

巣からごく近い距離での ミツバチのダンス行動

大谷 剛

ある肯定的な結果というものは、それがたとえ普通でないものであっても、優遇されるものであり、断固として記述される。一方、否定的な結果は疎かにされ、たとえそれが普通の現象だったり、古い仮説や理論に反する重要な出来事だったりする場合でも、しばしば捨てられてしまう。1冊の刺激的な本、「論争の解剖 (Wenner and Wells, 1990)」によって私はこうした研究者の一般的な傾向を想起こした。

1978年の10月3日に14mで尻振りダンスを観察した。Boch (1957)によれば、セイヨウミツバチのイタリア亜種 (*Apis mellifera ligustica* Spinola) は35mより近距離では尻振りダンスをしない。だから、私はこの観察で混乱し、以後の観察を続けることができなかった。この変則的な観察は、ダンス言語仮説に関する研究の膨大な量によってほとんどつぶれかかり、私の学位論文 (Ohtani, 1985b) の中で15年間、3枚の記録紙 (図2参照) の中で22年間も眠り続けたのである。

Wenner and Wells (1990) に勇気づけられて、1996年 (この報告では省略、後に少し触れる) と1999年に超近距離での尻振りダンスの再現を試みたのだが、これまで観察することはできなかった (後述する Wp12 は例外、図3参照)。

ここで、「正常な」研究者なら1例の変則データなど捨ててしまうに違いないのだが、もし、「学習」が変則源 (Wenner and Wells, 1990 参照) だとしたら、「失敗」の過程は記述する価値があるかも知れない。この報告書はそうした再考から出発した。

材料と方法

ミツバチ

日本で普通に飼養されているイタリアン系の雑種 (アビ株式会社から購入) がすべての観察に使用された。

観察場所と観察日

1) 北海道札幌市にある北海道大学構内、1978年10月3日。

2) 兵庫県三田市にある兵庫県立人と自然の博物館、冷却塔そば、1999年11月10-25日。

観察手順

1) 何匹かの働き蜂を巣箱から14mに固定した餌場に (図1a) 数回運んで、1匹の働き蜂が通い始めてからその行動を観察した。

2) 数匹の働き蜂を0.3~12.0mの距離の餌場 (固定または可動、図1b,c) に運び、2~3の働き蜂が餌場に通い出した直後から観察した。

結果と短評

1. ダンス行動群の記載

昆虫の体各部の位置と動きの組み合わせは客観的な記載に非常に効果的で、オスの行動 (Ohtani, 1974)、女王の行動 (Ohtani, 1994)、チョウの行動 (Ohtani, 1985a) に採用された。本報告の最初のステップとして、ここにダンス行動群を記載するが、準備中の働き蜂の行動レパートリー (1972~1978年の多くの観察に基づく、Ohtani, 1974; Ohtani, 1994 参照) の先駆けでもある。行動の記号システム (たとえば、DA, Da^w, Sh/w, など) および星印付きの可動部位の位置と動き (たとえば、Lm4*, Wp3* など) は Ohtani (1994) で定義され、解説され

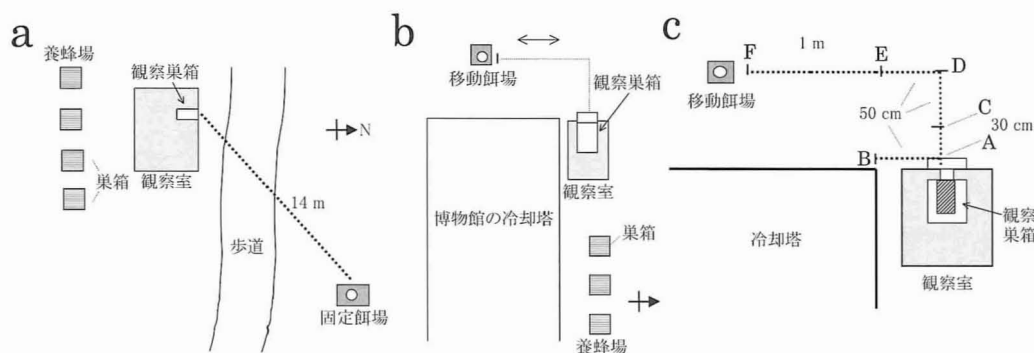


図1 ダンス行動群を観察するための設備配置

a, 養蜂場と観察室（約50m²の木造家屋）は北海道大学（札幌市，1978年）の構内にあった。固定餌場は4枚のラングストロース巣枠が入った観察巣箱の巣門から14m離れている。b, 別の養蜂場と別の観察室（約10m²の市販の物置）は兵庫県立人と自然の博物館（三田市，1999年）の冷却塔の脇にある。可動餌場は1枚巣枠の観察巣箱からいろいろな距離に置かれる。c, 拡大したb図。A～Fのマークは可動餌場の位置を示す（本文にときどき引用される）。

ている。

1) **ダンス行動 (Dancing, DA)**: 円を描く動き (Lm4*) と、しばしば歩行中に中・後肢で左右に体をゆする動き (Lm4+10*) が加わることがある。腹部の位置はさまざまで (Tp1-4*), 翅は斜めに開き (Wp3*), 頭部は普通の位置にある (Hp1*)。体全体は細かく震える (Genm1*)。

ダンス行動 (DA) のうち、はじめの2つは、フォン・フリッシュと共同研究者によって詳しく研究され、報告されているので (von Frisch, 1967 参照)，記載文をそのまま引用する。

1a) 円ダンス (round dancing, Da^r): 「採餌蜂が素早い軽やかな足取りで円を描く。円の直径は1つの巣室を真ん中に置いた程度の大きさで、採餌蜂は周りの6巣室上を走り回る。円を描く途中で突然反転して、今来たコースの逆進を繰り返す」 (von Frisch, 1967: 29)。

