

土木技術と生物工学

生きものを扱う技術

亀山 章

目 次

はじめに -----	3
1. 土木空間と生きもの -----	5
1) 緑の時代から生きものの時代へ -----	5
2) 人と生きもの関係 -----	6
3) ロード・キル -----	9
4) アメニティと緑化学 -----	10
5) 景観生態学の展開 -----	13
6) ウォーター・フロントと水辺の自然 -----	16
2. 生きものを扱う技術 -----	19
1) 生きものの特徴 -----	19
(1) 生育環境 -----	19
(2) 個体特性 -----	21
(3) 個体群 -----	25
(4) 成長と寿命 -----	27
(5) 偶発性 -----	30
2) 生きものを扱う原則 -----	32
(1) やさしさと思いやり -----	32
(2) 環境の多様化 -----	33
(3) 生きものと時間 -----	34
(4) 日常的つきあい -----	35
3) 生きものを扱う手法 -----	36
おわりに -----	46

本文は、平成元年11月14日(火)、駒ヶ根総合文化センターで行なわれた「第4回 天竜川上流治水講演会(主催 建設省中部地方建設局天竜川上流工事事務所)」の講演録に加筆して編集したものです。

はじめに

私の専門は造園学という分野です。造園というのは、園を造ると書きますが、園には庭園や公園があり、さらには国立公園のような大きな園もあります。最近では都市緑化や都市景観、アメニティなども含んでおり、ひとことでいえば、地上に緑の楽園を造るという分野です。造園は英語ではランドスケープ・アーキテクチャー(landscape architecture)といますが、これはランドスケープつまり景観や風景を、アーキテクチャーつまり構築するまたは秩序づけるといった言葉です。韓国では造景とっていますが、このほうがわかりよいかと思います。

造園は主に植物を扱う技術であり、植木屋や庭師から発展してきた技術ですが、最近ではさまざまな要求がなされてきましたので、分野がしだいに拡大してきて、生きもの全体を扱う技術になっているという傾向があります。

例えば、都市の中にトンボがいる池をつくってほしいとか、ホテルがとぶ清流や魚のいる清流をつくってほしいとかいう要望が出たり、バッタのいる草原やチョウのいる草むらをつくってほしいという要望もあります。野鳥のすむ林がほしいというのは、以前からも要望の多いものでした。

最近、東京都でつくった「大井野鳥公園」というのがありますが、これは文字通り野鳥の公園であり、公園の大部分は人が入れないで野鳥だけが入る場所です。人間は鳥の生活ぶりを園の周囲から覗き込むような形になっており、主客転倒のような公園です。いずれにしても、最近このように生きものを扱うことが多くなってきております。

また、野生動物の問題にしても、カモシカの保護とか、トキのように絶滅に瀕する種の保護などの問題で、動物とかかわりの多い分野になっております。

本日は「土木技術と生物工学」という題でお話いたしますが、サブタイトルの一生きものを扱う技術—ということを中心としてお話いたします。

ところで、「生物工学」という言葉は、さまざまな使われ方をしていますが、一般によく使われているのはバイオテクノロジーのことです。遺伝子の組替えをして、トマトとジャガイモ（ポテト）を組み合わせてポマトをつくるといった分野です。しかし、バイオテクノロジーは最近では片仮名で書くことが多く、日本語では「生命工学」と訳すことが多くなっています。「生物工学」は、「生体工学」つまり生物の体を扱う技術に対して使われる場合もあります。私は広い意味で、生きものを扱う工学分野を「生物工学」というのがよいのではないかと思っております。ドイツ語には、レーベント・バウ(Lebendbau)という言葉があります。これは生きもので構築する、または生きた構築材料を使うという意味ですが、本日お話しする「生物工学」はこれに相当するものです。生態学を基礎にして生態系をつくるということから「生態工学」といわれることもあります。信州大学繊維学部の桜井善雄先生は、ドイツ語の自然により近い(naturnäher)工法という意味で「近自然工法」という用語を使っておられます。また、本日のお話では、生物という言葉は硬い響きがありますので、生きものという言葉を使うことにします。生きものは動物と植物の両方に使います。

一般に生物を扱う技術にはさまざまなものがあり、林学は山に木を植えるわけですから、植物という生物を扱っている。農学も畜産学も水産学も、すべて生物を扱っている。しかし感覚的にいいますと、なにか生きものを扱っているという感覚が少ないという感じがしますので、あえて生きものを扱うという言葉を使いたいと思っております。

本日は二つの話をします。一つは土木空間と生きものとの関係についてであり、生活空間における生きものと人間との関係を考えようとするものです。もう一つは生きものを扱う技術の特徴とその手法について話します。

1. 土木空間と生きもの

1) 緑の時代から生きもの時代の時代へ

最近、生きものの中だけでもとくに動物について語られることが多くなっています。街の中かで人間と共存しているカラスやスズメなどの都会派の生きものやインコなどの帰化動物、深い山の中かで神秘的な暮らしをしているカモシカやクマなどの野生動物、水辺の鳥や魚など、様々な生きものの生態が克明に観察され、書物になっているものも多くあります。自然観察の会も植物よりバードウォッチングやアニマルトラッキングに人気が集まっています。これは生きものへの関心が高まっていることのあらわれです。

なぜ、生きものに関心をもたれるようになってきたのか、と考えるみると、それは、人と自然との関係が「緑の時代」から「生きもの時代」へと変わってきているからであろうと思われます。植物がつくる自然から、動物のいる自然へと関心が移ってきているのであり、これからの21世紀は生きもの時代ということができると思います。

「緑」から「生きもの」へと関心が移ってきているのはなぜか、と考えると、それは自然観の深まりにほかなりません。

植物の自然から生きもの自然へと関心が移ってきているのは、自然の質に目が向けられてきたからであり、より高次の自然に関心が向けられてきたからです。

自然界を生態系の視点でみるならば、植物の自然は自然界の基盤を構成する第一次の生産者であり、植物を餌とする動物は二次的な消費者であり、さらには動物を餌とするより高次の捕食者の動物もいます。動物はこのようにして形成される自然のピラミッドの上部に位置しており、動物への関心は、ピラミッドのより上の部分への関心をあらわしています。そのことは生きものをつうじて植物を含む自然の全体をより総合的にとらえようとする自然観の高まりにほかなりません。

動物は植物の自然を基盤にしており、基盤が十分でないと豊かな動物

相を支えることはできません。大都市の公園で鳥と昆虫について調査した例でも、豊かで多様な植生が鳥相や昆虫相を豊富にしていることが明らかにされています。豊かで多様な植生があることが、動物の生息環境として必須の条件であり、動物は自然の豊かさの指標であり標徴であるといえます。「緑」から「生きもの」へと関心が移ってきたのは自然についての見方が深まってきたからである、といえるのはこのような理由によるものです。

2) 人と生きものの関係

生きものとのより良い関係をつくりだすためには、人と生きものの関係のあり方を整理し、新しい秩序を構築する必要があります。最近、動物福祉(animal welfare)や動物の生存権(animal right)を主張する運動が目につくようになってきました。彼等の運動も人と生きものの新しい秩序を構築しようとする意識のあらわれです。

ところで、わが国では犬猫は人間との関係で4つに分類されています。つまり、飼犬猫、野良犬猫、野犬猫、山犬猫です。

飼犬猫というのは、家庭で飼っている犬猫のことであり、これは飼育動物です。

野良犬猫はそれが逃げ出して人家のまわりで生活しているものです。野良犬猫は人間の生活に依存しているものであり、本来は飼育管理されるべきものであるために、飼犬猫と同様に「動物の保護および管理に関する法律」の対象となっています。ですから、野良犬猫をいじめるのは法律で禁じられています。「動物の保護および管理に関する法律」は総理府で所管していますので、飼犬猫と野良犬猫は総理府の所管ということになります。

それに対して野犬猫は飼育動物であった犬猫が野生化して、人間の生活に依存しなくなったものであり、ときには有害獣になる危険性をもっているために、「鳥獣保護および狩猟に関する法律」にもとづいて有害鳥獣として駆除されることがあります。野良犬猫は良という字がついて

いるぶんだけ、野犬猫よりも可愛がられているわけです。野犬猫は法律の所管が環境庁ですから、環境庁に所管されているということになります。

野犬は有害獣として捕殺してもよいことになっています。勝手に捕殺してはいけないのですが、有害鳥獣駆除の申請をすればよいのです。ですから野良犬・野良猫はかわいがらないといけないのですが、野犬・野猫になりますと、害獣として駆除の対象になるということになっています。

動物の世界も大変なことであり、たしか千葉県であったと思いますが、鉄砲で犬を撃ったという例があります。これが野良犬か、野犬かということで裁判をしたのですが、野良犬だとすると「動物の保護および管理に関する法律」に触れるので、罪になります。しかし、野犬を撃ったことになると、有害鳥獣駆除の申請をしなかったということでお叱りを受ける程度で済むのです。

山犬猫はイリオモテヤマネコやツシマヤマネコなどのように野生の犬猫であり、天然記念物として保護される貴重種であることが多いものです。これはとても大切に保護されています。天然記念物は文化庁の所管です。

犬猫がこのように分類されるようになってきたのは、犬猫に責任があるわけではなく、飼主である人間の側にすべての責任があります。犬猫の世界はもともと飼犬猫と山犬猫だけであったものが、人間のルーズな飼い方によって、野良犬猫や野犬猫が生じてきたものです。

野良犬猫や野犬猫を放置しておく人間生活や自然の生態系に支障を及ぼすことがあります。人間生活への影響としては、道路における犬猫の交通事故死が代表的な例ですが、もとより被害を受けるのは犬猫の側であっても、車の破損や道路を清掃しなければならないなどの迷惑を受けることも多くあります。ですから、犬猫が野生化しないように細心の注意をしながら、共生の道を探らなければなりません。

犬猫は野生化すると野生動物の生活にとっても脅威になります。河川敷に捨てられた猫が野鳥を襲っているのを目撃した例は多くあり、また、山の中で捨てられた犬は、群れをつくり集団化して野生動物を襲い、生息環境を圧迫しています。ヨーロッパの諸国では、鳥獣類が生息する地域で犬を綱から離してはいけないと法的に規制し、禁猟期間中に放たれた犬は捕殺することができます。犬の所有者が捕殺のための手数料と賠償金の支払いを義務付けられていることもあります。そこには、犬猫は人間の管理のもとに飼育されるべきであるという考えが明確に示されており、人と生きものとのより良い関係をつくりだしていくためには、動物を含めた自然の豊かさを保全する細心の注意と努力が必要です。

最近、東京や大阪などの大都市周辺地域では、ワカケホンセイインコなどのインコ類が野生化して集団で生活しているのがみられ、ミンクやヌートリアなどの哺乳動物が野生化しているのが各地で報告されています。このような、本来、日本に生息していなかった動物が野生化して帰化動物になるのは、飼育がめんどろになって故意に離したりするなど、生きものに対する基本的なマナーとルールが確立されていないことによるものです。

