

地域と大学の連携による環境教育* ～緑のカーテンと雨水活用による取り組み～

笠井 利浩^{*1}, 近藤 晶^{*2}, 荒木 史代^{*3}

Environmental Education Based on Cooperation between University and Community - Activities Involving Rainwater Harvesting and Green Wall Cultivation -

Toshihiro KASAI^{*1}, Sho KONDO and Fumiyo ARAKI

^{*1} Faculty of Environmental and Information Sciences, Department of Environmental and Food Sciences

In recent years, climate change has been due to global warming, and it has been predicted that there are various influences from all Representative Concentration Pathways' (RCP) scenarios. Global warming has been caused by human activity worldwide, and clearly by our daily lives. To resolve this problem, it is therefore necessary to raise personal environmental awareness, in which environmental education for the general public plays an important role. In this study, we introduce an environmental education trial for local residents using a rainwater harvesting tank and green wall previously provided to elementary and junior high schools. We also describe the role of the university in environmental education for resolving global environmental problems.

Key Words : Area Cooperation, Environmental Education, Green Wall, Rainwater Harvesting

1. はじめに

近年、気候変動が顕著化し、各地で極端な気象現象が頻発している。これらの気候変動の主な原因は地球温暖化であり、2014年12月に発表された環境省の今後の気候変動予測に関する予測結果⁽¹⁾においても、地球温暖化効果ガスの全ての代表濃度経路シナリオ (Representative Concentration Pathways : RCPシナリオ)⁽²⁾において様々な影響が起これと予測されている。この地球温暖化の原因は世界中の人間活動によるものであり、言い換えれば私たちの日々の生活によって引き起こされていることは明らかである。この状況を打開するためには、個々人の環境配慮行動を高めることが最も効果的であるが、その役割を果たすのが環境教育である。環境教育には、①環境問題に関心を持つ ②環境保全活動を実践するに加え、③自らが実践している環境行動が「本当に環境に良いのか？」という批判的思考に基づいて評価できる力を養うという3つのステージがある。笠井らはこれまで、これらのステージの③にあたる環境教育として、ライフサイクル思考に基づく環境教育を小中学校で展開してきた^(3,4)。この取り組みは、今後の社会を構成する人材である児童・生徒に早期から先の①～③の各ステージの内容を含んだ環境教育として重要なものである。その一方で、現在の環境問題は待ったなしの状況であり、現在の地球温暖化を代表とする環境問題が全ての人間の活動によって引き起こされていることを考えると、大人に対する環境教育、即ち地域における環境教育も同時に進めてゆく必要がある。

本報は、筆者らがこれまで小中学校で培ってきた雨水活用と緑のカーテンを用いた環境教育に関する経験を基に、さらに地域にその活動を展開するための取り組みを紹介するものである。また、地域の環境教育、延いては世界の環境問題の解決に向けた社会への大学の関わり方について述べるものである。

* 原稿受付 2016年2月24日

^{*1} 環境情報学部 環境・食品科学科

^{*2} 環境情報学部 デザイン学科

^{*3} 基盤教育機構

E-mail: kasai@fukui-ut.ac.jp

2. フェロセメント工法を用いた雨水貯留槽製作プロジェクト

福井市内の公民館において、2015年3月から7月の間に大学研究室と公民館、および地域住民の協働によってフェロセメント工法を用いて製作した雨水貯留槽（呼称：パンプキンタンク）について、以下に述べる。

2.1 パンプキンタンク

パンプキンタンクは、世界銀行の支援を受けて行われた Community Water Supply and Sanitation Programme (CWSSP, 1995～1998年)の一部として開発されたカボチャ形の雨水貯留槽 (Fig. 1) であり、スリランカの水道や地下水供給が難しい場所に数百基設置されている⁽⁶⁾。このパンプキンタンクは、幅2cm程度の鋼製フラットバーを湾曲させて作った骨組みの上に、亀甲金網（以下、金網）を貼付けた後にモルタルを塗布して行うフェロセメント工法で製作されており、安価で高強度なものが製作できるという特徴をもつ。これまで、日本国内にはすみだ環境ふれあい館（東京都墨田区）にある1基だけであった (Fig. 1: 右)。このパンプキンタンクは、雨水資料館の開設に合わせて、NPO法人雨水市民の会が2001年にスリランカの技術者を招いて製作したものである。



Fig. 1 Pumpkin tanks in Sri Lanka⁽⁶⁾ and Japan.

