

560
T.32

560-132ウ
1200500746615



始



560
I-32

地寶人



池田謙三著

科學新書





906
46

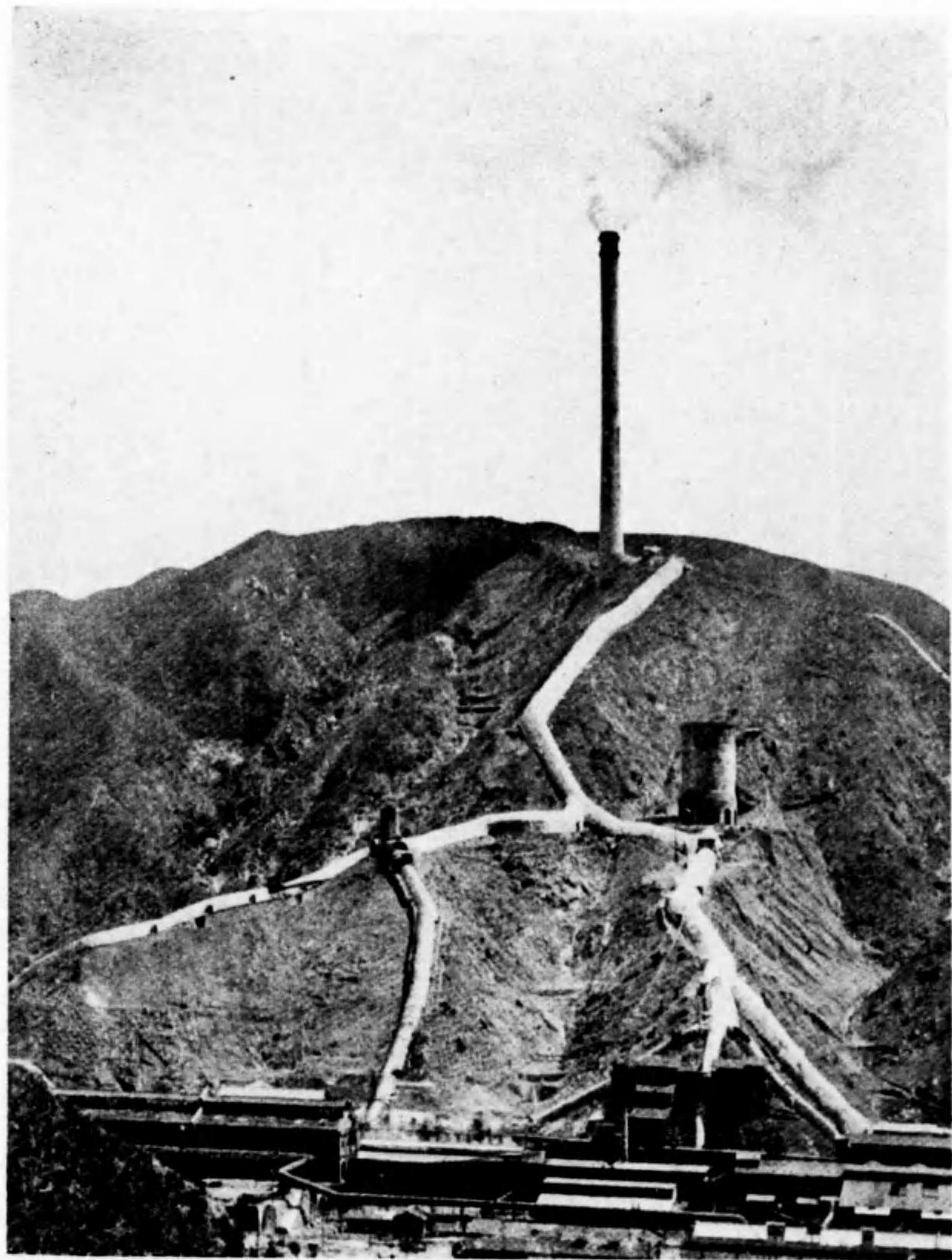
序 (盡性)

本書は科學知識の普及を目標としたものである。動物電氣學の泰斗橋田文相が「科學する心」の必要を力説したのは時機を得たものである。筆者は嘗ては冶金技術者であつたが、今は教育者の群の一人である。

地寶は大自然の一部であり、人生とは密接な關係を有する。その開發は科學と技術と工業とによらねばならぬ。従つて本書は科學と人間との關係より説きはじめ、然る後地殼より地寶に及び、その重要性、その開發並に利用等に互り、平易を旨として執筆した。もとより完璧ではない、否むしろ不完全千萬の作物ではある。

聖戰既に五年、近衛首相は臣道實踐を叫ぶ。如水は今や「盡性以至誠」の一句をモットウとし、且つこれを一億民衆に提唱する。蓋し性とは天の

序



序

命するところを指し、誠とは言を成すの意である。この際吾等は日本臣民として各自の性能を盡すべく最善の努力を支拂はれんことを切望して止まぬものである。

昭和十六年一月十五日

碯にて

如水識

目次

序	一
第一章 緒言	一
文明の進歩	一
人間工學	三
正しき知識	四
科學知識	七
科學と人生	一〇
相對學	一五
技術と科學	一九
科學と宗教	二三
技術と工業	二七

鑛産と人間生活……………元
 天産資源……………三
 第二章 地 寶……………五
 地 寶……………五
 米合衆國……………元
 歴史の時代別……………四
 地寶の開発……………四
 オクタン價……………四
 本邦鑛業の發祥……………三
 地殼の由來……………三
 地殼の構成……………二
 火 成 岩……………六
 火成岩中の鑛床……………六
 水 成 岩……………七

水成岩中の鑛床(石炭)……………七
 水成岩中の鑛床(石油)……………八
 水成岩中の鑛床(寶石)……………八
 第三章 採 鑛……………九
 鑛 石……………九
 鑛物の種類……………九
 金、銀、銅鑛類……………七
 鐵鑛その他……………一〇
 探 鑛……………一五
 探鑛の手引……………一八
 探鑛の方法……………二三
 鑛山の賣買……………二八
 探鑛の概念……………三〇
 金屬鑛床の探鑛……………三五

石炭の採掘.....二三八

石油の採取.....二二五

採鑛の諸設備.....二二六

第四章 冶金

金屬のローマンス.....二二七

冶金の發達.....二二八

選鑛.....二二九

重力選鑛.....二三〇

浮游選鑛.....二三一

熱化學.....二三二

燃焼と燃料.....二三三

爐と耐火物.....二三四

送風機と煙突.....二三五

銅の熔煉.....二三六

銅の濕式法.....二四〇

金銀の生産.....二四一

鉄鐵の生産.....二四二

鋼の生産.....二四三

鉄鋼一貫作業.....二四四

生産冶金の概説.....二四五

合金.....二四六

第五章 結言

人間に關係ある原素.....二四七

非常時の有用鑛産物.....二四八

人の力.....二四九

(附) 挿圖及び表の説明

口繪表.....南阿トランスヴァール、世界最深の金坑内勞働の圖(地下八五〇〇呎)

同裏……茨城縣日立鑛山製鍊場の大煙突(上部内徑二五・五尺、高さ五一・一尺)、世界最初の製鍊用コンクリート煙突(海拔一〇七二尺の山上に建設)……………四〇

世界の主要鑛産額表……………四〇

地殼の想像断面圖……………四一

含油層の説明圖……………八一

上向階段式(金屬坑内採鑛の一方法)……………一三六

ジャック・ハンマー(ストーパー)、重量十疋位……………一三七

(1) ヴルツァー單式タービン・ポンプ……………一四〇

(2) ウォシントン二段式タービン・ポンプ……………一四〇

古代埃及人の地床式製鍊……………一四九

(1) ブレーキ・クラッシュャー(骨子)……………一六一

(2) ジャイレトリートリー・クラッシュャー(骨子)……………一六一

(3) クラッシュング・ロール(骨子)……………一六一

(4) サイモンス・コーンブリーカー(骨子)……………一六一

コーン型破碎機……………一六三

(1) アキンス・スクリュール型類別機……………一六三

(2) ドラッグ式帶型類別機……………一六三

(1) ハルツ・ジッガー(淘汰機)……………一六四

(2) ウイルフレー汰盤上に於ける鑛流の分布……………一六四

(1) チューブミル(圓筒型磨鑛機)(中央断面)……………一六五

(2) 同上(縦断面)……………一六五

(1) ジャネー浮選機……………一六七

(2) エム・エス・サブ・エー型浮選機……………一六七

(1) グリナワルト燒結皿型爐……………一八一

(2) マックドローガル式ウェッチ焙燒機械爐……………一八一

(3) ドワイト・ロイド運行式帶型燒結爐……………一八三

(1) ターボ型送風機(モーター直結)……………一八五

(2) ルーツ型送風機……………一八五

銅製鍊の系統圖……………一九〇

(1) 銅の塊鑛熔鍊爐(側面圖)……………一九二

(2) 同上 (縦断面) 一九三

(1) 銅の粉鑛熔鍾反射爐(平面) 一九四

(2) 同上 (縦断面) 一九四

樽型製銅爐(ベセマー式コンヴァーター) 一九六

(1) 圓筒型コンヴァーター(側面圖) 一九六

(2) 同上 (縦断面) 一九六

電解槽(濕式用) 一九九

米國ユーパー大型ドレッヂャー 二〇五

鉄鐵高爐(シャフト・ファーンネス) 二〇二

溫度の變化による一酸化炭素と二酸化炭素との關係圖表 二〇三

(1) ターボ型送風機(電氣モーター直結) 二〇三

(2) 同上 (蒸汽タービン直結) 二〇三

(1) ビーハイブ(蜂の巣)型コーク窯 二〇四

(2) レトルト型コーク窯(一個のレトルトを示す) 二〇四

製鋼ベセマー・コンヴァーター 二〇六

製鋼平爐(オーブン・ハリス) 二〇八

電氣爐(エルト式、傾轉型) 二〇〇

電氣高周波爐(ハイフレケンシー・ファーンネス) 二〇一

本邦に於けるルツベ類製造法の表 二〇五

アルミニウム電解還元爐(ホール式) 二〇七

(1) 九七%粗錫顯微鏡寫眞(一一〇倍) 二四〇

(2) 九九・九%電解錫顯微鏡寫眞(一五〇倍) 二四〇

(1) 高級鑛鐵の彎曲狀黑鉛寫眞(一〇〇倍) 二四六

(2) ジュラルミン(銅四%)一吋棒金型鑄造顯微鏡寫眞(一〇〇倍) 二四六

(3) 眞鍮(亜鉛三〇%)鑄造樹狀組織顯微鏡寫眞(八〇倍) 二四六

(4) 純銅の正規結晶相互密接組織顯微鏡寫眞(擴大) 二四八

代表的合金(主成分)の一覽表 二五三

二十原素の發見年代表 二五三

純銅の成分表 二五五

重要十八種金屬表 二五九

第一章 緒言

文明の進歩



支那事變は五年目となり、獨英戰も三年目となつたが、共に何時果つべしとも見えぬ。ただ神のみぞ知ると云へよう。かくて戰禍は長びく。その結果は如何様にもあれ、我等は先づ三十年、更に五十年に亘る長期に向つて邦國を整備し、これを發展せしめねばならぬ。それは我が愛する青年諸君の雙肩にあることを忘れてはならぬ。戰爭には是非とも勝たねばならぬ、それは根氣と死力を盡すことによる。而も國民一致の總力に俟たねばならぬ。現代は科學戰であり、技術戰であるのだ。戰爭に勝つためには腕一本、刀一本だけではだめである。猪突は現代式ではない。熟慮斷行する智力戰で行かなけれ

ばならぬ。それにはあらゆる物資と機械を綜合する軍需品を先づ第一に必要とする。その根柢をなし、トップを切るものに地質がある。

平時に於ける地質の必要は勿論であるが、それが戦時となれば、一層の重要味を帯びて来る。軍艦、飛行機、そして爆弾等の原料は悉く地質から生れる。地質とはダイヤモンドの如き類許りではなく、石炭、鐵、銅、石油等幾多の種類を含むのである。それ等を生産するには科學と技術の應用と工業の發展による。

人類あつて以來、科學と技術の妙用は幾千年と續いて居る。だが、目ざましい發達は實に二十世紀（明治三十四年）以降、即ち日清戦争の頃から始まつた。その頃までの大砲は銅と錫から出来る合金の眞鍮（青銅）を鑄造したのである。それで眞鍮の別名を砲金（ガン・メタル）と云ふ位であつた。處が、今では優良な鋼でなければ立派な大砲は出来ないことになつたのを見ても、世の進歩がわかるであらう。

だが、前回の世界大戦以來、それが更に急激な進歩を示したのである。嘗ては米國あたりでムーヴィーと稱する所謂活動寫眞が映畫と改稱せられ、トーキーが出現し、更にテレビ

ジョンが生れ出た。獨逸の有名なるグラフ・ツェッペリン飛行船が創作されたのは今から四十年前であつたが、その容積は一、三〇〇立方メートルで三十馬力に過ぎなかつた。八年後には漸やく十二時間飛行が確證された。更に二十年、一〇五、〇〇〇立方メートルにまで擴大せられ、千六十馬力の發動機による毎時一二八キロメートルの速さを以つてその威力を示すに至つたのである。飛行機の更に急激な進歩を示して居るのは周知の通りである。かくて科學と技術の進展は今後益々急テンポを辿る。

人間工學

原人時代から幾千萬年、往古は夢想だにし得なかつた科學はこのやうにして現代の人生とは切つても切れぬ因縁を生じて居る。然し科學する心を持つ人々には空論は禁物である。議論を目的とする議論はもとより避けたい。我々の人生は實際に生きる事であり、大自然の利便開發である。従つて大自然の理法に順應しないわけには參らぬ。西郷南洲翁は「議論畢竟世に效なし、山は青々花は紅なり」と歌つた。科學が如何に進歩しても、たとひ桑田變じて

碧海となつたとしても、依然山は青く花は紅と云ふ自然の事實には變りがあるべくもない。尤も世には色盲患者なるものが居る。論語讀みの論語知らずもをる。そんな人々は、或は反つて山は紅で、花は青であると主張するかも知れない。然し概汎的に眞人間の見た山の色は青であり、花は紅いものだときまつたものだ。如何に科學が進歩したと云つても、幾千萬年來の大自然の理法にそむくすべはない。餘り科學にのみ偏重すると、有名なめぐらの塙保己一先生から「さても目明きは不自由なもの哉」と云ふ諷りを免れぬであらう。

南洲翁は更に曰ふ「講學の道は天地自然の道なる故、講學の道は敬天愛人を以つて目的とし、身を修むるに克己を以つて終始せよ」と。これは誠に至言である。筆者は多年人間工學なるものを若人に提唱して居る。それは人間達成の道である。私の人間工學の完成に向つては、克己と自信がその根柢をなすのである。

正しき知識

西洋の大哲學者は「知は一切の始め」と教へた。萬物の靈長と自慢する我々人間は先づ以

つて物を知らねばならない。物のわからない人間は仲間はずれにされるではないか。知は即ち知識又は智識となり更に智能に及ぶのである。知識とは智慧と見識を意味し、よく事物の理を辨へ知ることである。博く物事を知るところを博識と稱する。これは所謂世の「物しり」と云ふ類に屬する。更に明智なる言葉がある。これは博識よりは狭い範圍の智識ではあるがその根柢が深い部類である。例へば何々博士等と云はれる人々は先づ以つて明智の持主と云つてもよいと思ふ。更に進んで正智なるものがある。これは正善なる明智又は正當なる判断を指すのである。正しき人間は正しき智識即正智を獲得しなければならぬ。我々が立派な人物となるために勉學し修養するのはこの正智を得るためであると知らねばならない。

正智とは迷はぬ判断を意味する。事に當つて動搖しない分別を意味する。人間は子供から成人に至る迄皆それぞれの希望乃至理想を持つて居るべき筈だ。その希望や理想は果して正當、正善なりや否や。或は如何にして我等の理想を實現し、彼岸に到達すべきかの手段方法は如何。此處に迷ひが生ずる。これを正當に解釋して迷はず、各自の理想に邁進することは即ち正智の力による。これを不動の智と稱してもよい。日露戰爭中、東郷大將が日本海海戦

に際し、敵の優秀なるバルチック艦隊を斷然對島海峽に邀撃してこれを一擧に粉碎せる空前の大勝利の如きは、正にこの正智の業に外ならないのである。明智は必ずしも正智であるとは限られない。況んや只博識であると云ふだけでは正智とは可なり縁の遠い話である。

博識となるはいと易き業であるが、明智を得るには相當の根氣と努力を必要とする。然し正智の獲得は一生の仕業であり、且つ是非共體驗を必要とする。それには幾多の困難に打勝つだけの克己と努力、而して更に反省と寛恕をも必要とするのである。單に大學に學び、萬卷の書を読み、而して幾千回の實驗を行つた處で、正智は得られないのである。それは經驗即ち熟達を要し、實社會に於ける體驗を積みぬ事には彼岸に達し得ないのである。世に完成せる人間のモデル即ち神又は佛として尊崇される處のキリスト、釋迦、大聖と呼ばれる孔子並にソクラテスの如きは正に正智の獲得者であるものと信じる。但し彼等は何れも二千年以前の人人であるを記憶すべきである。

正智に似て非なるものに邪智なるものがある。世には明智の持主でありながら邪惡の行爲を冒すものが往々にして見受けられる。大臣にして犯罪者たるもの、大學教授にして不徳の

行爲を敢てするものの如きは、即ちこの部類に屬す。これは即ち偏智、僞瞞教育の結果であり、所謂西洋の物質文明偏重の結果として擯斥されなければならない。如何に高等教育をうけ、明智を獲得せりと云つても、それが邪惡的明智であつては、有害無益の存在でしかあり得ない。我等の教學は飽迄も正智の獲得を目標とすべきである。科學を學ぶと云ふ事は正しき科學を學ぶことではなければならぬ。科學はごまかしやすく、且つごまかされ易い。それだけ「正しき」と云ふ意味を強調する必要がある。現在日本に於て科學と技術の進歩が遅々と進まない状態にあるのは、僞瞞的科學の罪であると力説して居る權威者が居り、筆者もそれに共鳴する一人である。正しき科學、正しき知識、そして正しき生活は理想的人世を構成することを玩味して欲しい。

科學知識

最近日本では猫も杓子も科學科學と叫ぶ。處が、「科學とは何ぞや」と云ふ質問に向つて正しき見解を與へ、正しき認識を有するものが至つて尠ないのに驚かされる。科學者仲間に

さへそれが餘り判明して居らぬやうであるのは沙汰の限りである。當局者は好んで科學技術と一本に唱へて居る。これ等は噴飯ものである。科學は科學であり、技術は技術であり、別個の存在である。糞味噌一緒に並べられたのでは到底箸にはかけられない。技術と工業の立場亦然りで兩者別個の立前を有することを正しく認識して置くべき必要がある。如上三者は結局相互關聯を持つては居るが、その間自ら明瞭なる區分のあることを忘れてはならない。

科學は英語のサイエンス (Science) の譯字である。「サイエンスはサイエンスさ」で通つても、科學は科學さでは通せない。つまり科學の字義は無意味であり、サイエンスなるもの意義には觸れてさへ居らぬ。つまりこれは適譯ではなく、寧ろ「あて字」に近いものである。獨逸語ではサイエンスをウィッセンシャフト (Wissenschaft) と云ふ。それを直譯すれば知識幹又は知識群となり、萬有の綜合知識を意味する。サイエンスの定義は英語では「組織立ちたる知識又は理念」と云ふことであり、宇宙萬般の物理に對する綜合の研究である。従つて大自然界の一部位たる人世はサイエンスと密接なる關係を有し、人文の進化は直接、間接常にサイエンスと終始して居るわけである。

その二分野は、即ち自然科學及び人文科學のそれであり、天文、地文、數學、物理、化學、地質鑛物學等は前者に屬し、文學、哲學、社會科學の類は後者に屬するのである、但し宗教即ち信仰の道だけは科學の範圍の外に在ると解すべきである。單に科學と云へば狹義の科學即ち Natural Science を指すのを常とし、博物、動物、植物、鑛物、物理、化學等は從來から小學生にまで周知の分科に屬する。にも關らず、本邦人には科學知識が普及して居らぬと、今更ながら大さわぎをして居るのは寧ろ不可思議の感がある。それは教へる者も、習ふ者も、何れも人間自らの生活即ち人世とは殆んど無關心な態度の教育に歸因したものと云ふべきである。所謂「論語讀みの論語知らず」の弊に陥つたためと云へよう。

科學なる譯語の出處は何科學、何何科と云ふやうに澤山の科目に分類されて居るから單に科の文字を學の上に載せただけの話であり、條目を立てた學問と云ふに過ぎず、部類別けをした學問であるから部學と稱すると同様のことに歸する。即ち科學の邦譯語はサイエンスの眞意を示しては居らないのである。筆者はサイエンスを寧ろ相對學と稱するのが稍々合理的であると考へる。サイエンスの通用語たる科學と云ふ邦譯は何時頃何人が云ひ出した事やら

一向判明しない。若しその譯者が現存して居られるならば定めし筆者の文句に對して苦笑されることであらう。

科 學 と 人 生

或る日本人は哲學を科學から分別し、哲學は科學ではないと云ふ。昔アリストテレスは哲學を理論及び實地に區分し、理論哲學の部には物理、數學等を入れ、實地哲學には技術と生産等を編入した。これでは、理論哲學は現代の自然科學に匹敵し、實地哲學は技術に相等する。ペーコンは知識なるものをばサイエンス、ポエトリ及びヒストリー（科學、詩、歴史）に區分した。コムトはサイエンスを六科に分け、數學、天文、物理、化學、生物及び世態社會學とした。ハーバート・スペンサーはサイエンスを Abstract (絶對)、Abstract-concrete (混合)、Concrete (具體又は形而下) に三類したのである。日本の某哲學者は科學を物理、化學、音樂、文學、政治、美術、工學等に小分した。然し大政翼賛會の文化部内の分類中に介在する科學などはごく狭少の範圍であるらしい。これ等學者の見解は時代により、各自の

考によりそれぞれ分類を異にするのであり、常に的確に區分する事は不可能であらう。

宇宙の現象を相對的に取扱ふ處のサイエンスは絶對的な宗教即ち信仰の道以外のあらゆる宇宙現象の究理を包含するのである。勿論哲學もこれに編入される。哲學即ちサイエンスと云ふ議論にも、又哲學をサイエンスの外に措く事も不賛成である。筆者は年來、人生は科學と宗教なる二者の力によつて開發されて居るやうに見て居る。宗教家にして科學に關心を有する賀川豊彦も、科學者にして宗教家たる井上仁吉博士の如きも矢張り同様の見解を抱いて居られる。つまり人格は科學と宗教兩者の發達によつて完成されるものと信じる。

米國合衆國生みの親たるジョージ・ワシントンは大工即ち技術者の子であつた。日本では兎角法律萬能の嫌ひがあり、言論が無上に尊重される反面動もすれば科學が輕視された觀がある。現代の世界は科學と技術とに重點を置く。この兩者を無視する國家は最早や列強に伍し、世界に雄飛する事は不可能の状態を示す。

第一次歐洲大戰に於て、米國の食糧大臣として一躍世界的の立役者となり、更に米國の大統領となつた者にハーバート・フーヴァーがある。彼は七歳にして鍛冶屋の父を失ひ、十歳

にして慈母を失つたのである。彼等兄妹の孤兒に残されたものは金銀や財産ではなく、實に健康と信仰とであつた。それは人間に與へられた無上の寶であつたのだ。彼はこれを土臺として科學を學び、技術者たる鑛山技師となつたのである。爾來實社會に奉仕する事三十年、遂に五十五歳にして米國最高の名譽を擔つたのである。彼が出世の根柢は健康と信仰と科學との綜合力によると解すべきであらう。

ある學生の一人が先日筆者の研究室をおとづれて曰く「私はエライ者に成らうと思つて冶金學科に入學し、爾來一年有餘になるが、この分では到底エラクなりさうにもない。ドウカ先生の人間工學を説明して欲しい」と。私はこの闖入者の眞面目なる態度に對して大なる興味を覺えたのである。

「私の人間工學は嘗ても説明した通り、人間なるものを知り、理想の人間を建設し、それを有効に役立たせることである。所謂エラクなるとか、出世するとかと云ふことには直接關係はない。それは人間の達成であり、眞に信頼すべき人物となることに外ならない。君の考へて居る方針は何か。」

彼「私は法科に入つた方がよかつたと思ふ。冶金ではダメのやうです。」

私「法科に入つて如何する積りか。まさか巡査にでも成らうと云ふのではあるまい。それとも大臣にでもならうと云ふのか。」

彼「……………」

私「君のエラクならうと云ふのは、マア知名の士に成ると云ふ意味であらう。今の文部大臣は醫學博士であり、而も動物電氣の研究を専門として大學教授の職にあつた人であるが、佛道をも修業して居られたと聞く。つまり醫學部卒業生が大臣になつたのである。だが、橋田氏は大臣などにならうとして學問をした人ではないと云ふ事を私から斷言し得る。君が冶金學部を卒業した處で到底人間になり得ない等と考へることは大變な考へ違ひである。大學教育は斷じて職業教育ではない。君の云ふエライと云ふ眞意は何處にあるかはわからないが、兎も角君がエラクなりたいと云ふ信念を抱いて冶金工學に專念し、人間工學を獲得するならば、今後數十年の後、立派な人物になり得べきものと私は信するのである。」

彼「ドウモ色々ありますが御座いました。よく熟慮して今後の行く道をあやまらないやう

に勉強します。』

こんなエピソードは現代の米國や獨逸國などでは到底見出されさうにもないが、我が日本では隨處に聞かれ得る事と想像される。嘗て札幌大學につた米人キャプテン・クックは若人に向つて

Boys! be ambitious!

青年よ大望を持って

と説き大いに大向ふをうならせたさうである。然しこれは十九世紀の昔話であつて現代には餘り適切な教へとは思はれない。我等は理想を持つべきではある。だが、徒らに大言壯語することを避けたい。人生は實在である。我等は先づ現在に生きねばならない。

昨今は「おれは政治家だぞ」と力んで見た處で、世人は「ああ政治家か」と云ふやうに柳に風とうけながし、昔程には耳をかたむける者が少なくなつた。これは世人が科學に興味と必要とを感じ出したことを立證し、邦家のため慶賀至極と思ふ。

政治家も舊體制ではやりきれなくなつた。従つて、時には政治の合理化と云ふ「ピラ」を

隨處に見受けるのである。これなどはどうか。世に合理化せぬ政治が行はれては國民はたまらぬではないか。そこで新體制なるものが生れた。

相 對 學

つまり人文の發達は絶對的な宗教と相對的の科學なる兩者の進歩に俟つべきものと私は確信する。二十世紀に入つてから猶太人の碩學アインシュタインは相對性の法則を發表した。更に「場」の重要性を強調した。これがため、人々は相對性理論がニュートンの惰性の法則即ち萬有引力(重力)の法則を打破つたと騒いだものである。大物理學者たるニュートンの名を知らない人はあるまいが、彼は十八世紀英國に生れ、少年時代林檎の自然落下の状態を見て遂に重力を發見したのは周知の事である。然しその發見たるや一日の業でない事を牢記する必要がある。ワットが蒸氣機關を發明した端緒も亦極く些細の事柄ではあるが、發明の完成に對する努力は容易ならぬものがある。私はこの機會に於て、發見、發明又は獨創等と云ふものは、容易の業ではないと云ふ事を附言するに止める。

然しアインシュタイン説は決してニュートン説を覆へたのではなく、前者は後者をカヴァーしたと云ふべきである。前者は天體の相對的運行を數理的の計算によつて説明し、Law of Relativity を發表したので、結局後者の説を抱合した形を示すのである。だが、更に二千五百年の昔、印度に於ける佛者釋迦は既に因縁所生を説いて居る。この説は上述兩者の説をも更に擴大併呑した偉大なる豫見でもあつた。ニュートンは「原動あれば反動あり、その方向は反對にしてその運動量は相等し」と説く。釋迦は「一つの結果を生ずるには、第一原因たる因と、第二原因たる縁との協力による」と説く。子供は一人では産めぬ。男と女とが協力して初めて生れると云ふ理窟。慈善の行爲は二重の祝福を受ける。與へうる者も、與へられる者も共に幸なりと云ふ説明。我身をつねつて人の痛さを知れと云ふ諺。これ等は皆所謂因果應報即ち「原因あれば結果あり」であつて、等しく大自然の理法を世人に納得せしむるやう、巧妙なる説明を與へたものである。それは時代により、場所により、人々の頭腦の如何により、表明の大小、様式を異にし、必要に応じてそれが法則又は數式として表示されるのである。これをしも人文の進化と云ふべきであらう。

世の宗教家と稱する坊さん達が因果の説に對して、善因あれば善果あり、惡因あれば惡果あり等と説き、道學者先生亦積善の家には餘慶あり等と教ふる事はただそれが道德的の狭い範圍にのみ限定されて、宇宙の自然現象とは無關心であるが如きは、そのかみ釋迦の説ける眞意には寔に當つて居らぬものと云ふべきである。

萬有は變化して一刻も止む時がない。佛者はこれを「一切空」と説く。即ち大自然は變化するの謂である。空は眞空の空ではない。「カラ」を意味しない。空は無ではない。それは「變更移動極まりなし」との意である。極意即空である。臨機應變の妙が即ち極意で、我等は常時變に處する手段を獲得して居らなければ不安でたまらない。宇宙は廣大無邊である。無限大の上に無限大がある。零にも大小の順序がある。即ち無限大と云つても、零と云つても何れも絶對的の限界があるわけではない。數學上絶對値と稱して居るのは、ただ便宜上つけた假りの名であり、恰かもサイエンスを科學と呼ぶやうなものである。科學には結局絶對と云ふものがあり得ないことになる。科學の學說さへ時代と共に進化して行くのである。

自轉車は人よりも速い。自動車は更に速い、飛行機は更に速い、彈丸、音波、光波、電波

……等、より速いものが續々と見出され、發明され、そして比較對照されて行く。これを文明の賜物と云ふべきか。竹葉の鱒は旨いと云うた處で結局値段の問題に歸する。煎じつめれば値段の割に旨いとか、まづいとか、よいとか、わるいとか云ふ比較的話である。痛いとか、苦しいとか云ふのも程度の問題である。白、灰、黒にも絶對的の區別はなく、動物、植物、礦物の間にも十分な區分は見出しがたい。凡てこれ等客觀を主體とする自然の現象若しくは我等の生活に於ては「絶對」と稱し得べきものが無く、悉く對照的比較的打算的からの見解によつて説明されるのである。

つまり、人間が見、人間が取扱ふ宇宙間の森羅萬象は悉く相對的即ち比較的のものであつて實際上絶對と稱すべきものは無い。従つて科學の取扱ふ問題は常に相對的である。それ故筆者はサイエンスに向つて相對學と云ふ概汎的の譯語を提唱するものである。サイエンスは組織立てる智識である。それは客觀が主體であり、主觀的、直觀的の結論は往々誤謬を招來する。それは正しき理論と正しき實驗とを根柢とすべきものであり、專斷的結論は無意味である。如何に些細な問題に對しても相應する證明を要するのであり、これなきものはサイエ

ンスの範圍外で、所謂非科學的なる誹りを免れない。

技術と科學

サイエンスを具體化したものは技術である。英語の Technique (テクニック) 又は Art (アート) である。後者を工藝又は美術若しくは藝術とも呼ぶ。技術を學ぶことをエンジニアリング (Engineering) と稱し、技師は即ちエンジニアである。これ等の本性は體驗又は熟練にある。従つて如何に理論が正しくとも熟練なきものは技術とは云はれない。それがたとひ自身が科學を知らぬ者でも立派な工藝家たり得るのである。即ち實地體驗が技術を完成し得る。名工正宗とか左甚五郎の如きはこの類である。然し彼等の體得したる技術は立派に科學の理論と合致するものであり、世に理外の理など云ふものがあらう筈がない。よし假りにあつたとした處で、それは科學の範圍外に屬するものではなく、科學がそれを説明づけるべき理論や研究を未だ發見し得ないまでの事である。やがてはそれが判然と理論づけられる時が來るであらう。

中世紀ローマ朝時代にアルケミスト（錬金術師）なるものが横行した。彼等のある者は萬有還金説を唱へ、萬物を金にし得ると稱して愚民を迷はしたものである。彼等は鐵を銅に變換して人々を驚かしたのである。こんな手品の種明かしは現代人には必要もない位である。世にも知名なる幾多の科學者が、主觀即ち直觀からの推理によつて誤れる結論を發表し、世人はその名を信じてその學説を疑はずに鵜呑にした結果、後代までも累を及ぼした實例は澤山ある。その最も甚だしい例は古代ギリシャの大哲學者と云はれるアリストテレス（ヤソ紀元前三八四—三二二）の「力學」であるらしい。彼はプラトンの弟子であつた。當時は神のみが人生を支配すると云ふ迷信的神學萬能の時代であつた。然るに彼は「自然に就ての學問」はあり得ると云ふ觀念、人類最高の仕事はその自然の法則の發見であると云ふ觀念を主張したのである。この巨匠が人類に與へた思想的衝動は寔に無限の價値を有すると哲學者は謳歌する。然し狭き範圍の科學の立場から見ると、彼は近代科學の邪魔者と云ふことになる。神ならぬ彼は大哲學者ではあつたが、近代の科學即ち自然科學に對して正當なる認識を缺いて居つたのは遺憾である。

