

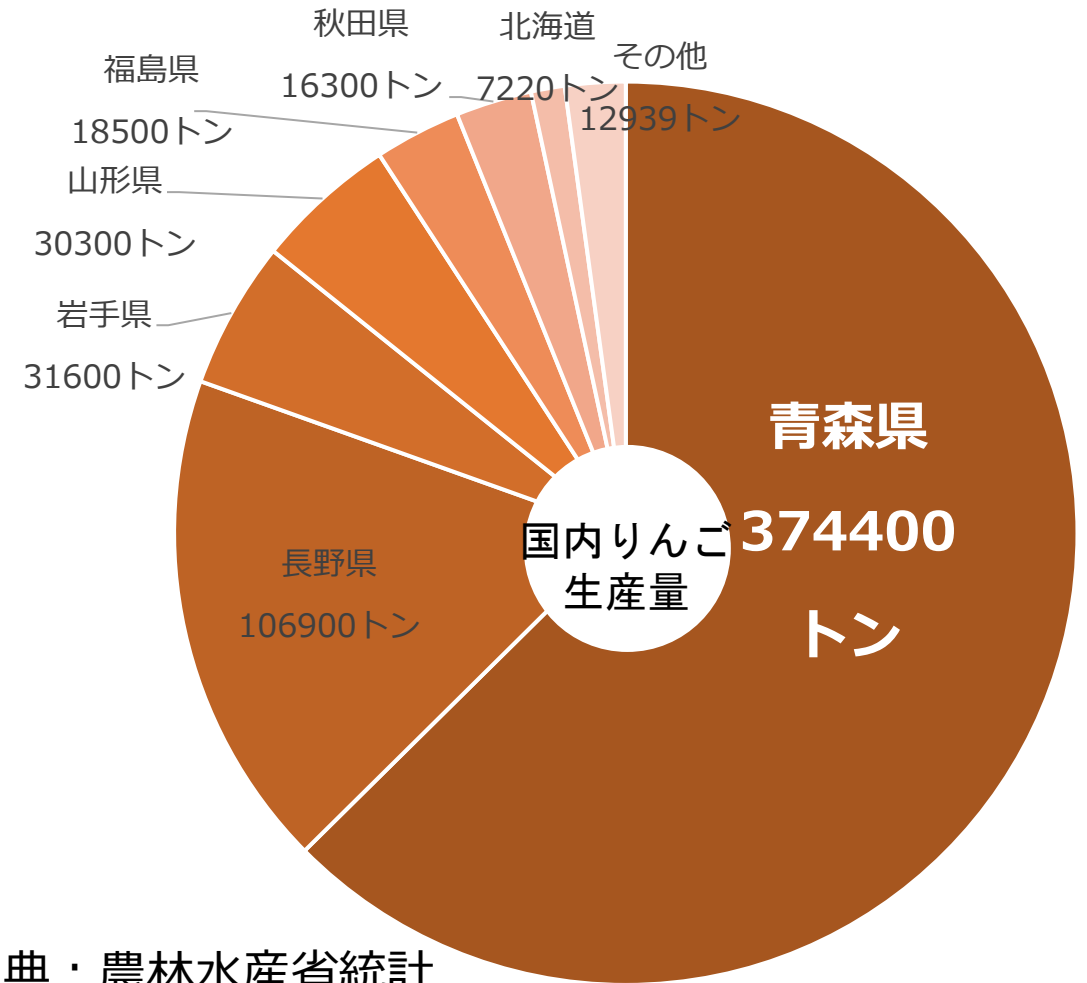
りんごにおける薬剤耐性リスク管理とIPMの可能性

殺菌剤耐性菌研究会
(青森県産業技術センター りんご研究所)
平山 和幸

青森りんご

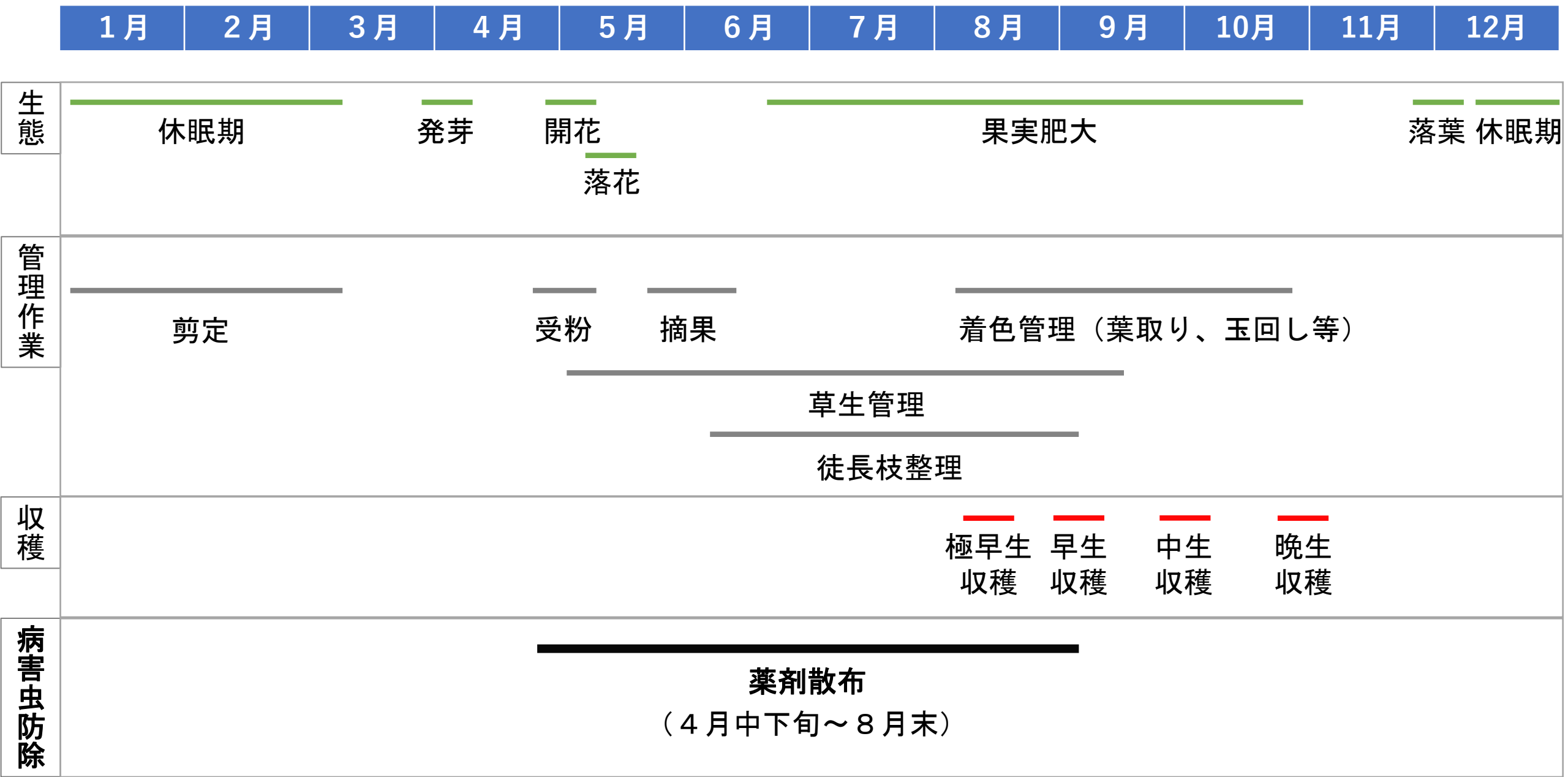
令和5年りんご収穫量：603,800トン

- 全国のりんご生産量の約60%を占める
- 令和5年度の結果樹面積は19,500ha、生産量374,400tで全国第1位
- 販売額は1000億円を超える
- 長期貯蔵により周年供給を実現
- 台湾をはじめとした海外輸出にも注力



出典：農林水産省統計

青森県におけるりんご栽培管理



防除対象となる 主要病害



腐らん病
Valsa ceratosperma



うどんこ病
Podosphaera leucotricha



モニリア病
Monilinia mali



黒星病
Venturia inaequalis



褐斑病
Diplocarpon coronariae



斑点落葉病
Alternaria mali



すす斑病
Gloeodes pomigena



すす点病
Zygothia jamaicensis



炭疽病
Colletotrichum spp.



