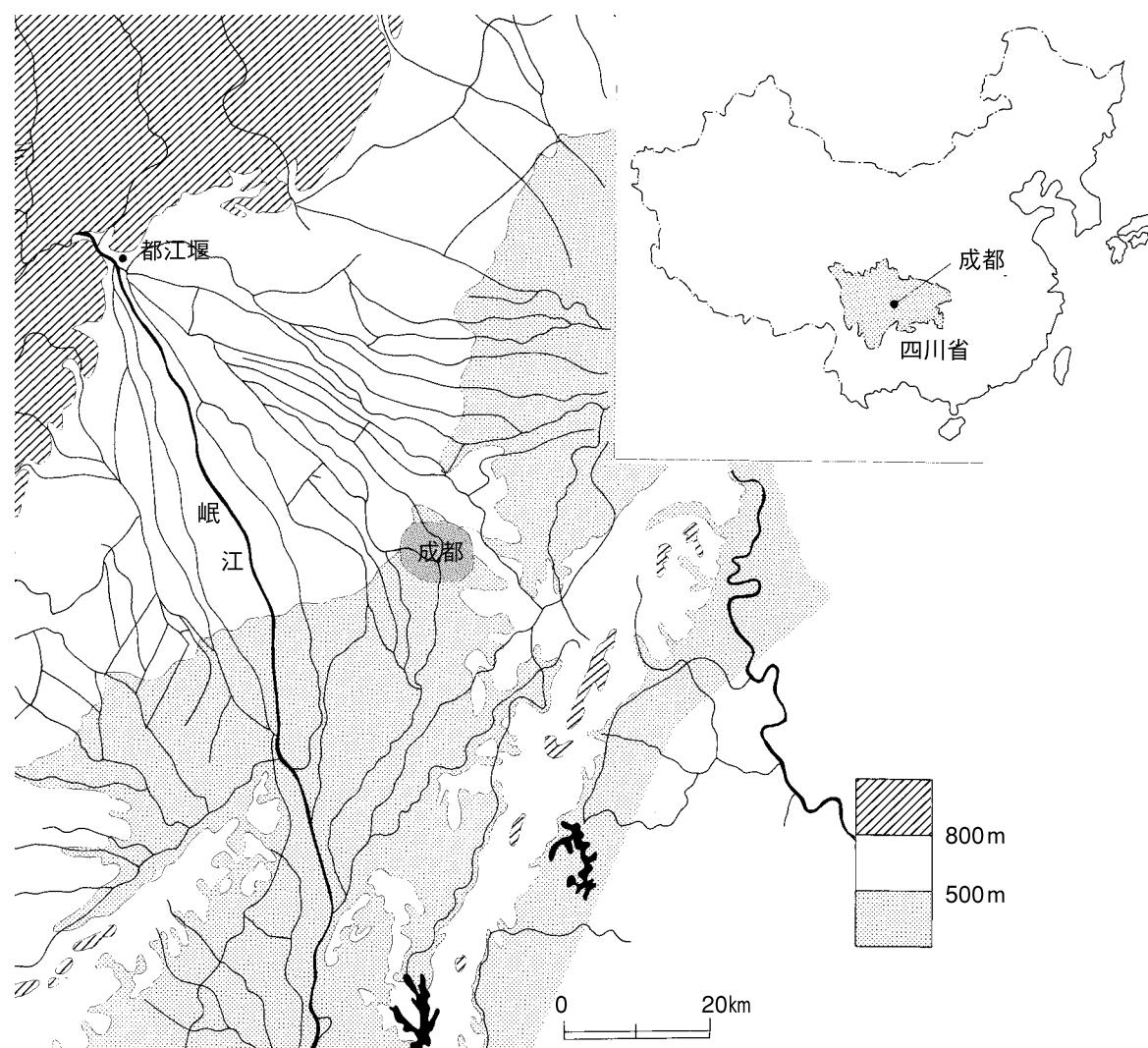


都江堰の構造について — 中華人民共和国四川省所在の水利施設の調査 —

木下晴一

1. はじめに

中国の戦国時代の代表的な水利（治水、利水）事業には、魏の漳水渠・蜀の都江堰・秦の鄭国渠が、司馬遷の『史記』「河渠書」や班固の『漢書』「溝洫志」の記載以来、主要なものとして著名である。このうちの都江堰は今日まで構造が継承され使用されている稀有な存在である。筆者は、わが国の河川灌漑の歴史について関心を持つ者であるが、都江堰の構造については、わが国に数多く見られる「わん曲斜め堰」と共通する構造で、従来の説明とは異なり井堰としての機能をより重視する必要があるのではないかという考えを持っていた。一度現地に行って調査したいと思っていたところ、平成13年秋にこの念願を果たすことができたので(1)、筆者の考えを以下の順序で報告する。まず都江堰の構造について従来の説明をまとめ、次に都江堰と構造が似る九州筑後川の山田堰を紹介する。山田堰はやや特殊のわん曲斜め堰であるため、典型的なものを紹介するとともに、わ



第1図 都江堰の位置

わん曲斜め堰の特徴や利点をまとめた。そして都江堰の飛沙堰に井堰の機能があることを指摘する。最後に、わが国の河川灌漑の歴史について、研究の展望を述べたい。

2. 都江堰の構造についての従来の解釈

都江堰の構造について、中国文献の記述を中心にまとめた(2)。

都江堰は、秦の昭襄王 (B.C.306~B.C.251) の時代に蜀守李冰と息子二郎によって築造された水利施設で、流量変動の大きい岷江の流れを二流に分け、必要水量のみを取水するものであり、基本構造は今日に継承され使用されている(3)。都江堰から取水された用水は、水運のほかに成都平原のおよそ300万畝(約20万ha)の良田を灌漑する。都江堰の完成によって四川は「天府之国」と呼ばれる豊かな経済力をもつ地域として発展することになった。なお、都江堰は近隣にある道教ゆかりの青城山とともに西暦2000年に世界文化遺産に登録されている。

中国南西部に位置する四川省の東部には、標高400~800m、面積約18万km²の大盆地がある。この盆地東部は山脈と河谷が平行し、中央部は丘陵が多いが、北西部にある約6000km²の成都平原は岷江の水利と肥沃な土壌により物産豊かな地方である。岷江のつくる半径80~100kmの扇状地上に四川省の省都である成都があり、この西郊約50kmの扇頂部に所在する都江堰市(かつての灌县)に都江堰は所在する。ここは海拔3000~4000mの四川松潘県に発源した岷江が、水源から約340km流れで成都平原に流れ出す谷口にあたる。岷江の全長は700kmで、都江堰市で成都平原に流れ出た後、宜宾で長江に合流する。都江堰での最近40年間の年間平均流量は496m³/s、最大洪水流量は6400m³/s、2月平均最小流量は107m³/sで、6月から9月までの4ヶ月間に年流水量の57%以上(5月から10月では78%)が集中する(4)。我が国の河川で年間平均流量が450m³/sを越えるのは北海道の石狩川(石狩大橋付近)くらいで(最大流量が上回る河川は数多い)(5)、利水(取水)地点の流量という点では、我が国の場合に比べ多い地点に築かれている。また、流量の季節的変動が大きいことも特徴の一つである。

都江堰の構造を第2、3図に示す。第2図(1)は最もポピュラーな平面図、(2)はジョセフ・ニーダムの著作に示される『都江堰紹介』に掲載される平面図である。(2)には縮尺の記載が無いが、およ

