

循環研・循環ワーカー養成基礎講座第一回

「生態系と循環型社会—調和と平衡をキーワードに—」

講師：三島次郎先生（桜美林大学名誉教授）

日時：2004年6月4日18時30分～

今日は、いわゆる生態系、エコシステムとは何か、あるいは循環型社会とは何か、このようなことも含めて、大きな話からさせていただきたい。まずは、頭の中を真っ白にして聞いていただいて、私の話を聞いた後、みなさんに「はてな」と思っただけければ、今回の話は十分成功したということにさせていただきたいと思います。

1. はじめに 作られた地球

私たちの周りには、いわゆる自然がたくさんあるはずです。

今から15年ほど前、アメリカのイエローストーンという有名な国立公園で、雷が原因と聞きましたが、山火事が起こりました。燃え広がったとき、周りから消防自動車が駆けつけました。しかし、レンジャーはゲートを閉ざして、消火活動を許しませんでした。その結果、すごい山火事になり、一ヶ月二ヶ月と燃え続け、東京都と神奈川県のあわせたくらいの面積の森林が焼失してしまいました。

日本でも報道されたのでご記憶の方もいらっしゃるかもしれませんが、アメリカ中の世論が沸騰しました。なぜ火を消さなかったのか、もっと早く火を消せば、こんな大惨事にならなくてもすんだのに。これに対し、レンジャーたちはパンフレットを作り、火を消さなかった科学的な理由をあげ、そして、最後にびっくりするような結論を出しました。私たちは自然を大切にしたいんだ、火事も自然のうちである、という結論です。おやっと思われる方がおられるかもしれませんが、ここにその科学的な理由をいくつか示したいと思います。

① 過去に何回も火事があったことを示す炭の層

→地面を掘ってみると、炭の層をみることができる。つまり、過去に何回も山火事は起こっていて、生き物たちは何回も経験している。

② 草原から森への遷移、森の動物と草原の動物

→エコロジカルサクセッション（生態遷移）と呼ばれる。イエローストーンの草原には、たくさんの草食動物が住んでいる。たとえば、絶滅しそうなアメリカバイソン、あるいはエルク（大角鹿）、冬になるとトナカイがやってくる。また森には森の動物たちがいる。レンジャーは、森の動物にも、草原の動物にも、特に応援することはないと考えたのです。1990年にイエローストーンを訪れたときに、燃えた後には、草が芽生え、かつて森だったところで草食動物たちが摂食しているのを見ることができた。

③ 火事によって開く、ロジポール松の松ぼっくり

→イエローストーンの主要な木であるロジポール松には、松ぼっくりができるが、秋が来ても、冬が来ても、来年の春が来ても、それは開かない。いつ開くかと言えば、火事がやってきてあぶられ、熱くなって、そして火が消えた頃、松ぼっくりが開いて、たくさんの種を散布します。オーストラリアのユーカリの木の仲間にも似たような性質のものもあるし、煙を吸わなければ芽が出ないという種子があることも最近は知られている。こういうことを考えると、ロジポール松には、遺伝子の中にちゃんと火事に備える準備ができていているということがわかる。従って火事はびっくりすることではなく、ある種の環境の一部と受けることができるのだろう。

④ 陽樹林（白樺、赤松、ロジポール松など）から陰樹林（白神山地のブナ、椎、檜の仲間など）へ

→陽樹というのは種が明るいところで芽生え、明るいところで育つもの。これに対し、暗い森の下のところでも大きくなることができる木を陰樹という。ロジポール松は陽樹だが、数百年経てば、陰樹が育ってきて、やがて森は陰樹の森に変わってしまうだろう。ところが火事が来て、そこに種子をばらまいておけば、次の世代もまたロジポール松が占領する森にすることができる。植物同士の競争と火事、火事をうまく利用して生存をはかる、こういうストラテジー、作戦がちゃんとできあがっているのである。

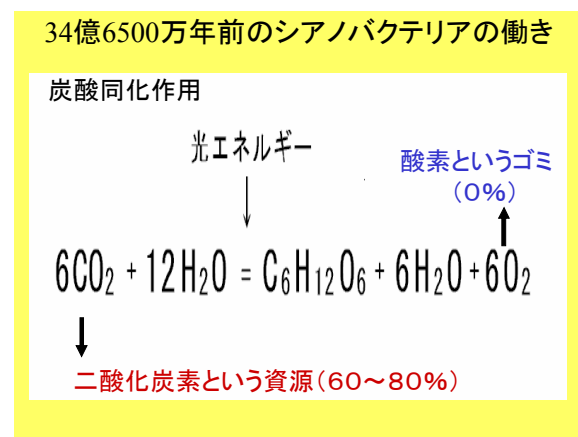
これは、日本で山火事が起こったらどうすればいいかということを言っているのではありません。もしあなたが、森林保安官（レンジャー）だったら、ということを考えてみてください。山火事が起れば、火を消せ、ということになるでしょう。これはある意味で、常識です。しかし今の話を聞いた後なら、さて、この火事は、大切に燃やした方がいいのかも知れない、と考える。このように首をひねることができる、その差は何かというと、自然の法則、あなたがこれを知っているかどうかです。これによって、火事を消すか消さないか、このような判断が 180 度違う場合もある、ということをまず記憶にとどめておいてください。生物学的自然についての科学、生態学（Ecology）についても、耳を傾けて、あるいは目を向けていただきたいと思います。

さて、ちょっと復習してみましょう。いくつかの単語が出てきましたが、それは次の通りです。

（生態）遷移	Ecological Succession
陰樹と陽樹	Shade Bearing Tree / Intolerant Tree
動物の食性	Food Habit
生活場所	Habitat
適応	Adaptation

今度は、ものすごく昔の話をさせていただきます。気の遠くなるような昔ですが、34 億 6 千 500 万年前のお話です。地球が誕生したのが 45 億か 46 億年ほど前。表面の温度が冷えてくると、水蒸気が水となり、雨となって降り続き、やがて水に覆われた地球が誕生しました。海の深いところで、いくつかの元素が複雑に結びついて、DNA、あるいは RNA、いくつかの原始生命体のようなものが生まれ、進化発展して生き物ができあがったのだろう、と言われています。原始生命体とは、今で言えばバクテリアみたいなものと思ってくださって結構です。水をバリアにして、海の底で宇宙からの放射線を避け、静かにひっそりと、そして種が分化して、多くの種類のたくさんのバクテリアが生まれ、地球の海の底にひしめくような状態が何億年も続きました。

