

## 「龍谷の森」での水場づくりとその過程

土屋 和三・谷垣 岳人

### 要旨

本報告は、「龍谷の森」での井戸の掘削から水場の創成にいたる過程を記した。井戸の掘削・水場の創成は、水辺環境の乏しい「龍谷の森」の里山での水場の創成による野外生態実験研究、環境教育の体験の場づくり、そして水を利用した新しい里山づくりの多様化を期しておこなった。

瀬田丘陵は古琵琶湖層群の地層から構成され、雨水は礫層に浸透して常時水の流れる水系はない。しかし、その一部にみられる粘土層、シルト層が不透水層となり小規模な湿生環境を形成している。瀬田丘陵北側の自然湿地は粘土層上に成立したものである。水場づくりには、多様な人々との関わりあいのネットワーク形成を工夫した。2005年度より、のべ500人余りの龍谷大学学生、そして「龍谷の森」里山保全の会、瀬田北小学校の児童の協働作業により輪郭をつくりあげ、仕上げ作業は滋賀県森林組合連合会が行った。

水場創成の作業そのものが、自然体験・協働体験・環境教育の実践となり、光環境条件を異にする水場2か所（水場1、水場2）を創成した。

### 1 はじめに

1999年9月12日、当時は「瀬田学舎隣接地」とよばれていた「龍谷の森」を土屋和三、好廣眞一、須川恒、野間直彦が現状調査のために踏査を行った。

谷を隔て東と西は尾根が南北にはしり、都市居住地に接しているにもかかわらず外部からの音が遮断されており、北側の琵琶湖岸の人口急増地帯と南側の田上盆地の農地と伝統的集落との間の自然植生として、まとまった希少な景観をなしていることを確認し

た。40年余り利用されることなく放置された里山林は、コナラが優占しアカマツの立ち枯れが目立ち、低木が密生して見通しがきかず位置確認も困難であった。谷沿いには流水がなく、里山の林床は砂礫質ないし残積性の未熟土壌で、乾性な環境であった。湿生な生態環境が乏しいために植物相、動物相が貧弱であることがまず把握され、水場を創成し生物相の多様化を誘導・追跡調査する野外生態実験のフィールドとして活用すること等を議論した。

その後、吉田真（立命館大学理工学部）はクモ類の調査を行い、クモ類の種組成から、「龍谷の森」の里道沿いの谷（篠谷）が、瀬田キャンパスの敷地から排水をうける熊谷に比べ乾燥していることを指摘している（2001年5月、談話）。また、REC自然観察教室の活動からも、哺乳動物のフィールドサインが少ない一因として水辺環境が乏しいことが指摘された。

さらに、山中勝次氏（京都菌類研究所長）を指導者にむかえて地域住民、大学との協働による、シイタケ栽培等の「里山づくり」活動の参加者からも、将来の多様な活動の展開のために井戸を掘削し、水を確保することが提言されるようになった。

このような経過をへて形成されてきた「龍谷の森」での水場づくりは、学生、大学、地域住民との共同作業で時間をかけて作り、底はビニールシートを使わず、粘土を敷き詰め自然の浸透に任せる等の合意が形成されてきた。

当時おこなっていたFD研究「里山をめぐる社会科学・人文科学教育の研究」（萩屋昌志ほか 2001）では、里山での環境教育の可能性を多分野・学際的な検討をおこなった。その研究会の一環として、地質学の専門家を招聘し、瀬田丘陵の地質と造成のおよぼす環境影響等を検討した。そのなかで、瀬田丘陵は古琵琶湖層群の砂礫層と粘土層、シルト層からなるため、100メートル程度の掘削で井戸ができることが明らかになった。

上記のFD研究と地域との協働による「里山づくり」の実践をもとに、『瀬田学舎隣接地検討委員会報告』（平成13（2001）年2月9日、委員長 堀川 武）の参考資料1に、土屋和三により『里山環境林「龍谷の森」構想』が、提案された。このなかには、「龍谷の森」の篠谷（里道に沿った谷）での池の創成等を含む、現在の里山ORCに発展する指針が提言されている。

