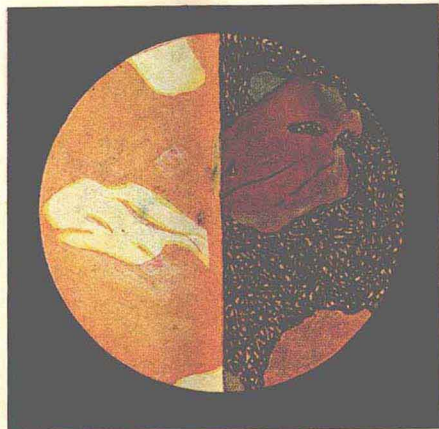
右半爲直交聳氏三稜鏡之下  
左半爲尋常光線之下

(從日本廣瀨曙芳氏)

(從日本廣瀨曙芳氏)

第三圖 斑禰岩

第四圖 石英斑岩



右半爲直交聳氏三稜鏡之下  
左半爲尋常光線之下

右半爲直交聳氏三稜鏡之下  
左半爲尋常光線之下

(從日本廣瀨曙芳氏)

(從日本廣瀨曙芳氏)

# 着色圖版第四版

## 金屬礦物圖

第一圖 a



石英中之自然金(山金)

第一圖 b



自然金(塊金)

第二圖

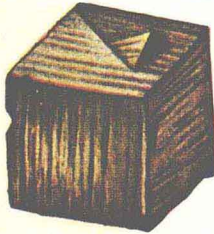


紅銀礦

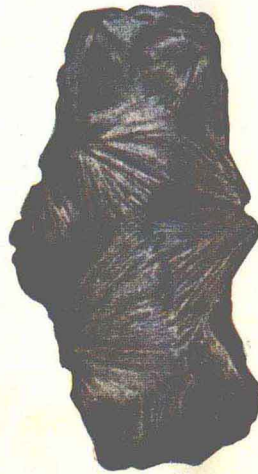
第三圖 方鉛礦



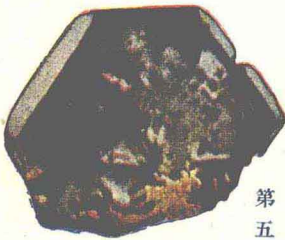
第四圖 黃鐵礦(六面體)



第六圖 軟錳礦



第五圖



輝鐵礦(赤鐵礦)

第三版圖着色  
金屬礦物圖  
輝銻礦



輝銻礦

# 着色圖版第五版

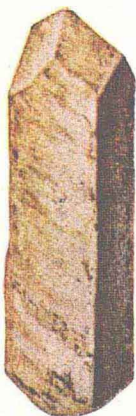
## 非金屬礦物

第一圖



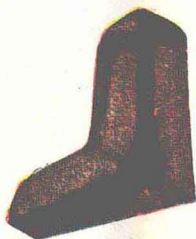
石榴石

第二圖



正長石

第三圖



鋯石

第四圖



硫黃

第五圖



斧石

第六圖 蛋白石

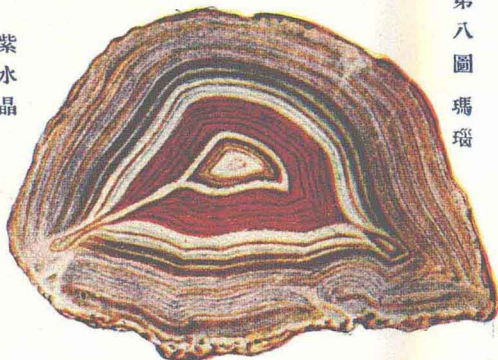


第七圖



紫水晶

第八圖 瑪瑙



# 第六版 着色圖

## 寶石及其原石

第一圖 金剛石



第二圖



紅寶石

第三圖

第四圖 綠柱玉



綠柱玉



藍寶玉

第五圖 亞勒山大玉



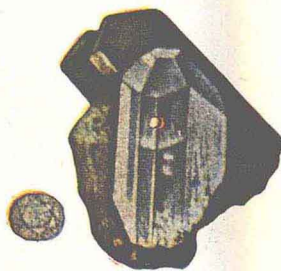
晝間之色

燈下之色

第六圖 電氣石



第七圖



黃玉

# 着色圖版第二版

## 顯微鏡下之岩石構造

斜長石



磁鐵礦

分解之橄欖石

輝石

玄武岩 (4)

磷灰石



正長石

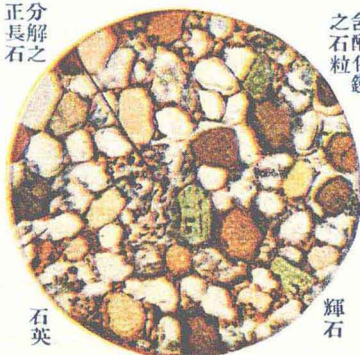
磁鐵礦

石英

黑雲母

黑雲母花崗岩 (1)

分解之正長石



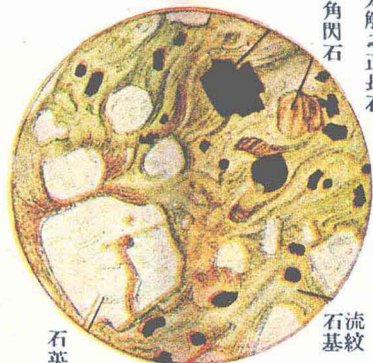
含酸化鐵之石粒

石英

輝石

砂岩 (5)

分解之正長石  
角閃石

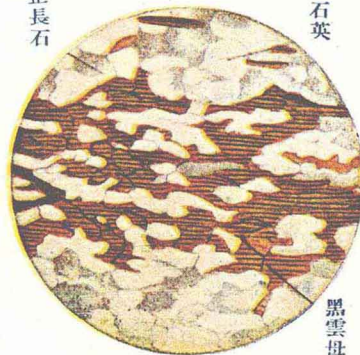


石英

流紋石基

流紋岩 (2)

正長石



石英

黑雲母

黑雲母片麻岩 (6)

含酸化鐵之輝石



輝石

石基

斜長石

輝石安山岩 (3)

## 目 次

## 礦 物 學 緒 論

自然界產物——均質性——礦物——礦物與岩石——礦物學——礦物與人生——礦物學之分類…………… 1-5

## 第 壹 篇

## 礦 物 學 通 論

## 第一章 礦物之物理性

第一節：硬度——硬度計——金剛石——鋼玉——黃玉——石英——長石——磷鈣石——螢石——方解石——石膏——滑石…………… 6-28

第二節：比重——天秤法——卓利氏螺旋——秤法——比重瓶法——重液法…………… 28-33

第三節：韌度——脆性——柔性或切性——伸引性——展性——撓性——彈性…………… 33-34

第四節：劈開——劈開面…………… 34-36

第五節：斷口——介殼狀——平坦狀——參差狀——多片狀——土狀——鍼狀…………… 36-38

第六節：打像及壓像…………… 38-39

第七節：蝕像——雲母——水晶——黃玉…………… 39-40

第八節：色——光之反射現象——白色或真色——他色



或假色——條痕——金屬色——非金屬色·····	40—42
第九節：光澤——光之反射及分散·····	42—44
第十節：透明度·····	44—45
第十一節：光之屈折——單屈折——重屈折·····	45—48
第十二節：偏光——全反射——聶氏三稜鏡——礦物學 岩石學用顯微鏡·····	48—53
第十三節：多色性——二色性——三色性·····	53—54
第十四節：光學性異常·····	54—56
第十五節：磷光及螢光·····	56—57
第十六節：熱性——熱之傳播——結晶之膨脹——熔融 點——熔融度——熔融度計·····	57—59
第十七節：電氣性·····	59—60
第十八節：磁性·····	60—61
第十九節：礦物之臭氣——味——感性·····	62—63

## 第二章 礦物之化學性

第一節：礦物之成分·····	64—67
第二節：類質同形——同形雜體·····	67—69
第三節：同質異形——同質二形——同質三形·····	69—69
第四節：吹管分析——火焰——閉管及開管試驗——熔 化反應——木炭上之試驗——藥珠試驗·····	69—79

## 第三章 結晶學

第一節：總論——結晶學之意義——結晶，結晶質及非晶質——結晶之生成——面稜及隅角——面角不變之法則——測角器——結晶軸——八分區——標軸——軸率——基礎面——結晶面之種類——結晶系——有理數之法則——單體及集體——結晶面之記號——對稱——完面像及缺面像——異極像.....79—100

第二節：等軸晶系——完面像——正八面體——正六面體——正菱形十二面體——四六面體——三角三八面體——偏菱形三八面體——六八面體——完面像之相互關係——完面像之集體——半面像.....100—114

第三節：正方晶系——完面像——正六錐(第一種,第二種及複正方錐)——正方柱(第一種,第二種及複正六方柱)——底面——完面像之相互關係——完面像之集體——半面像.....115—125

第四節：六方晶系——完面像——六方錐(第一種,第二種及複六方錐)——六方柱(第一種,第二種及複六方柱)——底面——完面像之相互關係——完面像之集體——缺面像——菱形半面像——半面像之集體——偏形四半面像——異極像.....125—139

第五節：斜方晶系——完面像——斜方錐(單位錐,短軸錐及長軸錐)——斜方柱(單位柱,長軸柱及短軸柱)——底面(長軸底面及短軸底面)——軸面(長軸面,短軸面及底面)——完面

像之相互關係——完面像之集體——缺面像——異極像..... 139—149

第六節：單斜晶系——單斜錐(單位錐,正軸錐及斜軸錐)——單斜柱(單位柱,正軸柱及斜軸柱)——底面(正軸底面,斜軸底面)——軸面(正軸面,斜軸面及底面)——完面像之集體——半面像..... 149—156

第七節：三斜晶系——完面像——三斜錐(單位錐,長軸錐,短軸錐)——三斜柱(單位柱,長軸柱,短軸柱)——底面(長軸底面,短軸底面)——軸面(長軸面,短軸面及底面)——完面像之集體..... 156—163

第八節：結晶之集合——不規則的集合——規則的集合——平行連晶——雙晶..... 163—172

第九節：結晶之不完全——歪形——結晶面之不整——面角之變化——包裹物——假晶..... 172—177

#### 第四章 礦物之產狀,生成,變化,及分類

第一節：礦物之產狀——共生——分布——礦物之集合體——礦床——礦石及脈石——礦苗——礦山..... 177—181

第二節：礦物之生成——氣成礦物——水成礦物——火成礦物..... 181—185

第三節：礦物之變化——露天化——脫水作用——潮解——熱化學作用——光作用——壓力作用——假晶..... 186—188

第四節：礦物之分類..... 188—191

## 第貳篇

## 礦物學各論

## 第一部 金屬礦物

第一類：貴金屬礦類——鉑——金——銀——銻……192—200

第二類：展性金屬礦類——銅——鐵——鋅——鉛——錫——  
鈷——鎳——鎘……200—224

第三類：脆性及揮發性金屬礦物——銻——砒——  
鉍……224—228

第四類：脆性及難熔性礦類——錳——鋇——鎢……228—233

## 第二部 非金屬礦物

第一類：脈石類——石英——方解石——霏石——毒重石  
——鋇礦——白雲石——螢石——重晶石——石膏——硬石膏  
——磷鈣石……233—236

第二類：有用礦物類——硫黃——岩鹽——硝石——鈉硝  
石——明礬及明礬石——水晶石——菱鎂石——水鋁礦——磷  
礦——石綿——高嶺土——石墨……236—242

第三類：寶石及裝飾石類——金剛石——鋼玉——綠柱玉  
——金綠玉——黃玉——鋯石——尖晶石——柘榴石——電  
氣石——蛋白石——瑠璃——月石——軟玉及硬玉——虎眼  
石……242—215

第四類：造岩礦物——主成分礦物及其種類——副成分礦物——接觸礦物——再生礦物及變質礦物……………251—267

### 第三部 稀有元素礦物

瀝青鈾礦——鈾釷礦——鈾銀鐳礦——哥倫布礦——法格孫礦……………267—269

### 第四部 有機礦物

琥珀——石油——土瀝青——煤炭……………269—273

## 地質學緒論

地質學之目的及分科——岩石學——地史學……………274—276

## 第壹篇

## 岩石學

### 第一章 地殼

地殼——地熱及其增加率——重圈——地球內部狀態——岩漿……………277—281

### 第二章 岩石之礦物成分石理及分類

第一節：組成岩石之礦物……………281—293

第二節：岩石之礦物成分——石理——顯微鏡的研究……………293—297

第三節：岩石之分類……………297—298

### 第三章 火成岩

第一節：深成岩——花崗岩——閃長岩——閃綠岩——斑  
 禰岩——橄欖岩——輝岩——角閃岩——磁鐵礦岩……299—305

第二節：脈狀岩——真脈狀岩——二次的脈狀岩 305—308

第三節：火山岩——舊火山岩——石英斑岩——正長斑  
 岩——紋岩——黑紋岩——新火山岩——流紋岩——粗面岩  
 安山岩——玄武岩——玻璃質岩——黑曜石——浮石——松脂  
 石——真珠石——火山噴出物…… 308—316

第四節：火成岩之產狀…… 316—319

### 第四章 水成岩

第一節：碎屑岩——土壤——泥質岩——砂礫質岩——硅  
 質岩——凝灰岩……320—328

第二節：沈澱岩——石膏——岩鹽……328—330

第三節：有機岩——煤炭——石灰岩——硅藻土——磷鈣  
 土……330—337

第四節：水成岩之構造——地層——造山力——背斜及向  
 斜——斷層——累層——整合及不整合——層向及傾斜——傾  
 斜儀…… 337—343

### 第五章 變質岩

變質岩——變質作用——片麻岩——結晶片岩——大理石  
 及石英岩……343—348

## 第貳篇

### 地 史 學

#### 第一章 總論

地球之時代——化石及標準化石——地層之新舊——時  
地質代之區分——地質系統……………351—356

#### 第二章 太古代

第一節：片麻岩紀……………357—357

第二節：結晶片岩紀……………357—359

#### 第三章 古生代

第一節：寒武紀……………359—360

第二節：志留紀……………360—363

第三節：泥盆紀……………363—366

第四節：石炭紀……………366—370

第五節：二疊紀……………370—375

#### 第四章 中生代

第一節：三疊紀……………376—380

第二節：侏羅紀……………380—385

第三節：白堊紀……………386—390

#### 第五章 新生代

第一節：第三紀……………392—396

第二節：第四紀——洪積期——沖積期——人類——直立  
人猿——海得爾堡古人——原人——曙人……………396—401

# 地質礦物學

## 第一卷 礦物

---

### 緒論

**自然界產物** 自然界之產物大別爲生物界及礦物界之二大部類。屬生物界者即動植物，有生有死，即有生活機能者也。礦物界則無之。煤炭者 (Coal) 古代之植物，埋藏於地下，於空氣不流通之處分解而成者也。其本源原爲生物，然既失原形，又無生活機能，故屬之礦物界。琥珀 (Amber)，石油 (Petroleum)，土瀝青 (Asphaltum)，等得同樣說明之。但地層內發見之動植物遺骸，所具原形尙未變化，不得稱爲礦物也。

空中水蒸氣，冷卻後凝爲固體或液體，如雨雪霜露等是也。此等雨雪霜露不直接構成地殼 (Earth's



crust)之一部,雖係無生活機能之天然物,不能稱爲礦物也。至若地下水礦泉水等,直接構成地殼之一部,皆屬之礦物界。隕石(Meteorite)由地球外之天體飛來,與構成地殼之質相同,故亦屬之礦物界。

**均質性** 試取一片花崗岩(Granite)察之,知此岩石乃三種礦物之集合體,黑色呈強光澤者雲母(Mica)也,白色或淡紅色,不透明者正長石(Orthoclase)也,淡灰色或無色,帶玻璃光澤而透明者石英也(Quartz)。此三種礦物之硬度(Hardness)成分及其他種種性質皆不相同,即花崗岩之質不均一。故花崗岩雖構成地殼之一部,然無均質性,非礦物也。

**一定之化學成分** 礦物須有一定之化學成分。如黑曜石(Obsidian)及松脂石(Pitchstone)磨成薄片,在顯微鏡下檢之,見呈褐色之物質中雜無數之微小物。此微小物之量因部位之不同而生差異。(圖1)故知黑曜石及松脂石不單無均質性,且無一定之化學成分,不能謂爲礦物也。

**礦物之定義** 綜上所述吾人得下礦物之定義如次:  
礦物者直接構成天體,無生活機能,有均質性(Homo

第一圖



顯微鏡下之黑曜石薄片

geneous)及一定之化學  
成分之天然產物也。

嚴密言之，礦物之定義當  
具有次之四條件：

- (一) 礦物者無生活機能之  
天然產物也。
- (二) 礦物者直接構成天體，  
(在自然溫度之下，不問其

為固體為流體)之天然產物也。

(三) 礦物者有均質性及一定化學成分之天然產物也。

(四) 礦物若在適當的狀態之下生成時，有一定之分子構造，  
此分子構造得由其外形及物理的性質而表明之。

以上之(一)(二)(三)三條件支配礦物界之全體者也，第四條件  
則適用於礦物之一大部分，即所謂結晶體者是也，礦物不盡  
結晶，然其大多數皆具有一定之結晶形。

**礦物與岩石** 上述之花崗岩，黑曜石，松脂岩等雖非  
礦物，然直接構成地殼之天然產物也。此等天然產  
物稱曰岩石，岩石之大多數為礦物之集合體，作成  
大塊，構成地殼之一部。例如花崗岩乃石英，雲母，正  
長石三種礦物之集合體也。然亦有岩石僅由一種

礦物構成者，如單以方解石構成之大理石，單以石英構成之珪岩等是也。

亦有岩石不由礦物構成者如珊瑚泥(Coral Muds)構成之石灰岩，黏土構成之黏板岩，火山噴出物構成之凝灰岩等是也。

**礦物學** 礦物學(Mineralogy)者，礦物之科學的研究及其記述之謂也。詳言之則礦物學者，研究礦物之諸般性質，產狀，成因，種類，分布，變化及其應用等之科學也。

**礦物與人生** 礦物與動植物同，與人類生活有莫大之關係。金，銀，銅，鐵，等，有用之金屬也；為吾人所素知。此外如石材類為建築之材料；煤炭，石油等為光熱及動力之源；金剛石，寶石類，水晶等則用於裝飾；及其他礦物亦莫不各有應用之途。若不由礦物學以明其性質，產狀等；無從識其應用也。

**礦物學之分類** 礦物學為研究上之便利起見得分為次之二大部類，即

第一 礦物學通論(General mineralogy)

第二 礦物學各論(Special mineralogy)

礦物通論者論礦物之一般的性質及支配礦物界之諸法則之分科也。更細分爲次之四分科。

(I) 礦物物理學(Mineral-physics)

(II) 礦物化學(Mineral-chemistry)

(III) 礦物形態學(Morphology)

即結晶學(Crystallography)

(IV) 礦物生理學(Mineral-physiology)

礦物各論者將各礦物，從一定之順序而類別之，然後詳述其名稱，性質，生因，變化，產狀，分布及用途等之分科也。

至本書則分爲次之兩大篇講述之。

### 第一篇 礦物學通論

第一章 礦物之物理性

第二章 礦物之化學性

第三章 結晶學

第四章 礦物之產狀，生因，變化及分類

### 第二篇 礦物學各論

# 第一篇

## 礦物學通論

### 第一章 礦物之物理性(Physical properties of mineral)

#### 第一節 硬度(Hardness)

**硬度** 將水晶與螢石互相搔擦,則見螢石面上生有搔痕.若以螢石與石膏互相搔擦,則又見石膏面上生搔痕矣.故知石膏不及螢石之堅硬,而螢石又不及水晶之堅硬也.礦物學上稱之曰,『水晶之硬度大於螢石之硬度.』或曰『石膏之硬度小於螢石之硬度.』

礦物互相搔擦之際,其抵抗力謂之硬度.

**硬度計** 磨司氏(Mohs)為測礦物之硬度起見,由硬度最小之礦物至硬度最大之礦物間,分為十度,選定十種礦物為標準.即所謂硬度計 (Scale of hardness)者是也.

一度	滑石(Talc)	二度	石膏(Gypsum)
三度	方解石(Calcite)	四度	螢石(Fluorite)
五度	磷鈣石(Apatite)	六度	長石(Feldspar)

七度 石英(Quartz) 八度 黃玉(Topaz)  
九度 鋼玉(Corundum) 十度 金剛石(Diamond)

礦物之中以滑石之性質最柔,金剛石爲最堅。例如今有某礦物,以之擦長石,則長石面生搔痕,以之擦石英,則某礦物面生搔痕,故知某礦物之硬度在六度與七度之間。

人之指甲能搔傷滑石及石膏,銅幣之硬度約等於三度,玻璃之硬度等於五度,小刀尖端能克六度或六度半之硬度,故吾人懷有銅幣,小刀及玻璃片,則硬度由一度至七度之礦物,可畧測定也。

吾人所當注意者,則此硬度計乃示硬度大小之順序,比較礦物之剛柔;而非數理的測定也。若謂金剛石之硬度倍於磷鈣石,而方解石之硬度爲滑石硬度之三倍;則誤矣。

礦物有金屬非金屬之別,硬度計之十種礦物皆非金屬礦物也,分述之如次。

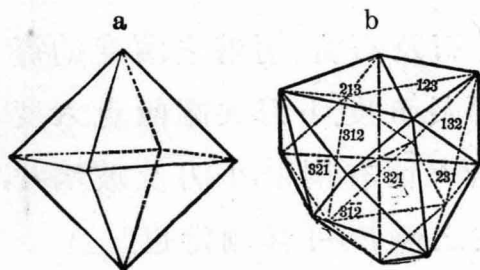
### (一) 金剛石 Diamond

金剛石(着色圖第六版第一圖)又名鑽石,礦物中之最硬者也。透明無色者居多,亦有呈淡紅,青,黃等色者。金剛石最堅,折光力亦最強,故其光澤

金 剛 石 之 性 質
----------------------------

閃灼燦爛，極其美觀，特名之爲金剛光澤。(Adamantine luster) 金剛石之化學成分爲碳，與普通木炭之成分全同，在氧素中強熱之，燃燒化二氧化碳( $\text{CO}_2$ )。但在大氣中無論受如何強熱亦不燃燒，遇如何強烈之藥品，亦不生變化。

第 二 圖



金剛石之天然結晶多爲正八面體(圖2, a)或六四面體(同圖b),亦有爲不規則之塊狀及粒狀者。

金剛石雖堅硬，然敲之常沿一定之方向而脫裂。此沿一定之方向而脫裂之性質名曰劈開 (Cleavage)。利用此劈開之性質，可以截取金剛石而磨琢之。

金剛石之透明者磨琢爲裝飾品。其磨琢型式以能保存其固有之結晶形爲主。普通之磨琢型有二，

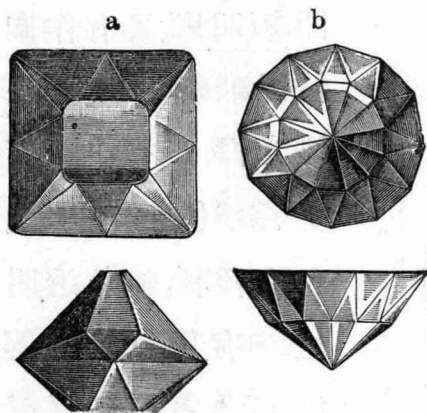
金 剛 石 之 應 用
----------------------------

一曰布利利恩式 (Briliant, 圖3, b) 一曰羅色特式 (Rosette 同圖, a)。各面間之角

度磨琢適宜，因內部光線之反射，發美麗光彩，無色金剛石與綠柱玉，紅寶石等同為寶石中之最高價者也。

黑金剛石(Carbonado)黑色不透明，硬度尤大，用於

第三圖



截取玻璃及鑛鑿岩石，所謂金剛石試錐法(diamond boring)即用此黑金剛石也。

人工的金剛石雖得由電氣爐製造，但極細粒，且不美觀，故不適於裝飾之用，又

有所謂新鑽石者，用玻璃製造之偽造品也，可以水晶擦傷之。

金剛石產狀  
及產地

金剛石之大部分產於南斐洲 (South Africa)。金貝勒 (Kimberley) 地方最有名，產於暗綠色之火成岩中，此岩石為橄欖岩之特種，故特名之為金貝勒岩 (Kimberite)。此外南美洲之巴西 (Brazil)，印度，俄國之烏拉山 (Ural) 及南洋之婆

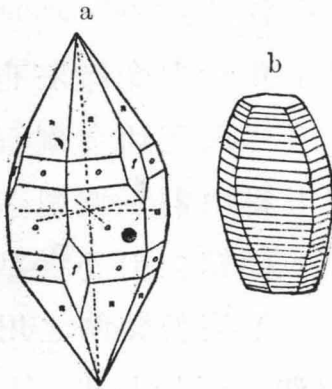


羅洲(Borneo)均產之。散見於河岸之砂礫中,或埋藏於由砂礫構成之岩石中。

## (二) 鋼玉 Corundum

**鋼玉之性質** 金剛石最硬,其次則為鋼玉。結晶形多係六角錐體(圖4,a)或六角柱體(圖4,b)沿底面為劈

第四圖



開,極明顯。又有作圓粒混砂礫中者,呈金剛光澤。亦有作玻璃光澤者(glassyluster)。色有種種,無色透明之外,有灰,紅,藍褐等色。紅色者曰紅寶石(Ruby,着色圖版第六

版第二圖)。藍色者曰藍寶石(Sapphire,同着色圖版第三圖)。至普通常見之鋼玉多不純粹,暗色不透明。鑽鐵(Emery)混有磁鐵礦,石英等之黑色鋼玉也;用為研磨材料(Abrasive material)。色美麗而透明之

**鋼玉之應用** 鋼玉,寶石也;用製裝飾品。其粗劣者碎為粉末,作研磨材料。近有一種碳化珪之化合物,黑

紫色之人造鋼玉也。其製法合石英砂及骸炭，於電氣爐中強熱之即得。硬度約九度半。用製研磨材料以代鋼玉。又有鋁鋼玉(Allundum)，亦由電氣爐製練之人工品也，成分性質與鋼玉全同，亦用製研磨材料。

鋼玉之產狀及產地

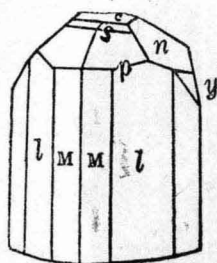
鋼玉多產於河旁海岸之砂礫中，即所謂砂礦床者是也。又結晶多埋藏於粒狀石灰岩，片麻岩及其他深成岩中。產地為錫蘭島(Ceylon)，緬甸(Burma)，烏拉山及我國之西南部地方。尤以緬甸之紅寶石為有名。

(三) 黃玉 Topaz

黃玉之性質

黃玉，玻璃光澤無色透明之結晶也。一

第五圖



第六圖



見似水晶，但可由結晶形辨之。黃玉之結晶形為斜方柱狀(圖5)，非六角錐亦非六角柱也。水晶柱面多橫條

紋，黃玉之柱面則多縱條紋(圖6)。且硬度亦大於水晶。黃玉有完全之劈開，以鐵鎚輕擊之，橫向斷裂，剝落成薄片(底面劈開)。有美麗之黃色黃玉及淡藍色

**黃玉之應用**

黃玉，入寶石類，琢磨之為裝飾品(着色圖第六版第七圖)。其粉末亦用製研磨材料。

**黃玉之產狀及產地**

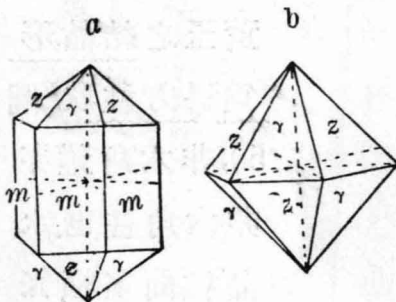
黃玉多產於酸性火成岩中，尤多產於花崗岩，石英斑岩中，或其接觸帶(Contact zone)內。有時與錫石，電氣石，螢石等共產出。又因岩石之破壞，常有美好之結晶混砂礫中。

(四) 石 英 Quartz

**石英之性質**

石英之結晶形多為六角柱體(圖7, a)及六角錐體(圖7, b)。水晶(Rock crystal)即石英之結晶

第 七 圖



第 八 圖



也。柱面多橫條紋(圖 8.)。性脆而硬，故以鐵鎚擊之即發生火花。水晶斷裂處不沿一定之方向劈開，是謂斷口(Fracture)。水晶之斷口作介殼狀，多螺紋。

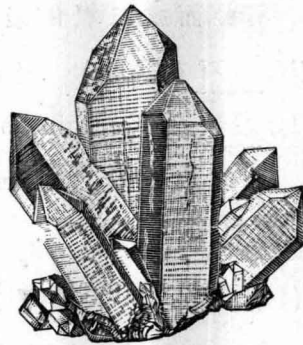
**石英之種類** 石英之種類可分為顯晶質類(Phanocrystalline varieties)，潛晶質類(Cryptocrystalline varieties)及非晶質類(Amorphous varieties)之三種。

#### (A) 顯晶質類

(1) 水晶(Rock crystal) 純粹無色透明之結晶也。晶體內含有纖維狀礦物者曰草水晶(glass quartz)。含有水泡者曰含水水晶。水晶多產於岩石之洞隙，作美麗之晶羣(圖9)。

第九圖

(2) 煙水晶及黑水晶(Smoky Quartz and Morion) 煙水晶為深灰色或褐黑色之結晶。其色因結晶含有碳質也。全黑者曰黑水晶。



(3) 薔薇水晶(Rosy Quartz) 此水晶之色，紅如薔薇，故名。結晶含有鐵之氧化物(Titanic oxide)，故

作紅色。

- (4) 紫水晶(Amethyst) 此水晶含有錳質,故呈紫色。(着色圖版第五版第七圖)久曝之,色漸褪去。
- (5) 乳石英(Milky quartz) 此種石英作乳白色,半透明,常產於礦脈中。
- (6) 黃水晶(Citrine) 黃色,外觀似黃色之黃玉。
- (7) 金星石(Aventurine) 紅黃色,含有多量之金色雲母,赤鐵礦等碎粒,故閃爍發光。
- (8) 貓眼石(Cat's eye) 青灰色,蛋白石的光澤,(Opalescence)含有石綿之纖維,不透明。磨成橢圓形似貓眼,故名。
- (9) 虎眼石(Tiger's eye) 褐色,黃色,或青色。由纖維狀薄層積疊而成。二氧化矽質作青石綿之假晶者也。
- (10) 綠石英(Prase) 青色,半透明。
- (11) 鐵石英(Ferruginous quartz) 黃色,紅色,或褐色。礦物中含有氧化第二鐵(Ferric oxide),故有此等色素。不透明。

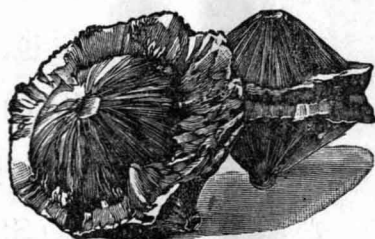
### (B) 潛晶質類

- (1) 玉髓(Chalcedony) 光澤如蠟,半透明。白色,灰色,淡褐色,淡藍色等皆有之。多作葡萄狀及乳房狀,充填於岩石之空隙中。
- 玉髓因色之不同,有種種名稱。

(a) 算盤珠石(Soroban-dama-ishi or Abacus-bead-stone) 玉髓

有結成算盤珠狀者，日 第十圖

本多產之。日本之礦物  
學者名之曰算盤珠石  
(圖 10)



(b) 肉紅玉髓(Carnelian)

帶黃紅色。

(c) 淡紅玉髓(Sarder) 反射光線視之，呈褐色。透過光線  
視之，呈淡血紅色。

(d) 綠玉髓(Chrysoprase) 含有鎳之氧化物，故色為林檎  
青。

(e) 濃綠玉髓(Plasma) 蔥綠色至山綠色。

(f) 血玉髓(Heliotrope) 同上散布有氧化鐵之紅點故名。

(g) 瑪瑙(Agate) 異種色彩交互作條紋之玉  
髓，名之曰瑪瑙 (第五版着色圖第八圖)。其  
中條紋尤明顯而美麗者，特稱為條紋瑪瑙  
(Onyx)，雕琢之可為杯盤及裝飾品等。

(2) 碧玉(Jasper) 不透明，不純粹之石英也。質緻  
密。一般以紅色及褐色者為多。

碧玉有綠色者似濃綠玉髓質既相同，不能強為區別。所  
差者其質之緻密與否耳。

(3)燧石(Flint) 黑灰色之塊狀石英也。有黃，褐紅等色。作層狀，板狀，或結核狀。質緻密。介殼斷口。古時用之取火者也。

(4)試金石(Lydian Stone) 含有碳質，故作黑色。質緻密，有平坦之介殼斷口。因其色黑且質堅硬，常據其面之條痕(Streak)以驗金質之純否。雖係石英質，然多不純粹。

(C)非晶質類:

(1)蛋白石(Opal) 蛋白石(着色圖第五版第六圖)成分與石英玉髓相同。含有水分，欲結晶而未果者也。有白，灰，黃，褐等色。性脆，斷口作介殼狀。

貴蛋白石(Noble opal) 乳白色之蛋白石，因方向之不同而發射美麗之色彩。因內部之光反射，狀若珍珠。用製裝飾品，珍貴品也。

(2)珪化土(Silicified Wood) 木材混石英質中既珪化者也。尚保有木材之原形。又名木化蛋白石(Wood-opal)。

(3)玉滴石(Hyalite) 無色透明，狀若膠質。作葡萄

房狀,乳嘴狀,結節狀等,多產於火山岩中。

(4) 珪華(Siliceous Sinter) 溫泉中不規則的細胞狀沈澱物也。

**石英之應用** 良好之水晶,金星石,玉髓,瑪瑙,蛋白石等用製裝飾品,水晶之用途尤廣,如製眼鏡,印材等是也。此外陶磁器玻璃等之製造,需用石英者甚多。

**石英之產狀** 地殼含有石英之量最多,故隨處可見。作大塊構成山嶽者有石英岩,石英又為花崗岩,石英粗面岩等酸性火成岩之主要成分,或充填於礦脈作脈石,其細粒散見於河岸海濱之砂礫中。

#### (五) 長石 Feldspars

**長石之性質** 長石之分布極廣,為火成岩之主要成分,花崗岩中白色或淡紅色之礦物即長石也,試檢岩石碎片上之長石,其面極平滑,即長石有完全劈開也,有白,淡紅,褐,淡青等色,光澤為玻璃光澤或真珠光澤。

**長石之種類** 長石因化學成分及結晶形之差異,別為二大類,即正長石(着色圖第五版第二圖)及斜長石是也。



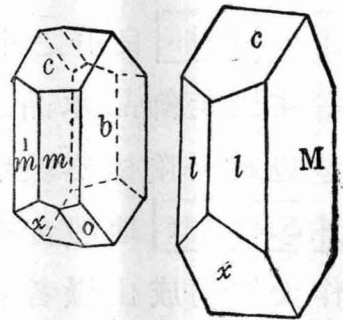
(A) 正長石類(Orthoclase) 正長石為含有鉀鋁之一種複珪酸鹽(Polysilicates).

結晶多厚板狀，一見似矩形柱體又似切面略具菱形之柱體(圖11 a)。正長石由其外觀得分為次之各種：

第十一圖

(b)

(a)



(1) 普通正長石 (Common

orthoclase) 此正長石概作不純之白色或淡紅色，為花崗岩，石英斑岩，片麻岩等岩石之主要成分，最常見之正長石也。

(2) 玻璃長石 (Sanidine) 此玻璃光澤極強之長石也，透明至半透明，白灰色，新火山岩中多產之。

(3) 冰長石 (Aduralia) 此無色透明之正長石也，有時作不純之色，常見有綠泥石浸染其中，又一定之結晶面上常被有綠泥石，月石 (Moon Stone) 為冰長石之一種，發珍珠光澤及有蛋白石的光彩，用製裝飾品，錫蘭島，多產之。

(4) 亞瑪森石(Amazonstone) 青色之普通正長石也。

磨亞瑪森石爲薄片在顯微鏡下窺之見無數之縱橫細線紋，作格子狀構造。(Grating structure)

亞瑪森石之一部分與正長石同晶系，一部分與次述之斜長石同晶系。至成分則與正長石全同，不因晶系之不同而異其成分，故入正長石類中爲便。

(B) 斜長石類(Plagioclase) 此類長石或爲鈣鋁珪酸鹽或爲鈉鋁珪酸鹽。鈣鋁珪酸鹽之分子式爲  $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$ ，鈉鋁珪酸鹽之分子式爲  $\text{Na Al Si}_3 \text{O}_8$ 。因此二種複珪酸鹽之混和量不等，分爲次之六種。

(1) 鈉長石(Albite) 此含Ab成分在91—100%間之斜長石也(Ab表示  $\text{Na Al Si}_3 \text{O}_8$ )。

(2) 鈣鈉長石(Oligoclase) 此含Ab成分在71—90%間之斜長石也。

(3) 中性長石(Andesine) 此含Ab成分在51—70%間之斜長石也。

(4) 鈉鈣長石(Laboradorite) 此含Ab成分在31—50%間之斜長石也。

(5) 亞鈣長石(Bytownite) 此含 Ab 成分在 11—30% 間之斜長石也。

(6) 鈣長石(Anorthite) 此含 An 成分在 91—100% 間之斜長石也(An 表示  $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$ )。

An 成分在 10% 以下者入鈉長石範圍, Ab 成分達 91% 以上者入鈣長石範圍, 然此等百分率不過一種規約, 實則中間性類居多。斜長石之結晶多斜柱狀(圖 11, b)。

斜長石之酸性與 Ab 之量為正比例, 故含 An 最多者為最鹼性。又比重與 An 之量為正比例, 故含 Ab 最多者比重最小。酸性小者易為酸類所犯, 且易熔解。故鈣長石較鈉長石易熔, 亦易被酸類所犯也。

**長石之應用** 長石之粉末可為陶磁器之原料。長石分解後即成陶土。陶土本白色, 含有不純物時則帶褐, 黃, 灰等色。不純之陶土稱為粘土。不論陶土粘土以水濕之, 則生粘性。呼氣吹之, 發一種臭味, 謂之土臭。製陶磁器之原料, 即石英及長石之粉末也。

**長石之產狀** 正長石之結晶產於偉晶花崗岩(Granite)

Pegmatite)之洞隙( Cavities ).花崗岩中亦有之.長石乃火成岩之主要成分也.

(六) 磷鈣石 Apatite

磷 之 性 質	鈣 石 之 性 質
------------------	-----------------------

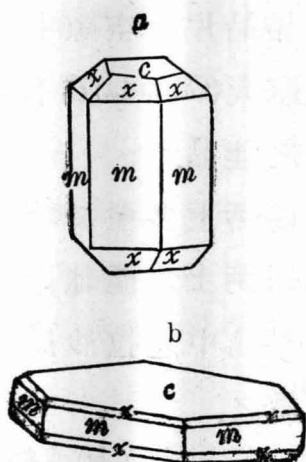
磷鈣石之結晶多爲六角柱狀(圖12, a)亦有六角板狀(圖12, b)無色透明之外

有白,灰,黃,紫,淡青等色.玻璃光澤或松脂光澤.沿底面爲劈開,但不明顯.

有與磷鈣石同成分作塊狀埋藏地層中者,呈淡灰,黃灰,或暗灰等色,名曰磷鈣土(Phosphorite),爲纖維狀構造.

又有同成分之暗灰色土狀物質,多堆積於南美海岸,南洋之珊瑚島等地面,名曰糞石(Guano),海鳥之糞積久化爲礦者也.鳥糞中之磷與珊瑚礁所含之鈣化合而生磷礦,特名之曰糞石磷鈣土(Guanophosphorite).本礦爲製造磷酸肥料之重要原料也.

第十二圖



磷鈣礦之應用

磷鈣石又爲製磷及磷之化合物之原料。

磷鈣礦之產狀及產地

磷鈣石爲火成岩之副成分礦物，分布極廣，結晶多顯微鏡的小晶，但亦有得由肉眼檢視者。磷鈣石又常在錫石(Tin stone)脈中作脈石，產大晶。此外或在深成岩空隙中作脈狀，或在結晶片岩空隙中作晶簇，產狀不一而足。產地以加拿大(Canada)爲有名，江蘇海州產之磷鈣石爲微小之連晶。

磷鈣土多產於北美合衆國及亞斐利加等地。鳥糞磷鈣土之產地除上述之南美洲，南洋等地外；琉球羣島中之拉沙島(Rasa Island 在琉球之東南)亦多產之。

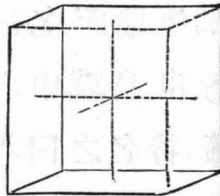
(七) 螢石 Fluorite

螢石之性質

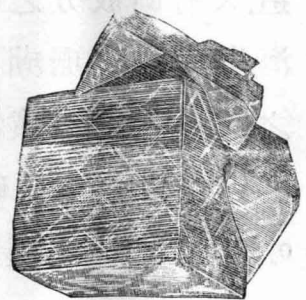
螢石

之結晶多正六面體(圖13)又有作正八面體者(圖2,a)。沿八面體之面爲

第十三圖



第十四圖



劈開極完全，結晶爲六面體相貫結而產出，晶面斜紋即沿八面體方向之劈開方向也(圖14)。此礦物呈玻璃光澤，無色透明之外，有黃，淡紅，青，紫等色。

**螢石之應用** 螢石可爲熔劑，(使礦石易熔解之媒介物)熔銅鉛礦等時用之。色之佳者用製裝飾品；但硬度不大，易生傷痕，此其缺點也。又螢石爲製氟氫酸 (Fluorohydric acid) 之唯一原料，以螢石混硫酸中共熱之，生氟化氫，溶解水中得氟氫酸。氟氫酸有腐蝕玻璃之性質，故用以雕繪玻璃面之文章。

**螢石之產狀** 螢石多產於礦脈中，爲普通之脈石。又常伴火成岩之噴出作用而產出，故亦發見於火成岩中，螢石又常沈澱於溫泉中作塊狀。

#### (八) 方解石 Calcite

**礦物之性質** 方解石多無色透明或白色半透明者，有玻璃光澤。結晶形有合六個菱形之面而成者，謂之菱面體 (Rhombohedron)，或稱斜方六面體 (圖15, a)。合十二個之不等邊三角形之面而成者，謂之複六方櫛，或稱六方偏三角面體 (Hexagonal Scalenohedron 圖15, b)，此類結晶有犬牙石之名，常作晶羣圖16)。

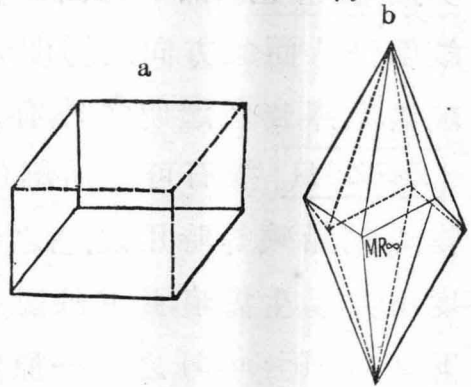
又有作柱狀者，產於石灰岩洞中，如鐘乳石(Stalactite)及石筍(Stalagmite)等是也。

方解石之劈開極完全，輕擊之剝落分爲細薄之菱面體，此

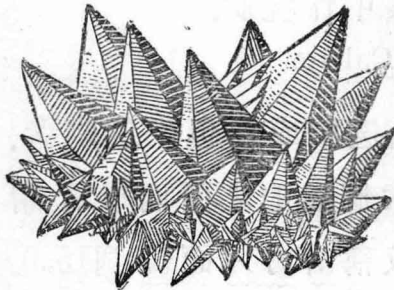
方解石之名所由來也。方解石之化學成分爲碳酸鈣(Calcium carbonate)故滴氫氨酸於其上，即發泡。

方解石之無色透明者名冰洲石(Iceland Spar)最

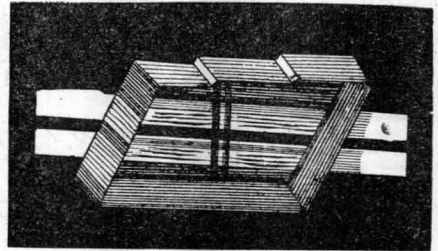
第十五圖



第十六圖



第十七圖



純粹之方解石也。透過此石以觀物體，則物體變爲二重，映入吾人眼中(圖17)。因光線入方解石中，分而爲二。此現象謂之重屈折(Double refraction)。

方 之	解 應	石 用
--------	--------	--------

冰洲石可製造光學上用之器械。所謂聶氏三稜鏡者(Nicol's prism),即由冰洲石製之,研究岩石及礦物者必需之器也。

方解石對於科學上之貢獻甚大,如結晶面之關係,重屈折之現象,最初皆由方解石發見者也。故謂方解石研究之歷史即為礦物學發達之歷史,非過言也。

方 之	解 產	石 狀
--------	--------	--------

方解石之產出狀態,種種不一。有作大塊構成岩石者,如大理石,堅質石灰岩等是也。又常產於礦脈中作脈石,或充填岩石之空隙。在石灰岩洞中則作鐘乳石石筍等,既如上述。

### (九) 石 膏 Gypsum

石 之	膏 性	質
--------	--------	---

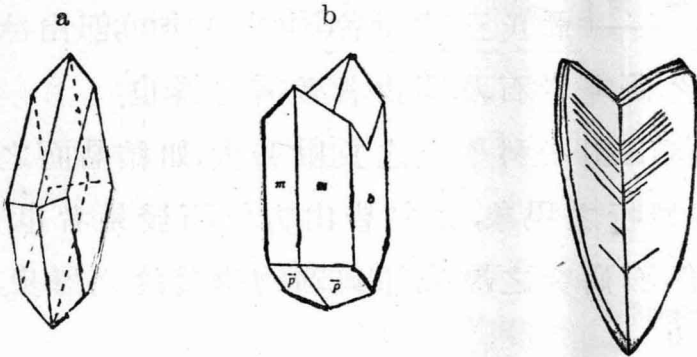
石膏通常無色,亦有白色者。外觀似方解石,但以氫氨酸滴其上,不發泡。以手觸之不如方解石之冰冷。劈開頗完全,剝落為薄片。劈開面發真珠光澤。至一般之石膏多玻璃光澤或絹絲光澤。

石膏多板狀之結晶(圖18, a)兩晶相結合而產出者作燕尾狀(圖18, b及c)。

具纖維狀構造者名曰纖維石膏 (Satin Spar)。雪白



## 第十八圖



色，微粒狀者名曰雪花石膏 (Alabaster)

**石膏之應用** 石膏燒之變成粉末，名曰燒石膏，或稱巴黎石膏 (Plaster of Paris)，加水，有固結性；故用以塑像及塗坊牆壁。雪花石膏用為雕刻材料。纖維石膏用製裝飾品，如佳者用製頸帶之珠。此外如石膏細工，藥用等均需石膏。

**石膏之產狀** 石膏多屬河海之沈澱物，故與岩鹽共產出，火山溫泉等地方亦產之。又石膏亦常作礦床之脈石，或充填岩石之空隙。歐美有單由石膏構成之岩石，作深厚之地層，大規模採取之。

(十) 滑石 Talc 附葉蠟石 Prophyllite

**滑石之性質** 滑石礦物中之至柔者也。以指甲刮之

即生傷痕。以手觸之，如觸脂肪及蠟，作滑膩之感。化學成分爲鎂之含水珪酸鹽。白色或淡綠色。作真珠光澤，或松脂光澤。容易剝落爲薄片。作結晶形者極少。岩石中之輝石，角閃石，雲母等皆含有鎂，分解之後，化爲滑石。質緻密作塊狀之滑石，別稱凍石 (Steatite)。

**葉蠟石之性質** 葉蠟石爲鋁之含水珪酸鹽，白色，淡綠色，或林檎青色。外觀極似滑石，但滑石多鱗片狀而葉蠟石則多放射狀或纖維狀。其質亦較滑石微堅。

**石鹼石** 石鹼石 (Saponite or Soap stone) 又稱肥皂石，兼含鎂鋁之含水珪酸鹽也。白色，灰色或淡紅色。溶水中呈鹼性。

**蠟石及石筆石** 蠟石 (Agalmatolite) 之一部分爲凍石，其他一部分爲葉蠟石。葉蠟石之蠟石質較緻密，用製石筆印材等，故特稱爲石筆石。

俗稱之蠟石 (Agalmatolite)，一部分爲凍石，一部分爲葉蠟石，俗稱之肥皂石 (Soap stone) 亦不盡屬兼含鎂鋁之含水珪酸鹽。凍石之一部，亦有視作肥皂石者。蓋未檢其成分，遽以外觀定其名者也。

滑石葉蠟石  
等之應用

滑石粉末撒機器上可以減少摩擦。製造洋紙時加洋紙材料中，足以使紙質柔滑。又可為治皮膚病之藥品。機織布疋，亦用以增加光澤。葉蠟石用製石筆，印材，雕刻材料及耐火磚瓦等之原料。

滑石等  
之產狀

滑石多由他種礦物變成之再生的 (Secondary) 產物，多由橄欖石，角閃石，輝石等礦物分解而成。常構成岩石，如滑石片岩之類是也。葉蠟石及石鹼石乃由新火山岩之流紋岩 (Liparite) 及其凝灰岩 (Tuff) 之變化而成。

## 第二節 比重 Specific Gravity

比重測定之  
方法

空氣中之物體之重量與同容積之水之重量之比，謂為該物體之比重。即

$$\text{物體之比重} = \frac{\text{物體在空氣中之重量}}{\text{與物體同容積之水之重量}}$$

但所用之水以攝氏十五度 (15°C.) 或華氏六十度 (60°F.)，即尋常溫度之蒸溜水為標準。

測礦物之比重之方法有種種，試述其二三。

(I) 天秤法：

天秤法

$$G = \frac{W}{W - W'}$$

第十九圖

上式中  $W$  = 礦物在空氣中之重量

$W'$  = 礦物在水中之重量

$G$  = 礦物之比重

實測  $W$  及  $W'$  之真數即得  $G$ 。

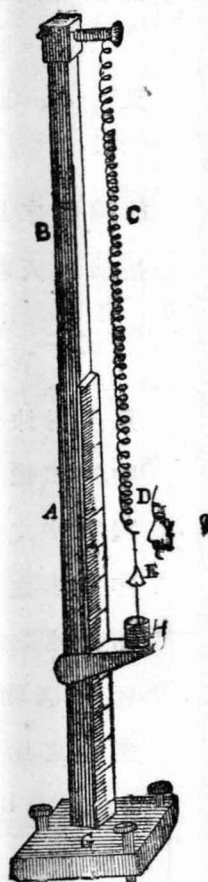
(II) 卓利氏(Jolly)螺旋秤(Spring balance)法:

卓利氏螺旋秤法

用此器械測礦物之比重,所得結果雖不甚精密,然亦能達小

數點以下兩位之數,且極簡便,故測比重之近似數者多用之。如圖 19, A 為方柱,其前面嵌有刻有度數之鏡面。B 為較細之方木,插 A 柱中可以使之自由上下。A 則固着於 G 檯上, G 檯有三個螺旋釘,所以求水平位置者也。B 之上端懸銅螺旋絲 C, C 之下端繫兩小盤 E 及 H, H 盤浸盛水之玻璃杯中,達一定之深而止。測比重之先,選定一標點 m, 今假定 m 點在鏡面之高為  $x$ 。至測定方法令眼, m 點及 m 之反射像三者在同一直線上即可。次以礦物置空氣中之 E 盤上,此時 m 標點因礦物之重力而下降。下降後之高,假定為  $x'$ 。故

$x - x' = g \dots \dots$  此鏡面度數,表示礦物在空氣中之重量。



次由 E 取去礦物，轉置之水杯中之 H 盤上，重力稍減，m 標點因螺旋作用，再上昇至 x 與 x' 之間，假定爲 y。故

$x-y=h$ ……此鏡面度數，表示礦物在水中之重量。

又  $g-h=k$ ……此鏡面度數，表示礦物在空氣中之重與在水中之重之差

故礦物之比重  $G = \left( \frac{g}{g-h} \right) = \frac{g}{k}$

按前之天秤法之公式證之，得同樣之結果。

$$G = \frac{W}{W-W'} = \frac{x-x'}{(x-x')-(x-y)} = \frac{x-x'}{y-x'} = \frac{g}{k}$$

用上兩法皆須將所測礦物置之水中。若遇水溶解之礦物，則須換他種不溶解礦物之液體用之。但須先知該液體對水之比重，因測得之比重乃礦物對該液體之比重，非對水之比重也。故須以液體對水之比重乘之，即得礦物對水之比重。例如用比重 2 之液體，測得結果爲 1.5，則此 1.5 礦物對該液體之比重也。故  $2 \times 1.5 = 3.0$  即爲礦物對水之比重。

(III) 比重瓶 Pycnometer (圖 20)

**比重瓶法** 此爲一玻璃瓶，瓶口刻有標點。今先測測液體之比重。初先測得此比重瓶之重量爲 P。次入所欲測之液體於瓶中，達標點處止，測定其全體之重量爲 P+A，則液體之重量爲 A。次傾去此欲測比重之液體，洗滌乾淨後，入之以水，亦達標點而止。測其全重爲 P+W。此 W

之重量乃與所欲測比重之液體同容積之水之重量也。

假定該液體之比重為 $G$ ，則  $G = \frac{A}{W}$  第二十圖

次述測固體比重。先入水瓶中，達標點為止而測其全重。次入所欲測之固體於瓶中，瓶中之水必漲高過標點，因傾去之至達標點為止，更測其全重。今假定前後所測重量之差為 $d$ 。由

$$d = W - U$$

式中之 $W$ 為物體之重， $U$ 則與之同容積之水之重也。故知 $W$ 及 $d$ ，可由

$$U = W - d \text{ 得 } U \text{ 之值。}$$

故固體之比重  $G = W/U$ 。

(IV) 重液 (Heavy solution) 法:

#### 重液法

有多種礦物可用重液測定其比重者。尤便於測細片或粉末狀礦物之比重也。固體之比重小於重液則固體浮重液之上。例如鐵之比重為7.6，錫之比重為13.6，故鐵浮錫之上。若固體之比重大於重液，則固體在重液中下沈。若固體與液體同比重時則固體在重液中不沉不浮，在適中之處靜止。

如圖21之裝置，入重液其中，然後入以欲測比重之礦物。次由上端加水稀釋此重液，使減少其比重，達至與礦物同比重時而止。後測此稀液之比重，即礦物之比重也。且



能因比重之差異將礦物粒由混合物中 第二十一圖  
析出。通常所用之重液有次之四種。

(1) 章士達德氏溶液 (Sonstadt's solution) 又  
名杜列氏溶液 (Thoulet's solution)

此為碘化鉀 (Iodide of potassium) 與碘化  
銻 (Iodide of mercury) 之混合液, 黃色之重  
液也。最大比重為 3.196。比重達此數以  
上之礦物, 不能用此重液測之。此液有  
毒, 且有侵蝕金屬物之性質, 須注意。

(2) 庫蘭氏溶液 (Klein's solution)

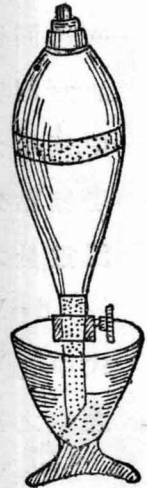
此為鐳之硼錳酸鹽 (Boro-tungstate of  
Cadmium) 溶液。最大比重為 3.28。化學成分為  $(\text{WO}_3)_3 (\text{CdO})_2$   
 $[\text{Bo}(\text{OH})_2] + 16\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 洛柏哈氏溶液 (Rohrbach's solution)

此為碘化銻與碘化鋇 (Iodides of barium and mercury) 之  
混合液。最大比重為 3.85。加水即分解, 故不能以水稀釋,  
且有毒, 並有侵蝕金屬性。

(4) 百老翁氏溶液 (Braun's solution)

此乃碘化二氫碳 (Iodide of methylene,  $\text{CH}_2\text{I}_2$ ) 之溶液也。攝  
氏十六度時之比重為 3.32。便以測遇水溶解之物質之  
比重。須貯暗所保存之。此液有一種特別香氣。熱至百  
六十度則沸騰。比重隨溫度而為變化。稀釋此溶液常



用煊 (Benzol) 或二甲煊 (Xylol). 遇熱及日光即分解。

### 第三節 韌 度 Tenacity

**韌 度**

吾人欲截取或鎚擊礦物時，礦物自發生一種抵抗力，此抵抗力謂之礦物之韌度。韌度性質及程度不一，別之如次。

- (1) 脆性 (Brittle) 截取或鎚擊礦物時礦物之細片或碎粒有飛散之性質，此性質謂之脆性。多數礦物有此性質，尤以閃鋅礦 (Zinc blende) 方解石，長石等為著。
- (2) 柔性或切性 (Mild or Sectle) 鎚擊之易成粉末，截取之易于切斷者，謂之柔性或切性。例如石膏之類。
- (3) 伸引性 (Ductile) 可以伸引為細絲者，謂之伸引性。例如銅，銀等是也。
- (4) 展性 (Malleable) 可以鎚成薄片，即易作成金屬箔者，謂之展性。例如金，銀，錫等是也。
- (5) 撓性 (Flexible) 礦物薄片撓折之而不斷裂；經撓折後即作彎曲形，不復原狀者，是謂撓性。如綠泥石，滑石等是也。



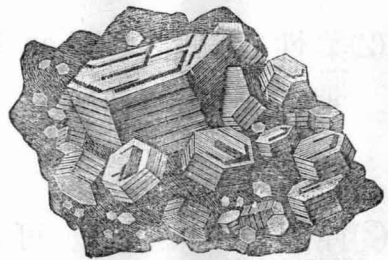
(6) 彈性(Elastic) 礦物薄片,曲折之作彎曲形,放手後即恢復原狀者,謂之彈性.有彈性之礦物如雲母,石棉之類是也.

#### 第四節 劈理 Cleavage

**劈理** 述金剛石時,略及劈理矣.以機械之打擊加礦物結晶時,其結晶沿一定方向而脫裂之性質,謂之劈理礦物中劈理最完全者為雲母(圖 22)

雲母原為柱狀,易剝為無數之六角薄片.即雲母沿此薄片面之方向,其劈理最完全也.

第二十二圖



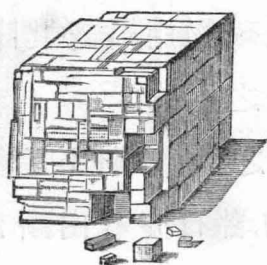
**劈理面** 此薄片面謂之劈理面 (Cleavage Plane). 劈理面常平滑發光.

今有一物體于此,其分子間之凝集力各部平均,不因方向之差異而生強弱;則加以機械的作用時粉碎為不規則碎塊,不從一定之破裂為規則的破片也;換言之即無劈理之現象也.礦物之結晶加以機械的動力時;有沿一定之方向比較容易破裂,其他方向則抵抗力比較強大,不易破裂者.故所得

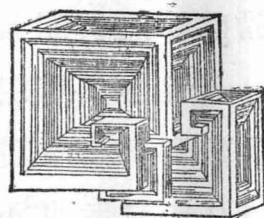
碎片必為各種平面所包圍，此等平面與結晶基體有一種簡單之關係，此性質謂之劈開，其平面則謂之劈理面。

正六面體結晶之螢石其劈理面與正八面體之面平行，不與正六面體之面平行（圖14）。方鉛礦（Galena）與正六面體之面平行，作最完全之劈理（圖23）。岩鹽（Rock salt）亦同（圖24）。輝石及角閃石之劈理各有二方向，皆與柱體平行。輝石之二劈理方向約作九十度角（圖25）。角閃石之二劈理方向約作一百二十四度角（圖26）。

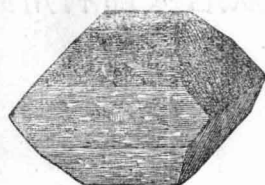
第二十三圖



第二十四圖



第二十五圖



第二十六圖



礦物結晶之劈開由其完全與否，區別其程度之差異如次。

- (1)極完全(Highly perfect),例如雲母。
- (2)甚完全(Very perfect),例如石膏,方解石。
- (3)完全(Perfect),例如重晶石。
- (4)稍完全(Moderately perfect)例如輝石。
- (5)不完全(Imperfect)例如水晶石榴石。

#### 第五節 斷口 Fracture

**斷口** 在劈開面以外之方向，礦物受機械的打擊，為不規則的破裂時，其破裂面謂之斷口。方解石，方鉛礦等之劈開甚完全之礦物則難認其斷口。斷口明顯者，多為劈開不完全之礦物。

劈開單限于結晶礦物始有之。斷口則不論結晶與非結晶皆有者也。不獨礦物，岩石亦有由斷口鑑定之者。

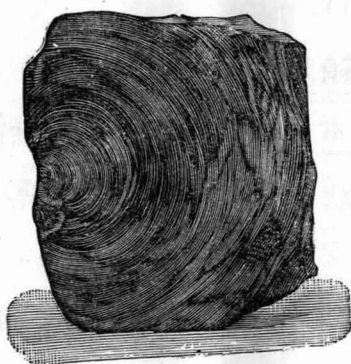
礦物之斷口，各有固有之外狀。吾人即利用此外狀之不同以鑑定礦物。

斷口之外狀，區別之如下。

- (1)介殼狀(Conchoidal)

**介殼狀** 介殼狀彎曲如介殼，乃平行之曲線紋。介殼狀斷口亦有明顯者與不明顯者之別。如黑曜石之斷口介殼狀之明顯者也(圖27)。蛋白石之斷口，介殼狀之不明顯者也。介殼狀之不甚明瞭者曰亞介殼狀。

第二十七圖



## (2) 平坦狀(Even)

**平坦狀** 嚴密檢視之，礦物或岩石之表面不免有多少凹凸。

但肉眼的觀察之，表面大概平坦者，得謂之平坦狀斷口，例如石炭及玄武岩等之斷口是也。

## (3) 參差狀(Uneven)

**參差狀** 斷口面作不規則的凹凸者，謂之參差狀斷口。例如雪花石膏，電氣石等之斷口是也。

## (4) 多片狀(Splintery)

**多片狀** 斷口面半碎為細片，如材木之破面者，謂之多片狀斷口。例如燧石蛇紋石等之斷口是

也。

(5) 土狀 (Earthy)

**土狀** 斷口呈砂狀或土狀者，統稱之曰土狀斷口。例如高嶺土，白堊 (Chalk) 等即具此種斷口。

(6) 鍼狀 (Hackly)

**鍼狀** 斷口面之碎片如刺，似尖針者，謂之鍼狀斷口。金，銀，銅，鐵等之斷口皆具此狀。

第六節 打像及壓像

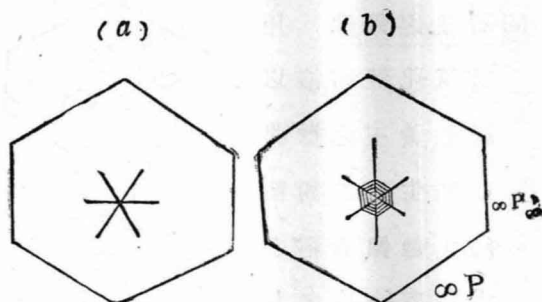
Percussion and pressed figures

用釘或錐之尖端向礦物結晶面垂直輕敲之，或靜壓之，則結晶面生微細之裂紋，此等裂紋謂之打像或壓像。壓像多不明顯，但打像則多明瞭可認者。凡結晶於劈開面之外尚有分子凝集力較弱之方向，沿此等方向所生之裂紋與結晶之對稱 (Symmetry) 有關係。由此裂紋模樣可略知結晶之性質。

**壓像及打像** 試取白雲母之薄片 (厚約  $\frac{1}{2}$  m.m.) 用稍鈍之釘端靜壓之，即生裂紋，與薄輪廓之邊互成直角，是謂壓像 (圖 28, a)。若輕擊之，則生與輪廓之邊平行之裂紋，是謂之打像 (圖 28, b)。同時亦生與輪廓之邊成直角之壓像，但不明顯。打像之裂紋線與壓像之裂紋線互成直角。打像之裂紋

線其一與單斜晶系之對稱面平行者較其他二方向之裂紋線為長；即打像之對稱線也。故雲母之結晶輪廓雖略具六角形但不屬六方晶系

第二十八圖



乃屬單斜晶系也。其他二方向之裂紋線則與單位柱面( $\infty P$ )平行。

此外岩鹽，方鉛礦，方解石等皆得用同法以驗其打像或壓像。

第七節 蝕像 Etched figure

**蝕 像** 用各種適當之試藥塗結晶面，其結晶面即生凹凸斑點，所生凹凸斑點常循一定之規則而為排列。此現象稱之曰蝕像。蝕像極微細非借放大鏡之力不能辨其對稱之性質也。

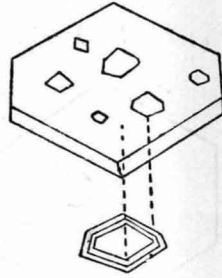
(1) 雲母之蝕像 用氟氫酸腐蝕雲母之劈開面則生對斜軸面方向，即對稱面方向為對稱之蝕像，不等邊六角形(圖29)。所示之虛線即雲母結晶之對稱面方向，亦即蝕像之對稱線。

(2) 水晶之蝕像 用氟氫酸腐蝕其結晶面，則現無對稱之蝕像(圖30)。故知水晶之結晶非完面體，乃四半面像(Tetartohedron)。

drism)也。

(3) 黃玉之蝕像 用氫氧化鉀溶液以腐蝕黃玉之劈開面，則生有二對稱線之蝕像。對稱之方向與結晶之上下軸，前後軸之方向一致，即與斜方晶系之對稱相應也(圖31)。

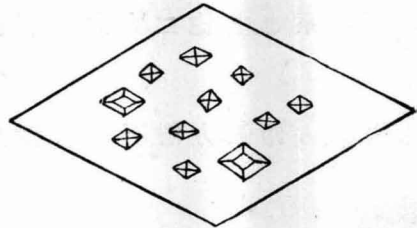
第二十九圖



第三十圖



第三十一圖



## 第八節 色 Color

光之反射現象

色乃光之反射現象(Reflection phenomena)之一也。光線投射至礦物時，一部之色光被礦物吸收，一部之色光則由礦物反射，因現種種之色。礦物之色有真色(Essential color)及假色(Non-essential color)二種。真色即自色，假色即他色也。

(1) 自色(Idiochromatic color)

自色或真色

例如黃金之金色，黃鐵礦之黃銅色，方鉛礦之鉛灰色等，礦物固有之色，謂之

自色或稱真色，不論如何，決不變更之色也。

(2) 他色 (Allochromatic color)

他色或  
假色

礦物常因外物而着色。故同一種礦物  
常具多種之色。

假色

例如螢石，水晶，岩鹽等皆有紫，綠，黃，  
各色不等。又同一個礦物，因部位之不同而色異  
者，如瑪瑙是也。又電氣石兩端之色常異。此等皆  
因含有不純物而著色者也，稱之曰假色或他色。

條痕

礦物有塊片之色與粉末之色不同者。  
後者曰條痕 (Streak)。凡礦物劃於粗製 (未光面) 之  
磁片上，即留條痕，而顯粉末之色。鑑定礦物時之重  
要性質也。非金屬礦物之條痕，其色較原礦物塊片  
之色淡，或為無色。例如亞瑪森石，原為青色，其條  
痕則為無色也。金屬礦物之條痕，通常為黑色。例如  
黃鐵礦塊片原為黃銅色，至其條痕則為暗黑色。

金屬色

由色之性質上言之，得分色為金屬色 (Metallic  
color) 及非金屬色 (Nonmetallic color) 之二種。金屬色又略分  
為次之六種。

(1) 赤銅色 (Copper red)

(2) 銀白色 (Silver white)

(3) 黃金色 (Gold yellow)

(4) 鐵黑色 (Iron black)



(5)鉛灰色(Lead gray)

(6)褐銅色(Pinchbeck brown)

**非金屬色** 非金屬色亦大別爲次之八種。

(1)白色(White),如大理石(Marble).

(2)藍色(Blue),如瑠璃(Lazurite).

(3)黑色(Black),如煤炭(Coal).

(4)黃色(Yellow),如硫黃(Sulphur).

(5)紅色(Red),如辰砂(Cinnabar).

(6)青色(Green),如硅孔雀石(Chrysocolla).

(7)灰色(Gray),如石墨(Graphite).

(8)褐色(Brown),如褐炭(Brown coal).

