

砂防事業における環境 DNA を用いた生物調査手法の展望

国土交通省 北陸地方整備局 河川部 ○後藤 健^{*1}

岐阜大学 地域環境変動適応研究センター 永山 滋也

国土交通省 北陸地方整備局 湯沢砂防事務所 戸田 満^{*2}, 川邊 三寿帆, 谷川 優太

(株)建設環境研究所 島村 彰, 横山 良太, 関根 洋

※1 現所属 国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 ※2 現所属 国土交通省 北陸地方整備局 高田河川国道事務所

1. はじめに

砂防事業の自然環境調査は、平成3年1月事務連絡「水と緑の溪流づくり調査¹⁾」を受けて進められ、河川砂防技術基準において調査目的、調査項目が記載されているものの、事業への反映方法等については事業単位ごとに個別で検討が進められてきている。それは、富田ら²⁾の砂防事業の環境調査の実態調査結果に基づいた指摘である、「環境調査そのものが土砂生産・流出に直結する現象を把握するという性格を有さないために、砂防事業における環境調査の位置づけが明確でない」ことから伺える。筆者らは、近年、野外における生物分布調査手法として急速に活用の幅が拡大している環境 DNA 調査³⁾に着目し、環境 DNA 調査の実施事例を収集して、その目的を整理した。また、既往研究を収集・整理し、砂防事業の実施領域である山地河川で環境 DNA 調査を実施する上で留意する点を把握した。ここでは、上記をまとめて作成したマニュアル案の考え方を示すと共に、環境 DNA 調査の大きなメリットである効率化・省力化・安全性の観点からより広く活用されることを目指して今後の展望を整理した。

2. 砂防事業の環境調査の目的

砂防事業での環境 DNA 調査の活用状況を、北海道開発局及び各地方整備局の協力の上、収集・整理した。対象は平成29年度～令和2年度とし、6地整等10事務所から33事例を収集した(図-1)。対象種については、図-2の通り魚類相の把握が半数以上を占めていた。調査目的は、図-3の通り3パターンに分類され、これらが現在求められている砂防事業における環境 DNA 調査の目的と考えた。具体的に

は、①計画段階の施設周辺での重要種等の把握を目的とした個別の砂防事業箇所における調査、②管内全域もしくは一部の比較的広い流域(広域)における生物の生息状況把握を目的とした調査、③魚道の新設及び改築に伴う効果評価を目的とした連続する砂防施設群における魚類調査である。また、活用事例を整理した中で課題として、(1)調査方法が統一されていない。(2)分析精度の確保の仕組みがない。(3)山地溪流での環境 DNA の挙動が不明な点があることが分かった。そこでマニュアル案で、(1)、(2)については既存のマニュアル⁴⁾等に準拠すること、(2)については加えて学識者に意見を求めることが望ましいことを明示した。(3)については以下に示す3.の研究事例の整理を反映した。

3. 山地河川における環境 DNA 調査の留意点

山地河川における環境 DNA に関する研究事例から整理された留意事項として、濁水等の河川の水質⁵⁾、pH⁶⁾の影響、砂防堰堤の堆砂域が与える影響⁷⁾があることが分かった。以下にそれらを踏まえた留意点と対策の例を合わせて示す。

3.1 水質等の影響

濁水では検出が阻害される場合があるため、懸濁物が多い水、濁った水は採水しないように留意する必要がある。

腐食した植物等に PCR 阻害物質が含まれる可能性があるため、藻類が発生している水や腐食した植物からの溶出物が多く含まれている環境(例えば、池塘や湿原)からの採水は極力避ける必要がある。ただし、阻害物質の除去、実験試薬の変更等の実験上の対策が有効である場合がある。

温泉水やコンクリートの”アク”等により pH が高い(アルカリ)河川では、環境 DNA が分解されやすく、検出され

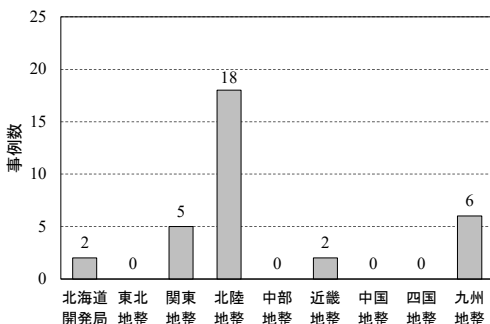


図-1 直轄事務所の環境 DNA 調査事例数

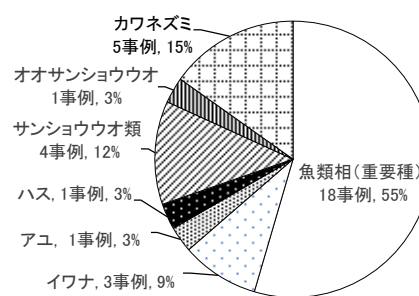


図-2 環境 DNA 調査の対象種

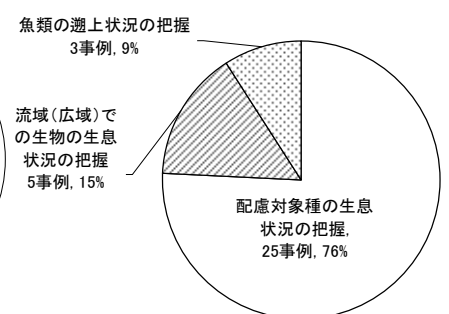


図-3 環境 DNA 調査の目的

づらいことがある点に注意が必要である。

温泉水等の流入により pH が低い（酸性）の河川では、環境 DNA の回収率が下がり検出されにくくなる点に注意が必要である。pH の影響に関しては、採水時に河川水の pH を計測、記録することで結果の解釈に役立つ。

