

9.2 ダムからの土砂供給が河床環境及び水生生物に及ぼす影響に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23 年度～平 27 年度

担当チーム：水環境研究グループ

（自然共生研究センター）

研究担当者：萱場祐一、佐川志朗、小野田幸生

【要旨】

ダムによるダム下流の生物群集への影響の広域的・網羅的な把握を目的として、日本全国の 67 の河川におけるダムの上流と下流との間で魚類群集を比較しその非類似度を算出した。その結果、東北の日本海側や中部地方で非類似度が高いパターンが明らかとなった。パターンの要因探索の結果、ダム諸元等の一次データでは説明されなかったため、生物の生息に関連が深い変量への加工が重要であることが示唆された。つぎに、粗粒化が付着藻類に及ぼす影響を、現存量推定モデルを用いて抽出する方法を提案した。最後に、砂添加による生物群集への影響を評価する事を目的として、砂添加の有・無が異なる瀬を対象に物理環境・魚類群集の追跡調査を行った。砂添加前には砂添加の有無によって魚類密度に違いが見られなかったものの、砂添加後には砂添加区で魚類群集が減少した。砂を添加しない区では石の下で魚類が確認されたことから、砂添加による礫間の減少が魚類密度に影響している可能性が示された。

キーワード：粗粒化、付着藻類、河床材料、土砂供給、魚類群集

1. はじめに

ダムは河川の連続性を分断化することによる影響だけでなく、湛水域形成による水質の変化、洪水調節による流況変化や土砂堰止めによる土砂動態の連続性の遮断などを通じて生物群集に影響を及ぼす事が懸念されている¹⁾。この中で、土砂の堰き止めはダム下流への土砂供給量を減少させることで河床の粗粒化・露岩化といった河床環境の劣化を引き起こし²⁾³⁾⁴⁾、水生生物への影響が懸念されている⁵⁾⁶⁾⁷⁾。また、土砂の堰き止めはダム貯水池の貯水容量を減少させるため、治水や利水上の観点でも問題を生じさせる。

ダム湖内の堆砂対策である排砂や土砂還元等のダム下流への人為的な土砂供給は、治水・利水の面から有利なだけでなく、ダム下流の河床環境改善に寄与するものと期待されている。近年、いくつかのダムでパイロット的な土砂還元等が実施され、その影響評価が試みられている⁸⁾⁹⁾。ただし、人為的な土砂供給は、その量や供給されるタイミング、供給材料の粒度組成が自然状態と異なるため、河床に砂が厚く堆積する等の悪影響も懸念される¹⁰⁾。

今後、ダムからの人為的な土砂供給を円滑に実施するためには、粗粒化等の現状把握とその影響評価を行うとともに、人為的な土砂供給に伴う水生生物への影響を評

価し、土砂供給技術に反映させていく必要がある。これらの背景から、本研究プロジェクトでは、①河床の粗粒化・露岩化に伴う河床環境の悪化と水生生物(付着藻類、底生生物、魚類)への影響の解明、②人為的な土砂供給に伴う水生生物への影響の明確化を通じて、③河床環境の評価技術の確立と土砂供給シナリオの評価技術の提案を行うことを目的としている。

ところで、前述したようにダム下流における環境変化と水生生物との関係については幾つかの研究が見られるが、これらの研究は個別ダムを対象としている場合が多い。その知見の中には、粗粒化が底生動物相の変化に支配的であり、その改善に土砂供給が有効であるという指摘がある一方で¹¹⁾、水温や流況など異なる要因の改変がダム下流における生物群集の変化を引き起こすと指摘するものもある。このため、日本全国の全てのダム、全ての分類群において粗粒化が支配的な要因であり、土砂供給が有効な手法であるかは精査が必要となる。

このため、本研究では大きく 2 つのアプローチから研究を進めることとする。以下にその概要を示す。

①広域データの活用：広域データを活用して日本全体を俯瞰し、ダム下流における水生生物の応答パターンを明らかにし、パターンに対する粗粒化の寄与度を明確にするアプローチである。生物情報として「河川水辺の国勢

