

サイエンス部 2年 伊勢惟人 他2名

A photograph showing a dense field of large, green lotus leaves. Some leaves are fully open and show a prominent central vein. A few white lotus flowers are visible, some in full bloom and others as buds. The leaves are large and rounded, with some showing signs of wear or damage. The overall scene is a lush, green aquatic environment.

A photograph of a duck, possibly a Merganser, swimming in green water. The duck has a long, pointed orange beak and a white stripe running through its eye. Its feathers are dark brown with some lighter patches. The water is a vibrant green, and the duck's reflection is visible below it.

カルガモの繁殖・育雛期
2023/5/6~2023/7/22

100m×100mの格子

格子内に蓮田が存在

蓮田のある格子に隣接

カルガモ個体数

- 1
- 2~3
- 4~6
- 7~10
- 11~15
- 15~

図3. 繁殖・育雛期のカルガモの分布と蓮田の関係.

そのなかでも特に、繁殖・育雛期にカルガモ *Anas zonorhyncha* が、蓮田とその周辺の環境を高頻度で利用していることが明らかになった(図2、図3)。しかし、野鳥調査だけではカルガモが育雛期に蓮田を選好していることがわかって、なぜ水路や稲田よりも蓮田を選好するのかについては明らかにすることができなかった。そこで、本研究では、繁殖・育雛期のカルガモが蓮田を選好する理由を解明することを目的とする。

2. 仮説

カルガモが蓮田を選好する理由を、環境的要因に着目して解明しようと考え、以下の3つの仮説を立て検証を行った。

- (1) 蓮田内部はハスの葉や茎が繁茂し、外から内部を見ることは困難である。カルガモ雛にとって、地上から襲うイタチ *Mustela itatsi* などの哺乳類やシマヘビ *Elaphe quadrivirgata*、上空から襲うハシボソガラス *Corvus corone* や猛禽類などの天敵から身を隠す場として蓮田は最適な環境である。
- (2) カルガモ雛は親鳥に自分の位置を知らせるためによく鳴く。その鳴き声が密生するハスの葉や茎で吸収され、蓮田外部の天敵まで届かない。
- (3) 蓮田内部に繁茂する面積が大きなハスの葉により生じる日陰により、カルガモ雛が夏の直射日光や高温または降雨を避けることができる。

3. 方法

3-1. 蓮田の周辺部からの可視率および上空からの隠蔽率

カルガモ雛には、地上にいる哺乳類や爬虫類に加えて上空にも猛禽類やカラス類のような天敵が存在する。そのため、蓮田周辺や上空の天敵から、どのくらい蓮田内部にいるカルガモ雛が隠蔽されているか明らかにする必要があると考えた。調査地点は、浜松市西区西神ヶ谷町の蓮田である。蓮田内部と蓮田外の畔に黄色の板(縦 100cm×横 150cm×高さ 180cm)を用意した(図4)。蓮田内部では、水面に浮かせた発泡スチロール製の台上に黄色の板を立てて載せた(図5)。蓮田外でも同様に発泡スチロール製の台上に黄色の板を載せた。黄色の板を、地上 30cm の高さに設置したスマートフォン(iphone SE)で撮影した。その後、黄色の板を蓮田畦のカメラから 1m ずつ最大 5m まで遠ざけた。蓮田外部で 1m の距離のときに撮影された黄色の板の認識された画素数を 1 としたとき、各地点で黄色の板が認識できた画素数の割合を算出し、可視率とした。黄色の板の画素数の算出には、画像内の黄色の板だけに反応し、割合を算出するプログラムである色識別プログラムを用いた(図6)。

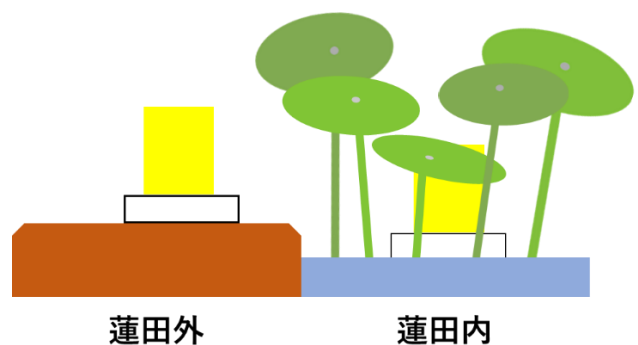


図4. 蓮田内外の可視率の算出方法.



