

鹿児島県伊佐市におけるイワザクラ南限域個体群のサイズ構成と花柱型

川西基博・柳田光久

〒 890-0065 鹿児島市郡元 1-20-6 鹿児島大学教育学部

Abstract

The population of the *Primula tosaensis* Yatabe var. *tosaensis* in Oguchi-cho, Isa City, Kagoshima Prefecture, Japan, which corresponds to the southern limit of the distribution, was surveyed for the total number of individuals, size composition, and floral heterostyly. The population consisted of 93 individuals, and its distribution area was very limited. The size composition of the individuals was monomorphic, with a peak at a maximum leaf length of about 3 cm, and a relatively small number of individuals with leaf length classes of less than 1 cm. Flowering started at a size of about 2.5 cm in leaf lamina length. Furthermore, a significant model was found between lamina length and the number of flowers, and the number of flowers could be estimated from leaf size. Of the 56 flowering individuals, 34 were of the long-style flower and 22 were of the short-style flower, allowing for cross-pollination among the different style types. However, the relatively small number of un-flowered small individuals suggests that there may be a lack of continuous recruitment of new individuals by seed propagation.

はじめに

イワザクラ (*Primula tosaensis* Yatabe var. *tosaensis*) はサクラソウ科サクラソウ属の多年草で、本州 (岐阜県, 紀伊半島), 四国, および九州中南部に分布する (高橋, 2017)。生育地は山地の石灰岩等の岩地で、主として溪谷の水が滴るような岸壁や岩棚に生える (鴻上, 2003; 高橋, 2017)。その自生地は園芸目的による採取により多くが失われてしまったとされ (鴻上, 2003), 環境省のレッドリスト 2020 では準絶滅危惧種 (NT) (環境省

ホームページ <http://www.env.go.jp/press/107905.html>: 2021年3月参照) に指定されている。本種の分布南限にあたる宮崎県鰐塚山の個体群 (初島, 2004) については、マイクロサテライトマーカーによる遺伝子解析から遺伝的多様性が低いこと、近親交配の頻度は低いことが明らかになっている (Yamamoto et al., 2018)。

鹿児島県伊佐市大口町のイワザクラ個体群は東シナ海側の分布南限域に相当する。当地域のイワザクラ個体群は約 20 個体からなる 1 集団のみとされ、鹿児島県レッドリストでは絶滅危惧種 I 類 (鹿児島県環境林務部自然保護課, 2016) に指定されている。同地域はシカの採食による植生への影響が強い地域であることから (植生学会企画委員会, 2011; 鹿児島県環境林務部自然保護課, 2017), 地域個体群絶滅の危険性は極めて高いことが予想される。しかし、イワザクラの生育環境や個体群構造など生態に関する知見は少なく、不明な点が多い。そこで本研究では、鹿児島県伊佐市大口の崖地に生育するイワザクラ個体群の実態を把握することを目的とし、全個体数、サイズ構成、花柱型に関する調査を行った。

材料と方法

調査地 鹿児島県伊佐市大口の崖地に生育するイワザクラ個体群を調査対象とした (図 1)。調査地の標高は約 850 m である。地方気象台伊佐市大口の観測データ (北緯 32 度 02.8 分, 東経 130 度 37.6 分) では、年間平均気温は 15.3°C, 年

Kawanishi, M. and M. Yanagita. 2021. Size composition of individuals and floral heterostyly of the southern limit population of the *Primula tosaensis* Yatabe var. *tosaensis* in Isa City, Kagoshima Prefecture, Japan. *Nature of Kagoshima* 48: 1-7.

✉ MK: Faculty of Education, Kagoshima University, 1-20-6 Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan (e-mail: kawanishi@edu.kagoshima-u.ac.jp).