そのうち、海の表面の方まで出てくるといふ冒険をするようなバクテリアが出現しました。その生き物は、シアノバクテリアと呼ばれます。このシアノバクテリアは何をしたかというと：



二酸化炭素と水を化合させ、それには光エネルギーが必要としますが、ブドウ糖を作り出しました。そして、水と酸素を放出します。どこかで見たことがあるような化学式かも知れませんが、このことを、炭酸同化作用と言い、今でもすべての緑の植物たちがやっている最も大切な化学反応といわれています。このシアノバクテリアは最初に炭酸同化を始めました。

当時、34 億年ほど前の地球の上では、なんと 60~80%もの二酸化炭素が存在していました。つまりシアノバクテリアにとっては、沢山の水と、沢山の二酸化炭素に恵まれていたわけで、ものすごい勢いで繁殖を始めました。そして、酸素を出しました。

しかし、酸素というのは、有毒な物質であり、私たちの体の中でも、酸素の形によっては悪さをします。この酸素が放出されて、どうことが起こったでしょう。

地球上の海は、倍々で増えるシアノバクテリアで満ち溢れるようになるまでに、それほど時間はかからなかったと考えられます。そして、酸素を嫌う「嫌気性バクテリアの大絶滅」があったに違いないということです。他の生物を危険に陥れたのは、何も 30 数億年後の 21 世紀の人類だけではありません。シアノバクテリアの放出した酸素によって、多くのバクテリアが死に、環境の悪化が続いたことでしょう。

さて、もしこのままなら、どうなったでしょうか。その証拠に、30 数億年たった現在、地球上には、なんと 0.03 数%という量の二酸化炭素しか残っていません。誰がそんなに炭酸ガスをどっかにやってしまったのかというと、シアノバクテリアだけではないですが、それに続く植物たちが徹底的に二酸化炭素という資源を使い果たしました。

今、私たちは地球温暖化に関して、0.034%とか 0.035%という桁で、戦々恐々としていますが、どんなに大きな変動が生物によって地球にもたらされたかということです。そして、だんだん炭酸ガスがなくなれば、シアノバクテリアはどうなってしまうでしょう。二酸化炭素という資源を使い果たし絶滅もしかねません。

そのシアノバクテリアを、滅亡から救ったのは、シアノバクテリアを食べる動物です。バクテリアの仲間なのでこの表現は当たらないかも知れませんが、そういうバクテリアが現れて、シアノバクテリアを食べ始めた。そして反応の逆、二酸化炭素と水を作り出す、ちょうど私たちがやっているようなことを行う動物が現れたわけです。動物が植物を救ったのです。ちょっと極端な言い方かも知れませんが、敵もまた味方、地球共生系というものが始まったということになります。

「不可欠な循環」、例えば炭素の循環みたいな系列は、もうすでに 30 数億年前に出来上がったと考えてください。

オオカミはトナカイを救うという話があります。アメリカの生態学者が、30 年くらい前にやったことですが、アリューシャン列島のセントマシューズ島へ、大陸からトナカイを何頭か持ってきました。敵のいない島の中で、どんどん数を増やしていきました。大体、200 頭分ほどの冬の食料は生成されますが、それを超えたら、なくなってしまいます。冬の中頃に、すべての食物を食べ尽くし、トナカイは全滅してしまいました。

ここにオオカミを放すと、どうなるでしょうか。オオカミはトナカイを食べてしまいます。数のバランスによりますが、少なくともオオカミがいれば、トナカイは、この島でもっと長い間繁栄を続けていけたでしょう。

ちょっと話は横道にそれますが、オーストラリアの西海岸にパースという町があり、そこから北へ600kmほど行ったところにハメルンプールというきれいな海岸があります。海の中に入ってみると、ストロマトライト、シアノバクテリアのコロニーを見ることができます。今も酸素を生成しているのです。その直系の仲間には、「アオコ」があります。酸素を作り、有機物を吸収するという働きで、一般の植物とよく似ていると言うことができます。

II. 故無き差別

地球的規模の話をしてきましたが、もっと身近な、私たちの身の回りの話をします。

最近、ツバメが少なくなってきました。そこで、町の行政関係者や市民が集まり、話し合っ対策を始めました。どうしたらわが町にツバメが帰ってくるだろうか。原因として、巣の場所がない、天敵の存在、大気汚染などいろいろなものが話し合われますが、誰かが、食物がないのではないかと言いました。さて、ツバメは何を食べるかという、虫です。わが町には、健康で文化的な生活があり、虫さんはいなくなっています。そんな中で、やはり餌がないのではないかということで、その「我が町にツバメを取り戻す会」の皆さんは、街角に汚物をおいてできるだけ虫がわくように、あるいは木の枝にたくさんの毛虫や蛾がでるような街づくりをはじめたら、町の人たちはなんと言うのでしょうか。署名もしたし、お金も出した。でもその会がやったことは虫を増やすことだった。ありそうな話ですか、これは簡単な図式です。

ツバメと昆虫とは切り離して存在できない

ツバメ○→むし×

(ただし、虫とは言え、ホタルはいいという人もいる(笑))

虫がいなければ、ツバメは生きられない。これは絶対的な自然の法則です。虫がいなくなれば、ツバメがいなくなるのは、原因がこれだけかどうかはわかりませんが、当たり前の法則なのです。

虫はいらないけれどツバメは来て欲しい、という発想のことを、私はよく「やさしいことほど難しい」と言います。いくつかの○の生物だけを大切にしても、自然を大切にしていることにはなりません。

○と×の生物の複雑な関係によって、全体として一つのシステム(エコシステム、生態系)が作られている、というのはもうお分かりのことではないかと思います。

ここで皆さんに、なぜなぞのようなことを考えてもらいたいと思います。

「すべてのものは個であり、群でもある」という議論があります。例えばカエルについて説明するという場面を想像してみてください。まず解剖し、血液、心臓や筋肉などを細かく説明して、これが全部集まるとカエルという生物になります、はい、これがカエルですといっても、それでは理解できません。

哲学的な言葉で申し訳ないですが、「属性の創出」という言葉があります。つまり、集団は単なる個の寄せ集めでは無いということです。カエルは心臓や筋肉などをただ単に集めただけの物ではない。カエルの例でお話すると、なるほどと思うかも知れませんが、私たちの周りを見たととき、部分を見ただけで全体がわかったような気になる過ちをおかしたことはありませんか。事物の理解というのは、部分をどんなに理解しても、全体の性質はわかりません。

