

図8 FPGA 画像識別手法ブロック図

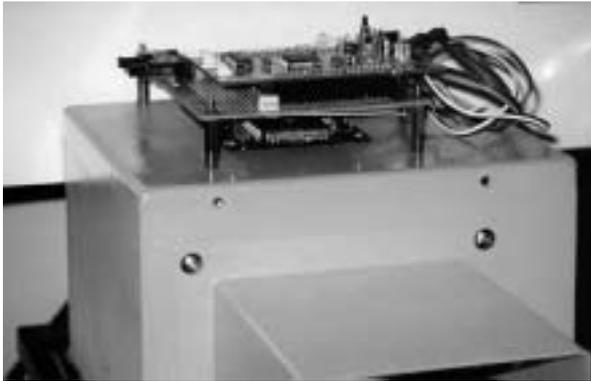


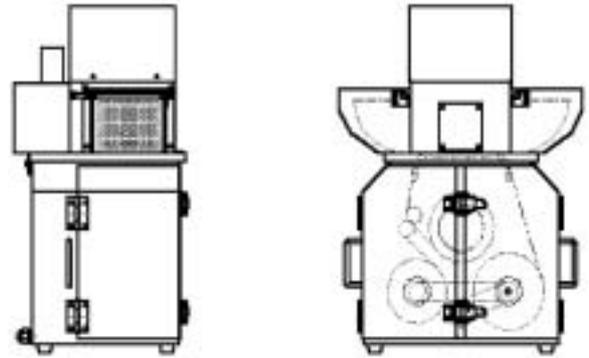
図9 組込型画像処理部

### 2.2.2 害虫捕獲排除装置の試作開発

フェロモントラップを圃場に設置すると、多いときには、1日で数十頭から百数十頭の害虫が誘殺されることがある。このため、従来のフェロモントラップでは、計数毎に昆虫を取り除いたり、昆虫が多くなって粘着板が汚れると取り替える必要があった。本システム開発では、圃場に行かずに遠隔から計数作業が行えることを目的にしていることから、装置の保守は出来る限り少ないことが求められる。また、害虫が多く誘殺されると密着し、画像計数処理が難しくなる問題も生じる。このため、粘着板の自動交換機構は不可欠である。そこで、ロール状粘着シート（以下粘着シート）の採用を検討した。粘着シートを用いて巻き取る方式は機構が簡単のため容易に実現できることから有効な方式と考えられる。粘着シートは従来の粘着板に対して、面積が小さく（縦横比を粘着板と同じにした場合、約1/4）、粘着性能が劣るが、従来トラップに対する装置の誘殺性能が明確化できれば、害虫発生調査装置として実現可能と考え、ロール状の粘着シートによる機構の開発を行った。

粘着シートは保護紙により保護されているため、試作装置は、保護紙を剥がし、巻き取るための機構と害虫を誘殺した後に粘着シートを巻き取る機構を備えている。これらの巻き取り機構を1つのモーターにより駆動する。このとき、粘着シートが引っ張られて回りすぎないようにオイルダンパーを設置した。また、シートの移動量を計測するためのポテンショメータを装備した。さらに、開発した画像処理手法を適

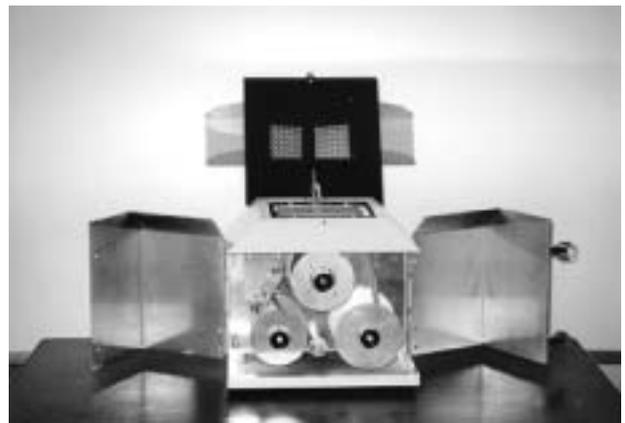
用するため、照明装置として、透過光用と反射光用の照明装置を備えた。これにより、2値画像を容易に取得でき、画像処理を簡略化できる。図10に本装置の機構図、外観および内部機構を示す。



a) 機構図



b) 装置外観



c) 内部機構

図10 害虫捕獲排除装置

### 2.2.3 情報伝送システムの構築

計数結果を遠隔から確認するため、モバイルセンシングユニット（以下MSU）を用いた情報伝送システムの構築を行った。MSUは、シリアル通信からのセンサ計測値およびパラレル入力による警報入力の有無を予め登録した携帯電話に音

