

平成26年3月18日

レギュラトリーサイエンス新技術開発事業  
研究実績報告書

課題番号：2308

サツマイモ等の重要害虫であるイモゾウムシの根絶のための実用的な光トラップの開発及び防除モデルの策定

研究期間：平成23年度～平成25年度（3年間）

研究総括者名：宮竹 貴久

試験研究機関名：国立大学法人岡山大学

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業  
研究センター

沖縄県農業研究センター

鹿児島県農業開発総合センター

## I. 全体計画

### 1. 研究目的

南西諸島で発生しているサツマイモ等の重要害虫であるイモゾウムシの防除及び発生範囲の拡大を防止するために、光（LED:発光ダイオード）を利用した本虫の有効な誘引方法を開発するとともに、光に誘引された本虫を化学的あるいは物理的に捕獲する方法を併せて探索する。また、光トラップを活用して、本虫の発生密度を推定し、不妊虫放飼法のための防除モデルを策定する。

最終的には、これらの研究成果を活用することにより、本虫の根絶防除事業及び侵入警戒調査に資することとしたい。

### 2. 研究内容

#### (1) 中課題1：光トラップの開発

##### 1) 小課題1：LEDの波長等に対するイモゾウムシ応答性の解析【岡山大学】

室内試験において、LED等を利用したトラップを試作し、イモゾウムシの誘引効率の確認を行うことにより、トラップの形状、光の波長及び強さなどの最適条件を決定する。

具体的には、本虫の不妊虫（岡山大学にて実施）及び正常虫（沖縄県農業研究センターにて実施）を用いて、室内試験で本虫がどの波長のLEDに誘引されるのかについて試験を行う。とくに従来、沖縄県で使用されてきた緑色LEDによる誘引力より、明らかに誘引力の高いLEDの波長領域を探索する。甲虫類では一般に紫外領域波長のLEDがより高い誘引性を示すことが分かっているため、紫外領域の波長を主としてスクリーニングを行う。また、LEDの光をどのように放出させた場合に、本虫を誘引する力が高まるのかについて調査するとともに、より本虫が多く誘引されるトラップの形状について明らかにする。

##### 2) 小課題2：発生密度や寄主植物の有無が光トラップの誘引効率に与える影響の評価【沖縄県農業研究センター、鹿児島県農業開発総合センター、九州沖縄農業研究センター、岡山大学】

野外試験において、イモゾウムシの発生密度や寄主植物の有無がトラップの誘引効率に与える影響の評価、トラップの有効誘引距離などに関するデータを収集する。

具体的には、人為的に発生密度を可変させた場合、光トラップの誘引効率に与える影響を調べる。また、寄主植物が存在する地区と存在しない地区で光トラップの誘引効率を比較するとともに、ほ場等に標識した本虫を異なる距離から放飼するなどして、光トラップの有効誘引距離を推定する。

##### 3) 小課題3：化学的・物理的な方法で捕獲効率を高める手法の探索【岡山大学】

寄主植物からの抽出成分や性フェロモンなどを補助的に使用することにより、光トラップに確実に捕獲できる化学的・物理的方法の探索を行う。

具体的には、光に誘引されたイモゾウムシをトラップに留める手法として、サツマイモを含むヒルガオ科の植物から抽出した成分を用いて、本虫の誘引・定着効果のある化学物質についてスクリーニングを行う。また、スクリーニングの結果、有効とされた物質を光トラップに使用する方法について検討するとともに、粘着シートなど物理的に光トラップから逃がさない方法について検討する。

4) 小課題4：実用的なトラップの開発【岡山大学、沖縄県農業研究センター】

上記1)～3)の研究結果を踏まえ、下記(2)の研究結果をフィードバックさせて試作トラップの改良を重ね、実用的な光トラップを開発する。

(2) 中課題2：光トラップの有効性の検証

1) 小課題1：防除区域における開発した光トラップの有効性の検証【沖縄県農業研究センター、鹿児島県農業開発総合センター】

実際にイモゾウムシの防除を実施している地域において、開発した光トラップの有効性を検証する。

具体的には、実際に本虫が多発生している沖縄県本島中南部および鹿児島県奄美群島等においてサツマイモほ場を借り上げて開発した光トラップの有効性について検証を行う。

2) 小課題2：光トラップの設置間隔の確認【沖縄県農業研究センター、鹿児島県農業開発総合センター】

光トラップの有効誘引距離等を考慮して、野外でのトラップの設置間隔の確認や現場の実情に合わせたトラップ形状の調整などを行う。

具体的には、主に沖縄県本島中南部で試験を実施し、トラップの設置場所や気象条件の影響などを確認するとともに、防除現場の実情に合わせたトラップ形状等の調整を行い、トラップの設置間隔について検討する。

(3) 中課題3：光トラップを活用した防除モデルの策定

1) 小課題1：イモゾウムシの発生密度の推定【九州沖縄農業研究センター、沖縄県農業研究センター】

不妊虫放飼法による根絶防除事業に資するため、開発した光トラップを用いてイモゾウムシの発生密度を推定する。

具体的には、本虫の発生密度の推定には、標識再捕獲法を用いて、マークを付けた本虫を放飼し、一定時間、光トラップにおいて本虫の捕獲を行い、捕獲虫内におけるマーク虫の割合から、発生密度を推定する。なお、発生密度の推定のための試験は、実際に不妊虫放飼法を用いた防除が実施されている沖縄県久米島等で実施する。

2) 小課題2：防除モデルの策定【九州沖縄農業研究センター、沖縄県農業研究セン

ター、岡山大学】

実際に不妊虫放飼法を用いた防除が実施されている沖縄県久米島等をモデル地域に選定し、光トラップを設置した区域内において、放飼すべきイモゾウムシ不妊虫の最適数及び放飼方法などを決定するための防除モデルを策定する。

3. 年次計画

項目	平成23年度	平成24年度	平成25年度
1. 光トラップの開発			
(1) LED 波長に対するイモゾウムシ応答性の解析	← 光応答の解析 (A) →		
(2) 発生密度や寄主植物の有無が光トラップの誘引効率に与える影響の評価	← トラップの効率解析 (C、D、B、A) →		
(3) 化学的・物理的な方法で捕獲効率を高める手法の探索	← 捕獲効率を高める手法の解析 (A) →		
(4) 実用的なトラップの開発	← 実用的なトラップの開発 (A、C) →		
2. 光トラップの有効性の検証			
(1) 防除区域における開発したトラップの有効性の検証	← 防除区域におけるトラップの検証 (C、D) →		
(2) 光トラップの設置間隔の確認	← 設置間隔の確認 (C、D) →		
3. 光トラップを活用した防除モデルの策定			
(1) イモゾウムシの発生密度の推定	← 発生密度の推定 (B、C) →		
(2) 防除モデルの策定	← 防除モデルの策定 (B、C、A) →		
所要経費 (合計)	5,000 千円	5,000 千円	4,900 千円

