



農研機構

総合防除で野菜の化学農薬 使用量の低減を目指す

天敵の保護・強化による害虫管理

農研機構 植物防疫研究部門
作物病虫害防除研究領域

安部順一郎

みどりの食料システム戦略(概略)

大規模自然災害や地球温暖化、生産者の減少等の課題に直面するなか、将来にわたって食料の安定供給を図るため、**イノベーションによって生産力向上と持続性の両立を実現する**

みどりの食料システム戦略の「具体的な取組」

2. イノベーション等による持続的生産体制の構築

① 高い生産性と両立する持続的生産体系への転換

- **化学農薬のみに依存しない次世代総合的病害虫管理**の確立と現場への実証等を通じた促進
- リスクの高い農薬からリスクの低い農薬への転換
- **天敵等を含む生態系の相互作用の活用技術**の開発
- **従来の殺虫剤を使わなくてすむような農薬・防除技術**の開発
(RNA農薬、生物農薬、光・紫外線や超音波等を活用した物理的防除等)
- **有機農業**の推進(実践技術の体系化と省力技術の開発、農業者の多くが取り組むことのできる次世代技術体系の確立、転換、産地づくり、流通コスト低減)

A stylized illustration of Earth, depicted as a blue sphere with green continents. The Earth is surrounded by a circular arrangement of green trees with brown trunks. Interspersed among the trees are several yellow, four-pointed stars. In the upper left quadrant, a white dove with an orange beak is shown in flight. The entire scene is set against a dark blue background.

地球はなぜみどりなのか？

1. 研究の背景
2. 生物的防除の考え方
3. 保全生物的防除とは？
4. 研究事例の紹介
5. 今後の課題と展望

1. 研究の背景

ミズナやコマツナの害虫は何種いる？

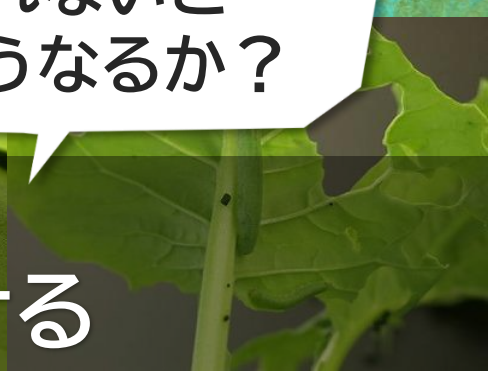


ミズナ、コマツナの害虫

アシノワハダニ	スジグロシロチョウ	ニホンカブラハバチ
エンマコオロギ	セグロカブラハバチ	ネギアザミウマ
ウリキンウワバ	ダイコンアブラムシ	ハイマダラノメイガ
カブラハバチ	ダイコンサルハムシ	ハスモンヨトウ
カブラヤガ	タマナギンウワバ	ヒシバッタ
キクキンウワバ	トノサマバッタ	ヒメコガネ
キスジノミハムシ	トマトハモグリバエ	モモアカアブラムシ
コナガ	ナガメ	モンシロチョウ
ショウリョウバッタ	ナノメイガ	ヤサイゾウムシ
シロシタヨトウ	ナモグリバエ	ヨトウガ
シロヒトリ	ニセダイコンアブラムシ	

答:32種

ミズナ、コマツナの害虫



守れないと
どうなるか？

ミズナやコマツナを作る
= 32種の害虫から守り続ける

害虫の防除に成功しているハウス



防除できないと・・・

害虫の防除に失敗したハウス



ボロボロになったミズナ



害虫の防除に失敗したハウス



穴だらけになったミズナ



穴だらけになったミズナ

害虫「キスジノミハムシ」

守り切れないと、作物も農家も大ダメージを受ける
どうやって農作物を守るか？

4つの害虫防除法

物理的防除

捕殺、温度、湿度、光、電流などの物理的手段を用いて害虫の被害を防ぐ、あるいは致死させる方法。作物を被覆したり、防虫ネット等の障壁を設けて害虫の侵入を回避する方法も含まれる。

耕種的防除

害虫が生存や繁殖できないように環境を人為的に操作し、被害を未然に防ぐ方法。輪作、混作、除草、清掃、休耕、被害回避、抵抗性品種の利用など。

化学的防除

化学農薬を用いて害虫を防除する技術

生物的防除

天敵を用いて害虫を管理する技術

害虫を防除するための4つの技術

物理的防除技術

網やビニールで侵入を防ぐ

耕種的防除技術

品種の改良や栽培方法の改善

化学的防除技術

農薬(殺虫剤)をまく

生物的防除技術

天敵を使う

防御の極意



攻撃の極意

4つの防除技術を適切に組み合わせた体系技術

総合防除(総合的病害虫・雑草管理技術、IPM)

総合防除(IPM)とは？

- Integrated **P**est **M**anagementの日本語訳であり、直訳すると、**総合的有害生物管理**
- 4つの防除技術を矛盾しない形で適切に組み合わせて、環境に負荷が少なく、かつ病害虫の発生を経済的被害が生じるレベル以下に抑制する体系技術
- FAOにより1966年に概念が提示され、日本では1970年以降に導入がはじまったが、**なぜか？**研究者の専門用語だった
- **総合防除を組み立てるうえで、生物的防除が注目されている**