黒点病
Mycosphaerella pomi



輪紋病
Botryosphaeria kuwatsukai

県基準となる防除体系の作成・普及

- メニュー方式のスケジュール散布
- 散布時期に発生が想定される病害は同時防除が前提
- 毎年、薬剤等を見直し・更新

耐性菌対策が盛り込まれている

[illegible]

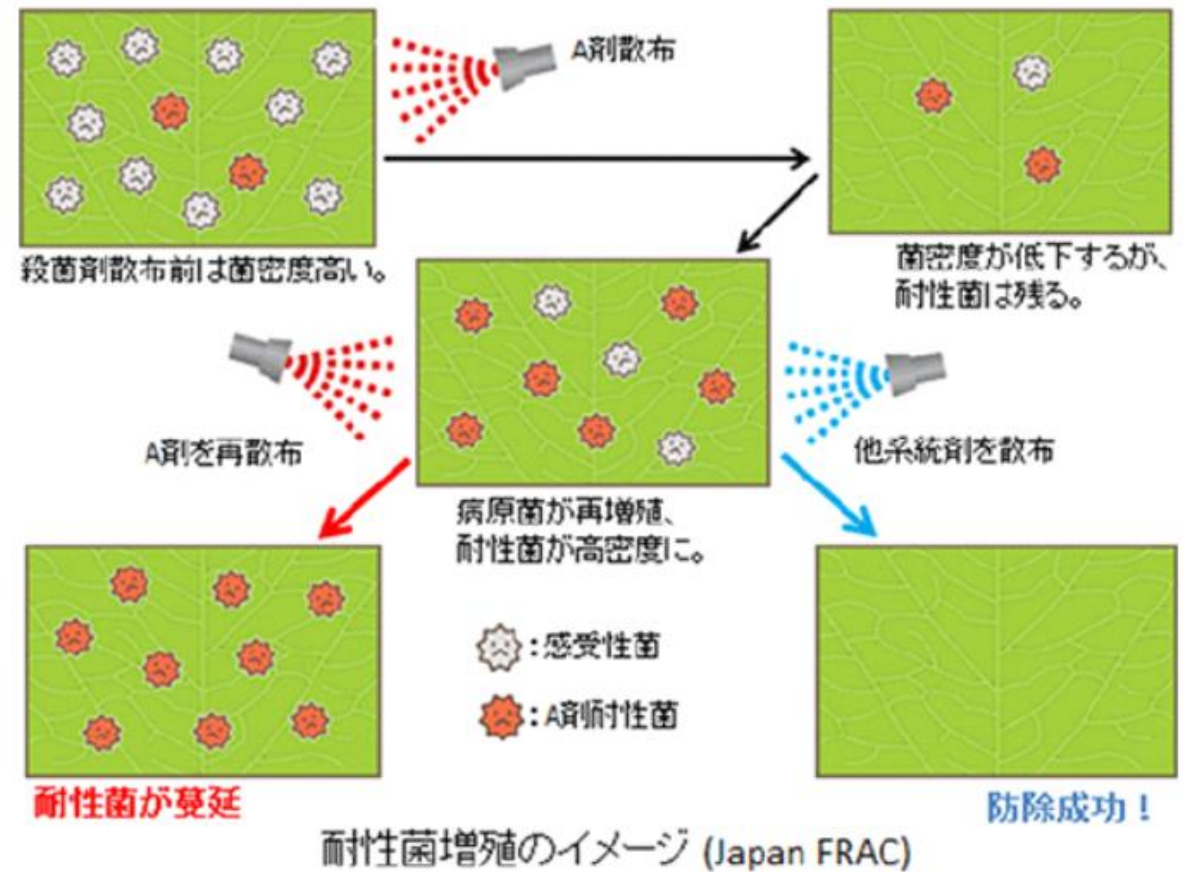
殺菌剤耐性菌

同じ作用機序（系統）の殺菌剤に繰り返しさらされることで耐性の発達が助長される

耐性菌対策の注意点

- 同じ系統の薬剤を連用しない
- ローテーション散布をする
- 予防散布を徹底する
- 防除間隔を守る
- 伝染源を除去する
- 正しい知識・情報を共有する

人為的な耐性選抜
(ヒューマンエラー)



