

ニホンミツバチの交尾場所発見史

藤原 誠太・吉田 忠晴

ニホンミツバチ *Apis cerana japonica* Rad. の交尾場所となる雄蜂の集合場所 (Drone Congregation Area: 以下, DCA) の発見および解析は, 1990 年代前半に, 盛岡を拠点とする日本在来種みつばちの会の藤原誠太ら (以下, 藤原グループ) と玉川大学の吉田忠晴ら (以下, 吉田グループ) の 2 つのグループによってそれぞれに進められ, その成果が報告されてきた (表 1). 日本国内とはいえ, 500 km 近く離れた, 気候的にも差異のある 2 地点において, 樹種こそ, それぞれケヤキとクヌギと異なっているものの, いずれも高木の上空が DCA という点で一致した結果である. セイヨウミツバチ以外のミツバチで, 交尾場所が特定の質的意味を持つ空間であることが, 異なる研究グループによってほぼ同時期に示されたことから, 関係分野の海外の研究者は, 再現性の高い現象の発見事実の好例として評価して, 両グループの研究成果を同列的に引用している (例えば Koeniger and Koeniger, 2000; Oldroyd and Wongsiri, 2006, Koeniger et al., 2011).

しかしながら, 海外での評価とは別に, 国内では, 発見年と発表年の扱いにおける研究者間の見解の相違があり, 第三者に対して必ずしも共通認識が与えられる状況にはなかった. そこで, 本稿では, ニホンミツバチの交尾場所の特定に関わる研究を続けてきた両グループの代表である著者らが, 発見から 20 年以上が経過してはいるものの, 本件に関して発表された主な情報を整理しつつ, この歴史的かつ, 日本固有のニホンミツバチに関する生物学的にも意義のある発見の経緯を再確認し, 改めて発見の重要性を示しておきたい.

ミツバチの交尾場所発見

ミツバチの交尾行動において, 雄蜂が特定の場所に集合する現象については, アメリカ, コーネル大学の Morse のグループが 1961 ~ 1962 年にセイヨウミツバチ *Apis mellifera* L. を用いた直接的な観察実験を行っている. その成果は *Journal of Apicultural Research* 誌に「Drone Congregation Areas (雄蜂の集合場所)」のタイトルで掲載され (Zmarlicki and Morse, 1963), これが DCA の最初の検証的報告とされている (Crane, 1990). ただ, この著者らは本文中で, 引用した Buttle-Reepen (1923) が, 女王蜂養成技術で有名な Doolittle がすでに 1892 年に雄蜂の集合性に言及していることやドイツの養蜂家による大量の雄蜂の飛行の目撃談, あるいは飛行音を聞いたという情報に基づいて雄蜂が集合性を持つことを予測していたことや, さらに 1950 年代を中心に世界各地で行われた交尾行動観察で, 雄蜂が特定の場所に集まることが示唆されていたことから (例えば Jean-Prost, 1957), 「雄蜂の集合場所」という基本概念自体は, 決して新しいものではないと断っている (Zmarlicki and Morse, 1963).

Morse グループにとって幸運だったのは, 前年, 同じコーネル大学の Gary が, ヘリウムガスを入れた風船から垂らした長さ 90 cm ほどのひもに女王蜂を取り付け, 7 ~ 30 m の高度で雄蜂を誘引するのに成功したことである. Gary はその誘引の実体が女王蜂の大顎腺由来する 9- オキシデセン酸であることを明らかにし, その研究成果は *Science* 誌に掲載された (Gary, 1962). この雄蜂の誘引方法を Morse

表1 ニホンミツバチのDCA発見から公表まで(藤原, 吉田両グループの公表情報, 右ページに続く)

