

バンカー法で使用するコムギ上でのムギヒゲナガアブラムシとムギクビレアブラムシの増殖に対する湿度の影響

浦入 千宗・太田 泉

(平成 30 年 9 月 13 日受理)

The Effect of Relative Humidity Conditions on the Population Growth of *Sitobion akebiae* and *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae) on Wheat Seedlings for Banker Plant Systems

Chihiro Urairi and Izumi Ohta

I 緒言

ギフアブラバチ *Aphidius gifuensis* Ashmead は日本国内に広く生息するアブラムシ類の寄生蜂であり、モモアカアブラムシ *Myzus persicae* (Sulzer) (以下、モモアカ) やジャガイモヒゲナガアブラムシ *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) などの害虫アブラムシ類に対して防除効果が認められている (太田・武田, 2016)。コレマンアブラバチ *Aphidius colemani* Viereck もアブラムシ類の寄生蜂であり、寄主範囲にはワタアブラムシ *Aphis gossypii* Glover, モモアカをはじめとする 65 種が記録されている (Takada, 1998)。

天敵昆虫の圃場における防除効果を維持する方法として、バンカー法がある。バンカー法とは、害虫が発生する前に天敵の餌 (寄主) となる昆虫とその寄主植物 (これらのセットをバンカーと呼ぶ) を圃場内に設置

し、天敵をバンカー上に放飼して十分な数の個体を維持することによって害虫を防除する方法である (長坂ら, 2010)。上記の 2 種アブラバチについてもそれぞれバンカー法が開発されており、ピーマン、ナス等で発生する害虫アブラムシ類に対して一定の防除効果が示されている (太田・武田, 2016; 長坂ら, 2010)。これらのバンカー法で使用する代替寄主アブラムシとして、それぞれムギヒゲナガアブラムシ *Sitobion akebiae* (Shinji) (以下、ヒゲナガ) およびムギクビレアブラムシ *Rhopalosiphum padi* (L.) (以下、クビレ) が選定されている (Ohta and Honda, 2010; Walters and Hardwick, 2000)。圃場に設置したバンカーは定期的に更新する必要があるが、これまでにナスやピーマン等の現地圃場で実施したバンカー法による防除効果を評価するための試験では、バンカーの更新を進めるにつれてバンカー植物 (ムギ類) 上でヒゲナガ、クビレの増殖率が低下する事例が確認されており、その結果、害虫アブラム

シ類のエスケープが生じるケースがあった（太田・武田，2016；長坂ら，2010）．そのため，ギファブラバチ用のバンカーとコレマンアブラバチ用のバンカーの維持を阻害する要因を解明し，対策を講じる必要がある．冬春作の促成栽培ピーマンでは通常，ハウス内の気温が夜間 18℃前後，昼間 25～28℃となるように管理され，また全期間を通して高湿度条件が維持される（川越，1997）．そこで著者らは湿度条件に着目し，湿度条件がバンカー植物のコムギ上における 2 種アブラムシの増殖におよぼす影響を明らかにしようと試みた．本研究では，まず初めに，冬春ピーマンの促成栽培が行われているビニールハウス内で温湿度を測定し，当圃場における温湿度環境を明らかにした．次に，低湿度および高湿度に予め設定したグロースチャンバー内で，コムギ苗上でのヒゲナガおよびクビレの増殖を明らかにした．さらに，湿度条件を予め制御したファイトロン内で，コムギ株上における 2 種アブラムシの増殖を比較した．

II 材料および方法

1. 冬春作ピーマンハウス内における温湿度の測定

鹿児島県志布志市の冬春作ピーマンハウス（45m × 30m）において，稜面南側近傍に地上高が約 1.5m となるように設置した温湿度データロガー（RTR-503；ティアンドディ社製）を用いて，温湿度を 30 分間隔で連続測定した．測定は 2017 年 11 月 30 日から 2018 年 3 月 28 日まで継続して行った．

2. 供試植物および供試虫

試験にはバンカー植物としていずれもコムギ‘農林 61 号’を使用した．ヒゲナガは 2005 年 5 月に岡山大学資源生物科学研究所（現 岡山大学資源植物科学研究所，岡山県倉敷市）で栽培中のオオムギから採集し，コムギ‘農林 61 号’の幼苗を与えて増殖した個体を実験に用いた．クビレは香川県善通寺で採集し（採集年月，寄主植物は不明），農研機構近畿中国四国農業研究センター（現 同西日本農業研究センター綾部研究拠点，京都府綾部市）で継代飼育していた個体群の一部を譲り受け，コムギ幼苗（品種同上）で増殖した個体を使用した．2 種アブラムシの継代飼育は，温度 20℃，日長 14L-10D に調節した恒温室内で行った．

