

フィールドで観察された ブラジル産プロポリス起源植物

加藤 学・山田 英生・藤善 博人・
河合 伸之・杉本 広之

主婦の井戸端会議でもプロポリスという言葉が通じるようになり、数年前に比べプロポリスが一般の人々にも浸透し始めてきた。

世界各地でプロポリスの研究が進展しているが、依然として注目を集め続けているのがブラジル産プロポリスである。従来知られていた抗菌、抗炎症などの効果に加え、抗癌、胃潰瘍、肝臓病への効果 (Park et al., 2000; 佐藤, 宮高, 1999; Sugimoto et al., 1999), さらにエイズ (HIV) に対する抗ウイルス作用が明らかになってきた (Park et al., 2000). これらの多岐にわたる効果と相関するように新規の有用成分が次々と単離され続けている。しかしすべてのブラジル産プロポリスにおいて上述した効果を期待できるとは限らない (Park et al., 1997).

なぜなら、プロポリスの主要な原料が植物であり、ブラジルの植生は多種多様で地域によっ

てめまぐるしく変化するからである。この起源植物の研究は重要でありながら極めて少なく、未知の部分が多い。その割に、真実かどうかかわからない情報が先に広まる傾向にある。現在まで正確に証明されたのはブラジルにおいて7種である (Banskota et al., 1998; Malaspina and Palma, 1998; Bankova, 2000). それらを列挙すると、ナンヨウスギ科の *Araucaria heterophylla*, 同属の別の1種でおそらくパラナマツ *A. angustifolia*, ウルシ科のコショウボク *Schinus terebinthifolius*, キク科のアレクリン *Baccharis dracunculifolia*, 同属の別の1種 *Baccharis* sp., フクギ科の *Clusia minor*, *C. major* である。

以上の理由から産地別ブラジル産プロポリスの起源植物を解明することは、安定した安全な良質のプロポリスを生産するために不可欠であり、さらに作用の異なる差別化したプロポリス

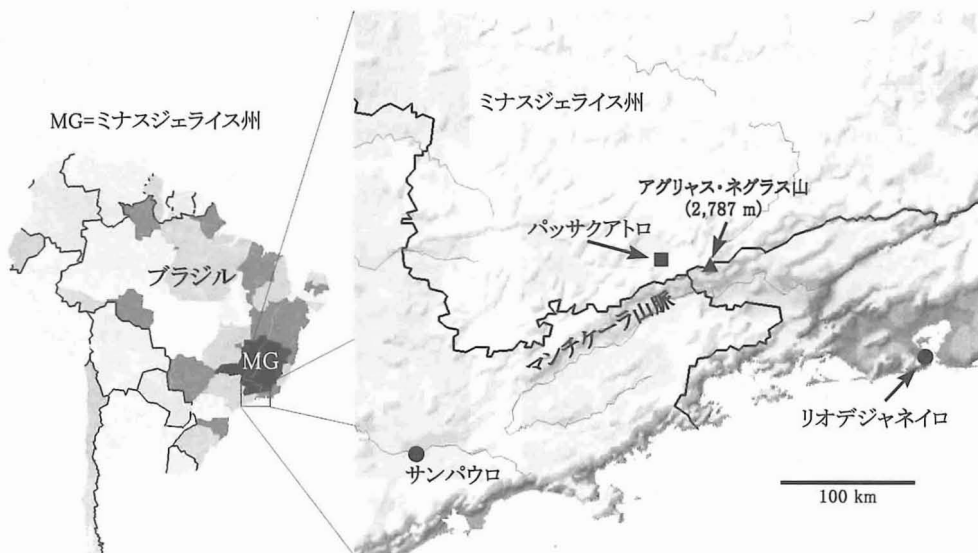


図1 ミナスジェライス州の南端に沿うマンチケイラ山脈の北面が調査地パッサカアトロ



図2 マンチケーラ山脈

の生産を将来可能にするだろう。そこで私たちは、良質のプロポリスが採取されるといわれているミナスジェライス州で、まず野外調査を通じて起源植物の研究を行った。

調査期間と調査場所

1999年10月に数日間の予備調査と2000年2月に1か月間の本格的な野外調査を行った。

調査場所は、ブラジル国ミナスジェライス州パッサクアトロ町のマンチケーラ山脈の一角である(南緯 $22^{\circ}24'$ 、西経 $44^{\circ}63'$; 図1, 2)。標高は約1,000~1,600m、気候は、亜熱帯気候に属し、夏の平均気温 22°C で、冬は 15°C である。朝晩は夏でもかなり冷え込む。

ミナスジェライス州には10,000種を超える植物が生育しており、この数は日本産の約7,500種より多い。パッサクアトロの植生については現在まで部分的に調査され、同じ町内でも場所や標高により植生が異なることが報告されている(Conti et al., 1999)。調査を行った5つの養蜂場周辺の植物に関しては、後述の表

