

段ボール誘引巣箱によるコマルハナバチ創設女王の採集方法

小出 哲哉¹・山田 佳廣^{2,*}・山下文秋¹

¹ 愛知県農業総合試験場園芸研究部
〒480-1193 愛知県愛知郡長久手町岩作三ヶ峯 1-1

² 三重大学大学院生物資源学研究所
〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577

A method for collecting founding queens of *Bombus ardens ardens*
(Hymenoptera: Apidae) using artificial domiciles made of cardboard

Tetsuya KOIDE¹, Yoshihiro Y. YAMADA^{2,*} and Fumiaki YAMASHITA¹

¹ Aichi Agricultural Research Center, Sagamine, Yazako, Nagakute, Aichi, 480-1193 Japan

² Graduate School of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie, 514-8507 Japan

Jpn. J. Ent. (N.S.), 11(1): 18-24, 2008

Abstract. We have designed a simple and efficient domicile for collecting founding queens of *Bombus ardens ardens* Smith. The domicile was constructed by converting a cardboard box, in which a clump of cotton was placed. Founding queens used 53.3% of 15 domiciles set up in the field. Neither modifying the cotton placed in domiciles (torn into small pieces or a hole opened) nor adding honey or pollen to domiciles increased the capture rate. Excluding those destroyed by invaders, 86% of the colonies founded in domiciles produced queens.

Key words: bumble bee, hive, pollinator, social insect.

緒 言

マルハナバチはトマトの授粉用昆虫として脚光を浴び、わが国においても1991年以来、外来種のセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* (Linnaeus) (以下、セイヨウ) が利用されてきた。セイヨウの使用量は2003年にはおよそ7万群(光畑・和田, 2005)にも及び、トマトを中心に3,600 ha以上の施設で利用されている(農林水産省生産局野菜課, 2005)。それに伴い、施設から逃げ出したセイヨウの野生巣が北海道において1996年に発見され(鷲谷, 1998)、その後も、訪花しているセイヨウの捕獲数が増加している(村松・鷲谷, 2002)。また、複数地域で巣が発見されていて(村松ら, 2004; 中島ら, 2004)、セイヨウの定着の可能性が強く示唆されている。そして、在来マルハナバチ種との競合も示唆されている(Inari *et al.*, 2005)。そのため、これらの野外に逃げているセイヨウの密度推定(Kokuvo *et al.*, 2007)と捕獲駆除が強く望まれている。その有力な手段として誘引巣箱の開発が希求されている。また、誘引巣箱によってマルハナバチの営巣初期巣を容易に採集できるならば、マルハナバチの行動生態の解明に大いに役立つことが期待される。

日本においては、これまでマルハナバチにおける誘引巣箱の設置の報告はないが、私信によると米田、徳永、国武は、誘引巣箱によるコマルハナバチ *Bombus ardens ardens* Smith (以下、コマル) の採集を何回か試みたが一度も成功しなかったという。しかし、国外の研究者たちは(例えば、Frison, 1926; Hobbs, 1967)、誘引巣箱の設置によるマルハナバチ巣の捕獲に一定の成果を上げている。しかし、営巣率は通常40%未満で(Fye & Medler, 1954; Hobbs *et al.*, 1962)、20%を切ることも多い(Hobbs *et al.*, 1960; Palmer,

* 連絡著者 (Correspondence author): 電子メール (E-mail): yamada-y@bio.mie-u.ac.jp

1968; Barron *et al.*, 2000). 彼らは営巣率を上げるため、巣穴の大きさ、巣箱利用前のネズミによる利用の有無、巣箱とつながる出入り口用のホース取り付けの有無などを検討してきた。しかし、これまでに考案された誘引巣箱は木製であったため、高価で組み立てや設置も容易でないと考えられる。

筆者らは、野外のマルハナバチを捕らえるための安価でかつ設置容易な誘引巣箱の開発のための第一歩として、コマルを対象に段ボールを用いた誘引巣箱を考案作製し、設置したところ、高い営巣率を得たので、その結果について報告する。

材料および方法

コマルは本州以南の日本各地の平地から山地まで広く分布するマルハナバチで、東海地域では越冬から覚めた女王が3月下旬から出現し、地下の野ネズミ類、モグラ、トガリネズミなどの小型哺乳類の空巣を利用し営巣する(片山・落合, 1980)。

