

自家製ふ化器の研究（抜粋）

浜松市立北浜東小学校

6年 加藤 百恵

1 研究の動機

今年の5月頃、校庭で野鳥（ムクドリ）の卵を拾い、自家製ふ化器で温めた。しかし、卵がふ化しなかったことから、自家製ふ化器の製作について研究を行った。

2 研究方法

野鳥の卵を温めた際に製作した自家製ふ化器の問題点を上げ、それらを解決するための実験を行った。電化製品の位置や材料を変え、温度や湿度を計測し、比較・検証を行った。

3 卵が人工ふ化するために必要な条件

- (1) 温度・・・鳥種により異なるが、主な鳥種の適切温度は37.5度
- (2) 湿度・・・50%前後
- (3) 転卵・・・1日最低でも4回。1回の転卵角度は90度
※ 湿度は、鳥種に関わらずふ化予定日の1～4日前には約65%まで上げる。
※ 転卵は、ふ化予定日の2～3日前に止める。

4 ふ化日数と繁殖時期

鳥種によりふ化日数は異なり、ふ化までの日数は、温湿度の条件や個体差により異なる。

- (1) ムクドリのふ化日数・・・12～13日
- (2) ムクドリの繁殖時期・・・4～6月

5 ムクドリの卵を12日間温めた時の自家製ふ化器について

- (1) 使用した物



- ア ①ダンボール（電気アンカが入るサイズ） 1 箱
- イ ②ひざ掛け用毛布 1 枚
- ウ ③電気アンカ（縦 27 c m×横 38 c m） 1 台
※ 温度の表示がなく、つまみを回し、大まかな温度調節が出来るもの。
- エ ④電気アンカに巻くタオル 1 枚
- オ ⑤温湿度計（100 円ショップで購入。目安計との表示あり。多少の誤差あり） 1 個
- カ ⑥料理用温度計（卵の接触面の温度計測に使用） 1 本
- キ ⑦台所用ふきん（加湿用） 2 枚
- ク ⑧キッチンペーパー（加湿用） 数枚
- ケ ⑨台所用ふきん（卵の設置面に敷く用） 1 枚
- コ ⑩アクリル毛糸の台所用スポンジ（卵の設置面に敷く用） 1 枚
- サ ⑪小物入れ（百円ショップで購入。⑨・⑩を敷いて卵を入れるため） 1 個
- シ ⑫ジャム瓶（加湿用） 1 瓶
- ス ⑬おもちゃの木製ベッド（電気アンカの上に置く台として使用） 1 個
※ 台座までの高さ 4.5 c m
- セ ⑭カイロ（加湿用） 2 枚

(2) 設置の仕方

試行錯誤を繰り返し、12 日間で 5 回変更した。

(3) 自家製ふ化器の反省点

- ア ふ化器の温度と湿度が安定するまで入卵しない方が良かった。
- イ ふ化器内で温度差があり、卵の設置場所しか適温にならなかった。
- ウ 卵の接触面が高温になりやすかった。
- エ 湿度をあまり気にしていなかった。また適切な湿度まで上げることが出来なかった。
- オ 室内温湿度にふ化器の温湿度が影響されてしまった。
- カ カイロを使用してしまった。
（カイロは発熱時に酸素を消費するので、卵が酸欠になる恐れがあった。）
- キ ふ化器を移動させない方がよかった。（大きく環境を変えない方がよかった。）
- ク 転卵の仕方が不適切だった。
- ケ 検卵をしすぎた。（卵の温度が低下する。動かし過ぎは成長に影響する可能性がある。）

6 温湿度が安定したふ化器を作るための反省点と改善策

(1) 反省点

- ア 電気アンカの電源が自動で切れるか分からなかった。また、温度の表示がなく、温度調整に苦労した。
- イ ふ化器内に温度差があり、卵の設置場所しか適温にならなかった。また、卵を下から温めると卵の接触面に熱がこもり、卵が熱くなりすぎた。

