

ミツバチの巣内行動観察の ための 2, 3 のテクニック

—NHK スペシャル「生命 40 億年をはるかな旅」撮影時の工夫例から—

佐々木 正己

昨年 11 月 27 日の NHK スペシャル「生命 40 億年をはるかな旅」第 7 集、「昆虫達の情報戦略」でミツバチのコミュニケーションが取り上げられ、撮影に協力する機会を得た。多くの可能性の中から実際に放映されたのは、ニホンミツバチのスズメバチに対するポーリング行動時の連携プレーと、花（餌場）の位置を仲間に知らせるサウンドコミュニケーションについてであった。美しい映像はさすがであったが、収穫ダンスのところは、餌場までの距離を示すコード（発音時間の長短）が、セイヨウミツバチのものとは違う点を除けば、von Frisch によるストーリーの域を出ていず、ミツバチ・システムの調節機構の極意を紹介しきれなかったのは少々心残りではあった。それはさておき、放映はされなかったが、巣作りや女王による産卵についても撮影用にいくつかの工夫を凝らした。一般の観察や実験に役立つ点もあると思われるので、それらのいくつかについて記録しておきたい。

1. ダンス観察用巣箱—踊りを片面に集中させる—

実験では玉川大学のキャンパス内の木立の中にニホンミツバチの観察巣箱を設置し、80m ほど離れた人工餌場に通うようにトレーニングした。自分が通う程度で、仲間を動員するほどではない“薄い砂糖水”で餌場を記憶した少数の蜂を確保し、撮影時に糖濃度を 2 モル近くまで上げ、ダンス情報による仲間の動員が起こるようにプランを立てた。餌場でマーキングされた蜂は 15 秒ほどで巣箱に飛んで帰り、ダンス

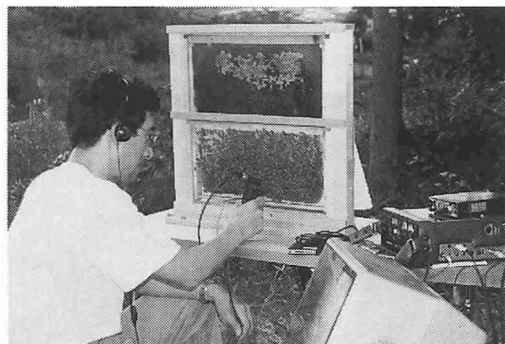


図 1 従来型の巣板 2 枚用の観察巣箱を用いての録音風景。ピーススペースはニホンミツバチ用に狭くしてあり、ガラスは引き戸式でとり外せる。外から帰った蜂は巣板の両方の面に登ってダンスをする。

を踊る。この際、図 1 の従来型の巣箱では外から帰った蜂が巣板のどちらの面に行き踊るかわからないので、不便であった。そこで、帰った蜂が巣板の片面だけに登るように工夫を施した。すなわち、図 2 と 3 のように、巣門に近い部分の枠の外側スペースをなくし、巣脾に出来た空間も巣礎を切り抜いて封じた。封じるのに使った巣礎と巣房部分との継ぎ目は、翌日までは蜂がきれいに整え、収穫ダンスのすべてがこの巣門に近い巣板の片側だけで踊られるようになった。それにつられてハチ蜜を受け取って貯蜜房まで運ぶ“運搬係”の蜂や、情報を受け取って採餌に出かける予備軍の蜂達も、このエ

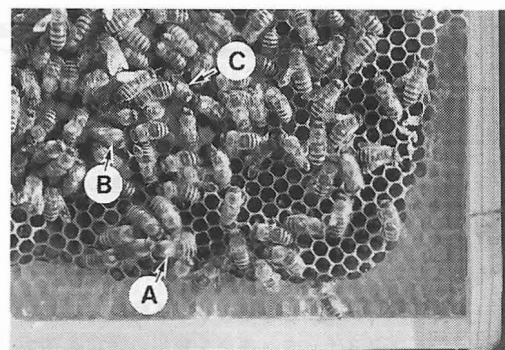


図 2 帰巣蜂が片面だけに登るように、隙間をなくした巣板とその周囲。ガラスも引き戸式でなく、ワンタッチで取りはずせるようにした。A, B: ダンスを踊っている帰巣蜂。C: 貯蜜係に蜜を渡している蜂。