試験は愛知県愛知郡長久手町の愛知県農業総合試験場内の山林で行った。当地域には過去3年間の観察からコマルしか生息していないと考えられた。段ボール(横45×縦25×高さ15 cm)を15 cm幅の3部屋に分割し(この部屋をダンボール部屋と名づける)、各段ボール部屋の15 cm幅の壁面下部(底面に接する)中央に3 cm四方の出入り口をつけた。そして、段ボールで作った管(4×4×15 cm)の一方の端をその出入り口とつないだ(Fig. 1)。もう一方の端を壁際でガムテープを用い固定し、段ボール部屋を斜めに走るようにその管を取り付けた。各段ボール部屋に20~30 g(約10×20×10 cm)の蒲団用木綿綿を詰めた。3部屋は、木綿の形状および糖蜜や花粉の存在による誘引効果への影響を調べるために使った。

綿形状の効果調べた箱では、その詰めた綿の形状をゴルフボール大(約1~2 g)にちぎった「ちぎり綿区」と、綿の塊の上面にハチの侵入口用として穴(直径2 cm, 深さ5 cm)を開けた「穴開け区」、無処理区の3区を設けた。段ボール内でのこれら3処理区の並び順を変えて9箱設置した。

糖蜜または花粉塊の効果調べた箱では、糖蜜または花粉塊を木綿綿と一緒に箱に入れた。糖蜜はハニークラフト(70%ブドウ糖溶液)(二村化学工業(株))、蜂蜜、水を3:1:3の割合(体積比)で溶かして作り、20 mlをガラス瓶に入れた。吸蜜しやすいように脱脂綿で栓をし、糖蜜で湿った脱脂綿の一部を瓶の底までたらし、瓶を段ボール部屋の奥に固定した。花粉塊は、乾燥花粉と蜂蜜を2:1の割合(重量比)で練って作り、約1 cm³を綿の中央に入れた。すべての綿に穴開け区と同様の穴を開けた。段ボール内で、糖蜜区、花粉区、無処理区の並び順を変えて6箱を設置した。

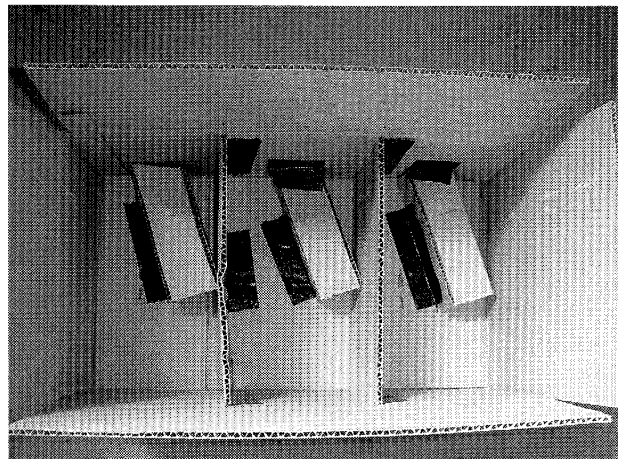


Fig. 1. An artificial domicile (showing the inside) was constructed from a converted cardboard box that was divided into three compartments with a linking tube between the nest space and the environment. A clump of cotton (10×20×10 cm) was placed in each compartment. The compartments were used for different treatments.



Fig. 2. A domicile set up in the field. A board (30×46 cm) with a stone on it was put on top of the domicile for protection against rain.

野外への設置は、2006年3月22日に林床や林道ののり面などの斜面に、段ボールの床面が水平になるように山側の土を削って、段ボールが土に埋まらないように設置した。段ボールは入り口のある面の反対の面を斜面に向かうように設置し、入り口のある方向を記録した。日当たりについては、巣箱設置日と営巣末期の6月20日に、快晴日に一日中日が当たる、一日の一部に日が当たる、全く日が当たらないの3つに分けて記録した。巣箱の上には雨よけとして防水ベニヤ板(30×46 cm)とその上に石を載せた。さらにその上から落ち葉を少し載せた (Fig. 2)。営巣確認は5月26日に行い、営巣中の巣箱以外を回収した。営巣中の巣箱は営巣終了後の6月20日と29日に回収し、分解して調査した。綿形状と糖蜜または花粉供与の効果調べるため、営巣率(目的とする処理区で営巣が確認された段ボール部屋数/目的の処理区の設置総段ボール部屋数)を無処理区と比較した。差の有意性は、Fisherの正確確率検定法の後、連続 Bonferroni 補正 (Rice, 1989) を行って判定した。効果があることを見逃さないため片側検定を行った。営巣が見られた段ボール部屋については、段ボール部屋当たりの総繭数と女王繭数についても解析を行った。

