

北陸地方に生育するエビネ *Calanthe discolor* における人工授粉および袋掛けが果実および完熟種子生産に及ぼす影響

Effects of artificial pollination and herbivore exclusion on the fruit set and seed production of the rare orchid *Calanthe discolor* in Hokuriku District, Japan

松井 明^{1,*}・大野 葵²・佐野 弘直¹

Akira Matsui¹, Mamoru Ohno², and Hironao Sano¹

¹ 京福コンサルタント株式会社

² 株式会社ラーゴ

¹Keifuku Consultant Co., Ltd

²Lago Co., Ltd.

* 〒917-0026 福井県小浜市多田 11-2-1

11-2-1 Tada, Obama, Fukui 917-0026, Japan

e-mail: matsuiakira1972@yahoo.co.jp

2023/01/23 受付、2023/10/12 受理、2024 年 1 月 31 日早期公開(J-STAGE)

著作権は著者に帰属する。Licensed under CC BY 4.0

要約：ラン科植物のエビネは、ランミモグリバエによる採食および花粉媒介者であるハナバチ類の減少により、絶滅危惧の危機に瀕している。そのため、袋掛けおよび人工授粉が有効な保全対策として考えられる。福井県内の野外 5 調査地区において、エビネに人工授粉および袋掛けを行い、果実および完熟種子が生産される割合を比較した。2021-2022 年の 2 年間、全供試株 24 個体を対象に、1) 人工授粉未処理群/袋掛け未処理群 (13 個体)、2) 人工授粉処理群/袋掛け未処理群 (5 個体)、3) 人工授粉処理群/袋掛け処理群 (6 個体) の 3 パターンに分類した。その結果、果実数は、人工授粉処理群では 1 個体あたり平均で 5.0 個 (最小 1 個-最大 9 個) の果実が生産されたのに対し、人工授粉未処理群では平均で 0.2 個 (最小 0 個-最大 2 個) であった (Wilcoxon の順位和検定、 $p < 0.0001$)。ランミモグリバエなどのハエ類による被害率は、袋掛け処理群では平均で 0% (最小 0%-最大 0%) ですべての果実から完熟種子が生産されたのに対し、袋掛け未処理群では平均で 56% (最小 0%-最大 100%) であった (Wilcoxon の順位和検定、 $p < 0.01$)。以上のことから、エビネにおける人工授粉および袋掛けにより、果実および完熟種子生産に統計的に有意な効果があることが確かめられた。特に、エビネにおける授粉の機会が極めて少ないことが示唆され、今後の世代交代を考慮すると問題である。

キーワード: エビネ、人工授粉、絶滅危惧種、袋掛け、ランミモグリバエ

Abstract: The rare orchid *Calanthe discolor* is on the verge of extirpation from Japan due to foraging by the agromyzid fly *Japanagromyza tokunagai* and the decline of pollinator bees. Artificial pollination and bagging treatments that exclude foraging flies are promising conservation measures. We examined the rates of fruit set and ripe seed production resulting from the artificial pollination and bagging of *C. discolor* at five field sites in Fukui Prefecture, Japan. We tested 24 individuals over 2 years from 2021 to 2022, classified into three treatment groups: 1) no artificial pollination + no bagging (13 individuals), 2) artificial pollination + no bagging (5 individuals), and 3) artificial pollination + bagging (6 individuals). Artificial pollination resulted in an average of 5 fruits per individual (range: 1–9 fruits), while untreated plants produced only 0.2 fruits on average (range: 0–2 fruits; Wilcoxon rank sum test, $p < 0.0001$). Additionally, the average percentage of each plant damaged by flies such as *J. tokunagai* was 0% in the bagged group and 56% (range: 0–100%) in the untreated group (Wilcoxon rank sum test, $p < 0.01$). Thus, both artificial pollination and bagging of *C. discolor* produced statistically significant improvements in fruit set and ripe seed production. Our results suggest that pollination opportunities are reduced in untreated *C. discolor*, with serious implications for the species' ongoing reproduction and survival.

