

光周性を考える・・・

А. С. Данилѐвский

Yが「イワチドリ」「ウチヨウラン」「^{ちようせいらん}長生蘭」等の小型和蘭を始め出して、かれこれ15年以上になる。最初の2年は離れの軒下で遣っていたが、野良猫に鉢をヒックリ返されたり、オシッコをかけらりたりで散々、又、冬越しの為に家に入れ、且つ水の管理が大変で、滔々、音を上げてしまった。無理してガラス・ハウスを買う事にした。ガラス・ハウスは6坪程の小さな物だったが、軒下に比べると随分便利なものだった。第一、猫や雀の害は皆無になった。和蘭のコレクションは年毎に増え続け、とうとう6坪のガラス・ハウスでは足りなくなってしまった。長年勤めたEPSONをリタイヤーした直後なので、収入はメッキリ減り、とても増築できる状況ではなかった。思案に明け暮れる日が続いた。何とかしなければならない。丁度、失業保険を貰っている頃で、時々、ハローワークから「あそこに行きなさい」、「こっちに行きなさい」等、再就職の紹介を受け、某社に行くことになった。この会社の社長は、大変気に入ってくれ、結構の手当てを呉れたので、これ幸いとばかりに、上さんを拝み倒しガラス・ハウスのサティアンNo2棟を買う事にした。このサティアンは日当たりが良く、又、ボイラーを付けた事もあり（最低温度3度確保の為）メインに入れた「イワチドリ」は2月に入ると発芽を始めた。早過ぎる発芽には閉口したが、どうも様子がおかしい。信州の2月は一番寒い時期である、^{かかわ}にも拘らず決まって2月に入ると発芽を開始する。サティアンの温度は3度以下になるとボイラーが自動的に点き最低温度3℃をカバーしてくれる。今迄、植物は、温度が上がれば発芽は、自動的に活性化されると思っていたのに、このサティアンが出来てから温度ばかりが要因ではない事が解って来た。何故なら同一条件で管理しているので、温度が主要因なら12月、1月に発芽が始まっても可笑しくない筈である。

この頃から冬眠に入った球根は日照時間、日の強さに対して相関が相当効いている事が解って来た。今迄、無学の為、発芽と日照時間（日の強さ）等考えた事もないし、このような文献にお目に掛かった事も無かった。



早春、このような観点で庭を眺めると、-5℃以下になる日が何日あろうか、クロッカスやスイセンは2月になると、必ず、花を咲かせる。昨日は、2/10だと言うのに-5℃になってもクロッカスは黄色、白、青等の花を咲かせている。

日照時間の重要性を改めて知った。

どうもこのような事を「植物の光周性」というらしい。このような事を肌で感じ出した5年前、長年の夢を実現すべく「^{ごくらくとんぼ}極楽蜻蛉の昆虫日記」と言う手造り本を作りたいと思い立った。そんな矢先、NHK人間講座「謎解き昆虫記」の再放送があった。「何時でも蝶を…」と言う項の中で「昆虫の光周性」と言う言葉を始めて知った。アッ、昆虫にも「光周性」があるのだと…

「植物の光周性」に興味があったので、この情報は青天の霹靂だった。何故なら、「極楽蜻蛉の昆虫日記」でも書いているように「シダクロズメバチ」の生態については解らない事だらけである。特に、新女王の越冬の不思議、女王の働き蜂・新女王・雄蜂の産み分けの秘密、餌取時、常に現在位置がインプットされている不思議等解明しなければならない事が多すぎる。「光周性」は、これ等と関係があるらしい事が解った。「光周性」について、旧ソ連の昆虫学者：Данил Лебскийと言う人が「昆虫の光周性」と言う本で詳しく述べていると言う・・・

Данил Лебскийの「昆虫の光周性」と言う本を探すのに必死だった。この本は30年前に東京大学出版会が翻訳し、出したもので、現在は絶版になっていた。正直ショックは大きかった。何としても手に入れたかった。偶々、Yの弟が大学病院の教授をしていたので、先生ならと思い、駄目もとで頼んでみた。伝を使って、在りとあらゆる書店、本屋、中古本屋、大学図書館を当たってくれ、この本が麻布獣医科大学の図書館にある事が解った。

