

基調講演「生態工学:生きものとの共生技術の構築」

亀山 章 (東京農工大学教授)

ご紹介頂きました亀山です。よろしくお願ひいたします。今、生態工学研究委員会についてご紹介頂きましたので、ついでに一言お話しさせていただきますが、今日の簡易資料の中に「平成 14 年度日本造園学会全国大会生態工学に関する企画展示募集のお知らせ」という文書があります。生態工学研究委員会では、隔年で企画パネル展示をやっております。来年度はその年にあたり、生態工学に関する作品のパネルを展示して頂きたいということで、皆さんから作品を募集しております。パネルとして展示したものを造園技術報告集に収録すればよいのではないかとということで、先に発行された「造園技術報告集 1」にもこの生態工学の展示パネルが収録されています。是非そのような発表の機会としてもお使い頂ければと思います。

江戸時代の隠居について

今日、私は来る道で隠居について考えていました。隠居というのは、家督すなわちお仕事を、主として子どもなどの後継者に譲り、自分は第一線を退いて生活するという江戸時代から明治時代までの生き方であったわけです。隠居の「隠」とは隠れることで、「居」とは居るということです。隠れると言っても、お隠れになってしまうと人生お終いですから、そうではなく「居」、生きていくわけであり、退いて生活するというのが「隠居」なのです。それで、どのような生活かという、近所のいろんな面倒を見たりしている、言えればボランティア活動をするわけです。人生相談をしたり、もめごとの調整をしたりする。仕事を離れていますから、自分の利害があまり絡まないで調整には適しているわけです。昔の人はかなり若くて元気な 40 代ぐらいから隠居していたから、近所の面倒を見るのに非常に都合が良かったわけです。面倒を見すぎて、面倒なことになったりするご隠居さんも結構いたようですが。

何で隠居したのかといいますと、これは非常に大きなことなのですが、江戸時代には、全ての生活が藩を単位にしていた「藩制」だったわけです。藩には厳格に定められた枠があり、その中で全ての人々が生活を完結していたわけですから、持続性というのが非常に大事だった一方、発展性というのは望まれません。あまり発展すると枠を越えて活動したくなるから、藩から見ると邪魔になるわけです。従って、あまり競争社会は望まない、そういう世界でした。「百姓は生かさぬように殺さぬように」という言葉がありますが、何も百姓に限ったことではなく、なるべく生かさぬように殺さぬように生きることが大事でした。発展はないわけですから職場は増えない、もちろんポストも増えないので、交代するしかなかった。つまりポストが無いんだから、お父さんは自分が辞めて子どもにそれを譲るしかないのです。だから隠居が必要になる。一方では非常に持続的な循環型の社会でもあった。従って江戸時代というのは「エコ時代」でもあったわけです。そのエコ時代はいわば隠居制に支えられていた

わけでした。隠居は非常に大事なんだと。それで私は今、隠居を目指してどうするかということを考えているのです。

造園学の中での生態工学の位置付け

本題に戻ります。私はここ数年非常に造園学に目覚めてきております。隠居が近くなりますと朝早く目覚めたりすることがありますが、いずれにしても目覚めることが多くなるのでありまして、多分欲が無くなるからだと思います。私は「生態工学」をどう構築するかということに一生懸命頭を使っているものですから、最近考えておりますことをお話して、だいたいこのようなものを生態工学に育てていきたいと考えている、その辺のお話をさせて頂きたいと思っております。造園学に目覚めたと言いましたが、どう目覚めたかということを少しだけお話しします。といいますのは、生態工学は造園学の中に位置付けられていると考えていますので、その辺からお話しします。

「造園学は人と自然の空間関係学である」というのが私の造園学の定義です。これまでいろんな人が造園の定義をしてきましたが、これほど簡潔にうまく言い表したものは他に無いのではないかと自負しております。これは永遠に不滅の定義です。この一言だけ暗記して頂いても、今日は来て良かったと思って頂けるかと思っております。先ほど浅川先生からご紹介頂きましたように、造園学の中に生態工学が位置付けておりまして、生態工学研究委員会というものをずっとやっています。これはご挨拶を頂きました勝野副会長と私が一緒にやっています、その元は 20 年ぐらい前になりますが「生きもの技術としての造園」から始まるわけです。その後、保全生物学とビオトープ (bio-tope) 計画など、名前を変えて本日まで至っております。年四回出しています学会の広報に、「生き物技術ノート」というものが一番後ろの方のページについているのをご存じの方がいらっしゃるかと思います。

なぜこんなことを言っているかといいますと、私が造園について人に話をする時、「造園が専門です。」と言うと、相手から、「トラックに植木乗っけてるあれですね。」と言われます。世の中の人には造園というその様な仕事しか知らないのではないかと思うのですが、それだけではないということを説明するときによくこのような話をするわけです。

人と自然の空間関係学のなかでもまず自然ですが、造園が扱う自然、つまりネイチャー (nature) です。最近ではエコロジー (ecology) という言葉がよく使われます。造園で扱う空間はオープンスペース (open space) で、あまり建ぺいされていない空間を扱っている。「関係」という言葉が非常に大事なのですが、実はランドスケープ (landscape) というのは関係の概念なのです。ですからいろんな言葉に訳されます。例えば「地域」という言葉は英語で言ってもドイツ語で言ってもランドスケープなのです。「土地」も同様にランドスケープです。地域は「人と土地の関係」です。土地

