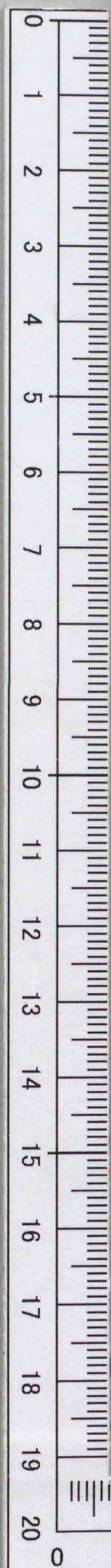
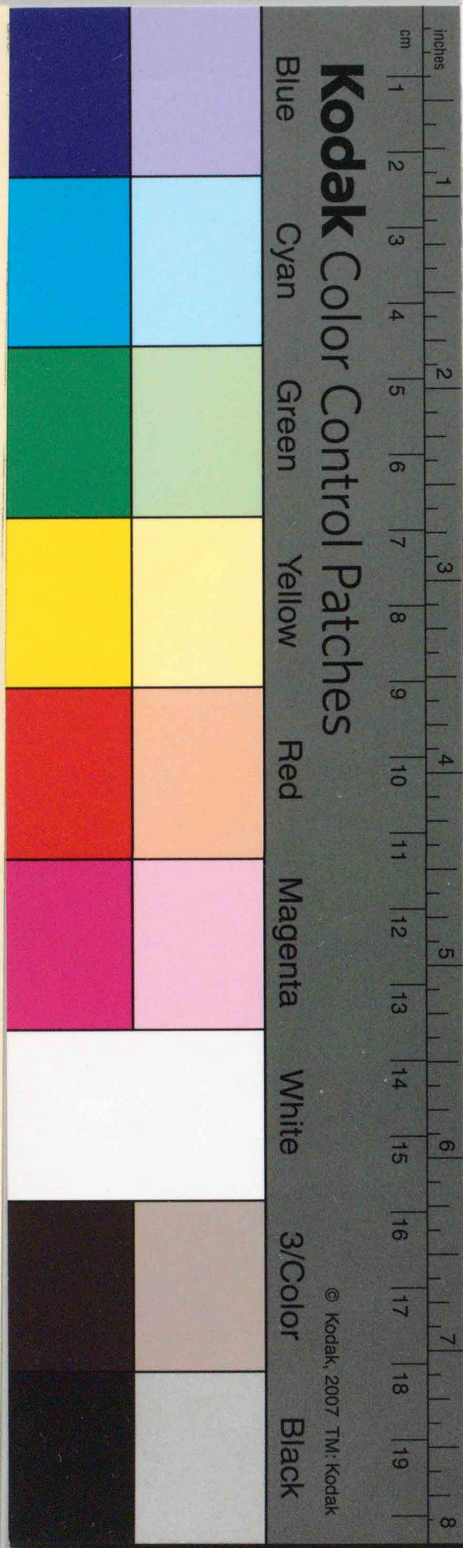


40355

教科書文庫

4
430 42f
41-1944
20000 66265



4a
421
A219

物象

4

第二類

中學校用



4a
421
DB19

浜本純逸
寄贈

資料室

文部省檢定済
昭和十九年五月三日 中學校・實業學校理數科用

物象

中學校用

4

第二類



中等學校教科書株式會社

目 次

炭素化合物

1. 石 油 1
2. アルコール 11
3. 油 脂 22
4. 澱粉・糖類 33
5. セルロース 42
6. 蛋 白 質 46
7. 石炭タール 54
8. ゴム・合成樹脂 60

金属とその化合物

1. 鐵 66
2. 銅 80
3. 銀 87
4. 鉛 93
5. 電池・蓄電池 99

6. アルミニウム 112
 7. カルシウム・マグネシウム 128
 8. 合金 136

地球

1. 地表の變化と地殻の變動 144
 2. 地層と地質時代 167
 3. 岩石 174
 4. 地下資源 182
 5. 地球 187

金屬の諸性質表
 元素の原子量

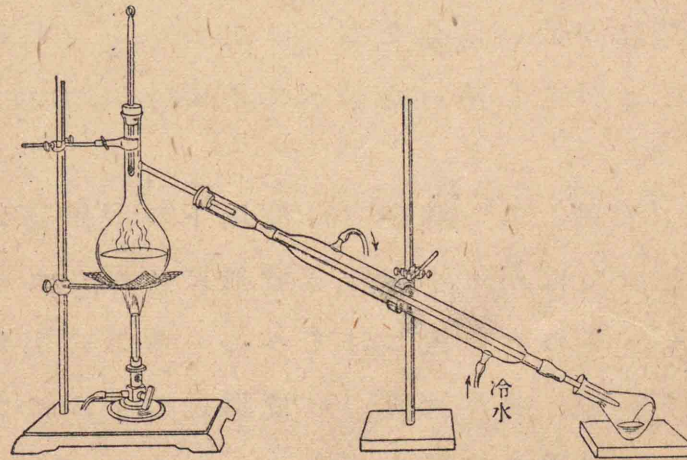
炭素化合物

1. 石油

1. 石油

石油は揮發性の液體であるから、蒸溜によつて精製することができる。石油を蒸溜してみよう。

〔實驗〕¹⁾ 1. 石油²⁾を蒸溜フラスコに入れ、



- 1) 〔 〕を附けたものは、先生が主となつて行ふ實驗である。
- 2) 市販の石油またはガソリンを用ひよ。

溫度計と冷却器をつけて注意して熱してみよ。溫度計の球部を、どの邊に置けばよいかに注意せよ。

蒸溜が始まつてから、溫度計の示度は一定點に止まつてゐるかどうか。溜出物を蒸溜溫度によつて2, 3の溜出部分に分け取れ。

上の實驗で、石油は純粹の物質ではなく、混合物であることが直ちにわかる。

沸點の低い部分をガソリンといふ。どのくらゐ引火し易いか調べてみよう。

〔實驗〕2. 沸點 100 度以下の溜出部分を少しばかり小さな蒸發皿にあけ、これにマッチの火を近づけてみよ¹⁾。直ちに引火するか。次に沸點 100 度附近のものについて同様の實驗を試みよ。

1) 注意を要する。

沸點 150—300 度邊の石油いはゆる燈油は常溫で引火しない。これにマッチの火を手早く入れてみると、直ちに消えるであらう。

燈油も豫め湯浴で50度ぐらゐに温ため、これに火を近づけると點火される。このやうに、油などの表面上の蒸氣が焰によつて點火される最低溫度を、引火點といふ。ガソリンの引火點は10度以下であり、燈油のそれは40—70度である。地中から汲み上げたままの原油を、蒸溜して得られる沸點の高い重油などは、180—280度のやうな高い引火點をもつてゐる。また更に沸點の高い部分から得られるワセリンやパラヒンなどは、300度以上の引火點をもつてゐる。

〔考察〕1. 燈油は常溫で引火しないのに、石油ランプに火の點じられるのは何故か。

精製した石油は沸點の高い低いに拘らず、いづれも炭素と水素とから成り、他の元素を含まない。このやうに、炭素と水素とだけか

ら出来てゐる化合物を炭化水素といふ。石油は凡そ 3000 種類の炭化水素の混合物である。

石油中に含まれてゐる炭化水素の組成は C_nH_{2n+2} や C_nH_{2n} といふ一般式によつて表はすことができる。前者に屬するものをパラヒン系またはメタン系炭化水素と呼び、後者に屬するものをナフテン系炭化水素と呼ぶ。内地産の石油は兩者の混合物である。

ガソリンは n が 6-8 の炭化水素を多く含むが、ワセリンなどは更に炭素数の多い炭化水素から成つてゐる。

ガソリンは自動車や航空機の燃料として用ひられる。ガソリンの蒸氣と空氣との混じつたものに、火をつけて變化をみよう。

〔實驗〕 3. 壺にガソリンを 1 滴入れ、栓をしてよく振り、栓を取つてマッチの焰を近づけてみよう。靜かに燃えるか。これに

石灰水を少量加へて振つてみよう。白濁を生じたか。この實驗は何を示すか。

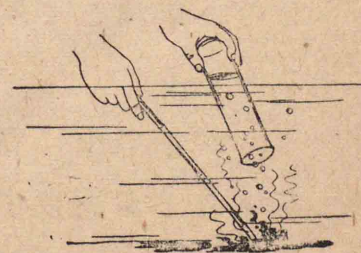
〔問題〕 1. 實驗 3 に於て、點火するとき軽い爆音を立てる理由を説明せよ。

ガソリンを蒸氣または霧の状態にし、空氣とともに内燃機關の氣筒内へ導き入れ、これに點火すれば實驗 3 と同様に軽い爆發を起す。その際、壓力が増大するから、ピストンを動かし、機關としての働をするのである。

〔考察〕 2. 液體燃料は、固體燃料に比べて、どんな點が優れてゐるか。

2. 天然ガス

〔實驗〕 4. ガラス圓筒に水を充たして、これを沼や堀の水中に逆さにして入れ、沼や堀の底



を棒でかき廻し,出て来る氣體を捕集せよ。

圓筒を逆さにしたままこれに點火する。淡い焰をあげて燃えるであらう。焰が消えたならば,直ちに石灰水を注ぎ入れ,圓筒の口に蓋をして振つてみよ。

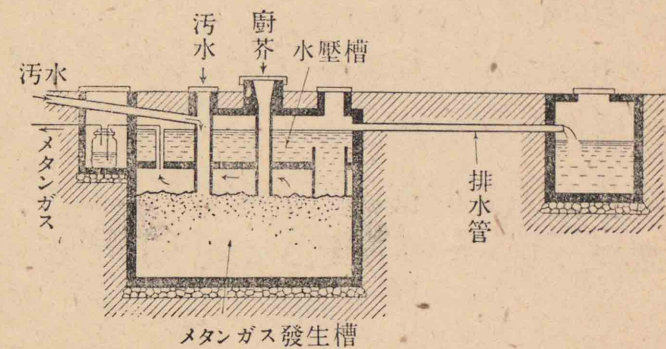
〔考察〕 3. この燃える氣體は水素ではなからうか。水素と違ふ點があるか。

これはメタンと呼ぶ氣體である。最も簡単な組成の炭化水素で, CH_4 といふ分子式を有する。

石油または石炭産地にしばしば噴出する天然ガスも,主としてメタンから成る。天然ガスはそのまま燃料として用ひられ,或はボンベの中に壓縮して填め,燃料その他の目的に用ひられる。

メタンが沼の中に存在するのは,沼の底に於て落葉などが腐敗する結果生じるのである。實際,人工的に落葉や廚芥その他のごみ

に水を加へて放置すると¹⁾ 醱酵が起り,メタンが発生する。これを燃料として利用することができる。



(問題) 2. メタンは水に溶解易いものであらうか。どこか石油に似てゐる點はないか。

(問題) 3. メタンが燃えると何が生成するか。その反應方程式を書いてみよ。またメタンの1體積を完全に燃やすためには,空氣の何體積が必要であるか。

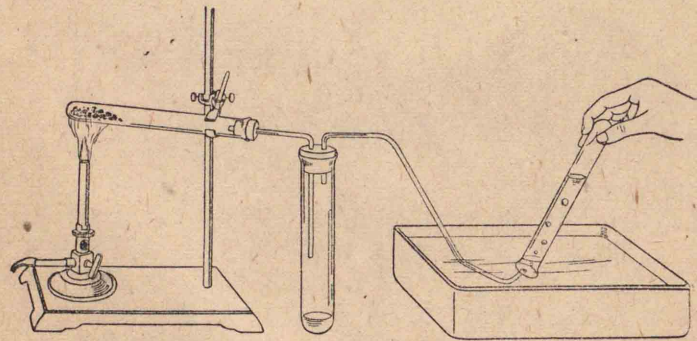
(問題) 4. 炭坑内に起る爆發はメタン

1) 微生物の作用で炭素化合物の變化することをいふ。

によるといふが、空気中の何%の含量になると最も劇しい爆発が起るか。

3. 石炭ガス

〔実験〕 5. 石炭を硬質の試験管に入れて強熱すると、黒色のタールが溜出し、氣體が発生するであらう。これを次のやうな装置で別々に分け取ることができる。



採取した氣體に點火すると、淡い青色の焰を出して燃えるのを見るであらう。

この氣體が即ち石炭ガスである。石炭ガ

スは右の表に示すやうな組成を有する。

成 分	百分率 (體積)
水 素	50 — 55 %
酸 素	0.2 — 1
一酸化炭素	7 — 10
窒 素	5 — 8
メ タ ン	35 — 38
そ の 他 の 炭 化 水 素	2 — 5

(問題) 5. 石炭ガス中の燃えないものは、合計何%になるか。

上の表によつて計算せよ。

〔考察〕 4. 氣體燃料は、固體燃料や液體燃料に比べて、どんな利點をもつてゐるか。また氣體燃料について、次のことを考へてみよ。

- (1) 非常に高い溫度が得られるのは何故か。ブンゼン燈に入る空氣の量を加減し、この點について考へてみよ。
- (2) 煙や煤が出ないのは何故か。
- (3) 調節が自由にできるのは何故か。
- (4) 廣い面積を一様に熱するのに、氣體燃

料を用ひるのは何故か。

4. 石油の人造

石油は優れた性質をもつ燃料であるが、産額が少ないので、需要を充たすことができず、またその埋藏量が少いので、餘り遠くない將來に於て枯渇するであらうと豫想されてゐる。固體及び氣體燃料から、石油の人造といふことが行はれてゐる。

滿洲の撫順では、油頁岩^{油頁岩}を乾溜して石油をつくつてゐる。その産額は頁岩油としては世界一である。褐炭を多く産するドイツでは、これに高温・高壓の下に水素を化合させて、盛に石油をつくつてゐる。また一酸化炭素と水素との混合氣體から、液狀の炭化水素即ち石油を合成しようとの試みも、ドイツに於て成功し、その後各國に於て研究されてゐる。

(問題) 6. 石油の人造はどうしてできるのであらうか。その組成から考察せよ。

2. アルコール

1. アルコール

實驗室に於て燃料として用ひるアルコール(酒精)は、工業上にもガソリンに混ぜて燃料として用ひられる。また溶媒として、藥品の製造原料として、或は消毒劑として、その用途は極めて大きい。次にアルコールはどうして出来るか、またどんな性質をもつてゐるか調べてみよう。

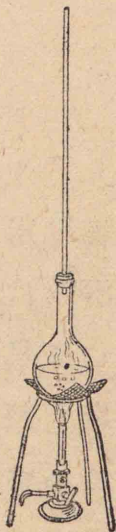
〔實驗〕 1. 葡萄糖または蜂蜜の薄い溶液に酵母を加へ、暖かい所に放置する。やがて醱酵が起つて、泡の立つのが見られるであらう。この泡を調べてみると、炭酸ガスであることがわかるであらう。

この醱酵液の一部をフラスコに取つて、フラスコには次頁の圖のやうに長さ約 70 cm の管をつける。

フラスコの底を熱してから、管口から出る氣體に火をつけてみよ。焰が見られるであらう。

この燃える氣體はアルコールの蒸氣である。

工業的にアルコールを製造するときには、葡萄糖の代りに糖蜜・さつまいも・じゃがいも・穀物などを用ひる。



〔研究〕 1. 酒は燃えないのに、焼酎が燃えるのは何故か。これらの酒精飲料からアルコールを取るにはどうしたらよいか。いろいろな酒精飲料を蒸溜したものについて、沸點と引火點と比重¹⁾とを測つてみよ。またアルコールをなるべく純粹に得ることを試みよ。

1) 浮秤などを用ひて測れ。

アルコールの組成は C_2H_6O である。その發熱量¹⁾は 1kg につき 7120 キロカロリーであつて、石油の發熱量 10900 キロカロリーよりは小さい。この點からみても、液體燃料としては石油に劣るわけである。しかし、アルコールの焰は石油と違つて煤煙を出さないから、實驗室などに於てランプ用燃料として重用される。

〔問題〕 1. アルコールが燃料として石油に劣る理由及び焰が煤煙を出さない理由を、その組成より説明せよ。

なほアルコールの藥品としての性質を調べてみよう。

〔實驗〕 2. 沃素或は樟腦の小片を、アルコールに加へて振つてみよ。出來た溶液は、それぞれヨードチンキ或はカンフルチ

1) 燃焼熱と同じ意味に用ひられる。

ンキである。皮膚に塗つてみよ。

松脂をアルコールに溶かしたものを板の面に塗ると、アルコールが立ち去つて後に透明な松脂の膜を残すので、板の面が透視できるやうになる。このやうに、水に溶けにくい樹脂を溶液にしたものが、ワニス、一名ニスである。天然樹脂のほか合成樹脂も用ひられる。

〔実験〕 3. ワニスをつくつて板に塗つてみよ。

〔実験〕 4. アルコールを試験管に取つて、これにナトリウムの小片を入れてみよ。どんな気泡が発生するか。これに点火してみよ。

アルコールは炭化水素と異なり、水に混じる。アルコールは分子中に酸素を含み、ナトリウムに対しても水と同様に作用して水素

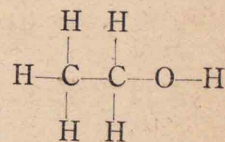
を発生する。



アルコールはいろいろな點で水に類似する物質である。

アルコール分子中、1つの水素原子は容易に炭素から離れる。それ故、アルコールの式は、しばしば $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ といふや

うに、1原子の水素を離して表はす。これを構造式で示せば、右のやうである。



アルコールに特有な性質は、水酸基 $\cdot\text{OH}$ といふ原子團の存在によるので、炭素原子に水酸基のついた化合物を、一般にアルコールと稱する。酒精はエチルアルコールと呼ばれる。木材を乾溜すると、メチルアルコール(木精) CH_3OH が生じる。また穀物などのアルコール醱酵の際、エチルアルコールと同時に少量のアミルアルコール $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ を生じる。これらもエチルアルコールと同様に、ナトリ

ウムに作用して水素を生じる。

これらのアルコールの分子式をみると、 CH_2 またはその倍数だけの違ひを示してゐる。このやうな化合物は、互に同族體であるといはれる。

(問題) 2. アルコールを混入したガソリンは吸濕性を有し、多量の水分を吸ふときは2層にわかれることがある。何故であらうか。

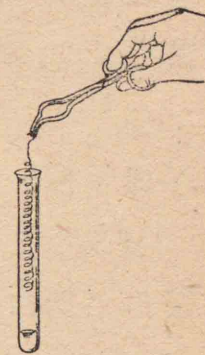
2. メチルアルコール

[実験] 5. メチルアルコールの沸點を測れ。

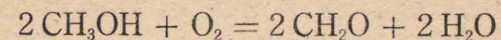
その臭はどうか。火をつけてみよ。水やアルコールに混じるか。

[実験] 6. メチルアルコール約 1cm^3 を試験管に入れ、銅線を巻いたものを吹管焰で強熱し、まだ赤熱のうちに試験管の中

に挿し入れよ。酸化されて黒くなつた銅線が還元されて、輝いた金屬銅の面を表はすのを見るであらう。同時に發生する氣體の臭を嗅げ。



メチルアルコールはエチルアルコールよりも分子量が小さく、低い溫度(64.6度)で沸騰する。酸化されるとホルムアルデヒド CH_2O といふ刺戟臭のある氣體を生じる。



ホルマリンはホルムアルデヒドの水溶液で、殺菌劑として用ひられるほか、合成樹脂の製造に用ひられる。

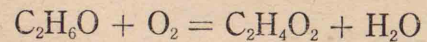
[研究] 2. 澱粉糊をつくり、この一部にホルマリンを加へ、加へないものとともに空氣中に曝して、數日間觀察せよ。澱粉に黴が生えたり腐敗することを防ぐには、ど

の程度にホルマリンを加へればよいかを研究せよ。

3. 醋 酸

〔実験〕 7. 酒精醱酵液を空气中に曝し、暖かい所に置くとどうなるか。液を味はつてみよ。

上の実験で出来たものは酢である。わが國では、酒粕または腐敗酒に水及び既製の酢¹⁾を加へて、これをつくる。酸味を呈するのは、醋酸 $C_2H_4O_2$ の存在するためであつて、アルコールが空气中の酸素によつて酸化されて生じるものである。



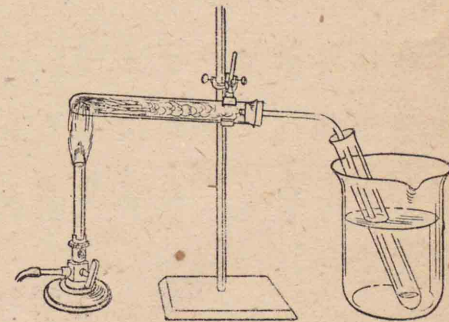
〔研究〕 3. 酒精醱酵液または酒を壺に入れ、密栓して放置し、酢が出来るかどうか

1) これを迎へ酢といふ。この中に醋酸菌といふ一種の細菌を含む。

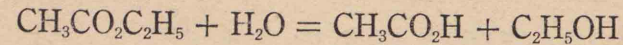
を觀察せよ。液がなるべく空気に多く觸れるやうにして放置したものと比較せよ。どちらが早く酢を生じるか。暖かい所に置き或は冷たい所に置くなどして、長期間に亘つて研究し、酢のよく出来る條件を見出せ。

醋酸はまた木材の乾溜によつても得られる。

〔実験〕 8. 杉箸を細かく折つて試験管に入れ、圖のやうに装置して強熱し、乾溜してみよ。溜出物を試験管に受け、水で冷やして集めよ。溜出物は酸性を示すか、リトマス紙で験せ。



である。



エステルの加水分解を特に鹼化といふ。

鹼化は酸またはアルカリを加へると著しく早くすすむ。

3. 油 脂

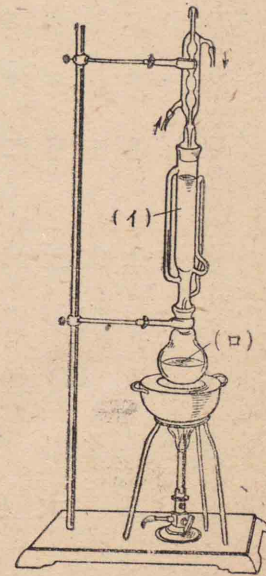
1. 油 脂

油脂は重要な栄養物質¹⁾として、動植物の組織に広く分布してゐる。動物に於ては特に皮下に蓄積され、植物に於ては種などに澤山含まれてゐる。牛脂や豚脂のやうに固状となつてゐるものを通常、脂肪といひ、植物油や魚油のやうに液状となつてゐるものを脂肪油といふ。しかし、これらの區別は嚴密でなく、暖地に産する椰子油のやうなものは、寒地に於ては固状になる。

1) 栄養物質としては油脂を脂肪と總稱することがある。

脂肪を生體から取り出すには、どうすればよいであらうか。固體の脂肪でも、温めると直ぐに液體になるから、温めて絞つたらどうか。しかし完全に行ふには、水に混じらないで油を溶かす溶媒例へばエーテル・ガソリン・クロホルムのやうなものを用ひた方がよくなるか。その一例として、玄米や大豆から脂肪油を抽出してみよう。

〔實驗〕 1. 圖のやうな装置を用ひると、少量の溶媒を用ひても能率よく抽出を行ふことができる。(イ)の部分に玄米または大豆を入れ、(ロ)の部分にエーテルを入れて、湯浴の上で注意して熱して沸騰させると、脂肪は次第にフラスコの中に集つて来る。



このやうにして連続的に、少量のエーテルを用ひて、含まれてゐる脂肪を殆ど完全に抽出することができる。數時間の後、フラスコの中のエーテルを蒸發し去ると、脂肪が残る。食料中の脂肪の含量は、この方法によつて測る。

〔實驗〕 2. 菜種・くるみ・落花生の種を乾かして、それらの重さを測り、蒸してからすりつぶし、布に包んで強く油を絞り出せ。油はどれだけ取れるか。なほできるだけ取れるやうに工夫せよ。

桐油と大豆油と椿油とをガラス板或は紙片に塗り、空氣中に放置して後比較すると、桐油は最も早く透明な固體になるが、椿油は乾かない。それ故、前者は乾性油、後者は不乾性油といふ。大豆油はその中間の性質をもつ。

(問題) 1. 桐油が、わが國古來の雨傘・油

紙・提灯などに専ら用ひられ、椿油が髮油として珍重される理由を述べよ。

油が乾くのはどんな實質の變化であらうか。これを油の組成から考察してみよう。乾性油は不乾性油に比べると水素の含量が少く、實際に適當な方法を用ひて水素を乾性油に添加すると、不乾性油に變へることができる。水素に限らず、臭素なども油と化合する。例へば、油をクロロホルムのやうな脂溶性の溶媒に溶かし、これに同じく臭素のクロロホルム溶液を滴下すると、直ちに臭素の色が消える。

このやうに油には、種々の物質が直接これと附加するので、不飽和であるといふ。よつて乾性油の方が不乾性油に比べて、不飽和の度合が遙かに強い。乾性油が乾くのは、酸素を吸つて固體化合物に變化するからである。

〔實驗〕 3. 空氣に曝して乾いた油の味

をみよ。不乾性油の場合と比べてみよ。

〔研究〕 1. 乾性油が空気中で酸化されるときには発熱する。乾性油を羊毛・綿布などにしみ込ませ、堅く丸めて置くと、自然発火することがある。温度計を挿し入れて、温度が上昇するかどうか調べてみよ。

2. 塗料

桐油と同じく乾性油である亞麻仁油に、亞鉛華 ZnO を入れてねり、これを板に塗布して半日放置すると、完全に乾燥して光澤のある被膜が出来る。油ペイントといふのは、このやうに乾性油の中へ顔料を入れてねつたものである。これを一般にペンキと稱する。油繪具も同様にしてつくる。

