



計画的な生産・出荷のための 夏秋ギク栽培技術マニュアル

Ⅱ.キク白さび病防除編【詳細版】

令和3年3月発行



福島県農業総合センター
鹿児島県農業総合開発センター
秋田県農業試験場

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 野菜花き研究部門

はじめに

キク白さび病はキク類で発生する主要な病害です。生産者からも「白さび病が止まらない」、「農薬が効かない」といった声が多く聞かれます。

本マニュアルでは、そんな生産者のために、キク白さび病の効果的な防除方法を記載しました。

本マニュアルでは大きく【温湯浸漬処理】と【気象条件に応じた薬剤散布】という2つの技術を紹介します。

【温湯浸漬処理】は、育苗期間の白さび病の発生を抑え、ほ場に定植する際、病原菌の持ち込みリスクを減らす技術です。

【気象条件に応じた薬剤散布】は、ほ場に定植してから、キク白さび病菌の生態に合わせて薬剤散布の必要性を判断する技術です。

これらの技術を組み合わせることで、キク白さび病の発生を減らすことができます。



キク白さび病の少ないキクの生産

本マニュアルが、キク生産者の方々の白さび病防除の一助となることを期待します。

目次

ページ番号

1 キク白さび病とは	1
(1)病徴	1
(2)キク白さび病菌の特徴.....	3
(3)キク白さび病感染リスクが高まるタイミング	3
(4)キク白さび病防除の考え方.....	6
2 温湯浸漬処理による育苗段階の防除	7
(1)温湯浸漬処理の準備	8
(2)温湯浸漬処理	10
(3)温湯浸漬処理後の管理	12
(4)防除効果	15
(5)費用	16
(6)育苗期間中の発病リスクをさらに低下させるために.....	17
3 ほ場における感染リスクに応じた薬剤散布	18
(1)キク白さび病菌が活動しやすい条件	19
(2)薬剤散布のタイミング	20
(3)結露によるキク白さび病の感染	22
(4)ほ場での防除をさらに徹底するために	23
4 殺菌剤の特徴	24
(1)作用機構による分類	24
(2)薬剤耐性菌の発生と薬剤のローテーション散布	25
(3)予防殺菌剤と治療殺菌剤	28
(4)薬剤の系統と予防殺菌剤・治療殺菌剤の例	30
5 現地事例	31
(1)概要	31
(2)処理条件	31
(3)試験結果	33
参考文献	38
執筆担当者	

計画的な生産・出荷のための夏秋ギク栽培技術マニュアルには
「Ⅰ.露地電照栽培等による計画生産編」、
「Ⅲ.計画生産・出荷管理システムと小ギクの開花予測編」もあります。

※本マニュアルに記載している農薬は2021年1月現在の登録内容となっております。農薬を使用する際は最新の登録状況に従ってください。

(1)病徴

キク白さび病(以下、白さび病)はキク白さび病菌(*Puccinia horiana Hennings*)という病原菌によって引き起こされるキク類の主要な病害で、葉、がくや茎に発生し、乳白色の小斑点を生じます。

葉では初めに1mm大の乳白色の小斑点を生じ、黄色味を増しながら2~3mm大に拡大します。葉の裏側に黄白色、1~2mm大の丘状に隆起した「いぼ」を形成します。



写真1-1 葉に発生した白さび病病斑
(左:発病初期の乳白色斑点 右:発病後期の黄白色のいぼ)

キク白さび病は主に新しく展開した葉に感染しやすく、成長点付近の葉だけでなく、側枝から展開した葉にも多く発病がみられます。

発病すると品質が低下し、病斑が上位葉まで進展すると出荷できなくなります。



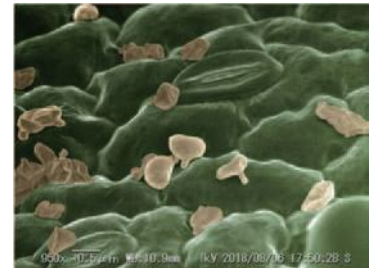
写真1-2 花蕾付近まで進展した病斑

☆いぼの正体☆

葉に形成された「いぼ」は冬孢子(ふゆほうし)と呼ばれる孢子が集合したもので、冬孢子堆(ふゆほうしたい)と呼ばれます。冬孢子は濡れると発芽して小生子(しょうせいし)と呼ばれる孢子を形成します。この小生子が風雨で飛散し、キクに付着、侵入すると増殖して再び黄白色の冬孢子堆を形成します。



葉に形成された冬孢子堆



葉に侵入する小生子

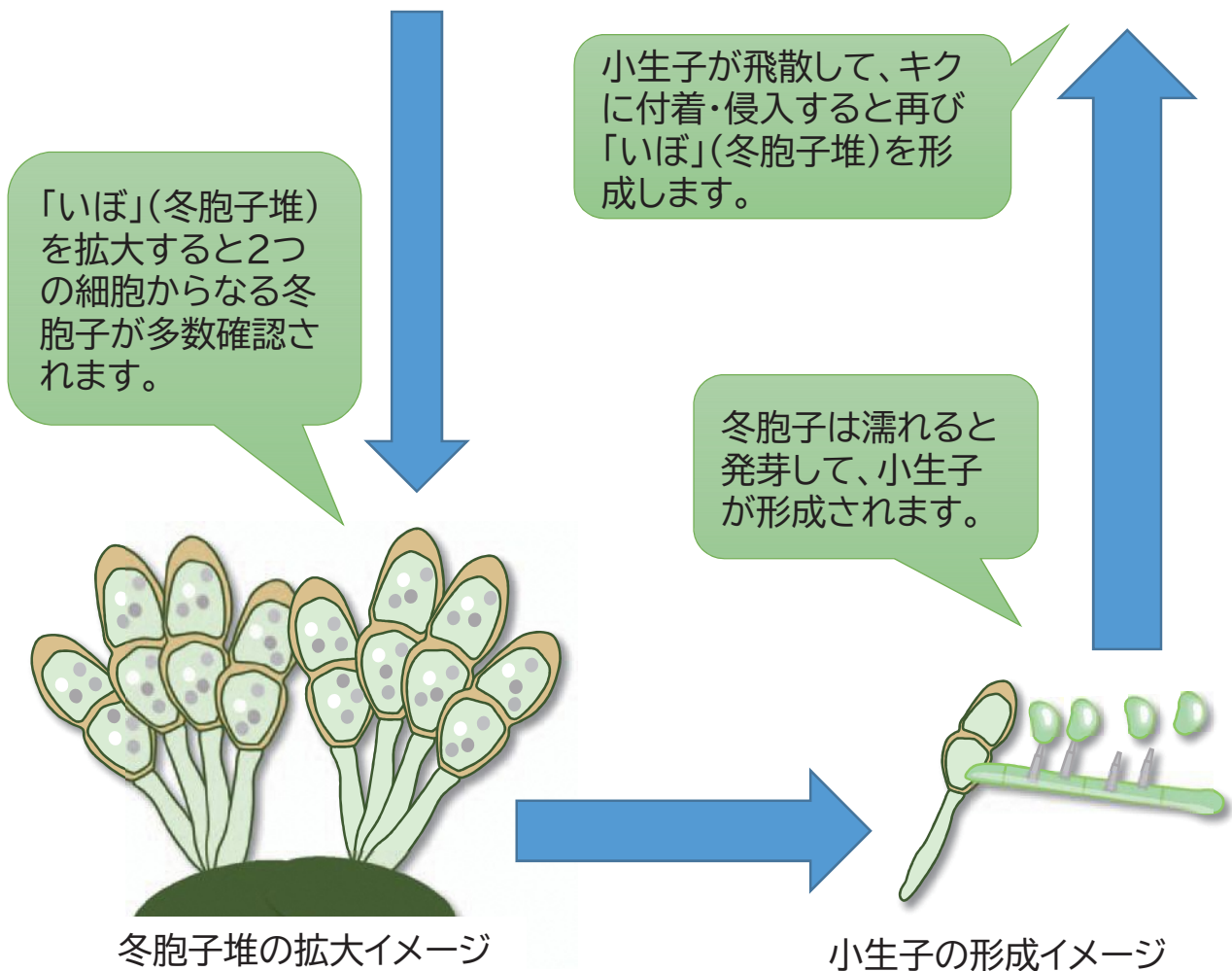


図1-1 キク白さび病菌の冬孢子と小生子

(2) キク白さび病菌の特徴

キク白さび病菌はキク類のみに感染する糸状菌(カビ)の一種です。

葉に形成された黄白色の「いぼ」は孢子が集まったもので、表面が濡れていると孢子が増殖します。増殖した孢子は風雨によって飛散し、キクに付着すると体内に侵入し再び葉に黄白色のいぼを形成します。

白さび病菌は高温条件下で感染力が低下する特徴を持っています。

このため、梅雨時期や秋雨時期などは降雨により葉が濡れるため感染リスクが高くなります。また、盛夏期には高温により感染リスクは低くなります。



白さび病が発生しやすい時期、発生しにくい時期を考えて防除をする必要があります。

☆孢子の増殖と温度☆

「いぼ(冬孢子)」の表面が濡れていると、孢子(小生子)が増殖しますが、小生子の形成量は温度によって異なります。

小生子形成の適温は10～23℃、最適温度は15～20℃とされています。また、小生子形成の上限温度は24.5℃とされています。このため、夏の高温で感染拡大が抑えられます。

