

「斜め堰」の歴史的・河川工学的研究*

—磐城小川江筋取水堰をケーススタディとして—

A Historical and River Hydrological Study on “Slanting Weir”

- Case study in “Iwaki Ogawa Esuji Weir” -

遠藤 光**

By ENDO Koihi

要旨：二級河川夏井川の中流部に位置する磐城小川江筋取水堰（福島県いわき市）は1654（慶安4）年に築造され、河川の曲線部で平面的には斜形、縦断的に多段式、構造的に木工沈床という国内に現存する数少ない大規模な「斜め堰」であり、歴史的にも最も古いものである。これをケーススタディとして、史料や「斜め堰」の類似例（第十堰 吉野川（1752）年、山田堰 筑後川（1790）年）から河川工学的に比較評価し、流れを見極め、流れに逆らわない河川構造物の設計視点を提言したい。

1. はじめに

いわき市平を中心とする夏井川兩岸の水田は1,345.9haの面積を有し、その水源を夏井川に求め、左岸用水路は小川江（通称小川江筋）、右岸用水路は愛谷堰と称する。（図-1）

両水路は徳川時代の初期に幕藩体制確立のための一環として平藩主内藤候の治政下に開削されたものであり、小川江筋は慶安4年（1651年）時の郡奉行、沢村勘兵衛勝為（39歳）が事業を起こし、3年3ヶ月で完成したものと伝えられている。

また、愛谷堰は沢村勘兵衛勝為が計画を立て着工を見ないうちに功を妬む者の讒訴（ざんそ）により自決するに及び三森治右衛門がその意志を継ぎ、延宝2年（1674年）に着工、延宝7年（1679年）完成し、両堰とも当地方において、河川の土木構造物として最も古くかつ大規模のものである。¹⁾

当時の小川江筋用水路は夏井川左岸、小川町関場地内において、かんがい用水として最大 $4.3\text{m}^3/\text{s}$ 取水し、北部丘陵地の山麓に沿い延長26Km流下、仁井田川に達しこれをサイホンで横過、四倉町まで至る全延長30Kmの用水路であり、1,241.84haのかんがい面積を有していた。²⁾

現在、小川江筋は一部都市用水（上水）にも利用され、いわき市においては市勢発展に欠かせない重要な施設となっている。（現在の水利使用状況：農水 $3.861\text{m}^3/\text{s}$ 、973haのかんがい用水、上水 $0.417\text{m}^3/\text{s}$ 、36,000 $\text{m}^3/\text{日}$ 、平の約7万人の生活用水、s46より取水開始）³⁾

完成以来 300年有余を経過し、素堀水路等の老朽化による漏水・閉塞が甚だしく、維持管理に多大な労費を要していたことから、昭和33年度より夏井川地区県営かんがい排水事業

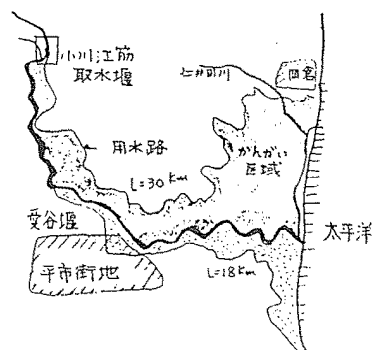


図-1 位置図 作成：遠藤

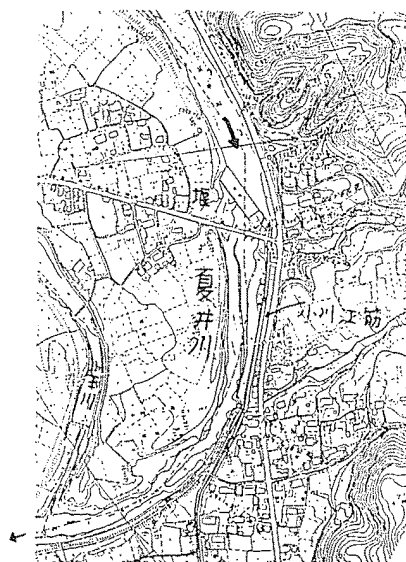


図-2 平面図 国土地理院地図に遠藤加筆

* Keywords：斜め堰 ** 技術士（建設部門）福島県相双建設事務所 原町市錦町1-30

に着手し現在の用水路は昭和44年度に完成したものである。¹⁾

しかしながら、取水堰は古文書の絵(図-3)からもわかるように、設置当時より斜形の基本的構造を生かし昭和7年県営事業により蛇籠より木工沈床に改良されたものであるが、構造的に安定していることから昭和33年の県営事業から除外され現在に至っている。