此八色,各色更有細別之種類,茲從略。

### 第九節 光澤(Luster)

光線由礦物之表面反射時,一部分爲規則的反

**光線之反射及分散** 射,一部分爲不規則的分散(Dispersion).

反射與分散之結果,在礦物之表面發生一種現象,即所謂光澤者是也。礦物之種類及性質等不同,故發生之光澤亦異。因其性質而別之,得次之六種。

(1)金屬光澤(Metallic luster)

此種光澤乃金屬礦物面固有之光澤也。其反射

性比較的完全。例如金，銀，黃鐵礦等之光澤是也。

(2) 金剛光澤(Adamantine luster)

此如金剛石所發之光澤，其光燦爛。金剛石，錫石，白鉛礦(Cerussite)等屈折率極高之礦物有之。

(3) 玻璃光澤(Glassy or vitreous luster)

此如普通玻璃所有之光澤，如水晶，黃玉，綠柱石，方解石等之光澤是也。

(4) 松脂光澤或稱脂肪光澤(Resinous or greasy luster)

屈折率頗高，且不沿平面而為劈開之礦物多有此種光澤，礦物表面若塗有脂肪或松脂。例如石榴石(Garnet)，硫黃，脂光石(Elaeolite)等之光澤是也。磨琢之，近似金剛光澤。

(5) 真珠光澤(Pearly luster)

如石膏輝沸石(Heulandite)等，有完全劈開之礦物有此種光澤。

(6) 絹絲光澤(Silky luster)

此由平行纖維狀之透明礦物之光線反射而生之光澤也。例如纖維石膏及石棉等有此種光澤。

又光澤之強弱與次之三性質有大關係。

(1)屈折率之高低。屈折率高者其光澤強。

(2)反射面之性質。

(3)結晶之透明度(透明度見次節)。

因此三條件不同,故光澤之強弱不等,以次之各種名稱區別之(Degree of luster)。

(1)燦光(Splendent) 此光可以鑑,外物之影在其表面可以明瞭映出,例如閃鋅礦(Zincblende)赤鐵礦(Hematite)之類是也。

(2)閃光(Shining) 外物之影不如前之明瞭,例如無烟炭(Anthracite)等是也。

(3)輝光(Glistening) 此反射性更弱,不能認外物之影者也,例如滑石,方鉛礦(Galena)等是。

(4)微光(Glimmering) 光澤極微弱,僅由結晶表面之一部位射出,例如雪花石膏緻密石灰岩之類是也,微晶質集合物多此種微光。

(5)無光(Dull) 此全無光澤之謂也,例如白堊(Chalk),高嶺土(Kaoline)之類是也。

#### 第十節 透明度 Diaphaneity

**透 明 度** 透過礦物之光線多少不等,故其明暗之度亦異,能透視他物體者其礦物為透明,反之不能透視他物體者,謂之不透明,由透明度之差異,分別之如下。

- (1) 透明(Transparent) 能全透視他物體也。
- (2) 半透明(Semitransparent) 透視他物體之程度較前者稍減。
- (3) 亞透明(Translucent) 光線雖可透過,但不能認他物體。
- (4) 半亞透明(Subtranslucent) 較之前者透過之光線量更少。
- (5) 不透明(Opaque) 此光線完全不能通過者也。

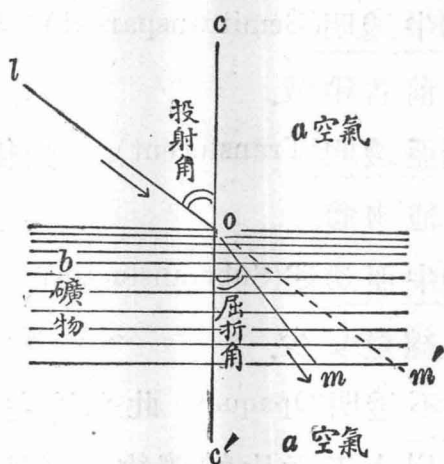
以上五者比較礦物之透明度時之用語也。苟非極端透明或絕對不透明之礦物,其間界線至難判別。又輝石,電氣石角閃石等本非透明,然磨成薄片則透明矣。水晶,金剛石等透明者也,因含有不純物質,反爲半透明或亞透明矣。黃金之箔可以通光,不透明者亦變透明。然則上記比較透明度用語乃指通常礦物而言也。

#### 第十一節 光之屈折(Refraction of Light)

**單屈折** 光線在媒質一樣之物體內通過,一直線進行而不變其方向。若光線由疎媒質(Rare medium)斜進密媒質(Dense medium),或由密媒質斜進疎

第三十二圖

煤質,則其光線進行必變方向.此現象謂之光之屈折.如圖32所示,假定光線由 a 空氣斜進入 b 礦物.若 a 空氣與 b 礦物為同煤質,則 lo 光線不變方向,一直線進行至礦物內部之 m' 點.然兩者之煤質不同,



a 空氣之煤質疎, b 礦物之煤質密 lo 光線投射至 a 空氣與 b 礦物之境面 o 點時,急為屈折,變其方向入 b 礦物中,向 m 點進行. om 之方向較 om' 之方向傾近垂直線 cc', 此由疎煤質入密煤質之屈折方向也. 反之若由密煤質入疎煤質,則屈折方向較之原之投射方向 om' 離垂直線 cc' 更遠. 此時  $\angle c\hat{o}l$  角名曰投射角.  $\angle c'\hat{o}m$  角名曰屈折角. 故知光線由疎煤質入密煤質時,投射角大於屈折角. 反之光線由密煤質入疎煤質時,屈折角大於投射角. 若物體相同,不拘角度之大小如何,投射角之正弦與屈折角之正

弦之比,常一定不變.今以  $i$  表投射角之值,  $r$  表屈折角之值,則

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n = \text{常數 (Constant)}.$$

式中之  $n$  稱爲屈折係數,或屈折率 (Coefficient of refraction or index of refraction). 此之謂屈折之正弦法則。

假定空氣之屈折率爲單位,諸礦物之密度皆大於空氣之密度,故諸礦物之屈折率皆大於 1. 金剛石之屈折率爲  $n = 2.4195$ , 屈折率強,故其光燦爛。

物質之屈折率,各有一定,今略舉數例如下。

空氣(Air).....	1.000	石鹽(Rock salt).....	1.557
冰(Ice).....	1.308	蛋白石(Opal).....	1.460
水(Water).....	1.335	白榴石(Leucite).....	1.509
螢石(Fluorite)....	1.434	石榴石(Garnet)平均	1.800

**複屈折** 以上所述,乃單屈折 (Simple refraction) 之現象也. 礦物中,能分投射光線爲二者,如方解石,其一例也. 即投射光線由空氣入方解石時,分爲二光線而屈折. 如圖 17, 文字在方解石下映爲二重,此現象謂之重屈折 (Double refraction). 此屈折之二光

線中，一從單屈折之法則，他一光線則不循單屈折之法則。前者名曰常光線，(Ordinary ray)後者名曰非常光線 (Extraordinary ray)。

上述之單屈折，光線通過非結晶體及等軸晶系之礦物時所發生之現象也。屬其他五晶系之礦物則對光線為重屈折。有重屈折性之礦物中，常光線之振動方向與非常光線之振動方向互成直角。即常光線及非常光線之振動方向皆限於一平面內，此二平面互為垂直也(圖 33)。

作單屈折現象之非結晶體或等軸晶系之礦物統稱之曰均性體 (Isotropic body)。此外屬五晶系之礦物，作重屈折現象者，稱曰非均性體 (Anisotropic or heterotropic body)。光線進非均性體內，因方向不同傳播光波之速度遂異，因是生重屈折之現象。在均性體內，光波之速度到處一樣，故不生重屈折之現象。

第三十三圖

## 方解石屈折

- ① 非常光線振動方向  
② 常光線振動方向



## 第十二節 偏光(Polarization of Light)

## 偏光

普通之光進行時，在與進行方向成直角之平面內，不論何方，上下左右，任意振動。然有透過一種物體後，限

於一個平面內振動之光,在此平面方向之外,全不能振動,此種光名曰偏光 (Polarized light)。例如上述之常光線及非常光線,限於一個方向振動者,皆偏光也。檢查礦物是否有重屈折性,其重屈折之模樣究竟如何不能不用偏光以研究之。

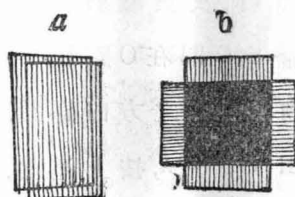
作偏光之方法有三。

(1) 光透過特種之礦物而生之偏光。

試取電氣石 (Tourmaline), 與主軸平行截取薄片二枚, 將此二枚電氣石板沿主軸方向平行相疊, 則尚能透光 (圖34, a)。若使兩電氣石板互作直角相疊, 則光線全不通過, 頓成黑暗 (圖34, b)。故知電氣

第三十四圖

石板只能通過振動方向與主軸平行之光線。換言之即光通過電氣石板後變為偏光, 其唯一振動方向與主軸平



行也。電氣石鉗 (Tourmaline pincette) 即應用此理製之。

(2) 因光之屈折而生之偏光。

因重屈折而分之二光線皆偏光也, 振動方向互作直角, 光線在方解石內分為常光線與非常光線。常光線之振動方向與斜方六面體之菱形面之長對角線平行, 非常光線之振動方向則與菱形面之短對角線平行 (圖 33)。利用方解石



之重屈折可以作偏光之器械。其最有名者爲聶氏三稜鏡 (Nicol's prism)。

(3) 因光之反射而生之偏光。

礦物學上之研究利用此種偏光者極少，茲從畧焉。

**全反射** 欲述聶氏三稜鏡之構造及原理，須先述光之全反射之現象如圖 35。今有光媒質不同樣之 AB 二物體，假

定 B 較 A 爲密。故由 A 投射至 A 與 B 之境面之一點 O 之  $S_1O, S_2O \dots$  等光線屈折入 B 內，取  $OR, OR_2 \dots$  等之方向進行。又與界面平行之光線  $S_3O$  則在 O 點屈折入 B 內取  $OR_3$  之方向進行。假定  $R_3 \hat{O} N' = \lambda$ ，按上述之正弦法則，

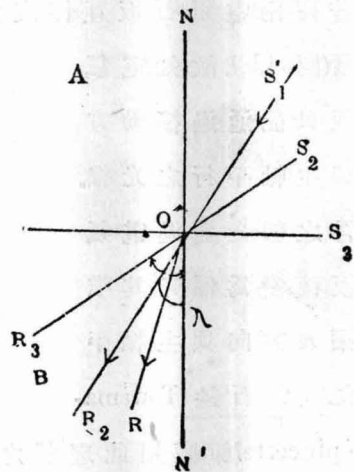
$$\frac{\sin \pi/2}{\sin \lambda} = \mu_{AB}, \text{ 即 } \sin \lambda =$$

$$\frac{1}{\mu_{AB}} \mu_{AB} \text{ 乃由 A 進}$$

B 之屈折率也。

反之若光線由 B 入 A，即由光媒質疎者入密者時； $R_1O, R_2O \dots$  等光線投射至界面之 O 點遂屈折入 A，取  $OS_1, OS_2 \dots$  等之方向進行。 $R_3O$  之光線投射至 O 點亦屈折沿 A 與 B 之界面  $OS_3$

第三十五圖

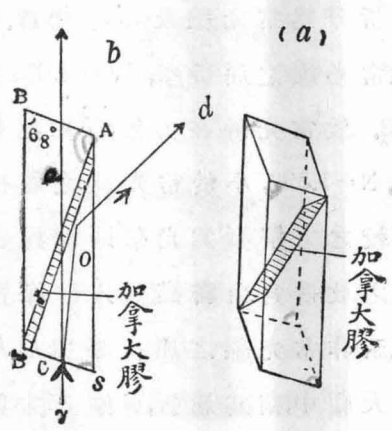


之方向進行。故以投射角大於  $\lambda$  ( $R_3O$  光線之投射角) 之光線由 B 投射至 O 時，不能屈折入 A，完全向 B 內反射。此現象稱之爲全反射。(Total reflection) 故知全反射之現象乃由密媒質進疎媒質之光線，投射角超過一定限度時，所發生之現象也，

(圖 35)

第三十六圖

上述之  $R_3 \hat{O} N' = \lambda$  乃光線由 B 進 A 之最大限度投射角也，物理學上稱之爲臨界角度。(Critical angle) 各物質之臨界角度皆有一定，故投射角度大於臨界角度時即生全反射現象。今舉二三物質之臨界角度如次。



A	B	$\lambda$
空氣	水	48°35'
空氣	玻璃	40°49'
空氣	金剛石	23°45'

金剛石之臨界角度僅 23°45'，故由金剛石向空氣中所發之光之大部分起全反射現象，此即其光彩燦爛之原因也。

**聶氏三稜鏡** 取冰洲石(Iceland spar),即純粹透明之方解石,將其菱形面與最長稜所作之七十一度角,削減至六十八度角。與此新削之稜 B A 作垂直線 A B。沿此 A B 線截分結晶為兩半,而以加拿大膠(Canada balsam)固結之。圖 36, a 聶氏三稜鏡之全形也。同圖 b 為其斷面圖。光線 r 投射至三稜鏡之 B S 面,屈折分為常光線及非常光線。C O 常光線也, C e 非常光線也。常光線之屈折率,  $W = 1.6543$ 。非常光線之屈折率,  $e = 1.4833$ 。故常光線在方解石內屈折之度較強。加拿大膠之屈折率,  $N = 1.536$ , 小於常光線之屈折率。即對常光線而言,加拿大膠較之方解石為光學的疎媒質。常光線沿斜角之方向,以極大之放射角由密媒質入疎媒質,故起全反射現象,逸出結晶外。至非常光線之屈折率與加拿大膠之屈折率相近似,入加拿大膠中,稍為屈折,更進入方解石內,仍循原方向進行。故通過此三稜鏡後之光線乃振動方向與菱形面之短對角線平行之非常光線,完全之偏光也。

**礦物岩石學用顯微鏡** 檢查礦物或岩石之薄片,須用聶氏之稜鏡兩個。礦物學及岩石學上用之顯微鏡(圖 37)即具有二個聶氏三稜鏡之顯微鏡也。一置顯微鏡之最上端,一置視察台(T)之下面。視察台下之聶氏三稜鏡(P)名曰偏光鏡(Polarizer)光線由反射鏡 S 投射入偏光鏡 P,通過 P 後;其光線為完全之偏光矣。上端之三稜鏡 A 名曰解析鏡(Analyser)。礦物或岩石之薄片置此偏光鏡與解析鏡之間,置視察台 T

上)可以完全鑑定其光學的性質。

聶氏三稜鏡亦為電氣石板,二者相平行時光線猶可通過,若二者互成直角時則光線不能通過,完全黑暗,此時合稱兩個三稜鏡曰十文字三稜鏡(Crossed nicols prisms).

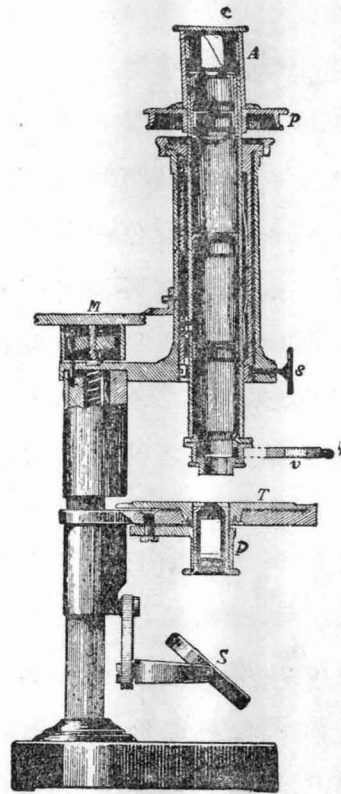
第十三節

多色性Pleochroism

**多色性** 光線通過物質後,其光稍弱,因進行中光之一部被吸收也,但此吸收作用極微,若對各種之色其吸收率同樣者,則此物質為無色透明,對各種之色其吸收率不同,故礦物現色,又無論何種之色,全被吸收,則此物質為不透明。

非晶體及等軸晶系之礦物為均性體(Isotropic body),其各方向對光之性質同一,故無論方向如何祇呈一種色,此外屬五晶系之礦物,結晶為非均性體(Anisotropic body),其吸收率因

第三十七圖

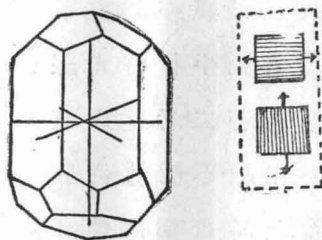


礦物岩石學用顯微鏡

方向不同而生差異;故以通過光線視察不均性體之薄片,常因方向之不同,現異種之

色。此現象名曰礦物之多色性。例如電氣石薄片,以振動方向與主軸平行之偏光察之,則呈黃色。次移偏光之振動方向與側軸

第三十八圖



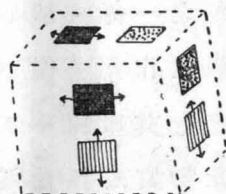
平行而視察之,則呈褐色。此因主軸與側軸之方向不同,呈二種之色者,謂之二色性(Dichroism)。又如綠柱玉(圖38),以振動方向與主軸平行之偏光視之,呈綠色。若以振動方向與主軸直交之偏光視之,則呈青藍色。

又有屬斜方,單斜,三斜等晶系之礦物,因互為直交之三方向不同,亦現三種異色者,謂之三色性。

第三十九圖

(Trichroism)例如堇青石是也(圖39)。

由A面視之呈藍色,由B面視之呈綠色,由C面視之呈黃色,此皆得以振動方向與各面平行之偏光檢之。



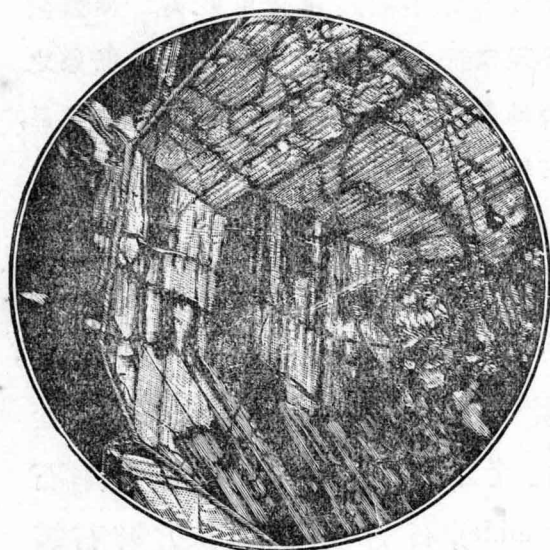
#### 第十四節 光學性異常 Optically anomaly

**光學性異常** 礦物之光學性異常者,其光學上之性質與結晶學上之性質不一致之謂也。例如等軸晶系之結晶呈重屈折現象之類是也。

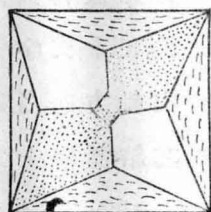
如圖40所示,乃石榴石之光學性異常也。石榴石屬等軸晶

系均性體也,在十文字三稜鏡之間,應完全黑暗,但有一種柘

第四十圖



第四十一圖



榴石仍能透光,呈各種色彩,此即光學性異常之石榴石也。

又如圖41所示,乃魚眼石(Apophyllite)之光學性異常也。魚眼

石屬正方晶系,與主軸垂直截取之薄片,在十文字三稜鏡之間,亦應完全黑暗。其有光學性異常者則呈各種規則的色彩。

光學性異常之現象起因於結晶分子間之張力(Tension)之差異。例如受強壓,灼熱,急冷等遂生此種現象。

有光學性異常之普通礦物,屬等軸晶系者為明礬(Alum),岩鹽(Rock salt),金剛石(Diamond),石榴石(Garnet)及螢石(Fluorite)等。屬正方晶系者為魚眼石(Apophyllite);硅鋯石(Zircon)鈣鋁硅石(Vesuvianite)等。屬六方晶系者為電氣石(Tourmaline)綠柱玉(Beryl)等。

(註)屬正方晶系及六方晶系之結晶雖為非均性體 (Anisotropic body), 具重屈折性質, 但光線沿主軸方向直進時, 四方光波傳播之速度均等, 不起重屈折現象。與均性體無異, 在十文字三稜鏡間, 完全黑暗。此不生重屈折現象之主軸方向, 名曰光軸。屬正方晶系或六方晶系之結晶, 其結晶學上之主軸方向與光學上之光軸方向一致。

### 第十五節 燐光 (Phosphorescence)

及螢光 (Fluorescence)

**燐光** 加熱或打擊等之物理的作用於礦物時, 其結果礦物急激發一種特別之光, 是為燐光。曝金剛石於烈日之下, 後置之暗室中, 即發燐光。金剛石之外, 閃鋅礦 (Zinc blende), 石英, 螢石, 黃玉, 方解石等皆有發燐光之性質。螢石及黃玉因熱而發生燐光者也。雲母 (Mica) 白雲石 (Dolomite) 等因割裂而發生燐光者也。

**光燐光及熱燐光** 因光線之作用而發生之燐光曰光燐光 (Photoluminescence), 如金剛石, 重晶石 (Baryte), 方解石等所發之燐光是也。因熱作用而發生之燐光曰熱燐光 (Thermoluminescence), 如在暗室之中, 撒螢石之碎粒於高熱之金屬板上, 則發

紅,藍,綠等色之熱燐光。

**螢光** 有一種螢石,例如英國康禾 (Cornwall) 地方產之綠色螢石,由反射光線視之,稍帶藍色;以透過光線視之,則為綠色。由反射光線而生之藍色即螢光之色也。此現象稱曰螢光。螢光現象之顯著者為石油。石油能透過黃色光或褐色光之透明體也;但由反射光線視之,呈淡藍色。螢光之色乃色帶 (Spectrum) 外之色也。凡螢石不盡有此種現象。含有有機物者始發螢光。

#### 第十六節 熱性 Thermal Properties

**熱之傳播** 熱 (Heat) 在礦物中之傳播模樣與光同。屬等軸晶系者,各方向之傳播速度相等。屬正方晶系及六方晶系者主軸方向與側軸方向其傳播之速度各異。斜方單斜及三斜三晶系之礦物則互為直角之三方向,熱之傳播速度皆異。

**結晶之膨脹** 結晶之膨脹 (Expansion of crystal by heat), 亦因晶系之不同而生差異。金剛石受熱時各方向一樣膨脹。至方解石則否,主軸方向之膨脹與側軸方向之膨脹微有差異,主軸方向之膨脹率大於側軸方向之膨脹率也。反之水晶之主軸方向之膨脹率則小於側軸方向者也。此種現象全基因於對稱之關係。結晶之面角雖因膨脹微有變化,至晶系固有之對



稱關係則決無變化。

**熔融點** 礦物之熔融點 (Fusion point) 本難測定。關於真確之熔融時期，學者間各有多少異論。據熱電氣之方法，礦物熔融時，熱盡被吸收，礦物之溫度一時一定不變者也。

德爾大氏 (Doelter)，左利氏 (Joly) 及其他各學者用種種之方法測定造岩礦物之多數，其熔融點皆在  $1000^{\circ}\text{C}$ . 至  $1300^{\circ}\text{C}$ . 之間。有長石須達  $1500^{\circ}\text{C}$ . 以上始熔融者。石英則達  $1600^{\circ}\text{C}$ . 始融熔。

金屬之熔融點較低，故易測。茲舉數例如下。

銻 (Hg) .....	$38.8^{\circ}\text{C}$ .	銅 (Cu) .....	$1090^{\circ}\text{C}$ .
鉍 (Bi) .....	$270^{\circ}\text{C}$ .	硫 (S) .....	$25^{\circ}\text{C}$ .
銀 (Ag) .....	$1000^{\circ}\text{C}$ .	銻 (Sb) .....	$425^{\circ}\text{C}$ .
鐵 (Fe) .....	$1600^{\circ}\text{C}$ .	金 (Au) .....	$1200^{\circ}\text{C}$ .
鉛 (Pb) .....	$334^{\circ}\text{C}$ .		

**熔融度** 礦物之鑑定，常利用熔融度。因通常礦物之熔融點極高，不易測定。洪柯柏氏 (Von Kobell) 因設一 熔融度計 (Scale of Fusibility)，比較礦物熔融之難易，以鑑定礦物；猶磨司氏 (Mohs) 之硬度計，比較礦物之硬度，以鑑定礦物也。

**熔融度計** 洪柯柏氏之熔融度計如下。

- (1) 輝銻鑛 (Stibnite) 通常之蠟燭火可以熔之。
- (2) 鈉沸石 (Natrolite) 以吹管熱之，騰沸，容易熔融。

- (3) 貴石榴石(Almandine) 用吹管熱之較易熔融,生黑球。
- (4) 陽起石(Actinolite) 雖用吹管,亦不易熔融。唯極薄片者能熔成節瘤狀或丸狀。
- (5) 正長石(Orthoclase) 較陽起石更難熔融。
- (6) 古銅石(Bronzite) 極薄片者微能熔融。
- (7) 石英(Quartz) 石英之熔融最難。即用吹管加高熱亦不熔融。

(註) 礦物學上普通稱『不熔』(Infusible)者,皆用吹管加熱時之言也。

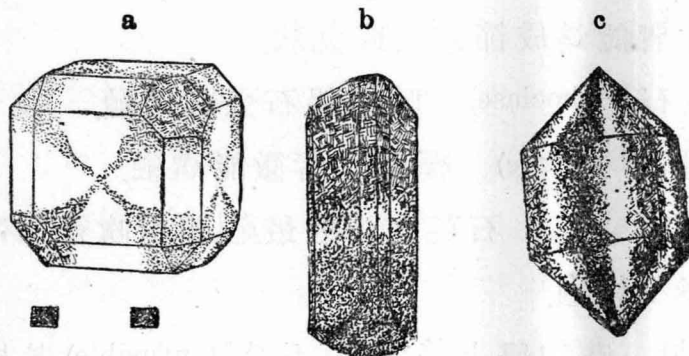
#### 第十七節 電氣性 Electric Properties

**電氣性** 礦物中有因加熱冷卻,強壓摩擦等而變動其分子之配列,遂發生電氣者。因礦物種類不同,所生電亦有正負之別。

琥珀(Amber),硫黃(Sulphur)等因摩擦而生負電氣。金剛石石英等則因摩擦而生正電氣。又石英,霏石(Aragonite)電氣石等因壓逼而生電氣者也。又有因熱而生電氣者,電氣石,水晶,方硼礦(Boracite)等最顯著者也。此等異極像(Hemimorphism)礦物,其兩端必生異性之電氣。又加熱時所起之電氣與冷卻時所

起之電氣,其性亦各異.欲判定電氣性之正負,須用硫黃及鉛丹(鉛之氧化物,Lead oxide)之混合粉末檢驗之.檢驗之法,用絹

第 四 十 二 圖



製之篩,撒布此混合粉末於結晶體.因絹篩之摩擦生熱,硫黃粉粒生負電氣,鉛丹粉粒生正電氣.異性相引,同性相斥,故礦物中起正電氣部分吸收硫黃粉末,起負電氣部分吸收鉛丹粉末.硫黃黃色,鉛丹丹色,由丹黃色之不同,可以識別礦物某部位生正電氣,某部位則生負電氣.圖42, a示方硼礦之熱電氣性, b示電氣石之熱電氣性; c示水晶之熱電氣性.

第十八節 磁 性 (Magnetic Properties)

**磁 性** 含有鐵之礦物皆帶有多少磁性.礦物中磁性最強者為磁鐵礦(Magnetite),磁黃鐵礦(Pyrrhotite)等.微帶磁性,稍熱之磁性增強者,為赤鐵礦 (Hematite). 其他鎳 (Nickel), 鈷

(Cobalt), 錳 (Manganese), 鉑 (Platinum) 等亦有幾分磁性。碳酸鐵 (Iron carbonate) 及硫化銅 (Copper sulphide) 之多數, 亦熱之亦顯磁性。凡磁性之弱者, 打擊之, 摩擦之, 或加熱時, 分子之排列微有變動, 故生磁性。

近接磁針與磁針相引者爲正磁性體 (Paramagnetic body)。反之相斥者爲反磁性體 (Diamagnetic body)。正磁性體有與磁針取平行之傾向。反磁性體則有與磁針取成直角之方向。其引斥性質及強弱與電氣性、熱性等相同, 與結晶之對稱相應者也。等軸晶系及非晶體礦物之磁性, 各方向無強弱之別。正方晶系及六方晶系之礦物, 則因主軸及側軸方向之不同, 磁性亦有差異。至斜方、單斜、三斜三晶系之礦物, 其互爲直角之三方向, 磁性皆不相同。

正磁性體如鐵 (Iron), 鋼 (Steel), 鎳 (Nickel), 鈷 (Cobalt), 錳 (Manganese), 鉻 (Chromium), 鈾 (Cerium), 鐳 (Litanium), 鉑 (Platinum) 及多數含有上舉各原素 (Elements) 之礦物或礦石。

反磁性體如鉍 (Bismuth), 磷 (Phosphorus), 銻 (Antimony), 鉈 (Thallium), 鋅 (Zinc), 汞 (Mercury), 鉛 (Lead), 銀 (Silver), 銅 (Copper), 金 (Gold), 硫 (Sulphur), 碲 (Tellurium) 等; 及含有上舉各元素 (Elements) 之礦物或礦石。

## 第十九節 礦物之臭氣,味及感性

(Ordour and Taste of Mineral)

**臭 氣** 礦物因受摩擦,打擊,灼熱,及潤濕等物理的作用而發生各種臭氣,今舉其種類如下。

## (1) 蒜臭(Allinaceous smell)

凡含砷素(Arsenic)之礦物,因摩擦生此種蒜臭。

## (2) 硫臭(Sulphurous smell)

此硫化物(Sulphides)因摩擦或灼熱時所發之臭也。

## (3) 地瀝臭(Bituminous smell)

此燃燒煤炭時所發之臭也。

## (4) 腐卵臭(Fetid smell)

此似硫化氫( $H_2S$ )之臭,打擊石英或石灰岩時,發生此種臭氣。

## (5) 泥土臭(Argillaceous smell)

此即臭如泥土,鋁之氧化物皆有此種之臭。

## (6) 燃臭(Combustion smell)

石英燧石等強擊之發火時,所發之臭也。

**味及感性** 礦物之味亦有種種舉之如次。

- (1) 鹹味(Saline) 例如岩鹽(Rock salt)之味。
- (2) 鹼味(Alkaline) 例如鈉鹽(Soda)之味。
- (3) 苦味(Bitter) 例如鎂鹽(Epsom salt)之味。
- (4) 甘味(Sweetish) 例如明礬(Alum)之味。
- (5) 收斂味(Astringent) 例如膽礬(Vitriol)之味。
- (6) 酸味(Sour) 例如硼酸(Boracic acid)之味。
- (7) 涼味(Cooly or chilling) 例如硝石(Nitre)之味。

礦物之感性 Touching or feeling 亦有種種,舉之如下。

- (1) 膩感(Greasy) 例如滑石(Talc)
- (2) 軟感(Meager) 例如白堊(Chalk)
- (3) 粗感(Harsh) 例如浮石(Pumice)
- (4) 冷感(Cold) 例如寶石類及水晶等。

## 第二章 礦物之化學性

(Chemical Properties of Mineral)

**礦物化學** 礦物界中有作單一元素 (Element), 天然的產出者。有各種元素從一定之法則, 作化合物而產出者。礦物化學者 (Mineral-chemistry) 即檢知礦物之成分, 探究礦物之各種化學的關係及說明化

學上之礦物鑑定法之學問也。

### 第一節 礦物之成分

**礦物之成分** 一般游離元素之大部分,皆由礦物界發見.在生物界發見者甚少.

庫拉克氏 (Clarke) 及霍特氏 (Vogt) 由實驗的計算構成地殼之元素之百分率 (Percentage), 其所得結果如下.

	Clarke	Vogt
氧(O)	47.0900	47.2000
珪(Si)	28.2300	28.0000
鋁(Al)	7.9900	8.0000
鐵(Fe)	4.4600	4.5000
鈣(Ca)	3.4300	3.5000
鎂(Mg)	2.4600	2.5000
鉀(K)	2.4400	2.5000
鈉(Na)	2.5300	2.5000
鈳(Ti)	0.4300	0.3300
氫(H)	0.1700	0.1700
碳(C)	0.1400	0.2200

	Clarke	Vogt
磷(P)	0.1100	0.0900
錳(Mn)	0.0800	0.0750
硫(S)	0.1100	0.0600
鋇(Ba)	0.0900	0.0300
鉻(Cr)	0.0300	0.0100
鎳(Ni)	0.0200	0.0050
銻(Sr)	0.0300	0.0050
鋰(Li)	0.0100	0.0050
氯(Cl)	0.0700	0.0250 - 0.0400
氟(F)	0.0200	0.0250 - 0.0400
錫(Sn)	—	0.0005 - 0.0050
溴(Br)	—	0.0005
鈷(Co)	—	0.0005

上舉各元素皆構成地殼之岩石或礦物元成分也。

(I) 元素作單體產出者 除氣體外,作自然之單體而產出之元素甚少.茲略舉之。



- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| (1) 碳(Carbon)   | (2) 硫(Sulphur)    |
| (3) 砒(Arsenic)  | (4) 銻(Antimony)   |
| (5) 鉍(Bismuth)  | (6) 金(Gold)       |
| (7) 銀(Silver)   | (8) 銅(Copper)     |
| (9) 銻(Mercury)  | (10) 碲(Tellurium) |
| (11) 鉛(Lead)    | (12) 鉑(Platinum)  |
| (13) 銱(Iridium) | (14) 鈀(Palladium) |
| (15) 鐵(Iron)    |                   |

後之六者，即碲，鉛，鉑，銱，鈀，鐵六元素尤罕作單體者也。

(II) 以下列各元素爲主要成分之礦物雖少但含有此種元素之礦物則甚多。

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| 1. 鈹(Beryllium, Be) | 2. 硼(Boron, Be)      |
| 3. 鎘(Cadmium, Cd)   | 4. 鉻(Chromium, Cr)   |
| 5. 鋰(Lithium, Li)   | 6. 鋅(Zinc, Zn)       |
| 7. 硒(Selenium, Se)  | 8. 錫(Tin, Sn)        |
| 9. 鈦(Titanium, Ti)  | 10. 鈾(Uranium, U)    |
| 11. 鈱(Vanadium, V)  | 12. 鋯(Zirconium, Zr) |

(III) 有以次舉元素爲主要成分之礦物，但普通礦

物含有此種元素者甚少。

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. 鎧(Caesium, Cs)   | 2. 鈰(Cerium, Ce)    |
| 3. 鉕(Erbium, Er)    | 4. 鍮(Germanium, Ge) |
| 5. 釧(Lanthanum, La) | 6. 鈮(Niobium, Nb)   |
| 7. 釷(Tantalum, Ta)  | 8. 碲(Tellurium, Te) |
| 9. 鉍(Thallium, Tl)  | 10. 釷(Thorium, Th)  |
| 11. 鈿(Thulium, Tu)  |                     |

## 第二節 類質同形 (Isomorphism) 及同形雜體 (Isomorphous Mixture)

**類質同形** 二種以上之礦物同屬一結晶系,其結形有親密之關係,其化學成分又相類似;此種現象名之曰類質同形。舉例言之,有霏石類(Aragonite group)及重晶石類(Barite group)兩類。

(I) 霏石類:—此類礦物同屬斜方晶系,其晶形有密切之關係。

礦物名	化學成分
1. 霏石(Aragonite).....	鈣之碳酸鹽, $\text{CaCO}_3$
2. 毒重石(Witherite).....	鋇之碳酸鹽, $\text{BaCO}_3$
3. 鋇礦(Strontianite).....	鋇之碳酸鹽, $\text{SrCO}_3$
4. 白鉛礦(Cerussite).....	鉛之碳酸鹽, $\text{PbCO}_3$

(II) 重晶石類:—此類礦物亦同屬斜方晶系,其晶形有密切之關係。

1. 硬石膏(Anhydrite)……鈣之硫酸鹽,  $\text{CaSO}_4$
2. 重晶石 (Barite) ……鉍之硫酸鹽,  $\text{BaSO}_4$
3. 天青石 (Celestite) ……鋇之硫酸鹽,  $\text{SrSO}_4$
4. 硫酸鉛礦 (Anglesite) ……鉛之硫酸鹽,  $\text{PbSO}_4$

**同形雜體**

成分及結晶形皆相類似之礦物互相混合作成他種礦物者曰同形雜體。例如方解石 (Calcite) 與菱鎂石 (Magnesite) 相混合作白雲石 (Dolomite) 是也。方解石, 菱鎂石, 白雲石三者同屬六方晶系, 其結晶皆相類似也。

1. 方解石 (Calcite) ……鈣之碳酸鹽,  $\text{CaCO}_3$
2. 菱鎂石 (Magnesite) ……鎂之碳酸鹽,  $\text{MgCO}_3$
3. 白雲石 (Dolomite) ……鈣鎂之碳酸鹽,  $(\text{CaMg})(\text{CO}_3)_2$

又如鈉長石 (Albite) 與鈣長石 (Anorthite) 之混和量不等, 因作數種斜長石如次。(第一章, 第一節參照)

1. 鈉長石 (Albite) ……鈉鋁硅酸鹽,  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
2. 鈣鈉長石 (Oligoclase) ……
3. 中性長石 (Andesine) ……
4. 鈉鈣長石 (Laboradorite) ……
5. 亞鈣長石 (Bytownite) ……
6. 鈣長石 (Anorthite) 鈣鋁硅酸鹽  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$

此亦同形雜體之一例也。

第三節 同質異形(Polymorphism)

**同質異形** 同一化學成分，結晶為多種之晶形者，名曰同質異形。其結晶為二種晶形者，曰同質二形(Dimorphism)，結晶為三種晶形者，曰同質三形(Trimorphism)。

**同質二形** 同質二形之例：

成分	礦物名	晶系	比重
(I) 硫化鐵(FeS <sub>2</sub> )	黃鐵鑛(Iron pyrite)	{等晶	{5.0
	白鐵鑛(Marcasite)	{斜方	{4.7
(II) 二氧化矽(SiO <sub>2</sub> )	水晶(Quartz)	{六方	{2.65
	鱗石英(Tridymite)	{三斜	{2.30
(III) 碳酸鈣(CaCO <sub>3</sub> )	方解石(Calcite)	{六方	{2.70
	霏石(Aragonite)	{斜方	{2.90

**同質三形** 同質三形之例，如二氧化鎢(TiO<sub>2</sub>)之成分，結晶成三種之晶形。

礦物名	晶系或晶形	比重
1. 金紅石(Rutile)	正方晶系柱狀	4.25
2. 尖錐石(Octahedrite)	正方晶系錐狀	3.9
3. 板鑛石(Brookite)	斜方晶系	4.15

此外同質多形者，如同為碳元素，有金剛石，有石墨(Graphite)有煤炭，(Coal)有木炭(Charcoal)等；亦一例也

第四節 吹管分析(Blow-pipe analysis)

**定性分析** 欲檢知鑛物之成分，須行化學的定性分析(Qualitative analysis)。礦物學上常用之礦物定

性分析,有濕法 (Wet method) 及乾法 (Dry method) 二種。

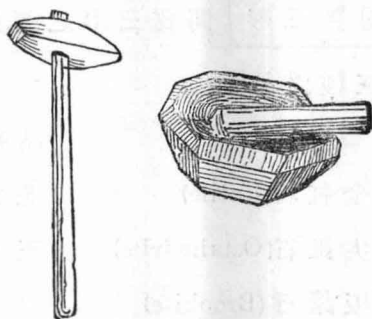
濕法即普通化學實驗室中所行之定性分析也。其詳讓之化學專書,今僅就乾法述之。

**吹管分析** 乾法者,即礦物學者常用以檢定礦物之化學的性質之吹管分析法,用火焰 (Flame) 燃燒礦物,觀察其各種化學的變化,而為分析之法也。

吹管分析上所常用之物品列舉如下。

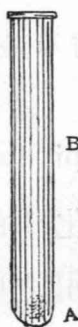
- (1) 鐵槌 (Hammer) 此 第四十三圖 第四十四圖

擊碎礦物時用之(圖  
43)。

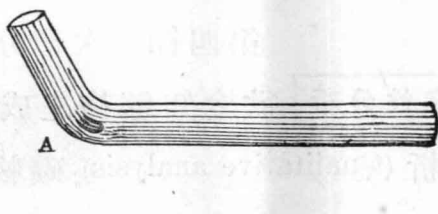


- (2) 乳鉢 (Mortar) 此將  
擊碎之礦物碎片研

第四十五圖



第四十六圖



磨成粉末之器也(圖44).佳者用瑪瑙(Agate)製之.粗品則爲陶土製.

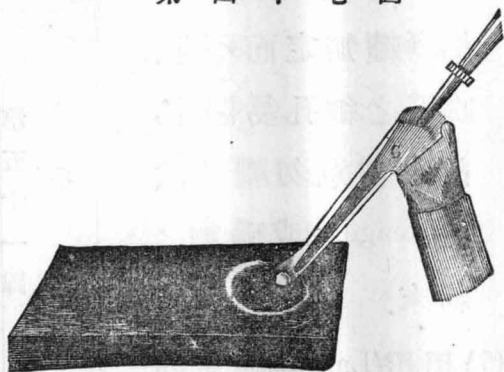
(3) 閉管(Closed tube)及開管(Opened tube) 閉管卽一端開口,一端有底之玻璃管也.管長約一寸半.口徑以長三四分爲宜(圖45).底部A置礦物粉末,熱之可以察知礦物之化學的性質.若有昇華(Sublimate)則在B部周圍發生.

開管(圖46)之口徑小於閉管,兩端均開口.管長較閉管爲長,約長二寸五分者爲便.全長三分之一處,稍彎曲之,以便貯置礦物之粉末(圖46之A部).

(4) 木炭(Charcoal) 木炭以纖維紋明瞭及質堅密

者爲佳.寬約一寸,厚約八分,長約三四寸者爲便.一端鑿淺孔,入礦物粉末,用吹管吹火焰熱之,檢其化學的

第四十七圖



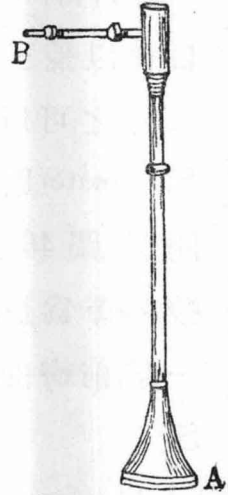
反應(圖47).

(5) 鉑線(Platinum wire) 約長二寸之鉑線,附着於約長三寸之玻璃棒上(圖48).鉑線上端結爲小環.藥球焰色反應實驗時用之.

第四十八圖



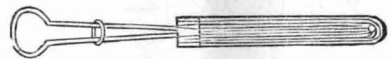
第四十九圖



(6) 吹管(Blow pipe)

通常用者爲金屬製曲管(圖49),長約六七寸.一端A作漏斗狀.他端B有毛細孔.用口由A端吹空氣入火焰中,則B尖端能生強焰.否則火焰斷續無定而不強.吹管之細孔易閉塞,故須留意勿觸及試藥(Reagent)或礦物之粉末.

第五十圖



第五十一圖



(7) 用燈(Lamp) 最簡

便者爲酒精燈(Alcohol lamp).有文仙燈(Bunsen lamp)

之設備者則用文仙燈.有時用蠟燭(Candle)亦可.

(8)玻璃管鉗 此用於夾持灼熱之閉管或開管等者也(圖 50).

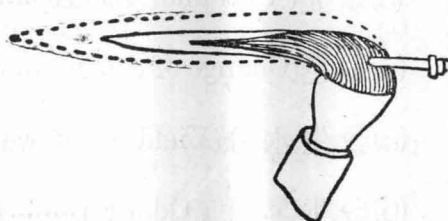
**火 焰** 火焰(Flame)通常作三層之尖錐狀.

(1)最外層之焰,高熱無色,由碳酐(Carbonic anhydride)所構成,不含氧元素.但其外圍與空氣中之氧接觸,易使燃燒物酸化,故名酸化焰(Oxidizing flame, 圖 51, a).

(2)中層紅黃色發光者爲既白熱之碳素,氧化碳(Co)及水蒸氣等氣體所構成.此焰高熱時有與燃燒物中之氧元素化合之傾向,即有還元力,故名還元焰(Reducing flame, 圖 51 b).

(3)內層爲空氣不充足部分,由不燃燒之水蒸氣,氧化碳,及碳素等所構成(圖 51, c).

第五十二圖

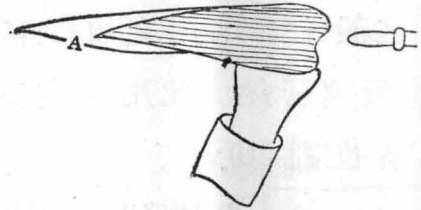


吹製酸化焰之法如圖 52,吹管尖端微離燈口,插入焰中三



分之一處而吹之，可生約長七八分之青色焰，其青色部雖微帶還元性，但外層之無色焰之酸化力極強。又如圖 53 所示吹管尖端

第五十三圖



端在焰外連續的強吹之，則焰橫倒。今以欲檢查之礦物置 A 處熱之，其還元力極強。吹發分析之大部分皆利用還元焰及酸化焰以檢查礦物之化學的性質也。

吹管分析大體之順序述之如下。

(A) 閉管之試驗 (Heating in closed tube)

**閉管之試驗** 置礦物碎片或粉末於閉管中熱之，檢其各種化學的性質。

- (1) 熔融度 (Fusibility) ..... 如輝銻鑛 (Stibnite) 等。
- (2) 剝裂發爆音者 (Decrepitation) 如螢石 (Fluorite) 等。
- (3) 磷光 (Phosphorescence) .... 如螢石等。
- (4) 變色 (Change of color) ..... 如褐鐵鑛等。
- (5) 發生水分 (Yielding of water) 如沸石 (Zeolite) 等。
- (6) 發生臭氣 (Odour) ..... 如硫, 砒, 煤炭等。
- (7) 昇華物 (Sublimate)

物質 昇華物

- (a) 硫(Sulphur, S).....深黃或紅色
- (b) 砒(Arsenic, As) .....有光澤之黑色
- (c) 銻(Antimony, Sb).....褐或赤色
- (d) 二氧化碲(Tellurium dioxide, TeO<sub>2</sub>)·淡黃至無色
- (e) 硫化汞(Mercury Sulphide, HgS).....深黑或紅色
- (f) 汞(Mercury, Hg).....灰色金屬珠
- (g) 氧硫化銻(Antimony Oxysulphide, Sb<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O)黑至紅褐色。

(B) 開管之試驗(Heating in open tube)

**開管之試驗**

置礦物碎片或粉末於開管中熱之，應注意事項除昇華物外，與閉管之試驗全同。

物質 昇華物

- (a) 銻(Antimony).....白色濃煙
- (b) 砒(Arsenic).....白,黃及褐色
- (c) 二氧化碲 (Tellurium dioxide, TeO<sub>2</sub>).....白至淡黃珠
- (d) 二氧化硒 (Selenium dioxide, SeO<sub>2</sub>).....白晶,揮發性
- (e) 三氧化鉬(Molybdenum Trioxide, MoO<sub>3</sub>) 淡黑(熱)白(冷)
- (f) 汞(Mercury, Hg).....灰色金屬珠

(C) 焰色反應(Flame reaction)

**焰色反應**

含有異種元素之金屬礦物，以氫氨酸

(HCl) 潤濕之後,在焰中燃之;發生各種特有之焰色。

化合物	焰色
(1) 鐳之化合物 (Strontium compound)	猩紅色
(2) 鈣之化合物 (Calcium            ,       )	紅黃色
(3) 鈉之化合物 (Sodium           ,       )	黃色
(4) 鋇及鉬化合物 (Barium and Molybdenum)	黃青色
(5) 銅之化合物 (Copper compound).....	美麗之綠色
(6) 銻之化合物 (Antimony compound)....	灰青色
(7) 鉀之化合物 (Potassium compound)....	堇色 (Violet)

(D) 木炭上之試驗 (Heating on charcoal)

木炭上 之試驗
------------

木炭上試驗當注意者為融熔度,臭氣及變色等。又高熱之後有發生昇華物者(或稱蒸皮, Incrustation)。

此謂木炭試驗上最切要之現象。此種蒸皮起因於揮發性(Volatile)之金屬礦物,含有硒(Se),碲(Te),砒(As),銻(Sb),鉍(Tl),銀(Ag),鉍(Bi),鉛(Pb),銦(Indium, In),鎘(Cd),鋅(Zn),錫(Sn)及鉬(Mo)等元素者,在木炭上熱之,生特有之現象。例如氧化鉛 (Lead oxide) 在木炭

上強熱之，木炭上之蒸皮爲深黃色，冷卻後變爲淡黃色。

## 物質

## 木炭上蒸皮

- (1) 氧化鉛(PbO).....深黃(熱),淡黃(冷)  
 (2) 三氧化鉍(Bismuth trioxide)....深橙黃(熱)淡黃(冷)  
 (3) 氧化鎘(Cadmium oxide).....黑至紅褐色,  
 (4) 氧化鋅(Zinc oxide) 淺黃(Canary yellow)(熱),白(冷)

混小量之鈉碳酸鹽(Sodium carbonate)於礦物之碎片或粉末中，則其在木炭上之還元反應及有色蒸皮之生成愈速。例如銀及鉛之礦石，加鈉之碳酸鹽後，強熱之，易還元爲金屬微粒。

又有不融熔之氧化物，在尋常狀態之下爲無色。若用硝酸鈷(Cobalt nitrate)之溶液潤濕之後，置木炭上強熱之，則發生各種特有之色。

## 氧化物

## 加硝酸鈷後之變色

- (1) 鋁之氧化物( $Al_2O_3$ ).....藍紫色  
 (2) 硅之氧化物( $SiO_2$ ).....藍色  
 (3) 鎢之氧化物( $TiO_2$ ).....黃綠色  
 (4) 鋅之氧化物( $ZnO$ ).....青色  
 (5) 鎘之氧化物( $Cd_2O_3$ ).....深青色  
 (6) 錫之氧化物( $SnO_2$ ).....藍青色

(7) 鋇之氧化物 (BaO).....紅褐色

(8) 鎂之氧化物 (MgO).....肉紅色

(E) 藥珠之試驗(Text with vitrifiable flux)

**藥珠試驗** 藥珠試驗用之試藥普通為硼砂 (Borax)及磷鹽(Microcosmic salt, i.e. Ammonio-sodic phosphate)兩種。在鉑線環上赤熱硼砂或磷鹽作玻璃狀小珠。此試藥小珠不論熱時及冷卻後皆為無色透明。後將礦物粉末黏試藥小珠上,分別用酸化焰及還元焰熱之,至礦質完全熔解後,則小珠呈種種之色。且熱時及冷卻後之色亦不相同。茲將其鑑別表列下。

藥珠色	硼砂 With borax		磷鹽 With microcosmic salt	
	酸化焰	還元焰	酸化焰	還元焰
	藍	鈷,銅(冷)	鈷	鈷銅(冷)
青	鉻,銅(熱) 鐵(鈷+銅) (熱)	鉻,鐵(冷), 鈷,鈾(冷)	鉻(冷), 銅 (熱), 鐵(鈷 +銅), 鎢(熱)	鉻, 鈷, 鈾, 鈾, (皆冷)
堇	錳, 鎳(熱)		錳	鎳(冷), 鈾 (冷)
紅	鐵(熱), 鎳(冷) = 紅褐, 鈷(熱)	銅(冷) = 不 透明	鐵(熱), 鎳(熱).	鐵(熱) = 褐 紅, 鐵(+ 鎳 或鎢(冷), 銅含錫(冷)

黃	鐵(冷或熱), 鈾(冷), 鉛, 鉍, 銻(熱)	鎢(熱 = 無色)(冷 = 黃褐)	鐵(熱), 銀(熱), 鏷(冷).	鐵(熱)
灰		銀, 鉛, 鉍, 銻, 鎳, 鋅,		銀, 鉛, 鉍, 銻, 鎳(冷)
無色	SiO <sub>2</sub> , 鹼性土, 銻, 銀, 鉛, 鉍, 銻, 鎳, 鋅, 錫, 鎢.	SiO <sub>2</sub> , 鹼性土, 錫, 錳, 銅(熱)	SiO <sub>2</sub> , 鹼性土, 銻, 鉛, 鉍, 銻, 鎳, 鋅, 錫	SiO <sub>2</sub> , 鹼性土, 錳, 錫.

### 第三章 結晶學 (Crystallography)

#### 第一節 總論

**結晶學之意義**

結晶學者研究結晶之外形, 結晶面之數學的關係, 面角之測定, 結晶系之分類, 結晶之集合, 假晶, 及其他關於結晶之諸性質之學科也。

礦物得分為結晶(Crystal), 結晶質 (Crystalline), 及非晶質 (Amorphous) 之三類。

**結晶**

(1) 結晶 物質在適當狀態之下, 由液體或氣體變成固體時; 有一定之分子構造, 各方向具有該方向特有之物理性; 至固體外形則為有一

定方向之平面所包圍而成，此之謂結晶。

結晶之外形雖不盡屬規則的，但內部之分子構造則一定不變者也。例如方鉛礦(Galena)沿互為直角之三方向劈開，(圖24)。方解石(Calate)與菱面平行而為劈開等是也。

**結晶質** (II)結晶質 外觀上雖不具一定之規則的外形，但內部分子之排列仍循規則的構造；故方向若異，則諸性質亦從之而異。例如構成花崗岩(Granite)之石英，正長石，及雲母皆結晶質之礦物也。

**非晶質** (III)非晶質 非晶質者外部固無規則的形狀，內部之分子構造亦不循一定之規則者也。例如玻璃，硅鋁礦(Garnierite)，硅孔雀石(Chrysocolla)等是。

**結晶之生成** 結晶之生成，其法有三。

(1)由熔融(Fusion)而結晶者。

硫黃在高溫度為熔融體，若冷卻下至融解點，即開始結晶。又火山噴出之熔岩(lava)凝固時，亦生結晶。

(2) 由昇華(Sublimation)而結晶者。

揮發性物體受高熱，化爲氣體向上蒸發，遇冷物體，即在其上凝成結晶，是爲昇華。火山附近之硫黃，其結晶法即屬此類。

(3) 由溶液(Solution)而結晶者。

物質溶解水中，因水分之蒸發，溶液漸次濃厚，達飽和點後，所溶解物質結晶而出。例如海水蒸發，生食鹽之結晶。湖水蒸發，湖之沿岸生鈉鹽(Soda) 硼砂(Borax)等之結晶是也。

**面，稜，及隅角。** 包圍結晶之平面，稱曰結晶面 (Crystal face)。二個結晶面相交之直線曰稜 (Edge) 三稜以上相會之點曰隅角 (Solid angle)。

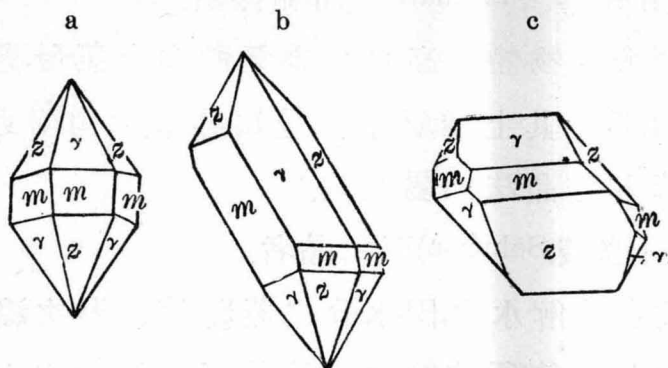
**面角不變之法則** 一個結晶有數個結晶面。面與面所作之角曰面角 (Facial angle)。結晶若屬同種，不論其外形如何，其相當之兩面角，角度必相等。圖54所示 a, b, c 三結晶，皆水晶之結晶也。結晶外形雖異，但

(1) Z 面與  $\lambda$  面間之角度 =  $133^{\circ}44'$ ，

(2) M 面與  $\lambda$  面間之角度 =  $141^{\circ}47'$ ，



## 第五十四圖



(3)  $m$  與  $m$  面間之角度  $= 170^\circ$ ; 在  $a, b,$  及  $c$  三結晶皆一定不變。此謂之面角不變之法則(Constancy of corresponding interfacial angles of all crystals of the same minerals), 結晶學上最重要之法則也。由此法則, 知結晶學上所謂同種之晶面者, 指互相平行之面而言; 與面之大小, 稜之長短及數, 全無關係也。

由幾何學上言之,  $a, b, c$  結晶之  $m$  面等不得謂為同種之平面; 但在結晶學上則為同種之面也。天然之結晶罕有如圖 54  $a,$  之外形齊整者, 其結晶外形多歪斜如圖 54  $b, c,$  但在  $a, b$  及  $c$  其相當面角之角度則一定不變。

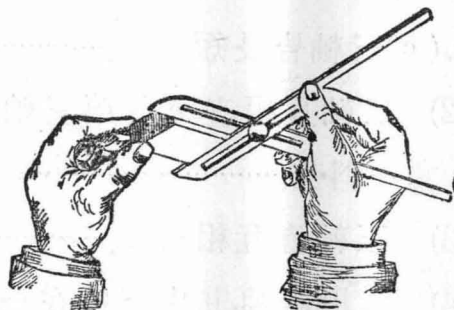
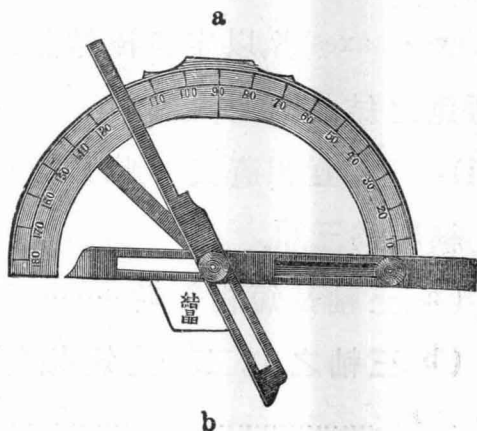
**測角器** 實際測面角之器械, 名曰測角器(Goniometer)。測角器有兩種。

(I) 接觸測角器(Contact goniometer)

如圖55 a 所示,有金屬製之兩脚,可以自由開閉。

測面角時,兩金屬脚須與結晶面相密接,且與結晶之稜成直角(圖55, b)始能得正確之結果。金屬脚之一附有金屬製分度器 (Protractor), 由是可知面角之大小。

第五十五圖



(II) 反射測角器  
(Reflection goniometer)

此器利用結晶面之反射光線而測其面角之器械也。若礦物之晶面不平滑且缺少光澤者,不能用此測角器。茲從略。

**結晶軸** 欲定結晶面在空間之位置須先設定結晶軸。幾何學上選用互為直交或斜交之三軸以

定空間之點，線，及面之位置。三軸相交之點名曰基點。(Origin)。結晶學上亦然，選用所謂結晶軸(Crystal axes)者，以定各種結晶面之位置及方向。其所選之結晶軸如次。

(1) 三軸互相直交者，此又因三軸中長短不等，更細別為三類。

(a) 三軸長短相等者……………等軸晶系

(b) 三軸之中，二軸長短相等，他之一軸則不等長。……………正方晶系

(c) 三軸皆長短不等。……………斜方晶系

(2) 二軸互相直交，其第三軸與前二軸之一直交，其一斜交。……………單斜晶系

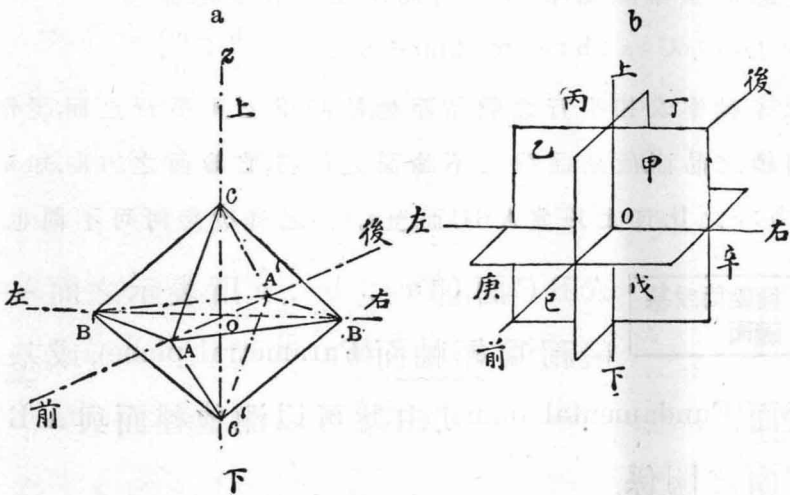
(3) 三軸皆互相斜交。……………三斜晶系

(4) 選用四軸，其中三軸在一平面內互作六十度角相交，他之一軸與前三軸直交。……………六方晶系

**八分區** 選用三結晶軸者，結晶軸在基點相交，分空間為八部分，其一部分稱之曰一個八分區(Octant)。如圖56, a, 為八面體(Octahedron)。分占八個之八分區之八晶面如下。

- (1)  $ABC$ 面在(前右上)之八分區,即甲區
- (2)  $A'B'C$ ,, (後右上) ,, ,, ,, ,, 丁區
- (3)  $A'B'C'$  ,, (後左上) ,, ,, ,, ,, 丙 ,,
- (4)  $AB'C$  ,, (前左上) ,, ,, ,, ,, 乙 ,,
- (5)  $ABC'$  ,, (前右下) ,, ,, ,, ,, 戊 ,,
- (6)  $A'B'C'$  ,, (後右下) ,, ,, ,, ,, 辛 ,,
- (7)  $A'B'C'$  ,, (後左下) ,, ,, ,, ,, 庚 ,,
- (8)  $AB'C'$  ,, (前左下) ,, ,, ,, ,, 己 ,,

第五十六圖



上舉八個結晶面皆與三結晶軸相交者也。結晶面不必與全三軸相交,或交其一,或交其二,而與其

他平行。

**標 軸** 結晶軸既定，則無論何種晶面皆得由其與結晶軸交截之距離而定之。例如圖56, a之ABC面與前後軸交於A點，且 $oA = a$ ；與左右軸交於B點，且 $oB = b$ ；與上下軸交於C點，且 $oC = c$ 。此a, b及c, 名曰標軸(Parameter), 表示結晶面與結晶軸所交截之距離也。標準之比，如 $a:b:c$ , 名曰軸率(Parameter ratio)。用此軸率即可以表示結晶面。

以同數乘除軸率 $a:b:c$ , 此連比之值不變。即

$$oA : oB : oC = a : b : c = ma : mb : mc = \frac{a}{n} : \frac{b}{n} : \frac{c}{n}.$$

此等軸率表相平行之數晶面也。結晶學上凡平行之面，視作同種之晶面。故結晶學上不論面之位置，唯論面之方向。知 $a:b:c$ 之比即足以定ABC面，至a, b, c之真數幾何可不問也。

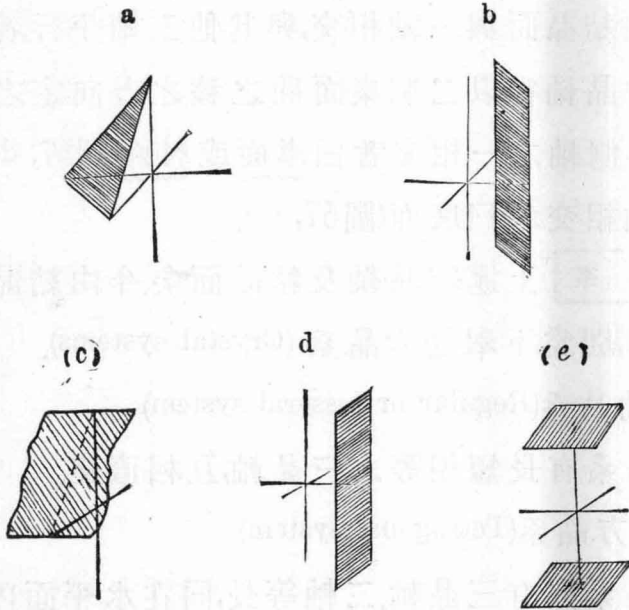
**標軸面或基礎面** ABC面，即 $a : b : c$ 所表示之面，一般稱為標軸面(Parametral plane), 或基礎面(Fundamental plane)。由此可以測他種面與ABC面之關係。

**結晶面之種類** 結晶面得由其相交之軸數而區別之為次之三種類。

(I) 錐面(Pyramidal face)

此類結晶面與三結晶軸相交者也。但三結晶軸

第 五 十 七 圖



不在一平面內(圖57,a).

(II) 柱面(Prismatic face)或底面(Domatic face)

此類結晶面與二軸相交,與他之一軸平行者也。結晶軸中,常以上下軸爲主軸,其他前後軸及左右軸爲側軸。與主軸平行,與二側軸相交之結晶面曰柱面(圖57,b)。與主軸及側軸之一相交,與其

他一側軸平行之結晶面曰底面(圖57,c).

(III)軸面(Axial face)或桌面(Pinacoidal face)及底面(Basal face)

此類結晶面與一軸相交,與其他二軸平行者也。故結晶軸得以二個桌面間之稜之方向定之。

與側軸之一相交者曰桌面或軸面(圖57, d)與主軸相交者曰底面(圖57, e)。

**結晶系** 上述結晶軸及結晶面矣。今由結晶軸之不同,別爲下舉之六晶系 (Crystal systems)。

(I)等軸晶系(Regular or tesseral system)

此晶系有長短相等之三晶軸,互相直交。

(II)正方晶系(Tetragonal system)

此晶系亦有三晶軸。二軸等長,同在水平面內直交。他一晶軸不等長,與前二軸直交,是爲主軸。

(III)斜方晶系(Rhombic system)

此晶系有長短互異之三晶軸,互相直交。

(VI)單斜晶系(Monoclinic system)

此晶系有長短互異之三晶軸。其中有二軸直交。第三軸與一軸直交,與他一軸斜交。

## (V) 三斜晶系 (Triclinic system)

此晶系有長短不等之三晶軸，互相斜交。

## (VI) 六方晶系 (Hexagonal system)

此晶系有四晶軸，內有三軸等長，同在水平面內互作六十度角相交。餘一軸與前三軸不等長，且與前三軸直交。

結晶亦得由其錐面之數及方向以別其晶系。

(I) 等軸晶系之錐面一般得以  $a : a : a$  之軸率表之(即一般式  $a : b : c$  之  $a = b = c$  者)。

(II) 正方晶系之錐面一般得以  $a : a : c$  之軸率表之(即一般式  $a : b : c$  之  $a = b \neq c$  者)。

(III) 斜方晶系之錐面一般得以  $a : b : c$  之軸率表之。

(IV) 單斜晶系之錐面一般得以  $a : b : c$  之軸率表之。

(V) 三斜晶系之錐面一般得以  $a : b : c$  之軸率表之。

(VI) 六方晶系之錐面得由其數區別之。

斜方晶系，單斜晶系及三斜晶系之錐面軸率皆為  $a : b : c$ ，但此  $a, b, c$  之值在各晶系不相等，故錐面之方向亦異。

**有理數  
之法則**

論結晶面，常以錐面代表該晶系之晶面；因其可與三晶軸交截，方向易定也。故如上舉  $a : b : c$  (或  $a : a : a$ ，又或  $a : a : c$ ) 等軸率所表示之晶面之結晶形特名之曰基形 (Fundamental form)。定同晶系之他種晶面，須



比較基形之晶面軸率以定其方向；即一般得以各種係數乘  $a$ ,  $b$  及  $c$  等數爲他種晶面之軸率，例如  $ma : nb : pc$  等是也。今由天然結晶之實驗的測定之結果，則此  $m$ ,  $n$  及  $p$  等係數，常爲簡單之有理數。此結晶學上之一大法則也，名曰有理數之法則(Law of rationality)。

所謂有理數者，即  $m$ ,  $n$ , 及  $p$  等常爲  $0, 1, 2, 3, \dots \infty$  等數也。

**單體及集體** 單具一種結晶面之結晶體，名曰單體(Simple form)。例如圖 56,  $n$  之八面體單具八個同樣之等邊三角形之結晶面，故爲單體。具有二種以上之結晶面之結晶體，名曰集體(Combination form)。例如圖 7,  $a$  之水晶結晶體具有錐面及柱面，故爲集體。

單由一種軸率係數所表示之結晶面包圍而成之結晶體名曰單體，由二種以上之軸率係數所表示之結晶面包圍而成之結晶體名曰集體。例如等軸晶系之六面體單一種  $a : \infty a : \infty a$  之軸率係數足以表之，故爲單體。若屬正方晶系之六面體，具有與主軸平行之柱面及與主軸直交之底面兩種結晶面，須以  $a : a : \infty c$  (柱面) 及  $\infty a : \infty a : c$  (底面) 二種軸率係數表之，故集體也。

**結晶面之記號** 結晶面之方向可由軸率係數決定之。故軸率係數可爲結晶面之記號。結晶

面記號(Notation of crystal faces)之主要者有次之三法。

(1) 魏斯氏記號法(Weiss's notation)

此種記號法用軸率係數爲結晶面之記號者也。

例如用  $a : b : c$  (或  $a : a : a$  或  $a : a : c$ ) 等表示各晶系之錐面是也。舉例如下。

(A) 等軸晶系之例

(1) 正八面體 例如圖 56, a 所示, 其八個結晶面得以次之八軸率係數表之, 卽

(甲)  $a : b : c$     (乙)  $a : b' : c$     (丙)  $a' : b' : c$

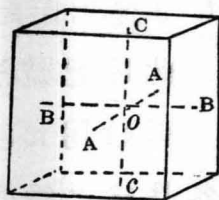
(丁)  $a' : b : c$     (戊)  $a : b : c'$     (己)  $a : b' : c'$

(庚)  $a' : b' : c'$     (辛)  $a' : b : c'$

但等軸晶系之三晶軸相等, 八個結晶面皆交截於各軸之單位距離, 卽  $a = b = c$ 。故總以括弧括之爲  $(a : b : c) = (a : a : a)$  表示正八面體之結晶體, 卽單體也。

(2) 正六面體(Cube or hexahedron) 例如圖 58 所示, 正六面體之六個結晶面皆與一軸直

交,與其他二軸平行(即在無限大點相交),  
 與A軸直交者與B軸,C軸平 第五十八圖  
 行,與B軸直交者與C軸,A軸  
 平行,與C軸直交者與A軸,B  
 軸平行.故各面得以標軸係  
 數( $\infty a : \infty a : a$ )表之.此  
 ( $\infty a : \infty a : a$ )亦表示正六面體之結晶體,  
 因單體也.



#### (B) 正方晶系之例

##### (3) 第一種正方錐(Tetragonal pyramid of unit)

例如圖 59, a 所示,有八個二等邊三角形結晶面之結晶體也.晶面全與三軸相交.在正方晶系  $a_1 = a_2 \neq c$ , 故軸率係數( $a : a : c$ ), 表示各晶面,亦可以表示結晶體,亦因單體也.

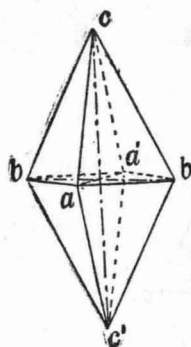
(4) 第二種正方柱體(Tetragonal prism of second order) 例如圖 59, b 所示有六個短形結晶面之結晶體也.在正方晶系  $a_1 = a_2$ , 故與  $a_1$  軸直交, 與  $a_2$  軸,  $c$  軸平行之二晶面及與  $a_2$  軸直交, 與  $a_1$  軸  $c$  軸平行之二晶面, 共四晶面; 得以同

樣之軸率  
係數表之。

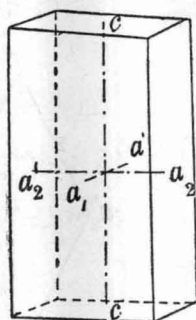
第五十九圖

即  $(a : \infty a : \infty c)$  表示  
第二種柱  
面也。(柱面應

(a)



(b)



與二軸相交正  
方晶之第二種  
面爲)  
例外)

次與  $a_1$  軸,  $a_2$  軸平行, 與  $c$  軸直交之上下兩晶  
面, 得以軸率係數  $(\infty a : \infty a : c)$  表之。即底面  
也。

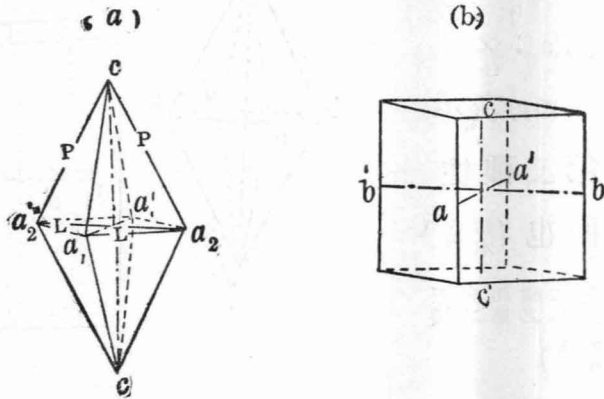
故圖 59, b 所示之結晶體須以  $(a : \infty a : \infty c)$   
及  $(\infty a : \infty a : c)$  兩種軸率係數表之, 即集體  
也。

(C) 斜方晶系之例

(5) 單位錐體 (Unit pyramid) 例如圖 60,  
a 所示有八個不等邊三角形結晶面之結晶  
體也, 八個晶面全與  $a, b, c$  三軸相交。在斜方  
晶系  $a \neq b \neq c$ , 故得以  $(a : b : c)$  表示各晶面, 亦

可以表示結晶體,因單體也。

第 六 十 圖



(6)單位柱體(Unit prism) 例如圖60, b 所示,有六個短形晶面之結晶體也.與 c 軸平行之四柱面皆與 a 軸, b 軸相交,故可以  $(a : b : \infty c)$  表之.與 a 軸, b 軸平行,與 c 軸直交之上下二底面可以  $(\infty a : \infty b : c)$  表之.

故圖59, b 所示之結晶體為集體,須以  $(a : b : \infty c)$  及  $(\infty a : \infty b : c)$  二種軸率係數表之.

