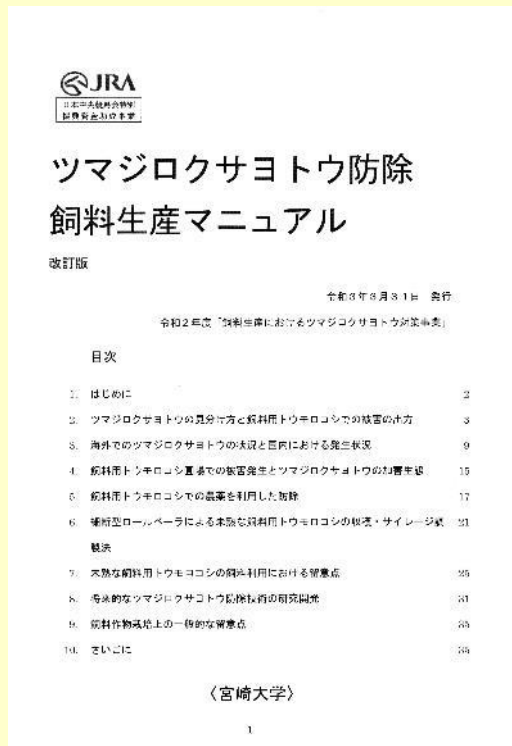


ツマジロクサヨトウ防除・効率的な飼料生産について～生産現場に向けた防除技術情報の提供～

飼料生産マニュアル(改訂版)の概要：JRA（日本中央競馬会特別振興資金助成事業）「令和2年度「飼料生産におけるツマジロクサヨトウ対策事業」の助成を受け、2021年3月末日に宮崎大学から発行されたものです。



飼料生産マニュアル
(改訂版) 表紙

令和元年7月に、わが国で初めて鹿児島県で侵入が確認されたツマジロクサヨトウは、令和2年11月現在では、九州沖縄地方から北海道までの42道府県、計12品目にその侵入が拡大しました。本事業では、安心・安定的な飼料生産の実現に向け、海外情報や国内の被害実態などの緊急調査の結果や、飼料生産における本害虫の効果的防除法など、必要な知見を収集・整理した飼料生産マニュアル（第1版）について、令和2年度はその有効性を検証・確認し、本害虫の防除法にかかわる補強データを新たに加えました。さらに、令和3年1月21日には「飼料生産とツマジロクサヨトウ シンポジウム」を、宮崎大学からのOn line会議によって開催し、国内の飼料生産技術者向けに既発生地域における対応策等の情報を提供するとともに、生産現場における情報を討議した結果を本改訂版に反映させ、農業現場に提供することを目的として、発行されたものです。

飼料生産マニュアル(改訂版)の概要

目次

1. はじめに
2. ツマジロクサヨトウの見分け方と飼料用トウモロコシでの被害の出方
3. 海外でのツマジロクサヨトウの状況と国内における発生状況
4. 飼料用トウモロコシ圃場での被害発生とツマジロクサヨトウの加害生態
5. 飼料用トウモロコシでの農薬を利用した防除
6. 細断型ロールベアラによる未熟な飼料用トウモロコシの収穫・サイレージ調製法
7. 未熟な飼料用トウモロコシの飼料利用における留意点
8. 将来的なツマジロクサヨトウ防除技術の研究開発
9. 飼料作物栽培上の一般的な留意点
10. さいごに