私たちの周りには、ある種の「まとまりの系列（レベル）」、分子—細胞—組織—器官というレベルが集まって、一つの個体を作り出しています。『すべてのものは個でもあり群でもある』というなぜなぞのような言葉がありますが、私たち一個体というのは器官群なわけです。個体が集まって個体群（population）ができ、その個体群が集まって、生物群集（community）というものになります。そして生物群集が集まって、やがて生態系（ecosystem）を形作るわけです。

抽象的な議論ですが、ここまで理解してもらえれば、この後の議論もすっと理解していただけると思います。

そこで、皆さんにうかがいたいと思います。巣箱をかける、あるいは自然保護ということがよく言われます。巣箱をかけてはいけない、という議論ではありません。ただ、ほかの鳥からは、「なぜ、あの鳥だけ？」という声が聞こえてきそうです。

かわせみの保護も同様です。魚たちにとっては、迷惑で、かわせみの餌のために存在しているのではない、と言うでしょう。

まだあります。一日外に出て、動物を勉強したり、植物を勉強したりして、親御さんが満足して子供たちに、「自然」を勉強しましたね、というふうに言います。しかしこれは、自然観察でしょうか。自然の中での勉強ではありますが、動植物観察＝自然観察ではありません。

トキの保護をしている人は、鳥の保護をしているのであって、自然保護をしているのではありません。これは、ある鳥を保護することによってほかの種が減びることもある、ということで、こういうケースもあっても不思議ではないのです。

次のものはご存知ですか？ある人は、学名まで知っていたりします。

- ・ ヤンバルクイナ
- ・ ジャイアントパンダ
- ・ トキ

一方で、これはどうですか？

- ・ ハキダメギク
- ・ ギシギシ
- ・ ムラサキカタバミ

一生のうちにめったに見ることの無いものについては詳しいけれども、身近なものについては知らない、名前も知らないのです。変だと思いませんか。

それは貴重な自然だと言われることがあります。でも、貴重な自然とはなんでしょうか。

1種類の生物の生存のためには、自然の「セット」が完備していなければなりません。「沢山の生物はいるが、特筆すべき貴重な種類はいない」という建設現場の調査結果が出たとして、建設を進めていいのでしょうか。「貴重な自然と貴重な種」というのは、レベルが違うわけです。どちらも大切だというわけではなく、どちらも大切です。ただ、レベルが違うので、ごっちゃにしてはいけないということです。

ではここで、もう一度おたずねします。あなたは、自然を大切にできますか？沢山の虫たちと仲良くできますか。あるいは、あなたは自然が好きですか？

微妙な質問ですが、ちょっと心の中にとっておいて欲しいと思います。

III. 帰っておいでホタル

また、ツバメの例と似たようなこととお話ししましょう。全国でありそうな話だと思ってください。ホタルの復活は、うまくいくのでしょうか。

昔ながらの川に戻すために、水をきれいにし、石ころをしいて、周りに植物をいっぱい植える。そしてホタルの幼虫を放します。これだけではだめなので、ホタルの餌となるカワニナ、そしてカワニナが生きていくための生産者、植物も用意します。

これだけそろえると、確かにホタルは生まれ、数年後にはホタルであふれるでしょう。みんな大喜びです。しかし長く続くでしょうか。あるとき、突然少なくなってしまった。よく見ると、川底にヘドロがあります。そこで、ボランティアが集まって、川をきれいにしました。それだけでなく、カワニナがいなくなっていたので、近所の田んぼから持ってきました。

その瞬間、私たちはホタルを復活させたのではなく、ホタルの飼育を始めたことになります。ホタルの飼育場を作っているのです。

ホタルが増えすぎたら、ホタルの捕食者をつれてこようとしています。そうしたら、その捕食者の捕食者を用意しなければならない。するとホタルの捕食者がみんな食べられて、結局ホタルが増えます。ホタルの捕食者の捕食者は餌がなくなって、結局全滅してしまう。つまり、このような単純な食物連鎖では全体をコントロールすることはできないというわけです。

失ったものはいったい何なのでしょう。答えは簡単です。「ホタルのエコシステム（生態系）」を壊してしまったのです。少なくとも私の知っている限り、ホタルの復活に成功した川は、日本全国たった一つもありません。もしホタルが出ているとしても、そこではずっと餌を供給し、川底を掃除する、ずっと手をかけていかなければならないのです。

昔のふるさとでは、何もしなくても毎年ホタルが生まれてきました。自然の小川からは毎年ホタルが生まれてきた。そこには、「ホタルエコシステム」がきちんと機能していました。今は、やってはいけないということではないのですが、ホタルが生まれてくるのはホタル園からです。ホタルを復活させたのではなく、ホタルを飼っているのです。

システムを壊すということがどういうことか、ピンとくるでしょう。これまであげた視点で自然との取り組みが展開されていますか。Yes、No どちらでもいいのですが、視点が違っていたら、ホタルを飼っていて、ホタルの復活に成功したということは、逆の意味ではあってはならない、ということです。なくなってしまったものは仕方がない、と思われるかも知れませんが。

IV. ドブの中の自然

私は方々へ旅することが嫌いではありません。先週も九州の有明海で、ムツゴロウなどを見してきました。地方の都市などへ行くと、よくどぶがあります。どぶのほとりで、棒か何かでかき回して、しゃがんでみる場合があります。親切な人は「何か落としたんですか」と聞いてくれることもあるのですが、そうではなく、かき回してみると、いわゆる赤虫の幼虫などが出てきます。ユスリカです。あるいは、東京では少なくなりましたが、イトミミズが揺れていることもあります。このようなどぶを見ていると、と嬉しくなるのです。

「自然を見る目」こんな視点で考えてみたいと思います。どぶの中にも自然があります。そこには、いわゆる汚染の生態系が見られます。

- ・ ユスリカが生活し、イトミミズが揺れるどぶ
→これらは、汚染生態系の担い手、汚いところが好きです。
- ・ 白いぬるぬる、バクテリアの群落
→水に溶けている物質を分解する強力な分解者として働きます。
- ・ 側壁などに生える植物、カタバミ、ギンギンなど
→分解されたものを水界から陸上へ運び、それを虫たちが食べ、それを鳥たちが食べるという、一つの物質の循環、サイクルがどぶを中心に行われています。

