

平成 27 年度 花粉交配用昆虫の利用技術実証支援事業

トマト農家向け

クロマルハナバチの使い方

トマトハウスでの花粉交配（ポリネーション）用
クロマルハナバチ管理マニュアル



八代養蜂等振興推進協議会編

はじめに

トマト栽培において、品質向上、生産性の安定、労働力の削減には、マルハナバチによる花粉媒介が不可欠であることは園芸農家の皆さんがよくご存じのとおりです。我が国では、外来種のセイヨウオオマルハナバチが広汎に使われて来ました。しかし、逃げ出したセイヨウオオマルハナバチ。の野生化という問題が発生し、その利用には制限がかかっています。環境問題だけではなく、セイヨウオオマルハナバチに代わる在来のマルハナバチの利用が検討され国の支援もあって、日本産のクロマルハナバチが市販されるようになりました。生産者の立場からもトマトに利用できるマルハナバチの種類はたくさんある方が、予期せぬ問題が発生したときのリスク管理の面から見ても重要です。

クロマルハナバチが使われ始めた当初、セイヨウマルハナバチに比べ訪花性が劣るという評判がたちました。また、価格が若干高いということもあって、必ずしもクロマルハナバチの利用は拡大していません。しかし、実際は、クロマルハナバチの能力はけっして劣っていません。使用方法を守るだけでセイヨウオオマルハナバチと同等かそれ以上の活躍をしてくれます。

マルハナバチの利用には、販売業者からの助言はもらえますが、原則、園芸農家の皆さんが日常管理して行く必要があります。このマニュアルでは、日頃訪花昆虫に触れる機会の少ない園芸農家の方々のために、基礎的なところから説明しました。クロマルハナバチを利用することは決して難しいことではありませんので、このマニュアルを参考にいただき、クロマルハナバチを有効に利用していただきたく思います。

なお、このマニュアル作成にあたっては、八代市の皆様に大変お世話になりました。特にマニュアルに記載したデータ収集の実証試験を引き受けてくださった施設園芸農家の方々には随分ご無理を聞いて頂きました。日本一の施設栽培トマトの生産地である八代で実証試験を行ったことは非常に意味深いものになりました。この場を借りてお礼申し上げます。

平成28年3月吉日

目次

はじめに	1
1. マルハナバチと花の共生関係	3
2. マルハナバチの生態と特徴	5
3. ハウスで利用する場合の留意事項	7
4. トマトでの利用	9
5. 長期的に安定して利用する方法	10
6. ワンランク上の管理方法	11
7. トマトの授粉に利用されている 2種類のマルハナバチの特徴	13
8. トマトの分析データの一例	14

マニュアル執筆者（五十音順）

木村 澄（(国)農研機構 主任研究員）

佐々木 正己（玉川大学 名誉教授）

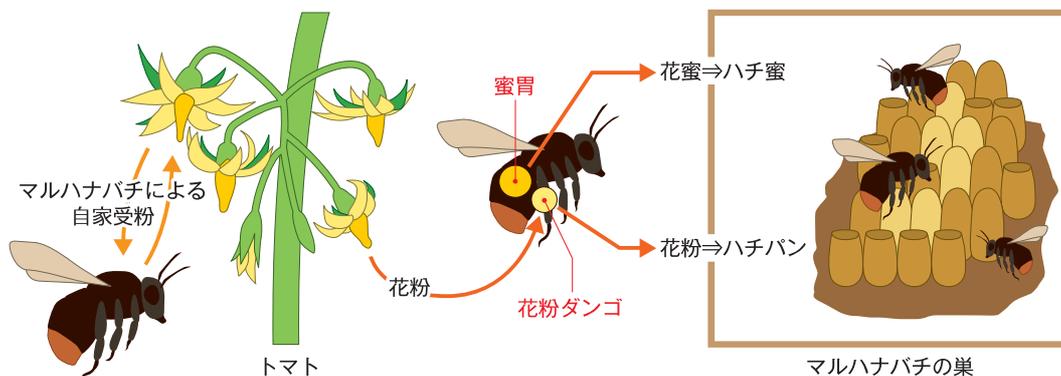
高橋 純一（京都産業大学総合生命科学部 准教授）

1. マルハナバチと花の共生関係 (パートナーシップ)