ワニスには已に調べたやうに、樹脂をアルコールに溶かしたものであるが、アルコールの代りに乾性油を用ひることもある。これを

油ワニスと稱する。

漆は天然ワニスとも稱すべきもので、うるしの幹に傷をつけて流れ出る液汁を採取したものである。主成分はウルシオール $C_{21}H_{32}O_2$ といふ化合物から成つてゐる。ウルシオールは不飽和な化合物で、空気中で酸化され、同時に分子量の大きな化合物となり、次第に黒色に固まる。この塗膜は美しい光澤を有し、水・薬品・光熱などに對して抵抗力が強いため、漆器・美術工藝品の製造、汽車・自動車の車體の塗料として用ひられる。

3. 石鹼

油脂は、石鹼製造の原料として重要なものである。先づ石鹼の性質と組成とを調べてみよう。

〔實驗〕 4. 石鹼を削り、水に溶かして石鹼液をつくれ。よく振つてみよ、泡立つか。その溶液の半分は食塩を加へてみよ。析出したものが表面に浮いたならば、集めて

試験管に入れ、水を加へて温めよ。溶けるか。振つてみよ。泡立つか。

この操作を塩析と稱し、石鹼の製造過程に於て行はれるものである。

〔実験〕 5. 上の溶液の他の半分に塩酸を数滴加へてみよ。白い塊が析出するであらう。この白い塊は水に溶けるか。これに苛性ソーダ溶液を加へて振つてみよ。溶けるか。泡立つか。

石鹼は脂肪酸のナトリウム塩である。遊離の脂肪酸は水に溶けにくい、苛性ソーダを加へるとナトリウム塩となつて溶解し、石鹼を生じる。

次に石鹼をつくつてみよう。

〔実験〕 6. 綿實油・大豆油などの植物油¹⁾ 10cm^3 に、苛性ソーダ 2g を 5cm^3 の水に溶

1) 工業的には牛脂・豚脂・魚油などが多く用ひられる。

かしたものを加へ、なほ反應を早くすすませるためにアルコールを 10cm^3 加へ¹⁾、これを蒸發皿に移し、金網の上でよく攪拌しながら熱してみよ。アルコールの蒸氣は燃えるから、熱するのは徐々に行はなければならぬ。全體が一樣になつたならば、熱するのを弱くし、煮詰めて糊状とし、アルコールの香が消失するまで続けよ。内容物を焦がさないやうに注意せよ。

〔実験〕 7. 出來た石鹼の少量を手塗つて調べよ。泡立つか。よく洗淨するか。手を荒す感じがするか。または油っぽい感じがするか。

〔考察〕 1. これらの感じは何に基づくか。

1) アルコールは油を溶かす性質がある。どうして反應を早くすすませるのであらうか。アルコールは必ずしも用ひる必要はない。石鹼製造工場ではアルコールを用ひない。

〔実験〕 8. 上に出来た糊状の石鹼は純粹のものではなく、油脂の一成分であるグリセリンが混じつてゐる。これを除いて純粹にするには、その水溶液に食塩を加へるとよい。

〔研究〕 2. よい石鹼をつくるには、油に苛性ソーダ溶液を加へて2, 3時間攪拌しながら熱し、反應を完結させるために1, 2日間放置すればよい。違つた脂肪を用ひて生成した石鹼を、互に比較せよ。

次に石鹼の洗淨作用を調べてみよう。

〔実験〕 9. 石鹼を削り、水に溶かして石鹼液をつくり、次のことを調べよ。

(1) 20 cm^3 の石鹼液に油¹⁾を2, 3滴混ぜてよく振れ。油は乳化されたか。 20 cm^3 の水に油を2, 3滴入れてよく振り、上と比較

1) 綿實油などを用ひるとよい。

せよ。いづれが乳化状態を長く保つか。乳化された液の1滴を顯微鏡で調べよ。油の状態はどうか。

(2) 煤を水に混ぜたものを濾すときと、石鹼液に混ぜたものを濾すときと比較せよ。

〔考察〕 2. 上の實驗の結果から石鹼の洗淨作用を考察せよ。

次に油脂の組成について述べよう。

脂肪は炭素・水素及び酸素より成るが、酸素の含量が少い。いづれの脂肪も單純な化合物ではなく、いろいろな脂肪酸とグリセリンとの化合したものである。主な脂肪酸はステアリン酸 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{CO}_2\text{H}$ 、パルミチン酸 $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{CO}_2\text{H}$ 、オレイン酸 $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{CO}_2\text{H}$ といふやうな、高位の脂肪酸である。グリセリンは $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ といふ式を有する一種のアルコールで、その1分子は上記のやうな脂肪酸3分子と反應して水3分子を失ふ。それ故、脂肪は一種のエステ

ルである。脂肪をアルカリと一しよに煮ると、鹼化されて水に溶けるやうになる。

脂肪は水に溶けにくく、したがつてそのままではわれわれの体内に取り入れることができない。そのためには、一旦これを水に溶解する物質に變へなければならぬ。

食物として攝取する脂肪は、主として十二指腸及び小腸に於て酵素の作用を受けて、脂肪酸とグリセリンとに分解されてから吸収される。さうして吸収されたものは、体内に於て再び脂肪に合成されて、一部は體脂肪となり、他の一部は燃焼して熱源となるのである。脂肪は炭素及び水素の含量が高いから、その燃焼熱が大きく、1gにつき約9.3キロカロリーである。

(問題) 2. 燃焼熱からみると、油脂は優れた燃料であるが、通常、燃料としては用ひない。何故か。その成分を石油と比較して考へよ。

4. 澱粉・糖類

澱粉は已に知つてゐるやうに、植物體に於て炭酸同化の直接生成物として認めることのできるものである。

澱粉は顯微鏡的な粒子をなし、その形と大きさとは植物の種類によつて異なる。澱粉は冷水には溶けないが、約70度の湯の中では粒殻が破れて膨潤し、半透明の溶液となる。その濃厚なものが糊である。

この糊を水で薄めて、これに沃素の溶液を1滴加へると、特殊の青色沈澱が現れる。この反應は、濃いときには青黒色の沈澱を生じるが、薄いときには青色を呈する。この呈色反應は、沃素澱粉反應といはれ、極めて鋭敏であるから、澱粉の檢出に用ひられる。¹⁾ これによつて植物に於ける澱粉の存在を知ること

1) 温めると色が消えるから、冷時に於て沃素を加へなければならぬ。この反應はまた沃素の檢出にも利用する。

考へられ、ジアスターゼの作用はこの加水分解反應の觸媒の役割をするものと考へられる。このやうに生物體から生じる物質であつて、僅かの分量でありながら觸媒の働をするのできるものを酵素といふ。酵素は生物界に於て極めて重要な役割を演じてゐる。

3. 葡萄糖

〔實驗〕 2. 葡萄糖の粉末の少量を取つて味をみよ。また水を加へて振つてみよ。水に溶解易いか。次にその粉末の少量を試験管に取り、注意して熱してみよ。融けるか。このとき分解して出来るものは何か。

純粹な葡萄糖は白い粉末狀の結晶で、水に溶解易く、甘味をもつてゐる。熱すると 146 度で融けるが、更に熱すると分解して多量の

水を生じ、同時に炭素を残留する。

葡萄糖は炭素と水とから構成されてゐるやうな組成をもつてゐる。このやうなものは炭水化物または含水炭素と呼ばれる。麥芽糖や澱粉も炭水化物である。炭水化物のうち、葡萄糖や麥芽糖のやうに水に溶解易く、甘味を有するものを、特に糖類といふ。

澱粉のやうなものは、その分子が多數の麥芽糖または葡萄糖から構成されてゐるので、多糖類といふ。糖類や多糖類の種類は多い。

〔實驗〕 3. 葡萄糖溶液をフェーリング液とともに 1, 2 分間温めて、その變化を觀察せよ。赤い沈澱を生じるか。

ここに用ひたフェーリング液といふのは、水酸化銅 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ を酒石酸カリウムナトリウムに溶かしたものである。このとき出來た赤い沈澱は酸化第一銅 Cu_2O である。この變化は葡萄糖に還元作用のあることを示し、糖

の検出に用ひられる。なほ麦芽糖にも同様の還元作用がある。

葡萄糖は澱粉のやうな重要な物質を構成するばかりでなく、自然界に廣く存在し、遊離の状態に於て、葡萄、いちじくその他の熟した果實や蜂蜜などに多量に含まれてゐる。動物體には廣く存在しないが、血液中には常に少量含まれてゐる。健康な人の尿には殆どこれを検出することはできないが、糖尿病患者の尿には多いときには8%も含まれることがある。

〔實驗〕4. 澱粉を糖化したものが、フェーリング液に對して反應するかどうかを驗してみよ。また水飴についても同様に試みよ。

葡萄糖を澱粉から製造するにはどうしたらよいか。澱粉に塩酸や硫酸のやうな無機酸を加へて熱してみたらどうか。この際、ジアスターゼを作用させるよりも澱粉の加水分解が完全に行はれはしないか。

〔實驗〕5. 100cm³の稀硫酸を煮沸し、これに30gの澱粉を少量の水に混和したものを、少しづつ加へよ。全部加へ終つたならば、なほ少時間弱く煮沸し、次に沈降性炭酸カルシウムを加へて中和せよ。¹⁾出來た硫酸カルシウムを濾別し、濾液を蒸發皿に入れて湯浴の上で蒸發し、粘稠なシロップ状態になるまで熱してみよ。出來たものはどんな味がするか。一部分を取つて水に溶かし、フェーリング液に對する反應をみよ。

4. 蔗糖

〔實驗〕6. 蔗糖・麦芽糖・葡萄糖・蜂蜜の各10%の溶液をつくつて甘味を比較せよ。

〔實驗〕7. 蔗糖の溶液にフェーリング液を加へて熱してみよ。

蔗糖は葡萄糖のやうに直ちに還元性を示

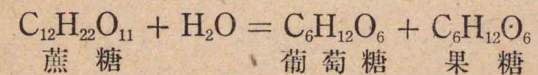
1) どれだけ加へたらよいかに注意せよ。

すであらうか。

次に蔗糖の加水分解を行つてみよう。

〔実験〕 8. 蔗糖の溶液に稀硫酸を加へて温めよ。これを炭酸ナトリウムで中和した後、フェーリング液に対する反応を調べてみよ。

この反応で、還元性の糖が生じたことがわかるであらう。この際、果糖といふ葡萄糖に似た糖も生成する。この変化も加水分解であつて、その反応は次のやうに表はされる。



ここに生じた糖は、蔗糖と違つて結晶しにくい。それ故、この際生じた粘稠な塊は、そのまま糖菓の製造に用ひられる。

(問題) 1. 蜂蜜に葡萄糖と果糖が存在するのは何故であらうか。

〔実験〕 9. 蔗糖の薄い溶液に酵母を加へて、暖かい所に放置せよ。醗酵の結果出来るものは何か。

蔗糖は、酵母の中に含まれてゐるインベルターゼといふ酵素によつて、加水分解されてからアルコール醗酵を受けるのである。

(問題) 2. 蔗糖は生活必需品であるか。食用以外に蔗糖の利用法はないか。

米飯・パンなどの形でわれわれが攝取した澱粉は、体内に於ていろいろな酵素の作用を受け、結局水に溶ける葡萄糖となつて吸収される。吸収された葡萄糖は、体内に於て酸化されて炭酸と水となり、その結果熱源または體力源となつて利用される。炭水化物が体内で燃焼する場合は 1g につき 4.1 キロカロリーの熱を生じる。

5. セルロース

1. セルロース

被服の材料として重要な綿や麻の繊維、木材からつくる紙などの主成分は、セルロースといふ一種の多糖類である。この觀點に立つて、その性質や實質の變化を調べてみよう。

〔實驗〕 1. 脱脂綿・綿布または濾紙を試験管に入れ、2%の苛性ソーダ溶液とともに加熱せよ。變化を受けるか。10%の苛性ソーダ溶液ではどうか。

セルロースは藥品に對する抵抗力が強いために、植物から純粹に取出すときには、1—2%のアルカリで洗ひ、ペクチン質を除き、晒粉で漂白するのである。しかし濃厚なアルカリと熱すると膨潤する。

〔實驗〕 2. 木片や綿布や紙を濃硫酸に

浸し、注意して温めよ。出来る黒い斑點は何か。

セルロースは炭水化物であるから、木片・綿布・紙などは濃硫酸によつて脱水されて炭素を残すのである。

〔實驗〕 3. 冷たい80%硫酸にセルロースを浸すと溶けるであらう。1,2分間たつてから、その溶液を水に注ぎ、これを約10分間煮沸せよ。溶液を冷却してから炭酸ナトリウムで中和した後、フェーリング液に對する反應を試みよ。

セルロースは、澱粉に比べて遙かに藥品に對する抵抗力が強いが、やはり無機酸の觸媒作用によつて加水分解され、還元性の糖を生じるのである。随つて木材から糖を製造することも不可能ではない。

2. 紙

木材はセルロースのみから成つてゐるのではない。植物の若いうちはセルロースのみから成るが、成長するにしたがひ、リグニンといふものが出来る。しかし大部分はそのまま残る。純粋なセルロースはこのリグニンを除去すれば得られるが、新聞紙などは木材を殆どそのまま機械的に變形したものである。多分にリグニンを含んでゐる。

〔實驗〕 4. 新聞紙と濾紙をアニリンの塩酸塩の溶液に浸せ。どんな變化がみられるか。手帖その他の紙について、その純粋度を調べてみよ。

日本紙はかうぞみつまたかぢのきなどの若い樹皮を材料とするので、纖維が軟かく丈夫である。これらの材料から不純物を取去る操作も、西洋紙の場合に比べて容易で、単に灰汁などの溶液で煮ればよい。

3. 人造纖維

〔實驗〕 5. 新しくつくつた水酸化銅の若干量を濃アンモニヤ水の少量に溶かし、この中に脱脂綿または濾紙を溶かせ。この溶液を注射器に入れ、稀硫酸の中へ強く押し出してみよ。白い絲が出来たか。

人造絹絲はこのやうにしてつくつたものである。その成分はセルロースである。人造絹絲には、このほかにもいろいろな種類があるが、いづれも綿や紡績屑或は木材パルプ¹⁾を特殊な藥品に溶解して粘稠な溶液とし、これを細孔から凝固液の中に噴き出させて細い絲としたものである。

現在最も多く生産されるのはビスコース絹絲といつて、若木の亞硫酸パルプ²⁾を苛性ソーダ溶液

1) 木材にいろいろの機械的及び藥品による處理を施し、主成分であるセルロースだけを残し、これを漂白して厚紙狀に抄いたものである。

2) 木材を亞硫酸と石灰で處理して不純物を除いたもの。

と二硫化炭素とで処理して得たものを水に溶かして、これの熟成するのをまつて凝固液の中へ噴き出させてつくるのである

スフ(ステープルファイバー)といふのはビスコース絹絲の一種であつて、ただ噴き出す孔を遙かに小さくし、孔の数を30倍位に多くし、一時に多數噴き出させ、適當の長さに切斷して、綿のやうにしてつくつたものである

[實驗] 6. 植物纖維について行つた實驗を、各種の人造纖維について行ひ、植物纖維との比較を試みよ。

(問題) 人絹やスフが水を吸ひ易いのはどういふわけか。その組成を考へ説明せよ。

6. 蛋白質

1. 蛋白質の組成

脂肪や炭水化物のやうな營養物質は炭素

水素及び酸素のみから成るが、われわれの身體には窒素も必要である。窒素を含む主要な營養物質は蛋白質といふものである。蛋白質は多く動物體に含まれてゐる。實際、動物體から水と脂肪と無機塩類とを除けば、殆ど全部蛋白質であるといつてもよい。植物體では種の中に特に多く含まれてゐる。羊毛や絹絲のやうな動物纖維も蛋白質である。その組成と性質について調べてみよう。

窒素の化合物は炭素や水素や酸素の化合物と違ひ、しばしば特異の悪臭を放つから、容易に檢知される。牛乳が煮こぼれたときや、魚が腐敗したときに出る一種の悪臭は、窒素の存在に基づくのである。毛や絹絲や爪などを焦すときにも特有の悪臭が放たれる。これらは同じ理由によるのである。

蛋白質はその種類も多く、構成も極めて複雑であるが、組成はその種類によつて著しく異なるものではなく、次頁の表のやうである。

即ち蛋白質は脂肪や炭水化物と異なり、窒素・硫黄をも含んでゐて、酸素の含量は脂肪よりは多いが、炭水化物に比べると遙かに少い。

成分	百分率
炭素	50 — 54 %
水素	6.5 — 7.3
窒素	15 — 17
酸素	19 — 24
硫黄	0.3 — 2.4

蛋白質の中に硫黄があることを調べてみよう。

〔実験〕 1. 大豆を擦りつぶし、これに薄い苛性カリ溶液を加へて煮沸し、醋酸鉛紙が褐色になるまで続けよ。この溶液に硫酸または塩酸を滴下せよ。硫化水素が発生するか。

上の実験の結果は何を示すか。他の食品についても調べよ。

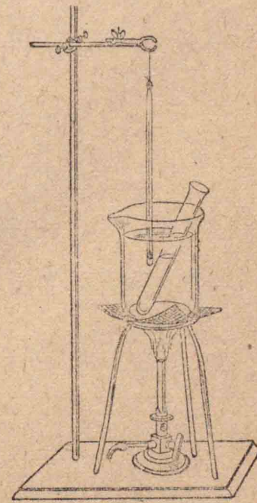
2. 沈澱反応

蛋白質には水に溶けにくいものが多い。

この中にはわれわれの消化することのできないものも少からずある。これを硬蛋白といふ。またたとひ水に溶けるものでも、その溶解性は炭水化物よりも小さく、ややもすれば溶液から析出しようとする。初めに水溶性蛋白の典型である卵白アルブミンについて、どんなに沈澱を生じ易いかを実験してみよう。

〔実験〕 2. 卵白の少量を試験管に入れ、圖のやうにビーカー中の湯に浸し、熱して蛋白質を凝固(溶液が薄ければ沈澱)させる。そのときの湯の温度は何度か。

蛋白質は加熱ばかりでなく、いろいろな物質を加へると沈澱を起す。例へば、濃硝酸や水銀・銅・鉛など



の重金屬の塩の溶液、アルコール・ピクリン酸・タンニンの溶液などを加へても沈澱する。

卵白が昇汞の解毒に用ひられ、アルコールが消毒殺菌に用ひられ、タンニンが鞣皮製造に用ひられるのは、この作用による。

〔實驗〕 3. 膠の溶液または肉汁に、タンニンの溶液を加へよ。どんな變化が起るか。

タンニンは膠と化合して、水に溶けない滑かな塊をつくる。これは最早濕つた空氣中に放置しても腐敗しない。

(問題) 1. 葡萄酒などの澁味を除くのに膠を用ひるのは何故か。

次に植物の蛋白質について、沈澱反應を實驗してみよう。

〔實驗〕 4. 大豆數粒を一晩水に浸した後、細かく碎いて試験管に取り、水を加へて

煮沸し、濾紙または布を用ひて濾す。その濾液ににがり¹⁾を滴下して少し温めると、大豆の蛋白質は沈澱する²⁾。

豆腐はこれを固めたものである。

大豆の蛋白質はゆるレグミンは、アルブミンより溶解性が少く、冷水には溶けない。温水には溶けるのであるが、マグネシウムのやうな輕金屬の塩によつても容易に沈澱する。豆腐はこの性質を應用してつくつた食品である。

3. 呈色反應

〔實驗〕 5. 卵白の溶液に濃い苛性ソーダ溶液を少量加へ、これに稀薄な硫酸銅溶液を1, 2滴加へてみよ。どんな色が現れるか。

1) にがりの主成分は塩化マグネシウムであるから、その溶液を用ひてもよい。

2) 製品は後の實驗のために保存する。

この呈色反応を、硫酸銅溶液にアンモニヤ水を十分加へたとき出来る溶液の青藍色と比較せよ。

上の蛋白質の實驗に於ける反應は、アンモニヤの場合に類似の點がないであらうか。

〔實驗〕 6. 蛋白質の溶液を試験管に取り、これに濃いアルカリを加へて熱してみよ。どんな臭が発生するか。管口に青いリトマス紙や濃塩酸をもつて行つてみよ。

蛋白質の窒素分は、大體に於てアンモニヤになり易い形で含まれてゐる。随つてまたアンモニヤに類似する反應をも示すのである。上の呈色反應は、蛋白質の檢出に用ひられる。なほ次の呈色反應も著しいもので、同じく蛋白質の檢出に用ひられる。

〔實驗〕 7. 蛋白質に濃硝酸を加へて温めよ。どんな色が現れるか。冷却後、これ

にアルカリを加へてアルカリ性にせよ。着色はどう變化するか。

皮膚や毛織物に硝酸が附いたとき黄色になるのは、この反應のためである。

〔實驗〕 8. 先につくつた豆腐について蛋白質の呈色反應を試みよ。

われわれの攝取した蛋白質は、胃腸に於ていろいろな酵素の作用を受けて消化され、最後に可溶性のアミノ酸となつて吸収される。吸収されたアミノ酸の一部は、體内に於て再び生體に特有な蛋白質として構成され、他の一部は燃焼して脂肪や炭水化物と同じく熱源となる。この際 1g につき 4.1 キロカロリーの熱を生じる。

(問題) 2. 石油・脂肪・炭水化物及び蛋白質の發熱量を互に比較せよ。また發熱量は組成とどういふ關係があるかを考へてみよ。

(問題) 3. 玄米は大體次の百分率で示

される栄養素を含んでゐる。

水	炭水化物	脂肪	蛋白質	無機塩類	(繊維)
14.2	73.5	2.0	8.1	1.1	0.8

軽労働をする青年男子では、1日に 2400 キロカロリーを必要とするといふ。玄米何gを取れば足りるか。

7. 石炭タール

石炭タールはかつては防腐劑としての用途しか知られず、その處分に窮する程であつた。しかし今日では、これから醫藥・染料・爆藥などが製造され、極めて重要な原料となつてゐる。これについて調べてみよう。

石炭タールを小さなレトルトに入れて熱すると、透明な液體が溜出して來る。この一部を取つて點火すれば、著しく煤煙をあげて燃焼するであらう。これはベンゾール C_6H_6 やナフタリン $C_{10}H_8$ のやうな、炭素の含量の多

い炭化水素を含んでゐるためである。

〔實驗〕 1. ベンゾールやナフタリンを燃やして、その焰を観察せよ。

次にベンゾールから醫藥や色素をつくつてみよう。

〔實驗〕 2. $1cm^3$ の濃硝酸と $2cm^3$ の濃硫酸の混合物に、3, 4滴のベンゾールを加へ、注意しながら温めよ。あんずのやうな香の發生するのが認められるであらう。

ここに生じた淡黄色の油は、ニトロベンゾール $C_6H_5NO_2$ といふ化合物であつて、上の反應生成物から酸を除けば容易に得られる。¹⁾

ニトロベンゾールからアニリンをつくつてみよう

〔實驗〕 3. 3, 4滴のニトロベンゾール

1) どうしたらよいか。

に 4g の錫と 3—4 cm^3 の濃塩酸を加へよ。これを温め、ニトロベンゾールの臭がなくなつてから、加熱を止めよ。これに過剰の苛性ソーダを加へ、そのアルカリ性溶液をエーテルで抽出せよ。

エーテル層を蒸発皿にあけてエーテルを蒸発させ、残つた液體を取り、水を加へてみよ。水に溶けるか。これに塩酸を加へてみよ。油状物質は溶けるか。

このとき出来るものはアニリン $C_6H_5NH_2$ といふ塩基で、水には溶けにくい、塩酸を加へれば塩となつて溶けるものである。

〔実験〕 4. アニリンの水溶液に晒粉を加へてみよ。どんな變化が起るか。

アニリンは酸化されると紫色の色素を生じる。しかしクロム酸で酸化すると、アニリン黒といふ黒い染料が出来る。これで綿布

を染めてみよう。

〔実験〕 5. 100 cm^3 の水に、1g の濃硫酸と 1g の重クロム酸カリウムを溶かし、その溶液に綿布を浸せ。次に 5 cm^3 の水に 1g の塩酸アニリンを溶かした溶液を加へて 5 分間煮沸せよ。綿布はどのやうに染まるか。水で洗つてみよ。

石炭タールから得られた透明な溜出物の一部分を取り、これに塩化第二鐵 $FeCl_2$ の溶液を加へると紫色を呈する。これは石炭酸 C_6H_5OH が存在するためである。

石炭酸は有毒の物質であるから、濃い溶液を直接手に觸れないやうに注意しなければならない。殺菌・消毒に用ひるときには、2—5% 溶液とする。石炭酸は分子中に酸素を含むために比較的水に溶解易く、水溶液は酸性を呈する。石炭酸はベンゾールなどよりも反応性に富み、これからいろいろ重要な物

質が得られる。例へばサリチル酸・ピクリン酸・ベークライトなどがつくられる。

〔実験〕 6. サリチル酸の小片を取り、舌にのせてみよ。どんな味がするか。この溶液に塩化第二鉄の溶液を1滴加へてみよ。石炭酸に似てゐるか。

サリチル酸は石炭酸に無水炭酸を化合させて得られる無色の結晶で、 $C_6H_4(OH)CO_2H$ の式を有する。これは強い殺菌力をもつてゐて、解熱の作用もある。アスピリンはこれに醋酸を化合させたものである。

石炭酸から爆薬と染料をつくつてみよう。

〔実験〕 7. 3gの石炭酸を10gの濃硫酸とともに蒸発皿に取り、湯浴の上で温めると、透明な溶液が得られるであらう。これを徐々に 10 cm^3 の濃硝酸の中に注げ。このとき酸化窒素が盛に発生するであら

う。¹⁾ 發煙が静まつてから少時間湯浴で温めて後、これを 200 cm^3 の冷水に注げ。さうすると黄色の結晶が現れるであらう。これを濾し、水で洗へ。

ここに得られた黄色の結晶はピクリン酸 $C_6H_2(NO_2)_3OH$ であつて、爆薬として用ひられる。ピクリン酸は少しく水に溶けて、溶液は黄色を帯びる。これに炭酸ナトリウムを加へると、炭酸ガスが発生する。石炭酸は弱酸であるが、ピクリン酸は強酸である。