効率的な飼料生産に関わる部分を主にご説明します。

生産者向けポスター（3種）の紹介

生産者向けポスター（3種）の概要：本JRA事業の助成を受け、所内での掲示に適した生産者向けポスターが2020年1月末日に宮崎大学から発行されました。



ツマジロクサヨトウ対策 その1：早期発見

ツマジロクサヨトウらしき虫を見つけた場合は、病害虫防除所や普及指導センターまでご連絡ください

**筋状の加害痕をできるだけ早く発見し、
適期での薬剤散布を実施します**

生育前期の飼料用とうもろこしにおける
ツマジロクサヨトウによる被害の特徴

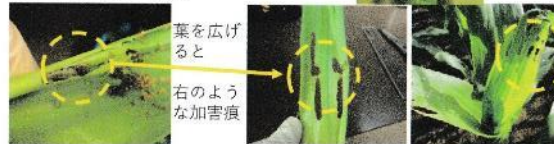


葉の表面に白い筋状の加害痕

新葉に産卵

卵塊は鱗粉に覆われている

幼虫は芯に潜って加害

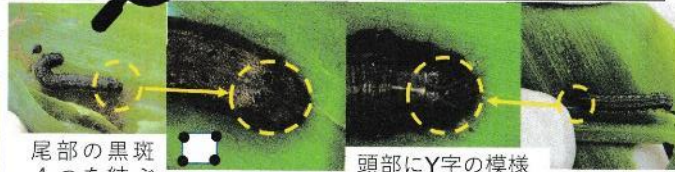


葉を広げると
右のような加害痕

- ▶古い加害痕がある場合、葉の上に虫が見えなくても、芯に潜り込み、加害を続けている
- ▶1つの株には、ふつう、幼虫1頭のみ

ツマジロクサヨトウの特徴

加害された葉っぱをみつけたら、ツマジロクサヨトウの幼虫がいないか調べましょう



尾部の黒斑
4つを結ぶと正方形

頭部にY字の模様

ツマジロクサヨトウの特徴があるか確認して下さい
体色は異なる場合があります

ツマジロクサヨトウ以外の幼虫



写真は若齢幼虫
体色はクリーム色

写真は若齢幼虫。体色は黄緑色、褐色、黒色等、いろいろ

シャクトリムシ状に歩く

オオタバコガ

ハスモンヨトウ

体色は緑色、褐色等いろいろ 背側に特徴的な模様
連絡先を書いておきましょう



宮崎大学

飼料生産におけるツマジロクサヨトウ対策事業(令和元年度日本中央競馬会特別調査助成事業)により実施された調査結果・文献調査等に基づいています

その1：早期発見

筋状の加害痕をできるだけ早く発見し、適期での薬剤散布を実施します。

被害の特徴として、古い加害痕がある場合、芯に潜り込み加害を続けることが多く、1つの株には、ふつう、幼虫1頭のみです。

ツマジロクサヨトウの特徴（頭部のY字模様）を確認してください。

5. 飼料用トウモロコシでの農薬を利用した防除

2) ツマジロクサヨトウによる被害と農薬を利用した防除方法

これまでの調査では、ツマジロクサヨトウは夏季に多く発生しています。2020年に熊本県内で行った試験では、7月下旬に播種した飼料用トウモロコシ圃場において、防除しなかった場合には乾物収量が2割近く低下しました。そこで被害を軽減するため、農薬による防除効果を調査しました。なお、本調査は2020年に実施しており、植物防疫法第29条第1項の規程に基づいて飼料用トウモロコシに使用が許可された薬剤を用いています。使用できる農薬は変更される場合があるので、防除にあたっては、その時点で使用可能な農薬を必ず確認して下さい。

防除効果の調査には、7月下旬に播種し、ツマジロクサヨトウが発生した飼料用トウモロコシ圃場（写真5-1）を用いました。3種類の薬剤をそれぞれ散布し、散布2日後と6日後にマジロクサヨトウの密度を調査しました。

その結果、散布2日後では、薬剤を散布しなかった区（無防除区）と比べ、薬剤を散布した区ではツマジロクサヨトウの数は半分以下に減少し、一定の効果が見られました（図5-1）。ただし、散布から6日経過した後の調査では、若齢幼虫が多く発生しており、効果の持続性は長くないと考えられました（図5-2）。本調査はツマジロクサヨトウの発生量の多い夏季に実施しています。幼虫が継続して発生する環境では、総使用回数の範囲内で、防除を複数回行う方が被害を軽減できると考えられます。