2.2 パンプキンタンクの製作工程

今回製作したパンプキンタンクは、福井市内の公民館横にあるビオトープ内に設置された。このパンプキンタンク製作プロジェクトは、2014年10月に行った雨水活用に関する講演が切っ掛けに始まった。製作開始までに数回の打合せの後、2015年3月中旬から製作活動が始まった。作業は主に土日を利用して行われ、約4ヶ月後の2015年7月11日に完成し、製作に携わった方々の延べ人数は、97人・日に達した。また、製作にかかる費用については、全額福井市からの助成金で賄われた。

パンプキンタンク設置場所の基礎工事の様子を、Fig. 2 に示す。この地域は昔から湿地が多く、非常に地盤の弱い場所である。パンプキンタンクを設置した場所は、ビオトープ横のスペースでもあるため、さらに地盤が軟弱である。従って、事前に数mの松杭をパワーショベルで圧入し、その上に基礎底板を設置した。



Fig. 2 Foundation work of the pumpkin tank.

基礎底板完成後、パンプキンタンクの形状を決定する枠鉄筋の組立と金網貼りを行い、左官作業によるモルタル積層作業を行った。モルタル積層作業は、金罎を使って一回に約5mm程度の厚みでタンク内外から行い、最終的に約10cmの厚みにした (Fig. 3)。この工程では、25kgポルトランドセメント55袋、砂3t、モルタル用軽

量骨材（畑中産業㈱製，H・S サンド I 型）500L，モルタル接着増強剤（旭化成ケミカルズ㈱製，スーパーペトロック 400）18kg を用いた．この工程が最も時間と労力を要し，約 2 ヶ月間を要した．セメントと骨材の混合比は塗り付け場所によって変化させ，タンク内面の上半分の塗り付け用にはモルタル用軽量骨材を多めに混和した．



Fig. 3 Lamination work of mortar for the pumpkin tank production.

モルタル積層作業終了後，セメントを十分に硬化させるために約 1 ヶ月間タンク表面をビニールシートで被って養生した．また，その際に十分な水分を供給するため，一日おきにビニールシートの隙間からホースで十分に散水し，常に全体が濡れた状態に保った．また，タンク内部には水漏れを防止するために，ケイ酸質系塗布防水剤（マキシット・ドイツ社製，セリノール DS）50kg を用いて防水工事を行った（Fig. 4）．



Fig. 4 Waterproofing work for inside of the pumpkin tank.

最終工程としてタンク表面の塗装仕上げとビオトープ内の生物をイメージしたイラスト（原画は地区の児童が作成）のシール化とレイアウトを行った．塗装前に石材用研磨ディスクを取付けたグラインダを用いて，全面を数 mm 程度削り取った．その後，7 回程度塗料を塗り重ねて表面仕上げを行い，前述のイラストを耐候性シールにしたものを貼付けて飾り付けを行った．また，タンク前面には石材製の銘板をはめ込んだ（Fig. 5）．



Fig. 5 The pumpkin tank which was installed in the community center.

