

小笠原諸島固有種オガサワラボチ ヨウジの保全について

渡 邊 謙 太 (沖縄工業高等専門学校)

加 藤 英 寿 (首都大学東京・牧野標本館)

菅 原 敬 (首都大学東京・牧野標本館)

要 約

オガサワラボチ ヨウジ (*Psychotria homalosperm* A. Gray) は小笠原諸島固有の常緑小高木であり、近年絶滅が危惧されている。また最近の研究から二型花柱性を有することがわかってきた。本研究ではオガサワラボチ ヨウジの保全を目的として、その分布と現在の更新状態を知るために、兄島、父島、母島の3島において個体の分布と樹高、根本直径、および各花型との関係について調査した。分布はいずれの島でも自然度の高い地域に集中しており、樹高2m以下、根元直径5cm以下の若い個体はほとんど見られなかった。この結果は何らかの原因でオガサワラボチ ヨウジの更新がうまくいっていないことを強く示唆している。

I. はじめに

海洋島である小笠原諸島には、様々な固有植物が生育している。しかし、これら固有種の多くはさまざまな人為的影響を受け絶滅の危機に瀕しているため、保全を考える上では個体数や分布状況の把握とともに更新状態や繁殖様式についても正しく把握する必要がある。

小笠原諸島に固有な常緑小高木であるオガサワラボチ ヨウジ (*Psychotria homalosperma* A. Gray、図1) は攪乱地には生育しないため、分布域が限られ、現在は個体数の減少が懸念されている絶滅危惧植物 (VU、環境省 2007) である。しかし、具体的な個体数や更新状態に関する詳しいデータは報告されていない。オガサワラボチ ヨウジは現在、小笠原諸島の父島列島と母島列島に分布しており、主に兄島の中央台地周辺、父島の中央山周辺および母島の乳房山と石門周辺に集団が残されている。清水 (1993) によると聳島列島の聳島では1980～1991年の現地調査でオガサワラボチ ヨウジの生育が確認されていたという。しかし、最近の調査では確認されていないため (山本ら、2003)、地域絶滅したものと考えられる。分布が確認されている父島や母島でも、比較的大きな個体は見られるものの、



図1 オガサワラボチョウジの花 (2003年7月父島)

稚樹や実生のような幼個体をほとんど見ることがない。これは何らかの原因で更新がうまくいっていないことを暗示している。

また最近の研究から、オガサワラボチョウジは二型花柱性という性表現を有することが明らかになってきた(渡邊ら、投稿準備中)。二型花柱性とは、両性花にメシベが短くてオシベが長い短花柱花 (Short-styled、Sタイプ) とメシベが長くてオシベの短い長花柱花 (Long-styled、Lタイプ) の2つのタイプがあることをいう (Ganders, 1979; Barrett, 1992; 菊沢、1995)。原則として自家不和合性を有し、また異なるタイプ同士での受粉では果実を作るが、同じタイプの花同士では果実を作らないという花型内不和合性を示す (Ganders, 1979; Barrett, 1992; 菊沢、1995)。これらの花形態と不和合性は遺伝的にコントロールされており、外交配を促進するためのシステムであると考えられている (Barrett, 1992; 西廣、2000; 鷺谷、2006)。二型花柱性の繁殖・維持には、その植物に適した送粉昆虫の存在が不可欠である (Beach & Bawa, 1980; 鷺谷、2006)。しかし、本来の送粉者であると想定される口吻の長いガ類による訪花はほとんど確認されていない (渡邊ら、投稿準備中)。かわりに外来種であるセイヨウミツバチが花粉を採取するために訪花していることが観察された (渡邊ら、投稿準備中) が、セイヨウミツバチは短花筒花のメシベに受粉することができないこともあり、2つの花型相互への健全な送粉が行われているとは考えられない。この観察に対応するように結果率 (果実数 / 開花数) も0.2%~11.3% (2003

～2004年調査時）と非常に低いことがわかってきた（渡邊ら、投稿準備中）。こうした送粉共生系の崩壊は、種子生産の低下による更新の阻害に加えて、花の形態などにも影響を及ぼしている可能性がある。

そこで本研究では兄島、父島、母島の三島において個体の分布と樹高、根本直径、および各花型との関係を調査し、オガサワラボチョウジの現存個体数や更新状態について考察した。また花形態に何らかの変化が見られるかについても検討した。

