

高機能及び低コスト ホバークラフト教材の開発

0648



学校法人松商学園

松商学園高等学校

特進コース2年

角田瑞季 赤羽草太

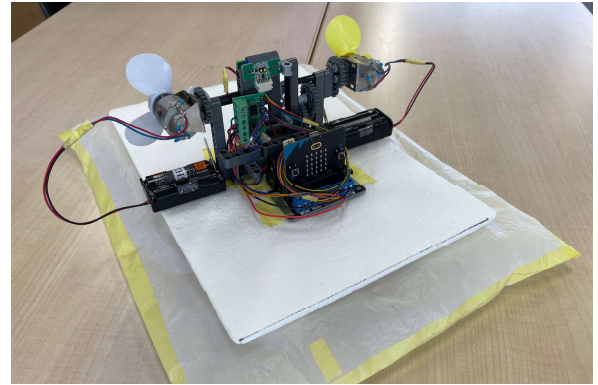
2024年8月7日

Introduction

本研究は「ロールス・ロイス サイエンスキャンプ2023」にて決勝大会進出を果たしたものである。

同キャンプ予選会後、より省エネで、より運搬能力のあるホバークラフトの開発が必要となり、ホバークラフトの実機に用いられている技術の調査を行った。その結果、浮上用ファンには一般的なプロペラ（軸流ファン）ではなく、風圧の大きい「遠心ファン」が使用されているものがあり、我々もそれを新たに開発することとした。さらに、遠心ファンの性能を十分に引き出せる機体の開発も、同時に行った。

また、開発では「低コスト」をコンセプトの一つとした。特別な設備を必要とせず、低価格で誰しもが手に入れやすい材料を用いることで、学校等でも利用できる科学教材となり、より多くの人たちにホバークラフト開発を楽しんでもらえるのではないかと考えた。



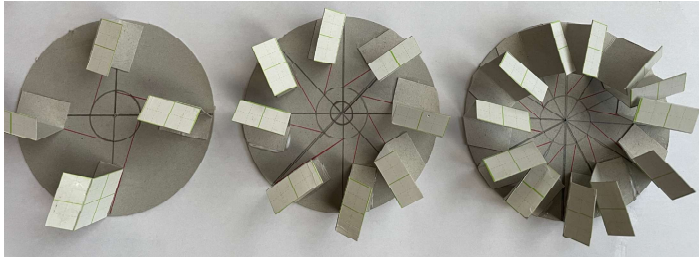
ロールス・ロイス サイエンスキャンプ

全国から選ばれた高校生チームのオリジナルホバークラフトで「運搬能力」と「省エネ」を競う大会である。

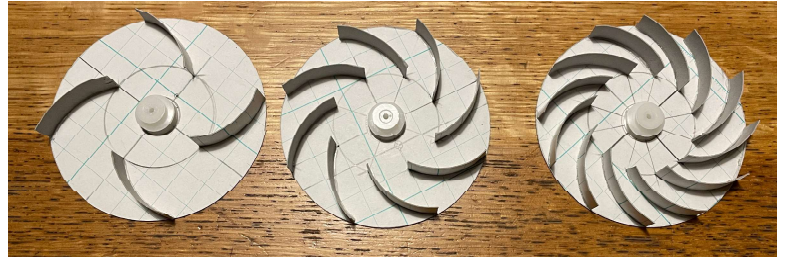
主催：ロールス・ロイス ジャパン社

Methods ~浮上用遠心ファン~

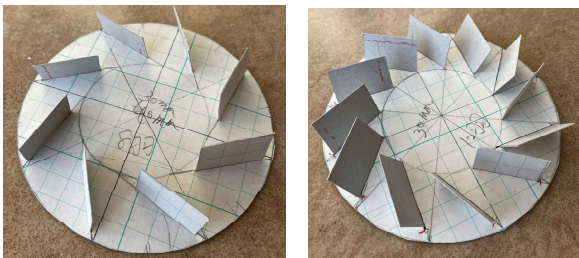
形状や大きさの異なる遠心ファンを工作用紙で作成し、機体の実装して、浮く力の比較を行った。



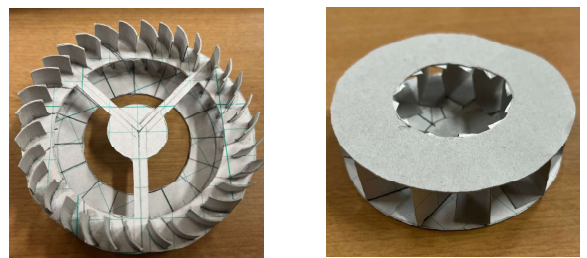
直径8cmで羽を湾曲させず、羽の高さを2cmとした遠心ファン（羽を4,6,8枚で作成）。上部にドーナツ状の蓋をすることで完成。