写真5-1. 農薬散布前の飼料用トウモロコシ (3-4葉期)
農薬散布試験に用いる薬液は100 L/10a 散布しています。
〔農研機構九州沖縄農業研究センター調べ〕

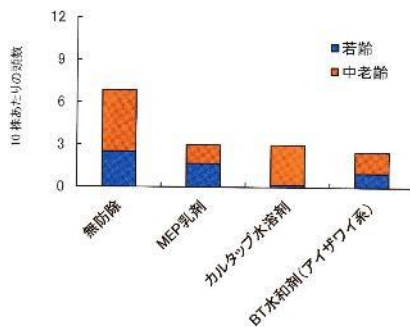


図5-1. 農薬散布2日後のツマジロクサヨトウの密度

本調査は2020年に実施しており、農薬は植物防疫法第29条第1項の規程に基づいて使用が許可された薬剤を用いています。使用できる農薬は変更される場合があるので、防除にあたっては、その時点で使用可能な農薬を必ず確認して下さい。薬液の希釈倍率はMEP乳剤（2000倍）、カルタップ水溶剤（1000倍）、BT水和剤（2000倍）。
〔農研機構九州沖縄農業研究センター調べ〕

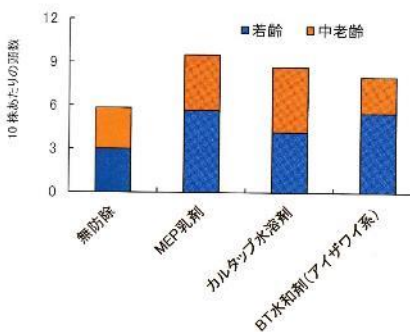


図5-2. 農薬散布6日後のツマジロクサヨトウの密度

本調査は2020年に実施しており、農薬は植物防疫法第29条第1項の規程に基づいて使用が許可された薬剤を用いています。使用できる農薬は変更される場合があるので、防除にあたっては、その時点で使用可能な農薬を必ず確認して下さい。薬液の希釈倍率は図5-1と同じです。〔農研機構九州沖縄農業研究センター調べ〕

- ・ 防除に使用できる農薬は、農水省Webサイトの「ツマジロクサヨトウに登録のある農薬一覧」に掲載されていますので、必ず確認してください。
- ・ 2020年に熊本県内で行った試験では、7月下旬播種飼料用トウモロコシ圃場で防除しなかった場合、乾物収量が2割近く低下しました。
- ・ 散布2日後では、薬剤散布区で密度が半分以下。
- ・ 散布6日後では、若齢幼虫が多く発生し、効果の持続性は長くないと考えられる。

幼虫が継続して発生する場合総使用回数の範囲内で、防除を複数回行う方が被害を軽減できると考えられる。

生産者向けポスター（3種）の紹介

生産者向けポスターの概要：本JRA事業の助成を受け、所内での掲示に適した生産者向けポスター（改訂版）が2021年4月に宮崎大学から公表されました。



2021年4月改訂

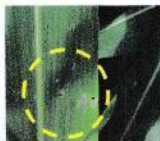
ツマジロクサヨトウ対策 その2：早期防除

ツマジロクサヨトウらしき虫を見つけた場合は、病害虫防除所や普及指導センターまでご連絡ください

ツマジロクサヨトウは飼料用とうもろこしの芯の部分に潜っています。農薬はとうもろこしの上部から中心部に届くように散布します



- 1齢～2齢期の幼虫が、芯の中に潜る前の殺虫剤散布が最も効果的
- 若齢幼虫による小さな加害痕が集中して発見されたら、農薬を散布するのが効果的



草丈が高く、被害が大きいときは早期刈取りも検討しましょう

ツマジロクサヨトウの防除に使用できる農薬

(2021年3月31日現在)

