

昆虫未来学

四億年の知恵に学ぶ



タイトル 昆虫未来学 「四億年の知恵」に学ぶ

著者 藤崎 憲治

出版社 新潮選書 新潮社

発売日 2010年12月20日

ページ数 262p

本書の帯にある通り、人は、虫なしでは生きていけません。昆虫たちは人類がいようといまいと存続していただけますが、生物的存在としての人類は、自然が提供する生態系サービスなしには一時たりとも存続しえないのです。

昆虫と人類が地球上で最も繁栄した生物ですが、その繁栄をもたらした要因は両者では全く異なります。

「人類」は、異常ともいえるほど脳を発達させることによって、「遺伝子情報」以外にも「言語」という情報を駆使して、抽象的思考を行えるようになりました。言語は単なるコミュニケーションの手段としてだけでなく、論理的思考の手段ともなったのです。

これに対して、「昆虫」の得意技は、多様な環境に対応して多様な適応を図ることでした。昆虫にとって環境は鋳型であり、その鋳型に合うように形態や特性をつくり変えました。その結果として、深海を除く地球上のあらゆる場所に進出し、分布できるようになり、莫大な数の種や系統に分化していきました。特殊化こそが昆虫類の本質というわけです。

著者は日本応用動物昆虫学会会長で、昆虫に関する広い見識と経験を活かして、「昆虫の進化」から、「センサー」、「生態」、「エコロジカルな役割」や「人類との確執」、「コントロールの方法論」、「バイオミクリー」など幅広く論じています。

本書は、「人間と昆虫のあり得べき関係」について、様々な角度から考えようとしている問題提起の書です。

目次は以下の通りです。

第1章 昆虫とはどんな生物か

第2章 昆虫たちのみごとな進化

- 第 3 章 昆虫が群れるわけ
- 第 4 章 生態系における大きな役割
- 第 5 章 地球温暖化センサーとしての昆虫
- 第 6 章 昆虫と人類の闘い
- 第 7 章 害虫を上手にコントロールする
- 第 8 章 バイオミクリー革命と昆虫

本書の前半は、現時点での昆虫学の水準を示すいくつかのトピックスが書かれています。それらの 1 部を紹介しましょう。

アリの群知能には驚かされた。アリは、翅を失い地表を歩くことしかできず、視覚もそれほど発達していません。けれども、アリは触角の化学センサーを発達させ、昼間だけでなく夜や真っ暗な巣穴でも、化学的シグナルを頼りに、様々な活動をする事が知られています。

餌を探し回っているアリは、別のアリが残した「道しるべフェロモン」を辿っているうちに、いつの間にか餌場への最短コースをとるようになるというのです。何故だろうというところが面白いのです。

近道をしているアリは、遠回りしているアリよりも往復する回数が多くなります。すると、そのコースには他のコースより何倍もフェロモンが塗られることになって、巣内の他のアリはそのフェロモンに誘引されて、そのコースを辿るようになります。そうすると、そのコースにはますますフェロモンが蓄積して濃度が高まることになり、みんながその道を選ぶようになり、遠回りの道のフェロモンは、やがて蒸散してしまうので、アリは誘引されなくなるというわけです。

このように、アリは「個体レベル」では、フェロモンを辿るという、極めて単純な原理で行動しているにもかかわらず、「群れのレベル」では、餌場までの最短の経路を探し出すという難問を見事に解決しているのです。社会性昆虫が群れることによって獲得した、このような性質を「群知能」というそうです。面白いですね。

若いころ、コンピュータ数学で「最適化問題」に取り組んだことがあります。そのときに本書を読んでいたなら何か新しい発見があったかも知れません。この問題、何処かで、何かのヒントになるはずですよ。

1960 年代以降、カバマダラ、ツマグロヒョウモンといった南方系のチョウ類の北上が著しく、ツマグロヒョウモンなどは関東地方や東北地方にまでその分布圏を広げています。ところが、ツマグロヒョウモンの場合は、思わぬ事態が生まれているのです。すなわち、ツマグロヒョウモンのメスは毒蝶であるカバマダラなどに擬態(ベイツ型擬態といい、無毒の蝶が毒を持つ蝶の形・色に似ること)して、捕食されないように身を守

っていると考えられています。ところが、カバマダラの北限は九州、スジグロカバマダラの北限は奄美大島なので、ツマグロヒョウモンはそれより北あるいは東にオーバーランしてしまったわけです。つまり、擬態のモデルがいない地域にまで分布を拡大してしまったというわけです。今のところ、ツマグロヒョウモンのメスはオスに比べて、より多く捕食されているという報告もあり、ツマグロヒョウモンの北上を制限する要因になると思えるのに、分布拡大の勢いは弱まっていないようにも見えます。もしかすると、ツマグロヒョウモン自体美味しくないのではないか。もしそうなら、ベーツ型というよりはミュラー型(毒を持つ同士が似たような色彩パターンになる)なのかも知れないというのです。

昆虫は小さいので彼らが遭遇する物理現象は私たちの想像を超えるものだと思います。運動エネルギーは長さの5乗に比例するので、たとえばネズミの1/10の大きさの昆虫はネズミに比べて $(1/10)^5 = 1/(10万)$ のエネルギーで地面に衝突することになる。したがって、昆虫は木から落ちて平気で、決して砕け散ったりはしません。なるほど、そうですね。気が付きませんでした。