II. 方法

調査は2003年から2004年にかけて小笠原諸島父島列島の父島と兄島、母島列島の母島でおこなった。兄島では乾性低木林の広がる中央台地を中心に、父島では中央山東平周辺を中心にして全域を、母島では乳房山遊歩道の周辺を調査した。

それぞれの調査地において発見したオガサワラボチョウジの個体の樹高、根元直径を測り、GPSを用いて位置を記録した。花をつけているものは花を、開花のない個体でもつぼみがあればそれを採集し、花型（短花柱花：Sタイプ、長花柱花：Lタイプ）を判断した。

樹高と根元直径に関して島と花型の二要因を考慮した二元配置分散分析をおこない、樹高と根元直径の相関について調べた。また根元直径は樹齢と正の相関していることが予想されるため、父島において64個体（Sタイプ：34個体、Lタイプ：30個体）の花形態を測定し、根元直径との相関を調べ、最近の花形態変化の有無を検討した。

III. 結果

今回の調査では、根本直径や樹高のデータが取れなかったものも含めると父島で約200個体、兄島で約100個体、母島で約30個体の成木を確認した。分布はいずれの島でも自然度の高い地域に集中しており（図2-5）、樹高2m以下、根元直径5cm以下の若い個体はほとんど見られなかった（図6、7）。各花型の分布に特別な空間構造は見られなかった（図2-5）。また樹高・根元直径ともに、花型による違いは認められなかった（表1）。樹高は兄島が他の2島のものより有意に低く、根元直径は兄島の個体が他の2島より有意に小さかった（表1）。樹高と根元直径との間にはいずれの島でも相関があったが（表2）、直径が大きくても樹高が比較的低い個体もあった。

根元直径と花形態は両花型とも有意な相関は認められなかったが、短花柱花の花筒長・オシベ長・柱頭と花粉の距離および長花柱花のメシベ長と柱頭と花粉の距離は負の相関傾向を示した（表3）。

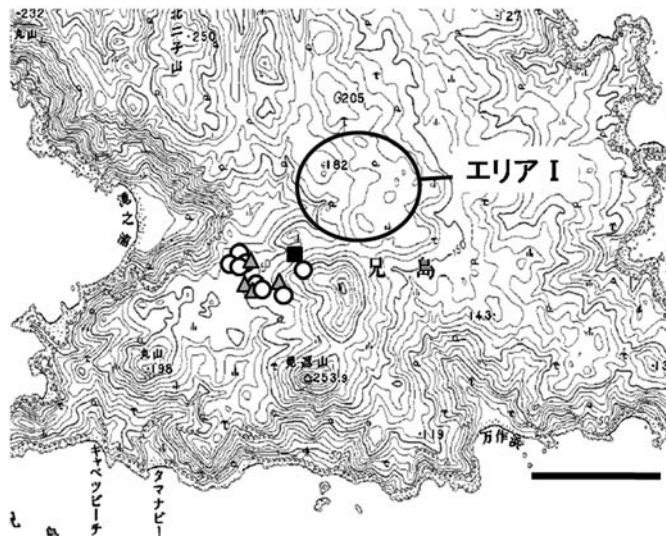


図2 兄島におけるオガサワラボチョウジの分布

○；短花柱花 (S)、△；長花柱花 (L)、■；タイプ不明の個体。右下のバーは500mを示す。エリア I の個体はGPSデータが事故により失われた。エリア I 内で確認された個体は S;37個体、L;16個体。

表1 樹高と根元直径 N： 個体数。

島と花型を考慮した2元配置分散分析のF値を示す。S；短花柱花、L；長花柱花、SD；標準偏差。島*花型は交互作用。

統計（島間）：二元配置の分散分析で島間に有意差が認められた場合、多重比較（ボンフェローによる補正）を行った。

アルファベット同じ島間には有意差がないことを示す。

		樹高			根元直径		
		N	平均 (m)	SD	N	平均 (cm)	SD
兄島	S	34	3.03	1.54	26	15.38	5.56
	L	20	2.70	1.48	15	13.60	6.74
	タイプ不明	2	2.50	0.71	0	-	-
	統計(島間)			a			a
父島	S	76	4.61	2.04	76	18.93	7.79
	L	52	4.61	1.69	52	17.62	6.34
	タイプ不明	69	4.29	2.26	69	14.27	6.16
	統計(島間)			b			b
母島	S	12	4.33	1.63	11	21.73	7.28
	L	8	4.50	1.95	7	20.86	10.59
	タイプ不明	8	1.55	1.55	8	11.25	5.45
	統計(島間)			b			b
F値	島間		17.32	***		6.61	**
	花型間		0.08	NS		1.65	NS
	島*花型		0.19	NS		0.03	NS

