

人感センサ付き Web カメラによる農作業と野生動物の自動撮影・通知システムの開発

高木正則（岩手県立大学、准教授）、平野竜（岩手県立大学、学生）

菅野祐馬（岩手県立大学、学生）

<要旨>

我が国では農家の高齢化と後継者不足が問題となっている。また、近年では全国各地で野生動物による農作物被害が深刻化している。本研究では、研究代表者がこれまで開発してきた農業体験学習支援システムで蓄積された膨大な人感センサ検知画像に写っている農作業の内容や野生動物を自動判別するシステムを提案し、プロトタイプシステムを開発した。また、農作業時の経験則の蓄積と活用を支援する情報システムを提案・開発した。

1 研究の背景・目的

日本の農業では、後継者難と担い手の高齢化が問題となっている。農業就業人口は毎年減少傾向にあり、平成28年度の調査[1]では、65歳以上の農家は全体の63.5%で、平均年齢は66.8歳であると報告されている。岩手県も同様の水準となっており、後継者の育成が急務となっている。また、近年では全国各地で野生動物による被害が深刻化している。特に農作物への被害は甚大であり、平成27年度の鳥獣による農作物被害金額は176億円となっている[2]。岩手県においても野生鳥獣による農作物の被害金額は4億円を越えている[3]。研究代表者が平成23年度からWebカメラを設置している紫波町赤沢の果樹園でもクマやシカ、サルなどによる被害を受け、農家は対策に悩まされている。そのため、農家は電気柵を設置するなどの対策をしているが、コストがかかることや安全性の問題から全農家が対策できているわけではない。また、自分が管理している圃場にどんな動物が侵入し、被害を与えているのか把握できていない。

一方、研究代表者は平成22年度に紫波町役場から依頼を受け、食育事業の一環として農業体験学習を支援する農地モニタリングシステムの研究を行っている。先行研究では、紫波町赤沢小学校で農業体験学習を実施している農地にWebカメラを設置し、農作物の定点観測や人感センサを活用した農作業の記録を行ってきた。また、赤沢小学校での農業体験学習に本システムを適用し、平成23年度から現在まで継続的に本システムを利用した授業を行っている。

そこで、本研究ではこれまで農作業のみを撮影していた人感センサ付きWebカメラを野生動物の撮影にも活用できるよう拡張し、野生動物の自動撮影と圃場への侵入を検知・通知する情報システムを提案する。これにより、これまで開発してきた農業体験学習支援システムを野生動物による被害対策にも活用することを考えた。また、農業における経験則が地域や圃場環境によって異なり、農家ごとに伝承されていることが多い現状を踏まえ、作

物栽培における経験則を蓄積し、活用するための情報システムを提案、開発する。

2 研究の内容

1. 野生動物の侵入検知システム

図1に野生動物の侵入検知と農作業内容学習支援システムの概要図を示す。先行研究で開発した人感センサ付きWebカメラでは農作業を撮影するために設置していたが、夜間に多数の画像が撮影されていた。しかし、夜間に撮影された画像は周りが暗いため、黒い画像のみが撮影され、センサが何に反応し、何を撮影していたのか認識できなかった。そこで、これまで設置してきた人感センサ付きWebカメラに新たにセンサライト（株式会社ムサシ社製 RITEX、LED-AC2020、焦電型赤外線センサ）を備え付け、夜間に人間や動物を検知した際にライトで照らして画像を撮影できるようにした。図2にセンサライトを設置した人感センサ付きWebカメラを示す。

また、主に野生動物を撮影するために使われるトレイルカメラ（サンコー株式会社製自動録画監視カメラ「MPSC-12」、ソーラーチャージャー「LT5210C4」付き）も設置した。リンゴ農園に設置したトレイルカメラを図3に示す。設置したトレイルカメラは乾電池のみで最大6ヶ月間撮影でき、赤外線ライトも搭載しているため暗闇での撮影もできる。

図2、図3のカメラで撮影された画像はセンサ検知画像DBに保存される。保存されたセンサ検知画像は自動判別モジュールによって動物検知画像と農作業別画像に分類される。また、動物検知画像の記録が確認されたら、農家へ動物の侵入を通知する。通知の際には、動物が撮影された画像と撮影日時を送信することにより、農作物に被害を与える野生動物の種類や被害のあった具体的な日時を把握できるようにする。

