

スウェーデンに Adolf R. Berggren の足跡を訪ねて

－19世紀スウェーデン製鉄技術史跡の探訪－

Following in the footsteps of Adolf R. Berggren in Sweden.

－ Fieldwork report of 19th-Century Swedish Ironwork Heritage Sites －

宮下 敦*

Atsushi Miyashita

キーワード：中小坂鉄山，アドルフ ベルギーレン，スウェーデン製鉄

Key words : Nakaosaka Iron Mine, Adolf Berggren, Swedish ironwork

はじめに

Adolf Reinhold Berggren (1839－1893, 以下、初出後の外国人名は A. Berggren のように略称) は、1875 (明治5) 年から1877 (明治7) 年にかけて、下仁田ジオパークのジオサイトである中小坂鉄山の製鉄所で高炉長をつとめたスウェーデン人である。以下、日本国内のことならびに年号は西暦年とあわせて () 内に和暦を示す。宮下・カルソン (2021) は、A. Berggren が、1839年にスウェーデン南部の Hornsö に生まれ、1893年に亡くなった人物であることを明らかにした。

筆者は、A. Berggren の直接資料の存在を確認するための子孫の探索と、彼が日本にもたらしたスウェーデン製鉄技術の史跡を調べるため、2025年3月末から4月上旬にかけて現地を訪ねた。

筆者の勤務先である成蹊学園の成蹊中学高等学校は、A. Berggren が生まれた場所に近い Kalmar にある Calmare Internationella Skola (私立カルマーレ国際高等学校, CIS) と学校交流をしている。このご縁で、CIS 教諭の吹野雅子先生にご手配頂いて、今回の調査が実現した。現地調査の結果、

A. Berggren の子孫のかたと連絡がつき、彼が日本に伝えた19世紀のスウェーデン製鉄史跡が保全されていることが確認できた。主な訪問先と関係した場所は、第1図のようなところである。



第1図 スウェーデンでの A. Berggren の関係地図

2025年12月27日受付。2026年2月16日受理。

*放送大学／成蹊学園サステナビリティ教育研究センター

The Open University of Japan / Seikei Education and Research Center for Sustainable Development

本稿とは別に、科学史の検討を踏まえた考察については原稿を別途準備している。また、A. Berggren が生まれた Hornsö の19世紀スウェーデン製鉄については、遠戚でもある郷土史家の Lars Olav Harald Järned 氏の著作 (Järned 2018) の日本語訳を準備中である。学術的な内容は、それらに譲り、拙稿は A. Berggren がもたらした中小坂鉄山の製鉄技術復元のイメージをつかんで頂くための資料として、旅行記の形で執筆した。

なお、スウェーデン語は母音が9つあり、地名や人名を正確にカタカナにするのは難しい。このため、本稿では常用されているストックホルム以外は、スウェーデン語の表記をそのまま用いている。横文字が多くなり読みにくい点をご容赦頂きたい。

Adolf Reinhold Berggren について

Adolf Reinhold Berggren (1839–1893) は、1839年11月15日にスウェーデン南部の Götaland 地域・Kalmar 県・Småland 地方の Hornsö にある Långemåla 村で、父・J. F. Berggren と母・E. E. Jacobsson の長男として生まれた。A. Berggren の略年表を第1表に示す。Berggren 家は父親から五代前まで製鉄の高炉の仕事をしている家系で、A. Berggren も子どものころから製鉄の仕事が身近にあり、その技術を受けつぐのはごく自然な環境であっ

た。Kalmar 県で少年時代を過ごした A. Berggren は、19歳から23歳までは北の地域 (“Norrländ”, 詳細な場所は不明) に行っていたという記録になっている。おそらく家業をつぐために、南部地域とは別の環境で製鉄を学ぶ修行の期間であったのだろうと推察される。1862年、23歳のときに故郷の Hornsö に戻って、本格的に製鉄業に従事することになったと思われる。

しかし、19世紀後半は、イギリスで石炭を用いた大規模な製鉄技術が発達し、木炭と沼鉄鉱を用いたスウェーデンの小規模製鉄は、ヨーロッパでの国際競争力を失いつつあった。A. Berggren は、1864年、25歳のときに父親とともに Orrefors 製鉄所の仕事を得たが、1866年には地元の新聞に製鉄技術者として求職の広告を出している (Järned 2018)。家族ぐるみで仕事をしていた Orrefors 製鉄所にも業態転換の計画があり、若い技術者を長期にわたって雇用する見通しが立っていなかったのであろう。実際、Orrefors 社は1898年に高温熔融技術を活かしたガラスメーカーとなり、現在もノーベル賞晩餐会で用いられるグラスを製作するなど、スウェーデンを代表するブランドとなっている。

1866年の求人広告は効果がなかったらしく、1873年4月には、Orrefors の西にある Åry 製鉄所の求人に応募した手紙が残されている (宮下・カールソン 2021)。この資料はおそらく自筆と考えられ、現

状で A. Berggren 関連で本人に直接つながる資料としては唯一のものである。Åry と Orrefors で扱っていた鉱石の性質が異なるために、この就職も失敗に終わったことが、手紙の文面から分かる。

同じ1873 (明治6) 年4月23日から4月30日のあいだ、日本から岩倉使節団がスウェーデンを訪問した (奥田 1995)。この際、岩倉らは、ストックホルム周辺の企業を視察したが、その中にイギリスの技術を導入してスウェーデン有数の企業になってい

