林冠木とカタクリの花の向きとの関係

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2019-09-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 北, 剛, 和田, 直也, Kita, Tsuyoshi, Wada, Naoya メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00055287

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.

Journal of Phytogeography and Taxonomy **48** : 87-90, 2000
©The Society for the Study of Phytogeography and Taxonomy 2000

北　剛・和田直也：林冠木とカタクリの花の向きとの関係

〒930-8555　富山市五福 3190　富山大学理学部生物圏環境科学科

Tsuyoshi Kita and Naoya Wada : Effects of canopy trees on flower direction of a spring-ephemeral *Erythronium japonicum*

Department of Biosphere Science, Faculty of Science, Toyama University, Gofuku 3190, Toyama 930-8555, Japan

北極・高山といった寒冷な環境に生育する植物の中には，花が太陽の方向を向いて動く性質・日光屈性（flower heliotropism）を示すものがいくつかの種で知られている（Kevan 1972, 1975 ; Knutson 1981 ; Kjellberg et al. 1982 ; Stanton and Galen 1989 ; Krannitz 1996 ; Totland 1996 ; Wada 1998）。このような植物は，太陽からの放射光を利用して花の中心部の温度を高めることで，低温環境の中での繁殖を可能にしている。温帯・冷温帯林の早春は，しばしば気温が 0 度以下になることもあり（Uemura et al. 1993 ; Kudo 1995），この時期は高山と同様に寒冷で，温度が著しく植物の成長や繁殖を制限しているものと考えることができる。春植物の一種，フクジュソウ（*Adonis amurensis* Regel et Radde）も，北極・高山植物のチョウノスケソウ（*Dryas octopetala* L.）などと同様に，花が日光屈性を示すことが知られている（Kudo 1995）。フクジュソウの例では，花が太陽を追尾することで花の中心部・特に柱頭付近の温度が約 6 度高まり，1）受粉，2）受精，3）種子の成長が促進・向上することが報告されている（Kudo 1995）。また，花が太陽の方向からずれている個体は，柱頭付近の温度が低く，花を訪れる昆虫の頻度も低いことが報告されている（Kudo 1995）。このように，花が日光屈性を示さない場合でも，花の方角の違いよって一日当たりに受ける太陽放射量が異なることで，上述のような過程を通じて繁殖成功度が異なる可能性が考えられる。

温帯林の林床に生育する春植物の一種，カタクリ（*Erythronium japonicum* Decne.）は，花が太陽を追尾する日光屈性は示さないものの，開花前，花茎が地上に現れ伸長する過程で屈曲が起こり，花の向きが固定する（河野 1988）。花は下を向いて咲くが，その花の向きは，開花する前に決定する（Fig. 1）。そこで我々は，早春に開花するカタクリが太陽光を受けやすい方向に花を向けることで繁殖成功度を高めているという仮説を立てた。花の向きの違いによる繁殖成功度の違いを明らかにする前段階と

Fig. 1. Bending pattern of the scape and fixation of the flower direction of *Erythronium japonicum* from flower-bud emergence (A), scape elongation (B), to flowering stage (C). White arrow shows the flower direction (B).

して，本研究では，林冠木の樹種・空間分布が異なる三つの生育地で，上層木とカタクリの花の向きとの関係を調査した。そして，カタクリの花の向きと生育地の光環境との対応関係について考察を行った。

材料と方法

本研究は，富山県上新川郡大沢野町の猿倉山森林公園内（標高250 m）を調査地とし，1998年4月上旬，カタクリの開花時に調査を行った。本調査地に，1）コナラ林に接するシバ型草原，2）コナラ林の林床，3）スギ林の林床，の三つの地点に比較的平坦な調査区を設定した。各調査区の林冠木の密度及び空間配置を明らかにするため，魚眼レンズ（SIGMA 8 mm F 4 FISHEYE MF）を用いて，地上20 cmの高さでの全天写真を撮影した。

各調査区の全天写真を撮影した位置に，光センサー・データロガー（StowAway Light Intensity Logger, Onset Computer Co.）を地上20 cmの高さに設置し，4月4日00時00分から4月10日24時00分まで，30分間隔で，光強度（Light intensity：単位＝L/f²）を測定した。なお，光センサーは水平に設置した。これらの値の時間的変化を，全天写真と対応させて考察をおこなった。

