

## 佐野藤次郎と神戸水道の3ダム\*

### Tojiro Sano and Kobe Water's Three Classic Dams

松下 眞\*\*

Makoto MATSUSHITA

#### Abstract

Kobe Water started the water service in 1900. The original water system was planned by Mr. W. K. Burton (1856-1899), however, the actual construction design works were done by Japanese civil engineers. In particular Tojiro Sano designed Kobe Water's Nunobiki, Karasuhara and Sengari dam. In this paper the author will focus on the dam designer Tojiro and explore the proto-type of Kobe Water's three dams based on literature review, hearing research from a bereaved family of Tojiro and the information from site visit of classic dams in Britain. Also it is mentioned about the importance of preservation of remained drawing and documents. Some of them are copied in CD-R and will be handed down to the next generation.

#### 1. はじめに

神戸市水道は2000年4月に給水開始100周年を迎えた。これまでの水道事業の発展経過において数多くの土木施設が建設され、その中には布引堰堤・鳥原堰堤・千苺堰堤・上ヶ原浄水場・水の科学博物館など土木学会の「日本の近代土木遺産」にリストアップされているものもある。このうち創設時の布引ダム(1900)・鳥原ダム(1905)、および第1回拡張工事の千苺ダム(1919)はいずれも佐野藤次郎(1869~1929)の設計による重力式コンクリートダムである。これら3ダムは1998年(平成10年)12月に登録有形文化財に指定され、これからも歴史的建造物として水の大切さを訴えていくことになった。ダム建設の経過については、「神戸水道誌」<sup>(1)</sup>、「神戸市水道拡張誌」<sup>(2)</sup>および「神戸水道70年史」<sup>(3)</sup>記述されているが、その他多くの重要資料は阪神淡路大震災により失われた。

布引ダムを始め神戸水道の3ダムに関する既存の研究として、五十畑が布引ダム建設に関する佐野藤次郎の未出版論文<sup>(4)</sup>をICE(英国土木学会、Institution of Civil Engineers)のアーカイブスから発見し紹介した事例<sup>(5)</sup>、池田・篠原がダムデザインという観点から佐野のダム設計を紹介した事例<sup>(6)</sup>がある。

ここでは、これらの論文を踏まえ、佐野藤次郎に関する既存資料を集積・整理するとともに遺族に対する聞き取り調査、現時点で可能なわが国と英国における現地調査等により史実を補強しながら彼の業績を再評価していきたい。また神戸水道の後輩という視点からも、佐野がわが国の水道史を彩る人物としてその存在と功績を後世に語り継いでいく基礎資料としたい。同時に、これら創生期の事業に

係る資料を整理・保存していくことについても触れたいと考えている。

#### 2. 神戸水道創設と佐野藤次郎の活動<sup>(1)(2)(3)</sup>

佐野藤次郎は明治2年名古屋に生まれ、帝国大学でバルトンに師事して衛生工学を修めたのち大阪水道創設に加わっていたが、神戸水道創設の工事長吉村長策の招請により神戸に移った。彼は主に拡張計画を担当し、わが国初の重力式石積コンクリートダムである布引五本松堰堤(以下、「布引ダム」と略)を設計し、1900年(明治33年)に完成させた。佐野藤次郎は将来的な水需要増も考慮し、また急峻な布引溪谷の状況も考慮に入れて重力式コンクリートダムに変更することとしたものである。ただ、国の認可はバルトンの基本計画によっていたため、工事は拡張工事の支障にならない部分について拡張設計と同時進行で行われた。布引ダムは1897年に着工し、1900年に竣工している。続いて、佐野は創設工事のもう一つの水源である鳥原立ヶ畑堰堤(以下、「鳥原ダム」と略)を1905年(明治38年)に完成させ、ここに神戸水道の創設工事が竣功することになった。その後、1911年(明治44年)、神戸水道の拡張が問題となり、佐野は千苺堰堤(以下「千苺ダム」と記す)の建設のため再び神戸市水道課拡張部長として迎えられ、千苺ダムは1919年(大正8年)に完成する。1926年(大正15年)以降、再び千苺ダムの嵩上げ計画に関与するが、完成を待たずに万国工業会議開催中の東京にて胃潰瘍が悪化し東京胃腸病院に緊急入院したものの1929年(昭和4年)11月7日に死去した。葬儀には神戸市水道局からも多数が出席し、神戸の新聞にも「神戸の恩人死す」として大きく取り上げられている。(記事等あり<sup>(7)</sup>)佐野は、当初、水道工学の専門家として大阪、神戸、岡山、佐賀等の水道建設にかかわるが、鳥原ダム完成後はダム建設の専門家・コンサルタントとしての活動に入り、発電用の大井ダム(岐阜県)や農業用水の豊稔池ダム(香川県)な

