

扇状地河川の人工淵設置効果

松岡 保正*

On the effect of artificial depths on fishes in the gravel bed river.

Yasumasa MATSUOKA

Generally river engineering has been developed long years to protect the land and city from flood. In recent years we are asked to reconsider such a attitude in view of amenity and ecological necessity.

As rivers in the upper and middle stream part of the river basin are usually rapid due to their steep slopes, a lot of sand and gravel are carried during high water period. So we must restore the artificial depths after flood.

The field researches on the effect of artificial depths have been carried out in the Asakawa river. Species and numbers of fishes remarkably increased after setting up of several artificial depths.

キーワード：瀬，淵，汀線，維持管理，環境教育

1. ま え が き

近年の環境問題或いは自然環境への関心の高まりを背景として水辺が注目され、全国各地で様々な取り組みがなされてきている。大規模な工事を伴うものでは、ドイツの Naturnaher Wasserbau を手本とした近自然河川工法（或いは多自然型河川工法）が建設省直轄河川を中心にして数多く実施されている¹⁾。

一方で、身近な水辺である中小河川や用水路については、従来の2面或いは3面コンクリート護岸の状況から簡単には脱却できない現状に有る。それは欧米とは異なる日本の地形や土地利用形態の特徴、公共事業で建設する親水護岸やビオトープには維持管理費がつかないシステム、財源難等一朝一夕には解決出来そうにない問題が複雑にからんでいる事による。また、せっかくホタル水路や多自然水路として事業化したものの、対象とした水棲生物の生態やライフサイクルを十分に理解していない為に、単に自然石を並べたというだけの「岩石庭園」化や、養殖物の放流によるイベント空間化している所も少なくない。

豊かな水辺空間としてどのような姿をイメージするかは、場所や季節や人により様々である。そうし

た空間が貴重であり保護や保全、自然の回復等に努力を傾ける必要が有る事に異論を唱える人はいない。しかし身近に当たり前に存在していた小さな自然については、無くなって何がしかの影響が我が身に降りかかってからでないと、認識や行動につながらない場合が殆どである。いくら流域運命共同体を唱えても、自分達の問題として認識しない限り事態の本質的改善には繋がらない。それには先ず、日常生活の中で川からの様々な恩恵を享受することが早道であろう。

本研究は、川がもたらす恩恵の一つである子供達の自然の遊び場の側面に着目し、多様な水棲生物が棲める空間を創出する一つの手法として人工淵の設置を試み、その効果と維持管理上の問題点等を明らかにしようとするものである。現地実験の対象河川としては、典型的な扇状地河川として長野市内を流れている浅川を選定した。

2. 扇状地河川の特徴

長野県には「信濃の国」にも歌われている通り、四方に聳ゆる山々から四つの平を創った大河にそそぐ多くの支流が形成した大小様々の扇状地が存在する。それらの扇状地は地質学的に未だ形成途上に有ると言っても良い。

それはたとえ流積を大きくして現時点で設計流量を流せたとしても、上流から絶えず運ばれてくる土

* 環境都市工学科教授
原稿受付 1999年9月1日

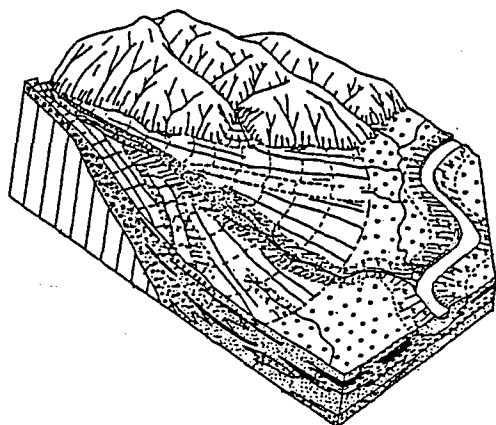


図1 扇状地のイメージ

砂との戦いが終わった事にはならず、今後もずっと続く事を意味している。この事は言い換えれば、人工淵などがメンテナンスフリーでは出水後意味を成さないものになってしまうという事である。現にそうなっている所が身近にも少なくない。災害復旧で対処する例もあるが、出水や土砂輸送は規模はともかく毎年の事である為、将来的に向けて大幅な増加を望める状況にはない。