害虫を防除するための4つの技術

守るだけでは
限界がある

防御の極意

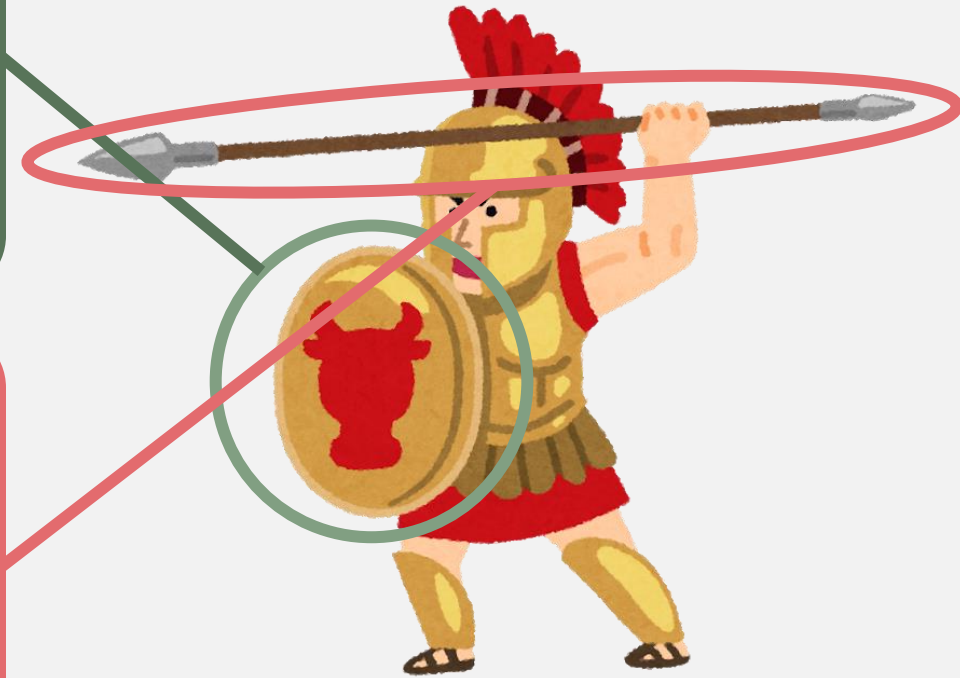
化学的防除技術

農薬(殺虫剤)をまく

生物的防除技術

天敵を使う

攻撃の極意



4つの防除技術を適切に組み合わせた体系技術

総合防除(総合的病害虫・雑草管理技術、IPM)

害虫を防除するための4つの技術

守るだけでは
限界がある

防御の極意



「化学農薬」という
強力な武器が
あるが...

攻撃の極意

4つの防除技術を適切に組み合わせた体系技術

総合防除(総合的病害虫・雑草管理技術、IPM)

ハウス栽培で問題になる4大害虫

0.9~1.0mm

小さい

0~1.5mm

アザミウマ

アブラムシ

増えるのが
はやい

農薬が
効かない

コナジラミ

ハダニ

薬剤抵抗性発達の報告件数の推移

消費・安全局 植物防疫課（2017）を改変

病気、害虫、雑草全体で見た場合のフェーズの内訳

レベル	レベルの説明	H23	H24	H25	…	H28
フェーズ0	要警戒	—	54	59	…	146
フェーズⅠ	一部の圃場のみで発生	29	62	79	…	161
フェーズⅡ	ある程度の面積規模で発生、注意喚起が必要	159	208	265	…	507
フェーズⅢ	広域で発生、指導が必要	158	195	218	…	448

