

第1章 集成館事業とは

集成館事業とは、嘉永4年（1851）に薩摩藩主に就任した島津斉彬が興した近代化事業の総称である。

19世紀、植民地化政策をとるイギリス・フランスなど西欧列強がアジアへと進出してきた。その進出コースは、16世紀のポルトガル人たち同様、アラビア・インドを経て東南アジアへ進出、さらにそこから北上して中国・日本を目指すというものであった。このため、日本南端を統治する薩摩藩は西欧列強の矢面に立たされたのである。

1840年代には、薩摩藩領の琉球へイギリス・フランスの艦船が毎年のように来航し、軍事力をちらつかせながら通商を求め、琉球王府・薩摩藩はその対応に苦慮した。藩主島津斉興と家老の調所広郷らは、洋式砲術を採用し、弘化3年（1846）青銅砲を铸造する工場・鑄製方（いせいほう）、理化学薬品の研究・製造をおこなう中村製薬館を創設し、軍備の近代化・強化を図った。これが薩摩藩の近代化・工業化の第一歩であった。

斉興たちの近代化事業も、全国的に見ても、早い時期のもので、また当時としては規模も大きい部類に入るが、斉興の世子・斉彬は不十分と考えていた。斉彬は、支出をいとわずさらに近代化・工業化を図るべきと考えていたが、長年、藩財政の立て直しに取り組んできた斉興は、この斉彬の考えを危険視し、斉彬に藩主の座を譲ることをためらった。そうした中、調所派が、斉興の側室お遊羅の方と手を組み、お遊羅が生んだ久光を次期藩主にしようと同策しているという噂が広まった。これに激昂した斉彬の支持者たちがお遊羅の方らの暗殺を企てた。嘉永2年これが露見し、斉彬支持者の多くが切腹・遠島・愼などに処された（嘉永朋党事件）。斉彬も窮地に立たされたが、斉彬を支持する老中阿部正弘が、福岡藩主黒田斉溥、宇和島藩主伊達宗城らとともに薩摩藩の御家騒動に関与し、嘉永4年、斉興を隠居に追い込み、斉彬を藩主の座に据えたのである。

藩主となった斉彬は、鹿児島城下郊外の磯に「集成館」という工場群を築き、ここを中核に造砲・製鉄・造船・機械・ガラス・紡績・食品加工（製糖・製粉など）・印刷・医薬・福祉など多方面にわたる近代化事業を推進した。それらを総称して「集成館事業」という。

この集成館事業の特色は、軍備の近代化だけでなく、民需産業の育成、社会基盤の整備に力が注がれていることである。幕府や他藩の近代化・工業化事業は、西欧列強の強大な軍事力、特に動く砲台ともいえるべき蒸気軍艦に対抗するための大砲鑄造・軍艦建造といった軍事主体のものであった。斉彬は、これらの必要性を認めつつ、「富国強兵」を唱え、豊かな国造りをも目指した。人の和はどんな城郭よりも勝る。人の和は豊かな暮らしを保証して生まれるというのが斉彬の考えであった。さらに、「日本一致一体」と、幕府や藩という枠を越え、日本が一丸となって行動すべきだと考えていた。そして、これを実現させるため、阿部正弘らとともに公武合体を推進し、幕府や他藩の近代化事業にも協力・支援した。

斉彬は、日本を西欧列強のような強く豊かな国にしなければならないと考えていた。しかし、これを実現できないまま、安政5年（1858）病没した。斉彬存命中の「集成館事業」を第一期の集成館事業と呼ぶ。

斉彬の没後、弟久光の長男忠義が斉彬の娘婿となって家督を継承、薩摩藩主となった。斉彬の政策に批判的であった斉興が忠義の後見役となり、「集成館事業」を大幅に縮小させてしまったが、その斉興も翌安政6年に病没した。斉彬の遺志継承を唱える久光が藩の実権を掌握、さらに文久3年（1863）の薩英戦争を機に、斉彬の考えが広く藩士たちに理解・支持されるようになり、薩摩藩は一丸となって「集成館事業」を推進した。これを第二期の集成館事業と呼ぶ。集成館機械工場や鹿児島紡績所などその後の日本の工業化に直結する諸技術が導入された。その結果、日本最高水準の工業力・技術力をもつに至り、これらに裏打ちされた軍事力を行使して、封建体制の維持を図る幕府を倒し、明治政府を樹立させた。

斉彬が唱えた「富国強兵」は大久保利通・寺島宗則らに受け継がれ、明治政府のスローガンとなった。そして、石河確太郎ら薩摩出身の技術者たちが全国に散らばり、「集成館事業」で培った経験・知識を広め、技術立国日本の礎を築いていったのである。

第2章 わが国初の熔鋳炉（洋式高炉）

1. 薩摩藩熔鋳炉建設の経緯

鑄砲事業と熔鋳炉

日本の近代化・工業化は、アジアへと進出してきた西欧列強の強大な軍事力に脅威を抱き、これに対抗するため西欧の科学技術を導入して軍備の近代化を図ったことに端を発する。その先鞭を付けたのが長崎防衛を担っていた佐賀藩で、いち早く西欧列強の激しい外圧にさらされた薩摩藩がこれに続いた。そして、幕府や水戸・長州・福岡・鳥取・岡山藩など、日本各地へその動きが広まっていったのである。

また近代化・工業化の動きは、軍事関連の中でも鑄砲事業から始まった。これは、西欧列強の軍事力の中でも、数多くの大砲を装備し、大海原を自由に動き回ることが出来る蒸気軍艦の存在が特に脅威と感じられ、この蒸気軍艦の来寇に備え、大砲を鑄造し、海岸部要衝にこれを配備して防衛体制の強化が図られたからである。

洋式砲の鑄造は、天保6年（1835）長崎の高島秋帆がはじめ、1840年代には佐賀藩・薩摩藩などでも造られるようになった。当時の砲は青銅砲であった。寺の鐘など、日本にも大型の青銅製品を鑄造する技術・経験があり、その技術を転用して比較的容易に鑄造できたからである。1850年代になると、西欧で主流となっていた鑄鉄砲、特に大型の鉄製台場砲の鑄造が試みられるようになるが、これは日本の在来技術だけでは製造できず、西欧の鑄砲技術を導入する必要に迫られた。とはいえ、日本はまだ鎖国体制下であり、西欧から必要な機材を輸入することも、西欧人を招へいして指導を仰ぐことも出来なかった。このため、オランダ陸軍少将ヒュゲニンが著した『HET GIETWEZEN IN'S RIJKS IJZER- GESCHUTGIETERIJ, TE LUIK (ルイク国立鑄造所における鑄造法)』を参考に、日本各地で鉄製砲鑄造が試みられたのである。

この本に記された製造方法は、まず熔鋳炉で鉄鋳石を溶かして銑鉄を造り、その銑鉄を反射炉で再熔解して鑄型に流し込んで砲身を鑄造、砲身を鑢開台という鋼製の錐で穿孔して砲腔を完成させるというものであった。青銅砲の場合、鑄型の中心に中子を置いて、最初から砲腔をあけていたが、鉄製砲の場合、中子を用いると穴や気泡が生じやすかった。また、鉄は不純物や冷え方などによって金属組織が大きく変化するため、中心部に巣がたまりがちで、中子を使うと、砲身の内と外から冷えていくため、歪みや傷が入りやすかった。このため、砲腔のない円筒状の砲身を鑄造し、巣のたまる中心部を削り取って仕上げる「実鑄法」が採られたのである（鈴木一義・岡田廣吉「薩摩藩建造の反射炉について」314頁）。

ヒュゲニンの著書に従うのであれば、熔鋳炉・反射炉・鑢開台、この三つをセットで導入しなければならないのだが、最初に鉄製砲鑄造を試みた佐賀藩をはじめ、多くの所で熔鋳炉は建設されなかった。たたら製鉄などで生産された和鉄が使用できると考えられていたからである。実際、鑄砲事業に必要な和鉄の確保はさほど困難ではなかった。十分な量の和鉄が生産されていた。ただ、和鉄は品質にばらつきがあり、非金属介在物が多く含まれているなど質的に問題があり、鑄砲用には不向きであった。それでも、佐賀藩が鑄鉄砲の製造に成功したのは、和鉄の問題に気づき、オランダから輸入した電流丸のバラストとして積まれていた銑鉄を利用したからだという説、こしき炉などを使って和鉄を再熔解し、鑄砲に適した性質のものに造り直したという説などがある（大橋周治『幕末明治製鉄論』56～60頁）。

薩摩藩主島津斉彬は、こうした和鉄の品質を当初から問題視していたようで、反射炉・鑢開台だけでなく熔鋳炉も建設させている。薩摩藩だけが、本来の姿、熔鋳炉・反射炉・鑢開台の三つを建設したのである。また、熔鋳炉が必要であるという考えは、薩摩藩が反射炉建設に協力した水戸藩にも受け継がれている。ただ、水戸藩の場合は、領内で鉄鋳石が産しなかったため、那珂湊反射炉に携わっていた南部藩士大島高任が釜石に戻り、熔鋳炉を築いたのである。

薩摩藩の鑄砲事業

天保8年(1837)鹿兒島湾入口の山川沖にアメリカ商船モリソン号が姿を現した。砲術師範鳥居平八が、弟平七ら門人を率いて現地に向かい、幕府の無二念打払令に従い砲撃を加えて追い払った。ただし、鳥居らが放った砲弾は、船まで届かず、これを問題視した藩は、翌天保9年平八・平七兄弟を長崎の砲術家高島秋帆のもとに入門させ、洋式砲術を学ばせた。平八は間もなく死去、平七が高島流の奥義を究めて帰国。藩主島津斉興は、天保13年、高島流の採用を決めたが、高島秋帆が幕府の嫌疑を受けて捕らえられたため、類が及ぶことを恐れて平七を成田正右衛門正之と改名させ、高島流の名を避けて御流儀砲術の名で採用した。

成田らは、浜田平治等と鍋屋岸岐弁天社側(現鹿兒島市浜町・JR鹿兒島操車場辺りか)で13拇白砲、15拇忽砲など洋式砲若干を鑄造したという(『薩藩海軍史』上860頁)。これが薩摩藩での洋式砲鑄造のはじまりであった。

天保14年にイギリス海軍の将兵が琉球八重山に上陸、島役人の制止を振り切って測量を強行した。翌年にはフランス艦が那覇に来航し、さらにこれ以後、毎年のようにイギリス・フランス艦が琉球に来航して通商を迫った。対外的な緊張の高まりと共に、軍備の強化も加速され、弘化3年藩は弁天社協の今和泉島津家の屋敷などを接收し、青銅砲・洋式銃を製造する鑄製方を創設した。成田・浜田らが青銅砲を鑄造した所を拡大したのであろう。

