

# マツムシソウとミカワマツムシソウの 訪花昆虫について

## The flower visiting insects of *Scabiosa japonica* var. *japonica* and var. *breviligula*.

須山知香<sup>1</sup>, 松原（小西）麻美<sup>2,3</sup>

SUYAMA Chika<sup>1</sup>, MATSUBARA (KONISHI) Asami<sup>2,3</sup>

[キーワード Keywords] マツムシソウ, ミカワマツムシソウ, 訪花昆虫

[所 属 Institutions] <sup>1</sup>岐阜大学教育学部理科教育講座（生物）(Science Education Course (Biology), Faculty of Education, Gifu University), <sup>2</sup>岐阜大学教育学部学校教員教育養成課程理科教育講座（生物）(Science Education (Biology), Training Course for School Teachers, Faculty of Education, Gifu University), <sup>3</sup>湖南市立岩根小学校 (Konan City Iwane Elementary School).

### [要 旨 Abstract]

マツムシソウには、頭花が小型である変種ミカワマツムシソウが認められている。基本変種であるマツムシソウが全国の高原等に広く分布しているのに対して、ミカワマツムシソウは東海地方の低地・丘陵地の極一部に生育することから、本集団の種子生産性に疑問が呈されることがある。そこで、両変種の自生地における訪花昆虫の様子を調べるとともに、見た目を操作した花を用いた実験を行った。予備調査として虫の訪花活動の時間帯を調べた所、主に9:00-16:00であった。また、紫外線写真の撮影により、両変種の花にはネクターガイドは無く、虫にとっての花の見た目の違いは頭花の大きさや舌状花の有無であることが判った。

今回の観察では、どちらの自生地でも多数の訪花昆虫を確認した。マツムシソウの自生地では鱗翅目の昆虫が多く訪花している一方で、ミカワマツムシソウでは双翅目が多く、両者の訪花昆虫相は異なっていた。

また、ミカワマツムシソウには舌状花が無く、見た目の面ではマツムシソウより劣勢であるように思われるが、花の見た目を操作した実験により、嗅覚に頼る様な訪花昆虫を多く誘引していることが示唆された。

### 研究の背景と目的

マツムシソウ *Scabiosa japonica* Miq. var. *japonica* は、マツムシソウ科 (APGIV分類体系ではスイカズラ科) マツムシソウ属の一回繁殖型多年生草本であり、北海道・本州・四国・九州の主に高原の草地に生育する。この種内には、形態や生育地の差により4変種が認められている (Suyama & Ueda 2005, 須山他 2008) (表1)。このうち、ミカワマツムシソウ *Scabiosa japonica* Miq. var. *breviligula* Suyama & K. Ueda は、頭状花序 (頭花) に付く小花の数が少ないために頭花が小型であり、頭花の外側にある舌状花 (小花の花冠裂片が長く伸びる) を持たないか、あるいは裂片の短いものを少数持つという形態的特徴により、他のマツムシソウ種内分類群から容易に区別できる (図1)。このミカワマツムシソウは東海地方の低地・丘陵地に生育し、全国の山地高原等に広く分布しているマツムシソウとは生育環境 (主に標高の違い) によるすみ分けが見られる。しかし、地点によっては両分類群間の中間的な形態を示す個体群が観察されていることから、両者の分類は変種関係として評価されている (Suyama & Ueda 2005)。マツムシソウ類の分布は、高山帯から高原にかけての冷涼な場所に多く見られるが、ミカワマツムシソウの生育地は低地の限られた場所であることか



図1. マツムシソウの4変種 1:マツムシソウ; 2:タカネマツムシソウ; 3:ソナレマツムシソウ; 4:ミカワマツムシソウ.

ら、「ミカワマツムシソウという集団は、この仲間に本来適していない環境である場所（低地）で‘細々と’生育しているマツムシソウの姿であり、だから花も草丈も矮小化しており、種子もまともに生産できていないのではないか」との意見が述べられることがある。

そこで、両者の間には、形態的な差異に加えて、種子生産に関わるような生態的な分化が生じているのかどうかを調べることを目的として、1. 自生地における虫の訪花の観察、および、2. 栽培条件下での、見た目を操作した花への訪花昆虫の調査を行った。