Received: 1 June 2021; published online: 4 June 2021; http://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK_048/048-001.pdf



図1. 鹿児島県伊佐市大口の位置とイワザクラ自生地の状況。



間降水量は 2572.9 mm である。調査地は新生代第四紀の安山岩・玄武岩質安山岩の溶岩・火砕岩域に位置し（地質図 navi: <https://gbank.gsj.jp/geonavi/geonavi.php>），イワザクラの分布する崖地は輝石安山岩である（図1）。この崖地は複数の尾根と谷にまたがって広がっており、高さ 10 m の地点もあった。

生育地周辺の谷部はサワグルミ、キハダなどからなる落葉広葉樹林、斜面上部から尾根はアカガシ、ウラジロガシの優占する常緑広葉樹林やスギ・ヒノキの人工林が成立している。

調査方法 予備調査として2019年4月27日に、岩隙の最下部に分布していた17個体のイワザクラを対象として最大葉の葉長（葉柄と葉身を含む長さ）、葉の枚数、花の数、めしべの長さを計測した。めしべの長さを計測する際には、花冠を注意深く取り除いてめしべを露出させ、柱頭から子房の根元までの長さを折尺を用いて計測した。

翌年の2020年4月17日にイワザクラ個体群の全個体を対象として個体サイズと開花状況を把握するための調査を行った。葉長と、葉身長（葉身のみ長さ）との間には有意な正の相関が確認されたこと（ピアソンの相関係数、 $r = 0.9417$ 、

$P < 0.0001$ ）、計測が容易であること、計測時に植物体へダメージを与える可能性が比較的小さいと考えられることから、最大葉の葉身長を個体サイズの指標として採用した。さらに花茎数、花数、花柱型を記録した。イワザクラの有性生殖への悪影響を最小限にするため、全個体調査では花柱型の判定時に花冠を取り除くことはせず、目視により花冠から花柱が長く突き出ているものを長花柱花（L）、雌蕊が突き出しておらず雄蕊が見えるものを短花柱花（S）と判定した（図2）。

個体サイズと花数との関係を明らかにするために、花数を目的変数、葉身長を説明変数として一般化線形モデル（GLM）を行った。解析には R-4.0.3（R Core Team 2020）を用い、glm 関数によるモデルの誤差範囲はポアソン分布、リンク関数は log を用いた。

結果

イワザクラの生育立地 予備調査により、17個体の器官のサイズと立地特性を記録した（表1）。イワザクラの生育する崖地は谷部に位置していた。斜面方位はおおむね北西向（NW）で、傾斜角度は 60° – 80° であった。全個体調査の際の



図2. イワザクラの各花柱型の拡大写真. L:長花柱型, S:短花柱型.

観察では、ほぼすべての個体がわずかな水の流れる急傾斜の岩隙に生育していた。岩隙に沿って幅 5 m、長さ 30 m 程度の範囲内に全ての個体が分布しており、隣接地の岩壁や崖錐の岩上、谷底の巨岩上、谷壁斜面の土壌などに定着している個体は認められなかった。

葉のサイズとめしべの長さ 予備調査において確認した 17 個体の最大葉長は 2.8–12.7 cm であり、2–8 枚の葉を有していた。開花していた 11

個体（個体番号 1–11）のうち、平均めしべ長 2.6 cm が 2 個体（個体番号 1, 2）、1.0–1.2 cm が 8 個体確認された（個体番号 7–11）（表 1）。また、個体番号 3–6 の 4 個体は、その中間の長さ（1.5–1.8 cm）であった。以上のように、柱頭の長さは個体間で連続的に変異していた。一方、複数の花をもつ個体内では、柱頭の長さの標準偏差は 0–.01 でばらつきは小さく、個体内では柱頭の長さの変異はほとんど認められなかった。