当取水堰は平面的に斜形、縦断的に多段式、構造的に簡易な木工沈床で、約300年以上にわたり大規模な改築もせず、その機能を十分に果たし、自然景観と調和した美しいたたずまいを醸している。

- ①なぜ平面的にこれほどまでに斜にする必要があったのか
- ②縦断的に多段式(7段)にしていることの効果は何か
- ③長期にわたり構造的に安定化している理由は何か
- ④河川管理上(治水、利水、環境)の影響はないのか

これらの疑問に対して古文書は語っていない。

折しも平成6年8月上旬、全国的な渇水に見舞われ夏井川においても約半月、平均渇水流量を大きく下回り常時水面下にある当堰の全貌が見ることが出来た。この渇水においても小川江筋堰の取水障害はなく、利水者にとって無効放流のない状況で取水口に注入されていた。(写真-1)

このようなことから当堰の先人の知恵について歴史的・河川工学的に類似例を抽出し、検討評価したものである。

2. 河川工学的考察

(1) 平面形状の評価検討

a) 治水上

平面形状は流心に対し約 30° という強烈な斜になっている床固めの「流心の方向に対して直角であることが原則」⁴⁾という現在の河川計画論からは考えられない。これは水理的に床固めによる流向は床止めに直角に向き、直下は最も大きな浸食作用を受け、下流の堤防、河岸に悪影響をもたらすことによる。

しかし流域面積 390km^2 を有し数多くの洪水が堰及び河岸に著しい損傷を与えなかったのは、①流体として多段式によって落差高が小さいため落差による堰直角方向(右岸)への流向慣性力が大きくならないこと、②平面的に大きな曲線区間であり、流体の遠心力が右岸への流向を低減していること。斜形の越流堰のため左岸水衝部(水門)地点で水位は洪水時でも人工的に低下されていることによるとと思われる。(図-4)

