

9. 防除法

害虫はある一定の生息密度以上になったときに初めて被害を発現させる。したがって害虫防除は害虫を全滅させることが目的でなく、被害を発現させないような生息密度に誘導または維持管理することにある。防除には害虫発生の抑制と被害の回避をねらった予防と発生時の殺虫処理を目的とした駆除がある。

防除法には直接的な機械的防除法、物理的防除法、化学的防除法があり、間接的防除法として林業的防除法、生物的防除法がある。

1) 機械的防除法

(1) 捕殺法

素手あるいは器具をもちいて害虫をとらえ殺す方法で一見非科学的であるが、種類によって、また発生状況によっては最適であることが少なくない。大型の成虫、幼虫の捕殺はもちろんであるが、卵塊状に産卵するドクガ科、カレハガ科など、群棲する幼虫を巣ごとあるいは枝葉ごと除去する。枝葉に群棲するアブラムシ、カイガラムシをすり潰すことも容易である。毒毛を持ち群棲するケムシには棒の先にアルコールや石油をしみ込ませたボロ布に火をつけ焼殺するとかぶれることなく駆除できる。

(2) 刺殺法

コウモリガなどの穿孔虫の穿入孔から針金などを刺し込み刺殺する。被害木が少なく単木処理できるときには有効である。

(3) 打落法

ケムシ、シャクトリムシ、コガネムシ成虫など急激に木を叩くと落下

するので、落下虫を踏み殺す。

(4)誘殺法

夜間灯火に飛来する害虫を誘殺する方法は古くから実施されている。最近では青色蛍光灯やブラックライトの光源の周囲の格子に微弱高圧電流を流し、飛来した昆虫を感電死させる電撃殺虫器なども市販されている。餌木誘引法は穿孔虫を集めるために伐採丸太を餌木にして誘引穿孔させて焼却する方法が実施されてきた。餌木に殺虫剤を散布し飛来虫を誘殺する毒餌木法もある。ヘロモン、カイロモンなどの化学物質をもちいた誘引器がある。松くい虫用誘引器は市販され実用に使われている。誘引器には追突板に当たった虫が落下し物理的には捕獲できるもの、粘着板を用いるものがあり、また誘引器と設置場所周辺の木に殺虫剤を散布し、近くに飛来した虫を殺虫する試験も試みられている。

潜伏場所を人為的につくり誘致誘殺する方法は虫の習性を巧に利用したもので、日本では、マツカレハの越冬場所として秋にマツ樹幹に藁を巻き、冬期中にはずし潜んでいる虫もろとも焼却する。また、スギカミキリの成虫がスギの樹皮割れ目に潜む習性を利用して、樹幹に粘着物質や薬剤をつけた紙バンドを樹幹に巻きつけ、その中に入ってくる成虫を捕殺する。

(5)遮断法

ビニール、粘着物などを樹幹へ環状につけ、樹上に這いあがるのを防ぐ。他に袋、網、障壁、明溝なども遮断物に用いられる。

2) 物理的防除法

温度、光、電気、音波、放射線によって害虫を防除する方法であるが、樹木害虫ではまだ実用になるものはない。

3) 化学的防除法

農薬の1種の殺虫剤を使用する防除法である。殺虫剤は次のように分類される。

(1) 殺虫剤の種類

① 消化中毒剤

害虫の消化管の中に入って中毒させるもので、食餌に付着させて摂食させる。主に咀嚼型あるいは舐食型のチョウ目の幼虫、バッタ目、コウチュウ目などの駆除に使用させる。

② 接触殺虫剤

散布された薬剤が体表面をとおり体内に侵入死亡させる。除虫菊剤、ニコチン剤、アルカリ剤、マシン油剤、有機塩素剤、有機燐剤、カーバメート剤、合成ピレスロイドなどである。

③ 燻蒸剤

薬剤をガス状にして気門から呼吸系に侵入死亡させる。燻蒸に手間がかかるが、駆除効果が高く植物検疫の丸太害虫やマツノマダラカミキリなどの侵入地で完全駆除を目的として臭気メチル、NCSなどのピーニル燻蒸が実施されている。