Keywords: artificial pollination, bagging treatment, *Calanthe discolor*, endangered species, *Japanagromyza tokunagai*

はじめに

近年は、多くの野生植物において絶滅が危惧されている。特に、日本のラン科植物の 7 割が絶滅危惧の状態にある(井上 1996)。ラン科植物は園芸種として価値があることから、人為的採取が後を絶たない。また、開発による自生地の破壊が個体数の減少をさらに深刻なものにしている(辻田ほか 2019)。

このような深刻な状況下において、ラン科植物の花茎や果実を採食するハモグリバエ科のランミモグリバエ *Japanagromyza tokunagai* (Sasakawa) の被害が近年急速に拡大しつつあり、野生ランの保全にとって新たな脅威となってきている(Suetsugu et al. 2018)。北海道、本州および九州の 9 都道県において、ハエ類による果実や花茎への採食が見られた 16 種 1 品種のうち、15 種 1 品種のランでランミモグリバエの寄生が確認された(菅ほか 2018b)。また、2 種のランからハネオレバエ科のセマダラハネオレバエ *Chyliza vittate* Meigen が見つかった(菅ほか 2018b)。千葉県山武市の里山に自生する 6 種のランは、ランの種類や季節に関わらず、ランミモグリバエの被害が確認された(菅ほか 2018a)。以上の先行研究から、ラン科植物に寄生するハエ類の大半がランミモグリバエと推定される。

ランミモグリバエの幼虫は、ラン科植物の果実や花茎内部を摂食するため、種子生産が著しく阻害され、世代交代ができず、個体数の減少を招いている。ランミモグリバエの成虫は、産卵してから羽化するまでの期間が 1 ヶ月程度と比較的短いことから(菅ほか 2018a)、開花時期の異なる複数のラン科植物を乗り換えながら年多化性の生息を可能にしていると考えられる。野生ランの保全を行うためには、ランミ

モグリバエの寄生をできる限り抑制し、種子生産を成功させる必要があり、ランミモグリバエの防除法の確立は急務の課題である(村田・辻田 2020)。

北陸地方に位置する福井県にはエビネ *Calanthe discolor* Lindl.の自生地があり、ランミモグリバエなどのハエ類の採食が確認された。エビネもまたランミモグリバエによる被害が報告されている(菅ほか 2018a,b)。エビネは環境省の準絶滅危惧および福井県の県域絶滅危惧Ⅱ類に該当する(福井県 2016)。エビネは福井県に限らず、沖縄県を除く 46 都道府県においてレッドデータに指定されている(「日本のレッドデータ検索システム エビネ」 <http://jpnrd.com/search.php?mode=map&q=06050326594> 2023 年 10 月 10 日確認)。エビネが減少している要因として、人為的採取および開発の両方が寄与している(井上 1996)。

エビネは、海外では中国南部から東部、朝鮮半島、日本では北海道(南部)、本州、四国、九州、琉球列島、伊豆諸島に分布する。暖温帯の落葉広葉樹林などの林床に生育し、しばしば群落になる。花粉の運び手は小型のハナバチ類である。管理された山林はよい生育立地となり、かつては里山によく見られた(遊川 2015)。

本研究ではエビネをランミモグリバエなどのハエ類の被害から防除するために、人工授粉および袋掛けを行い、果実および完熟種子の生産に及ぼす効果を検証することを目的とする。なお、キンラン属のキンラン *Cephalanthera falcata* (Thunb.) Blume やクゲヌマラン *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch を対象に人工授粉および袋掛けを実施した研究は存在するが(伊藤ほか 2016)、エビネを対象に人工授粉および袋掛けを行った研究は見当たらない。

方 法

調査方法

調査地区は福井県内に位置する Stns. A、B、C、D、E の 5 ヶ所である(図 1)。5 ヶ所に生育するエビネ(全供試株 24 個体)を対象に、ハエ類被害への対策として、人工授粉処理群および未処理群、袋掛け処理群および未処理群を設けた。調査は 2021-2022 年の 2 年間実施した(表 1)。全 24 供試株の属性データを付録として掲載した。

調査地区の植生を把握するために、2023 年 7 月 19-20 日に、5 ヶ所の植生を植物社会学的手法により調査した(表 2)。調査面積は各地区とも約 100m² である。調査者が地区内を歩きながら、出現する種を目視により確認し、種名を記録した。地区内に生育するすべての構成種を把握し、Braun-Blanquet の被度・群度を調査した(建設省河川局河川環境課 1997)。植物社会学的調査結果データを付録として掲載した。なお、種名は生物リスト(「河川水辺の国勢調査のための生物リスト 令和 4 年度リスト 植物」 <https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/mizukokuweb/system/seibutsuListfile.htm> 2023 年 10 月 10 日確認)に準じた。