というのは人が自然との関係で作り出している。あるいは狭い意味で「景観」と言った場合には視覚的な関係であったりする。「風景」も人との視覚的な関係です。いずれにしてもランドスケープとは、関係概念なのです。造園というのはエコロジーとオープンスペースとランドスケープ、この3つのキーワードと、それに群がる沢山のキーワードから成り立っている。こういうふうに説明すると造園というものがなんとなく分かってくるのではないかと感じているのです。

### 人間にとってポジティブな自然、ネガティブな自然

もう少し造園を説明してみます。造園を説明する時には、空間関係のシステムの例として家と庭の話が一番しやすいです。家の外に庭を造るのはどうしてか？これは家の定義が肝心なのです。家とは、つまり「建築」とは何かと言いますと、私の定義では、「私たちの生活において嫌な自然、ネガティブな自然を排除する装置」です。例えばこの建物がなぜここにあるかと言いますと、私が話をすると、雨が降ってきたり風が吹いてきたら困るので、そういう嫌な自然を全部排除するために建築物がある、と考えられます。建築分野の人にこう言ったら、(そうかなあ…)と不思議そうな顔をしていましたが、まさにそういうものです。「嫌な自然を排除する装置」がただの箱ではつまらないから、少しいろいろ恰好をつけたりすると形のいい建物が建ったりするわけですが、基本的な機能は嫌な自然を排除することです。嫌な自然を排除しただけで我々の生活が楽しいかというところでもない。そこで嫌ではない自然、つまり「人間にとってポジティブな自然」を家の周りに造ろうとするのが「庭」なのです。ですから庭というのは自分が欲しい自然を家の周りに造るものです。何がポジティブかはその人の趣味ですからなんでもよい。これでなければ、というものは無いわけです。私の家はすごく狭い庭を持っています。ネコの額より狭いのでネズミの額という名前の、非常に小さなお庭があります。半分が日本庭園になっている。これがなかなかの傑作です。あと半分は芝が張ってあり、そこに車が置いてあるというそれだけのものですが、これはうちの妻がいいと思っているポジティブな自然なのです。お隣はネコの糞が嫌なので全部コンクリートで舗装してありますが、それもやはりポジティブな自然なのかもしれない。いずれにしても、ポジティブな自然のありようが庭なのです。

街の中に公園があるのも、市街化されている街に住んでいる人達にとって、ポジティブな自然の器である公園が欲しくなるからです。ここでは何がポジティブか？がなかなか難しい。でも人工化された都市に対する自然、例えば国立公園や国定公園に望まれるものは非常に明確で、「あまり開発をしないような、できれば原始自然に近い自然」ということになる。さらに文明に対しての自然という関係性では、例えば世界遺産のような自然の問題もある。都市公園はややこしいと言いましたのは、市街地に住む人達は価値感が非常に多様化しているから、チューリップの咲くような公園も芝生も自然だと思ってくれる人も雑木林がいいなんていう人もいるし、原始林がいいなんて言う人もいる。いろんな人が公園にポジティブな自然だと思って持ち込もうとするから、なかなかコンフリクト (conflict) の

大きい空間になっていますが、基本的に造園とはポジティブな自然をつくるのが目的なのです。そのポジティブな自然を保護したり、保全したり、創出したりする技術、これが造園の仕事です。こう言うと造園というものがだんだんと分かって頂けるようになるわけです。

### 生態工学の位置付け

#### —造園学の一部として

その造園の中に私達は生態工学というものを位置付けて作り出そうとしてきた、というのが今日のお話です。生態工学は生きものとの共存を目指す人と自然の関係学であり、そのための技術学であると考えています。造園は非常に幅広い関係学ですので、非常にメンタルな関係を扱う部分もありますが、生態工学とはもっと幅の狭い技術学だと私たちは考えています。国際生態工学会誌「Ecological Engineering」では、生態工学を人間と自然の相互利益のために生態系をデザインする工学として定義しています。人間と自然の共生とは人間と自然の相互利益の追求であるという考え方で、生態工学はその目的のために生きものの生態をデザインする工学である、こういう言い方をしています。

#### —生態学の応用分野として

そこでこの生態工学という言葉を理解する時に、「生態学」と「工学」の2つの言葉が出てきますが、私たちは生態学を基礎学として位置付けています。従って生態工学は生態学とはずいぶん違う物です。基礎学と応用学の違いを少し説明しますと、「真理を探求したい、分からないことを分かりたい」というのが基礎学の性質です。生態学では生態学的な真理、つまり生きものがどういう生活をしているかを知りたいのです。一方応用学である生態工学は、世の中に役に立てるための探求をしている。ここが非常に大事なのです。応用学は役立つことに存在価値があり、そのためにものづくりの技術や理論が進歩する。生態工学は応用学ですから、理論を応用して技術が確立され、物をつくるということが非常に大事だと考えているわけです。

