

瀬田川水系砂防における山腹工技術について

田畑 至啓¹・山本 健二²

¹近畿地方整備局 道路部 道路計画第一課 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前1-5-44)

²近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所 工務課 (〒520-2279 滋賀県大津市黒津4丁目5番1号)

明治11年より実施してきた瀬田川水系砂防事業は、平成25年度末をもって事業を完了した。瀬田川水系砂防では、先人達により様々な工法が試行錯誤のうえ実施され、確立した山腹工技術により、山は緑を取り戻すに至った。その山腹工技術をとりまとめるとともに、その技術を伝承するため、取り組んできた活動についてとりまとめたものである。

キーワード 水系砂防、山腹工、保育工、植樹木、技術継承

1. はじめに

瀬田川水系砂防管内流域(図1)の山々は、奈良、平安時代において紫香楽宮造営や南都七大寺、石山寺、延暦寺等の寺社仏閣建立のための樹木伐採や、戦国時代に至るまで度重なる兵火などによる森林の荒廃が進んだ(写真1)。

この結果、江戸時代末期から明治時代にかけて、大雨のたびに流域内の禿禿地から流出した土砂が瀬田川を閉塞し、琵琶湖の水位を上昇させて大被害を引き起こしていた。また、土砂が淀川本川まで流出したため、過去幾度も淀川流域で土砂災害や水害が発生し、流域住民を苦しめ、堆積した土砂により、舟運にも支障を来たしていた。そのため、1874年(明治7年)には、淀川の修築工事が開始され、これらの修築工事の一環として、1878年(明治11年)から瀬田川等の上流域において、直轄砂防事業が開始された。

瀬田川水系砂防事業の目的は、下流に流出した土砂が河川に堆積することにより、下流域の治水安全度が低下

することを防ぎ、上下流にわたり安全性をバランスよく向上させることである。そのため、1878年より136年の間、堰堤等の溪流工事や積苗工等の山腹工事を施工してきた。

平成25年度末をもって、上下流バランスよく安全性が向上したため、事業を完了した。



写真1 荒廃状況 (明治41年頃の大津市田上山)

2. 瀬田川水系砂防の山腹工技術の変遷と確立

山腹工事は、禿禿地あるいは荒廃地に植生を導入し、表土の風化、浸食、崩壊の拡大を防止して土砂の生産、流出を抑制しようとする目的で実施した。

(1)山腹工

1878年(明治11年)から1897年(明治30年)頃までは、16種の様々な工法が工夫され、試みられた。工事の主要工作物は堰堤で、常時水流のある溪間には、石堰堤を設け、谷筋には専ら土堰堤を設置した。それら設置の目的は、溪床勾配の緩和による浸食の防止、山脚固定、流出土砂の貯留と調節という堰堤の基本機能のほか、堰堤によって造成される貯水池から水蒸気が発生し、山腹禿禿地の植物生育を盛んにする効果をも期待していた(写真2)。



図1 瀬田川水系砂防管内 位置図



写真2 堰堤工と山腹工 (昭和8年頃)

この堰堤設置と同時に山腹法面には山腹工として連束藁網工 (図2) を主体に、傾斜の急な箇所には専ら積苗工を施工し、場所に応じては柵止連束藁工、柵止連束柴工等を施工した。その他、芝網工、筋芝工、連束萱工等の類似の工種も数多く施工されたが、いずれも施工後の結果から1888年 (明治21年) ごろより淘汰され、1895年 (明治28年) 頃になると山腹工種は専ら積苗工だけとなった。