(2) 改善策

- ア 電気アンカの表面温度を調べる。また、電気アンカの連続使用時間を調べる。
- イ ふ化器全体が均一に温まる電気アンカの位置と卵の接触面に影響の少ない電気アンカの位置を調べる。

7 電気アンカ以外で使用出来る電化製品を探す

小鳥用ヒーター（縦 13 c m×横 8.5 c m）が安価で入手しやすかったため、電気アンカと小鳥ヒーターで実験を行うことにした。

8 私の予想と構想

(1) 電気アンカの場合

ア ダンボールの中に小さなダンボールを入れて上面から温め、ファンを取り付ける。

理由は、上面から温めれば接触面が熱くならないのではと考えたから。また、小さなダンボールを入れることで保温され、ファンによって温湿度が均一になると考えたから。

イ 窓をつける

理由は、上から開けて熱を逃してしまわないように側面から開閉出来るようにするため。また、転卵が簡単に出来るようにするため。

(2) 小鳥ヒーターの場合

小鳥ヒーターが丁度入る大きさのダンボールを使い、上面から温める。ダンボールが小さいのでファンは取り付けない。

理由は、小鳥ヒーターは小さいので、丁度入る大きさのダンボールに入れば温度が上がると考えたから。また、上面から温めれば接触面が熱くならないと考えたから。

9 温度に関する実験

(1) 実験1 電気アンカの表面温度を調べる。

実験結果

電気アンカの表面温度を 30 分置きに計測した。その結果、表面温度に温度変化があることが分かった。しかし、30 分置きの計測では正確な温度変化が把握できなかったため、次の実験2を行った。

(小鳥ヒーターは、表面温度が分かっていたので実験しなかった。)

(2) 実験2 電気アンカと小鳥ヒーターの温度変化を調べる。

実験結果

電気アンカと小鳥ヒーターの表面温度を 1 分おきに 60 分計測した。その結果、電気アンカは温度の低下と上昇を繰り返した。最高温度と最低温度の差は、11 度前後だった。小鳥用ヒーターは、約 40 度を保った。

(3) 実験3 電気アンカの連続使用時間を調べる。

実験結果

電源を入れてから 12 時間経過しても切れることはなかった。また、椅子との接触面の温度も計測した。接触面の温度は電気アンカの表面温度より 10~15 度高くなることが分かった。また、接触面の温度も最高温度と最低温度で 9 度の差があった。

(小鳥ヒーターは、電源が切れないと分かっていたので実験しなかった。)

(4) 実験4 ふ化器内全体が均一に温まる電化製品の位置と、卵の接触面が熱くなりすぎない電化製品の位置を調べる。

ア 実験方法

ふ化器を製作し、ふ化器内全体が均一に温まる電気アンカの位置と、卵の接触面が熱くなりすぎない電気アンカの位置を調べる。また、同様の実験を小鳥ヒーターでも行い、電気アンカと比較する。電気アンカと小鳥ヒーターの設置位置は下記の通りとする。

(ア) 上面に設置する場合

(イ) 側面に設置する場合

(ウ) 底面に設置する場合 (底に設置し、距離を空けて小物入れを置く場合)

(エ) 直置きする場合 (底に設置し、その上に小物入れを置く場合)