直径8cmで羽を湾曲させ、羽の高さを1cmとした遠心ファン（羽を4,6,8枚で作成）。また上部の蓋の有る無し、羽を2cmとしたものも作成。



直径12cmで羽を湾曲させず、羽の高さをそれぞれ2cmとした遠心ファン（羽を8、12枚で作成）上部に蓋をしていない状態。



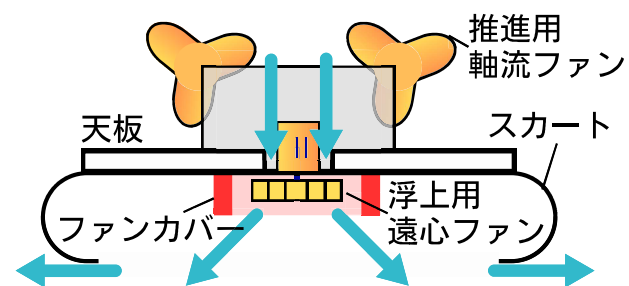
直径8cmで羽を湾曲させ、羽の高さを1cmとしたファン（羽を36枚、二段）遠心ファンに似たプロワファンを参考にした。

Methods ~機体~

機体を遠心ファン用に作成し、開発した遠心ファンを実装して、ホバークラフトの浮く力の比較を行った。特にビニール袋で作成したスカートは、膨らみや床との接地面積を考慮し、サイズと最適な穴の大きさを追究した。

予選会での経験より、天板の空気取り入れ口は小さい方が空気が抜けにくかったため、今回はより小さくした。また、空気が効率よく流れるように、ファンカバーを取り付けた。

その他、同キャンプ決勝大会で要求された「自動往復機能」を実装するため、センサーやマイコンなどの電子部品、推進ファンを反転させるための機構も搭載した。



Results & Discussion

作成した全てのファンで、1kg超のおもりを載せて浮くことができた。浮く力は、機体を手で抑えた感覚で比較した。

結果を比較すると、ファンの直径がある程度大きい方浮く力が大きくなったが、羽の数や形状からは、浮く力の変化を見ることはできなかった。今回の3V用モーターでは、空気抵抗が大きいと回転数が下がってしまうことが原因だと考えられる。



結果 ～遠心ファン～

- **直径** …8cmより、12cmの方が浮く力が大きくなった。
(空気抵抗は大きくなったが、ファンの重量も増えたことで、回転速度の低下がそれほど起きず、空気を送る量が多くなったのではないかと)
- **羽の湾曲**…湾曲がある方が回転時の風切り音が小さくなったが、浮く力に差はなかった。
(湾曲により空気が流れやすくなったが、空気を送る圧力は変化しなかったのではないかと)
- **羽の枚数**…枚数を変えても浮く力に変化はなかった。
- **羽の高さ**…高さを変えても浮く力に変化はなかった。
(空気抵抗が大きくなることで回転速度が遅くなり、浮く力は大きくなるのではないかと)

結果 ～機体(スカート)～

| スカートの大きさ | 底の穴の大きさ | 特徴 |
|----------------------|----------------------|------------------------------|
| ヨコ約310mm タテ約400mm | ヨコ約210mm タテ約300mm | 大量生産できるように作りやすい大きさにした (A4型紙) |
| ヨコ約310mm タテ約400mm | ヨコ約180mm タテ約270mm | 袋自体の膨らみが大きくなり安定したが進みにくくなった |
| ヨコ約310mm タテ約400mm | ヨコ約190mm タテ約280mm | 角を丸くして破れにくくした |
| ヨコ約310mm タテ約400mm | ヨコ約170mm タテ約260mm | 角を丸くし破れにくくし、穴の大きさを大幅に小さくした |

穴の面積が小さくなるほど膨らみが大きく、浮く力が大きくなったが、床に接地する部分も増えて進みづらくなった。逆に、穴の面積が大きくなると、接地する部分が少なくなり、進みやすくなったが、浮く力は小さくなってしまった。

- 地面と袋の接地面積が多いほど袋の内圧を高め、空気が袋内から出にくくなり機体が浮上しやすくなったのではないかと。
- 使用したビニール袋が変形しやすい素材であったため、床に接地しにくく、浮きやすくなったのではないかと。
- 決勝大会では、浮く力と進みやすさのバランスを考え、底の穴の大きさをヨコ約170mmタテ260mmとした。

- スカートの大きい方が浮く力が大きくなった (単位面積あたりの力が小さくなるからではないかと)。決勝大会のスカートは予選会より大きくして310x400mmとした。

Conclusion

- 今回制作したホバークラフトは、100円ショップなどで安く手に入れやすい材料を使用した (モーターなどの電子部品を除く)。1機あたり実質1,574円のホバークラフトであったが、ファン、スカートなどの工夫で、1kg超を運搬できることがわかった。
- 工作用紙でも遠心ファンの自作が可能だとわかった。今回は、ファンの形状やカーブの再現などの工夫が手軽にできたので、紙であることが逆にメリットとなった。
- 安価であり、特別な設備も必要としないため、小中学校はもちろん、高校においても力学を学ぶことができる教材として、活用できる可能性がある。
- ファンの回転速度、機体の浮く力の計測方法を確立したい。

材料 (自動往復機能を除く)

| | | |
|----------|--------------------|------|
| • 天板 | : スチレンボード | 28円 |
| • スカート | : ビニール袋 | 7円 |
| • ファンカバー | : 紙カップ | 55円 |
| • 推進ファン | : 手回し扇風機から流用 x2 | 220円 |
| • 推進モーター | : マブチRE-260RA x2 | 622円 |
| • 浮上モーター | : マブチRE-280RA x1 | 369円 |
| • 電池ケース | : 共立電子BH321-1AS x4 | 273円 |

