

砂利投入による河床構造回復の試みとその効果 IV

The result of an attempted experiment to restorate the Yahagigawa River by addition of gravel [PART IV]

田中 蕃

Ban TANAKA

自然河川の環境変化が全国的に問題化している。問題の性格は、河の特性、利用形態、水量の不足、水質劣化、流域住民の感情など様々である。矢作川においても、同様な問題の外にはおかれていない。しかし当面発生している問題の中から早急に解決しなければならぬ点を捕らえて研究する必要がある。研究は、あくまでも将来実効性が発揮されるような解決を要する。当研究所の置かれた立場は、この点においてきわめて明確である。

近年の河川環境の変化は、多要因の複合化で生じているため、単一物件を虱潰しに解決するような手段は通用しない。とくに矢作川のような流域にダムの多い河川では、それぞれのダム間で、異質の問題点が現れてくる。そのすべてへの個別対応は、応じきれないというのが正直な気持ちである。問題となる現象は異なっても、原因の共通性はあるのではないかと推測はつく。そのような現象は、片付けば多くの場面に汎用できるであろう。

その視点に立ち、当研究所発足当時に大問題となっていた、カワシオグサの異常発生を抑制もしくは駆除する方法を模索することを目的とすることになった。研究に着手して丸3年間の時間で得られた結果は、既報にあるようにきわめて歯切れの悪いものであった。同様の研究手法の繰り返しは不可能ではないが、ここに至って、経験を踏まえ今一度計画段階から見つめ直す必要を感じ、一連の実験を一時凍結することとした。

今後再開する際にどのような内容になるのかは今後の課題であるが、これまで行ってきた研究の経緯についての概略を、備忘録に代えてまとめておき、凍結の言葉とする。

1. 実験開始に至る経緯

矢作川の豊田市内都市部に近いアユ友釣りの好場、越戸町（右岸部）と扶桑町（左岸部）の間に、これまでにない大型の緑藻類が目立つようになったのは1980年代の後半、昭和60年ごろであった。最初は大石の水衝部や側面でみられたのみであったが、石狙いはアユ釣りの鉄則、仕掛けに藻類を巻き込むことが多くなり、必然的に釣果が下がってきた。当時アオミドロ（方言アオンドロ）と称していたが、その繁茂が早くも釣人たちの話題になっていたのは確かである。その後の調査で、これがアオミドロではなく、正確にはカワシオグサと判明した。平成に入ると、この緑藻が河床全体を覆い、まったく釣りにならない程度に発達し、ことは一挙に表面化してきたのである。

巷にこの異様な現象が生じた原因が多くの推測をもって語られ、喧々囂々の状況であったが、注目を引いたのは昔を懐かしみながらの体感に基づく生々しい話である。それはアユが多いとか仕掛けがどうだったとかという釣りに関する直接的な話ではなく、川の水が飲めた、

水温が低かった、など周辺の状況に注目すべきヒントがあると思われた。その最大のもは、立ち込みでの釣りの最中に、足下の砂がえぐられて脚が沈んでいく状況であった。この体験は筆者を含め、釣人達が等しく体験してきた貴重な実感である。

筆者ら当研究所ではこの体験に注目した。流域の地質が風化されやすい花崗岩に覆われている矢作川は“矢作砂”の名でも知られる砂利河川である。その砂が現在足下にほとんど見られない。礫を踏んでも足下が崩れるようなことはない。すなわち砂だけでなく、浮き石状態の礫すら不足しているのである。砂中に沈んでいる石を、体重を掛けて転がすことすらままならない、完全なアーマーコート現象を来している。これは明らかにダムによって砂利の流下が遮断されている上、アーマー化の原因となる微細なチャートが濁り水となって放出されているためである。もしこういう病んだ川に不足している砂利を補えば、対症療法としての効果が期待できるのではないか。期待される効果とは次の2点である。

- a. 砂利の量的な回復により礫間に砂利が潜り込み、浮き石を作り出し、魚類や底生動物の住みかが提供されるであろう。
- b. 投入砂利そのものの直接的な衝突により、あるいは間接的にできる浮き石の流転により、河床の表面に繁茂している大型糸状藻類（ここではカワシオグサが対象）を物理的に剝削するであろう。

この一連の実験は、小規模の施設での予備実験を経て対応するのでは、緊急の解決要請には間に合わない。という切羽つまった状況の中で、砂利の供給が得られるか否かが検討され、可能と判断された段階でいきなり河川内での現地実験に入ることになった。

2. 砂利投入はどのようにおこなわれたか

平成7年4月早々に投入が開始されたが場所は年を追って3地点に広がっている。それぞれに検討結果を踏まえ、理由が明確な措置でこのようになったが、いずれも自然状態の河川では予測し得ない問題が発生することに対応を余儀なくされた結果である。