遡れば、「龍谷の森」での地域社会と大学との共同参加による里山づくりは、REC自然観察教室の講師、吉見昭一氏（元京都市立錦林小学校校長、腹菌類の研究者）の助言

が契機となり、大津市環境部の積極的な支援により始めて動き出した。この基本的な姿勢は、おおつ環境フォーラム、「龍谷の森」里山保全の会との協働に発展し、小学校の総合的学習、腐葉土づくり、シイタケ栽培、観察路の整備、生物観察用杭の設置、階段づくりなどが行なわれるようになった。この水場づくりは、そのなかでも最も長期間、多人数が参加する協働作業となった。

## 2 瀬田丘陵と「龍谷の森」の湿生環境の成因について

### (1) 瀬田丘陵の自然湿地と溜め池

生物多様性の成立には、地形・地質的な要因が関わり、さらに人間活動が自然環境に及ぼす影響は、その立地の地形・地質的な要因と密接に関わっている。

瀬田丘陵には、常時水が流れる水系はなく乾生環境が卓越するが、粘土層・シルト層上には小面積の湿生環境がみられる。また、瀬田丘陵の北側には、自然湿地や農業用の灌漑溜め池もある。すでに生物観測タワーに設置したライトトラップには水生昆虫のトビケラ類が飛来しており、あらたに創成する「龍谷の森」の水場には、溜め池などから水生昆虫類の飛来が予想される。また現在でも「龍谷の森」の中で見られるイシガメ、ヤマアカガエルなどは、溜め池と往復しているものと推定される。

ここでは、上記の湿生環境の成因について示すことにする。瀬田丘陵は北東から南西にのびる標高120-185mの丘陵で、北側は琵琶湖岸にむかって緩傾斜し、南側は大戸川にむかって比高50m前後の急崖となっている。瀬田丘陵は地質学的には古琵琶湖層群から構成されている。古琵琶湖層群とは、地質時代の鮮新世から更新世前期（500～20万年前）に、古い琵琶湖（古琵琶湖）にたまった地層（湖成層）であり、礫、砂、シルト、粘土からなり、その間に数十枚の火山灰層をはさみ、貝・植物などの化石が発見されている。

横山卓雄ほか（1979）によれば、古琵琶湖層群はその堆積年代により7累層に区分されている。瀬田丘陵では下位から、蒲生累層に属する南郷互層（上部）、八日市累層に属する瀬田礫層Ⅰ、膳所累層に属する神領砂層、瀬田礫層Ⅱから成っている。

南郷互層（上部）は瀬田丘陵の南側の山麓部（芝原付近）にみられ、粗粒砂層を中心とし、シルト層をはさむ。瀬田礫層Ⅰは瀬田丘陵の大部分を構成し、中～大礫大～亜円礫からなり、厚さ70～80m。瀬田礫層Ⅱは瀬田丘陵の頂部を構成し、大～中礫大の礫

層、厚さ15~20m。神領砂層は瀬田丘陵の北側の山麓部を構成し、花崗岩質の粗粒~中粒砂からなり、間に2~3mの粘土・シルト層が挟まれ、厚さ20~30mである。

瀬田丘陵では、瀬田礫層の砂礫層により地下に伏流しているため常時水が流れる川がない、名神高速道路の北側の丘陵と谷底平野の交錯一帯で湧水していると考えられ、この付近では湧水を利用した溜め池が多くみられる。また、瀬田丘陵からの水系に天井河川があるのは、源内峠遺跡（7世紀後半の製鉄遺跡）などに遡る、植生の過剰利用の為であろう。

瀬田丘陵の北側、瀬田公園一帯の自然湿地は、神領砂層の粘土・シルト層の上に成立したものである。オオミズゴケ、ハリミズゴケ、ヤチスギラン（最終氷河期に南下してきたシダ植物、現在の平野部での分布の南限。神戸大学理学部・角野康郎氏のご教示による）、サギソウ、トキソウ、ケシソウ、ケシソウ、イヌノハナヒゲ、イトイヌノヒゲ、ヌマガヤ、スイラン、クロミノニシゴリ、食虫植物のホザキノミミカキグサ、イシモチソウなど、現在では自然湿地の開発により生育地が少なくなった希少植物が見られる。この地域の自然の歴史を示す貴重な生育地である。