(注) A：岡山大学、B：九州沖縄農業研究センター、C：沖縄県農業研究センター、D：鹿児島県農業開発総合センター

#### 4. 実施体制

項目	担当研究機関	研究担当者	エフォート (%)
研究総括者	岡山大学	宮竹 貴久	10
<b>1. 光トラップの開発</b>	<b>岡山大学</b>	○ <b>宮竹 貴久</b>	<b>前出</b>
(1) LED 波長に対するイモゾウムシ応答性の解析	岡山大学	△ 宮竹 貴久 岡田 賢祐 (平成 23 年 4 月～平成 24 年 3 月)	前出 30
(2) 発生密度や寄主植物の有無が光トラップの誘引効率に与える影響の評価	沖縄県農業研究センター 鹿児島県農業開発総合センター 九州沖縄農業研究センター 岡山大学	△ 小濱 継雄 原口 大 宇久田理恵 (平成 24 年 4 月～平成 25 年 3 月) 宮地 克彦 (平成 23 年 4 月～平成 25 年 3 月) 山口 卓宏 松村 正哉 市瀬 克也 山下 伸夫 (平成 24 年 4 月～) 宮竹 貴久	30 30 15  15  10 30 前出 前出  前出
(3) 化学的・物理的な方法で捕獲効率を高める手法の探索	岡山大学	△ 中島 修平 岡田 賢祐 (平成 23 年 4 月～平成 24 年 3 月) 宮竹 貴久	30 前出  前出
(4) 実用的なトラップの開発	岡山大学 沖縄県農業研究センター	△ 宮竹 貴久 原口 大 宇久田理恵 (平成 24 年 4 月～平成 25 年 3 月) 安藤緑樹*** (平成 25 年 4 月～)	前出 前出 15  15
<b>2. 光トラップの有効性の検証</b>	<b>沖縄県農業研究センター</b>	○ <b>小濱 継雄</b>	<b>前出</b>
(1) 防除区域における開発したトラップの有効性の検証	沖縄県農業研究センター 鹿児島県農業開発総合センター	△ 小濱 継雄 原口 大 宇久田理恵 (平成 24 年 4 月～平成 25 年 3 月) 安藤 緑樹 (平成 25 年 4 月～) 宮路 克彦 (平成 23 年 4 月～平成 25 年 3 月) 嶽崎 研	前出 前出 前出  前出  15  15 前出

			山口 卓宏	
(2) 光トラップの設置間隔の確認	沖縄県農業研究センター 鹿児島県農業開発総合センター	△	原口 大 嶽崎 研 山口 卓宏 (平成 25 年 4 月 ~)	前出 前出 前出
3. 光トラップを活用した防除モデルの策定	九州沖縄農業研究センター	○	松村 正哉	前出
(1) イモゾウムシの発生密度の推定	九州沖縄農業研究センター  沖縄県農業研究センター	△	山下 伸夫 (平成 24 年 4 月 ~) 市瀬 克也 松村 正哉 小濱 継雄 原口 大	前出  前出 前出 前出
(2) 防除モデルの策定	九州沖縄農業研究センター  沖縄県農業研究センター 岡山大学	△	市瀬 克也 松村 正哉 山下 伸夫 (平成 24 年 4 月 ~) 原口 大 宮竹 貴久	前出 前出 前出  前出 前出

研究担当者欄について、中課題担当者には○、小課題担当者には△を付すこと。

## II. 研究実績報告

### 1. 中課題1：光トラップの開発

#### (1) 成果の概要

工程表	進捗状況・成果
イモゾウムシ捕獲のための既存のサツマイモを用いたトラップや緑色 LED トラップよりも、モニタリングの精度を上げた新規誘引 LED 波長の探索。(小課題 1 関連)	緑色 LED ( NSPG510AS, wavelength 520nm ) と紫外 ( UV ) 波長 LED ( NSPU510CS, wavelength 375nm ) に対するイモゾウムシ (成虫) の誘引効率を、実験室内の小さな空間 (岡山大学内の恒温室) で比較したところ、UV 波長のほうが緑色波長に比べて、有意に多くの本虫を捕獲できた (図 1)。なお、サツマイモを用いたトラップは、試験に使用しなかった。(平成 23 年度)
↓	↓
光特性がイモゾウムシの誘引効率に及ぼす	より広い空間 (沖縄県農業研究センターの屋

<p>影響を調べるために、UV-LED を直接照射した場合（以下「直射光」という。）と、不透明なカバー素材を通して光を拡散させた場合（以下「拡散光」という。）で、イモゾウムシの誘引効率を比較。（小課題1 関連）</p>	<p>内) で試験を実施したところ、最も誘引できたのは、光を拡散させた UV-LED であった。また、緑色 LED では拡散光と直射光の間にイモゾウムシの誘引率に違いは認められなかった（図2）。（平成23年度）</p>
↓	↓
<p>UV波長のLEDを利用したトラップの試作。（小課題1 関連）</p>	<p>これらの試験結果をもとに、UV-LED の拡散光を利用した UV-LED プロトタイプトラップを作成した（図3）。（平成23年度）</p>
↓	↓
<p>寄主植物の有無が光トラップの誘引効率に与える影響を調べるために、サツマイモが繁茂したほ場と裸地において UV-LED プロトタイプトラップを用いてイモゾウムシの誘引効率を比較。（小課題2 関連）</p>	<p>寄主植物であるサツマイモが繁茂しているほ場と裸地で UV-LED プロトタイプトラップによるイモゾウムシの誘引効率を比較した結果、裸地では多くのイモゾウムシを誘引できたが、サツマイモ生産ほ場では誘引率が低いことがわかった（図4）。（平成24年度）</p>
↓	↓
<p>発生密度の高低が光トラップの誘引効率に与える影響を調査。（小課題2 関連）</p>	<p>発生密度が異なる野外のほ場設定が困難であったため実施できなかった。</p>
↓	↓
<p>【追】光源を高い位置にセットすることにより、夜間に地上やサツマイモ茎部を徘徊するイモゾウムシに光が届くことを検証。（小課題2 関連）</p>	<p>【追】サツマイモが繁茂したほ場でも、UV-LED の光源位置を高くした改良型トラップ（図5）は、UV-LED プロトタイプトラップに比べてイモゾウムシの誘引率が6倍以上も高かった（図6）。（平成24年度）</p>
↓	↓

<p>物理的な方法で捕獲効率を高める手法の探索。(小課題3 関連)</p>	<p>粘着シートの有効性について試験を実施したが、イモゾウムシは前脚の力がとても強く、昆虫捕殺用の粘着シートで1度捕獲されても脱出できること、また前脚に粘着シートを感受する機能があるようで、粘着シートに触れた前脚を引っ込めて退却するため、粘着シートは、本虫の捕獲に効果的でないことが明らかとなった。(平成24年度)</p>
<p style="text-align: center;">↓</p> <p>化学的な方法で捕獲効率を高める手法の探索。(小課題3 関連)</p>	<p style="text-align: center;">↓</p> <p>イモゾウムシをトラップ内に留めるために、寄主植物の化学成分を利用することを検討。</p> <p>① サツマイモの中身ではなく、皮部分の酢酸エチル粗抽出物に最も高い捕獲効率を確認された。また、皮部分酢酸エチル粗抽出物を利用した UV-LED 改良型トラップと不妊虫を用いた屋内での行動試験においても同様に、捕獲効率が高いことが認められた。(平成23年度)</p> <p>② サツマイモの揮発性成分について、固相マイクロ抽出法 (SPME) とガスクロマトグラフ質量分析計 (GCMS) を組み合わせて分析を行った。その結果、生サツマイモ全体の揮発性成分として、飽和炭化水素である n-Hexadecane 等を同定した。市販の n-Hexadecane について、不妊虫を用いた屋内での行動試験を行った結果、50μg で UV-LED 改良型トラップ内部への捕獲効率が著しく高いことが認められた (図7)。このため、市販品の n-Hexadecane と殺虫剤を併用することにより、UV-LED 改良型トラップに誘引された本虫をトラップ内に留め</p>

