

明治における在来技術の発展に関する研究

日本河川開発調査会 正会員 石崎 正和

A Study on Development of Conventional Technique in Meiji Era

by

Masakazu Ishizaki

概 要

わが国の科学技術は、明治期に入って急速に近代化を遂げたといわれる。その過程で重要な役割を果たしたのが、お雇い外国人技術者や欧米留学生であったが、一方では近世以来の技術者たちが高度に発達したわが国の伝統的な在来技術を駆使して各種の土木事業に活躍した。これまで近代化の担い手としてのお雇い外国人技術者に着目した研究は多いが、事業の実務面における在来技術者の役割及び在来技術の独自の発展に関する研究は少ない。そこで本稿では、急速な近代化が図られたといわれる明治期の水利事業に着目して、在来技術者による在来技術の継承とその技術的な発展について考察した。

明治期は、西欧近代技術の導入が図られる一方で、わが国の伝統的な在来技術が独自の発展を見せた。それは近代化という時代的刺激を受けつつ、在来技術の旺盛な技術革新が図られたことを示している。特に安積疏水のような国営事業以外では、在来技術を基礎とした生産者的な水利事業が中心であった。それらは近代西欧技術の恩恵に浴することなく、在来技術の近代的な発展を背景として事業が進められた。明治期の近代化においては、西欧科学技術の導入のみならず、在来技術の発展をもたらしたことが注目される。

【河川、近代化、明治】

はじめに

明治維新を迎え、いわゆる文明開化が進む中で、諸般にわたり西欧近代技術の摂取が積極的に行われた。この時期、水利事業においても、近世において高度に発達した在来技術を継承しつつ、計画、設計、施工及び資材などの面で近代的な技術の導入が図られた。そうした近代技術は、お雇い外国人技師や帰国した欧米留学生によってもたらされた。一方、この時期近世以来のわが国固有の技術を継承し、その発展が図られている。本稿では、明治期の大規模水利事業であった安積疏水事業と明治用水事業、そして千葉県上総丘陵河川流域における水利開発を事例として、西欧近代技術導入期における在来技術の発展形態について考察する。

1. 南一郎平と技術者集団

福島県の安積疏水事業は、明治前期という西欧近代技術導入期における代表的な水利開発であった。近世以来幾度か構想された猪苗代湖を水源と

する安積原野開墾は、明治政府の士族授産政策と東北開発構想を背景として実現した。

安積疏水事業の推進者であった大久保利通内務卿は、明治9年に東北地方における国営開墾のための適地調査を開始し、翌10年には安積原野及び猪苗代湖からの疏水調査を命じた。その結果、疏水開削が可能であるとの判断に基づき、明治11年3月、大久保利通は「一般殖産及華士族授産ノ儀ニ付伺」を建議し、その中で士族授産のための官営開墾事業を提案した。さらに翌日、大久保は続けて「原野開墾之儀ニ付伺」を提出し、安積原野開墾の詳細な方法とその予算を明らかにするとともに、猪苗代湖より安積疏水を開削して開墾地と古田へ灌漑する計画を示している。

安積疏水事業は、明治期最初の国営疏水事業であり、明治12年10月に着手し、同16年6月に完成した。計画では開墾田1,000町歩と既成田1,797町歩、合計2,797町歩を灌漑するため、猪苗代湖から毎秒200立方尺を取水し、途中で36か所（延長3、

982間)の隧道を持つ延長21万4,043間に及ぶ水路を開削するものであった。

安積疏水事業の計画、設計、施工においては、西欧近代技術が積極的に導入された。計画面では大久保利通が大きな信頼を置いていたオランダ人技師ファン・ドールンに指導を仰ぎ、設計は明治元年に福岡藩の藩費留学生としてフランスのエコール・サントラルで土木工学を学び、明治9年に帰国した山田寅吉が担当した。さらに施工にあたっては、西欧から導入された最新技術が数多く採用された。例えば、堰堤の築造あるいは隧道や水路底の補強にセメントが多量に使用され、隧道の掘削にはダイナマイトが用いられた。また堅固な岩盤の掘削には発破数個を連発させる電機発砲機を採用して工事の進捗を図ったほか、排水には当時まだほとんど普及してなかった蒸気エンジンによるポンプが使用された。

