

狭山池の改修とその技術の変遷

吉井 克信・西川 寿勝・浜地 長生

狭山池は今から約 1400 年前に造営された、日本最古のダム式ため池として知られる。平成の改修によって、堤の一部を発掘調査した結果、飛鳥時代の 616 年に築造されて以来、奈良時代・鎌倉時代・戦国時代・江戸時代など、連綿と改修が続けられ、堤はその都度かさ上げされていることが判明した。これについて、高さ 15 m 以上の堤断面を 101 個のブロックに切り分け、保存処理を施して積み直し、博物館で実物展示することとなった。世界初の試みである。

キーワード：狭山池、狭山池博物館、ダム式ため池、アースダム、工事請負

1. はじめに

狭山池は大阪府大阪狭山市の中央にあり、1400 年のながきにわたって、広大な農地を灌漑し、地域の人びとに親しまれてきたダム式ため池である（写真—1）。江戸時代には池下 80 村、約 4200 ha に水を届け、約 5 万石の取高に貢献していた。

狭山池は『日本書紀』崇神天皇 62 年条、『古事記』垂仁天皇段に造営記事があり、西暦 300 年代の築造と伝承されてきた。しかし、実際の築造年代は諸説あった。ところが、平成の大改修に伴う発掘調査によって、堤の底からコウヤマキの木樫が発見された。狭山池築造段階のこの木樫は、年輪年代測定法で測定した樹皮の残る 5 本のすべてで、616 年の伐採と判明し、一応の決着をみた。



写真—1 狭山池と狭山池博物館

また、池の造営によって操業が終わった焼き物の窯や、池の造営後に堤を利用してつくられた窯の土器型式が、おおよそ飛鳥寺着工の 588 年より後で、山田寺着工の 641 年より前の段階であることもわかった。

『日本書紀』には推古天皇 15 年（607 年）に大和国・山背国・河内国で池溝開発をしたという記事があり、狭山池の名は欠落するものの、この事業の史実性が評価できるようだ。

2016 年、地元では 616 年に造営された日本最古のため池を顕彰し、狭山池築造 1400 年記念事業が行われた。狭山池にかかわる発掘成果などは、大阪府立狭山池博物館に保存・展示されている。また近年、展示品の一部は重要文化財に指定された。筆者らは『日本書紀』の伝承を体感できる最も大きな博物館と自負している。本稿では、狭山池の改修と技術変遷を紹介したい。

2. 狭山池の平成改修

ため池の水は雨水を主とする場合と、河川水を主とする場合がある。狭山池は後者にあたり、金剛山系からの天野川・三津屋川の河川水を北堤と呼ぶ東西に長い直線の堤で堰き止めたものである。堤の基部には樋管が通される。たまった水は必要に応じて樋管の開閉によって、下流の水路へと流れ出す。ただし、池には大量の河川水が常時流れ込むので、樋管の開閉だけではあふれ出してしまう。これを防ぐため、東西に除けと呼ばれる放水施設を設け、堤の最上部まで水位が上がるまえに排水する。西除川・東除川と呼ばれている

(図—1)。このようなダム式ため池は、現在であればコンクリートの湾曲した堤が多い。垂直にそそり立つ巨大な壁のようなダムを思い浮かべる。対して、狭山池は川の土手に似る。断面台形で、低くて直線的な土製の堤である。アースダムと呼ばれている。

かつては田園風景が広がっていた大阪平野も、戦後の高度経済成長とともに、宅地化が進み、すっかり景観が変化した。府内に多数あったため池も、水田の縮小によって意義を失い、埋め立てが進んだ。

ところが、昭和 57 年 (1982 年) 夏に府内を大規模な豪雨が襲い、西除川流域だけでも 3000 戸以上が浸水するという甚大な被害があった。これをうけ昭和 60 年 (1985 年)、狭山池は洪水調節機能をもつ治水ダムとして再生させる改修工事が計画された。

改修工事に先立つ昭和 60 年、狭山池改修の歴史などを検証すべく、狭山池調査委員会が発足した。昭和 62 年 (1987 年) には総合学術調査の一部として発掘調査が開始された。総合調査の成果は平成 11 年 (1999 年) までに、報告書『狭山池』史料編・埋蔵文化財編・論考編として結実することとなる。

そして現在、狭山池は平成の改修を終え、貯水量 280 万トン誇る治水ダムとして生まれ変わり、四周約 3 km の遊歩道も整備されている。昭和 16 年 (1941 年) に大阪府史跡名勝第 1 号となっていたが、平成 27 年 (2015 年) に国史跡に指定されている。ちなみに、平成 22 年 (2010 年) には日本のため池 100 選の認定

