

モチツツジは食虫植物か？

浜松学芸高等学校

サイエンス部 2年 長谷川天哉 他3名

1. 動機・目的

浜松学芸高等学校サイエンス部では、静岡県立森林公園内において野生動物の生態を対象とした調査を継続して実施している。2022年度の調査時に、森林公園内においてモチツツジ *Rhododendron macrosepalum* (図1)が自生していることに気が付いた。モチツツジは他種のツツジ科植物と異なり、葉や茎または萼片に腺毛が密生していた。さらに、春から夏にかけて、他種の節足動物が腺毛から出る粘液により脚や翅をとられていたのが観察された(図2；杉浦2004https://www.jstage.jst.go.jp/article/esj/ESJ51/0/ESJ51_0_476/_article/-char/ja/, 2023/1/19 確認)。一方で、モチツツジカスミカメ *Orthotylus gotohi* は、モチツツジ樹上でのみ生息し、モチツツジ腺毛に脚をとられずに歩行することが可能であった。

本研究では、モチツツジは腺毛に付着した節足動物の死骸を栄養源の一部としている食虫植物である、と仮説を立て検証した。モチツツジ樹上に生息するカメムシ類は、モチツツジと共生することによって腺毛に付着した節足動物を餌として手に入れることができるという利益がある。モチツツジがモチツツジ上にいるカメムシ類と共生することによって利益があるか明らかにしたい。



図1. 森林公園内のモチツツジの花。



図2. モチツツジ腺毛に付着した節足動物。

2. 仮説

本研究では、『モチツツジが食虫植物なのである』と仮説を立て、食虫植物愛好会の示す定義に従い、食虫植物の特徴に基づいて、以下の5つの仮説を検証した(食虫植物の基礎知識百科事典http://jcps.life.coocan.jp/teigi_syousai.htm 2023年10月2日確認)。(1)昆虫を誘い出す。(2)昆虫を捕らえる。(3)捕らえた昆虫を消化する。(4)消化した栄養を吸収する。(5)植物自身の栄養に役立てる。また、カメムシ類とモチツツジのそれぞれに相互の利益がある総理共生関係にあるのではないかと考えた。

3. 方法

(1)モチツツジは昆虫を誘い出す

モチツツジの腺毛に多く付着していたコバエの仲間を本実験で使用した。20cm×11cmの容器の左端にモチツツジ花茎を設置し、容器内にコバエの仲間であるキイロショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* を10個体投入した(図3)。投入から1分間隔で10回(合計10分間)、モチツツジ花茎上・花茎から5cm以内、5cm～10cm以内、

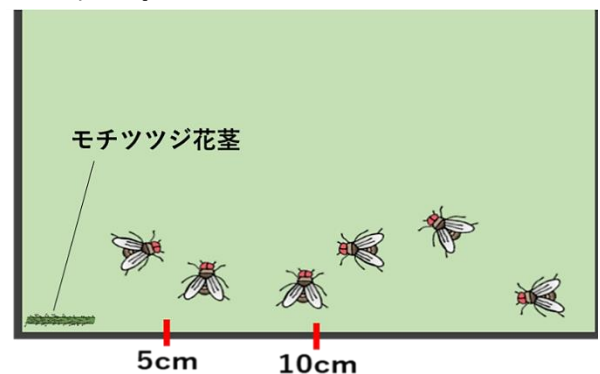


図3. 腺毛による昆虫への誘引効果を検証。

10cm～20cm の 4 つの範囲内にいるキイロショウジョウバエの個体数を計測し個体数密度を算出し、評価した。

(2)モチツツジは昆虫を捕らえる

静岡県立森林公園内において、モチツツジの花茎 200 本に付着していた昆虫の種類と個体数を確認した。調査期間は、2023 年 4 月 29 日から 7 月 23 日のあいだである。

(3)モチツツジは腺毛の粘液で昆虫を消化する

モチツツジが昆虫を消化できるのか確かめるために、モチツツジの腺毛にタンパク質分解酵素があるか検証した。その際、検証にはタンパク質であるゼラチンを用いた。モチツツジ腺毛が付いた花茎、腺毛を除去した花茎、腺毛のみの 3 つの処理、および対照区としてゼラチン上にキウイフルーツをのせたものの合計 4 つの処理を施した。24 時間後、ゼラチンの状態の変化より、モチツツジ腺毛および粘液中の消化酵素の有無を確認した(図 4)。

