

福井県で確認されたキノチドリ(広義)(*Platanthera ophrydioides* F.Schmidt)の生育地と個体数(2014-2023)の記録

榎本博之^{*1}・阪本英樹¹・小林しのぶ²

要旨：筆者らは福井県大野市と敦賀市でキノチドリ(広義)(*Platanthera ophrydioides* F.Schmidt)の個体を確認した。2014年7月27日から2023年11月19日まで生育地の個体数を調査した。敦賀市の生育場所は過去の植物標本記録がなく新生育地であった。生育地の地形と植生タイプは針葉樹がまばらにみられる腐植が堆積した広葉樹の比較的明るい林床や水が滴る苔むした岩場であった。10年間の調査で個体数が少なく、漸減傾向であった。生育地にはブナ科植物と共生する外生菌根菌の子実体が多くみられた。

キーワード：キノチドリ, 産地, 絶滅危惧植物, 生育環境, 外生菌根菌, 福井県

Hiroyuki ENOMOTO^{*1}, Hideki SAKAMOTO¹, Shinobu KOBAYASHI². 2024. Record of habitat and population of *Platanthera ophrydioides* F. Schmidt (2014-2023) confirmed in Fukui Prefecture. Ciconia (Bulletin of Fukui Nature Conservation Center) 27:113-126.

The authors confirmed individuals of *Platanthera ophrydioides* F. Schmidt in Ono City and Tsuruga City, Fukui Prefecture. The population of the habitat was investigated from July 27, 2014 to November 19, 2023. The habitat of Tsuruga City was a new habitat with no records of past plant specimens. The terrain and vegetation types of the habitat were humus deposits on relatively bright broad-leaved trees forest floors with sparse conifers, and mossy rocks where water drips. In the 10-year survey, the number of individuals was small and the population was gradually decreasing. Many ectomycorrhizal fruiting bodies coexisting with fagaceous plants were found in the habitats of these plants.

Key words: *Platanthera ophrydioides* F.Schmidt, locality, threatened species, habitat, ectomycorrhizal, Fukui Prefecture

はじめに

ラン科のキノチドリはツレサギソウ属の多年性植物であり、種の中で地理的変異が大きく、関東より東海地方の太平洋側に分布し、亜高山帯の林縁に生える個体をキノチドリ(ヒトツバキノチドリ *Platanthera ophrydioides* F.Schmidt var. *monophylla* Honda)としている。一方で葉も大型で北方型と言われるオオキノチドリ(*P. ophrydioides* var. *ophrydioides* F.Schmidt)は樺太、南千島、北海道、本州(東北地方および中部地方の日本海側)に分布する。これに対し、ナガバキノチドリ(*P. ophrydioides* var. *australis* Ohwi)は本州の中部地方から紀伊半島、四国、九州にかけて分布し、葉は線状狭楕円形となるタイプで西南日本型として特徴づけられてきた(北村ほか1964, 正宗1969, 前川1971, イズミ1982, 神田1984, 里見1982, 橋本ほか1991, 中島2012, 門田2013, 清水2014)。キノチドリは地理的変異が連続的で個体差があり、形態学的差異の判別が困難であるため、キノチドリを1つの種として細かく分類し

ない説を採用している植物事典や研究報告もある(遊川2015, Efimov2016)。

今回、確認した大野市Aのキノチドリの個体は茎の高さが30-40cm程度あり、下部の葉2-3枚が大きい北方日本海型のオオキノチドリの特徴を持つ個体も見られたが、個体の中には下部の葉が1枚だけ大きいキノチドリ(ヒトツバキノチドリの特徴を有する個体も見られた。しかし、生存している個体数が少なく、生育地が近接しており、区別は難しかった。大野市Bのキノチドリの個体は茎の高さは20-38cm程度あり、下部の葉が1枚だけ大きいキノチドリ(ヒトツバキノチドリ)の特徴を有していた。

敦賀市の新たに発見したキノチドリの個体は15-20cm前後の小型であり、最大葉が細長く伸びる点と標高が大野市Aの生育地に比べ低い場所で生育している点、開花時期も8月上中旬で、結実時期も9月~10月と遅い点など、大野市Aのキノチドリの個体とは違った形質が見られ、ナガバキノチドリの特徴を有していた。このように、キノチドリは福井県では生育地の地理的変異が大きく、さらに個体数が少な

* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) 福井県自然保護センター TEL 0779-67-1655

1 福井県植物研究会

2 福井県自然観察指導員の会

く情報不足のため、絶滅危惧種に入っていない(福井県 2016)。

キノチドリは、近隣県では石川県が準絶滅危惧に指定している。石川県では、生育地は産地局限で、稀産の植物であり、人の踏みつけ、自然遷移による個体数の減少が危険要因であると報告している(石川県 2020)。岐阜県ではキノチドリは生育地の記録があるが指定されていない(岐阜県 2014, 岐阜県植物誌調査会編 2019)。滋賀県では絶滅危惧種に指定され、森林伐採や植林、林道工事によって生育環境が悪化し、園芸用の乱獲によって個体数が減少していると報告している(滋賀県 2021, 澁田 2012)。京都府では生育が確認されていないため絶滅危惧種には指定されていない(京都府 2023, 村田 2004)。福井県での生育地は改訂・増補福井県植物誌にはオオキノチドリで3ヶ所、ナガバキノチドリで1ヶ所、キノチドリで14ヶ所記載されており、福井県植物図鑑①～⑤福井のコケと地衣・[補遺]には記載がない(渡辺 2003, 若杉 2001)。

福井県博物同好会会報には、キノチドリが1950～1962年に、ナガバキノチドリが1973年に福井県で採集された報告がある(渡辺 1962, 若杉 1978)。

このため、筆者らは「改訂版 福井県の絶滅のおそれのある野生動植物」の編纂のための調査と環境省第5次レッドリスト作成のための福井県調査で現地に赴き調査した。2014年から2023年にかけて生育個体数の推移を調べた。

調査地と調査方法

調査地は隣県の情報(橋本・里見 1976, 石川県白山自然保護センター1995)を基に福井県で類似する環境を踏査し、生育に適する環境にあたる場所を中心に本種の個体を目視で観察した(宮脇 1967, 宮脇 1969, 梅原 2016)。確認された生育地は針葉樹がまばらにみられる腐植が堆積した広葉樹の比較的明るい林床の縁や水が滴る苔むした岩場であった。比較的に日当たりの良い場所に生育していた。

結果

1. 大野市 A 生育地の個体数の推移

2014年7月27日にキノチドリの生育個体を発見

し、2022年8月27日まで個体数の推移を調査した(表1)。2014年7月27日は3個体が生育しており、8月14日には2個体になっていた。2015年7月5日には3個体、7月26日には4個体、8月12日には3個体が結実していた。2016年6月26日には出蕾、開花始期の個体が7個体見つかった。7月10日には10個体が開花盛期となり、個体はキノチドリ(ヒトツバキノチドリ)の特徴を持つ個体や2枚程度大きな下葉を有するオオキノチドリの特徴を持つ個体が近くで混在していた。7月24日には8個体が結実していた(図1, 2, 3)。2017年7月15日には8個体あった。7月23日には5個体となり、開花中晩期になっていた。7月30日には3個体が結実していた。8月19日には1個体だけが子房を充実させていた。