- ビニール袋から作るスカートと、工作用紙で作る遠心ファンは、作業が繊細で時間もかかった。誰でも作れるホバークラフト教材とするためには、部品の最適化や、作業工程の見直しが必要である。

References

三野正洋. ホバークラフト・トータルガイド (改訂版). パワー社, 1997
湯口秀敏. 簡易ホバークラフトの仕組み. 物理教育通信 第175号, 2018

日常にホバークラフトを

~Arduinoを用いたホバークラフトラジコンの開発~

松商学園高等学校

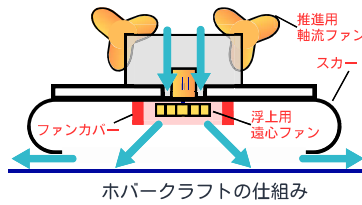
角田瑞季 赤羽草太 米田晴 石川涼斗

1 ホバークラフトとは

上から吸い込んだ大量の空気を艇体下の地面や海面に吹き付けて浮上する。令和能登半島地震では、道路の寸断と地盤隆起で港が使えなくなり、陸からも海からも重機が運搬できず、復興の難航、救助隊が被災地に入れないという事態がおきた。そこで、深度の浅い海でも高速で走行でき、そのまま砂浜に上陸できる海上自衛隊のホバークラフト(LCAC)が活躍した。このように、自然災害の多い国、特に日本のような海洋国では災害派遣に重宝されている。しかし、騒音や操縦性・燃費の悪さ、振動の大きさ、更に強風などの悪天候に弱いといったデメリットがあり、民間には利用されていない。そこで、本研究では操縦が簡単＆省エネホバークラフトラジコンの研究開発を行い、実機ホバークラフトの普及に繋げたい。災害時だけでなく、港の建造が困難な海岸を物流や旅客用として活用でき、過疎化が進む海沿いの地域にとっても有効な物流・交通手段、そして街の活性化にも繋がると思う。



出典：防衛省



ホバークラフトの仕組み

3 開発工程(電子回路)

[使用したもの]

- ・Arduino UNO R4
- ・USB Host Shield 2.0
- ・Bluetooth ドングル
- ・Arduino IDE 2.3.3
- ・ノートPC (Windows10)
- ・PS3コントローラー
- ・USB Host Shield Library2.0

[機体の説明] (右図→)

①推進用ファン&方向舵 (サーボモーター)

後方に風を吹きつけて推進するファンとそれを回転させるためのモーター

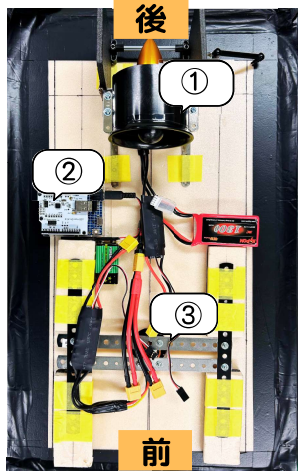
②Arduino UNO R4

指令を出すプログラミングを書き込んである。コントローラーからの信号を受け取り、サーボとESC(モーター)に信号を送る。

③浮上用ファン

スカート内に空気を吹き込み、浮上させるためのファン。(風量は9段階)

[PS3コントローラーの説明](下図↓)



後

前



参考文献

1. 三野正洋. ホバークラフト・トータルガイド(改訂版). パワー社, 1997
2. 高橋洋一. ラジコン技術2024年7月号. 電波社, 2024
3. 高橋洋一. ラジコン技術2024年8月号. 電波社, 2024
4. 高橋洋一. ラジコン技術2024年9月号. 電波社, 2024

2 開発工程(機体制作)

① スカートの調整

ホバークラフト実機的设计図(文献1)を参考に、防水シートを加工。

② 浮上用遠心ファンの改良

前回の研究の成果である遠心ファンを3Dプリンタで制作。

→羽の厚さ2mm 破損

(ファンの回転数に耐えられず)

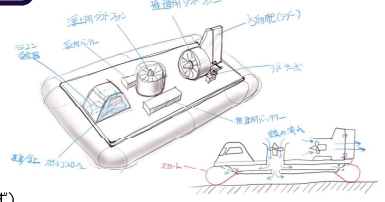
→羽の大きさ3mm に改良

③ ②による底板の調整

①と同様に、実機的设计図(文献1)を1/5に縮小した機体をスチレンボードで作成した底板を1cm高くした。

④ 推進力ファンの実装

浮上用ファンと同じブラシレスモーターにプロペラを装着したが、安全面の観点から、ダクトドファンに変更した。



高橋洋一氏による図



4 開発工程(プログラミング)

```
void setup() {
  escF.attach(ESCF_PIN);
  escR.attach(ESCR_PIN);
  escF.writeMicroseconds(2000);
  escR.writeMicroseconds(2000);
  delay(2000);
  escF.writeMicroseconds(1000);
  escR.writeMicroseconds(1000);
  delay(2000);

  st.attach(SV_PIN);
  st.write(90);
}
```

モーター・ESC
サーボの初期化

```
void loop() {
  Usb.Task();
  if (PS3.PS3Connected) {
    angle = 90;
    if (PS3.getAnalogHat(LeftHatX) != 128) {
      angle=PS3.getAnalogHat(LeftHatX)/255*180;
    }
    st.write(angle);
  }
}
```