内訳（病気、害虫、雑草別の件数）

	H23	H24	H25	…	H28
病気	148	243	294	…	418
害虫	189	258	315	…	779
雑草	22	24	24	…	65

化学農薬の残留農薬基準による輸出の制限

台湾へのいちごの輸出で違反となった事例

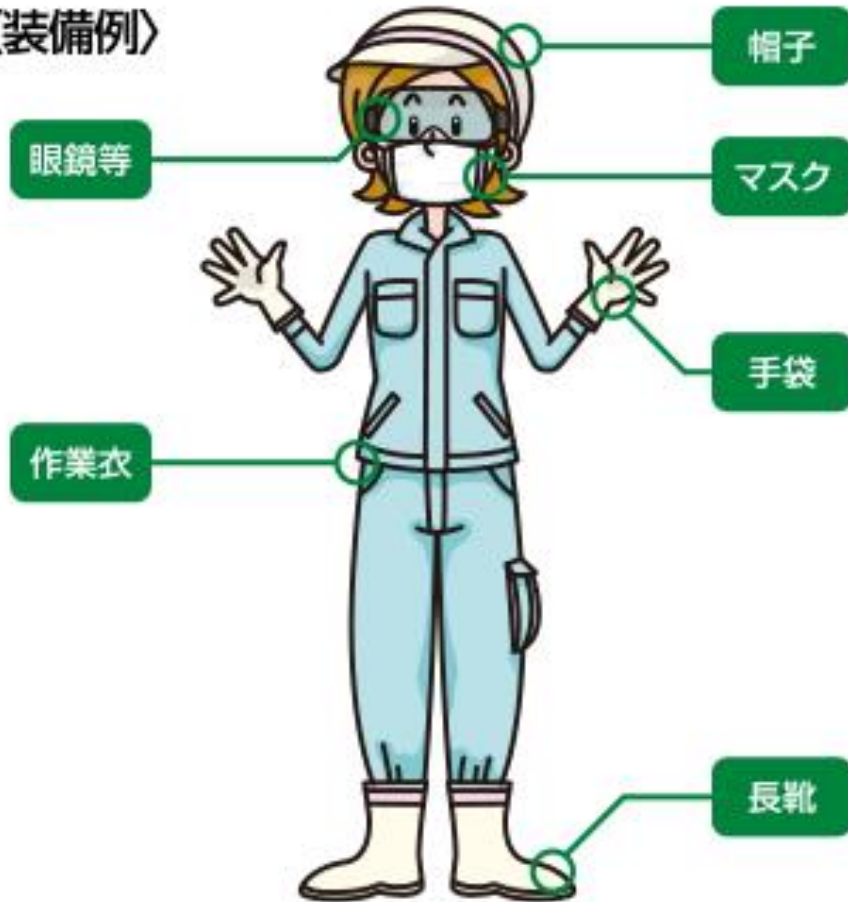
輸出相手国の残留農薬基準値に対応した生果実(いちご)の病害虫防除マニュアル(詳細版)より抜粋

有効成分名	対象害虫	違反件数	残留農薬基準値	
			台湾	参考(日本)
シフルメトフェン	ハダニ類	12	0.02	2
フロニカミド	アブラムシ類、コナジラミ類	8	0.02	2
ルフェヌロン	ミカンキイロアザミウマ、ハスモンヨトウ	7		1
アセタミプリド	アザミウマ類、コナジラミ類、アブラムシ類	36	1	3
フルフェノクスロン	ミカンキイロアザミウマ、ハスモンヨトウ	2		0.5
エトキサザール	ハダニ類	2	0.02(0.5)	0.5
チアメトキサム	アブラムシ類	1	0.01	2
ピメトロジン	アブラムシ類、コナジラミ類	1	0.01	2
インドキサカルブ	ハスモンヨトウ、オオタバコガ	1	0.01	1
トリホリン	うどんこ病	1		2
アバメクチン	—	2	0.02	0.02
スピロジクロフェン	—	2		2

国内の基準で化学農薬を使っていたのでは輸出できない
輸出を想定した場合、天敵利用は重要な技術の一つ

生産者の散布労力の軽減に

〈装備例〉



農作散布時の装備事例
(住友化学株式会社 i-農力HPより)



農薬散布時の服装
(奈良県農業研究開発センターHPより)

なぜ、天敵利用が必要なのか？



2. 生物的防除の考え方

穴だらけになったミズナ

害虫「キスジノミハムシ」

しかし、一歩足を外に踏み出すと、



周囲の山々は緑にあふれている

畦畔には雑草が増えすぎて草刈りが大変！

なぜ、畑やハウス(圃場)の農作物＝植物は
ボロボロにされてしまうのか？

A stylized illustration of Earth, depicted as a blue sphere with green continents. The Earth is surrounded by a circular arrangement of green trees with brown trunks. Interspersed among the trees are several yellow, four-pointed stars. In the upper left quadrant, a white dove with an orange beak is shown in flight. The entire scene is set against a dark blue background.