P<0.01；*P<0.001；NS：群間の有意差なし。

表2 樹高と根元直径の相関関係

ピアソンの相関係数と相関検定の結果を示す。

S；短花柱花、L；長花柱花、N；個体数

	S			L		
	N	相関係数	統計	N	相関係数	統計
兄島	26	0.57	**	15	0.78	***
父島	76	0.57	***	52	0.47	***
母島	11	-0.01	NS	7	0.43	NS

P<0.01；*P<0.001；NS：95%水準で有意な相関なし。

表3 根本直径と花形態の相関関係

ピアソンの相関係数と相関検定の結果を示す。

S；短花柱花、L；長花柱花

	S		L	
	相関係数	P値	相関係数	P値
花筒長	-0.29	0.10	-0.19	0.34
オシベ長	-0.30	0.08	-0.03	0.87
メシベ長	-0.20	0.27	-0.27	0.15
柱頭長	0.10	0.58	0.19	0.31
葯長	0.00	0.99	-0.09	0.64
柱頭先端から葯までの距離	-0.25	0.15	-0.32	0.08
オシベ長-花筒長	0.08	0.66	0.32	0.08

NS：95%水準で群間の有意差なし。

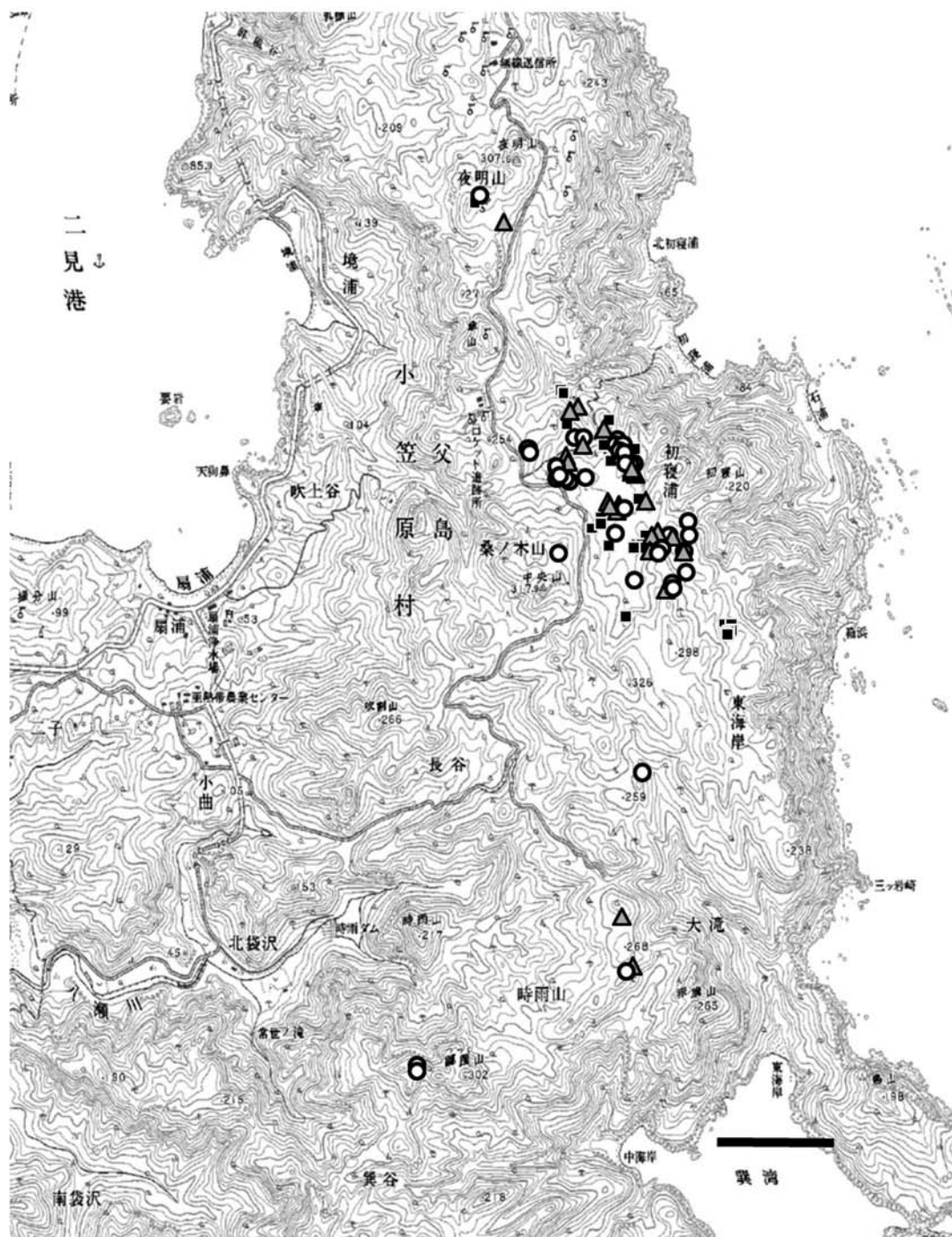


