

60045

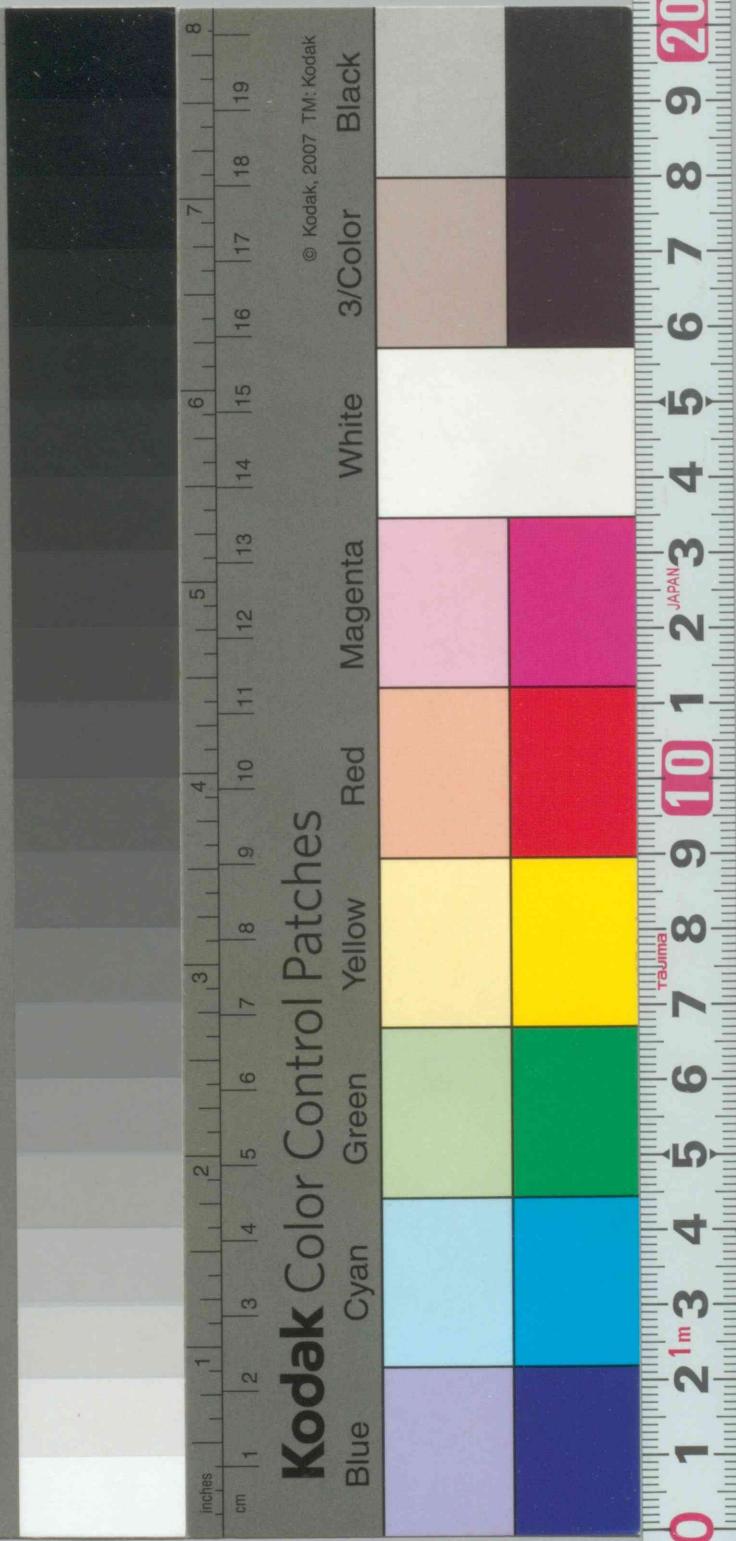
教科書文庫

6
420
45-1949
01304
49836

Kodak Grav Scale

M
Y
C

A 1 2 3 4 5 6 **M** 8 9 10 11 12 13 14 15 **B** 17 18 19



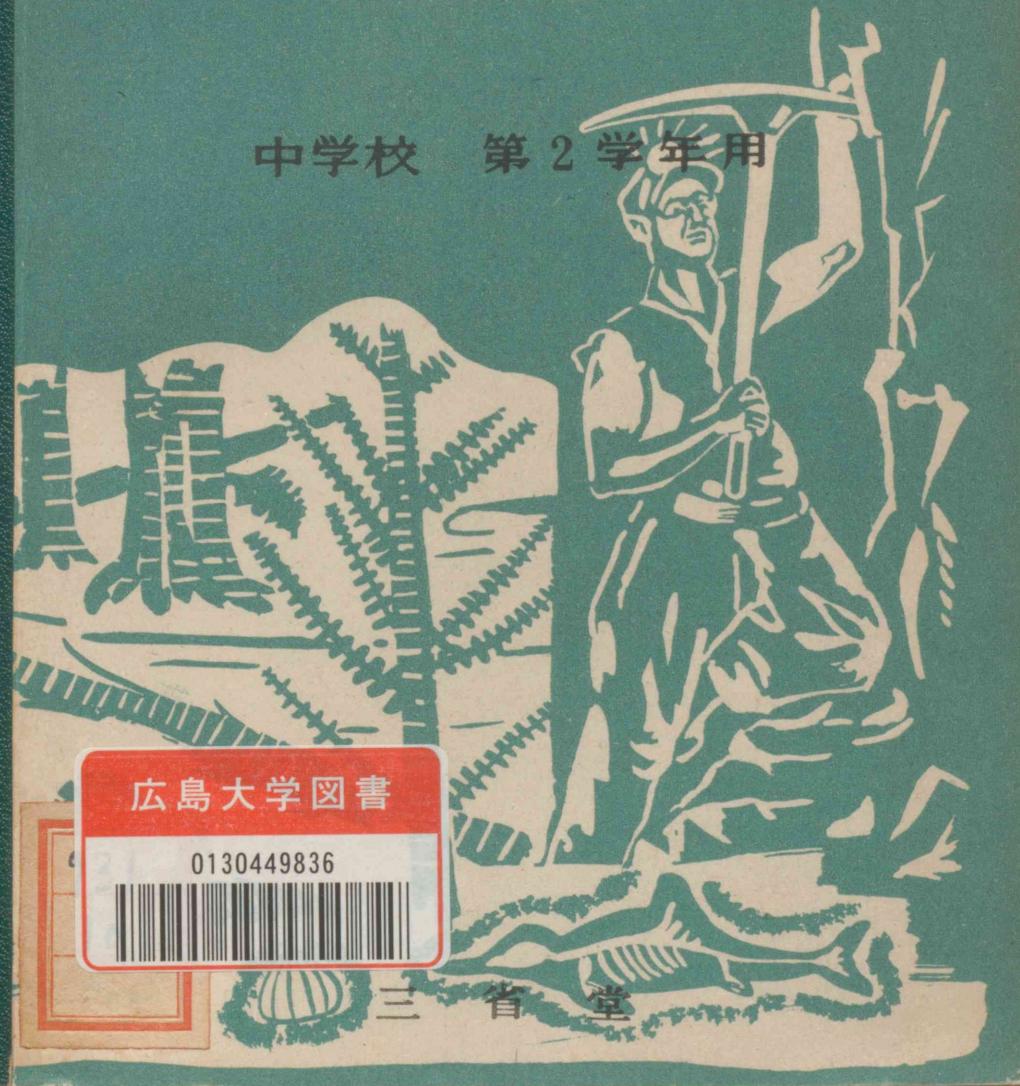
教科書文庫
6
420
45-1949
0130449836

文部省検定済教科書

私たちの科学 11

地下の資源を どのように利用しているか

中学校 第2学年用



広島大学図書

0130449836



三省堂

中央図書館

教科書文庫

6

420

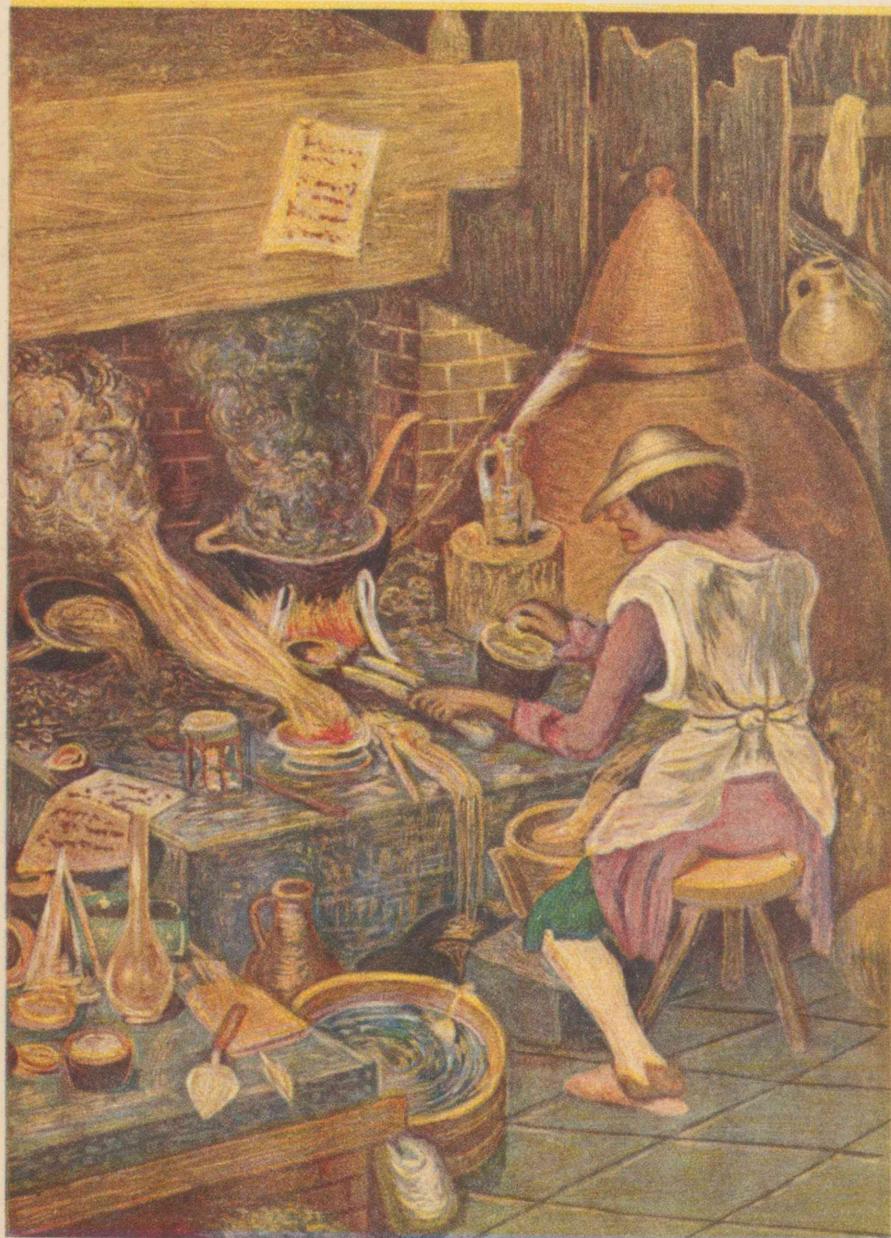
45-1949

0130449836

広島大学図書

0130449836





昔の金をつくる研究室

昭和24年10月10日 文部省検定済
中学校 理科用

私たちの科学 11

地下の資源を どのように利用しているか

中学校 第2学年用

三省堂編修所編
代表者 亀井寅雄

広島大学図書

0130449836



三省堂出版株式会社

目 次

編修委員長 須 藤 俊 男

編修委員

浅 生 貞 夫	新 野 弘
藤 島 亥 治 郎	野 口 尚 一
萩 原 雄 祐	丘 英 通
畠 山 久 尚	大 越 謙
星 合 正 治	桜 井 芳 人
加 藤 元 一	白 井 俊 明
加 藤 茂 数	田 村 剛 功
三 野 与 吉	谷 村 功
三 輪 知 雄	友 野 史 生

まえがき	1
I 鉱物はどのようにして調べるか	
1 整った形の調べ方	3
2 つぶしたり、きずつけたりして調べる方法	10
3 色やつやの調べ方	13
4 鉱物の化学分析	17
II 地下の資源はどのようにしてできたか	
5 岩石はどのようにしてできたか	23
6 地下の資源はどのようにしてできたか	29
III 地下の資源を見つけてから利用するまで	
7 鉱床の頭	34
8 鉱石を掘り出すこと	37
9 鉱石をより分けること	39
10 冶金とはどのようなことか	41
IV いろいろな地下資源	
11 金属を利用する地下資源	43
12 たいせつな工業薬品のもとになる地下資源	57
13 家を建てるのにたいせつな地下資源、せとものの原料	62

14 熱に耐える地下資源	68
15 燃える地下資源	71
V 地球の歴史と地下資源	77
16 地球のしわ	77
17 大昔の生物と地球の歴史	79
あとがき	86
索引	1~4

まえがき

汽車を走らす鉄と石炭、電気を伝える銅線、自動車を走らすガソリン、家を建てるのにたいせつなセメント、食事の時にたいせつなせともの類、これらは地下資源を利用してつくったたいせつな品々の数例にすぎない。まだまだこの大自然の中には、いろいろな宝がある。そこで今まで、たゞ、美しい山、美しい川として、ぼんやりとながめて来た大自然を、もう一度よく見なおしてみよう。するとまず、私たちの胸に次のような疑問がわいて来るにちがいない。

いったい、地下資源とはどのようなものであろうか。

地下の資源はどのような所に、どのようにしてできたのだろうか。

地下の資源を、私たちはどのように利用しているか。

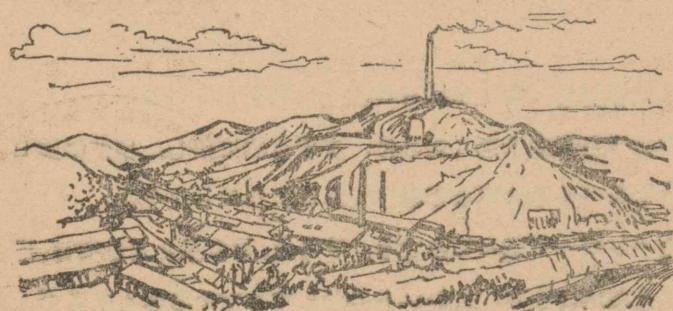
このような疑問を解くために、まず自然に接し、自然に親しみ、自然物となるべく手に取って調べてみるようにしよう。

岩をハンマーで割ってみよう。すると、目で見ただけでは、形がはっきり見えないような、細かいものからできている岩もあるが、中にはガラスの破片のような粒、黒くてつやのあるうろこのようなもの、なんざくのような形のものなど、いろいろの形をしたものが見えることに気がつくであろう。

これらが鉱物である。これから調べていこうとする地下資源の大部分はいろいろの岩とか、それらがくずれてできた砂の中にある鉱物の

なかまである。だから、地下資源をよく調べるには、鉱物に親しみ、鉱物の性質をよく調べることがたいせつである。

鉱物の性質をよく調べるために、大きい形をした水晶を選んで、手に取って調べてみよう。そうすると、いくつかの平らな面で囲まれていることに気づく。次に、それを割ってみよう。すると、中はどこも同じような状態であることがわかる。こゝに鉱物のたいせつな性質がよく現われている。この水晶について、鉱物としての性質をさらに詳しく調べてみよう。



I 鉱物はどのようにして調べるか

1 整った形の調べ方

水晶を手に取ってスケッチしてみよう(図1)。すると、どれも柱のような形をしている。よく見ると、柱の側面はどれもほど矩形の形の面(柱面)からできていて、その上のがたった所は、ほど三角形の形をした面(錐面)からできている。このように自然に平らな面(平面)で囲まれた形をしているものを、結晶(または結晶体)という。結晶の面(結晶面)の大きさ・形は、一つの水晶で比べてみても、また二つ以上の結晶を比べてみても、きちんと同じになっていないが、この水晶の形には、実は、規則正しく整った性質がある。この性質は次の実験をしてみるとよくわかるであろう。

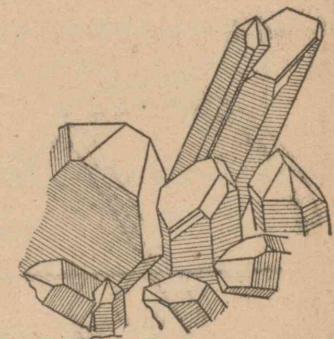
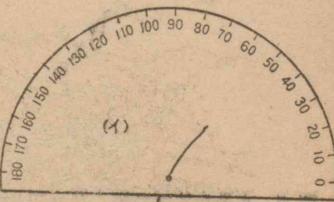


図1 水晶



実験 ボール紙で図2(i)のような分度円を作り、別にボール紙で、細長い形の紙片を作り(図2(ii))、分度

図2 接触測角器の作り方

円の中心に穴をあけ、細長いボール紙片を、図3のようにつけて、細長いボール紙片が、この分度円の上をまわることができるようになる（これを接触測角器といふ）。

これで結晶面の傾きの角度を測ることができる。たとえば水晶の二つの柱面の傾きの角を測る時は、その柱面の交わる線（稜）に、この分度円の面が直角になるようにあてがい、分度円の下の縁と、細長いボール紙片の一つの縁が、この二つの柱面の上にぴたりとつくようにあてがう（図3）。この時ボール紙片のさす角が、この二つの柱面の傾きの角である。

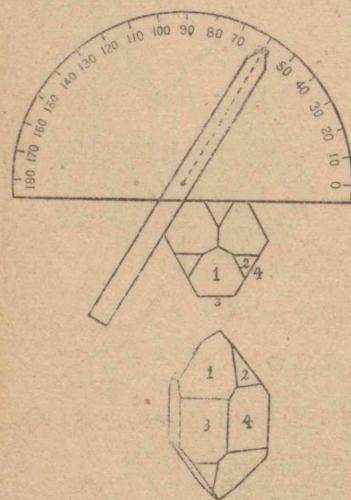


図3 水晶の柱面の傾く角の測り方がはっきりわかる。

水晶の結晶面の間には、同じ傾きで傾いている面がいくつもある。たとえば、となりあった柱面は、みな 60° で傾き、柱面と、その上有る錐面はどれも 38° で傾いている。

実験 次に別の一つの水晶を取り、スケッチして上の実験と同じ

ことを実験せよ。

この実験と前の実験の結果とを比べると、次のようなことに気づく。水晶のいくつかの結晶は、柱面の形がきちんと同じになっていない。また錐面の形も、ちょうど同じになっていない。しかし、となりあった柱面の傾きの角は、どの水晶の結晶でも変わりなく 60° であり、また一つの柱面と、その上の錐面の傾きの角は、いつも変わりなく 38° である。

こゝに面角安定の定律といふいせつな法則が、水晶の結晶で認められるのである。

一つの種類の鉱物のいくつかの結晶では、面の大きさ・形は、きちんと同じになってはいないが、一つの結晶での二つの面、たとえば(1)・(2)の傾く角度は、他の結晶で(1)・(2)に相当する面の傾きの角と変わりがない。結晶面の大きさ、形がたいへんふぞろいで、図4のようなゆがんだ形の水晶もあるが、このような水晶でも、たとえば一つの柱面(イ)と、その上のすい面(ロ)の傾く角は 38° で変わりはない。

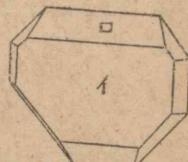


図4
ゆがんだ形の水晶

水晶は自然にできた一つの結晶の例であるが、実験室でも結晶を作ることができる。



実験 小さいピーカーの中 図5 みょうばんの結晶の作り方

に水を入れ、 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ にあたゝめながら、みょうばんを溶けるだけ溶かし、それを、一昼夜そのまま静かに置くと、ビーカーの底に細かいみょうばんの結晶ができる(図5(イ))。

実験 次に別のビーカーに上の実験と同じ要領でみょうばんの濃い溶液をつくり、その中に、上の実験で取り出した結晶をつるし、そのまま放置すると(冬ではふとんのようなものでつゝみ、ゆっくり冷やすことが必要である)，このつるした結晶は次第に大きくなっていく。