を受け、平成 26 年 (2014 年) には世界かんがい施設遺産にも登録されている。

さて、北堤の発掘調査が進むと、堤体は古い堤を幾重にもかさ上げて拡大してきたことがわかってきた。すなわち、北堤は改修ごとに移動したり、古いものを破壊して新たに造営されたのではなかった。したがって、埋もれた樋管を発掘調査するために堤体を池の底まで断ち割ったとき、築堤の歴史が幾重もの層となって眼前にあらわれるだろうと期待された。また、土層断面には時代ごとに特色ある築堤技術が読み取れるはずで、堤内に包含する土器などから改修の年代が推測できるかもしれない。

3. 発掘調査の成果

平成 7 年 (1995 年) 1 月、北堤が池底まで断ち割られ、全断面がその姿をあらわした (写真—2、図—2)。断面は 12 層に大別、61 層に細別されるとともに、地震痕跡などもみられた。

さらに、築造当初の盛り土と、奈良時代の盛り土には、敷葉工法と呼ばれる版築工法が検出された。

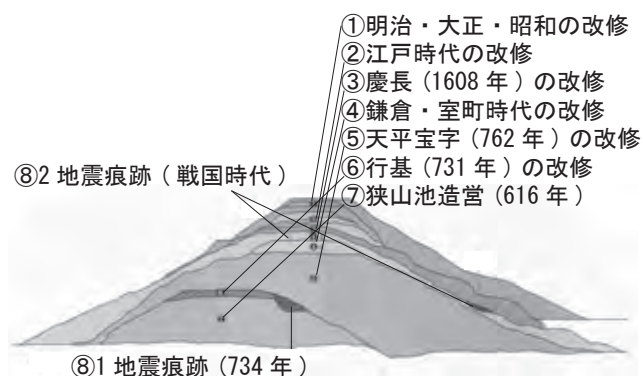
敷葉はアラガシやウラジロガシの葉がついたままの小枝で、盛り土と敷葉を 10～20 cm 間隔でサンドイッ



図—1 現在の狭山池と西除・東除



写真—2 発掘された狭山池堤の断面



図—2 狭山池堤の断面図

- ① 明治・大正・昭和の改修
- ② 江戸時代の改修
- ③ 慶長 (1608 年) の改修
- ④ 鎌倉・室町時代の改修
- ⑤ 天平宝字 (762 年) の改修
- ⑥ 行基 (731 年) の改修
- ⑦ 狭山池造営 (616 年)

⑧1 地震痕跡 (734 年)

⑧2 地震痕跡 (戦国時代)

チのように積むものだった。発掘現場の敷葉は鮮やかな緑色だったという。ところが、空気に触れた瞬間に炭化・黒変していった。

ちなみに、敷葉は盛土の補強・圧密促進とともに、土の堤に浸透した水分を抜き去るドレン（導管）と考えられている。現在も、土盛りに布などを挟みこんでドレンや地滑りを防止する技法として継承されている。

北堤の全断面が発掘されると、調査成果の保存・活用にも議論が及び、大阪府に狭山池ダム資料館開設準備室が設置された。その結果、平成13年に大阪府立狭山池博物館が開館し、現在にいたっている。

発掘成果によって、飛鳥時代以降も、奈良時代に二度の大きな改修痕跡が判明し、鎌倉時代にも樋管が石製に改修されていることなどが明らかにされた。

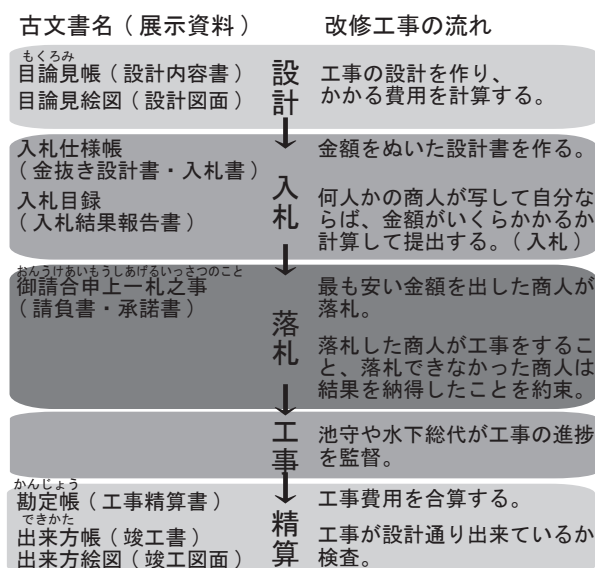
さらに、江戸時代初頭には豊臣秀頼の後見で摂津・河内・和泉の国奉行だった片桐且元によって、大規模な改修と補強がされていた。この時期は築城がたいへんさかんとなり、それに伴い多くの技術革新があった。なかでも、巨大な城が平野に造られ、水堀で囲まれるようになると、城郭の土留め工も発展した。狭山池の堤にも城郭の土留め工が応用され、延長28mに及ぶ木製枠工が設置されていた。類例は、高槻城や大坂城三の丸、江戸の大名屋敷の水堀などから発見されている。狭山池の枠工は尾張の「黒鉄組」によるとされ、池の南には「尾張」の地名が残されている。

