

# ボルネオ島の熱帯山地林に見られるラフレシアの生態について

佐 藤 阜

## はじめに

当時スマトラ島ベンクーレの副総督として勤務していたラッフルズ (Thomas S. Raffles) とアーノルド (Joseph Arnold) は、スマトラ島の密林の中で、異臭を放つ巨大な花を発見した。彼らが報告した植物は、花の直径が 1m 近くもあったので、世界中の人々が注目した。BROWN (1822) は、彼らを記念してその植物にアーノルディ・ラフレシア (*Rafflesia arnoldii*) と名付けた。その後、東南アジア地域を中心に 10 種以上の新種が発見された。

ボルネオ島では、WEBER (1967) がマレーシア領サバ州キナバル国立公園にラフレシアが分布することを最初に報告した。CORNAR (1978) はキナバル山東側斜面に産するラフレシアを写真で紹介し、その保護の必要性を指摘している。SATO (1984) は、そのラフレシアの 1 個体群を観察し、その形態と臭いの性質が、これまでに発見されたラフレシアとは異なることを報告した。その後、MELJER (1984) はキナバル国立公園周辺に発生するラフレシアには 3 種あることを認め、それぞれ *Rafflesia pricei*, *R. keithii*, *R. tengku-adlinii* と命名し、記載報告した。その結果、現在ラフレシア属には 14 種が含まれると考えられている。WEBER (1967) と SATO (1984) が報告したラフレシアは *R. pricei* にあたり、CORNAR (1978) が報告したラフレシアは *R. keithii* に相当することが明らかになった。

近年、マレーシア国民大学やサバ公園局のスタッフにより、*R. pricei* と *R. keithii* の 2 種は、熱帯山地林から人家に近い山麓まで、広く分布することが明らかになった。そして、MELJER (1984) は地域開発によってラフレシアが発生

---

SATO, Takashi : Ecological Study of Rafflesia in Tropical Mountain Forest of Borneo

富山県立雄峰高等学校

する熱帯山地林の樹木の伐採により、生育地が減少していることを報告し、ラフレシアを保護することを提案した。その後、サバパークはマムトのラフレシア発生地を金網で囲み（約 0.3 ha）、一般人の立ち入りを禁止したラフレシア・サンクチュアリを 1989 年に設けた。また、タンブナン地域では、森林局はラフレシア発生地を中心に約 356 ha を 1989 年、ラフレシア保護林に指定し、ラフレシア保護林を横切る幹線道路に隣接して、生態観察とラフレシア紹介のためのラフレシアセンターを作った。この施設を訪れる観光客は 1991 年 4 月に開設以来、毎月 1000 人を越える。この観光客の多くは開花したラフレシアを見るのが目的で、ラフレシアセンターから熱帯山地林の中を徒歩で 1 時間余りかけてラフレシア発生地を訪れている。今後、ここを訪れる観光客は激増すると考えられる。

*R. pricei* の生態は、BEAMAN & JUMAAT (1983), BEAMAN *et al.* (1988), KULIP (1988), KAMARUDIN (1991) により報告されているが、十分な情報は得られていない。そこで、ラフレシアの生育地が破壊されてしまう前に、ラフレシアについての情報をできるだけ記録しておく必要があると考えられた。

そこで、キナバル山の山麓に分布する *R. pricei* と *R. keithii* の分布構造、花芽の成長過程などの調査を行い、これらの種の特徴を明らかにすることを目的として研究をおこなった。

この研究を実施するにあたり、公益信託四方記念地球環境保全研究助成基金より研究助成を受けた。また、サバ公園局の Rajibi Haji Aman 氏、エコロジス

トの Jamili Nais 氏、Dolois Sumbin 氏、森林局の Julius Kulip 氏には現地調査に協力していただいた。ここに記して謝意を表する。

### 調査地域

調査地域はボルネオ島北部、マレーシア領サバ州のキナバル山周辺である。KAMARUDIN (1991) によれば、キナバル山周辺はサバ州でもっと多くのラフレシアが発生する地域である



