

図 15 石造タンク水路平面図

### 3.3.2 家形石造ろ過池覆屋

この建物は御殿への上水道施設として建設されたもので、直接集成館事業に関係した遺構ではない。しかしながら、集成館と隣接した島津家の邸内にあり、その石工技術は集成館の建築技術を考察する上で深く関係していることが考えられるので、本研究では集成館事業の遺構として取り上げる。建物の正面には石板が嵌められ、それによると明治 40 年（1907 年）に完成している。ちょうどその年、鹿児島に皇太子が訪れ、磯邸でも接待が催された。この施設はそれにあわせて上水道を確保するために建設したものと考えられる。鹿児島市内における水道整備は早く、既に藩政期から市内冷水水源から水道石管を用いた水道が供給されていた。しかし磯地区では海に近いということもあり、湧水はそのまま飲料用とすることはできなかった。そこでろ過池が建設された。ろ過池とそれを覆う覆屋ともに全て石造であり、石造の屋根と一体となった円筒形の棟飾りを置き、雨水を排水するための溝を端に彫り、それを集めて 1ヶ所から流す穴が両端にあけられている。細かい石工工事であり、技術的に注目できる。ろ過の仕組みは石をすのこ状に並べてその隙間に砂・砂利をつめて上方から下方へ、水路、沈殿池、ろ過池と水を流し、濾すというものであった。ここでも藩政期の水道施設にあった水道石管や高枡を発展させ、石を使った巧みな技術を継承・発展させている。

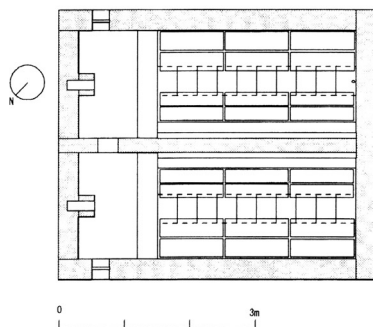


図 16 ろ過池平面図

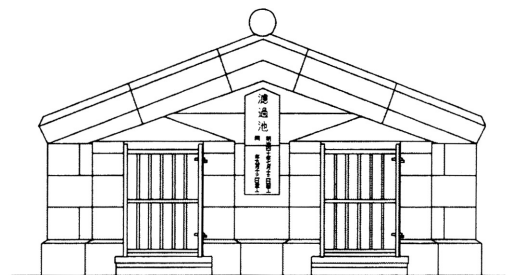


図 17 ろ過池正面図

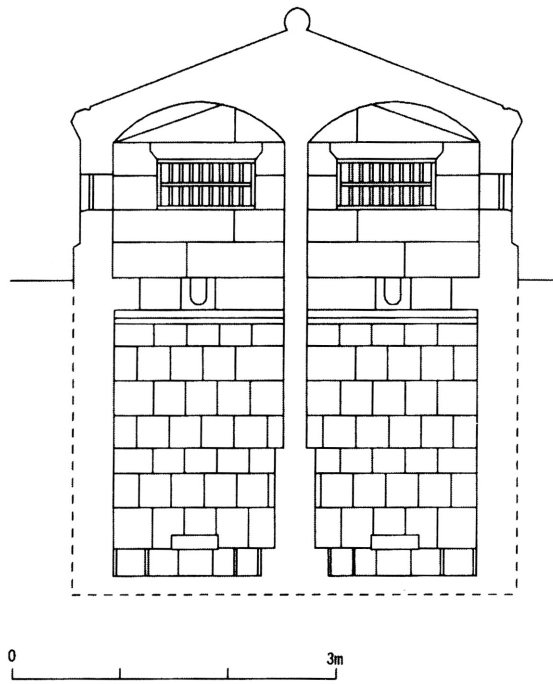


図 18 ろ過池横断面図

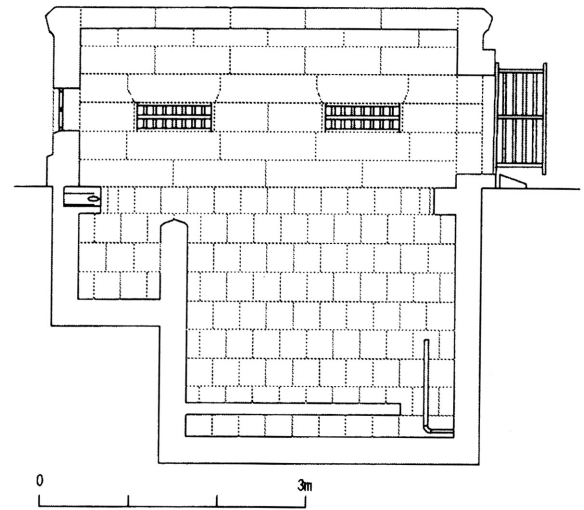


図 19 ろ過池縦断面図

## 4 まとめ

### 4.1 第一期集成館の建築群

#### 4.1.1 柱間寸法

第一期集成館の建物の中で、「高爐」と「反射樓」を除くすべての建物は木造である。主たる施設は入母屋または切妻造の瓦葺きで、日本の伝統的木造建物の外観を呈している。

規模が明記してある3棟について1間を1818mmとして規模を推測し、描かれている柱の本数から柱間寸法を割り出すと、「諸鋳物細工場」は梁間12尺(3636mm)・桁行20尺(6060mm)、「諸器械製作場・鑽台」は梁間8尺(2424mm)・桁行6.67尺(2020mm)、「硝子細工所」は梁間9尺(2727mm)・桁行12尺(3636mm)となる。いずれの建物でも梁間と桁行の寸法は大きく異なっている。また、「諸鋳物細工場」の桁行方向の寸法が極端に大きくなっているが、これは建物内に3カ所ある吹子を明確にすることを優先にしたため柱の本数が正確に表現されていないと推測される。

一方、森山家鍋蔵の柱間寸法は真々で梁間方向6.68尺(2130mm)、桁行方向6.56尺(1987mm)である。前述の3棟と比較すると、寸法はいずれも一致していないが、梁間方向の柱間が桁行方向に比べて大きい点は共通する。規模が明記されていない建物の中には、梁間方向の柱間が1間のみという建物が多くある。この場合、工場施設として利用することを考えると、梁間方向の柱間寸法は大きくなることが予想される。

日本の木造建築の場合、柱間寸法は一般に梁間方向に比べて桁行方向が大きい。しかし、集成館の木造建物の場合、桁行方向よりも梁間方向の柱間が大きくなっている。これは、第一期集成館の木造建物が既存の伝統的木造建築とは異なった技術・考え方を基に建設されたことを表すものとする。

#### 4.1.2 第一期集成館の建築技術

第一期集成館の建築技術において特筆すべきは、木造建築における柱間寸法と小屋組である。

第一期集成館の建物の外観は伝統的木造建物であるが、梁間方向と桁行方向の柱間寸法も比が従来の木造建築とは逆であったり、小屋組に斜め梁が用いられる等、従来の木造建築では考えにくい点が見られる。これは、新しい大型機械を使用するために必要な広い内部空間を、何とか木造建物で確保しようと試みた結果と考える。しかし、集成館の黎明期である第一期では更なる設備拡充が計画されていたと推測され、このような方法で建物を個々に建てることは非合理的である。機械設備が充実する中で、その機械設備と建物の相関性に気づき、建築技術の進歩が必要という認識が第一期で生まれたのではないかと推測できる。

第一期集成館は、多方面に亘る西洋文化導入ということから多くの建物を建てることになったが、同時に機械設備のみではなく建物についても技術革新が必要という認識を生み出した時期であると考えられる。

