

キッコウハグマにおける開放花及び閉鎖花形成の実態

¹ 赤川未里 ² 岩瀬剛二

¹ 帝京科学大学大学院理工学研究科環境マテリアル専攻

² 帝京科学大学生命環境学部自然環境学科

Characteristics of the formation of chasmogamous and cleistogamous flowers in *Ainsliaea apiculata*

¹ Misato AKAGAWA ² Koji IWASE

¹ Division of Environmental and Eco-material Engineering, Graduate School of Engineering, Teikyo University of Science

² Department of Natural and Environmental Science, Faculty of Life and Environmental Sciences, Teikyo University of Science

要約

キク科のキッコウハグマは花冠をもち開花して他家受粉を行う開放花と、開花せずに蕾の状態では自家受粉を行う閉鎖花の形態の異なる2種類の花を秋のほぼ同時期につける。東京都八王子市廿里町のも摩森林科学園において、2014年度～2015年度の2年間にわたりキッコウハグマの生育過程や2形の花の形成特性について個体標識を行うことで調べた。キッコウハグマの葉は根生葉状であり、茎を伸ばして花をつけること、茎は5 cm程度の短いものから35 cmと長いものまで変異が大きいことが明らかになった。開放花のみをつける茎、開放花と閉鎖花の両方をつける茎、および閉鎖花のみの茎の3種類が見られた。開放花をつけた茎は長さが5 cm～15 cmと比較的短く、一方、それより長い茎には主に閉鎖花が見られた。さらに、開放花と閉鎖花の両方が見られた茎では、開放花は茎の下部に、閉鎖花は上部に位置することが明らかになった。花全体の頭花数においては、開放花は閉鎖花の1割程度と少数であり、さらに結実の割合も開放花では低く、キッコウハグマはその繁殖の大部分を閉鎖花に依存していると考えられる。

Abstract

Ainsliaea apiculata in Asteraceae has two types of morphologically different flowers, one is chasmogamous flower, which is characterized by having petals, blooming and potentially cross-fertilized, and the other is cleistogamous flower, which is characterized by non-blossoming and self-fertilized. Those two types of flowers are formed at the same period in autumn in this species. Field examination that the processes of growth and formation of two types of flowers were observed by individual labeling had been conducted for two years (from 2014 to 2015) in Tama Forest Science Garden. Leaves in *Ainsliaea apiculata* were formed in the vicinity of stem base and looked like radical leaves. Flowers were formed on the extended stem. Length of stems was varied between 5 to 35 cm. Flowering stems were divided into three types, stems with chasmogamous flowers only, with cleistogamous flowers only and with both types of flowers. Among them, stems with chasmogamous flowers, which means chasmogamous flowers only and both types of flowers were relatively short from 5 to 15 cm. The long stems over 15 cm formed mostly cleistogamous flowers. In the stems with both types of flowers, chasmogamous flowers were formed in the lower part and the cleistogamous flowers were in the upper part. Both of the rate of number of chasmogamous flowers and the fruit bearing percentage of chasmogamous flowers were relatively small, which indicates that the propagation in *Ainsliaea apiculata* depends largely upon cleistogamous flowers.

キーワード：キッコウハグマ、開放花、閉鎖花

Keywords: *Ainsliaea apiculata*, chasmogamous flower, cleistogamous flower

諸言

閉鎖花とは、通常花冠を持たず、開花せずに同じ花の花粉で受粉し結実する花のことで、一方、被子植物において普通に見られる開花して受粉、結実する花は、閉鎖花に対して開放花と呼ばれる。閉鎖花の受粉様式は同花受粉に分類されるが、開花し、同じ花の花粉で受粉する同花受粉とは違い、開花せず蕾のまま結実に至る完全自殖型の花である。閉鎖花形成は進化の過程で複数回起こったとされるが¹⁾、閉鎖花が見られる植物は56科287種と少数に過ぎな