(1) マルハナバチは花なしには生きられない、花もマルハナバチなしには種子をつくれない

植物は太陽光のエネルギーを糖質に変え、その一部を蜜腺から分泌してマルハナバチに提供します。これはハチの栄養、さらには飛行や巣内の暖房用燃料、巣の材料となります。花粉もマルハナバチにとっては貴重な食料であり、これらを集めるための訪花活動の結

果が花にとっては受粉となります。ただしトマトは花蜜を分泌しないためミツバチは訪花しません。そこで花粉だけの花にもよく訪花するマルハナバチが利用されています。そのためトマトハウス内では炭水化物源となる蜜の餌を与える必要があります。



(2) マルハナバチが花から受け取る栄養は？

マルハナバチは、いずれもその栄養源のすべてを花蜜と花粉に頼っています。花蜜はそのほとんどが糖質であるためエネルギー（炭水化物）源となります。花

粉はタンパク源やその他のすべての栄養素となっています。



巣房内に貯められた蜂蜜と花粉



花蜜 (左) と花粉 (右) に含まれる栄養素

2. マルハナバチの生態と特徴

(1) マルハナバチの生態

マルハナバチは、土中に巣を作り、1年性の生活史を送っています。日本では春から秋にかけて高地や寒冷地でみることができます。

(2) 巣の構成

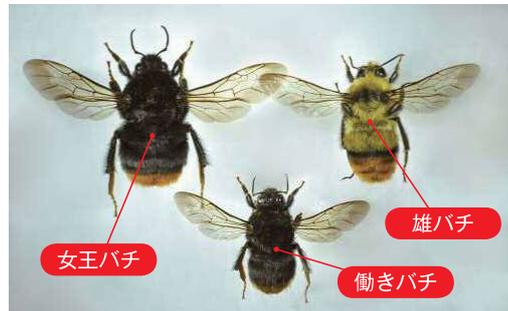
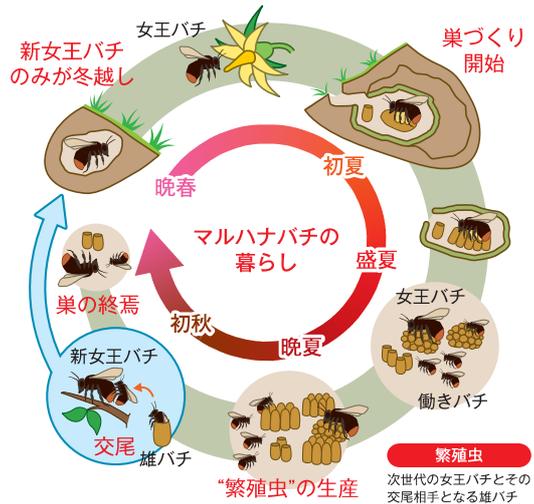
女王バチ 1匹だけで、最初は巣作りや餌集めをします。働きバチが産まれてくると産卵が主な仕事になります。

雄バチ 繁殖期にのみ生まれ、新女王バチと交尾をする。ハウスで雄バチが大量に見られるようになった場合は、巣の終焉が近いことを示しています。

働きバチ 生殖以外のすべての仕事を受け持ちます。

(3) 働きバチの一生

働きバチの仕事は、体の大きさにより役割が異なります。花粉媒介をするのは、中型から大型の働きバチです。小型の個体は、主に巣の中で内役を行っています。いずれの働きバチも成虫の寿命は1ヶ月ほどです。



