

# アマゾンの花粉媒介事業

中村 純

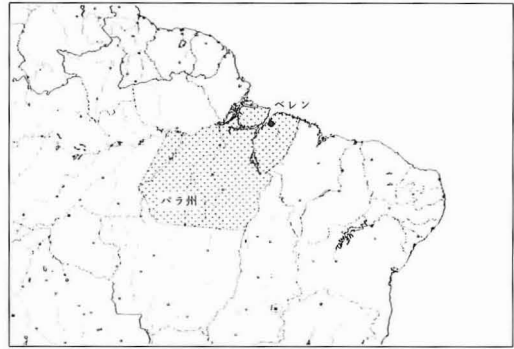


図1 アマゾン河口に位置するパラ州

ブラジルアマゾン農業研究協力計画はブラジル共和国農業省の外郭組織であるブラジル農牧研究公社 EMBRAPA に設置された湿潤熱帯農牧研究センター CPATU と日本の国際協力事業団 JICA の提携事業である。1990年6月に開始され、1995年6月で5年の研究協力期間を満了するが、さらに2年間の延長が決定している。この事業には、天然物化学分野（香辛料、着色料、生薬など）へは厚生省が、作物栽培、病理などの分野には農林水産省が関係省庁として参画しており、予算規模も大きく、これまでに長期短期あわせてのべ22名の専門家の派遣、のべ21名のカウンターパート研修の実績がある（1995年3月現在）。

この事業の研究課題は多岐にわたっており花粉媒介に関する研究課題も含まれている。その研究成果の一部はすでに本誌16巻1号（p. 27）で「アマゾン地域におけるベニノキの花粉媒介送粉昆虫」と題して掲載されている。本稿では筆者が国際協力事業団の短期専門家として派遣された1994年9月からの3か月間に進展のあったブラジルナッツに関する研究を中心に、アマゾン地域での花粉媒介研究の今後について報告したい。

## アマゾン河口のパラ州

赴任先の研究センターは赤道に近いアマゾン河口の、とはいえ大西洋まではまだ100km離れた港町ベレンにあった（図1）。気候的には明確な乾季が短く、非常に高湿で暑いところであると聞いていたが、滞在期間がその短い乾季に当たり、比較的しのぎやすかった。12月には早くも雨季に入り、日に何度か激しい雨が降るよ

うになった。

このパラ州には、コロニアと呼ばれる移住地を本拠地として、あるいは移住地には帰属しないで自営農家として農業に従事している日系移住者が多い。入植当初はコショウ生産の最盛期だったが、その後の病害の蔓延でコショウは壊滅的な打撃を受けた。アマゾン農業研究協力計画もともとこれら日系コロニアへの支援の色合いを濃くしており、現在も移住地で作付けされる作物に関して、特にコショウの病害防除や果実の栽培技術を研究課題の中心に据えている。コショウから果実生産に主力を移している日系移住者の技術水準は高く、ある意味ではブラジル北部農業の牽引力となっている。

パラ州の産業は農漁業が中心で、移住者の農場で生産された熱帯果実や野菜類は州内消費の余剰が近年整備された道路網を利用して南部に出荷される。一方日常の食生活向けに需要の高い農産物の生産は南部の温帯地域に依存しており、出荷の帰り車で米、野菜、温帯性果実などを運び込んでいる。生産者としては一見むだがないが、パラ州の農産物の消費者価格がブラジル国内でも高いといわれる所以でもある。

## 花粉媒介プロジェクト

花粉媒介に関する研究は栽培技術分野に含まれており、「パラ州における経済性植物の受粉昆虫の同定と飼育技術に関する研究」という課題名で、アマゾン原産の4種類の植物の送粉者の飼育と増殖をねらっている。もともとの国際協力事業団案には含まれていなかったがブラジル側の要請で追加されたと聞いた。