い²⁾。

本研究で対象としたキッコウハグマ (*Ainsliaea apiculata*) はキク科モミジハグマ属の植物で、日本の在来種である。キッコウハグマは国内では北海道～九州にかけて分布し、山地のやや乾いた木陰に生育するとされている。花(開放花)は3つの小花から成る頭花を形成する。開花期は9月～11月で、個体として複数年に渡って生存する多年草である³⁾。キッコウハグマは閉鎖花形成を行うことが知られているが⁴⁾、過去の研究例としては葉面積の簡易測定

法に関する研究⁵⁾、キッコウハグマと同属のホソバハグマの種間雑種形成に関する研究^{6), 7)}があるが、キッコウハグマそのものの植物学的あるいは生態学的特性に関する研究例は見られず、これまでの知見は分布などに関することに限られている^{3), 4)}。そこで、まず、生活史を明らかにし、開放花及び閉鎖花の形成の実態を解明することを目的として自生地における調査を行った。

材料及び方法

1. 調査地の概要

調査は農林水産省森林総合研究所多摩森林科学園（東京都八王子市）にて行った。多摩森林科学園内でキッコウハグマの個体数が比較的多く見られる場所3か所、すなわち、彼岸通りに面した狭い範囲（地点A）、見返り通りに面したやや広い範囲（地点B）、及び第三樹木園内で範囲が最も狭い地点Cに調査区を設定した（図1）。地点Aは木陰にあるが、比較の日当たりが良く個体数が少ない。地点Bは3地点の中で最も日当たりが悪く、1日中日陰になっているが個体数は3地点の中で最も多い。地点Cは地点Aと同程度の日当たりで、生育範囲が狭いためか生育個体数は他の地点と比べて少ないが、茎の長い個体が多く見られる。

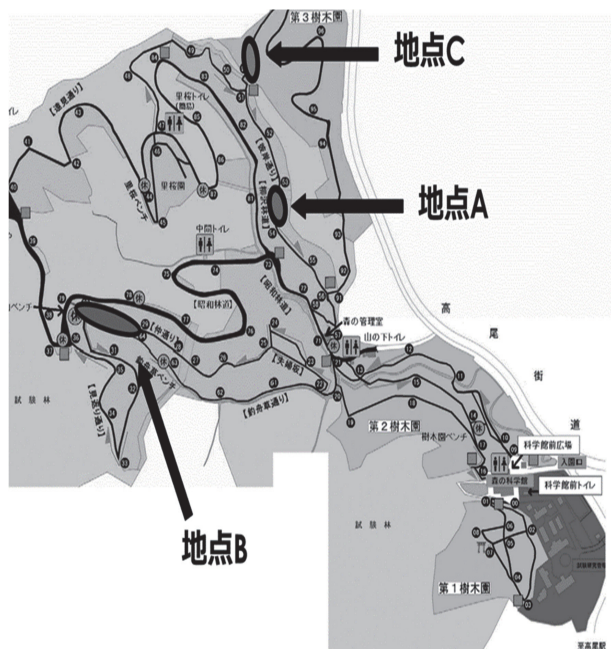


図1 多摩森林科学園の園内地図
図中の地点A, B, Cは調査地点の位置を示す。

2. 調査方法

地点Aと地点Bでは、2014年度は20個体ずつを

選び、2015年度は同様に30個体ずつ、および新たに発見した地点Cでは10個体を選び、2014年度は各個体の茎に個体番号を記入したテープを巻き付け、2015年度、各個体のすぐ近くに個体番号を記入したテープを巻いた杭を打ち込むことで個体標識を行った。調査項目として、茎の長さはメジャー（PROMART APOLLO MATIC 13）を用いて測定し、各個体の茎における開放花と閉鎖花の位置を記録した。調査は両年度ともに10月～1月の間、週に1～2回程度の頻度で行った。