サーボの回転

推進ファン回転

```
volumeR = MIN_SIGNAL;
if (PS3.getAnalogButton(R2)) {
  volumeR = PS3.getAnalogButton(R2) + 1000;
}
escR.writeMicroseconds(volumeR);

if (PS3.getButtonClick(PS)) {
  PS3.disconnect();
}
else {
```

浮上ファン
上昇

浮上ファン
下降

```
if (PS3.getButtonClick(TRIANGLE)) {
  volumeF = volumeF + 25;
  if (volumeF >= 1200) {
    volumeF = 1200;
  }
}

if (PS3.getButtonClick(CROSS)) {
  volumeF = volumeF - 25;
  if (volumeF < 1000) {
    volumeF = 1000;
  }
}
escF.writeMicroseconds(volumeF);
}
```

5 研究の反省

- ・アナログスティックのみで推進と方向舵の操作を可能にしたい。
- ・部品ごとデータを記録して、どれが最善か比較して改良したい。

謝辞

京都大学大学院 榊原敬治先生には、研究方法に関するご指導いただきました。また、高橋洋一氏には、ラジコン制作の基礎からホバークラフトの原理に至るまで、幅広くご指導をいただきました。心より感謝申し上げます。

脂質から日本人を救う ～郷土味噌を使って～



松商学園高等学校
宮尾彩七 古畑美南 山田紗采



1. 動機

現在、日本人はほかの先進国の人々に比べて脂質を取りすぎている人が多いという。しかし、脂質を気にしすぎてしまうと食事を楽しめなくなってしまうので、食材の工夫で脂質を抑制したいと考えた。

食材を調べていくうちに、味噌の原料である麹に脂質分解酵素を作るはたらきがあることがわかった。そこで、まずは身近な信州味噌を用い、味噌に脂肪を分解する力があるのかを調べることにした。

2. 仮説

- 【仮説1】 麹は脂質を分解する。
- 【仮説2】 味噌は脂質を分解する。
- 【仮説3】 郷土味噌の種類（米、麦、豆味噌）によって分解力に違いがある。

3. 事前準備

【準備1】 脂質抽出方法の検討

分解前後での脂質量を比較するため、試料から脂質を抽出する、ソックスレー抽出法を検討した。

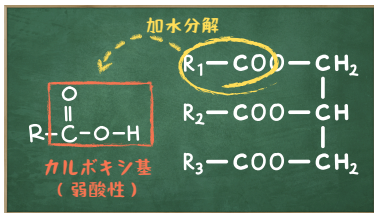
ソックスレー抽出法

乾燥試料からソックスレー抽出器で、有機溶媒（ヘキサンなど）を使って抽出する方法。



【準備2】 pHの変化から脂質分解を追う方法の検討

脂質分解酵素が脂質を加水分解するとカルボキシ基を含む脂肪酸が分離される。pHの変化から脂質の分解を確認できるかを検討した。



4. 仮説1の実験

【仮説1】の検証のための実験を行った。

<実験手順>

- 1 6つのビーカー①～⑥に牛乳25mLと麹を入れ、それぞれの方法で温度を保ち、24時間反応させた。
- 2 米麹、麦麹、豆麹を用い、それぞれ実験を行った。



| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|----|------|------|------|------|------|------|
| 牛乳 | 25mL | 25mL | 25mL | 25mL | 25mL | 25mL |
| 麹 | 2.5g | 2.5g | 5.0g | 5.0g | なし | なし |
| 温度 | 30℃ | 45℃ | 30℃ | 45℃ | 30℃ | 45℃ |
| 方法 | 恒温器 | 湯浴 | 恒温器 | 湯浴 | 恒温器 | 湯浴 |

5. 仮説1の結果

米麹でのpHの変化

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 開始時 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| 24H後 | 5.8 | 5.1 | 5.7 | 4.7 | 7.0 | 7.0 |

麦麹でのpHの変化

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 開始時 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| 24H後 | 5.9 | 4.9 | 5.6 | 4.9 | 7.0 | 7.0 |

豆麹でのpHの変化

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 開始時 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| 24H後 | 5.7 | 5.9 | 5.7 | 6.0 | 7.0 | 7.0 |

pHが下がったので、グリセリンと脂肪酸に分解できたと考えられる。

6. 仮説2,3の実験

【仮説2,3】の検証のための実験を行った。

<実験手順>

- 1 6つのビーカー①～⑦に牛乳25mL入れた。
- 2 信州味噌(米麹)、九州麦味噌(麦麹)、東海豆味噌(豆麹)入れ、湯浴で24時間反応させた。

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|
| 牛乳 | 25mL | 25mL | 25mL | 25mL | 25mL | 25mL | 25mL |
| 味噌 | 2.5g | 5.0g | 2.5g | 5.0g | 2.5g | 5.0g | なし |
| 温度 | 35℃ | 35℃ | 35℃ | 35℃ | 35℃ | 35℃ | 35℃ |
| 味噌の種類 | 信州味噌 | | 東海豆味噌 | | 九州麦味噌 | | なし |
| 方法 | 湯浴 | 湯浴 | 湯浴 | 湯浴 | 湯浴 | 湯浴 | 湯浴 |

7. 仮説2,3の結果

【実験器具滅菌前】

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 開始時 | 6.0 | 5.7 | 5.7 | 5.4 | 6.1 | 5.8 | 6.6 |
| 24H後 | 5.0 | 5.3 | 5.6 | 5.4 | 5.3 | 5.4 | 6.4 |