この先進的な安積疏水事業に、開墾適地調査から完成に至るまで一貫して携わり、事業実施にあたり総責任者であった奈良原繁のもとで、工事主任として活躍したのが南一郎平であった。

南一郎平は、天保7年(1836)、大分県宇佐郡長洲町金谷の庄屋の子として生まれた。父の遺志を継いで駅館川から取水する延長約10kmに及ぶ灌漑用水路である広瀬井路の開削を実現させている。宝暦元年(1751)以来数度にわたる工事によっても完成を見なかった広瀬井路は慶応元年に着工され、難工事の末、明治3年に完成した。南が私財を投じて苦闘していたこの工事を支援したのが、慶応4年に日田県知事として赴任してきた松方正義である。その後、松方が勧農局長の職にあった明治9年、広瀬井路に全財産を投入してしまった南は内務省勧農局に出仕する。こうして南は地方の一庄屋から技術者へと転身し、安積疏水事業をはじめ、明治前期における用排水事業に重要な役割を演ずることとなる。

南は安積疏水の工事を進める一方で、明治14年4月には静岡県富士郡の沼川石水門再築のための現地調査を行い、その可能性を指摘し、明治15年2月には北垣国道京都府知事の依頼により琵琶湖疏水路線候補地を調査し、翌3月には琵琶湖疏水の基本計画となった「琵琶湖水利意見」を北垣知

事に提出している。

安積疏水完成後、南は明治18年から総監督として那須疏水事業に携わる。明治9年に内務省勧農局12等出仕として雇われた南は、この当時内務権少書記官に累進し、内務省疏水課長の職にあった。

安積・那須両疏水を手掛けた南は、そのほか天竜川工事、鹿児島塩田工事などに従事し、後には東北地方の鉄道工事に貢献している。

このように安積疏水事業が、広瀬井路以来の実地による技術的経験に依存し、近代技術に関する知識に乏しかった、いわば地方の在来技術者であった南を近代的な技術者として育て上げたといえる。西欧技術を修得した技術者が限られていた明治前期において、南は在来技術を駆使し、当時ようやくわが国に導入されつつあった西欧技術を手探りで学びとりながら、安積疏水事業を推進したものであろう。未知の計画手法や技術に接し、その理解と修得には並々ならぬ努力が傾注されたことは想像に難くない。

こうした南を支えたのが、広瀬井路を実現に導いた技術者たちであった。彼は安積疏水工事にあたり、その技術を見込んで、広瀬井路工事を担当した児島佐左衛門と息子の重郎、基三郎を大石工、小川徳平と息子の政雄を大隠師として招いている。さらに南一郎平は安積疏水に続いて携わった那須疏水においても、彼らを熟練工として起用した。

児島佐左衛門は、児島組なる一団を組織して、広瀬井路のほか、大分県を中心に橋梁、港湾、道路、治水事業などを手掛けた経験豊かな技能集団であった。安積疏水工事における十六橋、五百川熱海眼鏡橋、玉川堰などの重要工事は、彼らの施工によるものといわれる。疏水完成後は、石水門築造、架橋、砲台建設などに、その技術力を発揮し、沼川石水門工事では石材の継手に静岡県で初めてセメントを使用するなど、安積疏水の施工経験が活かされた。南と同様に児島組もまた、安積疏水事業において、伝統的な在来技術を基礎に、新たな近代技術を深く吸収しつつ、技術的な成熟を遂げていったものであろう。

2. 服部長七によるたたき工法の発展

明治用水の取水施設は、川の中ほどに上流に向

かつて長さ580間、幅7間の長大な導水堤を設けて、矢作川の流水を取水するもので、その先端には舟運を考慮して仮堰を設け、末端の第1樋門の横には舟通し閘門（明治17年設置）と取水量を調節するための8枚の立切戸板を設置した。導水堤は、礫と粗朶による沈床を沈め、その上に礫、割石などを積み上げ、丸太の杭を打ち込んで築造している。また矢作川に沿う幹線水路には第1樋門より1km下流の幹線水路に第2樋門を設け、その手前には第1樋門が洪水によって破壊された場合の放流口として水捨樋が設けられ、安全弁としてさらに500m下流に第3樋門を設置している。