図2 ブラジルナッツの花

研究対象植物は、ベニノキ（現地名 urucu）*Bixa orellana*（ベニノキ科）、バクリ（bacuri）*Plantonia insignis*（オトギリソウ科）、オオバナカカオ（cupuacu）*Theobroma grandiflorum*（アオギリ科）、ブラジルナッツ（castanheiro do Para）*Bertholletia excelsa*（サガリバナ科）の4種である。経済性植物とはいうものの、現状で大規模に栽培管理されているのは食用色素アトーの原料となるベニノキと、果実をジュースやアイスクリーム、菓子などの加工用に利用するオオバナカカオ（日系移住地で集中生産している）で、残る2種については今のところ収奪農業の域をでていない。それでも種子を油脂原料とするブラジルナッツは、その現地名（意味からパラ栗などと訳す）からもわかるように、パラ州がブラジルにおける主生産地で収穫量は現在も年10000t近くに達する。

これら4種の植物の花粉媒介についてはこれまでも若干の研究がブラジル内外の研究者によって進められてきた。本研究を通じても、特にそれぞれその受粉機構に非常に興味深い特徴があることがわかってきた。先に紹介したベニノキは虫媒花であるが、アルハナバチのように振動集粉をするハナバチが必要であった。マンゴスチンに近縁なバクリはオオムの類による鳥媒花であることが予想されている。オオム類花粉媒介はオセアニアでは報告があるが南米ではおそらく初めての例となるだろう。オオバナカカオは小型のハナバチ、おそらくハリナシバチ類による送粉が有効であると考えられるが、訪花は確認したものの受粉への寄与の証拠は得

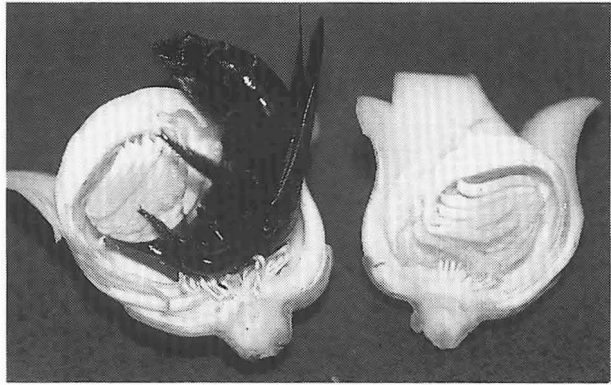


図3 花の構造と花の中での送粉者 *Xylocopa*

られていない。ブラジルナッツは花の構造の特異性から、大型のハナバチでなければ受粉が不可能であることが今回の調査で明らかになった。この研究では、さらに送粉者の同定を進め、適当な種については飼育と増殖をねらう。

### ブラジルナッツの送粉者

派遣時点ではいく種かの訪花昆虫の採集が行われていただけで受粉の様式も明確ではなかった。特に通常のブラジルナッツの木は40~50mにも達する高木であり、また開花後果実の成熟に1年を要する。CPATUの圃場に植えられた10年生の株は花期がそろわず、全般に結果率が低く、また肥料の加減で結果率が変わるということもあって交配試験ができる状況にはなかった。このため地方の試験栽培地と天然林内のブラジルナッツで送粉者を採集することにして、同時に花の構造や訪花昆虫の花の上での行動から受粉様式を推定することにした。

ブラジルナッツの花は非常に特殊な構造で、一部の雄ずいが融合して形作った半球状の蓋が葯を付けた雄ずいと雌ずいを覆い隠している。花蜜は隠された花の内部で分泌され、チョウ類はこの蓋と花弁の隙間に長い口吻をさし込んで吸蜜できるが、ハナバチ類はこの蓋の部分を持ち上げて内部に侵入するしかない（図2, 3）。このときに背面が雄ずいと雌ずいにふれ、送粉が完了するらしい。中性赤による染色によって発香組織の分布を調べると蓋が持ち上がる側の部分への偏在が認められた。これもブラジルナッツの花が花の中に入り込む送粉者を利用して