西暦年	和暦	年齢	できごと	備考
1839	天保十	0	11/15 スウェーデン南部(Götaland, Kalmar, Småland)の Hornsö, Långemåla村で、J. F. Berggren と母 E. E. Jacobsson の長男として生まれる。	父親も含め5代前まで高炉長6人の弟妹
1851	嘉永四	12	父親が Hagelsrum 製鉄所の高炉長になる。Hornsö から転居	
1853	嘉永六	14	父親が Hornsö 製鉄所の高炉長になる。転居	
1858	安政五	19	スウェーデン北部に行く	恐らく製鉄技術の修行
1860	安政七	20	4/23 Stockholm に転居	
1862	文久二	23	スウェーデン北部から Hornsö に戻る	
1864	元治二	25	父親とともに Orrefors 製鉄所で働く	
1866	慶応二	27	8/20 地元紙に製鉄技術者の求人広告を出す	転職先を探していた
1868	明治元	29	12/5 弟 Edvard とともに Stockholm に住む	
1873	明治六	33	Orrefors 製鉄所の高炉管理 Ary 製鉄所の求人に応募	4/23-4/30 岩倉使節団がスウェーデン訪問
1875	明治八	36	7/30 Stockholm で日本の製鉄所への技術者求人広告 8/29 Stockholm 出港 10/21 横浜入港 12/16 中小坂鉄山着任	1/16 丹羽正剛が J. A. R. Waters と雇用契約
1876	明治九	37	中小坂鉄山高炉長 (10月まで?)	7月 中小坂鉄山経営を丹羽正剛から由利公正・三浦安に委譲 日本の内国勸業博に製品展示 11月 中小坂鉄山官営化依頼
1877	明治十	38	4/9 横浜出港 6/16 Stockholm 入港 弟 Edvard とともに Stockholm に住む	6/26 中小坂鉄山官営化
1878	明治十一	39	Orrefors 製鉄所で高炉管理 その後煉瓦職人に転業?	
1887	明治二十	47	Österlövsta に転居	
1888	明治二十一	48	1/29 長女 Ida Lovisa 誕生	
1890	明治二十三	50	1/2 次女 Alma Eleonora 誕生	
1891	明治二十四	51	10/3 Kristina Lovisa Persdotter と入籍	
1892	明治二十五	52	2/6 三女 Anna Dorotea 誕生	
1893	明治二十六	53	5/27 Vadv, Hällnäs で胃の病気で死去	妻 Kristina Lovisa は 1899/5/30 に Gudinge で死去

第1表 Adolf Berggren 略年表

た J. & CG Bolinders Mekaniska Verkstad (以下、Bolindars 社と略述) があった (奥田 1995)。Bolindars 社は、1844年に Bolinder 兄弟によって設立された工場で、岩倉使節団訪問時は、種々の鋳物製品を製作し、ヨーロッパ各地に輸出していた。20世紀に何度か吸収合併され、そのブランド名が継承されている。この時期、A. Berggren は弟の Edvard Berggren とともにストックホルムに拠点があった記録がある。岩倉使節団は、極東の未知の国から初の外交使節訪問であり、一般市民の間で話題になったことは間違いない。

1875 (明治8) 年7月30日に、ストックホルムの新聞に、日本・中小坂鉄山での製鉄技術者募集の広告が掲載された。A. Berggren は、この広告に即応したものとみられ、約1ヶ月後の8月29日にはストックホルム港から日本に向けて出発している。群馬県・中小坂鉄山がどのようなところかといった情報は少なかつたはずだが、それを補って余りある雇用条件が示されたものと思われる。

当時、開通して程ないスエズ運河経由でも、スウェーデンから日本への船旅は1ヶ月半以上かかり、横浜に入港したのは10月21日前後であった。東京都公文書館にある契約書類などから、群馬県下仁田町に着任したのは12月16日頃と考えられる (宮下・カールソン 2021)。外国人としては、製鉄用の機材の発注・設置から運用までを担っていたイギリス人の John Albert Robinson Waters (1846–1902) が同行していた。J. A. R. Waters は1868 (明治元) 年に来日しており、日本語は堪能だった。J. A. R. Waters の元で、1876 (明治9) 年の間、A. Berggren は高炉での製鉄から^{ちゅうぞう} 鋳造・^{たんぞう} 鍛造までの工程の指導を担ったと考えられる。A. Berggren の指導によって製鉄所は順調に鉄を生産し、1877 (明治10) 年に東京・上野で開催された内国勸業博覧会では、中小坂鉄山で作られた鉄製大型火鉢が展示されている。このために製作された火鉢の1つが下仁田町歴史館に展示されている。この明治10年内国勸業博覧会解説 (内国勸業博覧会事務局 1878) にある「瑞典国産スル所ノ上品ト同位ノ生鐵ヲ製出スヘシ同國オクルスベルス州オリフス坑場ノ炉長

ベルギレン」という記述が、日本に残されていた A. Berggren の最も詳しい記録であった。この記事のオリフスが Orrefors であることに気づいた T. Karlsson 氏のお手柄で、A. Berggren の出自が判明した。宮下・カールソン (2021) の執筆時もそうであったが、スウェーデン現地で聞き取りをしても「オクルスベルス州」が何を意味しているかは分からなかった。

しかし、中小坂鉄山の経営自体は順調ではなかった。A. Berggren を雇用した丹羽^{まさつね}正庸 (1822–1882) は、仕えていた太政大臣・三条実美 (1837–1891) に無断で、イギリス人から巨額の借金をしており、計画や機材発注などを担っていた村井三四之助 (生没年不明) とともに、責を問われて三条家から追放されてしまった (刑部 2016)。

