

菌従属栄養植物ホンゴウソウ、ヒナノシヤクジョウの生育環境特性

Habitat Characteristics of the fungus heterotrophic plant, *Sciaphila nana* Blume and *Burmannia championii* Thwaites

長谷川泰洋・吉野奈津子・杉山晃

HASEGAWA Yasuhiro*, YOSHINO Natsuko** & SUGIYAMA Akira***

*名古屋産業大学現代ビジネス学部講師 Nagoya Sangyo University, Faculty of Modern Business, Lecturer

**名古屋大学全学技術センター Nagoya University Technical Center

***名古屋市名東区陸前町 Rikumaecho Meitokuu Ngaoya City

Abstract: In this investigation, we surveyed the growing environment of the *Sciaphila nana* Blume and *Burmannia championii* Thwaites that are designated as endangered species by Ministry of the Environment. The survey sites were Tahara City in Atumi Peninsula, where both species growing. We conducted vegetation surveys, surveys on physical property of soil, and surveys of sunlight. As a result, both species grew in wet forests where wetlands and waterfronts are close. Two growing environments were compared between *Sciaphila nana* Blume and *Burmannia championii* Thwaites. In the former the soil was arid while in the latter the it tended to be thinning and moist. In order to conserve both species, it is necessary to take into consideration the difference in the growth environment of both species.

keywords: 常緑広葉樹林、湧水湿地、菌従属性植物、AM 菌

1. はじめに

ホンゴウソウ *Sciaphila nana* Blume (ホンゴウソウ科ホンゴウソウ属)、及びヒナノシヤクジョウ *Burmannia championii* Thwaites (ヒナノシヤクジョウ科ヒナノシヤクジョウ属) は生長に要するすべての炭水化物を根に共生する菌根菌に依存した菌従属栄養植物である (邑田、2003; 大橋・邑田、2015)。その共生菌は多様な樹種の根に共生するアーバスキュラー菌根菌 (Arbuscular Mycorrhizal Fungi、以下 AM 菌と記す) である (Yamato et al., 2011; 谷亀、2014)。

ホンゴウソウは、日本では宮城県以南から琉球列島のコナラやスダジイ、ヒノキ、モウソウチクなど多様な森林下に自生する菌従属栄養植物である (谷亀ほか 2012)。高さ 3cm~13cm、花期は 7~10 月で、数 mm の細い鮮紫赤色の花茎を地中より伸ばし、0.5-2 mm の花を 5~20 花前後咲かせる小さな植物である。クロバネキノコバエ科が本種の送粉者として機能している可能性が高いことが近年報告されたが (末次、2018)、その繁殖様式は未解明である。

ヒナノシヤクジョウはホンゴウソウと同様に暗い

林の下に生え、本州(関東以西)から琉球、アジア南東部、東部に分布する。高さ 3cm~15cm、花期は 8~10 月で、白色の筒状で長さ 6~10mm の花を 3~10 花前後咲かせる。

両種ともに、全国的に絶滅が危惧されている。地理的に広い分布域を持つ種であるが絶滅危惧種に認定される状況であることは (邑田、2003)、照葉樹林の多くが社寺林として一定の管理下にある中で (服部ら、2002)、大木の伐採、風害による倒木、駐車場等の利用のための照葉樹林の伐採や造成、シカ・イノシシの食害 (服部ら、2002) や写真愛好家による踏み荒らしも個体数減少の原因となっている可能性も示唆されている (谷亀ら、2012)。さらには、温暖化による土壌の乾燥進行の影響 (谷山、2003) も考えられる。

ホンゴウソウは、環境省の II 類に判定されており、東北以南の 33 都府県で何らかの絶滅危惧種としての判定がなされている。宮城県から栃木県、東京都、石川県、岐阜県、静岡県、奈良県、山口県、熊本県、鹿児島県、沖縄県など多くの自治体で I 類相当であ

る。ヒナノシヤクジョウは、環境省の判定はないが、関東以西の東京都、京都府、沖縄県など31都府県で何らかの判定がされており、Ⅰ類、Ⅱ類相当が相半ばしている。

このように少なからぬ自治体レベルでの指定や生育報告も重ねられているが（野生生物調査協会・EnVision環境保全事務所、2017）、この両種の生育環境、生育適地の分析は進んでいない（数少ない報告として、宮崎ら、2015がある）。そのため開発時の移植失敗も報告されている（水島ら、2017）。両種の持続的な保全のためには、生育適地の具体的な環境条件を把握することが不可欠である。

