

硫砷銅礦的發現與金瓜石礦山

Discovery of Enargite and Jinguashi

駱淑蓉¹ Shu-Jung Lo

摘要

明治 37（1904 年），金瓜石礦山發現硫砷銅礦，從此由金礦山轉為金銅礦山。硫砷銅礦是一種什麼樣的礦石？它在金瓜石礦山的分布情形如何？它的製煉方式與一般的金礦石有什麼不同？明治、大正年間的金瓜石礦山，因為硫砷銅礦的發現帶來什麼樣的改變？本文擬透過礦業史料中對於硫砷銅礦發現的記載，回顧明治與大正年間的金瓜石礦山史。內容包括硫砷銅礦發現的源起、本山礦床與第一長仁礦床的異同、硫砷銅礦的特色以及臺灣總督府與日本礦物學界所做的調查報告，等等。

關鍵字：硫砷銅礦、金瓜石礦山、濕式製煉、乾式製煉

Abstract

In the 37th year of Meiji during the period of Japanese rule (1904), enargite was first discovered in Jinguashi. This discovery had turned Jinguashi not just a gold mine but a gold-copper mine since then. What is enargite? What is enargite's distribution in Jinguashi? How is the enargite refining method different from the refining method of gold? What kind of changes did the discovery of enargite bring during the period of Meiji and Taisho (from 1895 to 1925)? This article intends to review the Jinguashi's mining history during the Meiji and Taisho period from the perspective of the discovery of enargite. This article covers the discovery of enargite, the differences between Benshan Tunnel and Changjen First Tunnel, characteristics of enargite and the investigation reports done by the Office of Governor-General Office of Taiwan (the highest administrative institution existed under Japanese rule) and Japanese mineralogists.

Keywords: enargite, Jinguashi, hydrometallurgy, pyrometallurgy

壹、前言

臺灣島上的硫砷銅礦，主要產於金瓜石礦山礦床，這是山金礦中較為罕見的類型，在硫化銅礦石中蘊藏著豐富的金與銀。金瓜石礦山因為硫砷銅礦的發現，由金礦山轉為金銅礦山，為了粹取礦石中的金銀及銅，必須改變製煉的方式，促使熔礦所的興建，以及乾式製煉法技術的革新。硫砷銅礦在日治時期，是臺灣本島代表性的礦石之一，除了稀少性，其豐富的礦藏量更是世界少見。

金瓜石礦山除了高品位的金礦享有盛名，硫砷銅礦礦床的發現，更讓金、銅礦產量開始達到前所未見的高峰。金、銀、銅礦的高額產量又與製煉方法息息相關。為了製煉這批礦石，礦山經營者逐年規劃興建精礦所、搗礦所、砂礦所以及泥礦所等選煉礦設施、鋪設運輸用軌道、架設空中索道等等，礦區景觀逐漸產生變化。

明治 28（1895）年日本治臺後，為有效掌握臺灣島的現況以及各項資源，積極進行各方面的調查工作，這也包括地質、礦產等資源的產業調查。以明治 29（1896）年臺灣總督府的官制為例，民政局之下設置包含殖產部在內的七個部；殖產部下則有包括鑛務課在內的四個課。有關產業、地質、礦物等調查工作，皆歸屬殖產部鑛務課。殖產部在明治、大正年間因為官制改革，名稱數次更改，但從明治 28 年到 44 年之間，在有限的經費與人力之下，間斷性地派遣所屬技師至臺灣各地進行礦山巡視以及礦物調查，以此實際踏查方式，終於逐漸掌握臺灣各地區地質風貌。特別是有關金礦、煤、石油、硫黃等具有經濟價值的礦物及產地現況。其調查結果可由每次調查結束後臺灣總督府出版的殖產部報文、巡視復命書或者調查報告得知，這也是認識日治初期臺灣土地與產業狀況極佳的第一手資料。

除了臺灣總督府所進行的官方調查，日本明治大正年間的地質與礦物學界，也對於臺灣這塊新版圖充滿興趣，他們有的是帝國大學地質系的教授，有的是受聘來臺為總督府工作的技師，皆具有一定的礦物學背景。藉由上述臺灣總督府的報告資料，或是親自來臺參與調查的機會，記錄下臺灣的地質、礦物特性，並採集珍貴的礦物標本。

本文擬藉由前述礦山調查報告，以及礦物學界的礦物標本紀錄等史料記載，回顧金瓜石礦山硫砷銅礦發現的過程，以及金瓜石礦山因為這個發現所造成的改變。

貳、金瓜石礦山硫砷銅礦的發現

一、明治大正年間的金瓜石礦山沿革

光緒 16（1890）年，清朝政府（簡稱清政府）進行基隆河七堵段²縱貫鐵路鐵橋修築時，有工人在河道中發現砂金，引起基隆河淘金熱潮。光緒 18（1892）年，清政府於基隆廳設置金砂總局，於瑞芳設立分局，金礦開採納入政府管理。光緒 19（1893）年，採金者溯大、小粗坑溪而上，發現九份的小金瓜露頭。並於隔年發現金瓜石的大金瓜露頭，以及大粗坑、小粗坑的含金層。光緒 21（1895）年，甲午戰爭後臺灣割讓給日本，日本政府仿清制於瑞芳設立砂金署。明治 29（1896）年 9 月，總督府律令第六號訂定「臺灣鑛業規則及其施行細則」，為免小資本業者濫採，遂指定大阪的藤田傳三郎以及東京的田中長兵衛，這兩位當時有名的大礦業家發給許可。由合名會社藤田組領取鑛業許可鑛區番號第 1 號瑞芳礦山，鑛區面積 190 萬 3723 坪；田中長兵衛領取第 2 號金瓜石礦山，鑛區面積 178 萬 6070 坪。並於次（1897）年著手礦山開發。（臺灣總督府技師齋藤讓，1900：38-55。）

¹ 任職於新北市立黃金博物館研究助理，lu.shujung@gmail.com

² 筆者 2012 年曾向唐羽先生求證，部分史料所記載的“八堵鐵橋”應為七堵河段鐵路鐵橋。亦即今七堵變電所前橫跨基隆河的「昭和橋」（光復後更名為「大華橋」）下。唐羽，1985：123。

明治 31（1898）年，連培雲、周步蟾共同申請獲得礦第 178 號，取得武丹坑 12 萬餘坪、尤枝申請獲得礦第 186 號，獨得 4 萬 5000 餘坪，雖然試掘舊坑但以失敗收場。明治 34（1901）年，頂得礦權的木村久太郎在武丹坑溪間發現新礦脈，自此銳意開發日漸興盛，是為牡丹坑金山。正式成為金瓜石礦山、瑞芳礦山與牡丹坑礦山三金山鼎立的狀態，俗稱「基隆三金山」（以下同）。（林朝榮，1950：32）

明治 34（1901）年，田中長兵衛過世，事業由其長子安太郎以二代目田中長兵衛名義繼承。明治 37（1904）年，金瓜石礦山發現硫砷銅礦及第一長仁礦床，於明治 39（1906）年在水湳洞興建製煉用熔礦爐，並於明治 40（1907）年完工，從此金瓜石礦山開始以乾式製煉法製煉長仁礦床產出的硫砷銅礦。大正 2（1913）年 6 月，金瓜石礦山合併牡丹坑礦山，礦區更具規模。大正 7（1918）年，金瓜石礦山由二代目田中長兵衛擔任社長的「田中鑛山株式會社」繼承，由田中清任職金瓜石礦山所長一職。

大正 12（1923）年，受第一次世界大戰戰後經濟低迷影響，金瓜石礦山因製煉用的配合劑（硫化鐵礦、石灰石）成本過高，遂停止本島唯一的乾式製煉，改將礦石賣給日本鑛業株式會社在大分縣的佐賀關製煉所。大正 14（1925）年 12 月，後宮信太郎收買金瓜石礦山，成立「金瓜石鑛山株式會社」，田中家族在金瓜石的經營，自此完全畫下句點。