調査(ダム湖版)」を利用し、さらに環境情報として現存する様々なデータを収集し、相互の関連性を数多くのダムで解析する。これにより、多岐にわたるダムの影響から、本研究が対象とする粗粒化・露岩化の影響を抽出し、流況変化など他の要因の影響を排除することが可能となる。対象となるダム数が増えれば、多変量解析などを用いて粗粒化・露岩化による影響の寄与率の算出も可能となり、対策としての土砂供給の有効性を明確にすることができる。なお、「河川水辺の国勢調査(ダム湖版)」で取得されている水生生物に関する情報は底生動物と魚介類のみである。このため、付着藻類については異なる手法を適用して粗粒化の影響を抽出する手法がある(後述)。

ところで、広い空間スケールを対象としたアプローチでは、粗粒化がどのようなメカニズムで水生生物に影響を及ぼすかを明らかにすることができない。この点を補完することを目的として、以下のアプローチを採用する。
②野外調査・操作実験：このアプローチでは粗粒化の粒度組成の変化またこれに付随して生じる水深・流速の変化に対する水生生物の応答特性を評価するため、粒度組成の異なる現地河川での観察を踏まえ、粒度組成を変化させた操作実験を通じて、粗粒化の影響とそのメカニズムの詳細を明らかにする。

すなわち、広域データの解析による一般的なパターン認識とそれから推定されるメカニズムを個別研究や操作実験によって補完・検証していくという両軸をもってして、研究を実施していく。

初年度である平成23年度は、①として、ダム管理データの収集を行うとともに、ダム下流における生物群集への影響を俯瞰するために、ダム上下流での生物群集の比較によって広域スケールでのダムの影響評価を行った。また、②として、粗粒化・露岩化が付着藻類に及ぼす影響についてモデルの構築・改良を行い、付着藻類の変化に対する粗粒化の寄与度を抽出する方法を整理した。また、野外操作実験を行い、砂供給による生物群集への影響について検討を行った。それらの成果について、ここに報告する。

2. ダム上下流での生物群集の比較

2.1 概要

ダムは、流況や流砂系の改変を通じてダム下流の生物群集に影響を及ぼしていると考えられ⁵⁶⁾、その現状把握は急務である。ダムの影響については、ダムによって環境が改変されるダム下流を対象に、個々のダムでいくつかの報告がなされているものの、広域にわたる網羅的

な評価はほとんどなされていない¹²⁾。ただし、広域スケールでのダムの影響パターンの理解が深まれば、どの地域でどのような影響が顕在化しやすいかの予見に役立ち、土砂供給の必要性等を含む今後のダム管理の指針として役立つと考えられる。本来、同じ河川の近距離の地点間では魚類群集は大きくは異ならないはずだが、その間にダムが建設されればダムの影響を受けやすい下流地点において魚類群集の変化が生じると考えられる。つまり、ダム上下流の乖離度を定量的に評価できればダムの影響を推定できると考えられる。そこで、広域スケールとして日本全国のダムを対象にして、魚類群集を例にダム上下流での生物群集の乖離度を算出し、ダムの影響把握を試みた。

2.2 方法

「河川水辺の国勢調査(ダム湖版)」が実施されている全国107ダムの内、ダムの上流と下流の両方で魚類群集が調査されている65基のダムを選択した。それ以外に、ダムの上下流における魚類群集データが利用可能だった2基のダム(牛内ダムと大日ダム)を追加した合計67ダムを調査対象ダムとした。利用した魚類群集データは、1997年度から2003年度の期間に調査されたデータであり、該当期間に複数の調査が実施されていた場合には最新のデータを利用した。

ダムの上下流における魚類群集の乖離度を評価するためにJaccardの類似性指数を算出した。Jaccardの類似性指数(J)とは、在・不在データに対して、以下の式によって与えられる：

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

ここに、a, bはそれぞれサンプルA, Bに含まれる種数であり、cはAとBに共通に含まれる種数である。この指数は、総種数に対する共通種数の割合を示しており、A, Bの全て種が共通である時に最大値1を、逆に1種も共通種がない時に最小値0をとる。ここでは、乖離度を評価したいため、1からJを引いた値(1-J)を非類似度として用いた。ダムの上流、下流で2つ以上の生物調査地点があった場合には、ダムの上下間で考えられる全ての組み合わせにおいて非類似度を算出し、平均値を求めた。

非類似度を説明する要因を探索するため、非類似度を目的変数、ダム諸元や生物調査票から得られる変数を説明変数とした重回帰分析を行った。解析に用いた変数とその予想される効果を表1に示す。

