

新潟市「じゅんさい池公園」におけるシロバナサクラタデの異型花柱性

石川有里子・小倉朋子・森田竜義

〒950-2181 新潟市西区五十嵐二の町8050 新潟大学教育学部

Yuriko ISHIKAWA, Tomoko OGURA and Tatsuyoshi MORITA: Heterostyly in *Persicaria japonica* (Meisn.) Ohki (Polygonaceae) at Junsai-ike Pond in Niigata, Japan

はじめに

異型花柱性(heterostyly)は、チャールズ・ダーウインがサクラソウ属において記載した特殊な交配システムである。花の形態に二型あるいは三型が認められ、二型花柱性(distyly)の場合は、高い位置に柱頭、低い位置に葯を持つ長花柱花を着ける個体と、逆に低い位置に柱頭、高い位置に葯をもつ短花柱花を着ける個体からなり、同一株には1つの型の花のみを着ける。サクラソウ属の場合、自然個体群における両タイプの株の比は1:1で、長花柱花と短花柱花では、柱頭の大きさや乳頭突起の長さ、花粉の大きさが異なる。異型花柱性を示す種は自家・同型不和合性を示し、種子を着けるためには長花柱花の柱頭は短花柱花の花粉を受粉しなければならず、逆に短花柱花の柱頭は長花柱花の花粉を受粉しなければならない(適法受粉)。このような交配システムにより、他家受精を促進していると考えられている(安田 1944, 河野 1974, Richards 1986)。

異型花柱性は被子植物24科に知られ(鷲谷 1997)、日本産の植物では、サクラソウやハクサンコザクラ等のサクラソウ属(サクラソウ科)、イワイチョウ、ミツガシワ、アサザ、ガガブタ(ミツガシワ科)、ミソハギ(ミソハギ科)、ツルアリドオシ(アカネ科)等において見られる。

シロバナサクラタデ *Persicaria japonica* (Meisn.) Ohki はタデ科イヌタデ属の多年草で、日本列島、韓半島南部、中国に分布し(北村・村田1961)、川岸等の日当たりのよい湿地に生育する。北村・村田(1961)はシロバナサクラタデの性表現を雌雄異株と記載しているが、平塚・中尾(1996)により異型花柱性であることが初めて報告され、

外部形態のみならず、交配実験により確かめられている。その後、Nishihiro and Washitani(1998)、西廣ら(1998)、西廣(2000)により、本種の異型花柱性に関する詳しい研究がなされている。

シロバナサクラタデは地下茎により栄養伸長し、大きなクローンを形成する点がサクラソウ属のように個性性が明確な植物と異なる。筆者の一人である森田は、同様にクローンを形成する異型花柱性植物であるツルアリドオシにおいて、大きなクローンに着く花の結実率が低下することを報告した(河野ら 2005)。シロバナサクラタデにおいても、クローンの存在状態により、種子繁殖が成功しない可能性が考えられた。そこで2005年に、新潟市の「じゅんさい池公園」に生育するシロバナサクラタデの個体群において、異型花柱性の実態を調査したので報告する。

材料と方法

じゅんさい池公園は新潟市東区松園にあり、東池と西池という2つの砂丘湖がある。それぞれの池はアカマツ林で囲まれ、湖面と遊歩道の間の空間はヨシとシロバナサクラタデを優先種とする抽水植物群落で覆われている。公園の周囲は住宅地である。東池と西池は約380m離れている。東池はおよそ2700m²(長径約125m)、西池はおよそ4600m²(長径約175m)である。

新潟市作成のじゅんさい池公園の地図をもとに池の地図を作成し、シロバナサクラタデの群落が存在する地点を記録した。すべてのシュートが開花した2005年9月21日に、各地点ごとに長花柱花をつけるシュート数と短花柱花をつけるシュート数を調査した。

9月中旬にシロバナサクラタデの花を採取し、

分解して腊葉標本としておき、雄ずいの長さ、雌ずいの長さ及び花冠の大きさを実体顕微鏡を用いて計測した。花冠の基部から裂片の先端までの長さを花冠の大きさとした。また、採取した花を70%エタノールに液漬して保存したものを、光学顕微鏡のマイクロメーターにより、柱頭の大きさ(柱頭の最大幅)及び半葯の長径と短径を計測した。花粉数及び花粉直径の計測には、裂開する前の葯を用いた。葯をスライドガラス上に載せ、水を滴下した後、カバーガラスをかけ軽く押しつぶして葯を壊し、花粉数の計測を行なった。1個の花には通常6個の葯があるので、その合計を花粉数とした。花粉は円形なので、直径をマイクロメーターにより測定した。