嘉永4年(1851)に島津斉彬が藩主に就任。嘉永5年、斉彬は磯(鹿兒島市吉野町)に反射炉・熔鋳炉・鑛開台を、さらにその周囲にガラス工場や蒸気機関の研究所などを築き、これらの工場群を「集成館」と名付けた。「鑄製方」での青銅砲、「集成館」での鉄製砲の製造と、二本立てで鑄砲事業が展開されることとなった。安政4年5月には150ポンドポンカノン砲も完成、試し打ちに立ち会った家老新納久仰は「百五十封度ハ初テ御出来相成珍敷物」「余国ニモイマタ壺式ヶ所」「此御方ニテハ江戸ヘ一挺御出来」と記している(「新納久仰雑譜」安政4年5月16日条)。江戸にてというのは、安政2年頃に渋谷藩邸で製造したという150ポンド砲、80ポンド砲を指すのであろう。これ以前にも嘉永6年には佐久間象山を招へいして田町藩邸で80ポンドポンカノンを製造、大森で試射したところ破裂したというが、いずれも詳細は不明である(『薩藩海軍史』上859頁)。

斉彬は安政5年に急死、急激な西欧化の反動が現れて、集成館事業は大幅に縮小された。万延元年(1860)には「鑄製方」が廃止され、鑄砲事業は「集成館」に統合、その「集成館」も文久3年(1863)の薩英戦争でイギリス艦隊の攻撃を受け灰燼に帰した。

戦後、「集成館」は長24斤砲の製造に忙殺され、薩英和解後は、施条砲が製作されたという(『薩藩海軍史』上872頁)。慶応2年(1866)に集成館を訪れたパークス一行も、「重サ五噸ノ銅砲ヲ鑄造」する様子を視察している(『忠義公史料』四、「千八百六十六年八月十六日木曜日横浜新聞」)。また『薩藩海軍史』には明治16年頃の帝国海軍の採用砲のなかに、「鹿兒島製煩銅施条砲(前装、60斤砲および18斤砲)」があったこと、薩英戦争で焼け残った反射炉も取り壊され、その跡に「熔炉7個」を並べ砲身鑄造をおこなったことが記されている。「熔炉」とはこしき炉で、在来技術による青銅砲鑄造がおこなわれたと推定されている。反射炉などを用いた鉄製の台場砲鑄造に関しては、斉彬が死去した安政5年以降はおこなわれなかったのである。すなわち、薩摩藩の製鉄・鉄製砲鑄造技術は、斉彬時代に頂点を迎えたと言えよう。

ただ、そのレベルがどの程度であったか定かではない。

『薩藩海軍史』には、弘化3年から嘉永6年までの鑄砲数という「鹿兒島大砲鑄造所(鑄製方)調書」と、弘化3年から文久3年までのものという「集成館報告」の二つのデータが収録されている。砲種と1門あたりの製造価格を記したもので、青銅製・鉄製の区別はなされていない。前者は580門、後者は794門である(『薩藩海軍史』上860頁)。その差214門が安政元年以降の鑄砲数ではないかという説もある(『幕末明治製鉄論』96頁)。

また、斉彬の側近であった市来四郎が、安政3年秋に反射炉2号炉が、同4年夏に反射炉3号炉が完成し、「是ヲ以テ百五十斤ノ台場長砲ヲ鑄造スルニ足レリトス」「台場装置ノ大砲数十門ヲ鑄製シ、鑛開台ヲ以テ鑛シ、銅鑄ノ砲ハ陸戦砲ノミトスルニ至」(『斉彬公御言行録』)と誇らしげに記していることから、薩英戦争時、弁天波止砲台や新波止砲台などの備砲(野砲を除く)58門が鉄製砲だったのではという説もある(吉田光邦「幕末反射炉考」、京都大学人文科学研究所『人文学報』19号 1964年)。

しかし、214門の差の大半は500目野砲(前者85門、後者170門)、200目野砲(前者30門、後者65門)などの小型砲で、300目野砲(前者8門、後者2門)のように数値が減っているものもある。150ポンドボンカノン(前者6門、後者2門)は両者とも6門、80ポンドボンカノン(前者6門、後者8門)、36ポンドボンカノン(前者15門、後者15門)と、大型の台場砲の数はほぼ一致している。前述のように150ポンドは安政2年頃以降に鑄造されたものであるから、「鹿児島大砲鑄造所(鑄製方)調書」の鑄砲数に、安政元年以降分が含まれていることは明らかである。差が何に基づくものか定かではないが、少なくとも表題にあるような製作期間の違いによるものではない。

また、後述のように、反射炉2号炉が完成したのが安政4年5月で、3号炉は建設されていない。安政4年5月に新納等が試射に立ち会った150ポンド砲は、反射炉が完成される前に造られたものである。さらに、反射炉が完成しても、2号炉だけでは150ポンド砲の鑄造は不可能で(佐賀藩2基4炉で、各炉に960貫、計3,840貫(14.4トン)の鉄を溶かして鑄造した。1基2炉では不足する)、弁天波止砲台や新波止砲台にあった150ポンド砲はすべて青銅砲であったと思われる。

安政4年12月11日付けの島津久宝宛島津斉彬書状に「反射炉鉄も此間十二ポンド始て鑄込申候、未タ打試等は無之候得共大丈夫と存候、ヤスリもよく掛り至極柔らかに致出来候」とやっと12ポンド砲の鑄造に成功している状況である。その半年後には斉彬が急逝し、製鉄・鑄砲事業も頓挫しており、150ポンド砲どころか、砲台の備砲の大半、あるいはすべてが青銅砲であった可能性が高いのである。

安政5年3月鹿児島を訪れたオランダ海軍将校カッティンディーケは「この砲台(弁天波止砲台か)の周囲は土で造り、その表面を石で畳んである。砲は二十四ポンドから百五十ポンドまでの各種のものが二十門据え付けてある。その内百五十ポンドのパイアン砲はすこぶる綺麗に鑄上げられていたが、工場(集成館)で見た鉄製砲のほうは余り手際よく出来ていなかった。日本人が鉄の大砲を鑄造し始めてから、まだ幾らも経ていない」(『海軍伝習所の日々』)と記している。「すこぶる綺麗に鑄上げられていた」「百五十ポンドのパイアン砲」は青銅砲であり、この「余り手際よく出来ていなかった」鉄製砲が、薩摩藩の鉄製砲鑄造技術の到達点だったと思われる。

反射炉跡発掘調査と文献調査

尚古集成館では、鹿児島市教育委員会の協力を得て、平成6年度に熔鋳炉跡推定地、平成8年度反射炉跡の発掘をおこなった。

詳細は『旧集成館 溶鋳炉・反射炉跡』に譲るが、平成6年度の熔鋳炉跡推定地の発掘調査は、『薩藩海軍史』に収録されている「文久三年以前集成館略図」をもとに、反射炉の北側山手を熔鋳炉跡と推定し調査をおこなった。結果的に遺構が確認出来ず、安政4年に集成館を視察した佐賀藩士千住大之助らが書き残した「薩州見取絵図」に描かれた水路が確認出来た。このため「文久三年以前集成館略図」は不正確で、「薩州見取絵図」に描かれているように、熔鋳炉跡は反射炉北側ではなく、それより西、鶴嶺神社境内ではないかと推定しなおした。平成15年、同16年、同18年の薩摩のものづくり研究会による鶴嶺神社境内の発掘調査は、この結果を受けてのものである。

また、反射炉跡の発掘調査では、石垣・基礎部石組が残る遺構とその周辺の調査をおこない、現存する基礎部石組のやや北側、「反射炉跡」と記した記念碑の周辺にもう1基分の遺構を確認、これを1号炉の遺構と推定した。

公爵島津家編纂所編『薩藩海軍史』、大橋周治編著『幕末明治製鉄論』など先行研究の諸書が、薩摩藩で

は1号炉から3号炉まで計3基の反射炉が築かれたという説を採っている。いずれも、斉彬の側近で、反射炉建設にも携わった市来四郎が、明治17年（1884）に著した『斉彬公御言行録』（以下『言行録』と記す）の記述を基にしているからである。

『言行録』によれば、嘉永4年斉彬は従兄弟の佐賀藩主鍋島直正から『西洋鉄煩鑄造篇』（手塚謙蔵訳）を譲り受け、まず鶴丸城内花園（製煉所・のちの開物館）に反射炉の模型を造って実験に着手。翌年冬、別邸仙巖園（磯邸・現鹿児島市吉野町）に隣接する竹林を切り開いて反射炉（1号炉）の建設に取り掛かった。この反射炉は嘉永6年夏に完成したが、炉の温度が思ったように上がらず失敗。しかも耐火レンガは銑鉄とともに熔解し惨澹たる有様であった。斉彬は1号炉を取り壊させ、2号炉の建設を命じた。耐火レンガなどを改良し、安政3年（1856）春に2号炉は完成、鉄製砲の鑄造にも成功した。続いて同年秋に3号炉の建設に着手し、これも翌安政4年夏に完成して、当時最大級の150ポンド砲の鑄造にも成功したという。

しかし、3号炉の存在は確認出来ず、反射炉建設に携わった江夏十郎が書き残した「江夏十郎関係文書」や「豎山利武公用控」「斉彬書簡」「市来四郎日記」「新納久仰雑譜」の記述を再検討した結果、現存する遺構は2号炉のもので、3号炉は建設されていなかったことなどが確認された。また、『言行録』の記述に誤りが多いことも明らかになった（報告書）。少々長くなるが、熔鋳炉建設の経緯ともかかわるので、再度、振り返っておこう。

まず、市来が嘉永5年冬に建設に着手し、翌年夏完成したという1号炉だが、嘉永6年9月29日付の戸塚静海宛て斉彬書状に「反射炉未タ成就不相成候」とあり嘉永6年夏にはまだ完成にいたっていないことが確認される。ただ年末までには完成していたようで、安政元年1月3日付の徳川斉昭宛の斉彬書状に「当時色々工夫申付置候反射炉モ、此間鳥渡試モ為仕候処、鉄忽チ溶解仕候事ニ御座候」と、鉄の溶解に成功したことが記されている。しかし、それから間もない1月17日、斉彬が反射炉を視察した際には「反射炉火ヲ入ル、鉄溶化スルトイヘトモ温気甚敷鑄込不調候」と、湿気対策の不備から鑄造に失敗している（「照国公日記」）。湿気対策を改め、3月8日6ポンド砲弾など、同12日80ポンドボンベン弾などの鑄造に成功したが（「江夏十郎文書」、安政元年3月）、基礎工事が不十分であったため今度は炉本体が傾いた（同、安政元年6月頃および9月29日付）。ただ、鉄の熔解は順調だったようで、「去ル十八日頃出帆之大廻船大柴丸ヨリ此節反射炉（虫喰）ノ方ニ而初而熔解仕鑄造之十二封度弾二、六封度弾二奉差上候、此節細工人共いさゝか試ニ湯汲一ツ、火カキ一ツ鑄込仕候而、別而美事ニ出来仕少之疵も無御座候」とある（同、9月29日付）。