(3) キク白さび病感染のリスクが高まるタイミング

① 育苗期間

挿し芽後は保温のため被覆資材などで被覆しますが、これにより適度な温度や葉の濡れが生じるため感染リスクが高まります。

② 栽培期間

梅雨の時期など、長雨が続く場合は感染が拡大します。

③ 収穫後の親株

栽培期間と比較して防除回数が少なくなりやすく、白さび病に感染するリスクが高まります。

⑤上位葉へ感染拡大

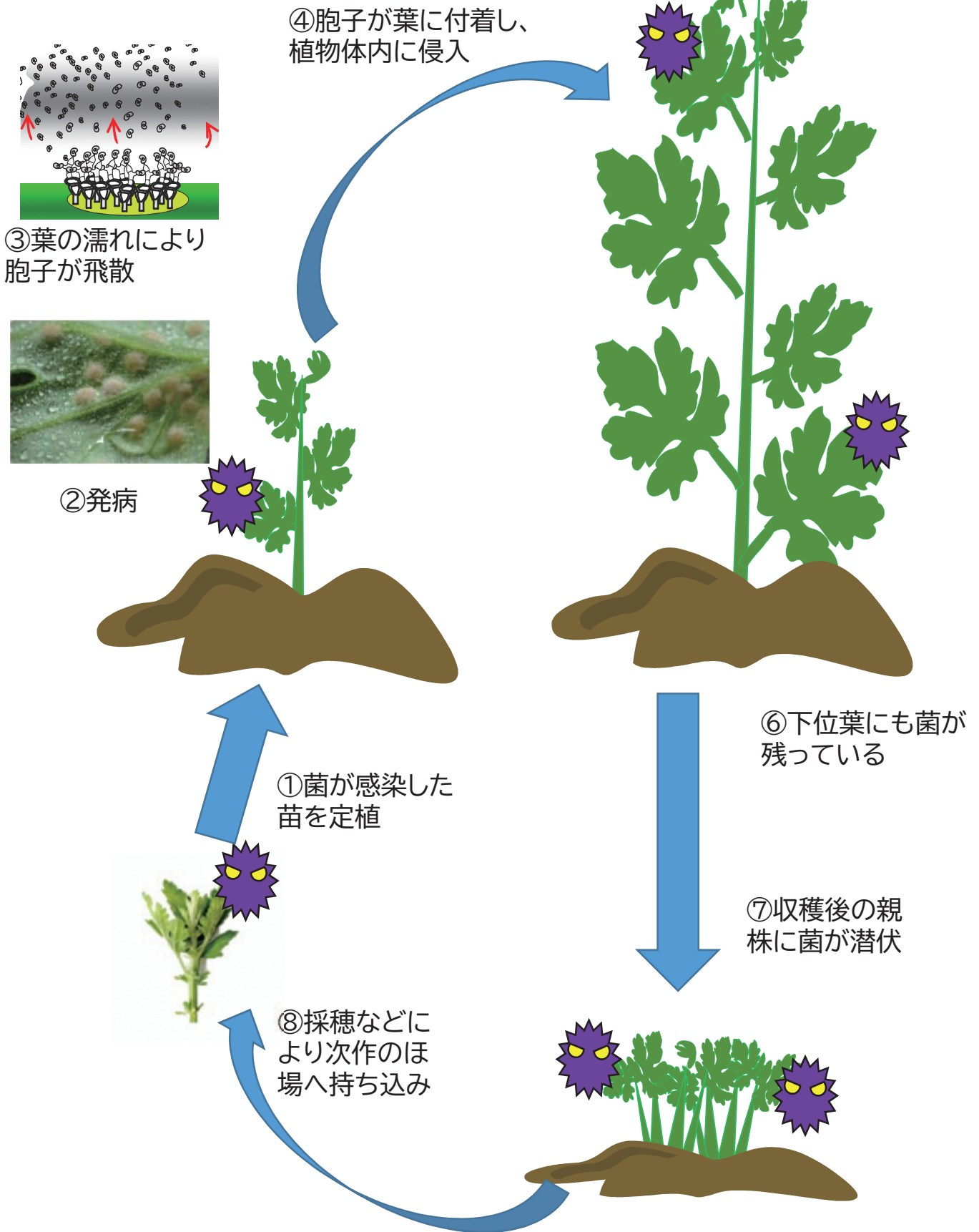


図1-2 キク白さび病の感染イメージ



図1-3 キク白さび病の感染環

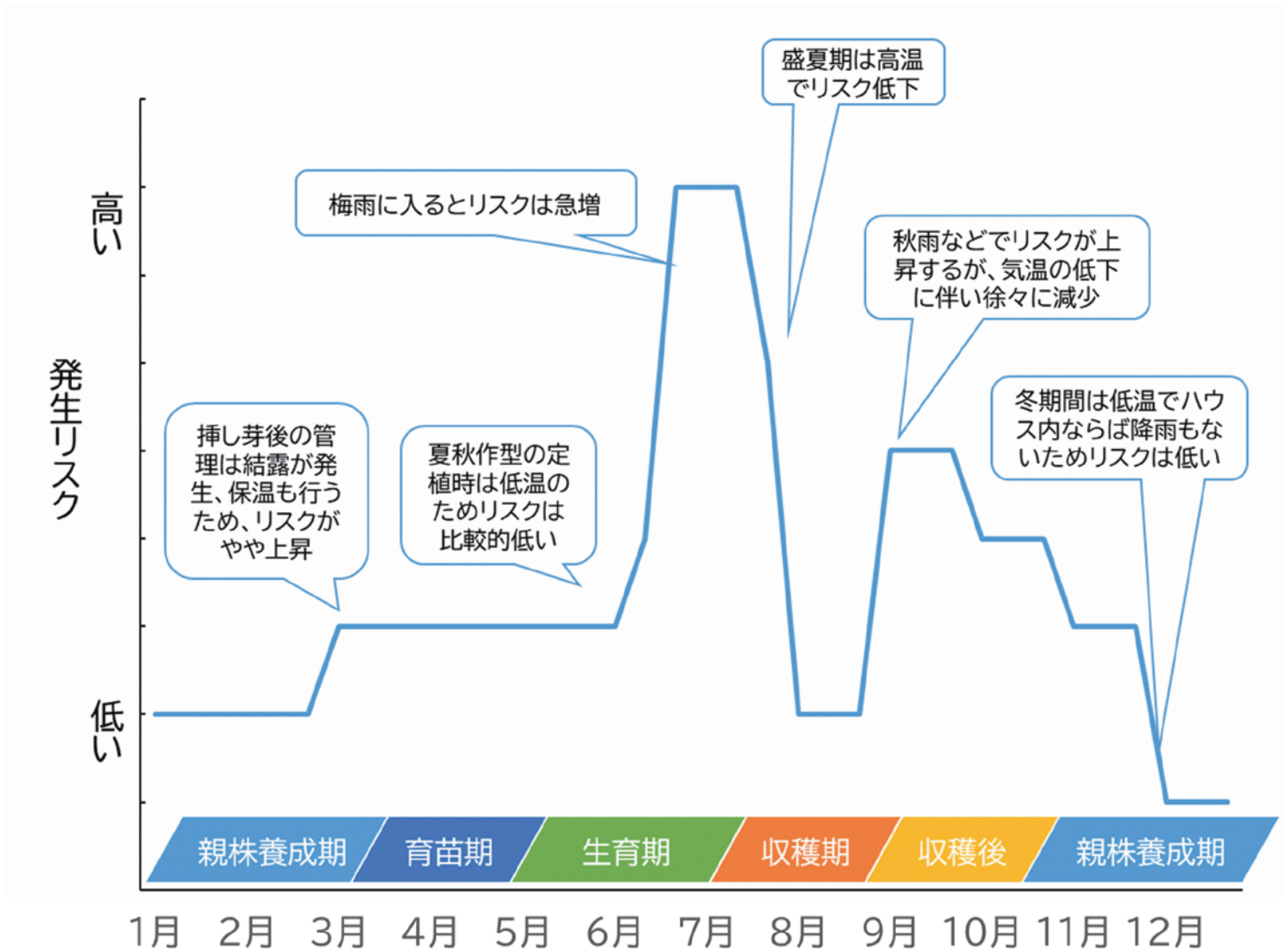


図1-4 白さび病感染拡大リスクのイメージ(8、9月出荷作型)

※このグラフはあくまでイメージです。その年の気象条件によって発病状況は異なります。

(4) キク白さび病防除の考え方

キク白さび病の防除は定植後の定期的な薬剤散布が一般的です。しかし、親株や挿し穂は、病徴が肉眼で確認できなくてもすでに白さび病に感染している場合があります。このため、定植後の薬剤散布だけでなく、育苗段階で苗の菌密度を下げ、ほ場への菌の持ち込みリスクを低下させることが重要です。

また、定植後の薬剤散布については週1回などの定期的な薬剤散布だけでは防除効果が高い時期(防除適期)を外すことがあり、期待した防除効果が得られないことがあります。気象条件に応じて、感染リスクが高まるタイミングで薬剤を散布(適期防除)することにより防除効果を高めることができます。

2

温湯浸漬処理による育苗段階の防除

キク白さび病菌は**高温に弱い**性質を持っています。この性質を利用して、穂を温湯に浸すことで植物体内や表面の菌密度を低下させる「**温湯浸漬処理**」という方法があります。

(1) 温湯浸漬処理の準備

- ・穂の調整
- ・温湯処理機の準備
- ・穂の詰込み



(2) 温湯浸漬処理

- ・予備加温
- ・温湯浸漬処理
- ・冷水処理



(3) 温湯浸漬処理後の管理

- ・挿し芽
- ・暗黒処理
- ・順化
- ・育苗



定植

図2-1 温湯浸漬処理の流れ

本マニュアルでは株式会社タイガーカワシマ製の温湯処理機「湯芽工房」YS-200Lを使用した場合の温湯浸漬処理の方法を説明します。

注意

温湯浸漬処理は挿し穂に付着している白さび病菌の密度を低下させる技術であり、定植後の持続効果はありません。

18ページ以降を参考にして、定植後の薬剤散布も徹底しましょう。

(1) 温湯浸漬処理の準備

① 穂の調整

採取した穂を通常の栽培どおり下葉を取り除き、長さを5～6cm程度にそろえてください。

採取する穂はなるべく白さび病が発生していないものを使用し、仮に発病している穂を用いる場合、白さび病が発生している葉を取り除いてください。



写真2-1 キクの穂
(左:調整前 右:調整後)

② 温湯処理機の準備

水槽に水を入れてお湯の温度が45℃になるように設定します。水温が上がるまでに3～4時間かかりますので温湯浸漬処理を行う時間から逆算して電源を入れてください。

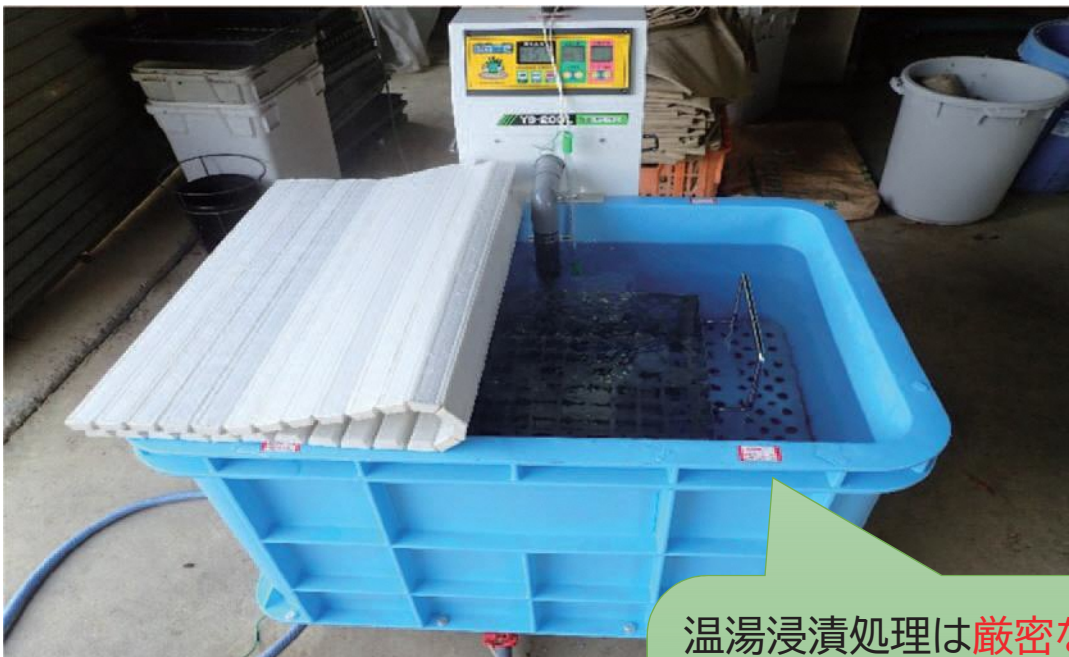


写真2-2 温湯処理機

温湯浸漬処理は**厳密な温度管理**が必要です。外気温によっては付属の温度計は誤差が生じる場合があるため別途、精度の高い市販の**温度計**で**温度を確認**することをおすすめします。

③詰め込み

調整した穂を容器に入れます。容器は温湯が通りやすい形状のものを使用し、穂を詰め込みすぎないように注意してください。(写真は12×30×8cmのメッシュ状の容器に150本を詰めたもの。)

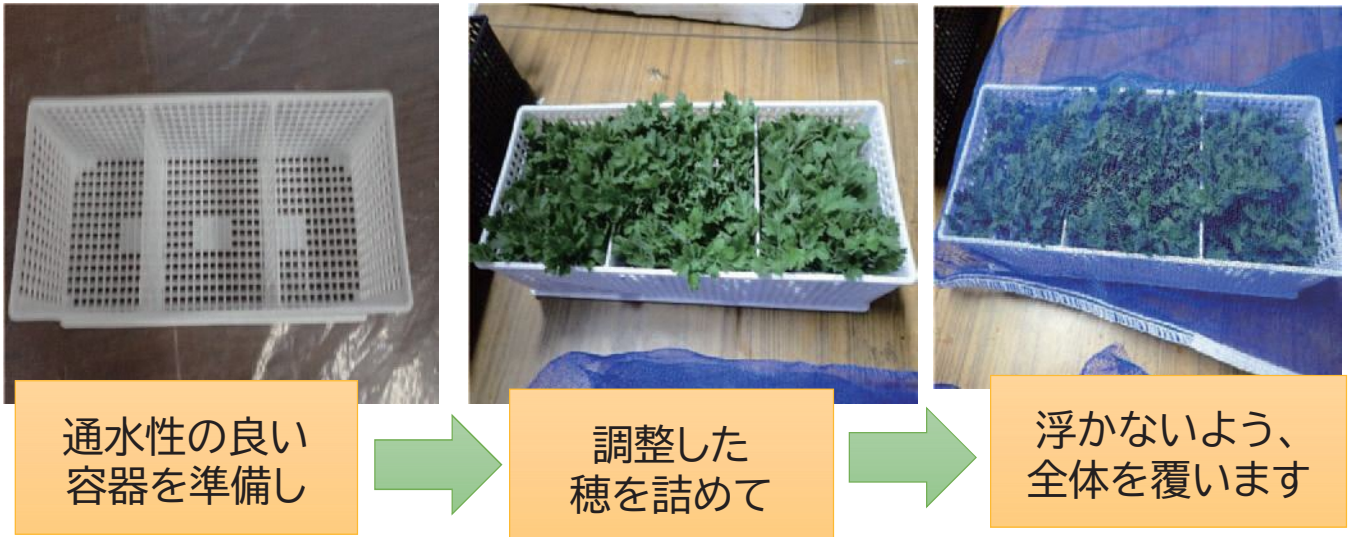


図2-2 穂の詰め込みの流れ

※ポリポットなど温湯が通りにくい容器に苗を詰めると温度が上がらず防除効果が落ちる可能性があります。

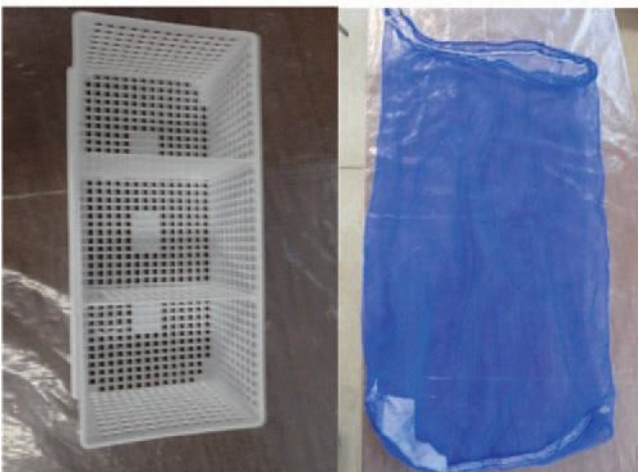


写真2-3 温湯浸漬処理に適した容器



写真2-4 温湯浸漬処理に適さない容器

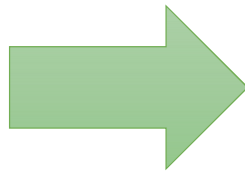
(2) 温湯浸漬処理

① 予備加温

調整した穂は温度が低く、そのまま温湯浸漬処理を行うと、お湯の温度が下がり、防除効果が低下する可能性があります。このため、穂の温度を上げる予備加温の実施をおすすめします。