柱頭に付着した花粉を花型間の花粉のサイズの違いによって識別する方法は、平塚・中尾(1996)及びNishihira and Washitani(1998)を参考にした。柱頭に付着した花粉数の調査及び訪花昆虫の調査は10月9日及び10月13日に行なった。後述する6地点を選び、13-15時の間に、同花の花粉が着かないように注意して雌ずいを取りスライドガラスに載せ、グリセリンを1滴滴下してカバーガラスをかけ、マニキュアで封じて研究室に持ち帰り、光学顕微鏡で柱頭に付着した花粉数を数えた。午前中、シロバナサクラタデを訪花していた昆虫を捕虫網で採集し、研究室に持ち帰って同定した。

10月11日及び10月17日に、各地点において花序を採取し、結実の有無を調査した。結実しなかった花は花柄の付根のみが残り、結実した花は花序に残っているため、花柄の数と結実した花を数えることにより花序ごとの結実率を求

めることができる(西廣ら1998)。タデ科の花は胚珠が1個で瘦果となるので、結実率と種子稔性率は同じである。

結果

1. じゅんさい池のシロバナサクラタデにおける長花柱花と短花柱花の相違

シロバナサクラタデは、4-9cmほどの穂状花序に17-42個(平均30個)の花を着けていた。

シロバナサクラタデの長花柱花と短花柱花を図1に示す。シロバナサクラタデの雌ずいは花柱が2又に分かれており、柱頭が2つある。雄ずいは通常6本でまれに7本と8本の花が見られた。また、子房の脇に蜜腺が通常3個ある。

表1に花の各部の計測値を示す。花冠は皿型で裂片は5枚、白色で、長花柱花と短花柱花の間で大きさには有意差は見られなかった($t=-0.756$, 自由度=38, $P=0.455$)。

長花柱花の雌ずいと短花柱花の雄ずいはほぼ同じ長さで約4.3mmであり、 t 検定により有意差は認められなかった($t=0.465$, 自由度=124,

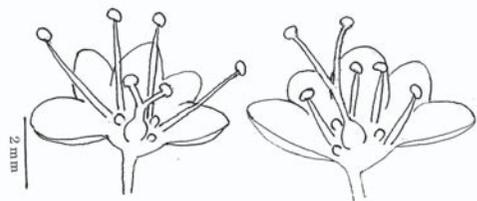


図1. シロバナサクラタデの短花柱花(左)と長花柱花(右)。手前を切開し、雄ずい2本を除き、左右に展開してある。子房の脇にあるのは蜜腺。

表1. じゅんさい池のシロバナサクラタデにおける長花柱花と短花柱花の形態比較

平均値±標準偏差で示す。

計測部位	長花柱花	短花柱花	t検定
花冠の大きさ(mm)	3.38±0.19 (20)	3.34±0.19 (20)	ns
雌ずいの長さ(mm)	4.34±0.48 (72)	2.37±0.32 (54)	**
雄ずいの長さ(mm)	2.45±0.20 (72)	4.30±0.45 (54)	**
柱頭の最大幅(mm)	0.38±0.04 (60)	0.45±0.05 (60)	**
半葯の長径(mm)	0.66±0.08 (22)	0.79±0.07 (25)	**
半葯の短径(mm)	0.26±0.02 (22)	0.31±0.06 (21)	**
1花あたり花粉数	577±209 (20)	483±174 (20)	ns
花粉の直径(μm)	59.0±2.9 (60)	68.0±4.1 (60)	**

()内の数字は計測した数, **は $p < 0.05$ で有意差あり, ns は有意差なしを示す。

$P=0.295$). また、長花柱花の、雄ずいと短花柱花の雌ずいもほぼ同じ長さで約2.4mmであり、 t 検定により有意差は認められなかった($t=-1.689$, 自由度=83, $P=0.074$). 平塚・中尾(1996)は、「長花柱花の柱頭の位置は短花柱花の葯の位置に一致し、長花柱花の葯の位置は短花柱花の柱頭の位置に一致する」ことを Ganders(1979)を引用して述べ、シロバナサクラタデの場合にも当てはまることを指摘しているが、本研究においてもこの点を確認することができた。