結果および考察

設置巣箱数15箱に対し8箱(綿形状試験用巣箱4個、糖蜜花粉供与試験用巣箱4個)に営巣し、営巣率は53.3%と高かった。計45段ボール部屋のうち、11部屋で営巣されていて、部屋利用率は24.4%であった。同じ巣箱の2つの段ボール部屋それぞれに営巣された巣箱は、綿形状試験用巣箱で2箱(穴開け区と無処理区)と糖蜜花粉供与試験用巣箱で1箱(花粉区と無処理区)見られた。

まず、ちぎり綿区、穴開け区、無処理区間で比較した。営巣率は、ちぎり区も穴開け区も無処理区に比べて高くなかった (Table 1)。ちぎり綿区には営巣しなかった。穴開け区でハチは既存の穴を利用せず、無処理区と同様綿の厚い部分に営巣空間を作った。総繭数は、営巣確認された6巣のうち穴開け区の1巣では122と多かったが、残り5巣では総繭数50以下と少なかった。そのうち1巣は女王部屋 (queen cavity: 営巣し始める際に綿内に作る直径3 cm程の空間) のみで終わり、繭はなかった。この営巣した6巣のうち3巣で女王を産出した。女王産出がなかった3巣はいずれも穴開け区であり、その1巣(総繭数9)は、途中で野ネズミと思われる小動物に襲撃され、6月20日の観察時点で巣がバラバラになり、放棄されていた。もう1巣(総繭数22)では、同じ巣箱の別の段ボール部屋にアリが営巣し、コマルの巣部屋 (nest cavity: 幼虫や繭がある営巣空間) まで侵入していた。残りの1巣(繭無し)では女王部屋内に女王2頭の死体があった。巣場所を巡る競争で共倒れしたのかもしれない。

次に、糖蜜区、花粉区、無処理区間で比較した。営巣率は糖蜜区も花粉区も無処理区より高くはなかつ

Table 1. Effects of modifying cotton and adding honey or pollen on success of capturing founding queens.

Treatment	Capture rate ¹⁾	Total number of cocoons (mean \pm SD, <i>n</i>)	Number of queen-containing cocoons (mean \pm SD, <i>n</i>)
Modification to cotton			
Torn into small pieces	0/9, NS	—	—
Hole opened	4/9, NS	122, 1 ²⁾	11, 1
Control	2/9	38.5 \pm 7.8, 2	7.5 \pm 3.5, 2
Addition of honey or pollen			
Honey	0/6, NS	—	—
Pollen	2/6, NS	30, 1 ³⁾	3, 1
Control	3/6	109 \pm 29.7, 2 ³⁾	2.5 \pm 2.1, 2

¹⁾ Domiciles with a colony in the target compartment/number of domiciles set up. NS, $P > 0.05$ (Fisher's exact test with serial Bonferroni correction, one-tail test for the increase in the treatment compared to the control).

²⁾ Excluding three colonies: two were destroyed by natural invaders and one produced no cocoons.

³⁾ Excluding a colony that was destroyed accidentally by an experimenter.

た (Table 1). 糖蜜区では営巣されなかった。花粉区では、あらかじめ入れた花粉や既存の穴は利用されなかった。5月26日の検査日に、花粉区と無処理区それぞれで1コロニーの営巣を見逃しその巣箱を回収してしまった。その2コロニーを除いたすべての営巣コロニーで女王が生産された。その他、営巣されなかった1巣箱の糖蜜区でモンズズメバチ *Vespa crabro flavofasciata* Cameron が営巣していた。