2. 1 浅川流域の地形と水系の特徴²⁾

浅川は妙高火山群の南端に位置する飯縄山に源を発する。河川調書に記載されている水源は、長野市大字北郷字中曽根3380番地先と長野市大字北郷字堀ノ内2960番地先の2地点である。いずれも飯縄山の沢から流れ出る水をせき止め、一旦溜め池に溜めてから流下させている。

飯縄山は更新世中期から後期にかけ、大きく二期に大別される火山活動で、基盤の第三系の上に溶岩と火山砕屑物が繰り返し噴出して原形が形成された。麓の飯縄高原には火砕流堆積物と火山体の放射谷から供給された岩屑が堆積し、一種の扇状地を形成している。その南東の標高700m 台の山地は堆積岩が隆起して形成されたものであり、河川の浸食、断層活動、地滑り等様々の地形形成過程を経ていることもあり、下流での降雨災害の誘因を内在している。上流域にこうした土砂の供給基地を持つ浅川は、典型的な扇状地地形を生み出した。その断彩図を図2に示す。

図3に浅川の水系図を示す。扇端にあたる富竹地籍から、千曲川の後背湿地に並行する形で大きく東北に流路を変え、北側の山地や丘陵地から流入する小河川の水を集め、千曲川に合流している。河川ではないが右岸側からは、吉田で北部幹線、赤沼で長沼幹線等の排水路が流入している。

2. 2 沿線の土地利用概観

河川の近自然化を考える場合、地形はもとより流

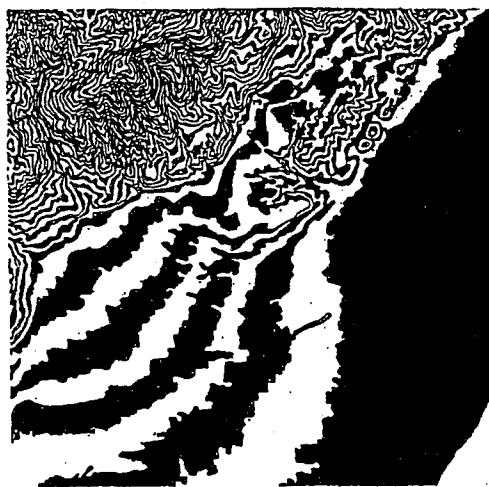


図2 浅川扇状地

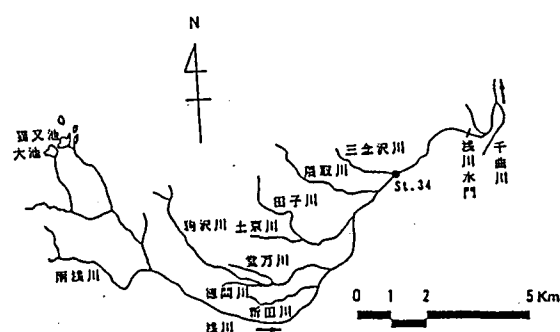


図3 浅川水系

域の土地利用形態が、水棲生物や植物の種類に重要な意味を持つ。ここでは主に浅川本川沿いの土地利用形態を概観する。

源流域の最高点は飯縄山頂であり、上信越国立公園に指定されている山林が広がっている。しかし、飯縄高原に降りてくると近年はゴルフ場に別荘にと開発の波が押し寄せている。現在の大池、猫又池に源流のイメージは全く無い。

標高750mの中曽根あたりは、斜面に展開する果樹園や畑が多いが、水田も存在する。南浅川も門沢あたりでは同様に、飯縄高原を背負った地形的特徴が水環境にも現われ、土地利用形態にも反映されている。南北浅川ともに合流点までは急斜面の谷底を急勾配で流下する。