1b) 尻振りダンス (waggle dancing, Da^w): 「蜂はまず短距離をまっすぐ走り、半円を描いて出発点に戻り、再び直線をまっすぐ走って、反対方向に半円を描く。これが規則的に繰り返される。走行の直線部分は身体を元気に左右にゆすることで特別に強調されている。この動きは全身の素早いリズムミク横振れでもたらされ、尻先の振れが最大になり、頭の振れが最小になる。」「この左右の動きは1秒間に13-15回繰り返される。」 (von Frisch, 1967: 57)

尻振りダンスは、waggle dance といういい方以外に tail-wagging dance ともいい、figure-eight dance (8の字ダンス) ともいわれている (Winston, 1987: 154)。









1c) 移行型ダンス (transition dancing, Da^t): 「円ダンスから尻振りダンスへの移行は、8の字か鎌形のパターンを経て次第になされていく」 (von Frisch, 1967: 63)。

Von Frisch (1967) の図 56 に基づけば、移行型ダンスは4つのサブタイプに分けられる (表1の図)。Da⁰ は尻振りなしの動きであり、Da¹ は1ないし1.5回の尻振り、Da² は2ないし2.5回の尻振りを含んでおり、Da³ は3回以上の尻振りを含んでいて尻振りダンスにかなり近いが、尻振り走行の直線部が一致しない。

2) 身震いダンス (Tremble dancing, TD): 不規則な線を描く動き (Lm4*) と、まれには歩行または走行中に短く中・後肢での左右のゆすりが入る (Lm4+10*); 全身はよく身震いするかひくつき (Genm1,2*), 動いている間中、体軸が頻繁に変わる; 腹部の位置はさまざまで (Tp1-4*), 翅は斜めに開いていて (Wp3*), 頭部は通常の位置にある (Hp1*)。

おそらく、身震いダンスはフォン・フリッシュのいう “Zittertanze” (von Frisch, 1923) と同じもので、英語には trembling dance と訳されたが (von Frisch, 1967: 282)，現在は

表1 巣門から14mの固定餌場に通った採餌蜂(D6, 日齢不詳)のダンス行動群

行動 略号	シェイキング ¹⁾ Sh	身震いダンス ²⁾ Td [←] TD→Td [→]	円ダンス Dar	移行型ダンス ³⁾				尻振りダンス Daw	飛行時間(秒) ⁴⁾	招集された 蜂の数	
				Da ¹	Da ²	Da ³	Da ⁴		巣門 餌場	餌場 巣門	新規 再来
通り飛行											
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3 ⁵⁾	—	—	×	×	×	×	×	×	170	30	
4	—	—	×	×	×	×	×	×	27	18	
5	—	—	×	×	×	×	×	×	15	5	
6	—	—	×	×	×	×	×	×	24	10	
7	—	—	×	×	×	×	×	×	5	5	
8	—	—	×	×	×	×	×	×	8	8	
9	—	—	×	×	×	×	×	×	12	5	1
10	—	—	×	×	×	×	×	×	5	7	1
11	—	—	×	×	×	×	×	×	6	5	
12	—	—	×	×	×	×	×	×	5	4	
13	—	—	×	×	×	×	×	×	6	4	2
14	—	—	×	×	×	×	×	×	5	6	
15	—	—	×	×	×	×	×	×	6	4	1
16	—	—	×	×	×	×	×	×	4	4	1
17	—	—	×	×	×	×	×	×	4	6	
18	—	—	×	×	×	×	×	×	4	4	
19	—	—	×	×	×	×	×	×	4	3	
20	—	—	×	×	×	×	×	×	5	6	
21	—	—	×	×	×	×	×	×	3	4	
22	—	—	×	×	×	×	×	×	5	3	
23	—	—	×	×	×	×	×	×	4	3	
24	—	—	×	×	×	×	×	×	5	5	
25	—	—	×	×	×	×	×	×	5	6	
26	—	—	×	×	×	×	×	×	4	4	
27	—	—	×	×	×	×	×	×	4	4	
28	—	—	×	×	×	×	×	×	4	0	3
29	—	—	×	×	×	×	×	×	5	6	
30	—	—	×	×	×	×	×	×	6	6	1
31	—	—	×	×	×	×	×	×	4	4	2
32	—	—	×	×	×	×	×	×	5	6	
33	—	—	×	×	×	×	×	×	5	4	
34	—	—	×	×	×	×	×	×	6	5	
35 ⁶⁾	—	—	×	×	×	×	×	×	4	5	

すべての行動は札幌市の北大構内の観察巣箱内で1978年10月3日に観察された。他の行動との関連性については図2を参照のこと

¹⁾ Fletcher (1978) は vibratory dance を, Seeley (1995) は shaking signal を使用した。下の図は Hammann (1957) の図を採用した。

²⁾ Seeley (1992) は tremble dance を使用, 下の図は彼の図の一部を採用した。

³⁾ Von Frisch (1967) は下の図のように4タイプに分けた。 ⁴⁾ 腕時計による粗測定。 ⁵⁾ 観察開始=12:15。 ⁶⁾ 観察終了=16:29。

tremble dance が用いられている (Seeley, 1992; Nieh, 1993; Kircher and Lindauer, 1994; Seeley, 1995)。「身震いダンス」の訳語はシーリー (1998) から採用した。

身震いダンス (TD) は暫定的に、私の観察で区別ができた次の2つのサブタイプに分けられる (Seeley (1992) は身震いダンスとして2a) のみを記載しているので、記載文をそのまま引用し、2b) にはその記載法を採用して記載した)。

2a) 身震い歩行 (tremble walking, Td^w):

「この複雑な活動は動きを3つの要素に分けて分析されうる; (1) 振動系—体の強い左右のゆれ、ときには前後のゆれも入る, (2) 体軸系—体軸の方向が常に変化する, (3) 移動系—巣板上をゆっくりと歩いていく」(Seeley, 1992: 377)。

2b) 身震い走行 (tremble running, Td^r):

(1) 振動系—体の弱い左右のゆれ、ときには前後のゆれも入る, (2) 体軸系—体軸の方向がときどき変化する, (3) 移動系—巣板上をすばやく歩くか走る, スピードは興奮走行 (Er) と歩き回り (Wa) (Ohtani, 1974, 1994 参照) の中間ぐらい (1~2cm/s)。