使用方法：散布，使用液量：100～300ℓ（10aあたり）



最新情報はこちら

ツマジロクサヨトウ登録農薬一覧（令和3年3月31日現在，抜粋）

○飼料用とうもろこし

農薬の種類	使用時期	希釈倍数使用量	本剤の使用回数
BT水利剤(19899, 22653, 22654, 23884)	発生初期 但し収穫前日まで	500倍	—
カルタップ水溶剤	収穫21日前まで	1000～1500倍	2回以内

()は農薬登録番号，他の作物は最新情報で登録農薬を確認してください

飼料用とうもろこし栽培上の留意点

- 収穫後のすき込みを12cm以上行い、ツマジロクサヨトウの幼虫やさなぎを確実に死滅させます



- 堆肥等を適切にまき、初期成長を速やかに進めることで、加害の危険性を減らします

- 暖かくなるとツマジロクサヨトウのリスクが増します。茎葉型除草剤の散布時期に、ツマジロクサヨトウの加害痕がないか、注意深く観察してください

- 天敵を味方にしよう
とうもろこしの畝間にマメ科植物などを間作すると、クモ類や寄生蜂などの天敵の動きを高めます



- ソルガムで農薬飛散（ドリフト）防止

草丈の高い品種で効果があります。たとえば、飼料用ソルガムの「つちたろう」、「高糖分ソルゴー」、「スーパーシュガーソルゴー」では、ほとんどドリフトがみられない試験結果でした



その2：早期防除

ツマジロクサヨトウはとうもろこしの芯の部分に潜っています。農薬はとうもろこしの上部から中心部に届くように散布します。

1～2齢期の幼虫で芯に潜る前が殺虫剤散布には効果的。

防除に使用できる農薬一覧。

栽培上の注意や天敵利用、ドリフト防止。

飼料生産におけるツマジロクサヨトウ対策事業
（令和3年度日本中央競馬会特別振興資金助成事業）により
実施された調査結果・文献調査等に基づいています



宮崎大学

連絡先を書いておきましょう

6. 細断型ロールベアラによる未熟な飼料用トウモロコシの収穫・サイレージ調製

【参考情報：未熟な飼料用トウモロコシの細断型ロールベアラによる調製試験事例1】

実施日：2019.10.10
材料：農研機構九州農研機構トウモロコシ
収穫時の生育ステージ：絹糸抽出直前～絹糸抽出期ごろ
水分：絹糸抽出前：85.9%、絹糸抽出期：84.9%
細断型ロールベアラ：IHIスター TSB0920



写真6-1. (左)梱包圧通常設定、ネット張力通常、ネット3倍巻きでの梱包・排出状況、(右)排出時は成形できていましたが、ラップ時に変形がみられました。



写真6-2. 梱包圧最大設定、ネット張力2.4倍に設定し、ネットの巻き数は通常とした場合の梱包・排出状況
排出段階で荷崩れを起こし、ラップ不可能でした。

22



写真6-3. (左)梱包圧最大設定、ネットの張力を2.4倍に設定し、ネットの巻き数は3倍とした場合の梱包・排出状況、(右)グリッパの保持状況（慎重に行う必要がありました。）



写真6-4. (左)梱包圧最大設定、ネットの張力を2.8倍に設定し、ネットの巻き数は3倍とした場合の梱包・排出状況。(右)ラップ後のロールベアラの状況（手前から写真6-1、写真6-3、写真6-4のロールベアラをラップしたものです。）