2018年2月7日には福井市の平地でも積雪が147cmに達し嶺北地方中心に豪雪になった。大野市の生育地でも雪解けが遅かったが、2018年6月23日には出蕾、開花始期の個体が5個あった。8月5日には結実個体5個体が生育していた。

2019年7月15日には3個体あり、開花盛期になっていた。花は葯隔が2-3mmと幅広く、葯室は平行、蕊柱も平たく幅があった。距は楕円柱の先端が尖る杭状で長さ10-12mm程度の形状の花であった(図4)。8月3日には結実した個体が2個体見つかった。8月17日にも生育地周辺を中心に範囲を広げて調査したが1個体は子房が充実していたが、1個体はシカの採食によって子房の部分がなくなっていた(図5)。2020年7月19日には5個体発見し、開花盛期から終期になっていた。8月9日には結実した5個体が見つかった(図6)。

2021年1月には大野市街地の積雪が150cm以上に達し豪雪になった。キノチドリの生育地でも6月26日には4個体を発見したが、開花個体はなかった。7月24日には開花終盤の結実期の3個体を発見した。8月21日には、入念に調査したが7月に見つけた3個体だけが結実充実していた。

2022年6月26日にはキノチドリ5個体を発見し、出蕾始期の状態であった。7月24日には開花終盤から結実期の5個体を確認した。2個体が結実していた。8月27日には、入念に調査したが2個体だけが結実充実していた。キノチドリの生育地付近にはベニタケ科のシロハツ(*Russula delica*)が多くみられた

表1 キノチドリ(広義)(*Platanthera ophrydioides* F.Schmidt)の生育地と個体数の推移(2014-2023)

| 調査時期 (年) (月/日) | 大野市A 個体数 | 大野市B 個体数 | 敦賀市 個体数 |
|-------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| 2014 7/27 | 3 | | |
| 8/14 | 2 | | |
| 2015 7/5 | 3 | | |
| 7/26 | 4 | | |
| 8/12 | 3 | | |
| 2016 4/24 | | 0 | |
| 6/19 | | 1 | |
| 6/26 | 7 出蕾開花始期 | | |
| 7/10 | 10 開花盛期 | | |
| 7/24 | 8 結実 | | |
| 2017 7/15 | 8 開花盛期 | | |
| 7/23 | 5 開花中晩期 | | |
| 7/30 | 3 結実 | | |
| 8/19 | 1 結実充実 | | |
| 2018 6/17 | | | 4 出蕾 |
| 6/23 | 5 出蕾開花始期 | | |
| 7/22 | | | 4 開花前 |
| 8/5 | 5 結実 | | |
| 8/12 | | | 4 開花盛期 |
| 2019 7/15 | 3 開花盛期 | | |
| 7/21 | | 0 | |
| 7/24 | | | 3 出蕾 |
| 8/3 | 2 結実 | | |
| 8/4 | | | 4 開花始期～盛期 |
| 8/17 | 2 1個充実、1個シカ採食 | | |
| 9/14 | | 0 | |
| 2020 7/18 | | 0 | |
| 7/19 | 5 開花盛期 | | |
| 7/26 | | 0 | |
| 8/1 | | | 7 開花始期 |
| 8/9 | 5 結実充実 | | |
| 8/30 | | 0 | |
| 2021 5/8 | | 0 | |
| 5/30 | | | 5 2葉展開 |
| 6/26 | 4 出蕾 | | |
| 7/11 | | 0 | |
| 7/24 | 3 開花結実 | | |
| 8/1 | | | 5 開花始期 |
| 8/21 | 3 結実充実 | | |
| 2022 5/8 | | 0 | |
| 5/28 | | | 6 2葉展開 |
| 6/26 | 5 出蕾開花直前 | | |
| 7/2 | | 0 | |
| 7/10 | | | 13 花茎伸長蕾形成期 |
| 7/24 | 5 開花終盤～結実期 | | 10 開花始期、3番花蕾 |
| 7/31 | | | 10 開花盛期、シカ採食 |
| 8/16 | | | |
| 8/27 | 2 充実期 | | 8 開花後期、シカ採食 |
| 8/28 | | | 8 結実期 |
| 9/17 | | | 6 結実充実期 |
| 10/16 | | | |
| 2023 5/6 | | 0 | |
| 6/17 | | 0 | |
| 7/16 | | 5 開花盛期、シカ採食跡3個 | |
| 7/20 | | | 10 1番花破蕾前 |
| 8/6 | | | 7 開花始期～盛期、シカ採食跡5個 |
| 8/11 | 2 結実1個、シカ採食跡2個 | | |
| 8/19 | | | 4 開花盛期、結実前、シカ採食跡2個 |
| 8/27 | 2 結実1個、シカ採食枯進行 | | |
| 9/2 | | | 3 開花終盤、結実始期、シカ採食跡1個 |
| 9/16 | | | 3 結実、シカ採食1跡個 |
| 9/18 | 2 シカ1個体花茎大部分採食 | | |
| 9/23 | 2 結実期、蒴果茶褐色 | | |
| 9/30 | | | 3 結実期、蒴果緑色 |
| 10/7 | 2 結実期、蒴果黒褐色、充実 | | |
| 10/14 | | | 3 結実期、1番花蒴果茶褐色他個体は緑色 |
| 10/28 | | | 3 結実期、1個体蒴果茶褐色他個体は緑色 |
| 11/19 | | | 3 1番花蒴果裂開、他個体は茶褐色 |
| 大野市標高1350～1400m | | 大野市標高1250～1300m | 敦賀市標高300m |



図1 キンチドリの群落(2016年7月10日大野市A) 針葉樹が疎らにある広葉樹混交林の林床に開花個体が10個体見られた。個体の中には下葉が2枚程度大きな個体もあった。



図2 キンチドリの生育状況(2019年7月15日大野市A) ヒトツバキンチドリの特徴を持つ個体)下部から順番に開花し結実する。最初の花は開花終盤(A)、上部の花は開花盛期である(B)。花は下を向いて咲く



図3 キンチドリの個体(2016年7月10日大野市A) オオキンチドリの特徴を持つ大型個体)。草丈40cm、下葉2枚程度が大きい。

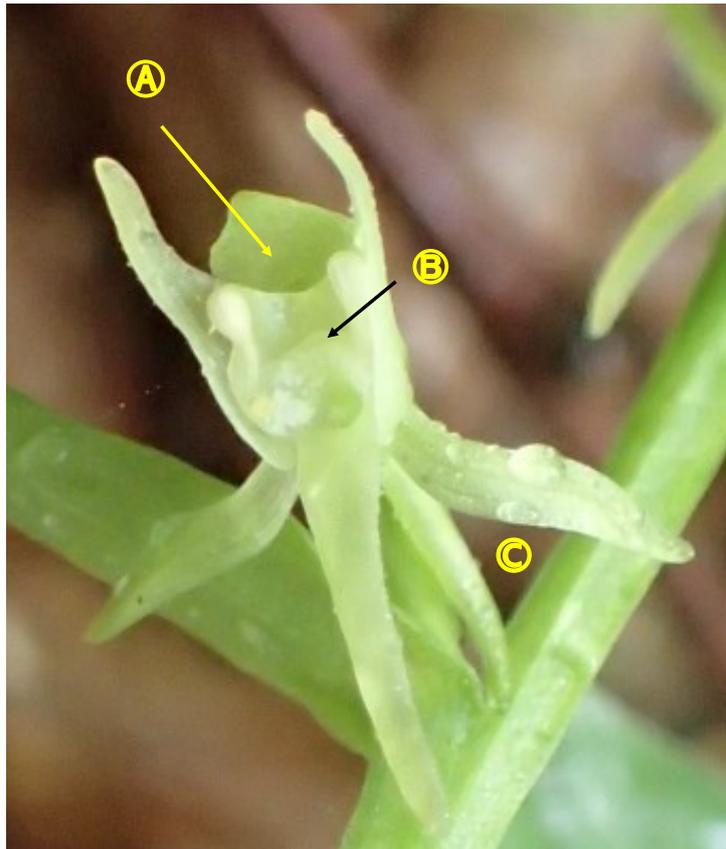


図4 キソチドリの花(2019年7月15日大野市A ヒトツバキソチドリの特徴を持つ個体)
花は葯隔Aが2-3mm幅広く、葯室は平行、蕊柱Bも平たく幅がある。距Cは楕円柱状で
長さ10-12mm程度先端が細くなる。