④ 浸透殺虫剤

樹木の根、葉、樹幹などに薬剤を処理し、樹体内の各所に浸透させて摂食する害虫を殺す。吸収性害虫を対象にした土壌処理剤としてダイシストン粒剤、エカチンTD剤、アンチオ粒剤などがある。主な作用は中毒であるが、接触毒のこともある。吸収性害虫や穿孔性害虫に有効で、天敵虫を直接殺さない特徴があるが、高木では殺虫成分が上部に十分上がらないことが多く、灌木や幼齢木などの低木に用いられる。

⑤ 補助剤

殺虫剤の効果を十分発揮させ、また施用者の安全性を高めるために添

加する物質で、乳化剤、担体、展着剤、共力剤などがある。

⑥誘引剤

昆虫の信号物質のフェロモンや食餌起源の誘引物質などを捕虫器や粘着板と組合せて誘引捕殺する。デイスパルアーはマイマイガの性フェロモンで雄成虫を大量捕獲できる。松くい虫用に安息香酸、オイゲノール、テレピン油、2-ビネンを成分とするホドロン、T-74E、マダラコールが市販されている。またコスカシバの性フェロモン（チェリトルア）を野外に設置して、雄の雌に対する定位を妨げ、交尾を阻害する交信攪乱剤がある。

⑦忌避剤

害虫を目的の餌には近づけないようにする薬剤である。蚊の忌避剤、ヒルのサルチル酸メチルはよく使われている。マツノマダラカミキリに対しユーカリオイルが忌避効果があるとされている。

⑧不妊剤

生殖器の発育や生殖細胞に阻害を起こさせ、卵や精子の生殖能力をなくし、増殖をおさえる。樹木害虫ではまだ研究されていない。

⑨脱皮阻害剤

害虫を直に殺すのではなく、発育や生殖を抑制して虫密度を低下させる制虫剤の1種である。キチン合成阻害剤としてチョウ目幼虫に使われるジフルベンズロンがある。

(2)殺虫剤の剤型

剤型には次のものがある。

①液剤：水溶性の殺虫成分を水に溶かして使用する。

②水和剤：水に溶解しない殺虫成分を担体に混合して水中に懸濁させて散布する。

③乳剤：水に溶解しない殺虫成分を溶媒に溶かし、乳化剤をくわえ水中に分散させて散布する。

- ④油剤：殺虫成分をケロシンなどの油に溶かして散布する。
- ⑤粉剤：殺虫成分に増量剤としてタルク、カオリン、ベントナイト、珪藻土、消石灰、石膏などが加えられる。溶剤にくらべ固着性が劣るが、水を必要としない。
- ⑥粒剤：粉剤より粒子が大きい（297～1,680 μ ）。手まき散粒機を用いる。
- ⑦燻煙剤：殺虫成分を煙霧状にして流す方法で、微粒子で長く空中に浮遊する。労力が省けるが、効果はいかに巧く煙を流すかにかかっている。そのため早朝や夕方の上昇気流のない無風時に発煙する。
- ⑧燻蒸剤：気化しやすい液体などを用いて毒ガスを発生させる。テント、容器、室内など密閉されるところや土壤中で実施される。使用にあたってはガス漏れなど危被害防止に注意する。
- ⑨エアゾル剤：耐圧容器に入れられた蓄圧充填物で、内容物が霧状に噴出する。家庭庭園木など小規模な害虫防除に便利である。
- ⑩マイクロカプセル剤：殺虫成分をゼラチンやアラビアゴムなどの高分子膜で被覆した製剤で、放出調節、揮散分解防止、毒性の軽減などの特徴を具備させている。
- ⑪ペースト剤または塗布剤：農薬を糊状にした製剤で樹皮に直接塗布する。

(3)殺虫剤の安定性

殺虫剤は害虫の防除を目的としたものであるが、害虫以外に全く無害とはいえない。人間始め温血動物に対する毒性としては急性毒性、慢性毒性、遺伝的影響が問題になる。経口急性毒性のLD（半数致死薬量）値が30mg/kg（約量/体重）以下のものを毒物、50～300mg/kg程度のものを劇物、300mg/kg以上のものを普通物としている。経皮毒性では100mg/kg以下を毒物、100～1,000mg/kgを劇物に、吸入毒性はLD、1 hr（吸入1時間の半数致死薬量）200ppm以下を毒物、200～2,000

ppmを劇物としている。

食品に含まれる残留農薬は各種の実験結果から、一生摂取したとしても障害の認められない量に百分の1ないし数百分の1の安全係数に乗じて、1日最大摂取量または1日許容摂取量（ADI）とされている。これは人間の体重1kg当たり1日の薬量mgで表され、日本では平均体重の50kgを乗じたものを人体1日許容摂取量としており、この値の範囲内で残留農薬の最大値が農作物ごとに決められている。

