

令和 6 年度 長野県農薬管理指導士養成研修会

病虫害防除

農業技術課 専門技術員

第9章 病害虫・雑草とその防除

農薬概説（2024） pp. 189～


2. 病 害

(1) 植物の病気

病害とは：**病原微生物**によって引き起こされる異常

	病害	生理障害
原因	生物的要因 カビ、細菌、ウイルス、 ウイロイドなど	物理的要因 温度、日射など 化学的要因 養分、水分などの不調 有害物質など
伝染性	あり	なし

(1) 植物の病気

	植物	人間
病害	   <p>うどんこ病 (糸状菌) せん孔細菌病 (細菌) 斑入果病 (ウイルス)</p>	   <p>水虫 (糸状菌) 結核 (細菌) インフルエンザ (ウイルス)</p>
生理障害	  <p>日焼け果 ビターピット</p>	  <p>日焼け 骨粗しょう症</p>

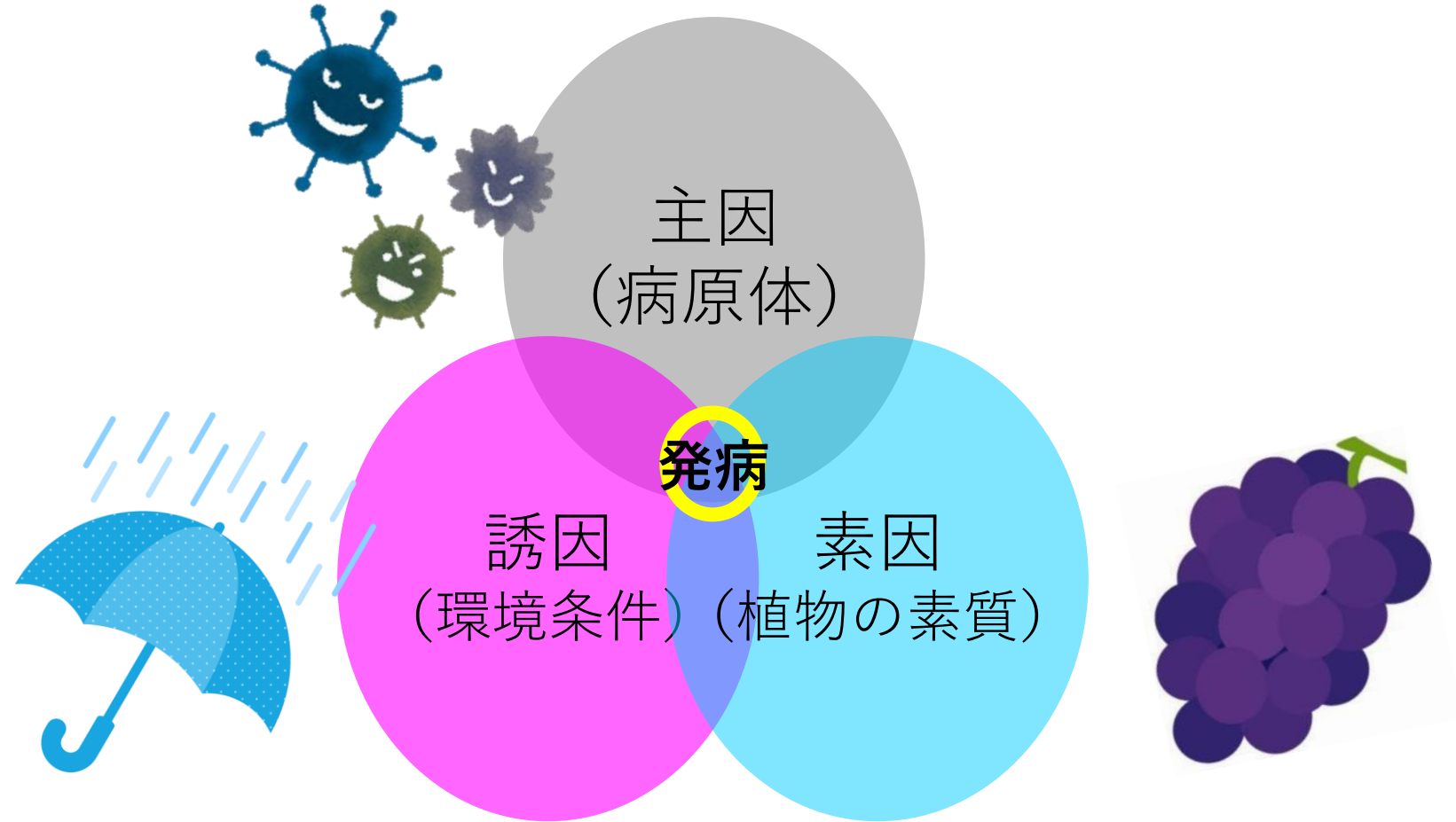
(1) 植物の病気

コッホの原則 (Koch's postulates)

- ① 対象とする被害植物（病斑）には、特定の微生物が存在する。
- ② その微生物を純粋に分離できる。
- ③ 分離した微生物を健全植物に感染させると、元の病徴が再現される。
- ④ 再現された植物（病斑部）から同じ微生物が分離される。