いずれにしても水理模型実験や検討理論もない時代に、これほどまでに自然と人工の流れを見極め、左岸の水衝部の影響と右岸の堰による影響をこの堰は見事に減殺し、治水及

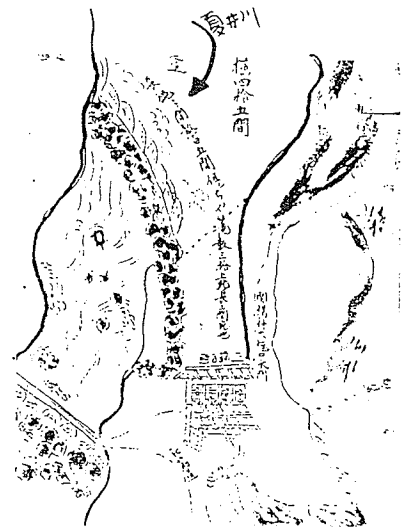


図-3 さし絵「磐城小川江筋沿革史」付図より

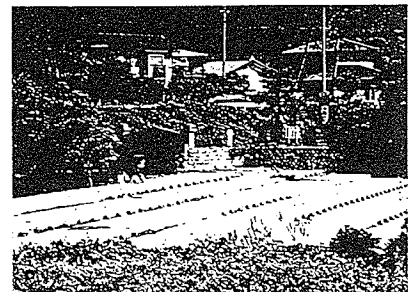


写真-1 渇水時の小川江筋堰 撮影：遠藤

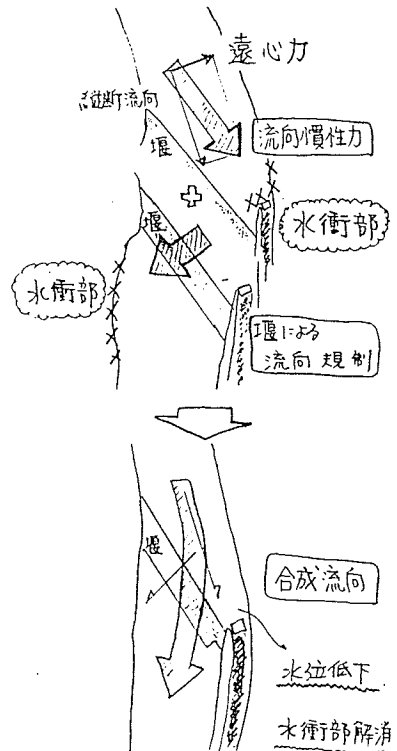


図-4 斜め堰の流れ 作成：遠藤

び工事費のリスクを最小限にし、かんがい用水を安定的に取水する利水者の思想と河川技術に驚かざるを得ない。

なお、当堰は現河川計画⁵⁾では治水上、流向に直角に計画されているが、構造的安全性と治水・利水上の機能性に実証された歴史的な遺産として再評価の必要があると思われる。

b) 利水上

取水地点は左岸山付けの水衝部で、流水が安定的に取水口へ導水されるよう設計されており利水目的の先人の知恵が伺える。(図-2)

また、堰天端勾配はほぼレベルであり、現況河床より約 0.3 m 突出し渇水時には「じょうご」の役割をなし、大渇水時は堰下流に流れることなくすべて取水口に流入される。このことは、夏井川において人工的な取水堰によって取水した第1号であり下流への責任放流量は考慮する必要がなかったためであろう。約7Km下流の愛谷堰完成は小川江筋堰完成の24年後である。まさに利水の「優先劣後」である。

これは長い歴史の中で受認されているが、河川は公共福祉の増進の使命もあり、河川利用が高度化された現在、渇水時の全量取水は水域環境として適正でなく、景観及び動植物の生息条件等からも維持流量として下流に放流の義務が必要になり、今後、堰の改築時には河川管理者と共同で、構造的に流下できるよう、また魚道の新設においても兼用工作物としての位置付けが必要となろう。

c) 環境上

正常流量の確保については利水上で述べたが、景観上は段差がなく平面的であるため、通常は水面下にあり一連の流れとして、コンクリート構造のような存在感が強調されるツツナな工作物の違和感がない。

(2) 縦断形状の評価

a) 治水上

現況河川勾配は堰上流が1/3100、堰下流200mが1/2200、さらに、その下流が1/200と下流に行くに従い急となる逆勾配となっている。⁵⁾一般的にこのような場合、勾配変曲点では河床低下が促進され、堰上流では堆積が促進されることになるが、現況では堰が床固めの機能を果たし著しい河床の変動はない。また、堰直上流の堆砂は水系にとって排砂機能を果たしていると考えられる。これは小川江筋取水地点より約200m下流の余水吐き部の夏井川の河床堆積や江筋末端の三夜川等の河床上昇傾向からも理解できる。なお、現河川計画⁵⁾では同位置において上下流 1/400で、落差高 1.6mで計画されている。

b) 利水上

夏井川より取水した水が左岸の水田地帯のすべてに供給されるための最下流端が小川江筋堰である。地形的にも幹線水路は山麓を縫うように設計され、左岸の平地のすべてに給水出来ることがよく分かる。(図-1)現在のような測量技術のない時代、夜間の提灯測量により計画した先人の最大の土地利用を図る取水計画に脱帽する次第である。さらに、30Kmにわたる山麓の用水路には、竹林堤により堤体を安定させている先人の知恵が伺えた。

c) 環境上

低落差の多段式堰であるが、低水時には夏井川に生息する多種多様な魚族にとって遡上、降下は明らかに障害となっていることも否定できない。一方、落差工によくある落下音の騒音も低落差により平水流量時は、せせらぎ的な潤いのあるさわやかな音響としても感じる事が出来る。(図-5)