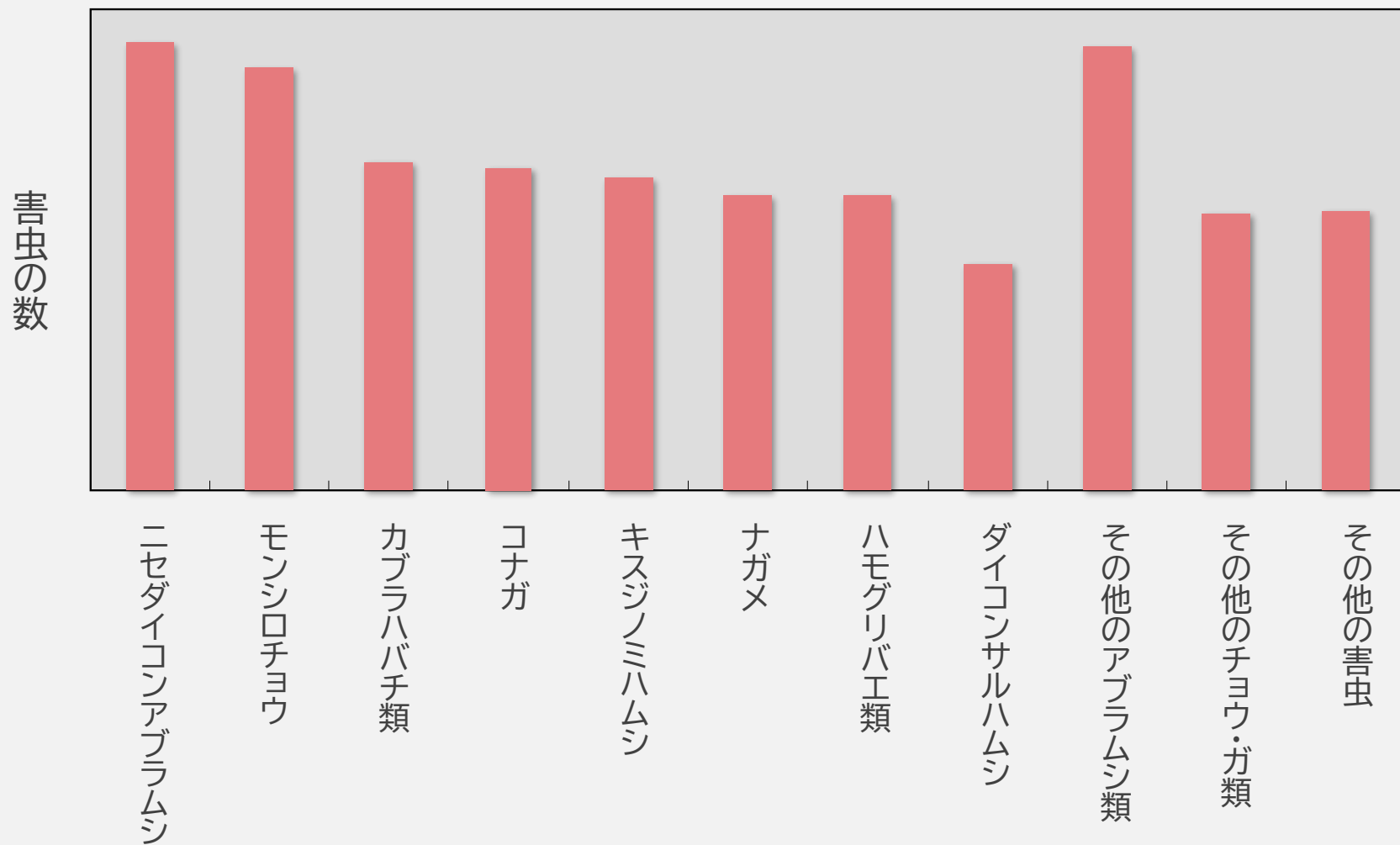
地球はなぜみどりなのか？

圃場周辺の雑草



圃場周辺にはミズナと同じ仲間(アブラナ科)の雑草がたくさん！
よく調べてみると……

アブラナ科雑草「イヌガラシ」の上で見つけた害虫



害虫はハウスのすぐそばで暮らしていた！

虫の立場で考える



害虫

ただの虫

雑草の上にいた「ただの虫」がハウス(畑)に入ると「害虫」に昇格？降格？する

ただの虫が害虫になる3つの理由

1. 人間にとって美味しい作物は、虫とっても美味しい！
2. 人間が広い場所(畑、ハウス)で同じ種類の食料(農作物)を作り続けてくれるので、
住み放題・食べ放題・産み放題！
3. 人間のおかげで恐ろしい**天敵**がないので
住み心地バツグン！

1. 人間にとって美味しい作物は、虫とっても美味しい！

野生(自然)の植物

棘や長い毛、硬い葉、毒などで、自分を食べる外敵から身を守っている(植物の自己防衛)



ワルナスビ



ハゼ

1. 人間にとって美味しい作物は、虫とっても美味しい！

農作物

品種改良を重ねて、たくさん採れるように、美味しく食べられるように(柔らかく、甘くなるように)作られた人工的な植物(奇形)



自己防衛力が低下しているうえ、味も美味しい
虫にとっても食べやすいのは当然

2. 人間が広い場所(畑、ハウス)で同じ種類の食料(農作物)を作り続けてくれるので、住み放題・食べ放題・産み放題！

自然界

- 多種多様な植物のなかから好きな植物を探すのは難しい
- 植物そのもの／虫が好きな植物部位(芽、新葉など)が存在する期間も限られている

圃場(ハウスや畑)

- 人間が広い畑(ハウス)で美味しい植物を作ってくれるので、簡単に見つけることができる
- 人間が一年中、美味しい植物を作ってくれるので、食べ放題、産み放題(一度侵入してしまえばこっちのもの)