3) シェイキング (shaking, wSh/w; Sh/w と Sh は省略形): 前肢で他の蜂の体をつかんでからすべての肢を振動させる (Lm11=腹部の前後の動き) が、まれには蜂の体を触らずに巣板上でも行なわれる。振動はおよそ1秒間、次に別の個体が見つかるまで歩行する (Lm4*)。振動と歩行のセットが長く繰り返される。

この行動は Haydak (1929) が記述して以来、しばしば報告され、さまざまに命名されてきたが、ここでは Allen (1958) が最初に用い、

た。D6 は餌場に 35 回通って、ダンスなしのときを挿みながら、身震いダンス (trembling dance: Td)、円ダンス (round dance: Da^r)、移行型ダンス (transition dance: Da^t)、そして最後には尻振りダンス (waggle dance: Da^w) を踊ったのである。

ここで記憶に留めておくことは、餌場から蜜を持って帰ってきたときでもダンスなしの場合が多数あるということだ (表 1 の×印を参照)。フォン・フリッシュもダンスなしのケースを観察している:「高濃度の砂糖水のときでさえ、一日の最初の採餌飛行後では概してダンスは踊られない」「同じことは給餌が長く中断された後

の採餌開始時に観察された」(von Frisch, 1967:243)。

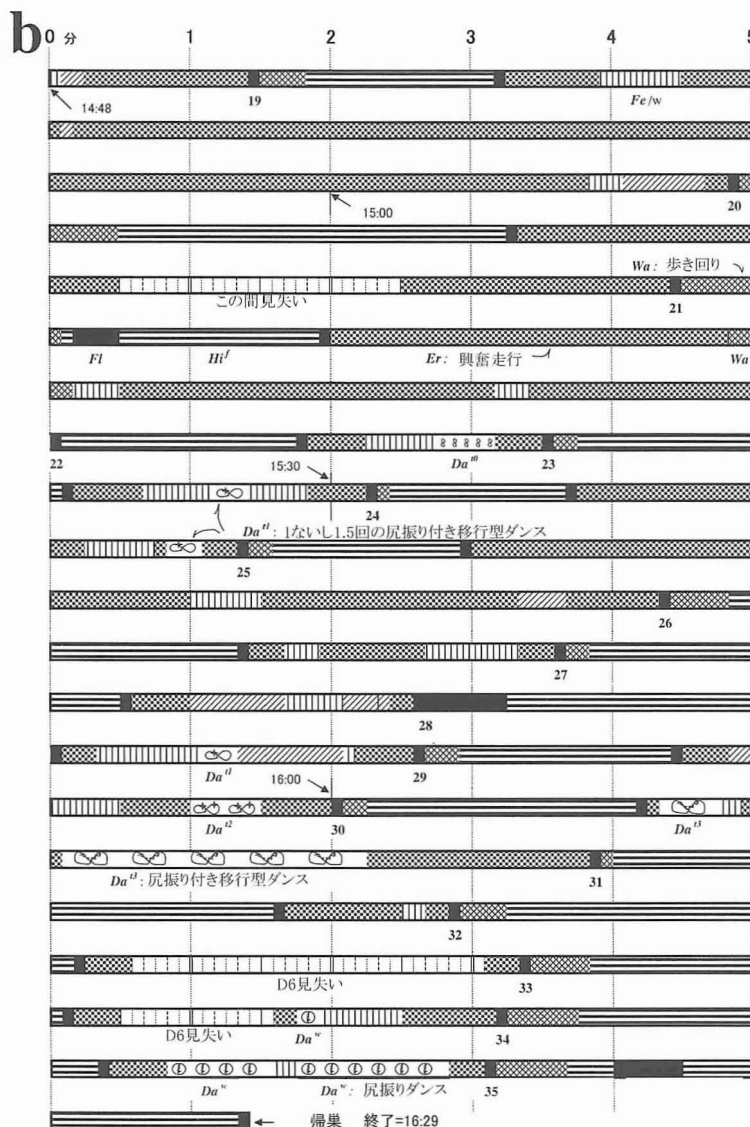
D6 が巣門から餌場に運ばれたのは 11:53 だった。帰巢から数分で餌場に戻る。この飛行を皮切りに D6 は餌場に通いはじめた。私たちの記録は 3 回目の飛行の 12:15 からである (表 1)。詳細な行動記録は 8 回目の飛行に飛び立った直後の 13:28 から開始した (図 2)。D6 は 5 回目の飛行から戻ったときにシェイキング (振身ダンスともいう, shaking: Sh) をしたが、そのとき 1 回きりだった。6 回目の飛行後、「身震い歩行」(trembling walking: Td^w) が観察され、7 回目後に初めて円ダンスが観察され

た。しかし、このあとの 3 飛行ではダンスは観察されず、餌場 - 巣箱間の比較的に長い飛行時間 (5-12 秒, 表 1 右端) が観察された。

11 回目の飛行後、尻振りなしの移行型ダンス (Da^t) が観察された。17 回目と 22 回目の飛行後にも観察された。初めの 2 Da^t の間に 3 回の「身震い歩行」(trembling running: Td^r) と 1 回の身震い歩行が観察された。身震い歩行は身震い歩行と「興奮歩行」(excited running: Er) の中間型に見えるので、身震いダンスと興奮歩行は親戚である可能性がある。

23, 24, 28 回目の飛行後に、1 回の尻振りが入る移行型ダンス (Da^t) が観察された。28 回目の餌場に向かう飛行時間は異常に長かった (40 秒) が、その理由と影響は不明である。

29 回目と 30 回目の飛行後に、 Da^{t2} と Da^{t3} がそれ



ぞれ観察された。31回目と32回目の飛行後はダンスは観察されなかったが、尻振りダンス (Da^w) は33回目と34回目の飛行のあとに観察された (図2b)。33回目の飛行後は Da^w の継続時間が短いもの (10秒) だったので、観察者は自分の目がおかしくなったのかと思ってしまうほどだった。34回目の飛行後の Da^w の継続時間は自分の目を信用するのに十分だった。34回目の Da^w は以前観察したものと同様だった。