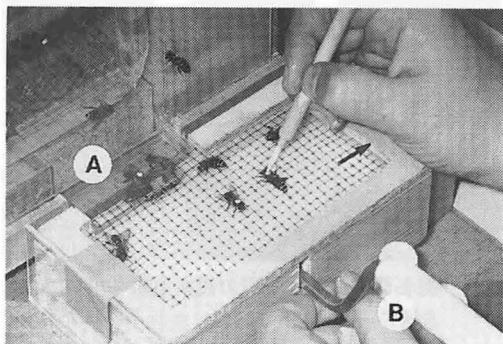


図3 巣門部に取り付けられたマーキング装置
A: 巣板への昇降路。蜂を見失うことなく追跡できるように遮るものをなくしてある。
B: ハンドル操作で柔らかいスポンジ製の床がもち上がり、ミツバチを固定する。矢印は出入口。

リアに集結し、ずいぶんと観察がしやすくなった（ただしこれは、あまり長期にわたると育児圏のアンバランスを来たし、よくない）。

2. 巣門でのマーキング装置

いまひとつ試作して効果があったのが、巣箱から出入りする特定の蜂に、巣門部でマーキングするための簡単な装置である。餌場から帰った蜂は色マークが付いているから、これを巣板上で追跡観察することは容易だ。しかし、ダンスが“餌場の位置を仲間に教えるコミュニケーション”として機能していることを証明するた



図4 網の目の間から軽く押さえつけられたミツバチにマークをする。

めには、ダンサーに追従して情報を受け取ったはずの蜂（フォロアー）が、未知の餌場にたどり着くところまで見なければならぬ。つまり、フォロアーにマークを付けて追跡する必要がでてくる。番組を見られた方はご記憶かもしれないが、はげしく動き回っている蜂に筆でペイントのマークを施すことは極めて難しい。そこで私たちが試作したのは、フォロアー1匹を巣門までは目視で追跡し、出てきた蜂に対して、これをディスターブしないようにマークする装置である（図3、4）。数回ダンスに追従し、250ヘルツの音の“長さ”から距離情報を、“発音時のダンサーの体軸が重力場の方向となす角度”から方位（飛行時には太陽方向に対する角度に変換して利用する）の情報を得たフォロアーは、近くの蜂から飛行燃料用の蜜をもらおうと

表1 ミツバチの個体識別マーキング法のいろいろ

方法	特徴など
1. アクリル樹脂塗料を筆でつける。色や付ける場所で個体識別も可能。	ダメージが小さく、行動途中で施すのによい。
2. 顔料など色のついた粉末（毒性のないもの）を体毛の中に筆で付ける。	ダメージが一番小さく、短時間でとれてしまう点は欠点とも利点ともなる。
3. 油性のペイントマーカーで色を塗る。	日齢識別用の羽化蜂（出蜂児）のマーキングによい。
4. 色（5色）と2桁の新字を組み合わせたプラスチック・タグを専用の糊ではりつける。	女王蜂用に市販されている（要輸入）。便利だが高価。
5. 3桁の数字を写真に撮り、焼き付けたものを切り抜いてはりつける。	手間はかかるが、正確な個体識別ができる点が良い。ニホンミツバチではかじり取られてしまうことがある。
6. 小型バーコードを付けておいて、バーコード・リーダーで読み取る。	試作品で使えることを確かめたことはあるが、バーコード、リーダーともに特別仕様となり、まだ一般化されていない。しかし無人で記録できる点は捨てがたい。