伊太利のガリレオ・ガリレイ（一五六四—一六四二）は二五歳にしてピサ大學の教授となつた。此處に彼が科學的革命的ノロンが準備された。有名なピサの斜塔を利用して落體の實驗をしたのはこの頃である。その頃まで世人はアリストテレスの力學を迷信し、「物體の落下する速さはその重量に比例する」と云ふ説を萬古不易と思ひ込んで疑はなかつた。即ち「重いものは軽いものよりも速く落ちる」と云ふのである。これは未だに現時の人々の常識でもあるやうに思はれてならない。然るにガリレオの實驗は、物の見事にこの迷説を打破した。塔の上より離下された一ポンドの錘と百ポンドの錘は同時に大地を打つたのである。この簡單なる實驗は二千年來の迷夢をあつさり破つた。百問は一見に如かず、百論は一行に如かずである。かくて我等の科學には臆測は許されない、而して實驗を無視する事も許されない。科學は立證プルウブを要するのである。

四十年前の日本の科學は幼稚なものであつた。その頃ある知名の新聞記事に、こんな事が記載されてあつた事を今だに記憶して居る。……

「昨今汽車の速さは増して來た。汽車はレールの上を走るから地上をかける馬車よりは速

くゆける。空中をとぶ弾丸は抵抗が無いから一層速いのである、若しも無抵抗なる空中を鳥のやうにとぶ機械が発明されたならば非常な速度で飛び得るであらう。」これは科学を知らぬ記者の謬見でしかあり得ない。「物の運動は摩擦による」と云ふ根本理を辨へぬ考から推理された勝手な夢であつた。それが今日では時速七百二十キロメートルと云ふ快速機が出現して正夢となつたのも興味がわく。

又五十年前私が子供の頃、郷里に一人の馬鹿が居つた。彼は平素昇天術を力説してゐた。彼の理論は片面の理論的眞理に立脚して居る。昇天の方法は、先づ左脚をあげ、それが落下せぬ間に迅速に右脚をあげる。かくて左右交互の運動により、肉體は昇天すると云ふのである。彼は自説を立證するため、一夕我等子供達の前に於てその實演を行ひ、我等にやんやと笑はれて怪げんな顔をしたことを想ひ出す。かれの方法はニュートンの第三法則を無視せる行爲であり、失敗に終つたのは當然である。今頃は恐らく彼れの靈魂だけはその目的を達して昇天して居る事であらう。南無阿彌陀佛!! 然し現在に於てもこれと似たやうな理窟又は行爲を敢てしようとして居る者が隨處に見うけられるやうな心地がせられてならない。

科学は單なる空論ではない。技術は純理だけでは成立しない。其處には體驗が絶対に必要である。グルンドは寧ろ熟練である。北辰一刀流の開祖千葉周作が劍法秘訣に曰く「佛道に於て、唯一心に念佛を唱へよと教ふるは、念佛さへ唱ふれば、自然と惡念は消えうせて善心となり、極樂に行かるとの事なり。劍術もそれと同理にて、稽古數かかりさへすれば、自ら美妙の場に至るものなり云々。」科学と技術を混同又は同一視する者のために蛇足を附加へてその蒙を啓く。

科学と宗教

科学と對立的立場にあるものに宗教がある。これは信仰の道であり、その學問として神學がある。科学が相對的なるに反し、宗教は絶對的の境地に立つ。我れ思ふ故に我れあり。我れ神ありと信する處に神あり、一旦信すれば匹夫の心も奪ふべからずである。宗教改革の歴史は血の歴史である。信仰は利害を超越し、其處に打算を許さない。科学は客觀を主體とするも、信仰は主觀が主人公である。理窟づけられたる信仰は信仰とは云はれない。従つて、

現世に於て積善の行爲あるものは、來世に於て極樂に行き得る等と説法されて、宗教の道に入る者の如きは迷信者であり盲者であり、眞の信仰を得た人とは云はれない。信仰は迷信と極似して居る。恰かも儉約と吝嗇とが混同され勝ちなのと同じである。兩者たとひその結果の行爲に於て相等しくとも、その動機（モチープ）に於ては反對であることを知らねばならぬ。ロシアの文豪ドストエフスキーは云ふ「我々が不幸なのは、我々が幸福であると云ふことを知らないからなのだ」と。如何なる逆境におかれても、我々が常に幸福であると信じ、感謝の生活を送り得る人は、即ち幸福であるのである。此處に信仰の有り難さと妙味がわく。

人智の未だ開けなかつた太古に於ては、宗教が横行し人生を支配した。それには寧ろ迷信に屬する部類が多かつた。その後科學する人々の出現により其處に兩者の闘争が開始されたのである。歴史あつて三千年、有史以前二千年、過去五千年の歴史を通覽すると、重要な記載事項は悉く攻防闘争の歴史であり、何處に平和があつたかを疑ふのである。第一次歐洲大戰に於て、人々は「二度と戦争はすまい」と堅き決心をして國際聯盟までも出来上つた。

然しその聯盟なるものは依然強者がこねあげた我田引水の誓約とあつてはスグお尻がわれたのである。つまりこの聯盟は現在世界大戰の種を播いた事に歸着したのである。宗教と科學等は闘はなくともよささうなものであるが、それが幾千年に互つて根氣よく悪辣な闘争が持續された。これ等も矢張り獨善主義のあらはれでしかあり得ない。

科學は相對的であり、客觀的である。宗教は絶對的であり、直觀的である。従つて兩者はそれぞれ別個の立場を有し、その雰囲気を異にする。それ故兩者が闘争を喚起すべき理由がありさうにもない。處が豈に計らんや、それが科學の凡ゆる部門に互つて宗教からの重爆撃が加へられたのである。地理學に於ては地球の形狀に就いて、天文學に於ては天體と地球との地位に關して、物理と化學に於ては自然の諸法則に就いて、解剖學及び醫學に於ては靈魂論と病理等に就いて、地質學に於てはノアの大洪水論に就いて、更に經濟學方面にまでも波及し貸金に利息をつけることの可否に就いて等々、到る處に迫害が加へられたのである。

然し筆者はこれを科學と宗教との争ひとは解釋したくない。これ等は獨善にして強力なる神學者が勝手にバイブルを禍信し、科學者はバイブルを無視して神を冒瀆するものなりと云

ふ見解の下に科學者を滅ぼさうと企てたものと云ふべきものと思ふ。我等の科學は誤れる神學者や迷信者の蒙を啓き、以つて眞の宗教をして誠に高貴なる存在たらしむることにあるものと信じる。

宗教と科學は斷じて相互干渉すべきものではない。お互に協力して人文の發達に貢獻すべきそれぞれの分野と責務とを有する。宗教と科學とが敵として相戦ふのは斷じて非であり、兩者相提携して、我々人類の幸福増進に寄與しなければなるまい。筆者は切言する「科學と宗教とは二にして一であり、一にして二である」と。物には表裏があり、藥は常に藥ではなく、毒も必ずしも毒ではないのである。

これを人間に譬ふれば宗教は心髓であり、科學は骨肉であると解するも一種の考察であらう。つまり宗教も科學も同一の眞理を研究するに過ぎない。一は眞理の主觀的見解であり、他はその客觀的考究に歸する。一は内觀であり、他は外觀であるのだ。

わけのぼる籠の道は多けれどおなじ高ねの月を見る哉

宗教家が科學者を壓迫するは天に唾するに類し、科學者が宗教家に挑戦するの態度は恰も猿が蕪の皮をむくの行爲に類するものと云ふべきであらう。我等は靈魂の存在を科學的に立證する事は恐らくは不可能であらう。然し筆者は靈魂の不滅を信じて疑はぬ一人である。信仰なき科學者、信念なき技術者がもし世にあるものとせば、げに不幸なる人々と云ひたい。

技術と工業

次に筆者は技術と工業との關係を明かにしておかねばならぬ。技術は科學を具體化又は實用化したものである。然し其處には熟練の必要があると述べた。技術を經濟化せるものが即ち工業である。従つて經濟なき處に眞の工業は起り得ない。然し經濟あるも技術なきものも亦眞の工業とは云はれない。世には工業らしからざる工業、それはただ利慾をのみ主眼とせる猶太人的工業もないわけではないが、これ等を目して筆者は眞の工業とは云はない。これは一種の似而非工業であり、國家の發展及び人文の進化に向つては有害無益の存在でしかあり得ない。而して我等の工業は技術及び經濟を根柢とすることにより、自ら科學とも密接な

關係を生じ來るのである。

平時と戦時に於ける工業は、自らその状態を異にする。就中鑛業に於てその顯著なるを見る。開戦と共に鑛産物の市價は非常な暴騰を告ぐるを常とする。これは自然的の需要に原因する。即ち軍需資材が頭に立つためである。第一次歐洲戦争の折の如きは、銅の市價が平價の五倍にも昇つた。然し金價は變らなかつた。閉戦後銅價は暴落して平價の半分以下となつたが、その後十年金價は三倍となつた。これも需要供給の關係に原因する。然し現在の日本ではあらゆる物資に缺乏して居る。これは當然の話であり、國民はこれを甘受し、極力我慢しなければならぬ。就中不足して居るものは金屬資材である。この場合に於ける鑛業は非常の立場におかれて居る。物價は釘付けである故、我等の鑛業の有利的稼行は不可能の有様である。そこで必需金屬類の生産に向つては、政府の特別保護がなければならぬ結果を告げる。結局、我等の工業は經濟を無視しては成立されぬが、同時に愈々技術の妙用を必要とするのである。

鑛産と人間生活

「合理的なもの程美しい」と自然學者は云ふ。一見科學とは縁遠いかの如き觀ある音樂や美術にしる、仔細に觀察すれば何れも應用科學否技術の玄妙なるものである。尤も理論科學から直接導入された大音曲もなく、又名畫はないとしても、完成された名曲又は名畫程複雑なる科學の理論に合致し、合理的なもの程吾人の耳目に衝動と快感を興へるのである。人間の日常生活と直接關係ある衣食住、少なくとも現代文明人により營まれる文化生活より見た衣食住が科學と密接な關係を有する事は今更ら嘖々するまでもあるまい。

尤も偏狭な科學者のある者は科學は「科學する者の科學であつて人生とは沒交渉である云云」と力む連中もある。寔に憐れむべき考と云ひたい。人生を離れては何物もない。中庸には「誠ならざれば物なし」と教ふ。誠とは實行を意味する。人生のために力行して初めて人生の妙味がある。科學は結局人生のために貢獻せらるべき何者かを目標として初めてその妙味を生むのである。人生に應用なき科學とは何を意味するや不可思議千萬と云ひたい。我等

の人生を離れては最早や科學はないのである。

人生と科學、科學と技術、技術と工業、そして人生と鑛産は、このやうにして相互關聯する。我等が人生を有意義に送らんと欲するならば、是非とも科學を知り、技術を知り、特にこの非常時に於ては鑛産技術を知るの必要がある。平時に於ける金、銀、銅、鐵乃至石炭、石油等の重要さは論ずるまでもないが、現在空前の大非常時に於て、石炭、石油、銅、銅、ニッケル類の如何に重要であるかは日々の新聞を見ても承知されることと思ふ。

英の發達は十八世紀に於て、米の勃興は十九世紀に於て、獨の蹶起は二十世紀の現在に於てである。而も何れもそのトップを切るものは鑛産資源である。世界の富豪も日本の富豪もその根元は鑛産の獲得にあつたのである。ただ獨逸には金の資源はない。それ故フンクの新經濟論に於ては、原始的なる物々交換に類せる一種の交換貿易制（バーターシステム）を提唱して金の不必要を叫んでは居るが、その内心は決して金の不必要を信じて居るものではない。彼の新説は一時的の便宜論であつて永久的のものではない。金が一國の信用を維持するに於て絶對的なものであると云ふ事は、年々の生産額がただ金のみが増加の一路を辿るのを

見ても自から分明するであらう。

科學の力は偉大である。鑛産の重要性は何人も是認する處である。然し偉大なる効果は常に永き苦心の賜物である事を忘れてはならない。五年前獨逸は日本や伊太利と共に英及び米より「持たざる國」として擯斥されたものである。然るに今日、獨逸の石炭と、アルミニウムとの産額は世界一と誇りたる米國を凌駕するに至つたのである。それが自國內に於て資源を持たぬにも關らず、外資を妙用して自國の金屬として生産しつつあるのである。それが飛行機ともなり爆弾ともなり、而して魚雷となつて英米に脅威を與へつつある。鐵鋼に於ても米に肉薄しつつあるのである。その原因は科學と技術の妙用にあり、而もそれは過去數十年に至る臥薪嘗膽の賜物であると知らねばならぬ。「ローマは一日にして成らぬ」と云ふ格言を味ふの必要はある。獨逸では國民も國家も鑛産物を國の寶と尊重して居る事を玩味すべきである。

天 産 資 源

鑛産は天産資源又は天然資源の一である。その開發を鑛山事業又は鑛業と云ふのである。

天産とは自然界から生産される一切のものを包含する。生物と無生物、または有機物と無機物、動物、植物、礦物、而して更に別格として人間がある。或る者は人間を天産物と考へる事は人間を愚弄するものであると力む。筆者は天産資源の最優秀たるものに人間ありと力むのである。つまり主観する場合と客観する場合の相違であり、我等が科學を論ずる際に於ては、人間を天産物の中に編入するは當然の歸結である。自我と主観が偏すると獨善に陥る恐れがある。動、植及び礦物を綜合する處の博物界からの生産を大別すれば農産、水産、鑛産の三者となり、これ等を原料として更に諸般の工業が營まれるにより、この業務をば即ち原産、産業と稱するのである。

本邦は四面海を以つて圍まれて居り、而も南は熱帯より北は寒帯に互る部位を占めるがため、水産の種類、數量ともに廣汎多量に上り、その生産額は世界一に上る。あらゆる魚類を食用化する國民は日本を措いて外にはあるまい。然しその生産額に於ては水産は農産の一割内外に過ぎぬ。以來日本は農業國として知られ、その生産は世界第一に位する。國土の狭小なるにも關らず、米の産額は世界第三位であるを以つてもその隆盛さが知られる。生絲の生

産に於ては世界の覇者たる事は周知の次第である。然るに鑛産に於ては全世界産額の一・五%内外に過ぎないのである。然し國土の面積は世界の〇・五であるから、面積に比べると多い部類であり、而もその種類は頗る多い。これは土地を構成する地質が多様で各紀各時代に跨がるためでもある。ただ銅と金だけは世界的に知られて居るが、石油の生産微弱なる點は頗る残念である。

地下資源は開發して初めてその價值を生ずる。但し地下資源即ち鑛物は掘り盡せばその跡を絶つものである事を牢記する必要がある。即ち他の天産資源と異り、再び殖産は不可能の種類である。更に地下資源の開發は概して焦熱地獄に類する場所即ち地表より二千乃至三千米の深さに於て、生命を賭して勞苦する膏血の結晶であると云ふ特殊作業であることを知らねばならぬ。地下資源たる地質の開發には、少なくともこの二點の特異性があるが故に一層の努力を必要とする。従つて國家も世人も共にこの重要任務に従事する技術者及び勞務者に向つて满腔の敬意と感謝とを拂ふべき義務を有し、開發者は彼等の任務の重要性に對して十分なる責任を覺悟すべきものである。この非常時に於て、遅ればせながら昨今當局者は鑛産資源の

開發をば軍需品の製作と同格に置くやうになつた事は賛意を表する。

文相は科學する心を説き、當局者は科學と技術陣の發展を渴望する。にも關らず、理科を學ぶ希望者よりは文科を志願する者多き現象は頗る珍とすべきか。日本は兎角言論の國であり、文科系就中法科系の人々が兎角重位を占める、その情性が依然として持續されて居る。工業立國を國是とせぬ國は列強の域外に落つる現在と知りながら、未だに過去の夢にあとがれを感じて居るらしい。本年一月末日を以つて、切りし高等學校入學志願者收容者の數は理科の二三、九五七(三、一五八)に對し文科の二四、四四八(二、五二五)である。即ちS系の七・六倍に對しL系は九・七倍に相當する。昨年志願者はそれぞれ一八、一一二及び一七、二九九であつた。L字系の入學は樂であり、卒業後の統制も寛かであると云ふためであるとすれば、それこそ非國民と云ふ忌むべき代名詞をこの人々にささげたくなる。せめて本書の讀者だけは、自然科學に興味を持ち、就中特異性ある天然資源即ち鑛産の開發に向つて、滿腔の同情を寄せられん事を邦家のため切望して止まぬものである。

第二章 地寶

地寶

明治天皇御製

開かずば如何で光の現はれむ

こがね花さく山はありとも

これは畏くも 明治天皇の御製である。「金剛石もみがかずば玉の光りはそはざらん」とは小學生も周知の事に屬する。地寶の重要性はこれ以上説明の蛇足をつけ加へる必要もなさうである。さりながら日本國民はダイヤモンドや金をほしがりながら、それ等が何處から

如何にして手に入るかを知らない者が多数である。「米のなる木をまだ知らぬ」とさへ諷刺される日本人の非科學性の國民に向つて、金は海水の中にも含まれて居ると教へられても信ぜられさうにもないのが残念である。

地寶の大切なことは云ふ迄もないが、さて時としては子寶さへも黄金の犠牲となる場合にきにもあらず。過ぎたるは及ばざるに如かずである。これなどは地寶の有り難味を誤解して居る手合である。「金より大事な忠兵衛さん」とまで眞剣に打ち込んでしまへば間違ひは無いが、人間萬事平穩無事な時許りはない。時にむら雲あり、腦髓に曇りを生じた場合は、子寶さへ黄金とかはる事程、黄金は人生にとつて大事なものである。黄金は地寶の一部で現在は世界鑛産年額の約一割を生産して居る。人生の歴史をひもとけば、兎角浮世は女と金、地獄の沙汰さへ金次第の諺もある。だが、半面その金ゆゑ、そしてその女ゆゑ地獄や牢獄へおちる人々が、有學と無學とを問はず絶え間がない。さても人間と云ふものは奇妙な生物ではある。

如上地寶と人生とは切つても切れない密接な關係がある。幾千年の昔から今まで、精神的

即ち道徳的文明に於ては大なる進歩を示したやうには覺えぬが、物質的文明即ち自然科學の進展は雲泥の相違が認められる。尤も有史以前の人間は穴居を事として居つたが、現代に於ても飛行機の襲來をおそれて再び豪壯なる穴居生活にたよらんとして居る悲惨な出來事の如きは、知らぬ顔の半兵衛をきめこむ場合ではなからう。その先驅者たる立役者は鑛産資材であるのだ。鑛産資材を原料として、更に工業の發展が招來されるのである。日本では大正十年の工場生産額に比し、二十年後の今日では略々五倍に達し、他の凡ゆる生産業を凌駕して居る。それは恰も日本の鑛産額の累進と略々その軌を一にして居る。而して工業生産中の最たるものは金屬工業及び機械器具工業であり、その重要原料はもとより金屬資材である。これ等の生産に向つては石炭、石油類を必要とし、これ等は鑛産資源の王座を占める部類に屬するのである。昨年度に於ける世界の鑛産額は六百億圓位に推算される。

地寶とは地殻の中から出る寶を意味し、その種類は枚擧に遑がない。例へば、金剛石やラジウムの類に始まり、金、銀、銅、鐵、石炭、石油或は石材類等悉くそれに包含される。地下資源たる地寶の開發は鑛業によつて行はれるが、一寸前は暗黒の地中の事として生やさしい

仕事ではない。徳川時代に於ける佐渡金山では坑夫として囚人を使用し、これを物質的に消耗せる位であつた。小唄勝太郎の名と共に周知の民謡「おけさぶし」の代表的なものに

佐渡のかな山此の世の地獄

のぼるはしごはつるぎ山……がある。

だが、地獄の中にありながら、極樂を夢み得る坑夫ありとせば仕合せなる哉と謳歌したい。

鑛業は人類の文明に大なる關係を有する事及び鑛業は戦争と最も深き因縁を有する事の二ヶ條は先づ以つて牢記されたい。論より證據、第一次世界大戦を見ればわかる。その戦争の眞最中、筆者は米國を旅行して居つた。世界の何人も戦争が何時果つべしと豫想し得る者はなく、人々はただ神のみぞ知ると云つて居つた。その空前の世界大戦も世界一の大金持たる米合衆國が愈々その舞臺に乗り込むに及んで、一ヶ年半にして突如休戦ラッパが鳴り響いたのである。餘りにもそれは現金なものであつた。戦争成金（米國ではこれを *New rich* と呼んで居つた）の中にはこれがため戦後のパニック（經濟恐慌時代）の襲來により全く上り切つてしまつたものが相當に出來た。それが直接戦争には参加しなかつた我が日本の實業界

にも大なる波及を生じた。處が間もなく關東の大地震が襲來した。この慘害は一般罹災者には大打撃を與へたが、ふしぎなる哉、所謂大實業家に向つては天與の救濟となつた。かの震災手形とか、銀行のモラトリアム（支拂猶豫案）等の出現によつて如上戦後のパニックが僥倖にも緩和されたからである。

米合衆國

西曆一七七六年七月四日、即ち我が安永の五年、徳川第十代家治將軍時代「虎皮鞍覆使用の諸侯を定む」等と馬耳東風の頃、米國が獨立を宣言した。パトリック・ヘンリーが「Give me liberty or death」「我に自由を與へよ、然らざれば死を與へよ」と絶叫して以來わづか百五十年未滿にして、英と獨を凌ぎ、世界の一等國となつた米合衆國は、現在二萬萬即ち八百億圓の金塊を包容して、我が日本を抑制しようと威嚇をして居る。この米合衆國發展の發祥たるや實に地質開發のお蔭に外ならない。

有史以前より今日迄、重要金屬として知らるる處の六種金屬、銅、鐵、鉛、亞鉛、銀及び

金に於て、一九二八年（昭和三年）の生産額は金を除いては悉くその主位を占めて居る事は

上掲の概算表に示された通りである。但し銀は米國の勢力圈内にあるメキシコの分を示し、金だけは英國の一千萬オンス（世界の五割）には及ぶべくもなかつた。

鑛産資源の最大なるものは石炭であり、亞ぐものは石油であり、この兩者は現代の生活に於て一日も缺くべからざるは云ふ迄もない。日本の最も得意とする銅に就いても十倍を産して居るが、鐵鋼は三十倍、我が最も苦手とする石油に在りては實に五百倍を生産したのである。當時の市價を以つて、米國の推算額は約二百廿億圓に相當し全世界の五五%に達した。當時日本の生産は略々1%の推算となる

金	2,000,000	オンス	10%
銀	100,000,000	オンス	40%
鉛	700,000	トン	38%
銅	900,000	トン	50%
亜鉛	600,000	トン	37%
鐵	40,000,000	トン	50%
鋼	45,000,000	トン	50%
炭	600,000,000	トン	42%
石油	900,000,000	ガロン	72%

に過ぎなかつた。年産四億と云ふ數字は我が日本の貧乏國にとつては決して少額とは云へない。實に當時の國費の四分の一に該當する大金額であつた。現在ではそれが略々倍加した。

然し國費の大膨脹に比べると焼石に水の感がある。

如上日本の鑛産額の九割は三井、三菱、住友、日鑛（前の久原）、古河、藤田等十指にも足らぬ資本家の仕事に屬して居つたのである。だが、世界の鑛産額四百億と云へば、七千萬を算ふる日本人全體が略々四ヶ年の生活費に相當する巨大な金額に相當するものであり、其處に地産のあり難みが可なり明瞭に認識されるであらう。今から百年前と云へば汽船が初めて大西洋を渡航して間もない頃ではあつたが、當時鑛業界の覇者は英國であり、米國は未だ搖籃の時代に過ぎなかつた。抑も米本土が所謂アメリカン・インディアンによつて占據された時代から、巨億の地産が埋藏されて居つたことは云ふまでもない。當時の廣漠たる荒野が僅々百年にして世界の寶庫と化したる所以のものは、これを開發利用したる米人、即ち人の力、智の力、意志の力にあるを想起する時、科學と技術力の如何に人類に貢獻するところ甚大であるかを讀者はまさまさと悟る事が出來よう。

歴史の時代別

古代の人間が、文字と云ふ調法なものを考案し出す前に、人々は既に衣食住につき種々の道具を使ふべく工夫をこらした。物を切り、穴をあけるため先づ堅い石を求めた。狩りや料理、家や衣類を作るために、骨とか貝類若しくは硬度の高い石器を使用したのは自然の教へである。時にはそれが彼等が相戦ふ武器ともなつた。各種の武器類は各自の護身用としても缺くべからざるものであつた。矢の根石等は石英の種類であり、堅き石の標本的な一つである。これが所謂石器時代と稱するもので、今から五千年乃至三千年前までも外國ではつづいた。日本では先づ神代時代である。

木と木との摩擦から山火事のおこる事を我等は見てをるが、石と石との摩擦、又は石と木との摩擦、即ち相互の摩擦が熱を生じ、時には電氣を起し、それが火を發すると云ふ事は今日での科學的常識ではあるが、野蠻時代にもそれが經驗的に知られたのである。昔の哲學者は「人間とは火を取扱ふ動物なり」と定義を下したのも無理からぬ時代もあつた。現代人はまさかこんな愚劣な定義に首肯する者もあるまい。

時代の推移と共に人間の慾望なるものが、自然に増長し、自然に眼にふれる銅や鐵族乃至

は珍奇な寶石類を使用し、更に石よりもより有効な金屬及び寶石を利用するやうな贅澤さが起つた。寶石としては曲玉のやうな玉ドムクの種類である、金屬としては金、銀、銅、鐵、鉛、錫を數へ、これを有史以前の六種金屬と稱するのであり、それが現代に於ても依然重要視されて居る。尤も當時の金屬は頗る不純極まるもので、金と云つても金銀の自然合金であり、銅と云つても銅、錫類の自然合金であつた。後者を我等は青銅と呼ぶのであるが、原鑛の中にこれ等の金屬が自然的に含有されて居り、製鍊の際、必然的に合金を構成するのである。現代の合金とは二種以上の金屬を任意の割合に技術的に合成したものを稱するものであるが、當時の青銅（即ち砲金）は人意的に作りあげたものではなく、自然的に出來上つたものである故、これを我等は自然合金と稱し、加工的の合金と區別して居る。外國では所謂砲金時代と云ふものがあり、石器時代の後をうけて今から二千五百年位前まで續いた。尤もこれ等の時代別は國々によつて、文化の進度の如何により相違あるのは勿論である。

日本の建國頃より現代迄を世界的には鐵器時代と云つて居る。現代は鋼時代であるが、過去五十年以降、世界の製造工業の進出につれその原動力となるべき石炭類の要求が激増し、

電力の應用發展と共にそれが倍加し、自動車、航空機の發達により石油類の必需をかもし、世界の鑛産額の六割以上はこの種燃料によつて占められるやうに變化した。或る學者は、現代は鐵時代に代はるべく燃料時代が出現したと叫んで居るのも所以ある哉と云ひたい。

尤もある人は、航空機の異常なる發達により、重金属に對する輕金屬、就中アルミニウムの需要が激増したから早晚アルミニウム時代が出現するだらう等と豫見をする人もあるが、それは餘りにも物しり顔の話である。アルミニウムにはアルミニウムの特性があり、到底、それが鋼や銅の役目をとつて代はると云ふわけには行かない。現代は「鋼と動力」の時代と云ふべきだと筆者は考へるのである。後代の歴史家は果して何んと呼ぶであらうか。然し何んの時代、かんの時代と云つても、つまりは人間の世の中に於ては凡ては人の力、即ち科學と技術の力が核心をなす事だけは忘れてはなるまい。金が物を云ふのではない、鋼が物を云ふのではない。人が物を云ふのである。

金や設備ちや仕事は出來ぬ

人の仕事は人がする

地質の開發

すべて發明とか發見とか云ふものは、一見偶然の機會に起るやうであるが、たとひその端緒が偶然であつても、その依つて來る處を仔細に考へると決して偶發的のものではない。それには常に十分な用意を以つて事物に注意する事が肝要である。「天下の憂に先だつて憂ふ」と云ふ教訓もこれである。「柵ナナからボタモチ」、又は「果報は寢て待て」主義の物ぐさや吞氣さを以つて、發見もへつたくれもあり得ない。果報は寢て待て、即ち働いてその機會の到來を鶴首せよとの教へであるげな。不斷の銳意な觀察力を以つてその機會を捉へる事が成功に對する要素であるのは今も昔も變りのあるべくもない。

古代の人々は物の色澤とか、重さ（現代では比重）等によつて地上に現はれた特異な鑛物を發見した。これは現代でも矢張り同様ではある。尤も三十年前島根縣の某地、田の畔道で薄黒い鑛物らしいものを發見し、それを石炭かと思ひ、更に石墨かと考へ、いろいろといぢつたあげく某帝大に送つて調べてもらつた處、それがモリブデンの鑛石である事がわかり、

金鑛發見以上の大騒ぎをした事もある。この鑛床は今でもモリブデン銅の原料として戦時には缺くべからざる鑛石を出して居る。十年程前にアフリカの中央に於て、金鑛を探してあるいた人々が椀がけ法によつて偶然比重の大なる鑛物を發見した。それが黄金色の砂金ではなかつたが、眞黒な優秀の硫化銅鑛であつたので、現在では一躍して知名な大銅山となつた。これなどは犬も歩けば棒にあたるの類か。

又獵師の焚火が金屬還元の偶然の動機となり、金、銅、鐵などが案外早く人類に知られ、それ等が貨幣、器具、又は裝飾品等となつて利用されたのである。今でも爆發藥等で土地の開墾中、異常の鑛物を發見した例も澤山ある。戦地にをる軍人等でも鑛物に對する知識があつたなら、日本で不足して居る幾多の資源の獲得も可能であらう。それが當初は地表のみに見出されたものが、時勢の進むにつれて地下の寶を探すやうになり、現在では一萬尺と云ふ非常な深さまでもこれを探り採つて居る状態である。濠洲、シベリアはまだ愚か、アラスカなる北極地に近き雪深き土地までも生命を賭して金を探ると云ふ實際は映畫に於て知らるる通りであるが、それは今から四十年前の出來事である。嘗ては先人未踏、暗黒不毛の所謂ダ

ルク・コンゴウ、それは喜望峯の北方二四〇〇哩の地に於て前回の世界大戰の頃漸く發見された大銅山もあれば、南米のチリ國アンデス山脈、海拔一萬尺に餘る高地に於て幾多の世界的大銅山も稼行されつつあるのである。

英國がそのかみ印度を征服し、更に南阿トランスヴァールの地を占領したのもわづか四十年餘りの前の出來事であり、そのため十萬の精銳を送り、三十億の戦費によつて二ヶ年間にこれを我が物とした歴史は、未だに筆者等の頭腦にまざまざときざまれて居る。毎年一億萬圓のダイヤモンドと二十億圓の金塊の生産は、英國をして金の王者たるの地位を得せしめたのである。英と云ひ、米と云ひ、彼等の戦ひは悉く、しかく實利主義に立脚して居る。明治の時代に於て、日本が臺灣と朝鮮とをその領土となせるは、日本の生命線の確保であり、聖戰の意義の外何等我慾を目標としなかつたのとは自らその趣を異にして居る。尤もそれがため今日に於ては意外の遺利の開發となり、朝鮮からの産金は内地のそれに肉薄しつつあり、臺灣タツキリ溪の砂金は百億の富を藏して居る等の夢を生んだのは天佑と云ふべき類に屬する。ヒットラーが、日本では何故支那の鑛産をいちはやく開發利用せぬかを怪しむと切言せ

る如きは他山の石として大いにこれを尊重して可なりと信じる。然しその開発には、國家がそれに相當する用意と大なる努力を支拂はねばならぬのである。

工業用金屬材料の王者は鐵と鋼であり、女王に相當するものに銅がある。その採鑛、生産及び加工に向つては燃料の力に俟たねばならぬ。石油は當初燈料又は醫術用等であつたが、今では燃料及び動力用として重要缺くべからざるものとなつた。自動車、飛行機、飛行船、潜航艇、汽船乃至軍艦等には一日も缺いてはならない。日本の海軍が一朝活動を開始すると一日〇〇噸の重油を必要とする由である。日本が蘭領印度や南洋方面に活動の手を擴げたのは一つにはこれがためとも考へられる。石油が一般内燃機關としての用途はかくて増大の一路を辿る。石炭の用途に就いては燃料として、動力用として、還元材として等々餘りにも周知の事實に屬する。それが合成染料や合成ゴムの重要な資源であり、又その液化より生ずる高オクタン價の油を生産し得るとせば一層の重要味を生ずるのである。

オクタン價

この機會を以つて昨今世間でよく云ふオクタン價と云ふ言葉を概説する。元來石炭の主成分は炭素(C)であり、米油の主成分はパラフィン族($C_{n}H_{2n+2}$)であり、石油等はナフテン($C_{10}H_{12}$)に富むのである。パラフィンとは蠟燭の原料であり、 $C_{20}H_{42}$ 、 $C_{25}H_{52}$ 等の高級炭化水素の混合物である。普通のガソリンは C_8H_{18} (ペンタン)、 C_9H_{20} (ヘキサン)を主成分として居る。オクタンの分子式は C_8H_{18} で、パラフィン族であるが水素の稍、多い部類である。天然瓦斯の主成分はメタン(沼氣 CH_4)である。これにも若干のオクタンが含有され得る。石炭の液化には種々の方法があるが、水素添加法の一つが最も有望視されて居る。それによつて炭化水素が合成される。尤も所謂合成法による人造石油(一酸化炭素及び水素よりメタン系炭化水素の合成)も生産され得るのである。第一次歐洲大戰當時、獨逸ではその不足を補充するため石炭の液化及び石油の合成を企畫して略々成功した。然し時の政府は普通のガソリンの市價の七倍と云ふ高價を支拂つて買ひ上げた程の熱心さであつた事は我等の好參考資料である。

