

書叢小學工

論概程工冶採

冊 上

著一虎崎宮

譯吾新郝

行發館書印務商

工學小叢書

採治工程概論

上冊

宮崎虎一著

郝新吾譯

商務印書館發行

目錄

第一章

總論

一

第一節

採鑛冶金之意義

一

第二節

古代之採鑛冶金術

七

第三節

中世鍊金術之迷夢

一九

第四節

鐵鋼與文明

二九

第二章

採鑛冶金之概念

四七

第一節

採鑛

四七

第二節

選鑛

七九

第三節

冶金

八八

第三章

金屬鑛業

一〇九

第一節	金	一〇九
第二節	銀	一五一
第三節	鉛	一六二
第四節	銅	一八〇
第五節	鉑	二三一
第六節	鉍	二三八
第七節	鋁	二四四
第八節	鋅	二五八
第九節	鎬	二八一
第十節	錫	二八四
第十一節	鎳	三〇〇
第十二節	鈷	三一〇

第十三節 銻.....三二三

第十四節 砷.....三二一

第十五節 汞.....三二六

第十六節 錫.....三三一

第十七節 鉬.....三四〇

第十八節 鉻.....三四三

第十九節 錳.....三四八

第二十節 鎂.....三五〇

第四章 鐵與鋼.....二五八

第一節 總說.....三五八

第二節 鐵礦石.....三六二

第三節 銑鐵製造法.....三七三

第四節 鍊鐵及鍊鋼之製造法.....三八五

第五節 鋼之製造法.....三八八

第六節 鋼塊鑄造及鋼塊之性質.....四一一

第七節 鋼材造形法.....四一五

第八節 鐵鋼之組織及碳鋼之性質.....四二四

第九節 銑鐵之性質.....四四二

第十節 鑄造法.....四四八

第十一節 特殊鋼.....四五一

第五章 石炭.....四七一

第一節 石炭鑛業之發達.....四七一

第二節 石炭之成因及存在.....四七四

第三節 炭山之作業.....四九〇

第四節 石炭之利用.....五三五

第六章 石油.....五五八

第一節 沿革.....五五八

第二節 成因及分布.....五五九

第三節 石油之產出.....五六二

第四節 採油.....五六六

第五節 製油.....五七九

第六節 油母頁岩.....五八四

第七節 天然煤氣.....五八六

第八節 土瀝青.....五八七

採冶工程概論

第一章 總論

第一節 採鑛冶金之意義

採掘埋藏於地殼中之有用鑛物之作業，謂之採鑛 (mining)。掘出之鑛石，以機械的作業選別之，提高其品質，謂之選鑛 (dressing)。選鑛之後，再以化學的手段製鍊精製之，以物理的方法加工之，謂之冶金 (metallurgy)。

採鑛、選鑛、冶金三階梯，互相關聯，為開發利用地中寶庫必需之作業。就中，選鑛或附屬於採鑛，或視作冶金之準備作業，故以上三作業，普通包含於採鑛冶金之內，一般稱為採鑛冶金之事業，或

鑛業。

鑛業於人類之文明發達上，有最密切之關係。僅恃動植物以營生活之原始時代之人類，至染指利用天賦之地寶鑛物，所用器具，漸次發達，生活狀態，漸次改善，爲進入文明之第一步。太古人類，鑛物之利用，金屬之知識，既漸發達，金、銀、銅、鐵、鉛、錫六種金屬，有史以前，即已採掘利用，而石器更無論矣。自此以後，數千年來，地中寶庫之開發，無時或絕，加以科學之進步，現今不獨已發見之金屬元素，達五十餘種，其多數皆爲吾人所利用，下至石炭、石油、寶石、石材等，因採鑛冶金術之應用，亦大爲開發，鑛業之貢獻於人類物質文明，實超乎吾人之想像矣。