殺菌剤耐性菌

同じ作用機序（系統）の殺菌剤に繰り返しさらされることで耐性の発達が助長される

耐性菌対策の注意点

- 同じ系統の薬剤を連用しない
- ローテーション散布をする
- 予防散布を徹底する
- 防除間隔を守る
- 伝染源を除去する
- 正しい知識・情報を共有する

Q: RACコードってなんですか？

A: 作用性(カギ穴)の種類ごとに付けられた農薬(カギ)のコード番号のことです。

RACコードとは、世界的な農薬製造会社の国際団体「CropLife International」が定めた農薬の分類コードのこと。同じ作用性(カギ穴)の農薬グループを一つにまとめて、それぞれの農薬(カギ)にコード番号を付しています。

■ RACコードの3分野

「IRAC:殺虫剤分類」「FRAC:殺菌剤分類」「HRAC:除草剤分類」の3分野があります。それぞれ、「I」「F」「H」と短縮表記されることもあります。

■ 発生予察情報などでのRACコード記載例

薬剤名	IRACコード	使用
アイウエオ水和剤	1B	収穫前
カキケコ水和剤	3A	収穫前
サシセソ顆粒水和剤	3A	収穫14
タチツテ顆粒水和剤	4A	収穫14
ナニヌネノ水溶剤	4A	収穫前



Q: どこに記載されているの？

A: 製品ラベルや、チラシなどに表示されています。

各都道府県が作成する防除指針や、発生予察情報にもRACコードが表示されるなど、生産現場での活用が進んでいます。

■ ラベル・チラシなどでのRACコード記載例

殺虫剤分類	1B	製品は殺虫剤で、RACコードは1Bです。
殺虫剤分類	1A, 14	2成分混合の殺虫剤で、RACコードは1A, 14です。
殺虫剤分類	2B	殺虫殺菌混合剤で、殺菌剤成分RACコードが2B、殺菌剤成分RACコードは6です。
殺菌剤分類	6	
殺虫剤分類	1A, 一	2成分混合の殺虫剤で、一方のRACコードが1A、もう一方はRACコードが決まっています。

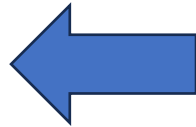
*全ての農薬製品にRACコードが掲載されているわけではありません。

殺菌剤耐性菌

同じ作用機序（系統）の殺菌剤に繰り返しさらされることで耐性の発達が助長される

耐性菌対策の注意点

- 同じ系統の薬剤を連用しない
- ローテーション散布をする
- 予防散布を徹底する
- 防除間隔を守る
- 伝染源を除去する
- 正しい知識・情報を共有する



菌密度の高まり＝病原菌の遺伝的多様化
耐性菌の発生リスクが高くなる！

菌密度を低く保つ！

徹底した感染予防により菌を増やさない

物理的に菌を減らすことでリスク軽減

殺菌剤耐性菌

同じ作用機序（系統）の殺菌剤に繰り返しさらされることで耐性の発達が助長される

耐性菌対策の注意点

- 同じ系統の薬剤を連用しない
- ローテーション散布をする
- 予防散布を徹底する
- 防除間隔を守る
- 伝染源を除去する
- **正しい知識・情報を共有する**



研修会等で情報発信

[illegible]