年	藤原グループ	吉田グループ
1990	<p>◎読売新聞(6月15日付)に「日本ミツバチ交尾の場発見 全国初 盛岡上空50メートル市内グループ」の記事掲載。日本在来種みつばちの会が1990年6月14日に、盛岡市川留稲荷神社のケヤキの大木の梢上に揚げた風船とハエ取り紙によるトラップで、十数匹のニホンミツバチの雄蜂を捕獲したとの紹介記事。</p> <p>◎アニメ11月号(218:102, 平凡社)に、「ニホンミツバチの結婚式場発見!(著者:藤原誠太)」掲載。読売新聞(上記)とほぼ同内容。</p> <p>◎日本動物行動学会第9回大会(11月)にて、「ニホンミツバチの雄の交尾飛行とその集合場所」(大谷剛 当時兵庫県博準備室および藤原誠太連名)を発表(講演要旨集p.44)。1990年6月の交尾場所に関する成果および1984年の飛行時間記録を報告。</p>	<p>◎ミツバチ科学に国内におけるセイヨウミツバチのDCAについて記載(1)。</p> <p>◎読売新聞(6月15日付)の左記記事中に、玉川大学ミツバチ科学研究所の吉田忠晴助教授(当時)が「ケヤキの木の上というのはちょっとイメージがわからない。西洋ミツバチとは違うのか、今後調べてみたい」とのコメントが含まれる。</p>
1991	<p>◎インセクトarium 3月号に記事掲載(2)。鈴木幸一 当時岩手大学農学部応用昆虫学研究室助教授らとの共著で、1990年に行われた実験成果を解説し、さらに「トウヨウミツバチのオスの集合場所は昨年スリランカで発見され、玉川大学でもニホンミツバチでの確認を急いでいます」と記述。</p>	<p>◎22nd International Ethological Conference(第22回国際動物行動学会, 大谷大学, 京都, 8月)にて「Differences in mating flight time and drone congregation area of <i>Apis cerana japonica</i> and <i>A. mellifera</i> as reproductive isolation mechanism」(T. Yoshida)で、ニホンミツバチのDCAはクヌギの樹上と報告。</p> <p>◎第2回特別展「ミツバチの世界」(伊丹市昆虫館:兵庫県伊丹市)の解説パンフレット中の「ミツバチの配偶行動」(解説:吉田忠晴)に、「ニホンミツバチの集合場所については1990年にケヤキの樹上を特定しているとの報告がありますが、筆者らは1991年にクヌギの樹上にニホンミツバチの集合場所を確認しました。」との記載。</p>

表1中の主要文献の典拠

- (1) 吉田忠晴. 1990. 日本で最初の雄蜂の集合場所の確認. ミツバチ科学 11(4): 353-360.
- (2) 鈴木幸一・三浦宏之・高橋道佳・藤原誠太. 1991. 風船実験で確認したニホンミツバチのオスの集合場所. インセクトarium 28: 82-84.
- (3) Yoshida, T. and M. Yamazaki. 1993. Difference in drone congregation area of *Apis mellifera* and *A. cerana japonica* as a reproductive isolation mechanism. In Asian Apiculture (eds. Connor, L. J., T. Rinderer, H. A. Sylvester and S. Wongsiri). Wicwas Press, Cheshire. pp. 99-103.
- (4) Fujiwara, S., H. Miura, T. Kumagai, T. Sawaguchi, S. Naya, T. Goto, H. Asanuma and K. Suzuki. 1994. Drone congregation of *Apis cerana japonica* (Radoszkowski, 1877) above large trees. Apidologie 25(3): 331-337.
- (5) Yoshida, T., J. Saito and N. Kajigaya. 1994. The mating flight time of native *Apis cerana japonica* Radoszkowski and introduced *Apis mellifera* L. in sympatric conditions. Apidologie 25(4): 353-360.
- (6) 吉田忠晴. 1994. 在来種ニホンミツバチと導入種セイヨウミツバチの雄蜂の集合場所の相違. 日本応用動物昆虫学会誌 38(2): 85-90.
- (7) 吉田忠晴. 1995. ニホンミツバチ *Apis cerana japonica* Radoszkowski とセイヨウミツバチ *Apis mellifera* L. の配偶行動に関する比較生態学的研究. 玉川大学農学部研究報告 35: 159-208.
- (8) 吉田忠晴. 1995. ニホンミツバチとセイヨウミツバチの交尾時刻と交尾場所の相違. ミツバチ科学 16(2): 57-66.