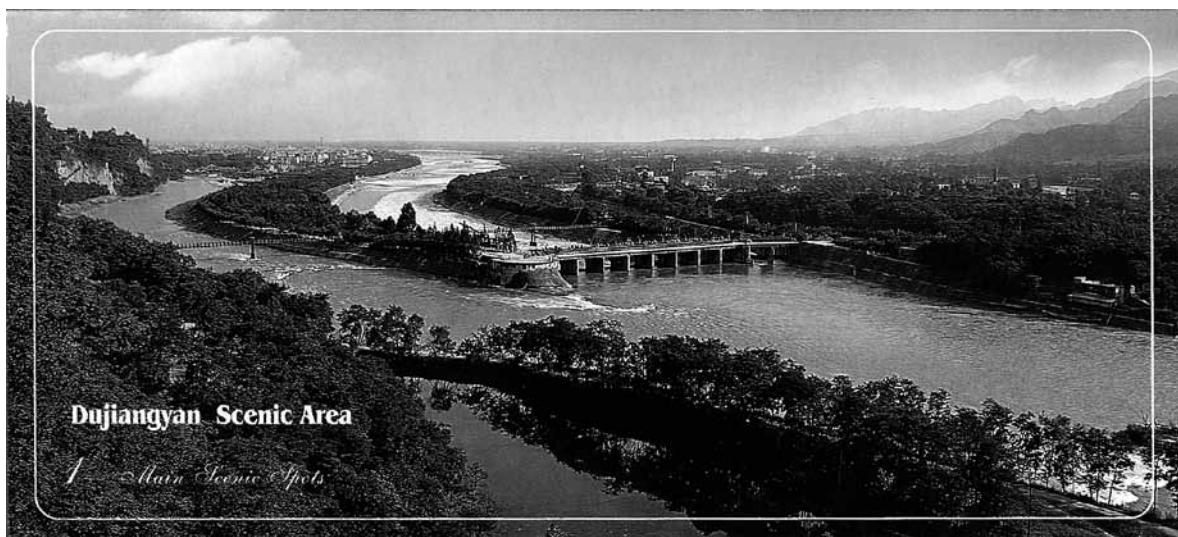
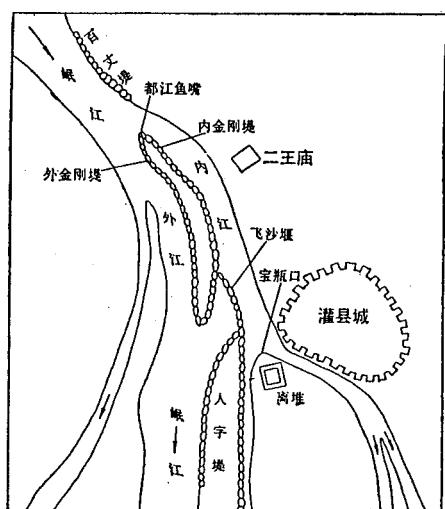
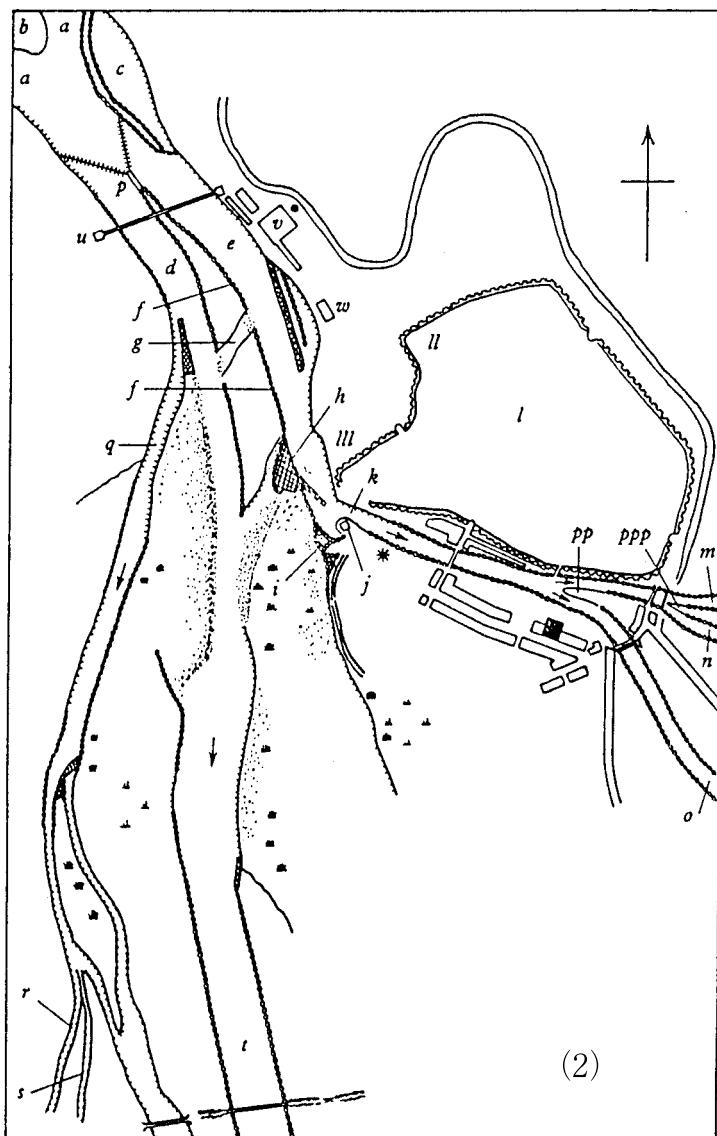


写真1 都江堰 全景(東北から)



(1)



(2)

a 岷江 b 韓家坝 c 百丈堤 d 外江 e 内江 f 金剛堤 g 平水槽 h 飛沙堰
 i 人字堤 j 離堆（伏龍觀）k 宝瓶口 l 灌県市街 II 玉墨山 III 凤樓窓
 m 蒲陽河 n 柏条河 o 走馬河 p 都江魚嘴 pp 太平魚嘴 ppp 了公魚嘴
 q 沙黑總河 r 沙溝河 s 黑石河 t 正南江 u 安瀾索橋 v 二王廟 w 禹王宮

第2図 都江堰 構造図（その1）



写真2 魚嘴を望む（東から）

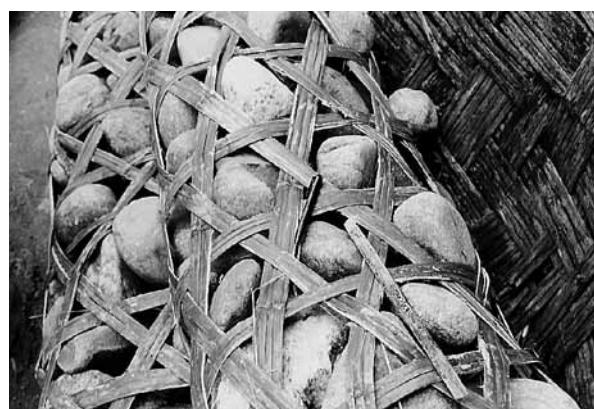


写真3 「竹籠装石」（竹蛇籠）

そ16,000～19,000分の1ほどと見られる。第3図は『中国水利史纲要』からの引用で、1949年以前の状況を示す図である。都江堰の伏龍觀の前殿（老王殿）北側には、都江堰の灌漑範囲を示す1938年作製の絵図が掲げられているが、その内容に近似している。図中縮尺の360mが288mの誤りであれば、縮尺約7,800分の1となる。

都江堰の構造は「分水堤」、「溢洪道」、「取水口」の3つの機能の統合体である。

「分水堤」は岷江に自然に形成されていたと推定される中州を人工的に強固にすることによって、河道を二流に分ける働きをする。東側を内江、西側を外江と呼び、内江は灌漑、舟運に、岷江本流にあたる外江は洪水の排水と左右両岸の灌漑に利用される。中州は石を詰めた竹籠（日本の「竹蛇籠」に相当する）と栗石で護岸し、内江側に長さ670mの内金剛堤、外江側に長さ850mの外金剛堤と呼ばれる堤防を築いている。1964年の大洪水による被害の後、強固に復旧され、現在は堤幅50～150m、高さ8～11mの規模である。内江と外江とに分流する先端は、魚の口先に似ることから「魚嘴」と呼ばれている。都江堰の大きな特徴は堰を用いずに自然の流水を二つに分ける点にあるとされる。

「溢洪道」とは増水を効果的に放流する施設で「平水槽」、「飛沙堰」、「人字堤」の三つの施設がある。「平水槽」は金剛堤によって囲まれた人工中州の中央付近にあった幅25mの排水路（余水路）である。内江の増水した水流を外江に放流する役割をもつが1964年の大洪水による修復工事で廃止された。「飛沙堰」は内金剛堤の尾部に接続する排水堤（越流工）で、規模は堤長240m、堤高2mを測る。堤高は取水量と関係があって、流入量が取水量を上回ると流水は飛沙堰を溢れて外江に流れ出る。内江を流れる水は、表層水が凹岸の虎頭岩にあたり、底流水は渦を巻いて飛沙堰の外へ砂泥を排出する機能もある（この機能が飛沙堰の名称の由来とされる）。「人字堤」は後述する離堆に接続する長さ60mの弓なり（アーチ型）の護岸で、水流の消力池（水流のエネルギーを軽減する目的の池）の役割を持つとする見解と（文献④）、平水槽と同様の人工中州と離堆の間の排水路（余水路）とする見解（文献②）がある。飛沙堰や人字堤は解放前にはすべて竹蛇籠によつて造られていたが、夏秋の洪水で破壊され易いためコンクリート製のものに改修されている。

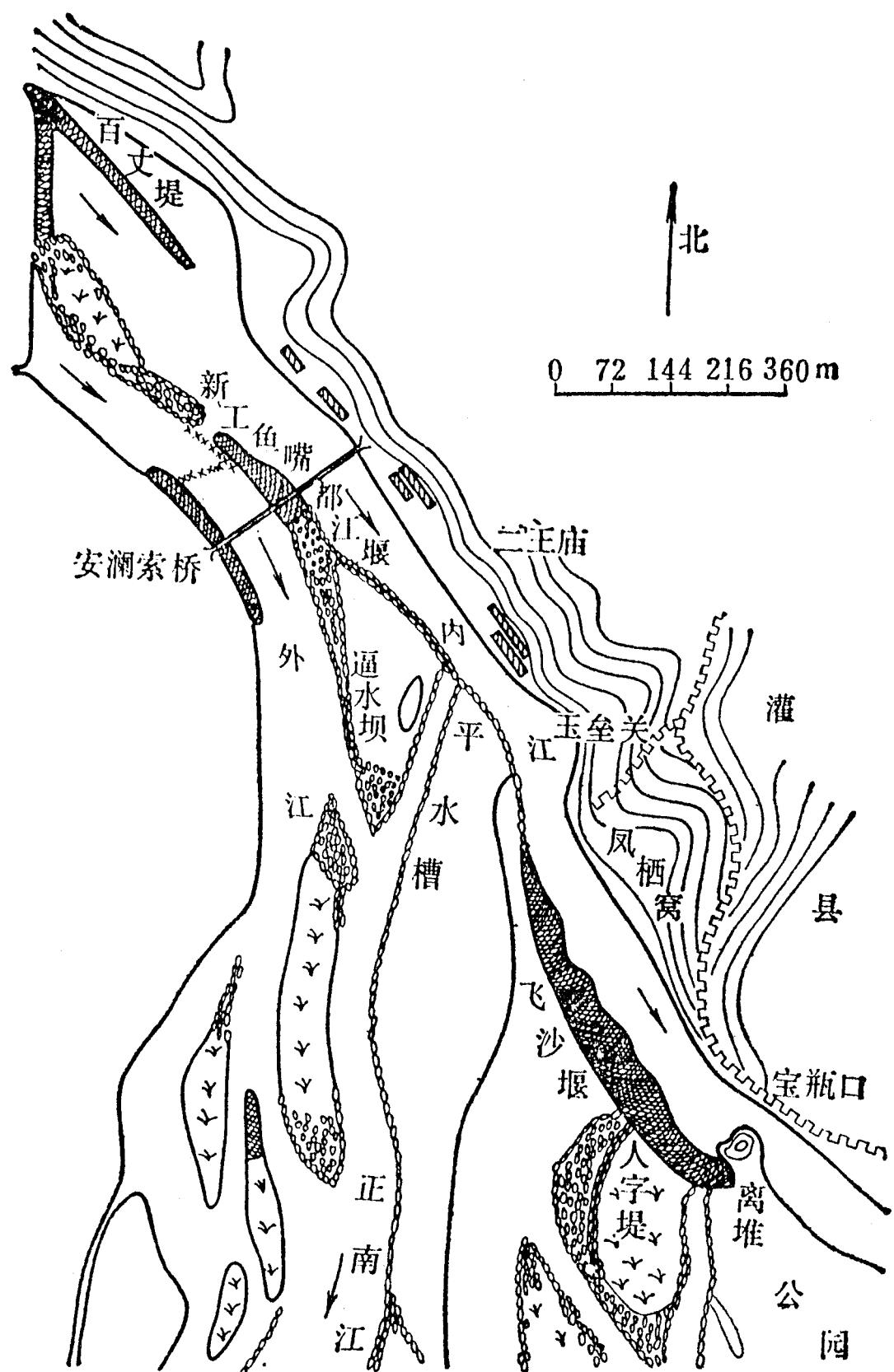
「取水口」は、岷江の東側の玉墨山から派生する尾根を掘開して造ったものである。取水口を掘開したことによって残された部分は「離堆」と呼ばれ、伏龍觀という道教宮觀が建てられている。取水口の幅は20m、取水口下流側の河幅は約50mで、取水口の幅が狭く、下流で広くなる形状が瓶の形に似ることから「宝瓶口」と呼ばれる。取水口を狭くし、強固な山脚に造られていることによ