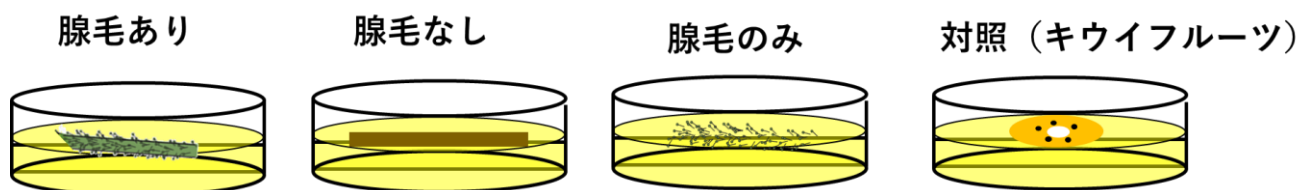


図 4. モチツツジ腺毛および粘液にタンパク質分解酵素があるか検証。

(A)モチツツジ花茎をそのままゼラチン上にのせた。(B)モチツツジの花茎の腺毛を取ったものをゼラチン上にのせた。(C)モチツツジの腺毛のみをのせた。(D)対照区としてキウイフルーツの果肉をゼラチン上にのせた。

(4)モチツツジは消化した栄養を吸収する

モチツツジ花茎表面からの栄養分吸収の可能性を検証するために、本実験を行った。森林公園内で採集したモチツツジ花茎を水切りし、以下の 3 つの処理を施した(図 5)。①花茎の切り口を水で湿らせたティッシュで覆った対照処理、②花茎切り口を食紅水で湿らせたティッシュで覆った食紅処理、③花茎切り口を水で湿らせたティッシュで覆い、腺毛部分を食紅水で湿らせたティッシュで覆った腺毛処理の 3 つである(図 4)。24 時間後、各処理における花茎を横に寝かせて、茎の長軸方向に対して垂直方向にカミソリの刃を入れた。その後、切断面にみられる道管の染色具合を顕微鏡下で観察した。

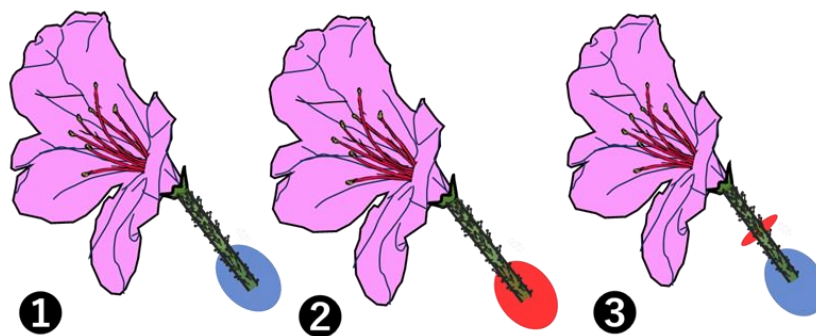


図 5. モチツツジ花茎表面からの栄養分吸収の可能性を検証。

①花茎の切り口を水で湿らせたティッシュで覆った対照処理。②花茎切り口を食紅水で湿らせたティッシュで覆った食紅処理。③花茎切り口を水で湿らせたティッシュで覆い、腺毛部分を食紅水で湿らせたティッシュで覆った腺毛処理。

(5)モチツツジは消化した栄養を役だてる

モチツツジが腺毛から吸収した栄養を種子繁殖へと活かすかどうか検証するために本実験を行った。静岡県立森林公園において、以下の3つの処理区および対照区を設置した。①処理を施さない対照区、②モチツツジ腺毛除去区、③腺毛除去後に袋掛けをした袋掛け区、④腺毛部分に湛水エビ専用飼料を添加した栄養添加区である(図6、図7)の4つの処理である。栄養添加区で用いた湛水エビ専用飼料は、Hikari ヌマエビ、(株)キョーリン製(原材料:粗たん白質41%以上、粗脂肪6.0%以上、粗繊維2.0%以下、粗灰分14%以下、りん1.0%以上)である。各処理には、モチツツジ花茎30個体を用いた。