表 1: 重回帰分析に用いた変数とその予想される効果

変数	予想される効果
目的変数	
非類似度	影響度の指標
説明変数	
ダムの緯度	広域スケールの指標
流域面積	変更される流況と流砂系の指標
貯砂容量	変更される流砂系の指標
貯水容量	変更される流況の指標
計画高水流量	変更される流況の指標
ダムの高度	行程の効果の指標
ダム竣工年	影響の継続期間
ダムから下流調査 地点までの距離	ダムによる影響強度
ダム毎の全魚種数	1種の重みの効果
上流と下流の調査 地点間距離	潜在的な魚類相の相違

2.3 結果と考察

非類似度を全国規模で計算した結果、図. 1 に示されるパターンが明らかとなった。非類似度が最も高かったのは新潟県にある大石ダムで0.91だった。一方、非類似度が最も低かったのは、北海道にある大雪ダムと豊平峡ダムで両者ともに0.25だった。非類似度のパターンを概観すると、東北の日本海側や中部地方で非類似度が高い傾向がみられた。しかしながら、緯度や経度に沿ったパターンは検出されなかった。重回帰分析の結果でも、非類似度は表 1 に示したどの変数によっても有意に説明されなかった。

この結果は、ダムに関連する要因の複合効果の重要性を反映している可能性がある。ダムが魚類群集に及ぼす影響には、流況の変化、土砂動態の変化、流路の分断化など様々な要因が考えられる。これらの要因の内、どの要因が相対的に高い影響度を有するのかについては、実際のダム管理によって異なると考えられる。たとえば、発電を目的とするダムでは発電調節のために一日の間でも放流量が変化しやすく、流量変動の影響が相対的に高くなる可能性がある¹³⁾。本研究では、データ取得とその利用の簡易性から、貯水容量や計画高水流量など間接的に流況変化を反映すると考えられる変数を利用した。しかしながら、ダム管理目的等によって実際の放流量のパターン等が異なるため、実際の放流量等のデータを参照

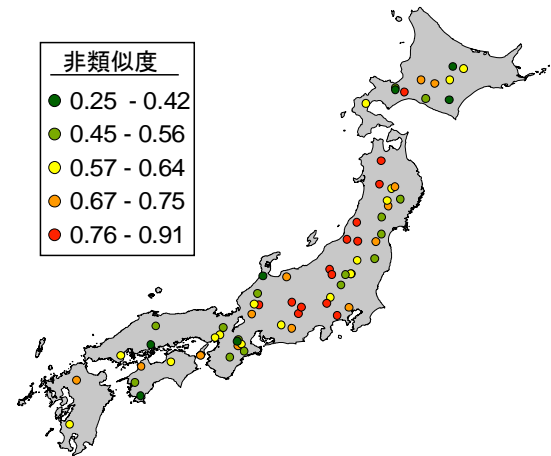


図.1 日本全国のダム上下での魚類群集の非類似度

する必要性が明らかとなった。現在、全国のダムから収集したダム管理データの整理に取り組んでいる最中であり、今後の解析に利用する予定である。

また、説明変数を変換する必要性も考えられる。ダムによる魚類群集への影響は、ダムが無かった時の物理環境がダムによってどの程度変更されたかを反映するはずであり、物理環境の絶対値よりは流域全体に対する比のような相対値の方が、生物群集への影響を説明できる可能性がある。さらに、物理環境データをそのまま利用するのではなく、生物と関連する生息場所変数に変換することも必要となるだろう。たとえば、流量の変化は、魚類にとってはさらされる流速の変化として重要である可能性が高く、河川横断図などの情報を加え流量を流速に変換する等のデータの加工が必要になると考えられる。

3. 粗粒化が付着藻類に及ぼす影響評価

3.1 概要

ダム下流の粗粒化に伴う付着藻類の変化は、粗粒化に伴う影響だけでなく、付着藻類の成長、摂食、洪水等の攪乱にも起因する。このため、粗粒化の影響を評価するためには、粗粒化以外の要因を分離することが必要となる。そこで、本研究では既に開発した付着藻類の現存量に関する数理モデルを改良し、粗粒化の影響を抽出することを試みる。

3.2 粗粒化に伴う付着藻類への影響抽出方法の提案

付着藻類現存量推定モデルの概念を示す(図. 2)。このモデルでは、付着藻類の現存量に関わる3つの要因(純生産に伴う現存量増加・攪乱に伴う剥離と現存量低下・摂食に伴う現存量低下)に関わる変数を独立変数として取り込み、各変数が変化した場合の現存量の変化を予測