【表 1】明治大正年間的金瓜石礦山與製煉所發展沿革
作者製表

年代	礦山	金瓜石礦山
1896(明治 29)		總督府律令第六號訂定「臺灣鑛業規則及其施行細則」 10.26. 田中長兵衛領取鑛業許可，礦區番號第 2 號
1897(明治 30)		10.15 著手採礦事業
1898(明治 31)		1. 開始金礦的濕式製煉法（混汞法） 2. 設置第一精礦所
1899(明治 32)		設置第二精礦所
1900(明治 33)		設置第三精礦所
1903(明治 36)		設置第四精礦所
1904(明治 37)		1. 開始併用濕式製煉的氰化法 2. 設置第五精礦所
1905(明治 38)		發現豐富的含金銀硫砷銅礦床
1906(明治 39)		1. 於水湳洞新設熔礦爐 2. 第二精礦所改為泥礦製煉所 3. 第五精礦所改為砂礦製煉所
1907(明治 40)		1. 熔礦爐興建完成，開始併用乾式製煉法製煉 2. 第四精礦所改為搗礦製煉所 3. 廢止第一精礦所
1908(明治 41)		廢止第三精礦所
1910(明治 43)		1. 開始收取第一長仁礦床的沈澱銅 2. 陸續發現第二、第三、第四長仁礦床
1913(大正 2)		田中組合併木村久太郎的牡丹坑礦山
1918(大正 7)		由「田中鑛山株式會社」繼承。
1925(大 14)		12 月，後宮信太郎收買金瓜石礦山，成立「金瓜石鑛山株式會社」

二、硫砷銅礦發現的經過

《臺灣鑛業會報》昭和 13（1938）年 3 月 30 日第 191 期，在〈雜錄〉內刊登一篇以〈金瓜石礦山硫砷銅礦發現的始末以及關係文獻〉為名的記載。內容敘述金瓜石礦山發現硫砷銅礦（Enargite）的時間、過程以及代表人物。首先介紹金瓜石本山礦床發現硫砷銅礦的經過如下：

明治 37（1904）年 4 月，當時擔任金瓜石田中礦山探礦主任技術員的安間留五郎氏，在本山三坑坑道內 151.5 公尺處，及其往下 30.3 公尺處的中段坑道內，發現石英礦脈中除了黃鐵礦之外，還有數處含有黝黑色銅礦成分的小結晶，因其數量有限，一開始並不以為意，但隨著坑道越往深處並向下掘進，其數量逐漸增多，即猜測可能是黝銅礦或硫砷銅礦。剛好該年 9 月，東京帝大工科採冶三年級學生阿部安積來臺實習，至瑞芳礦山與金瓜石礦山做調查，安間留五郎氏便委託阿部安積將此結晶採集帶回東京大學。阿部將此採集標本請教地質礦物學者神保小虎以及日本礦物學始祖和田維四郎兩位專家鑑定，經過化學分析與結晶面角測定的結果，確定為「硫砷銅礦（Enargite）」。神保小虎博士並於該年 10 月於地質學教室座談會上公開發表。

（作者不詳，1936：88-91）

同一篇記載當中，也記錄金瓜石礦山第一長仁礦床發現硫砷銅礦的經過，內容包括兩段不同發現者的陳述，一般皆視後者為第一長仁礦床發現的開始，以下並列兩段發現的內容供參：

明治 37（1904）年 9 月，來臺做地質調查的東大實習生阿部安積，在金瓜石礦山停留調查期間有一天在礦山的職員以及第三氰化場主任高橋氏的陪同下，來到當時都是芒草與蕃薯田的水湳洞海岸處，隨手用鋤頭敲打路邊一塊石頭，發現仿佛含有金礦。

事後分析結果得知其含金品位³在 10ppm 以上。高橋氏得知後即向小松仁三郎所長報告，並建議進行探礦，可惜並未獲得認可。高橋氏便獨斷率領工人從該標本採集處往下挖掘，不到數公尺處便發現豐富的藍色碳酸銅，持續大規模探礦的結果，終於發現龐大的長仁坑硫砷銅礦礦床。

（作者不詳，1936：88-91）

另一段陳述紀錄如下：

明治 38（1905）年 6 月中旬，前述金瓜石田中礦山探礦主任技術員的安間留五郎氏，帶領時任總督府礦務課課長的福留喜之助氏參觀礦山時，於金瓜石溪⁴北部小丘上發現類似石英的酸化礦石，經由福留課長的提醒，將礦石表皮剝下進一步調查，發現這個看似焦土的礦石中，存有石英的酸化礦，還有硫砷銅礦的粉狀物質交錯其中，經分析結果約有 10pp 的含金量，確定該區應為一豐富礦床的露頭。遂於同年 8 月從其北側向下 52 公尺處開鑿橫向坑道並往下掘進，果然發現龐大的硫砷銅礦礦床。便取金瓜石礦山礦主田中長兵衛姓名中的“長”及礦山所長小松仁三郎的“仁”兩字，命名此礦床為「長仁礦床」，該礦坑即為「第一長仁一番坑」⁵。

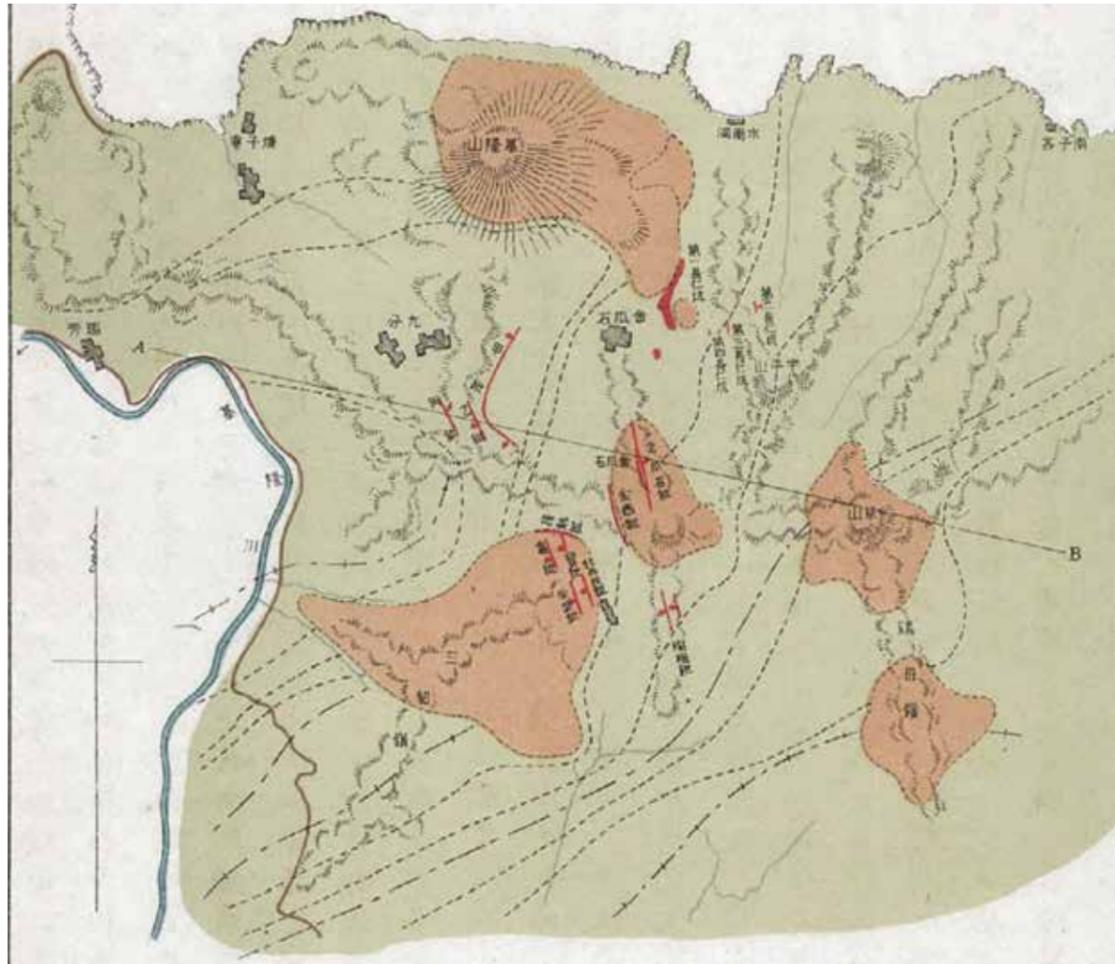
（作者不詳，1936：88-91）

受到前述發現第一長仁豐富礦床發現的激勵，金瓜石礦山開始更積極探礦，明治 43（1910）年，又陸續發現第二、第三及第四長仁礦床。金瓜石本山礦床與第一長仁至第四長仁礦床分布情形，可詳參圖 1。

