

カラスの「慣れ」に着目した農業被害軽減

浜松学芸高等学校

サイエンス部 2年 長澤花奈・土屋柊人

1. はじめに

現代のカラスは最も人に嫌われている野生動物の1つであり、都市部では主にハシブトガラス *Corvus macrorhynchos* (図1) とハシボソガラス *Corvus corone* (図2) の2種がみられる。そのうち、主に都市域に生息するハシブトガラスが嫌われる3大要因は、「うるさい」「生ゴミを散らかす」「人を襲う」である(樋口・森下2000)。また、カラス類による農作物被害は、被害面積1.6千ha、被害量13.2千トン、被害金額13億円に達し、鳥類のなかでは最大である(農林水産省農村振興局農村政策部鳥獣対策・農村環境課「全国の野生鳥獣による農作物被害状況について(令和3年度)」https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/hogai_zyoukyou/attach/pdf/index-16.pdf 最終確認日2023年4月19日)。

鳥害対策はかかしを始め、音、光、形などを用いて鳥を脅かして追い払う機器が数多く考案されているが、鳥は危険がないことを学習してしまうため効果は一時的である(山口恭弘2019)。さらに、カラスは脳が発達しており記憶力、学習能力が非常に優れているため音に慣れてしまうことで効果が長持ちしないなどの問題点がある(杉田2010)。したがって市街地で使用するとき、カラス以外のものに機械が反応せず必要最低限の動作で効果を上げることが重要である。

本研究では、カラスの電子音に対する馴化と脱馴化に着目して、農作物被害の低減と追い払い効果検証を目指す。馴化とは同じ刺激を与え続けると慣れが生じて反応を占めさなくなる事、脱馴化とは、ある刺激に馴化した状態で新たな刺激を与えることで、刺激に対する反応が戻ることをいう。また、カラスにまつわるイメージには誤った情報に基づくものも多い。そのため、被害の低減を通して、その誤った情報を払拭し、人とカラスの軋轢を減少させることも目指す。



図1. ハシブトガラス.



図2. ハシボソガラス.

2. 方法

本研究では、webカメラとラズベリーパイを用いて、カラスを検知するプログラムを作成し、精度を検証した上で、カラスの電子音に対する馴化と脱馴化に着目して、農作物被害の低減と追い払い効果検証を目指した。

本研究における機械学習は、カスケード分類器という対象物の情報をひとまとめにしたファイルを用いて、対象物の色・形態に着目して正誤を判断する方法である。正解画像を8500枚と不正解画像を2080枚用意し、機械学習をさせ、XMLファイルに対象物の特徴を記述していく。Pythonのプログラムでウェブカメラを起動し、動画撮影された対象物を認識し、電子音を発した。カラスが忌避する電子音は、カラス撃退超音波(YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=-5oVliDbMzE>, 2023年5月5日確認)に加えて、20種類の音のうちランダムに1種類の音を発した。PythonAI2.pyでwebカメラでの検知を開始した。

(1) 動作検証

動作検証は、作成したプログラミングがカラスの姿にのみ反応し、正常に作動することで機器から電子音

が流れるか確認することを目的とする。豊橋市自然史博物館において、ハシブトガラス、ハシボソガラス、キジバト *Streptopelia orientalis* (図3)の3種の剥製を用いて検証した。剥製の位置を原点として xy 座標軸をとり、各位置において、センサが鳥類を検知し機器から電子音が流れるか確認した(図4)。次に、剥製とセンサカメラとのあいだの距離を2mに固定し、ハシブトガラスの剥製を、正面(0度)から45度ずつ360度回転させ、各角度においてセンサが鳥類を検知し機器から電子音が流れるか確認した。なお、センサカメラの動作検証作業は、センサカメラは剥製腹部の高さ(35cm)に固定して行った。



図3. キジバト.



図4. センサカメラの動作検証.