図5 キソチドリの結実した子房をシカが採食した状況
(2019年8月17日大野市A)下部の花柄子房があった位置A。上部は鋭く切取られているB



図6 キソチドリの結実状況(2020年8月9日
大野市A)受粉が完了した花は子房が充実しているA, 未受粉花は子房が膨らんでいないB。



図7 大野市のキノチドリ生育地付近に発生したシロハツ(*Russula delica*) (2022年8月27日大野市A)

(図7).

2. 大野市B生育地の個体数の推移

2016年6月19日にキノチドリの生育個体1個体を発見し、2023年10月7日まで個体数の推移を調査した(表1)。2016年は1個体が生育していたが、2017年、2018年には調査していなかった。2019年7月21日、2020年7月18日、2021年7月11日、2022年7月2日に調査を行ったが、個体は確認できなかった。2023年7月16日には5個体を確認した。開花始期～盛期の個体が2個体見つかった。個体はキノチドリ(ヒトツバキノチドリ)の特徴を持つ個体と2枚程度大きな下葉を有するオオキノチドリの特徴を持つ個体であった。2個体はシカによる採食で上部の茎葉辺りまで消失しており、1個体は花茎がなくなっていた。8月11日には2個体があった。1個体は、結実していたが、残り1個体は下部1枚の葉を残して、採食されており、衰弱していた。8月27日には、1個体が結実しており、蒴果は黄褐色に熟していた。残り1個体は採食されており、枯死寸前であった。9月18日には蒴果1個が残っている結実後期の個体とシカの採食で下の葉一枚残っている個体の2個体となっていた。9月23日には2個体が生育しており、1個体は蒴果が茶褐色化した個体となっていた。10月7日にも2個体が生育しており、1個体は蒴果が黒褐色化した個体となっていた。

3. 敦賀市生育地の個体数の推移

2018年6月17日に下部の本葉が長楕円形のナガバキノチドリの特徴を持ったキノチドリの個体4個体を発見し、2023年11月19日まで個体数の推移を調査した(表1)。

2018年7月22日には4個体が開花直前の蕾の状態であった。8月12日には4個体が開花しており、盛期の状態であった(図8)。花は葯隔が2mm、葯室は平行、蕊柱も平たく幅がある。距はくさび状で長さ8-10mm程度あり先端が尖る大野市のキノチドリの特徴を持った少し小型の花であった(図9)。2019年7月24日には出蕾していた個体が3個体あった。8月4日には4個体が開花始期から盛期となっていた。2020年8月1日には7個体あり、開花始期の状態であった。2021年5月30日には5個体が2葉展開の状態で生育していた。8月1日には5個体あり、開花始期の状態であった。2022年5月28日には6個体が2葉展開の状態で生育していた。7月10日には13個体見付き、花茎が伸長し蕾を形成していた個体が7個体あった。7月31日には10個体が開花始期となっていた。1番花が開花しており、3番花以降は蕾の状態であった。8月16日には10個体あり、開花盛期の状態になった個体が6個体あった。4個体は花序が切断された状態になっていた。8月28日には8個体あり、開花後期の状態になった個体が5個体あり、2個体は花序が切断されていた。シカの採食による影響と考えられた。9月17日には8個体あり、5個体が結実していた(図10)。10月16日には6個体が残っており、4個体が結実していた。2個体は花序が切断されたまま生育していた。

2023年7月20日には10個体見付き、花茎が伸長し蕾を形成していた個体が8個体あった。8月6日には7個体の内2個体が開花始期となっていた。1~2番花が開花しており、3番花以降は蕾の状態であった。8月19日には4個体あり、開花後期の状態になった個体が3個体あった。1個体は花序が切断された状態になっていた。9月2日には3個体あり、2個体が開花終盤から結実始期の状態、1個体は花序が切断されていた。9月16日には3個体あり、2個体が蒴果の充実する結実中期、1個体は花序がない状態で残っていた。敦賀市のキノチドリの生育地付近にはベニタケ属のキノコ(*Russula* sp.)が多くみられた(図11)。9月30日には3個体あり、2個体の蒴果が緑色の状態、1個体は花序がない状態で残っていた。10月14日には3個体あり、2個体のうち1個の1番花の蒴果が茶褐色になっていたが、ほかの蒴果は緑色の状態、1個体は花序がない状態で残っていた。10月28日には3個体あり、11月19日に



図8 キンチョドリの生育状況(2018年8月12日敦賀市ナガバキンチョドリの特徴を持つ個体)下部の1葉が長楕円形。大野市の個体より小型。下部から順番に開花する。最初の花は開花盛期(A)、上部の花は開花始期(B)。花は下を向いて咲く

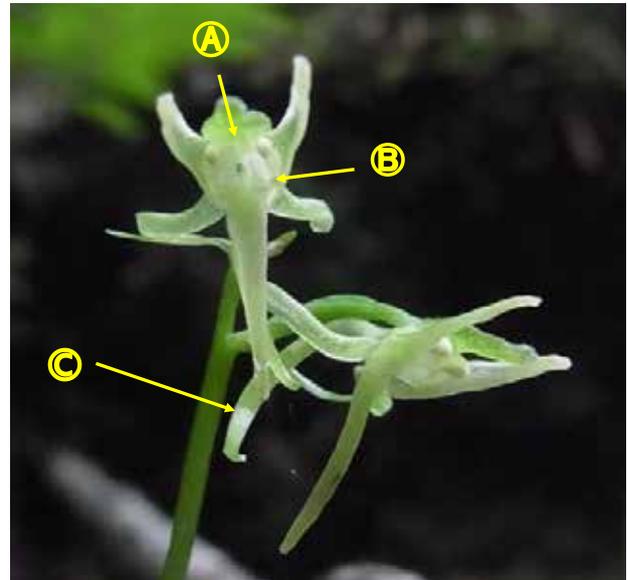


図9 キンチョドリの花(2018年8月12日敦賀市ナガバキンチョドリの特徴を持つ個体) 花は葯隔(A)が2mm程度、葯室は平行、蕊柱も平たく幅がある。距(C)は楕円柱状で長さ8-10mm程度先端が尖る。大野市の個体より小型。