図3 父島におけるオガサワラボチョウジの分布

○；短花柱花 (S)、△；長花柱花 (L)、■；タイプ不明の個体。
 右下のバーは500mを示す。

最南部の衝立山付近にも分布しているが今回は調査できなかった。



図4 父島中央山東平周辺におけるオガサワラボチョウジの空間分布
○；短花柱花 (S)、△；長花柱花 (L)、■；タイプ不明の個体。
右下のバーは200mを示す。



図5 母島乳房山周辺におけるオガサワラポチョウジの分布
○；短花柱花 (S)、△；長花柱花 (L)、■；タイプ不明の個体。
右下のバーは500mを示す。

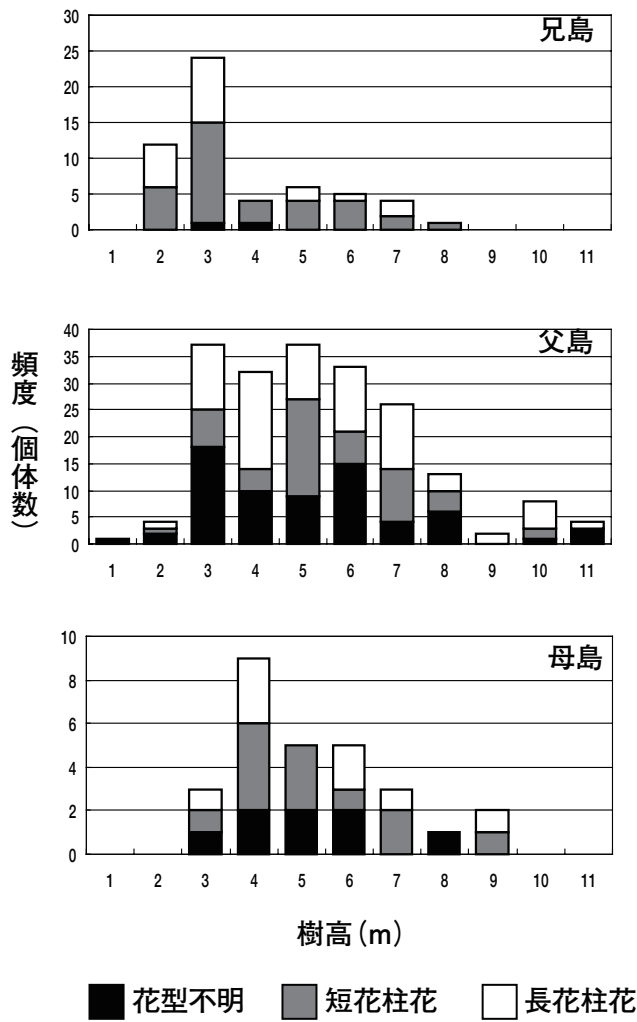


図6 花型ごとの樹高階

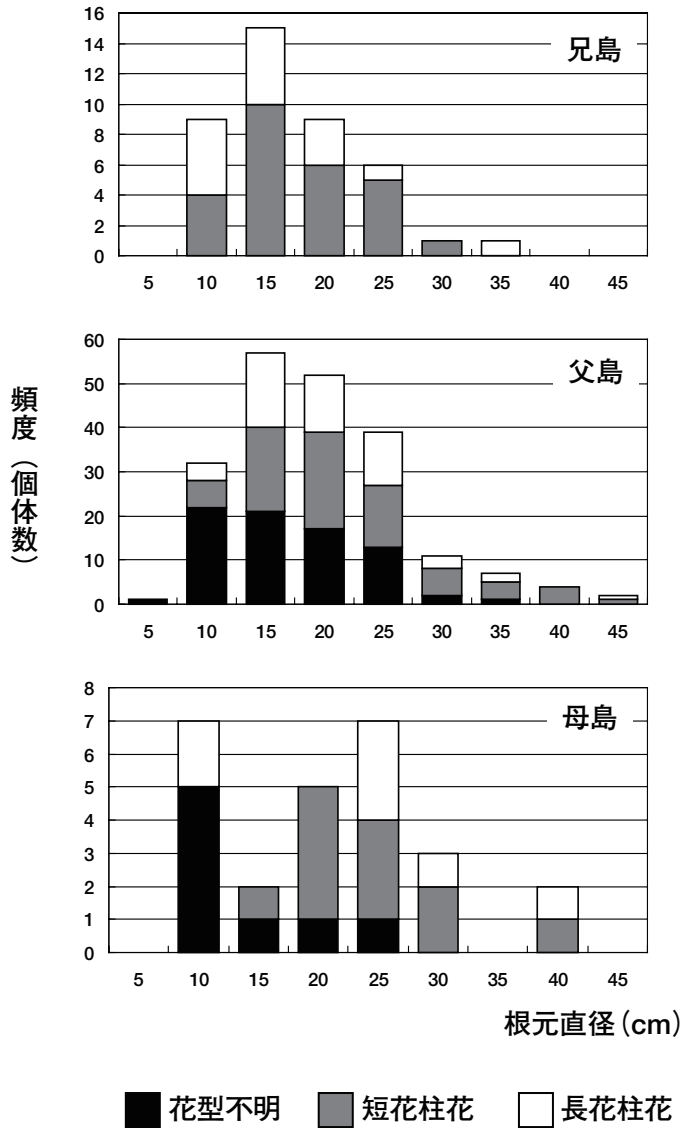


図7 花型ごとの根元直径階

IV. 考察

1. 現存個体数の推定

父島列島では父島と兄島が主な生育地で、他には弟島で数個体～数十個体あるのみと考えられている（豊田、2003）。父島では、夜明山、中央山、初寝山、時雨山付近で綿密な調査を行った。高台から双眼鏡による探索も行っており、これらの地域での見逃し個体は比較的少ないと考えられる。他には衝立山付近にも分布しているとされている（延島、私信）が、この地域については調査できなかった。父島におけるオガサワラボチヨウジの成木の推定個体数は250～400個体程度であると考えられる。兄島は中央台地の一部を調査したのみだが、父島よりも豊富な印象だった。これまでの植生調査で兄島全体に分布していることが確認されており（清水、1991）おそらく父島と同等かそれ以上の300～1000個体程度残っている可能性がある。母島列島では、母島のほかに姉島、向島、妹島、姪島でも分布しているとされている（小野・小林、1985; 豊田、2003）が、最近の調査では再確認されておらず（藤田、私信）、現存していてもごく少数であると考えられる。母島では今回調査した乳房山周辺と石門周辺に分布している。石門では今回調査することができなかったが、環境省のレッドデータ調査では100個体程度が確認されている（藤田、私信）。見逃し個体を想定しても乳房山と石門周辺の両地域を合わせて母島全体では多くても200～300個体程度が生育しているものと考えられる。父島列島と母島列島の個体では花序あたりの花数などが大きく異なっており（渡邊ら、投稿準備中）、遺伝的にも分化している可能性があるため、両列島個体群を保護する必要がある。