(3) 横断形状の評価

横断的には斜になっているが現況川幅の約80mで築造されており治水上、流下能力上の問題はない。また、利水上は水面勾配と合った堰堤方向勾配を有し、平常時は堰天端より同一水深で越流している。さらに、前述のとおり下流維持流量補給の形状をなしていないが歴史的背景からやむを得ない。

環境上は多段式であり、夏場には広い天端を利用して水遊びに絶好な横断形状となっている。このため維持管理もし易い構造になっている。

(4) 構造上の評価

建設当時の構造図の詳細な記録はないが、昭和61年8月台風10号災害で一部上張りコンクリート流出し原形復旧した時の設計書（s62完成）で明らかとなった。これによると、2m四方松丸太を4層しがらに組み、これを縦断的に2つ並べ1段幅4m、高さ約1mで、中に30Kg程度の割石を積み込み、この木工沈床に厚さ0.24mの上張りコンクリートで被覆している実に簡単な構造である。（図-5） 根入れ、遮水施設等は一切なく、曲線部と斜形構造、さらに0.2mの落差は一般的なコンクリート構造のように流水のエネルギーに立ち向かうのではなく、平常時は流れを優しく、洪水時は落差の影響がなく流下している。このため堰下流に護床工がなくとも安定している。

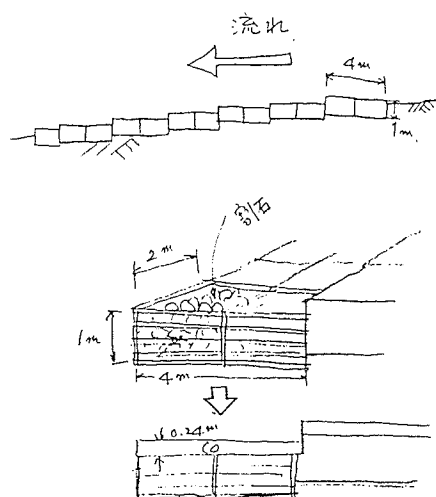


図-5 構造模式図 作成：遠藤

当堰の下流右岸部に生活する古老に聞けば、洪水時越流する音が聞こえなくなったら、相当量な洪水であることを意識するそうである。筆者の洪水警報時の河川パトロールの経験からも、左岸取水部は水位が低下され洪水流はなめらかに流下している。

4、「斜め堰」の歴史的考察

近世治水史料による堰種類の選択と堰の設置形状についての研究は、知野泰明氏⁶⁾によって進められており、これによれば「縣令須知」⁷⁾ (1744～51年)と「治水要」⁸⁾ (1752年)で表-1のとおりである。

堰種類	一文字堰	箕の手堰	袋 堰
堰形状	流心に直角	斜め	下流に向かって凸
適用河川	大川（大河川） 小川では取水量少	小川（小河川） 大川では取水口閉塞	砂川（自然堤防帯） 砂を集める（取水口に堆砂させない）

表-1 史料にみる堰の種類と適用河川 作成：遠藤（近世治水史料にみる分水、分離と堰技術 知野泰明より）

これによると大河川は一文字堰で締切り洗い堰にすれば堰や取水口への河川水が静かになり、出水も堰全体に渡って越流するため堰が大破する事がない。また、破損したとしても修復は容易である。一方、小河川は流れが弱いものなので一文字堰では取水口の流入は良くないとしている。

堰築造にあたり、治水上は川幅に応じて洪水から安全に、利水上は堆砂を考慮して安定して取水口に向かわせる技術が設計思想であったことがわかる。

「普請秘伝集」⁹⁾ (1701年)では堰をどのように造っても洪水時には堰は破られるものだから完全に締め切らないことが、被害を最小限度に抑えることが出来るとしている。「算法地方指南」¹⁰⁾ (1836年)では堰の設置形式は河川の流向に対して斜めに施工する事のみが推奨されている。また、「日本取水堰堤誌」¹¹⁾ (昭和17年)では当時の日本の代表的取水堰の約1/4が斜め堰であることがわかった。

近世まで堰は安定取水が主目的であり斜め堰による堰直下の流向の影響に対しては問題視しておらず、これは堤防や河床に悪さをするほどの構造的に頑丈な堰は造れなかったことによると思われる。