表1. マツムシソウ *Scabiosa japonica* Miq. 種内4変種の検索表

1. 頭花直径は (2.5-)4-5 cm, 8-16の長い舌状花を持つ. 小花数は (30-)60-100(160). 果実にある萼刺は 2 mm より長い. …… 2.
2. 萼刺は 4-6 mm. 高山帯や樹林限界より上部の草地・砂礫地に生育する. …… var. <i>alpina</i> タカネマツムシソウ
2. 萼刺は 2-4 mm. 低地から山地の草地・砂礫地に生育する. …… 3.
3. 根茎は単根で単頭. 茎と花茎を合わせた長さが 30-100cm. …… var. <i>japonica</i> マツムシソウ
3. 根茎は単根で多頭. 茎と花茎を合わせた長さが 10-25cm. …… var. <i>lasiophylla</i> ソナレマツムシソウ
1. 頭花直径は 1-2(-3.5) cm, 舌状花は無いか, あるいは 3-5(-7) 個の短い舌状花を持つ. 小花数は 15-30 (-50). 萼刺は 1-2 mm. …… var. <i>breviligula</i> ミカワマツムシソウ

Suyama & Ueda(2005), 植田・須山(2006), 須山他(2008)をもとに作成.

## 材料と方法

[予備調査1：虫が訪花活動をする時間帯を調べる]

訪花昆虫を観察するにあたって、虫がマツムシソウの花を訪れる主な時間帯を調べるために、岐阜大学内教育学部圃場に植栽したマツムシソウ（各3株）で予備調査を行った。花を訪れる虫の観察を1時間続けた後、2時間の間を空け、また1時間の観察を行うというサイクルで、12時から観察を開始して翌日の10時まで行った。この24時間観察を2013年8月16日、8月28日、9月5日の計3回行い、虫の訪花が多かった時間帯を実際の実験での観察時間とした。また、訪花した虫は写真を撮影して、目までの分類同定を行った。

観察1回目（8/16）と2回目（8/28）では、9：00-10：00から昆虫の活動が始まり、12：00-13：00が時間あたりの訪花昆虫数が最大であった。その後、訪花昆虫数は次第に減少して18：00-19：00には0匹となった。3回目（9/5）では、12：00～13：00から昆虫の活動が始まり、この時間帯の訪花昆虫数が最大であった。1,2回目と同様にその後は次第に減少して18：00-19：00には0匹となった（図2）。

これらの結果から、本実験での訪花昆虫の観察時間を9:00-16:00の間とした。

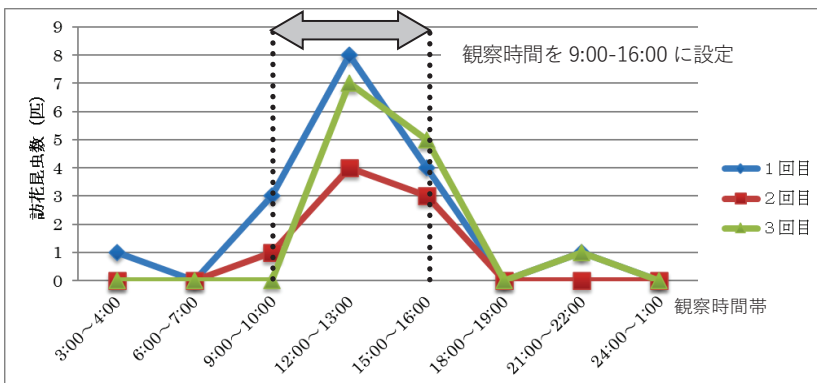


図2. 岐阜大学教育学部圃場におけるマツムシソウへの虫の訪花活動時間帯.

折れ線グラフのうち、菱形印のものは1回目(2013年8月16日)、四角印のものは2回目(同8月28日)、三角印のものは3回目(同9月5日)の観察結果を表す。

[予備調査2：花が虫にどのように見えているかを確認する]

マツムシソウの花に昆虫の視点でのみ確認できるような模様（例えばネクターガイドの有無、等）があるかどうかを調べるために、花の紫外線写真を撮影した。撮影する個体には、岐阜大学内教育学部圃場に植栽した

マツムシソウとミカワマツムシソウを用いた。撮影機材はデジタルAF一眼レフカメラD80およびDXズームニッコール ED 18-135mm（有効画素数約1020万：Nikon株式会社製）で行い、カメラレンズに紫外透過可視吸収フィルターU360（HOYA株式会社製）またはU340（シグマ光機株式会社製）を装着して、シャッター速度を20分、絞り数値を13に設定して撮影した。撮影は2013年8月から9月にかけて、太陽光が十分に降り注ぐ晴天の日を複数日選んで行った。得られた紫外線写真は、インターネット上に公開されている、「花の簡易（安易）デジカメ紫外線写真：画像処理についてのメモ」福原（2001）を参考にして、元の写真をRGB画像調整機能でG（グリーン）を強調したもの、R（レッド）を強調したもの、グレースケール化したものへと色調を変換したうえで、それぞれの明るさとコントラストを調整した画像を作成した（図3）。