声または電子メールで送信する機能と登録済の携帯電話からの問い合わせに答える機能を有する。情報伝送システムは、MSU と携帯電話（2台、システム用および作業用）、シリアル変換器（RS485-RS232C）により構成され、イメージセンサボードからの計測結果をマイコンボードに取り込み、シリアル通信を介して MSU に送る。これにより、作業者が遠隔から情報伝送システムに電話をかけることで MSU からの音声メッセージにより計測結果を聞くことができる。現在の音声メッセージは、「害虫警報装置です。警報は出ていません。センサ A は〇〇〇（計測結果）です」であるが、ROM の書き換えにより変更が可能である。また、MSU が有しているパラレルインターフェースにデータを入力することにより警報レベルの設定が可能となり、音声で警報を応答できる。例えば、頭数 0～30 を警報 1、31～80 を警報 2、81 以上を警報 3 とすれば、「害虫警報装置です。警報 2 が出ています。コナガは〇〇〇頭です。」のようなメッセージが得られる。予め、警報と農薬散布情報を対応付けることで、農薬散布支援として活用することができる。その他にも、

- ・アクセス可能な携帯電話を予め MSU に登録し第 3 者からのアクセスを阻止する。
- ・警報自動発信（MSU →登録携帯電話）と計測値確認（登録携帯電話→ MSU）の両方が可能である。
- ・音声応答の代わりに、携帯電話のメール送信に対応した形式の MSU が用意されている。

などの機能を有する。

MSU は、オムロン社の CompoWay/F 通信手順<sup>9)</sup>を援用している。この手順はデータ通信の分野で使われているベーシック手順に準拠しており、この手順に基づいてマイコンとの通信を行った。図 11 に構築した情報伝送システムを示す。



図 11 情報伝送システム

#### 2.2.4 統合化システム

商用電源のない圃場試験で長期間評価試験を行うために、電源部にバッテリー、太陽電池コントローラ、太陽電池パネルからなる太陽電池システムを構築した。

この電源部と画像処理部、害虫捕獲排除装置、情報伝送システムを統合化して、システム開発を行った。図 12 に統合化

システムによる試験風景を示す。



図 12 統合化システムによる試験風景

本システムの動作フローを以下に示す。

- 1) 初期化処理
- 2) 画像計数処理
  - a) 遮光板を閉じる
  - b) バックライト照明点灯
  - c) イメージセンサへ画像取り込み指令出力
  - d) バックライト照明消灯, 赤外投下光照明点灯
  - e) イメージセンサへ画像計数処理指令出力
  - f) 赤外投下光照明消灯
  - g) イメージセンサから計数結果取得
  - h) 遮光板を開く
- 3) 計数結果の液晶パネル表示および MSU への転送
- 4) 害虫数が設定以上の場合, 粘着シート巻き取り
- 5) 時間待ち処理 (約 1 時間)
- 6) 2) へ戻る

計数結果の表示を行う場合、前回から新たに誘殺された計数値を表示した。これにより、1 時間毎の誘殺数の推移が容易に把握できる。

動作フローを実現するための処理プログラム開発にあたっては液晶モニタを接続して、画像結果をモニタリングして、処理結果を確認しながら進めた (図 13)。



図 13 画像計数処理開発風景

### 2.3 動作評価試験結果および考察

実験圃場において、本システムの誘殺性能試験を行った。試験条件は、キャベツ品種「金系 201 号」、栽植密度 50 × 50 cm であり、比較対照としては、標準トラップ、1/4トラップである。試験風景を図 14 に示す。各トラップは、設置場所を圃場周囲を①→②→③→④と毎日移動した (図 15)。

試験結果から、累積誘殺数は、標準と 1/4トラップがほぼ同数で、各 145、143 頭、ついで試作装置が 40 頭であった (図 16)。また、対標準比は本システムが 0.276、1/4トラップが 0.986 であった。本システムの誘殺性能が、多少劣ると思われるが、正確な性能を求めるためには、より発生量の多い条件で比較を継続する必要がある。設置場所別では、①、②、③がほぼ同数で、各 94、101、91 頭、④がやや少なく 65 頭であった (図 17)。周辺環境や風向きなどの影響と思われる。

他の時期の誘殺試験結果からも同様の結果が得られた。このことから、本システムの従来トラップに対する誘殺性能は約 3 割であると言える。しかし、本システムの誘殺推移は従来のトラップと同調していることから、従来トラップに代えて、害虫発生予察に使用することが可能と考えられる。ま



