

令和5年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 3012-326501 3017-326531 （経常（各部）研究）

1. 研究課題名と成果の要約

1) 研究成果名：青色LEDを利用した大豆のマメシンクイガ防除技術
（研究課題名：露地圃場における光応答反応を利用した害虫管理技術の開発、有機栽培・特別栽培で利用可能な光防除技術の開発）

2) キーワード：有機栽培、マメシンクイガ、青色LED、光防除、光応答反応

3) 成果の要約：大豆開花期1週間後以降のマメシンクイガ成虫発生前（7月下旬頃）～8月末頃に青色LED（ピーク波長450nm前後）で圃場全体を照度約1ルクス以上で終夜照射すると子実被害を抑制できる。10ルクス未満では大豆の生育や収穫期の成熟程度は無処理と同等である。照射が他害虫による被害を助長することはない。

2. 研究機関名

1) 代表機関・部・グループ・役職・担当者名：中央農業試験場・病虫部・病害虫グループ・
研究主任 齊藤美樹

2) 共同研究機関（協力機関）：道南農業試験場・研究部・作物病虫グループ、（株式会社 飯田照明）

3. 研究期間：平成30～令和5年度（2018～2023年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

有機栽培大豆は納豆、醸造製品など様々な用途で需要があり価格も慣行に比較し2倍以上高い。大豆や小麦を中心とした有機畑作は輪作体系や除草法が確立されつつあり道内で急速に拡大しているが、大豆子実を加害するマメシンクイガの防除手段がなく、本種に加害されやすい大粒大豆栽培の障害となっている。近年LEDの普及により光防除が注目されており、概日リズム阻害等の光応答反応が各種害虫防除に利用できることが示されている。

2) 研究の目的

有機栽培大豆で問題となるマメシンクイガの光応答反応を解明し、これを利用した光防除法を示す。

5. 研究内容

1) マメシンクイガの光応答反応の解明（H30～R1年度）

・ねらい：マメシンクイガ成虫の基本的な行動リズムとその形成に影響を与える要因を解明する。

・試験項目等：行動記録装置を用いた固有の行動リズム解明。行動リズムを喪失する光照射方法の検討。

2) 照射によるマメシンクイガ被害抑制効果と照射方法の検討（R1～5年度）

・ねらい：防除に適したLEDの波長や設置方法、期間などを検討する。

・試験項目等：青（ピーク波長448、450、452、454、458、468nm）、緑（525nm）、黄（585nm）色LED照射の防除効果や効果範囲検討。照射開始および終了時期、時間帯など検討。品種「トヨムスメ」（一部「ユキホマレ」）。

3) 導入リスクおよび収益性の検討（R3～5年度）

・ねらい：照射による大豆生育および収量への影響、他種害虫（カメムシ類、マメシンクイガ以外の鱗翅目害虫）による加害のリスク、無処理との粗収入の差を明らかにする。

・試験項目等：照射下における他種害虫による被害粒調査。生育および収量調査。成熟期遅延調査。各圃場の規格内収量から算出した粗収入を無処理と比較。品種「トヨムスメ」。

6. 研究成果

1) マメシンクイガ（以下シンクイと略）成虫は明暗が切替わる直前～直後に活発に活動した。この行動リズムは主に明暗の切替わる刺激により形成されると考えられ、恒明条件ではリズムを失い活動量も低下した（図1）。

2-1) 短波長の青色LED（448～458nm）を大豆圃場の外縁に設置し15:00前後～翌7:00に終夜照射したところ、シンクイ被害が抑制された（図2）。およそ照度1ルクス以上の地点において効果が高かったが、照射圃場内であれば1ルクスより照度が低い圃場中心部などであっても無処理区と比較して被害粒率が低い傾向があった。なお、長波長の青色LED（468nm）や、黄および緑色LEDの照射では高照度でも防除効果が認められなかった（図2）。