適用対象物に対する薬害は使用濃度の2倍以上の処理で確認されている。

水生動物に対する影響については原体と製剤についてコイおよびミジンコを用い、それぞれTLm（処理後48時間の半数致死濃度）で示されている。毒性についてはA～Dに区分され、日本では次のような使用の規制が行われている。

A：コイ（体長5cm前後）に対しTLm 10ppm以上、ミジンコに対し0.5ppm以上で通常の使用法で魚介類に影響がないもの。

B：コイに対し0.5～10ppm以上、もしくはコイ10ppm以上でもミジンコに対して毒性が強く0.5ppm以下のもの、通常の使用法では魚介類への影響は少ないが、一時に広範囲に使用する場合には十分注意する。なお、Bのうち魚毒性B⁻²は注意が必要である。

C：コイに対し0.5ppm以下のもの。散布薬剤が河川・湖沼・海域および養殖池に飛散または流入するおそれのある場所では使用しない。これら以外の場所でも一時に広範囲に使用しない。散布に使用した器具や容器を洗浄した水、残りの薬液、使用後の薬ビンや空袋は河川などに流さず、地下水が汚染する恐れのない場所を選び土中に埋没するなど安全な方法で処理する。

D：指定農薬（PCP除草剤、ベンゾエビン、デニス）。使用禁止地域では使用しない。また、使用制限の処置をとられている地域での使用条件に従う。

(4)殺虫剤の使用手法

殺虫剤の市販形態は液体、固体、ガス体などである。施用方法は茎葉散布、土壌施用、樹幹散布で、これらの施用には剤型により、散粉法、散粒法、噴霧法、ミスト法、スプリングラ法、フォームスプレー法、燻煙法、灌注法、浸漬法、塗抹法、毒餌法、樹幹注入法、バンド法などがとられる。

散布にあたって農薬に添付されているラベルを良く読み、薬剤の性質を知り、使用上の注意事項を守る。体調の悪いときの使用は避けるが、使用にあたってマスク、手袋、保護衣を着用する。薬剤に直接触れたり吸入しないように風上から散布し、人家、家畜、魚、ミツバチ、カイコなどへの飛散がないように注意する。防除効果を上げるとともに葉害を避けるため、希釈倍率や使用量を守り、暑い日中の散布はひかえる。希釈は清水を使い、汚水・海水・硬水・アルカリ性のものは避ける。乳剤はよく振った原液と同量の水を入れてよく攪拌し、所定の水を徐々に加える。水和剤は所定の粉末に少量の水を加えて糊状にしてから、所定の水を加えてよく攪拌する。

散布後には農薬の浮遊がおさまリ、薬剤が乾くまで不用意に立入ったり触らないようにする。使用後の農薬や空容器は十分に注意して保管または処理する。散布後はシャワーなどで体をよく洗う。

(5)適川薬剤

食葉性害虫に対して、チョウ目幼虫の駆除にはディブテックス、スミチオン、バイジット、デナボン、サリチオン、カルホス、エルサン、バダン、DDVPなどの乳剤、水和剤、粉剤などが害虫の種類に応じて用いられる。綴った葉、テント、ミノなどの中に生息する種類については葉が内部に入り難く、効果が落ちるので丹念に散布する必要がある。一般に大きくなった幼虫より若齢幼虫期に散布すると効果が高まる。したがって早期発見早期駆除が望まれる。コガネムシ、ハムシなどの食葉性

コウチュウ類の防除にはスミチオン、デナボン、ディブテレックス、オルトランなどの粉剤、水和剤、乳剤を散布する。ハバチ類の防除にはデナボン、スミチオン、DDVPなどの粉剤、乳剤、水和剤の散布が実施される。