結果

1. 調査結果-2014年度

調査により、キッコウハグマの茎には2種類の花がつき（図2）、葉は根生葉状であることが確認できた（図3）。

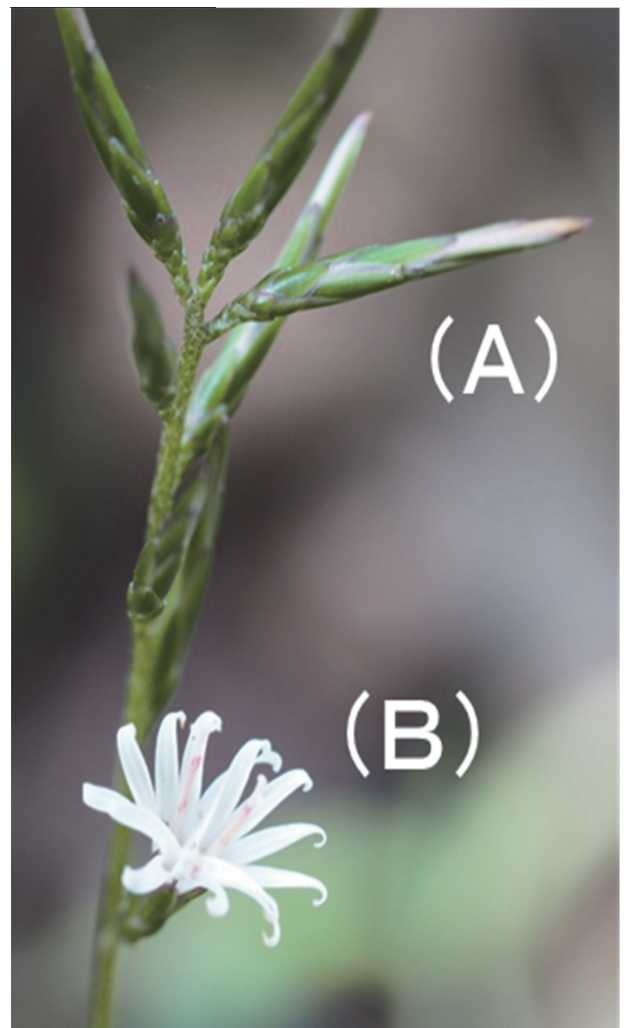


図2 キッコウハグマの2形花
図中のAは閉鎖花、Bは開放花を示す。



図3 キッコウハグマの個体全体の様子

各地点に生育するキッコウハグマの茎の長さを測定した結果、地点 A と地点 B 間で違いが見られた(図4)。地点 A では茎の長さは 5 cm ～ 30 cm とバラつきが大きく、30 cm と茎の長い個体も少数だが見られた。一方、地点 B では 5 cm ～ 20 cm のものが多く、地点 A と比較すると茎の長さが短い個体が多く生育していた。

次に各地点の花の種類別に分けたところ、開放花及び閉鎖花の両方の花をつけた茎、閉鎖花のみの茎が多く見られた(図5)。開放花のみの茎は地点 B に 1 本のみで非常に少なかった。