写真4 飛沙堰を望む（東北から）



写真5 宝瓶口、離堆を望む（西北から）



第3図 都江堰 構造図 (その2)

岷江流量 m ³ / s	内江進入流量 m ³ / s ①	宝瓶口流量 m ³ / s	飛沙堰泄洪流量 m ³ / s ②	①②の百分比 %
1000	550	420	130	23.6
2000	1020	520	500	49.0
4000	1800	640	1160	64.4
5000	2300	660	1640	71.3
6000	2460	680	1780	72.4
7000	2800	700	2100	75.0

り、取水口の安全と取水量の抑制が計られている。水門などの構造物は存在しない。岷江の流量と内江、宝瓶口、飛沙堰の流量の関係は上表の通りで(6)、流量の増大に対して宝瓶口への流入量の増加の割合は小さいことがわかる。

宝瓶口への流入量は通常360m³/sで、毎年春の灌漑期には飛沙堰を竹蛇籠で臨時に40cmほど嵩上げして400m³/sを取水している。なお、360m³/sという取水量は、我が国の阿賀野川（新潟県・馬下付近）や最上川（山形県・高屋付近）など主要河川の年平均流量に相当し、我が国の取水堰における通常の取水量が3～5m³/s、多くても20m³/s程度(7)であることからすると莫大な流量である。

都江堰の東側の山麓斜面には創始者李冰と息子二郎を祀る二王廟という道教宮觀があるが、その参道と二王廟李冰殿の軒に都江堰水利技術の要諦とされる「深淘灘低作堰」（瀬は深く浚渫し、堰は低く作ることが重要である）という刻文がある。都江堰の創建後、毎年の非灌漑期に河床の浚渫と「分水堤」、「溢洪道」の補修が継続された結果、今日にいたるまで機能が維持されてきたのである。



写真6 宝瓶口より下流を見る（西北から）



写真7 「六字律」（二王廟）

3. 筑後川・山田堰

都江堰と平面形態が類似する水利施設がわが国の九州に所在している。筑後川に設けられた山田堰（恵蘇宿堰とも呼ばれる）である。ただし山田堰は、江戸時代の寛文四（1664）年に構築された井堰で、現在の井堰は寛政二（1790）年に改修されたものである。したがって都江堰と類似するというのは立地や構造についてであり、構築年代などの歴史的なものではない。

筑後川は「筑紫次郎」ともよばれ「坂東太郎」（利根川）につぐ日本を代表する河川のように考えられている。阿蘇外輪山などの火山性高原の水を集め、日田盆地から夜明峡谷を経て筑紫平野を