(II) 娜蔓氏記號法(Naumann's Symbol)

此種符號以 P 表  $a : b : c$  及  $a : a : c$  而以 O 表  $a : a : a$  之符號也.即在等軸晶系用 O 符號,在其他五晶系則用 P 符號.

此法於三個係數中取其一為單位,通例用左右軸,即 b 軸

之係數爲單位，而以 P 或 O 表之，其上下軸之係數記於 P 或 O 之前，前後軸之係數記於 P 或 O 之後，例如  $2a : 3b : 6c$  之軸率係數若以 b 軸之係數爲單位則  $2a : 3b : 6c = 2/3 a : b : 2c$ ，用娜蔓氏符號表之爲  ${}_2P_{\frac{2}{3}}$ 。

娜蔓氏符號之一般式爲  ${}_mO_n$  或  ${}_mP_n$ 。

在等軸晶系，三軸等長， ${}_mO_n$  與  ${}_nO_m$  之比較，係數記入之位置雖有前後之差，至所表示之結晶面則爲同種，通例以係數之大者記 O 之前，例如  ${}_2O_3$  與  ${}_3O_2$  所表示之晶面雖同，然常記作  ${}_3O_2$ 。

若 b 軸之係數爲無限大，例如  $2a : \infty b : c$  之軸率係數，此時以 a 軸之係數爲單位，即  $2a : \infty b : c = a : \infty b : \frac{1}{2}c$ ，仍以 c 之係數記 P 之前面，P 表 a 軸之單位係數，b 之係數記於 P 之後面，如  $\frac{1}{2}P \infty$  是也。『 $\infty$ 』者，表示與左右軸平行也，同樣與前後軸，即 a 軸平行者，以『 $\infty$ 』或『 $\infty$ 』表之。

### (III) 美拉氏記號法 (Miller's notation)

此用係數之逆數以表示晶面之記號法也，名此逆數曰指數 (Index) 例如  $ma : nb : pc$  之晶面，若以美拉氏記號法表之，爲  $(\frac{1}{n}, \frac{1}{m}, \frac{1}{p})$ 。若  $\frac{1}{m} = h, \frac{1}{n} = k, \frac{1}{p} = l$ ；則  $(h k l)$  即美拉氏記號也，若此  $h, k, l$  三指數中有非整數者，則以分母之最小公倍數乘其全體，令皆成爲整數，例如魏斯氏記號之  $\frac{3}{2}a : b : 3c$ ，其三係數之逆數爲  $2/3, 1$ ，及  $1/3$ ，即爲美拉氏記

號之指數。此三指數中，祇一整數，故以3乘其全體，得(2,3,1)，即美拉氏記號也。

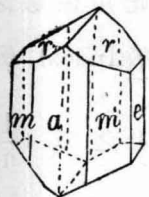
表示結晶面用( )式括弧括其指數。若表示結晶體則以{ }式括弧表之。晶面與晶軸平行者其軸之係數為 $\infty$ 。故其指數為 $\frac{1}{\infty}$ 即0也。

**對 稱** 結晶之諸晶面從對稱(Symmetry)之法則而為排列者也。結晶分為數晶系及晶羣者，亦基因於對稱之關係，對稱有三種要素。

(I) 對稱面 (Plane of symmetry) 在結晶體中假想一個平面。

由此假想之平面分結晶為方向不同之兩半，此兩半之晶面，稜，隅角等離此假想面在相等之距離，即在假想面之兩側皆在相似之位置也。此時稱此假想面曰對稱面。譬如有一鏡面，物在鏡面之一方，影在鏡面之他方。此時之鏡面為對稱面。物與影對鏡面為互在對稱之位置。故在結晶體中

假想一對稱面，在此對稱面兩側之晶面，稜，隅角等互在對稱之位置，恰如物與影之關係。例如圖61所示，含有 $r$ 及 $r'$ 面所作之稜，且與 $a$ 面垂直之面為該結晶體之對稱面。在此對稱面之兩側 $r, e, m, r', e', m'$ 等晶面， $a$ 面之兩半及稜，隅角等；對此對稱面互在對稱之位置也。



第六十一圖

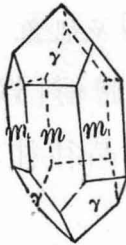
(II) 對稱軸 (Axis of symmetry) 在結晶體內假想一軸。以此

假想軸爲迴轉軸(Axis of rotation). 結晶迴轉一定角度後,在原位置呈與最初,未迴轉之前相同之外形.此假想之迴轉軸稱之曰對稱軸,對稱軸有四種.

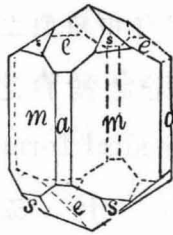
(1)二回對稱軸(Axis of binary symmetry) 結晶若一百八十度迴轉後,在原位置呈與最初相同之外形;換言之,即三百六十度迴轉後,在一定方向二回呈有同一外形者;此時之迴轉軸名曰二回對稱軸,如圖 61,有二回對稱軸之結晶也.

(2)三回對稱軸(Axis of trigonal symmetry) 若結晶一百

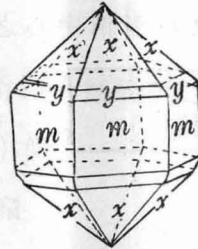
第六十二圖



第六十三圖



第六十四圖



二十度迴轉後:在原位置呈與最初相同之外形;換言之即三百六十度迴轉後,在一定方向三回呈有同一外形者;此時之迴轉軸名曰三回對稱軸,如圖 62,有三回對稱軸之結晶也.其上下軸爲對稱軸

(3)四回對稱軸(Axis of tetragonal symmetry) 如圖 63,以上下軸爲迴轉軸,三百六十度迴轉後,在一定方向,四回呈有同一之外形者,其上下軸爲四回對稱軸.



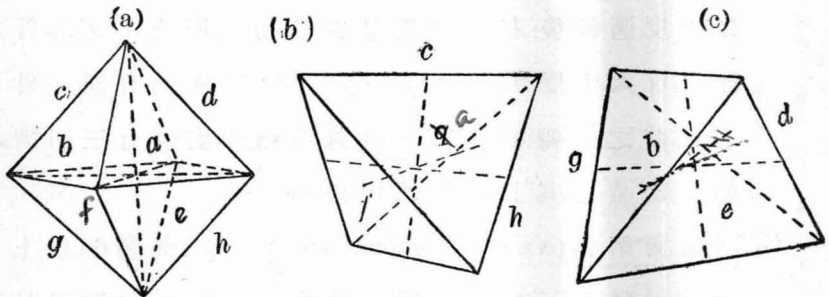
(4) 六回對稱軸 (Axis of hexagonal symmetry) 如圖 64, 以上下軸為迴轉軸, 三百六十度迴轉後, 在一定方向, 六回呈有同一之外形者, 其上下軸為六回對稱軸。

有同一結晶同時有數種之對稱軸者, 例如等軸晶系之六八面體 (Hexakis-Octahedron) 有三個四回對稱軸及六個二回對稱軸之類是也。

(II) 對稱中心 (Center of symmetry) 凡結晶有對稱面, 對稱軸之外; 必有對稱中心, 對稱中心者在對稱面或對稱軸內之中點也。又有缺對稱面, 對稱軸, 單有對稱中心者; 如屬三斜晶系之結晶是也。圖 11, b 所示之斜長石, 三斜晶系之結晶也, 在對稱中心之兩側有相類似之晶面, 稜及隅角。

**完面像及缺面像** 結晶面完全發育之結晶體稱曰完面像 (Holohedral form)。但結晶往往有發

第 六 十 五 圖



育不完全, 其中一部分之結晶面收縮而為一點, 終

至消失者。此種晶面之數不全之結晶稱曰缺面像。(Merohedrism)結晶面之數消失至二分之一者，曰半面像 (Hemihedrism)。消失至四分之一者曰四半面像 (Tetartohedrism)。例如圖65, a 爲完面像之正八面體，有 a, b, ……g, h 等八個晶面。其發育不完全者，晶面消失一半，爲四面體，(Tetrahedron)即正八面體之半面像也。結晶面有四，與八面體之 a, c, f, h 之四晶面相當。(圖65, b)或與 b, d, e, g 之四晶面相當。(圖65, c)。

各結晶系固有之對稱面，其數一定。此一定數之對稱面完全存在之結晶體曰完面像，其對稱面不完全者曰缺面像。八面體之對稱面有九個，四面體之對稱面僅三個。

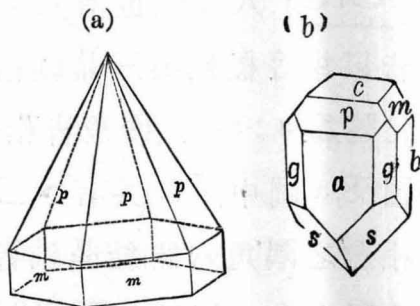
**異極像**

缺少其所屬晶系固有之對稱面之一部，結晶體兩端所發育之晶

面不相同者，稱之曰異極像 (Hemimorphism)。

圖66 a 及 b 異極像之模型也。屬六方晶系及斜方晶系之結晶多異極像。例

第六十六圖



如電氣石異極礦(Hemimorphite)等是也。

## 第二節 等軸晶系(Tesseral system)

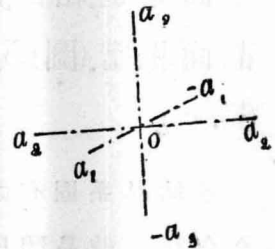
**等軸晶系** 本晶系有三個等長之晶軸,互相直交於一點,如圖67所示 $a_1, a_2,$ 及 $a_3$ 三軸皆等長互相直交於O點,由O點至各軸之兩端之距離皆相等。

(A) 完面像之單體 本晶系之結

第六十七圖

**完面像  
之單體**

晶面或與三軸全交或交截其一軸或二軸而與其他平行,其交截者又因標軸之大小不等;故生種種之晶面,今分述結晶面之軸率,



或魏斯氏記號,足以表示其結晶體之單體如下。

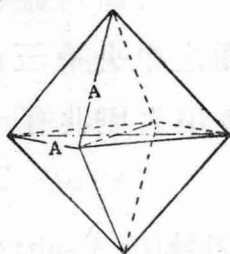
(1) 正八面體(Octahedron) 如圖68, a 所示,即正

**正八面體**

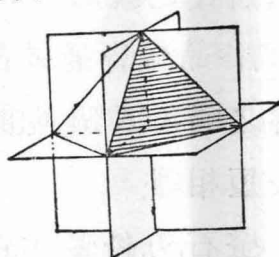
八面體也,有八個等邊三角面,各面皆以相等標軸與三晶軸相交截,故其魏施氏記號為 $(a : a : a)$ ,面角皆相等,為 $70^{\circ}31'44''$ . 稜(圖68, a 圖中之 $\Delta$ )共有十二個,長短相等。四面相會之隅角六個,結晶軸皆通過隅角。每一八分區占有一個結晶面(圖68, b)。

第 六 十 八 圖

(a)



(b)



磁鐵礦(Magnetite)明礬(Alum)尖晶石(Spinel)等之結晶多作正八面體。

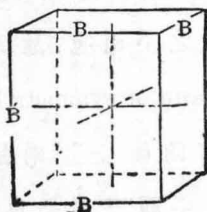
在正八面體之三晶軸皆為四回對稱軸。正八面體之娜蔓氏符號為 $O_h$ ，即 $o$ 也。

(2)正六面體(Cube or Hexahedron) 如圖69, a所

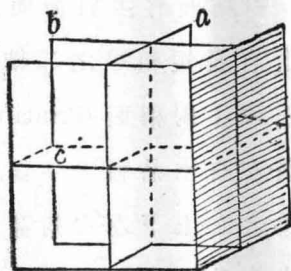
正六面體 示,正六面體也。有六個正方面,各面

第 六 十 九 圖

(a)



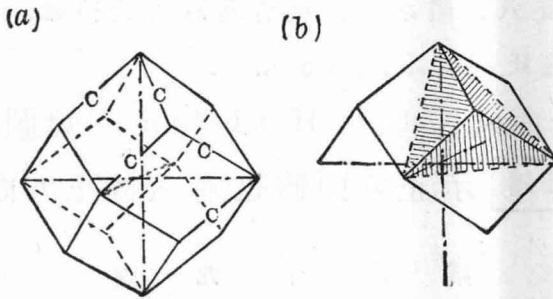
(b)



與三軸中之二軸平行,與其他一軸直交;故其魏斯氏記號爲( $a : \infty a : \infty a$ )。面角盡相等,爲 $90^\circ$ 。各晶軸皆通過各晶面之中央。有三晶面相會之隅角八個。稜(圖69, a中之B)共有十二個,長短相等。

螢石,方鉛礦 (Galena),岩鹽(Rock salt)等之結晶多正六面體。

第七十圖



對稱面有主對稱面及常對稱面之別。主對稱面者含有長短相等之二結晶軸之平面也。故等軸晶系有三個主對稱面 (Principal plane of symmetry), 即含有前後左右兩晶軸之平面, 含有前後, 上下兩晶軸之平面及含有上下左右兩晶軸之平面三者是也。正六面體之六晶面與此三個主對稱面相平行。(圖69, b)之 a, b

及  $c$  三面,等軸晶系之三主對稱面也。

正六面體之娜蔓氏符號爲  $\infty O \infty$ 。

(3) 正菱形十二面體 (Rhombic dodecahedron) 如

正菱形十二  
面體

圖 70, a 所示,正菱形十二面體也。有十二個等邊菱形面。各晶面與一軸平行,以等標軸與其他二軸相交;故其魏斯氏記號爲  $a : a : \infty a$ 。每一個八分區占有三個半菱面。換言即各正菱面皆介在相鄰之兩個八分區之間也(圖 70, b)。稜(圖 70 a 中之 C)共有二十四個,長短相等。四晶面相會之隅角六個,三晶軸即通過此六隅角。此外尙有三晶面相會之隅角八個。

正菱形十二面體之十二晶面適當正八面體之十二稜。故在八面體,含有各稜,作與三軸中之一軸平行之面,即得本結晶體。通過六個四晶面所會之隅角之三晶軸爲四回對稱軸。通過八個三晶面所會之隅角之四方向爲三回對稱軸。

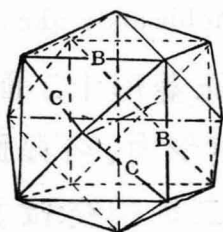
正菱形十二面體之娜蔓氏符號爲  $\infty O$ 。

磁鐵鑛,石榴石(Garnet)多具此種結晶形。

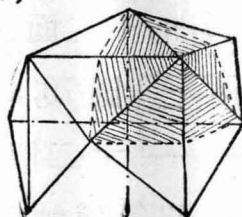
(4) 四六面體 (Tetrahexahedron) 如圖 71, a 所示,

第七十一圖

a)



b)

**四六面體**

二十四個二等邊三角形所包圍之結晶體也。各面與三軸中之一軸平行，以不相等之標軸與其他二軸相交，故其魏斯氏記號為  $(a : na : \infty a)$ 。四六面體之稜有兩種。長稜(圖71, a 中之B)與正六面體之稜相同，共有十二個。短稜(同圖中之C)與正菱形十二面體之稜相當，共有二十四個。一個八分區占有六個半等邊三角形，即各晶面皆為相鄰之兩個八分區所共有(同圖, b)。六晶面相會之隅角有八，與正六面體之隅角同。四晶面相會之隅角有六，與正菱形十二面體之隅角同。

三結晶軸通過六個四晶面相會之隅角，同時為四回對稱軸。通過八個六晶面相會之隅角之四方向，為

三回對稱軸。四六面體謂為正六面體之各晶面向外擴張，裂而為四個等邊三角形所成之結晶體可也。或謂為正菱形十二面體之各晶面裂為二個等邊三角形所成之結晶體亦可也。

四六面體之娜蔓氏符號為 $\infty O_n$ 。

螢石之結晶有具此種結晶者，其魏斯氏記號為 $(a : 3a : \infty a)$ 。黃金亦有結晶為四六面體者，但標軸與螢石之結晶稍異，其魏斯氏記號為 $(a : 2a : \infty a)$ 。

$$(a : 3a : \infty a) = \infty O_3; (a : 2a : \infty a) = \infty O_2$$

(5) 三角三八面體(Tri-akis-octahedron) 此種結

三	角	三
八	面	體

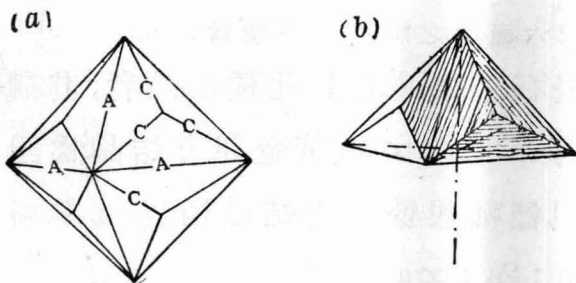
晶面亦為二等邊三角形，共有二十四個(圖 72)。各面與三軸皆相交。其中二軸之標軸相等，他一軸之標軸則大於前二軸之標軸。故其魏斯氏記號為 $(a : a : ma)$ 。稜有兩種。長稜(同圖 a 中之 A) 與正八面體之稜相同，共十二個。短稜(同圖中之 C) 與正菱形十二面體之稜相當，共二十四個。一個八分區占有三個二等邊三角形(同圖, b)。三晶面相會之隅角有八。八晶面相會之隅角有六，三結晶軸通



過六個之八晶面相會之隅角(假定 $m > 1$ )。

三結晶軸在三角三八面體同時為四回對稱軸。又

第 七 十 二 圖



通過八個三晶面相會之隅角之四方向為三回對稱軸。此三角三八面體謂為正八面體之各面裂而為三個二等邊三角形所成者可也。或謂為正菱形十二面體之各面裂而為二個二等邊三角形所成者亦可也。

娜蔓氏符號為 $mO$ 。

方鉛礦 (Galena), 金剛石 (Diamond), 等以此種結晶體。

(6) 偏菱形三八面體 (Icositetrahedron) 此有二十

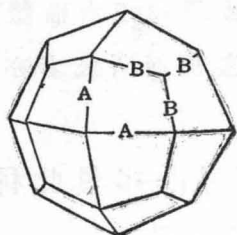
偏菱形三八  
面體

四個偏菱形面之結晶體也。各晶面與三軸皆相交, 其中二軸之標軸相等, 他一軸之標軸較小; 故其魏斯氏記號為 $(a : ma : ma)$

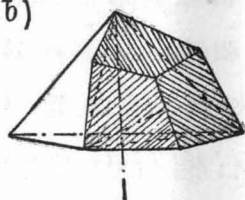
(假定  $m > 1$ )。稜有兩種，長稜(圖73, a 中之A)

第七十三圖

(a)



(b)



與正八面體之稜相當，共二十四個，短稜(同圖中之B)與正六面體之稜相當，亦共有二十四個。每八分區有三個偏菱形(圖73, b)。

隅角亦有兩種。

(a) 三晶面相會之隅角共八個。

(b) 四晶面相會之隅角共十八個。此更分爲兩種。

(i) 單係長稜相會之隅角，其數有六。三結晶軸通過之。

(ii) 二長稜及二短稜相會之隅角，其數有十二個。

在本形體，三結晶軸爲四回對稱軸通過三晶面相

會之八個隅角之四方向爲三回對稱軸。通過二長稜及二短稜相會之十二個隅角之六方向爲二回對稱軸。本形體謂爲正八面體之各面擴張度愈大，裂而爲三個偏菱形面所成者可也。或謂爲正六面體之各面擴張度愈大，裂而爲四個偏菱形面所成者亦可也。

娜蔓氏符號爲  $mOm$ 。

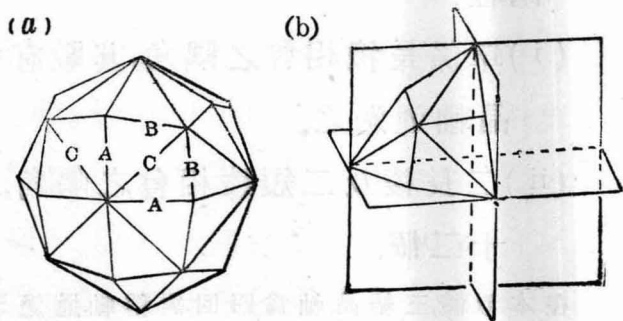
石榴石 (Garnet) 之良好結晶多具此種晶形。方沸石 (Analcite) 亦有此種結晶。

(7) 六八面體 (Hexakis-octahedron) 如圖 74 所示，

**六八面體** 有不等邊三角面四十八個之晶體也。

各面以不相等之標軸與三晶軸相交；故其魏斯氏記號爲  $(a : na : ma)$ 。稜有長稜(同圖 a 中之 C) 中稜(同 A) 及短稜(同 B) 三種。其數相同

第七十四圖



各二十四個。隅角亦有三種。八個晶面相會之隅角，即長中兩種稜相會之隅角有六個，三結晶軸通過之。六個晶面相會之隅角，即長短兩種稜相會之隅角有八個。四個晶面相會之隅角，即中短兩種稜相會之隅角有十二個。每八分區有六個不等邊三角面(圖74, b)。

在本形體三晶軸為四回對稱軸。通過長短兩種稜相會之隅角之四方向為三回對稱軸。通過中短兩種稜相會之六方向為二回對稱軸。本形體謂為正八面體擴張，各面裂為六個不等邊三角面所成者可也。或謂為正六面體擴張，各面裂為八個不等邊三角面亦可也。或又謂為正菱形十二面體擴張，各面裂為四個不等邊三角面亦可也。

娜蔓氏符號為  $mOn$ 。

金剛石多具此種結晶。

### (8) 完面像之相互關係      以上所述七個完面

完面像單體  
之相互關係

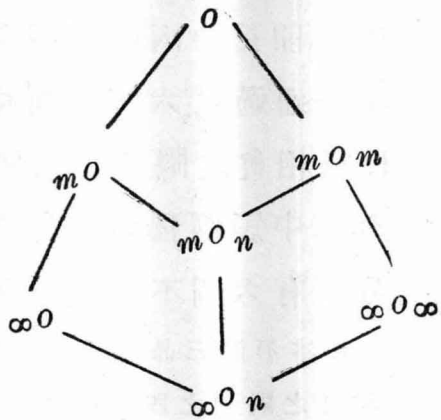
像中有三個定形即正八面體，正六面體及正菱形十二面體之三者是也。其

其他四完面皆由此三定形誘導而成之變形也。

着色圖第七版示此等定形與變形之相互關

係也。與正八面體相當之稜用黑線表之，與正六面體相當之稜用藍線表之，與正菱形十二面體相當之稜用紅線表之。故

第七十五圖



知偏稜三八面體為正八面體及正六面體間之中間體，四六面體為正六面體及正菱形十二面體間之中間體，三角三八面體為正八面體與正菱形十二面體間之中間體。

以娜蔓氏符號圖表之如圖 75。由 0 至  $\infty 0$ ， $m$  之數漸增，遂至無限大。由  $\infty 0$  至  $\infty 0 \infty$ ，其一標軸漸次增大，至  $n = \infty$  止。由 0 至  $\infty 0$ ，其一標軸漸次增大，至  $m = \infty$  止。

(B) 完面像之集體 一般結晶作單體產出者甚少。

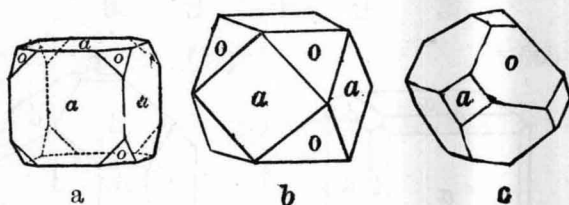
完面像  
之集體

其大部分皆為二種以上之結晶體相集合而成之集體。集體之種類甚多。今

舉其要者圖示如下。

(1)正八面體與正六面體之集體(圖76).

第七十六圖



a 面 = 正六面體之面

O 面 = 正八面體之面

(a) 正六面體之面極發育, 正八面體之面不發育. 輝銀礦(Argentite) 方鉛礦等有此種結晶.

(b) 正八面體之面與正六面體之面, 其發育相等者也. 正八面體之面達正六面體之稜之中點. 方鉛礦多此種結晶.

(c) 正六面體之面之發育不及正八面體者也. 螢石, 方鉛礦, 黃鐵礦(Pyrite)等有此種結晶.

(2)正六面體與正菱形十二面體之集體(圖77).

a 面為正六面體之面.

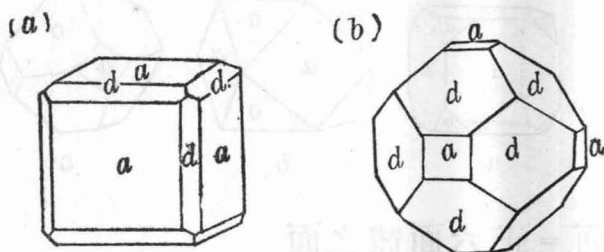
d 面為正菱形十二面體之面.

(a) d 面不及 a 面之發達者也. 螢石, 輝銀礦

等有此種結晶。

(b) a 面不及 d 面之發達者也。

第七十七圖

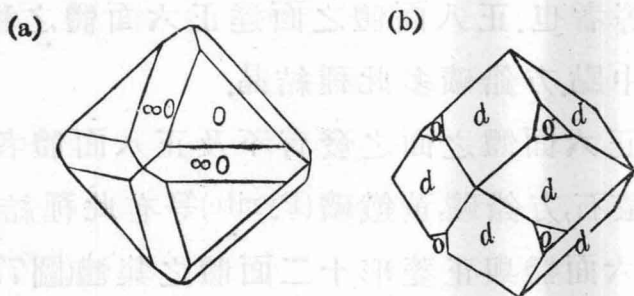


(3) 正八面體與正菱形十二面體之集體(圖78)。

O 面爲正八面體之面。

d 面爲正菱形十二面體之面。

第七十八圖



(a)  $\infty 0$  面(正菱形十二面體面)不及 0 面之發達者也。磁鐵礦 (Magnetite), 輝銀礦等有此種結晶。

(b) O 面不及 d 面之發達者也。

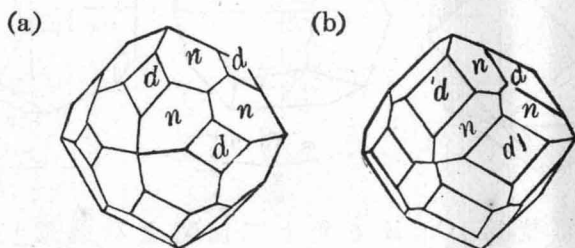
(4)  $\infty O$  與  ${}_2O_2$  之集體(圖 79)  $d = \infty O$ ,  $n = {}_2O_2$

(a) d 面不及 n 面之發達。

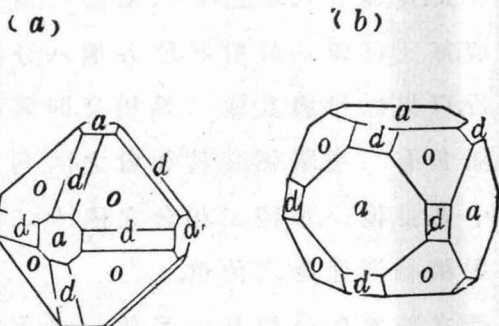
(b) n 面不及 d 面之發達。石榴石有此種結晶。

(5) O,  $\infty O$ , 及  $\infty O$  三結晶體之集體(圖 80)。此種結晶螢石有之。

第七十九圖



第八十圖



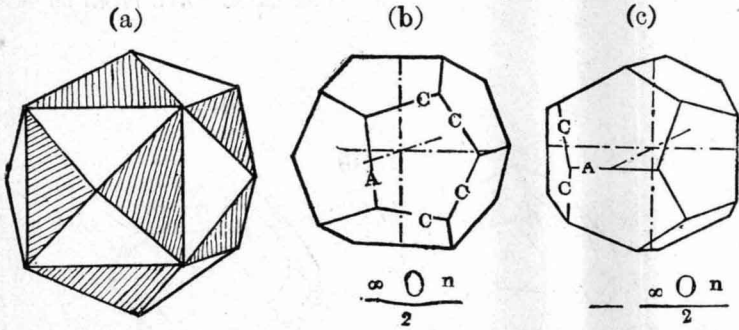
(a) O 之面最發達者也。

(b)  $\infty O$  之面最發達者也。



(C)半面像 四面體為正八面體之半面像(第一節,圖65參  
半面像照)既如前述,此外尚有五角十二面體, (Penta-  
 gonal dodecahedron)有五角面十二個,乃延擴四六面體之  
 互隔面而成,故有兩個同形異向之半面像(圖81),四六面

第 八 十 一 圖



體之符號為 $\infty 0 n$ ,故五角十二面體之符號為 $\pm [\frac{\infty 0 n}{2}]$ .

面之五邊為一長稜(圖中A稜)及四短稜(圖中C稜)。四短稜皆等長,長稜有六個,位正六面體各面之中央,短稜二十四個,每三稜作一放射狀,位各個八分區內,各面與一軸平行,以異標軸與其他二軸相交,則與四六面體之晶面同,隅角有二種,單係短稜相會之隅角八個,位各八分區之中央,長稜一,短稜二相會之隅十二個,位於完面像二回對稱軸所通過之位置。

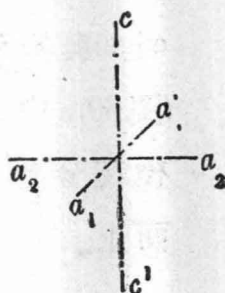
黃鐵礦之普通結晶即具此形,故一名黃鐵型體(Pyritohedron)。

此外尚有數種缺面像及缺面像之集體等,茲從略。

第三節 正方晶系(Tetragonal System)

**正方晶系** 正方晶系有三晶軸互相直交。其中二軸同在水平面內，長短相等，如圖 82 所示之  $a_1$  軸及  $a_2$  軸是也。 $a_1$  及  $a_2$  二軸，可以互相交換為前後軸，或左右軸特名之曰側軸 (lateral axes)。其上下方向之軸(圖 82 之 C 軸)與兩側軸不等長，特名之曰主軸 (Principal axis)。

第八十二圖



含有等長之二側軸之

水平面即為主對稱面。正方晶系單有一個主對稱面。

(A) 完面像 屬本晶系之完面像有七，分述之如下。

(1) 錐體 (Pyramid)

**完面像** (a) 第一種正方錐 (Tetragonal pyramid of the first order) 如圖 59, a 所示，有八個等邊三角面之錐體也。各面以相等標軸與兩側

**第一種  
正方錐**

軸相交，與主軸相交，其標軸因結晶之種類不同而異其值。其魏斯氏記號為

( $a : a : c$ )， $c$  因結晶不同而變其值者也。

故面角視  $c$  之值如何而後能定。隅角有兩種。四晶面相會於主軸之端者曰極隅角 (Polar solid angle), 其數有二。四晶面相會於側軸之四端者曰側隅角 (Lateral solid angle), 其數有四。稜亦有極稜 (Polar edge) 與側稜 (Lateral edge) 兩種。極稜有八 (圖60, a中之P)。側稜有四 (同圖, a中之L)。極稜分會於主軸之兩端, 側稜則在水平面上。

$C$  之標軸因結晶之種類不同而異其值, 故以  $m$  爲  $c$  之標軸係數, 則魏斯氏記號得記爲 ( $a : a : mc$ )。按娜蔓氏符號之規約,  $c$  之係數記於  $P$  之前面, 故符號爲  $mP$ 。若以魏斯氏之符號爲  $a : a : c$ , 則娜蔓氏符號爲  $P$ 。  $c$  與  $mc$  皆爲變數, 故記號爲  $a : a : c$ , 或爲  $a : a : mc$  均無礙。

作第一正方錐單體產出之結晶, 鈣錳石 (Scheelite) 其例也。此外集體之具此種錐面者其例甚多, 例如鈣鋁硅石 (Vesuvianite), 魚眼石 (Apophyllite), 鋯硅石 (Zircon)

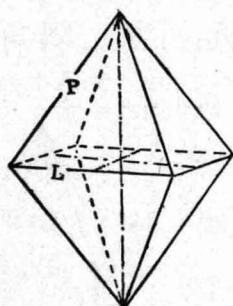
黃銅鑛(Chalcopyrite)等是也。

(b)第二種正方錐(Tetragonal pyramid of the second

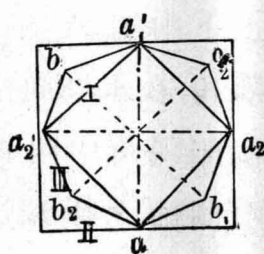
第二種  
正方錐

order) 如圖83所示,外形與第一種正  
方錐全同,其稜,及隅角亦有極稜(圖83  
中之P),側稜(同圖中之L),及極隅角,側  
隅角之別,所不同者即對結晶軸之關係  
也,第二種正方錐之各面與主軸及側軸  
之一相交,與其他一側軸平行;故魏斯氏  
記號為( $a : \infty a : mc$ )。

第八十三圖



第八十四圖



與主軸垂直,作含有側軸之斷面,則第  
一種錐及第二種錐對側軸之關係易明。  
圖84內層之正方形(圖中之I)第一種正  
方錐之斷面也;外層之正方形(圖中之II)

第二種正方錐之斷面也。前者以側軸爲對角線，後者之四邊與側軸直交。假設兩種正方錐者，爲便於說明具有切面互作四十五度角之錐體之集體結晶計也。例如鈣鋁硅石爲具有第一及第二種正方錐之結晶。

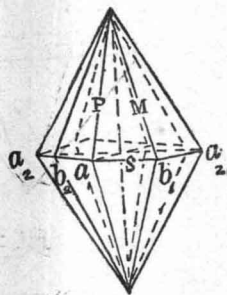
娜蔓氏符號爲  $mP\infty$ 。

複  
正  
方  
錐

(c) 複正方錐 (Ditetragonal pyramid) 如圖八

十四所示，有十六個不等邊三角形之錐體也。兩個八晶面相會之隅角，在主軸之上下兩端，八個四晶面相會之隅角，即側隅角，在水平面上。此八個側隅角中四個位於兩側軸之兩端。其他四個位於與側軸成四十五度角之方向，相鄰兩面在水平面上相交之四交點（圖 84,  $b_1, b_1', b_2, b_2'$ ）其與主軸垂直，含有側軸之斷面爲八角形（圖 84,

第八十五圖



III) 稜有三種，連結主軸兩端與側軸各端之四極稜最長 (圖 85, P) 最長極稜間之四極稜與側軸成  $45^\circ$  方向者為中極稜，(圖 85, M) 其數亦四個。在水平面上，作八角形之八側稜，又名底稜 (Basal edge)，最短。各面與三軸皆相交，且兩側軸之標軸不同，故其魏斯氏記號為  $(a : na : mc)$ 。

在水平面上兩晶面之交點常在與側軸成四十五度之方向，故通過此等交點，設加二軸名之曰間軸 (Intermediate axis)，如圖 84 之  $\overline{b_1 b_1'}$  及  $\overline{b_2 b_2'}$  是也。娜蔓氏符號為  $mPn$ 。

正方晶系之集體及具複正方錐面如鈣鋁硅石 (Vesuvianite)，錫石 (Cassiterite) 等是也。

(2) 柱體 (Prisms) 具柱體之結晶，必為集體，或具底面，或與錐體相結合。

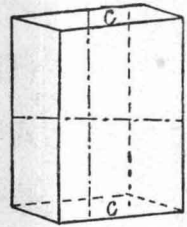
(a) 第一種正方柱 (Tetragonal prism of the first order) 此為四個矩形面所包圍，與主

第	一	種
正	方	柱

軸平行，對側軸關係與第一正方錐全

同;故魏斯氏記號爲( $a : a : \infty c$ ).柱面若沿上下之方向擴延,可至無窮之距離,永不與主柱相交,故無隅角.稜與主軸平行,其數有四(圖86).與錐面底面結合作集體,始有隅角(圖84參照).

第八十六圖



娜蔓氏符號爲 $\infty P$ .

(b) 第二種正方柱 (Tetragonal prism of the second order) 此與主軸平行,外形與第

第二種  
正方柱

一種正方柱同.對側軸之關係則與第二種正方錐同(圖59, b及圖84參照)其魏斯氏記號爲( $a : \infty a : \infty c$ ).一種之軸面也.

娜蔓氏符號爲 $\infty P_{\infty}$ .

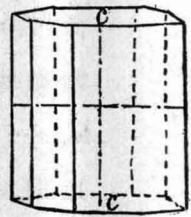
同時具有第一種正方柱及第二種正方柱之結晶甚多;例如鈣鋁硅石,錫石,鋯硅石,柱體石,(Scapolite),等是也.

(c) 複正方柱 (Ditetragonal prism) 此與主軸

複  
正  
方  
柱

平行之八個等矩形面包圍而成之柱體也。對側軸之關係與複正方錐同。(圖86及84參照)稜共有八個。其中四個與側軸之兩端直交。其他四個在與側軸，成四十五度角之方向，與主軸平行。其魏斯氏記號為 $(a : na : \infty C)$ 。

第八十七圖



娜蔓氏符號為 $\infty P_n$ 。稜有兩種，四個與側軸垂直，他之四個與間軸垂直；共八稜。

鈣鋁硅石及錫石有具第一種，第二種正方柱外；又具複正方柱者。

(3) 底面(Base or basal pinacoid) 此在主軸之

底  
面

兩端與之垂直之面也。此種底面常與錐面及柱面結合作集體。如圖86及87之c，柱體兩端之底面也。與側軸平行，故魏斯氏記號為 $(\infty a : \infty a : c)$ (圖57, c參照)。

底面之娜蔓氏符號為P。

(4) 完面像之相互關係 假定 $m = m_1, m_2, m_3, \dots$ 等；為



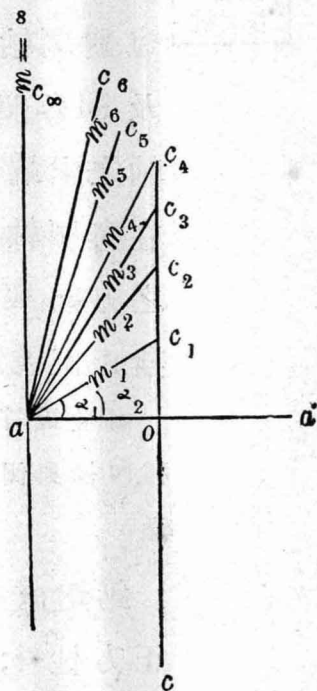
完面像  
之相互  
關係

由 0 至  $\infty$  間之數，如圖所示，為含有側軸之一，與主軸平行之斷面。 $ac_1, ac_2, ac_3, \dots, ac_6$  等為錐面在此斷面之斷面跡(trace)。故知錐面與側軸所作之角度如  $a_1, a_2, \dots$  等與  $m$  之值成正比例。視  $m$  之值如何，即視錐面與主軸交切之距離如何，生種種傾斜度不等之錐面。故錐面之符號為  $mP_\infty$  或  $mP$ 。

$m = \infty$  時則符號為  $\infty P_\infty$

或  $\infty P$ ，變為柱面矣，如圖之  $ac_\infty$  乃柱面之斷面跡也。 $m = 0$  時，則符號為  $P$ ，即含有側軸之水平面也，其斷面跡為  $ao$ 。結晶學上平行之面為同種之面，底面與含側軸之水平面平行，故用  $P$  符號。 $P$  之意非謂底面與  $C$  軸交截於零之距離也。

第八十八圖

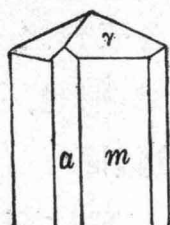


## (B) 完面像之集體

(1) 圖 89 所示，柱體石之一種晶形也。

第八十九圖

第九十圖



or



完面  
像之  
集體

$r = (a : a : mc) \dots$ 第一種正方錐面

$a = (a : \infty a : \infty c) \dots$ 第二種正方柱面

$m = (a : a : \infty c) \dots$ 第一種正方柱面

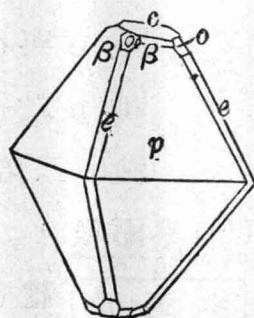
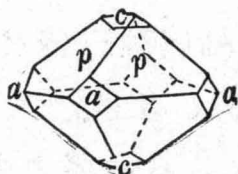
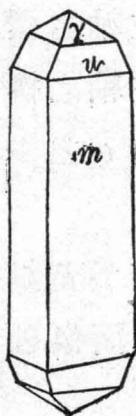
(2)圖90所示,鋇矽石之一種晶形也。 $r, a, m$ 面與圖89同。

(3)圖91所示,亦鋇矽石之一種晶形也。

第九十一圖

第九十二圖

第九十三圖



$r, m$  面同前圖.  $u = (a : a : 3c)$ , 即  $r$  之  $c$  軸標軸爲  $u$  之  $c$  軸標軸之三分之一.

(4) 圖92所示, 魚眼石之一種晶形也.

$p = (a : a : c)$ ...第一種錐面

$a = (a : \infty a : \infty c)$ ...第二種柱面

$c = (\infty a : \infty a : c)$ ...底面

(5) 圖93所示, 鈣錳石(Scheelite)之一種晶形也.

$p = (a : a : c)$ ...第一種錐面

$e = (a : \infty a : c)$ ...第二種錐面

$b = (a : a : \frac{1}{3}c)$ ...第一種錐面

$o = (a : \infty a : \frac{1}{2}c)$ ...第二種錐面

$c = (\infty a : \infty a : c)$ ...底面

$p$  與  $b$  同爲第一種錐面, 但主軸之標軸不同.  $e$  與  $o$  同第二種錐面, 但主軸之標軸不同.  $p$  之主軸標軸三倍於  $b$  者,  $e$  之主軸標軸則二倍於  $o$  者也.

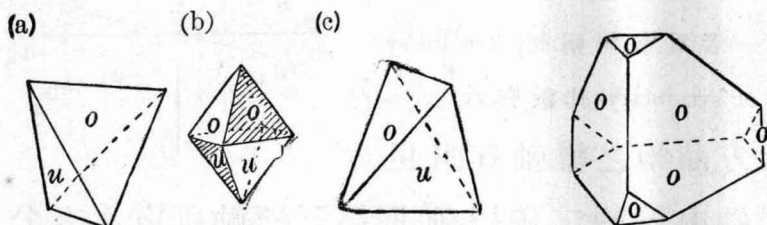
(C) 半面像 本晶系重要之半面像爲黃銅礦型

半面像體 (Chalcopyrite type) 之半面像, 即正  
楔是也. (Tetragonal sphenoid)

正方楔如圖94, a 及 c 所示,一種之四面體也。完面像之第一種正方錐,發育不完全,晶面消失一半,變為半面像之正方楔。正方楔與第一種正方錐之關係,猶等軸晶系之四面體與正八面體之關係也。有二等邊三角形四個。稜有兩種,隅角則一種。o 面與 u 面(圖94)發育者為

第九十四圖

第九十五圖



右形。o' 面與 u' 面發育者為左形。其魏斯氏記號為  $\pm \frac{1}{2}(a : a : mc)$ 。

娜蔓氏符號為  $\pm \frac{mP}{2}$ 。

黃銅鑛之結晶多半面像之集體。例如圖 95 之 o 面為  $+\frac{1}{2}(a : a : c)$ , o' 面為  $-\frac{1}{2}(a : a : c)$

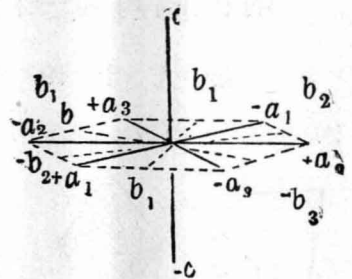
圖 95 之 o 面 =  $+\frac{P}{2}$ , o' =  $-\frac{P}{2}$

#### 第四節 六方晶系(Hexagonal system)

**六方晶系** 六方晶系有四晶軸。三側軸 (圖 96 之  $a_1, a_2, a_3$  等) 在水平面內互作六十度角相交, 長短相等。其他一軸與三側軸垂直, 且不等長, 故以之為主軸。(同圖 c)

側軸間加設間軸三個, 如圖 96 內之  $b_1, b_2, b_3$ , 與側軸作三十度角。含有三側軸及三間軸之水平面為主對稱面。含主軸及側軸或間軸之一者為常對稱面, (Ordinary plane of symmetry), 其數有六。

第九十六圖



六方晶系之標軸有四。但三側軸中, 既知二個標軸, 則第三標軸可以次之公式求之, 即  $(a_1 : n a_2 : \frac{n}{n-1} a_3 : m c)$ ; 為六方晶系之一般軸率也。

第九十七圖

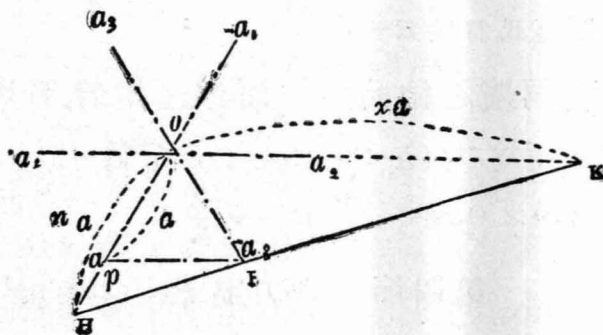


圖 97 所示  $\overline{HIK}$  線為全與側軸相交之晶面之斷面跡，與  $a_1$  軸交截於  $OH = na$ ，與  $a_3$  軸交截於  $OI = a$ ，與  $a_2$  軸交截於  $OK = xa$ 。如圖，

$$\triangle OHK \sim \triangle PHI$$

$$\therefore OH : PH = OK : PI$$

$$\therefore OH : (OH - OP) = OK : PI$$

$$\text{即 } OH : (OH - OI) = OK : PI$$

$$\text{即 } na : (na - a) = xa : a \quad \therefore x = \frac{n}{n-1}$$

例如今既知  $a_1$  標軸 = 1,  $a_3$  標軸 = 2, 求  $a_2$  之標軸如何? 由  $(a_1 : na_2 : \frac{n}{n-1}a_3 : mc) = (a_1 : 2a_2 : \frac{2}{2-1}a_3 : mc) = (a_1 : 2a_2 : 2a_3 : mc)$

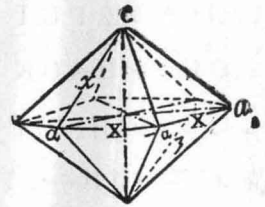
(A) 完面像 本晶系之完面像有七。與正方晶系同，有錐體三種，柱體三種，及底面是也。分述之如次。

(1) 第一種六方錐 (The unit pyramid or the hexagonal pyramid of the first order.) 如圖 98

所示，有十二個二等邊三角形之錐體也。各錐面與三側軸中之一平行，與其他相鄰之二側軸交截於等距離。故其魏斯氏記號為  $(a_1 : \infty a_2 : -a_3 : mc)$ 。若以單位距離與主

軸交截,則其記號爲 $(a_1 : \infty a_2 : -a_3 : c)$ . 有極稜(圖中 $x$ )及側稜(圖中 $X$ )兩種.極稜共十二個,相會於主軸之兩端.側稜六個,在水平面內,連結三側軸之六端作正六角形之斷面.隅角亦有兩種,六晶面相會之隅角兩個,在主軸之兩端.四晶面相會之隅角六個,在側軸之各端.

第九十八圖

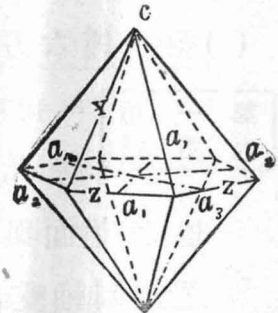


娜蔓氏謂:六方晶系之晶面雖有四標軸,但三側軸之標軸中知其二,則其他一個可以計算而出;故其符號仍以P表單位標軸,以C軸標軸置P之前面,側軸標軸之一記之後面,即 $mP$ .若以單位距離與主軸交截,則符號爲P.

(2) 第二種六方錐 (Hexagonal

第九十九圖

**第二種六方錐** pyramid of the second order) 如圖99所示,外觀與第一種六方錐全同,但各面對軸之位置不同耳.側軸通過側稜(圖中之Z)之中央.各面與三側軸全相交,以單位



軸標與一側軸交截而與兩傍之二側軸交截於二倍之距離,故其魏斯氏記號為

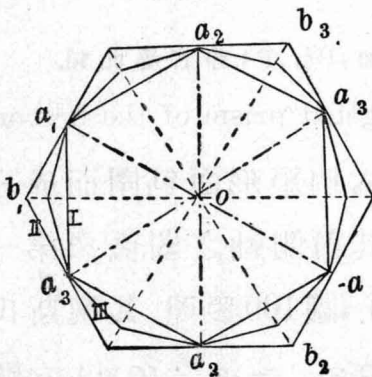
$(2a_1 : a_2 : 2a_3 : mc)$ . 若與主軸交截於單位距離,則其記號為 $(2a_1 : a_2 : 2a_3 : c)$ .

娜蔓氏符號為 $mP_2$ . 若以單位距離與主軸相交,則符號為 $P_2$ .

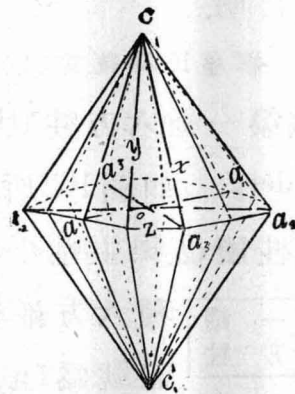
與主軸垂直,含有側軸之水平斷面如圖100.  $a_1, a_2, a_3$  為側軸;  $b_1, b_2, b_3$  為間軸. 圖中內層之六角形(圖中之 I) 為第一種六角錐之斷面, 外層之六角形(圖中之 II) 為第二種六角錐之斷面, 中層之十二邊形則為次述之複六角錐之斷面. 其三種錐面對側軸之關係, 猶正方晶系之三種錐面對側軸之關係也.

(3) 複六角錐 (Dihexagonal pyramid) 如圖101所

第一百圖



第一百〇一圖





**複六方錐** 示,有二十四個相似不等邊三角形之

錐體也。簡言之則第一種六角錐之各面裂而為二。各面與三側軸交截之標軸不等,故其魏斯氏記號為  $(n a_1 : p a_2 : -a_3 : m c)$ 。此記號中之  $p = \frac{n}{n-1}$ 。

若  $n = 1$  則  $p = \infty$  ……第一種錐面也

若  $n = 2$  則  $p = 2$  ……第二種錐面也

若  $n = 3$  則  $p = \frac{3}{2}$  ……複六方錐面也

若  $n = 4$  則  $p = \frac{4}{3}$  …… ,, ,, ,, ,, ,, ,, &c.

故  $(\frac{3}{2} a_1 : 3 a_2 : -a_3 : 3 c)$  及  $(\frac{4}{3} a_1 : 4 a_2 : -a_3 : 4 c)$  等皆複六方錐也。複六方錐之稜有三種(圖中之  $x, y,$  及  $Z$ ), 隅角亦有三種, 按圖自明。

娜蔓氏符號為  ${}_m P_n$ 。例如  ${}_3 P_{\frac{3}{2}}, {}_4 P_{\frac{4}{3}}$  等皆屬此類。

(4) 第一種六方柱 (Hexagonal prism of the first order) 如圖102所示,六個矩形面包圍而成之柱體也。與主軸平行。其對側軸之關係與第一

**第一種六方柱**

種六方錐全同。(圖100參照)其魏斯氏記號為  $(a_1 : \infty a_2 : -a_3 : \infty c)$  六個

與側軸垂直之稜面角爲一百二十度。 第一百〇二圖

娜蔓氏記號爲  $\infty P$ 。

(5) 第二種六方柱 (Hexagonal prism

**第二種  
六方柱**

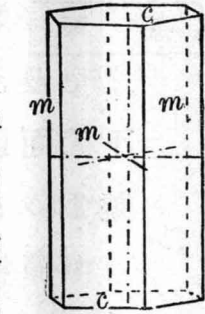
of the first order) 如圖

103 所示,外觀與第一種

六方柱全同,對側軸之關係則如

第二種六方錐。要言之,第二種六方錐之  $c$  軸標軸之值若爲無限大,即成第二種六方柱。故其魏斯氏記號爲  $(2a_1 : 2a_2 : -a_3 : \infty c)$ 。

娜蔓氏記號爲  $\infty P_2$



第一百〇三圖

(6) 複六方柱 (Dihexagonal prism)

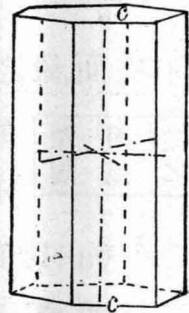
**複六方柱**

如圖104所示,有十二

個與主軸平行之矩形面包圍而成。稜有兩種,其面角互異。對側軸之關係與複六方錐同,故其魏斯氏記號爲

$(na_1 : pa_2 : -a_3 : \infty c)$ 。

娜蔓氏符號爲  $\infty P_n$ 。



(7) 底面 (Basal pinacoids or basis)

**底面** 如圖102, 圖103, 圖104之  $c$  及  $c'$ , 與主軸垂直之上下二面曰底面。其魏斯氏記號為  $(\infty a_1 : \infty a_2 : \infty a_3 : c)$ 。

娜蔓氏符號與正方晶系同為

$.P.$ 。P 之意義亦同。

(8) 完面像之相互關係 由底面至柱面之變化其說明與

**完面像之相互關係** 正方晶系者全同, (圖88參考) 即一般符號為  $mP$ 。此主軸標軸  $m$  之值假令為由 0 至  $\infty$  間之變數,

則  $m = 0$  時, 符號為  $.P.$ , 即底面也。

若  $m = \infty$ , 則符號為  $\infty P$ , 即柱面。 $m = 1, 2, \dots$  等數時, 則為錐面。

(B) 完面像之集體 圖102, 圖103, 圖104之三種柱

**完面像之集體** 體, 皆柱面與底面相結合之集體也。

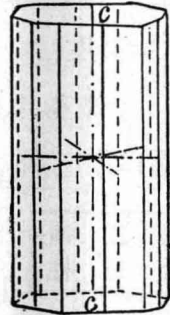
(1) 燐鈣石之例

(a) 具底面及第一種柱面之結晶, 如圖102。

(b) 圖12所示,  $c$  = 底面,  $m$  = 第一種柱面,  $x$  = 第一種錐面。

(c) 圖105所示,  $m$  = 第一種柱面,  $p$  = 第一種

第一百〇四



錐面。

(d)圖106所示,綠柱玉(Beryl)之結晶也。

$$m = (a_1 : \infty a_2 : -a_3 : \infty c)$$

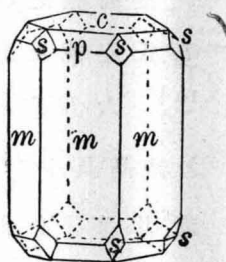
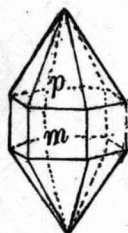
$$p = (a_1 : \infty a_2 : -a_3 : c)$$

$$s = (2a_1 : 2a_2 : -a_3 : 2c)$$

$$c = (\infty a_1 : \infty a_2 : \infty a_3 : c)$$

第一百〇五圖

第一百〇六圖



(C) 缺面像 屬六方晶系之缺面像,種類甚多,茲

**缺面像** 擇其要者述之。

(1) 菱形半面像(Rhombohedral hemihedrism)

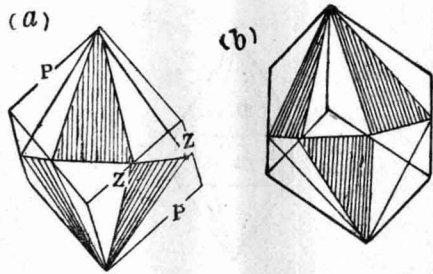
(a) 菱面體(Rhombohedron) 此又稱斜方六

**菱面體** 面體,(圖107)有六個相等之菱面,乃延  
擴第一種六方錐之互隔面而成,按圖自

明,即由第一種六方錐誘導而來之半面像也.有正(圖a)負(圖b)之別,魏斯氏記號當記作  $\pm \frac{1}{2} (a_1 : \infty a_2 : -a_3 : mc)$ . 稜有極稜(圖中之P)側稜(圖中之Z)兩種.主軸通過相對立之兩個三晶面相會之隅角.三側軸則連結相對立之六側稜之中點.

第一〇七圖

菱面體之娜  
蔓氏記號為  $\pm \frac{mP}{2}$ . 六方晶系  
之結晶具  $\pm \frac{mP}{2}$   
者甚多,故用



Rhombohedron之第一字母R以代  $\pm \frac{P}{2}$ , 即R者表示由基形錐P誘導而來之菱面體半面像也.R之前亦附加正負符號.但單作R者為+R.

(b)六方偏三角面體(Hexagonal scalenohedron)

六方偏三角面體

此有十二個不等邊三角形.乃延擴複六方錐之互隔面而成,(圖108)即由複六方錐誘導而來之半面像也.亦有正負兩形,魏斯氏記號當記作  $\pm \frac{1}{2} (na_1 :$

$p a_2 : - a_3 : m c$ ).

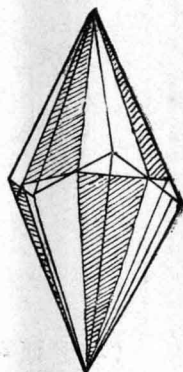
第一百〇八圖

娜蔓氏符號為 $\pm \frac{m P_n}{2}$  若此六方偏三角面體亦改用 R 之略符號,則須用次之公式,換算 m 及 n 之值.

今假定  $m'R_n' = ({}_m P_n)/2$  則當按  $m'n' = m$  及  $n = 2n'/(n'+1)$  之公式求  $m'n'$ .

例如  $R_3 = ({}_3 P_{\frac{3}{2}})/2$ ;  $2R_2 = (4 P_{\frac{4}{3}})/2$  之類是也.

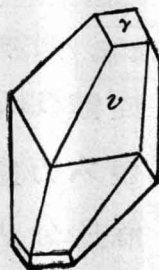
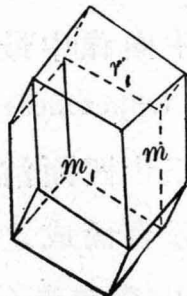
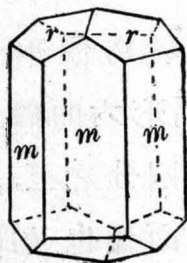
屬上二種半面像之礦物最著者為方解石 (圖16參照). 此外如菱鐵鑛 (Siderite) 鋼玉, (Corundum) 赤鐵鑛 (Hematite) 等亦具此種半面像. 故此種半面像又名方解石型體 (Calcite type).



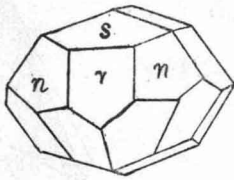
第一百〇九圖

第一百十圖

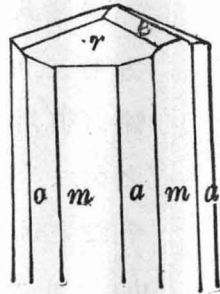
第一百十一圖



第一百十二圖



第一百十三圖



(2) 半面像之集體

(a)圖 109 所示,爲方解石之結晶,  $\gamma = -\frac{1}{2} R_1 m = \infty R$ .

(b)圖 110 所示,爲綠銅鑛 (Diopase) 之結晶,  $\gamma_1 = R$ ,

$$m_1 = \infty R_2$$

(c)圖 111 所示,亦爲方解石之結晶,  $\gamma = R$ ,  $r = R_3$

(d)圖 112 所示,爲赤鐵鑛之結晶,  $r = R$ ,  $S = \frac{1}{4} R$ ,  $n = \frac{4}{3} \frac{P_2}{2}$ .

(e)圖 113 所示,爲電氣石(Tourmaline)之結晶,

$$r = R, m = \infty R, a = \infty P_2, e = -\frac{1}{2} R.$$

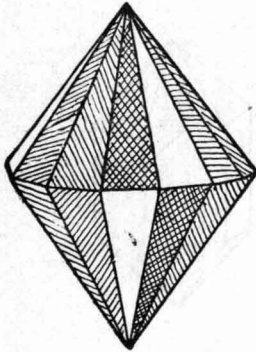
半面  
像之  
集體

(3) 偏形四半面像(Trapezohedral tetartohedrism)

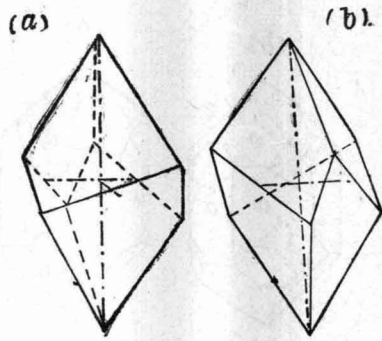
四半面像

此種四半面像中最重要者爲偏形六面體(Trigonal trapezohedron). 偏形六面體乃複六方錐之二十四面消失去四分之三,其餘四分之一發育而成之四半面像也. 如圖 114 所示,單由空白部分之面延擴而成之

第一百十四圖



第一百十五圖



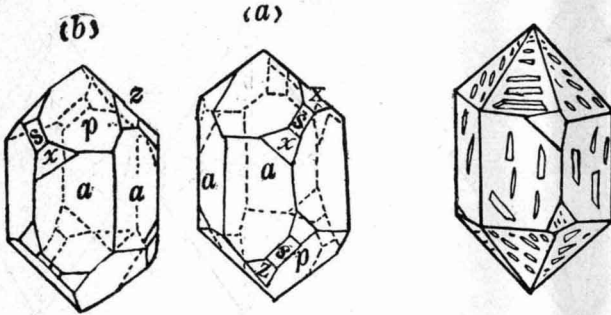
晶體也。或謂爲六方偏三角面體之面數消失一半而成之半面像亦可也。(圖108參照)有左形及右形之別,各形又有正負之分,故有四種。右形之魏斯氏記號當記作 $\pm \frac{1}{4}(n a_1 : p a_2 : -a_3 : m c) r$ ,  $r$ 字示右形。左形則爲 $\pm \frac{1}{4}(n a_1 : p a_2 - a_3 : m c) l$ ,  $l$ 字示左形。圖 115,  $a$  右形之正者,同圖  $b$  左形之正者也。水晶多具此種晶形。(圖7參照)如圖 116,  $a$  右水晶也。同圖  $b$  左水晶也。

圖116爲四半面像之集體。 $a = \infty R, p = R, Z = -R$ 。  
 同圖  $a$  之  $x = + \frac{6P\frac{6}{5}}{4} r$  即  $x = + {}_4R\frac{3}{2} r$ 。  
 同圖  $b$  之  $x = + ({}_6P\frac{6}{5}) / {}_4l = + {}_4R\frac{3}{2} l$ 。



第一百十六圖

第一百十七圖



同圖 a 之  $s = +(\frac{1}{2}P_2)/4 r$ , 同圖 b 之  $s = (\frac{1}{2}P_2)/4 l$ .

水晶之爲四半面像得由其蝕像證明之。(第一章第七節參照)圖 117 爲右水晶之蝕像, 圖 30 則爲左水晶之蝕像。

偏形四半面像又名石英型體(Quartz type)

(4) 異極像 屬六方晶系之異極像中最重要者爲電氣

**異極像** 石型體 (Tourmaline type). 其名爲菱形異極像

(Rhombohedral hemimorphism). 圖 118 第一百十八圖

所示,電氣石之異極像也。圖中

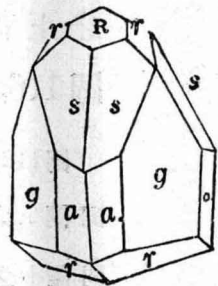
R 面 = R……第一種菱面體正號之

上半部

r 面 = - 2 R……第一種菱面體負號

之上半部

s 面 = R, ……正號之六方偏三角面



a 面 =  $\infty P_2$ ...第二種柱體

g 面 =  $\infty P$ ...第一種柱體

$r_1$  面 = R...正號菱面體下半部

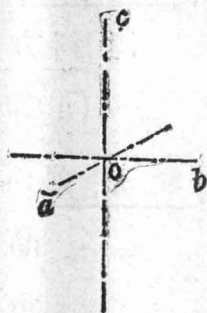
圖 66, a 所示, 爲六方晶系之完面式異極像 (Holoheral hemimorphism).  $p = P, m = \infty P, c = .P$ . 其例如紅鋅礦 (Zincite).

### 第五節 斜方晶系 (Rhombic System)

**斜方晶系** 本品系有長短互異之晶軸三, 互相直

交於一點. (圖 119) 三軸之內選其一爲 第一百十九圖

主軸以  $\overset{\cdot}{c}$  之符號記之. 其餘兩軸以長者爲左右軸, 名之曰長軸 (Macro-axis), 以  $\overset{\cdot}{b}$  符號記之. 短者爲前後軸, 名之曰短軸 (Brachy axis), 以  $\overset{\cdot}{a}$  符號記之.

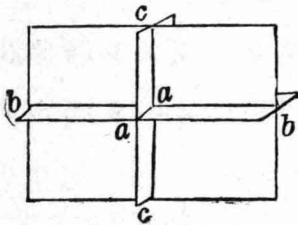


三軸不相等, 故無主對稱面. 含有  $\overset{\cdot}{a}, \overset{\cdot}{b}$  兩軸,  $\overset{\cdot}{b}, \overset{\cdot}{c}$  兩軸及  $\overset{\cdot}{a}, \overset{\cdot}{c}$  兩軸之三平面, 皆爲常對稱面. (圖 120) 三晶軸皆爲二回對稱軸.

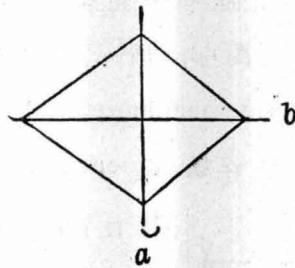
三軸區分空間爲八分區. 三標軸不同, 故不能互相交換. 每一八分區祇許一個有  $(a : b : c)$  軸率之面存在, 故在本晶系  $(a : b : c)$  所表示之晶面不能超過八個. 其結晶之橫斷面常作正菱形

(圖121).