穿孔性害虫は木の内部で生活しているので外部に露出して食害する害虫にくらべて防除が難しい。一般に衰弱木に寄生する穿孔虫の被害回避には、基本的には樹木を衰弱させないように健全に管理すると同時に、穿孔虫密度を低下させるための被害木、被害丸太などの繁殖源の除去、あるいは成虫穿孔時期に松くい虫用駆除剤などを散布する。コウモリガやボクトウガなどの穿孔性ガ類の駆除は殺虫剤を穿孔孔から注入したり、針金を穿孔孔から刺し込み殺す。“しんくいむし”の駆除は成虫発生期に孵化幼虫をねらいスミチオンなどの殺虫剤を散布する。あるいは被害新梢を剪定焼却し虫密度を低下させる。健全な広葉樹につくカミキリムシ類の防除には、被害が小規模であるならばダイアジノン、スミチオン、DDVP乳剤の濃厚液を穿孔孔から注入し、バテや粘土などで栓をして燻蒸したり、産卵期に樹幹にスミチオン乳剤などの濃厚液を散布する。また産卵が長期にわたる種類では、サツチュウコートなどを樹幹に塗布すると長期の防除効果がえられる。産卵部位に紙などを巻き物理的に産卵を回避する方法もある。穿孔性害虫全体についていえることであるが、樹木の植栽にあたっては適地適木を念頭におき、樹種を選定し健全に育成する必要がある。成虫を捕殺する方法としては一部の種類についてフェロモンやカイロモンを用いた誘引捕殺剤がある。

吸収性害虫にたいして、グンバイムシ類の防除薬剤はマラソン、ダイアジノン、DDVP、エルサンなどが適している。アザミウマ目の防除薬剤としてDDVP、マラソン、スミチオンが用いられるが、発生回数が多いので繰り返し散布する必要がある。アブラムシ用の殺虫剤にエストロックス、キルバール、エカチン、サヒゾンなどがあり、スミチオン、マラソン、DDVP、デナボンなども使用できる。増殖期には数回散布するこ

とが必要である。また低木では浸透性殺虫剤のジメトエート、エカチンなどで土壌処理する。カイガラムシ類の防除はコナカイガラムシ類やワラジカイガラムシ類のように自由に動き回る虫ではサリチオン、スミチオン、スプラサイド、ダイアジノンなどで容易に殺虫できるが、すでに定着して堅い介殻を被った虫では普通の殺虫剤散布では虫体まで浸透しないので効果が低い。機械油乳剤は顕著な効果があるが、薬害を避けるため希釈倍率や散布時期に注意する必要がある。定着前の幼虫は殺虫剤に弱くスミチオン、ベスタン、DDVP、カウハウ、デナポンなどで殺虫することができる。カイガラムシ類は通風の良くない所に発生しやすいので、枝葉の剪定により風通しを良くして予防する。

虫えい形成害虫に対しては、虫えい中で虫が生活するので防除は容易でない。成虫の発生産卵時期に薬剤を散布するか、被害部を剪定焼却することになるが、浸透性の高いエストックス、エカチン、オルトランの乳剤を散布するといくらか効果がある。

食根性害虫の防除法はダイアジノン、バイジットなどの粒剤、粉剤を土壌にすき込む。

シロアリの防除は日本ではホキシム、スミチオン、クロルピリホスが使われている。かつてはBHC、DDT、クロルデンが使われ顕著な効果があった。発展途上国でもこれら塩素系殺虫剤の使用を禁止している国も多くなったが、現在かりに使える国であっても環境汚染の意味から日本人は使うべきでない。日本では硼素硼酸系の薬を注入した防虫処理材が市販されている。耐蟻性樹種としてチーク、広葉杉、カヤ、イヌマキなどが知られている。

4) 生物的防除法

害虫の繁殖を抑制する環境抵抗の重要なものに天敵の働きがある。生物的防除法はこの天敵を保護利用して害虫を防除する方法で、環境汚染

の問題がなく、人畜無害で天敵自体自己増殖するので効果が持続的であるなどの特徴をもっている。

天敵利用の歴史は古いが、カルフォルニアにおけるオーストラリア原産のベダリアテントウによるイセリアカイガラムシ駆除の大成功を契機に、世界各地の天敵による害虫駆除の試みが相次いで行われた。熱帯地域でアルビジアのキジラミに対しこのテントウムシが用いられているようである。しかし、天敵による防除は万能ではなく失敗例も多い。天敵虫利用には在来種の天敵を保護あるいは増殖放虫する方法と有力な天敵を他から移輸入放虫する方法がある。