#### —最近の動向や普及への取り組み

最近私はこの生態工学をなんとか広めたいと思い、技術書や教科書を作っています。雑木林のエコロジカルな植生管理についての本を作ったり、それから道路を造る時に生きものに影響を与えない、あるいは生きものにとってプラスになる空間をいかに造るかということで、「エコロード」というものを作ったりもしました。これは私の造語です。「エコパーク」といって、エコロジカルな公園を造ろうとするときの考え方、なんてこともしました。「エコロジカルネットワーク」では、都市において分断されたり孤立化したりしている生息地をうまく結んで、よい生態系を持った都市が造れないかということを考えたりしているわけです。昨年出版した「街路樹の緑化法」は私のした中ではすごくいい仕事でした。実は街路樹というのはあまり技術者がいません。道路を造るのは本来土木なので、街路樹は造園の仕事にならずに土木の人がやっている。従って専門の技術者がいない。今後、街路樹を良くするために技術者向けにいい本を作ってしっかりサポートしな

くてはいけないということでこれを作ったんです。かなり気合いを入れたのに、技術者がいないから全然売れなかった。いい本ですので是非買って下さい。さらに、CD-ROM 生態工学という本を作ったんです。昨日発売したのが「ミティゲーション (mitigation)」という本です。最近アセスメント法の中でミティゲーションが大事なことだと言われているので、是非お買い求め下さい。特にコンサルタントや施工の方々は、これからこの技術が非常に大事になってきます。こういった本は「ソフトサイエンス社」という会社で扱っています。

学生向けの参考書としては、勝野先生と一緒に「造園学」を作ったり、それから「緑地生態学」という地域生態システム学、環境緑化法案の水環境法案などを扱った造園関係の教科書を作って、造園とエコロジカルな側面について勉強してもらえるようにしています。勝野先生と北大の近藤先生にご一緒頂いて書いた「生態工学」も近々出るようになっております。このような本は朝倉書店で出すようになっております。

### 人間から見た生きものの認識構造・法的な取り扱い

私たちが対象とする「生きもの」や「生態系」について、もう少しお話しをしていきたいと思っております。まず「生きもの」という言葉をよく私たちは使いますが、生態工学の基礎は当然生きものの生態学なのです。私は大学で1年生を相手に「生きものの生態学」という変な名前の生態学の授業をやっています。これは生態工学の基礎学であると言っております。「生きもの」ではなく「生物」と言えばよいではないかと思うのですが、「生物」ではどうも「き」がどうか、「生きもの」なら生と物の間に「き」がある。「き」が入ってるなどという感じがすると付き合いなくなる気がするでしょう。生きものと言う方が生物と言うより付き合いなくなる。つまり付き合いなくなるような生物が生きものである。植物、ほ乳類、鳥、両生類や虫類などが多分付き合いやすいような生物なんだろうと。

私のやっている研究会の一つに動物観研究会というものがあります。これは、現代社会の人々が動物に対してどういう見方を持っているかということ勉強しようという研究会なのです。この動物観研究会は「動物観研究」という雑誌を出しております、「No.6 2001」が近々出ますけれども、この雑誌の中に生きものの動物観というのを書いてくれたんです。誰でもいいんですが、生きものの名前を10種挙げてくださいと尋ねます。回答が非常に面白いんですけれども、圧倒的に多いのがヒトです。ヒトを生きものだと思っている。その次に多いのがほ乳類で、中でもイヌなど比較的身近なほ乳類が多いんです。ほぼこのような構造をしていまして、ヒトがまず一番多くて次はほ乳類、それからしばらくするとメダカが出てきたり、バッタやコオロギが出てきたりします。さらによく考えてみると(…そういやサクラも生きものだなあ)という意識が出てきます。我々の動物観の中から考えると生きものはこんな構造の中にいるのです。いずれにしても人と付き合いなくなるようなものが生きものなんだと考えていいだろうと思っております。

実は、生きものと生物を言い分けているのにはちょっと意味があり、我々は生活をしていく中で生きもの

に対してかなり差別的に考えているんです。私の作った言葉で、社会的存在としての「法定生きもの」というものがあります。私たちが法律で付き合い方を定めているのが「法定生きもの」です。

例えばカモシカは文化財保護法に定める特別天然記念物だから、大事にしなくてはならないんです。同じようにシカという名前が付くエゾシカは、自動車がはねたって誰も文句を言いませんし、警察も知らん顔している。どうして一見同じようなものに対する扱いが違うのか？これは法定生きものとして約束事を法律でみんなが決めたからです。こういうものを法定生きものと私は言っているんですが、当然鳥獣保護法によれば鳥獣類は大事にしなければならない。犬や猫も、ノイヌやノネコは完全に野生化していて、ですから鳥獣保護法の対象になり野生鳥獣と同じ扱いです。野良イヌや野良ネコは本来は人間がかわいがるべきものですから別の法律(動物の愛護及び管理に関する法律)で守られているんです。私はネコが嫌いだから、見るとすぐ石をぶつきたくなるんですけども、「法定生きもの」は法律で保護されていて、私が石をぶつけていいイヌやネコってなかなかいないんです。「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」では、イヌワシ、クマタカ、オオタカは国内希少野生動植物種として指定されています。道路を造ろうとしている現場でワシタカ類が出てくるとこの3種は別格で扱われます。でもその他のワシタカ類の場合はあまり関心をもたれません。これも法定生きものの例です。

このように我々は法律で自分たちが好きな生きものを決めている、生きものをエコロジカルにひいきしているんです。ですから「えこひいき」と言うんです。私たちは生活の中で、こういうえこひいきをしているわけで、生態工学で対象とするのも、多分にえこひいきされた生きものだと考えてよいのではないのでしょうか。