生きものに対するルーズな接し方は、ヨーロッパ社会からみるときわめて野蛮な行為であり、それによってわが国に対する意識的な差別感をもっているといえなくもありません。生きものに接する態度や動物観は、国や民族によって異なり、それが文化の相異を生みだしていることもあります。今日の国際化社会では、文化の相異を明確に理解するためにも、動物観の相異を認識することが必要であり、同時に生きものに対するルーズな接し方を改めることも必要です。

昨年、環境庁に野生生物課というのができましたが、このような動きは生きものと人間との望ましい関係を確立していこうとする傾向のあらわれであろうと思われます。

3) ロード・キル

最近、ロード・キル(road kill)ということが問題になっています。ロード(道路)によって野生動物が殺されること、つまり野生動物死亡事故のことをロード・キルといいます。これは一般の道路では統計がとられていませんが、高速道路はパトロールが1時間か2時間おきに行なわれていますので、拾ったごみの中から動物をとりだして統計をとっています。高速道路だけでも年間に1万件くらいの野生動物が死んでいます。もちろん犬と猫が多いのはいうまでもないのですが、意外にもタヌキなどの被害も多いのです。道路ではねられているのを犬だと思っていることが多いのですが、その中に、タヌキがいることが多いのです。

また、面白いのはトビがひかれるのが多いことです。トビは生きている動物をとらないで、道路の上空を飛びながら動物が事故で死ぬのを待っています。高速道路の上を舞っていて、小さな動物がひかれると喜んで下りてきて、自分もひかれて死んでしまうことが多いのです。

スイスでも同じような話があります。スイスではトビを有効に活用しようというので、トビの止り木を高速道路沿いに立てたのです。そうしますと、畑のネズミの害が少し減ったというのです。これは高速道路の効用ではないかという話をしておりましたが、生態系は非常に複雑ですから、いろいろなことが生じるのです。

中央自動車道が開通した当初には、山間部の区間でけもの道が分断されたために、高速道路に下りてくる動物を見かけたという話を聞くことがありました。私も切土法面の上方から下りてきたキツネが高速道路で立ち往生しているのに出会ったことがあります。交通量が増大した昨今では、もはやみることでできないことですが、キツネはこのような体験から、再び危険な目にあうことがないように学習したのであらうと思われれます。野生動物は危険を察知する能力がすぐれており、危険な道路から遠ざかることによって事故を回避しておりますが、それは彼等にとって、生息環境の分断と縮小にほかなりません。

道路の建設が野生動物の生息環境を分断するのを、実態調査によって明らかにした西ドイツのアウトバーンの例では、道路建設前には森林内を自由に移動していた動物が、建設後には道路の両側のそれぞれに行動圏が限定され、道路を横断することはほとんどないことが報告されています。生息環境が分断されると個体群も分断され、世代を交代するにつれて道路をへだてて相互に異なった遺伝的性質をもつ個体群が形成される可能性もあります。

このような問題に対しても、生きものと人間との望ましい関係をつくりだすことが求められており、それを技術化することが模索されています。これについては後で具体的に述べることにします。

4) アメニティと緑化工学

最近、景観やアメニティという言葉がしばしば使われています。とくに、都市の景観をよくしようとか、都市のアメニティ（快適さ）を高めようということがしばしば言われ、そうした要望が多くなっています。それにともなって、緑化の技術に関しても、植物を使って室内を緑化しようとか、屋上を緑化するとか、道路の高架下の日陰を緑化するというように、植物が本来生育しないような場所を緑化することが多くなっています。

また、近年、アメリカではアトリウムの建設が流行しています。アトリウムというのは古代ローマ都市の住宅の主要広間や、初期キリスト教会の会堂の前庭のことですが、最近では吹き抜け構造をもった建築物の意味で使われております。この吹き抜けの部分で緑化するのが流行しております。これはビルの中に大きいガラス張りの温室のような、ホールのようなものを数階にわたる吹き抜けにして、建物の中に取り込まれたオープン・スペースをつくります。以前には街角や建物の外側にあった広場を、建物の中に取り込んでしまった建築がアトリウムですが、この中には植物を植えることが多く、最近、ニューヨークではアトリウムのある建物が百以上もできているということです。こういうところでは、

日陰に強い植物や乾燥に強い植物などの悪い条件に耐えられる植物を植える技術がすすんでいます。

一般に人間と植物はつき合いがよいように思われていますが、同じ部屋の中で暮すには相反する条件が多いのです。たとえば、人間が不快に感ずる湿度の限界は65%程度であり、これ以上では不快に感じます。しかし、植物が乾燥して生育しにくい湿度の限界も同程度であり、それより多湿になると植物は喜びますが、人間はそれより乾燥するほうを喜びます。つまり両者の求める環境はうまく合わないのです。

明るさにしても人間は室内では1,000 ルックス程度あれば十分ですが、植物では1,000 ルックスというのは耐えられない暗さです。ですから室内で緑化するには、あれこれ工夫する必要があります。最近行なわれておりますのは、たとえば光にしても人工照明では不十分ですから、太陽光を傘のようなパラボラ・アンテナ状の集光器で集めておいて、これをグラス・ファイバーで必要な場所に引っ張ってきて使います。地下室で太陽光を使いたければ、屋上で集光器で集めて地下室にもってくる。これはまだ試作的にやっている段階でコストは高いのですが、これを使えば自由に太陽光を運べるので、景観やアメニティを向上させるためのさまざまな技術に結びつけることができると思われます。

また、さきほどいいましたように、トンボが飛んでいたりホタルがいるような、生きものがそこにいるという空間がアメニティを高めるためにも欲しくなってきます。そこで、生きもののいる空間をつくる技術を確立しておくことも必要になってくると思います。

最近、緑化で面白いと思えたのは、西ドイツで緑の屋根つまりグリーンネ・ダッハ(Grüne Dach)というのですが、植物が育つようにスポンジのようなものに土と肥料を入れて、そこに植物の種子が播いてある、それを緑化工法という植生盤のようなものにしており、これを屋根の上に載せると、屋根の上に草原ができます。これは緑化に役立つだけでなく、省エネルギー効果があるのです。西ドイツでは自然保護を考

えるときに、わが国の場合には自然保護といえば、動物・植物を大事にしようということになります。彼らは省エネルギーということも自然保護のなかでとても大事なことで考えています。というのは、エネルギーの消費を減らすことは、自然を破壊しないことにつながるのですから、逆にエネルギーの消費を増やすことは自然を破壊することになります。エネルギーの消費は自然にとって、とても悪いことだと考えるものですから、省エネルギーは自然保護につながるわけです。そこで省エネルギー効果のある緑の屋根が考えられたわけです。どのように省エネルギーかといいますと、夏に冷房するのに断熱効果が大きいのです。屋根に直射日光が当たらないものですから、冷房しなくてもよいか、冷房しても費用が少なくて済むということで、冷房の効果が上がるので省エネルギー効果があるということなのです。こういうものをつくろうとしますと、ふつうは建築家は住宅の耐用年数が短くなるので嫌がるのですが、西ドイツではむしろ建築と協力して、緑の屋根をどのように作るかということにとり組んでいます。このようにすると新しい技術が作れるのではないかと思います。

このようなさまざまな技術をまとめて、最近、『最先端の緑化技術』という本を編集しました。そのなかで、新しい「緑化学」という分野をつくっていったらよいのではないかと提唱しています。

研究者の集まりとして、今まで「緑化工研究会」というのがありましたが、今年（1989）の5月に「緑化学会」というように名称を変えまして、そうしたもろもろの問題に取り組むことにしたわけです。もっとも、『最先端の緑化技術』を出版してから、いろいろ考えてみますと、自分は植物を本当に生きものとして扱っているかどうか疑問に思えることがあります。建物のなかに植物を育てようという発想が、そもそもいけないのではないかという気もしております。植物は常に日にあたり、雨にあたって、野外の環境のなかで伸び伸びと育ちたいわけですから、人間の都合で部屋のなかに閉じ込めたり、暗い所に住ませたりという

のは、いふなれば植物のペット化のようなものです。生きものとして扱うことから遠ざかるのではないかという反省もしています。生きものを生きものとして扱うことが大事であるならば、そのためには、生きものの気持ちをしっかりとみることが大事ではないかと思っています。

5) 景観生態学の展開

北海道大学農学部の中三郎先生の『地表変動論—植生判別による環境把握—』という素晴らしい本があります。「目から鱗が落ちる」という言葉がありますが、私はまさにそのような感じでこの本を読みました。私が感動したのは、先生が自然をよく観察しておられる、ということです。たとえば樹木の年輪をじっとみていると、その木が立っていた場所の周囲の環境がわかる、しかも長期間の移り変わりがわかるわけです。隣に木があってそれが日陰になったから、その期間は成長がよくなかったというようなことがよくわかるわけです。そのような観察を通じて、この本のテーマである地表が動くという現象をつきとめております。地表がどのように動いているかということの追究の方法や、自然に向かう態度に大変感動させられます。

地表が変動するということは、地すべりや山腹崩壊などの分野に携わっている方には当然のことでしょうが、私のように造園学とか、造園学の基礎として生態学をやっている者には大きな驚きです。私達の学問は地表が動かないということを、無意識のうちに前提にしており、生きものを扱う生態学も地表が動くと話にならないことが多いわけです。生態学の理論は、地表が動かないことを前提に構築されているものがほとんどであり、地表が動くことが前提になると、考え直さなければならない理論もでてくるわけです。

たとえば、私の研究テーマで高速道路の法面の植生遷移に関するのがあります。植生遷移とは、簡単にいいますと、道路を建設する際に法面などの裸地がつくられますが、それを放置しておくと、最初は一・二年生の草が生えてきます。それをさらに放置しておくと何年か経つうちに

多年草のススキなどが生えて、10年も経てばアカマツやヌルデなどの木本が生えてきます。これを植生遷移といいます。これが私の研究テーマの一つで、全国的高速道路の法面の植生遷移を研究しております。こういうのは地表が動かないのが前提であり、ずっと動かなければやがて森林化していくというのが理論になっています。しかし地表が動くとなると、これはかなり違った状況になってくると思っています。

地表が動くということを前提にして考えると、もう少し理論も発展させて考えることができます。そうすると地表が動かないことを前提にして生態学をやっているのは、片手落ちのような感じがいたします。地表を含めた景観全体がダイナミックに動いていくような生態学が必要ではないかと考えています。最近、「景観生態学」という言葉が外国で使われておりまして、そのなかにこうした問題も含めて考えていくことが必要であろうと思っています。