次にピクリン酸で動物繊維を染めてみよ

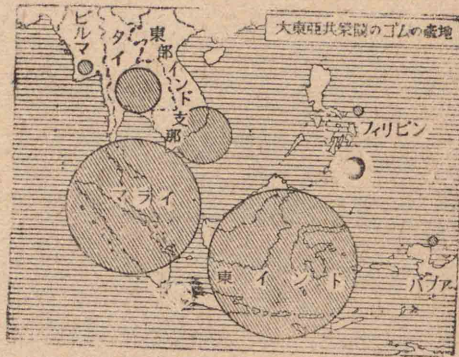
〔実験〕 8. ピクリン酸の溶液に、それぞれ絹・羊毛及び植物繊維を暫く浸し、引上げて熱湯で洗つてみよ。いづれもよく染めつくか。

1) 發煙が著しいから通風のよい煙室で行へ。

8. ゴム・合成樹脂

1. ゴム

ゴムの樹は主としてマライ半島・ジャワ・スマトラ・セレベス・ボルネオなどに栽培されてゐる。



ゴムの樹から得た乳状液を処理して得られた原料ゴムを通常生ゴムといふ。生ゴムは齒の治療用として販賣されてゐるが、これについて次の実験を試みよ。

〔実験〕1. (イ)水漬にすればどうなるか。

(ロ)ベンゾールまたはガソリンの中に小片を浸してみよ。

(ハ)氷で冷してみよ。また熱湯中に入れて温めてみよ。

生ゴムは耐水性も乏しく、耐油性もない。暑さにあへば軟かくなり、寒さにあへば弾性を失ふ。それ故、通常のゴム製品では、これに粉末硫黄(3—5%)を混和して130度以上に熱する。この操作を加硫といふ。加硫を行へば寒暑の變化に對して弾性を失はなくなる。硫黄を用ひる代りに塩化硫黄に浸すと、常溫で加硫を行ふことができる。しかし加硫が早いために均一に行はれないので、ゴム風船などの薄層の製品にのみ利用される。

〔実験〕2. 実験1の(ロ)で得られた粘稠な溶液(ゴム糊)で、ゴム製品を接合してみよ。またゴム糊を布に薄く塗つた後、塩化硫黄に浸して加硫せよ。布は防水されたか。

硫黄のみを加へたのでは使用目的に對して軟かく且つ弾性が強過ぎる。それ故、普通これに炭素や亞鉛華などを配合して強靱にする。

硫黄の含量を一定量以上に増すと、生成物の弾性は減つて硬くなる。これがエポナイトである。エポナイトは生ゴムに他の配合剤とともに多量(25—40%)の硫黄を混ぜて加硫したものである。電氣の絶縁性が強いので、電氣器具に利用され、また薬品に対する抵抗力が強いので蓄電池槽などに用ひられる。

2. 合成ゴム

天然の生ゴムは $(C_5H_8)_n$ といふ組成を有してゐる。これを乾溜するとイソプレン C_5H_8 といふゴムと同じ組成の液體が得られるが、この液體はナトリウム金属その他の觸媒の作用によつて重合¹⁾し、再びゴムとなる。このイソプレンまたはこれに類似した化合物を合成し、これらを重合させてゴムを得ること

1) Aといふ分子が多数化合して、 A_n といふ分子量の大きな化合物を形成する反應を重合といふ。

ができる。これを合成ゴムといふ。合成ゴムの種類は非常に多く、塩素を多量に含むものなどは耐油性が強く重用される。そのほか天然ゴムのもたないいろいろな長所を具備することができるために、合成ゴムの工業は極めて重要な意義がある。

〔實驗〕 3. 合成ゴムの一片を取り、その耐油性を天然ゴムと比較せよ。

〔研究〕 桑の樹やいちじくなどの幹を傷つけて出る汁液に、醋酸を加へて凝固するかどうか、どんなものが得られるか、いろいろ験してみよ。

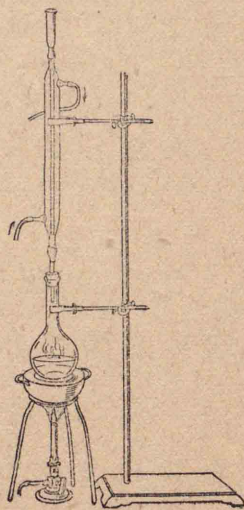
3. 合成樹脂

合成樹脂はわれわれの家庭では、電氣のソケット、ラジオの部分品、食器などとして見受けられる。これは近時盛に研究されつつあるもので、種類が多い。最も古くからあつて

有名なものは、ベークライトである。ベークライトは石炭酸にホルマリン CH_2O を混ぜ、觸媒として少しのアンモニヤを加へ、加熱して製する。熱及び電氣の不導體で水・油・酸・アルカリなどに對して抵抗力が大きく、優秀な合成樹脂である。實際にこれを製造してみよう。

〔實驗〕 4. 石炭酸 25g にホルマリン 20cm^3 と濃アンモニヤ水 2cm^3 とを加へ、還流冷却器をつけて湯浴の上で熱すると、暫くして乳濁して樹脂が分離するであらう。冷却後、放置して上層にある水を流し捨てる粘性の樹脂が得られる。

上に得られた樹脂をアルコールに溶かしてこれ



に木屑を混和して乾燥すると、粉末状の物質が得られる。これを型に入れて加熱し、壓力を加へると食器などが出来る。またアルコール溶液を厚紙に塗布し、乾燥したものを加熱・加壓すると、回覧板・ラジオの絶縁板などが出来る。

(問題) ベークライトは、石炭酸とホルマリンとから水を失ひつつ縮合¹⁾されて生成した大きな分子であると考へられる。ベークライトの大體の組成を算出してみよ。

1) 分子と分子との間から、水のやうな簡単な物質が失はれて結合する反應を縮合といふ。酸とアルコールとからエステルが生成するのも縮合である。

金屬とその化合物

1. 鐵

1. 鐵の製鍊

鐵は多くの金屬の中で最も需要の多いものであるが、それはいふまでもなく鐵材が他の金屬材料に比べて優れて強靱な性質をもつてゐるからである。

鐵は地球上に元素のままの状態では産出しないが、化合物としては廣く存在する¹⁾。しかし製鐵の原料として用ひられるのは、數種の定まつた鑛石であつて、それは主に鐵の酸化物である。

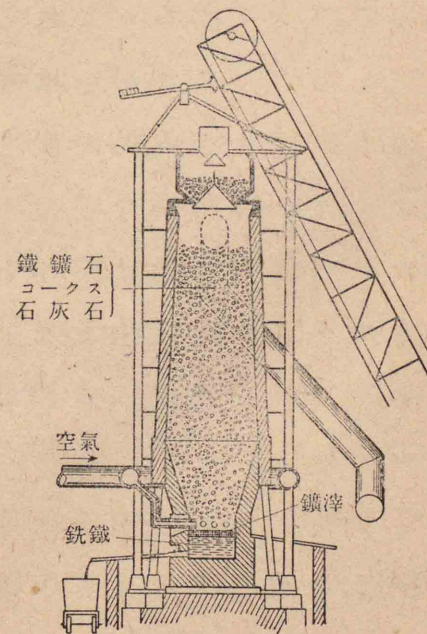
〔觀察〕 1. 製鐵の原料として用ひる赤

1) 砂や土や岩石が黄色・褐色或は赤褐色をしてゐるのは、その中に含まれてゐる鐵分のためである。畑地などの黒土の色は、植物の腐敗による腐植土(フムス)と呼ばれる一種の有機物のためである。

鐵鑛 Fe_2O_3 , 褐鐵鑛 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 磁鐵鑛 Fe_3O_4 の外觀及び状態を比較觀察せよ。

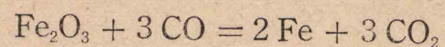
黃鐵鑛 FeS_2 は廣く存在する鑛石であるが製鐵には適しない。それは酸化物に比べて製鍊が困難であるばかりでなく、製品の中に硫黄分が残留するために、その性質が思はしくないからである。

鐵の製鍊には熔鑛爐を用ひる。熔鑛爐には高さ30—40 m, 幅7—8 mにも及ぶ巨大なものがあつて、爐の上方から鐵鑛とともにコークスと融劑(主として石灰石 CaCO_3)とを交互に層狀に裝填し、爐の下部から熱風を吹き込



んで、混合物を熱する。

爐の中で起る變化は甚だ複雑であるが、先づ下部に於てコークスが燃焼して一酸化炭素を生じる。このガスが上昇すると、爐の中部に於て鐵礦と作用して、これを還元する。例へば次に示すやうな反應を起す。



還元によつて遊離した鐵は、炭素と混じつて爐の下部に溜る。これを爐の下の出口から流し出す。これがいはゆる銑鐵であつて、その中には4%内外の炭素のほか、少量の珪素・マンガン・硫黄・磷などの不純物を含む。鑛石中の珪酸化合物は融劑と結合して比較的比重の小さい熔融物となり、上部に浮かんで来る。これがいはゆる鑛滓である。

(問題) 1. 熔鑛爐は連続的に操作し、内張りが破壊するまで中斷してはならないといふが、何故であらうか。

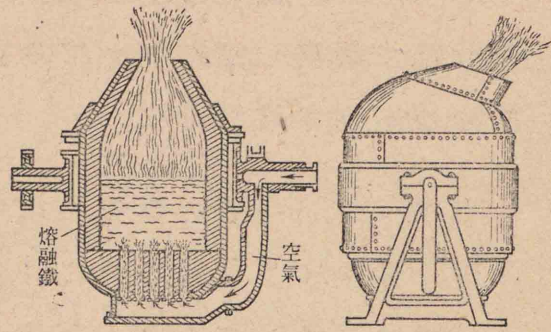
[觀察] 2. 銑鐵の塊を取り、その切口を顯微鏡で觀察し、圖に書いてみよ。明暗の部分の區別に注意せよ。

[實驗] 1. 一塊の銑鐵に塩酸を加へてみよ。發生する氣體の臭に注意せよ。その氣體に點火してみよ。反應が終つてから、塩酸に溶けずに残つたものを濾別せよ。黒色の殘留物は何か。

銑鐵は硬いが脆く、折り曲げることができない。不純物の含量が多いため、純鐵に比べて融點が低く(約1100—1200度)、鑄物の製造に適するので、鑄鐵とも呼ばれる。いろいろな工業機械・器具・日用品の製造などに應用される。

われわれが實際に最も多く用ひる鐵材は、弾性と強靱性に富むいはゆる鋼であるが、それは次のやうにしてつくられる。熔鑛爐から出た熱い銑鐵を、無水珪酸で内張りした鐵

製の轉爐
といふ爐
に入れ、下
方から空
氣を送つ
て灼熱す



る。このとき、銑鐵の中に含まれてゐる炭素、その他の不純物が燃焼し去る。この方法で、炭素の含量が0.5—2%程度のものである。これが鋼である。

良質の鋼をつくる目的に對しては、今日多く平爐法が適用されてゐる。

鋼は炭素の含量によつて性質の異なるものが出来るばかりでなく、いはゆる熱處理によつていろいろな特性を與へることが出来る。次に熱處理によつて鋼の性質がどんなに變はるかを実験してみよう。

〔實驗〕2. ばねまたは縫針を赤熱して

急に水の中に入れてみよ。このやうに處理した針は弾性を失ひ、たやすく折れることがわかるであらう。折れたところでガラスに傷をつけてみよ。またこの處理をする前のものが、ガラスに傷をつけるかどうかを驗せ。

次に、上の弾性を失ひ、硬さを増したものを再び熱して、今度はそのまま放置し、冷やしてから折り曲げてみよ。またガラスに傷つけることができるかどうかを驗せ。

このやうに一旦加熱したものは、急冷によつて硬さが増し、脆いものとなるが、緩冷によつては硬さが減り、柔軟なものとなる。急冷によつて硬さの増したものをつくる操作を焼入れといふ。しかし初めに用ひたばねのやうな弾性のあるものは、どうして出来るのであらうか。これには先づ焼入れによつて硬さを増したものを、十分に注意して或る定

まつた温度にまで熱するのである。この操作を焼戻しといふ。焼戻しの際、温度が高いほどその硬さと脆さとが減るが、望みの、適当な性質をもたせるためには、正しい焼戻しの温度を見定めることが必要である。これには多くの研究と経験とが必要である。鋼の特徴は、このやうな熱処理によつて、その性質を制御できるところにある。

鋼に比べて更に炭素の含量の少い¹⁾ものを、錬鐵または鍛鐵と呼ぶ。これは銑鐵を反射爐と呼ぶ爐に入れ、熱した空気を吹きこんで不純物を酸化し去つてつくる。錬鐵は軟かく、しかも強靱で、赤熱すると融ける前に軟かくなり、金槌で叩けば延び、曲げれば曲がる。この状態では、二つの塊を互に接合することができる。これが即ち熔接である。錬鐵は鐵板や鐵線の製作に適する。

鋼の中でいはゆる軟鋼といはれるものは、大體錬鐵の性質をもつてゐるので、今日では

1) その他の不純物の含量は比較的多い。

これが錬鐵の代りに廣く用ひられてゐる。

日本刀は、一種の鋼に錬鐵を組合はせて打延ばし、焼入れ・焼戻しによつて適當の硬さと強靱性とを與へたものである。

近時は炭素以外の元素を含むいろいろな鐵合金がつくられてゐる。その元素の種類や含量の相違により、また熱處理の加減によつて、いろいろな優れた性質を與へることができるので、利用價值が高い。これらを總稱して特殊鋼といふ。その數例を下の表に掲げる。

名稱及び組成	性質	用途
マンガン鋼 Mn 7—20%	強靱で切斷に抵抗性がある。	金庫、鑿岩機の先端
ニッケル鋼 Ni 3—4%	耐腐蝕性・弾性がある。	橋梁、自動車の部分品、装甲板
高速度鋼 W 17%, Cr 4%	赤熱した状態で軟化しない。	金屬切削用工具の製造
不銹鋼 Cr 18%, Ni 8%	銹びない。酸・アルカリに耐へる。	自動車の冷却装置、臺所用具、酸の容器

2. 鐵の化合物

〔實驗〕 3. 鐵線または鐵粉を取り、稀硫酸に溶解せよ。溶液を濾過し、靜かに蒸發させて、析出する淡綠色の結晶を觀察せよ。

これは硫酸鐵 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ の結晶であつて、綠礬ともいふ。綠礬はインキの製造に利用される。

〔實驗〕 4. 沒食子酸¹⁾約 0.1g を煮沸したての熱湯約 10cm^3 に加へ、よく振つて溶かせ。綠礬約 1g を、同じく煮沸したての水約 10cm^3 に溶かせ。これらの 2 溶液を、一度煮沸した水約 100cm^3 に混入せよ。混合液で白紙に文字を書き、數時間後或は一兩日後に、その變化をみよ。¹⁾

次に綠礬から出發していろいろな鐵化合

1) 實際のインキでは、普通初めに青色の染料を加へて着色しておく。

物をつくつて調べてみよう。

〔實驗〕 5. 綠礬の溶液にアルカリを加へよ。このとき生じる沈澱の色に注意せよ。この沈澱を暫く振りながら放置して、その色の變化を見よ。

この實驗に於て、最初に生じたばかりの沈澱は $\text{Fe}(\text{OH})_2$ の組成をもつもので、水酸化第一鐵と呼ばれる。これは空氣中で次第に變化して、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ の組成をもつ赤褐色の沈澱に變はる。これを水酸化第二鐵といふ。

(問題) 2. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ から $\text{Fe}(\text{OH})_3$ への變化はどうして起るか。反應方程式で表はせ。

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ の沈澱を取つて焼けば、黑色の粉末となる。これは酸化第一鐵 FeO である。また $\text{Fe}(\text{OH})_3$ からは同様に赤褐色の粉末を生じる。これは酸化第二鐵 Fe_2O_3 である。

酸化第二鐵は赤鐵礦や褐鐵礦の主成分を

なしてゐる。粉末状のものはべんがらと呼ばれ、優れた顔料である。

鐵の錆びる現象は身近に見られることであるが、なかなか複雑なものである。赤錆の主成分は主として、いくらかの水を含んだ酸化第二鐵であるから、空氣と水とが同時に鐵に作用して出来るものであらう。實際、空氣が十分に乾燥してゐれば、錆は出来ない。また空氣中に炭酸ガスがあると、錆の出来るのが早められるといふ。鐵釘を用ひて、次の實驗を試みよう。

〔實驗〕 6. 豫めよく沸騰した水を試験管に入れ、その中に鐵釘を入れて栓をして保存する。これと比較のため、別の試験管に沸騰しない水を入れ、その中に鐵釘を入れて栓をして保存する。2、3日後、兩者に現れる變化を比べてみよ。

〔考察〕 上の實驗の結果は、どのやうに

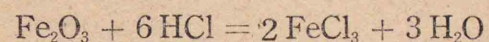
説明すればよいか。

(問題) 3. 普通に行はれてゐる鐵の防錆にはどんな方法があるか。

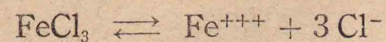
〔實驗〕 7. (1) 赤錆の粉末を取り、塩酸に溶かしてみよ。

(2) 得られた溶液にやや多量のマグネシウム粉末または鐵粉を加へて後、溶液を濾過せよ。

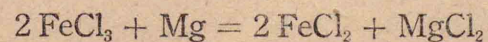
上の實驗の(1)に於ける變化は、次のやうに示される。

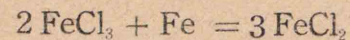


ここに生じた FeCl_3 は塩化第二鐵と呼ばれる塩で、黄色を呈し、水溶液では次のやうに電離する。

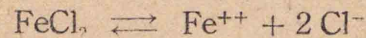


上の實驗の(2)に於ける變化は、次のやうに示される。





ここに生じた FeCl_2 は塩化第一鐵と呼ばれる塩で、水溶液では次のやうに電離する。



Fe^{++} を第一鐵イオン、 Fe^{+++} を第二鐵イオンと呼ぶ。両者はともに鐵原子であるが、それらのもつ電氣の量によつて區別される。

塩化第一鐵の塩酸酸性溶液を、空氣中に放置しておくと、次第に黄色を呈して來る。これは塩化第一鐵が塩化第二鐵に變はるためである。

(問題) 4. Fe^{+++} は Fe^{++} に比べて安定であるといふのは、どういふ意味か。またそれは何故か。

[實驗] 8. 實驗7でつくつた塩化第二鐵の溶液に、黄血カリ¹⁾の溶液を加へてみよ。

1) 黄血カリ(フェロシアン化カリウム)は黄色の結晶で、その組成は $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ である。

この際現れた著しい青色の沈澱は、紺青と呼ばれる。この反應は第二鐵イオンについて甚だ鋭敏に行はれるので、その検出に應用される。黄血カリを第一鐵イオンを含む溶液に加へると、白色の沈澱を生じるので、第二鐵イオンの場合と區別することができる。¹⁾

紺青の反應を利用して、血色素²⁾の中の鐵を検出してみよう。

[實驗] 9. 磁製るつぼに極く少量の血色素を入れ、これに3, 4倍の塩素酸カリウムを加へ、注意して加熱せよ。有機物がす

- 1) この白色の沈澱は空氣に觸れてゐる中に、次第に青色に變はつて來る。また第一鐵イオンは赤血カリ(フェリシアン化カリウム) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ によつて青色の沈澱を生じる。
- 2) 血色素(ヘモグロビン)が得られない場合には、代りに獸炭末を用ひてもよい。この際、獸炭末は0.5—1g 取り、上と同様に處理する。用ひる塩酸は、鐵分を含まない純粹なものであることが必要である。なほ黄血カリの代りに硫シアン化カリウム KCNS の溶液を加へてもよい。この際、第二鐵塩の溶液は赤色を呈する。

べて酸化されてから、るつぼを放冷し、中の灰分を稀塩酸を加へて溶かせ。溶液を濾過し、濾液に黄血カリの溶液を加へて、紺青の反応をみよ。

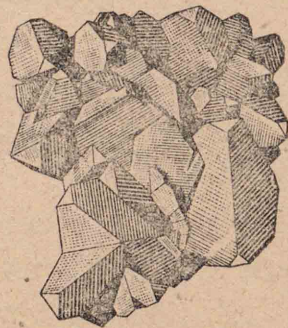
2. 銅

1. 銅の製錬

銅は地球上には割合に少いのであるが、その製錬法がたやすいため、最も古代から人類に利用され、現時に於ても益、需要の多い金屬である。

銅は自然に元素の状態としても見られるが、資源として最も重要なのは黄銅鑛である。

〔観察〕 黄銅鑛の外観を観察せよ。黄鐵鑛と比べてその相違を調べ、條痕色を調



黄銅鑛

べよ。

黄銅鑛は外観が金に似てゐるが、その條痕色によつて明らかに區別される。次に黄銅鑛の成分を調べてみよう。

〔實驗〕 1. 黄銅鑛を細かく粉碎し、その約 1g を硬質試験管に入れて強く熱せよ。上部の冷所に附着して來る淡黄色の物質に注意せよ。同時に發生する氣體は何か。試験管の中の残渣を取り出し、磁石を近づけてみよ。

次にこれに濃硝酸を加へて煮沸した後、水で薄めて溶液を濾過し、アンモニヤ水を加へてアルカリ性にせよ。

この沈澱を濾別し、残渣の色並びに濾液の色調に注意せよ。この残渣は何か。

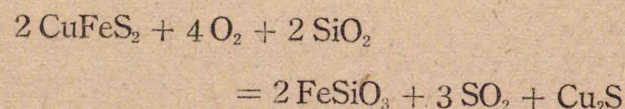
この實驗に於て、先づ黄銅鑛の中に硫黄が含まれてゐること、次に鐵が含まれてゐるこ

とを知つたであらう。更に硝酸に溶かした溶液が青色を呈してゐることと、最後に濾過した溶液が青藍色を呈してゐることとから、その中に銅が含まれてゐることもわかるであらう。随つて黄銅鑛の成分としては S, Fe, Cu をあげることができる。

定量的な分析の結果によれば、黄銅鑛は硫化銅と硫化鐵とが結合したものであることがわかり、その組成は CuFeS_2 で表はされる。

(問題) 1. 黄銅鑛中の銅の含量を、その式から算定せよ。

黄銅鑛から銅を製錬するには、鐵の場合とほぼ同様に、鑛石をコークス及び融劑とともに熔鑛爐に装填し、下方から熱い空気を送る。このときの反應は、大體次のやうに行はれる。



これによつて硫化銅が生成し、いはゆる^{かば}鉞

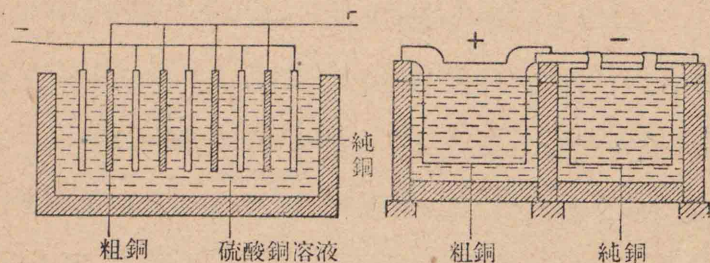
として沈む。また鐵分は石灰石や鑛石中に混じつてゐる石英と働いて、鐵・カルシウムの珪酸塩となつて浮かぶ。これを^{からみ}鉞といふ。硫黄分は燃焼して亜硫酸ガスとなつて放出する。

次に熔鑛爐から取り出された鉞を、一種の轉爐に入れて、空気を送ると劇しく燃焼する。このとき次の變化が行はれて、銅が遊離する。



これがいはゆる粗銅である。粗銅は約99%の銅を含んでゐる。

粗銅から純銅をつくるには、電氣製錬法を利用する。即ち粗銅板を陽極、薄い純銅板を陰極とし、硫酸銅溶液を電解液として電氣分解を行ふ。このとき粗銅板から銅が溶けて Cu^{++} となり、これが陰極の純銅板の表面で放電し、析出する。このとき粗銅中に含まれてゐた不純物は、電解槽の底に残留する。これ



を陽極泥と呼ぶ。この中には銀・金・ニッケルなどを含むので、それらの金属を分離して利用してゐる。

(問題) 2. 上の電気分解に於て、兩極に起る反應を式で示せ。

2. 銅の化合物

銅は鐵と異なつて、空氣中に置いても錆びにくい。實際には、次第に表面が酸化されるのであるが、その酸化物の被膜が出来ると、これによつて却つて内部が保護されるやうになる。

銅屋根などにしばしば見られる綠色物質

は、俗に^{ろくしやろ}緑青といはれ、これは空氣中の濕氣と炭酸ガスとの作用によつて出来たものである。その組成は $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ である。

銅が鐵や亜鉛などと違ひ、稀塩酸や稀硫酸に對して丈夫であつて、濃硫酸或は濃硝酸によつて初めて冒されることは、已に知つた通りである。

(問題) 3. 硫酸銅及び硝酸銅の生成の反應方程式を書け。

硫酸銅は、銅の化合物として代表的なものである。その美しい結晶は $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の組成をもつてゐる。

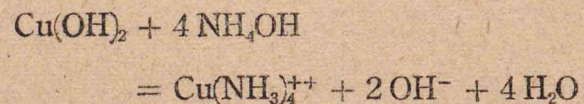
[實驗] 2. 硫酸銅の結晶を蒸發皿に入れて、注意しながら熱し、その形が崩れるとともに色が褪せ、遂に無色の粉末となることを觀察せよ。冷えてから、この粉末に水を1滴加へてみよ。

上の実験で、結晶水を失った粉末の硫酸銅は、水分によつて再び青色を呈する。これによつて硫酸銅の結晶の青色は、結晶水が含まれてゐるためであることがわかる。無水硫酸銅の粉末は、有機溶媒例へばアルコールなどに含まれる微量の水分の検出に利用する。