クロマルハナバチの成虫

内役（巣箱の内での仕事）



外役（巣箱の外での仕事）



クロマルハナバチの働きバチ

(4) マルハナバチの利点

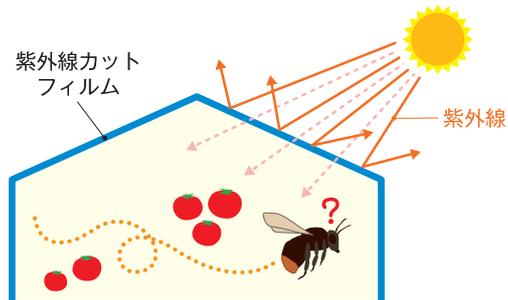
- ① 花粉しか出さないナス科の作物の受粉にも使える。
- ② 巣箱が小型であるため簡単に移動できる。
- ③ 性質が温和であるため刺されることがほとんどない。
- ④ 適切に管理すればハウス内で長期間使える。



マルハナバチの脚の毛に付いたトマトの花粉

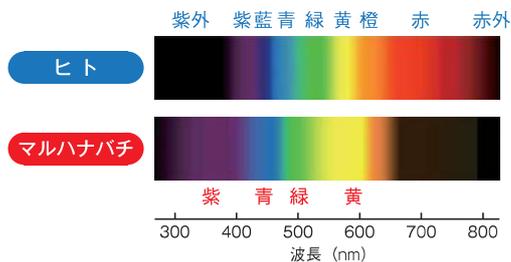
(5) マルハナバチの視覚と学習能力

ヒトと同じように、色、形、動きを見ることが出来ます。ヒトとの違いは、マルハナバチは、紫外線が見える代わりに、赤は色としては見えません。ハウスの被覆材に紫外線カットフィルムを用いると、うまく飛べなくなることがあるのは、普段飛行の頼りにしている紫外線が使えなくなってしまうからです。



紫外線カットフィルムは、マルハナバチの飛行に悪影響を与えます

見える色の比較 黒くなっている部分が見えない波長域



マルハナバチは優れた記憶・学習能力をもっています。巣箱の位置、花の色、形、匂い、開花時刻、花の咲いている場所などを覚え、再度の訪問の時に役立てています。



クロマルハナバチの複眼と単眼

マルハナバチは単眼と複眼の2種類の眼を上手に使い分けて花と巣箱の間を飛行することができます



マルハナバチは飛行しながら、たくさんのことを記憶・学習します



巣箱の青色はマルハナバチが巣箱を記憶するのに有効な情報となります

3. ハウスで利用する場合の留意事項

(1) ハウスの大きさと適正巣箱の数

クロマルハナバチにうまく働いてもらうには、ハウスの面積やハウス内の花の量に見合った数の巣箱を置くことが重要です。巣箱が多すぎると、維持、増殖するためのエサが不足し、マルハナバチの減少の原因となります。マルハナバチをたくさんハウス内に入れても受粉率が高まらないのはそのためです。たとえば、大玉トマトの場合、15アールあたり図箱1箱(80匹)、

ミニトマトでは、10アールあたり巣箱1個がだまかな設置数の目安です。

クロマルハナバチ巣箱を設置する数の目安

大玉トマト	ミニトマト	中玉トマト
15アールにつき1箱	10アールにつき1箱	10から15アールにつき1箱

(2) 巣箱の置き場所

日光や結露による水滴が直接巣箱にかからないようにする必要があります。長時間日光が当たるところは、巢内の温度が上がりすぎてハチの使用寿命が短くなりよくありません。さらに、温度差が大きいところ、湿度の高いところを避け、環境変化の少ない場所を選びます。地面に直接置いてはいけません。ハウス内の景色は単調で、どの方角を見ても似ていることから、ハチが巣箱を見つけやすいように巣箱の出入り口前方は、一定の空間をあけてください。



