

# 足尾銅山の本山動力所に関する研究 — 建造の経緯と圧気機について —

青木 達也<sup>1</sup>, 宮本 史夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 宇都宮大学技術専門職員 地域デザイン科学部 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2)

E-mail: t-aoki@cc.utsunomiya-u.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 日光市教育委員会事務局文化財課 (〒321-1292 栃木県日光市今市 304-1)

E-mail: fumio-m@city.nikko.lg.jp

本研究は足尾銅山の本山地区の動力施設である「本山動力所」について、建造に至る経緯とその中に残存する圧気機が担った役割を明らかにし、今後行われるであろう建屋の修復の方針に資する歴史的知見を文献調査に基づき示そうとするものである。文献調査では古河機械金属が所蔵する文書と東京大学と九州大学が所蔵する実習報文にあたり、本山動力所の経緯を追った。その結果、圧気工場（動力所）は当初は坑内の各開発場所の近くに整備されていたが、後に坑内作業に本格的に鑿岩機が導入用いられるに伴い、通洞、本山、小滝と地区ごとに坑外に動力所が建造され、地区の盛衰とともに圧気機も移設されてきたことなどがわかった。これらの知見を基に今後の建屋の修復と関連遺構の保存についての方向性を示した。

**Key Words:** Ashio copper mine, compressed air plant, compressor, industrial heritage, historical site

## 1. はじめに

かつて足尾銅山の企業城下町として栄えていた日光市足尾町は 1973 (昭和 48) 年の閉山に伴い町の振興の軸を新たなる企業の誘致と観光に転換した。このうち観光についてはかつて日本の近代化を担った足尾銅山の遺構が残存していることから、それらの歴史的価値を明らかにし、町の遺産として観光に資するものとしていく取組みが進められてきた。その活動は「エコミュージアムあしお」という構想から、現在では世界遺産登録にむけた動きにつながっており<sup>[1]</sup>、遺産の歴史的な価値については世界との繋がりを示すことも求められてきている。

これら遺産については、これまでに近代化の足跡を物語るものを、産銅業に関わる採鉱・採鉱、選鉱、製錬、精錬、輸送・通信、生活・文化・教育、維持管理、エネルギー・用水、浄水・廃棄物、経営などの分野ごとに、また、足尾銅山内の拠点として機能した本山、間藤、掛水・柏木平・渡良瀬、通洞・中才・赤沢、小滝、松木などの地区ごとに悉皆的に抽出し、それぞれの遺産の価値検証を進めてきた<sup>[2]</sup>。現在は閉山後から既に 45 年経ていることもあり、朽ちて倒壊する危険を有した遺産も散見されており、その前に価値の本質を明らかにしつつ保存していくことが急がれている。

## 2. 研究の対象と位置づけ

### (1) 研究の対象

本研究の対象は図-1<sup>[3]</sup>の足尾銅山の主に採鉱に資した本山地区に残存している国指定史跡の「本山動力所跡」(写真-1 に示したコンプレッサー室または圧気工場と呼ばれる施設)であり、その中に置かれている圧気機(写真-2 に示したコンプレッサーまたは空気圧気機とも呼ばれる機械)なども含める。現在、建屋は既に傾き始めており、倒壊の危険性を有しているため、保存に向けた検討が進められている。

### (2) 研究の位置づけ

主に採鉱や圧気機の歴史を知ることができる二次史料においては、鉱業史、県史、社史、伝記、報告書などがあり<sup>[4]</sup>、既往の研究においては、足尾の動力設備について一時の状況を断片的に示しているものや、他山も含めある時期の傾向を知ることができるものなどがある<sup>[5]</sup>。しかし、これらを用いるのみでは、執筆時の様子や経緯の概要を断片的に知ることができるが詳細な経緯を追って知ることはできず、「本山動力所」の経緯を具に知ることはできない。また、主に採鉱や圧気機の仕組みを知ることができる技術や機械の解説書などは、採鉱法や機械的な違いや発展などを知り得るとどまる。

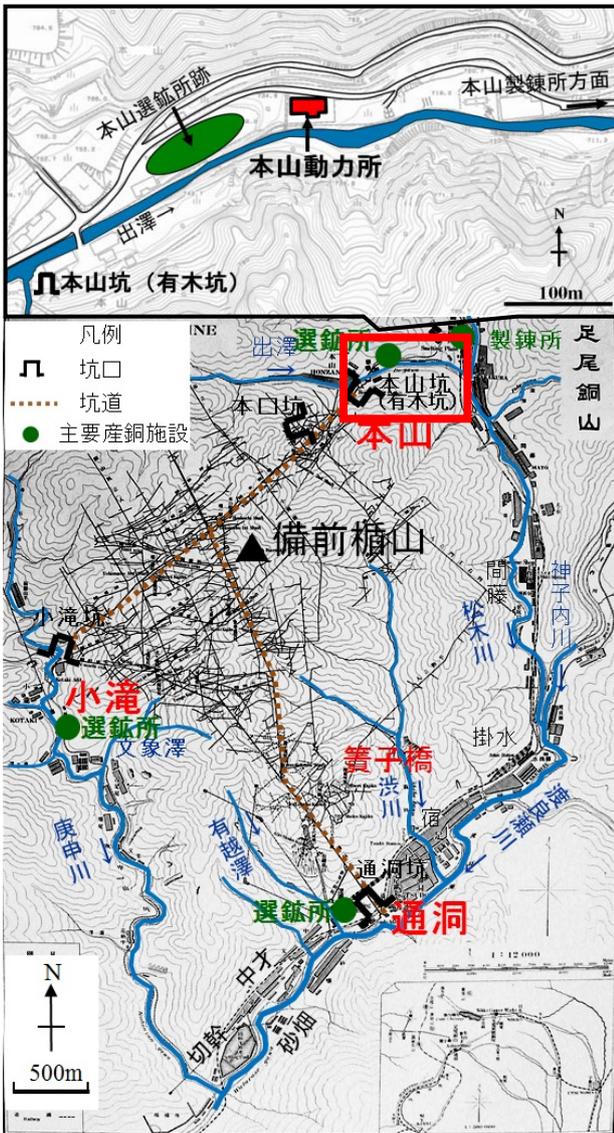


図-1 足尾銅山と本山動力所の位置関係

本研究は上記の二次史料や既往研究も参考にしながら古河機械金属株式会社が所蔵する一次史料および東京大学附属図書館や九州大学附属図書館が所蔵する「実習報文」など<sup>6)</sup>を用いて「本山動力所」の建造とそこにある圧気機が設置された経緯を明らかにし、倒壊の危険にある同施設の修復に資する歴史的知見を纏めるものである。

### 3. 本山動力所の建造に至るまでの経緯

#### (1) 鑿岩機を用いた坑道開鑿の試行錯誤と圧気機

圧気機は採鉱作業で使われる鑿岩機の動力である圧気（圧縮された空気）を作り出す機械であるため、鑿岩機が導入される場所や台数や種類により、その設置場所、台数、出力（馬力）や種類なども影響を受ける。つまり、鑿岩機の導入の経緯が圧気機の導入の経緯に影響を与えることになる。



