SOP22-407 別添 5

禁転載

(配付者限り)

果樹・果菜の受粉を助ける花粉媒介昆虫調査標準作業手順書

別添資料 5

カボチャの調査方法

農研機構

別添資料５：カボチャの調査方法

ウリ科カボチャ属の果菜です。一般によく食べられているセイヨウカボチャ以外にも、ニホンカボチャやズッキーニ、種を食用にするペポカボチャなどがあります。ここで扱うセイヨウカボチャだけでもさまざまな品種が市販されており、地域の気候や消費者のニーズに応じて栽培することができます。

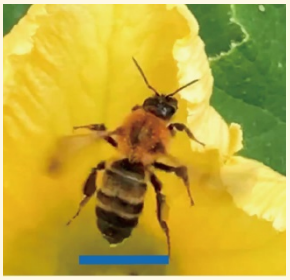
図１　カボチャの花

- **花の特徴**：早朝に開花し、当日の昼頃にはしぼんでしまう一日花である。雄花には花粉をもつ葯が、雌花には柱頭がそれぞれ存在する（図１）。早朝（日の出～朝9時ごろ）の授粉が望ましい。
- **開花時期**：4月中旬～10月上旬（作付け時期による）

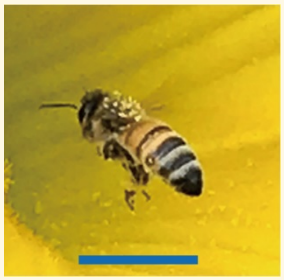
１．カボチャの主な花粉媒介昆虫たち

いろいろな昆虫たちが花を訪れますが、特に資料１のような昆虫が多いと、うまく花粉媒介が行われます。

【資料１】 カボチャの主な花粉媒介昆虫



マルハナバチ類



ミツバチ類

（スケールバーは 1cm）

２．カボチャの花粉媒介昆虫を調べる

どのような花粉媒介昆虫が、どのくらい畑に来ているかを調べるためには、目視による調査を実施します（図２）。

図２　目視

３．標準調査法

目視調査法で実施します。どのような種類の昆虫がどのくらいの頻度で畑に来ているのかを把握するための調査法です。カボチャの主要な訪花昆虫は中～大型のハナバチ類で、よく目立つため、通常は目視のみで十分です。

(1) 目視

① 調査日時

開花の最盛期で、雄花も雌花も開花している時期を選びます。調査は降雨がなく、穏やかな日の日の出1時間後から1～３回行います。また、花の中が雨水でいっぱいになっている場合は調査を中止します。複数回実施する場合は、調査間隔を1時間以上とし、11時までにすべての調査を終えるようにしてください。日ごとに飛来状況は異なるので、複数の日に調査を繰り返すことが望ましいです。

② 観察方法

一つの畑の中で、その日開花した雌花20花を対象とします。畑を歩いて雌花を見つけたら、その時点でその雌花の中にいるミツバチ類とマルハナバチ類、その他の昆虫について、それぞれの個体数を記録します。種類と個体数を記録したら、次の花に移動します。見つけた花に昆虫がいなかった場合も必ず0と記録してください。また、観察できた雌花が20花に満たなかった場合は、観察できた花数までで構いません。

③ 昆虫の同定

P.9～10 に昆虫の写真があります。

④ 記録用紙

P.14 に例があります。コピーしてお使いください。

⑤ 観察データの整理

各時間帯の1花あたりの観察個体数を計算します。

参考情報　野外での見分けのコツ

マルハナバチ類の多くはミツバチより大型ですが、体長の変異が大きく、ミツバチ類に近い体長の個体もいます（写真左）。マルハナバチ類（写真右：左の個体）は胸部だけでなく腹部にも長い毛が密集していますが、ミツバチ類（写真右：右の個体）の腹部には毛が少なく、滑らかに見えることを覚えておくとよいでしょう。