本報告では、愛知県田原市においてホンゴウソウ及びヒナノシヤクジョウが同所的に存在する生育地の調査を行い、両種の生育環境の比較検討を行った結果を報告する。

2. 調査地の概要

調査地は、当初田原市内の候補地として、地質が石灰岩質、林相が照葉樹林、周辺にため池や沢があり湿潤であるという条件のある幾つかの場所を考えた（八木・大羽、2018）。それに加えて、地元の植物の専門家である八木勝氏のホンゴウソウとヒナノシヤクジョウの知見に基づいた現地案内の観察結果から、最終的に調査地を3カ所（以下、サイト1（図1）、サイト2（図2）、サイト3（図3））とした。なお、両種は希少性の高い植物であることから、場所の詳細は割愛する。

田原市の気象条件は、気象統計情報（気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>, 2019年2月参照）によると、伊良湖の気象観測所では、年平均気温が16.9°C、最寒月平均気温（1月）が-2.3°C、年降水量が1945.0mmであった。森林植生はスダジイ *Castanopsis sieboldii*、カシ類、タブノキ

表1 調査概要

調査地	愛知県田原市
調査枠	サイト1：6コドラート、サイト2：15コドラート、サイト3：8コドラート
候補地の踏査	2018年6月
調査期間	個体数、植生調査：2018年7月－8月 環境調査：2018年9月
測定項目	物理的環境：斜面方位、傾斜度、土壌EC、土壌硬度、リター被覆率、土性、天空率 植生環境：100㎡植生調査、2㎡植生調査 共生木の状況：最近隣の樹種



図1 サイト1. ため池近くのホンゴウソウの自生地。草本層の被覆率は数パーセント程度で極めて低い。



図2 サイト2. 両種が見られる尾根付近の湧水湿地。湿地植物のシデコブシ、サクラバハンノキ、コバノトンボソウ、キッコウハグマ、ショウジョウバカマなどが見られる。



図3 サイト3. 沢よりで湿潤な場所にヒナノシヤクジョウ、やや乾燥した方にホンゴウソウが見られた。両種ともに、堆積したリターからわずかに顔をのぞかせる様に生育。

Machilus thunbergii、イスノキ *Distylium racemosum*、タイミンタチバナ *Myrsine seguinii*、ミミズバイ *Symplocos glauca* などを優占種とする照葉樹林である。田原市が位置する渥美半島は昭和 33 年に三河湾 国定公園に指定され、県内にある 11 の自然公園の内 で最も歴史が古い。そのため、成熟した照葉樹林が 沿岸部から内陸の山地部にかけてよく残されている。

サイト 1 は、丘陵の斜面下部のスダジイ—ミミズ バイ群集の林分で、小規模なため池が隣接している。 斜面からは湧水があり、幅数 m から 5m 程度ではあ るが、湧水湿地の状態を呈したところもある。本サ イトでは、ため池周辺の林分でホンゴウソウが見ら れ、湧水湿地の周辺でヒナノシャクジョウが見られ た。

サイト 2 は、丘陵の斜面上部だが傾斜が緩やかで 沢筋に沿うように幅 10m 程度の湧水湿地が存在する 場所である。シデコブシ *Magnolia stellata* やサクラバ ハンノキ *Alnus trabeculosa* など、湿地性の樹木が多 く見られる林分で、地質時代からの生き残り植物で あるクロウメモドキ *Rhamnus japonica* も見られた。 その湿地に隣接するごく近い場所でヒナノシャクジ ョウが見られ、そこからわずかに外側にホンゴウソ ウが見られた。

サイト 3 は、田原市内では標高の高い山の一つで、 その山麓における斜面下部のスダジイ—ミミズバイ 群集の林分である。すぐ下には近辺では大きい部類 の沢がある。この斜面と沢は本来一体のものである が、現在は登山道、遊歩道の整備で切断されている。 その上部の斜面の端にごく小さな湧水があり降雨時 にはそれなりの水量の湧水となると考えられる。事 実この斜面はリター下に水路と思われる筋が各所に みられた。この湧水の周囲にヒナノシャクジョウが 見られ、それを取り囲むようにホンゴウソウが見ら れた。