翌安政2年の段階になると、砲弾鑄造から砲身鑄造へと進んだが、「磯反射炉ニテ、此節鑄造仕候鉄砲、イマタ十分ニ無御座、鉄之性モ剛ク、気眼等相見得申候、是ハ全ク是ヨリ下ノ内面不動岩并焼石等多分ニ落チ、鉄中ニ渾合仕候付、其滓ヲ去リ、夫ヨリ鑄込仕候故、少シ手後レニ相成、湯ノ返リタル訳ト相考申候」（同、安政2年4月頃）、「先度反射炉ニ而鑄込候大砲者気眼等茂相見得、且者鉄性コワク出来仕用立不申候」（同、安政2年末頃）といずれも失敗している。

安政3年の史料には1号炉に関する記述はみられず、2号炉が完成した安政4年閏5月15日の「市来四郎日記」に「（1号炉は）殊ニ危ク候間毀候様被仰付候」「此跡に又新ニ今一ツ反射炉御出来可被遊旨被仰出」とある。同年7月16日に集成館を視察した佐賀藩士千住大之助らが書き残した「薩州見取絵図」に1号炉は描かれていないので、この間に取り壊されたものと思われる。

次に2号炉の建設状況を振り返ってみよう。斉彬の指示等を書き留めた「豎山利武公用控」の安政元年4月24日の項に、江夏十郎・市来庄右衛門（四郎）・浜田平右衛門の3名を「今老ツ反射炉御造調可被遊ニ付」掛に任命するというものがある。このころ2号炉の建設が始まったとみてよいであろう。ただ、建設場所の選定に手間取ったようで、安政元年閏7月頃の「江夏十郎文書」に「只今ノ反射籠ト推並へ浜手ノ方へ被召建候様有御座度」とあり、9月29日付けのものには、「（2号炉は1号炉に）成丈ケ近ク寄候様」といふ斉彬の指示を、重久玄碩を通じて受けたことが記されている。

市来は、この2号炉が安政3年春に完成したと記しているが、安政3年3月27日に伊集院藤九郎が新たに反射炉掛に任命され（「豎山利武公用控」）、同年4月頃の「江夏十郎文書」には「反射炉ノ方ニテモ錐通水車ノ方ニテモ、一方ハ是非此涯早ク御成就相成候様トノ事ニテ、諸細工人共六ツヨリ六ツ迄無休ニテ相働カセ候様ニトノ趣、藤九郎ヨリ浜田工相達申候」「無謀之下知仕唯々急埒而己心掛候而ハ御用立申間敷、尤人之精力モカギリアル事ニテ一日ノ内ニモ息ツキナガシ気力ヲ養ヒ候場モ無御座候テハ、魂気老へ自然細工ノ誤モ出来可申奉存候と、伊集院が反射炉の完成を急ぐあまり、職人たちを明六つから暮六つまで休みも与えず働き続けさせようとしたが、それでは職人たちの気力が衰えミスが多発する危険性があるのでやめさせたとある。この文章から安政3年春に2号炉が完成していなかったことは明らかである。また、安政3年5月頃の「江夏十郎文書」に「焼石上品ニ相成候御届之事」と、ようやく満足のゆく耐火レンガが完成したと記されている。

実際に2号炉が完成したのは、安政4年5月頃のこと、市来四郎日記「安政4年5月9日の項に「反射炉も惣成就相成候」とある。同月11日の項には「寅春より当春迄凡四ケ年之巧ニ而候、此度之炉は焼石等其他造築等都而西洋通ニ而、無申分出来いたし候、御家老衆より御褒詞共有之候」と、「寅春（安政元年）」から4年の歳月を費やして完成させたとある。この記述により、完成したのが2号炉だったことがうかがえる。また同閏5月9日条には、反射炉で青銅製の15拇長忽砲を鑄造したことが記されている。

そして、前述のように、2号炉完成後、斉彬は1号炉の撤去と、その跡地に3号炉を建設するように命じた。市来は2号炉の完成のち琉球出張を命じられ、10月に渡海している。3号炉は建設されなかったのだが、市来はその後建設されたと勘違いして『言行録』を著したのであろう。『言行録』については、年月日や数値などで誤りが多く、その利用には慎重な傍証が必要であるとよく言われていたが、平成6年度・平成8年度の発掘調査に伴う文献調査でも、誤りが多々あることが証明されたのである。

熔鋳炉の建設

薩摩藩の熔鋳炉建設について、市来四郎は『言行録』に、「反射竈ハ銃鉄ヲ熔スル者ナルガ故ニ、日本在来ノ銃鉄ハ其質精良ナラス鑄砲ノ料ニ供シガタク、依テ洋法ノ銃ヲ製セザレバ反射竈ノ用ヲナサザルニ依リ、洋式ノ熔鋳炉建築スベキ旨奉命シ、嘉永五年壬子ノ夏ヨリ着手シ安政元年甲寅ノ秋ニ至リテ落成、御国産ノ砂鉄鋳（穎娃郷又ハ志布志郷等ノ産）或ハ諸県郡吉田郷所産ノ巖鉄鋳ヲ以テ試験スルニ、頗ル良銃ヲ製シ得テ反射竈ニ熔シ鑄砲ノ料ニ供スルニ至レリ、其銃質洋品ニ異ナラズ、柔軟硬韌ニシテ槌シテ延長ス、輪ノ運用ハ水カヲ用ヒタリ、（洋法ハ蒸気カヲ用フルトイヘドモ、我国ハ石炭乏シキガ故、鑛開台モ這器械モミナ水力ニ換用セリ）、製鉄熔鋳炉ノ建築ハ佐賀ニオイテモ未ダ着手セズ反射竈ニ用フル銃ハ西洋ヨリ購求スト云フ、我藩ニオイテ是ヲ創建セルハ其本源ニ着目セリト彼ノ藩大イニ称シタリト云フ、之レ洋法製鉄ノ権輿トス、コノ建築ノ費用凡ソ八千五百余円ニ及ビタリ」と誇らしげに記している。

また、「熔鋳炉建設ニ付テ御沙汰ノ趣ハ、鉄ハ人間必要一日モ缺クベカラザル品ナリ、然ルニ御国ハ出産少ク年々過分ニ他国ノ産ヲ買入レ、加之、近代粗悪ノ品多ク価ヒハ高ク一損耗如何ホドカ知ルベカラズ、國中ニ鉄鋳産セザルニオイテハ已ムヲ得ズトイヘドモ、適々良鋳多ク産スルニ他国ヨリ買入ルルハ人カヲ尽サザルニアリ、甚ダ恥ツベキコトナリ、農八国ノ本ナルハ和漢洋何レノ国モ同ジ、農ノ本ハ鉄ナリ、依テ他国ノ品ヲ買ハザル様（薩隅日ハ従来鉄ノ産少ク皆雲伯ノ産ヲ求メテ国用ヲ弁ズ）分テ研究イタスベキ旨、拝承仕リ、後々ハ薪炭便利ノ場所又ハ鉄鋳出産ノ地ニ抛リ熔鋳炉多ク御建設、或ハ望ミノモノヘハ製式教授ノ途モ相開カレ候厚キ御趣意アラセラレ候、斯ノ如キ御沙汰拝承仕候ハ安政二年乙卯八月ノ初メ頃ト記臆仕候」と、斉彬が鑄砲事業以外にも熔鋳炉で生産した鉄を使いたいと思っていたこと、そして製鉄事業を広めたいと考えていたことも記されている。

ただ、反射炉の項で述べたように『言行録』の利用には慎重な傍証が必要である。再び「江夏十郎文書」などを使い、市来の記述を検討してみたい。

熔鋳炉建設は、反射炉同様、江夏十郎が中心的な役割を果たしたようである。他に三原藤五郎・浜田平右衛門・千葉助十郎・市来四郎、鑄物師の西村道矢（矢一郎）らが関わり、蘭学者の松木弘安（寺島宗則）や石河確太郎、砲術師範の成田正右衛門らがこれを助けたようだが、詳細は不明である。

建設着手は嘉永5年夏というが、これを裏付ける資料はない。ただ、嘉永6年9月29日、斉彬が戸塚静海に「反射炉未タ成就不相成候、高竈（熔鋳炉）最中取建申付候、余程大造成事ニ御座候」とあり、おおむね信用して良いであろう。安政元年秋に完成ということについても、「江夏十郎文書」の安政元年7月14日付文書に「吉田出産岩鉄高竈ニテ石炭・木炭双方共試焚仕候様、福崎助八ヨリ御意之趣奉伺委細奉畏候」「岩鉄モ帖佐鉄山ヨリ最早取寄申候而、能ク突キ砕キ砂鉄ニ仕洗ヒ乾シ、鉄ノ分量試丈ケ出来仕候付、木炭ニテ焚試仕候処、鉄ノ性質柔ニテ余程宜相見得申候、大塊ノ所ハ宜御座候得共、何分柔カニテ砕ケ難ク、不得止事皮鉄ノ内成丈宜キ所ヲ撰り奉差上候」と、斉彬の指示で熔鋳炉で製鉄を試み、これに成功したことを伝える文面が見られ、『言行録』の記述がほぼ正しいことが確認できる。

完成した炉については「薩州見取絵図」に図が残されており、それには「高二十二尺 横幅十一尺 焰孔長二尺五寸平一尺八寸 外径六尺五寸 高二尺五寸」とある。鈴木一義氏は、南部藩の高炉のような独自の改造はおこなわれず、反射炉同様ほぼ原書に忠実に寸法比をとって建設されたと指摘している（鈴木一義・岡田廣吉「薩摩藩建造の反射炉について」308頁）。なお、炉の山手側にあった送風用の水車輪については、「薩州見取絵図」が海手側から鳥瞰する形で描かれているため、その影になるため描かれてなく、様子をうかがうことは出来ない。

