

## サキシマフヨウとフヨウの繁殖特性

著者	中西 弘樹, 中西 こずえ, 松田 美樹
著者別表示	Nakanishi Hiroki, Nakanishi Kozue, Matsuda Miki
雑誌名	植物地理・分類研究
巻	55
号	2
ページ	85-90
発行年	2007-12-30
URL	<a href="http://doi.org/10.24517/00053367">http://doi.org/10.24517/00053367</a>

## 中西弘樹<sup>1</sup>・中西こずえ<sup>2</sup>・松田美樹<sup>2,3</sup> : サキシマフヨウとフヨウの繁殖特性

<sup>1</sup>〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学教育学部生物学教室 ; <sup>2</sup>〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学環境科学部生物学教室 ; <sup>3</sup> 現住所 〒816-0852 福岡県春日市一の谷 1-74 スタジオアリス

### Hiroki Nakanishi<sup>1</sup>, Kozue Nakanishi<sup>2</sup> and Miki Matsuda<sup>2,3</sup> : Reproductive characteristic of *Hibiscus makinoi* and *H. mutabilis*

<sup>1</sup>Biological Laboratory, Faculty of Education, Nagasaki University, 1-14, Bunkyo-machi, Nagasaki 852-8521, Japan ; <sup>2</sup>Institute of Biology, Faculty of Environmental Studies, Nagasaki University, 1-14, Bunkyo-machi, Nagasaki 852-8521, Japan ; <sup>3</sup>Present address : Studio Alice, 1-74, Ichinotani, Kasuga City, Fukuoka 816-0852, Japan

#### Abstract

The reproductive characteristic of *Hibiscus makinoi* Jotani et H. Ohba and *H. mutabilis* L. (Malvaceae) was studied in Nagasaki Prefecture, Kyushu, southwestern Japan. The former is distributed from the Ryukyu Islands to western Kyushu of Japan and the latter is widely cultivated and sometimes found escaped in natural habitats in western Japan. Compared with *H. mutabilis*, *H. makinoi* is delayed about a month in the phenology of flower production. *Hibiscus makinoi* produced flowers from late September to late October and *H. mutabilis* from middle or late August to late September. *Hibiscus mutabilis* was pollinated by Lepidoptera, mainly *Ceponodes hylas* and Coleoptera such as *Oxycetonia jucunda*. However, pollinators rarely visited flowers of *H. makinoi*. This may be due to the late flower season. Pollination experiments with the following four treatments were done : open pollination, autonomous self-pollination, hand self-pollination and hand cross-pollination. The results of fruits set and seed sets indicated that these two *Hibiscus* species strictly avoid self pollination but are clearly self-compatible.

**Key words :** *Hibiscus makinoi*, *Hibiscus mutabilis*, phenology, pollination, self-compatible.

#### はじめに

アオイ科 (Malvaceae) フヨウ属 (*Hibiscus*) 植物は熱帯から暖温帯に分布し、比較的大きな美しい花を咲かせ、花の中心部は花色が濃くなった蜜標 (nectar guide) があることが知られている。そのため、繁殖生態は比較的好く研究されており、ハマボウ *H. hamabo* Siebold et Zucc. (Nakanishi and Kawara-Kiyoura 2004), テリハハマボウ *H. glaber* Matsum. (Hirota et al. 2000), オオハマボウ *H. tiliaceus* L. (Hirota et al. 2000), アメリカフヨウ *H. moscheutos* L. (Spira 1989; Spira et al. 1992; Kudoh and Whigham 1998), *H. laevis* All.