\* Keyword : 神戸水道、佐野藤次郎、石積ダム

\*\* 正会員 工修 神戸市水道局東部センター

(〒658-0081 神戸市東灘区田中町5丁目3-23)

どにも携わった。

表－1. 神戸3ダムの概要(現況)

	布引ダム	鳥原ダム	千苺ダム
完成年	1900 (明治33年)	1905 (明治38年)	1919 (大正8年)
高さ	33.3m	33.3m	42.4m
幅	110.3m	122.4m	106.7m
堤体構造	粗石コンクリート・石張	粗石モルタル積・石張	粗石モルタル積・石張り
貯水容量	41.7万 m <sup>3</sup>	131.5万 m <sup>3</sup>	1161万 m <sup>3</sup>
備考		1915年に 2.72m 嵩上げ	1931年に 6.06m 嵩上

### 3. 佐野のダム設計について (文献的考察)

佐野藤次郎がどのようにして神戸の3ダムを設計したかを明らかにするためには、何処のダムを念頭においたか、何を参考にしたか、を推定する必要がある。

彼は大阪水道創設工事に使用する鑄鉄管をグラスゴウの D. Y. Stewart 社において製造監督・検査をするために渡英 (1893年12月～1895年5月の1年半) し、滞在中にグラスゴウ大学で学び、帰国に際して Glasgow, Edinburgh, Manchester, Liverpool, New Castle, London など英国各地の水道施設を視察している<sup>(8)</sup>。

布引貯水池の場合、英国からの帰国直後でもあり、視察体験が大いに参考になっていると推測できるが、「神戸水道誌」「神戸水道70年史」にはこれについての記述はない。池田らは特に全体のプロフィール、細部のデンティル・コーニスなどの意匠デザインは英国の重力式ダムにその原型があると指摘している。<sup>(6)</sup> その確認には当時存在した英国の石積ダムを洗い出し、現地調査をおこなう必要があるが、これについては後述する。なお、英国には土堰堤の貯水池が多く、その構造は早くから確立しており、バルトンも神戸水道創設計画にあたり、英国の標準的な土堰堤の構造を説明 (明治25年8月3日、生田神社での講演会) し、「堰堤の上流側は石張り、下流側は芝張りとし、けっして堰堤上を越流させないこと。」と布引溪谷に設置予定の土堰堤についての注意事項を述べており<sup>(3)</sup>、布引ダムも堰堤本体からは越流しない構造となっている。

一方、鳥原ダムについては、設計にあたりインド視察を行い、その成果は「東洋諸国ノ石堰堤概況」<sup>(9)</sup> に記述されているが、どの部分を参考にしたかについては後述する。