数日して、一冊分のコピーが送られて来た。涙が出る程嬉しかった。

早速読み出したが、「光周性」のシステムが複雑、レベルの高い学術書、且つロシア語の翻訳と来ている、Yの能力で100%理解する事は困難を伴った…が、折角なので一端を紹介したいと思う。今迄、虫ケラと思っていた昆虫が、夫々の種で長い年月を掛け、物凄い知恵を働かせ、進化して来ている事に脅威を覚える。残念なことに、この本は鱗翅類に関する学術書で、「カリバチ」については、全く、触れていない。が、ズメバチ類についても同様な理論が当て嵌まるような気がする。

昆虫、ズメバチ等に興味をお持ちの方には、是非一読をお勧めしたい学術書である。

< 光周性とは >

昆虫の光周性に付いては1930年代から研究され、日本ではカイコの休眠について小暮教授等によって発表されている。これは種類によって違うし、気温との関係も深く、決して簡単なシステムではない。種類毎の関係は後で触れるが、例えば「アゲハチョウ」は蛹で越冬するのが普通である。夏の間野外で見つけた蛹を採集しストックする。これを例えば、10/下、解そうとして恒温器の中に入れ、25℃位に保温しても羽化する固体は、極、稀である。何故だろう？

「アゲハチョウ」は幼虫時代に昼の長さ（日長）を目や皮膚を通して感じていて、例えば、20℃内外で飼育していても、日長が13.5時間以下になると脱皮して蛹になった時に休眠して、約半年は体内の生理反応が活性化しない状態になってしまう。

つまり幾ら保温しても、全く羽化の為の体の形成は行われぬ。逆に保温し過ぎると、かえって乾燥し、蛹は枯死してしまう・・・

若い幼虫時代に、どの位の日長のもとで暮らしていたかで、休眠するか、休眠しないかが決まってしまうという習性がある。これを「光周性」という。

前者の場合は、幼虫時代の日長が臨界時間の13時間以下だったからである。

< 休眠と昆虫の生活 >

昆虫にとって、外界条件の季節的変動（熱帯地域：乾期と雨期、温帯・寒帯地域：活動期と冬）は、昆虫の生活の最も重要な生態学的要因の一つである。昆虫はこの変動に対して特殊な適応体系を作り出してきた。気候の周年変化の最も激しい温帯、寒帯地域に於ける季節的適応の果たす役割は特に大きい。

昆虫の生活観は極めて変化に富んでいる。種によって、生活によって、どの季節をどの発育段階で過ごすかによって、又、食物条件によって種々の違いが出る。生活観の基本は活発な発育期間と、成長・形態形成の停滞もしくは停止の期間とが交代する事にある。

後者の生理的休止の状態を休眠と言う。休眠時期、生物は極めて厳しい条件に曝される。休眠段階の適応は、極めて特異で、活動期よりずっと変化に富んでいて、複雑である。休眠は、消極的な要素と考えられがちだが、ただ単に不適当な季節を生き延びる為だけのものではない。休眠期の存在によって生活観が、毎年一定の型を取り得る事、発育段階が丁度その季節と一致して現れるように調節している事は極めて重要な役割である。従って、休眠の生態・生理的特性は、昆虫の生活観全体の基礎をなすものと言える。熱帯地域の昆虫は、乾期に、温帯・寒帯地域の昆虫は寒（冬）期（種によっては夏期）に休眠期を迎えるように長い年月をかけ進化して来た。後で触れるが、この休眠期を迎えるのに夫々の種にマッチした日長時間が極めて大きい要因として関係してくる。

なお、種によっては、食物の周期的欠徐に対する適応として休眠する者（林檎の花を食べる甲虫の一種リンゴハナゾウムシ）もいるから複雑だ。

この休眠は、夫々の種に依って発育段階の何処で起こるかまちまちである。

バッタ類：胚休眠、ハムシ類・多くの半翅類：成虫休眠、蛾・ヤガ類：蛹休眠、ヤママユガ：卵又は幼虫休眠といった具合で、種によって、皆、違う。夫々に訳がある。

休眠状態の特徴は、物質代謝が著しく低下することである。酸化酵素系の著しい変化、体内の水分量の減少と自由水のコロイド状態への移行、組織内に大量の貯蔵栄養が蓄積し、それによって休止期間中の生活活動が維持される。休眠中には、極めてユックリとはいえ、体の生理的な作り変えが進行している。これ等の過程を休眠過程（休眠発育と呼んでいる人もいる）又は、活性化と言う。