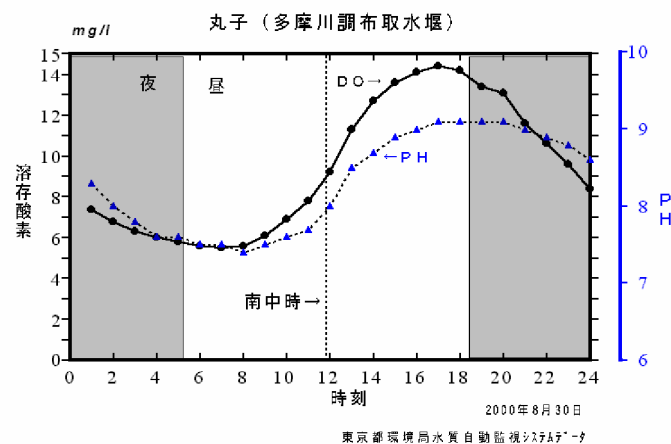


どぶをさらえといっているのではありません。どぶにも自然があることを理解できるかどうか、ということです。生物は外の世界を変えていきます。そして外の世界は、また生物に影響を与えるのです。

日変化から読みとれるもの

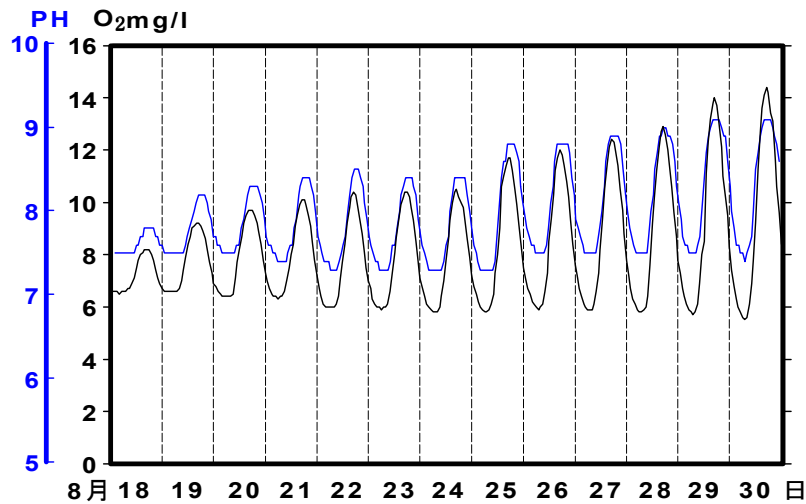
明(昼間)での増加

暗(夜間)での減少



多摩川での溶存酸素の一日の移り変わりのグラフですが、昼と夜でこれほど違います。太陽が上がると、なんと 14mg/l を超えています。昼は増加して、夜はぐっと少なくなってきます。そこにいる植物プランクトンたちが昼に酸素を生成し、日が落ちると、動物たちがそれを使用する。こんな風に生き物は、常に外の世界を変えているのです。

多摩川（丸子）溶存酸素・P Hの日変化
2000年8月18日～30日



多摩川丸子日変化

同じ多摩川ですが、2000年の8月18日～30日までの溶存酸素（D.O.）の変化を見たのが次のグラフです。8月15日前後から大雨が降って、プランクトンなどがみんな流れてしまったんですが、生物の働きが少なかったのが、日を追う毎に回復してきました。彼らが勢力を盛り返してきた様子が、外の世界の変化からはっきりと読みとることができます。

昔、砂漠を豊かな自然と表現したウォルト・ディズニーの「砂漠は生きている」という映画がありました。同じように、汚いどぶが、ユスリカにとっては最高の住みやすい場所です。汚いからきれいにして、アユが住めるようなきれいな川にしてしまったら、ユスリカの居場所はなくなってしまいます。

かつてペンギンの足にタグをつけて、個体数を数える仕事をしましたが、たくさん集まって、楽しそうなんですね。一緒に飛び込みたくなってしまうんですが、それは危険です。海水の温度はマイナス1度、かわいそうだから暖かくしてあげると思って、ペンギンの泳ぐ水を温かくして、何か着るものを着せたら、ペンギンは喜ぶでしょうか。いや、あの冷たい水こそ彼らにとっては天国でもあるのです。

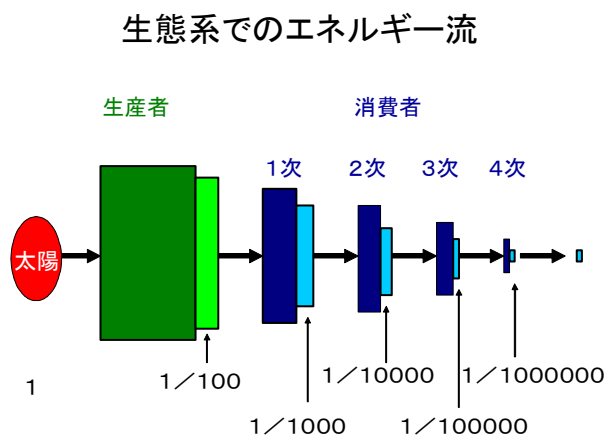
ディズニーは「砂漠は生きている」で砂漠に適応したへびや乾燥地の昆虫たち、美しいサボテン類を撮って紹介しました。砂漠は豊かな自然なのです。これらの生き物がかわいそうだと、もし水をまいたらどうなるでしょうか。

何度も言いますが、これまであげた視点で、自然を見えていますか。最初にあげた自然の法則性、心の中においておくと、私たちと自然との距離が近くなる、あるいは理解が深くなります。

ときどき、「地球には何人住めるか」という質問を受けることがあります。

ますが、その代わりに、私はこう応えています。私たちは、一次消費者であるか、二次消費者であるか、どの栄養段階に属するか、つまり何を食べるかによって、数値は大きく異なってくるのです。

先ほどエネルギー流の図がありましたが、トンボの池の近くに必要なる虫の量はどれくらいかというと、トンボの20～100倍くらい。利用可能なエネルギーは、栄養段階毎にどんどん減っていってしまうのです。



V. 物質の循環

今回、私が話をさせていただいたお礼に、「ダイヤモンドを貰う会」というのを始めたいと思います。会費は一万円ずつ、入り口においていってください。高いと思われるかも知れませんが、ダイヤモンドを一つずつ差上げます。

一つだけでなく、今月一つ、来月にも一つ、再来月にも一つ、みなさんが生きている限り、毎月一つずつダイヤモンドを差上げます。会費は、入るときに一万円。どうして三島はそれほど金持ちなのかと言われるかもしれませんが、そうではありません。

会則に小さく「次の月には他の人にあげなくてははいけません。新しいものが次の月にはもらえます」と書いてあります。

会員が 30 人いたとしたら、30 万円で、31 個のダイヤモンドを用意し、毎月毎月、一つずつあげていきます。ぐるぐると一回りしたら、最後には私に返してください。そうすると、会員の中でぐるぐると循環するのです。

