

## <巻頭言>



### 生態学を踏まえた新たな土木工学の確立へ

近藤 徹\*

ダムはムダか

最近、「ダムの時代の終焉」とか「ダムはムダ」といった言葉が、マスコミを賑わしている。一昨年の全国的な大渇水は、水資源確保の重要性を認識させたが、その最中にも新聞の社説にダム不要論が登場した。昨年末の冬季渇水から引き続いて、本年の夏渇水は深刻であった。渇水は森林保護や節水・雨水利用で乗り切れというまでで、ダムの再評価論はでていない。ダム事業に携わるものとしては、極めて心外である。

このような状況に、「マスコミは勉強不足だ」と非難したい気持ちになる者もいるだろうし、「ダム不要論を言うのならその代替案を出して見ろ」と言いたくなる者もいるだろう。節水や雨水利用も是非必要だし、森林保護も是非必要である。問題は、それらの方法だけで深刻な渇水が乗り切れる定量的な保証があるのかである。

しかしマスコミに勉強しろとか、ダム事業に関する広報の必要性を叫んでも、結局は余り効果はないだろうと主張する人がいる。なぜなら、一部のマスコミ人の中には、ダム技術者はダムを造りたがっている人種だと決めつけている人がいて、あの人達に任せておいたなら、日本国中すべて川をダムで締め切ってしまうのではないかという素朴な不信感が根底にあるからだという。

近年の都市化現象の急激な進展とともに日常生活の中から自然に親しめる機会が喪失し、人工化した生活環境から自然回帰を願う一般市民感情があることも承知しておく必要がある。

また同時に、ダム技術者が進めてきたダム工学の中に不足していた技術、これらの人達に違和感を持たせてしまった分野があったのではないかを再点検して見る必要がある。それは自然環境に関する知識、とりわけ生態系に関する知見が必ずしも十分とは見えなかったということだ、と私は思う。今日は自然環境、その中でも多様な種の生物が生息している自然生態系の保全が、国民的なまた世界的

\* 水資源開発公団総裁

な課題となりつつある。このことを踏まえてダム技術を含む土木工学の再体系化が必要な段階となっている。

### 生態系価値観の共有

従前の生物の種に対する価値観は、益獣、害獣、益鳥、害鳥、益虫、害虫というように人類の生活を維持していく上で、有用種であるか否かという視点で定められてきた。その結果として農業、牧畜、水産業が発達し、これを支える農学、水産学、林学が発展してきている。つまり、生物学の知見を極度に応用分野に取り入れて発展させた成果といえる。

しかし近年の生物の多様性を重視する視点は、生物界の多様な種の生物群系は気候や土壌等の物理的環境と複合した生態系として相互に複雑に関連しており、この生態系を改変することが、直接、間接に人類の生活に影響を与えていること、人類の行う生態系への改変が、長期的、広域的視点で見ると地球規模に及ぶ生態系の変動になりうること、その結果として将来の人類の生存基盤にまで悪影響を及ぼす懸念があること等が憂慮される状況になっていることに大きく着目するようになってきている。

このような生態系重視の流れに応じて、生物関連分野でも個別の種の生物としての視点から構築された生物学から、多様な種の生物が生態系の中で複雑に絡み合っている関係を解明する生態学へ重心が移っているのではないかと思う。

生物観の中にも、生きとし生けるものに深い愛情を注ぐべきである、人類は生物の種の一部であり生態系の保全の結果人類の生存に悪影響があってもそれは甘んじて受けとめなければならない、人間の生活環境を向上させる行為であっても他の生物の生活に支障を与えるものは一切行うべきではない、「ヒトは生物の一部」である、とする考え方がある。

しかし、生態系の保全は、結局人類の生存環境の保全に密接な関わりがあるからこそ重要であると考えるのが、合理的である。Walter V. Reid and Kenton R. Miller 著「生物の保護はなぜ必要か」によれば、

人間は、これからもっと多くの生物資源を必要とするだろう。その一方で、世界の貴重な財産である種と遺伝子が失われ、人類に恩恵を与えてくれた生態系の機能は低下しつつある。(略)人間はほかの生物や生態系が提供する資源やサービスなくしては生存できない。食物や医薬品の材料のほかにも、生産、分解、栄養、水の循環、土壌の生成・保全、害虫制御、気候の調節など、生物の多様性が提供する恩恵はどれも人類が生存していくうえで不可欠なものばかりである。

