

巣内換気におけるニホンミツバチとセイヨウミツバチ の扇風行動の比較

生田 文・佐々木 正己

ニホンミツバチとセイヨウミツバチは、巣門付近での扇風蜂の定位方向が逆といわれている。つまりニホンミツバチは頭部を巣の外に、セイヨウミツバチは頭部を巣の中に向けて扇風する (Tokuda, 1924; 岡田, 1958; Sakagami, 1960)。これらの扇風蜂の定位方向の違いが巣内気流の違いをもたらし、また経験的にいわれてきたニホンミツバチ巣内の湿気といった巣内微気象の違いにも影響しているとしたら興味深い。残念ながら今回は両者の関連を明らかにすることは出来なかったものの、扇風蜂の行動反応でいくつか興味深い点を見出したのでここに報告したい。

方法

実験は 1995 年 8 月～11 月に東京都町田市玉川学園内の 4 か所の蜂場と、実験室内の観察巣箱で行った。観察巣箱 (透明アクリル板製、図 1) は、通常のラングストス型巣板 1 枚が丁度入る 260×480×37cm の気密なものを作製して用い、巣箱下方には屋外へ通じる幅 37 mm、高さ 10mm の通路を設けた。実験、観察

は観察巣箱のある実験室内の温度を 35～40℃ に上げて行った。

(1) 扇風蜂の定位方向および気流の可視化

扇風蜂が巣内で作り出す気流を扇風蜂の定位方向により推測した。観察巣箱表面には透明シートに扇風蜂の体軸の向きを矢印で記録し、向きを角度として分類・集計した。また気流自体を可視化するため、舞台や流体力学研究用の煙霧を作るスモーカー (ロスコ社製、図 2) による白色気体を用いた。いったんポリ袋に貯めたこの白色煙霧を観察巣箱のアクリル板に設けた穴から巣板上に流して巣板面の気流を観察したり (図 3)、通路床面に穴をあけて流し (図 4)、通路内の気流を観察した (図 5)。なお、この煙霧はミツバチには知覚されないようで、扇風行動への影響は見られず、それ以外のミツバチの行動への影響もないものと考えられた。