第一百二十圖



第一百二十一圖



(A) 完面像 完面像有斜方錐,斜方柱,底面,桌面  
完面像 (或稱軸面)之四種,分述之如下。

(1) 斜方錐族(Rhombic pyramids)

(a) 單位錐(Unit pyramid) 此由八個相似

單位錐 之不等邊三角形包裹而成。(圖60, a) 四  
 晶面相會之隅角有三種,稜亦有三種,隅  
 角共六個,在晶軸兩端者則為同種,稜有  
 十二個,在一平面內連結二晶軸之各端,  
 作菱形之四邊者為同種,單位錐之魏斯  
 氏記號為( $\check{a} : \bar{b} : \acute{c}$ ),此為基形,若主軸之  
 標軸有伸縮,則其一般記號為( $\check{a} : \bar{b} : m \acute{c}$ ),如圖122示主軸標軸之變化。

在單位錐,每四稜作一種菱形斷面,共有三種之菱形斷面,即與三個常對稱面相當。

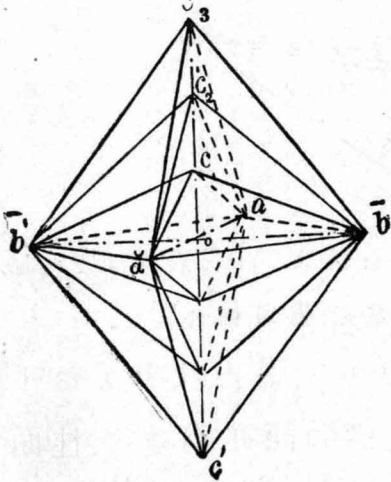
基形之娜蔓氏符號為 P 其一般符號為  $mP$ 。

(b)長軸錐(Macro-pyramids) 此長軸之標軸

長軸錐面

有變化之一羣錐面也。其面,稜,隅角之數及種類,性質等與單位錐全同。其魏斯氏

第一百二十二圖



記號為  $(\check{a} : n \bar{b} : m \acute{c})$ 。

如圖 123, 示長軸標軸之變化。(假定  $n > 1$ )

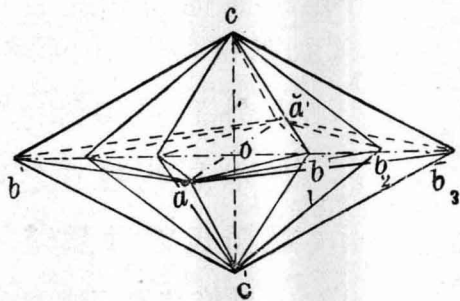
長軸錐面之娜蔓氏符號為  $mP_n$ , 或作  $mP_n$ , 或又作  $m\bar{P}_n$ 。皆示  $n$  之標軸屬長軸也。

短軸錐面

(c) 短軸錐

(Brachy pyramids) 此

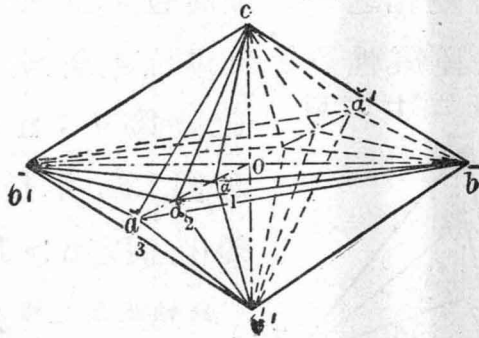
第一百二十三圖



短軸之標軸有變化之一羣錐面也。其面,稜,隅角之數及性質,種

類等與單位錐全同，其魏斯氏記號爲  $(n \check{a} : \bar{b} : m \acute{c})$ 。如圖124，示短軸標軸之變化。

第一百二十四圖



短軸錐面之娜蔓氏符號爲  $mP\check{n}$ ，或作  $mPn$ ，或又作  $m\check{P}n$ 。皆示  $n$  之標軸屬短軸也。

(2) 斜方柱 (Rhombic prisms) 斜方柱與主軸平

**斜方柱** 行之面有四，其橫斷面亦爲菱形。柱面必與他種面相結合作集體，共有三種。

(a) 單位柱 (Unit prism) 單位柱面與主軸平行外，對長短軸之關係與單位錐同，交截於本品系特有之單位距離。(圖60, b) 其魏斯氏記號爲  $(\check{a} : \bar{b} : \infty \acute{c})$ 。

單位柱面之娜蔓氏符號爲  $\infty P$ 。

(b) 長軸柱(Macro-prism) 此種柱面乃長軸

**長軸柱面**

標軸有變化之一羣柱面也。如圖125 a 之 M 面與短軸  $\check{a}$  交於單位距離，與長軸則交於  $\bar{b}$  軸單位距離之二倍。其魏斯氏記號為  $(\check{a} : n \bar{b} : \infty \check{c})$ 。

長軸柱面之娜蔓氏符號為  $\infty P\check{n}$ 。

(c) 短軸柱(Brachy prism) 此種柱面乃短

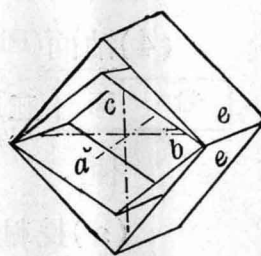
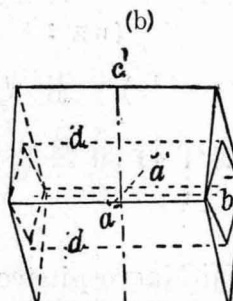
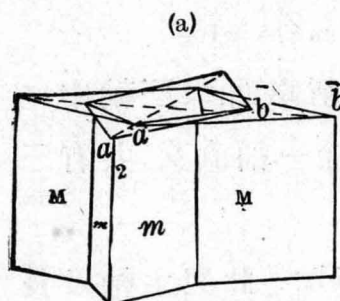
**短軸柱面**

軸標軸有變化者也。如圖 125 a 之 m 面與長軸  $\bar{b}$  交於單位距離，與短軸  $\check{a}$  則交於單位距離之二倍。其魏斯氏記號為  $(n \check{a} : \bar{b} : \infty \check{c})$

短軸柱面之娜蔓氏符號為  $\infty P\check{n}$ 。

第一百二十五圖

第一百二十六圖



(3) 底面(Domes) 底面者帶柱面性質之面也。

**底面** 與主軸及側軸之一相交，而與其他一側軸平行。故對軸之位置與柱面不同，有下之二種。

(a) 長軸底面(Macro-dome) 此與長軸平

**長軸底面** 行者，故名長軸底面。其魏斯氏記號為  $(\bar{a} : \infty \bar{b} : m \bar{c})$ 。圖125 b 之 d 面，長軸底面也。

(b) 短軸底面(Brachy-dome) 此與短軸平

**短軸底面** 行者，故名短軸底面。其魏斯氏記號為  $(\infty \bar{a} : \bar{b} : m \bar{c})$ 。圖126 之 e 面是也。

斜方晶系之底面與正方晶系之第二種錐面相類似。

娜蔓氏符號  $(\bar{a} : n \bar{b} : m \bar{c}) = m P_{\infty}$

$(n \bar{a} : \bar{b} : m \bar{c}) = m P_{\infty}$

(4) 軸面(Pinacoids) 此又稱卓面。與三軸中之

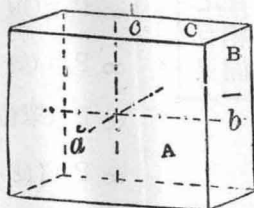
**軸面** 二軸平行而與其餘一軸直交。共有三種。

(a) 長軸面(Macro-pinacoid) 此與主軸及長軸平行，與短軸交截於單位距離之面也

共有前後兩面。其魏斯氏記號爲  $(\bar{a} : \infty \bar{b} : \infty \bar{c})$  (圖 127 A 面)。

第一百二十七圖

氏記號爲  $(\bar{a} : \infty \bar{b} : \infty \bar{c})$  (圖 127 A 面)。



(b) 短軸面 (Brachy-pinacoid)

**短軸面** 此與主軸及短軸平

行，與長軸交截於單位距離者也。共有左右二面。其魏斯氏記號爲  $(\infty \bar{a} : \bar{b} : \infty \bar{c})$  (圖 127 B 面)

(c) 底面 (Base or c-pinacoid) 此與長軸及短

**底面**

軸平行，而與主軸直交者也。共有上下二面。其魏斯氏記號爲  $(\infty \bar{a} : \infty \bar{b} : \bar{c})$  (圖 127 c 面)

斜方晶系之三種軸面與其固有之三常對稱面平行。長短軸面對長短軸之關係猶正方晶系之第二種柱面對側之關係也。其娜蔓氏符號如下。

$$(\bar{a} : \infty \bar{b} : \infty \bar{c}) = \infty P \infty; (\infty \bar{a} : \bar{b} : \infty \bar{c}) = \infty P \infty;$$

$$(\infty \bar{a} : \infty \bar{b} : \bar{c}) = 0 P.$$

(5) 完面像之相互關係 C 軸之標軸係數  $m$ ，由  $\infty$  變化至 0 時，完面像之變化關係表示如下。



完面  
像之  
相互  
關係

$m = \infty$	$m = m_1, m_2 \dots$ 等數	$m = 0$
$\infty P \infty$ (短軸面)	$\longleftrightarrow m P \infty$ (短底面)	$\longleftrightarrow$
$\infty P \bar{n}$ (短柱面)	$\longleftrightarrow m P \bar{n}$ (短錐面)	$\longleftrightarrow$
$\infty P$ (單位柱面)	$\longleftrightarrow m P$ (單位錐面)	$\longleftrightarrow$
$\infty P \bar{n}$ (長柱面)	$\longleftrightarrow m P \bar{n}$ (長錐面)	$\longleftrightarrow$
$\infty P \infty$ (長軸面)	$\longleftrightarrow m P \infty$ (長底面)	$\longleftrightarrow$

$\left. \begin{array}{l} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right\} oP$

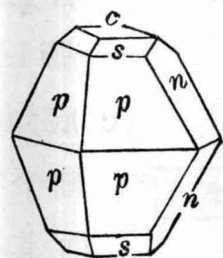
(B) 完面像之集體

(1) 圖5所示為黃玉之結晶。

第一百二十八圖

完面  
像之  
集體

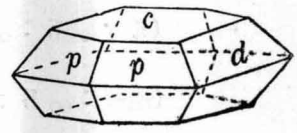
$p = (\bar{a} : \bar{b} : \bar{c}) \dots$	}	單位錐面
$s = (\bar{a} : \bar{b} : \frac{2}{3}\bar{c}) \dots$		
$M = (\bar{a} : \bar{b} : \infty \bar{c}) \dots$		單位柱面
$l = (2\bar{a} : \bar{b} : \infty \bar{c}) \dots$	}	短軸柱面
$u = (3\bar{a} : \bar{b} : \infty \bar{c}) \dots$		
$n = (\infty \bar{a} : \bar{b} : 2\bar{c}) \dots$	}	短軸底面
$y = (\infty \bar{a} : \bar{b} : 3\bar{c}) \dots$		
$c = (\infty \bar{a} : \infty \bar{b} : \bar{c}) \dots$		底面



(2) 圖123所示，為硫黃之結晶。

第一百二十九圖

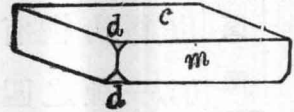
$P = (\bar{a} : \bar{b} : \bar{c}) \dots$	單位錐面
$s = (\bar{a} : \bar{b} : \frac{1}{3}\bar{c}) \dots$	單位錐面
$n = (\infty \bar{a} : \bar{b} : \bar{c}) \dots$	短軸底面



$$c = (\infty \bar{a} : \infty \bar{b} : c) \dots \text{底面}$$

第一百三十圖

(3)圖 129 所示,爲脆銀鑛  
(Stephanite)之結晶。



$$p = (\bar{a} : \bar{b} : c) \dots \text{單位錐面}$$

$$d = (\infty \bar{a} : \bar{b} : 2c) \dots \text{短軸底面}$$

$$c = (\infty : \infty \bar{b} : c) \dots \text{底面}$$

(4)圖 130 所示,爲重晶石(Barite)  
之結晶。

第一百三一圖

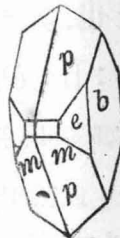
$$m = (\bar{a} : \bar{b} : \infty c) = \infty P \dots \text{單}$$

位柱面

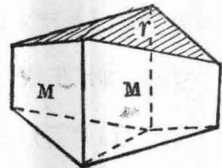
$$d = (\bar{a} : \infty \bar{b} : \frac{1}{2}c) = \frac{1}{2} P \infty \dots \text{長}$$

軸底面

$$c = (\infty \bar{a} : \infty \bar{b} : c) = \infty P \dots \text{底面}$$



第一百三十二圖



(5)圖 131 所示,爲白鉛礦(Cerussite)之結晶。

$$m = \infty P \dots \text{單位柱面,}$$

$$p = P \dots \text{單位錐面. } e = \infty P \frac{2}{3} \dots \text{短軸柱面.}$$

$$b = \infty P \infty \dots \text{短軸面.}$$

(6)砒硫鐵礦(Arsenopyrite) 之結晶,如圖 132 所示:

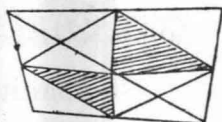
$$M = \infty P \dots \text{單位柱面.}$$

$$\gamma = \frac{1}{4} P \infty \dots \text{短軸底面.}$$

(C) 缺面像 斜方晶系之缺面像有所謂斜方楔

半  
面  
像

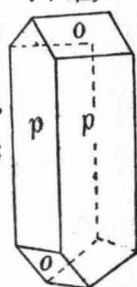
者(Rhombic sphenoid),如圖133是 一百三十三圖  
也。斜方楔有四個不等邊三角  
形,一種之四面體也。乃延擴斜



方錐之互隔面而成。其魏斯氏記號當記爲  
 $\frac{1}{2}(n\bar{a} : \bar{b} : m\bar{c})$ 或 $\frac{1}{2}(\bar{a} : n\bar{b} : m\bar{c})$ 又或爲 $\frac{1}{2}(\bar{a} :$   
 $\bar{b} : \bar{c})$ 。有左右形之別。

硫酸鎂鹽(Epismite) 卽具此種晶形, 第一百三十四圖

如圖134是也。 $p = (\bar{a} : \bar{b} : \infty c) \dots$ 單位  
柱。 $o = \frac{1}{2}(\bar{a} : \bar{b} : \bar{c})$ ,卽斜方楔之四面也。



斜方楔之娜蔓氏符號爲 $\frac{(P)}{2}\gamma$ 或 $\frac{P}{2}1$ 。又或爲

$[(mP\bar{n})/2]\gamma$  或 $[(mP\bar{n})/2]1$ 。

(D) 異極像 斜方晶系異極像之有名者,

異  
極  
像

爲異極礦(Calamine or Hemimorphite or  
galmei)之結晶,如圖57b及圖135是也。

第一百三十五圖

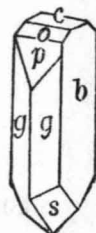
$s = P\bar{2} = (\bar{a} : 2\bar{b} : \bar{c}) \dots$ 下半部錐面

$m = {}_3P\infty = (\infty\bar{a} : \bar{b} : 3\bar{c}) \dots$ 上半部短軸底面

$o = P\infty = (\bar{a} : \infty\bar{b} : \bar{c})$   
 $p = {}_3P\infty = (\bar{a} : \infty\bar{b} : 3\bar{c})$  } 上半部長軸底面

$g = \infty P = (\bar{a} : \bar{b} : \infty\bar{c}) \dots$ 單位柱面

$a = \infty P\infty = (\bar{a} : \infty\bar{b} : \infty\bar{c}) \dots$ 長軸面



$b = \infty P \infty = (\infty \check{a} : \bar{b} : \infty \check{c}) \dots \dots$  短軸面

$c = c P = (\infty \check{a} : \infty \bar{b} : \check{c}) \dots \dots$  上部底面

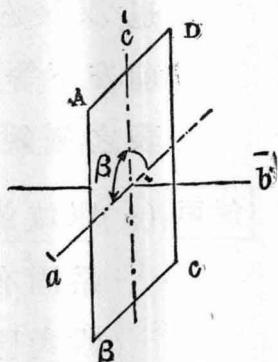
### 第六節 單斜晶系(Monoclinic system)

**單斜晶系**

單斜晶系有三晶軸,皆

一百三十六圖

不等長,上下軸(Vertical axis)以  $\check{c}$  表之。前後軸與上下軸斜交,作一定之角度  $B$ ,故名斜軸(Clino axis),以  $\check{a}$  表之。圖136所示之  $A B C D$  平面含有上下軸及斜軸之平面也。左右軸在  $A B C D$  平面上,與上下軸及斜軸相交於一點。此左右軸又名正軸



(Ortho-axis),以  $\bar{b}$  表之。結晶學上常以  $\check{c}$  軸與  $\check{a}$  軸所作之鈍角方向為前方(圖136)。

單斜晶系只有一個對稱面,即含有  $\check{a}$  軸及  $\check{c}$  軸之  $A B C D$  平面是也。與此平面垂直之  $\bar{b}$  軸,故名正軸,二回對稱軸也。

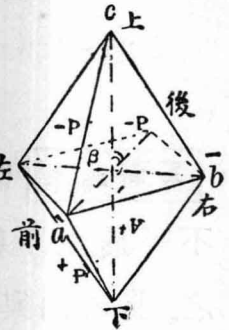
#### (A) 完面像 Monoclinic

完  
面  
像

(1)單斜錐(Pyramids) 與斜方錐相同,共有三種。今就其基形觀之(圖137),乃由八個不等邊三角形包圍而成之錐體也。由其面之形狀

可分為兩種。即前右上,前左上之二面及後右下,後左下之二面互相等,以  $-P$  表之,屬斜軸與上下軸相交之鈍角區之面也。又後右上,後左上,前右下,前左下等四面亦互相等,以  $+P$  表之,屬銳角區之面也。

第一百三十七圖

**錐面**

- (a) 單位錐(Unit pyramid) 此種錐面有本晶系固有之單位標軸者也。有鈍角區面與銳角區面之別故其魏斯氏記號為  $\pm(\bar{a} : \bar{b} : c)$
- (b) 正軸錐(Ortho-pyramid) 此種錐面與斜軸  $\bar{a}$  軸交截於單位距離,與正軸  $\bar{b}$  則交截於  $n$  倍之距離;故名。亦有兩種,其魏斯氏記號為  $\pm(\bar{a} : n\bar{b} : mc)$ 。
- (c) 斜軸錐(Clino-pyramid) 此種錐面與正軸  $\bar{b}$  交截於單位距離,與斜軸  $\bar{a}$  則交截於  $n$  倍之距離;故名。亦有兩種,其魏斯氏記號為  $\pm(n\bar{a} : \bar{b} : mc)$ 。

錐面之娜蔓氏符號： $\pm(a : b : c) = \pm P;$

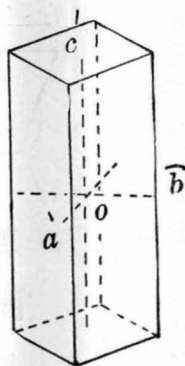
$\pm(a : nb : mc) = \pm m P \bar{n}; \quad \pm(na : b : mc) = \pm m P \bar{n}.$

(2)單斜柱(Monoclinic Prisms) 柱面有與上下

**柱面** 軸  $c$  平行之四個面,交截於正軸及斜軸,作四個與上下軸平行之稜.柱體之橫斷面為菱形,亦有三種.

(a)單位柱(Unit prism) 此種柱 第一百三十八圖

面與  $a$  軸及  $b$  軸兩軸交截於本晶系固有之單位距離.其魏斯氏記號為  $(a : \bar{b} : \infty c)$  參觀圖138.



(b)正軸柱(Ortho-prism) 此種

柱面與  $a$  軸相交於單位距離,與  $b$  軸則交於  $n$  倍距離;其魏斯氏記號為  $(a : n\bar{b} : \infty c).$

(c)斜軸柱(Clino-prism) 此種柱面與  $b$  軸相

交於單位距離,與  $a$  軸則交於  $n$  倍距離;其魏斯氏記號為  $(n\bar{a} : b : \infty c).$

柱面之娜蔓氏符號:  $(a : b : \infty c) = \infty P;$

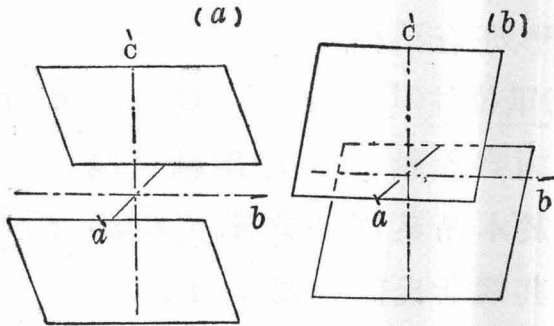
$$(\bar{a} : n\bar{b} : \infty c) = \infty P\bar{n}; \quad (n\bar{a} : \bar{b} : \infty c) = \infty P\bar{n}$$

(3) 底面(Domes) 底面與上下軸  $\bar{c}$  相交且與  $\bar{b}$

**底面** 或  $\bar{a}$  中之一軸平行,故有兩種.

(a) 正軸底面(Ortho-domes) 即與  $\bar{c}$  及  $\bar{a}$  之兩

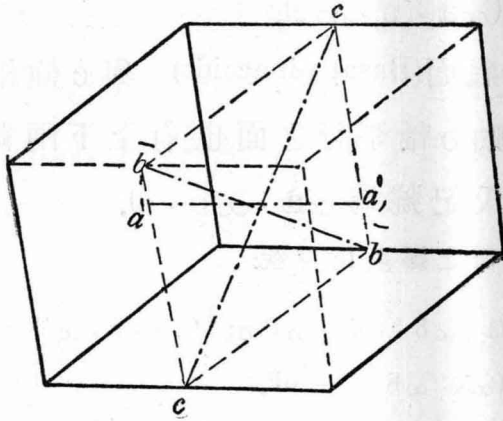
第一百三十九圖



軸相交,與  $\bar{b}$  軸平行之面也.銳角區有二面,鈍角區有二面共四面,故有正負號之別(圖139, a 及 b 參照),其魏斯氏記號為  $\pm(\bar{a} : \infty \bar{b} : m\bar{c})$ .

(b) 斜軸底面(Clino-domes) 即與  $\bar{c}$  及  $\bar{b}$  之兩軸相交,與  $\bar{a}$  軸平行之面也.無銳角區與鈍角區之別,故不分正負號.(圖140)其魏斯氏記號為  $(\infty \bar{a} : \bar{b} : m\bar{c})$ .

第一百四十圖



底面之娜蔓氏符號： $\pm(\bar{a} : \infty \bar{b} : m\bar{c}) = \pm_m P_{\infty}$ ;  
 $(\infty \bar{a} : \bar{b} : m\bar{c}) = mP_{\infty}$ .

(4) 軸面(Pinacoids) 與一軸相交，與二軸平行

**軸面**者曰軸面，共有三種(圖141)。

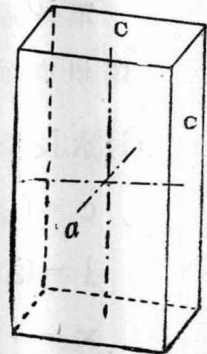
(a) 正軸面(Ortho-pinacoid) 與 第一百四十一圖

$\bar{a}$  軸相交，與  $\bar{b}$  軸， $\bar{c}$  軸平行之面也。有前後兩個。其魏斯氏記號為

$$(\bar{a} : \infty \bar{b} : \infty \bar{c}).$$

(b) 斜軸面(Clino-pinacoids)

與  $\bar{b}$  軸相交，與  $\bar{a}$  軸  $\bar{c}$  軸平





行之面也。有左右兩個。其魏斯氏記號爲  
 $(\infty \hat{a} : \bar{b} : \infty \hat{c})$ 。

(c) 底面(Basal pinacoids) 與  $\hat{c}$  軸相交，與  $\hat{a}$  軸  $\bar{b}$  軸平行之面也。有上下兩個。其魏斯氏記號爲  $(\infty \hat{a} : \infty \bar{b} : \hat{c})$ 。

軸面之娜蔓氏符號：

$$(\hat{a} : \infty \bar{b} : \infty \hat{c}) = \infty P_{\infty}; \quad (\infty \hat{a} : \bar{b} : \infty \hat{c}) = \infty P_{\infty};$$

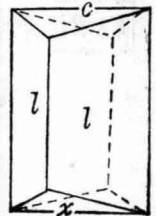
$$(\infty \hat{a} : \infty \bar{b} : \hat{c}) = oP.$$

(B) 完面像之集體 屬單斜晶系之結晶無單具一種完面像之單體。上述十一種面皆不能獨

立成晶體，必與別種面相結合作集 第一百四十二圖  
 體。單斜晶系之集體甚多，茲舉其重要者圖示之如下。

完面像之集體

單斜晶系之對稱程度低，故各種完面像相集而作集體。



(1) 冰長石(Aduralia)之結晶(圖142)

$$c = (\infty \hat{a} : \infty \bar{b} : \hat{c}) \dots \dots \text{底面}$$

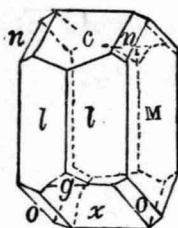
$$l = (\hat{a} : \bar{b} : \infty \hat{c}) \dots \dots \text{單位柱}$$

$$x = +(\hat{a} : \infty \bar{b} : \hat{c}) \dots \dots \text{正軸底面正號}$$

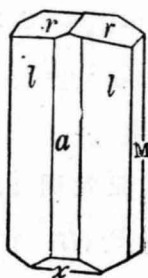
(2)普通長石之結晶(圖11, a 及圖143)

c, l, x 三面同前.

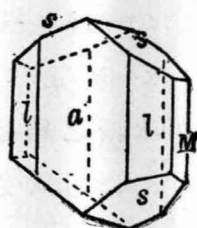
第一百四十三圖



第一百四十四圖



第一百四十五圖



$M = (\infty a : \bar{b} : \infty c) \dots$ 斜軸面.

$y = + (a : \infty \bar{b} : 2c) \dots$ 正軸底面.

$o = + (a : \bar{b} : c) \dots$ 單位錐面正號.

$n = (\infty a : \bar{b} : 2c) \dots$ 斜軸底面.

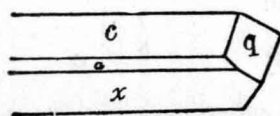
(3)角閃石(Hornblende)之結晶(圖144)

l, M, x 面同上

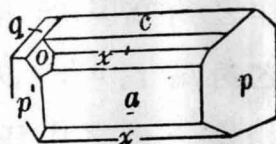
$a = (a : \infty \bar{b} : \infty c) \dots$ 正軸面;

$r = (\infty a : \bar{b} : c) \dots$ 斜軸底面.

第一百四十六圖



第一百四十七圖



(4)輝石(Augite)之結晶(圖145) a, l, M三種面同上.  $s = +(\hat{a} : \bar{b} : \hat{c}) = \text{單位錐面}$ .

(5)綠簾石(Epidote)之結晶(圖 146)

$$c = (\infty \hat{a} : \infty \bar{b} : \hat{c}) = oP, \quad a = (\hat{a} : \infty \bar{b} : \infty \hat{c}) = \infty P \bar{\infty};$$

$$x = (\hat{a} : \infty \bar{b} : \hat{c}) = +P \bar{\infty}; \quad q = (\infty \hat{a} : \bar{b} : \hat{c}) = P \bar{\infty}.$$

(6)冰糖之結晶(圖 147)

$$c, a, x, q, o, \text{ 之符號記號同上. } x' = -P \bar{\infty}$$

$$p = (\hat{a} : \bar{b} : \infty \hat{c}) \gamma = \infty P \gamma \text{ (右)} \quad p' = (\hat{a} : \bar{b} : \infty \hat{c}) l = \infty P l \text{ (左)}.$$

(C)半面像 本品系之完面像,消失減半,可得半面像,例如

半面像

圖 147 所示冰糖之結晶,其  $p = \frac{\infty P}{2} \gamma$ ,  $p' = \infty \frac{P}{2} l$ ,

$q = P \frac{\infty}{2} l$ ,  $o = -\frac{P}{2} l$ , 皆半面像應具之面也.此外

輝石等亦有半面像之結晶.

### 第七節 三斜晶系(Triclinic System)

三斜晶系

本品系之三晶軸長短不等,互相斜交

於一點.如圖 148 所示, A, B 及 C 第一百四十八圖

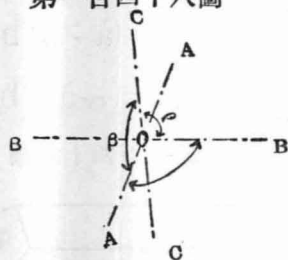
三軸互相斜交於一點 o. c 軸

與 B 軸所作之角為  $\alpha$ , c 軸與 A

軸所作之角為  $\beta$ , A 軸與 B 軸

所作之角為  $\gamma$ .  $\alpha$ ,  $\beta$ , 及  $\gamma$  三角

皆不相等.三軸之中任擇其一為主軸以  $\hat{c}$  表之.其

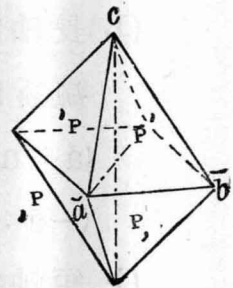


他二軸中,長者取由左上方至右下方之方向,名之曰長軸(Macro-axis),以  $\bar{b}$  表之。短者取由後上方至前下方之方向,名之曰短軸(Brachy axis),以  $\bar{a}$  表之。

三斜晶系無一對稱面,唯有對稱中心,屬本系之晶面常作一對互相平行,與二軸平行,與一軸相交者為軸面。本品系之三個軸面相交之三直線方向即結晶軸也。

(A) 完面像 本品系與斜方,單斜二晶系同,有錐面,柱面,底面,軸面之四種,茲分述之。

(1) 三斜錐(Triclinic pyramids) 如圖148所示,有八個不等邊三角形,互在反對方面之八分區之兩個面,即互在晶軸之反對方向之兩個面相等,且平行,故此八個不等邊之角面可分為四類。



第一百四十九圖

$P'$  …表示前右上錐面,同時亦表示後左下錐面 (Right upper tetarto-pyramid).

$P$  ……表示前左上及後右下之兩錐面 (Left upper tetarto-pyramid).

$P$ ,.....表示前右下及後左上之兩錐面(Right lower tetarto-pyramid).

$\bar{P}$ ,.....表示前左下及後右上之兩錐面(Left lower tetarto-pyramid).

錐面分三種,其說明與斜方,單斜二晶系同.

(a) 單位錐(Unit pyramids) 其四類晶面之魏斯氏記號如下.

$(\bar{a} : \bar{b} : m\bar{c})$ , .....前右上...後左下

$(-a : \bar{b} : m\bar{c})$ , .....後右上...前左下

$(-a : -\bar{b} : m\bar{c})$ , .....後左上...前右下

$(a : -\bar{b} : m\bar{c})$ , .....前左上...後右下

(b) 長軸錐(Macro-pyramids) 其四類晶面之魏斯氏記號如下.

$(\bar{a} : n\bar{b} : m\bar{c})$ .....(i)  $(-\bar{a} : n\bar{b} : m\bar{c})$ .....(ii)

$(-\bar{a} : -n\bar{b} : m\bar{c})$ (iii)  $(\bar{a} : -n\bar{b} : m\bar{c})$ (iv)

(c) 短軸錐(Brachy-pyramids) 其四類晶面之魏斯氏記號如下.

$(n\bar{a} : \bar{b} : m\bar{c})$ .....(i)  $(-n\bar{a} : \bar{b} : m\bar{c})$ (ii)

$(-n\bar{a} : -\bar{b} : m\bar{c})$ (iii)  $(n\bar{a} : -\bar{b} : m\bar{c})$ (iv)

三種錐體之橫斷面,如圖150所示.

u.....單位錐之斷面,

m.....長軸錐之斷面,

b.....短軸錐之斷面.

三種錐面之娜蔓氏符號

分記如下.

(a)單位錐面之四類符號:

(i)mP'; (ii)m<sub>n</sub>P;

(iii)mP; (iv)m'P.

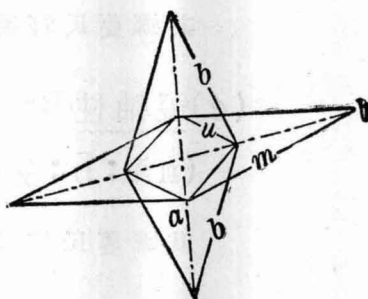
(b)長軸錐面之四類符號:

(i)mP'  $\bar{n}$ ; (ii)m<sub>n</sub>P $\bar{n}$ ; (iii)mP $\bar{n}$ ; (iv)m'P $\bar{n}$ .

(c)短軸錐面之四類符號:

(i)mP' $\bar{n}$ ; (ii)m<sub>n</sub>P $\bar{n}$ ; (iii)mP $\bar{n}$ ; (iv)m'P $\bar{n}$ .

第一百五十圖



(2) 三斜柱(Triclinic prisms) 與上下軸  $\bar{c}$  平行之

面有四,每相對之兩個面相等且平行(圖151).

柱面有左右之區別而無上下之區別

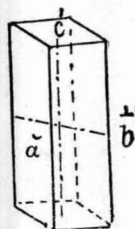
第一百五十一圖

別,亦有三種.其對  $\bar{a}$  軸及  $\bar{b}$  軸之關係

與錐面同(圖150參照).

(a) 單位柱(Unit prism) 其魏斯氏記

號為( $\bar{a} : \bar{b} : \infty \bar{c}$ )及( $\bar{a} : -\bar{b} : \infty \bar{c}$ ).



其娜蔓氏符號爲 $\infty P'$  及 $\infty' P$ .

(b) 長軸柱(Macro-prism) 其魏斯氏記號爲

$(\bar{a} : n \bar{b} : \infty \bar{c})$  及  $(\bar{a} : -n \bar{b} : \infty c)$ .

其娜蔓氏符號爲 $\infty P'_n$  及 $\infty' P_n$ .

(c) 短軸柱(Brachy-prism) 其魏斯氏記號爲

$(n \bar{a} : \bar{b} : \infty \bar{c})$  及  $(n \bar{a} : -\bar{b} : \infty \bar{c})$ .

其娜蔓氏符號爲 $\infty P'_n$  及 $\infty' P_n$ .

(3) 三斜底面(Triclinic domes) 共有二種.

(a) 長軸底面(Macro-domes) 此與長軸 $\bar{b}$ 平行,

與上下軸 $\bar{c}$ 及短

第一百五十二圖

軸 $\bar{a}$ 相交,有互相

平行之面兩對

(圖152, a 圖中之

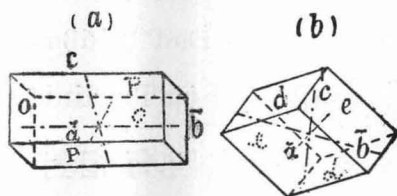
P, O). 其魏斯氏

記號爲 $(\bar{a} : \infty \bar{b} : m \bar{c})$  及  $(-\bar{a} : \infty \bar{b} : m \bar{c})$ .

(b) 短軸底面(Brachy-domes) 此與短軸 $\bar{a}$ 平

行,而與上下軸 $\bar{c}$ 及長軸 $\bar{b}$ 相交,亦有互相

平行之面兩對 (圖152, b 圖中之 d, e). 其



魏斯氏記號爲  $(\infty\check{a} : \check{b} : m\check{c})$  及  $(\infty\check{a} : -\check{b} : m\check{c})$ 。

底面之娜蔓氏符號:

(a)長軸底面  $\dots m'P_{\infty}$  及  $mP'_{\infty}$   $\dots$  前上及後下之底面。

$m,P_{\infty}$  及  $mP'_{\infty}$   $\dots$  前下後上之底面。

(b)短軸底面  $\dots m,P_{\infty}$  及  $mP'_{\infty}$   $\dots$  右上及左下之底面。

$m'P_{\infty}$  及  $mP'_{\infty}$   $\dots$  左上及右下之底面。

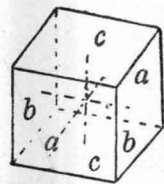
(4) 軸面 (Pinacoids) 共有三種(圖 153)。

(a) 長軸面 (Macro-pinacoids) 與上下軸  $\check{c}$  及長軸  $\check{b}$  平行而與短軸  $\check{a}$  相交, 故其魏斯氏記號爲  $(\check{a} : \infty\check{b} : \check{c})$ 。有前後兩面 (圖 153 之 a 面)。

其娜蔓氏符號爲  $\infty P_{\infty}$ 。

(b) 短軸面 (Brachy-pinacoids) 與 第一百五十三圖

上下軸  $\check{c}$  及短軸  $\check{a}$  平行, 而與長軸  $\check{b}$  相交, 故其魏斯氏記號爲  $(\infty\check{a} : \check{b} : \check{c})$ 。有左右兩面(圖 154 之 b 面)。



其娜蔓氏符號爲  $\infty P_{\infty}$ 。

(c) 底面 (Basal pinacoids) 與長短( $\check{a}$  及  $\check{b}$ )兩軸



平行,而與上下軸相交,故其魏斯氏記號爲 $(\infty\check{a} : \infty\check{b} : \check{c})$ .有上下兩面(圖154之c面).

其娜蔓氏符號爲。P.

(B)完面像之集體 三斜晶系之結晶形中其相平行之面爲同類,數僅有二,故必由各種面相結合然後能作集體.今例示二三之集體如下.

(1)斜長石(Plagioclase)之結晶(圖11之b及圖154).

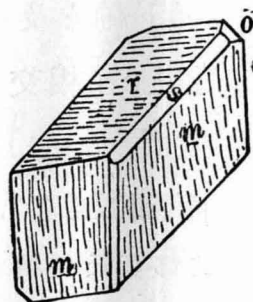
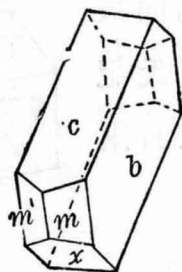
c面 $=(\infty\check{a} : \infty\check{b} : \check{c})$ ……底面

b面 $=(\infty\check{a} : \check{b} : \infty\check{c})$ ……短軸面

m面 $=(\check{a} : \check{b} : \infty\check{c})$ ……單位柱面

第一百五十四圖

第一百五十五圖



$m'$ 面 =  $(\check{a} : -\check{b} : \infty \check{c}) \dots$  單位柱面

$x$ 面 =  $(\check{a} : \infty \check{b} : c) \dots \dots \dots$  長軸底面

$o$ 面 =  $(\check{a} : \check{b} : c) \dots \dots \dots$  單位錐面

(2) 斧石(Axinite)之結晶(圖 155).

$m$ 面 =  $(\check{a} : \check{b} : \infty \check{c}) = \infty P'$   
 $m'$ 面 =  $(\check{a} : -\check{b} : \infty \check{c}) = \infty P$  } 單位柱面

$a$ 面 =  $(\check{a} : \infty \check{b} : \infty \check{c}) = \infty P_{\infty} \dots \dots \dots$  長軸面

$o$ 面 =  $(\check{a} : \check{b} : \check{c}) = P' \dots \dots \dots$  單位錐面

$r$ 面 =  $(\check{a} : -\check{b} : \check{c}) = P \dots \dots \dots$  單位錐面

$s$ 面 =  $(\check{a} : \infty \check{b} : 2\check{c}) = 2'P'_{\infty} \dots \dots \dots$  長軸底面

### 第八節 結晶之集合

結晶之集合

結晶之集合有規則的集合及不規則的集合兩種,茲分述之如下。

(I) 結晶之不規則的集合 結晶生成之際,若結

不規則的集合

晶之中心散漫不循一定之規律,一般在任意之方向集合而為不規則的排列者,稱曰結晶之不規則的集合。就其排列之狀態別之,有次之三種。

(1) 柱狀或纖維狀(Columnar or fibrous) 各個

柱狀  
或纖維狀

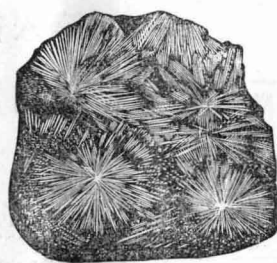
結晶作細長之柱相集合者曰柱狀集合。電氣石及角閃石有此種集合。着色圖第三版之輝銻礦(Stibnite),亦此例也。若柱狀細長,如纖維之集合,特稱曰纖維狀集合,例如石棉(Asbestos)即有此種狀態(圖156)。柱狀或纖維狀更細分為次之數種。

(a) 網狀(Reticulated): 柱狀或纖維狀結晶之各個向各方錯雜交叉如網者曰網狀。

第一百五十六圖



第一百五十七圖



(b) 星狀(Stellate)及放射狀(Radiated): 柱狀或纖維狀以一點為中心,向四方放射如星光之四射,故稱曰星狀。例如銀星石(Wavellite)即有此種狀態。

若柱狀或纖維狀結晶稍長者特稱爲放射狀(圖157)水晶及輝鎋礦其例也。

(2)片狀(Lamellar) 結晶如薄板或葉片相集合

**片狀**者曰片狀集合。例如石膏(Gypsum)及滑石(Talc)卽有此種狀態。片狀有直片狀(Straight lamellar)及曲片狀(Curved lamellar)之別。又薄片易剝離者曰剝離片狀(Foliated)。雲母其適例也。故又稱雲母狀(Micaceous)(圖22)。

(3)粒狀(Granular) 多數之結晶粒相集合者曰

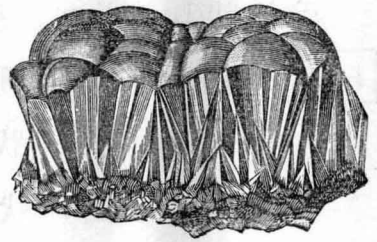
**粒狀**粒狀。粒之大者曰粗粒狀(Coarse granular)。粒之小者曰細粒狀(Fine granular)。粒之微小至肉眼難辨時曰極微粒狀(Impalpable)。粒狀石灰岩、粗粒狀集合之例也。細粒狀之例，則如赤鐵礦(Hematite)。極微粒狀之例，如閃鋅礦(Zincblende)。

粒狀之各粒，肉眼能明認者爲顯晶質(Phanocrystalline)。否則爲潛晶質(Crypto-crystalline)。

**外狀**不規則的集合若就其外形區別之有次舉之各種狀態。

- (1) 腎臟狀(Reniform) 外狀作腎臟形。內容排列多爲放射狀或爲同心片狀(Concentric lamellar)。赤鐵礦有此外狀(圖158)。

第一百五十八圖



- (2) 葡萄狀(Botryoidal) 多數圓球相集，狀如葡萄叢，故名。例如褐鐵礦(Limonite)有此種外狀(圖159)。此外玉髓亦具此狀。

- (3) 乳房狀(Mammillary) 此狀與前者相似，其凸起稍高大者，特稱之爲乳房狀，孔雀石(Malachite)其適例也。

- (4) 球狀(Globular) 此作球形相集合者也。一般附着於岩石之表面。玉滴石(Hyalite)有此種外狀。

第一百五十九圖



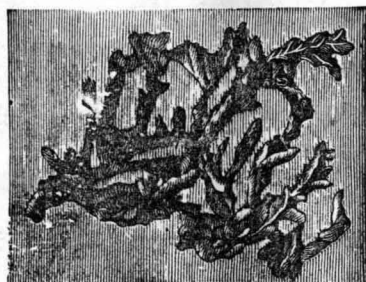
- (5) 結核狀(Nodular) 此狀大體爲圓形而稍長。玉滴石亦有此例。

(6) 杏仁狀(Amygdaloidal) 此球狀或結核狀之礦物，散點於岩石中之狀態也。

(7) 樹枝狀(Dendritic)

第一百六十圖

此狀如樹枝者也。  
自然銀，自然銅(圖160)等皆有此狀態。



(8) 珊瑚狀(Coralloid)

第一百六十一圖

白色樹枝狀之相集合者，狀如珊瑚，故名。霰石(Aragonite)之一種，其適例也。



(9) 苔狀(Mossy) 此外觀似蘚苔之狀態也。

(10) 毛狀(Filiform or Capillary) 此狀如絲或毛髮之細長者相集合之狀態也。針銀礦(Millerite)，毛礦

(Jamesonite)赤銅礦(Cuprite),自然銀(圖161)等皆有此種狀態。

(11)針狀(Acicular) 此細長如針且極堅固之狀態也。輝銻礦亦具此狀。

(12)鐘乳狀(Stalactitic) 此礦物下垂作圓柱狀或延長為圓錐狀之謂也。石灰洞中之鐘乳石(Stalactite)是其適例。

上舉十二種狀態不盡限於結晶之礦物始有之。非晶質礦亦多具此等狀態,例如滴石,孔雀石(Malachite)等皆非晶質礦物也。

(II)結晶之規則的集合 結晶之規則的集合有兩種即(1)平行連晶及(2)雙晶是也。

(1)平行連晶(Parallel growth or parallel grouping) 兩個以

平行連晶

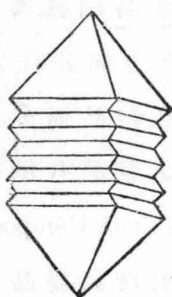
上之結晶相結合,其各個結晶體之相當方向互在平行之位置時,稱此集合曰平行連晶。若結晶個體之數多且密接時則結晶面表現如條紋(striation),是謂振動的集合(Oscillatory combination)。

(例1)圖162為明礬之平行連晶,各結晶個體其相當之面皆互相平行。

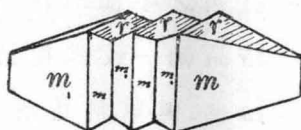
(例2)圖163為砷硫鐵礦(arsenopyrite)之平行連晶,各結

晶個體其相當之  $m$  面,  $m_1$  面, 及  $r$  面等各互相平行。

第一百六十二圖



第一百六十三圖

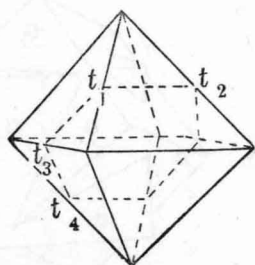


(2) 雙晶(Twin) 同種結晶之二個體中其一個

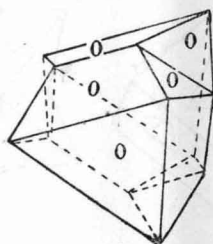
**雙晶**

體對他個體規則的迴轉至一定角度之位置而相結合者,稱曰雙晶。今舉例說明之。圖164之正八面體若沿  $t_1 t_2 \dots$  等線截為兩半,其一半對他一半為百八十度角之迴轉,即得圖165所示之雙晶。

第一百六十四圖



第一百六十五圖





雙晶軸及雙晶面

雙晶有雙晶軸(Twinning)及雙晶面(Twinning plane), 結晶之一個體對他個體為迴轉時必有迴轉軸 (Axis of rotation), 此迴轉軸之方向即雙晶軸也, 與雙晶軸作直角之平面曰雙晶面, 雙晶軸之方向非任意的, 或與結晶軸一致或與結晶面垂直, 且結晶面多為基形之面也, 但單斜晶系及三斜晶系之雙晶有例外者即雙晶面不必限於結晶面, 有所謂接合面(Composition plane)

接合面

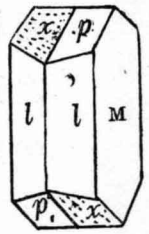
者雙晶兩半部相接合之面也, 有時與雙晶面一致有時與雙晶面直交。

雙晶有次之數種類。

(a) 接合雙晶(Contact-twins) 此依第一百六十六圖

接合雙晶

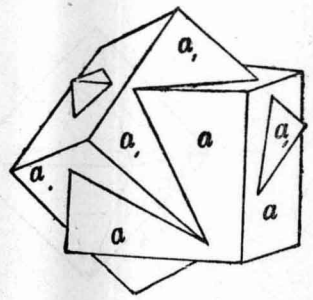
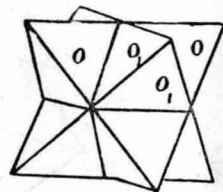
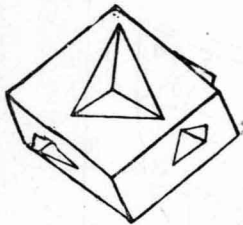
雙晶面或接合面而接合之雙晶也, 例如石膏之燕尾雙晶, (圖 18 b), 尖晶石雙晶, (圖 165) 及正長石雙晶(圖 166)等是也。



第一百六十七圖

第一百六十八圖

第一百六十九圖



(b) 透入雙晶(Penetration-twins) 此二個結晶個體互相貫穿而結合之雙晶也。例如斜方沸石(Chabazite)雙晶, (圖167) 螢石雙晶(圖169)。

透入雙晶

如圖168所示,同種半面像之正負兩個體互相貫穿而結合之透入雙晶,特稱為補缺雙晶(Supplementary twin)。因該半面像所缺少之對稱面能由此種雙晶恢復也。

補缺雙晶

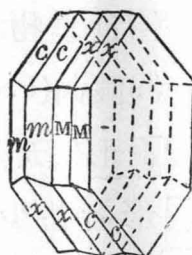
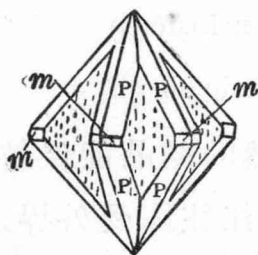
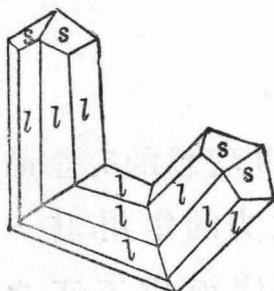
(c) 反覆雙晶(Repeated-twins) 二個以上之結晶個體循同樣之雙晶結合法再三作連晶者稱曰反覆雙晶。例如金紅石(Rutile)雙晶(圖170),白鉛礦(Cerussite)雙晶(圖171),

反覆雙晶

第一百七十圖

第一百七十一圖

第一百七十二圖



斜長石(Plagioclase)雙晶(圖172)等是也。

反覆雙晶有兩種。

聚片雙晶

(i) 聚片雙晶(Polysynthetic twins) 此雙晶面皆相平行者也。結晶個體為極薄片，結晶面或劈開面上現有平行條紋。三斜長石(Triclinic feldspars)多此類雙晶。(圖172)

輪式雙晶

(ii) 輪式雙晶(Cyclic-twins) 此雙晶面不相平行，雙晶軸似作多角形之反覆雙晶也。例如金紅石雙晶，(圖170)，白鉛礦雙晶(圖171)等是也。

### 第九節 結晶之不完全

結晶之不完全

結晶之不完全得別為次舉之五項說明之。

- (1) 歪形(Variations of forms and dimensions)
- (2) 結晶面之不整(Imperfections of crystal faces)
- (3) 面角之變化(Variations of interfacial angle)
- (4) 包裹物(Inclusions)
- (5) 假晶(Pseudomorph)

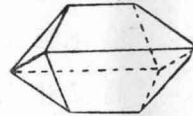
(1) 歪形 天然的結晶能保持其理想的完全晶

歪形

形者甚少，往往因受外界之力的作用，其一部分之生長較他部分為發達而成不正之晶形，即所謂歪晶 (Distorted crystals) 者是也。

例如水晶之理想的整形  
(圖54, a)常因受外力作  
用變為歪形。(圖54, b及c).  
又如正八面體之整形有

第一百七十三圖



時向平行之二稜方向發育,變為圖173所示  
之歪形;磁鐵礦,螢石等即有此例。

歪形有兩種。(i)為不規律的歪形,全失其幾何學的對稱者也,例如圖54之b及c是。(ii)為對稱的歪形,即雖為歪形,尚能保存其幾何的對稱面也;例如圖173之晶形為正八面體之歪形,恰如斜方晶系之 $mP\infty$ 及 $mP\infty$ 之集體也。

(2) 結晶面之不整 天然結晶面多因受二次的作用

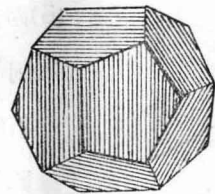
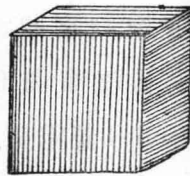
結晶  
面之  
不整

而生凹凸,條紋及彎曲,不如理想的結晶面之平滑。下舉之三項,結晶面之不整之最普通現象也。

第一百七十四圖

(a)

(b)



(a) 條線(Striation)

條線

結晶面上常現有無數之微細平行線,稱之曰條線。此種現象起因於振動的集合或反覆雙晶也。黃鐵礦之立方體結晶,及五角十二面體結晶面上之條

線, (圖 174, a 及 b) 基因於振動的集合者也。石英柱面之水平條線, 亦基因於菱面及柱面之振動的集合。至長石之軸面上之垂直條線, 則由反覆雙晶而生之現象也。

(b) 腐蝕像及其他象紋 結晶面受化學的腐蝕, 其結果生種種之凹凸及象紋, 方鉛礦 (Galena) 白鉛礦等其顯著之例也。此外鋼玉, 尖晶石 (Spinel), 水晶等亦常呈此種現象。

腐蝕像

又結晶之際, 因材料之不足因生此種相似之現象者, 例如岩鹽 (Rock salt) 之晶面有四角階梯狀之凹形者 (圖 24) 是也。硫黃錐面之三角階梯狀凹形亦同理。

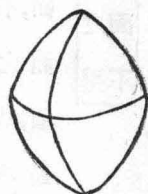
(c) 面之彎曲 此有種種原因, 分舉之如下。

面之彎曲

(i) 因振動的集合者。水晶其例也。晶面彎曲至柱面與菱面無從區別。

第一百七十五圖

(ii) 因分子配列之狀態者, 金剛石其例也。晶面微帶圓形 (圖 174)。又白雲石 (Dolomite), 菱鐵礦 (Siderite) 之菱面體結晶彎曲如鞍狀者, 亦屬此例。



(iii) 因機械的作用者, 電氣石 (Tourmaline) 綠柱玉 (Beryl) 其例也。柱狀之結晶受機械的作用, 橫斷作多數之薄片, 各片位置微有變動, 故晶面彎曲。

(圖176).

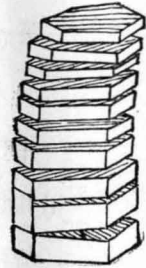
第一百七十六圖

## (3)面角之變化 因歪形及結晶面之

面角  
之變  
化

不整,有時能使面角生多少之變化。又結晶生成之際,常因熱或壓力之作用,或又因含有不純物而生面角之變化者。例如方解石由  $0^{\circ}\text{C}$ . 熱至  $100^{\circ}\text{C}$ . 則菱面體之角度減小八分

三十七秒。霏石 (Aragonite) 由  $21^{\circ}\text{C}$ . 熱至  $100^{\circ}\text{C}$ . 則其柱面角減少二分四十六秒(第一章第十六節參照)。



## (4)包裹物 結晶之透明度,常因結晶中含有不純物而

包裹物

低減。此中不純物,有因結晶之際母液中先含有不純物者,有因結晶生成之後,受化學的變化,內部之一部變為異種物質者。包裹物者,不究其原因為何,凡結晶內部含有之異種物質皆是也。包裹物在結晶中為極普通之現象,有氣體,有液體,有固體等種種。就其大小程度而言,有肉眼能認識者,有用顯微鏡始能辨明者。

## (a)液體及氣體包裹物 (Liquid and gas inclusions) 若

液體及氣體  
包裹物

包裹物為液體則其屈折率一般小於固體之屈折率,故液體之周圍呈暗色。又若液體中有氣體則同樣氣體珠之外緣亦呈暗色。故容易認明。氣體在液體中多為可動性,尤易認知。包裹物之

液體多係水，又含有結晶之母液或既液化之二氧化碳者，亦不少。氣體之包裹物則多係碳酐(CO<sub>2</sub>)。

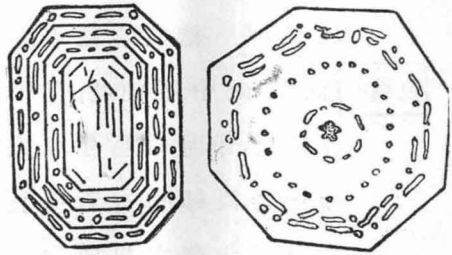
包裹物應存在之空隙既空虛，且與結晶形相同者，特名之曰空晶(Negative crystal)。

(b)固體包裹物(Solid inclusions) 固體包裹物之種類甚多，其大小程度亦種種不一。其排列模樣有循一定規則呈

固體  
包裹  
物

對稱之現象者，亦有作不規則的排列者。磁鐵礦常作包裹物存各種礦物中。石英則常包裹

第一百七十七圖 第一百七十八圖



他種物質。作包裹物存石英中之礦物如綠泥石(Chlorite)，電氣石，金紅石(Rutile)，赤鐵礦，石棉等。所謂草水晶者含有纖維狀礦物為包裹物者也。

固體包裹物之排列有循一定規則保有結晶面之對稱關係者，例如輝石包裹物，(圖177)白榴石(Leucite)包裹物(圖178)等是也。

(5)假晶 礦物之結晶各具有其特有之晶形。但有時與

假晶

某種結晶同晶形而化學成分則全異者，且其內部

構造亦不成爲結晶之個體，乃粒狀物質或非晶質。此種現象稱曰假晶。例如石英之結晶形原屬六方晶系，但石英質被覆螢石之外部，則生石英質之螢石假晶 (Quartz after fluorite)，即呈立方體形之石英也。又如高嶺土質之長石假晶 (Kaoline after feldspar)，呈黃鐵礦晶形之褐鐵礦，呈赤銅礦 (Cuprite) 晶形之孔雀石 (Malachite) 等，皆假晶也。

## 第四章 礦物之產狀，生成，變化及分類

### 第一節 礦物之產狀

礦物之  
產狀

礦物之產出狀態之研究屬之鑛床學 (Ore deposits)，應用地質學之一重要分科也。天然產出之礦物，有如石英長石分布極廣世界到處皆有者。有與某種礦相伴而產出者。有多種礦物相集合而產出，作種種之構造其外觀亦呈種種狀態者。有特種礦物限於一定地方始產出者。又有限於一定之地質時代分布極廣者。此等皆歸本節分項詳述之。

(I) 共生 (Paragenesis) 二種以上之礦物，因成因的

共生 關係，物理的關係或化學的關係；常共同產出



之現象，稱曰共生。此在礦床學上極重要之現象也。例如雞冠石(Realgar)常與雄黃(Orpiment)共生，紅鋅礦(Zincite)常與鋅鐵礦(Franklinite)共生，赤銅礦(Cuprite)，藍銅礦(Azurite)及孔雀石亦常共生等是也。此皆因化學成分有密切之關係故也。

又火成岩(Igneous rocks)中之成分礦物亦為共生。例如由石英，正長石雲母(Mica)三礦物之共生，構成花崗岩(Granite)。此因三礦物生成之時及溫度等有密切之關係也。

(II) 分布 由地理學上之分布言之，例如易溶解於水之分布礦物必產於氣候乾燥之地方，彼南美洲產之智利硝石其適例也。石英則世界到處皆有，俯拾即是。至金銀礦則限於一部分地方始有之，又如紅鋅礦之分布地域尤狹。故論礦物之地理的分布，可謂之計其分布區域之廣狹也。

次由地質學上之分布言之，作某種岩石之主成分礦物，在該岩石發達地域產量自多。若為副成分礦物則產量少。又地質時代與礦物之分布亦有密切之關係，例如磁鐵礦在各地質時代之岩石中皆產之；石榴石則限於第

三紀(Tertiary)之玄武岩(Basalt)之一種,即白榴岩(Leucite)中始產之。

(III) 礦物之集合體(Mineral aggregates) 礦物之集

**礦物** 集合體大別之爲(1)岩石(2)礦床之兩大類。

**集合** (1)岩石(詳見第二卷地質學岩石篇)。

**體** (2)礦床 礦床(Ore deposit)者含有一種或二種

以上之有用礦物之礦物集合體也。狹義的

**礦床** 言之含有有用金屬礦物者爲礦床。廣義的

言之,則不論其爲金屬,或非金屬含有有用

礦物者爲礦床。例如岩鹽寶石等是也。但石

油煤炭等之礦產燃料,不能稱礦床。

**礦石** 由礦床採取之主要礦物或礦物集合體

名曰礦石, (Ore) 即吾人在礦床中欲採取之

目的物也。更詳言之則礦石者可採取及製

鍊之有用礦物或礦物集合體也。

**脈石** 礦床僅由一種礦物構成者甚少。通常之

礦床皆二種以上之礦物集合體也。構成礦

床之礦物中,礦石之外,尙有無採取價值之

礦物,是爲脈石(Gangue mineral, vein-stuff)。脈

石之最普通者爲石英及玉髓，其次爲方解石，又其次爲重晶石(Barite)螢石。其他石膏，長石類(Feldspars)，輝石類(Pyroxene)，角閃石類(Amphibole)，柘榴石(Garnet)，綠簾石(Epidote)絹雲母(Sericite)，綠泥石(Chlorite)等有時亦作重要之脈石。

**礦苗**

礦床露出地表之部分，名曰露頭(Out crop)或稱礦苗。礦床概由露頭髮見者也。

**礦山**

礦床所在地名曰礦山(Mine)。初在礦山中探礦(Prospecting)，探得礦床後，則從事探礦(Mining)。探得礦石後，有選礦製鍊等。皆礦山事業也。其方法各有專書論之。

礦床由其外形區別之如下。

**礦床分類**

(a) 地下礦床

(i) 正規礦床(Regular ore deposit)

( $\alpha$ ) 礦脈(Vein)

( $\beta$ ) 礦層(Bedding)

(ii) 不正規礦床(Irregular ore deposit)

( $\alpha$ ) 大塊狀……礦株(Stock)……

礦染(Impregnation)

(B)小塊狀……礦巢(Nest)……

礦囊(Pocket)

(b)地上礦床

(i)殘滓礦床(Residual ore deposit)

(ii)沖積礦床(Alluvial ore deposit)

## 第二節 礦物之生成

礦物之生成

天然礦物之生成大體與結晶之生成相同，即由熔融昇華溶液三法而生成

也(第三章第一節參照)。

(I) 由氣體狀態生成之礦物名曰氣成礦物。(Pneumatogenetic minerals) 此生成法又細分三種，

氣成礦物

(A) 由直接昇華生礦物者 例如氯化鈉，氯化鉀，氯化銨 (Ammonium chloride) 等直接分解而作鈣，鎂，鋁等之氯化物，或作鉛，銅，鎳，錫等之氯化物是也。又硫黃，雞冠石(Realgar)，雄黃(Orpiment)亦屬此例。

(B) 水蒸氣與他種氣體互相作用間接生礦物者  
 例如氯化物與水蒸氣相作用生無水氧化物及氫氯酸是也。磁鐵礦，赤銅礦，尖晶石 (Spinel)

即屬此例。

其化學反應式爲  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}$ 。

此外之例尚多。如由硅氟化物，硅氯化物，生石英及磷石英 (Tridymite)；由氯化鈉生氫氧化鈉(苛性梳打, Sodium hydroxide or caustic soda)；由二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ ) 生碳酸鹽 (Carbonates) 類等是也。

又硅氟化物，硅氯化物，與水蒸氣相作用而生成之礦物有玻璃長石，白榴石 (Leucite) 角閃石，雲母，方鈉石 (Sodalite)，柘榴石，鋇硅石 (Zircon)，梘礦 (Titanite) 硅鈣石 (Wollastonite)，鈣鋁硅石，輝石，紫蘇輝石 (Hypersthene) 等。

(C) 水蒸氣或其他氣體作用於周圍之岩石而生新礦物者，此項之例應歸次節『礦物之變化』內述之。

(II) 由溶液生成之礦物名曰水成礦物 (Hydrogère minerals) 由冷泉，溫泉，淡水及鹹水中之溶解物

水成  
礦物

生成之礦物皆屬此類。其生成法又細分爲四。

(A) 由直接蒸發而生礦物者 水溶液因蒸發而漸濃厚，最後其中之溶解物乃結晶而出。易溶解於水之礦物爲碳酸鹽類，硫酸鹽類，氫氧化物及氧化物等。例如方解石，霰石

(Aragonite),白雲石(Dolomite),菱鐵礦(Siderite),  
鋅華 (Zinc bloom or hydrozincite), 雀石,藍銅礦  
(Azurite),重晶石(Barite),螢石(Fluorite)等是也。

大多數之硫化物皆能溶解於鹼性溶液,故由此  
等溶液生成氧化物礦物。

(B) 由酸化作用(Oxidation)或還元作用(Reduction)而生  
礦物者 例如含有二氧化碳之水中溶解有碳酸  
鐵,酸化之後,生褐鐵礦(Limonite),又鋅或鉛之硫酸  
鹽還元爲閃鋅礦及方鉛礦等是也。

(C) 由沈澱而生礦物者

(1) 由地下泉沈澱而生之礦物 地下泉水中溶  
解有多量之礦質,湧出地表後,即沈澱生礦物。  
例如碳酸鹽有石灰華(Calc sinter),方解石,霰石,  
菱鐵礦等,硅酸鹽類有硅華(Siliceous sinter),  
蛋白石,石英,玉髓等。硫黃及硫化物類有辰  
沙(Cinnabar),雞冠石,雄黃,輝銻礦,方鉛礦,此外  
如褐鐵礦等皆是也。

(2) 由河流水澱沈而生之礦物 河流水中溶解  
物之大部分爲鈣,鈉,鎂,鉀之碳酸鹽,硫酸鹽,氯  
化物,及多量之二氧化硅,此等化合物於河水  
未流入海之先,大部分沈澱爲礦物。

(3) 由海洋沈澱而生之礦物 例如碳酸鈣及白雲石海水中之化學的沈澱物也。海綠石 (Glauconite) 則生於波浪影響不能及之海底。格利西亞 (Galicia), 亞爾沙斯 (Alsace) 及其他地方之岩鹽, 鎂鉀之氯化物, 硫酸物及石膏之厚層; 皆海洋之沈澱物也。

(4) 由湖水沈澱而生之礦物 由湖水沈澱者有鈉鹽, (梳打, Soda) 碳酸鹽 (Carbonate), 及硼酸鹽 (Borate) 等, 又藍鐵礦 (Vivianite) 亦有在湖底沈澱者。

#### (D) 由有機物之作用而生之礦物

(1) 霏石及方解石 貝殼一部分堆積為霏石, 一部分堆積為方解石, 又石灰藻類吸收碳酸 ( $\text{CO}_2$ ), 沈澱而生石灰。淡水之泥灰岩 (Marl) 之一部亦由藻類堆積而成。

(2) 白雲石 白雲石在海水中比較的難溶解, 故易沈積。珊瑚雖多為霏石; 但珊瑚岩則多為白雲岩, 其理由有二。(i) 作珊瑚島之材料含有鎂質之藻類多於珊瑚。(ii) 碳酸鈣易溶解於海水中與鎂相交代。

(3) 褐鐵礦 一部分由藻類之作用而生。

(4) 二氧化硅 二氧化硅為硅藻海棉及放射蟲

等所吸收，死後成硅藻土(圖179)。又溫泉藻類沈澱生硅華。

- (5) 黃鐵礦白鐵礦 由有機物之分解生一種溶液，由此溶液之作用有生黃鐵礦(Pyrite)及白鐵礦(Marcasite)者。

第一百七十九圖



- (6) 磷礦 骨及特種之

貝殼賦有磷酸分者由二次的變化生磷礦。又鳥糞中富有磷分者浸潤地中，與石灰岩相交代。

- (7) 硝石 (Nitre) 此有由硝化細菌 (Nitrified bacteria) 之作用而生者。

(III) 由熔融狀態而生之礦物名曰火成礦物。(Pyrogene minerals) 作火成岩之成分而產出之初生火成礦物 (Primary minerals) 皆屬此種。例如花崗岩中之石英，長石，雲母及輝石，角閃石，白榴石，霞石 (Nepheline)，方鈉石，柘榴石，榭礦 (Litanite)，鋇硅石 (Zircon)，磷鈣石，磁鐵礦，黃鐵礦 (Pyrite) 磁硫鐵礦 (Pyrrhotite) 等皆是也。



## 第三節 礦物之變化

礦物之 變化
-----------

天然礦物生成後常受外界之種種作用而生變化;或變其形,或變其色,或變為他種礦物,或化為一種溶液。

(I) 露天化 礦物常受空氣中之氧素,二氧化碳,

露天化
-----

水分,或含有二氧化碳之作用而變化者。此種變化名曰簡單露天化。(Simple weathering),又含有礦質之溶液,作用於他種礦物而使之變化者,此名複雜露天化 (Complicated weathering)。例如角閃石,輝石為含鐵鎂之硅酸鹽類 (Silicates),因風化作用,變為綠泥石(Chlorite)蛇紋石 (Serpentine)是也。

長石含鉀及鋁之硅酸鹽也,因風化作用變為高嶺土。(鋁之硅酸鹽, Kaoline) 又含有長石角閃石之岩石常因風化生綠簾石 (Epidate),鐵鋁鈣之含水硅酸鹽也。鎂之碳酸溶液作用於方解石,則生白雲石。鐵之碳酸溶液作用於方解石則生菱鐵礦。

(II) 脫水作用 (Dehydration) 礦物含有結晶水 (Water of

脫水 作用
----------

crystallization)者,在空氣中乾燥後失去結晶水之作用,名曰脫水作用。例如石膏結晶之分子式為 $(\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O})$ ,

透明體也，因脫水作用變為不透明之硬石膏(Anhydrite)。

(III) 潮解(Deliquescent) 有礦物在大氣中吸收水分因失去

**潮解** 其固有形狀或化為溶液者，此現象名曰潮解。例如岩鹽是也。

(IV) 熱化學作用 此種變化起於火口(Crater)及火成岩與

**熱化學作用** 水成岩之接觸部分。火成岩迸發時或火口爆發時發生種種氣體如硫黃蒸氣，硫化氫( $H_2S$ )等作用於附近之礦物而使之變化。

(V) 光及壓力之作用 例如鎳華(Nickel bloom)，鈷華(Cobalt

**光及壓力** bloom)，淡青色及淡紅色之礦物也，曝之日光中變為白色。又螢石，黃玉，紫水晶，薔薇水晶，等久曝之則漸失其色。紅色之雞冠石化為黃色之粉末，亦光之作用也。

水成岩之碎片岩受壓力作用化為結晶質礦物構成之結晶片岩。例如紅柱石(Andalusite)，硅綠石(Sillimanite)，絹雲母(Sericite)等即由壓力作用生成者也。

(VI) 假晶 礦物有由前章所述假晶之作用而起變化者。

**假晶** 例如由輝石變為烏拉石(Uralite)，由方解石變為霰石，由霰石變為方解石，由單斜硫黃變為一斜硫黃等之現象，名曰變性假晶(Paramorphose)。此物質不變化，唯分子構造變化者也。又名物理的假晶(Physical pseudomorph)。

化學成分一部分變換者，名曰交換假晶(Alteration pseudomorph)，又名化學的假晶(Cheical Pseudomorph)。

例如方鉛礦變為氯鉛礦 (Pyromorphite), 方解石變為異極礦 (Calemine) 之類是也。

物質全體變換者名曰變質假晶 (Substitution pseudomorph), 又名充填假晶。例如銅作霰石之假晶, 岩鹽作石膏之假晶之類是也。

#### 第四節 礦物之分類

**礦物之分類** 一般之礦物學專書皆依化學的分類法而為分類。列舉之如下。

##### 第一部 元素礦物部 (Class I: Elements)

第一類 非金屬礦物類, (Non-metals)……例如金剛石。

第二類 脆金屬礦物類, (Brittle metals)……例如砒, 鉍。

第三類 金屬礦物類, (Metals) ……………例如金銀等。

##### 第二部 硫化礦物部 (Sulphides)

第一類 硫化脆金屬類, (Sulphides of brittle metals) 例如雞冠石 ( $As_2S_3$ ) 輝銻礦 ( $Sb_2S_3$ )。

第二類 硫化金屬類, (Sulphides of metals) 例如方鉛礦 ( $PbS$ ) 閃鋅礦 ( $ZnS$ ) 等。

##### 第三部 硫鹽礦物部 (Sulpho-salts), 例如脆銀礦 (Stephanite, $Ag_5SbS_4$ ) 等。

##### 第四部 鹵石礦物部 (Haloid salts), 例如岩鹽, 螢石等。

##### 第五部 氧化礦物部 (Oxides)

第一類 無水氧化物 (Anhydrous oxides), 例如石英, 紅鋅礦

(Zincite)等。

第二類 含水氧化物(Hydrous oxides),例如褐鐵礦。

第六部 碳酸鹽礦物部(Carbonates),例如方解石,白鉛礦(Cerussite)等。

第七部 硅酸鹽礦物部(Silicates)

第一類 複硅酸鹽類(Polysilicates),例如長石,

第二類 異硅酸鹽類(Metasilicates),例如白榴石。

第三類 正硅酸鹽類(Orthosilicates),例如柘榴石。

第四類 次硅酸鹽類(Subsilicates),例如電氣石。

第八部 鎢酸鹽礦物部(Titanates),例如柎石。

第九部 鈮酸鹽礦物部(Niobates),例如哥倫布石。[Columbite,  $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})_2 \text{O}_6$ ]

第十部 磷酸,砒酸,銻酸等礦物部, (Phosphates, Arsenates, vanadates, Antimonates, Nitrates)例如磷鈣石,褐鉛礦(Vanadinite),鉛華,鎳華,硝石等。

第十一部 硼酸礦物部(Borates),例如方硼礦(Boracite)。

第十二部 鈾酸礦物部(Uranates),例如瀝青鈾礦, (Uraninite or pitchblende)。

第十三部 硫酸鹽礦物部(Sulphates, Chromates, Tellurates)。

第一類 無水硫酸鹽(Anhydrous sulphates),例如重晶石。

第二類 食水硫酸鹽(Hydrous sulphates),例如石膏,胆礬(Vitriol)等。

第十四部 鎢酸礦物部 (Tungstates, Molybdates), 例如 鎢錳鐵礦 (Wolframite).

