



「なんでだろう」から始まった旅

文部科学大臣賞

ハナアブのホバリングのメカニズム

—ホバリングをつかさどる第二の小さな翅—

ふるげんの え 古堅乃唯さん(左)・ゆきは 石橋侑葉さん 長崎県立長崎西高2年



締め切り前日 角度見つけた!

高校生・高専生が自由研究の成果を競うコンテスト「JSEC2021」(第19回高校生・高専生科学技術チャレンジ)の最終審査会が11、12日、オンラインで開催された。全国139校の385人から220研究の応募があり、最終審査会には上位32研究に取り組んだ60人が出場。来年5月の国際学生科学技術フェア(ISEEF)に日本代表として挑む8研究が決まった。それぞれの研究概要は、JSECのバーチャル3D会場(https://jsec.asahi.com/)で見られる。

審査方法

生徒・学生は1~3人で応募。書類審査と一次審査を通過した32研究が最終審査会に臨んだ。出場者は研究結果をまとめた資料や作製した装置などを画面に示し、審査委員や協賛企業の研究者らに説明して質問に答えた。評価は独創性や分析力だけでなく、意欲や表現力も対象となった。

ハチドリやクマバチは、羽を地面と水平に羽ばたかせてホバリングするが、ハナアブは前進でもホバリングでも羽ばたきが前方斜め下方に約20度傾いている。また、羽の付け根近くに10分の1ほどの大きさの「翅基片」という第2の羽がある。ここまでは上級生の研究でわかってきた。

ハナアブの機敏な飛行には、この翅基片が重要な役割を果たしているのではないかと。昨年7月、まずは飛び方を観察するところから研究を始めた。

学校の中庭や近くの公園で虫取り網を振り回し、ハナアブを捕まえては、透明のケースに入れて撮影した。数カ月ほど続け、確かに前進でもホバリングでも羽ばたきの角度が前方斜め下に10~20度だということを確認した。

ただ、翅基片は小さすぎて撮影は難しかった。そこで、構造の確認と実験で働きを確かめることにした。

ハナアブを解剖し、翅基片にはメインの羽とは別に筋肉があることがわかった。メインの羽から90度まで角度を変え、独立して動くらしい。

次に、ハナアブの模型を作った。羽ばたかせ、どんな動きをするか実験した。

ホバリングは、羽ばたきによって生まれる上向き力と重力とが釣り合った時に可能になる。模型の羽の角度などを1度ずつずらし上向き力が生まれる角度の組み合わせを探した。

模型作りでは、モーターの回転を羽ばたきに変えるため、鳥のおもちやを分解して部品を利用した。

ホバリングできる角度の組み合わせが見つかったのは、研究結果の締め切り前日だった。「今日できなかつたら間に合わない」というぎりぎりの日曜日、メインの羽が前方斜め下に15度、翅基片が65度のとき、上向き力が生まれることがわかった。「いつもならカメラで撮影してから動きを確かめるが、見るからに垂直に上がっているのがわかった」。2人で飛びはねて喜んだという。

ハナアブの機敏さは、メインの羽でなく、小さな翅基片を使って動きを変化させているからだった。「翅基片の仕組みを使えば、小さくて機敏なドローンを作れるかもしれない」(藤波優)

は色がどんどん濃くなっていく。専門書には、糖とアミノ酸が反応するからだとあったが、実際のところはよく分からなかった。そこで、梅に含まれるポリフェノールと、加えた水砂糖、梅の酸性度のいづれかが原因ではないかと仮説を立て、一つずつ検証した。

漬け始めてしばらくは、琥珀色の度合いを示す透過光の「吸光度」の変化と、梅酒中のポリフェノールの濃度の上がり方が極めて似ていた。一方、試験管の実験から、専門書で言われていた反応が梅酒で起きる可能性は極めて低いことがわかった。その後、酸性度や糖の有無などの条件を変えて9カ月にもわたり検証し、梅酒が琥珀色になっていくのは、まずポリフェノールが溶け出し、それが酸化し、さらに水砂糖が分解されてきた糖が分解されるといふ二つの段階に分かれていると結論づけた。三つ目の反応はずっと続くため、梅酒は漬ければ漬けるほど色が濃くなるという。

「新型コロナウイルスで研究できない間に反応が進んでしまい、一から漬けて直すこともあった。伝統的な加工食品に興味があるので、今後も日本食の魅力を調べたい」(小山詩織)

熟成梅酒が琥珀色になる理由

花王賞

梅酒は漬け始めは透明なのに、なぜ琥珀色が濃くなっていくのか。実際に梅酒を漬けて実験し、通説で言われていた理由ではなく、3段階の反応で濃くなることを解明した。

母親が毎年漬ける梅酒。「4年経った梅酒の色がすごくきれいだった」。色がどうしてこんな変化をするのか、確かめたくなった。

スーパーで大袋3袋の梅の実を買い、ガラス瓶に水砂糖やリキユールを入れて高校の実験室に並べた。液体は20日ほどで梅の実の緑色に薄く染まり、少しずつ琥珀色に。その後

松井了子さん 玉川学園高等学校2年(東京都)

3段階の反応 専門書とは違う結果

「新型コロナウイルスで研究できない間に反応が進んでしまい、一から漬けて直すこともあった。伝統的な加工食品に興味があるので、今後も日本食の魅力を調べたい」(小山詩織)

麦踏みの効果 ~踏まれた麦の地下部では何が起きているのか?~

JFEスチール賞

霜柱や霜による被害を防いで根の張りをよくし、乾燥に強くなって収穫量も上がるとして、昔から早春の時期に行われる「麦踏み」。踏まれることによって、茎や葉など地上に出ている部分にストレスがかかるだけでなく、根が短くなり、遺伝子の働きで広がって伸びることを確かめた。

麦踏みが根に与える影響はあまり知られていない。そこで、麦踏みをした大麦と、しななかった大麦の根の張り方を観察した。その結果、踏まれた大麦は、根が踏ん張るように広がり、短くなる傾向があった。

石原亜侑美さん ノートルダム清心学園清心女子高3年(岡山県)

踏ん張れる根 遺伝子「あっ、きれい」

次に、なぜこんな変化が起きるのかを遺伝子レベルで解明することにした。根を下に伸ばす遺伝子を稲で発見した農業・食品産業技術総合研究機構の研究者に教えるを請い、大麦にも似た遺伝子があるもの、どのように働いているかを解析した研究がほとんどないと知った。なら、自分で実験方法を確立するしかない。

目的の遺伝子がどれくらい活発になっているかを確かめるため、遺伝子を増やすのにPCRを使うことにした。大麦をすりつぶしてRNAを抽出し、DNAをコピーして増幅させる。遺伝子が最も活発なのは何時か、DNAが増幅させやすい温度や時間はどれくらいか。条件を何度も変えて実験を繰り返した。

そして、1カ月ほど育てた大麦に約10gの重りを乗せ、翌日の午後4時にRNAを抽出し始める、という実験方法に到達した。できた溶液を電気泳動で分ける手法で写真を撮ると、目的の遺伝子が増えているのがはっきり見えた。「あっ、きれい」。思わず声が出た。

「ほかの植物でも根の張り方を調べられるかも。まだデータが完全でないけど、卒業までもう一回実験し確かめたい」(神宮司美玲)