

論文

石垣島の37年生フクギ林分における開花フェノロジー*1

仲里長浩*2, 3 · 有田和行*2 · 大南真緒*2 · 池辺-仲里裕子*3 · 中島敦司*4

仲里長浩・有田和行・大南真緒・池辺-仲里裕子・中島敦司：石垣島の37年生フクギ林分における開花フェノロジー 九州森林研究 64：17-20, 2011 フクギの開花フェノロジーを明らかにするため、石垣島にある防風林の6145本について2007年から2009年まで調査を行った。3年間で開花した個体は1781本で全体の29%であった。開花個体のうち3年連続開花したのは45%程度であった。開花性比は雄が雌の約2倍で、雄に偏っていた。1年のうちの開花期間は合計約5カ月で、フクギ属の他の樹種に比べてかなり長かった。性別では、雄は春～夏と秋の2期あるのに対し、雌は雄と同様に2期の年と春～夏の1期の年が存在した。個体ごとに見ると雄は開花期間中、複数回開花が見られたが、雌は4～10日間に集中して開花するものがほとんどであった。開花誘導および果実増産の報告がある環状剥皮処理を2009年春に開花しなかった雌個体に施したところ開花から結実まで至る結果が得られた。そのため沖縄で緑化木として利用されているフクギの植栽苗木の安定生産に伴う種子確保のため、環状剥皮は有効な手法であることがわかった。

キーワード：フクギ、雌雄異株、開花フェノロジー、性比、環状剥皮

I. はじめに

フクギ *Garcinia subelliptica* Merr. はオトギリソウ科フクギ属の樹木で熱帯・亜熱帯の海岸に特徴的に見られる樹木である (Li et al., 2007)。沖縄では古くから防風対策として屋敷敷いに植栽され、沖縄特有の集落景観における重要な要素の一つとなっている (仲里ら, 2011)。八重山地域にはフクギの植栽された集落も多くみられることに加え、近年の公共事業において、農地基盤整備の中でもフクギを植栽した防風林造成がすすめられている。

このようにフクギは沖縄において古くから緑化木として用いられているが、繁殖期に起こる大量の落花とそれに伴う独特な臭い、落果した果実の腐臭とそれに誘引されるハエなどによる不衛生が一部問題となっている。また、防風林や街路樹植栽のために、苗木の安定的な生産のための種子確保が重要な課題であり (谷口ら, 2008)、これらに対処するためにもフクギの繁殖生態を把握しておく必要がある。

沖縄県石垣島には国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点沖縄支所があり、圃場が防風林で囲まれその中にフクギが5000本以上植栽されている (写真-1)。そのすべての個体は1971年に植栽され樹齢がほぼそろっている。石垣島を含む八重山地方はフクギの自生地であるといわれており (天野, 1989)、この大規模林分の開花フェノロジーを明らかにすることは、フクギの自然環境における繁殖様式を知る上で重要な手掛かりになると思われる。

本研究ではこの37年生フクギ林分を用いて、2007年から2009年の3年間、フクギの開花期間、着花個体数の変動および開花バ

ターンの性差について調査し、フクギの開花フェノロジーについて明らかにすることを目的とした。この調査に加え、繁殖生態の中で重要な果実・種子生産に関する基礎的知見を実験的に得るため、多くの果樹で開花誘導や果実増産効果が報告されている環状剥皮処理をフクギに施し、開花誘導できるかどうかを試みた。石垣島は日本有数の台風襲来地であり、暴風により環状剥皮枝への損傷が考えられたため、完全環状剥皮処理に加え、部分環状剥皮処理も行い、開花率の違いを調べた。



写真-1. フクギで造成された防風林

II. 材料と方法

調査は、独立行政法人国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点沖縄支所 (24° 38' N, 124° 19' E) に研究林として植

*1 Nakazato, N., Arita, K., Ohminami, M., Ikebe, N. Y. and Nakashima, A.: Flowering phenology of 37 years old population of *Garcinia subelliptica* in Ishigaki Island, Okinawa.