給湯器などで40℃前後に温めたお湯をバケツなどにためます。



調整した穂をお湯に1分程度浸します。



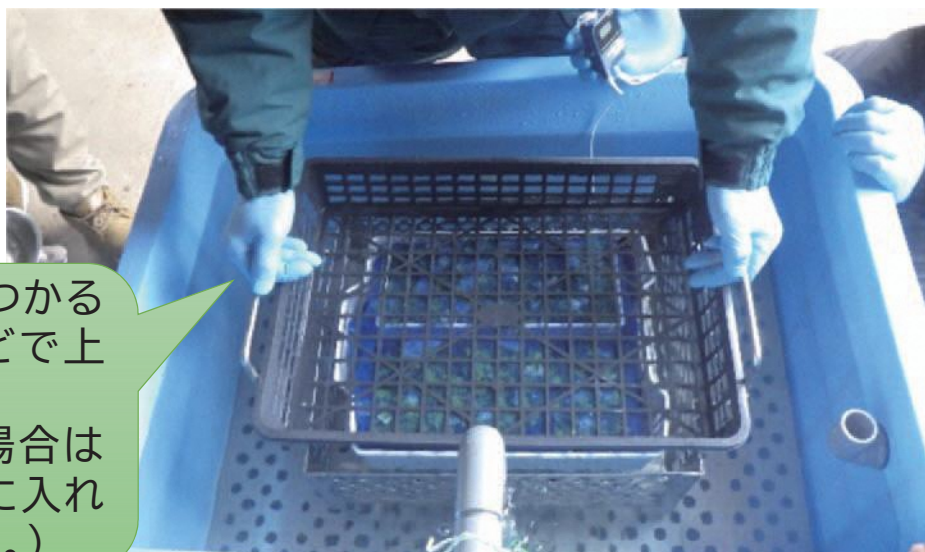
1分経過したら次の本処理に移ります。

高温や長時間の処理はキクに障害を生ずる可能性があるため注意してください。

図2-3 予備加温の流れ

②温湯浸漬処理

予備加温を行った穂を45℃の温湯に浸漬します。浸漬時間は1分間です。



穂全体が温湯につかるように、かごなどで上から押さえます。(かごが冷たい場合はあらかじめ水槽に入れて温めてください。)

写真2-5 温湯浸漬処理の様子

注意

温湯の温度が高すぎたり、処理時間が長すぎたりすると穂に障害が発生する場合があります。また、温度が低すぎたり、処理時間が短すぎたりすると防除効果が低下します。処理温度と時間は必ず守りましょう。

表2-1 温湯浸漬処理の温度と処理時間による障害の発生状況(福島県)

供試品種	温度	未展開葉の障害本数割合(%)		
		処理時間	7日後	14日後
	44℃	1分	0	0
		3分	0	0
		5分	0	0
せせらぎ	46℃	1分	0	0
		3分	0	0
		5分	2.5	2.5
	48℃	1分	0	0
		3分	0	0
		5分	7.5	7.5

※1区20株2反復の平均値

(反復とは偶然発生する誤差の影響を減らすため、同じ条件で試験を複数回繰り返すことです。)



写真2-6 生長点に発生した障害

この品種では46℃で5分間処理すると障害が発生しました。

③冷水処理

温湯浸漬処理直後の穂はまだ熱を持っているため、そのままでは障害が発生する原因となります。そこで、温湯浸漬処理後速やかに水道水に1分間浸して熱を取ります。

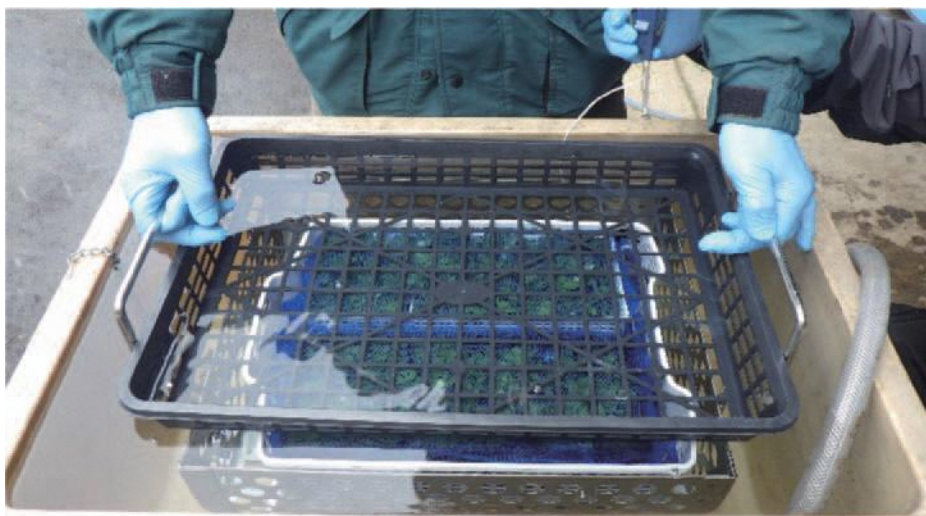


写真2-7 冷水処理の様子

(3)温湯浸漬処理後の管理

①挿し芽

通常どおり発根促進剤(インドール酪酸液剤(商品名:オキシベロン液剤)など)を使用した穂を、培土などを詰めたセルトレイに挿します。挿し芽後は十分にかん水します。また、発根を促すため、全体をビニールシートなどで覆い、温度、湿度を高めます。



写真2-8 挿し芽の様子(左)と挿し芽が終わった苗(右)

②暗黒処理

温湯浸漬処理した苗は光合成能力が低下しており、処理直後に直射日光に当たると障害が発生する恐れがあります。

このため、2日間シルバーシートなどで苗全体を覆い、暗黒処理を行います。このとき、気温が10℃以下では光合成能力の回復が遅いことから被覆や電熱線マットを活用し、温度を15～20℃程度にします。

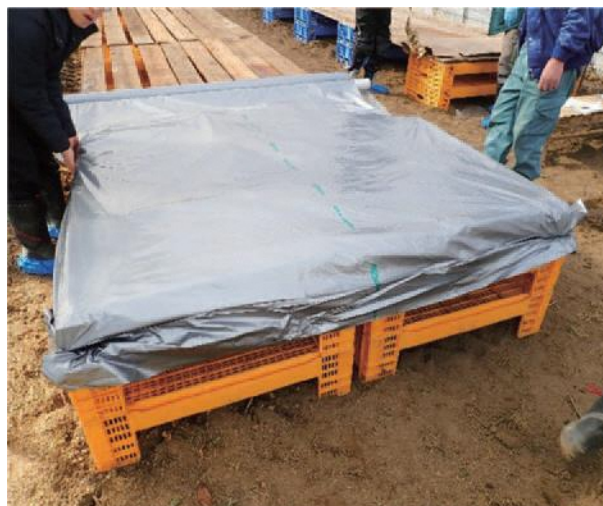


写真2-9 シルバーシートによる暗黒処理

※電熱線マットなどによる保温ができない場合やミストかん水等により挿し芽後の暗黒処理ができない場合

冷水処理をした穂をポリポットなどの容器に入れて15℃程度の冷暗所(作業場など)で保管する方法もあります。

水を張ったトレーに浸漬用の容器ごと穂を入れ、水挿しする(穂を立てて入れた場合)か、容器ごとビニール袋で包むなどします。



写真2-10 穂の水挿しの様子(左)と穂をカゴごとビニールで包んだ様子(右)

挿し芽後に暗黒処理を行う場合と比べて小面積で管理することが可能です。茎が少し曲がるがありますが、生育に大きな影響はありません。2日間経過したら挿し芽を行います。

③順化

暗黒処理後、急に外気や直射日光に当てると生育不良の原因となります。このため、シルバーシートを朝や夕方、曇雨天の日のみ外したり、シルバーシートから遮光率50%程度の遮光シートにして日光になります。1週間程度したら遮光資材を外します。



写真2-11 遮光シートを用いた苗の順化

④育苗

苗が十分順化したら、ビニールシートや遮光資材などを完全に取り除き通常の育苗管理を行ってください。気温の目安は、日中が20～25℃、夜間は10～15℃程度です。低温が予想される場合にはビニールシートなどで保温してください。



写真2-12 育苗の様子

表2-2 温湯浸漬処理を行う際の時間と温度の目安

作業	予備加温	温湯浸漬処理	冷水処理	挿し芽	暗黒処理	順化	育苗
処理時間	1分程度	1分間	1分間		2日間	7～10日程度	3～4週間程度
温度	40℃前後	45℃				15～20℃	
備考		温度、時間を守る。			温度管理ができない場合は挿し芽前に行う。	遮光の時間を少しずつ短くする。	低温時には保温をする。

(4)防除効果

福島県で栽培されている小ギク3品種に対して温湯浸漬処理を行った結果、3品種とも障害の発生はなく、高い防除効果を示しました。

表2-3 温湯浸漬処理2週間後の障害の発生状況と4週間後の発病株率(福島県)

品種	処理区	障害発生割合(%)	発病株率(%)
花の舞	温湯浸漬処理区	0	26.7
	無処理区	-	83.3
白虎	温湯浸漬処理区	0	10.0
	無処理区	-	83.3
よしの	温湯浸漬処理区	0	10.0
	無処理区	-	86.7

※白さび病菌を付着させた後で温湯浸漬処理を行いました。

※1区10株3反復で試験を行い、障害の発生割合の調査は温湯浸漬処理2週間後に、発病株率の調査は処理4週間後に行い、平均値を示しています。

障害の発生には品種間差があります。初めて温湯浸漬処理を行う品種では少量の苗を試験的に処理を行い、障害の発生程度を確認しましょう。

(5)費用

キクを50a作付けする場合の10a当たりの費用は下記のとおりとなります。なお、1サイクル6分間、400本処理し、1.2万本の処理を行ったと仮定しています。

表2-4 温湯浸漬処理にかかる費用(福島県)

費目	金額(円)	備考
水道光熱費	525	水道料金322円 電気料金(準備4時間、作業中3時間) 203円
諸材料費※1	979	かご、バケツ、遮光資材など 各資材5年使用
減価償却費	7,143	温湯処理機 250,000円※2(YS-200L) 耐用年数7年
費用計	8,647	

※1 諸材料費は温湯浸漬処理で追加となる資材のみ計上

※2 メーカー希望小売価格

備考

挿し穂の温湯浸漬処理は、上記の機械を用いて2人組で作業する場合、10a当たり約3時間かかります。

1日で約20a分の苗が処理できます。

(6)育苗期間中の発病リスクをさらに低下させるために

- ・挿し穂に白さび病が発生しているものは、感染源となる恐れがあるため、使用を避けましょう。
- ・育苗期間中に殺菌剤を散布することも白さび病の防除に効果があります。白さび病が発生しやすい品種では、温湯浸漬処理後の薬剤散布もお勧めです。