### 技術としての生態工学を用いる上で

生物的自然あるいは生き物を主とした自然を扱っている生態学を応用するのが生態工学で、生態学的な技術学または工学だということで、英語ではエコロジカルテクノロジー(ecological technology)またはエコロジカルエンジニアリング(ecological engineering)、あるいはちょっと縮めてエコテクノロジー(ecotechnology)というような言い方をしています。そういう事が考えられる背景としては、繰り返して言われますように高度に工業化が進んでいる現代社会では、かつての農業を中心とした社会のような自然と人間との共生的関係がかなり失われてきている。そこでそれをなんとか取り戻すことはできないか、ということから始まったと考えていいだろうと思っております。特に最近では身近な自然が消失していくことに対する危機感から、「生きものとのふれあい」だとか「自然との共生」といった言葉が頻繁に使われる。最近では環境省と国土交通省が仲良くして、生態系保全型の公共事業をしようと言いだした。結構なことだとは思いますが、浅川先生がレジメにお書きになりましたように、あまり怪しげな物にならないようにしっかりやって頂きたいというのが我々の率直な希望です。生態系への影響を回避・軽減したり、あるいは生態系を保全修復するには、

生きものの生活についての知識と生息環境についての情報が必要になり、さらに生態系に対する影響を予測することも必要になってくる。その情報は調査によって得られることが多いわけですが、それに基づいて保全や修復の計画が作られる。次に生態系を回復させるための様々な技術的手法が導入されるわけで、生態工学はそこに必要とされる調査・予測あるいは生態系の評価、さらには計画手法・設計手法などを体系化しようとする、目的手法的な学問だと考えているわけです。生態工学に限らず造園学全てについてですが、実際の役に立つものでなければと考えています。

そのためには、第一に事象の調査がきちんとできなくては行けない。皆さんの中で生態工学を志す方は、このことを肝に銘じて頂きたい。調査には精度と再現性が要求されますから、正確な調査をすることが必要です。後ほど環境アセスメントのところでもちょっとこの辺のお話をいたします。

それから第二に物事の考え方です。非常に論理的に物事の考え方や概念を構築しなくては行けない。考え方の整理や論理性というものをおろそかにすると、概念が明確で論理的な分野である工学に属する関係分野の人、特に土木や建築の人達と話し合えません。

それから、生態学的に分かった事がシステムに対してどう寄与できるかということを考えなければ行けない。これは割と大事なことです。例えば、植物生理学でCO<sub>2</sub>の研究をしている知人は、「やや高濃度のCO<sub>2</sub>を供給してやると光合成の能力がやや上がってくる」という話をするんです。するとそそっかしい人は「そうか、CO<sub>2</sub>濃度の高いところほど植物は元気になるんだ！」などと急に思ったりするんです。ところがそれはものすごく小さな数字の話であり、つまり生態学的には興味のあるできごとですが、我々の世界で大気中のCO<sub>2</sub>濃度をどうしようかと議論する時にはほとんど寄与しない事実なのです。そういう寄与しない議論というのはよくあるんですが、こういうシステムに対する寄与の度合いというものを常に考えてどういう真理が役に立つかということの評価しないと使えない。こういうことを見極めることは役に立つ学問の条件でもある。あるいは我々が捉えた事象が社会的に有意な発言になるか、ということを考えなくては行けない。こういうものが生態工学を役に立つものとして育てていくときには大事なことだと考えております。

## 環境影響評価法と生態工学

環境影響評価法（環境アセスメント法）が施行されてから、生態工学の話がすごくしやすくなりました。というのは、環境影響評価ではまず、環境の現状を調査し、それから人間が何かをするときにどんな影響が出るかということを実測評価します。さらに影響が出る時には、影響を軽減しようという環境保全措置（ミティゲーション）の技術が用いられます。生態工学はちょうどそのための技術であり、つまりアセスメントの周りの技術だと考えるとよく分かるのではないのでしょうか。そこで、すこし環境影響評価法の話をして。1997年にこの法律ができ、1999年6月12日から施行されました。環境影響評価法の対象となる国の事業の9割が旧建設省の事業です。道路・ダム河川・面整備・住宅開発ですが、おおよそこれで9割です。

だから建設省のためにこの法律を作ったようなものです。そのアセスメント法の自然環境に関するマニュアルの指針のとりまとめを私がやっていました。また、道路、ダム河川、面整備のマニュアルについてもひとつお付き合いしています。この環境影響評価法では、環境要素として生態系が入ったことのほかに、「不確実性」という言葉が入ったことが重要です。

その不確実性についてですが、生きものや自然環境というものは完全に調査しきれるものではなく、予測評価をしてもなかなか当たりません。例えば道路を造ったらこの辺に住んでいるノウサギがいなくなってしまうかどうかは正確には分かりません。調査も予測評価も不確実であり、あるいは環境保全措置をして何とか影響をくい止めようとしても、やはり不確実です。そういう不確実という言葉が法律中に明確に書かれたことは非常に画期的です。