中小坂鉄山経営の後任となった由利^{きみまさ}公正 (1829–1909) と三浦^{やすし}安 (1829–1910) は、現在の株式会社の原型となる「山一組」を興し、渋沢栄一 (1840–1931) が担当していた東京府のガス配管用鉄管を前金で受注し立て直しをはかった。しかし、これは中小坂鉄山の生産能力と技術をこえたもので、契約通りの納品ができず、かえって大きな負債をかかえてしまった (一倉 1986)。詳細は不明であるが、A. Berggren との契約も継続できない状態におちいったものと推測される。お公家さんやお武家さんの商法が災いしたと思われる。丹羽と三浦の請願を受けて、明治政府は中小坂鉄山を官営化するが、日本人だけでは洋式高炉の運転はうまくいかなかった。

A. Berggren は、上記のような事情で、1877 (明治10) 年4月9日頃に横浜から日本を離れた。その際、パスポートを紛失していたことが、その対応にあたったオランダ公使の手紙から分かる (宮下・カールソン 2021)。日本を発った A. Berggren は6月16日にストックホルム港に入港した。

その後の様子は詳しくは分からないが、帰国後、短い期間 Orrefors 製鉄所で仕事をしてからストックホルムに移り、そこでレンガ職人として生計をたてていたらしい。

戸籍の記録によると、1887年に、ストックホルムの北東にある Österlövsta に転居し、そこで長女

と次女が生まれた。入籍をせずに家庭をつくるのは当時のスウェーデンでも珍しいことであったが、1891年に Kristina Lovisa Persdotter と遅い結婚をした。結婚翌年の1892年に三女が生まれたが、A. Berggren は翌1893年5月27日に胃の病気で死去してしまった。享年53歳で、葬儀はストックホルム北東の Hallnäs で行われた。残念ながら墓所は未だ見つかっていない。妻の Kristina も7年後の1899年に亡くなり、三人の娘たちは、それぞれ里子に出されている。三女の Anna Dorotea Berggren 氏は1974年に亡くなっている。

2025年の Järned 氏の調査によって、A. Berggren の曾孫（三女の孫）にあたる Inger Margareta Qvarnström 氏とそこご家族が、スウェーデン近郊でご健在であることが分かっている。

19世紀のスウェーデン製鉄

1) 製鉄のプロセス

鉄鉱石は、鉄と酸素が化合した酸化鉄でできている。鉄鉱石から酸素をとりのぞいて金属の鉄にするのが製鉄である。鉄鉱石は、^{じてっこう}磁鉄鉱と赤鉄鉱に大きく分けられる。

磁鉄鉱は、2価の酸化鉄と3価の酸化鉄が主成分であり、 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Fe}_3\text{O}_4$ という化学式で表され、スピネル構造という強い結晶構造を持っている。中小坂鉄山の鉄鉱石は、この磁鉄鉱である。筆者らは中小坂鉄山の磁鉄鉱は、スウェーデンのキルナ鉱山のもとの成因が同じであるという説を提唱している（宮下ほか 2024）。明治初期から、中小坂鉄山の鉄鉱石はスウェーデンのものに似ているとされており、その取扱いに習熟しているスウェーデン人技術者の招聘が考えられたのであろう。

一方、赤鉄鉱は、3価の酸化鉄のみでできており、 Fe_2O_3 という化学式で表され、三方晶系という結晶構造を持っている。結晶構造が違うので、赤鉄鉱は磁鉄鉱よりも割れやすく、化学反応もしやすい性質を持つ。このため、現代の日本の主な製鉄原料としてはオーストラリアやブラジルの縞状鉄鉱層という鉱床から採掘された赤鉄鉱を用いている。

磁鉄鉱を原料とする場合には、溶鉱炉に入れる前に鉄鉱石を焼いて赤鉄鉱に変える^{ばいしょう}焙焼という工程が必要になり、その分のコストがかかる。この他に、19世紀のスウェーデン製鉄では、赤鉄鉱がさびて水と化合した褐鉄鉱という鉄鉱石も重要である。褐鉄鉱は、日本でも古代製鉄の原料であったという説があるほか、戦時中には長野県の諏訪鉱山のように鉄鉱石として採掘されたこともある。

学校の理科で学ぶように、これらの酸化鉄を金属鉄にするためには、酸化鉄から酸素を取りのぞく^{かんげん}還元という化学反応が必要である。酸化鉄を還元するためには、鉄鉱石中の酸素を炭素と化合させる方法がとられる。この方法は古代から用いられている。還元されるときに二酸化炭素が大量に放出されるので、地球温暖化防止の観点からは、再生可能エネルギーを用いて作った水素を使って還元する技術開発が模索されている。炭素の素材として、現在の製鉄所では火力の強いコークスを用いるが、日本のたたら製鉄や19世紀のスウェーデンの製鉄では木炭が用いられた。森林を失ってしまったイギリスでは、19世紀に石炭やコークスを用いた製鉄方法が開発されるまでは、森林資源が豊富なスウェーデンなどから鉄インゴット（棒鉄）を輸入せざるを得なかった。コークスや木炭は、還元剤としてだけでなく、鉄鉱石や副原料を加熱して溶融するための燃料でもある。中小坂鉄山の場合は、近隣の山から得られた木炭を使ったものであろう（大河原・原田 2020）。