としているが、この認識でなければ国民全般の合意を得られない。



## 新たな土木工学の必要性

ところで、ダム工学を含む土木工学は、当然ながら工学の分野に属する。生態系に関する学問生態学は、理学の分野と整理できる。理学と工学の学問の手法の違いは、理学が真理の探究を目的にしているのに対して、工学は実用に供することを究極の目標としている点である。

理学は、自然界の現象を一定の法則や学問体系で解明して説明できるかを追求し、説明できないような例外が生じたときはその原因を追究することを使命としている。そして新しい真理、法則の発見、学問体系の拡大発展が、その成果となる。極言すれば、例外の解明こそが、理学の真骨頂である。

これに対して、工学は、実用に供することができれば真理が解明されていることは必要条件ではない。真理が解明されていなくても、経験則による知識でよいし、経験則がなくても場合によっては技術者の主観的判断によってでも、結果的に実用目的に合致した施設や施設によって構成されるシステムをつくれればよいとする。つまり例外はあることを承知の上で、経験則をつかおうとするのである。

ダム技術を含む土木工学は、これまで人間の生活環境の向上を目的にして、発展してきた。今日生態系の多様性の保全が人類の生存にとって重要であるとすれば、今後の土木工学は、生態系の保全にも最大限の努力を傾注する必要がある。そして、理学に属する生態学の知識を土木工学の中に取り入れて、生態系の保全を図りつつ、土木工事を進めるべき段階に至っている、と思う。

廣瀬利雄氏は、応用生態工学の目指すものとして、「人と生物との共存、多様性の確保を図るため、“生態学の基礎知識および実際の諸問題からの研究成果”をもとに、生態学識者と土木技術者とが協同して“土木工学分野に新しい技術の展開を図る”ことにある」と定義し、その枠組みは①生物学の複数部門が総合的に議論する、②環境を人工物により、または人工的に急に変化させた場合を対象とする、③順応及び適応の一部までの範囲とする、④調査、及び研究は仮説を設けて行うものとする、として応用生態工学の確立を提言している。

## 応用生態工学の調査手法

この枠組みを踏まえて、まず応用生態工学の調査手法を確立する必要がある。そのためには生態系をどのように把握するのか、が課題である。調査地域に生息する総ての生物の生態系を把握することは現実的に不可能であるので、私は、指標種を中心にしてその指標種に関連する生態学的プロセスを解明することが、実用的な調査手法になると考える。

この場合、指標種の設定が、課題である。指標種には、調査地域の生態系全体を支配する要種が適当といわれる。要種とは、生態系全体に決定的な影響を及ぼ

す種で、いなくなると多くの種に永続的な影響を及ぼして、生態学的プロセスの変化や構成種の割合に決定的な変化を及ぼす生物であるとする。ここで生態学的プロセスとは、生物と周辺環境との間に起きる一次生産、分解、物質循環等の相互作用や、生物間で起きる捕食、競争、寄生、共生等の相互作用である。

要種の例として、アリューシャン列島のラッコの場合、毛皮にするためラッコの乱獲→その餌であるウニが激増→その餌である海草が減少→海草という隠れ家がなくなった魚がアシカや海鳥に補食されて個体数が減少→その結果ウニだけが海底に群がる単純な海になった事例。中南米平原の場合、ピューマ、ジャガーの減少→被補食種であるオオテンジクネズミなどのように植物の種子の大ききで選択して食べる種に対する補食圧の減少→森林が小さな実を付ける草木に変化→他の生物群集の構成が大きく変化した事例などが例示される。この例示から見ると、要種を定めるには調査地域の種を総て調べなければ決定できない。しかし、個体重量×個体数の最も大きな種が、概ね要種と想定してよいという考え方もある。

また絶滅危惧種等の貴重種や、有名な代表種も指標種としてよいとする場合もあるだろうが、一般的には生態系プロセスの代表として、食物連鎖の頂点に位置する種を選ぶのが妥当であろう。このようにして指標種の生態学的プロセスを調査すれば、ある程度の例外を許して、調査地域全体の生態系を把握することが出来る筈である。