次に地点 A の調査個体から 3 個体を選び、各茎に

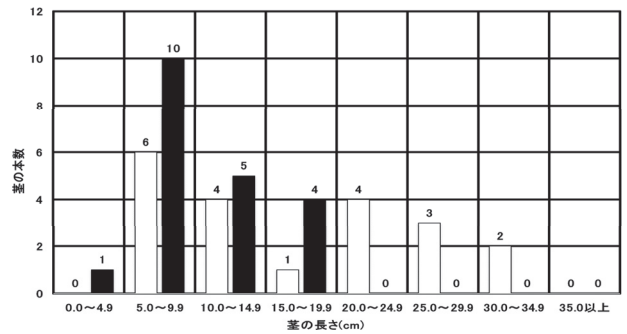


図4 2014 年度の調査における各調査地点に生育する個体の茎の長さの度数分布。図中の白抜きは地点 A、黒塗りは地点 B の個体を示す。

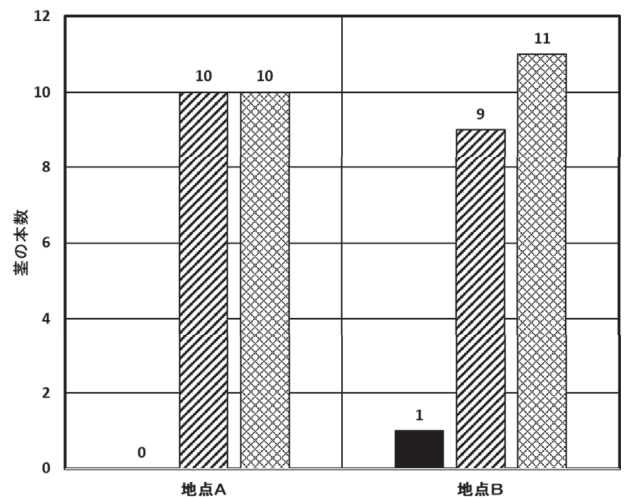


図5 2014 年度の調査における花の種類別の茎の本数。図中の黒塗りは開放花のみをつけた茎、斜線は開放花及び閉鎖花の両方をつけた茎、格子模様は閉鎖花のみをつけた茎を示す。

における花序の位置関係を模式的に示した(図6)。開放花と閉鎖花の位置に着目すると、10 番、11 番の個体の開放花はどちらも茎の下部に位置し、閉鎖花は茎の上部に位置していた。

次に、各地点の茎の長さと開放花の数についての関係性を図に示した(図7)。地点 A、B とともに 15 cm 以上の茎の長い個体では開放花をつけることはほとんどなく、5 cm ～ 10 cm 程度の小型の茎には主に開放花が見られた。

2. 調査結果-2015 年度

2015 年度の調査個体数は野生動物による被害により減少した。地点 A は 18 個体、地点 B は 16 個体、地点 C は 8 個体の調査結果である。

調査地点を増やし 3 地点に生育するキッコウハグマの茎の長さを測定した結果、地点間で違いが見られた(図8)。地点 A および B では前年と類似した測定結果が得られた。一方、地点 C では他の 2 地点と比べて長い茎をもつ個体の数が多かった。

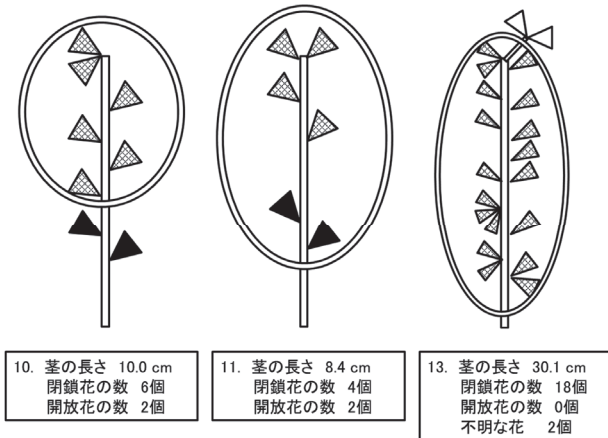


図6 2014年度における地点Aに生育する個体における花の位置図。図中の格子模様の三角形は閉鎖花の頭花、黒塗りの三角形は開放花の頭花、白抜きの三角形は結実しなかった閉鎖花の頭花、二重円は結実した頭花を示す。枠内の番号は標識個体の番号を示す。

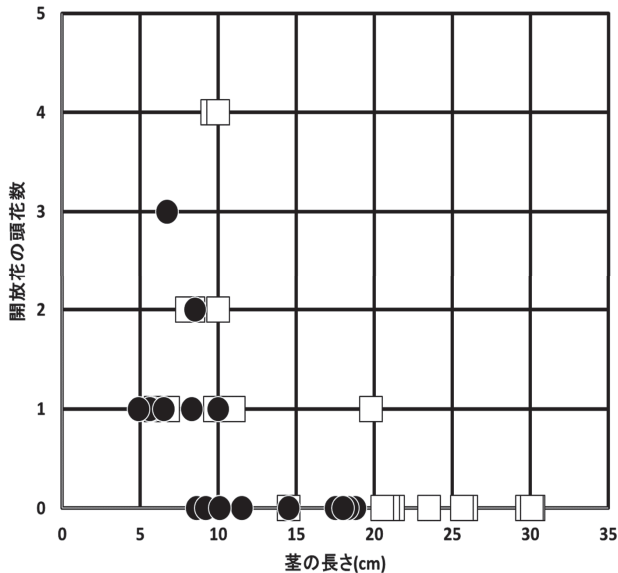


図7 2014年度の調査における茎の長さとの開放花の数の関係。縦軸は開放花の頭花数、横軸は茎の長さを示す。図中の白抜き四角は地点A、黒塗りの丸は地点Bの個体の茎を示す。

