

総合防除を想定した野菜類での 天敵農薬および土着天敵の活用

(国研)農業・食品産業技術総合研究機構
植物防疫研究部門
作物病虫害防除研究領域
生物的病虫害防除グループ
光永貴之

NARO

農業には害虫はつきもの



ミニトマトでのセンチュウの被害



ハクサイでのアブラムシの被害



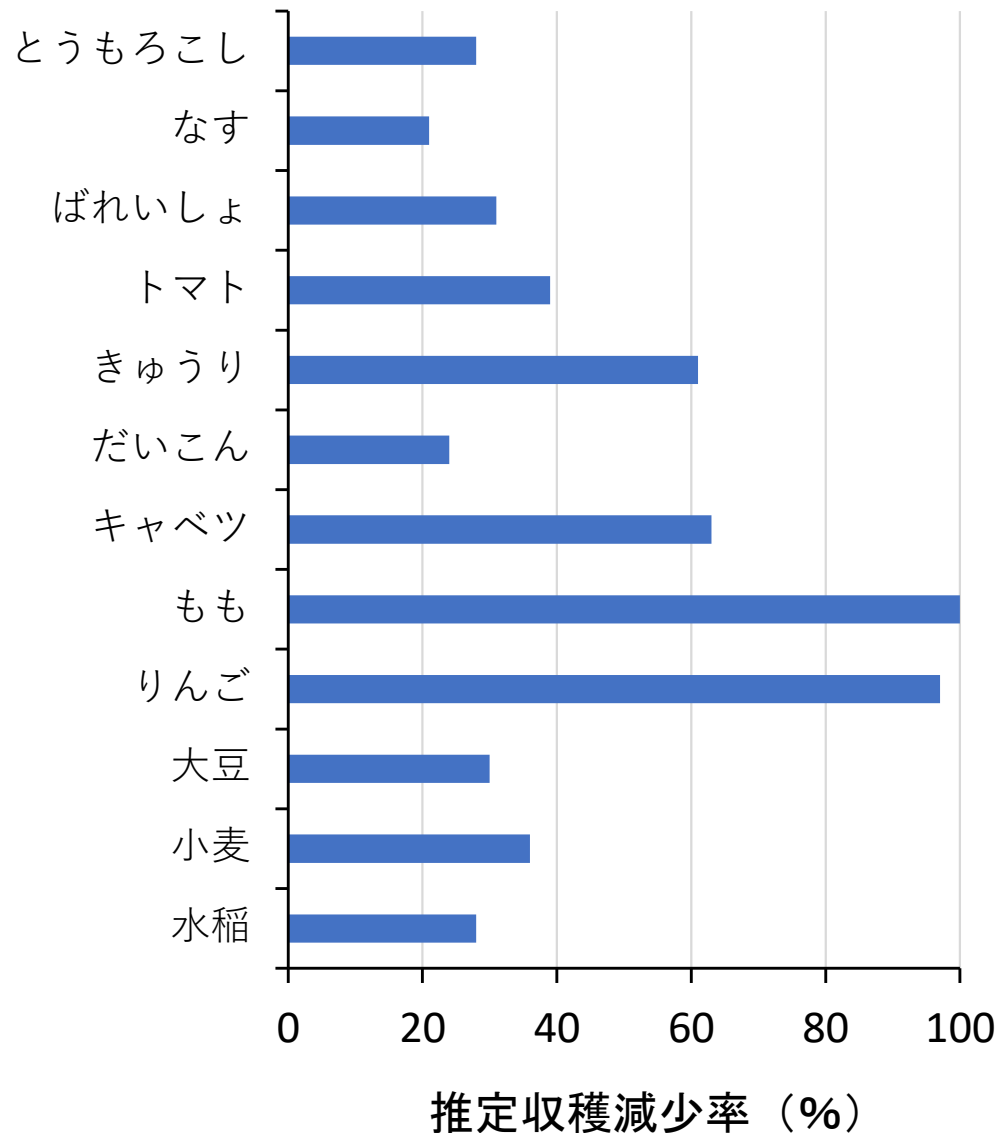
サトイモでのハスモンヨトウの被害



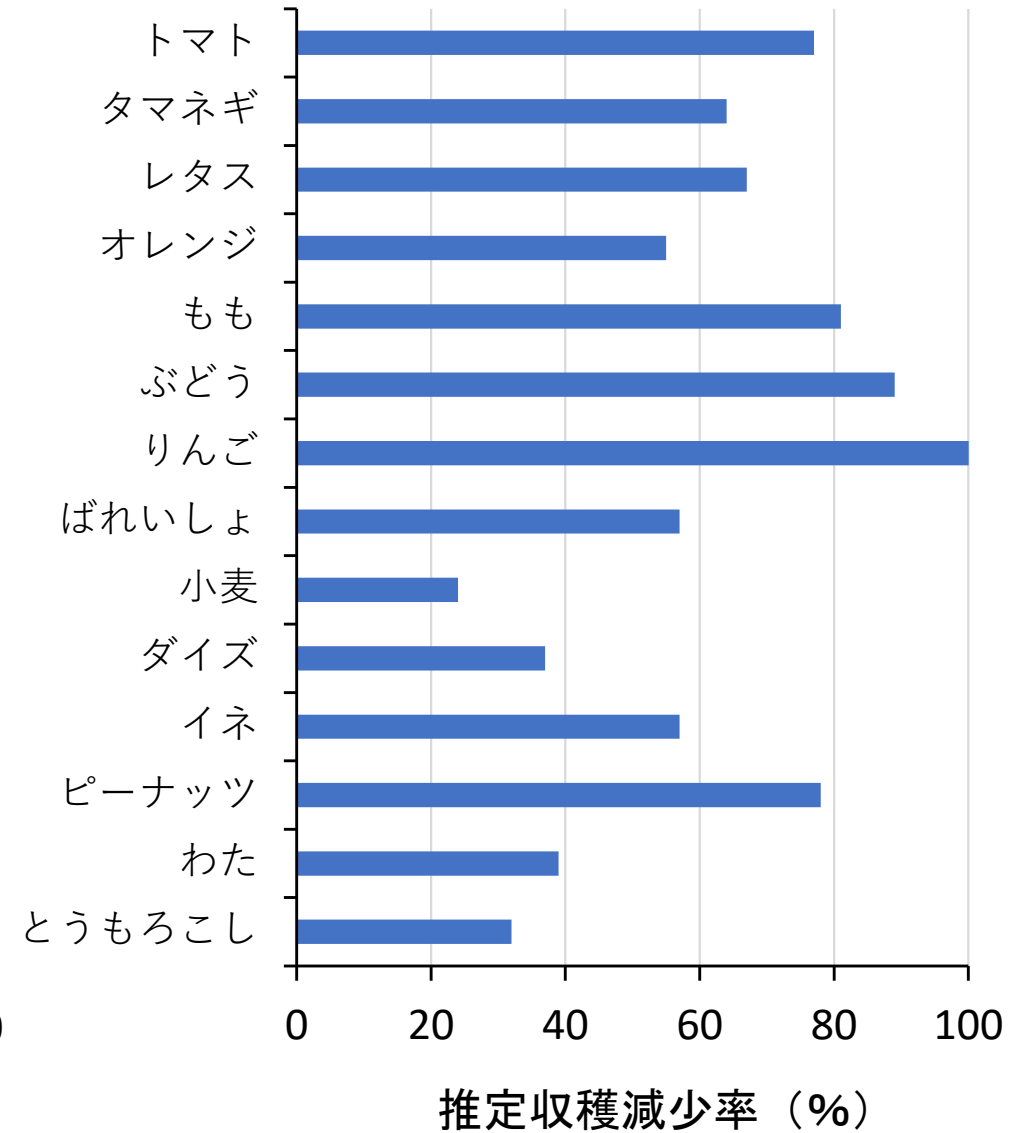
ニンジンでのチョウ目害虫の被害

病害虫や雑草による農業への潜在的被害

日本の例



アメリカの例



(http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_tisiki/tisiki.html#kiso1_3 より)

近代農業と農薬の関係