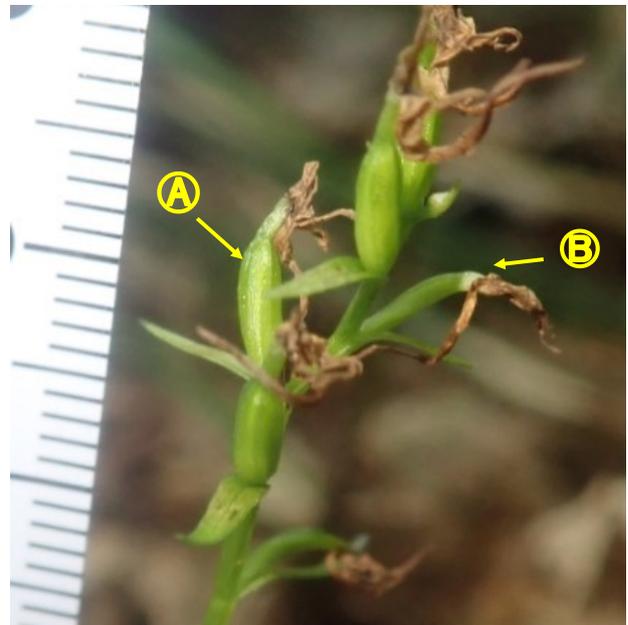


図10 キンチョドリの結実状況(2022年9月17日敦賀市ナガバキンチョドリの特徴を持つ個体) 受粉が完了した花は子房が充実している(A)、未受粉花は子房が膨らんでいない(B)。



図 11 敦賀市のキノチドリの生育地付近に発生していたベニタケ属のキノコ (*Russula* sp.) (2023 年 9 月 16 日)

も 3 個体あり、蒴果がある 2 個体のうち 1 個体の 1 番花の蒴果が裂開し、種子散布していた。

4. 2020 年～2023 年の個体数、開花個体数、草丈、葉数、葉長、葉幅、花数について

大野市 A の生育地では、2020 年 8 月 9 日には、開花個体数、草丈、葉数、葉長、葉幅、花数、結実数(調査個体 5 個体の平均)を記録した。2020 年 8 月 9 日の草丈は 32.0cm と大型で葉数は鱗片葉も含めて 4.6 枚あった。最大葉の葉長は 4.6cm、葉幅 3.2cm と楕円形であった。結実数は 6.2 個/個体であった。2021 年 7 月 24 日には、2 個体が開花終盤で 1 個体が結実していた。草丈は 25.7cm、葉数 4.0 枚、花数 5.0 個/個体、結実数も 1.3 個/個体であった。2021 年は残雪の影響でキノチドリの発芽、生長が遅れ、花茎も短く、草丈も小さくなったと考えられた。2022 年 6 月 26 日には 5 個体を調査し記録した。草丈は 30.8cm となった。7 月 24 日には開花終盤から結実期の 5 個体を調査した。草丈は 36.2cm で敦賀市の個体よりは大型であった。葉数は 3.8 枚、花数は 7.2 個/個体(調査個体は開花結実個体 5 個体、花序の痕跡含む)、結実数は 4.5 個/個体(調査個体は結実個体 2 個体)であった。8 月 27 日には 2 個体を調査(調査 2 個体平均)した。草丈は 38.5cm、葉数 4.0 枚、結実数は 3.0 個/個体(結実個体 2 個平均)であった(表 2)。

大野市 B の生育地では、2023 年 7 月 16 日に、開花個体数、草丈、葉数、葉長、葉幅、花数(調査個体 2 個体の平均)を記録した。草丈は 19–38cm と大きな個体もあるが、シカの採食で平均値では 23.2cm と小さく、葉数は鱗片葉も含めて 3.8 枚あった。最大葉の葉長は 6.8cm、葉幅 4.0cm と楕円形であった。花の状態は開花盛期で、花数は 6.3 個/個体であった。

8 月 11 日には 2 個体あったが、草丈は 19.0cm で葉数は鱗片葉も含めて 3.5 枚あった。1 個体が結実しており、結実数は 1 個/個体であった。もう 1 個体はシカの採食によって枯死寸前であった。8 月 27 日には、結実している個体の蒴果は熟し始めていた。9 月 18 日には蒴果は黄褐色になり、熟していた。9 月 23 日には蒴果は茶褐色になり、縫合線が大きくなっていた。10 月 7 日には蒴果は黒褐色になり、縫合線が一部割れていた(表 2)。

敦賀市の生育地では、2020 年 8 月 1 日に、開花個体数、草丈、葉数、葉長、葉幅、花数(調査個体 7 個体の平均)を記録した。2020 年の草丈は 18.0cm と小型で葉数は鱗片葉も含めて 3.6 枚あった。最大葉の葉長は 7.5cm、葉幅 1.9cm と線状狭楕円形であった。花の状態は開花始期で、花数は 7.0 個/個体であった。2021 年 8 月 1 日には、5 個体が開花始期であった。草丈は 19.0cm、葉数 3.8 枚、花数 5.0 個/個体であった。

2022 年 7 月 10 日には、13 個体中、花茎が伸長し蕾を形成していた個体が 7 個体あった。草丈は 13.1cm と小型で葉数は鱗片葉も含めて 3.7 枚あった。7 月 31 日には 10 個体が開花始期となっていた。草丈は 13.8cm、葉数は 4.1 枚あった。1 番花が開花し、3 番花以降は蕾の状態、花数は 4.7 個/個体であった。8 月 16 日には 10 個体あり、開花盛期の状態になった個体が 6 個体あった。花数は 3.3 個/個体で、7 月 31 日より減っていた。4 個体は花序がなかった。8 月 28 日には 8 個体あり、花は開花後期になった個体が 5 個体あった。花数は 2.8 個/個体で、8 月 16 日より減っていた。9 月 17 日には 8 個体あり、結実個体は 5 個体で、結実数は 2.2 個/個体となっており、花数より結実数は減っていた。10 月 16 日には 6 個体と減少し、結実個体は 4 個体で、結実数は 2.8 個/個体となっていた。

2023 年 7 月 20 日には、10 個体中、花茎が伸長し蕾を形成していた個体が 8 個体あった。草丈は 15.4cm で葉数は鱗片葉も含めて 5.0 枚あった。生長が早い個体で 1 番花が破蕾し始め、花数は 5.0 個/個体であった。8 月 6 日には、草丈は 20.0cm で葉数は 5.0 枚あった。花は開花始期～盛期で花数は 7.0 個/個体であった。8 月 19 日には、草丈は 18.5cm で葉数は 4.5 枚あった。花は開花盛期～結実前、花数は 6.3 個/個体で、結実数は 1.0 個/個体であった。9 月