(2) 光が扇風蜂の定位方向におよぼす影響

夜間、野外の巣門付近で扇風が盛んに行われている状態で、扇風蜂にペンライトの光 (照射

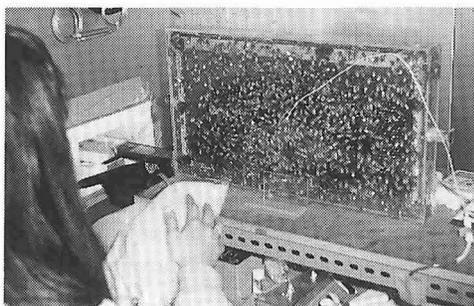


図 1 観察巣箱の全景

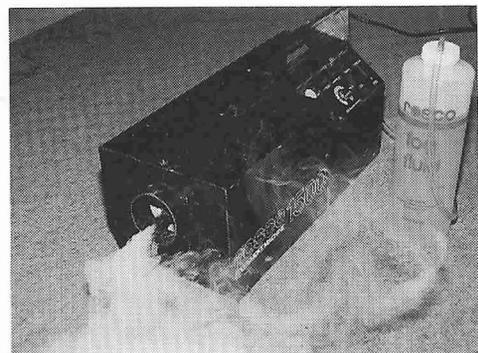


図 2 ロスコ社製の煙霧発生装置。この煙霧をいったんポリ袋に貯めて実験に用いた

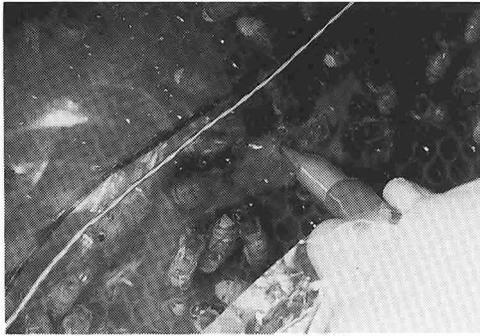


図3 巣板上の気流の流れは、観察巣箱に設けた穴から煙霧を注入して観察した。この写真で左方向への気流が見られる（上）

図4 通路を下から見たところ。煙霧はこの7本のチューブを通じて通路内に流される（右上）

図5 通路内に流れ出た煙霧は、気流に乗って、この写真では左方向に流れている（右下）
（中央の3つの穴から煙霧が流れている）

直径約5mmの白色光)をあて、体軸の向きを変えたものの数を数えた。

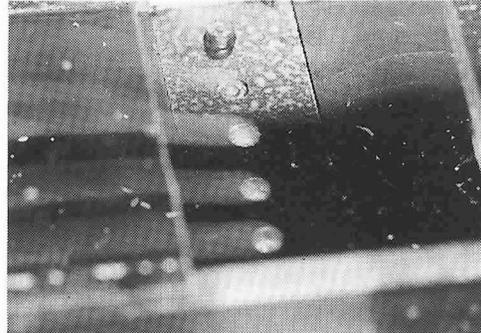
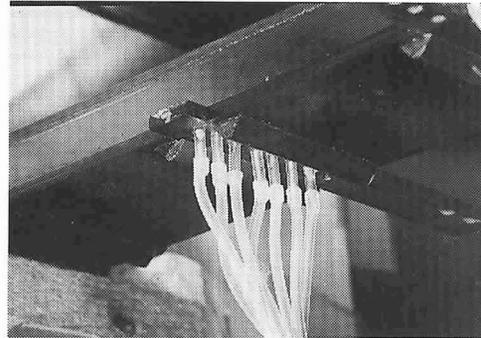
また観察巣箱においても、赤色光下で通路や巣板上の扇風蜂に同様に細いペンライトの光をあて、定位方向への影響を観察した。照射光への定位反応は、30度間隔に区切ってある透明なプラスチック円盤を巣箱表面にあてて記録した。被検蜂は典型的な定位方向を示している扇風蜂とし、体軸に対し90度の角度から光をあてるようにした。

(3) まわりの気流に対する扇風蜂の定位反応

セイヨウミツバチの観察巣箱に、床の一部が自由に回転できる通路を接続した(図6)。そして通路で複数の蜂が頭部を巣内へ向けて扇風している典型的な条件下で、回転床上にいる扇風蜂を、他の扇風蜂たちとは違う方向に変化させ、その後の行動を観察した。床の回転はなるべく早く静かに行うようにした。また、巣門付近に光よけを設置して外界からの光を遮り、通路での実験は赤色光下で行った。

(4) ニホンミツバチ扇風蜂の行動の追跡

巣門付近の扇風蜂が巣内部の状況をどのように確認しているのか調べるため、観察巣箱にお



いて扇風蜂の追跡を行った。巣内から通路に扇風蜂が現れたら、通路の天井の一部を開け、扇風蜂の背中に水性アクリルペイントでマークをした。マークした時点でストップウォッチをスタートさせ、その後のマーク蜂の行動を時間とともに、観察巣箱表面にはった透明シートへ記録した。

結果および考察

巣門付近において、ニホンミツバチは新鮮な空気を取り入れる方向で(図7)、セイヨウミツバチは逆に巣箱内の空気を排出する方向で換気を行っていた(図8)。高温ストレスをかけたと