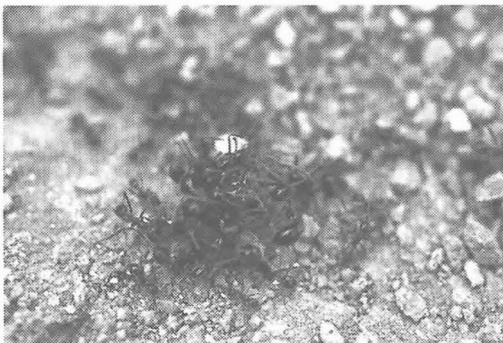


図3 通りがかりに昆虫を餌食にするグンタイアリ

2を参照してほしい。

養蜂場周辺で目を引いた昆虫は、やはり南米特産のサファイア色に輝くモルフォチョウの1種(*Morpho sp.*)の雄である。優雅な姿を見る一方で、地面ではグンタイアリの1種(*Labidus sp.*)が(図3)、通り道にいる昆虫を次々と餌食にしていく壮絶な移動を観察できた。よく目に付いた昆虫としては、アフリカ蜂化ミツバチ以外に、シロアリ目のシロアリ類、ハチ目アリ科のアリ類、スズメバチ科アシナガバチ亜科ポリビア族のハチ、ミツバチ科ハリナシバチ亜科のハチである。いずれも真社会性を営み、生態系に重要な役割をしている昆虫である。特にシロアリ塚を至るところで見ることができた。

なお調査場所で飼育されているアフリカ蜂化ミツバチは、*Apis mellifera scutellata*と*A. m. ligustica*か*A. m. mellifera*の間の雑種であると考えられている。

調査方法

以下に調査の順序を示す。

- 1) 調査場所のプロポリスとアフリカ蜂化ミツバチの調査
- 2) 期待される植物の調査(次ページ注)



図4 巣箱に仕掛けた花粉トラップ(上)と、トラップ内の花粉団子とプロポリス団子(黒く見える大きいもの。実際には深緑色をしている)



図5 プロポリスがほとんど見られなかったシロアリ塚再利用の自然巣(左、側面を壊してある)。巣門には花粉だごをつけた採餌蜂がたくさん戻ってきていたがプロポリス荷をつけていたものは見られなかった

- 3) 植生から起源植物を推測
- 4) 起源植物からミツバチがプロポリス原料を採取している証拠写真の撮影
- 5) その植物と養蜂場の周辺に生育している植物の採集
- 6) 専門家への同定依頼

(注) 期待される植物とは、1) Crane (1990) により纏められた起源植物と同種または近縁種、2) アレクリンという名前で呼ばれている種類、3) 現地の情報からの種類である。

調査場所で採取できたプロポリスと アフリカ蜂化ミツバチ

まず調査場所でどのようなプロポリスが採取されるのかを知るために、プロポリスを巣からの直接採取や花粉トラップを付けての採取によって調べてみた(図4上)。その結果、ミツバチが集めてくるプロポリスは、すべて深緑色のプロポリスであった。なお新芽や葉を原料としていると思われるグリーンプロポリスは、花粉と同様にトラップの下に落ちた(図4下)。落下しないポプラなどのプロポリスに比べ多少粘性が低いのではなからうか。同じ調査場所で以前に養蜂家が採取したプロポリスは、茶色や赤褐色のものが少し混じていた。季節によってもミツバチが利用する起源植物の相違が多少あるのかも知れない。なお同時期にミナスジェライスとサンパウロ州で採取されたプロポリスは、茶色や黒色まで変化に富んでいた。

アフリカ蜂化ミツバチの生態調査において、

自然巣と飼育された巣とそれぞれのミツバチを観察した。シロアリ塚内に存在した自然巣においては(図5)、外勤蜂の観察と巣の解体調査の結果ほとんどプロポリスを集めていなかった。また飼育している巣でも隙間のない巣箱などは、ほとんどプロポリス原料を集めに行く個体を観察できず、花粉や蜜集めに出ていた。アフリカ蜂化ミツバチは、いつでも頻繁にプロポリスを集めるイメージがあるが、それは大間違いで、巣の状況により大きく左右されることがわかった。私たちは、ハチの生態から野外でプロポリス起源植物を探すためには、ハチにプロポリスの採取を促す状況作りの重要性を知った。

この生態を応用したプロポリス採取巣箱があるが(図6)、現在はあまり用いられていない。早く採取できる長所があるが、短所としてプロポリス中に蠟が混じりやすいことと日光にさらされやすくなり品質が落ちるためである。現在

