ノート

フェロモントラップと画像解析技術を組み合わせた斑点米カメムシの自動モニタリングシステムの開発

小林　豊*　岩田　大介**　石本　万寿広**

Development of an Automatic Monitoring System for Bugs Causing Pecky Rice Using Pheromone Trap and Image Analysis

KOBAYASHI Yutaka*, IWATA Daisuke**, and ISHIMOTO Masuhiro**

1. 緒　　言

近年，ICT（Information and Communication Technology）技術が発達し工業分野以外でも盛んに用いられるようになっている。特に高齢化や人手不足が深刻になっている農業分野で盛んに研究が行われている[1)]。本研究では水稲の重要害虫として知られる斑点米カメムシの計数自動化を目的として，画像解析と ICT 技術を組み合わせた自動モニタリングシステムを開発して現状の課題解決について検討を行った。

2. 斑点米カメムシについて

斑点米カメムシ（以後，カメムシと表記する）は稲穂を吸汁して斑点米を発生させる重要害虫であり，斑点米の発生を合理的に防ぐにはカメムシの発生量をモニタリングして防除要否などを判断することが重要である[2)]。しかしながら，現行のモニタリング方法は調査員が頻繁に調査水田に出かける必要があり，カメムシの計数にも経験と時間を要するため，より簡便な方法が求められている。

3. フェロモントラップの設計

フェロモンで対象昆虫を誘引，捕獲する装置をフェロモントラップという。本研究ではフェロモントラップでカメムシを誘引し，撮影板上に滞留している個体を一定時間間隔で撮影・解析することで誘引数を自動計数するシステムについて検討を行った。図 1 に開発したフェロモントラップの外観を示す。撮影板の上部に直射日光や雨を防ぐ屋根があり、屋根の上部に撮影用のカメラ（ロジクール C920r），制御・解析用のコンピュータ（Raspberry Pi）が設置されている。図 2 に設置したカメラとコンピュータを示す。またフェロモン剤は屋根の内側に固定した。

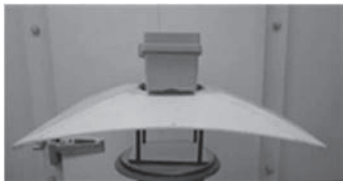


図 1　トラップの外観

図 2　カメラとコンピュータ

4. 撮影時間帯の検討

モニタリングを効率良く行うためにはカメムシが多く誘引される時間帯を知ることが重要である。そこで，時間帯による誘引数の違いを調べた結果を図 3 に示す。対象のカメムシは水稲の害虫として知られるアカヒゲホソミドリカスミカメ（アカヒゲ），アカスジカスミカメ（アカスジ）の 2 種類とした。2016 年 5 月

*　中越技術支援センター
**　農業総合研究所作物研究センター

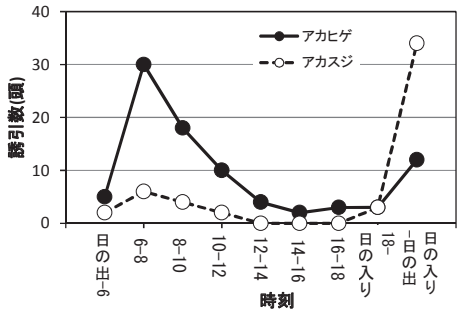


図 3　時間帯別のアカヒゲ，アカスジの誘引数

20～30 日に，一般的に使用されている粘着式トラップ（それぞれのカメムシのフェロモン剤を併用）を雑草地に設置し，2 時間毎（日の入から日の出までは連続）に誘引された数を計数した。結果としてアカヒゲは早朝に多く誘引され，アカスジは夜間に多く誘引されることが分かった。また，水田においても同様の実験を行い，アカヒゲについては早朝だけでなく日中も多く誘引されることが分かった。この結果からモニタリングは日中自然光で撮影が行える時間帯とし，この時間帯に多く誘引されるアカヒゲを対象とすることとした。