なお、運動エネルギーは長さの5乗に比例するとは、

$$\text{運動エネルギー} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\rho L^3\left(\frac{L}{t}\right)^2 = \frac{\rho}{2t^2}L^5$$

ということです。

さて、移動性の進化の例として、ウスバキトンボをあげています。このトンボは8月の旧盆の頃に見かけるので、「精霊トンボ」とも言われています。ウスバキトンボは、降雨によって1時的に出来た「水たまり」を転々と移動して生活します。いわば浮浪者で、このような生活様式を保障するために高い移動性が進化したようです。

移動の方向は風任せで、季節風に乗って、東南アジアから日本へ移動してくると考えられています。北海道やサハリンまで移動する個体もありますが、熱帯への戻り移動はないとされています。寒さに弱いので、北上した成虫たちが残した子孫はすべて死滅してしまいます。このような片道切符しか持たない移住者のことを英語で「パイドパイパーマイグランド」(pied piper migrant)というそうです。

北上して越冬できずに死滅する昆虫は他に「ウラナミシジミ」がありますが、片道切符しか持たない昆虫たちは何故毎年毎年死に向かって北上するのでしょうか。北上を諦める要因にはならないのでしょうか？ 地球温暖化で生き残りが可能になるのでしょうか。また、他の何かの理由があるのでしょうか？

後半は、「バイオミクリー」(Biomimicry) の話です。「バイオミクリー」の「バイオ」は生物や生命、「ミクリー」は真似をする意味のミミックという単語の名詞形で、その2つの単語をあわせた言葉です。つまり、生物の真似をして最先端の科学技術を開発することをいいます。

農業の発展と共に害虫による被害も増え、その防除は農産物の増収の上で欠かすことの出来ないものになっていきました。また衛生面でも、チフスなどの伝染病やマラリアなどの風土病を媒介する害虫の駆除は、人類の生命と健康の維持にとって至上命題でした。それだけに、時には昆虫に対する一面的な見方と偏見を生むことになってしまいました。

しかし、一方では、「自然保護思想」や「環境保全意識」の高まりとともに、自然界の生物との共存を図り、生物多様性を維持していくことの重要性が認識されるようになってきました。その提唱者の一人が科学作家(サイエンスライター)のジャンニ・ベニユス氏です。急速に失われつつある生物多様性を守り、人類と生物によりよい未来を切り開こうと活動している彼女は、「バイオミクリー(自然を模倣する)」というコンセプトを提唱しています。

「バイオミクリー」の基本的な概念は、「自然の優れたデザインや機能などをモデルとして模倣し人間生活に役立て、革新的な技術の正しさを生態学的な物差しで測り、自然と人間とのあるべき関係を、師としての自然から学びとる」というものです。

その歴史は何百年にも遡ります。例えば16世紀にレオナルド・ダ・ヴィンチが図案に描いたヘリコプター型の飛行機は、おそらくプロペラ型の羽根をもつ植物の種子からヒントを得たものだろうと言われています。

イギリスに移住したフランス人技術者マーク・I・ブルネルが、木造船に穴を開けるフナクイムシをヒントに、1818年に崩落を防ぎながらトンネルを掘り進む、「シールド工法」を考案したことは土木関係者の間ではあまりにも有名ですが、20世紀に大きく進展した生物研究の結果を踏まえ、自然の発明を工学的に応用する試みが本格的に始まったのはごく最近のことです。

すでに製品化されたデザインもあります。

- ・ トンボの翅からプロペラ。
- ・ スズメバチからスポーツドリンク。
- ・ 蚊を研究して痛くない注射針。
- ・ 動物の毛に付着する種子のイガの鉤型構造をヒントにした面ファスナー(マジックテープ)。
- ・ ハエの眼を模した太陽電池パネルの反射防止コーティング。
- ・ ヤモリの足裏の微細構造の解折から生まれた手術用の接着テープ。
- ・ 新幹線 500 系の先頭車両の先端のデザインは、カワセミのくちばしからヒントを得

て、トンネルに入る時の車体の揺れやトンネル出口付近大きな騒音を解決。などです。これらはほんの手始めに過ぎません。

バイオミクリーの研究対象は山ほどあります。砂漠や深海底など、地球上の様々な環境には、自然が作り出した驚異的なメカニズムで、巧みに適応を遂げた生き物たちがいます。今のところ、バイオミクリー研究はそうしたメカニズムのいくつかに着目し始めた段階、つまりバイオミクリーという山の麓あたりをうろろしている段階です。

日本が、新世代バイオメティックスの潮流に乗り遅れたのは、ロボティックス技術に代表されるように、日本のエンジニアリングは世界の先端を行く高いレベルにあり、一方生物学も高いレベルで発展してきたことを考えると、バイオメティックスの遅れは、異分野連携を積極的に図ろうとする意識が希薄だったことを意味します。

そのことはまた、「物理や数学が苦手な生物学者」や「暗記物が嫌いな工学者」を生み出した日本の教育と文化的な背景があるようです。日本が欧米のキャッチアップから脱却して、科学技術先進国になるためには、大学・大学院における「課題を作り出す問題設定能力」を持つ人材の育成が重要になります。特にこれからは、「物理が判る分類学者」や「昆虫に詳しいエンジニア」が求められているように思います。

昆虫から学ぶ科学は興味深く、未来の科学として大いに期待できそうです。つねに、新しいアイデアを求めている人たちにとって本書はお薦めです。

2011.3.10