*2 和歌山大学大学院システム工学研究科 Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

*3 国際マングローブ生態系協会 International Society for Mangrove Ecosystems

*4 和歌山大学システム工学部 Department of Environmental Systems, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

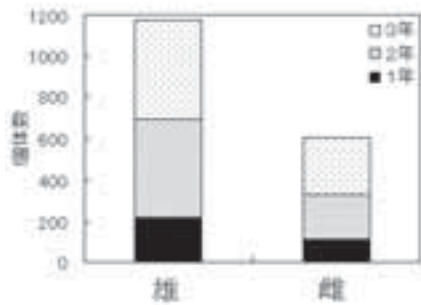


図-1. 3年間でみられた開花年数別個体数
3年：3年間連続開花，2年：2年開花，
1年：1年のみ開花を示す

栽されているフクギ林分で行った。所内圃場にある6145本はすべて1971年に植栽され、2007年時点で37年生であった。供試した個体の平均サイズは、樹高3～5m、胸高直径25～50cmであり、個体間約2mで植栽されている。圃場内に6m×200m～15m×200mの面積で27区画に分かれて植栽されていた。

2007年4月から2009年11月まで目視で各個体の開花の有無を記録した。開花個体は着いた花の形状より性を判別した。開花の基準は花弁が少し開いて中のおしべあるいはめしべが確認できた時とし、落花した時点あるいは雌花の花弁がすべて落ち、子房が露出した時点で開花終了とした。両性花を着けた個体も観察されたが、これらの個体はすべて雄花との雑居であったため、雄個体として記録した。各個体の開花期間は個体内に一つでも花が開いていれば開花日とし、つぼみがあっても花が開いていない場合は開花なしとして記録した。

開花誘導実験は環状剥皮法を用いて2009年5月に行った。環状剥皮は、2008年に開花が観察された雄4個体、雌3個体に行い、剥皮は太さ2～3cmの枝に長さ約5cmに渡って行い、ミズゴケとビニールテープで剥皮部分を保護した。

剥皮量による誘導効果の違いをみるため、完全環状剥皮（以降、全剥と表記）と部分的環状剥皮（半剥と表記）を1個体につき各5枝処理し、無処理の枝と共に経過観察した。

Ⅲ. 結果

1. 開花期

37年生フクギ林分において2007年～2009年の3年間、目視による調査を行った。その3年間で見られた開花年数別の個体数を図-1に示す。観察個体6145本のうち、3年間で開花が観察されたのは1781本で全体の29%であった。残る4364本は一度も花が見られず、性の判別はできなかった。開花が見られた1781本のうち、雄花をつけた雄個体は1177本で開花個体数の66.1%を占めていた。雌花をつけた雌個体は604本であった。

開花個体には3年間毎年花を着けた個体（n=751）、2年花を着けた個体（n=696）と1年しか開花しなかった個体（n=331）が存在した。それぞれの雄/雌比は1.8～2.0であった。3年間の開花回数を性別にみると、3年間連続開花した個体は全雄1781個体に対し484個体（41.1%）、全雌604個体に対し270個体（44.7%）で、雌雄ともに占める割合に差がなかった。同様に2

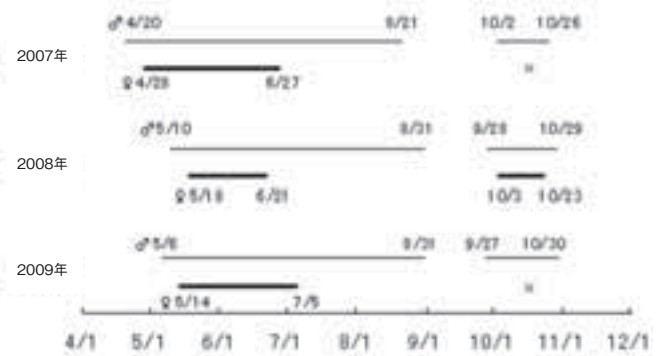


図-2. 2007～2009年の雌雄別の開花期間
x：開花なし、実線の左端の日付は開花日、右端の日付は開花終了日を示す

年開花した個体と1年のみ開花した個体の割合も雌雄で違いが見られなかった。

調査各年の性別でみた開花期間を図-2に示す。雄個体群は2007年4月20日に開花が始まり、8月21日まで花が見られた。8月22日から9月18日までは花だけでなく蕾も確認できなかった。9月19日頃から新たに蕾が見られるようになり、10月2日から26日まで再び開花が観察された。2008年、2009年も同様にそれぞれ5月10日、5月6日に開花を開始し、8月31日まで花が確認できた。しかし9月中に開花休止期間が存在し、9月28日（2008年）、27日（2009年）から再び開花し、10月29日（2008年）、30日（2009年）まで花が見られた。

雌個体群は2007年4月28日に開花が始まり6月27日まで花が見られた。その後翌年の2008年5月18日まで花は見られなかった。2008年は5月18日から6月21日まで開花が見られ、さらに、10月3日から23日まで開花が確認された。2009年は5月14日から7月5日まで開花が見られた。