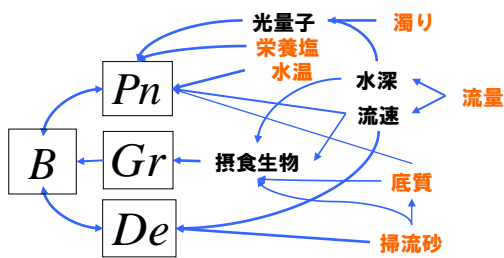


図.2 現存量推定モデルの概念図

することが可能である。なお、モデルの詳細については参考文献¹⁴⁾を参照して欲しい。

本モデルの概要を説明する。成長（純生産：Pn）に関わる変量として光量子密度、栄養塩、水温、流速が挙げられ、水の濁りと水深が光量子密度の変化を通じて間接的に影響を及ぼす。摂食（Gr）に摂食生物の密度と各個体の摂食速度が影響するが、ここでは、摂食圧が高く、かつ、摂食速度に関してある程度の知見が存在するアユを対象としてモデルに組み込むこととする。具体的にはアユの生息場選好性に影響を及ぼす流速、水深、河床材料粒径（底質）を変量として、アユの生息ポテンシャルを評価し、現場におけるアユの生息密度を考慮して摂食圧として評価する。剥離（De）は流速および掃流砂による影響を受けて剥離量が決まる。平常時の流速の大小に伴い生息基盤面に維持できる現存量が決まり、流速の増加に伴い維持できる現存量が低下すると、その差分が剥離するとして扱われる。掃流砂は砂礫粒子が衝突する際の仕事量に基づき剥離量を予測する。ここで、粗粒化の影響は砂や小礫等相対的に小さい粒径集団の掃流砂量が減少することによる付着藻類剥離量の減少として評価する。

ところで、ダム上流における付着藻類の繁茂状態をダム下流におけるダム無しの状態と同等と仮定すると（図.3）、「ダム下流」における各変量（栄養塩、濁り、

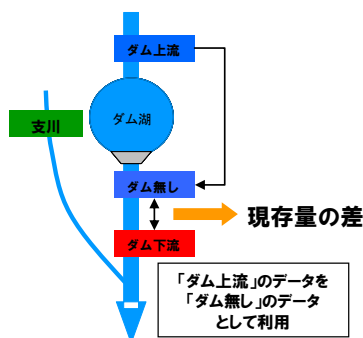


図.3 粗粒化の影響抽出の考え方

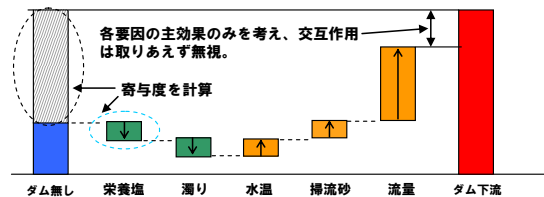


図.4 各変量の寄与度の考え方

水温、掃流砂量、流量)の値を数理モデルに入力した際に予測される現存量はダム下流の現存量と対応し、「ダム上流」における各変量の値を入力した場合は「ダム無し」の現存量と対応することになる。個々の変量の値を「ダム無し」から「ダム下流」へと個別に変更し、また、「ダム無し」の現存量からの差分を計算し、この差分に対する割合を算出すれば、当該変量のダム改変に伴う主効果を寄与度として見積もることが可能となる（図.4）。本研究では、この手法を活用し、掃流砂量を「ダム無し」から「ダム下流」に変更した際の寄与度を算出し、粗粒化の影響を評価することとする。

粗粒化の影響の抽出は以下の手順で行う。①付着藻類現存量推定モデルの精度を検証するため、幾つかの水域（各変量に幅が生じるように設定）において各変量のデータを取得してモデルによる現存量予測を行うとともに、現地で付着藻類の実データを取得し、予測精度を確認する。②現在資料収集している107ダムの中から10ダム程度を抽出し、これらのダムに現存量予測モデルを適用して、「ダム無し」、「ダム下流」における現存量の推定を行う。③各変量を個別に「ダム無し」から「ダム有り」に変更し、掃流砂量を変更した場合の寄与度を計算して、粗粒化の影響を抽出する。

3.3 今後の課題

本手法では各変量の主効果のみを評価することとなり、各変量の交互作用を考慮していない。全変量の寄与度の合計が1と乖離し、交互作用が大きい場合には、改めて対応方法を検討することとする。