写真-1 本山動力所の北西側からの外観



写真-2 本山動力所の内部と残存する圧気機

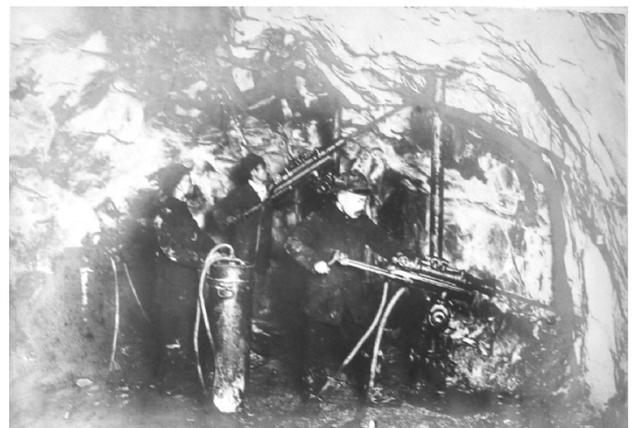


写真-3 ウォーターライナー使用中の様子

足尾銅山において鑿岩機が使用され始めたのは 1886（明治 19）年 1 月の通洞坑開鑿起工の時からであり、このとき「シュラム式」空気鑿岩機が使用された。なお、同年同月に本山でも横間歩ヒを西に掘り進む際に用いられた。その後も 1888（明治 21）年に小滝でも小滝大鑿入の開鑿の際に同型の鑿岩機が使われた。こうして備前楯山直下の鉱源の開発を進めるために 本山、小滝、通洞の各方面で各坑道の開鑿と貫通を進める目的で「シュラム式」空気鑿岩機が使用されてきたが、1897（明治 30）年になると同機の使用が一時中止されることになった。そして同年より 1901 年（明治 34）年まで「シーメンス式」電気鑿岩機が代わりに用いられることになったが、良好な結果が得られなかったため、再び「シュラム式」空気鑿岩機が用いられることになった。さらに、

表-1 各方面で使用されていた鑿岩機の種類と台数 (1909 (明治 42) 年頃)

鑿岩機	通洞方面での使用台数	本山・小滝・通洞方面での使用台数合計	通洞方面での使用割合
ライナー式	53	59	90%
リトルウォンダー式	12	19	63%
ショー式	1	1	100%
ライナー式・ロックテリアー	1	1	100%
シーメンズ式	1	4	25%
シュラム式		16	0%
インガーソル式	1	1	100%
計	69	101	68%

表-2 坑内で使用された圧気機の大きさ別台数 (1909 (明治 42) 年頃)

圧気機の大きさ	ライナー式三寸鑽の運転可能数	圧気機の空気量	圧搾気圧 (ポンド)	電動機の馬力	圧気機の台数
小形圧気機	4	275	100	50	1
中形圧気機	6	314	100	75	2
大形圧気機	8	550	100	100	3

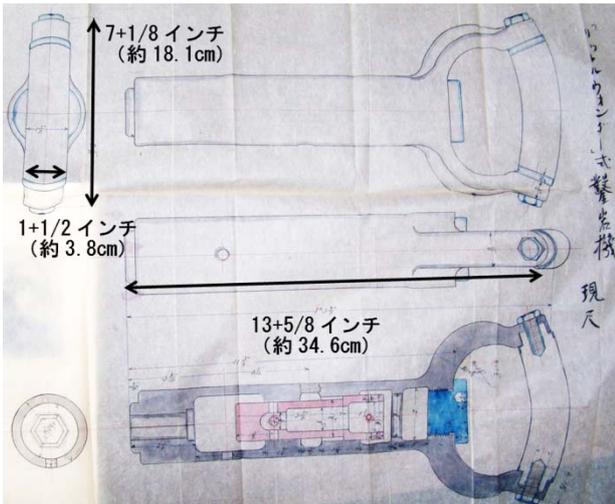


図-2 リトルウォンダー式鑿岩機

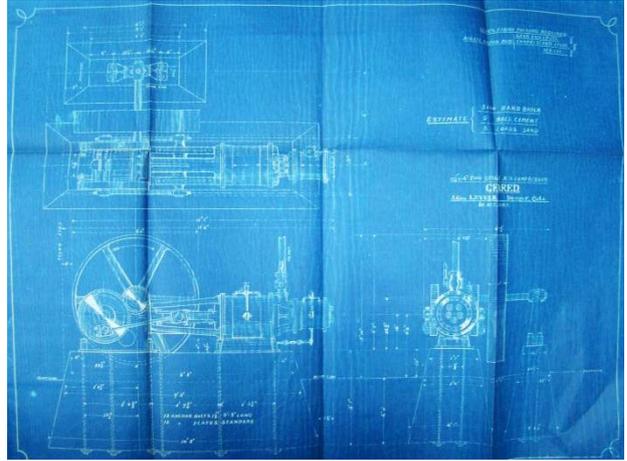


図-3 ライナー製の2ステージの圧気機

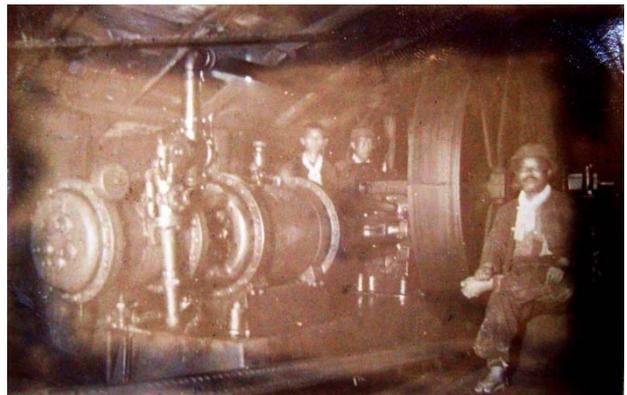


写真4 坑内の圧気工場と圧気機

1902 (明治 35) 年になると「ウォーターライナー式」小型空気鑿岩機を用いたり (写真-3 はウォーターライナーの一例), 「ジャックソン式」手鑿岩機を用いて良好な結果を残せなかったり, 翌年の 1903 (明治 36) 年には動力不足のために「シュラム式」と「ライナー式」の両方の使用を中止したものの, 翌々年の 1905 (明治 38) 年に再びこれらの鑿岩機を用いつつ, 「リトルウォンダー式」気槌鑿岩機 (ハンマードリル) や「ショー式」気槌鑿岩機なども試用するなどした<sup>[7]</sup>. そして, 1906 (明治 39) 年には光盛第一堅坑 (通洞坑レベルとその下部のレベルを繋ぐ坑内の堅坑) において「ライナー式」中形空気鑿岩機と「ライナー・テリアー」小形気槌鑿岩機を試用し結果が良かったことから翌年の 1907 (明治 40) 年から同堅坑に「ライナー式」大型空気圧気機を増設した.