私の研究テーマにも、地表が動くのがあります。これは、上高地の景観をテーマにしたものですが、上高地は大変に有名な景勝地で、わが国の国立公園のなかでも最も人気があるのではないかと思います。5万分の1の地形図の図幅のなかでは、上高地が一番売れているそうです。どのようにしてあの山奥にあれだけの川原ができていたのかということを見ると、大変興味深いものがあります。あれだけの川原が山の奥にあることから、上の河内ということで上高地になったという説があるくらいです。あの川原ができていたのは、流域におびただしい土砂があり、それが河床を形成しているわけです。不安定土砂量は400万 m^3 あるともいわれております。山というものはもともと崩れたがっているものであり、その崩れたがっている山がどんどん土砂を供給しています。それが、梓川に送りだされて、大量の土砂が供給されています。したがって河床が上昇して広い川原が形成された、というのが上高地の成因です。

私は上高地を形成している梓川の、水辺の植生の景観を調査しています。そこでは地表が動いていると考えることが大切だということがよく

わかります。上高地にはヤナギの種類と量が非常に多く、ケショウヤナギ、オオバヤナギ、オノエヤナギなど、たくさんのヤナギの仲間があり、とくに若い木が多いのが特徴です。もちろんかなりの老木もあります。梓川の川原はヤナギしか生育しようがなく、ヤナギ以外の植物にとっては大変生育しにくい場所です。梓川の上流には大変に沢山の土砂が溜っていますので、洪水の時にはかなりの土砂が供給されて、ヤナギの木は根元が土砂で埋まり、あるいは倒されたりします。しかし、ヤナギは埋まったり倒されたりすることに強く、根元に土砂が50cmくらいかぶってもまた新しい根がそこからでてきます。ですからヤナギの大木の根元を掘ってみると、面白いことに何段にも根が出ております。それをみると過去から現在まで、いかに早いスピードで河床が埋まっているかがわかります。また一度横に倒れたヤナギが再び立ち上がったものもあります。だから様々な格好のものがありまして大変に面白いのです。そういった地表の変動に対して耐えられるのがヤナギですから、上高地にはヤナギが沢山あるわけです。しかも若いヤナギが多く、常にみずみずしい上高地の景観をつくっているわけです。これが上高地の景観の特徴です。

ところが、最近、上高地では、梓川の土砂の移動が上高地の旅館に水害をもたらすということで、砂防堰堤をつくって土砂の移動を止めようとしております。いわば地表の変動を止めてしまおうとしているわけです。地表の変動を止められますと、つぎには川原の植生も変わってくるわけであり、しだいにいろいろな植物が入ってきて、やがては森林になってしまうのではないかと心配されています。そういった景観の変遷の問題がとても大事だということがわかっていただけたと思います。

ところで、梓川に砂防堰堤をつくるとイワナが遡上できなくなると困るので、イワナのジャンプ力を調査して堰堤の高さや形状を決めるのに参考にしようという実験が行なわれています。イワナがどのくらい跳び上がれるか、段差を付けた装置で実験したり、また、三方を板で囲ってU字溝のような長い斜路をつくって上から水を流し、どれくらいの流速

だとイワナが上れるかということを実験しておられます。イワナはなかなかジャンプしないそうです。川の中ではジャンプしているのに、実験しようとするともジャンプしないのだそうですが、これは当然であり、イワナは生活上必要になったときに必死になってジャンプするのです。秋の産卵の時期には浅瀬に上って行って産卵するのですが、そのときにはかなり流量の少ないところとか、段差のあるところを越えていかなければなりません。そのような産卵期には必死になってジャンプするわけですから、実験しても跳び上がってくれないのは当然です。「なかなかデータが取れなくて困っているんですよ」というだけではなく、イワナの気持ちも少しは察してやりませんか、われわれの都合で動いてくれるわけではありません。

こういった問題を総合的にとらえようとするのが景観生態学であり、今後に展開が期待される分野だと思います。

来年は国際生態学会(INTECOL 1990)が日本で行なわれます。そこでも景観生態学の分野が、3つのシンポジウムをもちますが、そのなかにもこのような問題も取り込んでいったら面白いのではないかと考えています。

6) ウォーター・フロントと水辺の自然

最近、ウォーター・フロントの時代といわれて、水辺の環境整備や親水空間の整備が行なわれることが多くなっています。これは河川の洪水がおさえられて、治水がようやく一段落したことと関係があるかと思います。今日のように、治水の講演会に、おおよそ治水に役立たないような私が伺いまして話をしているのも、天竜川の堤防がしっかりしていて安全に流れているからできることだと思っております。治水が成果をあげてきたので、ウォーター・フロントやアメニティというようなことがいわれるようになったわけです。もう一つ大事なことは、そうした治水に重点をおいてきたために、水辺がコンクリート化されてしまい、河川の親水機能が低下してきたということも指摘できます。親水性の高い、

もう少し快適な水辺にしようということで、ウォーター・フロントの時代といわれているのであろうと思います。

ウォーター・フロントや水辺の空間について考えようとするときには、河川の自然をよく知っておくことが大切です。水辺はもっともデリケートで微妙な自然の空間であり、非常に複雑な自然になっています。水辺に生えている植物は、野鳥の生息場所にもなりますし、巣をつくる営巣場所にもなり、避難場所にもなるわけです。また、枯れ草も避難場所や巣造りの材料になるので、刈ってしまわないほうがよいのです。天竜川は河川管理を真面目にするものですから、つい先日も川原の枯れ草をきれいに掃除しておりました。この冬はカモは避難場所がなくなってしまったので、ずいぶん寒い思いをするのではないかと心配しています。来年の春先には巣づくりの材料をもって行ってやらなければ、困るのではないかとも思っています。水辺の植生は人間の見方だけであまりきれいにしてしまわないほうがよいものであり、枯れ草も役に立っているわけです。そうした植生が大切であるということと、さらに川のなかにたくさんの動物がいることが大切なことです。

川は自然の空間であり、人が滅多に入らないし、さらには農薬を使っていない貴重な場所です。このことはあまりいわれていませんが、水田や畑は農薬だらけですが、河川敷は除草剤などの農薬を使っていません。もちろん水の中には流れてきた農薬が入っておりますが、河川敷には使っていません。したがってよい自然が残っておりまして、動物の種類は随分多いと思われれます。水辺でいろいろな珍しい動物を見たという話を聞きますが、実際に川のなかの自然はあまり調べられておりません。河川を管理する立場としては、調べる必要を感じないからでしょう。河川の管理は河積を確保するために邪魔な木を切るとか、草を刈ることはしますけれども、川のなかに何が住んでいるかということ調べても、河川管理上の意味がないということで、調べたことがないのです。これを調べてみたら面白いと思います。植物については調べたことがありますが、

動物を調べたら珍しいものもみられて、ことによると河童などもでてくるかもしれません。

カワウソは各地で絶滅したであろうといわれていますが、調べてみたらどこかにいるのではないかと思います。ずいぶんいろいろな動物がいるという話は聞くのですが、おおよそ調べられたことがないのです。考えてみますと、水辺は動物にとっては都合のよい環境になっておりまして、餌もあるし、水もあるし、日当たりもよくて、とても良い環境になっていると思います。

水辺の植物は、水質の浄化や魚の生息環境などのさまざまな機能をもっています。とくに、ヨシは水質の浄化に役立っており、日本では研究されていませんが、西ドイツのマックスプランク研究所では、ヨシの群落をつくってそこに汚水を流し込み、どのくらい浄化能力があるかを調べています。西ドイツでは水辺のヨシが水の浄化に役立ち、波をやわらげて護岸に役立ち、さらには多様な生態系を構成していることから、ヨシ群落の保護法をつくってヨシの群落を減らさないようにしています。水辺の植物がもっている機能はとてもたくさんあります。岸の近くの水草は、魚が産卵する場所でもありますし、魚のかくれ場所にもなり、草食性の魚の餌にもなるので、水辺は魚にとっても多様な生活空間であるといえます。

水辺を陸から水中に向かって横断的にみると、まれに冠水するところからいつも水につかっているところまで、水分条件が段階的に異なっていくので、水辺は流れに沿って帯状の環境に区分されます。これは成帯性といい、植物は流れに平行して帯状に分布しています。英語ではゾーネーション (zonation) といいます。冠水することの少ない陸上ではヤナギやニセアカシアが生えており、しばしば冠水するところから汀線付近にはヨシやマコモやガマなどが生えています。さらに水のなかには、沈水植物のキンギョモやヒルムシロなどが生育しているというように、陸から水の中に入るのにしたがって、いろいろな植物が帯状に群落をつ

くっています。そして、さまざまな動物がそこを住み場所に使っています。水辺は帯状の環境が連続的になっているところであり、その成帯性が生物空間としてもっとも大事な要素になっています。ですからそれをいかに上手に使うか、ということがウォーター・フロントの時代の河川整備にとって大事なことであり、そのためには、川の自然をしっかりとみておくことが必要です。

現在は、河川敷を低水敷と高水敷という非常に単純なゾーネーションで帯状にわけていますが、自然の成帯性ははるかにきめ細かいものであり、そのことにもっと配慮していくことが大切です。土木空間と生物空間とが共生する、あるいは共存する関係をつくっていくためには、生物空間についてよく知っておくことが大事なことです。

2. 生きものを扱う技術

1) 生きものの特徴

話をもう少しすすめます。さきほどいいましたように、生きものを扱う技術は確立した技術というよりは、最近ようやく始まったばかりですので、ここでは基本的な考え方を話します。はじめに、生きものというのはどのようなものか、ということを考えてみます。土木や建築で扱っている土木材料や建築資材にない生きものの特徴は、次のようなものがあります。

(1) 生育環境

生きものは、生きていくうえで生育環境が必要です。生育環境という言葉は、人間の場合には生れ育っていく環境条件のすべてをいい、自然環境、家庭環境、栄養、などの外的環境条件の総体をあらわすものです。人間以外の生きものでは、植物の場合には生育環境の用語を使いますが、動物の場合には生息環境、生息場所、生活環境などの用語を使います。これらはほぼ同義の用語ですから、ここでは生育環境とっておきます。

生きものの生育環境は、人間の場合と同様に、生育にかかわるすべての環境を考えなければなりません。とくに、生活に必要な物質やエネルギーを確保することはもっとも基本的な条件です。植物の場合には、生活に必要な物質は栄養分と水であり、エネルギーは太陽光です。動物の場合には餌が生活の基本になる物質とエネルギーの源になります。土木技術で扱う構造物には、生きものとしての特性はないので、技術のなかにこのような考え方がなかったものと思われれます。したがって今後、土木空間に生きものを共存させるためには、生きものの生育環境についての知識をもつことが何よりも大切です。

生育環境は植物でも動物でも、種ごとにすべて異なっています。種によって求めるものが違っているわけですから、一つ一つの要求をすべて聞かなければなりません。これは大変なことです。動物の場合には生活のリズムがありますから、夜間に生活する場所と昼間に生活する場所が異なることも多く、昼間でも休息するところもあれば、餌をとるところもある、というようにいろいろな場所が必要であり、多様な環境をつくらなくてはなりません。