2. 生育環境

オガサワラボチヨウジが生育していた地域はすべて自然度が非常に高い地域であり、人工的な二次林や攪乱地にはいっさい見られなかった。このことはオガサワラボチヨウジが人為的な攪乱に極めて弱いということを示している。主な生育地である乾性低木林では尾根沿いに生えることもあるが、マイクロハビタットとして小さなくぼ地になっていることが多く、土壤水分を必要としていることがうかがわれる。本種の保護のためにはぜひともこのような生育環境を守る必要がある。聳島でオガサワラボチヨウジが地域絶滅したのも生育環境が崩壊したためであろう。なお、母島石門地域では湿性林にオガサワラボチヨウジが生育している（清水、1994）。これはオガサワラボチヨウジが本来乾性低木林から湿性高木林まで広く適応していたことを示している。しかし、現在良好な湿性林は石門周辺にしか残されていない。

兄島では他の2島よりも樹高が低く、根元直径が小さかった。これはおそらく兄島調査

地である中央台地が乾性低木林であったためと思われる。いずれの島でも根元直径と樹高には高い相関が見られた。しかし、樹高はその林での林冠に達すると成長がとまるため、必ずしも根元直径の大きさと一致しなかった。

3. 更新状況

今回の調査では樹高1m以下、もしくは根元直径が5cm以下の幼樹は父島で1個体確認されたのみで、実生は全く発見できなかった(図6、7)。毎木調査をしたわけではないので見落としている可能性はあるが、意識して探したにもかかわらずこの1個体しか発見できなかった。また、母島の石門周辺での調査対象でも全く確認されていない(藤田、私信)。さらに1976年から10年ごとに行われている父島東平の30m×30mの永久プロットでの毎木調査でも1976年に実生が3個体あったものの、その後その実生は消え、新たな加入も観察されていない(清水、1999)。このことは何らかの原因でオガサワラボチョウジの更新がうまくいっていないことを強く示唆している。更新がうまくいかない主な原因の一つは、0.2%~11.3%(2003~2004年調査時)という結果率の低さ(渡邊ら、投稿準備中)にあると考えられる。結果率が低い原因としてはまず有効な送粉者の減少が考えられる。オガサワラボチョウジの本来の送粉者は、細長い花筒を考慮すると口吻の長いガ類であると考えられるが、2003~2004年の調査ではこうしたガ類の訪花はほとんど観察されなかった(渡邊ら、投稿準備中)。小笠原諸島に生育する他のスズメガ媒花と考えられる植物にはムニンタツナミソウやオガサワラクチナシなどが挙げられるが、これらの植物でもガ類の訪花が確認されていない(Abe, 2006)。こうした観察は小笠原諸島ではかつて存在した口吻の長いガ類が極端に減少している可能性を示唆している。また、2004年の調査で父島・母島において外来種メジロによる盗蜜が観察された。メジロによる盗蜜は花を完全に破壊してしまうため結果率を下げる原因の一つになっていると考えられる。小笠原諸島におけるメジロの盗蜜はこれまで栽培種のハイビスカス(上田・長野、1991)と外来種であるセイロンベンケイソウ(上田・唐木、1997)で報告があるものの、固有植物種での観察はおそらくこれが初めての報告である。メジロによる大規模な盗蜜は小笠原諸島の固有植物の繁殖に影響している可能性がある。

しかし、送粉者が少なく、花が被害にあっても、なお最大で10%ほどの結果が観察されており(2003~2004年調査時)、結果率の低さだけが更新を完全に阻害しているとは考えられない。2004年の調査時にはオガサワラボチョウジの種子が外来種であるクマネズミに被食されていることを確認した。クマネズミは人が小笠原諸島に持ち込んだ外来種で主に種子食であるため、多くの固有植物の種子を食害し、繁殖に影響を与えている可能性がある。

る（渡邊ら、2003; Abe, 2007）。この被害がどれくらいであるかは不明だが、種子段階で激減している可能性も考えられる。若い果実は時折観察されるが、熟した果実はほとんど観察されないという（和田、私信）。熟してすぐに鳥類が食べている可能性もあるが、その前にクマネズミが食べてしまっているのかもしれない。今後の調査が必要である。なお、果実を食べるオガサワラヒヨドリなどは在来の鳥類であり、食害というよりはむしろ種子散布者として役立っていると考えられる。

種子が無事地面に落ちて発芽したとして、実生・幼樹の段階では外来種であるヤギに被食されている可能性もある。ただし、母島には現在ヤギは生息していない（豊田、2003）。