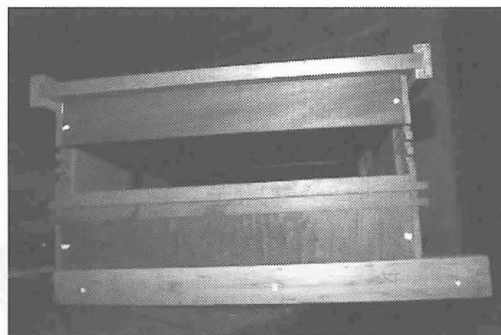


図6 プロポリス採集用巣箱。巣箱側面は細い棧を積み重ねた構造で、これをひとつひとつはずして隙間を作りプロポリスを付着させていく。最終的に大型の板状のプロポリス塊を収穫できる



図7 プロポリス起源植物の調査に際して巣箱の交換を行った。アフリカ蜂化ミツバチは攻撃性が強く、多数の蜂が飛び交う中での作業となった。

はさらに進化した方法でプロポリスを集めているという。

そのようなわけで効率的な調査をする1つには、野外調査の前に巣箱の交換か(図7)、巣箱に隙間を作る必要がある。しかしミツバチが攻撃的なため危険を伴うだけでなく、ハチミツを生産している養蜂家にとってはミツバチが花に行きにくくなり、生産性が低下するので簡単



図8 アレクリンの頂芽を囓り取るミツバチ。触角で芽を探っている。後肢にはすでに別の頂芽から取ってきた滲出物塊がついている



図9 アレクリンが生育する再生林。広範囲に群生が見られる

に進まない。

なお読者は、キラービーの異名を持つアフリカ蜂化ミツバチの攻撃性について興味をお持ちのことだと思う。攻撃性は、想像以上に強く執念深かった。500 m以上追いかけて来るさまは、実際体験してみないと実感が湧かないかも知れない。ちなみに私たちの調査期間中にブラジル内でこのミツバチの多数刺針により1名亡くなっている。ミツバチで死ぬのかと疑問に思われる方もいらっしゃるかも知れないが、マウスに対する毒性(LD₅₀=2.8 mg/kg)と蜂1頭分の毒量(約150 μg)と攻撃可能な蜂数(1,000頭以上)を考える(体重60 kgなら半致死量は60×2.8 mg=168 mg、この量はミツバチ1,120匹分の毒量に相当)と不思議なことではない。私たちの調査した巣では、攻撃性は巣内のハチの数に比例する傾向にあった。なお調査地の養蜂家は、1か月に一回だけ巣箱の内検

表1 期待していた起源植物

| 科名 | 種名 |
|-------------------------|---|
| マツ Pinaseae | <i>Pinus elliottii</i> |
| ナンヨウスギ Araucariaceae | <i>Araucaria angustifolia</i> ⑤ |
| アオイ Malvaceae | <i>Hibiscus</i> sp. |
| フトモモ Myrtaceae | <i>Eucalyptus</i> spp. <i>Psidium</i> sp. |
| シソ Labiatae | <i>Rosmarinus officinalis</i> |
| キク Compositae | <i>Baccharis dracunculifolia</i> ④ <i>B. tridentata</i> <i>Vernonia</i> sp. |
| イネ Gramineae | <i>Brachiaria ruziziensis</i> |

④: アフリカ蜂化ミツバチ; ⑤: 調査場所に生息していたハリナシバチによる利用が認められた起源植物



図10 *B. trimera* (左) と葉を嚙ってみせる Cláudio 氏 (右)

をすとのことである。

植生の異なる養蜂場周辺での観察から

期待していた約10種の植物から探せたのは、わずか1種である(表1)。それは、ブラジル名で“Alecrim-do-campo”(アレクリン・ド・カンポ、以下アレクリン)と呼ばれ、学術的にはキク科の *Baccharis dracunculifolia* である(図8)。約1mの本木で南米の南東部の原野や再生林に普通に生育している(図9)。

この植物は、民間では、強壮や胃腸障害に用いるとのことである。本種が、長年話題になっていたアレクリン系プロポリスの起源植物の1種である。なお *Baccharis* 属は、アメリカ大陸特産で総種数が約400種、雌雄異株で草本または本木で広く薬草に使用されているグループである。現地の人は草本の *B. trimera* (図10)を胃によいといっている。一方、本属の種類で、トリコテセンという有毒成分が含まれているものがあり、食べた家畜が中毒になったという報告がある(Harbermehl et al., 1985)。幸いにしてアレクリンではそのようなことが知られていない。有害な成分と無縁であることを物語るかのように本種上で種々の昆虫を目撃できた(表2)。あたかも、この木の存在で小さな生

表2 アレクリン上で目撃した昆虫

| Order (目) | 記録部位 |
|------------------|-------------|
| Mantodea カマキリ | 葉 |
| Orthoptera バッタ | 葉, 茎 |
| Hemiptera カメムシ | 〃 |
| Coleoptera コウチュウ | 茎, 新芽 |
| Hymenoptera ハチ | 茎, 新芽, 葉, 花 |
| Diptera ハエ | 花 |
| Lepidoptera チョウ | 花 |