(Klips and Snow 1997) などで調べられてきた。

サキシマフヨウ *H. makinoi* Jotani et H. Ohba は琉球列島から鹿児島県甕島をへて長崎県五島列島まで分布する (常谷・大場 1984; 大場 1989; 中西 2001; 中西他 2006)。日本に自生する低木の中では、大きな花を咲かせる植物である。フヨウ *H. mutabilis* L. は中国原産で、古くから日本に栽培され、各地に野生化している。両種は近縁種で、花の形態はよく似ており、雑種をつくることが知られている (常谷・大場 1984)。しかし、サキシマフヨウはフヨウに比べ、花弁の長さ・幅、花柱、葯-葯距離、葯-柱頭距離が有意に短いことが明らかにされてい

る(中西他 2006)。しかし、両種の繁殖生態については知られていない。本研究はサキシマフヨウとフヨウの繁殖特性を明らかにし、他のアオイ科フヨウ属と比較することを目的としたものである。

### 調査地

サキシマフヨウは長崎県西海市崎戸町平島で、フヨウは長崎県長崎市千々町で調査を行った。平島は五島列島に位置し、サキシマフヨウの分布北限地である。道路沿いの空き地や放棄畑、林縁部などに 1,000 株以上が群生している。長崎市千々町には、通常は流れのない河川の中流の川原に野生化したフヨウが約 100 株生育している。この 2 ヶ所は、それぞれの種が九州西部において最も密に生育している地域であり、また両種の花の形態と変異について研究を行った(中西他 2006) 場所である。

### 調査方法

訪花昆虫については主として 2002 年のフヨウとサキシマフヨウの生育地の植生調査の際に観察した。長崎市千々町においては、9 月 10 日、19 日、21 日の 3 日間、フヨウの群落内を移動しながら、およそ 3 時間ずつ観察し、訪花昆虫の種ごとに見かけた個体数を記録した。平島のサキシマフヨウ群落においては 10 月 25 日に、道路沿いに発達した群落を歩きながら千々町と同様に観察を行った。これ以外の年にも、新しい訪花昆虫を観察した時にはそのつど種名を記録した。開花フェノロジーについては、植生調査、花の形態の調査(中西他 2006) および以下に示した受粉実験の際に開花状況を記録した資料に基づいた。

受粉実験はそれぞれの種の花期の最盛期、すなわちサキシマフヨウについては 2003 年 10 月 21 日に、フヨウは 2003 年 9 月 19 日に、訪花昆虫の消長を考慮して、晴天が 2 日以上続いた日を選んで行った。

サキシマフヨウとフヨウは直径 10 cm 以上の花を咲かせる、日本に自生あるいは野生化している低木としては最も大きな花をもつ植物の一つである。花の色は千々町のフヨウが淡紅色、平島のサキシマフヨウは白色から淡紅色まで変異に富む(中西他 2006)。2 種とも花の中央部には蜜標が認められるが、ハマボウやオオハマボウのように明瞭ではない。花は朝開き、その日の夜には閉じる一日花である。

受粉実験は、自由受粉(open pollination)、人工自家受粉(hand self-pollination)、人工他家受粉(hand cross-pollination)、自動自家受粉(autonomous self-pollination) からなり、それぞれおよそ 30 個の花において、処理後袋掛けを行なった。自