尙ほ炭化水素から誘導され得るものにアルコールがある。これは炭化水素の水素原子の一

部を水酸基(OH)で置換すればよいのである。例へば、普通の酒精即ちエチル・アルコールの構造式は $\text{CH}_3\cdot\text{CH}_2\cdot\text{OH}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})$ であつて飲料に適するものであり、木精即ちメチル・アルコールは $\text{CH}_3\cdot\text{OH}(\text{CH}_3\text{O})$ の成分を有して毒性を有する故に飲んではならないが、燈火用には供せられる。

ディーゼル・エンジンを具備するトラック用自動車等には安價な重油を使用してもよいが、普通のハイヤー用自動車にはガソリンを燃料とする。然しその品質は大して上等のものでなく(オクタン價六〇位)ともよろしい。時には二割餘りのアルコールを混用してもやれる。カンフォールの混用も有効視される。然し航空機用のガソリンは優秀なものを必要とする。それはアンチ・ノック性(Anti-knock)のオクタン價の高いもの程よろしい。ノッキングと云ふのは叩くと云ふ意味で、エンジンの氣筒内でガソリンが發火する時、火焰傳播速度の關係上、カン／＼と恰も金槌で叩くやうな音を出す現象を云ふ。これによつて氣筒温度が上昇しエンジンその他に種々の故障をおこす原因となり、場合には機關は停止もするので嫌はれるのである。アンチとは反又は非と云ふ意味であつて、このやうな叩音を出さぬやうな性質を

有するガソリンをアンチ・ノック性と稱して歡迎される。

ガソリンの成分中オクタンに富むものは、アンチ・ノック性となり、適度の揮發性を有するが故に内燃機用の優良な基揮發油となる。メタンと酸素との混合氣體は六七〇度で爆發する、即ちメタンは餘り引火が早いのでダメである。例へばメタン、ペンタン及びオクタン三者の沸點と(比重)を比較すると、それぞれ零下一六五度(〇・四一五)、三六・三度(〇・六二七)及び一二五・六(〇・七〇二)の如き順序である。但しノッキングなる現象の眞因に就いてはいろいろの説があり未だ定説が無いやうである。ガソリンの中で「イソオクタン」(オクタン的一種)と云ふのは非常にアンチ・ノック性が高く代表的のものであるから、オクタン價を一〇〇とする。オクタン價(Octane number)が八〇以上のものが普通の航空機用に適する。揮發油のオクタン價を高めるため、アンチ・ノック劑を混合することもある。オクタン價の高低は主に原油の性質によるが、精製法の如何によりこれを高める事が出来る。従つてその技術は列強が極力祕密の研究に努力して居る。

本邦鑛業の發祥

地寶は無限ではない。國土の狭少な日本では特にこの感が深い。狭少な地域には勢ひ大なる鑛床の埋藏は常識上望まれない。それだけ本邦の鑛業は困難な立場におかれる。早い話が日本の内地と朝鮮の合計五十萬方籽に對し、米國は九百四十萬方籽である。鑛産額は偶然ながら大體上述面積の割合に匹敵して居るのである。日本の持てるものは人間である。これは地寶以上の寶である。我等はこの至寶を生かさないと云ふ手はない。我等の頭腦は無限に働きて得るのである。我等は天より與へられたる多からざる有限の地寶を斷じて粗末にし、浪費してはならない。國家は鑛業に對して特別の保護獎勵をしては居るが、まだまだ不充分と云ひたい。

本邦では鑛物は國の所有となつて居る。然しその採掘は主として民間の仕事に任されてある。それ故、鑛業は飽迄も國家的事業である事を忘却してはならない。普通の製造工業とは別個の關係におかれる。日本では古來から銅のみがその大生産國を以つて世界に知られて居

る。第一次歐洲大戰の頃は世界の第二位に立つた事さへある。歴史を緋けば、古來日本が如何に鑛業に關心を有し、就中銅に重點をおいたかがわかるのである。例へば、

天武天皇大寶元年（紀元一三六一、西曆七〇一）即ち今から一二二八年前には、日本鑛業法の濫觴として知られて居るところの有名な大寶令が發布された。

（一）、國內に銅鑛を出せる處ありて官未だ探らざる事は百姓私に採るをゆるせ。……（二）、凡て山川藪澤の利は公私これを共にせよ云々。亞いで元明女帝の和銅元年には有名なる和銅開珮を鑄造し、更に元正女帝の養老二年、（紀元一三七四、西曆七一八）には養老令の發布となり、その中には珍妙なる贖銅法なる法規がある。これは銅を以つて罪を購ふと云ふ世界に類例のないおふれであつた。

死罪は銅二百斤、流罪には銅百乃至百四十斤によつて罪を免すと云ふのである。二百斤は即ち三十二貫又は一二三キロに相當する。大角力一人の肉塊に相當する銅を以つて死罪が免れると云ふのであるから安いもの、現在の市價を以つてせば百八十圓位のものである。

その後二十九年、聖武天皇天平十九年には奈良のルシヤナ佛（大佛）が出来た。それは唐

の玄宗帝時代であり、又東ローマ帝國時代の昔であつた。その鑄造材料は熟銅八六七、七四二斤であり、若干の金、水銀、アンチモン等を含んで居る。金屬だけの時價約七十五萬圓に該當し、完成までに十年の歳月を要したとあるから、恰も明治神宮建設の期間に相當して居る。以つて當時 天皇が如何に佛道に御精進あらせられたかが拜察される。更に下る事八百年、豊臣及び徳川時代の初期に於ては大いに鑛業法を整理し、國家の地寶を搾取して軍備費を作つた。秀吉が天正、文祿の頃、大いに攝津の國多田の銀山を經營し、有名なる「千なり瓢箪の馬簾」を立てて坑内に入つたと云ふ挿話もある位である。以つて如何に大いなる坑道であつたかが想像される。その坑口を「へうたんまぶ」と呼んだ。「まぶ」(間歩)とは坑道を意味するのである。

當時地寶の王者は銅であり、十七世紀の末、今から二百五十年前には年産銅六千噸を産出して世界一となり、その九割を支那、印度方面に輸出して金に換へたのである。その後漸く百年にして英國が七千噸を産して覇者となつた。その英國は最早や銅に關する限り日本の敵ではないが、日本では最近十數年間年産七萬噸前後の産銅を持續して居るのは偉とすべき事

實である。然しながら徳川幕府時代に於ては、大寶令當時の精神を知らぬ間に没却し、一門の私利榮華に没頭し、有力なる鑛山を「おかくし山」と稱して自己の「ふところ金」としたのである。徳川氏の鎖國主義は日本の鑛業は愚か、萬般の工業及び貿易業等にわたる大打撃を與へた。これは西歐の文進が漸くその緒についたのと恰も正反對の行路を辿つたもので、誠に千載の恨事と云ひたい。

話が前後するが、北條時宗の時代弘安四年(紀元一九四一、西曆一二八一)元寇の役の原因として一のエピソードが傳へられる。元の最高顧問に伊太利人マルコポーロなる者があり、彼が東洋漫遊の折、元の世祖に謁見して「東方日本と稱する島帝國には無盡の金を産出してその輸出を禁じ、宮殿その他一切の裝飾は悉く黄金よりなる、以つて取るべし」と奏聞した。依つて元主は垂涎おく能はずして即座に日本に傲慢なる文書をもたらし使を送りよこしたのである。時宗斷乎これを切つた。その後六年にして蒙古賊の襲來を見たのであつた。マルコポーロの言は元祖に對する一のお世辭と解すべきも、當時日本が如何に外人からは大金持に見えたかが想像される。

もつとも、天武天皇時代（紀元一三三四）對馬より白銀出づとか、文武帝の大寶元年對島より金を貢し大寶令の制定が生れるとか、天平元年奥州初めて黄金を獻すとか、更に下つて白河法皇の頃奥州平泉の中尊寺金色堂の建立（紀元一七八六）ありとか、十二世紀頃から金銀銅類が漸次に生産されたことが推定される。然し當時は何れも天然産のものであり、金は砂金として多くはその儘貨幣に使用されたものである。奥州なる藤原家の滅したのは、源頼朝の命にそむき、言を左右にして砂金の貢上を拒否したためであるとかへ傳へられる。つまりこれを大にしては、一國がその興隆を企つる第一歩は他國の地寶の獲得を目的として侵略を行ひ、被侵略國は地寶を埋藏するがため危機に陥るを常とする。殷鑑遠からず、今次の歐洲大戰の發端たるポーランドが獨逸の要求に應ぜずして遂に東西に分割せられ、西は獨に、東はソ聯に併合されたのである。蓋し西半は鐵鑛及び鐵工場の存在するがため、東半は石油地帯として周知のためである。

西曆一四九二年（十五世紀の末）、コロンブスがアメリカを發見した。これは元寇の役後二百十一年目にあたる。コロンブスが西班牙を發して西へ西へと航行を續けたことは、地球の

球形であることをピエールの信念によつて承知し、更に矢張りマルコポーロの東洋漫遊記により極東の黄金國たる日本を目的としたとも傳へられる。コロンブスはマルコポーロが達し得たアジアの極東沿岸にある「チパンゴ」なる陸地は彼等の歐洲から手近の洋上にあると推定した。その「チパンゴ」は即ち我が日本、ジャパンを指したのである。その米國と日本とが今や太平洋をさし挟んで龍虎相闘はんとする形勢を示すのは寔に奇縁なる哉と云ひたい。

地殼の由來

地寶即ち鑛産物を埋藏するものは地殼である。地殼とは地球の殼及び皮であると共に身に相當する。地球が何時頃、如何にして出来たかと云ふ問題は頗る興味のあるところであり、何人も知りたい問題であらう。然しこれは種々の學説があり、さまざまの材料を土臺として想像するとか、又は認定する位のもので、科學の立場から見れば未だ充分判明はして居らないやうである。舊約聖書の中には「太初に神が天と地とを創り給へり」……「世界の初めに萬物成れり」とある。これが教會の支配的な斷定的な教義であつた。石や化石が「太初」以

後に造られたと述べることは冒神のこととして禁ぜられた。「地は渾沌、虚空、淵淵の面にありき」と説くのであつた。昔へブルー人は大膽にもかくの如き自信を以つて人々を導いたものである。

「化石はノアの大洪水によつて生じたものである」。「ノアの洪水」とは「天の下なる高き山はすべて水に被はれたり」と聖書に示される。アッシャー大僧正は世界の創造年代を紀元前四〇〇四年と判定し、フライフット博士の如きは、人類の創造されたのは十月廿三日午前九時と云つて時刻までも發表したのは寧ろ滑稽に近い話である。十八世紀の末頃に於てもまだ彼等頑迷なる神學者等は、地球の年齢をアッシャーが聖書の解釋から主張した六千年よりも遙かに古いものとする地質學者の證明は、恐るべき危険を生むと斷定した位である。地球の年齢が唯六千年に過ぎぬなどと云ふ迷説を信する人は現世に於ては最早やただ一人もあるまい。然し渾沌から秩序への的確なる徑路に就いては、その後二千年の今日迄、科學の進歩を以つても斷定し得ぬところではある。但し神學者の蒙を啓くべく、斷乎として正しい科學的思想の火蓋を切つたのは漸く十六世紀に於てフラカスとパリシーの兩人であつた。

地球が球狀をなして居る事は今では周知の事に屬する。だが、原始時代では地球は平盤狀であり、空はその天井或は圓形の天蓋(ドーム)であり、その空は山脈を支柱としてその上に乗つて居ると云ふやうに工夫された。この思想否迷信は未だに未開野蠻族の間に見出されるのである。「宇宙は天を階上とし、大地を床とする一家の如し」と云ふこの古い觀念から重要な神學思想が流れ出たものと云はれる。一方天體に於ける地球の地位の相互關係に於ても、地球中心の天動説に始まつたが、十六世紀に於て有名なるコペルニクスの地動説が出現して當時としては驚天動地の眞理に世人の迷夢を破つた。コロンブスの論戰は讀者もよく知つて居る筈である。マゼランが有名な航海を舉行したのは一五一九年の出來事であり、彼の遠征隊が地球を一周して愈々地球の圓いことを立證したにも關らず、多くの信仰深き人々はその後二百年間も依然これに反對したものである。

現在天體の觀測等から考察して、地球が渾沌たる雲霞の中に浮び出で、自然の變化により漸次に現在のやうな略々球形をなす地球を構成する迄には、可なりの星霜を経て居ることは想像に難くはない。詳細な方法は兎も角として、高熱太陽の如き状態を持つた地球が超々長

年月を経る間に、自然に冷却して表面に外殻を構成し、更に冷却につれて収縮して幾多の「シワ」及び高低を形造りつつ固結したものと思考される。だが、地球の内深部は未だ判然と知られては居らない。地殻だけは可なりの固さを持つては居るが、その中心部體は依然不明である。だが、高壓の瓦斯又は氣體であるものと推定せられ、これを包圍するに高熱の熔體を以つてするものと説明されて居る。この熔體を科學者は岩漿（マグマ）と稱して居る。

我等が近代に確かめ得た事は、ただ地球を構成して居る物質のあるものが矢張り太陽系の他の天體にも分布して居ると云ふ事だけである。地質學上、星時代をも包括して略々次のやうに區分される。

- 一、星時代 灼熱熔融の時期
- 二、無生時代 これを二分する

甲、岩石期—地殻の出來た頃（華氏二五〇〇度位？）

乙、海洋期—海洋盆に水が凝固した頃（華氏五〇〇度位？）

- 三、始生代

- 四、原生代又は無生代（アーケアン期、化石なし）
 - 五、古生代（パレオゾイック紀、四紀に分類）
 - 六、中生代（メソゾイック紀、三紀に分類）
 - 七、新生代（カイノゾイック紀、二紀に分類）
- 以上五、六、七には特有の化石を藏す。

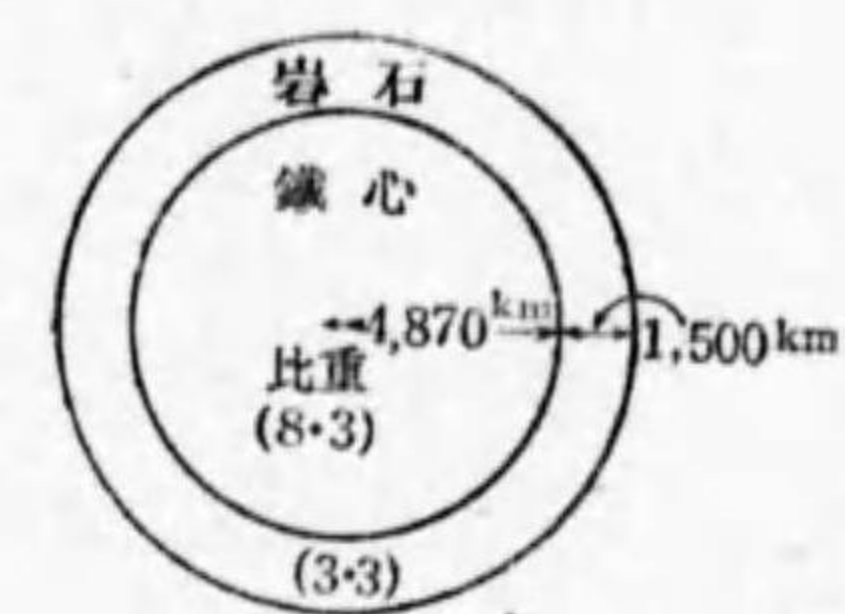
地殻の構成

以上の中、地質は古生代から新生代に互つて直接關係を有するものと解される。されど、これは地球と云ふ歴史から見ると極く短い年代ではある。と云つても、ある學者の説では古生代だけの長さを五億年餘と見積つて居る。古生代以下現代迄も略々同年頃の計算をして居る。然しこれ等の年齢は學說によつて大差あるもので確實性はないものと見做してよい。古生代以後これ等各代の區分は地殻の構造即ち地質によるが、その區別の證據物件は特有の化石である。化石は「ノアの大洪水の際に溺死した動物の死骸である」とか、マンモスの化石

は「聖書に出てくる巨人の骨である」などの臆説か邪説かは論ずるの暇はない。だが化石とは「石に化したもの」を意味する。その原名たるラテン語では「掘り出しもの」を意味するさうである。これでは必ずしも「石」でなくとも宜しいわけである。動物の骨でも、貝殻でも、木の葉でもよろしい。然し現代の地質學では「變化した石」に就いて重點がおかれる。古生代の末期には重要な石炭紀がある。中生代の中には白堊紀があり、新生代は第三紀及び第四紀に分れる。第四紀は即ち現代即ち人類の時代である。その年齢は五千萬年位（一説には五百萬年）と推算される。これ等を研究した地質學は主に十九世紀以降に屬する。石炭を初めとして多くの礦物はこれ等の各時代に於て胚胎されたものと考へられる。日本は大體新生代に屬する部分から成り、古生代は日本の骨であり、極少部分に止まる。従つて優秀な炭質の大炭田は少なく、石炭層があつても大陸に比べて若く、且つ品質も上等の部類が少ないのである。それでも日本からもマンモス屬の化石が見出された。

第四紀は、洪積層と沖積層とに分たれて居る。第四紀は今から十萬年前位の見積りであるが、沖積層は二萬年位の算定である。化石の研究から見て、日本はもと支那大陸に續いて居

つたものが、沖積層の頃に於て、地殻運動の結果分離したものと日本の地質學者は説明づけて居る。天文學者の議論は先づ以つて普通常識を超越して居る事項が多い。地質學者の説は我等凡俗の頭脳には稍々わかり易い。それでも地球の年齢を或は十億年と稱し、又は一億年と云ふやうな工合に相當のヒラキがある。讀者は我等の住居する地球は我々の想像し得ぬ程の長年月の間に徐々に構成されたものと考へれば足りる。



地殻の中で大陸は比較的軽い岩石（硅酸鹽類や礫土等）から成り海洋盆の底を構成する部分は稍々重く、更に内部の岩漿は最も重くそれは金屬類から出來て居る。地球は大體稍々扁平な楕圓體と考へられて居り、その半径は人々の測定により若干の相違がある。赤道部の直径は先づ以つて八千哩（半径六、三七〇キロメートル）と見てよい。それ故に、赤道の周圍を時速二百哩の飛行機で休みなく飛べば、五晝夜位で一周出來る計算である。

ヴィヘルトの説によると地球の核心は「鐵の心」であると云ふ。それは隕石即ち隕鐵の事

からの推定である（示圖参照）。地球物理学の測定によれば、地表から三〇乃至三五米下る毎に、地熱は攝氏一度宛上ると云ふ。探鑛方面の實測では一キロメートルを下る毎に一度乃至一〇度の上昇を示すのである。地下探鑛の最深箇所は三キロメートル位である故、物理学上の計算からすれば三キロメートルも下れば百度の上昇となるべきであるが、事實は種々の影響で三〇度位の上昇に止まる。何れにしろ、これ等はホンの地表に近い部分だけの話であつて、地球の眞の核心部の温度などは未知の事項に屬する。ただ核心は非常の高温と高壓力のものであり、我等の知つて居る物質は悉く熔體若しくは氣化の状態にあることは、現代の科学上是認されて居る。

兎も角、如上超長年月の間に構成された地球の地殻は、略々地球半径の四分の一弱の厚さに過ぎない。更に我等の地質を採取する範圍は、半径の二千分の一を出でぬもので、ホンの地球の上皮に相當するだけのものである。つまり林檎の表皮に相當する位に過ぎない。この地殻は現在火成岩と水成岩の二種類から成立して居る。火成岩とは熱力によるもので、前述深部にある岩漿（マグマ）が地表に湧出したものであり、水成岩は水力で自然に沈滞して出來

たものを云ふ。

これ等兩者はその岩石の種類によつてそれぞれ年代即ち年齢を異にする。前者は主に結晶組織で見わけ、後者は埋没して居る化石によつて區別するのである。地殻の構成及び運動は現在に於ても断えず行はれて居る。噴火あり、地震あるのは何れもそれ等のあらはれである。丸ビル附近の沈降も矢張りその微弱な現象と考へ得る。噴火によつて新らしい火成岩即ち火山岩が出來、水の力又は風の力（一般的に風化作用と云ふ）により新らしい水成岩が出來つあるのは周知の事實である。但しその昔富士山と琵琶湖が一夜にして速成された等と云ふのは臆説に過ぎない。所謂土と云ふものが年代を経ると固結して水成岩となるのである。水成岩は必ず層状をなして居るから、普通は一見して火成岩と見わけがつくのである。

地質の中で、金屬類は主として火成岩中にあるか、又は火成岩と水成岩の境界にあるか、何れにしろ火成岩と密接な關係を有するが、石炭とか石油等は水成岩にのみ存在するものと考へるのが常識である。先年大阪の某氏が神託とかを迷信して富士山（これは代表的の火山岩で安山岩と稱し、日本では一名富士岩とさへ云はれる）の麓にボーリング（探鑛の試錐）

をおろし、石油をとると大ぶろ敷をひろげ、巨萬の富を棒にふつた話の如きは氣の毒を通りこした没常識の限りと云ふべきである。東京の眞ん中には金山も銅山もない事は今では三尺の童子も知つて居る常識であらう。

我等の學ぶ科學とは大したむづかしい事ではない。それは秩序だつた常識でしかない。

火 成 岩

火成岩はその性質や構造等により、大體三種類に大別される。總ては地球の心部より噴出されたものであるが、出来る當時の状態、就中凝結の過程に依つて相違が生じる。最も古いものを深造岩（プルートニック・ロック）と云ひ、最も新らしいものを火山岩（ヴォルカニック・ロック）と稱し、今一つはその兩者の中間にあるものである。前者は花崗岩（グラニット）を以つて代表とし、後者は安山岩（アンデサイト）を以つて代表し得る。安山岩の名は南米アンデス山脈を構成することから生れ、グラニットの名はその組織状から來て居る。花崗岩は火成岩中の最も古い種類で古生代から中生代に至るが、安山岩類は第三紀の噴出で

ある。前者は地中の深い處に於て、地熱の未だ相當高かりし時代に自然凝結したので、全部が結晶質となつて居る。後者は遙かに新らしい時代のもので、大體地表に近く出現する高山（ロッキーマウンテン、アンデス山、富士山脈等）の大部分を占め、稍々急に凝固したるがため、岩石中に結晶粒を含有する程度に止まる。

日本の國は大體として若年期であり、且つ火山岩が多く、而も金屬の鑛床は火山岩と密接な關係を有する故、面積の割合には鑛種も鑛産額も多いのである。然し大體から見れば地殼の最大部分を占有して居るものは花崗岩系の岩石即ち酸性深造岩（硅酸の多いもの）である。その成分は石英、長石及び雲母等が主なるものである。日本の火山岩の主なものには輝石及び斜長石を主體として居るところの輝石安山岩屬であるが、尙その外に石英粗面岩（リパリット）と稱して花崗岩の若い種屬のものも相當に配布される。

安山岩は粗面岩より餘程硅石分が乏しく稍々鹽基性ではあるが、それでも硅酸（ SiO_2 ）が五割以上と云ふものが普通であり、これも矢張り酸性の岩石である。だが、大體として高温度で出来る岩石類は硅酸に富んで居るものが多いために、火成岩の主要部分は何れも酸性の

ものである。その色は白っぽいのが普通である。鐵分やアルカリ分の多いもの、鹽基性では暗色を常とする。尤も火山岩の中でも安山岩は略々灰色を帯ぶのが普通であるが、中には褐色のものもある。玄武岩（但馬の玄武洞はその代表）の種族は黒色でアルカリ化合物を含み鹽基性である。

マグマには鐵分が相當に含有されて居るらしいが、地殻全體として見ると、鐵、クローム、アルミナ又は銅、ニッケル等を多少宛含有して居るが、現在の知識では到底有利に稼行して金屬を採取し得る程澤山は含まれて居らない。然し、これ等の有用金屬が、種々の原因からして、我が採算稼行に堪へる程度に集中し居るものを我々は金屬鑛床と稱する。我等は巧みに技術を利用してこれ等の有用金屬を有價金屬に仕上げるためには採鑛、選鑛及び冶金法等様々の過程によるものであり、その經濟的事業を鑛業と呼ぶ。

火成岩中の鑛床

火成岩の中に胚胎されるものは主として金屬鑛床である。有利の稼行に堪へ得る鑛床が鑛

山を構成する。利潤のない鑛床を稼行することは經濟上許されないことになる。一つの鑛山は必ずしも單獨の鑛床のみより成立するとは限られないが、地質學上金屬鑛床の主なるものを三つに區別する。

一、岩漿分體鑛床

二、脈狀鑛床（鑛脈）

三、交代鑛床（鑛塊）

(一) 岩漿分體鑛床は主として鐵、ニッケル及びクローム等の鑛床である。これの中には酸化鐵とか、硫化ニッケルとか、又はクローム鐵等の鑛物として可なり多量に集中して存在する。これは岩漿即ちマグマが地心から上部に噴出して來た折に、自然と冷却して凝結する際に於て、上述の鑛物が非金屬性の成分のもとの凝結溫度を異にする關係上隨處に分離集中したものと考へられる。金屬鑛物だけが稍々早く固結して一ヶ所に集まるのである。尤もこれ等の場合に、重要金屬類が瓦斯體となつて、マグマと共に噴出すると、自己の岩石中から自然分離して、周圍にある岩石に滲入してその一部分と交代集中することもある。これ

をば特に接觸（交代）鑛床と呼ぶ。接觸鑛床には概して巨大なものが無いので、普通ボケトの俗稱もある。磁鐵、磁鐵鑛又は黃銅鑛とか比重の大きい金屬がこれ等の鑛床を構成する場合が多い。日本内地の代表的なる釜石鐵山の如きはそれである。

(二) 地殻の變動とか、噴出せる火山岩の自己收縮作用とか、若しくは火山岩の噴出せる際、その壓力のために既に存在する周囲の岩石中に幾多の大小割れ目（裂罅）を生じて居る場所に、金屬鑛物がマグマ中の水若しくは瓦斯體に溶けこみ、一種の高温水溶液として上昇すると、それが上述割れ目の中に沈澱してこれを充填するのである。これが順次に度重なる自ら脈狀の形態を示す。それが即ち鑛脈である。初めに銅液が來り、後に亞鉛や鉛液の來ることもあり、初めは硅酸溶液が來て、後に金や銀液の來ることもあり、時には數種が順々に來る場合もある、第一の場合は銅、鉛、亞鉛鑛床となり、第二は金銀鑛脈となり、第三ではそれ等全部を含んだ鑛床となる。

割れ目は水成岩でも火成岩でも出来る。しかし割れ方は大體として垂直に近き平面狀をなす。勿論脈の厚さや大小は一定しては居らない。水平の走りを走向（ストライキ）と云ひ、

上下の走りを傾斜度（ディップ）と呼ぶ。ストライキにきくだけは（ストライキの長さに互つて有利に稼行される距離）矢張り同様ディップにもきくと云ふのが大體の常識と考へてよい。即ち一キロの長さに互る鑛床は一キロの深さにきくものと解して大して間違ひはない。

外國でも日本でも、この種の鑛床は最も普遍的の一種であり、而もそれは第三紀の火山岩と關係が深い。北米のアナコンダ銅山、日本では栃木の足尾銅山、鹿兒島の串木野金山等は著名なものである。即ち鑛脈は金、銀、銅等各種非鐵金屬の自然及び硫化金屬鑛石を胚胎するのを常とする。

(三) 地心から湧出する溶液が非常の高温であり、且つ勢ひ旺盛な場合に於て、湧出部に存在する岩石が案外侵蝕され易い性質のもの（例、石灰岩）である時は、その岩石の一部と交代して偉大な塊狀の鑛床を構成する事がある。そこで「交代」なる名が生れたのである。

外國では石灰岩中の交代鑛床は最も代表的なものであり、その數も澤山あるが、日本には殆ど見當らない。秋田の小坂銅山は日本に於ける交代鑛床の代表であるが、これは朽つた安山岩類と交代したものである。これは長さ六〇〇米、幅一三〇米、深さ一三〇米位のものが

芋状をなして居り、昔は銀山として稼行されたが、下底に於て銅山となつたのである。尤も鑛石の中には銅や鐵分の外金、銀、鉛、亞鉛類も含有されて居る。外國では上表は金山であつて下底で銅山となつた例もある。本鑛床は硫化金屬を主體として居るが、概して相互非常に密接に混合して居るのが普通である。

(番外一) 成層鑛床——外國に存在する石灰岩中の交代鑛床に匹敵するものに、日本には成層鑛床と稱するものがあり、それが本邦銅山の重要な地位を占めて居る。これは四國の別子銅山とか茨城の日立鑛山等によつて代表せられ、鑛液が主に黄銅鑛を含むところの硫化鐵鑛から出來て居る。古生代の水成岩層中の弱處に胚胎したのも亦この種類に分類される。即ち成層鑛床は古生代及び中世代の岩石中の成層面に於て層状をなして存在するのである。

(番外二) 斑狀鑛床——從來は鑛床の中に數へられなかつた新しい銅鑛床が米國等に於て、世界大戰を契機として有名になつた。それは大體硅酸性の岩石に硫化銅鑛類が非常に洪大な部面に於て鑛染状をなして侵入して存在するものである。その品位が劣等なるため、選鑛法の進歩せぬ間は無價値として顧みられなかつたものであるが、技術の進歩により後述の

浮游選鑛法の發明と共に銅の濃縮率が向上し、上等の精鑛に仕上げられるやうになつたがためと、當時恰も折よく發達した反射爐法の出現により一舉にして有望な鑛床に編入せられ、一躍して世界的の地位を占めるに至つた。

總てこれ等の鑛床を胚胎して居る岩石を母岩と呼び、鑛液類を透導して内部より地表に噴出し來る熔岩類をオーア・ブリンガー (Ore Bringer) と稱する。

何れにしる、これ等の鑛床は、地球の深部から上昇するマグマ (Magma) や、それより分離せるガス等の働きにより初めて出來た鑛石の集合ゆる、これ等を初成鑛床 (Primary Ore Deposit) と總稱し、我等の有價金屬の殆ど大部分のものを含有し得る。即ち金、銀、銅、鐵、亞鉛、鉛等略々二十種餘りを保有する。然し一旦出來たこれ等の鑛床が、長年月の經由と共に、風化、分解、運搬及び沈澱等大自然の複雑なる作用により、第二次的に鑛床を構成し得るのである。これ等を後成鑛床 (Secondary Ore Deposit) と云ふ。砂金即ちプラーサー (Placer) フォールド、砂狀白金鑛床若しくはアルミニウム鑛床類がこれの代表者である。尚ボッグ・アイアン (Bog Iron) 又は岩鹽等のやうな沈澱鑛床もこれに包含される。

水成岩

初め地殻を形成した深造岩類が永い年代を経るままに、風露雨雪等の浸蝕作用により自然に物理的、機械的乃至は化学的の變化を蒙り、更に水力及び風力等の働きにより順次に成層面をなして堆積する。時には噴火の際、火山灰として降下するとか、又は水の流れによつて運搬せられて堆積することもある。その當初これ等崩壊又は堆積された各粒子はポロ／＼で存在するが、上部からの壓力とか、溶液等の作用をうけて年と共に堅緻となり、遂には岩石と變化する。主として水力の働きによる故これを水成岩と云ふのである。それ故水成岩は必ず層をなして居る。概して古き岩石ほど下層を構成し、最も若い沖積層は最上部を占め、その上表が土で蓋はれて居る。この土も幾萬年後には岩石となるのである。尙水成岩は何れも走向と傾斜を持つて居るのが常である。勿論それ等は一定しては居らない。

水成岩はその生成の年代により古生代、中生代及び新生代に大別され、その構造及び化石によつて各年代を區別することは上述の通りである。但し古生代前に當る原生代の地殻は

非常に結晶質に變化して居り、且つこれ等には化石類を見出すことが出来ないため、その構成の時代には未だ生物の存在しなかつたものと見做し、これを無生代と稱する。所謂ナイス層 (Greis) 即ち結晶片岩がそれである。成層も非常に緻密に出来て居り、而もシワ (Folding) が大變多いのを普通とする。

前記の通り、地質は大部分前述の三時代に於て見出される。特に外國では古生代に於て、日本では新生代の古い時代即ち第三紀層中に於て最も多數の有價礦物を産出する。水成岩中に根城をもつ地質は世界の礦産物の三分の二以上を占據するもので、最も多量であり、主に燃料即ち石炭と石油類であり、尙砂鐵もこれに包含される。次にはこれ等につき略述する。

水成岩中の礦床 (石炭)

天智天皇時代 (皇紀一三二八年) 天皇御即位の年「越國燃土、燃水を獻す」とある。燃土は即ち石炭を指し、燃水は石油を示すのである。これは今から一二七三年前の昔話である。これが如何に當時の人々を驚かしたかは想像に餘りがある。石炭の成因はかねてより植物の

炭化したものとして普ねく知られて居る。その詳細の理論に就いては種々様々ではあるが、兎も角植物が空気に接觸しないと云ふ事を第一條件として、先づ植物が水中に於て長期間埋没されて石炭となつた事は争はれないのである。但し必ずしも水中とは限られず、場合によつては火山灰のやうなもので急に被覆されて大氣と遮斷された状態におかれてもよろしい。

従つて石炭の生成の古いもの程揮發分がぬけ出で、純粹な炭素即ちコークス分が澤山であり、植物の繁茂密生せる時代の石炭ほど良質で且つ瓦斯性に富むところの揮發分や瓦斯類を含んで居らない。所謂上等の無煙炭はこれである。これは燃えにくくつきが悪いが、灰分は少なく、煙も出ずして最高熱を出すのでこの名前がつけられたのである。色は眞黒で軽い。