いずれにせよ堰の技術（設置形式）は18世紀の中ごろには固まっていたが、小川江筋堰は既にそれよりも1世紀前に「箕の手堰」にて設置していたのである。

なお史料では堰形状についての記載はあるが、特に河川曲線部での取水については触れられていない。いかに小川江筋堰が河川曲線部の流れを見極めた、多段式の斜め堰で形状的に優れた発想であるかがわかる。

5. 「斜め堰」の類似例比較

国内に現存する代表的「斜め堰」に山田堰（筑後川）、第十堰（吉野川）が挙げられる。表-2

名称	磐城小川江筋取水堰	山田堰	第十堰
所在地	福島県 いわき市小川町	福岡県 朝倉町	徳島県 徳島市、藍住町
河川名	夏井川（二級河川）	筑後川（一級河川）	吉野川（一級河川）
着手～完成年	1651～1652 木杭蛇竈	1668～1757 木杭土俵	1752 木杭蛇竈捨石
原堰の改築年	昭和7年（1932）木工沈床	寛政2年（1790）総石張り	文久年間（～1863）木工沈床
当初の目的	新田開発→農業用水取水	農業用水の取水量増大	吉野川下流（現在の旧吉野川）の農業用水の確保、塩害の防止 分水堰
現在の目的	農水 3.861m³/s 973ha 上水 0.417m³/s (s46～)	農水 6.4m³/s 663ha	吉野川堰上げと旧吉野川への導水 上水、工水、農水
責任者	磐城平藩主 内藤忠興公	黒田藩許可	阿波藩主
設計監督者	澤村勘兵衛勝為（普請奉行）	庄屋 古賀百工	藩奉行
施工者	普請	受益農民夫役	？
現堰の管理者	磐城小川江筋土地改良区	山田堰土地改良区	建設省四国地方建設局
用水路延長	1633開削着手～ L=27.8Km	1663 堀川用水（本川） L=4Km	—
斜め堰の経緯	1650夏大干ばつ （当初から全面締切の斜め堰）	1662干ばつ 本川を斜に半分締切 「鳥居岩」岩礫部取水 1722切實水門取水口変更 （当初は半断面締切の斜め堰）	徳島城導水の別宮川（現吉野川） 旧吉野川へ農水確保、塩害防止堰 堰上流堆砂、流路変更上堰築造 堆砂促進、吉野川に樋門設置 別宮川が現在吉野川となり斜め堰
計画高水流量	1,000 m³/s	6,700 m³/s	19,000 m³/s
河川形状	曲線部（水衝部取水）	曲線部（水衝部取水）	現在直線部（当初流向と平行）
構造	多段式木工沈床 流心斜角30°	傾斜式総石張り 流心斜角30°	蛇竈、捨石 流心斜角45°
改築履歴	s61災害で原形復旧、コンクリート被覆	M7,M18,S55 部分流出 原形復旧	T1,T8,T12. 全面流出 コンクリート被覆 根固S36、100m流出
L,W,H	L=98m、w=26m、H=1.16m	L=282m、w=～160m、H=3.2m	L=1,012m、w=10m、H=8.0m 根固
課題	魚道無し		洪水流下の障害、堰直下の深掘れ 老朽化、魚の遡上困難（濁水時） 1910年より改築計画があるが着手に 至らず（現在可動堰計画）
形状模式図			

表-2 「斜め堰」比較表

作成：遠藤 参考資料 山田堰 12)、13)、第十堰14)

以上を整理すると、

・平面形状は、小川江筋堰、山田堰ともに現在の河川計画論では考えられない河川曲線部に位置する強烈な「斜め堰」であるが、平常時の利水上の効果を最大限に発揮し、洪水時には河川の曲線部と「斜め堰」の横越流により流向が合成調整され河岸や河床及び堰本体への悪影響を相殺させている。