更新していない原因はおそらく複合的なものだと考えられるため、保護に際してはそれぞれに対する対処を考えていく必要がある。父島東平での調査（清水、1999）では1976年には少なくとも3個体の実生が確認されていた。また母島の石門周辺の植生調査でも1977年、1987年には、実生、稚樹が記録されている（清水、1994）。これらのことを考えると比較的最近に何らかの変化があった可能性もあるが、現時点でそれを特定することはできない。

4. 現存個体の維持

開発等によって生息環境が破壊されることは現存個体にとっても危機である。また、オガサワラボチョウジには着生植物が付きやすいことが知られている（豊田、2003）が、父島のオガサワラボチョウジでは2003年の調査時には11.8%の個体にガジュマルの幼個体が着生していた（渡邊ら、2004）。ガジュマルは樹木に着生した後、宿主であるもとの樹を枯らせてしまうため（湯本、1995）、絞め殺しの植物と呼ばれることもある（横山、1995）。1995年頃ガジュマルコバチが侵入した（Yokoyama, 1996）後、約8年でここまで広がったことを考えると、今後オガサワラボチョウジにとってガジュマルは脅威になる可能性がある。父島、母島においてはオガサワラボチョウジの生育域のほぼ全体がガジュマルの拡散範囲と重なるため、今後の被害拡大が懸念される。

5. 花形態の変化について

現在のオガサワラボチョウジですでに花形態の変化が起きているかどうかを検討するため、樹齢と正の相関を持つと予測される根元直径と花形態の相関を調べた（表4）。しかし、相互の間に有意な相関は見られず、花形態の変化はまだ生じていないことが示唆された。長花柱花のオシベがどれくらい花筒から出ているか（オシベ長－花筒長）は、現在の主な送粉者であるセイヨウミツバチが長花柱花から花粉を採餌できるかどうかを左右するた

め、繁殖成功率に関係していることも考えられたが、これに関しても有意な相関はなく、むしろ根元直径が大きいほどオシベが花筒から飛び出る傾向が示された。これは送粉系の変化が生じてからまだ十分な時間がたっていないこと、またオガサワラボチョウジが現在更新していないことが原因だと考えられる。今後も注意深くモニタリングしてゆく必要がある。

6. 繁殖に関する調査の重要性

本研究では小笠原諸島固有種オガサワラボチョウジが、個体数を維持できない状態に瀕していることが明らかになった。たとえ現時点で個体数が一定以上あったとしても、更新していなければ確実に絶滅にむかって動き出していることになる。小笠原諸島では詳しい調査をすれば同様の状況に陥っている植物種が多数あると考えられる。手遅れにならないうちに繁殖システムや更新状況を調査し、何らかの対策を試みる必要があるだろう。

小笠原諸島のガ媒花植物に関してはこれまであまり調査がなされていない。2003～2004年のオガサワラボチョウジの花の観察からはガ類の訪花はほとんど観察されなかった。この結果は長い口吻をもつガ類が減少している可能性を示唆しており、他のガ媒花植物についても調査する必要がある。もしセイヨウミツバチなど代替の送粉者によって結実しているにしても本来の送粉者が欠如している場合には花形態の変化などが生じる可能性がある。とくに、ムニンタツナミソウやムニンカラスウリ、オガサワラクチナシ、ラン類などの花形態などを早い段階から継続的にモニタリングしていく必要がある。

小笠原諸島では最近いくつかの植物で従来想定されていた性表現とは異なるという発見が続いた。いまなお、性表現が十分に明らかでない植物が多く残されている。しかし、その多くも絶滅の危機に瀕している。進化の研究と保護の両面でこれらの植物について調査することが急務であるように思う。

筆者は2004年聳島列島の聳島と媒島でムニンハナガサノキ、およびハハジマハナガサノキを調査する機会を得た。媒島ではハハジマハナガサノキがフロラリストに登録されていたものの（山本ら、2003）、現存する6個体はすべて雄株であることが判明した。媒島のハハジマハナガサノキは今後有性繁殖することができず、事実上の地域絶滅ということになる。固有種保全のためには、フロラや個体数の調査に加えて、性や更新状況などの繁殖に関するデータも今後収集する必要がある。

