

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：13701

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26891014

研究課題名(和文)送粉者の訪花行動をコントロールする花形質の進化

研究課題名(英文)Evolution of flower traits to control the flower visiting behavior of pollinators

研究代表者

坂本 亮太 (SAKAMOTO, RYOTA)

岐阜大学・応用生物科学部・研究員

研究者番号：70712024

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、様々な「花のかたち」が花粉を運ぶ昆虫の行動に与える影響について明らかにすることを目的とした。そのためにまず、3Dスキャナで「花のかたち」を3次元空間のデータとして記録することを試みた。シソ科、マメ科、キク科、ツツジ科について3次元データの採取を行った結果、大きく飛び出たツツジ科の雌雄ずいや、小さな花が集まって構成されているキク科の頭花などで、データ収集の困難さが確認され、また、植物個体の一部である花を時間をかけてスキャンしていると、途中で萎れてしまい、3次元空間上のデータがずれてしまうことが明らかになった。現在では、ずれたデータの調整方法や条件設定について検討中である。

研究成果の概要(英文)：In this study, it was intended that I clarified it about influence to give the action of the insect which various "form of the flower" carried pollen grains. At first I tried that I recorded "the form of the flower" as data of the three-dimensional space with 3D scanner. As a result, I recorded the three-dimensional data in some flowers about Lamiaceae, Fabaceae, Asteraceae, Ericaceae. I found some difficulty points of the data collection in each family. Now, I am examining an adjustment method and the condition setting of the data.

研究分野：送粉生態学

キーワード：花形態 送粉 3Dプリンタ 3Dスキャナ

1. 研究開始当初の背景

植物の繁殖器官である花は、花粉を運ぶ送粉者の形態や行動に合わせ、効率よく繁殖が成功するよう進化してきたと考えられており、植物の生物多様性の特徴づける形質である。

もしも花形質に対する訪花行動の全貌が解明されれば、送粉相互作用による花の進化プロセスを極めて高いレベルで議論できる。しかしながら、それら花形質と訪花行動との関係性の実態は明らかにされてこなかった。なぜなら、これら立体構造物に反応する訪花行動は極めて素早く、人間の目視による観察では捉えきれなかったこと、これら立体構造物としての花形質を記録し、表現する方法が確立されていないことが挙げられる。申請者の現在までの研究により、野外のクサギの花に訪花する送粉者の訪花行動を、ハイスピードカメラによって記録することにより、目視では捉えられない行動が観察できることが明らかにされた。上記した2つ目の課題が解決されれば、様々な形質をもった花の形を人工的に再現することが可能となり、花の形がもつ進化的背景を理解する、重要な手がかりを示すことができる。

2. 研究の目的

そこで本研究では、立体的な花の形質を3Dスキャナを用いて3次元空間上で記録し、どのような花形質が3次元上で再現できるのかを検討し、生物の一部である花の3次元データ取得に向けた条件設定や解決策の解明を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、それぞれの花が複雑な立体構造をもち、かつ、今後の研究に活用できるように、マメ科(カラスノエンドウ *Vicia sativa*) キク科(ブタナ *Hypochaeris radicata*; セイヨウタンポポ *Taraxacum officinale*), シソ科(クサギ *Clerodendrum trichotomum*; ホトケノザ *Lamium amplexicaule*), ツツジ科(モチツツジ *Rhododendron macrosepalum*; ヤマトツツジ *R. kaempferi*; コバノミツバツツジ *R. reticulatum*) の4科8種について3Dスキャナ(KONICA MINOLTA RANGE7)による3次元データの解析を行った。

4. 研究成果

それぞれに特徴のある花形質を3Dスキャナで解析した結果、共通して生じる問題点が明らかとなった。本研究で扱うことのできた3DスキャナKONICA MINOLTA RANGE7は対象物にレーザー光を当てることで、3次元空間座標をもつ点群データを採取することができ、3次元モデルを生成する。しかしながら、これら工業機械は、通常の使用目的が機械や電算機器の構造解析であるため、生物の立体構造を解析することを前提とされていない。そ

のため、データの採取に長い時間が必要となり、植物体の一部である花は萎れ始めたり、機械の冷却のために使用が必須であるエアコンの風に吹かれたりして、正確な3次元空間上の位置が特定できないということが明らかになった。1回の撮影時間を多くしても、植物体の場合は高精度のデータが得られないことが初めて明らかとなった(図1および図2)。