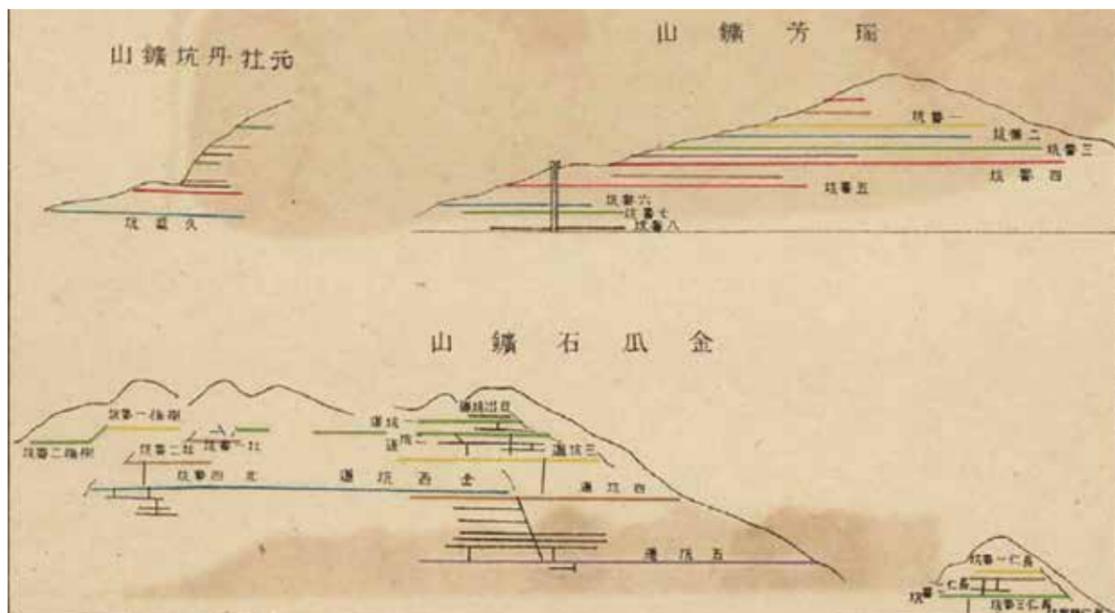
3 礦石的品位指的是礦石中有用礦物、金屬礦物的含有率，用來表示礦石的價值。1ppm= 百萬分之一，10ppm= 十萬分之一。例如：1 公噸的原礦中，含有 1 公克的黃金，其品位即以 1ppm 表示。根據 1911 年的紀錄，金瓜石礦山的最上礦含金品位約 612.5ppm，上礦為 50-117ppm，並礦為 15-30ppm，貧礦則為 2-3ppm。

4 唐羽先生在《臺灣採金七百年》一書提到此處的「金瓜石溪」應為齋藤讓〈視察報文〉中之內九份溪。唐羽，1985：117。

5 有關長仁礦床的發現，當事人之一的總督府礦務課課長福留喜之助，在昭和 12(1937)年《臺灣時報》1 月號〈談臺灣鑛業的黎明期〉一文中，也有詳細的描敘。



【圖 1】「金瓜石鑛山地質及鑛床圖」《臺灣地質鑛產地圖說明書》大正 15(1926) 年出版



【圖 2】「金山坑道平面及斷面圖」《臺灣地質鑛產地圖說明書》大正 15(1926) 年出版

三、本山礦床與第一長仁礦床的異同

本山礦床是金瓜石礦山最大的礦床，自清末光緒 20 (1894) 年本山礦床的露頭被發現後，到明治 30 (1897) 年田中組著手採礦事業初期，本山礦床的濫採情況不斷。明治 30 (1897) 年 1 月，田中組著手整理濫採坑口、規劃有秩序的開採方式，從海拔約 629 公尺⁶的金瓜石岩嶂近頂處開鑿本山一番坑，之後依序向下開挖二、三、四、五番坑。本山五番坑為本山礦床海拔最低的坑道，也是作為運輸、排水、通風等的主要坑道。本山礦床礦脈在三番坑以上屬於酸化礦帶，三番坑以下硫化礦物逐漸增多，金礦與銅礦開始同時產出，到了五坑附近已漸漸轉變為含金硫砷銅礦帶。

第一長仁礦床堪稱日本治臺後金瓜石礦山最重要的發現。第一長仁礦床露頭高度約為 360 公尺⁷，往下 52 公尺即海拔約 308 公尺處開鑿長仁一番坑，因由內部向上往露頭處大面積開挖，恐造成坑內坍塌，便以露天開採方式從坑外向下開採至一番坑位置，自此該岩嶂外觀完全消失。後來陸續往下開鑿長仁二番坑、三番坑及四番坑，四番坑的硫砷銅礦脈已和本山礦床的礦脈相通。可參考圖 2 以理解兩處礦床的斷面情形。

雖然本山礦床與長仁礦床皆發現硫砷銅礦脈，但前者礦床中的銅礦藏量不如後者豐富，所以並未大量開採。

6 原文為「海拔 2076 尺」，約為 629 公尺，頁 91，福留喜之助〈談臺灣礦業的黎明期〉《臺灣時報》1 月號，昭和 12(1937)。昭和 11(1936) 年島田利吉〈金瓜石鑛山特輯號〉《科學の臺灣》第四卷第六號第 202 頁，「…，海拔 638 米高的金瓜石岩嶂，…」，兩者所記載的高度略有出入。
7 同 6。原文為「海拔 1187 尺」，約為 360 公尺，頁 92。

