

## 10章 害虫と天敵

### 10.1 人為操作と害虫化

畑や花壇に植物を植えてしばらくすると、何らかのいわゆる「虫」がその植物に付いているのを見つけることが多い。ほとんど全ての植物に対して、それを食べる虫が存在するからである。農作物に対して被害を与える虫は「農業害虫」と呼ばれるが、作物を食べる虫の全てが防除の対象になる害虫という訳ではない。例えばキャベツを1,000株栽培している畑にモンシロチョウの幼虫が1匹いたとしてもほとんど気にされることはないだろう。しかし、同じ畑にモンシロチョウの幼虫が何百匹もいたとしたら、無視する訳にはいかず、害虫として防除することになるだろう。ミカン園に発生するヤノネカイガラムシやチャノキイロアザミウマなどは果実の果皮を加害するが、その品質にはあまり影響を及ぼさないといわれている。しかし、このような害虫は外観損傷害虫と呼ばれ、果実の商品価値を低下させる。この場合も、1,000個の果実の中で1個が被害を受けたとしても防除対象にはならず、被害果の割合がある程度以上高くなって初めて害虫として認識されるであろう。つまり、防除対象になる「害虫」は農作物を栽培している畑や果樹園などに一定以上の密度で発生して、農作物の収量や品質、商品価値に対して経済的に許容できない被害を及ぼすものであり、それ以外は潜在害虫あるいは非害虫と呼ばれる。もっとも、農作物に実害が無くとも農家が気持ち悪がるために防除の対象とされているもの（不快昆虫）もある。

自然の林や野原で昆虫採集をしてみると、ハチやアリのように巣を作る虫やよほど集合性が高い虫でない限り、同じ場所で同じ種類の虫が何十匹、あるいは何百匹とまとめて採れることはあまりない。これは自然界では特定の虫が一カ所に大量に発生するのを抑える何らかの機構（環境圧）が働いているためと考えられる。したがって、もともと害虫と呼べるほどに大量に発生する虫はそれほど多くはなく、農業を始めることによってその土地の環境が変化し、その変化に適応した虫が農地で大量に繁殖して害虫になった（害虫化）と考えるのが妥当であろう。農地ではないが、ゴルフ場におけるコガネムシ類の発生に害虫化の顕著な例を見ることが出来る。例えばコガネムシ類の一種であるオオサカスジコガネは、昆虫愛好家の間ではいわゆる「珍品」の部類に入る虫であろう。通常は山林などでこの虫を見つけることはほとんどなく、自然界での生息密度はかなり低いと考えられる。ところが、静岡県西部にあるゴルフ場ではオオサカスジコガネがかなりの密度で発生し、芝生を加害している。実はシバの根は多くのコガネムシの幼虫にとって好適な餌であり、山林などを切り開いて造られたゴルフ場はまさに餌が乏しい生活環境の中に無尽蔵の餌を供給したようなものである。このオオサカスジコガネは「草地のコガネムシ」と呼ばれるグループの仲間であり、成虫はほとんど餌を必要としない（後食しない）。このため、餌の供給という面だけをみれば、彼らにとって芝草地や牧草地は生涯に渡って餌の心配がない、ほとんど完璧な生息地となる。一方、ドウガネブイブイなど繁殖のために後食を必要とするコガネムシ類ではゴルフ場や牧草地などの周辺に成虫の餌植物があるか否かによって、発生状況が変化し、近隣に餌植物がある場合には大発生に繋がる場合もある。ゴルフ場の造成のような人為的環境操作の影響は、当然、コガネムシ類以外の生物の発生生態にも影響を及ぼしており、概して人為的に創出された環境に適した種が大量に発生する傾向にあ

る。これはもちろんゴルフ場や牧草地だけの問題ではなく、自然界ではあり得ないような規模（面積）で単一の作物を栽培する一般の農地の環境はもはや自然環境とは異なり、栽培管理も含めて、その環境に適した虫が大量に発生する傾向にあることは同様である。

## 10.2 農薬に関わる問題

農業害虫と人間のつきあいは、原野や山林を切り開いて農業を始めたときから害虫化のプロセスを通じて運命付けられている。農業の歴史の中で、害虫から農作物を守るべくさまざまな工夫がなされ、やがて化学合成農薬が開発されるようになった。中でも多く使用されてきた有機りん系殺虫剤は毒ガス兵器の研究に源を発しており、第二次世界大戦中にドイツでパラチオンなどの幾つかの化合物が開発された。パラチオンはかつてイネの害虫ニカメイチュウの防除に卓越した効果を上げたが、人畜毒性が強いため現在は使用が禁止されている。その後、人畜毒性は低く、害虫に対しては高い毒性を示す殺虫剤（選択毒性）が多く開発され、広く使われてきた。それら化学合成殺虫剤は種々の害虫防除に高い効果と経済性から現在も害虫防除の主流を占めている。新規化学合成殺虫剤の開発とその変遷に伴って、問題となる農業害虫相が変化してきた。その過程において、使用された薬剤に対して耐性を持つ害虫の出現（薬剤抵抗性の発達）や防除の対象とした害虫が殺虫剤の散布後に返って増殖してしまう現象（誘導多発生）など農業上の重要な問題が生じてきた。現在防除が難しい害虫（難防除害虫）とされている害虫の中にも、これらの現象が生じやすい種が多く含まれる。