水車に水を供給した水路跡は現存している。これは集成館に隣接する島津家の別邸「仙巖園」に水を供給するため、享保7年（1722）頃に築かれたという吉野疎水を転用したものである。関吉（現鹿児島市下田町）で精木川（稲荷川）から取水し、下田・実方を抜け、大明丘・雀が宮を経て磯に至る水路で、総延長は約7キロ、関吉から雀が宮辺りまでの勾配は0.077°である。薩摩藩が高度な測量技術、地質に対する知識を持っていたことがうかがえる（大木公彦「集成館事業に使われた疎水溝の地形・地質学的考察」）。雀が宮から仙巖園へ伸びていたものを、集成館へ引っ張ったものだが、その工事がいつおこなわれたか定かではなかった。しかし、2010年4月、水路脇の藪の中から「嘉永五年壬子四月吉日」の銘がある手水鉢が見つかり、この頃造られたことが明らかになった。反射炉・熔鋳炉の着手とほぼ同時に、水路工事も始められたのである。

次に、原料鉄について『言行録』は「御国産ノ砂鉄鋳（穎娃郷又ハ志布志郷等ノ産）」「諸県郡吉田郷所産ノ巖鉄鋳」と記している。

「江夏十郎文書」など文献資料からは、砂鉄の使用は確認出来ない。ただ、安政4年に集成館などを視察した佐賀藩士千住大之助らが持ち帰ったサンプル（鍋島報効会蔵）の中に「開聞岳ノ麓イブスキ村産清洗ノ鉄砂」「薩州磯ノ浜辺海岸ニ吹寄有之拾ひ取候鉄砂」「鹿児島クリキ村川中ニ有之候鉄砂」がある。指宿は穎娃の近くの村である。薩摩半島南部の海岸で採取された海砂鉄が熔鋳炉で使用された可能性はある。また、「薩州磯」は「集成館」のあった辺りで、視察のついでに採取したのであろうか。「鹿児島クリキ村」とあるが、「クリキ村」という村はない。「薩州見取絵図」の郡元水車館を描いた部分に、紫原（現鹿児島市）の台地の下、郡元辺りに「クリキ村」とある。郡元村かその南にある宇宿村を聞き誤ったのであろうか。「クリキ村川中」の砂鉄とは、郡元水車館を視察した際に、側を流れる新川から採取したのであろう。

また、「諸県郡吉田郷所産ノ巖鉄鋳」とあるのは、日向国諸県郡吉田郷、現在の宮崎県えびの市内堅にあった真幸鉄山から産出した鉄鋳石のことである。前述の安政元年7月14日付江夏十郎文書に「吉田出産岩鉄」とあり、その利用が確認出来る。

真幸鉄山には、赤鉄鋳・褐鉄鋳の鋳脈があり、江戸期には赤鉄鋳が掘り出されていた（岡田廣吉「宮崎県真幸鉄山 ー明治の高炉製鉄所ー」・『昭和57年度全国地下資源関係学協会合同秋期大会 分科研究会資料 鋳業史』）。原田葉風「真幸鉄山史」（『えびの』2、1971年）には、安政3年11月、祐右衛門という猟

師が、内豎村背筋山の山中で赤く染めて重たい石を見つけ藩庁に届け出、これを受けて安政4年10月から藩が採掘を始めた。鉾石は鉾山の麓を流れる川内川のアカバナ瀬まで牛に引かせて運び、アカバナ瀬から栗野までは川内川を舟で、そして栗野から再び牛車で加治木まで運び、加治木から舟に積み鹿児島まで届けたとある。また、安政5年7月斉彬が死去すると鉄山は閉鎖されたが、明治29年頃から鹿児島の林次郎左衛門が採掘を再開し、やがて八幡製鉄所が開業すると本格的に採掘して八幡に鉄を供給した。しかし、鉄鉾石の産出量が次第に減少し、設備・機械の不調も重なって赤字が増し、明治44年閉山したとある。

「真幸鉄山史」の安政4年採掘開始は明らかに誤りだが、先の江夏十郎文書に「岩鉄モ帖佐鉄山ヨリ最早取寄申候而」とあり、これは帖佐郷(現始良市)の加治木郷と境を接する所にあった鍋倉製鉄所のことである。鹿児島城下から日向方面へと伸びた日向筋は、鍋倉製鉄所の前を抜けて加治木へ伸びており、加治木で栗野方面へと伸びた大口筋と分岐する。「真幸鉄山史」にあるようなルートで運ばれたと言ってよいであろう。

なお、この鍋倉製鉄所も詳細は不明である。『薩藩海軍史』には天保年間、『鹿児島県史』には斉彬によって創設されたと記されている。斉彬の側近豎山利武が書き残した「豎山武利公用控」の安政元年8月26日の条に「伯州之善九郎・金左衛門」が鹿児島に到着し、帖佐に派遣されるとある。なお同書の閏7月16日条には、彼らのことが「石見鋼吹」とある。「薩州見取絵図」の鍋島報効会本には「石州同様の炉」として、風呂桶状のたたら炉と天秤鞆を描いたものがある。おそらく鍋倉製鉄所にあったものであろう。また、佐賀藩士千住大之助らが持ち帰ったサンプルにも「帖佐鉄山江石州より取寄候砂」というものがある。山陰や筑前の砂鉄は、磁鉄鉾系列であるのに対し、南九州の砂鉄はチタン鉄鉾系列である。伯耆の鉄山師・下原重仲が著した『鉄山必要記事』に「薩州出産ノ鉄アリ、備鐵ノ如ク刃金モナシ」「薩州ノ鐵砂ニハ、黄金ノ氣有テ銑ニ不湧」「伯州流儀ノ銑押鑪ニシテ為吹見クレトモ、一向ニ銑ニハ湧カザリシトノ物語具ニ聞置也」とある。斉彬は、薩摩の在来製鉄炉、薩摩産の砂鉄では鋼(刃金)が出来ないため、山陰から技術者を招き、砂鉄も取り寄せて鋼を造ったものと思われる。鍋倉製鉄所のことを「鋼山製鉄所」というのも、ここから来ているのであろう。

これらのことは、斉彬が鉄の性質の違い、製鉄方法や原料鉄への配慮が必要なことを認識していたことを示している。斉彬がいち早く熔鉾炉を導入したのも、単にヒュゲニンの著書に従ったというだけでなく、『言行録』に斉彬が「日本在来ノ銑鉄ハ其質精良ナラス鑄砲ノ料ニ供シガタク」と述べたとあるように、その必要性をじゅうぶん認識した上での導入であったと思われる。

燃料は、「石炭・木炭双方共」試みられたようで、まず「木炭ニテ焚試仕候処、鉄ノ性質柔ニテ余程宜相見得申候」で製鉄に成功している。木炭は藩内で豊富に産した。特に日州御手山という、現在の宮崎県宮崎市高岡や都城市・綾町にあった藩直衛の山々では、良質の白炭が大量に生産されていた。日州御手山の支配人であった山元正助が書き残した「斉彬公御家督中諸木御仕建方並日州御手山事件大略取調」(尚古集成館蔵)にも、安政4年閏5月に集成館御用として白炭6万俵を至急送るよう指示が来たので、取りあえず3万俵を送付したこと、また、安政4年8月、「磯御建狩倉字荒平並孝之谷」へ白炭竈を建てることになったので、これに協力したことが書かれている。前者は反射炉(2号炉)の完成を見据えてのことと思われる。後者の「荒平」「孝之谷」は鹿児島市吉野地区の字名に見あたらないが、寺山(現鹿児島市吉野町)にこの時造られた炭焼竈が1基残されている。この辺りにあった字名なのであろう。

石炭については、斉彬が福岡から石炭師を招いて領内をくまなく探させたが見つからなかった。このため他藩から石炭を購入したようである。『言行録』には石炭ガスを利用してガス灯を点したことが記されており、鈴木一義氏も、石炭ガスが石炭をコークス化した場合に排出されるので、コークス製造の試みもあったのではないかと指摘している(鈴木一義・岡田廣吉「薩摩藩建造の反射炉について」309頁)。また、やや後の資料だが、慶長2年に薩摩藩の波江野休右衛門らが唐津藩の石炭掛三井令輔らに毎年150万斤(約900トン)の石炭を5,000両で購入する旨を約束した契約書も、鹿児島県歴史資料センター黎明館にある。

熔鋳炉の不調

前述のように、安政元年7月14日、熔鋳炉建設を担当した江夏十郎は「木炭ニテ焚試仕候処、鉄ノ性質柔ニテ余程宜相見得申候、大塊ノ所ハ宜御座候得共、何分柔カニテ碎ケ難ク、不得止事皮鉄ノ内成丈宜キ所ヲ撰り奉差上候」と、熔鋳炉での製鉄に成功したと記している。

反射炉が失敗を繰り返しているのに対し、熔鋳炉は順調に建設が進んでいる。これについて、大橋周治氏は、薩摩の在来製鉄技術が、背の高い石組炉を用い、水車輪を利用するものであったことに注目し、「薩摩の伝統的な砂鉄製錬炉は集成館の高炉とのあいだに直接のつながりがあったものとは考えない」としながらも「水車送風で高炉にかなり類似した炉による銑鉄生産の伝統が薩摩にあったことは、洋式高炉法をまったく奇想天外のものとしてでなく受け入れる条件をつくっていたものとはいえよう」と指摘している（大橋周治『幕末明治製鉄論』）。

市来は『言行録』で「頗ル良銑ヲ製シ得テ反射竈ニ熔シ鑄砲ノ料ニ供スルニ至レリ、其銑質洋品ニ異ナラズ、柔軟硬韌ニシテ槌シテ延長ス」と、熔鋳炉の完成後、製鉄が順調に進んだかのように記しているが、実際はかなり異なる。

まず、安政元年7月14日付の江夏の記述に対しても、芹沢正雄氏は「高炉製の銑鉄が柔らかいと言うことは有り得ず、生産鉄は炉内温度が低いために、流出するようなものにはなっていなかったのではあるまいか」と指摘している（芹沢正雄『洋式製鉄の萌芽』89頁）。また、鈴木一義氏も「鉄ノ性質柔ニテ」「大塊ノ所ハ宜御座候得共、何分柔カニテ碎ケ難ク」というのは、高炉で溶解された銑鉄の記述とは考えられないと疑問を呈している。従来のだたら炉で生成される「けら塊」の内部は、炭素分が2%以下の鋼か錬鉄といった可鍛鉄で、柔らかで碎けにくい。大塊はこの「けら塊」に相当するもので、高炉だけでなくだたら炉でも反射炉用材鉄の試行をおこなっていたのではないかというのである（鈴木一義・岡田廣吉「薩摩藩建造の反射炉について」310頁）。

実際、熔鋳炉の完成よりも前に反射炉（1号炉）が完成し、6ポンド砲弾・80ポンドボンベン弾などが鑄込まれているが、これらはだたら炉もしくは薩摩在来の石組炉で造られた和鉄が利用されたはずである。だたら炉等による反射炉用材鉄の試行があったことは否定できない。ただ、同年閏7月頃の「江夏十郎文書」にも「高竈ニテ焚試ノ次第委敷書記、鉄モ相添庄太郎（御小納戸役井上庄太郎）へ向ケ奉差上候」とあり、熔鋳炉で製鉄に成功していた可能性も排除できない。この点については後考を俟つことにしたい。