扇状地に出ると、浅川団地や湯谷団地等の住宅地域貫流する。東進する長野市のアーバンスプロールは稲田地区の水田も飲み込み、浅川左岸沿いの水田も上駒沢までとなった。

古里から赤沼までの区間は両側に水田と果樹園が展開する。サギやカワセミ、冬期にはオオタカも観測される位の自然はある。

2. 3 浅川の魚類

水質や河川改修に伴なう河道の構造等、時代と共

にまた土地利用形態の変化と共に魚をとりまく棲息条件は変わってきた。またそうした外的環境条件に加え、ブラックバスやブルーギル等の新種の外来種も放たれている。

1993年に県が行なった春・秋2回の調査の結果では、確認された魚種はギンブナ、オイカワ、ウグイ、モツゴ、コイ、ニゴイ、ドジョウ、ナマズの8種である。個体数の割合では、捕獲294尾のうちギンブナが182尾(62%)と最も多い。次いでオイカワが47尾(16%)、ウグイ42尾(14%)となっている³⁾。

1999年8月と9月に著者等が捕獲した魚種は上記の8種に加え、トウヨシノボリ、カマツカ、タイリクバラタナゴ、そしてブルーギルである。特にタイリクバラタナゴの未成魚は数多く捕獲された。

吉田あたりから上流は旧来の落差工が細かく設置されており、長めの水叩きの浅水深と段差で遡上を困難にしている。それでも上流に行くにつれ水質は多少なりとも良くなる為、魚影は極めて少ないもののカワムシは多くなる。

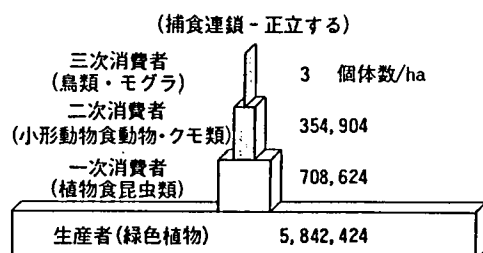
3. 水辺の近自然化

3.1 食物連鎖とビオトープ

豊かな自然と言う場合、質としての多様性と量としての数の多さや個体の大きさが主要な尺度となる。図4は3次消費者として鳥類を例にした生物ピラミッド⁴⁾であるが、淡水中ではウナギやナマズが頂点にくる。そしてその存在を支える水棲生物、更には最下層の植物プランクトンに至るまでの多様な生命の活動の舞台がビオトープということになる。同じ個体であっても卵、仔魚、稚魚、未成魚、成魚と成長段階で居場所も行動半径も異なる。まして餌や産卵場所の異なる種であればなおさらのこと多様な空間が必要となる。

3.2 川の瀬と淵

一般的に自然の状態では地形や地質に支配されて川は蛇行しているし、縦断方向にも急勾配と緩勾配



栄養段階の高い生物ほど個体数が少ない。これは被食者-捕食者の関係で、上位のものは下位のものを捕食するため体が大型で個体数が少なくなるため。

図4 生物ピラミッド (生物図説)

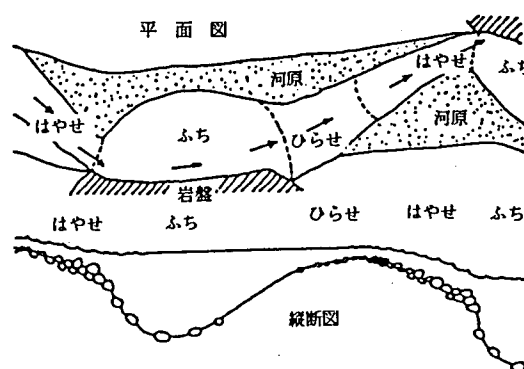


図5 瀬と淵 (水野)