また、炭素を含む鉄の融点は、約 $1400^{\circ}\text{C} \sim 1500^{\circ}\text{C}$ と高温なので、炭素を^{ふいご}燃焼する際に^{ふいご}鞴を使って空気を大量に送り込む必要がある。この鞴を動かす作業を、日本では「たたらをふむ」と呼んでいたので、古くからの日本の製鉄はたたら製鉄と呼ばれている。この送風の温度を上げるために、ヨーロッパ製鉄では19世紀くらいから熱風炉と呼ばれる炉で、送風する空気を事前に加熱する工夫がなされた（矢島 2003c）。この方法は中小坂鉄山でも用いられた（高松 1990）。

さらに、鉄鉱石は大なり小なり不純物を含んでいる。この不純物は高炉から得られる銑鉄の品質を落としてしまう。不純物を高炉にいれないようにする

ためには、原料の段階で選鉱して、できるだけ鉄鉱石の純度を上げておく必要がある。鉄鉱石の純度は品位と呼ばれている。しかし、品位を上げてても不純物をゼロにすることはできないので、鉄鉱石を溶鉱炉に入れる段階で、副原料として石灰石を不純物の量に応じた割合で混ぜる。中小坂鉄山の場合は、下仁田町青倉の石灰岩が用いられた（大河原・原田 2020）。溶鉱炉の中で、酸化鉄が高温になって還元される際に、石灰石のカルシウムと不純物が化合した溶融物ができる。この溶融物と溶融した金属鉄は高炉中で油と水のように分かれる。油と水を混ぜると、水の方が下に沈むが、溶融物の場合も金属鉄の溶融物の方が下に沈む。そこで、不純物の溶融物を上の方から、金属鉄の溶融物を下の方から取り出すと、両者を分離して純度の高い金属鉄をとりだすことができる。不純物の溶融物を冷やしたものが鉄滓（スラグ）で、現代の製鉄所では、これもセメント原料などにして活用している。

取り出した鉄の溶融物が冷えると、還元の際に使った炭素を多く含む銑鉄になる。鍛冶によって成形して道具を作ったりするためには、かたくもろい銑鉄のままでは加工ができない。このため、錬鉄炉という炉を用いて、銑鉄を再度加熱して炭素を燃やす必要があった。銑鉄から炭素を分離することを脱炭（たんたん）炭という。錬鉄炉では脱炭とあわせて、溶融した際に分離してくるスラグを再度分離する。この工程によって鉄の純度がさらに上がる。脱炭して純度が上がることで鉄は加工しやすくなる。錬鉄炉で脱炭された錬鉄塊は、大きなハンマーでたたき鍛錬工程によって、鉄材に成形される。鍛錬されることで、さらに炭素量が調整され、不純物が除去される。また鉄の結晶粒の性状が変化させて、用途に応じた鉄材を作る。こうしてできた鉄材を鋳型に流し込んで鍋釜を作ったり、鍛冶によって刃物やフライパンなどの形にしたりして、製品化する。このような工程は、昔の高炉製鉄でも、現在の高炉製鉄でも、規模は違っても基本は同じである。スウェーデンでは、ハンマーや轆の駆動力としては水車による水力が主に用いられた。

高炉製鉄は、高温の溶融物を扱い、一酸化炭素も

発生する危険な作業となる。場合によっては、炭塵爆発なども起こることがあった。鉄鉱石や石灰石などの重量物を扱うこともあって、製鉄所の労働は過酷な仕事であった。

2) スウェーデンの鉄鉱石

スウェーデン南部は、約7万年前～約1万年前の最終氷期には、厚い大陸氷河におおわれた。大陸氷河の流動によって地面は削られ平らになり、流れた後に溝がたくさんできた。氷河期が終って地球が暖かくなると、氷河が溶けて、その荷重が減り、地面が隆起した。高校の地学教科書に載っている「アイソスタシーの回復」という現象である。隆起した地面には、氷河が残した溝が残し、内陸では湖がたくさん生まれ、海岸は出入りの多いリアス海岸になった。

この湖には、まわりの岩盤から溶けだした鉄分が集まり、褐鉄鉱として湖底に沈殿した。この褐鉄鉱を沼鉄鉱（スウェーデン語では sjömalin, sjö は湖, malin は鉄鉱石）と呼ばれている。冬に湖水の表面が凍っている間に、日本のわかさぎ釣りのように、氷に穴あけて褐鉄鉱をかき上げて乾燥させておき、いろいろな粒度でペレットに成形して鉄鉱石として用いた。この他、スウェーデンには19億年くらい前にできたキルナ型酸化鉄鉱床や、4億年前に赤道に近かったことによって広い石灰岩地帯ができ、そこに花こう岩類が貫入してできたスカルン鉄床の鉄鉱石が産出する。沼鉄鉱だけでは原料の鉄の割合が低く、品位が悪い場合は、こうした鉄鉱石を原料に混ぜた。乾燥してあるといっても水分は残っているので、沼鉄鉱も磁鉄鉱と同様に高炉に入れる前に焙焼を行った。

還元剤と燃料としての炭は、白樺を主体としたスウェーデンの森から大量に生産できる木炭を用いた。これも農閑期の農民の副業になった。副原料の石灰石は、スウェーデンで豊富に産する石灰岩を採掘することで得られた。

鉄鉱石、木炭、石灰石という製鉄の原料が揃うので、スウェーデンでは紀元前から製鉄が行われていた（矢島 2003a）。13世紀くらいから、小規模な製鉄がスウェーデン各地に広がった。16世紀のス