〔実験〕 3. (1)硫酸銅の溶液をつくり、これに苛性ソーダの溶液を加へてみよ。このとき生じる沈澱は何か。

(2)硫酸銅の溶液に少量のアンモニヤ水を加へ、生じる沈澱を観察してから、更にアンモニヤ水を過剰に加へて變化をみよ。

苛性ソーダまたはアンモニヤ水によつて沈澱したのは、水酸化銅 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ である。この沈澱は過剰のアンモニヤ水によつて溶解し、青藍色を呈する。この變化は



で示される。ここに生じた $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}$ は銅アンモニアイオンと呼ばれ、 Cu^{++} の性質を示さない。このやうに、溶液中で単純なイオンに分離しない、構造の複雑なイオンを錯イオンといふ。この反應は銅に固有な反應として、その検出に用ひられる。

(問題) 4. 硫酸銅溶液に石灰乳(水酸化カルシウム)を混合した液をボルドー液といひ、殺虫劑として使用される。この場合の反應を方程式で示せ。

3. 銀

1. 銀の化合物

銀は塩酸や硫酸には溶解しないが、硝酸に溶解する。その溶液を蒸發すれば、板状の立派な結晶が生成する。これは硝酸銀 AgNO_3 で、銀の化合物中最も重要なものである。硝酸銀はよく水に溶け、その溶液を塩素イオン

を含む溶液に加へると塩化銀 AgCl の沈澱を生じること、已に知つたとほりである。塩化銀の沈澱をつくつて、その特性を調べてみよう。

〔実験〕 1. 食塩水の少量を2本の試験管に取り、これにそれぞれ硝酸銀溶液を滴下して塩化銀の沈澱をつくれ。一方の試験管を黒い紙で覆ひ、他方はそのまま直射日光に2,3分間露出せよ。

注意して兩液の上澄を銀溜ぎんたまりの中へ流し出せ。

別にチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ の溶液を用意し、これを兩方の試験管に加へてよく振り、その變化を比較せよ。

この実験に於て、塩化銀の沈澱はチオ硫酸ナトリウムによつて溶解することがわかつ

1) 銀の化合物は高價であるから、実験の廢液も捨ててはならない。そのために實驗室には銀溜を用意しておく。

たであらう。光に曝された塩化銀は灰色となり、その沈澱の一部はチオ硫酸ナトリウムによつて溶解する。残る灰色の物質は銀の微粒である。即ち塩化銀は、光によつて分解して銀を遊離したのである。

塩化銀の光に對する反應は甚だ鋭敏であつて、寫眞術に應用される。

2. 寫眞術と銀めつき

実験1に於て、食塩水の代りに臭化カリウム KBr または沃化カリウム KI の溶液を用ひても、同様に沈澱が出来る。それらはそれぞれ臭化銀 AgBr 、沃化銀 AgI であつて、ともに感光性がある。またチオ硫酸ナトリウムに溶解する。

塩素 Cl 、臭素 Br 及び沃素 I はいづれも劇しい反應性のある元素で、多くの元素と化合して塩をつくる點に於ても類似の性質をもつてゐるので、これらを總じてハロゲンと呼

ぶ。また AgCl , AgBr , AgI を總じてハロゲン化銀と呼ぶ。今日寫眞に利用されてゐるのは、主として臭化銀である。次に寫眞の乾板を試作してみよう。

〔研究¹⁾〕 試験管に約 3cm^3 の水を取り、これに 0.5g の硝酸銀の結晶を加へ、約 60 度の温湯に試験管ごと浸して振りながらよく溶かす。

他の試験管に約 3cm^3 の水を入れ、同様に湯につけてから、 0.5g の臭化カリウムを加へ、ガラス棒でかき混ぜながら 2g の粉末状ゼラチンを少しづつ加へる。

ゼラチンが溶けて十分に均質になつたならば、これに温めた硝酸銀溶液をよくかき混ぜながら少しづつ加へる。このやうにして、いはゆる乳濁液が得られたならば、これを注意して、十分に清浄にしたガラス

1) この操作は暗室で行はなければならない。

板の上になるべく一様に塗布し、暫く放置して固まらせる。

〔問題〕 臭化銀をつくる際に、臭化カリウム 100g に對して硝酸銀の結晶何グラムを要するかを、その反應方程式から算出せよ。

〔實驗〕 2. 上の研究で試作した乾板、または市販の乾板、或はフィルムを用ひて、撮影を行ひ、現像・定着・焼付の操作を試みよう。

現像液¹⁾の作用を知る目的で、次の實驗を行つてみよう。

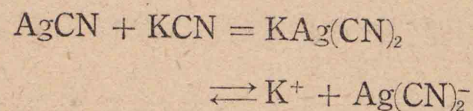
〔實驗〕 3. 實驗 1 で行つたやうに、2本の試験管に塩化銀の沈澱をつくり、これを同じ條件で光に曝してから、一方には現像液を加へ、他方には加へないでおく。兩者

1) 現像液としては通常焦性炭酸・食子酸・メトール・ヒドロキノンジアミドフェノールなどの溶液を用ひる。

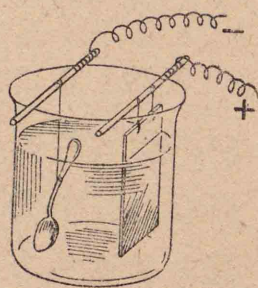
に同量のチオ硫酸ナトリウムの溶液を加へ、遊離する銀粒の濃淡を比べてみよ。

[考察] 上の実験の結果から、現像及び定着の理を考察せよ。

硝酸銀溶液にシアン化カリウム¹⁾溶液を加へると、先づシアン化銀 AgCN の沈澱を生じるが、これは過剰のシアン化カリウムによつて再び溶解する。これは



によつて錯イオンを生じるためである。この溶液は銀めつきに利用される。即ちこの溶液を電解液として、銀板を陽極、めつきすべきものを陰極として電気分解を行ふ。



1) シアン化カリウム KCN は猛毒物質であるから、取扱には十分注意しなければならない。

4. 鉛

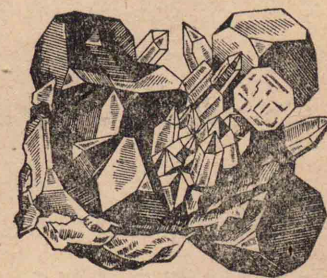
1. 鉛の性質・製錬

[実験] 1. 鉛の小片を小刀で切つて、硬さを調べ、その切口の光澤を見よ。

鉛は重くて軟かく、比較的融け易い金属である。新しい切口は輝いた光澤をもつ。鉛は空気中で表面が酸化するが、この酸化物は銅の場合と同様に、表面を被覆して内部が冒されるのを防止する役目をする。

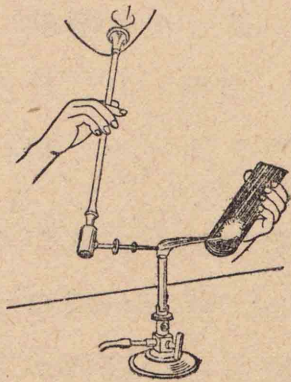
(問題) 1. 鉛が實生活に利用されてゐる例をあげよ。

鉛の主な鑛石は方鉛鑛である。その主成分は硫化鉛 PbS であるが、普通少量の銀を含んでゐる。



方 鉛 鑛

〔実験〕 2. 方鉛礦の結晶形を観察し、色・光澤・硬さを調べよ。次に鑛石を碎き、その粉末をほぼ等量の炭酸ナトリウムと混ぜて、堅炭の上に穿つた孔の中に詰め、圖のやうに吹管を用ひて還元焰を吹きつけよ。遊離した小さい球の硬さ・色、切口の光澤を調べて、それが鉛であることを確かめよ。



方鉛礦から鉛を製鍊するには、一旦これを焼いて酸化物とし、次に炭素で還元する。このやうにして得られた鉛は、しばしば少量の銀を含んでゐるので、銀の製鍊に利用される。

熔融した鉛に熔融した亜鉛を混ぜて攪拌すると、亜鉛は上層に浮かぶ。このとき鉛の中に含まれてゐる銀の一部分は、亜鉛の中に溶けこむ。これをレトルトに入れて熱すると、亜鉛は蒸溜して、

銀を含んだ残渣が残る。この残渣を浅い皿に入れて爐の中で熱すると、残渣の中に含まれてゐる鉛は酸化物となつて分離し、後に銀が残る。

このとき、銀とともに少量の金が残ることがある。その場合には濃硝酸で處理すると、銀は硝酸銀として溶け、金は變化をうけないで分離される。

2. 鉛の化合物

鉛は、しばしば水道管として使用されるが、水によつて冒されないであらうか。もし少しでも溶解するならば、 Pb^{++} は非常に有毒なものであるから、容易ならない問題である。

Pb^{++} はたとへ微量でも、それが長い期間に亘つて、次第に体内にたまると、非常な難症に陥らせる。

鉛に對する水の作用を調べてみよう。

〔実験〕 3. 表面を紙やすりでよく磨いた鉛の小片を數箇に切り、その一部分を第一の試験管に取り、それに蒸溜水を加へる。他の一部を第二の試験管に取り、それに井

戸水または水道水を加へよ。兩方の試験管に栓をして一兩日放置し、それらに起る變化を比較觀察せよ。またそれぞれの上澄を取り、硫化水素を通じてみよ。

〔考察〕 上の實驗で、蒸溜水の場合に見られた白色の沈澱は何か。またどのやうにして生じたのか。その上澄に硫化水素を通じたとき、黑色の沈澱を生じたわけを考へよ。

井戸水或は水道水によつては、鉛は殆ど溶かし出されない。そのわけは、これらの水の中に含まれる CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} が、鉛と作用して鉛の炭酸塩または硫酸塩をつくるためである。これらの塩は甚だ溶けにくいので、鉛の表面を覆ひ、内部の侵蝕を防止するやうに働く。

(問題) 2. 水道管として鉛管を用ひる場合、特に使用の當初に於て注意しなければ

ならないといふ。そのわけを述べよ。

〔實驗〕 4. 鉛の小片に濃硝酸を加へよ。次にこれを水で薄め、熱してみよ。

(問題) 3. 上の實驗で發生する氣體は何か。また、この際の反應方程式を書け。

鉛は稀硝酸に溶けて硝酸鉛 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ を生じる。これは可溶性の塩である。

〔實驗〕 5. 硝酸鉛の溶液に稀硫酸を加へてみよ。また稀塩酸を加へてみよ。それらの場合に生じた沈澱を濾別して、これに湯を注いでみよ。

ここに生じた白色の沈澱は、硫酸鉛 PbSO_4 及び塩化鉛 PbCl_2 である。前者は非常に溶けにくい沈澱である。後者は冷水には溶けにくい、湯には溶ける。鉛が塩酸や硫酸に溶けにくいのは、このためである。

硝酸鉛のほかに溶けやすい鉛塩として重要なものは、醋酸鉛 $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ である。これは一名鉛糖と呼ばれる。

〔実験〕 6. 醋酸鉛溶液に硫化水素を通じてみよ。またクロム酸カリウム K_2CrO_4 の溶液を加へてみよ。

硫化水素を通じて生じた黒色沈澱は硫化鉛 PbS で、クロム酸カリウム溶液を加へて生じた黄色沈澱はクロム酸鉛 PbCrO_4 である。これらの反応は Pb^{++} の特徴反応で、その検出に用ひる。クロム酸鉛はクロム黄または黄鉛と呼ばれ、顔料として廣く用ひられる。

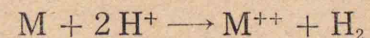
硫化鉛を空氣中で焼けば、酸化鉛 PbO といふ黄色の物質が出来る。これは、俗に密陀僧と呼ばれる。このものを空氣中で更に長い時間熱すると、綺麗な赤色の物質に變はる。これは Pb_3O_4 の組成をもち、鉛丹と呼ばれる。鉛丹は鐵の防銹塗料として有用である。

5. 電池・蓄電池

1. イオン化傾向

亜鉛や鐵や鉛は、薄い酸に溶解して水素を發生するのに、銅や銀では、このやうな性質を示さないのは、どんな理由によるのであらうか。この問題は、これらの金屬の基本的性質に關係するものであるから、少しく立入つて考察してみよう。

金屬が酸に溶ける現象は、イオンの考を基にすれば、次のやうに示される。

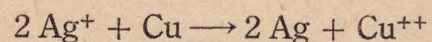


但し M を以て 2 價の金屬を表はす。即ち、金屬が酸によつて溶解して水素を發生するのは、金屬原子と水素イオンとの間に、電荷の交換が行はれることにほかならない。亜鉛や鐵では、この交換が行はれるが、銅や銀では、これが行はれないのである。このことを多く

の金属について調べてみると、それらがイオンになる傾向の大小には、一定の順位があることがわかる。この順位は、例へば次のやうな実験によつて知られる。

〔実験〕 1. 硝酸銀の溶液の中に、表面を磨いた銅線を入れよ。

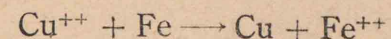
この実験に於て、銅線に附着した灰色の物質は銀である。それに対して、溶液が青く着色したのは、銅が溶けてイオンとなつたためである。即ちこの際



の反応が起つたのである。

〔実験〕 2. 硝酸銅の溶液の中に、磨いた鐵釘を入れよ。

この実験に於て、鐵釘の表面には銅が析出し、溶液の青い色はいくぶん薄くなつたことがわかるであらう。これは



の反応が行はれたためである。

上の二つの実験に於て、溶液中の硝酸イオンは何ら變化を受けないのであつて、これらの実験に用ひる塩類は必ずしも硝酸塩でなくてもよいのである。

このやうに、銅は銀と電荷を交換してイオンとなる性質があり、鐵は銅と電荷を交換してイオンとなる性質をもつてゐる。いひかへれば、鐵は銅に比べてイオンになり易く、銅は銀に比べてイオンになり易い。随つて鐵は銀に比べて一層イオンになり易い。このやうな順位は、他の任意の二つの金属についても比較できる。¹⁾ 主な金属について調べた結果、それらのイオン化傾向の順位は次のやうである。

1) 醋酸鉛の3%溶液に亞鉛棒を吊しておくと、鉛が亞鉛棒を中心として、奇妙な樹枝状になつて附着する。これを鉛樹といふ。

K, Na, Ca, Mg, Al, Zn, Fe,
Sn, Pb, (H), Cu, Hg, Ag, Au

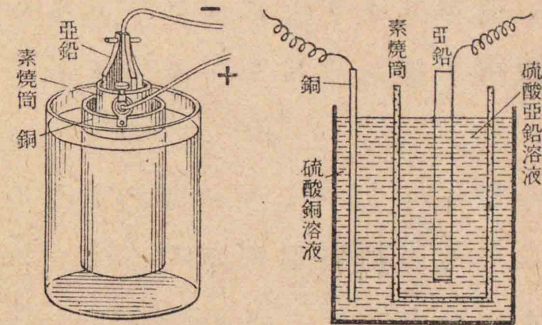
この際水素を一つの金属と看做すならば、これは順位の中でPbとCuとの間に置かれる。Hより上位の金属は、酸と作用して水素を発生するが、それより下位のものは水素を発生しない。またHより上位の多くの金属も、その配列の順位にしたがつて、酸に溶ける程度に難易がある。NaやKが水の中からさへも水素を発生することができるのは、そのイオン化傾向が非常に大きいためにはほかならない。

2. 電池

金属のイオン化傾向に一定の順位があるといふ事實は、われわれが電流の源として用ひてゐる電池の作用と密接に關係してゐる。今、硫酸銅電池についてこれを考察してみよう。

〔實驗〕3. ガラスまたは磁製の容器に、硫酸銅の溶液を入れる。別に小さい素焼

の筒に硫酸亜鉛の溶液を入れ、そのままそれを

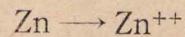


硫酸銅の溶液の中に挿入せよ。硫酸亜鉛の溶液の中に亜鉛板を、硫酸銅の溶液の中に銅板を挿入し、それらからの導線の間には電流計と抵抗を結んで、兩板を連結せよ。

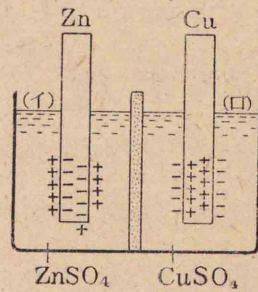
上の實驗に於て、電流計の針の動きによつて電流が発生してゐることがわかるであらう。暫くしてから觀察すると、亜鉛はいくらか消耗してゐるのに對し、銅板にはその表面に新に銅が析出してゐることがわかるであらう。

この装置に於て、どうして電流が発生するのであろうか考へてみよう。

亜鉛はイオン化傾向が大きいために、同じ亜鉛イオンを含む溶液中に於て



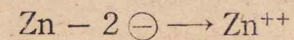
の變化によつて、(イ)の中の Zn^{++} の量を増加する。その結果、過剰の陽イオンを中和するために、(ロ)の中の SO_4^{-} は素焼を通して、移動する。同時に Cu^{++} は銅板に向かつて移動し、そこで放電して Cu となる。このやうにして、亜鉛極は正の電荷を失ふのに對して、銅極は正の電荷を得るために、兩者の間に電位差が生じる。兩者を導線で連結すると、その電位差にしたがつて、銅極から亜鉛極に向かつて電流が通じるが、それと同時に亜鉛極は更に溶解し、銅極には銅が析出する。また溶液中にもイオンの移動が行はれ、ここに溶液と



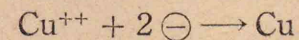
導線とを合はせた回路が出来る。さうして亜鉛極が失ふだけの電荷が、絶えず銅極によつて補はれ、亜鉛極が全部溶解するか、或は溶液中の Cu^{++} が全部析出してしまふまでは、電流が通じるのである。

〔考察〕 1. この電池に於て、素焼の筒は何の役目をするのであろうか。

さて亜鉛が溶液中に溶けるのは、亜鉛の中性の原子が2箇の電子を失つて正電荷を得ることにほかならないが、これを次のやうに示すことができる。



このやうに原子が電子を失ふ現象は、廣義に於て酸化と呼ばれる。これに對して銅が溶液中から析出するのは、 Cu^{++} が2箇の電子を獲得して、その正電荷を中和して中性の原子に戻るのであつて、次のやうに示される。



このやうに、原子が電子を得る現象は、廣義に於て還元と呼ばれる。

それ故電池では、兩極に於てそれぞれ酸化及び還元の反應が行はれるに應じて、電流が発生するのである。いひかへれば、酸化還元反應のエネルギーが、電氣のエネルギーに變換するのである。随つて電池は、このやうなエネルギーの變換を司る一つの器械であると看做すことができる。

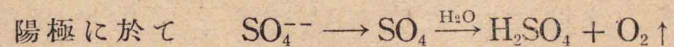
(問題) 1. 第一鐵塩が第二鐵塩に變はることは酸化であつて、その逆の變化は還元であることを説明せよ。

亞鉛と銅との組合はせに限らず、イオン化傾向を異にする任意の2種の金屬を、それぞれの塩の溶液に挿入することによつて、電池をつくることができる。この場合、兩極の間に現れる電位差は、兩金屬のイオン化傾向の差に比例する。

[研究] 乾電池の構造と機能を調べよ。

3. 蓄電池

電氣分解に於ては、電解質溶液に挿入された兩極を電源につなぐとき、溶液中に電流が通じると同時に、兩極に於て先づイオンの放電が行はれる。續いて遊離した原子または根の間に反應が行はれるのである。例へば、硫酸銅溶液の電氣分解に於ては



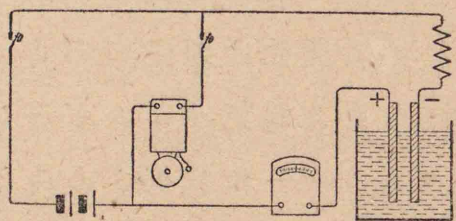
即ち陽極に於ける變化は酸化であつて、陰極に於ける變化は還元である。それ故電氣分解は、つまり電氣エネルギーを酸化還元反應のエネルギーに變換するものである。随つて電氣分解と電池の作用とは、互に逆の關係にあるものである。

(問題) 2. 食塩水や稀硫酸の電氣分解

に於て、陽極及び陰極に起る變化を説明せよ。

次に、電氣分解と電池の働とが、交互に繰返して行はれる場合があることを、實驗によつて確かめよう。

〔實驗〕 4. 電解槽に稀硫酸を入れ、これに絶縁された2枚の鉛板を挿入せよ。これを電極として、適當な直流の電源につなげ。溶液中に電流が通じると同時に分解が起り、陰極板からは盛に水素が発生するのを見るであらう。この際圖に示すやうに、適當な抵抗と電流計とを回路に挿入して、電



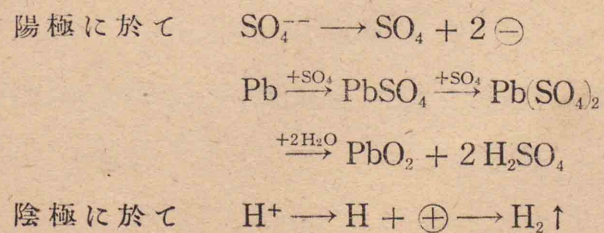
流計の針の動きを見ておく。暫く電氣分解を續けてから、開閉器を斷つて電氣分解を中止すると同時に、電鈴を挿入した別の

回路を閉ぢる。電鈴が鳴ることによつて新しい回路に電流が通じることを確認、同時に電流計の針の動く方向に注意せよ。

電鈴が鳴り止んで電流計の針が零點に復したならば、その回路を斷つて再び初めの回路をつくり、電氣分解を行へ。

このやうな操作を繰返して行つてみよ。

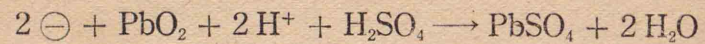
この實驗に於て、電氣分解と電池の作用とが同じ装置で交互に反覆して行はれることがわかつたであらう。この注目すべき現象は、次のやうに説明される。第一に電氣分解が行はれる場合には、外部からの電氣エネルギーの供給によつて、電極に於て次の反應が行はれる。



即ち陰極に於ては H^+ が放電して H となり、これが水素ガスとなつて發生する。陽極に於ては SO_4^{--} が放電して中性の SO_4 となるが、これは直ちに極板の Pb と反應して $PbSO_4$ をつくり、更に順次に酸化して、遂に PbO_2 をつくる。そこで、一方の鉛板はそのままになつてゐるが、他方の鉛板はその表面が PbO_2 に變化する。

電氣分解によつて、極板がこのやうな状態になつたものは、電池としての機能を發揮する。即ち兩極を導線でつなげば、 PbO_2 の極板は電池としての陽極となり、 Pb の極板は電池としての陰極となり、その間に電流を通じる。しかもその電流の方向は、電氣分解の場合とちやうど反對の向きになる。この際

陽極に於て



陰極に於て



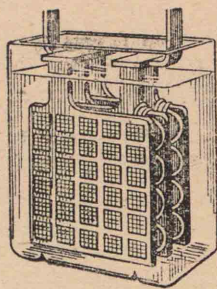
の變化が行はれ、兩極はいづれも硫酸鉛の状態になる。このやうにして、兩極が同じ状態になると同時に、電池としての働を失ふ。

しかし、再び外部から電氣エネルギーを供給して電氣分解を行へば、陽極は酸化されて過酸化鉛となり、陰極は還元されて鉛に戻り、再び電池としての機能を發揮することができやうな状態となる。この變化は繰返して行はれる。

この装置に於ては、電氣分解によつて外部から供給された電氣エネルギーは兩極の酸化還元反應のエネルギーとして蓄積される。これが即ち充電である。一旦充電されたものは電池として作用し、蓄積された酸化還元反應のエネルギーは電氣エネルギーに變換する。これが即ち放電である。このやうに充電及び放電によつて、電氣エネルギーと酸化還元反應のエネルギーとの變換が可逆的に行はれるものを蓄電池といふ。鉛蓄電池

はその代表的なものである。

実際の鉛蓄電池では豫め一方の極板に鉛,他方の極板に過酸化鉛を用ひ,これらを硫酸(比重1.25)の中に對立させてある。



鉛蓄電池

[考察] 2. 鉛蓄電池の使用に際しては,その電圧があまり落ちないうちに充電する必要があるといふ。これはどんなことを示すか。上で知つた變化と關聯して考察せよ。

6. アルミニウム

1. アルミニウムの性質

(問題) 1. アルミニウムは今日どんな方面に用ひられてゐるか。

アルミニウムは,地殻の中に最も多く含まれてゐる金屬である。しかし,これが今日の

やうに廣く利用されるやうになつたのは,比較的新しいことである。それは,この金屬の製鍊法がむづかしかつたからである。

[實驗] 1. 一片のアルミニウムを取つて,その表面をよく觀察せよ。また表面を少し小刀で削り取つてみよ。

アルミニウムが空氣中で丈夫であるのは,それが酸化されにくいためではなく,むしろ表面が酸化すると,その被膜によつて内部への侵蝕が防止されるためである。

[實驗] 2. アルミニウムの粉末を焰の中に入れてみよ。

上の實驗で知られるやうに,アルミニウムは高溫度では劇しく燃焼し,その際多量の熱を發生する。その結果,生成する酸化アルミニウム (Al_2O_3) の1グラム分子即ち

$$27 \times 2 + 16 \times 3 = 102 (g)$$

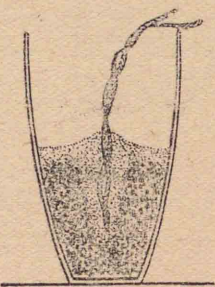
について約 380 キロカロリーの熱を発生する。この熱量を反応方程式の中に含めて示せば、

$$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \times 380 \text{ キロカロリー}$$