従来は調査や予想評価が確実でなかった場合は、たいがい調査や予想評価をした人が怒られました。これでおおよそ解決してしまうのですが、それではかわいそうなので、もうすこし調査や予想評価をした人の立場を考えなければいけません。そうなるのであればどうやら不確実の問題として処理すべきではないか、というふう考えられるようになってきました。こういうのは生態工学をやっている我々にとっては非常にありがたいのですが、だからといってでたらめに、というわけではありません。でたらめな調査をして、「全部不確実なんだからしょうがないじゃない」なんて言ったら、指名停止やもっときつい処分がくるから気を付けた方がいいです。でも自然環境は本来不確実なものなのです。

もう一つアセスメント法の中で画期的だったのは環境保全措置（ミティゲーション）というものです。開発をすれば必ず環境に対して影響が出ます。しかし環境基準というものが無い自然環境の場合には、どう影響が出たかを正確に示せませんでした。だから、従来は保全対処が十分に無いとか、影響が非常に少ないという評価で自然環境部門のアセスメントはほぼ通っていました。これは極端な例ですが、私が信州大学にいた約10年前、長野県がイワナがいる川に水路式の発電計画を作り、私はそのアセスメントを頼られました。その計画によると川の水を9割方取ってしまうということでしたので、当然の事ながらイワナもそれに応じて減ってしまいます。ということで「川の水量が9分の1になればイワナもおおよそ9分の1位に減少する」という評価書を作りました。そうしたら県の職員がちょっと細工して、「残ったイワナが元気だから影響は少ない」と書いてしまいました。それがテレビや新聞で報道されてひどく大騒ぎになってしまったことがあって私もすこしだけ怒りました。そのちょうど前日にスズメバチにおでこのところを刺されていたのです。ごい形相だったんですね。お化けみたいな顔をして怒ったものですから、全県下にすごく印象的に映りました。それがあったからかどうかは知りませんが、この発電計画は中止になりました。このように今までは影響は少ないというだけで開発が進んでいきましたが、これからはミティゲーションによっていかに影響を軽減できるかに重点が置かれるようになってくると思います。そういう点でこの環境保全措置をどうするかがか

なり大きな仕事になっていくと思います。生態系を保全するような形の公共事業はまさにミティゲーションそのものです。そのような点で皆さんにはミティゲーションについて大いに関心を持ち、理解してほしいと思いました。それで「ミティゲーション」という本を作りましたが、これだけ言っても売れないんですよ、やはり。

## 生態工学という生態系とは

### 一「生態系」という言葉

生態工学は生態系を扱う、あるいは生きものとその生活を扱う学問で、多くの種類の生物が対象です。生態系という言葉は様々な使われ方をします。先ほども言いましたが生態系をアセスメント法の中の環境要素として入れる時に、そのマニュアルを作る委員会を建設省で行いました。当初、97年に法律ができて99年に施行されることになっていたので、この2年の間にマニュアルを作ることになっていました。実際には作業が大幅に遅れ、マニュアルは期限内にはできませんでした。というのも、この生態系論議が非常に活発化してしまったというのが大きな原因でした。実はこの委員会の中で、特に純粋な生態学の方々からいろいろな意見が出てきました。例えば、「いったい生態系ってなんだろう」とか、「なんで生態系なんていうよく分からないものがアセスメントの項目に入ってきたんだ」という意見です。そもそも生態学の方々が「生態系みたいな自然のまとまりに関する基準がアセスメント項目に無いからいいかげんでよくない」と散々言っていたから盛り込まれたにもかかわらず、「皆さんが言ったから入れたんですよ」というと、「でもとにかくそんなこと言ったって生態系なんていうのは調査のしようが無い」だとか、様々なことを言ってきます。それが原因で、会議を開くたびに「生態系ってなんだ？」という議論の繰り返しですこしも前に進みませんでした。結局は生態系というのは、「生きものの生活の全体のようなもの、あるいは相互関係の全体像である」というように軽く受け止めようというのが、私の意見でした。そのような感じで受け止めておいて、それ以上に生態系をややこしく捉えない方がいいと思いました。例えば森林生態系を研究している人は生態系は物質循環であると言います。物質循環とエネルギーの循環系だけが生態系という言葉に厳密に適応されるべきである、とこうおっしゃる。そうするとアセスメントで物質循環とエネルギー循環が捉えられなければ開発してはいけないと言われたらあらゆる開発がストップしてしまいます。そんなことはとてもできることではありません。従って、そういった循環系として生態系を捉えるような形でアセスメントをするのはほぼ不可能です。あるいは食う食われるの関係、機能的関係と言いますが、この機能的関係こそが生態系の本質であるという主張をする人もいます。こうなると今度は対象地域のあらゆる生きもののお腹を破いて、その中身を調べなければいけません。こんなことしたら絶滅してしまいます。これもなかなかよくないだろう。つまり食う食われるの機能的関係というのを明確にしないと生態系だって言えないというのもまずいだろう。そうするとどうやらどんな生きものが住んでいて、どんな暮らしぶりなのかというあたりが生態系であるというふう

やんわり理解しておくというのが、この生態系の理解の仕方としては適当であろうというところで、最近はまだ生態系という言葉はそのように非常にやんわりと使っています。

確かに純粋な生態学の用語では、そういう食う食われるのような機能的な関係あるいは物質循環みたいなエネルギー循環のような循環系であるというような捉え方もあります。が、実用上は「その自然はいいね」とか、「この辺の自然はいいね」、とこんな感じに使っていいと思います。「北大の構内の生態系はいいよね」「そうだね」これくらいの感じの言葉です。そうやって使うとあまり支障がないというふうにお考えももらっていいと思います。