(1)天敵の種類

天敵防除に用いられる種類は捕食虫と捕食寄生虫の食虫性昆虫、寄生性線虫、病原微生物が多い。

①捕食虫

捕食虫は独自に餌を探し、生存期間に1頭以上の餌を食べる。コウチュウ目（テントウムシ、ハネカクシ、オサムシなど）、ハチ目（アリなど）、カメムシ目（ハナカメムシ、メクラカメムシなど）、カゲロウ目（クサカゲロウなど）、ハエ目（ヒラタアブなど）が利用されたことがある。一般に各種の昆虫を捕食し、多食性のものが多い。

②捕食寄生虫

幼虫期に昆虫に寄生して生育し、最後には寄主を殺す寄生蜂や寄生蠅などである。ハチ目（ヒメバチ、コバチ、クロバチ、ツチバチなど）、ハエ目（ヤドリバエほか）に多い。内部捕食寄生虫と外部捕食寄生虫がある。寄主特異性が強く単食性や寡食性の種類が多い。日本ではマツカレハの蛹寄生蜂のマツケムシクロマユバチが九州で、スギノアカネトラカミキリの寄生蜂のクロアリガタバチが和歌山、秋田で試験が行われたことがある。ルビーロウムシのルビーアカヤドリコバチは各地のミカン栽培地に移出放虫され顕著な効果がえられた。

③寄生性線虫

共生、半寄生、寄生などの種類がある。生物防除試験として苗畑でスタイナネマが使用されて注目されている。

④病原微生物

昆虫の伝染性の病気の病原体はウイルス、リケッチア、細菌、マイコプラズマ、糸状菌、原生動物などである。これらの中にはカイコに対して病原性を発揮するものがあるので養蚕地では特に注意する必要がある。

a ウイルス病はほぼ体全体をおかす核多角体病と中腸粘膜に限られる細胞質多質体病がある。マイマイガとハラアカマイマイの核多角体病ウイルスは有効な天敵である。マツカレハの中腸細胞質多角体病ウイルスには製剤品があり、実用化されている。

b 細菌ではバチルススの病原性が強い。芽胞細菌 (*Bacillus thuringiensis*) の産生結晶毒素やこれと生芽胞を含んだ製剤が登録許可されている。

c 糸状菌は死亡した昆虫の体が硬くなるので硬化病とよばれる。黄蘗病菌 (*Beauveria bassiana*) はマツカレハやコガネムシ幼虫の防除に古くから利用されている。また、マツの穿孔虫の1種のキイロコキクイムシに黄蘗病菌を付着させて放虫し、樹皮下内のマツノマダラカミキリ幼虫に感染死亡させようとする試験が行われ、新しい天敵利用法としてその効果が期待されている。

5) 林業的防除法

これは耕種的防除法ともいわれ、次の点に留意する。

- (1) 常時監視を怠らず、早期発見・早期駆除を念頭に置き対応する。
- (2) 生物相を複雑にするため異齢多樹種にする。ただし病気も含め中間寄主の植栽は避ける。この逆の同齢単一樹種の林は虫害が発生しやすい。

傾向がある。

(3) 枯死木には穿孔性害虫が繁殖している可能性が高いので、他樹に移らないうちに焼却するか薬剤散布する。風倒木や山火事火傷木についても同様に早期に処理する。

(4) 乾燥害などで衰弱し穿孔虫被害を受けそうな樹木には灌水し樹勢を回復させる。

(5) 枯木や衰弱木を伐採整理する衛生伐は穿孔虫被害の防止法として実行されることがある。

(6) 植栽樹種は虫害の少ない樹種あるいは品種を選定する。一般に郷土樹種は導入樹種より抵抗が強く、またその土地に適した樹種は強健に生育し、害虫も比較的少なく、虫害に対して抵抗力があり、かりに食害されても補償能力が強い。

(7) 適当な剪定や枝打ちは樹木の成長に及ぼす影響だけでなく、通風をよくし、また陽光の入射を良好にし、カイガラムシ類やアブラムシ類の被害を回避することができる。除・間伐も同様な効果がえられるが、穿孔性害虫の加害対象になる被圧衰弱木を除去し、被圧木の発生を防止できる。