(2) 馴化-脱馴化実験 I

本研究では、カラスを検知するプログラムを作成した上で、カラスの電子音に対する馴化と脱馴化に着目して、栽培トウモロコシ食害実験より、農作物被害の低減と追い払い効果検証を目指す。

トウモロコシ食害実験は、浜松市西区馬郡町にある畑で行った(図5、6)。本年度は、2022年10月にサツマイモなどに寄生する害虫アリモドキゾウムシ *Cylas formicarius* が浜松市内で本州初確認された問題を受け、根絶するための緊急防除が浜松市西区と南区の計10地区で始まり、2024年3月末まで対象エリアではサツマイモなどの栽培ができない(中日新聞 <https://www.chunichi.co.jp/article/656568> 最終確認日2023年5月5日)。そのため、一年間遊休となる畑の使用許可を頂いた。

畑のなかに2m×2mの実験処理区を15mの距離をとって6区設けた。6つの処理区は、対照処理区(2区)とカラスの忌避する音のみの忌避音処理区(2区)、ランダムに20種類の音を流すランダム処理区(2区)である。また、地上性哺乳類による侵入防止のために、高さ1mのネットで四方を覆った(図7)。各処理区内40cm間隔で、トウモロコシ種子(トーホク社製あまーいコーンEX)を2粒ずつ播種した。

Pythonとは、今最も注目を集めているプログラミング言語であり、特長として機械学習や深層学習などの最先端分野の開発にも使われているだけでなく、文法が平易なため、プログラミング初心者でも大規模なWebアプリケーション開発が短期間でできる。本研究における機械学習は、カスケード分類器という対象物の情報をひとまとめにしたファイルを用いて、対象物の色・形態に着目して正誤を判断する方法である。正解画像を8500枚と不正解画像を2080枚用意し、機械学習をさせ、XMLファイルに対象物の特徴を記述していく。Pythonのプログラムでウェブ



図5. 機械学習を活用したカラス撃退装置のしくみ.

カメラを起動し、動画撮影された対象物を認識し、電子音を発する。カラスが忌避する電子音は、カラス撃退超音波(You Tube:<https://www.youtube.com/watch?v=-5oVliDbMzE>, 2023 年 5 月 5 日確認)に加えて、20 種類の音のうちランダムに 1 種類の音を発する。pythonAI2.py で web カメラでの検知を開始する。カラス食害の音声に対する脱馴化の効果の評価には、3 つの処理区間でトウモロコシ収穫量を比較することで評価した。