図4に本研究で提案するセンサ検知画像の自動判別の手順を示す。図4(1)～(5)の判定結果から、農作業の内容や動物の種類をメタ情報として付与し、農作業別画像DBと動物検知画像DBに格納する。

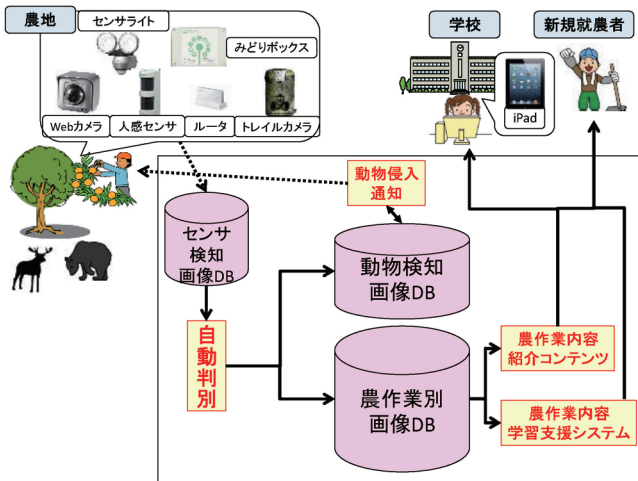


図1 野生動物の侵入検知と農作業内容学習支援システムの概要図

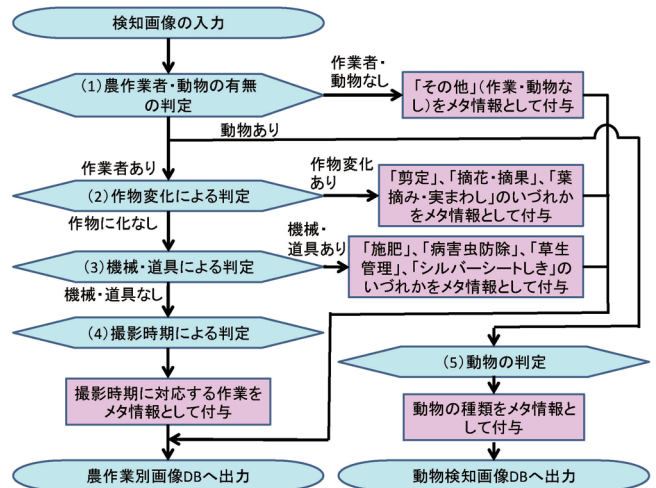


図4 センサ検知画像の自動判別の手順



図2 センサライトを設置した人感センサ付き Webカメラ (2016年7月12日に設置)

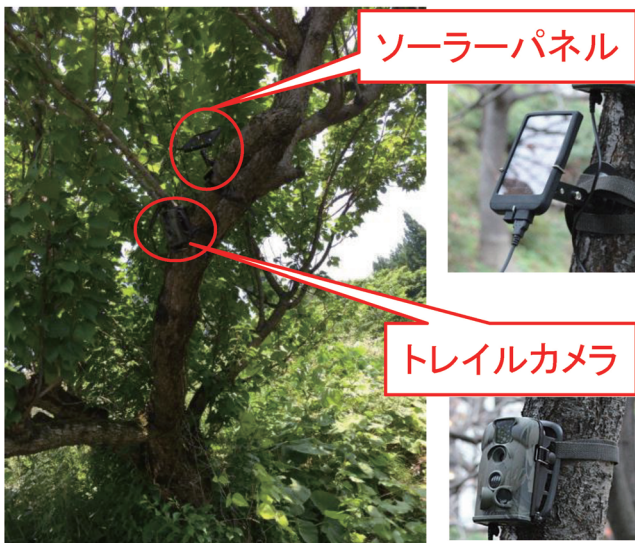


図3 リンゴ農園へ設置したトレイルカメラ (2017年7月11日設置)

2. 作物栽培における経験則の蓄積・活用支援システム
作物栽培における経験則の蓄積・活用支援システムでは、農業者がそれぞれの視点で農作業の様子や作物の成長を記録・共有できる機能を提供する。また、作業後に作業記録や圃場の環境データ、農業者が撮影した写真を確認しながら、栽培方法の違いによる作物の成長の変化を分析できる環境を提供し、どのような栽培方法や環境が品質・収量の向上等につながったかを考察できるようにする。さらに、継承すべき経験則をまとめる作業や、次の農作業時に蓄積された経験則を活用する作業も支援する。