表 1. イワザクラの生育する崖地の斜面方位と傾斜角度、および各個体の器官のサイズ。

個体番号	斜面方位	傾斜 (°)	最大葉長 (cm)	葉数	花数	めしべ長 平均 (cm)
1	N28W	78	8.2	4	2	2.6±0.1
2	N52W	68	7.2	5	3	2.6±0.1
3	N32W	84	7.2	4	1	1.8
4	N50W	64	8.2	7	2	1.8*
5	N32W	84	6.3	5	2	1.5±0.1
6	N50W	64	8.6	5	2	1.5±0
7	N40W	80	12.7	5	3	1.2±0
8	N40W	80	11.7	6	3	1.1±0.1
9	N40W	80	2.7	6	3	1.1±0.1
10	N40W	80	11.7	4	1	1.1
11	N40W	80	8.8	3	1	1.0
12	N52W	68	10.9	8	0	—
13	N40W	80	10.5	3	0	—
14	N28W	78	6.9	4	0	—
15	N52W	68	5.8	7	0	—
16	N52W	68	3.4	2	0	—
17	N52W	68	2.8	2	0	—

* 損傷した花を除外した値。

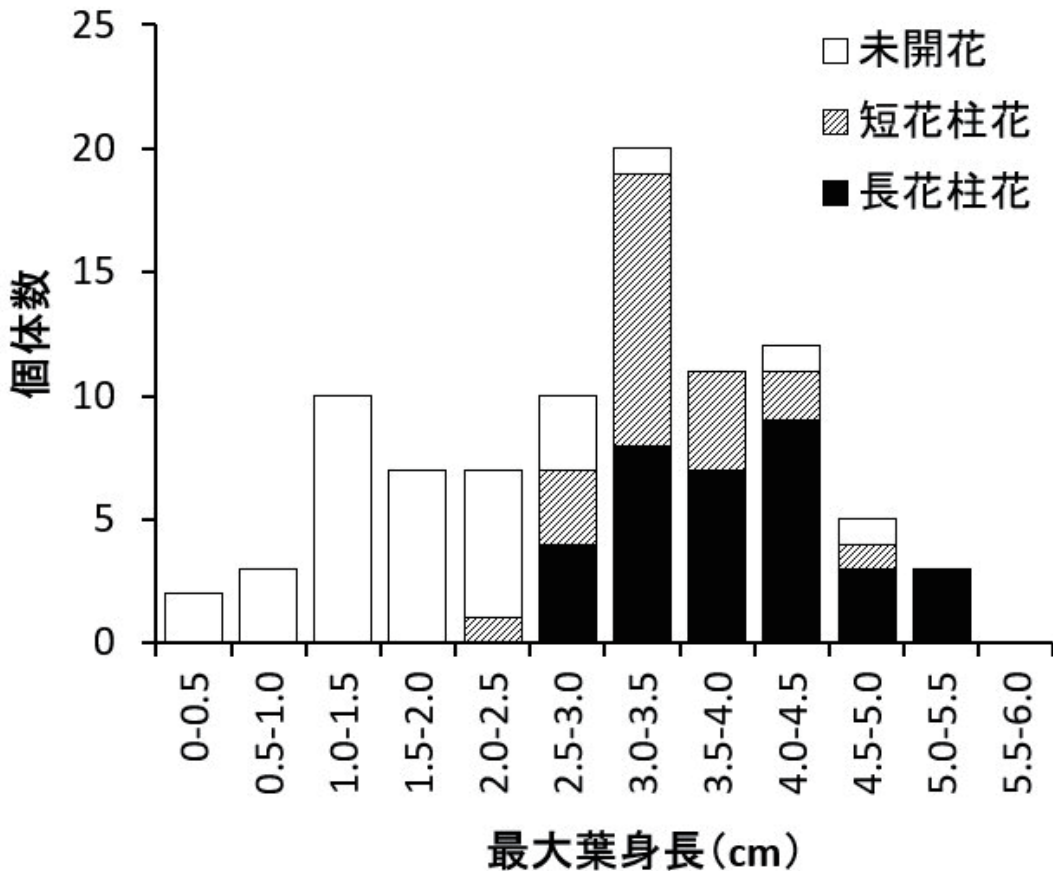


図3. イワザクラの最大葉身長の階級における個体数, および花柱型との関係。

個体群構造と開花状況 全個体調査の結果, 合計93個体が確認された。このうち, 3個体は動物の食害を受けていたため, 葉身長と花数等の計測ができなかった。残りの90個体のうち, 未開花個体は34個体, 開花個体は56個体(長花柱型34個体, 短花柱型22個体)であった。