5.　画像撮影・識別

5.1　画像撮影

開発したトラップを使って画像撮影を行った。表 1 に主な撮影条件を示す。カメムシが発生する水田，雑草地にトラップを設置して日の出から日の入りまでの時間帯におよそ 40 秒間隔で撮影を行った。また，システムの動作確認のためにあらかじめ用意したカメムシを室内で撮影する実験を同時に行った。結果として，屋外での撮影では小雨，弱い風は影響が小さく，正常に撮影することができた。一方，早朝や日の入り前は撮影板の一部に直射日光が当たり，明るさの急激な変化によりカメラの自動露出補正が対応しきれずに適正露出が得られない画像が認められた。また，インターバル撮影時に同一の個体が重複して写るため，実際の誘引数よりも多いカウント数になることが確認された。

表 1　主な撮影条件

撮影画素数	2304×1536 ピクセル
撮影間隔	約 40 秒
撮影照明	自然光，蛍光灯
撮影場所	水田，雑草地，室内

5.2　識別

撮影した画像を使ってアカヒゲを識別するアルゴリズムを開発した。おもな手順を下記に示す。

①画像撮影
②明るさ補正
③撮影面以外をマスク
④識別 1
・被写体の輪郭を抽出して形状と面積で予備識別
⑤識別 2
・予備識別で識別した領域の色値（RGB 値の G 値）から昆虫の種類を識別

図 4 に撮影した画像，図 5 にマスク画像，図 6 に予備識別により輪郭抽出したアカヒゲの拡大画像を示す。また，図 7 にアカヒゲ 276 枚，アカスジ 22 枚，他種昆虫 124 枚の画像を識別 2 により識別したときの色値の度数分布を示す。グラフから 215 付近をしきい値とすることでアカヒゲを識別可能であることが分かる。