Stns. A、B と Stns. C、D、E の間は約 2km 離れている。Stns. A、B は山間部に位置するのに対し、Stns. C、D、E は山間部を抜けた中腹部に位置する。Stn. A は 3 個体(A-1、A-2、A-3)、Stn. B は 3 個体(B-1、B-2、B-3)、Stn. C は 3 個体(C-1、C-2、C-3)、Stn. D は 7 個体(D-1、D-2、D-3、D-4、D-5、D-6、D-7)、Stn. E は 3 個体(E-1、E-2、E-3)を観測した。Stns. A、B、C の個体は 2021-2022 年の 2 年間継続して観測したのに対し、Stns. D、E は 2022 年の 1 年間のみ観測した。2021 年に B-3 および C-3、2022 年に C-1 および C-2 は、獣による被害のため途中で観測を中止した。人工授粉および袋掛けの処理は、アクセス性がよく、メンテナンスがしやすい Stns. C、D、E において行った。

人工授粉は 2021 年には行わず、2022 年 5 月 4 日に、Stns. C、D、E の袋掛け処理群および未処理群の両方に実施した。袋掛け処理群では蕾の段階から袋掛けをしておき、袋のなかで開花してから数日後に授粉させ、速やかに再度袋掛けという順序で行った。

袋掛けは 2021 年には行わず、2022 年 4 月 28 日に、Stns. D、E の一部に実施した。袋掛けは果実を回収する 2022 年 11 月 11 日まで実施した。長期間設置するため、途中の夏季(7-8 月)および秋季(11 月)に袋の点検および補修を行った。対象株の脇に園芸用の支柱 0.75m を立て、目が細かく(目合 0.75mm)、通気性がよい、ポリエチレン製の防虫ネットで花茎を覆った後、袋の口の部分をビニタイで閉じた(図 2)。支柱および防虫ネットは、ホームセンターで 100 円/本および 1,000 円/ネット(短辺 1.35m×長辺 5m)前後で購入した。ネットは袋掛け用に、裁断・縫合した。野外における袋掛けの設置は、半日

を要した。

以上の試みにより、全供試株 24 個体は、1) 人工授粉未処理群/袋掛け未処理群 (13 個体)、2) 人工授粉処理群/袋掛け未処理群 (5 個体)、3) 人工授粉処理群/袋掛け処理群 (6 個体)の 3 パターンに分類された(表 1)。なお、エビネは自動自家受粉をしないことから(Suetsugu and Fukushima 2014)、袋掛けを行った個体は必ず人工授粉を実施した。2021 年には果実がまったく生産されなかった。2022 年に生産された果実は実験室に持ち帰り、1 個体あたりの果実数および完熟種子かどうかを切開して確認し、1 個体あたりの被害率を算出した。なお、ハエ類の被害を受けたエビネの種子は黒ずんで腐っていることから、完熟種子かどうかを容易に判断できる。

解析方法

1) 人工授粉処理群および未処理群の間で果実の生産に差があるか、2) 袋掛け処理群および未処理群の間でハエ類による被害率に差があるかを調べるために、ノンパラメトリック検定である Wilcoxon の順位和検定を実施した。統計ソフトは EZR(バージョン 2.7-1)を使用した(Kanda 2013)。

なお、5 調査地区の植生を比較すると、Stn. A の草本層の割合が小さく、Stns. B、C のそれが中程度、Stns. D、E のそれが大きかった。人工授粉および袋掛け処理以外に、このような植生の違いが果実の生産およびハエ類による被害率に影響を及ぼしているかについては不明であるため、本解析に含めなかった。

結 果

果実の生産

全供試株 24 個体のなかで、人工授粉した 11 個体はすべて果実を生産したのに対し(結実率 100%)、人工授粉しなかった 13 個体は、1 個体しか果実を生産しなかった(結実率 7.7%)。

2 処理群における果実数は、人工授粉処理群では 1 個体あたり平均で 5.0 個 (最小 1 個-最大 9 個)の果実が生産されたのに対し、人工授粉未処理群では平均で 0.2 個 (最小 0 個-最大 2 個)であった(図 3)。Wilcoxon の順位和検定を実施した結果、2 処理群の間で果実数に有意差が認められた($p<0.0001$)。

ハエ類による被害率

2 処理群におけるハエ類による被害率は、袋掛け処理群では平均で 0% (最小 0%-最大 0%)ですべての果実から完熟種子が生産されたのに対し、袋掛け未処理群では平均で 56% (最小 0%-最大 100%)であった(図 4)。Wilcoxon の順位和検定を実施した結果、2 処理群の間でハエ類による被害率に有意差が認められた($p<0.01$)。

考 察

果実の生産

キンランは人工授粉をした場合、果実を付けた個体数の割合は 28.6-55.0%であったのに対し、人工授粉をしなかった場合、15.4-19.0%であった(伊藤ほか 2015)。本研究においても、エビネに人工授粉をしなければ受粉の機会が減少するという点で本研究結果と一致した。つまり、エビネの果実を確実に生産するために、人工授粉の効果は顕著であることが証明された。