(1) 植物の病気

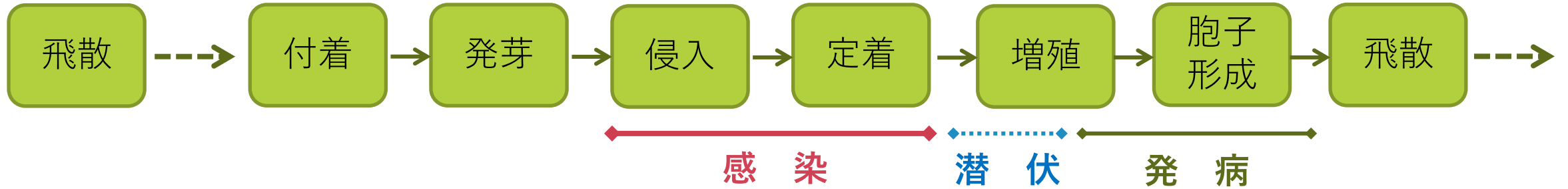
病気の成立（発生）と3要因との関係



3つの要因が重なると発病する

(1) 植物の病気

糸状菌の場合の一例 (※病原体によって異なる)



宿主特異性

- ・ 特定の植物種のみを宿主とする性質

宿主範囲

- ・ 病気を引き起こすことのできる植物種の範囲

病徴

- ・ 肉眼で見える病変

標徴

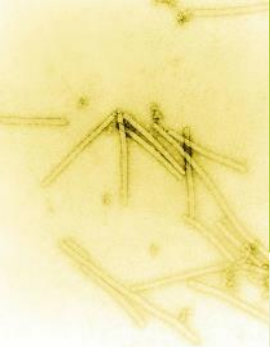
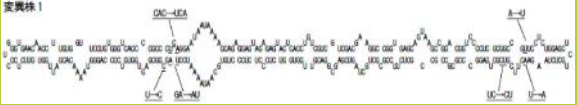
- ・ 病原体が罹病植物の患部に露出して現れたもの

(2) 病原の種類と性質

引用元：農薬概説2024（日本植物防疫協会）

病原の種類	病害数	病原数
菌類病	8,306	4,205
線虫病	774	122
ウイルス病	702	377
細菌・放線菌病	650	192
ファイトプラズマ病	81	9
藻類病	71	2
ダニ・昆虫	21	16
ウイロイド病	21	25
寄生植物病	1	1
非伝染性病害	197	27
病原・病因不明	135	
合計	10,959	4,976

(2) 病原の種類と性質 1) ウィルス・ウィロイド

	ウィルス 	ウィロイド 
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 核酸 + 外皮タンパク質 ・ 球状、桿状、棒状、ひも状の4種類 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 核酸のみ
構造	<ul style="list-style-type: none"> ・ 核酸はDNAまたはRNA 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 核酸は一本鎖RNA
感染様式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自力で宿主植物体に侵入できない ・ 虫媒、接木、種子、土壌伝染など 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自力で宿主植物体に侵入できない ・ 昆虫による媒介はない。 ・ 栄養繁殖による伝染、種子伝染、花粉伝染が主体。
主な病徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ モザイク、えそ斑点、輪紋、萎縮、奇形など 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 矮化、萎縮、退緑斑、黄斑、小型化など

(2) 病原の種類と性質 1) ウイルス・ウイルス



モザイク：
緑色と黄色の部分がまだら状に現れる。



えそ斑点：
組織の一部が褐変して
斑点状に壊死する。



輪紋：
円形または同心円状を斑紋を形成する



萎縮：
葉は小さく、節間は短縮し、草丈は低くなるなど
株全体の生育が抑制される



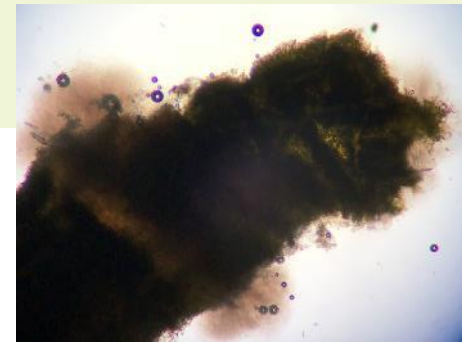
奇形

2) 細菌



特徴	<ul style="list-style-type: none">・ 単細胞の二分裂増殖する原核生物・ 球菌、桿菌、らせん菌に大別されるが、植物病原細菌は桿菌。
構造	<ul style="list-style-type: none">・ 外皮（細胞壁や細胞膜）、核質、リボソームなどの基本構造と、種類によって備わるべん毛、芽胞など特殊構造物から成る。・ 核膜がなく、染色体DNAは細胞質中に露出
感染様式	<ul style="list-style-type: none">・ 自然開口部（水孔、腺毛、気孔など）と傷口（風雨、昆虫管理作業など）から感染する。・ 自ら植物表皮組織を破壊して侵入することはできない。・ 感染成立のためには、適度な温度や湿度が必要。
主な病徴	<ul style="list-style-type: none">・ 萎凋、軟腐、斑点・条斑、肥大・奇形、萎縮・叢生

2) 細菌



・ 代表的な病徴

- ① **壊死** (斑点・条斑) : 病原細菌に感染増殖された宿主組織が部分的に死んだ状態
- ② **腐敗** (軟腐など) : 病原細菌が分泌した細胞壁分解酵素によって、植物組織が崩壊した状態
- ③ **萎凋** : 病原細菌が道管に感染・侵入、水分通道を阻害し、宿主植物がしおれた状態
- ④ **異常増殖** (肥大・奇形、萎縮・叢生) : 病原細菌によって宿主植物細胞の異常増殖が引き起こされた状態

・ ①, ②, ③は必ず菌泥が見える (④は見えない)