図6．馴化-脱馴化実験Ⅰ(トウモロコシ食害実験)を行った浜松市西区馬郡地区の畑。赤色で示した2か所の畑。

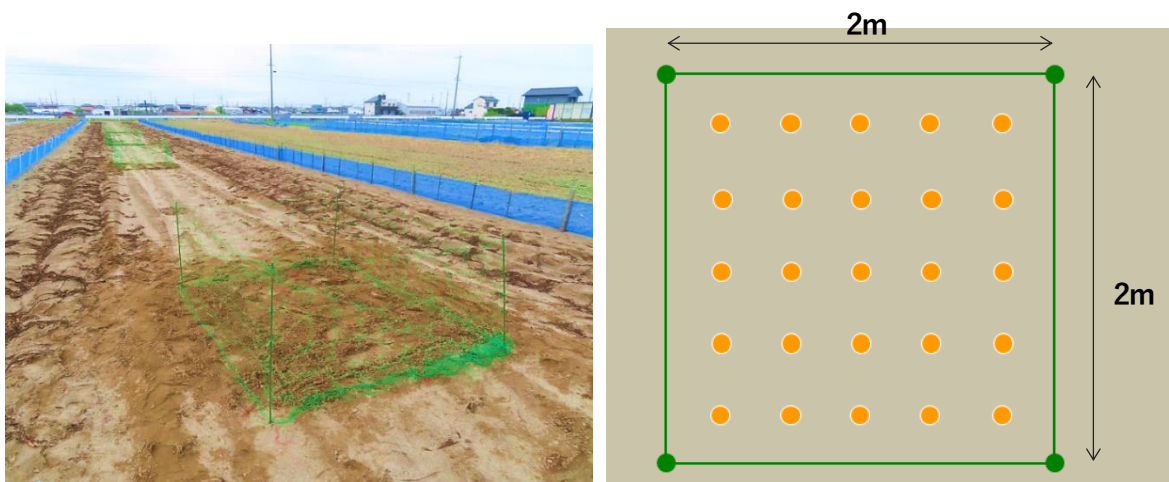


図7．食害実験のための3つの処理区の様子。

(3) 馴化-脱馴化実験Ⅱ

馴化-脱馴化実験Ⅱは、浜松市浜北区小松地区の家庭菜園および北区都田地区のミカン畑横のゴミ捨て場の2地点で行った。実験Ⅰの結果を加味し、装置電源は家庭用コンセントから確保した(図8)。調査は、2023年9月16日から12月9日までの全12週間で、次の3つの処理を1週間ごとに交替した(表1)。1つめは装置の入っていない容器のみが置かれ、カラス接近時に忌避音が流れない対照処理、2つめはカラスの忌避する音のみの忌避音処理、3つめは20種類の音をランダムに流すランダム処理である。これら3つの処理を表1で示した順番で繰り返し行った。また、カラス類への誘引餌として、落花生を20粒ずつ、1週間に1回の頻度で撒いた。カラス食害に対する音声による脱馴化効果の検証は、3つの処理区間での撮影頻度〔撮影回数/100カメラday〕を比較することで評価した。



図 8. 馴化-脱馴化実験Ⅱの装置の仕組

表 1. 馴化-脱馴化実験Ⅱにおける 3 つの処理の組み合わせ.

	浜北/小松	北区/都田		浜北/小松	北区/都田
9 月 18 日 ～9 月 24 日	忌避音	ランダム	10 月 29 日 ～11 月 4 日	忌避音	ランダム
9 月 24 日 ～10 月 1 日	対照	忌避音	11 月 4 日 ～11 月 12 日	対照	忌避音
10 月 1 日 ～10 月 7 日	ランダム	対照	11 月 12 日 ～11 月 19 日	ランダム	対照
10 月 7 日 ～10 月 15 日	忌避音	ランダム	11 月 19 日 ～11 月 26 日	忌避音	ランダム
10 月 15 日 ～10 月 22 日	対照	忌避音	11 月 26 日 ～12 月 3 日	対照	忌避音
10 月 22 日 ～10 月 29 日	ランダム	対照	12 月 3 日 ～12 月 9 日	ランダム	対照

3. 結果と考察

(1) 動作検証

動作検証により、対象物であるハシブトガラスの剥製からの距離が最短で 35cm、最大で 430cm までセンサが反応することが確認できた(図 9)。特に 35cm～300cm で画角が約 60 度以内の範囲であれば、高確率でハシブトガラスを検知できることが示された。

全方位からの反応では、剥製の嘴がシルエットとして認識できる角度では高精度で検知できた(図 10)。しかし、正面(0 度)と 180 度のようにハシブトガラスの嘴が身体に隠れてしまうと検知できなかった。嘴が撮影されているかどうかはセンサでの検知に大きく関わっていることが明らかになった。

ハシブトガラスの代わりにハシボソガラスを用いて、同様にセンサの動作検証を行ったところ、ハシブトガラスと同様に検知することができた。またキジバトでも検知されたことから、大きさや微妙な形状または羽根の色の差異とは無関係に、鳥として認識され検知されたと考えられる。これは、剥製をモノクロ画像に変換しているために、微妙な形状や羽根の色の違いは考慮されなかったのであろう。