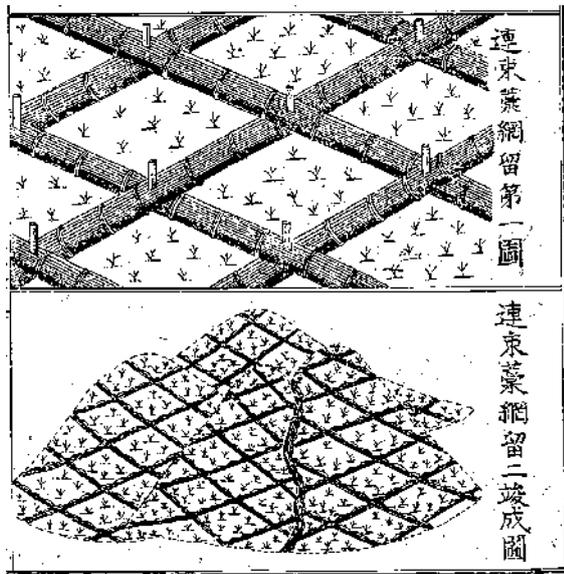


図2 連束藁網工図

積苗工も当初は間隔が広すぎ、植樹木もクロマツ単植でもあり、かつ法面の深耕を欠き施肥もしなかったため、植栽木は一時的繁茂にとどまって数年して萎縮あるいは枯死して積苗工を施した法面は再び露出崩壊し、法面の風化剥落土砂とともに谷止工を埋没破壊した。

このため、1897年 (明治30年) 頃からは、従来山腹法面をそのまま段切りし各種の工法を施していたのを改め、山腹法切工を行って一定勾配に掻きならし、これに各種の工法を加えて肥料を伏込むようにした、これにより、植栽木の生育はやや良好となり成果が認められるように

なった。

山腹工は大体この時期までに確立し、以後はあまり変化なく現在に至っている。

積苗工と同じ山腹階段工の一種として積石工が考案されたが、石材の調達が困難なところでも施工可能なものとしてブロック板積工が開発された。これは、運搬、取り扱いが容易であるため広く普及した。積苗工のなかでも、切芝を張り付けた芝積苗工が最も基本的であるが、切芝の供給が十分でないところを対象に藁を使った藁積苗工も開発された。

現在の山腹工の体系 (図3) 及び標準断面図 (図4) を以下に示す。

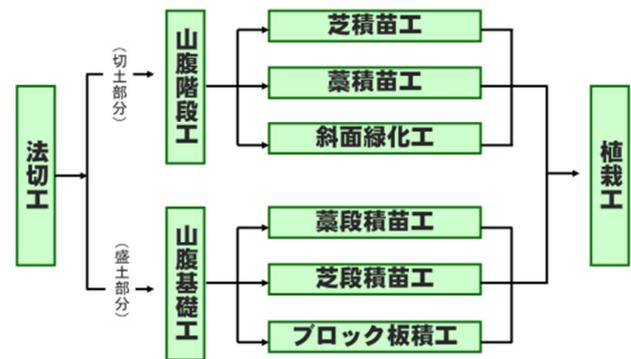


図3 山腹工 体系図

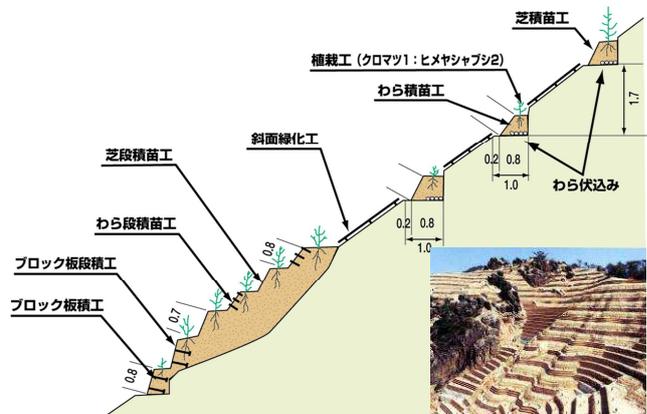


図4 山腹工標準横断面図

(2)植栽木

山腹工で最も重要視されたのが植樹であった。1889年 (明治22年) までは、ほとんどクロマツ苗の単純植栽であったが、花崗岩地の瘦地では、植えたあと肥料が欠乏すると同時に成長が止まり、生育がよくなかった。愛知郡斧磨村 (現愛荘町) 西川作平が禿地でも生育できるヒメヤシャブシ (カバノキ科ハンノキ属) を発見して、その後1890年 (明治23年) には、甲賀郡岩根村 (現湖南市) 菩提寺 龍池藤兵衛がその育成に成功し、マツと混植して好成績を収めた。1905年 (明治38年) からマツをやめ、ヒメヤシャブシ、ヤシャブシの2種類に限定した