その次に來るものに普通の石炭がある。無煙炭に比すると揮發性に富み長い焰を出してよく燃えるので瀝青炭と稱し、世界の石炭の大部分はこれに屬し、古生代の石炭紀に於て生成されたのである。これより若い時に出來たものを褐炭と稱し、その色澤は若干にぶり稍々褐色を帯びて居り、灰分の混合も多いので、普通の石炭よりは劣等である。日本の石炭は大體としてこの褐炭期に屬するのである。日本には地質の關係上、眞の無煙炭は存在しない。然

し無煙炭と稱するものが處々から掘り出される。これは褐炭が地壓や地熱の作用により二次的に變成したもので揮發分は少ないが、優良の性能は持つて居らない。

大體として本邦の石炭は地變等の種々の關係から炭化を早められて案外短期間に生成されたものであるゆゑ、その性質は脆弱であり、炭塵になり易いと云ふ缺點がある。従つて日本の炭坑内には揮發性の瓦斯類や、炭塵が多量に存在する傾向が多いため、動もすれば爆發をおこし、多數の生命を絶ち、大損害を醸すべき憂ひが多分にある。一度の爆發により千人以上の死傷を見る如き變災は日本の炭坑の一大缺陷であり、諸外國には餘り見られない厭ふべき現象である。従つて日本の炭田では特に爆發防止の設備等に就いては格段の注意を喚起する重大問題である。

事變以降日本では石炭の不足を告げて居る。それは製鐵用、燃料用、動力用として大切なものは、この石炭であるからである。従つて當局者は業者に向つて大量生産を強制した。その結果、石炭に母岩までも混ぜてその量の増加をはかり、そのため質の低下を來したのである。これは寔に愚にもつかぬ話である。極上の無煙炭は八千カロリーもの熱量を出すのであ

るが、普通の上等石炭一キロは七千キログラム・カロリーの發熱量を有する。劣等炭は五千カロリー位のものである。七千カロリーの炭が熔鑛爐内で有効に役立つ熱量は先づ四千万カロリー内外であるゆゑ、若し五千万カロリーの炭とすると、有効に役立つ熱量は二千万カロリーとなるに過ぎまい。即ちこの兩者の有効使用率の割合は二對一と云ふやうな計算となるのであつて七對五とはならない。それだけ劣等炭は非常に不利である。七千カロリーの炭が一應五十圓ならば、五千万カロリーの炭は二十五圓の價値しかない。昨今吾等の家庭に使用される石炭は四千万カロリー位の劣等品であるから、不燃焼部分即ち灰類として無用に捨てられる部分が非常に多いのである。

従來五千万カロリー以下の劣等品は石炭と云はすして「ボタ」と通稱して居つた。これは石炭ではなく石炭の中に母岩が大變混在して居るものを云ふ。「ボタ」とは石炭中にある岩石の俗名であるのだ。こんな劣等品を市場に出すのは國家的見地から見て大なる損失である。この類は選炭法にかけてボタを除去して精製炭として有効に使用しなければならぬ。日本は戰前迄は石炭が不足して居らなかつた。假りに一ヶ年一億應の出炭を見たものとしても、

それが大部分ボタ炭であつたとすれば、カロリーから計算すると五千萬應にしか相當しないと云ふことになり由々しき間違ひを生ずるのである。

一グラム・カロリーの熱量とは一瓦の水を加熱して攝氏の一度だけ上昇せしむるに要する熱量を指すのである。坐食する普通の人間が、食物を喰べて一日二千万カロリーの熱量を必要とすると云ふことは、二疋の水を一度高めるに在る熱量、若しくは二百瓦の水を十度高めるに要する熱量を云ふのである。カロリーとは熱量の單位であつて、温度の高低を意味して居らないことを注意する。尙同一の發熱量を持つ石炭と雖も、炭種の如何によりその性能を異にするのであるから、常に適正なる石炭を適正なる場所に於て、適當なる使用法を講ずることとは頗る重要であると知らねばならない。

褐炭即ちリグナイト(Lignite)よりも一層若いものは亞炭とか泥炭であり、更に仙臺邊から出る埋れ木等がある。石炭の上等なもの肉眼鑑定即ち素人目で見わけけるには、色が眞黒で、光澤があり、堅緻で且つ軽いのを目標とすべきである。石炭の用途は前述した通りであるが、燃料、火力發電用、製鍊の還元劑とか、コークス、ピッチ、コール・ター、アンモニ

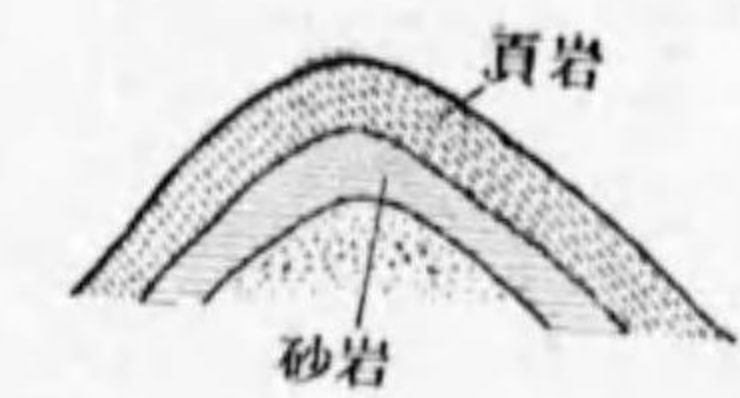
ア、色素、更に液體燃料の製産、その他科學の進歩につれて増大する一方である。業者は昨今これを黒ダイヤ等と尊稱して居る。ダイヤモンドは先づ以つて純粹の炭素の結晶であるが石炭の要素も亦等しく炭素であるからこのやうな異名をつけたものである。

水成岩中の鑛床(石油)

一九三九年度の石炭の總産額は約十四億觔であるが、獨逸は第一位で四分の一以上に達した。石油は筆者等の子供時代から燈火用として親しまれ、ランプと云へば石油ランプを想ひ出すのである。それは現在の電燈に匹敵したもので日常生活とは切つても切れぬ縁の深い時代のものである。自動車及び飛行機が第一次世界大戰を機として非常な重要性を帯びて來た。今日では直接軍需用としては石炭や鐵以上に大切な役目を帯びる。世界の四割と云ふ大量を生産する米合衆國の得意や思ふべしである。現下の蘭領印度問題も石油の産地であるだけ日本としては特に重大な關心を持つわけである。石油の産地と土瀝青即ちアスファルトとは地質上關係が深く、天然瓦斯も同様の状態にある。だが火山國たる日本には餘り多大の望みを

期し得ないのは仕方がない。

石油の成因については種々の議論がある。然し常識から考へても動物及び植物がその源泉であるものと考へてよい。これ等は何れも有機物がもとである故、これを有機説と云ふ。これは今から五十四年前エングラの主張である。動植物體が永年地下に埋没されて居る間に地熱のために乾溜せられて出來たものと解釋される。但しこれ等の原料の如何等により生産地によつてその成分や性能を異にする。然るにこれに對して無機説がメンデレヰエフ等によつて主張され、地下に生じた金屬炭化物が地熱作用により水蒸氣類と結合して石油が生れたものと云ふのである。この無機説からの石油があつたとしても到底問題とするに足らない。



何れにしるこれ等の原料が長期間、地熱と地壓等の働きにより石油を構成したもので、大抵は新生代の第三紀層の頁岩、泥板岩及び砂岩等との間の山形をなせる部分に集合するのである。それ故に石油の探索には先づ地質を調査し、これ等の若い水成岩の成層部に於て鞍形を構成して居る個處にボーリング(Boring 試錐)を行つて、石油の有無を調査する。これは比重の關係上、水よ

りも軽い石油が自然的に高い個處にたまるためである。泥板岩類は水や油を殆ど通過しないからこの層の下部に集まることになる。尤も、撫順炭田にあるオイル・シェール (Oil shale) の如きは、稍々柔かい頁岩であるため、石油がこの母岩の中に廣く含有されて居るものである。

石油の採取には大抵地下に深い「ほりぬき井」を設けて自然の噴出を待つのである。石油井が掘り當つた當初は大量の瓦斯や水蒸氣も同時に噴出するを常とする。石油井を掘るには鑿油櫓を組み建ててからこれを行ふものであるが、日本でも越後の東山又は秋田市のほとりには櫓が山の根、川沿ひに林立して居るのを見ることである。越後の西山には二キロ半の深さの油井がある。有名な米國カリフォルニア州の西海岸には無數の櫓が海中にまで立つて居る。ロータリー鑿井法の發達により井の深度が大いに増して油量の増加を見た。米國には世界一の深い櫓があり、三千米にも及ぶのである。石油は河の底でも海の底でもあり得るのは勿論である。石油の臭氣を發する土や、天然瓦斯のもれ出るやうな場所又は土瀝青の産出する近所から石油が湧出する可能性が多分にあるから注意すべき事柄である。反對に石油地か

らは天然瓦斯が副産され、その瓦斯の中からオクタン價の高い揮發油が採取されることも可能であると云ふことを知つて置くべきであらう。

石油は學名ではペトロリウム (Petroleum) と云ふ。だがその俗名はロック・オイルである。これでは岩油と云ふことになる。岩石の中から湧き出るから岩油であらうが、石油の譯名はたれがつけたのであらうか。ロック (Rock) は岩であり、石ではないからちよつと變である。然し今更これを岩油と云つたら世人はそんなものが何處にあるかネと云ふことになるであらう。

地中から湧出した儘の油を原油と稱して、不純なものであり、幾多の成分からなる。原油はその儘使用することは不經濟であるから必ずこれを精製する。それは蒸餾法による。石油を蒸餾すると、揮發し易いものから順次に出て来る。(一)ガソリン、(二)燈油、(三)輕油、(四)重油、等が主な區分である。これ等の再精製又は適當の加工法によつて高オクタン價の揮發油、潤滑油、パラフィン、又はアズファルト等が採取される。(一)は自動車用等であるが、航空機には特に優良なものが要求される。(四)は發動機や製鍊用の燃料と

もなり、更に人造アスファルトもこれから製造される。

撫順のオイル・シェールの如きは、石炭の露天掘の際に廢石として棄捨されたものが、二十年來の研究により、十年前より石油採取が工業化したことは石油不足の邦家のために慶賀に堪へぬ。昭和十一年度に於ける内地油田の産出はただ四十萬噸に過ぎないもので、本邦の用途に向つては九牛の一毛の感がある。尙昨年度に於ける世界の原油産出量は二十億八千萬樽にして米國はその四割を占めて居る。

ロ式鑿井に向つて、掘下可能の限度は、先づ以つて掘抜鋼管の強さできまる。鑿井投資の大半は掘井と遮水用鋼管であり、それは高温下に於て、非常の高壓に堪へるために上等の鐵目なし鋼管を要するからである。日本でも現在は軍需品同様の關心を以つて、十二吋大の鋼管を鐵不足の今日ドロナワ的に製造して居る。

石油の王者たる米國は流石に石油の採取とその精製には最も秀でて居る。我國でも精油の範を米國にのつとり、昭和年代より漸く進歩を見た。米國の原油は産出の個處が地方的に案外まとまつて居り、大體として有機物特に植物性を原料とせる關係上、その種別は少ないた

め、精製法も割合簡單にやれる。然し日本では湧出量の僅少なくせに、その個處は點在し、北は北海道から南は臺灣に及んで居るため原油の性質も相違し、精油上種々の難澁を見るのである。従つて原油の性状を十分調査し、我國獨特の發達を遂げたものが尠くないので、精油の品質は却つて舶來品を凌駕するものが多いことをせめてもの誇りとすると云ひたい。

水成岩中の鑛床(寶石)

地質の別動體として寶石がある。日本には寶石と云ふものが、地質上無いことになつて居る。先年北海道に金剛石が見つかつたと云ふので、慾ばり連がひとさわぎをやつた如きは笑ひ話の種でしかない。

寶石の王者は金剛石即ちダイヤモンドである。一カラットの金剛石が一萬圓と云へば安くはない。亞いでコランダム(紅玉ルビー及び青玉サファイヤ)の類である。上等のルビーとなれば、カフスポタンの一對が三萬圓もするものがある。下つて綠玉(エメラルド)、水青石又は海青石(アクアマリン)、歴山石(アレキサンダライト)若しくは黃玉(トパ

「ツ」等や何れも女子の好物様々である。水晶類は准寶石であり、それには玉髓（ジャスパール）、「めの」(アゲート)等を含む。銅の鑛石たる孔雀石（マラカイト）の如きも時には准寶石と云ひ得る。黄玉以下のものは若干日本にも産出するが、水晶だけは日本の得意とする種属である。寶石の用途は美麗であると云ふ點から裝飾を主とするが、現時の日本では「ゼイタクは敵だ」と云ふスローガンのため大かたは何處かに影をひそめて御座る。但し黒ダイヤモンドだけは探鑛用の試錐の先端につけ、所謂ダイヤモンド・ポーリング用として有用視される。これは金剛石は人間の知れる物質中最高硬度のものであり、その熔點は攝氏三千度の高温であるためである。

「金剛石とは何ぞや？」「金剛石もみがかずば……」の金剛石の妙味は光輝無比の妙味にある。純粹のダイヤモンドは無色透明で、物の硬さの標準となり、モースの規準では一〇なる最高値を與へ、最低は滑石の一である（石英は六）。これは純粹なる炭素の等軸結晶である。これを人工的に四十八面體に截り、これを十分に研磨するとブリリアント形と稱する最も見事な形に仕上るのである。この仕上げは優秀なる特技に俟つもので、和蘭アムステルダム職

工の専門と云ふ位である。上等のものは強度の屈折率（二・四一）を有する故、截り方の如何によつては見事な全反射を呈する。金剛石は一見水晶に類似して居り、素人目には誤魔化される事もある位であるが、硬度やその他の鑑定法によると樂に區別がつく。

金剛石は昔印度に産し、その後南米ブラジルやボルネオ島等からも出るが、現在ではその大部分は南阿のトランスヴァール（金の世界的産地）から産出せられ、キンバレー地方はその代表的産地として知名であり、年々一億圓の産出がある。多くは砂鐵や砂金地帯に於て砂の中からとれる。然し上述キンバレーの鑛床は全く別個の存在であり、古生代の砂岩類を貫徹して噴出した一種の火成岩（キンバライト）から生れ出るのである。即ちこの母岩は變質して蛇紋岩状をなした岩石である。日本では矢張り別種の蛇紋岩中に低品位のニッケル鑛床が存在するので、現在はニッケル採取に就いて大いに力んで居る。金剛石を含むところのこの母岩を採取して露天に放置すると、風化作用により、自然淘汰により金剛石は獨りでホロリと顔を出すのである。他の鑛石のやうに普通選鑛法にかけるため、機械等で粉砕することは金剛石の選別には大禁物である。

金剛石を人工的に生産することも可能である。それは攝氏三千度以上の高熱を出す電熱爐に於て炭素を一旦揮發せしめて微少な結晶を作るものである。天然産の金剛石の不純なものに青味を帯びた優秀なものから、黄味、褐色乃至は黒色までの下等品もある。然し黒色のものは工業上有利に役立つことは前述の通りである。

コ、ラ、ン、ダ、ム、(剛玉)とは何ぞや？ これは金剛石につぐ寶石で硬度は九である。純粹なもの成分はアルミナ(Al_2O_3)である。紅玉の上等品は下等のダイヤモンドよりも高價である。下等品は裝飾用以外に精密機械特に時計等に利用せられ、齒車の心棒臺として磨滅せぬところに特徴がある。尙人工的にコランダムを作ることが出来るが、これも電熱爐の使用による。

然しダイヤモンドにしろ、剛玉にしろ、天産の品は、人造品や更に模造品とは自からなる品格を有するのである。その光澤は深いと云ふ説明しがたきところの妙味がある。同じやうな人間でも矢張り同様の關係にあるもので、立派な人格の持主はごまかしものとは自からなる相違を示すのは争はれないところである。

剛玉類は火成岩中又は火山岩のため變質せる石灰岩(ある結晶質の水成岩)中からも産出

せらるるもので一定はして居らない。ビルマのルビーや、カンボチャ及びセイロン島等の青玉は相當世間に知られて居る。

總て寶石の埋藏個處は可なり複雑して居るが、多數の寶石は大體ペグマタイト(Pegmatite)と云ふ花崗岩族の火成岩の中か、又はそれから出來た砂礫の中に限られてゐるやうである。安價な時計等にルビーの代用品として使用されるスペイン・ルビーと稱するものは、スペイン國等から出るもので、ルビーに極似たザクロ石(ガーネット)屬であり、それは矢張り接觸變質岩中に點在するものである。

第三章 採 鑛

鑛 石

地質即ち人類の要求する有價鑛産物を含有してゐるものを鑛物と云ふのであるが、鑛物は凡て鑛石とはなり得ない。たとへそれが有價鑛物であつても鑛石と云ふことが出来ない場合がある。我々が學問上鑛石、オーア (Ore) と云ふのは營利的に稼行して採算出来る鑛物を指すのである。

昔科學の進歩しなかつた時代の鑛石と現今の鑛石とは全く比較にならないほどの相違がある。それは時代により、市價により、場所により、金屬の種類により、更に有價物の含有程度によつて大なる相違が生じる。金屬有價物の含有割合、即ち鑛石の優劣を區別するためには、普通パーセント (%) と云ふ言葉を使用する。1%とは鑛石の單位量の中に百分の一だけの金屬の含有量を示す。これを鑛石の品位と稱する。例へば、銅5%の銅鑛とは、銅鑛一

觔の中に金屬銅五十觔を含有するものを云ふ。○・○○一%の金鑛とは一觔の鑛石中に金十萬分の一即ち十瓦の金を含むものを指す。稀に $\frac{1}{1000}$ (パーセント・パーセント)の符號を用ひる。これは百分の一の百分の一即ち萬分の一を意味する。即ち○・○○一%の代りに○・一 $\frac{1}{1000}$ とするのである。然し金銀鑛の如き、貴金屬を含む鑛石に限つて、昨今日本では「何瓦の金鑛」等の名をつける。即ち十瓦の金鑛と云へば、それですぐ見當がつくのであり、それは金鑛石中に十萬分の一の含金あるものに相當する。英國では何オンスと云ふ言葉を用ひ、米國では何ドルの鑛石と云へば、その單位は何れも一觔中の含金何オンス又は何ドルと云ふことを表示して居る。然し石炭類の燃料では主としてカロリー即ち發熱量の高低によつて石炭の良否をきめる。

例へば、百數十年前に於て、歐洲に於ける銅鑛としての最低品位は一二%位であつた。處が現在米國のある處では○・五%でも鑛石となり得る。然しアフリカの中央では5%以上でなければ先づ仕事にはならない。第一次歐洲大戰の頃、銅鑛の平均品位は3%位であつたが現在では一位に過ぎず、日本では○・八位でも鑛石となり得る。これは科學の進歩、實に冶

金術の進歩のお蔭である、日本に於ける銅冶金術は歐米の壘を摩して居るのは我等の誇りである。

金鑛と云へば従来は十瓦以上即ち十萬分の一以上のものであつたが、當時一匁五圓の市價が今では約三倍に昇つたがため、昨今内地に於ける金鑛の最低品位は三瓦まで低下した。然し朝鮮の北方の大金山では六瓦でも稼行が出来るが、南方の小金山では矢張り十瓦位でなければ採算がとれぬやうである。南阿や米國邊で現在八瓦程度のものが普通の金鑛であり、日本よりは仕事が樂である。然し砂金となれば全然問題が別であり、それは千萬分臺でも有利に稼行が出来る。これは非常に大量の砂金を處理するのであり、産金状態も普通の金鑛即ち山金とは全く趣きを異にするためである。海水中にも若干の金が含有されてをり、科學上の見地からせば採取可能であるが、現在の鑛業の範圍から見ると到底問題にはならない。

それが銀鑛となれば稼行品位は千分の一が標準となる。五千年前では金と銀の價値は二・五對一であつたが現今では市價の比較は八〇對一と云ふヒラキが出来た。その上、銀の生産は金よりも困難である故、鑛石としての品位に非常の相違を來すのであり、現在では單純な

る銀だけの鑛業と云ふものは成立しない状態である。亜鉛鑛及び鉛鑛は、何れも十%以上でも困難であり、製鍊所では普通五〇%以上のものを處理して居る。鐵鑛に於ては三五%以上となつてゐるが、普通は矢張り五〇%以上のものを製鍊して居る。これ等の製鍊は概して還元熔鍊であり、多量の燃料(コークス類)を必要とする上、生産金屬の單價が低いために銅等に比べて高品位のものでなければ引き合はぬのである。

ニッケルの如きは二十年前までは、五%位のものが鑛石であつた。然し技術の進歩した今日では市價の値上りと相俟つて一%位までの鑛物がニッケル鑛となつて居る。現在日本等では一以下のものを處理して立派にやつて居る。尤もこれは金屬ニッケルとするのではなく、多くは鐵合金即ちフェロ・アロイ類として需要に應じ得るからである。若し金屬ニッケルに仕上げるものとせば到底こんな劣等な品位では鑛石とはなり得ない。石炭では五千カロリー以上のものが石炭と云ひ得るのである。

つまり鑛石とは平時に於て、ある利潤を以つて立派に稼行し得る程の含有率あるものを稱するのであるが、それが非常時即ち戦時となればその意義を異にする。戦時に於ては絶対に

生産を必要とする金属がある。例へば、ニッケル、コバルト、水銀、タングステン、モリブデン、のやうなものである。これ等のものは平時の鑛石の品位よりも遙かに劣等なものである。戦時に於ては鑛石として処理されなければならない。それは金属價格の引上げとか、政府の特別な保護奨励等の政策による。昨今では石炭の如きは三千五百カロリー以上のものも石炭として市場に出て居る。然しこれ等は依然「ボタ」と稱して石炭の部類に入れてはならない。範圍のものでしかあり得ない。

鑛物の種類

有價鑛物中の金属は種々様々の形及び化合物として自然界に存在して居る。然しこれを大別すると三種に區別され得る。

(一)自然金属——金属元素の儘で産出するもの。その代表的なものは自然金である。その他銀、銅、水銀、白金の類がそれである。然し自然金と云つても勿論純粹のもの即ち純金ではあり得ない。大抵は銀と自然合金の形で出るのであり、銀が四割から一割位は混在して居

る。白金と云つても同様である。砂白金はイリジウム類を含有して居る。

これ等は大概母岩の中に非常に微細な粉状として胚胎されるのが普通であり、金の如きは肉眼では殆どその存在が見えぬ程度であるのを常とする。然し時には大塊又は片粒として存在することもある。自然金属の結晶は多く樹枝状をなして居るが、砂金の如きは角のとれた塊粒である。砂金粒の大なるものを特に「ナゲット」と云ひ、過去に於て知られたる最大塊濠洲からのウエルカム號 (Welcome) の如きは誠に珍重に價するもので、重さ八三疋、時價二十五萬圓に相當するものであつた。朝鮮産では〇・九一五疋の自然金塊が珍らしきものとして、陛下に獻上された。然しこんなものがザラに出ては、世の中に金が剩つて金の値も下落するであらう。

(二)酸化金属——鐵、マンガン、錫、アルミニウム、銅類が酸化物として存在する。上述の銅以外のものは鑛石として最も重要な部類に屬する。時には水酸化物又は炭酸鹽類としても地殻中に含まれて居る。尙鹽化物や硫酸鹽類の鑛石も若干はあるのである。銅も同様であり得るが、銅だけは硫化銅が最も重要な鑛石である。

(三)硫化金屬——銅、鉛、亜鉛、銀、ニッケル、コバルト、ビスマス類。就中、銅鑛の硫化状態にあるものが銅の根元と見てもよいほど大事なものであり、亜いで鉛や亜鉛等も同様大切である。硫化鐵も時には鐵源となり得る。

凡て硫化状のものは金屬鑛石の根本である故、これを第一次鑛石 (Primary Ore) と稱し、自然金屬及び酸化金屬類はこのプライマリー・オーアから誘導變化されたゆゑ、第二次鑛石 (Secondary Ore) と呼ぶ。地表に近き處には第二次鑛石を見、深部に下るに従つて第一次鑛石を見出すのが普通であるが、鐵鑛の如き酸化しやすい鑛物は第二次鑛だけの存在を常とする。尤もマグマ即ち第一次鑛として出た酸化鑛類は別物である。砂鐵や砂金も同様である。

上述各種の鑛石は必ずしも單獨で存在するものではない。否多くの場合、數種の金屬鑛石が共存するのを常とする。例へば、金、銀、銅、又は金、銀、銅、鉛、亜鉛、鐵等を同時に含む鑛床等これである。即ち含銅硫化鐵鑛の如き、若しくは含銀鉛鑛の如きもの。銅、鐵、鉛、銀等の單獨稼行では引き合はぬ鑛床でも、數種の金屬を同時に採取可能の時は引き合ふ場合を生じ得る。時としては、初め地表の鑛石採取の目的が金であつたものが、下底に於て

銅山となり、初めは銀を目標とせるものが後には鉛を主體とする鑛床に轉化する等の事實は往々生ずるのである。又、當初製鍊未熟の頃にはニッケルのみを産出した鑛石から技術の進化したつれてコバルト類をも副産する場合等もある。

金、銀、銅鑛類

金鑛——金は自然の状態で産出するのが常道である。自然金が鑛脈として火山岩中に胚胎される(これを山金と云ふ)のが金生産の主體であるが、砂金として溪谷のほとり、河底又は砂礫の中に集合する。朝鮮には砂金鑛床が頗る多く、問題の臺灣タッキリ溪のも同様である。尙世界一の金鑛床たる南亞トランスヴァールでは世にも獨特な含金礫岩中から生産するもので、過去五十年に互り既に二百億圓位の生産をなし、未だに金の王者たる誇りを示して居る(扉寫眞)。大抵の金山からは産金の三倍乃至二十倍の銀を副産するが、砂金では金と同額以下の産銀を普通とする。金粒の肉眼鑑定は「椀かけ法」による。

金は往々銅鑛、亜鉛鑛及び硫化鐵鑛中にも含まれて居る。それは酸化物又は硫化物として

存在することはないが、稀にはテルライド即ちテルル金として存在し、西濠洲ではこの種の鑛床で知られて居る。

銀鑛——銀は自然銀として砂金中にも含まれて居るが、主體は輝銀鑛 (Ag_2S) として珪酸性の鑛床を構成する。それが銅又は鉛の鑛石中に夾在することが多いのである。産銀の王者メキシコでは主に硫化銀の鑛床として存在するが、米合衆國の産銀は含銀鉛鑛よりするものが多い。銀は時として紅銀鑛 ($3Ag_2S \cdot 2Sb_2S_3$) としてアンチモンと共に胚胎されることもあり、又角銀鑛 ($AgCl$) として存在することもある。

銅鑛——銅鑛ほど種類の多く且つ複雑なものは他金屬には無い。それには凡ゆる種類の鑛石があり、而も幾多の他金屬の鑛物と共存する。然し銅鑛の主體は黃銅鑛 (Cu_2FeS_4) である。次位には輝銅鑛 (Cu_2S) があり、その他赤銅鑛 (Cu_2O) や孔雀石、若しくは自然銅もある。孔雀石は準寶石でもある。自然銅では百年前米合衆國産銅の草わけとして有名なるスピーリオル湖南岸の大鑛床が今でも知名である。地下二千米の深部中から自然銅を生産するのは鑛床學上珍しき事實である。南米チリ國、アンデス山脈の三千米の高臺に於て、世界

一と稱するチリ銅山は、第一次世界大戰當時に開發されたものであるが、その銅鑛はプロカントイト ($CuSO_4 \cdot Cu(OH)_2$) と稱し、ごく稀弱な硫酸水溶液にとけるので製鍊が非常に樂であり、この銅山一ヶ所から、日本の全産銅の二倍に匹敵する程のものが出るのである。それが合衆國の支配下にあるのである。これと競争する我が日本は恰も大人と子供の相撲に類する。

尙北米その他にはポーフイリー銅 (Porphyry Copper) と稱して微細の硫化銅類が母岩中に鑛染的に存在する數多の大鑛床もある。これ等も過去二十七年來の新山である。日本の銅山の多數は三百年來の老齡のものが多い。黒鑛と稱する特殊の複雑硫化鑛が秋田の小坂、花岡等より産出される。この種の鑛石の製鍊法は外國に於て失敗に終つたものであるが、日本の技術者の考案により生鑛吹なる名の下に成功を見たものである。

鉛鑛——は主に鉛鑛 (PbS) である。然しその大部分は若干の硫化銀を夾雜して來る。上述黒鑛の中にもこの形として共存する。炭酸鉛鑛たる酸化物も存在するが、自然鉛はない。

亞鉛鑛——これは閃亞鉛鑛 (ZnS) 即ち硫化狀のものを主體とする。これも黒鑛の一部子

である。稀に亞炭酸亞鉛礦も出る。硫化鉛と硫化亞鉛は恰も兄弟の如きもので、多くは兩者が夾雜する。嘗て鉛の生産に對して亞鉛をヤニと稱して邪魔者扱ひをうけた時代もある。然し科學の進歩により、第一次戦争の頃、浮游選礦法の發明と共に兩者を分離することにより一石二鳥の生産が獲られたのである。時には硫化鐵の夾存することもあり、亞鉛礦の濕式製鍊法では邪魔物も浮選法で分離生産される事となり、此處にも技術の妙用が効果を擧げた。

鐵礦その他

鐵礦——鐵礦は主として酸化物として最も大なる役割を占める。その第一位にあるものは斷然赤鐵礦 (Fe_2O_3) であり、酸化物として最も安定なものである。第二位は磁鐵礦 (Fe_3O_4) であり、それは磁性を持つて居るから磁力選礦でも採取される。この兩者は世界の鐵と銅の原料である。昔は英國、二十世紀に入つては米國が鐵鋼の王者であつたが、昨今では鋼の生産に於て獨逸が米に向つて虎視眈々の情勢を示す。獨がポーランドの分割を斷行したのは波國の鐵礦と鐵工場に目をつけたのである。その相棒のソ聯は波國の石油地帯を狙つ

たものである。弱肉強食のおこりは實に地質の獲得が大原因である事を忘れてはならない。

鐵礦は交代鐵床中に胚胎されるのが多數であるが、支那大冶鐵山は、石灰岩が火成岩のために接觸變質をうけた部分に存在するもので、若干の磁鐵礦を含んで居るが主體は赤鐵礦である。本邦唯一とも云ふべき釜石鐵山も矢張り一種の交代鐵床で、花崗岩類の影響をうけた石灰岩中にあるがこれは磁鐵礦を主とし、ある個所には黃銅礦も存在する。尙炭酸鐵礦も鐵礦の一種である。

砂鐵はこの種の鐵床が母岩の風化によりボロボロとなり、山地又は海岸(青森方面)等に堆積して構成された磁鐵礦の二次鐵床である。尙上述二種の外に褐鐵礦 ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) も鐵源として大事な鐵石である。その品位は前二者に劣り、製鍊も若干面倒であり、鐵床として知られるものに北海道の虻田等がある。砂鐵中にはチタニウムやヴァナジン類を含有するものが多いため、二十年前迄は採算とれなかつたものが、現今ではこれ等を有利に副産する程技術が進んで來た。信濃地方の褐鐵礦床 (Bog Iron Deposit) は昨今世間に知られて來たが、未だ一般的の處理までは前途がある。

更に鐵源となるべきものに黃鐵礦 (FeS_2) 即ち別名、硫化鐵礦がある。硫化鐵は日本に於ては土硫黃以上に重要視せられ、硫黃利用の目標に向つて硫酸製造の原料で、漸次その使用範圍が擴大せられつつある。尙日本には含銅硫化鐵なるものがあり、銅の原料として重要な役割をなして居る。先づ焙燒して硫黃をとり、更に熔鍊して銅をとる場合もあれば、濕式法により銅を抽出し、最後にこれを鐵源に利用する場合もある。尙濕式法によるときはコバルトも副産し得るのである。單紙なる硫化鐵を鐵源として利用することは可能であるが、未だ一般的に工業化するまでには到達しては居らない。銅熔鍊からの廢物中に二割以上の含鐵あるものも、何れは鐵源となるべき時節の到來することと思ふ。

以上六種の金屬は古來世間に周知のものであるが、有史以前からの金屬に錫がある。錫は錫石 (SnO_2) として存在し、青銅の要素である、マレー半島が王座を占め、南米ポリビアが第二位である。これの砂鑛狀の鑛床をなすものを砂錫と云ふ。白金は自然狀態に於てのみ生産せられ、金銀鐵の中にも含有され得る。世界の大部分はソ聯のウラル山脈地帯から生産される。

二十世紀に於て新舞臺に出現せる立役者には、ニッケルとアルミニウムを挙げ得るのである。尤も前者はかねてより佛領ニューカレドニアから硫酸鑛 (ガーニライト) として獨擅場を占めて居つたが、現在では含銅硫化ニッケル鑛の出現となり、これが世界の九割を生産して居る。それはカナダのサドベリーなるニッケル地帯にあるもので、日本の産銅以上の大量生産をなし、世界のニッケル市場を制禦して居る。ニッケルが特殊鋼の原料として殆ど無二の優位を占めるがため、輸入杜絶以來本邦に於てはその生産に躍起となつて居る。蛇紋岩と稱する變朽火成岩類から劣等のニッケル鑛を生産するも、その供給量に於ては需要に對して九牛の一毛に過ぎない。最近北海道に於てサドベリーに類似せる鑛床を見出せるも、その規模に於て、その品位に於て到底彼れと太刀打の出來ないのを遺憾とする。

アルミニウム即ち輕銀の鑛石は先づ以つてボーキサイト屬 (水酸化アルミニウム) に限定される。これはアルミナ (Al_2O_3) の含有品位が三〇から七〇%に互るもので、電解法により優良な金屬が日本でも生産し得るやうになつたが、この種の鑛石は内地は愚か、回ブロック圈内からは出ないのが残念である。これは航空機材として鋼と共に缺くべからざるものであ