図-1 調査地点とラフレシアの分布

(図-1)。その地域内のポーリン (Poring), マムト (Mamut), タンブナン (Tambunan) に調査地点 (写真-1) を設けた。*R. keithii* が分布するポーリンの生育地は、ポーリンと呼ばれるタケやトウ (籐) の仲間が混生する二次林で、その周囲には畑や人家がある。マムトの *R. pricei* と *R. keithii* が発生する地点 (ラフレシア保護区) は、熱帯山地林帯の原生林 (図-2) で、マテバシイやシイの仲間が高木層を構成している。タンブナンの *R. pricei* が発生する地点は、1983 年にラフレシアの発生が確認されたところで、標高 1,000 m～1,500 m に位置し、典型的な熱帯山地林 (図-3) である。

花芽の分布と枯死要因の解析は、マムトの 2 つの発生地 (M-1, M-2) に方形区を設けて森林構造の解析により行った。ラフレシアは地上部に姿を現すのは生殖器官である花だけなので、個体数は花芽の個数で数えることにした。花芽の成長過程の解析はポーリンの *R. keithii* とタンブナンの *R. pricei* について行った。それぞれの花芽にラベルを付け、毎月その直径を計測した結果を解析した。

### 調査結果及び考察

1991 年 8 月から 1992 年 8 月の期間に 3 回、現地で調査を行った。現地調査を行うに当たって、森林局とサバ公園局より許可を得てラフレシアの生育地に入った。



写真-1 タンブナンのラフレシア保護林

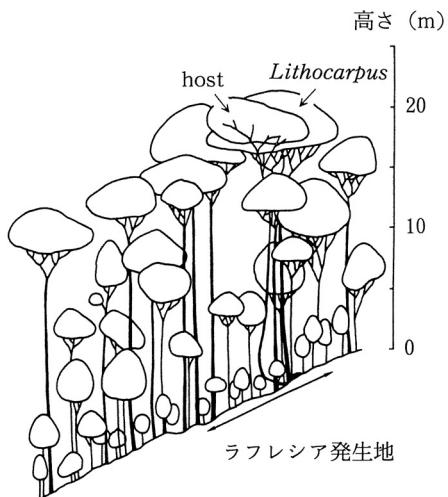


図-2 マムト調査地点の森林断面図

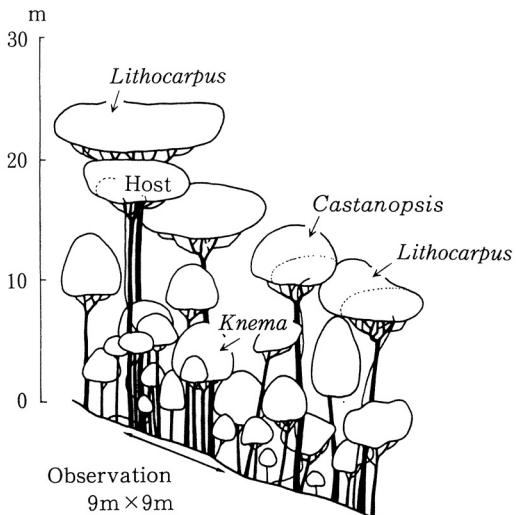


図-3 タンブナン調査地点の森林断面図

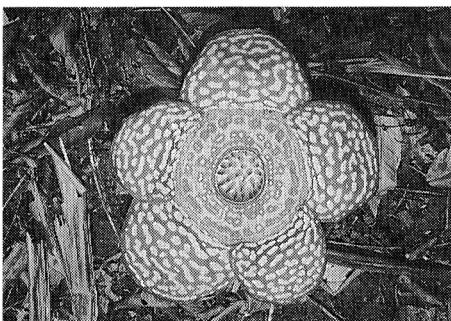


写真-2 *R. pricei* (タンブナン)



写真-3 枯死した花芽

マムト周辺の *R. pricei* 生育地は標高 1,000 m 付近を中心には 4 か所あり、そのうち 2 か所は林の伐採により、発生が見られない状態になっていた。また、タンブナン地域では 1983 年に最初に発見されて以来、多数の発生地が見つかり、現在 51 か所確認された。しかし、1992 年 7 月に新鮮花芽または花が観察された地点は 12 か所だけであった。

*R. keithii* の分布はマムト周辺からポーリンにかけて 5 か所で確認されていたが、今回の調査時に新たに 1 か所発生地が確認された。また、マムト (M-2) とポーリンの 2 か所で開花個体を観察した。