このようにして作ったみょうばんの結晶は、たいていの場合、ほぼ同じ大きさの八つの面からできた形(八面体)をしている。

実験 みょうばんの結晶をスケッチして、面の傾く角を測ってみよ。

みょうばんの結晶が大きくなる時、その一つ一つの面の大きくなる速さは、いつも同じになるとはかぎらないから、面の大きさも、きちんと同じ大きさにできあがるとはきまらない。しかし面が大きくなる途中では、一つ一つの面は、いつも平行に外へ外へと大きくなっているから、みょうばんの結晶で、二つの面(1)・(2)の傾く角は、結晶が大きくなっている途中でも変わらない(図5(ロ))。

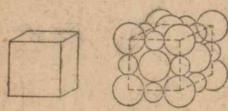


図6 塩の結晶の形と骨組

また次に塩を取って虫めがねでよく調べてみよう。すると、さいころのように 90° で傾いている六つの面からできた形(六面体)をしてい

るのが見えるであろう(図6(イ))。

なぜ結晶には、いつもこのように平らな面が自然にできあがるのだろうか。塩を例にとって説明してみよう。塩はナトリウムと塩素とからできている。かりに、塩をどこまでも、細かくしていったとしよう。すると、塩がナトリウムと塩素とに分かれてしまうにちがいない。このような小さい粒を原子という。この時ナトリウムと塩素は、図6(ロ)のように、面の上に規則正しく並んでいるのである。すなわち、塩の結晶に平らな面が自然にできるのは、それを作っているナトリウムと塩素とが、規則正しく面の上に並んでいるからである。ナトリウムと塩素の大きさは実に小さく、 0.00000001 cm 程度の大きさであるからとうてい私たちの肉眼では見ることができないが、X線を使えば、原子の規則正しい並び方をよく調べることができる。

図6(イ)を塩のからだの形とすれば、図6(ロ)は塩の骨組である。図6(ロ)は塩の骨組の一部分を書いたもので、前後・上下・左右に、ナトリウムと塩素とが、これと同じように限りなく並んでいるのである。この塩の骨組をもう一度よく見ると、六面体の六つの面の上のナトリウム・塩素の並び方は、どれも、全く同じ並び方であることに気づくだろう。このように原子が全く同じように並んでできている面は、性質の同じ面である。性質の同じ面は形や大きさがきちんと同じにできあがるはずであるが、結晶が大きくなる時のいろいろな条件で、性質の同じ面の形・大きさにもたいていの場合、多少の違いがある。しかし、この

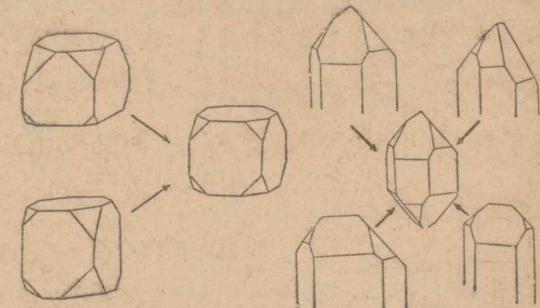
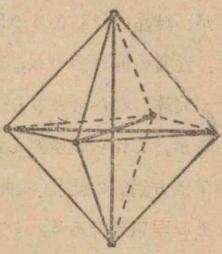
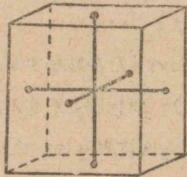
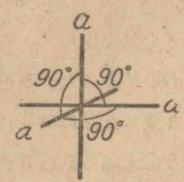


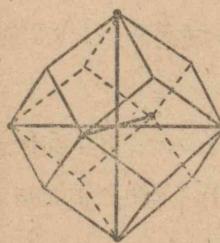
図7 方鉛鉱の結晶のゆがんだ形と理想形

図8 水晶のゆがんだ形と理想形

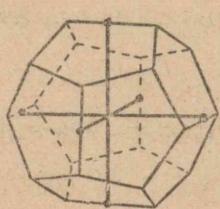


(1)

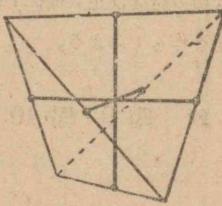
(2)



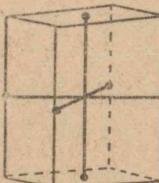
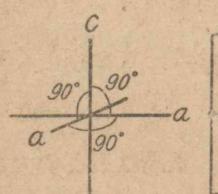
(3)



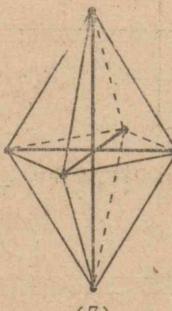
(4)



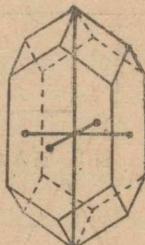
(5)



(6)



(7)



(8)

結晶系の説明

理想形にすると、結晶の中に長さが同じで互に 90° で傾く三本の軸を考えられる結晶（等軸晶系の結晶、上の図の 1, 2, 3, 4, 5）、また 1 本だけ長さの違う 3 本の軸（やはり互に 90° で傾く 3 本の軸）を考えられる結晶（正方晶系の結晶、上の図の 6, 7, 8）などが区別できる。これらが結晶系の二つの例である。

違いは、結晶のたいせつな違いでないから、性質の同じ面の形・大きさを同じにした形が、結晶のほんとうの形である（これを理想形といふことがある）。実際の結晶では、性質の同じ面でも、時にはその一部がたいへん大きく発達したり、また一部が全く発達しなかったりして、たいへん奇妙なゆがんだ形の結晶ができることがあるが、これらのゆがんだ形は、理想形で示すと、みな整った形になる。

図 7 は方鉛鉱の結晶（八面体と六面体組み合わせ）、図 8 は水晶の結晶のゆがんだ形とその理想形である。このような整った形が、結晶のほんとうの形であるから、今後は結晶の形は（特に奇妙にゆがんだ形を示しているもの以外は）、理想形で示すことにしよう。そうすれば、岩塗の結晶は正六面体で表わすことができるし、みょうばんの結晶は正八面体で表わすことができる。次にボール紙で、これらの結晶の模型を作ってみよう。

実験 図 9・図 10 の形をボール紙で切りぬいて、正六面体および正八面体を作り、面の傾きを

測ってみよ。

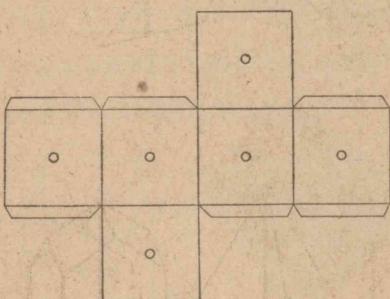


図 9 正六面体の模型を作れ

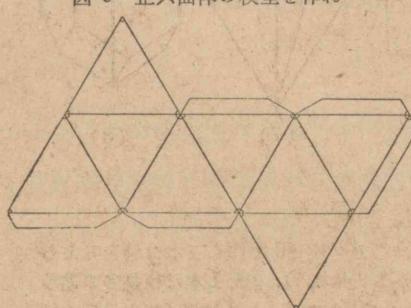


図 10 正八面体の模型を作れ

鉱物のうちには水晶のように、結晶の形のはっきり見えるものもあれば、また細かくて結晶の形のはっきりわからないものもある。水晶は石英の大きな美しい結晶をいうのである。石英のうちには、たいへん小さい結晶の集まりもあり、ぎょくずいはその一つの例である。ぎょくずいに美しい色や模様のあるものがめのうであり、めのうに



図 11 しまめのう

は図 11 のように美しいしま模様のついているものもある。

2 つぶしたり、きずつけたりして調べる方法

鉱物のうちには、たゞいてつぶすと、平らな面でいくらでも小さく割れていくものがある。

実験 方鉛鉱・方解石を、軽くたゞいてつぶしてみよ。どのような形に割れるか。(図 12・13)。

また鉱物のうちには、平らな面に、いくらでも薄くはがれるものがある。

実験 うんもで実験せよ。

鉱物に、このように、いくらでも平たく小さく割れ、いくらでも薄くはがれる性質がある時に、この鉱物にはへきかい(劈開)があるといい、はがれた面をへきかい面という。

実験 水晶にはへきかいがあるか。

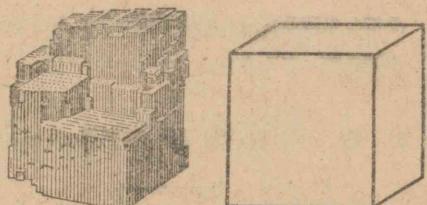


図 12 方鉛鉱の割れ口とへきかい片

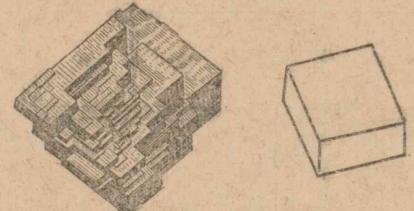


図 13 方解石の割れ口とへきかい片

実験 方鉛鉱や方解石のへきかい面の傾く面を測ってみよ。

実験 うんものへきかい片をまげて離してみよ。どうなるか。

柔らかい鉱物を堅い鉱物でこすると、柔らかい鉱物の上にはきずがつく。この反対に堅い鉱物を、柔らかい鉱物でこすると、堅い鉱物の上にはきずがつかないで、そのかわり、柔らかい鉱物が粉になって、その粉のすじがつく。ちょうど黒板の上に白墨で線をかくのと同じわけで、この粉のすじを手でぬぐい去ってみても、きずはついていない。鉱物の堅さはこのようにして調べるのである。まず鉱物のうちで、柔らかいものから、堅いものへと、標準になる 10 種の鉱物を選び、それらを、柔らかいものから堅いものへ、順に 1 度、2 度、3 度……10 度と堅さの順序をつけておく。標準となる鉱物は、次のような鉱物で、これをモースの硬度計という。

第 1 表

1 度	滑 石	6 度	正 長 石
2 度	せ っ こ う	7 度	水 晶
3 度	方 解 石	8 度	ト パ ズ (黄 玉)
4 度	ほ た る 石	9 度	コ ラ ン ダ ム (鋼 玉)
5 度	り ん 灰 石	10 度	ダイアモンド (金剛石)

鉱物の堅さを、このモース硬度計で測るには次のようにする。まず堅さを測ろうとする鉱物を、この硬度計の柔らかい鉱物で順にこすってみる。たとえば最初に滑石でこの鉱物をこすってみる。この時にきずがつかなかったとする。次に反対に堅さを測ろうとする鉱物で滑石をこすってみる。この時に滑石にきずがついたとする。すると、この

鉱物の堅さは、1度より大きいことになる。そこで、2度のせっこうで同じようなことをする。このようにしてすゝみ、今かりに、4度のほたる石でその鉱物にきずがつき、反対にその鉱物で、ほたる石をこすっても、きずがつかなかつたとする。そうすれば、この鉱物の堅さは、3度から4度の間である。これを、3.5度と表わすこともある。3.5という意味は、3度と4度のまん中という意味でなくて、たゞ3度より堅く、4度より柔らかいという意味である。

実験 私たちの手近にあるもの、たとえば、つめ・銅(銅板)・ガラス(板ガラス)・小刀の堅さをモースの硬度計で測ってみよ。

実験 黄鉄鉱と黄銅鉱の堅さを調べよ。

実験 柔らかい鉱物のうちには、ナイフで切ってもくずれないで、切れていくものがある。また針をつきさすと、くずれないで、針がどこまでもつきさすっていくものがある。滑石・せっこうで実験せよ。(方鉛鉱ではどうか)。

実験 金は柔かい鉱物の一つである。小石の間で金の粒をはさんで、たゞいてみよ。どうなるか。水晶は堅い鉱物の一つである。かなづちで水晶をたゞいてみよ。すぐに粉になり、くずれる(もろい)。

研究 上の実験より、どのようなことに気づいたか。

研究 堅い鉱物(たとえば水晶)を細かい粉にして、それを鉄板の上へまいて、柔らかい鉱物(たとえばほたる石)をその上でごりごりすってみよ。ほたる石はどうなるか。逆にしたらどうなるか。

堅い鉱物の粉は、ものをすりへらすのに用いる。たとえばダイアモンド・コランダム・ざくろ石などの粉はその例である。

問 ダイアモンドをみがくのはどのようにするか。

実験 せっこう・ほたる石・トバズ・長石のへきかいを調べよ。

3 色やつやの調べ方

鉱物にはいろいろの色を示すものがある。

実験 今までに調べた鉱物を、色により分類してみよ。

同じ鉱物でも、表面だけが、色の変わっているものがある(黄銅鉱にその例がある)。これは表面だけ性質が変わって、別の鉱物に変わっているためである。

実験 黄銅鉱の表面の色の変わり方を観察せよ。

だから鉱物の色を調べるには、割って割れ口の色を調べることがたいせつである。

次に同じ鉱物でも、いろいろな色を示しているものがある。たとえば水晶には色のついていないもの以外に、紫色のもの(紫水晶)、紅色のもの(紅水晶)などがある。またほたる石にも、色の無いもの以外に、紫色・緑色のものがある。

実験 水晶の色、ほたる石の色を観察せよ。

違う鉱物でも、同じような色をしているものがある。

実験 黄鉄鉱と黄銅鉱の色を比較せよ。

同じ鉱物でも結晶面の色、または結晶の割れ口の色と、細かい粉の色とがたいへん違うものがある。

実験 黄銅鉱の大きい結晶面の色と、その細かい粉の色とを比較してみよ。

鉱物の細かい粉の色をすぐに見るために、白い素焼きの板を用いる。この小さい素焼きの板の上に、鉱物をすりつけてみると、この板より柔らかい鉱物は、その鉱物の粉のすじがこの板の上につくから、この粉のすじの色で、粉の色がわかる（図 14）。鉱物の粉の色をじょうこん（条痕）色といい、じょうこん色を見る素焼きの板をじょうこん板という。

実験 赤鉄鉱の大きい結晶の色とじょうこん色を調べよ。

実験 黄鉄鉱と黄銅鉱のじょうこん色を調べよ。

大きい結晶の色と、じょうこん色と

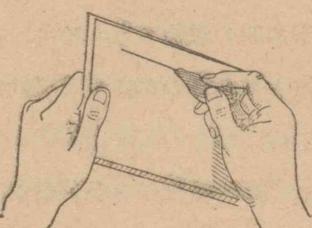


図 14 ジョウコンのつけ方

が違う鉱物では、大きい結晶として産出する時の色と、粉のような細かい結晶の集まりとして産出する時の色とが、違うことがわかる。

鉱物を細かく粉にし、2枚のガラス板の間にはさんで、日光または電燈の光にかざして、虫めがねでよく見ると、粉が全く光を通さないで、黒く見えるもの（不透明）と、光を通すもの（透明）とがある。

実験 今まで調べた鉱物のうちで、不透明の鉱物をさがしてみよ。

大きい結晶を見た時、つや（光沢）の強い鉱物と、弱い鉱物とがある。中にはつやが特に強く、金属のようにぴかぴかしたつや（金属光沢）をしているのがある。

実験 今まで調べた鉱物のうちで、金属光沢を持っている鉱物をさがしてみよ。

実験より次のことがわかる。すなわち不透明の鉱物の大きい結晶のつやは、不透明でない鉱物の大きい結晶のつやに比べて強く、不透明の鉱物には、金属光沢を持っている鉱物が多い（例を調べてみよ）。

不透明の鉱物のうちでも、金属光沢より少し弱いつや（亜金属光沢）を持っているのがある（磁鐵鉱のつやはその例である）。

実験 磁鐵鉱・黄鉄鉱のつやを比べてみよ。

金属光沢、亜金属光沢以外のつやは、弱いつや（非金属光沢）であ

る。

実験 今まで調べた鉱物のうちで、非金属光沢を持っているものをさがしてみよ。

つやの強い鉱物でも、細かい粉にすれば、つやがなくなる。それで金属光沢を持っている鉱物でも、大きい結晶の集まりのつやと、細かい粉のような結晶の集まりのつやは、全く違っている。

実験 紙の上に字を書いて、その上に方解石のへきかい片を置いてみよ(字が二重に見える) (図 15)。

なぜこのような事実が見られるのだろう。光が物体の中にはいる時は、その向きが少し変わるのである。ところが、方解石では、その中に光がはいると、まず二つの光に分かれ、その二つの光が、少しずつ向きを変えるが、この向きを変える程度の違いが大きいので、下の文字がはっきり二重に見えるのである。

鉱物または岩石を、目で直接に見えないような細かいところまで詳しく調べるには、顕微鏡を用いる。鉱物または岩石を顕微鏡で調べるには、すりへらし、紙のようにうすくして見る。すなわち鉱物または岩石片を、堅いみがき粉(カーボランダムの粉を用いる)で鐵板の上ですりへらし、板のように薄くし、これをカナダバルサムでガラス板の上にはりつけ、さらに薄くすりへらして、紙のように薄いもの(薄

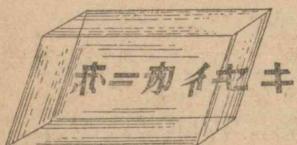


図 15 方解石のへきかい片で、文字が二重に見える。

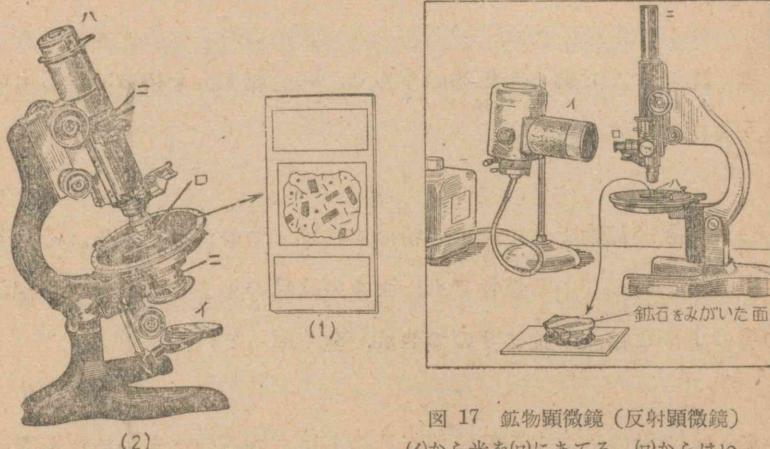


図 16 鉱物用顕微鏡(透過光線用)
(1)の鏡で光を薄片(2)にあて、(3)から見て
る。(4)はニコル

片)を作るのである(図 16 (1))。図 16 (2)は鉱物または岩石の薄片を調べる顕微鏡である。

不透明な鉱物は、一面をみがいてぴかぴかに光らせ、そのみがいた面へ光をあてて、顕微鏡で調べる。図 17 はみがいた面を調べる顕微鏡(反射顕微鏡)である。

このように顕微鏡で調べると目ではっきり見ることのできないような細かい鉱物が、どのくらいの大きさで、どのような形で、どのような鉱物といっしょにあるかを調べることができる。細かい鉱物のうちにも、金・銀の鉱物のように、役にたつ鉱物があるから、顕微鏡で、詳しく鉱物の性質を調べることは、鉱物を利用する時にもたいせつなことである。

4 鉱物の化学分析

今まで調べたように、結晶は、いつも、たいへん整った形をしていて、この整った形を調べるのに、測角器を用いるのである。鉱物の形

を人間のからだにたとえるならば、この測角器は聴診器のようなものであろう。次に鉱物の整った形は、その骨組が整っているためであって、この整った骨組を調べるために、X線を用いるのである。このことは人間のからだの場合と同じであろう。

さて人間のからだでも、外部からばかり調べるとはかぎらないので、解剖してその骨組をばらばらにして調べることがある。鉱物にも、これに相当した調べ方、すなわち鉱物の骨組をばらばらにして調べる方法があり、これを鉱物の化学分析といふ。