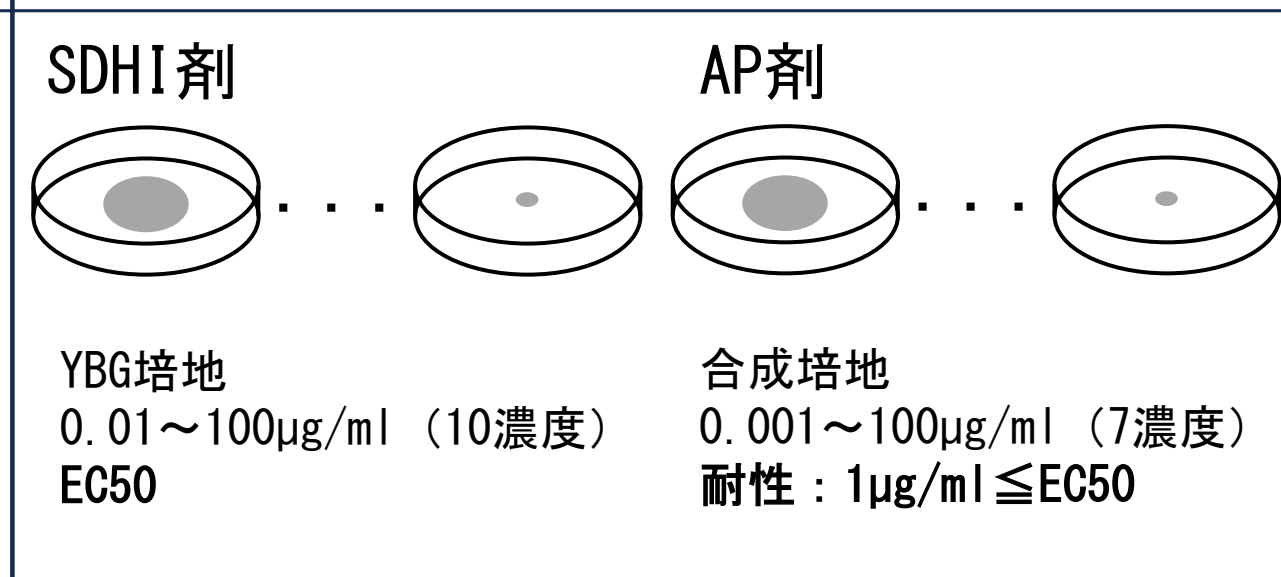
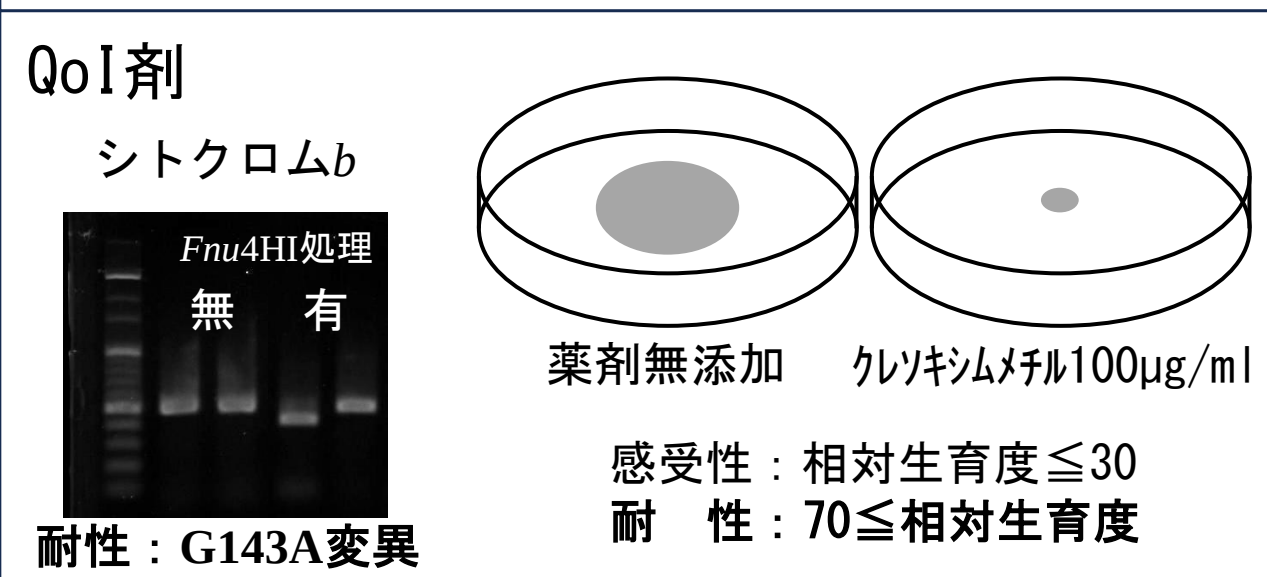