① 壊死



② 腐敗

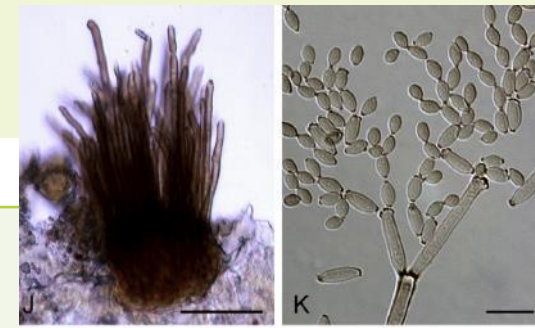


③ 萎凋



④ 異常増殖

3) 糸状菌



特徴	<ul style="list-style-type: none">・ 真核生物で、多くは菌糸体で伸長し、胞子で繁殖する。
構造	<ul style="list-style-type: none">・ 菌糸細胞はキチン質あるいはセルロースを主成分とする細胞壁で包まれる。・ 細胞内部に原形質膜、核、ミトコンドリア、リボソームなどを持つ。・ 無性胞子（分胞子、遊走子）や有性胞子（卵胞子、接合胞子、子のう胞子、担子胞子）、厚膜胞子などを形成。
感染様式	<ul style="list-style-type: none">・ 植物組織の角皮、自然開口部（気孔、水孔、被目など）、傷、柱頭などから侵入する。・ 角皮からの侵入の場合は、発芽管を出して付着器を作り、そこから侵入糸を出して宿主細胞壁を貫通して侵入する。
主な病徴	<ul style="list-style-type: none">・ 苗立ち枯れ、萎凋、徒長、斑点・条斑、腐敗、落葉、焼け・壊死、枝枯れ・胴枯れ・癌腫・樹脂分泌、肥大・増生・てんぐ巣など

3) 糸状菌



黒点病



すす点病



輪紋病



腐らん病



炭疽病



黒星病



うどんこ病



褐斑病



赤星病



斑点落葉病



白紋羽病



紫紋羽病

(3) 病気の発生生態 1) 伝染源

第一次伝染源

病害の伝染環のなかで最初の発生源となるもの

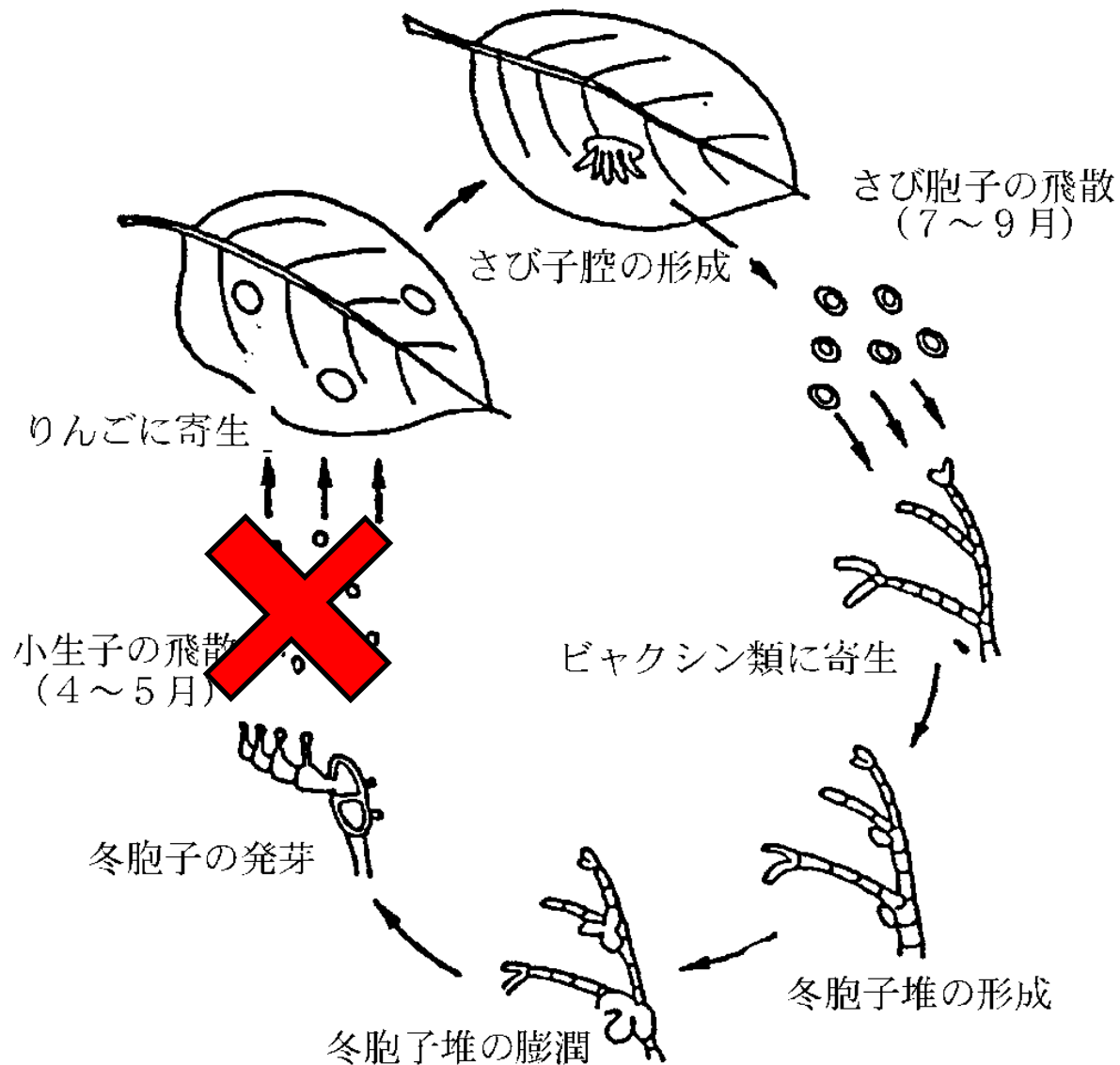
- ① 汚染種子、罹病苗・球根・塊茎など
- ② 土壌、前年の被害植物の残渣
- ③ 前年の罹病枝梢
- ④ 他の植物
- ⑤ 昆虫類
- ⑥ その他（資材、農機具、遠方からの飛来）