クロマルハナバチ（左の４個体）とニホンミツバチ（右端）

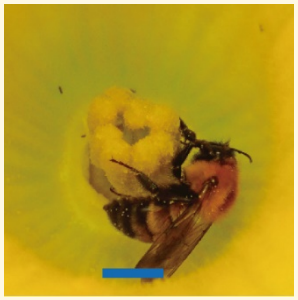
トラマルハナバチ（左）
とセイヨウミツバチ（右）

参考情報　花の上にいる昆虫の見え方

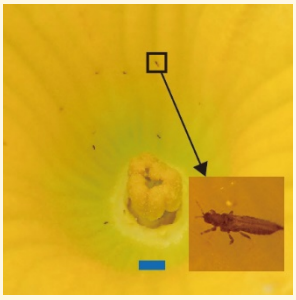
（スケールバーは 1cm）

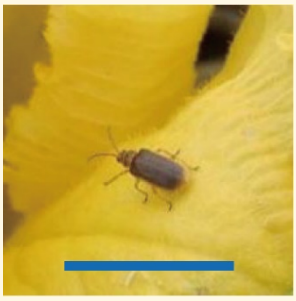
ミツバチ類

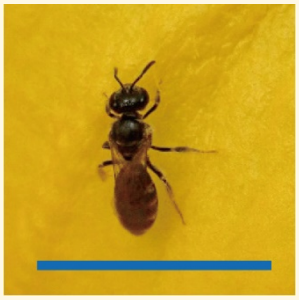
マルハナバチ類



訪花しても、あまり花粉を媒介しない昆虫


アザミウマ


ウリハムシ属の一種


小型ハナバチ類*

ガの幼虫

※小型ハナバチ類は花粉を媒介しますが、受粉への貢献度は低いとみられます

（P.7 参考情報を参照）

参考情報　人工授粉の省力化に向けて

人工授粉は生産者の方々にとって大きな負担になっています。その理由として、①開花期に集中して作業を行う必要がある、②花の付く位置によっては無理な体勢を強いられる、③作物によっては受粉に適した時間帯が短いため早朝に作業を行わなければならない、などが挙げられます。カボチャの人工授粉では、特に②と③が負担になります。地面に蔓が這う形で栽培されることから腰をかがめての作業になることに加え、時間帯が遅くなると花粉の供給に用いる雄花が不足することから早朝（多くの場合は午前８時頃まで）のうちに作業を終えなければなりません。そのため、もしこれらの授粉作業を野生花粉媒介昆虫に任せることができれば、生産者は早朝の重労働から解放されることになるのです。

４．着果率の調べ方

① 畑の区分けをする

訪花昆虫調査に用いる畑を二分割し、半分を自然受粉区（そのまま何もしない）、残りの半分を人工授粉区（方法は P.7 参考情報を参照）とします。自然受粉・人工授粉を株ごとに設定する形式でも問題ありません。

② 調査する花に目印をつける

訪花昆虫調査を実施した日に開花した雌花の根元にテープ等を結び、調査花の目印とします（図３）。

- 着果率の調査の対象にする花は、訪花昆虫調査に用いた花でなくてもかまいません。

- その上流（同じ蔓の株元に近い方）に果実がない花を調査対象としてください（養分の競合による影響を除外するため）。
- 分枝が複雑で上流側に果実の有無が確認できない場合は、調査花数を増やします。
- テープには日付と自然受粉／人工授粉の区別を記入します。