が、寿命が短く、肥沃地以外の痩悪地では、10年以内に成長が止まり、立枯れ状態となった。1920年（大正9年）からまたマツを復活して、マツ類1/3、ヒメヤシャブシ2/3の比率で混植した（図5）。このヒメヤシャブシについては、長年に渡り肥料木として活用され、専門技術者のみでなく地元の方々でも緑化への努力が実施された。

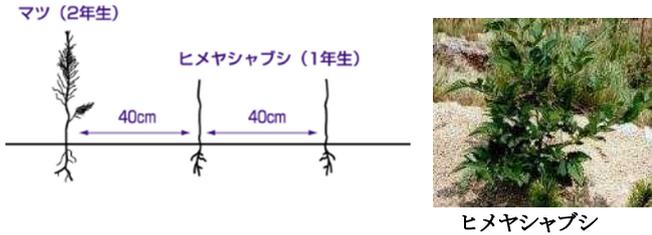


図5 植栽模式図

(3) 保育工

植栽5年目頃より繁茂したヒメヤシャブシに被圧されたクロマツの枯死が目立ち始めることがわかった。

そこで、保育工Aとして4, 7, 10年目にヒメヤシャブシを間伐及び施肥を実施、間伐したヒメヤシャブシについては、そのまま肥料として敷きならした（図6）。この結果、クロマツが良好に生長するに至った。

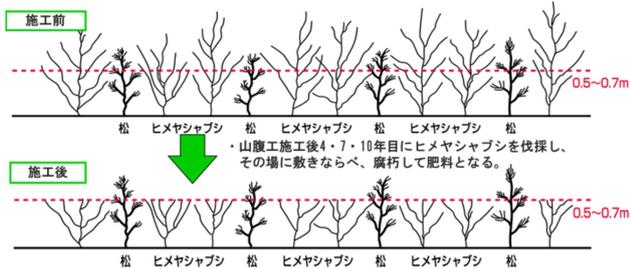


図6 保育工Aの概略図

施工後10年以上経過したクロマツが風化花崗岩地帯特有の土壌条件の悪さに耐え切れず徐々に衰退する施工地があった。

そこで、保育工Bとして、根の生活圏拡大のための床掘、養分補給のための化成肥料の施肥、掘返し土壌の圧密防止と肥料効果のための有機材料の投与などを実施した（図7）。この効果を把握するため、試験施工を実施し効果を確認したところ、無施工地に比べ保育工Bを実施した箇所はマツ類の生育が良好であるという結果が得られた（図8）。