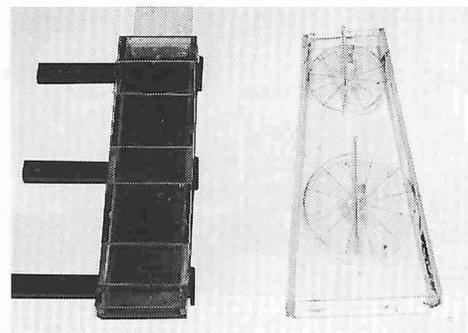


図6 通常の通路(左)と回転板がついた通路(右)長い棒を回すと回り舞台のように通路の一部が回転する

表1 扇風蜂の光への反応性

反応の内容	通路で扇風中の蜂			単板上で扇風中の蜂		
	反応した数*	平均移動角度	平均移動時間(秒)	反応した数*	平均移動角度	平均移動時間(秒)
ニホンミツバチ						
反応なし	11(61)	0°	—	9(75)	0°	—
光に頭部を向ける	7(39)	30°	14(±4~30)	2(17)	75°	13
光に尾部を向ける	0(0)	—	—	1(8)	15°	30
扇風をやめた	0(0)	—	—	0(0)	—	—
セイヨウミツバチ						
反応なし	0(0)	0°	—	20(74)	0°	—
光に頭部を向ける	2(13)	45°	6	1(4)	30°	40
光に尾部を向ける	13(87)	32°	25(±4~36)	4(15)	20°	58
扇風をやめた	0(0)	—	—	2(7)	—	—

*ペンライトの光(照対直径5mm)を体軸に対して90度の角度から、扇風中の蜂に照射した場合に反応を示した蜂の数を示す。なお60秒光を照射しても定位方向の変わらなかった個体を、反応なしとした。

()内は%を示す

きの巣箱の気流は速く、特に通路では流した煙が読み取れないこともあったが、白煙の流れからも気流の違いは確認された(図9)。ニホンミツバチでは巣板上部を上に向けている扇風蜂の割合が比較的高く、またセイヨウミツバチでは巣板下の床で尾部を通路へ向けている扇風蜂が多く見られた。巣の中の気流は、巣門での気流の向きのちがいを反映して両種でやや異なっていた(図10)。

換気をする上で巣の「内外」の認識は重要である。外界を示す指標の一つに光が考えられる。夜間野外の巣門付近に出ている扇風蜂について、セイヨウミツバチは光をあてるとすぐ反応し、多くの扇風蜂が光の方向に尾部を向けたのに対し(68%, n=133), ニホンミツバチでは光への反応はまったく見られなかった(0%,

n=118)。観察巣箱の通路では、両種とも方向性は異なるものの光への反応を示し、ニホンミツバチは18匹中7匹が光へ頭部を向けた。しかし通路で全ての蜂が反応したセイヨウミツバチに比べて、ニホンミツバチでは反応しないものの方が多かった(表1)。今回の実験から巣門付近の扇風蜂について、ニホンミツバチよりもセイヨウミツバチの方が、光に対する感受性が高い、あるいは扇風の定位方向決定に光を利用している度合いが大きいことがわかった。これは巣門付近での扇風の定位方向が両種間で逆であることに起因すると思われる。常に巣内から排出される空気をあびているセイヨウミツバチにもっては、巣外の指標を昼間であれば光に依存しており、逆に常に外気を浴びている形のニホンミツバチにとっては、光という要因に頼らな