2. 人間が広い場所(畑、ハウス)で同じ種類の食料(農作物)を作り続けてくれるので、住み放題・食べ放題・産み放題！

自然界

- **ハウスや畑は**多種多様な植物のなかから好きな植物を食べている
- **お菓子の家！**植物そのものが好きな植物を食べる期間も限られている

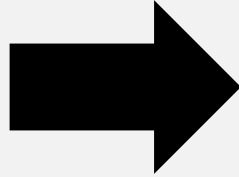
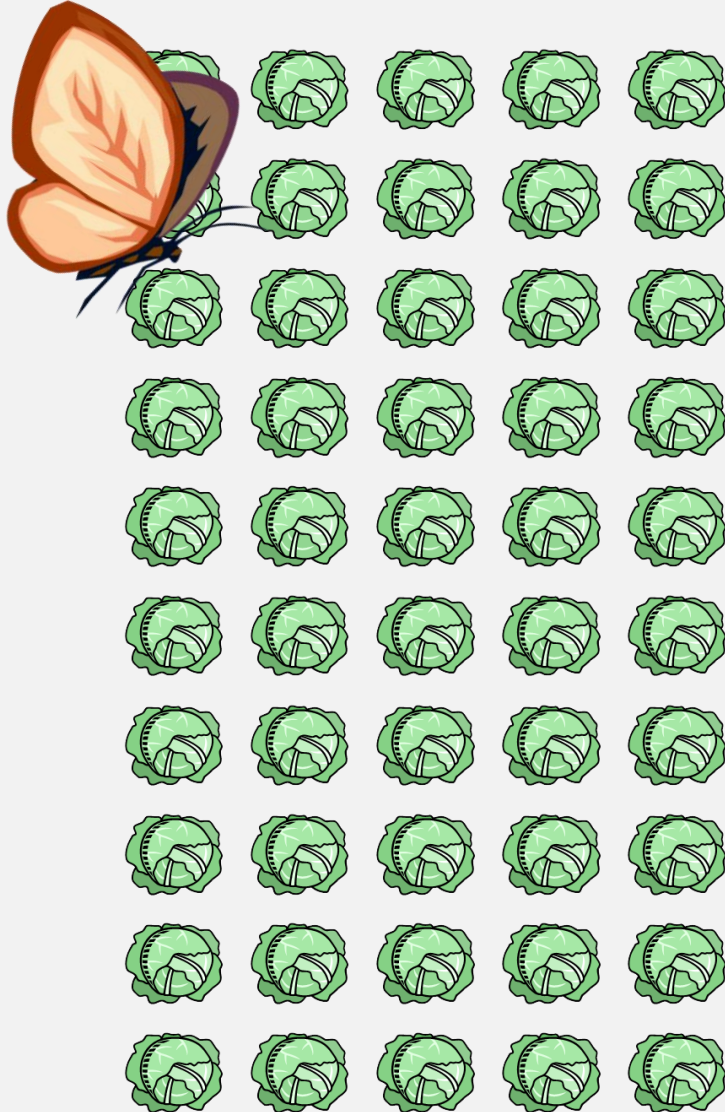
圃場(ハウスや畑)

- 人間が広い畑(ハウス)で同じ種類の食料を簡単に見つけることができる
- 人間が一年中、美味しい植物を作り続けてくれるので、食べ放題、産み放題(一度侵入してしまえばこっちのもの)

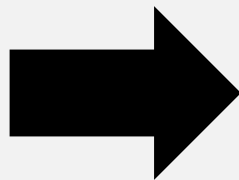


3. 人間のおかげで恐ろしい天敵がない
ので住み心地バツグン！

圃場で起きていること



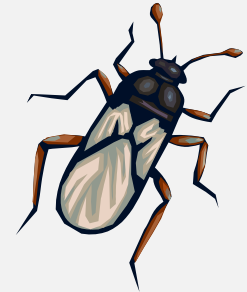
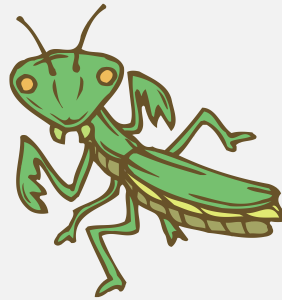
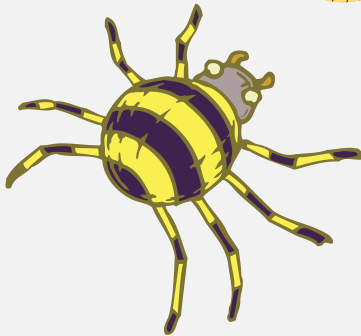
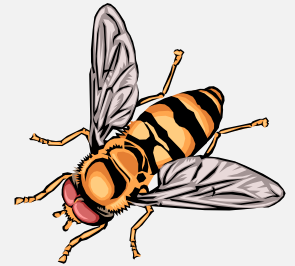
自然界で起きていること