矢作川の流れに逆らって上流に延びる導水堤、さらに直接あたる水流を制御する手段のない第1樋門や閘門は、洪水によりしばしば破損し、その都度復旧するなど、維持管理は容易でなかった。一方、灌漑面積の増大に伴う取水量の増量が必要となった。そのため、明治28年には第1樋門の伏替工を行い、翌29年には第2・3樋門の拡張・改修工事が実施された。この工事では第2・3樋門に人造石が使用された。その後、明治42年には木製のままであった第1樋門が人造石製に改築された。

なお、導水堤は取水量の増量を図るため、漸次延長されて906間に達し、仮堰の固定化が図られ、通水期には月形の堰堤で遮断する構造となった。しかし、長年懸案となっていた導水堤の改築は容易に許可されず、明治34年に人造石を使用した横断堰堤が完成するまでは、当初の構造が維持され

た。

明治用水樋門及び横断堰堤に使用された人造石とは三和土のことである。三和土は、種土またはたたき土と呼ばれる土に石灰と砂または石粉を混ぜ合わせ、水で硬練りしたものを、板や木槌で打ち固めたもので、「たたき」ともいわれる。種土には花崗岩マサが最適とされ、矢作川流域の三河地方のマサ土が原料として各地で使われたことから、三州たたきの名が広まったといわれる。この三和土という伝統的な材料を駆使して諸工事を完成させたのが、碧海郡北大浜村出身の服部長七であった。

服部長七は、明治11年に岡崎の夫婦橋（アーチ橋）架設、千葉県富津の陸軍台場基礎工事を手がけ、明治15年には碧海郡高浜町の服部新田工事における延長591間、高さ1丈7尺の干拓堤防で、直径1mの人造石製井筒を基礎に使用し、堤防の外法を人造石で張った。さらに明治17年に着工し、同24年に完成した広島の子品新開（干拓）と子品築港の工事を請け負い、同様に堤防の外法を自然石と人造石で固めている。また明治26年に着工され、同29年に完成した神野新田干拓において、外法を人造石で固めたほか、九か所の排水樋門や干拓に先だって開削された牟呂用水の水門を人造石で築造している。その後、台湾の基隆・淡水両港の改築、横須賀の海岸埋立、四日市築港、名古屋築港などの工事を手がけている。

こうした服部長七が考案した人造石が明治用水に使用されたもので、横断堰堤の工事は彼が請け負って完成させたものである。セメントに比べて安価な三和土は、資金的にも困難であった民間の用排水事業において、貴重な資材であった。セメントが徐々に採用されつつあったとはいえ、近世以来の伝統的なたたき工法を発展させた服部長七の人造石は、明治前期における在来技術の頂点であった。

3. 上総丘陵河川流域における水利開発

この藤原式水車は、東京湾に注ぐ千葉県の養老川、小櫃川、小糸川など上総丘陵河川流域は、明治期において、板羽目堰、藤原式水車、揚水風車など多様な農業水利施設が登場した地域として興