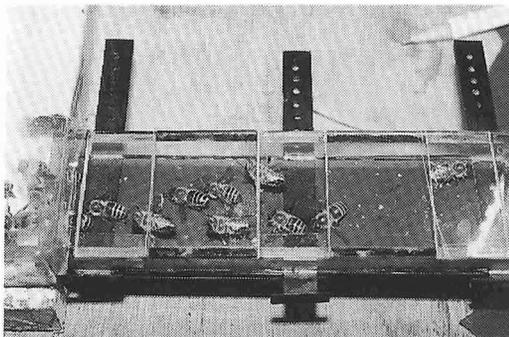


図7 通路で扇風するニホンミツバチ
左側が巣門方向。頭が巣門の方向に向いており、外の空気を取り込まれて蜂の後ろ側に流れる

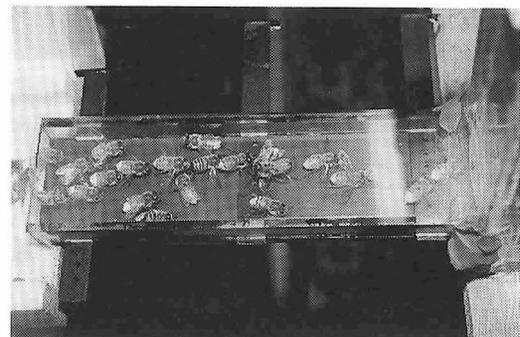


図8 通路で扇風するセイヨウミツバチ
左側が巣門方向。頭が巣門とは逆(巣箱)の方向に向いており、巣箱の中の空気が排出される

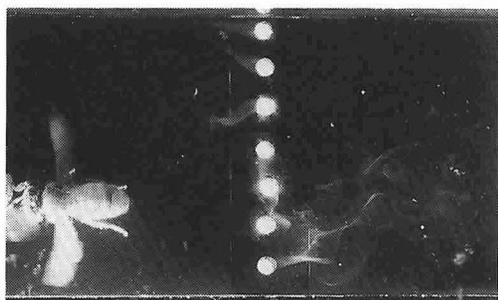


図9 通路上での扇風蜂が起す気流。扇風蜂のすぐ後ろでは乱流が起きて煙霧の流れが乱れている(図4を対照)。なお、写真の上部の穴では逆向きの気流が生じているが、気密な巣箱を用いると、蜂による空气の排出に伴って、新しい空气が入り込むため、通路内には2方向の気流が見られる(セイヨウミツバチ)

くとも巢外の認識は容易であると思われる。ニホンミツバチにおいて、通路で外からの空气の流れを遮断してしまい、外とは反対側の、つまり、巢の奥の方からペンライトで光をあてたところ、通路で外を向いて扇風していた7匹のうち、4匹が光の方を向いて直ちに扇風をはじめた。また他の3匹は扇風をやめた。扇風蜂の定位方向決定の際、光にあまり依存していないと思われたニホンミツバチにもこのような反応がみられたのは興味深い。このように定位方向を決定する要因はいくつかあり、様々な状況でそれらの要因を総合して判断しているものと思われる。実際、通路で扇風蜂に光をあてても、光に対して直ちに反応したという個体は少なかった。

巢板上の扇風蜂の光への反応は両種とも低かった(表1)。いくつかの要因で定位方向が決まるとき、巢板上では気流の全体的な流れや上部の熱い空气が光よりも優先されているのではないだろうか、しかし光に体軸の動きとして反応しなくても、光をあてた側のアンテナを光の方に向けたり、光をあてた側の翅をやや高めに上げるなどの反応がみられ、光をかなり意識しているように感じられた。

さらに通路内で扇風蜂を回転させた実験で、ほとんどの蜂が他の扇風蜂と同じ方向に定位し直したことから(表2)、個々の蜂は光を指標と

するそれぞれの判断だけではなく、仲間の作った気流の中で影響されながら定位方向を決定していることがわかる。床を回転させる際、ゆっくり回転させると扇風蜂自身はその回転にあわせて床とは逆の方向に動き、定位方向が保たれるということもあり、扇風蜂にとって仲間がすでに作っている気流という要因は、定位方向決定の上で大きな役割を果たしているものと思われる。

また巢門付近の扇風蜂において、常に巢内から排出される空气を浴びているセイヨウミツバチにとっては、巢内の温度、二酸化炭素濃度の平均的な情報は常にモニター可能である。これに対し常に巢外からの新鮮な空气を浴び、巢内の状況の変化を感じる事が困難と思われるニホンミツバチは、巢内の状況の改善または悪化といった情報をどのように確認しているのだろうか？ 巢板で換気の必要性を感じた蜂がそれを記憶して通路で扇風を行っているのだろうか？ それとも巢内の情報がなんらかの形で他の蜂から届られるのだろうか？

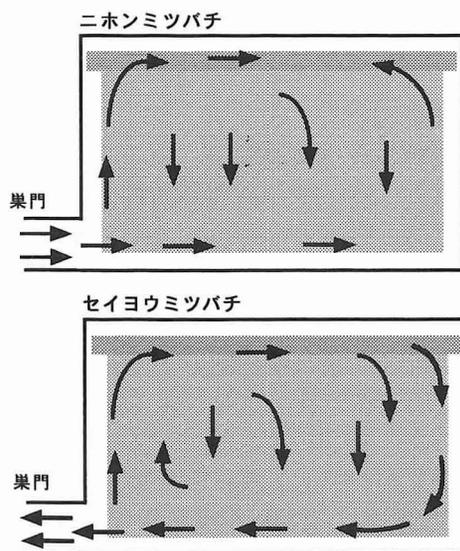


図10 ニホンミツバチとセイヨウミツバチの巣箱内の気流。ニホンミツバチでは新しい空气が巢の奥へと送り込まれ、一方のセイヨウミツバチでは奥から空气を排出しようとする。巢板面での下降気流は、温度の垂直分布(上の方ほど暖くなる)を平均化して、蜂児圈全体が適当な温度になるように調節される