同時に，クリノメーターを用いて，カタクリの花の向き（花茎が屈曲している方向）を，各調査区50個体のカタクリについて計測した。花の向きを測定した個体は，全天写真を撮影した場所を中心に無作為に選定した。得られたデータは，南を0°，西を−90°，東を＋90°，北を±180°とし，統計的な解析を行った。各調査区間におけるカタクリの花の向きの違いの検定には，ノンパラメトリック法のKolmogorov-Smirnov testを用いた。

結果と考察

各調査区における全天写真をFig. 2に示した。シバ型草原では，北東から東南にかけて分布するコナラ林によって光が遮られる可能性があるが，北西から西南，特に西側は開けており，太陽光が多く到達するものと考えられる（Fig. 2 A）。コナラ林内では，コナラの林冠木がほぼランダムに分布していた（Fig. 2 B）。微立地的に見れば，林床のカタクリの個体が受ける光量は，付近に分布しているコナラの幹の位置やサイズあるいは密度によって影響を受ける。したがって，カタクリの個体が集中的な分布を示さず，ランダムに近い分布をしていれば，花の向きは集団としては平均化され，ある一定の方向性を示さないものと予想した。スギ林では，東南から南および北側の一部にスギが分布しており，これらの方角から林床に到達する光量は少ないものと予想される。しかし，北西から西南にかけてはまだ葉を展開していない落葉広葉樹林があり，北東から東にかけては樹木を欠く場所（ギャップ）が存在しており（Fig. 2 C），これらの方角からは林床に到達する光量が比較的多いものと考えられる。

各調査区での光強度の日変化は、7日間の平均値を用いてFig. 3に示した。各調査区における光強度の一日当たりの積算値は，シバ型草原で4,274 L/f²，コナラ林林床で2,972 L/f²，スギ林林床で1,198 L/f²であった。コナラ林林床ではシバ型草原の約60%，スギ林林床ではシバ型草原の約28%の光量に過ぎなかった。

シバ型草原では，10時から10時30分にかけて急激に光強度が増加する傾向があり，11時30分にピークに達し，その後なだらかに減少する傾向がみられた。光強度の日変化は，正午を中心に左右対称に近い分布を示していたが，12時から18時までの積算光強度（2,359 L/f²）は，6時から12時までの積算光強度（1,915 L/f²）よりも高かった（Fig. 3 A）。南西方向に花が向いている方が北東に向いているよりも，光を多く受けやすいことを示唆している。

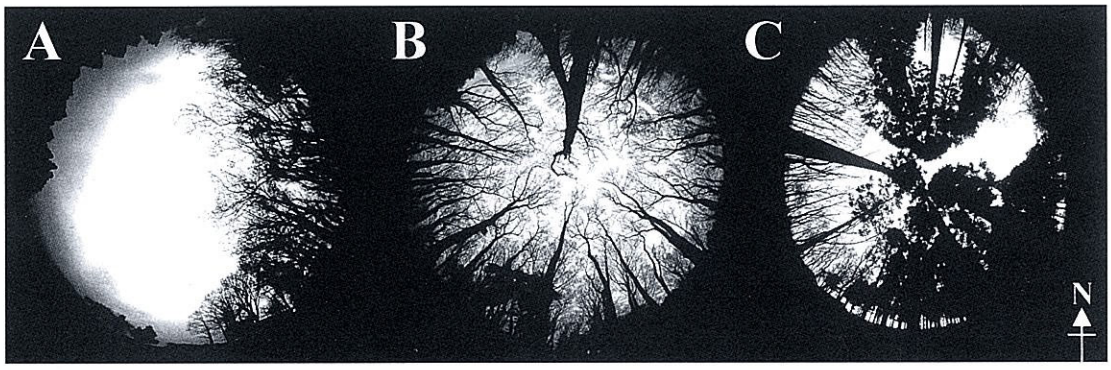

Fig. 2. Hemispherical photographs at three habitats of *Erythronium japonicum* populations. A : *Zoysia* type grassland ; B : *Quercus* forest floor ; C : *Cryptomeria* forest floor.