図5. 可視率測定時の黄色の板.

可視率(%)

【作成したプログラム】

```
import cv2
import numpy as np
from numpy import sum
from matplotlib import pyplot

filename = "IMG_0916.jpg" # 画像のファイル名を入力

img = cv2.imread(filename)
height = img.shape[0]
width = img.shape[1]

# 蓮の色の範囲
minBGR = np.array([134, 196, 200])
maxBGR = np.array([220, 251, 251])

# マスクの定義
maskBGR = cv2.inRange(img, minBGR, maxBGR) # 面積計算用の白黒マスク
resultBGR = cv2.bitwise_and(img, img, mask=maskBGR) # 確認用のカラーマスク
#cv2.imshow("Result mask", maskBGR)
cv2.imshow("Result BGR", resultBGR)
cv2.waitKey(0)

# マスクの面積率を算出
print("Ratio is :", sum(maskBGR) / 255 / height / width * 100, '%')
```

```
Microsoft Windows [Version 10.0.22621.2134]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 3.013780301944444 %

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 2.495320638020833 %

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 2.430555555555556 %

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 2.670796712239583 %

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 4.024251302083334 %

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 3.9777967664930554 %

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 3.064982096354167 %

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 3.006320529513889 %

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 3.512234157986111 %

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 1.9670274522569444 %

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 2.215406629774306 %

C:\Users\chiis>python lo.py
Ratio is : 1.378716362847222 %

C:\Users\chiis>python lo.py
```

図6. 可視率測定のために作成した色識別プログラム。

蓮田上空からの隠蔽率は、ドローン(無人航空機 UAV)を蓮田全体が撮影できる最大高度まで上昇させて、撮影した画像をもとに算出した。撮影画像に上記の色識別プログラム(図6、ハスの葉の色にだけ反応)を使用し、可視率算出時と同様の方法で蓮田全体を1としたときのハスの葉で覆われている割合を隠蔽率として算出した。ハスの葉の色は均一ではないため、さまざまなハスの葉の画像から色の範囲を色特定サイト(画像から色のRGBとカラーコードを調べるスポイトツール - PEKO STEP (peko-step.com)を用いて指定した。

3-2. ハスの葉の大きさ、高さと傾斜角

ハスの葉の大きさ、高さと傾斜角の調査は、蓮田の東西南北方向の畔と蓮田内中心部を通る直線上の合計5か所においてラインセンサス調査を行った(図7)。縦と横のハス葉の大きさを測定し、平均値の1/2倍を半径とみなして、蓮田の面積を算出した。ハス葉の高さは水面から葉の付け根までの距離とした。傾斜角は葉と茎のあいだの角を傾斜角としてデジタル傾斜計(Weyto11社製)で測定した。