	<p>て捕殺する実用技術の確立の可能性が示された。(平成 24 年度)</p> <p style="text-align: center;">↓</p>
<p style="text-align: center;">↓</p> <p>実用的な UV-LED トラップ (タイプ 1) の試作。(小課題 4 関連)</p>	<p>以上の成果に加え、上述の成果 (図 5、図 6) を踏まえて、LED 光源の数を増やすとともに、高い位置から LED を照射し、イモゾウムシの捕獲効率を高める方法 UV-LED トラップ (タイプ 1) を試作した (図 8)。(平成 24 年度)</p> <p style="text-align: center;">↓</p>
<p style="text-align: center;">↓</p> <p>試作した UV-LED トラップ (タイプ 1) の問題点の確認。(小課題 4 関連)</p>	<p>試作した UV-LED トラップ (タイプ 1) のイモゾウムシ誘引効率を沖縄県のサツマイモほ場で検証した。試作したトラップは、本虫以外の昆虫類 (ハエ目、ハチ目、カメムシ目、コウチュウ目、チョウ目) をよく誘引できたが、本虫を誘引することができなかった。本試験の結果、地上徘徊性の本虫の野外における光応答行動は飛翔性の昆虫とは著しく異なることがわかった。つまり飛翔性の昆虫類は光にめがけて飛んで来て光源周囲に定位するが、地上徘徊性の本虫の屋外における光定位行動は未解明に終わった。したがって野外における本虫の行動と生態をさらに研究する必要性が明らかとなった。また UV-LED トラップ (タイプ 1) では捕獲部位にうまく本虫をトラップ内に留まらせておくことができないという問題がある可能性が考えられた。(平成 25 年度)</p> <p style="text-align: center;">↓</p>
<p style="text-align: center;">↓</p> <p>捕獲部位と光源の高さを改良した実用的な</p>	<p>以上の結果を再検討し、高い位置から UV と</p>

UV-LED トラップ (タイプ 2) を) をサツマイモほ場に設置し、イモゾウムシを放飼して再捕獲率を調査した。(小課題 4 関連)

緑の LED を両方照射し、さらに捕獲部位にイモゾウムシの好む隙間をすることにより、物理的にイモゾウムシの捕獲効率を高める方法を併用した LED トラップ (タイプ 2) を試作した (図 9)。また、UV-LED トラップ (タイプ 2) を鹿児島県のサツマイモほ場に設置し、本虫の再捕獲を検証した結果、本虫の活動時期ではない冬場に 15% 程度の再捕獲率を示した (図 10)。(平成 25 年度)

成果目標：小課題 1 (LED の波長等に対するイモゾウムシ応答性の解析)、小課題 2 (発生密度や寄主植物の有無が光トラップの誘引効率に与える影響の評価)、小課題 3 (化学的・物理的な方法で捕獲効率を高める手法の探索) の結果を踏まえ、野外ほ場における試験結果をフィードバックさせて試作トラップの改良を重ね、実用的なトラップを開発する。

< 成果の概要の補足 >

※ 1 : 中課題 1 の図 (図 1 ~ 10)

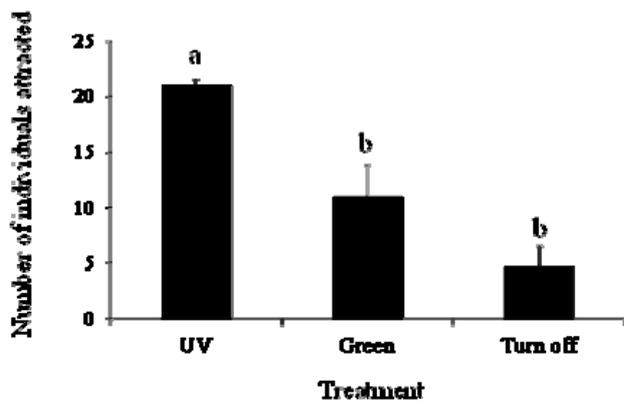


図 1 小規模空間における UV-LED と緑色 LED の誘引頭数の比較

(注) 試験規模 (屋内) : 35cm × 25cm × 10cm、放飼頭数 : 各処理区にそれぞれ 40 頭、トラップの設置状況及び使用個数 : 放飼地点から 35cm 離れた地点に 1 個設置、試験の反復回数 : 3 回

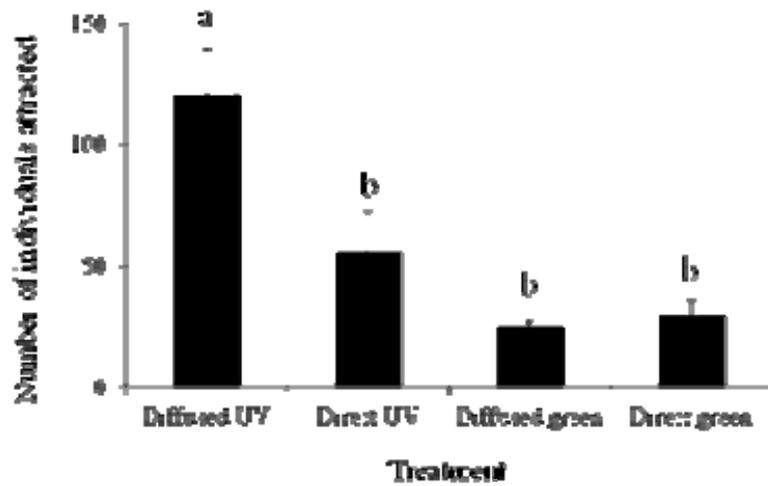


図2 拡大空間における UV-LED（直射光・拡散光）と緑色 LED（直射光・拡散光）の誘引率の比較

（注）試験規模（屋内）：340cm×160cm×198cm、放飼頭数：各処理区にそれぞれ 200 頭、トラップの設置状況及び使用個数：各タイプのトラップ 1 個を中央に設置し、トラップより 90cm 離れた場所から本虫を放飼、試験の反復回数：2 回