#### ① ラフレシアの個体分布

*R. pricei* (写真-2) の調査はマムト (M-1) とタンブナン (5 か所) で行った。それぞれの発生地では 14~46 個の花芽が観察されたが、触ると崩れてしまう枯死花芽 (写真-3) の割合は 32~77% (平均 56%) と高い値であった。新鮮花芽 (写真-4) の数は 1 ホスト当たり 4~21 個

で、平均すると 15 個であった。最も多くの新鮮花芽（21 個）が観察された集団はタンブナン（T-3）であった。

*R. keithii*（写真 5）の調査はマムト（M-2）とポーリン（P-1, 2）で行った。観察された花芽の数は 9～118 個で、枯死花芽の割合は 0～71%（平均 46%）であった。最も多くの新鮮花芽が見つかったのはマムト（M-2）で、1991 年 8 月に 1 ホストあたり 67 個が観察された。ポーリンの P-1 では、花芽の全てが新鮮花芽である集団もあった。

このようにラフレシアの花芽の多くは、開花に至る前に枯死している。枯死した花芽は湿っており、カビが生えたり多数の線虫が入ったりしていた（写真-3）。また、生育地で観察すると、開花個体はより明るいところに、花芽で枯死したものはより暗いところに分布しているようと思えた。

そこで、ラフレシアの花芽の分布と光条件との関係をマムトの M-1 と M-2 で調べた。生育地の光条件は林分の樹冠構造（写真-6）の影響を受けるので、花芽の分布を観察するために設けた方形区を利用して毎木調査



写真-4 新鮮花芽



写真-5 *R. keithii* (ポーリン)



写真-6 マムトのラフレシア発生地林冠

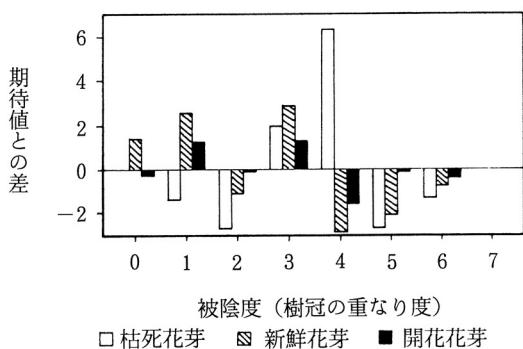


図-4 被陰度に対する花芽の出現期待値と観察値の差の関係 (M-1)

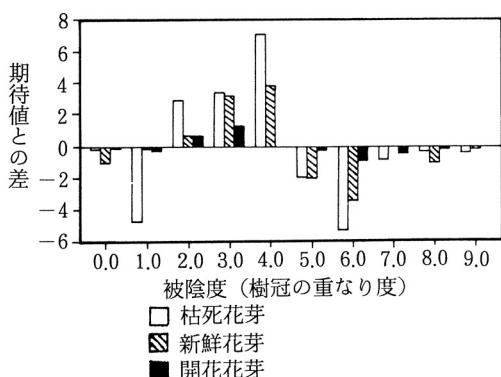


図-5 被陰度に対する花芽の出現期待値と観察値の差の関係 (M-2)

を行った。その結果から、樹冠の投影部分の重なり度を被陰度として指数化した。被陰度は方形区 ( $10 \times 10 \sim 15 \times 15 \text{ m}^2$ ) を  $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$  メッシュに区分し、それぞれのメッシュ上の樹冠の数とした。その値と新鮮花芽や枯死花芽、開花個体の分布との関係を調べた。

その結果、*R. pricei* が発生する M-1 では被陰度 3 が最も多く、方形区面積の 30% を占め、ついで被陰度 4 の 29%，被陰度 2 と 5 が 12% であった。被陰度 0 のギャップは全面積の 3% であった。また、被陰度 8 以上のメッシュは観察されなかった。*R. pricei* の花芽は被陰度 3~5 に多くみられ、その内新鮮

花芽はより被陰度が小さい方 (1~3) に、枯死花芽は被陰度が大きい方 (3, 4) にかたよって分布していることがわかった。花芽の分布が被陰度と無関係な場合のそれぞれの被陰度に分布するであろう花芽の数の期待値 (被陰度分布に対する花芽の出現期待値) と観察値との差を図-4 に示した。この図が示すように、新鮮花芽は被陰度 0, 1, 3 で正の値を取り、被陰度 2 と 4 以上では負の値を示した。逆に枯死花芽は被陰度 1 と 2 で負の値を示し、被陰度 3, 4 で正の値を示した。この結果から、花芽は明るい所の方が暗い所よりも生存に適してい