由受粉は前日に開花した花について袋掛けを行ったもので、袋掛けを行った理由は、他の受粉実験と条件を同じにするためである。それ以外の受粉実験は、午前 8~9 時に柱頭に花粉が付着していないことを確認した後に行った。人工自家受粉は、その花の花粉を柱頭につけた後、袋掛けを行った。人工他家受粉は 100 m 以上離れた個体から得た花粉を柱頭につけた後、袋掛けを行った。自動自家受粉については、そのまま袋掛けを行った。袋は市販の排水口用木切り袋(ポリエチレン製、25×12.5×11 cm)を用い、花に被せ、袋の口を受粉処理の違いを区別する色違いのビニールテープで巻き、花柄に固定した。1 ヶ月後、袋ごと花を回収し、実験室に持ち帰り、各受粉実験毎に熟した果実と未熟の果実の数を数え、熟した果実の割合を結果率とした。また、熟した果実については、その中の熟した種子と未熟種子を数え、熟した種子の割合を結実率とした。その際、種子が食害を受けていた果実は除外した。調査は 2003 年から行ったが、赤色のビニールテープを使って固定した袋だけが除去されたり(落下していたビニールテープの傷跡などから鳥によるものと思われる)、台風(2004 年)の影響で消失したものがあつたり、その後も人為的にはずされたりしたものもあつた。したがって、回収数が不足した実験については平島のサキシマフヨウについて 2005 年 9 月 30 日、2005 年 11 月 1 日、長崎市千々町のフヨウについて 2002 年 10 月 26 日、2003 年 10 月 12 日、2005 年 9 月 4 日、2006 年 10 月 1 日に追加実験を行った。自由受粉実験については年による訪花昆虫の変動を考慮して、回収数が 30 個を越えても追加実験を行った。結果率の比較は G 検定を、結実率の比較はマン・ホイットニーの U 検定を用いた。

### 結果

#### 開花フェノロジー

サキシマフヨウは 9 月下旬から咲き始め、10 月中旬に最盛期となり、10 月下旬までかなりの数の花を見ることができた。また、それ以降も少しずつ咲き続け、平島を訪れた最終時期の 11 月中旬にも花はわずかに見られ、まだ多くのつぼみが残っていた。一方、フヨウは、8 月中・下旬から咲き始め、9 月上旬から中旬までが最盛期で、下旬には少なくなる。しかし、10 月上旬までわずかながら花が見られた(Fig. 1)。

#### 訪花昆虫

2003 年に観察された訪花昆虫の種別個体数を Table 1. に示した。

平島でのサキシマフヨウの訪花昆虫は、モンキアゲハ *Papilio helenus nicconicolens* Butler 1 個体、

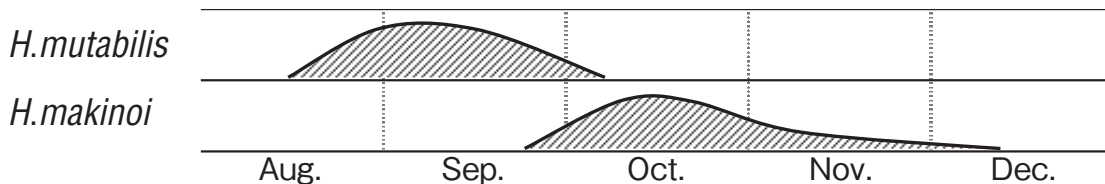


Fig. 1. Flowering phenology of two *Hibiscus* species.

Table 1. Flower visitors investigated on *Hibiscus*

Species	Japanese name	Order	<i>H. makinoi</i>		<i>H. mutabilis</i>	
			Oct. 25	Sep. 10	Sep. 19	Sep. 21
<i>Papilio helenus nicconicolens</i>	Monkiageha	Lepidoptera	1	3	1	2
<i>Andrena</i> sp.	Himehanabachi	Hymenoptera	1			
<i>Parnara guttata</i>	Ichimonjiseseri	Lepidoptera	1	2		
<i>Cephonodes hylas</i>	Osukashiba	Lepidoptera		3	15	12
<i>Oxycetonia jucunda</i>	Koaoahanamuguri	Coleoptera		2	3	3
<i>Papilio memnon</i>	Nagasakiageha	Lepidoptera		2	3	
<i>Daimio tethys</i>	Daimyoseseri	Lepidoptera			2	
<i>Papilio xuthus</i>	Agehacho	Lepidoptera				2

Numerical value indicates the number of individuals visited flowers for three hours.



Fig. 2. Insects visiting on a flower of *Hibiscus*. a: *Andrena* sp. on *H. makinoi*. b: *Papilio maackii* on *H. mutabilis*.