また、この記述より1ヶ月ほど前、安政元年6月頃、江夏は「磯高竈工相掛候水勢トカク微弱二有之、川上諸所田地等ノ分水モ無抛詔合ニ御座候間、別段工夫仕度奉存候」と、水車輪に用いる水の不足を訴えている。一応、熔鋳炉での製鉄に成功した後、安政元年の閏7月頃にも「高竈水車当分ノ寸法ニテハ水受微弱ニ御座候間、差渡式尺広メ出来替被仰付候断一同吟味仕候間、其通仕度義ト奉存候」と水力不足を訴え、水路幅を広げて改善したいと願い出ている。

同年9月29日付のものでは「高竈溶解鉄此節者余程宜敷出来仕候間奉差上候」と、快調ぶりを伝えたかと思うと、翌安政2年頃には一転して「高竈焚試兎角十分ニ無御座、最早書伝之工夫モ疑念起り候程之事ニ罷成申候間、此節者何卒浜田平右衛門其外ニ壱兩人志シ有之者、無見選候而長崎へ被遣蘭人へ直伝ヲ受候様被仰付度義ト勘考仕候」と、不調を訴え、誰か長崎に派遣してオランダ人たちから直接教を請いたいと願い出るほど憔悴している。

市来が『言行録』に「頗ル良銑ヲ製シ得テ反射竈ニ熔シ鑄砲ノ料ニ供スルニ至レリ」と記している状況とはほど遠いものであったことがうかがえる。

その後、熔鋳炉の操業状況がどうだったか定かではないが、安政5年3月、オランダ海軍士官カッティンディーケら伝習所教官を乗せた長崎海軍伝習所の練習艦臨丸が鹿児島に来航、彼らの来訪を喜んだ島津斉彬は、彼らを集成館に招き助言を求めた。その際の様子を「反射（炉）とホールバンク（鑛開台）は申分無之と申候、高竈は吹子弱く候と申候、吹子さへ強く相成候へは高竈ニテ十分ニ砲も被鑄立候と申候間、

其後別二たたら仕掛試候処に、三日三夜二三千六百斤之鉄鑄流し申候間、愈吹子之処ゆへ追々改正之心得ニ御座候」と、家臣早川五郎兵衛に伝えている（安政5年4月5日付、早川五郎兵衛宛て島津斉彬書状・『斉彬公史料』三）。

江夏が当初から危惧していたように、不調の主原因は水車輪の力不足であった。水の確保が最後まで問題となっていたのである。

おわりに

カッティンディーケらが集成館を視察して間もない安政5年7月16日、斉彬が急死。遺言により弟久光の長男忠義が斉彬の娘婿となって藩主に就任し、斉彬の政策に批判的であった前藩主斉興とそれに連なる重臣たちが藩の実権を掌握した。彼らは集成館事業の大幅な縮小を命じ、集成館も閉鎖同様の状況に陥った。

その様子を江夏は「御華園（実験施設の開物館）又ハ集成館等モ、御大変当日ヨリ占メ切りタル俛今ニ何分ノ御沙汰モ無之、察スルニ永ク閉鎖ニ可相成、誠ニ遺憾之至、宇宿（彦右衛門）・磯永（喜之助）・清水（源兵衛）・郡山（一助）杯血涙声ヲ吞居候、下拙ニハ嫌疑ヲ請候次第有之候、謹慎之憂嘆ニ沈ミ罷在申候」と琉球の市来に伝えている（安政5年8月15日付市木四郎宛、江夏十郎書状、『斉彬公史料』三）。

ここにあるように、江夏は斉彬の死後に罷免された、十郎の子息壮七郎が安政6年12月に提出した上申書によれば、集成館や神瀬砲台建築の資金を横領した疑いがかけられたようである。壮七郎は父十郎の功績を我がものにしてしようとする者による讒言だと訴えている。しかし、壮七郎の願いは叶わず、十郎は再び集成館事業にかかわることはなかった。

安政6年、斉興が死去。代わって兄斉彬の遺志継承を唱える久光が実権を握り、集成館事業の再興に着手した。反射炉・熔鋳炉の再建も計画されたようで、文久元年（1861）竹下清右衛門は、家老の小松帯刀に「反射炉ノ儀段々手を付申候処、分兼申候」「イツレ反射炉ヲ開立候ニハ第一高竈根本ニ付、大ニ楽罷在候、此ニテ過分鉄出来候へハ、爰許へ御差出過分ノ利益相違無之、当分舶来ノ鑄鉄地カネ払底、日本産ニテハ用立不申、無抛器械へ鑄立有之候、舶来ノ品打崩シ、地カネニ相用甚紛多事ニ御座候、是非高竈ハヤリ付良鉄出来候様、精勤仕度存候間、左様御待可被下候」と書き送っている（文久元年12月14日付、小松帯刀宛て竹下清右衛門書状）。

ただ、その後、国内情勢の激変により、台場砲よりも陸戦用の野砲・山砲などの鑄造に力が注がれるようになり、熔鋳炉などは再建されることがなかった。すなわち、安政5年4月に斉彬が早川に書き送った「三日三夜二三千六百斤（約2,160キログラム）之鉄」を生産できるという程度が、薩摩藩の熔鋳炉技術の到達点であったといえよう。

ただ、これとて安定操業には至っていない。薩摩藩の熔鋳炉の実情は『言行録』の記述よりも、寺島宗則の「此砂ヲ以テ西洋風ノ大竈ニ入レ、炭ト共ニ溶化スルニ、砂ノミ早々落ち下リテ、火力十分ナラス、惟従来ノ和製ヨリ勝レリトスルノミニテ、洋鉄ニハ遙ニ下レリ、故ニ砲銃ニハ適セス、他ノ器械ニハ好シ」（『寺島宗則記述』・『斉彬公史料』三）の記述の方が実情に近く、良質の銃鉄を生産できるレベルではなかったのである。

松尾 千歳

2. ヒュゲーニン原著について

幕末期、諸藩幕府の反射炉・熔鋳炉（高炉）による近代製鉄の試みは、蘭書Ulrich Huguenin “Het Gietwezen in ‘s Rijks Ijzer-Geschutgieterij te Luik” 1826とその訳書をおもな手引きとして行われた。この原著は、オランダにおける最初の砲铸造書とされ、大砲铸造法、鑄開法（穿孔）および図編とからなり、大砲铸造篇には鉄鋳石と鑄鉄の種類、反射炉のほか高炉（熔鋳炉）の操業法も記述している。13葉の図には、高炉・反射炉の設計図も含まれている。幕末期のすべての反射炉・高炉は主としてこの設計図と解説を基に築造・操業されたと考えられる。

なお、この原著名を直訳すれば『ロイク王立鉄製大砲铸造所における鑄造法』となるが、松田清『佐賀鍋島家「洋書目録」所収原書復元目録』2006年3月には『国立ロイク鉄製銃砲铸造所における鑄造法 銃砲・弾丸などの製法および使用鉄の種類と加工に関連して』と記されている。

原著者は、その経歴から大砲のユーザーでもあり、メーカーでもあったため、本書は冶金学の純理論書というより、大砲铸造の案内書として幕末日本にとって最適な書物であったと考えられる。そのため、嘉永2、3年頃蘭学者により3種類の翻訳書が出された。

- 伊東玄朴・杉谷雍介・後藤又二郎・池田才八共訳『銃砲全書』（『鉄煩全書』）
- 手塚謙蔵訳『西洋鉄煩鑄造篇』
- 金森錦謙訳『鉄煩鑄鑑』

島津斉彬は、『西洋鉄煩鑄造篇』を鍋島直正から提供され、反射炉と熔鋳炉の構築を試みた。また、『鉄砲全書』の一部を入手したとの記録がある。このため、佐賀県立図書館の「鍋島家文庫」の両書を複写し、目次を原書の目次と対照して下表に纏めた。

なお、図解と図版については省略したが、高炉図は本文中で紹介される。

原 書		銃砲全書（佐賀家本）		西洋鉄煩鑄造篇（鍋島家本）	
頁	項 目 名	巻	項 目 名	巻	項 目 名
	序文	一	序、	一	序、自序
1	緒言		総論	一	誘導篇
20	鉄鋳石について	二	鑄鉄：鑄種並ニ鋳化ニ準備	二	鑄鉄ヲ録ス
29	その中で鋳石から鉄が溶かされる炉について 高炉		スル方	三	鑄鉄ヲ精製スル竈ヲ録ス
33	高炉の中で、着火し、燃焼を維持する方法		高爐	三	高竈ヲ録ス
36	鋳石から鉄を溶かすことについて		高爐最初投火並ニ作用		
43	鑄鉄について	三	鑄鉄鑄化法	三	鑄鉄鑄解ノ事件ヲ録ス
72	砂の中で鑄造するために必要な原型と鑄型について	四	鑄鉄	四	鑄鉄ヲ録ス
80	砂の中で大砲を鑄造する方法について		型料粘土並ニ二砂	五	型ヲ作ルニ適宜ナル砂及ヒ結麗土ヲ録ス
96	大円形物体の垂直鑄造法		砂製ノ砲模並ニ二模殼	五	鉄砲ヲ砂中ニ模寫スル術ヲ録ス
110	大砲金属と鑄鉄を熔解する方法：反射炉	五	長圓體ノ器ノ模型ヲ直立シテ製造スル法	六	大ナル輪状ノ器械ヲ直立セシメ模寫スル術ヲ録ス
120	耐火煉瓦の焼成について	六	反射爐	六	青銅及ヒ鑄鉄ヲ鑄解スル反射竈ヲ録ス
127	石炭について	七	火ニ耐ル焼石	七	火力ニ堪ユヘキ石ノ性ヲ録ス、石炭ノ性ヲ録ス
130	反射炉への鉄の装填とその熔解について		石炭		
			反射爐ノ装填並ニ二鑄鉄法	七	反射竈ニテ鑄鉄ヲ溶解スル事件ヲ録ス