これら、瀬田川水系砂防独自の保育体系の開発に至った。

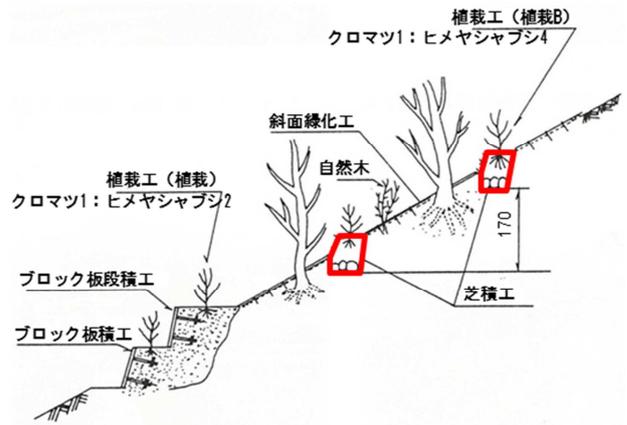


図7 保育工B 標準横断面図

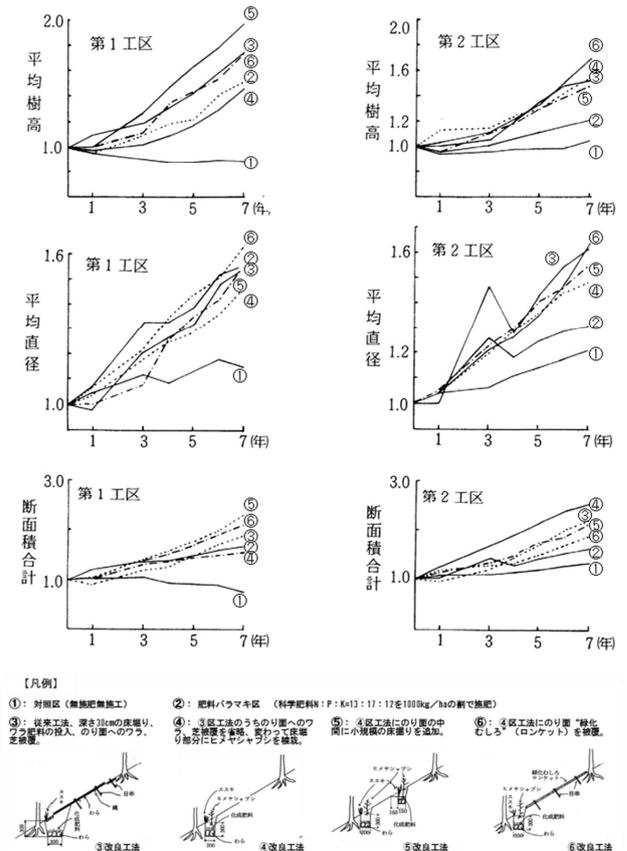


図8 保育工Bの試験施工毎のマツ類の平均樹高・平均直径・断面積の計測結果

3. 山腹工施工手順

瀬田川水系砂防における山腹工の施工手順を示す（図9）。

(1) 法切工

山腹工事を行う山腹斜面には、不規則な起伏があったり、また、傾斜が急峻であったりして、山腹階段工の施工ができないので、これらの起伏をなくすとともに、急傾斜地の上部を切り取って緩傾斜とする。

(2)土留工

法切工により、切り落とした土砂及び山腹階段工による残土を、不安定のまま放置すると、降雨により流出するので、これらの滞積土砂を安定させるため、基礎工として図10に示すブロック板積工を施工する。ブロック板は、表板と控板と控棒パイプの3つからなり、個々に別々に運搬して現地で組み立てる。

(3)すじ付

法切した法面に水平にすじ付を行う。これは、土木工事の丁張りに相当する。

(4)山腹階段工

山腹斜面において、等高線上に水平階段を作り、雨水による浸食を防止するとともに保水をはかり、植栽床を造る。代表的な工種は積苗工であり、使用材料によって芝積苗工、藁積苗工に分けられる。藁積苗工は芝積苗工の主材料である芝の供給不足の箇所にて芝積苗工と交互に施工する。

a)芝積苗工

図11に示す断面にて床堀を行い1m当り4kgに束ねられた藁を有機質補給及び水分保持のため伏込む。仕立てはまず、敷芝を置き、次に面芝を敷芝の上に長辺を横にして立て、床堀残土を裏に埋戻し、足で踏み固めながら土羽板でたたいて締固める。2段目、3段目も同様に施工する。面芝の裏土が不足すると、上方斜面の残土を掘削して補充する。なお、面芝を仕上げる時、10m当り約90株のすすきをはさむ。

b)藁積苗工

図12に示す断面にて床堀を行い1m当り4kgに束ねられた藁を有機質補給及び水分保持のため伏込む。仕立ては、約30cmに切断した藁の根元部分を前面に向けて5cm程度前面に出し敷並べ、土羽板と足踏みで締固める。その時、藁の方向は仕上げ面に直角になるよう三段に仕立てていく。一般に施工後6ヶ月位たつと強度が落ちるので、藁の上部に種肥土を置いて仕立斜面の緑化を図る。