また、『南大萱史』（2004年）には、長尾池（文化15年、1817年築造）などの溜め池の築造の記録がある。瀬田丘陵からの伏流水をためた溜め池の築造には、神領砂層の粘土・シルト層がかかわっていると考えられる。検地帳をもとにして図示された元禄3年（1690年）、安永7年（1778年）、そして明治10年（1877年）と平成16年（2004年）の田畑宅地の移り変わり（同書 pp. 342-343）の絵図は、瀬田丘陵の里山が農業灌漑用水の水源地になり、耕地面積が溜め池の築造とともに増加していること示されている。これらの溜め池には、ジュンサイ、ホソバミズヒキモ、オオトリゲモ、ヒシ等の水生植物がはえ、水鳥の生息場所となっている。農村の終焉とともにすでに埋め立てられた池もあり、農地開拓の歴史をしめす池の自然との共生のみちを探りたい。

## (2) 龍谷大学瀬田キャンパスの造成前後と、「龍谷の森」における湿生環境

龍谷大学瀬田学舎開設にかかわる環境影響評価準備書である『教育・研究機関設置に伴う造成事業に係る環境影響評価準備書』（滋賀県、滋賀県土地開発公社、学校法人龍谷大学 昭和62年（1987年））によれば、予定地内（現在の瀬田キャンパス）に水系はない。ボーリング調査は行われたが、地質図は作成されていない。生物相調査の結果、

水辺環境を必要とする両生類では、ヤマアカガエル、ツチガエル、トノサマガエル、ウシガエル、アマガエルが記録されている。また、予定地の北西部の滋賀県立アイスアリーナが建設された地点周辺で、湿地の指標種であるハッチョウトンボが確認されているが、現状は不明である。現在も公設市場の南東部（三陽建材（有）の東側、大津市市有地）に小面積のオオミズゴケ湿地がある。この湿地は瀬田礫層Ⅱの粘土層上に成立していると考えられる。瀬田丘陵の自然の歴史を示す貴重な湿地であり、適切な保全が必要である。

また、現在の「龍谷の森」の造成事業計画のためにおこなった事前調査である、『(仮称) 龍谷大学総合運動施設整備事業に係る環境影響評価のうち 現況調査結果報告書』（平成11年10月、サンキコンサルタンツ株式会社）（未公開資料・里山ORCの研究用に使用許可をうけた）の表層地質図によれば、「龍谷の森」の地層は、瀬田礫層Ⅰ（鮮新世と更新世の境界、約140万年前後と推定）を、尾根の上部で薄いシルト・粘土層をはさんで瀬田礫層Ⅱ（更新世）が覆い、谷筋は崩土と沖積堆積物からなっている。

上記の表層地質図には、記載されていないがV140390の尾根近くに、瀬田礫層Ⅱとの境界部と推定される厚い粘土層が露頭し、自然の水場ができています。ここには湿生環境をしめすリュウメンシダなどのシダ植物が群生している。この自然の水場では、すでに好真眞一ほか（2006）がセンサーカメラによる哺乳動物相の調査をおこない、最も多い観察例を記録している。上記の『現況調査結果報告書』に記録されている両生類は、ニホンアカガエル、ヤマアカガエル、シュレーゲルアオガエル、モリアオガエル、トノサマガエル、アマガエル、ウシガエルである。

このほかに、粘土層、シルト層が不透水層になり形成される湿生の生育場所の例として、腐植層の形成とミミズ類の出現との関連（C0950の北、約50mの谷ぞい）、瀬田キャンパス正門の里山の法面での絶滅危惧植物トウカイコモウセンゴケの生育地、正門の北側100m付近西側のノリウツギの小群落等があげられる。

### 3 「龍谷の森」での水場づくり

井戸の掘削と水場の創成は、水辺環境の乏しい「龍谷の森」での水場創成による野外生態実験研究、すなわち水場創成が生物多様性におよぼす生態学的過程の調査研究、環境教育の体験の場づくり、そして水を利用した里山づくり活動の多様化を期しておこな

った。光環境条件を異にする、水場1、水場2を、谷（篠谷）の石積み堰堤の上流部に創成した。

### (1) 「龍谷の森」の地形・集水域と谷の現況

「龍谷の森」の地形は、谷（篠谷）をへだてて南北に稜線がはしり、西側の稜線は標高135-170m、東側は標高150-173m、さらにそれから派生する支尾根と谷が集水域をなしている。谷（篠谷）は、標高112～140m、高度差は約60mである。約900mの谷にそって13か所の石積み堰堤があり、その築造年代については調査継続中である。池田俊氏（正和建設）は、石材が他所から運ばれたこと、穴太積み（滋賀県の土着の石積み工法）でないことを指摘している。