パンプキンタンクには、公民館の屋根の樋樋から取水した雨水の導入管（塩ビ管，VP50 約 30m），ビオトープへの雨水給水管（塩ビ管，VP50 約 15m）および散水ホースへの加圧ポンプ（㈱川本製作所，浅井戸ポンプ NF2-250SK）への給水管が接続されており，パンプキンタンク横の水栓柱から雨水が使えるようになっている．樋樋から取水した雨水はステンレス製ボールザルで濾過された後，優先的にパンプキンタンクに導水される．パンプキンタンク満水後は，ビオトープ側に導水されるよう自動的に切り替わり，ビオトープの水質維持用水として用いられるように設計した．また，雨水流入量がビオトープへの給水速度を上回る場合には，オーバーフロー分は下水に流れる．

3. 自動給水システムを備えた緑のカーテン育成プロジェクト

福井市内の公民館において，2015 年 6 月から大学の研究室と公民館の協働によって育成された緑のカーテンの育成装置の概要と育成過程について，以下に述べる．

3.1 緑のカーテン育成装置の概要

先のパンプキンタンク製作プロジェクトの期間中に，公民館側から緑のカーテンの設置に関する打診があり 2015 年 4 月中旬頃から底面自動灌水方式の緑のカーテン育成装置の開発を行った（Fig. 6）．プラスチック製の水槽（270L，1160×800×390）の中央部分に内部水位確認用の点検塔を配置し，簡単に内部の水位が確認できるようにした．今回は，この栽培用プランターを 5 台ホースで連結し，給水塔から常に同じ水位となるようにボールタップで給水して底面灌水を行った．プランター底部に給水された水道水は，緑のカーテンを構成する植物によって吸い上げられて水位が下がる．水位が下がると給水塔の水位も同様に低下し，それに伴ってボールタップの浮子が下がって一定水位になるまで給水される．栽培期間中は，この動作が常に自動的に繰り返されて植物に対する水ストレスは最上限に抑えられ，成長が促進される．プランター底部から約 10cm 程度の厚さまでは保水層の役目が果たせるように粒径 2～3cm 程度の碎石とした．その上部には，約 25cm 厚に培養土（育苗培養土＋腐葉土）を入れ，下部の碎石層と培養土層の間には分離シートとして，目合い約 2mm のプラスチック製ネットをこれらの土層の間に配した．また栽培期間中は，プランター間を接続するホース部分に直射日光が当たるとプランター底部に給水される水の温度が異常に上昇するため，ホース部分には孟宗竹を立てに半割した遮光カバーを作成して設置し，日光による温度上昇を防いだ．

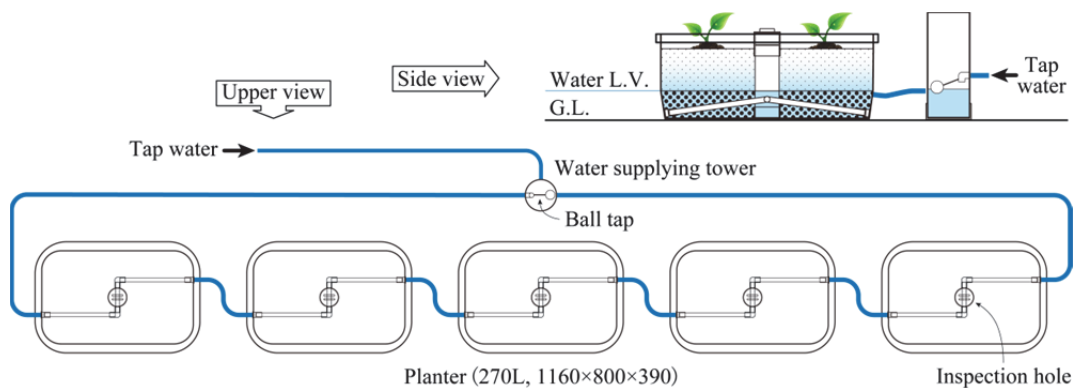


Fig. 6 Schematic diagram of cultivation equipment with automatic watering system for green wall.