このように 1907 (明治 40) 年までは鑿岩機については各種のもの試用がなされ, その結果, 良好であったものが実用されるに至るといった経緯を辿っていた. そして用いられた場所についてみれば, 本山方面, 小滝方面と通洞方面において鋪と呼ばれる鉾石の採掘場ではなく, 坑道の開鑿で用いられて, やがて通洞方面からの開鑿に限定されて使われることになっていった<sup>[8]</sup>. 表-1 は各

方面で使用されていた鑿岩機の種類と台数を示したものであるが<sup>[9]</sup>, まずはその種類については「ライナー式」のものが最も多く, その次にライナー式で掘って落ちた大塊岩や発破後の岩盤突起部を処理するために用いられた小型の鑿岩機である「リトルウォンダー式」が多く (図-2<sup>[10]</sup>), 続いて「シュラム式」のものが多くわかる. 導入当初は「シュラム式」が用いられ, 利便性を見ながら各種の鑿岩機の導入の試行錯誤が行われ, 淘汰された結果「ライナー式」のものが 1907 (明治 40) 年前後の時期で多く用いられることになっていったものと判断できる.

また, 圧気機が設置された経緯についてみれば, 1907 (明治 40) 年の頃はライナー式とシュラム式で一台中あたり 40 馬力から 50 馬力程度のものが設置されていたが, 1910 (明治 43) 年の直前の段階では全てライナー製で

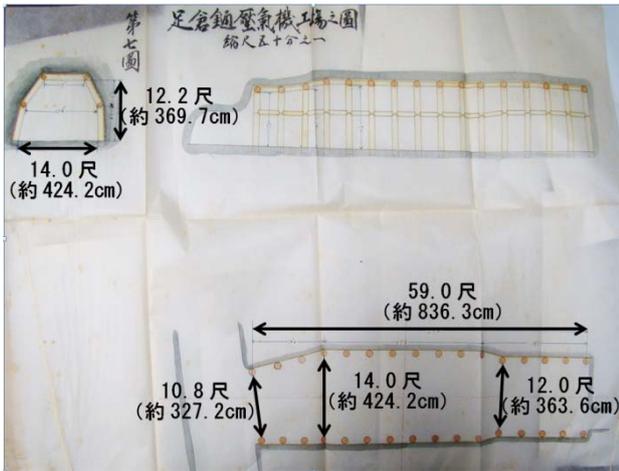


図4 坑内の圧気工場の一例(足倉ヒ圧気工場)

坑内に設置されており、当初は鑿岩機のメーカーが作っているものが導入されていたが、やがて性能的に優れていたライナー性に置き換えられていった経緯であった<sup>[11]</sup>。こうして、1910(明治 43)年のころには表-2 で示したように電動機でピストンを動かすタイプの小中大型の大きさのライナー製の圧気機が設置されていた<sup>[12]</sup>。図-3<sup>[13]</sup>は当時使用されていた圧気機の一つで、写真-4<sup>[14]</sup>は坑内の様子であり、図-4<sup>[15]</sup>は坑内の圧気機室(いわば坑内の動力所)である。この図の圧気機室は図中の左上の絵から枠(坑木は松、栗、檜などのもので、防腐剤を使わず保持期間は3年から5年程度)が五本合掌留(五本アーチ留)であり、その他の絵を含めた各寸法からは坑道の中でも「大廊下」と呼ばれるもの(例えば天狗大廊下などの幅13尺で高さ10尺程度のもの)よりも大きいことがわかる。

(2) 鑿岩機の本格導入に伴う坑内における鉄管と圧気機の整備

上述したとおり、1907(明治 40)年ごろにおける鑿岩機は通洞方面からの開鑿に限定されるような使われ方がされていたが、採鉱作業の都合上、本山方面や小滝方面からの開発においても鑿岩機使用の必要性が生じ、「ライナー式」を主として「リットルウオンダー式」をその補助として使用するやり方が全山的に採られることになった。そして、本山方面では1908(明治 41)年より光盛第二堅坑に設置してある圧気機より横間歩第二堅坑まで4インチの鉄管を敷設し、1909(明治 42)年の1月中旬にこれを竣工させ、小滝方面では1907(明治 40)年中に小滝地並上盤坑道大タテ入(タテは金へんに盾の字)付近に70馬力(ピストンを駆動させる馬力でこの時の圧気機が電動であったかどうかは不明)の圧気機を一台新設し1909(明治 42)年3月より運転を開始して鑿岩機の使用

表-3 鑿岩機の種別使用台数(明治 45 年下半)

鑿岩機種別	本山	小滝	通洞
ライナー式五番型C			39
ライナー式六番型八号	8	17	
インガーソル・サーゼント式B廿四番型	17		
ハードソック式リットルウオンダードリル		2	10
インガーソル式ストーパーBC十一番型	6		
インガーソル式ストーパーBC廿一番型	10		
サリバン式DA廿一番型			20
計(台数)	41	19	69

を開始した。こうして、鑿岩機の本格導入とその動力施設である坑内の圧気機設備(坑内圧気工場とその内部の圧気機およびそこから延伸される圧搾空気運搬用鉄管)の整備が本山、小滝、通洞で進められ、本山方面、小滝方面、通洞方面のそれぞれで用いられる鑿岩機の動力(圧搾空気)がそれぞれの方面で賄われるといった素地が形成された<sup>[16]</sup>。

(3) 鑿岩機の本格導入に伴う試験の実施

1912(明治 45)年になると採鉱方法の一つである階段掘りを進めるために鑿岩機の一つである「ストーパー」の本格的導入に向けた動きも見られるようになった。これまで「ストーパー」については1895(明治 28)年より徐々に試用で用いてきたが、機械の故障も多く導入に向けた動きが止まっていた。しかし、1912(明治 45)年の上半において本山中で「インガーソル式」ストーパーの試験が行われ、さらに1912(明治 45)年上半の時点において本山と通洞で試験が行われ、この開鑿試験の成績で、開鑿量が手掘りで行進するよりも61.9倍で火薬代が2.2倍と、極めて良かったためにこれを用いて階段掘りが本格的に進められることになった<sup>[17]</sup>。こうして表-3で示した鑿岩機を含め<sup>[18]</sup>、採鉱の作業において「インガーソル」式の鑿岩機が活躍する場が増えつつ、機械掘りが主流となりその動力源である圧搾空気の工場建造の必要性が増していくことになっていった。

(4) 坑外における動力所の新設の始まり

鑿岩機の導入が進んだことで、これまで坑内のそれぞれの開鑿場所近くに散在していた圧気機工場に対応するには不便を来すようになり、坑外に大圧気機工場(以降動力所とも記す)を建造して対応することが検討された。まずは通洞方面の工場として1911(明治 44)年の上半から「新梨子圧気工場」(以降、通洞動力所とも記す)が新設されることになった。なお、据え付けられた圧気機は「ハリケン・インレット式・PE-2番クロス・コンパウンド・ダイレクト・コンネクテッド・エレクトリック・ドープン圧気機」の2台で、最大圧力125フィート、使用圧力100フィート、空気量は毎分1,700立方尺(47.3m<sup>3</sup>)で、ピストンを直付けの電動機で動か