23

・未熟な飼料用トウモロコシを細断型ロールベアラで収穫・調製する場合、水分が高いため、留意して作業してください。

・通常の作業期に比べ作業性が低下します。

・雌穂が出る前で、草丈150cm未満の非常に若い時期の作業性は大きく低下します。

ロールベアラ作成時の注意事項

- ・ ネット張力・梱包圧はちぎれない程度にできるだけ強くする
- ・ ネット巻き数は普段の3倍に

- ・ 成型後は速やかにラップ
- ・ ラッピングマシンにロールを乗せる際は別途グリッパを準備し持ち上げ

- ・ 作業中は落下事故の恐れがあるため不用意に近づかない
- ・ 貯蔵中に変形する可能性があるため、ロールは平積みにして保存

生産者向けポスター（3種）の紹介

生産者向けポスターの概要：本JRA事業の助成を受け、所内での掲示に適した生産者向けポスター（改訂版）が2021年4月に宮崎大学から公表されました。

JRA ツマジロクサヨトウ対策その3：未熟な飼料用トウモロコシの収穫・利用
ツマジロクサヨトウと疑われる虫を発見した場合は、病虫害防除所や普及指導センターまでご連絡ください

1. 水熟期以前の飼料用トウモロコシの収穫・調製作業の留意点

細断型ロールベアラを使って未熟な飼料用トウモロコシを収穫・調製する場合、水分が高いため、2. に記す注意事項に留意して作業をする必要があります




また、通常の収穫期に比べ作業性が低下します
 特に雌穂が出る前で、草高150 cm未満の非常に若い時期の作業性は大きく低下します

2. ロールベアラ作成時の注意事項

- ・ ネット張力・梱包圧はちぎれない程度にできるだけ強くする
- ・ ネット巻き数は**普段の3倍**に
 普段の巻き数では成型後に崩壊(写真1)
- ・ 成型後は**速やかにラップ**
- ・ ラッピングマシンにロールを乗せる際は別途**グリッパ**を準備し持ち上げ(写真2)
- ・ 作業中は落下事故の恐れがあるため不用意に**近づかない**
- ・ 貯蔵中に変形する可能性があるため、ロールは**平積みにして保存**

3. 保存期間とサイレージの成分・発酵品質

○保存期間が40日の場合

- ・ 飼料成分・発酵品質には問題ない
- ・ ただし硝酸態窒素が高めの場合がある

→ 飼料成分や硝酸態窒素の分析をした上で、給与量や給与対象家畜を決定してください

○保存期間が約1年の場合

- ・ 保存期間40日の場合と比べて栄養価が低下する
- ・ 発酵品質が低下する場合があります

→ 長期保存はせず、早めに給与しましょう

未熟なトウモロコシサイレージの栄養価・発酵品質

生育ステージ	保存期間	栄養価 (TDN (%DM))	発酵品質 (V-score)
草高100~150 cm	40日	58.0	97
	1年	54.9	88
絹糸抽出直前	40日	61.6	93
	1年	58.4	96
絹糸抽出期	40日	63.5	96
	1年	57.8	72
水熟期	1年	57.8	72

TDN: 可消化養分総量、V-score: 80以上が品質良、80~60が可、60以下が不良
 [農研機構九州沖縄農業研究センターによる調査結果]

その3：早期刈取り

細断型ロールベアラで収穫する場合の留意点がまとめられています

なお、バンカーサイロ、スタックサイロでは排汁が流れ出るため、サイレージ調製に特別な心配は不要です

硝酸態窒素が高い場合があるので、分析することが望ましいです

飼料生産におけるツマジロクサヨトウ対策事業
 (令和2年度日本中央競馬会特別振興資金助成事業)により
 実施された調査結果・文獻調査等に基づいています



連絡先を言っておきましょう

7. 未熟な飼料用トウモロコシの飼料利用における留意点

表7-1, 2. 未熟なトウモロコシサイレージの栄養価・発酵品質

生育ステージ	保存期間	栄養価 (TDN (%DM))	発酵品質 (V-score)
草高100~150 cm	40日	58.0	97
絹糸抽出直前	40日	61.6	93
	1年	54.9	88
絹糸抽出期	40日	63.5	96
	1年	58.4	96
水熟期	1年	57.8	72

TDN: 可消化養分総量, V-score: 80以上が品質良、80~60が可、60以下が不良

[農研機構九州沖縄農業研究センターによる調査結果]