### 一生物の未知性を扱う生態工学

生態系には森林生態系、高地生態系、草原生態系など様々な種類があります。それぞれに成立しているメカニズムやその構造が違うので、それを概略的に捉えることがまず生態工学においては大事です。では、そのために生態工学はどんなふうに構築されれば良いか、ということについてすこし話をしておきます。その前に先ほども言いましたが、生態工学というのは生態学と工学の接点を探ろうという学問ですので、もう一つ生態工学の特徴をお話ししておかなければならないだろうと思います。実はこの生きものの未知性の問題というのが非常に大きな問題です。アセスメントでは不確実性という言葉が使われていますが、生きものに関しては不確実という言葉はあまり適切でないわけでした。未知なものつまりあまりよく分からないものだという言葉をよく使います。そろそろ北海道の川ではサケが上がって来ますが、サケがなぜ母川回帰をするか実はあまりよく分かっていません。「水の臭いがするんじゃないか」とか、「頭に磁石があるんじゃないか」と様々なことが言われていますが、本当のことは分かっていません。あんなに明確そうなことでも分っていないのです。でもどんなアホなサケでもおおよそ母川回帰ができますが、皆さんを船に乗せて北太平洋のどこかに置き去りにしたら、多分帰ってこられない。そういう点ではサケの方がけっこう頭いい。頭のどこかがよくて、そうになっている。でもとにかくよく分からない。つまり生きものとは未知な部分や我々が理解できないいわば超能力みたいなものを持っています。ほとんど分からないことだらけです。

ところが工学、特に道路や橋を造るための土木工学や道路工学、あるいは建物を建てるための建設工学や建築学では、基本的には既知の材料を使います。さらに理論があって、構造力学とか材料力学とかよく分かった理屈によって構築されています。つまりこの工学では材料も理論も既知のものでないと積み上げられません。例えばこの建物を造るときにもコンクリート自体の強度やコンクリートで梁を造った時の強度だとか、そういうものが全て分かっています。そして構造計算をして、「これならクラーク会館は潰れない、だから使っていていいですよ」とこのようにして造ります。そのためにはコンクリートの材料の性質がよく分からなければいけないし、あるいは構造解析した時にこの建物は潰れないという理屈がきちんとないとものできない。つまり工学というのは未知を排除する分野です。「分か

んないけど使ってみよう」とはあまり言いません。例えば「舗装道路のショックを緩やかにするためにこんにやくをすこし混ぜたらいいんじゃないか」なんて意見は上司が絶対許してくれない。こんにやくの力学的特徴が研究されていないから分かってない。従ってこんにやくは使ってはいけないことになっている。このように工学では未知を排除するというのがすごく大事です。

そこにこの生態工学では未知を持ち込もうとします。ここが非常に難しいところです。従って私たちは、常に工学出身の既知だけでもものを作る人達の分野に未知を持ち込んでいかに調整するかというところに苦労します。生態工学の非常に大事な特徴はそこにあります。

### 生態工学を構成する3分野

そこで生態工学はどのように構築されるかについて話します。生態工学は大きく分けて3つの研究分野に分かれると考えられます。一つ目は生態学、つまり生きものの生活あるいは生態系を解明しようといった分野です。生態学の調査等の手法を使うことで生きものがどのように生活をしているかが分かります。2つ目は生きものの生活と人との関係を考える分野です。人間が生きものに与えるインパクトや生きものの生活に対する人間側の評価について考えます。そして3つ目は以上2つを使ってこの生きものと人間が共存する関係をどう構築するかを研究する分野です。構築の部分はものづくりの方の論理なので計画論や設計論等によって構成されます。おおよそこのように生態工学が形作られると考えています。

#### —1. 生きものの生活と生態系の仕組み

ではまず、生態工学のシステムの1番目、「生きものの生活と生態系の仕組み」についてお話します。今、私は「生態工学」という本を作っていますが、この「生態工学」は実は工学の人に読んで欲しいと考えています。土木が専門の人にも分かる造園の本を作ろうというのが最初の考えでした。これはすごくいい本なので土木の人が読んでしまうと、造園の人の仕事が取られてしまうのではと最近心配しています。「やっぱこの本は出さない方がいいんじゃないかな、造園のために。」などと思っています。出てしまったら土木の人は必ず読みますから、造園の人はこの本を読んでないとダメですね。なぜなら土木の人より生態に関する常識が劣ったら仕事が取れないからです。だから「これは絶対買うだろうな」と思います。

造園に関する知識のない人にも理解してもらいたいため、この本は非常に易しく作らなくてはなりません、まずは生きものの定義をしなければいけない。これはずいぶん苦労をしました、何日間も考えました。どういうふうにかこうか、「生きものとは生きていっているものである。生きていっているものとは死んでないのだ」などと考えていましたが、しまいにはばかばかしくなりました。生きものの定義は本当に難しく、生きていっているのは生命がある。」このあたりがいい逃げどころかなと思いました。生きものとは生命があって、それから成長して、子孫を残す。これが生きものの本質的な性質だと思います。おおよそこれでうまく言えたと思います。