表4 各動力所に導入された圧気機と現存状況

機体番号	クラス	当初設置年および設置場所	移設先	2018 (平成30年)での状態
1号	PE-2	1911(明治44)年 通洞動力所		不明
2号	PE-2	(新梨子圧気機工場)		不明
3号	PE-2	1913(大正2)年 本山動力所		不明
4号	PE-2	(本山圧気機工場)		現存
5号	PRE-2	1916(大正5)年 小滝動力所	通洞動力所 (新梨子圧気機工場)	不明
6号	PRE-2	(小滝圧気機工場)	本山動力所 (本山圧気機工場)	不明
7号	PRE-2	1927(昭和2)年(増設) 通洞動力所		不明
		(新梨子圧気機工場)		
8号	PRE-2	1930(昭和5)年(増設) 本山動力所		現存
		(本山圧気機工場)		
9号	PRE-2-X	1939(昭和14)年(増設) 通洞動力所		不明
		(新梨子圧気機工場)		

すタイプのものでその電動機は「シンクロナス」式 320馬力「エキサイター」30キロワットで毎分 1,000 回転するものであった。まずは 1912 (明治 45) 年上半に 1 台が据えつけられ、この 1 台と輸送費等と工場建造費などを含めて総経費約 85,443 円で、このうち機械費が約 37,940 円 (圧気機 1 台約 32,701 円, 基礎約 3,323 円, 据付約 1,915 円), 輸送および装置費で約 39,541 円, 建屋費が約 2,940 円であった<sup>[9]</sup>。そして 1912 (大正元) 年 9 月に同型の圧気機 1 台 (約 32,162 円) が追加で据えつけられた<sup>[20]</sup>。

(5) 本山動力所及び小滝動力所の建造

1913 (大正 2) 年の段階では、上述した 1911 (明治 44) 年建造の通洞動力所の 1 号機および 2 号機の圧気機 (表-4) から送られて来る空気で全山の殆どを賄っており、これまで使用されてきた坑内の圧気機はその予備として用いられていた。通洞動力所が建造されて間もなくであったが、鑿岩機を用いた全山的な開発が進められ坑内開発も鑿岩機に傾倒していくこと、また、今後進められるであろう現在よりも下部の開発を考えた場合、空気を遠距離の送達する事情から圧力低下 (供給不足) も懸念されたことなどから、同年より本山においても通洞と同様に圧気機工場 (以降、本山動力所と記す) を建造することになり翌年の 1914 (大正 3) 年 1 月に竣工した<sup>[21]</sup>。その後の 1916 (大正 5) 年、小滝においても圧気機工場 (以降、小滝動力所と記す) が建造されることになった<sup>[22]</sup>。こうして坑内の圧気機は廃止され、坑外の動力所で賄われるという形が出来上がっていった。なお、空気の供給が坑内から坑外へと切り替わったことで、これまでと比較し好都合な部分と不都合な部分も生じるようになったが、好都合な部分については、高温多湿で膨張している空気を用いなくて済むこと、坑

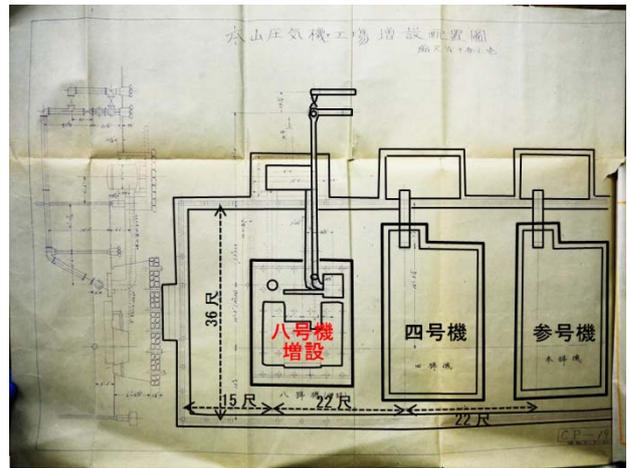


図5 本山動力所の 8 号機増設時の申請図面

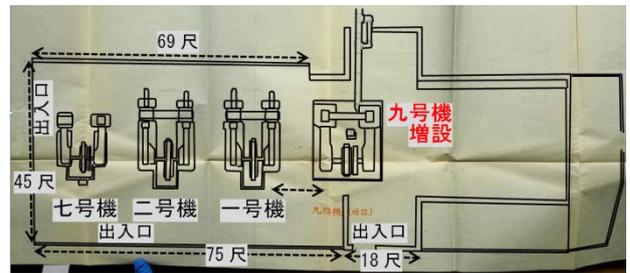


図6 通洞動力所の 9 号機増設時の申請図面

外からの空気が供給されることで坑内の通気的环境も良くなり労働環境が良くなること、坑内の空気ほど亜硫酸を含まないので圧気機の故障も少なくなること、坑内に散在していた圧気工場が本山と小滝と通洞の三箇所に限定されるので監督上都合が良いこと、圧気機の気筒を冷やすための冷却水を得やすいこと、圧気機を動かすための働動線 (電線) などを遠距離架設しなくて済むことなどがあった。そして、不都合な部分としては、圧搾空気を坑外から引き込むための鉄管に多くの費用を要すること、切羽などの各作業場に引き込む距離が長くなることから空気の漏えいと管内摩擦などから損失 (圧力低下) が多くなることなどが見込まれた<sup>[23]</sup>。

4. 設置された圧気機と本山動力所の増改築

(1) 各動力所に設置された圧気機

足尾銅山において通洞、本山、小滝の動力所に導入された圧気機は当初それぞれ 2 台ずつで、それぞれ番号が振られ管理がされていた。通洞のものは 1 号機と 2 号機、本山のものは 3 号機と 4 号機、小滝のものは 5 号機と 6 号機であり、1 号から 4 号機はインガーソルランド社製で CLASS は PE-2 と呼ばれるものであり、5 号と 6 号機は同じくインガーソルランド社製で CLASS は PRE-2 と呼ばれるものである。その後、1927 (昭和 2 年) には 7 号機 (インガーソルランド社製で CLASS は PRE-2) が