#### 4.2 第二期集成館の建築学的役割

第二期集成館は文久3年の薩英戦争にはじまり、慶応元年の機械工場建設、さらに慶応3年の鹿児島紡績所の建設と大規模な洋風工場が建築された時期である。配置計画に関しては機械工場周辺と鹿児島紡績所周辺では敷地の使い方に差があった。機械工場周辺は多くの建築物が建ち、第一期集成館の様相を継承していた。その中でストーンホームと呼ばれた石造機械工場（尚古集成館）はアーチ型の窓を有し、建築においてもヨーロッパの影響を受けていることが分かる。それでもまだ西洋の建築技術にはない細部形態に独特の工夫が見られた。一方、鹿児島紡績所と異人館については本格的な洋式建築であったことが分かる。異人館は和小屋でまだトラスが用いられていなかった。初期の工場建築である大阪造幣寮付属泉布観も和小屋組であった。むしろ鹿児島紡績所の場合、大規模な工場建築をつくり、その隣りに洋風官舎を造るという、大阪造幣寮にも見られる初期洋式工場の形式を既に備え、類似している。これは機械工場を中心とした一帯に工場群がひしめくように建っていたこととは対照的で、紡績所建設という一目的であったからである。このように、同時期ながらも第二期では前半と後半で違いがあった。しかし違いがあったにせよ殖産興業として集成館の果たした役割は大きい。前半では第一期からは一歩前進しながらもその技術や敷地の使い方に前近代的な要素が認められた。後半になると、外国人の直接指導を仰ぎ、洋風化が進展したことを認めうる。集成館には長い期間にわたって事業を持続させ、かつ時代が進むにつれて一歩一歩近代的なものになった建築技術の進歩を見ることができる。鹿児島紡績所の存在は近代建築を進めるうえで外国人と直接かかわったという点で大切な役割を果たしたことを認めうる。

#### 4.3 第三期集成館の建築学的役割

本研究では集成館事業を嘉永4年、島津斉彬の反射炉建設にはじまる第一期、薩英戦争以後の島津久光・忠義による第二期、そして明治以降の第三期に時代区分した。第一期の集成館は我が国でも黎明期の産業施設として高い評価を受けている。第二期の集成館でも殖産興業を目的とした初期産業施設として長崎造船所や横須賀造船所など幕府・明治政府が築いた産業施設と並び、高い評価を受けている。明治以降、我が国の産業施設も東京や大阪など大都市を中心とした地域に移行していった。造幣寮（明治4年（1871年））や銀座煉瓦街（明治6～10年）など近代建築史上重要な建築物も大都市に建設されるようになってきた。これらを担ったのは集成館で活躍した技術者達であった。紡績に関しては石河確太郎の存在がある。建築に関してはお雇い外国人ウォートルスの存在を指摘できる。ウォートルスの造幣寮設計は鹿児島での活躍を買われてのことであった<sup>注11</sup>。一方、

明治以降の鹿児島では西南戦争の打撃を受け、大きな損害を受けた。その結果、集成館事業は衰退した。しかしながら、明治以降鹿児島では全く近代的進歩がなかったわけではない。先に見たように島津忠義は就成所を設置し、小規模ながらも産業施設をつくっていた。このなかで行なわれた明治 25 年の水力発電は小規模なものであったけれども我が国でも最初期のものであった。それに続いて明治 31 年（1898 年）には鹿児島市内小山田発電所が操業を始める。これは営業用水力発電として九州最初のものであった<sup>注12</sup>。集成館事業で実験的に行なわれていた事業が実用的なものとして行なわれるようになった。

建築においては明治以降、優れた建築が大都市を中心に建設されるようになったが、集成館事業で培われた石工をはじめとする建築技術は第二期、第三期とそれぞれ受け継がれ、第三期の役割は断絶することなく建築技術を次の世代に伝えたことである。また、その後鹿児島県内には鹿児島県立博物館（明治 16 年（1883 年））や鹿児島刑務所（明治 41 年（1908 年））、さらには県内各地に残る石造倉庫など数多くの石造建築が建設されるようになった。集成館事業の建設工事に携わった職工達からこれらの建築に技術が受け継がれ、建築技術の近代化に集成館事業が長期に亘って果たした役割は大きい。さらに、これら鹿児島県内の石造建築は組積造建築では煉瓦造が主流である日本近代建築史のなかでも独特な存在であり、大都市とは異なる地方の近代建築を开花させていった。

第三期の遺構はほとんど失われているが、小規模ながら現存する。それは鹿児島や島津家内部の充実に大きな足跡を残し、と同時に先駆的な役割をまだ担っていたことを認めうる。

#### 4.4 集成館事業に用いられた建築技術

##### 4.4.1 石工技術

集成館事業の建築技術のなかで特徴的なもののひとつに石工技術を挙げることができる。組積造建築の工事において最も大切なのは目地の処理である。そこで、集成館の石工技術の変化を捉えるにあたり、石の接合に注目してみた。まず第 1 期の遺構である反射炉を支える巨大な石垣には目地を使わず空積みで済ませている。当初あった耐火煉瓦製の煙突では煉瓦の結合に漆喰などを使用していただろうが、現在残る下部構造では石と石の結合に接着剤を使用していない。第 2 期の尚古集成館の石壁では石と石の間に幅 6 mm の目地をとり、漆喰を使用していた。鹿児島紡績所の工場も古写真から目地の存在が分かる。これら石工技術の発展を促したものに、従来からあった石垣や石造アーチ橋の技術が基盤にあったことは十分考えられるが、石垣やアーチ橋では石と石を接合するのに目地を取らずに空積みで済ませる。一方、構造的にしっかりとした石壁を築くには接着剤を用いて石と石とを結合する必要がある。煉瓦造の影響があるのかもしれないが、ここに従来の石工技術から一歩進んだ技術的な変化がある。さらに第三期の就成所の水力発電用石造タンクでは目地に漆喰を使う上に金物を使って石と石とを結合させており、明治になるともう一歩進んだ技術が現れた。

##### 4.4.2 建築骨組

建物を支える柱・梁・小屋組といった骨組にも各期ごとの変化を見ることができる。第一期の集成館では工場建築は木造建築であったことが「薩州見取絵図」より分かる。小屋組に関しては、第一期の遺構として考えられる森山家鍋蔵が斜梁を架けてその上に束を立てる従来の和小屋組とは異なる。木造建築であることは確かだが小屋組は機能を優先し、従来の和小屋組を踏襲していなかったかもしれない。第二期になるとトラスが出現する。トラスは木造で、ボルトや金物を使い、部材を結合させている。その陸梁は太く、まだ完全にトラスを理解できていない訳ではなかった。

また石壁が採用される。石壁の採用はバトレスを備えていることから構造的な役割もあっただろうが、それよりもむしろ不燃化が大きな目的であっただろう。それは薩英戦争の砲火によって以前の工場群をことごとく失ったからである。鹿児島紡績所ではさらに進んだ構造となる。建物自体は現存しないものの、石造外壁で内部では鉄柱を使用していた。それはイギリスより輸入されたものであった。我が国最初の鉄製構造物が明治元年の長崎くろがね橋であったことを考えても、一部分とはいえ鉄を構造物として使用していたことは先駆けである。建物の梁間や規模は尚古集成館よりも大きなものであったことが古写真や青図より伺える。第3期では建築物は現存しないものの、石材を使い、鹿児島の風土にも合い、組積造建築が継承されていることが分かる。

—本章は「第一期集成館における建築学的研究」「第二期集成館における建築学的研究」「第三期集成館における建築学的研究」（共に鹿児島大学工学部研究報告第44号、平成14年）に加筆・修正を行ったものである。

# 補論1 コンピュータプログラムを使った写真解析による第二期集成館の配置計画の復元

## 1. はじめに

コンピュータプログラムを使い、写真解析を行った。使用した言語は「F-BASIC V6.3」で、プログラムは鹿児島大学工学部機械工学科の門久義教授に作って頂いた。そのプログラムに必要な建物を加えていき、写真解析を行った。

## 2. 写真処理

写真は明治5年頃に撮影されたものを選び（図1）、その写真の光軸を求めてから。必要な部分を切り取り、プログラムに読みこめるように大きさを調整した（図2）。



図1 明治5年頃の磯地域



図2 図1の拡大写真



図3 元治元年以降の集成館略図（『薩藩海軍史』より）

次に、元治元年以降の集成館略図を見比べながら、建物に番号をつけた。そして、現尚古集成館の位置や寸法を参考にして、仮の配置図をおこし、データファイルを作成する。解析によって求められた新しい数値は、そのデータファイル上に書き換えられていき、最終的には全てのデータが書き換えられ揃うこととなる。

### 3. 解析結果

ここでは建物の配置と規模について考察を行う。地図上で東西をX軸とし建物の幅を表し、南北をY軸とし建物の奥行きを表す。敷地高は機械工場の敷地を基準とした。設計にあたっては尺を用いていたが、計算上の処理を行うのですべてメートル法を使用した。