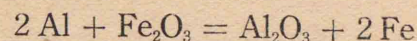
となる。

(問題) 2. アルミニウム箔が、閃光電球に用ひられるわけを述べよ。

〔実験〕 3. アルミニウムの粉末に酸化鉄の粉末を混ぜ、るつぼの半分ぐらゐまで入れ、先づこれを 100 度附近でよく乾燥してから耐火板の上に置き、るつぼ中に紐状マグネシウムを立ててこれに点火し、少し離れて観察せよ。反応が終つてから放置し、冷えた後るつぼの底に鉄の塊の残ることを見よ。



アルミニウムが酸素と結合する力は非常に強くて、酸化鉄のやうに安定な他の金属の酸化物からも、その酸素を奪ひ取つて金属を遊離する性質がある。即ち



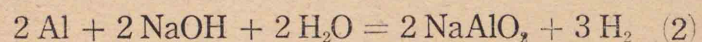
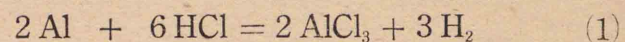
しかもこの反応には酸化アルミニウム 1 グラム分子につき約 200 キロカロリーの發熱があるので、反応が起ると非常に高温度を生じ、生成した鉄は熔融する。上の反応をちやうど起すやうな割合のアルミニウムと酸化鉄との混合物をテルミットといふ。テルミットは鉄の熔接に用ひたり、エレクトロン焼夷弾の燃焼剤に用ひたりする。

(問題) 3. 54g のアルミニウム粉末からテルミットをつくるには、酸化鉄の粉末をどれだけ混ぜればよいか。

次にアルミニウムに対する酸塩基の作用を調べてみよう。

〔実験〕 4. アルミニウムの小片を2本の試験管に取り、一方には稀塩酸、他方には苛性ソーダ溶液を加へてみよ。反応が不活潑な場合には、少しく温めてみよ。発生する氣體が水素であることを確めよ。

このやうに、アルミニウムは酸にもアルカリにも溶解して水素を発生する。その反応は次のやうに表はされる。



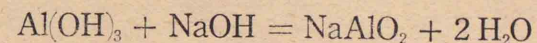
(1)の反応で生成するのは塩化アルミニウムであり、(2)の反応で生成するのはアルミン酸ナトリウムと呼ばれる。いづれも水に可溶性の塩である。このやうに酸にもアルカリにも溶解するといふ性質は、アルミニウムのほかに亜鉛・錫などに於てもみられる。

〔実験〕 5. 上につくつた塩化アルミニウムの溶液に、アンモニア水を加へよ。他

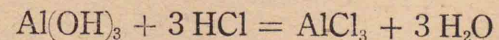
の一部に苛性ソーダ溶液を加へよ。また塩酸を加へてみよ。苛性ソーダの場合は、一旦生成した沈澱が、過剰の苛性ソーダによつて再び溶解することに注意せよ。

この実験で見られた白色の綿状沈澱は、水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ である。この沈澱反応はアルミニウムの検出に應用される。

また、この沈澱が過剰の苛性ソーダによつて溶解したのは、次の反応による。



この際、水酸化アルミニウムはそれ自身弱い塩基であるが、苛性ソーダのやうな強い塩基に對しては、むしろ酸のやうに反応するのである。また水酸化アルミニウムは塩酸に溶ける。これは、塩酸のやうな強酸に對しては塩基として反応するためである。



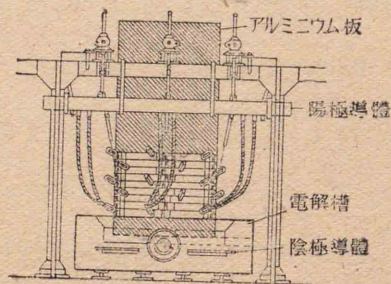
このやうな性質を兩性的であるといふ。

2. アルミニウムの製錬

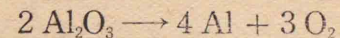
自然界に鑛石として産出するボーキサイト $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は、アルミニウム製錬の最も重要な資源である。

ボーキサイトを煨焼・粉碎した後、苛性ソーダを作用させ、アルミニウム分を可溶性のアルミン酸ナトリウムとする。この際、鑛石中に含まれる鐵の酸化物は、アルカリに溶けないために分離する。アルミン酸ナトリウムの溶液を、水で薄めて水酸化アルミニウムを沈澱させ、これを回轉爐に入れて煨焼すると、殆ど純粹に近い酸化アルミニウムの粉末が得られる。これをアルミナといふ。

アルミナ Al_2O_3 を圖に示すやうな電解槽に水晶石 $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ とともに入れ、アルミニウム板の外筒の中に泥狀炭素物質を詰めたものを陽



極とし、爐材を陰極として電氣分解する。このとき爐の中では、次の反應が起つて、アルミニウムは陰極に析出する。



近時アルミニウムの需要が激増するに伴つて、ボーキサイトの代りに明礬石・礬土頁岩・粘土などの資源を利用することが研究され、且つ實施されつつある。

(問題) 4. アルミニウムは、鐵の場合のやうに、熔鑛爐中で還元作用によつて製錬できないのは何故か。

3. 明礬

アルミニウムの化合物として重要なものは明礬である。次に明礬の結晶をつくつてみよう。

[實驗] 6. 約 10g の硫酸カリウム K_2SO_4 の結晶を、ビーカーの中でのなるべく少量の

温湯に溶かし、濃い溶液をつくる。次に約 38g の硫酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ を少量の温湯に溶かし、これを前の溶液に加へる。この中に小さな錘¹⁾をつけた糸を吊し、次の実験の時まで放置せよ。生成した結晶の形を観察せよ。

明礬の組成は $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ であるが、これは 2 種の塩が結晶水とともに結合したものである。これを水に溶かした溶液の中には、 Al^{+++} 、 K^+ 及び SO_4^- が存在する。このやうに 2 種の塩から出来上つてゐて、しかも水溶液中で各成分塩のイオンに電離するものを複塩といふ。

明礬の成分元素の中で、Al を他の 3 價の原子 Fe、Cr で置き換へたもの、或は K を他の 1 價の根 NH_4 で置き換へたものは、いづれも

1) 錘としては豫め與へられた明礬の小さい結晶を用ひるがよい。

同じ結晶形をとる。

アンモニウム明礬	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
鐵明礬	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
クロム明礬	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$

明礬は染色の際に、媒染劑として利用される。また濁り水の清澄劑としても用ひられる。

〔実験〕 7. 集氣罎 3 筒を取り、(イ)(ロ)(ハ)と符號をつける。(イ)(ロ)に濁り水を充たし、(ハ)に清水を入れる。(イ)及び(ハ)に約 5cm^3 の明礬水を加へ、よく振盪し、更にこれらに石灰水を加へてよく混合せよ。數時間または次の実験の時まで靜かに放置し、その變化を比較觀察せよ。

〔問題〕 5. 上の實驗に於ける明礬と石灰水との間の反應を、方程式で示せ。

〔考察〕 1. 明礬の清澄作用は、どうして

行はれたものであるかを考察せよ。

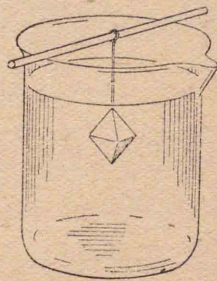
4. 結晶系

明礬は硫黄などと同じく見事に結晶する物質である。明礬の大きな結晶をつくつて、その形について詳しく調べてみよう。

[実験] 8. (1) 小さいビーカーの中に20—25度¹⁾の明礬の飽和溶液をつくり、これをそのまま静かに1晝夜放置せよ。

(2) ビーカーの底に出来た細かい結晶の中で、なるべく大きくて形の整つたものをピンセットでつまみ出し、これに細糸を結びつけよ。

(3) 500 cm³ ほどのビーカーに、(1)でつくつたと同じ飽和溶液を充たし、その中に(2)



1) この温度は室温によつて多少加減する必要があるが、夏季ならば30—35度ぐらゐが適當であらう。

で用意した結晶を、圖のやうに吊り下げよ。ごみの入らないやうに覆ひをし、放置して冷却し、溶液が自然に蒸發するに任せよ。¹⁾

このとき結晶は次第に成長するであらう。

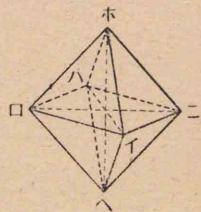
(4) 毎日1回結晶を取り出し、ビーカーには原液と同じ飽和溶液を追加して元の量にし、再び結晶を吊して、次第にその成長するのを待つ。この際、もし八面體の面に平行して他の面が現れたり、或は凹みを生じたり、または小結晶が面に着成したりするならば、それを小刀で削り、或は砥石で磨り減らし、一つの大きな八面體の結晶をつくるやうに努めよ。1週間もすれば相當に大きな結晶が得られるであらう。

[考察] 2. 上のやうにしてつくつた大きな明礬の結晶について、これが正八面體

1) 冬季はできるだけ保温装置を施して、徐々に冷すことが必要である。

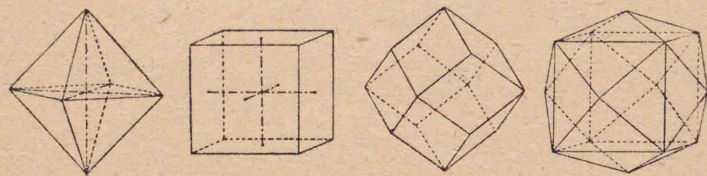
であることを調べよ。

この正八面體の結晶に於て、正四邊形の各切斷面の對角線は、圖の(イハ)(ロニ)及び(ホヘ)のや



うに、互に直交し、且つ同じ長さであることがわかる。これらを結晶軸といふ。随つて明礬の結晶は、互に直交する等長の3軸を備へてゐる。

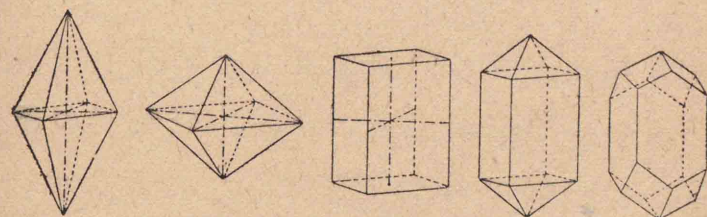
食塩の結晶や方鉛礦の結晶について同様に調べてみれば、これらは明礬と違つた外形(立方體)をしてゐるが、互に直交する等長の3軸を備へてゐる點に於て、全く明礬と同様であることがわかるであらう。このやうな性質をもつ結晶の一類を等軸晶系といふ。



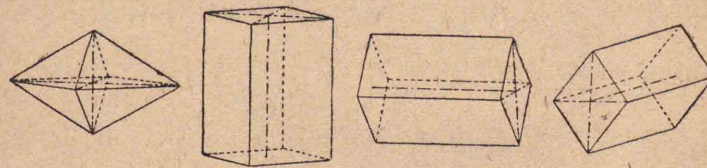
結晶は、その軸要素によつて等軸晶系以外

に、次の5種の結晶系に區別される。

(1)互に直交する3軸の中、2軸は等長、1軸は異なる長さのものを正方晶系といふ。硫酸ニッケルは、その一例である。

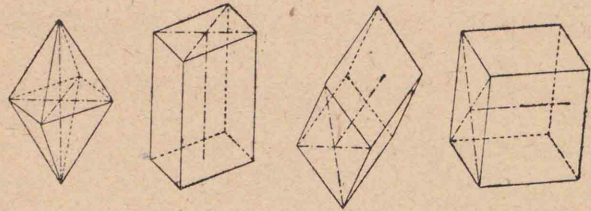


(2)互に直交する3軸のすべてが、その長さを異にするものを斜方晶系といふ。斜方硫黄は、その一例である。

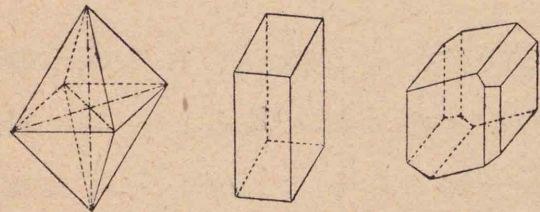


(3)3軸の中、2軸は互に直交し、1軸は他の1軸に直交し、もう一つの他の1軸に対しては斜交して、いづれも長さの違ふものを單斜晶系といふ。單斜硫黄・石膏・正長石の結晶は、

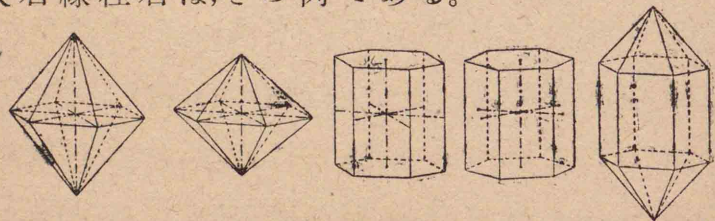
これに属する。



(4) 3軸とも互に斜交し、且つその長さを異にするものを三斜晶系といふ。硫酸銅の結晶は、その一例である。



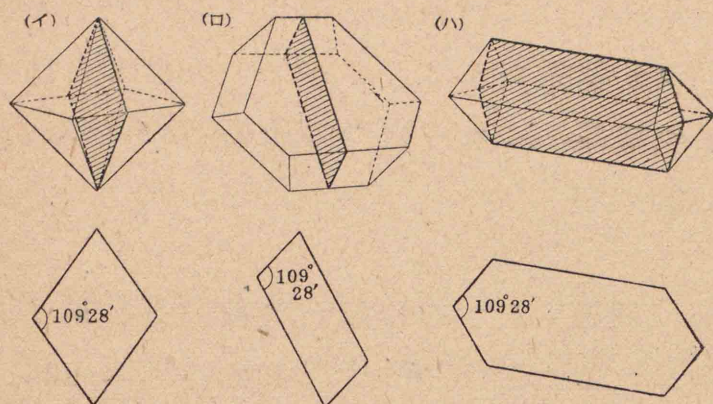
(5) 等しい長さの2軸が、一平面内に於て互に60度で交はり、異なる長さの1軸が、これらに直交するものを六方晶系といふ。水晶・磷灰石・緑柱石は、その例である。



結晶系には等軸晶系を合はせて以上の六つの分類系がある。すべての天然または人工の結晶は、これら六つの結晶系のいずれかに属する。

(問題) 6. 方鉛礦が等軸晶系に属するといふことは、どうすれば確認されるか。

天然及び人工の結晶は、たとへ同じ物質から出来た結晶系でも、それが生成するときの周囲の状況によつて、その形がいつでも常に正しく出来てゐるとは限らない。例へば、明礬の結晶は、正しく完全に成長するならば、前圖のやうに、正八面體になるが、しばしば次頁の圖のやうに或る面が著しく發達して、異様な晶相を現すことがある。このやうな場合には、前に述べたやうな方法で軸要素を見出し、それが何晶系に属するかを定めることはむづかしい。しかし、都合のよいことには、外形はどんなに變はつても、同一の物質から出来た結晶では、相對應する二面間の角度は一定してゐる。随つてこのことを手掛りにして正しい形につく



り直し、これで軸関係を調べるならば、その結晶系を定めることができる。

[実験] 9. 実験6または実験8でつくった明礬の結晶の中で、多少外形の異なつたものについて、相對應する二面間の角度を測定し、それが一定であることを確かめよ。

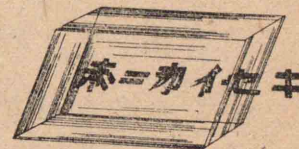
7. カルシウム・マグネシウム

1. 炭酸カルシウム

カルシウムは自然界に相當多量に存在する金屬元素である。われわれの身體を構成

してゐる金屬元素の中で、その量の最も多いものである。

自然界には普通に炭酸カルシウム CaCO_3 として産出する。しばしば一つの山全體をつくつてゐる石灰岩の主成分は、炭酸カルシウムである。また方解石は殆ど純粹な炭酸カルシウムである。方解

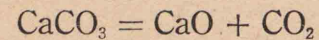


石の結晶は六方晶系に屬し、著しい複屈折を示すので、光學器械の製作に利用される。方解石の複屈折される。大理石は細かい方解石の結晶の集積したものであるが、しばしば不純物のために着色してゐる。また貝殻や卵の殻も炭酸カルシウムを主成分とする。

(問題) 1. 上にあげた物質が、いづれも炭酸塩であることはどうしてわかるか。

炭酸カルシウムは酸によつてたやすく炭酸ガスを放出するばかりでなく、これを強熱

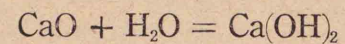
しても放出する。



このとき放出される CO_2 の圧力が 1 気圧に達するには、約 800 度の温度が必要である。ここに同時に生成する酸化カルシウム CaO は白色の物質で、通常生石灰と呼ぶ。

〔実験〕 1. 蒸発皿にいくらかの水を入れて沸騰させ、焰を去つてから、これに生石灰の小塊を 2, 3 加へよ。

このやうに生石灰に水を加へると、劇しく化合して水酸化カルシウム Ca(OH)_2 が出来る。



水酸化カルシウムを通常消石灰ともいふ。

水酸化カルシウムはかなり強い塩基であるが、水にはごく僅か (0.2%) しか溶けない。この飽和溶液の上澄みが、いはゆる石灰水である。

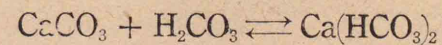
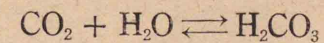
消石灰に砂などを混ぜて泥状にしたもの

が漆喰であつて、壁塗りに用ひられる。

〔考察〕 1. 已に壁の乾いた新築の家に人が住むと、壁に湿氣が出るのは何故であらうか。またどうすれば壁を早く乾燥し、且つ硬くすることができるであらうか。

〔実験〕 2. 石灰水に炭酸ガスを通ぜよ。沈澱が出来てから更に炭酸ガスを通ぜよ。生成した澄明な溶液を煮沸してみよ。

この実験の結果は、溶けにくい炭酸カルシウムが炭酸と化合して溶け易い重炭酸カルシウム $\text{Ca(HCO}_3)_2$ となり、その反応が熱によつて逆行したものと考へればわかるであらう。これを方程式で示せば次のやうである。



(問題) 2. 石灰洞に於て石筍^{せきじゆん}や鐘乳石^{しようにゆうせき}の出来るわけを、上の反応を基にして説明

せよ。

2. 石膏

自然に産出する石膏は $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の組成を有する。透明な菱形の結晶として、或は時に絹絲光澤を有する絲狀の結晶として現れ、割合に柔軟で、脆くないのが特徴である。



石膏

石膏を焼くと、約 120 度で結晶水の $\frac{3}{4}$ 量が放出され、結晶が崩れて粉末となる。これがいはゆる焼石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ である。これに適量の水を加へてねつた糊狀物質は、暫く放置すると固化し、更に乾燥すると一層硬くなる。糊狀物質は著しく塑性をもち、且つ硬化する際膨脹するので、塑像の製作に用ひられる。

〔實驗〕 3. 糊狀の石膏を 2 枚の貨幣の間にはさんで型を取つてみよ。

石膏を 200 度附近で長時間熱すると、全く結晶水を失つて、水を加へても再び結晶しなくなる。このやうな状態になつたものを、焼過石膏といふ。

〔考察〕 2. 石膏の硬化と漆喰の硬化とを比較考察せよ。

硫酸カルシウムもまた水に溶けにくい塩であるが、多くの鑛泉は多少これを含んでゐる。鑛泉の中から、石膏や霰石あられいしの結晶が析出することは珍しくはない。

炭酸カルシウムを塩酸に溶解すると、塩化カルシウム CaCl_2 の溶液が生成する。これは水に溶け易い塩で、6 分子の水とともに結晶する。結晶水のない塩化カルシウムは、強く濕氣を吸収する性質があるので、乾燥劑として用ひる。

(問題) 3. 今までに知つた幾つかの乾

燥劑について、それらの特徴を比較せよ。

3. マグネシウムとその化合物

マグネシウムもまたカルシウムに次いで、自然界に比較的多く存在する金属元素である。自然界に産するマグネシウム化合物中、最も広く分布してゐるのは炭酸マグネシウム $MgCO_3$ で、マグネサイトといふ鑛石の主成分をなしてゐる。山嶽地方に蓄積する白雲石といふ岩石は、炭酸カルシウム・炭酸マグネシウムの複塩 $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ である。海水から食塩を結晶させた残りの母液即ちにがりには、約2%の塩化マグネシウム $MgCl_2$ を含む。

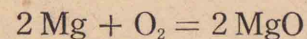
金属マグネシウムを得るには、無水の塩化マグネシウムを熔融して電氣分解する。

マグネシウムは純金属としてよりは、いはゆる軽合金の材料として近時益々その重要性

1) この際融劑として、塩化カリウムまたは塩化ナトリウムを混ぜる。

が認められて來た。

マグネシウムは高温で劇しく燃焼し、強烈な光を出す。



この反應には酸化マグネシウム2グラム分子につき、288キロカロリーの發熱がある。

[考察] 3. マグネシウムの燃焼に際して、強烈な光が發散するわけを考察せよ。

酸化マグネシウムは軽い白色の粉末で、水と化合して水酸化マグネシウム $Mg(OH)_2$ をつくる。水酸化マグネシウムは水酸化カルシウムよりも、一層水に溶けにくい塩基である。

鑛泉や井戸水などで石鹼のよくきかない水のあることは、われわれの經驗するところである。これらの水は大體その中に比較的多くの Ca^{++} または Mg^{++} を含んでゐて、硬水と呼ばれる。これに對して、天然水でも、例へば雨水のやうに石鹼のよくきくものは、軟水と呼ばれる。

(問題) 4. 水の中に Mg^{++} または Ca^{++} があると、石鹼はどう變質するか。石鹼の組成を想ひ起して、これを説明せよ。

8. 合金

1. 合金の性質

先に、鐵の性質がその中に含まれる他物質特に炭素の量によつて支配されることを知つた。一般に一つの金屬は、これに他の金屬または非金屬を加へることによつて、著しくその性質を變へるものである。例へば、銅は優れた電氣の導體であるが、これに亜鉛を加へた黄銅の電氣傳導率は、純銅の傳導率の $\frac{1}{3}$ 以下である。アルミニウムは軽い、あまり強靱でない缺點をもつてゐる。しかしこれに少量の銅・マンガン・マグネシウムなどを加へてつくつたジュラルミンは、甚だ強靱である。

このやうな事實を應用すれば、適當な金屬の組合はせによつて、いろいろな特性をもつたものをつくることができる。これが合金であつて、今日では多くの金屬は純金屬として用ひるよりも、合金の材料として用ひる方が遙かに多い。今日つくられてゐる合金は數千種に及ぶが、その研究の前途はなほ非常に有望である。

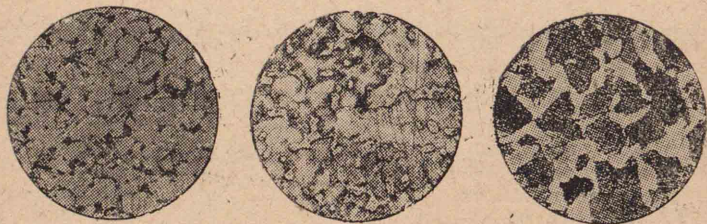
實驗室で合金を試作することは容易でないが、次に簡単な場合について試みよう。

[實驗] 1. 鉛と錫とをほぼ同量 (2—3g) 秤量せよ。兩者を磁製のるつぼに入れ、上方に少量 (0.5g 以下) の炭酸ナトリウムの粉末を撒布せよ。るつぼを熱して、内容物を融かせ。熔融物を木片上の孔の中に流し出し、冷却してから固まりの性質 (硬さ・融點) を調べよ。それらの性質を各成分金屬のものと比較せよ。

ここに出来たものは鉛と錫との合金(はんだ)であつて、その性質はいづれの成分金属よりも硬さは増し、融點は低い。

この実験で見られたやうに、合金は2種または數種の金属を熱して、一旦一しよに融かし、均質な混合物をつくり、これを放冷して固まらせてつくる。この際各金属は、凝固するときにはつきりと層に分れることがなく、全體として均質に混じり合ふか、或は微結晶の入り亂れた構造をとる。鋼は炭素を一成分とする一種の合金である。鋼でみられるやうに、合金の性質はその成分の配合ばかりでなく、熱處理の如何によつても影響される。

合金については、その組織を調べることが



黄銅

青銅

鋼

重要であるが、それには小さい塊を切斷して断面をよく磨き、且つ組織をわかりよくするために薄い酸で腐蝕する。このやうに處理した切斷面を、顯微鏡下で直接觀察するか、或は寫眞にとつて調べる。

〔實驗〕2. 反射顯微鏡を用ひて任意の合金の表面の組織を觀察せよ。

2. いろいろな合金

次に主要な金属と、その合金について列記する。

(1) 銅の合金

銅を主成分とする合金は多數あるが、その代表的なものは、黄銅(Cu, Zn)、青銅(Cu, Sn)で、已に古代から利用されたものである。銅・錫のほかに少量の燐を含む燐青銅、或は銅・亜鉛のほかにマンガンを含むマンガン青銅は硬さも高く、腐蝕し難いので、船の推進機やいろい

ろな機械の軸などに用ひられる。

(2) 銀の合金

銀貨幣は通常10%の銅を含んでゐる。銀の合金は高級な食器や美術工藝品の製作にも用ひられる。

(3) 鉛の合金

鉛は低温度で融ける金属であるが、これは更に融點の低いはゆる易融合金の材料となる。活字金は鉛のほかにアンチモンを含み、はんだは錫を含んでゐる。はんだの融點は約275度である。なほ鉛弾丸は砒素またはアンチモンを含む。

(4) ニッケル・コバルトの合金

ニッケル及びコバルトはともに鐵に似た金属であるが、その表面は光澤をもち、空气中で錆びにくい。これらはいづれも特殊鋼の原料として重要である。銅にニッケルを加

へたものは、鋼のやうに硬く、比重が大きいので、小銃の弾丸に用ひられる。また腐蝕に耐へるので高圧蒸気機関の弁に用ひる。洋銀は銅・亜鉛・ニッケルの合金であり、腐蝕に対する抵抗力が大きい。ニクロムはニッケルのほかクロム・マンガン・鐵を含む。高度の電気抵抗を有するので、電熱器・電気爐などの加熱線に用ひられる。