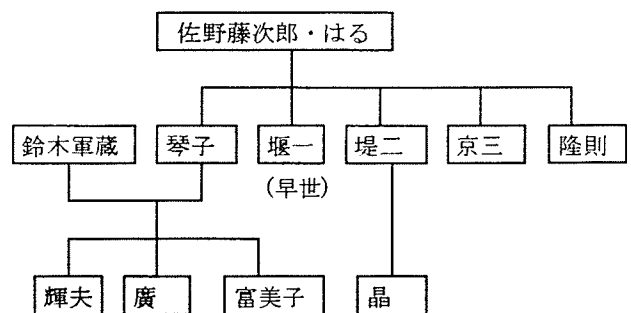
千苺ダムについては、インド・英国の双方の考え方、場合により朝鮮半島における経験なども念頭にあったと考えられる。鳥原ダム完成後は渡英していないものの英国 ICE 準会員という立場を利用して文献や設計資料等の収集をおこなったことは推測され、結論として後述の Elan Valley dam 群、Derwent Valley dam 群などは何らかの参考になった可能性がある。

### 4. 佐野藤次郎の遺族調査

佐野藤次郎の英国およびインドの視察先についての情報を得るため、遺族調査を実施した。藤次郎には1女4男があり、長女琴子は部下であった鈴木軍蔵に嫁がせ、その子である鈴木輝夫氏・廣氏が健在である。一方、佐野家は双子の長男堰一氏が早世したため、堤二氏が本家となった。堤二氏は太平洋戦争当時、神戸気象台長であったが空襲により殉職している。その子晶氏は健在であり、名古屋の藤次郎自宅を継いでいる。

輝夫氏、晶氏に面接し藤次郎に関する資料の提供を求めたが、残念ながら残されているのは、藤次郎死去に関する新聞記事や妻への私信がいくつかであった。唯一、インド視察に旅立った時に香港から妻はるに宛てた手紙が残されており、香港の情景が描かれているが、妻への私信であり、専門家としての観察記録ではない。これ以外には英国やインド滞在に関する記述はなく、視察先に関する手掛かりは得られていない。また、名古屋の自宅にはダムに関する資料や文献等があったとのことであるが、今は既に存在しておらず、戦争や家の改装とともに失われた公算が強い。

琴子の夫である鈴木軍蔵氏は京都帝国大学出身で卒業後、神戸水道の拡張工事に参加し千苺ダム造営の初期の工事事務所長であった。軍蔵氏はその後、藤次郎の元上司である吉村長策を頼って海軍技師に転じた。輝夫氏は、祖父藤次郎を直接知っており、思い出として、「藤次郎はオートミールやハムエッグを朝食にし、散歩帰りにアップルパイを買ってくるような、当時としてはハイカラな人だった。双子の息子に堰一・堤二と名付けるなど堰堤 (ダム) への思いは人一倍強かった。常々『技術者の墓は自分の設計した構造物だ』と言っていた。」と話している。



図－1. 佐野藤次郎系図

### 5. インド視察の成果

布引ダムを完成させた佐野は、堤体からの漏水が予想以上に多いことから、鳥原ダムの設計にあたり、ハイダムの建設実績の多い英国植民地のインド視察を願いでた。英国本土は準平原のなだらかな地形から土堰堤が多く、石積コンクリートダムが少なかったからであろうと推察できる。佐野藤次郎は浅見工手を伴い、1900年10月～1901年1月 (70日間) のインド視察をおこなった。工学会誌に載せられた「東洋諸国ノ石堰堤概況」<sup>(9)</sup> には、インドの5ダム (タンサダム、ツルシーダム、ペリヤーダム、バートガ

ールダム、ムータダム) および香港の1ダム(チャタムダム)の視察結果を述べ、対比する形で布引ダムの建設について記述している。以下に鳥原ダムに活かされた視察成果の概要を記す。

(1)タンサダム(1900年11月14日視察)

このダムはムンバイ市の水源で、粗石モルタル積で漏水に関しては良好である。

(2)バートガールダム(1900年11月19日視察)

上部に45個のアーチがあり、レイノールド自動扉門により貯水量を増すことができる点は参考になる。

(3)ペリヤーダム(1900年11月27日視察)