図３　雌花の根元にカラーテープを結んだ例

茎を圧迫しないように緩めに輪を作るが、風で飛ばされないように結び目はしっかり結ぶ

③ 着果率を計算する

開花から約 2 週間後、果実が黄化せずに成長していれば着果したと判断し（図４）、調査花のうち着果した割合をそれぞれの処理区について計算します。

例）自然受粉区：調査した 20 花のうち、16 花が着果　→　着果率は 80%

　　人工授粉区：調査した 20 花のうち、18 花が着果　→　着果率は 90%

図４　黄化した果実

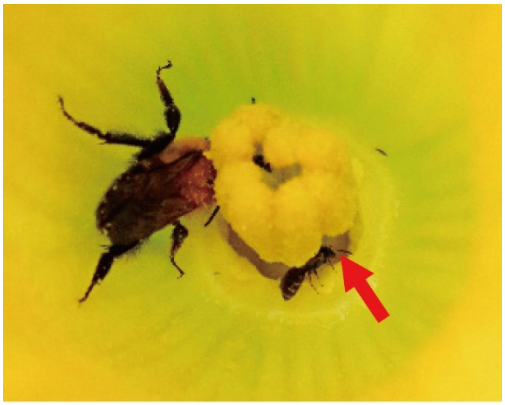
参考情報　カボチャにおける花粉媒介のしくみ

雄花

雌花

カボチャは雄花と雌花が一つの株の中で別々に咲き、果実は雌花に実ります。人工授粉を行う際は、人工授粉に用いる雄花の蕾に、開花前日に袋をかけておいて、昆虫に花粉を奪われないようにしておきます。翌朝９時ごろまでに、開花した雄花を摘み取り、花弁を除去し、雌花の柱頭に葯を軽く触れさせて授粉します。

昆虫がカボチャの花粉を媒介するには、最低限の条件として「雄花を訪れて体に花粉を付着させた個体が、その日のうちに雌花を訪花すること」が必要です。カボチャに訪花する小型ハナバチ類はこの条件は満たしますが、体が小さいために柱頭にほとんど触れずに吸蜜するので、花粉媒介にはあまり役立っていません。一方、マルハナバチ類やミツバチ類は柱頭によく触れるので、花粉媒介に適しています。



蜜を吸うトラマルマルハナバチ（左）と小型ハナバチ類（右・矢印）。小型ハナバチ類は柱頭に接触していない。

吸蜜するセイヨウミツバチ
背面が柱頭に接触している。

参考情報　訪花昆虫と外来種の問題

夏の北海道で訪花昆虫を調査すると、ミツバチなどに混じってセイヨウオオマルハナバチが観察されます（写真）。セイヨウオオマルハナバチは欧州原産のマルハナバチで、1990年代に施設野菜の花粉媒介昆虫としてわが国への導入が始まりました。マルハナバチ類はトマトなど、蜜を出さない花の授粉を促すため、これまで結果のために行われてきた植物ホルモン剤の吹きつけ作業が大幅に省力化されました。その一方、導入されたセイヨウオオマルハナバチは施設から逸出し、近年の調査によると北海道では131の市町村で生息が確認されるようになりました。かくして欧州原産のセイヨウオオマルハナバチが北海道のカボチャ畑で観察されるようになったわけです。

2005年、特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律、いわゆる外来生物法が施行されました。この法律は、海外から日本へ持ち込まれ、在来の生物の生存を脅かしたり、生態系を乱したり、または乱すおそれのある外来生物を「特定外来生物」として指定し、その取扱いを規制し防除しようとするものです。野生化したセイヨウオオマルハナバチは餌資源をめぐる競合や巣の乗っ取り、生殖撹乱等により在来のマルハナバチ類に悪影響を及ぼすため、2006年に特定外来生物に指定されました。その結果、セイヨウオオマルハナバチの飼養は原則禁止となり、「生業の維持」を目的とする場合のみ、環境大臣の許可を得ることで利用可能とされました。

「あちらを立てればこちらが立たず」といいますが、施設野菜の生産性と生物多様性の保全を両立するために、セイヨウオオマルハナバチから代替種（在来のマルハナバチ類）への転換を図る必要があります。すでに代替種としての利用が実用化されているクロマルハナバチは、本州、四国、九州に分布する低地性のマルハナバチで、セイヨウオオマルハナバチと同程度の授粉効率を示し、その使用は年々増加しています。在来種といえども生態系への影響を最小限に止めるため、施設の開口部にはネットを展張し、使用済みの巣箱は施設内で死滅させることが求められています。クロマルハナバチが分布していない北海道における使用に向けては、北海道の在来種であるエゾオオマルハナバチの優良系統の選抜と大量増殖技術の開発が進められています。一日も早い実用化が望まれます。