るので、日本では満洲、北支から出る硬質粘土類からの生産を研究中であり、既に工業化されたのは慶賀の至りである。だが、ボーキサイト鑛に比べると多大の困難があり、而も優秀な金属とするには一層の骨折である。我等の地殻中にはこのアルミナ及び酸化鐵を含有して居るが、それを金属に仕上げるのは夢物語に屬する。

尙マンガンでは黒酸化マンガン鑛 (MnO_2)、クロームではクローム鐵鑛、アンチモンでは輝安鑛 (Sb_2S_3)、水銀では辰砂 (HgS)、タングステンではウォルフラマイト (鐵滿重石) 及びシエーライト (灰重石) があり、朝鮮からは主として前者が出る。モリブデンの原鑛としてはモリブデナイト (MoS_2) なる硫化物があるのは珍らしい。尙最も新らしく、最も軽い金属たるマグネシウムの原料は主として炭酸鑛 (Magnesite) による。これは満洲から相當多量の生産があり、而も鹽基性耐火煉瓦の原料として最も優秀なものである。

現在まで科學者によつて發見せられた原素は九十を算するが、以上に列記した十八種の金属は時局に對して特に重要視される部類に屬し、日本が世界の一等國として雄飛するためには今後大いに生産の擴充を行ひ、少なくともこれ等の金属に對し自給自足の域にまで漕ぎつ

けなければならぬことを牢記してほしい。

探 鑛

地寶即ち鑛物を胚胎する鑛床、更に稼行に堪ふる鑛山を如何にして發見するか？ 從來鑛山の無かつた地域の探索、又は鑛山地帯に於ける探鑛、若しくは稼行區域に於ける探鑛等、即ち新山を見つける工夫とか、新らしい鑛床を更に探し出す方法は凡てこれを探鑛と云ふのである。

地寶開發の第一歩は探鑛であり、鑛山擴大の要旨は探鑛にある。地寶開發に向つては、内外古今を問はず、國家は十分の保護奨勵を加へ、法律を以つて重要鑛物の種類を定め、これを土地の所有權と切り離して、鑛物を國家の所有として居る。試掘權とか探掘權の許可を申請して鑛物の採取權即ち鑛業權を獲得することを要するのである。

有用鑛物の發見は固より容易の業ではない。何分地下に埋藏されて居る鑛物を探り當てるのであるから、松茸狩りのやうなわけには行かず、天候の測定 (これも餘りあてにはならぬ

が)等よりも困難であり、醫師が病人を診断する等とはもとより同日の談ではない。それ故に百鎊區も試掘出願許可を得て、一つでも當れば先づお目出度うと云ふわけである。外國等では探鑛隊をくり出して山に入り、草をわけて巨萬の富をつかむべく努力をつづける場合もある。だが古來鑛山發見の歴史を見れば、鑛床の發見は偶然的、奇蹟的なものを多數とする。樵夫や獵師共が山中に於て、河岸に於て珍しき、好奇心から拾ひ歸つた一塊の石ころが意外な大鑛山發見の端緒となり得るのである。島根縣下の農夫が田の畦に灰色の鑛物らしきものを見出し、それがモリブデンの鑛石と知れてからは、金山の大發見以上に大騒ぎをしたこともあり、筆者はその實體を調査したのであつた。地方の傳説や神話等が探鑛の手づるとなることも可なりあり得る。

十九世の末アラスカに於ける砂金地帯の探鑛は思ひ半ばに過ぎる。彼等は身命を賭して、頑健な體力と、地質鑛物に對する科學知識とを根據となし、一旦その現地に臨むや一片の石塊にも、一本の草の根にも深き注意の眼をそそぐ。時には天を摩する山岳をよち登り、幽谷に寢食を忘れて鑛床の露頭を探索すべく懸命の努力を盡すのである。先年筆者が濠洲鑛業視

察旅行の途次、濠洲人の依頼により銅の新山を尋ねたことがあつた。案内者と共に馬車を驅つて人里を去ること十四哩、ある山間の山小屋に一夜の夢を結んだことがあつた。彼は粗末なる彼のベッドを筆者に提供し、彼自身は毛布にくるまつて床の上に寝ころぶのであつた。夜半閑として聲なく、只時折うつつともなく聞ゆる放畜馬につけた鈴の音のみが、一種の妙音として未だに私の耳に残つて居る。その鑛山の露頭は大して有望のものとも見えなかつたが、彼自身はそれに大なる希望をかけて、黙々として開發に骨身を削つて居つたのである。但し露頭とは、鑛床の地表に姿を現はせる部分を稱し、その状態の如何により埋藏せられたる鑛床の價值を忖度するに便するのである。

一七九二年濠洲に於ける金鑛地帯の發見、一八四七年米國カリフォルニア州に於ける砂金鑛床、一八六七年アフリカの南部にダイヤモンドの鑛床キンバレー地帯の發見等々、大體十九世紀以降に於て續々としてこれ等地寶の輝かしき發見は、如何に鑛山業者の耳目をそそりしや想像に餘るところである。英、米、ソ聯、更に獨の今日ある、何れもこれ等有價鑛物たる天産資源の開發に負ふところ甚大なるものがある。百年前英の勃興は石炭と鐵とによるが

現在は金と金剛石類に俟つもの多く、米の富は銅、石油、石炭、鉛、亜鉛等を根柢とし、更に現時の獨に於ては、アルミニウム、石炭及び鋼等の生産に重きを置くは周知の事實である。天産資源それ自體に於ては幾十萬年の昔から依然として地殻内に埋れて居るのであるが、科學の知識と、不斷なる根氣の賜物即ち人の力によつて開發せられ初めて有價物としてその眞價を發揮するのである。

探鑛の手引

新山即ち處女地の探鑛はその地形と地質とに依つて知るの外はない。昔、外國では豫言する棒 (Divine Rod) によつて鑛山を發見した等の挿話もあるが全くあてにはならぬ。これは探鑛者が探鑛する金屬の種類により様々の材料を以つて占ひの二又杖をつくり、目的の地長を歩く中に鑛物があると杖の先に豫感が出て鑛山をあてるといふので若干子供だましの感がある。金鑛には鐵の杖、錫鑛には松の杖と云つた調子である。東京や大阪市には常識からして鑛山等はありません。然し濠洲第一の都會たるシドニー市の周邊は一つの大炭田

を構成して居る。日本の炭田は先づ以つて第三紀の水成岩地層以外に求むることは出來さうもない。富士火山岩地帯に於て石油を探すやうな迂愚な企を行つてはならない。御神話や千里眼では鑛山を見出しがたいのである。

日本内地に於ける金山は富士岩即ち安山岩地帯に於て見出されることが最も多いが、朝鮮では遙かに古いのが多く、花崗岩 (深造岩) と金鑛とは最も關係が深いのである。洪積層等の新しい水成岩地帯には砂金、砂鐵、又は砂錫等が見出され得る。古世層の石炭紀層には世界的に石炭が埋藏される。愛媛別子とか、栃木の足尾等、山岳重疊せる個處に於ては銅鑛床の大なるものがあるとか、花崗岩と鐵鑛は關係あるとか、蛇紋岩中にはニッケルやクロム鐵鑛類があり得るとか云ふ大體の觀念即ち鑛業常識を持つて居ることが探鑛の手づるとなる。

温泉地方には往々硫黃や硫化鐵鑛を産出するのもその好適例であり、石油の臭氣のある濕地等には油田があり得る。石油の露頭は川の面や (秋田の例)、海面 (米國の例) 等にも現はれ得る。天然瓦斯の發散等は周知の通りである。従つて金氣の臭氣ある處に金屬鑛床があり得るのである。温泉地帯と鑛山は幾多の關係を有するものである。日本にはこれ等に就いて

佐藤不味軒元伯の述『山相秘録』があり、頗る興味ある上有益なる文獻であらう。

『山相秘録』は總論以下硫黃に互る十編より成り、就中、金、銀、銅、鐵、鉛、錫、水銀の七種金屬を主として講述したものである。秘録總説の第一句を披見すると、

凡そ山相を観るには必ずその山の太祖を正南にあて、正北の方より相すること古へよりの定法なり。月は五、六、七を上とし、日は雨の新たに晴れたるを上とし、時は巳（午前十時）より未（午後二時）の間を上とす。暑中、雨の新たに晴れたるときに南山を遠望すれば霧消し霜滅して、諸峯の顔色、宿酒の頓みに醒めたるが如きものなり。斯の如きの時に當り太祖大宗より兒孫までの層層を熟視すれば、青翠の中に別に露光瑞靄を發して鮮明他に異なる所あるは即ち諸金含有の山相なり。これを（最初遠見の法と名づく）云々。興味津津々としてつきるところを知らない。

山相の主とするところは専ら七金にあり、他は皆これ餘波の運及するものなりとしてある。内外を問はず、昔はこれ等の山相學に於てはショウド・ライト（手引きの光り）即ち瑞光の手引きによつて金山を發した等の挿話もある。佐渡金山の發見等はこの種の傳説によるものと

して知られる。溪流や河邊等にはショウド・ストーン（漂石）を手づるとして鑛床を發見するところもある。漂石とは鑛床のある個處が自然の風化作用により崩潰して低地に轉下せるものである。鑛床に近き程角ばつた塊をなして居るが、遠方に流ると共に丸味ある粒状となる。

鑛床のある附近に於ては、普通餘り見なれぬ鑛物を含有する岩石が多く、而も母岩となるべき岩石には新鮮なものが無く、大抵は幾多の物理的又は化學的變化を蒙り、變移状態を示すのを常とす。時には金山草^{カキヤ}として一種の可憐なる羊齒類植物が手引きとなる場合もある。異狀の流れ又は瓦斯等も往々鑛床の存在を暗示する。赤錆を含んだ多孔質の轉石等を溪流に見出す時はその上流、溪のつくるほとりに於て金山を發見することもある。鑛床の露頭（Outcrop）はつまり人間の頭、而も多くはハゲ頭に匹敵するので、大抵は黄褐色の酸化又は水酸化鐵分を多分に含有して居る故、一見してその下底に於て鑛床を埋藏することを推知し得る。この種の露頭を日本では「焼け」と云ひ、獨逸では「鐵の帽子」と云つて居る。尤も露頭は赤禿とは限られず、時には白色の岩脈もあり、又は青若しくは綠味勝ちのものもある。中には全然露頭の見えない鑛床もあるが、それは表土に依つて蓋はれて居るためである。石

炭の露頭の如きは水成岩の成層面に於て立派な層状をなして出現する故即座に炭田の良否さへ分明する。

歴史、口碑、傳説等よりして昔の鑛床の位置や、表向、傾斜等を測定して舊坑の位置存在等をさぐり、又は捨石若しくは鑛等により、資料を採取し、分析によつて鑛床の種類や評價等を確かめ、以つて舊廢山の再検討と再開發を行ふのである。捨石とは採鑛又は選鑛より出る廢物であり、鑛とは製鍊の滓を云ふ。然し昔の廢物は時として現下の鑛石以上の品位を保つものもあり、昔は無價値又は未知の金屬を含むところのこれ等の廢石類が、科學と技術の進展につれて有價物に轉化する場合を生じ得る。佐渡相川金山の捨石又は秋田小坂銅山の含亞鉛鑛の如きは現在の非常時に於て有用の材となりつつあるはその實例の一端である。

探鑛の方法

現代における探鑛法は(1)試錐法及び(2)物理探鑛法の二類にわけらる事が出来る。(1)は從來から一般的に用ひられ而も最も確實性のあるものであるが、(2)は二十世紀の新法であり進歩の

道程にあり、而も前者の如くの確を保しがたい。後者は寧ろ前者の豫備的方法として利用すべき理念を必要とするが、日本ではまだ大體赤ん坊の時代にあると心得ておかれたい。

(1)試錐法——探鑛法中の最も普遍にして的確なものが試錐法(Boring)である。「きりもみ」法これである。これは井戸や温泉の掘抜法に類するものであり、地表に簡單な槽を組み立て、地心に向つて一—二尺徑位の穴を數ヶ月又は數年もかかつて掘り下げ、試料をとり鑛床の有無又はその鑛石配布の状態や成分等を探る。最も簡單なものは「上總ぼり」(百米餘り)であり、進歩したものでは數千米にも及び、石油の探井は最も深いのである。その種類は澤山であるが上總掘を初めとし、桿試錐、索試錐等凡て衝擊式によるものと、廻轉式と稱して鐵管の下端につけた錐を廻轉して穿孔するものとに二分される。廻轉式は新らしく發達したもので、油田用のロータリー式や金銀鑛床用のダイヤモンド・ボーリング等が最も有効に使用されて居る。

時には資料として錐心(Core)をとる場合と、取らぬ種類もある。これ等諸種の選擇は岩石、地層の狀況及び性質や、試錐要求の深度等によつてこれを異にする。只人力のみによる

ものもあるが、現在では概して様々の動力を使用する。手掘ならば土砂層位の三〇米程度、金剛石試錐ならば均一性の硬い岩石中へ二五〇〇米迄、ロータリー式では軟岩ならば三〇〇〇米にも及び得る。最も下底に掘りさがる程孔径を小さくしなければならぬ。索試錐は概して餘り硬くない地層に適し、支那では二千年以前から竹索試錐を岩鹽水の採取に使用されたやうである。現時の索は勿論鋼のワイヤ・ロープであり、ロータリー式の發明までは油田の鑿井用として有効に使用された。

一日平均穿孔の速さは大體五乃至二〇米であるが、ロータリー式では八〇米にも達する。金剛石式では一五米に達する例もある。故障なしにやれると、半ヶ年位に五千尺位の深度までも探鑿出来る。試錐の数は一つの鑿床に對して數ヶ所乃至數十ヶ所にも及ぶのであるが、それは鑿床の種類と大小等の如何によつて、適當な場所と數をきめなければならぬ。従つて完全な試錐探鑿には相當の費用を要するものと承知されたい。

尤も以上は油田以外に於ては、偶然たる探鑿を目標とする場合であるが、時としては坑道を掘鑿して鑿床を探る場合もあり得る。この場合には、更に長時日と多大の費用を要するの

であるから、多くは現在稼行鑿山の内部に於て大體豫定せる鑿床の探鑿を欲する時に限られる。

尙探鑿に於て鑿床を發見せる時は、是非とも平均した試料を採取し、正常なる分析によつてその價值を知るものであり、上述コアの採取はこれ等の必要からくるのである。

(2)物理探鑿法——地球物理学の應用によるもので、金屬鑿床に向つては直接にこれを探り得るが、石油の如きは地質の構造を探つて間接に油田を推定するのである。以下四種類にわけて略述する。

磁力法——磁氣法とも云ふ。鑿物の磁性を利用するもので、磁鐵鑿の如きは磁針の傾斜を示す故、かくの如き鐵鑿探索に有効に役立つのである。これは磁力針を利用した一種のコンパス(Compass)である。地表を賽の目的に區分し、各交叉點に「コンパス」を置き、針の傾斜及び水平磁力を測定して磁力地圖を作成し、以つて鑿床の位置、大きさ、深さまでも計出する。瑞典方面には相當の効果を擧げて居る。

電氣法——これは鑿物の電氣傳導率に對する差異を利用するのであり、數十年知られたも

のであるが、昨今日本にも流行し出した。それには種々の様式があるが、主として地表の二點に電導體を埋め、この兩極間に電流を通じて地下に於ける電導の良否や程度を探る。硫化鑛床類は良導體である故、その存在を示すに至る。即ち電位差計を使用してその負極を探し出すのである。但し電導度に對しては地下水等も影響を持つのであるから、これ等の點を考慮に入れて置かないと間違ひをおこす恐れがある。本法は一九一三年以降の發達であり、硫化鐵鑛床、硫化銅鐵鑛床若しくは磁鐵鑛床等にも適用され更に石油井にも應用されて居る。電流は直流のみならず交流でもよろしい。

電氣抵抗は普通の水成岩や石灰岩等に於て非常に大であるが、赤鐵鑛や閃亞鉛鑛類はその千分の一位、更に含銅硫化鐵の如きはその一億分の一位と云ふ風に大差があるから、溫度、水、割れ目若しくは地層等の諸點に關して大差なき限り、ある程度まで地質の暗中摸索を實現し得る可能性がある。

重力法——これは第一次世界大戰の頃より實用化されたものであり、岩石の密度差により地表に於て重力値及び傾斜の變化を見ると云ふ原理の應用である。等重力線を地圖の上に引

けばその變化によつて重き岩石又は輕き岩石等の配置を悟る。これは重力測定儀、振子又は振れ秤を使用するものであり、ハンガリーの岩鹽、又は油田地帯にも適用せられ、世間の興味をそそつて居る。

彈性波法——岩石の彈力に差異がある故、火藥の爆發等により人工地震を起して地層に彈性波を送ると、岩石の如何により波の速さが相違する。普通の地盤であると一里を四秒位で波動が傳はるのであるが硬い岩石ではその速さが増す。その傳導する速さを地震計で測定して數式計算又は圖式計算等により地質構造を探るのであり、日本でも油田の探索に向つて滿洲方面に於て試験中のものである。これを地震探鑛法とも名づける。尙その他に放射能法や地熱法等色々の方法も最近の試みとして知られて居るが有望視されるまでには相當の距離がある。大體として磁氣と電氣法は金屬鑛床に、重力と彈性波法は石油、石炭の探鑛にむくのであるが、凡て物理探鑛法では有効の深度があり、電氣法では二五〇米まで位に過ぎないが他は一―二軒にも及ぶ。

鑛山の賣買

鑛量調査——探鑛によつて鑛床を發見すれば次に來るものは鑛量と品位等の問題となり、そこでその鑛床が價値づけられる。鑛量の調査とは埋藏鑛量を査定することである。鑛床の形體が整然であり、探鑛も充分であれば鑛量も亦分明する理由であるが、多くの場合は不確實なものゝ覺悟しなければならぬ。

昔日本では鑛山業者を山師ヤマシと輕蔑した時代もある。それは恰も投機に類する如き觀念を以つて、ノルカソルかやつて見て一攫千金の夢を見ようとする不心得ものが多分にあつたからである。然し現代の如く科學の進歩した時代、特に國家の非常時に際し、こんな氣分で鑛山をやることは非國民の態度として排斥したい。だが、技術の發達した今日でも鑛山が果してアタるかドウかと云ふ問題に對しては依然的確には明言し得ない場合が多い。名醫が難病の診斷をして六割も當ればよい方であると云はれる位であるから、藪醫者先生に至つては先づ當ればまぐれ當りと見るのが妥當であると聞いたことがある。然し鑛山の鑑定は醫師が病氣

の診斷をするよりも遙かにむづかしいのである。

その第一の難點は目標とする鑛床の鑛量の確實性の如何にかかる。第二は平均品位の見透しである。鑛山賣買の話が持ち上がる場合に於て、多くはその鑛量と品位に於て兩者間に多大の相違を示すのである。賣手は一千萬圓の價値を自信し、買手が百萬圓と推定する如きは常に見るところである。結局適當の折合がつけば話が纏まるのであるが、實際上賣買の話が成立するのは、鑛量や品位の査定よりは、多くの場合持主がその鑛山に投資せる金額の如何が最も重大なる要素となると云ふのが人間經濟社會の面白い點であらう。

稼行鑛山の鑛量は、大抵坑道その他の測定により鑛床の四周が悉く露出してゐる故、計算によつて大體の埋藏量を知ることが出来る。この場合の鑛量を確定鑛量と稱する。然し四周の内、二方又は三方位が檢視された場合は鑛量を的確に知ることが出来ぬ故、その時は推定鑛量を計出する。推定鑛量はその檢視し得る個所により、又鑛床の如何により可なり相違を示し、實際の埋藏量が推定の半分又は六分の一位までも低下する可能性がある。豫想鑛量と云ふものもある。それは鑛床の露頭等のみを知つて鑛量をあてる場合であり、その地形地

質及び鑛床の性質如何を參照して適宜の豫想を下すのでこれも不確實性のものに屬する。

脈狀鑛床の類は鑛量の豫想に於て割合に樂であるが交代鑛床の如きはこれも困難である。鑛脈の中では、金鑛脈の價值をきめることが最も難儀とされる。それは鑛石の品位が上部と深部とに於て大差あるのみならず、同一水準内に於ても試料採取の個所により大いに品位を異にするを常とするからである。尙原鑛の組成の如何により、選鑛及び製鍊法も相違する等の關係も生ずるので、單に鑛量と品位の確定だけでは矢張り鑛山の價格を決定しがたい。尤も含有金屬の種類や市價高低の豫見等も考慮に入れるのであるから、鑛山價格の決定は容易な話ではないものと承知されたい。

採鑛の概念

採鑛 (Mining) とは鑛床から鑛石を採掘する仕事をいふ。鑛床には大小形種々である故、採鑛の方法もそれに順應しなければならぬ。尤も石油の如きは大體として油井によるので普通の採鑛とは別格であるが、我々は鑛石の採掘を分類すると露天掘と坑内掘との二つにわ

け得る。尙人力による場合と機械力によつて採掘する場合とが考へられる。昔は人力即ち手掘のみによつた。今ではこれが日本では相當有效に役立つて居るが、一舉に大量採取の時は機械による。機械の用途は漸次擴大する一方であるが、これを最も巧妙に使用するには熟練工によつてのみよくすることを深く認識することを要する。

(1) 露天掘 (Open Cutting) 地表又は地表に近く存在する鑛床に適用するもので、最も樂で安價に大量採取も可能である上に、地下に價值を残すこともない故、これは最良の方法である。然し冬期降雪の多い地方では仕事は困難であり、除雪に經費がかかる。だが許す限り露天掘を推奨する。坑内掘では仕事の性質上全部の鑛石を採取することは不可能であり、一割乃至三割位はどうしてもこのるのみならず、坑内では鑛石の存在を見落す場合も往々にあると云ふ損がある。

これでは大氣中に於て日光に浴しながら仕事をするのであるから第一に衛生的でもある。監督も充分に行き届く。つまりこれは一種の土工であり、計畫さへ順序だつて居れば殆ど素人でもやり得る。然し大抵の鑛床は相當の厚さの表土に覆はれて居るのを常とするから、先

づこれを除去しなければならぬ。又多量の岩石や土砂を捨てる場所を要する故、地形關係も充分に考慮する必要がある。つまりこれ等の設備的操作には意外の費用を要する。尙有價鑛石が雨ざらしになり、風化されて銅鑛などは水に溶けて流れ出るとか、又は大雨に於ける流失の損失も生じる。凡ての仕事はいいこと許りはないものであるから、種々の缺陷については極力防備と改善を要する。

本法を適用し得る鑛床は先づ砂鑛類（金、錫及び鐵鑛等）である。小仕掛ではシャブルでもやれるが、大仕掛では水壓式採鑛法である。高壓力の水をホースで適用し、地層を段々に崩壊しながら鑛石を採るのである。露天掘は石炭山や大銅山の塊狀鑛床にも有效である。數十億噸の埋藏量ある滿鐵の撫順炭坑はこれによる。炭層の厚さは四〇米、東西の延長一五キロメートル宛もある故理想的である。地表を階段式に掘割り、鑿岩機、蒸氣シャブル又は電氣シャブル等で岩石及び石炭を採取し、軌道により汽車で搬出する。尙表土は含油の頁岩である故、これから油類を採取して居る。

歐米でも鐵鑛等の採取に向つて大仕掛にやつて居るものが可なり多い。内地で有名なのは

秋田の小坂銅山である。この鑛山はもと坑内掘でやつたのであるが、走向六百米、幅二百米で深さ百五〇米もあるイモ狀の鑛床である故、露天掘には好適であるため、研究の結果これに變更した。米國や濠洲の銅山でもこれをやつて居る。金山では稀であるが露頭に近い一少部分だけに適用した例は佐渡金山に見ることが出来るが、下底に深くなると、露天掘は不利益で到底やれない。

(一)坑内掘 (Under Ground Mining) 採鑛に向つての大體觀念としては坑内掘による。鑛床をば五〇尺乃至百尺毎に區劃し、適當する横坑道レムルを設け、更に適宜の個所に二本以上の貫通堅坑シヤトを掘り下げて稼行し、地下數千尺にも達する。水抜坑道を普通通洞又は大切坑アチカットと稱し、堅坑と共に最も重要な役目を持つ。排水を初めとし運搬、交通、通氣等は主としてこれ等の堅横大坑道による。これ等を基準として愈々鑛石の採取に着手する。然し鑛床の傾斜が水平面から三〇度前後と云ふ横に炭田の如き緩勾配のものに向つては、斜坑を以つて堅坑の代りにするのが有利である。内地では、栃木の足尾や愛媛別子の銅山の如きもの、又は日本一の炭田三池の採鑛等は代表的のものであり、百聞は一見に如かずであらう。

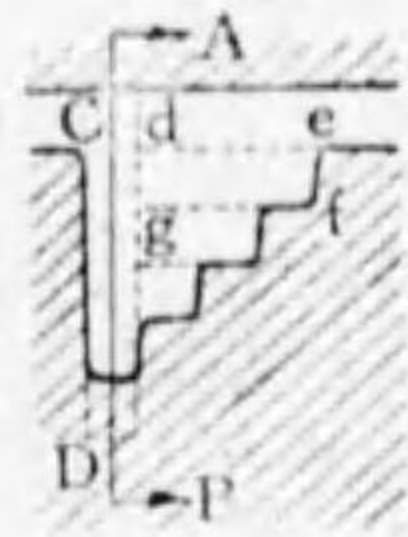
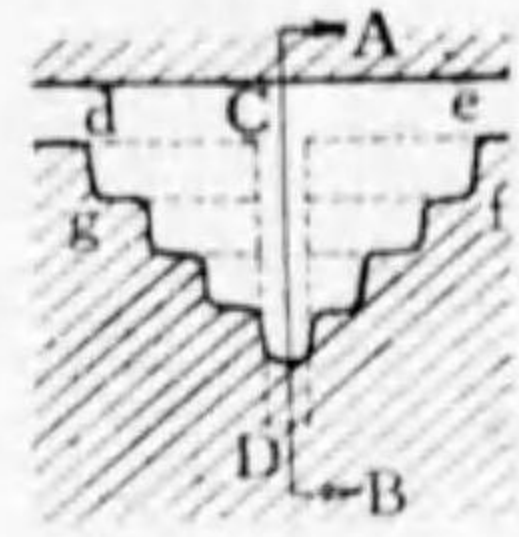
勿論數千尺乃至數萬尺に亙る通洞や斜坑類の開鑿は現代に於ても巨萬の經費と數年の日子を要するものと知らねばならぬ。昔はこれをただ鑿ウツ又は鑽ウツと槌と云ふ簡単な道具だけで根氣よく掘り進んだが、現代は機械掘である。元祿時代、佐渡の金山では囚人を使役し、人命と時日を超越して三千五百尺の大通洞を貫通して居る。先を急がぬ仕事と見えて、時には坑道に蜘蛛の巣の彫刻を施して鑿の切れ味を見せ、これを「蜘蛛の巣間切り」等と稱し、あはい誇りとして居つた。坑内に囚人を使役するのは徳川時代の慣例であつたが、明治以降に於ても三池炭田では三池の終治監の罪人五百人位を一日一圓の賃金で使役して居つた時代もあつた。現代のやうに人手不足の場合には支那の捕虜等を使用するも一法であらう。

有名なる獨逸のフライビルと鑛山のロッケンベルと通洞の如きは(十九世紀の末頃)五〇九〇〇米(約十三里)に達する長大なものであり、三十三年の時日と二百萬圓の經費によつて完成したものである。つまり鑛山の開發は巨萬の富を費して根氣よくやらねばならぬ難事であり、而もその成功は幸運にとまはなければ出来ぬ。一寸小金を儲けるとか、一時の慰みごと等に鑛山はやれないのである。通洞や堅坑等の位置は鑛床及び採鑛と重要な關係が

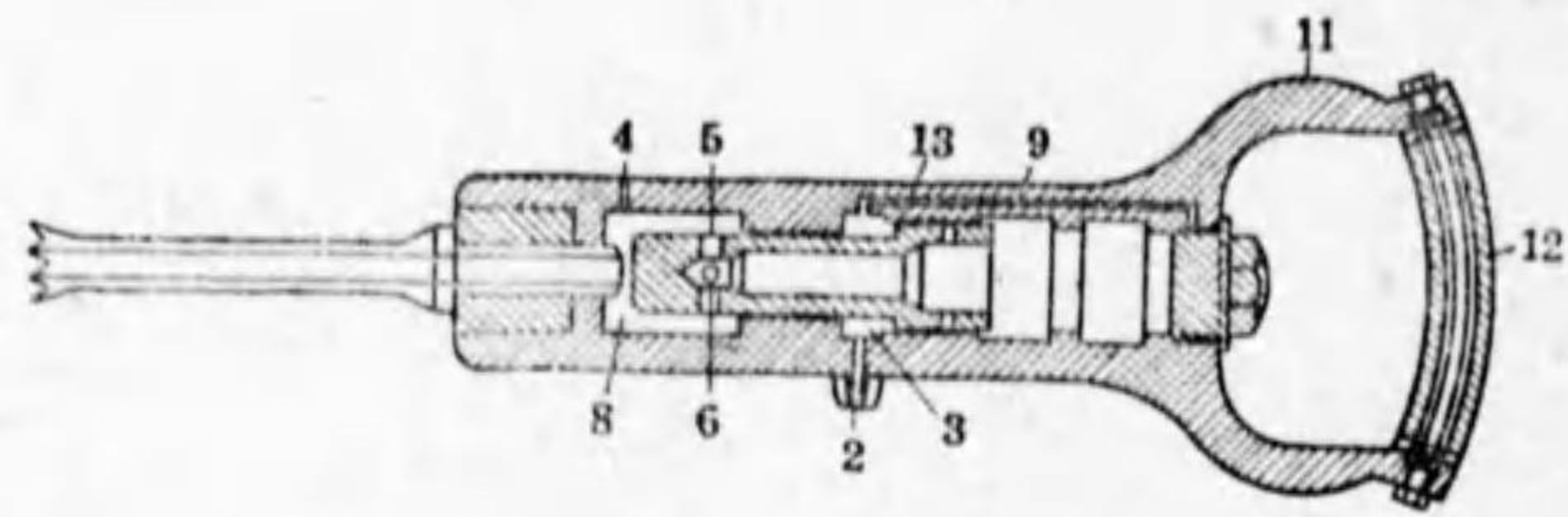
ある故、その位置の選定と設計には十二分の考慮を要する。若しこれを怠ると全山の作業に多大なる支障と損失を醸ウツもす恐れがある。

金屬鑛床の採鑛

金屬鑛床の採鑛は主に坑内掘によるのであるが、その様式は様々である。その最も一般的なものは上向階段法である。先づ上下の坑道間に垂直の坑井(ウインヅ)を適宜の距離を以つて豫定し、各坑井を中心として左右に採掘面を階段形に作る。この際、下位の階から掘り進めて上方に及ぼす故、下の段が常に上の段より左右に前進して行く。坑夫は足場の上に立ち大體鑿を斜め上にむけて採掘する。掘つた鑛石は下方の坑道に落下するのである。その鑛石をば半蹠入れ位の運搬車につめて横坑道を経て堅坑又は大切坑等により豫定の個所に搬出する。掘り跡には捨石や土砂等を充填し、餘りの部分は搬出して捨場に送る。採鑛は出来るだけ鑛石だけを採り、母石は採らぬやう注意すべきである。採掘を終つた個所には木材類を以つて支柱を施し、岩石の落下崩潰を防ぐ。



掘進には人力によるもの（手掘）と、鑿岩機（Rock Drill）によるもの（機械掘）の二種類があるが、それぞれの特長がある。急ぐ時は機械によらねばならない。横坑道の開鑿は大形の機械を使用するが採鑛個所では手軽いジャック・ハンマー型、所謂ストーパーを有利とする。「ロック・ドリル」は壓縮空氣（若しくは電氣）の働きを利用する一種の衝擊機である。それにはピストン式もあるが、ハンマー式が一般的である。鑿は勿論鋼であるが、焼入れその他の使用技術は熟練を要する。これ等の坑内作業は最も非衛生的であるのを缺陷とする。鑿岩の折は岩粉が飛散するので自然呼吸器内に吸ひこまれ、所謂珪肺病（ヨロケ）の原因となる。坑内夫は多くはヨロケに罹り短命を常とするが、特に鑿岩夫は烈しく數年で參つてしまふものもある。昨今は岩粉防止として注水式の機械が多いが、それでも矢張り非衛生たるを免れない。坑内の労働時間を短縮し且つ通氣を充分にすることはヨロケ豫防策として大切な事項である。



手掘（手操り）の時は六分鑿にハンマー（セットウ）を用ひるので發破孔も小さく、深さも三尺餘りに過ぎない。然しドリル使用の場合發破孔の口徑は一寸乃至二寸で、その深さは普通五尺乃至八尺どまりである。尤も坑外でやる大爆破の時には、五〇乃至七〇尺にも及ぶことがある。爆發用としては火藥又はダイナマイトをつめこみ、更に雷管と導火線をつける。フェウズの長さを短かくして人手で火をつけると、時には大負傷の原因になることがある。澤山の穿孔個所を一度に爆發するために電流を使用する電氣發破が最も安全である。

上向に對して下向階段法がある。これは上方より漸次掘り下がるやり方で、上段を下段よりも早く取りあける。この場合は鑿は勢ひ下方となり鑿を使ふのは樂であるが、掘り取つた鑛石類の始末が困難であるため却つて行程がおくれ餘り歡迎されぬ。尙空洞法（ケー