ヒメハナバチの一種 (*Andrena* sp.) (Fig. 2 a) 1 個体, イチモンジセセリ *Parnara guttata* Bremer et Grey 1 個体を記録したのみである。長崎市千々町のフヨウ群落で調査した9月10, 19, 21日の3日間ともオオスカシバ *Cephonodes hylas* Linne が優占し, コアオハナムグリ *Oxycetonia jucunda* Faldermann, モンキアゲハが多かった。それ以外の調査時に新たに観察されたフヨウの訪花昆虫はミヤマカラスアゲハ *Papilio maackii* Menetries (Fig. 2 b), ツチバチの一種 (*Scolia* sp.) とイチモンジセセリであった。サキシマフヨウではそれ以外の日にも, 上記3種が時々あるいはまれに訪花するのを観察しただけで, 種数・個体数もきわめて少なかった。

#### 受粉実験

サキシマフヨウ, フヨウそれぞれの結果率は, 自動自家受粉がいずれも0%, 自由受粉が62.5%, 82.7%, 人工自家受粉が75.0%, 83.3%, 人工他家受粉が72.2%, 85.0%であった (Table 2)。サキシマフヨウとフヨウの結果率を比較した場合, 自動自家受粉を除いていずれもサキシマフヨウの方が低かったが, G検定の結果では自由受粉のみ有意差 ( $P < 0.05$ ) があった (Table 2)。受粉実験間の違いは, サキシマフヨウ, フヨウとも自動自家受粉を除いて, 他のすべての組み合わせの間で有意差はなかった (Ta-

ble 3)。

サキシマフヨウ、フヨウそれぞれの結実率(平均±SD)は、自由受粉が83.7±10.3%、79.7±7.5%、人工自家受粉が81.5±16.8%、75.7±10.6%、人工他家受粉が82.7±12.8%、77.9±5.5%であった(Table 4)。サキシマフヨウとフヨウの間の結実率の違いは、いずれの受粉実験においてもサキシマフヨウの方が高かったが、U検定の結果、有意差があったのは自由受粉のみであった(Table 4)。それぞれの受粉実験間の結実率の違いは、サキシマフヨウ、フヨウともU検定の結果、有意な差はなかった(Table 5)。

### 考察

フヨウの花は8月中旬から咲き始め、9月上旬から中旬に最盛期となり、下旬には少なくなった。しかし、栽培されているものは、それよりも早く、7月下旬から咲き始めている。野生化している長崎市千々町の生育地は海拔が50~100mであるが、谷地形であるため、平野部の居住地と比べて夏の気温が低く、そのために栽培されているものに比べて開花が遅くなっていると思われる。サキシマフヨウの花の最盛期はフヨウよりも約1ヶ月遅い。しかし、花期の終わりははっきりせず、晩秋になっても少しずつ咲き続ける。長崎市内に栽培しているものでは、12月中旬ごろまで少しずつ咲き続け、その頃には

Table 2. Fruit set under four pollination treatments of two species of *Hibiscus*

	<i>H. makinoi</i>	<i>H. mutabilis</i>	Sign. level*
Autonomous self-pollination	0.0% (n=27)	0.0% (n=40)	ns
Open pollination	62.5% (n=48)	82.7% (n=52)	P<0.05
Hand self-pollination	75.0% (n=28)	83.3% (n=30)	ns
Hand cross-pollination	72.2% (n=36)	85.0% (n=20)	ns

\*Significant differences between two species by G-test.

Table 3. Correlation by G-test for fruit set of each pollination treatment in two species of *Hibiscus*

	<i>H. makinoi</i>			<i>H. mutabilis</i>		
	Open polli.	Hand self-poll.	Hand cross-poll.	Open polli.	Hand self-poll.	Hand cross-poll.
Autonomous self-pollination	P<0.005	P<0.005	P<0.005	P<0.005	P<0.005	P<0.005
Open pollination	—	ns	ns	—	ns	ns
Hand self-pollination	—	—	ns	—	—	ns

Table 4. Seed set (mean±S.D) under four pollination treatments of two species of *Hibiscus*

	<i>H. makinoi</i>	<i>H. mutabilis</i>	Sign. level*
Open pollination	83.7±10.3% (n=30)	79.7±7.5% (n=30)	P<0.05
Hand self-pollination	81.5±16.8% (n=11)	75.7±10.6% (n=24)	ns
Hand cross-pollination	82.7±12.8% (n=15)	77.9±5.5% (n=17)	ns

\*Significant differences between two species by U-test.