4. 古文書がかたる江戸時代の改修と米作り

江戸時代の狭山池は幕府直轄地となり、池守田中家が代々管理をした。狭山池が大雨などで破損すると、池守は幕府に改修を願い出て、その費用の一部を負担し、残りを池下の水利に関わる農民が負担することとなる。

江戸時代は土木工事を商人にまかせる例が多くなり、工事の設計、値段の決め方などの手順が整えられていく。池守田中家には11000点以上の古文書が残されており、その輪郭をうかがうことができる。それによると、今日の工事請負制度の原形は1600年代には出来上がっている。

破損に伴う狭山池の改修は、池守田中家が材料や工事方法などの詳細を設計して絵図面などを作成し、幕府の許可を得る。工事費用が算定されると、堺や大阪の商人たちを集めて、設計書を公開し、書き写しが許可される。各商人は工事金額を見積もって入札するのである。そして、基本的に一番安い値段を出した商人が落札する仕組みである。



図一 江戸時代の請負工事

このとき、札入れは金額のみではなく、材料の質や量、人件費、工程などの詳細まで積上げた入札帳として競い合うのである（図一3）。

また、一つの改修事業に対し、石垣と樋管と土方の工事を分けて発注し、落札業者を共同体で請け負わせるジョイントベンチャー方式も1700年代には登場している（表一1）。

落札した商人は地元から人夫や技術者を募って下請けに出し、工事に取りかかる。狭山池では1700年代前半まで、大阪城下町の商人による工事が大半だった。ところが、1700年代中頃からは地元の人物による落札が増える。それまでは下請けに甘んじていた地元にも工事を請け負える有力者が台頭することがわかる。

ちなみに、江戸時代は幕府による水田開発が奨励され、多くのため池が造営され、水路が整備、新田の開拓や開墾も行われた。1600年代の開発で、耕地が倍増したという説もある。ただし、急激な耕地の増加は米の生産過多を巻き起こし、生産量が増加したのを機に、米価は急速に下落する。

当時の武士の給金は、石高制と呼ばれ、米によって支払われたため、手取りが増えても実質の価値は少なくなる一方だった。それで、農民からの租税に支えられていた多くの藩は、慢性的な財政難に陥ったのである。江戸幕府が大政奉還し、廃藩置県による混乱が少なかったのは、諸藩はじめ武士の膨大な借金が帳消しにされたからかもしれない。

そして近年では、米作りに依存しすぎたわが国の歴史について、冷害や長雨などの気候変動と社会変化が大きく関係していることもわかりつつある。

表一 寛保元年（1741）改修工事の入札状況

工事	順位	金額（貫）	札 主		請 人
石垣	落札	30.457	大坂	西横堀讃岐町備前屋徳兵衛	はりま屋藤兵衛
	2 番札	32.400	堺	中ノ町和泉屋四郎兵衛	小野里屋源四郎
	3 番札	32.6986	堺	小屋ノ町大和屋久兵衛	いつミ屋八兵衛
走樋	落札	28.35076	大坂	阿波座堀信濃町赤穂屋利兵衛	鍋屋六右衛門
	2 番札	31.862	堺	戎島大坂屋半兵衛	東野村彦左衛門
	3 番札	32.9993	大坂	西横堀七郎右衛門町京屋長兵衛	東野村幸左衛門
土方	落札	4.2747	南河内	彼方村清右衛門	新町利右衛門
	2 番札	4.285	南河内	池尻村喜六	池尻村安兵衛
	3 番札	4.435	南河内	彼方村惣右衛門	新町次郎兵衛

たとえば、江戸時代中・後期の東北地方では天明・天保の飢饉があり、大きな被害をもたらした。これは樹木年輪などを分析した冷害による気候変動とも整合している。その結果、江戸幕府は寛政・天保の改革を通して社会に大きな影響をもたらすと同時に、日本列島の人口分布を変え、西南諸藩が関東・東北諸藩に勝利する明治維新の要因をつくったというのである。