ウェーデン独立以降は、ドイツの技術を導入して生産性が増し、鉄インゴット（棒鉄、スウェーデン語で Stångjärn, Stång がロッド, järn が鉄）として輸出された（矢島 2003b）。さらに17世紀になると、宗教改革に伴うベルギーからの製鉄労働者移民の流入で技術力が上がり、さらに生産量が増えた。18世紀中ごろには、スウェーデンにとって貴重な外貨を得られる鉄インゴットは、国として生産や品質の管理が行われており、製鉄所を作るためには国の認可が必要だった（Järned 2018）。A. Berggren が製鉄の仕事に携わった19世紀のスウェーデンは、そのような時代だった。

スウェーデン南部の製鉄史跡探訪

1) Kalmar まで

スウェーデン王国は、北欧諸国の1つで、立憲君主制の高福祉国である。1995年に欧州連合（EU）に加盟しているが、通貨はスウェーデン・クローナ（SEK）で、2025年では1 SEK が約15~17円である。日本では世界最大の家具量販店である IKEA 発祥の地（現在の本社はオランダ）のイメージがあるだろう。国土の北半は北極圏になるが、気候は大西洋を北上する暖流のメキシコ湾流の影響を受けている。このため、筆者が訪問した3月末から4月上旬は、同じ季節の北海道・札幌くらいの気温になっている。訪問は、A. Berggren が前半生を送った Kalmar 県が中心である。

スウェーデン南部の Kalmar までは、ストックホルム空港から Kalmar 空港もしくは鉄道で Kalmar 駅まで入る方法と、デンマークのコペンハーゲン空港から鉄道で入る方法がある。今回、筆者は後者を用いた。デンマークとスウェーデンの Malmö 間は、2000年に開業した鉄橋と海底トンネルでつながれており、鉄道はスウェーデンの会社が運営している。終着の Kalmar までは3時間半ほどかかる。ちなみに、1873年に訪問した岩倉使節団もデンマークから渡船で Malmö に入り、できたばかりの鉄道に乗ってストックホルムに向かっている。

Kalmar は Kalmar 県の県都で、13世紀から続



第2図 Kalmar 城. Kalmar のシンボル

く古い港町である。中世においてはスウェーデンとデンマークやノルウェーとの間の国境紛争の前線でもあり、町を囲む城郭や13世紀につくられ16世紀に再建された Kalmar 城（第2図）などの古い建物が現存する。現在は、南部の中核都市の1つである。Kalmar は、スウェーデンを代表する科学者で「分類学の父」と呼ばれる Carl von Linné (1707-1778) の生地で、その名にちなんだリンネ大学もある。Kalmar とは橋でつながれている沖合の Öland 島は、スウェーデンで2番目に大きな島で、その南側は世界遺産に指定されている。1番大きな Gotland 島とあわせて、Öland 島にはシルル紀の石灰岩が分布する。シルル紀には古くはゴトランド紀という呼び名もあり、これは Gotland 島に由来する。この石灰岩は、約4億年前のシルル紀にはスウェーデンを含むスカンジナビア半島がサンゴ礁の発達する赤道近くにあった証拠でもある。

Kalmar 周辺は、今回の旅行をナビゲートして下さった CIS 高校の吹野雅子先生と、A. Berggren とは19世紀に姻戚であった遠縁の Lars Järned 氏に案内して頂いた。

2) Hornsö

A. Berggren が生まれた Hornsö は、Kalmar の北約 30 kmにある。スウェーデンは道路網が発達しており、車では約30分ほどである。道中は、白樺林の中を走り抜けていく。

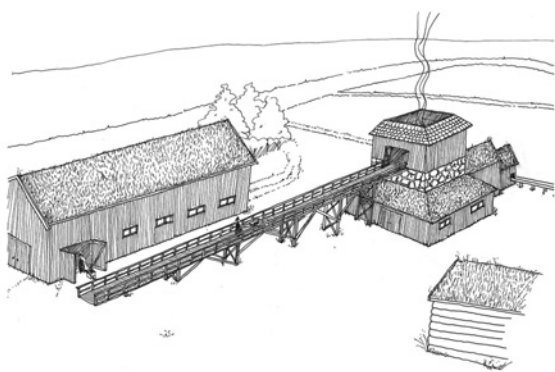
Hornsö には、1768年に操業を開始した高炉があった。この製鉄所で父親が働いており、A. Berggren は



第3図 A. Berggren 生地の Hornsö にあるダム湖



第5図 Järned 氏所有の Hornsö 製鉄所1844年製铸件



Figur 8 Hornsö masugn - som den kan ha sett ut under senare år. [Ill: Camilla Järned]

第4図 Hornsö 製鉄所の復元図

Järned (2018) の「Hornsö masugn: 100 år och lite till」から引用

12歳までの少年期を Hornsö で過ごした。

19世紀スウェーデン製鉄では、製鉄所の動力には水力が用いられた。このため、製鉄所の立地としては、水車が設置できる流量と流速を持つ河岸であることが必要だった。Hornsö 高炉は、Alsterån 川の流れが急になっているところを選んで建設されている。現在、この場所は急流になる立地を生かしてダムが建設され、水力発電所になっており、Hornsö 高炉のあった場所は残念ながらダム湖の底に沈んでいる（第3図）。ダムの水を抜いたときだけ、高炉の跡地を見ることができるとのことである。

Järned 氏によると、この場所に第4図に示すような製鉄所があったと推定されている。図の右手で、上から煙があがっている建物が高炉である。高炉のまわりの屋根は、鞆から送風する羽口、出鉄口、およびスラグの抜き出し口の3面を風雨からまもるた