1895年7月にマドゥライ地方の灌漑用ダムとして完成したもので、高さは東洋第1であった。スルキ(燃焼粘土粉末)を混用して漏水防止に好成績をあげている。視察したものの中では最高の堰堤であり、流量調節用のストーンー式のローラーゲートはわが国でも参考になる。

鳥原ダムは、このような視察成果を活かして設計された。「神戸市水道拡張水源工事」<sup>(10)</sup>によると、特徴としては、布引とちがって粗石モルタルとしたうえで、コンクリートの温度応力を緩和するために平面的にアーチ形状をしており、さらに「スルキ」を添加している。セメントの乾燥と混合を目的として倉庫を設置しているが、これは「英国りば一ぶ一る市水道ノ水源ウ」るに一堰堤工事ニ於テで一こん技師ノ採りタル方法ニ倣ヒタルモノナリ」という記述があり、かなり細かい内容であることから佐野自身がVyrnwy Dam(ビルニーダム)の現場を訪問した可能性をうかがわせるものとなっている。平面的にアーチ状になっていることについては、「平面ニ於テ前面頂点が半径六百呎ノ弧状ヲナス」「是レ決シテ横拱ノ働キヲ計算ニ加エタルニ非ズ只温度ノ変化ニ抵抗シ易カラシメンガ為ナリ」という記述がある。また、越流量の調節に鉄製の自動扉門を設けており、インド視察の成果を反映させている。

## 6. 英国におけるダム調査

英国視察の成果を特定するために、2002年7月にWalesとEngland中・北部を対象として現地調査をおこなった。訪れたダムは計17ヶ所におよぶが、これらには土堰堤や20世紀後半のダムも含まれている。

大日本博士録<sup>(8)</sup>によると、視察した都市名は記載されているが、具体的な施設名についての記載はない。そのため、現地調査に先立ち視察施設の推定をおこなった。なお、先にも述べたように訪問先での詳細な資料(報告書)、個人の日記、メモなどは残念ながら残されていない。

「A History of Dams」<sup>(11)</sup>および「英国上下水道物語」<sup>(12)</sup>から当時の英国のダム事情を推定すると、産業革命後、都市における人口集中が良質な飲料水に対する需要を高め、その確保のため運河ダム建設技術を転用して水道ダムが建設されており、その構造は主として土堰堤であった。しかし、19世紀後半は石積コンクリートダムの創生期でも

あり、WalesにあるVyrnwy Damと湖水地方にあるThirlmere Damの二つは佐野藤次郎の滞在中にすでに存在していた。

また英国では、西側がメキシコ湾流の影響もあり温暖で雨も多い。Walesは日本でいえば紀伊半島にあたり、雨量が多く人口が少ないため、清浄な水の貯留にうってつけであり、消費地まで遠いとしてもreserveするのに適している場所であった。このため英国におけるダムは概ね国土の西側に位置している。

英国における当時のダム建設状況や佐野藤次郎の興味・関心、社会状況などから、佐野の各訪問都市における視察先は次のように推定できる。

(a)Glasgow付近: Loch Thom, Loch Katrine

(佐野はGlasgowに滞在。Glasgow市の水源)

(b)Edinburgh: Glencorse reservoir (T. Telfordが設計した土堰堤貯水池)

(c)Manchester: Thirlmere reservoir (1894年完成、Manchester Corporation)

(d)Liverpool: Vyrnwy Dam (1888年完成、Corporation of Liverpool)

佐野が英国滞在中に訪れた可能性があるコンクリートダムは、LiverpoolのVyrnwy DamおよびManchesterのThirlmere Damの二つである。当時、それ以外の都市にはコンクリートダムは存在していない。また佐野の帰国後に造られて、後に千苺ダムの参考となったと思われるものはBirminghamのElan Valleyダム群およびSheffieldなどのDerwent Valleyダム群ではないかと推定される。