參、硫砷銅礦的特色與製煉法

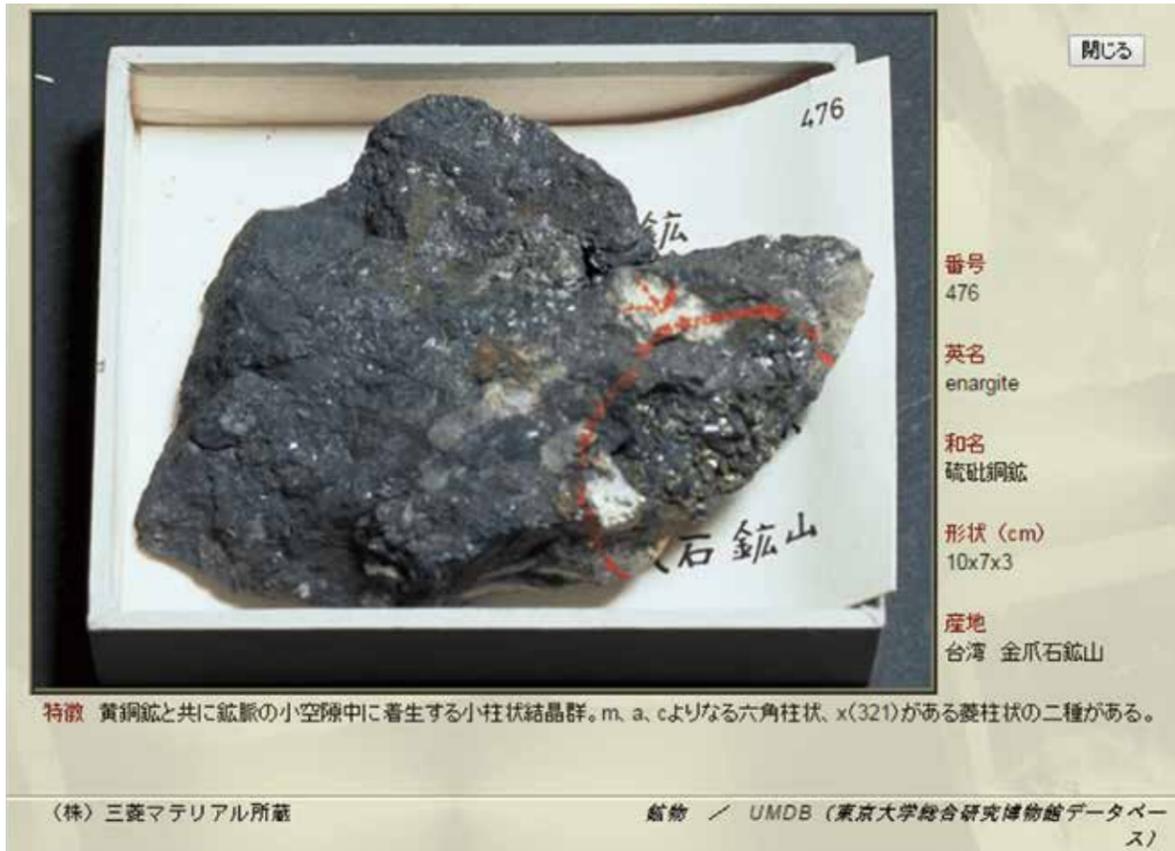
一、硫砷銅礦的特色與記載

硫砷銅礦在世界上屬於稀有且量少的礦物，多數產量僅足以作為採集用的標本。像長仁礦床這般數量龐大，且可不斷提供製煉生產的硫砷銅礦藏量，在世界上實屬少見。它不僅是一種結晶極美的特色礦物，亦為具有經濟價值的有用礦物。

明治 37 (1904) 年，日本礦物學始祖和田維四郎出版《日本鑛物誌》，為日本礦物標本蒐集、記載之大成，當時臺灣島內的礦物調查尚未完整，臺灣產的礦石只記載「角閃石」與「風信子礦」兩種(岡本要八郎，1916：154)，而日本內地也還沒有發現硫砷銅礦的紀錄。和田維四郎後來於明治 40 (1907) 年出版的《本邦鑛物標本》，被視為是明治 37 年版本的增修版，內容新增數種礦石，也包含臺灣產的「Enargite 硫砷銅礦」。和田維四郎歷年來所蒐集的眾多礦石標本，堪稱是日本最完備的礦石標本大全，後皆由三菱合資會社(現今三菱綜合材料株式會社)所收藏。《本邦鑛物標本》中有關硫砷銅礦的記載如下(詳圖 3)：

「Enargite 第四七六號及第四七七號 基隆廳基隆堡金瓜石金山產第四七六號(五番坑)黝黑色帶金屬光澤，呈塊狀，內含斜方柱狀結晶，間雜矽化岩石。第四七七號(四番坑產)直徑 3 釐米以下，群生於結晶岩石表面，一部分表面薄覆黃銅礦。」

(和田維四郎，1907：56)



【圖3】編號第四七六號硫砷銅礦，由和田維四郎所收藏，並記載於明治40(1907)年出版的《本邦鑛物標本》中，現由三菱綜合材料株式會社典藏。資料來源東京大學總合研究博物館資料庫。

明治40(1907)年，《臺灣產鑛物標本目錄》出版，由時任總督府國語學校第一附屬學校教師，同時也是鑛物學家的岡本要八郎⁸所著。該書所採集的「硫砷銅礦」⁹標本，皆出自金瓜石，呈現幾種不同的物理樣態。例如：1. 於露頭處呈浮石狀；2. 結晶於安山岩分解的孔隙中；3. 群生成柱狀結晶，有切割面；4. 呈硫砷鐵礦般的短柱狀晶群；5. 如車骨礦般的雙結晶；6. 如黑色錳礦般的緊密塊狀；7. 如輝銻礦般的柱狀結晶；8. 在岩石中與黃鐵礦共同形成礦脈；9. 混有黃鐵礦的緊密礦石；10. 伴隨八面體的黃鐵礦；11. 伴隨自然金；12. 伴隨後來生成的重晶石，具有漂亮綠藍色的銹色；13. 伴隨矽孔雀石；

14. 轉變為孔雀石；15. 存在於石英中，由周圍開始逐漸變化成孔雀石。該書所介紹的臺灣產鑛石標本，分別來自臺灣總督府殖產局標本陳列室、臺灣總督府國語學校博物標本室、金瓜石田中組鑛山事務所標本陳列室、瑞芳藤田組鑛山事務所陳列室。（岡本要八郎，1907：13~14）

大正5(1916)年，由神保小虎、瀧本鏡三、福地信世三人增訂和田維四郎《日本鑛物誌》第二版，除了作為和田維四郎六十歲大壽紀念之外，第二版也比初版增加了40種鑛物，總數達197種。鑛石採集地分布除日本內地之外，也包括樺太

⁸ 岡本要八郎為「北投石」發現者，詳參方建能〈北投石與岡本要八郎〉《臺灣博物季刊》116, Vol.31(4), 2012, 頁64-69。
⁹ 硫砷銅礦的化學式為Cu₃AsS₄，化學成分多寡依序為銅(Cu)、硫(S)、砷(As)及銻(Sb)等。

(今庫頁島)、臺灣、朝鮮等地。(和田維四郎，1916：2)在這197種鑛物中臺灣產的鑛物數量計30種，硫砷銅礦的漂亮結晶、有放射能的北投石以及大屯硫黃等代表性的鑛石皆列於其中。該書記錄的硫砷銅礦產地，除了臺灣金瓜石鑛山之外，還有日本陸奧國安部城鑛山(在今日本東北5縣境內)、甲斐國小尾(今日本山梨縣)、豐後國真玉鑛山(今日本大分縣)等地。上述產於臺灣的鑛物標本，當時皆收藏於大正4(1915)年8月20日開館的臺北新公園內紀念博物館(又簡稱臺北博物館)內，以及東京帝國大學鑛物學教室。

二、硫砷銅礦的製煉法

金瓜石鑛山與現今九份的瑞芳鑛山，兩地雖然都產金也僅隔一座基隆山，但是鑛床形式卻大不相同。金瓜石鑛床為臺灣最大的金屬鑛床，除盛產金礦之外並大量出產銅礦及銀礦，附近地質由石英安山岩及第三紀水成岩所構成，為一種熱液性交代及裂罅充填鑛床，鑛脈各處含金量比較均勻，罕見自然金塊體。在垂直方向有鑛脈愈深處，銅礦相對愈增加的趨勢。而瑞芳鑛床胚胎於石英安山岩、第三紀夾煤層內及兩者之接觸部，由許多微細的淺熱液性裂罅充填鑛脈群所成。金粒較為粗大而獨立存在於脈石中，往往由肉眼可看出，又常遇富鑛體。（臺灣省鑛業研究會，1966：72）

為了處理不同成分的鑛石，金瓜石鑛山的鑛石製煉法分為濕式及乾式製煉法兩種，濕式製煉法主要用來處理金礦石，又分為混汞及氰化兩種程序。以金瓜石本山鑛床為例，由於粘土鑛成分多，岩質堅硬，須先以嚙礦機及搗礦機選礦後，再施以濕式製煉。首先須將水銀加入搗碎後的金礦，讓金

粉集中於水銀內，再將此混汞金加熱後讓水銀蒸發，始得粗金塊，約可收取40%左右的含金量。因過程使用水銀的關係，亦稱為混汞法，適用於含金量品位較高的金礦石。

混汞法收金後所剩下的礦滓，仍含有品位較低的金粉，此時則利用氰化法二次收金。礦滓又分為砂礦與泥礦，前者含金量約7ppm~10ppm，採濾過溶解法、後者含金量約10ppm，採攪拌溶解法。在上述礦滓內加入氰化鉀溶液將之溶解，藉由鋅的媒介讓殘滓中微量的金粉變成金泥。這種使用氰化鉀溶液的方式也稱為氰化法，適合處理含金量品位較低的鑛石。因此若遇上品位低的貧礦，常省略混汞的過程，直接採氰化法製煉。