一方、第十堰は河川の遍歴が結果として「斜め堰」となってしまったものであり、さらに直線部であることから、堰直下右岸部では異常な局所洗掘削が生じているとしている。

・縦断形状は、小川江筋堰・山田堰ともに流れに対して積極的に立ち向かい落下によってエネルギーを低下させるのではなく、滑らかに流下出来る多段式や傾斜式構造としていることで、堰本体の負荷を低減させている。一方、第十堰は導水堤が堰化したような形状であり河床から4mも突出し、堆砂、堰上げによって上流部の堤防への影響があるとしている。

・構造的には、小川江筋堰は木工沈床をコンクリートで被覆した簡易な構造で、山田堰は全面石張りで、補修し易く、斜形でかつ低落差で滑らかに河川流水を流下させている。一方第十堰は洪水の度に補修を繰り返し本体部はコンクリートで下流部は1～4tのブロック補強している。現在、この暴れ川の抜本的な対策が検討されている。

以上が第十堰と比較した小川江筋堰・山田堰が河川構造物としても長期間耐用している要因である。

・環境上は、小川江筋堰・山田堰ともに景観的に多段式、傾斜式であり基本構造は自然材料によって構築されているため通常のコンクリート落差工的な恐怖感はなく、景観としても人工でありながら滑らかに越流する流れとその空間は、自然との調和が図られ自然にやさしい多自然型堰と言える。

6. おわりに

小川江筋、山田堰とも「水の最も取水しやすい位置は最も災害を受けやすいところでもある」という格言を経験的に熟知しており、平常時の安定取水と洪水時の障害という利水と治水の矛盾した要求を満たすために、堰によっていかに流水をコントロール出来るかにある。即ち、構造物本体の安定性はもとより上下流の洪水時の安全性にも担保され、取水機能を果たすことである。

小川江筋取水堰から学ぶべきことは、河川横断構造物の設計にあたり、その位置での河川の流れの特性を見極め、洪水という流れのエネルギーに立ち向かうのではなく、流れに逆らわないやさしい流れを作る視点であるように思われる。また自然公物でもある河川にあって、超過洪水に対しても堰等の施設はフレキシブルで最小限の損傷にくい止められることが肝要で、さらに構造物としての堰の強度は堤防よりも相対的に高くあってはならない。

マニュアル的な河川のコンクリート構造物（落差工、堰等）の設計は流れのエネルギーに立ち向かう構造であり、環境上（景観、生態系、音響、親水）にも豊かな水域環境と対峙しているように思われる。

一方、近年の河川に対して、潤いのある公共水域空間としての機能を持つことが要請されている。

小川江筋堰には300年余存在している「永続性」、「公共性」、「環境性」の3つの要素が、沢村神社などの先人を敬い、施設を守っている地域の「人」に愛され、これが「時」の経過とともに磨きがかかり、施設の重厚さを感じさせている。

いわき地域において夏井川沿川住民は有史来、川の恐怖と恩恵のなかで川と共存・繁栄が図られてきた。河川もその時代時代の要請を受けて開発されてきた。その歴史を3世紀半にわたり幾度の洪水にも著しい損傷を受けずに川の中で静かに物語っているのが磐城小川江筋取水堰である。

43歳にして血と汗と英知によって事を成し終え自決した沢村勘兵衛勝為の想いはどのようなものであったろうか。この歴史的遺産を後世に伝えることが河川に携わる者の使命であるように思う。

最後にご助言をいただいた新潟大学工学部大熊孝教授、日本大学工学部知野助手、資料提供をいただいた磐城小川江筋土地改良区、その他多くの方々に心より感謝申し上げる。

参考文献

- 1) 磐城小川江筋沿革史（磐城小川江筋土地改良区）1981
- 2) 同上
- 3) 夏井川水利権台帳（福島県いわき建設事務所）
- 4) 河川砂防技術基準（案）（建設省河川局）
- 5) 夏井川・小川江筋改良全体計画
- 6) 現日本大学工学部助手
- 7) （谷本教 著）
- 8) （森田通定 著）

- 9) （黒沢浮水）1701
- 10) （村田佐十郎恒光）1836
- 11) （農業土木学会）1942
- 12) 筑後川の農業水利（江沢武彦）1994
- 13) 朝倉町史（朝倉町）1986
- 14) よしのがわ（建設省四国地方建設局）1995
- 他