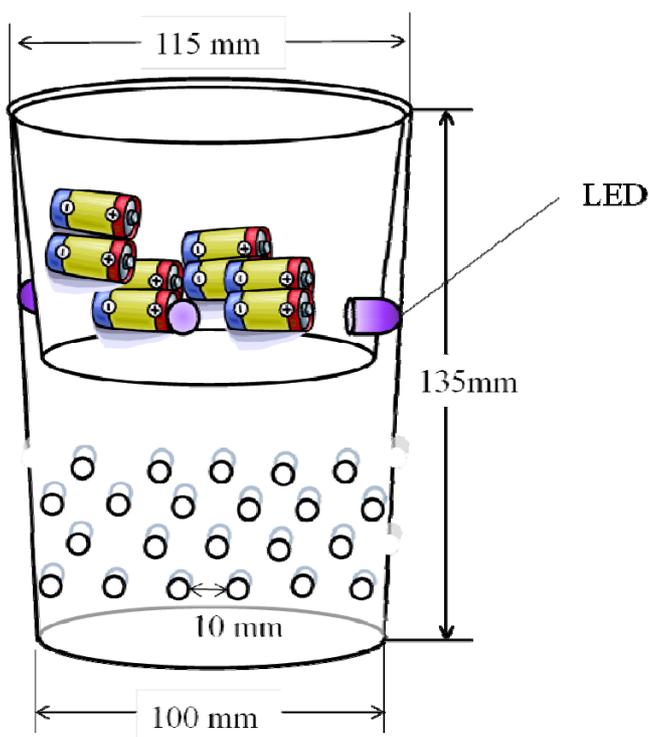


図3 UV-LED の拡散光を利用した UV-LED プロトタイプトラップ

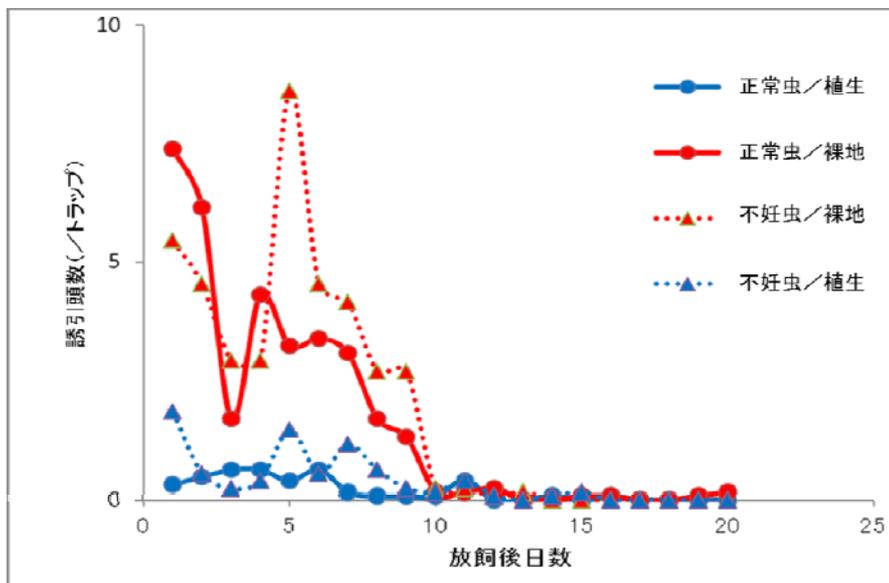


図4 サツマイモほ場（植生）と裸地における UV-LED プロトタイプトラップの誘引頭数の比較

(注) 試験規模（ほ場）：各処理区につき 12m 四方（12m 四方×4カ所）、放飼頭数：1,600 頭、トラップの設置状況及び使用個数：放射線状に 12 個設置、試験の反復回数：1 回

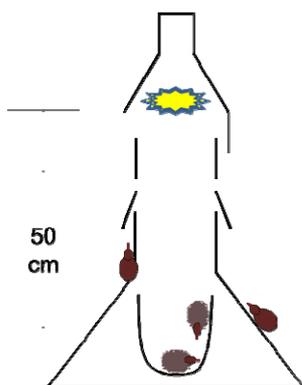


図5 光源の高さを変えた UV-LED 改良型トラップ

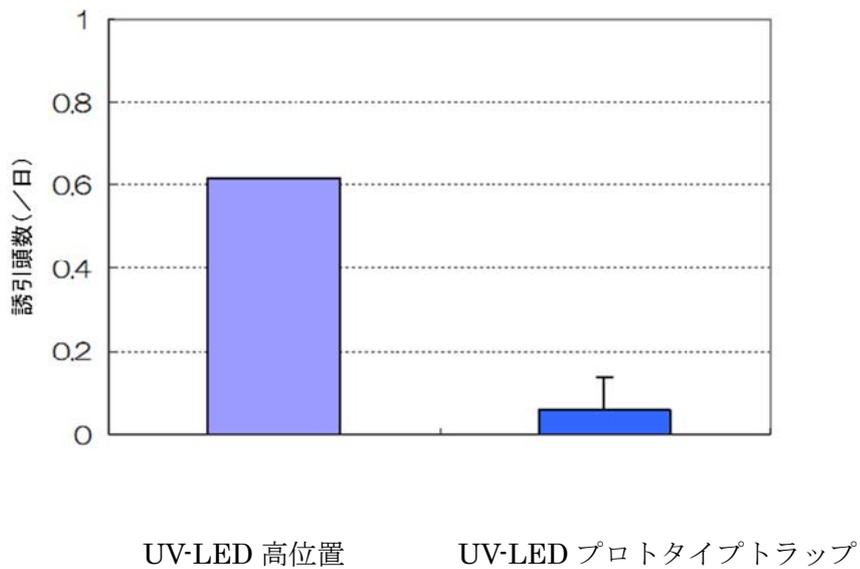
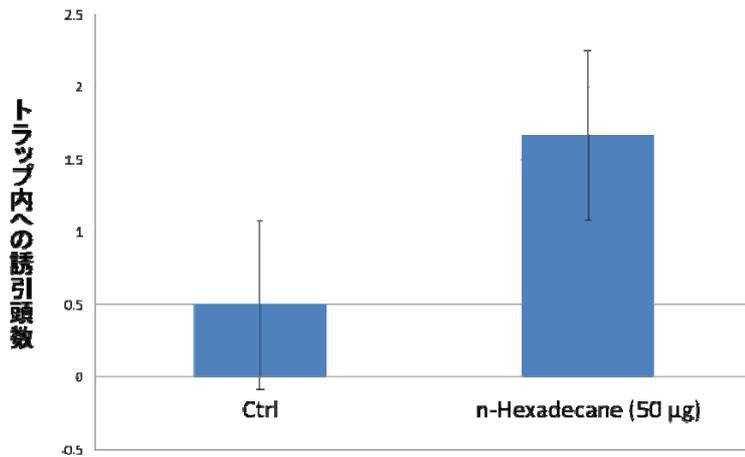


図6 サツマイモほ場における UV-LED 改良型トラップ (UV-LED 高位置) と UV-LED プロトタイプトラップの誘引頭数の比較

(注1) UV-LED 高位置：図5のトラップ、UV-LED プロトタイプトラップ：図3のトラップ

(注2) 試験規模 (ほ場)：27m×18m、放飼頭数：放飼せず (誘引したイモゾウムシはすべて野生虫)、トラップの設置状況及び使用個数：UV-LED 高位置タイプ1個、UV-LED プロトタイプ2個をサツマイモほ場の株間に設置)、試験の反復回数：2回



F. test P値 0.535267171  
 T. test P値 0.05824051

図7 サツマイモの化学成分である n-Hexadecane へのイモゾウムシの捕獲効率の比較

(注1) Ctrl: コントロール

(注2) 試験規模 (屋内): 27cm×22cm×14cm、放飼頭数: 30 頭、トラップの設置状況及び使用个数: UV-LED プロトタイプトラップを放飼地点から 15cm 離して 1 個設置、試験の反復回数: 3 回

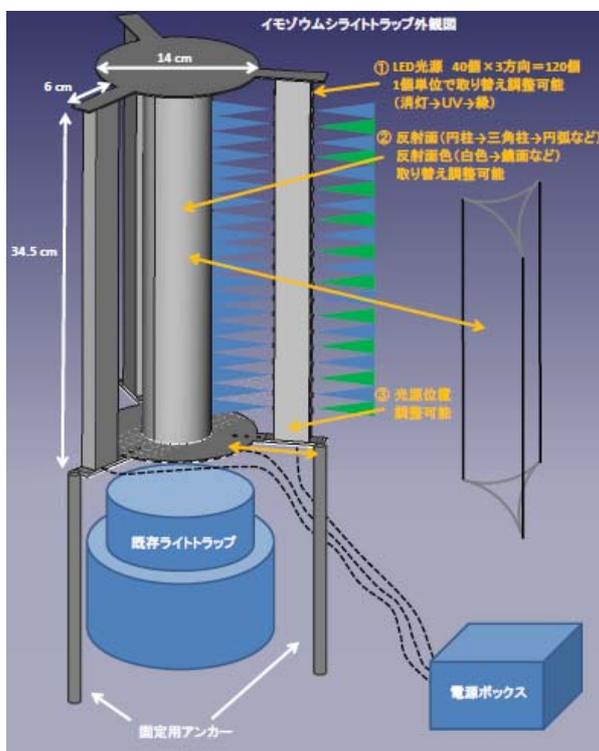


図8 UV-LED トラップ (タイプ1)