が交互に出現する。図5はそうした状況を模式的に示したものである。

早瀬は水深が浅いので太陽光が河床にまで充分に届き、藻類が繁殖する条件が整っている。流れが速いので植物プランクトンには向いていないが豊富な藻類と新鮮な空気存在は、カワムシ等の絶好の棲家となる。結果として餌と溶存酸素の供給基地の役割を果たしている。

淵は出水時や外敵からの隠れ場所であり、大型魚の棲家である。また一口に淵といっても上流端の弱い水平渦の中では仔魚や稚魚が群れを成している。植生があればその裏側にはミズカマキリやヤゴ等の水棲昆虫のような泳力の弱いものがある。

水野等がアユを対象として行った実験では、良好な瀬と淵をセットで再生したところ、重量比で50倍、個体数で100倍の結果が得られた川も有る⁵⁾。数値的にはともかく、良好な瀬と淵が豊かさに貢献することは疑いの余地がない。

3.3 人工淵の構造

良好な瀬と淵のセットがどのような効果をもたらすかは、前節で紹介した通りである。それが中小河川の雑魚を対象としたミニ人工淵でも有効であるか、また効果を発揮する具体的な構造はどのようなものになるかは、対象となる川の持っている条件により異なろう。

図6に今回の実験で設置した人工淵と早瀬の模式図を、写真1に1年目の人工淵W5を示す。

図中、Aは人工淵前面の水跳ねのための大石群であり、その形状はツルヨシ等の植生群の保護と淵内Cの水平渦のスケールや主流位置の調整に関係する。Bは植生であり、最初は植物の根が張っていない為、タマネギ袋に河床の砂礫を詰めてツルヨシ或いはキショウブを括り付けた。淵内への透水性、植生の流失防止、根の育成、経費節減等を考慮した。Cは水平渦であり設置初期は泥等が沈殿し易い為稚魚やドジョウ等が付き易いが、植生の本格成長とともに縮

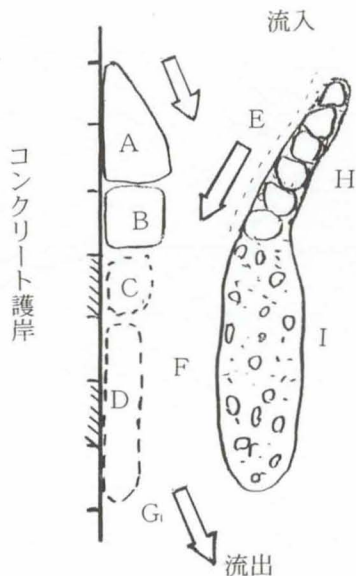


図6 人工淵の構造



写真1 人工淵表面の流況

小或いは消滅する。Dが淵であり、木工沈床天端の巨石まで河床砂礫を掘ってある。魚巣ブロック内に詰まった土砂も同時にかき出してある。掘った土砂はそのままIに積み上げミニ州とした。淵の深さは平常時で50cm程度であり、FからIにかけて直線的に浅くなっている。Eは流入部の早瀬で、平坦河床上を緩流する流れをミニ導流堤Hで集め、護岸となす角度を最適な流速と水深、淵の幅になるよう調整する。Gは淵からの出口の平瀬にあたり、徐々に浅く広くなって流れを河道中央に向ける。

3. 4 汀を考慮した植栽

河川改修により両岸がコンクリート化されると、一般的に岸の抵抗が小さくなり、護岸沿いの流れが速くなる。そのため泳力の弱い魚や水棲昆虫にとっては自由な移動の困難さが増大する。

また、周囲の条件によっては堤防或いは護岸上の道路から水面までかなりの高さになる事も実際にある。川沿いを通学や散歩等で歩く場合、万一転落した時の事を考えると、浅い水深は衝撃緩和の役目を

