

## 日光稲荷川の歴史的砂防施設にみる砂防技術発達の軌跡

田井中治 瀬戸俊彦 ○田中秀夫 富岡雄一郎 国土交通省日光砂防事務所  
板垣治 小林淳 尾関信幸 (財) 砂防フロンティア整備推進機構

## 1. はじめに

栃木県日光市稲荷川は鬼怒川流域大谷川の左支、流域面積 12.4km<sup>2</sup>、東照宮を含む山内地区の東側を流れる溪流である。稲荷川中流域には大正期から昭和初期に築造された粗石コンクリート堰堤が複数、現存している。国内最初のコンクリート砂防堰堤は山梨県御勅使川の芦安堰堤（大正7年竣工）とされているが、稲荷川ではそれに継ぎ古い堰堤群が大正9年竣工の稲荷川2号堰堤（以下、堰堤名は稲荷川を略す）を筆頭に施工された。今回、日光砂防事務所内に保管されていた施設の写真・図面・記述等の史料をもとに技術面における歴史的経緯について調査を行った。この結果、コンクリート堰堤草創期における技術発達の軌跡が明らかとなったので、これを報告する。

## 2. 日光稲荷川の砂防事業の経緯と特徴

稲荷川は昔から雨が降ると濁流となり、しばしば土石流が発生する暴れ川として知られていた。このような状況の中、明治32年～36年には栃木県営砂防事業として空石積堰堤が24基、築造されたが、その多くは竣工後まもなく土石流によって破壊された。栃木県や当時の日光町からの請願・陳情もあり、稲荷川では大正7年から内務省直轄砂防事業が開始された。その後、太平洋戦争中を含む80年以上の間、直轄砂防事業のみが継続されてきた。初期の稲荷川砂防事業を担った内務省技師、蒲孚は、富士川支川笛吹川や御勅使川の砂防事業でセメント導入を図ると、引き続き稲荷川にもコンクリート堰堤を施工した。

大正～昭和初期の稲荷川砂防事業で用いられた技術には次のような特徴が認められる。

- ・空石積の第1堰堤が流失したため、第2堰堤以降、練り石積粗石コンクリートとした。これは芦安堰堤に継ぐ国内2例目の施設である（筆者らに調査による）。
- ・下流への土砂流出抑制のため、中流域を中心に十数基の堰堤群が施工された。
- ・堰堤の下流法勾配は2～5分である。
- ・石材は現地発生材の安山岩を使用。天端は摩耗対策として「くろからす」と呼ばれる黒色緻密な石を使用した。
- ・コンクリート配合（セメント：砂：砂利）は1：3：6を使用した。さらに中埋石を用いた。
- ・堰堤に用いられた石積形態は、大正から昭和初期にかけて、乱積、谷積、矢羽積の順に移行する変遷がみられる。

## 3. 考察

## 3.1 芦安堰堤から2号堰堤にかけての設計思想の変化

粗石コンクリート練り石積砂防堰堤として国内最古の芦安堰堤（大正7年竣工部分、後にアーチ嵩上げとなる）と2例目の2号堰堤は、ともに蒲の設計である。両者の諸元の一部を表-1に示す。

表-1 芦安堰堤と稲荷川2号堰堤の設計諸元

|                     |       | 芦安堰堤（下部） | 稲荷川2号堰堤 |
|---------------------|-------|----------|---------|
| 堤体<br>横断形状          | 下流法勾配 | 1分       | 5分      |
|                     | 上流法勾配 | 6分       | 鉛直      |
|                     | 天端幅   | 6.1m     | 2.7m    |
| コンクリート配合（セメント：砂：砂利） |       | 1：2：4    | 1：3：6   |

芦安堰堤は2号堰堤よりも、コンクリートの配合を富配合としている。堤体下流法は、芦安堰堤：1分から2号堰堤：5分に変化している。芦安堰堤や2号堰堤が築かれた大正中期、既に水圧と堰堤自重の合力を middle third に入れると考える方が実践されていたので、経済断面を実現するためには下流法は緩勾配の方が有利である。芦安堰堤の下流法を1分としたことは、堤高が大きいため越流水による下流法の破損を嫌い、2号堰堤では堤高が比較的低いため下流法

破損の危険性を冒しても経済性を優先したことが読みとれる。また芦安堰堤は堤体幅を 6.1mにとり、かなり安全側となる断面を用いている。芦安堰堤は、後の嵩上げを当初設計の段階から想定していたか不明であるが、砂防堰堤で初めて粗石コンクリート構造を採用することに対して、経済性を犠牲にしても慎重な設計を行っていたことが読みとれる。おそらく芦安堰堤の状況を踏まえ、2号堰堤では流出礫径や堰堤高さなどの現象特性と必要機能、さらには経済性などを総合的に追求した設計を行ったものと考えられる。