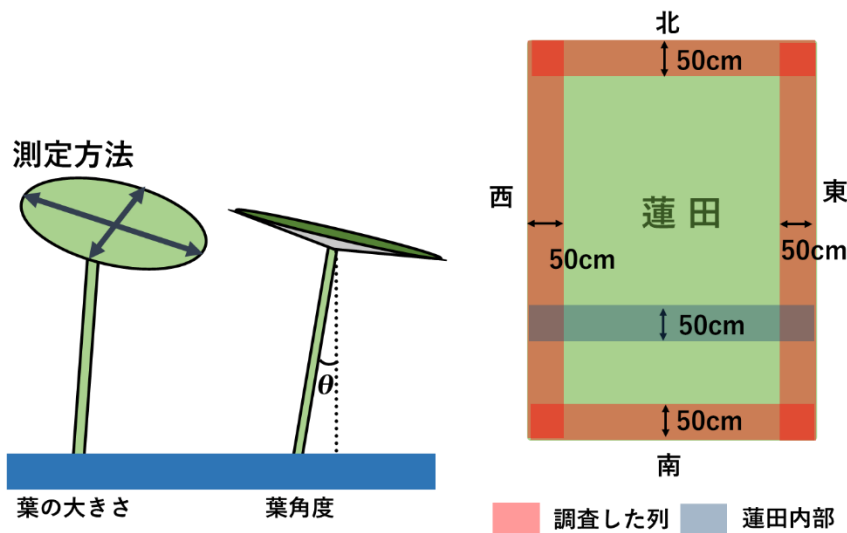


図7. ハスの葉の大きさ、高さ、傾斜角の測定方法。

3-3. 蓮田内外の葉における吸音効果

カルガモ雛の鳴き声が、蓮田内に繁茂した葉や茎によって吸音される効果を明らかにすることを目的として実施した。蓮田畦と蓮田内部からスマートフォンを用いて一定の音(最大音量)を発して、騒音計を基準として1mから10mまで1mずつ等間隔で音量の変化を騒音計で測定した。蓮田内部では棒の先端にスマートフォンを固定して、畦から2m内部の場所から音を発した。

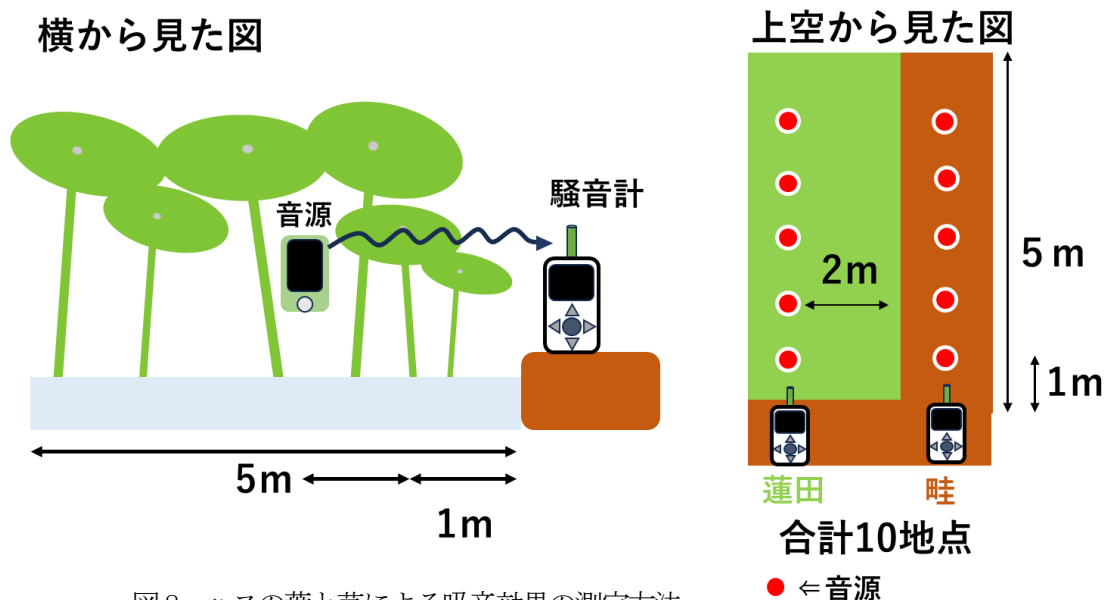


図8. ハスの葉と茎による吸音効果の測定方法.

3-4. 蓮田内外の温度

蓮田内外の温度は、蓮田畦地表面、蓮田内のハス葉表面、蓮田内水面の3地点で温度を測定した(図9)。温度測定にはサーモカメラ(HIKMICRO社製)を用い、各地点で8反復測定した。サーモカメラで撮影した画像から最高気温と最低気温、画像内の平均気温を記録した。

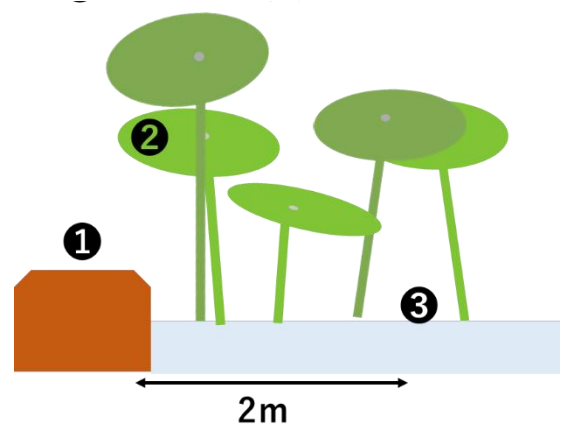


図9. 蓮田内外の測定方法.