138	中空穴の鑄造について、その中に鑄型を設置し、その鑄型と砲口を合わせて外型に結合し、鑄込む方法		鑄坑並ニ坑中ニ型ヲ排列シ鉄湯ヲ注湯スル等ノ法方	八 九 十	欠 欠 欠
154	砲口の穴あけに使用される機械設備とこの穴あけを行う方法について	八	「カノン」砲孔ヲ鑄開スル器械ノ位置及ヒ錐刀ノ使用法		
186	火門の穴あけについて	九	火門ノ鑄法		
193	新しい鉄製大砲の研究と試験		新造砲身ノ點檢法		
206	鉄製カノン砲の調整について	十	火門之修整法	一	西洋彈丸鑄造篇 ボンベン、ガラナーテン、コーゲルスノ製作及ヒ鑄造ノ要ヲ録ス、彈丸ノ製造ニ用ユル鑄鉄ヲ録ス、高竈、穹隆竈、反射竈
217	爆弾、手榴弾と砲弾の造型と鑄造の留意点		實彈虛彈柘榴彈等模型ノ製造並ニ鑄冶法		
222	鑄鉄について				
224	高炉（熔鋳炉） キューボラ炉				
226	反射炉				
227	彈丸の鑄型として必要な内型と外径について	十一	彈模並ニ模殼	一	彈丸ノ内型及ヒ外型ヲ録ス
229	彈丸の鑄型について		彈型	一	彈丸ノ砂型ヲ作ル事件ヲ録ス
236	中空彈丸の中心部分の製造	十二	殼彈ノ核模	一	空丸中心ノ製造ヲ録ス
243	彈丸の鑄造について		彈ノ注鑄	二	彈丸ノ鑄造ヲ録ス
251	彈丸の検査について		彈ノ選擇	二	彈丸ノ疵ヲ檢索スルコトヲ録ス
	(~ 262 頁終)	十三	高爐圖解他		
		十四	二體合築反射爐圖解他		

この対照表の作成には、三枝博音編『日本科學古典全書』第九卷、昭和17年 朝日新聞社及び芹澤正雄『洋式製鉄の萌芽（蘭書と反射炉）』1991年 アグネ技術センターを参照した。原書については、国立国会図書館に所蔵されているが、最近 google books のダウンロード機能を利用することにより、原文を入手し利用した。ただし、図版は入手できない。

長谷川 雅康

第3章 熔鋳炉跡の発掘調査成果

1. 調査の概要

① 調査地点選定の経緯

集成館熔鋳炉の所在地点については、2種類の文献・絵図史料がある。ひとつは公爵島津家編纂所がまとめた『薩藩海軍史』（1928年）に掲載されている「文久三年以前集成館略図」である。同略図によれば熔鋳炉は反射炉の北側にあったと描かれている。この略図を手がかりとして、1994年、反射炉跡北側に計13本の確認トレンチが設定され、発掘調査が実施された。しかし鉄滓などが出土したものの熔鋳炉の存在をうかがわせる遺構などは検出されなかった（出口他編2003）。

もうひとつの絵図史料は、安政4年（1857）に集成館を訪れた佐賀藩士・千住大之助らの見聞を基に作成された『薩州鹿兒島見取絵図』である（以下『絵図』と略称）。同絵図は、武雄鍋島家に伝来した現武雄市教育委員会所蔵のものと、佐賀県立図書館に寄託されている鍋島報効会のものの2種がある。両絵図には若干の異同はあるが、本報告で問題となる熔鋳炉、反射炉、鑽開台などを描いた部分における建物配置はほぼ一致する。

さて『絵図』によれば、熔鋳炉（高爐）は、反射炉の北側にある石垣上に築造された平坦面に位置しており、おおまか反射炉の北西側にある。石垣は東から西へ伸び、熔鋳炉の西側で屈曲、北へ伸びた後、ふたたび屈曲して西方向へ伸びるよう描かれている。この石垣の一部は現存しており、ひとつは反射炉北側、山階宮碑の南側にある石垣であり、もうひとつは鶴嶺神社の西側にある磯庭園駐車場の北側に残る石垣である（図3-2参照）。この残存石垣と『絵図』の描写を重ね合わせると、現在の鶴嶺神社境内のどこかで石垣が屈曲している可能性が高く、熔鋳炉は境内、とくにその北東隅にあった可能性が考えられる。

そこで境内内部および駐車場においてレーダ探査と磁気探査を実施した。詳細は附編（4）に譲るが、結果、屈曲する直線状の強い反射体が確認され、『絵図』に描かれた石垣の可能性が高いと考えられた。またその反射体の北東側においても、強い、あるいは乱れた反射体が確認された。

以上、『絵図』の描写と地下探査の成果を総合することで、熔鋳炉は鶴嶺神社境内の北東隅、現在「鎮像殿」と呼ばれる建物周辺に所在する可能性が高いと判断し、調査地点に選定した（図3-1・2、写真3-1）。

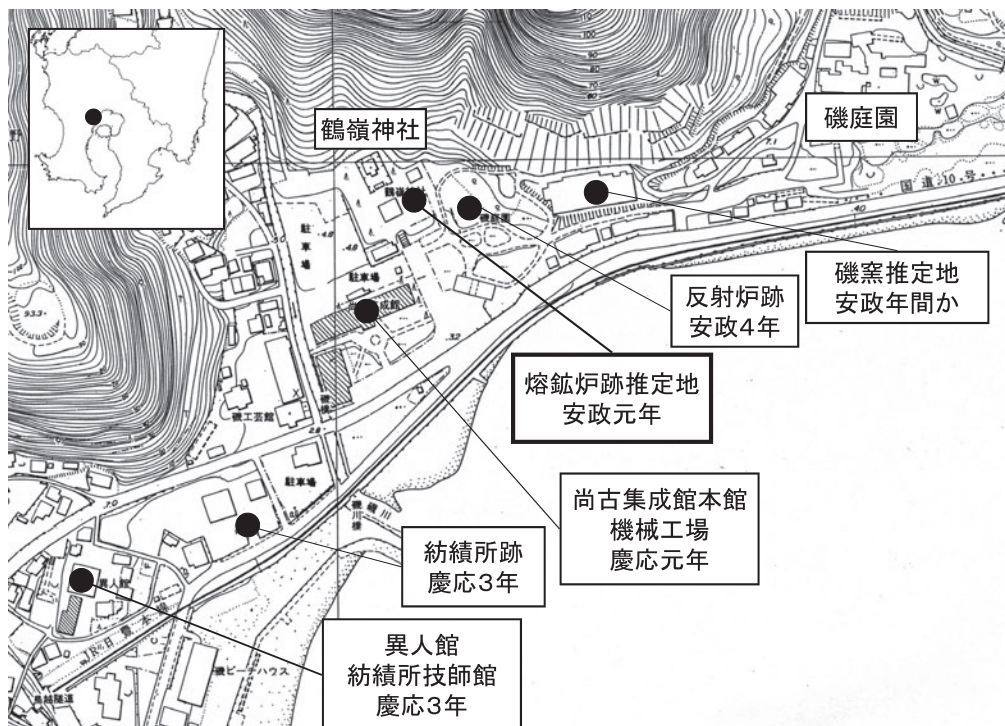


図3-1 調査地点周辺図



図 3-2 調査地点周辺およびグリッド配置図 (S = 1/800)

②調査概要

第1次調査

調査期間：2003年3月21日～23日

調査面積：18㎡

調査参加者：長谷川雅康・上田耕・雨宮瑞生・中村祐一・甲斐康大・中村友昭・三好栄太郎

調査概要：鶴嶺神社境内、鎮像殿の西側、鎮像殿の基礎石上場ライン上を基準線とし、基礎石上場南西角を基準点として、2mおきに杭を設定し、2×2mを一区画とした。南北方向に6.5m、東西方向に8.0m、L字形をなす調査区域を設置した。その結果、A-1～3区において「石組み遺構」（のちに「水路跡1」とされる）が検出され、またC-3～4区・D-3～4区において「凝灰岩製布基礎部分あるいは粉砕層凝結部分」（のちに「突き固め遺構」とされる）が検出された。

第2次調査

調査期間：2004年3月5日～28日

調査面積：72㎡

調査参加者：長谷川雅康・上田耕・出口浩・渡辺芳郎・井手三代子・上野のり子・宇都むつ子・川路ミス子・蒲原京子・熊埜御堂佳津子・原田明子・日高真由美・平田京美・福宮順子・南谷伊久子・森留美子（測量委託：（株）ジパングサーベイ）

調査概要：前年度を踏襲しつつ、一区画2×2mのグリッドを、東西方向14m（A～G）、南北方向22m（1～11）に設定した。そのうちA・B-1～3区・5～7区、C・D・E-1区、F-2～10区を発掘調査した。その結果、A・B-1～3区・5～7区では石組遺構および石垣が、C・D・E-1区とF-2～3区とでは突き固め遺構が検出され、またC～E-1区の北側1m幅で深掘りを行い、突き固め遺構の下部構造を把握した。突き固め遺構は石組み遺構の裏込めと接続していることから同時代のものと判断された。F-7区では石垣を確認し、A・B-7区の石垣に連続するものと判断した。また調査区全面に渡って同一レベルの硬化面が広がっており、大正6年（1917）の鶴嶺神社造営にともなう整地面と推測された。

第3次調査

調査期間：2006年3月9日～26日

調査面積：92㎡（再発掘42㎡+新規50㎡）

調査参加者：長谷川雅康・上田耕・出口浩・渡辺芳郎・青木みのり・厚ヶ瀬由美子・井手三代子・上野のり子・宇都むつ子・蒲池艶子・蒲原京子・下和田ツヤ・福永みつる・福宮順子・森留美子（測量委託：（株）ジパングサーベイ）

調査概要：前年度のグリッドを踏襲しつつ、調査範囲を広げるために、北方向に6m（0・1'・2'）、西方向に2m（H）を拡張した。A・B-1～7区を発掘調査し、石組遺構を完掘した。石組遺構は後述する根拠により水路跡1とした。A-8・9区では、石垣下の水路跡2を確認した。また水路跡1の北端を確認するために北側にA・B-0・1'・2'区を拡張設定したが、後代に破壊されており、北端は確認できなかった。突き固め遺構については、F-1'～3区、D-2・3区、G-2区にトレンチを設定することでその範囲を検出し、約9×9mのほぼ正方形を呈することを確認した（なお突き固め遺構の範囲については、渡辺他2006において「8×8m」と報告したが、その後の図面等の精査・検討により訂正する）。

資料整理（2006年～2009年）

出口浩・渡辺芳郎・大屋匡史・河野裕次・榊原えりこ・眞邊彩・長野陽介・石川裕也・前川謙・上野のり子・蒲原京子

なおいずれの発掘調査も、(株)島津興業、尚古集成館、鶴嶺神社のご理解と全面的なご協力によって実施することができた。記して感謝申し上げたい。また発掘調査および資料整理にあたっては、鹿児島大学学長裁量経費、文部科学省平成14～17年科学研究費補助金(特定領域研究(2))、(財)海音寺潮五郎記念財団より助成金を得た。あわせて御礼申し上げたい。

(渡辺芳郎)