それは「なんてこった!」反応 (“My God!” reaction) (Bruner and Postman, 1949; Kuhn, 1970: 62-64; Wenner and Wells, 1990: 119-120) だった。私はそれ以上観察を続けることができなかった。

D6の33回の飛行の間に、8個体の新参蜂 (無マーク) が尻振りダンスもないのに招集され、そのうち4個体が再招集された (表1, 最右欄)。私たちは Seeley and Visscher (1988) が観察したような、尻振りダンス後の急上昇する招集が観察できるチャンスをふいにしたのである。

3. 三田でのダンスの観察

超近距離での尻振りダンスをもう一度観察するために、三田市での観察を1999年の6月と11月に計画したが、初夏の観察ではほとんどすべての蜂が人工の餌場には惹きつけられなかった。実のところ、同じ主旨の観察が1996年の5月に奈良県橿原市で行なわれているのだが、同じように「失敗」した。つまり、10mに設置した餌場に働き蜂は通ってくれなかったのである。この「不成功の」実験結果を値打ちあるデータとみなせず、データのすべてを例外なく捨ててしまった。したがって残念なことに、春の実験はうまくいかないと記述するだけで、それ以上詳しく報告できない。くしくもフォン・フリッシュの記述に似たものがある: 「春には、豊富な花が咲き、食物供給が良好な時期なのに、蜂にダンスをさせることは1~2Mのショ糖水でさえしばしば不可能となる」 (von Frisch, 1967: 247)。

1) 働き蜂 W1110 の移行型ダンス

1999年は10月に入ると、多数のオオスズメバチ *Vespa mandarinia japonica* が頻繁に養蜂場に襲来した。10月30日にM110群はオオスズメバチの攻撃で500匹以下の蜂数となっていたため、1枚のラングストロース式巣枠が入った観察巣箱に導入した。ミツバチはオオスズメバチに怯えているようにみえた。活動性は低下し、古い蜜とヴァニラ・エッセンスという未経験の匂いを避けたりした。

11月5日と6日に餌場に通わせようとしたが、うまくいかなかった。11月10日も午前中はダメだったが、13:49, W1110 (日齢不詳) がようやく餌場 (図1cのA) に通いはじめた。W1110は6回の通いの間に3回の円ダンスを踊った (表2)。その後、餌台を50cm南へ移動させたら (図1cのB)、7回目と8回目の飛行では餌場にたどりつけなかった。そこで、巣門から直線方向の西へ30cm (図1cのC) に餌場を移動させると、W1110は通いはじめた。その後、W1110は尻振りなしの移行型ダンスを11回目の飛行後に踊っただけで、身震いダンスもシェイキングもしなかった (表2)。W1110の活動が低下してきたので、観察は15:50に打ち切り、次の日 (11月11日) 再開することにした。しかし、翌日も翌々日 (11月12日) も雨天だった。

2) 働き蜂 Wp12 の移行型ダンスと尻振りダンス

11月14日に観察を再開したが、W1110は観察巣箱にはいなかった。餌場の位置は巣門の西方30cm (図1cのC) である。4個体の働き蜂を数回餌場に運んだが、通ってくれない。13:00に餌場を巣門から0cmのところ (図1cのA) に移した。4個体の働き蜂を再び運ぶ。

1時間の間に数回運んだら、Wp12の働き蜂 (日齢不詳) が通い始めた。14回通って、17:20までにシェイキングを6回、身震い歩きを3回、移行型ダンスを8回 (Da^o と Da^u のダブリを数えると11回) 見せてくれた (表3)。

非常に興味深いことは、移行型ダンスがいったん Da^u から Da^o まで進んだのに、餌場がよ

り遠くに移されると(図1cのCからDへ), Da^{10} に戻ったことである。距離を固定した餌場(表1)を比較して考えると, ダンス行動群は新しい餌場を探すのに飛行コースが不安定になることと関連するのではないだろうか。また, 興味深いことだが, シェイキングと身震いダンスは移動していく餌場の後半に現れるのである。これも不安定な飛行コースと関連している可能性がある。

観察は他の用事のため9日間中断した。11月23日の午前中はかなり寒くなっていた(11~12℃)ので, 観察は午後から始めた。Wp12は13:12に巣門のところに戻ってきた。ダンスはせずに歩き回り(wandering: Wa)だった。薄いハチミツがついたむだ巣の小さいもの

を目の前に出してやると, 乗ってきたので, 巣門から30cmの餌場(図1cのC)に運んで放してやった。驚いたことに, 巣面に戻るとすぐ尻振りダンス(Da^{10})を踊ったのである。その尻振りダンスの方向と距離は餌場と違うところを示していた。事実, Wp12は餌場以外のところへ飛んでいったのである。

およそ14分経って帰巢したWp12はダンスでなく身震い走行をした。それから, Wp12はもう一度餌場に運ぶと, 興奮走行, 尻振りダンス, シェイキングをした(図3a)。新しい事実は, 尻振りダンスが新しい不確かなものよりも古い慣れた情報によってなされうることだった。

Wp12の観察はそのあと雨天になったので

表2 餌場の3位置(A-C)に通った採餌蜂(W1110, 日齢不詳)の行動

行動名 通い\略号	シェイキング Sh	身震いダンス Td' Td''	円ダンス Da' Da^{10}	移行型ダンス Da^{11} Da^{12} Da^{13}	尻振りダンス Da^{10}	関連 行動 ¹⁾	餌場の 位置 ²⁾
1 ³⁾	—	—	—	—	—	—	A
2			×	×	×	×	Er A
3		観察あり → ●	×	×	×	×	Er A
4			×	×	×	×	Er A
5			●				Er A
6			●				Er A
7 ⁴⁾			×	×	×	×	Er B
8 ⁴⁾			×	×	×	×	Ru B
9			×	×	×	×	Ru C
10			×	×	×	×	Er C
11			●				Er C
12			×	×	×	×	Er C
13		観察なし →	×	×	×	×	Er C
14			×	×	×	×	Ru C
15 ⁵⁾			×	×	×	×	Wa C