長花柱花の柱頭は全体的に丸みがあるのに比べ、短花柱花の柱頭は平坦であるものが多かった。柱頭の最大幅は短花柱花の方が大きな値を示し、長花柱花の柱頭との差は t 検定により有意であった($t=8.705$, 自由度=109, $P<0.05$). 短花柱花の柱頭が大きいことは、サクラソウ属の場合(安田 1944)やツルアリドオシの場合(河野ら 2005)と同じである。

葯は白色または淡紅色で、半葯の長径は長花柱花と短径はともに短花柱花のほうが大きく、長花柱花との間に有意差が見られた(長径： $t=-5.850$, 自由度=45, $P<0.05$, 短径： $t=3.688$, 自由度=26, $P<0.05$). 短花柱花の葯が大きいことは、ツルアリドオシにおいても報告されている(河野ら 2005)。

花粉粒は円形で、直径を計測したところ、長花柱花では最大 $65.0\mu\text{m}$, 最小 $50.0\mu\text{m}$, 平均 $59.0\mu\text{m}$, 短花柱花では最大 $80.0\mu\text{m}$, 最小 $60.0\mu\text{m}$, 平均 $68.0\mu\text{m}$ であり(図2), 短花柱花の花粉が有意に大きかった($t=14.002$, 自由度=118, $P<0.05$).

1花当りの花粉数は長花柱花のほうが多かつ

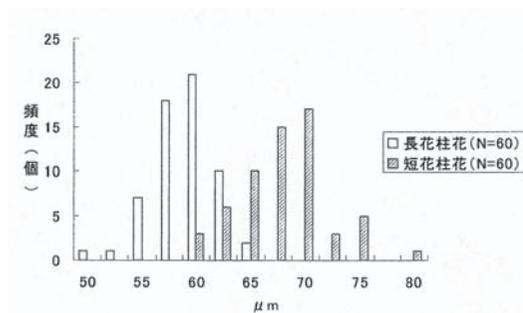


図2. じゅんさい池のシロバナサクラタデにおける花粉直径。

たが、 t 検定の結果、有意差は認められなかった($t=-4.56$, 自由度=37, $P=0.140$).

2. じゅんさい池における長花柱型と短花柱型の割合

図3に、じゅんさい池公園におけるシロバナサクラタデ群落の分布を示す。東池の群落はE、西池の群落はW、二つの池の間にある群落をBとした。東池には7地点、西池には10地点、中間には1地点の合計18地点においてシロバナサクラタデ群落が見られた。

表2に各地点の群落における長花柱型と短花柱型のシュート数を示す。シロバナサクラタデは6地点(E2, E4, W3, W4, W6, W10)で100以上のシュートからなる大きな群落を形成していた。じゅんさい池では、長花柱型と短花柱型が混生している群落は少なく(E5とBのみ)、ほとんどが1つの花型のみで構成されていた。東池では、6地点で長花柱型のみ、1地点(E4)で短花柱型のみで、地点数では長花柱型が優るが、E4が400のシュートからなる大きな群落であるため、シュート数の合計を見ると、長花柱型235、短花柱型405で短花柱花のほうが多かった。一方西池では9地点で長花柱型のみ、1地点(W3)で短花柱型のみであり、シュート数の合計は長

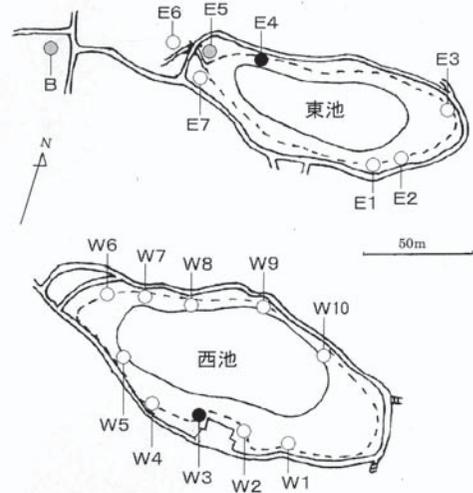


図3. じゅんさい池公園におけるシロバナサクラタデ群落の分布。○は長花柱型のみ、●は短花柱型のみ、灰色の丸は混生している群落。点線で囲った部分は抽水植物群落である。

