校内サギソウ（*Habenaria radiata*）群落の送粉者の研究

はじめに

＜サギソウ：ラン科ミズトンボ属＞

- 全国の日当たりのよい湿地に生息
- 約40㎜の距という構造体の先端に蜜を蓄えている（図１）

（図１）サギソウの距

（図２） サギソウの１年

＜サギソウの希少性＞

- 環境省レッドデータブック準絶滅危惧種
- 奈良県レッドデータブック絶滅寸前種
- 本校の群落（最大面積26.9㎡）は奈良県内に残存しているサギソウ群落３カ所の内で最大の花数を持つ群落である

（表１）７年間の群落動態調査結果

調査年	最大花数（観察日）（＊１）	結実数	結実率（%）（＊２）
2014	665（8/23）	―	―
2015	731（8/25）	520	71.1
2016	934（8/10）	557	59.6
2017	257（8/29）	154	59.9
2018	256（8/16）	42	18.4
2019	101（8/24）	84	83.2
2020	210（8/16）	48	25.7
平均	451	273	59.9

＊１ 最大花数：一番花が多く咲いた日の花数
＊２ 結実率 ：「結実数÷最大花数」

＜今までの研究成果と先行研究＞

- ８年間，保全のための群落動態調査（表１）を継続中
- 他の地域の群落の結実率[1 2]に比べて，本校の**サギソウ群落の結実率は高い**
- この結実率の高さは，本校のサギソウ群落に**安定した送粉者が存在している**ことを示唆[3]
- 先行研究には重要な送粉者の明確な記述や記載がない
- サギソウは自家和合性をもつが，自動自家受粉はしない

研究目的　本校のサギソウ群落の重要な送粉者を特定する

実験①　訪花する生物を特定する

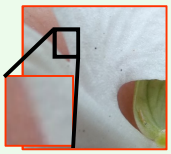
方法 花期（2020/8/6～19）の間，群落内で送粉者の観察・長時間動画撮影・個体識別を行った（図３～７）

結果

（表２）訪花生物の観察・動画撮影結果

和名または動物群	目	観察時間帯	観察個体数	一度の平均訪花数（花）	一度の平均訪花時間（分）	単位時間当たりの訪花数（花/分）
ハナグモ	クモ目	昼間	2	―	歩行通過	―
ダニ類	ダニ目	昼間	3	3	60	0.05
アザミウマ類	アザミウマ目	昼間	2	1	60	0.02
ミナミヒメヒラタアブ	ハエ目	昼間	5	5	2	2.5
アリ類	ハチ目	昼間	5	1	30	0.03
スズメガ類	チョウ目	夜間	1	30	1.5	20
チャバネセセリ	チョウ目	昼間	3	1	20	0.05

（図３）本校のサギソウ群落


（図４）花粉を食するアザミウマ類

（図５）花粉を食するミナミヒメヒラタアブ

（図６）ホバリングしながら吸蜜するスズメガ類

（図７）吸蜜するチャバネセセリ

考察

（１）ミナミヒメヒラタアブはチャバネセセリより受粉に大きく関与[4 5]
（２）**スズメガ**の単位時間当たりの訪花数は他の送粉者より多く，**効率の良い送粉**[6 7 8]を行う

実験②　袋掛けにより送粉者の特性をつかむ

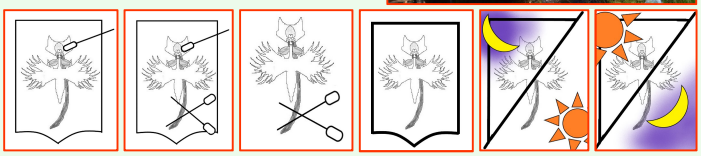
方法 訪花生物の侵入を制限する１㎜メッシュのネットにより花に袋掛けする実験を行った（図８，９）

結果

（表３）受粉形態ごとの結実率

受粉形態	供試花数	結実数	結実率
(A) 人工自家受粉[9]（閉鎖）（'20）	18	8	44%
(B) 距を切除し人工自家受粉（閉鎖）（'20）	3	1	33%
(C) 距を切除（開放）（'20）	9	1	11%
(D) 閉鎖（'18）	8	0	0%
(E) 昼間（8:30～17:30）開放（夜間閉鎖）（'17～'19）	18	8	44%
(F) 夜間（17:30～8:30）開放（昼間閉鎖）（'17～'19）	14	7	50%

（図８）袋掛けの様子



（図９） 供試花のイメージ

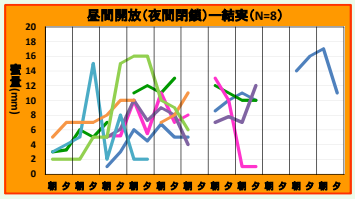
考察

（１）送粉者は昼間・夜間を問わず存在
（２）送粉者は距にたまる**蜜**に**誘引**[10]されて，訪花する
（３）D型に侵入可能なアザミウマ[4 5 11 12]は受粉に関与しない