(1) Vyrnwy Dam (1888年、Liverpoolへの送水のために南西80kmのWales中部に築造。)

堰堤上にアーチ状の管理橋があり、千苺ダムとの共通点が見られる。インターネットに「Victorian Powys」<sup>(13)</sup>という小学生向け教育サイトがあり、当時の社会的背景など参考になる情報が得られる。

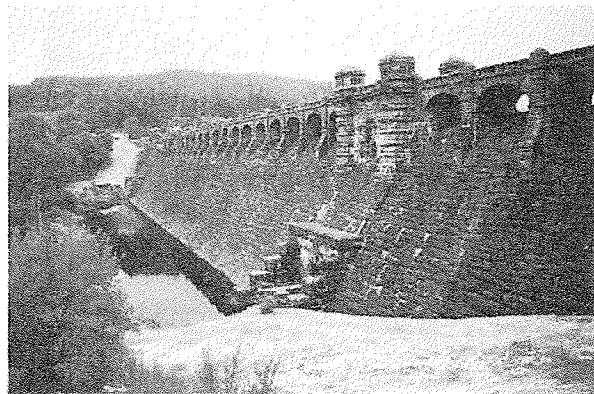


写真-1. Vyrnwy Dam (撮影: 著者、2002.7.22)

(2)Thirlmere Dam (1894年、Manchesterへの送水目的で湖水地方に築造。北に150km離れている。)

堰堤上を越流しない点、側面にコーニスのような装飾がある点など布引ダムとの関連性が強い。

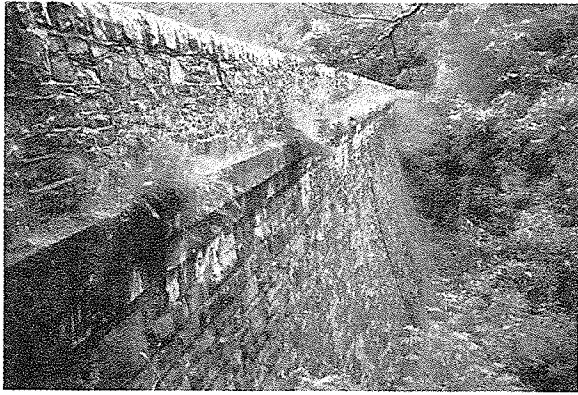


写真-2. Thirlmere Dam (撮影: 著者, 2002.7.24)

(3)Elan Valley Dam 群 (1904 年, Birmingham 市の水源として西に 110km 離れた Wales 地方南部に建設された。)

佐野が直接視察したわけではないが、形式的には千苺ダムの造形に近く、文献的に参考にした可能性が高い。

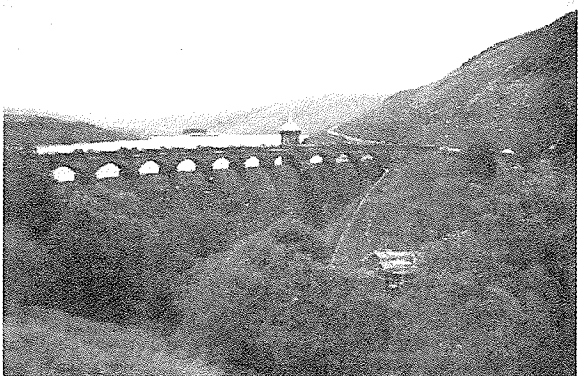


写真-3. Craig Goch Dam(Elan Valley)(撮影: 著者)

(4)Derwent Valley Dam 群 (Sheffield の北西 30km)