調査を行った4月時点での最大葉の葉身長は, 最も大きい個体で5.4 cm, 最も小さい個体で0.4 cmであった。最大葉身長のサイズ構成は一山型を示し(図3), 最大葉身長3.0-3.5 cmの階級が最も頻度が大きかった。開花した個体は葉身長2.0-2.5 cm以上の階級にみられ, 3.0-3.5 cm以上の階級ではほとんどの個体が開花していた。花柱型と葉身長の分布との間に明瞭な差は認められなかった。

開花個体は1-3本の花茎をもち, 1本の花茎に

花を1-5個つけていた。合計の花数は最も多い個体で7個であった。葉身長を説明変数, 花数を応答変数としてポアソン回帰(リンク関数はLog)による一般化線形モデル(GLM)を行った結果, 過分散は認められず切片は-2.6020, 傾きは0.8887と推定され, 双方とも有意な値($P < 0.001$)を示した(図4)。

考察

伊佐市大口のイワザクラ個体群の構造 伊佐市大口のイワザクラ個体群は93個体からなり, これまで把握されていた個体群サイズ(約20個体)(鹿児島県環境林務部自然保護課, 2016)よりも大きいことが明らかになった。しかし, 全ての個体が幅5 m, 長さ30 m程度の岩隙に集中しており, その分布範囲は極めて限定的であった。

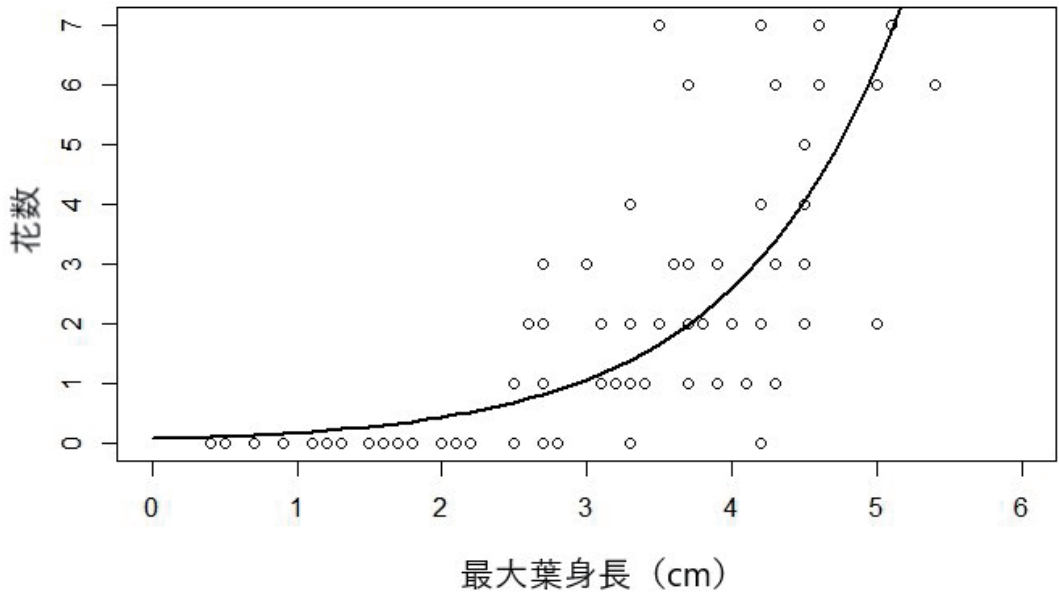


図4. イワザクラの最大葉身長と花数との関係。

全個体調査を行った2020年4月17日時点での最大葉の葉身長は、大きい個体で5 cm程度であった。高橋(2017)によるとイワザクラの葉身長は3–7 cmであり、本調査地の個体群も一般的な大きさの葉をもつ個体から構成されていると考えられた。葉柄を含む葉長については全個体のデータが得られていないが、予備調査の結果から大きい個体で10 cm以上になることが確認された。個体群のサイズ構成としては、最大葉身長3 cm程度の階級をピークとする一山型で、最大葉身長の階級が1 cm未満の小さい個体が相対的に少なかった。このことは、発芽から間もない個体が少ないことを示していると考えられ、新規加入個体が限られた状態にある可能性を示唆する。