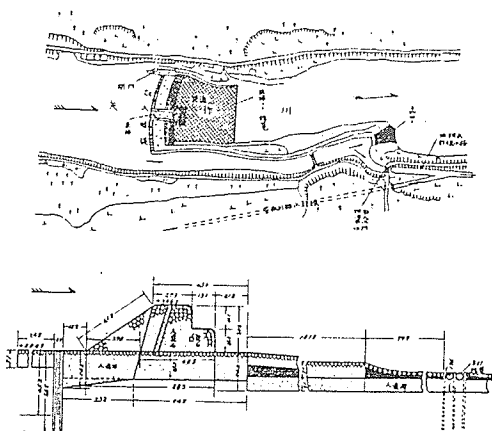


図1 明治用水取水堰

味深い。

養老川、小櫃川には、板羽目堰と称するものがあった。この板羽目堰は、角材を支柱にして厚板を羽目板に用いた木製の堰き止め施設であり、角落し堰と異なり堰板を横ではなく縦にはめる点が特徴である。このような板羽目堰は、明治中頃から設置され、養老川で明治16年に設置された二十五里堰は、川幅58間のうち16間は板羽目により堰き止め、残り42間は土俵留めとしている。同じく養老川で明治18年に設置された西広堰は、大正6～9年の改築により新形式の板羽目堰（堰長35間、堰高7尺）となった。これは支柱・羽目板などの全ての部材に金輪が取り付けられ、各部材が鎖とロープで相互に連結され、出水時には一本の支柱を打ち外すと、瞬間に堰全体が崩れ構造であった。これによって出水による部材の流出を防ぎ、減水後再び組み立てることを可能にした。

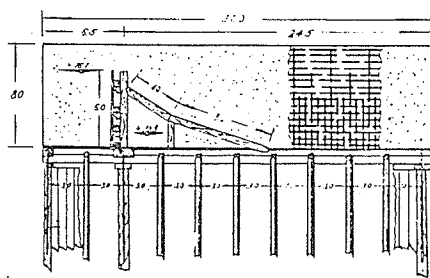


図2 二十五里堰断面図

このような板羽目堰は、養老川、小櫃川以外には例を見ない形態の取水堰であり、それがこの地域で明治期に登場したことは、注目される。なお、小櫃川の板羽目堰には揚水用の水車が併設されていた。

明治中期に登場した農業用ポンプは、自然条件に大きく支配されてきた自然流下方式による用排水構造に一大転機をもたらす要因となった。しかし、用排水改良に画期的な出来事であったポンプの導入も、地域の条件により必ずしもスムーズに行われたわけではない。この時代におけるポンプは高価な揚水器具であり、その運転や維持管理に費用がかかった。したがって、ポンプの導入には、資本力が必要であり、誰しもが容易に導入することは不可能であった。一方、ポンプによる強制的な排水は、排水先の河川や水路に、その排水を許

容できる条件がなければならない。つまりポンプによる局部的な排水改良が隣接する上下流地区の排水を阻害するような地域においては、ポンプの導入が地域間の紛争を招き、河川や水路の整備がポンプ導入の前提条件になり、ポンプの効果のみでは普及する要因とはならなかった。

したがって、近代的な技術であるポンプの導入が図られた明治期においてもなお藤原式水車のように伝統的な水車の改良による揚水技術の高度化が行われていた。

古来、水車は精米、製粉、油絞り、製糸、製麺、杉葉粉碎、岩石粉碎、発電などの動力源として広く利用されたほか、灌漑・排水のための揚水用として利用されてきた。しかし、明治期以降、蒸気や電気を動力源とするようになり、一方ではポンプが普及するにつれて、水車は次第に衰退していった。

明治20年代後半からわが国でもポンプの導入が図られ、明治37年には東京帝国大学の井口在屋博士によって渦巻ポンプに関する理論的研究と実験の成果が提出され、さらに大正8年には同博士により軸流ポンプの技術が確立されるなど、ポンプ技術は長足の進歩を遂げ、全国に普及していった。こうして蒸気機関や電動機を動力源とした用排水ポンプが普及するのに伴い、戦前までに多くの水車が姿を消した。

揚水用水車の一つに藤原式水車がある。動力用水車とシラベ車（環連車）を巧みに組合せ、揚水車の中で最大規模の揚程を誇る藤原式水車は、蒸気機関や電動力のような近代的な動力を使用することなく、伝統的な揚水車の技術に可能な限りの改良を加えた、まさに水車の中の最高傑作である。

藤原式水車は、精米麦・製糖兼用の灌漑用揚水車として明治11年に千葉県夷隅郡押日村地先（現岬町）の夷隅川下流で最初に設置された。続いて翌12年には市原郡池和田村地先（現市原市）の養老川にも設置された。押日村の揚水車は、水流によって動く動力車と水箱のついた揚水車とが同一の軸で回転する型式であり、池和田村の揚水車は、動力車の回転を上下2つの車輪に伝え、この両輪にまたがって水箱のついたシラベが回るようになっていた。このシラベは自転車のチェーンのよう