1999.11.10に設置した餌場は巣門から0.5m以内の超近距離にある。

観察巣箱は兵庫県立人と自然の博物館の養蜂場に置かれた。

¹⁾ 飛行前に観察されたもの: Er =興奮走行, Wa =歩き回り, Ru =走行, Ohtani (1974) 参照。

²⁾ 図1cのA-Cに対応。 ³⁾ 観察開始=13:49。 ⁴⁾ W1110は餌場(B)にたどりつかなかった。 ⁵⁾ 観察終了=15:50。

表3 可動餌場(A-F)に通った採餌蜂(Wp12, 日齢不詳)の巣内行動

行動名 通い\略号	シェイキング Sh	身震いダンス Td' Td''	円ダンス Da' Da^{10}	移行型ダンス Da^{11} Da^{12} Da^{13}	尻振りダンス Da^{10}	関連 行動 ¹⁾	餌場の 位置 ²⁾
1 ³⁾	◎		×	×	×	×	Er A
2			×	×	×	×	Er A
3			×	×	×	×	Er A
4	◎			●			Er A
5					●		Er C
6					●		Er C
7			●	●			Er C
8			●	●			Er D
9			●	●			Er, Ru D
10	◎	◎		●			Er E
11			×	×	×	×	Er E
12	◎			●			Er F
13	◎	◎	×	×	×	×	Er, Ru F
14 ⁴⁾	◎	◎	×	×	×	×	Er, Ru F

1999年11月14日に博物館の養蜂場で観察された餌場は巣門から2.5m以内の近距離で移動した。

¹⁾ Er =興奮走行, Wa =歩き回り, Ru =走行。 ²⁾ 図1cのA-Fに対応する。

³⁾ 観察開始=14:15。 ⁴⁾ 観察終了=17:20。

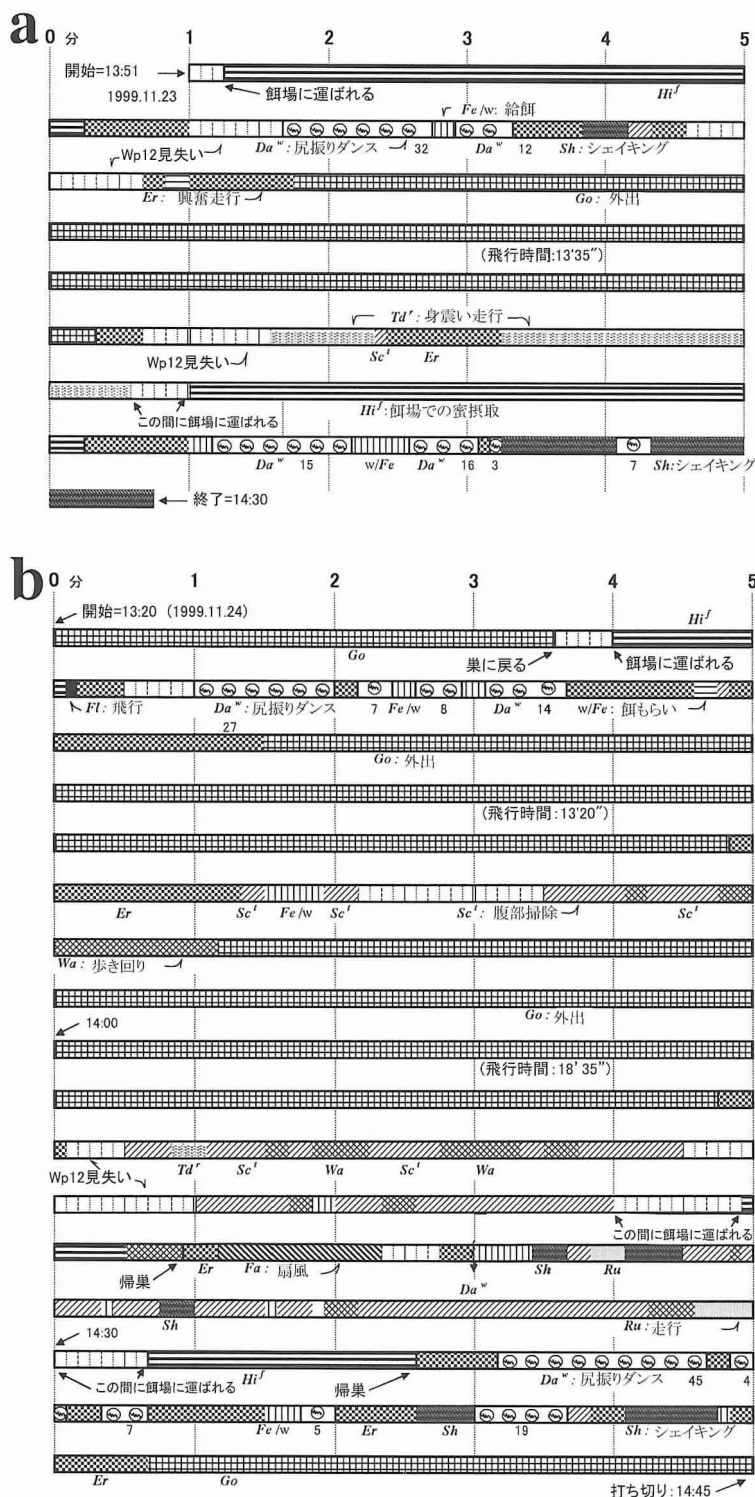


図3 巣門から30cmの餌場に通った働き蜂 Wp12 の2つの連続行動。9本の棒グラフ(a)は11月23日に観察した全行動, 17本の棒グラフ(b)は11月24日に観察した全行動を示している。尻振りダンスのそばの数字は尻振り走行の数を表す。すべての尻振り走行の方向は同じだった。尻振りダンスの情報で誘発されるように, Wp12は近隣のどこかへ外出した(飛行時間は13分35秒, 13分20秒, 18分35秒)。帰巢後, Wp12はダンスを踊らなかったが, 強制的に運ばれた餌場から戻ると, 尻振りダンスをした。