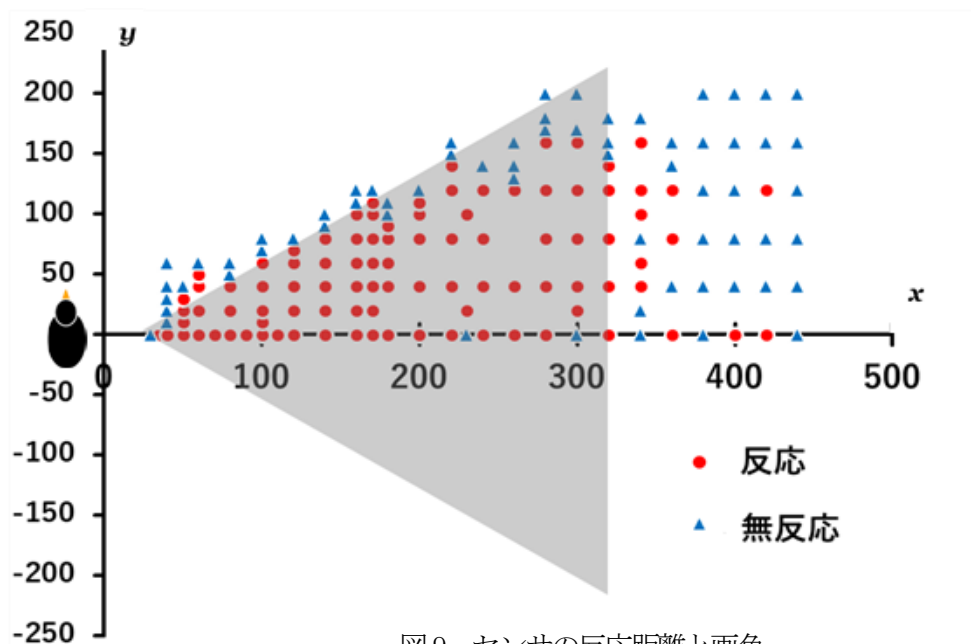


図9. センサの反応距離と画角.

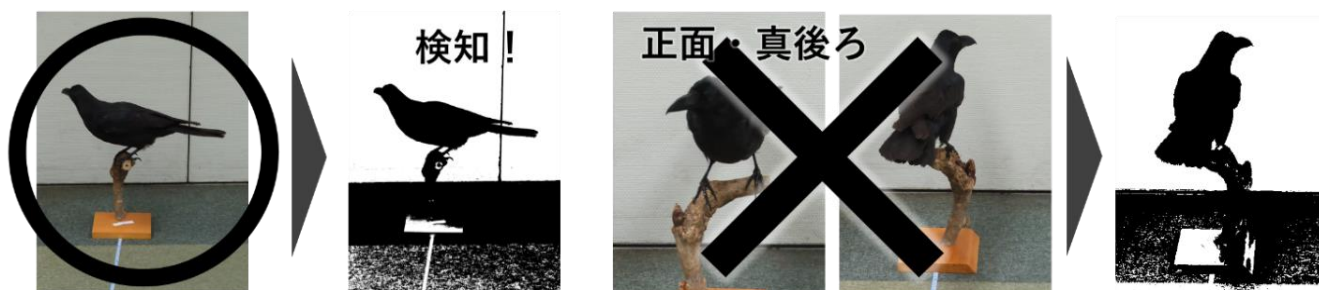


図10. 剥製に対する全方位からのセンサの反応.

(2) 馴化-脱馴化実験 I

全処理区においてほとんどのトウモロコシ果実が食害を受けていた(図11)。また、茎から離れた場所から、トウモロコシ果実のみが地表に転がっていることが多かった。実験終了時に実っていた129本の果実のうち、41本(31.8%)が茎から離れて地面に転がっていた。そのため、カラス類による被害は実際に深刻であると考えられる。食害被害の割合は、対照処理区では22本中18本(81.8%)が被害を受けており、忌避音処理区では57本中41本(71.9%)、ランダム処理区では53本中35本(79.2%)であり、いずれの処理区間でも被害量は大きく、明瞭な差はみられなかった。

このように、全処理区で被害量が大きくなり、被害に差がなかったのは、装置が正常に作動しなかったためである。その原因は、使用した太陽光発電の電力不足のために装置が作動しなかったからである、と考えられる。実際に、回収した装置を解析したところ、センサ検知時刻が全く記録されていなかった。

実験を行った畑周辺では、ハシボソガラスやスズメの姿が頻繁にみられた(図12、図13)。実際に、畑から離れて観察しているとハシボソガラスやスズメがトウモロコシ果



図11. 馴化-脱馴化実験 I の収穫時における処理区(A) . 食害されたトウモロコシ果実(B).

