

河川事業における生態系の捉え方と予測について

藤井暁彦（(財)九州環境管理協会）

キーワード：環境影響評価，生態系，生物予測，河床変動計算，感潮域シミュレーション

1. はじめに

「河川法」では、河川域における開発事業と自然環境の保全について、動植物の生息地または生育地の状況を考慮することとしている。また、環境影響評価法および各自治体の環境アセスメント条例においても、一定規模のダムや堰の新設に際しては、環境影響評価の実施を義務づけている。

このような背景を受けて、各種河川事業においては、自然環境に対する様々な予測評価が試行されている。しかし、アセスメントに対する知見や情報、経験の不足から、現在においても十分な環境影響評価が実施されているとは言い難い。特に、新たに予測項目となった「生態系」については、上位性・典型性・特殊性という捉え方の視点は示されたものの、事業特性や事業計画地の地域特性に照らして、当該地域への環境影響を適正に把握し、予測する上で多くの課題が残されている。

これら生態系に関する課題を大別すると、以下の3つに分類されよう。

現況を把握するための調査方法

予測方法、特に生息環境の変化と生物予測の定量化

環境保全措置に対する効果

現在、これら課題に対しては、調査・予測マニュアルの充実、環境保全の技術開発など、新たな取り組みが模索されている状況である。

本報告は、河川生態系についての捉え方、と予測として、上位性の視点からの調査・予測手法および水域生態系の定量的予測手法について紹介するものである。

2. 上位性の調査・予測手法

河川流域の生態系は、陸域・水域に大別される。この陸域・水域生態系をそれぞれ詳細にみると、陸域は樹林が主体の山地部と水田などの耕作地や市街地が主体となる平野部に分けられ、水域は山間部を流れる源流・溪流的な川から平野部を流れる流路幅の広い川まで様々な分類が可能である。

典型性の視点で生態系を捉えた場合、生物の分布を踏まえた、生息・生育環境のまとまりが典型性であり、「山地部の樹林地」、「源流・溪流的な川」などがこれに相当する。

また、上位性については、地域にみられる生物の食物連鎖の上位に位置する種に着目するものである。上位性の注目種の選定にあたっては対象とする地域の生息環境の特性や餌としている下位の生物から上位種を検討するとともに、事業規模と種の行動範囲を比較することが必要である。

図1に、陸域・水域生態系における上位性の注目種の例を示す。陸域では、一般にクマタカ、オオタカなどの猛禽類が注目種として選定されるが、これらは森林環境に依存した種であり、事業計画地が里地環境である場合は猛禽類ではサシバ、そのほか肉食哺乳類ではキツネやイタチの存在が重要となる。また、事業規模に照らして、クマタカ・キツネのように行動範囲が広い種から、イタチ・モズのようにその範囲が狭い種の中で、予測評価に適切な種を設定しなければならない。

一方、水域では、川の上流から下流にかけて魚食性のヤマセミ、カワセミ、サギ類、ミサゴなどが生息しており、これらについても

その生息環境と、事業規模と行動範囲を検討し、適切な上位種を設定することが求められる。

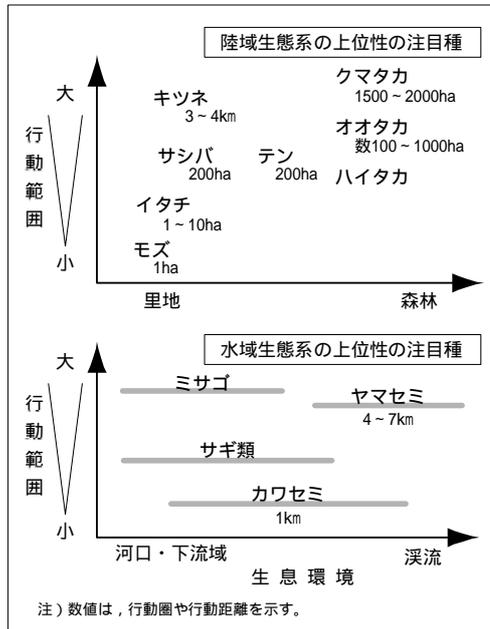


図1 陸域・水域生態系における上位性注目種の例

これら上位性の注目種に相当と考えられる種の内、クマタカ、オオタカをはじめとする猛禽類は、調査・予測方法がほぼ確立している。一方、陸域のキツネやテンなどの肉食哺乳類や水域のヤマセミ、カワセミなどの魚食性の鳥類は、調査事例も少なく、調査・予測手法が確立していない。しかし、これらの種についても、以下の視点により、生態系の上位性を予測評価することが可能と考えられる(図2)。

