特集2・河川・流域の環境教育の展開

川に負荷を与えないキャンプの工夫

—簡便な水浄化装置の考案—

伊藤 明彦*・山田 辰美**

1. キャンプが自然を汚す

山間の清流に足を漬し、小鳥のさえずり、川のせせらぎに耳を傾ける。日常のあわただしい生活から離れて、ゆったりとした時間の流れに身を任せる。休日ともなると、レジャーランドよりも自然を求めて家族や友人同士で山や川へ出かける人々が増えている。特に、清流を求めて都市部から山間地へ、バーベキューやキャンプをする人々の群れが押し寄せる現象が各地でよく見られるようになった。そして、彼らが去った後には、買い物袋、プラスチックトレイ、ペットボトルなどの生分解されない大量のゴミや残飯が残されていることが少なくない。車で直接、河川敷に侵入し、河川敷に轍を残す例も見受けられる。バーベキューで使用した鉄板を河川で直接洗い、洗剤や油が河川を汚すのも気にとめない者もいる。個々の事例は、それだけでは自然環境に対してたいした影響を与えないかもしれない。しかし、そういった「自分だけなら」「ちょっとだけなら」という気持ちが積もり積もって、大きな問題となってしまうのだ。実際、河川にハエが発生したり、人口の増えていない中山間地でカラスが増加する現象も報告されている。また、河川の上流部は水量が少ないことが多い。そのため残飯（有機物）や洗剤・油が流出すると、希釈率が低いので、汚濁物質濃度が高くなる。上流部の清流に生息する生物は汚染に弱いので、致命的な影響を受けかねない。特に水量が少なくなる夏には、キャンプが環境に与える負荷が大きくなりやすい。アウトドアレジャーという自然を求める人間の活動が、皮肉にも自然環境に負荷を与え、生物の生息を脅かしているのである。

そこで、私達は川に負荷を与えないキャンプの工

夫を研究・実践することにした。川の環境に配慮したキャンプを体験させることで、自然環境だけでなく、普段の生活にも目を向けさせ、見直すきっかけづくりをしたいと考えている。

2. 夏休み子どもキャンプ「瀬戸川・里の楽校」の事例

2.1 「瀬戸川・里の楽校」とは

静岡県中部を流れる瀬戸川流域には清らかな流れが育んだ豊かな自然と文化が残っている。また、この地域には、無農薬茶や有機栽培に取り組むなど誇りを持って農業を営む人や、瀬戸川と里の環境を大切にしている人が住んでいる。その人達がこの自然環境に恵まれた地域に子ども達を集め、子どもと地域の活性化のために環境教育の場を設けたのが「瀬戸川・里の楽校」である。たつぷりとある時間と空間の中で様々な里の体験を重ね、仲間とのつながりや自然との関わりを確かめ合う機会を与えたいと考えたのである。そこで、具体的には

- ① 懐かしい里の遊び
- ② 収穫やそば打ちなどの食農体験
- ③ 川の自然や文化との触れ合い

の3つの体験を通して、逞しく、思いやりがあり、感性豊かな子どもの育成を目指して活動している。

瀬戸川・里の楽校の実行委員は、静岡県中部を中心に地域活動や環境活動をしている複数の団体の連合体として構成されている。そこに学生たちの若い力を入れて、瀬戸川流域の様々な地域活動の活性化をはかり、里地の環境保全に関わる活動も展開している。年間4～5回のイベントを企画・運営するが、その中心が3泊4日の夏休み子どもキャンプである。小学生対象のこのキャンプは、参加者50名、スタッフ50名、総勢100名ほどが里を舞台に駆け回るキャンプである。今回報告する研究は平成12年8月

*（株）エクノスワタナベ Akihiko ITO

**富士常葉大学 Tatsumi YAMADA

表1 瀬戸川クリーン―川と地域を汚さないために―

1. 残さずきれいに食べよう（胃袋が最も優れた浄化装置だ）
2. 食器は洗う前に汚れを葉・わら・紙でふき取る（節水のためと汚れ水を減らすために）
3. 残飯は残飯入れに、そしてコンポストへ
4. 洗い桶に水を取って洗う（流し水は使わない、少しの水で洗う）
5. 化学洗剤は使わない（替わりに砂、土、灰を利用する）
6. 汚れ水は浄化装置へ（ろ材は杉皮、炭、シュロ、砂礫、ぼろ布）、
そして排水は大地へしみこませよう（大地は最大の浄化装置だ）
7. 出てしまったごみは資源として活かすために種類分け（分別）