天敵の存在

天敵とは？

自然界の「食う—食われる」の関係のなかで、
「食う」側を「食われる」側の**天敵**と呼ぶ



自然界では、どんな生物にも天敵がいるため、
特定の生物が増えすぎることがない

ただの虫が害虫になる3つの理由

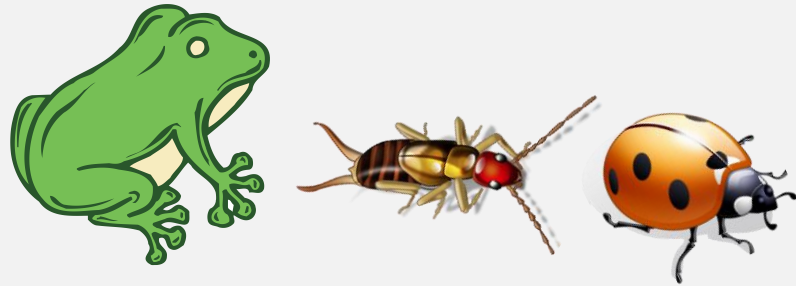
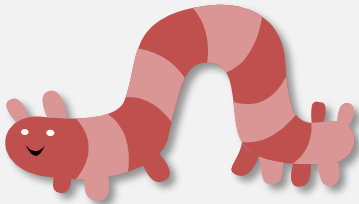
1. 人間にとって美味しい作物は、虫とっても美味しい！
2. 人間が広い場所(畑、ハウス)で同じ種類の食料(農作物)を作り続けてくれるので、
住み放題・食べ放題・産み放題！
3. 人間のおかげで恐ろしい天敵がいないので
住み心地バツグン！

「ただの虫」が「害虫」へ！

自然のなかで働く2つの力

天敵の「食う」力

トップダウンの力



ボトムアップの力

植物の自己防衛

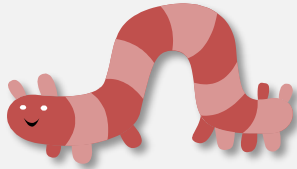
自然が持つ
＝生態系サービスの力
を害虫防除に使えないか？

生物的防除とは？

自然界

天敵の「食う」力

トップダウンの力

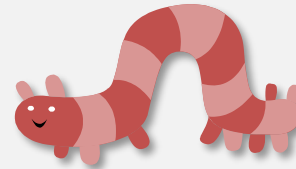


ボトムアップの力

安部の研究

人為的な天敵利用

トップダウンの力



ボトムアップの力

どうすれば天敵の力を借りることができるか？

天敵の「生き様(生態)」にヒントがあった！

3. 保全的生物的防除とは？

天敵の「生き様」の研究から分かったこと



天敵 ヒメハナカメムシ類

主食



微小害虫

補助食

- ☞ 生存、発育、増殖の向上
- ☞ 住み家や隠れ家に



特定の植物(とくに花)

- ☞ 天敵は花粉や花の蜜を食べると元気になる
- ☞ 天敵の住み家・隠れ場所になる植物がある

完全変態の昆虫



成虫にとって花は必要不可欠な栄養源

天敵 ヒラタアブ類（完全変態）



成虫にとって花は必要不可欠な栄養源

天敵 ヒメハナカメムシ類（不完全変態）



生涯(幼虫期、成虫期)を通して花が重要な補助食

天敵が活躍するにはその天敵が好きな植物が必要

圃場はモノカルチャー(単一栽培)



これでは天敵は活躍できない！

様々な試験研究から分かってきた！



保全的生物的防除

Conservation Biological Control

害虫による農作物への被害の軽減を目的に、環境や慣行的な方法を改善し、特定の天敵や他の生物を保護・強化する(Eilenberg、2001)。

天敵の保護

- ✓ 選択性殺虫剤の利用、殺虫剤の選択的利用
- ✓ 天敵の避難場所(refuge)の供給

天敵にとって有害な状況の軽減、快適な状況作り

天敵の強化

- ✓ 天敵への餌の提供
- ✓ 天敵の隠れ場所shelterの供給

天敵の生存、産卵、寿命、行動の改善による害虫抑制効果の向上

害虫管理に有用な補助植物(二次植物)

Parolin et al. (2012)を改変

対象： 機能：	植物	病害虫				天敵		
	栄養増強 化学防衛	忌避	妨害	早期 発見	害虫 誘引	誘引	給餌	個体群 維持
協栄植物 Companion plants	●	●	●			●		
忌避植物 Repellent plants		●						
障壁植物 Barrier plants			●					
指標植物 Indicator plants			●	●				
トラップ植物 Trap plants			●	●	●		●	
インセクトリープランツ Insectary plants						●	●	
バンカー植物 Banker plants						●	●	●