表1 ブラジルナッツの送者

科	種
Apidae (ミツバチ科)	<i>Bombus brevivillus</i> <i>B. transversalis</i> <i>Eulaema</i> sp. (属まで同定)
Anthophoridae (コシブトハナバチ科)	<i>Xylocopa frontalis</i> <i>X. aurulenta</i> <i>Epicharis rustica</i> <i>E.</i> sp (属まで同定) 種名未同定 (科まで同定)

\*同定作業は CPATU の他、  
ゲオルジ博物館、サンパウロ大学に依頼した

いることの一つの根拠になるだろう。

そこで、採集した訪花昆虫のうち花の中に入ることのできたものを送粉者と見なして同定したところ、いずれも体長 20mm を越えるような大型のハナバチ類であった (表 1)。

### 飼育と増殖

課題は、送粉者の同定作業では終わらず、それをいかに増やすかという点に及んでいる。ブラジルナッツの送粉者のうち、マルハナバチ類は社会性であるが、それ以外は単独生活を送る種である (*Eulaema* 属については亜社会性の種である可能性があり調査中である)。したがって現在商業的に飼育、増殖されるミツバチやマルハナバチとは異なり、人工環境で飼育して増殖させることは困難であろう。逆にマメコバチやマレーシアでパッションフルーツの送粉に利用されているクマバチ類と同じように圃場内に営巣場所を設置する方法が有効と思われる。ただしブラジルナッツ自体がまだそれほど栽培化されていないので自然林の中で個体群密度を上げることが必要となる。

採集したハナバチのうち、コシブトハナバチ科に属するものは木材に穴をあけて営巣する習性を持っているので、木のブロックにドリルで穴をあけたものを森林内に設置する方法を採るのがよさそうであった。この方法は森林内の個体群密度を調査する場合にも用いられているので、試験結果の評価の方法としても試してみる価値は充分にある。残念ながら 3 か月の派遣期間では達成できず今後の課題となっている。

### 環境と送粉者

ミツバチの場合には必要な時期に別の場所で維持管理しておいた蜂群を、圃場に持ち込むだけで目的の作物の送粉効率を上昇させることができ、収量の増加や、果質の向上を図ることが可能となっている。マルハナバチでも同じことが行われている。しかしいずれも有限な空間における栽培体系でのみ可能な方法といえる。

ブラジルナッツは子実生産の面からは経済性植物であるが、現状では収穫量の大半は天然林に依存している。その点で生態学的にも注目すべきであろう。実はブラジルナッツは、多様度が高く優占種がないといわれるアマゾンの熱帯雨林において最高の樹高に達し、この密林を特徴づけているらしい。分布密度は必ずしも高くないようだが、実際には地域によって差もあり、0.5~29 本/ha まで幅広い記載がある。したがって、ブロックを配置して個体群密度を上げて目的のブラジルナッツの送粉に役に立つという保証はない。破壊が進んでいるとはいえ、広大な密林全体に人為的な営巣空間を設置することは不可能で、それよりはその密林自体を保護することを考える方が、送粉者の個体群密度を保つという点では本質的である。

特にアマゾンでの森林破壊は、随所に昇る煙からもその進行が伺えるが、開発というよりは、多くの場合、それほど手を入れないで牧場化するためだけに行われているようである。森林から牧場になった場合の土地の収益性の向上については必ずしも明確ではない。ブラジルナッツのように木材としても価値のあるもの (橋脚材、解材など耐水性が要求される場面で貴重) は先に伐採されることもあると聞いたが、多くの場合にはそれが経費的に見合わないため (多くは違法行為)、短い乾季をねらって単純に焼き払っているようである (図 4)。焼け残った立木は木材やあるいは木炭材として利用される。近年、特に多様度の高い生態系を保全しようという観点からアマゾンの熱帯雨林の保護が訴えられているが、アマゾン原産の植物資源に依存した収奪農業の存続のためにも、つまり人