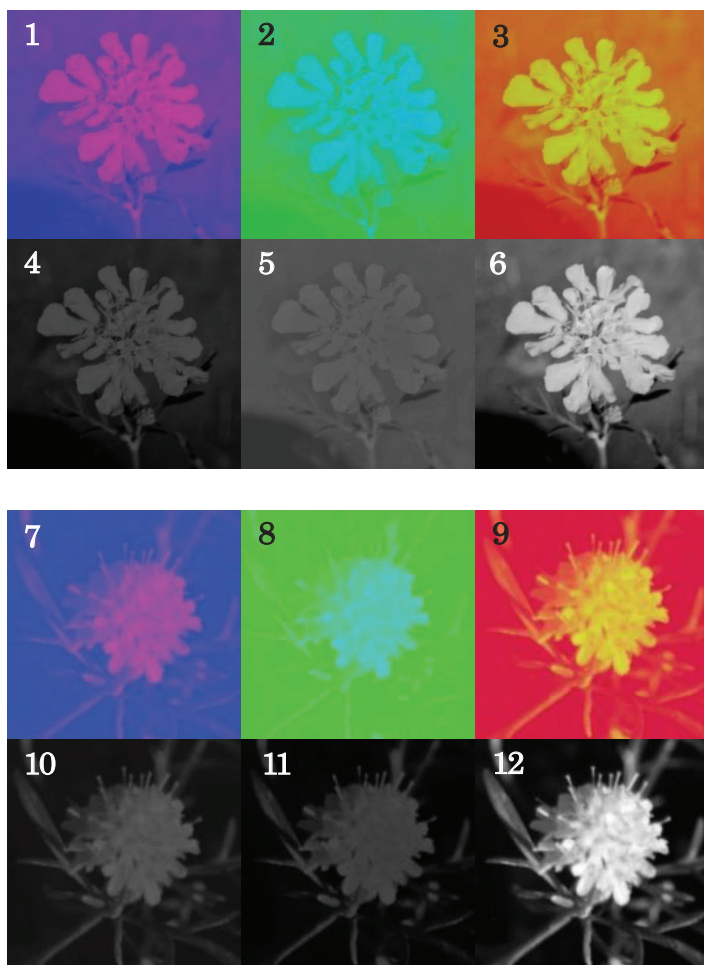


図3. マツムシソウ(1-6)とミカワマツムシソウ(7-12)の紫外線写真および色調変換  
1, 7：元の紫外線写真；2, 8：RGB 画像調整機能でG(グリーン)を強調したもの；  
3, 9：RGB 画像調整機能でR(レッド)を強調したもの；4, 10：1, 7をグレースケール化して明るさとコントラストを調整したものの；5, 11：2, 8をグレースケール化して明るさとコントラストを調整したものの；  
6, 12：3, 9をグレースケール化して明るさとコントラストを調整したものの。

前述のように、昆虫の視野で見ているのと同様な、様々な花の画像を作成して比較を行ったが、蜜腺の目印になりうる様な模様（ネクターガイド）等ほどの画像にも見られなかったことから、虫にとってのマツムシソウとミカワマツムシソウの‘花の見た目’の違いは、頭花の大きさや舌状花の有無であることが判った。

#### 実験1：自生地での訪花昆虫調査

マツムシソウおよびミカワマツムシソウの自生地において、どのような虫が花を訪れているのかを調査するために、マツムシソウでは1地点で1回（愛知県北設楽郡設楽町，2013年8月31日），ミカワマツムシソウでは1地点で2回（静岡県浜松市北区引佐町川名，2013年10月3日、10月9日）の観察を行った。マツムシソウに訪花した虫は写真を撮影し、ミカワマツムシソウでは訪花した昆虫の一部を補獲して、残りは写真に撮り、築地（2011），井上・白水（1965），中根他（1963），安松他（1965），竹内（1957）などの図鑑を用いて種同定を行った。