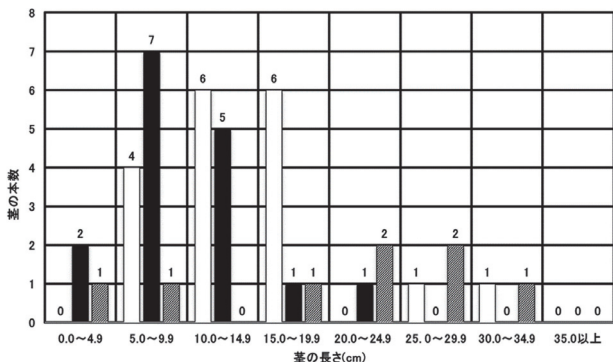


図8 2015年度の調査における各調査地点に生育する個体の茎の長さの度数分布。縦軸は茎の本数、横軸は茎の長さを示す。図中の白抜きは地点A、黒塗りは地点B、網掛けは地点Cの個体を指す。

次に各地点の花の種類別に分けたところ、地点Cでは開放花をつける茎が見られず、他2地点では前年と比べ閉鎖花のみの茎が多い結果となった(図9)。

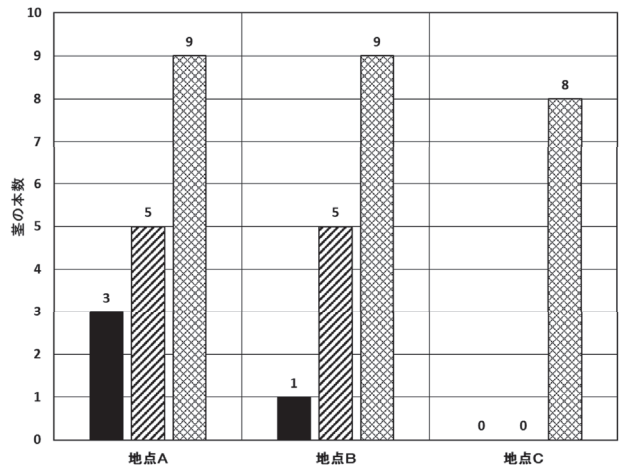


図9 2015年度の調査における花の種類別の茎の本数。図中の黒塗りは開放花のみをつけた茎、斜線は開放花及び閉鎖花の両方をつけた茎、格子模様は閉鎖花のみをつけた茎を示す。

次に、地点Aの調査個体から3個体を選び、各茎における花の位置関係を模式的に示した(図10)。開放花と閉鎖花の位置に着目すると、昨年の結果と同様に開放花はどちらも茎の下部に位置し、閉鎖花は茎の上部に位置していた。地点Bで開放花が見られた個体でも同様な結果となった。

次に、全地点での茎の長さとの開放花(頭花)の数の関係性を見ると(図11)、開放花が見られたのは茎の長さが5 cm~15 cmのほぼ10 cmの間で主に見られた。

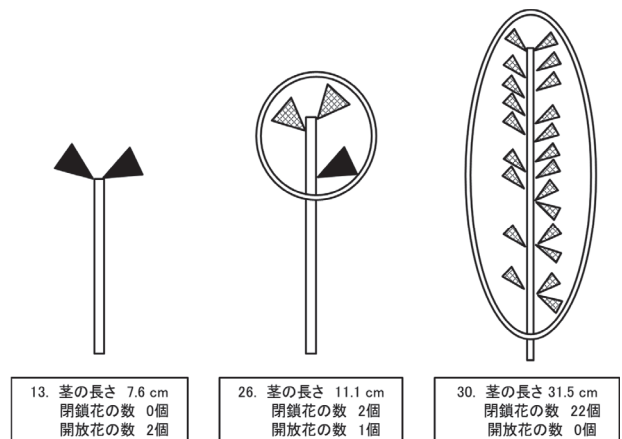


図10 2015年度における地点Aに生育する個体における花の位置図。図中の格子模様の三角形は閉鎖花の頭花、黒塗りの三角形は開放花の頭花、二重円は結実した頭花を示す。枠内の番号は標識個体の番号を示す。