表1 ニホンミツバチのDCA発見から公表まで(藤原, 吉田両グループの公表情報, 左ページより続く)

年	藤原グループ	吉田グループ
1992		<p>◎ International Conference on the Asian Honey Bees and Bee Mites (アジアのミツバチとダニに関する国際会議, バンコク, 2月)にて「Difference in drone congregation area of <i>Apis mellifera</i> and <i>A. cerana japonica</i> as a reproductive isolation mechanism」(T. Yoshida and M. Yamazaki)で, ニホンミツバチDCAがクヌギの樹上10m, 地上より20m上空で, ここに集合した雄蜂にマークを施して放したところ, 100~700m離れた蜂群から回収できたと報告.</p> <p>◎「ミツバチのはなし」(酒井哲夫編, 技報堂出版, pp. 13-17)の「女王蜂と雄蜂の空中での交尾場所(執筆者: 吉田忠晴)」の章で「ニホンミツバチの集合場所については1990年にケヤキの樹上を特定しているとの報告がありますが, 私たちは, 1991年にクヌギの樹上にニホンミツバチの集合場所を確認することができました. これまでの報告からもニホンミツバチはなにか目立つ木の上を集合場所に行っているのは間違いなさそう・・・」と記述.</p> <p>◎日本昆虫学会第52回大会・第36回日本応用動物昆虫学会大会合同大会(弘前大学, 9月)にて, 「ニホンミツバチ雄蜂の交尾飛翔と交尾場所」(吉田忠晴)で, ニホンミツバチが比較的目立つ木の樹上を交尾場所に利用していると報告.</p>
1993		<p>◎ Asian Apiculture (1992年の国際学会論文集)に発表論文登載(3). ニホンミツバチのDCAが原著論文に準じる形で国際的に公表された最初のもの. 表2で自身による1991年5月19日の記録を記載.</p>
1994	<p>◎ Apidologie に原著論文掲載(4). 本文中で, 1991年6~7月および1992年6月のデータや画像などを使用してDCA発見を報告. 盛岡市内で発見されたニホンミツバチの交尾場所が高木(ケヤキ)の樹上であるとした最初の国際誌上で公表(投稿受付日: 1992年5月15日, 受理日: 1993年12月21日).</p>	<p>◎ Apidologie に関連論文掲載(5). この考察の中で, 「ニホンミツバチは視認性のよい高木の樹上を交尾場所に行っている」と上記のAsian Apiculture (1993) 掲載論文を引用.</p> <p>◎日本応用動物昆虫学会誌に関連論文掲載(6). 1992年に熊本県八代市ではスタジイの樹上DCAである可能性についても言及. さらに「鈴木ら(1991)は, 岩手県下におけるニホンミツバチDCAの予備的観察からケヤキの樹上を確認している」と引用.</p>
1995		<p>◎玉川大学農学部研究報告に関連論文掲載(7). 「Fujiwara et al. (1994)は, 岩手県下におけるニホンミツバチの観察からケヤキの樹上にDCAを確認している」と引用.</p> <p>◎ミツバチ科学に関連記事掲載(8). 「Fujiwara et al. (1994)は, 岩手県下におけるニホンミツバチの観察からケヤキの樹上にDCAを確認している」と引用.</p>

グループも採用し、これが DCA 発見という研究成果につながった。

実は、同時期に、オーストリアでも、連邦養蜂研究所の Ruttner 兄弟が Gary 法に近い方法で DCA を発見して、1963 年にチェコスロバキア（当時）で開催された国際養蜂会議で報告している（Ruttner and Ruttner, 1963）。彼らはその後も精力的に調査研究を続け、DCA は直径 30～200 m 程度の開けた場所で、雄蜂の飛行高度は 5～40 m、雄蜂は最大 8 km 離れた DCA まで到達し、DCA には複数の蜂場の複数の蜂群から雄蜂が飛来すること、女王蜂による誘引ではなく、女王蜂が不在でも雄蜂が集まること、DCA 以外では交尾が見られないこと、同じ DCA を長年にわたって使い続けることなどを突き止め、DCA の偶然性や人為的誘発性への懸念を排するに足る情報を提供している（Ruttner and Ruttner, 1966; 1971）。