## 実験2：見た目を操作した花への訪花昆虫調査

マツムシソウの自生地で開花中の花を観察すると、多種多様な虫が頻りに吸蜜に訪れているを目撃する。吸蜜などのために花を訪れる昆虫は、花の見た目や匂いを手がかりにして訪花をしている事がわかっている (Yoshida *et al.* 2015)。そこで、岐阜大学教育学部の圃場内にマツムシソウとミカワマツムシソウを植栽し、両変種の花の量と形を操作した実験区画を以下のように作成して、そこへ訪れる虫の調査を行った。実験に用いた植物の個体は、マツムシソウは愛知県豊田市稲武町、ミカワマツムシソウは静岡県浜松市北区引佐町および愛知県新城市黄柳野で蕾が付いている若い個体を採集し、圃場の土に赤玉土と鹿沼土を混ぜた6号の駄温鉢に植えて、開花するまでの期間、岐阜大学教育学部の圃場(岐阜県岐阜市柳戸)で生育させたものを使用した。実験当日に用いる個体に咲いている頭花の直径を測定しておおよその花の面積を算出し、花の咲いている植木鉢を移動させて各実験区画を作成した。花の面積測定は、頭花を定規と共にデジタルカメラで撮影し、写真画像編集ソフトウェアImage J (Rasband 1997-2012) で計測した。また、実験期間中での観察回数を増やすため、観察を行う時間帯(9:00-16:00)の中で30分ごとに観察する区画を交代し、1日2区画を観察するようにした。観察は晴天もしくは明るい曇りの日を選び、2013年9月13日から2013年10月24日にかけて行った。訪花昆虫は、花に接近したのみのものは捕獲せず、花に着地して吸蜜行動をしたもののみ網で捕獲した。捕獲した昆虫は酢酸エチルを含ませた脱脂綿を入れた瓶の中に入れて保存し、それらを自生地の調査で用いたのと同じ図鑑で同定した。

### 花の見た目を操作した実験区画

- ・虫から見た花の量(頭花の総面積)を変化させる実験区画(I-IV)
  - 区画I：マツムシソウ区=ミカワマツムシソウ区(隣り合うマツムシソウ区とミカワマツムシソウ区の頭花総面積をほぼ等しく設定) 2013年9月18日, 10月2日, 10月18日の3日間実施
  - 区画II：マツムシソウ区<ミカワマツムシソウ区(隣り合うマツムシソウ区よりもミカワマツムシソウ区の頭花総面積を大きく設定) 2013年9月27日, 9月28日, 10月17日の3日間実施
  - 区画III：マツムシソウ区>ミカワマツムシソウ区(隣り合うミカワマツムシソウ区よりもマツムシソウ区の頭花総面積を大きく設定) 2013年9月13日, 27日, 28日の3日間実施
  - 区画IV：混生(マツムシソウとミカワマツムシソウの頭花数を等しくして混生させる) 2013年10月2日, 10月17日, 10月20日の3日間実施
- ・虫から見た花の量と形(頭花の総面積と舌状花の有無)を変化させる実験区画(V-VII)
  - 区画V：ミカワマツムシソウと舌状花を取ったマツムシソウ(マツムシソウとミカワマツムシソウの形が等しくなるように設定) 2013年10月23日に実施
  - 区画VI：マツムシソウと舌状花を取ったマツムシソウ(マツムシソウの舌状花の有無を変えて設定) 2013年10月23日に実施
  - 区画VII：マツムシソウ, 舌状花を取ったマツムシソウ, ミカワマツムシソウの混生(区画V・VIの操作を同時に設定) 2013年10月24日に実施

## 結果

### 実験1：自生地での訪花昆虫調査

マツムシソウの自生地では、1回の観察時に鱗翅目で3科3種、双翅目で1科2種、膜翅目で1科1種の昆虫の訪花を観察した。また、ミカワマツムシソウの自生地では、2回の観察時を合わせて鱗翅目で1科1種、双翅目で3科9種、膜翅目で2科2種、鞘翅目で1科1種の昆虫の訪花を観察した(表2)。

### 実験2：見た目を操作した花への訪花昆虫調査

#### エリアI~IV・マツムシソウの舌状花除去実験

今回の全ての実験で訪花した昆虫の種類は、マツムシソウでは鱗翅目が29.4%、双翅目が41.2%、膜翅目が29.4%、鞘翅目が1.5%であった。対して、ミカワマツムシソウは鱗翅目が18.8%、双翅目が49.4%、膜翅目が31.8%、鞘翅目が1.2%であった。この結果より、マツムシソウとミカワマツムシソウに訪花する昆虫相の割合が異なっていることがわかる。膜翅目と鞘翅目には特に差はないが、マツムシソウには鱗翅目が多く訪花し、ミカワマツムシソウは双翅目が多く訪花した(表3~6)。