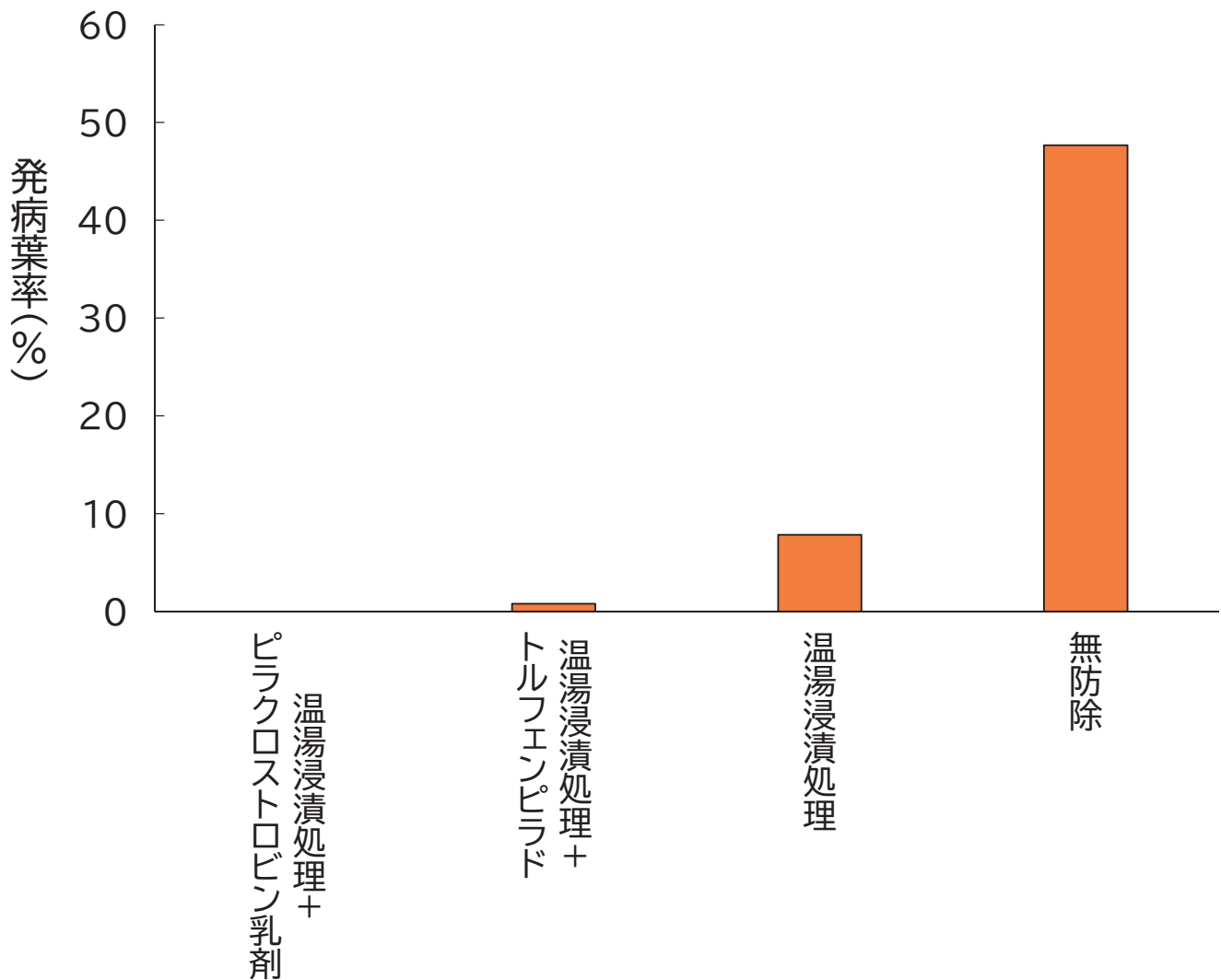


図2-4 温湯浸漬処理後に薬剤を散布することによるキク白さび病の防除効果(福島県)

菌接種3週間後における1区10株3反復の平均値、供試品種:花の舞

温湯浸漬処理機はタイガーカワシマ社のYS-200Lを使用

ピラクロストロビン:オペラフラワー乳剤、トルフェンピラド:ハチハチ乳剤

3

ほ場における感染リスクに応じた薬剤散布

温湯浸漬処理は挿し穂に感染している菌の密度を減らす効果はありますが、菌を完全に除くことはできません。このため定植後の薬剤による防除も重要です。

薬剤散布をする場合、週1回などの定期的な薬剤散布では防除効果が低いことがあります。感染リスクが高いタイミングで薬剤を散布することで防除効果を高めます。

薬剤散布から時間がたつにつれて、防除効果は減少します。

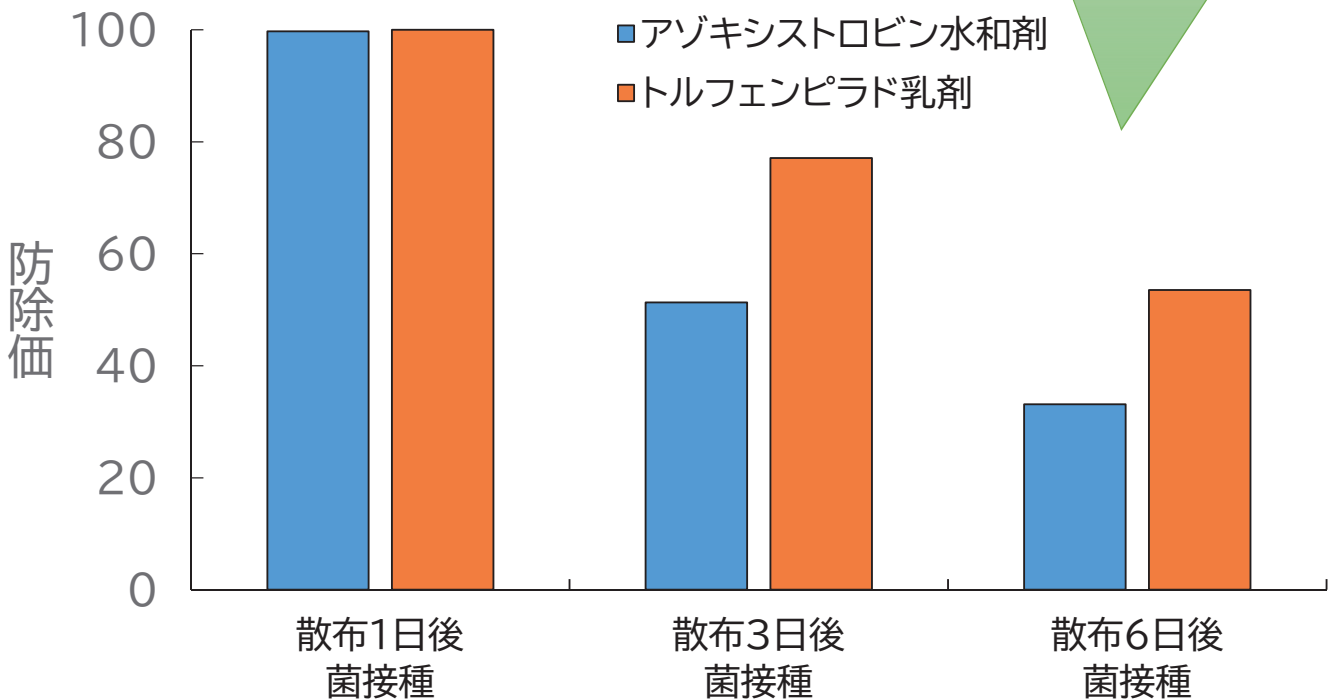


図3-1 薬剤散布から菌接種までの日数とキク白さび病の防除効果 (鹿児島県)

※供試品種:モゼロマネス

1区5株の平均病斑数から防除価*を算出した。

アゾキシストロビン水和剤:アミスター20フロアブル

トルフェンピラド乳剤:ハチハチ乳剤

***防除価**:薬剤散布を行わなかった場合と比較して、どの程度防除できたのかを示す値です。数値が大きいほど防除効果が高く、小さいと防除効果が小さいことを示します。

(1)白さび病菌が活動しやすい条件

①湿度と葉の濡れ

小生子の形成には「いぼ」(冬孢子堆)の表面に水分が存在している必要があります。また、湿度90%以上の高湿度条件が必要です。

自然条件下での小生子の形成は降雨時と結露時に、このような条件が成立します。

※小生子及び冬孢子の説明は、2ページ参照。

②温度

白さび病菌は0～24.5℃で胞子を形成し、特に15～20℃でその形成量は多くなります。25℃を超えると胞子の形成は著しく減少します。

キク白さび病は最低気温10～22℃で感染が確認され、降雨があると感染する頻度も高くなります。

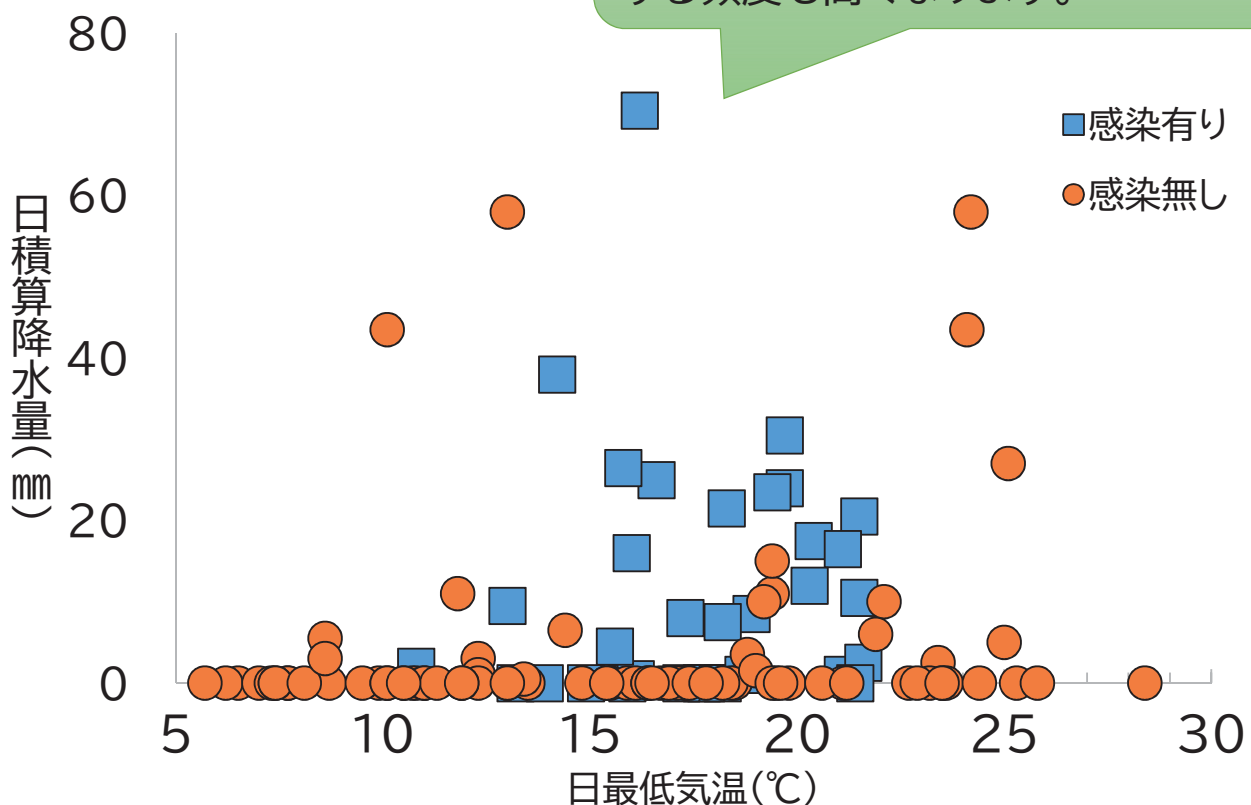


図3-2 キク白さび病の感染と気象条件
(秋田県、鹿児島県)

露地ほ場で白さび病病斑がないキク※を植えたポットを感染株で囲み、24時間後に人工気象室(20℃)へ移動させ約2～3週間後の発病状況を調査しました。

※親株時および育苗時の約1ヶ月間白さび病病斑が確認されなかったキク
供試品種:神馬(秋田県)、モゼロマネス(鹿児島県)