この谷には、通常の降雨時では水が流れることはなく、大雨の直後に石積み堰堤の上流側に数日水が溜まることがある。「平成18年7月豪雨（7月15～24日）」では、7月19日から20日前後に谷に水が数日間流れた（同期間に大津気象台で336mmの降雨量を観測）。しかし、2001年以降、これ以外に谷に水が流れた例を観察していない。なお、近接した気象観測地（瀬田川）での年間平均降水量1696mmである。

### (2) 井戸の掘削

井戸の掘削地点は工事車両の進入が容易で、電源が得られる「龍谷の森」の里道の北端（S00900）とし、2005年3月に井戸の掘削を終えた。加藤真氏（京都大学大学院人間環境学研究科）が、井戸の揚水試験時に地下水棲の生物の調査を行われたが発見できなかった。2005年7月には、水場予定地2か所（水場1、水場2）とバイオトイレまで全長800mのパイプによる配管をおえた（地図は表紙見開き参照）。

### (3) 水場の遮水用土

水場の創成に先立ち、池田俊氏（正和建設）の協力を得て、水場の遮水用土の探索とその適否を検定する試験を行った。

その結果、協和生コン株式会社（天津市上田上中野）の生コンクリート生産に用いる砂を調整する際に生じる「ニコ」（通称）を使用した（同社、末野氏のご教示による）。「ニコ」は、山砂（同社では、信楽地方より採取）を洗って選別する際に生じる排水の粘

土質の沈殿物から、水分をしぼったものである。

試験検定の結果、砂分14.7%（中砂分0.91%、細砂分13.8%）、シルト分54.1%、粘土分31.2%から組成され、統一分類によれば「砂混じり粘性土」（Cs～S）であった（以下「粘性土」とする）。厚さ30cmに転圧することにより、十分な遮水効果が見込めることが明らかになった。池田俊：「龍谷の森」の水場創成に伴う遮水用土の試験（本報告書、参照）。

寺井建設（大津市黒津）が、この「粘性土」33立方メートルを「龍谷の森」の里道北側の井戸（S00900）付近まで運搬した。さらに、水場予定地までは、学生が一輪車で一部を運搬し、その後、滋賀県森林組合連合会が小型キャタピラー2台・3日間で運んだ。

#### （4）水場の創成作業

水場づくりには、多様なひとの関わりあいのネットワーク形成を工夫した。2005年度には、龍谷大学学生と「龍谷の森」里山保全の会との協働により配水パイプ800mを敷設した。2006年度は、のべ500人余りの龍谷大学学生と、「龍谷の森」里山保全の会の会員の協力によった。また、瀬田北小学校6年生の児童60人が総合的学習の一環として参加し、水場の輪郭をつくりあげた。最終仕上げ作業は滋賀県森林組合連合会が行った。

#### 4 水場の概要

(1) 水場1 (林冠閉鎖型水場 S0715) :

長さ1430cm、幅290cm~420cm、水深10~30cm、標高132m (写真1,2は文末)

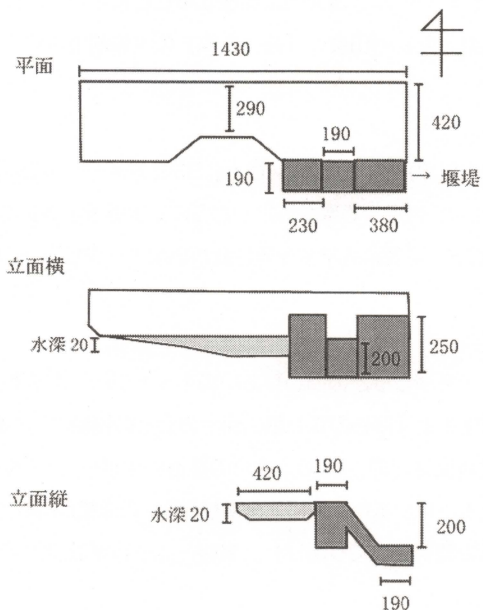


図1. 水場1

谷の林冠の現状変更は行わず、閉鎖された状態を保った。谷に堆積した落葉と腐植を含む有機層をかき取り、土のう袋に入れてリレー方式で運び出した。「粘性土」を運び込み、厚さ10cmほどに踏み固めた。仕上げ作業時に、厚さ20~30cmに転圧した。