表2 キノチドリの草丈、葉数、葉長、葉幅、花数、結実数(2020-2023)

| 生育地 | 調査時期 (年)(月/日) | 個体数 (個) | 開花個体数 (個) | 結実個体数 (個) | 草丈 (cm) | 葉数 (枚) | 葉長 (cm) | 葉幅 (cm) | 花数 (個/個体) | 結実数 (個/個体) | | |
|-------|------------------|------------|--------------|--------------|------------|-----------|------------|------------|--------------|-----------------------|-----------------|---------------------|
| 大野市A | 2020 8/9 | 5 | | 5 | 32.0 | 4.6 | 4.6 | 3.2 | | 6.2 | | |
| | 2021 7/24 | 3 | 2 | 1 | 25.7 | 4.0 | 4.3 | 3.0 | 5.0 | 1.3 | | |
| | 2022 6/26 | 5 | | | 30.8 | 3.4 | 5.5 | 4.0 | 8.0 | | | |
| | 7/24 | 5 | 5 | 2 | 36.2 | 3.8 | 5.6 | 3.8 | 7.2 | 4.5 | | |
| | 8/27 | 2 | | 2 | 38.5 | 4.0 | 6.5 | 5.5 | | 3.0 | | |
| 大野市B | 2023 7/16 | 5 | 3 | | 23.2 | 3.8 | 6.8 | 4.0 | 6.3 | | 開花盛期, 草丈19~38cm | |
| | 8/11 | 2 | | 1 | 19.0 | 3.5 | 6.5 | 4.0 | | 1.0 | 結実期, シカ頂花採食跡2個 | |
| | 8/27 | 2 | | 1 | 18.5 | 3.0 | 5.5 | 4.0 | | 1.0 | | |
| | 9/18 | 2 | | 1 | 18.5 | 3.0 | 3.5 | 2.0 | | 1.0 | 蒴果黄褐色 | |
| | 9/23 | 2 | | 1 | 18.5 | 2.5 | 3.5 | 2.0 | | 1.0 | 蒴果茶褐色 | |
| | 10/7 | 2 | | 1 | 18.0 | 2.5 | 3.5 | 2.0 | | 1.0 | 蒴果黒褐色, 1ヶ所裂開 | |
| | 2020 8/1 | 7 | 7 | | 18.0 | 3.6 | 7.5 | 1.9 | 7.0 | | | |
| 敦賀市 | 2021 8/1 | 5 | 5 | | 19.0 | 3.8 | 6.0 | 1.9 | 5.0 | | | |
| | 2022 | 7/10 | 13 | 7 | | 13.1 | 3.7 | 5.4 | 1.5 | 3.5 | | |
| | | 7/31 | 10 | 10 | | 13.8 | 4.1 | 4.9 | 1.9 | 4.7 | | |
| | | 8/16 | 10 | 6 | | 12.3 | 3.9 | 4.5 | 2.5 | 3.3 | | |
| | | 8/28 | 8 | 5 | | 12.2 | 4.5 | 5.2 | 1.8 | 2.8 | | |
| | | 9/17 | 8 | | 5 | 12.1 | 4.1 | 5.1 | 1.6 | | 2.2 | |
| | | 10/16 | 6 | | 4 | 12.7 | 3.7 | 4.8 | 2.0 | | 2.8 | |
| | 2023 | 7/20 | 10 | 8 | | 15.4 | 5.0 | 5.4 | 1.6 | 5.0 | | 花茎伸長, 出蕾 |
| | | 8/6 | 7 | 2 | | 20.0 | 5.0 | 5.5 | 2.0 | 7.0 | | 開花始期~盛期, 草丈17~23cm |
| | | 8/19 | 4 | 3 | 1 | 18.5 | 4.5 | 5.8 | 1.9 | 6.3 | 1.0 | 開花盛期~結実前, シカ頂花採食跡2個 |
| | | 9/2 | 3 | 2 | 2 | 18.0 | 4.0 | 5.5 | 2.0 | 1.5 | 5.5 | 開花終盤~結実始期 |
| | | 9/16 | 3 | | 2 | 16.0 | 3.6 | 5.5 | 2.0 | | 6.0 | 蒴果緑色, シカ頂花採食跡1個 |
| | | 9/30 | 3 | | 2 | 16.0 | 3.0 | 5.3 | 2.0 | | 6.0 | 蒴果肥大緑色, シカ頂花採食跡1個 |
| 10/14 | | 3 | | 2 | 16.3 | 3.0 | 5.3 | 2.0 | | 6.0 | 1番蒴果茶褐色, その他緑色 | |
| 10/28 | 3 | | 2 | 18.0 | 3.0 | 5.3 | 2.0 | | 4.5 | 1個体蒴果茶褐色, 他1個体蒴果は緑色 | | |
| 11/19 | 3 | | 2 | 18.0 | 2.7 | 5.3 | 2.0 | | 4.0 | 1個体蒴果種子散布, 他1個体蒴果は茶褐色 | | |

草丈、葉数、葉長、葉幅は個体数の平均、花数は開花個体数、結実数は結実個体数の平均
 敦賀市2022年、2023年は10個体または個体数の平均 葉数：鱗片葉を含む 葉長、葉幅：最大葉を計測

2日には、草丈は18.0cmで葉数は4.0枚、花は開花終盤~結実始期、花数は1.5個/個体で、結実数は5.5個/個体であった。9月16日には、草丈は16.0cmで葉数は3.6枚あった。蒴果は緑色の結実期で、結実数は6.0個/個体であった。9月30日には、草丈は16.0cmで葉数は3.0枚あった。蒴果はまだ緑色の結実期で、結実数は6.0個/個体であった。10月14日には、草丈は16.3cmで葉数は3.0枚あった。1番蒴果は茶褐色であったが、その他の蒴果はまだ緑色の結実期で、結実数は6.0個/個体であった。10月28日には3個体が残っており、草丈は18.0cmで葉数は3.0枚あった。1個体の蒴果は全部茶褐色であったが、その他個体の蒴果はまだ緑色の結実期で、結実数は4.5個/個体と減少した。11月19日には3個体が残っており、草丈は18.0cmで葉数は2.7枚であった。1個体の下部の蒴果は裂開し種子散布していた。それ以外の個体の蒴果は茶褐色になり充実していた。もう1個体の蒴果は、大きく発育しなかった。発育が止まった蒴果は落果し、結実数は4.0個/個体と減少した。敦賀市の生育地は大野市に比べ、標高も低い場所にあり、個体は大野市の個体に比べ比較的草丈が小さく、開花期も、結実期も遅かった(表2)。

考察

キノチドリの分布と生育環境、植生、送粉動物、ラン菌根菌、シカの下草採食との関係、保全方策

キノチドリは日本の北海道から九州まで生育し、林床の縁など比較的明るい場所に生育することが知られている。しかし、連続した地理的変異や個体差を含むことから、形態学的差異の判別が難しい種であり、今回、確認した福井県大野市Aのキノチドリが、オオキノチドリとすると生育分布の西南限にあたると思われる。一方、敦賀市の個体をナガバキノチドリとすると長野県南部と同じ水準の緯度であり、北限にあたると思われる。

生育地付近の植生は、大野市A、Bでは針葉樹がまばらにみられる腐植が堆積した広葉樹の比較的明るい林床の縁に生育しており、ブナ、イタヤカエデ、オオバクロモジなどの中低木類、ササユリ、サンカヨウ、マイヅルソウなどが下層植生を構成していた。敦賀市の生育地は、スギの植林が行われた場所に、コナラ、アカシデ、ホオノキ、ヤマモミジ、オオカメノキ、クロモジなどが残っている林床の溪流沿いの水が滴る苔むした岩場であった。

キノチドリを含むラン科ツレサギソウ属の開花結

実に関与する送粉動物と花の形態については井上健博士の研究が詳しい。キノチドリが含まれるヤマサギソウ節は鱗翅目昆虫の複眼に花粉塊を付着する送粉様式をとるグループである。花粉塊を昆虫に付着させる方法は昆虫が口吻を距に挿入した時に葯隔が広いために花粉塊が口吻ではなく複眼に付着するように花の構造を変化させている。ヤマサギソウ節はグループ内で花形が多様に分化しており、その変異は送粉昆虫によって引き起こされている。距が比較的長いハシナガヤマサギソウではスズメガが、ハチジョウチドリでは中型のシャクガが送粉昆虫である。キノチドリの花は、葯隔の長さが2 mm、蕊柱の間隔幅が2 mm、距は11 mm程度であり、距の長さ、太さ、距の向き、花の色の形質によって、その生育地に多い中型のヤガによって送粉が行われていることが多いと報告している(井上1983a, 1983b)。