総繭数と女王繭数における無処理区とその他の区との間の統計検定はサンプル数が少なく行えなかったが、既存の穴あるいは花粉が利用されなかったことを考えると、差はないと予想される。そこで、女王を産出したコロニーにおける平均総繭数 (\pm SD) と女王繭数を計算したところ以下の結果を得た。総繭数: 74.5 \pm 45.1, $n=6$, 最大 130, 最小 30。女王繭数: 5.7 \pm 4.0, $n=6$, 最大 11, 最小 1。野外で採集されたコマルの巣の規模について、Sakagami & Katayama (1977) は、一般に総繭数 200~300 の中程度の規模であると述べている。伊藤 (1991) と松浦 (1995) は、年間成虫総生産数 300 以下の巣が多いと述べている。また、高見澤 (2005) は、総繭数が 200~700 であると報告している。これらの値は、今回の誘引巣の値よりかなり多い。これは、野外採集巣は、ワーカーの出入り数が多く、発見されやすい巣に偏るためかもしれない。

営巣率 (営巣巣箱数/設営巣箱数) を巣箱の向きによって東西南北 (それぞれは、90度の範囲の方位を含む。例えば、北は北東から北西までの間を含む) の4つに分けると、北東南西の順に 2/2, 3/6, 3/7, 0/0 となり、方位間に有意な差はなかった (ロジスチック回帰分析, $P > 0.2$)。また、日当たりの程度別に整理した営巣率を、日当たりが良い、中間、悪いの順に示すと設置日では 4/9, 2/4, 2/2, 6月20日では 3/5, 1/5, 4/5 となり、日当たりも、営巣率に有意な差をもたらさなかった (ロジスチック回帰分析, それぞれ $P > 0.2$, $P > 0.1$)。ただ、サンプル数が少ないので、方向、日当たりに弱い選好性がある可能性を否定はできない。

以上のことから、綿の形状は、そのままの綿の塊で良く、糖蜜、花粉も必要ないことがわかった。設置する際、入り口の向きの方位も日当たりも気にする必要はないように思われる。また、他の侵入者がいない限り、営巣されたほとんどの巣から女王が産出されたことから、巣箱の巣は野外の巣と変わらない機能を持っていると考えられる。

本試験で得た 53% の営巣率は、これまでの営巣率と比較して高い部類に入る (48%, Frison, 1926; 38%, Hobbs, 1967)。この成功要因として次の4つが挙げられるかもしれない。1. 巣材料が適切であった。2. 巣箱が大きかった。3. 出入り口と巣をつなぐトンネルの断面 (巣穴) が大きかった。4. 地中でなく地表面に直接設置した。

巣材料については、過去においては、枯れ草、コケ、切ったロープ (Sladen, 1912)、ハタネズミの巣のワラ (Frison, 1926) が使われたが、Hobbs *et al.* (1960) が木綿を利用し始めてから、他の研究者も木綿を利用

している (Palmer, 1968; Richards, 1978). これは、木綿は手に入れやすいのと、安定した営巣率をもたらしているからである。コマルの場合も、木綿が適切な巣材と考えられる。

Frison (1926) は女王を引き寄せる最も重要なことは設置場所であり、柱、岩、丸太、木などの目印があることがきっかけとなる、と述べている。これまでの巣箱の大きさは一辺が 15~20 cm の立方体であった (Fye & Medler, 1954; Hobbs *et al.*, 1960). これに対し、筆者らが用いた巣箱は 45×25×15 cm とかなり大きく、女王バチの関心をひいたのかもしれない。

巣穴については、これまで、Fye & Medler (1954) が野ネズミの侵入を防ぐため直径 16 mm の穴が使われて以来ほとんどの場合、その大きさが使われてきた。商業用マルハナバチの巣箱も 16 mm が使われている。確かに、ネズミ対策には有効であるが、誘引率に対する影響は調査されていない。今回の 30 mm 四方はこれより大きく、誘引効果が増したのかもしれない。筆者らは巣箱設置場所付近の野ネズミの坑道を測定したところ、直径 (mm) は 32.2 ± 4.9 (平均 \pm SD), $n=20$, 最大 42.5, 最小 23.0 であった (小出ら, 未発表). 今回ネズミによる巣の破壊は 1 巣のみでほとんどなかったが、もし、多くなるようだと、もう少し小さい穴に変更すべきであろう。