乾式製煉法簡單說來，是以熔鑛爐來處理含金銀銅鑛石的方法。將此鑛石與少量的金礦粉作為原礦，加入煤熔劑混合後略為熔煉，如此各種礦粉即可集結一處，當硫化渣礦及一部分的金礦粉熔燒後，再一同放入熔鑛爐內，所產出不純的硫化物直接以真吹製煉法即可收取粗銅。（作者不詳，1914：76）有關明治時期金瓜石鑛山的濕式及乾式製煉法的流程，可參考附錄1及2。

光緒末年基隆河床引起的淘金熱潮，當時的採金範圍雜亂沒有規則，洗金方式亦極為簡陋。日治時期最早的產業調查報告《臺灣產業調查錄》，以及甲午戰爭末期美國從軍記者Lames W. Davidson所著《臺灣之過去與現在》皆對於清末以來漢人淘洗砂金、採掘山金及煉金的方式有類似的記載，以下摘錄Lames W. Davidson於明治30(1903)年所做的紀錄：

在瑞芳近邊採掘之基隆河的含金碎石分佈於廣大地區，…漢人洗金者漸掘走河岸，對該地方增害甚多；這些河岸有些地方是天然的防洪堤，以其高及鄰接的低地來防洪，洪水之損害增加引起不少狼狽。在沖積土採金，漢人只用較原始的淘洗器具，如「淘洗器 (cradle)」及「長湯姆淘洗器 (Long Tom)」。大規模的沖積礦床用之斜水槽或水力學的採礦器具則尚未採用。…取得之金，不是就以金沙直接處分掉，就是製成 2 英寸又 3 分之 1 長之小金條。為製成金條，金沙放入土製坩堝內，攪本身重量 10 分之 1 之礫砂以促進融解，坩堝要取出黏在上面之金，仍然有百分之 8 以上的損失。(Lames W. Davidson《臺灣之過去與現在》蔡啟恆譯，1972：324-325)

相較於上述清末簡易的製煉法，明治 29 年取得金瓜石礦山礦權的田中長兵衛於次年開始著手整頓礦區、開挖坑道，並以工業化的方式興建選、煉金礦的精煉所。明治 31 (1898) 年，於現今本山五坑口附近狹隘的內九份溪旁，設第一精礦所 (亦稱製煉所)，並開始使用濕式製煉法提煉金礦。後於第一精礦所的下方，逐年擴建精煉所。(島田利吉，1936：56) 當時製煉所的建築以及大概的位置配置圖詳參圖 4 及 5。

明治 37 (1904) 年，基隆三金山共同向總督府申請設備擴張，同年開始併用濕式製煉的氰化法。礦山因為設備的擴增，礦區面目一新，這一年亦可視為基隆三金山的革新期。(福留喜之助，1937：85) 明治 31 (1898) 年興建的第一精礦所後於明治 40 年廢止。明治 32 年 12 月興建第二精礦所，並在明治 39 年變更為泥礦氰化製煉所。明治 33 年 12 月興建的第三精礦所，於明治 41 年廢

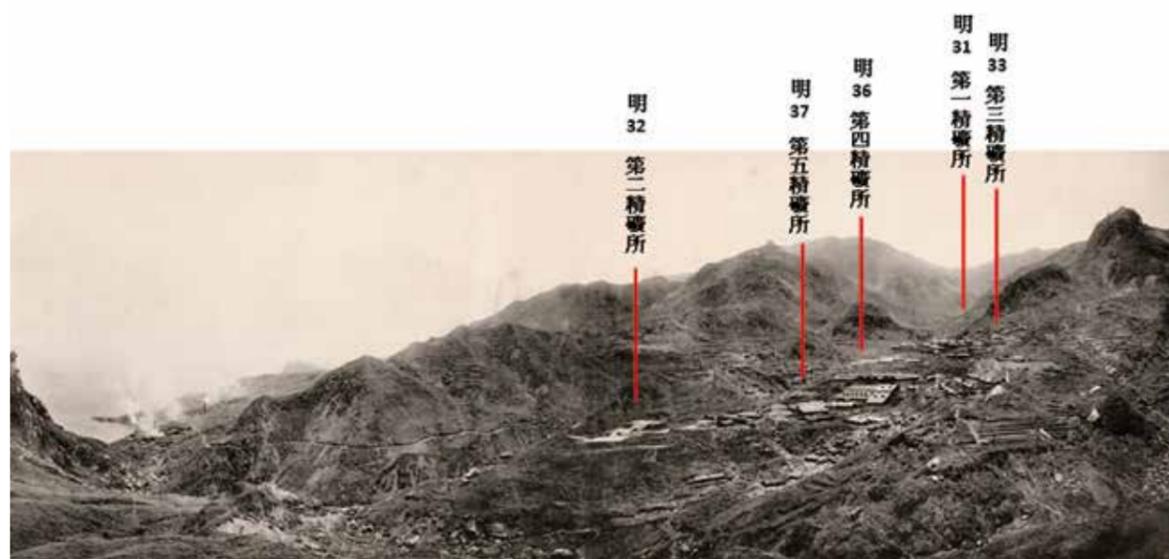
止。明治 36 年 12 月興建的第四精礦所，則於明治 40 年改造為搗礦所。明治 37 年興建的第五精礦所，於明治 39 年改為砂礦所。第二、四、五精礦所改造後的泥礦、搗礦及砂礦所，後於昭和 10 年 4 月，日本鑛業株式會社於水涵洞興建的全泥式氰化法製煉所完工後廢止。圖 6、7 及 8 為採用氰化法後所改建的製煉所、新建的熔礦製煉所及其位置分布圖。(島田利吉，1936：56。福留喜之助，1937：94) 有關製煉所發展沿革亦可參見表 1。

明治 38 (1905) 年發現第一長仁礦床後，因硫砷銅礦含量豐富、含金品位亦高，如何避免濕式製煉法在處理含金硫化礦粉時繁瑣的流程，同時又能提煉出金、銀，是礦山經營者思考的方向。明治 39 (1906) 年金瓜石礦山開始興建熔礦製煉所，於明治 40 (1907) 年完工後，開始併用熔礦爐的乾式製煉法處理金銀銅礦，並且順利產出粗銅，這也是臺灣鑛業史上煉銅的嚆矢。田中組從明治 30 (1897) 年著手開採事業後，開採範圍陸續由金瓜石露頭處往下移，至熔礦製煉所興建完成，礦山景觀已大幅改變，金瓜石礦山整體開發的雛形至此出現。

明治 43 (1900) 年起，金瓜石礦山因缺乏乾式製煉法在熔煉時最需要的鹽基性煤熔劑，便將一半的金礦石賣給同屬田中組所有的日本岩手縣釜石鐵礦山，委託其製煉，再從回程的船運上載回釜石礦山出產的含銅硫化鐵礦、含銅鐵礦以及硫酸滓等，以作為金瓜石礦山乾式製煉的煤熔劑。大正 2 (1913) 年，金瓜石礦山因礦石品位逐減降低，取消委託日本內地礦山的製煉，開始增加礦石賣出的數量。大正 12 (1923) 年，廢除自山金銅礦石的乾式製煉，將礦石全數賣給日立礦山位於九州的佐賀關製煉所。(福留喜之助，1937：95)



