

マイマイガの大発生を抑える流行病

東 浦 康 友

はじめに

1986年から88年にかけての道央、道北地方でのマイマイガの大発生はこれまでで最高の15万6千haにも及びました。しかし、1989年には発生報告はなく、突然終息してしまいました。1988年から90年にかけて、流行病で死んだマイマイガの幼虫が各地で観察されました(図-1)。マイマイガの大発生が流行病の蔓延によって終息するのは、これまでに何回も記録されています。ところが不思議なことに、マイマイガに病気がでるのは大発生の終息期だけで、そのほかの年には病死虫を発見することすらできません。

病気がなぜこのような流行のしかたをするのかについて解説します。

どのようにして病気は流行するか

マイマイガの病気の中で、大発生を終息させる流行病としてはウイルス病があります。正確には核多角体ウイルス病と呼ばれ、人間の風邪(かぜ)と同じようにウイルスによって伝染します。幼虫がこの病気におかされると、枝や幹から垂れ下がるようにして死にます(図-1)。皮膚がやぶれ中から膿汁が出ていることもあります。顕微鏡でこの汁を観察すると、多角形の封入体が見えます。この封入体の中にはウイルスが一杯詰まっています。

林を丸坊主にするような大発生の翌年、大きな終齢幼虫が集団で病死するのはよく知られています(写真-1)。しかし、なぜ大発生の終息期にだけウイルス病が流行するのかはよく分かっていませんでした。

マイマイガが大発生したカラマツ林でのウイルス病の蔓延のようすを図-2に示しました。ウイルス病による病死は若齢から起こり、3齢と5齢に大きなピークがあります。この3波の



図-1 病死したマイマイガ幼虫

大発生の終息期には病死虫がよく観察されます。これは、核多角体ウイルスによる病死虫で、枝や幹から垂れ下がるように死ぬのが特徴です。



写真-1 核多角体ウイルスによる病死虫
このように何匹かの幼虫がたまって病死するのが特徴です。

ウイルス病の流行によって、この林のマイマイガは見つけれないほど少なくなっていました。1 齢の終わりから 2 齢にかけてのピークは、卵のときウイルス病に感染していた幼虫が病死したものです。

マイマイガは 8 月に 500 卵ぐらいを卵塊にして木の幹に産卵します。卵はそのまま越冬し、5 月はじめに幼虫がふ化します。卵のときどれくらいが感染していたかを知るために、越冬中の卵塊を採集してきて、恒温器の中で感染を防ぐため 1 個体ずつ飼育しました。すると、12% が 1 齢幼虫の終わりにウイルス病で死にましたが、1 齢を無事過ごした幼虫は病死することはありませんでした。卵を通じての感染は 1 割程度であると思われます。

図 - 2 に示したようにウイルス病が蔓延するようすは、これまで考えられてきたような突然の流行ではありませんでした。卵のときウイルス病に感染していた 1 割程度の幼虫が 1 齢幼虫のときに病死し、その病死虫が感染源となってウイルス病が全体に蔓延すると考えられます。

卵への感染は、病死虫によって汚染された環境の中でおこります。ウイルスを一杯詰め込んだ封入体、多角体は壊れにくく、太陽の紫外線に当たらなければ 10 年近く感染力を持ち続けます。病死虫から流れ出た多角体が樹皮の裏側や、枝の下側など陽のあたりにくい所に付着すれば長い間感染力を持ち、そこを通った幼虫にウイルスが感染します。このようなことからこのウイルスを人為的に散布してマイマイガの発生を抑えようとするのが当然考えられます。

ウイルス製剤による防除

現在では、病原ウイルスが製剤として、ジプチェック (GYPCHEK) の商品名で市販されています。これはマイマイガの核多角体ウイルスを 4% 含んだ製剤で米国製のものです。このウイルスはマイマイガだけに感染するもので、鳥や他の昆虫などの天敵類には影響がありません。もちろん人間にも無害です。

自然状態でのウイルス病の流行が卵から始まることから、この病原ウイルスの散布も卵への感染をねらって行います。遅くとも、1 齢幼虫までに散布しなければなりません。また、幼虫は大きくなるにしたがってウイルス病にも強くなります。4 齢幼虫を殺すために必要なウイルスの量は 2 齢幼虫のときの 200 倍にもなります。

ところが、ウイルス製剤を散布しても効果があるのは大発生している林だけで、そのような林では病原ウイルスを散布しなくても自然にウイルス病が流行するものです。大発生していない林に散布しても、大発生を未然に防ぐことはできません。

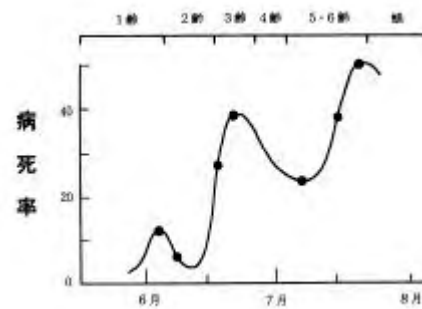


図 - 2 幼虫齢期による病死率のちがい

野外でのウイルス病による病死率は、波を打ったようにだんだん高くなります。これは、ウイルスに感染してから病死するまでに 2~3 週間かかるためです。卵のときにウイルスに感染した幼虫は 1 齢で病死します。その病死虫から感染した幼虫は 3 齢以後に病死します。

ウイルス病の伝播モデル

ウイルス病が大発生の際に限って流行するのは、幼虫の時に込み合い状態が続いて、ストレスがたまらなければウイルス病にかからないためだ、と考えられていました。ところが実際は、大発生したマイマイガはウイルス病に抵抗性を持っていることが分かってきました。