これは、毎月でなくても、一時間毎でも同じです。ばかばかしいと思うかもしれませんが、先ほど、エネルギーは一方通行と申しましたが、物質は循環しているのです。

さて、ある人から相談を受けました。ゴミをミミズに分解させると、肥料にもなり、都合いい。そこで、これを実践していたら、ミミズが増えすぎてしまった。いったいどうすればいいか。

こういう質問を受けるのは大好きなんです、私は「それなら、ミミズうどんにして食べればいい」と答えます。人が食べるというのは、非常に都合がいいのです。

ミミズうどんなんて、あまりおいしそうではない、と言われます。そういうときは、西丸震哉さんという食生態学者の本に書いてあることを紹介します。鯨の解体場で仕事をしていたら、あるとき、うじがわいていた。捨てようと思ったが、待てよと思い、うじをハンバーグ風に調理し、ちょうど視察に来た役人に、新しいタンパク源として開発に成功したと付言して食べてもらった。原料はどうしても言えないということで、とにかく食べてもらおうと、非常においしいと言ってたいらげてしまった。これはすごい、今まで捨てていたものから新しいタンパク源ができた、全国に普及させようということで、お役人は何とか原料を聞き出したところ、トイレに向かって飛んでいった。そういう話が出ています。

まあ、人間が食べるのが難しいなら、コイに食べさせればいいわけです。そしてコイが増えたら、ワニに食べさせる。そのワニの肉は、北海道に行って、ミンクに食べさせればいいのです。ミンクは毛皮として非常に高く売れるかもしれない。でも、ミンクの皮をはいだ後、骨や肉はどうすればいいのでしょうか。これでは、どこまで行ってもきりがありません。

そこで、ミンクを肉団子にして、ワニに食べさせるとどうでしょう。ここで「リサイクル」が起きます。ワンウェイー方通行から、一つの循環の経路に乗ったのです。これで解決します。

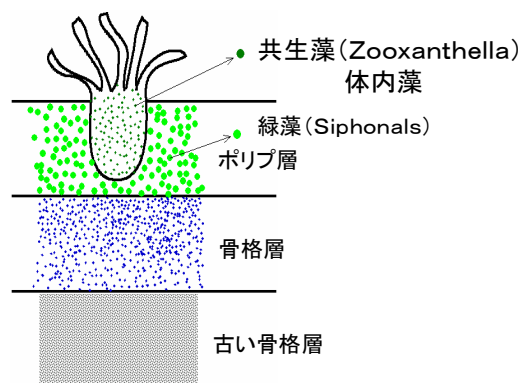
人間はリサイクルという言葉を使いますが、自然では、30 数億年前から、物質は生き物を通じてぐるぐると回っているのです。

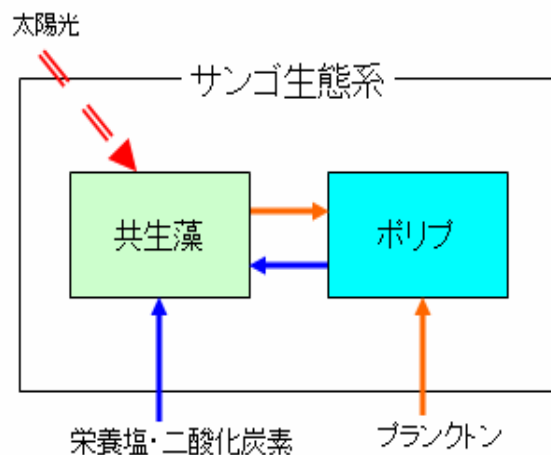
昔、珊瑚礁について、ヨハネス（1970）という人がおもしろいことを言いました。「珊瑚礁はすべての生物群集中、生物学的にもっとも生産的で、分類学的な多様性に富み、そして、もっとも美しい。」非常に生産性が高く、島も作ってしまいます。

ある時、水族館で不思議なことが起きました。珊瑚を拾ってきて、水槽の中に入れておきました。一ヶ月後に見てみたら、水はフィルターでこしているのに、餌がないはずなのですが、その珊瑚は大きくなっていました。はてな？と思うことは、いいことです。はてなと思って、次のようなことを見つけ出しました。

サンゴのポリプには緑があります。要するに体の中に植物が住んでいて、体の中で植物と動物が共生しているというわけです。サンゴ生態系といわれるようなシステムがあります。共生藻は、太陽光を取り入れて、光合成をします。それを、ポリプが利用する。ポリプはプランクトンを食べます。その排泄物は、共生藻の栄養分になります。このような循環系を作っていて、だからこそ、島まで作ってしまうのです。

サンゴのポリープ





自然のシステムではないんですが、工場→化学肥料→農村（生産者）→都市（消費者）→廃棄物・し尿→海へ流れるというワンウェイ、農村から都市への一方通行があります。しかし昔は、もう一つ別の矢印がありました。都市から農村へ、尿尿を肥料へまわしていたのです。

エネルギーというのは一方通行なんです。それに対して、物質は循環しています。当たり前のことなんですが、これによって 30 数億年も、生き物は繁栄をしてきました。

早く回るものを生物学的循環、長い時間、大きなスケールで回るものを生物地球科学的循環といいます。そういう循環の中で、ある「たまり場」に入ってくる量が多くて、出てゆく量が少なく、その物質質量が多くなる。これを、ユートロフィケーション、富栄養化といいます。

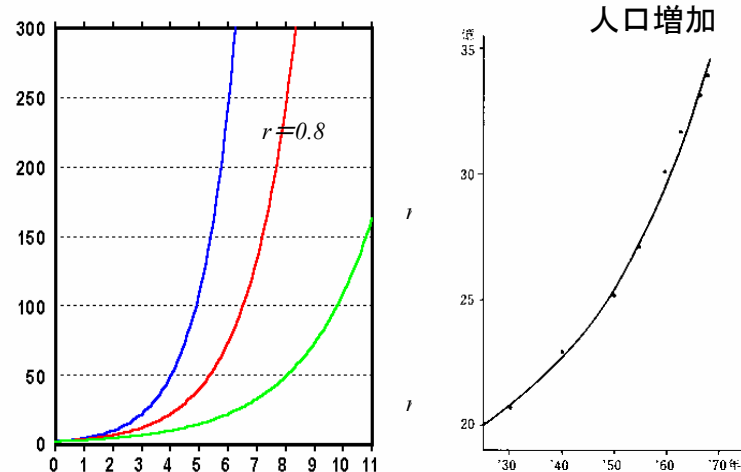
物質の循環、これは当然、再利用の問題ということです。物質がぐるぐる回る中で、人間が生まれてから、ある種の問題が出てきました。人が作り出したいくつかの物質は、自然が分解しないのです。