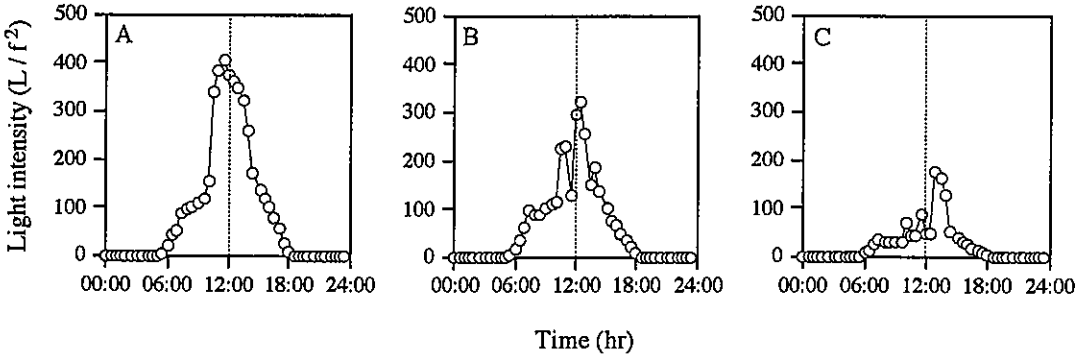

Fig. 3. Hourly changes of light intensity (L/f²) at three *Erythronium japonicum* habitats, in early April 1998. A: *Zoysia* type grassland; B: *Quercus* forest floor; C: *Cryptomeria* forest floor.

コナラ林の林床においては，11時から11時30分にかけて光強度が一度減少するが，12時30分にピークに達し，その後はシバ型草原とほぼ同様な傾向が認められた（Fig. 3 B）。12時から18時までの積算光強度（1,683 L/f²）は，6時から12時までの積算光強度（1,288 L/f²）よりも高く，シバ型草原で見られたパターンと相対的には類似していた。

スギ林の林床では，6時以降の光強度の増加が著しく遅く，急激な増加は12時を過ぎてから，12時30分から13時にかけて見られた（Fig. 3 C）。これは東から南南西にかけて分布している常緑のスギ林木の庇蔭による影響が強く現れたものと考えられる。光強度の日変化は、正午を中心に左右非対称の右に偏った分布を示しており，12時から18時までの積算光強度（748 L/f²）は，6時から12時までの積算光強度（452 L/f²）よりも約1.7倍高かった。12時30分以降は，太陽の軌道がスギ林から落葉広葉樹林に移り，そのため急激な光強度の増加が生じたものと考えられる（Fig. 3 C）。光強度の日変化からは，南西から西の方向に花が向いているほど，光を多く受けやすいことが予想させる。

次に，各調査区におけるカタクリ個体群の花の向きの頻度分布をFig. 4に示した。シバ型草原の個体群では花の向きのバラツキが少なく，コナラ林とスギ林の各林床の個体群でバラツキが大きかった。カタクリの花の向きは，三つの生育地で統計的に有意に異なっていた（シバ型草原とコナラ林林床：$P < 0.0001$；シバ型草原とスギ林林床：$P = 0.0031$；コナラ林林床とスギ林林床：$P = 0.0015$, Kolmogorov-Smirnov test）。

シバ型草原では，多くの個体が西（−90°）を中心に向いており（Fig. 4 A），全天写真における開放地の方角と一致していた。また，光強度の日変化と合わせて考えれば，より明るい環境・光を受けやすい方角に花が向いているといえる。

コナラ林の林床では，カタクリの花の向きは開花個体群内で一定した傾向は見られず，各方角に偏りなく分布していた（Fig. 4 B）。この結果も，全天写真からの予測とほぼ一致していた。光強度の日変化の結果からは，単純に南及び南西の方向を向いている個体が光を多く受けやすいと予想されるが，樹木の幹の空間的な不均一性と今回は測定していない短時間でのサン・フラックスの積算量などを考慮すると，Fig. 4 Bの頻度分布の結果は，光を受けやすい方角に花が向いているという仮説を完全に否定しているとは言えないだろう。

スギ林の林床では，カタクリの集団を大きく二つのグループに分けることができる。北西（−90°〜−180°）にかけて花が向いているカタクリ個体群

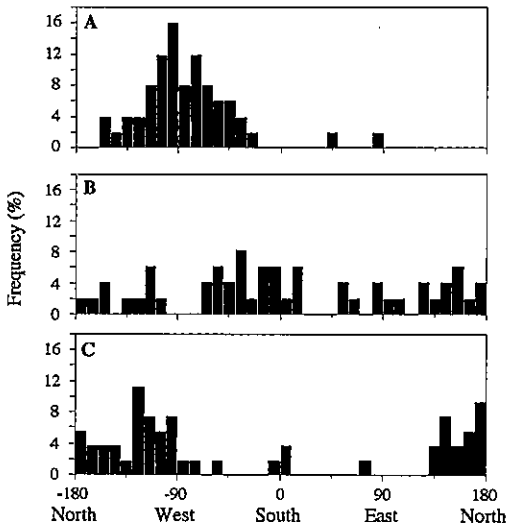

Fig. 4. Frequency distributions of flower direction of *Erythronium japonicum* at three habitats (n=50 in each habitat). A: *Zoysia* type grassland; B: *Quercus* forest floor; C: *Cryptomeria* forest floor.