写真-5 現存する4号機（手前）と8号機（奥）



写真-6 4号機の銘板の確認状況

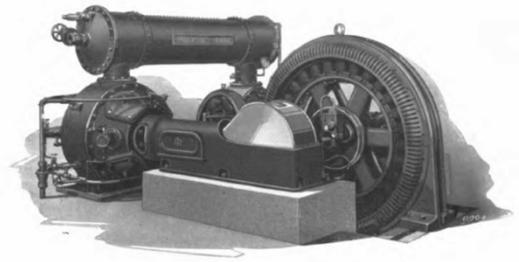


写真-7 8号機の銘板の確認状況

通洞動力所に増設され<sup>[24]</sup>、1930（昭和5年）には図-5のように8号機（インガースランド社製でCLASSはPRE-2）が本山動力所に増設され<sup>[25]</sup>、1939（昭和14年）には図-6のように9号機（インガースランド社製でCLASSはPRE-2-X）が通洞動力所に増設された<sup>[26]</sup>。さらにその後も小滝の方面での圧気機の使用が無くなったことから<sup>[27]</sup>、それらが移転された結果、通洞動力所には1号、2号、7号（増設分）、9号（増設分）、5号（小滝からの移設分）が整備され、本山動力所には3号、4号、8号（増設分）、6号（小滝からの移設分）が整備されていった<sup>[28]</sup>。主として鑿岩機として使用されたがその他にも空気捲揚機（タガーホイス）の動力やその制動機用としても用いられていた<sup>[29]</sup>。以上を纏めると圧気機は

PRODUCTS  CATALOG

Class "PRE-2" Air Compressors  
Direct-Connected Electric Motor Drive  
Discharge Pressures 60 to 115 Pounds



Class "PRE-2" Compressors are of the duplex, two-stage construction having the rotor of the electric motor direct-connected to the compressor shaft. The heavy tangle frame construction is entirely enclosed and dust-proof, removable covers affording ready inspection of all running parts. Air cylinders are fitted with Ingersoll-Rand plate valves for both intake

図-7 カタログに掲載されているPRE-2の図と解説

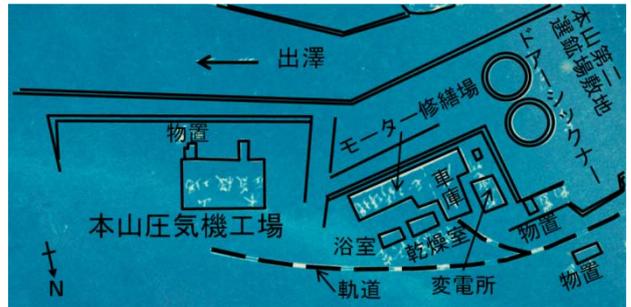


図-8 本山動力所とその周辺施設（昭和2年）

表-4のとおりとなる。

(2) 現存する圧気機

これまで、圧気機の移設というものが行われた経緯があり、さらに通洞動力所および小滝動力所の圧気機が現存していなかったため、本山動力所内に現存していた2台の圧気機の系譜が不明であったが、上述の経緯と現存する圧気機を照らし合わせ写真-5のように4号機と8号機が残されていることが明らかとなった。写真-6は4号機に取り付けられていた銘板で写真-7は8号機に取り付けられていた銘板であり、それぞれCLASSはPE-2とPRE-2であることも確認された。また、図-7はインガースランド社のカタログに掲載されていたPRE-2の機体であり、この図および機体の解説と8号機（PRE-2）を照合したところ、ほぼ欠損なく残っていることが判明した<sup>[30]</sup>。

(3) 本山動力所の増改築

本稿で取りまとめられた圧気機設置の経緯によれば、

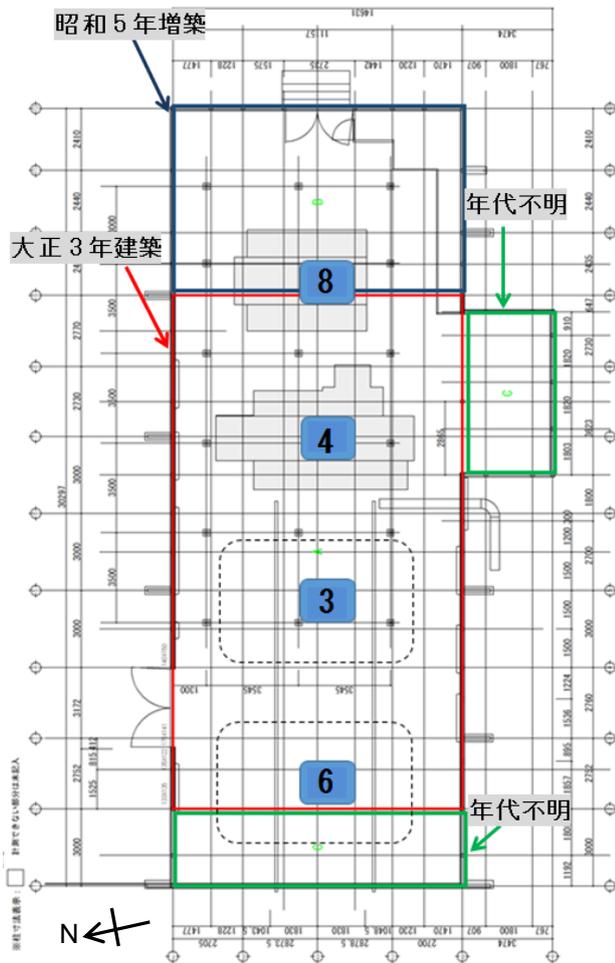


図-9 本山動力所建屋の増改築状況調査



写真-8 倒壊寸前の建屋

上掲の表-4 のように、本山動力所に設置されていた圧気機は増設および移設も含めると最大で4台となる。図-8は1927(昭和2)年9月の本山動力所とその周辺の様子を表すものであり、この当時は3号機および4号機の2台が格納されて時期である<sup>[21]</sup>。本山圧気機工場の敷地は出澤の上流側ではモーター修繕場や浴室の敷地と接している。この後の1930(昭和5年)には前掲図-5のように8号機増設されるため、図-8の東側の部分が拡張

され増築され、また、1956(昭和31)年の夏の時点よりも前に6号機が移設されるため、図-8の西側の部分がさらに拡張され増築されたはずである。このことは現在進めている建屋の調査(栃木県建築士会への委託調査)においても、図-9のように建造当初の部分とその後の増築された部分とが明らかとなった<sup>[22]</sup>。本山動力所の建屋は木造軸組(クイーンポストトラス)構造、平屋建て、切妻屋根で屋根棟部に2か所の採光用の腰屋根が取り付けられている。本山動力所に限らず、一般的なこととして、動力所(圧気工場)には日常の管理不足や運転トラブルなどにより圧気機を停止させ場合、採鉱作業が停止されることとなり、鉱山の操業上大変不都合を生じることになる。そのため、清澄で塵埃を含まない空気を確保し、清掃および点検などが適切に行えるよう、換気と採光に配慮した造りが求められる。本山動力所の建屋は1914(大正3)年1月に竣工した箇所を基として、換気と採光が行える造りを保ちつつ増改築が進められてきたものと推測できる。

## 5. 本山動力所の修復と保存

### (1) 本山動力所建屋の劣化状況の把握

現在、建屋は写真-8のように半倒壊状態にあり、外部からは外壁下見板の破損も酷く、外部建具も損傷しており、部分的に波トタンにて応急処置をしている状態であることが確認できた<sup>[23]</sup>。その他、柱脚部や土台の腐蝕も見られた。そして、内部からは、内部壁の仕上げ材の漆喰のほとんどが剥落しており、腰壁の羽目板も同様に破損が見られた。さらに、雨漏れによる屋根下地材や小屋組みのトラス部材の腐蝕及び腐蝕による損傷が確認できた。また、雨漏れによる柱や土台の腐蝕とそれに伴う柱や土台の損傷も確認できた。