表1に投入地点、時期、量、産出地、砂利の産出状況、投入方法の概略を一覧にして示した。その詳細については、既報を参照願いたい。

投入に際しては次のような思惑の中で、実行に移された。

- 1) 現地に砂利を搬送するのは大型のダンプカーである。これが川辺に接近する道路がある場所で、なおかつ一定単位の量の積み置きが可能なスペースが確保されること。
- 2) 投入とは言葉では簡単だが、いきなり河の中に投げ入れられるわけではない。ともかく川の流れの中に砂利を持ち込んで流れに曝すことができるようにすることである。仮に1回500 m³としてもこれだけのものを瞬時に投入するのではなく、ショベルカーで時間を掛けて河中に運搬する。作業の安全を図るには、増水時は避けるという処置が取られるのは当然であるから作業日時や所要時間を一定にするわけにはいかない。
- 3) 漁業資源の保護が十分に考えられなくてはならない。例えばアユの稚魚放流前は避け、稚魚が河に馴染むまでの時間を取る。釣りたけなわの時期も避け、遊漁者に不快感を与えない。駆除目的であるカワシオグサの最盛期であっても、漁業優先が条件である。

表1 砂利投入状況

投入地点	投入時期	投入量 m ³	砂利産出地	産出状況	投入方法
大河原	H.7-4-6	556	百月ダム	堆砂残滓	押し出し
	H.7-6-6	500	阿摺ダム	浚渫	押し出し
	H.8-2-3	500	時瀬	河原堆積	押し出し
	H.8-6-10	500	時瀬	河原堆積	押し出し
	H.8-9-24	500	時瀬	河原堆積	押し出し
	H.9-2-19	500	時瀬	河原堆積	押し出し
藤 沢	H.9-4-28~6-15	1500	時瀬	河原堆積	河岸積置・自然浸食
	H.10-3-24~3-25	1500	時瀬	河原堆積	河岸積置・自然浸食
扶 桑	H.9-1-27~2-25	1500	時瀬	河原堆積	一部押し出し・残自然浸食
	H.10-3-21~3-23	1500	巴川	河床浚渫	一部押し出し・残自然浸食

投入地点：大河原：東加茂郡足助町大字大河原字辻畑118,119地先

藤 沢：豊田市藤沢町日向595番地1地先（通称，そうじ場）

扶 桑：豊田市扶桑町2丁目2番地先（古岸水辺公園）

砂利産出地：百月ダム：西加茂郡小原村岩倉・東加茂郡旭町市平 境界

阿摺ダム：豊田市藤沢町・東加茂郡足助町大河原 境界

時 瀬：東加茂郡旭町時瀬

巴 川：東加茂郡足助町田振

- 4) 投入砂利ができるだけ早く流れるような日程を，天気予報絡みで立て，その日に合わせて作業用重機を手配しなければならない。
- 5) なおかつ投入後の追跡，サンプリングが可能な水深，流速が，少なくとも平水時には保証される場所でなければならない。
- 6) 砂利がいつ確保できるかが不明であるが，その日程確定に合わせた投入計画を上記の諸条件に合わせて組むことになる。その時期がカワシオグサの発生時期に合致しているとは限らない。

3. 砂利の流れと河床状態の追跡調査

砂利の定義はこの実験の場合，堆積岩の碎屑物，および未固結堆積岩の礫層と砂層とした。詳しくは既報を参照していただきたい。

投入砂利がどういう姿で流下して行くのかを調べるために次のような方法を行った。

- a. 目視により流下の方向の概略を掴む。投入砂利は，現地の藻類の覆った河床の色とはかなりの差があるので，流れた跡は遠方から見ると明確に判断できる。
- b. 舟による水面上からの確認。これは初回1回だけ実施した。
- c. 投入地点からの一定距離（現地の状況に即して決定）における砂利の堆積圧の測定。
- d. 堆積厚測定点における砂利のサンプリングとその粒度分布の分析。
- e. これにより投入砂利が河床においてどのような挙動をとり，期待したような潜り込みや浮き石づくりなど河床構造回復に寄与するのかを解析する。
- f. 対照物として投入砂利本体と投入地点の上流側の堆積砂利も採取した。