また、2023年5月13日から7月9日の実験期間中、昆虫によるモチツツジ花卉への食害率(0~5)の6段階とモチツツジ花茎の生存率を継続的に評価した。



図6. モチツツジ花茎から吸収された栄養の効果検証。

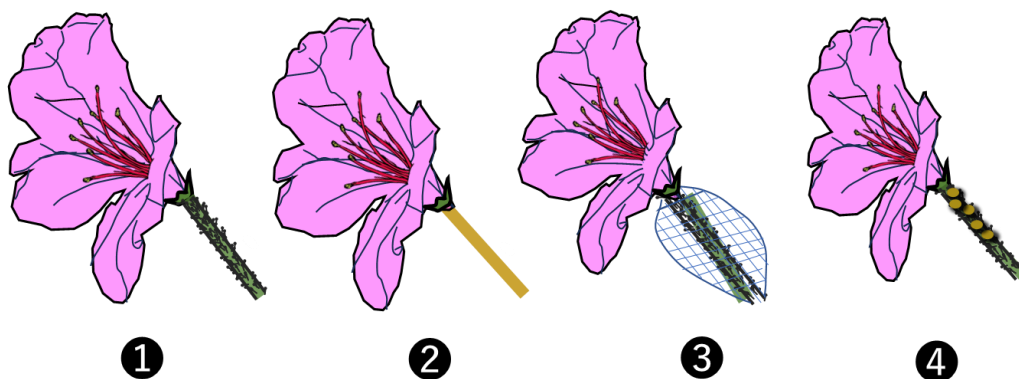


図7. モチツツジ花茎から吸収された栄養の効果検証。

①処理を施さない対照区、②モチツツジ腺毛除去区、③腺毛除去後に袋掛けをした袋掛け区、④腺毛部分に魚餌を添加した栄養添加区。

●モチツツジ花茎に生息しているカメムシ類

ルートセンサス法により、一定の調査ルートと踏査しモチツツジ花茎上に出現したカメムシ類の種名および個体数を直接観察により確認した。調査期間は、5月13日から7月23日であった。また、各花茎で観察したカメムシ類の個体数から、生息密度(個体数/花茎数)と生物の分布様式を示す分布集中度指数のひとつである I_δ 指数(図8)を算出した。

$$I_\delta = q \sum_{j=1}^q x_j(x_j - 1) / \sum_{j=1}^q x_j \left(\sum_{j=1}^q x_j - 1 \right)$$

q : 区画数

x_j : j 番目の区画内の個体数

$I_\delta > 1$ のとき分布様式は集中分布

$I_\delta = 1$ のとき分布様式はポアソン分布に従う機会分布

$I_\delta < 1$ のとき分布様式は一様分布

図8. 生物の分布集中度を表す I_δ 指数の算出方法。

4. 結果

(1)モチツツジは昆虫を誘い出す

モチツツジ花茎からの距離で、キイロショウジョウバエの生息密度に大きな差はみられなかった(図9)。モチツツジ腺毛から10~20cmの距離で、キイロショウジョウバエの生息密度が若干高くなる傾向があった。しかし、本実験では、モチツツジ花茎部分に、キイロショウジョウバエに対する誘引効果は確認できなかった。

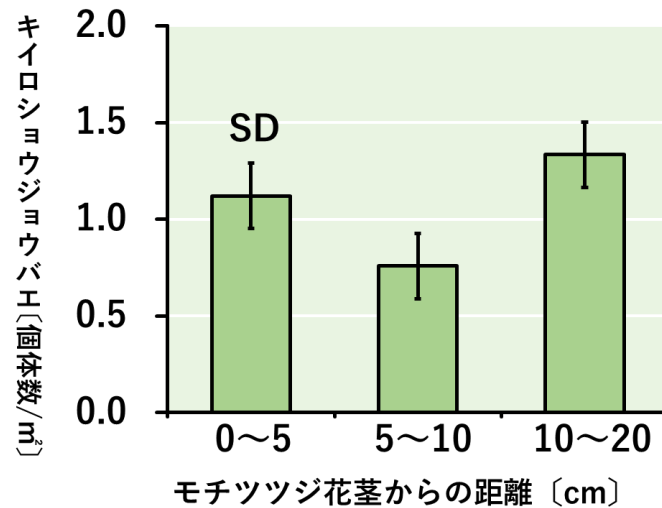


図9. モチツツジ花茎からの距離における密度.