第二次伝染源

第一次伝染源から伝搬された病原が宿主に定着、発病したのちにそこに生じた孢子などの伝染源のこと。

(3) 病気の発生生態 1) 伝染源

例) リンゴ赤星病



リンゴ園の近くには
ビャクシンを植えない



(3) 病気の発生生態 1) 伝染源

伝染の様式

空気伝染（風媒伝染）：うどんこ病、灰色かび病 など

水媒伝染（雨媒伝染）：細菌性病害、炭疽病、べと病など

土壌伝染：*Fusarium*属菌による立枯病、白絹病など

虫媒伝染：ウイルス病、ファイトプラズマ病

2) 発生環境

病原体と宿主植物をとりまく環境条件が病気の発生とまん延の多少を左右する。

自然環境

- 日照**：一般的に日照不足下では植物は軟弱に育ち、病気に対する抵抗力が低下する
- 温度**：病原菌にはそれぞれの活動適温域があるため、温度は病気の発生を左右する最大要因となる。
- 湿度**：病原菌の孢子形成や侵入に影響。一般に糸状菌の孢子形成と侵入には95%以上の高湿度が必要（⇔うどんこ病は乾燥を好む）。細菌の侵入・増殖には水分が必要。
- 風雨**：強風は葉に傷を付れたり、細根を切断し、病原菌の侵入口を増加させる。

人為的環境

栽培法、施設化、品種、放任園からの伝染 など

(5) 病害の防除方法

総合防除

発生予察に基づいて3要因（主因・素因・誘因）にかかわるあらゆる制御手段を利用し、それらを合理的に組み合わせて体系化した防除のこと

種類	例
耕種的	①圃場衛生と伝染源の排除、②抵抗性品種の利用、③抵抗性台木の利用、 ④作付様式、栽培方法の改善など、⑤気象環境の改善、 ⑥圃場の基盤整備、土壌改良及び施肥改善
物理的	①熱利用による種子・土壌消毒、②光質利用、③シルバーマルチ、ビニール展張
生物的	①微生物農薬の利用、②弱毒ウイルスの利用、 ③生物及び天然物由来殺菌剤の利用、④ウイルスのフリー化
化学的	殺菌剤による防除

耕種的防除の例：伝染源の除去

リンゴ黒星病、褐斑病

- ・ 主要な越冬伝染源は被害落葉



被害落葉を圃場から持ち出し、翌年の伝染量を減らす

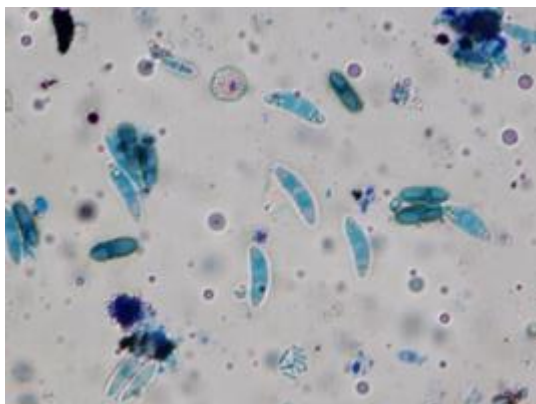


表1 落葉処理の有無とリンゴ黒星病の発生状況
(平成24年、果樹試験場)

試験区	調査日と発病葉率 (%) ^{a)}				
	5/14	5/24	6/6	6/25	7/30
落葉処理区	0	0	0	0	0.2
無処理区	0	0	1.0	4.4	3.2

a) 30果そうの全葉を調査し算出

表2 落葉処理の有無とリンゴ褐斑病の発生状況 (平成24年、果樹試験場)

試験区	調査日と発病果そう率 (%) ^{a)}						
	6/6	6/25	6/29	7/6	7/18	7/30	8/21
落葉処理区	0	0	0	0	1.7	28.3	71.7
無処理区	0	0	3.3	5.0	11.7	35.0	85.0

a) 30果そうを果そうごとに調査し算出

品種：「ふじ」／マルバカイドウ

試験区：落葉処理区260m² (8樹)、無処理区480m² (17樹)、反復なし

調査樹：殺菌剤無散樹2樹 (表中の数値は2樹の平均)

物理的防除の例：温水処理による紋羽病防除

白紋羽病・紫紋羽病菌は熱に弱い

→樹体に影響のない温度で病原菌を殺す

方法

- ・ 50°Cの温水を主幹周辺に点滴処理
- ・ 以下の条件に到達したら処理終了
 - ① 地下30cmの地温が3か所全てで35°Cを超える
 - ② 地下10cmの地温が1か所でも45°Cを超える



2. 害虫

農薬概説 (2024) pp. 219~

(1) 害虫の種類と性質 1) 農作物の有害動物

表 植物防疫における害虫の種類

引用元：農薬概説2023（日本植物防疫協会）







分類群		種類数	
線形動物門		154	線虫類など
軟体動物門		34	ナメクジ、マイマイなど
節足動物門	昆虫	2,924	
	ダニ	172	
	その他	19	
脊椎動物門		72	
合計		3,375	