大発生の際だけウイルス病が流行する現象を幼虫のストレスを仮定せずに理解するには、パーコレーションの考え方が役に立ちます。パーコレーションとは「浸透」とか「染み出ること」という意味で、コーヒーを入れるパーコレーターも同じ意味から来ています。パーコレーションは碁盤で考えるのが最適です。

例を図 - 3 に示しました。図 - 3 で碁石を並べたところが幼虫が生息できる空間を示しています。例えば、碁石 1 個を造林地のカラマツ 1 本とします。黒石は幼虫が生息している木を、白石は生息していない木を表しています。幼虫がいる木でウイルス病が発病すると、感染した幼虫によって周りの木が汚染されます。ただし、このウイルスは風によっては運ばれず、せいぜい隣合った木を汚染する程度です。幼虫のいる木が縦横の列に連続してあれば感染しますが、斜めの木には感染しません。つまり、囲碁のルールで言えば、つながっている場合は感染し、切れている場合は感染しない、ということになります。

図 - 3 の場合では、カラマツ林に幼虫がまばらにいた状態です。幼虫が生息している木（黒い石）のうちのどれかが汚染されていて、その木が生えている所に碁石が置いてあります。その木にいる幼虫が発病してもウイルス病が全体に流行することはなく、感染は途中で切れてしまいます。

ところが、図 - 4 では、幼虫がいる黒い石は全部つながっており、どこで発病してもウイルス病は全体に流行します。また、図 - 4 の碁盤が 1 つの林だとすると、隣あった林からウイルス病が伝染してくると、必ずこの林全体に病気が流行し、次の林にも伝染することが分かります。

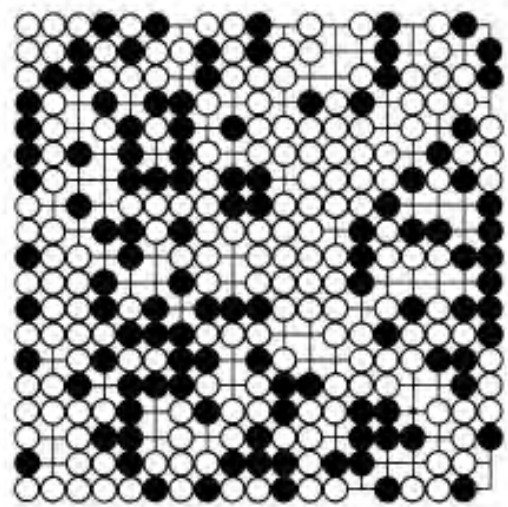


図 - 3 碁盤で考えるパーコレーション・モデル（病気が流行しにくい場合）

木が生えている所に碁石が置いてあります。そのうち幼虫のいる木には黒い石が、いない木には白い石が置いてあります。この図は 4 割の木に幼虫がいる場合です。幼虫のいる木どうしが、つながっていないので、どの幼虫がウイルス病で死んでも、そこから全体に広がることはありません。例えば、4 隅から縦横それぞれ 4 列めが交わった所（右下隅では小さな点... 囲碁でいう星）に生えている木が前の病死虫によってウイルス病に汚染されているとします。この場合では 3 本の木が汚染されていますが、幼虫のいる木は左上隅から縦横 4 列めが交わった所にある 1 本だけです。この木の幼虫が病死しても、隣の木には幼虫がいないのでウイルス病が広がることはありません。

いっきに全体に流行する

幼虫がどれぐらいの割合でいれば全体に流行するか。つまり、碁石の何割が黒であれば全体がつながるかは、それぞれの石が黒になる割合（確率）をいろいろ変えて、コンピュータで計算すれば分かります。計算してみると、この割合が6割以上になったとき、いっきに全体がつながることが分かります。図-3は黒になる確率を4割にして、図-4は6割にして計算したものです。つまり、マイマイガのウイルス病では幼虫の密度がある一定値以上になったとき、突然大流行することになります。また、その限界以下の幼虫数が少ない状態では、もともとウイルス病に汚染された木が少ないので、ウイルス病が発病することすらまれ、ということになります。

実際には、幼虫の生息場所や病気の伝染範囲などを現実に近い状態にして計算しなければなりません。しかし、大発生するときだけウイルス病が大流行して大発生を終息させてしまうという現象は、以上で述べたような機構によると考えられます。

おわりに

ウイルス病の蔓延のしかたがパーコレーション・モデルで表せるものであるなら、ウイルス剤の使用法にも展望が開けます。全体がいっきにつながる幼虫数のときに散布すれば、散布した林以外にも効果が期待できます。

(森林保護科)

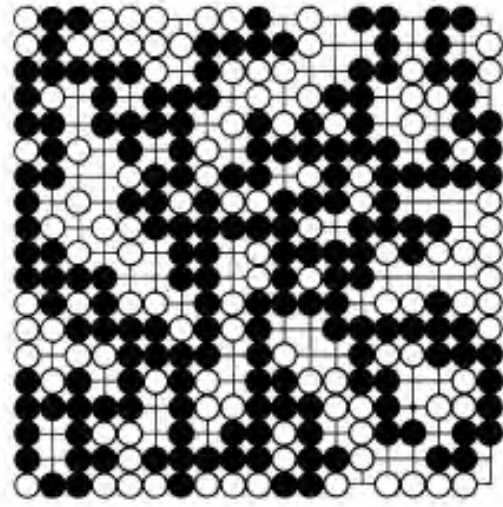


図-4 ウイルス病が流行しやすい場合

図-3と木の配置は同じですが、木の6割に幼虫がいる場合です。幼虫のいる木はすべてつながっていますから、どの幼虫が病死してもこの林の幼虫はすべてウイルス病に感染してしまいます。