全ての生きものは長い歴史の中で進化してきました。その過程で多くの遺伝的な情報を獲得してきています。だから生きものは多くの遺伝的情報を持っているということに起因して、非常に未知な部分が多い。従ってその全てを解明するということは非常に難しい。生きものを扱うときのもっとも基本的な前提としてそのことを知らなければいけません。こういうことをきちんと説明できるようになるのが一人前の造園家です。つまり、「生きものは未知な部分が多いが、どうして分からないんだ」といわれたときに、「私はちょっと大学であまり勉強しなかったもんですから」とそういうことを言うてはいけないと思います。「生きものは長い生命の歴史の中で遺伝的情報を多く獲得してきたから非常に複雑怪奇なものなので、解明しきれない。従って、未知な部分が多い。だから私が調べてきたことは不確実なことがあるのだ。」ということを中心に説明しなければいけません。ここで説明できない人は負けてしまいます。また、生きものの生活は環境との関係で縛られています。それぞれに固有の関係で生活している、あるいは固有の生活環境を必要とする、ということが生きものの性質で大事なことになります。

最近、動植物の個体の移動に関して非常に厳しい意見が出されています。もともと動植物は、それぞれの場所で進化をしてきた、あるいは進化の結果としてその場所に到達しています。「それぞれの生きものは場所によって同一の種でも遺伝的情報を異なったものを持っているからうっかり動かしちゃいけない。」ということが最近言われるようになりました。そうなる造園というのは辛いものです。「造園はトラックに植木を乗っけて運んでいるあれでしょ。遺伝的情報をあっちへやったりこっちへやったりして、いけない人達だ。」なんて言われかねません。このような指摘に対して相当論陣を張って頑張らなければいけないですからあまりぼんやりできません。でも実際にトラックに乗っかっているのは遺伝的情報なので、いかにこれは正当なものであるかということの説明しなければいけません。これからは造園界は理論的に武装しなければいけません。最近このことについて環境省も関心を持っていて、研究会を作っています。国土交通省でも、河川の中でどういうものを動かしていいか、といったことをやっています。かなり種の問題に関する考え方が厳しくなっている、というのが最近の状況です。

また、生きものは誕生してから死ぬまでの間に固有の生活史を持っています。植物でいえば種が発芽して幼植物が生長して、やがて花が咲いて実を結んで、死んでいく場合もあるし、多年生の植物の場合は死にませんが、そのような生活史を持っています。生きものを扱うときにはこの生活史をきちんと理解しないと扱えません。例えばアセスメントの結果、貴重な植物があつて開発地域から移植することが決まった場合でも、その植物がいったいどんな植物かよく調べないと扱えません。

私は神奈川県で、県内に2ヶ所しかないヒメウキガヤという植物を移植するための委員会を勝野先生と一緒にもう5年もやっています。そのヒメウキガヤがどんな植物かという素性がよく分かっていなかったから、2年ぐらいかけて生活史を追いました。いつごろ花が咲いて、いつごろ種子が実って、きちんと発芽するかと

かその温度条件はどのくらいだとかといったことを調べました。あるいは、移植が失敗した場合に備え、種子をとっておいて、播種して増殖できるか、というようなことについても調べました。そのようなことをいろいろと考えると5年くらいすぐ経ってしまいました。このように移植について取り組んでいます、その一番基本になる情報は生活史、つまり、どういう生活をしているのかについてです。そういうことをよく知らなければいけません。何れにしても生態工学の中で一番基本的な出発点は生きものの生活あるいは生態系の仕組みを理解するという事です。

## —2. 生態系の評価と影響の予測 と 3. 共生システムの構築

つぎに、2番目の「生態系の評価と影響の予測」について話します。生態工学は人間と自然の相互利益のために、生態系をデザインする工学です。従って人間にとっての利益のことについてまず考えます。人間にとっての利益というのは生態系の評価、エバリエーション (evaluation) です。「人間にとって何が大事なのか？」あるいは「人間が生態系を存続させたいと思ったときに何が大事か？」このようなことを考えるのが評価 (エバリエーション) なのです。それに対して生態系の側は人間によって影響を受けます、これをインパクト (impact) と言います。影響というものを捉えること、これが影響の予測です。生態系の評価について、かつては植生自然度というものがもてはやされましたが、現在は生物多様性の評価や絶滅危惧種の問題が注目されています。いずれにしてもそのような生態系の評価が必要です。もう一つは生態系に対する影響について、つまり「人間が自然に手を加えると自然がどう変わっていくか」ということについてです。この影響の問題は一つにはインパクト、つまり外から力を加える、例えば道路を造ったときに土地造成をする。これがインパクトです。そのインパクトに対する生物固有の反応をレスポンス (response) といいます。例えば道路を造って自動車が走ることによって動物が逃げってしまうことはレスポンスです。また、その逃げた結果、その道路が動物に対してバリアーになっていることはエフェクト (effect) といいます。バリアーエフェクトと言いますが、障壁になるというのがエフェクトです。効果または影響ともいわれます。そのような関係を見ることが2番目の生態系の評価と予測になります。

つづいて3番目の「システムの構築」、つまり人と生きものの関係をどうするかというシステムを構築することについて話します。システムを構築するにあたって、目的と目標、環境ポテンシャル、システムの調整、システムの計画と設計の4つについて考える必要があります。

### 「3. 共生システムの構築」各論編

#### —目的と目標

最初に目的と目標についてです。我々が生態系に関する様々な工事に関わるときには「何のために行うか、あるいは何を目標にして行うか？」ということが非常に大事です。なぜなら、生きものの世界は厳密に数や種を指定して何かをする事はできないからです。「ここ