江戸時代の日本列島は、数十年周期で夏季気温に大きな変動があつて、米作りを苦しめたようである。他方、享保（1710～30年代）や文化・文政（1800～20年代）の温暖期には稲作が東北地方でも大成功を収める。実際、享保や文化・文政期には全国的な米余りによる米価の低下が問題になる一方で、好調な農業生産を反映して日本の人口は増加した。

ところが、西日本で起きたウンカの虫害による享保飢饉（1732年）に対し、東北諸藩は高騰する米市場で余剰米を売りさばき、大きな利益を得て一気に藩財政を立て直す。しかし、その後の冷害でも、同じように高騰する米市場に備蓄米を放出してしまったため、関東・東北を襲った天明飢饉（1783年）では破滅的な食糧不足に陥り、19万人もが餓死・疫病死してしまった。

このように、温暖期の高い農業生産力に適応し、投機的な米作り政策に走ってしまったことが、引き続く寒冷期における関東・東北諸藩の大きな被害の誘因となったという分析がある。つまり、気候悪化期における大きな失敗の原因は、気候好適期にはじまるものの、対処しなかった教訓が、近年注目されているのである。現代の食糧問題にも通じる教訓ではないだろうか。

5. 堤体の移設保存と狭山池博物館の建設

さて、造営段階にさかのぼる狭山池の改修史が、堤の中に良好に残されていることが判明した。これを破

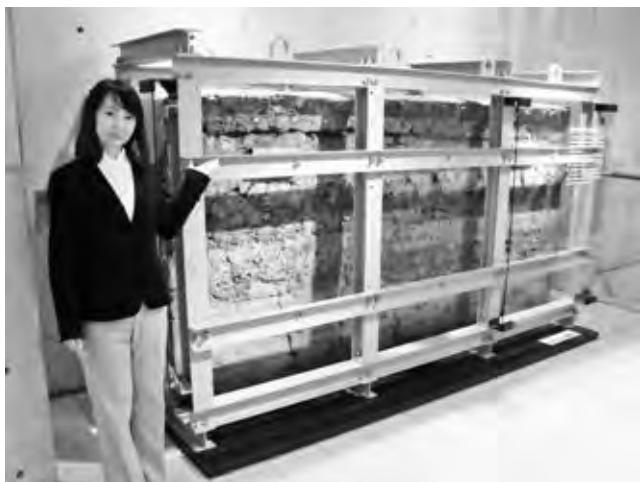
壊して平成の改修が行われることは忍びなく、この成果を歴史遺産のみならず、土木遺産としても将来の研究に活用することが期待された。

そこで、堤体断面を移設保存して博物館で展示・公開する案が検討された。ただし、このように大規模な構造物の移設は世界に類例がない。その可能性が再三にわたって検討された結果、堤体断面を101個のブロックに分割して解体し、博物館に運んで積み直す案が有効視された。この事業だけで10億円の予算が見積もられた。

まず、堤体をほぼ垂直に掘削し、その掘削面の凹凸がほとんどなくなるように断面を削り込んだ。次に、仕上げた断面に樹脂を散布して布を張り転写した。前例のない大規模な「土層はぎ取り」である。これは移設した堤の裏面を構成するものとなる。

転写が終わると堤体下部に等間隔にH鋼を圧入し、H鋼の直上に6mmのステンレス板も圧入していった。この上に鋼鉄の枠組みをつくとともに、堤体の反対面を掘削し、堤と移設予定の土ブロック（土塊）を切り離して行った。カマボコを切りとるように厚さ50cmの土ブロックができていく。切り離された土ブロックは、表面にフィルター材を張り、クッションを添えて鋼鉄の枠組みに固定された。最後に、土ブロックを最上部から幅3m、高さ1.5mで切り取っていく（写真—3）。切り取られた土ブロックは鋼鉄の枠組みごとPGC（ポリエチレングリコール）の含浸タンクまで、クレーンで運ばれて、浸け込まれた。これを101個繰り返したのである。このため、現地には幅7mのタンクが2列、長さ55mにわたって並べられた。

土ブロックは水分が蒸発すると縮んでひび割れが入り、またたく間に崩壊する。そこで、PEG水溶液に含浸して、土ブロック中の水分をPEGに置き換え、収縮やひび割れを防ぐ保存処理である。浸漬期間は約



