

SOAR-IR 10,000 件記念論文インタビュー

2011/4/22

附属図書館情報システム G

信州大学機関リポジトリ『SOAR-IR』に登録した論文数が、この度、2011/4/19 をもって 1 万件に到達しました。1 万件目の論文として、信州大学環境科学研究会発行の『環境科学年報』の最新号に掲載の、信州大学理学部 藤山静雄先生の論文『[ヘイケボタル幼虫の生存と発育に及ぼす生息密度の影響](#)』の登録が完了しました。また、藤山先生への記念インタビューを行いました。

Q1: まず、1 万件という掲載論文数について、コメントをお願いします。

偶然とはいえ、1 万件という節目の数字にあたることはすごいですね。滅多にないことだ。こうした記念の論文に拙著を取り上げていただきありがたく思います。また、図書館がそうした数まで信州大学の研究成果を積み上げて来たということは特筆に値します。

Q2: 藤山先生のご専門分野を教えてください。

私の専門分野は動物の生理生態学で、特に昆虫や動物が環境にどう適応して生きているかを研究しています。例えば、アゲハチョウやモンシロチョウなどは蛹で、蚕は卵の形態で冬をすごすなど、色々な昆虫が越冬を決まった成長段階ですごすが、以前それは寒いからそうなるのだと思われてきた。ところが現在は、昆虫が季節にあわせて活動するためにそのようにしているのだということが分かってきた。天気予報で明日の気温が正確に予想することはまだ出来ないのに対し、1 日のその場所の昼間の時間の長さはどれだけかということは、地球の公転、自転などとの相関で、実は 1 万年先でも 1 分以内の誤差の範囲で正確に推定することが出来るが、生物は日長のその正確さを利用しているということが分かってきた。

生物がそうした季節にあわせた活動をするために必要な日長の計測には、学習ではなく『遺伝』により獲得している事が理解されてきた。例えば、ヨモギハムシと言う同一種の昆虫であっても、北海道に生息しているものは 9 月から越冬準備を開始するのに対し、信州のそれは少し遅れ、11 月に越冬準備を開始する。こうした昆虫種を別な土地環境に連れだし、放したとしても、環境の変化に対応出来ず死滅してしまう確率が高いことが、学習により獲得できている性質ではない、ということを証明している。我々が親切心などの安易な気持ちで、昆虫達を大きく異なる環境に移動させてはいけないゆえである。

地上の虫はかなり正確に季節(太陽の日照時間)を反映して生活しているが、それを説明するこの説に対して異論はほとんどない。では太陽光の届かない土中の虫に対しては、どうだろうか? 反論があるかもしれない。地上の虫、例えばモンシロチョウでは冬に成虫が見つかる確率はほとんどなく、それこそ冬にモンシロチョウが自然下で飛んでいるのを見つければ大発見となるが、土中の虫を見ると、

季節に関係なく、同一種でも大きな幼虫もいれば、小さな幼虫もいたりする。そこで地中の虫は季節など関係なしに適当に生きているかという、そうではない。地中の虫も、例えばセミやカブトムシなど、成虫は地上に出てくるタイミングを誤れば、死活問題になる。誤った時期に出てくる個体がほとんどいないことから、なんらかの手段でもって適当な季節の到来を正確に知る術を持っているのではないかと仮定出来る。

そしてその指標とは、地上の『日照時間』と異なり『温度』であることが分かって来ている。では、私がその指標が『温度』であるということを解明したきっかけについて説明しましょう。

学生時代指導教官に「藤山はコガネムシの飼育をしなさい」とテーマをいただいた。本当はコガネムシの飼育などしたくなかったのだが、飼ってみると段々とコツが分かってきて、うまく生育させることが出来るようになった。ただ、幼虫を比較的早く大きく育てることが出来ても、あるタイミングで、あまり変化の見られない状態が始まり生育が止まってしまったように見えた。それはどうも休眠現象と呼ばれる現象にあたってしまったということが推定された。そこで私は、その原因に対し先般述べた仮説を立て、コガネムシの幼虫に対し低温処理を施した。結果、低温処理を解除されたコガネムシが生育を再開し、次の成長段階、蛹に入ることを初めて発見できた。従来誰も明確に説明することが出来なかった、土中の虫の温度による生育速度の変動(季節感知能力)とそれを用いて羽化タイミングを決定している、更にそれは遺伝的な性質であるということを発見し論文化し、私は博士号を取ることが出来た。