### (2) 本山動力所建屋の修復の方針

本山動力所は足尾銅山と日本の近代化の歴史を物語る施設であり、特に鉱山における坑内作業の機械化をの足跡を示す証拠ともなる施設である。そのため、保存と修復にあたっては、機械化の足跡と足尾銅山の発展と閉山までの変容が理解できるよう、閉山当時の様相(外観)が保てるようにすることが肝要である。また、修復に伴う部材の更新の際は、用いる材料は当時のものを基本とするべきと考えられる。なお、当時とは異なる部分として耐震補強等が必要となるが、可逆的な工法を用いて行われるとよい。そして、換気と採光に配慮した造りの部分はできる限り保たれると良い。さらに、立地場所や現存する圧気機が高価で歴史的価値や後天的な希少性も高い事を考慮すると、建屋またはその周辺にはいたずらや盗難を防ぐための措置が早急に検討されるべきである。



写真9 圧気機への電力操作盤



写真10 建屋南側にある鉄管の支柱跡

### (3) 本山動力所と保存対象

建屋については上述のとおり修復し保存が行われるべきであるが、建屋のだけではなく、現存する2台の圧気機（前掲写真-5）とその他の2台の設置跡（前掲図-9の3号機および6号機の設置跡）、写真-9で示した圧気機の電力操作盤、移設および撤去の際に増改築された箇所についても解説が行えるように保存が進められる必要がある<sup>[4]</sup>。また、建屋の外においては写真-10で示したように本山坑に向かって敷設された鉄管の支柱跡も残存しており、これも重要な関連遺構であることから合わせて保存されることが望まれる<sup>[5]</sup>。

## 6. 本研究のまとめ

本研究により、これまで不明であった足尾銅山の本山動力所の建造および圧気機が設置された経緯を明らかにできた。今後、日本および足尾銅山の特に坑内作業の機械化に資した歴史的施設として修復し保存されるとともに公開に向けての検討を進められることが期待される。

## 7. 今後の課題

本山動力所の歴史的価値を理解する上では、残存する圧気機と鑿岩機についての理解も必要である。また、世界遺産としての足尾銅山跡の構成資産としてその価値を論ずるためには、その視野を日本と足尾銅山の範疇の外にも広げる必要もある。

**謝辞：**本研究を進めるにあたり、文献調査においては古河機械金属株式会社、東京大学附属図書館および九州大学附属図書館の協力、お茶の水女子大学大による史料整理の恩恵を受けた。さらに現状調査においては河東義之氏（小山工業高等専門学校名誉教授）から指導を頂いた。また、本研究を進めるにあたっては JSPS 科研費（奨励研究，課題番号：18H00272）の助成を受けた。ここに記して感謝の意を表したい。

### 補注

- [1] 足尾銅山の閉山後における町の観光振興方策から世界遺産登録にむけた動きに至る経緯については「財団法人 広域関東圏産業活性化センター：エコミュージアムあしおの創造，1994」，「足尾町：足尾振興計画，2001」，「国土交通省関東運輸局：産業遺産を活用した観光振興方策策定調査（栃木県足尾町周辺）報告書，2003」，「足尾町：「エコミュージアムあしおの創造」環境のまちづくり（松木地区計画），2005」などで知ることができる。
- [2] 検証作業などの成果の代表的なものとして「日光市教育委員会：足尾銅山跡調査報告書，2008」から続く8冊の報告書と「日光市教育委員会：足尾銅山跡総合調査報告書，上巻，2013」および「日光市教育委員会：足尾銅山跡総合調査報告書，下巻，2015」と「日光市教育委員会：史跡足尾銅山跡 通洞坑宇都野火薬庫跡 本山坑 本山動力所 本山製錬所跡 本山鉱山神社跡 保存活用計画，2016」などがある。
- [3] 足尾銅山の全体図については1913（大正2）年に発行されたものに地区名，河川名，主要施設位置，坑口，坑道などの記載を加筆した。
- [4] 代表的なものとして文献1）から文献12）がある。
- [5] 代表的なものとして文献13）から文献20）がある。
- [6] 本研究で用いた古河機械金属所蔵の一次史料は文献23），文献24），文献25），文献27），文献28），文献29）であり，これまで未公開となっていたものである。古河の史料は1907（明治40）年に起こった鉱夫らによる暴動のために焼失したのもあったが，焼失を免れたものは現在も残っており，本研究の文献調査ではそれらの史料にあたり本研究に資する上記の文献から各史実の記載を発見している。なお，史料の総量は，段ボール箱にして120箱以上，冊数にして1,000冊以上確認されている。これらの文書は足尾銅山の鉱業事務所と国（東京鉱山監督局など）や栃木県，古河の本社との間で交わされた命令，伺い，認可，報告などのもので，施設についていえ

ば、鉱区、探鉱・採鉱、選鉱、製錬、軌道、電話、電気、水道などなど多岐にわたっている。この他に本研究では、東京大学附属図書館所蔵の実習報文である文献 21) と、文献 22)、文献 26) と九州大学附属図書館所蔵の実習報文である文献 30) と、文献 31)、文献 32) を用いている。これらは、明治時代から昭和の時代にかけて、旧帝国大学の鉱山学科（または採鉱・冶金系）の学生が鉱山の現場を学ぶため、全国の金属鉱山や炭鉱に出向き、その記録を報告として残したものである。東京大学附属図書館には足尾銅山に来山した学生らの実習報文が 25 冊ほど所蔵されており、九州大学附属図書館には 11 冊ほど所蔵されている。これらの実習報文は製本されたものであるが、その中身は学生自身の手書きで書かれており、図面や写真などとともに足尾銅山の探鉱・採鉱、選鉱、製錬、組織、労働者の生活などが細かく書かれている。図面や文書の内容は著者である学生が実習の際に受入先である鉱業所から入手したり聞き取ったりしたものであるとの判断から、本研究では古河機械金属所蔵の一次史料を補完する意味合いで用いている。