専用の巣箱設置台

巣箱の設置場所は変えないこと

ハウス内で点々と巣箱の位置を変えると、新しい巣箱の場所に戻れないハチが死んでしまいます。上の写真のように専用の架台を設置しておくのが良いですが、簡易的にはコンテナボックスなどの上に置く方法もあります。

(3) 導入直後の注意事項

導入時期が早すぎる（花がまだない）と、マルハナバチは消耗するだけなので、開花時期に合わせます。巣箱が届いたら、輸送中の振動で興奮しているので、10分以上静置してから巣門を開け、落ち着いた状態

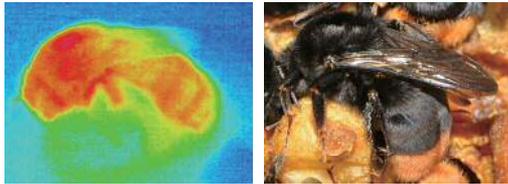
で、巢の位置や周辺環境を学習させます。落ち着く前に巣箱を開けると、飛び出して巣箱に戻れなくなり、死んでしまう場合があります。

(4) 温度管理（暑さに弱い）

クロマルハナバチは、もともと寒冷地に生息しているので高温・多湿が苦手です。

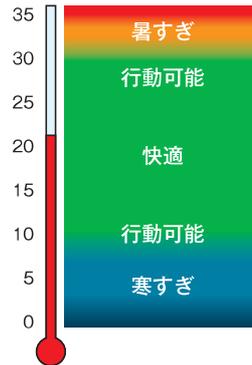
クロマルハナバチの訪花活動は、15～30℃で盛んになります。ハウス内の温度が30℃を超えると、

まゆをあたためているクロマルハナバチ



働き蜂が幼虫を温めているところ（左はサーモビジョン、右は可視光）

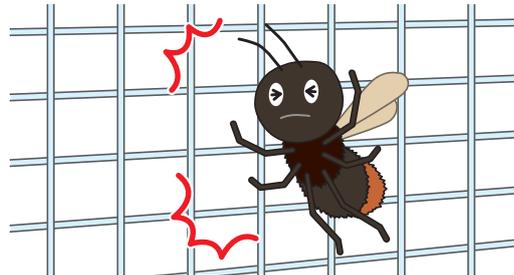
活動性は低下します。ハウス内に置かれた巣箱の中が、幼虫の発育温度に適した27℃前後になるようにハウス内の温度を30℃以下に操作してください。



ハウス内の温度が30℃以上になると巣箱内の温度が高くなりすぎ、危険な状態となります

(5) 逃亡防止ネットの使用

クロマルハナバチは、広い空間を好むためハウスの外に出ようとします。天窓があいていると、そこから外に出て戻ってこなくなるので逃亡防止用にネットをはってください。



(6) 薬剤散布時の対応

トマト栽培では、いろいろな薬剤（農薬、殺菌剤、葉面散布剤等）を使用しますが、基本的にマルハナバチは薬剤に非常に弱い生き物です。散布前には必ず巣箱をハウスの外に退避させて薬剤にマルハナバチが暴露しないようにしてください。その際に、巣箱の入り口は閉じて、日陰や屋内の涼しいところに置いてください。直射日光にあたるような場所に置いておくと、蒸殺（蒸し殺し）で全滅するので注意してください。



薬剤散布はマルハナバチにとって危険です

4. トマトでの利用

(1) トマトの受粉と結実

クロマルハナバチは、トマトの花から花粉を集めます。トマトの花の雄しべは、下を向き、筒状に柱頭（雌しべ）を囲んだ特殊な構造をしています。そこにマルハナバチは口でぶら下がり、胸の筋肉を振動させて花粉を自分の体に落とします。これを振動授粉と言い、マルハナバチだけにしかすることができない授粉方法です。