補足すると、土は比熱が高く、温度変化はゆっくりとしているので、深い所にいると年周期の変化が良く分かる。昆虫にとっては季節を判断する信憑性の高いデータとなっていることがあげられ、また、地域により変化の性質が違うため、それを当該地域に生息する昆虫群は遺伝的にそれに合わせる能力を獲得しているということである。

北の虫を南に持っていくと、暖かくて良く育つのではないかと思われる方が多いが、それは違っており、大抵の場合環境に暖かい環境に適応できず、死んでしまうことが多い。また、南の虫を北に連れていくと、寒いのに成長を続けてしまい、冬越しできる状態になれずにこれもまた死んでしまう。昆虫は頑固にそうになっていると言え、それは環境に比較的良好に適応出来る人間と昆虫の大きな相違点である。

ただ、昆虫を含めすべての生物の生きる目的は、子孫繁栄であると考えられ、自分の子孫を次代に繋げていくことが重要である。冬は生物が生きのびることを阻む一つの要素に過ぎず、越冬のためにコストをあまりかけすぎないよう、越冬の前に日長などを使って冬を予測しチェックする機能を持ち、それを用いて寒さに強いさなぎなどになるなどして、効率よく生き延びて行っている。

また、現在は昆虫以外に人間の事についても考察を重ねている。通例、「人間は学習により環境に適応しており、いろいろに変化出来る」と考えられているが、それは幻想だと思っている。科学や文明の進歩で人間は無限に新しい環境に適応出来るかという、それには無理があり、必ずついていけない人が出てくる。例えば私が小さい時、将来は文明や科学技術の進歩により、当時より遥かに住みよくなり、またいろいろなことが機械化されることにより、人手がかからなくなり、人はすることが減って、ヒマになると思っていた。だが現実はどうか。機械化によりむしろ昔より逆に忙しくなってきたのではないか。

同様に今の若者にも 40 年後の世の中がどうなっているかを訊ねると、住みよくならないと答える人がどんどん多くなってきた。なので、学生含め、みなで生物学の観点から見て、「人がより良く生きていける」ように研究するのが重要であり、我々現代人が人について誤解している所を改善するよう提案していくことが私の使命ではないかと考えている。人間も動物であるから、欲望のおもむくままに生きることの結果はあまり喜ぶべきではないところに行きつくものだ。昆虫等の生き物の生きる知恵を研究した成果は人間社会にも還元できる、というのが私の自説である。

Q1 続: 非常に興味深い研究テーマですが、3 つ追加で質問させていただいてよろしいでしょうか。1 つ目は、昆虫が『遺伝』により環境に適応する能力を獲得すると伺いましたが、その能力を新たに獲得することにかかる期間はどのくらいかかるのでしょうか。2 点目は、藤山先生の説によると、地域・昆虫種ごとの適応状況を数値化し把握出来るということでしょうか。最後は、そうした数値化した指標類を、例えば内外貿易における病虫害の防疫などに必要な燻じょう処理や検疫の地域・昆虫種別の指標に準じた簡略化(例えば、この地域のこの害虫は、この地域では生息出来ないので、防疫の必要がない)などに結びつけられるか、ということについて、ご教示いただけないでしょうか。

まず一つ目の質問に対する回答ですが、生活現象の遺伝的な性質の獲得には、最低でも 1,000~2,000 年といった期間がかかると言われています。遺伝的变化で最も早いものは 50~100 年で発現したといわれているものもありますが、それも状況証拠に過ぎず、それを厳密に証明した人はいません。一つの遺伝子が代わっただけで、行動が代わったとする事実も見つかってきていますが、そうした場合は、その新しい遺伝的な性質がそれを持たない場合に比べ非常に有利であれば、それがその種に定着するのは比較的早いと考えられます。それでも十年単位以上ではないでしょうか。人間についても同様である。例えば、天気予報で、紫外線予報というものがありますが、あれは何のためにやっていると思いますか？