本システムで提供される機能は実習時にスマートフォンから農作業や作物の成長を記録する観察・記録機能と、経験則の抽出作業を支援する分析支援機能、経験則の活用支援機能の3つに分別される。図5に作物栽培における経験則の蓄積・活用支援システムの利用の流れを示す。

(1) 農作業内容と農作物の記録 (観察・記録機能)

農業者は観察・記録機能を利用して毎日の農作業の内容をシステムに登録する。また、農業者それぞれの

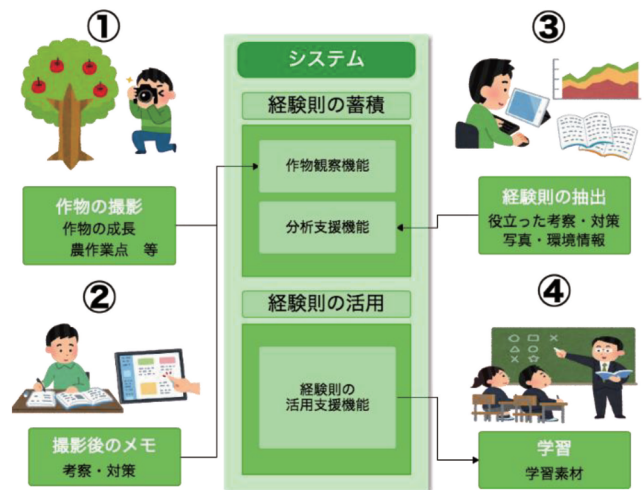


図5 作物栽培における経験則の蓄積・活用支援システム利用の流れ

観点で定点観測したい農作物を選び、農作業内容の記録時にスマートフォンで農作物の写真を撮影する。撮影された写真は観察・記録機能を利用してシステムにアップロードする。

(2) 環境データの記録 (観察・記録機能)

株式会社セラクが開発した温室内環境遠隔モニタリングシステム「みどりクラウド」[4]を利用し、圃場の環境データ(温度、湿度、日射量など)を記録する。図6にリンゴ農園に設置した「みどりボックス」と各種センサ(温湿度センサ、日射量センサ)を示す。記録されたデータは株式会社セラクが管理するクラウドサービス上に自動的にアップロードされ、PCやスマートフォンなどから閲覧できる。これらの環境データはAPIを利用して本システムのDBにも格納され、上記(1)の記録時に環境データが関連付けられる。



図6 リンゴ農園に設置した「みどりボックス」と温湿度センサ、日射量センサ (2017年6月25日設置)

(3) 経験則の抽出・登録 (分析支援機能)

農業者は上記(1)、(2)で記録した情報を利用し、どんな農作業が品質の改善や向上等につながったかを考察する。具体的には、農業者は分析支援機能を利用して過去と現在の作物の変化を比較する写真を並べて表示したり、気温や気候の変化をグラフ等で可視化したりして考察を行う。そして、考察の結果から継承すべき経験則をまとめ、(1)、(2)の記録データの中から経験則を抽出する。抽出された経験則の登録例を表1に示す。

表1の①～⑦は日々の記録として上記(1)、(2)で登録される。農業者は名前・日付を記入し、登録の対象となる作物名と、その日に体験した農作業を作業理由や技

表1 経験則の登録例

①登録者	菅野 祐馬	
②日付	2017年6月23日	
③環境データ	天気	晴れ
	気温	21.9℃
	湿度	67.6%
④作物名	林檎	
⑤農作業	剪定	
⑥作業理由	林檎の成長を促進するために余分な枝を切り落とす	
⑦技術的補足	上下の枝が重なると日光が平等に当たらないため、重なっている部分を切り落とす必要がある。	
⑧考察	去年に比べて気温が低いので定期的に管理が必要	
⑨エビデンス	上下の枝が重なっていた箇所の林檎の実の写真と上下の枝が重なっていない箇所の林檎の実の写真的比較画像や日射量のグラフ	

