

# 温井ダムの郷土種を用いた岩盤法面への樹林復元

温井ダム管理所

河口幸広

## 【 要 旨 】

従来、ダム建設工事では、ダム本体及び原石山の掘削工事により急勾配かつ長大な岩盤法面が発生し、その対策として、法枠工及びモルタル吹付や外来草等で緑化する等の法面処理が行われてきた。

温井ダムでは、こうした岩盤法面を周辺の森林環境と調和させることを目的として、学識経験者等を交えた共同研究を行い、郷土種(木本類)による植栽緑化を行った。本件は、緑化の施工に至るまでの検討経過及び、その後の追跡調査結果について報告するものである。

## 1. はじめに

アーチ式コンクリートダムはアーチ形状を利用してダムにかかる水圧を兩岸の基礎岩盤に伝え、兩岸の基礎岩盤のせん断抵抗力によってこれに抵抗する構造物である。一般的にアーチ式コンクリートダムの堤体付近は急峻な峡谷状で、ダム本体の掘削により急勾配の岩盤法面が出現する。その風化・浸食を防止するための法面処理工を施工するにあたっては、一般に植物の定着は困難なことから、従来はコンクリート枠にモルタル吹付、外来草を用いた厚層基材吹付等を行ってきた。しかし、近年環境を重視する観点から、急勾配の岩盤法面に植物、特に木本類の定着と群落化を目的とした様々な研究が行われている。

## 2. 温井ダムでの取り組み

温井ダムは、太田川の支川滝山川の下流部に位置し(図 - 1)、アーチ式コンクリートダムとしては国内第2位の堤高を持ち、洪水調節、河川環境の保全、水道用水の供給及び発電を目的とした多目的ダムとして、平成14年3月に竣工した。

温井ダムでは、基礎岩盤掘削後の法面の安定を図るため、帯コンクリートやアンカー、コンクリート枠で施された、超硬岩の急勾配の長大法面(約3万㎡)が出現し、この急勾配の岩盤法面に、周辺地域との調和を図るため樹林化を目的とした取り組み

を行った。この取り組みでは、平成7年から学識経験者等を交え、郷土種による樹林復元に向けた検討を行い、試験施工、モニタリング調査、本施工を経て、現在も追跡調査を継続・実施している。