3. 2 採水のタイミング

降雨や雪解けによる増水時には、平常時より水中の DNA 濃度が下がること、3. 1 の通り濁水による検出精度の低下が想定されるため、増水時の採水は避けた方がよい。

3. 3 採水箇所

採水箇所の間隔は、環境 DNA 調査で得られた情報が含む生物情報の範囲を留意する必要がある。山地河川を対象に行われた実験で、発生源から 600m 地点までで DNA がおよそ 70%減少したという結果⁷⁾がある。一つの目安として、山地河川では 600m 間隔で採水箇所を設定した場合、縦断的な生物分布の取りこぼしを最小限に出来る可能性がある。ただし、検出の可否は環境 DNA の濃度に依存し、DNA の 70%の減少が直ちに検出限界レベルを示すものではないため、発生源における初期 DNA 濃度が高ければ検出可能である。採水箇所の間隔は普遍的な数値で提示できるものではないが、調査の目的、手法、対象種等や投入可能なコストに応じて、採水間隔を決めることが重要である。

流量増加に伴う希釈効果が想定されるため支川の合流にも留意する必要がある。合流点上流側に採水箇所を設定することを基本とした方がよい。一方で、支川側の合流点上流に採水箇所を設定することで、本川支川の情報を分けたサンプリングとなり有用な情報となり得る。

砂防堰堤の存在にも留意する必要がある。満砂した砂防堰堤を挟んだ環境 DNA の流下実験では、堰堤の堆砂域上流で検出された環境 DNA が堰堤直下では検出できない場合があった。これは河川水が堰堤の堆砂域を通過する際、伏流により環境 DNA が河床に沈着したことが原因ではないかと推察されている⁷⁾。今後追加検討が必要であるが、採水箇所は堰堤の堆砂域の上流に設定することが無難である。

4. マニュアル案の作成と今後の展望

上記を整理し、砂防事業における環境 DNA を用いた生物調査マニュアル（案）を作成した。現地調査から分析までのプロセスについては、既存のマニュアル⁴⁾等に準拠することを基本としつつも、本論の 2、3 でまとめた調査の目的、調査時の留意点をとりまとめた。調査手法について 2. で整理した 3 パターンに分けて示した。例として、① 個別の砂防事業箇所における調査の位置図を図-4 に示す。

目的が対象箇所での配慮対象となる種の生息状況の有無の把握であるため、調査範囲は、本体、仮設工（工事用道路、ストックヤード等）、樹木伐採の範囲、計画堆砂域の範囲という工事中、工事後に変更される範囲を設定するとした。調査箇所は、3. に記載したことを基本に調査目的に応じて設定することとした。②については、3. で整理した留意点と共に砂防補助基準点上流で集中的に調査を実施した事例を示したが、採水地点が非常に多い場合費用が高額になる可能性を考慮し、例えば水と緑の調査で過去に調査した地点と同一の調査地点で採水することでその調査地点からの生物相の変化の概略を調査する考え方も示した。③については、対象となる砂防施設群を対象に 3. で整理した間隔で採水箇所を設定するのに加え、効果を確認した魚道がある場合はその上下流を追加する考え方を示した。

今後の展望として、環境 DNA は発展が著しい技術であるため、本マニュアル（案）を参考に事例を蓄積し、その結果を反映させていく必要がある。特に山地溪流における明らかになっていない留意事項を把握し、対策を検討する必要がある。加えて、事例は少数あるが⁸⁾、環境 DNA 調査の有用性を定量的にも示すためにも、採捕調査との比較を効率性だけでなく経済性の観点も合わせて整理・蓄積することも重要である。

5. おわりに

今回、調査に協力いただいた方々に謝意を示す。砂防事業における環境 DNA 調査の活用実態把握、既往研究の整理に基づく留意点と対応策を整理し、それらからマニュアル案を作成したことで、今後砂防事業における環境 DNA 調査の活用がさらに拡大することを期待する。

引用文献；1) 建設省河川部砂防部砂防課事務連絡(1991)、2) 富田ら(2001)、砂防学会誌、Vol.54、No.2、P5-12、3) 例えば高原ら(2016)、日本生態学会誌、Vol.66、No.3、P583-599、4) 例えば環境 DNA 学会(2020)、環境 DNA 調査マニュアル(ver.2.2)、5) 坂田ら(2021)、環境 DNA 生態系の真の姿を読み解く、共立出版、6) Strickler et al.(2017)、Biological Conservation、18、P85-92、7) 永山ら(2019-2021)、河川砂防技術研究開発公募地域課題（砂防）、8) 笛木ら(2020)、令和 2 年度 北陸地方整備局 事業研究発表会

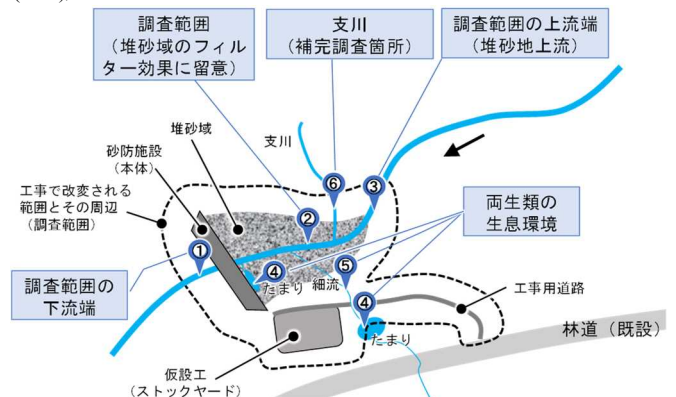


図-4 個別事業箇所における調査箇所のイメージ