農薬の本格的普及は1800年代に始まる(日本では明治時代終わりくらいから)

JST HPから

林野庁 HPから

初期の農薬

除虫菊粉

デリス粉

ボルドー液

(硫酸銅と水酸化カルシウムの混合液)



シロバナムシヨケギク



これらは経験則の延長として用いられていた

化学合成農薬は農業を大きく変える

我が国でDDTが最初に使用されたのが1946年

1950年代初頭には過半の農地で化学農薬が使用

恐るべき速度で普及している

ちなみにテレビ放送は1953年(NHK開局)

世帯普及率が5割を超えるのが1961年

農薬使用による劇的な収量向上を生産者が実感したため

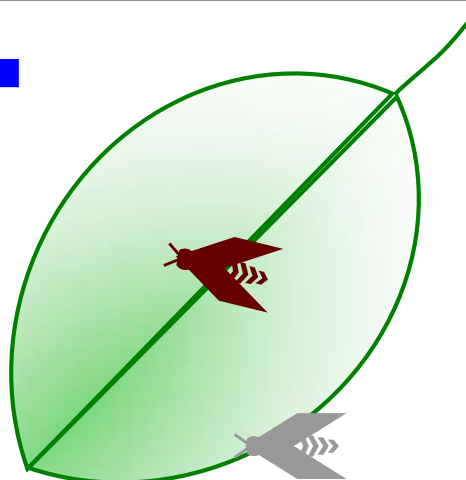
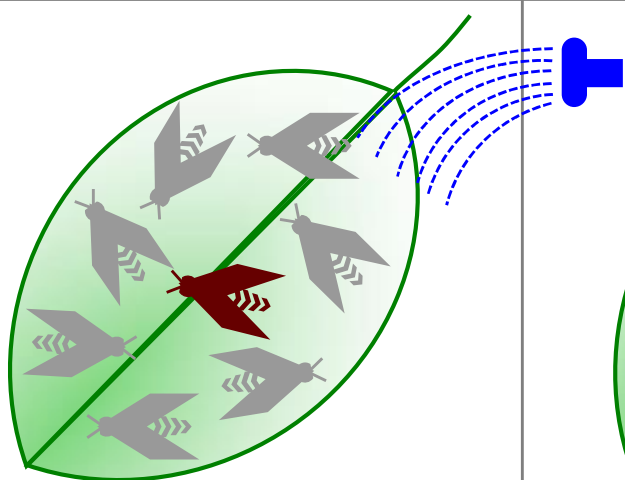
1. 薬剤抵抗性の発達
2. リサーチジェンスの報告
3. “沈黙の春”問題