交尾自体は DCA 以外にも蜂場に近い空間で見られるとの報告もあるが（Böttcher, 1971）、現象自体のミツバチの生殖における有意性は肯定的に検証されてきた。また確認方法が確立されたこともあって、DCA は、その後、各地で相次いで発見された。Tribe（1982）はアフリカミツバチの、時には 10000 匹以上の雄蜂が集合する巨大な DCA を発見し、Cooper（1986）は、イギリスおよびアイルランドの 60 か所の DCA の分布を調査した。さらに、アメリカでは 1985 年に雄蜂の行動をレーダーで追尾する方法が試され、平地での DCA の存在も明らかにされた（Loper et al., 1987）。

こうした中、わが国でもセイヨウミツバチの DCA 探しが始まり、吉田グループは 1989 年の予備調査（吉田, 1989）に引き続いて行った 1990 年 5 月の再調査で最終的にその存在を確認し、これが日本では最初のセイヨウミツバチ DCA の発見となった（吉田, 1990）。実はこれより先、緻密な観察でセイヨウミツバチの諸行動を解明してきた兵庫県立博物館準備室（当時）の大谷剛も、日本での両種ミツバチの DCA の発見を夢見ていたと、その著書「おすはささない ミツバチ」（1988）の中で述べている。

ニホンミツバチの DCA 確認

トウヨウミツバチ *Apis cerana* の DCA は、まずドイツに運ばれたパキスタン産のインド亜種 *A. c. indica* を用いて 1971 年に行われた実験によって、樹木から離れた空間にみられることが確認された（Ruttner et al., 1972）。次いで、1989 年 3～4 月に、同じくインド亜種の本来の生息地のひとつであるスリランカにおいて発見された（Punchiheva et al., 1990）。この報告は、セイヨウミツバチの DCA の特徴とは異なる、高さ 10 m ほどのヤシの木の、樹間から樹上にかけての空間であるという点で注目を集めた。

ちょうど 1989 年に「日本在来種みつばちの会」を立ち上げていた藤原グループは、このニホンミツバチの DCA 探しを会の活動目標のひとつに挙げ、すぐに活動を開始。表 1 にあるように、1990 年 6 月 14 日、盛岡市川留稲荷神社の境内に数本ある大きなケヤキの木の梢上で、ニホンミツバチの雄蜂の集合を確認し、翌日、新聞報道となった。このとき用いられた方法は、Gary（1962）を基に、吉田グループも日本でのセイヨウミツバチ DCA 探しに用いたヘリウムの気球（大型風船）を使う方法で、これに Taylor（1984）が考案した網製のトラップ、あるいは市販のハエ取りリボンを使うアイデアを併用し（図 1）、誘引源としてはセイヨウミツバチおよびニホンミツバチの処女王、さらに両種の交尾済み女王蜂のアルコールエキスも利用した。集合した雄蜂の行動に基づき、また現場に立ち会った前述の大谷剛と昆虫写真家の栗



図 1 DCA の確認準備をする藤原グループ
右は雄蜂の付着したハエ取りリボン

林慧の両名にも同一の見解を得て、この地点がニホンミツバチのDCAと判断された。さらに岩手大学応用昆虫学研究室の鈴木幸一らも確認し、1990年秋の日本動物行動学会で口頭発表され、1991年3月発行のインセクトリウム誌上にも記事掲載された(鈴木ら、1991)。

一方、吉田グループは、セイヨウミツバチで確立した技術を駆使して、東京都町田市の玉川大学構内のクヌギの樹冠上で同様に雄蜂が集合していることを認めたが、その時期は、吉田自身が「ミツバチのはなし」(1992)の中で懐述しているように、藤原グループより1シーズン遅い1991年5月のことであった。吉田グループは、ヘリウム風船とTaylorトラップ(図2)の組み合わせを用いたことは同様であるが、誘引源には処女王の他に化学合成した女王物質(9-オクソデセン酸)を用いている。