全調査地点に生育する個体の花を形態別に割合を示した結果(表1)、閉鎖花が圧倒的に多く、開放花の頭花は全体の1割程度と少ないことがわかった。さらに、地点別及び全地点総合した結実率を比較すると(表1)、開放花の結実率は20%程度と低く、一方、閉鎖花の結実率は80%と高かった。

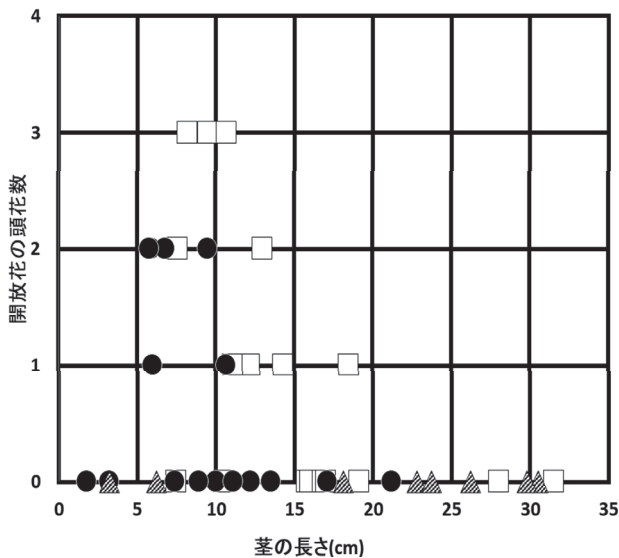


図11 2015年度の調査における茎の長さと開放花の数の関係。縦軸が開放花の頭花数、横軸は茎の長さを示す。図中の白抜き四角は地点A、黒塗り丸は地点B、斜線三角は地点Cの個体の茎を示す。

表1 2015年度の調査における頭花の割合と結実率

調査地点	頭花の割合 (%)		結実率 (%)	
	開放花	閉鎖花	開放花	閉鎖花
地点A	16.2	83.8	17.0	83.8
地点B	11.0	89.0	30.0	82.4
地点C	0	100.0	0	77.6
全体	7.9	92.0	21.4	80.7

考察

キッコウハグマ同様に同時期に開放花と閉鎖花の両方の形態の花をつける種には、ヤブマメ (*Amphicarpa edgeworthii* var. *japonica*)⁸⁾、アブノメ (*Dopatrium unceum*)⁹⁾、マルバツユクサ (*Commelina benghalensis*)¹⁰⁾ などがある。しかし、開放花と閉鎖花の位置は様々であり、地上部に開放花と閉鎖花をつけ地下部にも閉鎖花をつける一年草のヤブマメや⁸⁾、茎の上部に開放花をつけ下部に閉鎖花をつける湿性一年草のアブノメなど⁹⁾、生育環境によっても大きく異なる。キッコウハグマの茎における閉鎖化と開放花の位置に関しては他の多くの閉鎖花形成植物と