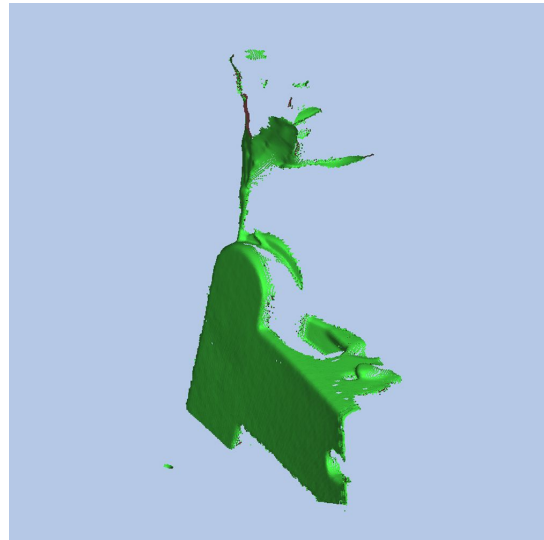


図1.モチツツジの花を用いた3次元データ。

人工物のデータを採取するための設定で花をスキャンすると、雌雄ずいの位置が萎れて動いてしまったパーツのデータが上手く採取できないことが分かった。

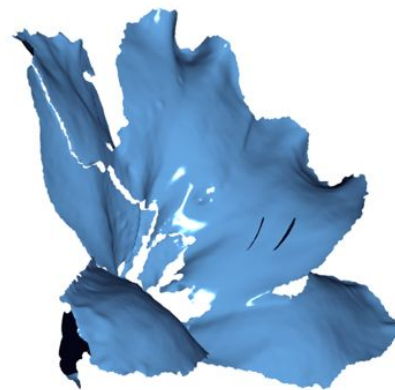


図2.モチツツジの花を用いた3次元データ

花の正面から長い時間かけて撮影すると、花卉の形態をはっきりとデータ化することができるが、撮影中に花が萎れてしまい、裏面のデータが採取できないことが明らかとなった。

そこで本研究では、それらを解決すべく、3D スキャナの条件設定に多くの時間を費やした。3D スキャナの撮影枚数を最小にし、PC 上で合成するという手法を用いた結果、花弁や雌雄ずいの位置を今まで以上に高精度で記録できることが明らかにされた(図3および図4)。

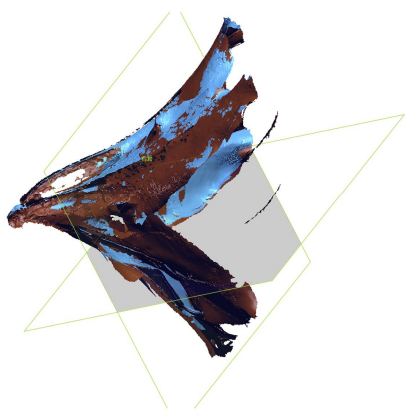


図3. ヤマツツジの花の3次元データ

花弁のデータの採取方法を確立させるために、ヤマツツジの花の3D スキャンでは、花弁を表裏の2方向から撮影し、データの合成が可能かどうかを確認した。画像上で異なる色は異なる撮影において採取したことを示している。

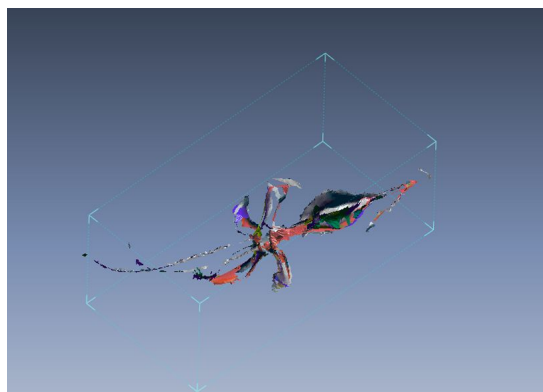


図4. クサギの花の3次元データ

1回の採取データ量を最小値まで減少させ、パーツごと、撮影機会ごとに3次元データを収取した。このデータでは、同じ花を7回に分けてデータ採取している。画像上で異なる色は異なる撮影において採取したことを示している。

これらのデータにおいても、抜けている箇所や明らかに他の部位に影響されて歪んでしまっている形態が見られる。現在は、それらの一致しないデータが一致するよう、撮影条件を再設定している段階である。

加えて3D スキャナの使用にあたって、通

常の工業製品のデータ収集では想定されていなかった、複数回に渡ってデータ収集を行うことにより、花の立体構造を3次元空間上に配置することに成功した。しかしながら、それらの解析にはコンピューターに対する負荷が大きすぎるため、購入したPCでももちろん、研究施設で使用できる専用のPCでも直接の処理を行うことができなかった。現在では、このデータから3Dプリンタで印刷可能なデータを作製すべく、重なって採取されているデータの一部を削除したり、採取した点群データの密度を減らしたりするなど、印刷可能なデータ作成に向けて、条件設定を行っている段階である。

また、キク科に代表される小さな個花が集まって構成されている頭花では、照射したレーザーが小さな構造物で乱反射を繰り返してしまうため、マメ科においては、雌雄ずいが小さすぎるため、それらの形態を現在までの設定を用いて3Dスキャナで収集することはできないことが明らかになった。

花の構造には頭花を含めた複雑な構造や、葉や花に付随した毛などの細かい構造が多く知られている。今後、データ処理と並行して、これら複雑で細かい生物構造の3次元データ化を行うことができる設定を明らかにできれば、生物構造を人間生活に応用するバイオメティクスなどとの連携も視野に入れることが可能となり、今後の課題として認識している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文(査読あり)](計2件)

1. 坂本亮太, これまでの蝶とこれからのチョウ, 種生物学会電子和文誌, 1巻, 2016, 1-1

<http://www.speciesbiology.org/archives/mt-preview-ce721c0a24c279b6e8146fc74c792ddad7107c6d.html>

2. 坂本亮太・廣田峻, 帰化植物コマツヨイグサの日本国内における繁殖生態の検証, Bunrui, 15巻, 2015, 137-145

[学会発表(査読なし)](計1件)

1. Ryota L. Sakamoto, Shin-Ichi Morinaga, Motomi Ito, and Nobumitsu Kawakubo, Fine-scale relationships between pollination and flowers revealed by using a high-speed camera. The 100th ESA Annual Meeting. Baltimore, USA. 9-14 Aug 2015.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

坂本亮太 (SAKAMOTO, Ryota)
岐阜大学・応用生物科学部・研究員
研究者番号：70712024

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：