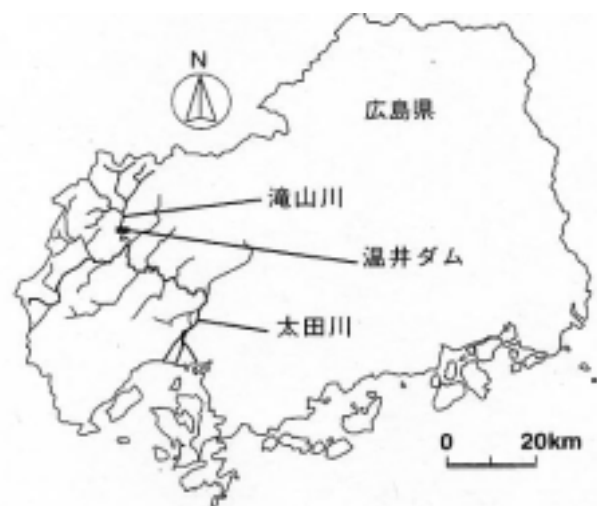


図 - 1 温井ダム位置図

### 3. 郷土種の樹林化に向けた検討

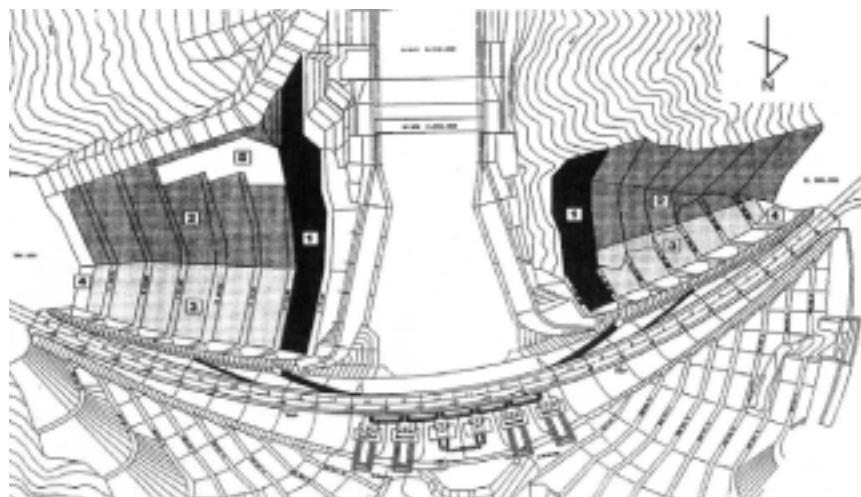
急勾配の岩盤法面への植栽を行うため、温井ダムで実施した検討項目と、その結果について表 - 1 に示した。

表 - 1 検討項目と結果

検討項目	該当場所	問題点	対策方法	結果
管理・配置	法面・小段	1. 苗木の配置	・ 景観からの配置	・ 全体のゾーニング計画の作成
工法	法面	1. 木本類を主体とした工法の有無 2. 法面植栽木の最適土壌厚	・ 樹林化3工法をH8年度に試験 ・ 枠上部まで充填	・ 連続繊維補強土吹付工法を採用 ・ 不織布で覆いの連続性が生まれ、根系が他の枠への移動を確認
	小段	1. 小段の土壌厚 2. 編柵の材料	・ H8～10年度で試験 ・ 3工法をH8年度に試験	・ 小段土壌厚は60cmとした ・ ポーラスコンクリート編柵採用
土壌	法面・小段	1. 土壌改良 2. 肥料や水、特にリンを補う方法	・ H8～10年度で試験 ・ 土壌微生物との共生	・ 改良目標の設定 ・ 苗木の感染(内・外菌)に成功
樹種	法面・小段	1. 植栽木の種 2. 工用苗木の確保 3. 主要木	・ 購入木と実生木でH8年度に試験 ・ ドングリを育て苗木とする ・ 温井周辺の調査	・ 学識者と検討し15種内に絞る ・ 遺伝的な攪乱もなく周辺と調和 ・ 主要木を(コナラ、アラカシ)とした
植物	法面	1. 樹種配置	・ H9,10年度試験で根の堀取確認	・ 主要木は深根性で枠内上部に配置
	法面・小段	1. 樹種の配置密度 2. 植物成長後の風倒等	・ H8年度冠密度試験結果を検討 ・ H8～10年度で試験	・ 平均植栽密度を2本/m <sup>2</sup> とした ・ 実生から育てた植物適応度は高い
土壌微生物	法面・小段	1. 菌根菌の種 2. 菌根菌の特定種確保	・ 樹木に応じ内生菌、外生菌使用 ・ 菌根菌の培養に着手	・ 内生菌と外生菌の感染確認 ・ 菌根菌の培養成功
養分流出	法面・小段	1. 連続繊維の養分流出は多い(不織布と比べ) 2. 養分流出が河川に与える負荷量	・ H9,10年度で試験	・ 連続繊維工に不織布工を併せて施工すれば流出が抑制 ・ 河川流量と降雨時の養分流出を計算すると負荷は殆ど与えない
気象環境	法面・小段	1. 植物定着による周辺への影響	・ H9,10年度で試験	・ 植生の存在により表面温度が下がる(5℃の差)

温井ダムの掘削勾配は50 - 60°と大変厳しく、植物の生育限界(50°)に近いので、急傾斜への土壌の固定と植物の生育可否が懸念された。このため、平成8年度から試験施工区において幾つかの樹林化工法を比較し、その結果として土壌を長期に安定化させることのできる連続繊維補強土工法を選定し、法面のコンクリート枠内に改良土を充填する植栽施工を行った。ゾーニング計画や法面・小段などの標準仕様図については図 - 2 ~ 4 に示したとおりである。