図 14 評価試験風景

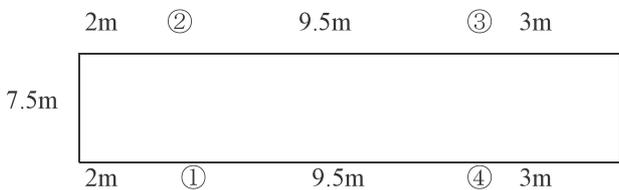


図 15 試験圃場図面

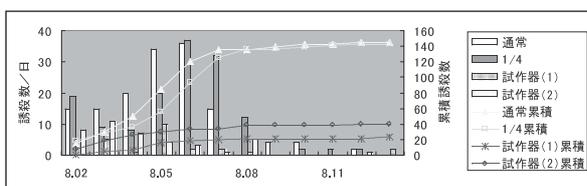


図 16 誘殺性能試験 (トラップ別)

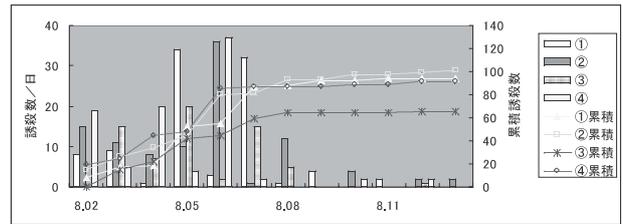


図 17 機誘殺性能試験 (場所別)

た、試作システムに誘殺した昆虫から、コナガだけを識別し、良好な計数が行えており、この計数結果を遠隔から携帯電話で確認することができた。

### 3. まとめ

キャベツなどのアブラナ科野菜の最重要害虫であるコナガを対象として、以下の内容に取り組んだ。

- 1) 画像処理を用いた害虫計数処理手法の確立
- 2) 装置組込型画像処理部の開発
- 3) 情報伝送システムの構築
- 4) 害虫捕獲排除装置の開発
- 5) 太陽電池システムによる電源部の構築
- 6) これらを統合化し、圃場での評価試験

評価試験時の害虫発生数あまり多くなかったが、評価試験結果から、誘殺性能は従来トラップに対して約 3 割であることが確認できた。これは、誘殺性能としては、多少劣るが、誘殺推移は従来トラップと同調していることから、誘殺効率を明確にすることで実用化は可能と考えられる。

今後は、シーズンを通じた圃場評価試験を行い、誘殺性能の向上、画像計数処理の確実性、高機能化を図る。併せて、従来トラップとの誘殺効率を求め、実用化のための設計指針を獲得し、実用化システムの設計開発を行う予定である。

### 引用文献

- 1) 高橋裕之ほか：農作物害虫遠隔計数システムの開発，平成 13 年度重点領域特別研究報告書 (2002)
- 2) 高橋裕之ほか：画像処理を用いた農作物害虫遠隔計数システムの開発，農業機械学会北海道支部会報 第 43 号 (2003) pp.31-36 (2003)
- 3) 大村功ほか：FPGA を用いたイメージセンサの開発，情報処理北海道シンポジウム 2002 講演論文集 pp.19-20 (2002)
- 4) 高橋裕之ほか：画像処理を用いた農作物害虫遠隔計数システムの開発，情報処理北海道シンポジウム 2002 講演論文集 pp.21-22 (2002)
- 5) 高橋裕之ほか：画像処理による農作物害虫遠隔計数システムの開発，農業機械学会北海道支部第 53 回年次大会講演要旨 pp.24-25 (2002)

- 6) 中尾弘志ほか：コナガの防除開始時期決定のための発生予測システム，北海道立農業試験場集報第77号 pp.75-80 (1999)
- 7) FEST Project 編集委員会：新実践画像処理 Image Processing with HALCON, 株式会社リンクス, 2001.6.6., <http://www.linx.jp>
- 8) 株式会社リンクス：HALCON ユーザ会 2001 予稿集, 2001.11.27.
- 9) NTT 北海道移動通信網(株):モバイルセンシングユニット取扱説明書
- 10) データダイナミック社 (Integrity Instruments 社代理店) : [www.datamagic.co.jp/data/](http://www.datamagic.co.jp/data/) RS485 変換器
- 11) オムロン社 : [www.fa.omron.co.jp/products/](http://www.fa.omron.co.jp/products/) デジタルパネルメータ通信出力タイプ操作マニュアル