【参考】 動物の種類：約100万種
うち 脊椎動物：4万種（半数が魚類）、無脊椎動物：96万種（8割が昆虫）

2) 昆虫の形態と分類

表 重要な害虫の属する目

目			
バッタ目 (直翅目)		ケラ、イナゴ、コオロギの仲間	
カメムシ目 (半翅目)	同翅類	アブラムシ類、ウンカ・ヨコバイ類、カイガラムシ類の仲間	
	異翅類	カメムシ類、ゲンバイムシ類の仲間。	
アザミウマ目 (総翅目)		スリップス類とも呼ぶ。	
チョウ目 (鱗翅目)		チョウやガの仲間。多くの重要種を含む。	
ハエ目 (双翅目)		タネバエ、ハモグリバエ類の仲間。	
コウチュウ目 (鞘翅目)		イネミズゾウムシ、コガネムシ類などの仲間。	
ハチ目 (膜翅目)		クリタマバチ、カブラハバチなど	

3) バイオタイプ

バイオタイプ

- ・ 作物加害性などの性質が異なる種内変異のこと。
外部形態では識別困難で、分類学上同一種とみなされるが、
遺伝子レベルでは識別可能な種内グループ。



例：タバココナジラミ (B系統、Q系統)



例：ネギハモグリバエ (A系統、B系統)

5) 侵入害虫

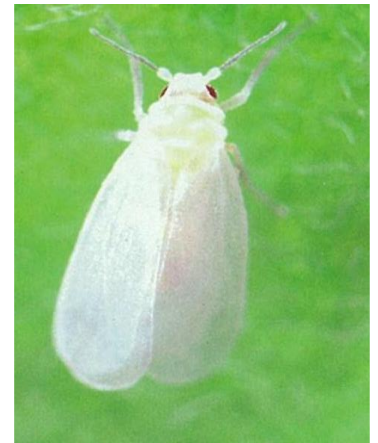
侵入害虫

従来より国内に生息する在来種とは異なる、海外から侵入した害虫

【主な侵入害虫】

スクミリンゴガイ、ジャガイモシストセンチュウ、
オンシツコナジラミ、イネミズゾウムシ、ミナミキイロアザミウマ、
シバオサゾウムシ、アルファルファタコゾウムシ、
ミカンキイロアザミウマ、マメハモグリバエ、
トマトハモグリバエ、タバココナジラミ(バイオタイプB,Q) 他