態系ができあがっているかのようであった(図11)。この植物を採取するミツバチの生態については詳しく後述する。

なお以前から騒がれていたローズマリーは、起源植物になっていなかった。このことに関しては、玉川大学の松香光夫教授がPRA(プロポリス研究者協会)会報に「アレクリン物語」というタイトルで旨く纏められていらっしゃるのので参照されたい(松香, 2000)。

予想していなかった起源植物としては、*Eupatorium tweedianum* を観察することができた(図12)。これもキク科で、近年分類が再検討された属である。日本に生育しているヒョドリバナの仲間であり、同じグループでは腫瘍や下痢止めなどに使用される薬草である。本種は草丈が、約40cmの草本で、新芽は粘着性があり、場所によって群生していた。世界からまだ一度も野外観察のない種類である。プロポリス原料は新芽と葉から採取していたが、調査期間中、目撃できたのは2度である。生産されているプロポリスとこの植物間との化学的な比較は行っていないので、どの程度プロポリス中に含まれ



図11 アレクリンで吸汁するツノゼミの甘露に集まってくるアリ (*Camponotus* sp.)

表3 ミナスジェライス州パッサクアトロの植生の異なる養蜂場周辺の養蜂資源植物

| 養蜂場 No. | 科名 | 種名 | 資源種* | | | |
|--------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|----|----|--|
| | | | Pr | Ho | Po | |
| ① | マツ Pinaceae | <i>Pinus elliottii</i> | ? | | | |
| | マメ Leguminosae | <i>Mimosa scabrella</i> | | ◎ | ? | |
| | フトモモ Myrtaceae | <i>Eucalyptus robusta</i> | | ? | | |
| | ノボタン Melastomataceae | <i>Tibouchina granulosa</i> | | ? | | |
| | キク Compositae | <i>Baccharis dracunculifolia</i> | ◎ | ○ | ? | |
| | | <i>B. trinervis</i> | | ? | | |
| | | <i>Emilia sonchifolia</i> | | ? | | |
| | | <i>Pterocaulon alopecuroideum</i> | | ? | | |
| | | <i>Senecio erisithalifolius</i> | | ? | ? | |
| | | <i>Vernonia westiana</i> | ? | ◎ | ○ | |
| イネ Gramineae | <i>Brachiaria ruziziensis</i> | ? | | ? | | |
| ② | ナンヨウスギ Araucariaceae etc. | <i>Araucaria angustifolia</i> | ? | | | |
| ③ | アオギリ Sterculiaceae | <i>Waltheria indica</i> | | ○ | ? | |
| | フトモモ Myrtaceae | <i>Eucalyptus citriodora</i> | ? | ? | ? | |
| | | <i>E. robusta</i> | ? | ? | ? | |
| | | <i>E. viminalis</i> | ? | ? | ? | |
| | キク Compositae | <i>Baccharis dracunculifolia</i> | ◎ | ? | ? | |
| | | <i>Elephantopus mollis</i> | | ○ | ? | |
| | | <i>Eupatorium tweedianum</i> | ? | ? | | |
| | | <i>Brachiaria ruziziensis</i> | ? | | ○ | |
| | ④ | ナンヨウスギ Araucariaceae | <i>Araucaria angustifolia</i> | ? | | |
| | | クスノキ Lauraceae | sp. | ? | ◎ | |
| ヴォキシア Vochysiaceae | | <i>Vochysia tucanorum</i> | ? | ○ | | |
| フトモモ Myrtaceae | | <i>Eucalyptus</i> sp. | ? | ? | ? | |
| アカバナ Onagraceae | | <i>Fuchsia regia</i> | | ? | | |
| ナス Solanaceae | | <i>Solanum vulgare</i> | | ? | | |
| アカネ Rubiaceae | | <i>Borreria verticillata</i> | | ◎ | ? | |
| キク Compositae | | <i>Baccharidastrum triplinervium</i> | ? | ? | ? | |
| | | <i>Baccharis dracunculifolia</i> | ◎ | ? | ? | |
| | | <i>Eupatorium tweedianum</i> | ○ | ? | | |
| | | <i>Vernonia westiana</i> | ? | ○ | ○ | |
| ラン Orchidaceae | | <i>Oncidium</i> sp. | | ? | ? | |
| イネ Gramineae | | <i>Brachiaria ruziziensis</i> | ? | | ? | |
| ⑤ | マツ Pinaceae | <i>Pinus elliottii</i> | ? | | | |
| | アオイ Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> | | ○ | | |
| | バラ Rosaceae | <i>Rubus rosaefolius</i> | | ○ | ? | |
| | マメ Leguminosae | <i>Cassia hilariana</i> | ? | ? | ? | |
| | ヴォキシア Vochysiaceae | <i>Vochysia tucanorum</i> | ? | ○ | | |
| | セリ Umbelliferae | <i>Foeniculum vulgare</i> | | ? | | |
| | ミソハギ Lythraceae | <i>Cuphea calophylla</i> | | ○ | | |
| | | <i>Eucalyptus grandis</i> | ? | ? | ? | |
| | | <i>E. saligna</i> | ? | ? | ? | |
| | | <i>E. viminalis</i> | ? | ◎ | ? | |
| | | <i>Psidium cattleianum</i> | ? | ◎ | ? | |
| | ノボタン Melastomataceae | <i>Leandra</i> sp. | | ? | | |
| | トウダイグサ Euphorbiaceae | <i>Sapium glandulosum</i> | ? | ? | | |
| | ナス Solanaceae | <i>Solanum vulgare</i> | | ? | | |
| | クマツヅラ Verbenaceae | <i>Lantana trifolia</i> | | ? | | |
| | | <i>Stachytarpheta cayennensis</i> | | ○ | | |
| | | <i>Borreria verticillata</i> | | ○ | ? | |
| | アカネ Rubiaceae | <i>Diodia brasiliensis</i> | | ◎ | ? | |
| | キク Compositae | <i>Baccharidastrum triplinervium</i> | ? | ? | | |
| | | <i>Baccharis tridentata</i> | ? | ? | | |
| | | <i>B. trimera</i> | | | | |
| | | <i>Senecio brasiliensis</i> | | ? | | |
| | アルストロメリア Alstroemeriaceae | <i>Alstroemeria isabellana</i> | | ? | | |