計測は、卵の設置場所内、卵の接触面、ふ化器内、室内の計4か所の温度とした。

卵の接触面以外は湿度も計測する。

計測は1時間おきに5時間までとする。

ふ化器内全体を均一に温めることが目的なので、温度はふ化の適温（約37.5度）としない。

イ 実験結果

ふ化器内全体が均一に温まる位置は直置き以外大差がなかった。

卵の接触面が熱くなりすぎない位置も直置き以外大差がなかった。

電気アンカと小鳥ヒーターいずれの場合も同じ結果となった。

しかし、この実験が成功したとは言えないと父に指摘された。

ウ 父から指摘されたところ

(ア) 室温とふ化器内の温度が同じくらいであるため、ふ化器内と卵の設置場所に温度差が少なかったこと。

(イ) ふ化器内に設置した計測器と熱源との距離が実験ごとに違ったこと。

エ もっと良い結果を出すには

ふ化器を保温し、温度を上げて、ふ化の適温（約37.5度）にする。ふ化器内の温度の計測は、ど

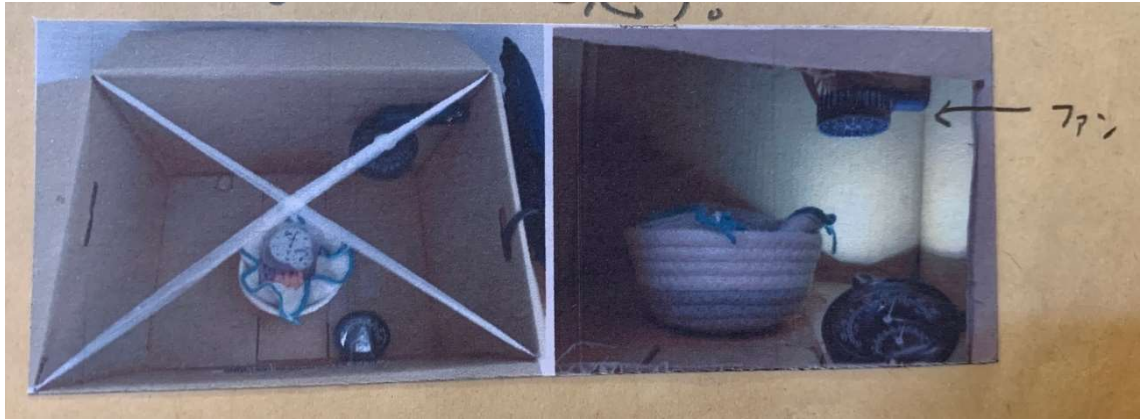
の実験でも計測器と熱源との距離を同じにし、ふ化器内それぞれの面の表面温度も計測して比較する。

- (5) 実験5 ふ化器内にファンを取り付けた場合、ふ化器内の温度がより均一になるのかを調べる。

ア 実験方法

実験4と同じふ化器（電気アンカを上面に設置した物）の右はし（側面上部）に風が真下に吹くようにファンを取り付ける。計測は、実験4と同じやり方で行う。

実験終了後、実験4のふ化器（上面に設置・ファンなし）の結果と比べる。



イ 実験結果

ファンを取り付けた方が早くふ化器内が温まることが分かった。

ファンを取り付けても、取り付けしていない場合と比べて大きな差は出なかった。

ファンを取り付けても、元々ふ化器内にあまり温度差がないため、ふ化器全体の温度が均一になったとは言えない結果となった。

実験4の結果と一緒に父に見てもらったところ、実験5も成功したとは言えないと指摘された。

ウ 父から指摘されたところ

実験4と同じ条件で実験したため、温度差が少なかったこと。

ファンの風が卵の設置場所に入らないようにしたため、卵の設置場所に熱がたまり、均一に対流させることが出来なかったと思われること。

エ もっと良い結果を出すには

ふ化器を保温し、温度を上げて、ふ化の適温（37.5度）にする。

ふ化器内の温度の計測は、どの実験でも計測器と熱源の距離を同じにし、ふ化器内それぞれの面の表面温度も計測して比較する。

ファンの風が卵の設置場所内にもあたるように取り付ける。

- (6) 実験6 ふ化器内が適温で均一に温まり、卵の接触面が熱くなりすぎないふ化器を製作する。

実験4と5で良い結果を出せず、ふ化器内全体が均一に温まり、卵の接触面が熱くなりすぎない電化製品の位置については分からない。また、実験4と5をやり直す時間も無くなってしまったため、実験6では今まで調べた結果や、自分なりの予想で目標のふ化器を作ってみることにした。