第十五部 有機化合物部 (Hydrocarbon or organic compounds), 例如 煤炭, 石油, 琥珀等。

**本書採用  
之分類法**

本書採用之分類法, 分礦物為金屬, 非金屬, 稀有元素化合物, 及有機物之四大部。茲列舉之如下。

**(I) 金屬礦物 (Metallic minerals)**

礦石類 (Ores and their allied minerals)

(1) 貴金屬礦物類 (Ores of noble metals)

(2) 展性金屬礦物類 (Ores of malleable metals)

(3) 脆性及揮發性金屬礦物類 (Ores of brittle and volatile metals)

(4) 脆性及難熔性金屬礦物類 (Ores of brittle and difficult fusible metals)

**(II) 非金屬礦物 (Non-metallic minerals)**

(1) 脈石類 (Vein stones or gangue materials)

(2) 有用礦物類 (Useful minerals)

(3) 寶石及裝飾石類 (Gems and ornamental stones)

(4) 造岩礦物 (Rock forming minerals)

(a) 主成分礦物 (Essential minerals)

(b) 副成分礦物 (Accessory minerals)

(c)接觸礦物(Contact minerals)

(d)再生礦物(Secondary minerals)

[III] 稀有元素礦物(Miscellaneous rare minerals)

[IV] 有機礦物(Organic compounds)

## 礦 物 學 通 論 終

# 地質礦物學

## 第二篇

### 礦物學各論

#### 第一部 金屬礦物

#### 第一類 貴金屬礦類

#### 第一項 鉑礦及鈱礦

##### (1) 鉑(Platinum, Pt)

**性質** 鉑之結晶屬等晶系,但多作細粒狀,鱗片狀。銀白色,有伸引性及展性。耐熱,不受化學藥品之侵蝕。硬度爲 4 至 4.5。比重 = 17. - 22。

**用途** 硬度比重皆優於金,故價高於金。用製裝飾品及電氣上及化學上用諸器具。

**產地及產狀** 天然鉑多發見於砂礦床 (Placer) 及河濱砂礫中,與砂金相伴。亦有少量產於鹽基性火成岩中者,例如橄欖岩。產地以俄國之烏拉山爲最有名。此外如澳洲 (Australia) 及太平洋沿岸各國亦產鉑。

(II) 銻銻礦(Iridosmine, Ir 及 Os)

**性質** 此礦屬六方晶系。通常作粒狀與砂金砂鉑共發見於砂礦床。錫白色，易誤認為鉑，但底面之劈開完全且質稍脆可以與鉑區別。硬度 = 6-7。比重 = 19.3 - 21.12。

**產地及產狀** 與鉑共產於砂礦床中。產地如烏拉山，南美之巴西，美國之加利福尼亞州 (California) 南<sub>洋</sub>之婆羅洲 (Borned) 等地，皆有名。

## 第二項 金礦

(I) 天然金 (Native gold, Au)

**性質** 金屬等軸晶系，常作正八面體之小結晶。通常多小粒狀，針狀，葉片狀及樹枝狀。色與條痕均呈金黃色，極美觀。硬度 = 2.5-3。比重 = 15.5-19.3。

**試金法** 天然金常含有少量之銀。銀分少者其色金黃，銀分過多，則色較淡。試金之法，用試金石檢其條痕，更以硝酸滴條痕之上，若不消滅者即為真金。

**天然金之種類** 天然金有山金 (Mountain gold) 及砂金 (Placer gold) 兩種。產於礦脈中者曰山金，多含石英脈石內，肉眼不易辨，但碎此石英脈石為粉末，置碗中，以水淘汰之，則石英粉輕於金之細



粒，隨水流去，金粒則沈集碗底（着色圖第四版第一圖，a）。

砂金產於河岸或海岸之砂礫中，此乃山金由露天化及水蝕等之天然作用，碎成粉粒，又因流水之淘汰作用遂集積於一地域也。砂金中常混有略具圓形之金塊，特稱之曰塊金（Nuggets）（着色圖第四版第一圖，b）。

**金之製鍊法** 採得山金後，用水車或機械之力搗礦石於水中成粉末，然後混以汞使作金汞之合金汞膏（Amalgam）。集此汞膏熱之，汞遂蒸發，因得純金。此製鍊法名曰混汞法（Amalgamation process）或又將礦石搗成碎片，浸精酸鉀溶液中，則金溶解。後加入鋅片，金遂化為黑色之沈澱物，因附着有鋅故也。集此黑沈澱物於爐中熔之，得黃金。此方法謂之精化法（Cyanide process）。

**用途** 金之色及光澤均美麗，不生銹，亦不易為藥品所腐蝕；且產額少，故古來珍貴之，用製裝飾品及造貨幣。但質過軟為金之缺點，故用時混少量之銀或銅作合金用之。裝飾品罕有用純金者。

**產狀及產地** 天然金多產於貫穿花崗岩及片狀岩之石英脈中，或產於通流此等岩石之河岸砂礫中。又產金地附近之砂地亦產之。亦有產於礫岩或砂岩中者。又多數之火山岩亦產少量之金，與黃鐵礦共生。

主要產地為南斐洲之杜蘭斯窪(Transvaal)地方，號稱世界第一。其次為美國，其次為澳洲，又其次為俄國之西伯利亞。我國之產金地決不少，砂金尤多，如東三省蒙古，西藏，新疆，四川，雲南皆號稱有名之產金地，惜未開採及發見耳。既知之砂金地即直隸一省亦不下數十所。其餘各省或多或少，皆有產金地也。

(II) 針狀碲金礦[Sylvanite,  $(Au Ag)Te_2$ ]

**性質** 本礦物屬單斜晶系，但多塊狀及樹枝狀。銀白色或鋼灰色。條痕亦為鋼灰色。有金屬光澤。此礦通常含金百分之二十四半，含銀百分之十三、四。硬度 = 1.5 - 2。比重由 7.9 - 8.3。

**產地及產狀** 本礦物與他種碲化物，天然金，灰銅礦，黃鐵礦，硫鉬礦(Molybdenite)，螢石，石英等共生於礦脈中。產地甚少。美國，加拿大，澳洲等地稍產之。

## 第三項 銀礦

## (I) 天然銀 [Native silver, Ag]

**性質** 天然銀多作粒狀, 針狀, 樹枝狀 (圖 162) 產出。銀白色, 條痕亦呈銀色, 光澤甚強, 通常表面變化為灰褐色, 有伸引性及展性, 硬度 = 2.5 - 3, 比重 = 10.1 - 11.1。

**用途** 銀之色及光澤均美麗, 用途較金尤廣, 製造裝飾品貨幣之外, 醫學上用器械, 化學藥品等之製造需銀甚多。

**產狀及產地** 天然銀多發見於石英脈或方解石脈中, 其他岩石中有礦脈者亦稍產之, 共生礦物有各種銀礦, 天然銅, 及硫化礦, 例如方鉛礦, 黃鐵礦, 輝銻礦, 灰銅礦等, 產地極普遍, 不能一一舉也。

(II) 輝銀礦 [Argentite, silver glance,  $\text{Ag}_2\text{S}$ ]

**性質** 輝銀礦屬等軸晶系, 多正六面體及正八面體之結晶, 通常作塊狀產出, 質軟可以刀切, 色灰黑, 有金屬光澤, 純潔者有展性, 硬度 = 2 - 2.5, 比重 = 7.20 - 7.36。

**產狀及產地** 輝銀礦與其他銀礦, 金屬硫化礦, 及鈷

礦銀礦等共產於礦脈中。石英脈石有黑色斑點或條紋者即此礦物也。產地極普遍。世界各銀礦山大都產之。有名產地爲墨西哥智利(Chili),祕魯(Peru),波利維亞(Bolivia)等國。

(III) 脆銀礦[Stephanite,  $Ag_3 Sb S_4$ ]

**性質** 此礦一名銻硫銀礦,屬斜方晶系,結晶多扁平之六角板狀(圖129),亦多作塊狀產出。暗灰色。性脆,故有脆銀礦之名。條痕亦同爲鋼灰色。有金屬光澤。硬度2.乃至2.5。比重6.2-6.3。此礦含銀分約百分之六十八。吹管加熱則熔解,亦溶解於熱硝酸溶液。

**產地及產狀** 此礦物與其他銀礦,重晶石,方鉛礦,等共作礦脈產出。產地甚普遍。撒遜尼(Saxony)之富萊堡地方,波咸米亞,羅基山地方,墨西哥,祕魯皆多產之。

(IV) 紅銀礦[Red silver ores](着色圖第四版第二圖)

(I) 濃紅銀礦[Pyargyrite,  $Ag_3 Sb S_4$ ]

**性質** 此礦物屬六方晶系,結晶爲菱面體。有金剛光澤。作深紅色,但常變色爲黑。條痕亦呈紅色,相似礦物有辰砂,

紅鋅礦等含有銀分 59.8%。硬度=2.5。比重=5.77—5.86。

**產地及產狀** 此礦物與其他銀礦共產於礦脈中。富萊堡，波咸米亞，匈牙利，智利等國之濃紅銀礦多結晶。塊狀者各國皆有產出，仍以美國，墨西哥兩國為有名。

(2) 淡紅銀礦 (Proustite,  $3Ag_2SAs_2S_3$ )

**性質** 此礦物屬六方晶系，結晶亦為菱面體，與濃紅銀礦為類質同形。作淡紅色，有金剛光澤。R面之劈開完全。斷口為介殼狀或參差狀。與濃紅銀礦易相混，賴吹管分析區別之。含有銀分約 65.5%。硬度=2—2.5。比重=5.57—5.64。

**產地及產狀** 與濃紅銀礦大概相同。

#### 第四項 錄礦

(I) 天然錄 (Native mercury, Hg)

**性質** 產辰砂地方常見有天然錄作滴狀產出，銀白色之重液體也。略加熱即有揮發性。比重=13.596。

**用途** 能隨溫度之昇降而漲縮，故用製寒暑表。又易與金銀錫等作合金，即所謂錄膏者是也。鏡底之錫膜，錄與錫之混合物也。此外銀朱，昇錄，甘錄等藥品之製造，皆需用錄。

產地及產狀與辰砂同，天然錄由辰砂分解而生

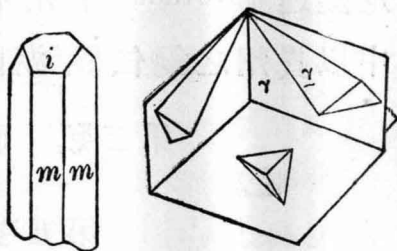
者也。

(II) 辰砂(Cinnabar, Hg S)

**性質** 辰砂屬菱面體，結晶多半面像，且常作雙晶產出。(圖291,292)結晶之外，作塊狀粒狀。附着於岩石者，呈土狀。有朱，紅褐，暗赤等色，因含有黏土，膠質物，酸化鐵

第二百九十一圖

第二百九十二圖



等不純物故也。純粹者作深紅色，條痕亦同，呈金剛光澤或金屬光澤。含汞量約在百分之八十六以上。硬度 = 2-2.5。比重 = 8. - 8.2。由吹管分析易與其他礦物區別。

圖 291 之結晶面， $i = \frac{1}{2}R$ ， $m = \infty R$ 。圖 292 之  $\gamma = R$ ， $\infty R$  之劈開完全。

**產地及產狀** 辰砂多產於蛇紋岩，石灰岩，黏板岩，頁岩，及各種片岩內之礦脈中。共生礦物有金，黃鐵礦，白鐵礦 (Marcasite) 方解石，重晶石，螢石等礦物。又常浸染於砂岩及其他水成岩中。亦有由溫泉沈積

而成者。

辰砂產地有波咸米亞，匈牙利，奧大利，賽比亞 (Serbia)，等國；及美國之加利福尼亞，堤岩斯 (Texas)，尼窪達 (Nevada) 各州。我國之辰砂產地亦不少，其中以貴州之銅仁縣，湖南之鳳凰廳為有名。

## 第二類 展性金屬礦類

### 第五項 銅礦

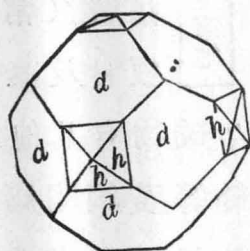
#### (I) 天然銅 (Native copper, Cu)

**性質** 天然銅屬等軸晶系，但結晶甚少，通常作塊狀，葉狀，樹枝狀 (圖161) 產出。常與銀鈹等相混。若為純銅，作銅赤色，條痕亦同。有金屬光澤。斷口為針狀。富有伸引性及展性。吹管加熱則熔。加硝酸易溶解。硬度2.5-3。比重=8.8-8.9。

**用途** 銅之用途甚廣，人所熟知，其重要者如貨幣，器物，電線，機械等是也。黃銅，青銅，洋銀，鐘銅等，皆銅與他種金屬之合金也。

**產狀及產地** 在結晶片岩或古生岩中與其他銅礦共作巨大礦床或礦脈產出。其次作細粒散在砂岩

第二百九十三圖



或黏板岩中。其次作塊狀填礫岩之洞隙中。其次產於火山熔岩之杏仁狀孔穴中。其次作結晶或晶羣產方解石脈中。又其次與孔雀石，藍銅礦及其他硫化物等產於各銅礦床之風化帶。

天然銅產地在英國為康禾 (Cornwall); 在德國為拿紹 (Nassau); 波利維亞, 秘魯, 智利及其他南美各國。天然銅之世界產地為美國米支竿 (Michigan) 湖之基文娜岬 (Keweenaw Point)。日本產銅量亦不少。

天然銅作結晶產出者多  $\infty O_n$  及  $\infty O$  等之集體。圖 293 所示乃  $\infty O$  及  $2O\infty$  之集體也。  $d = \infty O$ ;  $h = 2O\infty$ 。

(II) 黃銅礦 (Chalcopyrite or copper pyrite,  $Cu Fe S_2$ )

**性質** 黃銅礦屬正方晶系, 結晶多作半面像, 如正方楔是也。且多集體之結晶。(圖 94, 95) 亦作塊狀產出。純粹者含有銅分百分之三十四五。有美麗之黃銅色 (Brass yellow) 及金屬光澤。但表面常變化為藍, 紅, 青等美麗色彩, 條痕作青黑色。硬度 = 3.5 - 4。比重 = 4.1 - 4.3。



產狀及產地

黃銅礦作原生脈礦(Primary vein mineral)分布甚廣。又常在晶質岩中作礦巢。又常浸染於黏板岩及其他水成岩,片岩,或變質火成岩中,共生礦物有其他銅礦,天然金,黃鐵礦,磁硫鐵礦,白鐵礦等。黃銅礦爲重要之銅礦,產地及普遍,其中美國產量最多,其次爲日本。

(III) 輝銅礦(Chalcocite or copper glance,  $\text{Cu}_2\text{S}$ )

**性質** 輝銅礦屬斜方晶系,結晶爲六角板狀,與脆銀礦相似,但多作塊狀產出,暗灰色,有金屬光澤。有作方鉛礦之假晶者,含銅分約百分之八十,硬度 = 2.5-3. 比重 = 5.5-5.8.

產地及產狀與黃銅礦略同,因輝銅礦與黃銅礦及次述之斑銅礦常共生。

(IV) 斑銅礦(Bornite,  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ )

**性質** 斑銅礦與黃銅礦相伴而產出之赤褐色礦物也,但易變色,吾人所見之斑銅礦多作深紫色之美麗斑紋,有金屬光澤,屬等軸晶系,但多作塊狀產出。普通者含銅分60%以上,由黃銅礦變化而成者居多,條痕作灰黑色,硬度 = 3. 比重 = 4.9-5.4.

產地及產狀與黃銅礦略同。

(V)孔雀石 [Malachite,  $\text{Cu CO}_3 \cdot \text{Cu (OH)}_2$ ]

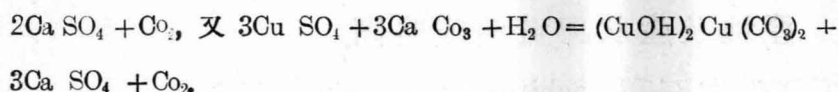
**性質** 孔雀石屬單斜晶系,但結晶者甚罕。通常作腎臟狀,葡萄狀,乳房狀等,呈美麗之綠色,故又名綠銅礦。常作同心圓線紋,極美觀。(圖294)含有銅分約57.3%。硬度=3.5-4。比重=3.9-4.03。

**用途** 孔雀石亦為銅礦之礦材。若質之佳者,可磨為裝飾石,其粉末亦可用為顏料。

**產地及產狀** 孔雀石之成分為 第二百九十四圖  
銅之碳酸鹽,故各銅山皆產之。尤以石灰岩中之礦床多產之,因銅分易與石灰岩之碳酸相化合也。



孔雀石大都由黃銅礦,赤銅礦,藍銅礦等變化而成之二次的礦物也。藍銅礦之化學成分與孔雀石同,唯分子式稍異,故藍銅礦亦多由赤銅礦,黃銅礦之變化而成。黃銅礦因氧素之作用酸化後,化為硫酸銅,其化學方程式為  $\text{Cu Fe S}_2 + 8\text{O} = \text{Cu SO}_4 + \text{Fe SO}_4$ 。此硫酸銅與方解石脈石或母岩(Country rock)石灰岩相反應,生孔雀石或藍銅礦。其化學方程式如下。  $2\text{Cu SO}_4 + 2\text{Ca CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = (\text{CuOH})_2 \text{CO}_3 +$



孔雀石世界各地之銅礦山皆產之。

(VI)藍銅礦[Azurite,  $(\text{Cu OH})_2 \text{Cu}(\text{CO}_3)_2$ ]

**性質** 藍銅礦屬單斜晶系，但結晶甚罕，多作塊狀土狀板狀產出。作藍色或深青色，有玻璃光澤。或金剛光澤。含銅分約百分之五十五。硬度 = 3.5-4。比重 = 3.77-3.83。

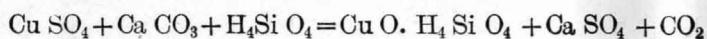
用途，產地及產狀與孔雀石同，與孔雀石互為變遷。

(VII)硅孔雀石[Chrysocolla,  $\text{Cu Si O}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ ]

**性質** 硅孔雀石為非晶質礦物，常作樹皮狀，塊狀，葡萄狀，腎臟狀等，與其他銅礦共產出。翠綠色或青色，作玻璃光澤，或全無光澤作土狀。條痕為帶綠之粉白色。含銅量約百分之三十六。硬度 = 2-4。比重 = 2-2.238。本礦物與孔雀石相似，但色較淡，光澤亦較弱可以識別之。

產狀產地與孔雀石略同。

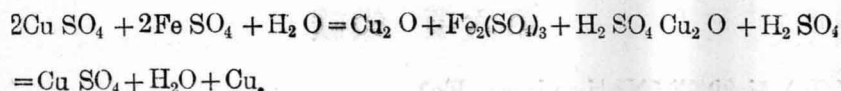
硅孔雀石亦由他種銅礦之酸化作用所生之硫酸銅液與其他物質化合而成。其化學方程式如次。

(VIII) 赤銅礦(Cuprite,  $\text{Cu}_2\text{O}$ )

**性質** 赤銅礦屬等晶系，結晶為正八面體，但常作土狀或塊狀產出。有時亦作樹枝狀或毛狀。赤色或褐赤色，條痕色亦同。約含銅分百分之八十九。硬度 = 3.5 - 4 比重 = 5.85 - 6.15。

**產地及產狀** 赤銅礦與其他銅礦產於銅礦脈之上部。多由天然銅之酸化而成，故多與天然銅共產出。凡係銅礦山皆稍產之。

由黃銅礦酸化而生之硫酸銅液，硫酸鐵液及天然之硫酸相作用，生天然銅及赤銅礦。其化學方程式如次。



故知天然銅與赤銅礦互相變化者也。

赤銅礦之毛狀結晶，光澤甚美，特稱為毛赤銅礦 灰銅礦 (Chalcotrichite)。

(IX) 灰銅礦(Tetrahedrite,  $4\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$ )

**性質** 灰銅礦屬等軸晶系，結晶作四面體之集體(圖 95)。亦多作塊狀產出者。混有鐵，銀，鋅，銻等質。灰黑色，或鐵黑色，條痕亦同。有金屬光澤。含有銅分百分之五十二。硬度 = 3. - 4.5。比

重=4.4=5.1.

**產狀及產地** 與其他銅礦及銀礦共產出，例如輝銅礦，斑銅礦，輝銀礦等是也。美國之銅山多產之。

(X) 硫砷銅礦(Enargite,  $\text{Cu}_3 \text{AS}_4$ )

**性質** 硫砷銅礦屬斜方晶系，結晶極小，多作柱狀，亦作塊狀，粒狀產出。常混有銻質。暗灰色條痕色同。有金屬光澤。含銅分48.3%。硬度=3，比重=4.4。

**產狀及產地** 硫砷銅礦與其他銅礦共產礦脈中，分布不甚廣。然南美各國則多產之，例如秘魯，智利，亞根庭(Argentine)等國皆多產之。斐利濱羣島中之盧章島(Luzon)亦產之。此外美國之門達拿州(Montana)柯羅拉朵(Colorado)州皆為本礦物之產地。

## 第六項 鐵礦

(I) 天然鐵(Native iron, Fe)

**性質** 鐵之結晶屬等軸晶系，但天然作單體產出者甚少，因其易與他種元素相化合也，天然鐵唯隕石(Meteorite)及特種玄武岩中稍產之。鐵灰色或全黑。有伸引性及展性。硬度=4-5。比重=7.3-7.8。

**用途** 金屬中鐵之用途最廣，人類生活上最重要之物也。大如軍艦，小如縫針，皆由鐵製之。

(II) 磁鐵礦(Magnetite,  $Fe_3O_4$ )

**性質** 磁鐵礦屬等軸晶系, 結晶多正八面體或正菱形十二面體。(圖 295 及 296)

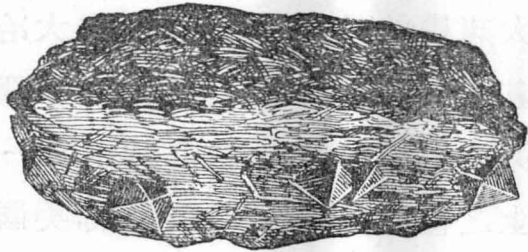
若結晶為  $\infty O$  與  $\infty O$  之集體, 則  $\infty O$  面常有平行線紋與  $\infty O$  及  $\infty O$  所作之稜平行。(圖 297) 結晶之外常作緻密之塊狀產出, 本礦物之磁性極強 易與他礦物區別。

插馬蹄形磁石於土砂中, 常見有些少之黑色細砂附着於磁石上, 是即磁鐵礦

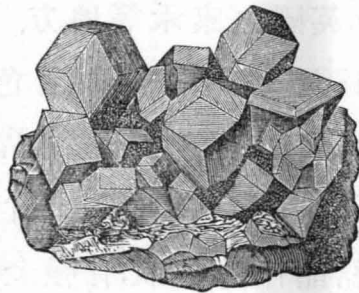
也。因磁鐵礦作副成分產各岩石中, 岩石破碎成砂, 此磁鐵礦細粒遂雜土砂中。

磁鐵礦之色深黑, 條痕亦同, 有金屬光澤, 劈開不完全, 斷口稍呈介殼狀或參差狀, 質脆, 用酸化焰熱之則失其磁性, 硬度 = 5.5 - 6.5, 比重 = 5.168 - 5.180,

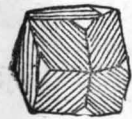
第 二 百 九 十 五 圖



第 二 百 九 十 六 圖



第 二 百 九 十 七 圖



**用途** 本礦物爲鐵之主要礦石。

**產地及產狀** 磁鐵礦之產狀種種不一，或在花崗岩，結晶片岩，蛇紋岩及諸火山岩中作粒狀產出，或作礦脈產出，或作接觸礦物生接觸岩中，或作深造岩大規模的產出。我國湖北之大冶鐵礦所產之磁鐵礦，乃接觸礦物也。挪威琪魯拿窪產之磁鐵礦則作深造岩產出，產地極普遍，不能一一舉，其中有礦業上之價值者；爲上述之挪威，美國紐約州之亞帝倫達斯(Adirondacks)，紐者西州(New Jersey)之海蘭斯(Highlands)，英國之康禾等地方。

(III) 赤鐵礦(Hematite,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) (着色圖第四版第五圖)

**性質** 赤鐵礦屬六方晶系，結晶多菱形面之集體，(圖112, 298)亦多粒狀，塊狀，鱗片狀，土狀及腎臟狀者。(圖158)結晶作薄板狀，有強金屬光澤，照耀如鏡者名曰鏡鐵礦(Specular iron ore) 或稱輝鐵礦(Iron glance)。具鱗片狀者曰雲母赤鐵礦(Micaceous hematite)。作塊狀呈血赤色者，名曰血石(blood stone or red hematite)。作赤色土狀者名曰代赭石(red ocher)。本礦物之色有深紅，黑赤，不等；但條痕呈赤紅色爲本

礦物之特徵。質脆，斷口稍呈介殼狀。菱形面之劈開完全，沿底面亦有剝落性。稍帶磁性，用還元焰熱之磁性益著。硬度 = 5.5 - 6.5。比重 = 4.9 - 5.3。含鐵分約70%。

**用途** 本礦作重要之鐵礦外，其纖維狀集體常雕刻成球或立方體為裝飾品。

**產狀及產地** 赤鐵礦之產狀不一。常作層狀產各地質時代之岩石中。又常沈積於卑濕之沼澤中。在火山噴火口附近之岩石中則作細粒狀產出。結晶則產於近火山之岩石洞穴中及礦脈中。

美好之結晶多產於法國之埃魯巴島(Elba Island)，及穢斯威士(Vesuvius)，埃特拿(Etna)等火山之熔岩表面或熔岩中。此外瑞典，瑞西，美國皆產之。作層狀，礦業上有價值者則多產於美國。共產礦物有褐鐵礦，磁鐵礦，菱鐵礦及石英等。

(IV) 褐鐵礦(Limonite,  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ )

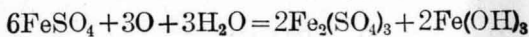
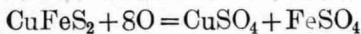
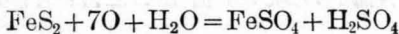
**性質** 褐鐵礦為非晶質。多作土狀，塊狀，粉狀，鐘乳狀，葡萄狀。(圖159)有黑褐，黃褐，黑等色。條痕則為黃褐色。一般無光澤但有時有呈金屬光澤者。質粗鬆



成塊狀者名曰沼鐵礦(Bog iron ore).在砂或泥土中作結核狀之團塊,又或在草根及木根之周圍沈積而生者;名曰泥褐鐵礦(Brown clay iron stone).含有多量之土砂,有成中空之團塊,內含土砂,搖動之能響者,名曰禹餘糧或名鳴石(Clink stone),泥褐鐵之一種也.含鐵分約 59.8%. 硬度 = 5. - 5.5. 比重 = 3.6 - 4.

**產狀及產地** 褐鐵礦由含鐵礦物之分解而成,分布極廣.其重要者為焦礦(Gossan),在礦床露頭所產之氫氧化鐵也.礦床內若有鐵礦,則露頭必因天然之酸化作用,產褐鐵礦.

礦床露頭之焦礦多由黃銅礦及黃鐵礦之分解而成,其化學方程式如下.



(V) 菱鐵礦(Siderite,  $\text{FeCO}_3$ )

**性質** 菱鐵礦屬六方晶系,結晶多菱形半面像.此外亦有作塊狀,土狀,葉狀,鱗狀等產出者.灰色或

黃褐色。純粹者作白色，有真珠光澤。劈開從菱面，甚完全。含有鐵分 48.2%。硬度 = 3.5 - 4。比重 = 3.83 - 3.88。

**產地及產狀** 本礦物常作其他金屬礦之脈石。有時作結核狀產於炭層中或黏土中。亦有由碳酸鐵溶液直接產出者。結晶之佳者產於撒遜尼之富萊堡，英國之康禾，及阿普斯山附近等地方。有採掘價值者多產於美國。所謂黑條紋礦 (Black-band ore) 者不純之菱鐵礦與炭質頁岩相互作用層者也。

(VI) 黃鐵礦 (Iron pyrite or pyrite,  $\text{FeS}_2$ )

**性質** 黃鐵礦屬等軸晶系，結晶以正六面體及五角十二面體為最普通。此外亦有作正八面體，偏菱三八面體，及偏菱三八面體之半面像，或作單體，或作集體。有時亦作塊狀，粒狀，球狀，葡萄狀，放射狀等集塊。立方體及五角十二面體之結晶面有條線，為本礦物之特徵。(圖 175) 作淡黃銅色，條痕則呈黑綠或黑褐。有金屬光澤。正六面體及正八面體之晶面劈開最完全。含硫分達 53%。硬度 = 6 - 6.5。比重 = 4.95 - 5.10。(着色圖第四版第四圖)

**用途** 本礦物非重要之鐵礦石。常用以製硫酸及綠礬。含金黃鐵礦則作金礦石處理之。

**產狀及產地** 黃鐵礦為一種極普通之礦物，產各種岩石及礦脈中。產岩石中者多作細粒狀結晶。產脈中者則結晶之外，作塊狀充填礦脈之裂隙。產黏板岩中者則作球形結核狀。巨大之結晶發見於英國之康禾及埃魯巴島。此外各礦山地方皆產之。

(VII) 磁黃鐵礦(Pyrrhotite,  $Fe_{11}S_{12}$ )

**性質** 磁黃鐵礦屬六方晶系，但多作板狀，粒狀，塊狀等產出。有弱磁性。作古銅黃色，有金屬光澤。久曝空氣中則變色。硬度 = 3.5 - 4.5。比重 = 4.58 - 4.64。

**用途** 此礦物用製硫黃。其含有鎳礦者則為鎳之原料，例如產於加拿大等地之磁黃鐵礦是也。

**產地及產狀** 磁黃鐵礦與黃銅礦，黃鐵礦等共產於礦脈中。又常作粗粒狀產於鹽基性之火成岩中。又由水成岩與火成岩之接觸作用，亦產磁黃鐵礦。

(VIII) 砒硫鐵礦(Arsenopyrite,  $FeS_2 \cdot FeAs_2$  or  $FeAsS$ )

**性質** 砒硫鐵礦屬斜方晶系，結晶多單位柱面( $\infty P$ )及短軸底面之集體。(圖 132) 又多產雙晶及平行連晶。(圖 163) 底面多

多條線。又常作塊狀與其他金屬硫化物共產出。原為錫白色，但多變色為黃或灰。條痕為灰黑色。在閉管中熱之，發赤煙，且生黑色昇華物。含砒分 46%。硬度 = 5.5-6.5。比重 = 5.9-6.2。

**用途** 本礦物為製造砒素，亞砒酸，雌黃，雄黃之材料。

**產狀及產地** 本礦物與銀，鉛，錫礦及黃銅礦，黃鐵礦等產結晶片岩中。又常產脈石中，或充填礦脈之裂隙。產地以撒遜尼之富萊堡，瑞典之杜拿堡(Tunaberg)及波利維亞等為有名。

(IX)白鐵礦(Marcasite,  $FeS_2$ )

**性質** 白鐵礦屬斜方晶系，結圖多  ${}_0P$ ,  ${}_{\infty}P$ ,  ${}_{.P\infty}$  等之集體，作六角板狀。(圖 298)

圖 298, 299 中之

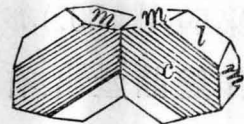
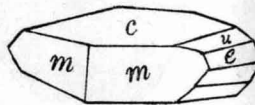
$$c = {}_0P; m = {}_{\infty}P;$$

$$l = P_{\infty}, s = P,$$

$$e = P_{\infty}, v = \frac{1}{3}P_{\infty}.$$

第二百九十八圖

第二百九十九圖



又常作雙晶。(圖 299)

白鐵礦與黃鐵礦為同質異形。結晶之外多作米錐狀，塊狀，粒狀等。常呈淡古銅色，淺於黃鐵礦之色。條痕作灰色或褐黑色。有金屬光澤。質脆，較黃鐵礦易分解。硬度 = 6.-6.5。比重 = 4.85 = 4.9。

**用途** 用途與黃鐵礦同，作硫黃之原料。

**產狀及產地** 白鐵礦之產狀與黃鐵礦略同。又常與化石之

有機質交替 (Replacement), 作化石之假像。結晶質白鐵礦產於波咸米亞。英國大悲沙 (Derbyshire) 產者作雞冠花狀。結晶則產於匈牙利之陝涅慈 (Schemnitz) 及哈爾慈 (Harz) 地方。美國產白鐵礦結晶之地方甚多, 尤以米西西波谷 (Mississippi Valley) 之鉛及鋅產地產量最富。

### 第七項 鋅礦

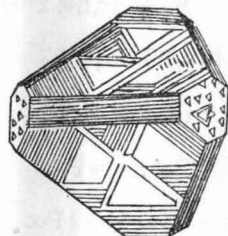
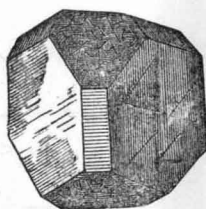
(I) 閃鋅礦 (Zincblende or Sphalerite,  $ZnS$ )

**性質** 閃鋅礦屬等軸晶系, 結晶或為正菱形十二

面體之單體, 或為半面像四面體之集體, (圖301) 亦常作雙晶產出。有時亦有作塊狀, 粒狀,

第三百圖

第三百〇一圖



纖維狀, 放散狀者。劈開從正菱形十二面體, 極完全。有黃, 褐, 黑等色。條痕作白色或赤褐色。作塊狀或結晶形不明時, 易與方鉛礦相混, 故由其條痕色別之。黃色者多松脂光澤, 黑色者則多金剛光澤。斷口作介殼狀。質脆, 強硝酸能溶解之。含鋅分約67%。硬度 = 3.5 - 4。比重 = 3.9 - 4.1。

**用途** 鋅常用鍍鐵線及鐵片，以防銹。與銅相混可製黃銅(Brass)。製成氧化鋅即所謂鋅白(Zinc white)者，可為顏料。含銀閃鋅礦，則作銀礦採取之。

**產地及產狀** 閃鋅礦常與方鉛礦共生，在石灰岩中或作細脈狀，或作不規則的塊狀，或浸染岩石中產出。亦有在結晶岩及水成岩中作礦脈產出者，此時與黃銅礦，螢石，重晶石，菱鐵礦，黃鐵礦及銀礦等共生。閃鋅礦亦多由接觸變質而生者。

閃鋅礦之結晶產於英國之甘伯蘭，撒遜尼，瑞西等地方。在美國之有採掘價值者為韋司康新(Wisconsin)及密所釐(Missouri)，康沙斯(Kansas)，柯羅拉朵(Colorado)門達拿(Montana)等州之金銀礦山亦產閃鋅礦。

我國之湖北省咸豐縣，宜恩縣，湖南水口山之鉛礦山，四川之會理縣及雲南之普洱縣，雲南縣等地皆產之。

(II) 菱鋅礦(Smithsonite,  $ZnCO_3$ )

**性質** 菱鋅礦屬六方晶系，其結晶與方解石為異質同形。結晶多菱面體之半面像。結晶甚少。常在鉛

鋅等礦脈中作葡萄狀。有無色者，有作白，灰，淡綠，黃，褐等色者。呈玻璃光澤或真珠光澤。菱面之劈開完全。含鋅分約52%。硬度=5。比重=4.3-4.45。

**用途** 本礦物作鋅之礦石採取之。

**產地及產狀** 菱鋅多產於石灰岩中，作礦層或礦脈。與方鉛礦，閃鋅礦等共產出。又常與異極礦相伴。產鋅之地，若母岩為石灰岩或脈石為方解石者，則必產菱鋅礦。

閃鋅礦因天然之酸化作用，化為硫酸鋅( $ZnSO_4$ )溶液。此溶液與方解石或石灰岩相化合，遂生菱鋅礦。其化學方程式為

$$ZnSO_4 + CaCO_3 = ZnCO_3 + CaSO_4.$$

(III) 異極礦(Calamine or Hemimorphite,  $H_2 Zn_2 SiO_5$ )

**性質** 異極礦屬斜方晶系，結晶多異極像，故名。(圖57, b及圖135)又常作塊狀或球狀。有灰，白，黃，褐等色，亦有無色者。透明或半透明。劈開從 $\infty P$ 。有玻璃光澤，熱之則生電氣。硬度=4.5-5。比重=3.4-3.5。

**產地及產狀** 產鋅礦之礦床上部常產此種礦物。多與菱鋅礦產石灰岩之裂隙中。有名產地為普魯士(Prussia)之阿鄧堡(Altenberg)，匈牙利，西班牙，及英國甘伯蘭等地。此外產鋅礦及鉛礦之地方皆稍產之。

(IV) 紅鋅礦(Zincite,  $ZnO$ )

**性質** 紅鋅礦屬六方晶系,但結晶甚罕,有作異極像者(65,a)通常多塊狀及粒狀,作深紅色或橙黃色,條痕亦呈橙黃色,有金剛光澤,半透明,劈開從  $P$  斷口略呈介殼狀,含鋅分約 80.3%, 硬度 = 4. - 4.5. 比重 = 2. - 2.1. 圖 66,a 所示紅鋅礦之結晶也。

**用途** 紅鋅礦用製無線電信之檢波器(Detector).

**產狀及產地** 本礦物常與鋅鐵礦共生,例如美國紐者西(New Jersey)產之鋅鐵礦(Franklinite)中,多此種礦物。

## 第八項 鉛礦

( I ) 方鉛礦(Galena,  $PbS$ )

**性質** 方鉛礦屬等軸晶系,結晶多正六面體(着色圖第四版第三圖)或正八面體,亦有正八面體及正六面體之集體。(圖 76, b) 或產雙晶,亦有作粒狀,塊狀,板狀者,劈開從正六面體之方向,極完全,(圖 23) 爲其特徵,作鉛灰色,條痕亦同,金屬光澤甚強,但表面易變色,在木炭上熱之則硫黃熱發,木炭孔中殘留銀白色之鉛小珠,含鉛達 86.6%. 硬度 = 2.5 - 2.7. 比重 = 7.4 - 7.6.

**用途** 本礦物爲鉛之重要礦材,若含銀則特稱爲



含銀方鉛礦(Argentiferous galena),作銀之礦材採取之。

**產地及產狀** 方鉛礦之分布極廣,在礦脈中常與石英,方解石,重晶石,螢石及金屬硫化物等共生,金屬硫化物中尤以閃鋅礦爲最常與方鉛礦相伴。在石灰岩洞孔中則作不規則之塊狀充填之。產礦脈中者常含銀,產石灰岩中者則純爲鉛,產地甚多,難以枚舉,我國湖南省水口山產者爲有名,廣東蕉嶺羊子山亦多產含銀方鉛礦。

(II) 白鉛礦(Cerussite,  $PbCO_3$ )

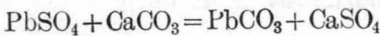
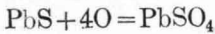
**性質** 白鉛礦屬斜方晶系,結晶多雙晶。(圖171)亦有結晶作板狀者。(圖131)此外有柱狀,塊狀,粒狀,緻密狀之結晶。有白,灰,黑褐諸色,光澤有金剛光澤,脂肪光澤,玻璃光澤等。結晶有透明者,有亞透明者,有半透明者,種種不一。柱面之劈開完全,底面,軸面之劈開亦明瞭,質甚脆,加弱硝酸即溶解,含鉛分達83.5%。硬度 = 3-3.5。比重 = 6.46至6.57,比重之大爲其特徵之一。

**用途** 本礦物爲鉛礦中之重要礦材。

**產地及產狀**

白鉛礦多由方鉛礦之分解而成，二次的礦物也。故產方鉛礦地方大都有白鉛礦，產於礦床之上部。近露頭部分，產地甚多，不能一一舉。廣東蕉嶺羊子山現採掘者，皆白鉛礦也。

方鉛礦經天然之酸化作用，化為硫酸鉛。硫酸鉛溶液與方解石或石灰岩相化合遂生白鉛礦。



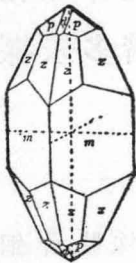
第九項 錫礦

( I ) 錫石(Cassiterite,  $\text{SnO}_2$ )

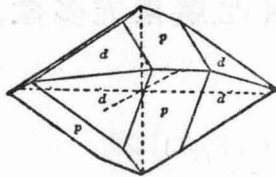
**性質**

錫石屬正方晶系，結晶形極複雜。多為各種晶面之集體。(圖302及圖303)又常作雙晶。(圖304)微

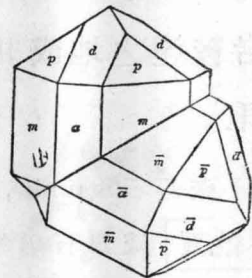
第三百〇二圖



第三百〇三圖



第三百〇四圖



小之結晶多作米粒狀，故有錫米之稱。此外多作塊

狀,粒狀,纖維狀產出,作褐色,或稍帶黑色,條痕淡灰或褐,有時微帶黃色,不透明,有金剛光澤,劈開從軸面,但不完全,質脆,硬度=6-7,比重=6.4-7.1.

**用途** 本礦物爲錫礦之唯一礦材,錫作銀白色,柔軟之金屬也,不銹而易熔,用製種種之器具及錫板,又用之鍍鐵板之表面以防銹,所謂洋鐵者是也,此外與銅鉛等作合金,如青銅,白鐵等是也.

**產狀及產地** 錫石發見於粗粒石理之花崗岩或偉晶花崗岩中之礦脈中,岩石破壞後則散砂礫中作砂錫,因其比重大,且難分解,故常沈積作豐富之砂礦床.

錫石產地各國皆有產出,重要之產地爲瑪萊半島 (Malay Peninsula),我國產處亦多,皆在偉晶花崗岩發達之地或其附近,廣東尤多產之,惜多未探礦耳.

(II) 硫錫石 (Stannite,  $\text{SnCu}_4\text{Fe}_2\text{S}_7$ )

**性質** 硫錫石屬等軸晶系,但普通多粒狀及塊狀,作銅灰色或黑鐵色,表面易變色,混有黃銅礦時則帶黃色,條痕則爲黑色,有金屬光澤,含錫分 27.5%,銅分 29.5%,硬度=4,比重

=43.

## 第十項 鈷礦

(I) 輝鈷礦(Cobaltite,  $\text{CoAsS}$ )

**性質** 輝鈷礦屬等軸晶系，結晶多正八面體及四六面體之半面像，或作單體，或作集體，但普通多作塊狀，粒狀產出，呈銀白色，有時作微紅或淡灰色，條痕則呈灰黑色，有金屬光澤，劈開從正六面體，含鈷分約28.2%。硬度=5.5-6。比重=6.4至6.6。

**用途** 輝鈷礦為鈷礦之主要礦材，鈷則為灰白色之硬金屬，其重要用途為氧化鈷，作玻璃及陶磁器之青色染料，所謂花紺青(Smalt)者是也，此外尚用製種種之化學藥品。

**產狀及產地** 輝鈷礦為一種原生礦物，產礦脈中，常與鎳，銀，銅等礦物共產出，尤多與鎳礦共生。

輝鈷礦之產地不甚廣，良好巨大之結晶多產於挪威，瑞典，康禾等地方。

(II) 鈷華(Cobalt-bloom,  $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ )

輝鈷礦分解之後，表面生美麗淡紅色之土狀薄皮者特名之曰鈷華。

鈷華屬單斜晶系，作桃紅色或緋紅色 (Crimson)，含有鈷分 29.5%。硬度 = 1.5—2.5。比重 = 2.948。

(III) 鈷土 (Asbolite,  $(\text{CoO} \cdot \text{CuO})_2 \cdot \text{MnO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ )

在礦山之露頭，多黑色土狀之氧化鈷產出，混有鐵錳等不純物，非晶質之礦物也，名曰鈷土。

(IV) 砒鈷礦 (Smaltite,  $\text{CoAs}_2$ )

**性質** 此亦為鈷之重要礦材，屬等軸晶系，多正六面體及正八面體之結晶，但通常多塊狀，網狀，粒狀等集塊，錫白色或鋼灰色，表面易變色，條痕呈灰黑色，有金屬光澤，質脆，硬度 = 5.5—6。比重 = 6.4—6.6。含鐵分約 28.2%。

**用途** 本礦物用途與輝鈷礦同。

**產地及產狀** 本礦物常與其他鈷礦及鎳，銀，鐵等礦物共作礦脈產出，大體與輝鈷礦同，多產於撒遜尼，波咸米亞，康禾等地方。

### 第十一項 鎳礦

(I) 紅砒鎳礦 (Niccolite,  $\text{NiAs}$ )

**性質** 本礦物屬六方晶系，結晶甚罕，多作塊狀，柱狀，粒狀產出，作淡銅赤色，但易變色，條痕作淡褐黑

色。有金屬光澤。含鎳分約 43.9%。硬度 = 5. - 5.5。比重 = 7.33 - 7.67。

**用途** 本礦物為鎳之重要礦材。鎳為銀白色之金屬，有強金屬光澤，不生銹。質堅韌有展性。用製補助貨幣，及其他合金。

**產狀及產地** 本礦物多產於結晶片岩及變質水成岩中之礦脈中，與銀，鈷等硫化物及砷化物共產出。

產地之主要者為北美安達利阿(Ontario)，與天然銀及銀，鈷，鎳等之化合物共產出。

(II) 鎳華 (Annabergite or Nickel-bloom,  $3\text{NiOA}_2\text{O}_5 + 8\text{H}_2\text{O}$ )

鎳礦分解後，表面生土狀之林檎青色薄皮。此青色物質名曰鎳華，含鎳分約 29.4%。

(III) 硅鎳礦 (Garnierite,  $\text{NiMg}_2\text{Si}_5\text{O}_{10} + 6\text{H}_2\text{O}$ )

硅鎳礦多發見於蛇紋岩或結晶片岩中，作淺林檎青色。色淡者若白色。含鎳之氧化物(NiO)約 28.8%。硬度 = 3. - 4。比重 = 2.3 - 2.409。

## 第十二項 鎘礦

硫鎘礦 (Green ockite,  $\text{CdS}$ )

**硫 鎘 礦** 閃鋅礦常含有微量之鎘元素 (Cadmium), 在閃鋅礦表面與硫相化合作薄皮, 呈橙黃色, 有松脂光澤, 含鎘分約 77.7%。硬度 = 3-3.5。比重 = 4.9-5。

### 第三類 脆性及揮發性金屬礦類

#### 第十三項 銻礦

輝銻礦 (Stibnite,  $Sb_2S_3$ )

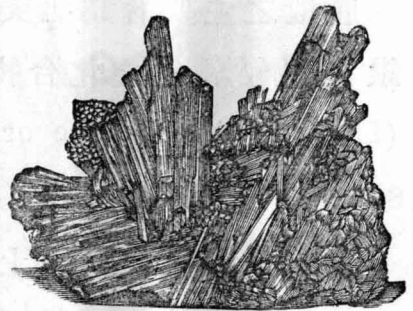
**性質** 輝銻礦屬斜方晶系, 多柱狀之結晶 (圖 305), 亦多作纖維狀之結晶。 第三百〇五圖

柱面多縱紋, 作鉛灰色或鋼灰色, 條痕呈同色。

劈開從短軸面最完全。

斷口略作針狀, 金屬光

澤甚強, 劈開面尤美觀。



熔度極低, 燭火能熔之。 熔解時發白煙, 含銻量約 72.4%。硬度 = 2。比重 = 4.52-4.64。

**用途** 銻作銀白, 似錫之金屬也, 質甚脆, 與錫, 鉛相混作合金, 可鑄為印刷之活字, 其他銻化合物或作顏料, 或作藥品。

**產地及產狀** 本礦物與鉛, 鐵, 銀, 石英等在花崗岩, 片

麻岩，結晶片岩中作礦脈產出。又在金屬中，常與鋅，鉛礦，辰砂，重晶石等共生。最佳美之結晶產於日本四國島伊豫之市川，約長二十英寸（著色圖第三版）。

我國之銻礦號稱世界第一。尤以南部諸省，例如湖南，福建，廣東，廣西，雲南，貴州等省藏量最多。有名者為湖南之新化縣錫礦山之銻礦。

#### 第十四項 砒礦

砒礦有天然砒，鷄冠石，雄黃及砒硫鐵礦四種。

(I) 天然砒(Native arsenic, As)

**性質** 天然砒之結晶為六方晶系之菱面體，但結晶甚稀，多作塊狀，粒狀，及腎臟狀產出。新斷口呈錫白色，但易變為黑灰色，條痕則呈錫白色。底面之劈開完全。有金屬光澤，質甚脆，燒之發蒜臭，及發白色之濃煙。硬度 = 3.5。比重 = 5.63 - 5.73。

**用途** 砒之用途不廣。有時作合金用之。其主要用途為製毒藥及醫藥上用之。

**產狀及產地** 天然砒發見於結晶岩中之礦脈中，與



銻,銀,鉛及其他金屬共生.常產於礦床之上部,由砒化合物之還元作用而生者也.

撒遜尼富萊堡銀礦床中稍產天然砒.此外哈爾慈,西比利亞及智利地方皆產之.

(II) 鷄冠石(Realgar,  $AsS$ )一名雌黃

**性質** 鷄冠石屬單斜晶系,結晶多小斜柱狀.底面及柱面最發達.此外亦有作塊狀,粒狀,柱狀者.若作柱狀則柱面多細縱紋.作橙赤或橙黃色,條痕亦同.有脂肪光澤.久曝之轉黃色,變爲雄黃.劈開從斜軸面稍完全.斷口作介殼狀,或針狀.含砒分約70%.硬度 = 1.5 - 2.比重 = 3.4 - 3.5.

**用途** 本礦物用製煙火,繪畫色料,及其他藥品.

**產狀及產地** 鷄冠石與雄黃,銀,砒,鉛等之礦石共生.又或產於熔岩之穴壁上,或沈積於溫泉中.在美國猶大州(Utah)作層狀產砂質黏土中.

(III) 雄黃(Orpiment,  $As_2S_3$ )

**性質** 雄黃屬斜方晶系,但通常作塊狀與鷄冠石共生.色及條痕均呈黃色.有真珠光澤或脂肪光澤.多半透明,然多有不透明者.劈開從軸面,完全.劈開

面之珍珠光澤尤著,且呈縱線紋,彈性頗強,含砒分約61%。硬度=1.5-2。比重=3.4-3.5。

**用途** 雄黃可用作殺菌劑,我國多用製消毒藥及皮膚塗料。此外用途與雞冠石同。

產狀及產地均與雞冠石相同。

### 第十五項 鉍礦

(I) 天然鉍(Native bismuth, Bi)

**性質** 鉍之結晶屬六方晶系之菱面體族,但普通多作樹枝狀板狀塊狀產出,常含有少量之砒及硫。作銀白色,帶微紅,表面常變色,條痕亦作銀白色,性質柔脆,熱之稍帶展性,硬度=2-2.5。比重=9.70-9.80。

**用途** 鉍可以製陶器及玻璃之着色顏料。此外製造合金及藥品皆用之。

**產地及產狀** 此礦物多與銀礦共產,在波咸米亞,撒遜尼,墨西哥,皆與銀鉛等共作礦脈產片麻岩,結晶片岩,黏板岩中。

(II) 輝鉍礦(Bismuth-glance or bismuthimite,  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ )

**性質** 輝鉍礦屬斜方晶系,但多作針狀,纖維狀及

塊狀產出。作鉛灰色稍帶錫白。條痕亦同色。有金屬光澤。斷口略呈針狀。含鈹量約81.2%。硬度=2。比重=6.4-6.5。

**用途** 本礦物為鈹之重要礦材。

**產地及產狀** 本礦物為一種原生礦物，與天然鈹，石英，黃銅鐵等同作礦脈產出。又常產於金銀礦脈中；共生礦物，天然鈹之外尚有輝銻礦常相伴產出。此礦多產於撒遜尼之雪尼堡(Schneeberg)及英國之康禾，甘伯蘭等地。南美波利維亞亦產之。

#### 第四類 脆性及難熔性礦類

##### 第十六項 錳礦

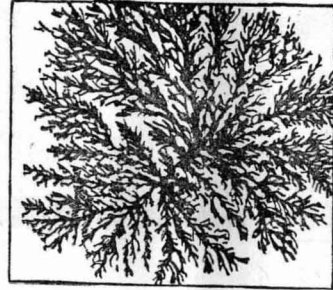
###### (I) 軟錳礦(Pyrolusite, $MnO_2$ )

**性質** 軟錳礦屬斜方晶系，但多作柱狀，針狀，毛狀，樹枝狀(圖306)放射狀，(着色圖第二版第六圖)塊狀等產出，結晶形甚少。作鐵黑色或暗灰色，有時亦帶青色，有金屬光澤。條痕呈黑色或青黑色。質甚軟，以指觸之染黑色。含錳分約63.2%。硬度=2-2.6。比重=4.82。

**用途** 錳與鐵之合金甚堅，故混鋼鐵中用之。本礦

又用製玻璃陶器等之染料。  
及為化學上製氧素及氫氯  
酸時必需之藥品。

## 第三百〇六圖



**產狀及產地** 本礦物由硬錳  
礦變化而成，常共產出，作礦  
脈或礦層。錳之礦脈甚罕。世  
界之錳礦年產不滿二百萬噸。此二百萬噸之十分  
之九皆由高加索斯 (Caucasus)，南部俄羅斯，印度及  
巴西 (Brazil) 等地之層狀礦床供給之。此外則由礦  
脈產者供給，德國之秋令格窪 (Thuringer Wald) 地方  
多此種礦脈。

(II) 硬錳礦 (Psilomelane,  $H_4MnO_4$ )

**性質** 本礦物為含水氧化錳，常作塊狀，葡萄狀，腎  
臟狀，鐘乳狀，非晶質也。作鐵黑色或暗灰色。稍呈金  
屬光澤。有時現濁色，不透明。條痕作黑色，或帶褐色。  
質脆。硬度 = 5. - 6. 比重 = 3.7 - 4.7.

**用途** 產狀及產地與軟錳礦同。

(III) 菱錳礦 (Rhodochrosite,  $MnCO_3$ )

**性質** 菱錳礦屬六方晶系，結晶為菱形半面像。普

通多塊狀,粒狀,緻密狀,樹皮狀,作薔薇紅色,有玻璃光澤或真珠光澤,條痕呈白色,半透明乃至不透明,菱面之劈開完全,久曝空氣中漸失其紅色,質脆,硬度=3.-4.5,比重=3.45-3.60,含有錳分47.8%.

**用途** 本礦物亦爲錳之礦材,其佳者有時用作裝飾石.

**產狀及產地** 本礦物與銀,鉛,銅等礦作礦脈,與其他錳礦作層狀礦床,產地有匈牙利之陝涅慈,紐者西州之富蘭克林 (Franklin) 等地,美國柯羅拉朶及門達拿兩州產者,有良好之結晶.

### 第十七項 鉬礦

硫鉬礦(Molybdenite,  $\text{MoS}_2$ )

**性質** 硫鉬礦屬六方晶系,普通作板狀,此外有作鱗狀,塊狀者,作鉛灰色,條痕則爲青灰色,新斷面之金屬光澤甚強,帶青色,質軟脆,有撓性,觸手作脂感,磨於紙上,則留黑痕,狀若石墨,含鉬分60%,硬度=1.-1.5,比重=4.7-4.8.

**用途** 本礦物爲鉬之主要礦材,鉬之化合物爲化學上分析用之必要藥品,鉬又用製陶磁器之青色

染料,及鍊鋼,含有鉬之鋼鐵較其他鋼堅硬。

**產地及產狀** 硫鉬礦作粒狀產於石灰岩,花崗岩,及片麻岩中。在挪威之阿連打(Arendal)地方作塊狀產石英脈中。此外瑞典,波咸米亞,及美國西境各州皆產之。

### 第十八項 鎢礦

(I) 鎢錳鐵礦(Wolframite,  $(\text{FeMn})\text{WO}_4$ ) 第三百〇七圖

**性質** 鎢錳鐵礦屬單斜晶系,多作板狀結晶。

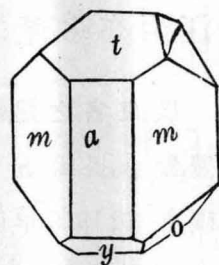


圖 307 所示之結晶為鎢錳鐵礦之普通晶形。

$$a = \infty P_{\infty}; m = \infty P; t = -\frac{1}{2}P_{\infty}; y = \frac{1}{2}P_{\infty}; f = P_{\infty}$$

本礦物有黑,褐黑,或赤褐色。條痕則赤

褐色。有弱磁性者。故作塊狀時易誤認為磁鐵礦,

此時可由其比重識別之。且斜軸面之劈開完全為

其特徵之一。質脆。約含氧化鎢( $\text{WO}_3$ )75%。硬度=5。

-5.5。比重=7.2-7.5。

**用途** 鎢之熔解點極高,耐熱性強,故用製鎢礮用之鋼鐵。近時電球之碳素線多用鎢素線代之。此外可用製陶磁器之色料。

**產狀及產地** 本礦物常與錫石共產石英脈中或偉晶花崗岩中。此外共生礦物尚有鈣鎢石及各種硫化礦物。

凡產錫之地皆產鎢錳鐵礦。有名者為德國之錫窪(Zinnwald),雪尼堡,富萊堡;英國之康禾,西比利亞之那靜斯古(Nerchinsk);澳洲及美之沿太平洋各州。我國之鎢錳鐵礦產地為廣東廣西兩省藏量最富。江西亦多產之。

廣東省之鎢錳鐵礦,通稱鎢礦,分布甚廣。既知者有海豐,陸豐,紫金,揭陽,五華,梅縣,興寧,惠來,廣寧等縣。歐戰期內需用鎢礦甚多;1918年間,由廣東汕頭埠向美國輸出者約1339100斤,向日本英國及其他地方輸出者約一百八十九萬九千一百斤。然此僅由內地農民露天採掘之砂礦也。

(II) 鈣鎢石(Scheelite,  $\text{CaWO}_4$ )

**性質** 鈣鎢石屬正方晶系;結晶多錐體, (圖92)亦有作柱狀塊狀者。表面常被有青黃色粉膜,即氧化鎢( $\text{WO}_3$ )也。有白,黃褐,赤褐等色。條痕則為白色。作脂肪光澤。錐面之劈開完全。質脆。含氧化鎢( $\text{WO}_3$ )約76-80%。硬度=4.5-5。比重=5.9-6.1。

銅鈣鎢石(Cuproscheelite)為變質礦物,乃鈣鎢石中之鈣分與銅相交換者也。

**用途** 此礦物用途與錫錳鐵礦同。

**產狀及產地** 鈣錫石產於(i)金礦石英脈中。(ii)與錫石,黃玉,螢石,硫鉬礦,錫錳鐵礦,及其他金屬礦產於貫穿火成岩之礦脈中。(iii)作接觸礦物產於石灰岩及深成岩之接觸部分,與黃銅礦等共產出。

產地有撒遜尼之阿鄧堡,錳窪;波咸米亞;甘伯蘭;芬蘭 (Finland),美國之加利福尼亞,柯羅拉朵等州;亞拉斯加及日本於福礦山等地方。

## 第二部 非金屬礦物部

### 第一類 脈石類

(I) 石英(Quartz,  $\text{SiO}_2$ )

**性質** 結晶屬六方晶系,硬度=7. 比重=2.653.

其他詳第一篇第一章第一節。

(II) 方解石(Calcite,  $\text{CaCO}_3$ )

**性質** 方解石結晶多六方晶系之半面像, 硬度=3. 比重=2.713.

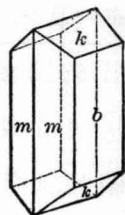
(其餘詳第一篇第一章第一節)

(III) 霰石(Aragonite,  $\text{CaCO}_3$ )

**性質** 霰石屬斜方晶系,結晶多柱面,庇面,軸面之集體。(圖308)常作雙晶,此外有作粒狀,球狀,纖維狀,



放射狀者。本礦物與方解石爲同質異形。作白色或灰色，或稍帶黃色。有玻璃光澤。透明或半透明。斷口略作介殼狀。質脆。硬度=3.5-4。比重=2.93-2.95。



**產狀及產地** 霰石常與石膏共產作層狀。或與鐵礦、方解等產岩石之裂隙中，或沈積溫泉中。產地有名者爲西班牙之亞拉剛(Aragon)，礦物由此地得名。此外波咸米亞西西利(Sicily)等地皆產之。

(IV) 毒重石(Witherite,  $\text{BaCO}_3$ )

**性質** 毒重石屬斜方晶系，與霰石爲類質同形，但多作塊狀及葡萄狀產於方鉛礦礦脈中。有白、灰及黃灰等色。硬度=3.-3.5。比重=4.29-4.35。

(V) 鋇礦(Strontianite,  $\text{SrCO}_3$ )

**性質** 鋇礦與霰石、毒重石等同屬斜方晶系，類質同形之礦物也。作塊狀、纖維狀、放射狀與重晶石共產。有白、灰、黃、及青等色，或爲無色。硬度=3.5-4。比重=3.68-3.714。

(VI) 白雲石(Dolomite,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )

**性質** 白雲石與方解石爲同形雜體。硬度=3.5-4。比重=2.8-2.9。(其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

(VII) 螢石(Fluorite or fluor spar,  $\text{CaF}_2$ )

**性質** 螢石屬等軸晶系。正八面體之劈開完全。 硬度=4. 比重=3.01-3.25. (其餘詳第一篇第一章第一節)

(VIII) 重晶石(Barite,  $\text{BaSO}_4$ )

**性質** 重晶石屬斜方晶系。底面之劈開完全。 硬度=3.-3.5. 比重=4.3-4.76. (其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

(IX) 石膏(Gypsum,  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ )

**性質** 石膏屬單斜晶系。斜軸面之劈開最完全。 硬度=1.5-2. 比重=2.314(其餘詳第一篇第一章第一節)

(X) 硬石膏(Anhydrite,  $\text{CaSO}_4$ )

**性質** 硬石膏屬斜方晶系。劈開與三軸面之方向平行爲其特徵。 硬度=3.-3.5. 比重=2.9-3. (其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

(XI) 磷鈣石[Apatite,  $3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8\text{Ca}(\text{Cl or F})_2$ ]

**性質** 磷鈣石屬六方晶系。 硬度=5. 比重=3.17-3.23.

(其餘詳第一篇第一章第一節)

## 第二類 有用礦物類

(I) 硫黃(Sulphur, S)

**性質** 硫黃屬斜方晶系。結晶多錐體或為底面與錐面之集體。(着色圖第五版第四圖)或為錐面,底面,及底面之集體。(圖127)有時亦作塊狀,土狀,絲狀。常混有黏土等不純物。作黃色或橙黃色,有松脂光澤。條痕則為白色。劈開不完全。斷口作介殼狀。或參差狀。質脆。硬度=1.5-2.5。比重=2.05-2.09。

**用途** 硫黃之用途甚廣,例如火藥,火柴,煙火,人造橡膠,漂白藥劑,及醫學上化學上各種藥品之製造皆需硫黃。

**產狀及產地** 硫黃多產於火山地方,或由火山噴發之各種氣體間之反應而生,或由噴發之氣體與空中之氧素相反應而生。其主要部分由火山噴出之硫化氫與空氣中之氧素相反應而生者也,化學方程式如下。



此外在水成岩中與石膏,方解石等共作層狀產出。

愛斯蘭(Iceland)及其他地方之溫泉中亦產硫黃,沈積作粉狀.硫黃多產於火山發達之國,世界中首推伊大利及日本.其有經濟的價值者爲伊大利之西西利島,西班牙之加滴慈(Cadiz)地方及日本.此外美國西部各州亦多產之.

(II) 岩鹽(Rock salt, NaCl)

**性質** 岩鹽屬等軸晶系,正六面體之劈開最完全.硬度=2.5,比重=2.1-2.6.(其餘詳地質學第一篇第四章第二節)

(III) 硝石(Nitre,  $\text{KNO}_3$ )

**性質** 硝石屬斜方晶系.普通多作針狀,毛髮狀及粉狀之集塊.產於土壤岩石或其他礦物之表面.一種之風化產物也.(As efflorescence).有鹹味及冷感,但不潮解.(Deliquescent).在木炭上熱之,爆裂作響.通常無色,但有時作白灰等色.硬度=1.5-2. 比重=1.9-2.1.

**用途** 硝石之主要用途爲製造火藥之原料,此外製造玻璃,硝酸及化學藥品皆用之.但世界中產量甚少.

**產地及產狀** 硝石多產於埃及,西班牙,波斯,印度,及錫蘭島等地方之乾燥土壤中,由一種酵母發生者也。又在美國之鄧尼西(Tennessee)米西西皮(Mississippi)各州則產於石灰岩洞底。

(IV) 鈉硝石(Soda-Niter or Chili Salpeter,  $\text{NaNO}_3$ )

**性質** 鈉硝石,一名智利硝石,屬六方晶系,多菱形半面像,菱面之劈開甚完全,但普通多作塊狀粒狀產出,堆積地面。有潮解性,似硝石,有白,灰,淡黃等色。硬度比重與硝石同。

**用途** 鈉硝石可以用製硝石及硝酸。又為氮素肥料之原料,甚重要之礦物也。

**產狀及產地** 鈉硝石之世界的名產地為智利北部之他拉白卡(Tarapaca)地方,與鉀鈉等鹽類在地表作數尺之厚層。此產地乃一種無雨水之乾燥地方。在祕魯,波利維亞亦同狀態產出。

(V) 明礬[Alum,  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 24 \text{H}_2\text{O}$ ]

**性質** 明礬屬等軸晶系,結晶多正六面體,正八面體或正菱形十二面體。普通作塊狀產出。無色,或作白色及淡紫色,易溶解於水,且有收斂味,可以從他

礦物區別之。硬度=2.-1.5. 比重=1.75-1.9.

明礬之結晶常作平行連晶。(圖 162)

**用途** 明礬用途多供藥用。此外化學上之鉀素及鉀化合物亦需明礬。有時亦用製肥料。

**產狀及產地** 在德國之斯達斯福地方作層狀產出。又有作湖水及淺海之沈積物產出者。在穢斯威士火山地方有作熔岩之外殼產出者。

(VI) 明礬石(Alunite,  $K_2O \cdot 3 Al_2O_3 \cdot 4 SO_3 + 6 H_2O$ )

**性質** 明礬石屬六方晶系,但多作塊狀,粒狀產出。有白,淡紅,淡褐等色。外狀似腊石。條痕白色。有玻璃光澤。劈開從底面。硬度=3.5-4. 比重=2.58-2.752.

**用途** 本礦用製染料,藥品等。又為製造鉀明礬之原料。

**產狀及產地** 明礬石由硫質噴氣孔作用(Solfataric action)產於既分解之粗面質岩石中。有時亦作薄層或脈狀產酸性熔岩中。明礬石之有名產地為伊大利之陀爾華(Iolfa)地方。此外澳洲,法國,匈牙利,美國之柯羅拉朶州皆產之。

(VII) 冰晶石(Cryolite,  $Na_3AlF_6$ )

**性質** 冰晶石屬單斜晶系。結晶多柱面,底面及底面之集體,作長方形。又有作塊狀產出者。無色或雪白色。有時帶黃色。透明或半透明。玻璃光澤甚強。底面之劈開最完全,劈開面呈

真珠光澤。含鋁分12.8%。硬度=2.5。比重=2.95-3。互作直角之三方向皆有劈開性。

**用途** 冰晶石之主要用途為製明礬。此外製鈉鹽及氟氫酸亦用之。每年由古林蘭(Greenland)輸入美國約二千五百噸。

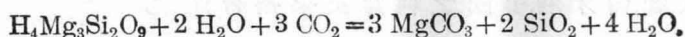
**產地及產狀** 冰晶石之產出甚早，古林蘭產者為最有名，產於貫穿花崗岩之偉晶岩脈中，脈甚大。與冰晶石共產者有菱鐵礦，方鉛礦，黃銅礦，黃鐵礦，螢石，黃玉等。此外俄國伊爾門(Ilmen)山，美國之黃石公園(Yellowstone Park)亦稍產之。

#### (VIII) 菱鎂石(Magnesite, $MgCO_3$ )

**性質** 菱鎂石屬六方晶系，結晶為菱形半面像。與方解石為類質同形。普通多作粒狀，纖維狀，及緻密塊狀。無色，白色或微黃色。玻璃光澤或絹絲光澤。半透明或不透明。硬度=4.-4.5。比重=3.-3.21。

**用途** 菱鎂礦之用途甚廣。例如製造耐火瓦磚，人造大理石，及製鎂質之化學藥品皆需用之。

**產狀及產地** 菱鎂礦多由蛇紋岩及其他鎂質岩之分解而成，其化學方程式如次。



故本礦物多產於蛇紋岩中，作脈狀或塊狀。有時亦產滑石片岩中。其產礦物有滑石，白雲石，及其他鎂質礦物。在加利福尼亞州之穆哈蕪(Mohave)附近，產於粘土及頁岩間，作層狀。此由鎂質鹽類與碳酸鈉鹽相作用沈澱而生者也。此種礦床世界

分布甚廣，唯大者甚少。世界最大之菱鎂礦礦床為奧國維那諾以斯達 (Wiener Neustadt) 地方之礦床，由維那諾以斯達至地羅爾 (Tirol) 間，占廣漠之區域，位阿普斯山中。此外匈牙利希臘亦有大礦床。

(IX) 水鋁礦 [Bauxite,  $\text{Al}_2\text{O}(\text{OH})_3$ ]

**性質** 水鋁礦為非晶質礦物，多作土狀，魚卵狀及豆狀，或作微粒狀之緻密塊產出。土狀者外觀似黏土而稍堅。通常含有鐵分，氧化硅等不純物。作灰，白，黃，褐等色。外觀難與黏土區別。遇水不生黏性，是其特徵。硬度 = 1. - 3. 比重 = 2.4 - 2.55.

**用途** 水鋁礦為鋁之重礦材。鋁為銀白色金屬，質輕而性韌，不易為藥品所侵蝕，且不生銹；價又低廉；故用途漸廣。例如製造理化學器具，藥品及飛行機上裝置需鋁甚多。有時亦代鐵用。又造各種合金。

**產狀及產地** 水鋁礦由各種含鋁岩石，例如由花崗岩質岩石，閃綠岩質岩石，輝綠岩，玄武岩等岩石之露天化作用而生者也。多產於熱帶地方之火成岩之露天化土壤中。熱帶地方雷雨之際生一種硝化作用 (Nitrification)，黏土分解生水鋁礦。



水鋁礦初發見於法國之播(Beaux)地方,故以地名名之。此外美國之阿康沙斯(Arkansas),佐治亞(Georgia)等州皆產之。

(X) 磷礦又名磷鈣土(Phosphorite)

**性質** 此礦物爲非晶質,化學成分與磷鈣石相同。  
(其餘詳第一篇第一章第一節)

(XI) 石綿[Asbestos,  $(CaMgFe)SiO_3$ ]

**性質** 石綿屬單斜晶系。(其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

(XII) 高嶺土(Kaoline,  $Al_2Si_2O_7 + 2H_2O$ )

**性質** 高嶺土之硬度 = 1. - 2.5. 比重 = 2.6 - 2.63。  
(其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

(XIII) 石墨(Graphite, C)

**性質** 石墨屬六方晶系,底面之劈開完全。硬度 = 1. - 2. 比重 = 2.09 - 2.23. (其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

### 第三類 寶石及裝飾石類

(I) 金剛石(Diamond, C)

**性質** 金剛石屬等軸晶系，結晶多正八面體。硬度 10。比重 = 3.516 - 3.525。(其餘詳第一篇第一章第一節)

(II) 鋼玉(Corundum,  $Al_2O_3$ )

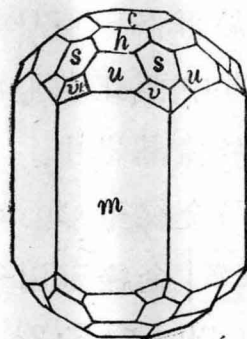
**性質** 鋼玉屬六方晶系，結晶多底面及錐面之集體。底面之劈開完全為本礦物之特徵。硬度 = 9。比重 = 3.95 - 4.10。(其餘詳第一篇第一章第一節)

(III) 綠柱玉(Beryl,  $Be_3Al_2Si_6O_{18}$ )

**性質** 綠柱玉屬六方晶系。結晶多為柱面及底面之集體(圖101)亦有底面，柱面及錐面之集體。(圖106及圖,309) 概作長柱狀，底面之劈開完全，有玻璃光澤，透明或半透明。

圖 307 所示;  $m = \infty P$ ;  $c = {}_0P$ ;  $s = {}_2P_2$ ;  $u = 2P$ ; 及  $v = 3P\frac{2}{3}$ 。

第三百〇九圖



由其色區別之有次之各種名稱。

1. 正綠柱玉(Emerald) 此作美麗之翠綠色。(着色圖第六版第四圖)

2. 藍柱玉(Aquamarine) 此作藍色或淺藍色。

3. 黃柱玉(Golden-beryl) 此作淡黃色, 與黃玉之色同。

4. 白柱玉(White beryl) 此爲透明無色者也。

硬度 = 7.5 - 8. 比重 = 2.63 - 2.80.