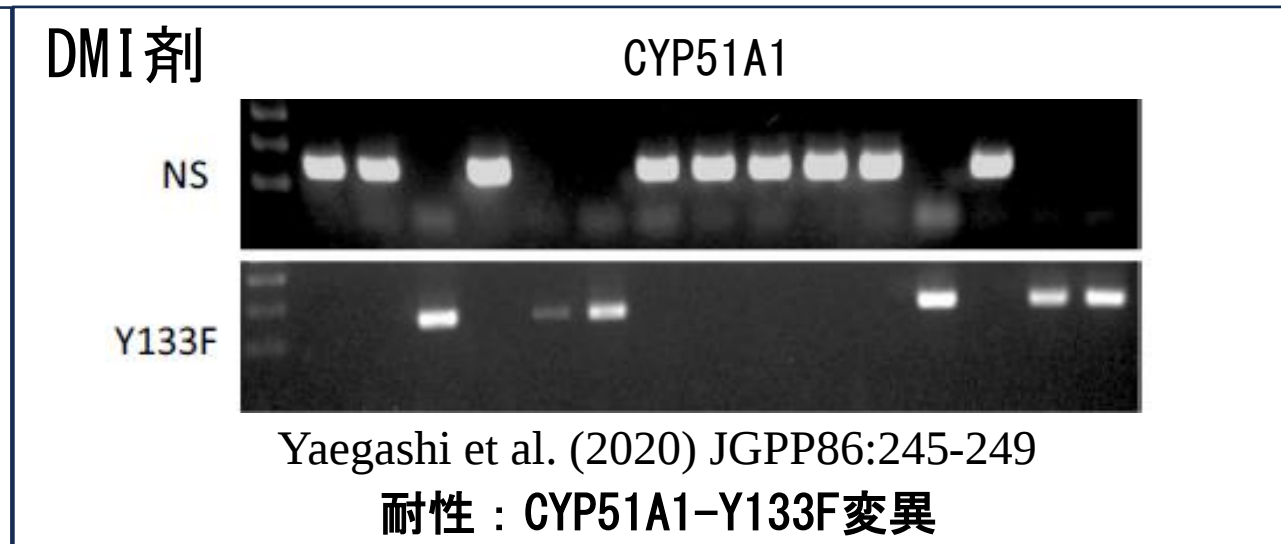
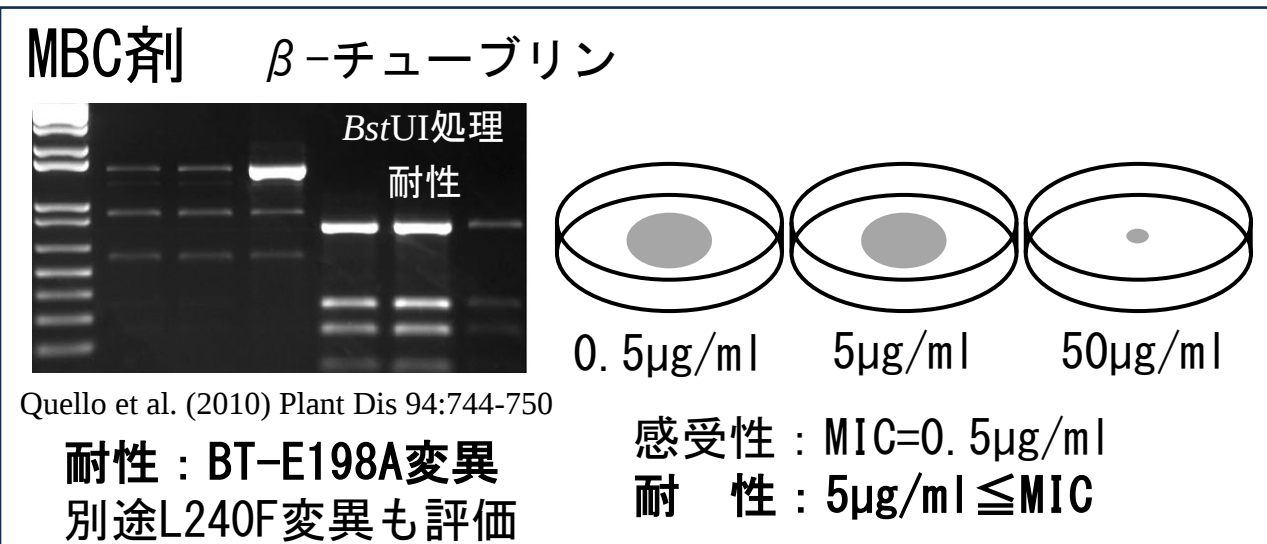
県基準となる防除体系の作成・普及