動物の行動をみていると、日周期でかなりいろいろなところに行っています。最近、蝶の生態で話題になっていますが、信濃川の上流部の犀川が長野市に入る直前にJRの鉄橋がありますが、鉄橋を渡ってすぐの左岸にニセアカシアの林があります。そこにコムラサキという蝶のねぐらが発見されて騒がれています。今まで蝶が一定の場所にねぐらをもつということは記録にないそうです。蝶は夕方になると戻ってきてニセアカシアの葉の裏で寝るのだそうです。そして、朝になると、どこかへ飛んで行って蜜を吸い、夕方になると再び帰ってきます。蝶の道というのがありますが、山のなかに行きますと、確かに蝶の通りやすい道があります。そういうところを通して移動しているのだらうと思います。ねぐらがあったり、餌を食べる場所があったり、そこを行ったりきたりするわけですから、生きものをすまわせるためには、多様な環境をつくって

やらなければなりません。

したがって、実のなる木を植えれば鳥が飛んできて、そこに巣をつくって鳥の楽園になる、というような単純な発想ではいけないわけです。実際にはそんなに単純にはいかないわけです。生育環境が多様である、ことに種ごとに違っているということを知らなければ、生きものを扱うことはできません。

動物の行動には、日周期のほかに季節的な周期もあります。鳥が季節的に移動するとか、カエルのように繁殖する場所として池や小川を使い、日常の生活する場所は森林や草地であるというようなこともあります。シカなどの大型動物は、年周期で大規模な移動をします。一年の間に長野県の八ヶ岳から山梨県側の奥秩父に移動しています。

八ヶ岳の山麓に、縄文遺跡が多いのは、東京学芸大学の市川健夫先生のお話では、あそこがシカの大規模な移動ルートになっていたからだという事です。そのためにシカが捕りやすかったので、尖石遺跡や矢出川遺跡などの大きな遺跡がたくさんあるのだそうです。人間のほうは縄文時代からずっと進歩してしまっただけですから、かなり環境が変わっていますが、シカは縄文時代から今までずっと同じところを通っているわけです。人間がつくる道路は、つくってから数十年で使えなくなるものが多く、史跡になっている道でも数百年くらいのものですが、シカの道は数千年のオーダーでずっと使われているわけです。

(2) 個体特性

生きものは種ごとに違うばかりではなく、同一の種でも一つ一つの個体ごとに特性が異なり、個体差があります。個体差というのは、簡単にいいますと、人間の質（たち）のようなものです。子供を育てていると、親が同じでも兄弟姉妹はみな質が違います。同じように、植物でも動物でも一つ一つ質が違います。

土木材料や建築資材は、多くの材料を緻密に組み合わせて構造物をつくるので、材料の規格の均一性と品質の均質性が重要なこととして求め

られます。しかし、生きものにそれを求めることはできません。生きものの世界は、一つ一つ異なったものが寄り集まって、全体としてうまくシステムを構築しているのであり、土木構造物をつくる時に人間が緻密な組み合わせを考えるような作業は、生きものの側で適当にやってくれます。適当にやることができるのは、生きものは相互に相手の存在を認めながら生存の場所を確保しようとする許容性や耐性をもっているからです。しかし、適当にやるからといって、でたらめにやってよいものではありません。生きものがどのように適当にやるか、どのような許容性や耐性をもっているか、ということを知ることが、材料として生きものを扱うときに基本的に求められます。

生きものの一つ一つの質が違ふということは、生きものにとって大変に重要なことであり、生きものが生き残るために不可欠なことです。生きものは、長い歴史のなかで進化してきた過程で、さまざまな試練を経ているいろいろな遺伝子の情報を獲得してきたわけです。たとえば寒さに強い遺伝子や、乾燥に強い遺伝子などさまざまな遺伝情報が蓄積されています。したがって一つ一つの個体はきわめて多くの遺伝情報をもっているために、個体が発生するときにさまざまな性質が発現し、また多様な形態のものでできるわけです。すべてが同じであつたりすると、あるとき何かの条件で一斉に死滅してしまうことになります。いろいろな質の個体があると生き残るものもできます。遺伝情報がたくさんあって、個体差があることによって、生きものは生きのびてきたわけですから、皆が異なっていることに意味があるわけです。全部異なっていてどうしようもないと思われるところが、生きもののとつともなくよいところなのです。遺伝情報が豊かであるために個体が多様であるということを理解しておかないと、均一性を求められて大変に困ることがあります。植物を扱っていると、同じ規格で同じ形質のものを大量に求められることがあります。街路樹などではどうしてもそういうことが必要なことがあります。一般には、生きものは規格で縛られても困ることが多いもの

です。

生きものの種というのは、遺伝情報が同じようなものをまとめたものですが、一つの種であっても地域によって遺伝情報が異なることがあります。

伊豆大島に国の天然記念物に指定された大島海浜植物群落というのがあります。その中の主要な植物であるトベラが観光客に踏み荒らされて傷んだので、東京都ではトベラを植栽することにしました。植栽工事を業者に発注したところ、材料のトベラが大島の島内になかったので、業者は本土（島の人には本州の部分をそう呼びます）からトベラをとり寄せて植栽しました。ところが植えたあとで、大島の在来のトベラと新しく植栽したトベラでは葉の形や大きさが異なっていることに気付きました。これは同一の種であっても、島のように隔離されたところでは、遺伝的性質が異なる地域の固有の種が生じてきたことによるものです。このような誤りをなくすために、その後、大島では島内で地元のトベラの苗木を植栽用に育てることにしています。

植物の種の扱いの難しさについての話をもう一つします。大賀ハスというハスがあります。これは千葉市内の遺跡から発掘された4千年ほど昔のハスの種子を大賀博士が発芽させて育て、開花させたものです。長い期間眠っていたために、他のハスとは遺伝情報が異なっており、花の形と色が清楚な美しさをもっています。

このハスは古代のハスということで珍重され、千葉市内の公園に植えられ、そこから全国の公園や植物園の依頼で各地に大賀ハスが送られ、植えられています。ところでそのようなして植えられたハスは本当に大賀ハスであろうか、ということが問題になったことがあります。ハスは花が開くと受精して実をつけます。大賀ハスが受精する相手は池のなかや公園の周囲に生育している他のハスであることもあります。結実した種子は水中に落ちて発芽して生育しますので、長い年月がたつといつのまにか大賀ハスでない普通のハスに変わってしまいます。全国に植えら

れている大賀ハスは、おそらくほとんどが本物の大賀ハスではないものになっているであろうと思われます。そのことを確かめるには、本物の大賀ハスと較べてみるとわかります。

本物の大賀ハスは東京大学農学部の緑地植物実験所にあります。ここでは大賀ハスの花が開くと結実する前に切りとって、他のハスと交配しないようにしています。咲いた花を結実させないように、何十年もくり返す作業を根気よく続けられない限り、大賀ハスを守りつづけることはできないのです。

動物についてはイワナの話がよく知られています。イワナはサケ科の魚で、ずっと昔には海と川とを往ききしていたものですが、陸封されてから長い年月が経っているので、それぞれの川ごとに少しずつ違いがあります。イワナは溪流釣りの魚として各地でたくさんの稚魚を放流していますが、それはそれぞれの川ごとの固有の種ではありません。それが在来の固有の種と交配するために、最近では在来のイワナはきわめて少なくなってきたといわれています。

江戸時代の江戸のまちには、全国の諸藩の藩邸があり、そのなかには広大な庭園がつくられているものも多くありました。なかには尾張藩江戸下屋敷の戸山荘庭園のように、摂津国（現在の大阪府）小田の蛙や宇治（現在の京都府）の蛸などをもちこんで放していたという例もあります。カエルやホタルなどは、同一の種や近縁の種でも地域によって変異があることが最近になってわかってきましたので、無知によって動物の世界が攪乱されていたという例になると思います。

生きものの個体特性のもう一つは履歴性があることです。生きものはどこで生れてどこで育ったか、ということが大事なことです。中央高速道路の長野県内の区間は寒冷地であるために、法面や休憩施設に植栽する樹種を選定するための委員会をつくって検討したことがあります。最初に飯田から駒ヶ根までの区間をつくったときに、郷土樹種がよいということで、この地方にある植物のなかから雑木のコナラやヤマザクラを

選んで植えることにしました。ところが実際に植えたところ、枯れたものが非常に多くて驚きました。コナラなどは高い枯損率で問題になっておりました。

なぜ郷土樹種のコナラを植えたのに枯れたのだろうか、ということで調べてみますと、この地方の植木屋さんが雑木のコナラを畑で育てているわけがないのです。周辺の山にある雑木を、緑化用の樹種だといってつくるわけがないのです。そこで、どうしたかといいますと、愛知県の稲沢というところが植木の産地であって、そこに行って雑木を買ってきたのです。愛知県の稲沢は、平野で暖かいところですから、そこからもってきたコナラは寒さに弱かったのです。それが信州の冬の寒さにあったものですから、春先に枯れてしまったのです。

植物はどこで育ったかということが意外にも大事なことだということがわかんと思います。生れ育った場所を調べておかないと、うまく生育できないことがあるので、そのつぎに伊北から小淵沢までの区間で植栽するときに、この区間では17万本の木を植えたのですが、郷土産の郷土樹種を植えようと、郷土産という指示をすることによって、今度は枯れるのが少なくてすみました。ただし郷土産といったときに、長野県という県土にこだわるかどうか考えたのですが、植物には県境はないので県土にこだわる必要はないわけですから、隣接する群馬県や岐阜県でも似たような気候のところのものならばよいということにしました。このように植物は履歴性をもっており、これも大事な特徴です。生きものには、質があり、個体差があり、履歴性があるなどなかなか大変な材料です。

(3) 個体群

個体群というのは聞きなれない言葉ですが、これは生態学的の用語であり、簡単にいいますと生きものは仲間がいなくては生きられない、ということです。これは生きものの宿命です。サルは群れをつくって生活していますが、あの群れが個体群です。個体群というのはたとえばネズミが家の中で一匹みつかるとうまると、あと 7匹いるとか、地方によっ

ではあと10匹いるとかいいますが、いずれにしても、そのネズミの集団が個々のネズミの生活を成り立たせているわけであり、ネズミは1匹だけでは生きていられないのです。

ある場所にネズミがいるということは、そこにネズミの集団がいるわけです。集団でいるなかの一匹が見つかったということであり、集団がなければいけないものです。

動物は、すべて個体群を形成しています。オナガという鳥は数十羽で一つの群れをつくっています。鳥の研究者は、オナガが巣をつくって卵から雛が孵化するとき、足輪をつけて個体を識別します。そうすると両親が誰で、いつ巣から離れて、誰と結婚してどの子を産んで、どこで事故にあったといった生涯の記録がとれます。それを何年もやりながら一つの個体群を追跡していると、いろいろなことがわかります。たとえば同じ仲間だけで、ずっと同じ個体群のなかにいると、近親結婚ばかりになり、遺伝情報が貧弱になるので、自分の群れから飛びだしてよその群れに飛んでいくのがいます。すると、よその群れからも入ってくるのがいて、同族で遺伝情報が貧弱にならないように仕組みられています。