**用途** 作寶石及裝飾石, 價貴。

**產狀及產地** 本礦物作岩石之副成分, 產於偉晶岩, 花崗岩及結晶片岩中。尤多產於雲母片岩及其他片岩中。有時亦產礦脈中, 黏板岩中及炭質石灰岩中。

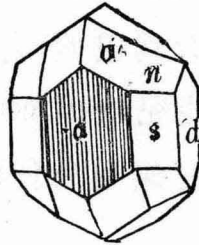
撒遜尼阿鄧堡(Altenberg)附近產之綠柱玉, 發見於錫石脈中。在烏拉山, 巴西(Brazil), 則產花崗岩脈中。此外緬甸, 瑞典亦以產綠柱玉有名。美麗之結晶產於哥崙比亞(Colombia), 模梭礦山(Muso Mine)之黏板岩中。西比利亞產有美麗之藍柱玉。在美國則多產於偉晶岩中。

(IV) 金綠玉(Chrysoberyl,  $\text{BeAl}_2\text{O}_4$ )

**性質** 金綠玉屬斜方晶系, 結晶多六角板狀(圖310)。以 $(\infty a : \bar{b} : 3c)$ 晶面爲雙晶面, 常作雙晶, 或三連雙晶(Trilling), 又稱六連雙晶(Sixling)。外觀似屬六方

晶系之結晶，稱曰偽  
六方晶系之六連雙  
晶。(Pseudohexagonal  
sixling,圖 311)

第三百十圖



第三百十一圖

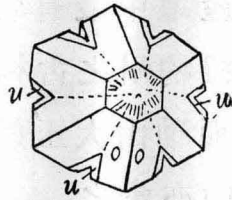


圖 308, 809 之晶面,

$$a = \infty P_{\infty}; b = \infty P_{\infty}; s = \infty P_{\frac{\infty}{2}}; n = {}_2P_{\frac{\infty}{2}}; o = P; u = P_{\infty}. \quad \text{雙晶面} =$$

$$(\infty a : b : 3c) = 3 P_{\infty}.$$

板狀單晶之板面與長軸面平行，此長軸面有鉛  
直的平行線條。若在雙晶則此線條作羽毛狀。本礦  
物作黃綠色。玻璃光澤甚強。透明或半透明。劈開從  
短軸面，極明瞭。硬度 = 8.5。比重 = 3.5 - 3.84。

翠綠色之金綠玉特名曰亞勒山大玉(Alexandrite)。用透過光線觀之則作紅色，故日間呈青色，夜間在燈光之下觀之則呈紅色。常作六連雙晶，透明，寶石之一也。(着色圖第六版第五圖)

金綠玉易與綠柱玉相混，得由其雙晶辨別之。

**產狀及產地**

金綠玉多發見於花崗岩，結晶片岩中，與綠柱石，柘榴石等共產出。又結晶粒常散在砂礫中，此由花崗岩結晶片岩等之水蝕作用流積砂中

者也。

產地中最有名者爲巴西國。此外俄之烏拉山，美國紐約州之格林斐兒特 (Greenfield) 及挪威國皆產之。亞勒山大玉產於錫蘭島作礫粒 (Pebble) 產出。烏拉山亦產之。

(V) 黃玉 (Topaz,  $\text{Al}_2\text{F}_{10}\text{Si}_5\text{O}_{25}$ )

**性質** 黃玉屬斜方晶系，結晶面以底面，錐面，柱面，短軸底面等爲最普通。常作異極像。底面之劈開完全。 硬度 = 8。比重 = 3.4 - 3.65。 (其餘詳第一篇第一章第一節)

(VI) 鋯硅石 (Zircon,  $\text{ZrSiO}_4$ )

**性質** 鋯硅石屬正方晶系，結晶多柱面及錐面之集體。又常以第二種正方錐面爲雙晶面，作雙晶。 (圖 90, 91 及圖 312) 此外有作針狀，粒狀之結晶者，有褐，赤褐，黃，紫諸色。(着色圖第五版第三圖) 條痕無色。微有金剛光澤，半透明。 劈開從柱面，但不明顯。本礦物由其晶形及色可與其礦物區別。硬度 = 7.5。比重 = 4.7。

第三百十二圖

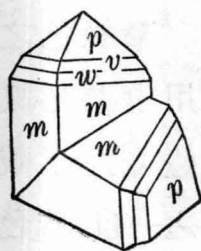


圖 312 之晶面  $m = \infty P$ ;  $p = P$ ;  $u = 3P$ ;  $v = 2P$ .

紅褐色或橙黃色而透明者特名曰風信子玉(Hyacinth), 寶石之一也。

**用途** 鋳硅石爲氧化鋳(Zirconium oxide)之原料。氧化鋳用製白熱煤氣燈(Incandescent gas lamp)之紗罩(Gauze)。美國之北加羅林那州(North Carolina)全爲此目的採掘之。佳者作寶石及裝飾石。

**產狀及產地** 本礦物作微細結晶產各種火成岩中，原生礦物也。巨大之結晶產於花崗岩，閃長岩，霞石閃長岩中。又由接觸作用產石炭岩中。又砂金地方之砂中亦稍產之。

風信子玉產於錫蘭島。此外澳洲之沙金地方，挪威及美國之北加羅林那州各地皆產之。

(VII) 尖晶石(Spinel,  $MgAl_2O_4$ )

**性質** 尖晶石屬等軸晶系，結晶多  $\infty O, 2O_2 O$  等晶體常以  $O$  爲雙晶面作雙晶，名曰尖晶石式雙晶。(圖 165) 結晶甚小，作微粒狀。有綠，藍，褐，黑，紅，白，等色，或爲無色。條痕白色。有玻璃光澤。硬度 = 8。比重 = 3.4—4.1。

**用途** 本礦物之美麗者作寶石用，與紅寶石相伯仲。

**產狀及產地** 本礦物作接觸礦物產於花崗岩,石灰岩,片麻岩中,又作原生礦物爲火成岩之副成分。結晶之大者多發見於錫蘭,緬甸,暹邏等地方。所謂錫蘭石(Ceylonite)者,尖晶石之一種也。

(VII) 柘榴石(Garnet)

**性質** 柘榴石屬等軸晶系,結晶多正菱形十二面體及偏菱形三八面體,或爲(a : a : a)與(a : a : ∞ a)之集體。硬度=6.5-7.5,比重=3.15-4.30。(其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

由化學成分區別之,有次之數種。

(1) 鈣鋁柘榴石[Grossularite or Hessonite,  $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ ]

此種柘榴石多作綠色,又名綠柘榴石,但有時亦作黃,褐,紅,等色。比重=3.4-3.6。

(2) 鐵鋁柘榴石[Almandite,  $\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ ]

此種柘榴石一名貴柘榴石,作深紅,褐紅,黑等色。比重=4.1-4.3。

(3) 鎂鋁柘榴石[Pyrope,  $\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ ]

此種柘榴石多深紅色,故一名紅柘榴石,有時亦近黑色。比重=3.7-3.8。

(4) 錳鋁柘榴石[Spessarlite,  $\text{Mn}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ ]

此種柘榴石有褐紅,堇,黃等色。比重=4.1-4.3。

(5) 鈣鐵柘榴石 (Andradite or Melanite,  $\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$ )

此種柘榴石多黑色。故一名黑柘榴石。亦有青、紅、褐、黃等色。  
比重 = 3.8-4.1.

此種柘榴石作淡黃色，似黃玉之色者特名曰黃玉柘榴石 (Topazolite).

(6) 鈣鉻柘榴石 (Uvarovite,  $\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$ )

此種柘榴石作草綠色，故一名草色柘榴石 (Grass-colored garnet). 比重 = 3.4.

## (IX) 電氣石 (Tourmaline)

**性質** 電氣石屬六方晶系，結晶多菱形半面像及柱面。硬度 = 7.-7.5. 比重 = 3.-3.5. (其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

電氣石之化學成爲  $(\text{R}^I_6\text{SiO}_3 + \text{R}^{II}_3\text{S}^I\text{O}_3 + \text{R}^{III}_3\text{SiO}_3)$ . 式中之  $\text{R}^I = \text{Na}, \text{Li}, \text{K}$ .  $\text{R}^{II} = \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Ca}$ .  $\text{R}^{III} = \text{Al}, \text{B}, \text{Cr}, \text{Fe}$ .

由成分區別有下之四類，此四類之間，尚多中間性之電氣石也。

(a) 鹼性電氣石 (Alkaline tourmaline) 此爲無色，或爲紅色，或爲綠色透明。

(b) 鐵質電氣石 (Iron tourmaline) 此爲深藍色或黑色，半透明。

(c) 鎂質電氣石 (Magnesium tourmaline) 此爲黃褐色或淡褐色半透明。

(d) 鉻質電氣石 (Chrome tourmaline) 此有深青色及黑色者。半



透明,亦有無色透明者。

又由其外視區別之有次之七種。

- (1) 普通電氣石(Ordinary tourmaline), 黑色或褐色。
- (2) 紅電氣石(Rubellit), 紅色或淡紅。
- (3) 藍電氣石(Indicolite), 藍色或藍黑色。
- (4) 巴西藍寶石(Brazilian sapphire), 藍色透明。
- (5) 巴西綠柱玉(Brazilian emerald), 又名巴西橄欖玉 (Brazilian chrysolite), 青色透明。
- (6) 錫蘭橄欖玉(Peridot of ceylon), 蠟黃色透明。
- (7) 無色電氣石(Achroite), 無色透明。

(X) 蛋白石(Opal,  $\text{SiO}_2 + n\text{H}_2\text{O}$ )

**性質** 蛋白石為非晶質, 產岩石中之洞隙中。氫氧化鈉(NaOH)之溶液能溶解之。 硬度=5.5-6.5。比重=1.9-2.3。(其餘詳第一篇第一章第一節)

(XI) 瑠璃(Lapis lazuli or Lazurite,  $\text{Na}_4(\text{NaAlSi}_3)\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{12}$ )

**性質** 瑠璃屬等軸晶系, 結晶為正六面體及正菱形十二面體。但多作塊狀產出。藍色或天青色。 條痕亦作淡藍色。有玻璃光澤, 半透明。硬度=5.-5.5。比重=2.38-2.45。

**用途** 本礦物用製花瓶及裝飾石。其粉末可製紺藍色料。

**產地及產狀** 瑠璃之佳者產於西比利亞之拜卡爾 (Baikal) 湖, 智利之安得斯山地方。又產於穢斯威士火山熔岩所包裹

石灰炭中。伊太利之阿邦尼安山(Albanian)亦產之。

(XII) 月石(Moon stone,  $\text{AlKS}_2\text{Si}_3\text{O}_8$ )

**性質** 月石爲無色或白色透明之正長石。硬度=6。比重=2.565。(其餘詳第一篇第一章第一節)

(XIII) 虎眼石(Tiger's eye)

**性質** 虎眼石原爲藍石棉, [ $\text{Crocidolite}$ ,  $\text{NaFe}(\text{SiO}_3)_2\text{FeSiO}_3$ ] 角閃石既分解變質者也。硅化之後,名曰虎眼石,用作裝飾品。硬度=4。比重=3.2-3.3。(其餘詳第一篇第一章第一節)

(XIV) 軟玉(Nephrite,  $\text{Mg}_3\text{CaSi}_4\text{O}_{12}$ ) 及硬玉(Jadeite,  $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ ) (詳地質學第一篇第二章第一節)

#### 第四類 造岩礦物

註:— 地質學第一篇第二章所舉之造岩礦物不單限於火成岩。此篇所述之造岩礦物多指火成岩之成分礦物而言。

##### 第一項 主成分礦物及其種類

(I) 石英(Quartz,  $\text{SiO}_2$ )

**性質** 石英若作岩石之成分產出,則多粒狀之結晶。在酸性火成岩爲主成分。在其他火成岩則爲副成分。(其餘詳第一篇第一章第一節)

(II) 正長石類(Orthoclases,  $K_2Al_2Si_6O_{16}$ )

正長石有次之五種。

(1) 普通正長石(Common orthoclase,  $K_2Al_2Si_6O_{16}$ )

**正長石之種類** 此長石屬單斜晶系。底面及斜軸面之劈開甚完全，互成直角。產酸性火成岩中作主成分。巨大之晶則產偉晶花崗岩中。易分解為高嶺土。硬度 = 6。比重 = 2.57。有白，青白，及肉紅等色。

**正長石之雙晶** 正長石之結晶多為  ${}_oP, {}_\infty P, {}_\infty P\overline{\infty}, 2P\overline{\infty}$ ，等晶面之集體。雙晶之種類甚多，分舉之如下。

(a) 接合雙晶(圖 166) 晶面  $x = P\overline{\infty}; p = {}_oP;$

$$M = {}_\infty P\overline{\infty}; l = {}_\infty P.$$

(b) 加爾斯伯雙晶(Carlsbad twin) 圖 313

所示，晶面  $c = {}_oP; y = {}_2P\overline{\infty}; m = {}_\infty P;$

$$b = {}_\infty P\overline{\infty} \text{ 雙晶面} = {}_\infty P\overline{\infty}.$$

(c) 巴文挪雙晶(Baveno twin) 圖 314 所示，

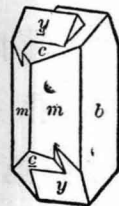
$$M' = {}_\infty P\overline{\infty}; p' = {}_oP; y' = {}_2P\overline{\infty}; l' = {}_\infty P. \text{ 雙晶面} = {}_2P\overline{\infty}.$$

(d) 瑪捏伯哈雙晶 (Manebach twin) 圖 315 所示，  $p' = {}_oP;$

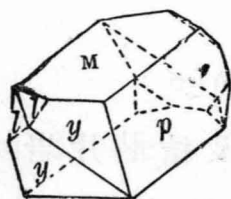
$$M' = {}_\infty P\overline{\infty}, o' = P'; y' = {}_2P\overline{\infty}; l' = {}_\infty P; n' = {}_2P\overline{\infty}. \text{ 雙晶面}$$

$$= P.$$

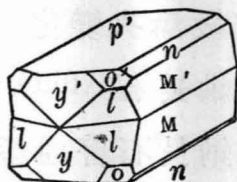
第三百十三圖



第三百十四圖



第三百十五圖



(2)玻璃長石(Sanidine,  $\text{KNaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{16}$ )

結晶及結晶粒產熔岩或流紋岩中。不易分解。

(3)亞瑪森石(Amazon stone)

(4)冰長石(Adularia)

(5)微斜長石(Microcline)

此化學成分與正長石同，但晶系則異。微斜長石屬三斜晶系之正長石也。外觀似正長石。

此長石有復雜之聚片雙晶，故呈薄片狀構造。(Lamellation)

(其餘詳第一篇第一章第一節)

(III)斜長石類(Plagioclases)

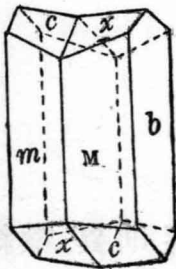
**斜長石之種類** 斜長石類中由鈉長石至鈣長石，其間

比重, 屈折率, 熔融度及在酸類中之溶解度皆按級漸次變化。

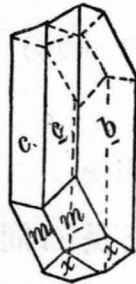
(1) 鈉長石(Albite,  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 = \text{Ab}$ )

鈉長石普通產酸性火成岩及結晶片岩中。  
底面及短軸面之劈開完全, 但二劈開面不相直交。

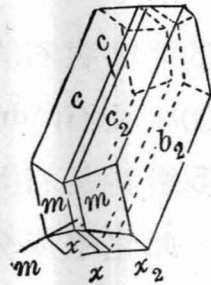
第三百十六圖



第三百十七圖



第三百十八圖



**斜長石之雙晶**

鈉長石之結晶有  $\cdot P, \infty' P', \infty P_{\infty}, P_{\infty}, P$  等結晶面。且多作雙晶。鈉長石所作之雙晶特稱為鈉長石式雙晶。(Albite twin) 同為鈉長石式雙晶有從加爾斯伯雙晶法則者, (Carlsbad law) 有從鈉長石式雙晶法則者, (Albite law)

(a) 從加爾斯伯法則之鈉長石式雙晶, 如圖 316 所示,

$\infty P_{\infty}$  為雙晶面,  $\infty P_{\infty}$  為接合面。結晶面  $M = \infty' P$ :

$$m = \infty P'; b = \infty P\infty; c = \circ P; x = \bullet P\infty.$$

(b)從鈉長石式雙晶法則之雙晶,如圖 317, 318 所示,  
雙晶面及接合面同為  $\infty P\infty$ 。

試取圖 166, 314, 315, 316 四圖互相比較之。

鈉長石之硬度 = 6. - 6.5. 比重 = 2.62 - 2.65.

(2)鈣鈉長石(Oligoclase,  $Ab_3 + An$ )

晶形似鈣長石. 硬度 = 6. - 7. 比重 = 2.65 - 2.67.

(2)中性長石(Andesine,  $Ab_2 + An_2$ )

常作十文字雙晶, 多產於火山岩中. 硬度 =  
5. - 6. 比重 = 2.68 - 2.69.

(4)鈉鈣長石(Labradorite,  $Ab + An_3$ )

作塊狀或粒狀, 產石英安山岩 (Dacite), 閃綠  
岩, 玄武岩等岩石中. 硬度 = 5. - 6. 比重 =  
2.7 - 2.72.

(5)亞鈣長石(Bytownite,  $Ab + An_3 - An$ )

晶形及性質與鈉鈣長石相似, 為火山岩之  
主成分. 又作火山之噴出結晶, 藏熔岩中. 硬  
度 = 5. - 6. 比重 = 2.7 - 2.73.

(6)鈣長石(Anorthite,  $CaAl_2Si_2O_8 = An$ )

結晶似鈉長石，作雙晶，雙晶面為短軸面。又作粒狀及粗片狀。產於鹽基性火成岩中，亦作火山之噴出物產熔岩中。硬度 = 6. - 6.5。比重 = 2.74 - 2.76。

(其餘詳第一篇第一章第一節)

#### (IV) 雲母(Mica)

**雲母之種類** 雲母屬單斜晶系，作六角形之剝離片狀。由其化學的成分區別之，有次之四種。

- (1) 鎂質雲母(Magnesia mica), 例如黑雲母, 金雲母。
- (2) 鋰質雲母(Lithia mica), 例如鐵鋰雲母, 鋰雲母。
- (3) 鉀質雲母(Potash mica), 例如白雲母。
- (4) 鈉質雲母(Soda mica), 例如鈉雲母(Paragonite)。

#### (1) 黑雲母(Biotite, $(\text{HK})_{24}(\text{MgFe})_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{21}$ )

此種雲母產花崗岩及其他火成岩中。有褐, 深綠, 黑等色。常分解化為綠泥石。硬度 = 2.5 - 3。比重 = 2.7 - 3.1。

雲母, 角閃石, 輝石等常化為綠泥石(Chlorite)。此種變化名曰綠泥化作用(Chloritization)。

#### (2) 金雲母(Phlogopite, $\text{H}_2\text{KMg}_7\text{Al}(\text{SiO}_4)_3$ )

此種雲母常作接觸礦物產出。有褐, 紅, 淡黃, 淡青諸色。鐵

雲母(Lepidomelane)爲金雲母之一種,富有鐵質者也。

(3)鐵鋰雲母(Zinnwaldite,  $H_2K_2Li_2FeAl_3F_2Si_5O_{16}$ )

此雲母作層帶構造(Zonal structure).中心爲淺褐色,周圍則爲淡紫色或白色.硬度=2.5-3. 比重=2.82-3.2

(4)鋰雲母(Lepidolite,  $HKLiAl_2F_2Si_3O_{10}$ )

此雲母爲薔薇紅色之鱗狀,產花崗炭中.硬度=2.5-4. 比重=2.8-2.9.

(5)白雲母(Muscovite,  $H_4K_2Al_6Si_6O_{24}$ )

白雲母,薄片狀,產電氣石花崗岩(Tourmaline granite)中.有白黃青等色.透明或半透明.絹雲母(Sericite)乃白雲母之緻密集塊也,產結晶片岩中.硬度=2.-2.5. 比重=2.76-3.0

(其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

(V)角閃石類(Amphibole)

(1)角閃石( $Hornblende, m(CaMg_3Si_4O_{12}) + n(Mg_2Al_4Si_2O_{12})$ )

角閃石屬單斜晶系.作主成分,產閃長岩及閃綠岩等岩石中.硬度=5.-6. 比重=2.9-3.4.

結晶多 $\infty P_{\infty}$ ;  $\infty P$ ;  $\cdot P$ ;  $P$ ,等晶面.雙晶面爲 $\infty P_{\infty}$ .



$\infty P$  之劈開甚完全  $\infty P$  間角度 =  $124^{\circ}36'$ .

(其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

(2) 透角閃石 (Tremolite,  $\text{CaMg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ )

此礦物多作葉片狀及纖維狀，常作接觸礦物產石灰炭中。又發見於滑石片炭中。有灰、白、青及深灰等色。

(3) 陽起石 (Actinolite,  $\text{Ca}(\text{MgFe})_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ )

此礦物常作纖維狀或放射狀之集合體產滑石片岩及綠泥石片岩中。淡青色或灰青色，常分解化為石棉。

(4) 藍閃石 (Glaucophanes,  $\text{NaAl}(\text{SiO}_3)_2(\text{FeMg})\text{SiO}_3$ )

此常作主成分產藍閃片岩中。柱狀結晶或粒狀。灰藍色至藍黑色。硬度 = 6. - 6.5. 比重 = 3.103 - 3.113.

(VI) 輝石類 (Pyroxene)

輝石由結晶系區別之有次之三種。

(1) 斜方輝石 屬斜方晶系之輝石有三種。

(i) 紫蘇輝石 (Hypersthene,  $(\text{FeMg})\text{SiO}_3$ )

此種輝石常產安山岩，玄武岩及斑禰岩等岩石中。褐青色或灰黑色。硬度 = 5. - 6. 比重 = 3.4 - 3.5.

在偏光顯微鏡下檢之有多色性。

(ii) 頑火石 (Enstatite,  $\text{MgSiO}_3$ )

$\infty P$  與  $\infty P_{\infty}$  之劈開完全。常作粒狀產鹽基性火成岩中。青或青白色。硬度=5.5。比重=3.1-3.3。

(iii) 古銅石 (Bronzite,  $(MgFe)SiO_3$ )

此礦物作古銅色，有半金屬光澤。產鹽基性火成岩中。硬度=5.5。比重=3.2-3.3。

(2) 單斜輝石 屬單晶系之輝石有六種。

(i) 普通輝石 [ $Augite, m(MgCaSi_2O_6) + n(MgAl_2SiO_6)$ ]

此為最普通之輝石。一般云輝石者即指此而言。通常作短柱狀及不規則的粒狀。產火成岩中。尤以輝石安山岩中為最多。硬度=5-6。比重=3.2-3.6。

(ii) 異剝石 (Diallage,  $CaMgAl_2Si_2O_9$ )

此種輝石在斑禰岩中作薄片塊狀。有灰、青、褐或草青色。劈開面有絹絲光澤。

(iii) 鈉鐵輝石 (Acmite,  $NaFeSi_2O_6$ )

此輝石作長柱狀，尖端甚銳。作淡褐色，赤褐色及青色等。硬度=6-6.5。比重=2.5-3.55。

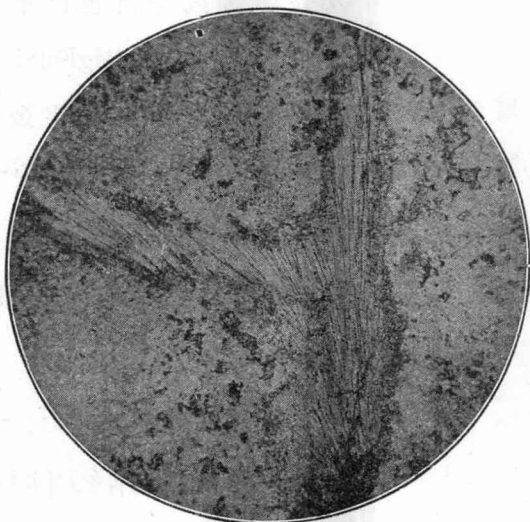
(iv) 硅鈣石 (Wollastonite,  $CaSiO_3$ )

此礦物常作柱狀、纖維狀及放射狀之結晶。(圖319)

## 第三百十九圖

石榴石之光性異常

多產於深  
成岩及石  
灰岩之接  
觸帶。(Con-  
tact zone)  
灰色或白  
色。硬度 =  
4.5-5。比  
重 = 2.8 -  
2.9。



## (v) 黑輝石

(Hedenbergite,  $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$ )

此礦物多作長短柱狀之結晶，亦作塊狀產出。多發見於接觸礦床中。黑色或青黑色。硬度 = 6。比重 = 3.5-3.58。

(vi) 透輝石 [Diopside,  $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ ]

此礦物之結晶多方柱狀，有  $\infty P_{\infty}$ ,  $P_{\infty}$ ,  $\overline{P_{\infty}}$  等晶面。亦產於接觸帶。其產於片狀岩中者則多作粒狀及塊狀。

## (3) 三斜輝石有薔薇輝石一種。

薔薇輝石 (Rhodonite,  $\text{MnSiO}_3$ )

此礦物作塊狀或放射纖維狀。作淡紅色，但易變色為

黑，含有 Mn 41.9%。硬度 = 5.5 - 6.5。比重 = 3.4 - 3.68。

產狀 (i) 產於接觸帶, (ii) 產於花崗岩之脈中, (iii) 產於金屬礦脈中作脈石。

單斜輝石之結晶面有  $2P_2$ ;  $\infty P$ ;  $\infty P\bar{\infty}$ ;  $\infty P\infty$  等。若作雙晶則雙晶面為  $\infty P\bar{\infty}$ 。  $\infty P$  之劈開完全。  $\infty P$  與  $\infty P$  所作之角度為 87.5°，近直角矣。

(其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

(VII) 橄欖石 [Olivine,  $(MgFe)_2SiO_4$ ]

此礦物作微小之結晶產火山岩中。亦作塊狀單獨產出，即所謂橄欖石瘤狀體 (Olivine nodules) 者是也。常分解化為蛇紋石，此種變化作用名曰 蛇紋化作用 (Serpentinization)。作橄欖青色或褐色。硬度 = 6.5 - 7。比重 = 3.27 - 3.37。

(其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

(VIII) 霞石 (Nepheline,  $Na_6K_2Al_3Si_9O_{34}$ )

此礦物之結晶多  $\infty P$  及  $oP$ ，作大柱狀，薄柱狀或粒狀。常發見於新火山岩中 (Neovolcanic rock)，例如玄武岩。硬度 = 5.5 - 6。比重 = 2.55 - 2.65。

(IX) 白榴石 (Leucite,  $K_2Al_2Si_4O_{12}$ )

白榴石之晶系不明，但結晶多作與  $2O_2$  相類似之晶形。故

又有謂爲偽等軸晶系(Pseudo-isometric)者。多產於新火山岩中。硬度=5.5-6。比重=2.45-2.5。

(以上霞石及白榴石詳地質學第一篇第二章第一節)

## 第二項 副成分礦物

(I) 綠泥石 (Chlorite,  $H_4(MgFe)_2Al_2SiO_9 - H_4(MgFe)_3Si_2O_9$ )

**性質** 綠泥石屬單斜晶系。種類甚多，故化成分亦不一定。常作鱗片狀及纖維狀產出。有時亦作六角薄板狀，但甚罕。劈開從底面與雲母同。青色或暗青色，有真珠光澤。有撓性，但無彈性可與雲母區別。濃硫酸中能溶解。硬度由1.至2。比重由2.78-2.96。

紅泥石 (Kämmererite) 含有鉻質，作櫻紅色，與鉻鐵礦 (Chromite) 常共生。亦綠泥石之一種也。

(II) 楔石 (Sphene or Titanite,  $CaTiSiO_5$ )

楔石作柱狀或鱗狀結晶。劈開從 $\infty P$ 。 $\infty P$ 與 $\infty P$ 間之角度等於 $133^{\circ}52'$ 。作青黃色或黑褐色。玻璃光澤或松脂光澤。硬度=5.-5.5。比重=3.4-3.56。

(III) 鑷鐵礦 (Ilmenite,  $FeTiO_3$ )

鑷鐵礦屬六方晶系。常作鱗片狀或粒狀。鐵黑色，有不完

全之金屬光澤。條痕作黑色或褐紅色。產於鹽基性火成岩中。硬度=5.-6. 比重=4.5-5.

(IV) 金紅石(Rutile,  $TiO_2$ )

金紅石屬正方晶系，產於結晶片岩中者常作柱狀。劈開從 $\infty P$ 。多雙晶，雙晶面為 $P_{\infty}$ (圖170)。作紅褐色，常變為各種之色。半金屬光澤。硬度=6.-6.3. 比重=4.18-4.25.

(V) 十字石(Staurolite,  $H_4(FeMg)_6(AlFe)_{24}Si_{11}O_{66}$ )

十字石多雙晶，雙晶面為 $\frac{3}{2} P_{\infty}$ 。常與次述之藍晶石共生。硬度=7.-7.5. 比重=3.65-3.75.

(其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

(VI) 藍晶石(Cyanite,  $Al_2SiO_5$ )

藍晶石屬三斜晶系。作柱狀或纖維狀結晶。柱體中心作藍色，外緣則色漸淡，終成白色。產於變質岩及雲母片岩中。與柱體平行之方向，硬度較低，與之垂直之方向則硬度較高。故硬度由4.5至7. 比重=3.56-3.67.

(VII) 綠簾石(Epidote,  $H_2Ca_4(AlFe)_6Si_6O_{26}$ )

綠簾石作青色，斷口之色較淺。劈開= $\infty P$ 。硬度=6.-7. 比重=3.25-3.5.

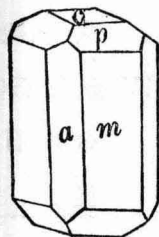
(其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

### 第三項 接觸礦物(Contact Minerals)

(I) 鈣鋁硅石(Vesuvianite,  $H_4Ca_{12}(AlFe)_6$ )

第三百二十圖

鈣鋁硅石屬正方晶系。結晶多為第一種柱面，第二種柱面，第一種錐面，第二種錐面及底面之集體。(圖320) 此礦物常產於石灰岩之接觸部。作褐青色或青黑色。



硬度 = 6.5. 比重 = 3.35 - 3.45.

(II) 斧石 [Axinite,  $HR_3BAI_2(SiO_4)_4$ , 式中之  $R = Ca, Fe, Mg, \text{或} Mn$ ]

**斧石** 斧石屬三斜晶系。結晶常作扁塊狀有尖銳之稜如斧，故名。(着色圖第五版第五圖) 本礦物為原生礦物，發見於接觸礦床。黑褐色，灰色或青黃色，硬度 = 6.5 - 7. 比重等於 3.271.

斧石之結晶，多  $'P'$ ;  $\infty'P'$ ;  $\infty P\infty$ ;  ${}_2P'\infty$  等晶面。 $\infty'P'$  面有平行之條線， $'P'$  面亦有條線，與  $\infty'P'$  所作之稜相平行；此等為斧石之特徵(圖155).

(III) 紅柱石 (Andalusite,  $Al_2SiO_5$ )

紅柱石屬斜方晶系，結晶多作方柱狀，為  $\infty P$ ,  ${}_2P$  等之集體。紅柱石，藍晶石及硅線石，(Sillimanite, 亦屬斜方晶系)，為同質三像 (Trimorphism)，紅柱石作紅色或灰色。硬度 = 7.5. 比重 = 3.16 - 3.2.

(IV) 堇青石 (Cordierite,  $H_2(MgFe)_4Al_3Si_{10}O_{37}$ )

堇青石屬斜方晶系,常作偽六方晶系之短柱狀或粒狀。變質岩中及火山岩中均產之。劈開從  $\infty P \infty$ 。作藍色,堇色或近無色。在顯微鏡下示強多色性。

櫻石 (Cerasite) 爲堇青石之一種,產接觸黏板岩中。

## 第四項 再生礦物及變質礦物

(Secondary Minerals and Altered Products)

## (I) 沸石類 (Zeolites)

沸石類皆含有結晶水 (Crystallization water), 熱之則騰沸蒸發, 爲其特徵。多作白色或淺青色。加氫氯酸 (HCl) 則溶解爲膠質之二氧化硅。產火山岩中, 尤多產於杏仁狀 (Amygdaloidal) 構造之火山岩中。充填岩石之裂隙及孔穴。種類甚多, 分舉如下。

(1) 魚眼石 (Apophyllite,  $H_7KCa_4Si_8O_{24} + 4\frac{1}{2}H_2O$ )

**魚眼石** 魚眼石屬正方晶系, 結晶多底面, 錐面及第二種柱面之集體。(圖91) 無色或白色。有時亦有作灰白, 青白, 黃白, 紅白等色者。透明至不透明。硬度 = 4.5 - 5。比重由 2.3 - 2.4。



魚眼石有光學性異常之現象。(圖40)

(2) 輝沸石(Heulandite,  $H_4CaAl_2Si_6O_{18} + 3H_2O$ )

**輝沸石** 輝沸石屬單斜晶系,結晶多 $P$ ,  ${}_2P$ ,  ${}_{\infty}P_{\infty}$ ,  ${}_{\infty}P_{\infty}$ 及 $P_{\infty}$ 之集體。劈開面為 ${}_{\infty}P_{\infty}$ ,呈真珠光澤。有白,紅,灰,褐等色。透明或半透明。硬度=3.5-4. 比重=2.18-2.22.

(3) 斜方沸石(Chabazite,  $(CaNa_2)Al_2Si_4O_{12} + 6H_2O$ )

**斜方沸石** 斜方沸石屬六方晶系,結晶多菱形半面像且多透入雙晶。(如辰砂之雙晶,圖28)劈開從R面。無色,白色,或肉紅色。透明至半透明。硬度=4.-5. 比重=2.08至2.16. 外視似方解石。

(4) 方沸石(Analcime,  $Na_2Al_2Si_4O_{12} + 2H_2O$ )

**方沸石** 方沸石屬等軸晶系,結晶多 ${}_2O_2$ 之偏菱三八面體,白色或無色。有時亦作淡灰,淡黃,淡紅等色,透明至不透明。硬度=5.-5.5. 比重=2.22-2.29.

(5) 鈉沸石(Natrolite,  $Na_2Al_2Si_3O_{10} + 2H_2O$ )

**鈉沸石** 鈉沸石屬斜方晶系,結晶多細長柱狀,又常聚作星狀及纖維狀集合體。有白,淡灰,淡黃,淡紅等色。透明至不透明。硬度=5.-5.5. 比重=2.2-2.25.

(沸石類其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

(II) 鱗石英(Trilymite,  $SiO_2$ )

鱗石英屬三斜晶系,與石英為同質二形。結晶多微小六角之鱗片狀。常產火山岩中。無色或白色。有玻璃光澤。硬

度=7. 比重=2.28-2.33.

(III) 滑石(Talc,  $H_2Mg_3Si_4O_{12}$ )

滑石屬單斜晶系. 硬度=1. 比重=2.7-2.8.

(其餘詳第一篇第一章第一節)

(IV) 蛇紋石(Serpentine,  $H_4Mg_3Si_2O_9$ )

蛇紋石屬斜方晶系, 作深綠色, 含有氧化鐵, 故有紅色或黃色斑點. 硬度=2.5-4. 比重=2.5-2.65.

(其餘詳地質學第一篇第二章第一節)

第三部 稀有元素礦物

(I) 瀝青鈾礦(Uraninite or Pitchblende)

**性質** 瀝青鈾礦之化學成分不一定, 至其為鈾酸鹽類則無疑. 其足信之分子式為  $(UPb_3)_3U_2O_{12}$ .

此礦物屬等軸晶系, 結晶多正八面體; 或為  $O_{\infty}O_{\infty}O_{\infty}$  之集體. 但通常多作塊狀及葡萄狀產出. 有灰, 褐, 黑等色, 不透明. 硬度=5.5. 比重=8.-9.7.

**用途** 據近代學說, 鐳元素由鈾元素之崩壞分離而生者也. 鐳與鈾常保有 1:3400000 之平衡. 本礦物為鐳之礦材. 鐳之主要用途有二. (i) 醫學上之用途. (ii) 暗中發光之性質. 以鐳混溴素或閃鋅礦之粉末能於暗中發光. 戰時飛行機之指

南針上多應用之。

**產狀及產地** 瀝青鈾礦產於偉晶花崗岩脈中或銀、鉛、銅等之礦脈中。產地如撒遜尼、波咸米亞之瀝青鈾礦，產於礦脈中。挪威摩斯(Moss)地方產者則發見於偉晶花崗岩脈中。美國各地產者亦發見於偉晶花崗岩中。

(II) 鈾釷礦(Carnotite,  $K_2O \cdot 2UO_3 \cdot V_2O_5 + xH_2O$ )

此礦作黃色之結晶粉末或作疎鬆之塊狀產出。其中小品有似作六方晶系之結晶者。美國柯羅拉朵及猶大(Utah)二州產此種礦物，亦為鐳、鈾等之原料也。此外性質尚不明。

(III) 鈾銀鑷礦(Monazite,  $(CeLaDi)PO_4$ )

**性質** 本礦物屬單斜晶系，結晶為板狀，有  $P$ ， $\infty P$ ， $\infty P_{\infty}$  及  $\infty P_{\infty}$  等之結晶面。作黃、褐、紅等色，半松脂光澤，有放射性能。(Radio-active) 硬度=5-5.5。比重=4.9-5.3。

**用途** 煤氣燈之網罩(Mantles of gas-lamps)由此種礦物製之。此礦物又含有二氧化鈾( $ThO_2$ )，但至多不過18%。故亦為鈾之原料。

**產狀及產地** 鈾銀鑷礦產於花崗岩，花崗岩質片岩及偉晶花崗岩中。產於挪威，美國之南北加羅林那州及巴西國。尤以巴西國之鈾銀鑷礦砂(Monazite sand)產量最富，為有名。

(IV) 哥倫布礦(Columbite,  $FeMnNb_2Ta_2O_6$ )

此礦物之晶形與鎢錳鐵礦之結晶形相似，但晶系不同，屬斜方晶系產偉晶花崗岩中。鐵黑色或褐紅色。有半金屬光澤。

劈開 =  $\infty P_{\infty}$ 。條痕色深紅至黑。硬度 = 6。比重由 5.3 至 7.3。

(V) 法格孫礦 (Fergusonite,  $R(\text{NbTa})\text{O}_4$  式中  $R = \text{Pt, Er, Ce}$ )

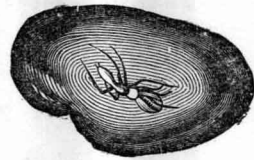
本礦物屬正方晶系，多錐狀及柱狀之結晶。產花崗岩中及砂礦床中，與磁鐵礦共生。作深褐黑色。條痕作淡褐色。半亞透明至不透明。硬度 = 5.5-6。比重 = 5.838。

#### 第四部 有機礦物

(I) 琥珀 (Succinite or Amber,  $\text{C}_{40}\text{H}_{64}\text{O}_4$ )

**性質** 琥珀作塊狀產出，非晶質礦物也。有黃及赤黃等色。松脂光澤甚強。常含有昆蟲木葉等物。(圖 321) 摩擦之生電氣。熱至  $287^{\circ}\text{C}$  能熔融。透明至半透明。硬度 = 2. -

第三百二十一圖



2.5。比重等於 1.05-0.98。

**用途** 琥珀用之製煙管及裝飾品。其粗劣者可製琥珀酸。

**產狀及產地** 琥珀為古時代之樹脂，埋藏地下固結而生者也。多產於第三系地層中。產地以德國之北海岸為最有名。此外西西利島，西班牙皆產之。

(II) 石油 (Petroleum,  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + \text{A}$ )

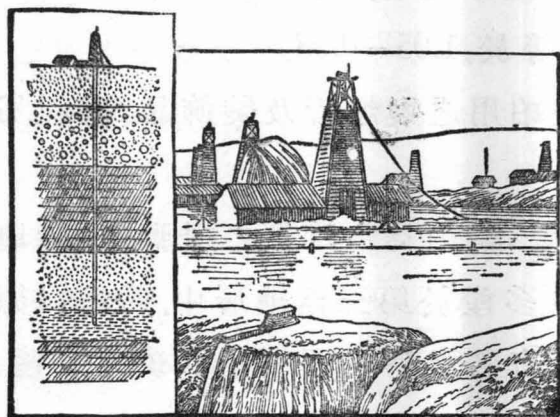
**性質** 石油之天然產出者曰原油 (Crude oil), 有黏性之褐色或暗黑色之液體也, 發特有之石油臭, 比重小於水, 由 0.6-0.9.

古代之動植物埋沒地層中, 因地熱之作用, 分解

第三百二十二圖



第三百二十三圖



而生石油，且常含有天然煤氣。天然煤氣之化學成分及成因與石油全同。

**石油之汲取** 地下埋藏有石油之地域曰油田。(Oil-field) 石油較水輕，故在地層中多貯積於背斜層之上部。測定其為貯藏有石油之背斜地層後，在地面設高臺架，懸鑽地錐，開鑿油井。達含油層後，原油與天然煤氣一齊噴出。力弱不能噴出地面者，用抽筒(Pump)吸取之。圖322所示，a為含油層之砂岩，b為頁岩，c為地面之油井。圖323所示為原油及天然煤氣從油井噴出之實景。

**用途** 入原油於蒸溜釜中熱之至 $150^{\circ}\text{C}$ 止，其間蒸溜而出者為揮發油。由 $150^{\circ}\text{C}$ 至 $300^{\circ}\text{C}$ 間蒸溜而出者為燈用油及輕油。 $300^{\circ}\text{C}$ 以上始蒸溜而出者名之曰重油。最後殘留者為黏性甚強之黑色物，是為瀝青(Pitch)。

揮發油能除脂油漬垢及為發動機之燃料。石油暖爐亦用揮發油為燃料。燈油主要用途即供燈火用。輕油與燈油相混亦可為燈火用油。重油可為石蠟(Paraffin)及火傷膏(Vaseline)之原料，又為輪船軍

艦之燃料。精製之則爲機械油，可以減少機械之摩擦。液體燃料較之固體燃料貯藏運搬均多便利，故用途日益推廣。殘滓瀝青混以土砂可鋪築道路，代土瀝青之用。

**產狀及產地** 石油產於新舊砂岩，黏板岩層中。舊地層中之石油多輕油，例如我國新疆省天山南路產之石油，屬二疊紀及三疊紀者也。新地層中之石油多重油，例如日本產之石油，屬第三紀者也。有名之石油產地爲美國及俄國。其餘印度，波斯等亦多產之。我國西北部亦多廣大之油田，例如四川新疆等省，惜無詳細之調查耳。

### (III) 土瀝青(Asphaltum)

原油失去其揮發分之大部分，且受天然之酸化作用化爲質極柔軟之固體，名曰土瀝青，即原油之自然固化者也。多作塊狀及層狀產出。遇熱易熔解，發特有之臭氣，有燃性。產於石油地方。裏海，死海，英國之康禾，巴西等地方產者爲有名。

土瀝青混以砂，石灰岩之粉末及少量之炭精油，可以鋪築街道及工場之地盤。又用之包電線，作絕

緣體。

(IV) 煤炭(Coal, C)

煤炭詳地質學第一篇第四章第三節及第二篇第三章第四第五節。

礦 物 學 各 論 終

圖書集成  
地質部

圖書集成  
地質部



# 地質礦物學

## 第二卷 地質

### 緒論

地質學 之目的
------------

地質學者，研究下列各項之學問也。即

- (1)組成地球之物質。
- (2)地殼之構造。
- (3)地球內部及外部之天然動力。
- (4)地殼之外貌。
- (5)地球自成立以來經過之發育及變遷。

故地質學得分為次之五分科。

地質學 之分科
------------

- (1) 研究組成地球之物質者，曰地球物質學(Geognosy)。
- (2) 研究地殼之構造者，曰構造地質學

(Geotectonic geology).

(3)研究地球內外部之天然動力者,名曰動力地質學(Dynamical geology).

(4)研究地球之外狀者,曰地文地質學(Physiographical geology).

(5)研究地球自成立以來經過之發育及變遷者,曰地史學(Historical geology).

地球,除其內部不明之部分外,由陸界,水界,氣界,及生物界之四界而成立.此四界中,歸地質學研究者以陸界爲主.陸界者,構成地球外部之固體皮殼,即所謂地殼 (Earth's crust) 者是也.至其他三界唯研究其對陸界之作用如何而止,不及研究陸界之詳細也.

**岩石學** 地球物質學之研究對象,爲構成地殼之材料.構成地殼之材料其主要部分即岩石也.專研究岩石之學問特稱曰岩石學 (Petrology), 地球物質學之重要部分也.知岩石之構造,即知地殼之構造,故構造地質學可附述於岩石學中.知岩石之外狀及分布,可以略測知地殼之外形,故地文地質

學可於岩石學中畧述之。由岩石之各種變化即可察知地球內外部之天然動力，故動力地質學亦可附論於岩石學中。

**地史學** 地球自生成以來，其經過歲月極其久遠，故地球之歷史亦極綿長。此長期間內不僅地殼外形大有變化；即陸界與水界之分布，氣候及生物等亦因地質時代之不同而為變化者也。故地史學者，研究地球自固化以來之地文的變化——水陸之分布，土地之昇降，氣候之變化——及生物之發育變遷之學問也。

本書分為地史學及岩石學兩大篇；而以構造地質學，地文地質學，動力地質學之大概略述於岩石學中。

第一篇 岩石學(Petrology)

第二篇 地史學(Historical geology)

第一篇  
岩石學

第一章 地殼(Earth's crust)

**地殼** 地球就今日之狀態觀之，其外部爲空氣圈(Atmosphere)，其表面爲水圈(Hydrosphere)，水圈之下則爲岩石圈(Lithosphere)。即吾人呼爲地殼者是也(圖180)。

第一百八十一圖



**地球內部之熱** 地球最初爲一種酷熱氣體之團集，漸失其熱，化爲液體，液體表面因冷卻化爲固體之皮殼，此皮殼漸次增厚，即成地殼，故知地球內部尙極熱也。

地球外部之熱，由太陽而來之熱也。吾人日常所感之寒暑，皆由此外部之熱量多少而生。至內部之熱名地熱(Subterranean heat)者，潛藏地球之內部，除火山溫泉之外，無由表現於地面也。

**地熱增加率** 據世界各地之礦山豎坑(Shaft)，及爲研究起見開鑿之地下穿孔之實驗，謂地下平均低降三十公尺(Metre)，溫度增加攝氏一度，此謂之地熱增加率。按此

增加率計之，則深進至 30000 公尺之深處，其溫度約攝氏一千度。若至 40000 公尺之深部，則溫度達 1200°C。瑞典之物理學者亞連紐氏(Arrhenius)，謂地殼之厚約四萬公尺。在四萬公尺以下之溫度在 1200°C 以上，不拘壓力如何，各種岩石均化為熔融狀態。

**重圈** 地殼之內部，有名重圈 (Barysphere) 之部分，吾人之智識淺薄，無從測驗其為何物；但其物質甚重，溫度極高，物體在其中皆變為熔融狀態，則不難想像也。

關於地球內部之狀態，各學者所說不同，今舉其重要者如下。

**地球內部狀態**

(1)熔融體說 此說所據理由如下。

(a) 如地熱增加率所示，達一定深部，無論如何耐熱性物質物，——無論其熔融點如何之高，——皆化

**熔融體說**

為熔融體。

(b) 地球<sup>上</sup>火山之數極多。並其既絕滅之死火山計之，其數尤巨。其噴出之熔融體皆仰給於地心也。

(c) 比較距離懸隔之火山噴出物，其性質相似；故知為同源。

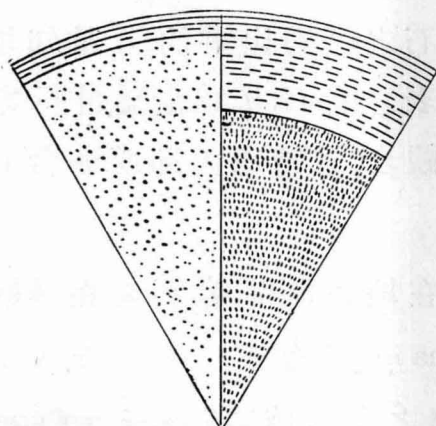
(2) 固體說 魏喜特氏(E Wiechert)由地震波在地球內部傳

**固體說**

播狀態推測之，謂地心為直徑約 10000000 公尺

之金屬球(鐵球),包裹此金屬球者為厚1300000至1400000公尺之液體層。(圖181,右方)在液體層之上更有厚約1000000

第 一 百 八 十 一 圖



公尺之地殼層。氏又謂地殼之密度近表面為2.8,至其最下部則增至3.4,地心之密度則為8至8.15。

賴宜魯(Lyell)氏之說則謂物質在地球內部雖已達熔融點,然因地殼之壓力甚大,故呈固體之狀態。若地殼之壓力一鬆,即化為熔融體,由地殼之裂罅湧出地面。

此外有名之英國物理學者譚孫氏(William Thomson)及佐治達爾文氏(George Darwin)由潮汐運動之現象,說明地球內部為固體。

- (3) 氣體說 前述之亞連紐氏則謂地心之溫度極高,達攝氏十萬度。(前之魏喜特氏則謂僅攝氏三千度)因此之故鐵在臨界溫度(Critical temperature)以上之溫度熱

之，化爲氣體占有地球內部之大部分者皆此氣體也，氣體外層爲薄液體層又其上則爲地殼(圖 181, 左方)

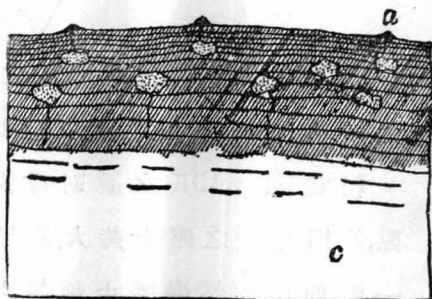
**地球內部  
物質之重**

地球全地之比重約 5.6. 構成地殼之岩石之平均比重約 2.7; 故知地球內部之物質重於地表之岩石, 其爲金屬性可想像而知. 就隕石之性質觀之, 則地球內部或亦含有此種鐵質物體也.

**岩漿**

在地殼內部, 岩石尙在熔融狀態者名曰岩漿(Magma). 火山爆裂之際, 噴出之赤熱熔岩(Lava)即由地殼內部湧出之岩漿也. 凝固後即爲火成岩 (Igneous rock). 此等岩漿非直接

第一百八十二圖



由重圈湧出. 因地殼自身, 較淺之處, 有岩漿滯溜存在. 由火山噴出之熔岩, 即由此等岩漿滯溜供給者也(圖 182).

以地殼之厚與地球之直徑相較, 則地殼僅一重極薄之皮膜. 此薄殼即由各種之礦物集合體所構

成。人類及動植物皆生存其上。

地球之赤道半徑約6377397公尺。

地球之兩極半徑約6356078公尺。

## 第二章 岩石之礦物成分,石理及分類

### 第一節 組成岩石之礦物

組成岩石  
之礦物

構成地殼之物質中其作大塊狀或層狀者總稱之曰岩石 (Rocks)。其中有質堅硬者,如花崗岩是也。又有質疎鬆者,如黏土,砂礫等是也。

構成岩石者礦物也。有具一種礦物之岩石,曰單性岩石 (Simple rock);例如單由方解石集合而成之石灰岩是也。有具數種礦物之岩石,曰複性岩石 (Composite rock);例如花崗岩乃由雲母石英及長石三種礦物集合而成,缺其一不成爲花崗岩也。

礦物之種類數以千計,其中組成岩石之重要者不過數十種,名曰造岩礦物 (Rock forming minerals),列舉之如下。

#### (一) 二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )及其化合物

石英類      長石類      雲母類      角閃石類



輝石類	霞石	白榴石	橄欖石
蛇紋石	綠泥石	綠簾石	柘榴石
電氣石	沸石類	十字石	高嶺土
滑石			

## (二) 碳酸鹽,硫酸鹽,磷酸鹽及鹵石類

方解石	白雲石	石膏	硬石膏
岩鹽	菱鐵礦	重晶石	螢石
磷鈣石			

## (三) 金屬礦物類

磁鐵礦	褐鐵礦	赤鐵礦	鎔鐵礦
-----	-----	-----	-----

## (四) 有機礦物類

石墨	煤炭
----	----

## (五) 冰雪

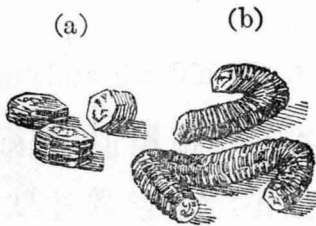
上列諸礦物中,有單獨作成岩石者,有相合而構成岩石者,南北極方有冰河及積雪之地,冰雪作大塊狀之岩石。

## (一) 雲母

雲母之性質	雲母屬單斜晶系,結晶多作六角之薄板狀, <u>劈開極完全</u> ,得剝為薄膜,劈開面
-------	---

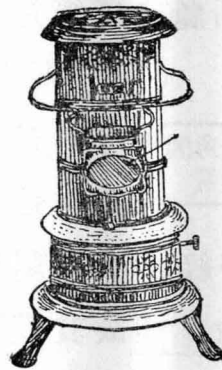
與底面平行，劈開片透明，有彈性，作玻璃光澤或真珠光澤。雲母之種類甚多，故色亦有種種。最普通者為黑雲母及白雲母。花崗中之閃光黑色礦物概為黑雲母。雲母常混泥沙中，黑雲母分解後呈黃褐色，

第一百八十三圖



a 蛭石      b 投火中後之蛭石

第一百八十四圖



狀如砂金。亦有花崗岩含白雲母者(圖22)。

**蛭石** 黑雲母之一種名蛭石 (Vermiculite) 者，投之火中，則其體膨脹，伸動如蛭。此因黑雲母多含水分故也(圖183)。

**雲母之用途** 白雲母之耐火性強，且其薄片有彈性及透明，故用以代窗戶之玻璃。暖爐 (Stove) 之窗扉，(圖184)，白熱煤氣燈燈罩，亦用白雲母片製之。其小

片則用以裝飾紙屏及窗扉。雲母之重要用途為電氣之絕緣體，用於發電機。

**雲母之產狀及產地**

雲母為花崗岩之主要成分，故分布極廣。在偉晶花崗岩(Pegmatite)之洞隙中，產巨大之白雲母結晶。有名產地為烏拉山，印度，加拿大，高麗之咸鏡道等地方。

(二) 輝石及角閃石(Hornblende and augite)

**輝石及角閃石之性質**

角閃石與輝石之成分相類似，種類甚多。作造岩礦物者其結晶皆為柱狀，色黑而帶綠。兩者皆屬單斜晶系，唯晶形稍異。角閃石為六角柱體故其橫斷面為六角形。輝石結晶多八角柱體故其橫斷面為八角形。二者皆沿柱面為劈開，頗完全。(圖26及礦物學第一篇第一章第四節參照)角閃石較輝石易剝落，有強玻璃光澤。

由結晶系區別之輝石本有三種。(1)屬斜方晶系之斜方輝石(2)屬單斜晶系之單斜輝石。頑火輝石(Eustatite)紫蘇輝石(Hypersthene)屬斜方晶系者也。普通輝石則屬單斜晶系。(3)屬三斜晶系之薔薇輝石(Rhodonite)。

**玉及翡翠**

我國所重視之玉，即角閃石之一種，名

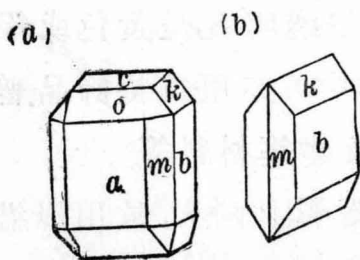
曰軟玉(Nephrite),色綠或灰綠,性脆,用爲裝飾品。硬玉(Jadeite)則爲輝石之一種,與軟玉相似,唯質較硬。硬玉之佳者,色豔綠,特名曰翡翠,我國特有之珍品也。

**產狀及產地** 輝石及角閃石爲火成岩之主要成分,分布極廣。軟玉產於滿洲之瓦溝及新疆雲南等地。硬玉則多產於雲南,四川,陝西等省。

(三) 橄欖石,蛇紋石及石棉

**橄欖石之性質** 橄欖石屬斜方晶系,結晶作短柱狀。(圖185) 黃色,暗綠色或橄欖色。常作大小之粒狀。產火成岩中。劈開不完全。單獨作單性岩之橄欖岩(Peridotite)。此礦物極易分解,因天水之作用化爲蛇紋石(Serpentine)。

第一百八十五圖



第一百八十六圖



**蛇紋石** 蛇紋石不盡由橄欖石變化而成，輝石角閃石分解後亦有變為蛇紋石者。蛇紋石有黑綠色者，有黃色者，光澤稍鈍，質軟，易以小刀傷之。磨琢之現種種美麗紋樣，故用為裝飾品石。蛇紋石作大岩塊產出者名曰蛇紋岩(Serpentine)。

**石綿** 蛇紋岩之裂隙中常見有一種纖維狀礦物產出，裂之如線絲，是名石綿，又名石絨(Asbestos)。石綿之多數由蛇紋石變成。有一種名溫石絨(Chrysotile)者直接由橄欖石變化而成，圖186示其初變化之狀態也。角閃石之一種名陽起石(Actinolite)者亦變化為石綿。石綿之色有白，淡黃，淡綠等色。有彈性，耐火力極強。

**橄欖石等之應用** 橄欖石之佳者名貴橄欖石(Chrysolite)，透明體，色淡綠或淡黃，不易得之佳品也；用於裝飾。蛇紋石之半透明者，呈黃色或綠色，名曰貴蛇紋石(Noble serpentine)，亦用為裝飾品。普通蛇紋石則用為印材石碑及建築材料等。

石綿之熱之傳導性極弱，且耐火，故用以織防火布，又混以石灰，塗金庫之內壁，或塗蒸氣筒以防熱

之放散。

**產狀及產地** 橄欖石爲火成岩之主要成分，分布頗廣。蛇紋石多由橄欖石變化而成；亦有由頑火輝石及角閃石等變化而成者。溫石絨產於加拿大及西比利亞者爲有名。

#### (四) 綠泥石(Chlorite)

**綠泥石** 此礦物多綠色，作鱗片狀，如雲母之易剝爲薄片，但無彈性。此礦物皆係再生的(Secondary)，由輝石角閃石之分解變化而成。

#### (五) 石榴石(Garnet)

**石榴石之性質** 石榴石之分子式爲  $R_3 R_2 Si_3 O_{12}$ 。第一之 R 代表鈣，鎂，鐵，錳。第二之 R 則代表鋁，鐵，或鉻。多係褐赤色。亦有黑，灰，綠等色。屬等軸晶系，結晶體多爲正菱形十二面體 ( $a : a : \infty a$ )，及偏菱形三八面體 ( $a : 2a : 2a$ )，或此二者之集體。(着色圖版第五版第一圖及圖79)呈玻璃光澤。質頗堅，能傷玻璃。

**產狀** 此礦物間作火成岩之副成分產出，又常作細粒散點於變質岩中。作礦床之脈石產出者爲塊狀，或散見於河岸砂礫中。

**應用** 赤色透明之美麗者磨琢爲裝飾石。石榴石之粉末可用作研磨材料，名曰金剛砂。

### (六) 電氣石(Tourmaline)

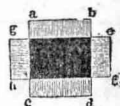
**電氣石之性質** 電氣石屬六方晶系，結晶多作柱狀。(着色圖第六版第六圖及圖113)其橫斷面爲六角形或九角形。結晶兩端之晶面不同。產大晶之外又常作細柱狀，針狀，纖維狀，放射狀等之集合體。有強玻璃光澤。普通作暗黑色，間有紅，褐，綠等色者。

電氣石強熱之，則異形之兩端生異種之電氣，此電氣石之名所由來也。(礦物學第一篇第一章第十七節及圖42b，參照)。

**電氣石之應用** 電氣石之透明及美麗者與寶石同價。又光學試驗用之。電氣石缺應用其光學性質而製造者也。

(圖187及礦物學第一篇第一章第十二節參照)

**產狀及產地** 電氣石，與長石，雲母石英等共產於花崗岩中。偉晶花崗岩中尤多巨大之結晶。作礦床之脈石產出者亦多。產地以印度之錫蘭島(Ceylon)爲



最有名。

(七) 高嶺土(Kaoline)

高嶺土  
之性質

屬單斜晶系，但普通作土狀或鱗片狀之集合體，或又作塊狀結核狀(Nodules)

等。結晶外形作六角狀或菱形，質緻密或疎鬆不一。高嶺土一名陶土，其不純者特稱為粘土(Clay)。以水濕之，則生粘性(Plastic)。

陶土之應用

高嶺土多係再生的礦物(Secondary mineral)，由長石之分解變化而成，其應用參照礦物學第一篇第一章第一節『長石之應用』。

產地及產狀

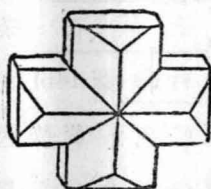
土狀陶土皆由含鋁質礦物之分解而來，尤以花崗岩片麻岩(Gneiss)中之長石分解而成者居多。至其分布世界到處皆有。

(八) 十字石(Staurolite)

十字石

十字石屬斜方晶系，結晶多作十字架狀雙晶(Cru- ciform twin)，故名。(圖 188)色由赤褐至褐黑。

半玻璃光澤至松脂光澤。多產於結晶片岩及片麻岩中，尤以雲母片岩中為多。有時混砂礫中。產地知名者為烏拉山，西班牙，及蘇格蘭。又滿洲本溪湖吉祥峪附近





產有良好之結晶。

### (九) 霞石(Nepheline)

**霞石** 霞石屬六方晶系，結晶多六角柱狀。(圖102及103)亦有作粒狀塊產出者。無色，白灰色，黃，白色不等。半透明至不透明。光澤則由玻璃光澤至松脂光澤。劈開面與 $\infty P$ 平行。質脆，以吹管熱之熔解為無色之玻璃珠。遇酸類則化為膠質。其有強脂肪光澤，且帶紅或帶綠色者，特名曰脂光石(Eläolite)，常因微小之包裹物變為亞透明。

**產地及產狀** 此等礦物產於閃長岩(Syenite)，響岩(Phonolite)及玄武岩等岩石中。德國之海得爾堡，波咸米亞(Bohemia)，及撒遜尼(Saxony)等地產霞石。美國及加拿大等地則產脂光石。

### (十) 白榴石(Leucite)

**白榴石** 白榴石之晶系不明，外觀上則為 $O_2$ 之結晶。各面皆有線條，起因於雙晶也。(礦物學第一篇第三章第九節參照)多作灰白色，玻璃光澤或脂肪光澤。亞透明至不透明。

**產地及產狀** 白榴石多發見於火山岩中。新熔岩中尤多。穢斯威士(Vesuvius)火山及巴西(Brazil)產者為有名。

### (十一) 綠簾石(Epidote)

**綠簾石** 綠簾石屬單斜晶系，其結晶常為與正軸平行之柱體(圖146)。此外在岩石中作纖維狀或放射狀產出。普通呈綠色或黃綠色。玻璃光澤，透明或不透明。有多色性，由褐至黃綠其含有錳質者呈紅色，特名曰紅簾石(Piedmontite)。

**產地及產狀** 兩礦物均產結晶片岩中。多量存在時，特稱爲綠簾片岩(Epidote-schist)或紅簾片岩(Piedmontite schist)。綠簾石爲再生的礦物，產於各種火山岩中，分布極廣。紅簾石之有名產地爲日本之四國及關東地方，伊大利之備蒙特(Piedmont)等地。

### (十二) 沸石(Zeolite)類

**沸石** 沸石之種類極多，有屬正方晶系者(圖92之魚眼石)，有屬單斜晶系者(濁沸石, Laumontite); 有屬六方晶系者(斜方沸石, Chabazite)，有屬等軸晶系者(方沸石, Analcite)。含有水分，以吹管熱之，則體積膨脹(Intumescence)。遇酸則化爲膠質。透明或半透明。白色或淺青色。沸石多作再生的礦物，產於杏仁狀(Amygdaloidal)岩石中，鹼性火成岩(Basic eruptive rocks)之空隙中及金屬礦脈中。有時亦作原生礦物(Primary minerals)產出，爲火成岩之副成分。歐洲溫泉有產沸石者。

### (十三) 白雲石(Dolomite)

**白雲石之性質** 白雲石屬六方晶系，結晶形與方解石同，常爲菱面體，二者爲同形雜體也。(礦物學第一篇第二章第二節)作粒狀塊狀者，外觀似大理石(Marble)白色，亦有帶黃、褐、赤等色者。有玻璃光澤或眞珠光澤。間有透明者。斷口微帶介殼狀。滴瘻羧酸其上，不如方解石之盛發氣泡。

**用途** 質密緻者用代大理石。其粉末用以膠黏斷口。此外製

硫酸鎂鹽(Epсомite)及肥料亦用之。

**產狀及產地** 百雲石作脈狀產於蛇紋岩及其他含有鎂質之岩石中，鎂質石灰岩中亦常作層狀產出。產地，各地皆有產出。

#### (十四) 硬石膏(Anhydrite)

**硬石膏之性質** 硬石膏屬斜方晶系，結晶作柱狀，但普通產者多塊狀及粒狀，或作纖維狀。劈開與三軸面平行是其特徵。

**用途** 彫刻材料等用途與石膏同。

**產狀及產地** 作結晶者產於礦脈中，作塊狀及層狀者與石膏共產出。又有伴岩鹽作晶質層產出者，當係由鹹水之蒸發而成。產地以德國之產岩鹽著名地斯達斯福(Stassfurt)為最有名。此外穢斯威士(Vesuvius)及匈牙利，瑞西等地皆產之。

#### (十五) 重晶石(Baryte)

**重晶石之性質** 屬斜方晶系之結晶也。結晶多薄板狀或柱狀。(圖130)白色或無色，呈玻璃光澤。底面上微呈真珠光澤。透明乃至亞透明。質甚脆。沿底面之劈開最完全為其特徵。單位柱面之劈開亦完全。

**產狀及產地** 重晶石多產於銅，銀，錳等礦脈中作脈石。產地極普遍。

#### (十六) 石墨(Graphite)

**石墨之性質** 石墨雖屬六方晶系，但無明顯之結晶，多作粒狀及鱗片狀。成分與金剛石同，碳素也。但混有不純物，如氧化鐵，錳質及二氧化硅等。色暗黑，質甚軟，以手觸之作脂感。不透明，有金屬光澤。電氣之良導體也。含有不純物者作土狀，外觀如煤炭。質佳者作六角形板狀結晶，底面之劈開完全。

**用途** 質粗者用以製暖爐 (Stove) 等耐火具。又作塗料敷塗金屬器之表面，因其有防腐性也。質純者混粘土作坩堝 (Crucible)。其粉末作滑料以減少機械之摩擦。其主要用途則製鉛筆也。

**產地及產狀** 石墨在火成岩中，結晶片岩中，片麻岩中及石灰岩中，常作薄片狀及鱗片狀產出。其大塊者則多產於偉晶花崗岩及晶質石灰岩中。結晶則單在石灰岩中發見。

世界有名產地為印度錫蘭島，西伯西亞，英國，美國亦多產此礦物。美國之有名產地為紐約之佐治湖附近 (Lake George, New York)。

## 第二節 岩石之礦物成分及石理

**岩石之礦物成分**

組成岩石之礦物名曰岩石之礦物成分 (Mineral Component)，或單稱成分

(Component). 成分有主副之區別。主成分 (Essential ingredient) 爲岩石必不可缺之成分; 副成分 (Accessory ingredient) 則爲可有可無之成分也。例如花崗岩之主成分爲石英, 長石及雲母三者缺其一, 不成其爲花崗岩也。又如方解石爲晶質石灰岩之主成分, 但此岩石常含有石英, 石墨等他種礦物, 是爲副成分, 因其有無, 與石灰岩本質無礙也。

由岩石之化學的成分得別火成岩爲酸性岩, (Acidic rock), 中性岩 (Mediosilicic rock), 鹽基性岩 (Basic rock) 及過鹽基性岩 (Ultra-basic rock) 等種類。此全由定量分析檢各岩石所含之二氧化硅之百分率而分類者也。又由定性分析得別水成岩爲硅質 (Siliceous), 石灰質 (Calcareous), 鐵質 (Ferruginous), 碳質 (Carbonaceous) 等種類。

**岩石之石理** 岩石之石理 (Texture) 又稱岩石之組織 (Structure), 其種類甚多。岩石有原生者 (Primary) 及再生者 (Secondary) 之別, 得由其理辨之。

原生岩之石理須先辨其爲結晶質或非晶質。結晶質者必由有結晶形之成分組織成之。非晶質者其組織成分均一, 無特別形狀之石理也。

結晶質復由其結晶之大小,有粗晶,細晶,潛晶三種之別。潛晶質非肉眼所能辨認,必藉顯微鏡之力也。結晶質又有粒狀(Granular)及斑狀(Porphyritic)之別。粒狀者結晶粒直接相密合,其間無膠結質(Cementing)也。斑狀者無數小晶之中散點有大晶之石理也。(粒狀如着色圖第一版第一圖所示,斑狀如着色圖第二版第八圖所示)。

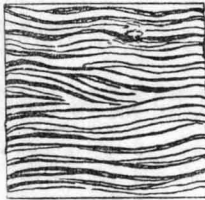
再生岩者古岩石之岩屑(Fragments)相結合而成之岩石也。其石理多碎屑質。由其碎屑之方小更有粗屑質(如砂岩),細屑質(如砂岩),潛屑質(如粘土)之別。

上述之外尚有種種組織如下。

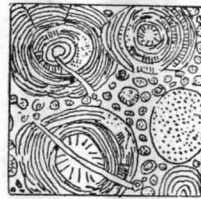
- (1)片狀 因岩石之成分礦物互相平行結集,岩石向一定方向作薄片剝裂之狀也。
- (2)板狀 此雖似片狀,但其原固非由成分礦物之配列,乃因受壓力之結果也。
- (3)頁狀 此似板狀,但其剝裂面不如板狀平滑,稍有凹凸。
- (4)條紋狀 岩石由各種色層而成者也(圖189)。
- (5)魚卵狀 岩石由小球狀之結核而成者也(圖190)。
- (6)微球狀 岩石由輻輳纖維狀小球及圈層狀小而成者也。狀似魚卵狀,但球與岩石之成分同質,蓋收縮之結果也(圖

191).