ここまでの経緯からは、ニホンミツバチのDCAの最初の発見場所は、盛岡市川留稲荷神社、発見年月日は1990年6月14日といえよう。この発見が、ニホンミツバチの交尾場所について重要な示唆を与えたことは事実である。とはいえ、「高木の梢の上の空間」というのは、それまでDCAとして知られていたセイヨウミツバチの状況とも、同じトウヨウミツバチ(ニホンミツバチもトウヨウミツバチの一亜種)のインド亜種のものとも異なっている。冒頭で述べたように、アジアのミツバチの研究に関心が集まる中、研究情報としてのニホンミツバチのDCA発見については、両者がほぼ同じ内容を、ほぼ同時にそろって伝えたことで、相互補完的に再現性の検証が完了した現象として評価された点は重要である。さらに、双方のグループがその後も複数の場所・環境で観察、確認を重ねた結果、それに基づいて、特定の雄蜂の集合が見られた地点を、ニホンミツバチのDCAと断定してよいとの共通認識が成立した。

世界に向けた公表

ニホンミツバチDCA発見の時期と場所は上述のとおりであるが、日本で得られた、日本固有のミツバチ種にかかわる発見的研究成果であ

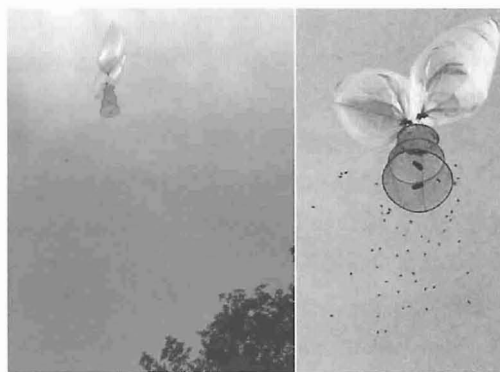


図2 樹上高く舞う吉田グループのトラップ
右はトラップに群がる雄蜂

っても、学術的に重要な成果であれば、国際的な評価対象になる。しかし、そのためには、発見に至る研究成果が、世界の研究者に向けて公表され、認知されなければならない。この場合、公表とは、一般には、内容を吟味できるレフリーを擁する国際誌(学会誌や査読システムを有する商業誌)に論文を掲載するという手順を踏むことが要求される。前節で引用した複数の海外におけるDCA発見事例が、実験的に発見されてから実際に論文化されているまでに、いずれも1~2年を要していることは、すなわち、科学情報が認知されるまでには、論文執筆作業以外にも、著者とレフリーとのやりとりを含む一定の時間が必要とされていること、つまりはその間に、研究成果の認定作業が行われていることを示している。

ニホンミツバチのDCA発見についての国際的なアプローチとしては、まず吉田グループが、1991年に京都で開催された国際動物行動学会でポスター発表、次いで1992年に、タイで開催されたアジアのミツバチと寄生ダニに関する国際会議で口頭発表を行った。後者の会議では、参加者の提出した全文が、この学会の論文集として「Asian Apiculture」と題した書籍の形にまとめられ、翌年(1993年)に刊行され、吉田グループの報告も第三者が読める(認知できる)形で登載された。

ただ、研究者間での研究成果の認知においては、習慣上、査読論文として公開されたものの地位を優先する(学会の会議録や研究機関の紀要などは認めないか、補足的に扱うのが慣例で

ある)。例えば、DCAの発見自体も、アメリカとオーストリアでの見かけ上の報告年は1963年で同じであったが、それぞれ一方が学術雑誌、一方が国際会議での発表で、現状では、査読付きの学術雑誌に掲載されたアメリカでの発見を、DCAについての最初の検証的論文と認めている実情がある。