個体数が減少して個体群が小さくなると、その場所で種を維持することができなくなります。川の魚にもあてはまると思いますが、かつては河川改修をしても魚は湧きでるようにすぐに増えてきたものですが、現在のように個体数が減ってくると回復力が低下するので十分に注意することが必要です。

植物については個体群はよくわかっておりません。一つの植物体が自家受粉するものもありますし、スミレ類のなかには花を開かないでつぼみの中で受粉する近親結婚のようなものもあります。しかし、個体群がどの位の大きさかということはわからないにしても、いずれにしてもある程度の個体数がないと長期的にはその場所で種を維持することができなくなってしまうという可能性があります。

東京に小石川後樂園という面積が7haほどの庭園があります。ここ

には江戸時代に、水戸の徳川家の江戸下屋敷があり、水戸家の初代頼房と2代光圀の2人がこの庭園をつくったものです。江戸で一番の名園ですが、私はこの庭園の植生を20数年間ずっと定期的に調査して、定期健康診断をしております。そうしますと、都市化がだんだんとすすんで行くのにつれて植物は減少して行きます。東京の緑というのはたとえば、長野県の山村で過疎化が進行するのにつれて、隣がいなくなったので近所づきあいもできず、嫁もこないし、という理由で山村を棄てて町にでていくのと似ています。そういう人達が東京に住むようになったので、東京は過密になり、東京の緑は過疎化してきたというわけです。東京の緑は、嫁のきてがないというような状況で、種子が飛んでこなかったり、花粉も飛んでこないのかもしれませんが。そんなことで、嫁不足・婿不足から、しだいに植物がいなくなります。こういうのをみていますと、どれくらいの個体数がいたらその場所で種が維持できるのかということはわからないのですが、とにかく、ある程度の個体数がなければ、種は維持できなくなるということはよくわかります。個体群つまり仲間がいないと、生きものは生き続けられないということを知っておくことは大事なことです。

(4) 成長と寿命

生きものは時間とともに変化し、成長して成熟し、やがて寿命が尽きて死に至ります。これも生きものの特徴であり、またなかなか厄介な問題もおこします。一日の変化では、動物は寝たりおきたりしますが、植物は、昼間は光合成によって炭酸ガスを吸収して酸素を放出します。生きものですから生存のために呼吸作用で一日中酸素を吸収して炭酸ガスを放出していますが、昼間は放出する炭酸ガスよりも吸収するほうが多いので、差し引きでは昼間は酸素を供給してくれているわけです。しかし夜になると光合成はやめても呼吸作用だけは続けていますので、呼吸の部分の炭酸ガスのために、部屋のなかに植物を置いておくとだんだんと炭酸ガスが多くなります。ですから部屋のなかにあまり植物をもちこ

まないほうがよいといわれるのです。

生きものは動物も植物も季節による変化があります。植物の新緑、開花、結実、紅葉などの季節変化は生きものの大きな魅力となっています。

橋や建物などの土木構造物や建築物は、一般的にできあがったときがもっともよい状態であり、時間がたつと劣化していくものですが、生きものの場合には、たとえば樹木は植えられたときがもっとも貧弱であり、時間がたつとしだいによくなってきます。生きものを扱う分野は時間がたつとよくなるものをつくる分野です。成長してだんだんに成熟してよくなるというのが、生きものの魅力です。

土木構造物や建築物をつくると、周辺に植物を植えて修景します。たとえば道路では街路樹やのり面の植栽を行ない、建築物では庭園や外構の植栽を行ないません。これらの植栽は、見方によっては、つくられてから時間がたつとしだいに劣化して見おとりがするようになる土木構造物や建築物を、生きものによってイメージアップしていく方法とも考えられます。

生きものは時間がたつと成長して成熟し、しだいに良くなるので、人工的な構造物の劣化をカバーして、全体としてその魅力を高めることに役立っているのです。生きものが成長することのよさがそこにあります。

ですから、生きものが生育することのできない土木空間をつくることは、時間とともに劣化するのをみるだけで、魅力のとぼしいものになります。たとえば、都市内の河川のコンクリートの鉛直護岸や、都市内の高速道路の高架部分などは、生きものが入る余地がないために、時間がたっても劣化するだけで魅力は生じてきません。

生きものは時間がたつと成熟しますが、最後には老化して死んでしまいます。土木材料の時間的な変化は、劣化や風化という見方でとらえられますが、生きものは、単純に時間がたって劣化や風化するというより

も、時間とともに成熟して、やがて老化して死ぬというサイクルをたどるわけです。ここが土木材料と違うところですが、最後の死んでしまうということが、不確定でわからないことがとても多いのです。動物の寿命ははっきりしていますが、植物には寿命があるのかないのかがよくわかりません。

寿命がはっきりとあるものもあります。一年生草本は、春に種子を播いて夏に花が咲きますが、あれはいくら大事に育ててやっても二年生にはなりません。はっきりと寿命があります。これは遺伝情報に仕込まれていますから、大事にしても、栄養を十分にやっても、そのことにかかわりなく死んでしまいます。ところが、木本になりますとそうでもありません。サクラのなかでとくに長寿なのはエドヒガンです。天然記念物になっているサクラはほとんどエドヒガンですが、これは数百年から千年以上も生きています。しかも老齢で弱ってきたサクラは、根接ぎをすると若返ることができます。根接ぎというのは、若いサクラの木をたくさん植えておいて、その根を掘り取ってきて老木に接いでやるのですが、これは臓器移植みたいなものです。こうしてやると若返ってしまうものだから、樹木には寿命があるのかないのかわからないところです。しかし、いずれにしても何らかの寿命のようなものがあることは確かです。

成長や寿命について考えるときに、人工構造物の寿命、つまり耐用年数と、樹木の成長や死に至るまでの時間との間にはときには大きなへだたりがあることを知っておくことも大切です。火力発電所の建設計画の際に、緩衝緑地をつくることで相談を受けたのですが、緩衝緑地が立派にできあがるのに20年程度以上の時間を必要にするのに対して、火力発電のプラントは25～30年で耐用年数がきて取りこわされるというのを聞いて、両者の時間のずれを痛感しました。立派な緩衝緑地ができあがり、そこに鳥や蝶などの生きものが住みつくころには、プラントは老朽化して取りこわされることになるのです。

江戸時代の街道並木は、道路としての機能はすでに失われていますが、

並木は歴史的文化財として、また地域の景観のシンボルとして現在も役割を果たしております。生きものとのつきあいは、その寿命の長さとともに、きわめて長期にわたるものであることを知っておくべきでしょう。

(5) 偶発性

生きものを扱っていて厄介なことは、偶発性に起因する問題です。これは管理にも関係する問題であり、生きものは生きものとして管理することが求められます。偶発性または偶発的事態というのは、たとえば植物が病虫害を受けるとか、寒害や乾燥の害を受けるといった事態です。生きものを扱っていると、このような偶発的な事態に直面することが多いものです。

生きものの偶発的事態は、つぎの二つの要因によって生じます。一つは生きものに内在的な要因であり、他の一つは外部環境による要因です。

内在的要因というのは、病気や、害虫などの他の生きものによる被害のことです。病気は生きものの個体の内部で生じるものですから、内在的といういいかたがわかりよいと思いますが、害虫による被害を内在的というのは、生きものを考えるときに特定な個体や種だけでとらえるのではなく、生きものの全体がつくりだすシステムとして考えるので、その全体にとって内在的なことといえるのです。この場合には、生きものの全体がつくりだすシステムに部分的なゆがみが生じて、害虫が異常発生している、というように考えます。生きもののシステムは構成員がきわめて多いので、何かのきっかけでシステムがゆがむことがあります。

土木構造物や建築物は構造的にゆがむことがないように、十分に注意して設計し、施工されているので、このようなゆがみを生じることはあまり考えられませんが、現実にゆがみが生じた場合には、ゆがみを人為的にとり去るように補修しなければなりません。

ところで、生きもののシステムのゆがみは、人工的な構造物のゆがみとは異なり、ゆがみが小さい場合には放置しておいても自らの力でシ

システムを回復することができます。それは、けがをした傷口が自然に治っていくのと同じようなことです。したがって、生きもののシステムのゆがみは、いつも人為的に補修しなければならないというものではありません。

外部環境による要因は、生きものをとりまく外的環境の要因であり、たとえば、異常気象による乾燥、多雨、寒冷、高温などによって、生きものが傷ついたり生存をおびやかされるものです。動物は移動することができるので、このような外的環境の変化をある程度回避することができますが、植物の場合はこのような影響をまともに受けてしまいます。土木構造物や建築物は、寒冷、高温、強風、地震などの外的環境の変化に対して、その最大の値を予測したうえで、さらに安全率をかけて、十分に安全なものをつくることができます。しかし、それ以上に環境の変化が大きいと、壊滅的な打撃を受けることになります。

自然のシステムは十分な安全率をとっているわけではないので、外的環境の変化によって被害を受けることが多いのですが、被害を受けても時間をかけて回復することが可能です。しかし、回復に長い時間がかかるときには、人間はその時間を待っていることができないので、何らかの対応を迫られるわけです。

このような外的環境の変化については、どの程度が限界の状況かということをみきわめておくことが、生きものにつきあうときにはとても大切です。

また、外部環境による要因と内在的要因とは相互に関連をもっており、たとえば高温多雨の気象がつづくと病虫害が異常に発生しやすくなり、システムが内在的にゆがみを生じてきます。

生きものの偶発的な事態は、瞬時におこることが多いので、常に注意していることが必要であり、このことも生きものを管理するうえで大切なことです。

たとえば、霜の害などはほとんど瞬間的に起りますが、少しの間だけ

だから我慢しなさいというわけに行きません。

水路式の水力発電で取水をするのに、川の水をどのくらい流しておけば魚が生活できるかと聞かれることがあります。河川の維持流量のことです。そのときに日量で何トンというようないかたをしますと、そのなかで取水の都合によって水が流れていない時間があってもよいかと思う人がいます。しかし魚は瞬間的にでも水がなくなったら生きられないわけですから、そうした偶発的事態は必ず避けなければなりません。

2) 生きものを扱う原則

生きものを扱うときに大切なことは、今までに述べてきた生きものの特徴をよく知ることです。生きものはややこしい特徴をもっておりますので、それに対してやさしく、きめこまかく対応することが望まれます。そこでつぎに生きものを扱う心とその原則について考えてみます。結論からいえば、生きものは人間と同じように扱えばよいと考えればよいわけです。人間並に扱っていけば生きものと共生できる、これが原則です。そういうことをしっかりと知っておくことが生きものを扱う心だと思います。

(1) やさしさと思いやり

生きものはやさしくするとよく育つ、というのは本当のことです。植物の生育実験で、一方は毎日なでたりやさしく声をかけながら水をやり、他方は黙って水をやると、やさしくした方がよく育ちます。これは接触刺激によるものでもありますが、それによってエチレンが生成されて成長がよくなるという話が最近報告されています。花に水をやるときも、笑顔でやると美しい花が咲くというのは本当のようです。