本研究では、エビネの人工授粉未処理群では結実率が 7.7%、1 個体から生産される果実数が 0 個であった。この状態では世代交代が妨げられ、将来絶滅することが危惧される。ただし、Suetsugu and Fukushima (2014)によると、自然界におけるエビネの結実率は 10%を下回り、その原因として特定の訪花昆虫に依存しているためと報告している。このように、元来受粉の機会が極めて少ないエビネが、絶滅危惧の危機に瀕している原因として、花粉媒介者であるハナバチ類が減少している可能性が考えられる(多田内 2020)。ハナバチ類の減少は、日本だけでなく世界中で起こっている。減少の要因として、過去 50 年間で農地の景観が大幅に変化し、農業政策と農業慣行の変更が、特にヨーロッパで多くのマルハナバチ属の減少に関与したと考えられる(Williams 1986)。その他にも、農薬のネオニコチノイドの使用(松田 2021)、外来種のセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* L. (Buff-tailed bumblebee)の

野生化(井之口ほか 2011; 井上ほか 2007; 高橋ほか 2010)の問題が指摘されている。

エビネ属の花粉を媒介する昆虫として、エビネはミツバチ科のニッポンヒゲナガハナバチ *Eucera nipponensis* (Perez, 1905) (石田・唐澤 1981)、キエビネ *C. citrina* Scheidw.はクマバチ *Xylocopa appendiculata* Smith (長野・三枝 1975)などの観察報告がある(唐澤・石田 1998)ことから、多田内(2020)が指摘しているとおり、ニッポンヒゲナガハナバチの個体数が減少した可能性が考えられる。今後さらにエビネの供試株数を増やし、結実の有無を確認することによって、受粉の機会が減少しているかどうかを評価しなければならない。

ハエ類による被害率

キンランは袋掛けをした場合、すべての果実から完熟種子が生産されたのに対し、袋掛けをしなかった場合、まったく完熟種子が生産されなかった(伊藤ほか 2015; 松井ほか 2022)。本研究においても、エビネに袋掛けをした場合、すべての果実から完熟種子が生産されたことから、エビネをハエ類被害から防除するために、袋掛けの効果は顕著であることが証明された。

本研究では、エビネの袋掛け未処理群では 56%の被害に留まった。先行研究においても、茨城県に生育するキンランの被害果率は 91%であったのに対し、そのキンランから 100m 以内の範囲に同所的に生育していたエビネのそれは 18%に留まった(菅ほか 2018b)。今後さらにエビネの供試株数を増やし、ハエ類の被害の有無を確認しなければならないが、現在のところ、エビネはキンランよりハエ類による被害の程度が小さいことが示唆された。

キンランと比較してエビネの被害率が小さい原因については、今後の興味ある研究課題である。ハエ類がエビネよりもキンランを選好する原因が解明されることによって、ハエ類の生態が理解され、ラン科植物をハエ類による被害から防除できる可能性が考えられる。また、ハエ類の天敵として寄生バチの存在が知られていることから(Suetsugu and Mita 2018)、寄生バチが減少したためにハエ類が増加した可能性が考えられる。

エビネの保全対策

生物多様性が豊富な自然界では、ハエ類の個体数は、寄生生物の存在によって抑制される傾向がある(榎本・阪本 2023)。ハナバチ類は森林帯の閉鎖的な自然環境より、半ば人工的な手が入って拓かれた里山的な二次的自然に適応した昆虫である(松村 2007)。そして、このような里山的な自然環境に生育してきたのがエビネである。近年は、里山的な自然環境が管理されなくなり、生態遷移が進行し、生物多様性が劣化する傾向にある。それに伴い、エビネが好む生育立地が減少し、併せて、花粉媒介者のハナバチ類の減少、ハエ類の天敵である寄生バチの減少も進行していると推定される。このような危機的状況にあるエビネを保全するためには、生物多様性が豊かである里山的な自然環境を取り戻すことが重要であると考えられる。

謝 辞

神戸大学大学院理学研究科の末次健司教授には、エビネの人工授粉および生態について有益な助言をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。