樹林化工法は誕生してまだ日も浅く、外来種や地域に関係のない在来種による植栽がなされている工法も見られ、施工すれば周辺地域とは異なった樹林が形成される恐れがある。こうした外来種や在来種による樹林化施工では、周辺地域との調和した緑化は難しく、また、長期的に見れば地域や種の違いによる遺伝子レベルでの被害も予測される。このような被害を与えないためには、できる限り周辺地域(郷土)にある土壌や種子(郷土種)、周辺地域で産出した材料などの使用により緑化することが望ましい。



- 凡 例
- ① ケヤキ中心
  - ② コナラ中心
  - ③ アラカシ中心
  - ④ クマザサ中心
  - ⑤ 未施工部

図 - 2 ゾーニング計画位置図

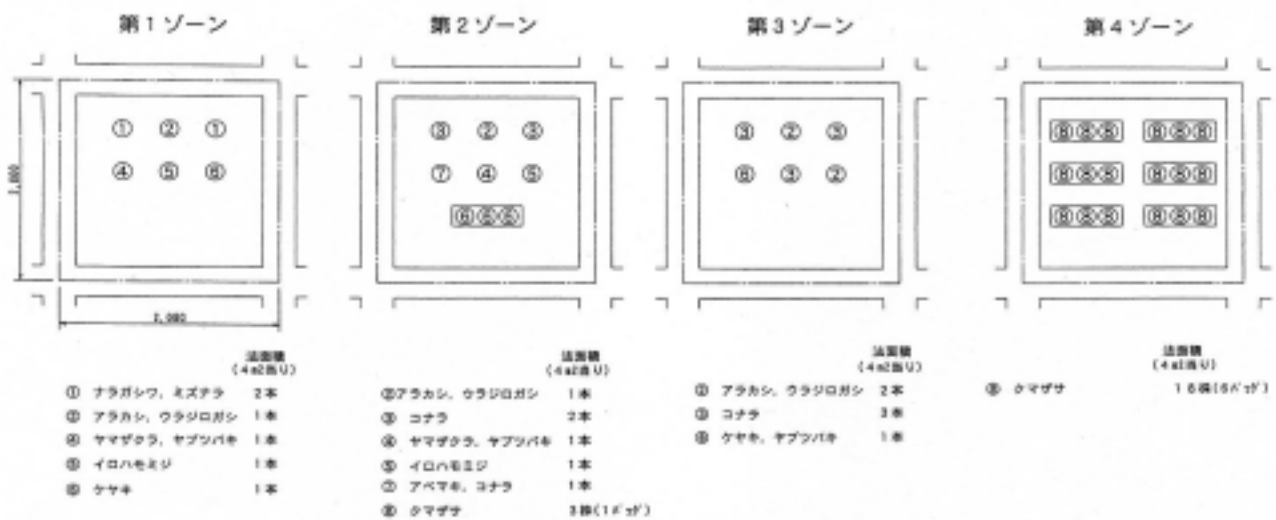


図 - 3 ゾーン別配置標準図

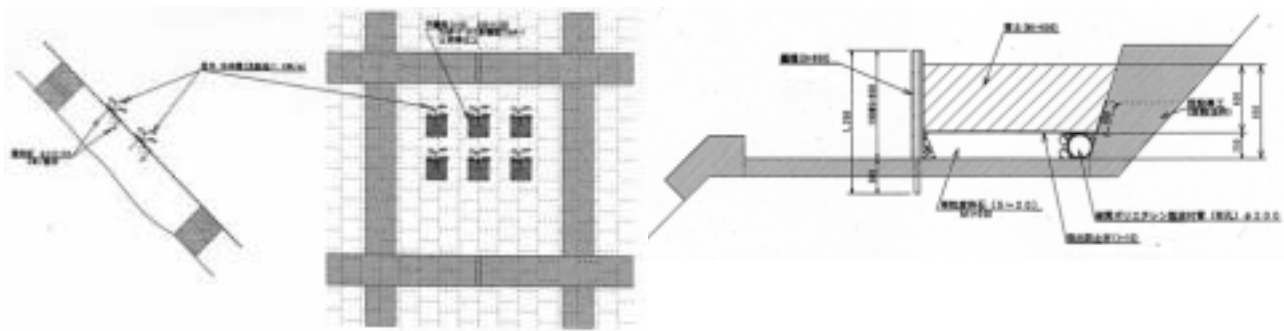


図 - 4 法面および小段標準構造図

#### 4. 温井ダムの研究成果

温井ダムでの樹林化の取り組みでは、3年間（H8～10）の試験施工とその後（H11～）のモニタリング調査によって次に示すことが確認された。

土壌については、改良材（パーク堆肥等）をある程度混合すると、それ以上混合しても生育は変わらなくなったり、あるいは逆に悪くなることもあることが確認された。なお、温井ダムで今回採用した土壌の改良目標については表 - 2 に示す。