めのものである。高炉の後ろの小さい屋根2つが水車小屋と鞆小屋で、水車小屋は水路に接続している。高炉建屋からのびている橋は、高炉の上部への原料などの搬入路で、鉄鉱石などの重量物を荷車で運び上げる工夫がされている。左手の長い建物は、高炉でできた銑鉄を製品化する鍛冶場と、鉄鉱石、木炭、石灰石などの貯蔵庫になっている。これが19世紀スウェーデン製鉄所の基本的なつくりであった。

Hornsö 高炉では、輸出用の鉄インゴットの他に、铸件製品なども製作された。Järned 氏が収集した Hornsö 製の铸件製品が第5図である。取っ手の手前側に A. Berggren の父親が働いていた時代の1844年製の刻印が見える。この铸件製品は、鉄鍋のふたにあたる部品で、結婚の引き出物として製造されたものとのことである。

3) Hagelsrum

A. Berggren が12歳のときに、父親が Hornsö から西北西にある Hagelsrum 製鉄所に転勤になった。家族も一緒に転居したものと思われる。Hagelsrum の高炉は文化財として保存されている（第6図）。外壁の花こう岩には、1853年と彫られていて、Berggren 一家が Hornsö に戻ったときに外壁が作られたことが分かる。荷揚げ用の橋脚は失われているが、付属する水車小屋と鞆小屋は保存されている。この高炉の上部には鞆小屋側からはしごがかけられていて内部が見学ができる。第7図の円形の構造物が高炉の最上部で、鉄鉱石、木炭、石灰石はここから投入された。右手の荷車が、こうした



第6図 Hagelsrum 製鉄所高炉全景



第7図 Hagelsrum 製鉄所高炉上部

原料を高炉上部に運搬するためのものである。第7図ではわかりにくいですが、壁には原料の重さを測る棒ばかり秤さおばかりもかけてある。24時間体制で、炉内の状況を見ながら、原料を秤量し、高炉に投入すること、および作業員に作業や記録の指示をすることが、高炉長の仕事であった。製鉄が始まると、高炉長と作業員は、数カ月間にわたって建屋に泊まり込んで管理をした。食事などは、家族が運んだとのことで、若い A. Berggren も父親のために製鉄所に通っただろうとのことであった。こうして製鉄業を親に持つ子供たちは、仕事を覚えていったに違いない。

4) Orrefors

記録によれば、A. Berggren は1864年に父親とともに Orrefors 製鉄所に採用されている。Orrefors は Kalmar の北西約 25 km にあり、Kalmar 市内からは車で30分ほどの距離である。Orre は雷鳥、Fors は川の急流に由来するとのことである。Orrefors 社は1726年に製鉄所として開業した。前述のように

1899年業態転換し、デザインの良さからスウェーデンを代表するガラスメーカーとなった。現在は Kosta Boda 社と合併し、生産自体は中国で行っているとのことであった。Orrefors では2023年に火事があって、見学施設もしばらく閉鎖されていたが、現在は小さなガラス工房や博物館ショップとともに、文化施設として再開している（第8図）。敷地内には、19世紀当時の宿舎や鉄の鍛冶工房が残されている（第9図）。この工房の動力も、水車による水力なので、工房は水路に接しており、数台の水車が動く構造になっている。鍛冶工房の壁には、1841年と彫られ、A. Berggren は、この鍛冶工房でも仕事をしたと思われる。

工房の内部には、銑鉄を製品化するための施設が残されている。第10図が、銑鉄の脱炭と不純物を分離するための錬鉄炉である。高炉から出銑した銑鉄を、鞆で熱風を吹き付けながら再熔融し、炭素を燃やして取り除き脱炭を行った。19世紀スウェーデン製鉄で用いられた燃料は木炭であった。このため錬鉄炉は、第10図に示す木炭を用いる Franche – Comtè 法であった。一方、イギリス機器を導入していた中小坂鉄山の錬鉄炉は、Henry Cort (1741 – 1800) が1780年代に発明した石炭を用いるパドル炉であり（大橋 1975）、石炭をコークスにする石炭焼炉も設置されていた。石炭を用いて錬鉄を大量生産するための転炉は、イギリスの Henry Bessemer (1813 – 1898) が1855年に発明したベッセマー転炉であるが、高炉が小さい Orrefors や中小坂鉄山では採用されていなかった。

錬鉄炉で脱炭した錬鉄は、巨大なハンマー（第11図）で鍛錬・熱間圧延して鉄材にする。たたら製鉄では、刀鍛冶が玉鋼たまがねを鉄床かなづちに置き鉄錘かなづちたたいて鍛錬する工程にあたる。巨大なハンマーが2連あり、水力で水車を回転させてハンマーを繰り返して打ち下ろすことができる。中小坂鉄山の施設では、「スチームハマルに（貳馬力）」（国立公文書館デジタルアーカイブ）が相当する。これは恐らくイギリス製の蒸気機関を用いたスチームハンマーであろう。スチームハンマーはイギリスの James Hall Nasmyth (1808 – 1890, ナスミス式天体望遠鏡の発明者) が1839年