4. 砂添加による魚類密度への影響

4.1 概要

土砂還元や排砂などのダムからの人為的な土砂供給は、土砂輸送の連続性を取り戻す効果が期待される。事実、土砂還元等の操作による藻類の剥離効果が高まり藻類の更新が促される効果⁸⁾や、砂投入による魚類の産卵場所の造成効果¹⁵⁾も報告されてきた。このように、人為的な土砂供給は生物に直接作用したり、生息場所を改善したりすることで正の効果が期待できる。

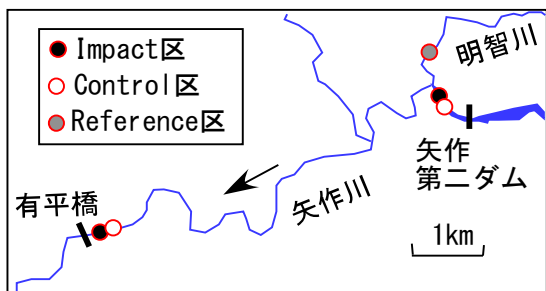


図.5 調査地地図

ただし、土砂供給の仕方によっては逆にインパクトを与えてしまう可能性もある。たとえば、細粒土砂の供給過多は河床の礫間への過剰堆積を通じて、河床空間を減らすことが懸念されている¹⁰⁾。特に、底生魚類の多くはこれらの場所を隠れ場所として利用するため、影響が大きいと予想される¹⁶⁾。それにもかかわらず、土砂供給に伴う河床間隙の目詰まりなどを通じた魚類群集への影響はほとんど評価されてこなかった。

今回調査対象とした矢作川では、土砂の吸引や掘削などの総合土砂管理の検討のため、人為的な砂供給を実施しその影響評価がされてきた。本研究では、砂供給の有無による物理環境及び魚類密度の追跡調査を実施したので、その結果を報告する。

4.2 方法

調査地は、平成23年度に砂供給操作が実施された矢作第二ダム下(以下「ダム下」と有平橋(それぞれ10/26, 27に平均粒径2cm程度の砂を20t, 10t供給)に加え、支流でダムが存在しない明智川の合計3地点とした(図.5参照)。砂供給が実施されたそれぞれの地点では、実施された瀬をImpact区、隣接する上流側の瀬をControl区とし、

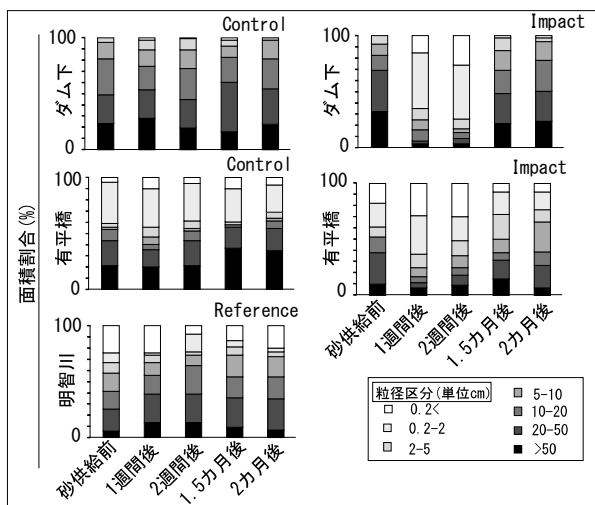


図.6 粒径別の面積割合の変化

合計5つの調査区を設定した。

砂供給の影響を評価するために、それぞれの調査区で1x1mのコドラートを9つずつ設置し、魚類密度と物理環境を砂供給前、砂供給後1週間後、2週間後、1.5か月後、2か月後に追跡調査を行った。魚類調査は潜水目視によって行い、遊泳魚ではカワムツとオイカワが、底生魚ではアカザとヨシノボリ属が観察された。物理環境として、6割水深における流速・水深・底質区分ごとの面積割合を計測した。