ヴィング)と稱して、鑛體を適宜の區割にわけて底部又は四周の垂直面を先づ掘り取つて大發破をかけると、區割内の鑛石全部が自重で崩れるのである。これ等は特別の形態の鑛床にのみ適用されるもので、鑛石と母岩とが一緒に混合する缺點がある。

尙採鑛場の保持に向つては支柱や矢板類を使用するが、細脈には不必要の場合もあり、時には鑛柱を残留することもある。その他スクエア・セット法、シュリンケージ法、若しくはサンド・フラッシュング法等種々の採鑛法がある。

石炭の採掘

炭田は層状をなし、地平面と緩勾配をなすのが普通である故、金屬鑛脈の稼行とは全然趣きを異にする。大體炭柱式と長壁式との二法にわかれる。それは炭磐の強さ及び炭層の厚み等により兩者の何れかをとる。

炭柱式 (Pillar) 炭層が厚く且つ炭壁が丈夫な時はこれによる場合が多く、日本で大正時代までは大いに流行したが昭和になり下火となつた。先づ炭層を適當に區分して炭柱を造る

のであるが、それには豎坑又は斜坑の底から各區に向つて掘進する。次に残つた炭柱を採掘するのである。これを柱引と云ふ。炭柱の形にも角柱式と長柱式とがあるが何れも方形であり、炭層の深度により大きさを異にする。初期の出炭を急ぐ時は柱を細くするのであるが、稍々險脊である。何れにしる地壓に耐へるだけの大きさの柱を残す必要がある。それ故深い場所ほど柱を大きくする。

本邦では大體二〇米乃至四〇米平方位が角柱の大きさであり、炭室の幅は三乃至六米位とする。然し必要に応じて臨時的の支柱をするのが安全である。更に炭柱の採掘には炭底に向つて漸次退却して掘つて行くのである。

長柱又は柱室式では、細長い柱を作るのである。例へば幅一〇米長さ八〇米の坑道即ち室を掘進し、同じ大きさの炭柱をのこす。次にその残柱を掘り戻すわけである。何れにしる炭柱法には種々の缺點もあるが、就中柱引が完全にやれぬため炭歩止りの低いと云ふ點が面白くないので現在は振はない。

長壁式 (Long Wall) これは大體新らしい方法である。岩磐が脆弱で、坑道の保存も困難

な場合には特に好適である。掘跡には支柱もせず、採炭と共に掘跡をつぶし、一舉にして全部の炭層をとりつくすのである。只これをうまくやらないと落磐による死傷者を出す。これにも前進式と後進式とがある。前者では斜坑底から鑛區境に採炭を行ひ、運搬坑道を掘跡に設ける。後者では、坑底から坑道を掘進して鑛區境に達し、更に坑底に向つて採炭しつつ戻るので、運搬坑道は炭層中に出来ることになる。これでは採鑛の準備に時日を要するが、自然發火の虞れも少い上、有利の點が少くない。然し問題の要點は地歴の如何により採否をきめる。前者は出炭を急ぐ時には勿論効果的である。何れにしる長壁式では切羽面（即ち採面）が長壁をなす形態をとるもので、長いものは三百米にも及ぶ。日本の採炭は現在殆ど長壁法による。

人力採炭は鑿ではなくピック (Pick) 「つるはし」を使用する。稀には火薬も應用することもあるが、石炭坑内の爆發を喚起する虞れある故、一般的には使用しない。昨今は許す限り能力と経費に於て優るところの掘鑿機械を用ひる。その一は機械鑛（コール・ピック）と稱し發破を使用せず、圓筒の先端に鑛をはめ込み、壓縮空氣の働きにより圓筒内のピストン

の往復運動により鑛の頭を叩くといふ仕組のものである。坑夫の節約上最も有效な方法であるため諸外國には大流行であり、本邦に於ても昭和時代に入り爆藥皆無のピック採炭法が勃興し、昭和十年に於ける機械鑛の總數は略々三千を算するに至つた。

更に截炭機（コール・カッター）なるものがある。これは明治の末年頃から本邦にも輸入されたが、先年立派な國産品も出来、今ではカッター使用に凱歌が揚がるやうになつた。手掘に比べると機械掘では數倍の効率を有し、採炭夫一人當りの出炭能力は一乃至十越に達するのである。もとは壓縮空氣によるものが多かつたが、近年に於ては電力によるものが主體となつた。種類も衝撃式と截炭式があり、後者には圓板型、桿型及び鎖型等色々ある。本邦ではモートルはチェーン型切削カッターが最も勢力を占めて居る。

上述のピックやカッターは採炭機械として重要であるが坑道の掘進、岩石内に機械室を設くるか、斷層に出喰はせた場合等には金屬山同様のロック・ドリルを使用する。ドリルは炭田の開發には重要な役割を占め、昭和十年度には内地の使用臺數四千三百に達して居るが、壓縮空氣使用が主である。但し電氣使用の時は、瓦斯爆發變災の懸念がある故、電氣ドリル

は瓦斯山に於ては禁物とされて居る。

金屬山の珪肺病に對して石炭山には炭肺病が大敵である。尙炭坑内には瓦斯と炭塵が充滿して居ると考へれば間違ひはない。それが炭坑爆發の大原因である。日本の炭田は若いために外國に比べて特にこの恐れが多い故一層の注意を要する。三池のやうな大炭田では、各坑内に於て、疏水及び通氣坑道相互貫通の必要個所以外は各坑間は全く炭壁又は煉瓦壁を以つて嚴重に區割を設け、變災を最小限度に喰ひ止めるやう工夫をなし、充分なる支柱と土砂充填等により安全を確保する。

炭肺病と落磐と爆發とは炭田の三大脅威である。炭肺病は日常絶えざる脅威を與へる。衛生の萬全を計るを急務とする。これ等の災害は一舉にして數十の人命を奪ひ、時にはそれが數百に及び更に千人を超える實例を見るに於ては、國家としても變災の防備に甚大の注意を拂ふべきことは言を俟たぬものである。支柱の完備と、岩粉の使用、坑内通氣の完璧等により瓦斯と炭塵の排除を期すべきは一日も忽せにすることの出來ぬ重大問題である。

石油の採取

石油の採取は主として鑿井による。大正年代までは綱式試錐によつたものであるが、昭和以降ロータリー式となつた。前者では一五〇〇米位を限度としたが、後者となつてからその倍の深掘が可能となり油田開發上の大進展を示したのである。これは古生層位學、岩石學及び地球物理學等油田の探鑿による進歩と共に金屬資材の改善によるもので、自動車及び航空機の發達につれて科學の貢獻特に顯著な一例である。

地上に櫓を組み立ててボーリングを施し、それが瓦斯を含む地層に達すると、その天然瓦斯が瓦斯自身の壓力により瓦斯が井戸を昇つて地上に噴出する。それが石油地層に達すると油層に連絡して居る瓦斯の壓力によつて井戸から石油が噴出する。これが自噴井である。瓦斯壓のない時はポンプによつて石油を汲みあげる。従來はピストンポンプによつたものであるが、近來は壓縮瓦斯又は空氣を孔底に送つて自噴に似た作用を起して石油を上昇させる。これをば瓦斯又はエアリフトと稱する。石油の湧出量が低減した場合は、その湧出を促す

目的を以つて油井底に發破を行ふ方法も生れた。

嘗ては鑿井が硬岩層に到達すると、その突破は不可能となり、それ以下にある石油を採取することは困難とされたものであるが、特殊鋼材の發明と共に耐久力あるビットの製作により硬岩難掘の問題は解決された。更に下底に掘り下ぐるに當つては瓦斯壓及び地壓その他の壓力に抵抗すべき掘抜鋼管の必要を生じ、それが優秀なるパイプの完成により所謂「サク層」突破の深井も成功する時代に到達したのである。鑿井探鑽上コアの採收は大事な仕事であるが、これに要する鋼索の損傷も甚大となつたがため、鋼索の研究と使用法の改善によりロ式鑿井法は愈々その妙味を發揮し得るに至つた。

油田の開發は陸界に止まらず、水界にも進出し、河川、湖沼及び海岸、海底にも及んで來た。ただ水面上に浮動沈下せぬやうな槽を設けることは懸案となつて居るため、その發展は未だ思ふ儘に行かぬ憾みがあるが、埋立築堤や架橋の利用により鑿井し得るまでに進歩して來た。従つて水界鑿井の將來性は擴大しつつあるのである。

採油も採金と等しく、時日の経過と共に産油は減退し遂には皆無となる。然し油井の老衰を人為的に防止し、壽命を出来るだけ延長せしむるための蘇生法が研究される。例へば、油層と坑内との壓力差を大にし増油する方法、又は油井の原油の流出の抵抗を小にして増油を講ずる方法等これである。

油田の開發に向つては、その探鑽が先驅をなすは前陳の通りであるが、本邦に於ける輓近の油井試掘の成功率はただの二%と云はれる。即ち百本の試井に對し僅かに二井だけが開發され、九十八坑は徒勞に歸したのである。長年月と莫大な經費は空しく犠牲になつたのである。大體試掘の深度は先づ二千米位の範圍であるが、これ等の不成功井内に廢棄される鐵管費用は莫大な金額に上るであらう。日本石油會社に於ては夙にこの大なる失費の節約を工夫し、十年前より遮水鐵管を使用せざる裸坑の鑿井法を實施し、その効果見るべきものあり、以つて操業日數の短縮と廢坑費の輕減に役立つて居るのは感服の至りである。

一九三七年六月末迄の統計によると、世界に於ける深掘一萬尺級の坑井は五十を算し、米國は四十五井、日本では臺灣錦水三十二號井一本である。錦水井は極東に於ける唯一のものである。その他はメキシコ(二)、ルーマニア(一)、及びイラン(一)である。この中半數即ち

二十五井は一九三七年に於てであり、成功せる六井は實にこの年に於て見られたのである。一九三一年以降同三六年に達するまでの鑿井二十五井は全部失敗に終つて居る。

採鑛の諸設備

(1) 支柱 (Timbering) 採掘によつて地下に空洞を生ずると、其處に地壓の均等が破れ、やがては坑内崩潰の状態に陥る。地質の軟弱な個所に於てそれが最も危険であり、炭田に於ては地壓からする落石の變災が相等重要視される。母岩が堅固にして脈幅の大ならざる鑛脈等に於ては殆ど支柱を要せぬ場合もあり得る。地壓の強さは恰も海上に於ける波の強さのやうなもので測り知るべからずとされて居る。然し經驗上略々見透しがつき、注意深き支柱により坑内の安全が保證される。即ち坑内の構造及び保存は支柱によつてなされる。

支柱となるべき材料は、木材を第一とし、煉瓦、石材、コンクリート及び鐵材等である。永久的なる本柱と一時的な假柱とがあり、最も簡単な場合はただ一本の止木即ち坑木ですむが、永久堅坑等に向つては完全せる構造を必要とする。採鑛個所即ち切羽の支柱は一時的故

出来るだけ手軽にやり、坑道の支柱には丈夫で、耐久性に富み、且つ修理の樂なやうな設計を行ふべきである。

坑道本柱の簡單なものは兩盤壁に沿うた二本の脚と天井を與へる冠より成るが、地壓の大なる個所には、更にその内側に於て合掌組の柱を重ねる。レール等の鋼材を使用する場合は圓、楕圓、馬蹄又はアーチ型等様々の形をとる。圓形が四周からの地壓に對して最強である故、地壓の強大な場所又は湧水遮斷等の必要あれば圓形の鐵柱を使用するのである。時には鐵骨を使用し又は鐵筋コンクリートの築造をも施工する。

堅坑の支柱は矢張り木材(栗材が最上)を普通とする。坑木の腐蝕を防止するには、防腐用の藥液を注入してその壽命を延ばすがよい。その經費は坑木の一割以下で済み、その壽命は三倍にも達し得るのである。木材支柱は矩形の柱組で、普通は三區にわけ、二區を捲揚用に供し、一區は人間の昇降及び排水管の通路とする。然し側壁から湧水のある場合では鐵側によるがよい。それには圓形の鑄鐵製が普通である。作業と地質の如何により、鐵筋コンクリートの大堅坑を建設する場合もあり得る。

(一)運搬(Transportation) 坑内運搬にも様々の種類がある。切羽運搬等では一輪車の手押で足り、少距離運搬には小型四輪車(トロッコ)を用ゆ。金屬山では十六ポンドレールの上に半履乃至一履積のトロを以つて自然勾配を利用する。炭坑では夫婦共かせぎ所謂前山、後山の仕事となる。

長距離の坑道運搬には普通電気又は壓縮空氣、若しくはガソリン乃至蓄電池使用の機關車(ロコ)によるが、時には馬車もある。坑外でも同様であるが、時には汽車による。これ等は大體水平運搬に屬する。

炭田内に於て斜坑捲揚げ等に向つては、エンドレス・ロープを使用するのが最も普通である。然し軌道の勾配は少くとも下り列車が、重力によつて下降し得るだけの傾斜となし、その運轉の速さも毎秒一―四米位とする。時には自働斜面(インクラインド・プレーン)を用し、鑛石の自重によつて運鑛車を捲き下げる方法もある。又ウォーター・バランスの設計によつて捲揚げを行ふ事もある。

豎坑内の捲揚げにも様々あるが、手捲揚げ(ウインドラス)の最も簡單なものからスキッ

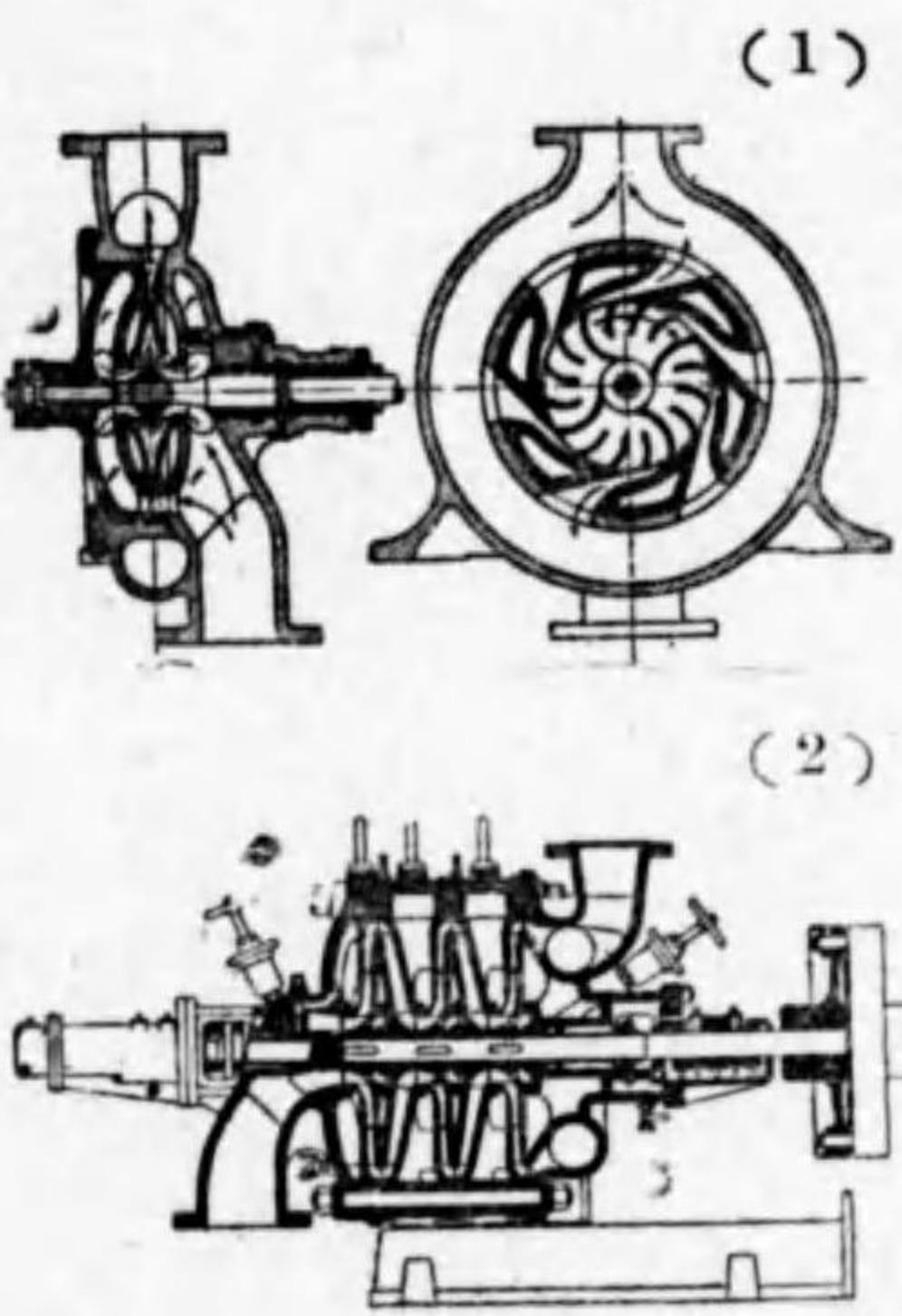
プ又はケージ等による電気若しくは蒸汽捲揚げの完備したるものまでに至る。スキップ(Skip)は無蓋鋼鐵製の箱であつて、鑛石類のみに使用される新らしい考案であり、十履位を捲揚げ得る上、積込、積卸共に簡單である。ケージ(Cage)の容量はスキップの半分位であるが、運鑛車以外に人間の昇降その他一般物資の揚卸しにも適するので一般向である。然しこの場合は特に保安即ち危険防止のためロープの吟味とか安全装置等の特別なる注意を要する。ワイア・ロープを構成する鋼線(ワイア)が一本でも切れると云ふことは全部の破滅を意味するものであり、早速新品と取換ふべきである。

尙坑外運搬の特別な一法には空中索道(エーリアル・トラウム・ウエー)がある。通稱鐵索これである。これは普通の鐵道輸送に比べて、起業費は遙かに安價であり、且つ山岳地帯に於て山を越え、谷をわたつて鑛石その他一般物資を運搬することが出来る便利なものである。その代り餘り遠距離には不向であり、且つ輸送力が小さく、故障も起りがちにて營業費もわり高になる嫌ひがある。

(三)排水(Drainage) 鑛山の水準以上に於ける排水は樂であるが、地下深くなると自然

の重力を利用することが不可能となる。そこでポンプの必要が生ずる。大抵の鑛山に於て、ポンプは恰も熔鑛爐に對する送風機、若しくは人間に對する心臓の如きものであり、その支障なき運轉は採鑛事業の生命線とも云ふべき重要任務を帯びて居る。従つて古來ポンプなる

ものの發達は實に鑛山事業の發達に促されて居ると云へる程、鑛山とポンプの關係は深いのである。



ポンプ (Pump) には二種類のものがある。プランジャー式及びタービン式これである。前者は水筒の中をプランジャー又はピストンが往復して吸水及び排水を行ふものであり、

後者は一名渦巻型と云ふもので、外匣 (ケース) の中に高速度に廻轉する羽根車 (ランナー又はインペラー) を供へ、遠心力即ち離心力を利用して坑水の吸排を行ふもので、二十世紀の發達と見てよい。昔は凡てピストン式であつたが、交流電動機の發達と共に、モーター直

結のタービンポンプの出現となり、その運搬と据付が樂であり、坑内据付場所の節約と建設費の低廉等種々の利益を有するので隆盛を極めるに至つた。然し前者に比べると排水能率が低く、使用馬力が大となるといふ缺點は免れぬのである。前者では八〇%の能率保持は樂であるが、後者に於ては動もすればその半分にも達せぬ場合がある。従つてタービン・ポンプは設計通りの性能により、その適用法を過つてはならないことを特に注意する。

石炭山では蒸氣が安價に供給出来るため低速度の複動プランジャー式が一般的である。本邦で異色あるのは、日本一の三池炭坑の萬田坑に於けるロッド・ポンプであつた。これは四十年前英國から輸入したもので、二十二吋角の松材の棒の連絡によつて下方のプランジャーポンプを運轉し三段つぎで九百尺の高さに揚水するものである。タービン・ポンプの廻轉速度は毎分千八百回又はそれ以上であるのに反し、このポンプでは一分間のストロークただ十二といふ極度ののろさであるが、排水能率は九五%以上の優秀さであり、一分間に千八百立方尺といふ大量の揚水に對し三千馬力で足りるのである。だが、今は廢止されてしまつた。坑内のポンプには定置するものと、移動的と云ふ二様の用途がある。前者は半永久的に設

置するものであるから丈夫で且つ能率の優秀なものを選定する。後者に於ては極力手輕なことの要求を主とする故、能率等の點は若干犠牲に考ふるを普通とする。従つて定置用に向つてはプランジャー式、移動用としては渦卷式のものを採用するのが概念である。

坑内水の多くは酸性であるから耐酸性のパイプを使用するのが望ましい。それには鑄鐵管が最も好適ではある。だが、高水壓に堪へる必要がある場合には、鋼管がよろしい。それには内面の防腐材としてエナメル塗とか、アスファルト塗等の加工を施すのがよい。揚水管の太さも建設上の考慮すべき要點であるが、普通の常識としては毎分水量（立方呎）の平方根を吋で示した數を太さとせば間違ひはない。例へば、毎分百立方呎に對しては十吋徑の鋼管であれば充分である。坑水の安全なる排除は作業上重要であるが、更に人命の保證上斷じて忽かせにすることが出来ない。それ故採鑛事業に於ては概して坑内排水に最も多量の動力を必要とする。坑内水は或る一定の深さまでは深さと共に増加する。従つてポンプは下底に進む程大量揚水の要求に應ずるやうに施設するのが常である。尤もそれは自ら限度がある。揚水の一行程の高距は普通百尺乃至五百尺位であり、上述三池の如きは三百尺宛であるが、一舉

に千五百尺位までの揚水をするやうな極端な例もあり得る。

(四)通氣 (Ventilation) 坑内の通氣は人間の呼吸器に相等する。通氣と共に考慮すべき大事な點は温度の調節である。暗黒世界に勞働する坑夫は、地上に於ける一般勞働者の考へ及ばざる勞苦が伴ふのである。地下勞働者の衛生及び保安の二點よりして通氣と温度の調節は絶對必要の問題である許りか、それが作業能率上、甚大なる影響を有し、特に炭田に於ける瓦斯爆發といふ恐るべき災害とも密接な關係がある。それが、本邦の炭田に於ては石炭の性質上炭塵を生じ易い傾向がある故、一層の注意を必要とする。

普通金屬山の浅い坑内では自然通風で足りる。而も夏季及び冬季に於ける坑内の自然通風は相互逆の通路をとり、大體樂である。然し春秋に於て坑内と坑外の氣温の大差なき期節、特に雨季に於ける通氣は最悪となる。深い坑内、特にそれが炭田に於ては到底自然通風だけではやり切れない。この場合は是非とも強促通風を必要とし、ファン (Fan) を使用する。

ファン即ち扇風機には電氣モーターを直結するのが普通で、丁度家庭用ファンの厩大なものと考へればよい。扇風機には様々の設計があるが、それは主に羽根の形狀を異にする。然

し直線型の羽根よりも、廻轉の方向に彎曲した前曲型の羽根を有するところのラトー又はシロッコと稱する種類が一般的に歡迎される。三池の四山坑内にあるシロッコ・ファンは毎分四十萬立方尺の排風量(五百馬力)を有し本邦で偉大なる例の一つである。尙坑内の入排氣兩通路は凡て煉瓦壁で完全に遮斷し、且つ揚水坑道と排氣坑道も分離しておく必要がある。

通氣の目的を達するために、通風機は相當の通氣壓を必要とする。それは坑内の構造等による特殊の抵抗に打勝つだけで足りる。坑道が長くなれば、それに相當して抵抗も亦倍加する。それ故、通氣道の長さがある程度にまで極限するのがよろしい。大體一萬尺位を最長限度とする。氣流の速さも作業上の必要を以つて限度とする。無茶に速くすることは有害無益である。例へば採掘場では毎秒の速さ一米、主要坑道では先づ三米が適度である。十米以上とすることは禁止されて居る。これは坑夫の作業能率を低下させるのみか、爆發性瓦斯のある場所に於て安全燈の効果を無にする恐れがあるためである。

(五)點燈(Lighting) 現在は坑道その他重要箇所には悉く電燈を使用する。坑夫自身の携帯用としては昔は種油使用の「カンテラ」であつたが。これは火力も弱く且つ坑夫肺炎の原

因とあつて今は昔の物語に過ぎない。金屬鑛山用としてはカーバイト使用のアセチリン燈が一般的である。だが石炭山では火焰を外に露出することは大禁物である。それは瓦斯に引火する危険からである。従來は所謂安全瓦斯ランプが一般的であつたが、それも安全を確保する事が困難な事情があるので現在ではエヂソン式の電氣安全燈を最も有效視して使用する。

(六)動力(Power) 昔の鑛山では動力はさほど問題でなく、凡てが人力自身の仕事であつた。然し萬事が大量生産を目標とする今日、特に人手の不足なる今日、機械設備の發達と共に坑夫の作業能率の向上に迫られる今日、更に地下幾千尺の下底に於て作業する場合、就中それが日々數萬觔の大量を産出する石炭山に於ては動力なるものは絶對的必要となつた。

動力となるべきは蒸汽力及び電力の二種が挙げられ、石炭山に於ては自家用蒸汽力の使用も相當の重要性を帯びるが、一般的の見地からすると勿論電力である。それには自家用發電所を所有する場合と、中央發電所より購入する場合があるのは周知の通りで、これ以上説明はいるまい。發電所としては火力及び水力の二様式によるが、前者は起業費が低廉である代りに營業費が高價につく缺點がある。兎角石炭不足の本邦に於ては、出来るだけ永久的なる

水力発電所の増設を希望することは云ふまでもない。

今から十數年前、筆者が日本第一の三池炭田を視察したことがある。一ヶ月の出炭量は二十萬噸であり、内地出炭の八%に相當した當時に於て、全山の使用動力量は四萬馬力に達して居つた故、石炭一噸當り實に百四十馬力時に相當した。その内譯は、排水用が第一位で約七割弱を占め、運搬用一割五分、捲揚用一割二分、通風用五分といふ順序を示して居つた。

(注意) 地下資源の開発は、その端を採鑛、主として坑内作業に發する。これは實に焦熱地獄に辛苦する坑夫の膏血の結晶によつてのみ獲られる。従つて國家も世人も先づ第一にこの點を十分認識し彼等を大事にし、更に敬意を拂ふべき義務がある。坑夫はその重要性を悟り、犠牲的精神の發露によつて任務の遂行を心懸けねばならぬ。

終りに於て再述する。坑内衛生状態の改善を計ることは最も大切であるが、就中石炭山に於ける變災豫防に對しては格別の注意を必要とする。我國に於ける炭坑内落磐及び爆發等の變災による罹災者は、その數の多きこと歐米各國の比に非ざる實情に徴し防止法につき深甚なる考慮を促すものである。

第四章 冶金

金屬のローマンス

廿世紀の初め頃までは、冶金 (Metallurgy) と云ふ言葉は有價鑛物から金屬を生産する方法を意味したのである。然し現今では生産のみならず、更にこれに加工して金屬の材料に仕上げる迄の工程をも含むやうになつた。それ故、冶金は金屬を生産するところの生産冶金、所謂従來の製鍊なるものと、更に金屬材料とするところの加工冶金又は製造冶金の二様に互る範圍にまで擴張された。銅と錫をとかして黄銅をつくるやうな合金の製造は後者に屬するものである。材料を送る仕事は機械の部門に屬して居つたのであるが、種々の點から考へて冶金の方で始末するのがより合理的となつた。

生産冶金では化學的原理による場合が多く、加工冶金では熱處理とか鑄造、鍛造、材料の検査とか概して物理的基礎によるものが多く、而も機械的の處理も行ふ必要が生れた。これ

等の処理法の如何によつて金屬や合金の性能が非常に變化を蒙り、それぞれの用途に適する材料が得られるのである。

製錬の方法は今から五千年もの昔から起つたものでかなり古い話である。銅、金、鐵等の生産は最も古くから知られて居る。銅の生産技術の元祖はチューバル・カインと云ふ者であり、アダム・イブから七世の孫であると傳説的に傳へられ、バイブルに出て居る。舊約聖書中、エデンの花園の神話の中にも金屬に關する記事などもあり、……河エデンより出で園を潤し、それが分れて四つの源となれり。その第一はピソンと稱し、これは金あるハビラの全地をめぐるものなり、その地の金は善し。……有史以前からの六種金屬として知らるるものは、金、銅、鐵、錫、銀及び鉛であり、就中前四者は最も早くから知られ、その何れが最初であるかについては説を異にする。

太古の鑛石は、鑛床の地表に現はれたところの露頭の部分であり、大自然の風化作用により、自然金屬（天然金屬）若しくは酸化金屬であつた。その儘地床で熔かせば元始的の金屬が得られた。自然金即ち砂金の如きはその儘スグに使用される。然しそれには多分の銀を含



んで居つた。時代の進むとともに、地床の上に土壁や石壁等を築きあげた。燃料は木炭又は薪類であるが、これは酸化物に對しては還元劑として働くのである。即ち太古における金屬の生産は悉く火力によつたものであり、生産される金屬は頗る不純なものであつた。

銅鑛のやうなものでは、その中に錫を共存して居ると、それが天然合金として砲金が出來上る。砲金は銅自身よりは堅いために刃物等には歡迎されたのである。聖書の中に、「山より銅をとり、爐の中に集め、火を吹きかけて石より熔かしてとる云々」とあり、「鐵は土より取り、火を吹かけて熔かす云々」とある。銅はアフリカの東北端、ナイル河の東方、紅海の西海岸なるワジイ・マガラ谷より初めて採取され、それが今から七千年前の昔とある。そのかみ埃及の植民地で鑛夫達が銅をとるためこの地に集合した。當時に於ける鑛夫の有様が岩石に掘り描かれ、その遺跡が今も残つて居る。その後幾千年、不毛の地アフリカの中央に於て世界有數の大鑛山が第一次歐洲大戰の頃に發見されて以來、中央アフリカが南北兩米と對立する大産銅地となつたのは頗る興

味がわく。

自然金はその魅惑的な色澤により野蠻人等を引きつける事断じて現代人のそれに劣らず、古來人類に珍重された。その頃の産地はアラビア、シバ等であつたが、二十世紀以降これもアフリカの南端なるトランスヴァールにその中心が移つたのも妙である。紀元前三千六百年の昔、埃及を支配せるメネス王の法典には、金の値段を銀の二倍半とした。これは金を以つて價値の標準とせる最初のあらはれである。尤も現在ではそれが一對八〇と大なるヒラキを示す。ソロモン王時代には、その食器も家財道具も悉く金を以つて作り、「王、金と銀とを石の如くエルサレムに多からしめたり」とある。シバの女王がこれを風聞し、難問を以つて彼を試みんとて多くの金と寶石を駱駝に乗せてエルサレムに王を訪問せるに、その豪華に氣を吞まれたと識される。當時金は純粹高貴の表徴とせられ、各種の裝飾に使用されたのは勿論である。特に指環は一般家庭に珍重せられ、神の保護を示すものとされた。それが歐米人の結婚指環の源泉をなしたものと思はれる。

人類文化の年代記によれば、石器時代、銅器時代、鐵時代、青銅時代と云ふ順序になつて

居るが、他の傳説によると、鐵は紀元前六千五百年前、バビロンのスメリヤ人によつて初めて用ひられたとある。然し銅や鐵等は金銀と並べて比較にならぬほど賤しまれた。紀元前六百七十年にニネベ陥落の際、貴重品は掠奪されたが、鐵のみは遺棄して顧みられなかつたとあるのは、これを立證してあまりある。これが現代戰に於ては如何であらう。我等の文化が如何に變化しつつかあるかが推察される。然し銅も鐵も力強きものの代名詞となつて居つた。ヨブ紀に「その骨は銅の管の如く（強靱を意味す）、その肋骨は鐵の棒の如し（堅硬を意味す）」とあり、鐵の杖は權威を象徴して居つたのである。

ローマ時代に於て、「鐵を銅に化する」と鍊金術師 (Alchemist) は人々を惑はした。鐵の上に神水即ち靈水（實は坑水）をかけると鐵は銅に變つたのである。これは靈感作用により銅が鐵に乗り移つたとふれまはつた。然るに英のボイル（十七世紀）がこれを打破し、これは靈妙不可思議の働きではなく、當然の歸結であると説明をした。硫酸銅の水溶液中に鐵屑を入れると、鐵が銅と置換して硫酸鐵の水溶液となり、金屬銅が鐵の表面に沈澱すると云ふことは現代人には周知のことであり、銅山の鑛夫達でさへ熟知して居る。これを沈澱銅と稱

する。空氣は酸素と窒素とより成立すると云ふことは小學校生徒でさへ今では知つて居る。但しその成分が場合によつて種々に變化すると云ふことを知らない人は未だに相當あるであらう。今では水にも普通の水と重水とが區別されるやうになつた。

今から六十年程前の話であるが、米國の大銅山たるピュート地方で或る者が廢坑から流れ出る坑水の借用を出願した。鑛山主はそんな汚水はどうでもよいと二束三文で借したものである。本人はこの坑水中には銅が溶けて居ることを承知してをつたもので、これから沈澱銅の只まうけ、約二十萬圓を濡れ手でつかんだのである。これを知つた鑛主はあわてて借用を斷わり、爾來完全な設備によつて毎月數百噸の産銅を見るやうになつた。月々數百噸の銅量と云へば日本では有數の銅山に匹敵する位である。尤も日本の古い大銅山では何處でもこの沈澱銅を採取して居り、年々五十萬圓位宛まうけて居るのは珍らしくない。