花柱型 長花柱花は花柱が花冠から数 mm 程度突き出すのに対し、短花柱型は花柱が花冠筒部に収まり、外見上はおしべのみが花筒内に見える状態になっていた(図2)。全個体調査の結果から、開花していた56個体のうち、長花柱型は34個体、短花柱型は22個体で、この2型がおよそ3:2の割合の個体数で生育していることがわかった。

予備調査では花柱の長さが中程度の個体が確認され、全個体調査でも花柱が花冠とほぼ同長か



図5. 花柱の短い長花柱型。

やや短い個体が確認された。この型は柱頭が花冠から突出せず典型的な長花柱花より花柱の長さが数mm短い。短花柱型のようにおしべが柱頭の上部に伸びておらず、外部から葯が視認できない(図5)。このように、柱頭と葯の位置関係からみればこの型は長花柱型であると判断される。

花柱の長さの変異については、サクラソウで詳細な研究がある。サクラソウの花柱の長さは長花柱花で5.3–12.8 mm、短花柱花では8.3–15.3 mmの変異の幅があり連続的に分布するが、柱頭の高さと葯の高さの差は両型の間で明瞭な差がある(Nishihiro et al., 2000; 西廣・鷲谷, 2006)。本

調査地のイワザクラについては短花柱花の花柱の変異を把握できていないが、長花柱型の花柱の長さには大きな変異があると考えられる。

なお、サクラソウ属にはクリンソウ *Primula japonica* A. Gray のように自殖を行う等花柱花の集団をもつ種も知られている (Richards, 2003)。また、サクラソウ *Primula sieboldii* E. Morren は、長花柱花と短花柱花がおおよそ 1:1 の個体比で含まれるが、ごく稀に雌蕊と雄蕊を同じ高さに持ち、自家和合性を示す等花柱花が生じることがあるという (鷲谷, 2006, 2007)。本調査地のイワザクラ個体群では等花柱花は確認されず、異形花柱性が明瞭であると考えられる。自殖による繁殖可能性については不明であり、今後の更なる調査が必要である。

開花と繁殖状況 イワザクラの葉身長と花の数との間に有意なモデルが認められ、葉のサイズから開花数を推定できることが明らかになった。サクラソウ属では、ユキワリソウ *Primula modesta* Bisset et S. Moore において、個体重の指標として越冬芽の直径が有効であり、芽の直径と花の数の間に有意な正の相関があることを明らかにされている (Shimono and Washitani, 2007)。このことは、越冬時の個体サイズが大きいほど花数が多いことを示す。本研究ではイワザクラの越冬芽の直径を計測することはできなかったが、葉身長の大きさを説明変数として有意なモデルが得られたことから、個体の同化器官のサイズが花数に関連することが予想される。本調査地のイワザクラでは葉身長が 2.5 cm 程度のサイズから開花し、さらに個体サイズに依存して開花数が増加することが明らかになった。

当地域の個体群では約 60% の個体が開花しており、長花柱花、短花柱花ともにみられたことから、個体数減少に伴う花柱型の著しい偏りは生じておらず、異なる花柱型の間での他殖が可能な状況であることがわかった。しかし、未開花の小サイズの個体が相対的に少ないことから、種子繁殖による個体の新規加入が継続的に行われていない可能性がある。