3. 方法

3-1. 調査方法

開花期の 2018 年 6 月上旬に調査地の踏査を行い、 おおよその生育範囲と株数を把握したのち、2018 年 7 月 10 日、7 月 13 日に代表地点の状況に合わせて 2m 四方のコドラートを設置して、植生調査及び土壌 環境調査(土壌硬度、pH、EC、落葉の層の厚さなど) を行った(表 1)。土壌環境調査は、コドラート内を 4 等分したそれぞれの箇所 1 箇所ずつ測定して 4 つ のデータを取得した。測定に用いた機器は以下の通

りである。土壌硬度：佐藤商事製・山中式土壌硬度 計(標準型)、pH：佐藤商事製・突き刺し型 pH 計 PH テスタースピーア、EC：Spectrum 社・土壌水分・温度・ EC センサー-SMEC300。また日照条件を把握するた め、各コドラートの中心における地上高 1m で全天 球写真を撮影して、全天写真解析システム Canopon2 で SOC (Standart Overcast Sky、天頂は地平線近くの 3 倍明るい)を仮定した場合の光透過率を算出した。

3-2. 分析方法

両種の生育環境の差を把握するため、各コドラ ートにおける環境要因別の平均値及び標準偏差を算出 した。また、その平均値について、サンプルサイ ズ、正規性が仮定出来ないことを考慮して、対応の ないデータのクラスカル・ウォリス検定を行った。 その後、マン・ホイットニーの検定をもちいたボン フェローニによる多重比較を行った。

4. 結果

4-1. 生育状況及び植生環境

両種の生育状況を図 5 から図 15 に示した。

サイト 1 では、ホンゴウソウが 22 個体生育して おり、ヒナノシャクジョウはサイト外の湧水湿地内 及び近隣では見られたが、サイト内では無かった。 サイト 1 の植生は、高木層にミミズバイが優占する 林分で、亜高木層にはカクレミノ *Dendropanax trifidus*、モチノキ *Ilex integra*、低木層にはイ ヌマキ *Podocarpus macrophyllus*、ミミズバイ、草 本層にはイヌマキ、ミミズバイの他にヤブコウジ *Ardisia japonica*、ヒサカキ *Eurya japonica*、ヒ メユズリハ *Daphniphyllum teijsmannii* などが見ら れた。

サイト 2 では、ホンゴウソウが 2 個体、ヒナノシ ャクジョウが 9 個体生育していた。サイト 2 の植生 は、高木層にサクラバハンノキが優占する林分で、 亜高木層にはシデコブシ、クロウメモドキ、ネズミ モチ *Ligustrum japonicum*、低木層にはコシダ *Dicranopteris pedata*、ネズミモチ、草本層にはキ ッコウハグマ *Ainsliaea apiculata*、ショウジョウ バカマ *Heloniopsis orientalis* などの湿地性の植 物の他、アリドオシ *Damnacanthus indicus*、トン ボソウ *Platanthera ussuriensis* などが見られた。

サイト 3 では、ホンゴウソウが 11 個体、ヒナノ



図5 ホンゴウソウの集団株. 密集はしていないが、ある程度のまとまりで生育していた.



図6 ホンゴウソウの開花の様子
(撮影：吉野奈津子)



図7 樹木の細根と絡み合うホンゴウソウの根. 写真中白い根がホンゴウソウ. 地上部は1.5cm~2.0cm程度で根部は10cm以上ある. 根は深さ5cm程度内のあたりを横走.

シャクジョウが16個体生育していた. サイト3の植生は、高木層に植林のスギが優占する林分で、他



図8 調査地内で最大級の個体. 草丈は4cm程度、30花程あった.



図9 ホンゴウソウの最大個体の様子
(撮影：吉野奈津子)



図10 斜面下部のヒナノシヤクジョウの自生地. リターに埋もれる様に生育している. 写真中央右寄りにわずかに白く見えるのが個体.