生きものは人間並につき合ってやるのがよいということが、しだいにわかってきました。そうなると、生きものを扱う倫理が必要になってくるのではないかと思います。生きものを扱うには、何よりもやさしさや思いやりといった倫理感が大切です。

倫理感をもつことを制度化する一つの方法として、かつては神を祀る

ことをしていました。信州大学でも演習林に山の神を祀ってあります。そういうものが祀ってあると少し厳肅な気持ちになるものです。東京農業大学では伊勢神宮から五穀をつかさどる豊受大神を分祀してもらい、その祭礼として大学祭をやっています。

生きものを扱うのに神を祀るとしたら、国際花と緑の博覧会の時代ですから木之花開耶姫がよいのではないかと思っております。

(2) 環境の多様化

生きものは生きていくうえで多様な生育環境を必要とします。そこで生きものにつきあうには、環境の多様化を考える必要があります。工学的な技術は、一般に、環境を均質にすることに重点をおいた技術ですが、生きものを扱う技術はその反対に環境を均質化させないで多様な環境をつくりだすということが大切です。このところは工学的技術からみるとつきあいにくいところです。

最近、バイオテクノロジーを使って、緑化樹木を生産するために大きなプラントをつくったプロジェクトがありますが、そこからの質問で、ブナの苗木を育てたいのですが、ブナに最適の気温と湿度を教えてくださいといわれて、困ってしまいました。ブナ林に限らず野外にある自然の生きものは、暖かかったり寒かったり、雨が降ったり日が照ったりするところにあるものですから、最適温度と最適湿度を設定して、それを正確に保ちながら植物を育てようという発想にはなじみにくいものです。ですからプラントをつくる工学的発想にはなじめないところがあります。

生きものは暖かかったり寒かったりするところで育てられるのが望ましく、温度と湿度を一定にして、24時間コントロールしたような環境で育てた植物は、そういった履歴をもってしまうために、野外に出して植栽すると、その後十分に生育できるかどうかわかりません。

生きものにとって多様な環境が望ましいという例ですが、長野県の諏訪湖は湖岸がほぼ 100%人工護岸で固められています。全国でも人工護

岸化率が第一位だと思われます。人工護岸にする以前に、諏訪湖には宮川の流入する辺りに「渋のエゴ」という、ヨシやマコモの生育しているところがありました。ここには人工護岸にする以前に、鳥が80種類くらいいたのですが、それが人工護岸にして画一的な護岸にしたところ、諏訪湖全体で、鳥は30数種類しかいなくなりました。1/2以下に減ってしまったのです。環境を画一化してしまうと、いかに生きものにとって生育しにくいかということがわかると思います。

生きものの世界には生態的地位という言葉があります。これはニッチともいいますが、生きものの生息場所のことであり、非生物的環境（温度、地形などの無機的環境）のほかに、植生や食物さらには競争者や敵を含めた総体としての環境のことです。別のいいかたをすると、生きものが自然界でどのような役割をしているか、どのような地位を占めているか、ということです。

自然界は引き出しのたくさんついた筆筒のようなものであり、一つ一つの引き出しに生きものの種が入り、全体として自然のシステムをつくります。どの引き出しに入るか、ということがニッチの問題です。生きもの世界は引き出しが多ければ豊かにすることができるし、少なければ貧弱なものになります。環境を多様化するということは、引き出しのたくさんついた筆筒をつくることであり、それによって豊かな生きもの世界をつくることができます。

筆筒のイメージがやや硬く感じられるならば、やわらかいスポンジをイメージしたらよいでしょう。スポンジは穴だらけであり、その穴にさまざまな生きものが入っていて全体の形ができあがり、それは生きもの世界らしく、ふんわりとしてやわらかいイメージです。

（3）生きものと時間

環境の多様化と同じように、生きものには時間の多様性も大切なことです。多様性という言葉は適当ではないかもしれませんが、さまざまな時間を考えるといった意味です。

生きものの時間には、日周期の時間、季節周期の時間、年周期の時間など、さまざまな時間のレベルがあり、それぞれに対応することが必要です。動物は日周期では採餌、休息、ねぐらなどの行動があり、季節周期では日常生活の場所と繁殖地があり、さらにはその季節移動もあります。年周期では成長や寿命の問題が考えられます。

これらの時間を考えてそれに対応することが、生きものを扱う原則として重要です。

奈良市に特別天然記念物春日山原始林という面積 400haほどの常緑広葉樹のうっそうとした原生林があります。このなかには、昭和3年(1928年)から昭和5年(1930年)にかけて、春日奥山周遊道路という観光道路が建設されましたが、当時から今と同じように自然保護の問題として話題になりました。

このときに、文化財を担当していた当時の奈良県社寺課は、天然記念物を保護する方針をあげていますが、そのなかには、道路をつくった場合にも日出前および日没後ならびに雨天の日には自動車の入山通行を厳禁するということがあります。この時間帯は動物が行動する時間なので、人間はそれを邪魔してはいけないというのです。この条件は道路が開通した後はずっと守られてきました。今から60年も以前のことですが、生きものの時間への配慮として知っておいていただきたいことです。

(4) 日常的つきあい

生きものはいうまでもなく生きているものですから、あらゆる瞬間において瞬時でも生命をとめることは許されません。したがって、日常的なつきあいを密にすることが大切です。さらに、生きものはすでにのべたように時間とともに変化するので、それにも対応してつきあうことが必要です。病気になったり、寒さや乾燥にあったり、成長したり、さまざまな状況に対して適切に対応することが求められます。これは人間生活における日常的な近所づきあいのようなものです。生きものとの日常的なつきあいは、通常は管理といういいかたをします。しかし、管理と

いうよりは相手が生きものですから、つきあいといったほうが好ましいと思います。

管理の問題は生きものにつきあうもっともわずらわしいこととされています。事実、わずらわしいことです。このわずらわしさを、生きものにつきあう楽しさと思うようになることが大切です。

管理には経費がかかります。どこの世界でも管理の経費はもっとも嫌われる支出のひとつです。それは管理の経費が新しいものを生み出すものではないこと、経費をかけてもそれが貯金のように増価を生むものではないこと、さらに管理をしないとそのものが悪くなってしまうことなど、マイナスの要素ばかりが目につくからです。

土木構造物や建築物は初期投資（イニシャルコスト）がぼう大なのに比べて、その後の管理費（ランニングコスト）が少ないのが特徴です。一方、生きもののほうは、植物にしても動物にしても初期投資はわずかですが、管理費ははるかに大きなものになります。生きものにつきあおうとするならば、このことを受けいれなければなりません。それがいやだというのは、イヌを買ってきて、餌をやらないようなものです。イヌを飼うことを管理するといわないのは、生きものにつきあう、という意識をもっているからです。庭木や盆栽に費用をかけるのも同じことです。

生きものに関しては、管理するという意識を捨てて、つきあうという意識をもつことが大切です。それは管理のわずらわしさをつきあいの楽しさと思いなおすことでもあります。管理費という費目は、生きものとの交際費という費目に改めるのが適切であろうと思います。

3) 生きものを扱う手法

生きものを扱う技術や手法には、確立されたものも多くあります。植物では庭木や盆栽や花卉園芸植物など、動物では小鳥や飼犬猫などのペット動物（最近ではコンパニオンアニマルともいいます）ですが、これらについてはお話しするまでもないでしょう。しかし、野生の動植物を扱おう

とすると、確立された技術や手法はほとんどありません。そこで、これらについて、これまでに取り組まれてきた試行のいくつかを紹介しします。

生きものを扱う技術として、はじめに野生動物を保護する手法の例について話します。野生動物の保護では、西ドイツのアウトバーン（高速自動車道）が先進的に取り組んでいます。西ドイツでは、道路の建設による野生動物の生息環境の分断に対して、さまざまな試みがなされています。その一つにカエルの道路横断トンネルがあります。

カエルは森林で生活するものが多いのですが、産卵の時期になると池や沼などの水面を求めて移動します。その移動の経路に道路が建設されると、カエルは道路のうえで自動車にはねられ、産卵場所に到達できなくなります。このように産卵のために一時的に利用している生息環境については、事前に十分に調査しておくことが困難な場合もあるので、事後の対策が必要になります。

アウトバーンの盛土区間の例では、はじめのころは盛土の法尻の部分にU字型の側溝を設けてそこに法面を登ろうとするカエルを落とし込み、やむを得ず側溝の中を移動するカエルをバケツでとらえて、人力で道路の反対側の産卵場所の池に運んでいました。しかし、これは人手を多く要するために、側溝の側壁のところどころに穴をあけ、道路を横断するトンネルをあけて反対側に出られるような構造を考えました。この場合には、復路の側も同様に側溝を設けて、ところどころにあけたトンネルで道路を横断して、もとの森にかえるという構造になっています。これは往路と復路が分離型の横断トンネルです。

横断トンネルの構造は、その後さらに改良され、最近のものはU字型の側溝のかわりにL字型の板を法尻に設置し、その壁面にそって移動したカエルが、道路に穴をあけてつくられた横断トンネルに入り、道路の反対側に出るしくみになっています。この場合は復路の側も同様な構造になっており、往路と復路は共用型になります。