尤其自近世紀世界的產業革命以來，機械之應用，駸駸日進，遂使人類之文化，以非常之速度而發達。然現代機械之代表火車、輪船、汽車，固不待言，即驚人的發明征服未有人類足跡之北極之飛船，亦非不明鐵鋼精巧之技術，輕金屬（light metal）鋁之利用不發達，所能成功。又此等文明利器之活躍，亦非俟石炭、石油、完全的使用，所能實現。由是言之，鑛物利用之革進，誠文明之先驅，採鑛冶金術之於世界人類，雖謂負有文化之母之大任，非過言也。

自古以來，鑛物資源豐富之土地繁榮，金屬利用殷盛之國民文明。徵諸過去數千年之歷史，民族之興亡，國家之鬭爭，與鑛業有關係者極多。世人每謂國家富強之標尺，可以鑛業發達之程度表之，誠以鑛業在國家的經濟上，爲極重要之原始的產業故也。在物質文明高潮之現代，此種事實，更屬明瞭。現今列強莫不汲汲焉，因地之利，借科學之力，虎視眈眈，集中其力於鑛業之發達，以期收世界之霸權於其掌握之中。今試觀其趨勢：美國擁廣闊之處女地，豐富之鑛山，熱中於採鑛與開發，現在鐵鋼業，固不待言，即銅、鋅、鉛之產額，亦各占世界總產額之半，石炭、石油之產額，亦凌駕列強，遂出現今日之黃金時代。英國本土，雖頗狹隘，然自十九世紀後半，柏塞麥氏發明製鋼法，製鋼法上發生未曾有之革命以來，鋼之利用，與其石炭之富，促成其機械業、造船業之大發展，世界之海上權，遂至爲其所制。其勢力下之印度、澳大利亞、南阿非利加、南洋、加拿大等巨大土地所包藏巨額之地寶，其量更不可勝計。南阿非利加、脫蘭斯瓦爾，金之產額，達四億圓，過去四十五年間，英國所得金塊之量，達九十億圓；南洋英國殖民地，爲豐富之錫產地，世界錫產量之過半，亦在英國掌握之中。德、法均有數百方哩之豐富之鐵鑛床及優良之大炭田，此寶庫常爲兩國戰爭之誘因，亦爲兩國造成今日物

質文明之礎礎。日本雖屬島國，土地狹隘，鑛產物之數量，不足與列強相伍；然各種鑛物，均略有埋藏，主要者爲石炭與銅；油田北起庫頁，南達臺灣，各處分布；鐵鑛及其他鑛物，藉科學之力，將來發展之可屬望者，亦決不少；況我東北四省現今是在日人控制之下，此四省所儲石炭、含油頁岩、鐵鑛之豐富，世界罕有其比。

以上各種鑛物之產出狀態及金屬之製鍊趨勢，後章再詳述之。

鑛業之範圍

鑛業爲採掘地殼中鑛物，以供人用之事業，已如前述。故從科學上言之，自金、銀、銅、鐵等金屬鑛物之採鑛冶金，以至非金屬鑛物石炭、石油之採掘，石材、寶石之採掘，凡屬鑛物採掘利用之事業，均應在鑛業之範圍以內。雖然，鑛物有種種，其重要之程度各異，自不待言。就中，金、銀、銅、鐵等金屬，石炭、石油等非金屬，皆培植世界文明之基礎所必需，皆國家經濟上極重要之資源。然此等重要鑛物，其濃集足供採掘之部分，卽所謂鑛床，在廣大之地殼中，不過九牛之一毛，其埋藏量殆爲微微。且其分布深淺無常，吾人所接觸者僅地表，發見鑛床之機會，大受限制。又鑛床縱露出於地表，採鑛作業，亦

非易易。由是言之，鑛床誠不能不謂爲可貴不易得之天賦財寶也。又就實際方面言之，鑛業之目的，在採掘地中埋藏之鑛物，與土地之所有權，常有深切之關係。故各國各視其國情，就國家之經濟上，鑛業經營之必要上，以法律規定鑛業之範圍，於國土內之寶庫，予以適當之保護及監督焉。