【圖 4】由左至右為明治 31 年、32 及 33 年興建的第一、第二、第三精礦所，使用濕式製煉的混汞法《臺灣金瓜石田中鑛山全景》1903 年。



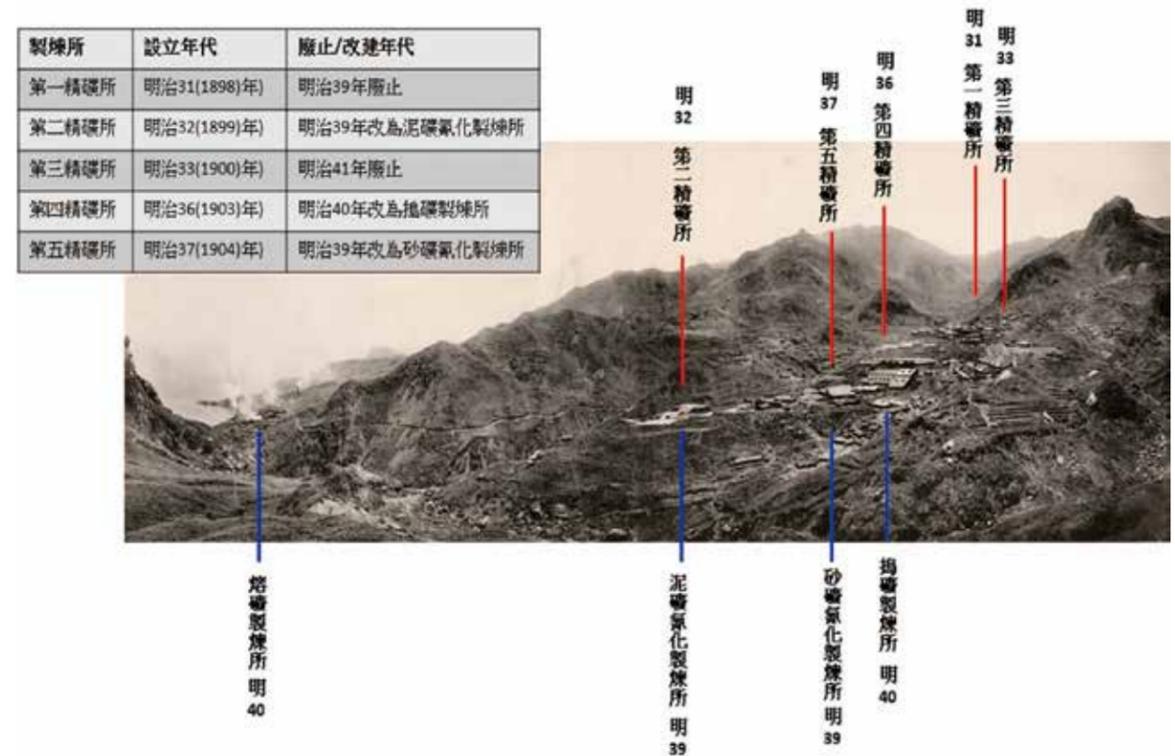
【圖 5】明治 31 年至明治 37 年間金瓜石礦山所興建的濕式製煉混汞法精礦所位置圖。底圖出處《金瓜石鑛山寫真帖》1913 年。



【圖 6】由左至右分別為泥礦氰化製煉所 (原第二精煉所)、搗礦製煉所 (原第四精煉所) 以及砂礦氰化製煉所 (原第五精煉所)《金瓜石鑛山寫真帖》1913 年。



【圖 7】明治 40 年完工的熔礦製煉所，用以處理含金銀銅礦石。《金瓜石鑛山寫真帖》1913 年。



【圖 8】金瓜石礦山混汞法製煉所改建為氧化法製煉所的示意圖。明治 31 年以「明 31」表示。底圖出處《金瓜石鑛山寫真帖》1913 年。

三、金瓜石礦山的金、銅產量

福留喜之助在〈臺灣鑛業の黎明期を語る〉文中提到，「明治 34（1901）年，金瓜石礦山、瑞芳礦山以及牡丹坑礦山三金山的產額，占全日本總產金額的 29.8%。而金瓜石礦山自明治 34 年至大正 1 年之間的年度金產量都是全日本第一。」其中明治 38（1905）年，瑞芳礦山年度金產量為全日本第二；明治 39（1906）及 40（1907）年兩年，牡丹坑礦山年度金產量超過瑞芳礦山，成為全日本第二。大正 4（1905）年，合併牡丹坑礦山後的金瓜石與瑞芳兩金山總產額超過 1642.5 公斤¹⁰，這也是明治、大正時期臺灣產金的最高紀錄。（福留喜之助，1937：86）

明治 40（1907）年金瓜石礦山完成熔礦爐設備，至明治 44 年間數次增置熔礦爐，明治 43（1910）年因第一長仁礦床的坑水富含銅分，開始收取沉澱銅。大正 1（1912）年金瓜石礦山的銅產量（含沉澱銅），已是當時臺灣僅次於金礦的高產額經濟礦物。表 2 為金瓜石礦山明治、大正年間的金、銅產量，可看出明治 40（1907）年之後，增設熔礦爐開始使用乾式製煉法製煉硫砷銅礦後，金、銅礦產量逐年增加的情形。大正 2（1913）年起隨著金瓜石礦山的賣礦量逐漸增加，年產量也一年不如一年，大正 12（1923）年廢止當時臺灣島唯一的乾式製煉場時，礦產量已大不如前。（福留喜之助，1937：86。《第七臺灣鑛業統計便覽》，1909:82。《臺灣統計要覽》，1914:258。）

【表 2】金瓜石礦山金銅年產量 (1898-1925)

年	kg	金產量	銅產量
明治 31(1898)		41,329	-
明治 32(1899)		122,288	-
明治 33(1900)		346,579	-
明治 34(1901)		582,836	-
明治 35(1902)		861,293	-
明治 36(1903)		809,756	-
明治 37(1904)		889,084	-
明治 38(1905)		639,825	-
明治 39(1906)		519,694	-
明治 40(1907)		452,693	46,852
明治 41(1908)		1,042,290	323,802
明治 42(1909)		1,064,835	433,426
明治 43(1910)		1,040,921	446,630
明治 44(1911)		1,092,780	953,297
大正 1(1912)		1,058,794	1,459,162
大正 2(1913)		865,721	1,544,989
大正 3(1914)		1,378,829	1,875,359
大正 4(1915)		994,429	1,482,054
大正 5(1916)		745,024	1,155,735
大正 6(1917)		754,043	1,016,390
大正 7(1918)		514,481	532,481
大正 8(1919)		432,113	883,801
大正 9(1920)		354,870	692,270
大正 10(1921)		494,715	1,196,890
大正 11(1922)		423,116	1,095,508
大正 12(1923)		378,210	854,376
大正 13(1924)		206,396	184,613
大正 14(1925)		199,058	-

臺灣銀行金融研究室編，《臺灣之金》，民國 39 年 10 月出版，頁 67~68。

¹⁰ 原文為 438 貫，1 貫約為 3.75 公斤，438 貫為 1642.5 公斤。福留喜之助，1937：86。

肆、臺灣總督府的礦物調查

臺灣島的礦物調查，在清代以前多停留在地方產物的記載，日治初期基於產業調查目的，偏重諸如硫黃、煤、砂金、金礦等具經濟效益的有用礦物調查，尚未達到礦物學要求的礦物普查程度。日治時期最早的產業調查報告，為明治 29（1896）年 3 月 27 日臺灣總督府民政局殖產部發行的《臺灣產業調查錄》，由技師橫山壯次郎所著。該書調查的產業種類包括茶、米、木藍、苧麻、樟腦、硫黃、石炭、砂金及金礦等 10 種，區域僅限當時的臺北縣境內，調查年代為清末至明治 28（1895）年 11 月以前的產業狀況。因戰爭剛結束不久，臺灣地區各地紛亂，原住民山區難以進入，語言不通又缺乏有關臺灣全島精確的地形圖等等因素，有人認為只能算是一次粗略但具重要參考價值的普查紀錄¹¹。