抵抗性の発達過程

薬剤施用前

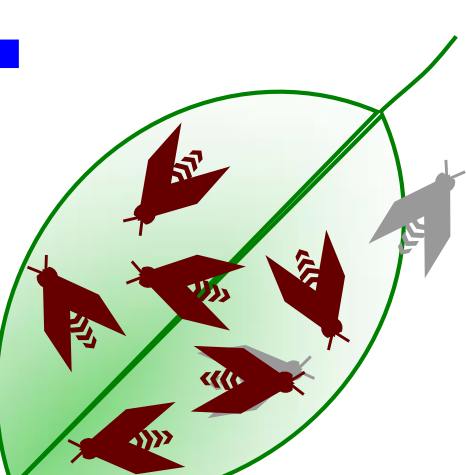
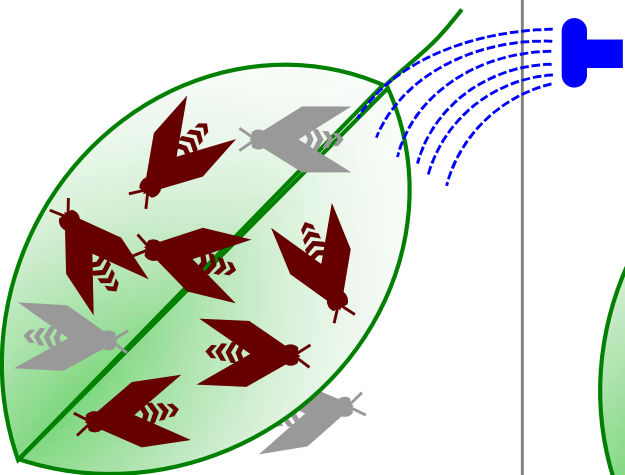
薬剤施用後