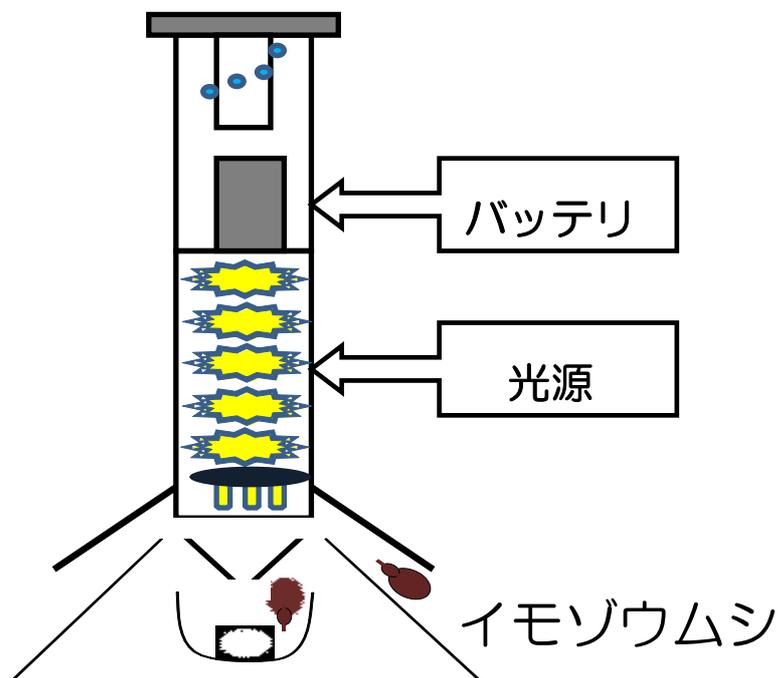


図9 UV-LED トラップ (タイプ2)

(注) 光源に用いた LED は緑 25 個、UV12 個。

	マーク	無マーク	計
放飼頭数（頭）	2500	2500	5000
捕獲虫数（頭）	398	543	941
再捕獲率（％）	15.9	—	—

放飼53日後で打ち切り

図 10 UV-LED トラップ（タイプ 2）のサツマイモほ場での再捕獲率

（注 1） 試験の実施期間は、平成 25 年 11 月 15 日～平成 26 年 1 月 7 日（放飼後 53 日目で試験終了）。

（注 2） 試験規模：4 m×5 m、放飼頭数：5,000 頭、トラップの設置状況及び使用個数：1 個をサツマイモほ場の真ん中に設置、試験の反復回数：1 回

2. 中課題2：光トラップの有効性の検証

(1) 成果の概要

工程表	進捗状況・成果
<p>沖縄県及び鹿児島県のサツマイモほ場において、光トラップの有効性を検証。(小課題1 関連)</p> <p style="text-align: center;">↓</p>	<p>イモゾウムシが発生しているサツマイモほ場に UV-LED 改良型トラップを設置して、本虫に対する誘引能力を調べた。その結果、UV-LED 改良型トラップの光源位置を高くした場合に、本虫の誘引効率が上がった(図11)。(平成24年度)</p> <p style="text-align: center;">↓</p>
<p>光トラップの有効誘引距離を確認。(小課題2 関連)</p> <p style="text-align: center;">↓</p>	<p>UV-LED 改良型トラップの設置箇所から50cm、100cm、200cm、300cm、400cm、500cm 離れた地点毎(計6地点)にイモゾウムシをそれぞれ50頭ずつ放飼し、放飼完了後にUV-LEDを点灯した(図12)。放飼20、40、60、120分後の計4回、トラップの周辺10cmにいた個体を回収した。対照区として消灯区を同様に設置した。当該試験を4日(全5回)実施した結果、UV-LED点灯の有無、放飼地点からトラップまでの距離、調査時間は有意に誘引数に影響した(図13,14)。なお、誘引頭数に雌雄の差は無かった。またトラップから5m離れた地点からも誘引された(図14)。</p> <p>以上の結果から、UV-LED改良型トラップは野外においても有効であり、5m程度の距離に接近した本虫を誘引可能であることが明らかとなった。(平成23~24年度)</p> <p style="text-align: center;">↓</p>
<p>沖縄県及び鹿児島県のサツマイモほ場において、光トラップの有効性を検証。(小課題1 関連)</p>	<p>UV-LED トラップ(タイプ2)をサツマイモほ場で継続して設置し、イモゾウムシの誘引状況を調べたところ、本虫は降雨のあとに</p>

	<p>トラップに誘引されること（図 15）、及び人工的に散水すると LED トラップに誘引されることが明らかとなった（図 16）。つまり、サツマイモほ場においては、①攪乱要因があって初めて本虫は動きだすこと、②動き出した本虫がトラップに誘引されることが明らかとなった（平成 25 年度）</p>
<p>成果目標：イモゾウムシが多発生している沖縄県本島中南部および鹿児島県奄美群島等のサツマイモほ場において、開発した光トラップの有効性について検証を行う。光トラップの有効誘引距離等を考慮して、野外でのトラップの設置間隔の確認や現場の実情に合わせたトラップ形状の調整などを行う。</p> <p>具体的には、主に沖縄県本島中南部で試験を実施し、トラップの設置場所や気象条件の影響などを確認するとともに、防除現場の実情に合わせたトラップ形状等の調整を行い、トラップの設置間隔等について検討する。</p>	

<成果の概要の補足>

\* 1 : 中課題 2 の図 (図 11~16)

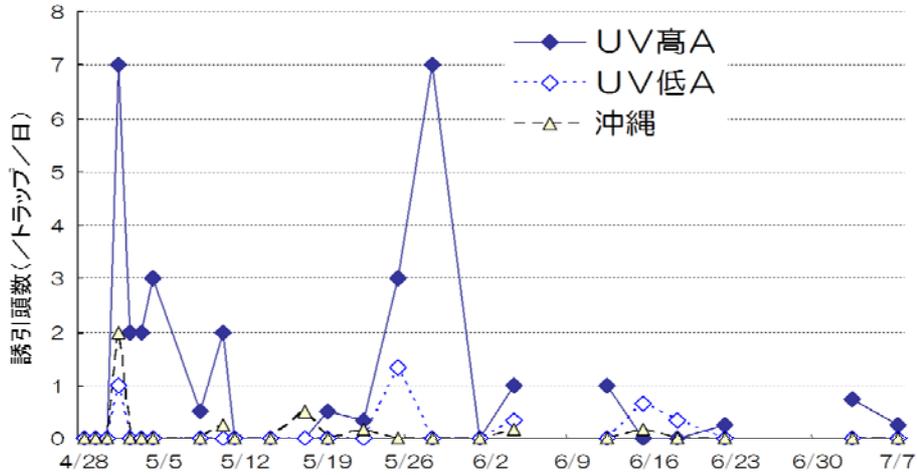


図 11 UV-LED の光源位置の違いにおけるイモゾウムシの誘引頭数の推移

(注 1) UV 高 A : 光源位置が高い UV-LED 改良型トラップ、UV 低 A : 光源位置が低い UV-LED 改良型トラップ、沖縄 : UV-LED プロトタイプトラップ

(注 2) 試験規模 (ほ場) : 27m×18m、放飼頭数 : 放飼せず (誘引された虫は野生虫)、トラップの設置状況及び使用個数 : 各タイプのトラップをサツマイモほ場の対角線上に沿って 1 個ずつ設置、試験の反復回数 : 2 回