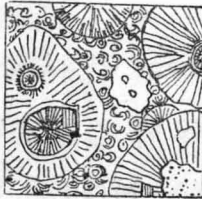
第一百八十九圖



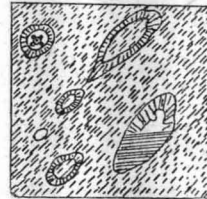
第一百九十圖



第一百九十一圖



第一百九十二圖



- (7) 多孔狀 岩石中多不規則之孔穴。此孔穴由成分之溶解而成。
- (8) 杏仁狀 各礦物狀子作杏仁狀而排列者也(圖192)。
- (9) 熔滓狀 此似有孔狀,但生因不同。熔滓狀為岩石之熔融體凝固之際,其中各蒸氣蒸發後所遺之空孔也。

**岩石之顯微鏡的研究**

取岩石碎片磨薄之,如紙薄,名曰岩石之薄片。(Thin rock section)。將此薄片用加拿大膠貼玻璃板上(圖193),蓋以極薄之玻璃片(Cover glass),然後置顯微鏡下觀察之。檢其組織,定其成分。火成岩之研究尤多賴此種顯微鏡的方法

也。(着色圖第一版第二版皆有岩石薄片在顯微鏡下放大之圖)。

岩石薄片之玻璃板上應記入事項如次。

第一百九十三圖

- (1) 岩石之名稱。
- (2) 標本上之號數。
- (3) 產地。

又在顯微鏡下應注意事項如下。

- (1) 岩石之礦物成分及其光學的性質。
- (2) 岩石之組織或石理。
- (3) 礦物成分之生成順序及變化。
- (4) 岩石全體有無變質。



### 第三節 岩石之分類

**岩石之分類法**

岩石之分類方法極多。茲舉其最普通之分類如下。此分類法，別岩石為下列之三大類，由其生因為分類也。

- (I) 火成岩(Igneous rocks)
- (II) 水成岩(Aqueous rocks)
- (III) 變質岩(Metamorphic rocks)

火成岩更由其產狀更細分為深成岩，脈狀岩，噴出岩等。水成岩則由其生因，亦細分為機械的堆積



作用生成者，由化學的沈澱作用生成者，及由生物遺骸生成者之三種。

岩石之分類法因人而異，蓋自為敘述上之便利起見，任意為分類者也。上舉分類法外，尚有二三較重要之分類法，列舉如下。

第一 由所含成分礦物之數而分類者。

(I) 單性岩 例如冰山，岩鹽，大理石，石英岩等是也。

(II) 複性岩 由外狀區別為次之三種。

(A) 塊狀岩(Massive rocks) 例如火成岩。

(B) 片狀岩(Schistose rocks) 例如變質岩之一部。

(C) 屑狀岩(Clastic rocks) 例如水成岩之一部。

第二 此分類法分岩石為次之三大部類。

(I) 結晶塊狀岩，此即火成岩。

(II) 結晶片岩，例如變質岩之一部。

(III) 沈澱岩，此即水成岩。

第三 由岩石之生因而為分類者，例如分岩石為火成岩，水成岩，陸成岩，冰成岩，風成岩，化學的生成岩，有機質岩，變質岩等是也。

### 第三章 火成岩(Igneous rocks)

火	成	岩
之	分	類

火成岩，由岩漿之冷却固結而成之岩石也。因其產狀而區別之，有深成岩，脈

狀岩及火山岩之三種。深成岩及脈狀岩乃岩漿在地殼內部徐徐冷卻固結而成之火成岩，故統名之爲內迸發岩 (Intrusive rocks)。火山岩者岩漿多藉火山噴發，由內部湧出地殼表面，急激冷卻而成之岩石也。故又名噴出岩 (Effusive rocks) 或又名外迸發岩 (Extrusive rocks)。

深成岩在地殼內部生成之部位最深，其狀皆爲極大之團塊，其冷卻極緩，故結晶完全多粒狀之晶體。脈狀岩之生成部位介居火山岩與深成岩之間，故又稱浮面岩 (Hyabyssal rocks)，多作枝脈狀，結晶不如深成岩之完全，因部位較淺，易受冷卻，其結晶多細粒狀。火山岩多生成於地表，急激冷卻，岩漿欲結晶而時間不足，故結晶極少，其結晶亦不完全，大體玻璃質居多。

### 第一節 深成岩 (Plutonic Rocks)

深	成	岩
之	分	類

深成岩得由其含有長石與否，別爲長石深成岩 (Feldspar bearing plutonic rocks) 及非長石深成岩 (Feldsparless plutonic rocks) 之二大類。

#### 第一類 長石深成岩

**長石岩類** 長石深成岩有花崗岩 (Granite), 閃長岩 (Syenite), 閃綠岩 (Diorite) 及斑禰岩 (Gabbro) 之四種, 茲將此四種岩石之主要礦物成分表示如下。

岩石名	主要成分			化學性	岩石色
	無色成分	有色成分			
花崗岩	石英	正長石	雲母(角閃石)	酸性	白 ↑ ↓ 黑
閃長岩	—	正長石	角閃石	次酸性	
閃綠岩	—	斜長石	角閃石(輝石)	中性	
斑禰岩	—	斜長石	輝石(橄欖石)	鹽基性	

(註)有( )符號附加者非主成分。

( I ) 花崗岩(Granite)

**花崗岩** 試取花崗岩之碎片觀察之, 其中黑色呈劈開面者, 黑雲母也。白色或淡紅色, 亦呈平滑之劈開面者, 正長石也。無色或淡灰色, 作玻璃狀者, 石英也。此三礦物為花崗岩之主成分。主成分之外有副成分, 如電氣石, 柘榴石, 輝石, 磷鈣石, 螢石等有

時作花崗岩之副成分產出。

花崗岩所含雲母以黑雲母爲多，亦有同時含有黑雲母及白雲母者。特名兩雲母花崗岩 (Two mica granite)。學理上以兩雲母花崗岩爲正花崗岩 (Granite proper)，又混有角閃石者特名角閃花崗岩 (Amphibole granite)。

偉晶花崗岩 (Granite pegmatite) 花崗岩之一種也。爲長石，石英，雲母等之巨大結晶之集合體。礦物之大者達數寸乃至數尺。故有偉晶花崗岩之名，在花崗岩中作脈狀產出。

偉晶花崗岩爲次節所述之脈狀岩中之一種，花崗岩本體在地殼內迸發生成後，有餘剩之岩漿在花崗岩本體附近作枝脈狀迸發而成之岩石也。生成當時之溫度較之花崗岩生成時稍低，但富有礦化性物質 (Mineralizer)。多數之高溫生成之氣成礦物在此偉晶花崗岩中發見。

偉晶岩不僅限於花崗岩始有之，亦有所謂偉晶閃長岩 (Syenite pegmatite)，偉晶閃綠岩 (Diorite pegmatite)，偉晶斑禰岩 (Gabbro pegmatite) 等，但爲數極少，幾成爲理論上之空名。偉晶岩仍屬花崗岩者爲多。故常略稱偉晶花崗岩 (Granite pegmatite) 爲偉晶岩 (Pegmatite)。

置花崗岩薄片於顯微鏡下檢視之，白色極明瞭之礦物，有時帶有微細之黑紋者為石英。白色有平行線紋者為長石。青黑色或黃褐色，平行線紋極明顯者為雲母(著色圖第一版第一圖)。

在十文字三稜鏡下，或偏光鏡下檢視之事項如下。

- (1) 石英之色較長石之色濃厚而明顯。
- (2) 廻轉顯微鏡之視察台，以察雲母之多色性，及其重屈折度之高，(High double refraction) 即在十文字三稜鏡下呈多種美麗之色彩。

花崗岩性質堅硬，且多大塊之石，實為良好之建築石材。分布極廣，世界各國皆產之。深造岩之花崗岩原在地殼內生成。今日在地表作高山者，因地殼有變動及水之削磨作用也。

## (II) 閃長岩(Syenite)

**閃長岩** 閃長岩之主成分為正長石及角閃石。有時亦含有微量之石英，但非主成分。石英之量稍增，則須劃歸花崗岩類中，即角閃花崗岩也。又有含微量之斜長石者，若斜長石之量增加，正長石之量減少，則將入次述閃綠岩類矣。

閃長岩之大部分爲正長石，白色或淡紅。角閃石則呈黑色或暗綠色，作短小之柱狀結晶。石英之外雲母，斜長石，磁鐵礦，磷鈣石，硅鈾石皆閃長岩之副成分也。

在顯微鏡下檢視之，則見正長石中有青，褐，黃等色之角閃石。與柱面平行者有平行線紋似黑雲母。與底面平行時則呈六角狀，面多斜角紋，如圖 26 所示。

角閃石亦有多色性，但不及黑雲母之多色性強。

閃長岩產地不如花崗岩之普遍，常限一部地域產出之。用途與花崗岩略同，惟產額較少。

### (III) 閃綠岩(Diorite)

**閃綠岩** 閃綠岩主成分爲斜長石及角閃石。石英則時有時無，非主成分也。含有微量之石英者，特稱之曰石英閃綠岩。副成分，石英之外，有雲母，輝石，磁鐵礦，磷鈣石等。

閃綠岩所含斜長石及角閃石之晶粒粗者其色灰白，晶粒細者色暗綠。

在顯微鏡下檢視之，白色，面有平行線紋者斜長

石也。此平行線紋與劈開片之輪廓斜交。若正長石面之平行線紋，則與劈開片之輪廓平行也。(着色圖第一版第二圖)。

閃綠岩亦堅硬，不易崩壞，故用以建築房屋及鋪砌道路。分布不及花崗岩之廣也。

#### (IV) 斑糲岩(Gabbro)

**斑糲岩** 斑糲岩由粗粒之斜長石及輝石所構成，白色及黑色之礦物相混合，呈豹皮狀之斑紋。輝石多異剝石(Diallage)及紫蘇輝石兩種。斑糲岩之多數皆含橄欖石，但非主成分。副成分以磷鈣石為最多，鑄質磁鐵礦(Titanic magnetite)尖晶石(Spinel)亦多，惟石英及硅鋁石則漸減。

在顯微鏡下檢視之青色或茶褐色，面有平行線紋者輝石也。若與底面平行者，則作八角形，亦有斜角紋，其所作斜角，角度較角閃石者為銳。(圖25)。紫蘇輝石微有多色性，由灰綠至紅褐。(着色圖第一版第三圖)。

### 第二類 非長石深成岩

#### (I) 橄欖岩(Peridotite)及蛇紋岩

**橄欖岩** 橄欖岩之主成分爲橄欖石，粗粒狀之岩石也。副成分有輝石角閃石等。橄欖石易分解，化爲蛇紋石，故吾人罕見有新鮮之橄欖岩。

橄欖岩及蛇紋岩皆可爲建築石材及裝飾石材。

#### (II) 輝岩(Pyroxenite)

**輝岩** 輝岩之主成分爲輝石，或單由一種輝石構成，或由二種以上之輝石構成。外觀似斑禰岩，蓋斑禰之斜長石缺少即成此種輝岩也。

#### (III) 角閃岩(Hornblendite)

**角閃岩** 角閃岩屬角閃石類之礦物之集合體也，與角閃斑禰岩(Hornble gabbro)有生因的關係。

#### (IV) 磁鐵礦岩

**磁鐵礦岩** 深成岩附近常有大规模之磁鐵礦床，亦深成岩之一種也。挪威(Norway)，琪魯拿窪(Kirunavaar)之磁鐵礦床，世界的有名之鐵礦床也。其生因，經各學者之研究，謂與深成岩之生因相同。有謂其岩漿源爲斑禰岩漿者，迸發爲斑禰岩後，其餘剩岩漿富有鐵分，故迸發爲磁鐵礦。又有謂由閃長岩漿之分體(Differentiation)而來者，因挪威之磁鐵礦附近有閃長斑岩也。(Syenitic Porphyry)。

### 第二節 脈狀岩



脈狀岩 之分類
------------

脈狀岩者在原有深成岩塊之周圍，枝生之脈狀岩石也。(圖 198 之 D) 廣義的言之則在原有深成岩塊之邊緣部分(Margin of primary stock)，經二次的岩漿分體(Secondary differentiation)，與原岩漿之性質稍異之岩石，(如圖 198 岩株 S 之邊緣部分)亦屬此脈狀岩類。

(註)同源之岩漿，因種種原因，分化為性質不同之二種以上之部分(例如分為酸性及鹼基性二部之類)之現象，稱曰岩漿之分體(Magma differentiation)。

(I) 真脈狀岩(Aschistic dyke rocks) 此在原深成岩株周圍枝生之脈狀岩也。其礦物成分與原深成岩全同，唯結為晶細粒狀之組織。與治成岩相應，有四種。

(1) 花崗斑岩(Granite porphyre)

(2) 閃長斑岩(Syenite porphyre)

(3) 閃綠紋岩(Diorite porphyrite)

(4) 斑糲紋岩(Gabbro porphyrite)

(註) 日本學者以斑岩譯 Porphyre，以玢岩譯 Porphyrite。玢字費解，故從徐善祥氏，以紋岩譯 porphyrite。

(II) 二次的脈狀岩(Diaschistic dyke rocks) 此種岩石產於原有深成岩株之邊緣部分，礦物成分與原深成岩稍異，有次之二種。

(1) 酸斑岩(Oxyphyres) 此類又分兩種。

(a) 微晶岩(Aplites) 此溫度高時生成者也。

(i) 微晶花崗岩(Granite aplite)

(ii) 微晶閃長岩(Syenite aplite)

(iii) 微晶閃綠岩(Diorite aplite)

(iv) 微晶斑禰岩(Gabbro aplite)

(b) 偉晶岩(Pegmatite) 此溫度低時生成者也。

(i) 偉晶花崗岩(Granite pegmatite)

(ii) 偉晶閃長岩(Syenite pegmatite)

(iii) 偉晶閃綠岩(Diorite pegmatite)

(iv) 偉晶斑禰岩(Gabbro pegmatite)

(2) 鹽基斑岩(Lamprophyres) 此種斑岩較之酸斑岩富有有色礦物成分,故色多暗黑,此亦分爲兩種。

(a) 花崗岩性鹽基斑岩(Granitic Lamprophyres)

(i) 雲正長脈岩(Minette) 此由黑雲母及正長石構成之岩石也。

(ii) 綠正長脈岩(Vogesite) 此由角閃石(或輝石)及正長石構成之岩石也。

(b) 閃綠岩性鹽基斑岩(Dioritic lamprophyre)

(i) 雲斜長脈岩(Kersantite) 此由黑雲母及斜長石構成之岩石也。

(ii) 綠斜長脈岩(Spessarite) 此由角閃石(或輝石)及斜

長石構成之岩石也。

### 第三節 火山岩(Volcanic Rocks)

**火山岩  
之類別**

火山岩有新舊兩種。第三紀以前(Pretertiary)噴出之火山岩稱舊火山岩。第三紀以後至近代噴出者稱新火山岩。

**熔岩** 火山爆裂之時，由噴火口(Crater)流出之赤熱岩漿冷却固結後，是為熔岩(Lava)。各種火山岩，皆一種之熔岩也。熔岩因在地表急激冷却固結，結晶極不發達，大部分為組織極緻密之潛晶質礦物，名曰石基(Groundmass)。有少量之礦物則結晶完好，點綴於石基之中，謂之斑晶(Phenocryst)。(着色圖第一版第四圖第二版第五圖，第六圖第八圖等參照)此種石理謂之斑狀。

#### 第一類 舊火山岩

##### (I) 石英斑岩(Quartz-porphyre)

**石英斑岩** 構成此種岩石之大部者為石基。石基則為潛晶狀石英及長石之集合體也。石基之中散點有正長石及石英之斑晶。(着色圖第一版第四圖)石基之色有淡綠，灰，淡紅等。

石英斑岩乃礦物成分與花崗岩，相當之舊火山岩也，亦含有雲母，但多既分解變化。

(II) 正長斑岩(Orthophyre)

**正長斑岩** 此礦物成分與閃長岩相當之舊火山岩也。石基由潛晶質之正長石及角閃石構成，但長石常占多數。正長石，及角閃石之斑晶則散點石基之中。間有黑雲母之斑晶。石基之色多褐色或帶灰色。

(III) 紋岩(Porphyrte)

**紋岩** 此礦物成分與閃綠岩相當之舊火山岩，單名曰紋岩。石基作暗赤，褐色或其他各色，由潛晶質之斜長石，角閃石等所構成。其中散點有斜長石角閃石等之斑晶。間有黑雲母及輝石等之斑晶作副成分。

(IV) 黑紋岩(Melaphyre)

**黑紋岩** 此礦物成分與斑禰岩相當之舊火山岩，由主成分之斜長石輝石，副成分之磁鐵礦，磷鈣石等之潛晶質相集合而成。亦有作斑狀者。此岩石多帶黑色。

黑紋岩之一種名輝綠岩(diabase)者,帶綠色,潛晶質乃至粗晶質之岩石也。主成分爲斜長石及輝石。副成分則有磁鐵礦,綠泥石,磷鈣石等。此種岩石有爲內迸發者,其石理爲粗粒狀。又有作脈狀岩產出者,似閃綠岩(着色圖第二版第七圖)。

## 第二類 新火山岩

### (I) 流紋岩(Liparite)

**流紋岩** 流紋岩因其石基多作流紋狀,故名。此岩石一名石英粗面岩(Rhyolite or quartz trachyte),由石英,正長石,玻璃三者構成之潛晶質石基中散點有正長石,(玻璃長石)石英,黑雲母等礦物之斑晶(着色圖第二版第五圖)間有含角閃石斑晶作副成分者。此岩石乃礦物成分與花崗岩相當之新火山岩也。以手觸岩石之表面作粗糙之感,故有石英粗面岩之名。

### (II) 粗面岩(Trachyte)

**粗面岩** 此礦物成分與閃長岩相當之新火山岩也。石基之大部分爲潛晶質之玻璃長石,其中散點有玻璃長石及角閃石之斑晶。此外有斜長石,黑

雲母，輝石等之斑晶爲副成分。色灰，綠，褐，黃不等。無石英爲此岩石之特徵。

### (III) 安山岩(Andesite)

**安山岩** 南美洲之安得斯山(Mts. Andes) 卽由此種岩石所構成，故有安山岩之名。岩石多黑灰色。石基爲潛晶質之斜長石，角閃石或輝石之集合體，其中散點有此等礦物之斑晶。礦物成分與閃綠岩，紋岩相同。

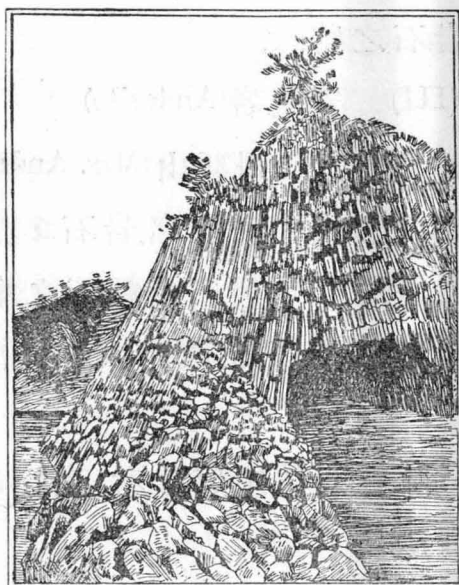
有以斜長石及輝石爲主成分者，名曰輝石安山岩(着色圖第二版第六圖)。

### (IV) 玄武岩(Basalt)

**玄武岩** 玄武岩爲黑色潛晶質之岩石。主成分爲斜長石及輝石。此岩石之多數皆含有橄欖石爲副成分。礦物成分與斑禰岩相同(着色圖第二版第八圖)。

**節理** 玄武岩有裂爲五角或六角柱狀之性質。遠望之如無數石柱之相集。(圖194) 岩石碎裂時所生之規則的裂隙謂之岩石之節理(Joint)。玄武岩之節理乃柱狀節理也(Columnar joint)。

## 第一百九十四圖



玄武岩之外,其他火山岩亦有節理.例如安山岩之節理爲薄板狀或厚板狀.深成岩之花崗岩之節理亦爲板狀節理(Platy joint).切取石材及鑿掘坑道,常利用此節理.

節理之成立有二種原因.一爲受壓力之結果,一爲冷卻收縮之結果.

## (V) 玻璃質岩(Glassy rocks)

玻璃質岩  
之分類

熔岩由火山噴出後,急速冷卻,不及結晶,因固結爲天然之玻璃.天然玻璃有

兩種。

(I)無水之天然玻璃(Anhydrous glass) 此又分二種。

(A)黑曜石(Obsidian)

黑曜石

此為純粹之天然玻璃，絕不含結晶質。色純黑，有強玻璃光澤。若為薄片，則透明或半透明。在顯微鏡下窺之，含有無數微小物質之包裹物。(圖1) 介殼狀斷口為其特徵(圖27)。

黑曜石之薄片可磨琢之為衣釦及其他裝飾品。石器時代之原始人類用之製種種石器，如石刀，石剪鏃等是也。

無論何種熔岩若無暇結晶，急激冷卻固結者，皆能作黑曜石。故黑曜石與各種新火山岩相應，有流紋岩黑曜石(Liparite obsidian)，粗面岩黑曜石(Tra-chyte obsidian)，安山岩黑曜石(Andesite obsidian)等種類。但黑曜石之化學成分多與花崗岩相類似。

玄武黑曜石(Basalt-obsidian)及玄武玻璃(Tachylite)常含有斜長石，輝石，橄欖石等之斑晶。

(B)浮石(Pumice)

浮石及岩滓 此乃熔岩湧出地表，所受壓力猝減，且急激冷卻，因放散多量之氣體，遺無數之氣孔，故成多孔



狀。浮石多作大小破片由火口噴出。流紋岩質及安山岩質者居多。化學成分與黑曜石全同，惟外觀大異。有白，灰，褐，黃等色。纖維狀玻璃之集合體也。故有絹系光澤。以放大鏡窺之，狀若海棉(Sponge)。

浮石不獨立作大岩塊，常作小片雜諸火山噴出物中，或作硅長岩熔岩流(Flow of felsite lava)之外殼。

岩滓(Scoria) 乃一種之鹽基性玻璃(Basic glass)，性質與浮石同，亦多孔狀，表面較浮石尤粗糙。

(II) 含水之天然玻璃(Hydrous glass) 此亦有兩種。

(A) 松脂石(Pitchstone)

第一百九十五圖

**松脂石** 松脂石外觀似松脂，故名。一種之黑曜石變質也。光澤不及黑曜，非玻璃光澤，乃松脂光澤。化學成分似黑曜石，但多水分，含水達百分之六，



七以上。花崗岩石英斑岩等由岩漿固結時有充分之時間以排除水分。若松脂石則急劇固結，其中水分不及完全分離也。松脂石之色有黑，灰，紅，褐，青等色。極薄片，透明至半透明。

松脂石亦有流紋岩松脂石，粗面岩松脂石，安山岩松脂石等種類。但其大多數皆係酸性玻璃(Acid glasses)即與花崗岩，石英斑岩，流紋岩等之礦物成分相同之火成岩岩漿之急劇固結者居多。

松脂石之薄片置顯微鏡下檢視之，亦與黑曜同，含有種種之包裹物。圖195示松脂石之羽毛狀包裹物也。

### (B) 真珠石(Perlite)

**真珠石** 此由無數之珠狀物組成之玻璃質岩也。大者如彈丸，小者如豆。一般為灰色或藍灰色，間有淡紅色者。有真珠光澤，故名。含水分百分之三至百分之四。

真珠石多屬酸性玻璃。多含二氧化硅之岩漿凝結為天然玻璃時，尤多產真珠石。玄武岩質之天然玻璃則不產真珠石。

### (VI) 火山噴出物(Volcanic Products)

**火山噴出物** 火山爆裂之時，熔岩作大小各種碎片或細粒噴出，是為火山噴出物。此等碎屑物堆積地

面作一種岩石，名曰火山碎屑岩(Volcanic fragmental rocks)，火山噴出物有次之各種。

(I) 火山灰(Volcanic dust or volcanic ashes) 此熔岩作粉狀，灰狀噴出者也，作灰色。

(II) 火山砂礫(Lapilli) 此乃米粒狀及豆粒之熔岩屑也。

(III) 火山彈(Volcanic Bombs) 此乃火山噴火之際噴出之球狀，圓筒狀，梭體狀等熔岩塊也。其大如拳，或如人首(圖196)。

第一百九十六圖



**火山碎屑岩** 火山噴出物如火山灰，火山砂礫等構成之火山碎屑岩爲凝灰岩(Tuff)。其中雜有大小塊之火山噴出物或火山質岩石者特稱之曰火山集塊岩(Volcanic agglomerate)。

上舉火山噴出物外尚有火山岩滓(Volcanic cinder)  
火山毛(Pele's hair)等。

第四節 火成岩之產狀

(Modes of Occurrence of Igneous Rocks)

火成岩  
之產狀

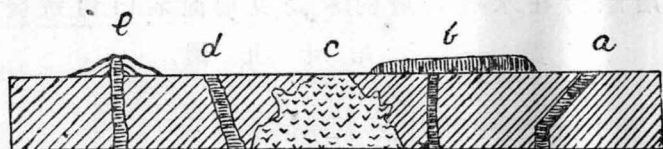
火成岩作種種之形狀而產出。其形狀亦因深成岩，脈狀岩，火山石之不同而有差別。茲舉其重要者如下。

有差別。茲舉其重要者如下。

(I) 底塊 (Batholith or bathylite) 底塊為深成岩特有之產狀，常作大山脈。因地殼之變動及水之削磨作用等，漸次露出地表。

(II) 岩株 (Stock or boss) 岩株亦為深成岩特有之產狀，但規模小於底塊，常橫斷附近岩石而凸出作高山，亦因水之削磨作用等露出地表。簡言之則底塊之上部高聳者皆岩株也(圖197, a)。

第一百九十七圖



(III) 岩磐 (Laccolith) 岩磐之狀如覆盆，產於層狀岩之兩層間，層狀岩即擴開層間之部位容之。

此亦深成岩之產狀也(圖197, b) 圖198示岩磐狀之深成岩塊也。

第一百九十八圖

(IV) 岩脈(Dyke) 岩漿侵

入就近之岩石裂隙, 卽在其中擴張部位, 固結



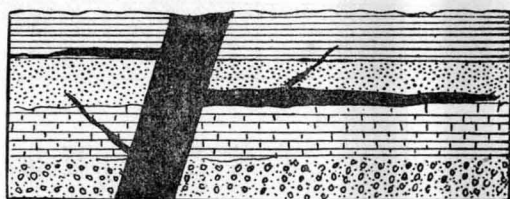
成脈狀之岩石, 名曰岩脈。岩脈乃深成岩及火山岩之中間物, 卽脈狀岩之產狀也(圖197, ad).

(V) 迸發脈(Eruptive vein) 此沿就近岩石之裂孔, 穿出岩石外部者名曰迸發脈。(圖197, e) 此種產狀多屬火山岩。

(VI) 層脈(Sheet) 層脈又稱床脈, 介在水成岩之兩層間, 岩漿在其間固結, 狀若岩層。(圖199) 岩磐若極扁平及延長, 卽爲層脈。

層脈尙在水成岩層內, 未表現地面者曰內迸發層脈。

第一百九十九圖



(Intrusive sheet) (圖197, i) 其表現於地面者曰外迸發層脈。

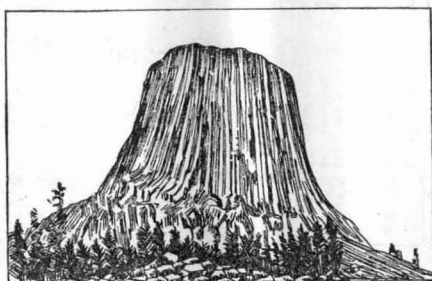
(Extrusive sheet),(圖 197 e)又稱岩台.火山岩多此產狀.

(VII) 熔岩流(Lava flow) 熔岩由火山噴出,在地面流溢,作河流狀者名曰熔岩流.熔岩流常沿山腹作傾斜流,火山周圍之岩石多作此狀(圖 197, v ).

(VIII) 岩頸(Neck) 舊火山之頸,突起地面者也(圖 197, n ).

(IX) 岩鐘(Cupola) 火成岩露出地表作圓錐狀,饅頭狀或鐘狀者曰岩鐘. 圖 200 所示, 美國大柯達 (Dakota)省之響岩 (Phonolite)岩鐘也.

第二百圖



(x) 舌脈(Apophyses or tongue) 此乃與深成岩之底塊或岩株相聯絡作舌狀凸起,大不及岩株而長又不及岩脈者也.

#### 第四章 水成岩

(Aqueous or Sedimentary Rocks)

水	成	岩
之	生	成

火成岩爲原生岩,水成岩則爲再生岩. 再生岩乃由古岩石之碎屑相結合而

成。嚴密言之，則水成岩者乃以火成岩，結晶片岩之碎屑，火山噴出物，礦物及生物之遺骸等為材料；由機械的作用或化學的作用在水中堆積沈降而成之岩石也。

**地層** 水成岩作層狀，如厚板之相疊。所謂地層 (Stratum) 者即此層水成岩所構成者也。

**水成岩之類別** 水成岩分為三種，即 (i) 由機械的堆積作用生成之碎屑岩，(ii) 由化學的沈澱作用生成之沈澱岩及 (iii) 由生物遺骸生成之有機岩是也。

### 第一節 碎屑岩 (Clastic Rocks)

#### (I) 土壤 (Soil)

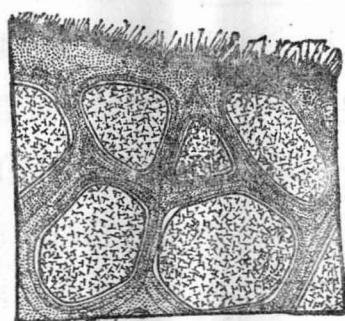
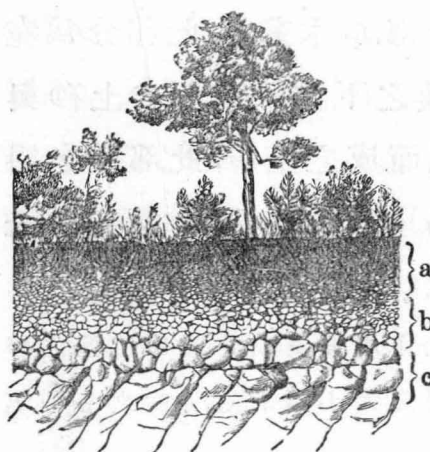
**岩石之露天化** 地球上之陸地表面被覆一重之土壤層。土壤層之下，始見真正之岩石。此種現象得於懸崖或高山崩壞處實地的觀察之。(圖 201) 此陸地表面之土壤乃岩石由露天化作用 (Weathering) 分解腐爛而成。岩石之露天化原因與氣候極有關係；即氣候之變化，雨水之化學的及機械的侵蝕，霜雪之作用等與有力焉 (圖 202 示花崗

岩之露天化狀態。

狹義之露天化，即受大氣中之水分及各種氣體之化學的作用而起之變化也。礦物之露天化多狹義的；岩石之露天化則大規模的變化，為廣義的也。

第二百〇一圖

第二百〇二圖



**土壤** 岩石受露天化作用後，質漸鬆脆，終生裂隙，由是內部亦被侵蝕，遂破壞為大小種種之碎塊。碎塊對露天化之抵抗力愈弱，終至分解，化為土壤，在地殼表面作粗鬆之層，植物由此生育焉。

**原生土壤及漂積土壤**

若岩石之種類不同則所生之土壤亦異。例如由花崗岩變成之土壤石英粒



之質堅，不易分解，作白砂混粘土中。

由赤凝灰岩變成之土壤則呈赤色，故在原岩石上分解而生之土壤名曰原生土壤。(Bed-rock-soil or residual soil)由水流或大氣作用，運往他地堆積者名曰漂積土壤(Transported soil)。

**土壤之區別** 土壤層最上部，草木叢生，此部分為完全之土壤。(圖 201, a) 土壤之下為既分解之土砂與未完全分解之岩塊相混而成之土層，此部分名曰亞土壤。(Subsoil) (圖 201, b) 亞土壤之下則為完全未分解變化之岩石(同圖, c)。

**岩石碎屑之大小** 岩石由露天化作用破壞或分解為種種之碎屑，由岩石碎屑之大小區別之，有次之各種名稱。

- (1) 岩塊(Block).
- (2) 礫(Gravel or pebble).
- (3) 砂(Sand) 以上無粘性。
- (4) 細土(Silt)或稱淤泥，始有粘性。
- (5) 粘土(Clay).

**土壤之種類** 通常田園間所有之土壤由其所含之礫，砂，及粘土之多少，得別為次之五種。

- (1) 礫土(Gravel soil) 此含有過半之礫,其餘則爲次述之砂土者也。
- (2) 砂土(Sandy soil) 此砂達十分之八以上,餘則爲黏土者也。

有謂含有 50% 之砂即入砂土類者,又有謂砂達 60% 以上,則其餘者不論何物,皆入砂土類。

以上兩種土壤,水易滲透,不能儲蓄水分,是其缺點。此等土地,不適於耕植。

- (3) 壤土(Loamy soil) 此黏土與砂約等量,適於耕作。
- (4) 埴土(Clayey soil) 此黏土之量多於砂量,貯水過多,空氣之流通亦難,且天旱則固結如石,此其缺點也。
- (5) 腐植土(Humus soil) 此又名壩土,含有多量之腐植物也。呈黑褐色。腐植物質雖可爲植物之養料,但量過多,反害植物之生育。含量達十分之二即不適於種植,因其通氣排水均不良,且不能保有土溫也。

土壤之成分及改良
----------

土壤之成分有水分,有機分及無機分。其無機分爲岩石所含之氧化硅,氧化硫,氧化磷等化合物及氯鐵,鋁,鈣,鎂,鉀,鈉等,此外尚有銻,硝酸等之氮氫化合物。有機分即腐植質也。土壤中含二氧化硅及三氧化鋁最多。氮,磷鉀之量則最少,但此三者爲植物生育上必需之養分。農業肥料即富有此三成分之物質也。

欲改良土壤,須先檢查其爲何種土壤。若爲砂土,埴土或腐植土,則須加以適量之粘土,砂或腐植質,使成適當之農業地。其次則須注意於排水及灌溉,使土壤中水分無過不足之弊。又其次則加肥料爲植物之養分。經此等改良,然後成爲適於農事之壤土。

## (II) 泥質岩(Clayey Rocks)

(A) 黏土(Clay) 黏土爲岩石碎屑中最小者也,常混流水中,運搬於海中或湖沼中堆積成層。

粘土爲極微細之土狀微分子(Particle)之集合體也。用強度(High power)之顯微鏡窺之,則此等微分子乃結晶質,作六角形小板狀。純粹之粘土爲含水硅酸鋁,由含有長石之岩石分解而生者也。

(B) 壩姆(Loam) 此黏土中含有砂者也。且含有氫氧化鐵,故帶赤褐色。

(C) 黃土(Loess) 黃土似壩姆而粒較微細,且含有

石灰分。溼潤之即成淤泥。乾燥後即飛散為塵。此土狀岩石，帶黃色故名。我國北部黃河流域地方，多此種岩石。黃土為一種之風成岩 (Eolian rock)。

(D) 頁岩(Shale) 黏土固結而成之岩石曰頁岩，沿地層面作薄板狀，一般作灰黑色，亦有黃褐等色者。其成立後經過時間不久，故易毀碎。有圓顆狀之節理。

(E) 黏板岩(Slate) 黏板岩亦由黏土之固結而成，較頁岩尤堅固之岩石也。亦作板狀。多黑色。其成立時代較頁岩久遠。此岩石易剝裂為薄板。有用以代瓦者。學校用石版，及硯石之製造多用此種岩石。

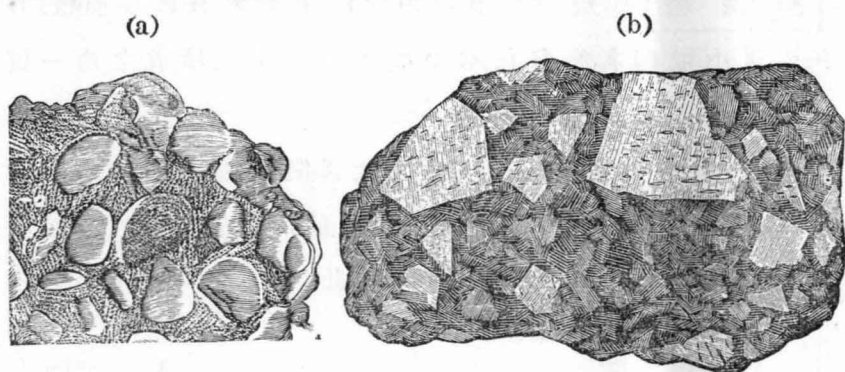
(F) 泥灰岩(Marl) 泥灰岩稍呈板狀。石灰岩，白雲岩及石英等之混合物中含有黏土者也。色多灰黑。

泥灰岩中之粘土量約 16 % 至 20 %。若粘土過多時，則變為石灰質粘土。

(III) 砂礫質岩(Psephite and Psammite)

- (A) 砂(Sand) 海岸河岸等地方堆積之砂亦礦物之集合體,一種之岩石也。
- (B) 砂岩(Sandstone) 此由砂固結而成之岩石也。砂多石英粒,但膠結此石英粒成砂岩者則多黏土及其他物質。由其膠結物(Cementing)而為區別,有黏土質砂岩,石灰質砂岩,硅質砂岩等。有白,灰,綠,赤,褐等色。質亦有堅密者亦有粗鬆者。用途為建築石材及砥石等。
- (C) 花崗砂岩(Arkose sandstone) 花崗岩受露天化作用所生之砂再凝固而成之砂岩曰花崗砂岩。外觀與花崗岩相似,含長石之砂最多,故又名長砂岩。
- (D) 硬砂岩(Graywacke sandstone) 此種砂岩成立之時期久遠,多在古生層中。砂粒之組織緻密,質亦堅硬。有綠,綠灰,褐灰等色。由石英,正長石,斜長石及其他岩石碎片相集合而成。
- (E) 礫岩(Conglomerate) 礫岩乃砂及礫相集,固結而成之岩石也。礫石多作圓形或卵狀。膠結物則為碎砂及黏土也。此岩石又稱蠻岩(圖203,a)。
- (F) 角礫岩(Breccia) 此岩石性質與礫岩相同,惟其中礫石為多角狀(圖203,b)。

## 第二百〇三圖



## (IV) 硅質岩(Siliceous Rocks)

**硅質岩**

此種岩石之成分純為二氧化硅者也。

(A) 石英岩(Quartzite) 此為組織極密緻之石英質岩石。極堅硬。又全由石英粒集合而成之砂岩常變質為緻密之石英岩。有白，灰，赤，黑等色。石英岩為製耐火磚之材料。

(B) 角岩(Hornstone) 此亦一種之硅質岩。斷口作介殼狀。其稜角部分透明至半透明。有板狀構造。作厚層。多屬古生代。

(C) 硅華及硅藻土(見次之有機岩)

(D) 試金石(Lydite) 此乃黑色，組織緻密之硅岩(礦物學第一編第一章第一節參照)。

## (V) 凝灰岩(Tuff)

**凝灰岩** 凝灰岩乃由火山之噴出物集合堆積而成。有在大氣中堆積者，亦有在水中堆積者。火山灰構成之均一質凝灰岩外，尚有次列之各種。

(A) 凝灰質砂岩 (Tuff-sandstone) 此為凝灰岩之一種，同時又為砂岩之一種。火山灰及砂相混而成之岩石也。

(B) 集塊凝灰岩 (Tuff-agglomerate) 此球形或多角狀之火山岩塊相固結而成者也。

(C) 角礫凝灰岩 (Tuff-breccia) 此由大小不一之多角狀火山岩塊及火山灰相固結而成者也。火山岩塊一般較集塊凝灰岩之火山岩塊小。

## 第二節 沈澱岩 (Precipitate Rocks)

**沈澱岩** 水中溶解之物質在海底湖底沈澱而生之岩石曰沈澱岩。

沈澱岩 (Precipitate rock) 為沈積岩之一種。水成岩皆為沈積岩 (Deposited rock)。

沈澱岩之重要者有石膏、岩鹽兩種。

### (I) 石膏

**石膏** 石膏之性質既略述於礦物學第一篇第一章第一節。此礦物常作厚地層與岩鹽共產出。歐美各國多產之。石膏本無色。但作岩石之石膏多含不

純物故呈雜色，含有鐵之氧化物者作赤色，含有黏土、地瀝青等物質者作灰黑色。

硬石膏亦常與石膏、岩鹽等共產出。

## (II) 岩鹽(Rock Salt)

**岩鹽** 岩鹽無色透明之礦物也。有時亦呈白色。含有不純物者作紫褐等色。屬等軸晶系，結晶形爲正六面體。(圖13)結晶常作四方階梯狀之凹形。(圖24)普通作大塊狀產出。劈開片爲六面體，甚完全，味鹹爲其特徵。

**產地及產狀** 岩鹽作厚地層，產於歐美及小亞細亞等地。我國四川省亦以產岩鹽著名。天山脈與崑崙山脈間有達林沙漠(Tarim desert)。橫斷此沙漠者爲達林河。達林河東流達洛卜娜(Lob Nor)湖。此湖之北皆岩鹽產地也。有鹽平原(Salt plain)之名。世界的著名產地爲德國之斯達斯福(Stassfurt)。

岩鹽爲古時之湖海水沈澱物，水分蒸發後，其氯化鈉即固結厚層。海水中溶解物，氯化鈉之外尚有溴、鈣、鉀、鎂、硫酸( $\text{SO}_4$ )、碳酸( $\text{CO}_3$ )等成分，故岩鹽中多石膏及其他含鉀、鎂質鹽類作副產物(By-products)。



## 產出.

海水之定量分析之結果,其中含有各種物質之百分率舉之如下.

Cl	..... 55.29	K	..... 1.11	So <sub>4</sub>	..... 7.49
Br	..... 0.19	Ca	..... 1.20	Co <sub>3</sub>	..... 0.21
Na	..... 30.56	Mg	..... 3.72		

**岩鹽之用途** 鹽爲吾人日常不可缺之養分,又爲製鈉及其化合物之原料.此外玻璃之製造,金銀之冶金皆用之.其用途甚廣也.

岩鹽之外有海鹽,由海水製之.近海地方之食鹽,皆海鹽也.

### 第三節 有機岩(Organic Rocks)

**有機岩** 生物之死體沈積水底,或埋藏地中而生之岩石,名曰有機岩.例如煤炭,石灰岩,珪藻土等是也.又磷鈣土,糞化石之一部亦屬有機岩類.

#### (I) 煤炭(Coal)

**炭化作用** 煤炭乃古代之植物堆積地下空氣不流通之處,漸次分解而成者也.植物之成分有碳,氧,氫及少量之氮元素.在水底或地層內部,空氣不通,

且受強壓力，故漸分解。氫與氧之大部分與碳素之一部分相化合作氣體逸去。終化為全碳質，遂成煤炭。此種分解作用名曰炭化作用(Carbonization)。

**煤炭之種類** 煤炭為非晶質，外形不一定。由其炭化程度分為次之數種。

(A) 泥炭(Peat) 此為煤炭類中最新之物，炭化程度

**泥炭** 最低者也。池沼地所產苔類及溼地性草類等埋藏地下，炭化不完全，故尚呈植物之纖維狀。色多褐色及暗褐。混有黏土，故其質粗。火力微弱，且多煙臭，如焚薪木。碳素量約百分之五十，用為燃料。

泥炭產於地下較淺之處，故多露出地表。若其他煤炭則多與砂岩，頁岩，礫礫等相疊作極厚之地層。

(B) 褐炭(Brown coal or lignite) 褐炭較之泥炭，炭化

**褐炭** 作用稍進者也。炭中常有木質纖維存留。作褐色或黑色。光澤極純亦有呈松脂光澤者。火力較薪木強而不及黑炭。易燃燒，多發煙臭。碳素量約百分之六十至七十，亦用為燃料。

(C) 黑炭(Coal proper) 黑炭即純粹之煤炭也。灰化

**黑炭**

作用極完全。黑色，作堅實之塊狀，呈強松脂光澤。火力頗強易燃燒，燃燒時發煙且發一種臭氣。黑炭在煤炭中應用最廣，作重要燃料之外，如製骸炭(Coke)，煤氣，石炭酸，炭精油(Tar)等，皆以黑炭為原料。炭素量達百分之七十五至九十。

- (D) 無煙炭(Anthracite) 無煙炭之色漆黑，炭化程度最高，炭素量在百分之九十以上。帶金屬光澤，質緻密，堅且重，斷口作介殼狀。火力最強，發煙極淡，狀如無煙，故名。最良之燃料也，戰時軍艦多用之。

**炭層及炭田**

煤炭在水成岩間作層狀者名曰炭層(Coal seam)。層厚有達數十尺者。富有炭層之地域名曰炭田(Coal field)。我國炭田幾無省無之。煤炭之

第二百零四圖



藏埋額，實甲全球，惜開採者少，即有之亦多與外國

商人合辦，權均操之外人，如奉天撫順炭田，其一例也。撫順炭田有名之炭山也。炭層甚多，且厚。圖 204 所示撫順炭田之斷面圖也（a 爲炭層，b 爲玄武岩層脈及其凝灰岩，c 爲頁岩，d 爲片麻岩 Gneiss）。

## (II) 石灰岩(Limestone)

**石灰岩** 石灰岩之成分爲碳酸鈣，與方解石同。其組織有粗粒狀亦有微粒狀。此岩石多由海生或湖生之動植物遺體沈積而成，故石灰岩多含有生物之遺跡。然亦有組織極緻密，不含生物遺跡者。茲分述之。

(A) 緻密石灰岩(Compact limestone) 此爲石灰岩中最普通種類，其有帶褐赤色者，含有鐵分故也。

(B) 魚卵狀石灰岩(Oolitic limestone) 此乃由石灰岩溶解後，再次沈澱作魚卵狀之集合體也，(圖 205)實爲一種沈澱岩。因其爲石灰岩之一種，且其原質多由有機岩之石灰岩溶解沈澱而來，故屬之石灰岩類。

(C) 石灰華(Calcareous sinter) 此爲多孔質之粗鬆

塊狀石灰岩。一部爲溫泉之沈澱物。一部乃石灰岩溶解於含有

第二百〇五圖

碳酸水中，再沈澱而成。此亦爲一種沈澱岩，但其大部分之原質仍爲有機物。有時岩塊上印有木葉，介殼等

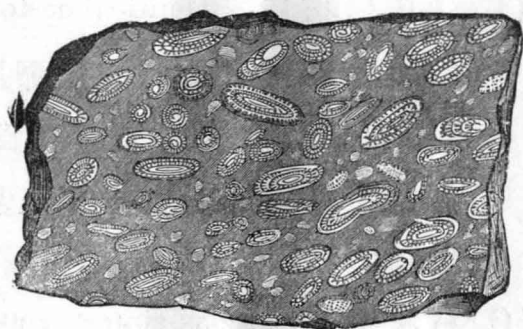


遺跡。色有灰白，黃，褐，黑不等。伊大利用之地窩里(Tivoli)地方產之石灰華，赤黃二色相雜，頗美觀，用爲建築材料。

(D) 紡錘蟲石灰岩(Fusulina limestone) 石灰岩由

第二百〇六圖

生物之遺體構成，且尙保存有生物之遺跡者，種類甚多。其最著一例，爲紡錘蟲石灰岩。(圖



## 206) 紡錘蟲

## 第二百〇七圖

爲一種之有孔蟲(Foraminifera), 其介殼相集構成石灰岩。紡錘蟲石灰岩薄片在顯微鏡下窺之, 狀如圖207所示。



- (E) 珊瑚石灰岩(Coral limestone) 此乃由珊瑚羣生而作之石灰岩也。南太平洋多產之。琉球附近亦多此種石灰岩。
- (F) 白堊(Chalk) 白色粉狀, 質極軟, 一種之石灰岩也。此亦由有孔蟲之介殼相積集而成。學校用粉筆由此種岩石製之。
- (G) 白雲岩(Dolomite) 此岩石之成分一部分爲石灰岩, 一部分則爲鎂之碳酸鹽也。外觀似石灰岩而質較堅。無色者爲純粹之物。含有不純物,

## 故有種種之色。

純正之白雲岩中， $\text{CaCO}_3$ 成分居百分之五四、二， $\text{MgCO}_3$ 則居百分之四五、八。白雲岩與石灰岩之區別有數點，即 (i) 白雲岩之硬度較高，(ii) 注酸類不急發氣泡，(iii) 一般之白雲岩多灰黑色且多孔質，(iv) 曝露空氣中碳酸鈣易溶解，碳酸鎂則稍難，殘留作多孔質。

鐘乳石 及石筍
------------

石灰岩有在他種水成岩間作薄層者，亦有作數百尺乃至數千尺之厚層，成高山或廣漠之台地(Plateau)者。石灰岩含有二氧化碳之氣體，易為地下水所溶解，故在石灰岩裂隙中滲流之地下水漸次溶解岩石，終作巨大之空洞，即所謂石灰洞(Limestone cave)者是也。由石灰洞頂垂滴之碳酸鈣液，固結之後，作柱狀下垂，名曰鐘乳石(Stalactite)，又碳酸鈣液，滴落洞底，固結之後狀如竹筍，故特名之曰石筍(Stalagmite)。

石灰岩 之用途
------------

石灰岩有白灰，褐，赤等色，又有作美麗之斑紋者。硬度小注以酸液易發氣泡，此易與他岩石區別也。石灰岩之佳者可為建築石材，裝飾石材及雕刻石材等。其普通者燒之作石灰

及士敏土 (Cement)。其性質均一者製爲石版石 (Lithographic slate)。成分純粹者可作製鍊銅，鐵，鉛等礦石時之熔劑 (Flux)。

我國之石灰岩分布極廣，但純粹者極少，多含鎂質。磨成石版有種種美麗之紋彩，若山水畫焉。

### (III) 矽藻土 (Diatom)

**矽藻土** 有種善吸二氧化矽之細微下等浮游植物名曰矽藻。此種矽藻之遺體堆積水底有成層者，名曰矽藻土。矽藻土有白灰，黃，褐等色。外觀似黏土，但較黏土爲輕。在顯微鏡下窺之見無數之矽藻遺體 (圖 179)。矽藻土之用途頗廣，其粉末可作士敏土及水玻璃之原料，又可爲爆發藥之吸收劑。

### (IV) 磷鈣土

**磷鈣土** 此詳見礦物學第一篇第一章第一節。

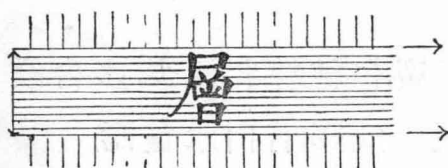
#### 第四節 水成岩之構造

**層面及層厚** 水成岩原爲水底之沈積物，其成立當時保有水平之位置，即其所作地層爲水平層狀也。層層相疊，作高厚之地層，層之上面及下面互相平行，名曰層面。(Plane of stratification) 層面間之垂直距

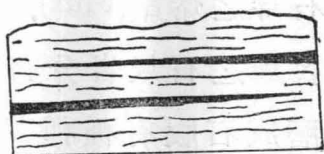


離是謂層厚(圖208).

第二百〇八圖



第二百〇九圖

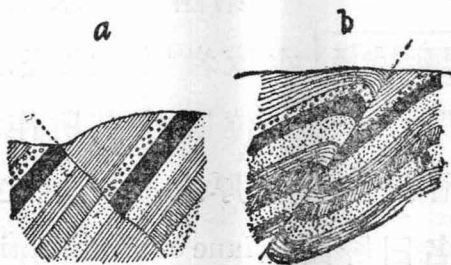


層厚不一定,有極厚者有極薄者。即同一地層之層厚亦常因部位不同而有差異。有一端極厚,漸近他端則漸薄終至消滅者,此謂之地層之尖滅(Thinning out of strata)(圖209)。

乙層介居甲層與丙層之間,則甲層爲乙層之上壁(Hanging wall)丙層爲乙層之下壁(Foot wall)。上壁及下壁之名詞,說明炭層,礦層或不同種之地層時多用之。

**造山力** 地熱漸次放散之後,地殼常有收縮之傾向,因生皺曲。因之各地層不能保持其水平之位置,隨地殼之皺曲,常受一種橫壓力,起伏作波紋,(圖210)此種橫壓力名曰造山力(Orogeny or mountain making force)。山谷之別由此生焉。希

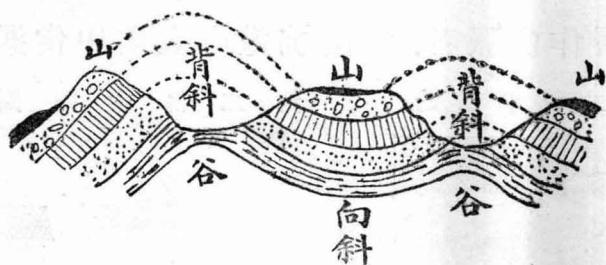
第二百十圖



瑪拉耶山(Himalaya),阿普斯山(Alps)等大山嶽皆由地殼之皺曲而生者也。

**背斜及向斜** 地層之皺曲,狀如波紋。其凸起部位名曰背斜(Anticline)。其凹入部位名曰向斜(Syncline)。背斜成山,向斜成谷。(見圖211)。若同一地層之皺曲,則背斜及向斜相間。然有時因露天化及水蝕作

第 二 百 十 一 圖

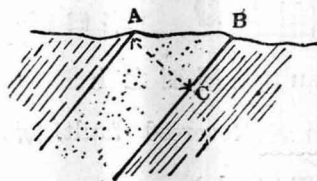


用 (Erosion), 背斜常被侵削為谷, 向斜部位反變為山。此種以背斜為谷之谷名曰背斜谷 (Anticlinal valley); 以向斜為山之山名曰向斜山 (Synclinal mountain) (圖 211)。

**傾斜  
層之  
層厚**

因皺曲(Folding)之結果,水平地層變為傾斜地層。傾斜地層露出地面,其兩層面間之水平距離(圖212之A B)非真之層厚。欲測真之層厚須測層面

第二百十二圖



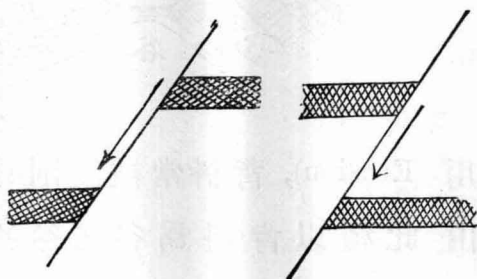
與水平所作之角度。(圖 212 之 A B C 角)以兩層面間之水平距離乘此角之正弦即得真之層厚。

**斷層** 岩石受造山力作用雖作皺曲,但有一定限度,非如彈性物質之能極度彎曲也。若皺曲超過一定限度,則地層斷裂。既斷裂地層之兩半,互有昇降,其同種類之地層因之不能相接合,此種現象謂之斷層(Fault)。斷層常因水蝕作用變為川河(圖 213)。又有因斷層作山脈者。礦山坑道或炭坑中常遇有不表

第二百十三圖



第二百十四圖



(a)

(b)

現於地面之斷層。

**正斷層及  
逆斷層**

斷層有正斷層及逆斷層之別,斷層之斷裂面名曰斷層面(Thrust plane)。正斷層者(Normal fault),斷層面之上壁沿斷層面下落之斷層也。(圖 214 a)逆斷層者(Reversed fault)斷層面之下壁沿斷層面下落之斷層也(圖 214 b)。

**階狀斷層**

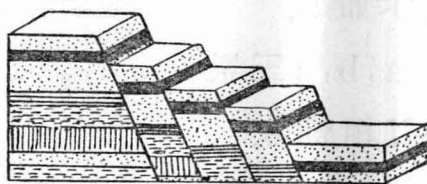
數個斷層面相平行而生之斷層(圖 215)名曰階狀斷層(Step fault),例如東部亞細亞之地殼構造是也。(圖 216, 據德人利希霍芬 Richthofen 之說)。

**地壘及地溝**

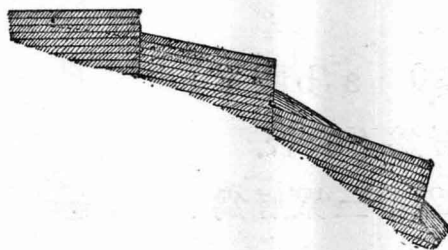
地壘者

第二百十五圖

(Horst fault) 左右兩側之地層因斷層崩陷,其中部地層獨存者也。地溝者(Trough fault)與前者相反,中部地層因斷層陷落者也。(圖 217)。



第二百十六圖



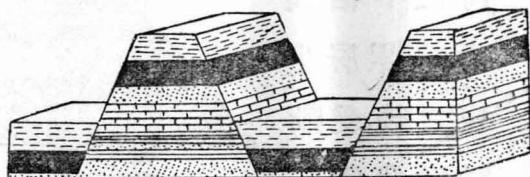
**累層,整合及不整合**

多數之地層相

第二百十七圖

重疊,作一厚層,名曰累層(Series of beds or formation)。一累層層面與他累層層面平行相重疊作地層時,此兩層謂之互相整合(Conformity)。

若兩累層層面不平行,即兩累層之界面有凸凹時,則



此兩累層謂之不整合 (Unconformity). 整合與不整合,圖示如下.

第二百十八圖

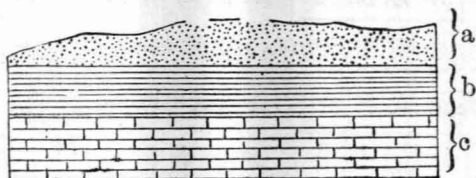


圖218 a, b, c 三累層互相整合.

第二百十九圖

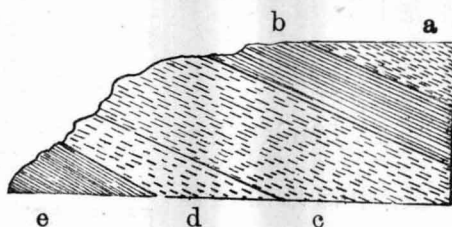


圖219 a, b, c, d, e 五累層皆整合.

第二百二十圖



圖220 a, b 兩累層為不整合.

第二百二十一圖

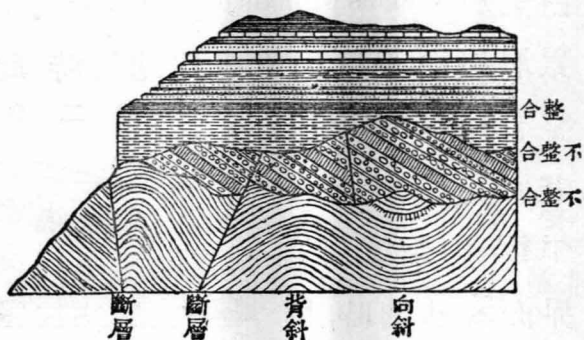


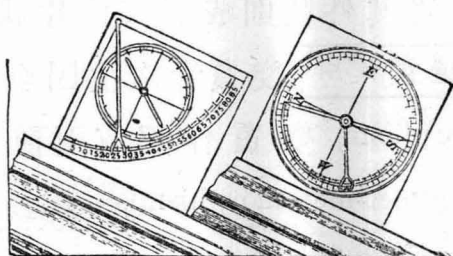
圖221 三累層為不整合.互為不整合之兩累層,其生成時代不相同也.一累層生成之後,受斷層,皺曲,露天

化,水蝕等作用,層面呈不規則之凹凸,然後新累層在其上沈積,故成不整合之狀態。

**層向及傾斜** 地層變位之後,多與水平作傾斜.故層

面之方向不盡與水  
平面一致也.層面在  
水平面上之方向名  
曰層向 (Strike).換言  
之,則層面與水平面  
相交之直線方向,稱

第二百二十二圖



曰層向,層面與水平面所作之角度名曰傾斜 (Dip).

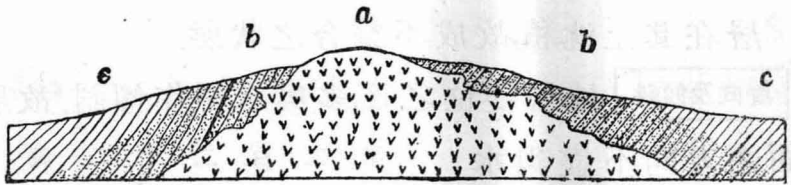
層向與傾斜用傾斜儀 (Clinometer)測之.傾斜儀者  
由水準器,磁針,及錘圈三物相合而成(圖222).

若測得層向之方向爲向北偏東二十度,則記作  
 $N 20^{\circ} E$  又若測得傾斜爲向西南作五十度角傾斜,  
則記作  $\rightarrow 50^{\circ} SW$ .

## 第五章 變質岩 (Metamorphic Rocks)

**變質岩** 變質岩者火成岩或水成岩受強熱或  
強壓力等作用,因變化其原來之質及構造者也.變  
質岩之組織,粒子皆相密接無膠結質,此與火成岩

## 第 二 百 二 十 三 圖



相似，其外狀則成層或作片狀，似水成岩。

**變質作用** 變質岩之生因全由變質作用。(Metamorphism) 變質作用有兩種，一為接觸變質作用 (Contact-metamorphism)，一為動力變質作用 (Dynamometamorphism)。

**接觸變質作用** 地下深處岩漿迸發，其周圍岩石受岩漿之熱作用，因變其固有之性質，遂成變質岩。此種由岩漿之熱之變質作用，名曰接觸作用。如圖223所示，a為花崗岩株，b為接觸變質岩，c則為未變質之黏板岩也。此種變質作用限於深造岩之周圍，範圍較小。

**動力變質作用** 地殼因造山力受壓逼，生皺曲時，亦發生一種之熱，能使岩石之性質變化。此種變質作用名曰動力變質作用。動力變質所及之區域極廣。

故變質岩多產於深造岩附近及地殼變動所及之地方。變質岩之成分皆為結晶質礦物，且礦物成分之排列皆有一定之方向。其構造則為片狀層理 (Schistose structure)。

### (I) 片麻岩(Gneiss)

**片麻岩** 片麻岩之成分與花崗岩同。片狀層理發達，此即與花崗岩相異之點也。若係碎片則不易區別。

片麻岩為岩石中最古者，位地層之最下部。

片麻岩由其構造區別之有普通片麻岩(Common gneiss)，層狀片麻岩(Bedded gneiss)粒狀片麻岩(Granular-gneiss)緻密片麻岩(Compact gneiss)等。由其位置區別之有正片麻岩(Orthogneiss)及准片麻岩(Paragneiss)之二種。由其副成分區別之有柘榴石片麻岩(Garnet gneiss)，綠簾石片麻岩(Epidote gneiss)，角閃石片麻岩(Amphibole gneiss)，輝石片麻岩(Pyroxene gneiss)等。

### (II) 結晶片岩(Crystalline-Schist)

**結晶片岩** 結晶片岩乃片狀層理最發達之岩石也，片薄而易剝。此種變質岩之種類甚多，分述如下。

(1) 雲母片岩(Mica schist) 此為石英與雲母之片狀



集合體。副成分甚多，其重要者爲石榴石，電氣石，長石，角閃石等。雲母爲鱗片狀。岩石之色視雲母之種類而定，若爲黑雲母則呈黑色，白雲母則呈灰白色。

- (2) 綠泥片岩(Chlorite schist) 此岩石帶綠色，綠泥石與石英之片狀集合體也。副成分有石榴石，電氣石，磁鐵礦，長石等。
- (3) 絹雲母片岩(Sericite schist) 此乃白色或淡綠色之岩石也。主成分爲石英及絹雲母，稍呈絹絲光澤。此種片岩若含有多量之紅簾石，則呈紅色，特稱爲紅簾片岩(Piedmontite schist)。含有多量之藍閃石(Glaucophane)者，作藍色，特稱爲藍閃片岩(Glaucophane schist)。含有多量之綠簾石者，則稱爲綠簾絹雲母片岩(Epidote-sericite-schist)。
- (4) 石墨片岩(Graphite schist) 此岩石以石墨及石英爲主成分呈黑色，有金屬光澤。
- (5) 滑石片岩(Tale-schist) 此岩石以滑石爲主成分外，含有少量之石英。副成分有綠泥石，雲母等。
- (6) 角閃片岩(Amphibole-schist) 此以角閃石爲主

成分外,含有石英,黑雲母,綠簾石及其他數種之副成分.岩石作黑色或綠色.含有綠泥石者爲綠泥角閃片岩.

(7) 輝石片岩(Pyroxene schist) 此以輝石爲主成分之岩石也.無片狀層理者,單稱輝岩.

(8) 石英片岩(Quartz-schist) 此與雲母片岩同,以石英及雲母爲主成分.但雲母之量極少.若雲母漸次增加,則變爲雲母片岩.

(9) 千枚岩(Phyllite) 此岩石由黏板岩之變質而成.性質介居黏板岩與雲母片岩之間.有灰,暗灰,淡青等色.易剝爲薄片.劈開面有光澤.成分略與雲母片岩同,唯結晶粒極細,須賴顯微鏡之力始能辨之.

第二百二十四圖



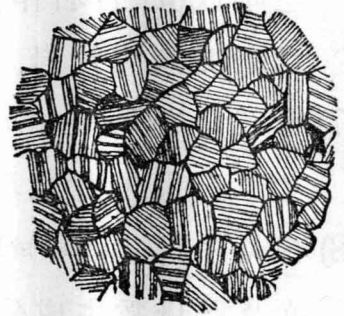
### (III) 大理石(Marble)

**大理石**

大理石由石灰岩之變質而成.其成分

爲微粒狀方解石。色純白者居多。方解石微粒在顯微鏡下窺之，粒面多平行之線紋，因結晶粒乃方解石雙晶之集合體也(圖225)。

第二百二十五圖

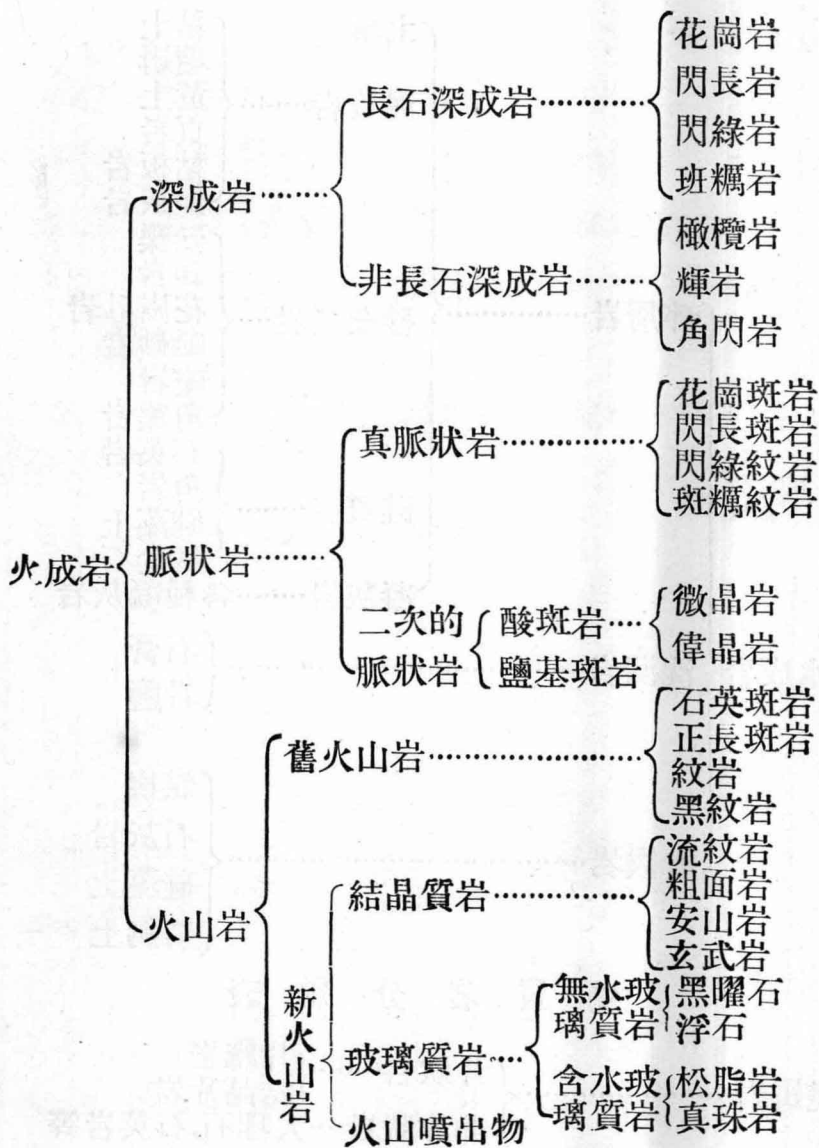


石英岩有由砂岩變質而成者。

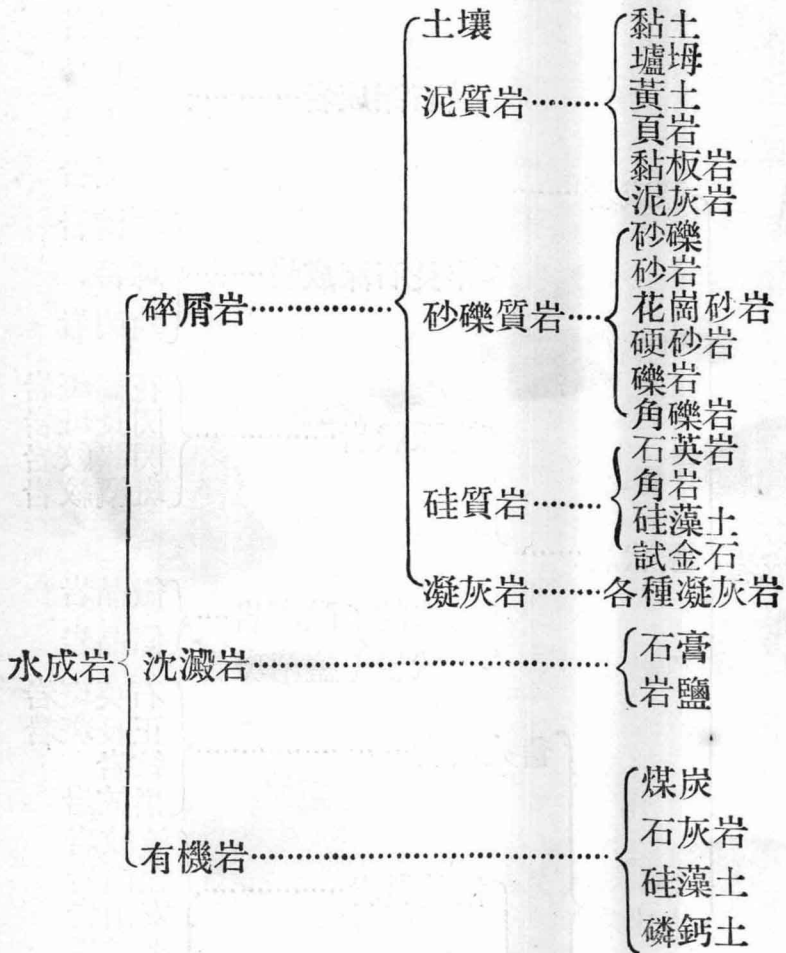
石英岩與大理石皆無片狀組織。

岩 石 學 終

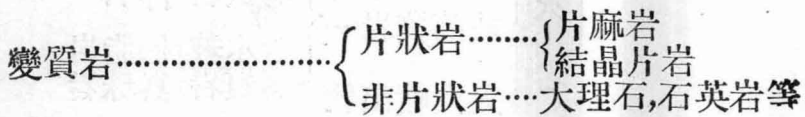
火成岩分類表



### 水成岩分類表



### 變質岩分類表



## 第 二 篇

## 地 史 學

## 第一章 總 論

地 球 之 時 代
--------------

關於地球起源之假說甚多，就中最得一般人士之信仰者爲美國張伯崙氏 (Chamberlin) 之星團凝集說。

據此假說，地球之發達階段分爲次之各期。

(一) 地核期 (Nuclear stage)

(二) 原始大氣期 (Initial Atmospheric stage)

(三) 原始火山期 (Initial Volcanic stage)

(四) 原始水圈期 (Initial Hydrospheric stage)

(五) 原始生物期 (Initial Life stage)

在此假說之下地球發育至相當時期後，火山岩漿開始迸流。蓋因星團之凝集而生壓縮，由壓縮生內部熱，此熱在上層流動，在壓力低小之部分熔化比較易於熔解之物質，加以由放射熱物質發生之熱，以助長其熔融作用，由是釀成火山作用 (Volcanic Action)。在此期作熔融狀態流動於地表

之物質及由地球內部向外部流動之物質，實大於由天空襲來之微遊星之量，即火山作用極盛也。此期謂之(六)火山作用之全盛期(Climax of Volcanic Action)。

地盤變動之全盛期似與火山作用之全盛期一致。

(七) 均夷作用期 地球停止發育後，即停止吸集天空之微遊星團後，其表面之變化全受空氣及水等營力之支配。此等營力削去其高部分以充填低凹之地域及海底。其詳當參考動力地質學。在此期中，火山作用及地盤變動非完全停息，唯主要營力仍為均夷作用，是謂之均夷作用期。(Gradational stage)始生代以後之全地質時代即屬此階段。今試表示之如次。

I. 創造時代	{	(1) 地 核 期	}	假說時代
		(2) 原始大氣期		
		(3) 原始火山期		
		(4) 原始水圈期		
		(5) 原始生物期		

II. 火成岩迸流時代即(6)始原代……一部分既知時代。

均夷作用時代 { (7) 始生代  
(8) 古生代  
(9) 中生代  
(10) 新生代 } ..... 既知之時代

**化石及標準化石** 地質時代以地層中之動植物遺骸定之。此種動植物遺骸，名曰化石 (Fossil)，乃水成岩沈積時代生存之生物遺骸；生物進化之順序，海陸分布之變遷，皆賴此化石而為研究，其對科學之貢獻極重大也。化石之中有限於一定之累層中始產之，在其上部或下部之累層則無者，此類化石名曰標準化石 (Leading fossil)。換言之則有一種生物單限於一時代生存，至下一時代則完全滅絕。

此種標準化石定地層之生成時代之重要證跡也。

**地層之新舊** 地層不問其為水平，或傾斜；下部地層之生成時代必較上部地層之生成時代為古，故下部地層之化石較上部地層之化石為舊。同時代之地層則產同類之化石。



古地層，即下部地層中所產之化石多為體制簡單之下等生物，較之現代之生物，異點甚多。反之，新地層，即上部地層所產化石，多體制複雜之高等生物。地層愈新則化石之體制愈複雜，即生物愈趨向高等。此種現象為生物進化論之最有力之佐證也。

地質時代  
之區分

水成岩，由其層之上下得別其沈積時代之先後。就其中之化石研究之，地殼自成立以來直至今日，其間得區分為四大代。此四大代更細分為十二紀。茲列舉之如下。

### 第一 太古代(又稱始原代)(Archean era)

(I) 羅連西亞紀(又稱片麻岩紀, Laurentian period)

(II) 虛朗尼亞紀(又稱結晶片岩紀, Huronian period)

### 第二 古生代(Palaeozoic era)

(I) 寒武紀(又稱舊古生紀, Cambrian period)

(II) 志留紀(又稱中舊古生紀, Silurian period)

(III) 泥盆紀(又稱中古生紀, Devonian period)

(IV) 石炭紀(又稱中新古生紀, Carboniferous period)

(V)二疊紀(又稱新古生紀, Permian or Dyas period).