ローマ時代のアルケミスト即ち鍊金術師の目標は、萬有還金であつた。萬物を金にするこゝとが出来れば大したものであるが、つまり一種の山師と見てよろしい。第一次世界大戰の頃日本には萬有還銀術師の羽取翁があらはれた。日本の科學者でこれを信じた人もあつたのは

不思議である。尤も近代科學の進歩と共に元子の構成とか、エレクトロンとか種々の新學説が出現し、或は水銀を金にするとか、更に鉛を金にするとか、様々な理論と考察が生れつつある。何處までが可能で、何處までが事實として認められるかも研究の餘地がある。然し我等の鑛業即ち地質の開發によつて得られる金よりも安價に、而も多量の金がこれ等の科學者によつて創造せらるべくもなく、忠實なる科學者も亦これを目ざして居るのではないと云ふことを知つておく必要はあらう。

冶金の發達

金屬のロマンスを並べてをれば日が暮れる。冶金術の發達を傳説的に考察することも興味があるがこれは他日にゆづる。世界物質文化即ち科學の發達は先づ以つて西曆千七百年後即ち十八世紀の初め頃からと考へて大した不都合はあるまい。だが、輓近の進歩は二十世紀に入つてからのことであり、更に前世界大戰以降の進歩は一層急テンポを辿る。

これを銅製鍊に就て例をとると、私は銅冶金の歴史的年代別を大體三つに區別して居る。

(第一期)、太古から四千五百年位(第二期)、その後五百年位(第三期)その後二十世紀の初めまで五十年、即ち古代、中古代及び近代これである。然して更に過去三十年即ち現代に及んだのである。

それ故、日本の文化なるものは徳川時代以前迄は斷じて歐洲に後れて居らなかつた。徳川氏の鎖國政策は日本をして冬眠時代に置いたもので誠に遺憾に堪へない。二百餘年に亙る冬眠は餘りにも長かつた。然る間に米合衆國が生れ出で、地寶の開発を根柢としてスタスクと伸びた。彼等は我等の東洋にまで手を延ばした。皇紀二五二三年(嘉永六年)ペルリーが米使とし國書を幕府に示すに至つて我等は桃源の夢から醒されたのである。品川灣にお臺場の出來たのもその年であつた。徳川氏をして豊太閤の雄圖を繼續せしめたならば、今次の聖戰も、蘭印問題、タイ國問題、南洋問題等々の諸懸案の必要もなく、世界の歴史と地圖とに於て如何なる變化を示して居つたのであらうか。

げにや文化の前驅をなし、その實行力を基礎づけるものは地寶の開発であり、金屬の生産と加工を司るものは冶金の仕事である。人世に密接なる關係を持つところの金屬を生産する

ための製鍊法は往時は火力一點ばりで多量の燃料を使用したものである。これが即ち熔鍊法と云ふもので乾式製鍊法である。これが現代に於ても依然金屬生産の主體をなして居るが、昔とは雲泥の相違がある。

これと對峙する新法に濕式法がある。その幼稚なものは數百年前からスペインに行はれたものであるが一向に振はず、漸やく前歐洲大戰頃から俄然その陣容を改め、有力なる新紀元をなしたのである。南米なる世界第一の大銅山はこの方法により産銅をやつて居る。尙十九世紀の末頃から電力使用の新法が出現し、所謂電解法又は電熱法の名の下に現代冶金の寵兒となつた。これ等の方法は純粹なる金屬の生産に於て有用缺くべからざる重要性を帯びて居る上、銅や輕銀の生産にも非常の妙味を有するのである。

前述の通り、十九世紀迄は冶金と云へば、ただ金屬の生産のみの仕事であつたが、過去三十年來その加工により金屬材料を製造する方面に發展し、各種の合金例へば青銅、黃銅、ジュラルミン及び特殊鋼等の需用を有効に充實し得る境地に發展し、同質の材料を以つて、非常性能を異にする材料に仕上げる技術へと進化しつつあるものである。餘り金屬資源に恵

まれて居らぬ日本に向つての加工冶金は生産冶金と相俟つて特に重要な任務を持つものと云ひたい。

選 鑛

現在に於て處理される鑛石は昔のやうに單純でもなく、品位は低く、成分が複雑して居るのを普通とする。つまり玉石混淆と云ふわけで、有價鑛物のみならず、岩石類のやうな無價値のものを澤山に隨伴して居る。同じ鑛石であつても五十年前と現在では目のつけ方が相違して來た。例へば黒鑛クロウツと稱して銅、鉛、亜鉛、鐵等を含むものは、嘗ては銅だけを熔鍊して採つたもので、亜鉛の如きは有價物どころか反つて厄介物とされた時代もある。處が、現在ではこれ等の凡てが選鑛法によつて豫め區分され、それぞれの價値を百%に生かすやうに進歩したのである。つまり鑛山から掘り出した鑛石（即ち素鑛又は元鑛）を直接製鍊にかけると云ふことは、大抵の場合に不利益でもあり、困難でもあると云ふのである。

そこで製鍊にかける前に豫め、有害な鑛物や無用の岩石類即ち邪魔を廢除すると共に、數

種の有價物をそれぞれ選別して、各自の品位を高める、つまり頭割りをよくするのである。これが即ち選鑛（Ore Dressing）であり、鑛石の調整である。

昔時の鑛石は地表に近いものだけを取扱ひ、その他性質も簡單で且つ品位も上等なものに限られた。製鍊は未熟で、選鑛技術を知らなかつた時代では、勢ひ非常に優秀な鑛石でなければ引き合はなかつた。例へば百年前の銅鑛と云へば銅が十二%以上でなければならなかつたが、今では1%でも有利な稼行が出来るやうになつた。尤も中央アフリカ邊に行くと今でも5%位までを鑛石として居る所もある。鐵鑛でも昔は六〇%以上であつたものが、今では半分位の品位でも處理可能となつた。これ等は選鑛と製鍊との技術が如何に目ざましい進歩をなしたかを如實に示すもので、科學の力のありがたさが痛感される。

選鑛法だけが如何に進歩しても製鍊術がそれと共に進歩しなければ効果は擧らぬ。胃が丈夫でも腸が弱いと何んにもならぬと同様である。軍人ばかりが強くとも、國民の力がそれを支持する事が出来なければ結局の勝利が得られない。つまり選鑛と製鍊とは一心同體の關係にあると見るべきものである。鑛石の品位を高めるといふ點に於ては選鑛も亦製鍊の一部分

と考へてもよい。選鑛を最も必要とするものは銅鑛である。これは銅鑛は最も複雑な成分を持つて来るものが多いからである。二%の銅鑛を選鑛にかけると、六〇%の品位にまで高められる實例もある。即ち千疋の素鑛を製鍊する代りにわづかに三十疋の精鑛を製鍊すれば足りるのである。亞鉛とか鉛とかに於ても選鑛が相當有効に役立つのであるが、鐵鑛のやうな單純な成分のものに對しては必要味は少ない。

選鑛と製鍊の急激な進歩は實に前世界大戰を契機として居る。戰爭なるものは、科學の力によつて戰術も進歩するが、同時に戰爭の要求に應ずるために金屬増産の聲が高まる。此處に科學の發展が促進される。つまり戰爭ある毎に世の文化が進展されて來たのは、今も昔も變りがない。但しこの文化は寧ろ科學を意味し、就中それは自然科學をさすものであり、精神科學方面には重點を措かぬものと承知されたい。

重力選鑛

選鑛の方法は種々である。磁氣を利用する磁力選鑛とか、空氣を使用する空氣選鑛と云ふ

ものもある。然し最も重要で普遍的なものに重力法及び浮游法の二つがある。前者は有價物を水底に沈降させるものであり、後者は反對に水面に浮游させる方法である。

鑛山から採取された鑛石は先づ大割り(三寸徑)をして目に見える程の大きな廢石は捨てる。更にこれを一寸徑以下に小割りを行ひ、上等鑛を選別する。大割りは男工の仕事であるが、小割りは女工の手でやるのが普通である。大工場では初めから機械にかけて破碎するのである。これから更に選鑛を進める。

我等の要求する有價金屬の鑛物は岩石類に比して一般に比重が大である。一口に云ふと鑛石は岩石よりは重いのである。尤も石炭となれば反對であり、石よりも炭が軽いのである。自然金、自然銅を初め、硫化銅、硫化鉛、磁鐵鑛等々の金屬鑛物は、長石、石灰石、石英や輕石類に比べるとその比重が遙かに高い。前者が四以上であると、後者は二・五と云つたやうな工合である。大體同じ位の大きさに粉碎したものを水中に入れると、比重の大きいものが小さいものよりも早く沈澱するのが當然である。

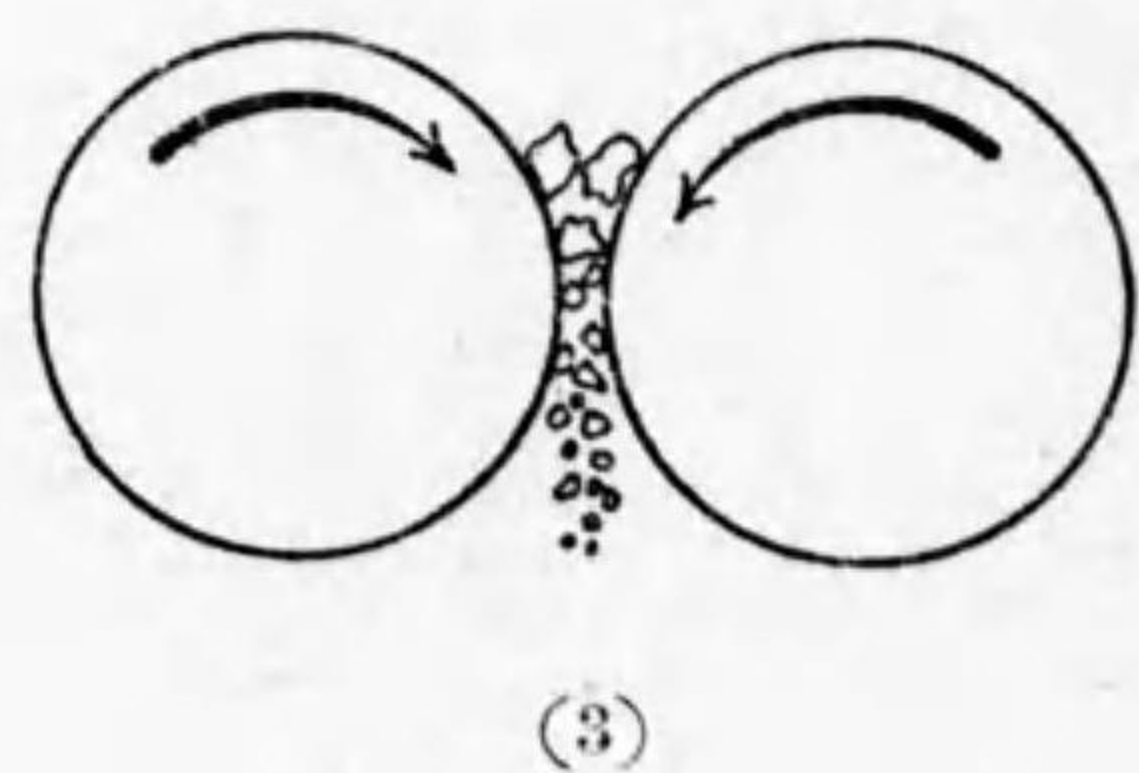
このやうに比重を利用して二種又は二種以上の鑛物を選別する方法を重力選鑛(Gravity)

(Concentration) と稱し、古來から現在まで行はれて來た普通の方法である。第一次は色澤の肉眼鑑定により、第二次は比重の利用により選鑛は進歩して來たのであるが、廿世紀に於て第三次として氣泡の利用による浮選法の妙用が出現しこれが最も重要視されるに至つた。素鑛として採られた鑛石には有價金屬類が均等に含有されて居らぬのが普通である。従つて有價物と無價物と分別するためには、先づ以つてこれを大割りし、小割りし、更に粉碎して兩者が物理的に分別し得る程度の大きさに破碎しなければならぬ。一度破碎してはその大きさを均等にする。これを篩別と云ふ、更に粉碎しては又これを篩別する。粉碎の度が進んで細粉となれば最早や篩別はきかぬやうになる。そこでこんどは類別 (Classification) と云ふ特別な工夫をこらす。これは水と比重を利用して砂と泥を類別するのである。

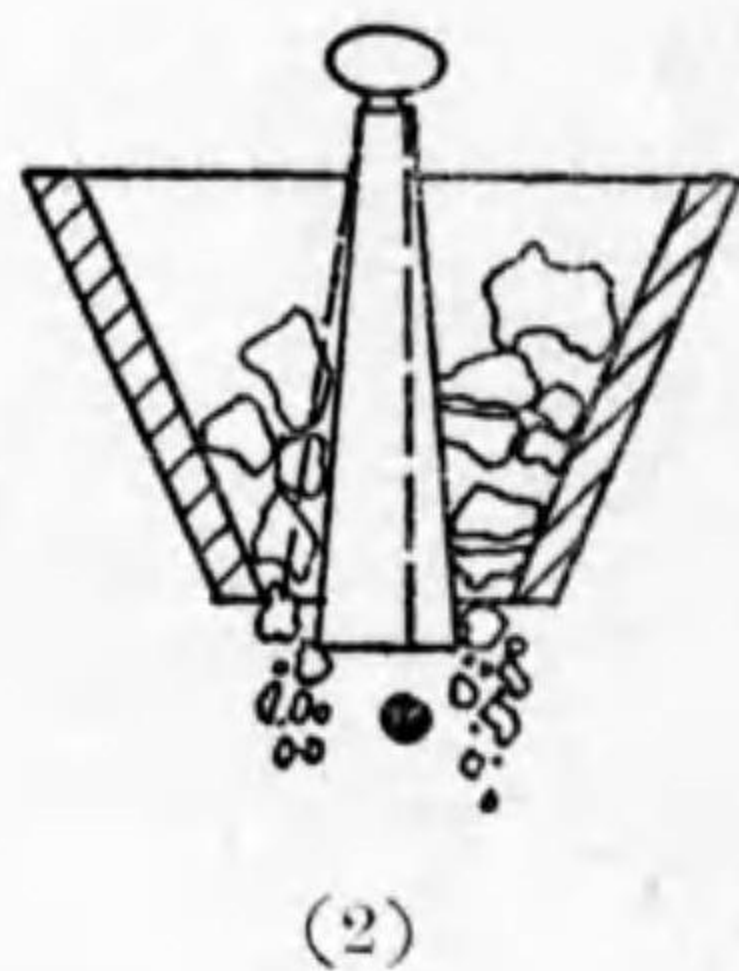
大量を大割りする機械にはジャイレートリー式、又はサイモンズ式などのコイン型が有効であり、小割りにはブレイキ式クラッシュャーが重視され、粉碎にはロールがあり、更にロッドミル・ボールミル等を使用するのである。五寸大のものを一寸大に碎くために要する馬力よりも、一寸大のものを二分位に碎くためには數倍の馬力を要し、更に細粉にするためには



(1)



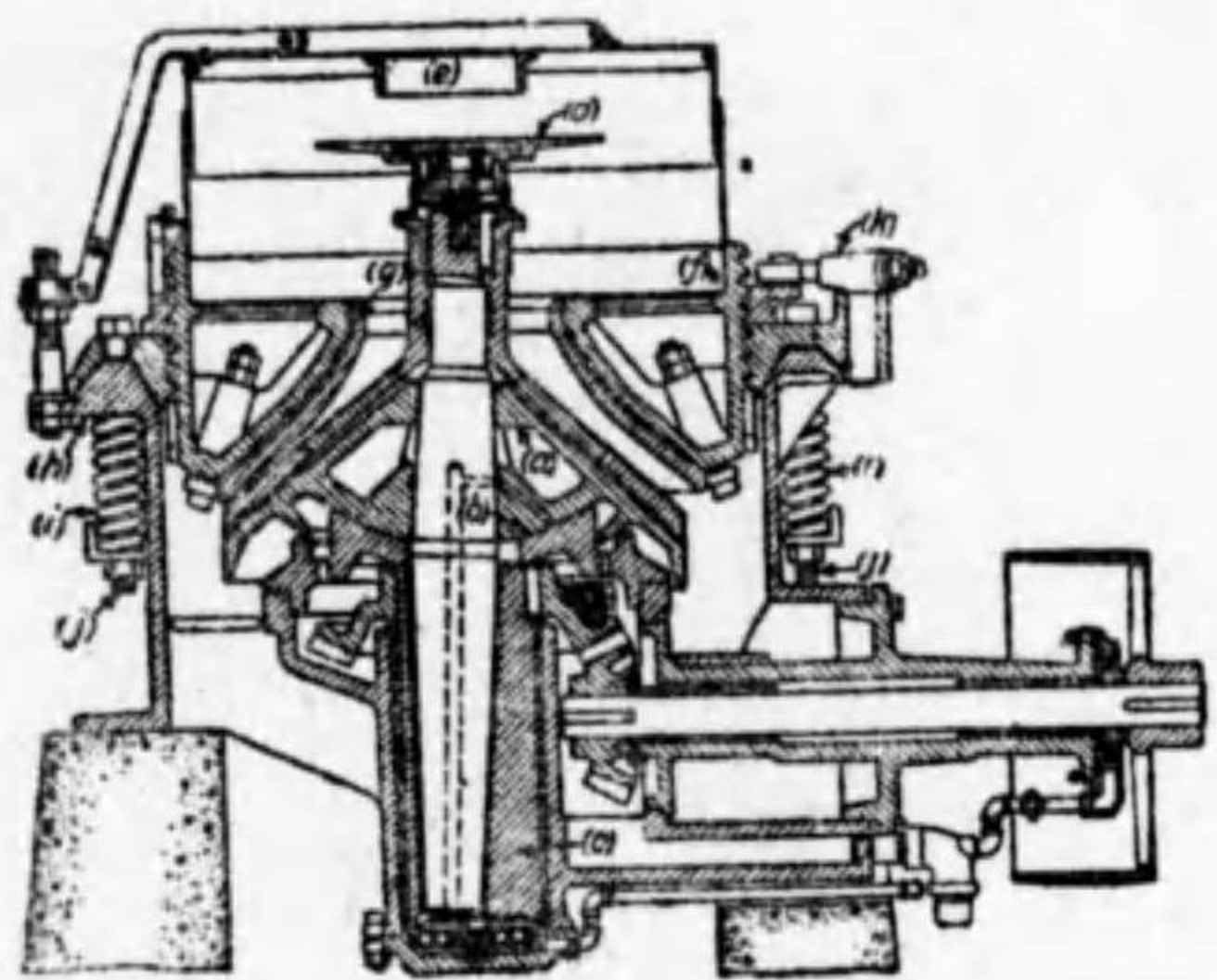
(3)



(2)



(4)

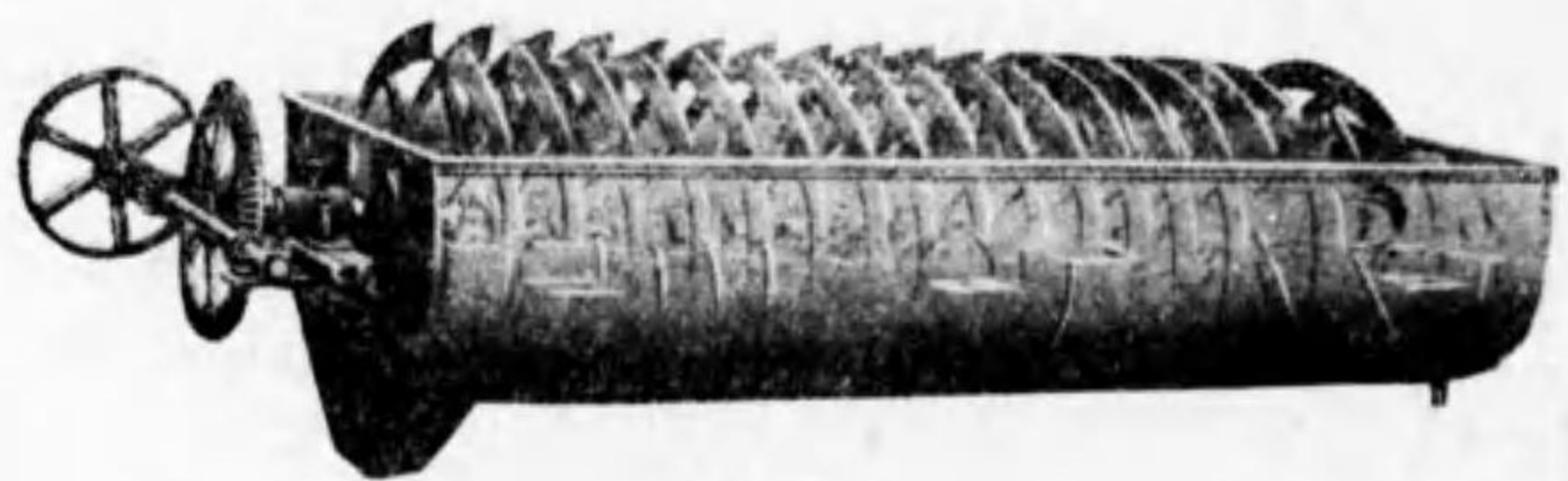


より以上の強大なる馬力を必要とする。粉鑛の大きを示すためにメッシュ (Mesh) と云ふ言葉を使用する、俗に目と呼ぶ。十メッシュ即ち十目と云ふことは一寸の長さに互つてこれを均等に十分した大きさを云ふ。それ故十目の篩には一寸角に百個の網の目があるのである。金篩カネふるの線の太さは普通度外視されて居る。

篩別するためにも種々の装置が必要である。棒状篩、網状篩、固定式又は回転式、若しくは振動式等種々である。回転式圓形篩は最も多く使用される。これをトロンメルと

稱して居る。

類別に對する考案は一層進歩して居る。これは比重を利用し、荒くして重い部類の砂鑛を上方にかき上げ、細かくして軽い泥鑛を流し出すと云ふ機構を有するドーア式又はアキンス式分類機等が代表的なものである。ドラッグベルト式もこの類である。



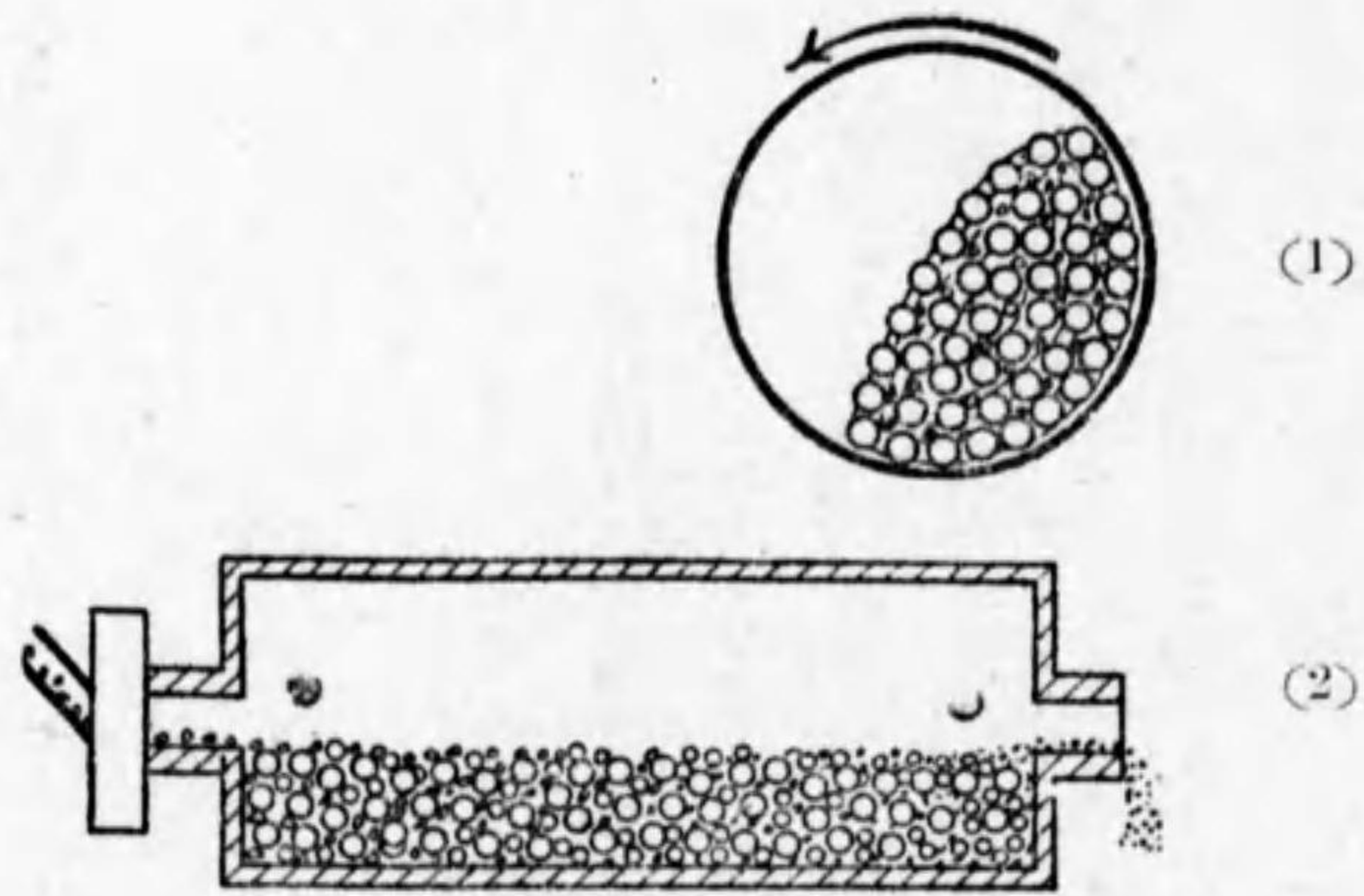
(1)



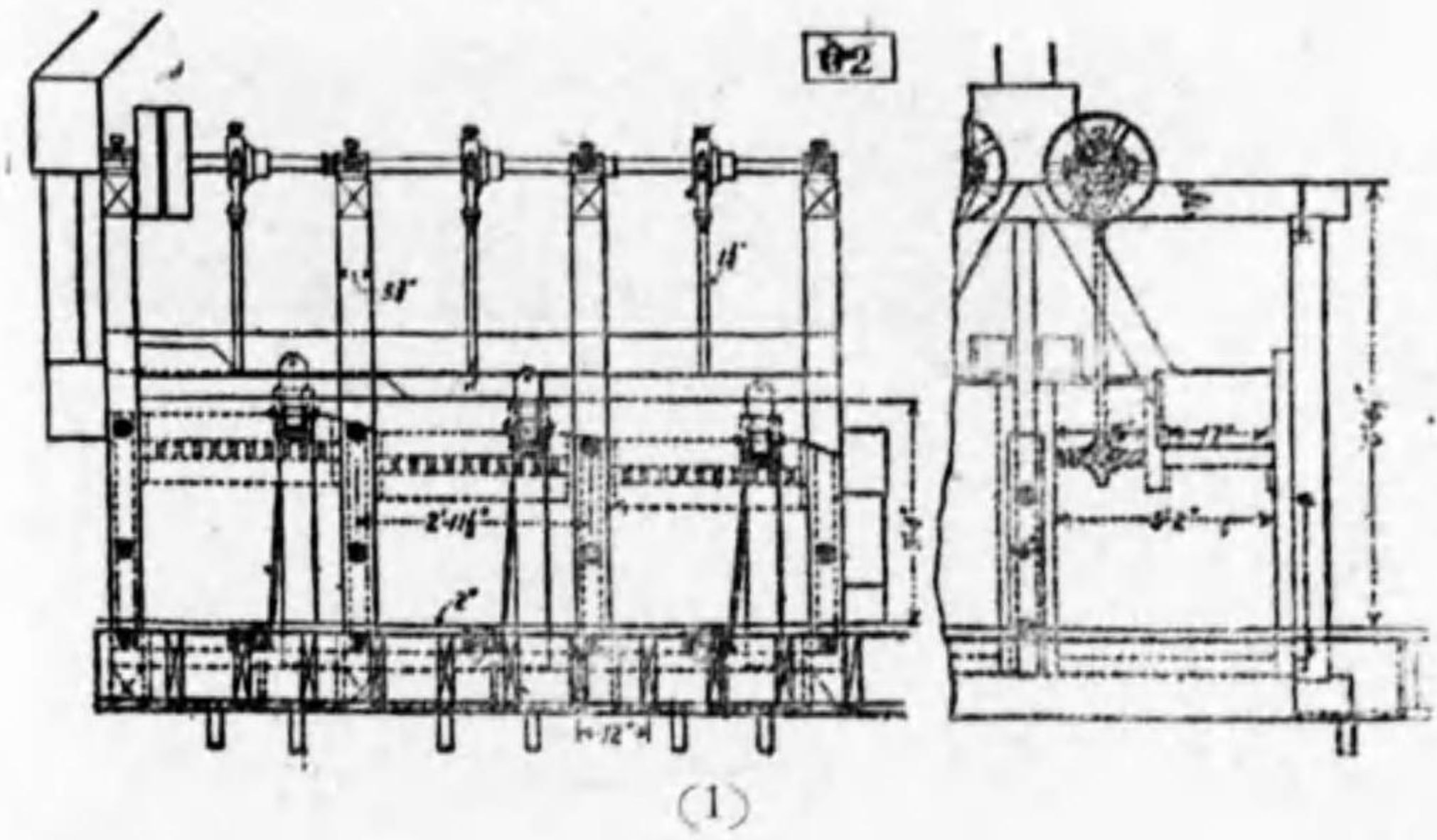
(2)

現代の選鑛法に於て手選法ヒツキンク以外のものを總稱して機械選鑛と云ふのであるが、比重選鑛の代表的なものにハルツ式ジッガー(一種の淘汰機)及びピイルフレー式汰盤等がある。前者は粒鑛に、後者は砂鑛の處理に適するが、何れも比重の差が大なる部類の選別のみに適用される。例へば鉛鑛(7.5)と銅鑛(4.2)及び捨石(2.5)位にわけるのが關の山である(括弧内は大體の比重を示す)。比重の近似して居るところの硫化鐵(5.0)、黃銅鑛(4.2)及び亞鉛鑛(4.1)等の選別はこの方法では頗る困難である。

例へば銅分1%の素鑛を選鑛して、精鑛一割、捨石九割に選別した時、銅分の全部が精鑛中に濃縮採取されたとせば精鑛の品位は銅10%に上ることになる。若し捨石中に一割の銅分が逃



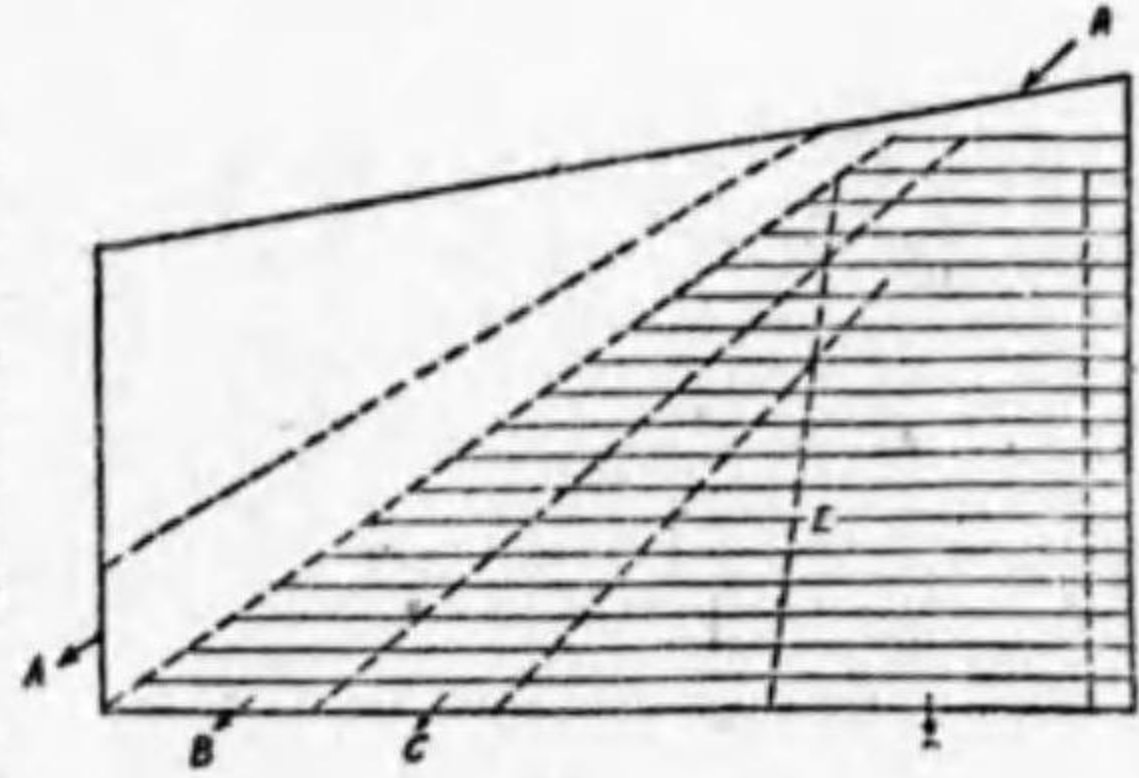
の有價礦物が互に緻密に夾雜して居る場合に於ては普通の粉碎程度では到底各回の選別を比重法によつて行ふことが不可能の域に達する。このやうな場合には三十目以下百目位又は二百目以下と云ふ工合に磨鑛する必要が生ずる。それには圓胴形の長大なる回轉式チューブ・ミルなるものを用ひる。磨鑛材として最も有效なものは堅緻な石英即ちデンマーク邊から産出される火打石屬(フリント)のものであり、一噸の代價は六十圓以上もするのである。即ちこれは一種の磨鑛機であり、最終の粉碎を司る。かくて微塵又は灰狀になつた泥鑛を處理することになる。必要上からこのやうに細粉となつた鑛石の選別は、水中に於て表面張力の關係により最早や比