雄個体群は調査3年間とも春から夏（以降I期と表記）と秋（以降II期と表記）の2回開花が見られたのに対し、雌個体群では3年ともI期の開花があり、2008年のみII期にも開花が観察された。開花日数は、雄はI期平均119日、II期平均30日であり、II期はI期の約1/4しかなかった。雌のI期の開花日数は2007年が61日間、2009年が53日間に対し、2008年は35日でかなり短かった。

各年の開花個体数の変化を図-3に示す。各年の雄の開花個体は2007年1244個体、2008年1500個体、2009年1160個体、雌では2007年448個体、2008年499個体、2009年416個体で、雄・雌共に2008年の開花個体数が多かった。開花性比（雄/雌）は1.8～2.0であった。

調査期間3年間で雄・雌共にII期のみ着花した個体はなく、I期のみ開花あるいはI期とII期両方で開花のどちらかであった。雄のI期+II期開花個体は毎年観察され、2007年207個体（26%）、2008年383個体（38%）、2009年182個体（25%）で、毎年少なくとも開花個体の1/4以上が春と秋の両方で開花していた。雌は2008年のみ85個体（16%）がI期とII期の両方での開花が見られた。

2007年の開花個体数の変化を図-4に示す。2007年、雄は4月20日に119本（15%）が開花し、24日に215本まで増加した。5月1日になると急激に増加して400本以上が開花し、5月13