【実験器具滅菌後】

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 開始時 | 6.0 | 5.8 | 5.9 | 5.6 | 6.2 | 6.0 | 6.7 |
| 24H後 | 4.6 | 5.1 | 4.4 | 4.6 | 4.8 | 4.7 | 6.6 |

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 開始時 | 6.0 | 5.8 | 5.6 | 5.3 | 6.0 | 5.7 | 6.6 |
| 24H後 | 4.8 | 5.1 | 4.5 | 4.7 | 4.5 | 4.7 | 4.7 |

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 開始時 | 6.0 | 5.8 | 5.7 | 5.5 | 6.1 | 5.9 | 6.5 |
| 24H後 | 4.4 | 4.7 | 4.6 | 4.7 | 4.5 | 5.3 | 4.8 |

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 開始時 | 6.1 | 5.8 | 5.6 | 5.3 | 6.2 | 6.0 | 6.6 |
| 24H後 | 4.4 | 4.4 | 4.5 | 4.8 | 4.4 | 4.3 | 4.6 |

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 開始時 | 6.0 | 5.8 | 5.7 | 5.4 | 6.2 | 5.9 | 6.6 |
| 24H後 | 4.7 | 4.8 | 4.6 | 4.9 | 4.8 | 4.9 | 4.8 |

・滅菌しても同じような結果になったことから、実験器具についた菌は関係ないと考えられる

・pHが下がったことから、味噌が脂質を分解したと言える可能性がある

・味噌が脂質を分解したとすると九州麦味噌が、一番脂質を分解したと言える



8. 展望

- ・今後は味噌を使った料理を作っていきたい
- ・より脂質を分解するものはなにか調べてみたい
- ・何も入れていない牛乳のpHが下がってしまった原因を探りたい
- ・味噌の中の麹菌の量を調べるために、菌の培養を行いたい



長野県松本市における特定外来生物アカボシゴマダラと在来種 オオムラサキ・ゴマダラチョウの棲み分けに関する考察



長野県 松商学園高等学校

齋藤京果 中原冬華

中島由唯 福田莉久

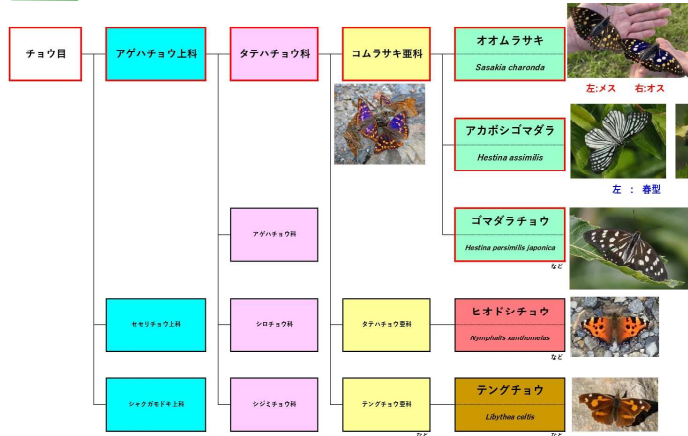
1. 序論 - この探究を始めようと考えたきっかけ -

現在日本にはおよそ250種類の蝶類が生息しているが、とくに私たちの住む長野県は蝶類が豊富で、生息数は149種類と全国第1位となっている。中でもとくに日本の国蝶にも指定されている、オオムラサキ(*Sasakia charonda Hewitson*)は全国でその生息数・生息地域が激減している中で、長野県内の至る所で相当数の生息を確認・観察することができる。しかしこうした環境の中、長野県内で特定外来種のアカボシゴマダラ(*Hestina assimilis Linnaeus*)が数多く見られるようになってきた。アカボシゴマダラはチョウ目・アゲハチョウ上科・タテハチョウ科・コムラサキ亜科に所属する蝶類で、世界的に見ると中国・朝鮮半島・台湾・日本の奄美群島に生息し、4亜種(*H.a.assimilis*・*H.a.formosana Moore*・*H.a.shirakii shi rozu*・*H.a.intexpecta Masui and Tamai*)が知られている。日本の在来種であるゴマダラチョウ(*H.persimilis japonica Felder*)・オオムラサキとは近似種である。《別図①参照》。日本国内では本来奄美群島のみが生息地であったが、1990年代に中国産亜種が本州に人為的に持ち込まれ、繁殖したと考えられている。以後、環境省により要注意外来生物に選定されていたが生息域を拡大し、2017年11月に特定外来生物に指定された。現在は少なくとも関東全部県と山梨県・静岡県・愛知県・長野県・福島県・京都府などで生息が確認されている。長野県でアカボシゴマダラの生息が最初に確認されたのは北佐久郡軽井沢町離山(1,256m)で、2014年8月11日、夏型成虫4個体が捕獲され、翌年の5月27日には春型成虫が確認された。松本市内では2021年頃から春型成虫が確認され、2022年には幼虫が発見された。以後、急速に長野県内で生息域を拡大している。《分布地図・拡大図参照》