浮游選鑛

鑛石の種類と性質とにより、有價物が岩石の中に非常に細微の状態になつて保有せられるとか、又は數種

である。片又は普通更に細粉として選別の程度を進めるのである。



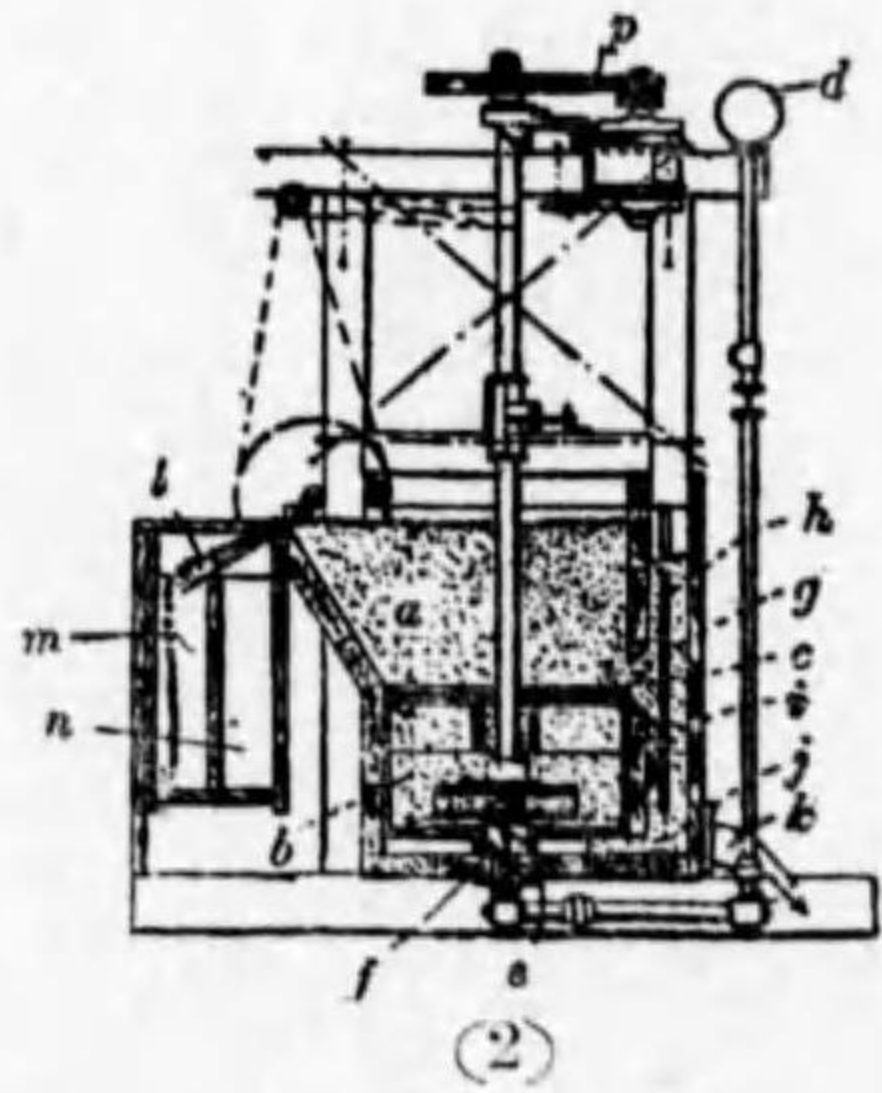
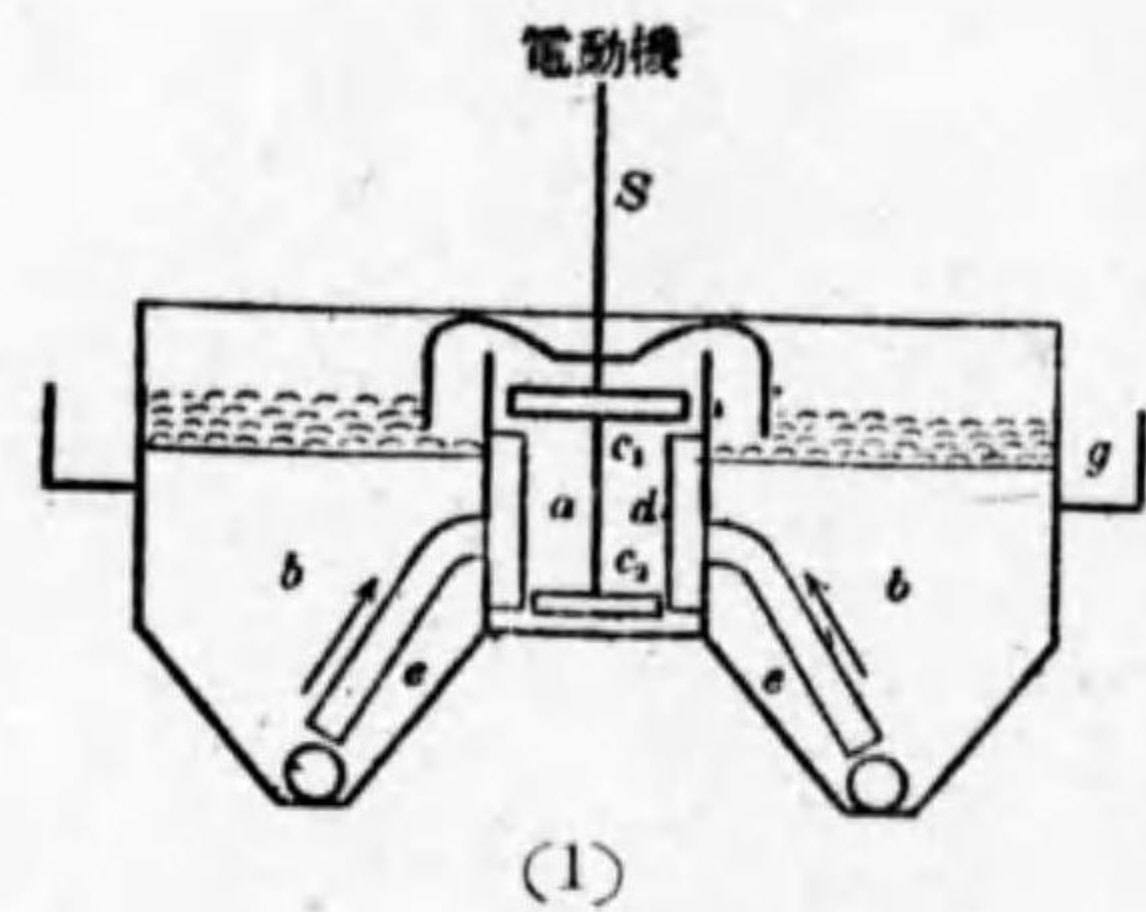
(2) げたとするとき、精鑛の品位は九%となり、その採收率は九割と云ふ結果となるのである。この場合精鑛と捨石の中間物即ち半成品が若干出來るのが普通であり、これを片^{カタ}と稱して再處理を必要とする。

重の通り重いものが必ず沈降すると云ふ場合には行かない。自然金とか、銅や鉛鑛の上等なもの程微細になり易く、細かになれば成る程表面に浮び上がる性質を帯びる。絹絲針を静水面に横におけば水面に浮んで居ると云ふのは表面張力の關係による。浮選法はこの原理の應用に外ならない。

今から二十五年前、浮選法が濠洲及び米國に於て實施の域に達し、爾來日進月歩の有様を示す。浮游選鑛法 (Flotation Process) の原理はなかなか面倒で今以つて議論中である。事實は鑛物に泡をつけてやると比重の重い鑛物でも水中を上昇して表面に達することになると云ふだけの話である。所謂「石が沈んで木の葉が浮ぶ」と云ふのと逆であり、「重い鑛物が浮んで軽い廢石が沈む」と云ふ玄妙不可思議の法が生れた。昔の人ならこれを理外の理とでも云ふところであらう。

本法には起泡劑と捕收劑とを使用し、且つ水溶液を酸性又はアルカリ性等に保つ必要がある。起泡劑にはユーカー油、パイン・オイルとかカンフォル類の外に壓縮空氣又は瓦斯類を使用し、捕收劑としてはコールター屬の油又はゼンセート等である。俗稱これを油選鑛とも

云ふ程に油の選擇を吟味することテンブラの油以上である。泥鑛に適正なる油を混和して浮選機に入れ、水溶液中に空氣又は瓦斯を吹込んで攪拌作用を行ふか、若しくは機械的の攪拌を與へると、有價鑛物の表面は油の薄膜に被覆されて其處に氣泡が凝着し泡を構成して容易に溶けず、その儘泡と共に鑛石が上表に浮ぶのである。この際岩石類は殆ど變化をうけずその儘重力により下降し、以つて兩者の選別が完成される。浮游選鑛機は日進月歩の勢を以つて改造されつつあるのである。



岩石分には水が喰ひ込み易く即座に濡れて沈降するが、硫化物の類は反對で水には濡れ難く油と親しみ、油の微分子が鑛粉を包み、それに泡がくつつくのである。就中硫黃と結合し易き金屬程その性能が強いやうであ

る。それ故に黄銅鑛、方鉛鑛、亞鉛鑛類の硫化物は最も浮選法にかけ易い。加之、本法に於ては有價金屬類と捨石に分類するのみならず、數種の金屬をも順次に選別することが出来るのである。これを特に優先浮游法と呼ぶ。この場合には主として水溶液の性質を加減するのである。例へば、銅、亞鉛、鐵の夾雜硫化物を選別する時、先づ適量の青酸ソーダ類を加へて亞鉛鑛の浮游を抑制して銅鐵鑛を先取し、次に硫酸鐵等を加へて亞鉛鑛を採取し、銅と鐵の分離には石灰を加へて銅を先取分別する等様々に工夫し最良の方法を選ぶのである。從來この種の鑛石ではただ銅のみを目標として、それを熔鑛爐に入れると、亞鉛と鐵分は廢物たる銕くわいとなつて捨てられたものであるが、本法の妙用によつて三種の有價物が採取されることとなつたのである。

昨今では金屬鑛物のみならず非金屬の選鑛に向つても浮選法が有効に適用されることとなり、更に石炭に向つてもこれが應用される程に發達を示して居る。石炭の中にも大抵若干の母岩を夾雜して居る。これをボタと云ふ。所謂原料炭として製鐵や一般製鍊用の燃料や還元用となる石炭は、大抵一旦コークスに變形するのであるが、この場合に於ては特に選炭と云ふ

ことがやかましくなる。從來の選炭は幼稚なものであり、乾式法として手選によつて二吋大以上のものを取り、それ以下のものは更に類別して再び手選にかけた。尙七分以下の粉粒炭に向つては濕式法即ち機械法があり、上下動によるジッガー、又は水平動によるテーブルを利用した位のものである。尤も小炭山ではただ水選即ち水中で水洗を行ひ、輕き石炭分を採取して居つた位のものである。然し劣等炭の處理又は優良な粉炭を採取しようとする時は、上述の如き粗雜な方法ではやり切れぬため、此處に浮選法の妙理が適用されるやうになつた。

熱 化 學

冶金即ち金屬の生産に向つては幾多の方法がある。然し古來より人類に最も重要視されて居るところの金、銀、銅、鐵、亞鉛、鉛等を初め幾多の金屬を生産するところの製鍊法は火力による熔鍊を主體とする乾式法による。それには熱力學も必要であるが、その根柢をなすものは熱化學 (Thermo-Chemistry) であるから先づこれから概説する。

鑛石の熔鍊 (Smelting) に要する熱の源泉は燃料と化合反應熱である。熔鍊と熔融 (Melting)

では意味が異なるのである。前者では化学反応が起きる場合であり、後者ではただ熔けるといふだけで、その間反応を必要としない。例へば、硫化銅鑛から金屬銅を生産する場合には前者によるし、銑鐵（鼠鐵）を鑄物にする場合には後者によるのである。

熱化学では先づ熱の單位をきめる必要がある。單位にも種々あるが、最も普通に用ひるものは「カロリー」(Calorie)である。水を加熱するに要する熱量が最大である故、科學界では水を引き合ひに出して熱量の大小を計るのである。

一坩の水を攝氏一度上昇するに要する熱量を坩カロリーと云ふ。これを Cal. で示す

一瓦の水ならばただカロリーと云ふ。cal.

そこで Cal. を大カロリーとも稱し、製鍊界に於ては常にこの大カロリーを使用する。例へば、今炭素(C)と硫黄(S)が酸素氣中(O₂)に於て燃焼即ち酸化する場合に發する熱量を計算するには次式を用ひる。



$$97,000 \div 12 = 8,080 \text{ Cal.}$$

これは十二坩の酸素が三十二坩の酸素と反應して四十四坩の炭酸瓦斯を生じたとせば、一坩の炭素が完全燃焼をすれば、八〇八〇カロリーの熱量を發することを示す。但し十二とあるは炭素の分子量を示す。



$$29,000 \div 12 = 2,417 \text{ Cal.}$$

炭素が若し不完全燃焼をして一酸化炭素になつた時は、ただ二四一七坩カロリーを出すに止まる。



その一酸化炭素が更に酸化を進めて、二酸化炭素即ち完全に燃焼したとせば、一坩の炭素につき五六六坩カロリーの發熱を見るのである。即ち一の炭素が一の酸素と結合する發熱量よりも、第二次の酸素と結合する場合に於て遙かに多量の熱を出すのである。處がこの反應は一種の可逆反應と云ふものであり、相互反應する場合の溫度によつて方程式の右左何れ

にも進行する性質の反應である。即ち



と云ふ反應式が一般的である。大體攝氏千度位までは CO_2 が存在し得るが、それ以上になると分解して CO に逆もどりする。即ち



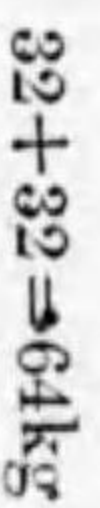
と云ふ式になる。分解する時は、化合する時と正反應で發熱の代りに吸熱の現象をとる。その時は「マイナス」即ち負符號をつける。かくて我等は一疋の炭素が完全燃焼する場合の生成熱（或は構成熱）は八〇八〇疋カロリーであることを知る。

鐵 (Fe) が亞酸化鐵 (FeO) に燃焼する場合も、矢張り同様の關係があり、一疋の鐵に對する構成熱は一二〇〇疋カロリーとなる



硫黃 (S) が燃焼する場合は、普通亞硫酸瓦斯 (SO_2) となるのであり、特に酸化を促進し

た場合に限り硫酸瓦斯ともなる。次式に示す如く、三十二疋の硫黃から七一〇〇〇疋カロリーの發熱がある故、一疋に對する構成熱は約一二二〇〇疋カロリーと云ふことになる。



石炭の中にはその種類の如何により、炭素の含有量に大小がある。のみならず水素もあり灰分もある。炭素と水素は發熱體であるが、灰分は邪魔物でしかない。原料炭としては炭素含有の高いものを上等とする。我等の石炭の中に炭素の含有量が八割以上あれば、先づ以つて優良炭の部類に入る。上等の無烟炭ではそれ以上の炭素を含有して居るから、一疋の發熱量は七千疋カロリー以上に達するものである。我等の爐内に於てはその狀況の如何により、石炭のみならず硫黃も鐵も燃えるのであるが、到底石炭の發熱量には及ばず、鐵は最も低いのである。硫黃は時として燃料の役目をするが、鐵を燃料とする場合は普通には起らない。かくて、熱化學に於ては次記三つの原則を牢記しておく必要がある。これによつて熔鍊が出来るのである。

(一) 元素が化合する際に發生する熱量は一定不變である。これは生成熱が一定であるとの意である。従つて一旦出來た化合物がもとの元素に分解、還元する時は生成熱に相當する熱量を吸収する。

(二) 一舉に化合物が出來ても、數段に出來ても結局生成の全熱量は相等し。
(三) 一元素(例へばC)を中心として起るところの幾多の化學反應(例へばCO, CO₂)が、外力の添加(例へばO)により個々に出現する時は先づ常に最大熱を生成する結合を成さんとする。

例へば熔鑛爐内に於て製鍊を行ふ時、それが銅の爐に在つては、一疋の調合物を熔鍊するに要する熱量は平均七〇〇疋カロリー位であるに反し、鐵の爐ではその五倍内外の熱量を必要とし、加之、爐内に於ける最高溫度は前者に於て攝氏千三百度以下なるに對し後者に於ては更に三百度位も高いことを必要とする。これは銅鑛の場合における調合物中には燃焼して發熱する物質を含有し、而もその調合物は熔け易い性質のものであり、更に反應は大體酸化作用であるためである。鐵の爐にあつては反應が還元作用である上、吸熱を必要とする多量

の石灰石の混在の外、調合物が熔けにくいのである。それ故、銅鑛石の品位が三%でもやれるが、鐵鑛では六〇%位なければ引き合はぬことになる。尤もそれは銅の單價百疋百三十圓以上に對し銑鐵が十圓以下と云ふやうな關係も考ふる必要がある。

燃焼と燃料

燃焼と云ふことは、元素が光と熱とを發して烈しく化合する現象を云ふ。尤も自然燃焼と云ふ場合もあるがこれは例外としたい。燃料の燃焼は世人が最もよく知つて居る。然し燃焼なる現象を惹起し、これを持續せしむるためには條件がある。

1. 發火溫度に達せしむること
 2. 燃焼溫度の持續
 3. 空氣即ち酸素の十分なる供給
 4. 燃焼瓦斯即ち化合瓦斯を即座に反應圈外に除去すること。等これである。
- 鑛石の熔鍊に向つても亦全く同一の條件が必要である。(1)、(2)に對しては爐の必要がある。

(3)に對しては送風機、(4)に向つては排氣機又は煙突がなければならぬ。これだけは最小限度の要求であり、絶對必要の設備である。尤も實際の稼行に於て、鑛石の種類や製鍊法の如何により幾多の附帯工事がいるのであつて、以上のやうに簡單にはゆかない。

燃料 (Fuel) 熱源としての電熱は例外として、普通吾等の要求する燃料を羅列して見ると、薪、木炭、瀝青炭、無烟炭、コーク、瓦斯コーク、天然瓦斯、發生爐瓦斯、重油及びガソリンの外微粉炭等もあり、その他褐炭とか泥炭も燃料となり、更に銅の爐内では硫化鐵も燃料となる。

これ等の諸燃料はその燃焼溫度を異にし、上等のコークは最も高く攝氏二千度位である。大體コークに火つきの悪いと云ふのはこの發火溫度が高いためである。薪類は遙かに低い。往昔は薪を使用し、それが木炭となつたが今では補助用に過ぎない。十六世紀頃から漸く石炭の使用となつたが、それから出来るコークとともに製鍊用として最も大切な二大燃料である。鐵の熔鑛爐が英獨に出現すると共にコークの必要が俄然として高まつた。

これ等諸種の燃料は時代により國々によつて重要性を異にするのは自然であり、大いに考

ふべき問題である。英國では南方に豊富な大炭田の存在により、石炭によるところの反射爐類が勃興し、多量の石炭を使用したのに反して、獨逸では爐の構造と燃料の節約と相俟つてコークが主要燃料であつた。濠洲では東南方のニューカッスル附近で大炭田と鐵鑛の産出から其處に工業地帯が出現した。瑞典では木炭が隨處に供給されるから木炭を使用する有名な木炭銑即ち瑞典銑が生産された。木炭には硫黄や燐類の有害物が少いために一舉に優良な製品が得られる。然し銑鐵爐の用途としては、何と云つても堅緻で多孔質なコークが萬能なる燃料ではある。それに好適の石炭が即ち適性炭である。所謂原料炭とニュースでさわぐものである。適性な石炭を原料として製出された適正のコークを使用することが製銑爐に向つて最も大事である。然し製鋼用平爐等に向つては發生瓦斯を使用するのが普通である。

石油の産出に於て世界的王座を占めるところの米國では、二十世紀以降に於て重油を銅の反射爐に利用して大いに効果をあげて居る。それと同時に石炭を粉塵狀とした微粉炭はより以上一般的に使用されて居る。世界に於ける産銅量の過半は微粉炭による。だが、十年前から米國では天然瓦斯を製鍊用に利用して成績を擧げて居る。

假りに一疋の調合物を熔鍊するに要する熱量を千疋カロリーと推定して、普通の微粉炭と重油及び瓦斯三種の燃料を比較すると、調合物一疋當りにつき燃料の所要量はそれぞれ百五十疋、百疋及び百十立方米と云ふことになる。然し單位重量の點から見れば、重油の發熱量は遙かに石炭に勝つて居るが、大體それ以上に單價が高いのである。燃料の種類如何が爐に影響を與へぬものとすれば、結局の問題は單價即ちコストの如何によりその撰定がきまることになる。若し電熱を使用するものと假定すると、一キロワット時の電力は八六〇カロリーを出す計算である故、千疋カロリーに於ては一六〇キロワット時に當ることになる。それ故に、熔鍊用の熱源として電力を使用することは一般的に考へ得られないのである。

銅の爐には日本で微粉炭の妙用により世界的のモデルを示して居る。これは劣等炭でも有効に使用し得るものであり、歐米諸國が失敗して匙を投げたものである。

鉄鐵用のコークの生産は製鐵所にはつき物であり、その施設の如何は實に製鐵所の生命線と云ふべきものである。従つてコーク爐の構造その他に就ては幾多の技術がある。以前にはビーハイプ型の原始的なものであつたが現在では燃焼瓦斯やアンモニア等を副産するところ

の蓄熱式レトルト型コークス爐の活用を見る。

爐と耐火物

各種の金屬製鍊用としてそれぞれ適應する爐が必要である。今主要なものを種類別にすると、その形態による場合、使用燃料による場合及び作業法による場合等様々に考へられるが、最後の場合として我等の爐 (Furnace) は大體左記の三様に區別され得る。

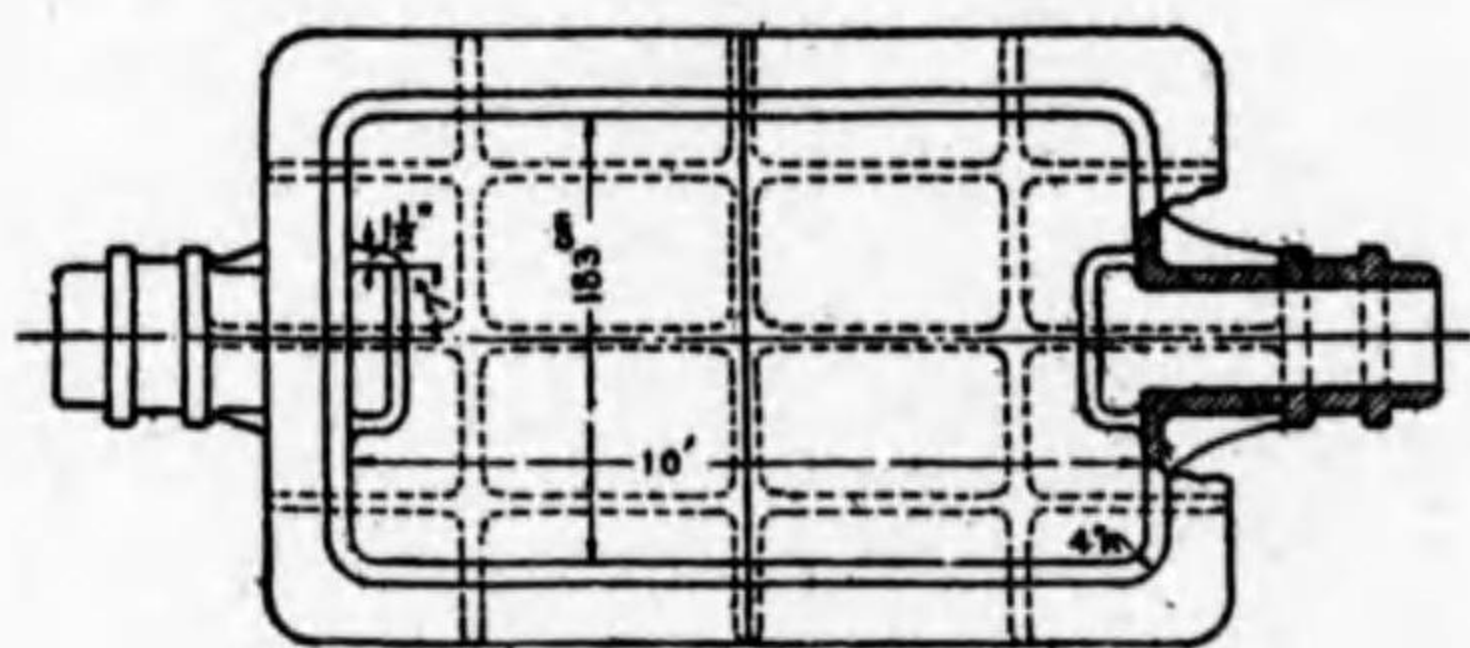
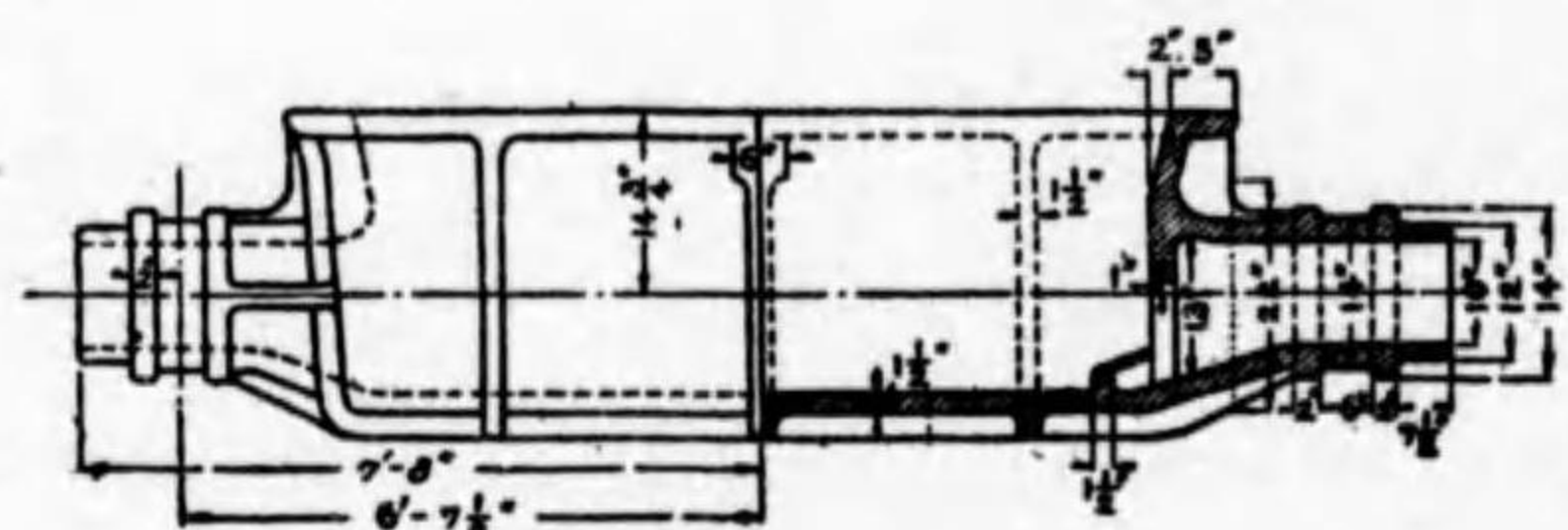
- (1) 焙 燒 爐 (Roasting F.)
- (2) 熔 鍊 爐 (Smelting F.)
- (3) 金屬の生成爐 (Metal making F.)

(1) は一種の準備作業に適し、その重要なものは粉鑛焙燒又は燒結爐である。尤も後者の目的は焙燒と云ふよりは、粉鑛を塊状とすることにある。鐵粉鑛の場合は即ち後者に屬し、グリナワルトと稱する皿型爐又はグレンダル爐、又はルッペを作る回轉式傾斜圓筒爐等がある。

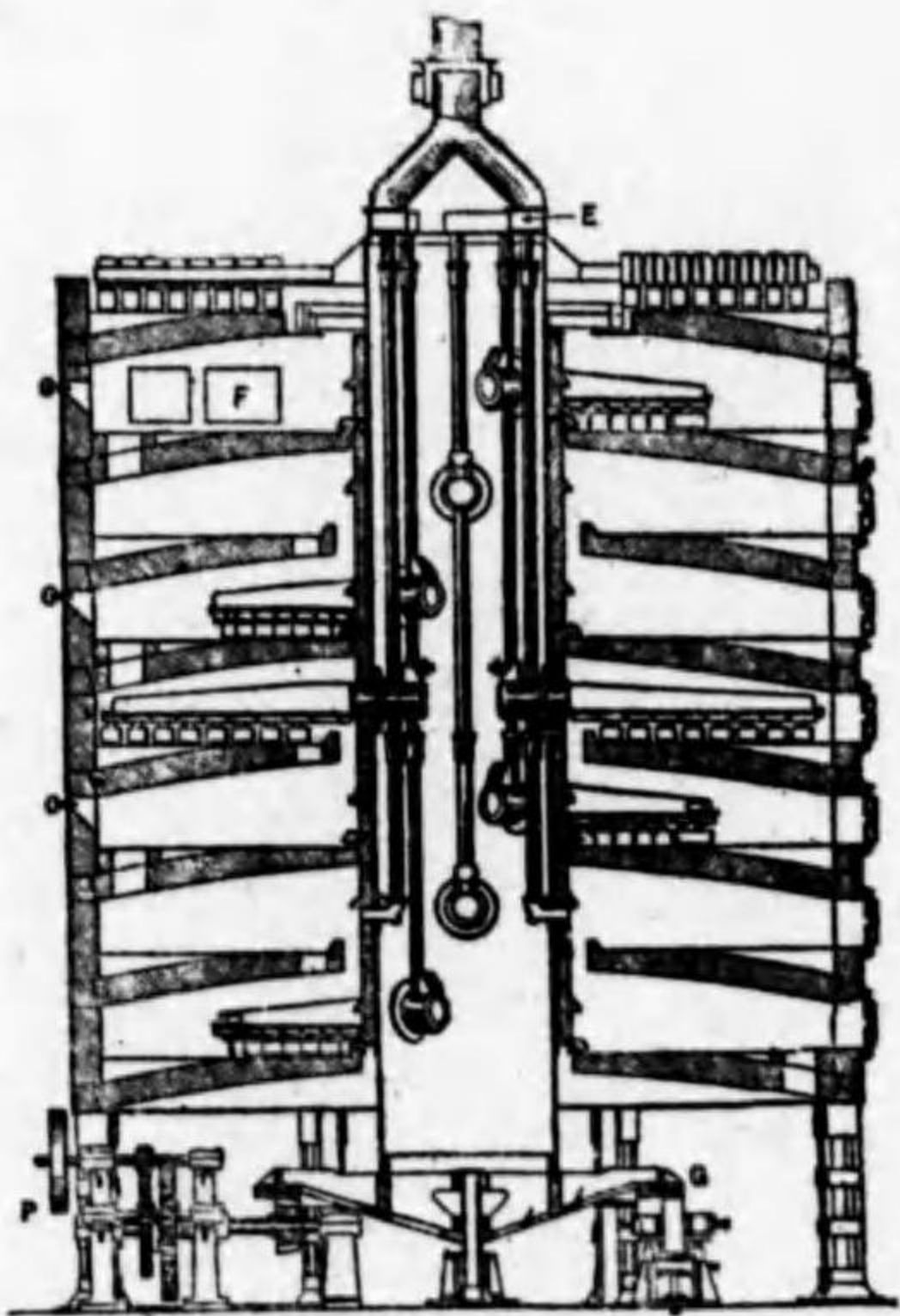
銅、亜鉛、鉛鑛等に向つては殆ど絶対にこれを必要とする。銅鑛では生鑛吹を行ふ時以外に於てこれが必要となる。鐵鑛と異なりこれ等は全體硫化物が調合の主體であるから、先づこれを焙焼して硫黄を追ひ出し、これを酸化物とした上で製鍊するのが有利である。亞硫酸瓦斯として驅逐した硫黄は硫酸の原料に利用される。この時に要する熱源は大體として硫黄自身の燃焼熱による。

一般的焙焼爐としては、示圖のやうなマクドウガル式の機械的によるが、粉鑛の團結用としては、鐵と同様グリナワルト皿型爐(示圖)とか、ドワイト・ロイド式のエンドレスの帶型爐(示圖)等が使用され、後者は鉛の製鍊には缺くべからざる設備である。尤も稍々古い方ではポット即ち壺燒爐もある。然し壺燒では燒結した大塊が五甕から十二甕位の大きいものとなるので、更にこれを數吋大に碎いて爐に投入すると云ふ手數がかかる。

(2) は製鍊の核心たるもので最も重要である。塊鑛用としては、鐵、銅及び鉛等には所謂熔鑛爐が使用され、それには壓風を使用する關係上これを *Blast Furnace* と呼ぶ。銅の粉鑛用には反射爐 *Reverberatory Furnace* があり、これが世界産銅の生命を司つて居る。亞



(1)



(2)

鉛は熔鍊するのではなく、蒸餾法によるので、それにはレトルト型の爐が使用される。これはベルギー及び獨逸に於て發達したものである。これは焙焼した酸化亞鉛鑛に適用されるものである。これ等に関しては更に後述する。

(3) 鐵、鉛及び亞鉛については上述の方法によ