マルハナバチが雄しべを振動させて集める際に花粉が雌しべに付き、自家受粉が行われます。トマトの花

だけでは、巣箱を維持するための餌はないため、まずは導入時に十分な蜜と花粉を入れておきます。また、巣を長く使用するためには適宜花粉の餌を追加してやる必要があります（10ページで解説）。ハウス面積に対して巣箱の数が多すぎないことも重要です（7ページの表参照）。



振動授粉行動



受粉後のトマトの花の断面図



先端に柱頭がみえる



バイトマークが付いたトマトの花



ホルモン剤処理により空洞果になったトマト（左）とマルハナバチ授粉のトマト（右）の比較

バイトマークとは、マルハナバチがトマトの花に訪花したさいに柱頭にできる傷のことです。これが訪花した目印になります。マークが濃くなっている場合は、

巣箱の中の花粉が不足しているか、花の数に対してマルハナバチの数が多すぎるため、巣箱の入口を一次的に閉めたり、別のハウスに移動する必要があります。

5. 長期的に安定して利用する方法

定期的な餌やりが大切です！

トマトハウスの中は、マルハナバチにとって餌となる花蜜がなく、また花粉も少ないため常に餌不足の状態です。

巣箱の底には、糖蜜が入ったタンクがついています。それを餌として長期間利用することができますが、花粉は新鮮なものが適宜必要となります。

そのため巣箱の購入時に花粉が同梱されているので、数日から毎週1回の間隔で、スプーンの小さじ1杯または小袋1つを巣箱の蓋を開けて格子の間から入れてください。



マルハナバチの幼虫



マルハナバチの幼虫の巣房

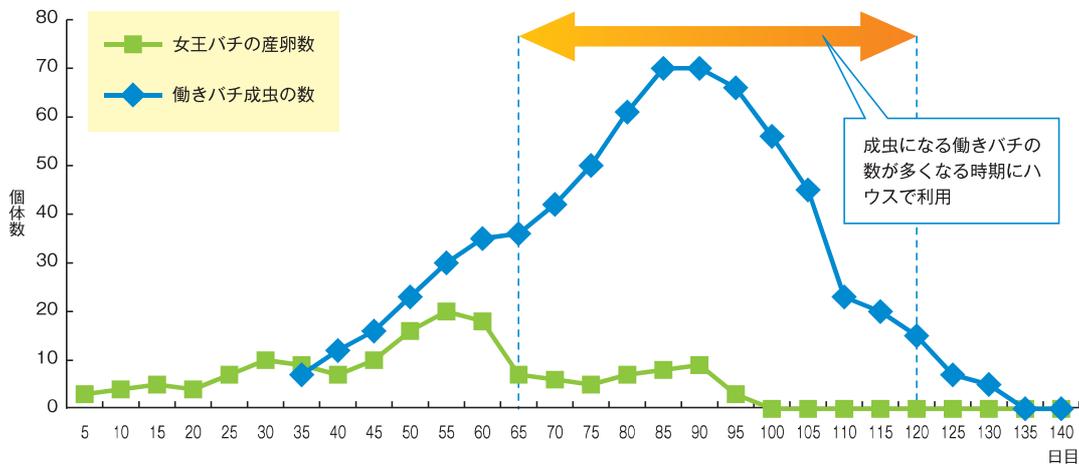


餌用花粉



スプーン（左）または小袋（右）で花粉をあげているところ

働きバチの増減



6. ワンランク上の管理方法

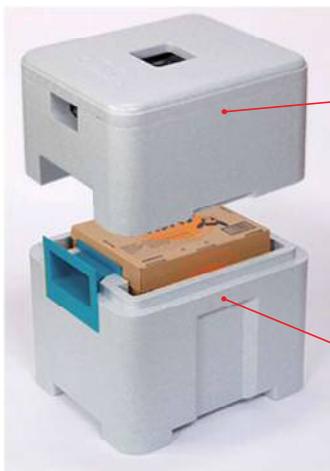
(1) 巣内温度の恒温化

マルハナバチは、巣箱内部の温度が20℃から30℃位で幼虫が順調に成長することができます。この温度よりもハウス内の温度が高いと巣内を冷やすために送風行動を行います。また逆に低いと巣内の温度を上げるために発熱行動をとります。いずれの場合でも、トマトの花に花粉を集めに行く個体が行うので、訪花個体が少なくなり授粉に悪影響がでてしまいます。