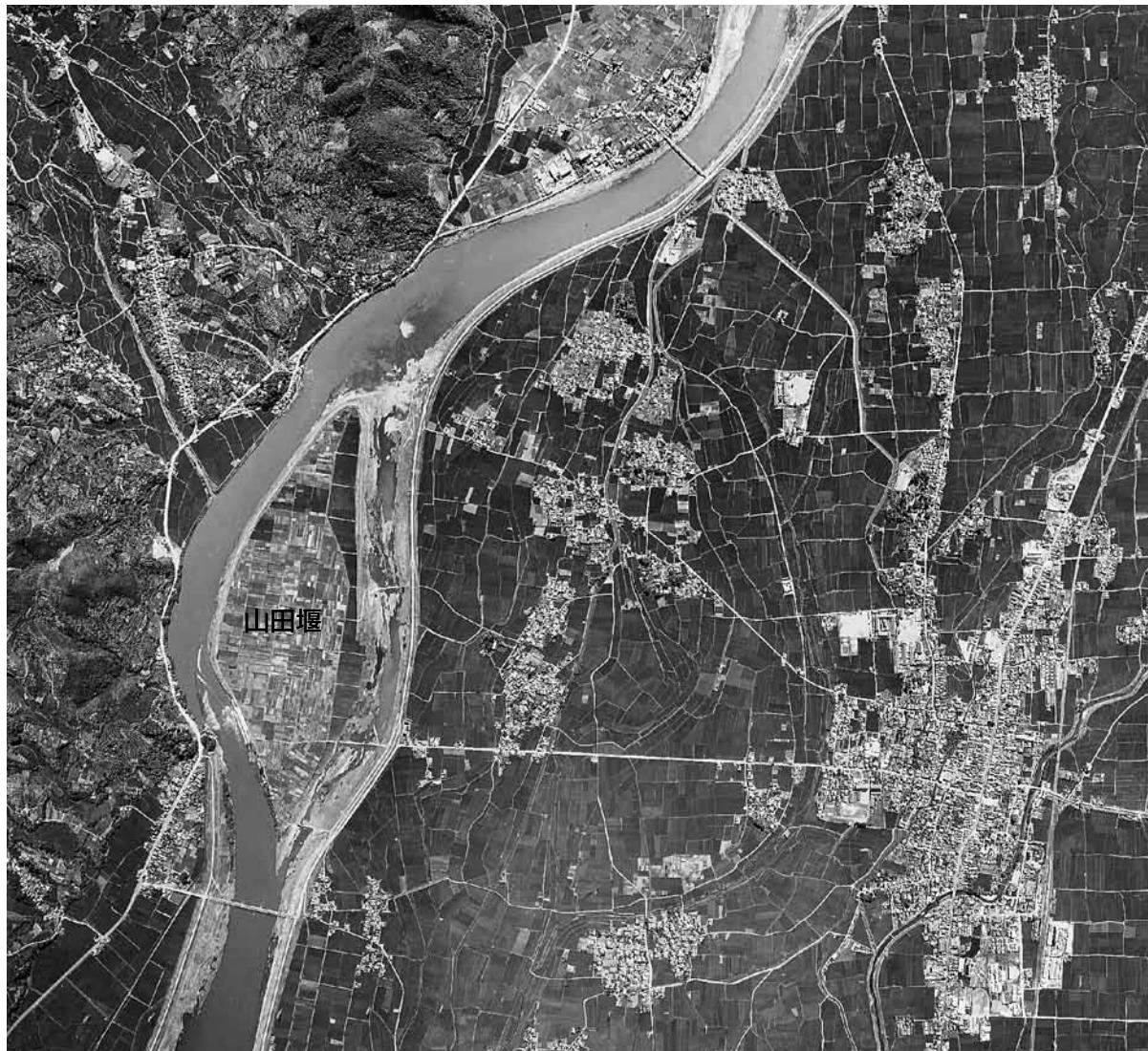


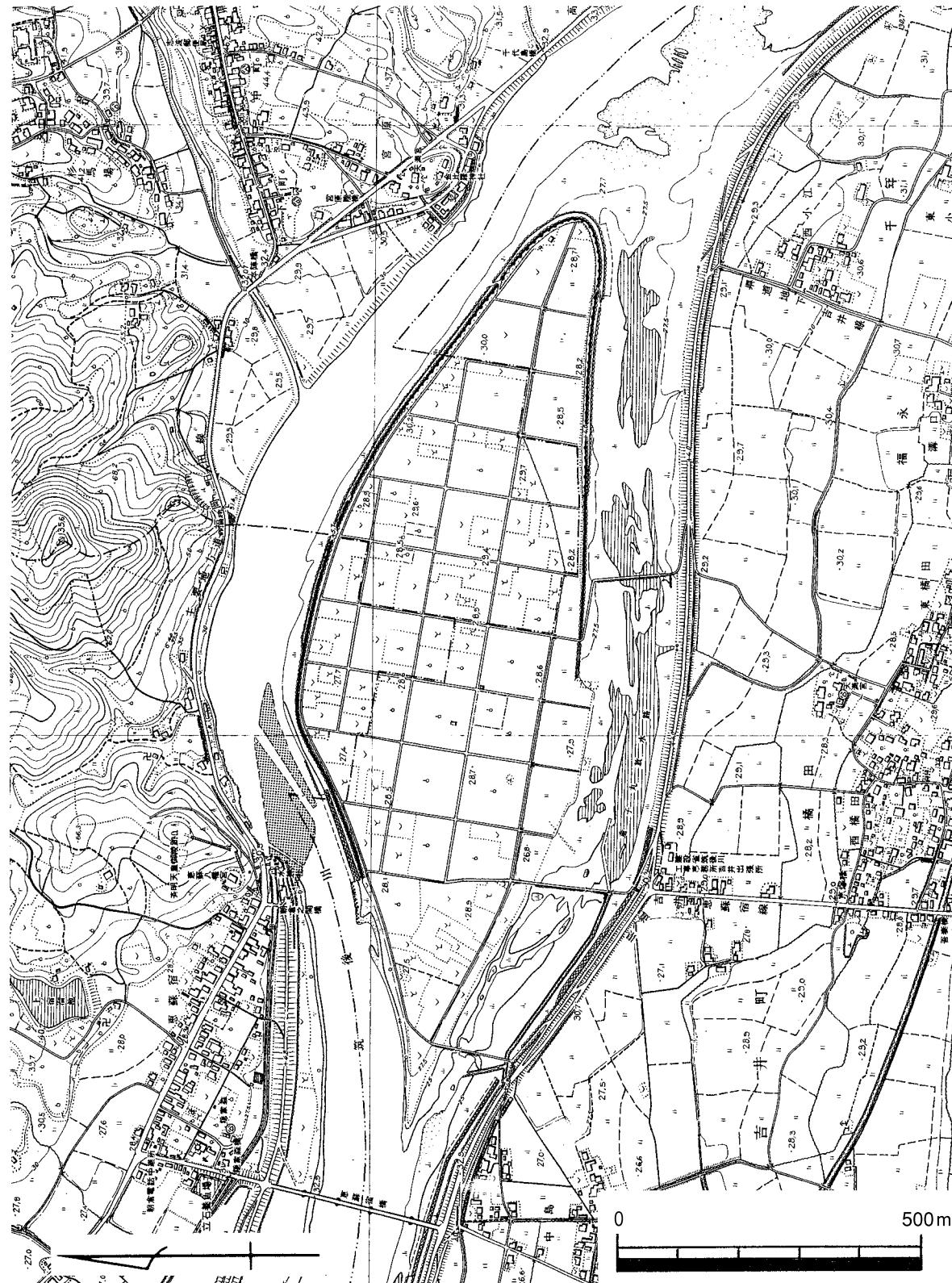
写真8 山田堰 空中写真（左が北）

流れ、最後は有明海に注ぐ全長143kmの河川である。筑紫平野は標高900～1000m前後の山地に囲まれた平野であるが、中央の久留米ー鳥栖狭窄部を境に上流側を北野平野、下流側を筑南平野に分けることがある。北野平野は扇状地の発達は悪いものの扇状地を流れる河川の様相を持ち、筑南平野はクリークが発達することで有名な三角州性平野である。

山田堰は北野平野に当たる福岡県朝倉郡朝倉町に所在する。写真8は山田堰付近の空中写真である。写真南側（右側）には条里型地割が認められ、開発の古さを想起させるが、筑後川に近づくにつれ、この地割を壊すように河道の跡である帶状の地割が何条も見られる。筑後川の流路変化の激しさを物語るものである。この付近での筑後川の川幅は150～200mで、昭和28～61年における最大流量は6224 m³/s、最小流量は1.7 m³/s、年平均流量は76.98 m³/sである(8)。筑後川本流を用水源とする水田は、沿岸の水害常習地帯を中心に分布し、その面積は筑後川中流域（夜明ダム～久留米市北西部）の水田面積（19,320ha）の半分以下（8,506ha）に過ぎない(9)。これは筑後川の治水が進むにつれて沿岸の開田が進んだ結果で、北野平野の水利開発は、周辺の山地や丘陵から流れ出し筑後川に合流する小河川の利用からはじまり、本流の利用は近世以降に本格化するようである。山田堰は、上流の大石堰や下流の恵利堰などともに近世に相次いで構築された井堰の一つである。

第4図は山田堰の平面図である。この図を反転させて左岸から取水するように見ると、平面構造は都江堰とよく似ている。都江堰との共通性を念頭において山田堰の構造を述べる。

まず取水地点の位置であるが、筑後川が中州によって二流に分かれる地点を利用し、一方の流れに井堰を設け、水位を上げて取水している。井堰は河道の流心線を斜めに横断するもので、井堰の



第4図 山田堰 平面図

先端部付近に取水口がある。川幅100～130mの河道を斜めに横断する堰は、堰高3m、長さ約280mを測り、石畳で堅固に造られている。写真9に見られるとおり、井堰の前面は緩やかなスロープを造っており、堰上げして取水する以外の余剰水は、スロープを流れ下っていく。また、増水時には井堰は水面下に隠れてしまう。

取水口は、筑後川が蛇行する攻撃面側に設けられている。取水点は山地と平地の接点付近に当たり、取水口側の河岸には山地が迫ることから、河道が強制的に安定する地点でもある。取水口は河道に突き出た岩塊を削り貫いて造っており、取水口の上には水神社が祀られている。常時取水量は $6.4\text{ m}^3/\text{s}$ 、灌漑面積は700haで、通水期間は6月17日頃から10月10日頃までである⁽¹⁰⁾。

山田堰の平面構造と都江堰のそれとの類似点は、

- ① 中州によって河道が二流に分かれる地点を利用している
- ② 取水口は河道の攻撃斜面側にあり、山地が迫り河道の安定している地点である
- ③ 取水口は山地と平地の接点付近にあり、山脚や岩塊を利用して取水口の安全を図っている
- ④ 山田堰と飛沙堰の構造が類似する、などである。

4. わん曲斜め堰

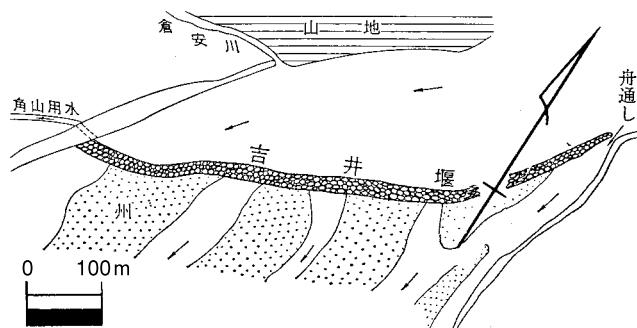
山田堰の河道を斜めに横断する井堰は、河床の自然形態を巧みに利用したものであることが知られ、わが国には多くの事例がある。以下にもう一例、岡山県吉井川の吉井堰をとりあげるとともに、わん曲斜め堰について三輪式氏の研究を紹介したい。

（1）吉井堰（岡山県・吉井川）

写真10は岡山市の北東端、かつての上道郡御休村大字吉井に所在する吉井堰の空中写真である。山陽新幹線上りが岡山駅を出発してから5分ほどで吉井川を渡るが、橋梁の南に現存する井堰である（取水施設としての機能はすでに喪失している）。この上流には左岸に取水する坂根堰、さらに上流に田原井堰が、下流には百枝月堰、鴨越堰という同形態の井堰があった⁽¹¹⁾。詳細な築造年代はよくわからない。この付近での吉井川の流量は、最大流量が $5222\text{ m}^3/\text{s}$ 、最小流量が $0\text{ m}^3/\text{s}$ 、年平均流量が $61.4\text{ m}^3/\text{s}$ である⁽¹²⁾。これらの井堰について小出博氏が以下のような見解を示している。長文になるが引用する⁽¹³⁾。「吉井川を水源とする農業用水の取水堰はいずれも同じ構造をもち興味深いものがある。構造で最も注目したいのは河川を直角に横切る横断堰ではなく、対岸上流に向かって斜めに長く突出していることである。先端に舟通しがあって舟は自由に通過する。河川の幅に比較して井堰が著しく長く、一見導流堤のような感じさえする。たとえば田原井堰は川幅250mのところに、長さ400mの井堰が斜めに川を横切っている。最も長い井堰は坂根堰で846m、吉井堰が740m、鴨越堰で680mである。高さは1.5～3.7m、石積み全面乗越しの斜走堰であって、空石積あるいは木工沈床捨石の水叩と床固めをもっており、幅は比較的広く、鴨越堰は25mあって堰の背面はゆるやかに波打っている。（後略）」



写真9 山田堰 取水口から井堰を見る (西から)



第5図 吉井堰 平面図



写真10 吉井堰 空中写真 (上が北)



写真11 吉井堰 取水口付近（西南から）



写真12 吉井堰 舟通し付近（南から）

「空石積」とは、河岸法面の崩れ、流れによる浸食を防ぐため玉石や割石などを張り並べるもの。「木工沈床」は、松の方格材を約2m間隔に格子状に組み、これに松丸太を敷き並べ、その上に詰石をのせた構造で、数層重ねて用い、井堰の水叩き、護岸の根固め、水制などに用いるもの。「水叩き」は、井堰などから越流する水は大きなエネルギーをもって落下し、それによって井堰下流の河床が洗掘されることを防ぐために設けられる構造物である⁽¹⁴⁾。写真12では、井堰本体が空石積（巻石）で、井堰前面に乱雑に置かれる塊石が、一種の水叩きである。

小出氏の見解は後述する砂礫堆との関連が解明される以前のもので、慧眼というべきものである。さらなる説明を要しないが、吉井堰のほか坂根堰も河道の攻撃斜面側に取水口があること、取水口は山地が河道に突き出たところや河道に迫っている地点のすぐ下流に設けられていることも山田堰や都江堰と共通する。なお、同じ岡山県の高梁川には、湛井堰という形態や選地がよく似る井堰がある⁽¹⁵⁾。湛井堰は、19世紀中頃の史料ではあるが、寿永元（1182）年に平家方の武士であった妹尾兼康が改修を行ったという伝えをもち⁽¹⁶⁾、築造年代の一端が窺える。