自太古人類開始利用鑛物以來，已數千年。此數千年間，露出於地表之鑛物，其減少之程度，與年俱進。埃及及古代金山大行採掘，數將及百，然六千餘年後之今日，空存遺跡，金之鑛業，殆無復存在者矣。現在列強或憂石炭、石油之將盡而論其壽命。或計算鐵鑛之埋藏量而論國家百年之大計，蓋亦因地殼中之鑛物有限，寶庫之扉一開，採掘盡後，不能復生，與動植物有異，故也。

現今因科學之進步及其應用，採鑛冶金之技術，面目一新。前世紀末以前，地表垂直五千尺以下之鑛物，因地熱之增加，及運搬之困難，採掘作業，殆不可能。然今日則南阿非利加之金山，美國蘇必略湖畔之銅山，印度之金山，豎坑之深，達千五百呎（meter）以上，即五千尺以上者不少，在歷來所不能達到之深度，地中寶庫之下底，從容進行採鑛作業焉。選鑛方面，例如浮游選鑛法，輒近因科學的方法發明，無價值之貧劣鑛石，亦可行經濟的處理。冶金方面，前世紀中葉以前，棄置不顧之土

壤鐵礬土礬，今亦可製鍊爲鋁，爲促進航空機發達上極重要之輕金屬；而以地表隨處皆是之黏土爲原料，以供製鋁之用之計劃，亦有曙光矣。如上所述，科學之發達，誠予吾人以開發地下寶庫之鍵，而擴張吾人礦物利用之範圍。雖然，自一般觀之，現今科學之力之於地中礦物，其應用之範圍，固猶甚狹，有用礦物之能爲吾人所利用者，其數量固猶甚局限也。能爲吾人利用之礦物，埋藏量既有限，故礦業與一般化學工業異其趣，各國對此重要之原始的產業，莫不予以保護獎勵，不許濫行採掘，以求完全之利用。例如英國，昔以礦物爲國王所有，今日金銀礦，猶爲國王專有，其他礦物，方爲地主所有。美國礦物雖屬於土地所有權內，然採掘地主不能擅專，有一定之制限。其他法、德、奧、意、比等國，則礦物權與土地所有權，互相分離。

日本礦物定爲國有，採用礦業自由主義，法律上規定礦物之種類，人民得許可後，可以經營礦業。日本之法定礦物，爲金、銀、銅、鉛、銻、錫、水銀、鋅、鐵礦、硫化鐵礦、鉻鐵礦、錳礦、重石礦、鉬礦、砷礦、磷礦、石墨、石炭、亞炭、石油、土泥青、硫黃等二十三種，砂礦、廢礦、鑛滓等，亦視同礦物。經營此等礦物之採掘及其附屬之選礦冶金之事業，爲其法律上之礦業。雖然，此種狹義之礦業，範圍常隨時代、隨地方、隨

情形而變化，一般所謂鑛業，由廣義解釋之，下至土石之採掘，或鑛石之單獨製鍊，金屬之加工業，舉凡應用採鑛冶金之技術者，由科學上觀之，皆爲鑛業。

第二節 古代之採鑛冶金術

於詳述現代採鑛冶金之原理及技術以前，請一言古代鑛業之起源及鑛物利用之發達。

考古學者說明人類發達之歷史，以人類使用之器具爲標準，分之爲石器、銅器、鐵器各時代 (Stone age, copper age, iron age)，此等器具之材料，莫非利用鑛物。

原始時代人類之生活狀態，觀現今阿非利加、澳大利亞等地蠻人之生活狀態，大概可以想像。彼等飢思食，則跋涉山河，彷徨原野，採折果實草根，狩獵禽獸以果腹，其最初使用之器具，不過木棒石片而已。然彼等於宇宙之森羅萬象，以理智之力觀察之，更進而講求生存之方法，努力無時或息。於是時也，彼等或則偶然於草叢之中，發見金色燦然之砂金，或則見山上赤褐色之鑛脈而止步，俯拾自然銀、自然銅等美麗之結晶，延展之爲刃物或簇，以爲彼等之武器。