図 12 UV-LED 改良型トラップの設置間隔を確認するための試験設計

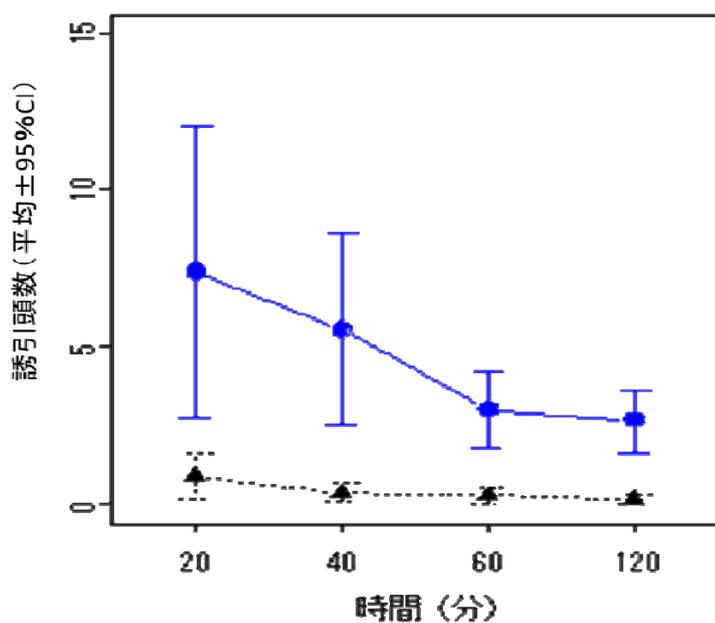


図 13 UV-LED 改良型トラップへの誘引頭数の経時的推移

(注 1) ● : 点灯区、▲ : 消灯区

(注 2) 試験規模 (野外裸地 (コンクリートの路面)) : 10m×10m、放飼頭数 : 放飼地点にそれぞれ 50 頭 (図 12 参照)、トラップの設置状況及び使用個数 : 1 個設置 (図 12 参照)、試験の反復回数 : 3 回

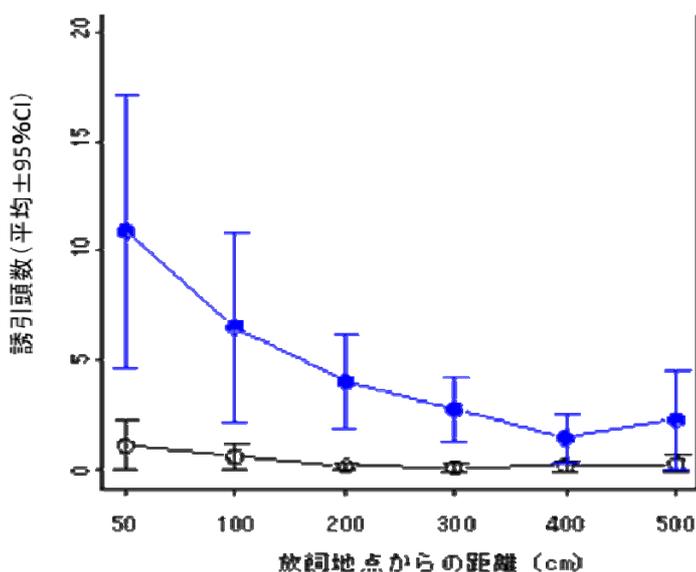


図 14 UV-LED 改良型トラップへの誘引頭数に対する放飼地点からの距離の影響

(注 1) ● : 点灯区、○ : 消灯区

(注 2) 試験規模 (野外裸地(コンクリートの路面)) : 10m×10m、放飼頭数 : 放飼地点にそれぞれ 50 頭 (図 12 参照)、トラップの設置状況及び使用個数 : 1 個設置 (図 12 参照)、試験の反復回数 : 3 回

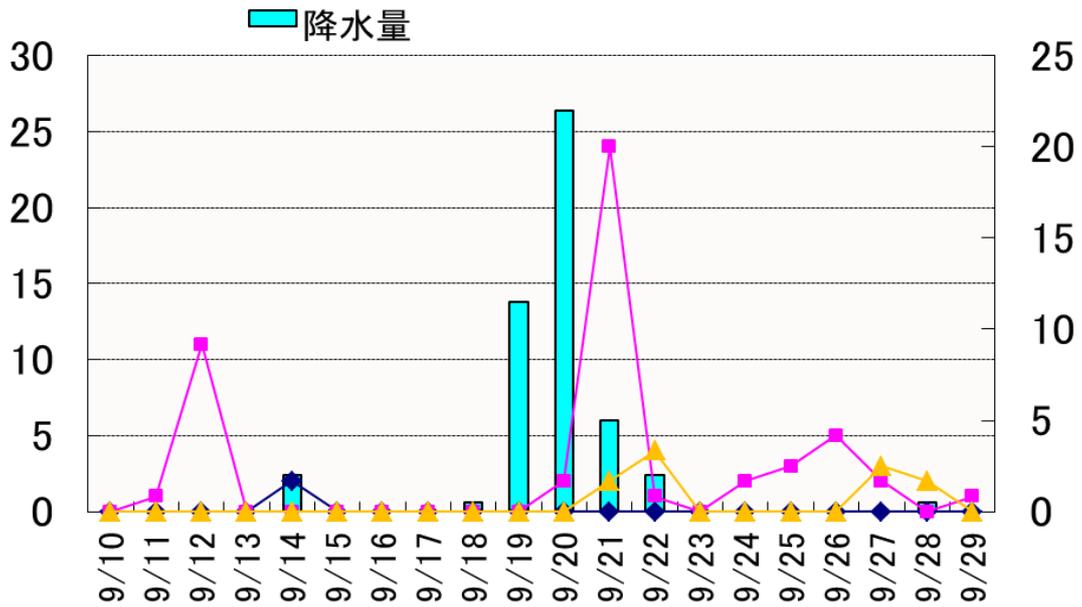


図 15 UV-LED トラップ (タイプ 2) への誘引頭数に対する降雨の影響

(注 1) 折れ線グラフ (左縦軸) はイモゾウムシの誘引虫数/日を、棒グラフ (右縦軸) は、日降水量 (mm) を示す。また、◆及び▲は UV-LED プロトタイプトラップ、■は UV-LED 改良型トラップで誘引された頭数を示す。

(注 2) 試験ほ場：サツマイモほ場。試験規模：18m×27m、放飼頭数：放飼せず (誘引された虫は野生虫)、トラップの設置状況及び使用個数：各タイプにつき 1 個：サツマイモほ場の株間にランダムに設置。試験の反復回数：1 回。