ハウスの温度に関係なく巣箱内部の温度を一定にするために、市販されているマルハナバチ用の恒温装置が利用できます。8月から9月の高温期や1月から2月の低温期に使用すると、マルハナバチの訪花活動が安定し、巣箱の使用寿命も通常の状態よりも長持ちします。

市販されている恒温装置の例：てきおん君（アグリセクト（株））

<http://www.agrisect.com/optionbumblebee/tekionkun.html>



てきおん君の構造



上部にあるペルチェ素子とファンにより温度制御ができます

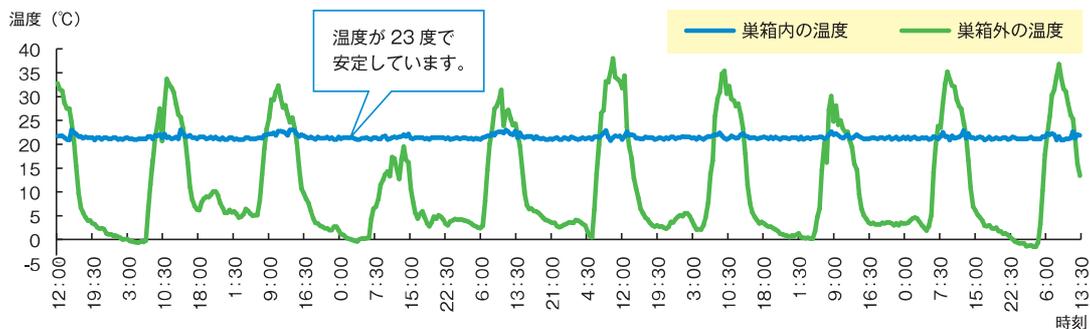


巣箱をそのままてきおん君の中に入れます



てきおん君の設置例

■ てきおん君を使用した巣箱内温度と外部の温度との関係



(2) 導入時の誘導による訪花活動の安定化

マルハナバチは、狭い場所よりも広い場所を飛び回り花を見つける習性があります。そのため比較的狭いハウスの中でトマトの花を見つけることが苦手です。

そのようなマルハナバチに特定の匂いを出荷前あらかじめ学習させておくことで、効率的にハウスの中で訪花ができるようになります。そのための資材が市販されています。

ハウス内に資材(匂いのついた造花)を設置すると、

餌の匂いを学習しているマルハナバチは、いち早く資材に訪花し、ハウス内で訪花することにすばやく順応します。順応したマルハナバチはトマトの花にも迷わず訪花するようになるので、訪花活動が安定します。



クロマルハナバチが訪花したところ



がくしゅう君のセット (アグリセクト (株))
<http://www.agrisect.com/optionbumblebee/gakushukun.html>

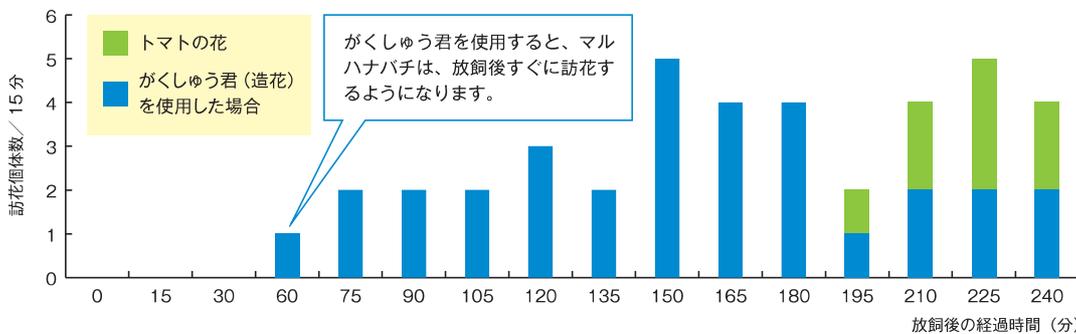


匂いのついた蜜を入れて準備をしているところ



ハウスの支柱に取り付けたところ (設置例)