に実施したキャンプでの実践に基づくものである。

2.2 川を汚さないキャンプの実践

昔、川の上流から引いた水は、清らかな状態で洗面に、食器や衣類の洗い水に、次に野菜を洗うためにと利用され、やがて田んぼへと運ばれるものだった。しかし、現在では、水は蛇口をひねりさえすれば出てくる。さらに、ペットボトル入りの水を買う時代である。現在の子ども達は、水との関わりが希薄になってしまって、そのありがたさを考えることは少ない。何気なく利用している水は、どこからくるのだろうか。そして、自分が使った水はどこへ行くのだろうか。そんな疑問も普段の生活からは湧いてこない。上下水道の発達により、蛇口をひねればきれいな水が得られ、使った水はすぐに排水溝に吸い込まれて見えなくなってしまう。たくさん水を使い捨て感覚で消費する日常生活からは、生活や生命を支えてくれる貴重な水という認識が生まれにくいのである。

そこで里の楽校は、川で存分に遊ぶだけでなく、自然環境になるべく負荷を与えないよう配慮した生活を体験することで、水の大切さに気づくようなキャンプを目指している。平成12年、プロジェクトチームを作り、様々な工夫を検討した結果、徹底した節水と汚れを出さない方式を原則とした「瀬戸川クリーン―川と地域を汚さないために―」を整理し、これを基に指導することにした（表1）。

まず、食事の際には、残さず食べる努力を原則とし、残飯が出ないようにみんなで協力して食べた。捨てればゴミ、食べれば栄養なのだ。水質浄化は、基本的に生物が有機物を分解・吸収することで成り立っているが、胃袋（消化器官）における消化も実は有機物の分解促進の役割をしているのである。川を汚したくない主旨を伝え、何ができるか問いかけたら、子ども達は食べ終わった後の食器をなめたり、水やお茶ですすいであれを飲みほすようになった。

た。自分たちを楽しませてくれる川、大好きな自然を汚したくないという気持ちがこのような行動として表れたのだろう。

また、合成洗剤は一切使用せずに、砂と土と灰を利用して食器を洗った。それでも油污は落ちる。水をよく切って、天日に干しておくことで、雑菌の繁殖を抑えた。

さらに、流し水は用いず、洗い桶で川から水を汲み、炊事や洗濯に使った。貴重な飲み水や食器の最後のすずぎは給水車の水を用いた。排水と洗い桶にたまった洗い水は手作りの浄化装置に流した。浄化装置へ流す前に、固形のごみはこまめにバケツに入れる他、細かいごみの破片が流れ出さないよう炊事場には二重のストレーサー（塩ビ多孔管とわら）を施した。

このように、里の楽校では、食べる・拭き取る・ストレーサーで取り除くというように、発生するゴミを減らし、汚濁物質が直接川へ流れ出ないように何重ものトラップを仕掛けることで、川への負荷を軽減するよう努めた。発生源からの汚濁物質の流出を防ぐことがまず肝要と考えたからである。特に水中では、一旦排出された汚濁物質は拡散作用によって時間の経過と共に取り除くのが困難になる。そこで今回、川への汚濁物質の流入をくい止める最後の砦とすべく、キャンプ地で使える本格的な水浄化装置を考案した。

2.3 水浄化装置の試作・考案

2.3.1 大人数でのキャンプに用いる水浄化装置

汚水処理法を大別すると、物理・化学的方法と生物学的方法に分類できる¹⁾。一般の汚水処理場においては、有機物（BOD、COD）を含む排水は、油水分離、ろ過や沈殿法などによる固液分離を経て、砂ろ過や活性炭による吸着ろ過で有機物がトラップされる。そして、微生物による生物学的方法で有機物は無機化され、窒素、リンなども除去されるので

表2 水浄化装置試作基の比較

水浄化装置	材料	材料費	製作時間*	浄化能力	環境学習効果
ペットボトル浄化装置	ペットボトル (2ℓ×5個) 紐・ガムテープ	安価	200分	小	大
肥料袋浄化装置	肥料袋 (20kg入り×4枚)・ペットボトル (2ℓ×8個)・紐・ガムテープ	安価	360分	中	小
ミカンコンテナ浄化装置	ミカンコンテナ (40ℓ×4個)・ポリエチレン袋 (70ℓ、45ℓ×4枚)・モウソウチク	安価	160分	大	大