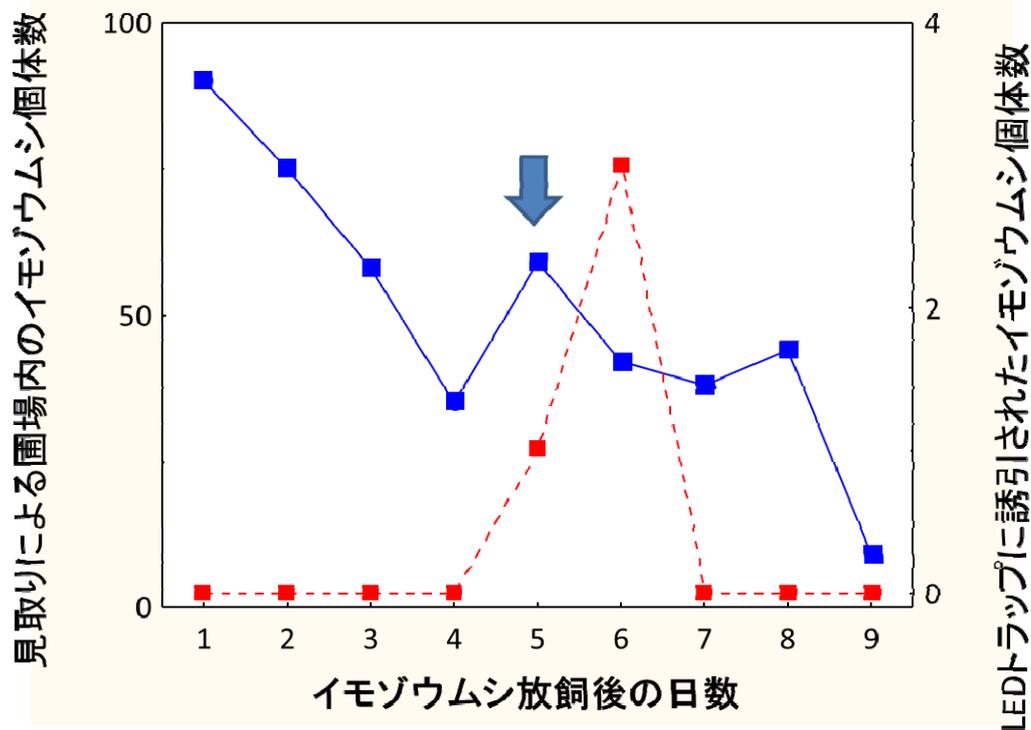


図 16 UV-LED トラップ (タイプ 2) への誘引頭数に対するほ場への散水の影響

(注 1) 青の折れ線は、ほ場内のイモゾウムシ個体数の推移を見取り法 (ほ場内に定植した 35 本のサツマイモ株に付着した本虫を目視で数える方法) より数えた値を、赤の折れ線は、LED トラップに誘引された個体数を示す。

(注 2) 試験ほ場：沖縄県農業研究センター内のサツマイモほ場、試験規模：10m × 5m、放飼頭数：100 頭、トラップの設置状況及び使用回数：サツマイモほ場の両端から数メートルの位置に 2 個設置、試験の反復回数：1 回。

(注 3) 図中の矢印は、ほ場に散水した日。

2. 中課題3：光トラップを活用した防除モデルの策定

(1) 成果の概要

工程表	進捗状況・成果
<p>野外における光トラップを用いたイモゾウムシの発生密度を推定（その1）（小課題1関係）</p> <p style="text-align: center;">↓</p>	<p>沖縄県のサツマイモほ場（県農業研究センター内）において、合計1,600頭のイモゾウムシの不妊虫と正常虫を放飼して、UV-LEDプロトタイプトラップによる再捕獲試験（21日間）を行った。その結果、放飼後10日までは、正常虫と不妊虫ともに同程度の頭数を再捕獲できたが、不妊虫では10日以降に再捕獲率が著しく下がった（図17）。このことから、不妊虫を使った発生密度の推定は、放飼後10日以内に行う必要があることが明らかとなった。（平成24年度）</p> <p style="text-align: center;">↓</p>
<p>野外における光トラップを用いたイモゾウムシの発生密度推定（その2）（小課題1関係）</p> <p style="text-align: center;">↓</p>	<p>上記の結果を踏まえて、沖縄県のサツマイモほ場（県農業研究センター内のほ場、8m×8m）において、エナメルペイントで標識したイモゾウムシ16,018頭（桃色8700頭、黄色7318頭）を放飼し、20個のUV-LED改良型トラップを設置して再捕獲実験を行い、発生密度を統計学的手法（Petersen法とYamamura法）により推定した。その結果、UV-LED改良型トラップを用いた本虫の個体数推定が可能であり、試験を行ったほ場には約6千～1万頭の本虫が生息することがわかった（図18、19）。<u>（平成25年度）</u></p> <p style="text-align: center;">↓</p>
<p>イモゾウムシ根絶のための不妊虫放飼法モデルを策定（小課題2関連）</p>	<p>上述の発生密度推定の結果に基づいて、UV-LED改良型トラップを活用したイモゾ</p>

	<p>ウムシの根絶モデルを作成した。数理学的手法（<b>Knipling</b> のモデル）により本虫の根絶過程を予測した。</p> <p>その結果、発生密度推定に用いたほ場から本虫を根絶するにあたり、世代あたり不妊虫を6万頭放飼すると、理論上では放飼から1年で本虫の根絶を達成できることがわかった。</p> <p>なお、実際に本虫を根絶させるためには、不妊虫放飼を開始する前に実施する密度抑圧防除法の開発と安定した不妊虫の大量増殖法の確立が不可欠と考えられた。<u>(平成 25 年度)</u></p>
<p>成果目標： 不妊虫放飼法によるイモゾウムシの根絶防除事業に資するため、開発した光トラップを用いてイモゾウムシの発生密度を推定する。</p> <p>具体的には、本虫の発生密度の推定のために、標識再捕獲法を用いて、マークした本虫を放飼し、開発した光トラップを用いて、一定時間、本虫の捕獲を行い、捕獲虫内におけるマーク虫の割合から発生密度を推定する。なお、発生密度の推定のための試験は、実際に不妊虫放飼法を用いた防除が実施されている沖縄県久米島等で実施し、光トラップを設置した区域内において、放飼すべき不妊虫の最適頭数及び放飼方法などを決定するための防除モデルを策定する。</p>	

<成果の概要の補足>

※1： 中課題3の図（図17）

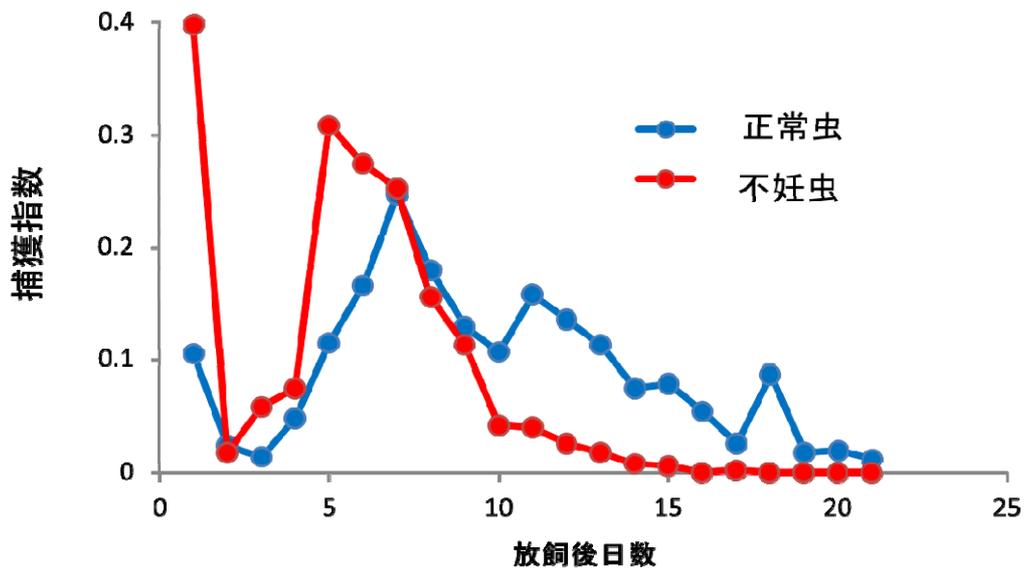


図17 UV-LEDプロトタイプトラップを用いた標識再捕獲法によるイモゾウムシの捕獲状況

(注1) 捕獲指数：サツマイモ株当たりにつき肉眼にて発見された本虫の頭数で、捕獲指数1は1頭発見された値

(注2) 試験規模（ほ場）：12m 四方のサツマイモほ場を4区設置、放飼頭数：1,600頭（2区には不妊虫をそれぞれ1,600頭、2区には正常虫を1,600頭放飼した）、トラップの設置状況及び使用個数：各区につき十文字状に13個設置、試験の反復回数：2回



図 18 発生密度推定に用いたサツマイモほ場（左）と標識したイモゾウムシ（右）

調査日	桃色マーク個体	黄色マーク個体	野生虫(無マーク)	比率(桃/黄)	合計	無マークの込み
開始時	8700	7318		1.18	16018	16018
1回目回収 (3日)	48	32	8	1.50	80	88
2回目回収 (7日)	79	57	15	1.38	135	151
個体数推定	黄色個体から桃色個体から 色推定	桃色個体から黄色個体から 黄色推定	両色個体から黄色 推定			
Petersen法	10142	6277.2	766.7			
Yamamura法	10792	6602.7	707.4			