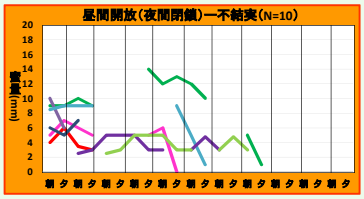
実験③　訪花生物が吸蜜する時間帯を調べる

方法　実験②のE・F型において，朝（8時30分）夕（17時30分）に距中の蜜量（高さ）をノギスで計測した

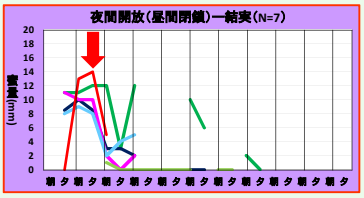
結果



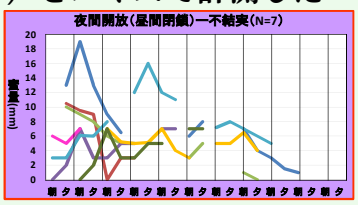
（図10）E型結実花の蜜量推移



（図11）E型不結実花の蜜量推移



（図12）F型結実花の蜜量推移



（図13）F型不結実花の蜜量推移

考察　（１）夜間に多量に吸蜜する送粉者[10]が存在する

実験④　スズメガの送粉様式を探る

方法　実験②のA・B・C型に，袋掛けしていない自然状態の花（G・H型）を加え
（１）種子数を計数した（図14）
（２）さく果１果につき約200種子を無作為に選び，有胚率(＊３)を求めた[13]　（図15，16）

結果

＊３　有胚率：「有胚種子数÷さく果から無作為抽出した種子数」

（表４）受粉形態ごとの種子数・有胚率

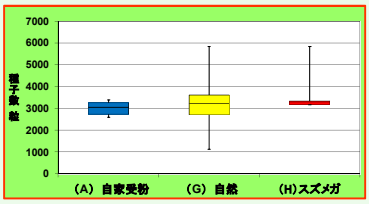
受粉形態	平均種子数±SD（粒）	平均有胚率±SD（%）
(A) 人工自家受粉（閉鎖）（'20）	3012±329 (N=6)	26±10.3 (N=5)
(B) 距を切除し 人工自家受粉（閉鎖）（'20）	3880 (N=1)	23 (N=1)
(C) 距を切除（開放）（'20）	1432 (N=1)	22 (N=1)
(G) 自然受粉（'20）	3244±1166 (N=18)	44±10.6 (N=16)
(H) 自然受粉のうちスズメガ媒（'20）	3766±1163 (N=5)	46±9.2 (N=3)

（図14）さく果と種子

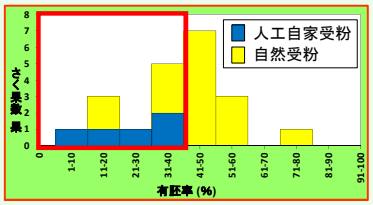
（図15）有胚種子

（図16）無胚種子

考察



（図17）さく果中の種子数（N=24）
(A) 自家受粉：人工自家受粉による種子（N=６）
(G) 自然：自然下での(スズメガ媒を含む）種子（N=18）
(H) スズメガ：スズメガによって送粉された種子（N=５）



（図18）種子の有胚率（N=21）
人工自家受粉と自然受粉の有胚率に有意差あり
（t検定 p<0.01）[14]

（図19）撮影したスズメガ類
（同定不可）

（図20）本校で採集された
シモフリスズメ

（１）**種子数が多いさく果**は**スズメガ**によって送粉された（図17）
（２）自家受粉の有胚率の範囲から他家受粉の割合を推測すると[15]送粉者は主に**他家受粉**を担う（図18）

結　論　サギソウの重要な送粉者はスズメガである

課題と現在進行中の実験

現在サギソウが開花し始め，スズメガの送粉貢献度を科学的に判定するため，新たな実験を行っている

（１）動画撮影により，スズメガの送粉の様子を詳察し，花粉塊の付着の有無を確認
（２）供試花数を増やし検定を行い，データの信頼性を確保
（３）無菌播種による種子培養を実施し，有胚種子の発芽率を算出[11 16]　（図21）
（４）群落に昼間・夜間の各開放区を設け，昼夜間の送粉者が受粉に関与する程度を比較
（５）人工他家受粉を行い比較し，自家受粉は有胚率が低いことを確認
（６）送粉するスズメガの口吻長とサギソウの距の長さを測定・比較し，**共進化**[17 18]の証拠を確認