- ・一般に、侵入害虫の根絶防除は難しく、一度侵入定着するとその後数年間は増殖が旺盛で、発生密度は非常に高まる。



(2) 害虫の生理・生態的特徴

1 世代

- ・ 卵から幼虫を経て成虫が交尾・産卵して死ぬまでの一生のこと。
- ・ 害虫種によって1年間の世代数は異なる。

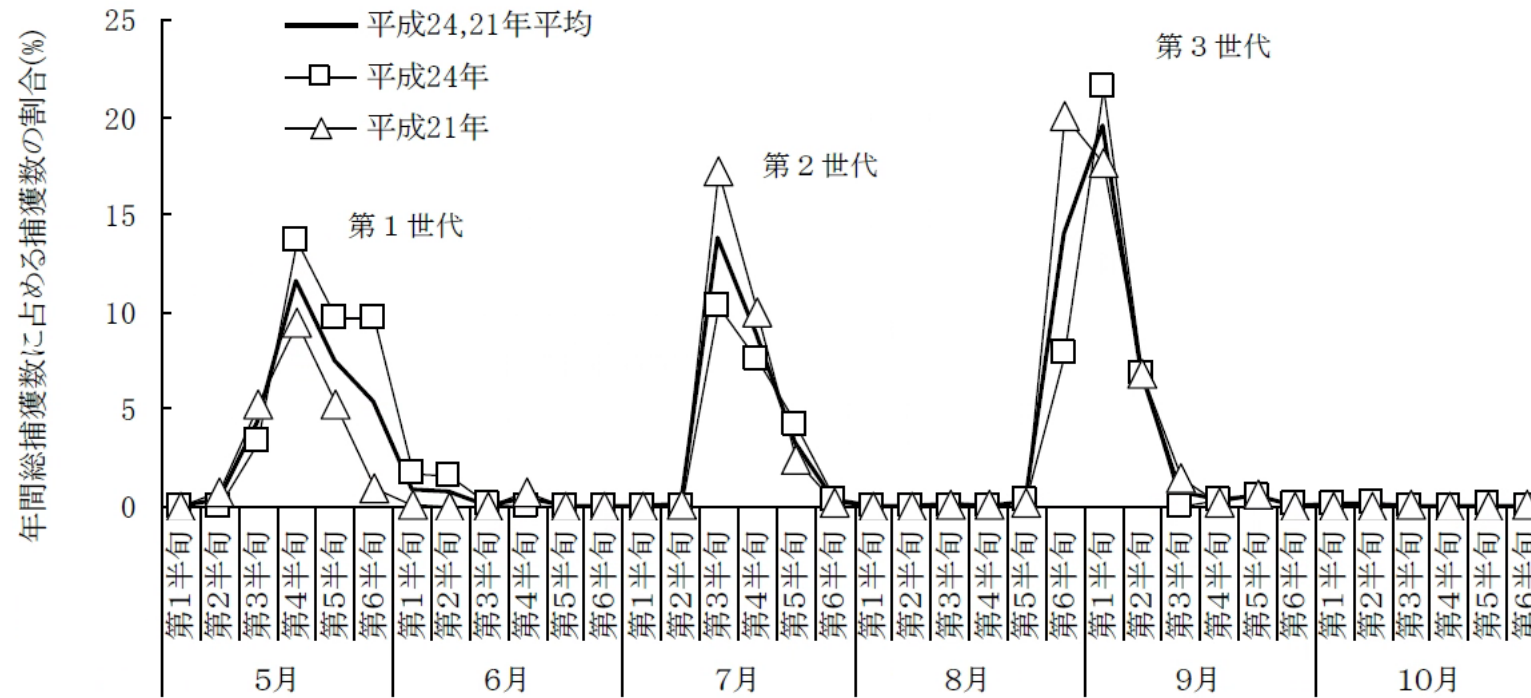
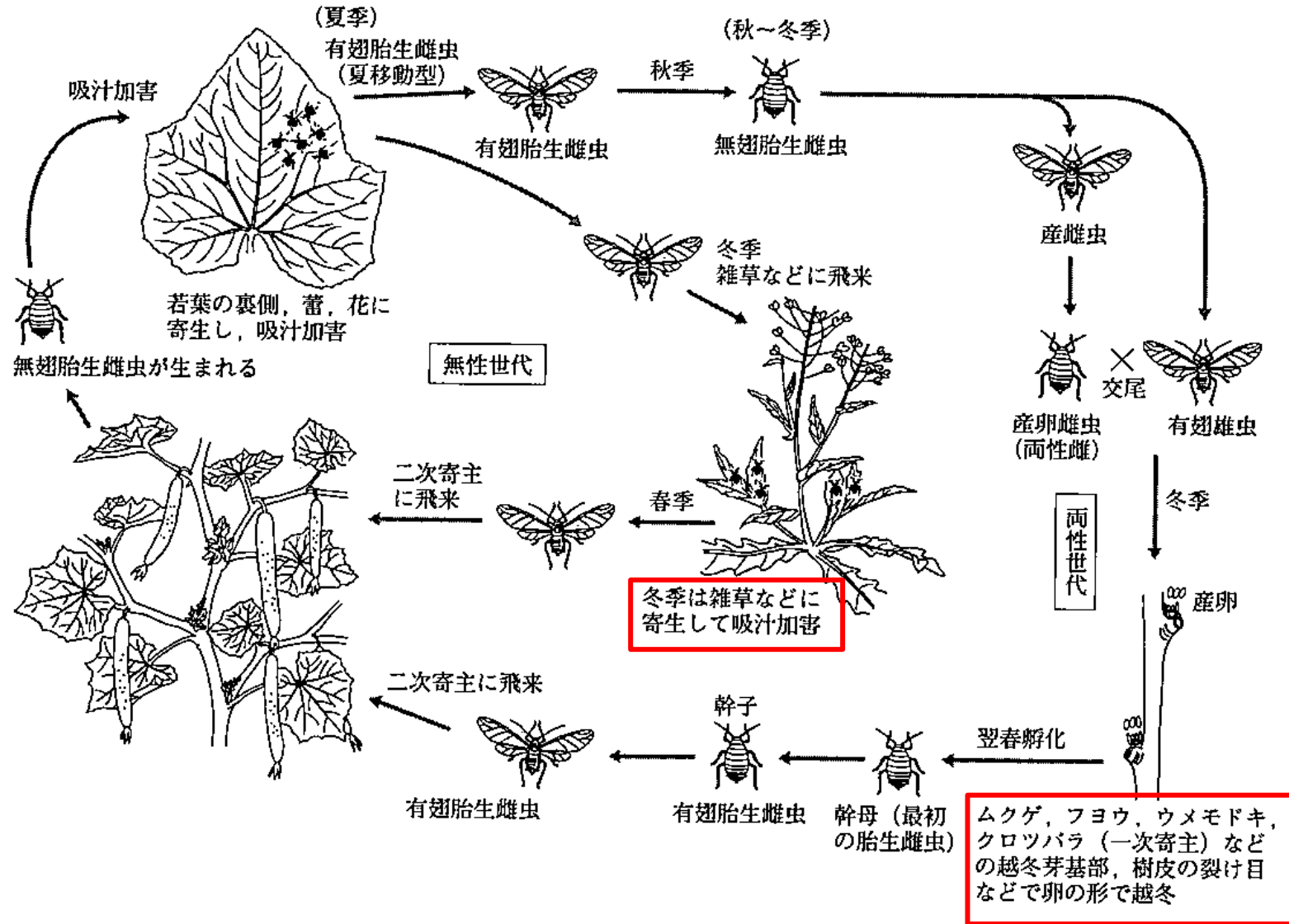


図2 ももにおけるウメシロカイガラムシ幼虫の歩行消長（平成21,24年、果樹試験場）

1) 生活史



第12図 アブラムシの生活環と加害 (キュウリのワタアブラムシ) -完全生活環型

(根本・米山原図)