長野県(松本市)でのアカボシゴマダラの幼虫期の食餌植物はエノキ(*Celtis sinensis Pers*)やエゾエノキ(*C.jessoensis Koidz*)で、主に食餌植物の根元の落ち葉で幼虫越冬する。この生態は、松本市内付近で生息している在来種のゴマダラチョウとオオムラサキと酷似している。このため、アカボシゴマダラは在来種2種との食物資源(食餌植物)をめぐる競合が、特に幼虫期に存在する可能性がある。また3種は繁殖期がほぼ重なり、アカボシゴマダラは年3化、ゴマダラチョウは年2~3化、オオムラサキは年1化であるため、アカボシゴマダラは在来2種に比べて個体数を増やしやすという特徴もある。《別図②参照》

食物資源(食餌植物)を巡る競合については、先行研究において在来種のゴマダラチョウのみが生息していた場所で、優占種が3年間でアカボシゴマダラに置き換わってしまったという報告や、エノキの地表から3mまでの高さでは両種の分布が重なったという報告がある。また別の先行研究では神奈川県や山梨県で越冬幼虫を調査したところ、アカボシゴマダラは樹高が低く直径の小さいエノキを利用して、在来2種は樹高が高く直径の大きいエノキを利用して、「棲み分けている」との報告もある。しかしながらエノキの大きさによるアカボシゴマダラと在来種の棲み分けに関しては先行研究が少なく、まだまだ不明な点が多い。とくに在来種のオオムラサキが全国でその数を減らしている(環境省のレッドデータブックで準絶滅危惧種に指定されている)という状況下で、オオムラサキを含めたコムラサキ亜科3種の競合の調査という点では、先行研究はさらに少なくなる。加えて全国の中で寒冷地として区分されている長野県内において、「棲み分け」に関する先行研究は存在しない。私たちはこうした先行研究を踏まえ、長野県(松本市)では在来2種、特にオオムラサキがかなり豊富に見られるという現状をあわせ、「棲み分け」に関して他地域と同様の傾向が見られるのか、アカボシゴマダラ・ゴマダラチョウ・オオムラサキの幼虫のエノキの樹木直径サイズからみた利用傾向について調査を行い、在来種との競合について考察した。

別図①

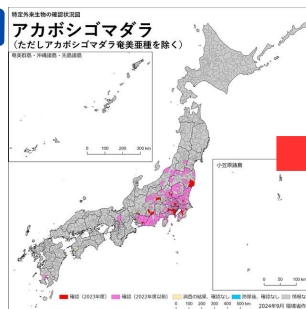


別図②

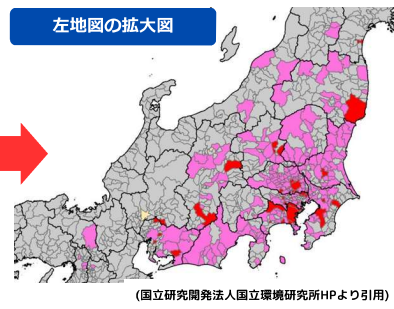
| 蝶の名前 | 1月 | | 2月 | | 3月 | | 4月 | | 5月 | | 6月 | | 7月 | | 8月 | | 9月 | | 10月 | | 11月 | | 12月 | |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| アカボシゴマダラ1化 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| アカボシゴマダラ2化 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| アカボシゴマダラ3化 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ゴマダラチョウ1化 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ゴマダラチョウ2化 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| オオムラサキ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

■ たまご ■ さなぎ ■ 越冬幼虫 ■ 成虫 ■ 幼虫

分布地図



左地図の拡大図



(国立研究開発法人国立環境研究所HPより引用)

2. 探究のやりかた

① コムラサキ亜科3種の生息地調査

a) 松本市内各地でアカボシゴマダラ・ゴマダラチョウ・オオムラサキの3種の成虫が生息する生息地の確認を2024年6月から10月にかけて実施した。

b) その際に併せて生息地周辺の食餌植物(エノキ・エゾエノキ)の生息状況も調査した。

※なお、生息地に関しては、オオムラサキの成虫が多数確認でき、かつ越冬幼虫の確認が相当数予想できる地点であり、調査地点を公表すると一部マニアによる乱獲が予想されるため、公表は控えさせていただきます。

② コムラサキ亜科3種の越冬幼虫の調査

a) 「①」で調査したコムラサキ亜科3種の生息が確認できた地点で2024年11月から2025年2月にかけて越冬幼虫の調査を実施した。

b) 調査地内では、エノキの幹周辺にある半径50cmの範囲で木の根本の落ち葉一枚一枚を目視して、コムラサキ亜科3種の越冬幼虫の生息数を確認・記録した。なお越冬幼虫の確認は、一本のエノキにつき1回だけとした。

c) 越冬幼虫が確認できたら、発見されたエノキの直径サイズを測定・記録した。測定は、スマートフォンのアプリ機能を使用した。

③ コムラサキ亜科3種の越冬幼虫の見分け方

a) 区別の仕方は《別図③参照》のとおりである。

b) 越冬幼虫は3種とも枯れ葉に擬態した茶褐色であるため、区別は背中の特徴・尻尾の特徴で見分けた。《写真①・写真②参照》



調査風景
(2024.12.27
松本市中山)