図13 湿地近くのヒナノシヤクジョウ



図11 湿地近くのヒナノシヤクジョウの自生地. 湿潤な土壤に生育. リターの蓄積はそれほど多くない. コ克蘭も見られた.



図14 ヒナノシヤクジョウの開花の様子 (撮影: 吉野奈津子)



図12 ヒナノシヤクジョウで最も花が多い個体の様子. 開花直前と見られる. (撮影: 吉野奈津子)



図15 開花の様子. 暗い林床と腐葉土層の中で白く輝く様に見える. (撮影: 吉野奈津子)

にタイミンチバナ、タブノキが見られた. 亜高木

層にはサカキ *Cleyera japonica*、タブノキ、低木

表2 ホンゴウソウ、ヒナノシャクジョウの生育地の環境差

		度数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
リター被覆率 (%)	ホンゴウソウのみ	6	74.17	17.15	50.00	95.00
	ヒナノシャクジョウのみ	4	71.25	19.31	50.00	90.00
	両方	3	71.67	44.81	20.00	100.00
	なし	17	73.53	31.91	5.00	100.00
草本層植被率 (%)	ホンゴウソウのみ	6	19.38	20.34	0.50	50.00
	ヒナノシャクジョウのみ	4	25.00	18.51	2.00	40.00
	両方	3	32.67	36.69	10.00	75.00
	なし	17	43.21	33.52	0.50	95.00
SOC (%)	ホンゴウソウのみ	6	10.07	2.10	7.90	13.80
	ヒナノシャクジョウのみ	4	10.55	0.77	9.80	11.40
	両方	3	10.17	0.45	9.70	10.60
	なし	17	11.97	2.58	7.80	15.60
草本層種数 (種)	ホンゴウソウのみ	6	5.67	2.58	3.00	10.00
	ヒナノシャクジョウのみ	4	7.50	3.70	3.00	11.00
	両方	3	5.33	1.53	4.00	7.00
	なし	17	5.94	3.01	1.00	11.00
有機物層深さ (cm)	ホンゴウソウのみ	3	14.43	3.28	11.20	17.75
	ヒナノシャクジョウのみ	4	10.24	8.37	3.20	22.38
	両方	3	15.28	0.42	14.95	15.75
	なし	14	12.61	5.42	1.83	24.00
土壌水分 (%)	ホンゴウソウのみ	6	7.32	3.09	5.13	13.45
	ヒナノシャクジョウのみ	4	21.86	11.28	11.18	35.73
	両方	3	14.28	14.83	5.50	31.40
	なし	17	11.70	9.97	2.20	31.28
土壌硬度 (緻密度) (mm)	ホンゴウソウのみ	2	8.00	1.06	7.25	8.75
	ヒナノシャクジョウのみ	4	8.44	2.09	6.50	11.00
	両方	3	11.00	2.38	8.75	13.50
	なし	13	8.54	1.67	6.50	12.75
EC (mS/cm)	ホンゴウソウのみ	6	0.04	0.01	0.01	0.05
	ヒナノシャクジョウのみ	4	0.11	0.07	0.06	0.22
	両方	3	0.05	0.03	0.03	0.09
	なし	17	0.08	0.10	0.03	0.45
ph	ホンゴウソウのみ	6	6.03	1.01	5.14	7.61
	ヒナノシャクジョウのみ	4	7.21	0.29	6.89	7.54
	両方	3	6.62	0.94	5.54	7.29
	なし	17	6.78	0.88	5.18	7.62

*表中灰色：p値が他の項目よりも低く、サイト間で差がある可能性が示唆された項目。

層にはサカキ、タブノキ、草本層にはテイカカズラ *Trachelospermum asiaticum*、イヌマキ、ベニシダ *Dryopteris erythrosora* の他、アリドオシ、サカキカズラ *Anodendron affine*、ホクリクムヨウラン *Lecanorchis hokurikuensis* などが見られた。