#### ①異人館について

異人館は現在の位置よりも南にさがり、JR 日豊本線にかかった。敷地高は集成館の機械工場よりも2 m高い結果となった。古写真では鹿児島紡績所と異人館は近接して建てられているようにみえたが、実際にはかなり離れている。これは敷地高が関係しているのではないかと考える。長崎など外国人居留地では水に対する防備が厳しく、かなり堅固な土木工事を行ってから建物を造成している。ましてやここ磯は海に面した場所である。他の居留地以上に念入りな造成工事が行われていても不思議ではないだろう。よって敷地高の高いことが鹿児島紡績所と近接しているように見せている要因ではないかと推測した。

#### ②鹿児島紡績所について

鹿児島紡績所は機械工場の西側、山とJR 日豊本線の線路の中間に、国道10号線の上にかかるように配置された。規模は本館が巾約95.2 m×奥行約20.1 m、軒高約6.6 m、棟高約11.8 mであった。本館北側の付属屋は巾約57 m×奥行約7.4 m、軒高約6.6 m、棟高約11.8 mであった。敷地高はどちらも集成館の機械工場よりも0.5 m下であった。この高さは集成館機械工場の敷地高が基準となっているため、現在の地盤面より0.5 m下という意味ではない。現在の紡績所跡の地盤面が、機械工場の敷地高とどのような関係にあるのか不明であるため、先の発掘調査での旧地表面は現在の地盤面下約2 mであるという結果との食い違いについては調査が必要であると考え。しかし、調査報告書の中でも、その旧地表面は平坦ではなく階段状であった可能性があることなどから、そこから発見された遺構が紡績所時代のものと判断することはできないとされているので、本研究では鹿児島紡績所の敷地高は機械工場の敷地高-0.5 mと仮定してその後の解析を行った。

#### ③集成館について

集成館内の建物は、ほぼ元治元年以降の集成館略図（以下、略図）と同じ配置になった。しかし、略図には描かれていない建物が、写真には明らかに存在するなどの違いもあった。

5. 鍛冶場…巾約9.0 m×奥行約18.8 m、軒高約4.3 m、棟高約6.4 m、敷地高-0.5 mであった。略図に描かれている建物より奥行が短くなったが、これは写真で見ても明らかに短い。配置も敷地の端ではなく、やや中の方に寄っている。

6. 掘建小屋…巾約9.0 m×奥行約24.5 m、軒高約4.3 m、棟高約6.3 m、敷地高-0.5 mであった。略図に描かれている建物と配置も平面規模もほぼ同じであった。

7. 木材倉庫…巾約9.0 m×奥行約24.0 m、軒高約3.5 m、棟高約5.3 m、敷地高-0.5 mであった。略図に描かれている建物と配置も平面規模もほぼ同じであった。

この旧集成館機械工場の南側では発掘調査が行われ遺構が発掘されている。幾つかの遺構が発掘されたが、それらの施設の使用目的は不明である。そして遺構は明治10年代から20年代頃のものであると推測されている。遺構は地表面より1.5 m下がったところが鋳物場の土間であることから、当時の敷地高は機械工場の敷地高より1.5 m下ではないかとも考えられるが、遺構の亀腹石が施設の外側に向かって設置されていること、また旧集成館機械工場とあまりにも近接しており1.5 mもの敷地の段差があったとは考えにくいことなどから、発掘された遺構は意図的に地面を掘り

下げて造られた半地下の建物であったと推測した。そして、発掘された遺構と写真の年代が違い、建物の規模も明らかに異なっていることから、本論文では5. 鍛冶場の敷地高- 0.5 mと仮定してその後の解析を行った。

8. 二階木材…巾約 27 m×奥行約 7.0 m、軒高約 3.6 m、棟高約 4.7 m、敷地高- 0.7 mであった。略図では2階建のようであるが写真では平屋である。配置も略図よりやや西寄りである。

9. 旧機械場…巾約 35.8 m×奥行約 10.0 m、軒高約 3.0 m、棟高約 5.5 m、敷地高- 0.5 mであった。略図とは配置が大きくずれている。解析の結果反射炉の隣に建っている。規模も工場にしては軒が低いことなどから、工場以外の別の施設ではないかと考える。

10. 地金庫 1…巾約 8.0 m×奥行約 8.2 m、軒高約 2.8 m、棟高約 4.8 m、敷地高- 0.5 mであった。

11. 地金庫 2…巾約 9.0 m×奥行約 8.2 m、軒高約 3.2 m、棟高約 5.8 m、敷地高- 0.5 mであった。

12. 地金庫 3…巾約 15.4 m×奥行約 12.0 m、軒高約 3.8 m、棟高約 6.6 m、敷地高- 0.5 mであった。

13. 建物 A…巾約 8.0 m×奥行約 20.0 m、軒高約 3.2 m、棟高約 5.2 m、敷地高- 0.5 mであった。

14. 木炭倉庫 A…巾約 20.7 m×奥行約 8.0 m、軒高約 3.0 m、棟高約 4.9 m、敷地高- 0.5 mであった。

15. 木炭倉庫 B…巾約 14.3 m×奥行約 7.8 m、軒高約 3.0 m、棟高約 4.7 m、敷地高- 0.5 mであった。

16. 木炭倉庫 C…巾約 12.0 m×奥行約 7.8 m、軒高約 3.0 m、棟高約 4.7 m、敷地高- 0.5 mであった。

29. 建物 E…巾約 11.0 m×奥行約 7.5 m、軒高約 3.0 m、棟高約 4.9 m、敷地高- 0.5 mであった。

10. ~ 16. の建物は中央に広場を囲むようにして配置されており、その点では略図と共通している。しかし、地金庫の規模が略図よりも小さくなった。29. の建物は略図には描かれていないが写真には写っている。

17. 金物小物工場…巾約 17.9 m×奥行約 9.0 m、軒高約 3.0 m、棟高約 5.3 m、敷地高 0.0 mであった。

18. 小道具工場…巾約 32.0 m×奥行約 9.0 m、軒高約 3.0 m、棟高約 5.3 m、敷地高 0.0 mであった。

17. と 18. の建物は屋根が複雑に機械工場とつながっており、正確な形は求められなかったが、写真を見る限りでは形は略図とほぼ同じであると判断できる。

19. 役所…巾約 32.8 m×奥行約 11.7 m、軒高（1階部分）約 3.3 m、棟高（1階部分）約 6.2 m、敷地高 0.0 mであった。この建物は屋根が入母屋づくりになっており、集成館の他の建物とは外観が全く異なる。総二階でないため高さ関係は1階部分しか出せていないが、1階部分の平面規模や配置は略図とほぼ同じである。また、その特徴的な外観からも役所であると判断した。

20. 鋳物工場…巾約 27.1 m×奥行約 34.5 m、軒高約 7.8 m、棟高約 11.8 m、敷地高- 0.5 mであった。ただし敷地高は、北側の敷地は高くなっているため南側を基準とした。

当初この建物は屋根の形から鋳物工場であろうと考え、番号を付けて解析を行ったが、その結果この建物は反射炉の上を覆うようにつくられた建物である可能性が高くなり、鋳物工場ではないと判断した。斉彬の死によって反射炉建設は一時中断されており、写真が撮影された明治5年頃の時点では、反射炉の運転は中止されていた。しかし、現在も反射炉の基礎部分がきれいに残されていることや、写真にも屋根部分に換気口のようなものが写っていることから、煙突部分を取



り除いた反射炉を利用して何か別の作業が行われていたのではないかと推測した。

平面規模は反射炉跡よりも小さいが、写真では 31. や 32. など付属建物のようなものが見えており、これらによって屋根がつけられていたのではないだろうか。

21. 鍛冶工場…巾約 13.1 m×奥行約 7.3 m、軒高約 3.1 m、棟高約 5.0 m、敷地高+ 1.0 mであった。この建物は役所の北側に配置されており、略図よりも平面規模が小さくなった。敷地高が機械工場よりも 1 m高くなっている。地下レーダー探査の結果、この建物の後ろあたりに石垣があったとされている。