薬剤使用開始時



農薬の反復利用により農薬に強い遺伝型が選択されていく

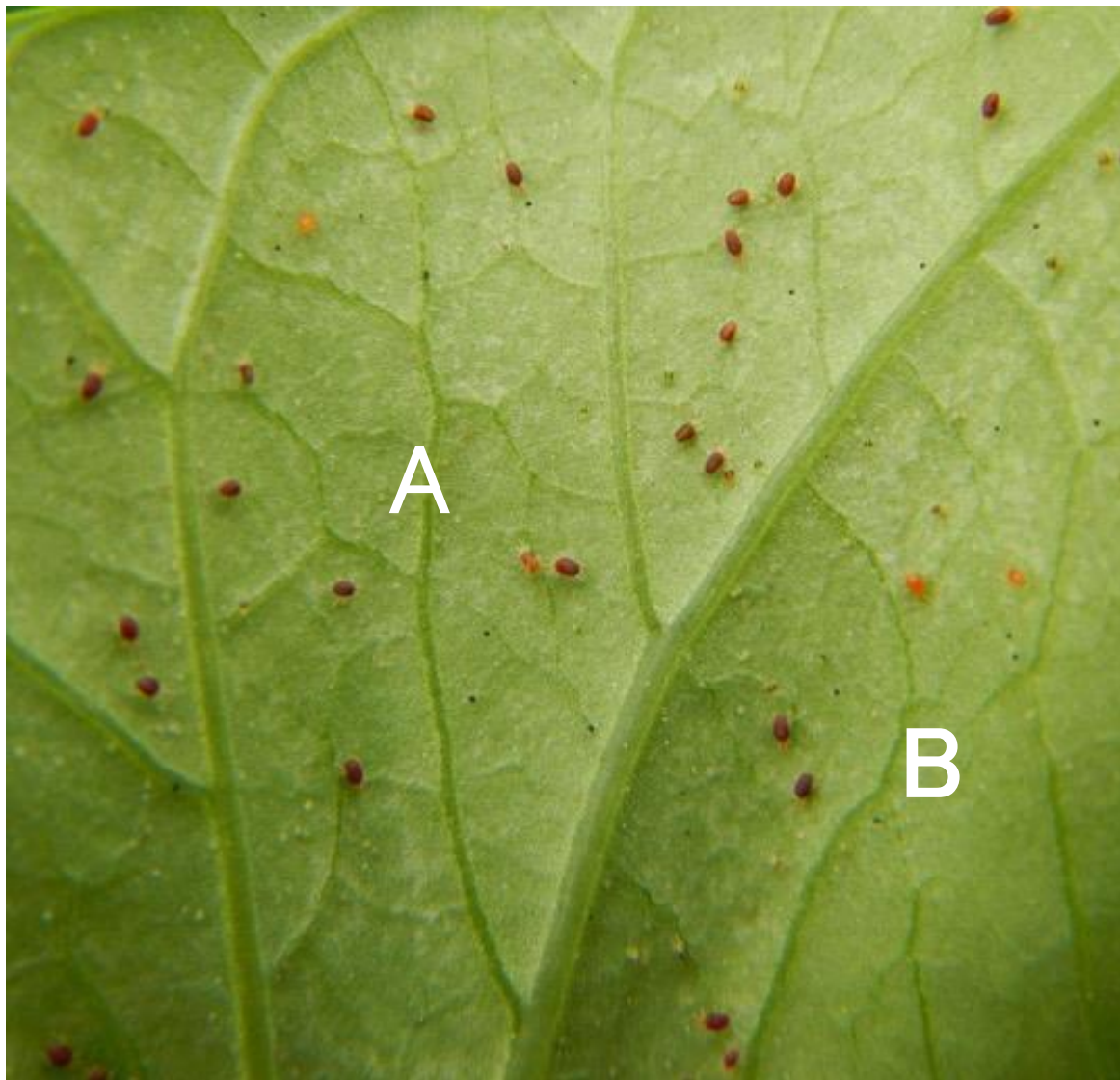
薬剤継続使用後



国内の重要施設害虫はほぼ全て抵抗性の発達が報告されている!

リサージェンスとは？

害虫防除のために農薬を散布すると、害虫が散布前よりも、かえって多くなる現象(図中のAが農薬塗布後、Bが農薬塗布前)。



Aではハダニ(害虫)が目立つ

Bではハダニが少なく、カブリダニ(天敵)が見られる

様々な原因が考えられるが、今回は農薬によって天敵が死滅し、害虫が抵抗性を持って生き残った

農薬による環境や人体への影響

- 散布時の死亡事故
- 誤飲による死亡事故
- 農地生態系での急速な動植物の減少
- 生物濃縮の報告

枚挙にいとまがない

初めて警鐘を鳴らしたのがR.カーソンの著書である”沈黙の春(1962)”

総合防除(IPM)

利用可能なすべての防除技術を経済性を考慮しつつ慎重に検討し、**病害虫・雑草の発生増加を抑えるための適切な手段を総合的に講じる**ものであり、これを通じ、人の健康に対するリスクと環境への負荷を軽減、あるいは最小の水準にとどめるものである。また、農業を取り巻く生態系の攪乱を可能な限り抑制することにより、生態系が有する病害虫及び雑草抑制機能を可能な限り活用し、安全で消費者に信頼される農作物の安定生産に資するものである。

IPM実践指針(農林水産省平成17年)

最初に提示されたのは1966年(FAOによる)

農薬一辺倒ではなく、他の手法も積極的に使いましょう

総合防除(IPM)の体系

【判断】

防除要否及びタイミングの判断

無駄な防除はしない!!

- ・発生予察情報の活用
- ・圃場状況の観察 等

病害虫等の発生状況が経済的被害を生じると判断

病害虫・雑草の発生しにくい環境の整備

- ・耕種的対策の実施（作期移動、排水対策等）
- ・輪作体系の導入
- ・抵抗性品種の導入
- ・種子消毒の実施
- ・土着天敵の活用
- ・伝染源植物の除去
- ・化学農薬による予防（育苗箱施用、移植時の植穴処理等）
- ・フェロモン剤を活用した予防等

発生させない!!

多様な手法による防除

化学農薬に依存しすぎない!!

- ・生物的防除（天敵等）
- ・物理的防除（粘着板等）
- ・化学的防除（化学農薬） 等

【防除】

【予防的措置】

IPM実践指針（農林水産省，平成17年）

蔑ろに考えられがちですが

総合防除で最も重要なのはなんと言っても

予防!!

発生した害虫を殺して
いくよりもそもそも害虫
を発生させにくくする方
がずっと楽!!



日本人が最も苦手

総合防除で強調されるにも関わらずなかなか普及しないのが

経済的被害許容水準(EIL)

- 発生自体がレアな場合

例えば発生確率が長時間平均で1/100/ハウスの場合

1ハウスで発生時は全滅(X万円の損害)

10ハウス/年を経営している農家さんは使える防除コストはX/100万円になる

- 発生がレアではない場合

実証試験などで目安を決めておく必要

例 施設ナスのミナミキイロアザミウマでは葉あたり個体数が0.33~0.55 (Kawai, 1995, 化学農薬利用時)

判断!!

← 実際の圃場ではこれよりも低く抑えていることが多い

心情的に害虫の発生を許したくない!!
0リスクを求める国民性?
完璧な綺麗さを消費者が求める!!