現場指導は山中勝次・中原真二・杉江博明・古根弘一・市川尚英氏による。龍谷大学学生が参加した。



(2) 水場2 (林冠疎開型水場、S0470)

長さ1270cm、幅570cm、水深10~30cm、標高126m (写真3.4は文末)

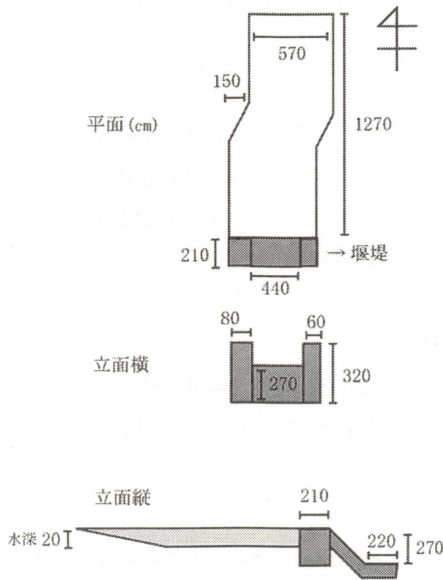


図2. 水場2

石積み堰堤に根をはり、堰堤を破壊するおそれのあるコナラ1本 (約40年生) を伐採し、谷の林冠を開いた。また、谷沿いの低木を刈り取り、堆積した落葉層と腐植を含む有機層をかきだし、土のう袋に入れリレー方式で運び出した。谷の底面の一部には粘土・シルト層があった。「粘性土」を運び込み、厚さ10センチに踏み固めた。仕上げ作業時に厚さ20~30cmに転圧した。中原真二氏が間伐材からつくった「つち」(安曇川流域の炭焼き釜の土固めにつかう道具) による、転圧も行った。

現場作業指導は、中原真二・杉江博明・古根弘一・市川尚英氏による。龍谷大学学生、瀬田北小学校6年生児童が参加した。

水場1、水場2の輪郭を作り上げたのち、仕上げ作業は滋賀県森林組合連合会が (5人・6日間) おこなった。水場の周囲は、間伐材でつくった安全な足場を確保し、さら

に取り外しのできる橋がかけてある。これは、水場づくりに共鳴した一色和俊、岩崎公一、小林直樹、田中平吉、西村市太郎の諸氏が、少年時代を過ごした田舎の溜め池を思い起こし、研究・観察のために創意工夫したものである。その厚情に深謝する。

### (3) 水場の維持管理方法

水場の水源は基本的に天水を利用し、渇水時などに補助的に井戸水を利用する予定である。水深10~30cmを維持し、谷に水を流すことはしない。貯水を開始してからすでに10~30cmの水深が維持されている。水場の水位と補充する水量との関連を調べるために、配水パイプの開栓部に水量計を設置した。

## 5 水場を使用した研究計画

水場創成以前の2004年度から、歩行性昆虫、クモ類の事前調査を継続している。好廣眞一ほか(2006)は、水場造成地予定地(水場1、水場2)でのセンサーカメラによる動物相の事前調査を報告している。

(1) 水場の光環境：光環境の季節変化と、生物相との関わりを追跡調査する。水場1は林冠閉鎖型、水場2は林冠疎開型とし、光環境が異なるように設計した。

(2) 水の物理・化学的測定

水質(BOD,COD,PH,DO,電気伝導度等)、水温。

(3) 生物相の変化のモニター調査(事前調査は2004年から開始)

水場の水生生物相、昆虫相(マレーゼトラップ\*、ピットホールトラップ)、クモ相\*、哺乳類相(自動撮影装置による)、

谷筋にそった植物相、動物相の調査。

\*国際標準の調査手法IBOY(International biodiversity observation year)による調査

(4) その他

### <付記>

水場の創成に関しては「砂防指定地内行為許可申請書」を滋賀県大津土木事務所へ、「保

安林内作業許可申請書」を滋賀県大津林業事務所へ、それぞれ提出し許可を得た。

### 協力者・参加者への謝辞

江戸の掘削・水場の創成にいたる瀬田丘陵の地質についての検討は、岡二三夫氏（京都大学大学院工学研究科教授）の推薦により、池田俊氏を招聘した研究会から始まる。水場創成についてのガイドラインの作成には、山中勝次氏、中原真二氏、杉江博明氏、古根弘一氏、市川尚英氏、井門静夫氏をはじめとする「龍谷の森」里山保全の会会員、および遊磨正秀氏、宮浦富保氏から助言をうけた。増田啓子氏からは気象データの教示をうけた。また、南部義彦氏（上田上堂町）からは、堂町小学天水の溜め池、水田の水利の変遷について貴重な情報をえた。