4-2. 生育地の環境

ホンゴウソウ、ヒナノシャクジョウ及び両種が生育するコドラート別の調査項目の平均値及び標準偏差を表2に示した。

両種の生育環境の平均値より、同様の環境だったのは、リター被覆率が70%程度で高く、SOC10%が程度で低く（薄暗く）、草本層種数が5種程度で少な

表3 対象種の有無と環境の相関

		SOC (%)	有機物層深さ (cm)	土壌水分 (%)	土壌硬度 (mm)	EC (mS/s)	ph
	n	30	24	30	22	30	30
ホンゴウソウ	ρ	-.349	.389	-.063	.283	-.311	-.273
	p値	.059	.060	.741	.202	.094	.144
ヒナノシャクジョウ	ρ	-.150	.020	.341	.224	.273	.132
	p値	.428	.927	.065	.317	.144	.487
両方	ρ	-.141	.355	.045	.418	-.026	-.045
	p値	.456	.089	.814	.053	.893	.814

*表中灰色：p値が他の項目よりも低く、サイト間で差がある可能性が示唆された項目。

く、土壌硬度は緻密度8mm程度で柔らかかった。平均値の差の多重比較の結果、いずれの調査項目でも

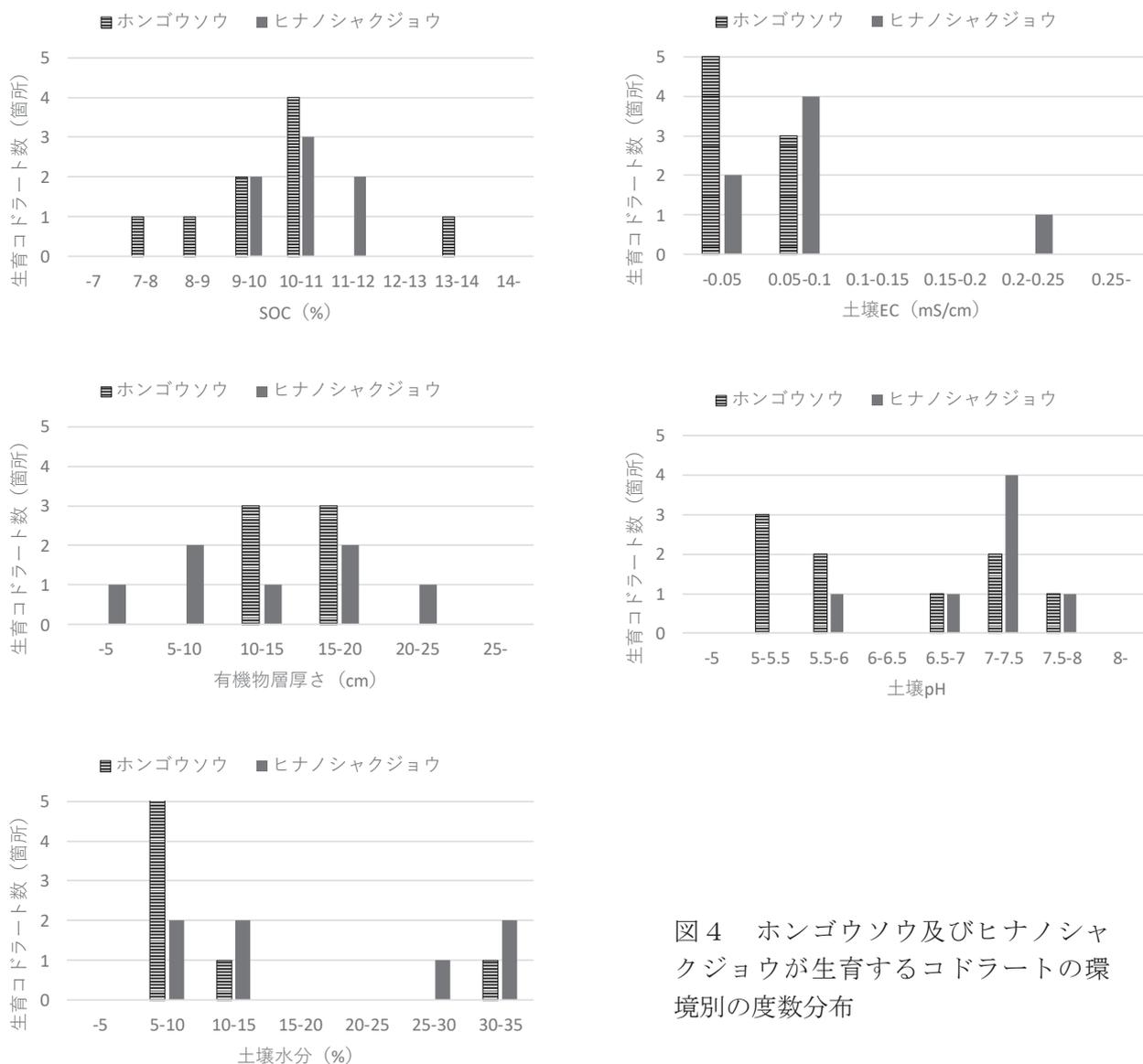


図4 ホンゴウソウ及びヒナノシャクジョウが生育するコドラートの環境別の度数分布

5%未満での有意差は認められなかったが、土壤 EC は $p=0.112$ 、有機物層深さは $p=0.189$ 、土壤水分は $p=0.206$ 、SOC は $p=0.231$ で、これらの項目はサイト間に差がある可能性が示唆された。

両種の有無と環境との相関係数及び有意差を表2に示した。本研究では、調査地の少なさや両種の生育適地に関する情報が少ないことを考慮して、より幅広く生育環境に関する項目を抽出するため、有意差 20%程度までを抽出した。

この相関関係からは、10%を有意とした場合(表3)、ホンゴウソウの有無は、SOC (%) 及び EC (mS/S) とやや弱い負の相関が認められ、有機物層深さとやや弱い正の相関が認められた。ヒナノシャクジョウは、土壤水分とやや弱い正の相関が認められた。また、EC (mS/S) ととも正の相関がある可能性が見られた。