引用文献

- 榎本 博之, 阪本 英樹 (2023) 福井県で確認されたキエビネ(*Calanthe citrina* Scheidw.)の生育地と個体数(2016-2022)の記録. *Ciconia*(福井県自然保護センター研究報告), 26: 149-160.
- 福井県 (2016) 改訂版 福井県の絶滅のおそれのある野生動植物. 福井県, 福井
- 井之口 文菜, 山崎 和久, 土田 浩治, 高橋 純一 (2011) 霧多布湿原周辺におけるセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* L. の初記録. *保全生態学研究*, 16: 127-129. https://doi.org/10.18960/hozen.16.1_127
- 井上 健 (1996) 日本のラン科植物の現状と保全. *保全生態学研究*, 1: 115-129. https://doi.org/10.18960/hozen.1.2-3_115
- 井上 真紀, 菊池 玲奈, 石川 聖江, 横山 潤, 鷲谷 いつみ (2007) 野付半島におけるセイヨウオオマルハナバチの定着状況と在来マルハナバチ相. *保全生態学研究*, 12: 172-175.

- https://doi.org/10.18960/hozen.12.2_172
- 石田 源次郎, 唐澤 耕司 (1981) エビネの花粉媒介昆虫. 広島市植物公園栽培記録, 2:6
- 伊藤 彩乃, 庄司 顕則, 赤崎 洋哉, 松前 満宏, 山崎 旬, 遊川 知久 (2016) 埋立地の植栽林におけるクゲヌマランとキンランの人工授粉・袋がけ作業の効果の検証. 日本緑化工学会誌, 42: 271-274. <https://doi.org/10.7211/jjsrt.42.271>
- 伊藤 彩乃, 庄司 顕則, 松本 竹吾, 赤崎 洋哉, 海道 智文, 松澤 宏, 山崎 旬, 遊川 知久 (2015) 埋立地の植栽林におけるキンラン (*Cephalanthera falcata* (Thunb.) Blume.) の野外播種試験法による繁殖の試み. 日本緑化工学会誌, 41: 279-282. <https://doi.org/10.7211/jjsrt.41.279>
- Kanda Y (2013) Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplantation*, 48: 452-458. <https://www.nature.com/articles/bmt2012244>
- 唐澤 耕司, 石田 源次郎 (1998) 原種ランシリーズ エビネ属- 形態と分類. 八坂書房, 東京
- 建設省河川局河川環境課 (1997) 平成 9 年度版河川水辺の国勢調査マニュアル[河川版](生物調査編), リバーフロント整備センター, 東京
- 松田 一彦 (2021) 昆虫のニコチン性アセチルコリン受容体の機能的発現の成功が拓く新たな世界: ネオニコチノイドの科学における画期的な発見. 化学と生物, 59: 267-271. <https://doi.org/10.1271/kagakutoseibutsu.59.267>
- 松井 明, 末次 健司, 細見 豊, 月田 ショーン (2022) 福井県におけるキンラン花茎への袋掛けおよび薬剤散布によるランミモグリバエ対策. 自然環境復元研究, 13: 5-9
- 松村 雄 (2007) ハナバチ類の生態-千本松牧場のハナバチ類調査を軸として-. 那須野が原博物館紀要, 3: 1-18. https://doi.org/10.34372/nasunogahara.3.1_1
- 村田 美空, 辻田 有紀 (2020) 薬剤散布によるランミモグリバエの防除. 佐賀大学農学部彙報, 106: 15-21
- 長野 正紘, 三枝 敏郎 (1975) えびね- 日本の自然が生んだ野生らん. 文化出版局, 東京
- Suetsugu K, Fukushima S (2014) Bee pollination of the endangered orchid *Calanthe discolor* through a generalized food-deceptive system. *Plant Systematics and Evolution*, 300: 453-459. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0894-7>
- Suetsugu K, Fukushima S, Sueyoshi M (2018) Substantial impact of seed-feeding fly on seed production of five endangered Japanese orchids. *Ecology*, 99: 2871-2873. <https://www.jstor.org/stable/26627165>
- Suetsugu K, Mita T (2018) *Pediobius metallicus* (Hymenoptera: Eulophidae): First record of a parasitoid wasp of the agromyzid fly *Japanagromyza tokunagai*, a serious pest of orchids. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21: 1289-1291. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2018.10.003>
- 菅 みゆき, 福島 成樹, 山下 由美, 遊川 知久, 徳田 誠, 辻田 有紀 (2018a) 千葉県に自生する 6 種のランを加害するハモグリバエ科の同定と被害状況. 昆虫(ニューシリーズ), 21: 167-174. https://doi.org/10.20848/kontyu.21.3_167
- 菅 みゆき, 山下 由美, 末次 健司, 遊川 知久, 徳田 誠, 辻田 有紀 (2018b) 自生のラン科植物の花や果実を食害するハエ類の同定. 日本応用動物昆虫学会誌, 62: 249-255. <https://doi.org/10.1303/jjaez.2018.249>
- 多田内 修 (2020) 野生ハナバチ類の分類, 生態, その減少と保全. 農業および園芸, 95: 291-300. <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010932310.pdf>
- 高橋 純一, 山崎 和久, 光畑 雅宏, Stephen J. Martin, 小野 正人, 椿 宜高 (2010) 根室半島のマルハナバチ相: 特に北海道の希少種ノサップマルハナバチに対する外来種セイヨウオオマルハナバチの影響について. 保全生態学研究, 15: 101-110. https://doi.org/10.18960/hozen.15.1_101
- 辻田 有紀, 村田 美空, 山下 由美, 遊川 知久 (2019) 日本産 4 種のランにおけるランミモグリバエなどによる被害状況. 保全生態学研究, 24: 191-199. <https://doi.org/10.18960/hozen.1906>
- Williams HP (1986) Environmental change and the distributions of British bumble bees (*Bombus* Latr.). *Bee World*, 67: 50-61
- 遊川 知久 (2015) 日本のランハンドブック 1 低地・低山編. 文一総合出版, 東京