表2. じゅんさい池公園におけるシロバナサクラタデのシュート数

	地点	長花柱型	短花柱型
東池	E1	13	0
	E2	ca. 155	0
	E3	54	0
	E4	0	ca. 400
	E5	2	5
	E6	2	0
	E7	9	0
中間	B	42	4
西池	W1	4	0
	W2	20	0
	W3	0	ca. 135
	W4	ca. 290	0
	W5	82	0
	W6	ca. 120	0
	W7	30	0
	W8	57	0
	W9	23	0
	W10	156	0

表3. じゅんさい池におけるシロバナサクラタデの結実率 (%)

平均値±標準偏差で示す. ()内の数字は計測数.

	地点	長花柱花	短花柱花
東池	E1	—	—
	E2	10.9±12.8 (31)	—
	E3	7.5±9.2 (31)	—
	E4	—	25.1±20.4 (31)
	E5	26.8 (1)	55.4±10.0 (2)
	E6	4.6 (1)	—
	E7	6.6±9.4 (2)	—
中間	B	23.8±4.0 (4)	17.9±9.4 (3)
西池	W1	—	—
	W2	10.1±9.2 (10)	—
	W3	—	30.7±11.7 (30)
	W4	3.9±3.5 (20)	—
	W5	—	—
	W6	1.4±1.9 (10)	—
	W7	3.8±4.0 (10)	—
	W8	1.7±2.9 (30)	—
	W9	2.1±2.6 (10)	—
	W10	1.9±3.1 (30)	—

花柱型782, 短花柱型135と, 地点数でもシュート数でも長花柱型に偏っていた。

3. じゅんさい池における結実率

各地点における花序ごとの自然結実率を表3に示す。

長花柱型のみ存在する地点では, データが得られた11地点(E1, W1, W5のデータは得られな

かった)のすべてにおいて, 長花柱型の平均結実率は11%以下であり, 全体の平均は5.1%であった。一方, 短花柱型のみ2地点(E4とW3)では, とともに25%以上の平均結実率を示し, 全体の平均は27.8%であった。片方の花型のみ存在する群落を比較すると, 短花柱型の結実率が顕著に高い傾向が認められた。

両型が生育する2地点(E5とB)ではシュート

表4. じゅんさい池におけるシロバナサクラタデの柱頭に付着した花粉数

○:長花柱花のみの群落 ●:短花柱花のみの群落				
地点	調査した柱頭数	長花柱花の花粉数	短花柱花の花粉数	
E2 ○	30	28.2±16.7	0.1±0.3	
E3 ○	30	27.7±27.0	0.5±0.8	
E4 ●	30	22.9±12.7	4.3±2.7	
B 長花柱花	40	19.1±11.3	0.2±0.4	
B 短花柱花	9	22.4±12.8	2.1±1.4	
W3 ●	30	19.1±12.3	5.1±3.4	
W4 ○	30	48.0±27.8	0.7±1.1	
W6 ○	30	32.8±23.3	0.3±0.8	

数が少なく十分なデータは得られなかったが、長花柱型の結実率は20%を超え(平均値はE5で26.8%, Bで23.8%), 長花柱型のみの群落より高い値を示した。また短花柱型の結実率は、Bで約18%であったものの、E5では55%の結実率を示し、両型が混生することにより結実率が上がる傾向が認められた。

4. じゅんさい池における柱頭上の花粉数

花粉直径のデータ(図2)から、直径が $60\mu\text{m}$ 以下のものを長花柱花の花粉、 $65\mu\text{m}$ 以上のものを短花柱花の花粉とみなした。実測した各60個の花粉のうち、この基準を満たした長花柱花の花粉は49個(81.6%)、短花柱花の花粉は51個(85%)であった。また、長花柱花の花粉のうち $65\mu\text{m}$ 以上のものは1個(誤答率1.7%)、短花柱花の花粉のうち $60\mu\text{m}$ 以下のものは0個であった(誤答率0%)。