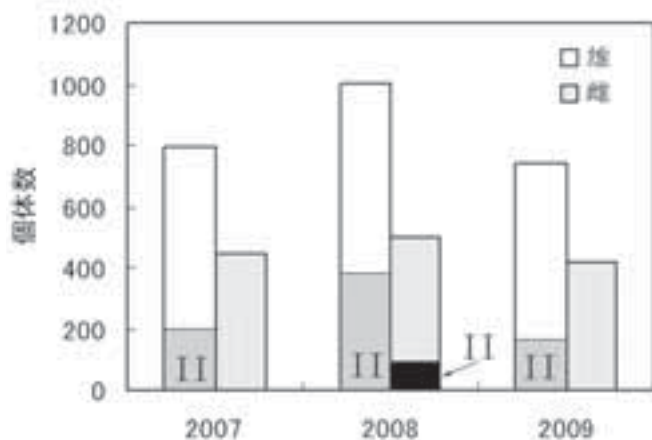


図-3. 各年の開花個体数と開花時期
IIは秋季開花を示す

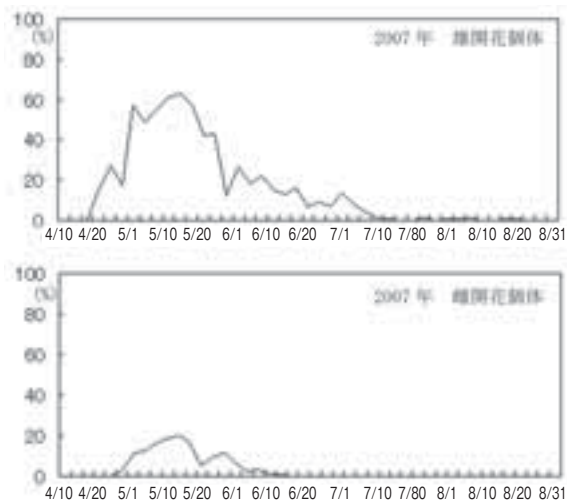


図-4. 2007年I期(春~夏)の開花個体数の変動

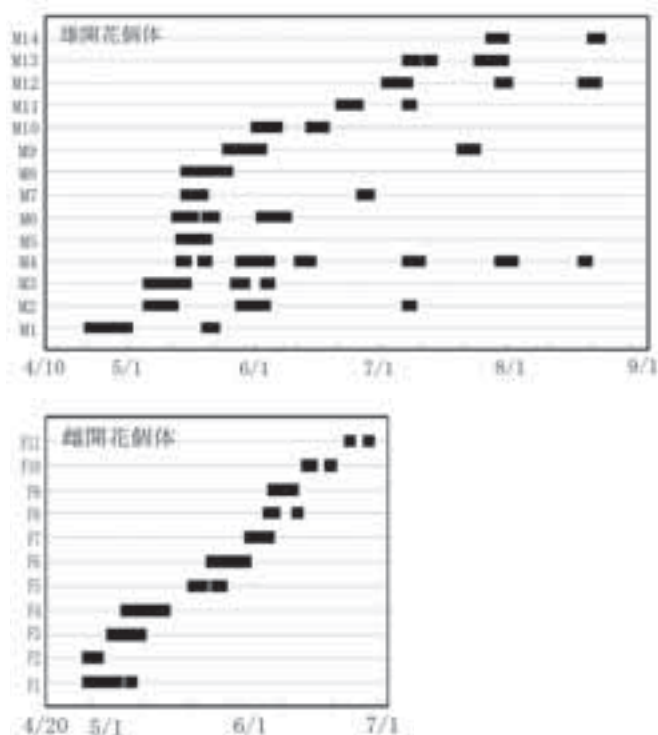


図-5. 2007年の個体ごとの開花期間
図中の黒太線は各個体の開花期間を示す

日に497本で最も多くなった。その後開花本数がいったん減少したが、29日には201本にまで再び増加した。その後いくつかのピークを示しながら徐々に個体数は減少し、7月10日以降は10本未満となり、8月22日に花はなくなった。

雌は雄の8日後の4月28日に開花が始まり、5月13日に89本(20%)開花し、観察期間中最多となった。その後はいったん20日に24本まで減少したが、再び増加して6月2日に開花個体数51本となったのち徐々に減少し、6月28日以降は花がみられなくなった。

2007年の個体ごとの開花期間を図-5に示す。個体毎の開花日を見ると、さまざまな開花パターンを示した。雄では開花開始日が個体によって異なり、I期内に複数回開花するものがほとんどで、1回しか開花しなかったものは8.5%であった。1回当た

りの開花連続日数を見ると、4・5月では4~10日と長かったが、6月以降では最大5日であった。雌も個体によって開花日に違いが見られた。しかし、雌ではI期内に1回しか着花しなかったものが多く、87%を占めた。複数回着花した個体は6月以降に多く見られ、再び着花するまでの間隔はすべての個体で4日未満と短かった。1回当たりの開花連続日数は4~12日で、6月後半になると4~7日と短かった。

2. 開花誘導実験

これまでの結果から、フクギは個体によってさまざまな開花パターンを示すことが明らかになったことを受け、2009年春に開花が見られなかった個体の剥皮による開花と結実状況の観察を行った。環状剥皮処理後の着花枝数の変化を図-6に示す。供試個体すべての無処理枝で開花が見られなかったが、剥皮枝では各個体で少なくとも1枝で開花を確認することができた(写真-2)。全剥処理区では、剥皮後29日目では開花は見られなかったが、53日目には雄全個体12枝、雌2個体8枝で開花が確認され、67日目には雌雄全個体26枝で開花が見られた。一方、半剥処理区は剥皮後67日目まで雄3個体8枝、雌2個体は1枝ずつしか開花しなかった。この実験によって開花を確認した雌個体の剥皮枝すべてに結実が見られた(写真-3)。

IV. 考 察

本調査ではフクギは毎年開花が確認され、1年のうち2回開花期が見られた。開花期間は春から夏にかけてのI期だけでも4カ月あり、1年のうちで合計約5カ月花が見られた。これまで言われていた5~6月よりもずっと長く(天野, 1989)、沖縄本島での報告(谷口ら, 2008)とほぼ同じであった。フクギ属のいくつかの種で開花パターンの報告があり、マレーシアとボルネオで調査されたほとんどの種で開花間隔が1年以上あり、中には数年開花しない種もある(Brearley et al., 2007)。一方、コスタリカの*G. madruno*は、1年に1度、約4カ月続く開花期がある。しかし、フクギのように1年で複数回開花する種は報告されていない。これがフクギの自然状態を反映したものか、人工的に植栽した林分のせいなのか、あるいはフクギにとって北限に近い沖縄の気候