25 & 26から

3. 保存期間とサイレージの成分・発酵品質

○保存期間が40日の場合

- ・飼料成分・発酵品質には問題ありません
- ・ただし硝酸態窒素が高めの場合があります

→飼料成分や硝酸態窒素の分析をした上で、給与量や給与対象家畜を決定してください

○保存期間が約1年の場合

- ・保存期間40日の場合と比べて栄養価が低下する
- ・発酵品質が低下する場合があります

→長期保存はせず、早めに給与しましょう

8. 将来的なツマジロクサヨトウ防除技術の研究開発

1) 空撮による被害状況調査

8. 将来的なツマジロクサヨトウ防除技術の研究開発

1) 空撮による被害状況調査

飼料用トウモロコシの育成初期に圃場広域へのツマジロクサヨトウ若齢幼虫の被害が発生すると、その後の収量減などの被害が大きくなると考えられます。そのため、この時期の頻繁な見回りによる被害発生への早期発見とそれに続く防除が被害を最小にとどめるうえで最も重要です。目視での見回りに加え、ドローンを用いた空撮によって広域における被害の有無を短時間で効率的に把握できます。高度10mから撮影した画像（地上解像度0.2cm/pixel）から、ツマジロクサヨトウ幼虫による食痕および葉上の糞（写真8.1）-1）を確認することができます。ただし、1画像あたり約80m²しかカバーできないため、撮影にかかる時間等を考慮すると圃場の全面を撮影するのは現実的ではありません。しかし、圃場内の複数地点を撮影し、タブレットやスマートフォン上で画像を確認することによって、広域的なモニタリングを短時間で実施することが可能であり、目視による見回りの補助ツールになりえます。将来、画像データが蓄積できれば、人工知能によってツマジロクサヨトウによる被害の有無を自動で判定することも可能になるでしょう。



写真8.1）-1、ツマジロクサヨトウによる食痕と葉上の糞。高度10mから撮影したものを拡大。

31

- 目視での見回りに加え、ドローンを用いた空撮によって広域における被害の有無を短時間で把握できます。

- 高度10mから撮影した画像から、幼虫による食痕および葉上の糞を確認することができます。

- ただし、1画像80m²をカバー。

- 目視による見回りの補助ツールになりえる。

また、1haほどの圃場であれば、高度30mからの空撮により15分程度で圃場全面をカバーする画像（地上解像度0.7cm/pixel）を撮影することができます。ツマジロクサヨトウによる被害と判断するのに十分な解像度ではありませんが、画像の合成と解析によって、被害発見・防除後の圃場全体の生育状況をモニタリングすることができます（写真8.1）-2）。