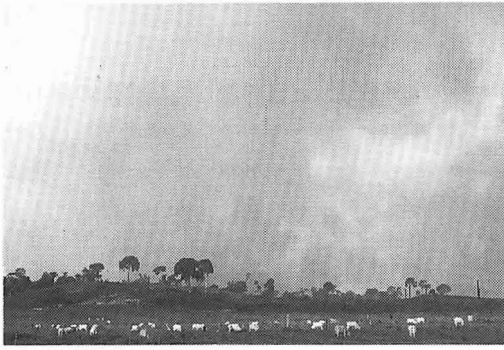


図4 密林から立ち上る猛煙

間を含んだ生態系としても保全には努力が払われるべきであろう。

#### 環境保護とブラジルナッツの生産性

しかし生態系ごと保存するとした場合、はたしてブラジルナッツの生産性は向上するだろうか。生態系を現状維持しつつ特定の植物とその送粉者だけに利するようにはあり得なさそうである。ブラジルナッツの自然結実率は1%以下といわれるが、自然条件下でこれを大きく越えることには様々な制限要素が働くだろう。

前述したように種多様度の保存は必要なことであるが、これは農業の従来の基本的な形態とは矛盾している。生産性を高めるためにはもっと栽培密度を上げること、なおかつブラジルナッツの場合には樹高を低くすることが望まれる。しかしそのような圃場は平面的にも空間的にも天然林とは大きく見かけが異なり、内包できる動植物種の多様度も大きくかけ離れたものになる。そのような圃場では、木のブロックを吊して送粉者を誘引する手段を講じなければ送粉による結果率を向上させられないであろう。

しかし誘引した送粉者は、特定の花期を持つブラジルナッツだけではその期間しか餌が手に入らず、長期的な生息は困難となる。優れた飼育方法を開発して短期的にハナバチを供給することも一つの解決策ではあるが、送粉者として有効な密度を人工的に得るのは困難で、なおかつ面積的な制約を受けるだろう。というのも現在、パラ州に隣接するアマゾナス州でブラジルナッツを輸出目的で生産している農園はその面積が1000~4000haにも及ぶからである。

結局のところ、送粉者の密度の維持のためには、農園周辺や農園内に短冊状の天然林や再生林を残すことが必要とされるだろう。これによって、ブラジルナッツの花期に十分な送粉者が得られるようになり、また基本的に単相林である農園内では交配率が上がり、種間競争による結果率の低下もある程度軽減できる。これが大規模農園でのブラジルナッツ生産には欠かせないと考えられる。その場合でも、農薬の使用など自然林内の環境を損なう要素をできるだけ排除しなくてはならないので、ブラジルナッツの病害虫には特に気を使うことになるだろう。

一方で、今のところ生産量の大部分に寄与している天然林から拾い集められるブラジルナッツの量の推移、たとえば1979年には約25000tと記録され、現在ではその3分の一ほどにとどまっているが、これは直接天然林の減少を反映している。この点では残る天然林の保護も急務といわざるを得ない。

特に、上述の病害虫への抵抗性系統や、結果率の高い系統、あるいは高品質系統の選抜など、現在のところ必ずしも進められていないブラジルナッツの育種に関して、天然林内に分布するブラジルナッツは遺伝資源としても重要である。こうしたブラジルナッツを維持し、またその送粉者を維持する唯一の方法は、天然林の保護以外にない。

ブラジルナッツが今後もパラ州にとって経済性植物であることは間違いないだろう。しかし大規模な農園が展開し、そこで送粉者としてのハナバチを増殖、放飼することよりも、果実の採集人が麻袋を肩に担いで密林に消えていく姿の方に郷愁を感じて魅力的だと思うのは、研究に携わる心構えに問題があるだろうか。

(〒194 町田市玉川学園6-1-1 玉川大学)

#### 参考文献

- Maues, M. M. and A. C. Venturieri. 1995. ミツバチ科学 16(1): 27-30.  
 Nelson, B. W. et al. 1985. Acta Amazon. Suppl. 15(1-2): 225-234.  
 Smith, N. J. H. et al. 1992?. Tropical forests and thier crops. Comstock, Ithaca. pp. 384-402.