ることが示唆された。

*R. keithii* の発生する M-2 では、被陰度 5 の面積が最も多く、全体の 24% を占め、次いで、被陰度 4 の 19%，被陰度 6 の 17% であった。このことは *R. keithii* が発生する M-2 の林床の光環境は *P. pricei* の発生する M-1 より暗い環境であることを示す。しかし、被陰度 0 のギャップの面積は 3% で M-1 とほぼ同じであった。新鮮花芽と枯死花芽の両方は、共に被陰度 4 のメッシュに最も多く分布し、次いで被陰度 3 と 5 に多く分布していた。枯死花芽の方がやや被陰度の大きい値のメッシュに多く出現し、新鮮花芽は被陰度の小さいメッシュに分布する傾向が見られた。被陰度分布に対する花芽の出現期待値と観察値との差は被陰度 2~4 で正の値を示し、被陰度 5~8 では負の値を示した（図-5）。また、被陰度 1 では枯死花芽は負の値を示すことから、被陰度 5 というかなり暗い環境よりも被陰度 1~4 の明るい環境の方が生存に適していることを示唆している。

これらのことから両種に共通する枯死原因の 1 つは、暗い光環境と考えられ、そのような条件（被陰度が大きい）では、細菌やカビの繁殖が容易であると思われる。反対に樹冠の重なりの少ない（被陰度が小さい）所は、明るい光環境と考えられ、細菌やカビが繁殖しにくい所と推定され、生じた花芽が成長を続け開花に至る率が高くなると考えられた。また、被陰度の小さい場所は直接地表に落ちる雨が多く、

表土の腐植層が流されホストの根が露出する可能性が高いと考えられた。ラフレシアの種子にとって露出したホストの根は、寄生する為の良い条件となると推定された。

## ② 花芽の成長

ポーリンの *R. keithii* が生育する調査区で、現地の協力者と共に花芽の成長過程の追跡調査を行った。

1991 年 8 月にラベルした花芽は 16 個で、この内 3

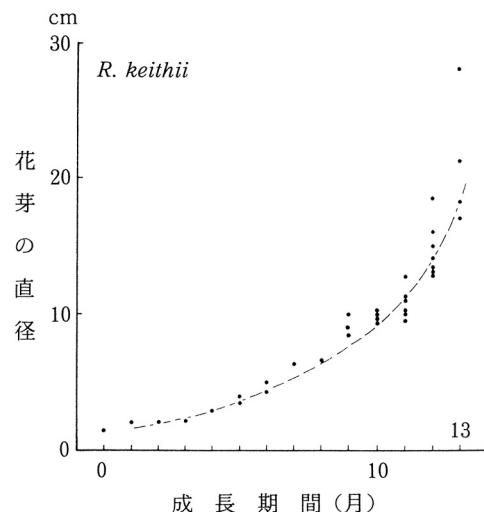


図-6 *R. keithii* の花芽の成長（ポーリン）

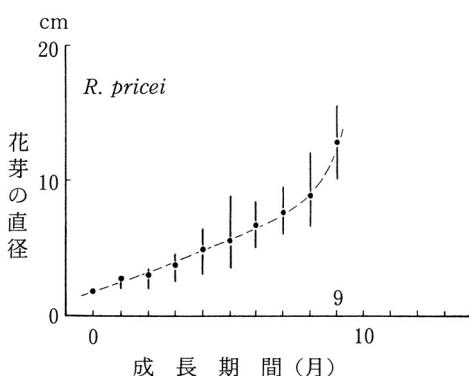


図-7 *R. pricei* の花芽の成長（タンブナン、森林局調べ）

と、*R. pricei* は花芽の直径が 2 cm クラスから開花直前の 16 cm クラスまでの期間は 7~9 か月と推定された（図-7）。このことは *R. pricei* の花芽の成長は *R. keithii* より速く、開花直前の花芽の大きさは *R. pricei* は *R. keithii* より小さいことが明らかになった。