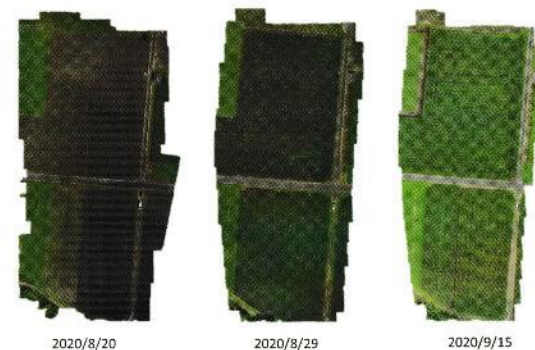


写真8.1）-2、高度30mから撮影した画像を合成した圃場全体の空撮画像。

32

- 1ha圃場では、高度30mからの空撮により15分程度で全面をカバーする画像を撮影できます。

- 画像の合成と解析で、被害発見・防除後の圃場全体の生育状況をモニタリングできます。

将来、画像データの蓄積によって、人工知能による被害の有無を自動判定することも可能になるでしょう。

8. 将来的なツマジロクサヨトウ防除技術の研究開発

2) 飼料用トウモロコシの生育段階別剪葉処理が生育および乾物収量に及ぼす影響

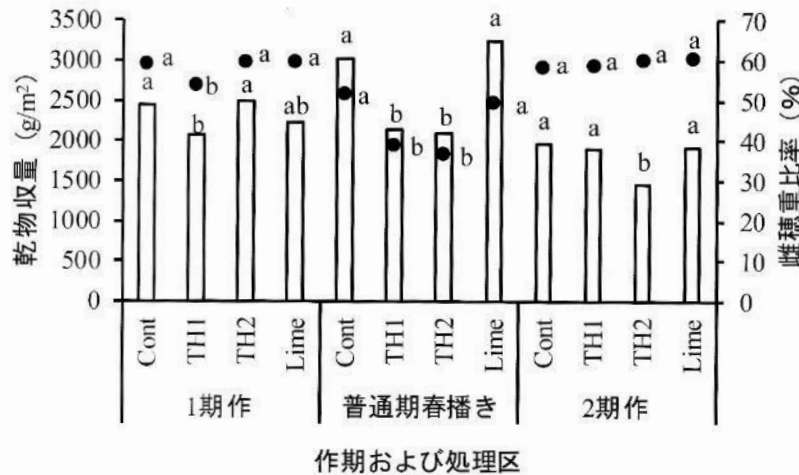


図8.2) - 1. 播種期別のトウモロコシの剪葉・石灰処理による収穫期（黄熟期）の乾物収量（□）および雌穂重比率（●），図中の異なる符号は、同一作期の有意差を示す。（石井ら 2021 より改変）

33

・1期作（3月中旬）播きでは、TH1で雌穂重比率低下、全乾物重15%低下。

・普通期春（5月上旬）播きでは、TH1、TH2ともに雌穂重比率低下、乾物重30%低下。

・2期作（8月上旬）播きでは、TH2で収量低下、雌穂重比率への影響なし。

・Limeの影響は、3作ともなし。

・ツマジロクサヨトウの食害を模擬した剪葉処理。
⇒食害後の殺虫剤処理により、その後の虫害が発生しなかった場合の生育や収量への影響を検討しました。

- ・ TH1：幼苗期の1-3,4葉を剪葉。
- ・ TH2：除草剤散布期に、最上位展開葉とそれ以上の未展開葉を全て切除。
- ・ Lime：この生育時期に、苦土石灰を未展開葉の芯部に1g/株施用。

食害の発生が確認された場合、殺虫剤散布が可能な幼苗期もしくは5-6葉期の散布適期における適切な防除が必須と考えられます。

虫害軽減のための飼料用トウモロコシ栽培



図. 虫害からの回復(2021年9月25日観測)

9月1日に成長点（芯部）の葉身に
苦土石灰1.5 g/株を散布（処理）

図. 虫害を受けたトウモロコシ(2021年9月7日観測)

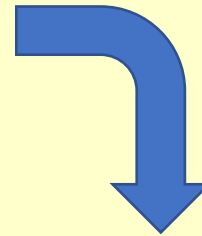
さいごに

ツマジロクサヨトウらしき虫を見つけた場合には、お近くの病害虫防除所や普及指導センターに連絡をお願いいたします。

ここで紹介しました飼料生産マニュアル（第1版、改訂版）、生産者向けポスター3種は、宮崎大学に残部がございます。必要の場合には、ご連絡のほどお願い申し上げます。



【ツマジロクサヨトウに関する情報，農林水産省】



（宮崎大学・令和2年度「飼料生産におけるツマジロクサヨトウ対策事業」事務局）
（国立大学法人）宮崎大学農学部 畜産草地科学科 石井 康之
TEL: 0985-58-7251, Email: yishii@cc.miyazaki-u.ac.jp
宮崎大学農学部 植物生産環境科学科 大野 和朗
TEL: 0985-58-7578, Email: ohnok@cc.miyazaki-u.ac.jp