①蓮田畔地表、②蓮田内のハスの葉表面、③蓮田内水面.

3-5. 降雨に対する被覆効果

降雨に対するハス葉の被覆効果検証は、蓮田内水面と蓮田外畔の2地点において行った(図10)。水面に浮く発泡スチロール台上に、縦10cm×横10cm×高さ3cmのスポンジ(図11)をとりつけ、蓮田外と蓮田内の2地点に3つずつ合計6個設置し、実験は3反復行った。スポンジは降雨の予想される日の朝に、蓮田内外の同じ地点に設置し、12時間後に回収した。スポンジの質量は回収した直後、調査地で電子天秤を用いて質量を計った。スポンジ設置前と回収後の質量変化から被覆効果を評価した。

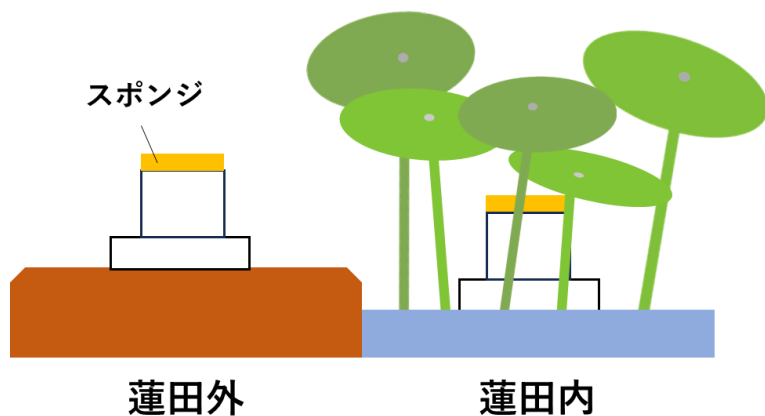


図 10. 降雨に対する被覆効果の測定方法.

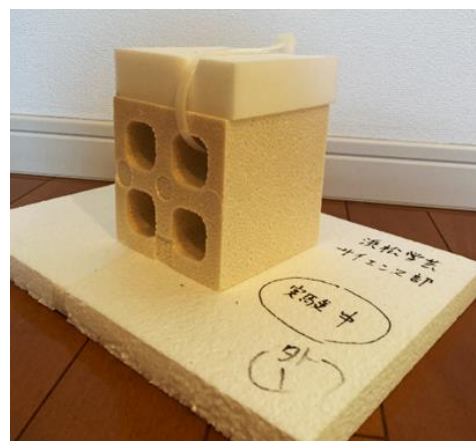


図 11. 質量変化測定用のスポンジ.

4. 結果と考察

4-1. 蓮田の周辺部からの可視率および上空からの隠蔽率

蓮田外部と比較した蓮田内部の可視率は、畔から 1m 離れただけで 24.3% に急減した。しかし、2m より距離が増加しても可視率に大きな変化はみられなかった(図 12)。目視では、蓮田内部に 5m よりも内部になるとほとんど認識できない。ハスの葉が一部、太陽光が原因で板の黄色に近い色として認識されてしまったことが、5m 地点でも可視率が低下しなかったのではないだろうか。

蓮田を上空から撮影した 3 枚の画像から算出したハスの葉による被覆率は、65.4% にも達した(図 13)。

ハスの葉や茎が繁茂している時期には、蓮田に生息するカルガモ雛は上空や側面からの隠蔽効果は大変大きなものであると考えられる。さらに、羽が生えそろう前のカルガモの雛の体色は茶色であり、蓮の葉が茂った日陰のなかでより目立たなかった。