- [7] 文献 21) の pp.92-109 から引用した。鑿岩機使用の開始が 1886 (明治 19) 年であることについては文献 2) にも記載があり、同文献 pp.90-91 では本山で 1886 (明治 19) 年 1 月から用いられていること、pp.93 では小滝では 1888 (明治 21) 年 4 月から用いられていることさらに p.95 では通洞で 1886 (明治 19) 年 1 月から使用を開始していることが確認できる。また、この時期にいろいろな鑿岩機が使用されていることがわかるが、文献 21) によれば「シーメンス式」電気鑿岩機と「ジャックソン式」手鑿岩機と「リトルウォンダー式」気槌鑿岩機および「ショー式」気槌鑿岩機については良好な結果を残せなかったと記されている。なお写真-3 は 1909 (明治 42) 年頃のものであるがウォーターライナーを使用している例として文献 21) から引用し掲載した。鑿岩機に二つ管がつながっており、一つは空気が送られて来る管で、もう一つは写真中央の左側にある水の入ったタンクから水を得るものであり、その水がせん孔中の練り粉を押し出す働きをする。
- [8] この時代、手掘りで掘る鉱夫は「坑夫」と呼ばれ鑿岩機を操作して坑道などを開鑿を進める鉱夫は「進鑿夫」と呼ばれていた。なお、文献 21) の p.93 の中で 1907 (明治 40) 年に光盛第一堅坑と箕子橋堅坑下に圧気機を設置し、横間歩第三堅坑では鑿岩機を使用していることが記されているが、これらはどれも通洞方面の開発として位置づけられる。そのため、1907 (明治 40) 年では鑿岩機は通洞方面でのみの使用となっていたことが窺える。
- [9] 文献 21) の p.93 の表を引用し加筆した。
- [10] リトルウォンダー式鑿岩機の図は文献 21) の pp.102-103 に挿入された図面を引用し加筆したもの。
- [11] 1907 (明治 40) 年の頃の圧気機については文献 22) の pp.67-67 の掲載内容を引用し、1910 (明治 43) 年のころの圧気機については文献 21) の p.105 から引用した。なお、文献 21) の同記載によれば、ライナー式は鑿岩機 4 台を動かすことができ、シュラム式は鑿岩機 3 台を動かすことができ、シュラム式のものにはライナー式のものに比べて劣ると記されている。
- [12] 文献 21) の p.105 の表を引用した。
- [13] 圧気機の図は文献 21) の pp.104-105 に挿入された図面を引用し加筆したもの。ライナー製の圧気機が使用されていたことを示す重要な証拠である。図面には「tow stage」との記載があり、その図でも大きさの違うシリンダー部分が 2 箇所確認できる。また、電動ではあるが、後に本山動力所に導入されることになった圧気機と異なり、電動モーターが直付けされたタイプのものではないことがわかる。本研究によって新たに示された知見でもある。
- [14] 文献 21) の pp.106 に挿入された写真を引用した。写真には圧気機と機械夫が写っており、坑内の圧気機工場の存在と様子を示す重要な証拠である。
- [15] 文献 22) の pp.63-64 に挿入されていた図を引用し加筆した。同文献の年代から 1907 (明治 40) 年頃の坑内における圧気機工場（いわゆる坑内の動力所）の様子を知り得る。足倉ヒは本山方面のヒである。
- [16] 文献 23) の pp.46-47 の記載内容を参考とした。
- [17] 文献 24) の pp.23-26 の記載内容を参考とした。火薬代については開鑿量が増えれば消費量が増えるので、手掘りで進めた場合、ストーパーと同じ量を掘るとすると火薬代も 61.9 倍程度になる理屈が成立つ。しかし、火薬代が 2.2 倍ということは 2.2/61.9 で、1/28.1 程度に代金を抑えたことになる。つまりストーパーの使用により作業能率が著しく向上しつつも単位開鑿量に対する火薬代を著しく抑えたことになる。この後の時代も鑿岩機の導入が進むため、開鑿量が増えていくが鑿岩機が導入されることで消費火薬量が減るのではなく、増えることになるので、その点、注意を要されたい。なお、本文中の「インガーソル式」ストーパーと記載の部分については、文献 24) の p.23 では「ハードソック式」と書かれており、同文献の p.43 では「ハードソック式」との記載が「インガーソル式」に加筆修正されており、本研究中では「インガーソル式」を記載している。また、1912 (明治 45) 年の本山と通洞の試験の後すぐにまた本山で試験が行われている。
- [18] 表の鑿岩機の種別と台数については文献 45) の pp.34-35 から引用した。
- [19] 文献 24) の pp.65-67 を引用した。1911 (明治 44) 年の上季に工事に着手し、1912 (大正元) 年の 9 月に 2 台のインガーソルランド社の圧気機を据え付けいったん工事を終えた。
- [20] 文献 25) の pp.60-61 を参考とした。
- [21] 文献 26) の p.45 の内容から、通洞動力所のみでは何れ不足するため本山動力所を建造していたと判断した。
- [22] 文献 27) および文献 28) 中の工作課の報告の中で特に経緯を知ることができる。小滝の動力所は圧気機の到着が予定よりもずいぶん遅れたため竣工も遅れた。文献 27) では 1916 (大正 5) 年 2 月の記載に「小滝圧気機工場新設工事ハ合宿所移轉終了シ目下造作ニ従事ス」とあり、さらに 11 月の記載に「小滝圧気機工場新設工事 同機据付ヲ了シ試運轉ニ着手シ

タルモ機械ノ一部未着ノ為メ来季ノ繰越」とあり、文献 28)では 1916 (大正 5) 年 12 月の記載に「小滝圧縮機工場新設 用水引込ソーダ水槽等約八分通り進工」とあり、建屋を含めた動力所全体の竣工は 1916 (大正 5) 年の年末かそれを越えた可能性も考えられる。なお、本研究ではこれらの記載と文献 29)の記載を参考として小滝動力所の圧気機の設置を 1916 (大正 5) 年としている。

- [23] 文献 26)の p.45 から引用した。
- [24] 文献 29)によれば 1930 (昭和 5) 年 6 月 30 日付で足尾銅山から東京鑛山監督局長宛に足庶五年第三〇八號「御届」が出されており、この中で 35 キロワット以上の原動機を使用している圧気機を報告しており、それによれば、通洞の動力所には 1 号, 2 号, 7 号が設置されており、本山の動力所には 3 号, 4 号が設置されており、小滝の動力所には 5 号, 6 号が設置されていることが示されている。本文中に掲載の 1 号から 7 号機までのクラスについてはこの文書を参考とした。なお、各実習報文の中ではクラスや出力についてこれらの記載と異なっている部分が見られるが本研究では実習報文の方を誤記として扱った。
- [25] 文献 29)によれば 1930 (昭和 5) 年 11 月 15 日付で足尾銅山から東京鑛山監督局長宛に足庶五年第五六八號「御届」が出されており、本山動力所に第 8 号機の増設工事を 1930 (昭和 5) 年 11 月 25 日完了予定で進める旨が書かれている。図-5 はその際の添付図面である。
- [26] 文献 29)によれば 1939 (昭和 14) 年 5 月 12 日付で足尾銅山から東京鑛山監督局長宛に足庶第 874 號「空気圧縮機増設届」が出されており、その中で通洞坑外 (1 号機の西側川下) にインガーソルランドのクラス P・R・E-2-X を設置する旨が書かれており図-6 に示した図面が添付されている。
- [27] 文献 30)の p.60 にはこれが記載されたであろう 1956 (昭和 31) 年の夏の時点において小滝の圧気機の記載はなく、5 号機が通洞の動力所に、さらに 6 号機が本山動力所にあることが記載されている。また、文献 31)の p.72 にもこれが記載された 1962 (昭和 37) 年の夏の時点において小滝の圧気機の記載はなく、そのうえ 5 号機自体についての記載がなく、6 号機が本山動力所にあることが記載されている。このことより遅くとも 1956 (昭和 31) 年の夏の時点よりも前に小滝で圧気機が使用されることがなくなり、5 号機は通洞の動力所に、6 号機は本山の動力所に移設されたと判断した。なお、これらのことから 5 号機のみ 1956 (昭和 31) 年から 1962 (昭和 37) 年の間のいずれかの時点で全く用いられなくなったものと判断できる。
- [28] 文献 31)の pp.72-73 で通洞および本山動力所内に整備されている圧気機の番号を確認した。この他、空気を送付する管は腐食や酸に強いことなどから塩化ビニルが用いられ、その他にも鑄鉄管や銅管、引抜鋼管、ゴムなども用いられていたことが記されている。
- [29] 圧気機が鑿岩機と捲揚機とその制動機に用いられていたことは文献 29)中の足庶五年第三〇八號「御届」と文献 32)の pp.27-28 で確認できる。また同内容から捲揚機がタガーホイストであることが確認できる。さらに、同ホイスト (ウインチ) が圧搾空気