中止した。雨は次の日(11月24日)の午前中まで続いて採餌活動がなかったにもかかわらず, 尻振りダンスの情報は午後まで維持されていた。13:20に観察を開始したが, Wp12は見あたらず, 23分35秒に帰巢した(図3b)。すぐに昨日と同じ30cmの餌場に連れて行く。吸蜜して巣面に戻ると, さっそく尻振りダンスである。そしてその後, 昨日と同様に13分20秒の外出をして, 帰巢したが, ダンスは踊らず, 蜜渡し(Fe/w)を20秒続け, 腹部掃除(Sc^t)をして, また外出した(Go)。18分35秒後に帰巢し, 身震い走行を15秒しただけだったので, また餌場に運んだが, ダンスはなし。もう一度餌場に運ぶと, 今度は尻振りダンスとシェイキングをして, また外出した。この外出の途中で, 観察を打ち切り, 次の観察に入ることにした。

図3bに示された2列目(尻振り走行数=27+7+8+14)と15-16列目(尻振り走行数=45+4+7+5+19)の尻振りダンスは, 餌場以外の場所を指示しており, それは前日(図3a)同様, Wp12が餌場での吸蜜

で興奮して帰巢した直後の行動だったのである。

3) 働き蜂 Wb13 のダンス行動

11月23日に30cmの餌場で数匹の働き蜂に白マークがつけられた。そのうちの1個体の働き蜂がWp12の観察中に餌場に通い出したので、青のマーカで再マークして、Wb13と名づけて、観察をこちらに切り替えることにした。

Wb13は11月24日の午後約2時間の間(14:51~16:45)に15回餌場に通った(表4, 上表)。5回目の通いで、円ダンス(Da')と移行型ダンス(Da^{10})が観察された。次の通いで移行型には2ないし2.5回の尻振りがついたが(Da^{12})、引き続き4回の通いでは1ないし1.5回の尻振り付きになってしまった(Da^{11})。

表4 固定餌場(巣門から30cm)に通った採餌蜂(Wb13, 日齢不詳)の巣内行動

行動名 通い\略号	シェイキング Sh	身震いダンス Td' Td''	円ダンス Da' Da^{10}	移行型ダンス Da^{11} Da^{12} Da^{13}	尻振りダンス Da^{14}	関連 行動 ¹⁾	餌場の 位置 ²⁾
1	—	—	—	—	—	—	C
2 ³⁾			×	×	×	×	Er C
3			×	×	×	×	Er, Wa C
4			×	×	×	×	Er C
5			●	●			Er C
6					●		Er C
7				●			Er C
8				●			Er C
9				●			Er C
10				●			Er C
11				●	●		Er C
12				●			Er C
13			×	×	×	×	Er C
14	◎			●	●		Er, Wa C
15 ⁴⁾	◎	◎	×	×	×	×	Ru, Wa C
1 ⁵⁾			×	×	×	×	Er C
2			×	×	×	×	Er C
3			×	×	×	×	Er C
4				●			Er C
5				●			Er C
6				●			Er C
7				●			Er C
8				●			Er C
9			●	●			Er C
10				●			Er C
11	◎			●			Er C
12				●			Er C
13			×	×	×	×	Er, Ru, Wa C
14			×	×	×	×	Er, Wa C
15			×	×	×	×	Er, Wa C
16			×	×	×	×	Er, Ru C
17			×	×	×	×	Er, Ru, Wa C
18				●			Er C
19					●		Er C
20 ⁶⁾					●		Er C

三田市の博物館の養蜂場で、1999年11月24日と25日に観察された。

¹⁾ Er=興奮走行, Wa=歩き回り, Ru=走行 ²⁾ 図1cのCに対応 ³⁾ 11月24日の観察開始=14:15

⁴⁾ 11月24日の観察終了=16:45 ⁵⁾ 11月25日の開始時間=9:22 ⁶⁾ 11月25日の終了時間=12:32

11回目の通いでは Da^{10} と Da^{12} が同時に観察された。14回目の通いでは Da^{10} と Da^{11} にシェイキング(Sh)が加わった。11月24日の最後の通いではシェイキングと身震い走行(Td')が観察され、移行型ダンスはなかった。

11月25日は暖かい日だった(午前9時で14.0°C)。Wb13は9:20に餌場をオープンした直後にやってきたが(表4, 下表), 3回目の通いまでダンスはなかった。続く4回連続の通いで Da^{11} だけが観察された。餌場は動かされなかったのに、Wb13は18回目の通いまで1ないし1.5回の尻振り付き移行型ダンス以上は踊らなかった。

19回目と20回目の通いで2ないし2.5回の尻振り付きになった。しかし、非常に残念なことに、観察は12:10で中断してしまった。

Wb13 が突然いなくなってしまったのである。巢板を保温するヒーターに関連した何らかの事故に遭遇したのだと思われるが、死体は発見できなかった。

その暖かい 11 月 25 日の観察は、超近距離での尻振りダンスが観察できる 1999 年最後のチャンスだった。

考察

1. 飛行コースの安定性

ミツバチの飛行コースを観察したり測定したりすることは困難である。飛行スピードは 7.5 m/s (Wenner, 1963) もあるのだ。したがって、次の記述は肉眼からの印象でしかない。最初の数回の飛行コースは不安定だったり、ぐるぐる回ったりした。続く数回の飛行は次第に安定してくる。そして、最後の数回もしばしば不安定なコースをとった。可動餌場を動かしたのが原因だったり、そしておそらくは夕方の悪条件（気温低下や照度低下など）によったと思われる。飛行コースの安定度に関連して、各種のダンス行動群が見られた。まだ乏しいデータに基づいているものの、ダンス行動 (DA) は飛行が安定しているときに見られ、一方、シェイキング (*Sh*) と身震いダンス (*TD*) はコースが不安定なときに見られた。ダンスがないときも不安定なときである。飛行コースがもっとも安定したときに、採餌バチは尻振りダンス (*Da^m*) を踊る、というのが私の考えである。