平面図

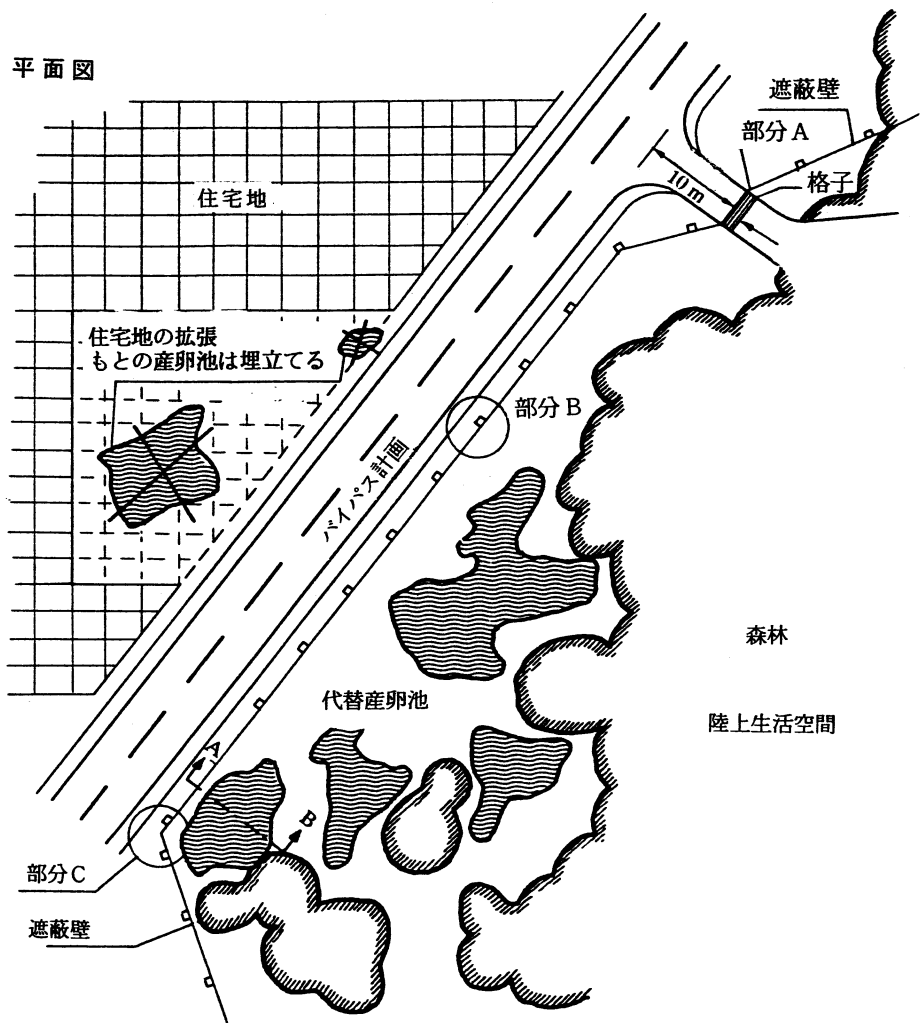
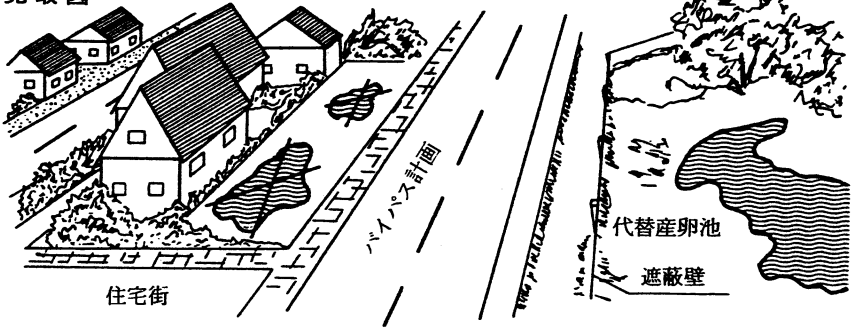


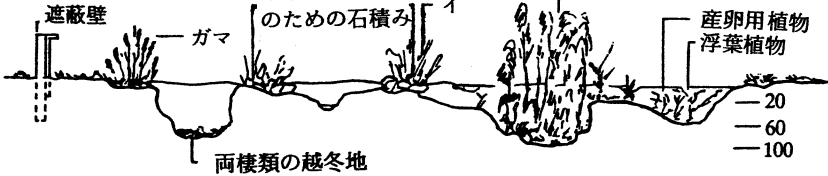
図-1 西ドイツの道路建設におけるカエルな

森林で生活するカエルの産卵池がバイパス計画で分途に使ひ、道路手前に新しい代替産卵池を設けてい道路ぞいには遮蔽壁(板)を立てて、カエルが道路

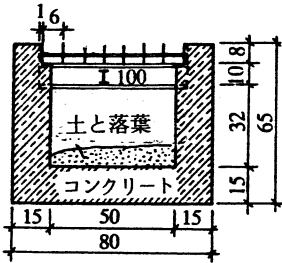
見取図



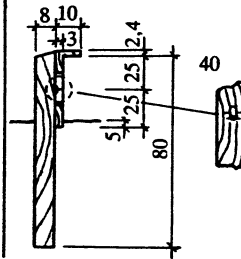
断面A-B



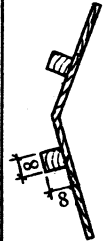
部分A



部分B



部分C



どの両棲類の保護のための代替産卵池の手法

断される場合に、もとの産卵池は埋め立てて他の用

に進入するのを防いでいる。

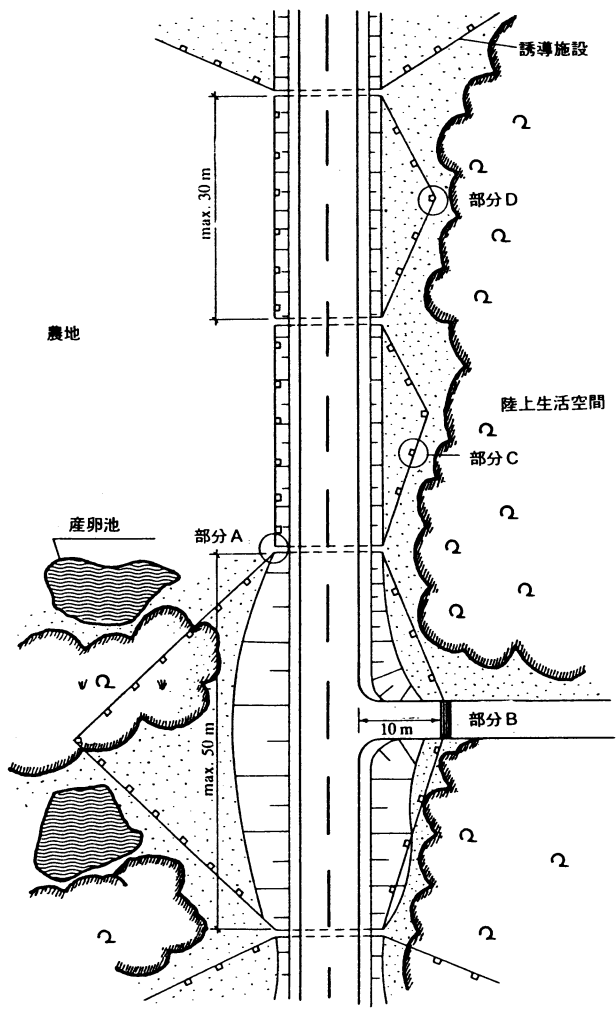
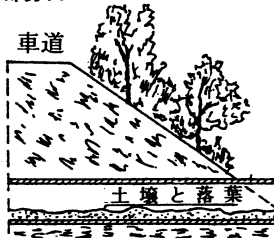


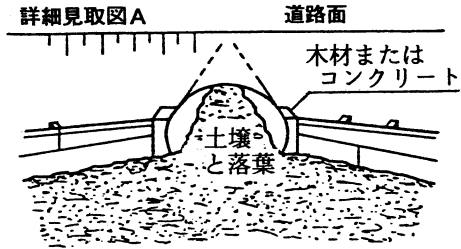
図-2 西ドイツの道路建設におけるカエルな




陸上生活空間から産卵池に行くカエルを、道路に沿式、規格、土壌と落葉の扱いなどが詳細に示されて

部分A

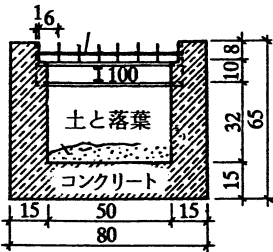


詳細見取図A

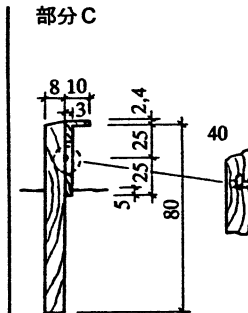


横断溝の形式	横断溝の延長と最低限の口径との関係	
	横断溝の延長	最低限の口径 (mm)
 コンクリート管	20 m 以下	内 径 1000
	21-30 m	内 径 1200
	31-50 m	内 径 1400
	50 m 以上	内 径 1500
 箱型横断溝	20 m 以下	内 径 1000 x 750
	20 m 以上	高 さ 2000 x 1750
 曲面の鋼管	30 m 以下	横巾 1200/ 高さ 890
	31-50 m	横巾 1800/ 高さ 1250
	50 m 以上	横巾 2000/ 高さ 1260

部分B



部分C



部分D



どの両棲類の保護のための道路横断溝の手法

った誘導施設で横断溝に誘導している。横断溝の形
いる。

横断トンネルはコルゲートパイプかコンクリート管を使い、その口径はトンネルの長さに応じて太くしています。これはトンネルが長くなるとその中が暗くなるために、口径を太くしているものであり、管の中には土を入れ、その上に落ち葉を敷き、水で湿らせるとカエルの歩きやすいトンネルができあがります。このようなきめ細かな構造は、道路の設計指針として示されており、専門知識をもたない現場においても十分に対応することができるようになっています。

西ドイツではなぜカエルを大事にするのか、と質問したことがありますが、それに対するこたえは、生きものを殺す理由がどこにあるのか、ということでした。わが国の場合では、カエルを助けるための理由を考えて、益鳥、益獣などといった有用動物にしない限り、保護することは難しいと思います。これは動物観の相違でしょう。西ドイツでは大型の哺乳動物が高速道路を横断するためのけもの道の造成も行なわれています。

生きものにやさしくつきあう技術は、わが国でもこれまでにいくつかの道路で例をみることができます。愛知県知多半島の南西部にある大日山は、鶺鴒の山と通称されるカワウの繁殖地であり、国の天然記念物に指定されています。愛知県ではここに有料道路の南知多道路を建設するのにあたって、鶺鴒の山のカワウの繁殖地を保護するために道路をシェルターで全面におおい、それによってカワウは道路からの影響を受けることなく生息環境が保護されるという工法を用いました。20年ほど前のことですが、これは生きものに配慮した道づくりの最初の例といえるでしょう。もっとも、このシェルターは、上部の屋根の部分のみを明かりとりにしたために、夜間に道路の上が帯状に明るくなり、カワウに嫌われているそうです。

自然公園の中に建設された道路では、日光宇都宮道路、東富士五湖道路、ビーナスラインなどで、動物の生息環境の分断に対する対策として、道路を横断するけもの道を確保する手法がとられています。

これらは、文化財や自然公園などの特殊な事例といえなくもありませんが、今後はより広範にこのような技術が求められるようになると思われます。

生きものを扱う手法は、生きものを扱う水準（レベル）に応じてさまざまなものが考えられます。最近、ホタルのいる水辺をつくろうとする自治体が多いのですが、ホタルの生息空間つまりホタルのいる場所をつくることに関しては、一定のやり方があるわけではありません。もっとも簡易な方法は水槽で飼えばよいのです。水槽で幼虫を飼って餌をやれば、ホタルはでできます。こういう方法もありますし、池や水路で飼う方法もあります。これはホタルのいる水辺やホタル護岸といった呼び方で、各地で取り組まれているものです。

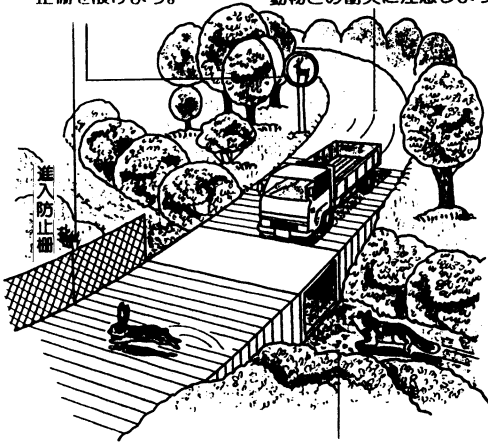
さらに、ホタルはもともとは水田地帯にいるものですから、農村風景のなかでみるのが本来の鑑賞のしかたであるということで、水田で飼う方法もあります。最近、横浜市の舞岡公園で、農村の風景をそのまま維持しようということで、ボランティアが集まって一つの谷戸の水田を使って稲作をやっています。田植をして、稲刈りをして、農業をそこで続けることによって、本来のしかたでホタルを見ようとしている人達がいまいます。ホタルは水田の稲作にともなってみられる動物ですから、そう考えたのでしょう。