①：標高 980m.; ②：標高 990m.; ③：標高 1000m.; ④：標高 1200m.; ⑤：標高 1600m.

*Pr: プロポリス; Ho: ハチミツ; Po: 花粉; 資源としての有望性 ◎: N>20; ○: 1<N<20; ? : 今後確認できる可能性

るのか残念ながらわかっていない。

植物相の異なる5か所の養蜂場においてアレクリンの生育を確認できた3か所の養蜂場では、これがすべて起源植物になっていた(表3)。

標高980 mの養蜂場①は、開けた環境にありその周りにはユーカリ類とエリオッティマツが優先していた。アレクリンは、ほとんど生育していなかったため他の起源植物からも採取していると思われる。

標高990 mの養蜂場②は、林内にあり、その周りにはパラナマツなどの高木が群生していた。起源植物は分からなかったが、パラナマツの樹液は赤褐色であったのでパラナマツ以外の植物から採取していることが推測できた。

Johnson et al. (1994) は、アメリカでセイヨウミツバチによるマツ類の樹脂の利用率が低かったことを報告している。岡山県苫田郡鏡野町で飼育しているセイヨウミツバチでも針葉樹起源と思われる赤褐色のプロポリスはあまり集めない。

標高1000 mの養蜂場③は、比較的開けた環境にあった。ユーカリ類と牧草が優先していた。調査場所の養蜂家は、アフリカ蜂化ミツバチがイネ科の *Brachiaria* sp. の葉を齧ってプロポリスを採取するといっていたが、それは確認できなかった。なお *E. tweediana* の新芽と *Eucalyptus citriodora* の樹液からも採取していなかった。

標高1200 mの養蜂場④は、開けた環境でアレクリンなどの灌木が優先していた。ここでは2種の起源植物(アレクリンと *E. tweediana*) といくつかの情報を得ることができた。やはり高木が優先する場所よりもずっと調査がやすかった。頻りにアレクリンからプロポリス原料を採取しているのを観察できた。一方でアレクリンが生育している同地域で同時に採取される他のプロポリス起源植物は、どのような状況の時に採取されるのだろうか。興味深い疑問である。

ここでは、分類学上ミツバチ (*Apis* sp.) に近縁の2種のハリナシバチを多数目撃した。興

味深いことにハリナシバチの仲間は、アレクリンから滲出物を一度も採取していなかった(表1)。一方でパラナマツからハリナシバチの1種が樹液を集めていた。セイヨウミツバチ間でも系統の相違によって多少なりとも採取するプロポリス原料が異なるようだが(Michel and Park, 1997), 亜科が異なっても誘引されるプロポリス起源に相違がありそうである。そういう意味ではハチ目の間においてプロポリス起源は花よりも競合が避けられ独占できる傾向にあるのかも知れない。

標高1,600 mの養蜂場⑤は、比較的開けた環境にあり野生植物とユーカリ類が生育していた。アレクリンは生育していなかった。起源植物を見つけることはできなかったが、新芽から粘着性の滲出液が出ていて、かつプロポリスの匂いがした *B. tridentata* が起源植物になっているかも知れない。