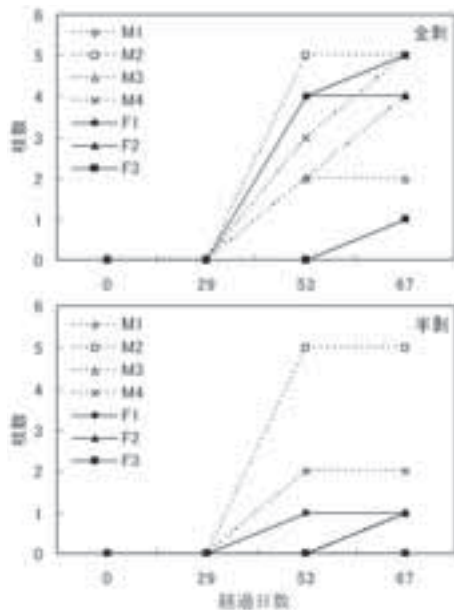


図-6. 環状剥皮処理後の着花枝数の変化
M1~4: 雄個体, F1~3: 雌個体を示す

によるものなのかは今後さらなる調査が必要である。

2007年~2009年の開花調査で3年間無開花個体が全体の70%も存在した。約15年生の個体群ではほとんどが開花した(谷口ら, 2008)ことから, 37年生の本個体群の大半が性的に未熟とは考えにくい。これは, 圃場内の植栽位置による日当たり不足など環境要素による開花抑制の可能性がある。

開花個体での性比は雄が雌の約2倍で3年間安定していた。沖縄本島での報告でも雄への偏りが存在する報告があり(谷口ら, 2008), 今回の結果も同様に性比が雄に傾いていた。マレーシア保護区にあるフクギ属7種はすべて雌に偏っており(Thomas, 1997), これらのほとんどが雌のアポミクシス(無融合生殖)であるため, 性比が雌に偏りやすいと指摘されている(Richards, 1990)。フクギは雄に大きく偏っていることからアポミクシスの可能性は低いと思われる。

個体レベルで見ると, 雌が4~12日間に集中して開花させたのに対し, 雄は開花期間中に複数回の開花が見られた。これは東生花群によるポリネーターへのディスプレイ効果で繁殖成功率を高めている(谷口ら, 2008)だけでなく, 雄が多数の花を順次開花させることで, 雌との受精の成功率をさらに高めていると考えられる。フクギの雌の開花期間が年によって大きく変化した(図-2)ことから, 雌の開花期に合わせて雄も集中的に開花させるだけでなく, 長期間わずかな雄花数であっても順次開花させ花粉供給を行うことがフクギの結実に有利に働いていると考えられる。

環状剥皮は林業や園芸などで導入されている手法で, 多くの種において果実や種子生産の増産に成功している(Teng et al., 1998; 松本ほか, 2007)。今回剥皮処理した雌個体の多くが結実まで至っていた。数年間無開花で性判別できない個体を処理することで, 本来なら何年もかかる性比調査を数年で終わらせること



写真-2. 環状剥皮を行った枝の様子
黒・白テープは環状剥皮枝部分で, 上部に花芽(白矢印)が見られた



写真-3. 環状剥皮枝に見られた雌花
花弁の一部が欠落し, 子房肥大が見られた

が可能であると考えられる。また, 雌個体への処理により, 雌花開花および果実収量の増産が見込めるため, 植栽苗木のための種子生産の安定化を図ることが可能であると思われる。

全体的な環状剥皮だけでなく部分的環状剥皮処理でも一部開花が見られたが, 部分的剥離皮では着花枝数が非常に少なかった。そのため, フクギの開花誘導を効果的に行うためには全体剥離が必要であると考えられる。この実験結果から, 一部樹皮を残すことがどのように開花を抑制しているのかを生化学的に分析することにより, フクギの開花にかかわる内生的な物質の探索などにつながっていくことが可能であると思われる。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり独立行政法人国際農林水産業研究センター熱帯・嶼島研究拠点沖縄支所の江川宜伸支所長ならびに井邊時雄前支所長には圃場内での調査の許可をいただいたほか, 多くのスタッフの皆様にも調査に対するご理解とご協力をいただいた。ここに謝意を表します。

引用文献

天野鉄夫(1989) 図鑑琉球列島有用樹木誌, 470 pp, 沖縄出版, 沖縄県.
Brearley F. Q., et al. (2007) J. Ecol. 95 : 828-839.
Li Xiwen, et al. (2007) *Garcinia*, Flora of China, vol. 13, Clusiaceae through Araliaceae, 548 pp. ed., Wu, Raven and Hong, Science Press, Beijing.
松本敏一ほか(2007) 園学研 6 (1) : 119-123.
仲里長浩ほか(2011) 日本造園学会ランドスケープ研究(オンライン論文集) 4 : 17-23.
Richards A. J. (1990) Bot. J. Linn. Soc. 103 : 233-250.
谷口真吾ほか(2008) 九州森林研究 61 : 21-25.
Thomas S. C. (1997) Amer. J. B. 48 (8) : 1012-1015.
Teng Y., et al. (1998) J. Jap. Soc. Hort. Sci. 67 (5) : 643-650.
(2010年11月23日受付; 2011年3月9日受理)