実験 方解石に、冷たいうすい塩酸をかけてみよ。盛んにあわが
出る。これは塩酸のために、方解石の
骨組がこわれて(分解して)、炭酸ガス
が出て来るためである。

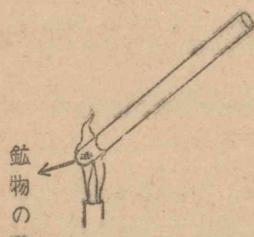


図 18
細い試験管の中へ鉱物を入れて熱する。

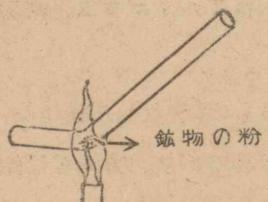


図 19 開管の中へ
鉱物を入れて熱する。

実験 黄鉄鉱の細かい粉を試験管の中で熱してみよ。試験管の上の冷たいところへ黄色いものが附着する。これは黄鉄鉱の骨組がこわされて、その中のいおうが出て来たためである(図 18)。

実験 図 19 のように、両端の開いた細いガラス管(開管)の中へ黄鉄鉱の細かい粉を入れて熱し、一方の端から、においをかいでみよ。鼻をつくようなにおいのガスが出ている。このガスは亜硫酸

ガスで、いおうと酸素と結びついてできたガスである。

細い試験管の中で熱することは、空気が通りにくいような状態で熱することである。これと反対に、開管の中で鉱物を熱することは、空気がよく通るような状態で熱することである。それで細い試験管中で熱した時は、いおうの大部分は、そのまま揮発して、試験管の上の冷たいところへ附着するが、開管で熱すると、空気がよく通る状態で熱せられるので、いおうは酸素と手をつないで、亜硫酸ガスとして出るのである。

このように調べていくと、鉱物はいろいろの元素からできていることがわかる。そして鉱物はどのような元素からできているかによって次のように分けることができる。

(1) 一つの元素だけからできているもの(たとえば炭素からできている鉱物にダイアモンドと石墨がある。いおうもこの一つの例である)。

(2) 二つ以上の元素、または元素の群がきまった割合で結びついているもの、すなわち化合物には次のようなものがある。

(i) 酸素と他の元素とが結びついているもの、すなわち酸化物(たとえば赤鉄鉱・磁鐵鉱は鉄と酸素とが結びついたものである。石英はけい素(珪素)と酸素が結びついたものであり、すず石はすずと酸素とが結びついているもの、コランダムはアルミニウムと酸素の結びついたものである)。

(ii) いおうと他の元素が結びついているもの、すなわち硫化物(たとえば黄鉄鉱は鉄といおうと結びついた鉱物であり、方鉛鉱は鉛といおうが結びついた鉱物であり、せん亜鉛鉱は亜鉛といおうが結びついている鉱物である)。

(イ) 炭素と酸素と他の元素が結びついているもの、すなわち炭酸塩（たとえば方解石はカルシウムの炭酸塩である）。

(ロ) 鉄と酸素に他の元素が結びついているもの、すなわち、鉄酸塩（たとえばみかげ石の中にはいっている正長石は、カリウム・アルミニウムを含む複雑な鉄酸塩であり、うんもの中で黒い色をしている黒うんもはカリウム・鉄・マグネシウムなどからできている複雑な鉄酸塩である。白いうんも（白うんも）はカリウムとアルミニウム・水などからできている複雑な鉄酸塩である。またモースの硬度計の中にある滑石はマグネシウム・水分を含んだ鉄酸塩であり、トパズはふっ素（弗素）・アルミニウム・水などを含んだ複雑な鉄酸塩である。

鉱物はこのようにいろいろの元素からできているが、二つ以上の元素が結びついているものでは、元素、またはその群がきちんと、きまつた割合で結びついているのである。

鉱物には上に述べたようないろいろな性質があり、上に述べたようないろいろな調べ方がある。このように鉱物を調べる方法を知ったな

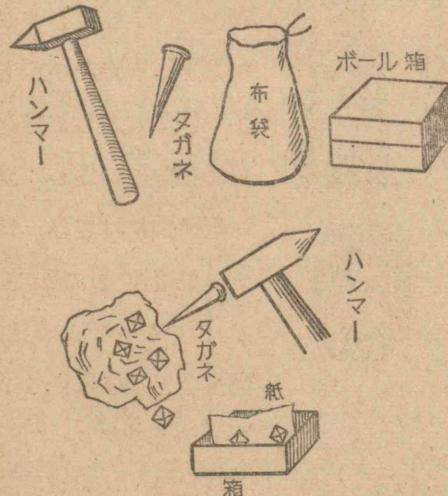


図 20 鉱物採集のときに必要な品々

らば、さらに進んで山へ行って鉱物を集めて調べてみよう。鉱物を採集するには、地図・手帳・ハンマー・虫めがね・布袋・古新聞などを用意し、採集した産地（何県何郡何村何何）を地図の上に記入し、採集月日をめいりょうに記入して、箱へ入れて保存するようとする。

このように鉱物に親しんでいけば、山へ行って鉱物を見いだしたり、鉱物を集めたりして楽しむことができる。この楽しみが、地下資源を調べたり、地下資源をさがしたりする時に、大きな原動力となるであろう。そして集めた標本は、たゞほんやりながめているだけでなく、一つ一つくわしく調べていくことがたいせつである。

研究 まず鉱物の諸性質を調べる表を作ってみよ（項目として光沢・堅さ・色、その他どのような項目を選んだらよいか）。

研究 採集して来た鉱物の結晶を手に取り、次の順で調べてみよ。

第一段

(1) 結晶の形をスケッチせよ。(2) どのような形であるか。(3) 結晶の割れ口の光沢は何光沢か。(4) 結晶をつぶしてみよ。へきかいがあるか。(5) つぶした粉をさらに細かくつぶし、ガラス板の間にはさみ、日の光が電燈の光にかざして、虫めがねでよく見よ。光を全く通さない（不透明）かどうか。

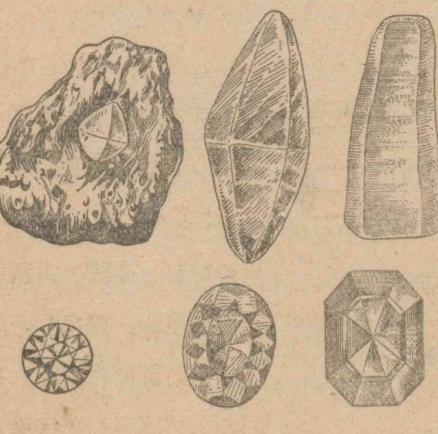


図 21 宝石のいろいろ
(1) ダイヤモンド (2) 赤い色をしたコランダム(ルビー) (3) 青い美しい色をしたコランダム(サファイヤ)

第二段

そこで次の表により調

べてみよ。

(1) もし金属光沢を示す不透明の鉱物であれば、色は何色か（黄・赤・灰・黒・白など）

(2) もし亜金属光沢を示す不透明の鉱物であれば、じょうこんは何色か。

(3) もし非金属光沢を示す不透明でない鉱物であれば

(イ) じょうこん色は有色か（黒・灰・褐・赤・青・黄など）

(ロ) じょうこん色が無色であれば

柔らかいか（1~2.5度ぐらい）

少し柔らかいか（3~4度ぐらい）

少し堅いか（4.5~5度ぐらい）

堅いか（5.5~6度ぐらい）

たいへん堅いか（6.5~10度ぐらい）

問

(1) 鉱物の性質の最も根本となる性質はどのような性質か。

(2) 鉱物を調べる方法を大きく二つに分けることができる。どのように分けられるか。

(3) 宝石として利用されるもののうちには、水晶・トパズ・ダイアモンド・

ルビー（赤い色のコランダム）・サファイヤ（青色のコランダム）などがある。宝石に利用される鉱物には、どのような性質が最もたいせつか。

(4) ガラスの玉と水晶の玉とをくちびるにあててみると、水晶の玉の方が冷たく感ずる。なぜか。

II 地下の資源はどのようにしてできたか

5 岩石はどのようにしてできたか

今まで私たちは机の上でいろいろな鉱物の性質を調べたが、次には、これらの鉱物はどのようにして自然にできたかという疑問が起って来る。この疑問を解くためには、まず、机を離れ、鉱物ができるる大自然の姿に接してみよう。

まず、私たちは、今活動している火山地方へ行ってみると、次のようなおもしろい事実を見ることがあるだろう。

(1) 火山の噴火の時には、地下からガスをふき出したり、地下から熱いどろどろにとけた岩が出て来て固まっている。

(2) 今でも地下から、ごうごうと音を立てて、ガスがふき出ている穴（噴気孔）を見ることがある。噴気孔から出るガスの中には、鼻をつくようなにおいのガスがあり、また、臭いにおいのガスもある。そして、その穴のまわりに、黄色い鉱物ができるいることがある（たとえば箱根の大湧谷の噴気孔はその一例である）。この鼻をつくようなにおいのガスは、まさしく、黄鉄鉱を開管の中で熱した時に出て来る亜硫酸ガスのにおいであり、黄色い鉱物はいおうの結晶である。

実験　いおうの結晶を手に取って、諸性質を調べてみよう（図22）。

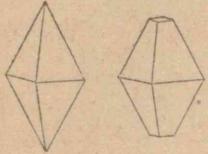


図 22 いおうの結晶

(3) 火口湖の中に細かいいおうができる、それが浮いたり沈んだりしている所がある。このような所をよく調べてみると、やはり火口湖の中に硫化水素のようなガスが地中から出ていて、それから（硫化水素が酸化して）細かいいおうができることが多い。

(4) 火山地方へ行くと温泉がある。温泉にはいると手ぬぐいが赤く染まることがある。これは温泉の中に溶けている鉄が（水酸化鉄になって）ちんでんしているためである。

これらの例は鉱物が現在できている例である。

地下資源がどのようにしてできたかを考えるには、まず、上で調べたような例、すなわち現在天然で鉱物や岩石ができつゝある事実をもとに考えていくことがたいせつである。

このような事実から、どのようなことが考えられるだろうか。

地下の深い所には、今でもどろどろにとけた熱いものがあり、このとけたもののうちには、ガスもいっしょにまじるらしい。このように、高い温度でとけているものが、地下の深い所で、押しこめられていると、上から押さえつけられているために、また、その中のガスが押し広がろうとする力とのために、全体がたいへん強い圧力を受けていると考えられる。このように高い温度と、高い圧力のもとで、ガスもいっしょにまじって、どろどろにとけているものをがんしょう（岩漿、マグマ）という。このマグマの中には、鉱物を作るよういろいろの元素がはいっていて、マグマが冷えて固まっていく時に、これらの元素は、独立して結晶して出て来たり（たとえばダイアモンドのように）、

また、いくつかの元素が互に手をつなぎ合って、結晶して出て来るのであろう。このようにしていろいろな鉱物ができあがり、鉱物の集まり、すなわち、岩石ができるのである。

マグマは、地下深い所でゆっくり冷えて固まることもあるし、また圧力が強まるために、地表を突き破って、ふき出して、急に固まることもあるだろう。これが火山の噴火である。またマグマの中のガスは噴火の時に勢いよくふき出すこともあり、また、あとまでも、噴気孔からふき出していることもある。ちょうどこれは、サイダーのせんをぬいた時のような状態である。

次に温泉はどういうものだろうか。温泉には、マグマの中に含まれていた水分が、地表までわき出したものもあるだろうが、温泉の中には、また、地表からしみこんだ地下水が、たくさんまじっていると考えられる。いずれにしても、温泉はマグマから絞り出されたしるのようなものであろう。タオルにお湯をしませたものを、かりにマグマにたとえるならば、温泉は、それを絞った時のお湯に相当するものであろう。

このように地の深い所には、熱いどろどろにとけたものが、今でもところどころにあるらしいが、一般に地面から深く進むにつれて、次第に温度がのぼっていることが知られている。地面に近い所では、30 m ないし 40 m ぐだるごとに温度が 1°だけ高くなる。このように地面の中にある熱を地熱という。温泉はこのような地熱を地表へ、しじゅう運んでくれるものである。むかしからこのような地熱を利用することが研究されているが、まだその研究の途中であって、地熱が大仕掛けに利用されるのは将来のことであろう。

このようにマグマの温度が冷えて、マグマが固まる時に、いろいろの鉱物ができあがって、それらが集まって、いろいろの岩ができあがったものと考えられる。これらを火成岩という。みかげ石（花崗岩）も火成岩であり、火山からふき出して固まった岩石も火成岩である。

みかげ石を手にとってみよう。ガラスの粒のような石英があり、魚のうろこのようなうろもあり、たんざくのような形をした長石が見える。

なおいろいろの岩石の中には、ろぐいす色からかっ色をした粒状の鉱物（かんらん石）や、黒色からかっ色で柱のような形をし、へきかい面が見える鉱物（輝石・角閃石）が見えることがある。次に、火山からふき出して固まった岩を手に取ってみよう。すると、みかげ石とはだいぶ違っていて、その中に、形のはっきり見える結晶は少ない。

また、火成岩には色合の違うものがある。みかげ石は全体として色の白っぽい岩である。石英粗面岩もおもに石英・長石よりできている白っぽい岩であるが、その中には形のはっきり見える結晶は少ない。色の黒っぽい岩には、たとえばかんらん石（マグネシウム・鉄のけい酸塩）からできているかんらん岩がある。

かんらん石はできてから次第に性質が変わってじゃもん石という鉱物に変わることが多い。じゃもん石は黒みがかかった青い鉱物である。かんらん岩は多くはじゃもん石のかたまり、すなわち、じゃもん岩に変化している。じゃもん岩に一部変わったかんらん岩



図 23 じゃもん岩中の石綿(1) は石材に用いられる。また、じゃもん

岩の中に細い繊維のような形をした鉱物ができていることがある、これが石綿である（図 23）。石綿は火に耐え、また熱を伝えないので、防火材に用いられる。

またたいへん大きい結晶（大きいものは数十センチメートルぐらいなものもある）からできている岩もあり、このような岩石をペグマタイトという。ペグマタイトには、大きい水晶・長石・うろもからおもにできているものが多い。大きい水晶や長石・うろもは、このペグマタイトから取ったのが多く、たとえばモースの硬度計に用いられている正長石も、ペグマタイトから取ったものが多い。ペグマタイトには、

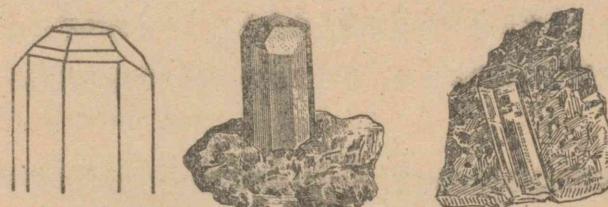


図 24

(左) トパズ (中) 電気石 (右) 緑柱石
美しい色のものは、どれも宝石に用いられる。

同じくモースの硬度計に用いてあるトパズの結晶が出ることがあり（図 24）、そのほか電気石・緑柱石などが見つかることがある。電気石の結晶は、普通は黒い柱のような形をしている（図 24）。また緑柱石の結晶は、普通緑色で六角柱のような形をしている（図 24）。

電気石の中にはまた青・紅などの色をしているものがあり、緑柱石の中にも青色をしているものがある。これらの鉱物で特に美しい色をしているものは宝石として用いられるが、日本産のものには、美しい特にさえた色をしているものがない。

ペグマタイトの中の水晶は、昔から飾り石にしたり、印材に用いられ、山梨県下は昔から水晶の産地として有名である。また長石は後に述べるように、せきものに用いられる。うんもは熱に耐え、薄くすれば透明となるから、炉の窓口にはって用い、また電気を伝えないのでいろいろな電気器具に用いられる。この方面に適當なのは白うんも・金うんも（マグネシウムをふくんだうんも）などである。

ペグマタイトのうちにはまたセリウムを含んだ鉱物（たとえばモナズ石）やウラニウムを含んだ鉱物（たとえばピッチブレンド）が産出することがある。モナズ石は黄またはかっ色の鉱物であり、ピッチブレンドは黒光りした重い鉱物である。セリウムは鉄と合金をつくり、この合金は発火しやすいので発火合金として用いられる。またウラニウムは原子力の利用のため、最近ではたいせつな地下資源となっている。

福島県石川郡石川山地方、岐阜県恵那郡苗木地方、福岡市長垂山などペグマタイトの発達している地域の代表的な例である。

火成岩の色合いの違いは、それをつくっている鉱物の種類によるものである。また岩石をつくっている結晶の粒の大きさの違いは、おそらくその岩石が固まる時の速さの違いによるものであろう。すなわち粒のあらい岩は、地下の深い所で、ゆっくりひえたため結晶が大きく発達して固まった岩であり、粒の細かい岩は、地表近くの浅いところで、割合急に固まったため結晶が大きく発達するといまがなく、全体が固まった岩であろう（こゝに地表からの深さというのは、岩石が固まる時の地表面からの深さをいうのである）。

火成岩以外に、なおいろいろなでき方の岩があることは、私たちの科学10「土は

どのようにしてできたか」で調べるであろう。すなわち小石がおもに集まって固まってできた岩（礫岩）、砂がおもに集まって固まってできた岩（砂岩）、粘土がおもに固まったく岩（粘板岩）のほかに火山灰がおもに固まってできた岩（凝灰岩）などがあり、また岩石をつくって鉱物がみな同じ方向に向かって岩石全体が薄くはがれる岩（結晶片岩）もある。

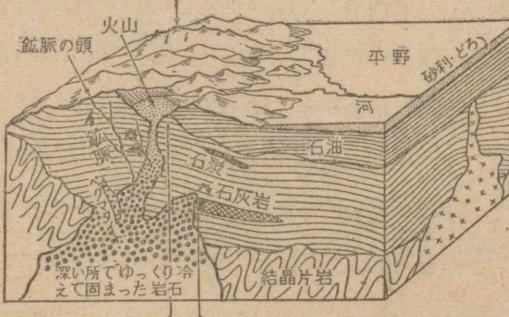
6 地下の資源はどのようにしてできたか

地下資源はいろいろな岩石の中にできあがっている。

次に二、三の例をあげてみよう。

その一つは岩石の中に脈のような形になってできているもの（鉱脈）がある（図25(イ)）。日本では銅・金・タンクスチル・すず・モリブデン

深い所でゆっくり固まったく
岩石が、地表面が長い間に
けずり去られたために、地
表に出ている所である。



地表から浅い所で
割合に速く冷えて
固まったく岩。
石灰岩と火成岩
の接している所
でできた鉱床。

図25 岩石と地下資源のでき方

などの資源に、このような鉱脈が多い。

次には岩石のうちに不規則な大きいかたまりになってできあがって

いるものがある。これを交代鉱床といふ(図25(ア))。火成岩と石灰岩と接する附近に、大きい交代鉱床が見いだされていることが多い、これを、特に接触交代鉱床といふ(図25(イ))。日本では銅・鉄の資源にこの例が知られている。

以上のような形の地下資源は、マグマより生まれて来たものであろう。すなわちマグマが固まっていく時に、ところどころに、役にたつ鉱物をつくるような液(鉱液)ができあがり、これが岩石の割れめにはいって来て、そこで有用鉱物ができあがったものが鉱脈であり、また岩石の中にしみこんで来て、その岩石を溶かし、その代わりその中に有用鉱物ができたものが交代鉱床であろう。

地下資源のある所(鉱床)には、役に立つ鉱物(鉱石)といっしょに、役に立たない鉱物(脈石)もまじっていて、これらが岩石(母岩)の中に包まれているのである。たとえば銅鉱床のうちで銅を含んでいる黄銅鉱は、銅の鉱石の一例であり、石英は脈石の一例である。

実験 鉱石を手に取ってみよ。その鉱石はどのような役に立つ鉱石であるか。その鉱石のうちのどの鉱物が役に立つか。脈石はどれであるか。虫めがねで全体をよく調べてみよ。結晶が見えるか。

鉱脈の中には脈石として石英がよく見られる。大きい石英もあり、小さい石英もある。タンクスチーンの鉱脈とか、すずの鉱脈には、大きい石英が見つかることがあり、金鉱脈には小さい石英が見つかることもある。また鉱脈の中に電気石やトパズが脈石として出ることがある(すず・タンクスチーンの鉱脈にその例がある)。また鉱脈の脈石として、緑色のどろのようないわゆる鉱物(緑泥石)とか、白い絹のようなつやを持った、細かいうんも(絹雲母)が見つかることがある(金・銅の鉱脈にその例がある)。また接触鉱床には石灰岩と火成岩との反応により、色々な脈石ができる