別図③

| チョウの名前 | 背中にある突起の数 | 背中にある突起の特徴 | 尻尾の形状 | 写真 |
|----------|-----------|---|---------|----|
| アカボシゴマダラ | 4つ | 色は深いクリーム色 よく目立つ 上から3番目が特に大きくなる | 二股がひっつく | |
| ゴマダラチョウ | 3つ | 突起の色は深いクリーム色 やや目立たない 3番目はほぼ消えることもある | 二股が離れる | |
| オオムラサキ | 4つ | 突起の色は黄緑色~緑色 よく目立つ 入さはほぼ均等 | 二股が離れる | |

写真①



写真②



アカボシゴマダラの越冬幼虫の特徴は、以下の通り。

※【写真①】の上から3番目の突起(水色丸印の部分)が在来2種:【写真②】に比べ大きい。

※【写真①】の左側幼虫の尻尾の(黄色丸印)部分が【写真②】の尻尾(水色丸印部分)と比べ、閉じている。

3. 解析のやりかた

① エノキの直径サイズを10cm単位で分類

・SS(直径0cm~9cm)・S(直径10cm~19cm)・M(直径20cm~29cm)・L(直径30cm~39cm)・XL(直径40cm~49cm)・XXL(直径50cm以上)とし、解析した。

② 解析方法

・コムラサキ亜科3種それぞれの全体の生息率を各100%とし、直径サイズ別に比率を分けた。

4. 解析の結果

① 調査したエノキの本数など

・松本市内各地(中山地区・内田地区・岡田地区を調査)の調査では、**全調査本数128本のうち、42本のエノキで上記3種のいずれかの越冬幼虫を確認できた。**

② 解析の結果

a)長野県松本市域におけるコムラサキ亜科3種のエノキの使用状況【《資料①》・《資料②》参照】

- ・アカボシゴマダラはSSサイズのエノキを最も多く利用しており、Sサイズでも少し利用していたが、それ以上のサイズでは全く確認されなかった。
- ・オオムラサキ・ゴマダラチョウはMサイズ以上のエノキの利用傾向が圧倒的に多かった。