3.2 緑のカーテンの育成過程

前述の緑のカーテン育成装置の設置から約 1 週間後（2015/6/14）に，ヘチマとゴーヤの苗植えを行った．各プランターには，ヘチマ 12 本とゴーヤ 12 本の計 24 本を植え付け，緑のカーテン全体では，ヘチマ 60 本とゴーヤ 60 本の計 120 本を植え付けた（Fig. 7，左）．その後，適宜ジョウロによる補助散水や施肥を行って育成した．施肥については，葉の色や生育状態を観察しながら 200 倍希釈の液肥（住友化学株式会社：住友液肥 1 号）をプランター 1 つに対して 1 回につき 500ml 程度散布して行った．栽培開始から約 1.5 ヶ月後の 7 月末には，全てのプランターで公民館の屋上（約 4m）までに達した（Fig. 7，右）．



Fig. 7 The green wall which cultivated on the side wall of the community center.

4. 福井市清水東公民館を中心とした活動

前述のポンプキンタンク製作プロジェクトや緑のカーテン育成プロジェクトを通じて 2015 年度に実施した, 雨水活用に関するワークショップや緑のカーテンのライトアッププロジェクトについて, 以下に述べる.

4.1 雨水活用ワークショップ

「第 7 回雨水ネットワーク会議全国大会 2014 in 福井」(2014 年 8 月 23～24 日: 福井工業大学) 後の継続的な, 北陸地方における雨と雪の利活用に向けた活動を目的として, 「あめゆき Cafe」という任意団体が 2015 年 3 月に結成された. この団体には, 先の大会運営を行った NPO 関係者や企業の方の他, 大学や工業高等専門学校教員や研究室も参加している. 2015 年 7 月 11 日に, 前述のポンプキンタンクを設置した福井市内の公民館で「被災時の水資源を考える ～被災体験からわかる水の大切さ～」をテーマにした雨水活用ワークショップを開催した (Fig. 8). 会場の準備は大学の研究室と企業関係の会員が協働して行い, 当日の参加者は, あめゆき Cafe の会員の他, 地域住民も加わり, 約 30 名程の参加者があった. 内容的には, 阪神・淡路大震災で被災した主婦の方々から地震発生後の生の話を伺った. 講演は 2 名のごく普通の主婦の方に行って頂き, 一般的な専門家による総括的な内容では無く, 実際に被災経験をされた方から普通の一般市民の目線で経験, 感じられた話を伺うことを狙った. その後, 被災時の生活用水としての雨水利用について, 軽食や飲み物を取りながらリラックスした雰囲気の下, フリートークを行って頂いた. トーク形式には, ワールド・カフェ形式⁽⁷⁾を採用し, 参加者全員で議論・話題の共有ができるように工夫した. このワールド・カフェは, 1995 年に Juanita Brown 氏と David Isaacs 氏によって, 「知識や知恵は機能的な会議室の中で生まれるのではなく, 人々がオープンに会話をを行い, 自由にネットワークを築くことのできる『カフェ』のような空間でこそ創発される」という考えに基づいて開発・提唱されたものであり, 以下のような特徴を持つ⁽³⁾.

- ① 本物のカフェのようにリラックスした雰囲気の中で, テーマに集中した対話を行う.
- ② 自分の意見を否定されず尊重されるという安全な場で, 相手の意見を聞き, つながりを意識しながら自分の意見を伝えることにより生まれる場の一体感を味わう.
- ③ メンバーの組み合わせを変えながら, 4～5 人単位の小グループで話し合いを続けることにより, あたかも参加者全員が話し合っているような効果が得られる.
- ④ 参加者数は 12 人から, 1000 人以上でも実施可能である.

参加者にワールド・カフェ方式の話し合いの方法を説明した後, 各テーブル 6 名ほどのグループでそれぞれに設定したテーマで話し合いを行い, 随時思いついたことを自由にテーブル上に貼付けた模造紙上にメモした. こうすることで, テーブルメンバーの入れ替えを行った後にも, 各テーブルで先に話し合われた内容が共有できるようにした.