る。その中に緑色またはかっ色を帯びたざくろ石、緑色の柱のような形または纖維の形の緑簾石・灰鉄輝石などが普通にできあがっている。

このようにマグマから生まれてできた鉱床では、その母岩と鉱床との間に非常に深い関係が見られることがあり、また母岩がたいへんに変化していることが多い。たとえばクロム・ニッケルの鉱床は、かんらん岩やじゃもん岩に伴なって発見されることが多い、モリブデン・タンクスチーンの鉱脈は、みかげ石またはそれに似た色の白っぽい岩の中にあることが多い。また鉱脈の母岩中にトパズ・電気石が一面にできてもとの母岩の性質が非常に変わっていることがある(タンクスチーン・すずの鉱脈の母岩にその例がある)。また母岩の中に一面に緑でい石・絹うんもができるものの母岩の性質とたいへん変わっていることがある(金・銅などの鉱脈の母岩にその例がある)。

すでに調べたように火山地方には、今でもいおうができる所があり、鉄がちんでんしていることがある。しかし火山地方には、山一面が白くぼろぼろになっていて、その中にたくさんのがいおうができる、いおうの鉱床ができあがっていることがある。群馬県吾妻郡小串鉱山、長野県上高井郡米子鉱山などはその例である。

このような鉱床はおそらく、昔、いおうを含んだガスや温泉が、たくさんふき出してきて、山一面をぼろぼろに変え、そのうちにたくさんのがいおうをちんでんさせたものであろう。

また火山地方へ行ってみると、地層の中に、いおうが層のような形ではさまれていることがある。岩手県岩手郡松尾鉱山はその例である。

このような鉱床はおそらく、昔の火口湖の中にできたいおうで、火口湖の底へ沈みたまゝ、後にその上へ土砂や火山灰をかぶり、今では地層の中にはさまれて残っているものであろう。

また火山地方へ行ってみると、凝灰岩や砂岩・けつ岩の中にかっ色

の鉄鉱（褐鉄鉱）が層になってはさまれていることがある。北海道胆振国虻田郡俱知安鉱山・虻田鉱山、群馬県吾妻郡群馬鉱山などはその例である。

実験 この鉄鉱を試験管の中に入れて熱してみよ。（試験管の上部の冷たい所に、水滴が附着する。すなわちこの鉄鉱は水分をもつてることがわかる）。

火山地方にあるこのようなかっ鉄鉱の層をなおよく調べてみると、その中には沼地にはえているような草や木の破片が含まれていることがある。またこのようなかっ鉄鉱床の附近を歩いて調べてみると、地下から泉が今でもわいていて、その泉から、一面に赤かっ色の物質が出ていることがある。このような赤かっ色の物質を手に取ってみると、ざらのようなものであるが、これがかわけばかっ鉄鉱と同じものになる。それでこのようなかっ鉄鉱を沼鉄鉱といふことがある。

このような沼鉄鉱はおそらく、昔の大きい鉄泉（鉄分を含んだ温泉）から、火山地方の沼地のような所へちんでんして、その後に土砂や火山灰をかぶり固まって、今では火山地方に、けつ岩や砂岩や凝灰岩の中にはさまれて残っているものであろう。

磁石を持って海べへ行ってみよう。ばてい形（馬蹄形）の磁石を海の砂の中に入れて静かに引き上げてみよう。磁石の先に細かい黒い砂がついてくるであろう（図26）。これが砂鉄である。砂鉄はおもに細かい磁鐵鉱の砂からできてい



図 26
ばてい形の磁石に砂鉄
がついているところ。

いる。所によっては、海べの砂が黒く見えるほどに砂鉄が集まっている所があり、中国地方の海べの砂鉄は昔から有名である。

砂鉄はどこからどのようにして集められたものであろうか。

実験 おわんを持って来て、土のかたまりをその中に入れ、水を入れてよくかき混ぜる。それを水たまりにつけて、そのおわんを静かに動かしてみる。すると土の中の軽い物は水の作用でおわんの外へ流れ出て行くが、重い鉱物はおわんの中へ残ることに気づくであろう。

地表面では風雨の作用や気温の変化により、岩石は次第に細かく砕かれ、長い間には岩石は次第に性質が変わり、細かい粘土になることもある。これらが河川の水に流れ流され、海の波に洗われると、細かい軽い物は次第に流され、重い鉱物が砂の中に残されるであろう。このようにして岩石の中に、広くわずかずつ含まれている磁鐵鉱でも、長い間に砂の中に集められるのである。

研究 砂の中に有用鉱物が集められて、利用される時には、これを砂鉱床という。砂鉱床の中には砂金もある。このように砂鉱床をつくる鉱物は、どのような性質をそなえていなければならないか。

地下資源のうちには、また生物のおかげでできたたいせつな資源がある。すなわち石炭・石油がその例であり、石灰岩のうちにもこの例がある。

このような地下資源は、地層のうちに層のような形になつてはさまっているものが多い。石炭は昔地球上に茂っていた植物が、土の中に埋もれて変わったものであり、石灰岩のうちにはさんごのような生物の遺がいからできているものがある。

私たちの科学 10「土はどのようにしてできたか」で調べたように、地球の表層部はいまだに安定したものなく、じゅう変わっている。すなわち、今まで海であったところが、次第に陸になったり、その反対に、今まで陸であった所が、次第に海になったりすることが、古い地質時代から今まで続いている。このようなわけで、昔生きていたいろいろの生物の遺がいが、その当時の陸上または海底に積もれば、やがてその上に、厚く土砂をかぶり、生物の遺がいは、今日見るよう、地層のうちに層のような形をして、はさまれて残っているのである。生物のおかげでできた地下資源はこのようにしてできあがったものであろう。

III 地下の資源を見つけてから利用するまで

7 鉱床の頭

前の章では、地下の資源は、地下のどのようなところにできているかを調べ、地下の資源はどのようにしてできあがったかを考えてみた。

次に疑問になるのは、このような地下の資源を、どのようにして見つけて利用するか、ということであろう。地下資源の大部分は地下の深い所に埋もれているから、見つけるのに骨が折れるだろうが、こゝ

にいろいろの方法がある。

まず第一に、鉱床が地表へ頭を出していることがあり（これを鉱床の露頭という）、このような鉱床の頭が鉱床を見つけるかぎになることが多い。鉱床の頭は、ときどき赤かっ色に色づいていて、俗に「焼け」ということがある。鉱床の「焼け」の一部を取って調べてみると、赤

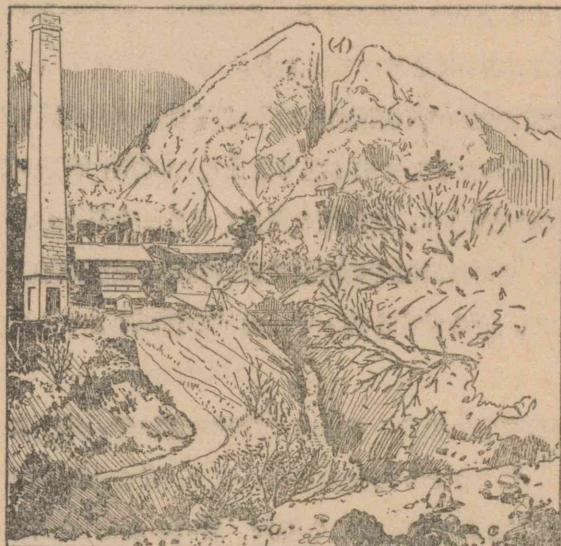


図 27 鉱脈の頭(露頭)より掘りくずして鉱石を掘り出したあと(露天掘り跡)(イ)(佐渡鉱山)

いて、これが地表面でかっ鉄鉱に変わっていることが多い。

鉱床の頭は、このように黄鉄鉱からかわってできたかっ鉄鉱のため
に、赤かっ色に色づいていることが多いが、鉱床の頭の近所では、さ
らにいろいろの鉱物が変化する。すなわちマンガンの鉱物は黒いすす
のような鉱物（マンガンの酸化物または水酸化物）に変わることがあ
り、コバルトの鉱物は桃色の鉱物に変わることがある。銅の鉱物は青

緑色の鉱物たとえばくじゅく石・らん銅鉱などに変わることが多い。このような鉱物の変化は地表から地下水がめぐっている深さ（地下水準面）までの範囲に見られるものである。鉱床の地表に近い範囲で、このような変化を受けている部分を鉱床の酸化帯といふ。

鉱床はいつも地表へ頭を出しているとはかぎらないから、地下にもぐっている資源をさぐる方法も必要である。これには、いろいろの方法があるが、こゝに二、三の例をあげてみよう。

火薬を地表面で爆発させ、その振動が地下にある地層面や鉱床にあたり、反射したり、屈折したりして来るありさまを、地震計で調べて、地下の資源をさぐる方法があり、また銅の資源のように金属を含んだ資源が地下にあると、そのためにその附近に弱い特別の電流が地下を流れようになるので、その電流を測って、地下の資源をさぐることもある。

このように露頭が発見されたり、またはその他の方法で、地下に有用な鉱物があるらしいことがわかったならば、まず、その附近の地質（いろいろな岩石の地下にある形、岩石の種類、岩石の変化）の調べをよく行わなくてはならない。なぜならば、地下の資源は、いつも、でたらめに地下にあるのではなくて、その附近にある岩石のいろいろな性質と深い関係を持っていることが多いからである（II、特に第6項）。鉱床が地下にどのくらいの広がりであるか、またその中で鉱石はどれくらいの割合に含まれているかを調べるのは、管で地下へ穴をあけ、地下の岩石をほじり取って調べる方法（試錐またはボーリング）がある。

ボーリングには、むかし日本で、^{かずさ}上総の国（千葉県）で井戸を掘る時に用いられた方法（かずさ掘り）があるが、いまでは、ダイアモン

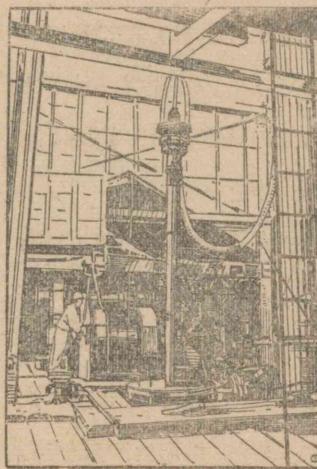


図 28 ボーリング

ドーボーリングが最も発達した方法

である（図28）。ダイアモンドは鉱物のうちで最も堅い鉱物であるから、これを管の先につけて、堅い岩に深く穴をあけて、深い所にある岩石をほじり取る方法である。ダイアモンドのうちで、透明な上質のものは、宝石として用いられるから、ダイアモンド-ボーリングに用いられるダイアモンドは色の黒い宝石に用いられないような黒ダイアモンドを用いる。

8 鉱石を掘り出すこと

このようにして地下に資源のあることが、はっきりわかったならば、それを掘り出さねばならない。

鉱石を掘り出すのには、次のような種類がある。その一つは山の表面から岩をくずして掘り出す露天掘りがある。図29はその図である。

次には地下に穴（坑道）を掘って掘り出す坑道掘りがある。図30は坑道の入口の図である。坑道の中で仕事をするのに、燈火がたいせつであって、石炭・石油を掘り出



図 29 露天掘り

す時は、懐中電燈が用いられ、それ以外の鉱床ではアセチレン燈が用いられる（図 31）。

坑道の中には悪いガスがたまりやすいから、しじゅう坑道の入口から空気を送り、新しい空気を坑道の内部に通わせることがたいせつであり、また地中から水や温泉がわき出してくれることもあるから、それらを休みなく外へくみ出さねばならないこともある。伊豆に



図 31 坑道の内部で用いる燈火（アセチレン燈、俗にカンテラという）

ある土肥鉱山（金鉱床）の坑道の中に、熱い温泉が非常な勢いでわき出している所がある。地の中へ深くはいると、次第に温度が高くなることは前に述べたとおりであるが、またそれ以外に硫化鉄鉱（硫酸の原料に用いる地下資源）の鉱山の坑道の中には、たいへん熱い所がある。これは硫化鉄鉱が、地下水で次第に性質が変わり、硫酸ができる、この硫酸と水が化合して、熱を出すためである。また石炭・石油のような、燃える地下資源を掘る坑道の中では、坑内に火事がときどき起ることがある。実際に鉱石を掘っているところへ行ってみると、ハンマーとたがねを用いて手で掘っているところがあり（図 32）、また機械をつかって、堅い岩に穴を開けているのを見ることもある。この機械はさく岩機といい、圧搾空気の力で堅い岩に穴を開ける機械である（図 33）。この機械で堅い岩に穴を開け、その中に火薬をつめて爆発させて、岩を砕き、鉱石を取り出すのである。鉱石を掘っている鉱山の附近へ行く

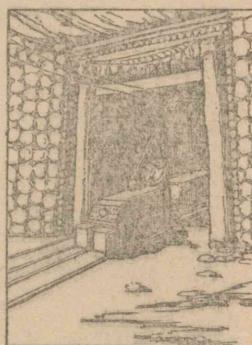


図 30 坑道の入口



図 32
手で鉱石を掘るところ



図 33
機械（さく岩機）で鉱石を掘るところ

と、ときどき、どんどんと音のすることがあるが、これが火薬の爆発する音である。鉱山ばかりではなく、たとえば、山道を切り開く時にも、堅い岩をくずすために火薬を用いることがあるから、このような道路工事の時にも、火薬の爆発する音が聞えることがある。

このようにして鉱石を掘り出している所が鉱山である。

研究 郷土に鉱山があるか。もしあった時は次のようなことを調べよ。

(イ) 場所・名前。(ロ) 何の鉱石を掘っているか。(ハ) どのようにして鉱石を掘っているか。

9 鉱石をより分けること

このようにして掘り出した鉱石には、鉱石でない石（脈石）がついていることがある、その脈石を取り除いて、なるべく、鉱石だけを集めことがある。これがすなわち、鉱石のより分け（選鉱）である。それでは、鉱石はどのようにしてより分けるのだろう。



図 34
鉱石を手でより分けるところ

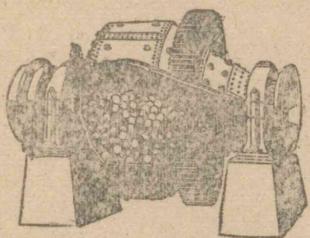


図 35

鉱石を細かく碎く器械(ボールミル)。円筒に近い形の器の中に、堅いはがねの玉を入れてある。この器の中に鉱石を入れて器を回転すれば、中で玉がころころ動く時に玉と玉との間で鉱石がしだいにおしつぶされて細かい粉になる。

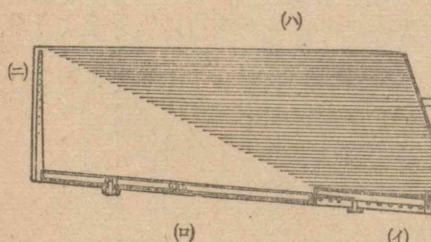


図 36

鉱物の重さの違いを利用して鉱物を分ける機械(振動テーブル)。

板の上に細かいみぞができる。鉱物の粉を(c)から送り、(b)から水を出し、この板を振動させると、軽い鉱物は(a)から流れ出て、重い鉱物は(c)から出てきて、こゝに重い鉱物と軽い鉱物を分けることができる。

大きさの細かい粉にして、水で流すと、軽い鉱物は流され、重い鉱物があとに残される(図 36)。砂鉱床は、天然がある程度に、このような選鉱をしてくれたものである。

実験 ピーカーの中に水を入れ、それにクレゾールを少し入れ、

方鉛鉱の細かい粉を入れて、はして激しくかきまわしてみよ(あわ)ができる、このあわといっしょに、ふしぎにもこの重い方鉛鉱の粉が浮かんでいくのが見えるであろう。

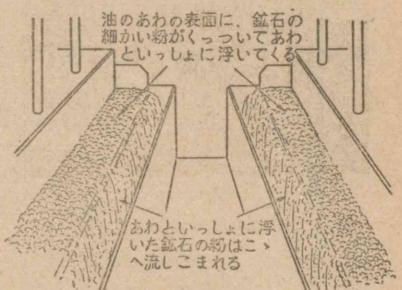


図 37 浮遊選鉱場

鉱物のうちには細かい粉にすると、いろいろな油のあわが表面へくっついて浮かぶ鉱物と、そうでない鉱物とがある。上の実験は、この事実を手軽に実験してみたのであって、この性質は鉱石をより分けるのに広く利用されている。すなわちこの方法は、あわで鉱物を浮かせて、より分ける方法(浮遊選鉱)である(図 37)。

10 治金とはどのようなことか

山から掘り出した地下資源が、そのまま利用される時もある。たとえば山から切り出した岩石が、そのまま家を建てるのに利用されるのはその一つの例であろう。しかし中には掘り出したものから、必要なものをさらに取り出さねばならないことがある。たとえば鉛管の鉛は方鉛鉱から取り出さねばならない。実際には大仕掛けに取り出すのであって、このように鉱石からたいせつな金属を大仕掛けに取り出す仕事が冶金であり、冶金をするところが製錬所である。

冶金はどんな方針でやるのだろうか。まず次の実験をしてみよう。

実験 堅炭の一片を石の上ですりへらし、長さ 8 cm, 幅 4 cm ぐ

らいの四角な柱のようなものを作り、その一方の端に小刀で小さい穴をあける。この穴の中へ、方鉛鉱の粉と炭酸ソーダの粉をいっしょにまぜてつめ、図 38 のように吹管とアルコールランプ（またはブンゼン燈）のほのおで熱してみよ。しばらく熱すると、方鉛鉱の粉から丸い金属のたまが出て来るであろう。これが鉛のたまである。

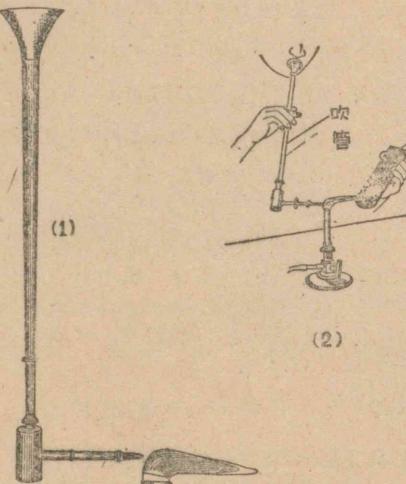


図 38 炭の上で方鉛鉱から鉛をとる実験。吹管(1)で、アルコールランプ（またはブンゼン燈）のほのおを吹き倒して、吹くのである(2)。

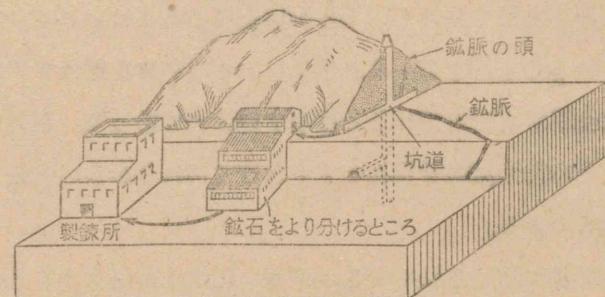
この実験は鉛の冶金を実験室でまねてみたものである。

なぜこのようにすると、鉛の金属が方鉛鉱から出て来るのだろうか。方鉛鉱は鉛といおうが手を結んでいる化合物であるが、これが炭酸ソーダといっしょに高い温度に熱せられると、しまいに、鉛の酸化物（鉛と酸素とが手をにぎっているもの）に変わる。ところが、炭をつくっている炭素は、空気中で高い温度に熱せられると、非常に強く酸素と手をにぎるから、鉛の酸化物の中の酸素を奪い取るので、こゝに鉛が出て來るのである。

鉛の冶金の方針は、これと全く同じであって、炭の代わりにコークスが用いられる。なお、この方針は鉛だけでなく、他の金属の冶金にも応用される。たとえば、鉄の冶金の方針もこれと同じである。