で動くものであることが文献 33)の pp.124-125 で確認できる。なお、坑内の全ての捲揚機が圧搾空気を動力としていたわけではないのでその点注意を要したい。

- [30] 写真-5 と写真-6 と写真-7 は 2018 (平成 30) 年 5 月撮影のもので、写真-6 の上部中央左には「CLASS PE-2」の文字が確認できる。なお、写真-7 には「PRE-2」の文字が確認できるが、見えづらいので写真の上に加筆して掲載している。また、図-7 は文献 34)の「9207-Page30」から引用したものである。
- [31] 図-8 は文献 35) から引用し加筆した。
- [32] 増改築跡に関する詳細な検証結果は文献 36)として纏められている。
- [33] 写真-8 は 2018 (平成 30) 年 5 月撮影のもの。外壁下見板の破損も酷く、外部建具も損傷しており、部分的に波トタンにて応急処置をしている状態である。また、柱脚部や土台の腐蝕による劣化・損傷も見られ、これらを要因とした建物のねじれや傾斜が確認できる。
- [34] 写真-9 は 2018 (平成 30) 年 5 月撮影のもの。圧気機への電力を操作するためのもの。
- [35] 写真-10 は 2018 (平成 30) 年 5 月撮影のもの。動力所から本山坑に向かって敷設した鉄管を支えるための支柱であり、史跡だけではなく産業遺産として本山動力所を見せるためにも保存対象とすべきものである。

## 参考文献

- 1) 鉱山懇話会：日本鉱業発達史，上巻，1932。
- 2) 栃木県史編さん委員会：栃木県史，史料編，近現代九，ぎょうせい，1980。
- 3) 日本経営史研究所：創業 100 年史，古河鉱業株式会社，1976。
- 4) 五日会：古河市兵衛翁伝，富士印刷株式会社，1926。
- 5) 茂野吉之助：木村長兵衛翁伝，富士印刷株式会社，1937。
- 6) 茂野吉之助：木村長七自伝，富士印刷株式会社，1938。
- 7) 足尾町教育委員会，足尾町文化財調査委員会：足尾銅山の産業遺産，随想社，2006。
- 8) 経済産業省：近代化産業遺産群 33，2007。
- 9) 文化庁文化財部記念物課：近代遺跡調査報告書-鉱山-，ジヤース教育新社，2014。
- 10) 村上安正：足尾を歩く-足尾の産業遺産を訪ねて-，わたらせ川協会，1998。
- 11) 小野崎敏：小野崎一徳写真帳 足尾銅山，新樹社，2006。
- 12) 村上安正：足尾銅山史，随想社，2006。
- 13) 日本鑛業会：足尾鑛山現況，日本鉱業会誌，30 巻，353，pp.577-607，1914。
- 14) 日本鑛業会：往復動空気圧縮機の發達，日本鉱業会誌，35 巻，418，pp.1164-1172，1919。
- 15) 15 青山秀三郎：鑛山の空気圧縮機，日本鉱業会誌，40 巻，476，pp.823-865，1924。
- 16) 鈴木揆一：インガーソルランド會社製鑿岩機の特性，日本鉱業会誌，40 巻，476，pp.823-865，1924。
- 17) 青山秀三郎：空気圧縮機の試験，日本鉱業会誌，42 巻，499，pp.905-916，1926。
- 18) 下村弥太郎：欧米の鉱山で見た採鉱技術，日本鉱業

- 会誌, 77 卷, 876, pp.401-412, 1961.
- 19) 山口梅太郎：鉱山における圧縮空気の高圧化について, 日本鉱業会誌, 84 卷, 960, pp.457-464, 1968.
  - 20) 佐藤一夫：上岡鉱山における圧縮空気の高圧化, 運転合理化, 日本鉱業会誌, 85 卷, 974, pp.411-418, 1969.
  - 21) 古市六三：足尾銅山通洞採鑛報告, 四冊之内第二卷, 東京大学附属図書館所蔵, 1910.
  - 22) 玉木二五三九：足尾銅山通洞採鑛報告, 東京大学附属図書館所蔵, 1907.
  - 23) 坑部課：坑部課事業記録, 明治四十二年上季, 古河機械金属, 編纂年不明.
  - 24) 坑部課：坑部課事業記録, 明治四十五年上季, 古河機械金属, 編纂年不明.
  - 25) 坑部課：坑部課事業記録, 明治四十五年下季, 古河機械金属, 編纂年不明.
  - 26) 小島庸一：足尾銅山通洞報告, 東京大学附属図書館所蔵, 1919.
  - 27) 足尾鑛業所：操業月報, 大正五年度, 古河機械金属, 編纂年不明.
  - 28) 足尾鑛業所：操業月報, 自大正五年十二月至大正六年十一月, 古河機械金属, 編纂年不明.
  - 29) 庶務課：庶務課文書, 自昭和五年至昭和二十六年三月, 捲揚機汽罐一般機械之綴, 古河機械金属, 編纂年不明.
  - 30) 今田尚男：足尾銅山本山坑実習報告, 九州大学附属図書館所蔵, 1957.
  - 31) 河内広太郎：足尾鑛業所通洞坑実習報告, 九州大学附属図書館所蔵, 1963.
  - 32) 鶴飼誠：足尾通洞坑報告, 九州大学附属図書館所蔵, 1941.
  - 33) 永積純次郎：採鉱学, 第 4 卷, 丸善, 1936.
  - 34) Ingersoll-Rand Company : Ingersoll-Rand products , From No.9207 Superseding 9107, First Edition, 1921.
  - 35) 足尾鑛業所：足尾銅山建家配置圖, 1927.
  - 36) 栃木県建築士会：国指定史跡 本山動力所建屋修復案・本山鉱山神社修復案, 足尾銅山関連建造物基礎調査および修復案作成業務委, 2017.
- (?????.?.?受付)