フォン・フリッシュがダンス行動を観察できなかったのは、1 日の最初の飛行のあとであり、長い中断のあとだったのである (von Frisch, 1967: 243)。フォン・フリッシュはダンスがないのを、食物源の安定供給が危ぶまれる場合と見たのだが、飛行が長く中断されたあとの不安定さとして説明することが可能である。

ダンス情報がミツバチの間でまったく伝達されないという観点があるとすれば、上に述べた見解は各ダンス行動の出現理由を研究していく上で重要である。この手の「反抗的な」観点を出すと、ほとんどいつも次のような疑問がついてくる：尻振りダンスのようなエネルギーのい

る行動が意味もなく進化したというのか。これに対する私の推論は、安定したまっすぐな飛行コースが飛行に要するコストを下げるのとすると、安価分だけ余分になったエネルギーが一種の「飛行模倣」(飛行に関わる神経系や筋肉群が働いている模倣的な動き) を産み出す、というものである。その飛行模倣が尻振りダンスだといいたいわけである。意味のない行動が余分のエネルギーで解発されることはおかしいことではないだろうし、それが正常な状況で実際に解発されるものなら (上の例なら飛行筋は実際に飛行に使われている)、進化上捨て去ることはできないはずである。

ごく最近、Capaldi et al. (2000) はハーモニックレーダーで追跡した定位飛行のコースを直接観察した。残念ながら、なりたての採餌蜂の飛行コースは研究していないが、定位飛行数と 4 つの飛行属性 (往復距離, 最大範囲, 到達地域, 平均地上速度) との間に正の相関が見つけられている。採餌中の蜂たちは速く飛ばば飛ぶほど、定位中の蜂たちより有意に速くへまっすぐに飛ぶという。

2. ダンス行動群間の関係

1 回の飛行後の同じ行動を 1 例とするなら、表 1~4 と図 3 から、ダンス行動 (DA) を 48 例、シェイキング (*Sh*) を 14 例、身震いダンス (*TD*) を 10 例観察した。ダンス行動とシェイキングが同時に観察されたのは 7 例、身震いダンスとシェイキングの同時観察は 5 例だった。身震いダンスとダンス行動の同時観察はなかった。これらの関係は非常に面白いが、データが少なすぎて推論を出すまでには至らない。

前節の推論と結びつけるなら、身震いダンスはダンス行動の幼形で (だから同時観察がないとみる)、シェイキングは一種の転移行動、という私の素案がある。Alllen (1958) やその他何人かの著者はロイヤルコート内で女王に対するシェイキング (*wSh/q*) を観察している。Ohtani (1994) は、そのシェイキング (*wSh/q*) が 2 つの衝動 (逃去と闘争) の衝突による転移行動ではないかと推論した。

3. 餌場の記憶

ミツバチが新しい餌場で刺激されたとき、古い情報に基づいて尻振りダンスを踊ることができるとことは新しい事実である。これまで餌場の記憶を論議したことはなかった。ダンス行動群に関する過去の実験結果のほとんどすべては、この事実の影響を受けるだろうし、再考しなければならないだろう。たとえば、Gould (1975) のにせ情報実験など大いに影響を受ける可能性がある。逆に、にせ情報実験に使えるかも知れない。

Capaldi et al. (2000) のデータに基づけば、ミツバチは定位飛行により自らの経験を増やしたり、巣箱周辺の地形情報をたくさん仕入れたりしているように見える。蜂たちの過去の記憶は自分たちの経験で次第に広がっていくのではないだろうか。とにかく、蜂の過去の記憶は収穫ダンスの新しい実験を計画する際に考慮しなければならないことである。

さらに、このような固定した記憶は、採餌蜂が春や初夏に人工的な餌場にほとんど通ってくれない傾向（前に触れた）と関連があるかも知れないのである。多くの採餌蜂は、自分たちが何度も通った豊富な蜜源に記憶が固定されてしまっているとすれば、餌場に興味を示さなくなるのではないだろうか。だから、流蜜期の実験はうまくいかなかったのかも知れない。

4. ダンス行動群の機能

尻振りダンスの機能は有名で、日本の高校の教科書では「事実」である（たとえば、水野ら、1996）。しかし、それは直接証明されたのではなく、さまざまな段階の相関関係から立てられた仮説なのである（Wenner and Wells, 1990 の6章と9章を参照）。正の相関関係を見つけたからといって、因果関係を打ち立てたことにはならない（Wenner et al., 1967）。Wenner and Wells (1990) の慎重な論議は社会性昆虫に関わる多くの研究者に無視されてきた（たとえば、Seeley, 1995; Crozier and Pamilo, 1996; Vander Meer et al., 1998）。その人たちはダンス言語という「パラダイム偏

向」(Kuhn, 1970) の中にいて、公平な態度をとっていない。

身震いダンスの機能は Seeley (1992) によって研究され、シェイキングの機能は Schneider et al. (1986a, b) によって研究され、Seeley (1995) により強調された。それらはしっかりした仮説であり、やはり相関関係に基づいて作られている。「振動信号」(shaking signal) と「身震いダンス」(tremble dance) はそれぞれ、採餌蜂数の増加と食物貯蔵蜂数の増加に効果をもつらしい (Seeley, 1995)。各機能の図式は洗練された素晴らしいものだが、人間本位の説明 (DA でも同様) だけで成立している。ミツバチは独自の「昆虫の論理」で生活しているに違いない。一方的な人間側の説明を避けるには、1 個体追跡 (SIT) 法 (Ohtani, 1994 参照) のような直接観察を採用すべきなのではないだろうか。そして、私たちは Capaldi et al. (2000) のようなハーモニックレーダーを用いて採餌飛行の「個体発生」を直接観察することに期待が持てるのである。