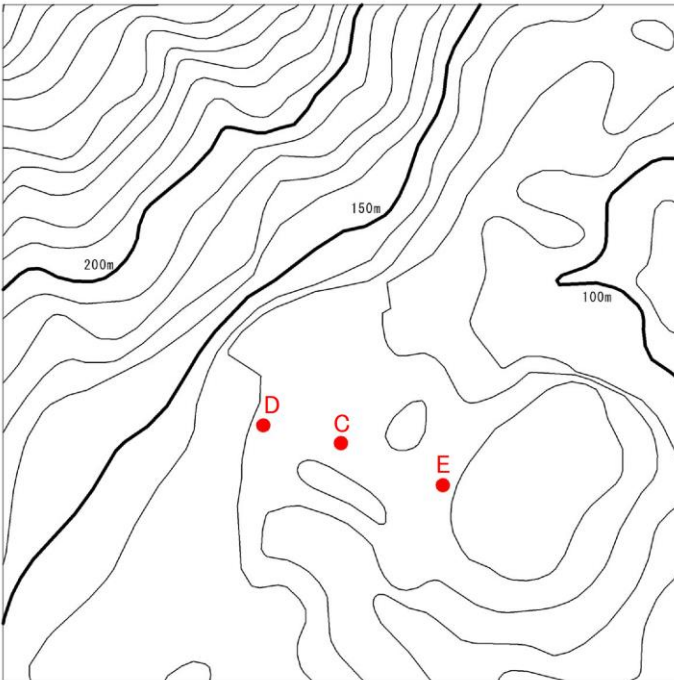
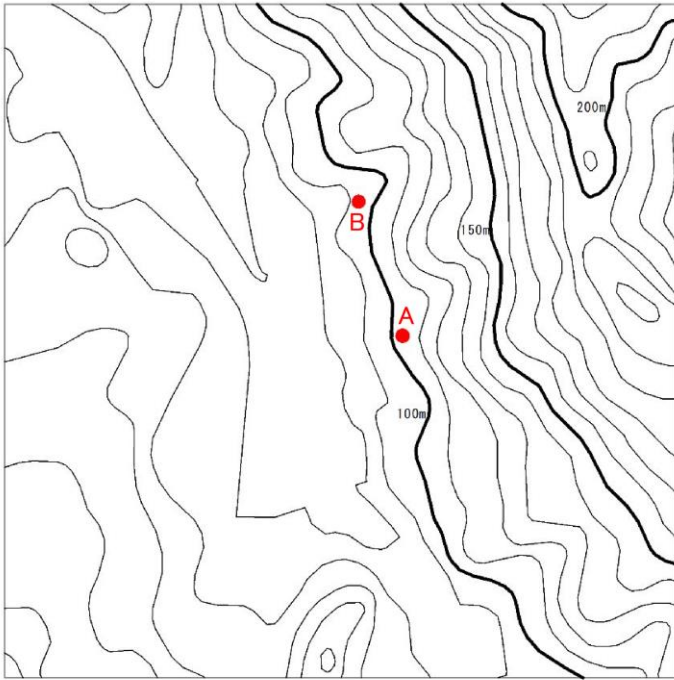


図1 調査地点の位置

5 調査地区は福井県内に位置する。調査地区 A、B と C、D、E の間の距離は約 2km である。

Fig. 1 Location of survey sites

Locations of the five survey sites in Fukui Prefecture, Japan. The distance between survey areas A, B and C, D, E is approximately 2 km.