（図21）無菌播種後の発芽

引用文献

[1] 長谷川 啓一, 上野 裕介, 大城 温, 井上 隆司, 瀧本 真理, 光谷 友樹, 遊川 知久(2017) .キンラン属3種の生育環境と果実食害率：保全に向けての課題,保全生態学研究(Japanese Journal of Conservation Ecology) 22:311-321.
[2] 高橋 和彦, 秦名 俊光, 大谷 久史, 石川 林, 石橋 久仁彦, 荻野 崇義, 荻原 熱(2017). 自生地において形成されるサギソウ種子の特性,園芸学研究.(Hort.Res.(Japan)) 16(2):125-130.
[3] Ikeuchi,Y., Suetsugu,K., & Sumikawa,H.(2015) Diurnal Skipper *Pelopidas mathias* (Lepidoptera: Hesperiidae) Pollinates *Habenaria radiata* (Orchidaceae),Entomological News,125(1),7-11.
[4] 茂田幸嗣,井鷺裕司,中越信和(2004) .形態的にスズメガ媒に特化したサギソウ(ラン科) におけるアザミウマの種子生産への貢献,日本生態学会大会講演要旨集 第51回日本生態学会大会 釧路大会,693.
[5] Moog,U.,Fiala,B.,Federle,W.,& Maschwitz,U. (2002). Thrips pollination of the dioecious ant plant *Macaranga hullettii* (Euphorbiaceae)in Southeast Asia, American Journal of Botany,89(1),50-59.
[6] Amorim, F. W., Wyatt, G. E., & Sazima, M. (2014). Low abundance of long-tongued pollinators leads to pollen limitation in four specialized hawkmoth-pollinated plants in the Atlantic Rain forest, Brazil. Naturwissenschaften, 101(11), 893-905.
[7] Tao,Z.B.,Ren,Z.X.,Bernhardt,P.,Wang,W.J.,Liang,H.,Li,H.D. & Wang,H. (2018). Nocturnal hawkmoth and noctuid moth pollination of *Habenaria limprichtii* (Orchidaceae) in sub-alpine meadows of the Yulong Snow Mountain (Yunnan,China). Botanical Journal of the Linnean Society, 187(3), 483-498.
[8] Xiong,Y.Z.,Liu,C. Q. & Huang,S.Q.(2015) .Mast fruiting in a hawkmoth-pollinated orchid *Habenaria glaucifolia*: an 8-year survey, Journal of Plant Ecology, 8(2),136-141.
[9] Dongarwar, N., & Thakur, U. (2014). Artificial pollination and its role in orchid conservation. A Glimpse of current vistas in Plant Science Research. Nagpur, India: Hislop College Publication Cell, 123-140.
[10] Gerlach, G., & Schill, R. (1991). Composition of orchid scents attracting euglossine bees. Botanica Acta, 104(5), 379-384.
[11] Shigeta,K. & Suetsugu,K.(2020). Contribution of thrips to seed production in *Habenaria radiata*, an orchid morphologically adapted to Hawkmoths, Journal of Plant Research,133,499-506.
[12] Suetsugu,K.,Tetsu,S.,Hiraiwa,K. & Tsutsumi,T. (2019) Thrips as a supplementary pollinator in an orchid with granular pollinia: is this mutualism?, Ecology, 100(2), e02535.
[13] 市橋正一,市川泰子 (2012). ハクサンチドリの無菌発芽法による増殖, 愛知教育大学研究報告(自然科学編),61,29-37.
[14] Otani,H., Sagisaka,R., Tanaka,H., Takyu,H., Hara,T., Shirakawa,T., Tanaka,S., &Maki,A. (2018). The influence of excluding patients with bystander return of spontaneous circulation in the current OHCA database. International journal of emergency medicine, 11(1), 1-8.
[15] Craig,I.P., Steven,D.J. (2009). Reproductive biology of *Acrolophia cochlearis* (Orchidaceae): estimating rates of crosspollination in epidendroid orchids. Annals of Botany, 104(3), 573-581.
[16] 長島時子(1994). ラン科植物の種子発芽および初期発育の様相に関する研究. 園芸学会雑誌, 63(1), 139-149.
[17] Charles, D., 渡辺政隆訳(2009). 種の起源，光文社古典新訳文庫
[18] Suetsugu,K.,Tanaka,K.,Okuyama,Y. & Yukawa,T. (2015) .Potential pollinator of *Vanda falcata* (Orchidaceae):Theretra (Lepidoptera: Sphingidae) hawkmoths are visitors of long spurred orchid. European Journal of Entomology,112(2).