と，北北東（120°～180°）にかけて花が向いている個体群である（Fig. 4 C）。この結果も，より開けた方角にカタクリの花が向いていることを示しており，全天写真からの予測と一致していた。光強度の日変化からは，南西の方向に花が向いているほど光を多く受けやすいことが予想された。調査した個体の半数近くはこの予測と一致していた。全天写真からみられる北東の開放地から差し込む光量については，今回の光強度の測定方法からは明瞭な傾向を見出せなかった。

以上のことより，光強度の測定結果よりも，全天写真の結果から予測される，より開けた明るい方角にカタクリの花が向いているという傾向が認められた。これは，今回の光強度の測定が，30分間隔という比較的長い間隔であったこと，またセンサーを水平に設置したことが原因として考えられる。より時間間隔の短い測定で，かつセンサーを東西南北に各垂直に設置すれば，全天写真から予測される開放地から射し込む光量の増加がより顕著に検出できるものと思われる。

本研究では，カタクリの花の向きと上層木との関係のパターン化を試みたが、花の向きと結実率・種子生産量との関係については明らかにされていない。Kudo（1995）のフクジュソウの研究によれば、花が太陽の方向を向いている個体ほど、訪花する昆虫の数が多いことが報告させている。カタクリは、1日で一番光を受けやすい方向に花を向けることで、訪花性昆虫に対する誘因効果を高めているかもしれない。カタクリは自家不和合の春植物である（竹内・和田　未発表）。まだ寒冷な時期に開花するこの植物にとっては，花粉を運んでくれる昆虫をより多く引き寄せることが，繁殖成功度を高めることにつながる。なぜ，開けた明るい方角に花を屈曲させるのであろうか？　花が向いている方角と，結実率・種子生産量との関係を，温度依存的な生理反応と訪花性昆虫に対する誘因効果並びに訪花性昆虫の行動の観点から明らかにすることが，今後の課題である。

謝　辞

本研究を行うにあたり，富山県上新川郡大沢野町猿倉山森林公園の管理官の方々には，調査の際様々な便宜を図って頂いた。西村格先生には，原稿を読んで頂き，多くの助言・ご意見を頂いた。ここに深くお礼申し上げます。

引用文献

河野昭一．1988．カタクリの生活史．河野昭一（監修）．植物の世界．第1号，pp.60–91．教育社，東京．

Kevan, P. G. 1972. Heliotropism in some arctic flowers. Can. Field Nat. **86**: 41–44.

Kevan, P. G. 1975. Sun-tracking solar furnaces in high arctic flowers: Significance for pollination and insects. Science **189**: 723–726.

Kjellberg, B., Karlsson, S. and Kerstensson, I. 1982. Effects of heliotropic movements of flowers of *Dryas octopetala* L. on gynoecium temperature and seed development. Oecologia **54**: 10–13.

Knutson, R. M. 1981. Flowers that make heat while the sunshines. Nat. His. **90**: 75–80.

Krannitz, P. G. 1996. Reproductive ecology of *Dryas integrifolia* in the high Arctic semi-desert. Can. J. Bot. **74**: 1451–1460.

Kudo, G. 1995. Ecological significance of flower heliotropism in the spring ephemeral *Adonis ramosa* (Ranunculaceae). Oikos **72**: 14–20.

Stanton, M. L. and Galen, C. 1989. Consequences of flower heliotropism for reproduction in an alpine buttercup (*Ranunculus adoneus*). Oecologia **78**: 477–485.

Totland, ϕ. 1996. Flower heliotropism in an alpine population of *Ranunculus acris* (Ranunculaceae) : Effects on flower temperature, insect visitation, and seed production. Am. J. Bot. **83**: 452–458.

Uemura, S., Ohkawara, K., Kudo, G., Wada, N. and Higashi, S. 1993. Heat-production and cross-pollination of the Asian skunk cabbage *Symplocarpus renifolius* (Araceae). Am. J. Bot. **80**: 635–640.

Wada, N. 1998. Sun-tracking flower movement and seed production of mountain avens, *Dryas octopetala* L. in the High Arctic, Ny - Ålesund, Svalbard. Proc. NIPR Symp. Polar Biol. **11**: 128–136.

(Received July 18, 2000; accepted August 3, 2000)