マツムシソウとミカワマツムシソウの訪花昆虫について

表2. マツムシソウおよびミカワマツムシソウの自生地での訪花昆虫調査結果

観察地/観察日	目	科	和名	
マツムシソウ	鱗翅目	セセリチョウ科	イチモンジセセリ	
		ジャノメチョウ科	ジャノメチョウ	
		タテハチョウ科	ツマグロヒョウモン	
愛知県北設楽郡 設楽町 /2013.8.31	双翅目	ハナアブ科	ナミハナアブ オオナガハナアブ cf.	
		膜翅目	ツチバチ科	ヤマトツヤハナバチ
		鱗翅目	タテハチョウ科	ツマグロヒョウモン
ミカワ マツムシソウ	双翅目	ヤドリバエ科	セスジハリバエ ナガヒラタアブ オオハナアブ	
		ハナアブ科	シマハナアブ キゴシハナアブ	
		ハナアブ	シロスジベッコウハナアブ	
静岡県浜松市 引佐町 /2013.10.3	膜翅目	ミツバチ科	キオビツヤハナバチ	
		ツチバチ科	ハラナガツチバチ	
		双翅目	クロバエ科	ツマグロキンバエ オビキンバエ
同 2005.10.9	鞘翅目	コガネムシ科	コアオハナムグリ	

表3. 岐阜大学教育学部圃場におけるマツムシソウおよびミカワマツムシソウの訪花昆虫調査結果  
(区画I：隣り合うマツムシソウ区とミカワマツムシソウ区の頭花総面積をほぼ等しく設定)。

実験日	種類	頭花の総面積 (cm <sup>2</sup> )	区内の頭花 数 (花)	訪花昆虫数 (頭)	訪花昆虫の種類	個体数
2013.9.18 最高気温 30.6°C 最低気温:18.8°C 湿度:40% 風速:4m/s	マツムシソウ	12	3	6 (♂3♀3)	鱗翅目	1
					双翅目	3
					膜翅目	2
2013.10.2 最高気温 32.2°C 最低気温:23.4°C 湿度:41% 風速:7m/s	ミカワマツムシソウ	9.3	6	8 (♂5♀3)	鱗翅目	1
					双翅目	2
					膜翅目	5
2013.10.18 最高気温 20.3°C 最低気温:13.2°C 湿度:48% 風速:2m/s	マツムシソウ	36	7	2 (♂2♀0)	鱗翅目	1
					双翅目	1
					膜翅目	1
2013.10.18 最高気温 20.3°C 最低気温:13.2°C 湿度:48% 風速:2m/s	ミカワマツムシソウ	25	14	4 (♂3♀1)	鱗翅目	3
					双翅目	1
					膜翅目	1
2013.10.18 最高気温 20.3°C 最低気温:13.2°C 湿度:48% 風速:2m/s	マツムシソウ	37	10	6	鱗翅目	1
					双翅目	2
					膜翅目	1
2013.10.18 最高気温 20.3°C 最低気温:13.2°C 湿度:48% 風速:2m/s	ミカワマツムシソウ	24	17	5	双翅目	3
					膜翅目	2

表4. 岐阜大学教育学部圃場におけるマツムシソウおよびミカワマツムシソウの訪花昆虫調査結果  
(区画II:隣り合うマツムシソウ区よりもミカワマツムシソウ区の頭花総面積を大きく設定).

実験日	種類	頭花の総面積 (cm <sup>2</sup> )	区内の頭花数 (花)	訪花昆虫数 (頭)	訪花昆虫の種類	個体数
2013.9.27 最高気温 25.9°C 最低気温:16.2°C 湿度:32% 風速:4m/s	マツムシソウ	9.85	3	1 (♂1♀0)	膜翅目	1
	ミカワマツムシソウ	14.17	7	2 (♂2♀0)	膜翅目	2
2013.9.28 最高気温 26.8°C 最低気温:17.3°C 湿度:43% 風速:5m/s	マツムシソウ	5.06	1	5 (♂4♀1)	鱗翅目	3
					膜翅目	2
	ミカワマツムシソウ	22.8	14	6 (♂4♀2)	鱗翅目	2
					双翅目	1
					膜翅目	2
					未同定	1
2013.10.17 最高気温 22.0°C 最低気温:12.5°C 湿度:27% 風速:5m/s	マツムシソウ	25.46	5	12	鱗翅目	1
					双翅目	8
					膜翅目	2
					鞘翅目	1
	ミカワマツムシソウ	91.59	69	23	鱗翅目	5
					双翅目	15
					膜翅目	3

表5. 岐阜大学教育学部圃場におけるマツムシソウおよびミカワマツムシソウの訪花昆虫調査結果  
(区画III:隣り合うミカワマツムシソウ区よりもマツムシソウ区の頭花総面積を大きく設定).