第8図 Orrefors ガラス工場全景



第11図 Orrefors の鍛造用ハンマー



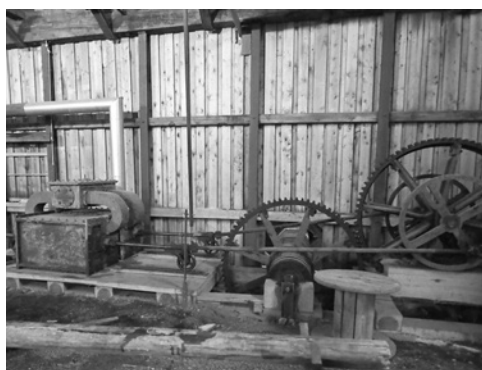
第9図 Orrefors 鍛冶工房
1841年築造. 画像の右側が水路



第12図 Orrefors 鍛冶場



第10図 Orrefors の鍊鉄炉



第13図 Orrefors の2連鞆

に発明した蒸気機関を用いた鍛造用ハンマーである。近年、横須賀のヴェルニー記念館に展示されているスチームハンマーが、1866（慶応2）年に輸入されたイギリス製のものであることが明らかになった（毛利・菊地 2023）。また、明治村で展示されているスチームハンマーは、山陽鉄道鷹取工場で使用された1881年イギリス製である（毛利・菊地 2023）。輸入時期も近いので、中小坂鉄山で使用されていたもの、どちらかと同型の可能性がある。中小坂鉄山

のものは、残念ながら1918（大正7）年に他の設備とあわせて撤去されてしまっている（原田 2009）。

鍛錬・圧延された鉄材は、鍛冶や鑄込みによって製品に成形される。第12図は Orrefors の鍛冶場で、中央の鍛冶炉で鉄材を加熱し、左右にある鉄床と鉄鎚で、釘や銚などに成形する。展示施設では、実際に鍛冶体験もできるそうである。

鍊鉄炉や鍛冶炉には、鞆から送風がされていた。この鞆も水力で稼働する（第13図）。Orrefors の鞆

は、横に伸びている2本の棒から分かるように2連になっており、片方が吸気をしているときは、もう片方は送気していて、連動することによって連続的に空気を送ることができる。これが鍛冶工場の各所に配管されている。中小坂鉄山の鞆は、「拾馬力蒸気風器械」（国立公文書館デジタルアーカイブ）と記載されているので、水力ではなく蒸気機関を用いたものであったと考えられる。

中小坂鉄山でも、溶鋳炉と出鉄所の西側に鍊鉄所が併設されており、この中に Orrefors と同様に、鞆、パドル炉、スチームハンマー、鍛冶場が配置されていたことが想像される。

5) スtockホルム

ストックホルムはスウェーデンの首都であり、スカンジナビア半島東海岸に通じる内湾にあるいくつかの島を結んで市街ができています。良港であるストックホルム港は古くからバルト海交易の要衝であった。空路の玄関口のアーランダ国際空港は、ストックホルムから北へ 34 km に位置し、アーランダ・エクスプレスというシャトル列車がストックホルム中央駅とを結んでいます。ストックホルム中央駅は、1873（明治3）年に岩倉使節団が到着し、歓迎を受けた場所である。

スウェーデンに残る記録によれば、A. Berggren は、1860年頃、1868年頃、および日本から帰国後の1877年～1887年の10年間の3回にわたって、ストックホルムに居住もしくは拠点があった。来日前については Kungsholmen 島の住所が記録されている。この Kungsholmen は、岩倉使節団が訪問した Bolindars 社があったところでもある。

ストックホルム中央駅から西へ橋を渡ると、徒歩10分くらいでノーベル賞晩さん会が開かれることで有名な旧市庁舎の赤レンガの建物がある（第14図の左端の尖塔）。この建物の北西に1688年に開館された Kungsholmen 教会がある（第14図の中央の白矢印と第15図）。Bolindars 社は、この教会の北東側の水辺にあったとされている（第14図の右側の白矢印、奥田 1995）。また、Kungsholmen では Bolindars 社の他に、当時のスウェーデンが主生産



第14図 Kungsholmen 島を東側から望む



第15図 Kungsholmen 教会
第14図中央の白矢印がこの教会の尖塔

国だったマッチ工場など4つの工場を見学している。A. Berggren と弟の住居が Kungsholmen のどこにあったかは不明であるが、兄弟二人のどちらかが、極東から来た使節団を目にした可能性は十分にあると考えられる。

岩倉使節団と鉄に関しては、ストックホルムに関連の場所がもう一か所ある。それは、当時 Drottninggatan にあった王立自然史博物館である。ここで一行は博物館入口にある「天ヨリ隕タル大石」を1873年4月25日に見学している。この見学は、岩倉使節団の目的が、米欧の経済や産業だけでなく、文化や教育の視察にもあったことが分かるエピソードである。王立博物館の展示品は、1916年にストックホルム市内から移され、現在はストックホルム大の北側に隣接しているストックホルム自然歴史博物館に収蔵されている。この「大石」も博物館の南側屋外に展示されている（在スウェーデン日本国大使館 2013, 第16図）。掲示されている展示解



第16図 スウェーデン自然歴史博物館の巨大な自然鉄塊
丸い穴は試料採取の跡。中央付近にスケールとして
10 cmの金尺が置いてある

説によれば、この自然鉄塊は、グリーンランドの Ovikak で1870年に採集されたもので、重さは約22トンある。1878年には宇宙からきた隕鉄であると鑑定されていたが、現在は石炭層の上を流れた玄武岩溶岩との反応で、溶岩中の鉄が石炭で還元されてきたもの、とのことである。