(2) 薬剤散布のタイミング

白さび病は、葉が濡れていて最低気温が10～22℃の間で感染しやすくなります。このため、天気予報をもとに感染する可能性が高い日に重点的に防除をおこないます。

① 予防散布の考え方

薬剤散布の基本は感染が広まる前の予防的な薬剤散布です。下のフローチャートを参考にして、感染リスクが中～大となる場合、薬剤の散布を検討してください。

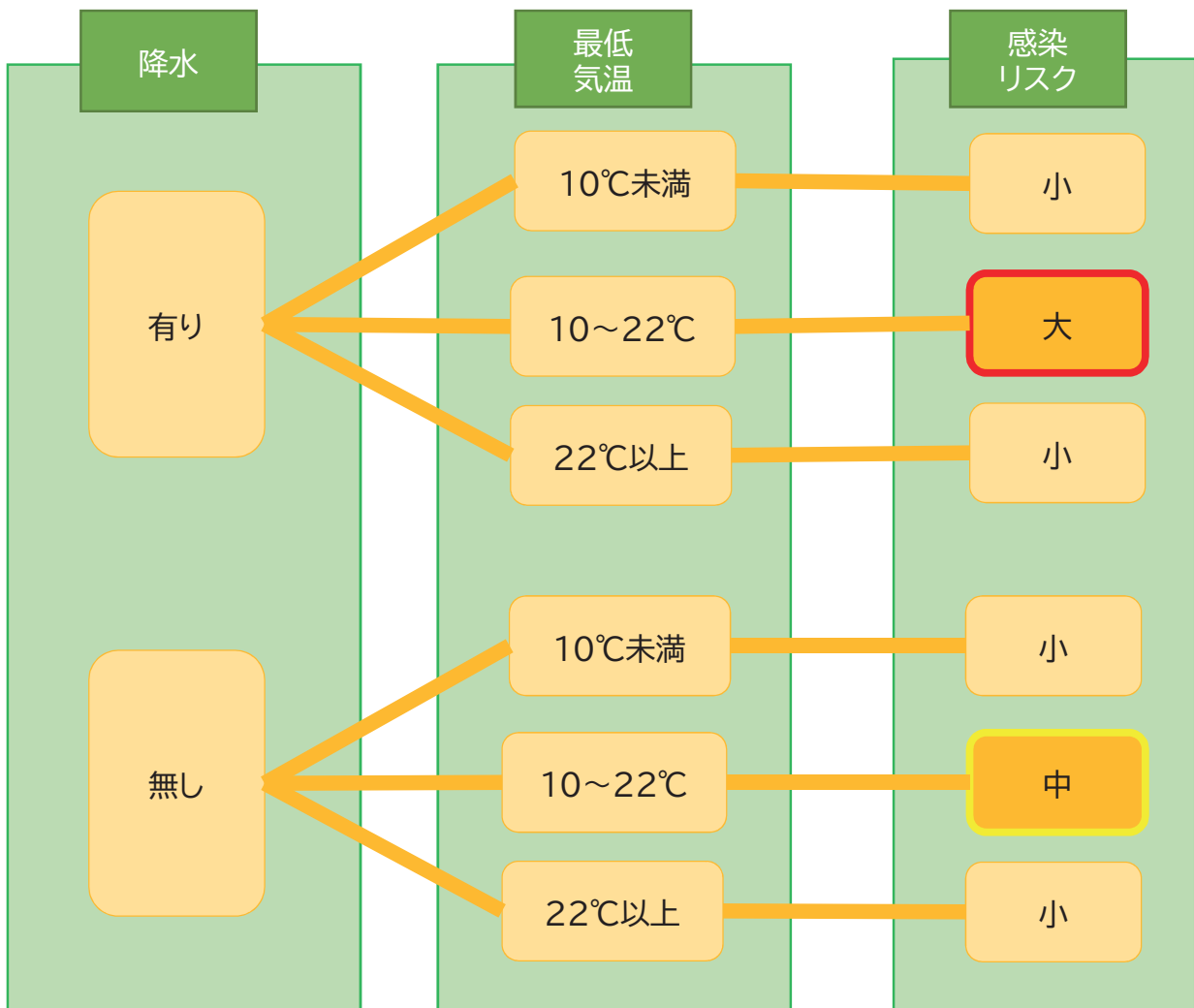


図3-3 キク白さび病感染リスクのフローチャート(予防殺菌剤の散布)

②治療散布の考え方

降水や気温が予報と異なる結果だった場合や、降雨がなくても葉が結露している場合、キク白さび病に対する感染リスクが高まります。薬剤散布を行わなかった場合、フローチャートを参考に薬剤の散布を検討してください。

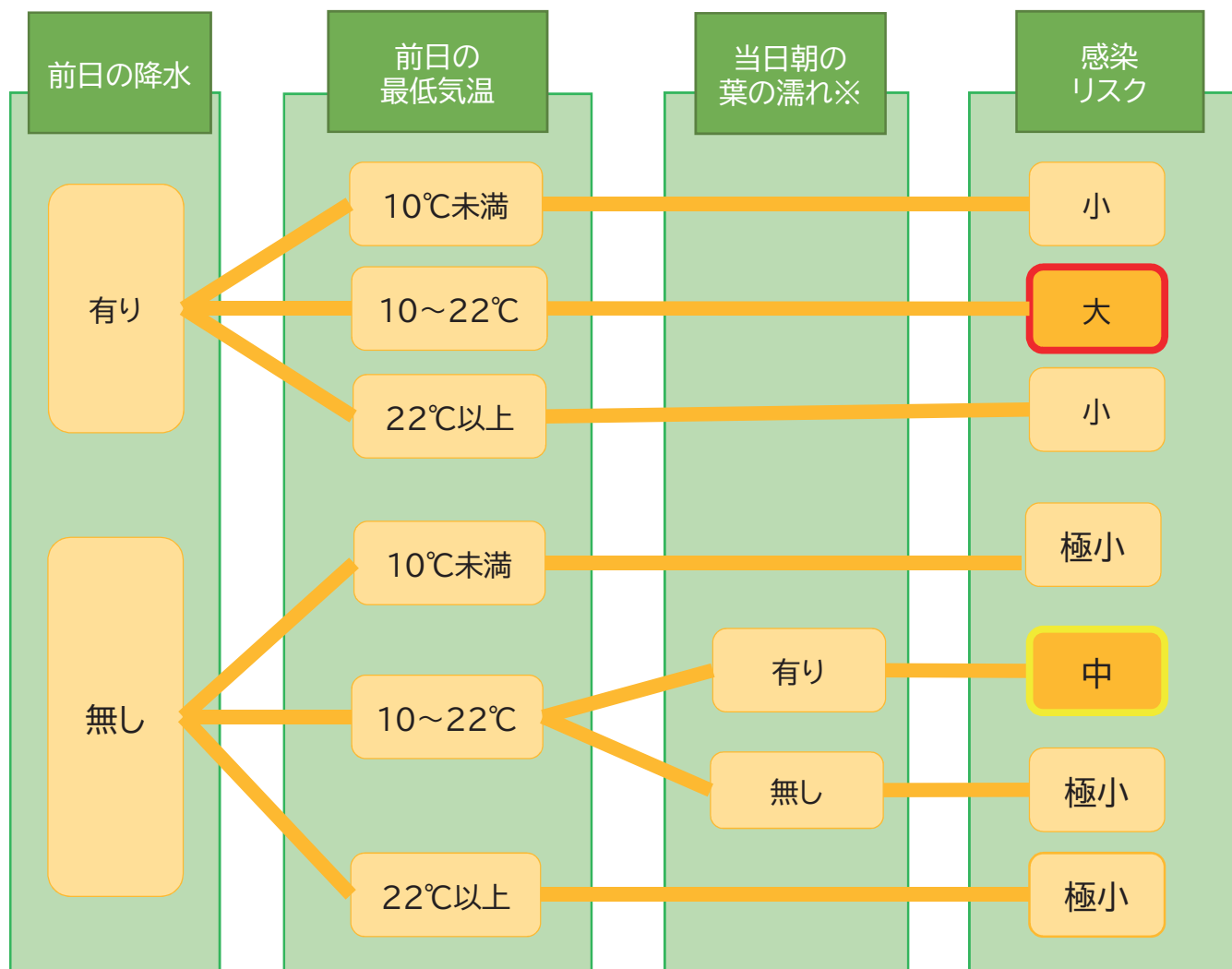


図3-4 キク白さび病感染リスクのフローチャート(治療殺菌剤の散布)

※秋田県農業試験場の観測結果では当日朝6時に葉の濡れが認められた場合、濡れ時間が8時間を超える確率が非常に高くなりました。

各ほ場条件にもよりますが、当日朝に葉の濡れが確認された場合、長時間葉が濡れていると考えられます。

(3)結露によるキク白さび病の感染

白さび病はいぼが濡れている状態が続くと感染が拡大することから、降雨だけでなく、葉の結露によっても感染が拡大します。

白さび病の感染は葉濡れ時間が8時間以上で、最低気温が13～22℃の間に集中します。

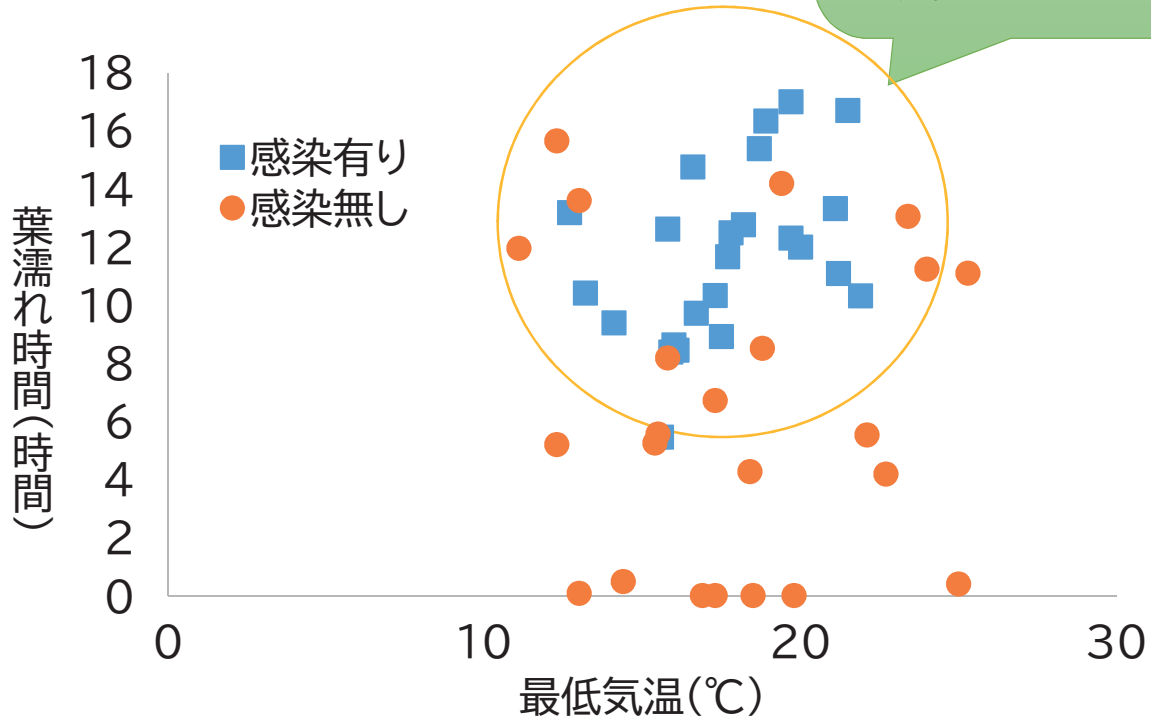


図3-5 葉濡れ時間と最低気温の違いによる白さび病の感染の有無(秋田県)

未感染株を植えたポットを感染株で囲み、24時間後に人工気象室(20℃)へ移動させ約2～3週間後の発病状況を調査しました。

※葉濡れ時間は葉濡れセンサー(PHYTOS-31)を用いて感染株で囲んだ24時間の葉濡れ時間を測定しました。葉濡れ時間は、葉濡れ値が460を超えた時間を計測しています。

供試品種:神馬

結露の予測は困難ですが、一般的に

- ①湿度が高い
- ②最高気温と最低気温の差が大きい
- ③風が弱い

といった条件で発生します。

このような条件がそろっていて、最低気温が感染に適した10～22℃程度の場合、感染リスクが高くなるため、注意が必要です。

(4) ほ場における防除をさらに徹底するために

①葉濡れセンサーの活用

結露の予測は困難ですが、市販のセンサーおよびデータロガーを活用することで、葉の濡れている時間を実際に測定することができます。葉濡れ時間が8時間以上で、濡れ時間中の最低気温が13～22℃の場合、薬剤散布を検討してください。



写真3 葉濡れセンサー
(METER社 PHYTOS-31)

②連続降雨への対応

前のページに記載したフローチャートは1日ごとの気温や降水量で感染リスクを示していますが、梅雨の時期には降雨が何日も連続する場合があります。このような場合、雨の合間を見て薬剤を散布する判断が必要になります。

雨中散布は散布した薬剤が流れてしまうのでおすすめしません。

③メッシュ気象データの活用

一般的な天気予報は、市町村ごとに情報が表示されますが、同じ市町村でも標高の高低や海沿い、山沿いの違いで天気が異なることがあります。

このため、民間の気象会社が提供するメッシュ気象データを活用することで、より自分のほ場に適した気象情報を入手することができます。
※メッシュ気象データとは気象情報を1km²ごとに示したデータのことで、より自分のほ場に近い気象情報を取得することができます。

(1) 殺菌剤の作用機構による分類

植物病原菌の生合成経路における生化学的作用機構に従って殺菌剤を分類することができます。

殺菌剤は作用機構で以下のように大まかに分類することができます。

- ・DNAやRNAの生合成に作用する薬剤
- ・細胞分裂に作用する薬剤
- ・呼吸を阻害する薬剤
- ・アミノ酸やたんぱく質の生合成に作用する薬剤
- ・シグナル伝達に作用する薬剤
- ・脂質生合成や輸送／細胞膜の構造または機能に作用する薬剤
- ・細胞膜のステロール生合成に作用する薬剤
- ・細胞壁に作用する薬剤
- ・細胞壁のメラニン生合成に作用する薬剤
- ・植物の抵抗性を誘導する薬剤
- ・作用点が複数ある薬剤
- ・作用機構が不明な薬剤
- ・生物農薬

農薬名が異なっても作用機構が同じ場合は同一系統の薬剤になります。

難しく感じるかもしれませんが、簡単に言うと、農薬によって病原菌の倒し方が違うといったイメージです。

殺菌剤耐性菌対策のための国際組織(FRAC)は殺菌剤を作用機構や交差耐性の有無により分類して、それぞれのグループにFRACコードという記号、番号を指定しています。