実験日	種類	頭花の総面積 (cm <sup>2</sup> )	区内の頭花数 (花)	訪花昆虫数 (頭)	訪花昆虫の種類	個体数
2013.9.13 最高気温 34.0°C 最低気温:24.1°C 湿度:19.3% 風速:2m/s	マツムシソウ	45.35	11	9	鱗翅目	2
					双翅目	3
					膜翅目	4
					双翅目	1
	ミカワマツムシソウ	6.11	4	8	膜翅目	6
					鞘翅目	1
2013.9.27 最高気温 25.9°C 最低気温:16.2°C 湿度:32% 風速:4m/s	マツムシソウ	38.55	8	4 (♂2♀2)	鱗翅目	1
					双翅目	2
					膜翅目	1
	ミカワマツムシソウ	14.17	7	4 (♂4♀0)	双翅目	2
					膜翅目	2
					鱗翅目	3
2013.9.28 最高気温 26.8°C 最低気温:17.3°C 湿度:43% 風速:5m/s	マツムシソウ	131	26	7 (♂5♀2)	双翅目	2
					膜翅目	1
					鞘翅目	1
	ミカワマツムシソウ	22.8	14	5 (♂3♀2)	鱗翅目	1
					双翅目	2
					膜翅目	2

マツムシソウとミカワマツムシソウの訪花昆虫について

表6. 岐阜大学教育学部圃場におけるマツムシソウおよびミカワマツムシソウの訪花昆虫調査結果 (区画IV：マツムシソウとミカワマツムシソウの頭花数を等しくして混生)。

実験日	種類	頭花の総面積 (cm <sup>2</sup> )	区内の頭花数 (花)	訪花昆虫数 (頭)	訪花昆虫の種類	個体数
2013.10.2 最高気温 32.2°C 最低気温:23.4°C 湿度:41% 風速:7m/s	マツムシソウ	25.46	5	3 (♂2♀1)	鱗翅目	1
					双翅目	2
	ミカワマツムシソウ	5.69	5	4 (♂2♀2)	双翅目	3
					膜翅目	1
2013.10.17 最高気温 22.0°C 最低気温:12.5°C 湿度:27% 風速:5m/s	マツムシソウ	69.07	14	6 (♂2♀4)	鱗翅目	1
					双翅目	2
	ミカワマツムシソウ	27.53	14	5 (♂5♀0)	鱗翅目	1
					双翅目	4
2013.10.20 最高気温 26.4°C 最低気温:21.5°C 湿度:77% 風速:3m/s	マツムシソウ	33.01	8	2	鱗翅目	1
					膜翅目	1
	ミカワマツムシソウ	13.24	8	3	鱗翅目	1
					双翅目	1
					膜翅目	1

表7. 岐阜大学教育学部圃場におけるマツムシソウおよびミカワマツムシソウの訪花昆虫調査結果 (区画V-VII)。

区画/実験日	種類	頭花の総面積 (cm <sup>2</sup> )	区内の頭花数 (花)	訪花昆虫数 (頭)	訪花昆虫の種類	個体数
区画V/ 2013.10.23 最高気温 21.2°C 最低気温:18.3°C 湿度:92% 風速:3m/s	ミカワマツムシソウ	12.11	7	5	双翅目	4
					膜翅目	1
区画VI/ 2013.10.23 最高気温 21.2°C 最低気温:18.3°C 湿度:92% 風速:3m/s	マツムシソウ	33.27	8	2	双翅目	1
					膜翅目	1
	舌状花を取り除いたマツムシソウ	11.26	8	1	双翅目	1
区画VII/ 2013.10.24 最高気温 21.3°C 最低気温:16.4°C 湿度:71% 風速:2m/s	マツムシソウ	44.29	10	5	鱗翅目	5
					舌状花を取り除いたマツムシソウ	13.03
	ミカワマツムシソウ	15.38	10	8	双翅目	2
					鱗翅目	2
					双翅目	4
					膜翅目	2

考察

[訪花昆虫相の比較]

実験1：自生地での訪花昆虫調査

すべての観察回において、気温が高い正午前後の時間帯には、数多く咲いた頭花の間を沢山の訪花昆虫が行き来していた。現地で昆虫を補獲し同定をしたもの、もしくは写真から同定したもののうち、マツムシソウの

自生地では、鱗翅目が50.0%、双翅目が33.3%、膜翅目が16.6%という結果になった。これに対して、ミカワマツムシソウの自生地では、鱗翅目が8.33%、双翅目が75.0%、膜翅目が8.33%、鞘翅目が8.33%という結果になった。マツムシソウの自生地には鱗翅目が多く、ミカワマツムシソウの自生地には双翅目が多く訪花しており、マツムシソウとミカワマツムシソウの訪花昆虫相は異なることが判った。一般的に、鱗翅目のチョウや膜翅目のハチは主に視覚を使って花を探し、双翅目のハエやアブは嗅覚に頼るものが多いと考えられている(加藤 1993)。今回の結果でも、頭花を大きく見せる舌状花をもつマツムシソウには、ミカワマツムシソウと比べて鱗翅目がより多く訪花していた一方で、舌状花が無く見た目は派手でないミカワマツムシソウでは双翅目が多く訪花しており、おそらくミカワマツムシソウの花から発せられる匂いが、マツムシソウと比べてより強いのではないかと予想する(小西・須山 2014)。