天敵の保護・強化に有効な植物：**天敵温存植物**

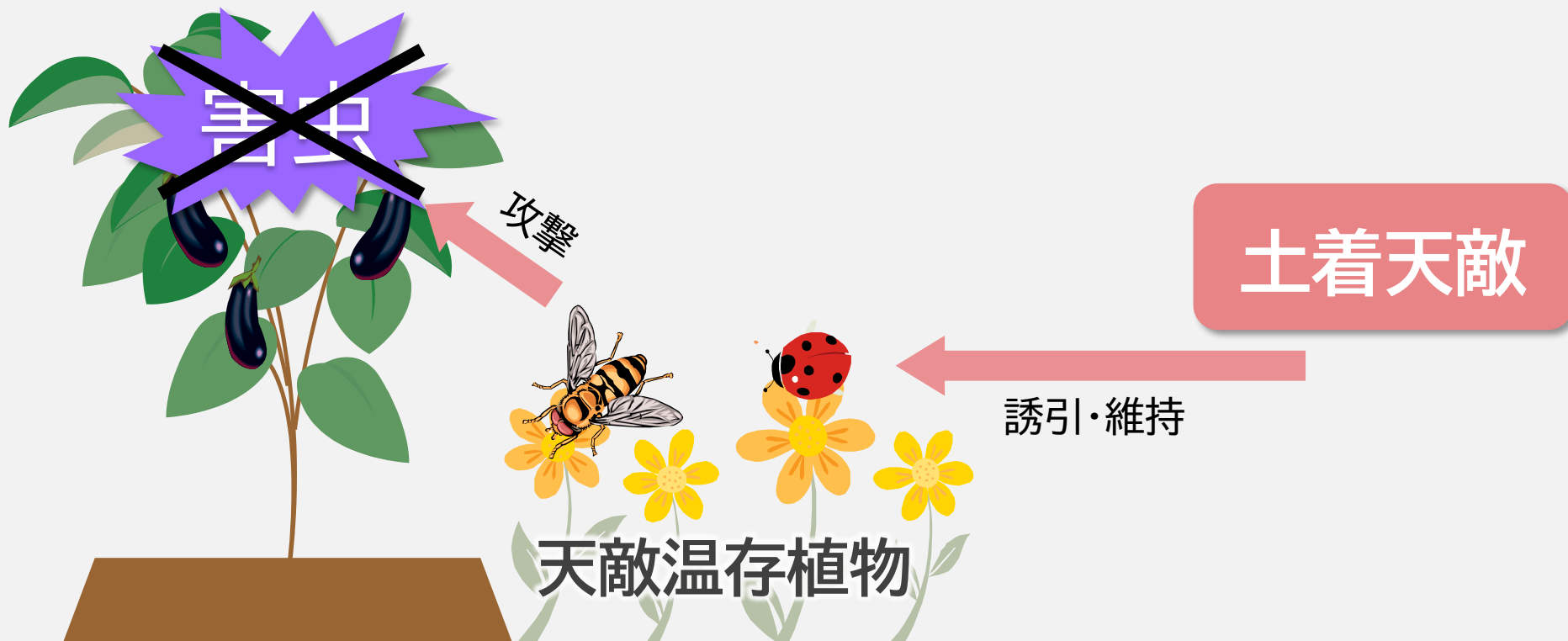


天敵温存植物を用いた天敵の保護・強化：**生息場所管理**

4. 研究事例の紹介

露地栽培

天敵の使い方：露地栽培



露地栽培では土着天敵を使う

圃場周囲で見られる天敵



農業生態系にもともと生息している天敵

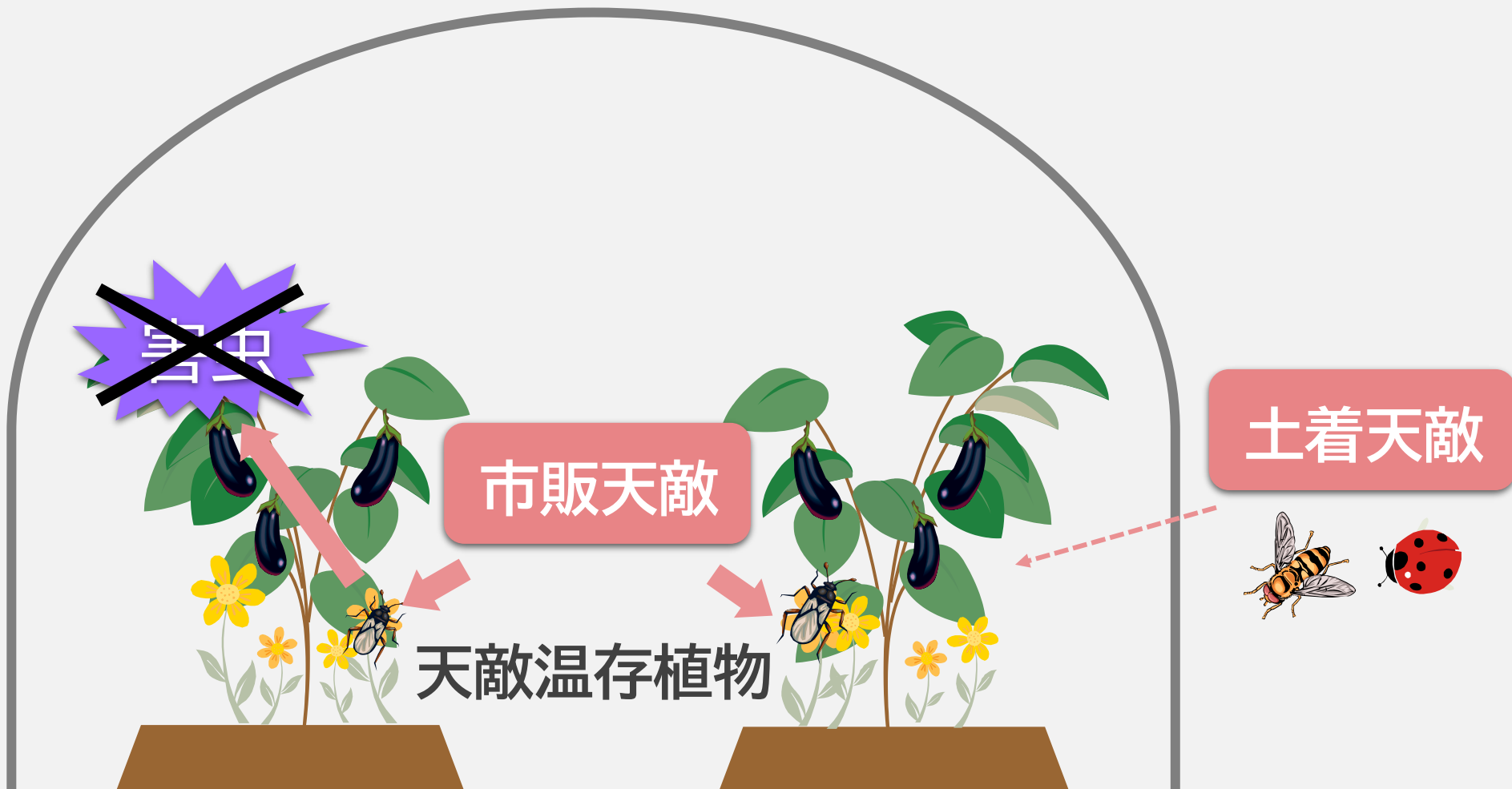
土着天敵

(データ省略)

4. 研究事例の紹介

施設栽培