土壌微生物調査では、異なる樹種あるいは生育年数の異なる樹木間で菌根菌を介して養分のやりとりが行われ、稚樹には稚樹に必要な養分が他の樹木から供給され、樹木同士は共生した菌根菌によって繋がっていることが確認された。これは、温井ダム樹林化の取り組みにおいて、菌根菌を持続的な植物への肥料供給者として検討してきたことに対し、正当性を裏付けるものとなった。今後は植栽樹に感染させた菌根菌が、定着している周囲の草本雑草へ感染しているかをDNA調査によって明らかにする予定である。その感染させた菌根菌の存在がDNA調査によって確認されれば、世界で初めての確認となる。

植物調査では様々な樹種の生育過程の資料が細かく蓄積された。よって、ある特定樹種の1 - 2年の生育状況さえ分かれば、5年間程度の生育シミュレーションが予測可能となった。

温帯林の群落の養分要求や年間の養分収支がある程度予測可能となった。これは、落葉樹の越冬時の養分保持や照葉樹の養分収支が予測できるということである。

養分流出調査では、滝山川に与える養分流入量の内、土壌中の全窒素や全リンの流出量の割合は、全窒素が 0.01%、全リンが 0.05%と極めて小さいことが明らかとなった。気象観測では、法面処理のためのコンクリート構造物において、植生の生育と存在によって覆われた箇所と覆われてない箇所との表面温度は、覆われた箇所の方が 5 程度低くなることが明らかとなった。

施工後 1 年経過の植栽樹木の生存率を調査した結果、全体としての生存率が約 70%であることが認められた。これは、当初見込まれた定着率とほぼ同等であったことから、温井ダムの緑化における樹木の復元は計画どおりに進行していると考えられる。また、部分的には 50%を割込んでいるところがあったが、そのような箇所は補植を行った。

表 - 2 温井ダムでの土壌改良目標 (25cm 深)

項 目	土 壤 目 標
土壌三相 (固相率) %	45 ~ 55
有効水分量 L/m <sup>3</sup>	100
土壌 pH	5.0 ~ 6.0
全炭素 %	1
全窒素	0.1 >
有効態リン mg/kg (Bray )	100 ( 40 )
陽イオン交換容量 meq/100g	6 <
交換態 K meq/100g	0.6 ~ 0.7
交換態 Ca meq/100g	4.0 ~ 5.0
交換態 Mg meq/100g	0.6 ~ 0.7
土壌微生物バイオマス C meq/100g	100

## 5 . 今後の課題

ここまで、急勾配の岩盤法面での樹林化への取り組み、及び、研究の成果について述べてきたが、今後の課題として、植栽樹の生存率 (70%程度) の推移や被覆率・被覆速度、生育量などを継続的に調査し、他工区での樹林化施工の貴重な資料としたい。また、継続調査において、鳥類や昆虫の調査を行っている。これは、自然回復の指標を鳥類と昆虫から求めようとする試みで、本年度の結果が待たれるところである。この指標モデルができれば他の地域での保全や修復工事において、自然回復度の予測資料が一つ加わることとなる。

## 6 . おわりに

ダム建設時に出現する急勾配の岩盤法面での樹林化への取り組みは、その周辺が山間地に位置することが多いため、より一層、周囲の生態系に配慮したものとすることが望まれる。樹木の復元に際し、岩盤への土壌の定着、植栽する主要樹種 (郷土種) の選定、土壌改良、維持管理に至るまで様々な検討が必要となる。温井ダムでの郷土種による樹林復元への取り組みが、他工区で岩盤法面の樹林化を検討する場合の一助となれば幸いである。