以上の結果から、起源植物として期待されているパラナマツやユーカリ類などが巣箱の近くに存在していたのに、それらの植物はプロポリ

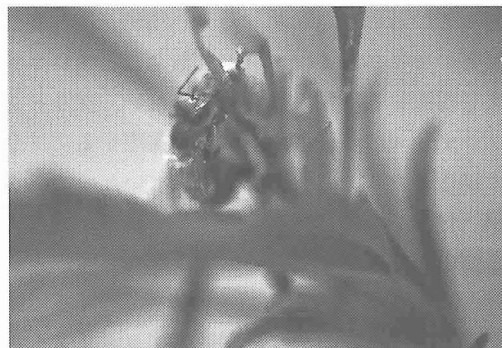


図12 群生する *E. tweediana* (上) とその頂芽から滲出物を囓り取るアフリカ蜂化ミツバチ (下)

スの原料になっていなかった。アレクリンから積極的に採取していたのである。調査地で十数年間養蜂をしている Claudio 氏でさえユーカリの樹液からプロポリスを採取しているところを見たことがないという。すでに Park らによってアレクリンが、ミナスジェライス州のプロポリス中に大量に含まれることが化学的に証明されている。その事実からもアフリカ蜂化ミツバチが他の植物よりアレクリンに強く誘引されやすいことは間違いなさそうである。アフリカ蜂化ミツバチが何のためにアレクリンにこだわるのかは、はっきりわからなかったが、セイヨウミツバチの原産地には自生していない有用な薬草を選択しプロポリスを熱心に集める様子は、あたかも製薬製造を代行しているかのようである。ブラジルから有用なプロポリスが生産されやすい理由は、植生だけでなくアフリカ蜂化ミツバチの生態にも隠されているのかも知れない。

アレクリンの滲出物を採取する アフリカ蜂化ミツバチの行動から

この起源植物の最初の観察記録は Oliveira and Bastos (1998) によるものだろう。また柴田ら (2000) は、ミナスジェライス州 (南緯 21°75' 西経 45°87') でアフリカ蜂化ミツバチが、この植物上で新葉や若葉の先端部分を採し、若葉や新芽の先端を齧りそれらを前脚・中脚に移動し後脚の花粉かごに付着させるのを発表している。私たちの調査でも新芽の先端を齧っているのは観察できたが、この植物の若葉を齧っているのは見なかった ($n > 50$)。現在まで温帯のセイヨウミツバチが、新芽ごとプロポリスを採取する行動は知られていない。グリーンプロポリスの所以は、新芽ごと採取するアフリカ蜂化ミツバチの行動に隠されていたのであるが、ブラジルにアフリカ蜂化ミツバチが導入する前のセイヨウミツバチのプロポリス採取方法はどのようなものであったのだろうか？ ちなみに岡山県苫田郡鏡野町では、緑色のプロポリスも集めている。温帯のセイヨウミツバチでも新芽の齧り行動がないとは断言できない。

私たちの調査では、さらに興味深いことがわかったので以下に述べる。①ミツバチがプロポリス原料を採取するときに必ずしっかりと新芽に触角を接触すること (図 8 参照)。②これからプロポリスを採取するミツバチは、すでに他のミツバチに齧られた新芽とまだ齧られていないのを遠くから確認できないこと。したがって、まず頂芽の部分に行き新芽の有無を確認し、もしすでに齧られている場合は、他の頂芽へ行く。③外見上まったく同じこの植物の株間でも誘引率がまったく異なった (表 4, 図 13)。④ミツバチの後肢に集めているプロポリス団子があまりにも大きくなりすぎた場合、荷重に耐えられなくなり花粉かごからそれらが落下することがあった。⑤新芽を齧り終わった後、この植物の新芽は切断される (図 14 左)。その形態は、極めて特徴的で新芽が成長しても奇形するのである (図 14 右)。

①は温帯のセイヨウミツバチでも観察できる。①と③は、ミツバチが嗅覚により誘引されることが推測でき、②からプロポリス起源植物に誘引されても採取部位の物理的な形態の確認は、嗅覚だけでなく触覚や視覚も駆使していることが推測された。③は、私たちにミツバチがどの成分に誘引されやすいか教えるヒントを与えるかも知れない。この個体間においては、いくつかの成分比率や量が異なるかも知れない。なお花が咲いていなかったため 2 株とも雌株か