活性化は、種によって違いはあるが ①適性温度、②水分の吸収、③時には乾燥によって刺激される。

過って、休眠は発育に伴って生じた不適当な条件に対する反応だと考えられてきたが、しかし、**休眠が光周条件に依って決まる事が発見された事**によって、昆虫の生活観の調節問題は、全く、新しい観点から論じられるようになった。

多くの生態的要因の中でも、日長は、独特な役割を示している。日長の周年変化は、休眠開始、その他の季節的適応を引き起こす環境条件のうちでは、最も安定したものであり、天文学的正確さを持っている。日長が生活観の基本的調節因になっているのもそのためだろう。この要因こそ、昆虫が季節的に変化する環境に棲めるようになってきた過程の中で、生活観適用の調節因として重要な役割を担っている。

< 昆虫の光周反応 >

植物の光周性が発見されて間もなく、日長の季節的変動が、昆虫の発育に影響することが実験的に証明された。1923年、Marcovitch^{マルコビッチ}によってアブラムシの複雑な生活観が一日の照明時間の長さで決まることが確認された。しかし、当時、日長の季節的変動の重要性があるにも拘らず、余り評価されず、1948~9年代になって、やっと、日長の季節的変動の研究論文が相次いだ。

光周反応は様々な生活様式を持つ「種」に認められる。食植性、吸血性、食肉性および内部寄生性昆虫等に光周反応がある。研究の主体は、明るい場所の昆虫であったが、暗い所に棲む昆虫にも認められる。Vが、一番知りたい「スズメバチの光周性（暗い巣の中で日長を如何に感知するか?）」は、後者の部類に入る。

i. 日長の季節的变化：**アカマダラ**の越冬蛹^{さなぎ}から孵^{かえ}った春型蝶^{ちょう}は、黒い斑紋^{はんもん}を持った赤橙色であり、夏に現れる子孫は、黒色で白い斑紋を持っている。このことから、休眠こそ蝶の色彩と斑紋の型を決定する根本的要因である。

ハマキガ：長日条件下に現れた夏の不休眠世代^{ふきゅうみんせだい}の蛾^がは、オレンジ色のかかった黄土色になり、秋の蛾は、黒灰色になる。

ヨコバイ：短日下で休眠に入った幼虫は、翅^{はね}の短い春型の成虫になるが、長日条件下で発育した幼虫は、大型で長翅の夏型成虫になる。更に興味深いことに短日条件下（4~15時間、越冬幼虫）では、体は小さく、色は黒く、挿入器^{そうにゅうき}の先端^{かぎとっき}の鍵突起が無い。長日（16時間以上）では、夏型が得られ、体は大きく、色は明るく、挿入器に強大な鍵突起がある。オスの交尾器の構造が全く変わると言う事は実に興味深い。

ii. 日長反応の基本諸型：日長の変化に対する昆虫の反応には基本的に2型ある。

長日型^{ちようじつ}光周反応^{たんじつ}と短日型光周反応である。長日型が多い。

連続照射もしくは臨界値^{りんかいち}より長い《長日》条件下では不休眠発育をして、引き続き世代が繰り返される。臨界値以下の光周期《短日》条件下で飼育すると、発育段階の何処かで休眠が惹き起される。大部分の昆虫は、日長が臨界値に達すると、突然、休眠状態に入る。「種」によって臨界値は、異なる。

iii. 光のリズムの効果：光周期の効果は与えられた光エネルギーの量的変化ではなく、一定の長さの明期と暗期とが一定のリズムで交代する事によって生ずる。休眠を惹き起させる為には暗期が連続的に9時間以上続くことが絶対条件である。

iv. 光の強さの意義：光周反応を誘起する最低の照度は極めて低く、約1 lux^{ルクス}である。必要な明るさの閾値が極めて低いことは、昆虫の光周性ばかりでなく、他の生物の光周反応にも見られる。大部分の植物は1~数10 luxである。

v. 光のスペクトル：青緑色光から紫外線付近までの範囲は、光周効果の点で有効である。スペクトルの短波長部分を光として感じている。植物や脊椎動物は、全く、逆である。

vi. 光周受容器：眼と昆虫の皮膚にある錘状感覚子^{すいじょうかんかくし}（感覚毛^{かんかくもう}）の形と大きさにある。「種」によって感度は、かなり異なる。