営巣地：種の繁殖・世代の存続への影響を予測する。

繁殖期・非繁殖期別の行動範囲：時期別に把握した行動範囲とその範囲の消失・変更の程度により、生息に必要な面積が確保されるかどうかを予測する。また、隣接個体との関係も整理する必要がある。
餌場：餌場の分布を把握し、その範囲・地点の消失・変更の程度から、上位性とし

て捕食・被食の関係が維持されるかどうかを予測する。

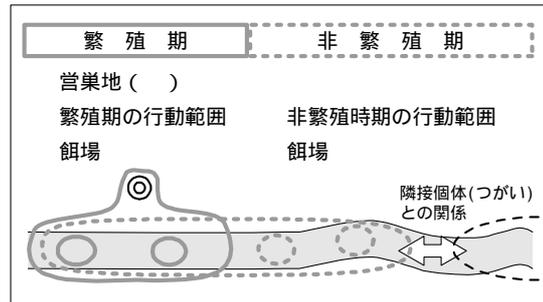


図2 ヤマセミ調査の模式図

3. 水域生態系に関する予測の定量化

3.1 河床の構成材料の変化

a) 水生生物と河床との関係

河川域において、河床はドジョウ、カマツカなどの底生魚、トビケラ、カゲロウなど多くの水生昆虫の生息場になっているとともに、アユ・オイカワ・カワムツなど多くの遊泳魚の産卵場ともなっている。このため、これら水生生物にとっては、河床にある粒径数mmの砂分の組成が生息維持にとって重要な要素となる。

河川事業においては、河道・流路の変化、流量の変化、土砂供給量の変化などにより、河床の構成材料は変化する。特に、小粒径の砂分は流下しやすいため、河床における存在量が容易に変化する。

このように、河川事業による河床の構成材料の変化を予測することは、生物・生態系に関する主要な予測項目の一つであると考えられる。

b) 河床の構成材料の変化予測

河床の構成材料は、ある対象とする地点の上流側から供給される土砂と、その地点における土砂を流下させる力(掃流力)との関係により決定される。供給される土砂は、流域の面積や地形・地質、流下する土砂の性状、流量などによって、その供給量が変化する。また、掃流力は、その地点の河道横断形状、河床勾配、河川流量などにより変化する。こ

のように、河床の構成材料は、様々な要因によって成立しているため、この変化をある一面から予測することは難しい。

しかし、これら河床の構成材料に関する諸条件を計算条件に取り込んだ河床変動計算を実施することによって、その変化を定量的に把握することが可能となる。

河床変動計算の計算方法は、図3に示すとおりであり、一般的な不等流計算に、土砂に関する計算を組み合わせ、一連の計算を繰り返すことにより河床高の変化量と河床材料の変化を求めるものである。

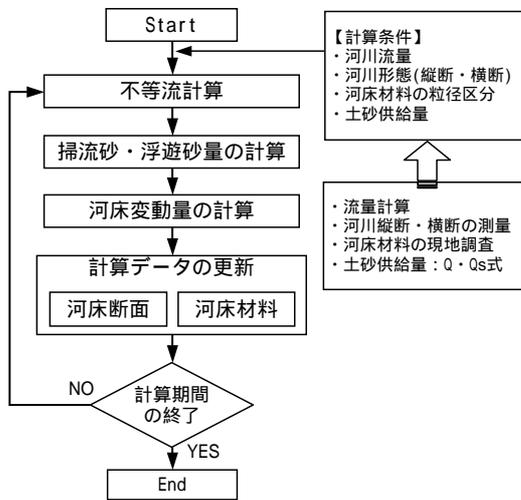


図3 河床変動計算フロー

河床変動計算の結果を図4に示す。例えば、事業による環境変動が加わった場合、事業なしと比較して、ある区間における河床の変化量が計算される(図では区間a~dの変化量が大きく、事業実施時に河床が低下すると予測される)。一般に、河床の低下は、掃流力の増加あるいは土砂供給量の減少により生じる。これは、河床において流下しやすい小粒径の砂分が減少することを意味する。

河床変動計算の結果から、砂分が変動した区間では、河床の砂分を必要とするドジョウやカマツカなどの底生魚や水生昆虫の一部の種について、生息への影響を予測することができる。

このように、河床変動計算を用いることによって、生物の生息環境の変化をより定量的に予測することができ、必要に応じて保全対策の実施とその効果を検証することも可能となる。

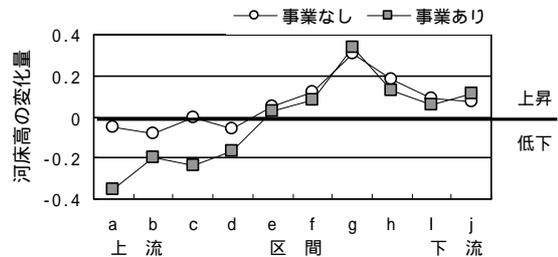


図4 河床変動計算の結果(模式図)

