

砂防事業における自然再生評価手法について

国土技術政策総合研究所 ○小山内信智 筋野真智子 野呂智之  
株式会社アイ・エヌ・エー 山岸隆一 楨 朗

1 はじめに

砂防事業では土砂災害の防止という目的を達成する際に、その地域の自然環境の適切な保全・再生を併せて行うことを事業の方針としており、そのための様々な事業を実施している。それらがどのように自然環境の回復に寄与しているのかを定量的に把握することが事業の効果を高めていく上で重要であるが、そのための確立された手法はまだない。

そこで、砂防事業における自然再生の定量的評価手法について検討した。

2 自然再生評価手法としての類似度指数の適用可能性検討

自然再生評価手法にはハビタット条件によるものと生物種によるものがあるが、

- ①全国の直轄砂防事務所の環境調査により生物調査データが豊富にある
- ②砂防事業は施設の上流およびその周辺に生息・生育する生物群集への影響が大きい

という理由で、生物種による手法の中から確認種の全てのデータ(種数、個体数)を利用して評価を行う類似度指数を選定し、前回、その適用性を検討した<sup>1)</sup>。

その結果、類似度指数による自然再生評価では、植生については目標とする環境を自然林及び二次林とした場合に、および鳥類、陸上昆虫、両生・爬虫・哺乳類については、経時変化の把握が可能であることが確認された。

今回は、類似度指数による自然再生評価を水生生物に適用した結果について報告する。

3 水生生物に関する類似度指数の適用性確認

植物の帰化率が砂防施設完成後の経過年数と相関がみられたとの報告があった「平成 15 年度真名川砂防自然環境調査業務報告書」<sup>2)</sup>のデータを使用して検討を行った。真名川は、九頭竜川水系に属し、岐阜県寄りに上流域を持つ福井県の河川である。

ここでは、水生生物調査(魚介類、底生動物)を実施した 34 地点の中から、伏流していた St.5 を除く、27 地点(砂防堰堤上流側 11 地点、下流側 13 地点、未施工 3 地点)を抽出し、解析を行った。各調査地点はそれぞれ異なる砂防施設に対して行われているため、単年度調査であるが、時系列的な変化を把握しやすいデータとなっている。

魚介類について、各地点の確認種数は 1~10 種、個体数は 1~654 個体であり、合計では 2 綱 6 目 9 科 15 種 2,577 個体であった。底生動物については、各地点の確認種数は 15~36 種、個体数は 110~617 個体であり、合計では、2 綱 8 目 30 科 93 種 9,194 個体であった。なお、底生動物については、同定精度が問題となるが、ここでは種レベルまで同定できたもののみ抽出した。

次に、類似度指数(Morisita の  $C_\lambda$ )を求めるが、ここで

は併せて多様度指数  $H'$  (Shannon-Wiener 関数)も算定した<sup>3)</sup>。

$$C_\lambda = \frac{2 \sum_i n_{iA} n_{iB}}{(\lambda_A + \lambda_B) N_A N_B} \quad \dots \text{式 1}$$

$$N_A = \sum_i n_{iA}, \quad N_B = \sum_i n_{iB}$$

$$\lambda_A = \frac{\sum_i n_{iA} (n_{iA} - 1)}{N_A (N_A - 1)}, \quad \lambda_B = \frac{\sum_i n_{iB} (n_{iB} - 1)}{N_B (N_B - 1)}$$

$C_\lambda$ : 類似度指数 (Morisita)

$n_{iA}$ : 目標とする環境で確認された種  $i$  の個体数

$n_{iB}$ : 施工後に確認された種  $i$  の個体数

$$H' = - \sum_i p_i \ln p_i \quad \dots \text{式 2}$$

$H'$ : 多様度指数 (Shannon-Wiener 関数)

$p_i$ :  $i$  番目の種類の個体数が総個体数に占める割合

魚介類については、 $C_\lambda$ 、 $H'$  共に明確な傾向は認められなかった。確認種数が 3 種以下の地点が 12 地点あり、情報量が不足しているものと思われる。