(5) クロム・マンガンの合金

クロム及びマンガンはいづれも硬く、融點の高い金属であるが、特殊鋼の原料として重要である。

(6) タングステン・モリブデン・バナジンの合金

これらもまた硬さ・融點の高い金属であつて、主として特殊鋼の製造に利用される。タングステンはその純金属が極めて繊細な線にひかれ、しかも強靱であり、強熱に耐へるの

で、電球の織條として用ひられる。またタンダステンと炭素との化合物は、金剛石に近い硬さをもつた結晶である。

(7) アルミニウム・マグネシウムの合金

アルミニウム及びマグネシウムも金属自身としてよりは、いはゆる軽合金の原料としての需要が大きい。5—12%のアルミニウムを含む銅はアルミニウム青銅と呼ばれ、輝いた黄金色をもち、高度の強靱性を有する。マグナリウム(Al 70, Mg 30), ジュラルミン(Al 95, Cu 4, Mn 0.5, Mg 0.5) は、ともにもかなりの硬さと強靱性を有し、空气中に於て變質しにくく、軽く且つ細工し易い。これらの特性によつて、航空機資材として缺くことのできないものである。エレクトロンメタルはマグネシウムを主成分とし、少量のアルミニウム・亜鉛・マンガン・カドミウムなどを含む軽合金である。その比重はマグナリウム・ジュラルミン

よりも小さく、しかも相當の硬さをもつてゐるから、航空機・自動車などの製作に用ひ、またエレクトロン焼夷弾の弾筒をつくるのに用ひられる。

(8) 水銀の合金

水銀の合金を一般にアマルガムといふ。銅アマルガムは一種の金属セメントで、金属や陶器の接合剤として用ひられる。錫・カドミウム・パラジウムのアマルガムは歯科醫が齒間の充填劑として用ひる。

[研究] 航空機或は自動車の各部分に用ひられてゐる合金と、それらの特性について調べよ。

地球

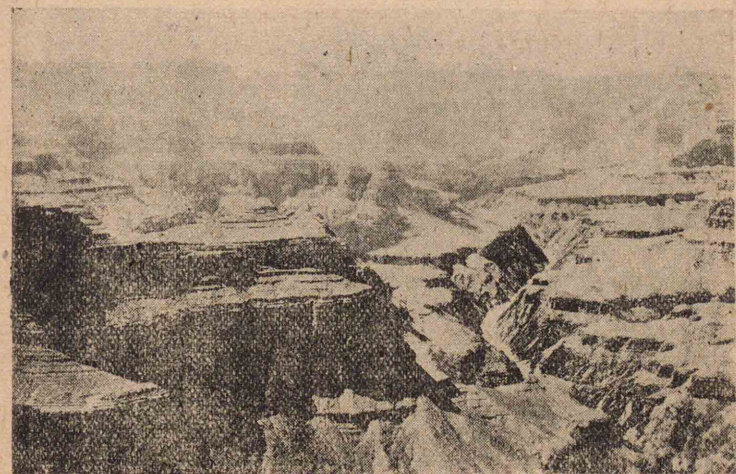
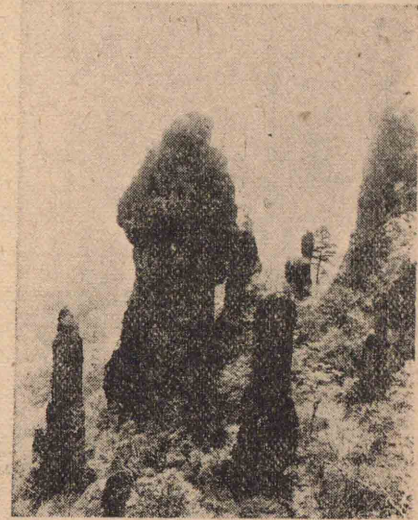
1. 地表の變化と地殻の變動

1. 侵蝕と堆積・隆起と沈降

地球の表面には、陸や海や、山や谷や、平野や河などが複雑に分布してゐる。これらの有様は、どういふ経過によつてでき上つたのであらうか。また山や崖に現れてゐる岩石を観察すると、砂が固まつたもの、丸い砂利が集まつたもの、角ばつた礫が集まつたものや、またさうでなくて緻密なひと續きになつてゐるものもあり、それらがいろいろに重なり合つてゐる。これらの岩石やその分布は、どうして形成されたのであらうか。これらを正しく解釋すれば、地球が昔から経過して來た歴史を知ることができる。

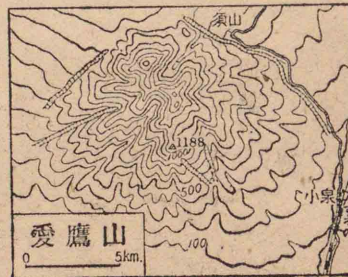
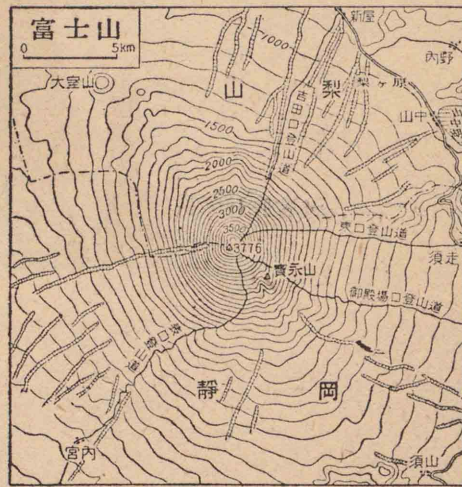
現在でも、河は土地を削つて、その土砂を下

流や海に運んでは堆積させてゐる。地震に際しては、土地が隆起したり沈降したりする。火山が噴火すれば、火口から熔岩が流れ出たり灰や岩塊を飛ばしたりする。何億年といふ長い間、地球上にはかういふことが繰り返して行はれて來

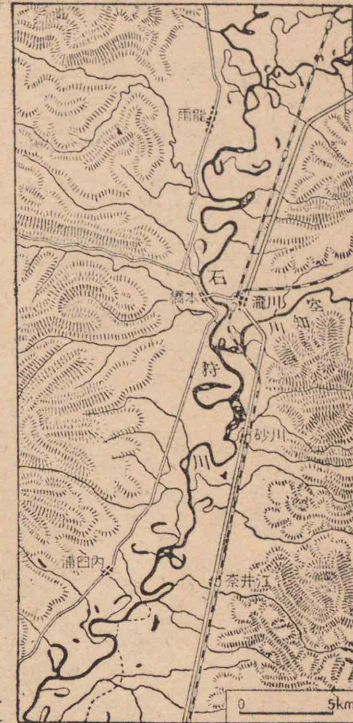


たのである。また地表に露出してゐる岩石は、気温の變化、雨や氷、或は生物の作用などによつて、次第に崩されて土壤となつていく。これが風化作用である。このやうに、地表にはいろいろな作用が働いてゐる。

〔考察〕 1. 海の波浪、河・降雨などが、地形にどんな影響を與へるか。145—147頁(上)の圖などについて考へてみよう。



或る地域が、非常に長い間侵蝕を受け続けたなら、どんな地形になるであらうか。海面上の部分は結局削り取られて、遂には海面にすれすれの平野となつてしま



ふであらう。このやうにして出来る平坦な土地を準平原といふ。かういふ所が隆起すれば高い所にひと続きの平らな場所を生じ、そこに侵蝕が働けば谷が刻まれ、遂にはまた海面上の部分が削り取られてしまふ。北上山地の地

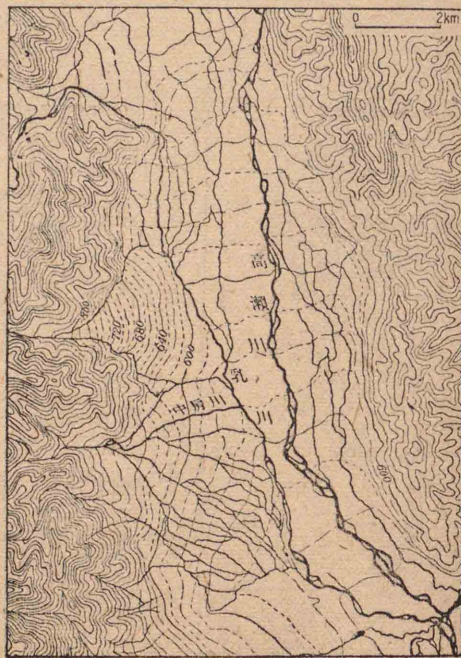
形などは、この中ほどの状態であると考へれば、よく理解することができる。

このやうに、いろいろな条件によつて地表がどんな状態になるかを考へておけば、或る地形を見て、それがどのやうな経過によつて出来たものであるかを推定することができる。

侵蝕は地形を崩していく破壊の作用であるが、削られた土砂は結局どこかに堆積してゐるのであるから、一方では建設の作用が行はれてゐるわけである。

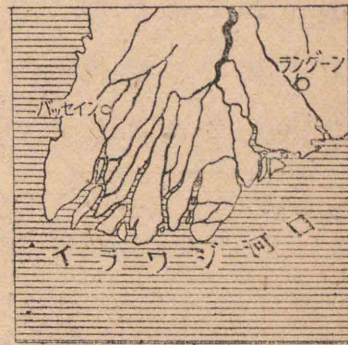
〔考察〕 2.

148・149頁の圖に示したやうな地形は、どう



いふ経過で出来たのであらうか。

陸地は徐々にではあるが、隆起したり沈降したりしてゐる。現在でも精密な測量を行つて

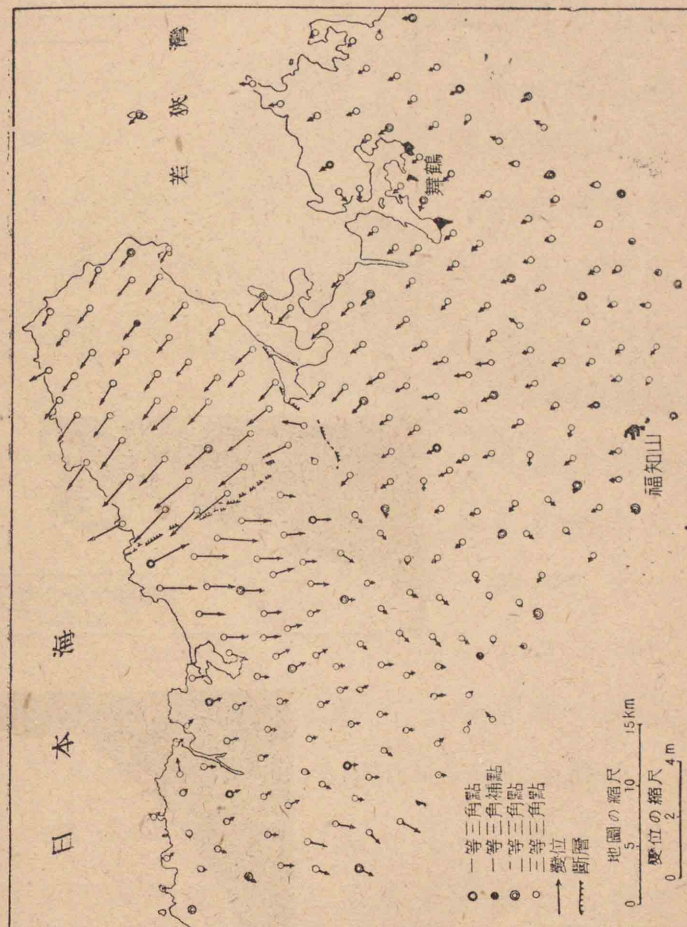
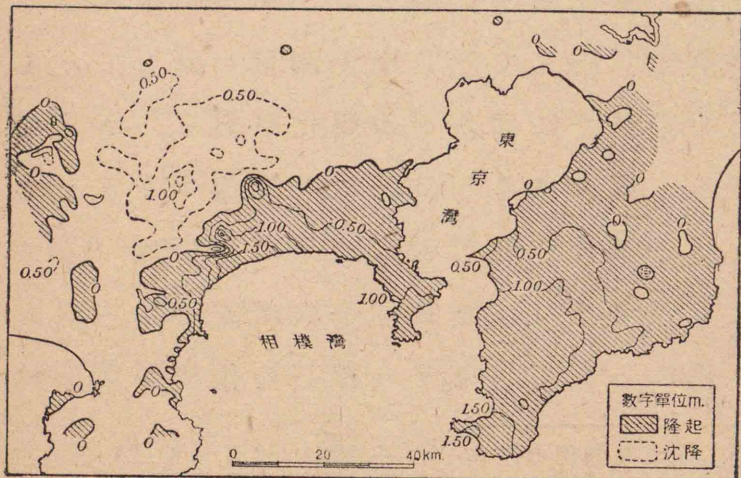
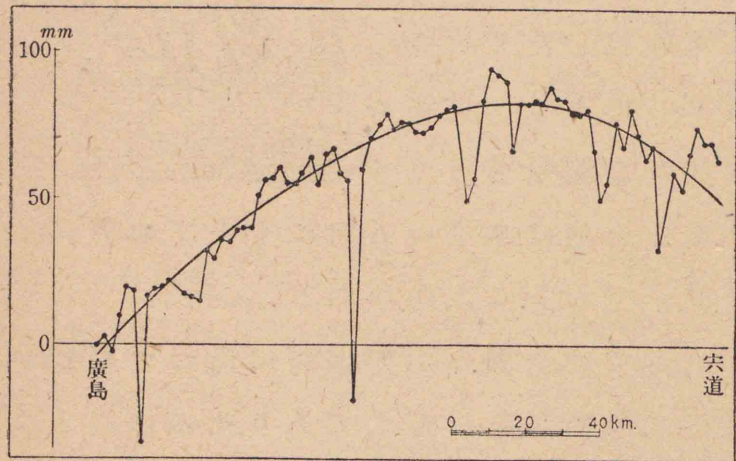


みると、土地は水平の方向にも上下の方向にも動いてゐることがわかる。

日本では、全国の主要道路に沿つて約2km毎に水準點が設けられてあり、その標石の高さが非常に精密に測られてある。數年または數十年隔てて同じ所を測量し直してみると、その高さには若干の變化があるのが常である。假りに1年に1mm隆起するとしても、同じ割合で進行すれば十萬年には100mにも達する。また日本全国に互つて三角點¹⁾が設けられてあり、その標石の位置が精確に

1) 陸地測量部の五萬分の一地圖の適當なものを取り、三角點・水準點の位置を調べてみよ。

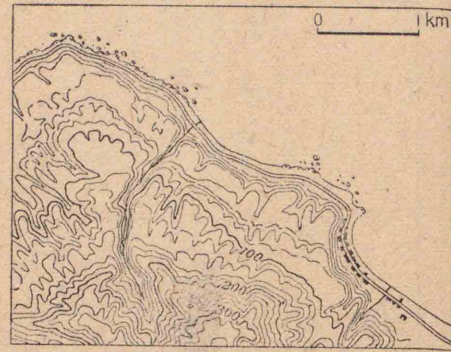
測られてあるが、これらの相対的の位置も永年の間には變化して行く。殊に激しい地震に際しては、これらの變形は急激に進む。



前頁の上圖は、明治24年から大正10年までの広島宍道間の水準線路に沿つた高さの變化を、その下圖とこの頁の圖は、關東地震・丹後地震による土地の變形を示したものである。

現在高い山となつてゐる地層の中から、貝殻やそのほかの海の生物の遺骸が、化石とし

で見出されることなどから考へると、これらの變形は非常に古い時代からも絶えず行はれて來たに相違ない。



われわれが今日見るやうな地形や岩石の重なり方は、このやう



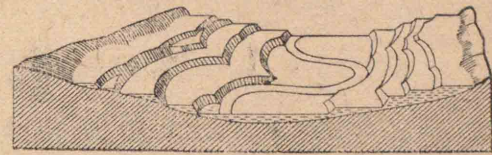
に侵蝕や堆積や、また隆起や沈降が、長い年月の間交錯して行はれた結果生じたものである。



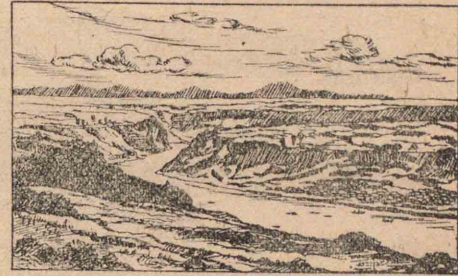
〔考察〕 3. 陸地が

隆起したり沈降したりすれば、海岸の地形はどうなるであらうか。

緩く流れてゐる河が、陸地の變動によつ



てその勢を増せば侵蝕が盛になり、谷をえぐつて兩岸に舊い河床を残すことになる。



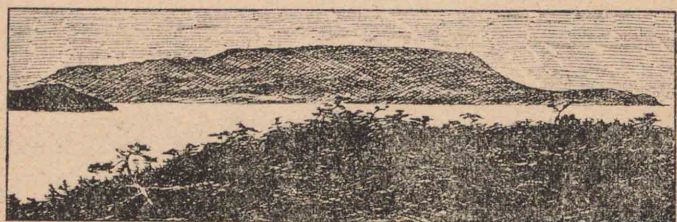
かういふのを河岸段丘といふのである。

2. 火山

地表では侵蝕・堆積・隆起・沈降の作用が行はれてゐるが、また一方に於ては、ところどころに火山があり、噴火して地貌を變化させてゐる。現在活動してゐたり、またその記録が残つてゐたりしなくても、嘗つて噴火した證據のある所がたくさんある。

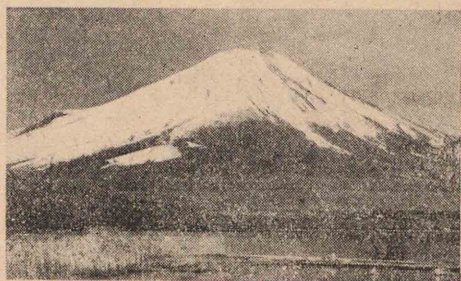
火山は、地下の深い所から高温の熔岩が流れ出したり、また塊となつて飛び出したり、或

はまた元來そこにあつた岩石が吹き飛ばされたりして、それらが積み重なつて山をなしてゐるものである。噴き出す岩石の種類や



噴火の様子などによつて、いろいろな形の火山ができる。熔岩のほかに火山から噴出す

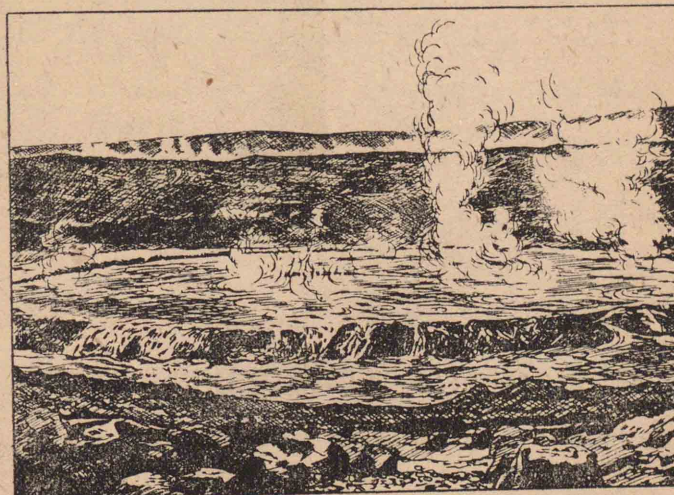
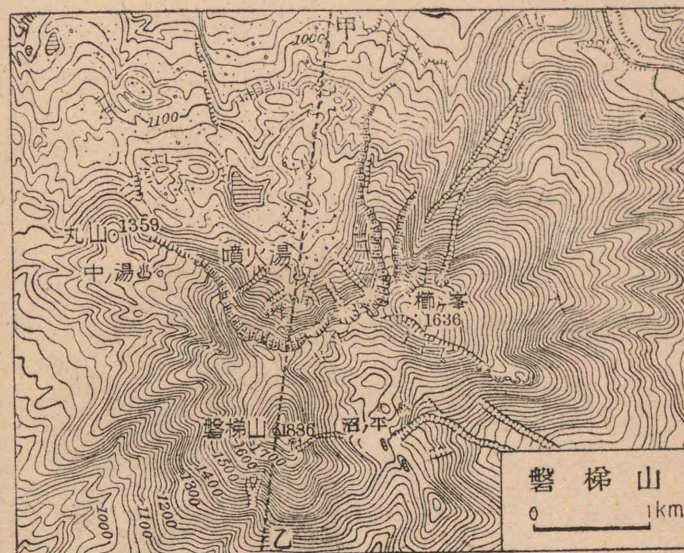
主なものは、水蒸氣・塩化水素・硫化水素などの氣體、火山



彈・火山礫・火山灰などの碎片物である。

噴火の様子にもいろいろなものがある。猛烈な爆發を起して山を破壊してしまふやうな噴火は、甚だ危険で被害も大きい。明治21年の磐梯山の爆發などはこれである。ま

たハワイのキラウエヤ火山のやうに、火口に



灼熱の熔岩が湛へられ、ときどきそれが静かに流れ出すだけで、その直ぐ傍までいくことができるといふものもある。最も普通なのは兩者の中間の形式のもので、爆發があつてそれから熔岩が流れ出すといふ順序をとるものである。大正3年の櫻島の噴火や昭和15年の三宅島の噴火などは、この種のものであつた。



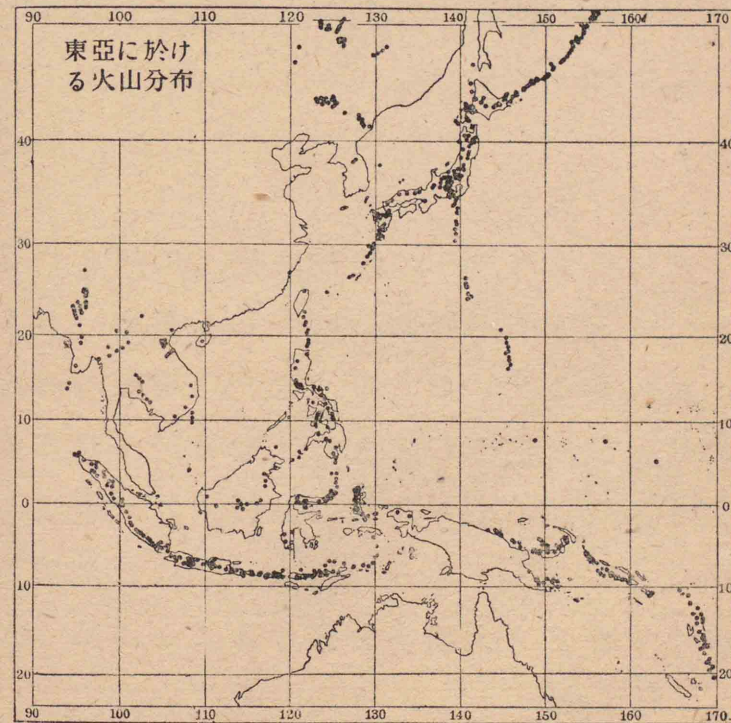
櫻島の噴火

(問題) 1. 前頁の磐梯山の圖で、甲乙の線で截つた断面圖をつくれ。

火山は、噴火を繰返してゐるうちに次第にその活動が衰へ、永年の間には遂に活動が止んでしまふ。現在ときどき噴火するものを活火山、歴史にその記録はあるが現在では殆

どその様子を示さないものを休火山、活動の記録はないが觀察によつて火山とわかるものを死火山といつてゐるが、その間にはつきりした區別があるわけでもなく、また休火山といはれたものが大爆發をした例もある。

火山も常に侵蝕を受けてゐるから、次第に谷が刻まれ、火山體の内部の高溫の部分



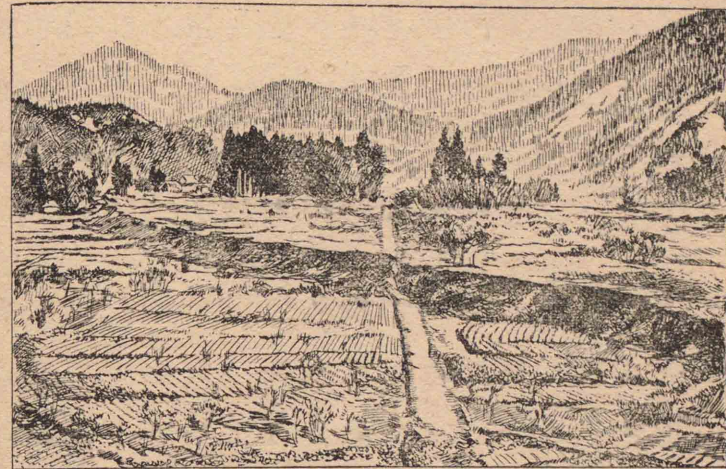
表に近くなり、熱い水が出て来るやうになる。その水も、元來火山内部にあるものが出て来ることもあり、また單に地表から滲み込んだ水が温められて出て来ることもある。これが温泉である。

〔考察〕 4. 火山は現在どのやうな地勢の所に多いか。前頁の圖について調べよ。また164・165頁の震央の分布圖¹⁾とも比較してみよ。

3. 地震

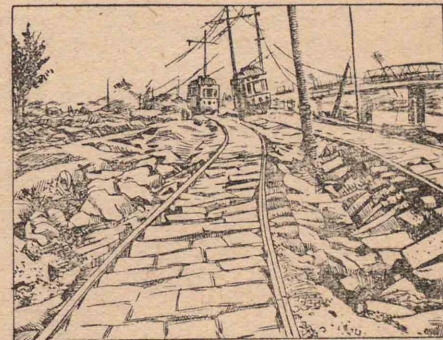
前に學んだやうに、地殻は徐々に絶えず變動してゐるが、それが特に著しく認められるのは地震のときである。大きい地震のときには、地殻に數十料、ときには數百料に及ぶ大きな斷層²⁾が出来、その兩側が相對的に數米も變位することがある。殊に日本には地震が多く、ときどき大損害を受けることがあるか