巢門に走り出てくる。この時すばやく動く蜂を見失わないようにするためには、巣箱内から巢門にかけてを図3のように、障害物がないように改造した。試作した装置はこの蜂の通路に当たる所に設置するもので、天井部は網になっており、底は柔らかいスポンジで出来ている。目的の蜂がそこを通る時に、このスポンジの床をスーッともち上げ、天井の網との間に蜂を軽くはさみこんで固定し、この間に網の目を通して必要なマーキングを施すというものである。蜂はマーキングそのものを多少は気にするが、たいていはそれまでの行動を続行してくれた。このような装置は、野外の花から蜜や花粉だんごを収穫して帰巢した無マークの蜂にマークを付けて巣内での行動を観察するのに役立つものと思われる。

3. 個体マーキング法のいろいろ

今回の撮影では、ペイントとしてアクリル樹脂系で、水で薄めるタイプのものを用いたが、ついでにその他目的に応じたマーキング法のいくつかについても触れておきたい。表1にそれぞれの方法と、その利点、欠点などをまとめてみた。2.の顔料(粉末)による方法は、長持ちしないが、例えば次の日に、前日のマークが残っていない点で、かえって使い易いメリットがある。3.の油性ペイントマーカーによる方法は、長期間取れない点で優れており、胸部の他に腹部後端にも付ければ、巣房中に頭からもぐって、掃除、給餌などを行っている場合でも識別できる。図5は一か所のマーキングで、“巣房もぐり”中でもわかるようにした例で、毎週特定の曜日に、別の群からの羽化蜂に別々の色を付けて放し、観察群のすべての働き蜂の週齢がわかるようにしたものである。6.のバーコードの利用については本誌10巻4号(1989)にすでに紹介した。

4. 蜂が発する音信号の録音と接写撮影を同時に行う

蜂がダンスの最中に発する信号は、おそらく近くの他のダンス蜂の発する音との混信を防ぐ

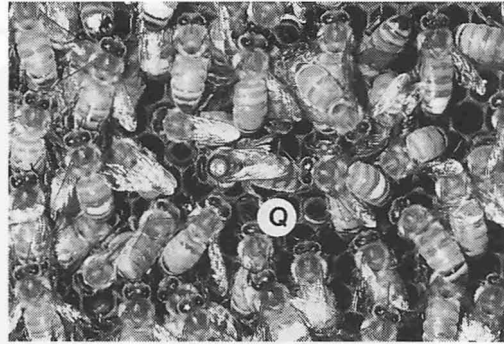


図5 カラーではないのでわかりにくいですが、ピンク、緑、青、黄色、白でマークされた1~5週齢のセイヨウミツバチ。中央の女王蜂は48番の番号を印刷されたプラスチック・タグを付けている。

ために、数センチメートル離れただけで聞こえなくなり(実際にはフォロアーの触角を共振させるだけのエネルギーがなくなるのだが、私たちのコンデンサーマイクロフォンでもやはり捉えられなくなる)。そこで私たちは Michelsenら(1986)の方法を参考に、図6のようなマイクとCCDカメラの組み合わせを行った。矢印の部分が直径1mmの超小型マイクで、カメラの焦点はマイクの先約1cmのところ固定しておく。これにより観察者はモニター画面を見なくても、棒の先のマイクでダンサーを追跡するだけで、録音と録画が同時に出来る。もちろん図1のようにモニター(普通のテレビで可)を置いて、時々画面を確認できればなおよい。