表 4 アレクリンの株間で生じた誘引率の相違

| 株 | 新芽調査数 ^{a)} | 齧られていた数 (%) |
|------|---------------------|-------------|
| 左側 A | 100 | 94 |
| 右側 B | 100 | 25 |

a) 無作為に 100 個の新芽を調査した

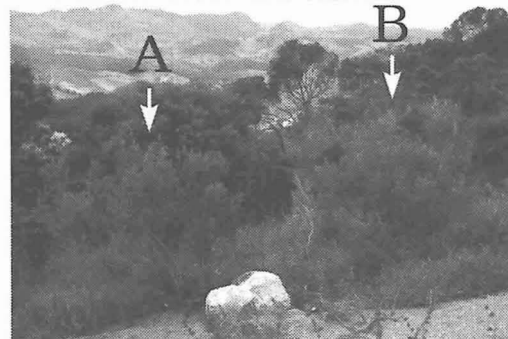


図 13 表 4 に示した 2 株の外観と位置関係

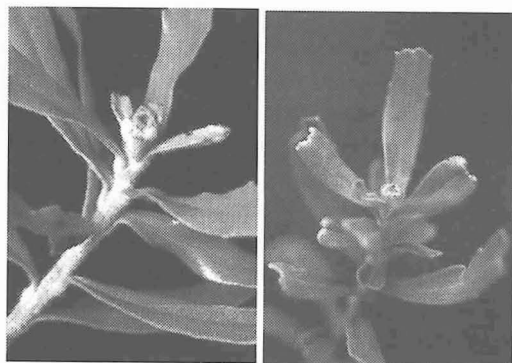


図 14 アフリカ蜂化ミツバチによって齧り取られた新芽の部分(左)。滲出物を齧り取る際に、葉原基あるいは幼葉を含む芽の構造が損害を受ける。切断された幼葉は、その後成長し、先端が尖らない特徴のある形になる。

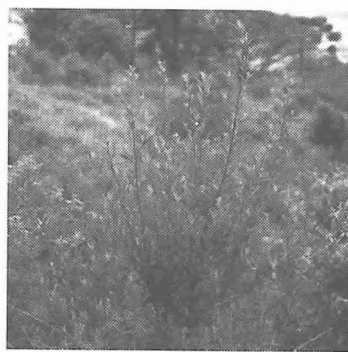


図 15 起源植物の候補はたくさんある。今後の研究によってさらにプロポリスの起源植物の特定が進むと思われる。

雄株かわからなかった。④は、自分でもプロポリス原料荷を花粉かごから外すことが可能であることを示唆しているかも知れない。現在までセイヨウミツバチは自分では花粉かごにつけたプロポリス原料荷を外せないと考えられているが、そのあたりの行動観察の精査が必要であろう。⑤は、特徴的な齧り跡によって、この植物からプロポリスが集められたかどうか推測することができる。例えば、巣箱からあまりにも遠く離れた所では *Diodia brasiliensis* などの花には来ていたが、群生しているアレクリンにミツバチは来ておらず、かつ新芽も齧られた跡がなかった。このことから、アフリカ蜂化ミツバチはそこからはプロポリス原料を集めていないことが示唆される。巣から遠すぎるプロポリス起源植物は、採取しない傾向にあると考えられる。ミツバチはコストに見合う範囲内で、巣からなるべく近い所に存在する起源植物から採取していることが推測できる。さらにこの特異な齧り跡を応用すると新たな起源植物を探す時の手がかりとなり、多種の植物から絞りこめることがわかった。例えば図 15 の植物は、プロポリス起源植物としての可能性がある。後は化学的な面でプロポリスとこの植物の比較研究をすればよい。ただし他の昆虫もミツバチと同様の起源植物を利用する可能性があるので、齧り跡だけでは、残念ながら判断できない。

今後のプロポリスの研究

今回の調査から養蜂場でミツバチと接し、そこで長時間動物を見慣れている養蜂家の情報は、千句一言に値し重要であることを感じた。だから長年の経験の中で得られた情報を持つ彼らと学術的な知識を持つ研究者の共同調査は、意義がある。そこで得られた情報を蓄積し、公開することは、今後、起源植物を明らかにする上で重要である。

現在いくつかの研究機関から似たような内容の成果が出て独立的に発表されているようにも思う。例えばアレクリンの成分や作用の研究がまさにそうである。先取権に従えば、最初に業績をあげた方が利益の大半を得られる仕組みになっているだろう。競争するから研究が早く進展することも考えられるが、多様なブラジルの植生を相手にしている現状で不利となる重複研究は、なるべく避けたいものである。理想は、各研究機関が、得意としている研究分野を分担し、常に情報交換しながら研究を進めることが最も効率的な方法ではなかろうか。そういう意味では、共同研究も威力を発揮する 1 つの手段だろう。

謝辞

本研究にあたり、玉川大学の松香光夫、中村純両博士、Centro de Pesquisas de História Natural の橋本梧郎氏、Cláudio Mota 氏、増田昭次郎氏、狩山俊悟氏、MN-Propolis 社の松