（2）わん曲斜め堰

井堰が河道を斜めに横断するのは河床に形成される砂礫堆という微地形の高まり部分を利用して構築するためである。砂礫堆と井堰との関係を研究した三輪式氏は、井堰の平面形が下流にやや膨らむ形状であることから「わん曲斜め堰」と呼称し、空中写真判読や現地調査によって山田堰や吉井堰が、わん曲斜め堰であることを明らかにするとともに、以下の①～③の特徴と、④～⑧の利点をまとめている⁽¹⁷⁾。

- ① 天然にあるいは人工的に強固な河岸をもった河道部にあり、かつその河道のわん曲によって強制的に位置が安定させられている砂礫堆上に設けられている。
- ② 砂礫堆のクレスト（河床の高まり部分）に沿って長く斜めにわん曲しながら河道を横断し、かつ高さを低く設けている。
- ③ 取入れ口は、井堰の先端近くにつくられている。
- ④ わん曲斜め堰は、洪水流が砂礫堆上で最も広がり流線密度が疎になる位置にあるので、流れから受ける力は、井堰のどの部分をとっても、かなり一様に小さい。
- ⑤ わん曲斜め堰は、水深の浅い河床の高まり部分を連ねてつくるので、同じ堰上げ高を得るのに堰体高を低くできる。したがって施工は容易であるし、洪水流から受ける力はこの点でも小さくなる。

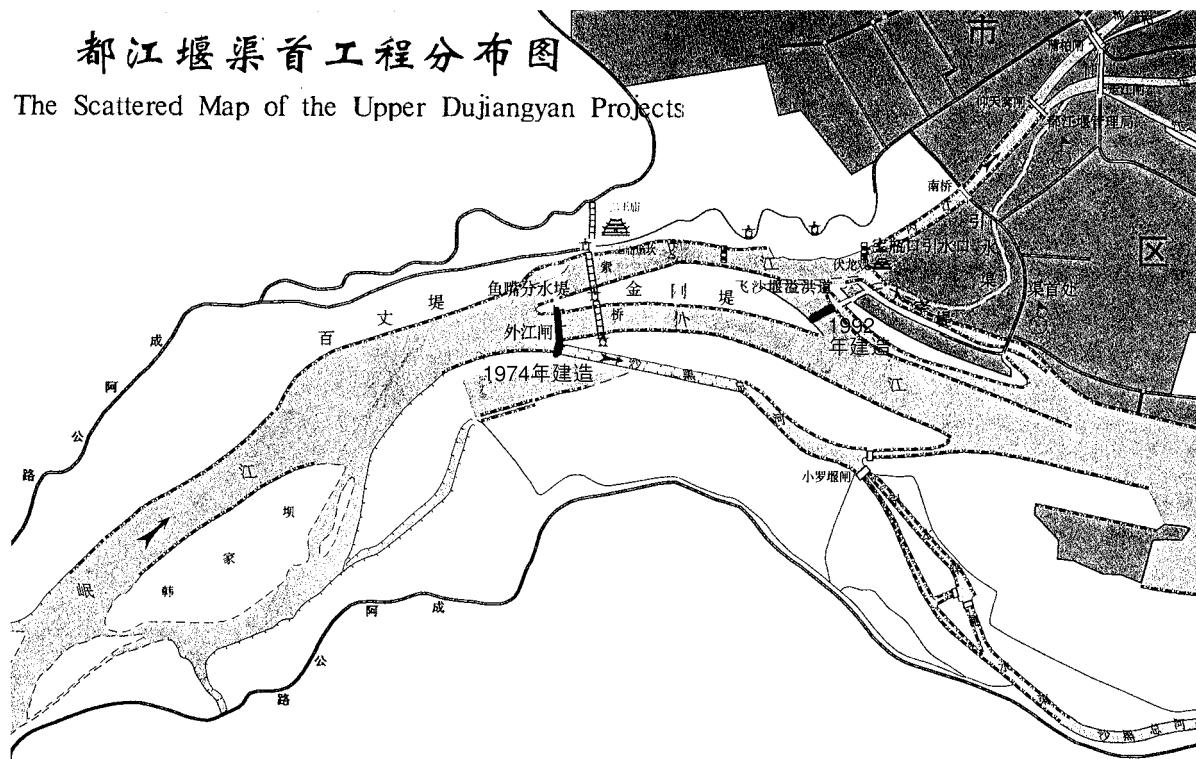


写真13 空中写真に見られる砂礫堆（徳島県 那賀川）

- ⑥ わん曲斜め堰は、①、②で述べたような特性をもつため、井堰の直下流の河床洗掘は小さく、局所的な深掘れも生じにくい。
- ⑦ 取入れ口は、洪水の水当たりがこない井堰の先端近くにつくるので、取入れ口は安全であり、取入れ水門は簡単な構造物でよい。
- ⑧ わん曲斜め堰は、洪水時の河床形態ともいえる砂礫堆にあわせてつくり、しかも、堰体高は低いので、井堰をつくる以前の河床を変化させることが少ない。

以上のようにわん曲斜め堰は、河床の自然形態を巧みに利用し、洪水に対し最も従順な構造をもつものということができ、施工能力の低い段階で規模の大きい河川から利水しようとする必然的にこの形態になるといえる。

小出博氏は先に引用した文に続けて、井堰の性格について以下のように述べている(18)。「このような堰の構造はもちろん河川の舟運を妨げないため、また洪水による破壊の危険を少なくし、結果的に安価な井堰とするため、そして流送される砂礫を下流に流しやすくし用水路への流入を防ぐために建設当時の技術段階においては、すぐれて合理的なものであったにちがいない。しかしその反



第6図 現在の都江堰の平面図



写真14 飛沙堰 全景（西南から）

面用水の取入れという点ではかなり大雑把なもので漏水や浸透が少なくあるまい。こうした不完全な頭首工が伝来のまま踏襲されてきたことは、1つには上流と下流の用水相互の間で、上流側の独占的な取水に対する制限があるため、勝手に改修を行なうことが慣行上許されないという事情もあったであろう。」小出氏の指摘通りの出来事が、後述する京都市の桂川流域の灌漑用水（写真20）の取水を巡って15世紀代に頻発している⁽¹⁹⁾。わが国の井堰は、恒久的な構造物を造るという意識は薄く、洪水に遭って破壊されれば造り直す、もしくは春の勧農の時に新たに堰立てするといった仮設的な側面の強い施設であった。

5. 飛沙堰の役割

これまでの記述を前提に都江堰の構造に再び立ち戻ると、「溢洪道」（増水を効果的に放流する施設）とされる「飛沙堰」に井堰の機能があるのではないかという発想が生まれる。以下に根拠を記す。

最初に、近年新たに建造された都江堰の施設の機能や目的を検討したい。都江堰には1974年に魚嘴付近の外江に近代的なコンクリート堰が構築された（写真1、2）。この堰は内江への流入量を調節するとともに、岷江右岸への取水量を調節する機能を持つ。さらに1992年には飛沙堰の下流側、外江との合流部付近にコンクリート堰が構築された（写真15）。これは成都市の人口増加などにより水の需要量が増したために、宝瓶口からの取水量を調節する機能をもつ。これらはいずれも複数の水門を持つ可動堰で、水門の開閉によって水位の調節を行っている。1992年に新造された堰は、明らかに飛沙堰の機能を強化するためのものと見ることができる。飛沙

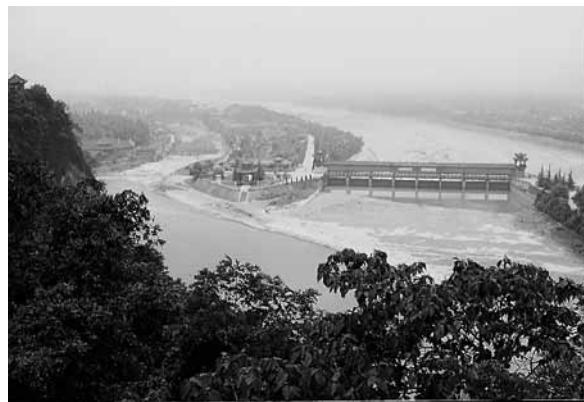


写真15 1992年に建造された堰（東から）



写真16 解放前の飛沙堰模型



写真17 伏龍觀から見た飛沙堰（南から）

堰に文化財としての価値があるために、それを保存するために下流に構築したのであろう。

近年まで飛沙堰は例年春の灌漑期には竹蛇籠で臨時に40cmほど嵩上げして、取水量を40m³/sほど増加させていたが、これも飛沙堰が「溢洪道」としての機能だけでなく、井堰としての機能があることを物語るものである。つまり、内江の河道を斜めに横断して塞ぎ、水位を上げて取水しているのである。写真14は、現在の飛沙堰を下流側から見た全景である。渴水期に撮影したため流水は飛沙堰を越していない。飛沙堰の横断面は内江から急角度で立ち上がり前面は緩やかなスロープを造っており、金剛堤や人字堤の斜面と見比べると堰頂部より3~4m下がっていることがわかる。写真16は伏龍觀の中殿に展示されている解放前の飛沙堰の構造を示す模型である⁽²⁰⁾。これによると飛沙堰は、蛇籠を水流に対し斜め横方向に積み上げ、その前面には縦方向に何本もの竹蛇籠を並べている。現在の飛沙堰のスロープも解放前の縦方向の竹蛇籠も、井堰前面に設けられる水叩きと考えられ、飛沙堰が井堰であることを示し、その平面形も下流側にわん曲しながら河道を斜めに横断する形状で、先述のわん曲斜め堰と同一の形態である。

写真17は伏龍觀からみた飛沙堰である。たしかに金剛堤から飛沙堰を経て直線的に流水が導かれているから、飛沙堰が堤のように見える。しかし、内江という分流ではあるが岷江の河道を塞ぎ、横断する構築物である以上は、流れを導く「堤」とするのは不適当で、流れを塞ぐ「井堰」と見るべきである。さらに中国古文献の『華陽国志』や『水經注』では李冰が「江を壅ぎ堋を作り」と記しており、当初から本流を塞ぐ井堰が構築されていたと見るべきであろう。