女性の美容のためでしょうか？ それとも皮膚ガン防止のためでしょうか？

そう、皮膚ガンでだいたい正解です。ただ、正確に言うと、『白人のための皮膚ガンを防ぐため』といってもいいと思います。我々日本人の肌は白人に比べると色素が多いので紫外線を通しにくい。黒人や日本人では紫外線の量はそれほど問題になりませんが、白人の白い皮膚にとっては大問題となるのです。

白人の元々の生活域は、もともと日光の弱い地域であったので、生命活動の維持のために必要なビタミンDなどの合成のため、日光をよく透過するよう肌の色素を透明になるように変化させることでそうした地域での生存を可能にしてきた。そのままその地域で暮らしていれば良かったのですが、白人は近代になり熱帯などの地域にどんどん進出した。結果、現在のオーストラリアの人口は 1,900 万人程度ですが、この国の人は一生に 3 人のうち 2 人は皮膚がんにかかるといわれています。これは極めて多い数値と言えます。患者数を減らすために、紫外線を受ける量を減らすことが求められてきた結果でできたことです。

一方、人間の遺伝的性質の変化には、多くは万年単位の年月が必要になるでしょう。まして現在の状

況では、紫外線を防ぐことの出来ない肌を持つ人も、紫外線予報を見て外出を控えるので、自然淘汰はあまり機能しません。そうした遺伝子も次代に継承される訳ですから、数百年では白人が紫外線に強くなると言うことはないでしょう。勿論、医学の知識で予防策をとりますので強紫外線による発病、死亡数は減ると思います。

続いて、二つ目の質問についてですが、虫ごとの発生時期は推定測定可能です。ただそれは、三つめの質問の防虫防疫に応用出来るかということになると多くの場合困難といえるでしょう。なぜなら、全生物の半分が昆虫と言われており、現在発見されている昆虫は 100 万種程度存在しますが、まだ大半の種は存在自体が未発見と言われている。また、虫が未知の環境でどう特徴を発揮するかはまだあまり分かっていない。要は、まだ分かっていないことだらけなのです。昆虫のような単純に見える生き物が何故わからないかとおっしゃる方も多いが、よく考えてみてください。人間と言う一つの種について、世界中の多くの方が研究しているにも関わらず、まだ全てが解明されているという訳ではなく、分かっていないことが多い。昆虫は種類が多く、その上、人と大いに違うので、昆虫達の世界はどうなっているのかは大変分かりづらい。今分かっているように見えることも実は人間的な物の見方に立脚している。本当のことはその動物に聞いてみよ、とはよく言ったものですね。人間は万物の霊長と言われるが、別の世界に生きている生物の世界を十分に理解していないのではないかな。動物における価値観は人とは別であり、動物の世界では、子孫繁栄が最重要事項だと見られる。生物は四十億年生きているものもあり、昆虫では数億年以上生きている種も多い。人類はせいぜい百万年程度です。例えば人類が原子力などにより絶滅すれば、それは人間と言う動物が賢くなかったという証明になるのではないかな。生物の本質である、子孫を残していく、ということを考えれば、我々人間も、毎日楽しく過ごすことに過剰なエネルギーを使うのではなく、将来の子孫たちに思いをはせて節約を考えていくことの方が大事ではないかな。

ところで、食べたいものを十分食べるのと、食べたいものを我慢して 7-8 割でやめておくのと、どちらが長生きするか知っていますか？

以前、カロリー制限をした猿と、食べ放題の環境下で飼育した猿の寿命に関する研究報告を読んだことがありますが、後者でしょうか。

はい、そのとおりです。満たされると、生き物はその後早く死にます。人間の他に長生きしたいと考える生き物は少ないです。満たされると、存在価値が満了するので実は生物は直に死にますので、長生きを期待する人にとっては、そういう環境は良くない環境とも言えるでしょう。つまり、逆に長生きをしたいのなら、条件が少し悪い方が長生きをします。実際動物がそうです。ある程度は我慢させることが重要だと言えるだろう。例えば、蚕は餌がなくなると、餌を人間が与えてくれるまで大抵はそこで待つのです。それは人がそういう性質に蚕をしてきたからです。完全に自然界での生存能力を喪失した、唯一の昆虫と言われている蚕ですが、実はよく見るとそれは蚕だけではないでしょう。近年、人間も家畜化（表現がきついかもしれませんが）されてきており、ヒトでも他人が何かをしてくれるのを待っている人が増えてきているのではないかな。これにも問題があると思います。