3. グロースチャンバー内のコムギ幼苗上でのアブラムシ類の増殖

培土を入れた 500mL のディスポカップ（高さ 12cm，上径 10cm，下径 8cm）にコムギ種子 100 粒を播種し，温度 20℃，日長 14L-10D に調節した定温器内で 1 週間育苗したものを使用した．ディスポカップはプラスチック製の円筒型水受け容器（高さ 5 cm，直径 10 cm）に入れた．コムギ幼苗 1 ポットにヒゲナガまたはクビレの無翅成虫 5 頭（羽化後 48 時間以内）を接種し，透明塩化ビニル製の飼育ケース（内寸幅 15 cm，奥行き 25 cm，高さ 30 cm）の中に図 1 のように導入した後，温度 20℃，日長 11L-13D に調節したグロースチャンバー（MLR-350T；三洋電機製）内に 3 ケースずつ配置した．ポット外側のプラスチック製円筒容器（高さ 9 cm，直径 15 cm）内を蒸留水で満たしたものを高湿度条件とし，シリカゲルで満たしたものを低湿度条件とした．チャンバー内の温湿度は，上段および下段の 2 箇所を設置した温湿度データロガー（TR-72U；ティアンドディ社製）を用いて 5 分間隔で連続測定した．高湿度条件，低湿度条件ともに 1 回ずつ試験し，それぞれ 3 反復とした．7 日後に各ポットの植物上のアブラムシ類個体数を記録した．統計解析には各個体数データの対数変換値 $\ln(x + 0.5)$ を用い，二元配置分散分析により，2 種アブラムシの増殖に対する湿度条件の効果，アブラムシ種の違いによる影響およびそれらの交互作用について評価した．湿度条件が各アブラムシ種の増殖に与える影響について評価するため，各処理条件における 2 種アブラムシ個体数の対数変換値について等分散性の検定を行った後， t 検定により処理区間で有意差検定を行った．統計解析にはすべて JMP ver. 13.0（SAS Institute, 2016）を用いた．

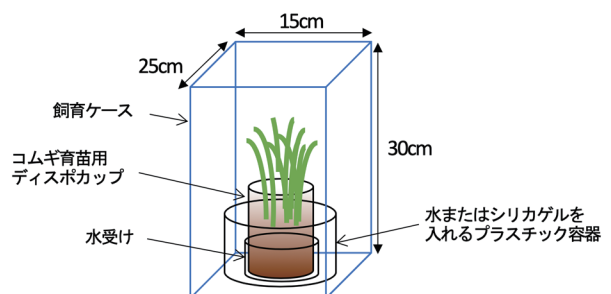
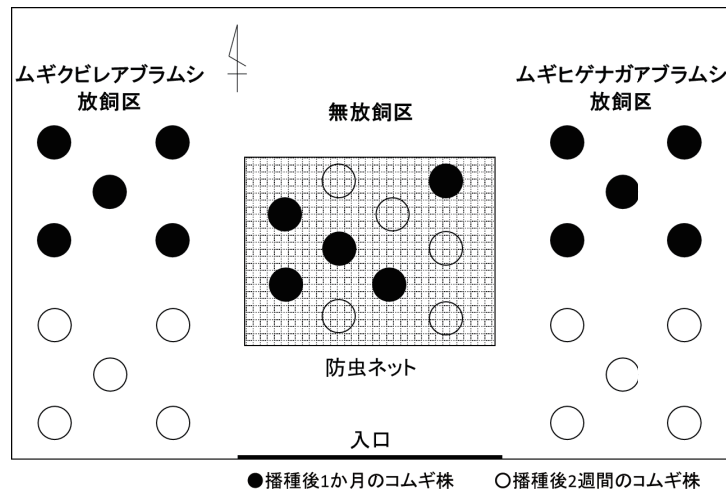