このように飛沙堰は井堰と見る方が合理的で



写真18 岷江の河状（都江堰下流、南から）



写真19 「臥鉄」（離堆公園）

ある。都江堰付近の河状は、コンクリート堰などの構築物や浚渫などの人為的な影響が強く、砂礫堆との関連は明確ではないが、都江堰の下流10kmほどの区間の3ヶ所で岷江の河状を観察したところ単列の砂礫堆が形成されていることがわかった（写真18）。このことから飛沙堰も砂礫堆の高まりを利用して構築していると考えられる。また、名称の由来ともなった飛沙堰の排砂の機能も砂礫堆の性質によって理解できる可能性が高い⁽²¹⁾。

以上のように見ると、都江堰の水利技術の要諦とされてきた六字律「深淘灘低作堰」（瀬は深く浚渫し、堰は低く作ることが重要である）の示すところがより鮮明になると思われる。写真17の飛沙堰模型の上側、山崖の直下に「鉄樁」という説明札が見えるが、これは「臥鉄」と呼ばれる3本1組の鉄製の棒が固定されていたところである。毎年10月中頃から4月初めの渴水期に、内江と外江の河床の浚渫が行われてきたが、臥鉄は浚渫の深さを知るための目印であった。設置された位置から考えると、この付近から宝瓶口にかけての礫の堆積を除くことにより、取水口の閉塞を防ぐとともに、より効率的に取水することを目的にしていたと推定できる。そして同時に飛沙堰を低く構築することによって、洪水に対してより安全で、相対的に施工や維持を容易なものとしていたことが考えられるのである。都江堰という巨大な水利施設が長期にわたり存在し得たのは、岷江が形成した扇状地の扇頂という利水上の要地であること、中国人民の不斷の維持管理のほかに、移動が抑制され安定した砂礫堆上に井堰を低く構築するとともに、取水口付近の浚渫を継続することにより十分な取水量を確保することができた点にあると考えられる。

6. 今後の展望

紀元前3世紀に造られた都江堰は、わん曲斜め堰という河床の自然形態を巧みに利用した井堰であった。このことを起点に中国大陸とわが国との関係や、わが国の河川灌漑史研究の構想を述べ、まとめとしたい。

日本国内には多くのわん曲斜め堰が存在している。これまでに述べてきたように、比較的規模の大きい河川に井堰を設け取水しようとする場合、施工能力が低ければ低いほど必然的にこのような形状の井堰にならざるを得ない。その意味で、わん曲斜め堰は、最も原初的な形態の井堰であるとともに自然に対して最も合理的な井堰である。我が国ではいつごろから造られはじめたのだろうか。写真20は、明応4（1494）年頃の作製と考えられている「山城国桂川用水差図」（東寺百合

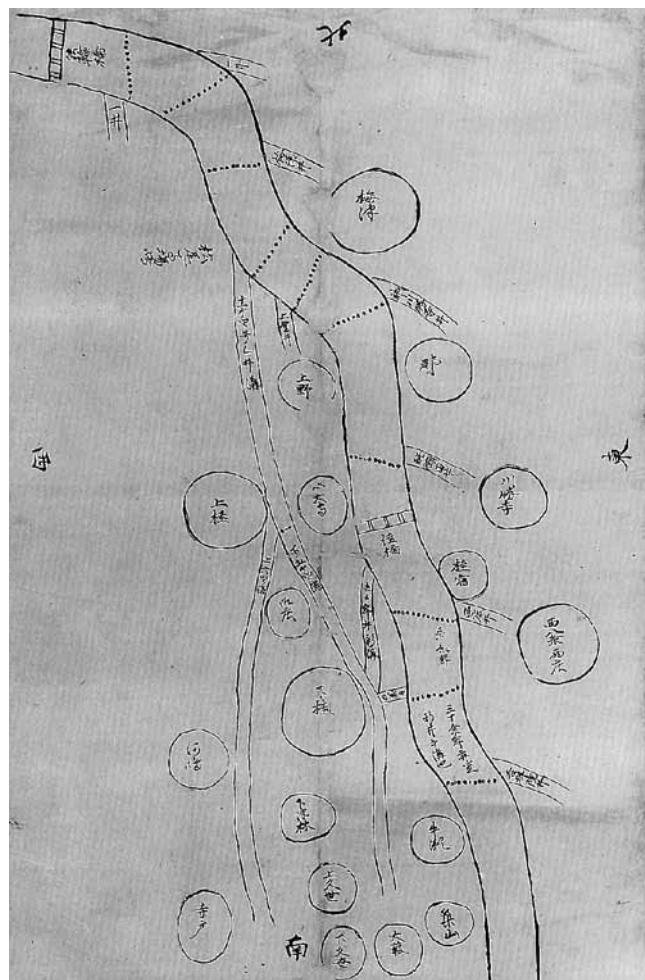
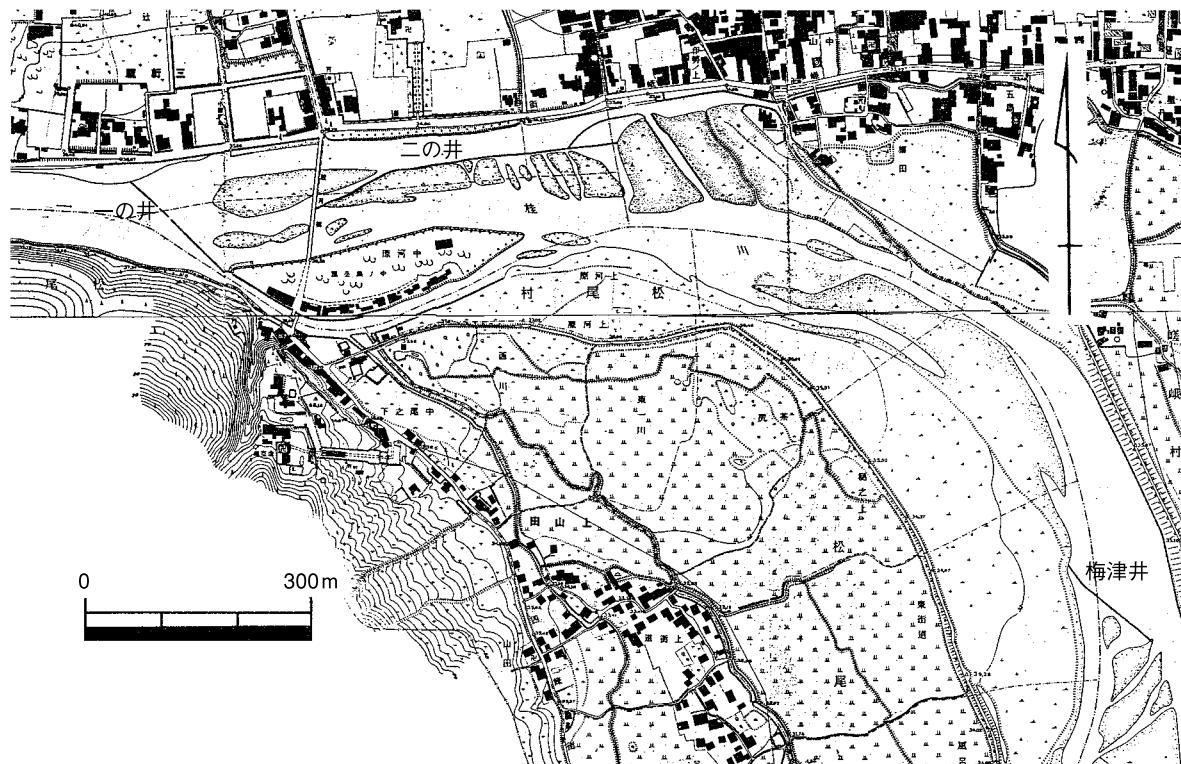


写真20 山城国桂川用水差図



第7図 桂川 一の井・二の井 平面図

文書)である。現在の京都市右京区嵐山渡月橋のやや上流に架けられていた法輪橋から桂橋下流の牛瀬にかけて多くの井堰が描かれている。この差図を検討した黒田日出男氏が述べているように、これらの井堰は河道を斜めに横断し、井堰先端部に取水口が描かれている(22)。第7図は、大正末年測量の3000分の1の京都市都市計画図を縮小したもので、嵐山付近、つまり差図の上端付近に当たる。第7図では「一の井」や「梅津井」は明らかにわん曲斜め堰であることから「山城国桂川用水差図」に描かれる井堰はわん曲斜め堰であると判断できる。また、先述した高梁川の湛井堰など数例の井堰は、12世紀代に存在が想定できるものであり、旧来の形状が踏襲されるという前提にたてば、12世紀代にわん曲斜め堰が構築されていたことを推定できる。このようにわずかな手掛りから中世の状況を窺い知ることができるが、その起源がどこまで遡るかはよくわからない。

一方、発掘調査によって検出された遺構の中に、大規模河川に設けられた井堰の可能性が考えられるものがある。筆者はかつて岡山県岡山市津寺に所在する津寺遺跡において検出された、古代の大規模な護岸施設と報告される遺構が井堰である可能性を論じたことがある(23)。その主旨は、報告書では二河川が合流する地点に構築された遺構としているが、河川が二流に分岐する地点である可能性があり、そのことを前提にすると井堰の可能性が高く、遺構各部の機能も合理的に説明できるとともに、推定復原される平面形状はわん曲斜めの堰と考えられるというものである。しかし、遺構の一部が発掘されただけで全容は不明であること、取水口など井堰であることを確定する遺構が未検出であることも合わせて、積極的に井堰であることを断定するのではなく可能性を指摘するに留まるものであった。いずれにしても、かつての高梁川本流と考えられる河川の利用状況を示す遺構として、また、遺構の構築年代は6世紀末から7世紀代と推定されているが、この時期において大規模河川に井堰を構築する技術的水準にあることを示すものとして貴重なものである。