22. 土蔵…巾約 8.7 m×奥行約 6.2 m、軒高約 3.2 m、棟高約 4.8 m、敷地高+ 1.0 mであった。この建物も役所の北側に配置されており、略図よりも平面規模が小さくなった。

23. 製薬場…巾約 14.8 m×奥行約 10.7 m、軒高約 3.5 m、棟高約 6.1 m、敷地高 0.0 mであった。略図よりも平面規模が小さいが配置はほぼ同じであった。

24. アルコール製造所…巾約 7.0 m×奥行約 11.0 m、軒高約 3.0 m、棟高約 4.8 m、敷地高 0.0 mであった。写真にはほとんど写っておらず、規模も配置も参考程度。

25. 鑽開機工場…巾約 29.7 m×奥行約 14.5 m、軒高約 4.2 m、棟高約 8.9 m、敷地高 0.0 mであったとしたが、建物の半分くらいが木の陰にかくれているので、どのくらい奥にまで施設が広がっていたかなど、その詳細については確定できない。しかし、地下レーダー探査の結果よりこのあたりに何かの施設があったとされている。\* 6 また、写真からは屋根の大きさ等からかなり大規模な建物であったことが推測されるが、奥に見える 34. の建物は別の建物であるかなども確定できなかった。

26. 建物 B…巾約 15.6 m×奥行約 9.0 m、軒高約 3.8 m、棟高約 6.2 m、敷地高 4.0 mであった。地下レーダー探査の結果より求められた石垣のラインから、この建物は石垣の上に建てられていたと推測できる。石垣の下の建物の敷地高は 1.0 mであったので石垣の高さは 3.0 mであったことになるが、写真で見ると 26. は建物の下まで写っており、また隣の建物の軒が敷地面のあたりに見えるので、ほぼ間違いないだろうと判断した。

27. 建物 C…巾約 14.6 m×奥行約 9.0 m、軒高約 3.8 m、棟高約 6.2 m、敷地高 4.0 mであった。この建物も 26. 同様、石垣の上に建てられていたと判断した。

28. 建物 D…巾約 18.1 m×奥行約 11.4 m、軒高約 4.4 m、棟高約 6.6 m、敷地高 4.0 mであった。

30. 建物 F…巾約 19.5 m×奥行約 10.0 m、軒高約 4.0 m、棟高約 6.5 m、敷地高 1.0 mであった。

当初、28. この建物は略図では「建家ハ工場ノ造リナリ」と書かれている建物であると考えていたが、20. が鋳物工場ではなく反射炉跡に架けられた屋根であったこと、また、30. の建物が 28. と一体化して見えることや、解析結果でも 28. に近接することなどから 28. と 30. は石垣の上下に渡って作られた建物であり、略図に描かれている鋳物工場であると判断した。鋳物工場では溶かした金属を鋳型に流し込むために、相当の高低差が必要であったと考えられ、その機能をもつ施設を地形を利用してつくったとも考えられる。

最後に、略図に描かれていながら確認できなかった 28. と番号を打った「建家ハ工場ノ造リナリ」

と書かれている建物は、写真で屋根のようなものが見えている 33. ではないかと思う。

元治元年以降の集成館略図は後年になってから、集成館関係者の記憶をもとに描かれた配置図である。今回の解析結果から、略図は実際の敷地よりも横の比率が大きく描かれているのは、略図を描いた関係者が反射炉と鋳物工場を混同して記憶していたからではないかと思う。そして、全体的に建物は大きめに描かれているが、実際はもう少しゆとりがあったのではないかと推測した。

#### 4. まとめ

写真解析によって求めた集成館内の建物について考察する。まず、集成館の敷地を3つの地区にわけた。A地区は旧集成館の道路に面した前面部分、B地区は機械工場裏の部分、C地区は反射炉周辺の部分とした。

##### ① A地区について

機械工場の敷地は現在の国道10号線のあたりまで広がっていたことがわかる。また、8. 二階木材と14. 木炭倉庫Aの位置から門があったと推測される場所も、元治元年以降の集成館略図に描かれているものとほぼ合致する。ただし、29. 建物Eのように略図に描かれていないが写真に撮影されている建物もあり、略図が必ずしも正しいとは言えないだろう。

A地区の西側は略図とは異なっていた。5. 鍛冶場はその後、鋳物場に立て替えられたのではないだろうか。A地区の東側は数棟倉庫類の建物が中央の広場を囲むように配置されており、中央の広場では荷卸や仕分けなどの作業が行われていたのではないかと推測できる。ただし、建物規模については大きく誇張して略図に描かれているのではないかと感じた。全体的な敷地高は-0.5~-0.7mで海に近いところが低くなっている。

##### ② B地区について

機械工場裏は写真では建物の屋根の部分しか写っておらず、また建物が山の陰になって全体が見えず、写りもよくないので建物自体を個別することが難しかった。しかし、写真で見ても建物が同じ方向に規則正しく並んでいるようには見えず、写真解析の結果も建物の方向は一致しなかった。そのことから、建物や施設は計画的に作られたのではなく、必要な施設が必要になるごとに敷地を見つけては建設されていったのではないかと思う。またその場所も機械工場の陰になって表からは見えない場所に集中していったようだ。敷地の段差は山に近づく程高くなっていくようだが、調査によって石垣跡が推測されたことから機械工場から比べると4.0mもの高さの高台があったことがわかった。

##### ③ C地区について

反射炉周辺は集成館の中でも初期の施設が集中していた地区だと想像できる。写真が撮影された時期には反射炉はもう使われていなかったが、反射炉の煙突を取り除いた部分を独自の工夫によって、何か別のことに転用していたのかもしれない。また、役所と反射炉の間には屋根のようなものが伸びていることから、役所と深く関係のある施設だったのかもしれない。



## 補論 2 旧薩摩藩奄美大島白糖製造工場跡の調査報告

慶応年間薩摩藩は外国技術を輸入した白糖製造を試みた。工場は奄美大島内須古、久慈、瀬留、金久の4ヶ所にあり、洋式機械を導入して白糖製造を行った。当時の工場建物は全く残されていない。

奄美における砂糖製造は慶長年間（1600年頃）、直川智が中国福建省より砂糖黍を持ち込み、大和浜で栽培したのが始まりとされる（『名瀬市史』昭和43年3月刊）。さらに、明和4（1767）年頃には白糖製造が行われたというが、はっきりとしたことは分かっていない。幕末になると、島津斉彬は集成館事業を起し、磯別邸の付近に工場群を建設した。安政4（1857）年にはそれらを「集成館」と命名し、各種の生産活動を行った。市来四郎による『斉彬御言行録』の中には集成館の工場として「氷白砂糖製造所一ヶ所 漢洋両方」とあり、漢式と洋式の白糖製造がなされていたことが分かる。さらに口之永良部島でも安政5～6年頃に白糖製造所が建設され、英国人が居住した西洋館があったという。（樋口弘『本邦糖業史』昭和10年3月、ダイヤモンド社）。いずれにせよ、奄美での洋式機械を導入した白糖製造は、集成館事業の一環として長い前史の上に築かれたことが分かる。

慶応元（1858）年、松岡政人はウォートルス（機械方）とマッキンタイラー（白糖製造方）の両名を連れて大島に渡り、白糖製造工場を建設した。（『鹿児島県史第三巻』昭和16年9月刊）。その工場の様子や労務体系などが文献によって詳細に分かる（『慶応年間大島郡における白糖の製造』昭和10年刊より作成した付表参照）。工場には本格的な機械が配備され、建物には煉瓦も使用されていた。ここでも機械技師、建築技師、総監督という役職でウォートルスの名前がある。

現在、各工場の跡地は須古、久慈の工場がみかん畑、瀬留の工場が畑、金久の工場は住宅地（一部は焼酎工場）となり、当時の面影は全く留めていない。工場の跡地にはかつては煉瓦や石材が散在していたというが、付近住民が持ちかえり、現在は自宅の花壇の縁や石垣、塀などに使用されている。発掘された石材は地元で白糖石と呼ばれ、琉球石灰岩を直方体に切り出している。礎石や基壇として用いられたのであろう。瀬戸内町伊目集落の住宅の塀として使用されていた白糖石の大きさは1070×327×364mmであった。