果たせない。勿論侵入禁止のフェンスを張り巡らす事は出来るが、親水護岸に侵入禁止ではどうにもならない。

そうした状況の解消と、水生生物や鳥の隠れ場所や繁殖場所の創出、季節感の醸成、若干の水質改善効果、流れの多様性の確保等を目的として、植栽を行なった。

実験区間は、浅川としてはかなりの土砂移動があるので、成長した場合流失し難いツルヨシを植栽した。季節感の醸成と笹舟等の水辺遊びのためにキショウブを植栽した。

ツルヨシは小分けした株を魚巣ブロックの間に入れ、河床土砂を軽く載せておくだけで根付いた。一旦根付くと、日照や水深等の条件が良ければ1年で10m以上伸びた場所もある。写真2に植栽3年目の状況を示す。左岸側なので水裏気味となっているため、水深によっては河床が露出する。



写真2 3年目のツルヨシ汀線

4. 人工淵の設置と維持管理

4. 1 人工淵の設置

実験開始1年目は右岸3ヵ所、左岸3個所の計6ヵ所で始めた。写真3は設置作業時の河道の様子を示したものである。直線河道、コンクリ護岸、平坦



写真3 人工淵の設置

河床という改修後の典型的河道が分かる。

左岸最下流のW6は、実験開始後の夏に直下流で行われた布団籠設置工事と杭水制設置工事により、淵として機能しなくなった為放棄した。1年目で人工淵に魚がつく事を確認できたので、2年目は更に右岸側上流に1ヵ所淵を増やしW0とした。ここは木工沈床までが他の人工淵よりも浅く、魅力には若干欠けるが貴重なデータを得ることが出来た。3年目の現在、右岸のW2、W3、W5が被災時の修復対象となっている。左岸側は実験区間の河道の平面線形の関係で出水時には水裏の様相を呈する為、土砂が溜まり易く、無理に淵を維持することは止めた。それにはもう一つ、左岸側は終日ブロックの奥まで陽が当たるため大型魚に不人気であったという結果も影響している。

4. 2 淵の維持管理

浅川は扇状地河川であり、実験場所はその中流域にあるため、出水時には30cm程度の石も流動する。当然の事ながら淵には土砂が流入し、埋没するため、避難した魚達が溯上してくる頃には修復しておく必要がある。修復作業にはジョレンとスコップを使用した。その様子を写真4に示す。



写真4 淵の修復作業

観測年	5月	6月	7月	8月	9月	合計
1989	2	3	4	3	3	15
1990	2	2	2	1	6	13
1991	0	3	5	2	3	13
1992	1	4	3	2	0	10
1993	3	4	5	5	3	20
1994	2	3	1	0	5	11
1995	2	2	7	3	3	17
1996	2	2	2	1	4	11
1997	2	1	4	1	4	12
1998	3	1	4	5	3	16

表1 15mm以上の日雨量

淵を河床土砂で埋没させてしまうような降雨は、先行降雨の状況によっても異なるが、平均的には17mm程度の日雨量であった。その程度の日雨量の流出で水位が元に戻るには2日～3日かかるが、その間に次の降雨があった場合には修復作業を延期した。表1は過去10年間の当流域における15mm以上の日雨量の月別回数である。

4. 3 人工淵と川遊び

水温の低い4月中は下流の深みにいる魚も、水温の上昇とともに活発に溯上しはじめる。勿論、淵の無い平坦河床の場所にも溯上して行くが、常時何十匹もの群れで泳いでいられるスペースは無い。人工淵には常時群れで泳ぐ姿が観察される。

水温が25度を超えるようになると、オイカワ等が産卵を開始し、その後浅瀬や緩流部で夥しい数の稚魚の群れが観察されるようになる。

実験開始1年目の6月に、こうしたオイカワを追って来た体長40cm以上有るナマズが2匹、人工淵W3に棲みついた。放課後そこへ遊びに来た小学生が捕まえ、学校の観察池に放した。