例えば大学の学生向けのサービス向上は有益であると考えられているが、一方できつい言い方をすると、学生の家畜化を進める懸念があるので私は警鐘を鳴らしたいと思います。そうならないためにも、大学にも教育方針おける基本哲学が必要なのではないのでしょうか。ヒトも保護されすぎると弱くなる。人間も野生性を摘み取りすぎではいけない。

横浜動物園のラクダがいたれりつくせりされて、人間で言うと百歳を超え、長寿記録を多数更新しているが、それは動物にとって幸福なことだろうか。ほとんど動けない状態で、確かに健やかな顔をして餌を食べているのだが。。。かつて、ドイツ、ハンブルグの動物園に行ったが、猿山の前に黒山の人だかりが出来ており、見ると猿が多数の見物客を前に走り回っていた。何をしているのだろうと、好奇心から更に更に多くの人々が見に集まった。すると、突然、猿は今までとは変わって、水のみ場の水をバケツに汲んで観客めがけて投げつけた。観客は大笑いした。実は猿はわれわれに見られなくなかったのだ。猿のその意思表示のうまさに感銘した。いつも不自由なく餌を与えられ、病気になれば直ぐに治してくれる。幸福に見えるが、実はそこには生きている充実感はないようだ。動物園の猿やゴリラなど知能のある動物の表情が物語っている。

高齢者が働かなくてよくなると、実は意外と早く衰え死んでしまうことがある。なので、高齢者も社会の役に立つようにししてあげることが必要だと思う。そうしなければ動物園の動物と一緒にになってしまう。生き物は生きる努力をすると充実するのではないのでしょうか。ボランティアでもいいから働いてもらい、高齢者にも社会の役に立つことで彼らの充実感に繋げるような環境づくりの努力をすることが必要ではないでしょうか。

Q3: 今回の論文の要旨と、今後取り組みたい研究テーマを教えてください。

今回の論文はヘイケボタルの研究ですが、背景にある大きな研究目的はホタルを含めた生物保全にあります。ホタルの幼虫は川の中にいて、どうやら仲間と一緒に活動し、水の中でカワニナなどを襲って食べています。普通の生物だと、例えばカマキリなどは、個体はバラバラにいて狩りをしますが、ヘイケボタルでは一緒に餌を攻撃している群の方が成長も速く、生存率も高い。興味深いのは、協力して餌を取っている可能性がある一方、そうでない時もダンゴ状になるなど、群れになっている光景がみられることです。ヘイケボタルは一緒に行動するのが好みなのかもしれません。通常、餌が多い環境下では競争は見られないが、餌が少ない環境下では動物は競争しますが、どうもヘイケボタルは普通の生き物と同じではないらしいです。ホタル幼虫は脱皮して成長するが、その間を1匹、2匹、5匹、10匹と容器当りの数を変えて飼育してみた結果、1匹で飼った場合に成長が最も悪く、また、生存率も低い。5匹・10匹で飼った場合、成長は最も早い、10匹で飼った場合、生存率は若干低くなることが判明しました。1齢幼虫は脱皮して2齢、3齢、4齢となっていきますが、1匹で飼うと5齢になる割合が低いことが分かりました。このことからホタル幼虫は一緒に飼育した方が、生育条件が良いということになりますが、10匹で飼うと生存率がやや下がります。ヘイケボタル幼虫は自然環境下で自分が適当な数の仲間と生きているということが推定されます。