一方、跡地から発掘されている煉瓦は5種類がある。そのうち4種類が刻印のある煉瓦で、残り1種類が刻印のない赤煉瓦である。これらの煉瓦のうちいくつかは名瀬市立奄美博物館に保管されており、詳細な調査を実施した。

赤煉瓦は両平面が凹み、その大きさは245×123×80mmで現在一般的な煉瓦（JIS規格では210×100×60mm）の大きさよりも大きい（写真1）。重量は2945g、比重は1.78であった。色調は橙色で、角が丸くかけている。地中に埋もれていたためか変色しているものもある。肉眼でも粘土粒子や小石が確認でき、品質的には低いものであることが分かる。「大工、石工、煉瓦製造に内地人百人来島せり」「耐火煉瓦以外の普通煉瓦は同町で製造せしという」とあり（『慶応年間大島郡における白糖の製造』）、地元で製造された煉瓦と考えられる。

表1 煉瓦の形状・性質

煉瓦の種類	大きさ (mm)	重量 (g)	比重
赤煉瓦	245 × 123 × 80	2945	1.782
COWEN	232 × 110 × 67	3385	2.218
STEPHENSON	229 × 110 × 67	3100	2.326
CORROSIST STAR-BRICK	224 × 109 × 59	3095	2.472
STAR - BRICK MITSUISHI	226 × 110 × 61	2730	2.036

表2 名瀬市立奄美博物館に保管の煉瓦個数一覧（\*印がつくものは半分ほどの大きさに欠けている煉瓦を示す。）

発見地 /種類	赤煉瓦	赤煉瓦 *	COWEN	COWEN *	STEPHENSON	STEPHENSON *	CORROSIST STAR - BRICK	CORROSIST STAR - BRICK *	STAR - BRICK MITSUISHI	STAR - BRICK MITSUISHI *
須古	2	1	1	0	0	2	0	0	0	0
久慈	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
金久	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
瀬留	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0
不明	1	2	2	0	2	0	0	0	1	1

一方の刻印煉瓦にはそれぞれ「COWEN」「STEPHENSON」「CORROSIST STAR - BRICK」「STAR - BRICK MITSUISHI」と刻印が記されている（写真2～5）。色は白っぽく、表面も固い。比重も赤煉瓦に比して大きく、耐火煉瓦であったことが分かる。いずれも刻印の意味はわかっていない。大きさはJIS（日本工業規格）で定められた基準（230×114×65mm）と合致していない。特に「STAR - BRICK MITSUISHI」と記された耐火煉瓦にはJISマークと酷似した刻印がある。ただこの耐火煉瓦の大きさはJISの基準寸法とも異なり、このマークが日本工業規格のJISを意味するものなのか疑問が残る。STAR - BRICKと記された2種類の耐火煉瓦は発掘個数も少なく、他の2種の耐火煉瓦に比して風化も少ないため、後の時代に別に製造されたものが混入された可能性は排除できない。

以上、慶応年間大島郡において行われた洋式白糖製造は集成館事業のひとつであるが資料に乏しく、残された煉瓦や石材などは貴重な遺産といえることができる。



写真1 凹み煉瓦



写真2 「COWEN」と記された煉瓦



写真3 「STEPHENSON」と記された煉瓦



写真4 「CORROSIST STAR - BRICK」と記された煉瓦



写真5 「STAR - BRICK MITSUSHI」と記された煉瓦



写真6 白糖石（瀬戸内町伊目集落）

付表『慶応年間大島郡における白糖の製造』が伝える奄美大島白糖製造工場の概要

①技術者・労務関係

工場所在地	外国人技師	役人	製糖年数	職員関係	作業人夫	日給	勤務時間	通訳	聴取者
宇検村大字 須古字倉戸	総監督オートルズ、マッキンタイラ	宮原清助、他8名	慶応3年より明治元年	機関者頭宮静、他12名	蔗莖挿入2、蔗莖運搬10、火炊6、薪運搬6、内バツテリ2、外バツテリ2、パキユムパン2、フリ車6、荷造20、蒸気係2	職員 玄米5合、 人夫 無給	圧搾は未明より夕刻まで、製糖は昼夜兼行（午前1時に始まり、正午交代）	上野敬助 (40才位)	薪米儀志 (85才)、 重高德 (80才)、 マリ (88才)
名瀬町大字 金久 (現名瀬市)	機械技師ワートルズ、製糖技師マキムタイラ	7名	慶応2年より明治元年	熟練工夫(郡外人)数十名、其他本島人を使役	甘蔗運搬8、圧搾2、搾殻運搬10、槓運搬及火焚6、分蜜3、其他は不明		圧搾は午前中、煎練は午後8時頃終われり	長崎の一人	藤崎佐榮富(88才)、 上原ゲン子(82才)
西方村久慈 (現瀬戸内町)	建築技師オートルズ、製糖技師マキムタイラ		慶応3年より明治4年		火夫4、圧搾掛6、パカス運搬8、機関士4、不純物取り1、煎練夫3、斤量係5、小使い15		製糖作業時間は9時間	山儀志里 他5名	勝寛治(91才)、昇清宜美(84才)、西能庸(81才)、弓削イマ子(84才)
龍郷町大字 瀬留	機械技師オートルズ、製糖技師マキムタイラ		白糖は1カ年で中止		夫役を徴発、具体的人数は不明		圧搾は午前中、製糖は夕暮まで	坂本興一 (鹿児島の 人)	大山榮吉 (82才)

②工場建物・施設関係

所在	建設年代	建築規模	材料・屋根	外人技師住居	その他の工場施設	工場用水
須古	慶応元年より 慶応2年	間口30間・奥行10間・高さ1丈5尺	煉瓦造トタン葺	稲園という人の屋敷を借り受ける	製品倉庫：別棟平屋建瓦葺、煙突1本 煉瓦造高さ100尺くらい	河川より引水し、約4坪深さ1丈の煉瓦造貯水池を築く
金久	慶応元年より 慶応2年	高層なる建物	板壁垂鉛鉄板葺	瓦葺白ペンキ塗りの建物(蘭館と呼ばれる)	煙突2本、内1本は蒸気機関用	河川より引水し工場付近に貯水池を築く
久慈	慶応2年より 慶応3年	2階建て1階は間口15間・奥行50間、2階は間口5間、奥行16間	土台は煉瓦造、屋根トタン葺	個人宅を借り受け	煙突7本うち1本は長さ20間、他は10間	簡単なる樋掛の水道
瀬留	慶応2年より 慶応3年	不明	木造骨組板壁トタン葺床は石敷	不明	煙突1本	

### ③製造工程・機械設備

所在	原料供給区域	原料供給方法	燃料	燃料供給方法	圧搾機械	原動力	蒸発鍋・沈殿槽	1日あたり製糖高	搾殻の処理	製品の処理
須古	宇検村全体	砂糖の代わりに蔗を納入	雑木	1人あたり生木400斤を納入させる	1個3本ローラ、圍り6尺位、幅4尺位	蒸気力、機関6個（うち2筒は圧搾、4筒は製糖用）	鋼鉄製縦3間横3間深さ3尺5寸位2個、一方は石灰加用並沈殿槽（角鍋をバッテリーと呼ぶ）		海岸に捨てる	従業員が買う。一部は焼酎の原料となる
金久	名瀬町及三方村	砂糖の代わりに蔗を納入	薪	15才以上に夫役を課して薪を採取	模型三轉子1台	蒸気力、蒸発用3組、圧搾用1組	数個の「タンク」		海岸に捨てる	蔗を納入する規約の元で業者に払い下げ
久慈	瀬武他16集落	蔗1200斤を以て1挺とし、砂糖1斤につき玄米3合3勺に替える契約	薪	15才以上に夫役を課して薪を採取1人1日250斤	1個	蒸気力、機関数7個	7～8石入の丸鍋12個、長鍋3個（鉄製で幅4尺長さ3間）	約32挺	粉々に粉碎して海岸に捨てる	民間に売却
瀬留	浦他3集落	蔗を砂糖に換算して納入	松や雑木	夫役を課す	模型三轉子1台（長6尺位、径2尺5寸位）	蒸気力			海岸に破棄	

一奄美大島白糖製造工場跡の調査は鹿児島県近代化遺産総合調査の詳細調査として実施した。本稿の一部は「鹿児島県の近代化遺産」（平成16年3月刊行予定）に記した。

(Footnotes)