表4に柱頭付着花粉数を示す。東池において短花柱花のみの群落E4で、柱頭に付着する花粉数を数えたところ、長花柱花の花粉が約23個、短花柱花の花粉が約4個であった。また、長花柱型のみの群落E2及びE3では長花柱花の花粉数がともに約28個、短花柱花の花粉数が約0.1個と0.5個であった。これらのことから、短花柱型のみの群落においても長花柱型のみの群落においても、柱頭上に長花柱花の花粉が多く付着していることがわかる。

同様に西池において短花柱型のみの群落W3で、柱頭に付着する花粉数を数えたところ、長花柱花の花粉が約19個、短花柱花の花粉が約5個であった。W3の最も近くにある長花柱型のみ生育するW4では長花柱花の花粉が約48個、短花柱花の花粉が約0.7個、W3から最も離れて

いて長花柱型のみ生育するW6では長花柱花の花粉が約33個、短花柱花の花粉が約0.3個であった。これらのことから、西池でも短花柱型のみの群落、長花柱型のみの群落ともに、長花柱花の花粉が多く付着していることがわかる。また、短花柱型のみのW3からの距離が異なるW4(22 m)とW6(60 m)を比較した場合、W3に近いW4のほうが短花柱花の花粉が多く付着していたが、t検定を行ったところ有意な差はみられなかった($t=1.322$, 自由度=52, $P=0.191$)。

長花柱型と短花柱型が混生するBでは、長花柱花の柱頭に付着した花粉は長花柱花の花粉が約19個、短花柱花の花粉が約0.2個であった。また短花柱花の柱頭に付着した花粉は、長花柱花の花粉が約22個、短花柱花の花粉が約2.1個であった。柱頭に付着した総花粉数は、長花柱花と短花柱花の間で有意差は認められなかった($t=1.653$, 自由度=47, $P=0.105$)。

以上の結果をまとめたのが図4であるが、異なる花型の群落からの距離に関わらず、また両型花が混生するか単独に関わらず、短花柱花では適法花粉数(長花柱花の花粉)が多く、約20個が数えられたが、長花柱花では1-2個という

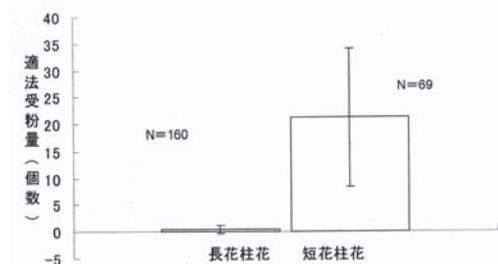


図4. じゅんさい池のシロバナサクラタデにおける柱頭上の適法受粉量。ボックスの上端は平均値、エラーバーは標準偏差を示す。

ごく少数の適法花粉(短花柱花の花粉)しか確認されなかった。

5. じゅんさい池における訪花昆虫

じゅんさい池のシロバナサクラタデの訪花昆虫を調査した結果、ハナアブ科のホソヒラタアブ、ベッコウハナアブ、キゴシハナアブ、アシブトハナアブ、クロバエ科のイエバエ、ミドリキンバエの6種の訪花が観察された。このうち、ベッコウハナアブとミドリキンバエの頻度が高かった。観察された訪花昆虫は全て双翅目であり、ミツバチ、マルハナバチ(膜翅目)やチョウ(鱗翅目)の訪花は観察されなかった。

考察

今回観察されたシロバナサクラタデの訪花昆虫は全て双翅目であったが、この結果は西廣(2000)が述べているシロバナサクラタデの訪花昆虫の特徴とよく一致している。西廣(2000)によると、シロバナサクラタデの訪花昆虫として未同定を含む58種が確認され、このうち半数近くの26種を双翅目が占めると報告されている。西廣(2000)は、異型花柱性の植物のほとんどが、サクラソウのような筒形の花冠を持ち、シロバナサクラタデのような皿形の花冠を持つ異型花柱性植物は例外的とした上で、筒形の花冠をもつものはマルハナバチ媒花であるのに対し、シロバナサクラタデでは花蜜が皿形の花冠の底部から分泌され、蜜の位置が浅いので、長い口吻を持たないハナアブ科やクロバエ科の昆虫でも利用することができるのではないかと考察している。本研究における訪花昆虫の種数があまり多くなかったのは、観察期間が短いことに加え、じゅんさい池公園が住宅地に囲まれた都市部にあるためとも考えられる。