(2)モチツツジは昆虫を捕らえる

開花時期には、モチツツジ腺毛に手で触れると粘液が糸を引くくらい粘着性が強かった。開花期には、モチツツジ花弁上に密集するコバエが観察された(図10)。モチツツジの花にはコバエを中心とした昆虫を誘引する効果があり、花粉や蜜を採食するために放花した昆虫が、花茎の腺毛に捉えられたのではないかと推定される。

モチツツジ開花時期には、花茎に付着した昆虫の個体数が4月29日に最大で49個体、5月13日も29個体と著しく多かった(図11)。

しかし、モチツツジの開花期が終了すると、急激に付着昆虫数は減少した。一方で、開花期が終了すると、腺毛に手で触れても粘液の粘着性は著しく低下していた。腺毛からにじみ出る粘液には、開花期にモチツツジ花茎を訪れる昆虫に、花弁や花粉または胚を食害されることを免れる効果があるのではないだろうか。



図10. モチツツジ花弁に集まるコバエ.

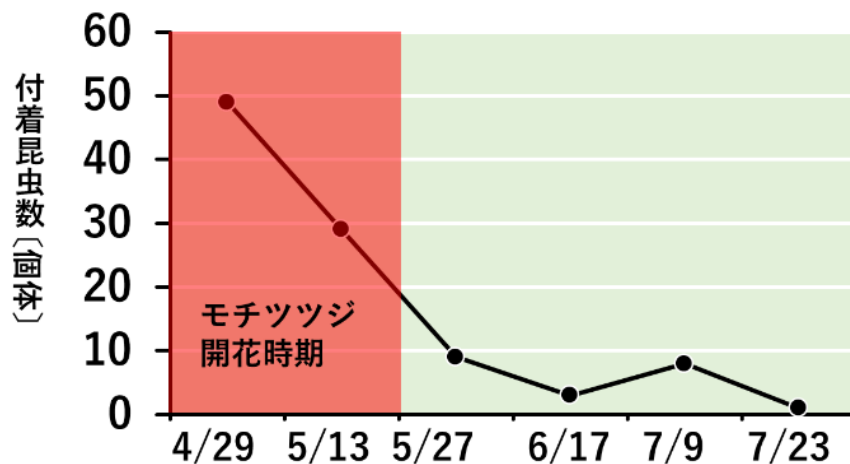


図11. モチツツジ花茎への付着昆虫の個体数の変化.

(3) モチツツジは腺毛の粘液で昆虫を消化する

対象処理区を除く全処理において、ゼラチンの形状に変化は確認できなかった(図 12)。モチツツジ腺毛に消化酵素は含まれていないと考えられる。ゼラチンの代わりにタンパク質を多く含む加工肉であるロースハム(丸大食品 製)で行った場合も、同様にモチツツジ腺毛の消化酵素による影響はみられなかった。

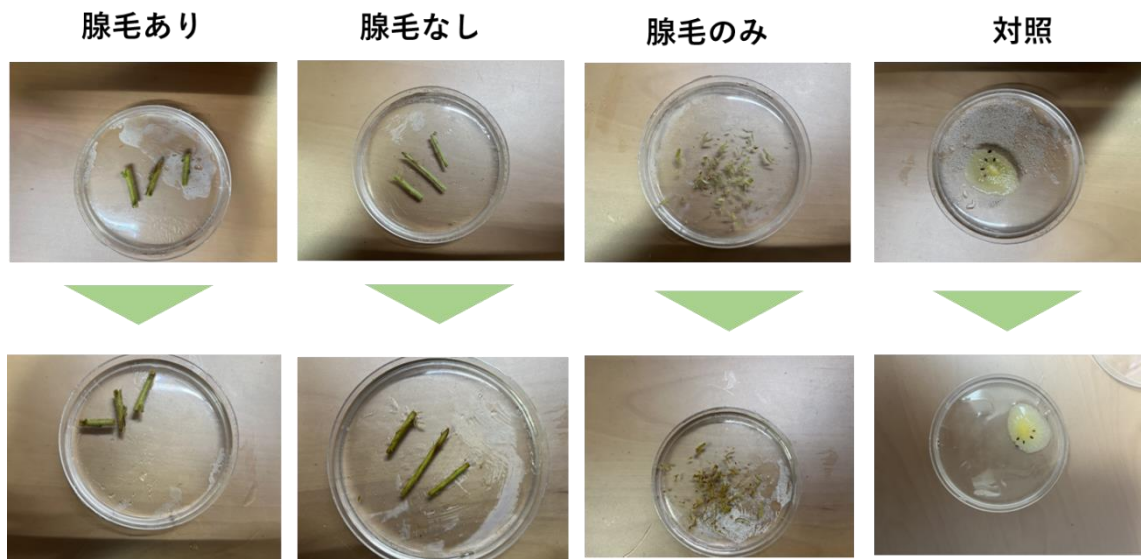


図 12. 各処理におけるゼラチンの変化.