- 注1 池田俊彦『島津斉彬公伝』岩崎育英奨学会 昭和28年、中村徳五郎『島津斉彬公』文章院出版部 昭和7年
- 注2 村松貞次郎『日本建築近代化過程の技術史的研究』東京大学生産技術研究所報告第10巻7号 昭和36年、村松貞次郎『日本近代建築技術史』彰国社 昭和51年
- 注3 『島津家おもしろ歴史館2』尚古集成館 平成10年
- 注4 『島津斉彬の挑戦—集成館事業—』春苑堂 平成14年
- 注5 市来四郎『島津斉彬言行録』岩波書店 昭和19年
- 注6 『史跡集成館「鑄物場跡」発掘調査報告書』島津興業 平成3年
- 注7 出口浩「反射炉発掘—薩摩人の知恵と工夫」尚古集成館講演座集No.43 平成12年
- 注8 『重要文化財集成館機械工場修理工事報告書』島津興業 昭和60年
- 注9 坂本勝比古『西洋館』小学館 昭和52年
- 注10 島津忠重『炉辺南国記』島津出版会 昭和58年
- 注11 藤森照信『日本の近代建築・上』岩波新書 平成5年
- 注12 『かごしまの電力史』九州電力鹿児島支店 平成10年

## 第4章 集成館事業における水車利用について

門 久 義

### 4.1 ヨーロッパにおける水車利用の歴史

ヨーロッパでは11世紀から12世紀にかけて水力用ダム建設が始まり、13世紀にはスペインからスウェーデン、イギリスからブルガリア、ローマからロシアにかけての広範な地域で水車が利用されていた。14世紀頃のイギリスや16世紀頃のフランスでは、河川に設置された舟水車が河川交通の障害になり、紛争や争議が起こっているという記録も残っている。1750年頃にはオーストリアのヘルが水圧機関を発明し、1759年にはイギリスのスミートンが在来型水車の性能実験を行った。1767年にはイギリスのアークライトが水車紡績機を発明した。しかし、1774年にワット（英）がウィルキンソンの中ぐり盤（水車動力）を用いてシリンダー加工を行い、蒸気機関の本格的な販売を開始してから、イギリスでは蒸気機関の時代へ移行する。

1823年にはフランスのポンスレーが、水受けを湾曲させた鉄製下掛け水車（効率70～80%）を発明し、模型全周流入型の水車のアイデアを提示した。1824年にビュルダン（仏）が外向き半径流の高速模型水車（水タービン）に関する理論を発表し、1832年にはフルネイロン（仏）が反動型タービン水車を完成した。1849年にはフランシス（米）が反動タービン水車を発明、1850年頃にサージュビアン（仏）が縦型低胸掛け鉄製水車（効率70～94%）を発明した。1855年にはジラルール（仏）が衝動型タービン水車、1870年にはベルトン（米）が衝動型水車を発明した。

このように、18世紀後半から19世紀後半にかけてはイギリスの蒸気機関とフランスを中心とした水車動力の進展という技術発展を遂げ、19世紀後半におけるヨーロッパ大陸でのガソリン機関の発明へと移行していく。ヨーロッパにおけるこのような動力利用の歴史を背景にして、薩摩藩の集成館事業における動力利用を考察する必要がある。（動力利用年表参照）

### 4.2 日本における水車の変遷と薩摩における特色

日本における水車の歴史を遡ると、聖徳太子の摂政時代（593～622年）の600年から始まる遣隋使やその後の630年から始まる遣唐使による中国との交流にたどり着く。その頃から動力源としての水車の移入が始まり、その後、江戸時代になってそれらの技術が普及・発展し、唯一の実用的な動力源として普及してきた。しかし、蒸気機関や内燃機関が輸入された明治時代にも、維持費があまり掛からないという理由によって全国的に使用台数も急増し、1960年代まで各地で使用されていた。ここでは、江戸時代までに日本で普及した水車について述べ、薩摩の水車利用との関わりを考える。

#### （a）水車の普及

水車が日本の歴史に登場するのは、動力利用年表に示すように、610（推古天皇の18）年である。日本書紀巻22によると、高麗の僧曇微が日本に水車を用いた石臼の技術を移入したのが始まりである。その概略は図1のようであったと推測<sup>(1)</sup>されている。木製横型（縦軸）水車に臼を直結した原始的なもので、歯車は使用されていない。また、670（天智天皇の9）年には水車の形式はわからないが、たたら鞆（ふいご）か鉱石粉碎用杵を駆動した水車が作られた。しかし水車が一般に普及するためには、農業生産力が向上し、多くの労力を必要とする産業が発達し、さらに水車を維持・発展させる技術力の普及が必要であり、11世紀頃までの日本経済はそのような状況に至っ



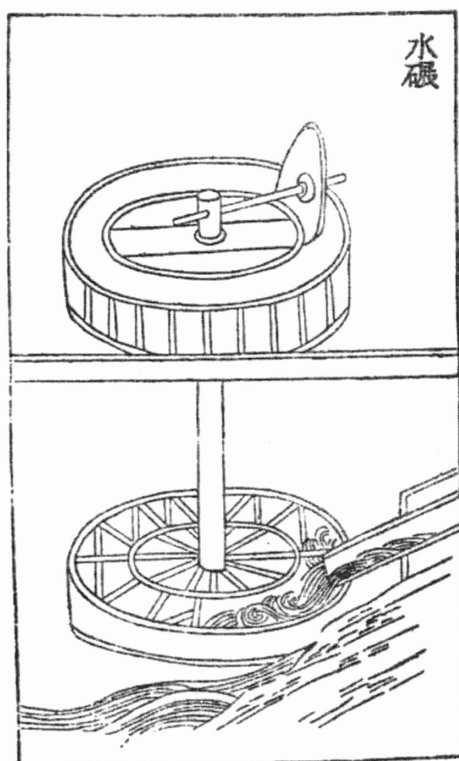


図1 水碾（すいてん）

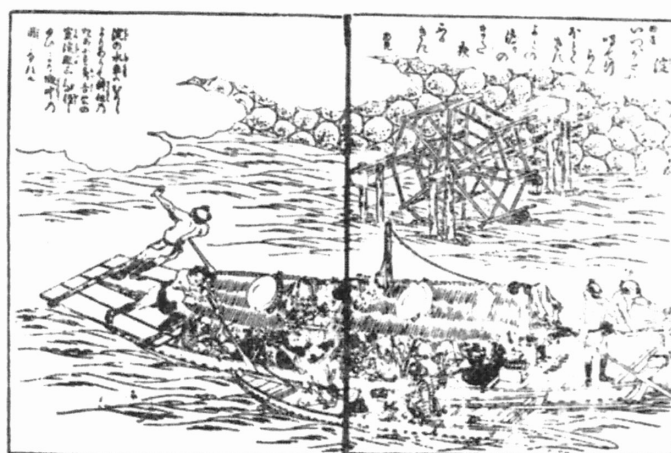


図2 淀の水車（都名所図会）

ていなかった。

12世紀になると水車が少し普及し、鎌倉幕府が滅び室町幕府となる頃には宇治に揚水水車の製作技術者がいた<sup>(2)</sup>。豊臣秀吉が天下を統一した頃には、大坂と京都の間にある淀辺りに揚水水車が幾つもあり、特に淀城にあった「淀の水車<sup>(3),(4)</sup>」は直径八間（14.4m）と六間（10.8m）のもので江戸時代を通して幕末まで維持された（図2）。

恐らくこの頃から稲作の揚水用として揚水水車が全国に普及したものと考えられる。

江戸時代になると農業の生産性も向上し、1619（元和5）年には菱垣廻船、1661～72年（寛文年間）には樽廻船が江戸と大坂を通うようになり、流通経済も発達してきた。その頃、灯火用の油として荏胡麻、菜種、綿実などの植物性油の需要が急増し、大坂の生駒山脈西麓、六甲山の東南麓、山崎から池田にかけて摂津平野の山裾など水車設置に好適な地域を中心として、これらの実を水車で製粉する専門業者が発生した<sup>(5)</sup>。また、1697（元禄10）年には佐渡金山で金鉱石を粉碎するために搗鉱水車が使われるようになり、薩摩藩の山ヶ野金山でもこの頃から搗鉱水車が使用され始める<sup>(6)</sup>。したがって1700年頃から動力水車が産業用として各地に普及し始めたものと考えられる。