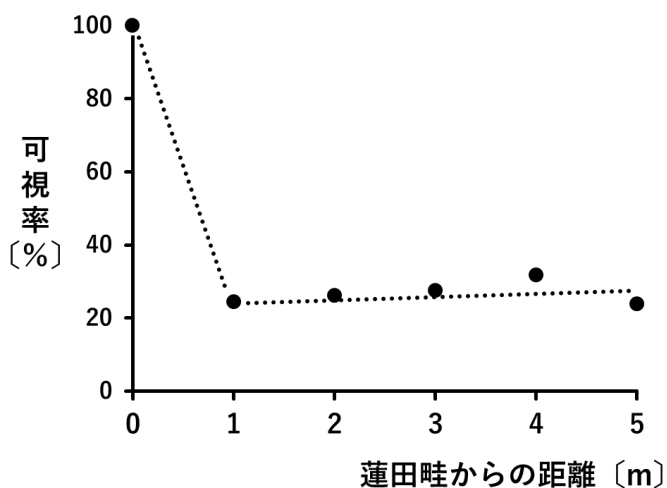


図 12. 黄色い板の可視率と蓮田畔からの距離.

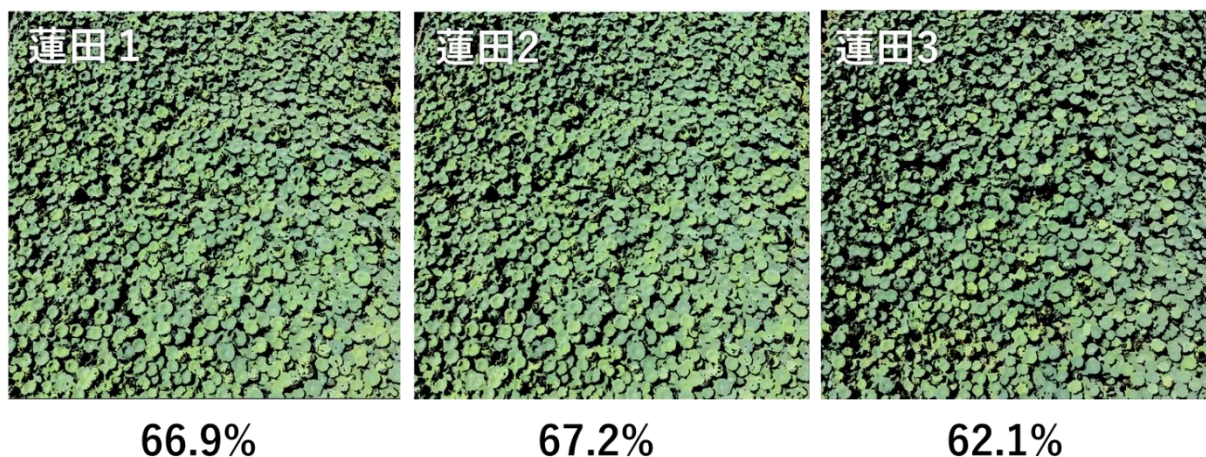


図 13. 3 つの蓮田の隠蔽率.

4-2. ハスの葉の大きさ、高さと傾斜角

ハスの葉の大きさと葉の傾斜角には関連はなかったが、蓮の葉が傾く方角と畔の方角には強い正の相関がみられた。例えば、蓮田の東側の畔でみられたハスの葉では、東側に傾いている茎の割合が全体の 82. 6%と著しく高かった。他の方角の畔においても、同様に畔の方角と同方角にハス葉が 70%以上の確率で傾斜していた。それに対して、蓮田中心部では、ハス葉は真上を向いている傾向が高かった。蓮田の周りの葉がそれぞれ中心から外側に傾斜しており、中心部は真上を向いていた。このことから、ハスの葉がドーム状に蓮田の全体を覆うことで内部が見えづらくなっていると考えられる。



図 14. 5 つのラインセンサス上のハスの葉が傾いていた方向.
※四角形の面積の大きさが各方向に傾いているハスの葉の割合を示している.