(5)法面緑化工(伏工)

山腹階段工間の裸地斜面を藁及び植生にて被覆し、冬期の凍上、夏期の豪雨による表面浸食及び水分蒸発を防止するものである。

山腹工階段工間の斜面に階段工と平行に3段にすじ付けを行い、幅10cm、深さ5cm程度の床堀を行う。床堀を行った箇所にて芝を植付け、芝の上部に種肥土を播種する。その後、その上から藁を穂先が中央になるように上部及び下部から敷ならべ、その上から縄のより目に竹串を刺して藁を固定する(図13)。

(6)植栽工

2年生木のクロマツと1年生木のヒメヤシャブシを植栽比1:2で植栽する。ブロック板積工及び段積苗工施工箇所においては80cm、積苗工(床堀箇所)においては40cmの間隔で植栽する。

樹木苗は、2月下旬から4月上旬までに植栽するのが最適である。

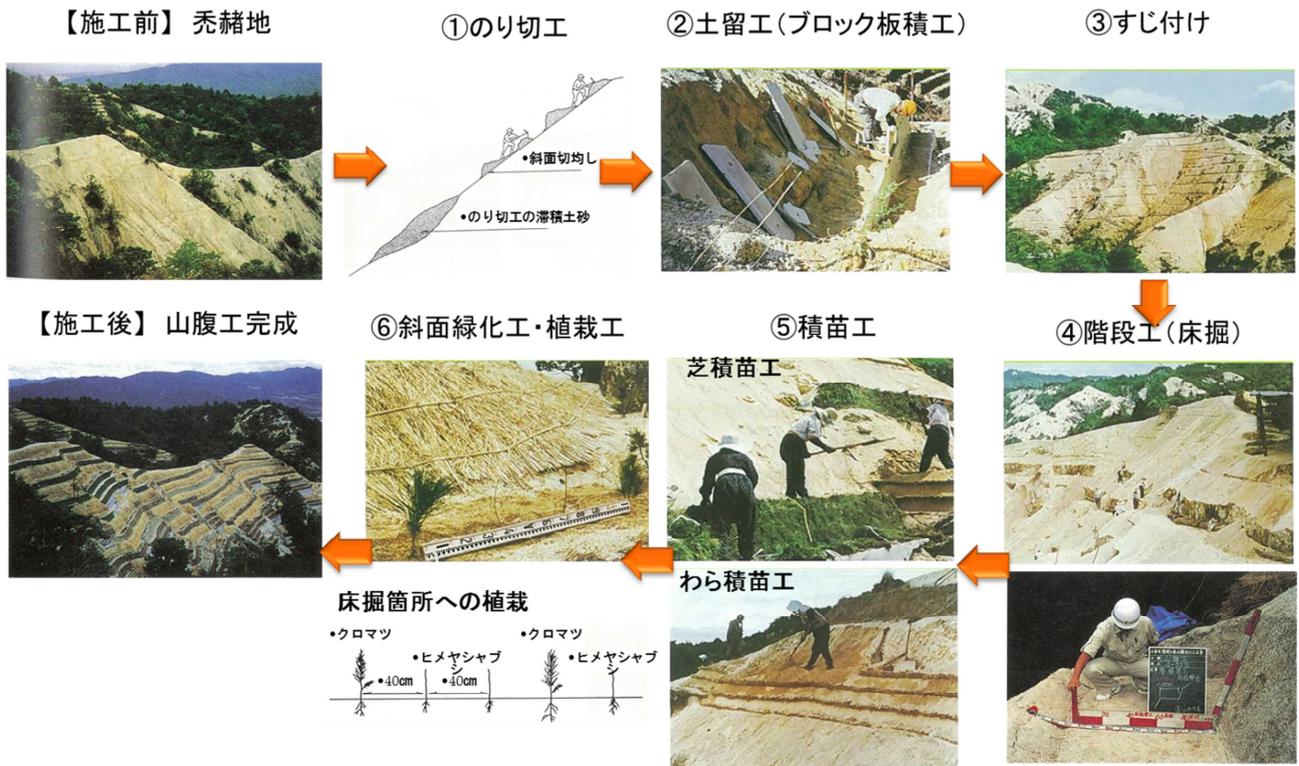


図9 山腹工施工(例)の流れ

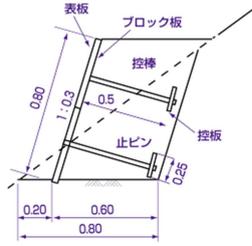


図10 ブロック板積工

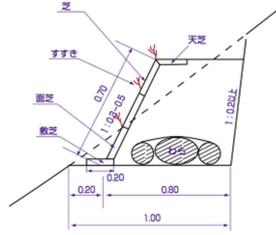


図11 芝積苗工