実に接近していた。本実験では、電力不足により装置が正常に稼働しなかった。その結果、鳥類によるトウモロコシ食害の大きさを、改めて実感させられた。また、装置を置くだけでは鳥類による食害を防ぐ効果は全くないことが明らかになった。



図 12. 実験地周辺でみられたハシボソガラス。



図 13. 実験地を見下ろす電線に止まるスズメ。

(3) 馴化-脱馴化実験Ⅱ

浜松市浜北区小松地区の家庭菜園では、全 12 週間を通して、カラス類を含めた鳥類はトレイルカメラで全く撮影されなかった。さらに装置による検知も全くなかった。鳥類以外では、イエネコ *Felis silvestris catus* (図 15) が 29 回、ホンドテン *Martes melampus melampus* が 1 回撮影された。小松地区の家庭菜園は、住宅街のなかにあり、人や車の往来が比較的激しい。そのため、カラス類が家庭菜園へ来訪しなかったと考えられる。

北区都田地区の畑では、全 12 週間でカラス類が 74 回撮影された(図 14)。撮影された動画から、ハシブトガラスとハシボソガラスの 2 種が訪問しているようであった。しかし、確定的な判別は困難であったことから、本研究では流種を判別せずカラス類とする。カラス類以外では、イエネコが 9 回、ハクビシン *Paguma larvata* (図 16) が 2 回撮影された。

自作機器によるカラス類への忌避効果は確認できた。カラス類の訪問が確認された都田地区では、カラス類の 1 週間当たりの訪問回数は対照処理で 2.0 回数/週と最大となり、忌避音処理で 1.5 回/週、ランダム処理で 0.75 回/週と低下した(図 17)。このことより、ランダムに音声を流すことによるカラス類への効果は一定程度確認できた。

カラス類の訪問が確認された都田地区では、カラス類の 1 週間当たりの総滞在時間は対照処理で 8.25 分/週と最大となり、ランダム処理で 3.75 分/週、忌避音処理で 2.75 分/週と低下した(図 18)。このことより、ランダムに音声を流すことによるカラス類への効果は一定程度確認できた。カラスに対して忌避音が突然流れることによってランダムと忌避音の 2 つの処理で滞在時間が短くなったと考えられる。実際に、トレイルカメラで撮影された動画を確認すると、センサがカラス類を検知した 3 回では、カラス類の滞在時間はいずれも 1 分以内に過ぎなかった。

野外においても、自作装置を用いてカラス類を検知し、警戒音声を流すことはできた(図 19)。しかし、センサによる検知率は低かった。ランダム処理では、4 週間でトレイルカメラによりカラス類が 3 回撮影され、そのうち 1 回(33%)だけセンサが検知していた。同じ音を流した忌避音処理では、4 週間でトレイルカメラによりカラス類が 6 回撮影され、そのうち 2 回(33%)だけセンサが検知していた。対照処理では、4 週間でトレイルカメラによりカラス類が 8 回撮影された。トレイルカメラによる撮影動画数と比較することで、カラス類が素早く飛翔しているとき、センサとカラス類との角度によって正確に検知できていないことがあった。さらに、髪の毛や服や大根の葉の影の形をカラス類と誤検知をしてしまう課題があった(図 20)。今後、カラス類検知の精度をより高めることで、実用に向けた検証を重ねたい。



図 14. 都田地区で撮影されたハシボソガラス(A)とカキの実を喰えるハシボソガラス(B).



図 15. 小松地区で撮影されたイエネコ.



図 16. 都田地区で撮影されたハシボソガラス.

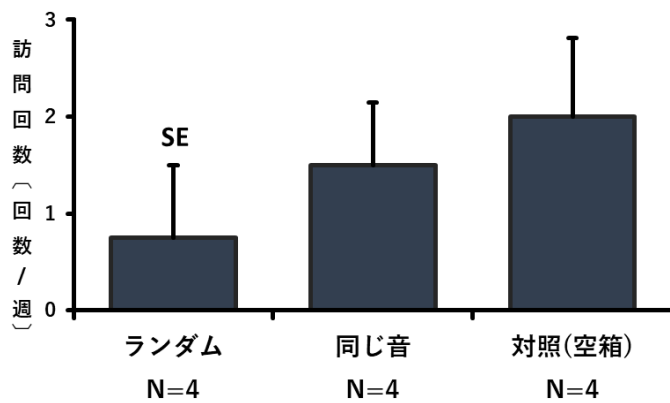


図 17. 都田地区におけるカラス類の1週間当たりの訪問回数.