図 1 グロースチャンバー内でのアブラムシ類増殖試験の模式図

4. ファイトトロン内のコムギ成長株上でのアブラムシ類の増殖

培土を入れた 1/5000 a ワグネルポットにコムギ種子 30 粒を播種し、ガラス温室内（湿度は無調節、温度は 15℃以上となるように自動加温）で 2 週間および 1 か月間育成したコムギ株（各 15 ポット）を、自然光型ファイトトロン（TGH-7-A；エスペックミック製）に導入した。各ポットは互いに葉が接しないように離して配置し、室内中央に目合い 0.8mm の防虫ネットで囲った無放飼区（2 週間苗および 1 か月苗を各 5 ポット）を設けた（図一2）。ヒゲナガまたはクビレの無翅成虫（羽化後 48 時間以内）を 1 ポットあたり 10 頭接種した後、2 週間後に株上のアブラムシ類成幼虫個体数を記録した。ファイトトロン内の温湿度は、直射日光が当たらないように設

置した温湿度データロガー（TR-72U）を用いて 10 分間隔で連続測定した。試験開始日およびファイトトロン内温湿度の設定値は表一に示すとおりとし、相対湿度条件により 4 条件（高湿度 1、高湿度 2、低湿度 1、低湿度 2）設定して、2017 年 10 月～2018 年 1 月に順次試験した。各湿度条件下でのコムギの生育についても評価するため、試験終了時における無放飼区のコムギ株の平均葉数、平均葉長および地上部乾物重を測定した。湿度条件が各アブラムシ種の増殖に与える影響について評価するため、各処理条件における 2 種アブラムシ個体数の対数変換値を用いて等分散性の検定および一元配置分散分析を行った後、Tukey-Kramer HSD 検定により処理区間で有意差検定を行った。統計解析にはすべて JMP ver. 13.0 を用いた。



図一2 ファイトトロン内でのコムギ株ポットの配置図

表一1 ファイトトロン内でのアブラムシ類増殖試験の試験期間、温湿度の設定条件および実測値

試験条件 (試験期間)	温湿度 設定条件	平均温度 (最低—最高)	平均相対湿度 (最低—最高)
低湿度 1 (2017 年 11 月 29 日～2017 年 12 月 13 日)	20℃ 20%	21.4℃ (18.9℃—23.9℃)	44% (38%—56%)
低湿度 2 (2017 年 11 月 6 日～2017 年 11 月 20 日)	20℃ 65 → 20% a	21.1℃ (19.8℃—25.4℃)	63% (37%—96%)
高湿度 1 (2017 年 10 月 10 日～2017 年 10 月 24 日)	20℃ 80%	20.1℃ (19.7℃—22.7℃)	91% (84%—96%)
高湿度 2 (2018 年 1 月 12 日～2018 年 1 月 26 日)	20℃ 100%	22.0℃ (20.6℃—23.1℃)	99% (90%—99%)

a 試験開始 9 日後に設定条件を 65%から 20%に変更した。

III 結果

1. 冬春作ピーマンハウスにおける温湿度の推移 鹿児島県志布志市の冬春作ピーマンハウスにおける温

湿度の測定結果を図-3に示す。促成栽培期間中(2017年11月30日～2018年3月28日)のハウス内平均温度は21.1℃(最低16.8℃,最高34.7℃),平均相対湿度は87.4%(最低31%,最高99%)であり,全期間を通して高湿度条件が維持されていた。