FRACコードが同じ場合、作用機構が同じ同一系統の薬剤といえます。

FRACコードは農薬の容器やチラシに記載されています

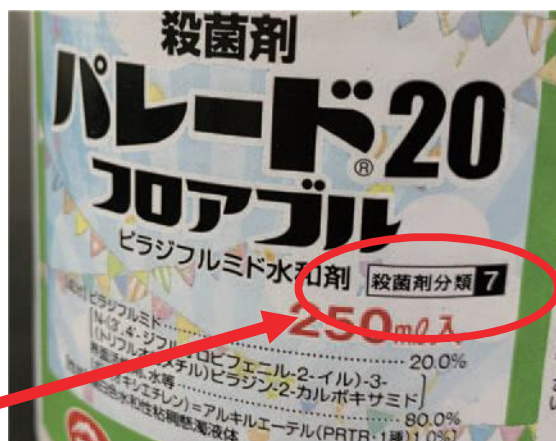


写真4 殺菌剤の分類番号

(2) 薬剤耐性菌の発生と薬剤のローテーション散布

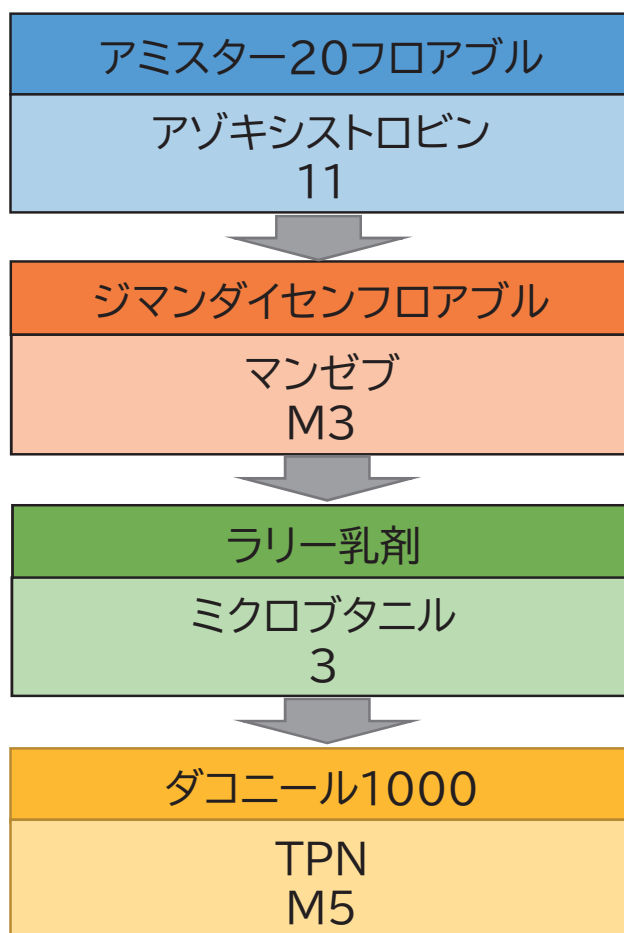
同一系統の薬剤を連続で散布すると薬剤耐性菌が発生し、その系統の薬剤が効きにくくなる恐れがあります。

キク白さび病では過去にオキシカルボキシ(商品名: プラントバックス)において薬剤耐性が確認されており、今後、他の薬剤での耐性菌の発生が懸念されます。

このため、薬剤を散布する場合には複数の系統の薬剤を組み合わせ散布するローテーション散布を行うことが重要です。

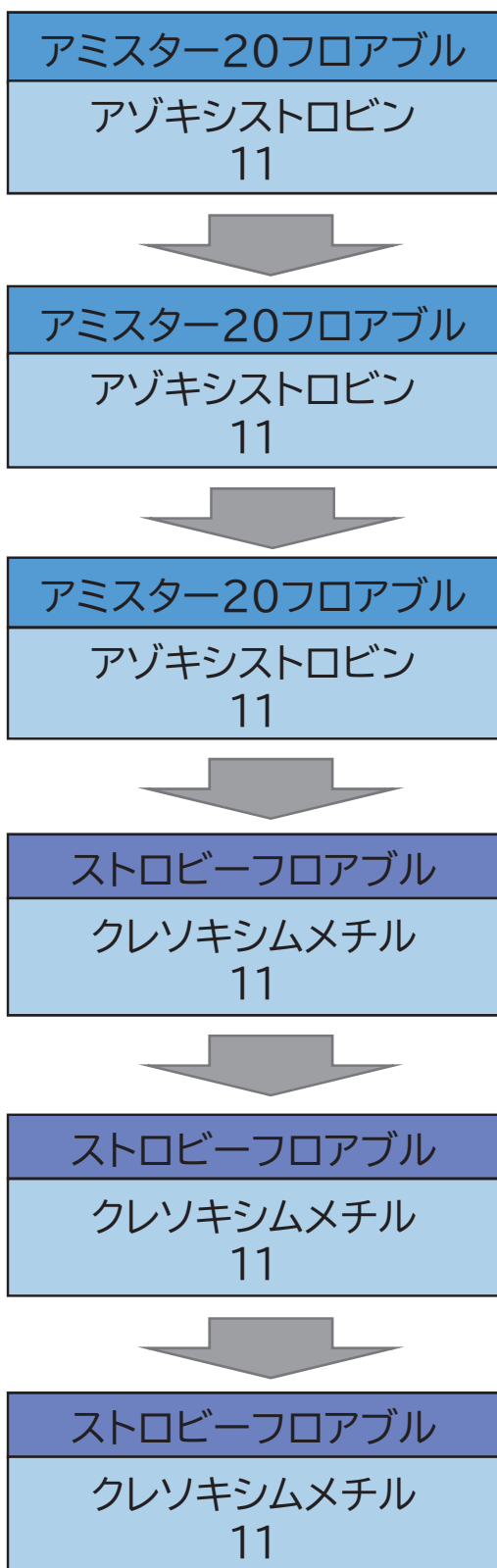
様々な作用機構を持つ農薬をローテーションで散布しているため、薬剤耐性菌が発生しにくいです。

【良い薬剤散布の例】
複数の系統の薬剤を組み合わせることで薬剤耐性菌の発生リスクが低い

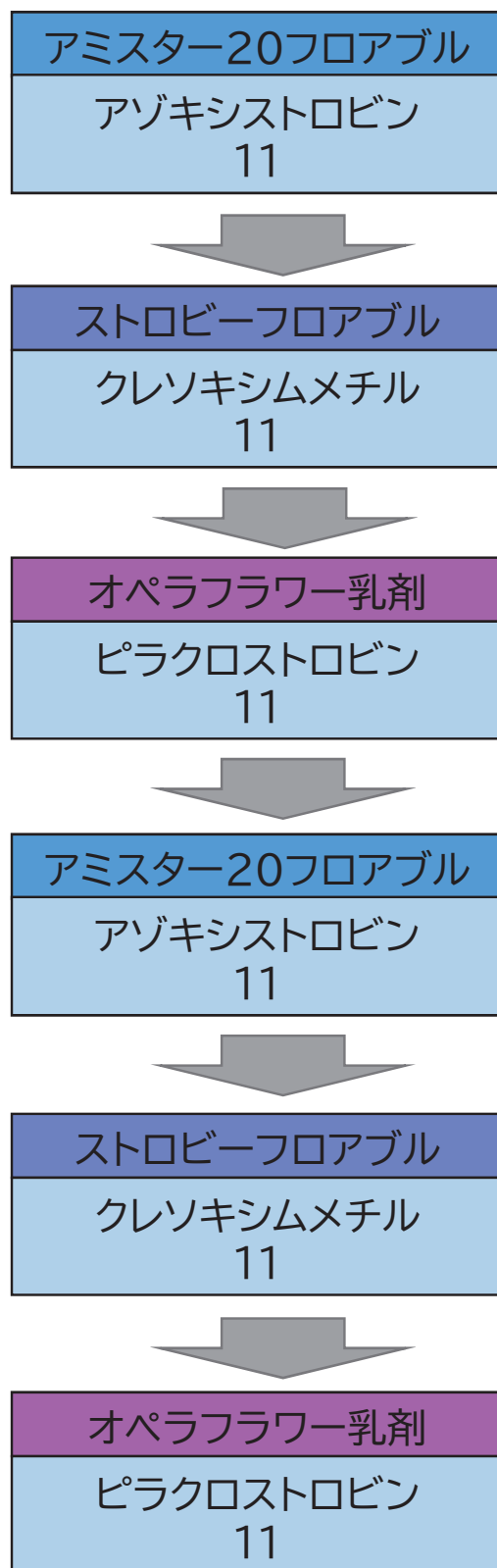


※上段から農薬名(商品名)、成分名、FRACコードを記載しています。(次ページも同様です。)