(4) モチツツジは消化した栄養を吸収する

食紅処理では道管が赤く染まったが、それ以外の腺毛処理と対照処理とでは道管が赤く染まらなかった。このことから、モチツツジ腺毛部分からは栄養を吸収できない可能性が示唆された(図 13)。

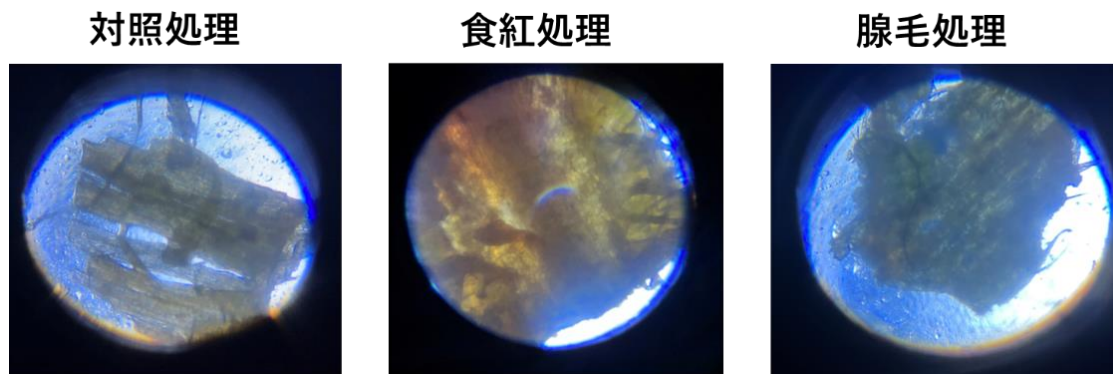


図 13. 各処理の道管の染色.

(5) モチツツジは消化した栄養を役だてる

モチツツジ花茎の生存率は対照処理で 56.5%と最も高く、腺毛除去 43.0%と袋掛け処理 36.7%と低下し、栄養添加の処理では 23.3%と著しく低かった(図 14)。一方、全処理において食害は確認できず、食害による生存率の低下の影響はないと推定される。腺毛除去や袋掛け処理での生存率が低下していたことから腺毛除去時の物理刺激が生存率を低下させていたのではないかと推定される。また、栄養添加処理の生存率低下の原因は、魚餌成分が花茎の生存を妨げたことだろう。

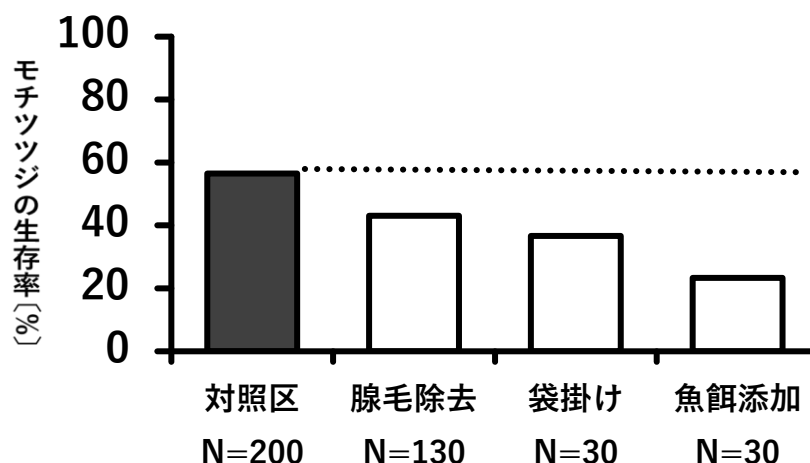


図 14. 各処理におけるモチツツジ花茎の生存率.

●モチツツジ花茎に生息しているカメムシ類

本調査地では、モチツツジカスミカメ *Orthotylus gotoi* (図 15)、イトカメムシ *Yemma exilis* (図 16) の 2 種が確認できた。モチツツジカスミカメは 5 月 21 から 7 月 9 日のあいだに見られ、特に 5 月 21 日から 6 月 4 日のあいだに密度が高かった。イトカメムシは、モチツツジカスミカメが減少し始めた 7 月 23 日以降に多く見られた(図 17)。

2 種のカメムシの分布様式を、分布集中度指数の 1 つである I_h 指数を用いて計算すると、両種とも生息時期に I_h 指数の値が 1 を超えており集中分布を示した(図 18)。イトカメムシとモチツツジカスミカメは、両種とも個体数のピークが被らない時期に一斉に増加するように進化していったのではないかと推定される。実際にハグロトンボ *Atrocalopteryx atrata* とアオハダトンボ *Calopteryx virgo* などのような近在種が同所地に生息している場合、発生のピークをずらして棲み分けしている昆虫の例が報告されている(石田ほか 1988)。



図 15. モチツツジカスミカメ.