私は、この研究により、ホタル幼虫の最適な飼育密度を解明しようとしています。ただ、現時点でまだ解明されていないことは、何故群になるかということです。推定される原因としては、一つは捕食する際集団でいると攻撃力が高まることがあげられます。つまり、狩りをする際に獲物を突き刺すが、敵を弱らせるために何らかの毒を出していることが考えられます。そうだとすると複数の個体が毒を分泌すれば相手はより早く弱らせ食べることができます。2つ目は、他の昆虫で知られているように集まる習性があることです。つまり、なんらかの集合フェロモンをお互いに分泌しているのではないかと考えられます。たとえば、ゴキブリは一緒にいると落ち着くことが分かっています。集合ホルモンの存在を解明することができれば、フェロモンをトラップとしてホタル幼虫を集めるなどに応用出来るかもしれません。こうした発展の基礎となる論文という点で意義が認められれば幸いです。

Q4:今後取り組みたい研究テーマはありますか？

虫の行動と環境適応について研究を深めたいと考えています。具体的には、シリアゲムシについてです。この虫は交尾の際にオスがメスにプレゼントをする行動が知られており、餌の大小で交尾の時間が変化するなどの特徴がみられます。また、オスが餌を捕食後消化し、唾液として分泌しそれを塊にしたもの（唾液で出来た塊と以後表現）を栄養物質にして与えるものもあります。現在論文で取り上げている内容としては、通常シリアゲムシは昼間に狩りをするが、その昼間のうちに狩りをし、メスを探しだし交尾すると、昼間の時間に交尾しなければならず時間的制約が非常に大きい。唾液で出来た塊をメスに与えるようになった場合、夜も交尾が可能となり時間的制約が弱くなる上、自分で出すだけなので他のオスにプレゼントの餌を奪われる心配もなくなる。普通の種ではオスもメスも自分で餌を探る必要があります。メスにとっては体内に宿した卵の分まで栄養を取る必要があり、餌をとる作業はオスの場合よりも時間を多く要して大変である。メスは身体を大きくして、多くの卵を産むことが子孫を増やす上で有益である。それで、メスは自分で自分の必要とする餌をすべてとるとなると一生懸命、餌を探し食べることが必要である。ところがメスがもしオスから餌をプレゼントしてもらえるようになったら、メスは餌をとる労働に費やす時間を減らすことが出来ると予想される。この変化により、オスとメスはそれぞれの餌獲得行動の1日当りの時間配分は変化するのではないかと予想されます。メスでは、餌を探すよりも待てば来る良いオスを探す方が、効率は良いでしょう。ところで、人間では、男性が女性を養ってきた従来の生活様式から、共働きの生活となることで男女間の力関係の差が無くなってきたと考えられています。シリアゲムシの場合も、メスが自分で餌を取り雄と交尾する場合と比較し、オスがメスの必要とする餌を与える場合では、オスメスの力関係や、それぞれが1日当り採餌行動に割く時間は変化すると予想されるが実際はどうかを知りたいと思います。

昆虫では通例、オス同士が角などの武器を使って激しく戦う生物種ではオスの身体がメスよりも大きい。戦ってもそこまで激しくないか戦わない昆虫の場合、メスがオスよりも大きい。これが普通なのです。何故なら昆虫のメスは卵を多く産むために体はオスよりも大きくなる必要があるからです。ただ、こうした身体的特徴がオスとメスの労働バランスによって変化するのでしょうか？もしそうなら第3の法則の法則となるのではないかと思いますので是非、そうしたことが起きるか確かめたいと考えます。但し、シリアゲムシはマイナーな虫であるので、成虫の生態の基本的なデータが少ないでしょう。唾液をプレゼントする群、

虫そのものを与える群、プレゼントしない群がそれぞれの生活様式がどう違うのかを観測することにより、まだ証明されていない法則性が新たに見つけられるかが今後の研究の課題の一つです。

Q4: 今までの研究生生活の中で一番面白かったことは何でしょうか。

かなりの発見に出会った時、誰も言ってなかったことを見つけた時が何とも面白かったです。先に述べたように、コガネムシが低温処理を施した後、突然次の成長段階に進んだ際に最も興奮した。似たレベルで言うと、ヨモギハムシの同一種の個体同士とされていた個体の染色体数が、32本と42本とそれぞれ大きく異なっていることを発見した時です。学会で発表した際かなりの疑問を呈されましたが、事実であると証明されました。が、自然は奥深いので、発見の奥のさらに奥の部分まで解明出来ないことが依然として多いので、更に研究を深めていきたいとおもいます。