2. 層位

第1次～第3次調査において10ヶ所のトレンチが設定され、掘り下げが行われた。これらの中にはA・B-7～12区のように水路跡1の遺構が検出されたため、いったん埋め戻したものを再度掘り上げて遺構全体を出すという作業を行ったものもある。ここではトレンチの最終的な完掘状態の土層の状況を南北ラインと東西ラインに分けて説明したい。これらの中で大正6年(1917)の鶴嶺神社建造時の整地面(以下「大正整地面」)、突き固め遺構(面)、水路跡1の場合は、複数のトレンチに渡って説明を加えておきたい。ここで取り上げる土層断面は下記の11ヶ所である(図3-3)。

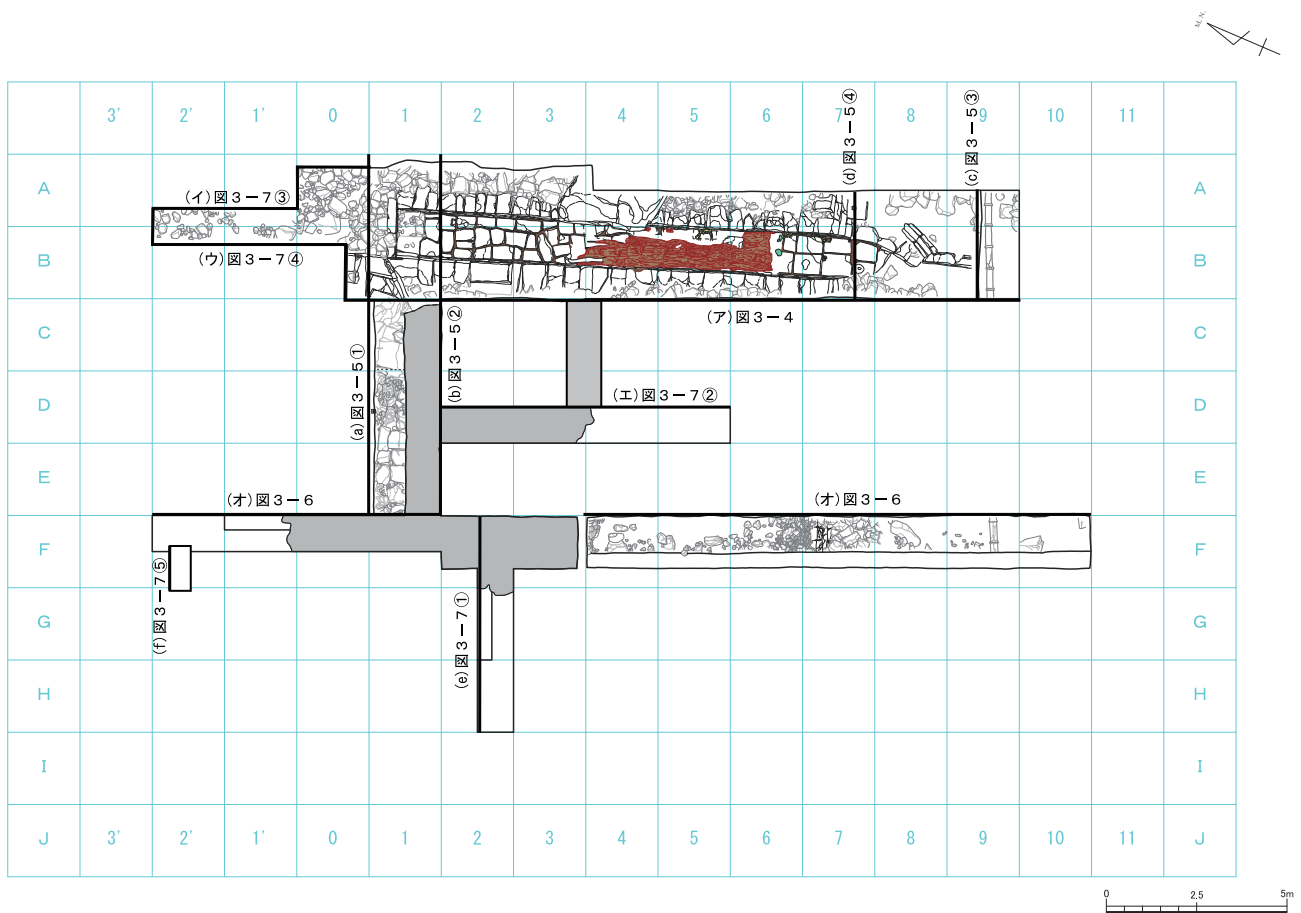


図3-3 土層断面配置図

なお土層番号は、一部のトレンチで共通するものもあるが、基本的に各トレンチ壁面ごとに独立して付けられていることをお断りしておきたい。

○南北ラインの土層断面

- (ア) A・B-9～1区トレンチ西壁土層断面(図3-4)
- (イ) A-2'～0区トレンチ東壁土層断面(図3-7③)
- (ウ) B-0～2'区トレンチ西壁土層断面(図3-7④)
- (エ) D-2～5区トレンチ東壁土層断面(図3-7②)
- (オ) F-2'～10区トレンチ東壁土層断面(図3-6)

○東西ラインの土層断面

- (a) E～A－1区トレンチ北壁土層断面（図3-5①）
- (b) A～E－1区トレンチ南壁土層断面（図3-5②）
- (c) A・B－9区南壁土層断面（図3-5③）
- (d) A・B－7区水路跡1開口部（図3-5④）
- (e) H～F－2区トレンチ北壁土層断面（図3-7①）
- (f) F－2'区本殿東側階段下トレンチ北壁土層断面（図3-7⑤）

①南北ラインの土層断面

(ア) A・B－9～1区トレンチ西壁土層断面（図3-4）

7～1区に水路跡1の遺構が検出されたトレンチである。7～8区では水路跡2や側溝の遺構も見られた。西壁面はB区とC区との境界ラインにあたる。

地表面はほぼ水平位であるが、厳密には南端9区の標高が6.6m、北端1区が6.7mで、北から南へわずかに低く傾斜しているといえる。I層は10cmほどの砂利層で表土である。II層は細砂を含む黒褐色や茶褐色を呈する砂礫混じりの混土層である。II層の下面は南端の9区で地表下約40cm、北端の1区が約20cmの深さである。このII層下位に9区では凝灰岩礫が叩き締められて、白い粒状に砕かれた硬化面の大正整地面が薄く残存している。北端の1区は上面を平坦に整えた岩盤面になっている。上面のレベルは2区の突き固め面と同じであり、1・2区ともにこの標高6.5mのレベルで、大正期に整地された可能性が強い。この面は9区では標高6.3mと若干低くなり、現在の地表面の傾斜と整合している。この大正整地面は7区でも地表下30～35cmで広がっているのが観察される。

以下さらに細かく観察してみたい。このトレンチでは7区の石垣遺構によって、北側と南側の地層が大きく異なっている特徴がある。7区に地表下約60cmから2mにかけて、傾斜度68度4段の石垣が検出された。石垣はF－7区（図3-6・10）でも検出されており、東西に延び、調査区東側の山階宮碑南側の石垣につながるものと推測される。水路跡1はこの石垣に直行して組み合わせられ、南側の開口部を形成している（図3-5④）。

土層はこの石垣から北側（6～0区）と南側（9～7区）で二分される。北側は水路跡1の東西両壁残存部の上面が、地表下50cmから1mにわたって検出されており、以下の掘り下げはできなかった。1区から0区にかけては地表下20cmで巨大な岩盤の上面にあっている。水路跡1西壁もこの岩盤を加工したものが見られた。この岩盤は西側のC区までおよそ3mにわたって広がる巨大なものである（図3-5①）。底面は確認できなかった。

1区の地表下20cmは岩盤の上面で平坦面になっており、意識的に加工がなされている。0区から北壁面にかけて、突き固め遺構と思われる硬化土が岩盤の上に10cmの層厚で見られた。1区の岩盤の南端部から3区にかけては、水路跡1西壁の裏込石と思われる、長径50cm大の円礫や角礫、さらに人頭大の礫や破碎礫のグリ石が見られた。西側の突き固め遺構の叩き面と思われる硬化土と一体となっていた。

7区の石垣から、南側8・9区は深さ約2.5mで基盤と思われる黄褐色の細砂層（VII層）まで確認することができた。以下その堆積状況を説明しておきたい。

7・8区は地表下1.7～1.8mのラインで堆積状況が上下大きく二分されている。上位（IV a・b・c層）は大きな切石や礫塊を含む攪乱土である。投棄された各種礫が中下位に多量に不規則に堆積している。大正整地時における埋土であろう。下位は最下層の細砂層の上に3つの整層が見られる（V・VI・VII層）。そのVI層下面は水路跡1の床石の下面あたりで、V層上面は石垣最下の4段目の間知石が埋没するレベルまでである。水路跡1が放棄された以後堆積したものであろう。上位のIV a・b・c層を大正整地時における埋め立て層、下位のV・VI層を水路放棄後の土層としてさらに説明を加えておきたい。