両種が生育するコドラート数と各環境とのヒストグラムによると(図4)、SOC (%) では、ホンゴウソウはヒナノシャクジョウよりも暗い環境の方にも生育している傾向が見られた。土壤 EC (mS/cm) では、ホンゴウソウがより低い数値(0.05mS/cm 未満)でも多く生育する傾向が見られた。有機物層厚さ (cm) では、ホンゴウソウは 10cm 以上から 20cm 未満で比較的有機物層が厚い環境に限定されるが、ヒナノシャクジョウは 5cm 未満の浅い環境から 20cm 以上の深い環境にも見られた。土壤 pH では、ホンゴウソウが 6 未満の酸性で多い傾向があるが、ヒナノシャクジョウは 7 前後の中性の環境で見られた。土壤水分 (%) は、ホンゴウソウは 10(%)未満でも多く見られたが、ヒナノシャクジョウは 10%以上の方に多く見られた。

5. 考察

調査結果より、両者は同じ林分内という視点では同所的に存在するが、生育環境はやや異なる傾向が見られた。現場でも湧水の流れと地上高はほぼ同じ高さで、湧水により近いところヒナノシヤクジョウがあり、そこからは地上高が少しだけ高く、離れたやや乾燥気味の場所にホンゴウソウが見られた。これらの点は両者を保全する際に注意すべき点であると考えられる。

両種を比較すると、ホンゴウソウの生育地は、ECが低めで、pHは酸性傾向で有機物層が発達した場所だった。また、ホンゴウソウは樹木のすぐ隣の斜面下に生育している場合が多かった。これらのことから、樹木の根が豊富で共生する菌類も多く、その活動が旺盛で、塩基飽和度が低い（pHが高い）環境を好むことが示唆される。また、樹木に近接することから、より暗い環境の傾向があった。

ヒナノシヤクジョウは、ホンゴウソウの生育地と比較すると、湧水により近いため、やや明るめで、土壌の有機物層は薄め、pHはやや高めで中性前後、そして、水分が多めという傾向が見られた。湿度の高い環境でAM菌の共生する競合他種が少ない場所を選択して生育していることが考えられる。

両種で共通する環境としては、落葉の被度が70%程度で落葉の間から生育していること、草本層の被度は30%以下で少なく、林床は植物の多様性に乏しかった。これらの点は岡山県岡山市の生育地とも共通している（山尾・波田、2008）。このような生育環境は、里山林の林床の管理でよく用いられるような、草本層の多様性を創出するための保全方法とは異なるため、両種の保全時には配慮が必要である。