以上のように、徳川幕府の行った農業重視の政策によって、1600年代には用水路や新田開発とともに揚水水車や踏み車（人力揚水器）が全国に普及し、さらに生産性の向上と流通経済の発達によって1700年頃から農産物の加工産業において動力水車が広く利用されるようになり、全国に広まっていったものと考えられる。

### （b）薩摩における水車の特色

1697（元禄10）年頃に薩摩の山ヶ野金山に導入された搗鉱用水車は、大坂を中心に広まった産業用水車と思われる。1908（明治41）年3月の水車位置図<sup>(7)</sup>によれば、479台の水車があった。水車の種類は上掛けと前掛けで、その直径の大きいもので9メートル近くにも及ぶものがあった。他にも薩摩藩は、1849（嘉永2）年頃に滝の上（現滝之神）火薬製造所に直径4.0～4.3メートルの水車6台を設置<sup>(8)</sup>、1855（安政2）年に磯別邸の南側の集成館に大砲鑽開用の水車および熔鑛爐送風用水車を設置<sup>(9)</sup>、1857（安政4）年に城西田上村（現鹿児島市田上町）に帆布機織用に水車館を設置<sup>(10)</sup>、1860（文久3）年に敷根火薬製造所に直径約3.6メートルの水車6台を設置<sup>(11)</sup>など、産業育成のために動力水車を非常に積極的に導入した。

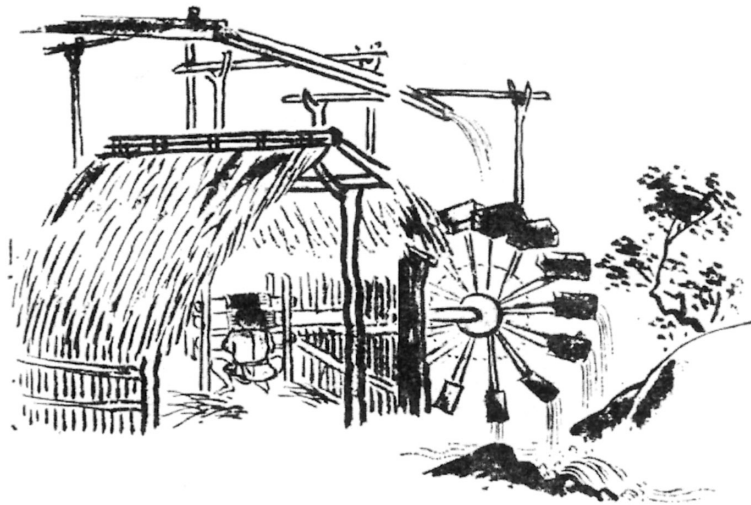


図3 奄美大島の搾糖水車（南島雑話）

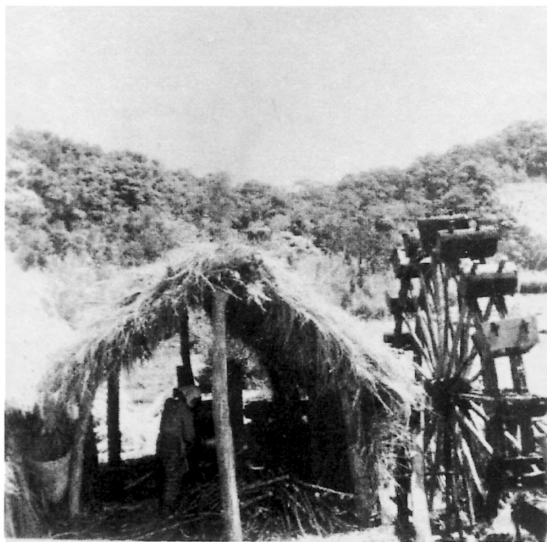


図4 搾糖水車（箱水車）

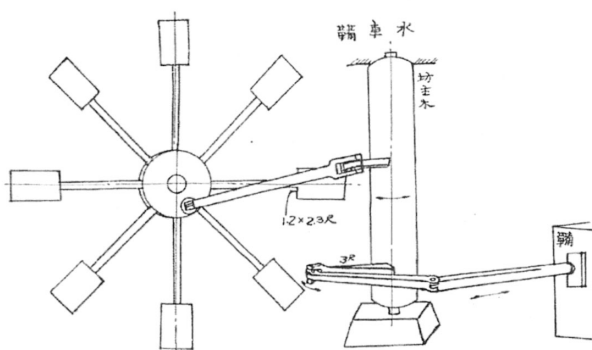


図5 薩摩の水車鞆（ふいご）

他方、1717（享保2）年には奄美大島の田畑佐文仁が砂糖黍の搾糖水車を発明したと言われている<sup>(12)</sup>。1850（嘉永3）年から1855（安政2）年まで奄美大島に遠島されていた薩摩藩の名越左源太がこの水車<sup>(13)</sup>を描いており、図3に示す。この水車は水輪がない箱水車で、14個の箱が取付けられている。ただし箱の数は一定ではなく、水車の直径に応じて増減していたと思われる。1958年3月に撮影された図4の写真では、18個の箱を取付けていた。奄美大島では箱水車を奄美型と

呼び、関西を中心として全国に普及した水輪のある水車を大和型と呼んで区別していた。1920（大正9）年に奄美大島の糖業試験場で大和型水車による搾糖性能を試験しており、畜力の4倍の働きをすると報告している<sup>(14)</sup>。このような試験が行われた理由として、大和型の水車の方が性能のよいことを認識させ、その普及を促すためであったとすると、奄美大島における大和型水車の普及は大正時代以後かもしれない。なお、1883（明治16）年には奄美大島に552台の搾糖水車が稼働していた<sup>(15)</sup>が、1958（昭和33）年の春を最後に使用されなくなった。

1781～89年（天明年間）から薩摩藩で使われるようになったたたら鞆を駆動する水車も、図5に示すように8個の箱を取付けた箱水車であった<sup>(16)</sup>。伯耆の国の下原重仲が記録した日本で最初の鉄冶金技術書「鉄山必要記事」（1784（天明4）年、一般に「鉄山秘書」として知られている）には、『薩州の鞆は琉球人の細工で、水車で動かしている。この水車鞆こそ日本書紀にでていた水碓に似ている。』と記載されている<sup>(17)</sup>。後半の記述の信憑性は疑わしいが、琉球人が作ったと言うのはそれほど間違っていないように思える。奄美大島で搾糖に箱水車が使われ始めたのが1717（享保2）年、下原重仲が薩摩の水車鞆について書いたのが1781～89年（天明年間）

であることから、動力用の箱水車は少なくとも南方から薩摩藩に伝わったことは間違いないと思われる。

表 1 鹿児島県下の水車利用実績

用途	水車設置場所 (現存台数)	
精米の製造用途兼その他	精米と製粉, 精麦等	259 (23)
	精米と製材, 線香, 搾油等	30 (1)
	精米と骨粉等	14
骨粉製造	51 (3)	
製材	30	
線香製造	10 (2)	
澱粉製造	10	
樟脳製造	6	
搗鉦	716	
搾糖	611	
発電	32 (6)	
揚水	47 (19)	
水からくり	16 (11)	
その他	52 (3)	
合計	1,884 (68)	

表 1 は、1987～88 年にかけて行った鹿児島県下における水車利用実績の調査結果である<sup>(18)</sup>。この結果によると、幕末以降の水車利用実績は、他府県の例<sup>(1)</sup>と比較しても非常に顕著な傾向が見られる。それは山ヶ野金山を代表とした搗鉦水車、奄美大島を中心とした搾糖水車、薩摩半島を中心とした骨粉水車、知覧町、加世田市、吹上町における水からくりである。また水車の系統からみると、近畿圏から伝わった揚水水車と動力水車、奄美大島を中心に薩摩に広まった箱水車があり、吹上町湯之元の水からくりでは非常に古い形式の木製横型（縦軸）水車が現存している。図 6 の写真からもわかるように、図 1 に示す水碓の流れをくむものであり、技術史の観点から見ても非常に貴重なものと考えられる。