防除!!

化学農薬でない防除手段の根幹は天敵だが

1966年にFAOが定義してから、本格的に普及が推進されるまで**およそ30年!!**

1. 技術的問題(使える天敵があるか?)
2. 社会的問題(天敵を使ってくれるか?)

天敵利用は施設栽培での利用が先行して牽引



日本最初の日敵農薬

1970年に登録されたクワコナコバチ(果樹の害虫であるクワコナカイガラムシの日敵、1年で生産中止)

実用に耐えうる日敵農薬

1995年に登録されたチリカブリダニ(施設野菜の害虫ハダニ類の日敵)、オンシツツヤコバチ(施設野菜の害虫コナジラミ類の日敵)

2022年時点で22種の日敵昆虫が登録(ほとんどが施設野菜での利用が前提)

生物農薬として登録されている天敵昆虫種

害虫：アブラムシ類

コレマンアブラバチ
ギフアブラバチ
チャバラアブラコバチ
ナミテントウ
ヒメカメノコテントウ
ヤマトクサカゲロウ

害虫：アザミウマ類

タイリクヒメハナカメムシ
ククメリスカブリダニ
スワルスキーカブリダニ
リモニカスカブリダニ
キイカブリダニ
アカメガシワクダアザミウマ
アリガタシマアザミウマ
タバコカスミカメ

計22種

害虫：コナジラミ類

オンシツツヤコバチ
サバクツヤコバチ
チチュウカイツヤコバチ
スワルスキーカブリダニ
リモニカスカブリダニ
タバコカスミカメ

害虫：ハモグリバエ類

イサエアヒメコバチ
ハモグリミドリヒメコバチ

害虫：ハダニ類

チリカブリダニ
ミヤコカブリダニ

害虫：チャノホコリダニ

スワルスキーカブリダニ
リモニカスカブリダニ

(2022年8月現在、スワルスキー、リモニカス、タバコカスミカメは重複して記載)

その背景にあるのは

「農薬散布作業は、つらい仕事」

生産者側の問題~施設では特に辛い



暑い日は汗みどろ
眼鏡が曇って前が見えない

15リットルの薬液を入れる
と、18Kgくらいの重さ
1時間くらいの作業



農薬に関わる生産側の経営上の問題

「出荷スケジュールやパートさんの仕事にも影響」

適用害虫と使用方法

*印は収穫物への残留回避のため、その日まで使用できる収穫前の日数と、
本剤及びヘキシチアソクスを含む農薬の総使用回数の制限を示す。

作物名	適用害虫名	希釈倍数 (倍)	使用液量 (ℓ/10a)	* 使用時期	* 総使用回数	使用方法
かんきつ	ミカンハダニ	2,000~4,000	200~700	7日	2回	
りんご	リンゴハダニ ナミハダニ	2,000~3,000			1回	
なし・ぶどう						
もも・かき		3,000		前日		
おうとう						
うめ						
びわ						
いちじく		2,000~3,000				
いちご・なす						
きゅうり						
にがうり						
ピーマン						

例えば、イチゴで使うとすると、前日＝24時間前なので、午前中収穫をして、午後散布した場合、次の日は午後以降しか収穫できない。午後収穫では出荷場の×切に間に合わないので、1日空けて収穫せざるを得ない。この場合、イチゴが赤くなりすぎるので、農薬散布前の収穫では少し青いくらいで取る。それでも、農薬後の収穫では赤くなりすぎるのが出てくる。作業量の不均一化(多い→少ない→多い)を生じる。

農薬の開発リスクの増加 農薬会社の都合

およそ10年の歳月と数十億円に上る経費が必要

最近の農薬の特徴 (梅津, 2014)

- ① 人や動物に対する毒性が著しく軽減
- ② 環境中で容易に分解し、作物にもほとんど残留しない。
また、生物濃縮もない。
- ③ 効能が著しく向上し、単位面積あたりの投入量が大きく減少。
- ④ 多種類の生物を同時に殺してしまわず、目的とする病虫害や雑草だけに効果を発現。
(選択性)



多用されて抵抗性が発達して欲しくない!!

ミツバチなど有用昆虫や、防除用の天敵との組合せが可能になってきた

社会の付加価値への受容

有機JAS認証（平成11年からスタート）

農業の自然循環機能の維持増進を図るため、化学的に合成された肥料及び農薬の使用を避けることを基本として、土壌の性質に由来する農地の生産力を発揮させるとともに、農業生産に由来する環境への負荷をできる限り低減した栽培管理方法を採用したほ場において生産されること。

有機農産物生産方法の基準

- ・ 堆肥等による土作りを行い、播種・植付け前2年以上及び栽培中に（多年生作物の場合は収穫前3年以上）、原則として化学的肥料及び農薬は使用しないこと
- ・ 遺伝子組換え種苗は使用しないこと

天敵を使うメリットが明示化された



登録認定機関名

天敵利用の概念は古いが

普及が本格化したのは21世紀になってから

“導入したい技術なので普及する”

現場のニーズにいかに答えるかが普及の鍵

より簡便に、より安価に、より省力的に、より確実に、
より社会に適合した.....