### 3.2 2号堰堤以降の堤体横断面形状の変遷

大正～昭和初期竣工の堰堤群について天端厚幅の変遷をみると(図-1)、当初2号堰堤で2.7mを採用し、3～6号堰堤で3.3、3.6mに広げた後に、7・8号堰堤で2.7mに戻し、9号堰堤以降で1.8～2mとした。これについて蒲は「初期…中略…大転石の衝撃に堪えしむる目的を以て之を広くし末期に至りては河状静穏となりしを以て之を狭くせり」と記している(蒲, 1929)。これは溪流の荒廃状況に応じて経済的にも適切な設計を施そうとした証である。

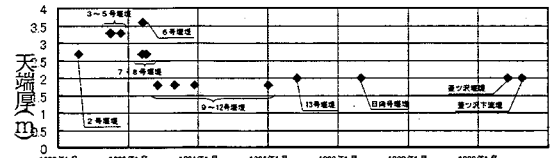


図-1 施工時期による天端厚さの変遷

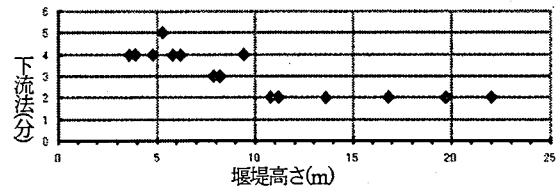


図-2 堰堤高さと下流法の関係

高さと下流法の関係を見ると、7m未満が5～4分、7m～10mが4～3分、それ以上は2分としている(図-2)。下流法が緩い場合の破損要因は落下水の衝撃なので、落差の少ない低堰堤は下流法を緩くして堤体体積を節約した。しかし、高堰堤は堤体体積が大きくなってでも堤体の保護を優先し2分にしている。堤体下流法は大正6年発行の理水砂防工学(諸戸, 1917)において、既に2分が推奨されていたが、大正～昭和初期段階においては、堤体材料節約の観点から、より緩い3分、4分も採用されていた。下流法の2分が一般化する前で、セメントが高価な時代における、下流法保全と堤体体積節減という2つの相反する技術的制約の狭間で両者の衷点を求めた蒲の技術思想が読みとれる。

### 3.3 特殊な形態の施設の試み

釜ツ沢堰堤は狭窄部を閉塞させ、堅硬な右岸側岩盤上に流水を導き、越流部には導水堤が設けられた(図-2)。これは落下水に対して前庭部の破損を堅固な自然岩盤の利用によって回避するための工夫と推測される。

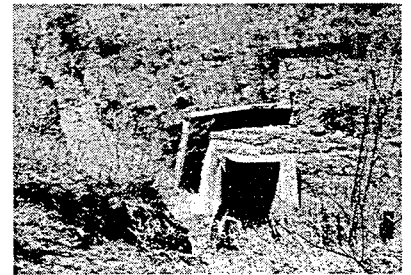


図-2 矩形水通しを備える釜ツ沢堰堤

これらの特殊形態は、セメントの使用量と基礎岩盤の掘削を極力抑えるため、自然岩盤を効率的に利用する大正・昭和初期の設計思想を反映したものである。

## 4. 稲荷川砂防施設群が持つ文化的価値と課題

2号堰堤で採用された1:3:6のセメント配合比はその後、重量配合が行われる昭和30年頃まで、粗石コンクリート堰堤における全国の砂防工事での標準となった。下流法勾配はさまざまな論争を経たうえ、昭和33年に「建設省河川砂防技術基準」によって2分が定着した。このように稲荷川砂防堰堤群は、コンクリート砂防堰堤の初期の設計思想を反映するとともに、後に普遍化する砂防技術が確立するまでの一過程をみることができ、これらはコンクリート堰堤草創期の砂防技術を伝える学術的価値として認めることができる。あわせて、基準類のない時代における独創的な設計思想は、今後の技術開発を行う現在の技術者に対しても示唆に富むものがある。

これら堰堤は80年以上を経ており、残念ながら複数の施設で、堤体の摩耗、張石・積石の欠損、漏水などの破損・劣化が認められる。このような施設は、早急に文化的価値の維持に配慮した補修を行う必要がある。これには、少なくとも外観を維持した補修が求められているが、現行基準に合わない施設の安定性に対する考え方や石積を再現できる技能者(石工)の不足など、今後、解決しなくてはならない課題も多い。

## 5. おわりに

近年、日本の近代化を支えた明治～昭和初期の土木施設は近代化遺産としての価値が認められ、文化財の登録が進められている。稲荷川砂防施設群においても、平成14、15年度に保存状態が比較的良好な8基が有形文化財に登録された。今後、この価値を後世に伝えるためには、文化財登録施設を中心に適切な補修・管理によって施設の保存を行うとともに、周辺環境整備や広報活動を行う必要がある。これによって、砂防事業の理解促進と地域活性化が図られることを期待している。