1912 年築造であり、千苺ダムに先行している。前面にデンティル、コーニスが見られ布引ダムとよく似ている。

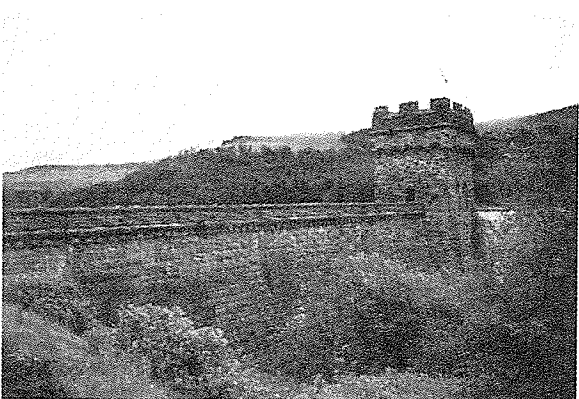


写真-4. Derwent Dam (撮影: 著者, 2002.7.24)

現地調査の結論として、英国帰国直後に設計された布引ダムの明らかなモデルは見出されなかったが、千苺ダムについては非常に類似性が高いダムが存在することが判明した。残念ながら、英国ダムの設計図等が佐野の遺族宅に残されていたわけではないが、デザインを見ると強い影響を与えていると考えるのが妥当であろう。

## 8. おわりに～人物史の発掘と関連資料の保存

神戸の水道は、バルトンの基本計画に基づいているものの工事の指導監督を受けたという記録はなく、また拡張を計画しながらの施工であったため、明らかに佐野藤次郎らの日本人技術者により工事実施された。神戸水道百年にあたり、先人の偉大な業績を再確認するとともに、各学会等への発表論文や関連文献を収集整理し、埋もれかかっている史実を掘り起こして保存していくことが重要な課題となっている。神戸市水道創設に関する多くの資料は震災により失われたが、まだ膨大な設計図等が浄水場の書庫に眠っており、これらの分類・整理および CD-R 等への保存に向けてようやくその一歩を踏み出したところである。また今後、ICE の Library などからもダム建設に参考となった関連資料を収集することが望まれる。

これらの資料をもとにさらなる調査がおこなわれ、佐野藤次郎の業績発掘により人物像およびダム設計思想が明らかにされることによって、明治の水道技術者の心意気を長く後世に伝えていくことが可能になる。阪神・淡路大震災を経験した神戸の水道はその教訓を反映させつつ「災害に強く、早期復旧が可能な耐震水道システム」の確立に努力することを公約としており、現在、布引ダムについても耐震性の観点からリニューアル工事が進められているが、佐野藤次郎らの精神を引き継ぐことが、彼の業績調査をおこなうことの今日的意義といえるであろう。

### <参考文献>

1. 神戸市役所、「神戸水道誌および附図」(1910 年)
2. 神戸市役所、「神戸市水道拡張誌および附図」(1922 年)
3. 神戸市水道局、「神戸市水道 70 年史」(1973 年)
4. T. Sano, "Kobe Waterworks", (ICE Paper No.3552, 1905, 未定稿)
5. 五十畑弘、「神戸布引ダム、および関連施設の建設」(土木史研究 第 19 号、pp281-292、1999 年 5 月)
6. 池田大樹・篠原修、「近代古典コンクリートダムのデザインに関する考察」(土木史研究 第 18 号、pp177-188、1998 年 5 月)
7. 遺族から提供された資料(残された私信・写真等)
8. 井関九郎編、「大日本博士録 第 5 巻工學博士之部」(発展社 p.221-223、1921-1930)
9. 佐野藤次郎、「東洋諸国ノ石堰堤概況」(工学会誌第 237 号、p4-46、明治 35(1902)年 1 月)
10. 佐野藤次郎、「神戸市水道拡張水源工事」(工学会誌第 285 号、p210-236、明治 39(1906)年 5 月)
11. Norman Smith, "A History of Dams", PETER DAVIS, 1972
12. H. パーティキング(斎藤博康訳)、「英国上下水道物語」(日本水道新聞社、1996 年)
13. "Victorian Powys":<http://history.powys.org.uk>