■ クロマルハナバチ放飼後の造花およびトマトの花に訪花した個体数の経時変化 (3000坪のハウス)



7.

トマトの授粉で利用されている 2種のマルハナバチの特徴

名前（和名）	 クロマルハナバチ	 セイヨウオオマルハナバチ
学名	<i>Bombus ignitus</i>	<i>Bombus terrestris</i>
原産地	日本（本州・四国・九州）・ 東アジア	ヨーロッパ
巣の規模（販売用）	女王蜂 1 匹 働き蜂 80 匹以上	女王蜂 1 匹 働き蜂 80 匹以上
使用許可	不要	法令上必要
性質	温和	やや荒い
熱耐性	やや弱い	弱い
巣箱の使用寿命	約 2 ヶ月	約 2 ヶ月
紫外線カットフィルム	苦手	やや苦手
逃亡防止ネット	あると効果的	法令上必要
攻撃性	低い	やや高い

8. 分析データの一例

2種類のマルハナバチを利用して生産された大玉トマトの品質比較（2016年1月収穫）

評価項目	ポリネーター	品質		
		秀	優	良
果形	クロマルハナバチ	11.9%	20.8%	67.3%
	セイヨウオオマルハナバチ	7.0%	14.0%	79.0%
花落（太さ）	クロマルハナバチ	43.6%	40.6%	15.8%
	セイヨウオオマルハナバチ	30.0%	50.0%	20.0%
花落（長さ）	クロマルハナバチ	62.4%	19.8%	17.8%
	セイヨウオオマルハナバチ	53.0%	22.0%	25.0%
傷果	クロマルハナバチ	48.5%	27.7%	23.8%
	セイヨウオオマルハナバチ	44.0%	32.0%	24.0%
裂果（放射状）	クロマルハナバチ	96.0%	3.0%	1.0%
	セイヨウオオマルハナバチ	90.0%	7.0%	3.0%
裂果（同心円状）	クロマルハナバチ	100%	—	—
	セイヨウオオマルハナバチ	100%	—	—
チャック	クロマルハナバチ	95.0%	2.0%	3.0%
	セイヨウオオマルハナバチ	87.0%	8.0%	5.0%
先とがり	クロマルハナバチ	100%	—	—
	セイヨウオオマルハナバチ	100%	—	—
酸度（クエン酸）	クロマルハナバチ	0.4%	—	—
	セイヨウオオマルハナバチ	0.3%	—	—
糖（mg/100ml）	クロマルハナバチ	4.6	—	—
	セイヨウオオマルハナバチ	4.6	—	—

品質評価方法はJAやつしろの規格に準じている。

2つのハウスから無作為に収穫したデータ（総計201個）である。

収穫時期により数値は変動する可能性があります。

八代養蜂等振興推進協議会

委員長 佐々木 正己	委員（五十音順） 木村 和生 木村 澄 斉藤 光幸 下崎 三徳 高橋 純一	東嶋 大典 豊田 浩史 西岡 千年 松谷 昭博 山本 誠
---------------	--	--

協力者（五十音順）

池田 毅	上田 康徳
斉藤 光幸	堀江 林生
手塚 俊行	
廣瀬 範明	
米本 哲也	



八代養蜂等振興推進協議会

〒160-0022

東京都新宿区新宿3丁目1-24 京王新宿5丁目ビル5階
一般社団法人養蜂産業振興会内