写真5 ナマズの来た人工淵

子供達は、魚の持つ本流志向の性質を理解していないため、良くせき止めて遊ぶ。浅川のような富栄養化の進んだ川で、淵をせき止めたままにしておくと魚が寄り付かなくなるため、小学生向けのイラスト入りコピーを配り、瀬と淵の大切さや流れの必要性等について啓蒙活動をした。

実験3年目の平成11年には、実験場所に隣接した古里小学校の何クラスかが、生活科の授業の中で、体験学習の場として利用できるまでになった。写真6に人工淵でのふるさと・やまびこ学級の体験学習の様子を示す。先生達自身も半信半疑であったが、始まって魚が捕まり出すと歓声の連続であった。研究室総出で直接授業と関わったのはこれが最初である。安全性や遊び方が確認されれば、あとは担任の先生方と子供達の世界である。



写真6 人工淵での体験学習



写真7 クラス総出で魚獲り

こうした試みがきっかけとなり、あるクラスでは捕まえたナマズを飼いはじめたのが始まりで、更に次々と取り組みを展開させていっている。それが生命の話や、流域の歴史・災害・環境問題等に繋がるよう研究室としても協力している。

また、大人の中には人工淵やその周辺で群れを成して泳ぐ鮮やかな婚姻色に染まったオイカワを見て、毛ばりで釣りをする人も現れた。

5. あとがき

河川の水質の悪化が叫ばれ始めて久しいが、事態は良くなるどころか遺伝子異常を引き起こす程の強力な新手の化学物質まで登場してきた。それも、マウス等による動物実験が追い付かないほどの量が毎年次々に登場してくるのである。

我々は直接・間接にこうした水を浄化して飲料水とせざるをえず、本来ならば速やかに効果的対策を講じなければならない筈である。しかし、水源を原水の水質の良い所に求められる地域は限られるため、大半は気にせずを使うか、浄水器を付けるぐらいがせいぜいの現状である。

河川は上流から下流まで連続しているので、流域全体を認識しなければ効果的対策の生まれる可能性は無い。それは水質ばかりでなく、洪水や流掃土砂についても同様である。学術的には何らかの対策が考えられても、政治的・経済的に実現まで行かない場合や、最終的に骨抜きになってしまうケースは少なくない。

本研究は、平成3年11月に大阪科学技術センターで行なわれた「日独河川技術シンポジウム」が大きなきっかけとなっている。そこには、良くあるシンポジウムとは異なり、具体的にどうかせねばの雰囲気学者、役所、実務担当者の枠を越えて有った。「魚になりかわって」(本人言)発表された水野信彦先生(当時愛媛大学教授)の熱意は会場の全員が受け止めたものと思っている。

まえがきでも触れたように、日常生活の中で感性を養い生命や環境に対する意識を育てる場として身近な川が持っているポテンシャルを引き出すため、人工淵の実験を行なった。

改修前及び改修直後と比べ、魚種や個体数等で明瞭な効果が有った。環境教育の場としての利用に付いても、具体的に取り組みが始まったといえる。今後の課題は、地域が維持管理の舞台に登場するかどうかである。地域の人達が深く関わり、それが他の地域にも広がって相互連携が生まれた時、初めて流域運命共同体が現実のものとなる。

最後に、本研究を浅川で進める事を認めて頂いた長野建設事務所、浅川ダム建設事務所に感謝申し上げますとともに、小学校における環境教育の場としての川を理解し具体的な一步を踏み出す決断を下された古里小学校の下平校長先生、島田教頭先生、実行されている桶川先生、塩川先生、佐藤先生を始めとする多くの先生方と子供達に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) リバーフロント整備センター：多自然型川づくり実施事例Ⅲ，1994年
- 2) 長野市誌編纂委員会：長野市誌，第一巻自然編，1997年
- 3) 長野県浅川ダム建設事務所：浅川の魚介類，1993年
- 4) 岩本伸一他：生物図説，秀文堂，1997年
- 5) 水野信彦：瀬・淵の生態，日独河川技術シンポジウム講演集，pp62-65 1991年