防除暦における耐性菌対策

- 耐性リスクの高い薬剤（単作用点阻害剤）の使用を**年1回以内に制限**
- 効果的に予防散布ができるよう時期を指定
- スケジュール散布による散布間隔管理
- 薬剤耐性の発生状況を考慮した薬剤選択

モニタリング調査（リンゴ黒星病）

北日本病害虫研究会
2024. 2月 発表



病原菌の感受性変化を早期に捉え、適切な対策を講じることが重要

リンゴ黒星病の多発

2018年、発生面積 7 割超
被害果率80%以上の園地も！



現防除体系に問題が生じた際の
代替策の事前準備が重要

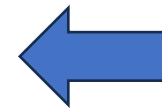
りんごにおける総合防除（IPM）

総合防除とは？

薬剤防除だけに依存せず、病害虫の発生を抑えるための手段を総合的に講じるもの

- 化学的防除

殺菌剤、殺虫剤や除草剤など化学農薬の使用



極めて依存度が高い

（防除暦の弊害？）

- 耕種的防除

抵抗性品種、輪作、土壌改良、環境管理や圃場衛生の活用・実施

- 物理的防除

袋掛け、伝染源の除去、温水治療など

- 生物的防除

天敵や微生物農薬など

バイオスティミュラントや微生物農薬の活用は
今後の課題となっていく？

りんごにおける総合防除（IPM）



普通栽培

経済寿命： 30年以上



わい化栽培

20～25年



高密植栽培

15年程度（試験中）

りんごは永年性作物であり、10年以上先を見据えた樹形選択・栽培管理が必要

耕種的防除と環境整備

薬剤散布は100%の防除を保証するものではない！

環境によっては十分な効果を得られない場合もあることを忘れてはいけない



菌密度が高い
(越冬伝染源が多い)



すでに発生している



枝が混みあっている

耕種的防除と環境整備

- 菌密度が高い（越冬伝染源が多い）場合の対策



落葉処分



越冬した落葉を除去することで、
病原菌そのものが減少する

病気の発生が減る！

耕種的防除と環境整備

● 落葉処分の方法

効率的！
手作業の16～34倍の
作業能率（a/h）



手作業



トラクター等による
鋤き込み



牽引式の落葉収集機

- 生産現場での実施率は低い
- 高齢化・労働力不足が進む中、更なる省力技術の検討が必要

耕種的防除と環境整備

● 病気の発生しにくい環境の整備



病気が発生しやすい
環境を提供している

枝が混み合うことで、

- 薬剤の通りが悪い（散布ムラがしやすい）
- 湿気がこもる
- 降雨後の葉や果実の渇きが遅い（濡れ時間が長い）

- 
- ・ 枝を薄くするなど冬季剪定の見直し
 - ・ 徒長枝の剪去など夏季剪定の実施
- 

病虫害の防除は、
薬剤散布だけに依存せず、
耕種的防除・環境整備も含めた
総合的な防除が重要

今後の課題：抵抗性品種の育種



あおり25（登録名）

りんご研究所では…

1985年から黒星病抵抗性品種の育成を継続

国内育成初の
黒星病真性抵抗性品種

- 単一の真性抵抗性遺伝子の導入では抵抗性打破のリスク高い
- 複数の抵抗性遺伝子導入が期待される