図 19 Petersen 法と Yamamura 法によって推定したイモゾウムシの個体数

- (注 1) 図 17 に示した結果に基づいて、回収は放飼後 3 日目と 7 日目に行った。
- (注 2) 黄色マーク個体、桃色マーク個体を同時に放飼した（図 18 参照）。
- (注 3) 試験規模：8m×8m のサツマイモほ場、放飼頭数：16,018 頭、トラップの設置状況及び使用個数：20 個のトラップを格子状に設置（図 18 参照）、試験の反復回数：2 回

### Ⅲ. 主要な成果

#### 1. 成果の内容

##### 1) 光トラップの開発

イモゾウムシは、室内試験の結果、光を拡散させた UV-LED にもっとも誘引されることが明らかとなった。これをもとに UV-LED の拡散光を利用した UV-LED プロトタイプトラップを作成した。その結果、室内試験においては、著しく本虫を誘引できるトラップの作成に成功したが、野外のサツマイモほ場では期待したほど高い誘引効率は示されなかったものの、本虫の活動時期ではない冬場に 15%程度の再捕獲率を示すトラップが作成できたことはかなりの進歩と考えられる。なお飛翔性の昆虫類では、UV-LED を誘引素材として使用する際に光強度が強い光トラップほど誘引効率が上がるのに対して、本虫では光強度が強い光に対しては誘引効率が落ちることが明らかとなった (p6~15)。

##### 2) 光トラップの有効性の検証

野外のサツマイモほ場においては、UV-LED の光源位置を高くしたトラップの場合に、イモゾウムシの誘引効率が上がった。また、UV-LED を用いた光トラップの有効誘引距離は 5 m 程度だと考えられた。

なお、サツマイモほ場において、本虫がトラップに誘引されない一因として、サツマイモほ場に生息する本虫は、降雨や散水などの攪乱が生じないと「動かない」という行動生態的な性質を持つことが明らかとなった (p16~20)。

##### 3) 光トラップを活用した防除モデルの策定

光トラップを活用したイモゾウムシの不妊虫の誘引試験においては、不妊虫の誘引効率は、放飼後 10 日以降に著しく低下した。そこで、放飼 3 日後と 7 日後に再捕獲を行う標識再捕法による本虫の発生密度推定をサツマイモほ場で実施した。その結果、光トラップを活用したモニタリング法で本虫の発生密度を推定することにより不妊虫放飼法で本虫を根絶できることが理論上可能であることがわかった。しかし、事前に密度抑圧防除等を行わない場合には、不妊虫放飼法のみで本虫を根絶することは困難であることがわかった。

したがって、本虫の不妊虫放飼を実施する場合には、事前の密度抑圧防除を行うとともに、不妊虫の大量増殖が可能な体制を整備した上で、不妊虫放飼法による根絶防除事業を進める必要があるということが明らかとなった (p21~24)。

#### 2. 成果の活用

##### 1) 光トラップを活用したイモゾウムシの根絶防除事業の実施。

沖縄県の根絶防除事業を実施している地域において、イモゾウムシの発生密度の推定に光トラップの活用が可能であることが示唆された。したがって今後、引き続き光トラップの有効性を検証し、実用的な光トラップの開発を進めていく必要がある。なお、今後の根絶防除事業においては、沖縄県は現段階の光トラップをさらに改良したトラップを活用し、本虫のモニタリングと密度推定に検証する方向で検討中である。

#### 2) 光トラップを活用したイモゾウムシの侵入警戒調査の実施

実用的な光トラップが開発された後、鹿児島県等の未発生地域において侵入警戒調査を実施している地域において、当該調査に光トラップの活用を検討する必要がある。

#### IV. 論文、特許等の実績及び推進会議の開催状況等

別紙のとおり

## 論文、特許等の実績等

## 学術論文

タイトル、著者名、学会誌名、巻、ページ、発行年月	機関名
Katsuki M, Omae Y, Okada K, Matsuyama T, Haraguchi D, Kohama T, Miyatake T (2012) Ultraviolet light-emitting diode (UV LED) trap for the West Indian sweet potato weevil, <i>Euscepes postfasciatus</i> (Coleoptera: Curculionidae). <i>Applied Entomology and Zoology</i> 47, 285–290.	岡山大学

## 口頭発表

タイトル、発表者名、学会等名、発表年月	機関名
「Efficiency of trap for the West Indian sweet potato weevils enhanced by LED」、T Miyatake, International Symposium on the Sweet Potato Weevils: Strategic studies for the eradication of these pests、平成23年11月	岡山大学
「UV-LED試作トラップに対するイモゾウムシ成虫の誘引性について」、宮竹貴久ほか、第56回日本応用動物昆虫学会、平成24年3月	岡山大学、沖縄県農業研究センター
「イモゾウムシ行動制御物質の探索」、佐々木、中島ほか、平成23年度日本農薬学会大会、平成24年3月	岡山大学、沖縄県農業研究センター
「UV-LED試作トラップに対するイモゾウムシ成虫の誘引性について」、宮竹貴久ほか、第57回日本応用動物昆虫学会、平成24年3月	岡山大学
「イモゾウムシのUV-LEDトラップ捕獲数に与える要因」、山下伸夫、原口大ほか、平成24年度ゾウムシ研究会、平成24年11月	九州沖縄農業研究センター、沖縄県農業研究センター
「マーキング処理やUV強度等がイモゾウムシのUV-LEDライトトラップ捕獲数に及ぼす影響」、山下伸夫、栗和田隆、原口大、第85回九州病害虫研究会研究発表会(春季大会)、平成25年2月	九州沖縄農業研究センター、沖縄県農業研究センター
「イモゾウムシ光トラップの開発」、原口大、安藤緑樹、小濱継雄、平成25年度ゾウムシ研究会、平成25年12月	沖縄県農業研究センター
「UV-LEDライトトラップによるイモゾウムシのモニタリングの可能性」、山下伸夫、市瀬克也、原口大、平成25年度ゾウムシ研究会、平成25年12月	九州沖縄農業研究センター
「野外におけるUV-LEDを用いたイモゾウムシ光トラップの有効性の検討」、原口大、安藤緑樹、宇久田理恵、小濱継雄、永山敦士、山下伸夫、栗和田隆、宮竹貴久、第87回九州病害虫研究会研究発表会(春季大会)、平成26年2月	沖縄県農業研究センター、九州沖縄農業研究センター、鹿児島大学、岡山大学
「UV-LEDライトトラップによるイモゾウムシのモニタリング」、山下伸夫、市瀬克也、原口大、第87回九州病害虫研究会研究発表会(春季大会)、平成26年2月	九州沖縄農業研究センター、沖縄県農業研究センター
「イモゾウムシの光トラップの開発」、嶽崎研・山口卓宏・宮路克彦・宮竹貴久、第58回日本応用動物昆虫学会、平成26年3月	鹿児島県農業開発総合センター、岡山大学
サトウキビトラッシュのマルチ利用がイモゾウムシの羽化数等におよぼす効果、山下伸夫、第58回日本応用動物昆虫学会大会、平成26年3月	九州沖縄農業研究センター

出版図書

区分:①出版著書、②雑誌、③年報、④広報誌、⑤その他

区分	著書名、(タイトル)、著者名、出版社名、発行年月	機関名

国内特許権等

特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	特許権等の種類	番号	出願年月日	取得年月日	機関名

国際特許権等

特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	特許権等の種類	番号	出願年月日	取得年月日	機関名