### ③ 花の構造

*R. pricei* は 1982 年から 1992 年まで 15 個の新鮮な花を観察することができた。その内、雌花 1 個と雄花 4 個を確認できたが、他は不明である。花の直径はタンブナンの発生地で観察された 42 cm が最大で、平均値は 34 cm であった。花蓋の直径は 13~20 cm で平均 16 cm、その中央に直径 5~7.5 cm の穴が開いている。花筒の基部から花蓋（diaphragm）までの高さは 10~18 cm で、平均 15 cm であった。花被片（perigone lobe）は 5 枚あり、その内の 2 枚が他より短く 7~12 cm で、最も内側に位置していた。開花の様子を連続的に観察すると、この短い 2 枚の花被片が他の 3 枚の花被片（最大のものは 8~14 cm）を内側から外に向けて押し広げるよう展開する様子が観察された。花筒の中には直径約 10 cm の花盤（disk）があり、その表面には高さ 2.0~2.5 cm の突起（process）が 20~30 個あり、3 列の輪を作り並んでいた。花盤のオーバーハングした内側に直径 5 mm の薬が並んでいる。薬は粘液質で、さわると黄色い薬がついてくる。雌花ではこの薬がなく、花盤の内部に多数の網目状に配列した胚珠が見られるだけで、他の外部形態には差は確認できなかった。

*R. keithii* は 1990 年 8 月～1992 年 8 月までに、雌雄それぞれ 1 個と不明 1 個の計 3 個の新鮮な花を観察することができた。開花状態の最大直径は 58~72

個が開花した。その結果、花芽の直径が 2 cm クラスから開花直前の 20 cm クラスまで成長する期間は 10~13 か月間と推定された（図-6）。また、開花直前の花芽の直径はサイズ分布から予想された推定値（16~20 cm）とほぼ等しかった。タンブナンでサバ森林局が *R. pricei* について調べたデータを解析してみると

cmで、*R. keithii*で観察された最大のものよりやや小型であった。花蓋は*R. pricei*が水平におおっているのに対して、*R. keithii*は円錐上にせりあがっている特徴が見られた。また、花蓋の中央にある穴は大きく、花蓋の直径に対して約80%に達する。花盤の突起の高さは*R. pricei*とほぼ同じであった。

#### ④ 保護について

マムト地域の*R. pricei*と*R. keithii*の生育地(M-1, M-2)はサバ公園局により、Rafflesia Sanctuaryに指定され、一般の人は自由に入れなくなっている。今回の調査でもたくさんの観光客が自由に見ることができるタンブナンの生育地では密度の極端な減少が観察されているが、マムト地域ではこのような減少は今のところ見られていない。生育地への人間の干渉をできるだけ少なくする意味で、高い金網の柵を設けるのは、花芽の持ち去りを防止し、生育地の土壤表面を守るために有効な方法と考えられる。しかし、種子散布の担い手と考えられているツパイやノブタなどの侵入が妨げられるので、大型動物が乗り越えることができない柵を設ける場合にはかなり広い面積を必要とする事が示唆された。

また、タンブナンでは遊歩道が設けられ、一般観光客が自由にラフレシアを見る事ができるのだが、踏みつけによる宿主の根の傷みが多数見られたので、ラフレシアの観察はレンジャーのガイドによるガイドウォークの形式とし、レンジャーの指導のもとに見学する形式にする方法が望ましいと考えられた。その時には、ラフレシアの生育地の環境を変えない場所と見学コースに用いる場所とを区別する必要がある。

- (引用文献) KULIP, Julius. 1988. Rafflesia di SABAH. Fro Bulletin, No. 12.  
BEAMAN, John H. and A. JUMAAT 1983. Observations on Rafflesia in Sabah. Sabah Soc. Jour. 7 (3) : 208-212. BEAMAN, R.S., P.J. DECKER and J.H. BEAMAN. 1988. Pollination of Rafflesia. Amer. J. Bot. 75 (8) : 1148-1162. BROWN, R. 1822. An account of a new genus of plants named Rafflesia. Trans. Linn. Soc. Lond. 13 : 201-234. JUSTESEN, P. Th. 1923. Morphological and biological notes on Rafflesia flowers, observed in the highlands of Mid-Sumatra. Ann. Jard. Bot. Buitenzorg 32 : 63-73. MELJER, W. 1984. New species of Rafflesia (Rafflesiaceae). Blumea 30 : 209-215. ———. 1985. Saving the world's largest flower. National Geographic, July, 136-140. KUIJT, J. 1969. The Biology of Parasitic Flowering Plants. 104-1114. SATO, T. 1984. Wild flowers of Southeast Asia. Tukar-menukan.