まとめにかえて

拙稿では、A. Berggren に関連したスウェーデンの史跡が、明治初期の中小坂鉄山製鉄所復元のための有力な資料となることを旅行記の形で示した。

A. Berggren は、来日時に36歳で、子どもの頃から父親のもとで製鉄技術を磨いてきた熟練技術者であった。歴史に If は禁物ではあるが、由利公正らによる中小坂鉄山の経営が順調で、A. Berggren の日本滞在が長くなり、日本人に技術を十分に伝えることができたら、日本の近代製鉄の歴史も変わっていたかもしれない。1年ほどの滞在で日本を離れたときの A. Berggren も、そう考えたのではないかと思う。

筆者が日本に帰国後に、現地を案内してくださった Lars Järned 氏から、A. Berggren の曾孫（三女の孫）にあたる Inger Margareta Qvarnström 氏と連絡がついた、というお知らせを頂いた。残念なことに、密かに期待していた A. Berggren の肖像写真などの資料は残っていないとのことで

あった。また、今回、旅程の関係もあって終焉の地である Hällnäs を訪問することができず、A. Berggren の墓所もまだ見つかっていない。A. Berggren については、もう少しスウェーデン現地で調査をする必要があると考えられる。

今回の筆者の訪問で下仁田町の中小坂鉄山と、スウェーデンの製鉄との関係が明らかになったことで、日本とスウェーデンとの国際交流に役立つことができれば、望外の幸せと考える。

謝 辞

今回の旅行の成果は、CIS 高校の吹野雅子先生のご尽力のおかげである。また、A. Berggren とは遠縁にあたり、郷土史家でもある Lars Järned 氏は、滞在時に現地を案内して頂き、その後も A. Berggren に関する調査研究の成果をご教示頂いた。東京海洋大学の尾張聡子博士は、リンネ大学における在外研究の人脈を使って、ご協力を頂いた。中小坂鉄山研究会の原田喬先生をはじめとしたかたがたには、鉄山をご案内頂き、また、いろいろとご教示頂いた。下仁田町自然史館のかたがたは、鉄山研究会との連絡などでたいへんお世話になった。また、阿部正寿氏には、旅行計画とご手配をお願いした。以上の皆様に、深く感謝申し上げます。

引用文献

- 原田 喬 (2009) 中小坂鉄山高炉跡, 季刊考古学, 109, 55-58.
 一倉喜好 (1986) 近代群馬の行政と思想 その三, 一倉喜好 (私家出版), 330頁.
 Järned, L. O. H. (2018) Hornsö masugn: 100 år och lite till, Lucid Information, pp.82.
 宮下 敦・テレース・カールソン (2021) 明治初期の中小坂鉄山にいた外国人技術者たち, 下仁田町自然史館研究報告, 6, 27-35.
 宮下 敦・村上浩康・力田正一・市川 孝 (2024) 日本における酸化鉄-燐灰石型 (IOA, Kiruna 型) 鋳床の発見-群馬県下仁田ジオパーク・中小坂鉄山の磁鉄鋳床-, 資源地質, 74, 25-36.
 毛利邦彦・菊地勝広 (2023) 横須賀製鉄所設置スチームハンマーの製造者の解明, 横須賀市自然・人文博物館研究

- 報告 (人文), 67, 33-75.
- 内国勸業博覧会事務局 (1878) 明治十年内国勸業博覧会出品解説, 内国勸業博覧会事務局, 第一巻, 59-64.
- 奥田 環 (1995) 岩倉使節団がみたスウェーデン—『米欧回覧実記』第六十八・六十九巻「瑞典国ノ記上・下」を読む—, 川村学園女子大学研究紀要, 6, 29-67.
- 大河原順次郎・原田 喬 (2020) 公文書からみる中小坂鉄山についての一考察, 下仁田町自然史館研究報告, 5, 11-18.
- 刑部芳則 (2016) 三条実美 孤独の宰相とその一族, 吉川弘文館, 262頁.
- 大橋周治 (1975) 幕末明治製鉄史, アグネ, 332頁.
- 高松 亨 (1990) 釜石山中製鉄所木炭高炉の鉄管熱風炉, 技術と文明, 6, 47-67.
- 矢島忠正 (2003a) スウェーデンの製鉄史概論 近代製鋼法 (Bessemer 転炉) 誕生まで 1. 鉄器時代から高炉の誕生まで, ふえらむ, 8, 308-315
- 矢島忠正 (2003b) スウェーデンの製鉄史概論 近代製鋼法 (Bessemer 転炉) 誕生まで 2. 13~17世紀の製鉄業の発展, ふえらむ, 8, 380-388
- 矢島忠正 (2003c) スウェーデンの製鉄史概論 近代製鋼法 (Bessemer 転炉) 誕生まで 3. 産業革命後の技術開発, ふえらむ, 8, 512-522.
- 在スウェーデン日本国大使館 (2013) 岩倉使節団が見たとされる岩の見学, https://www.se.emb-japan.go.jp/nihongo/activity_130425.html (最終閲覧, 2025/12/25).

(要 旨)

宮下 敦 (2025) スウェーデンに Adolf R. Berggren の足跡を訪ねて—19世紀スウェーデン製鉄技術史跡の探訪—. 下仁田町自然史館研究報告, 11, 41-52.

Adolf R. Berggren (1839-1893) は, 1875 (明治8) 年から1877 (明治10) 年に下仁田町の中小坂鉄山製鉄所で高炉長であった人物である. A. Berggren の略歴と19世紀の製鉄について概観した上で, A. Berggren の足跡をスウェーデン南部に尋ねた旅行記を記した.