金属のうちで酸素との結びつき方がたいへん強くて、炭素を高い温度で燃やしただけでは、金属の酸化物から酸素を奪い取ることのできないものがある。このような時は電気分解が行われる（アルミニウムの冶金はその一例である。）

上の実験で炭の上に白い膜ができるが、この白い膜は鉛の酸化物である。すなわち、できた鉛が、熱のため一部分揮発して、空気中に出て酸素と結びつき（酸化して）、白い鉛の酸化物となり、炭の上へ附着したものである。



鉱山の模型

IV いろいろな地下資源

11 金属を利用する地下資源

私たちの周囲にはいろいろの金属が利用されている。どのような金属があるか調べてみよう。

汽車・電車の車体をつくっている鋼

電気を伝える銅線・銅板

さびない鋼（クロム・ニッケルを少し含んだ鋼）

水道管などに見られる鉛管

ブリキ(鉄板の上へすずを塗ったもの)・トタン(鉄板の上へ亜鉛を塗ったもの)

電球のフィラメントに用いられるタンゲステン

温度計に用いられている水銀

電燈線・電熱線で、電気を使い過ぎると電気が切れる。その時スイッチの所をあけて見ると、柔らかい金属の線がはいていて、それが切れていることがある。これはヒューズといい、鉛・すず・そろ鉛のような金属からできているとけやすい合金であって、電気が通り過ぎると、そのために熱せられてすぐとけて切れるから、安全弁の役をしているのである。

また電熱線に用いられているニクロム線は、ニッケルとクロムとかでできている。ハンダはすずを主とし、それにアンチモン・亜鉛などをまぜて作った合金である。

このように、私たちの身のまわりを見まわしても、いろいろの金属が利用されていることがわかる。

このような金属はどのような地下の資源から取り出すのであろうか。次にこれらの金属を取り出す鉱石をまとめて第2表に示してみよう。

実験 実験によって第2表の空所を埋めてみよ。

この表でつやの行の「亜金」は亜金属光沢、「金」は金属光沢、「非金」は非金属光沢の意味である。またこの表の色・つやは、もちろん大きい結晶の色・つやは示している。しかし、鉱石になると、同じ鉱石でも、結晶の大きさはいろいろあり、時には、たいへん細かい結晶

第2表

鉱石	鉱物	つや	色	じょうこん	堅さ	へきかい	化学成分
鉄	磁鐵鉱	亜金	黒	()	なし		鉄の酸化物
	赤鐵鉱	金	()	赤	5~6	なし	
銅	黄銅鉱	非金	かづ	かづ	5	なし	鉄の水酸化物
鉛	方鉛鉱	金	鉛灰	黒	()	あり	鉛の硫化物
亜鉛	せん亜鉛鉱	非金	()	()	()	あり	亜鉛の硫化物
すず	すず石	非金	()	()	6~7	なし	すずの酸化物
タンゲステン	鉄マンガン重石	亜金	黒	()	5~6	あり	鉄・マンガン・タンゲステン・酸素の化合物
	灰重石	非金	白	白	4~5	あり	カルシウム・タンゲステン・酸素の化合物
モリブデン	輝水鉛鉱	金	鉛灰	()	()	あり	モリブデンの硫化物
クロム	クロム鉄鉱	亜金	黒	()	5~6	なし	クロム・鉄・酸素の化合物
アンチモン	輝安鉱	金	鉛灰	黒	2	あり	アンチモンの硫化物
水銀	辰砂	非金	赤	()	2~3	あり	水銀の硫化物

の集まりで出ることもある。このようにたいへん細かい結晶の集まりで産出する鉱石の色は、じょうこん色と同じ色を示し、またそのつやは弱くなり非金属光沢を示すようになる。

銅の鉱石には黄銅鉱以外に、次のようなものがある。暗灰色をして四面体の結晶をする四面銅鉱、暗灰色の柱のような形の結晶をする硫ひ銅鉱、紫青色のまだら色をする斑銅鉱、あい色のうるこのような結晶をするコベリンなどである。これらの鉱物は、日本では銅鉱床に黄銅鉱に伴なって出ることがあるが、黄銅鉱に代わって銅のおもなる鉱石になっている例は少ない。しかし外国では輝銅鉱がたいせつな銅鉱石になっている例がある。すなわち、おもな鉱石も国により異なることがある。

研究 赤鉄鉱からできている鉄鉱石の色とつやを研究せよ。

問 第2表の空所を埋めてから、次の間に答えよ。

- | | |
|------------------|------------------|
| (1) 磁鉄鉱とクロム鉄鉱の区別 | (2) 方鉛鉱とせん亜鉛鉱の区別 |
| (3) 磁鉄鉱とすず石の区別 | (4) 方鉛鉱と輝安鉱の区別 |
| (5) すず石とせん亜鉛鉱の区別 | (6) 方鉛鉱と輝水鉛鉱の区別 |

第2表に掲げた鉱石について、下の実験を行ってみよ。

実験 ほゞ同じくらいの大きさのかたまりを手に取り、重さを比べてみよ。いちばん重いと感じた鉱物はどれとどれか。

実験 ばてい形の磁石を磁鉄鉱・赤鉄鉱・かっ鉄鉱に近づけてみよ。

実験 かっ鉄鉱の粉末を試験管の中に入れて熱してみよ(試験管の上部に水滴がつく。これは、この鉱物の中に水分が含まれているためである)。試験管の中に残ったも

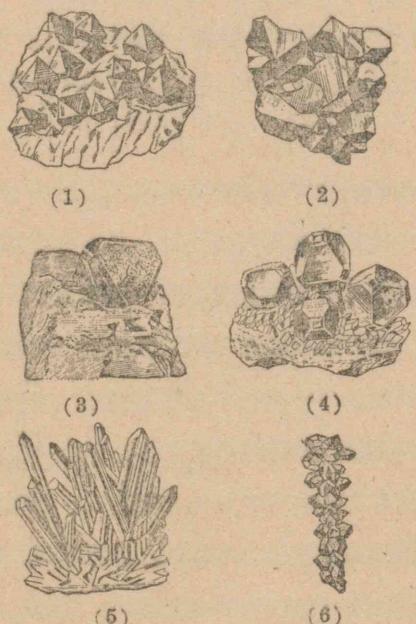


図 39 いろいろな鉱石の形
(1) 磁鉄鉱 (2) 黄銅鉱 (3) せん亜鉛鉱
(4) 方鉛鉱 (5) 輝安鉱 (6) 自然金

のはどのような色に変わったか。

実験 せん亜鉛鉱の色は、薄いあめ色か、少し濃いかっ色か、さらには濃い黒ずんだ色までいろいろのものがある。このいろいろな色のせん亜鉛鉱のじょうごん色はどのくらい違うか。

実験 輝水鉛鉱のへきかい片を曲げてみよ。はねかえるか、折れるか、曲がったまゝか。また紙の上でじょうごん色を調べてみよ。

実験 黄銅鉱の粉を試験管の中へ入れて熱してみよ(試験管の上の冷たい所へ、黄色いものが附着する。これは熱せられたために、黄銅鉱の骨組がこわされて、その中のいおうが出てきたためである)。

実験 上の実験で試験管の中に残ったものへ磁石を近づけてみよ(磁石に引きつけられる。これは黄銅鉱の中に鉄があるためである)。

実験 黄銅鉱の小さいかたまりをうすい塩酸にひたし、ひばしではさんで、吹管でアルコールランプのほのおを吹きつけて熱してみよ(吹きつけられたほのおは青い色に色づくであろう。これは黄銅鉱の中の銅が塩酸と結合して、塩化銅となり、これが熱のため揮発して、ほのおに青い色をつけるためである)。

上の実験より黄銅鉱は銅・鉄・いおうからできていることがわかる。このような地下資源は日本ではどこに産出するかを調べてみよう。

昔から有名な鉱山を第3表に掲げてみよう。

第3表

鉱石	場所	鉱床
鉄	岩手県上閉伊郡釜石鉱山	接触
	岩手県和賀郡仙人鉱山	接触
銅	北海道虻田郡俱知安鉱山	沼鉱床
	栃木県上都賀郡足尾鉱山	鉱脈代
鉛・亜鉛	愛媛県新居郡別子鉱山	結晶片岩中にある鉱床
	岐阜県吉城郡神岡鉱山	接触
銅・すず	宮城県栗原郡細倉鉱山	鉱脈
	兵庫県養父郡明延鉱山	鉱脈
アンチモン	愛媛県新居郡市川鉱山	鉱脈
クロム鉄鉱	愛媛県宇摩郡赤石鉱山	かんらん岩・じやもん岩の中にある鉱床
水銀	奈良県宇陀郡大和水銀鉱山	鉱脈

研究 本書の終りに日本の白地図がついているから、その上へ、これらの鉱山のだいたいの位置を記入してみよ。またこれから本書に出てくる地下資源の産地も、順にこの地図の上に記入していくようせよ。

第3表より次のことがわかる。すなわち、同じ鉱床でも種類がいろいろある例が知られている(たとえば鉄鉱床・銅鉱床のごとく)。また同じ種類の鉱床でも鉱石の種類が違っていることがある(たとえば釜石鉱山の鉱石は磁鉄鉱であり、仙人鉱山の鉱石は赤鉄鉱である)。また同じ鉱脈または交代鉱床に二種類の鉱石がはいつていることがある(たとえば銅・すずの鉱石を含む明延の鉱脈はその例であり、鉛・亜鉛の鉱石を含む神岡・細倉の鉱床もその例である)。鉛・亜鉛の鉱石は

いつもたいへんなかがよくて、一つの鉱床にも、いっしょに伴なって出てくることが多い。

鉄鉱床の中には、また地層の中にたいへん大きい層をしてはまれている鉱床があり、このような鉄鉱床は海底にちんでんしてできた鉱床と考えられている。このような鉄鉱床は、世界じゅうの大きい鉱床のうちに、非常に数が多いが、日本では、この種類の鉄鉱床の著しいものが多く、日本の鉄鉱床のおもなものは、接触鉱床と、火山地方の沼地に温泉よりちんでんしてできたと思われる沼鉱床である。このように、国により大きい鉱床の種類が違っていることがある。

図40はその大きさ日本で有数の足尾鉱山の坑道と鉱脈の図である。このような古い歴

史の大きい鉱山では、鉱脈は地下深くまで発達していて、坑道はそれらの鉱脈を追い、または鉱脈を横切って、地下何段にも掘られ、またその坑道の長さもたいへん長い。足尾の鉱山には、鉱脈以外に、

実際に大きい交代鉱床が発達している。

日本の銅山のうちで、足尾の鉱山を東の

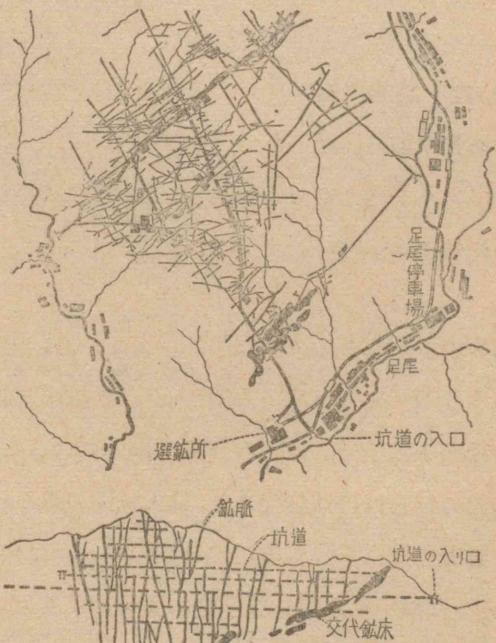


図40 足尾鉱山の鉱脈の図

大きい銅山とすれば、西の大銅山は別子の銅山であろう。この別子の銅山の鉱床は、結晶片岩の中に層のように延びた形をしてはさまっている。その鉱石はたいへん細かい黄銅鉱と黄鉄鉱の集まりからできている。

マンガンの地下資源は、普通は、黒い鉱物であって、化学成分は、マンガンの酸化物、または水酸化物よりできている。日本では凝灰岩の中に見つかることがあり、また地層の中に層のような形ではさまれている堅い岩石（おもに細かい石英からできている堅い岩石）の中に見いだされる。

日本のニッケル資源はかんらん岩やじゅもん岩の中に含まれているが、鉱物は細かくて目では、はっきり見えないことが多い。

東北地方の凝灰岩の中に、俗に黒鉱といわれている鉱床がある。鉱石は、方鉛鉱・せん亜鉛鉱・黄銅鉱・黄鉄鉱などからできていて、脈石としては石英・重晶石（図41）・せっこうなどが見いだされる。黄銅鉱の多い所は、銅鉱として用いられ、黄鉄鉱の多い所は、この次に述べる硫化鉄鉱として用いられる（第12項）。黒鉱は東北地方にたいへん多く、秋田県北秋田郡の花岡鉱山、同県鹿角郡の小坂鉱山などはその有名な例である。

この第2表に掲げたような鉱石から金属をどのようにして取り出すのだろうか。まず第10項で調べたことをもう一度復習してから、次の実験をしてみよう。

実験 磁鉄鉱・すず石などで第10項と同じ実験をしてみよ（木炭の上に鉄・すずの金属が出てくる）。

実験 磁鉄鉱・かう鉄鉱を同じように実験して、木炭の上に残ったものに磁石を近づけてみよ（磁石に引きつけられる）。

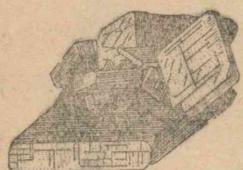


図41 重晶石
秋田県北秋田郡の花岡鉱山、同県鹿角郡の小坂鉱山などはその有名な例である。

実際には鉄の冶金は次のようにする。

まず山から掘り出した鉱石に、コークスと石灰岩とを混ぜて、大いようこう炉（図42 (イ)）の中に入れて、下から空気を送りながら、高い温度で熱すると、鉄が鉱石から分かれて、どろどろにとけて、炉の下へ流れ出る。これを固ませたものが銑鉄である。すなわち、鉄の鉱石は鉄と酸素が結びついたもの、すなわち鉄の酸化物であり、コークスは炭素からおもにできていて、コークスが高い温度で燃える時

には、酸素と手をつなぐ力がたいへん強いので、鉄の鉱石中の酸素を奪い取り、鉄がとけて分かれて出て來るのである。また鉄鉱石中の鉱物以外の鉱物は石灰岩と結びついて、上へ浮かぶ（鉱滓）。銑鉄は炭素をかなり含んでいてとけやすいが、たいへんもりい。それ

図42 ようこう炉 (イ) と転炉 (ロ)

れ、俗にいきの鐵ともいわれる。このようにとけやすく、もりい鐵は電車や汽車の車体には用いられないから、もっと強くしなくてはならない。それには、中にはいっている炭素の量をもっと少なくする必要がある。そのため銑鉄をさらに別の炉（転炉）（図42 (ロ)）の中へ入れて、空気を吹きこみながら熱すると、中の炭素は大部分燃え去って、こゝにたいへん強い鐵ができる。これが鋼である。鋼は熱してい

くとどろどろにとける前に柔らかくなり、しかも、ねばり強くなるので、たゞいて延ばしたり、曲げたりすることができるから、いろいろの細工をして、鉄道線路、汽車・電車の車体、その他に広く用いられる。

このような鋼のうちに少しづついろいろの金属を入れると、普通の鋼の持っていないような、いろいろの役に立つ性質が出てくる。このような鋼が特殊鋼であって、さびない鋼はニッケル・クロムを含んだ特殊鋼の一つの例である。

銅の冶金も鉄の冶金と同じ方針である。銅の鉱石である黄銅鉱は、前に述べたように、鉄と銅といおうとが結びついた化合物である。まず、黄銅鉱にコークスと石灰岩と石英とをまぜてようこう炉の中に入れ、下から空気を送りながら熱すると、黄銅鉱の中の鉄は石灰岩・石英と結びついて上へ浮かび、銅はいおうと手をつないで下へ沈む。これをかわ（鍛）という。かわを別の炉の中に入れて、空気を送りながら熱すると、銅は、いおうから離れて粗銅となって出てくる。粗銅はまざりものがあるから、これからまざりものない銅だけを取り出すのには電気分解を行う。

このように、鉄や銅が利用されるまでには、鉱石以外に二、三の地下資源が役立っている。すなわち、その一つに、石灰岩や石英があり、他の一つにコークスの原料になる石炭がある。このように一つの地下資源を利用する時に、他のいろいろな地下資源が助けていることは、注意しなければならないことである。

実験 開管の中でしんしゃ（辰砂）を熱してみよ（管の上部の冷たい所に灰色の物質が附着するであろう。これが水銀である。虫めがねでよく調べてみよ）。また端からにおいをかいだみよ（亜硫酸ガスのにおいがする）。

しんしゃから水銀をとるには、この実験と同じような方針で、空気を通しながらしんしゃを熱して、その中の水銀だけを分けてとり出すのである。

金 金も私たちの利用する金属の一つであるが、私たちの身のまわりを見まわしてみても、鉄や銅ほどに、どこででも目につくものではない。しかし金時計だの、歯に入る金冠だのはまず、私たちが思い出しやすい金の利用である。このような利用はみな、金がいつまでたっても変わらない性質があるのを利用したものである。

いったいこのような金は、どのような地下資源としてあるのだろう。

日本は昔から金を産する国として有名であって、日本の金鉱床のうちで最も普通に見られるのは、石英を脈石とする鉱脈すなわち含金石英脈である。昔から有名なものを二、三あげてみると北海道北見國紋別郡鴻ノ舞鉱山、新潟県佐渡郡佐渡鉱山、静岡県田方郡土肥鉱山、大分県日田郡飼生鉱山などがある。

それでは金鉱石とはどのようなものだろう。

金鉱石を手に取って見て、まず第一に気づくことは、たいていの場合どこに金がついているかわからないものが多く、時に針で示されると、やっと、そこに（黄金色の）金の粒を見いだす場合がある。これは、今までの鉄鉱石や銅鉱石とはだいぶ違った点である。しかも、そこについている鉱石が、金そのもの（すなわち自然金）であることが多く、これは、金が他の元素と結びつきにくい性質があるためである。いったい金鉱石の中に金が含まれている平均の割合は、どのくらいであろうか。それは平均して 10 万分の 1 という程度である。

問 10 万分の 1 という割合は、1 トンの中に何グラムの金を含んでいる割合か。

この数字から金鉱石の中に金が含まれる割合がいかにわずかであるかがわかるであろう。

砂鉄と同じように、金も河や海への砂の中に砂金として発見される。このような砂金は、長い間に、軽い鉱物は遠くへ流れ、重い鉱物が次第に集められた時に、いっしょに集まつたものであるから、砂金の中の金の含まれる割合は、山地の金鉱石の中に金が含まれる割合に比べて、平均して少し多い。時には、たいへん大きい金塊が砂金の中に見いだされたこともある。しかし、それでも砂鉄とは違つて、よほどよく注意して見ないと、金の粒が見つからないことがある。

今まで日本で出た最も大きい砂金のかたまりは、北海道北見国枝幸金地から出たもので、その重さ約 770g あった。また山地の金鉱脈から出た最も大きい金塊は、宮城県本吉郡鹿折鉱山から出たもので、その重さは約 700g あった。

このように、わずかずつ含まれている金を、どのようにして集めて利用するのだろうか。



図 43 砂金の採集

未開の地に砂金が発見されると、次のような方法で砂金が集められていた。すなわち、木で作った平らなはちの中へ砂金地の砂を入れ、水たまりの中でゆすぶると、軽いものは自然にはちの外へ流れ出し、重い金をは

ちの中へ残すのである（図 43）。これは手軽な比重選鉱であつて、日本では、古くから漆で塗ったおわんで行って、わんがけといつてゐる。山から出る金鉱でも、細かい粉にしてわんがけをすると、その中の細かい金の粉がおわんの中に残つて見えてくる。