謝辞

宮下けい子氏、野島彰洋氏には現地での調査を手伝っていただきました。和田勉之氏、

和田美保氏、藤田卓氏、延島冬生氏、千葉夕佳氏、杉田正典氏、小笠原自然文化研究所の方々にはオガサワラボチョウジの分布に関する貴重な情報をいただきました。牧野標本館の教員・学生の方々、および首都大学東京生命科学専攻の教員・学生の方々には多くの助言、サポートをいただきました。ここに深く感謝いたします。

文 献

- Abe, T. (2006): Threatened pollination systems in native flora of the Ogasawara (Bonin) Islands. *Annals of Botany*, Vol.98, pp.317-334.
- Abe, T. (2007): Predator or disperser? A test of indigenous fruit preference of alien rats (*Rattus rattus*) on Nishi-jima (Ogasawara Islands). *Pacific Conservation Biology*, Vol.13, pp.213-218.
- Barrett, S. C. H. (1992): *Heterostylous genetic polymorphisms: Model systems for evolutionary analysis*. In: *Evolution and Function of Heterostyly* (Ed. by Barrett), pp.1-29.
- Beach, J. H. and Bawa, K. S. (1980): Role of pollinators in the evolution of dioecy from distyly. *Evolution*, Vol.34, pp.1138-1142.
- Ganders, F. R. (1979): The biology of heterostyly. *New Zealand Journal of Botany*, Vol.17, pp.607-635.
- 環境省 (2007) : 哺乳類、汽水・淡水魚類、昆虫類、貝類、植物I及び植物IIのレッドリストの見直しについて (別途資料5) 植物Iのレッドリスト. 2007年8月3日報道発表資料.
- 菊沢喜八郎 (1995) : 『植物の繁殖生態学』 蒼樹書房、279p.
- 西廣淳 (2000) : 花のかたち：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』 文一総合出版、pp.125-144.
- 小野幹雄・小林純子 (1985) : 小笠原の固有種子植物. 『小笠原の固有植物と植生』 アボック社、pp.1-96.
- 清水善和 (1991) : 小笠原諸島兄島の植生－乾性低木林の分布・組成・構造. 駒沢地理、Vol.27, pp.77-130.
- 清水善和 (1993) : 小笠原諸島聳島列島の植生－モクタチバナ型低木林の生態と野生化ヤギの食害による森林後退現象. 駒沢地理、Vol.29, pp.9-58.
- 清水善和 (1994) : 小笠原諸島母島石門における湿性高木林の生態と更新様式－17号台風 (1983年) による攪乱とその後の回復過程－. 地域学研究、Vol.7, pp.3-32.
- 清水善和 (1999) : 小笠原諸島父島における乾性低木林の21年間の個体群動態. 保全生態

- 学研究、Vol.4, pp.175-197.
- 豊田武司 (2003) : 『小笠原植物図譜』アボック社、522p.
- 上田恵介・長野康之 (1991) : ハイビスカス *Hibiscus cvs.*の花から盗蜜する小笠原のメジロ *Zosterops japonica*. *Strix*, Vol.10, pp.63-72.
- 上田恵介・唐木雅徳 (1997) : セイロンベンケイ *Bryophyllum pinnatum* (Lam) Kurzの花から盗蜜する小笠原のメジロ *Zosterops japonica*. *Strix*, Vol.16, pp.122-126.
- 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』東京大学出版会、pp.1-14.
- 渡邊謙太・加藤英寿・若林三千男 (2003) : 小笠原諸島の在来植物に対するクマネズミの食害状況調査. 小笠原研究年報、Vol.26, pp.13-32.
- 渡邊謙太・藤田卓・加藤英寿・菅原敬 (2004) : 父島における外来植物ガジュマルの絶滅危惧植物オガサワラボチョウジに対する着生状況. 小笠原研究年報、Vol.27, pp.87-96.
- 山本保々・市河三英・加藤朗子・秋元秀友・安井隆弥・若林三千男・加藤英寿 (2003) : ノヤギ排除直後における聳島・媒島の植物相. *Ogasawara Research*, Vol.28, pp.29-48.
- 横山潤 (1995) : イチジク. 『植物の世界8』朝日新聞社、pp.141-146.
- Yokoyama, J. (1996): The occurrence of *Eupristina (Parapristina) verticillata* Waterston (Hymenoptera, Agaonidae) in the Bonin Islands. *Japanese Journal of Entomology*, Vol.64, pp. 91-92.
- 湯本貴和 (1995) : 『屋久島』講談社、201p.