研究開発の方向性が決められていく

施設栽培でのIPM実践例

特に今回はトマトに着目

日本ではほとんどの天敵農薬が施設利用を前提

使われている天敵生物は外来種が中心(生産・開発拠点がオランダなど海外)

土着天敵に比べて条件がはまれば劇的な効果を示す

近年では土着天敵の実用化も研究が進み始めている

具体的にどのように使われているのか?

有機JAS規格でのミニトマト施設栽培



- ・ 連棟(面積10～20a)
または単棟(面積 3～4a)
- ・ 3月下旬定植～10月末収穫終了

茨城県小美玉市内の生産法人

市場出荷並みの外観品質

2000年設立、2001年 有機JAS認定、2006年 JGAP認証

面積5ha(ビニールハウス約170棟)でコマツナ、ミズナ、シュンギク、エンサイなど

最も重要な準備は予防

(長坂ら,2020)



- 葉菜類との輪作
- 太陽熱処理
- 土作り
- ハウス周囲に防草シート
- 防虫ネット(1mm→0.6mm)

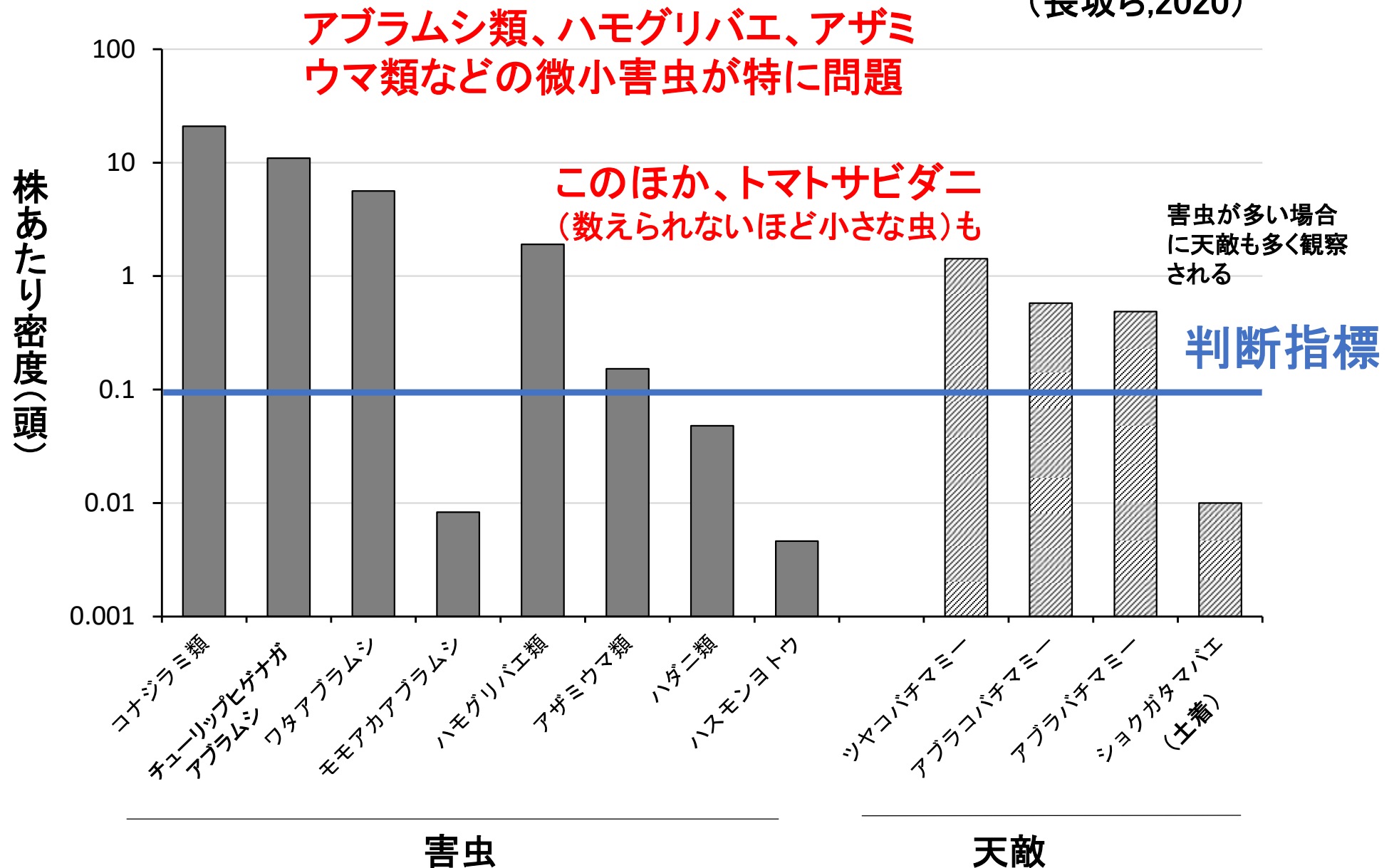
第一に重要なのは
予防!!