ハマナスを訪花するセイヨウオオマルハナバチ

５．カボチャの訪花昆虫

トラマルハナバチ

トラマルハナバチ

トラマルハナバチ

ニホンミツバチ

ニホンミツバチ

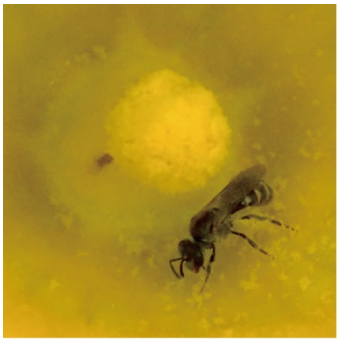
クロマルハナバチ

セイヨウミツバチ

セイヨウミツバチ

セイヨウミツバチ（暗色）

コハナバチの一種


コハナバチの一種

ツマグロキンバエ

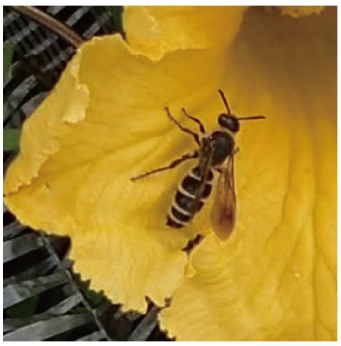
ワタヘリクロノメイガ

コガタスズメバチ

タイワンタケクマバチ

ホシホウジャク

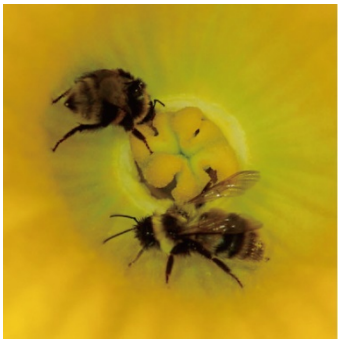
ウリハムシ


ヒメハラナガツチバチ

北海道のみでみられる訪花昆虫

セイヨウオオマルハナバチ

セイヨウオオマルハナバチ


エゾオオマルハナバチ

エゾオオマルハナバチ

ハイイロマルハナバチもしくは
ニセハイイロマルハナバチ

ハイイロマルハナバチもしくは
ニセハイイロマルハナバチ

6．事例紹介

表１　2021 年　茨城県

■各時間帯の1花あたりの平均観察個体数（7月19日、20日、21日）

調査時間	平均気温（℃）	マルハナバチ類	ミツバチ類	その他
5:30	23.5	0.1	0.5	0
6:30	24.7	0.1	0.9	＜0.05
7:30	27.0	0.1	1.2	＜0.05

《参考情報》 調査地： 筑波大学農場（つくば市）
天候：　3日間ともに晴れ　　調査人数：３～４名
一人あたり観察花数：20花

■ 着果率　自然受粉 70.2%
調査花：35花　着果調査日：7月30日　蔓上流の果実：無し

表２　2021 年　三重県

■各時間帯の1花あたりの平均観察個体数（7月6日）

調査時間	平均気温（℃）	マルハナバチ類	ミツバチ類	その他
6:30	24.3	0	0.5	＜0.1
7:30	25.5	0	0.7	0
8:30	26.6	0	0.6	＜0.1

《参考情報》 調査地：農研機構安濃野菜研究拠点農場（津市）
天候：　くもり　　調査人数：１名
観察花数：20花×2地点（合計40花）

■ 着果率　人工授粉 90.2%　自然受粉 82.0%
調査花：各51花　着果調査日：7月16日　蔓上流の果実：無し

表３　2021 年　　鹿児島県

■各時間帯の1花あたりの平均観察個体数（4月20日、22日、25日）

調査時間	平均気温 (℃)	マルハナバチ類	ミツバチ類	その他	実施日
6:30	7.0	0	0	0	20日
7:30	16.5	0	0.1	0.1	20、25日
8:30	21.7	0	0.4	0	20、22、25日
9:30	23.5	0	0.5	0	22、25日
10:30	25.0	0	0.5	0	22、25日