シロバナサクラタデの長花柱花と短花柱花の特徴については、花粉数と花粉直径について検討しておく。異型花柱性植物では短花柱花の花粉が大きく(安田 1944)、1花当りの花粉数は長花柱花のほうが多いと言われており(Ganders 1979)、筆者らはこれらの点がツルアリドウシにおいて確認されることを報告した(河野ら 2005)。本研究では、シロバナサクラタデの1花当りの花粉数は、長花柱花のほうが大きい値を

示したが有意差は認められなかった。平塚・中尾(1996)では、調査した2地点においてともに長花柱花の花粉数が多く、1地点で有意差が認められた。また、Nishihiro and Washitani(1998)においても、長花柱花の花粉数が有意に多いことが報告されている。

花粉の直径は短花柱花のほうが長花柱花より有意に大きかった。このことは、すでに平塚・中尾(1996)が宮城県東の2つの調査地において報告し、Nishihiro and Washitani(1998)が茨城県霞ヶ浦において報告している。しかし、宮城県及び茨城県と比較すると、じゅんさい池における花粉直径がより大きな値を示した点が注目される。宮城県阿川沼の平均値は、長花柱花 $50.8\mu\text{m}$ 、短花柱花 $56.5\mu\text{m}$ であり、霞ヶ浦では長花柱花 $43.7\mu\text{m}$ 、短花柱花 $57.3\mu\text{m}$ であったが、じゅんさい池では長花柱花 $59.0\mu\text{m}$ 、短花柱花 $68.0\mu\text{m}$ という大きな値を示し、長花柱花の花粉が阿川沼及び霞ヶ浦の短花柱花より大きかった。Iwatsubo et al.(2003)は、富山県内の40ヶ所から採集されたシロバナサクラタデの染色体数を調べ、大部分が5倍体($2n=50$)で5.5%が $2n=40$ の4倍体であることを明らかにしている。じゅんさい池のシロバナサクラタデの染色体数は未調査であるが、花粉サイズの違いは倍数性レベルの相違を示唆しているのかもしれない。

東池においても西池においても、ほとんどの群落において長花柱花と短花柱花のシュートは混生しておらず、単一の花型のみで群落が構成されていた。各群落が地下茎の栄養伸長により形成されたクローンであることを示唆している。サクラソウと同じ遺伝様式なら、どちらの花型の種子からも長花柱型と短花柱型が1:1で生じると考えられるので、群落内に種子から生じた新個体が定着することはほとんどないことを示している。シュート密度の高い群落内では実生は定着できないのであろう。

じゅんさい池公園では、ほとんどの群落は長花柱型であった。しかし、新潟県から採集されたシロバナサクラタデの標本(新潟市保管の「池上義信氏の標本」)及び雪国植物研究所の「石沢進氏の標本」を調査させていただいたところ、花型が判明した43点のうち長花柱型が21点、短花柱型が22点でほぼ1:1であったので、じゅん

さい池公園において長花柱型が多いことは偶然的と考えられる。

柱頭に付着した花粉数は、長花柱花の花粉が20–48個であったのに対し、短花柱花の花粉は0.1–4.3個と極めて少なかった。この状況は、短花柱型の群落だけに見られるわけではなく、長花柱型の群落においても両型の混生群落においても同様であった。そのため、適法受粉量は短花柱花では約20個であったが、長花柱花では1–2個と極めて少なかった。つまり、「花粉の流れ」は、長花柱花→長花柱花、あるいは長花柱花→短花柱花の方向であることがわかる。シロバナサクラタデにおける「花粉の流れ」については、Nishihira and Washitani (1998)が詳細な研究を行っており、西廣(2000)に丁寧解説されているが、じゅんさい池公園においてもこれらを支持する結果が得られたことになる。

なぜ柱頭に長花柱花の花粉が多く付着するのであろうか？ E2, E3, W4, W6が長花柱型のみの群落であることを考慮すると、これらの群落では同花受粉あるいは隣花受粉の結果、長花柱花→長花柱花の流れが生じたとも考えられるが、短花柱型のみの群落である E4や W3において短花柱花の花粉はやや多いものの長花柱花の花粉とは比較にならない少数であるので(つまり、短花柱花→短花柱花の流れが生じていない)、長花柱花の花粉がより運ばれやすいとみなされる。西廣(2000)は訪花昆虫の体表面に長花柱花の花粉が多く付着していることを明らかにし、長花柱花の花粉のほうが多く運ばれる偏りは「薬→送粉者」の段階で生じていると結論付けている。