※ろ材には竹炭・杉皮・シュロ・砂礫を使用した。

*製作時間＝作業時間×作業人数

ある。各行程において様々な技術が開発され、規模の拡大が図られているが、汚水処理の原理は簡易浄化装置でもほぼ同じである。

アウトドアに関する本にも、キャンプで利用する簡便な浄化装置の紹介がされていることがある。ペットボトルに油分を吸着する杉・檜樹皮、有機物を吸着する炭、微細な懸濁物質をトラップする砂などを詰め、汚水を上から流す方法である²⁾。他にも、発泡スチロール³⁾や樽にろ材を詰めたもの⁴⁾が紹介されている。これらは家族など少数人を対象にしたもので、汚水の処理速度が遅く、処理能力も限られるため、大人数でのキャンプには通用しない。里の楽校キャンプでは、100名ほどの炊事の汚水に対する処理能力が要求され、かつ4日間処理能力が持続する必要がある。なお、4日間という短期間の設置では、微生物による十分な浄化は期待しにくく、物理・化学的方法を中心に考案することになった。キャンプで手軽に活用できるようにするため、構造を簡素化し、製作、解体が短時間でできるよう配慮し、いくつかの提案の中から表2に示す水浄化装置の試作基を3タイプ作成し、効果や処理能力等を比較した。

2.3.2 ペットボトル浄化装置

ペットボトル浄化装置は、2ℓペットボトルの底をくりぬいて、ろ材を詰めて5個連結したものである。ロート状の部分には、ろ材が抜け落ちないように真綿を詰めた。一番上のボトルには杉皮、その下にシュロ、砂礫、竹炭の順にろ材を詰めた。簡単に製作でき、ろ材が見えるため、汚水がきれいになっていく様子を直に見ることができた。しかし、注ぎ口が狭いことや処理量が限られることから大人数の水浄化には向かなかった。

2.3.3 肥料袋浄化装置

肥料袋浄化装置は、市販の肥料(20kg入り)の空袋を利用したもので、肥料袋の上端と下端に2ℓペットボトルを水漏れしないようにしっかり取り付

けたものを4個作成し、それぞれにろ材を一種類ずつ真綿と階層状になるように詰め、杉皮、シュロ、砂礫、竹炭の順になるように設置した。肥料袋は、丈夫で大きいため、大量のろ材と汚水をためることができる。しかし、水漏れ対策やペットボトルの連結がうまくいかず、製作に多くの時間を要した。また、中身が見えないため、ろ過の過程を観察することができなかった。

2.3.4 コンテナ浄化装置

コンテナ浄化装置は、みかんを入れる網型のコンテナ(容積40ℓ)の内側に70ℓのごみ袋を広げ、その中に45ℓのポリエチレン袋を入れることで2つの溜りをつくり、そこへ上記の浄化装置と同様の順番でろ材を詰めた。45ℓポリエチレン袋の底に直径5cm程の穴をあけ、汚水が底を通るように工夫した。ろ材が見えるため、汚水の浄化過程を観察することができた。また、簡単に製作でき、コンテナを増やすことで浄化槽の容量を大きくできるため、大人数で行うキャンプには適していると評価された。

2.4 水浄化装置

試作の結果より、今回のキャンプでは、製作時間・処理能力・環境学習効果が優れていたコンテナ浄化装置を採用し、これを2タイプ作成した。ひとつは試作基と同様のもの、もうひとつには試作基にコンクリートパレットの流し台を取り付けたものとした。パレットには、わらと塩ビの多孔管を設置し、固形物質をトラップするストレーサーとした(図-1)。ろ材としては油を吸着する機能が評価されている杉皮、伝統的な水浄化手法に用いられてきた接触面の大きなシュロ皮や砂礫、細かな食べかすを捕まえる真綿やわら、さらに微細な汚れを吸着する竹炭を用いた。すべて里や川や家庭で容易に手に入るものばかりである(表3)。

このキャンプで使用した水は必ずこの浄化装置に流すよう指導した(写真1)。排水はシステムの下流に進むのにしたがって透明度が増していった。杉

図ー1 コンテナ浄化装置

表3 浄化装置材料一覧

材料	量*	用途	入手場所	解体後の用途
杉皮	40 ℓ	油分吸着材	林業組合・製材所	ミカン畑の追肥・マルチング
シュロ	20 ℓ	固液分離材	堤防上	ミカン畑の追肥・マルチング
砂礫	40 ℓ	清澄ろ過材	川原	土と混ぜて河畔林へ
真綿	20 ℓ	固液分離材	布団	ミカン畑のマルチング
稲わら	5 束	固液分離材	農家	ミカン畑の追肥・マルチング
竹炭	4 kg	吸着材	農家	ミカン畑の土壌改良剤
ミカンコンテナ	40 ℓ×4 個	浄化装置枠組	農家から借用	洗浄後再利用
モウソウチク	4 m	浄化装置の連結	放置竹林	畑の境界用材
ポリエチレン袋	70 ℓ×4 枚 45 ℓ×4 枚	浄化装置の枠	購入	ゴミ袋