その意味で、ニホンミツバチのDCA発見において、実際上の国際認知を進める役割を果たした学術雑誌は、当時ドイツから発行されていた国際的なミツバチ生物学関係の学術雑誌 *Apidologie* 誌で、藤原グループによる発見報告が1994年25巻3号(Fujiwara et al., 1994)に、吉田グループの関連論文(この論文はニホンミツバチのDCA発見を直接報じたものではない)が続く4号(Yoshida et al., 1994)に掲載された。樹種は異なるものの、両グループがDCAの条件として挙げた高木の上空という点は基本的に一致したため、再現性(信頼性)のある知見として認知される結果となったことは前述の通りである。

ここで、国際的な学術雑誌での論文公表においては、それに引用する報告も学術雑誌上に公表された文献に限るという習慣がある。そのため、両グループとも、学術情報以外の、実際の発見経緯についての一次情報源である成果記載記事(新聞や一般雑誌など)を *Apidologie* 誌などへの投稿原稿では引用していない。

また、学術論文では、通常、現象の一般化を図るために期日などの詳細は省かれがちで、発見的研究であっても具体的な日時情報を論文に見いだせないことが多い。このことは、学術研究上の習慣では、論文が公表(学術雑誌に掲載)された年を唯一の時間的手がかりとして考えるからであるが、科学史的な観点から、あるいは一般に浮かびがちな「DCA発見日はいつか」という素朴な疑問に応える機能は、学術論文には備わっていないということでもある。

この点について、本稿は、学術論文以外の公開情報をも網羅することによって、ニホンミツバチのDCA発見という生物学史上の重要な情報について、学術情報を補完しながら、その経

緯をたどるという目的を果たすものである。

DCAに関する研究は、その後も地域やミツバチ種を拡大しながら国際的に進んでいる。DCAの発見は、それ自体にとどまらず、そこでのミツバチの交尾行動や雄蜂同士の関係、あるいは本来DCAが持つべき機能、あるいは最近では、そこに集まる雄蜂の遺伝的背景を調べて、地域のミツバチ集団の遺伝的多様性を評価する研究まで、応用的にも発展しつつある。

最近の、特にニホンミツバチを飼育する趣味養蜂の広がりに対して、この固有種に関する国内での研究成果は相対的に乏しい。ニホンミツバチのDCA発見に関わった立場から、今後ともニホンミツバチに関する研究のさらなる充実、発展を望みたい。

(藤原：〒020-0886 盛岡市若園町3-10 日本在来種みつばちの会、吉田：〒194-8610 町田市玉川学園6-1-1 玉川大学ミツバチ科学研究センター)

主な引用文献

- Gary, N. 1962. *Science* 136: 773-774.
 Loper, G. M., W. W. Wolf, O. R. Taylor, Jr. 1987. *Apidologie* 18: 163-172.
 Punchedhewa, R. W. K., N. Koeniger and G. Koeniger. 1990. *Apidologie* 21: 201-208.
 Ruttner, H. and F. Ruttner. 1972. *Apidologie* 3: 203-232.
 Taylor O. R., Jr. 1984. *J. Apic. Res.* 23: 18-20.
 Zmarlicki, C. and R. A. Morse. 1963. *J. Apic. Res.* 2: 64-66.

SEITA FUJIWARA and TADAHARU YOSHIDA*. Discovering drone congregation areas of Japanese honeybee, *Apis cerana Japonica* Rad. *Honeybee Science* (2010) 28(2): 81-86. Japan Original Honeybee Organization, Wakazono 3-10, Morioka, Iwate 020-0886 Japan, *Honeybee Science Research Center, Tamagawa University, Machida, Tokyo, 194-8610 Japan.

Drone congregation areas (DCA) of Japanese native honeybee, *Apis cerana japonica* Rad., were independently discovered in 1990 by Fujiwara and colleagues in Iwate and 1991 by Yoshida and colleagues in Tokyo in Japan, and both published in the same journal in the same year, 1994. This article aims to reproduce the whole history of it and to confirm that the DCA of Japanese honeybee has been discovered in 14th June 1990 in Morioka, Iwate, Japan.