さて、写真20の「山城国桂川用水差図」に描かれる「一の井」か「二の井」は、わが国古代の渡来系氏族である秦氏が構築した葛野大堰に当たると考えられている。

「秦氏本系帳に云く、葛野大堰を造る。天下に於て誰か比検あらんや。是秦氏、種類を率き催し、之を造り構える。昔秦の昭王、洪河を塞堰し、溝澗を通し、田を開くこと萬頃たり。秦の富數倍、謂う所の鄭伯の衣食沃えるの源たるものなり。今大井堰の様、則ち彼に習い造る所なり。」⁽²⁴⁾

『秦氏本系帳』の原本は失われ、上記は平安時代の政治書である『政事要略』卷五十四交替雜事に記された逸文である。同じ史料には天平10(738)年に書かれたとされる『集解古記』からの引用として、葛野川堰が用水を受益する家だけでは修理できないような規模の井堰の例としてもあげられており、規模が大きかったことや8世紀中頃にはすでに存在していたことがわかる⁽²⁵⁾。なお、京都市西京区の松室遺跡では、一の井幹線水路に近接して最大幅15m、深さ1.5mの大規模な溝が検出されている。出土遺物から溝は古墳時代後期には機能していたと推定され、一の井は古墳時代後期にはすでに存在していた可能性も指摘されている⁽²⁶⁾。

わが国古代の渡来系氏族としては最大級の規模といわれる秦氏が、本拠地の葛野（現在の京都市右京区）を流れる桂川に設けた井堰は、中国の春秋戦国時代に秦始皇帝の祖父である昭王（昭襄王、B.C. 306 – B.C. 251）が造った井堰を真似たもので、昭王の井堰が中国最初の統一国家に成長する礎となったように秦氏繁栄の基盤となるものであった⁽²⁷⁾。また、「鄭伯の衣食沃えるの源」とは、後漢の歴史家班固（32–92）の『兩都賦』に記される「中国戦国時代の韓の鄭国と漢代の趙の大夫白公の二人が作った渠の灌漑水利により人々の生活が豊かになった」という故事によるところから⁽²⁸⁾、井堰は、紀元前246（始皇帝元）年に現在の陝西省西安市近郊に建造された鄭国渠を指す可能性が考えられる。

上記の史料から、葛野大堰は昭王の井堰の何を真似たと見るべきだろうか。ひとつは氏族の本系帳という性格上、井堰を構築したことが繁栄の基盤となったという故事を引用し、潤色しているとする見方である。この場合、葛野大堰は『集解古記』から規模の大きい井堰であったことは分かるものの、昭王の井堰の具体的な構造や技術とは直接関係しないことになる。つぎは、構築地点の選択や井堰の構造などを実際に模倣したり、「蛇籠」のような井堰構築の技術を導入したとする見方である。葛野大堰も鄭国渠も築造当初の構造物は現存せず、本来の構造は不明な点が多い。

桂川は、昭和37～61年における最大流量は2080 m³/s、最小流量は0 m³/s、年平均流量が26.64 m³/sで、これまでに取り上げてきた河川に比べると規模はやや小さい⁽²⁹⁾。「山城国桂川用水差図」では、「一の井」、「二の井」のいずれもがわん曲斜め堰、第7図では「二の井」が中州を利用する導流堤のような特異な施設を構築している。したがって葛野大堰がわん曲斜め堰であった可能性を考えたいところであるが、葛野大堰が右岸に取水する「一の井」に当たるのか、あるいは左岸に取水する「二の井」に当たるのかなど、今後検討すべき点が多い⁽³⁰⁾。

一方、鄭国渠は、陝西省泾阳县の泾水が渭北平原に流れ出す谷口に所在するもので、渠首は河床の低下によって取水不能となり、後代の取水口は上流に移動している。放棄された水路は遺構となり、幅24.5mの規模という⁽³¹⁾。取水口は、泾水の河道が湾曲した凹岸頂点のやや下流にあるが、扇状地扇央の谷口に位置し凹岸において取水する方式は、鄭国渠より10ないし30年前に開かれた都江堰や魏の文侯の時代（在位紀元前445–前396）に河南省安阳市に開かれた漳水渠と共通することが指摘されている⁽³²⁾。なお、後代の史料には取水口に堰・壩といった水流を堰き止める構造物が存在

していたとしているが、秦代に構造物があったかどうかはよくわからない⁽³³⁾。

このように中国大陆とわが国の水利施設の比較検討を行うには、まだ検討すべきことが多い。しかし、今後の目標として以下のような視点をもつことが必要であろう。

小稿において都江堰と平面構造の似る井堰として筑後川山田堰を取り上げたが、山田堰のように中州で二流に分かれたところを利用する井堰は、上流の大石堰や下流の恵利堰など筑後川に設けられた井堰や上記桂川の二の井がやや類似するほかは、わが国にはあまり例を見ない。その理由は、筑後川が梅雨前線豪雨により洪水を起こすという特性があることに起因すると考えられる。つまり、筑後川における大きな洪水は6月後半から7月上旬にかけて発生しているが、これは灌漑用水の必要な時期にあたる。この時期に井堰が破壊されると、その年の収穫に深刻な影響を与えることになる。したがって中州によって流路が二流に分かれる地点を利用し、増水による井堰の破壊を少しでも防ごうとしているのである。逆に秋の台風による洪水が起りやすい河川の場合は、用水の必要な時期に十分な取水量を確保するために河道全体を横断する井堰を構築するのである。都江堰の場合も6月から9月までの4ヶ月に流水量が増大することから、中州を利用して半分の流水は捨てるという発想が生まれたのであって、都江堰の構造は中国に普遍的に見られるものではなく、岷江の特性に合わせて生まれた構造である可能性が高い。したがって、中国と日本の水利施設の比較検討を行うためには、水利施設の構造だけに目を向けるのではなく、河川の特性や周辺の地形なども視野に入れた事例研究を今後さらに進めていく必要がある。

末筆ながら、今回の中国行において森浩一同志社大学名誉教授から貴重なアドバイスをいただいた。そもそも筆者が都江堰の存在を知ったのも先生の講義においてであった。卒業後も変わらぬご指導をいただいている森先生に厚くお礼を申し上げたい。

注

- (1) 香川県教育委員会による「教職員自主企画海外派遣研修」によって、この念願を果たす機会に恵まれた。これは教育委員会が、教職員を自らが企画・立案する研修内容に基づき海外に派遣し、国際化を推進するための中核となる教職員を養成することなどを目的に平成13年度からはじめたものである。私の研修の目的は、中国の水利施設の調査を通じ、日本の灌漑史を展望し、最終的には香川県の灌漑状況の歴史的・地域的特性を抽出することであるが、小稿では都江堰の構造を中心に叙述している。
- (2) 以下の文献を参考とした。

文献① Joseph Needham and Wang Ling and Lu Gwei-Djen, *Science and Civilization in China*, Vol. 4, Part 3-1, Civil Engineering 1971, Cambridge Univ. Press (England); 東畑精一 薮内清監修『中國の科學と文明 第10卷 土木工学』思索社(東京) 1979年(小稿では邦訳本を参照した。)

文献② 長江流域规划办公室《長江水利史略》编写组『長江水利史略』水利电力出版社(北京) 1978年

文献③ 武汉水利电力学院・水利水电科学院《中国水利史稿》编写组『中国水利史稿 上冊』水利电力出版社(北京) 1979年

- 文献④ 吴敏良「都江堰的科学价值及“古为今用”的巨大效益」〈农业考古〉1983年第2期
(北京) 1983年
- 文献⑤ 姚汉源《中国水利史纲要》水利电力出版社(北京) 1987年
- 文献⑥ 王纯五「都江堰渠首工程及内外二江」『世界水利史上的丰碑 都江堰(都江堰市文史资料第十四辑)』都江堰市 1997年
- 文献⑦ 张剑『青城山 都江堰 天人合一 道法自然』巴蜀出版社(成都) 2001年
- 文献⑧ 鶴間和幸「漳水渠・都江堰・鄭国渠を訪ねて——秦帝国の形成と戦国期の三大水利事業——」『中国水利史研究』第17号 1987年
- 文献⑨ 下間頼一「都江堰考 戰国時代四川の水利システム技術の調査考察」『関西大学考古学等資料室紀要』第4号 1987年
- (3) 都江堰の開発時期や主体について、中国ではいくつかの見解があるが、小稿では従来からの通説に従う。なお、この件については、鶴間和幸「古代巴蜀の治水伝説の舞台とその背景——蜀開明から秦李冰へ——」森田明編『中国水利史研究会創立三十周年記念 中国水利史の研究』図書刊行会 1995年を参照されたい。
- (4) 文献①では、12月から3月までは低水位で、平均流量200m³/s、時に130m³/sに低下する。4月以降流量は増加し、6、7月には川全体で7500m³/sという最大流量となり、その後減少している。
- (5) 日本の河川の流量については、建設省河川局編『流量年表(昭和61年)』社団法人日本河川協会 1988年による。なお、最新のデータは国土交通省河川局のホームページで閲覧できる。
- (6) 都江堰の離堆公園内にある「自然与文化陳列館」の展示パネルによる。
- (7) 日本の灌漑用水の取水量については、農業土木学会編『農業土木工事図譜 第1集 取水施設編』1965年による。
- (8) 恵蘇ノ宿流量観測所(注(5)文献と同じ。)
- (9) 農林水産省九州農政局筑後川水系農業水利事務所『筑後川農業水利誌』1977年
- (10) 江渕武彦編著『筑後川の農業水利——水利集団の法社会学——』九州大学出版会 1994年
- (11) 岡山県指定史跡であった田原井堰は、改修に際して文化財調査が行われている。中国四国農政局吉井川農業水利事業所『——岡山県指定史跡—— 田原井堰とその歴史的背景(田原井堰調査報告書)』 1986年
- (12) 御休流量観測所(注(5)文献と同じ。)
- (13) 小出博『日本の河川研究——地域性と個別性——』東京大学出版会 1972年 なお、引用文は図番号の表記など文意を損ねない改変をしている。
- (14) 用語の説明は、土屋昭彦編『図解河川・ダム・砂防用語事典』山海堂 1981年などによる。
- (15) 取水口の対岸は秦という地名で、10世紀中頃に成立した『和名類聚抄』の秦原の遺称地に当たり、飛鳥時代の瓦を出土する岡山県下で最古級の寺院址が所在する。後述する秦氏の存在が想定できる土地であるが、湛井堰との関連については不明である。
- (16) 例えば「備中国賀陽郡湛井堰起立並明細書上表」嘉永7(1854)年(総社市史編さん委員会『総社市史 近世史料編』 1990年所収) なお、慶長17(1612)年の史料が最も古い記録とされているが、確認できていない。