このような事前調査を行った上で、土木工事を実施した場合における影響を仮定し、その影響を緩和、保全するための対策を仮定する。これに沿って緩和保全対策の効果に関する調査を行う。このような方法で生態系の知識の充実に努めつつ、生態系に対する影響の緩和、生態系の保全対策を実施する。

近年ダム建設予定地で発見された絶滅の危機に瀕しているとされるイヌワシ、クマタカなどの猛禽類が、その保護問題とダム事業の実施に大きな課題を投げかけている事例がある。水没家屋の少ないダム適地は、一方で自然生態系の豊かな地域であり、人間活動を嫌う習性のあるこれらの猛禽類にとって絶好の生息地である。

そこで、このような地域の自然環境の調査手法として、指標種として例えばイヌワシを取り上げて、その生息環境の保全を図ることとし、その生活状況を調査する手法が考えられる。イヌワシの主な餌は、ノウサギ、アオダイショウ、ヤマドリである。そのためにこれらの餌となる生物の生息環境を調査し、そのような環境を確保する対策を計画すればよい。結局その環境として、湿地帯や落葉樹林帯が適当であるとすれば、ダム建設の前提としてこのような環境の確保、ビオトープの創出、針葉樹林から落葉樹林への転換などを計画、実施することが必要であ



る。また繁殖条件として、営巣環境、採餌環境等の保全も必要となる。特に営巣期には、建設工事の規制等が必要となるかも知れない。

### 生態学界への期待と土木技術者の取り組み

理学の生態学としては、自然生態系はイヌワシを指標種とただけですべて解明できるものではないし、イヌワシだけをとっても、その生息条件がすべて解明されているわけでもない。また餌となる生物の生息条件には未解明な分野が極めて多い。従ってこれらが解明されるまで開発行為を取りやめてほしいということになりかねない。

しかし工学である応用生態工学は、判明している範囲で、一応の仮説をおいて、自然生態系の中の生態系のプロセス再現を図ったり、対策を考え実施することにより、ダム建設と自然環境保全との両立を図ろうとするのである。

またこれまでも、ダム技術者を含む土木技術者は、事業実施において自然環境保全の観点から問題があれば、生物学者の支援を得て、所要の対策をとってきた。しかし残念ながら、それによって得た知見は、当該事業限りの知見として整理され、後続のプロジェクトに継承されることは少なくなかった。応用生態工学では、このような生態系に関する知見を蓄積、充実させ、土木工学の中に体系化しようとするものである。

現行の環境影響評価手法は、対象地域に生息する種を調査すること、結局種の数が多いことが環境調査の精度を示すことと扱っている。その種の多さが、種の多様性を示すと考えられてきたからである。従って昆虫などは数千種に上ることになり、その種を同定することが課題となっている。応用生態工学は、この手法に代わって、指標種とそれに関連する食物連鎖に関わる種の生物の生態を調査することを提案することになる。

その場合、生態学者からは、あらかじめ、指標種の設定、その食物連鎖に関わる種の生物の生態について、例外を含むことを覚悟の上で生態学の知見を提供して欲しいのである。ダム事業が手続きを踏んで実施に移った段階で、それらの知識が提出されても、計画反対の理由と誤解されて、自然保護とダム計画等の目的、例えば治水、水資源確保、電力確保等の何れが人類の生存にとって重要であるかという二者択一の選択を迫ることになるからである。この結果不毛な論議を国民に強いることになりかねないからである。

また土木技術者にも、自然生態系との共生を目指した努力が一層求められるのである。とりわけ河川は、生物の生存にとって重要な水が豊富な生息環境である。他の土木工学よりも一層生態系の保全に留意する必要がある。近年まで構造力学系、流体力学系の理学を出発点として完成された治水・利水・水力技術等を含む

土木工学に、新たな生物系の知識を導入して、自然生態系の分野を充実させた土木工学の発展が、望まれる。

力学系の解と生態系の解とを両立させることは、従前のように力学系の解の場合よりも、多くの経費、大きい用地の確保が更に必要となるだろう。この場合生態系保全のための経費は必要であり、その財源を国民の税金や料金に添加しなければならないし、対策のため必要な用地を確保するため生態系の理論的根拠に基づいて土地を確保することが必要となることも想定される。

生態系の技術水準を、力学系と同様な技術水準に相当するレベルに向上させていく必要がある。そのために生態系の理学との交流の中から、新たな土木工学を構築する時代が、到来している。