砂金を大仕掛けに採取するには、砂金地へ池を掘り、そこ

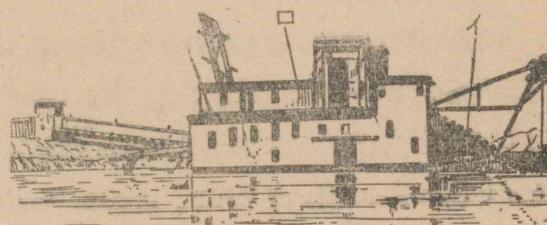


図 44 砂金採集船

へ採金船を浮かべて、大仕掛けに砂金を探るのである。採金船は図 44 のようなもので、ばけつのついたくさり（イ）がまわって、金を含む砂をかきとり、船の上へ運び、そこでふるいでふるって、あらい石を取り除き、（ロ）にある振動テーブルで比重選鉱して、金だけをできるだけ集めるのである。

金鉱脈や砂金から、金だけをとり出す方法に、金はたいていの薬には溶けないが、水銀が金を溶かす性質があるので利用した方法がある。すなわち、金の鉱石の粉に水銀をまぜると、金は水銀の中に溶けて、アマルガムを作る。これを熱すると、水銀だけが蒸気になるから、金があとに残るのである。

前に銅の冶金の時に石英をいっしょにまぜることを述べたが、この石英の代わりに、含金石英脈を用いれば、その中の金は、粗銅の中にはいってきて、粗銅を電気分解する時に、その中の金は、どろのようになって銅から分かれて下にたまるのである。このようにすれば、銅の冶金の途中で、金もいっしょに採ることができるのであって、これは冶金の一つの進歩である。

銀の鉱石も細かい鉱物で目につきにくいことが多い。銀の鉱石は、金と同じよう

に、自然銀として出ることもあるが、またいおうと手を結んで輝銀鉱として産出す。銀の鉱物は、また方鉛鉱となかがよく、方鉛鉱の中にはいっていることが多いが、方鉛鉱の中にはいっている銀の鉱物は、どのような鉱物であるか、まだ研究すべきことが多い。

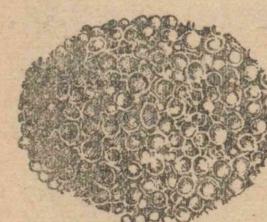
白金 白金はかんらん岩のような色の黒っぽい岩の中に、ごくまばらに含まれていることがあるが、普通は砂金床の中に自然白金の粒として発見される。日本では、北海道の夕張川の流域の川の砂の中に、^{ゆうぱり}細かい粒になって見いだされる。白金は、いろいろな化学実験用の器具に用いられるとともに、化学工業の方面にたいせつな用途がある。白金のなかまであるイリジウムとオスミウムの合金（イリドスミン）も夕張川の砂の中に見いだされるが、これは白金と同じような見かけをしている細かい粒である。イリドスミンは、白金より少し堅くて、インキによって変化しないから、万年筆の先につけて用いる。

アルミニウム 今まで述べた金属は、どれも重い金属であったが、金属のうちには軽い金属もある。すなわちアルミニウム・マグネシウムはその例である。

アルミニウムは日常私たちが用いる器具類によく用いられているが、アルミニウムの地下資源はどのようなものであろうか。

アルミニウムの地下資源のおもなものは、南洋地方にあるボーキサイトである。ボーキサイトは白っぽいかたまりであって、ときには魚の卵のような、小さい丸い粒の集まったようなかたまりとして産することがある。南洋地方のいろいろな岩石の表層部にできていて、水酸化アルミニウムか

図 45 ボーキサイト



らできている鉱石である。

このボーキサイトは南洋地方のような温度の高い、しかも雨量の多い所で、岩石が長い間に性質が変わってできたものと考えられている。

12 たいせつな工業薬品のもとになる地下資源

今まで私たちは身近にある金属を調べてみて、その金属がどのような地下資源から採られているかを調べた。次に、私たちの生活にたいせつな非金属の類に目を転じてみよう。

まず、私たちの生活になくてはならない塩があり、その他じゅうそ・かせいソーダ・炭酸ソーダのようなたいせつな薬がある。また肥料にたいせつな硫安（硫酸アンモニア）の原料の一つであるいおうとか、過りん酸石灰のたいせつな原料になるりんがある。

これらの方面に、地下資源がどのくらい役立っているかを調べてみよう。

岩塩 塩は海水から採るから、必ずしも地下資源だけが、その資源ではない。しかし、地下資源として塩が出ることがある。これはドイツにある岩塩層といわれるものである。ドイツの岩塩層というのは、堅い岩の中に、塩とか塩化カリウムのようなカリウムの塩類とか、その他いろいろの塩類が、岩になって地層の中にはさまっているものである。海水の中にある塩が、なぜ一方にこのように地層の中の岩になつてはさまっているのだろうか。

私たちの科学 10「土はどのようにしてできたか」で学ぶことになっているが地球の表層部は、まだ、安定した状態にななく、陸地が次第に海底へ沈んだり、今まで海底であった所が陸地へ上がったりしている。

このようなことは、昔の地質時代にも行われていたと考えられ、今でも、わずかずつではあるが行われている。このような地表層部の変動のために、地質時代に、今まで海であった所が陸地になる時、海の一部が海から切り離されて、陸地へ湖をつくるようなことがあったと考えられる。このような時に、さばくのような気候に見まわれ、その湖から出る水もなく、またその湖へはいる水もないような状態になった時、湖水の水分は次第に蒸発し、その中に含まれているいろいろの塩類が次々に底へちんでんしたと考えられる。このような塩類がその後、その上へ土砂をかぶり、今日見るように、地層の中にはさまって残されたものと考えることができる。

この岩塩層はナトリウム・カリウムの塩類のたいせつな資源の一つになっているが、日本では地質の関係でこのような岩塩層が発見される望みは少ない。

塩から作り出すものにかせいソーダ・炭酸ソーダ・じゅうそら・塩酸などのたいせつな薬がある。

今でもさばく地帯の湖で、中にいろいろの塩類を含み、それが、湖水の水が蒸発するとともに、湖水のまわり一面にできている湖がある。たとえば南アメリカの太平洋岸のさばく地方にはチリ硝石（硝酸ソーダ）を産し、またアメリカのカリフォルニヤの東部の火山の多いさばく地方には、ほう酸の鉱物（硼砂）、炭酸ソーダのような鉱物ができる。その中でほうしゃはほう酸の原料として盛んに採られている。ほう酸は薬としてもたいせつであり、エナメルの原料、特殊ガラスの原料に用いられる。

いおう 日本は世界で有数のいおうの產出国である。すでに述べた

ように火山地方に大きいいおうの鉱床があり、また今でもいおうができている所がある。

いおうの鉱石からいおうを探るには、いろいろの方法があるが、そのうちの一つは、まずいおうの鉱石を石室の中に積み重ね、下より火をつけて燃やすのである。すると、いおうの燃える熱で大部分のいおうは溶けて下へ流れ出す。これを固ませたものが粗いおうである。粗いおうはまさりものが多いから、大きい鉄の容器の中へ入れて熱し、いおうを蒸気とし、そのいおうの蒸気を別の室へ導いて冷せば、まさりものないいおうを探ることができる。

いおうは次に述べる硫酸の原料に用いられ、また紙を造る原料のパルプを造るのに用いられ、その他マッチ・火薬などの原料として用いられる。

硫化鉄鉱 硫酸は化学工業にたいせつな薬であるが、そのおもな原料は、これから調べていく硫化鉄鉱である。硫化鉄鉱は鉄といおうの結びついたもので、最も普通の鉱物は黄鉄鉱である（図 46）。

実験 黄鉄鉱の諸性質を調べてみよ。

黄鉄鉱はいろいろな鉱床に（たとえば銅の鉱床にも、また金の鉱床にも）普通によく伴なって出て来る鉱物であって、すでに述べたように、鉱床の露頭の焼けは、この黄鉄鉱が分解してできたかっ鐵鉱の色であることが多い。このように、黄鉄鉱はよく普通に出て来る鉱物であるが、これが硫酸の資源として用いられるためには、相当多くまとまつていなければならない。どのような所に黄鉄鉱がまとまっているので

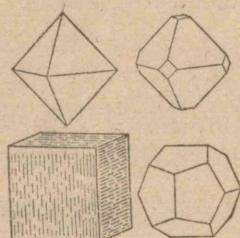


図 46 黄 鉄 鉱

あろうか。愛媛県の別子銅山の鉱石は、前にも述べたように、細かい黄鉄鉱と黄銅鉱のまざりであって、黄鉄鉱の多い所は、まず硫化鉄鉱として用いられる。また岡山県久米郡の棚原鉱山は黄鉄鉱だけが多くまとまって産する鉄山である。

実験 黄鉄鉱と黄銅鉱のいろいろの性質を比べてみよ。

前に実験したことわかったように、空気を通じて黄鉄鉱を熱すると、その骨組はこわされ、その中のいおうは酸素と結びついて、鼻をつくようなにおいの亜硫酸ガスを発生する。

実際にも、黄鉄鉱に空気を通じて熱して亜硫酸ガスを出し、それさらに酸化させて硫酸を作るのである。この硫酸とアンモニアとから作る硫酸アンモニア（硫安）はたいせつな肥料である。

りん 肥料としてたいせつな資源にりんがある。りんの鉱石は、普通は、りんとカルシウムからおもにできている白っぽいかたまりで、現在南洋地方にできているものもあれば、また地層の中にはさまっているものもある。

南洋の島々の海鳥のふんの中にはりんがたくさんはいっていて、これが固まったものがすぐりんの鉱石になる。このふんの中のりんの一部が自然に溶けて、附近のさんご礁（炭酸カルシウムからできている）の中にしみこんで、こゝにりんとカルシウムからおもにできた、白っぽいかたまりのりん鉱を作ることがあるらしい。

りんの鉱物といえば、モースの硬度計の中にはいっているりん灰石を思い出すだろう。りん灰石の結晶は六角の柱とか板のような形をしている（図 47）。上に述べた白いかたまりのりん鉱も、実はたいへん細かいりん灰石からできているものが多い。

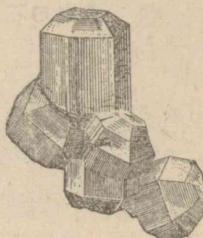


図 47 りん灰石

実験 りん灰石と方解石を比べてみよ。

りん鉱に硫酸を加えると肥料にたいせつな過りん酸石灰ができるのであって、こゝにも硫酸のたいせつな用途がある。

ほたる石 ほたる石もモースの硬度計にはいっている鉱物である。この鉱物はカルシウムとふっ素からできている鉱物であり、結晶の形の例は図 48 に示したような形である。

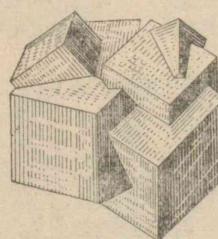


図 48 ほたる石

実験 ほたる石の粉を試験管に入れて熱すると、ふっ素ガスが出てくる。このガスはガラスを表面から変化させて、すぐにすりガラスのように疊らせてしまう。だからこのガスを水に溶かして、ふっ化水素水を作り、ガラスを目盛をきざむのに用いる。

実験 ほたる石のへきかいを調べてみよ。

実験 ほたる石の粉を炭火の上に落してみよ（ほたるのような光を発する。りん灰石ではどうか）。

実験 ほたる石と方解石を比べてみよ。

みょうばん石 日本では最近は、みょうばん石からカリウムを探ることが試みられている。みょうばん石はカリウム・ナトリウム・アルミニウム・いおう・酸素・水分からできている鉱物で、白っぽい色をしたかたまりで産出し、結晶は方解石に似た所がある。静岡県賀茂郡宇久須村では地表近くの浅い所で固まった火成岩の中に交代鉄床を作っている。

ひ素の鉱物 亜ひ酸はたいへん有毒な物質であるが、害虫の駆除剤にはたいせつなものである。この亜ひ酸は硫ひ鉄鉱（鉄とひ素といおうの結びついた鉱物）を焼いてつくる。硫ひ鉄鉱は結晶の形が、はっきりしていることが多く（図49）、新しい割れ口は銀白色に輝いている。

実験 硫ひ鉄鉱を黄鉄鉱・黄銅鉱と比べてみよ。

福井県大野郡赤谷鉱山で

は、自然ひの結晶が、ほゞ丸く集まって、こんぺいとうのような形をしたもののが産し、昔から俗にこんぺいとう石といわれて有名である（図49）。

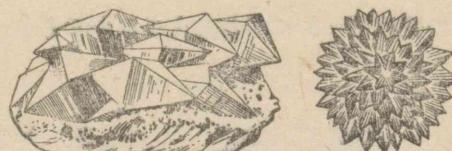


図49 硫ひ鉄鉱(左)と自然ひ(右)

13 家を建てるのにたいせつな地下資源、せとものの原料

次に私たちの住んでいる家を調べてみよう。また都会や町に建っている建物によく注意してみよう。すると、そこには、多くの地下資源が利用されている。

石材 山から切り出した石が家を建てる材料に用いられている。

みかけ石は普通に用いられている一例であり、大谷石・根府川石などもよく用いられる。大谷石は栃木県河内郡城山村大谷から切り出している凝灰岩であり、根府川石は神奈川県の根府川の附近から出る石で、地表の近くの浅い所で固まった火成岩である。根府川石には板のようにはがれる割れ目が自然にできているので、切り出すのに都合がよい。

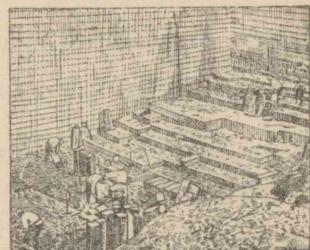


図50 大谷石の採石場

研究 石材に用いられる岩石にはどのような性質がたいせつか。

ガラス 次に窓ガラスがあるが、ガラスは何から造るのであろうか。

ガラスは石英・石灰岩・炭酸ソーダなどをまぜて、熱してとかし、いろいろの形に固めて作るのである。

ガラスの原料に用いられる石英は、まさりものない石英だけからできている岩とか、またそれがくずれて砂になった石英砂が用いられる。今では静岡県賀茂郡宇久須

村附近にある岩石の中に、地表から浅い所で固まった岩石に伴なって、ほとんどまさりものない石英からできている岩石が見いだされ、これがガラスの原料に用いられている。またペグマタイトのうちで石英の多い部



図51 ガラスを造る所
左 吹いてガラスびんを造っている所
右 ガラス工場の一部(板ガラスを造っている所)

分から、石英を採ってガラスの原料に用いていることもある。

次に石灰岩を手に取って調べてみよう。普通は白いかたまりである。よく見るとへきかいのある小さい結晶が集まってできているのが見えることがある。虫めがめでよく調べてみよ。また石灰岩の中には、なおよく調べてみると、さんごや貝がらのような生物の遺がいが集まってできているものもある。石灰岩はいつも地層中に層をなしてはさまれている。

実験 石灰岩の上へ、冷たいうすい塩酸を一滴落してみよ（盛んにガスが出て来てあわができる）。

石灰岩は炭酸カルシウム（カルシウムの炭酸塩）からできている岩石である。カルシウムの炭酸塩といえば、方解石を思い出すが、石灰岩の大部分は、実は細かい方解石の集まりなのである。すなわち、石灰岩の割れ目に、時々きらきらして見えるへきかい面は、方解石のへきかい面であり、また上の実験で見た性質は、方解石の性質なのである。さんご・有孔虫・石灰モ・貝がらのような生物の遺がいも、炭酸カルシウムからできていて、石灰岩のうちには、このような生物の遺がいが海底に沈んで、積もって固まってできた石灰岩、すなわち、生物のおかげでできた石灰岩もある。

セメント セメントはこのような石灰岩と粘土から造る。まず石灰岩約8に粘土約2の割合にまぜて、大きい円筒形の炉の中で、高い温度で熱すると、次第に焼き固まり、セメントクリンカーができる。これを粉にしたものがセメントである。セメントに水を加えて、こねて

おくと、空气中でも、水中でも固まるので、建物を造る材料としては、たいせつなものである。セメントに砂・小石を混ぜて固まらせたものが、コンクリートである。セメントに用いられている石灰岩は、各地にあるが、北九州、埼玉県下はその代表的な産地である。

石灰岩を強く熱すると、石灰岩の骨組がこわれて、炭酸ガスが出て、あとに白い物質が残る。これが生石灰（カルシウムの酸化物）である。生石灰を水の中に入れると、水と激しく結びついて消石灰（カルシウムの水酸化物）ができる。この消石灰に砂をまぜてこねておくと、空气中で固まるが、これがしっくいであって、昔から壁塗りに広く用いられている。

セメントの固まり方が早くなり過ぎないように、せっこうをセメントの中へまぜることがある。せっこう

はモースの硬度計の中にはいっていた柔らかい鉱物で、結晶の一例は図52のような形をしている。せっこうは黒鉱の脈石として見いだされるが、黒鉱のある附近にせっこうだけが集まつて、せっこうの鉱床をつくっているこ

とがある。このようなせっこうの鉱床には、はっきりした形のせっこうの結晶が出ることもあるが、雪のかたまりのようなまっ白いかたまりとか、または石綿のような纖維の形の結晶の集まりになって出ることもある。



図52 せっこう

実験 せっこうのへきかい片を調べてみよ。そのへきかい片を曲

げてみよ（うんものへきかい片と比べてみよ）。

実験 せっこらのかたまりを石灰岩・ほたる石のかたまり、石英のかたまりなどと比べてみよ。

せともの 次に私たちが朝夕用いるせとものを手に取ってみよう。このせとものの原料は粘土・長石・石英がおもなものである。

せとものに用いられる原料は、どれもまさりものはない、特に鉄分を含んでいないものが用いられ、特に粘土はまっ白いカオリンという細かい鉱物からできている粘土がおもに用いられる。長石は長石の多いペグマタイトから採ることが多い。

せとものの原料の一つとして、昔からガイロメ粘土という粘土が用いられる。これは石英の粒と粘土のまざった粘土で、みかけ石が雨水や地下水のために次第に性質が変わってできた粘土と考えられる。すなわち、雨水や地下水に、みかけ石が長い間さらされると、その中の長石は次第に性質が変わって、粘土になり、石英は変わらずに残るからこのような粘土ができるのであろう。ガイロメ粘土は亜炭の層に伴なって愛知県下・三重県下などに産出する。

せとものの原料としてまっ白い岩石が用いられることがある。この岩石は地表の浅い所で固まった粒の細かい岩石から変わった岩石であって、石英・長石・粘土からできている。熊本県天草郡には昔から有名な産地がある。

このように、せとものの原料としては、粘土・長石・石英を別々にまぜて用いる以外に、天然で、これらの原料がいくらかずつ、まざっているものがあり、これらがまた、せとものたいせつな原料になっ

ている。

せとものを造るには、まず、これらの原料を適当にまぜて、炉に入れて焼くと（図 53），焼き固まって、表面のざらざらした素焼きものができる。じょうこん板は素焼き板であり、植木ばちも素焼きものである。素焼きものは表面がざらざらして、水が浸みこむから、食器には用いられない。それで、この表面へうわぐすりをかけて、さらに炉の中で焼くのである。うわぐすりは、細かい石英・長石・炭酸ソーダなどの粉を水で溶いたもので、これを素焼きの表面へ塗り、再び焼くと、うわぐすりがとけて、薄いガラス質の膜ができる。こうなると、私たちが日常用いているせともののつやつやしい光沢が現われるのである。

けいそう土 前に、炭酸カルシウムからできているからを持った生物（有孔虫・さんご・石灰モ）があり、それらの遺がいが集まって固まり、石灰岩の一部をつくっていることを述べたが、生物のうちにはまたけい酸からできているからを持った細かい生物がいて、それらの遺がいが集まって地層のうちに層を



図 53 せとものを造っている所
型を造り（上）その型をかまに入れて焼
く（下）

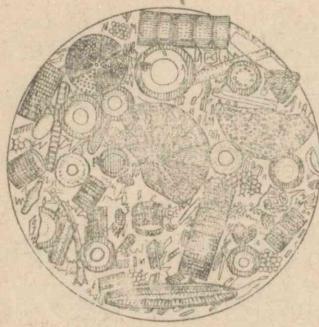


図 54
けいそう土を顕微鏡で見た所

酸性白土・ベントナイト 粘土のうちにはいろいろのものをよく吸い取る粘土がある。酸性白土・ベントナイトはその一例である。この粘土は新潟県・山形県下に特に多い。その一片を水の中へ入れると、自然にくずれていく。石油やその外の油にきたない色がついている時にその中へこの粘土を入れると、きたない色を示す物質が粘土によく吸い取られ、油がきれいになる。この二つの粘土は、そのほかいろいろのものをよく吸い取るので利用の途が広い。