即在現代，金、銀、銅等金屬，以自然金屬（native metal）之狀態，發現於地表者，亦尚不少。俄國烏拉山中，澳大利亞砂金地帶，俱曾發現鉅大之金塊，北美湖水地方，自然銅之產出甚多，此等事實，均足證明太古以來，數千年間，採集利用之自然金屬數量之不少。

使用此等自然金屬，金、銀、銅之太古人類，最初與他種動物同，頗畏火熱，視同魔物。及知利用火熱，知以火燒煮食物，以火取暖，彼等生活之進步，遂劃一時期。及再進而知以火熱製鍊氧化礦物爲金屬，可謂爲冶金術之紀元。古代之製鍊術，蓋發現於偶然，必焚火之際，該處放置之礦物，偶然爲所熔解，還元成爲金屬粒，混存於灰燼之中，爲彼等所發現，彼等驚其奇異，進而研究之，製鍊術因而發現，無疑也。又彼等最初所行之金屬製鍊，其原料必爲在低溫度易於還元之礦物，亦無疑也。例如露出於地表之銅鑛脈，其中之孔雀石，色青綠而美麗，易惹起彼等之注目，焚火時亦易還元成美麗光耀之金屬銅；又如鉛之氧化礦物，其比重之大，亦足引起彼等之注意，在低溫度亦易還元成金屬鉛；此等礦物，應爲太古人類最初應用冶金術之礦物。

有史以前，人類金屬利用之發達，如上所述，首採集地表分布極廣之砂金，次採集鑛脈露頭中

之自然銀、自然銅，更進而製鍊銅、鉛之鑛石，發現鐵、錫等鑛石之製鍊方法，以後此等金屬之加工漸臻熟達之域，此至當之想像也。至各地方各民族所用金屬之種類，及採鑛冶金術發達之順序，因環境之不同，互有差異，自不待言，又南美安第斯山地方所遺先史民族文化之驚異，我國美索不達米、埃及、印度等太古之文明，得力於採鑛冶金術之應用者不少，不難想像也。輒近金屬物理學進步，對於太古時代之廢墟古墳內掘出之金屬遺物，作有組織的研究，上溯太古，以明當時採鑛冶金術發達之狀態，誠極饒興味之事也。

以下，以古代文明之巨擘埃及及人鑛物利用之狀況爲基準，一述古代採鑛冶金術發達之變遷。據埃及及歷史，紀元前三五〇〇年，即埃及第一王朝以前，已有有史以前之太古民族，侵入其國。彼等割據於尼羅河流域各地，移植學術技藝來此，廣播後來埃及文明之種。當時，此民族對於金屬，已有相當之知識，砂金製作之裝飾品及銅器，曾經使用，可以想像而知。尤其銅之加工法，埃及自古代以來，即甚發達，彫刻所用之鑿、小刀以及刀劍類古代銅之遺物，發掘出世者甚多；金之加工品，亦極精巧。又第四王朝，即紀元前約三千年，南方魯比亞（Nubia）地方，亦有金鑛之採掘及製鍊，已大

爲進步之說。

銀之以自然金屬狀態產出者，不似金之多，自然銀不過有時存在於銀之鑛床露出部而已。銀在古代，較金更爲珍重，其故蓋由於此。據冶金學者戈蘭德教授之說：埃及最初之銀，係得自魯比亞產出之金塊中，係用食鹽，使成氯化物，行金銀分離法而得出者。然此種化學的製鍊術，彼等究發現於何時，歷史上並無確實之證據。又有謂埃及最初之銀，係由敘利亞方面輸入者。

銅在埃及之利用，如前所述，太古以來，即已發達，當時之銅器等遺物，在美術工藝品上，可值驚嘆者頗多。然銅之鑄造，在技術上，殊非易事，埃及在古



圖 1 古代埃及鑛山市街地之遺跡