表2 巣門への通路上で頭部を巣内側に向けて扇風中の蜂の床を、局所的に蜂ごと回転させたときの扇風蜂の再定位反応（セイヨウミツバチについて）

反応の内容	体軸を90度回転		体軸を180度回転	
	反応した数	平均所要秒数	反応した数	平均所要秒数
再び頭部を巣内へ向けた	16(76)	25(±8~40)	13(87)	48(±23~59)
扇風をやめた	5(24)	12(±8~18)	2(13)	7(±4~10)
反応なし	0(0)	—	0(0)	—

*実験は通路での他の扇風蜂も同様に頭部を巣内へ向けている典型的な条件下で行った。なお巣門付近には光よけを設置し赤色光下で行った。()内は%を示す

そこで通路での扇風蜂の行動を経時的に追跡したところ、同じ蜂が通路と巣板を「往復」していることがわかった。扇風の継続時間は長いもので10分以上のものもあり、また通路から巣板上に移動して扇風を続けた個体もあった。巣内に戻ってからの行動は、巣板の両面を広く歩いた個体もあったし、通路との接続口付近であまり動きまわらずにアンテナだけを動かしていた個体もあった。今回の実験は11月に行ったため、通路で冷たい外気を浴びていた扇風蜂が、巣内部へ温まりに戻ったという可能性も考えられないではない。しかしこのような通路と巣板の「往復」は、扇風蜂が巣内の状況を時折確かめに戻っていることを暗示しておりきわめて興味深い。

ニホンミツバチの扇風行動も、それが分蜂群が巣に入るときなどでは、仲間を呼ぶにあたって、頭部を巣内に向け、巣内の匂いを外に出すように行われる。このようにセイヨウミツバチと同じ気流を作れないことはないにも関わらず、通常の巣内微気象調節のためには、あえて巣内状況の記憶を要するような、高度な扇風行動を行うのはなぜであろうか。考えられる可能性のひとつとして、スズメバチなどの天敵に対する対応が挙げられる。扇風蜂が巣門で頭部を巣へ向けていることは、敵を発見しやすくし、かつ巣内の匂いを外部へもらしにくくする、という効果があるのではなかろうか。

(〒194 町田市玉川学園6-1-1 玉川大学)

参考文献

- 生田 文. 1995. セイヨウミツバチとニホンミツバチにおける扇風行動と巣内微気象の比較. 玉川大学農学部卒論.
- 岡田一次. 1958. 遺伝 12(7): 1477-1481.
- Sakagami S. F. 1960. Acta Hymenopterol. 1: 171-198.
- Tokuda, Y. 1924. Tr. Sapporo Nat. Hist. Soc. 9 (1): 1-27.
- IKUTA, AYA and MASAMI SASAKI. Ventilative fanning of Japanese and European honeybees, *Apis cerana japonica* Rad. and *A. mellifera* L. *Honeybee Science* (1996) 17(1): 14-18. Laboratory of Entomology, Tamagawa University, Machida, 194 Japan.

Difference in the direction of ventilative fanning in *Apis cerana japonica* and *A. mellifera*, which was first pointed out by Tokuda (1924), was confirmed by visualization of air stream in the entrance way of the air-tight observation hives. Thin, beam-like smoke made by a fog / smoke machine (Rosco 1500) was introduced into bee spaces in various parts of the hives also, and air streams in the hives were found to be essentially same in the two species. *A. mellifera* at the hive entrance used the outside light as a cue to make orientation at least in daytime, but *A. cerana japonica* seemed to monitor fresh air.

In contrast to the case of *A. mellifera*, fanning *A. cerana japonica* at hive entrance is continuously exposed to outside air and can not detect the air condition (carbone dioxide concentration and / or high temperature) in the hive. Some fanners were observed to return into the comb area during fanning, which seems to be a monitoring behavior for microclimatic condition within the hive.