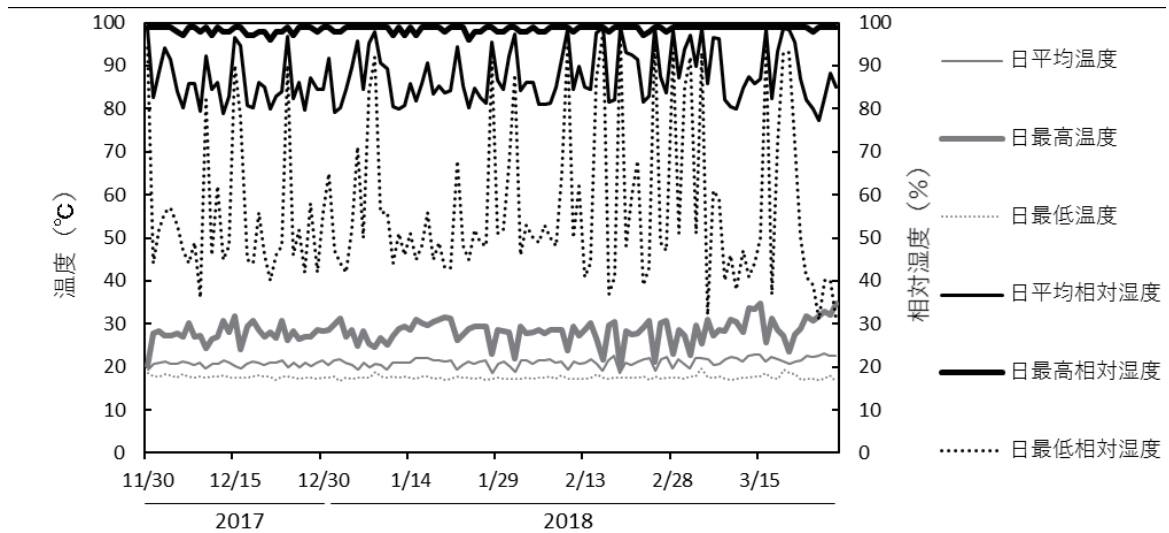


図-3 冬春作ピーマン栽培ハウス内における温湿度の推移(2017年11月30日～2018年3月28日;鹿児島県志布志市)

2. グロースチャンバー内のコムギ幼苗上でのアブラムシ類の増殖

チャンバー内の温度および相対湿度の平均値は,低湿度条件では20.6℃(最低19.3℃,最高22.4℃)および54.8%(最低34%,最高78%),高湿度条件では20.7℃(最低19.4℃,最高23.6℃)および78.6%(最低59%,最高98%)であったので,想定していた実験条件を満たしていたと判断した。湿度条件とアブラムシ種に関する二元配置分散分析の結果を表-2に示す。湿度条件による効果,アブラムシ種の違いの影響ともに有意であったが($p < 0.05$ および $p < 0.01$),これらの交互作用は有意ではなかった($p > 0.05$)。グロースチャンバー内でのアブラムシ類増殖試験の結果を図-4に示す。ヒ

表-2 湿度条件およびアブラムシ種の違いが試験終了時のアブラムシ個体数(対数変換値)に与えた影響に関する二元配置分散分析表

要因	自由度	平方和	F値	p値
湿度条件(H)	1	0.0584	11.13	0.0103
アブラムシ種(S)	1	0.1025	19.53	0.0022
H × S	1	0.0065	1.237	0.2983

ゲナガの個体数には湿度による有意差がみられなかったが(t 検定, $p > 0.05$),クビレは高湿度条件で低湿度条件より有意に多かった($p < 0.01$)。

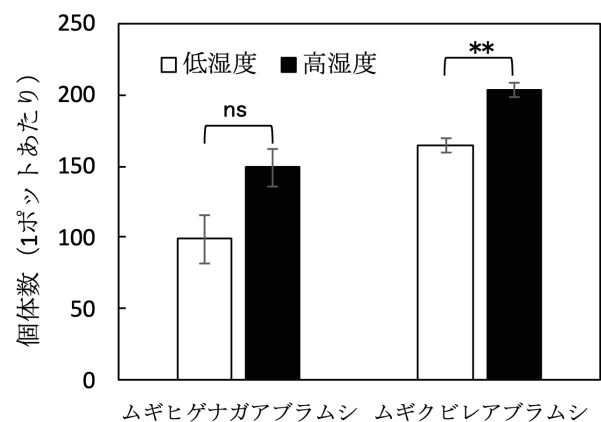


図-4 グロースチャンバー内での異なる湿度条件下における試験終了時の2種アブラムシ個体数
図中のバーは標準誤差を示す($n = 5$)。
 $\ln(x+0.5)$ 対数変換後, t 検定の結果,**1%水準で有意。