水中に残る DDT（殺虫剤）は 0.00005ppm と微量でも、プランクトンには 0.04ppm、それを食べているハヤには 0.23ppm、それを食べるカワカマスには 1.33ppm、そしてそれを食べるカワウには 26.4ppm、水中濃度の実に 528,000 倍もの DDT が、濃縮されていました。

生物学的濃縮について言えることですが、ピコグラムという言葉聞いたことがあるでしょうか。1 ピコグラム=1/1,000,000,000,000 グラムです。DDT の議論の頃には 100 万分の 1 くらいでしたが、今は 1 兆分の 1 グラムの議論をするようになってしまいました。50m x 20m x 1m のプール、1,000 杯分の水に 1 グラム、100 万トンの水に 1 グラムです。こういうレベルで話さなければならなくなっているわけです。ですから、こういう物質をどうするかというのは、非常に問題です。

ありきたりの議論ですが、「捨てればゴミ、集めれば資源」ということがよく言われます。公園や道路の樹木は葉を落としますが、人はきれいに掃除します。でも、もし樹木が声を出せたら、なぜ落ち葉を持っていってしまうんだ、というでしょう。日比谷公園では、落ち葉をまた樹の下にしています。物質はどこに持って行って、どうやって循環させるか、このことが非常に重要なのです。

個体数増加モデル $N_t = N_0 e^{rt}$



生態学では、個体数増加モデルが取り上げられます。人口、あるいは生物の数は、こんな風なカーブで増えるのです。こういうことも、ちょっと頭に残しておいてください。

考えてみましょう。すべての動物に、とてつもない増殖力が秘められており、毎年それが働いていることを考えなければなりません。また、無数の種子が、来る年も来る年も、さまざまな巧妙なやり方で地球全体にばら撒かれていることを考えなければなりません。みなさんが食べる「たらこ」には、何個の卵があるかを考えてみてください。すべての卵が「タラ」になれるわけではありません。こんなに大きな増殖力を持っていても、ある地域に住むどの生物のパーセンテージも、平均するとほとんど一定していると考えてまず間違いありません。無限に増えることはできないようになっているのです。チャールズ・ダーウィンが 150 年以上も前に言ったことです。

「もしも人間が人間自身をチェックしなければ、自然の法則が人間をチェックするだろう」
 私たちはあらゆる病気に勝つために、大変な努力をしていますが、私たちが私たち自身をチェックしなければ、有限の地球、空間、物質、エネルギーの中で、やがて大きな責任を負わされることになるでしょう。調和とバランスの世界へ、21 世紀には考えていかなければなりません。

これについて、こういう話もさせていただきたいと思います。50 年程前、人間と細菌の戦いは、ペニシリンを手にしたとき、人間の大勝利だと思われました。しかし「耐性菌」が生まれたのです。

1941 年には、1 万ユニットのペニシリンで肺炎は完治しました。しかし 50 年後、1995 年には、2400 万ユニットを投与しても、患者は死亡してしまいます。一体、勝ったのはどちらなのでしょう。

アメリカの疾病管理予防センターの医師が、冗談のような感じだと思いますが、耐性菌が蔓延したら、よほどの重病にかからない限り、家にいた方が安全だ、病院には強力な耐性菌いるから、と言いました。

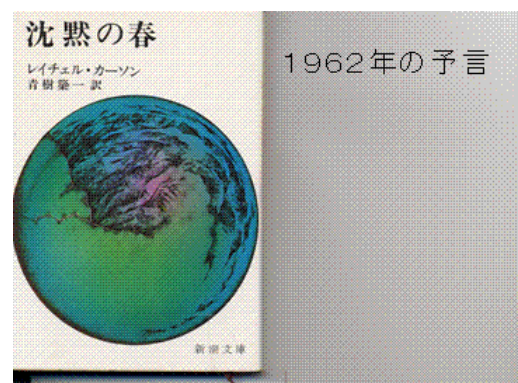
さきほどの DDT、殺虫剤の投入によって、人間は昆虫に勝利したと考えました。しかし最大の被害者は、人間かもしれない。

アメリカ南部では、綿畑で、1941 年、DDT を使用してあらゆる昆虫、鳥を駆除し、無生物地帯を作ることに成功し、たくさんの綿を収穫できました。しかし翌年、近在から「*Heliothis* 属」という蛾が綿畑に侵入し、どんどん綿を食べ始め、新しい害虫になった。これはいけないと、もっと大量の DDT を投入、またアルドリン、クロルデンなどいろいろな殺虫剤を使用し、サイクロデン、有機リン酸、カルバミン酸塩、ピレスロイドなども使いましたが、すべてに耐性ができ、多くの害虫が綿畑に侵入するようになり、この畑では、作物はもう作れない状態になってしまいました。

昔は、20%くらいは虫に食われましたが、8割くらいの残りは手に入れることができました。20%くらい仕方ないということで、食べられてもいい、自然に戻したら、残りの分はずっと人間が収穫できたでしょう。

こんなことさえ考える世の中に、最近はなりつつあるんだということです。

今から 50 年ちかく前、1962 年、農薬の害を、レイチェル・カーソン、もともとは海洋学者の女性なんです、今日の地球を预言するような「沈黙の春」という本を世に送りました。



先年、英国で世界生態学会議が開かれたとき、泊まったホテルにメモが置かれていました。「みんなが手を貸せる環境保全に役立つちょっとしたことがあります。例えば、タオルを何回も使うことで洗濯に使う化学薬品の量を減らせるのです。タオルをもう一度使ってください。タオルかけにそのままかけておいてください。新しいものにお取り替えをお望みの場合は、バスタブ内に置いてください。このようにすれば、このホテルでのお泊まりが地球の負担になりません。」このとき、私は感激しました。チェックアウトの際、フロントに、同じタオルを使ったので、いくらかディスカウントにならないかと聞いて、断られましたが、このような呼びかけはホテルにとっては洗濯代の節約になります。

同様に、スーパー、商店等買い物かごを持参することは、容器代、包装代の節約になります。企業の増収にもつながり、イメージアップにもつながります。自然に優しい、地球に優しい企業として、前向きに取り入れられます。