14 熱に耐える地下資源

今まで調べて来た地下資源を利用するには、いつでも高い温度で焼いてとかしたり、または焼いて固まらせたりする必要があった。そこで一つ疑問が起きてくる。すなわち、どんなものの中で焼くのだろう。高い温度で焼いてもとけにくいものが必要であろう。火や熱にあってもとけにくく変化しにくい物を耐火材または耐熱材というが、この方面にも地下資源が広く用いられている。この方面に用いられている地下資源は、まさに、「縁の下の力持ち」に相当するものである。

なしていることがある。けいそう土はその一つの例である。これは白い軽い粉であり、顕微鏡で見ると、けい酸のからを持った細かい生物(けいそう)の集まったものである(図 54)。日本では秋田県にその一つの産地があり、みがき粉に用いたり、熱を伝えないので保温剤に用いられる。

耐火材に用いられる地下資源はどのようなものかを二、三拾ってみよう。

石英 まずそのうちの一つに石英がある。すでに述べたように、石英は、ガラスとか、せきものの原料に用いられることも知ったが、耐火材に用いられる石英は、多少質の違った石英である。それは、地層の中に層のような形ではさまっている岩で、非常に細かい石英からできている堅い岩である。日本では兵庫県下に昔から有名な産地がある。このような堅い岩石の中の石英は、石英脈やペグマタイトの中の石英とは比べものにならないほど細かく、顕微鏡で見てもその形がはっきりわからないくらい細かいものである。

実験 耐火材に用いられる石英塊を、石英脈の石英・石灰岩・ほたる石塊・せっこう塊などと比べてみよ。

粘土 耐火材料に用いられるものに粘土がある。この粘土はせきものにおもに用いられる粘土と同じ粘土で、カオリンという細かい鉱物からできている粘土であって、やはり亜炭・石炭の層に伴なって産出する。愛知県・三重県下にその産地があり、耐火材に用いられる粘土は俗に木節粘土といわれている。

石墨 耐火材に用いられるものに石墨がある。これは炭素からできている黒光りした鉱物であり、日本では片麻岩という古い岩石の中に見いだされ、また石灰岩の中に散らばってはいっていることもある。岐阜県下・富山県下にその産地が多い。

実験 石墨の諸性質（へきかい・じょうこん・堅さ・色など）を調べてみよ（じょうこんは紙の上へつけてみよ。またへきかい片を曲げてみよ）。

実験 石墨と輝水鉛鉱とを比べてみよ。

滑石 滑石も耐火材料としてたいせつな鉱物である。滑石はモースの硬度計に出て来る最も柔らかい鉱物である。耐火材料に用いられる滑石は鉄分の少ない滑石が用いられる。

パイロフィライト 滑石に似た鉱物で、やはり耐火材に用いられる鉱物に、パイロフィライト（水・アルミニウムを含んだけい酸塩）があり、岡山県和気郡三石町附近に昔から有名な産地がある。すべすべしたろうのような感じのする細かい白い鉱物のかたまりであって、浅い所で固まった火成岩の中にできあがっている。昔、石筆に用いたものには、この滑石やパイロフィライトが多い。

苦灰石・菱苦土鉱 耐火材としてたいせつなものに、苦灰石・菱苦土鉱がある。苦灰石はカルシウム・マグネシウムの炭酸塩であり、菱苦土鉱はマグネシウムの炭酸塩である。どれも方解石によく似た鉱物である。

実験 方解石・菱苦土鉱・苦灰石を比較せよ。

実験 方解石・菱苦土鉱・苦灰石の一片を試験管の中に入れ、冷たい、うすい塩酸を加えてみよ。さらに少し、アルコールランプで熱してみよ。

このような熱に耐える地下資源は、それでれんがを造り（耐火れんが）、炉の内側の壁を築くのである。鉄を作るようこう炉の内側の壁は耐火粘土、石英のれんがで築いてある。

15 燃える地下資源

今まで調べたように、地下資源を利用するには高い温度に熱する必要がある。この熱のもとになるものにも、地下資源が利用せられている。石炭と石油がそれである。すなわち、この石炭と石油は、地下資源の利用の原動力になっているものである。

石炭 石炭を手に取って調べてみよう。石炭は黒いかたまりで空气中ではほのおと煙をあげて燃える。よく調べてみると、石炭は大部分が炭素からできているが、それ以外に、熱すると揮発しやすい物質も含んでいるために、空气中で熱すると、ほのおと煙をあげて燃えるのである。石炭は地層の中に、けつ岩や砂岩といっしょに層になってはさまっていて、その中に植物の葉や幹の形がはっきり見えるものもある。このようなところから、石炭は地質時代に地球の上に茂っていた植物が、地の下に埋もれて次第に炭素に変わった（炭化した）ものと考えられる。

土に埋もれて一部分炭化している植物は、現在の地表の近くでも見られることがある。たとえば北海道の湿地帯に植物が埋れて、一部が炭化しててい炭になっている。てい炭は炭化の程度があまり進んでいないもので、むしろ水分が多いが、てい炭より少し炭化の程度の進んだのが亜炭であり、三重・愛知県下に広く産出する。亜炭より炭化の進んだものが石炭であり、さらに炭化の進んだものが無煙炭である。

無煙炭はほとんど全部が炭素からできていて、熱しても揮発する物質がほとんどないので煙が出ない。

問 石炭と石墨はどのように違うか。

石炭の出る地域（炭田）には、石炭を掘っている所（炭坑）がある

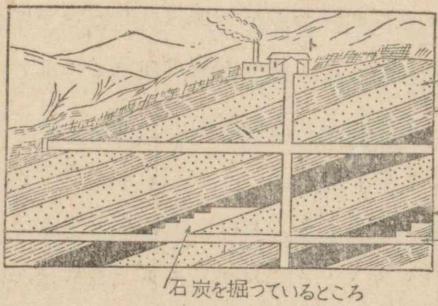


図 55 炭坑の断面図

(図 55)。日本の炭田のおもなものには北海道の石狩炭田、九州の筑豊炭田などがある。
石炭はどのように利用されるのだろうか。

前に述べたように、石炭は地下資源の利用の原動力になっているが、そのほかにも広い用途がある。

石炭に空気を通さないで熱する（かんりゅうといふ）と、いろいろな有用なものが出て来る。まず第一に、石炭ガスが出て来る。このガスは、水分やほかのまざりものを除いて、燃料用に用いられる（家庭用のガスもこれである）。次に油のような黒いもの（石炭タール）が出て来る。この石炭タールは昔はほとんど用途のないものであったが、今では（高い温度でかんりゅうしたときにできるタールから）、医薬・染料の各方面にたいせつなものが多く作られるようになった。たとえば、ベンゼン・ナフタリン・石炭酸などはその二、三の例に過ぎない。かんりゅうして最後に残るもののがコークスであって、これは冶金の方面にたいせつな用途がある。

低い温度でかんりゅうした時に残るコークスは揮発する成分を多少

含んでいるから、火のつき方がよいので、家庭用の燃料に適しているが、高い温度でかんりゅうする時に残るコークスは、まざりもののない炭素であって、火力が強い。また石炭のうちにはかんりゅうの途中で次第に柔らかくなり、ねばって互にくっついて、大きいかたまりをつくる炭（粘結炭）があり、このような炭からは大きい堅いかたまりのコークスが採れる。鉄の冶金には粘結炭を高い温度でかんりゅうしたとき残るコークスが用いられ、鉄の冶金には石炭の量とともに、その質が問題である。

石炭の中には植物のやにが固まった、黄色やかっ色のかたまりがあることがある。これがこはく（琥珀）である。

石油 石油を見よう。石油は今まで調べた地下資源と全く違つていて油である。石油はどのようにしてできたかまだ研究すべきことが多いが、やはり地質時代に生きていた生物から変化してできたと考えられ、これも生物のおかげでできた地下資源である。

石油は地下にどのようにあるのだろう。石油を探っている所を調べてみると、石油は地層が、かまぼこのように上向きに曲がっている所

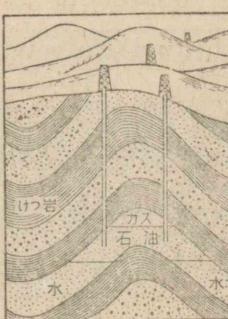


図 56 油田の断面図

（地層の背斜といふ）の下にたまっている。その一番上からガス・石油・塩水の順でたまっているのが普通である（図 56(イ)）。井戸が石油のたまりにあたると、最初はガスがたいへんな勢いでふき出し、しばらくの間はガスの力で石油が自然にふき出しが、ガスの力が衰えるとポン

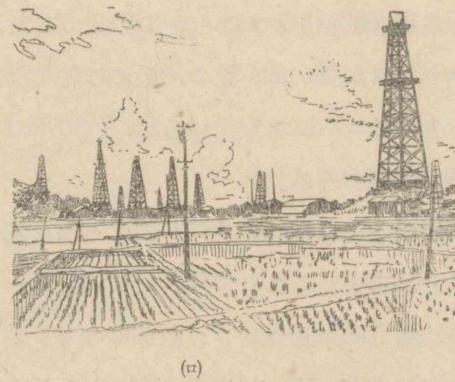
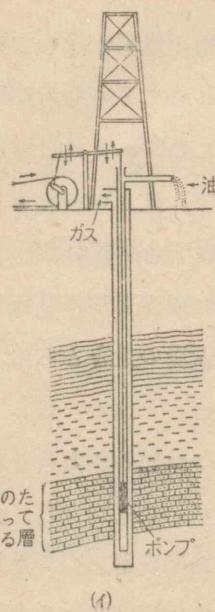


図 57 石油をくみ上げる井戸と油田の一部

くみ出したばかりの石油は原油といい、どろどろした油であるが、これからいろいろな油に分けて探ることができます。

原油を熱すると蒸発しやすい油、蒸発しにくい油などいろいろあるから熱する温度を変えて、このいろいろな油を分けて採る。最も低い温度で出て来る油はガソリンであり、それより温度が高くなるにつれて、石油・重油が得られ、最後に石油ピッチが残る。

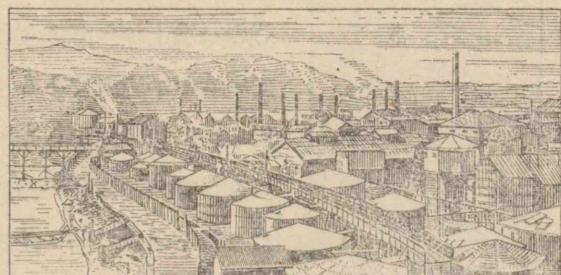


図 58 製油所

で石油をくみ上げるのである。

日本の石油の出る地域（油田）は新潟・秋田の両県下にある。日本の石油はどこでも新しい地質時代の地層のうちから産出する。

揮発油（ガソリン）は自動車の発動機用に用いられるることはよく知られた事実である。石油は燈火用に、重油は機械油に用いられる。

石油が天然にしみ出して揮発性がなくなると、黒い粘り強いかたまりを残す。これがアスファルトである。アスファルトに少しの砂・コールタールをまぜて道路の舗装に用いられる。日本では秋田県に少量産する。アスファルトは木材の上に塗り、水で腐らぬようにしたり、また道路の上へ敷いて用いる。

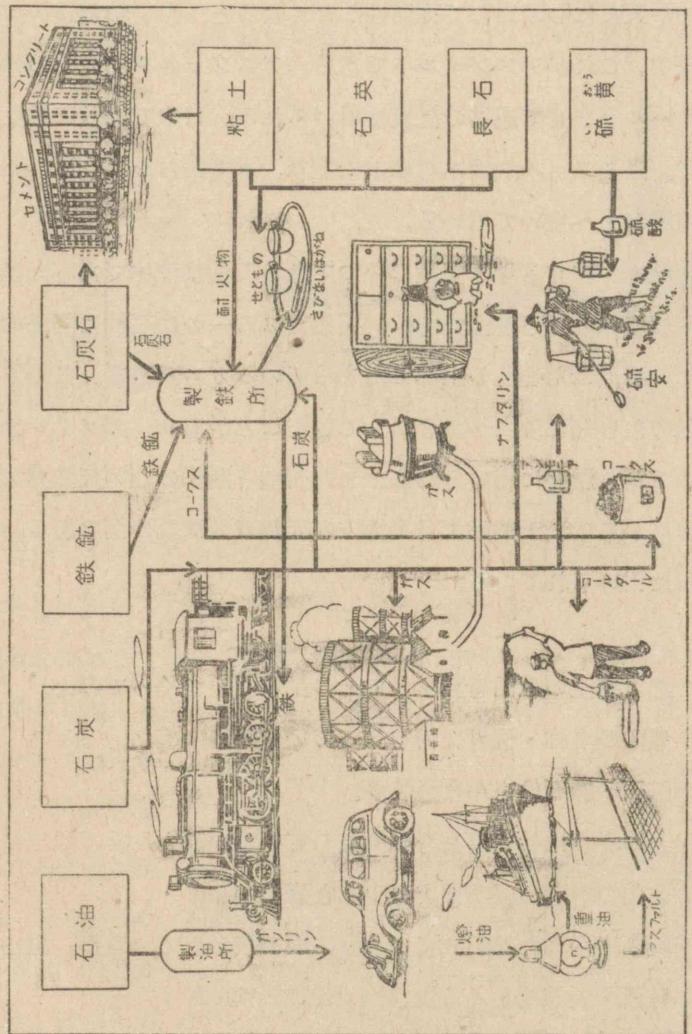
天然ガス 燃える地下資源の一つである石油は液体であったが、天然ガスは気体の地下資源である。天然ガスの一つは石油に関係のあるガスで、石油のたまりの上部にたまっているガスである。このガスは油田地方に自然に地表へふき出していることがあり、ガソリン分を含んでいるから燃料に用いられる。また石油と関係のない天然ガスにメタンガスがある。千葉県大多喜地方の天然ガスはこの例である。やはり燃料に用いられている。

研究 郷土の鉱山を見学してその見学記をつくってみよ。

- 1) 鉱山の名称・位置。何を掘っているか。
- 2) 鉱石・脈石はどんな鉱物か。
- 3) どのようにして鉱石を掘り出しているか。
- 4) 鉱山の附近の岩石はどのような岩石か。
- 5) 掘り出された鉱石はどのように取り扱われているか。鉱山に選鉱所・製錬所があるか。

問

- (1) 一つの鉱物が鉱石となるためにはどのようなことがたいせつか。



地下資源の利用

(2) 日本に乏しい地下資源には、どのようなものがあるか。

(3) 右に掲げた製品をつくるには左に掲げた原料のどれをおもに必要とするか。図式で表わしてみよ。

原 料	製 品
鐵 鉱	(鐵)
銅 鉱	(銅)
金 鉱	(金)
石 灰 岩	(セメント)
石 英	(ガラス)
粘 土	(せともの)

V 地球の歴史と地下資源

16 地球のしわ

前にも述べたように、地下の深い所には、今でも熱いどろどろにとけたものがあり、それが時々地表面を突き破ってふき出して来る時、火山の噴火が見られるのである。また地球の表面では、陸地が長い間にわずかずつ海底に沈んだり、また海底が長い間に、わずかずつ上がってきて、陸地になったり、また時々地震が起っている。このように地球の表層部は、今でも変化していて安定していないのであって、これが地球の今の姿である。

それならば、地球の昔の姿すなわち地球のおい立ちはどのようなも

のであろうか。

晴夜空を仰いでみると、いつも変わらない美しい星の光が見える。地球も太陽のまわりをまわっている一つの小さい星である。地球は今は自ら光を放っていないが、大昔は、全体がどろどろにとけていて火の玉のようなものであったと考えられ、この火の玉が表面から次第にひえて、固まって、今のような地球ができあがったものと考えられている。このようにして、できた岩が火成岩である。

地球の表面には、雨が降り風が吹き、雨の水は川となって地表を流れ、また一部は地中へ浸みこんで地下水となっている。そして一度できた岩は、長い間には、これらの水や、また地球の表面の気温の変化によって、次第に細かく碎かれ、一部は性質が変わって細かい粘土となり、水の作用で、次第に低い所へと流されてそこへたまり、さらに海へ流れ海の底へたまるようになった。一方地球の表面にはいろいろの生物が現われ、これらの生物が死滅すると、その遺がいは次第に土に埋もれ、小石や砂とともに、水に流されて低い所へたまり、さらに海へ運ばれ海底へ沈んで、そこへたまり積もるようになったのである。

このようにして海底にたまり積もった小石や砂や粘土や生物の遺がいは、地球の表層部の変化により、次第に陸の上へ現われて來ることもあり、長い間に堅い岩(沈積岩)となり、生物の遺がいは岩の中にはさまれて化石として残るようになった。たとえば大昔のさんご類は、岩の中にはさまれて、堅い岩となって残り、石灰岩の一部となった。また大昔地球上に茂っていた植物は陸地が沈むにつれ、その上へ土砂をかぶり土に埋もれ、今では岩の中にはさまれて石炭として残っている。

る。また昔、生きていた生物の遺がいから変化した油は、今では岩の中にたまって石油となっている。

このようにして、地球の表面が次第に形作られている間にも、地下からは、まだひえない熱いどろどろにとけたもの(マグマ)が、時々押し出して来て、そのたびに、一度できた岩は熱せられて性質が変わり、またこのマグマから所々に有用な鉱物が生まれて、地下資源の一部が岩石の中にできあがったのである。すなわち、前に述べた接触鉱床だの鉱脈などは、このようにしてできあがった地下資源である。

このようにして、地球が年をとってひえていくにしたがって、その上に多くの大きいしわができるて来た。このような時に、これまでにできあがっていた岩は、たいへん強い力で押され、地層は波のようにくねくねと曲がっていくのである。このように地球の表層部は、熱せられたり、押されたりして今日に及んでいる。

17 大昔の生物と地球の歴史

地球の歴史をもう少し細かく調べるのには、化石が最もたいせつである。化石は昔、地球上に生きていた生物の遺がいが、岩の中にはさまれて残っているものであるから、化石をよく調べれば、大昔、地球の上にどのような生物が住んでいたかがわかるわけである。地層の中にある化石をよく調べてみると、地球の歴史は古い方から太古代・古生代・中生代・新生代の四つに大別することができる。

太古代というのは地球のできはじめの最も古い時代である。この時代の地層は結晶片岩・片麻岩のような岩石からおもにできていて、地層はくねくねと、波のように著しく曲がりくねっている、すなわち地



図 59 三葉虫

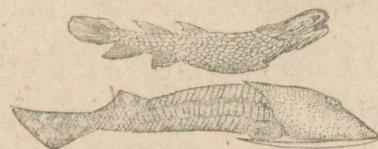


図 60 魚の化石(古生代)

まるために、長い間に、たいへん強い圧力を受けた地層であり、この時代には遺がいを残すような生物が、まだ地球上に発生していなかつた時代であろう。古生代になると、三葉虫（図 59）や、魚（図 60）が地球上に表われ、この時代の終りになって地球上にしだ（羊歯）類が一面に茂っていた。これらの植物は土に埋もれ、石炭となり、地下資源の利用の原動力となってい（図 61）。