5. 女王の産卵シーンを撮る

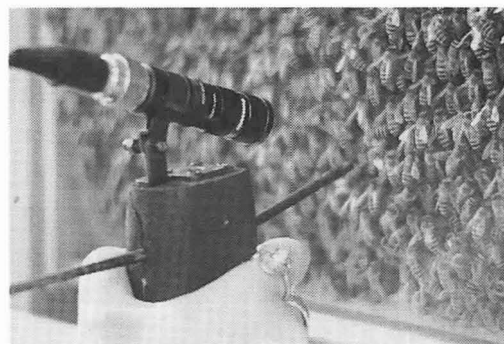


図6 グリップにCCDカメラと先端にマイクがついた棒がセットしてある。このような状態で、映像と音の両方が同時に記録できる。

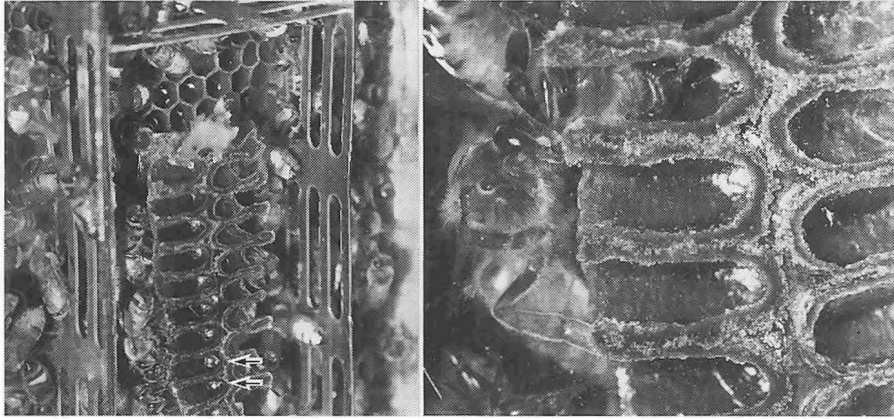


図7 隔壁で囲いを作り，女王蜂を閉じ込めて，ガラス面の巣房に産卵させる。矢印が産卵された卵（左）。右は一部がガラス壁となっている観察用の巣房の拡大図。

放映にはならなかったが，ワックスの分泌から巣作りにかけてのプロセスや，巣板が“生長”していく様子，女王による産卵を横から見たシーンなども撮影が試みられた。

産卵を撮るには巣房の断面をガラスに貼りつけてガラス越しに産卵を待つ。しかしそのままではなかなかガラスに面した巣房に女王が来てくれない。そこで隔壁を用いて女王を閉じ込め（図7），ようやく産卵させることができた。ガラス越しに巣房内がよく見えるようにするのはなかなか大変で，ガラスとの接点は働き蜂が必ず彼らなりに修復（破壊されたり，塞がれたりすることも少なくない）してしまうし，巣房内面のガラス壁も体表ワックスが付着して曇ってくるので，しばしばきれいにしなければならない。ガラス面は蜂児圏と同様の温度になるまで加温しなければならないので，汗をかきながらの撮影となるが，卵がすごい速さで産みつけられる瞬間を初めて目の当たりにすることができた。同じ方法でハチ蜜をどのように吐き出し，貯めるのかも見るができる。しかしローヤルゼリーを幼虫に給餌している場面は，移虫した幼虫の多くが除去されてしまうため，今回は撮影ができなかった。巣房の底を薄いガラスに置き換えて裏側から撮る方法もあるが，これもなかなか上手いかない。

その他番組中，編隊を組んで花に飛んでいくニホンミツバチのシーンが出てきたが，それらはスタジオで，ガラス細管に固定したミツバチ

を羽ばたかせるなどの特撮をもとにしており，昆虫学研究室3年生の門田君が専属で工夫をしてくれた。

おわりに

番組では昆虫達が，多くの情報を集めて統合し，中央から制御しようとする私たちのシステムとは全く別のやり方を選び，シンプルを基本とする原理の上に，私たちに勝るとも劣らない繁栄を誇っていると位置づけ，「昆虫のシステムに学べ」と結んでいた。ミツバチのコロニーはリーダーなき集団であり，一匹一匹は巣全体の状況を把握して行動しているわけではない。それにもかかわらず，あたかも極めて有能なリーダーの下，状況判断をしているかのように振る舞えるのは，システムがそれが可能なようにうまく出来ているからに外ならない。このシステムの原理を追求するとともに，さらに，おそらくミツバチで特に発達している“記憶と学習”の関与についても明らかにしていきたいものである。

（〒194 町田市玉川学園6-1-1 玉川大学）

主な参考文献

- Michelsen, A., W.H. Kirchner and M. Lindauer. 1986. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 18: 207-212.
 NHK 取材班. 1994. 生命40億年はるかな旅4. 日本放送出版協会. pp. 135.
 玉川大学ミツバチ科学研究所. 1989. *ミツバチ科学* 10: 182-183.
 佐々木正己. 1993. *ミツバチ科学* 14: 49-54.