ア 実験方法

実験4で使用した電気アンカと小鳥ヒーターのふ化器を改良・保温し、目標のふ化器を作る。

電気アンカは上面から温める。小鳥ヒーターは、上面・側面・底面の設置で3つ製作する。保温の条件は同じにしない。

イ 改良・保温したふ化器の説明

(ア) 電気アンカ (上面に設置)



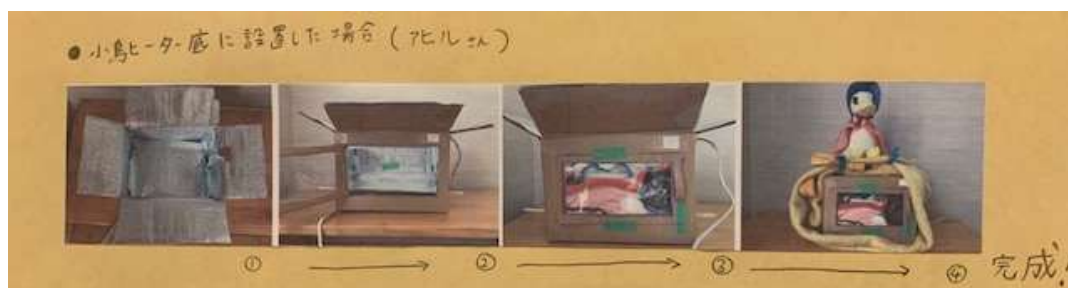
(イ) 小鳥ヒーター (上面に設置)



(ウ) 小鳥ヒーター (側面に設置)



(エ) 小鳥ヒーター (底面に設置)



ウ 実験結果

(ア) 電気アンカの場合

卵の設置場所の温度は、3時間経過後から10時間経過後まで、おおよそふ化の適温にすることが出来た。しかし、適温 (37.5 度) のまま保つことは出来なかった。

ふ化器内の温度は、均一にすることが出来なかった。卵の接触面は、上面に設置した場合は、熱くなりすぎることはなかった。

ムクドリの卵を底面から温めた時と比べると、ふ化器内の温度差は、上面から温めても同じだった。卵の接触面は、電気アンカを上面に設置した方が卵の設置場所の温度より接触面の温度が高くなる心配は無かった。底から温めた場合でも適切な距離と保温状態にしておけば、接触面の温度が卵の設置場所より高くなる心配は少ない。しかし、保温で熱が接触面にたまりやすいので、保温と接触面に注意が必要だと思う。

(イ) 小鳥ヒーターの場合

上面・側面・底面のいずれに設置しても、今回のやり方ではふ化の適温にすることが出来なかった。保温が足りないことが分かったので、ふ化器内を隙間なくひざ掛け用毛布で保温した。しかし、それでも適温には出来なかった。

(ウ) その他分かったこと

実験4では、ふ化器内の温度差が分かりにくい結果だったが、今回の実験で保温して温度を上げたことで、電化製品の種類や位置に関係なく、ふ化器内に温度差が出た。このことから、電化製品の位置を変えるだけでは、ふ化器内を均一に温めることが出来ないと分かった。また、卵の設置の仕方や保温の仕方でも温度にずいぶん差が出ることが分かった。保温して温度を上げると、卵を小物入れに入れるだけで小物入れの中に熱がこもってふ化器内の温度より高くなる。このことから、ふ化器内の温度を均一にするのはとても難しいと分かった。

父には、ふ化には卵の設置場所と卵の接触面の温度が適温であれば問題無いので、ふ化器内の温度は均一でなくてもいいのではないか、と言われた。

10 湿度に関する実験

「9 温度に関する実験(6) 実験6」のふ化器で、ふ化の適温(約37.5度)を保ちながら湿度を50%にする。

(1) 実験1 ペットボトルのケースに60度のお湯につけた速乾スポンジを入れて加湿する。

実験結果 失敗。速乾スポンジはスポンジ内に水分を保つことが出来なかった。

(2) 実験2 実験1のスポンジをポリエステル・ポリウレタン素材のスポンジに変更する。スポンジは半分に切ったものを1つ入れる。ペットボトルのケースに60度のお湯につけたスポンジを入れて加湿する。