図2 エビネの袋掛け

ハエ類被害対策として、エビネに袋掛けを行った。対象株の脇に園芸用の支柱 0.75m を立て、目が細かく、通気性がよい、ポリエチレン製の防虫ネットで花茎を覆った後、袋の口の部分をビニタイで閉じた。

Fig. 2 Bagging treatment

Whole *Calanthe discolor* flower stalks were bagged to exclude foraging flies. We placed a 0.75-m horticultural prop beside the target plant for support, then covered the entire flower stalk with an insect repellent fine-mesh polyethylene bag, with good permeability to air. Finally, we closed the bag with a tie around the base of the prop and flower stalk.

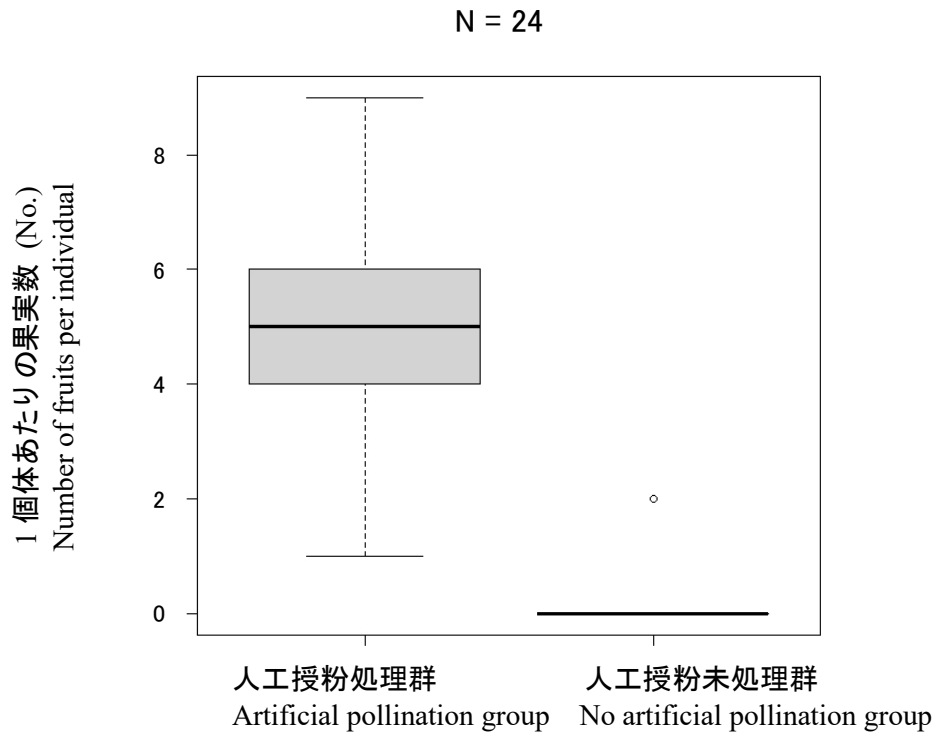


図 3 人工授粉処理群および人工授粉未処理群におけるエビネの果実数

Fig. 3 Number of fruits per *Calanthe discolor* individual in the artificially pollinated and untreated groups.