《参考情報》　調査地：鹿児島県農業開発総合センターほ場（南さつま市）
天候：　3日間ともに晴れ　　調査人数：2名
最高気温：26℃
一人当たり観察花数：18花（20日）　7花（22日）　21花（25日）

■着果率　人工授粉 100%　自然受粉 100%
調査花：自然受粉 18花、人工授粉 25花　着果調査日：5月9日
蔓上流の果実：無し

■各時間帯の1花あたりの平均観察個体数（9月23日、24日、25日）

調査時間	平均気温 (℃)	マルハナバチ類	ミツバチ類	その他
6:30	21	0	0.1	0
7:30	24	0	0.8	0
8:30	27	0	0.9	0

《参考情報》　調査地：鹿児島県農業開発総合センターほ場（南さつま市）
天候：　3日間ともに晴れ　　調査人数：2名
最高気温：31℃
一人当たり観察花数：12花（23日）　20花（24日）　20花（25日）

■着果率　人工授粉 100%　自然受粉 100%
調査花：自然受粉 23花、人工授粉 35花　着果調査日：10月12日
蔓上流の果実：無し

表４　2021 年　北海道

■ 各時間帯の1花あたりの平均観察個体数（7月28日）

調査時間	平均気温 (℃)	マルハナバチ類	ミツバチ類	その他
5:30	20.7	0.023	0.011	0.023
6:30	21.2	0.045	0.006	0.017
7:30	21.7	0.062	0.042	0.020

《参考情報》調査地：帯広畜産大学農場（帯広市）
天候：　くもり　　調査人数：20名
一人あたり観察花数：18花

■ 着果率　自然受粉 35%

調査花：自然受粉 40花　着果調査日：8月7日　蔓上流の果実：不明

■ 各時間帯の1花あたりの平均観察個体数（8月5, 6日）

調査時間	平均気温 (℃)	マルハナバチ類	ミツバチ類	その他
5:30	21.4	0.230	0.016	0
6:30	22.9	0.063	0.025	0.025
7:30	24.9	0.113	0.050	0.050

《参考情報》調査地：帯広畜産大学農場（帯広市）
天候：　くもり　　調査人数：20名
一人あたり観察花数：20花

■ 着果率　自然受粉 35%

調査花：自然受粉 20花　着果調査日：9月3日　蔓上流の果実：不明

■ 各時間帯の1花あたりの平均観察個体数（8月12, 13日）

調査時間	平均気温 (℃)	マルハナバチ類	ミツバチ類	その他
5:30	11.8	0.064	0	0.026
6:30	12.9	0.025	0	0.038
7:30	14.0	0.013	0	0

《参考情報》調査地：帯広畜産大学農場（帯広市）
天候：　くもり　　調査人数：20名
一人あたり観察花数：20花

■ 着果率　自然受粉 37%

調査花：自然受粉 35花　着果調査日：9月3日　蔓上流の果実：不明

花粉媒介昆虫の目視観察　記録用紙（カボチャ用）

記録紙No.

調査日　　年　　月　　日　圃場名　　品種　　調査者

畑を巡回し、雌花を見つけたら、その時点でその雌花にいるマルハナバチ類、ミツバチ類の個体数を記録する。合計20花になるまで続ける。注意事項：①花に昆虫がいなかった場合はいずれも0と記録する。②花の中が雨水でいっぱいになっている場合は中止する。③昆虫がいる、いないに関わらず、巡回するルート上で見つけた雌花を順番に観察する。

天気　　気温（℃）

調査時間　　：　　から　　：　　まで　　総観察花数

※写真はほぼ実寸大

観察花数	ミツバチ類	マルハナバチ類	その他の昆虫	備考
1	3	0	ツチバチ？1	わからない昆虫がいたので写真を撮った
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				