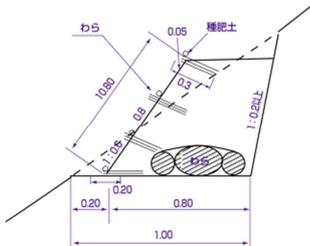


図12 藁積苗工

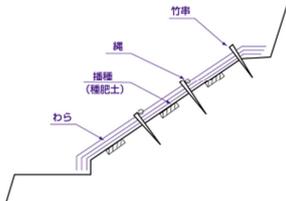
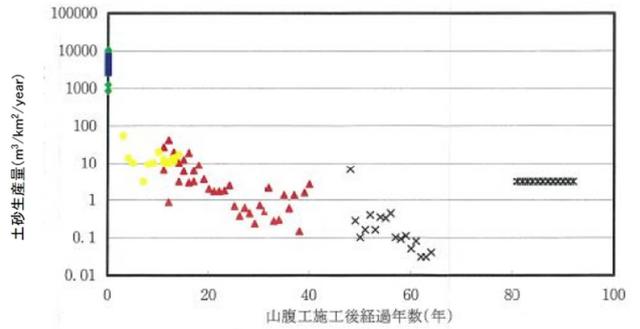


図13 法面緑化工



調査地点	グラフ中の凡例	平均勾配(°)	施工年度	
山腹工施工地	川向	▲	23	1951
	若女谷	×	22	1934-1935
	桐生	*	19	1896
	猫岩	●	35	1959
裸地	若女	■	34	-
	猫岩	◆	35	-

図15 山腹工施工後の経過年数と土砂生産量との関係

4. 山腹工施工による効果

このような経過のもと山腹工の施工により、禿禿地は激減し(図14)、山は緑を取り戻すに至った(写真3)。

また、長年観測してきた試験地での結果より、山腹工施工地では土砂生産量が裸地に比べて3オーダー以上減少、斜面の植生被覆が進むと土砂生産量は年々減少し、施工後20年以上経過するとほとんど土砂生産は認められていない(図15)。

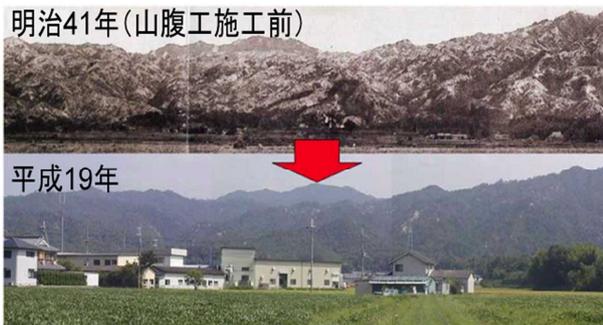


写真3 山腹工施工前との比較(大津市田上山)