以上の調査結果で得られた結果は、予想に合った部分と予想に反することがないまぜになっ
ていて、難しい判断を必要とした。次にそれらを列記する。

- 1) 予想通り、粒度が小さい部分ほど投入地点から早くはなれ、大きいほど長く残留する。
それは緩い流れであればあるほど、粒度選別が綺麗に整然と行われる。そこには礫同士の衝突の激しさは見られそうにない。水量が増えない限り、構造改善のエネルギーは期待できない。
- 2) 投入砂利による堆積砂利層と、投入前のアーマー化した河床との間に、歴然とした硬さの差があった。このことは上下2層の間で混合がほとんど生じていないことをうかがわせる。
- 3) 流下の方向は、障害物がない限りかなり直線的で帯状を呈する。広角的分散はほとんどない。ただし水制が設けられている場合は、追跡困難なぐらいの乱れが生ずる。しかも水制を必要とする場所ほど水流のエネルギーが大きく、砂礫同士の衝突と摩擦を原理とした砂利の投入効果が期待できるのではないかというジレンマがある。大河原から対岸の藤沢への投入地点の変更は、直線分散を補完するため兩岸からの投入で川全体に砂利投入効果が及ぶことを期待してのことであった。また扶桑町への投入点移動は、常時カワシオグサの繁茂している地点での実験結果を得るためであったが、水制による流れの攪乱で、追跡手法自体に再検討が必要なほどであった。
- 4) 予想だにしなかった現象は、支流小河川の流入が投入砂利の追跡を不可能にするほどの影響をもつことであった。この障害は、一つには支流から運ばれる砂利の堆積が投入砂利の比ではない多さだと思われること、さらに支流からの横断流が直角的で本流の流れに対し堰止め効果をもつのではないかという点である。

4. 生物学的な砂利投入効果の追跡

調査対象生物として、付着藻類と底生動物の2群を選んだ。これらの生物群は、その生息環境をよく反映していることが、諸研究で比較的明らかにされているからである。さらに魚類についても調査すべきかと考えたが、漁業資源の期限を定めぬ捕獲につながることを思慮してこれを行わなかった。

- 1) 砂利投入は付着藻類相の変化に貢献することは間違いないが、それは薄層で付着している種の群集構造に変化をもたらすのみで、扶桑町での実験では仮根を出して強力に付着する大型糸状藻類に対しては、剝削などの効果はほとんど見られなかった。こうした一部の藻類を別にすれば、特定種の優占を抑制する効果は認められ、藻類同士の種間競争が激しくなる傾向はあるらしい。
- 2) 大河原と対岸の藤沢を同一地区と見れば、継続的に3年間砂利投入したことになる。短期での劇的变化は見られないが、3年間で見れば藻類相を種数増加という形で豊かにしている。したがって、継続が効果を表すこともあり得るであろう。ただこの地区において、カワシオグサが実験開始後一度も発生しなかったのは、皮肉にも効果判定の機会を奪ってしまうものであった。

- 3) 底生動物ではヒゲナガカワトビケラの消長に幾分かは効果があるように思われる。礫間に好んで巣を造るので、この種の増加は河床に改良が見られることになる。しかしこれとて、若干の個体数の変動は、年次変動の幅の範囲内と考えても矛盾がないので、結論を得るには至らない。
- 4) シマトビケラ科とマダラカゲロウ科の優占する状態はわずかに変動する程度で安定しており、河床の変化も根本的にほとんどないものだと思われる。シマトビケラ科を主体とした底生動物相は、河床構造とそこに繁茂する藻類あるいはリター堆積状態を含めて亜極相という安定期にあることを示す。そしてヒゲナガカワトビケラを頂点とする極相との間の移ろいを、砂利投入によって招来しているのではないか。そしてこの実験規模では、平均的には前者(亜極相)で安定が維持されていると見るべきであろう。
- 5) 水生生物の群集構造の年間および年次変動幅が、砂利投入地点では過去調査されていない。したがって砂利投入後に変化があったのかなかったのか、あったとしても通常見られる変動幅の中の出来事なのか、その辺の判断はきわめて困難である。巨視的に見れば、大幅な変化があったということにはならないだろうと思われるが、短期間の実験で見られたわずかな変化が、実は大層重要なことであるのかもしれない。

5. 今後の実験における問題点

本報は従来の実験結果の総まとめだけが目的ではない。実験を「一時棚上げ」して、今後の活動に備えるための告知にすぎない。したがって再実験を開始するにあたっては、効果をあげられるような基礎資料の集積と分析、さらに今回の作業を通じて得た経験と成果を生かし、計画段階から綿密な打ち合わせを行う必要がある。取りあえず資料集積を要する事項を、反省材料の覚書という形で、記しておきたい。