Hobbs (1967) は、マルハナバチの巣場所について以下の 4 タイプの巣箱を設置して調査した。ホースを付けた巣箱を地下に埋設 (U), ホースなし巣箱を地表面に設置 (S), 擬似地下 (巣箱は地上に置き巣箱の出入口から出したホースを芝で覆う) (FU), 地面から離して設置 (A). そして、コマルが属する *Pyrobombus* 亜属は S タイプと FU タイプが良いとしている。その理由として、地表面に巣を作る種は、入口に入った後上向きの勾配のトンネルを持った箱には入るが、下向きのトンネルを持った巣箱 (U タイプ) には入らないからと述べている。Richards (1978) は営巣場所の選好性について、Hobbs (1967) と同様の方法でさらに大規模な試験を行った。その結果、*Pyrobombus* 亜属に所属する種の中でも、選好性の幅が極めて狭い種や比較的広い種などの種間差があることを明らかにした。伊藤 (1991) は、コマルが属する *Pyrobombus* 亜属は地表・地上の隙間を利用し、地下の場合は深くは入らないと述べている。コマルは、営巣場所の選択が柔軟な種であり、営巣場所の選択幅が広く、地中に巣を作るだけでなく地表の植物質の堆積中や岩の隙間や樹洞のような地上までさまざまな場所を営巣場所として選ぶ (片山・落合, 1980). 住宅の屋根裏、戸袋、ひさし、小鳥の巣箱にも営巣することもある (窪木・落合, 1985). これらのことから、コマルは長い下向きのトンネルを持った U タイプ以外であれば、広範なタイプの巣箱を選ぶと考えられる。実験で使用した巣箱は S タイプであるが、水平な短いトンネルが巣箱床面に内蔵されていて、改良 S タイプである。これがコマルの好みに特に合致したのかもしれない。また、このタイプの巣箱は地表を好む種だけでなく浅い地中を好む種も誘引するかもしれない。

コマルの巣 (女王部屋または巣部屋) が確認できた 11 段ボール部屋中 6 部屋で、コマル女王の死体が複数個 (その巣の創設女王を含む) 見つかった。それらの段ボール部屋における部屋あたりの平均女王死体数 (\pm SD) を計算すると、 2.7 ± 1.2 , $n=6$, 最大 5, 最小 2 であった。翅の痛み具合等から、同巣で生産された新女王が離巣前に死んだとは考えにくく、営巣初期に営巣場所の争奪戦で殺されたものと考えられる。このことから、誘引巣箱を用いた場合、死体が回収しやすく、営巣場所をめぐる競争についての研究に役立つかもしれない。

本試験では、巣箱の材料に段ボールを用いたが、営巣終了時の 6 月下旬には巣箱の底は穴が開いて、ぼろぼろに腐食していることがあった。マルハナバチは乾いた環境を好むことから (Alford, 1975; Heinrich, 1979; Pomeroy, 1981), 長期使用には普通の段ボールでは問題がある。Hobbs *et al.* (1960) は、防水ベニヤ板を使用している。今後は簡易な防水 (撥水) 段ボールを使い、巣箱の周りに簡易な排水、防水システムを施すことが望まれる。

要 約

コマルハナバチ創設女王を誘引し、営巣させるための簡単で効率的な誘引巣箱を考案した。この誘引巣

箱は、段ボールから作り、その中に木綿綿を入れた。野外に設置した 15 巣箱のうち 53.3% が創設女王によって利用された。綿をちぎったり、綿に穴を開けたり、あるいは糖蜜や花粉を加えても営巣率に有意差はなかった。外部からの侵入者による破壊がないと、巣箱に作られた 86% のコロニーが新女王を産出した。

謝 辞

本研究は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「授粉用マルハナバチの逃亡防止策と生態リスク管理技術の開発プロジェクト」(課題番号 1701) の補助を受けて行われた。