### 第三 中生代(Mesozoic era)

(I)三疊紀(又稱舊中生紀, Triassic period)

(II)侏羅紀(又稱中中生紀, Jurassic period)

(III)白堊紀(又稱新中生紀, Cretaceous period)

### 第四 新生代(Cenozoic era)

(I)第三紀(Tertiary period)

(II)第四紀(Quaternary period)

(1) 洪積期(Diluvial epoch)

(2) 冲積期(Alluvial epoch)

**地質系統** 與地質年代相當之地層之連續, 稱之曰地質系統。(Geological formations) 與地質年代中之代(Era)相當之岩羣以界(Group)稱之, 例如太古界, 古生界, 中生界, 新生界等是也, 與紀(Period)相當之岩羣, 以系(System)稱之, 例如寒武系, 三疊系, 第三系等是也, 與期(Epoch)相當者則以統(Series)稱之, 例如洪積統, 冲積統等是也。

各界, 各系, 各統之地層中有缺少化石者, 此時或

由其上下部之地層證之，或由其岩質辨之，然後決定其地層之屬何時代也。

## 第二章 太古代

**太古代** 地球上吾人能見及之岩石以此時代之岩石爲最古。此時代地面尙極酷熱，生物尙未發生。岩石多爲片麻岩及各種之結晶片岩。太古界地層之厚實達三萬公尺 (Meter)。其中雜有花崗岩及蛇紋岩等火成岩。

此時代之地層，構造極錯雜，且無化石，故欲爲正確之分類，實不可能。唯統合世界各處之太古界而比較之，則太古界之下部多片麻岩，上部則多雲母片岩及相類似之片岩。十九世紀中頃加拿大之地質學者研究該地方最古之地層，分爲二系，由片麻岩成立之下部名之曰羅連西亞系，由雲母片岩及千枚岩成立之上部名之曰虛朗尼亞系。

由岩質區別之分爲二系。下部名之曰羅連西亞系或稱片麻岩系，上部名之曰虛朗尼亞系或稱結晶片岩系。

德人庫列特拿 (Credner) 研究埃爾初 (Erzgebirge) 山脈之始原層分爲兩系，名其下部岩石爲始原片麻岩 (Urgneiss)，上部爲始原片岩 (Urschiefer or Primitive schist)。

**分布** 我國黃海沿岸之岩石大部屬太古界者也。

**太古界中  
有用礦物**

太古界中之有用礦物常作層狀，扁豆狀產於地層間，或作脈狀貫穿地層。層狀礦有名者美國紐者西州 (New Jersey) 之磁鐵礦是也。此外同州佛蘭克林礦山 (Franklin mine) 之鋅礦亦太古界中之礦牀也。磁鐵礦之外為石墨，太古界中多產之。銅礦牀亦不少。

先

### 第一節 片麻岩紀

**麻麻岩紀** 此乃太古界下部岩石生成之時代也。岩石以片麻岩為主，其中雜有角閃岩，石英岩，蛇紋岩，石墨等。本時代之地殼變動極激烈，故岩石之皺曲亦甚。

**分布** 此紀岩石表現於地面之區域甚廣。我國東三省及山東省等地方發見之。美國地質學者韋理氏 (Willis) 名之曰泰山系，謂係我國地層之基礎。

### 第二節 結晶片岩紀

**結晶片岩紀** 片麻岩系之上有一大斷層線，與本系為不整合相重疊，以各種結晶片岩構成之，例如雲母片岩，千枚岩，石英岩等。其間發見有石灰岩，石墨片岩，角閃岩等甚多；此即與前系之異點也。岩石之曲皺程度仍不讓前系。

此系位太古界之最上部，且發見有石灰岩，故近時學者以

本系之上部別立一代 (Era) 介於太古代及古生代之間, 名之曰始生代 (Eozoic Era), 謂此時代為生物發生之時代。以本紀之上部為一獨立界始生界 (Eozoic Group) 者, 有次之三大理由。即

- (1) 有生物源之石灰岩。
- (2) 此部地層對下部之太古界及上部之古生界皆不整合。
- (3) 發見有生物之遺跡。

**分布** 屬本紀之上部地層 (或作為獨立之始生界) 分布亦廣, 我國北部多此種地層, 韋理氏之區分如下。

(I) 下部 五臺系 此更分三層。

- (1) 下部為雲母片岩, 片麻岩, 及含磁鐵礦, 長石之石英岩所構成。
- (2) 中部為硅質大理石, 石英岩及黏板岩所構成。
- (3) 上部為綠泥片岩, 石英岩, 及下層之礫岩所構成。

(II) 上部 滹陀系 此系有黏板岩, 石英岩, 石灰岩等。五臺系對下部之太古界及上部之滹陀系皆不整合。

### 第三章 古生代

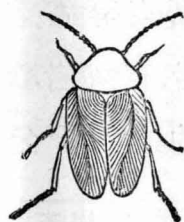
**古生代之岩石** 此時代既見生物之存在, 故地質系統可不由岩質為區別, 可以化石為標準區分之。岩類與太古代大異, 有硬砂岩, 礫岩, 黏板岩, 石灰岩等岩石。

古 生 代  
之 生 物

屬古生界之地層中，其下部多含下等無脊椎動物及藻類之化石。中部及上部之地層中則有種種之奇形軟骨魚及羊齒類土賊類等之管束隱花植物等之化石。至古生代末期有兩棲類出現。名三葉蟲(Trilobites)之節足動物(圖226)為古生代特產之動物。

植物，最初僅為海產之藻類，及後陸生植物漸多作森林。動物則大部分皆海產。陸生者唯少數之昆蟲及爬蟲而已。

第二百二十六圖



古生代分為五紀，分節述之。

### 第一節 寒武紀

寒 武 紀  
之 岩 石

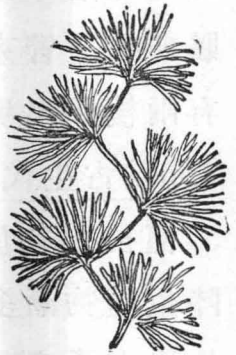
寒武紀又名舊古生紀。本紀之岩石以黏板岩及硬砂岩為主。此外有砂岩，礫岩，石英岩，石灰岩等。亦有地域發見有千枚岩大理石等岩石者。歐洲有一部地方產火成岩之輝綠岩。

生 物

植物有海產之藻類，(圖227)。動物種類較多，美國發見者約五百種。歐洲及其他地方發見者亦約五百種，計約有千種。最重要者為三葉蟲。本紀所

生之三葉蟲大概無目，且體不蜷曲爲其特徵。此外有翼足介(圖228, Hyalithes)及腕足類 (Brachiopods) (圖229) 等。本紀之腕足類皆角質。

第二百二十七圖



**分布** 德人利希霍芬氏 (Richtshofen) 稱爲支那系統者大體與本系相當，露出於東三省南部，山東，山西，陝西，廣東等省。岩石爲石英岩，砂岩，黏板岩，石灰岩，泥灰岩，礫岩等。地層之厚約達六千公尺。

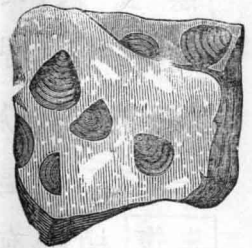
**有用岩石及礦物**

英國產之黏板岩塊用代

第二百二十八圖

第二百二十九圖

瓦之用。又滿洲海城附近，本紀地層間產滑石，品質甚佳。



### 第二節 志留紀

**志留紀之岩石**

志留紀又名中舊古

生紀。此系之累層達九

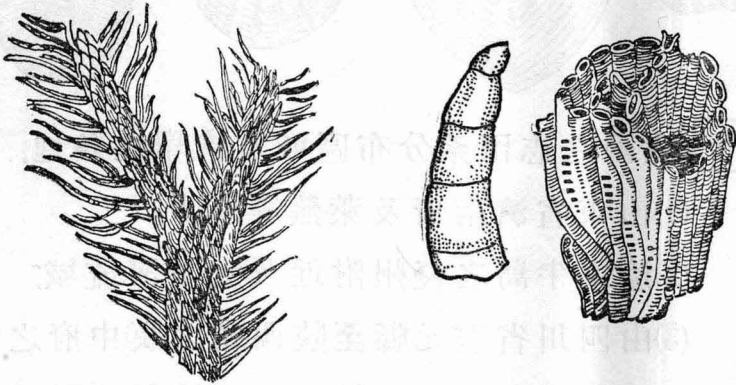
千餘公尺之厚。岩石以硬砂岩，砂岩，黏板岩，石灰岩

等爲主,此外尚有石英岩,凝灰岩,石炭,岩鹽及金屬礦層。

**生物** 植物大體皆海產,陸產者僅有數種之鱗木

第二百三十圖

第二百三十一圖



科(圖230)及羊齒科之植物。動物有珊瑚類,海棉類,有孔蟲,海百合(Crinoids)及棘皮動物等。

本系之標準化石爲鏈珊瑚(Halysites)(圖231)。

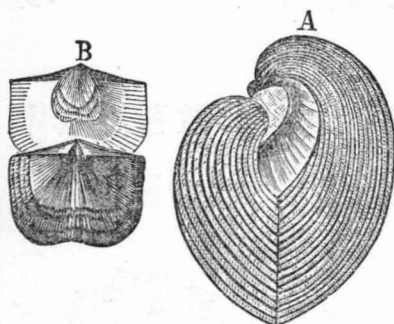
腕足類於角質之外加產有石灰質者,如五房貝(Pentamerus)(圖232)是也。

本系之三葉蟲與前寒武系所產不同,即多具複眼且身體有蜷曲之性質也(圖233)。

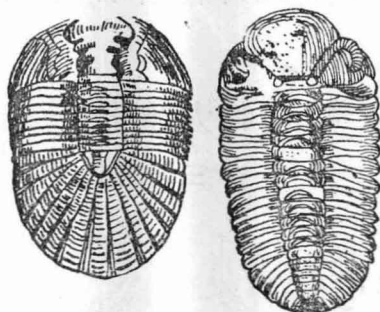
魚類則有下等之軟骨魚,甲冑魚等。



第二百三十二圖



第二百三十三圖



**分布** 我國之志留系分布區域有次舉之各地。

- (1) 山東省濟南府及萊蕪等地方。
- (2) 遼東半島之復州附近及太子河流域。
- (3) 由四川省廣元縣至陝西省之漢中府之山間有兩處地方發見本系之地層（利希霍芬氏）
- (4) 湖北宜昌附近。

宜昌附近石灰岩中產之寶塔石即頭足類之直角石 (Orthoceras) 也。宜昌附近尚產有五房貝。

- (5) 江蘇之鎮江附近。

鎮江西南五十里之龍山產有筆石 (Graptolite)。

**有用礦物** 德之鐵礦 (赤鐵, 褐鐵, 磁鐵礦等); 英國, 葡萄牙之無煙炭, 加拿大安達利阿 (Ontario) 州及印

度之岩鹽等皆本系之產物也。

### 第三節 泥盆紀

泥 盆 紀  
之 岩 石

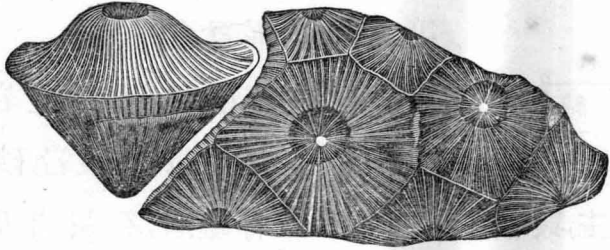
泥盆紀又稱中古生紀。本紀之岩石因地方而有差異。大體以硬砂岩，砂岩，黏板岩爲主，與前系略同。此外有礫岩，石灰岩及無煙炭黑炭之薄層。

生 物

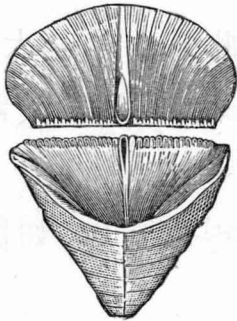
本系產陸生植物較多，此外與前系大體相同。動物有珊瑚，海百合，腕足類，軟體類，三葉蟲，軟骨魚等。次舉數種，其重要者也。

- (1) 珊瑚之代表者爲孟珊瑚(Cyathophyllum 如圖 234) 及靴介(Calceola, 如圖 235)。
- (2) 腕足類之代表者爲石燕(Spirifer, 如圖 236, a)
- (3) 海百合類之代表爲松球海百合 (Cupressocrinus crassus, 如圖 239)
- (4) 代表本系之動物爲魚類，種類有百餘種。其主要者有甲胃魚及光鱗魚。代表甲胃魚者有羽魚，(Pterichtys, 如圖 238)。代表光鱗類者有骨鱗魚 (Osteolepis, (如圖 237, b)。及完褶魚。(Holoptychius),

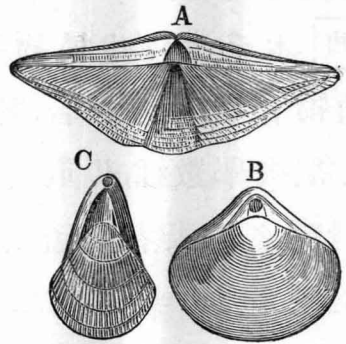
第二百三十四圖



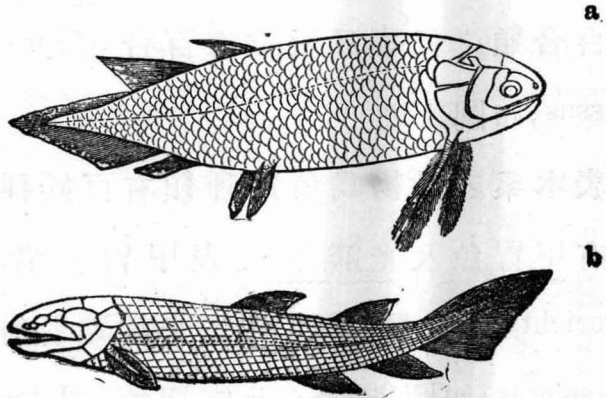
第二百三十五圖



第二百三十六圖

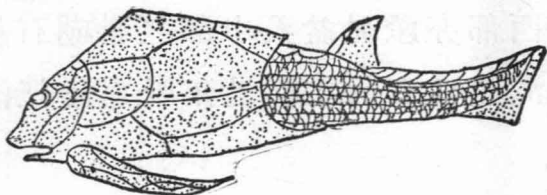


第二百三十七圖



如圖237, a).

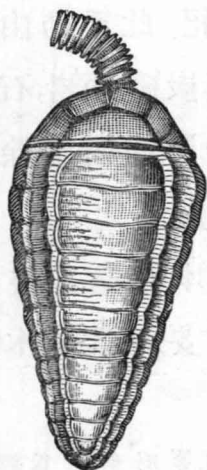
第 二 百 三 十 八 圖



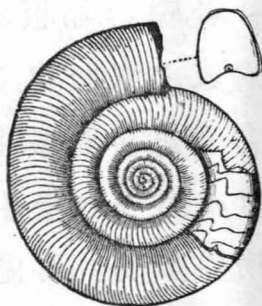
本系所產魚類,光鱗魚,甲冑魚之外尙有肺魚及軟骨魚兩種.

(5)頭足類中之菊石類 (Ammonites) 本系之新動物也.其中之神海石 (Clymenia) 乃泥盆系上部地層之特產化石也(圖240).

第二百三十九圖



第二百四十圖



**分布** 我國之泥盆系產地舉之如下。

- (1) 崑崙山發見有泥盆系中部之珊瑚層。
- (2) 四川省西部亦產泥盆系中部之珊瑚石灰岩,東北境產泥盆系上部之腕足介層,嘉陵江流域,亦屬本系。
- (3) 雲南南境亦產泥盆系之腕足介層。
- (4) 甘肅省有泥盆系之中部珊瑚石灰岩。

**有用礦物** 有用礦物中之最重要者為美國朋息爾宛尼亞州 (Pennsylvania) 之石油,此外德國之銀,鐵,鉛,鋅等礦床,多產於泥盆系中。

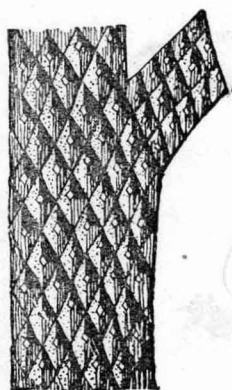
#### 第四節 石炭紀

**石炭紀之岩石** 石炭紀又稱中新古生紀。此系乃由砂岩,礫岩,黏板岩,頁岩,石炭硬砂岩,石灰岩等岩石構成之累層也。有地方層厚達四千餘公尺者,此系含有煤炭層最多,故有石炭系之名。

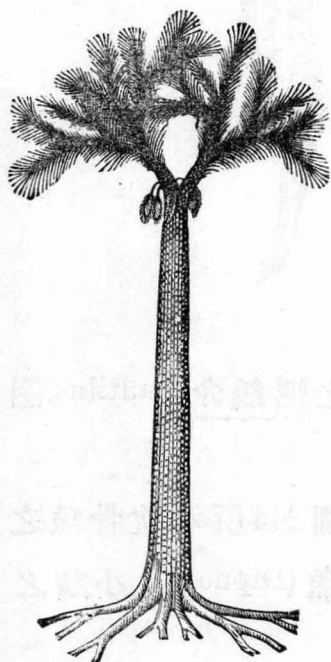
**生物** 在前系出現之陸生植物,至本系極其繁茂,當時之植物界多屬高等隱花類,主要者為鱗木(圖241),蘆木(圖242)及印章木(圖243)。

圖241所示為鱗木 (Lepidodendron) 之一種,菱形葉痕為縱紋,

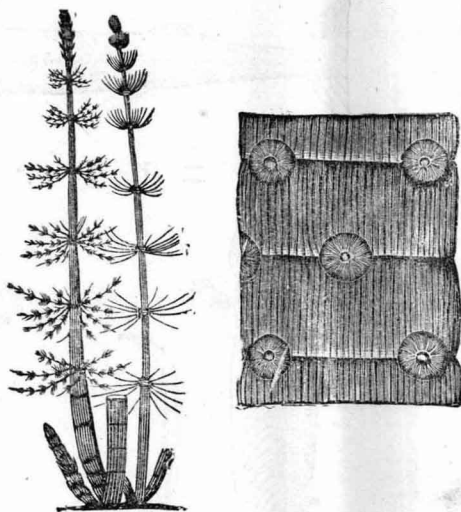
第二百四十一圖



第二百四十三圖



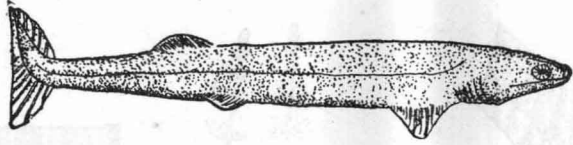
第二百四十二圖



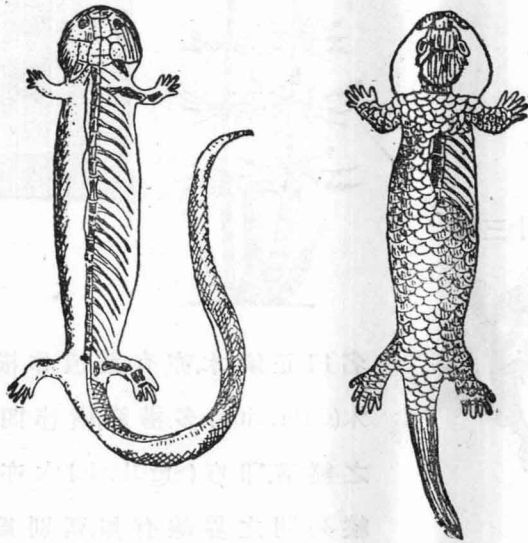
名曰正鱗木。亦有葉痕作橫紋者。蘆木(Calamites)多橫節，橫節間多平行之縱溝。印章(Sigillaria)木亦因葉痕縱列間之界線有無，區別為三種。

石炭系之植物多陸產，動物則多海產。有孔蟲類，腔腸動物，棘皮動物，腕足類等甚盛。三葉蟲則大體滅絕僅存二種。有孔蟲類中最重要者為紡錘蟲，作紡錘蟲石灰岩

## 第二百四十四圖



## 第二百四十五圖



產出(圖206及207).

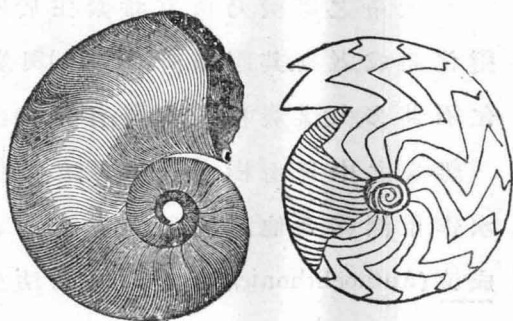
其次應注意者為屬頭足類之鸚鵡介(Nautilus, 圖246)及稜角石(Goniatites, 圖247).

魚類則以軟骨魚為最多,如圖244所示軟骨魚之一種,本系有此化石.此外有肺魚(Dipnoi)及小鱗之歪尾光鱗魚.

兩棲類在本系最  
初發現，如圖 245 所  
示，堅頭類也。

第二百四十六圖 第二百四十七圖

圖 244 所示軟骨魚名  
Cladodus newberryi. 圖  
245 之甲名 Rienodon, 乙名  
Keraterpedon.



由生物之狀態推測之，地球表面之熱既稍減，空氣中則有多量之水分及二氯化碳氣，最適宜於植物之生育。

**分布** 石炭系在我國分布極廣，故煤炭亦甚多，此系地層幾無省無之。

地球至石炭紀變動極激烈水陸之分布亦生大變化。火成岩之迸發及噴出亦盛。我國之黑紋岩，紋岩，石英斑岩等多在此紀噴出者。

**有用礦物** 此系之重要礦物即煤炭也。此外英國之石炭系中有成之黑層帶鐵，主要之鐵源也。黑帶鐵者乃混有炭質及黏土之菱鐵礦也。我國之石炭系中亦有不純之赤鐵及褐炭。由德國至比利時，其



間之石炭系中有輝鉛礦及輝鋅礦等。

石炭系之煤炭乃由當時繁生於陸地或沼澤地方之樹木變化而成者也。其證據有二，即(i)與炭層近接之頁岩產植物化石甚多，(ii)煤炭自身尚含有植物遺跡。

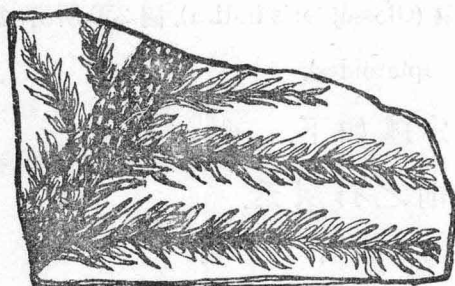
煤炭之中有由樹木在生長之原位置堆積而成者，有因流水作用漂移至他處堆積而成者。前者之成立法名曰原位置成立(Authochthonic)。由此種成立法生成之煤炭極純粹，不含砂泥。後者之成立法名曰轉位置成立(Allochthonic)。

### 第五節 二疊紀

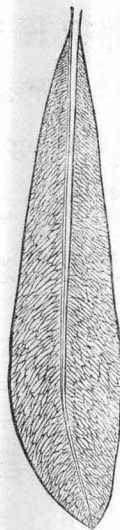
**二疊紀之岩石** 二疊紀一名新古生紀。屬此系之岩石有砂岩，礫岩，黏板岩等。地層中往往含有石膏，白雲岩，岩鹽及鐵礦等。地層之厚有達一千二百餘公尺者。與石炭系有密切之關係，間有界線不明瞭者，故地質學者中有謂此系乃石炭系之一部分。

**生物** 管束隱花植物至此時代大部皆既滅亡。其他生物亦多衰落。能保存石炭系之面影者唯羊齒植物，鱗木，印章木，蘆木三者，至本紀末期幾至滅亡。應注意者為顯花植物之松柏科漸趨繁盛。松柏之祖先始原松(Walchia，圖248)實生於此紀。

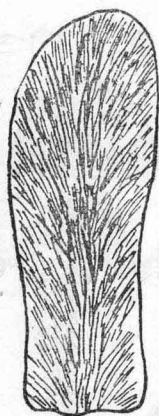
第 二 百 四 十 八 圖



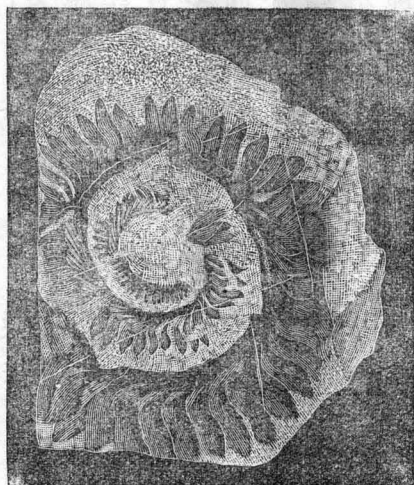
第 二 百 四 十 九 圖



第 二 百 五 十 圖



第 二 百 五 十 一 圖



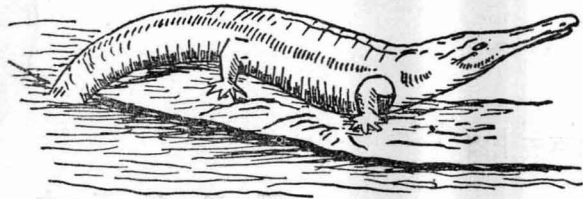
植物中尚須注意者，爲舌芝朶，延生至中生代之三疊紀，極繁盛(圖249及250)。

圖249所示爲正舌芝朶 (*Glossopteris indica*)，圖250所示爲巨舌芝朶 (*Gaugamopteris cyclopteroides*)。

動物中之主要者分述如下。

紡錘蟲之盛，不讓前之石炭系。

第二百五十二圖



腕足類亦尚多且甚重要，如石燕等仍多產出。

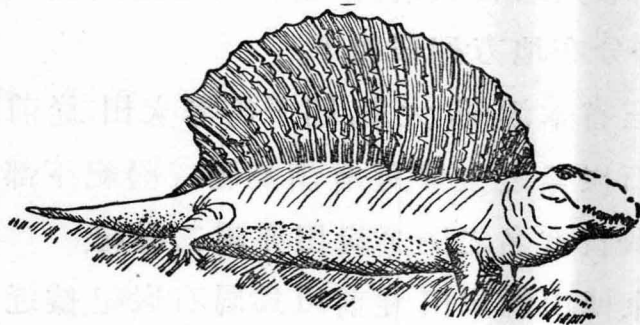
頭足類中有鸚鵡介，直角石等。屬菊石類者則漸多。

本系之動物最足注意者爲脊椎動物，有魚類，兩棲類，爬蟲類三種，一時之盛。其中尤以兩棲類爲最隆盛，二疊系實可稱爲兩棲類之世界也。

第二百五十三圖



## 第 二 百 五 十 四 圖



魚類以歪尾光鱗爲最多。魚類化石之最奇特者爲螺旋魚(*Helioprion*, 如圖251), 作螺旋狀。有謂爲死後, 其脊鰭蜷曲作螺旋狀者。又有謂係爲防敵起見, 蜷曲其體, 以首觸地豎立, 因生此螺旋狀者。

兩棲類之堅頭類前系既產之, 至本系乃大盛。頭骨極堅, 如被甲冑。身體往往有被鱗者。其例甚多。主要者如太祖龍 (*Archegosaurus dechene*, 圖252), 鰓龍 (*Branchiosaurus amblystoma*, 圖253)等。

爬蟲有嘴頭類及獸形類兩種。前者之代表有古楔龍 (*Palaeohatteria*) 後者之代表有宮龍 (*Naosaurus*, 圖254)。

嘴頭類現今惟存楔龍(*Hatteria*)一種, 在牛西蘭(*New Zealand*)。獸形類則全滅亡。

**分布** 本系與石炭系同，在我國之露出區域甚廣，今將其分布地方列舉如下。

- (1) 東三省本溪湖，大堡，四平街等炭田，從前以爲屬石炭系之上部，近有謂爲屬二疊紀下部之說。
- (2) 直隸省有名之開平炭田亦屬二疊紀。
- (3) 山東博山縣炭田，從前以爲屬石炭紀，據近來化石之研究，似屬之二疊系爲當。
- (4) 山西省之大炭田，利希霍芬氏謂爲世界第一，本省夾炭層，利希霍芬以爲屬石炭系，孚列兮(Frech)氏則謂應屬之二疊系。
- (5) 江蘇省南京鎮江間之炭田屬舊二疊系；南京附近之山地露出者含有腕足類，螺介，珊瑚等化石，屬新二疊紀之下部。
- (6) 此外既知者有安徽，河南，江西，湖北，湖南，貴州，四川，陝西，雲南，新疆等省皆產之。新疆天山南道之石油層似屬二疊紀。

**有用礦物** 二疊紀亦爲一大煤炭成立紀，產煤炭甚多，其次爲岩鹽，二疊系中之一大富源也。例如德國斯達斯福之岩鹽是也。在德國本系亦產鉀鹽多。

量。又德國有名之銅板岩中之礦物亦屬本系，每年產銅二萬噸，產銀百噸。此二萬噸之銅實占德國全產額百分之八十五。此外本系尚有菱鐵礦，褐鐵礦，鈷礦，鎳礦等。

#### 第四章 中生代

中生代  
之岩石

中生界之累層平均厚約三千公尺。主要岩石有石灰岩，白雲岩，泥灰岩，頁岩，粘板岩，砂岩，粘土等。此外尚含有礫岩，煤炭，石膏，岩鹽等層。又有地方產火成岩層脈及凝灰岩者。

此時代較之古生代，地殼極靜穩。此界在歐西地方有不產火成岩層脈及凝灰岩者，產之者惟局部的有皺曲地層之山地。

中生代  
之生物

鳥類，哺乳類，硬骨魚及被子雙子葉類在此時代始發生者也。又爬蟲類，兩棲類，光鱗魚，軟骨魚，菊石，箭石，六射珊瑚，正海膽，螺介等在本紀皆極盛。勢力衰落者為海百合，腕足類，近滅亡者為板床珊瑚及直角石。三葉蟲，海蕾，鱗木，印章木，蘆木等則完全滅種。中生代之生物界由蘇鐵及松柏兩類構成之。

古生代分爲三紀，分節述之。

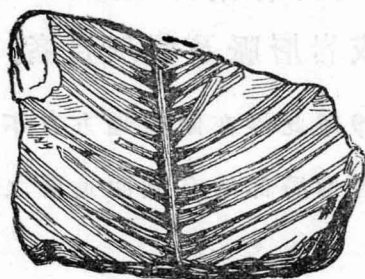
### 第一節 三疊紀

三疊紀  
之岩石

三疊紀又稱舊中生紀。本系之主要岩石有砂岩，泥灰岩，白雲岩，石灰岩，頁岩等。地層之中尚夾有石膏岩鹽等層。

**生物** 植物多蘇鐵(圖255)松柏，羊齒三類。此外尚有木賊銀杏兩種。

第二百五十五圖



動物之種類頗多，例如海棉，層孔蟲，(Lithophora)，六射珊瑚，腕足類，頭足類，魚類，兩棲類，爬蟲類等皆有之。

頭足類中之菊石類發育頗盛(圖256)，種屬亦多。

圖256所示爲菊石之一種，名Ceratites，三疊系中之重要菊石也。

魚類中最高等之硬骨魚至本紀始發現，地史上重要紀事之一也。

兩棲類在二層系多堅頭類。至此系之兩棲類多無鱗者，且齒之內部構造極複雜，例如蝦蟆龍(Masto-

donsaurus),大頭龍(Capitosaurus),手獸(Cheirotherium)等是也。圖257示手獸之足跡。

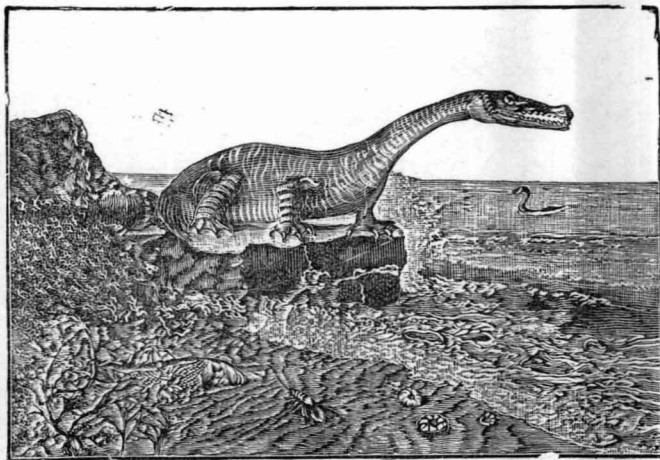
爬蟲類較前系益繁盛,例如孽子龍(Nothosarus,圖

第二百五十六圖

第二百五十七圖



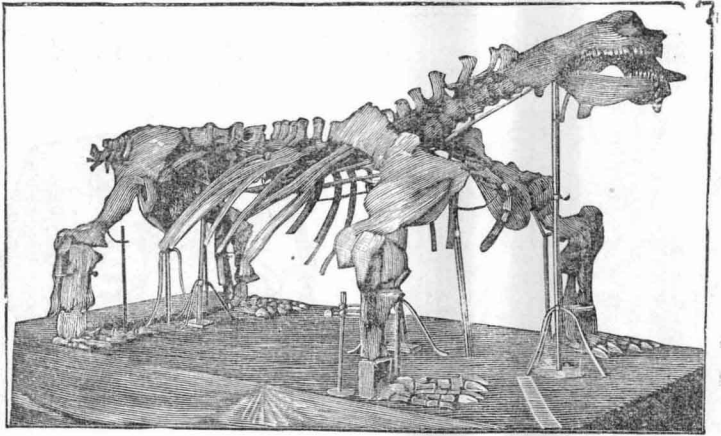
第 二 百 五 十 八 圖



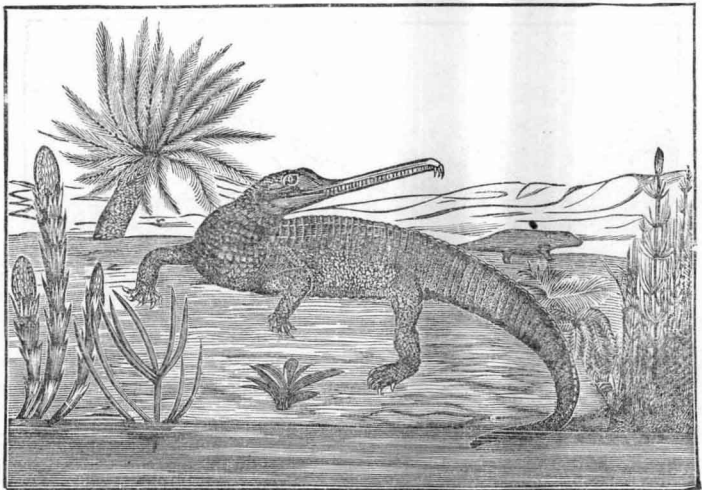


258), 鉅齒龍 (Pareiosaurus, 圖 259), 長嘴鱷龍 (Mystriosauros, 圖 260) 等是也。

第 二 百 五 十 九 圖



第 二 百 六 十 圖



次之侏羅系最盛之魚龍(Ichthyosaurus),在本系既先出現。

鉅齒龍屬獸形類頭蓋骨極高,兩眼在頭骨之左右兩側,酷似哺乳類,更分爲次之四類。

(1) 獸齒類之貂龍(Galesaurus)狼龍(Lycosaurus)等。

(2) 楯齒類之楯齒龍(Placodus)。

(3) 異齒類之龜龍(Oudenodon),牙龍(Dicynodon)狗龍(Enthiodon)等。

(4) 鉅齒類之鉅齒龍。

爬蟲之鱷類中長嘴鱷龍之外有箭齒龍(Belondon),鱉龍(Aetosaurus)等。

本紀末期,即本系之最上層有哺乳類動物發現,乃一種特別之有袋類中之多峰類(Allotheria)之動物也。

多峰類之發見地,(i)齒發見於歐洲三疊系之最上層,(ii)頭骨則發見於南亞斐利加及(iii)顎骨發見於美國。

**分布** 我國之三疊系分布地有雲南,貴州,湖北(四川境,揚子江畔)湖南,蒙古等地,此等地方之三疊系皆有炭田。

**有用礦物** 本系產有用礦物,如英,德之岩鹽,有由本系產出者,此外德國之三疊系有產方鉛礦,孔雀

石,異極礦(鋅礦),褐鐵礦等,皆重要之有用礦物也。本系出煤炭亦不少。

## 第二節 侏羅紀

侏羅紀之岩石

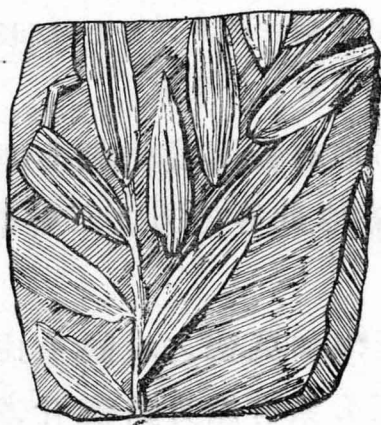
本紀又名中中生紀。本系之岩石與前系相同,主要者為石灰岩,砂岩,泥灰岩,白雲岩,頁岩等岩石,亦有地方產石膏岩鹽者。

生物

在中生代中此紀為動植物最繁盛之時代,中生代之生物得完全發揮其特性者即此時代也。

植物以銀杏(Ginkgo),蘇鐵(Cycas)羊齒(Fern)木賊(Equisetaceæ)松柏(Coniferæ)等五科為最盛。三疊系尚產有之古生代的植物,至本系則全滅亡。

第二百六十一圖



第二百六十二圖



圖261所示我國四川省青崗林產之蘇鐵類化石也。圖 262 所示亦我國直隸省老東倉產之羊齒類化石也。圖 263 所示，則我國盛京省碾子溝產之松柏科化石也。

第 二 百 六 十 三 圖

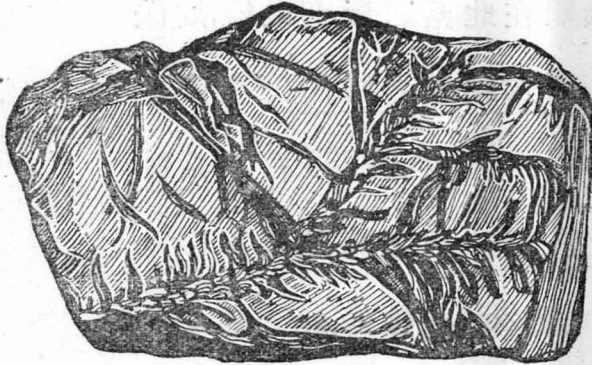


圖 261 之化石學名爲 *Podozamites lanceolatus*。圖 262 之化石學名爲 *Coniopteris hymenophylloides*。圖 263 之化石學名爲 *Polyssia manchurica*。

動物中足注意者爲菊石(圖256)其發育之盛實足驚人。除既見於三疊紀者外，尚有種類甚多，不勝枚舉也。

又在三疊紀發現之箭石(*Belemnites*, 圖264)至本紀亦發育極盛。

魚類之歪尾光鱗魚至此紀近全滅，代以正尾類之魚，此足注意者也。

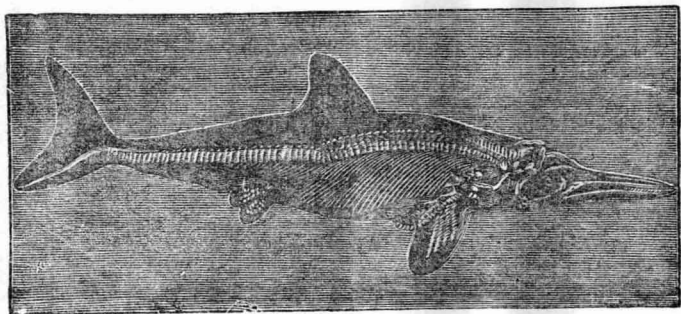
本系未發見有兩棲類，蓋堅頭類在三疊紀滅亡也。

爬蟲類在此系之發育最盛，故侏羅紀可稱爲爬蟲之時代。三疊紀之魚龍(Ichthyosaurus, 圖265)在本系發育極隆盛。有一種名蛇頸龍者(Plesiosaurus, 圖266)亦極盛。此二者海棲爬蟲類也。

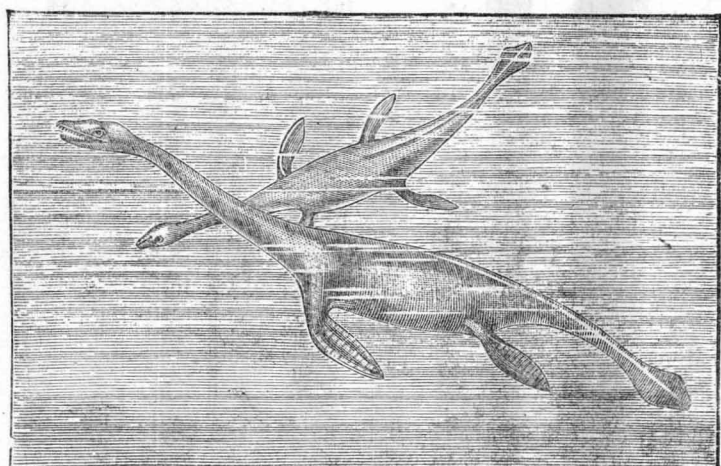
第二百六十四圖



第二百六十五圖



## 第 二 百 六 十 六 圖



海棲爬蟲之外，有陸棲及空中棲爬蟲。陸棲之例，如鱷龍(Mysteriosaurus)恐龍(Dinosaurus)等是也。空中棲之例，如喙口龍(Rhamphorhynchus, 圖267)，蝙蝠龍(Dimorphodon)等是也。

鳥類初現於本系，種屬甚少，與普通之鳥不同，有爬蟲類之性質，名之曰始祖鳥(Archæopteryx, 圖268)實鳥類之祖先也。

哺乳類與三疊紀同，仍為下等有袋類之多峯類。

**分布** 我國之侏羅系全部為淡水成層，故多植物化石，且含炭層，其分布地舉之如下。

- (1) 盛京省之抱兒山，大臺山，沙河子，碾子溝，大堡等地。
- (2) 直隸省宣化府之老東蒼(圖269)之中；a為支那系；b

第二百六十七圖

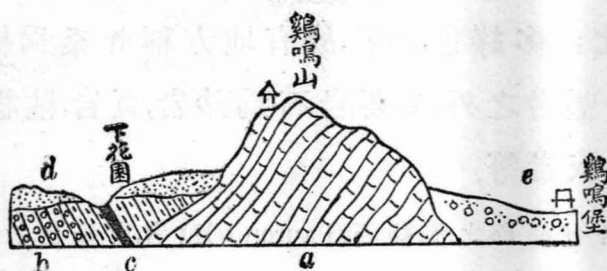


第 二 百 六 十 八 圖



爲侏羅礫岩；c爲侏羅層中之煤炭層；d爲黃土；  
e爲四紀河礫。

第 二 百 六 十 九 圖



(3)山東省坊土。

(4)山西省大同府。

(5)四川省之龍王洞,大石鼓,青崗林,廣元縣等地。

四川省之有名赤色盆地,由赤色砂岩及頁岩所構成,占地域極廣,大部分屬侏羅系也。

(6)江西省之廖家山,司路舖,鍾家坊,高坑,三夾冲等地。

**有用礦物** 我國多侏羅紀之煤炭,例如山東坊土,江西之萍鄉,四川之廣元縣等皆是也。德英等國亦產本系之煤炭,惟量不多。此外印度,澳洲,牛西蘭等地皆產之。金屬礦中其足舉者爲英德國產之泥鐵礦。



## 第三節 白堊紀

白堊紀 之岩石
------------

白堊紀一名新中生紀。全地系統中惟此系產白堊岩，此白堊系之名所由來也。又此系多綠色砂岩，故有地方稱此系爲綠砂岩系者。白堊岩之外，重要岩石爲砂岩，頁岩，粘板岩，泥灰岩，石灰岩等。

砂岩含有綠色之海綠石(Glaucanite)粒者，作綠色，故稱綠砂岩，本系產此種岩石頗多。亦有泥灰岩混有海綠石粒者，名曰海綠石質泥灰岩，帶白色或淡灰色之土狀軟質泥灰岩，名曰白堊泥灰岩。

上舉各岩石之外有礫岩，粘土，煤炭等；亦構成白堊系之一部。

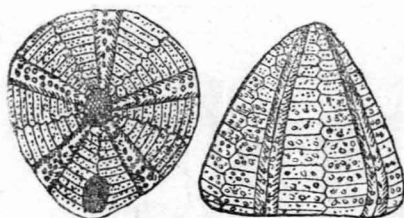
**生物** 白堊系之植物，下部與侏羅系同，有羊齒，松柏，蘇鐵，銀杏等之四類。至白堊之上部始見闊葉樹（被子雙子葉植物）之產出。在葡萄牙，及美國則白堊系下半部亦產有黃樟樹(Sassafras)，無花果(Ficus)，柳(Salix)，白楊(Populus)及其他數種之闊葉樹。白堊上部則到處皆產多少闊葉樹，例如柳，槭，櫟，無花果(Ficus)月桂，梧桐等是也。闊葉樹類發生後，羊齒，松

柏,蘇鐵等類之數漸減.

動物之產於本系者種類甚多,列舉於下.

第二百七十圖

第二百七十三圖



第二百七十一圖 第二百七十二圖



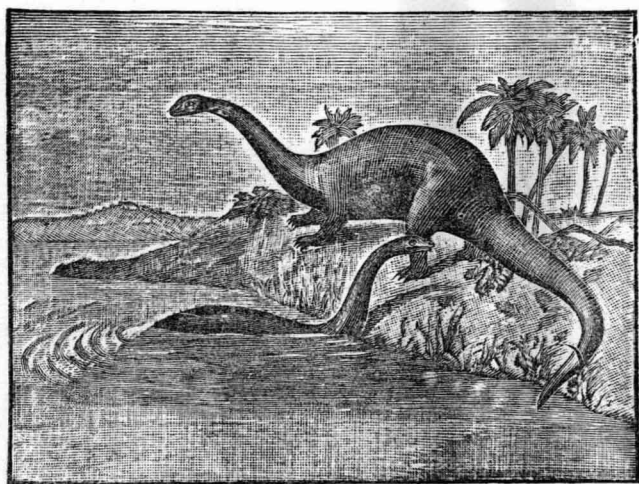
有孔蟲在本系之發育極盛.白堊岩,即由有孔蟲所構成.普通石灰岩中亦含有孔蟲甚多.綠砂岩之海綠石粒其生源亦為有孔蟲也.

其次海棉亦頗盛.珊瑚較之前系其勢稍衰.作岩

礁者僅發見於白堊之上部。

海膽(Echinoidea)在此系發育最盛。除從前產有之

第二百七十四圖



正形輻狀構造者外，左右對稱的構者極繁盛（圖270）。

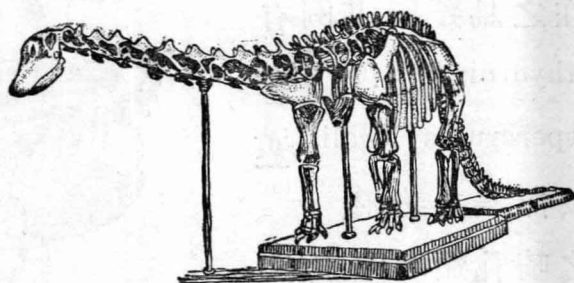
菊石在前系普通多內捲之平面螺旋狀。至本系則多鈎狀，棒狀，螺介狀等之外捲菊石（圖271,272）。

魚類中之硬骨魚至本系始盛。

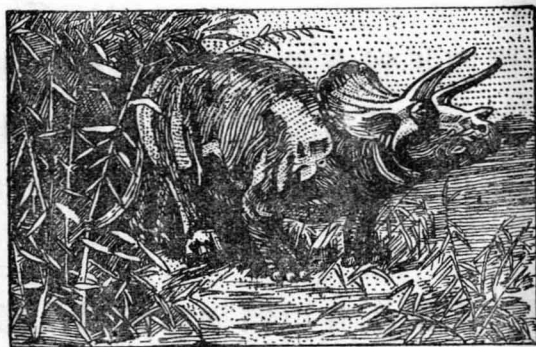
爬蟲類則海棲，陸棲，空中棲，三種皆尚繁盛。海棲者有魚龍類，鱗龍類，龜龍類，蟒形類等。前三類在前系既發現，蟒形類則本系特產之海蛇也（圖273）。

陸棲者以恐龍類爲最盛。例如北美羅基山 (Rocky Mountain) 產之雷龍 (Brontosaurus) 身長及十六七公尺, (圖 274) 樑龍 (Diplococus), 身長約二十餘公尺 (圖 275); 三觶龍 (Triceratops) 身長約八公尺 (圖 276)。

第 二 百 七 十 五 圖



第 二 百 七 十 六 圖



同地尚產有載域龍 (Atlantosaurus), 劍龍 (Stegosaurus), 異龍 (Allosaurus) 等, 載域龍僅發見其一部分, 大腿骨長二公尺七,

由此推其全身之長，當達三十公尺。

空中棲爬蟲仍多數存在出沒於本系，例如羽齒龍(Pteranodon)是也。

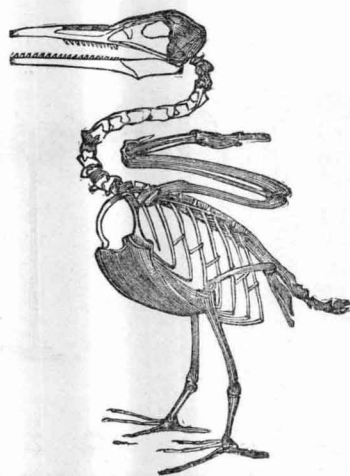
本系鳥類與前系之始祖鳥同樣有齒，唯尾椎骨收縮則與現在之鳥類同。其例有魚鳥(Ichthyornis, 圖 277)，及黃昏鳥(Hesperornis legalis)，黃昏鳥不及魚鳥之善飛。

此系之哺乳類多產於美國，與前系同。仍屬有袋類中之多峯類。

**分布** 我國四川省有數處發見有本系地層，即(1)涪州之上流五里地方，(2)雲陽之北約十里地方，(3)渠河畔，綏定府附近，(4)昭化縣石鑽子地方，(5)合州沙溪廟。

**有用礦物** 本系產有用礦物有我國及德國產之煤炭，奧國產之鐵礦，德國哈爾茲山(Harz)產之磷鈣石球，日本之輝銻礦及歐洲產之白堊等。

第二百七十七圖



## 第五章 新生代

**新 生 代** 本代爲地史上最新之時代。本界岩石亦位地層之最上部。層厚因地不同，厚薄不一律，平均約厚一千公尺，

白堊紀之末葉，一時的氾濫於陸面之海水，與白堊紀告終同時開始退却。入新生代後，海水日見退減，中生代中被水患之大陸部分，再成乾土。

新生代之特種現象有次之四項。

- (1) 大曲褶山脈之成立 例如希瑪拉耶山，阿普斯山，安得斯山，羅基山，比利尼斯(Pyrenees)山等山脈，皆至新生代始高聳者也。

此等高山山腹高超海面數千公尺之地點，尙發見有新生代前紀之海成層。例如阿普斯山及比利尼斯山，在海拔三千公尺地點發見有新生界岩石，希瑪拉耶山則高達四千至五千公尺之處，尙發見有新生界岩石。

- (2) 火成岩之大噴出，

在中生代期內尙微弱之火山活動力，入新生代後始大爆發。世界到處皆見多量之火山岩噴出。同時亦噴出多量之火山灰，砂礫等結爲凝灰岩。

- (3) 氣候之變化 中生代中氣候溫和，兩極地方能

見綠樹。此和暖氣候入新生代之初期，尚無變化。及後則漸冷卻，至有出現冰期之地域。至今日氣候雖稍復舊，但兩極地方尚積冰，無樹木也。

#### (4) 生物界之進化。

中生代生物入新生代後，多不再見。例如巨大之爬蟲類，菊石類，箭石類等是。其中雖有不盡滅亡者，然其種類亦極衰微，例如腕足類是。反之其他動物則極進化，例如螺介，硬骨魚，蛇類，正鳥類，哺乳類等是也。

新生代分爲二系，分節述之。

#### 第一節 第三紀

第三紀及第四紀之名對，第一紀(Primary)之古生代，第二紀(Secondary)之中生代而成立者也。其後廢第一紀，第二紀，而代以古生代及中生代之名，且總括第三紀及第四紀，名之曰新生代。

第 三 紀 之 岩 石
----------------

第三紀之岩石頗厚，平均約八百公尺。世界各地，其岩石及化石雖有差異，然其地層則有一共有性，即無深海沈積之地層也。換言之即第三系地層皆爲淺海或沿岸海之沈積物，半淡水性，及淡水性之岩層互相累疊也。此皆因當

時與水切近之陸地或海底之昇降頻繁故也。岩石以砂礫，砂岩，頁岩，粘土，泥灰岩，礫岩等爲主。凝灰岩及褐炭之存在亦不少。此外亦有產岩鹽石膏之地層。

**生物** 第三系爲被子植物之勃興時代，赤楊(Alnus)，山毛櫸(Fagus)，槭(Acer)，棕櫚，櫟樹(Quercus)，柳，白楊，肉桂(Cinnamomum)，皆甚繁茂。

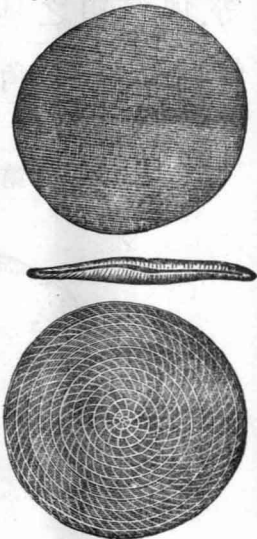
動物中以第三紀前半期所產之貨幣石(Nummulites)爲最盛(圖278)屢屢構成岩石，至後半期則衰減。

葉鰓類及腹足類至此紀益盛，本系之化石多此二種。葉鰓類之主要者，如蠔貝(Ostrea)，魁貝(Arca)，蛤(Cytherea)，蜆(Tapes)等。腹足類者，有錐貝(Conus)，筍貝(Turritella)管貝(Pleurotoma)，惡鬼貝(Murex)等。

魚類則軟骨魚及硬骨魚均甚盛。

本系之哺乳類最隆盛，故第三紀又名哺乳類時代(Age of mammals)。

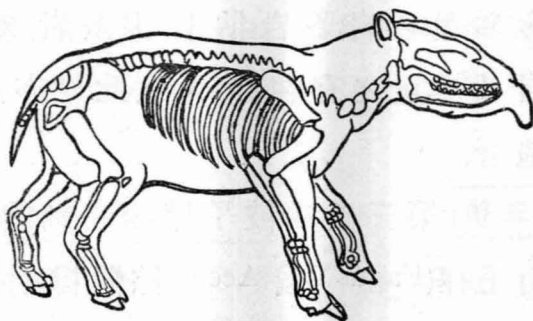
第二百七十八圖



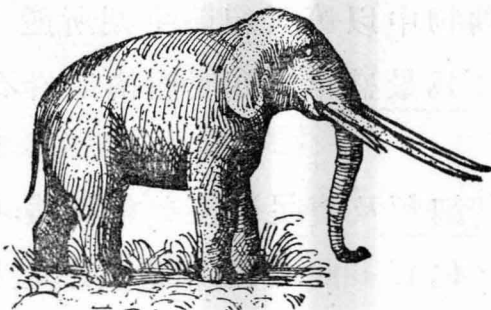


其重要者，長  
鼻類有兇猛獸  
(Dinotherium)，  
圖 279)，始祖象  
(Palaeomastoden，  
圖 280) 等。奇  
蹄類有始祖犀  
(Palaeotherium，  
圖 281)，始祖馬  
(Hyracotherium)  
等。偶蹄類之具  
怪狀者有張角

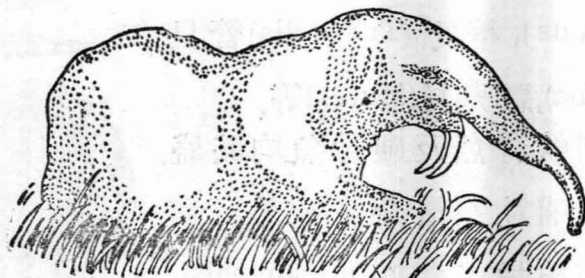
第二百七十九圖



第二百八十圖



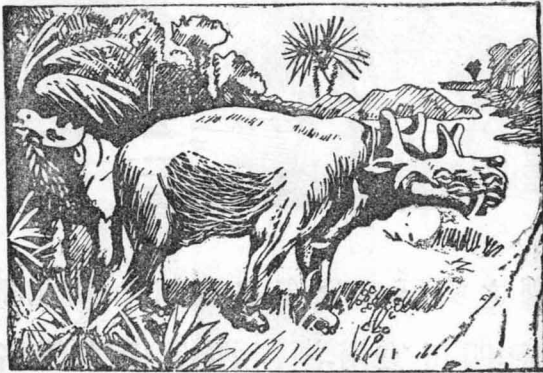
第二百八十一圖



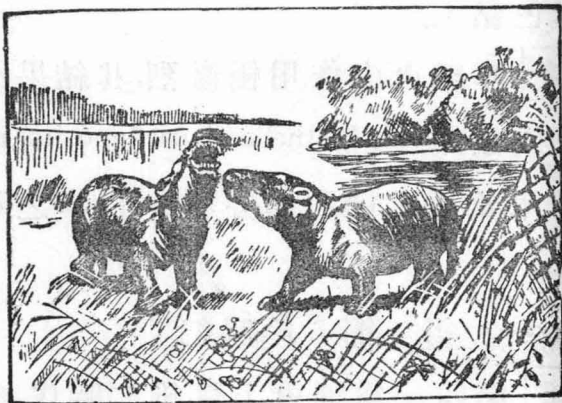
獸(Tinoceras, 圖282) 兜齒獸(Coryphodon, 圖283), 麒麟馬(Okapia, 圖284)等。此外象, 犀, 馬等極一時之盛。

麒麟馬現今尚產於南斐洲之孔果國(Congo), 珍奇之動物也。

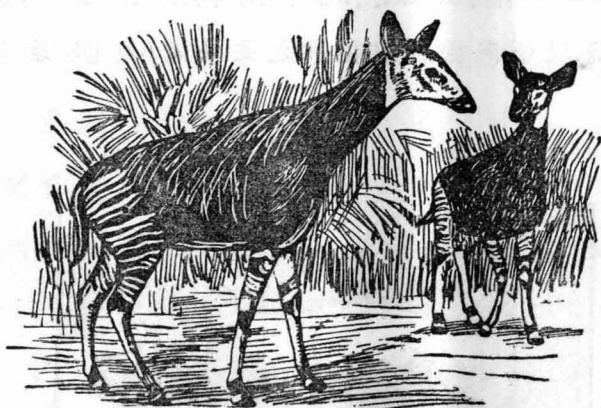
第 二 百 八 十 二 圖



第 二 百 八 十 三 圖



## 第二百八十四圖



**分布** 我國之第三系分布地有河南,湖北,湖南,山西,陝西,甘肅,四川,雲南,浙江,西藏,蒙古等省.河南,湖北湖南所產者有赤色砂及灰青泥灰岩.其他地方多產赤色黏土.

**有用礦物** 本系火山作用極激烈,其結果火山就近多熱水成礦床 (Hydrothermal ore deposits),產各種金屬.此外本系產煤炭石油亦不少.日本之石油皆屬第三系.

## 第二節 第四紀

**第四紀** 第四紀為地史上最後之時代,其末葉

即爲現今。岩石多疎鬆之物，如砂礫，砂，壩埤，黏土等是也。本系層厚較之其他系統，相差太遠，然平均尙達二百公尺也。分布極廣，世界到處皆見之。

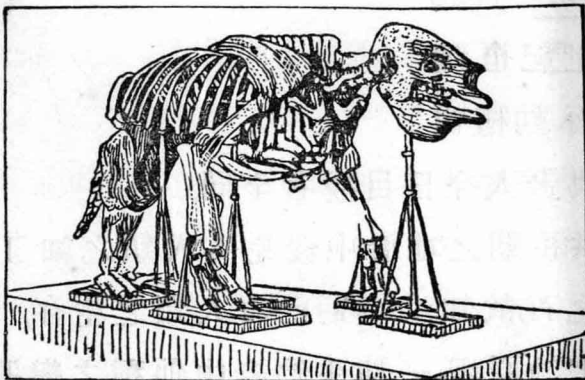
本紀分爲兩期，即洪積期及冲積期是也。

**洪 積 期** 洪積期之氣候初期及後期皆極寒冷，唯中期稍溫和。歐美地方之大部分皆被冰河掩沒，故洪積期又名冰河期 (Glacial Epoch)，經冰河掩沒之地方有冰河遺物漂積石 (Moraine)。

本期之冰河期不僅一次。冰河期與冰河期之間，氣候溫和，冰稍融解，此期間謂之間冰河期 (Interglacial epoch)。

在歐洲以阿普斯山，英國及斯干地挪威亞半島 (Scandinavia) 三地爲中心，冰河流布之區域極廣，

第 二 百 八 十 五 圖



**生物** 冰期之生物與現今寒帶之生物無大差別。其特種則有西比利亞之古象(Mammoth),北米之始祖象,南美之大獺獸(Megatherium,圖285)愛爾蘭之巨角鹿(Cervus),南美之大犰狳(Glyptodon,圖286)皆巨大之動物也。

本期已見有人類存在,然則人類之發源當在前第三紀末期也。

**分布** 洪積統在我國之分布區域甚廣,尤以北部各省爲多,黃土即洪積期之岩石也。

**沖積期** 沖積期即現世紀也,地球之表面,動植物之種類與吾人今日目觀者全同。

**人類** 洪積期之地層中發見有人類之細工品及骨骼之化石,故知洪積期已有人類之生存。

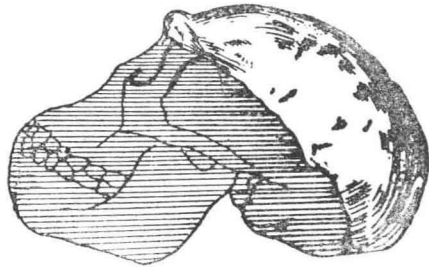
據進化論原理,一切生物皆由他種之變遷進化

第二百八十六圖

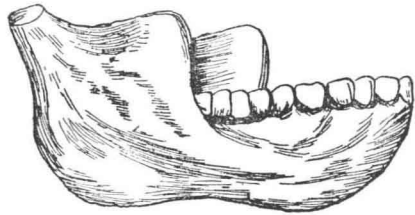


而來，然則人類當係從與人類最相似之猿類進化而來，換言之即猿類與吾人同祖先也。猿類與吾人類尚有親屬之關係，吾人類同種安可以顏色之差異，自分種界，互相排斥乎。

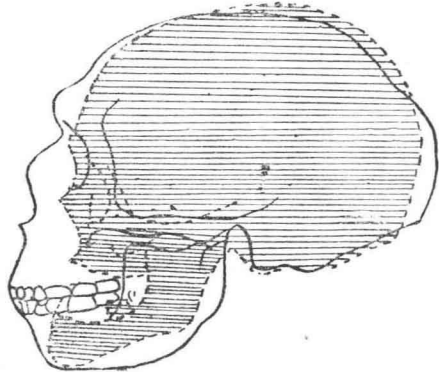
第 二 百 八 十 七 圖



第 二 百 八 十 八 圖



第 二 百 八 十 九 圖



西曆一千八百九十一年南洋爪哇島杜林尼耳(Trinil)地方之凝灰岩中，發見有人類之頭蓋骨，大腿骨及齒，一時驚動世人之耳目。後經荷蘭醫學家帝佑波(Dubois)氏之研究，謂非真正人類，乃人猿間之動物，後足能直立者也。因名之爲直立人猿(*Pithecanthropus erectus*, 圖 287)。

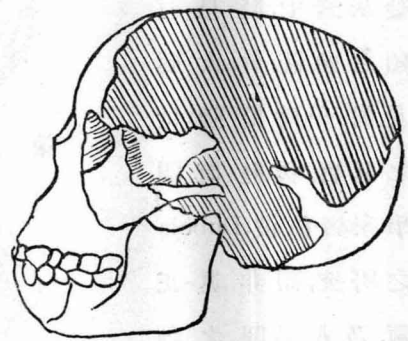
正真人類(Homo sapiens)化石之最古者，爲一千九百零七年在德國海爾堡(Heidelberg)附近港積層下部之砂礫中發見之下顎骨(圖 288)。其齒與真正人類者全同，名之曰海德爾堡古人(Palaeo-anthropus Heidelbergensis)。

其次出現者爲原人(Homo-primigenius)。其骨骼發見於德國萊茵河畔之尼安達谷(Neanderthal)洞中。此外奧地利，比利時，法蘭西等國皆有發見。圖 289 示原人與今人之頭骨比較，橫線部分今人之頭骨也，

一千九百年英國南海岸僻當(Piltdown)地方港積層下部砂礫中亦發見有頭骨，以發見者多孫(Dawson)氏之名名之曰多孫氏之曙人(Eoan-thropus dawsoni)，額部頗高(圖 290)。

第二百九十圖

洪積期末期歐洲大陸之人類多庫羅瑪尼項式(Cromagnon)人種。庫羅瑪尼項者法國之地名，此種頭骨之發見地也。此人類較之原人，眼窩上無結節，額部外伸，似與正真人類同種也。



又洪積世尚有所謂古利馬的式(Grimaldi)人種，其遺骨發見於法國地中海岸，敏妥奴(Mentone)之洞穴中，形狀似今日南斐洲之黑人。

綜上所述，則洪積期內既多人類存在，可無容疑。至其詳則尚待今後之深研究也。

地 史 學 終



## 地質時代表

代	紀	期	岩 石	生 物
新 生 代	第四紀	沖積期	土壤,砂,礫	與現在之現象同。
		洪積期	冰,砂,粘土, 壩,母,黃土。	巨大之哺乳動物。
	第三紀		砂,礫,砂岩, 頁岩,泥灰, 岩,凝灰岩。	被子植物,哺乳動物 之全盛,高等哺乳類 之發生,貨幣石。
中 生 代	白堊紀		白堊岩,綠色 沙岩,砂岩, 石灰岩,粘板 岩,頁岩,泥 灰岩。	被子植物之初生,有 孔蟲,外捲菊石,海 膽,巨大之爬蟲,魚 鳥,黃昏鳥,蟒形蛇, 有袋類之多峯類。
	侏羅紀		砂岩,泥灰 岩,白雲岩, 頁岩,石灰 岩。	古生代的植物之滅 亡,蘇鐵,羊齒,木賊, 松柏,菊石之全盛,爬 蟲類之大盛,始祖鳥, 有袋類之多峰類。
	三疊紀		砂岩,泥灰 岩,石灰岩, 白雲岩,頁 岩。	菊石頗盛,無鱗兩棲 類,硬骨魚之初生,爬 蟲類,有袋類之多峯 類之初生,舌芝朶。
古 生 代	二疊紀		砂岩,礫岩, 黏板岩,白雲 岩,岩鹽,石 灰岩。	始原松,舌芝朶之初 生,紡錘蟲,兩棲類之 隆盛,爬蟲,歪尾光鱗 魚,三葉蟲之滅亡。
	石炭紀		砂岩,礫岩, 粘板岩,頁 岩,硬砂岩, 石灰岩,石炭	鱗木,蘆木,印章木, 紡錘蟲,鸚鵡介,稜角 石,軟骨魚,兩棲類之 初生,三葉蟲。

代	泥盆紀	硬砂岩、砂岩、板岩、粘岩、礫岩、石灰岩。	孟松盛石、珊瑚球、海甲之、靴魚、介魚、石魚、燕魚、菊蟲、石類、魚鱗、三葉蟲。
	志留紀	硬砂岩、粘板岩、石灰岩。	鏈合生魚、珊瑚、鱗木、少數複眼、五房貝、及羊齒、海齒等、百之初骨。
	寒武紀	粘板岩、硬砂岩、砂岩、石灰岩、石英岩。	無目三葉蟲、角質腕、足類、翼足介、海產藻。
太古代	結晶片岩紀	雲母片岩、石英片岩、石墨片岩、石灰岩。	本紀末期有最初之海產藻類、原生動物、蠕蟲、擬軟動物。
	片麻岩紀	片麻岩、角閃岩、石英片岩、蛇紋岩。	無生物。