臺灣總督府成立之初，設民政、陸軍、海軍三局。民政局下置內務、殖產、財務、學務四部。明治 28（1895）年 12 月，於殖產部下設鑛物掛。明治 29（1896）年 4 月，民政局官制發布，廢鑛務掛，設置鑛務課。鑛物課又設常務掛、鑛業掛、地質掛、分析掛四掛。由地質掛負責地質調查工作。明治 30（1901）年 4 月，官制改革，廢殖產部設殖產課、廢鑛務課設鑛務掛。明治到大正年間因官制改革因素，負責地質、礦物調查的殖產課經常面臨編制緊縮、經費刪減、人力不足或人員任期過短等問題，導致臺灣地質與礦物調查多限於小型、散狀計畫，績效不佳¹²（市川雄一，1925：20-22）。一直到大正末年，臺灣全島的地質盤點調查工作終於大致完成。綜觀明治、大正時期臺灣總督府針對「金礦」所做的調查報告如表 3：

出版年/月/日	書名	出版者/編著者
1896 (明治 29) 3/27	《臺灣產業調查錄》	臺灣總督府技師橫山壯次郎
1896 (明治 29)	《鑛山視察復命書》	臺灣總督府技師石井八萬次郎
1896 (明治 29)	《臺灣總督府民政局殖產部報文》第 1 卷第 2 冊鑛業之部	臺灣總督府技師石井八萬次郎
1897 (明治 30)	《九份金瓜石兩鑛山/基隆川筋砂金場 鑛業視察復命書》	臺灣總督府技師富田榮太郎/村田雄之助
1897 (明治 30)	《臺灣島地質鑛物巡視復命書》	臺灣總督府技師石川貞治等
1898 (明治 31)	《瑞芳金山巡回復命書》	臺灣總督府屬熊田幹之助
1898 (明治 31)	《臺灣島地質鑛產圖說明書》	臺灣總督府技師石井八萬次郎
1899 (明治 32)	《第一臺灣鑛業統計便覽》	臺灣總督府技師齋藤讓
1900 (明治 33)	《鑛山地質調查報文》	臺灣總督府技師井上禧之助
1900 (明治 33)	《瑞芳鑛山鑛區調查復命》	小官儀 臺灣總督府技師山下律太
1900 (明治 33)	《瑞芳及金瓜石鑛山視察報文》	臺灣總督府技師齋藤讓
1900 (明治 33)	《第二臺灣鑛業統計便覽》	臺灣總督府技師齋藤讓
1905 (明治 38)	《第三臺灣鑛業統計便覽》	臺灣總督府民政部殖產局
1907 (明治 40)	《臺灣產鑛物標本目錄》	岡本要八郎
1908 (明治 41)	《臺灣鑛業一斑》	臺灣總督府技師福留喜之助
1909 (明治 42)	《第七臺灣鑛業統計便覽》	臺灣總督府民政部殖產局鑛務課
1910 (明治 43)	《鑛區一覽》	臺灣總督府民政部殖產局鑛務課
1911 (明治 44)	《臺灣鑛物調查報告》	岡本要八郎
1911 (明治 44)	《臺灣地形地質鑛產地圖說明書》	臺灣總督府民政部殖產局
1916 (大正 5)	《臺灣鑛業一斑》	臺灣總督府殖產局
1926 (大正 15)	《臺灣地質鑛產地圖說明書》	臺灣總督府殖產局

¹¹ 作者不詳〈本島最初の鑛業調查報告〉《臺灣鑛業會報》第 121 號，大正 14(1925)年 6 月 30 日。

¹² 市川雄一〈臺灣に於ける地質調査事業と地質調査所設置の急務〉《臺灣鑛業會報》第 121 號，大正 14(1925)年 6 月 30 日。石井八萬次郎《臺灣島地質鑛產地圖說明書》，明治 30(1897)年。

除了總督府主導的調查工作，明治 29（1896）年 2 月 21 日，由東京地學協會理科大學地質學教室小川琢治所著的《臺灣諸島誌》，彙整歐文、日文、漢文有關臺灣島的紀錄，介紹日本治臺初期臺灣概況，包括歷史沿革、海洋、山嶽及河流、地質、氣候及氣象、住民、產業、交通、天然及行政區分，等等，堪稱日治初期臺灣史大全，亦具重要參考價值。

日本以科學角度開始鑽研礦物學，始於明治 6（1873）年左右，東京的開成學校，招攬德國的鑛山技師 Karl Schenk 指導地質與礦物學課程為其濫觴。（和田維四郎，1916：頁 2）自明治 28（1895）年統治臺灣之後，地質或礦物學家也開始關心臺灣等殖民地的產業現況。總督府技師們在全臺各地調查鑛山、確認有用礦物的同時，也陸續蒐集不少臺灣島上各式各樣的鑛石標本，並將其保存陳列於殖產局博物館內。日本的鑛物學界除透過這些歷年的調查、礦物蒐集，進一步認識臺灣地質特色與礦物種類之外，也適時的扮演專業判斷、指導，以及技術支援的角色。以金瓜石鑛山硫砷銅礦發現的過程為例，可說是產（金瓜石鑛山經營者及技師）、官（總督府技師）、學（日本鑛物界）合作的成果。

結語

黃金相較於煤、銀、砂金、硫黃以及石油等經濟礦物，往往礦產價值最高。日治時期的黃金產量，皆出於當時的基隆三金山，其中又以金瓜石鑛山的貢獻最大。鑛石依含金品位的高低，可分為（最上礦）、上礦、並礦（普通礦）及貧礦四個層級。金瓜石本山鑛床二坑以上的富礦帶，曾出產豐富的自然金，含金品位高達 1000ppm 以上，亦即一噸的原礦可出產一公斤以上的黃金。而越往地底

下開採，含金品位越差。金瓜石鑛山自創設以來，舉凡最上礦以上的高品位鑛石，搬運出坑後即原封不動送至日本總公司冶煉成金，只有普通級等以下的低品位鑛石，才會利用鑛山現有的選、煉設備進行提煉。（臺灣總督府民政部殖產局，1911。頁：92-140）

明治 37（1904）年，金瓜石鑛山發現稀有的硫砷銅礦，成為臺灣特色鑛石之一，不僅鑛物學界感到興奮，它豐富的礦藏量也讓鑛山經營者受到鼓舞，進而加速各區的探礦作業。金瓜石鑛山於明治 43（1910）年陸續發現第二、第三及第四長仁等潛力鑛床，成為實至名歸的金銅鑛山。金瓜石鑛山所產的銅，也自明治末年開始成為臺灣重要的經濟礦物之一。高額的金、銅產量，除了有賴含量豐富的礦脈，合適的製煉技術更顯重要。鑛石製煉時所使用的濕式製煉的混汞法、氰化法，以及乾式製煉法，簡單說來就是運用氧化、還原、燃點、沸點，以及比重等化學與物理特性，取出經濟礦物的不同程序。金瓜石鑛山自明治 40 年開始產銅，至大正 12 年因成本收支平衡問題關閉當時臺灣唯一的乾式製煉廠，煉銅時間長達 17 年之久。令人好奇的是，當年因為煉銅所產出的銅煙，是否也曾引發汙染問題？

金瓜石鑛山在明治末年為了解決熔煉過程欠缺鹽基性煤熔劑的問題，除了賣礦委託其他鑛山製煉之外，並思考解決之道。大正 10（1921）年，於長仁四番坑（本山六坑）坑口附近興建浮游選礦場，目的之一據了解也是希望解決煤熔劑不足的問題，可惜後來因收支未能平衡也休廠。有關大正至昭和年間，金瓜石鑛山在鑛石製煉技術上的演變，筆者將會持續探索整理。

金瓜石礦山在明治、大正年間，因工業化的選、煉礦設施的增加，第一長仁礦床的小山丘因露頭的露天開採而消失了；水湳洞的芒草與蕃薯田的景觀亦不復見，礦區景觀大幅改變之外，也形塑出金瓜石礦山的基本開發風貌。