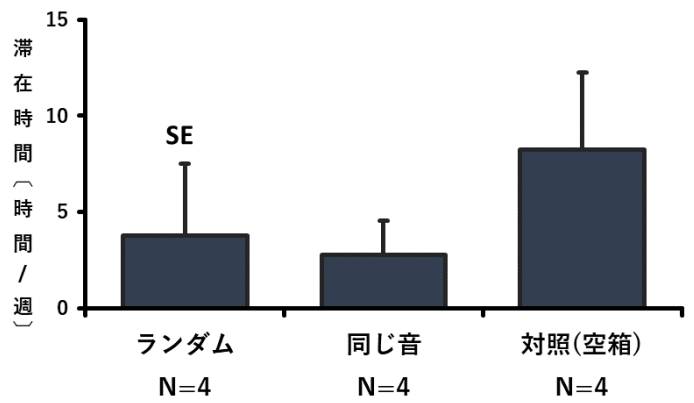


図 18. 都田地区におけるカラス類の1週間当たり滞在時間.



図 19. 自作機器によりカラス類を検知した例.



図 20. 髪の毛、服、大根の葉の陰による誤検知の例。

4. 今後の展望

今後も継続的に実験を行うことでより高精度な検証を目指す。また、より安定してカラスを検出するためにプログラミングの修正、改善を行う。特に誤検知、未検知が多いため、カスケード分類機ではなく、深層学習を用いた物体検出に切り替えることも考えている。

冬になると、ムクドリ *Sturnus cineraceus* が浜松市中心街の街路樹で、集団ねぐらを形成し、フンや騒音などの公害を生じさせて問題となっている。今後は、ムクドリについても被害軽減に向けた対策の提案を行いたい。

5. 謝辞

本研究は、山崎自然科学教育振興会からの助成金をもとに研究を進めてきました。また、豊橋自然史博物館の安井謙介主任学芸員のご厚意により、ハシブトガラスをはじめとする鳥類の剥製を用いたセンサの有効性検証作業が可能となりました。心より謹んで感謝いたします。

6. 参考文献

- 中日新聞(2023) サツマイモ栽培 1 年禁止 浜松市西区、南区 10 地区 アリモドキゾウムシ本州初確認で緊急防除始まる. <https://www.chunichi.co.jp/article/656568>, 2023/5/5 確認.
- 樋口広芳・森下英美子(2000) カラス, どこが悪い!?. 200. 小学館, 東京.
- 池田真次郎(1957) カラス科に属する鳥類の食性に就いて. 鳥獣被害報告 16 : 1-123.
- 犬飼哲夫・芳賀良一(1953) 北海道に於けるカラスの被害と防除の研究(Ⅲ) 特にカラスの食性と農業との関係. 北海道大学農学部紀要 1 : 459-484.
- 京都新聞(2023) カラス、AI で撃退 姿を識別、嫌がる音を流す, <https://www.kyoto-np.co.jp/articles/-/892783>. 2023/5/7 確認.
- 協和テクノ. カラス用心棒 2 KRS-200 : <https://www.kyowatecno.jp/jyugai/k-yo-jinbo02/>. 2023/5/7 確認.
- 農林水産省農村振興局農村政策部鳥獣対策・農村環境課(2022) 全国の野生鳥獣による農作物被害状況について(令和 3 年度). https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/hogai_zyoukyou/attach/pdf/index-16.pdf, 2023/5/5 確認.
- 杉田昭栄(2010). ハシブトガラスの識別能力. カラスの自然史 系統から遊び行動まで(樋口広芳・黒沢玲子編著) 201-218. 北海道大学出版, 北海道.
- 山口恭弘(2019) 鳥害の現状と最近の対策. 農作業研究 54 (2) : 65-74.
- 吉田保志子・百瀬浩(2010) 農村におけるカラス 2 種の環境利用と種間関係. カラスの自然史 系統から遊び行動まで(樋口広芳・黒沢玲子編著) 41-52. 北海道大学出版, 北海道.
- You Tube 【カラス撃退音】実証済 Bluetooth スピーカーでカラスを墜落避難させた無音に近い音 犬猫ペット静かになる音 オリジナル音源/ Crow Repellent(2018)/Hapus gagak youtube.com/watch?v=-5oVliDbMzE, 2023/5/5 確認.