実験結果 ふ化に適した温湿度に保つことは出来なかった。

(3) 実験3 保温アルミシートで包んだ陶器のカップに、38度のお湯にたっぷりつけたマイクロファイバーのふきんを入れて加湿する。

実験結果 ふ化に適した温湿度に保つことは出来なかった。

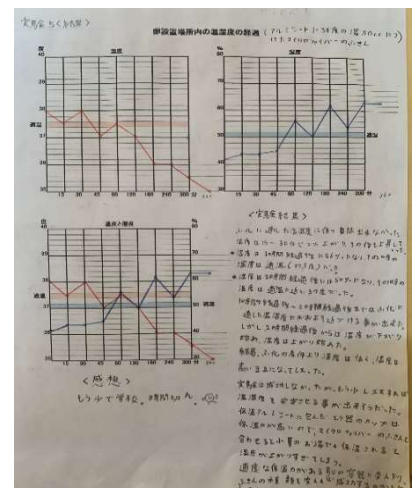
(4) 実験4 保温アルミシートに包んだ陶器のカップに38度のお湯50ccを入れて加湿する。

実験結果 ふ化に適した温湿度に保つことは出来なかった。

(5) 実験5 保温アルミシートに包んだ陶器のカップに38度のお湯50ccにつけたマイクロファイバーのふきんを入れて加湿する。

実験結果 ふ化に適した温湿度に保つことは出来なかったが、工夫をすれば安定させることが出来そうだった。保温アルミシートに包んだ陶器のカップは保温力が高く、マイクロファイバーのふきんと合わせると少量のお湯でも湿度が上がりすぎてしまう。適度な保温力のあるカップとふきんに変えれば成功するかも知れない。

実験5の結果→



11 実験の総まとめ

- (1) 電気アンカでは、一定の温度（適温 37.5 度）を保ち続けることは出来ない。

適温に調整しても 37～38 度の範囲で温度変化する。今回使用した電気アンカに温度変化があることが原因だと思う。湿度については、実験が成功しなかったため分からない。

小鳥ヒーターでは、ふ化の適温にすることは出来ない。ヒーターが小さく電熱が足りないことが原因であると思う。湿度は、適温に出来なかったため、実験は行わなかった。

- (2) 電化製品の種類に関わらず、設置位置を変えるだけではふ化器内の温湿度を均一にすることは出来ない。ファンを取り付けることで均一に近づく可能性はあるが、今回の実験では成功しなかった。
- (3) 電気アンカを上面に設置した場合は、卵の接触面の温度は熱くなり過ぎない。

12 次につなげるための考察

- (1) 熱の伝わり方、対流や水の蒸発についてさらに詳しく調べる。
- (2) 実際に販売されている様々な種類のふ化器の仕組みと自家製ふ化器を比較する。
- (3) 他の人が製作した自家製ふ化器を参考にしながら、熱源や箱の材質を変える。
- (4) ふ化器内、又は、室内に加湿器を設置する。
- (5) 保温方法を変えてみる。

13 実験を終えた感想

この実験は思った以上にとっても大変だった。実験をすれば目標とするふ化器がすぐに製作出来ると思っていたが、やってみると思うように進まなかった。また、見通しを立てずに実験ばかりしていたら、途中から頭がこんがらがって、実験結果から何が読み取れるのかも分からなくなったため、家族に手伝ってもらった。

実験での段取りや要領が悪く、反省する点がいくつもあった。その反省点を次に生かせるようにがんばりたいと思った。また、家族に手伝ってもらったことで、見通しを立てる大切さや、まとめる力の勉強にもなった。ふ化器を完成させることは出来なかったけれど、それ以上に得る物があり、私はこの夏に色々な意味で大きく進歩出来たと思う。

14 出典