3.2 河口感潮域の塩分変化

a) 汽水域の生物と塩分との関係

河口の感潮域では、河川から供給される淡水と海の潮汐に伴う海水の遡上により、塩分のある汽水域が形成される。このような汽水域では、表1に示すように、汽水に適応した生物が分布している。

汽水性の代表的な生物であるヤマトシジミ、シロウオと塩分との関係をみると、低い塩分あるいは一時的な淡水による暴露では、両種はほとんど生息に影響を受けない。しかし、塩分が20を超える状況が数日間継続すると、生息が困難となることが分かっている。

このような河口感潮域に特有な種は、高い塩分で影響を受けるため、感潮域ではその上流部に偏って分布する傾向にある。

表1 汽水性の代表的な生物と塩分の関係

種	塩分		
	0.5	汽水	30
ヤマトシジミ	幼生・卵の発生	1日で2	22.....28
	稚貝・成貝	20 10日以上で斃死
シロウオ	産卵	22
	卵の発生	20 2日で斃死

—— 生息が良好, 正常な範囲。..... 生息が可能な範囲。

河川事業においては、流域の利水状況により、河川流量が変化し、河口感潮域の塩分を変化させることで、ここに生息する汽水性の生物に影響を与える可能性がある。このため、河口感潮域の流量変化が想定される場合には、その影響を的確に予測する必要がある。

b) 塩分の変化予測

河口感潮域の塩分変化を生物の生息環境として捉えた場合、表1に示したように、生物には時間的な適応幅（耐性）があること、感潮域に特有の生物は河床に棲む底生性の生物が多いことから、低層の塩分を予測する必要がある。

この対応から、河口感潮域の塩分予測においては、時間変化と層別の塩分変化が予測できる2次元多層非定常モデルを用いることが有効である。

2次元多層非定常モデルを用いた計算では、図5に示すように、層別にみた塩分の分布範囲の時間変化を把握することができる。ここでは、河川水の減少に伴い塩分の高い範囲が拡大している状況を示しているが、現況のヤマトシジミの分布範囲と塩分の分布範囲の関係から、将来のヤマトシジミの分布範囲を推定することが可能である。

このように、塩分の時間的・空間的变化を把握することにより、生物の生息環境の変化を定量的に予測することが可能となる。

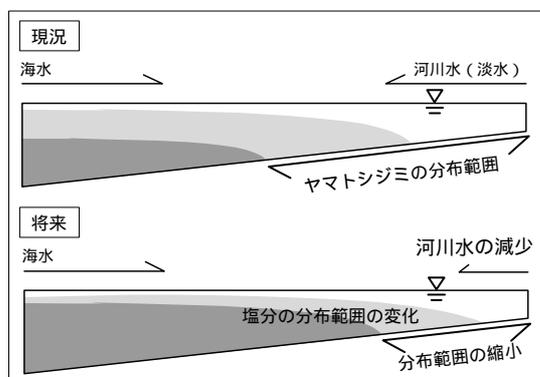


図5 塩分の予測結果（模式図）

4. まとめ

河川生態系の予測評価の視点から、「上位性の調査・予測手法」と「水域生態系に関する予測の定量化」について一例を紹介した。生態系を予測評価するにあたっては、このほかにも典型性あるいは特殊性の側面からも適切に捉え、予測を行うことが必要となる。

生態系に関する予測については、生物自身の持つ生息の不規則性、不確実性から定性的な手法を採用することが多く、影響の不確実性に対しては事後モニタリングにより対応することが通例となっている。しかし、ここに紹介した例のように、可能な限り定量的な予測を試み、合理的な判断を加味していくことが必要である。このことにより、予測結果に客観性が与えられるとともに、保全対策の検討にあたっては、その効果をあらかじめ検証することも可能となる。今後、生態系に関する生物予測の定量化にあたっては、不確実性を検証し、さらなる精度向上を図っていくことが求められる。

参考文献

- 1)九州におけるホンドキツネのハビタット利用パターン：中園敏之 哺乳類科学 1989年
- 2)サシバ(*Butastur indicus*)のテリトリーとテリトリー行動：小島幸彦 Tori 1982年
- 3)カワセミとヤマセミの造巣場所選択について：西村昌彦 山科鳥研報 1979年
- 4)ヤマトシジミの塩分耐性について：田中弥太郎 養殖研報 1984年
- 5)シロウオの生態と増殖に関する研究：松井誠一 九大農学芸誌 1986年