### 1) 薬剤抵抗性

薬剤抵抗性の発達は使用された農薬によって、害虫の個体群の中からその薬剤に強い系統が選抜されることにより、当初はごく低頻度に個体群中に存在していた薬剤抵抗性遺伝子が個体群全体に高頻度に分布するようになることによって生じると考えられている（前適応現象；図 5. 10. 1）。一般に、発育が早く、増殖能力が高い害虫では農薬散布後にその効果によって淘汰される世代数が多くなり、薬剤抵抗性が発達し易いと考えられている。

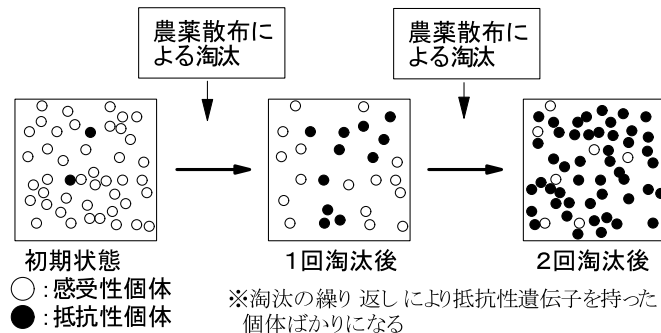


図5. 10. 1 薬剤抵抗性の発達イメージ

### 2) ハダニ類の薬剤抵抗性

実際に薬剤抵抗性が問題化している害虫の代表例として、発育期間が短く、年間に比較的多くの世代を経過するハダニ類が挙げられる。繁殖能力が極めて高く、広範な作物の重要害虫で、近年特に落葉果樹などで薬剤抵抗性の発達が顕在化しているナミハダニ（図 5. 10. 2）では、雌成虫は多いときには1日当たり10個以上の卵を産み、それらの卵は25℃の温度条件下ではほぼ10日程度で成虫に発育し、すぐに産卵を開始する。すなわち、好適な条件下では僅か数匹の雌成虫から数週間後には数千匹に増加することも可能である。

また、ハダニ類の多くは既交尾雌も処女雌も共に産卵し、受精卵（二倍体）は雌に、未

受精卵（半数体）は雄に発育する（産雄単為生殖）。雄は半数体であるため、農薬（殺ダニ剤）の散布により、抵抗性の遺伝子を持たない雄は全て淘汰され、抵抗性の遺伝子を持っている雄のみが生き残ることになる。このこともハダニ類において薬剤抵抗性が発達し易い要因の一つと考えられている。日本ではナミハダニ以外にも、カンザワハダニやミカンハダニの薬剤抵抗性の発達がそれぞれ茶園や柑橘園で古くから問題になっている。薬剤抵抗性の発達が著しい場合は、抵抗性系統の致死濃度は感受性系統の数百倍にも達する。

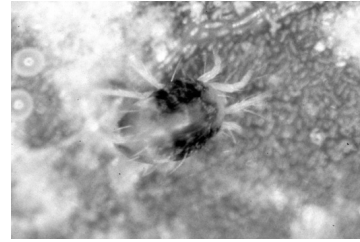


図5. D. 2 ナミハダニ雌成虫

### 10.3 天敵類と生物的防除法

誘導多発生（リサーチェンス）とは、害虫を防除するために農薬を散布することにより、害虫が農薬散布前よりもかえって増加したり、無処理区よりも多くなったりする現象である。また、それまでほとんど問題にされていなかった害虫が、農薬の散布によってその天敵が殺された結果、新たに害虫化する現象（潜在害虫の害虫化）も含まれる。害虫の個体数が増加する理由として、農薬の刺激による作物の生理的あるいは物理的変化が影響を及ぼす例が知られている。しかし、誘導多発生の多くの事例で、農薬散布による天敵類の排除の影響が示唆されており、より多くの関心が集まっている。このことは、逆に害虫の発生を抑制する環境圧としての天敵類の重要性を示唆するものである。このため、現在では天敵類への悪影響の有無は新規農薬の開発上重要な検討項目となり、また生物的防除法は総合的害虫管理における主幹技術の一つにもなっている。