1)2) 後で學ぶ。



ら、われわれはよくその本性を究め、震災防止に努力しなければならない。

大正12年の關東地震では、十餘萬の生命が失はれた。人體に感じる程度の地震は、日本全國で、1年に約千數百回、被害を生じる程度の地震は、平均1年に1回ぐらゐ起つてゐる。

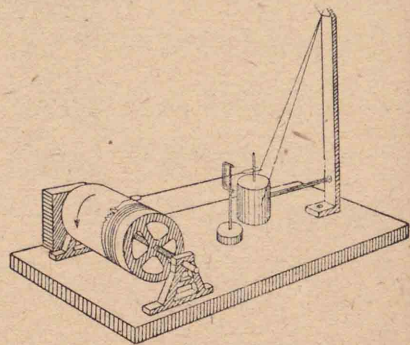


〔實驗〕 長さ1mぐらゐの絲で錘を吊

した振子をつくり、その頭を水平に振つてみよ。往復1秒以下で速く振つたとき、2秒で振つたとき、それよりゆつくり振つたときなどで、錘の運動の有様を比較せよ。

この実験によつて、振子の周期に比べて頭を速く振れば、錘は殆ど一箇所に止まつてゐることがわかつたであらう。地震の振動の周期よりも長い周期を有する振子をつくれば、その振子の錘は地震のときにもあまり動かないで空間に止まるから、これと比較して地面がどう揺れたかを記録させることができる。この装置が地震計である。地震計に變位を書かせるた

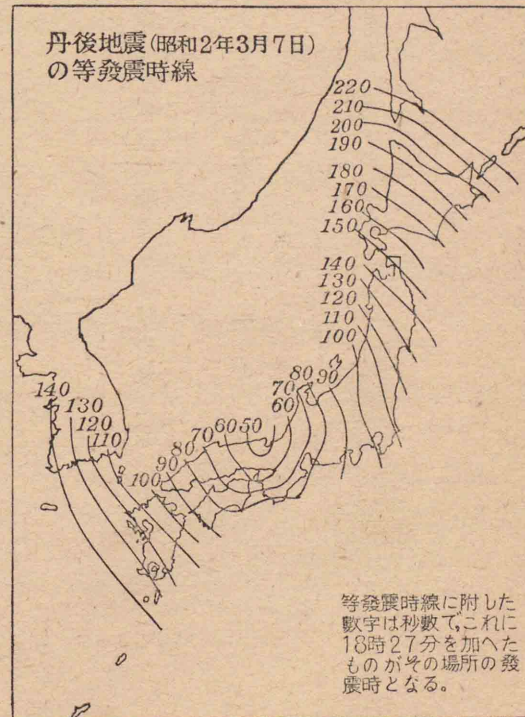
めには、振子の周期の長い方が望ましいから、そのためにいろいろな工夫がなされてある。圖

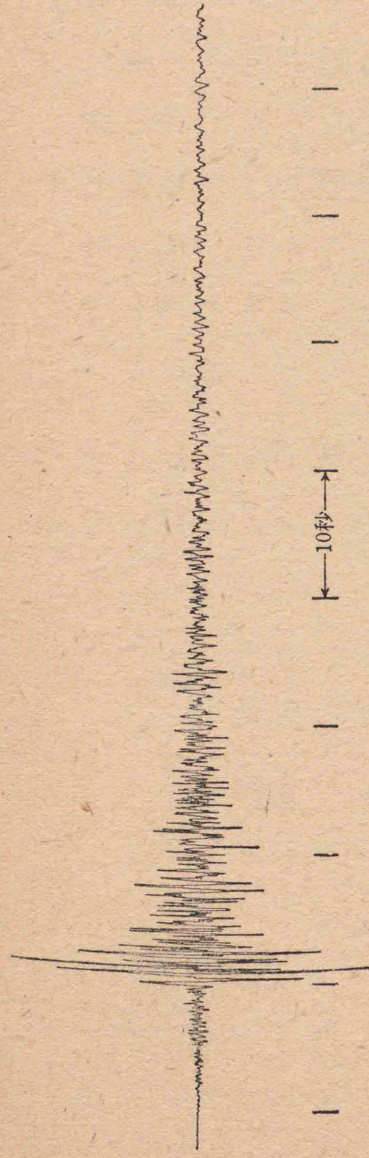


に示したのもその一つで、振子の回轉軸を鉛直に近づけ、錘が水平に近い面内で動くやうにして、周期が長くなるやうに工夫したものである。次頁の圖は、このやうな地震計によつて得られた地震記象である。地震はこのやうに、初めはがたがたと小さく揺れ、暫くしてから急にゆさゆさと大きく揺れる。初

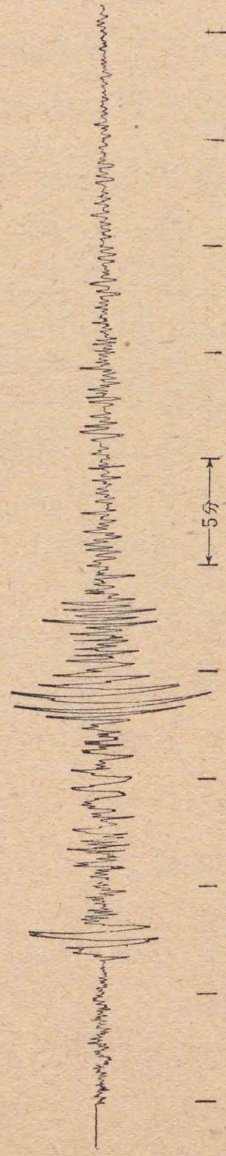
めの小さく揺れてゐる部分を初期微動といふ。初期微動のときから既に大きい地震は警戒しなければならない。

各地に地震計を設け





茨城縣東南部の地震を東京で記録したもの



インドの地震を東京で記録したもの

て、地震が始まる時刻を測ると、或る點を中心として圓形に擴がり、凡そ8km/秒の割合でだんだん遅れていく。また初期微動が終つて、急に振動が大きくなる時刻も、同じ點を中心として約4km/秒の割合で遅れていく。これらの二つの振動は同時に震原を發し、相異なる速度で地殻を傳はつていく波動である。もつとも、これらの振動が傳はる速度は、岩石の弾性や密度によつて異なるから、正しい圓形を成して擴がるわけではない。

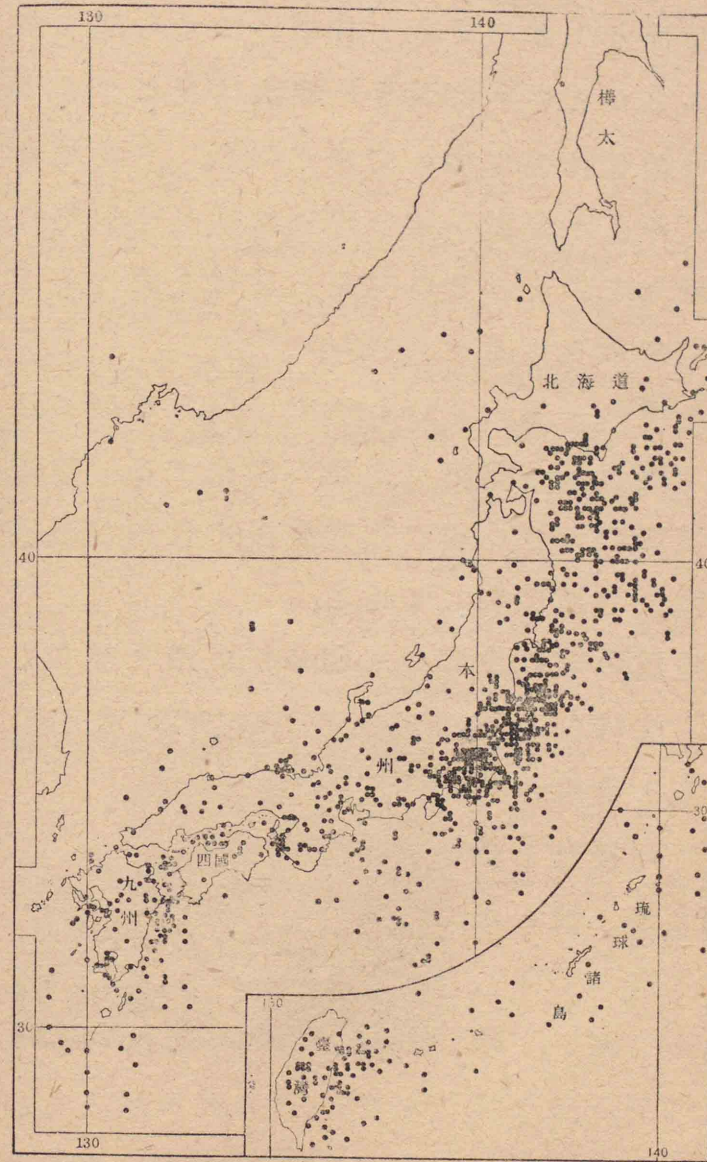
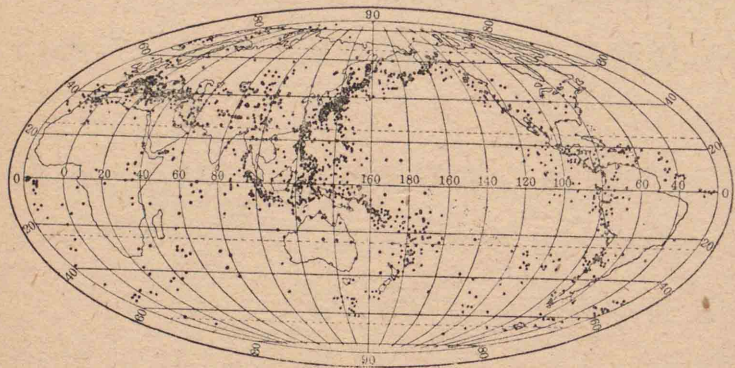
(問題) 2. 震原から d km の距離にある點では、初期微動は何秒間續くか。また初期微動が t 秒ならば、震原までの距離は幾軒か。

(問題) 3. 初期微動が東京で14秒、長野で25秒、大阪で39秒であつたとすれば、この地震の震原はどの邊か。

この問題のやうな方法によつて、震原の位

置を求めることができる。地表に沿つて擴がつていく地震波の圓の中心は、震原の眞上にあたる點で、これを震央といふ。震央でも、初期微動の時間は必ずしも0ではない。これは、震原が地表から深い所にあることを示してゐる。研究の結果によると、大多數の地震は地下60km以内に起るが、ときには數百軒の深さに起るものもある。

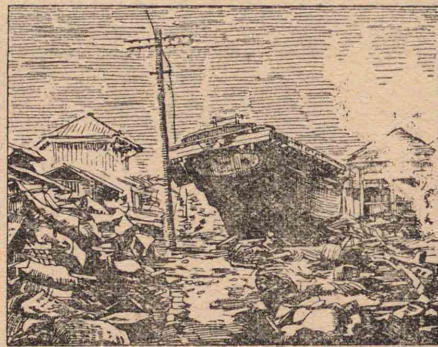
〔考察〕 5. 下の圖と次頁の圖は、世界及び日本に於ける震央の分布を示したものである。地震の多いのは、現在どういふ地勢の所か。



地震は1年中或は1日中いつでも起るが、どちらかといへば大きい地震は夏に多く、小さい地震は冬に多い傾向がある。また統計的にみると、地震が起る時刻は、例へば氣壓の配置などのやうな外界から影響を受けることが認められる。

地震の一番大きいものでは、震原地域では數十糎以上の振幅で土地が振動する。地震の振動は、大きい順に烈震・強震・中震・弱震・輕震・微震などに區別してゐる。

地震の際に、海底の一部分が急激に隆起したり沈降したりすると、海水が甚だしい擾亂を受け、大きな波となつて海岸に押し寄せて來る。特に細長い灣の奥などでは、その波が陸上に打ち上げて著しい損害を生じることがある。



2. 地層と地質時代

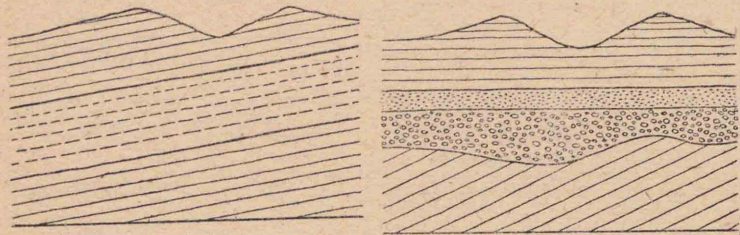
1. 地層

河によつて運ばれた土砂が堆積していくとき、地層は水平に形成され、新しく堆積するものは古く堆積したものの上に載るのは當然である。随つて、現在陸地に於て傾いた地層が觀察されたならば、そこは堆積後、隆起と傾動とを受けたといふことが判斷され、また古い地層が新しい地層の上に載つてゐるならば、そこには大規模な變動があつたことが判斷される。

〔考察〕 侵蝕を受けた地域が沈降して海底となり、その上に砂などが堆積した後、またそこが隆起したとするならば、地層のどのやうな重なり方が觀察されるであらうか。

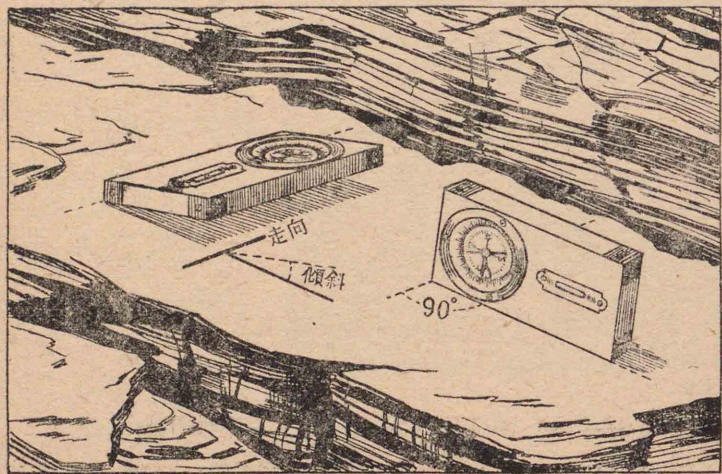
新舊の地層が連續して平行に重なり合つ

てある状態を整合,さうでない状態を不整合といふ。不整合があれば,その上の層が堆積

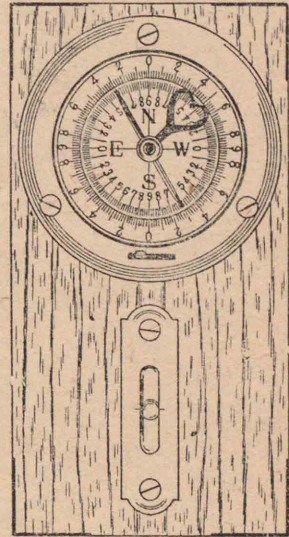


する前に,土地は一旦隆起して侵蝕を受けたといふことがわかる。

このやうに,地球上にいろいろな變動が起れば,それに應じた岩石の重なり方や地形を生じるのであるが,年代が経つにつれて地形



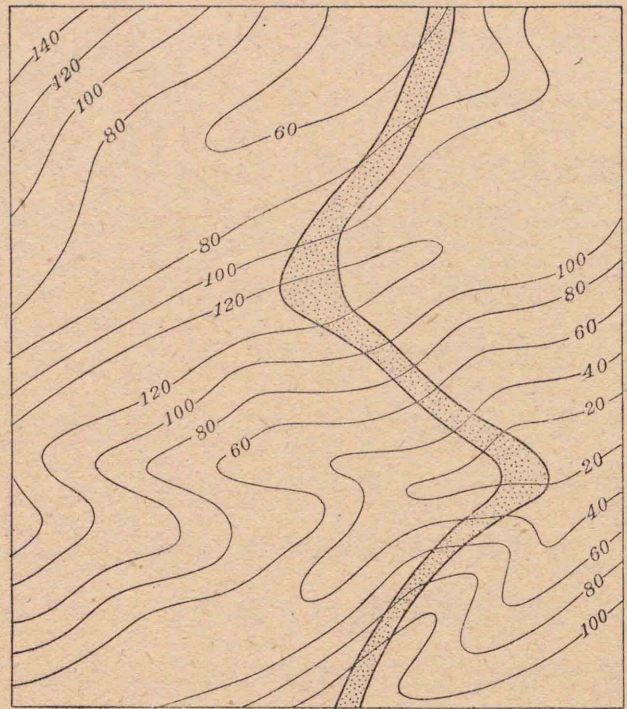
は次第に破壊されてしまふから,非常に古いときの状態を推定する手掛りとしてわれわれが観察し得るものは,岩石の種類と地層の走向・傾斜・重なり方だけになつてしまふ。



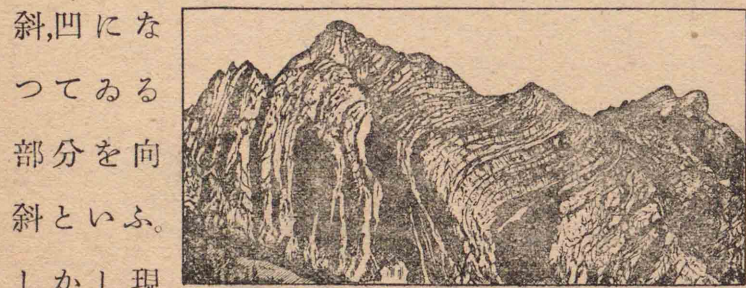
地表に於ける岩石の分布を示す圖が地質圖であるが,それと等高線とを對照して,いろいろな岩石の重なり方を推定していくことができる。

(問題) 次頁の圖に示された地層の傾斜と厚さを求めるために,露頭の位置を甲乙の線に投影してみよ。

堆積當時は水平であつたに相違ない地層が,現在ではいろいろに傾き,全體を大きく見ると,ひと続きの層が大きな皺をなしてゐる

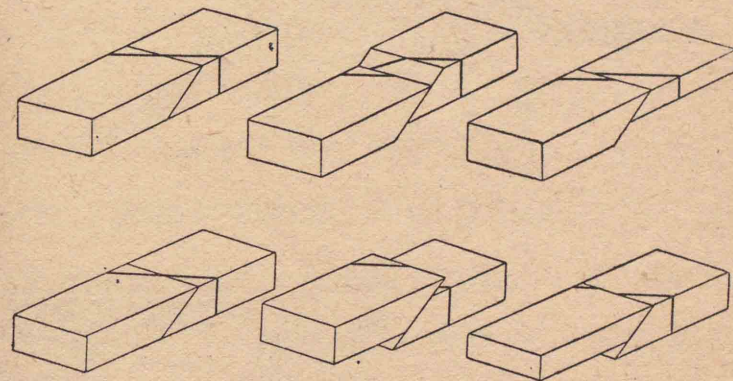


所がある。この地層の皺は褶曲と呼ばれ、それが上に向かって凸になつてゐる部分を背斜、凹になつてゐる部分を向斜といふ。



在の山や、そのほかの高くなつてゐる所は、必ずしも背斜の部分ではなく、却つて反対な場合の方が多い。これは、背斜の部分は侵蝕に對する抵抗が弱いからである。

地層が廣い範圍に互つてひと續きになつてゐないで、ところどころで斷ち切れて、食違

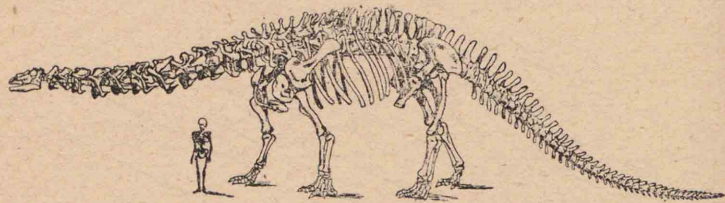


ひを生じてゐる場合がある。この部分を斷層といふ。斷層によつて劃された二つの部分の片方が、圖のやうに斷層面に沿つてずり落ちたやうな形式のものと、ずり上つたやうな形式のものがある。これを、それぞれ正斷層・逆斷層といふのである。比較的新しい

断層は、現在の地形でもよく見られることがある。

2. 地質時代

いろいろな地層の重なり方の上下の関係



を調べていけば、これらの地層の新舊の順序を定めることができる。それらの地層の中から、それが堆積しつつあつたときに棲息してゐた動物や植物の遺骸が、化石として取られることがしばしばある。このや



うな事柄を系統だててよく調べていけば、どの地層が堆積する頃にはどんな生物がゐたかといふことがわかる。そのなかで、或る時代の地層のみにしか見出されない化石がある。これは、その地層が堆積した時代にのみ棲息してゐた生物で、後に絶滅してしまつたものである。それ故、ほかの地方でそれと同じ化石を含む地層があれば、直ちにその地層は、さきの地層と同じ時代に堆積したものであることが判定されるわけである。この意味で、このやうな化石を標準化石といつてゐる。

化石の研究を進めると、どの種類の生物はいつ頃から地球に発生し、いつ頃繁榮し、またその後どうなつたかを辿ることができる。次頁の圖は、以上のやうな立場から、化石の種類を基として分けた地質時代と、生物の発生と、その後の變遷とを示したものである。

主要生物		人	哺乳類	鳥類	爬虫類	兩棲類	魚類	節足動物	軟體動物	腔腸動物	原生動物	被子植物	裸子植物	羊齒類	藻類
地質時代		類	類	類	類	類	類	類	類	類	類	類	類	類	類
新生代	第四紀	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	第三紀		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
中生代	白堊紀		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ジュラ紀		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	三疊紀		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
古生代	二疊紀			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	石炭紀			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	デボン紀			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ゴトランド紀			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	オルドビス紀			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
カンブリア紀			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
原生代															
始生代															

3. 岩石

1. 堆積岩

堆積岩は、上で學んだやうに、それが堆積した時代によつて區別することもできるが、一方ではその物理的の組成からも區別するこ

とができる。例へば、細かい泥が固まつて出来た泥板岩とか、砂が固まつた砂岩とか、礫が固まつた礫岩とかいふ類である。これらの區別は、堆積した場所が海岸近くであつたか、遠くであつたかといふことを判斷する上に大切である。

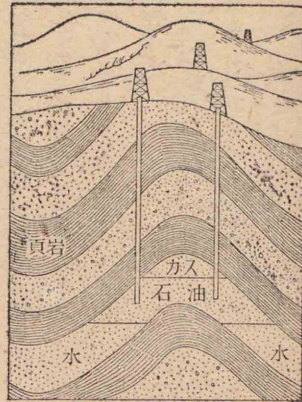
〔考察〕 不整合面の直ぐ上には、礫岩が載つてゐることが多い。これはどうしてであらうか。

地層の中には、殆ど生物の遺骸、もしくはそれに由來するものばかりから成立つてゐるものがある。石炭層・含油層・石灰岩層・珪藻土層などは、その例である。

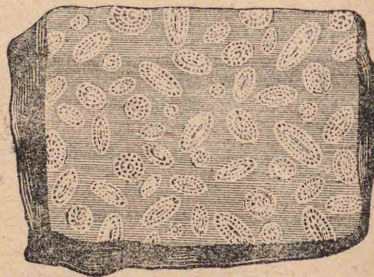
石炭は、地質時代の植物が地中に埋れ、酸素のない所で分解して炭素が残つたものである。良質の無煙炭の如きは、90%以上も炭素である。比較的新しい時代の植物の埋れたものは概して炭化の程度が低く、最も新しい

埋木や泥炭から褐炭・黒炭・無煙炭と進むにつれて炭化が進む。我が國で現在採掘されてゐる石炭は、主として第三紀のものである。

石油は、地質時代の生物の遺骸が地中に埋れ、熱と壓力とのもとで生成されたものである。密度が水よりも小さいために、それを含む砂岩質の地層の細隙を通つて次第に背斜の部分に集まり、その上を覆ふ泥板岩や頁岩のやうな緻密な不透水層の下に溜まる。ジャワ・スマトラなどに於ける石油も、我が國と同様に第三紀の地層から産してゐる。

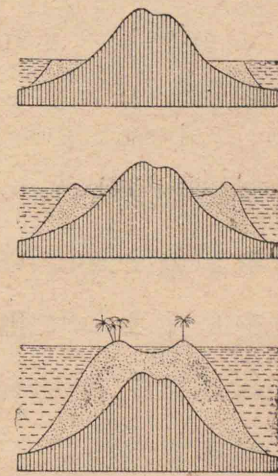


炭酸カルシウムを多く含む生物、例へば珊瑚類・有孔虫類・石灰藻類などの遺骸が集まり、長い間に固まつ



て生じたのが石灰岩である。

熱帯から亞熱帯地方にかけて、水溫の高い所には珊瑚類がよく繁殖し、島の周りにだんだんと珊瑚礁を形成していく。現在南方の島々には、地下數百米から海面上數百米に至るまで、ひと続きの珊瑚の遺骸から成つてゐる所がある。これらの造礁珊瑚は、60 m 以内の浅い所にのみ棲息し得るものであるから、このやうに厚い珊瑚の層があるといふことは、これらの島の基盤が激しい隆起や沈降を行つたか、または世界中の海水の量が甚だしく變化したか、どちらかの結果であるに違ひない。



2. 火成岩

堆積岩は、泥や砂や礫が層狀に固まつて出

來てゐる岩石であつた。しかし、例へば花崗岩・玄武岩・安山岩などを見ると、さうではなくて、全體がひと續きになつてゐる緻密な岩石である。

〔觀察〕 これらの岩石をよく觀察し、堆積岩とどういふ點が違ふかを調べよ。

上の觀察で見たやうに、この種の岩石には層理がなく、小さい結晶やガラス質の物質が緻密に集まつて出來てゐるのである。小さい結晶は、石英・長石・雲母・角閃石・輝石・橄欖石などである。