また、調査地の位置する九州山地南部はニホ

ンジカの密度が高く (鹿児島県環境林務部自然保護課, 2017) 植生へ及ぼす影響が強い地域であり (植生学会企画委員会, 2011)、本研究の調査時の 4 月時点でイワザクラの葉や花が被食されている個体が 3 個体確認された。イワザクラは急傾斜の岩場に生育している個体が多いため全ての個体が食害を受けるとは考えにくい。谷底や岩棚に近い場所にはニホンジカが接近することが可能であり、4 月以降に新たに被食される個体が生じる可能性は高い。このようにニホンジカの採食可能な立地では、今後長期間個体を維持したり新規に定着したりすることは難しいと考えられる。

当地域のイワザクラ個体群の持続可能性を評価し、保全を検討するためには、動態を正確に予測する必要がある。そのためには、実際にどの程度結実し、種子が生産されているのか、また種子由来の実生がどの程度発生し、定着しているのかを明らかにすることが課題である。

謝 辞

本研究をすすめるにあたって、元鹿児島県立博物館学芸主事の寺田仁志氏、成尾英仁氏にはイワザクラ生育地の植生に関する有益な情報をご提供いただいた。鹿児島大学教育学部の松井智彰教授には地質情報を提供して頂いた。鹿児島大学教育学部植物学研究室の園田怜央氏には現地調査のご協力を頂いた。また、北薩森林管理署の方々には入林許可に関してご配慮いただいた。以上の方々に深くお礼申し上げる。

引用文献

- 初島住彦 (2004) 九州植物目録。鹿児島大学総合研究博物館、鹿児島。
- 鹿児島県環境林務部自然保護課 (2016) 改訂・鹿児島県の絶滅のおそれのある野生動物—鹿児島県レッドデータブック 2016—植物編。鹿児島県環境技術協会、鹿児島。
- 鹿児島県環境林務部自然保護課 (2017) 第二種特定鳥獣 (ニホンジカ) 管理計画 (第 5 期計画)。鹿児島県、鹿児島。
- 鴻上 泰 (2003) イワザクラ *Primula tosaensis*。(矢原徹一監修、永田芳男写真) 絶滅危惧植物図鑑 レッドデータプランツ, p. 176. 山と溪谷社, 東京。
- 西廣 淳・鷲谷いづみ (2006) ボリネーターとの相互作用を淘汰圧とした花の形質の進化。(鷲谷いづみ編) サクラソウの分子遺伝生態学 エコゲノム・プロジェクトの黎明, pp. 66-83. 東京大学出版会, 東京。

- Nishihiro, J., Washitani, I., Thomson, J. D., Thomson, B. A. (2000) Patterns and consequences of stigma height variation in a natural population of a distylous plant, *Primula sieboldii*. *Functional Ecology*, 14: 502–512.
- R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Richards, A. J. (2003) *Primula*. Batsford, London.
- Shimono, A., Washitani, I. (2007) Factors affecting variation in seed production in the heterostylous herb *Primula modesta*. *Plant Species Biology*, 22: 65–76.
- 植生学会企画委員会 (2011) ニホンジカによる日本の植生への影響—シカ影響アンケート調査 (2009～2010) 結果—. *植生情報*, 15: 9–96.
- 高橋英樹 (2017) サクラソウ科 Primulaceae. (大橋広好・門田祐一・邑田 仁・米倉浩司・木原 浩編) 改定新版日本の野生植物 4, pp. 187–201. 平凡社, 東京.
- Yamamoto, M., Handa, Y., Aihara, H., Setoguchi, H. (2018) Development and characterization of 24 microsatellite markers in *Primula tosaensis*, an endangered primrose, using MiSeq. *Plant Species Biology*, 33: 77–80.
- 鷺谷いづみ (2006) サクラソウ 植物の保全と進化を科学する. (鷺谷いづみ編) サクラソウの分子遺伝生態学 エコゲノム・プロジェクトの黎明, pp. 1–14. 東京大学出版会, 東京.
- 鷺谷いづみ (2007) 野生植物としてのサクラソウの生態. (世界のプリムラ編集委員会編) 世界のプリムラ, pp. 183–188. 誠文堂新光社, 東京.