【悪い薬剤散布の例①】
 同じ薬剤を連続で散布している
 ため、薬剤耐性菌の発生リスクが
 高い



【悪い薬剤散布の例②】
 同一系統の薬剤を連続で散布
 しているため、薬剤耐性菌の発
 生リスクが高い



それぞれの薬剤の効果が低いということではなく、耐性菌を発生させてしまうため、薬剤の選択が悪いという例です。

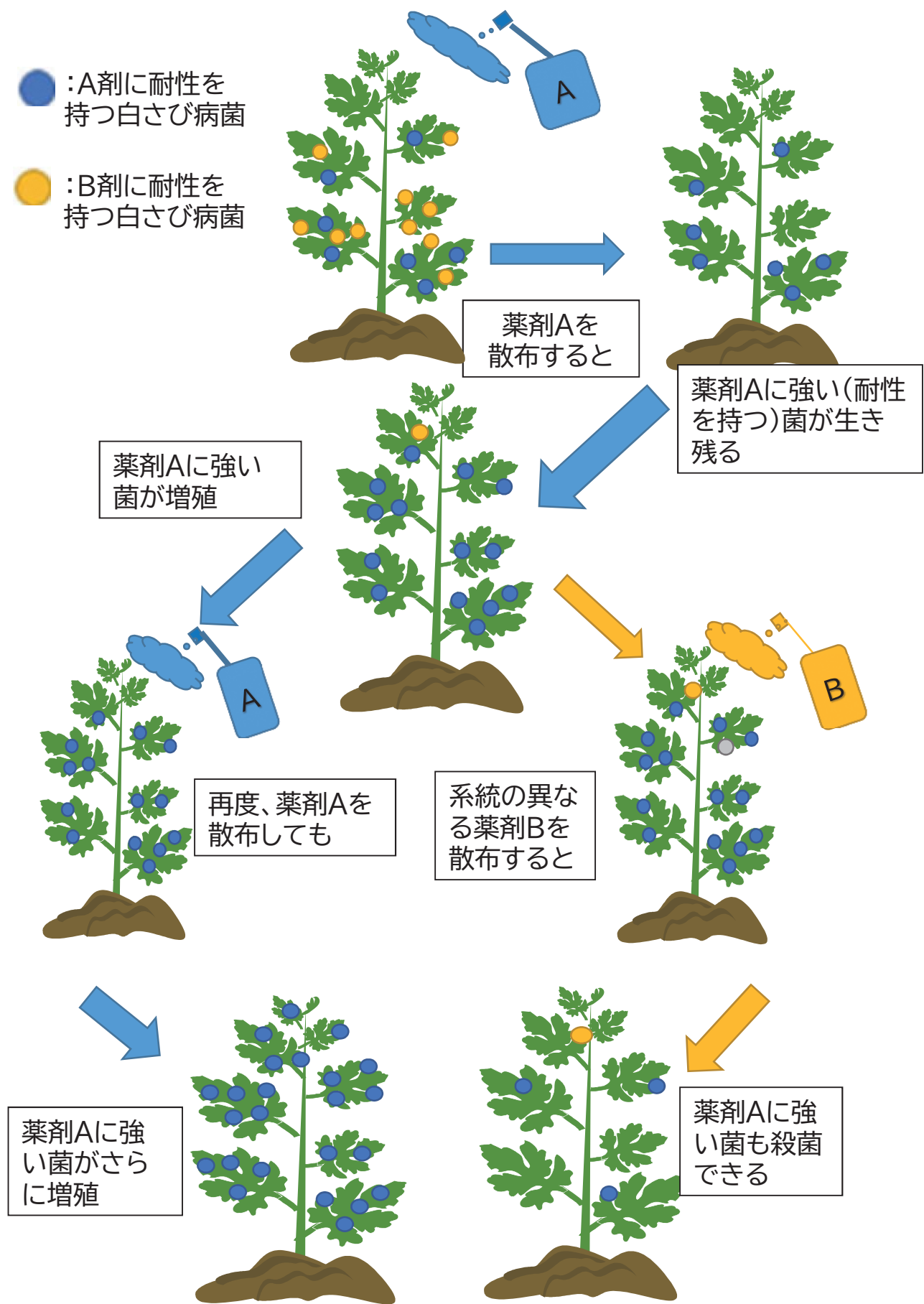


図4-1 薬剤耐性菌発生のイメージ

(3) 予防殺菌剤と治療殺菌剤

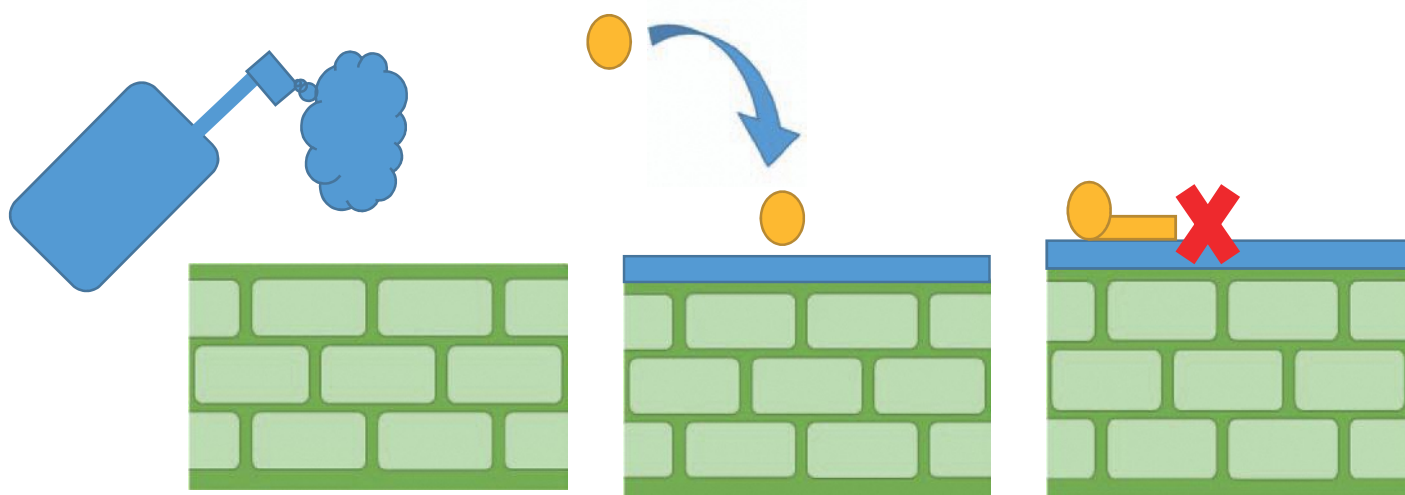
殺菌剤は病害に対する効果の違いから**予防殺菌剤**と**治療殺菌剤**に分けることができます。

白さび病の薬剤防除においては**予防殺菌剤**の散布を基本とし、降雨が続くなどした場合に**治療殺菌剤**を散布することで高い防除効果が期待できます。

① 予防殺菌剤

病害を未然に防ぐために病原菌が作物体に**侵入するのを阻止**する効果を狙って散布する薬剤です。

病原菌が植物体内に付着する前に散布することで高い防除効果を示しますが、病原菌が植物体内に**侵入してからの防除効果は低くなります**。



① 予防殺菌剤を散布すると

② 菌が植物体表面に付着しても

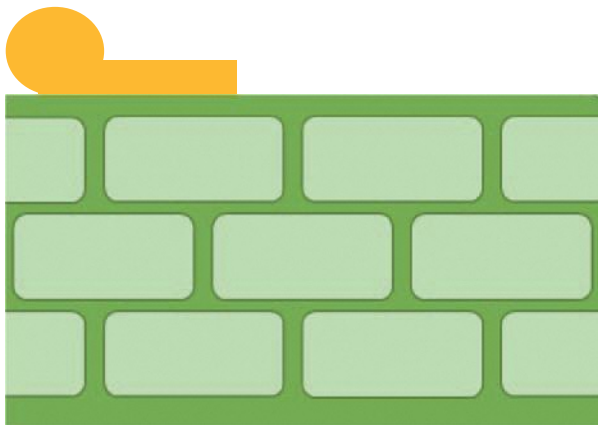
③ 菌が植物体内に侵入することを防ぐ

図4-2 予防殺菌剤の作用イメージ

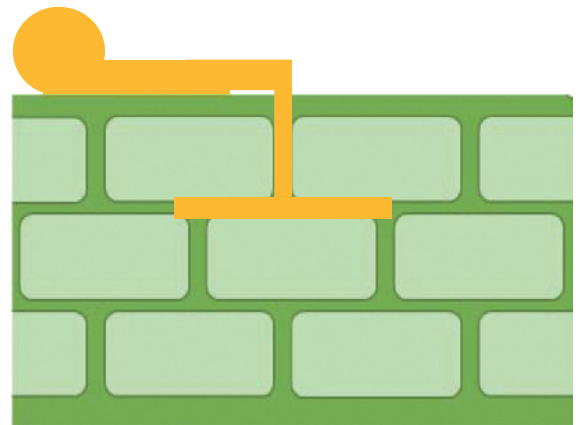
②治療殺菌剤

病原菌が植物体内に侵入した後に植物体内で広まるのを防ぐために散布する薬剤です。浸達性や浸透移行性に優れており、植物体内での菌の増殖を防ぎます。

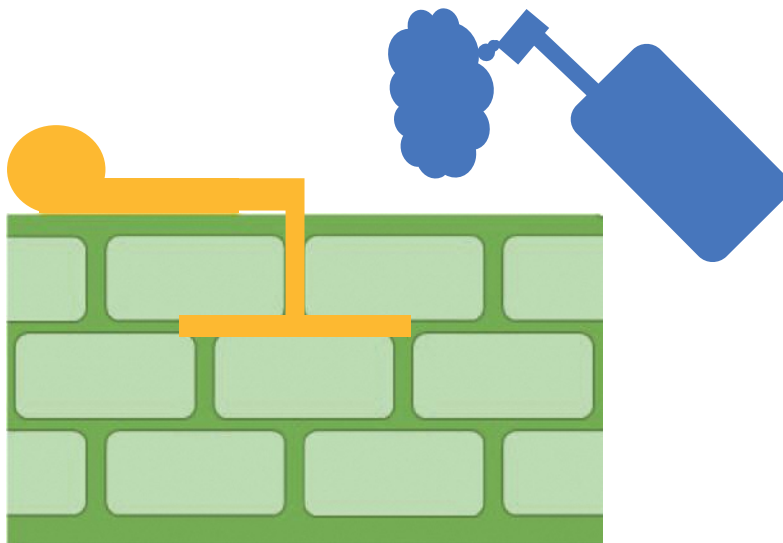
ただし、治療と聞くと病気を治すイメージがありますが、あくまで拡大を防ぐ薬剤なので注意が必要です。



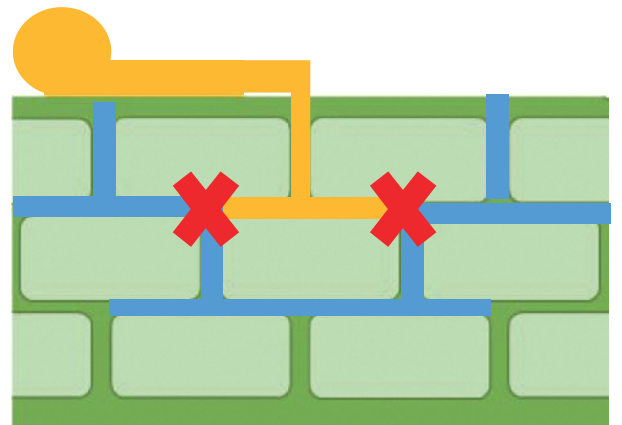
①病原菌が植物に付着して



②菌糸を伸ばして、植物体内に侵入を始める



③治療性殺菌剤を散布すると



④薬剤が植物体内に浸透し、病気が広がることを防ぎます。

図4-3 治療殺菌剤の作用イメージ

(4)薬剤の系統と予防殺菌剤・治療殺菌剤の例

表4-1 キク白さび病に登録のある農薬の系統と効果の例(福島県)

FRAC コード	農薬名※1 (商品名)	有効成分	予防 効果※2	治療 効果※2
1	ベンレート水和剤	ベンミル	△	×
3	チルト乳剤25	プロピコナゾール	△	△
3	マネージ乳剤	イミベンコナゾール	△	△
3	トリフミン水和剤	トリフルミゾール	×	△
3	サプロール乳剤	トリホリン	×	×
3	アンビルフロアブル	ヘキサコナゾール	△	○
3	ラリー乳剤	ミクロブタニル	◎	◎
7	アフェットフロアブル	ペンチオピラド	△	△
11	アミスター20フロアブル	アゾキシストロビン	◎	◎
11	ストロビーフロアブル	クレソキシムメチル	◎	△
11	オペラフラワー乳剤	ピラクロストロビン	◎	◎
39	ピリカット乳剤	ジフルメトリム	○	×
39	ハチハチ乳剤	トルフェンピラド	△	△
M1	サンヨール	DBEDC	○	×
M2	コロナフロアブル	硫黄	○	×
M3	ステンレス	アンバム	◎	×
M3	ジマンダイセンフロアブル	マンゼブ	×	×
M5	ダコニール1000	TPN	◎	×

※1農薬の登録は2021年1月末現在のものです。最新の登録状況を確認してください。

※2予防効果、治療効果は福島県郡山市での2019～2020年のは小ギク品種「花の舞」の試験結果をもとに判定しました。地域や散布条件によっては薬剤感受性が異なることから、効果が変わる場合があるので注意してください。

予防効果:菌接種1日前散布の防除価が90以上を◎、70以上を○、50以上を△、50未満を×としました。

治療効果:菌接種1日後散布の防除価が90以上を◎、70以上を○、50以上を△、50未満を×としました。

防除価の説明は18ページを参照してください。

福島県川俣町の現地ほ場で生産者の慣行防除を行った場合と、温湯浸漬処理と気象条件に応じた薬剤散布(適期防除)を行った場合で、白さび病の発生状況を調査しました。

(1)概要

試験場所:川俣町山木屋地区

供試品種:花の舞(8月咲き品種)

耕種概要

2020年2月27日挿し芽(温湯浸漬処理)

2020年4月28日定植(株間10cm×畝間1m)

区の構成

区名	温湯浸漬処理	薬剤散布
温湯処理+適期防除	有り	気象条件に応じた 薬剤散布
慣行防除	無し	現地慣行

(2)処理条件

①温湯浸漬処理

株式会社タイガーカワシマ製の温湯処理機「湯芽工房」YS-200Lを使用しました。湯温を45℃に設定し、12×30×8cmのメッシュ状の容器に調整した穂を詰めて1分間処理しました。

その後、水道水で1分間冷却しました。

②薬剤散布

適期防除では、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構が開発したメッシュ農業気象データを活用し、最低気温、降水量、風速から、感染リスクが高い日を推定しました。

2日後の感染リスクが高いと判断された場合は翌日薬剤を散布しました。

また、予報が外れた場合(2日後予報では感染リスクが低かったが、実際にはリスクが高かった場合)や感染リスクが高い日が連続した場合、その翌日に薬剤を散布しました。

慣行防除では、現地生産者が薬剤を散布した日に同様の薬剤を散布しました。



2日後の感染リスクが高いと予想される場合、感染リスクが高くなる前日に薬剤を散布する。



感染リスクが高い日が連続する場合、前日の薬剤散布の有無にかかわらず、降雨がない日で薬剤を散布する。



2日後の感染リスクが低いと予想されたが、実際には感染リスクが高い気象条件であった場合、翌日以降の降雨がない日に薬剤を散布する。

図5-1 現地試験における適期防除の薬剤散布イメージ

(3)試験結果

①温湯浸漬処理による育苗期間中の防除効果

温湯浸漬処理を行った区では育苗期間中に白さび病の発病は認められませんでした。温湯浸漬処理を行わなかった区では半数以上の葉に白さび病の発生が認められました。

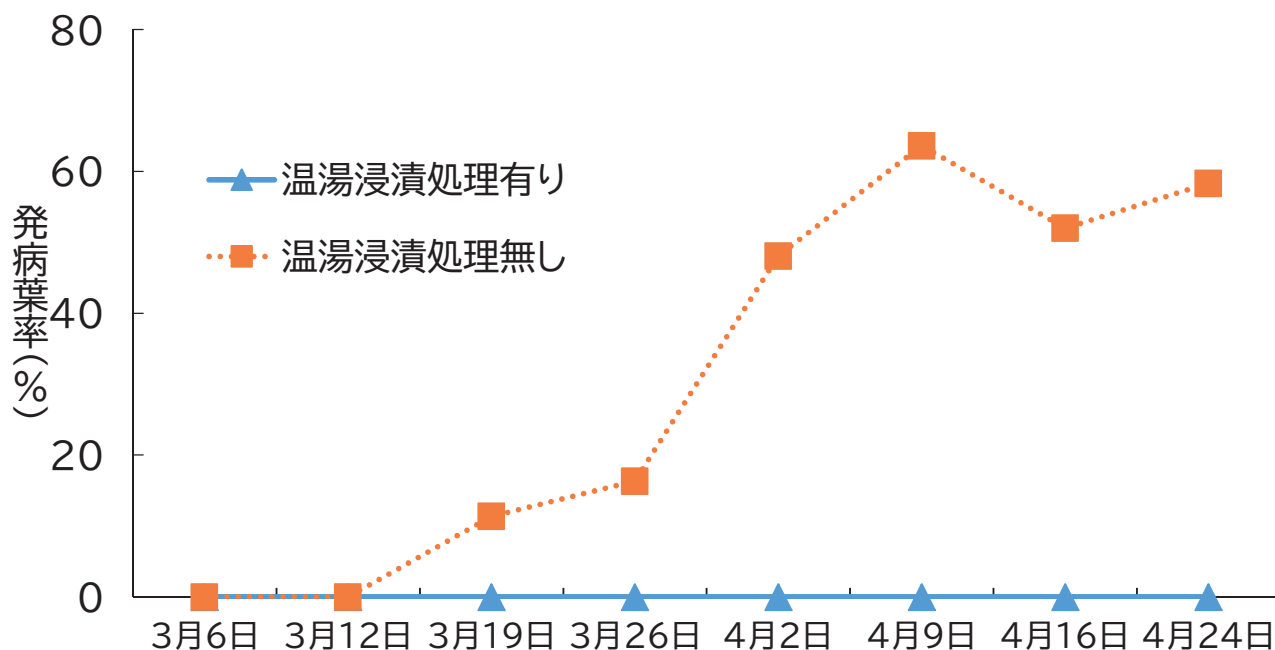


図5-2 温湯浸漬処理による育苗期間中の白さび病の防除効果(福島県)