4.3 結果と考察

砂供給前における粒径別の面積割合に着目すると、上流側に位置するダム下地点では、下流側の有平橋地点よりも2cm未満の粒径の割合が少なかった(図.6)。同じ矢作川の同じ区間での調査で、明智川の掃流砂量はダム下流に比べて多いことが報告されていることから¹⁷⁾、この違いは、流程に沿った底質の傾度に加えダムによる土砂のせき止めも影響していると考えられる。砂供給後には、ダム下地点と有平橋地点の両方において似たような変化が生じた。Control区では、砂供給前と粒径ごとの面積割合に大きな違いはなかったのに対して、Impact区では2cm未満の粒径の割合が増加し、それは2週間後まで継続して観察された。ちょうど供給された土砂の平均粒径と同じであるので、砂供給の結果と考えられる。1.5か月後における細粒成分の消失は1か月後に実施されたダムからの放水によって供給された砂成分が掃流された結

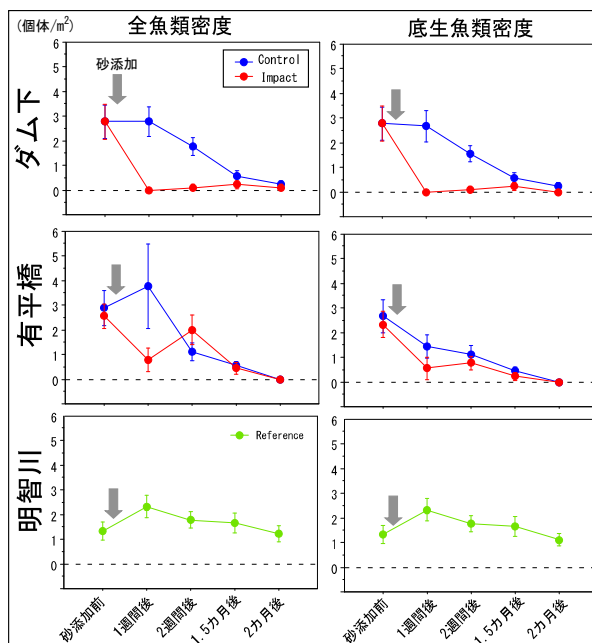


図.7 各地点における魚類密度の変化(左段:全魚種;右段:底生魚のみ抽出)。矢印は、砂供給のタイミングを表す。

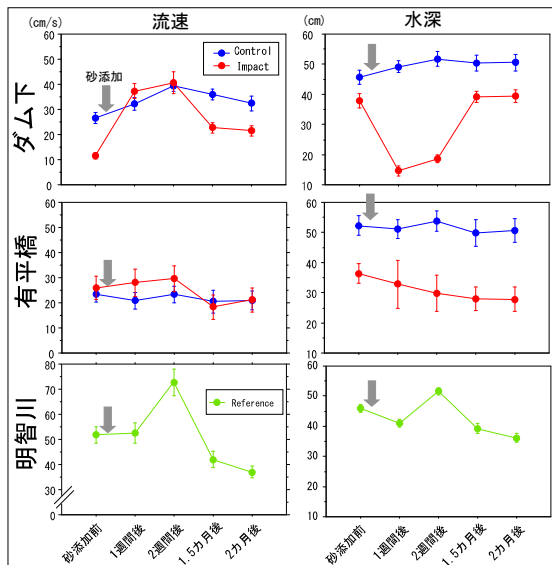


図.8 各地点における流速と水深の変化

果と考えられる。このように、置き土による河床表面の粒度組成への影響は、その後の増水によって供給土砂が流下する事で解消されると考えられる。今後、ダムからの人為的な土砂供給を行う際には、土砂供給の効果の継続時間も含めて検討する必要があるだろう。

魚類密度の継続調査の結果、魚類観察の結果、全調査期間中で320回魚類が観察された。そのうち底生魚が273回と大部分（全体に対して85%）を占め、中でもヨシノボリ属が264回と割合が高かった（同83%）。砂供給以前には、ダム下地点、有平橋地点の両方において、Impact区とControl区との間で魚類密度に違いは見られなかった（図.7）。しかしながら、砂供給後にはImpact区の方で密度が低くなる傾向がみられた。この結果は、砂供給によって魚類の密度低下がもたらされることを示唆している。ただし、河床表面の粒径別面積割合が元の状態に近くなった1.5か月後には、魚類密度がImpact区、Control区ともに、ほぼ0となっている。両方の処理区で魚類密度が減少した理由の追究は今後の課題であるが、これらの結果は、置き土による砂供給の魚類密度への効果はパルスのことを示唆している。