なお、それぞれの自生地における開花の時期には1ヶ月程度の時差があるために、訪花昆虫を調査した日付がマツムシソウは8月31日、ミカワマツムシソウは10月3日であり、今回、両者を同一の時期に調査したということではできない。また、現地での訪花昆虫の調査は1回しか行っていないため、この結果に高い信頼性をもたらすためには、今後、短期間に複数回の調査を実施する必要があると考える。

#### 実験2：見た目を操作した花への訪花昆虫調査

エリアI (マツムシソウ>ミカワマツムシソウ)においては、各回の訪花昆虫数に明瞭な差が見られないという結果になった。舌状花のあるマツムシソウの方が頭花の総面積が大きくなるように設定したにも関わらず、訪花昆虫数に差がなかったことから、マツムシソウの舌状花の見た目は昆虫誘引への効果が低い、もしくはミカワマツムシソウが舌状花に匹敵する他の誘引要素がある、と考えることができる。エリアII (マツムシソウ<ミカワマツムシソウ)においては、1回目と2回目では訪花昆虫数に差が見られなかったが、3回目ではマツムシソウの訪花数が12匹、ミカワマツムシソウの訪花数が23匹と約1.7倍、多くの訪花があった。この3回目においては、ミカワマツムシソウの頭花を69花と、全実験の中で最も多数準備することが出来たため、訪花する虫の数も多くなったものと考えている。エリアIII (マツムシソウ≒ミカワマツムシソウ)では、各回の訪花昆虫数に明瞭な差が見られなかった。また、単位面積あたりの訪花昆虫数に関しては、どの回においてもミカワマツムシソウの方が多くなった(1回目 1.67倍、2回目 2.76倍、3回目 1.27倍)。エリアIIIで頭花の総面積をほぼ等しくし、訪花昆虫にも差がなかったのであれば、単位面積あたりの訪花昆虫数もほぼ等しくなるはずであるが、実際の頭花の総面積はミカワマツムシソウの方が小さかったため、単位面積あたりの訪花昆虫数もミカワマツムシソウの方が多くなるという結果になった。このエリアIIIでは、頭花の総面積をほぼ等しくしたにも関わらず、訪花昆虫数に差が見られなかったことから、マツムシソウの舌状花の見た目は、昆虫の誘引に影響がない、もしくはミカワマツムシソウにはマツムシソウの舌状花の昆虫誘引効果に匹敵するような他の誘引要素がある、と考えることができる。また、エリアIV (混生)においても、各回でマツムシソウとミカワマツムシソウの訪花昆虫数に差が見られなかった。この結果からも、エリアIIIの結果から考察したように、舌状花の見た目は昆虫誘引に関係がない、もしくはミカワマツムシソウには舌状花の昆虫誘引効果に匹敵する他の誘引要素がある、と考えることができる。

さらに、ミカワマツムシソウが見た目以外に昆虫を誘引する要素とは「匂い」ではないかと仮定して、マツムシソウの舌状花をとり、マツムシソウとミカワマツムシソウの頭花の見た目が等しくなるように操作した花での実験を行った(操作①)。この操作①では、ミカワマツムシソウへの訪花昆虫数が5匹に対して、舌状花をとったマツムシソウへの訪花昆虫は0匹であった。この結果から、舌状花のないマツムシソウは昆虫にとって魅力的ではなく、ミカワマツムシソウに訪花した昆虫はおそらくにおいに魅かれたものとする。次に、マツムシソウの舌状花の誘引効果を調べるために、マツムシソウと舌状花を切除したマツムシソウで訪花昆虫の比較を行った。この操作②では、マツムシソウが2匹なのに対して、舌状花を切除したマツムシソウは1匹と、訪花昆虫数が少なく、比較が難しい結果となった。この日の湿度が92%と非常に高く、昆虫全体の活動が活発ではなかったのではないかと推測する。最後に、マツムシソウ、ミカワマツムシソウ、舌状花を切除したマツムシソウを使って実験を行った。この操作③では、マツムシソウおよび舌状花を切除したマツムシソウへの虫の訪花は5匹ずつであったが、ミカワマツムシソウの訪花昆虫は8匹であり、ミカワマツムシソウの訪花昆虫数