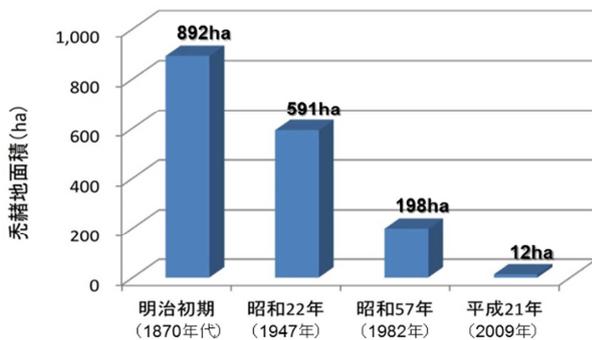


図14 禿禿地の変化(大津市田上山)

5. 山腹工技術伝承の取組み

(1) 卒業記念植樹

a) 実施内容

山腹工技術、瀬田川水系砂防及びその歴史を伝承するため、地元自治連合会で構成される大津市田上山砂防協会主催のもと、連携して地元小学校6年生を対象に卒業記念植樹を実施してきた。

1974年(昭和49年)淀川水系砂防事業100周年を記念し「淀川百年記念の森」の整備を行い、ここで地元小学生による記念植樹が行われた(写真4)。これを契機とし、地元小学校卒業生による卒業記念植樹が毎年開催されるようになった。

事業完了までの間、延べ1万人以上の小学生が卒業記念植樹に参加し、延べ3,000本以上の植樹を行った。



写真4 記念植樹状況(1974年)

b) 記念植樹の追跡調査結果

1974年(昭和49年)に植樹した「淀川百年記念の森」は、現在、樹木に覆われている(写真5)。



写真5 「淀川百年記念の森」整備後と現在

また、これまで植樹した箇所の調査結果より、平成2年度以前で高木層が見られ、概ね20年程度で高木層に至る階層構造が形成されている（図16）。



写真6 砂防体験学習の状況（2013年）

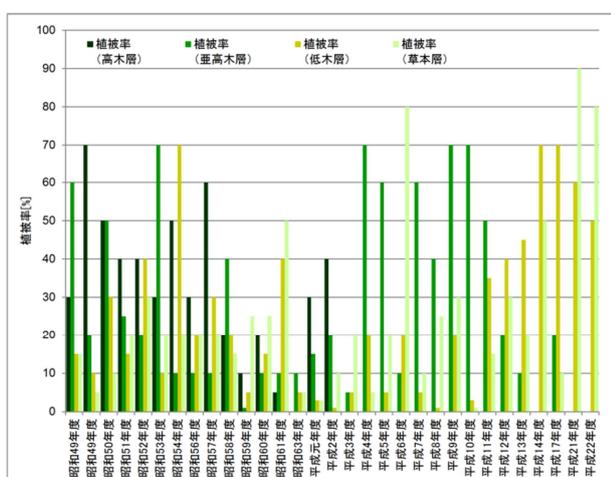


図16 記念植樹地での植被率

(2)砂防体験学習

山腹工技術、瀬田川水系砂防及びその歴史を伝承するため、地元小学4年生を対象に山腹工を実体験する砂防体験学習を実施してきた（写真6）。山腹工が完了（保育工除く）した2002年度（平成14年度）から実施し、事業完了までの12年間で、延べ1,297名が参加した。

6. 今後の課題

1878年（明治11年）より136年間実施してきた瀬田川水系砂防事業であるが、完了をむかえ、これまで試行錯誤のうえ確立した山腹工技術などを今後も継承していくことが重要であり、また、その確立までに至った先人達の偉業を後世に伝えることも重要である。

また、これらが記述された古い貴重な資料も散在することなく、適正な管理のもと、保存・伝承していくことが重要な課題であると考えている。

謝辞：貴重な用地の提供をいただきました地権者の皆様をはじめ、地元関係者の皆様、沿川各自治体の皆様、また、地元、学識経験者をはじめ、偉大な功績を残された先人の皆様のご協力とご尽力のもと、瀬田川水系砂防事業を完了することができましたことに、厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 瀬田川砂防のあゆみ 琵琶湖工事事務所 1998
- 2) 淀川流域 瀬田川砂防史編 琵琶湖工事事務所 1979
- 3) 瀬田川砂防調査報告書其の29,1983
- 4) 水理眞寶 市川義方著