あめゆき Cafe 2015 7月勉強会

被災時の水資源を考える

～被災体験からわかる水の大切さ～

日 時 7月11日(土) 14:00～17:00
場 所 福井市清水東公民館
〒910-3608 福井市三福町 14-11-1

【開催趣旨】あめゆき Cafe では、雨と水の恵みが豊かな北陸における雨や水の活用や、近年の気候変動に伴う豪雨・雪・渇水問題や被災時の水問題への対策を考えるための勉強会を行っています。今回は、阪神・淡路大震災被災体験者の方々から被災体験に基づいたお話を伺い、被災時における生活用水確保の重要性と非常時の雨水利用について皆さんと考えます。

① 店長からの挨拶 今日の店長 笠井 利恵 さん 10:00

② 阪神・淡路大震災の被災体験者による体験談
特別なお客様 主 持 前田 直子 さん 10:00
主 持 大森 明子 さん 10:00

③ パンプキンタンクへの想い 清水東公民館館長 鈴木 幹夫 さん 10:00

④ パンプキンタンク（雨水タンク）見学 パンプキンタンク職人 早崎 敬寛 さん 13:00

あめゆき Cafe 限定 “語らい” ワークショップ
ファシリテーター 今日の副店長 長谷川 雅尚 さん
特別なお客様 前田 直子 さん、大森 明子 さん
大切なお客様 今回御参加の皆様 さん
常連客 あめゆき Cafe 会員の皆様 さん

参加費：500円（当日会場にてお支払い下さい。）

お問合せ：あめゆき Cafe 事務局
福井工業大学 社会研究室内
TEL 0776-92-0707
E-mail: kasei@fui-u.ac.jp

あめゆき Cafe

あめゆき Cafe とは 2014年5月1日に福井市で開業された、「第1回日本ネットワーク会議」で「あめゆき Cafe」の名称の登録を目的に作られた団体です。福井市を中心とした地域社会で、雨と水の活用を考えた、地域の活性化と防災意識の向上を目的としています。

Fig. 8 Workshop of the rainwater harvesting in affected area.

4.2 緑のカーテンライトアッププロジェクト

緑のカーテンに対する夜間のライトアップ等による演出事例は、非常に少ない。過去の数少ない実施例としては、福井市内の小学校で2010年度から笠井らによって実施されているライフサイクル思考に基づく環境教育用教材として育成されている緑のカーテン（幅18m、高さ10m）へのプロジェクションマッピング⁽⁸⁾や、近藤らによって制作された緑のカーテンを題材にしたアート作品⁽⁹⁾の例が挙げられる。前述の緑のカーテンを設置した公民館では、この緑のカーテンを題材にしたアート作品⁽⁹⁾の制作に関連した事前栽培等も行っており、その背景から公民館に設置した緑のカーテンのライトアップの依頼を公民館側から受けて実現した。ライトアップは、23Wインバータ蛍光管を使った投光器4台を用いて行った（Fig. 9）。近距離からの鑑賞では、暗がりの中にそびえ立つ壮大な緑のカーテンが昼間とは異なった雰囲気を出していた。また、遠方から見た場合には、設置した地域が郊外の田園地帯であり、周囲に家などが少なく田の横に位置することから周囲が暗く、その中で光って見えることから幹線道路からの車中からも良く確認できた。



Fig. 9 Lighting up the green wall which cultivated on the side wall of the community center.

5. 環境教育における地域と大学の連携についての考察

近年、各大学や大学に所属する教員に対しても地域貢献が求められる時代になってきた。平成20年度文部科学白書⁽¹⁰⁾にも、大学の知的資源の地域社会への還元について述べられている。この白書の中では、その項目として、

① 正課教育の開放（社会人特別選抜，科目等履修生，昼夜開講制等） ② 公開講座や高校への出前授業など正課教育以外の教育活動 ③ 大学の人材の提供（審議会や委員会等，学外での講演会・研修会等の講師活動等） ④ 施設の開放（図書館や体育館等の開放） ⑤ 共同研究・受託研究や技術移転事業等の産学連携活動等 の5つが挙げられ，具体例も紹介されている．本報で取り上げた大学による地域における環境教育の取り組みは，地域の知の拠点としての大学の役割と，現在人類にとって最も重要な問題である環境問題の解決に向けた活動の両面から考えて，正に“大学の知的資源の地域社会への還元”に繋がるものであると確信している．大学に蓄積されている最新の情報や技術は，まだ十分に社会に役立ち，還元されている状況にはない．今後は，様々な形で地域の環境教育に大学が積極的に取り組む必要があると考えられる．