にケヤキ材を鉄棒で連結したもので、連なった96個の水箱に水が入り、車の回転によって上ってゆき、頂点で反転するときに両側へ水を吐きだす構造となっていた。因に水箱には7升5合（約15ℓ）の水を入れることができた。なお、押日村のものは揚程約9m、池和田村のものは揚程約15mであり、同軸型ではほぼ揚程10m以下、シラベ型では10～20m前後の揚水が可能であった。

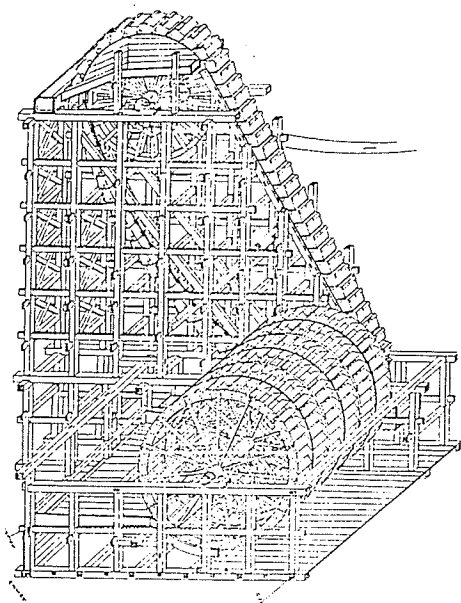


図3 藤原式水車構造図

藤原式水車の特徴は、動力用水車と揚水装置を分離し、木製水車としては高揚程の揚水機としたことであり、水を運び上げて吐きだす水箱にも工夫がこらされていた。こうして水車の直径以上の高さにまで揚水することを可能とした。

この藤原式水車を考案したのが、水車大工藤原治郎吉である。天保12年（1841）に泉州（現在の大府府泉佐野市）に生まれた。家は代々農業を営み、父次郎左衛門は農事改良や揚水機の発明などに力を注いだといわれる。その血筋を受けて、治郎吉も17歳にして耨耨機を考案し、その後、揚水機、精米機、粉挽機、砂糖繰機、澱粉製造機などを次々に発明した。明治10年に東京の上野公園で開催された第1回内国勸業博覧会に米つき機を出品して好評を博し、機械の部で2等賞を受賞している。この受賞を契機に彼の優れた才能が広く世に認められることとなり、明治14年の第2回勸業

博覧会に出品した池和田の水車の模型が、人々の注目を集めたこともあって、水車大工としての活躍が始まる。その後、池和田の水車を基礎に改良を積み重ね、数多くの水車を手掛け、水車による灌漑用水供給に対し、農民から米で水料を受け取るという、用水供給事業をも試みている。

藤原式水車が普及するのは、房総地方を襲った明治26年の大旱ばつ以降のことである。なかでも池和田をはじめ、本郷、不入、竹部田、下畑、下矢田、新田、二日市場など、最も多く藤原式水車が設置されたのは養老川であった。養老川は、活発な下刻作用によって河床が低く、沿岸の河岸段丘との比高は20m以上に及ぶ所もあり、ポンプが普及する以前において、段丘上の水田に用水を導くことは容易ではなかった。実際、はるか上流に遡って取水口を設け、延々と長水路を導かなければ、養老川からの取水は困難であった。まして著しい蛇行によって孤立的に取り残された段丘面では、長水路方式による導水さえ不可能であった。こうした自然条件を克服して、養老川の水を揚水するためには、高揚程の藤原式水車が必要とされた。

明治28年、久保村地先（君津市）の小糸川に設置され、約70haを灌漑した藤原式水車は、治郎吉の次男である藤原新治によって改良され、昭和37年までその姿を留めていた。

藤原式水車は千葉県を中心に設置されたが、明治37年には群馬県多野郡吉井町馬庭地先の鏡川、同42年には熊本県阿蘇郡阿蘇町狩尾地先の黒川にそれぞれ設置され、狩尾の水車は2基の動力車を併置した大規模なものであった。