Q5: 研究者総覧・機関リポジトリの活用状況を教えてください。

論文検索などで、今まで借りにいかなければならなかった、オリジナルの論文を読ませて貰うことが出来て便利です。また、研究者総覧については、他の先生の研究状況が理解出来て助かっています。その他、このように活動内容を発表し、聞いて、見ていただけることは、研究者として非常にモチベーションがあがります。

Q6: 大学・研究機関のリポジトリに所属教員・研究員の論文を掲載し公開する

取り組みが今後より活用されるためには、どうすれば良いと思いますか？

これは視認度評価システムなどもあるが、あなたの論文が読まれた回数は幾つです、という数的情報での公開性を高め、更に全体としてそれを引き上げるようにアピールしていく必要があるのではないかと思います。Citation indexなど研究者にとって指標となる数値の公開があると良い。一万件に到達したので、利用状況をこの機会にアピールし、価値を理解してもらう。これを覗いて見ると自分達の論文についても利用した方が良いということが分かるのではないかと思います。

例えば今の場所では分かりづらいが、研究者総覧の入り口などにも表示し、アピールすることも検討されてはどうでしょうか。

Q7: 『環境科学年報』のアピールをお願いいたします。

現在『環境科学年報』は通巻で第33号が発刊され、33年間の歴史があります。信州大学の全学部の教員のうち環境という言葉が入る研究に関心を持つ人たちが集まり、環境をテーマに論文を寄せている雑誌です。文系・理系が融合した全国の大学で見ても稀有な取り組みの研究会であり、信州大学のそうした分野の教員が集まり、お互いに情報発信が出来る貴重な場となっています。毎号、合計百数十ページに達する論文投稿がある。環境に関する多様な研究が掲載されています。また、信大の環境マインドにもよく合致しており、伝統ある情報交換の場ともなっています。今後は研究団体として活動を発展させ、よりインパクトのあるものにしたていきたいです。

私は世話人として『環境科学年報』の論文発行のための受付、編集作業をしています。具体的には、

論文提出期日や論文掲載の順番を定め、HPへの掲載方法などの情報を流しています。法人化以前には研究発表会も行っていた時期もありました。私の任期は 2009-2011 年です。

Q8: 図書館についてご意見があればお願いします。

図書館についてこの場を借りて私見を述べさせていただきます。結論から言いますと、近年改善が多く見られ、大変に良いことだと考えています。従前は 17 時までだった開館時間も、夜間開館され 22 時までとなり、利用率が非常にあがっているのではないかと思います。利用率が上がると、学生の学力に反映されるでしょう。以前アメリカの図書館を訪問した際、信大の図書館はコンピューターなど情報機器設備の面で大きく後れを取っていると感じたが、今は中も見せて頂いた結果、その汚名を完全に返上し大変便利になっていますね。

その上で学生達がもっと図書館を活用出来るよう、学科では図書館ガイダンスの受講を入学時に必修にするべきと考える。図書館は 1 年生から利用すると効果が大きい。図書館を上手く使えない人はおそらくずっと行かないであろうからです。全学教育機構に入った学生には必修にして実施してほしいと思います。私の担当学生では、入学翌日、全員を、実際には 30 人中 25 人を連れていきました。残りの欠席 5 人には、ガイダンスに参加しサインを貰うよう指導しました。館員によるガイダンスでは約 1 時間半をかけて館内設備、蔵書情報、入館、貸出の仕方などに加え、資料検索の仕方など実地に教えて貰える。閲覧室も整備され、飲食スペースもあり、研究室のゼミでも活用出来ます。

私は遊びの重要性を認識し、遊びこそ学習であると主張しています。受動的な学生を育てる環境が多い昨今、言われたこと以上のことをやる人が減って来ています。図書館に行き、自習することは能動的な学習であり、非常に意義のあるものです。図書館自身も変化してきており、努力には敬服します。学生が勉強したくなる環境となってきましたね。リラックスして、色々とできます。今後も図書館には期待しています。学生、教職員が一層利用しやすくなるよう、よろしくお願いします。