4-3. 蓮田内外の葉における吸音効果

蓮田内外では、距離 4m〜8m で音の大きさに大きな変化がみられた。特に、7m の地点では 10dB の差がみられた(図 15)。10dB は小さな差異のようにみえる。しかし、50dB は静かな事務所、60dB は普段の会話であり (sumulie(2020 年 12 月 20 日) ブログ生活音で騒音になる基準と目安とは db で徹底比較 <https://sumulie.com/blog/?p=758>. 2023 年 11 月 25 日確認)、10dB は大きな差であると考えられる。このことより、蓮田に繁茂するハス葉や茎による吸音効果を確認することができた。また、騒音計から 10m 以上離れた地点では、近くの道路の走行音や風による葉擦音などの環境音による影響で差異がみられなかった。

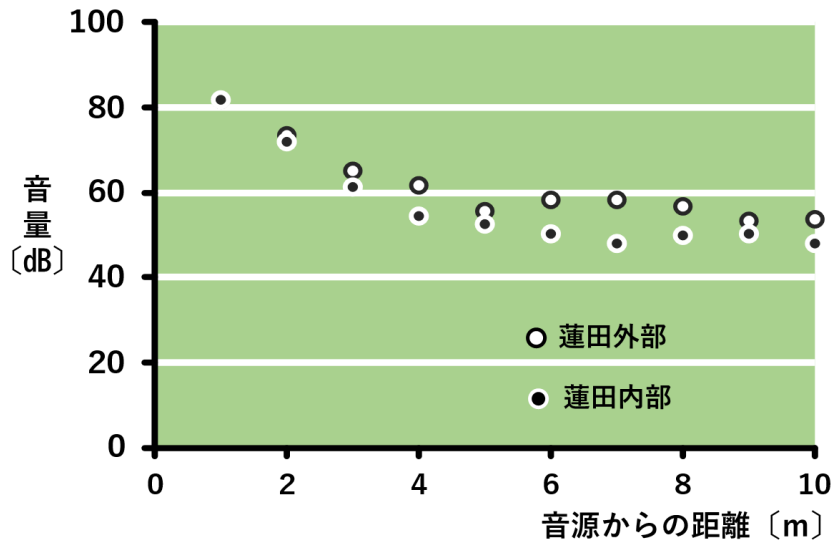


図 15. 蓮田内外の音源からの距離ともなう音量の変化.

4-4. 蓮田内の気温、降雨に対する被覆効果

測定した3地点の8反復における平均気温は、蓮田水面(32.9℃)と蓮田内部の葉表面(32.2℃)であり、もっとも高温であった蓮田畔の地表面温度(46.4℃)と比較して、約15℃も低くなっていた(図16)。蓮田内部はハスの葉に覆われ被陰されていたのに加えて、水面からの気化熱の効果により、蓮田畔の地表面よりも気温が低くなったのではないだろうか。

また、降雨時に設置したスポンジの質量変化は、蓮田外部が平均113.4g(N=9)であったのに対して、蓮田内部が平均56.1g(N=9)と半分しかなかった(図17)。降水量が多いときであっても、蓮田内部に降り込む雨の量はハスの葉に遮られ減少していたのだろう。

以上より、夏季の著しい高温による影響を回避したり、羽毛が生えそろう前の雛が降雨で身体が濡れ、体温低下するのを防ぐことができる点で、蓮田がカルガモ雛の生育に適した環境である可能性が示された。