2) 発育温度と休眠

発育最低温度（発育零点）

これ以下では昆虫が発育できなくなる温度

有効積算温度

環境温度から発育最低温度を引いた温度の積算値

【例えば】 ハスモンヨトウをビートの葉で飼育した場合

発育最低温度：10.3°C

有効積算温度：526.3日度

休眠

冬眠、夏眠など。気温や日長時間によって誘起される

(2) 害虫の生理・生態的特徴

変態

昆虫が幼虫から蛹、成虫へと形態を変えること

脱皮

変態と脱皮にはホルモンが関与する

→ これに作用する農薬：昆虫成長制御剤（IGR剤）



完全変態

卵、幼虫、蛹、成虫と形態を変えるもの

不完全変態

明確な蛹を経ないもの（アブラムシなど）



(2) 害虫の生理・生態的特徴

○ 昆虫の食性

単食性

1種類の植物しか餌としないもの（カイコ：桑）

狭食性

数種類の植物を食うもの（モンシロチョウ：アブラナ科）

広食性

さらに多くの種類の植物を食うもの（オオタバコガ）

○ 配偶

単為生殖

雌が交尾せずに産卵または子虫を生むもの（アブラムシなど）

性フェロモン

雌雄の間で性的刺激を誘発する化学物質
発生予察や交信かく乱に用いられる。

○ 産卵 1雌が1,000個以上を産卵する種類もある



6) 昆虫の移動

○ 移動の目的

①食餌、②交尾の相手探し、③産卵増殖の場所探し、④越冬場所探し

○ 長距離を移動する害虫

トビイロウンカ、セジロウンカ（6～7月に中国大陸から飛来）

コブノメイガ、アワヨトウ（日本国内の広域を移動）

ハスモンヨトウ（西日本のハウスで越冬した個体が春～夏に長距離移動）

○ 害虫の発生変動

季節変動、年次変動 → 気象的要因、生物的要因、耕種的（人的）要因

例) マイマイガ 約10年周期で大発生を繰り返す（天敵の影響）



(3) 害虫の防除方法

■ 耕種的防除法

栽培時期の移動、抵抗性品種、輪作、間・混作、雑草管理

■ 物理的防除法

熱、光、色の利用

■ 生物的防除法

土着天敵の保護、導入天敵の放飼、
天敵の生物農薬的使用（放飼増強法）、天敵微生物の利用

■ 化学的防除法

化学物質を利用した防除

1) 耕種的防除法

- 栽培方法の変更や品種の選択などにより、害虫が発生しにくい条件を整え、発生抑制や被害軽減を行う
 - 害虫の発生が少ない時期に栽培する。
 - 害虫の発生が少ない品種を栽培する。
 - 圃場周辺の環境を害虫が発生しにくいように整備する。
 - 害虫防除がしやすい栽培方法にする。



2) 物理的防除法

■ 熱、光、色、音などを利用した防除

【長 所】

- ・ 抵抗性の発達した害虫にも有効
- ・ 環境に及ぼす影響が少ない

【短 所】

- ・ 単独では十分な効果をあげることが難しい

2) 物理的防除法

- ① 熱の利用：温湯浸漬による種子や球根に寄生する線虫やネダニ類の駆除
ハウスの蒸し込み
- ② 光の利用：誘蛾灯、黄色蛍光灯によるヤガ類の行動抑制、UV-Bによるハダニ類防除
- ③ 色の利用：粘着トラップ（黄・青など）、赤色防虫ネットによるアザミウマ類侵入抑制



黄色LEDによるヤガ類防除



赤色防虫ネット

3) 生物学的防除法

- 天敵生物を利用した防除。生物的手段を応用した防除や土着天敵の保護利用温存も含む

【長 所】

- ・ 抵抗性の発達した害虫にも有効
- ・ 環境に及ぼす影響が少ない

【短 所】

- ・ 効果を引き出す条件をそろえる必要がある
- ・ 害虫と天敵生物の両方の生態を熟知する必要あり

- 土着天敵保護のため、薬剤散布にあたって、天敵への影響を考慮して薬剤の種類、散布時期、散布範囲を選定する

3) 生物学的防除法

- ① 土着天敵の保護：天敵の保護涵養のための緩衝植物地帯の設置
天敵への影響を考慮した防除薬剤選択

- ② 導入天敵の放飼：外国も含め広く各地から有効な天敵を探し、導入し、野外に放して定着増殖させ、害虫を駆除する。

【例】

害虫	天敵
イセリアカイガラムシ	ベダリアテントウ（台湾）
クリタマバチ	チュウゴクオナガコバチ（中国）
ヤノネカイガラムシ	ヤノネキイロコバチ（中国）

※2002年の農薬取締法の改正により、登録の無い天敵の輸入は禁止。

3) 生物学的防除法

③ 天敵の生物農薬的使用法 (放飼増強法)

人工的に大量増殖した天敵を害虫の発生時期に放して害虫を攻撃させ、その発生を抑える。

④ 天敵微生物の利用

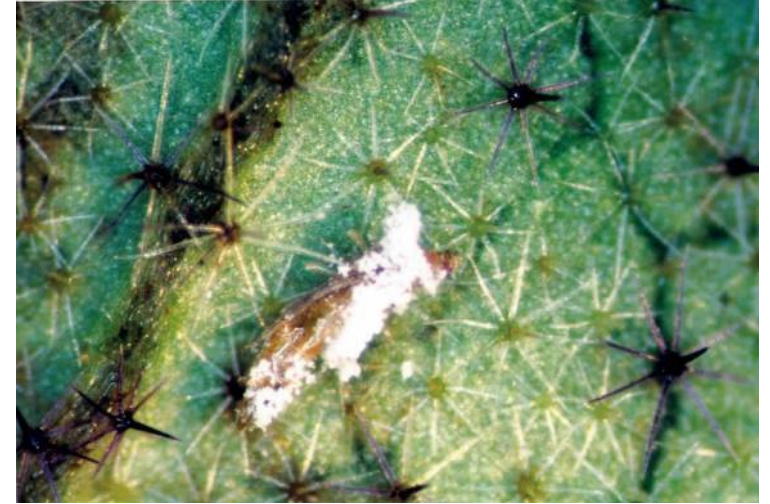
昆虫病原微生物を殺虫剤と同様に散布して害虫を駆除する。B T剤、ボーベリアなど。



スワルスキーカブリダ
ニ



タイリクヒメハナカメ
ムシ



ボーベリア バッシアーナ
(ボタニガードES)