ある日、できるだけ物は大切に使ってください、という広告が朝の新聞の広告に出ていたとします。

「お使いの自家用車、大切に永く使って新車のご購入はできるだけお控えください。（〇〇自動車株式会社）」

「ほろびなどは、こまめに繕って、世代を重ねてお召しください（〇〇洋裁店）」、このような広告が期待できるでしょうか。こんなことをしたら、経済は停滞してしまう、といった議論があります。一方で消費の拡大が希求され、他方ではできるだけ大切に使うことが呼びかけられる。このような矛盾があります。社会全体のことかもしれませんが、「大切に使って」ということについても、背後に解決しなければならない大問題があるということです。

消費の拡大を求める社会へ、今ではないが、未来に向かって、疑問を持ちましょう。自然を大切にという声はいくらでもあります。調和と平衡のある社会へ、地球へ、「はてな」と思ってもいい社会が近づきつつあのではないのでしょうか。

VI. 雑草と呼ばないで

（参考）雑草と呼ばないで ー私たちは野草ですー
【筑波大学新聞「筑波時評」より＝1990年9月14日付】

都会の片隅のちっぽけな庭に咲いたタンポポ。舗装の何ミリかの割れ目の土に根を下ろしたハコベ、それぞれが懸命に生きようとしています。花を終わったタンポポは綿毛の付いた種子を、新しい住み場所に送り出します。そのうちの何粒が無事に根を下ろし芽を出せるでしょう。土を失った都会ではそれは気の遠くなるような少ない確率でしかない筈です。

運良く根づいても目敏くみつけた人に、雑草が生えてきたと抜き去られてしまいます。足に踏まれるなら諦めます。人が通るところに生えた私達が悪いのだと考えることにします。田畑に生えて農作物と競争することもあります。そんなとき、人が農作物に味方しても仕方ありません。人が使わない空間にひっそりと生えた私達を、人間の皆さんはなぜ引き抜いてしまうのですか。そんなに嫌いなのですか。なぜそんなに憎らしいのですか。私達がどんな悪さをしたというのですか。悪さをするどころか私達も立派な緑です。

空き地を緑に埋め尽くした私達に除草剤が撒かれます。無残にも黄色く枯れてしまった私達の姿を不気味と思いませんか。春の陽を受けて、輝くように新緑を広げる私達の姿を美しいと思いませんか。枯れ草の原っぱの方が人は好きなのではないでしょうか。

森のない森林公園

人間に直接の影響を及ぼさなくても、ただ醜かったり、気味悪かったりするだけで多くの動植物が迫害を受けているのです。そんな理由だけで殺されてしまう生物達が哀れでなりません。綺麗で可愛らしいという理由で、一部の動植物だけが依怙贖罪されることも問題です。

かつて人類は、自然と戦い、自然を征服しようと懸命な努力を続けてきました。生活空間のどこかに草が生えたら抜く、虫が出たら殺す、そんな行動はその時代には生きるための大切な知恵であったでしょう。しかしそんな行動や思考の名残が、現代にも色濃く残っているとしたらおかしいとは思いませんか。

公園には樹木は沢山生えていても、森はありません。落ち葉は集められ、下草は刈られ、次世代を担う実生や低木は抜き去られてしまいます。害虫の駆除のため撒かれる殺虫剤はすべての昆虫やクモを殺してしまいます。落ち葉は森の肥料として、また土壌の保水などに役立ち、虫は訪れる鳥達の食物となります。鳥や獣、落ち葉や下草、低木までもが揃ってこそ、はじめて森と呼ばれるのです。私達は森が嫌いなようです。森林公園と呼ばれる地域にも森がなくなりつつあります。

自然とのつき合い方

ゴルフ場の農薬の是非が論議されています。しかし残念なことに、なぜゴルフ場は芝生でなければならないのかの論議はまったくありません。短く刈り込んであれば、芝生でなくてもプレイに差し支えないはずですが。多彩な植物群で構成されたフェアウェイは害虫や気象変化にきわめて強くなります。春夏秋冬、それぞれの季節にその土地に特有な植物群が花開くゴルフ場は、とても魅力的ではないでしょうか。ゴルフは自然の中でのスポーツだった筈です。

このような疑問の輪を広げて行くと、さまざまな矛盾の解決のためには、自然を見つめる私達の目、そして自然についての本質的な理解とつき合い方を根本から変えて行かなければならないことに気が付く筈です。今、そんな時が来ているのです。

河川敷に生えた樹木は増水時に流されて、橋や堰などに引っかかり、大きな災害をもたらすとされ、その様な樹の生育は許されません。しかし、もし私達が樹木を本当に大切だと思うのなら、洪水のとき樹木が流されても大丈夫なような橋を作れば良いのです。従来はこんな考えは一笑に付されてしまったでしょう。自然に優しい工学、すなわち生態工学の視点に立てば、このような発想がなされます。樹木の存否は当然のことながら、私達がどれだけそれを大切だと考えるかにかかっているのです。

価値観の転換必要

自然を大切にという声が合唱のように大きく響いてきます。しかし自然を大切にするということは、単なる感情や愛護運動ではありません。私達の生活も含めて、価値観の転換が求められているのだということを意識すべきです。人間にとって何が大切かの選択が求められているのです。

生物的自然を愛し、生物達との共存を考えるなら、気味悪い虫でも、もう虫ケラなどと呼ばないで下さい。私達は立派な野生動物なのです。道端のさまざまな植物も大切な緑です。美しい野草です。もう雑草と呼ばないで下さい。小さなことのようにですが、こんな発想が地球と人類の未来を保証することにつながるのです。



さて、近所の家の玄関前に雑草が生えています（写真左）。足に引っかかるということもなさそうですし、多くの昆虫がこの草むらを求めてやってくる可能性もあります。都会のヒートアイランド現象の防止、酸素の供給にも少しでしょうが寄与しています。門前の自然を大切にしましょう、と思っていたら、次の日、全部抜き取られ、コンクリートむき出しになっていました（写真）。草が生えることは見苦しいと思う人が大多数なののでしょうか。しかし、都会の野草の群落を失った玄関前、きれいになったと言えるのでしょうか。

この写真は、地面に水が浸透するように、循環するように作られた川崎市の生田緑地の駐車場です。車に不便はなく、たくさんの植物を見ることができます。

雑草と呼ばないためには、見えない自然の働きの理解と、価値観の転換が必要です。雑草のある門前とコンクリートで固めた門前、どちらが美しいでしょうか。価値観の大転換をしなければ、後者の方を美しいと思ってしまうでしょう。