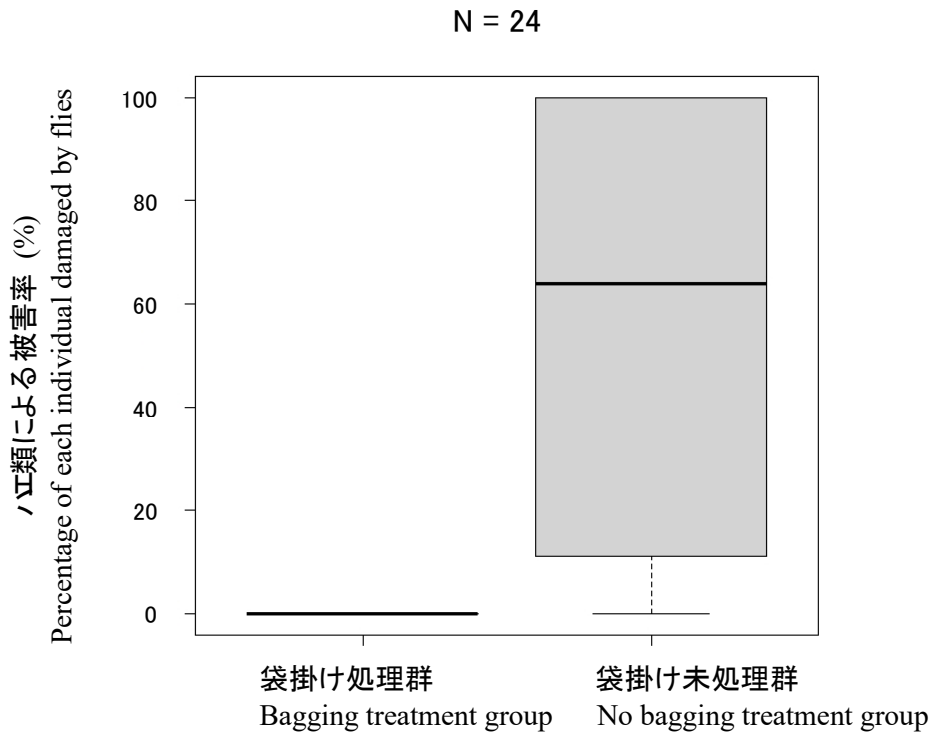


図 4 袋掛け処理群および袋掛け未処理群におけるエビネのハエ類による被害率
 Fig. 4 Percentage of each *Calanthe discolor* individual damaged by flies in the bagged and untreated groups.

表1 全24供試株の属性

個体番号 Number of individuals	調査年 Survey year	調査地区 Survey area	個体名 Name of individuals	操作 Operation		結実果実数 Number of fruits collected	被食果実数 Number of infested fruits	被食果実率 Percentage of infested fruits
				人工授粉 Artificial pollination	袋掛け Bagging treatment			
1	2021	Stn. A	A-1	No	No	0	—	—
2	2021	Stn. A	A-2	No	No	0	—	—
3	2021	Stn. A	A-3	No	No	0	—	—
4	2021	Stn. B	B-1	No	No	0	—	—
5	2021	Stn. B	B-2	No	No	0	—	—
6	2021	Stn. C	C-1	No	No	0	—	—
7	2021	Stn. C	C-2	No	No	0	—	—
8	2022	Stn. A	A-1	No	No	0	—	—
9	2022	Stn. A	A-2	No	No	0	—	—
10	2022	Stn. A	A-3	No	No	0	—	—
11	2022	Stn. B	B-1	No	No	2	2	100%
12	2022	Stn. B	B-2	No	No	0	—	—
13	2022	Stn. B	B-3	No	No	0	—	—
14	2022	Stn. C	C-3	Yes	No	6	5	83.3%
15	2022	Stn. D	D-1	Yes	Yes	5	0	0%
16	2022	Stn. D	D-2	Yes	Yes	5	0	0%
17	2022	Stn. D	D-3	Yes	Yes	2	0	0%
18	2022	Stn. D	D-4	Yes	Yes	4	0	0%
19	2022	Stn. D	D-5	Yes	Yes	6	0	0%
20	2022	Stn. D	D-6	Yes	No	4	0	0%
21	2022	Stn. D	D-7	Yes	No	9	1	11.1%
22	2022	Stn. E	E-1	Yes	Yes	4	0	0%
23	2022	Stn. E	E-2	Yes	No	1	1	100%
24	2022	Stn. E	E-3	Yes	No	9	4	44.4%

表 2 5 調査地区の植生

調査地区 Survey area	Stn. A			Stn. B			Stn. C			Stn. D			Stn. E		
階層 Stratification	高さ (m) Height	植被率 (%) Vegetation coverage	種数 Species	高さ (m) Height	植被率 (%) Vegetation coverage	種数 Species	高さ (m) Height	植被率 (%) Vegetation coverage	種数 Species	高さ (m) Height	植被率 (%) Vegetation coverage	種数 Species	高さ (m) Height	植被率 (%) Vegetation coverage	種数 Species
高木層 Tree layer	20	100	2	14	65	1	18	70	2	20	95	3	17	75	3
亜高木層 Subtree layer	11	35	2	12	55	2	8	50	4	10	20	1	-	-	0
低木層 Bush layer	3	15	3	5	20	1	2.5	45	9	4	30	10	2	20	6
草本層 Herb layer	1	1	10	0.6	40	41	0.5	30	42	1	90	57	0.3	80	50

- 付録 1 表 1. 全 24 供試株の属性。
- 付録 2 表 2. 5 調査地区の植生。
- 付録 3 表 3. Stn. A の植生。
- 付録 4 表 4. Stn. B の植生。
- 付録 5 表 5. Stn. C の植生。
- 付録 6 表 6. Stn. D の植生。
- 付録 7 表 7. Stn. E の植生。

リンクが示されていない付録は本文のオンラインサイトに掲載。
<https://doi.org/10.18960/hozen.2303>