誌謝

本文感謝兩位匿名審查委員給予寶貴修正意見，使內容更臻完善。

參考文獻

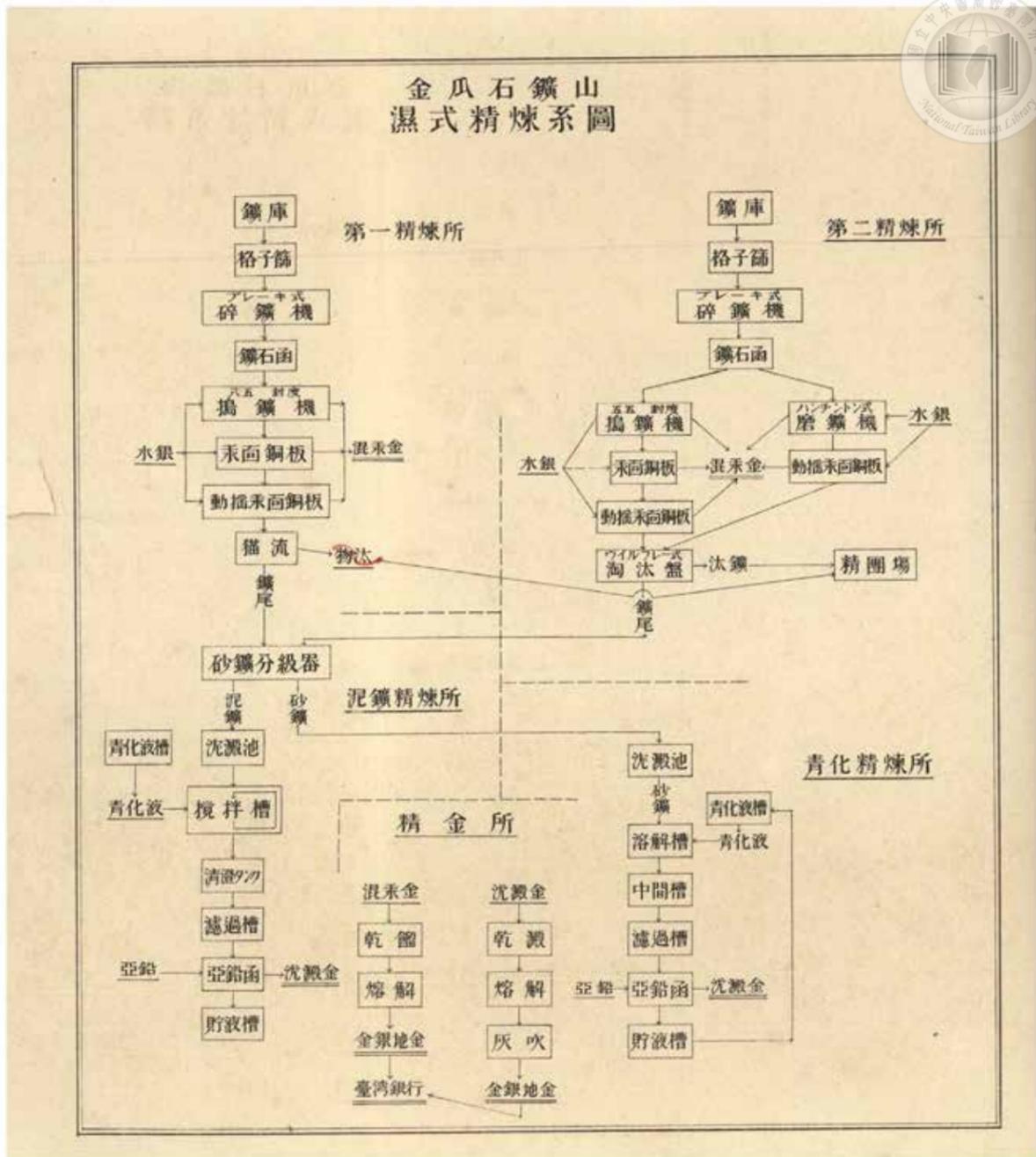
- 橫山壯次郎，1896。臺灣產業調查錄，頁：245-255。東京：臺灣總督府民政局殖產部。
- 石井八萬次郎，1896。鑛山視察復命書，臺灣總督府民政局殖產部編，臺灣總督府民政局殖產部報文，頁：123-132。東京：臺灣總督府民政局殖產部。
- 石井八萬次郎，1898。臺灣島地質鑛產圖說明書，頁：1-12。東京：臺灣總督府民政局殖產課編纂。
- 臺灣總督府技師齋藤讓，1900。瑞芳及金瓜石鑛山視察報文，頁 38-55。臺北：臺灣總督府民政部殖產課。
- 金瓜石田中鑛山共救義會，1903。臺灣金瓜石田中鑛山全景。基隆：臺灣基隆堡九份庄金瓜石田中鑛山共救義會。
- 和田維四郎，1904。日本鑛物誌，頁：1-4。東京：和田維四郎。
- 持地六三郎，1905。臨時臺灣舊慣調查會第二部，頁：384-454。東京：臨時臺灣舊慣調查會第二部。
- 和田維四郎，1907。本邦鑛物標本，頁：56。東京：和田維四郎。
- 岡本要八郎，1907。臺灣產鑛物標本目錄，頁 13-14。出版單位不詳。
- 臺灣總督府民政部殖產局鑛務課，1909。鑛區一覽，頁：1。臺北：臺灣總督府民政部殖產局鑛務課編纂。
- 臺灣總督府民政部殖產局，1911。臺灣地形地質鑛產地圖說明書，頁：92-140。東京。
- 岡本要八郎，1911。臺灣鑛物調查報告，頁：29-35。臺北：臺灣總督府民政部殖產局。
- 絹川健吉，1913。金瓜石鑛山寫真帖。基隆：絹川健吉寫真館。

- 岡本要八郎，1913。臺灣新產鑛物に就いて：臺灣鑛業會報 2：58-63。
- 作者不詳，1914。主要鑛山に於ける事業經營の概況：臺灣鑛業會報，6：74-81。
- 岡本要八郎，1916。日本鑛物誌第二版と臺灣鑛物：臺灣博物學會會報，25：154-155。
- 岡本要八郎，1916。日本鑛物誌第二版と臺灣鑛物：臺灣鑛業會報，34：4-10。
- 和田維四郎，1916。日本鑛物誌，頁 88-89。東京。
- 市川雄一，1925。臺灣に於ける地質調查事業と地質調查所設置急務：臺灣鑛業會報，121：24-25。
- 臺灣總督府殖產局，1926。臺灣地質鑛產地圖說明書，出版地不詳。
- 臺灣鑛業株式會社，1934。金瓜石鑛山概要，頁：1-2。臺北。
- 島田利吉，1936。金瓜石鑛山の事業現況：臺灣鑛業會報，182：56。
- 福留喜之助，1937。臺灣鑛業の黎明期を語る：臺灣時報，1：84-95。
- 作者不詳，1938。金瓜石鑛山のエナアジャイト發見の顛末と關係文獻：臺灣鑛業會報，191：88-91。
- 林朝榮，1950。臺灣之金，頁 16-52。臺北：臺灣銀行金融研究室。
- 臺灣省鑛業研究會 / 臺灣區煤鑛業同業公會，1966。臺灣鑛業史上冊，頁：72。臺北。
- Lames W. Davidson，蔡啟恆譯，1972。臺灣之過去與現在，頁：324-327。臺北：臺灣銀行經濟研究室。
- 唐羽，1985。清光緒間基隆河砂金之發見與金砂局始末：臺灣文獻，123。
- 唐羽，1985。臺灣採金七百年，頁 105。臺北：財團法人臺北市錦綿助學基金會。

【附錄】

附錄 1

金瓜石礦山濕式精煉系圖『臺灣地形地質鑛產地圖說明書』，明治 44（1911）年



附錄 2

金瓜石礦山乾式精煉系圖『臺灣地形地質鑛產地圖說明書』，明治 44（1911）年（註：「コークス」為焦炭之意。「鉞」指熔鑛爐底含銅的硫化物，因為比重較重，會下沉自熔鑛爐底的溝槽出。「鍍」為礦滓，比重比「鉞」來得低。「真吹」（或「間吹」）是指從風口送進高壓下的風力，促進爐內物質的加速氧化，為日本傳統冶煉粗銅的方法。）