2-2) シンクイ成虫が圃場内で羽化する連作圃場では、青色LED照射の効果は認められたもののその程度は低かった（データ省略）。また、夜間に照射を中断した圃場では防除効果が認められなかった（データ省略）。室内試験において、特に雌成虫では青色LED光を忌避する行動がみられた（データ省略）。以上のことから、圃場における青色LED照射の効果はシンクイ成虫の飛び込み抑制によるところが大きいと推察された。

3-1) 大豆の開花期1週間後以降から青色LED照射を開始した圃場では大豆の生育に影響は認められなかったが、開花期からの照射では主茎長が短く、莢数が減少するなどにより有意に減収した（データ省略）。

3-2) 9月末頃まで照射を続けると特にLED直下では成熟に遅れが生じ収穫期に至らなかった（データ省略）。8月末頃までの照射では5ルクス未満の区画での成熟程度（図3）や収量には影響がなかった。5～10ルクスの区画では成熟がやや遅れたが、一般的な収穫時期である10月中旬頃には無処理とほぼ同等の成熟程度に達した。

3-3) 青色LED照射はカメムシ類や他の鱗翅目害虫による子実の被害を助長することはない（データ省略）。

3-4) 青色LED導入圃場では規格内収量の増加に伴い粗収入が向上し無処理を上回った。シンクイ発生量が多い圃場ほどその差が大きかった（表1）。

4) 大豆圃場における青色LED設置方法を以下に示す；ピーク波長450nm前後の青色LED（「HS1626BD」、「LDR17B-W38」、「HS1326BD」などとピーク波長および波長域が同等の品）を、大豆の開花期1週間後以降のシンクイ成虫発生前（7月下旬頃）～8月末頃の、毎日夕方～翌朝（15:00頃～翌7:00）に終夜照射する。照度およそ1～10ルクスで照らすことができる高さ、角度および間隔で設置する。シンクイ成虫の飛び込みを抑制するため特に圃場の外縁が照度不足にならないよう注意する。開花期からの照射では大豆収量が減少するため注意する。

<具体的データ>

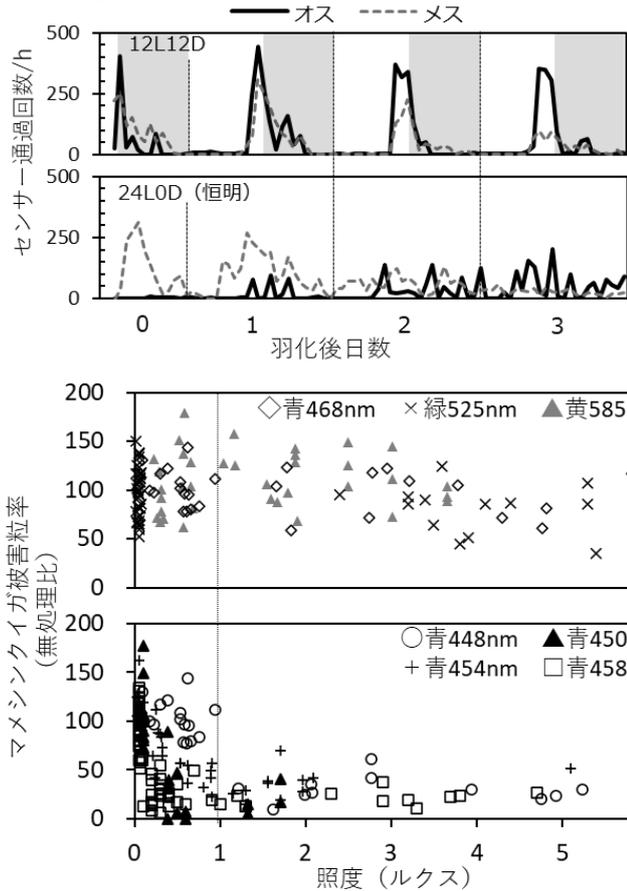


図2 各波長LED終夜照射によるマメシンクイガ被害抑制効果、上：効果なし、下：効果あり（R1～5中央、R5道南）
各圃場無処理区の中央値を100とした。品種「トヨムスメ」。照射開始7月上旬～下旬、終了8月下旬～9月下旬。毎日15:00前後～翌7:00照射。9月下旬～10月中旬収穫。図中の縦線は1ルクス。450nmは圃場四隅から全体照射、その他は圃場の一辺から照射。