長花柱花の花粉がより多く運ばれる理由として、長花柱花の花粉が小さく、花粉量が多いことも否定されないが、最も効いているのは薬の位置なのであろう。サクラソウに代表される異型花柱性の植物においては、短花柱花の高い位置にある薬と長花柱花の柱頭が同じ位置にあることにより、長花柱花の柱頭には短花柱花の花粉がつくメカニズムが考えられてきたが、西廣(2000)は「(シロバナサクラタデにおいて)柱頭の位置の差違が重要にならないのは、花冠が皿型であることに起因する」と説明している。この考えを筆者も支持する。シロバナサクラタデ

の花冠は皿形で開いているため、短花柱花の高い位置にある薬は花の外縁部に展開しており、訪花昆虫の体の外縁部に付着するものと考えられる。そのため、長花柱花においても短花柱花においても短花柱花の花粉の受粉量が少なくなるのであろう。一方、長花柱花の低い位置にある(花の中心部にある)薬は、昆虫の胸部や腹部に触れるので花粉が付着しやすいと考えられる(図1)。

タデ科の1花当りの胚珠数は1個なので、柱頭につく花粉数は少なくとも種子をつけることができるのかもしれないが、適法受粉量が平均20個であった短花柱花に比べ、長花柱花では1–2個であったことは、短花柱型のみの群落における相対的に高い結実率、また長花柱型のみの群落における低い結実率を説明している。じゅんさい池のシロバナサクラタデは1シュート当たり平均30個の花を着けるので、1.9%の結実率であった W10(156シュート)において約89個の種子が生産され、3.9%の結実率であった W4(290シュート)においては340個生産されると推定される。また、結実率25.1%の E4(400シュート)では3000個生産されると推定される。じゅんさい池公園においては群落は少ないもののシュート数が多く結実率が高い短花柱型によって主に種子生産が担われていると推定される。

クローンを形成する異型花柱性植物においては、生育地におけるシュートの存在状態が繁殖成功に大きな影響を与えることが明らかになった。

引用文献

- Ganders, F. R. 1979. The biology of heterostyly. *New Zealand J. Bot.* 17: 607–635.
- 平塚明・中尾良. 1996. シロバナサクラタデは異型花柱性種である. *植物研究雑誌*71: 98–104.
- Iwatsubo, Y, Suzuki, T. and Naruhashi, N. 2003. Polyploidy of *Persicaria japonica* (Polygonaceae) in Toyama Prefecture, central Japan. *J. Phytogeogr. Taxon.* 51: 59–61.
- 河野晃子・山品美紀・森田竜義. 2005. ツルアリドオシの異型花柱性. *福井総合植物園紀要*3: 19–25.
- 河野昭一. 1974. 植物の進化生物学Ⅱ「種の分化と適応」. 三省堂, 東京.

- 北村四郎・村田源. 1961. 原色日本植物図鑑(中)草本編(Ⅱ)離弁花類. 保育社, 大阪.
- Nishihira, J. and Washitani, I. 1998. Patterns and consequences of self-pollen deposition on stigmas in heterostylous *Persicaria japonica* (Polygonaceae). *Am. J. Bot.* **85**: 352-359.
- 西廣淳・友部恭子・鷺谷いづみ. 1998. シロバナサクラタデの種子生産に対するヨシ原の分断化の影響. *保全生態学研究***3**: 97-110.
- 西廣淳. 2000. 花の形：二型花柱性植物における花の形態変異と繁殖成功. 種生物学会編「花生態学の最前線-美しさの進化的背景を探る」. 文一総合出版, 東京.
- Richards, A. J. 1986. *Plant breeding systems*. Allen & Unwin, New South Wales.
- 安田貞雄. 1944. 高等植物生殖生理学. 養賢堂, 東京.
- 鷺谷いづみ. 1997. 異型花柱性植物の種子繁殖と送粉. 井上健・湯本貴和(編), シリーズ地球共生系3 「昆虫を誘い寄せる戦略」. 平凡社, 東京.