引用文献

- Alford, D. V., 1975. *Bumblebees*. Davis-Poynter, London.
- Barron, M. C., Wratten, S. D. & Donovan, B. J., 2000. A four-year investigation into the efficacy of domiciles for enhancement of bumblebee populations. *Agricultural and Forest Entomology*, **2**: 141–146.
- Frison, T. H., 1926. Experiments in attracting queen bumblebees to artificial domiciles. *Journal of Economic Entomology*, **19**: 149–155.
- Fye, R. E. & Medler, J. T., 1954. Field domiciles for bumblebees. *Journal of Economic Entomology*, **47**: 672–676.
- Heinrich, B., 1979. *Bumblebee Economics*. Harvard University Press, Cambridge.
- Hobbs, G. A., 1967. Obtaining and protecting red-clover pollinating species of *Bombus* (Hymenoptera: Apidae). *Canadian Entomologist*, **99**: 943–951.
- Hobbs, G. A., Nummi, W. O. & Virostek, J. F., 1962. Managing colonies of bumble bees (Hymenoptera: Apidae) for pollination purposes. *Canadian Entomologist*, **94**: 1121–1132.
- Hobbs, G. A., Virostek, J. F. & Nummi, W. O., 1960. Establishment of *Bombus* spp. (Hymenoptera: Apidae) in artificial domiciles in southern Alberta. *Canadian Entomologist*, **92**: 862–872.
- Inari, N., Nagamitsu, T., Tanaka, K., Goka, K. & Hiura, T., 2005. Spatial and temporal pattern of introduced *Bombus terrestris* abundance in Hokkaido, Japan, and its potential impact on native bumblebees. *Population Ecology*, **47**: 77–82.
- 伊藤誠夫, 1991. 日本産マルハナバチの分類・生態・分布. マルハナバチの経済学 (ベルンド・ハインドリッチ著, 井上民二監訳) の付記: 258–292. 文一総合出版, 東京.
- 片山栄助・落合弘典, 1980. マルハナバチ類 (*Bombus* spp.) の巣の見つけ方ととり方. 生物教材, **15**: 45–63.
- Kokuvo, N., Toquenaga, Y. & Goka, K., 2007. A simple visualization method to reconstruct nest-mate patterns among bumble bees (Hymenoptera: Apidae) using genetic data. *Applied Entomology and Zoology*, **42**: 137–141.
- 窪木幹夫・落合弘典, 1985. 都市環境下でのコマルハナバチの営巣場所. 昆虫, **53**: 625–631.
- 松浦 誠, 1995. 社会性カリバチの生態と進化. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 光畑雅宏・和田哲夫, 2005. 作物受粉における在来種マルハナバチの利用の可能性と課題. 植物防疫, **59**: 305–309.
- 村松千鶴・中島真紀・横山 潤・鷲谷いづみ, 2004. 北海道日高地方で発見されたセイヨウオオマルハナバチ (*Bombus terrestris* L.) の自然巣における高い増殖能力. 保全生態学研究, **9**: 93–101.
- 村松千鶴・鷲谷いづみ, 2002. 北海道沙流郡門別町および平取町におけるセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* L. の 7 年間のモニタリング. 保全生態学研究, **7**: 39–50.
- 中島真紀・村松千鶴・横山 潤・鷲谷いづみ, 2004. 北海道勇払郡鶴川町におけるセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* (Linnaeus) の営巣状況とエゾオオマルハナバチ *B. hypocrita sapporoensis* Cockerell の巣に出入りするセイヨウオオマルハナバチの働き蜂に関する報告. 保全生態学研究, **9**: 57–63.
- 農林水産省生産局野菜課, 2005. 園芸用ガラス室・ハウス等の設置状況. 農水省, 東京.
- Palmer, T. P., 1968. Establishment of bumble bees in nest boxes at Christchurch. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **11**: 737–739.
- Pomeroy, N., 1981. Use of natural sites and field hives by a long-tongued bumble bee *Bombus ruderatus*. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **24**: 409–414.
- Rice, W. R., 1989. Analyzing tables of statistical tests. *Evolution*, **43**: 223–225.

- Richards, K. W., 1978. Nest site selection by bumble bees (Hymenoptera: Apidae) in southern Alberta. *Canadian Entomologist*, **110**: 301–318.
- Sakagami, S. F. & Katayama, E., 1977. Nests of some Japanese bumblebees (Hymenoptera, Apidae). *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series VI, Zoology*, **21**: 92–153.
- Sladen, F. W. L., 1912. *The Humble-Bee*. Macmillan, London.
- 高見澤今朝雄, 2005. 日本の真社会性ハチ. 信濃毎日新聞社, 長野.
- 鷲谷いずみ, 1998. 保全生態学からみたセイヨウオオマルハナバチの侵入問題. *日本生態学会誌*, **48**: 73–78.

(2007年5月7日受領, 2008年1月24日受理)
(Received May 7, 2007; Accepted January 24, 2008)