年	ハウス	総面積	株数	品種	側窓ネット目合い	定植日	収穫終了日
2009	連棟Aの一部	11.1a	1,500	千果	1mm	5/6, 5/8	10/31
2010	連棟A全体	20.0a	2,800	千果	1mm	3/30, 4/12, 5/17, 5/18	10/31
2011	連棟BとCの2棟	21.6a	1,988	CFネネ	1mm	3/29, 4/20, 6/6, 7/4	10/31
2012	連棟A全体	20.0a	1,770	べにすずめ	1mm	3/28, 4/21, 6/5, 7/4	10/31
2013	単棟5棟	15.6a	2,340	CFネネ	1mm	3/28, 4/11, 4/28, 5/17, 6/8	10/31
2014	単棟6棟	18.9a	2,840	べにすずめ	1mm	3/31, 4/4, 4/21, 6/9, 7/5, 8/12	11/25
2015	連棟A全体	20.0a	3,090	CFネネ	0.6mm	3/31, 4/9, 5/7, 5/28, 6/16	11/13
2016	連棟BとDの2棟	20.4a	2,679	べにすずめ	0.6mm	(3/28, 3/29, 4/22), 5/18, 6/20, 7/28, 8/4	11/10
2017	単棟3棟と連棟C	19.9a	2,821	べにすずめ	0.6mm	3/31, 4/7, 4/21, 5/5, 6/9	10/30
2018	単棟5棟	15.1a	1,944	べにすずめ	0.6mm	3/29, 4/10, 5/3, 5/28, 6/15	11/12
2019	単棟5棟	15.3a	2,160	べにすずめ	0.6mm	3/22, 4/23, 4/19, 5/17	10/31

括弧付きの定植日の圃場は害虫発生で栽培中止

ミニトマト上の害虫発生状況の確認と防除判断

(長坂ら,2020)