- 1) 自然流下する砂利の実態と、投入砂利との相違の把握。どの程度の粒度が実効をもつのかが明確でない。
- 2) カワシオグサを剝削するためのエネルギーを負荷し得る粒度、重量、摩擦圧、仮根を除去し得る礫表面の粗さ、礫を転がす流水の圧力。これらは何も分かっていない。
- 3) アーマーコートが成立した後の砂利投入は、浮き石構造の河床を造ることは困難ではないか。跡追いの砂利投入は河床表面を撫でるだけで、潜り込みは期待できず、効果がないように思われるが、これを投入時に同時河床耕転することで実現できるのではないかという望みはある。この場合その後も連続的に砂利の供給が必要である。
- 4) 小河川といえども、支流が運搬する砂利の量は莫大で、一時的な投入量とは比較にならない。これまでの手法を踏襲するのであれば、支流の影響がない地点を実験場として選ぶ必要がある。しかし支流の流入部分の堆積砂利はアーマーコート化することはなく十分に柔らかい河床である。しかも自然条件下で随時降雨などの気候条件に見合った量が供給される。この場合、逆に実験場として利用できる手立てはないか。一考を要することと思われるが、その研究手法は新たに開発されねばならない。
- 5) 水制工のない部分の砂利の流れは直線的である。河床の大石程度のものがあってもそ

れをきっかけに大きく広がるといふことも余り見られない。しかし水制が施されていると砂利の流向は追跡困難なほどに乱れる。流れがきつから河岸浸食が進む。その緩和のために水制が造られる。追跡は難しいだろうが、こういう場所では水流による砂利の流下速度も上がるであろうから、砂利の衝突圧力も比例して上がるものと見られる。流速がある程度なければ礫の摩擦によるカワシオグサの除去は考えられないとすれば、こうした場所での実験は価値あるもので、実験手法が確立できるような検討をしなければならない。

- 6) 生物学的な追跡には、実験場候補地における通常の対象生物の動態が、事前に把握されている必要がある。カワシオグサだけなら単一種で事は複雑化しないが、その他は群集構造を扱うので、これに大きく影響する諸要因がさらに綿密に検討されていなければならない。その大きな要因の一つに魚類がある。とくに藻類食のアユ、多食性のオイカワ、ウグイ、動物食のカマツカ、ハゲギギ、ナマズなどその個体数の多寡は附着藻類、底生動物の生産量との関連でも重視されねばならない。しかし魚類の生息もまた、河床の構造と無関係ではない。二律背反であるが、この視点は次の機会に研究課題として組み入れる必要がある。

6. 要 約

河床の構造を改善するために、平成7～9年度の3年間にわたり実施してきた矢作川への砂利投入実験の一段階目を終了したことを告知した。終結は次の段階へ進むための検討期間と考え、これまでの結果を大局的にまとめて述べ、さらに次段階を進めるにあたって留意すべき点を、これまでの体験を通じて幾つか指摘した。それらの要素は

砂利そのものの性質 (粒度など)

投入時期、場所の選択、投入方法

追跡手法

流速とその要因となる流量

改善確認方法としての生物調査の妥当性と限界

支流や水制工の存在への対処

などである。

7. 謝 辞

ここに丸3年間にわたって実施してきた、矢作川における砂利投入実験の一段階目を終了することをお伝えする。実験にあたっては、各方面からのご支援、ご助言を賜った。成果は、絵に描いたように上手く捗らないとは思っていたが、思い以上に実施してみて困難なことが残ってしまった。これは自然界の出来事の研究に手を染めようとするものが、常に遭遇する試練であると受けとめている。

実験と結果の解析にあたっては、砂利の調達を好意的に推進していただいた愛知県豊田土木事務所、同足助支所、降水量やダム放流量のデータを提供して下さった中部電力株式会社および枝下用水土地改良区、気象データのご提供を受けた日本気象協会東海支部および足助町建設課、投入作業を管理いただいた豊田市河川課、実験の意義を理解され積極的にご協力くださった矢作川漁業協同組合、砂利の追跡を担当された宮田昌和、高橋啓太両氏、砂利の粒度分析を担当された田口美恵子さん、水生生物の調査を担当された環境科学株式会社の皆さんに厚くお礼申し上げます。

Summary

The experiment to restore riverbeds by adding gravel into the Yahagi river was carried out from 1995 to 1997. The first step of the experiment was finished. The results of the experiment were described inclusively in this report. Carrying the experiment a stage further, the following factors should be discussed : 1) characteristics of gravel itself (ex. size), 2) time, place, and method of the experiment, 3) method to investigate the impact of the experiment 4) validity and limitations of biological research to assess the impact of the experiment, and 5) influence of tributaries and gloynes.

文 献

- 1) 田中 蕃 (1997) 砂利投入による河床構造回復の試みとその効果, 矢作川研究 No. 1 : 175~202.
- 2) 田中 蕃 (1998) 砂利投入による河床構造回復の試みとその効果II, 矢作川研究 No. 2 : 191~223.
- 3) 田中 蕃 (1999) 砂利投入による河床構造回復の試みとその効果III, 矢作川研究 No. 3 : 203~246.

〔豊田市矢作川研究所総括研究員：〒 471-0025 豊田市西町 2-19 豊田市職員会館 1 F〕
〔名城大学農学部動物学研究室研究員〕