実際の福井県のキノチドリの花を観察すると、大野市A、敦賀市の個体の両方とも葯隔の長さが2-3 mm程度あり、それに伴って蕊柱の間隔も2 mm程度と幅広くなっていた。距は8-12 mm程度とヤマサギソウ節の花の中では中間的な長さであった(図4, 8)。大野市Aの生育地では、2020年、2021年、2022年ともに結実した個体が見られ、生育条件が良好であることが考えられた。キノチドリは下部から順番に開花し、成熟していく。下部の花は受粉が行われると、花柄子房が膨らんでいく。結実した個体が観察されたことから、送粉昆虫を誘引し、受粉を促すことができたと考えられる。しかし、送粉昆虫による受粉が不完全な花は結実していなかった(図6)。

さらに井上健博士は、キノチドリの花の形態が変化した個体を1978年に山形県の月山周辺で採集しており、ホソバノキノチドリとキノチドリが自然交雑した可能性のある雑種個体であると報告している(井上1983b)。

兵庫県内のサギソウ生育地間で虫媒による園芸種との遺伝的攪乱が起こっているのかを調査した事例では、交雑が起きるためには、半径640m以内の近隣に生育地があれば、虫媒による自然交雑で雑種形成が行われる可能性があるとして指摘している(Nakahama et al 2021)。サギソウは主にセセリチョウ科の虫媒によって受粉が行われることがわかっている(木村1980)。

現在、判明している福井県大野市Aのキノチドリ

の生育地とホソバノキノチドリが生育する地点では距離で約2000m、標高差が600~700m離れているので、送粉昆虫は共通のヤカ類やシャクガ類ではあるが、自然交雑は起こる可能性が低いと考えられた。しかし、生物多様性が豊かな地域であるので、まだ判明していない別の場所にキノチドリやホソバノキノチドリの生育場所があり、虫の行動範囲が広ければ、自然交雑の可能性はあると考えられる。実際に大野市Aの生育地ではオオキノチドリ型やヒトツバキノチドリ型など多様な形態に変化したキノチドリの個体が見つかったので、送粉昆虫によってキノチドリの個体に変異が発生した可能性が示唆された。

今後、種子繁殖による生育個体の増加を図るためには、生育地の環境を守り、送粉昆虫や生物の多様性を維持して、開花結実する個体を増やし、種子散布による個体数の維持や増加を図っていく必要がある。

また、最近の研究では多くのランはその自生する地域の植物と外生菌根を形成する菌と深い共生関係を持っていることを報告している(大和・谷亀2009)。ツレサギソウ属を含むラン科植物は発芽から光合成ができるようになるまで、ラン菌根菌に炭素源を依存し生育する種が多い。ある程度、成長すると自身の光合成産物で生育に必要な炭素源を確保する種(陽生ラン)から、光合成が十分にできずラン菌根菌に炭素源を依存する種(陰生ラン)まで依存度合いは種によって違っている。キノチドリが含まれるツレサギソウ属についても個体の繁殖は難しく、長期の栽培技術が確立されてないことから、炭素源供給能力の高い菌類と菌根を形成するランの可能性は高い(佐藤2001)。

ランの共生菌として明らかになっているのは、リゾクトニア属菌であり、このリゾクトニア属菌の完全世代は、すべて担子菌で *Ceratobasidium* 属、*Thanatephorus* 属、*Waitea* 属(Ceratobasidiaceae)、*Tulasnella* 属 (Tulasnellaceae)、*Sebacina* 属 (Sebacinaceae)の3科5属となっている(国永2002)。このうちランの共生菌は *Ceratobasidium* 属、*Thanatephorus* 属、*Tulasnella* 属、*Sebacina* 属の4属が報告されている(大和・谷亀2009)。キノチドリと類縁のツレサギソウ属では北海道産ホソバノキノチドリの共生菌が、*Tulasnella* 属の *Tulasnella deliquescens* であるとの報告がある(植竹ほか1999)。したがって、キノチドリも菌類との共生を必要とす

る植物だと考えられる。キソチドリが生長し発育するには、生育地の環境に棲む土壌細菌との菌叢の調和にも考慮する必要があると考える。

石川県の2009～2011年の3年間において白山砂防新道(別当出合～高高原約7km)の開花状況を6月～10月まで1,2週間ごとに調査した報告によると、キソチドリは、2009年、2010年には1個体も開花していなかった。しかし、2011年には7月11日～8月12日まで亜高山帯付近で開花していた。その中で7月21日が12個体と最も多かった。開花パターンや開花期間は、高山帯にいくほど消雪期間および温度の影響を受け、生育に影響をおよぼす(吉本・野上2009, 2010, 2011)。白山室堂のクロユリでは1994年(多雪年)の53個体と1998年(少雪年)の56個体の結実率比較において消雪が1カ月遅い1994年でも大きな差がないことを報告している(野上1998)。2021年の積雪が多かった年でも本県のキソチドリが結実していたのは、キソチドリの開花時期に合わせて訪花昆虫の発生もうまく対応できる豊かな生物多様性が存在していたためと考えられる。

しかし、一般的に生物は分布の中心部よりも分布限界地域の方が生育に適した場所の広がり狭く、近くに同種の分布地がないと絶滅しやすい(米山1991)。石川県よりも南に位置する福井県の地理的な位置がオオキソチドリを含むキソチドリの個体数の少なさにつながり、ナガバキソチドリの特徴を有する敦賀市のキソチドリ生育地は北限に近いと考えられ、今まで生育地の情報不足、個体の同定が困難なため絶滅危惧種に入らなかったと考える。

これからもキソチドリの個体数の推移と合わせて、生息する環境がどのように変化するか調査を継続する必要がある。送粉昆虫の活動、土壌微生物の環境変化に注意を払い、個体数を増やすことから始める必要がある。大野市Aの生育地のように結実個体がある程度増え、種子が確保できれば、種子バケツ法などを取り入れた好適菌根菌の同定、野外播種試験法による移植適地の判定などを調査し、キソチドリの保全に適する環境や影響について、知見を広げていく。そして最新技術である種子スティック野外播種法などを試みることで個体数の増殖に向けた取り組みを行うことは重要であると考え(辻田・遊川2008, 遊川2019, 山崎2019)。

調査した2014年から2023年の10年間で特に大

野市Aのキソチドリの生育地は2019年にシカの採食の影響もみられ、個体数が2個体と減少し、8月17日には蒴果が切取られた個体が見られた(図5)。一方、敦賀市の生育地付近でも同様にシカの採食によって林床下草は草種の減少を招き、イノシシの掘起しにより希少植物の被害がより大きくなっているものと考えられた。

敦賀市の生育地では2018年6月17日～2023年11月19日まで3～13個体で推移している。そして、2022年は13個体あった中で、結実まで進んだ個体は4個体で、結実数も2.8個/個体と多くなかった。2023年は10個体あった中で、結実まで進んだ個体は2個体であった。

