河川の上・中流域での生物多様性と環境評価

(独) 土木研究所自然共生研究センター 正会員 ○萱場 祐一

1. 目的

河畔林伐採、河川改修、流量制御等の人為的なインパクトは河川における生物多様性の損失を引き起こす可能性がある。実際の事業においては、人為的インパクト (I:インパクト) と生物の応答 (R:レスポンス) との関係进行分析し、生物への影響が認められる場合には必要に応じてインパクトの回避・軽減・最小化等の措置を講ずる必要があるが、インパクトとレスポンスの関係 (以下, IR) に関する知見は限られている。本論文では、インパクトと生物のレスポンスとの関係について基本的な考え方を示し、併せて、IR に関する具体的事例を紹介する。また、生物多様性を効果的に保全するために解決すべき今後の課題を整理する。なお、本論文においては、魚類・甲殻類等の水中を主たる生息場とする生物を念頭に置いて取りまとめをおこなった。生活の大部分を陸域に依存する生物については異なる視点が必要になるかも知れない。

2. インパクト-レスポンスの考え方

河川に生息する生物に影響を及ぼす要素は数多く存在する。河川技術者は数多くある要素の中から、現象の空間スケールや特性に応じて生物の生息を支配する要素を取り上げ、要素と現象との関係性を評価し、必要に応じて当該要素を操作・制御する必要がある。要素の取り上げ方に定まった方法はないが、ここでは、既往の研究¹⁾、今まで提起された河川生態系に関連する理論^{2),3),4)}、著者独自の視点を加えて、①河川の構造、②流量と土砂及びそのレジーム、③水質、④餌資源、⑤連続性、の5つを要素として取り上げる (詳細は文献5参照)。これらの要素は直接・間接的に生物の生息に影響を及ぼすが、各要素の重要性は流程によって異なると考えられる。説明のため流程を4区間 (山間地、谷底平野、扇状地、自然堤防) に、川を横断方向に水域、河岸域、氾濫原的環境と区分し、各流程における①川の構造、②流量・土砂、④餌資源の重要性を概念的に図化した (図-1)。なお、③水質、⑤連続性、については、流程に伴う影響度の差異を十分整理していないので除外した。各要素の重要性は流程によって異なり、例えば、山間地区間における陸域からの有機物供給は扇状地区間と比較してより重要であり、扇状地区間では付着藻類を代表とする水域由来の有機物供給が重要となる。

IR を考える場合には、最初にインパクトを受ける流程を確認し、各要素の重要性を認識した上で IR の分析を行っていくことが必要である。例えば、扇状地区間を代表する生物への影響を考えた場合、河畔林の伐採よりも河床低下もしくは洪水流量減少に伴う礫河原における攪乱頻度の低下は多様性を脅かすより深刻なインパクトとなる。

3. インパクト-レスポンスの具体例

ここでは IR が単純・複雑な場合の2つの事例を紹介しよう。単純な例として中小河川における河岸の単調化 (例えば、護岸の設置) を取り上げる。河岸の単調化は、改変される「①川の構造」が主たる要素であり、①川の構造の改変→流速・水深・底質といった物理環境の変化→魚類・甲殻類の生息への影響、といった経路で影響が伝搬することが知られている。例えば、水際部の植物を除去した場合には、水際部の流速・照度が増加し、遊泳魚の中でも遊泳力の小さい種群の生息量を減少させることが実験・現地調査から明らかになっている⁶⁾。また、この IR は平常時の流速が大きい中流域で見られ、流速が小さい下流域では見られにくいようである (図-1 では、例えば、谷底平野河川と自然堤防区間に相当)。

次に、複雑な例として自然堤防区間における河床低下に伴う生物の応答を紹介する⁷⁾。木曾川中流域では過去に広範に行われた河床掘削に伴う河床低下によって、洪水時冠水していた低水路側方部分 (以下、氾濫原域) が陸化し、冠水頻度の低下、掃流力の減少により氾濫原域への微細砂の堆積、樹林化の進行が生じた。このた