6. まとめと今後の展望

本報では，地域の核となる施設の一つである小中学校での雨水活用装置と緑のカーテンを用いた環境教育を，地域展開するための取り組みについて述べた．緑のカーテンは，その圧倒的な大きさから，それを見た者に対して大きなインパクトを与える．また雨水は，人間活動に無くてはならない水（淡水）の源であり，この水によって我々の食料の源となる作物も栽培されている．以上のことから考えると，水（雨水）と植物（緑のカーテン）を環境教育用教材に用いる事は，社会のライフサイクルの視点から考えても適切なものであると考えられる．また，教育用の教材には，教育を受ける者にとって親しみやすく，かつ記憶に残るものでなくてはならない．この観点からもこれらの教材は適している．

環境教育用の教材として，雨水活用装置と緑のカーテンは適した素材であるが，今後はその環境教育プログラムの内容や進め方について議論・実践を行う必要がある．具体的には，先に述べた環境教育の3つのステージ（① 環境問題への関心 ② 環境保全活動の実践 ③ 批判的思考に基づく正しい環境行動の実践）を意識したプログラム作りが重要と考える．今後は，公民館という地域の核となる場所を中心に，一般市民を対象とした各個人の環境意識レベルに応じた環境教育プログラムの開発を行いたい．

謝 辞

本活動に際して，福井市清水東公民館および多くの清水東上地区の方々のご協力を頂きました．ここに感謝の意を表します．

文 献

- (1) 環境省，“報道発表資料：日本国内における気候変動予測の不確実性を考慮した結果について（お知らせ）”，<http://www.env.go.jp/press/19034.html>（参照日 2016 年 1 月 24 日）．
- (2) D. P. Vuuren, J. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi, A. Thomson, K. Hibbard, G. C. Hurtt, T. Kram, V. Krey, J. Lamarque, T. Masui, M. Meinshausen, N. Nakicenovic, S. J. Smith and S. K. Rose, “The representative concentration pathways: an overview”, *Climatic Change*, Vol.109 (2011), pp.5-31.
- (3) 笠井利浩，玉村正人，“雨水利用装置を用いた環境教育用教材の提案”，福井工業大学研究紀要，No.41（2011），pp.345-353.
- (4) 笠井利浩，荒木史代，“小学校におけるライフサイクル思考に基づく環境教育プログラムの実践－雨水で育てる緑のカーテンを用いた取り組み－”，日本 LCA 学会誌，Vol.11，No.4（2015），pp.337-347.
- (5) The University of Warwick : Case Study 1 - The Sri Lankan Pumpkin Tank, <http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/eng/research/civil/dtu/pubs/rn/rwh/cs01/>（参照日 2016 年 2 月 15 日）．
- (6) WASH news Asia & Pacific HP: Sri Lanka: Treasuring every rain drop, <https://washasia.files.wordpress.com/2010/11/primary-school-aukanna-anuradapura.jpg>（参照日 2016 年 2 月 15 日）．
- (7) WORLD CAFE .NET HP: ワールド・カフェとは？, <http://world-cafe.net/about/>（参照日 2016 年 2 月 15 日）．
- (8) 近藤晶，笠井利浩，“緑のカーテンを用いたインタラクティブアートによる地域環境教育普及の試み”，第 10 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集，（2015），pp.32-33.
- (9) 近藤晶，笠井利浩，“Green Emotion”，神戸ビエンナーレ 2015 グリーンアート展入賞作品，（2015）．
- (10) 文部科学省，平成 20 年度文部科学白書（2009），375p.，佐伯印刷．

（平成 28 年 3 月 31 日受理）