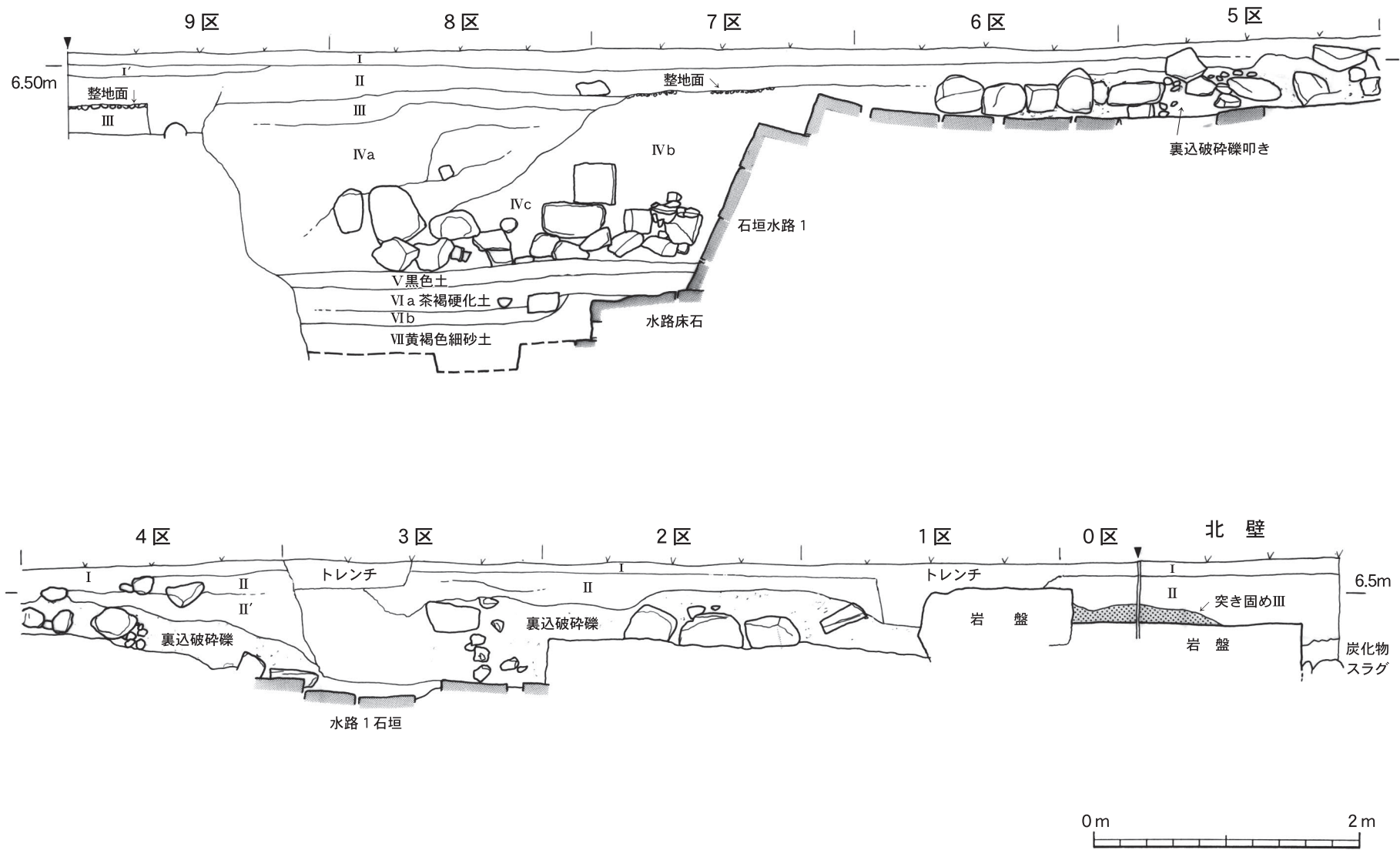


図3-4 土層断面図(1)
A・B-9~1区トレンチ(水路跡1)西壁(南北線Cライン)

上位の攪乱状況を細かく見てみよう。攪乱土の層厚は1.3～1.5mの範囲にあり、それはさらに上部と下部とに二分される。中下部は長径50cm以下の切石や円礫、角礫ほか瓦礫が多く、上部は砂礫が多い。細かな分層はできなかったが、8・9区の南側へ低く傾斜しており、黒褐色の混土、褐色の混土など軟質の荒い層が3～4状斜層しているのが認められる。当初大振りの角礫・円礫・切石を投棄し、その後砂礫混じりの荒土を北側から南側へ埋め込んだものと思われる。石垣の下位から4段目あたりまでV・VI層が堆積している状態で、短期間のうちに石垣の南側へ埋め立てを行ったものであろう。石垣も下位の4段を残して上位の石垣を除去、埋め立てたものと思われる。V層上面が大正整地前の旧地表面であり、前述のII層下位の硬化面が大正整地後の仕上げの面であろう。

下位の整層部分は地表下1.6～2.5mにあるV・VI・VII層の3層がほぼ水平位の堆積層である。水路跡1の床石は地表下2mにあり、基盤のVII層（黄褐色の細砂層）の中に敷設されている。床石正面から石垣最下段の切石の中位に25～30cmの厚さで黄褐色の硬化層（VI a層）が見られる。8区では、その下位に10cmほどのスラグの細片、微片、小礫片を含む赤褐色層（VI b層）がある。このVI層は水路の南側全面に広がっており、その上面は水路1・2廃棄後の整地層と考えられる。その上位のV層は厚さ10～13cm、炭化粒を含む黒色砂質の腐食土層で、水路廃棄後しばらく地表面となっていたものであろう。大正整地直前の地表面である。石垣の最下段の切石上面ラインで地表下2.4mの深さである。

（イ）A-2'～0区東壁土層断面（図3-7③）

水路跡1の「北壁」から北側に設定したA・B-0～2'区の南北トレンチの東壁面である。1'区から2'区にかけて若干盛り上がった地形（I a・b層）を有している。いずれも茶褐色や黒色を呈する軟質土で、後世の盛り土と考えられた。0区では地表下20cmほどに凝灰岩の粉碎状の灰褐色の整地面が断続してみられ、それは1'区あたりまで部分的に確認できる。標高も6.5mで、調査地全域に見られる大正整地面の痕跡と考えられた。III層は2'区～1'区は亞円礫を多く含む地山で、0区水路跡1東壁の裏込石が集積している。水路壁体は除かれたと思われ残っていなかった。

（ウ）B-0～2'西壁土層断面（図3-7④）

前記トレンチの西壁断面である。1'区～2'区はI層の黒色軟質土層が40～50cmと厚く堆積して盛り上がり地形を見せている。II層は淡褐色の混土層であるが、整地面の痕跡がわずかに見られる。III層は礫を多く含む褐色の地山である。0区は石垣の西壁部分にあたるが、石垣は見られない。除去されたものであろう。

（エ）D-2～5区東壁土層断面（図3-7②）

突き固め遺構の南への広がりを調査したトレンチである。地表下28cm前後で突き固め面が水平位で検出された。南端は4区へ20cm入ったところである。以南は4～5区と同じレベルで硬化土の大正整地面となっている。突き固め面南端の確認と、突き固め面と大正整地面とが同じ標高6.5mであることを確認した。

（オ）F-2'～10区トレンチ東壁土層断面（図3-6）

前述のA・B-1～9区の南北トレンチのから西側へ15m離れた南北トレンチで、E区とF区との境界ラインの土層断面である。第2次調査で突き固め面の北端と南端、そして石垣の検出を目的として設定されたトレンチである。2'～1区と4～10区の東壁面を図化した。

地表面は2'区で標高6.9m、10区で6.6mを計り、南側へ低く微傾斜していることがわかる。全面にわたってI層の砂利層、II層の砂礫混じり褐色の軟質土層は共通している。地表下30cmで2'区と1'区の北側1.4mに硬化面の整地層、1'区南側60cmから4区北側50cmに突き固め面を検出している。突き固め面の南北長は9mである。

1'区の突き固め面に続く北側約1mを深掘りし、深さ1.7mを掘り下げた。突き固め面の下位50cmから1.1mの深さに岩盤状の礫塊が斜位に50cmほど張り出している状況が観察された。突き固め面の基礎の自然の岩盤と思われた。

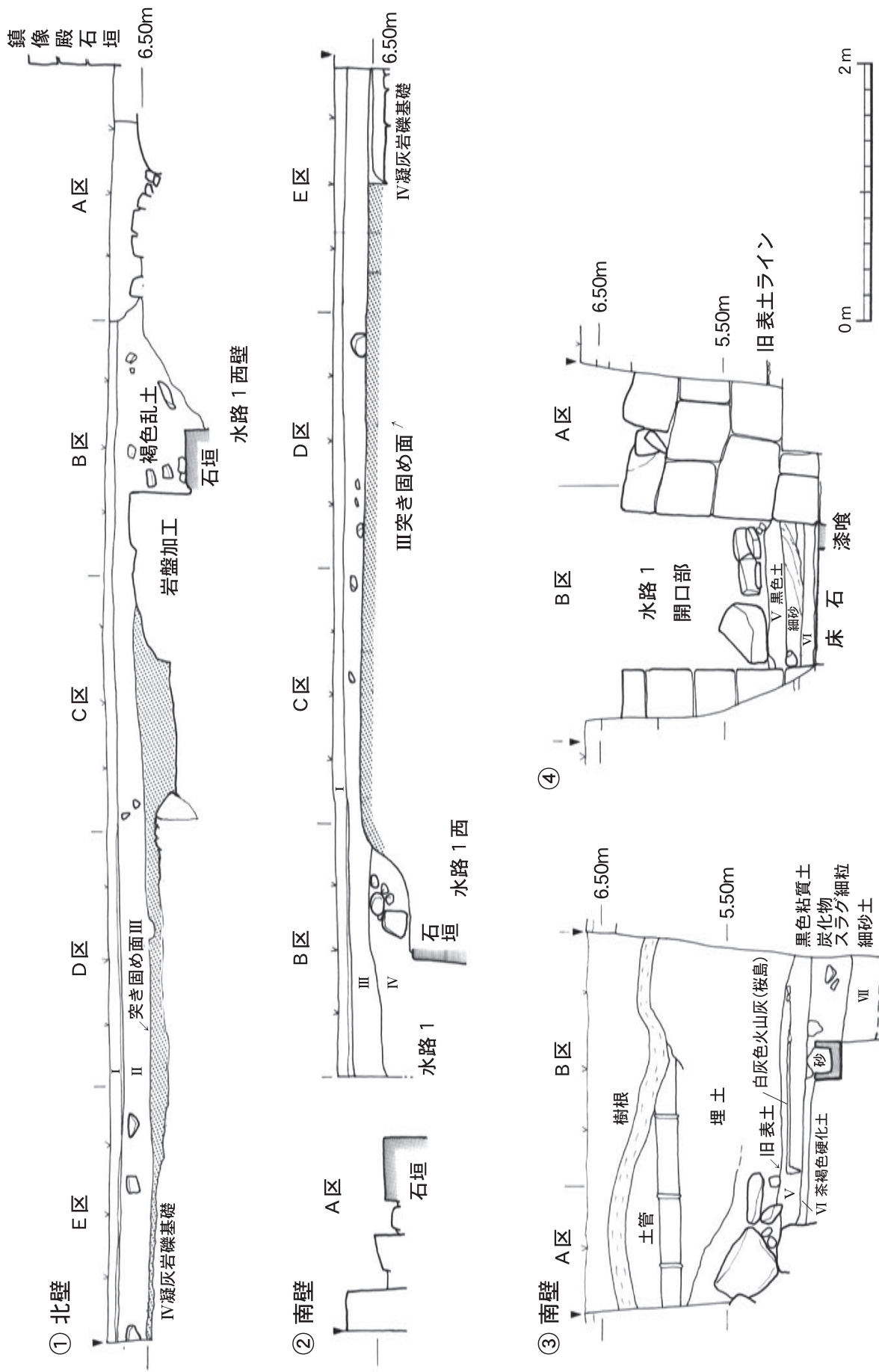


図3-5 土層断面図(2)
 ① E~A-1区トレンチ北壁(東西線1ライン) ② E~A-1区トレンチ南壁(東西線2ライン)
 ③ A・B-9区南壁 ④ A・B-7区水路1南端開口部(南面)