が一番多い結果となった。また、昆虫の種類を見ると、マツムシソウでは鱗翅目が100%を占めるのに対し、ミカワマツムシソウに訪花した鱗翅目は、全体の25%であった。また、ミカワマツムシソウの訪花昆虫は50%が双翅目であるのに対して、舌状花をとったマツムシソウでは40%、何も処理をしていないマツムシソウでは0%となっている。この結果より、マツムシソウとミカワマツムシソウでは訪花昆虫相が異なっていることが示唆される。

頭花の総面積が大きい方に昆虫が多く訪花した場合には、昆虫は花の見た目で見つけられていることになり、訪花昆虫数に差は見られない、もしくは頭花の総面積が小さい方に昆虫が多く訪花した場合には、見た目以外の誘引の要素があると考えられる。しかし、これらの操作実験は、花期が終わる間際の10月末に行ったため、複数回繰り返して実験を行うことができなかった。この結果の実証性を高めるためにも、回数を重ねて実験を行うべきであったと考える。

ミカワマツムシソウは舌状花がなく、見た目の面ではマツムシソウより劣勢であるように思われるが、マツムシソウよりも強く匂うか、昆虫にとってより好ましい匂いの成分を発することで、採餌行動の際に嗅覚に頼る様な昆虫をより多く誘引していることが示唆された。しかし、今回の実験ではにおいの強さや成分に関しての実験を行うことができなかったため、ミカワマツムシソウがにおいによって昆虫を誘引していることを実証するためには、マツムシソウとミカワマツムシソウのにおいの強さや成分を調査する必要がある。

## 謝辞

岐阜大学教育学部 植田邦彦客員教授には、本研究の野外調査にご協力いただきましたこと、お礼申し上げます。また、浜松市かわな野外活動センターのスタッフの皆様には、施設内での植物観察にご理解・ご協力を頂きましたこと、感謝いたします。なお、本報は、岐阜大学教育学部理科教育講座（生物）における松原（小西）麻未の2013年度卒業研究「マツムシソウ・ミカワマツムシソウによる舌状花と訪花昆虫の関係性」の観察実験データに基づき、須山がその研究論文をリライトしたものである。

## 引用文献

- 福原達人 2001. 「花の簡易（安易）デジカメ紫外線写真：画像処理についてのメモ」. [https://staff.fukuoka-edu.ac.jp/fukuhara/uvir/hana\\_uv3.html](https://staff.fukuoka-edu.ac.jp/fukuhara/uvir/hana_uv3.html) (2021年12月28日閲覧)
- 井上 寛・白水 隆（編）1965. 原色昆虫大圖鑑第1巻 蝶・蛾篇. 283pp. 北隆館, 東京.
- 加藤 真 1993. 送粉者の出現とハナバチの進化. 井上民二・加藤 真（編）. 花に引き寄せられる動物—花と送粉者の共進化. p. 33-78. 平凡社, 東京.
- 小西麻未・須山知香 2014. ミカワマツムシソウにも多くの昆虫が訪花する. 日本植物分類学会第13回大会 研究発表要旨集. p. 63.
- 中根猛彦・大林一夫・野沢鎮・黒沢良彦 1963. 原色昆虫大圖鑑第2巻 甲虫篇. 443pp. 北隆館, 東京.
- Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2012.
- 須山知香・杉野孝雄・植田邦彦 2008. アシタカマツムシソウ（マツムシソウ科）のレクトタイプ選定とソナレマツムシソウ. 植物研究雑誌 83(4): 246-252.
- Suyama, C. & K. Ueda 2005. A new variety, *Scabiosa japonica* var. *breviligula* (Dipsacaceae) from Tokai District, central Japan. J. Jap. Bot. 80: 15-22.
- 竹内吉蔵 1957. 原色日本昆虫図鑑（下）. 190pp. 保育社, 大阪.
- 築地琢郎 2011. 昆虫観察図鑑—フィールドで役立つ1103種の生態写真. 255pp. 誠文堂新光社, 東京.
- 植田邦彦・須山知香 2006. ソナレマツムシソウ（マツムシソウ科）は単なる品種ではない. 日本植物学会第70回大会研究発表記録. p. 212.
- 安松京三・朝比奈正二郎・石原 保（編）1965. 原色昆虫大圖鑑III 蜻蛉・直翅・半翅・膜翅他篇. 358pp. 北隆館, 東京.
- Yoshida M, Y. Itoh, H. Ômura, K. Arikawa & M. Kinoshita 2015 Plant scents modify innate colour preference in foraging swallowtail butterflies. Biol. Lett. 11: 20150390. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2015.0390>.