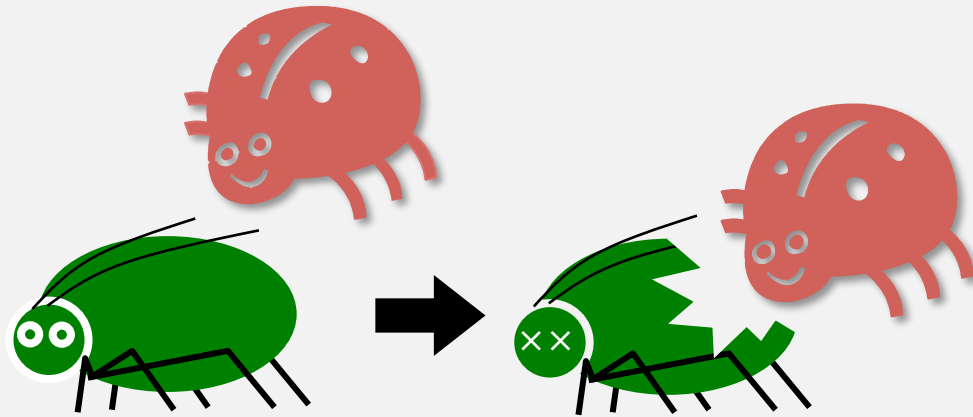
天敵の使い方：施設栽培での考え方



施設栽培では**市販天敵(天敵製剤)**を使う

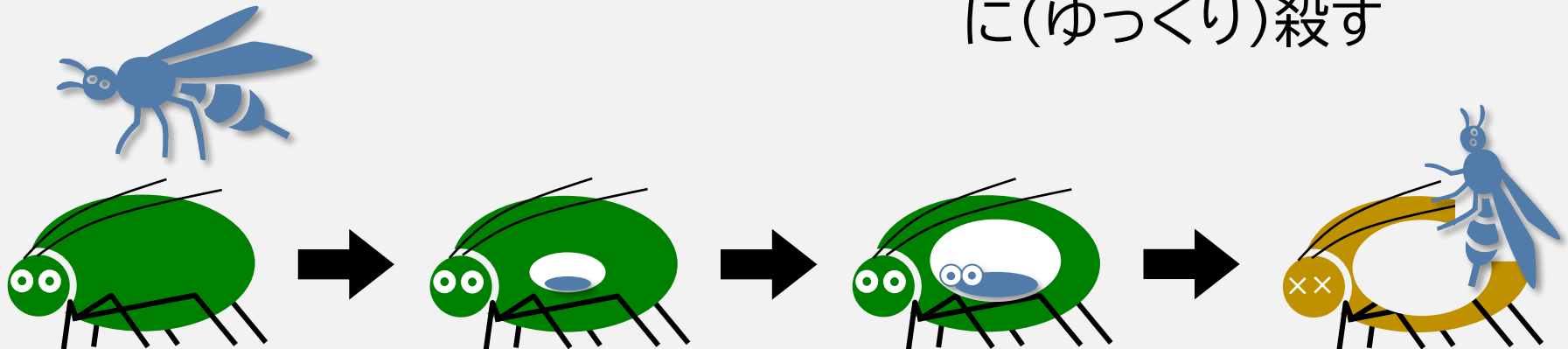
(参考) 捕食者と寄生者

捕食者(捕食性天敵)



☞ 外部から齧って(吸って)
直接(すぐに)殺す

寄生者(寄生性天敵)



☞ 内部に寄生して最終的
に(ゆっくり)殺す

(データ省略)

5. 今後の課題と展望

今後の課題

- より簡便な保全的生物的防除技術の開発
- 有機農業への応用

(データ省略)