4) 化学的防除法

■有機合成された農薬を利用した防除法

【長 所】

- ・防除効果が一般に非常に早く現れる。
- ・多くの有効な殺虫剤がある。
- ・小面積でも大面積でも効率よく防除可能。
- ・省力的で防除経費が安く、経済的。

【短 所】

- ・天敵や有益昆虫などを含めた生物相への影響。
- ・連用による薬剤抵抗性害虫の出現。

a 外部から食害する害虫の防除



フタオビコヤガ



モンシロチョウ (アオムシ)



ウリハムシ

- 作物体の表面に生息するため、農薬を到達させることは容易。
- 害虫が発生し加害を発見してからでも殺虫剤による防除は可能。
- 幼虫は発育が進むとともに体重が増加し、薬剤に強くなる。
老熟幼虫は摂食量も多いので、被害防止の観点から**若齢期の防除**が重要。

b 食入性の害虫の防除



ネギハモグリバエ



マメシンクイガ



モモシンクイガ

- 作物体内に食入してしまうと、農薬を到達させることは困難。
- ふ化した幼虫が、作物体内に**食入するまでの間**に殺虫剤に接触させる。
- ふ化前に殺卵効果のある殺虫剤や残効性の長い殺虫剤を散布する。
産卵最盛期かその直前が散布適期。
- **浸達性を持つ薬剤**は有効性が高い。

c 外部から汁液を吸収する害虫の防除



トビイロウンカ



モモアカアブラムシ



ミカンキイロアザミウマ

- 作物体の表面に生息するため、農薬を到達させることは容易。
- ウイルス媒介虫は、媒介する前に防除しないと病害抑制は困難。
- 汁液を吸汁するので、**浸透性殺虫剤**が有効（根や茎葉部から吸収させる）。
※浸透性薬剤は食葉性害虫よりも吸汁（吸収）性害虫に高い効果。
- 浸透性殺虫剤を土壌処理する場合、乾燥時は効果が出にくいので灌水が必要

d 土壌害虫の防除



ヨトウガ



ネグサレセンチュウ

- 土壌中に生息する害虫を的確に防除することは困難。
- 殺虫剤の土壌全面混和や種子への粉衣処理などが一般的。
幼虫発生期に液剤を株元に灌注する方法もある。
- ネキリムシ類では、圃場周辺の雑草地を管理することでも被害が軽減できる。

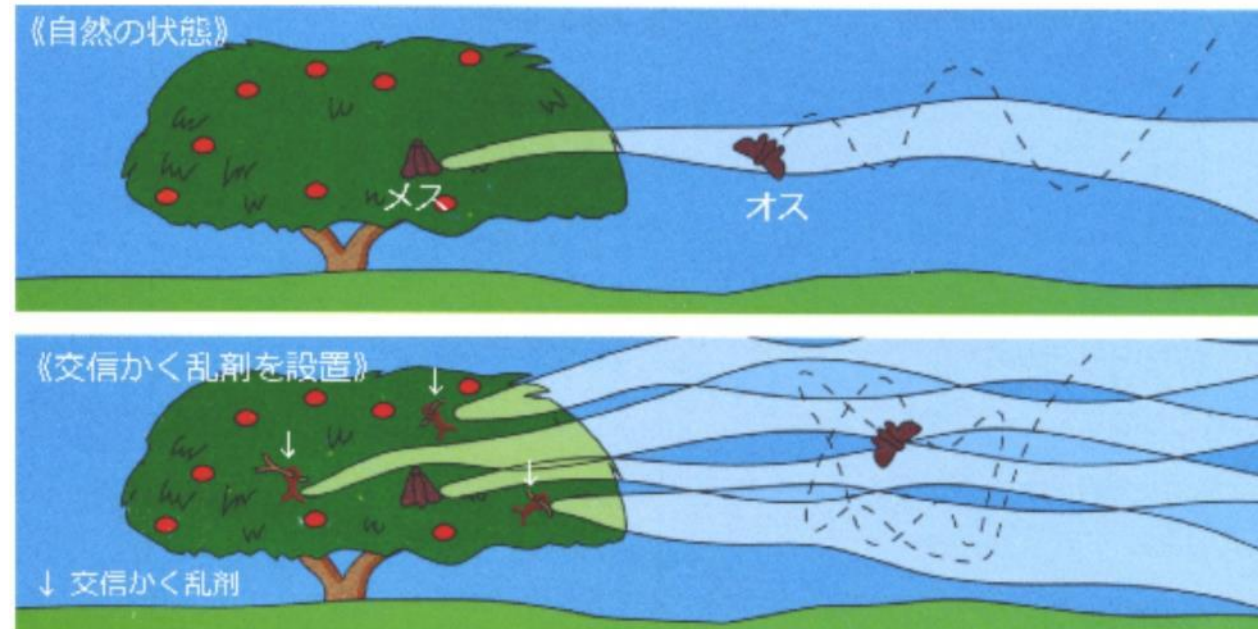
性フェロモン剤による防除

大量誘殺法

- ・ トラップに雄を誘引して殺して雌の交尾率を低下させる方法

交信かく乱法

- ・ フェロモン製剤を広域に設置して揮散・滞留させることにより交尾行動をかく乱、阻害する方法



- **Integrated Pest Management** の略。日本語では「**総合的**病害虫雑草管理」。
- 化学合成農薬の散布に偏重しないよう、あらゆる防除手段を矛盾なく使用し、経済的な被害が発生しない程度に病害虫の発生を抑制し、低密度水準に維持すること。加えて、
 - ・被害が少なければ防除は不要
 - ・**健康、環境、農業の持続性、経済性**への農薬の影響を考慮する
 - ・防除はまず化学的防除**以外**から取りかかる
- 防除手段 耕種的防除、物理的防除、化学的防除、生物的防除