施設ミニトマトのIPMでの防除手段の選択肢

予防的措置をしっかりとした後、害虫が発生した場合

2010年当時

アブラムシ類



天敵（アブラバチ類 ショクガタマバエ）

有機JAS規格許容農薬（微生物製剤、気門封鎖剤など）

トマトサビダニ



有機JAS規格許容農薬（気門封鎖剤）

コナジラミ類



天敵（カブリダニ類 ツヤコバチ類） ← 今ならタバコカスミカメが候補

有機JAS規格許容農薬（微生物製剤、気門封鎖剤）

ハモグリバエ類



天敵（寄生蜂類）

防虫ネットの目合いを細かくする
→ どの害虫に対しても侵入阻止効果が高まる。…侵入を遅らせる

栽培期間を通してアブラバチを放飼・維持

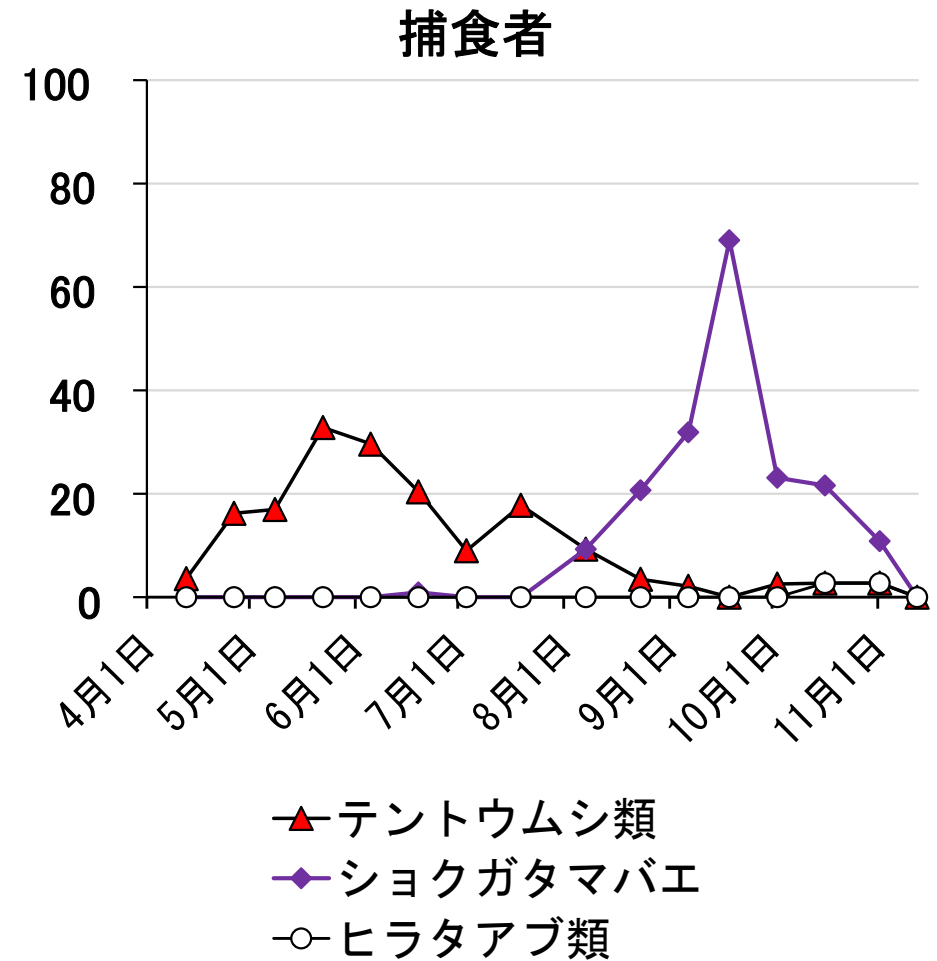
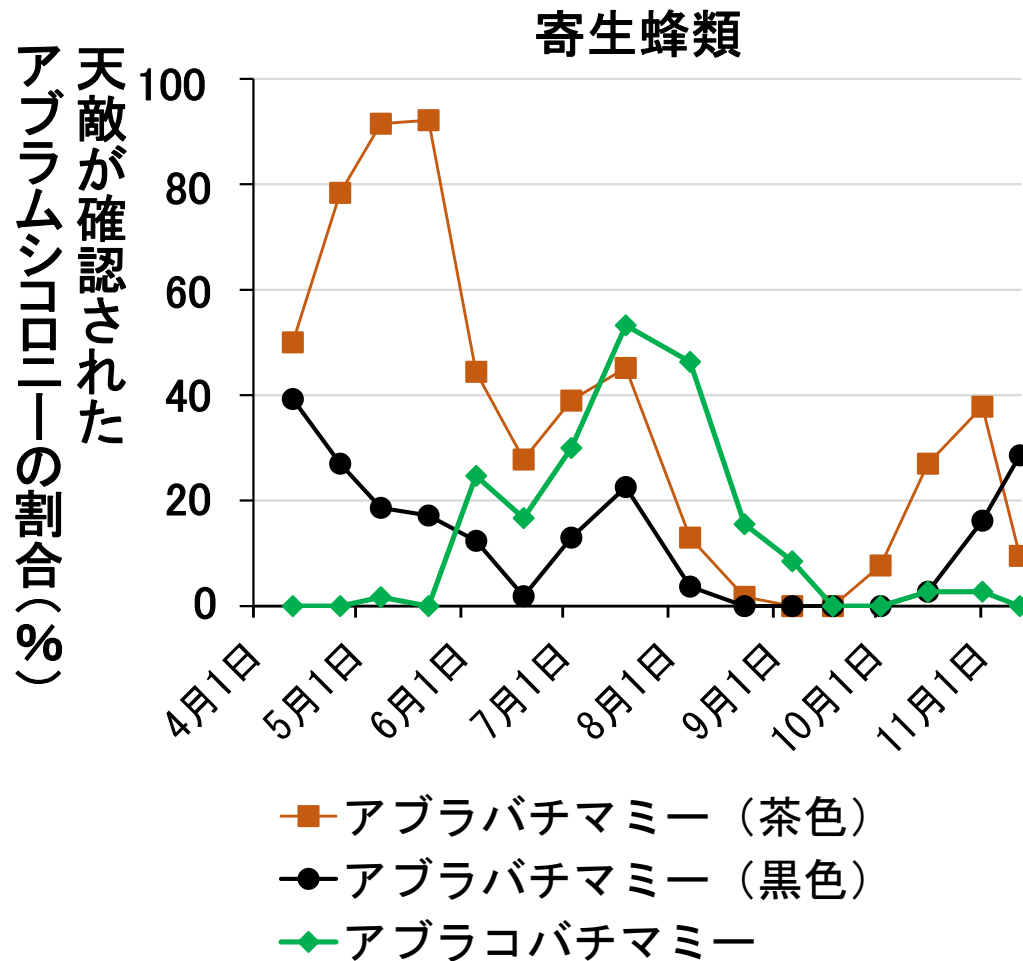


アブラバチ類のほか
アブラコバチ類
ショクガタマバエ
ヒメカメノコテントウ
クロヘリヒメテントウ
など
土着天敵が定着



圃場内の天敵の発生消長（2018年）

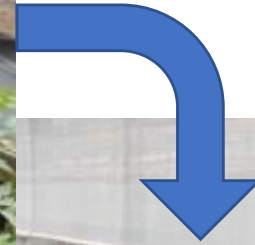
春は放飼アブラバチが**劇的に効く**が、夏から秋は土着天敵が**補助的に効いてくれる**



4～7月にはアブラバチ類、7～8月にはアブラコバチ類、8～10月にはショクガタマバエが圃場内に存在 … 季節を通して天敵を維持

ただし害虫のついた苗を持ち込むと・・・

わずかな害虫でも



本圃で大発生

害虫をハウスに
持ち込まないこと
特に育苗圃