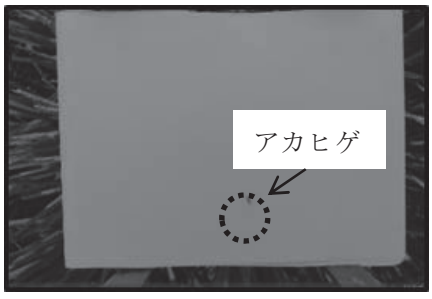


図 4　撮影した画像

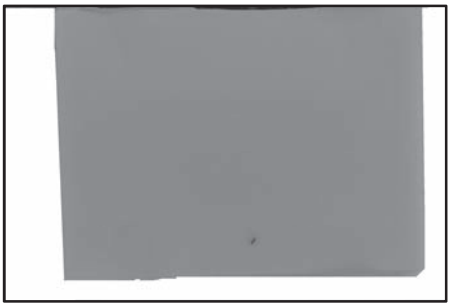


図 5　マスク画像

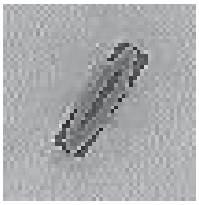


図 6　抽出したアカヒゲの輪郭拡大画像

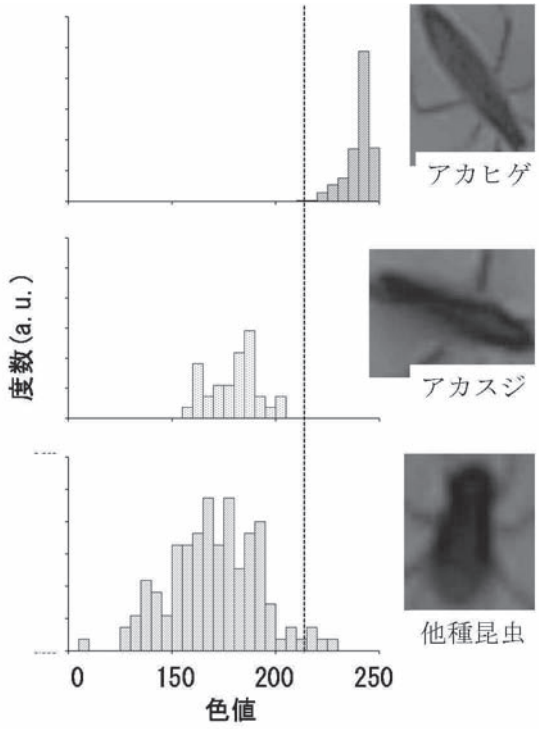


図 7　アカヒゲ，アカスジ，他種昆虫の色値の度数分布

5.3　識別結果の検討

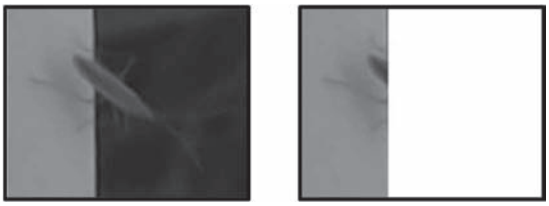
アカヒゲが写っている画像 411 枚およびアカヒゲが写っていない画像 19870 枚について開発したアルゴリズムで識別を行い精度の検討を行った。アカヒゲが写っていない画像には他種昆虫，汚れ・シミ，影などが写っている。表 2 にアカヒゲが写っている画像の識別結果，表 3 にアカヒゲが写っていない画像の識別結果を示す。アカヒゲが写っている画像は 401 枚を正しく識別することができた。識別できなかったのはマスクで個体が部分的に隠されたことが原因であった。また，マスクで完全に隠れている個体については結果に含んでいない。図 8 にマスクで部分的に隠れた個体の画像の例を示す。アカヒゲが写っていない画像については 115 枚をアカヒゲと誤識別する結果となった。誤識別の内訳は他の虫（20 枚），汚れ・シミ（73

表 2　アカヒゲが写っている画像の識別結果

評価した画像枚数	411 枚
正しくアカヒゲと識別した枚数	401 枚（識別率 98%）

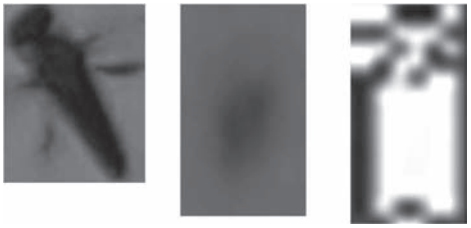
表 3　アカヒゲが写っていない画像の識別結果

評価した画像枚数	19870 枚
誤ってアカヒゲと識別した枚数	115 枚（誤識別率 0.6%）



元画像　　マスクで隠れた画像

図 8　マスクで部分的に隠れた個体の画像



他種昆虫　　汚れ・シミ　　ノイズ

図 9　アカヒゲと誤識別した画像

枚），解析時のノイズ（22 枚）であった。図 9 に誤識別した画像の例を示す。この結果から開発したアルゴリズムを使用することで高い確率でアカヒゲを識別可能であることが確認できた。今後は現行トラップとの精度比較などを行って実用化への検討を行う必要があると考える。

6. 結　　言

（1）水稲の重要害虫である斑点米カメムシの計数自動化について検討を行い，アカヒゲホソミドリカスミカメを対象とした自動モニタリングシステムを開発した

（2）インターバル撮影した画像を使い形状，面積，色値から斑点米カメムシを高い確率で正しく識別できることを確認した。

（3）実用化に向けてさらなる精度向上，長時間稼働のできる電源供給方法の検討，アカスジカスミカメを対象とした夜間モニタリングシステムの開発などを検討する必要があると考える。

参考文献

1）総務省，”農業における ICT 活用事例”，情報通信白書平成 26 年版

2）樋口博也，”斑点米被害を引き起こすカスミカメムシ類の生態と管理技術”，日本応用動物昆虫学会誌，54(4)，2010，pp171-188