謝辞

1978 年、1996 年、1999 年のデータ採取の際、それぞれ手伝って頂いた山本道也博士、荒川信子氏、小賀泰次郎氏に感謝する。また、原稿を読んで刺激的な論議をして下さり、有益なコメントを寄せて下さった姫路工業大学環境人間学部池野英利博士に謝意を表す。

(〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6 兵庫県立人と自然の博物館内 姫路工業大学自然・環境科学研究所)

引用文献

- Allen, M.D. 1958. *Nature* 181:68.
 Bruner, J. S. and L. Postman 1949. *J. Person.* 18:106-223.
 Boch, R. 1957. *Z. Vergl. Physiol.* 40:289-320.
 Capaldi, E. A., A. D. Smith, J. L. Osburne, S. E. Fahrbach, S. M. Farris, D. R. Reynolds, A. S. Edwards, A. Martin, G. E. Robinson, G. M. Poppy and J. R. Riley 2000. *Nature* 403:537-540.
 Crozier, R. H. and P. Pamilo 1996. *Evolution of Social Insect Colonies: Sex Allocation and Kin Selection*. viii+306 pp. Oxford Univ. Press, Oxford.

- Fletcher, D. J. C. 1978. *J. Apic. Res.* 17:3-13.
- Frisch, K. von 1923. *Zool. Jb. Physiol.* 40:1-186.
- Frisch, K. von (1967) The dance language and orientation of bees. (paperback edition, 1993) . 566 pp. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- Gahl, R. A. 1975. *Anim. Behav.* 23:230-232.
- Gould, J. L. 1975. *Science* 189:685-693.
- Haydak, M. H. 1929. *Cesky Včelár* 63:133-135.
- Hammann, E. 1957. *Insect. Soc.* 4:91-106.
- Kirchner, W. H. and M. Lindauer 1994. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 35:303-308.
- Kuhn, T. 1970. *The Structure of Scientific Revolutions.* (2nd Ed.) Univ. Chicago Press, Chicago.
- Nieh, J. C. 1993. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 33:51-56.
- Milum, V. G. 1955. *Am. Bee J.* 95:127-134.
- 水野丈夫ほか. 1996.『生物 IB』, 東京書籍.
- Ohtani, T. 1974. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. VI, Zool.* 19:709-721.
- Ohtani, T. 1985a. Tyo to Ga (Trans. Lepid. Soc. Japan). 35:161-173.
- Ohtani, T. 1985b. An ethological study of adult female honeybees within the hive. PhD Thesis, Hokkaido Univ., iii + 377 pp. + 1 pl. *Apic. Abstr.* 39:209..
- Ohtani, T. 1994. *Humans and Nature* 3:37-77.
- Sakagami, S. F. 1953. *Jap. J. Zool.* 11:117-185.
- Seeley, T. D. 1992. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 31:375-383.
- Seeley, T. D. 1995. *The Wisdom of the Hive.* 302 pp. Harvard Univ. Press. Cambridge.
- シーリー, T. D. (長野敬・松香光夫訳) 1998.『ミツバチの知恵, ミツバチコロニーの社会生理学』. 362pp+vi. 青土社, 東京. (上記文献の訳本)
- Seeley, T. D. and R. K. Visscher 1988. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 22:229-237.
- Schick, W. 1953. *Zool. Jb. Physiol.* 35:105-128.
- Schneider, S. S., J. A. Stamps and N.E. Gary 1986a. *Anim. Behav.* 34:366-385.
- Schneider, S. S., J. A. Stamps and N.E. Gary 1986b. *Anim. Behav.* 34:386-391.
- Vander Meer, R. K., M. D. Breed, M. L. Winston and K. E. Espelie ed. 1998. *Pheromone communication in social insects: ants, wasps, bees, and termites.* Xii+368 pp. Westview Press, Oxford.
- Wenner, A. M. 1963. *J. Apic. Res.* 2:23-32.
- Wenner, A. M. and P. H. Wells 1990. *Anatomy of a controversy - the question of a "language" among bees.* Xiv+399 pp. Columbia Univ. Press, New York.
- Wenner, A. M., P. H. Wells and F. J. Rohlf 1967. *Physiol. Zool.* 40:317-344.
- Winston, M. L. 1987. *The Biology of the Honey Bee.* Xii+28 1pp. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- TAKESHI OHTANI. Dance performance at very near distance from the honeybee hive. *Honeybee Science* (2001) 22 (3): 127-138. Division of Ecology, Institute of Natural and Environmental Science, Himeji Institute of Technology Yayoi-ga-oka 6, Sanda, Hyogo, 669-1546 Japan.
- Some dance performances (round, transition and waggle dances; shaking dance; tremble dance) were observed at the fixed or movable feeders of 0-14 m distance from the hive entrance in Sapporo and Sanda. After the dance performances were described by the original description system, the waggle dances in 1978 and 1999 were reported with different implications and interests: the former seemed to be related to the stability of the bee flight, and the latter was performed by the past remembrance of another feeding place. As the former was an isolated and very anomalous data, it remained dormant in my register papers for 22 years. The observations in 1996 and 1999 were planned in order to observe this behavior again, but the waggle dance at very near distance could not be observed. The "failure" in 1999 is detailed and discussed in relation to the function of dance performances, which seemed to be based on human-level explanations. It comprised 2 waggle dances, 6 round dances, 43 transition dances, 10 tremble dances, 10 shaking dances and 50 no dance that could be observed when 4 workers went on 94 trips.
- * * * * *
- この報文は以下の英文報告書の翻訳版である。
- Ohtani, T. 2000. A preliminary report on the dance performance at very near distance from the honeybee hive. *Nature and Human Activities* 5: 27-39.
- 兵庫県養蜂振興会・兵庫県農林水産部畜産課の小冊子「ミツバチの行動を探る」(2001. 1 25 発行)に掲載された「巣からごく近い距離を示すミツバチのダンス行動に関する予報」をここに採録した。表および文献のスタイル変更, 記録類の改善がある。
- (2001. 1. 16 大谷 剛)