福井県内に自生する同じラン科のオオヤマサギソウの生育地でも同様の個体数の推移が見られた。標高の高い福井県大野市Aで観察されたオオヤマサギソウの個体数は2017年7月が最も多く12個体だったが、標高の低い永平寺町や敦賀市の生育地では、1～数個体しかなく、個体が出芽してすぐの小さい個体の時期にイノシシの掘り起しやシカの採食の被害を受け、個体自体が大きく生長するまでは、花序をつけない個体が多い。小さな個体は花序をつけても開花数も少なく、生長も比較的遅いため、暖かくなり虫による花の被害を受ける頻度や程度が増えている(榎本・阪本2022)。このようなオオヤマサギソウの生育地で起こっている現象がキソチドリの生育地でも同様に起きていると考えられた。

シカの採食と環境についての研究では福井県境の京都大学芦生研究林の報告が詳しい。芦生研究林枕谷地区の1989年から1994年の6年間と2006年から2007年の2年間の開花植物相と開花株数の変化を比較して、シカの採食圧について調査した報告によると、シカの採食によって開花植物は84種から56種に減少し、開花しなくなった植物のうちの22種は地域絶滅した可能性がみとめられた。特に大形植物種の減少が高く、小形植物種は増減変化が目立たなかった。開花時期では、春咲き種群よりも初夏・夏咲き種群と秋咲き種群で減少種数の割合が高かったと述べている。植物体の大きさと開花時期の両方の形質がシカの採食によって影響することを指摘している(藤井2010)。

さらに、シカの採食によって菌叢の変化も起こっていることが報告されている。丹沢山地のシカの採

食から保護されている植生保護柵内部と、採食を受ける柵外部とを比較した調査では、外生菌根の根端数と細根重量は、いずれも柵内の方が多く、細根重は柵外の1.3倍、菌根端数は柵外の2.3倍であり、シカ採食の影響は、細根よりも菌根により強く表れ、植生保護柵が、樹木根系の保護と外生菌根の発達にも効果があると指摘している(藤澤ほか2007)。

大野市Aのキノチドリ生育地では、ブナ科植物と共生する外生菌根菌であるベニタケ科のシロハツが多くみられ(図7)、敦賀市の生育地でもコナラ(ブナ科)、アカシデ(カバノキ科)などと共生する外生菌根菌であるベニタケ科の子実体が見られた(図11)。このことは、キノチドリが生育する場所は、ブナ科植物が発達し、それに伴い外生菌根菌の子実体が多く発生する菌叢の多様性が維持された環境であると考えられた。

外生菌根菌を形成する植物は約6千種あり、世界中の森林の優占種であるブナ科、マツ科、カバノキ科、ヤナギ科、フタバガキ科、フトモモ科などが含まれる。そのため、多くの草本植物と共生関係を持つアーバスキュラー菌根よりも、外生菌根菌は物質循環やバイオマス量で地球上最大の共生関係を構築している。外生菌根を形成するのは主にキノコを形成する担子菌や子嚢菌で、種数は2万5千種程度ある。これらの菌種は、特定の樹種とだけ共生する菌種、ある程度樹種を限定する菌種もあれば、多くの樹種と幅広く共生する菌もある。外生菌根菌は、森林堆積土壌中から複雑な有機化合物の形で存在する窒素やリンなどの養分を分解、吸収、利用する能力に優れている。外生菌根性の樹木は、こうした有利性を得るために光合成産物の約20~50%の量を外生菌根菌に供与し、樹木も分解養分を得て生育を旺盛にしている(奈良2018)。キノチドリの生育場所を観察すると外生菌根菌の子実体がほかの場所より多く発生しており、この複雑な菌類と樹木との共生関係の中で、キノチドリも生育していることが示唆された。

今回の調査で県内のキノチドリの生育地が3ヶ所確認され、敦賀市では新たな生育地が発見された。大野市A、敦賀市の生育地では、毎年発生する個体はあるものの、多くても10個体程度しか確認できなかった。キノチドリは局所的に生育しており、開花、結実個体数が少ない状態である。

しかし、大きな環境の変化の中で、キノチドリの個

体数は減少傾向であり、個体数の推移と合わせて、キノチドリの生育する環境が野生動物や土壌微生物の影響によって、どのように変化するのか調査を継続し、知見を集約しながら、キノチドリの個体を増やすための実践的取り組みに繋げていくことが重要になる。

キノチドリの個体数の保全、増加に結び付くようにするためには、調和のとれた生物多様性の環境を醸成することにある。敦賀市の生育地で観察された群落は、溪流沿いの斜面の岩場にあり、動物の侵入がある程度制限されるため、個体数を維持できていた。しかし、豪雨などの冠水で堆積土壌の流亡やシカの個体数増加による採食圧によって個体数が減少してしまう可能性を含んでいる。この生育地の立地条件から考えるとキノチドリの群落をシカ採食防護柵などで囲むことによって、結実し成熟し種子散布できる個体が増加することや菌叢の多様性の維持にも貢献する可能性を示唆している。今後、結実したキノチドリの個体を残すような管理を行い、その効果についてそれぞれの側面から評価、検証する必要がある。このことは地道な取組みである。まずは次の福井県レッドデータの改訂には、近隣府県と同様なカテゴリでキノチドリを指定していく。できる範囲から防護柵の小規模設置などの取組みを進め、シカの採食の影響などを調査する。そして、このような活動を通して、福井県にあるキノチドリが生育する環境について考える機会を持ち、獣害を防止しながら、協働で環境保全活動に取り組む人の輪をつくっていくことが重要であると考えられる。

謝辞

本稿をとりまとめるにあたって、国立科学博物館筑波実験植物園の遊川知久博士にはキノチドリの同定についてご教授いただいたことに深く御礼申し上げます。越前町立福井総合植物園名誉園長の若杉孝生氏には福井県における植物の分布情報、生育環境、過去の状況についてご教授いただいたことに深く御礼申し上げます。元福井県自然保護センター所長の多田雅充氏、福井県中山間農業・畜産課の大宮正太郎氏、福井県自然保護センターの佐野沙樹氏、福井市自然史博物館研究員の梅村信哉氏、福井総合植物園園長の松本淳氏、福井県立鯖江高等学校教諭の黒田明

穂氏の各位には、現地調査、標本調査、データ整理についてご協力いただいたこと厚くお礼申し上げます。環境省中部地方環境事務所白山自然保護官事務所の宮下央章氏には白山国立公園特別保護地区における調査許可申請の際にお世話になったことお礼申し上げます。「改訂版 福井県の絶滅のおそれのある野生動植物」の編纂のための調査と環境省第5次レッドリスト作成のための福井県調査の調査員の皆様には情報共有など便宜を図っていただいたことお礼申し上げます。