*浄化装置1基当たり

皮の油吸着能力も予想以上に高く、使用期間（4日間）を通して杉皮より下流の浄化槽には油が浮かなかった。その様子に、子ども達は驚き、興味深そうに眺めたり、水やろ材に触れたりしていた。初日および2日目は浄化装置が十分機能し、排水は澄んでおり、腐敗臭も全くなかった。しかし、3日目になると、第1および第2槽で腐敗臭が発生していることに子ども達が気づいた。8月初旬の真夏に実施したキャンプで、気温が高かったため、酸素の溶解度が少なく、嫌気性菌の増殖速度が速くなり、腐敗が進んだと思われる。また、設計当初は、生物学的処理は加味しておらず、積極的な酸素の取り込みを施さなかったことも原因と考えられる。

これらの改善策として、固形物や懸濁した有機物をトラップできるような沈殿槽や目の細かいスト

写真1 コンテナ浄化装置へ洗いを捨てる子ども達

レーサーを用いることや、腐敗を防ぐためにろ材を毎日取り替えるといった工夫を検討している。

さらに、物理・化学的処理の方法として、凝集剤

の利用が考えられる。これにより、米のとぎ汁などの有機物懸濁液を凝集・沈殿させることができる。この際、凝集剤の種類によっては、毒性を示すものや高濃度では問題になるものもあるため、注意が必要である。石灰（CaO）は、凝集力は劣るが、簡単に手に入り、畑の土壌改良剤としても利用されているため、環境への負荷の心配もなく、子どもの環境学習用教材としても適していると思われる。

今回、ろ過した水は直接川に流さず、川原に排水し砂礫に浸透させ、自然の浄化作用に任せたため、直接的な川への負荷はほとんど解消されていると考えられる。キャンプ終了後、コンテナは洗浄して再使用し、汚れを蓄えたろ材はそのままかん畑の肥料やマルチングに活用した。

3. 子どもへの環境学習として

最後に、環境学習の中で水と関わることの重要性を述べたい。地球上で起こった大事件である生命の誕生と文明の発展は共に、水と深く関わっている。現代の豊かな都市生活も水を贅沢に使うことで成り立っている。

20世紀初頭の地球人口は16億であったのに対し、間もなく70億に達しようとしている。そのため、年々、水の使用量が増加しているという。この世界的人口爆発を考えると、地球上の使える真水は限られているという認識が重要である。ところが、雨の多い国に住む日本人はごく一部の地方の人を除いて、その認識が乏しい。水の惑星と呼ばれる地球であるが、地球上の水の97%は海水であり、実際に人間が生活に使える水は、わずか0.006%にすぎないと言われる。人口爆発だけでなく近代文明がもたらした環境汚染を考え合わせると、水の大切さを真剣に捉えなくてはならない時がきていると言える。

水によって支えられる文明、水によって育まれる

生命ということに関する学習は環境学習の中軸に据えられるべき項目と考えている。その際、次の2点を基礎とした学習を構築すべきだろう。

- ① 地球上の水の循環の仕組みと働きを理解する（生命を養うこと、地球の気象を保つことなど）
- ② 清水を保ち、清水を生み出す自然の仕組みと方法について理解する（一度汚した水を元の清水にもどすことが難しいことに気づかせたい）

今回の水浄化装置設置で、その効果が一番評価されたのは、子ども達への環境学習効果ではないだろうか。体験的に清らかな水の大切さを感じた上で、水の浄化の過程を学び、その必要性や可能性、そして、浄化の難しさも知らせることができた。キャンプが終わった後、ろ材はみかん畑の肥料やマルチングに活用することで無駄にできなかったことも示した。里では有機物がゴミになることはない。土に戻って、植物を育むことになる。すべてが生態系という循環の大きな輪でつながっているのである。そんなことも、子供たちには感じてもらえたのではないだろうか。

身近な自然現象に目を見張り歓声を上げる子ども達が、川の汚れに対して自分達の問題として取り組んでくれた。その真摯な姿は、大人を動かし、慢性化した環境問題を解きほぐす力となるだろう。環境問題を自分達の問題、身近な問題として意識化させることが、問題解決に向けて行動できる人材を育成する上で最も大切なことだからである。

参 考 文 献

- 1) 公害防止の技術と法規 編集委員会編：五訂・公害防止の技術と法規 水質編、(社)産業環境管理協会(1995)
- 2) 広瀬敏道：子供に伝える野外生活術、地球丸(1997)
- 3) 雑賀卓三：川を汚染から守る浄化槽作りに挑戦、食農教育、No.14、18-21(2001)
- 4) 谷口尚規：冒険手帳、21世紀ボックス(1972)