#### 1) 天敵の利用方法による生物的防除法の分類

- ① 永続的利用を目的とした導入天敵の放飼・・・伝統的生物的防除
- ② 一時的効果をねらった天敵の周期的放飼・・・操作による天敵の増加
- ③ 環境管理による天敵の保全・・・・・・・・・・環境管理による天敵の保護・増殖

#### 2) 生物農薬

天敵の周期的放飼は接種的放飼 (inoculative release) と大量放飼 (inundative release) の二つのタイプに分類されている。

- ① 接種的放飼法・・・放飼した天敵が2世代以上に渡って増殖しながら働くことを期待する方法
- ② 大量放飼法・・・放飼した天敵自身による防除効果を期待する方法

天敵類は一般に農薬の悪影響を受けやすいため、特に化学的防除法に主体をおいた管理体系下での周期的放飼法の実施は困難な場合が多い。しかし、近年では化学合成農薬に代わる防除手段として天敵類が注目されるようになり、販売される生物農薬（天敵製剤）の種類も増えつつある。これらの中で、例えばハダニ類の天敵であるチリカブリダニやオンシツコナジラミに対するオンシツツヤコバチなどは、古くから天敵として有望視され、研究されてきた天敵類である。生物農薬は、元来、大量放飼法での利用が考えられていたが、実際には大量放飼法の主流は害虫の卵に捕食寄生する卵寄生蜂の利用であり、その他の天敵類については接種的放飼法としての効果を期待する場合が多い。

### 3) 防除方法の変化と天敵利用

化学合成農薬の代替防除法として、天敵利用以外にも黄色蛍光灯を利用した夜間照明による吸蛾類の活動抑制や光反射シートを用いたマルチングによる害虫の飛来抑制、紫外線除去フィルムによるビニールハウス内での害虫密度の抑制、性フェロモンを利用した交信攪乱法による害虫の産卵抑制など多くの技術が検討されている。また、天敵類に影響が少ない農薬も開発されている。前述の代替防除法の中には実用化されているものもあり、このような防除技術の導入による農薬散布量の減少と害虫に対する悪影響が少ない農薬の選択によって、天敵相が活性化することが期待される。

## 10.4 害虫と天敵、植物の種間相互作用

ここまでは、どちらかという人間の活動と害虫またはその天敵との関係について述べてきた。しかし、自然生態系では農業害虫もその天敵も周辺に生息する様々な生物との間で相互に関係を保ちながら群集を構成しているはずである。農生態系では種々の人為的働きかけによって自然生態系とは異なった群集構造が構築され、それは自然生態系に比べて特異であり、種の多様性などに違いがあるかも知れない。しかし、農生態系においてもある害虫とある天敵が2種だけで群集を構成していることは少なく、一般にはやはり、共に生息する他種と一定の関係（相互作用）を保ちながら群集を構成していると考えられる。

### 1) 間接効果

プラムやリンゴなどに発生するリンゴハダニに対して、ハダニ類の捕食者であるカブリダニ類を利用しようとした場合、リンゴハダニとは直接には種間相互作用を持たないサビダニ類がその樹でどの程度発生しているかによってリンゴハダニに対する防除効果に違いが表れることが知られている。これは利用されたカブリダニ類にとってリンゴハダニはあまり好適な餌ではないのに対して、リンゴサビダニは好適な餌であり、リンゴサビダニを捕食してカブリダニ類が増殖した結果、リンゴハダニもより多くの個体が捕食され密度が低く抑えられたと考えられる。すなわち、リンゴサビダニの存在がカブリダニ類の増殖を通じて間接的にリンゴハダニに影響を与えたと考えられる。この例からも分かるように、生物的防除法を実施しようとするれば、対象害虫と放飼する天敵の関係に加えて、同じ群集を構成する他の植食者や捕食者が対象害虫と放飼した天敵との関係に及ぼす影響（間接効果）を無視することは出来ない。

### 2) 植物と植食者および捕食者との関係

植物といえども植食者である昆虫やダニに対してまったく無防備なわけではない。植物は自分自身の発育や繁殖に必要な一次代謝物質の他に、直接成長などに使われることがない二次代謝物質を生産し、その中に植食者による加害や病原菌の感染などに対する生体防御機構として機能する物質を多く含んでいる。植物と植食者との関係は、植物の生体防御機構の進化と植食者による打破との繰り返しと考えられ、しばしば軍拡競争に例えられる。また、植食者に加害された植物が揮発物質を空気中の放出し、その臭いに植食者を捕食する天敵類が誘引されることが知られている。このような植物と植食者および捕食者の関係は、通常、三者系と呼ばれ、その研究が注目されている。 (刑部正博)

参考図書 中筋房夫：総合的害虫管理学、養賢堂、東京、1997.