術的補足を写真で図示しながら記入する。この作業理由や技術的補足を記入することで、農作業時の経験則を言語化し、暗黙知を形式知として可視化することを支援する。表1⑧、⑨には経験則抽出時の考察結果と経験則として抽出した根拠を記録する。特に、考察の欄には、収穫までの一連の農作業の振り返りや過去のデータとの比較を通して、次の実習時の改善点や対策を記入する。また、エビデンスの欄には、登録した経験則が農作物の生育に適していることを証明するデータを登録する。これらの登録された経験則は次回の農作業時や新規就農者への教育・研修時に利用する。

(4) 経験則の活用 (経験則の活用支援機能)

農業者や新規就農者は農作業前に経験則の活用支援機能を利用して過去の同時期に登録されている経験則を閲覧し、蓄積された経験則から農作業の具体的な説明や過去の失敗や成功及び改善点などを把握し、農作業時に活用する。

3 これまで得られた研究の成果

本研究においては図2、図3、図6に示した各種デバイスを紫波町赤沢のリンゴ農園に設置し、記録されたデータを分析した。図2のセンサライトを備え付けた人感センサ付きWebカメラとトレイルカメラで撮影された動物の画像例を図7と図8に示す。これまでの実践では、ライトの点灯時間と人感センサが検知してから撮影する期間を調整する必要があり、動物を検知しても撮影できないことが多々あった。

また、経験則の蓄積・活用支援システムのうち、スマートフォン上で動作する観察記録機能を開発した。開発した機能利用時の画面例を図9に示す。



図7 センサライトと人感センサ付き Web カメラで撮影された動物の様子



図8 トレイルカメラで撮影された動物(クマ)の様子



図9 経験則の蓄積・活用支援システム利用時の画面例(観察・記録機能)

4 今後の具体的な展開

今後は図2、図3のカメラで撮影されたデータを分析し、野生動物の撮影に適したカメラやカメラの設置方法について検討する。また、センサ検知画像から動物が圃場へ侵入したことを検知し、農家へ通知するシステムを開発するとともに、野生動物による農作物被害を軽減で

きる方法を検討する。

経験則の蓄積・活用支援システムは未実装の分析支援機能と経験則の活用支援機能を開発する。開発したシステムは2017年度から共同研究を開始している盛岡農業高校の農業実習時に利用してもらい、本システムの有効性を評価する。具体的には、盛岡農業高校の果樹研究班の3年生9名(男子5名、女子4名)が実施しているリンゴの農業実習で本システムを利用してもらう。2017年度の果樹研究班の実習は毎週火曜日の5・6時間目と金曜日の3～6時間目に実施されている。実習では、農作業を行いながらリンゴのサイズや葉の数など、リンゴの調査を行い記録している。2017年度はある一つの農作業で開発した観察・記録機能を利用してもらい、記録されたデータから経験則の抽出作業を行ってもらうことで、本システムの有効性を評価する。

5 論文・学会発表等の実績

- (1) 加藤弘祐, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: 経験学習モデルを適応させた農業体験学習支援システムの提案, 平成28年度電気関係学会東北支部連合大会講演論文集, 1F01, 2016.8
- (2) 菅野祐馬, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: 農業高校の実習時における経験則の蓄積・活用支援システムの提案, 情報処理学会東北支部研究報告, B2-2, 2017.2
- (3) 平野竜, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: 圃場データの教材利用に向けた人感センサ検知画像への農作業情報自動付与機能の開発と評価, 情報処理学会第79回全国大会講演論文集, 3ZC-01, 2017.3 (学生奨励賞)
- (4) 加藤弘祐, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳: 農業体験学習における振り返り支援システムの開発と評価, 情報処理学会第79回全国大会講演論文集, 3ZC-02, 2017.3

6 受賞・特許

情報処理学会第79回全国大会で学生奨励賞を受賞した。

7 参考文献

- [1] 農林水産省、農業労働力に関する統計、<http://www.maff.go.jp/j/tokei/sihyo/data/08.html>
- [2] 農林水産省、全国の野生鳥獣による農作物被害状況について(平成27年度): http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_zyokyo2/h27/h27.html
- [3] 農林水産省、野生鳥獣による都道府県別農作物被害状況、http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_zyokyo2/h27/attach/pdf/h27-2.pdf
- [4] 株式会社セラク、温室内環境遠隔モニタリングシステム「みどりクラウド」、<https://midori-cloud.net/>