Table 5. Correlation by U-test for seed set of each pollination treatment in two species of *Hibiscus*

	<i>H. makinoi</i>		<i>H. mutabilis</i>	
	Hand self-poll.	Hand cross-poll.	Hand self-poll.	Hand cross-poll.
Open pollination	ns	ns	ns	ns
Hand self-pollination	—	ns	—	ns



まだつぼみもあり、そのつぼみはその後咲くことができなまま冬の寒さで枯れてしまう。落葉性のフヨウに比べてサキシマフヨウの花期が長い (Fig. 1) ことは、分布の中心が亜熱帯であり、半常緑性であることと関係があるのかも知れない。

サキシマフヨウ、フヨウとも自動自家受粉では果実ができず、人工的に自家受粉を行うと高い結果率と結実率を示した (Tables 2, 4)。また人工他家受粉の場合とそれぞれ有意な差がないことから (Tables 3, 5)、両種は何らかの自家受粉をさけるしくみをもつが、自家和合性があり、他家受粉の場合と同程度に種子生産ができることが明らかになった。両種ともよく枝分れし、その先に花を咲かせるため、1株で同じ日に多くの花を咲かせる。したがって、1株であっても、昆虫の媒介による隣花受粉 (geitonogamy) によって種子を生産することができることになる。中西他 (2006) は、長崎市千々町のフヨウ個体群の花の形質の変異を調べ、最初に侵入した1個体あるいはごく少数の個体から繁殖して現在の群落を形成した可能性を示唆しているが、本研究の結果からもその可能性があるとと言える。

フヨウ属植物の花は、雄蕊群が筒状に融合し、その中を柱頭が貫く構造をしており、このような構造は雌雄離熟性 (herkogamy) であると考えられている (Spira 1989)。しかし、テリハマボウ (Hirota et al. 2000)、オオハマボウ (Hirota et al. 2000)、ハマボウ (Nakanishi and Kawara-Kiyoura 2004) は、他の受粉処理に比べて低いものの、自動自家受粉においても結実することが知られている。一般に葯と柱頭が離れているほど、自家受粉がおこりにくいと考えられている (Spira 1989; Hirota et al. 2000)。本研究と同じ生育地で測定されたサキシマフヨウとフヨウにおける葯と柱頭との最近距離の平均はそれぞれ 2.8 mm と 4.9 mm である (中西他 2006)。それに対してテリハマボウが 5.3–5.8 mm、オオハマボウが 7.8 mm (Hirota et al. 2000)、ハマボウが 3.2–4.1 mm (Nakanishi and Kawara-Kiyoura 2004) であり、サキシマフヨウとフヨウの葯—柱頭距離が他のフヨウ属植物の葯—柱頭距離より特に離れているわけではない。すなわち、葯と柱頭との距離のみが自家受粉のおこりにくさの程度を決定するのではないと考えられる。

主として熱帯から亜熱帯に分布するハマボウ、オオハマボウ、テリハマボウは *Azanza* 節に、フヨウ、サキシマフヨウは *Torionum* 節に分類される (Waalkes 1966)。これまで知られたフヨウ属植物の自動自家受粉の結実の違いはこの節によって異なることを示唆しているが、さらに多くの種で確かめる必要がある。