底生動物について、砂防施設完成後の経過年数と類似度指数  $C_\lambda$  の関係を図 1 に示す。砂防施設の上流と下流では影響の要因が異なることが考えられるため、上下流に分けて表す。類似度指数  $C_\lambda$  は、目標とする環境を、施工前の 3 地点 (St.7, St.12, St.34) を合わせた 34 種 714 個体と設定した。

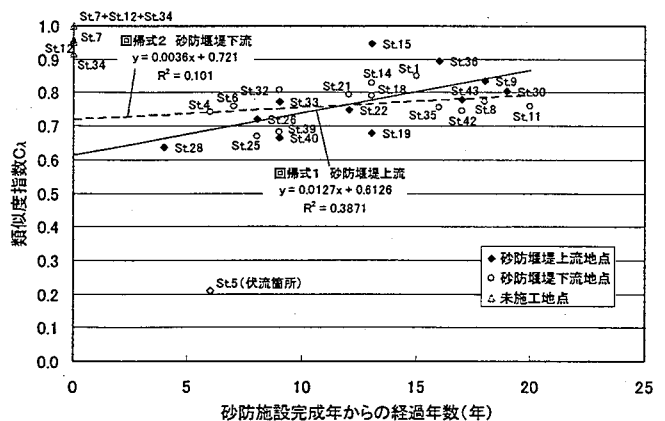


図 1 類似度指数  $C_\lambda$  と砂防施設完成年からの経過年数

図 1 より、砂防施設下流側の地点では、類似度指数  $C_\lambda$  の回復傾向が殆ど見えないが、上流側では砂防施設完成後、経年的に  $C_\lambda$  が 1 に近づいていく傾向が伺える。回帰式からは施設完成後 15 年で  $C_\lambda$  が 0.8 程度まで回復する

ことが読みとれる。(回帰式 1) 寄与率  $R^2$  は 0.387 であり、高いとは言えないが、 $C_1$  を用いて自然再生過程を表現できる可能性が示されている。

続いて、砂防施設完成後の経過年数と多様度指数  $H'$  の関係を図 2 に示す。

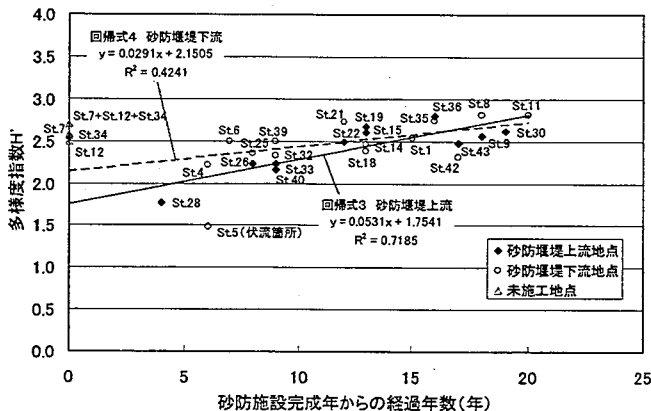


図 2 多様度指数  $H'$  と砂防施設完成年からの経過年数

図 2 より、多様度指数  $H'$  が上下流共に経年的に増加していることがわかる。上流側でその傾向が顕著であり、 $R^2$  は 0.719 と高い値を示した。(回帰式 3) 下流側でも  $R^2$  は 0.424 であり、増加傾向が見て取れる。(回帰式 4) これらの回帰式から、施設完成後 15 年程度で未施工区間レベルに回復し、その際の  $H'$  は 2.5 程度であることが伺える。但し、多様度指数だけでは自然環境の質の評価は出来ないため、元の環境の情報まで含む類似度指数  $C_1$  と組み合わせ評価を行うなどの工夫が必要であると考えられる。

また、以上の解析は、施設完成直後から 5 年程度にかけてのデータが不足しているため、今後はこの期間のデータを収集していく必要がある。

#### 4 自然再生評価手法の検討

今回は自然再生評価への類似度指数の適用可能性を検討したが、類似度指数により、ある程度自然再生を評価出来る可能性が示された一方で、類似度指数単独では十分な評価が難しいと考えられる結果となったので、これを補完する他の自然再生評価手法について考察してみた。