生きものにつき合うには、さまざまな方法があることを知っておくとよいでしょう。ホタルにも多くの種類があり、水生のホタルではヘイケボタルとゲンジボタルがいます。ヘイケボタルは小形であり、比較的小さな湿地でも簡単に飼えますが、大形のゲンジボタルはやや広い空間で環境を多様にしないと飼育できません。ホタルは種を厳密に扱うことが大事であり、東日本と西日本で地域的に違うことが最近わかってきました。ホタルの光の点滅の間隔が違うのです。さらに、ホタルには陸生のものも多く、ヒメボタルもその一つです。

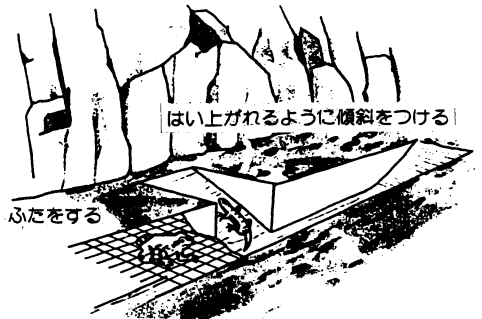
なぜ日本人はホタルが好きなのか。これは文化の問題でもありますが、

動物がよく現われる所
には、標識や、進入防
止柵を設けよう。

夕ぐれや雨天時の運転では、
動物との衝突に注意しよう。



進入防止柵

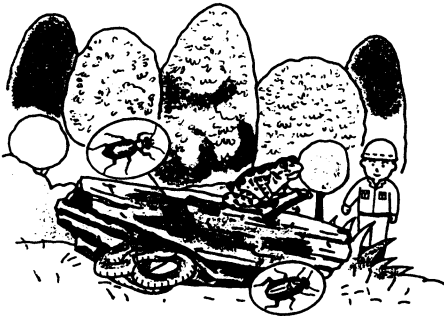


はい上げられるように傾斜をつける

ふたをする

側溝には、小動物の転落防止のためのふたをし
たり、はい上げられるようにしよう。

けものみちを確保しよう。



倒木や枯木は、虫のすみかになります。



伐採木や枝の一部は、林内に
積み上げておくと、小動物の
隠れ場になります。

図-3 生きものにやさしい手法の例

(財) 国立公園協会編：大地も、森も、生きている (1989)

「蛭雪」のことばにもあるように中国からの影響もあるでしょうし、虫が光りを放つことに対する幻想と好奇の気持ちも大きいものと思われます。さらに、日本の原風景としての農村風景へのあこがれもあるでしょう。

ホタルは清流のイメージに合うので、好まれるという人もいますが、ホタルは水田の用水にすることが多く、水質はかなり富栄養化していますから、あまり清流のイメージとはいえません。

生きものを扱う手法は、今後、さまざまなものが考えられるでしょう。それはその場ごとに対応するものであり、必ずしも一定の方法があるというものではありません。むしろ生きものの特性と生息環境をよく知っていさえすれば、いろいろな対応ができるのです。

生きものにつきあうには、ちょっとした気配りや心づかいが大切です。その例として、最近、エコ・アップという言葉が使われています。生きもののいるまちづくりをすすめている横浜市の森清和さんや日本自然保護協会の柴田敏隆さんが使っておられますが、環境をエコロジカルにレベルアップしようということで、身のまわりを生態学的または生物学的にもう少し良くしようというものです。道路の側溝に落ちた小動物が側溝からはい出せるようにするために、スロープをつけた側溝を設置するとか、透水性のコンクリートでU字溝をつくり、周囲の水がU字溝に浸み出るようにしておけば、U字溝も生きものすめる空間になるといった気配りの工法もあります。ちょっとした草むらをつくってやるとそこに虫がすみつくとか、枯れ木があったらそれを何本か立てかけておくと、ハチが飛んできて巣をつくるとか、都会ではそういう配慮が必要になってきています。ちょっとした気配りや心づかいで、環境をエコロジカルにレベルアップすると、生きものが生活できるようになるので、できることからはじめようというのが、エコ・アップの考え方です。そのようにして生きものを扱う技術を少しずつ向上させていくことが大切だと思います。

おわりに

生きものとの共生をめざすこれからの社会では、また、景観やアメニティの要求にこたえていくためにも、生きものを扱う技術として生物工学を展開していくことが必要だと思います。

生きものを扱う工学は、気配りや心づかいが必要な、わずらわしい工学になるのではないかと思います。なにしろ相手が生きものなのですから、面倒くさいわずらわしいことを覚悟しなければなりません。しかし、わずらわしさが生活を豊かにすることを考えるならば、そのわずらわしさを受け入れることによって、文化を創造していく土木技術が確立されていくものと思います。その意味では、このわずらわしさはこれからの社会では大事なことになります。わずらわしい工学をつくっていくことによって生活を豊かにすることができる、ということで生物工学の締めくぐりにいたします。

亀山 章 (かめやま あきら)

昭和18年 東京都日野市に生れる
東京大学農学部農業生物学科卒 (緑地学専攻)
信州大学農学部教授 (森林資源計画学) 農学博士

著書

『長野県園芸植物図鑑(庭木編)』1980.5 信濃毎日新聞社
『上高地の植物』1985.7 信濃毎日新聞社

共著

『長野県の都市公園』1984.4 信濃毎日新聞社
『造園学』1986.4 朝倉書店
『続・自然との共存』1987.9 共立出版
『緑の景観と植生管理』1987.11 ソフトサイエンス社
『新訂 芝生と緑化』1988.3 ソフトサイエンス社
『長野県の街路樹と並木』1988.12 信濃毎日新聞社
『最先端の緑化技術』1989.1 ソフトサイエンス社
『リゾート開発計画論』1989.4 ソフトサイエンス社
『土木工学ハンドブック』1989.11 技報堂出版

土木技術と生物工学

平成2年3月15日 発行

企画	建設省中部地方建設局	長野県駒ヶ根市上穂南7-10
発行	天竜川上流工事事務所	〒399-41 ☎0265-82-3251
著者	亀山 章	長野県上伊那郡南箕輪町8304 宿舍16 〒399-45 ☎0265-78-7062
編集	(有)北原技術事務所	長野県南安曇郡豊科町高家5279 〒399-82 ☎0263-72-6061
印刷	双葉印刷(有)	長野県松本市城東2-2-6 〒390 ☎0263-32-2263

表紙：レザック・つむぎ(こうぞ) 本文：書籍用紙70kg 本文：10ポ

「語りつぐ天竜川」の発刊にあたって

天竜川は独特の形態をもつ河川です。上流部は諏訪湖が洪水を調整して比較的穏やかな表情をしていますが、後背に多雨域をもつ三峰川・小渋川・太田切川などの支川を合流するたびに、洪水とともに大量の土砂を受け入れて一気に急流土砂河川の様相を呈し、途中多くの狭窄部の間に氾濫原を形成してきています。

一方、この氾濫原は伊那谷の穀倉地帯でもあり、地先の人々は出水ごとに氾濫する天竜川との間に涙ぐましい闘いを繰り返してきました。反面、天竜川は母なる川として地域の人々の生活を支え潤してきました。田畑を灌漑し、漁獲をもたらし、山深い信州と他国を結ぶ物資の交流の場でもありました。情操のうえでも深い関わりがあり、独特の風土や文化を育んできました。伊那谷の風土は天竜川と無関係ではあり得ません。今後とも、天竜川を危険なものとして遠ざけたり、水があるからといって過度に取水したり、汚したりすることは避けねばなりません。

この天竜川を鎮め、水を高度に利用するための地元の長い営みの後を受けて、昭和12年から砂防を、昭和22年から河川を国が直轄事業として取り組むようになり、その間地域の皆様からの多大なご協力のもとに、天竜川の安全性は格段に向上しました。しかし安心は出来ません。絶えず流域の変貌をみつめ、河川施設の整備と維持管理を図っていかねばなりません。また、水害防止と利水に一応の成果をみた現在、地域にとって望ましい天竜川の姿を考え、その方向に向けて管理してゆくことがこれからの課題であると考えます。

「語りつぐ天竜川」は、天竜川の治水に関する地域の知見や経験を収集し、広く地域共有の知識とすることにより、地域の方に天竜川に対する認識を深めていただき、よりよい天竜川を築いていくことに役立ちたいと考え発行するものです。

なお、ご執筆いただいた方々には、自由な立場からお考えを披瀝していただいていますので、建設省の見解とは異なる場合がありますことを付言します。

建設省中部地方建設局天竜川上流工事事務所

所長 北川 明

「語りつぐ天竜川」目録

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| 1. 伊那谷の気象 | 米山啓一著 |
| 2. 天竜川上流域の立地と災害 | 北沢秋司著 |
| 3. 天竜川に於ける河川計画の歩み | 鈴木德行著 |
| 4. 総合治水の思想 | 上條宏之著 |
| 5. 総合治水と森林と | 中野秀章著 |
| 6. 伊久間地先に於ける天竜川の変遷 | 松澤武著 |
| 7. 天竜峡で見た天竜川水位の変遷 | 今村真直著 |
| 8. 村境は不思議だ | 平沢清人著 |
| 9. 諏訪湖の富栄養化と生物群集の変遷 | 倉沢秀夫著 |
| 10. 諏訪湖の御神渡り | 米山啓一著 |
| 11. 理兵衛堤防 | 下平元護著 |
| 12. 近世 天竜川の治水 -伊那郡松島村- | 市川脩三著 |
| 13. 川筋の変遷 -天竜川と三峰川の場合- | 唐沢和雄著 |
| 14. 伊那谷山岳部の降雨特性 | 宮崎敏孝著 |
| 15. 天竜川の橋 | 日下部新一著 |
| 16. 伊東伝兵衛と伝兵衛五井 | 北原優美編 |
| 17. 天竜川の魚と虫たち | 橋爪寿門著 |
| 18. 天竜川のホタル | 勝野重美著
(以上既刊) |
| 19. 天竜川流域の村々 | 松澤武著 |
| 20. 小渋川水系に生きる -人と水と土と木と- | 中村寿人著 |
| 21. ものがたり 理兵衛堤防 | 森岡忠一著 |
| 22. 量地指南に見る 江戸時代中期の測量術 | 吉澤孝和著 |
| 23. 土木技術と生物工学 -生きものを扱う技術- | 亀山章著
(発刊中) |