で河川改修をしたら5年後にサケが100匹通る」とか「何サケが通る」といったことは決めようがありません。従って「おおよそこういう目的でやります」、「おおよそこんなことが目標です」、ということを確認しておくことが大事です。従って目的や目標に対する考え方が大事です。何の為にやるかが非常に大事です。

たしか昨年、黒澤明が脚本を書いた「雨あがる」という映画がありました。寺尾聰がやたら剣術の強い浪人の武士で、その奥さんは宮崎美子でした。この寺尾聰が村人達にすこしでも楽しい思いをさせてやろうと思って、勝ったらお金がもらえる、剣の賭け試合をやりました。奥さんとは賭け試合をしないと約束をしていたのですが。しかしそれは村人達にご馳走してあげたかったからだったのです。それで奥さんの前ですみませんと謝りました。そうしたら宮崎美子が「何をしたかじゃないんです、何のためにしたかが大事なんです」そう言って夫を許してあげました。私はそれ見てほろっとしちゃいました、嬉しかった。「何のために行うか」—これが生態工学では非常に大事なのです。

#### —環境ポテンシャルの考え方

2番目に環境ポテンシャルについてです。システムを構築するためには生態系の仕組みを知ることと同時に、インパクトに対する反応がどうなるかということも考えておく必要があります。さらにそれ以上に必要なのは、どういう可能性があるかということを考えておくことです。それが「環境ポテンシャル」です。この環境ポテンシャルは5つのポテンシャル (可能性) に分けることができます。例えば、ビオトープあるいは河川の改修をしようといった時にまず①立地の可能性、つまりその場所にそのようなものがあっていかどうかということを考えます。これは非常に大事で、配慮を欠くとその場所にあってはいけないものになります。次に、何かものをつくったときにそこに目標とする種の個体が周囲から供給されるか、つまり動物ならやってきてくれるかどうか、植物なら種子が飛んでくるかといった問題である②種の供給の可能性。さらに供給された種がそこで生育できるかどうかといった③種の生育の可能性。それから種の間には、互いに食う食われるの関係や共生関係などの社会的関係がありますが、そのような④種間の社会的関係の存立の可能性。さらに時間的に考えたときに、10年後20年後にどのように変化するかという⑤群集の遷移の可能性を持っているかということも考える必要があります。以上5つの可能性 (環境ポテンシャル) というものを考えることが非常に大事です。特に生態系あるいは生きものの社会に手を加える時には、私たちは常にこういう可能性、ポテンシャルという視点をもって土地を見ることが必要です。

#### —人工系と生態系の調整について

3番目にシステムの調整についてです。生態系と人工系のシステムを調整するのが生態工学ですが、このシステムの調整には幾つかの考え方があります。

その中の「分離型の調整」というのは大雑把に言うとも人間の側と生きものの側を分けることです。よくコア (core) とバッファー (buffer) という考え方があるが、これは国立公園の地種区分のように中心の場所が大事

だからそこは守っておきましょうといった考えです。国立公園では、特別保護地区を中心にしてその周りを特別地域で囲んでいます。これは要は一番中心部に大事なものがあると、その外側を徐々に包んでいくというような調整の仕方です。

また「融合型調整」というものもあります。これは、例えばコリドー (corridor) をつくって生きものが移動を促すことです。そういうところに人間が道路を造って分断することがありますが、そのときの調整は融合型です。つまり必ずしも互いを分離するのではなく、すこしずつ遠慮しあってつじつまを合わせようというのが融合型の調整です。

さらに、「一体型の調整」というものがあります。これは言うのは簡単ですがなかなかできません。かつての日本の農村の自然、つまり二次的自然の使い方は一体型で、相互利益があります。具体的には、雑木林で薪炭林を経営しているころには、雑木林の植物にとって人間が管理することはありがたかったわけだし、もちろん人間は雑木林から燃料や薪や炭を調達するという恩恵を受けていた、そういった調整の仕方です。

人の側のシステムと生態の側のシステムの調整については、以上のような考え方があります。

ように、調査、分析、効果、計画、設計、施工そして管理といったプロセスで行われます。「生きものの空間形成」では、竣工した時全てが終わる一般的な建設工事と違い、その段階では目的としている生きもののほとんどが住んでいない場合が多いわけです。何が大事かという、うまく住めるかどうかについて考えなければいけないので、材料の検査よりも、どのような機能が満たされていくかが大事です。

さらに管理の段階でもモニタリングをしながら管理を行います、このことを最近によく適応的管理といいます。そのようなアダプティブ (adaptive) な管理の仕方が非常に大事で、これはまさに造園の得意とするところでは、造園というのは植木の顔を見ながらハサミを入れたり、施主の顔を見ながらハサミを入れたりするので、非常にアダプティブです。適応的にやる技術としては大変優れた技術が植木屋さんの技術で、このようなことにならうまく様子を見ながら管理をしていくこと—「アダプティブ・マネジメント」が現実的にもものをつくっていく生態工学の場面では非常に大事なものになると考えています。

(2001年9月7日北海道大学クラーク会館講堂において)

## —システムの計画と設計・適応的管理

4番目にシステムの計画と設計についてです。生態工学のシステムの構築は一般のものづくりの場合と同じ