図 16. イトカメムシ.

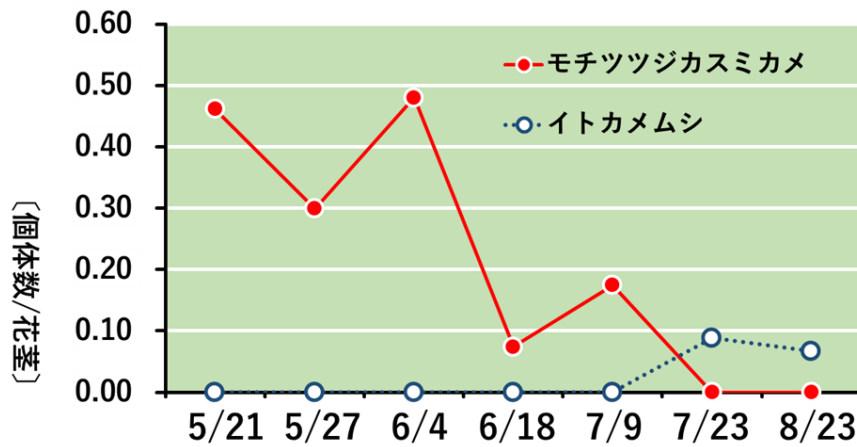


図 17. モチツツジに付着するカメムシ類の 1 花茎当たりの個体数変化.

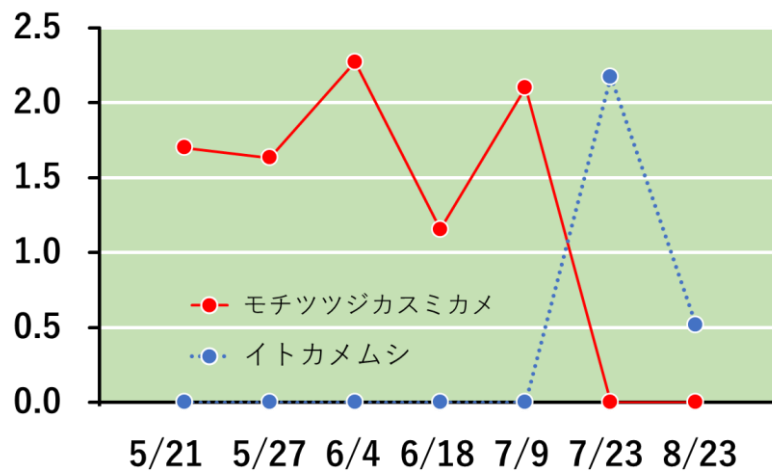


図 18. モチツツジ花茎上に生息するカメムシ類の I_0 指数の変化.

5. まとめ

本研究より、食虫植物の 5 つの定義を検証した結果、仮説(2)の昆虫を捕らえることは確認できた一方、他の 4 つの仮説は否定された。以上より、モチツツジは花茎に腺毛を有し、多数の節足動物が付着している様子を観察できるが、食虫植物ではないことが明らかになった。

6. 反省と課題

モチツツジとカメムシ類の共生による相互の利益関係については解明することができなかった。今後、モチツツジとカメムシ類の相互の利益関係について調べていきたい。また、モチツツジ花茎に処理を施し、種子数を比較することで、腺毛にどれほどの栄養コストがかかるか明らかにしていきたい。

7. 謝辞

本研究は、山崎自然科学教育振興会の研究助成を受けて遂行した。また、指導していただいた浜松学芸高等学校サイエンス部顧問の伊藤信一教諭、村上拓教諭、出沢良樹教諭に心から感謝いたします。

8. 引用文献

杉浦真治(2004) 特定の植物に依存する腐食性昆虫—腺毛に付着した昆虫を摂食するカスミカメムシ—. 日本生態学会大会講演要旨集.

食虫植物の基礎知識百科事典 http://jcps.life.coocan.jp/teigi_syousai.htm (2023/10/2 確認).

石田昇三・石田勝義・小島圭三・杉村光俊 (1988) 日本産トンボ幼虫・成虫検索図説. 東海大学出版会, 神奈川県.