※供試品種:花の舞

各処理10株について、全展開葉を調査しました。

②キク白さび病を対象とした薬剤散布回数

定植後から最終調査日の8月14日までの間に、適期防除区は15回、慣行防除区は8回薬剤散布を行いました。

7月10日～23日までは感染リスクが高くなる日が頻発し、適期防除区では2～3日に1回の薬剤散布となりました。

表5-1 薬剤散布実績

月日	適期防除		慣行防除		
	薬剤名(商品名)	FRACコード	薬剤名(商品名)	FRACコード	
5月	18日	ストロビーフロアブル	11		
	25日		ストロビーフロアブル	11	
6月	1日		アミスター20フロアブル	11	
	12日	ハチハチ乳剤	39		
	14日	アミスター20フロアブル	11		
	17日		マネージ乳剤	3	
	21日		ストロビーフロアブル	11	
	27日	ハチハチ乳剤	39	アミスター20フロアブル	11
7月	2日	ラリー乳剤	3		
	7日	ハチハチ乳剤	39		
	10日	ジマンダイセン水和剤	M3	マネージ乳剤	3
	13日	ピリカット乳剤	39		
	15日	アフェットフロアブル	7		
	18日	ジマンダイセン水和剤	M3		
	19日			ストロビーフロアブル	11
	20日	オペラフラワー乳剤	11		
	23日	ラリー乳剤	3		
	24日			ステンレス	M3
	29日	アミスター20フロアブル	11		
8月	1日	オペラフラワー乳剤	11		
	10日	ラリー乳剤	3		

適期防除では農薬の系統がなるべく連続しないよう薬剤散布を行っています。

③ほ場におけるキク白さび病の発病状況

表5-2 防除方法の違いがキク白さび病の発病に与える影響(福島県)

湯浸漬処理と適期防除を組み合わせた区では、生育期採取調査(7月28日)時点で発病は認められませんでした。

一方、慣行防除を行った区では、40%以上の発病が認められました。

処理区	発病茎率(%)
温湯浸漬処理+ 適期防除	0
慣行防除	42.2

生育期最終調査日(7/28)における1区10株3反復の平均発病茎率

供試品種:花の舞

栽培期間中、下葉の除去は行わなかった。

④収穫物の出荷等級

収穫期に達したキクをJAふくしま未来白さび被害等級分類を参考に白さび病の発病位置から下記の表5-3のとおり等級分類しました。

この場合、温湯浸漬処理+適期防除では秀品率が90%を超えたのに対し、慣行防除では30%程度と低い結果でした。また、温湯浸漬処理+適期防除において廃棄品はありませんでした。

表5-3 キク白さび病の発病位置から設定した出荷等級

等級	秀品	優品	サビ品	良品	廃棄
判定基準	罹病葉無し	先端から35cmの間に罹病葉無し	草丈75cm以上 先端から35cmの間に罹病葉1枚	草丈75cm未満 先端から35cmの間に罹病葉1枚	先端から35cmの間に罹病葉が2枚以上

今回の試験では、白さび病の発病状況及び発病位置のみから出荷等級を調査しています。茎の曲りや害虫による食害などは判定に用いませんでした。

温湯浸漬処理+適期防除では白さび病による出荷ロスはなく、秀品率が向上しました

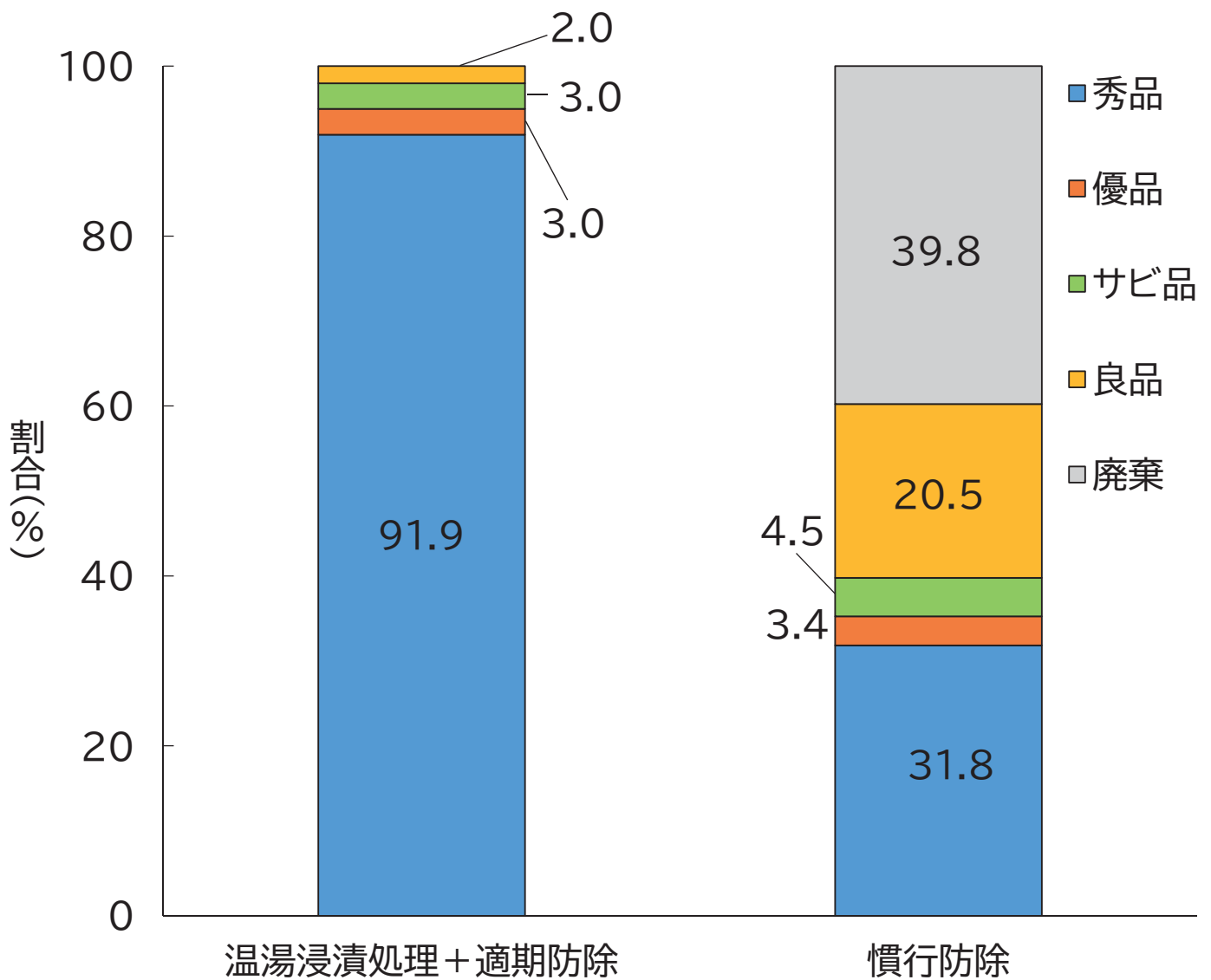


図5-3 防除方法の違いによる出荷時の等級
(福島県)

※生育期および収穫時に罹病葉の摘葉は行いませんでした。

⑤経済性の評価

温湯浸漬処理と適期防除を組み合わせた実証研究の結果から、JAの出荷等級に基づいて経済性の評価を行ったところ、温湯浸漬処理+適期防除は慣行防除よりも利益が増えることが分かりました。

表5-4 温湯浸漬処理と適期防除を組み合わせたことによる経済性の評価(10aあたり) (単位:円)

		温湯浸漬処理+適期防除	慣行防除
粗収益(売上) ^{※1}	①	1,181,373	592,132
キク白さび病防除費用	②	58,768	17,620
うち温湯浸漬処理費 ^{※2}		8,647	0
うち農薬費		32,046	12,220
うち人件費		18,075	5,400
粗収益-費用 ^{※3}	①-②	1,122,605	574,512

※1 出荷本数:27,000本
規格別単価:秀品45.0円、優品36.7円、良品25.5円、サビ品25.2円
(JAふくしま未来、令和元年・2年実績)

※2 50a分の苗を処理した場合

※3 費用はキク白さび病防除に関わるもののみ計上

慣行防除との差
+ 548,093円

温湯浸漬処理+適期防除では温湯浸漬処理にかかる費用や農薬の散布回数が増えるため、それぞれ経費がかかってしましますが、この実証例では秀品率・出荷率の向上により利益が大幅にアップしました！！

参考文献

本マニュアルを作成するにあたり参考とした主な文献を紹介します。

(1)白さび病全般

- ・内田 勉(1983) キク白さび病の伝染機構と防除に関する研究
山梨農試研報(特別号)
- ・山岡 裕一(2019) さび病菌の生態と防除
植物防疫 第73巻 第2号 44-45ページ

(2)温湯浸漬処理関係

- ・平山 喜彦(2015) 温湯処理によるキク白さび病の防除
奈良農研ニュースVol.148 5ページ
- ・山岸 菜穂ら(2016) キク挿し穂の温湯浸漬処理によるキク白さび病の
発生軽減効果 関東東山病害虫研究会報 第63集 41-43ページ
- ・高橋俊一(2013) 過剰な光エネルギーで起こる光阻害とその防御
について 光合成研究 第23巻 第2号 57-63ページ
- ・原田陽帆ら(2019) キク'神馬'の挿し穂の温湯処理後に発生する障
害に対する光の作用 園芸学研究 第18号 第1巻 59-64ページ

(3)薬剤散布関係

- ・杉村輝彦ら(2000) キク白さび病の発病と気温ならびに降雨との
関係 奈良県農業試験場研究報告 44-45ページ
- ・飯嶋 勉(1946) 東京都におけるオキシカルボキシン耐性キク白
さび病菌の発生 東京都農業試験場研究報告 第10号 31-41ページ
- ・山影博晶(2003) 幼苗曝露法の利用によるネギさび病の急増期予
測基準の検討 北日本病害虫研究会報 第54巻 70-71ページ

執筆担当者

地域再生(花き計画生産)コンソーシアム研究担当者(2018～2020)

- ・福島県農業総合センター 生産環境部作物保護科、企画経営部経営・農作業科
鎌田拓郎、五十嵐秀樹、芳賀三千代、岸正広、大竹裕規、梶和彦、金丸雄太郎
- ・鹿児島県農業開発総合センター 果樹・花き部花き研究室
今給黎征郎、福重幸、原田陽帆、新屋敷生男
- ・秋田県農業試験場 野菜・花き部
山形敦子
- ・国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 野菜花き部門
花き生産流通研究領域 中野善公、住友克彦

<本マニュアルの内容についての問い合わせ先>

○福島県農業総合センター

TEL:024-958-1700

○鹿児島県農業開発総合センター

TEL:099-245-1159

○秋田県農業試験場

TEL:018-881-3330

本マニュアルの記載内容を転載・複製する場合は、
福島県農業総合センターの許可を得て下さい。

本マニュアルは、農林水産省委託プロジェクト「食料生産地域再生のための先端技術展開事業(JPJ000418)」(花きの計画生産・出荷管理システムの実証研究)により得られた研究成果に基づき作成しました。