目に見えない自然の働き、みなさん、見えますか。これは環境省の子供向けのパンフレットですが、樹冠の直径 5m ほどの樹木のはたらきは、

- ・ 家庭用クーラー一台（8 時間運転分）の冷却効果
- ・ 年間に 125kg の二酸化炭素を吸収（=自動車 が 600km 走ったときの二酸化炭素）

です。樹齢 30 年の一本の木を失ったとき、これらの働きが失われてしまいます。伐ってしまった樹を買ってくることはできません。たとえ何億円払っても、人類は 30 年待たなければその樹を取り戻すことはできません。その間、その樹の働きは地球から失われてしまうのです。

枝が引っかかって電線が切れる、ということがあるとしします。何年かおきに、永久に剪定し続けるのか、電線を地中化するのか。一時的な投資がありますので、どちらがいいか、決めるのは困難かもしれませんが、でもどちらが経済的で、どちらが賢明な選択か、考えなければいけません。

生活の中の自然保護として気づくことは、次の通りです。

- ・ 窓辺の蛾、大切にしていますか？
- ・ 空き地や庭の緑、雑草ですか？
- ・ 空き缶は虫を殺してしまう。拾っていますか？
- ・ 依怙最眞（えこひいき）をしていませんか？

多摩川で、河口から源流に向かうに従って、燈火に集まる蛾は種類だけでなく、数も多くなります。あなたの家に、もし、一匹の蛾も飛来しなくなったとき、それを自然の赤信号として感じる人が一人でも多くなってほしいと思います。

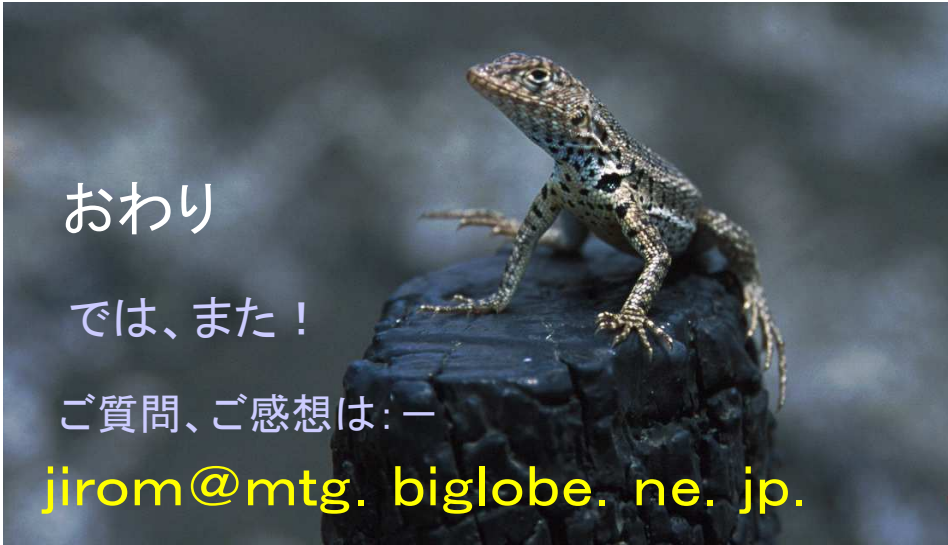
VII. 人類は恐竜に追いつけるか

恐竜は1億年も栄えていました。人類が生まれてから400万年です。人間らしい生活をしてからは、たった1万年、化石燃料を使い始めてからは、ざっと300年くらいです。こうなってくると、私たちは恐竜に追いつけるか、心配になってくるでしょう。

「進歩しないという進歩」という10年程前に書いた文章に目を通してみてください。今、私たちは、地球の上で調和と安定を求めなければなりません。

人間は何でもできるかも知れませんが、自然がやってくれることは自然に任せたらいいのはいか、これもまた、人間の知恵と言えるはずです。

エコロジーとはいったい何なのでしょう。内容には詳しくふれていないのですが、みなさんの中に、地球の未来、あるいは人類の明日に、自然とのつきあいについて、ふと大きなクエスチョンマークが心の中にできれば、私の今日の話は大成功と考えたいと思います。



おわり

では、また！

ご質問、ご感想は：－

jirom@mtg.biglobe.ne.jp

【質疑応答】

Q. 人口問題をいわれましたが、地球にキャパシティがあつて、ほかの星などを開発したりすることは見込めないとしたときに、「人間の活動自体も自然に任せなさい」と、そこまで言い切れるのでしょうか。

A. いや、人間は人間自身がチェックしなければいけません。未来のある時点で、食料が足りなくなります。そういうことになると、日本のような島国では、6 千万人くらいが適正といった限界についての論議が行われなければなりません。少子高齢化の現代、子供を増やせと行政の方は努力していますが、人口の調節、限界の理解という意味では、ご婦人方がなるべく子供を作らないようにしている、現今の社会のあり方は、いい傾向が出てきたなと評価できます。

もう一つあります。自然科学的でなく、私の領域ではないのですが、文系の人が多い桜美林大学で、人間の幸せは何なのだろうとよく議論をしました。より多くお金が入り、より多くのものを食べる。もっと多くを食べたいから、カロリーゼロなど、栄養の無いものが良い食物として評価されるのは、人間の墮落ではないでしょうか。

いわゆる先進工業国では（もしかしたら日本でも）、かなりの人が太っていますが、なるべく栄養の無いものを食べようとする価値観があります。世界には食物が十分に食べられない人もいるのに、身に余る程食べて、太ってしまったから栄養のあまり無いものを食べるというのは、幸せなんではないでしょうか。

ものが豊かであれば幸せ、という時代はもう過ぎていることに、人々は気がつきつつあります。裸で生活し弓矢で生きていた原始時代と、私たちとどちらが幸せかということも議論されるようになってきました。

Q. 先生のお考えに共感しますが、実際の生活の中では難しいと思います。今のその考えにどっぷり入るには、仕事も変えなければならない。暮らしも変えなければならない。いったいどこからやっていけばいいのでしょうか。

A. それは、わりあい簡単なことだと私は思います。貧しい人に、可哀想だからと 1000 円を上げました。月収数百万円の人に、1000 円あげても、それほど喜ばれませんが、貧しい人は涙を流して喜びます。1000 円で喜べる人と 10 万円でも喜べない人と、どちらが幸せでしょうか。

中国の荘子という人が 2000 年以上も前にすでにこのような事物の理解について似寄りの議論をしています。

例えばリニアモーターカーが開発され、東京から大阪まで 1 時間で行ける時代になったら、新幹線で 3 時間もかかった昔の人たちは可哀想な人たちだったと言うことになるのでしょうか。それぞれの時代の人それぞれに幸せに生きていて、気持ちはひとつも変わらないかもしれません。

いずれにしても、「どこまでいけば満足なのか」、と考えていただければいいと思います。