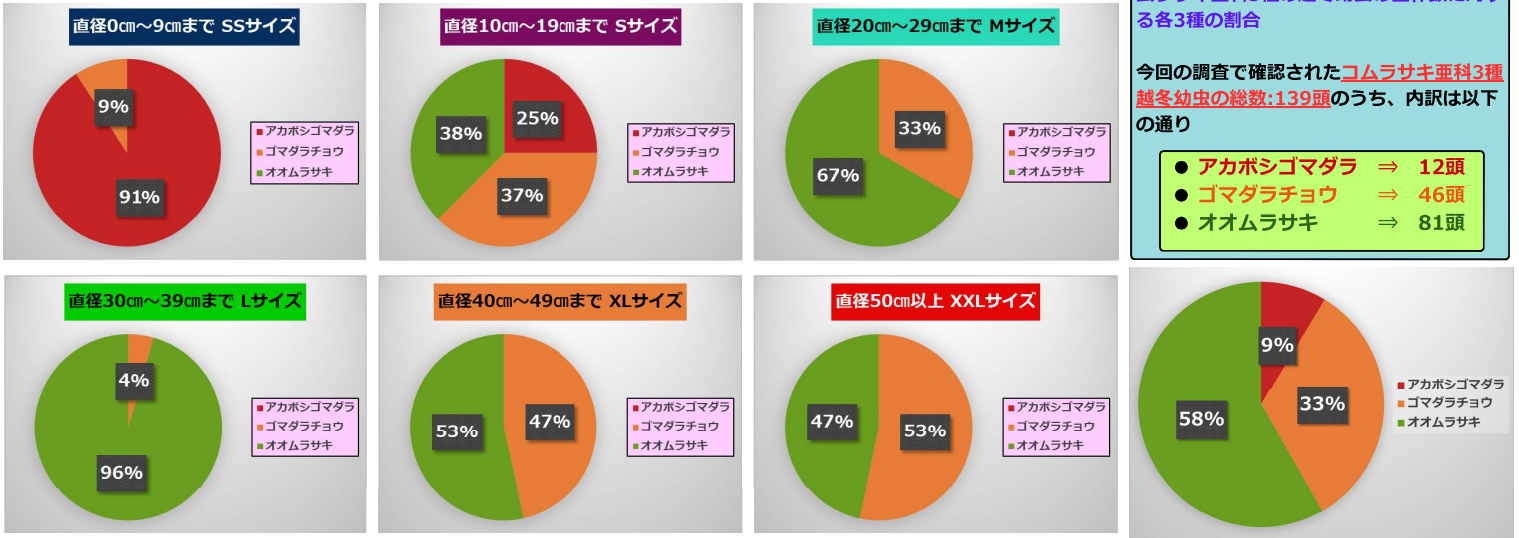
b)Sサイズでの競合に関して【《資料②》参照】

- ・在来種2種の越冬幼虫総数に対して、**その多くがMサイズ以上のエノキから発見されている。**

c)今回の調査で確認されたコムラサキ亜科3種の越冬幼虫の総数に占める上記3種の割合【《資料③》参照】

- ・**在来2種の確認数(割合)がアカボシゴマダラに比べて高く、アカボシゴマダラの越冬幼虫の確認数(割合)が圧倒的に少ない。**

《資料①》:長野県松本市域におけるエノキの直径サイズごとのコムラサキ亜科3種越冬幼虫の棲み分け状況

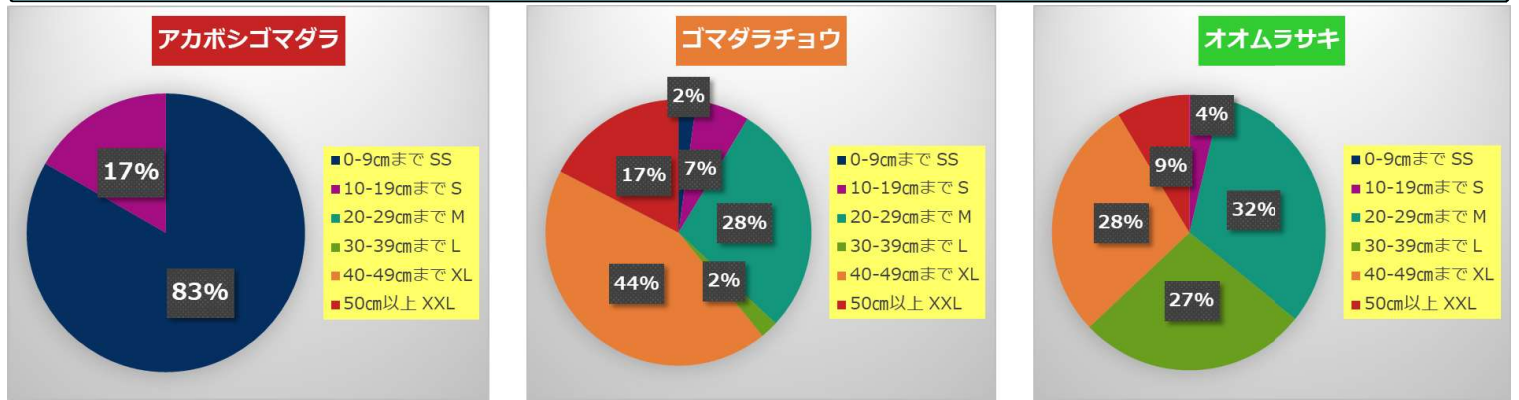


《資料③》 今回の調査の中で発見されたコムラサキ亜科3種の越冬幼虫の全体数に対する各3種の割合

今回の調査で確認された**コムラサキ亜科3種越冬幼虫の総数:139頭**のうち、内訳は以下の通り

- アカボシゴマダラ ⇒ 12頭
- ゴマダラチョウ ⇒ 46頭
- オオムラサキ ⇒ 81頭

《資料②》:長野県松本市域におけるエノキの直径サイズごとのコムラサキ亜科3種の越冬幼虫の棲み分け状況



5. 探究の考察・今後の展望 ならびに 皆さんに伝えたいこと

① 解析結果を踏まえた考察

- a)2024年度段階で、**長野県松本市域におけるアカボシゴマダラ越冬幼虫が在来種2種越冬幼虫との競合と、それに伴って与える影響は限定的と考察される。**
⇒しかし、他地域では経年経過により、直径の太い木での競合も確認されているため、今後も継続的な調査・観察が必要と考えている。
- b)コムラサキ亜科3種の棲み分けに関しては、**《越冬幼虫の起眠=春先眠りから覚めて、再び食餌植物を接触し始める時期》や《成虫の占有行動=在来2種が比較的高所で占有活動をするのに対して、アカボシゴマダラは低所で占有活動を行うとされる》**など、まだまだ不明な部分も多い。これらのデータも集積し、より多角的で詳細なデータを収集する必要がある。
- c)コムラサキ亜科3種以外にエノキ・エゾエノキを食餌植物とする蝶類の存在【《※別図①参照》】
⇒**上記3種の他にも2種(ヒオドシチョウ:Nymphalis xanthomelas・テングチョウ:Libythea celtis)が存在する。**これらとの競合も注視していく必要がある。

② さいごに ー皆さんに伝えたいことー

今回3種の幼虫が発見されたエノキの周辺環境を比較すると、**アカボシゴマダラ・ゴマダラチョウは住宅地近くなどのエノキからも確認されたのに対して、オオムラサキは良好に手入れされた「里山」周辺のクヌギやナラ・ブナ・ケヤキ類が生育する落葉広葉樹林帯などに限定されていた。特にオオムラサキにとっては良好な環境が激減している現状(とくに松本市では里山環境の放棄と荒廃が急速に進んでいるなどの現状がある)を考えると、オオムラサキの環境保全は緊急の課題であると感じている。**

6. 参考文献一覧・協力

- 1) 松本裕樹,森貴久: 外来種アカボシゴマダラと在来種ゴマダラチョウとオオムラサキの越冬幼虫が利用する食餌植物のサイズ比較
 - 2) 長澤亮,石井学,加藤義臣: 関東地方におけるコムラサキ亜科3種のチョウによるエノキの利用とそのサイズとの関係
 - 3) 栗岩竜雄,大塚孝一,堀田昌博: 長野県軽井沢町における外来生物アカボシゴマダラ(タテハチョウ科)の生息確認
 - 4) 大塚孝一,栗岩竜雄,黒江美紗子,須賀丈: 長野県北東部におけるアカボシゴマダラ(タテハチョウ科)の生息確認
 - 5) 松本裕樹,森貴久: アカボシゴマダラ外来亜種の山梨県での分布と定着の可能性
- ※ 今回の探究にあたり、松本むしの会のみなさん、那須野雅好さんに写真提供などご協力頂きました。ありがとうございました。