自然再生評価手法は我が国でもいろいろ提案はされているが、いずれも開発・検証の段階である。今回、類似度指数の適用性検討に併せて行った自然再生評価手法に関する資料の収集・整理結果によれば、現実の調査結果に対し、実際に自然再生評価手法の適用を試みた事例はまだ少ない。少ない事例の中では、生物種を用いた手法では IBI (Index of Biotic Integrity) を、ハビタット条件を用いた手法では IFIM (Instream Flow Incremental Methodology) を用いた試みが比較的多かった。

IFIM は水理計算結果と予め作成した対象魚の選好曲線を基に魚類の生息量、生息場の指標、流量の関係を定量化する手法であるが、直轄砂防事務所の既往調査には必要となる生息場の指標(流速、水深、底質等)についてのデータは無い。また、選定した対象魚の選好曲線がない場合は作成のための調査が必要になるという問題もある。

IBI は魚類や底生動物にいくつかの評価項目を設定し、定められた評点基準によって項目毎に点数付けを行い、総

合点で河川環境を定量評価するもので、直轄砂防事務所の既存の調査データを活用できる。

従って、砂防事業の自然再生評価手法としては IBI のほうが有効である、と考えられる。

IBI は米国で魚類相を使って開発された手法であるが、近年、底生動物を用いた IBI (B-IBI) も開発されており、我が国の河川環境に適した IBI (IBI-J) も提案されている<sup>4)</sup>。

魚類相による IBI と底生動物による IBI では、次の理由により、底生動物による IBI の方が砂防事業の自然再生評価には適している。

- ① 我が国の渓流域では魚類の種類数が少なく、評価手法の開発・検証が難しい。
- ② 底生動物は魚類に比べ移動力が小さく、対象地点の水環境をより良く代表する。
- ③ 魚類にはいろいろな採取方法を用いるが、底生動物では採取方法が統一されている。
- ④ 底生動物は魚類に比べ採捕しやすく、調査の方法や条件によるデータのばらつきが小さい。
- ⑤ 底生動物は汚濁耐性・汚濁非耐性などに関するデータがそろっている。
- ⑥ 魚類は放流等の人為的な影響を受けていることが多い。

なお、施工前と施工後、継続的に底生動物のモニタリング調査を行い、その結果に IBI を適用すれば、水環境の回復状況を時系列で定量的に把握することも可能である。

#### 5 おわりに

日本の山地溪流の規模では、魚介類は種数が少なすぎるため、類似度指数の適用は難しいと考えられる。

底生動物については、十分なサンプル量があれば、類似度指数  $C_1$  で自然再生を評価できる可能性が見出された。 $C_1$  は砂防施設下流側よりも上流側において、自然の再生傾向を捉えていた。また、多様度指数  $H'$  の併用により、より感度良く、自然再生の推移状況を把握出来る可能性が見出された。

但し、以上は一事例からの考察である。今後はモニタリングが進み、各砂防事業に関連するデータが蓄積されていくため、それらの結果を用いたさらなる検討が必要である。

また、類似度指数による評価を補完する手段として、直轄砂防事務所の既存の生物調査データを用い、底生動物による IBI の適用性を検討してみることも必要であろう。

#### 謝辞

評価手法の検討に際して、データ提供に御協力頂きました近畿地方整備局福井河川国道事務所に御礼を申し上げます。

#### <参考文献>

- 1) 中嶋徹之ほか: 砂防事業における自然再生評価手法に関する一考察, 平成 16 年度砂防学会研究発表会概要集
- 2) 平成 15 年度真名川砂防自然環境調査業務報告書, 福井河川国道事務所(2004)
- 3) 小林四郎: 生物群集の多変量解析, 蒼樹書房(1995)
- 4) 森下依理子: 川と湖の博物館 4 水環境カルテ, 山海堂, (1996)