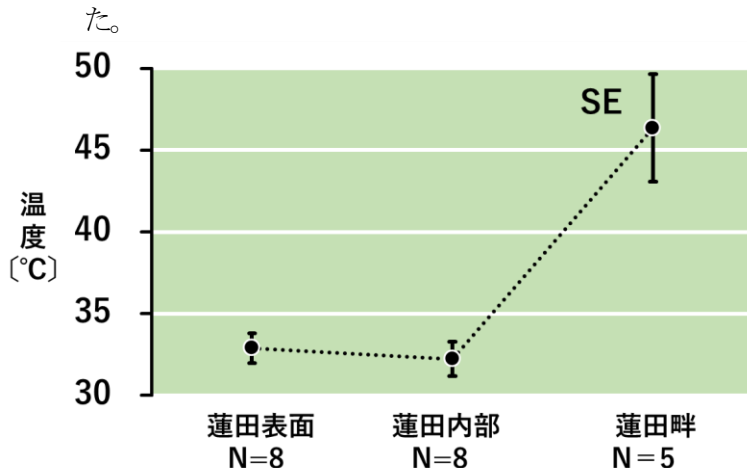


図16. 蓮田内外の3地点における気温。

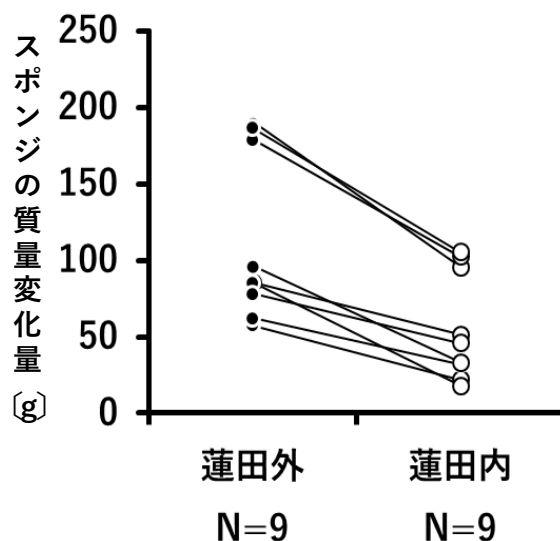


図17. 降雨時における回収前後のスポンジの質量変化。

5. まとめ

本研究より、繁殖・育雛期のカルガモからみたとき、以下の2つのはたらきがある。1つめは、蓮田内部は上空、周辺から襲う天敵から雛を隠すことができる。2つめは、直射日光による高温や降雨による体温低下から雛を守ることができる。以上より、天敵が多く初夏から真夏にかけて育雛するカルガモにとって、蓮田は最適な環境であることが明らかとなった。

蓮田内部の可視率が畦から1m離れると24.3%に急減したことから、蓮田外部の畔から1m以上先は視認困難であった。上空からの蓮田被覆率では平均65.4%と大きな値であり、日陰にいる茶色の羽毛の雛は認識しづらいと推定される。さらに、ハスの葉が蓮田全体をドーム状に覆っていることから、真上だけでなく全方位から内部をみることは困難である。以上より、蓮田内部にいるカルガモ雛は、イタチやカラスなどの天敵から発見されにくいのではないだろうか。

蓮田内外で音の大きさに差異がみられた。このことから、繁茂したハスの葉や茎が音を吸収することで、親鳥に自分の位置を知らせるために頻繁に鳴く雛にとって、蓮田は周囲の天敵に気づかれにくい最適な場所である。蓮田内部の気温は外部と比較