日本の古生代の地層は、秩父地方・阿武隈地方・北上地方などに広く分布し

秩父古生層の名

で総称されている。日本の古生層の地層のうちには石灰岩が多く、この石灰岩のうちには、さんご・貝がらなどとともに有孔虫という炭酸



図 61 古生代の森林（おもにしだの類）

球の深いしわをよく表わしている。この地層の中にははっきりした化石はまだ発見されていない。この時代の地層は、地球が縮

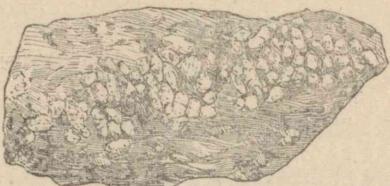


図 62 有孔虫

が多く発見される。このように化石をよく調べていくと、同じ時代にも陸であった所と、海底であった所とを区別することができる。

中生代になると古生代に盛んに繁殖した三葉虫は絶えて、その代わり、実に大きいはちゅう類（爬虫類）が陸上や海中に繁殖はじめた。これらが、どのくらい大きいものであったかは図 63を見ればわかるであろう。また、貝類のうちには、アンモン貝（図 64）という貝がし著い発達をした。また、鳥の祖先（始祖鳥）が、はじめて地球上に現われた（図 65）。植物では古生

図 63 中生代の巨大なはちゅう類

カルシウムのからを持っている生物の遺がいが見いだされる。これらの生物はどれも海中に生きていた生物であるから、古生代には日本は海の底にあったことがわかる。これと反対に大陸地方の古生代の地層中には石炭



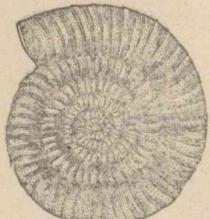


図 64 アンモン貝

代によく茂ったしだの類は絶えぞつてつの類が地球上に茂るようになった。中生代の半ばから終りにかけて、世界的に火山活動が盛んとなり、いろいろな火成岩ができあがり、この火成岩に伴なって鉄・銅・金のようなたいせつな地下資源鉱床ができあがった。

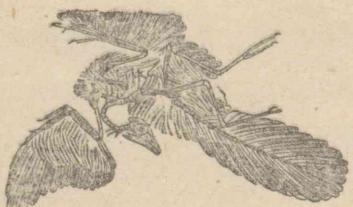


図 65 鳥の祖先

日本の中世代の地層も、広く各地に分布し、中生代の中ごろから末期にかけ火山活動のために、みかけ石その他の火成岩で貫ぬかれている。そしてこのような火成岩に伴なって鉄・銅・金などのたいせつな地下資源ができあがっている。

新生代は第三紀と第四紀とに分けられる。第三紀になると、中世代に盛んに繁殖したアンモン貝や、大きいちゅう類は絶え、代わってほにゅう類が現われ（図 66）、鳥の類も著しく繁殖し、海には貝類が特に多くなって来た（図 67）。また植物には今日の植物と大差のない植物が茂るようにな

り、これらはいずれも地中に埋もれて石炭となって残っている。第三紀の時代には地球の表面に大変動が起り、地層は強い圧力で押されてくねくねと波のように曲がり、地球のしわがいっそ深くなつた。この時に世界の大山脈であるアルプス・ヒマラヤのような大山脈ができ

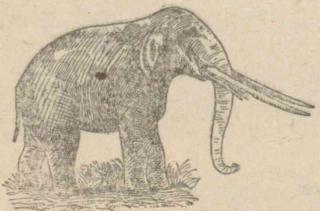


図 66 第三紀のはにゅう類象の祖先（マストドン）

たのである。このような大変動に伴なって火山活動も激しく起り、火山活動に伴なって多くの地下資源ができた。かくして第三紀の終りには地球の表面の海陸の分布は、ほど今の様子に近いものができあがつたのである。

日本の第三紀層は広い面積を占めている。この時代に盛んであった火山活動のために、火山灰が積もって固まつた岩（凝灰岩）がいたる所にできた。地下資源としてこの火山活動に伴なつて金・銀・銅などの鉱床がたくさんできあがり、重要な炭田・油田が各地にできた。

第四紀層は最も新しい地層で、そのうちの古い方を洪積統、新しい方を沖積統という。この洪積世の時代に、地球の北半球の気温がたいへんくだり、厚い氷でおゝわれた時代（氷河時代）があった。この時

代の生物は現在の生物とほど大差なく、ほにゅう類にはマンモスが繁殖し、人類の祖先も、この時代にはじめて地球上に現われた。この人間の祖先は石灰岩の中にほら穴を造つてその中に住み、

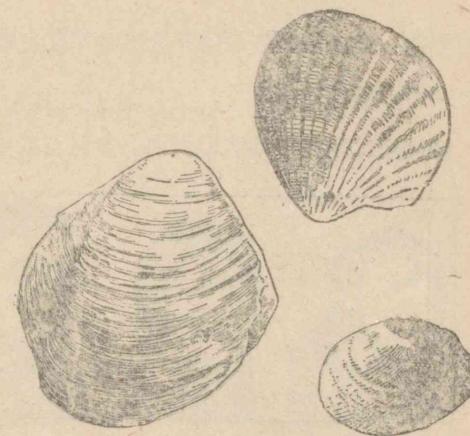


図 67 第三紀の貝の化石



図 68 マンモス

石で造ったいろいろの器具を用いて獣と戦っていたらしい。これが石の利用の最初であろう。

沖積統は現在の地球の表面をおもっている最も新しい層で、砂や、

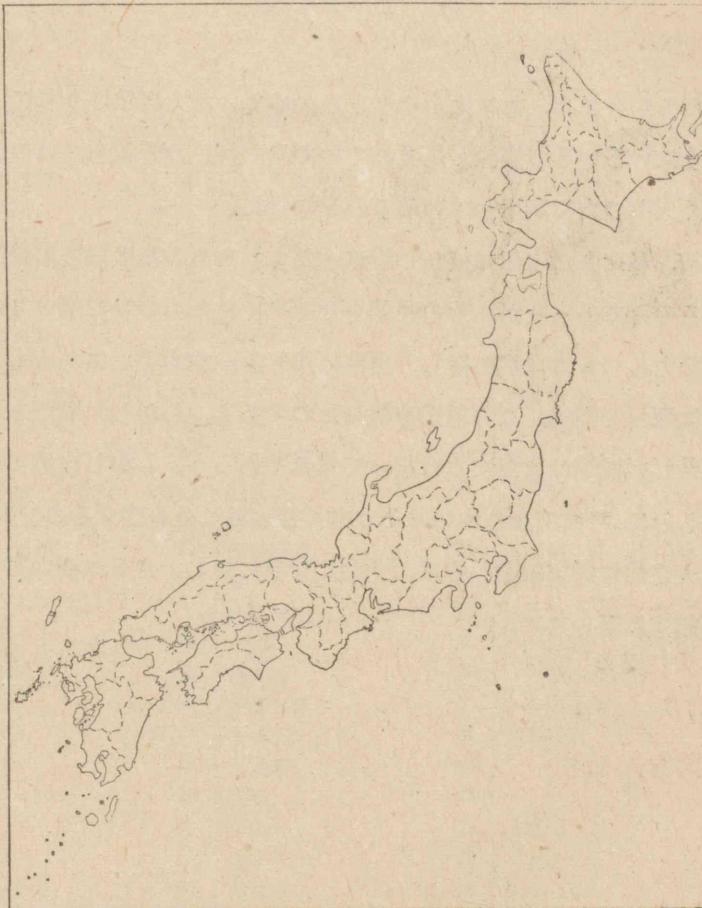


図 69 人類の祖先

小石や、粘土からなる層である。この上に人類が住み文化を建てているのである。

このように地球の歴史を調べてみると、地球の歴史と地下資源との関係がたいへん深いことがわかる。

すなわち地球の歴史上には時々地表層部に大変動があり、それに伴なって火山活動が起り、この火山活動に伴なつていろいろの地下資源ができあがつことが多い。また石炭・石油・石灰岩などは、地球上に大昔繁殖した生物と密接な関係のある地下資源である。このようなわけで、地球の歴史のうちに、多くの鉱床が地球上にできあがつた時期（鉱床生成期）が見られるのである。



この地図の上に、本書で調べた地下資源のおもな産地を書き入れてみよ。

あとがき

私たちが今まで、たゞほんやりとながめていた大自然のうちに、このようにいろいろの資源が包まれていて、それらの資源を、このように広く人間の力で利用していることを知った。

最初、私たちが自然に接した時は、たゞ私たちの胸に幾多の疑問が生ずるのみであったが、その疑問をなるべく私たちの手で解いていくことを努力しつゝ、自然に接し、自然に親しみ、まず手近にあるものから手に取って調べ、この単元を終ったのである。しかし、私たちの胸には新しい疑問はまだ次々に起つて来るであろう。しかし自然に対する親しみは、今までよりもいっそう深くなつたことを感ずるのである。この大自然に対する親しみは、やがて自然に対し、さらに深い研究を呼び起すに違ひない。

索引

あ	亜鉛の鉱石	44, 48	お	黄鉄鉱	18, 19, 35, 50, 59, 62	かわ(鉬)	52
	亜鉛の鉱床	44, 48		——の色	14	岩塩	57
	亜金属光沢	15		——の条痕色	14	含金石英脈	53
	足尾銅山	48, 49		黄銅鉱	44, 47, 60, 62	がんしょう(岩漿)	24
	アスファルト	75		——の色	14	カンテラ	38
	アセチレン燈	38		——のかたさ	12	かんらん岩	26
	亜炭	71		——の条痕色	14	かんらん石	26
	アマルガム	55		大谷石	68	かんりゅう	72
	亜硫酸ガス	18, 23		温泉	21		
	アルプス山脈	82				き	
	アルミニウム	56				輝安鉱	44
	アルミニウムの冶金	43				輝銀鉱	56
	アンチモンの鉱石	44, 48				輝水鉛鉱	44, 46, 47
	アンチモンの鉱床	44, 48		貝の化石	81, 83	輝石	26
	アンモン貝	82		開管	18	輝銅鉱	45
				灰重石	44	絹うんも	30, 31
				灰鉄輝石	31	凝灰岩	29, 50, 83
				ガイロメ粘土	66	玉ずい	9
			i	化学分析	17	金	53
	いおう	18, 19, 24, 58		角閃石	26	——鉱脈	30, 31, 53, 55
	石狩炭田	72		花崗岩	26	——のかたさ	12
	石綿	26		かずさ掘り	36	——の資源	29
	板ガラス	12, 63		かせいソーダ	57	金属資源	43
	色	18		火成岩	26		
	イリドスミン	56		化石	79	く	
				火山	23	苦灰白	70
				ガソリン	75	くじゃく石	36
う	うわぐすり	67		かたさ	11	黒うんも	20
	うんも	10, 26, 27, 28		滑石	11, 20, 70	黒鉱	50
				褐鐵鉱	32, 35, 44, 50	黒ダイアモンド	37
						クロム鉱床	31, 48
	X線	7		カナタバルサム	16	クロム鉄鉱	44, 46
	鹽化カリウム	57		ガラス	63	クロムの鉱石	44, 48
	塩素	7		カリウムの資源	62		
				過りん酸石灰	61	け	

けい酸塩	20	サファイア	21, 22	すず石	19, 44, 46, 50
けいそう土	68	酸化帶	36	すずの鉱床	48
結晶(結晶体)	3	酸化物	19	すずの鉱石	44, 48
結晶系	8	さんご礁	60	すずの鉱脈	29, 31
結晶の模型	9	酸性白土	68	素焼き	67
結晶片岩	29, 79	三葉虫	80		
原子	7				
		し		せ	
こ		塗	6	生石灰	65
鉱液	30	試錐	36	正長石	27
鉱滓	51	自然金	53	——のかたさ	11
鉱石	30	自然銀	56	——のへきかい	13
鉱床	30	自然白金	56	正方晶系	8
——生成期	84	始祖鳥	82	製錬所	41
——の露頭	35	しだ	80	石英	9, 19, 26, 30, 52, 63, 66, 69
洪積統	83	磁鐵鉱	19, 44, 46, 48, 50	石英粗面岩	26
交代鉱床	30	——のつや	15	石炭	1, 33, 71, 78, 84
坑道	37	四面銅鉱	45	石炭ガス	72
坑道掘り	37	じゃもん石	26	石炭酸	72
鉱物	1	じゃもん岩	26	石炭タール	72
鉱物用顕微鏡	17	条痕色	14	赤鉄鉱	19
鉱脈	29	条痕板	14	——の色	14, 44, 46, 48
マークス	72	消石灰	65	——の条痕	14
こにく	73	白うんも	20, 28	石墨	69, 70
コバルトの鉱物	35	辰砂	44, 52	石油	33, 73, 74, 75, 84
木節粘土	69	新生代	79, 82	石油ピッチ	74
コベリン	45	振動テーブル	40	石灰岩	51, 52, 63, 64, 65, 80, 84
コランダム	11				
コンクリート	65	す		せっこう	11, 50, 65, 66
さ		吹管	42	——のかたさ	11
砂岩	29	水銀	48	——のへきかい	13
砂金	33, 54	——の鉱床	48	接触交代鉱床	30
砂金採集船	55	——の鉱石	44, 48	接触測角器	4
さく岩機	38	水酸化鉄	24	せともの	66
ざくろ石	31	水晶	22, 27	セメント	64
——のかたさ	13	——の色	13	セメントクリンカー	64
砂鉱床	23	——のかたさ	11	せん亜鉛鉱	44, 46, 47
砂鉄	32	——の形	3	銑鉄	51
さびない鋼	43, 52	水晶の柱面の傾く角の測り方	4	選鉱	39

そ	粗いおう	59	でい炭	71	粘土	64, 66, 69
	そてつ類(植物)	32	鉄の鉱床	48, 49	粘板岩	29
	粗銅	52	鉄の冶金	51		
	粗銅の電気分解	52	鉄マンガン重石	44		
			電気石	27, 30, 31	背斜	73
			電気分解	52	パイロフィライト	70
			天然ガス	75	薄片	17
			転炉	51	八面体	6
					はちゅう類	81
					反射顕微鏡	17
					ハンダ	45
					斑銅鉱	45
					ひ	
					非金属光沢	15
					比重選鉱	40
					ひ素の鉱物	62
					ピッチブレンド	28
					ヒマラヤ脈	82
					ヒューズ	44
					氷河時代	83
					ふ	
					不透明	15
					浮遊選鉱	41
					ブリキ	44
					噴氣孔	23
					へ	
					へきかい	10
					へきかい面	10
					ペグマタイト	27
					別子鉱山	48, 50
					紅水晶	13
					ベンゼン	72
					ベントナイト	68
					片麻岩	66, 79
					ほ	

方鉛鉱	10, 19, 42, 44, 46, 56
——のかたさ	12
——のへきかい	11
方解石	11, 20, 64
——のかたさ	11
——のへきかい	10
ほうしゃ(硼砂)	58
母岩	30
ボーキサイト	56
ほたる石	11, 12, 13, 61
——の色	13
——のかたさ	11
——のへきかい	13
ほにゅう類	82
ボーリング	87
ボールミル	40
ま	
マグマ	24
マンガンの鉱物	35, 50
マンガンの資源	50
マンモス	83
み	
みかけ石	26, 31
脈石	30
みょうばん	6
みょうばん石	62
む	
無煙炭	72
紫水晶	13
め	
めのう	10
面角安定の定律	5
も	
モースの硬度計	11
モナズ石	28
モリブデンの鉱石	44
モリブデンの鉱脈	31
や	
冶金	41
「焼け」	35
ゆ	
有孔虫	81
よ	
ようこう炉	51
ら	
らん銅鉱	36
り	
理想形	9
硫安	27, 60
硫化水素	24
硫化物	19
硫酸	59, 60
硫ひ鉄鉱	62
硫ひ銅鉱	45
菱苦土鉱	70
緑柱石	27
緑泥石	30, 31
緑簾石	31
りん	60
りん灰石	11, 61
る	
ルビー	21
れ	
礫岩	29
ろ	
六面体	9
露天掘り	37
わ	
「わんがけ」	55

私たちの科学 11

地下の資源をどのように利用しているか

中学校第2学年用

昭和 25 年 3 月 15 日 初版印刷

昭和 25 年 3 月 20 日 初版発行

昭和 26 年 2 月 1 日 再版印刷

昭和 26 年 2 月 5 日 再版発行

定価 25 円

著作者

三省堂編修所

代表者 亀井寅雄

東京都千代田区神田神保町1の1

三省堂出版株式会社

代表者 亀井寅雄

東京都千代田区神田三崎町2の44

株式会社 三省堂神田工場

代表者 今井直一

東京都千代田区神田神保町1の1

三省堂出版株式会社

発行者

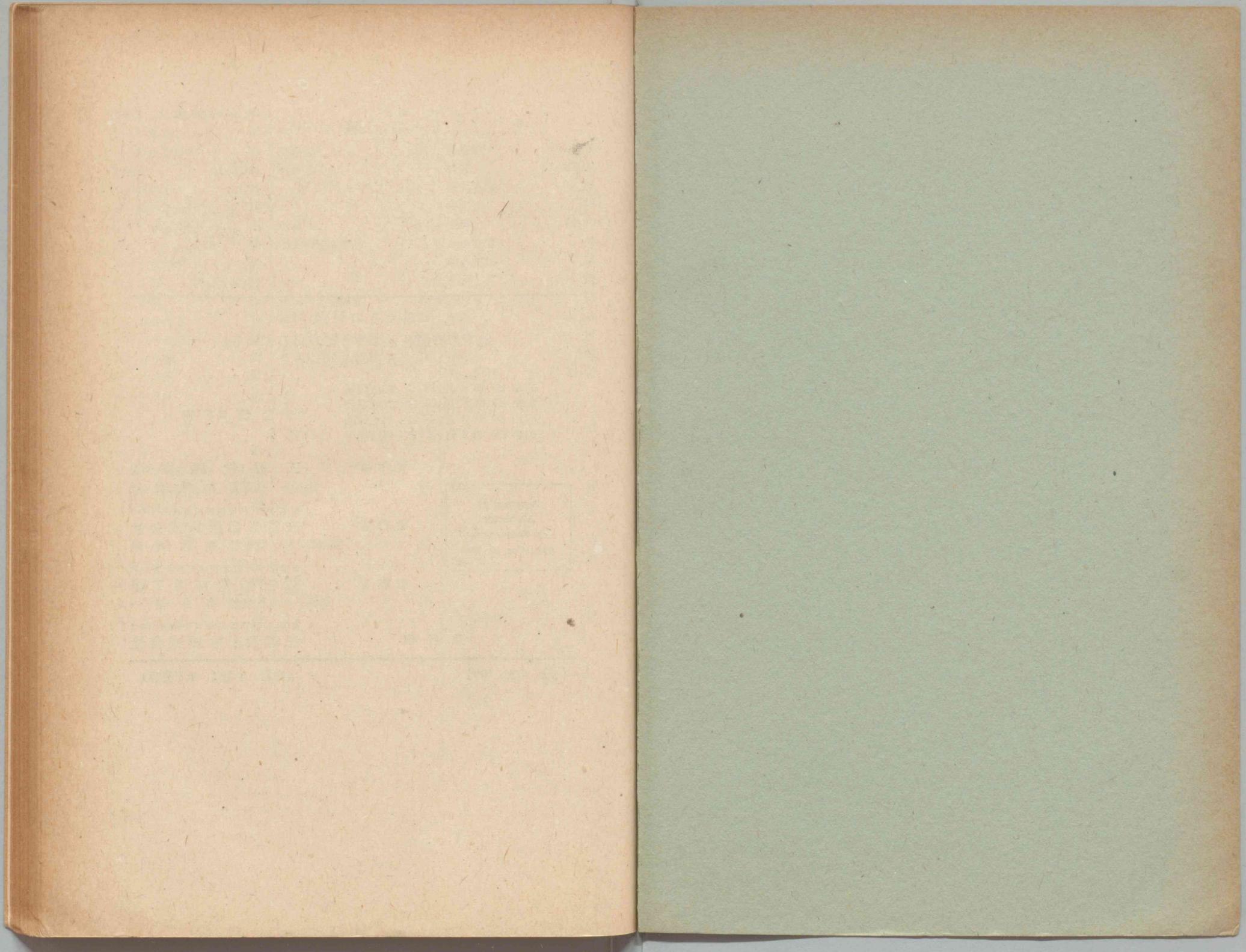
Approved by
MINISTRY
OF EDUCATION
(Date Oct. 10, 1950)

印刷者

発行所

(略称 中理科 地下資源)

(¹⁵_{三省} 中理 810)



広島大学図書

0130449836