違い、開放花と閉鎖花の位置が逆転し、開放花が下部に、閉鎖花が上部に形成するという結果であった。結実に関しては、ツルマメ (*Glycine soja*)⁸⁾ やスブタ (*Blyxa echinosperma*)¹¹⁾ など開放花及び閉鎖花ともに高い結実率を示す植物が知られている。キッコウハグマにおいて、開放花の結実率が低かった原因としては、開花期における送粉者不足と開放花の位置に問題があると考えられる。調査地の多摩森林科学園においては、キッコウハグマの開花期は10月の下旬から11月の初旬であるため、送粉者となる昆虫の数は春や夏に比べて少なく、受粉の確率が低かったと推測される。さらに、開放花は茎の下部に位置しており、色は白色である。花の色により、誘引される昆虫は変わり、白色の花弁では甲虫のハナカマキリや、ハエ、ハナアブなどの口吻が短い昆虫に好まれるとされる¹²⁾。これらの昆虫の多くは気温が高い時期に活発に活動する昆虫が多く¹³⁾、キッコウハグマのように気温が下がった時期に開花することは、受粉の機会を著しく下げてしまう可能性がある。加えて、茎の長さも短いのでより送粉者に発見されにくい可能性も高いと考えられる。このような点から考えて、キッコウハグマにおいては、閉鎖花は種子をより多く確実に生産できることから利便性が高く、繁殖に適した花の形態と言える。二種類の形態の花の利点としては、開放花は他個体からの花粉により受粉することで遺伝的多様性を増し、近交弱勢を防ぐとされている。一方、閉鎖花では昆虫などの送粉者がいない場合でも確実に受粉することができ、花粉形成に使う資源を果実形成や茎の伸長等に投資できるとされている。実際にキッコウハグマの花粉量は開放花に比べ、閉鎖花では圧倒的に少ないことが報告されている⁶⁾。本研究における調査結果においても、資源とエネルギーをより必要とする開放花をつける個体は茎が短く、頭花の数も少なかった。開放花をつけない閉鎖花のみの個体は茎の伸長や頭花の数の増大により多くの資源を投資できていると考えられる。開放花と閉鎖花の形成比率については、環境の影響を受けていると思われるが、野外調査により明らかにすることは難しいため、現在、栽培実験により検討中である。

謝辞

調査地を提供し、調査に際しての様々な配慮をいただいた多摩森林科学園教育的資源グループ主任研究員 勝木俊雄博士を始め職員の皆さまにお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 森長真一: 花の適応進化の遺伝的背景に迫る : 「咲かない花」閉鎖花を例に (<特集2>エコゲノミクス : ゲノムから生態学的現象に迫る) . 日本生態学会誌, 57 : 75 -81, 2007.
- 2) 宮下京子,松田晴光,大原雅,三澤為一,島本義也: ツルマメおよびダイズにおける開放花と閉鎖花の着花・結実動態. 北海道大学農学部農場研究報告, 31 : 41-48, 1999.
- 3) 門田裕一,畔上能力,永田芳男,菱山忠三郎,西田尚道: 山溪ハンディ図鑑2 山に咲く花 増補改訂新版. 大日本印刷, 東京, 2013, pp. 536.
- 4) 佐竹義輔,大井次三郎,北村四郎,亘理俊次,富成忠夫: 日本の野生植物 草本Ⅲ 合弁花類. 平凡社, 東京, 1981, pp. 183.
- 5) 荒瀬輝夫,岡野哲朗,内田泰三: ロゼット植物キッコウハグマの葉面積の簡易推定法. 環境科学年報, 38 : 25-29, 2016.
- 6) Watanabe, K. T. Yahara and H. Kadota: Natural hybrid populations between chasmogamous and cleistogamous species, *Ainsliaea fauriana* and *A. apiculata* (Asteraceae; Mutisieae) : morphology, Cytology, reproductive mode and allozyme variation. *Pl. Sp. Biol.* 7. 49-59, 1992.
- 7) 矢原徹一: 「花の性 その進化を探る」. 東京大学出版会, 東京, 1995, pp. 131-144.
- 8) 小林浩二: 近縁な植物の比較ツルマメとヤブマメ. 新潟県植物保護, 8 : 6-7, 1990.
- 9) 清水尚之: 「亀田郷土地改良区の水草」. 新津植物資料室年報, 2004 : 19-22, 2005.
- 10) 吉田光司,松尾光弘,寺尾寛行,小川紹文: マルバツクサの種子サイズと出 時期・遮光が生育と種子生産に及ぼす影響. 雑草研究, 51 : 139-145, 2006.
- 11) 蔣梅慧,角野康郎: 西南日本のため池における絶滅危惧水生植物マルミスブタとスブタ (トチカガミ科) の季節成長と繁殖生態. 日本生態学会誌, 51 : 144, 2001.
- 12) 内海俊策: 花はなぜ美しいか 1.昆虫と受粉. 千葉大学教育学部研究紀要, 50 : 441-448, 2002.
- 13) 平嶋義宏,森本桂: 原色昆虫大図鑑 第3巻 (トンボ目・カワゲラ目・バッタ目・カメムシ目・ハエ目・ハチ目 他) . 北隆館, 東京, 2008, pp. 82. 334-348.