- (17) 三輪式「砂レキ堆とわん曲斜め堰」<水利科学>第16卷第2号 1972年
三輪式「砂レキ堆形成からみたわん曲斜め堰の合法則性」<農業土木学会論文集>第76号
1978年
なお、筆者はかつて砂礫堆前縁の高まりを示す語を「瀬」と捉え、『万葉集』に詠われた「瀬」の分析などを行ったことがある。この際に砂礫堆について概括したので、小稿では省略する。
拙稿「井堰と瀬の祭祀」森浩一編『同志社大学考古学シリーズVI 考古学と信仰』1994年
また、砂礫堆に関する閲覧しやすい文献として、井口昌平『川を見る 河床の動態と規則性』東京大学出版会 1979年がある。
- (18) 注(13)文献と同じ。
- (19) 審月圭吾『中世灌漑史の研究』歛傍書房 1943年（後、吉川弘文館により復刊）272P.～
- (20) ジョセフ・ニーダムの文献に1958年撮影のものとして掲載されていることから、それ以前に作製されたことがわかる。
- (21) 砂礫堆に関する最新の研究成果については、木下良作「洪水時の流れと河床」『河川文化 河川文化を語る会講演集<その七>』社団法人日本河川協会 2001年を参照されたい。
また、飛沙堰と砂礫堆との関連については、ランドサットなどの衛星画像の分析で解決できると思われるが、いまのところ未検討である。
- (22) 黒田日出男「中世農業と水論 八条朱雀田地差図・桂川用水差図」小山靖憲・佐藤和彦編『絵図にみる莊園の世界』東京大学出版会 1987年（後に黒田日出男『中世莊園絵図の解釈学』東京大学出版会 2000年 所収）
- (23) 拙稿「岡山市津寺遺跡の大規模護岸施設の再検討」<古代吉備>第21集 1999年
- (24) 『新訂増補 国史大系 政事要略』吉川弘文館（読み下しは、京都市『史料 京都の歴史 第14巻 右京区』平凡社 1994年による）
- (25) 「集解古記云。先役用水之家。謂不堪修理者。差發人夫修治。以近及遠。假令葛野川堰之類。是以用水之家不合堪修治也。」（24文献に同じ）
- (26) 平安京調査会「松室遺跡」『昭和58年度京都市埋蔵文化財調査概要』1985年、小森俊寛・原山充志 平安京調査会「松室遺跡」『昭和59年度京都市埋蔵文化財調査概要』1987年
- (27) 葛野大堰の現地比定や歴史的意義については、
井上満郎「葛野大堰と賀茂改修」<古代文化>第23巻第1号 1971年
井上満郎『渡来人——日本古代と朝鮮』リブロポート 1987年
森 浩一「溝・堰・濠の技術」森浩一編『古代日本の知恵と技術』大阪書籍 1983年
などの論考がある。
- (28) 簡野道明『増修 故事成語大辞典』明治書院 1912年、尚学図書編『故事ことわざの辞典』小学館 1986年などによる。
- (29) 桂流量観測所（注(5)文献に同じ）
- (30) 葛野大堰については、周辺の微地形分類などを含めた検討を進めており、別稿で論述したい。
- (31) 秦中行「秦鄭国渠渠首遺址調査記」<文物> 1974年第七期（北京）
- (32) 注(2)文献⑧および注(31)に同じ
- (33) 注(2)文献⑨および注(31)に同じ

挿図・写真の出典・参考データ

第1図 『四川省地图册』成都地图出版社 2001年より編集作製

第2図 (1)长江流域规划办公室《长江水利史略》编写组『长江水利史略』水利电力出版社 (北京)
1978年より引用

(2)Joseph Needham and Wang Ling and Lu Gwei-Djen著 東畠精一 蔡内清監修『中國の科學と文明
第10卷 土木工学』思索社 (東京) 1979年より引用

第3図 姚汉源《中国水利史纲要》水利电力出版社 1987年より引用

第4図 国土基本図 II-I D 64 (昭和40年測量) を縮小

第5図 小出博『日本の河川研究——地域性と個別性——』東京大学出版会 1972年より引用

第6図 张劍『青城山 都江堰 天人合一 道法自然』巴蜀出版社 2001年より引用(一部改変)

第7図 京都市地図 (縮尺3000分の1) 大正末年測量「嵯峨」「西梅津」より編集・縮小

写真1 現地購入の絵葉書

写真2、3、5～7 2001年10月31日、11月1日 筆者撮影

写真4、15、18 2002年6月17日 筆者撮影

写真8 国土地理院1963年撮影 (KU-63-10X C6-9)

写真9 1999年3月14日 筆者撮影

写真10 アメリカ空軍1948年撮影 (R 82-1 13) 国土地理院保管

写真11、12 1985年8月23日 筆者撮影

写真13 井口昌平『川を見る 河床の動態と規則性』 東京大学出版会 1979年より引用

写真14、16、17、19 2001年10月31日、11月1日 筆者撮影

写真20 京都府立総合資料館所蔵 (原本は84.5×54.5cm)

都江堰の構造について
—中華人民共和国四川省所在の水利施設の調査—
木下晴一

都江堰は、紀元前3世紀に築造された大規模な水利施設で、2,250年を経た今日まで、基本構造は変わらずに供用されている。小稿は都江堰の構造について検討するものであるが、従来とはやや異なる見解を主張する。

都江堰は、岷江という河川を内江と外江の二流に分け、一方の流れを取水するもので、余剰水は本流に返す構造であるとされる。この余剰水を本流に返す施設の一つである「飛沙堰」に堰の機能があるとするのが小稿の主張である。具体的には、都江堰とよく似た平面構造をもつ九州の筑後川に築造される山田堰を取り上げ、この堰の構造との比較を中心に考察をおこなった。また、都江堰の構造と関連して、日本の河川灌漑の歴史について一、二の見通しを述べる。

About the Structure of the Dujiang Dam
—Investigation of the Water Supply Facilities Located at Sichuan in China—
By Seiichi Kinoshita

The Dujiang dam is a large-scale water supply facilities constructed in the third century at B.C., and has been used without changing a basic structure until today when 2.250 years passed. In this paper, we examine the structure of the Dujiang dam and insist on an opinion, which is a little different from the past one.

It is assumed that this dam divides the river Min Jiang into two flows of the inside and the outside, gets water from one flow and has the structure returning surplus water to the main stream. It is our opinion in this paper that the "Hisaein", which is one of the facilities where this surplus water is returned to the main stream, has the function of a dam. Concretely, taking up the Yamada dam in the Chikugo River in Kyushu, which has the plane structure that resembles the Dujiang dam well, we establish the center of consideration in comparing structure of those two dams. Moreover, related to the structure of the Dujiang dam, we express one or two prospects about a history of Japanese river irrigation.

都江堰의 구조에 대하여
—中華人民共和国 四川省 소재의 수리시설의 조사—
끼노시타(木下) 세이이치(晴一)

都江堰은, 기원전 3세기에 築造된 대규모 수리시설로 2250년 지난 지금까지, 기본 구조는 변하지 않고 供用 되어 있다. 小稿는 都江堰의 구조에 대하여 검토하는 것이지만, 종전과는 다른 견해를 주장한다.

都江堰은, 岷江이라는 하천을 内江과 外江의 두 줄로 나누어, 한쪽 흐름을 取水하는 것으로서, 剩余水는 本流로 되돌리는 구조라고 한다. 이 余乘水를 本流로 되돌리는 시설의 하나인 「飛沙堰」에 둑의 기능이 있다고하는 것이 小稿의 주장이다. 구체적으로는, 都江堰과 흡사한 平面구조를 가진 九州의 지구고(筑後)川에 築造되는 야마다(山田)堰을 취급하여, 이 둑의 구조와의 비교를 중심으로 고찰을 하였다. 또한, 都江堰의 구조와 관련하여, 일본의 河川灌溉에 대해 하나 둘 정도 자기 소견을 소개한다.

都江堰的構造
—在中華人民共和國四川省的水利設備調查—
木下晴一

都江堰是在公元前 3 世紀建設的大規模水利設備、它的基本構造直到 2,250 年後的今天不變而仍然提供使用。本論檢討都江堰的構造、展開與先行研究不同的主張。

都江堰的構造如下；把岷江分為內江與外江兩支水流、從其中一流取水、余剩的水返回本流。作者主張把余剩的水返回本流的機構之一“飛沙堰”有堰的功能。作者在達到這主張的過程、進行了都江堰與九州筑後川山田堰的比較以及考察。山田堰的平面構造與都江堰非常相似。同時、關連都江堰的構造、作者對日本河川灌溉的历史提出一些瞭望。