水場の創成に参加した龍谷大学の学生は、計17日間のべ500人あまり、（谷垣担当：12日間のべ参加者約300人、土屋担当：5日間のべ約200人）、おもに深草学舎開講の講義のフィールドワークとして参加した。すなわち、2005年度：「環境フィールドワーク、里山実習（環境サイエンスコース）」、2006年度：「生物学のすすめ」「生物と環境」「環境論」「植物の自然誌」「環境フィールドワーク、里山実習（環境サイエンスコース）」、特別講義・里山学入門（深草・瀬田学舎開講）である。

このほかに、里山サークルきのつ子、「龍谷の森」里山保全の会、瀬田北小学校6年生の児童、最終的な仕上げ作業をおこなった滋賀県森林組合連合会、上記の申請業務にかかわった瀬田学舎事務部等、協力された数々の方々のお名前をここにあげてお礼を申しのべる紙幅がないのが残念である。

### 参考文献

横山卓雄・松岡長一郎・田村幹夫・雨森清 1979年、「古琵琶湖層群」『滋賀県の自然』pp.309-389  
滋賀県企画部調査室 1981年、『琵琶湖文化公園都市構想区域における自然環境調査報告書』137p  
滋賀県、滋賀県土地開発公社、学校法人龍谷大学 昭和62年（1987年）

『教育・研究機関設置に伴う造成事業に係る環境影響評価準備書』229p. 165p（資料編）  
学校法人龍谷大学 平成11年（1999年）、『（仮称）龍谷大学総合運動施設整備事業に係る環境影響評価のうち 現況調査結果報告書』（平成11年10月、サンキコンサルタンツ株式会社）（未公開資料、里山ORCの研究用に使用許可をうけた）

萩屋昌志・江南和幸・須藤護・鍋島直樹・松倉文比古・三阪佳弘 2001、「里山をめぐる社会科学・人文科学教育の研究」『FD・教材等研究開発報告書』第3号 龍谷大学、pp.9-18

南大萱史編さん委員会編集 2004、『南大萱史』、大津市大萱南大萱会館、447p.

好廣眞一・渡辺茂樹・谷垣岳人・鈴木滋2006、『龍谷の森』の哺乳動物相—中間報告一、『里山から見える世界』、龍谷大学里山学・地域共生学オープン・リサーチ・センター2005年度 報告書 pp.212-216

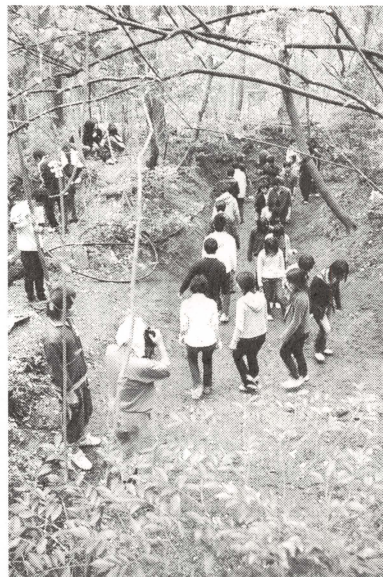


写真1. 学生等による水場1の創成過程

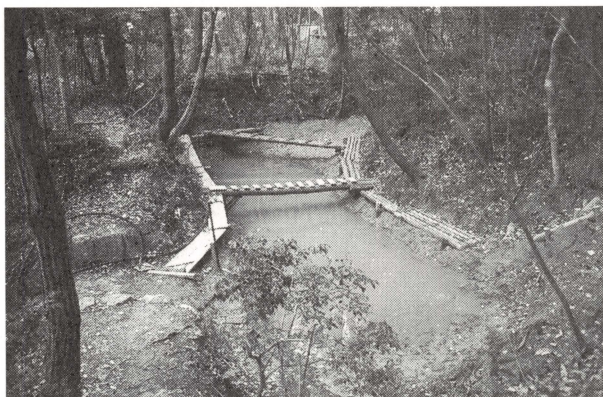


写真2. 完成した水場1



写真3. 学生等による水場2の創成過程



写真4. 完成した水場2