写真—3 保存処理された土ブロック



写真—4 移設展示された木製枠工

3年半、さらに含浸完了後はタンクから引き上げて、1年半あまり自然乾燥した。

水分がPEGに置き換わったかどうかは、土ブロックに電圧をかけて伝導値の変化を計測した。水分が減ると電気抵抗が増してくる。

慶長期の木製枠工も、希少性を評価して保存処理して移設・展示が計画された。ただし、地面に打ち込まれた杭による木製の枠組みは分断できないため、木枠と土塊を一体で梱包し、PEG溶液をシャワーのように散布、浸透させる工法を採った。杭とはいえ、長さ3～5.3mに及ぶ大木である。PEG溶液の塗布は大量となり、梱包は大規模化した（写真—4）。

さらに、発見された東上層樋・東下層樋・中樋・西樋の木製樋管についても、部材や鉄釘などが写真・測量図面を残して解体され、すべて38%のPEG溶液に含浸された。そして、移設地である博物館に運ばれ、図面などをもとに再度組み立てられたのである（写真—5）。

さて、水分をPEGに置き換えて固められた101個の土ブロックは、含浸と乾燥に約4年の歳月をかけ、ほぼ垂直に積み直しての展示が計画された。相当な重量となるため、展示架台に免震構造を施し、博物館の建築に先行して基礎工事が行われた。土ブロックはFRPで上下側面と背面を補強し、鋼鉄の枠組ごとトラックで博物館に運び込まれた。

展示施設は高さ約20mにおよび、その天井にクレーンで取り付け、土ブロックの所定位置ごとに収め、ケミカルアンカーで裏面を固定し、積み直し作業が行われた。分断された土ブロックは切り出しや乾燥で生じた隙間が10cm程度に及び、堤の土で充填されている。こうして積みあがった101個の土ブロックはもとの高さ15.4m、長さ62mに収まった。そして、



写真—5 移設展示された堤と樋管

アンカーで支える裏面を隠すため、最初に採った「土層はぎ取り」を貼り付けた。

高さ15.4mの堤を土ブロックごとに切り出し、保存処理したのちに移設、ほぼ垂直に積み直して展示するという新しい技術は、特許が得られた。樹脂含浸による土ブロックの補強方法・土ブロックの展示表面の表面仕上げ方法・土構造物の移設および保存展示方法の3件が発明として特許庁に認められたのである。

ただし、日本は高温多湿の気候風土であり、ほぼ垂直に積み上げた土ブロックを半永久的に保存・展示できるのか、懐疑の声もあった。土ブロックには多数の亀裂があり、崩落の危険をもつ恐怖展示と揶揄されることもあった。すぐカビに覆われるだろうという悲観もあった。筆者らも17年を経た土ブロックが、いつまで垂直に自立し続けるのか、注意深く見守っている。

平成13年3月、狭山池の平成改修工事が完成した。同年、大阪府立狭山池博物館が竣工・開館した。昭和63年12月の着工以来、工事関係者の手にあった狭山池は装いを一変して地域の人たちのもとに還った。市



写真—6 狭山池博物館

民から「桜の樹を切るな」と陳情があったとき、「工事後、桜は2000本にしてお返しします」と約束していたそうである。しかし、計画された「桜の園」は総額43億円を投じた博物館にとってかわり、別の意味で話題となった。それでも1000本余の桜が池の周りに植えられ、4月には人々の目を楽しませ、12月の夜は電飾による桜も咲き乱れる。

17年目を迎えた博物館は、累計150万人の来館者を到達目前にしている。近年は多くの外国人を含む、年間10万人前後の入館があり、地域密着型ではあるが、多くの人々に愛される歴史体験の場となっている(写真—6)。

J C M A

《参考文献》

- 吉川邦子(2007)「近世における狭山池西除の改修」『研究報告』4 大阪府立狭山池博物館
 中塚武(2014)「平家はなぜ滅んだのか—気候変動という視点」『HUMAN』07 人間文化研究機構
 金森弥(2016)「狭山池の堤を移築し展示する」『ダム技術』361 ダム技術センター
 西川寿勝・浜地長生(2017)「狭山池」『ヒストリア』260 大阪歴史学会
 田中博(2017)「生き続ける土木遺産狭山池」『土木技術』72-3 土木技術社
 大阪府立狭山池博物館(2017)『常設展示図録』

《挿図出典》

- 写真—1, 2 大阪府立狭山池博物館提供
 写真—3～6 西川撮影
 図—1, 2 西川作図
 図—3 大阪府立狭山池博物館(2017)をもとに西川作表
 表—1 吉川邦子(2007)をもとに西川作表

J C M A

〔筆者紹介〕



吉井 克信(よしい かつのぶ)
 大阪府立狭山池博物館
 副館長



西川 寿勝(にしかわ としかつ)
 大阪府立狭山池博物館
 学芸主査



浜地 長生(はまち おさお)
 大阪府立狭山池博物館
 学芸嘱託員