引用文献

- Efimov, P. G. 2016. A Revision of *Platanthera*(Orchidaceae ; Orchidoideae ; Orchideae) in Asia. Magnolia Press, Auckland. Phytotaxa 254 (1): pp.99-101.
- 榎本博之・阪本英樹. 2022. 福井県で確認されたオオヤマサギソウ (*Platanthera sachalinensis* F.Schmidt)の生育地と個体数 (2016-2021) 並びにオオバナオオヤマサギソウ (*Platanthera hondoensis* (Ohwi) K.Inoue)の個体数(2018-2021)の記録. 福井県自然保護センター研究報告, 25 : 115-128.
- 藤井伸二. 2010. 芦生研究林枕谷におけるシカ摂食にともなう林床開花植物相の変化. 保全生態学研究, 15 : 3-15.
- 藤澤示弘・越地 正・西村幹雄. 2007. ブナ林の立地環境調査(根圏) ブナ林の菌類相. 神奈川県自然環境保全センター研究部(編) 平成 13~18 年度丹沢山地のブナ林衰退機構の解明に関する研究調査報告書, 厚木. pp.74-78.
- 福井県安全環境部自然環境課 (編). 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. pp.536.
- 岐阜県. 2014. 岐阜県の絶滅のおそれのある野生生物(植物編)改訂版, 岐阜.
- 岐阜県植物誌調査会編. 2019. 岐阜県植物誌. 文一総合出版, 東京. pp.175.
- 橋本光政・里見信生. 1976. 白山植物目録(四). 石川県白山自然保護センター研究報告, 3 : 61-74.
- 橋本 保・神田淳・村川博実. 1991. カラー版野生ラン. 家の光協会, 東京. pp.53.
- 井上 健. 1983a. ツレサギソウ属における送粉と進化. 種生物研究, 7 : 58-71.
- 井上 健. 1983b. ラン科ツレサギソウ属の推定自然雑種2種. 植物研究雑誌, 58(6) : 185-192.
- 石川県白山自然保護センター編. 1995. 白山高等植物インベントリ調査報告書. 石川県, 金沢. pp.180.
- 石川県. 2020. いしかわレッドデータブック 2020(植物編). 石川県生活環境部自然環境課, 金沢. pp.309.
- イズミエイコ. 1982. 野生ラン事典. 枳の葉書房, 栃木. pp.47.
- 門田裕一. 2013. 山に咲く花 増補改訂新版. 山と溪谷社, 東京. pp.117.
- 神田淳. 1984. 自然観察シリーズ19 生態編 日本の野生ラン. 小学館, 東京. pp.34-35.
- 木村なほ. 1980. サギソウの観察と栽培. ニュー・サイエンス社, 東京. pp.3-34.
- 北村四郎・村田源・小山鐵夫. 1964. 原色日本植物図鑑草本編[III] 単子葉類. 保育社, 大阪. pp.21.
- 国永史朗. 2002. *Rhizoctonia* 属菌および *R.solani* 種複合体の分類学の現況. 日本植物病理学会報, 68(1) : 3-20.
- 京都府 総合政策環境部自然環境保全課. 2023. 京都府改訂版レッドリスト 2022(シダ植物・種子植物)
https://www.pref.kyoto.jp/kankyo_red/news/documents/redlist2022.pdf (参照日 2024 年 1 月 20 日)
- 前川文夫. 1971. 原色日本のラン: 日本ラン科植物図譜. 誠文堂新光社, 東京. pp.158-161.
- 正宗巖敬. 1969. 日本の植物刊行会(編). 日本の植物 [第8巻] 単子葉植物 II. 高陽書院, 東京. pp.166.
- 宮脇 昭編著. 1967. 植生調査法. 原色現代科学大事典 3-植物. 学習研究社, 東京. pp.498-504.
- 宮脇 昭. 1969. 植物群落の分類—とくに方法について—. 沼田 真(編) 図説植物生態学. 朝倉書店, 東京. pp.235-278.
- 村田 源. 2004. キノチドリ. レッドデータブック 近畿研究会(編)近畿地方植物誌. 大阪自然史センター, 大阪. pp.136.
- Nakahama, N・Asai, T・Matsumoto, S・Suetsugu, K・Kurashima, O・Matsuo, A・Suyama, Y.

2021. Detection and dispersal risk of genetically disturbed individuals in endangered wetland plant species *Pecteilis radiata* (Orchidaceae) in Japan. *Biodiversity and Conservation*, 30: 1913-1927.
- 中島睦子. 2012. 日本ラン科植物図譜. 文一総合出版, 東京. pp. 58-59, pp. 313.
- 奈良一秀. 2018. 森を育むキノコのちから. (公財)遺伝学普及会(編)生物の科学遺産, 72(5):442-447.
- 野上達也. 1998. 融雪期のちがいによるクロユリの開花フェノロジー及び結実率への影響. 石川県白山自然保護センター研究報告, 25: 19-23.
- 里見信生. 1982. キソチドリ. 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・冨成忠夫(編)日本の野生植物 草本 I. 平凡社, 東京. pp. 198.
- 佐藤友信. 2001. その他の野生ラン 81 種. 東京山草会 ラン・ユリ部会(編)ふやして楽しむ野生ラン. (社)農村漁村文化協会, 東京. pp.190-191.
- 澁田義行. 2012. 滋賀の山野に咲く花 700 種. サンライズ出版, 彦根. pp.107.
- 滋賀県. 2021. 滋賀県で大切にすべき野生生物(滋賀県版レッドデータブック) 2020 年版 滋賀県琵琶湖環境部自然環境保全課, 大津. pp.92.
- 清水建美. 2014. 高山に咲く花 増補改訂新版. 山と溪谷社, 東京. pp. 37.
- 辻田有紀・遊川知久. 2008. ラン科植物の野外播種試験法—土壌における共生菌相の探索を目的として—. 保全生態学研究, 13: 121-127.
- 植竹ゆかり・生越 明・早川志帆. 1999. ランから分離されたリゾクトニア属菌 2 種の完全世代 (*Thanatephorus orchidicola* および *Tulasnella deliquescens*) の観察. 北海道大学農学部邦文紀要, 22(2): 121-125.
- 梅原 徹. 2016. 群落調査法をきちんと伝えよう. 植生情報, 20: 46-49.
- 若杉孝生. 1978. 福井県植物分布ノート(3)ナガバノキソチドリ. 福井県博物同好会会報, 25: 49.
- 若杉孝生. 2001. 福井県植物研究会(編・著). 福井県植物図鑑⑤福井のコケと地衣・[補遺]. 福井県, 福井. pp. 281.
- 渡辺定路. 1962. 鳩ヶ湯から三の峯の flora. 福井県博物同好会会報, 9: 11-33.
- 渡辺定路. 2003. 改訂・増補福井県植物誌. 福井新聞社, 福井. pp. 430.
- 大和政秀・谷亀高広. 2009. ラン科植物と菌類の共生. 日本菌学会会報, 50: 21-42.
- 山崎旬. 2019. 野生復帰に向けたキンラン *Cephalanthera falcata* (Thunb.) Blume の野外播種による人工増殖事例～種子スティック法に至るこれまでと今後～. 日本緑化化学会誌, 44 (3): 537-539.
- 米山競一. 1991. 最も西に位置する白山の高山帯. 石川県白山自然保護センター(編)白山の自然誌, 11: 20.
- 吉本敦子・野上達也. 2009. 砂防新道の各植生帯における開花フェノロジーの比較. 石川県白山自然保護センター研究報告, 36: 13-20.
- 吉本敦子・野上達也. 2010. 砂防新道の被子植物の開花フェノロジー: 2010 年. 石川県白山自然保護センター研究報告, 37: 13-22.
- 吉本敦子・野上達也. 2011. 砂防新道の植生帯ごとにみられる開花フェノロジーの比較: 2009～2011. 石川県白山自然保護センター研究報告, 38: 7-17.
- 遊川知久. 2015. ヒトツバキソチドリ. 大橋広好・門田裕一・木原浩他(編)改訂新版 日本の野生植物 1. 平凡社, 東京. pp. 224.
- 遊川知久. 2019. 共生菌に栄養依存する移植困難植物の野外播種試験を用いた保全. 日本緑化化学会誌, 44 (3): 518-520.