表1 青色LED導入圃場の10aあたり粗収入（R3～5中央）

年度	ピーク波長 nm	処理 ¹⁾	シンクイ発生程度 ²⁾	シンクイ被害粒率 (%) ³⁾	同左無処理比	規格内収量 (kg/10a) ³⁾⁴⁾	同左無処理比	粗収入 (円) ⁵⁾	同左無処理との差 (円)
R3	458	無処理	多	18.2	100	257.5	100	124,458	-
		照射あり	多	4.5	24.7	339.2	131.7	163,947	39,488
R4	458	無処理	少	1.8	100	495.8	100	239,637	-
		照射あり	少	1.0	55.6	505.0	101.9	244,083	4,447
R5	458	無処理	中	11.2	100	351.7	100	169,988	-
		照射あり	中	3.6	32.1	418.3	118.9	202,178	32,190
R5	458	無処理	中	9.7	100	291.7	100	140,988	-
		照射あり	中	3.5	36.1	325.8	111.7	157,470	16,482

1)7月中旬～9月上旬の14:30～翌7:00に17WのLEDを20～30㎡に1灯の割合で終夜照射（R5年は数日不点灯あり）。2)無処理の被害粒率が5%未満を少、5%以上15%未満を中、15%以上30%未満を多、30%以上を甚発生とした。3)25～40地点（1地点4～12株）調査による。4)8,333株/10a（畝間60cm×株間20cm）×株あたり健全子実重によって算出。健全子実数は全子実数からシンクイ被害粒、他害虫による被害粒、未熟粒などを除外。5)一般的な有機大豆取引価格（15,000～25,000円/60kg）の中間価格（20,000円/60kg）に直接支払い交付金の3等単価9,000円/60kgを足し規格内収量×単価により算出。

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- ・本成果は有機栽培、特別栽培大豆圃場のマメシンクイガ防除に活用する。
- ・本研究では市販の電飾用LEDを用いた。今後、コスト、性能等を考慮した専用LEDの開発を実施予定である。
- ・照射の効果は成虫の飛び込み抑制によると考えられることから、大豆連作圃場では利用しない。

2) 残された問題とその対応 なし

8. 研究成果の発表等 齊藤美樹（2022）日本応用動物昆虫学会誌、66巻1号、p1-11.

図1 日長条件が羽化直後のマメシンクイガ成虫の行動リズムに与える影響（R2中央、室内試験）
12L12Dで羽化した成虫1頭を、24℃のインキュベータ内にセットした行動記録装置（直径10cm×高さ4cm）に入れ、赤外線センサー通過回数（行動量）を測定。
各区2～3頭の平均。網掛けは暗期を示す。

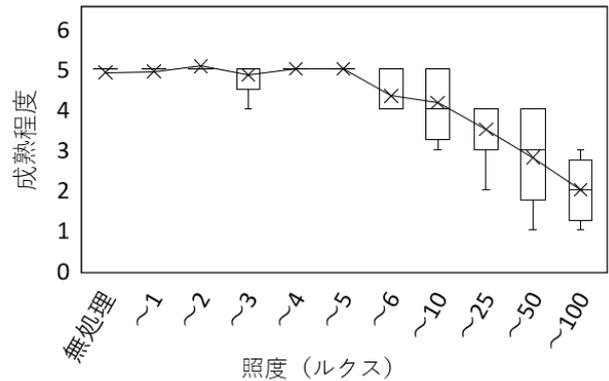


図3 照度と大豆の成熟程度の関係（R4中央）

品種「トヨムスメ」。454または458nmの青色LEDを7/15～9/5の14:30～翌7:00に照射した4圃場の9/27の成熟程度。
1：生育期、2：黄葉期、3：落葉期、4：落葉終期、5：収穫直前（褐色莢90%未満）、6：収穫期（褐色莢90%以上）。×は各照度区分の平均値、直線は平均線を示す。