砂供給に伴う魚類の密度低下と物理環境要因の変化との関連を概観する。流速はImpact区で増加する傾向が見られるものの、Control区の流速とそれほど変わらない（図.8左段）。Reference区の明智川ではそれよりも高流速が観測されているが、魚類密度は大きく減少しなかった（図.7）。したがって、本研究の条件では魚類密度の変化と流速との関連は相対的に低いと考えられる。今回観測されたコドラートの6割水深における流速の最大値は

73cm/sと高流速だった。ただし、魚類の多くを占めたヨシノボリ属は河床間隙や河床表面を利用しており、河床粗度の影響のため実際にさらされている流速はもっと低いと考えられる。このことから、本研究では流速が魚類の密度を変化させるほどの影響を持っていたとは考えにくい。

次に、水深に着目すると、Impact区では砂添加によって水深が減少しており（図.8右段）、その変化パターンは魚類密度の変化パターンと類似していた（図.7）。したがって、水深の低下による魚類密度の低下の影響も伺われる。Impact区において1.5か月後に再び水深が回復した際には、魚類密度の回復は見られなかったが、Control区においても魚類密度の低下が確認されたことから（図.7）、季節的な変動の結果と考えられる。

最後に、河床環境に着目すると、Impact区では短期間ながら河床表面の細粒化が生じている（図.6）。同じ時期に魚類密度が低下しており、河床環境の変化による魚類への影響が示唆される。砂供給後に水深の低下が見られたことから推察されるように（図.8）、今回供給された砂量は局所的に供給される量としては多かったと考えられる。過剰な砂などの細粒土砂の供給は河床の目詰まりを生じさせる可能性が指摘されている¹⁰⁾。今回、観察された大部分の魚類が石の下の空間を隠れ場所として利用するヨシノボリ属であり^{16) 18)}、石の下から発見されることが多かったことを考慮すると、砂供給による河床の目詰まりが生息場所を減少させた可能性が考えられる。

本研究の結果は、砂供給の影響を評価する際における魚類の生息場所として利用される河床間隙などへの配慮の重要性を示唆するものである。今後、土砂供給との関連において間隙の重要性について個別研究や操作実験を通じて検証していきたいと考えている。また、砂等の供給の際には、どうしても水深が浅くなってしまふことは避けられないため、水深を制御した上での砂供給の効果を検証する実験も必要となると考えられる。

砂供給等の実施の際には、供給する砂の量も検討項目となる。供給する砂の量に対して、河床間隙を含めた河床表面構造の変化をモデルなどに組み込むことができれば、より精度の高い影響予測が可能となると考えられる。今後も、魚類密度などをはじめとした生物への影響が生じる過程や因果関係を解明し、効果的な土砂供給技術に資する知見を集積していきたいと考えている。

4. まとめ

- 日本全国の67河川におけるダム上下流における魚

類群集の比較によって、ダムの広域的な影響パターンを解析し、地図化した。影響パターンの要因解析の結果、ダム管理データなど実際の運用を反映したデータの収集や生物の生息場所要求と関連するような変量への変換の必要性が示唆された。

- 数値モデルを用いて粗粒化が付着藻類に及ぼす影響を抽出する方法の提案を行った。次年度は、数値モデルの精度検証を行った上で、粗粒化の影響の抽出を行い、付着藻類への影響パターンの把握を行う予定である。
- 矢作川で実施された人為的な砂供給実験において魚類への影響評価を行った。その結果、砂供給の有無によって魚類密度の反応が異なり、砂供給をした場所で密度が低下した。魚類の多くを占めたヨシノボリ属などの底生魚が石の下から発見されたことから考えると、砂供給による河床の目詰まりが魚類密度の減少のメカニズムの一つとして考えられる。実際に砂供給する際には供給過多によって、河床間隙などの生息場所が失われないように注意が必要であることが示唆された。