キーワード 河川、生物多様性、人為的インパクト、メタ個体群

連絡先 〒501-6021 岐阜県各務原市川島笠田官有地無番地 (独) 土木研究所自然共生研究センター 0586-89-6036

縦断方向 の区分	川の構造			流量・土砂 のレジーム	餌資源			
	水域	河岸域	氾濫原的環境		他生的 有機物	自生的 有機物		
	瀬・淵構造	溪畔林、河畔林 ミソソバ等の植物帯 河岸の凹凸等	わんど、たまり 水田		出水に伴う 地形・河床攪乱 氾濫原的環境の冠水	落葉、落枝 陸域からの DOC	付着藻類 抽水植物	
山間地区間				他生的有機物 を起点とする 食物連鎖網				
谷底平野区間				主要な生息場所は水域～河岸				
扇状地区間				出水に伴う 地形や河床攪乱 が重要				自生的有機物 を起点とする 食物連鎖網
自然堤防区間				主要な生息場所は 河岸域～氾濫原的環境 へと移行				氾濫原的環境 本川との接続 が重要

図-1 川の構造、流量・土砂レジーム、餌資源の流程別重要性

流程に沿った各要素（例、水域）の重要性を概念的に示した。流程に沿った各要素の変化パターンを一つの典型として理解しておく、各流程において優先的に保全すべき要素が理解できる。同一要素がどの流程においても同程度に重要ではないことに注意する必要がある。人為的改変を行う際には、改変が行われる流程と要素を明確にし、その重要性を見極めることが必要である。

め、イシガイ類の生息する「たまり」では樹木からの落葉が供給される一方、洪水時の掃流力が低下して落葉の掃流機会が減少し有機物が堆積した。加えてシルト等の微細土砂の堆積が生じ、底質は有機物を含む軟泥となりイシガイ類の生息に不適な環境となったと考えられている（構造の変化を介した応答）、また、底質に含まれる有機物は夏場の溶存酸素濃度の著しい低下を招き、イシガイ類の生息を困難にした（水質の変化を介した応答）。更に、イシガイ類の幼生は魚類に寄生し移動範囲を拡大するが、たまりの冠水頻度の低下は本川とたまりとの間の接続頻度を低下させ、宿主魚類の移動を阻害し、イシガイ類の生息域を縮小させている可能性もある（連続性を介した応答）。

4. インパクトレスポンスの限界と今後の展望

IR の概念と具体例を振り返ってきたが、IR に基づく生物多様性の保全にも限界がある。現実の生物群集は各局所群集内部での減耗、再生産そしてメタ群集内部における個体の移動・分散とのバランスにより維持されている。IR の分析は“ある局所群集”を対象とする場合がほとんどであり、他の局所群集の分布、群集間の移動・分散までも考慮していない。このため、IR の分析はメタ群集の大小にかかわらず同一の結果を導き出す可能性がある。メタ個体群の存続が一つのゴールであるとするなら、事業の直接的な影響範囲にある局所群集だけでなく、より広範囲に分布する局所群集も視野に入れた分析が必要となるだろう。

参考文献

- 1) 島谷幸宏, 河川環境の保全と復元. 鹿島出版会, 2000.
- 2) Vennote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R and Cushing, C. E. : The river continuum concept, Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences, 37, pp. 130-137, 1980.
- 3) Junk W. J., Bayley, P. B. and Sparks, R. E. : The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian Journal Special Publication of Fishery and Aquatic Science, 106, pp. 110-127, 1989.
- 4) Townsend, C. R., Scarsbrooke, M. R. and Doledec, S. : The intermediate disturbance hypothesis, refugia, and biodiversity in streams. Limnology and Oceanography, 42, pp. 938-949, 1997.
- 5) 萱場祐一 : 河川生態系を理解するための基礎知識. 土木技術資料, 52(2), 2010.
- 6) Yōichi Kawaguchi・Masahiko Saiki・Tohru Mizuno and Yuichi Kayaba : Effects of different bank types on aquatic organisms in an experimental stream : constrasting vegetation cover with a concrete revetment. Verh. Internat. Verein. Limnol. 29, pp.1472-1432. 2006.
- 7) 根岸淳二郎・萱場祐一・佐川志朗 : 氾濫原の冠水パターンの変化とその生態的な影響 ～湛水性二枚貝の生息状況の観点から～. 土木技術資料 50(11), pp. 38-41. 2008.