現在われわれは、火山から熔岩が流れ出し、空氣に觸れて急に固まることを目撃してゐる。その岩石をよく調べると、ガラス質の部分と結晶の部分とから成立つてゐる。玄武岩や安山岩などは、このやうに火山から噴出して生じる岩石で、噴出岩といはれる。しかし花崗岩を見ると、ガラス質の部分はなく、全

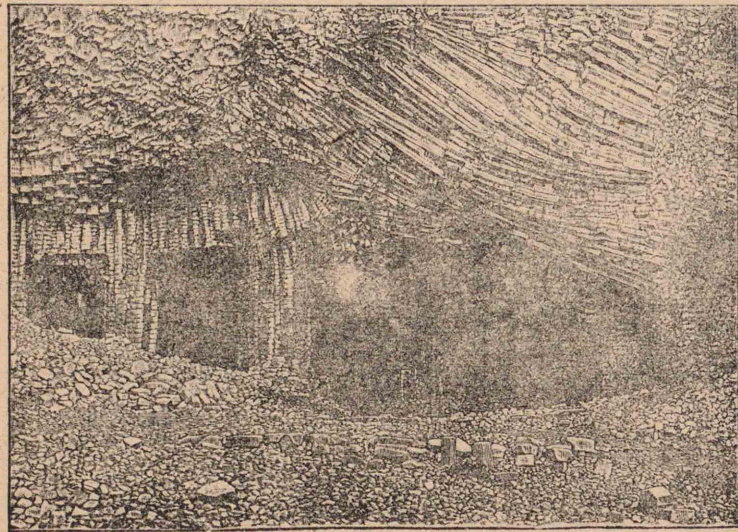
部結晶が集まつて出來てゐるのである。

これらの差はどうして生じたのであらうか。地下のところどころに岩漿と呼ばれる高温の液状の物質があつて、それがゆつくり冷却して結晶を晶出しつつあるが、これが地表に噴出すれば、そのまま冷却して噴出岩を生じ、また地表に出る機會がなく、地下で各成分がそれぞれ全部結晶して固まれば、花崗岩のやうにガラス質のない岩石が出來るのである。噴出岩に對して、このやうな岩石を深成岩といふ。噴出岩も深成岩も岩漿が固まつて生じたもので、一括して火成岩といふ。

火成岩の成分にもいろいろなものがある。同じく噴出岩のなかでも、流紋岩のやうに白っぽいものから玄武岩のやうに黒いものに至るまでである。流紋岩の全體としての成分は花崗岩の成分と似てゐるが、花崗岩は全部結晶質である。玄武岩の全體としての成分は斑糲岩といふ岩石の成分と似てゐるが、斑

糲岩は全部結晶質である。これらの點から考へてみると、岩漿にもいろいろな成分のものがあり、またそれが急に固まるか、ゆつくり固まるかといふ條件によつて、上のやうな各種の火成岩が出来るのである。このやうな立場から、火成岩をその成分と固まり方とにしたがつて分類すれば、次の表の通りになる。

	石英の多いもの	石英の少ないもの
噴出岩	流紋岩	玄武岩
深成岩	花崗岩	斑糲岩



火成岩は固まるときの物理的條件によつて、前頁の圖のやうなみごとな節理を現すことがある。

3. 變成岩

已にわれわれは、堆積岩・火成岩について學んだが、そのいづれでもないやうな岩石を見ることがある。例へば、石灰岩と花崗岩とが相接してゐる所では、そこに近づくにしたがつて、石灰岩がどこからともなく大理石に變はつてゐる場合がある。この點から考へると、この大理石は花崗岩が貫入生成された際に、熱の影響などによつて石灰岩が變質して生じたものであることが推察されるのである。

また片麻岩や結晶片岩などといはれる岩石は、廣い範圍に續いて分布してゐるが、その組成や性狀から考へると、これらの岩石も元來は堆積岩や火成岩であつたのであるが、そ

れより上にある岩石による圧力や、また地殻の變動に伴なふ圧力などによつて、廣い範圍に亘つて、それから變質して生じたものであると考へられる。それをつくつてゐる鑛物は、大體決まつた方向に沿つて配列してゐるので、片狀の組織が見える。

このやうに、熱や圧力や化學的影響などによつて、元の岩石から變質して、物理的性質や鑛物組成の違つた岩石を生じることがある。このやうな岩石を變成岩といふ。

4. 地下資源

〔考察〕 重要な物資で地下にその源を仰いでゐるものに、どんなものがあるか。數へあげてみよ。

われわれは、已に石炭石油などが、どのやうにして形成されるかを學んだのであるが、こ

のほかにも、いろいろな経過によつて、有用な物質が地下で生成されるのである。有用な鑛物を含んでゐる岩體を鑛床といふ。

鑛床の成因を調べると、次の二つに大別することができる。

1. 岩漿の固結に關係のあるもの
2. 岩漿の固結に關係のないもの

岩漿が地下で冷却する際に、その中に有用な鑛物が晶出し、これが集まつて鑛床を成すことがある。冷却が進むと岩漿の殘液には氣體が多くなり、それが周圍の岩石の割れ目などに入り込んで、そこに鑛床を形成する。マライの錫鑛などは、このやうにして出來たものである。岩漿の冷却が更に進むと殘液は種々の成分を溶かした熱水となり、それが周圍の岩石の割れ目などに入り込んで、溶けにくい成分から次第に沈澱するやうになる。多くの金屬鑛床は、このやうにして生じたものである。また岩漿が周圍の岩石と接觸し

て、變質の作用によつて鑛床を生じることもある。釜石の鐵鑛などは、花崗岩と石灰岩との接觸部に生じたものである。

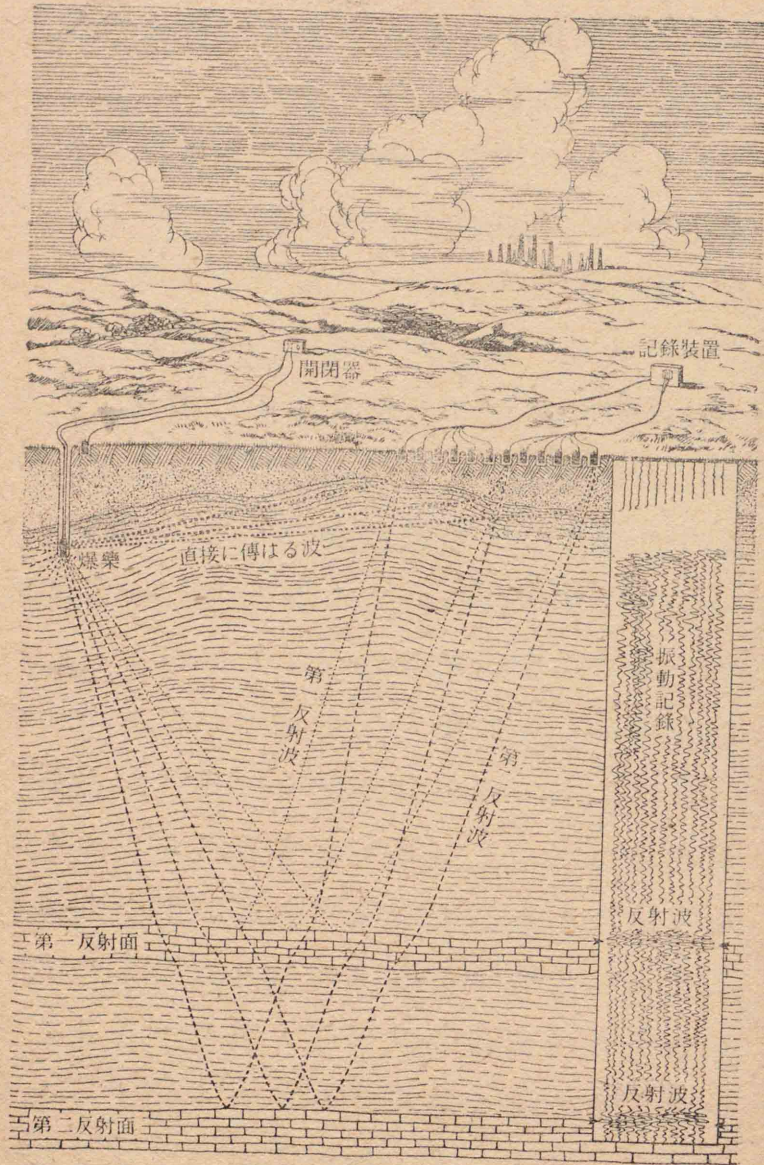
岩漿の固結に關係のない鑛床にも、各種のものがある。ニューカレドニアのニッケル鑛の如きは、地表からの天水がニッケルを僅か含んでゐる岩石の中に滲入し、これを溶かし、割れ目に沿つて沈澱して生じたものである。また浅い海や湖沼などの底に、水に溶けてゐた成分が沈澱して鑛層を成すことがある。岩塩層・石膏層・カリ層などは、このやうにして生じたものであり、また大規模な鐵鑛層にも、同じくかうして生じたものがある。

また岩石が地表に於て風化され、遂に土壤に變化してしまふ間に、有用鑛物だけが集中して取残され、鑛床をなすことがある。アルミニウムの原鑛であるボーキサイトなどは、その一例である。また風化された岩石の細かい粒が水に流されて、比重の大きいものが

集まつて堆積することがある。砂金・砂鐵などは、このやうにして生じる。

また岩漿の固結に關係のある鑛床も、ない鑛床も、その後甚だしい地殻變動などを受けると、また性質を異にする鑛床に變成されることがある。鞍山の鐵鑛、別子の銅鑛の如きはその例で、いづれも變成岩中の鑛床である。

地下資源は、これを探査發見する必要があるので、それには地質調査のみならず、いろいろな方法が講じられてゐる。例へば、鐵鑛床の附近では地磁氣の分布に異常があるに相違ないから、その測定をすとか、密度の大きい岩石の上では重力の分布に異常があるに相違ないから、その測定をすとかいふやうな方法である。また硫化金屬鑛床の近傍には、それに起因する電流が流れてゐるに相違ないから、地面の各點の間の電位差を測るといふ方法なども採用されてゐる。また火藥によつて地表に人工的の小さい地震を起し、

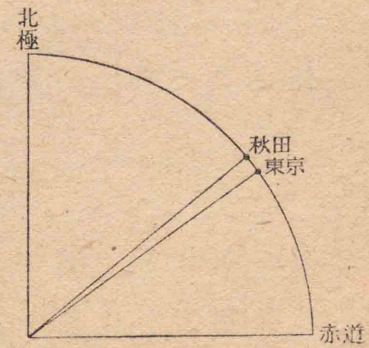


それが地下のいろいろな地層の面にあたつて、反射したり屈折したりして来る有様を、地表に置いたたくさんの精密な地震計によつて調べるといふ方法は、石油や石炭の探査に利用されてゐる。

5. 地球

われわれは、地球の表面近くに起りつつある現象や、また嘗つて起つた現象について學んで來た。それでは、地球そのものはどのくらゐの大きさ、どのくらゐの質量、どのやうな形、どのやうな構造をもつてゐるものであらうか。

(問題) 1. 東京と秋田とはほぼ同一の經度であり、その間の距離は約 450 km で



ある。東京の緯度を $35^{\circ}39'$ 、秋田の緯度を $39^{\circ}43'$ として、地球の半径を求めよ。

(問題) 2. 二つの質量 m_1, m_2 が r cm の距離にあるとき、その間に働く引力 f の大きさをダインで表はせば、

$$f = 6.68 \times 10^{-8} \times \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

で與へられる。また質量 $1g$ のものと地球との間の引力は、凡そ 980 ダインである。このことから地球の質量を求めよ。

(問題) 3. 地球の質量を、その體積で割つて平均の密度を求めよ。岩石の密度に比べてどうか。このことから、地球の内部について、どんなことがわかるか。

長さ l で自由に振動する単振子の周期は、

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

で與へられる。同一の振子を諸所に運んで、その周期 T を比較すれば、それらの點に於け

る重力の加速度 g の値を比較することができる。

(問題) 4. 東京 ($g = 979.8 \text{ cm/秒}^2$) で正しく 1 秒で振動する振子は、札幌では

$$T = 0.9996 \dots \text{ 秒}$$

で振動する。札幌の g は幾らか。

このやうに、 g は極から赤道に近づくにつれて小さくなつてゐるが、これは地球が自轉してゐる影響と、地球が南北にやや扁平になつてゐる影響とのためである。よつて、地球上の各點で g を測つた結果から、地球がどのくらい南北に扁平になつてゐるかを求めることができる。それと大規模な測量の結果とを組合はせて、地球の赤道半径と極半径との値を求めることができる。詳しい調によると、その値は次の通りである。

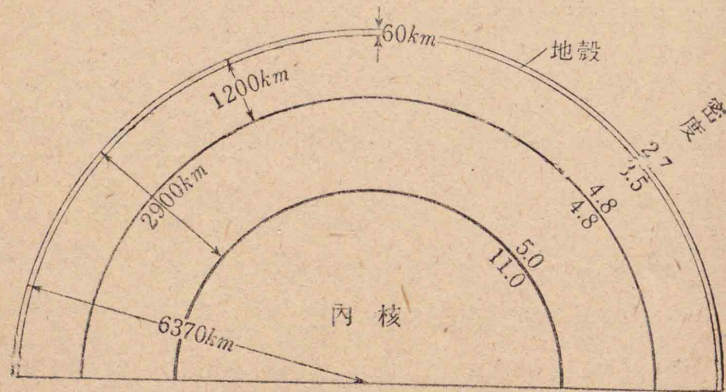
$$\text{赤道半径 } a = 6377 \text{ km}$$

$$\text{極半径 } b = 6356 \text{ km}$$

$$\text{扁平度} \quad \frac{a-b}{a} = \frac{1}{299}$$

(問題) 5. 半径5cmの地球儀をつくるとすれば、赤道半径と極半径との差をどのくらいにすればよいか。

大きい地震が起ると、世界中の敏感な地震計を動かし、162頁の圖で見たやうな記象が得られる。そのところどころで振動の大きさが急に變はつてゐるが、これは地球内部にいろいろな物質の境があつて、そこで地震の波が反射したり屈折したりして來ることの影響である。このやうなことから、地球の内



部がどうなつてゐるかを推定していくことができる。これまでの研究によると、地球の内部は大體前頁の圖に示したやうに、異なつた物質が重なり合つて出來てゐる。その内核は、いろいろなことから考へて、主として鐵とニッケルとの灼熱體である。

金屬の比重・融點

	白金	金	水銀	鉛	銀	銅	ニッケル	鐵	錫	亞鉛
比重	21.4	19.3	13.595	11.34	10.5	8.93	8.9	7.86	7.3	7.14
融點(度)	1774	1063	(-38.83)	327.3	960.5	1083	1455	1530	231.9	419.5

金屬の諸性質の順序表

強靱性	鋼	ニッケル	白金	銅	銀	金	アルミニウム	亜鉛	錫	鉛
展性	金	銀	アルミニウム	銅	錫	白金	ニッケル	亞鉛	鐵	ニッケル
延性	金	銀	白金	アルミニウム	鐵	ニッケル	銅	亞鉛	錫	鉛
硬さ	鋼	ニッケル	白金	銅	アルミニウム	銀	亞鉛	金	錫	鉛

元素の原子量 (一)

元素名	記號	原子量	元素名	記號	原子量	元素名	記號	原子量
亞鉛	Zn	65.38	カリウム	K	39.096	ジルコニウム	Zr	91.22
アルゴニウム	A	39.944	ガリウム	Ga	69.72	水銀	Hg	200.61
アルミニウム	Al	26.97	カルシウム	Ca	40.08	水素	H	1.0080
アンチモン	Sb	121.76	セシウム	Cs	132.91	スカンジウム	Sc	45.10
硫黄	S	32.06	クロム	Cr	52.01	錫	Sn	118.70
イットリウム	Yb	173.04	ニッケル	Ni	58.71	ストロンチウム	Sr	87.63
イットリウム	Y	88.92	銅	Cu	63.54	セシウム	Cs	132.91
イリジウム	Ir	193.1	亜鉛	Zn	65.38	セリウム	Ce	140.13
インジウム	In	114.76	錫	Sn	118.70	セレン	Se	78.96
ウラン	U	238.07	鉛	Pb	207.2	蒼鉛	Bi	209.00
エリウム	Er	167.2	コバルト	Co	58.94	タリウム	Tl	204.39
塩素	Cl	35.457	サマリウム	Sm	150.43	タンタム	Ta	183.92
オスmium	Os	190.2	酸素	O	16.0000	炭素	C	12.010
カドミウム	Cd	112.41	臭素	Br	79.916	タングステン	Ta	180.88
ガドリウム	Gd	156.9	ジスプロシウム	Dy	162.46	チタン	Ti	47.90

元素の原子量 (二)

元素名	記號	原子量	元素名	記號	原子量	元素名	記號	原子量
窒	N	14.008	フ	Hf	178.6	沃	I	126.92
ッ	Tm	169.4	ニ	Pd	106.7	ラ	Ra	226.05
鐵	Fe	55.85	ジ	Ba	137.36	ラ	Rn	222
テ	Tb	159.2	リ	As	74.91	ラ	La	138.92
テ	Te	127.61	砒	F	19.00	リ	Li	6.940
銅	Cu	63.57	弗	Pr	140.92	燐	P	30.98
ト	Th	232.12	ブ	Pa	231	ル	Lu	174.99
ナ	Na	22.997	ロ	He	4.003	ル	Ru	101.7
鉛	Pb	207.21	ヘ	Be	9.02	ル	Rb	85.48
ニ	Nb	92.91	ベ	B	10.82	ル	Re	186.31
ニ	Ni	58.69	硼	Ho	164.94	レ	Rh	102.91
ホ	Nd	144.27	ホ	Mg	24.32	ロ		
ネ	Ne	20.183	マ	Mn	54.93			
白	Pt	195.23	モ	Mo	95.95			
バ	V	50.95	ユ	Eu	152.0			

物 象
(中 學 校 用)

4
第 二 類

昭和19年4月23日印刷
昭和19年4月27日發行 定價 92 錢

著作權所有

著 作 者
發 行 者

東京都神田區岩本町三番地
中等學校教科書株式會社
代表者 山本慶治

印 刷 者

大阪市西區阿波座中通二丁目四番地
井下書籍印刷所
代表者 井下精一郎
(西大三五)

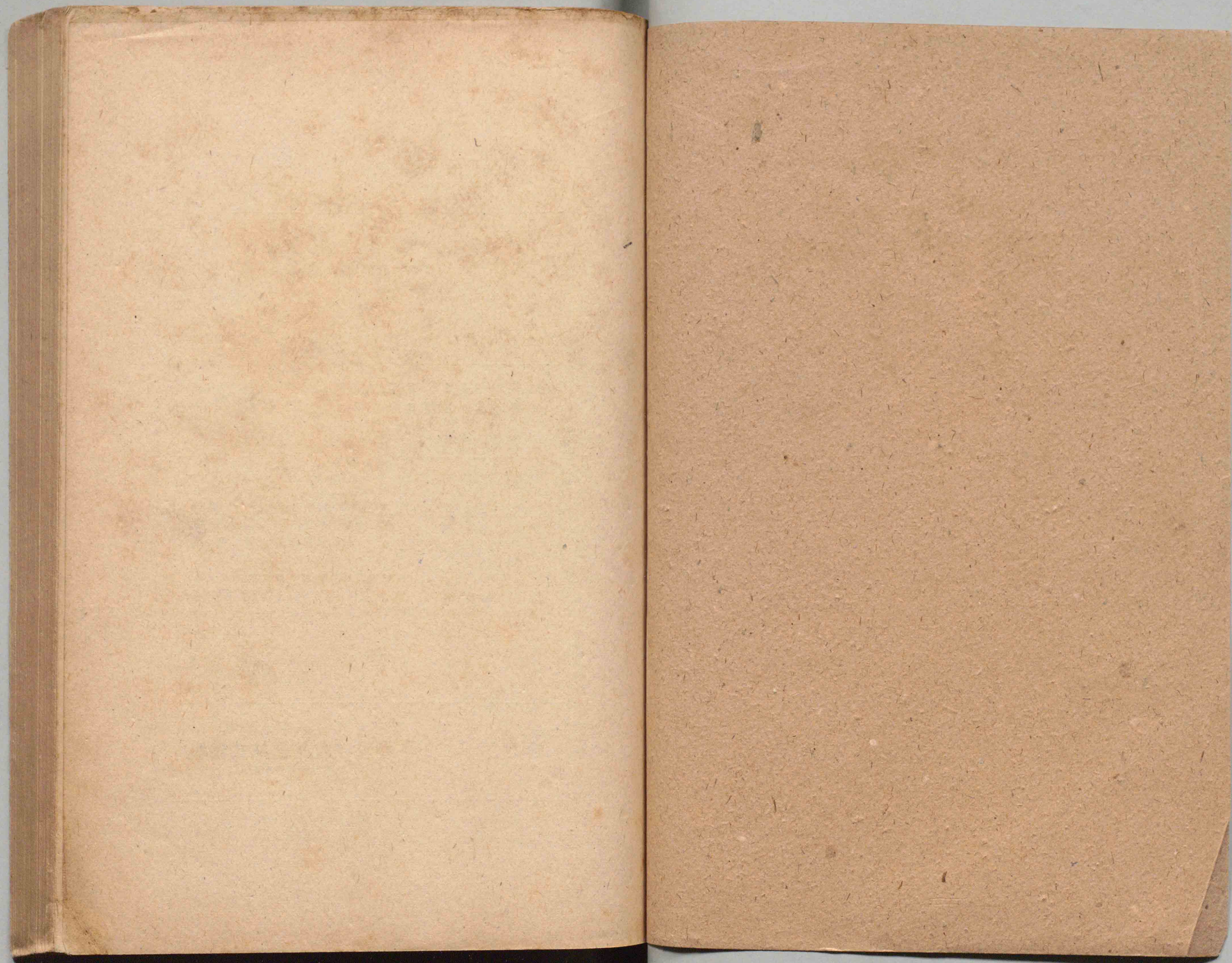
配 給 元

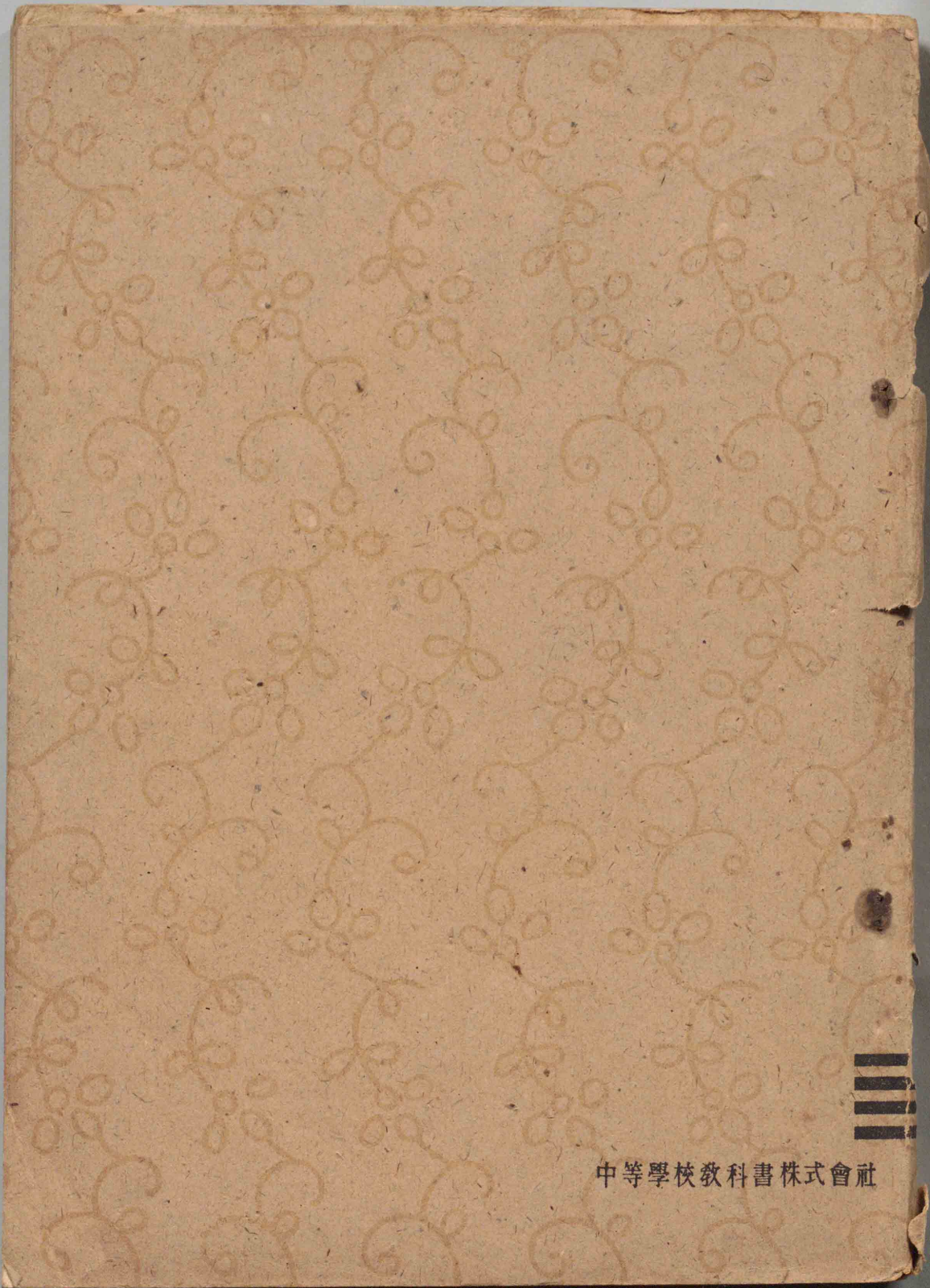
東京都神田區淡路町二丁目九番地
日本出版配給株式會社

發 行 所

東京都神田區岩本町三番地
中等學校教科書株式會社
日本出版會會員番號 117522

略名(中學物象二類 4





中等學校教科書株式會社