参考文献

- (1) 太田猛彦, 高橋剛一郎 (編) : 溪流生態砂防学, 東京大学出版会, 1999
- (2) Erskine W.D.: Downstream geomorphic impacts of large dams: the case of Glenbawn Dam, NSW, *Applied Geography*, 5, pp.195-210
- (3) Kondolf G.M.: Hungry water: Effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management*, 21, pp.533-551
- (4) 辻本哲郎 : ダムが河川の物理環境に与える影響-河川工学および水理学的視点から-, *応用生態工学*, 2, pp.103-112, 1999
- (5) 谷田一三, 竹門康弘 : 底生動物に与えるダムの影響, *応用生態工学*, 2, pp.153-164, 1999
- (6) 石山信雄, 渡辺恵三, 永山滋也, 中村太士, 剣持浩高, 高橋浩揮, 丸岡昇, 岩瀬晴夫 : 河床の岩盤化が河川性魚類の生息環境に及ぼす影響と礫河床の復元に向けた現地実験の評価, *応用生態工学*, 12, pp.57-66, 2009
- (7) 波多野圭亮, 竹門康弘, 池淵修一 : 貯水ダムが下流生態系へ及ぼす影響評価, *京都大学防災研究所年報*, 46B, pp.851-866, 2003
- (8) 坂本博文, 谷崎保, 角哲也 : 河川土砂還元を組み合わせた真名川ダム弾力的管理試験「フラッシュ放流」, *河川技術論文集*, pp.273-278, 2005
- (9) 西田守一, 浅見和弘, 石澤信彰, 熊澤一正, 中沢重一 : ダム下流河川における試験湛水時の流量制御, その後の粗粒化と土砂還元に伴う底生動物の変化- 11 年間にわたる三春ダム下流河川のモニタリング結果-, *応用生態工学*, 14, pp.63-74, 2011
- (10) 藤田光一, 山原康嗣, 富田陽子, 伊藤嘉奈子, 小路剛志 : 大礫床表面における砂の堆積状況と浮遊砂量との関係についての実験的研究, *水工学論文集*, 52, pp.547-552, 2008
- (11) Katano I, Negishi N.J., Minagawa T., Doi H., Kawaguchi Y., Kayaba Y. : Longitudinal macroinvertebrate organization over contrasting discontinuities: effects of a dam and a tributary. *Journal of North American Benthological Society*, 28, pp.331-351, 2009
- (12) Han M., Fukushima M., Kameyama S., Fukushima T., Matsushita B. : How do dams affect freshwater fish distributions in Japan? Statistical analysis of native and nonnative species with various life histories. *Ecological Research*, 23, pp.735-743
- (13) 大森浩二, 一柳英隆 (編) : ダムと環境の科学II ダム湖生態系と流域環境保全, 京都大学学術出版会, 394pp, 2011
- (14) 自然共生研究センター : 河床の生態的健全性を維持するための流量設定手法に関する. 重点プロジェクト研究報告書, 2011
- (15) 梶野健, 浅見和弘, 中郷和彦, 杉尾俊治, 林貞行, 高橋陽一 : 浦山ダム下流に投入した土砂がウグイの産卵にもたらす効果について—ダム下流河川における土砂投入効果—, *応用生態工学*, 6, pp.51-58
- (16) 川那部浩哉, 水野信彦 (編) : 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚, 山と溪谷社, 719pp. 1998
- (17) 萱場祐一, 皆川朋子 : 土砂供給量の変化が底生動物相に及ぼす影響—矢作第2ダム下流域の底生動物相の調査結果から—, *土木技術資料*, 50-10, pp.18-21, 2008
- (18) Onoda Y., Maruyama A., Kohmatsu Y., Yuma M. : The relative importance of substrate conditions as microhabitat determinants of a riverine benthic goby, *Rhinogobius* sp. OR (orange form) in runs. *Limnology*, 10, pp. 57-61

A STUDY ON THE EFFECTS OF SEDIMENT ADDITION FROM DAMS ON RIVERBED ENVIRONMENT AND AQUATIC ORGANISMS

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Water Environment Research Group

(Aqua Restoration Research Center)

Author : YUICHI Kayaba

SHIRO Sagawa

YUKIO Onoda

Abstract : To evaluate the effect of dams on organism assemblages in downstream of dams at larger scale, we compared freshwater fish assemblages between upstream and downstream of dams in 67 rivers of Japan using Jaccard similarity index. Dissimilarity of fish assemblages tended to be higher at the Chubu region and at the Sea of Japan side of Tohoku region. These patterns was not explained by raw data of dams such as specification of dams, suggesting that raw data should be transformed to variables related to habitat requirements of object organisms. In Yahagi River, we monitored changes of environmental variables and fish density in riffles with/without sand addition. Although the fish density was not different between sand addition treatments, the fish density was decreased in the riffle with sand addition after the treatment. In the riffle without sand addition, fishes were observed from space under stones. These results suggests that decrease of the space by accumulation of sand influence the fish density.

Key words : Substrate coarsening, Attached algae, Riverbed materials, Sediment supply, Fish assemblages