なお、両種ともに最近隣の樹木の樹種については、傾向が見られなかった。ホンゴウソウから最も近隣の樹種は、ハゼノキ *Toxicodendron succedaneum*、タブノキ、スダジイ、ミミズバイなど多様な樹種だった。またヒナノシヤクジョウもスギ *Cryptomeria japonica*、ミミズバイ、シデコブシなど多様だった。これは両種の共生菌がAM菌であることによると考えられるが、今後より多くの事例から考察をする必要がある。

こうした知見から、両種は同所的には存在するが、ある程度異なる環境が生育適地だと考えられる。ホンゴウソウの保全には、有機物層の厚さも必要であることから、湿地周辺で湿潤ではあるが、土壌も発達した環境が必要で、長期間維持された湿地周辺の

樹林が必要である。貧栄養湿地の保全の場合、東海丘陵要素植物の様に遷移による樹林化を進めないことが保全に有効な希少種も多く、保全活動ではしばしば除伐や下刈り、落葉かきが行われる。しかし、本種の保全には、こうした活動は適さないことが示唆される。

湿地周辺で土壌が発達しにくい場所に生育するホンゴウソウは、その生育適地が出来るまでに長期間を要すると考えられる。手入れが行き届かない湿地が増加する中で、むしろ本種の生育適地は増加することも考えられるが、湿地周辺でかつ十分に土壌が発達した樹林地という生態系が存在可能な場所は限られるため、現存する生育環境の保全は極めて重要であろう。

謝辞

本研究の遂行にあたり、名古屋産業大学環境経営研究所の助成金を用いた。八木勝氏には、田原市内の植生や希少種に関する情報をご提供頂き、また現地をご案内頂いた。感謝申し上げます。

参考文献

- 服部保・石田弘明・小舘誓治・南山典子（2002）照葉樹林フロラの特徴と絶滅のおそれのある照葉樹林構成種の現状、J. JILA65 (5) 609-614
- 根本秀・末次健司・堀江満・黒沢高秀（2018）福島県初記録のホンゴウソウ（ホンゴウソウ科）とその訪花昆虫の報告、植物地理・分類研究 66(1): 71-73
- 水島秀二・岩田柵子・西牟田和沙（2017）伊勢自動車道のエコロード20年の評価、日緑工誌 43(1), 314-317
- 宮崎萌未ら（2014）菌従属栄養植物ホンゴウソウの保全—生育環境の解明と移植、保全生態学研究 20:213-220
- 邑田仁、2003. ホンゴウソウ. 矢原徹一（監）. 2003. 絶滅危惧植物図鑑 レッドデータプラント, p. 526. 山と溪谷社, 東京.
- 大橋広好・邑田仁、2015. ホンゴウソウ科. 大橋広好・門田裕一・木原浩・邑田仁・米倉浩司（編）. 改訂新版 日本の野生植物1 ソテツ科〜カヤツリグサ科, pp. 151-152. 平凡社, 東京.
- 谷山一郎（2003）地球温暖化が農林生態系に及ぼす影響、日本土壤肥科学雑誌第74巻、第3号、377〜384
- 谷亀高広・坂田成孝・矢田貝繁明、2012. 鳥取県において新たに分布が確認された5種の植物. 鳥取県立博物館研究報告 49: 7-12.
- 谷亀高広（2014）菌従属栄養植物の菌根共生系の多様性、植物科学最新線 5: 110、1-10
- 八木将勝・大羽康利（2018）愛知県渥美半島の湧水湿地（小湿原、シデコブシ自生地とその周辺）の植物、湿地研究 Wetland Research Vol.8, 149-157
- Yamato M, Yagame T, Iwase K (2011) Arbuscular mycorrhizal fungi in root of non-photosynthetic plants, *Sciaphila japonica* and *Sciaphila tosaensis* (Triuridaceae). *Mycoscience*, 52:217-223
- 山尾僚・波田善夫（2008）岡山県岡山市で発見されたホンゴウソウ（ホンゴウソウ科）、*Naturalistae*, no. 12: 41-44
- 野生生物調査協会・EnVision環境保全事務所（2017）：日本のレッドデータ検索システム 2017, <http://jpnrd.com/search.php?mode=map&q=06050316529> (2017年7月1日現在)