藤原式水車が設置された時代は、信濃川や利根川などの大河川下流部において、蒸気機関による灌漑排水事業が進められ、電動機や石油発動機なども導入されはじめた時期であった。こうした水利施設の近代化が進行する中であって、高度に改良されたとはいえ、水車という伝統技術に注目した背景には、山間の高台でしかも灌漑面積が10～80haと比較的小規模であったという地域条件と、水力という天与の自然エネルギーに依存しなければならぬ経済条件があった。大河川下流部の大規模な灌漑排水事業に蒸気機関等の近代的な施設

が導入されても、小規模な水利事業には経済的に不利であり、まして山間部においては燃料としての石炭の輸送コストは高額であった。例え近代的な水利施設に熱い眼差しを送ったとしても、施設費や経常費の面からその導入は不可能であった。藤原式水車は、こうした農業の立地条件に即した在来技術の適応事例として注目される。

なお、豊富な被圧地下水に恵まれたこの地域では、古くから上総掘りと称する多数の掘り抜き井戸が農業用の補給水源として利用されていた。老衰現象によって自噴力が低下した井戸からの揚水装置として、大正から昭和初期にかけて風車を用いられた。揚水用の風車は立地条件から海岸沿いを中心に利用されたが、風車揚水はわが国でもごく限られた地域で行われた特異な揚水装置であった。

おわりに

明治期における水利事業を中心に、在来技術の発展形態を見ると、自然的・社会的条件によってその形態が大いに異なる。

わが国最初の国営水利事業である安積疏水では、計画・設計面において西欧近代技術の積極的な導入が図られ、施工面においては在来技術者たちが活躍した。いわば外来技術と在来技術が巧みに融合し、その経験が後の那須疏水や沼川石水門などの諸事業に応用されていった。明治期の民営水利事業としては大規模の明治用水では、外来技術に依拠することなく、伝統的な取水施設を基礎とし、在来技術の高度な発展させた人造石によって、その施設改良が行われた。上総丘陵河川流域では、その地域固有の在来技術の発展が、板羽目堰や藤原式水車に見られる。

このように明治期は、西欧近代技術の導入が図られる一方で、わが国の伝統的な在来技術が独自の発展を見せた。それは近代化という時代的刺激を受けつつ、在来技術の旺盛な技術革新が図られたことを示している。特に安積疏水のような国営事業以外では、在来技術を基礎とした生産者的な水利事業が中心であった。それらは近代西欧技術の恩恵に浴することなく、在来技術の近代的な発展を背景として事業が進められた。明治期の近代

化においては、西欧科学技術の導入のみならず、在来技術の発展をもたらしたことに注目すべきであろう。近代のいわば幕開けとなった幕末から明治にかけて、わが国の伝統的な在来技術が、地域の自然・社会条件の中で如何に発展し、あるいは変容していったかといった視点での研究はまだ少ない。こうした視点から明治期における幾多の事例をさらに詳細に考察することが必要であろう。

《参考文献》

- 1) 安積疏水百年史編さん委員会編『安積疏水百年史』安積疏水土地改良区、昭和57年
- 2) 織田完之編『安積疏水志天』安積疏水事務所、明治38年
- 3) 田島薫『那須疏水』那須疏水土地改良区、昭和31年
- 4) 水野精一編『浮島ヶ原開拓史』沼川水害予防組合、昭和28年
- 5) 沼川治水史編纂委員会編『沼川治水史』沼川土地改良区、昭和51年
- 6) 京都新聞社編『琵琶湖疏水の100年資料編』京都市水道局、平成2年
- 7) 明治用水百年史編さん委員会編『明治用水百年史』明治用水土地改良区、昭和54年
- 8) 飯塚一雄『技術文化の博物誌』柏書房、昭和57年
- 9) 『日本取入堰堤誌』農業土木学会、昭和17年
- 10) 『西広堰総合調査報告書』千葉県教育委員会、昭和52年
- 11) 今津健治「明治の創意－水車大工・藤原次郎吉の生涯」『まわる、まわれ水ぐるま』INAXBOOKLET Vol.6 No.2、昭和61年
- 12) 石崎正和「藤原治郎吉」『みずのわ』第74号、前澤工業㈱みずのわ発行委員会、平成2年
- 13) 玉城哲・旗手勲『風土』平凡社、昭和49年