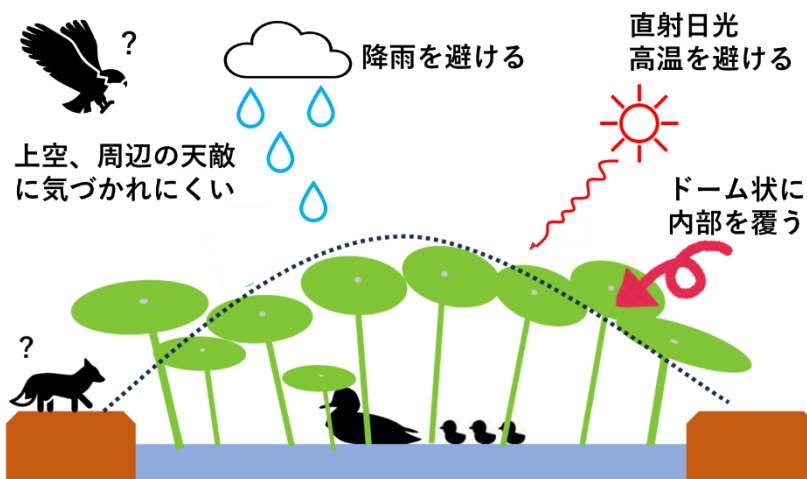


図18. 繁殖・育雛期のカルガモからみた蓮田の環境。

して約 15℃低く、蓮田内外では大きな気温差があった。調査日の気温は 35℃を超えており、カルガモ雛にとって外部より 15℃低い蓮田内部は快適な環境である。

蓮田内部のスポンジの質量変化が、蓮田外部と比較して 1/2 しかなかったことから、繁茂したハスの葉には蓮田内部に雨を降り込ませない役割がある。ハスの葉は撥水性が高いうえに、葉がドーム状に生えていることが、雨が内部に降り込まない主要因と考える。まだ羽毛が生えそろうていないカルガモ雛にとって雨は体温低下につながる(図 19)。したがって、蓮の葉による被覆効果により、身体が濡れることによる雛の体温低下防止につながる。

6. 今後の展望

本研究では、繁殖・育雛期のカルガモが蓮田を頻繁に利用する理由を、天敵の視覚、音、気温、降雨の 4 つの環境要因に着目して調査した。しかし、これら 4 つ以外にも餌のようなカルガモが蓮田を利用する要因があると推定される。環境要因だけでなくその他の要因について、カルガモを中心とするカモ類が、蓮田を利用することによるメリットをさらに追究していきたい。

近年、浜松市ではカモ類や南アメリカ原産ネズミ科の特定外来生物ヌートリア *Myocastor coypus*(図 20)による蓮根の食害被害が問題になっている。カモ類は越冬のために飛来し、日暮れから早朝にかけて蓮田に集まり、収穫前の蓮根を食害する。被害が深刻な場合は、一度のカモ類の訪問で 5~10%の蓮根が食害される(朝日新聞 2022 年 3 月 25 日、畑に集まり蓮根がぶり…増えるカモの食害 レーザーを使った対策も www.asahi.com/articles/ASQ3S6QB2Q33U0HB001.html 2023 年 11 月 26 日確認)。これ以上、カモ類やヌートリアによる蓮根食害被害を拡大させないためにも、現地にカメラなどを設置して定量的なデータを集め、公共機関や蓮根農家と連携をして、被害状況把握と明確なデータに基づく被害対策の立案について議論できるように研究を進めていきたい。



図 19. カルガモの親鳥と雛。



図 20. 蓮田に設置した罠で捕獲されたヌートリア。

7. 謝辞

本研究は、たけむら農園様のご厚意により、調査目的のために蓮田内や畔へ踏み込むことを快く承諾いただいたおかげで、研究を進めることが可能になった。心より、感謝申し上げます。

8. 参考文献

- 朝日新聞デジタル(2022 年 3 月 25 日)畑に集まり蓮根がぶり…増えるカモの食害 レーザーを使った対策も www.asahi.com/articles/ASQ3S6QB2Q33U0HB001.html 2023 年 11 月 26 日確認。
- 中日新聞. 2022 年 1 月 4 日朝刊. 湖(うみ)は、いま 第 6 部ウナギ新時代「廃業」.
- 浜松市役所産業部観光・シティプロモーション課 ‘ ‘太陽光発電の導入量日本一! ~固定価格買取制度に基づく全出力を合計した太陽光発電設備の市町村別導入量~ ’ ’ (2015-8-3) <https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/miryoku/kawarahan/2015/0731.html> (2023-1-7 確認).
- 嶋田哲郎・牛山克巳・神山和夫・高橋佑亮・鈴木透・小川健太 (2019) ドローンを活用したガンカモ類調査ガイドライン. ガイドライン編集委員会 内沼環境保全財団・公益財団法人宮城県伊豆沼, 宮城県 [drone_guideline.pdf](https://www.izunuma.org/drone_guideline.pdf) izunuma.org 2019 年 3 月発行.
- sumulie ブログ(2020 年 12 月 20 日)生活音で騒音になる基準と目安とは db で徹底比較 | . <https://sumulie.com/blog/?p=758>. 2023 年 11 月 25 日確認.