サキシマフヨウとフヨウの結果率を比較した場合、自由受粉で有意にサキシマフヨウが低い値であった。これは訪花昆虫が少なかったことを意味しており、今回の観察でもサキシマフヨウは訪花昆虫の種類、個体数ともかなり少なかった。その理由として、すでに述べたようにサキシマフヨウの花期がフヨウに較べ遅いため、訪花昆虫が少なくなっていることがあげられる。フヨウとサキシマフヨウのそれぞれの花の最盛期である9月中旬と10月中旬の平均気温は、長崎で 24.3°C と 19.6°C、平島に近い大瀬戸 (西海市) で 23.4°C と 19.0°C であり (統計年間 1970–2000、気象庁ホームページ <http://www.data.jm.go.jp/jma/indexhtml>)、1ヶ月で平均気温が 4–5°C 低下している。10月のサキシマフヨウにおいて、アゲハ類などの夏期に多い昆虫が少なくなっているのは、このような温度の低下が原因であると考えられる。さらに、サキシマフヨウの調査地が島であるため、本土側に比べて森林性のアゲハ類などが少ないことも考えられる。

結実率は、サキシマフヨウ、フヨウいずれの受粉実験もおおよそ 70–80% と高い率を示し、両種とも種子ができやすい性質をもっていると考えられる。また実際、それぞれの生育地において、多くの芽生えや小株が見られることから、発芽率も高いと考えられる。両種は、海岸近くの空き地や道路沿い、放棄畑など攪乱された立地に生育しているが、このような性質がそれを支えているといえる。

#### 謝辞

野外調査にお手伝いをいただいた長崎大学教育学部生物学教室岩城太郎さん、小林 業さん、一部の昆虫を同定していただいた長崎女子短期大学池崎善博教授にお礼を申し上げます。

#### 引用文献

- Hirota, Y., Kudoh, H. and Kachi, N. 2000. Determinants of reproductive success in woody *Hibiscus* in Bonin (Ogasawara) Islands. *Ogasawara Res.* (25) : 27–50.
- 常谷幸雄・大場秀章. 1984. 西南日本に自生するサキシマフヨウ (新称) について. *植物研究雑誌* 59 : 214–222.
- Klips, R. A. and Snow, A. A. 1997. Delayed autonomous self-pollination in *Hibiscus laevis* (Malvaceae). *Am. J. Bot.* 84 : 48–53.
- Kudoh, H. and Whigham, D. F. 1998. The effect of petal size manipulation on pollinator/seed-predator mediated female reproductive success of *Hibiscus moscheutos*. *Oecologia* 117 : 70–79.

- 中西弘樹. 2001. 平島の植物. 長崎県生物学会誌 (52) : 12.
- Nakanishi, H. and Kawara-Kiyoura, N. 2004. Reproductive biology of *Hibiscus hamabo* Siebold et Zucc. (Malvaceae). J. Phytogeogr. Taxon. **52** : 47-56.
- 中西弘樹・中西こずえ・岩城太郎. 2006. サキシマフヨウの花の形質と変異, 特にフヨウとの比較において. 植物地理・分類研究 **54** : 27-33.
- 大場秀章. 1989. アオイ科. 佐竹義輔・原寛・巨理俊次・富成忠夫 (編). 日本の野生植物 木本Ⅱ, pp.69-72, pls.82-85. 平凡社, 東京.
- Spira, T. P. 1989. Reproductive biology of *Hibiscus moscheutos* (Malvaceae). Bock, J. H. and Linhart, Y. B. (eds.). The evolutionary ecology of plants, pp.247-228. Westview Press, London.
- Spira, T. P., Snow, A. A., Whigham, D. F. and Leak, J. 1992. Flower visitation, pollen deposition, and pollen tube competition in *Hibiscus moscheutos* (Malvaceae). Am. J. Bot. **79** : 428-433.
- Waalkes, J. van Borssum. 1966. Malesian Malvaceae revised. Blumea **14** : 1-251.

(Received June 4, 2007; accepted October 17, 2007)