田典仁社長と吉田稔氏，東京大学の寺山守博士，長瀬博彦氏，都立大学の清水晃博士，三井物産の各氏，槐真史氏，UNESPのOsmar Malaspina，紺野勝弘両博士に大変お世話になった。心から感謝したい。

(〒708-0393 岡山県苫田郡鏡野町市場 194

(株)山田養蜂場)

主な引用文献

- Bankova, V. S., S. L. Castro and M. C. Marcucci. 2000. *Apidologie* 31: 3-15.
- Banskota, A. H., Y. Tezuka, J. K. Prasain, K. Matsushige, I. Saiki and S. Kadota. 1998. *J. Nat. Prod.* 61: 896-900.
- Crane, E. 1990. *Bees and Beekeeping: Science, practice and world resources.* Heinemann Newnes, Oxford. 614 pp.
- Habermehl, G. G., L. Busam, P. Heydel, D. Mebs, C. H. Tokarnia, J. Dobereiner and M. Spraul. 1985. *Toxicon* 23: 731-745.
- Johnson, K. S., F. A. Eischen and D. E. Giannasi. 1994. *J. Chem. Ecol.* 20: 1783-1792.
- Malaspina, O. and M. S. Palma. 1998. *ミツバチ科学* 19(2): 68-72.
- Michel, H. K. and Y. K. Park. 1997. *Biosci. Biotech. Biochem.* 61(2): 367-369.
- Oliveira, V. D. C. and Bastos, E. M. 1998. *Acta. Bot. Bras.* 12(3): 431-439.
- Park, Y. K., M. H. Koo, M. Ikegaki and J. L. Contado. 1997. *Arq. Biol. Tecnol.* 40(1): 97-106.
- Park, Y. K., M. Ikegaki, S. M. Alencar, H. Wang, K. Bastow, M. Cosentino and K. Lee. 2000. *Apacame Mensagen Doge.* 56: 2-5.
- 柴田 鶴，米田昌浩，齋藤陽介. 2000. *日本昆虫学会第60回大会要旨集*. p. 107.
- Sugimoto, Y., T. Tarumi, Y. Kaneko, S. Isayama, C. Kamei, N. Kawai, H. Sugimoto and H. Yamada. 1999. *Biol. Pharm. Bull.* 22(11): 1237-1239.
- MANABU KATO, HIDEO YAMADA, HIROTO FUJIYOSHI, NOBUYUKI KAWAI and HIROYUKI SUGIMOTO. Field observation on source plants of Brazilian propolis. *Honeybee Science* (2000) 21(4): 169-178. Yamada Apiculture Center, Inc. 194 Ichiba, Kagamino-cho, Tomata-gun, Okayama Pref. 708-0393 Japan.

We conducted an intensive field survey on the source plants of propolis at the Mantiqueira Mountain range in Minas Gerais, Brazil in February 2000. Research apiaries were located around Passa Quatro (S:22°24', W:44°63') and

the altitude was from 1000 to 1600 m above sea level. It belongs to the subtropical zone.

Since the amount of propolis from a hive was highly dependent on colonies, we needed to take measure to encourage Africanized honeybees to gather propolis for efficient research, for example, to make some openings or cracks on hive wall or to use new hive box increased propolis collection by the colonies.

Two species of source plants, *Baccharis dracunculifolia* and *Eupatorium tweedianum* were identified as the plant origin of propolis there. Both of 2 species belong to Compositae and produce bud exudate. Africanized honeybees enthusiastically gathered the bud exudate from the former plant, even under different vegetation.

We observed a lot of insect species using the plant of *B. dracunculifolia* direct or indirect. However, stinglessbees, *Trigona (Trigona) nigerima*, *Paratrigona petropolis*, *Plebeia quadripunctata* and *Melipona* sp. as colosely related species of honeybees did not seem to gather the bud exudate from this plant.

Unique behavior of Africanized honeybees while they were gathering the bud exudate from *B. dracunculifolia* was observed. They obviously bit buds and their antennae touched the buds tightly. After they finish to gather exudate from a bud, honeybees cut off the tip of the bud. The form of the cut end had a characteristic appearance as a mark. Counting this mark we found the attractiveness of the *B. dracunculifolia* was different from plant to plant even they had similar appearance. This suggests that Africanized honeybees use a order cue rather than visual one to approach the plant and there is a slight difference in volatile component depending on plants.

The bud from which the exudate were collected will produce a characteristically deformed leaves if it has not dead. The deformed leaves as bite-mark provides strong evidence to presume that Africanized honeybees gather the material of propolis from the particular plant. If we can find numerous number of the bite-marks around an apiary we can identify the source of so-called "green propolis" with high reliability. This kind of presumption will be more helpful for chemical analysis to compare the chemical composition of both the propolis from the apiary and the source plants growing around the apiary.