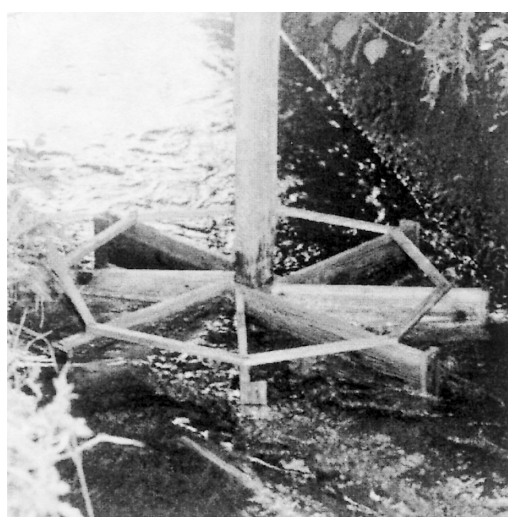


図 6 吹上町温泉祭の水車

#### 4.3 集成館事業における水車利用

##### (a) 動力用水車利用の変遷

薩摩藩では、1697（元禄 10）年頃から搗鉦用動力に水車利用が始まったと言われている。また 1717（享保 2）年には奄美大島で水車搾糖が始まったとある。1722（享保 7）年から磯邸用水のための疎水工事が開始されたが、水車動力用に整備・利用されたのは後年のことである。1849（嘉永 2）年に滝の上火薬製造所を設立し在来型水車が利用された。1854（安政元）年に磯に熔鉦炉が完成し、輪駆動に水車が利用されたとある。1832 年にフルネイロン・タービン水車、1849 年にフランス・タービン水車が発明されていることを考えると、1854 年にタービン水車を利用した可能性は否定できないが、当時にヨーロッパ、あるいはアメリカからタービン水車を輸入したとは考えられず、恐らく在来型の木製縦型上掛け水車であったと思われる。1858（安政 5）年に建設着手した田上水車館においても在来型水車を利用したことから、磯における送風用水車は在来型水車に間違いのないものと思われる。したがって、1863（文久 3）年に薩英戦争で集成館の工場が焼失するまでの期間、送風用と鑽開用に使用された水車はいずれも在来型の木製上掛け水車と考えられる。

1864（元治元）年に工作機械を長崎に注文して、集成館機械所の再建に着手した。翌 1865（慶応元）年に諸機械が到着して工場が稼働した。利用された水力の詳細は不明であるが、蒸気機関と水力（恐らく在来型水車）を併用して製材場と機械工場で使用されたと思われる。機械工場（現尚古集成館）横に 40 馬力のペルトン水車が設置されたのは 1902（明治 35）年のことである。

##### (b) 動力用水車の特徴

薩摩で動力用として利用された水車については、滝ノ上（図 7、8）と敷根（図 9）の火薬製

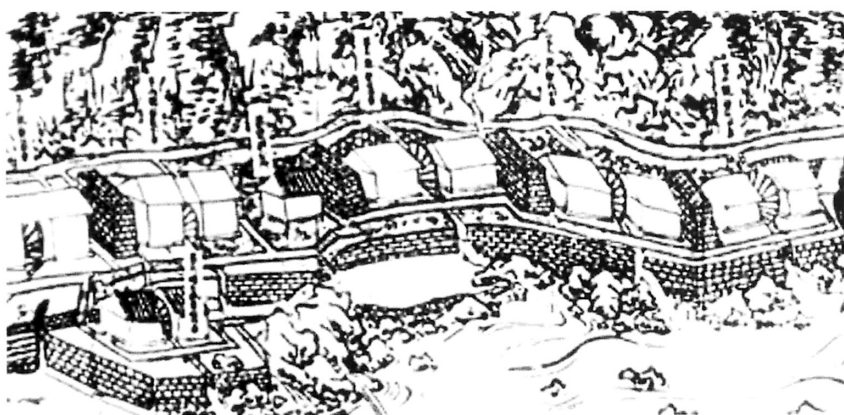


図7 滝ノ上火薬製造所の絵図（部分）

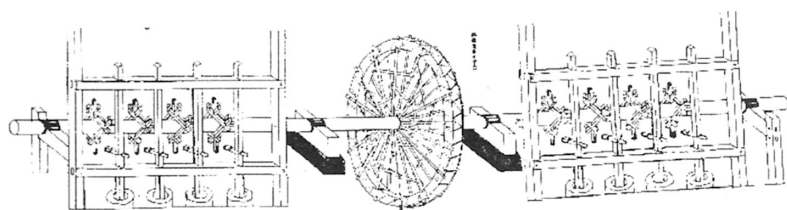


図8 滝ノ上火薬製造所の銃薬筒車

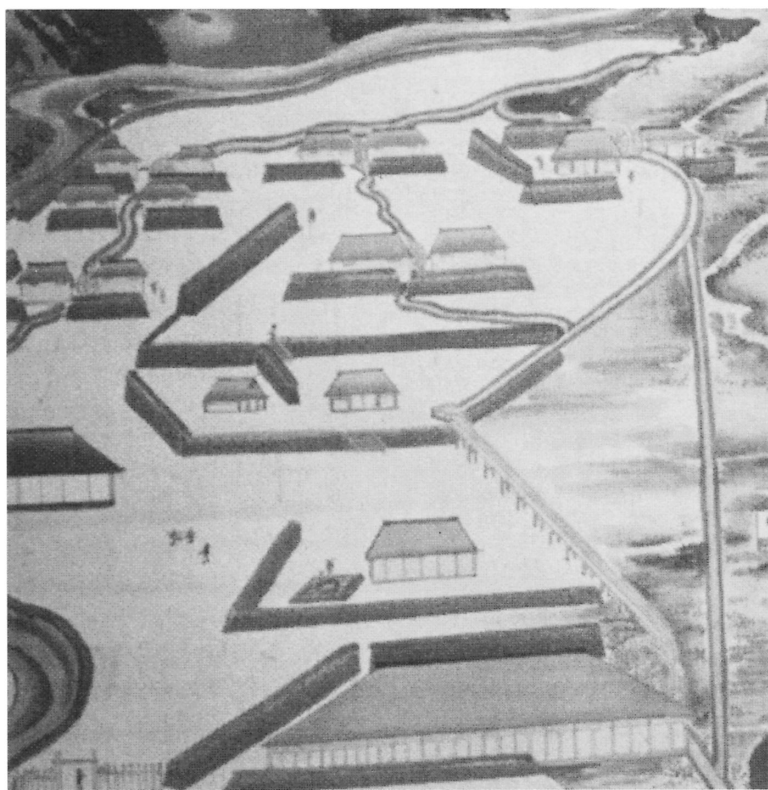


図9 敷根火薬製造所の絵図（部分）

造所の絵図と山ヶ野金山の搗鉢水車の写真（図10）が存在する。これらの特徴は、いずれも水車の両側に杵を配置していることである。作業する立場から考えると、水車を挟んで左右に作業場を設けるのは作業性が悪く、水車の片側に全ての杵がある場合の方が合理的である。したがって、その背景には信頼性の高い技術的裏付けがあったか、それともその様にする必要性があったものと考えられる。

図8の水車と杵を持ち上げる羽根木の関係、図7と図9の水車と水路の関係を詳しく見ると、両火薬製造所の水車は胸掛けであったことがわかる。さらに、図9の敷根火薬製造所の最終段にある上掛水車の場合は、片側にのみ作業小屋が配置されている。上掛水車では木製の水路を水車の頂上辺りに架設するだけで良いが、胸掛水車では水車の下に石組みの排水路を設け、精巧な作りの場合は、水輪の外周に沿って水が流れるように石組みの水路を設ける。

以上のような理由から、薩摩で利用された動力用水車は一般的に胸掛水車が多く、水車の支えと排水路を石組で作っていたために、作業場を水車の両側に設けることになったのではないかとと思われる。

#### 4.4 水車動力の見積り

2002（平成14）年2月～3月にかけて磯地域の測量が行われた。その結果の測量図に基づいて、1863（文久3）年以前および以降の水車動力の見積りを行った。それに先立って、2002年8月20日に約6 km上流の川上取水口において流量測定を行った。これらの概略を以下に述べる。