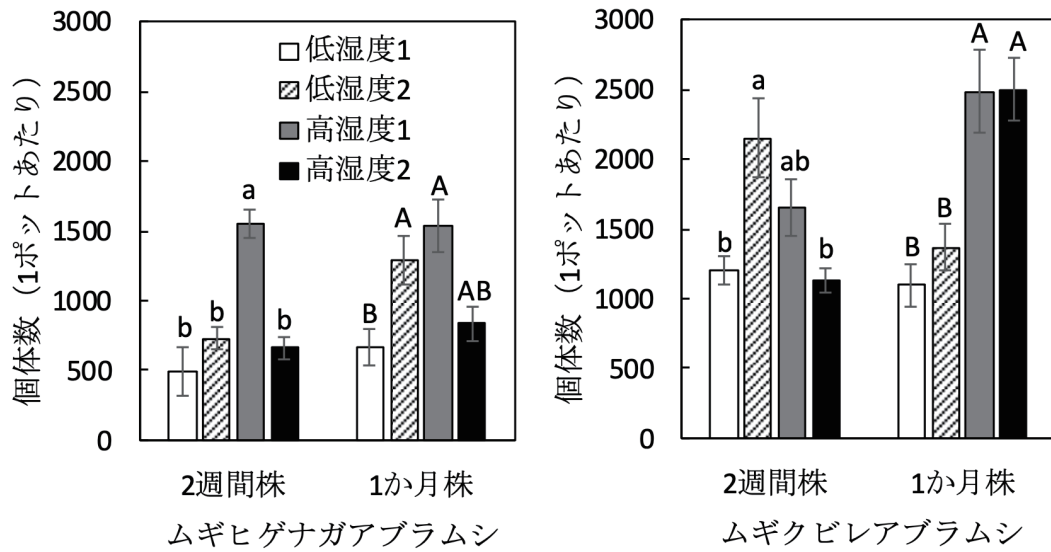


図-5 ファイトトロン内での異なる湿度条件下における試験終了時の2種アブラムシ個体数

図中のバーは標準誤差を示す (n = 5).

ln(x+0.5) 対数変換値を用いて一元配置分散分析後, Tukey-Kramer HSD 検定の結果, 同じ文字間には 5% 水準で有意差なし.

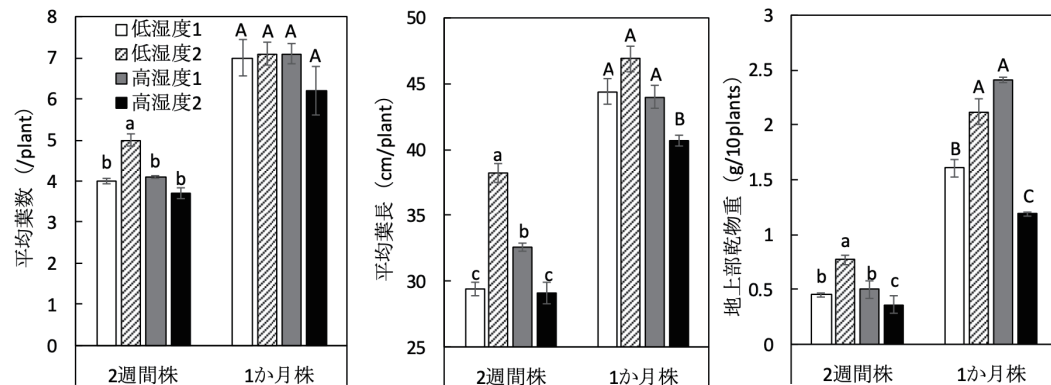


図-6 試験終了時の無放飼区コムギ株の平均葉数、平均葉長、地上部乾物重

図中のバーは標準誤差を示す (n = 5).

対数変換値を用いて一元配置分散分析後, Tukey-Kramer HSD 検定の結果, 同じ文字間には 5% 水準で有意差なし.

葉長は株元から最大展開葉の先端までの長さとし, 平均葉数および平均葉長は 10 株の平均値を示す.

3. ファイトトロン内のコムギ成長株上でのアブラムシ類の増殖

ファイトトロン内の温度および相対湿度の平均値を表-1に示す。試験期間中の平均相対湿度はそれぞれ、低湿度1で44%、低湿度2で63%、高湿度1で91%、高湿度2で99%となり、試験条件間で最大55%の差が生じたことから、想定した実験条件を満たしたと判断した。高湿度2では常時葉面が結露していた。ファイトトロン内でのアブラムシ類増殖試験の結果を図-5に示す。ヒゲナガの個体数は、播種後2週間の株上では高湿度1で有意に多くなり (Tukey-HSD 検定, $p < 0.05$)、播種後1か月の株上でも高湿度1および低湿度2で低

湿度1よりも有意に多くなった ($p < 0.05$)。一方、クビレの個体数はコムギの生育段階によって傾向が異なり、播種後2週間の株上では低湿度2で低湿度1および高湿度2よりも有意に多くなったが ($p < 0.05$)、播種後1か月の株上では高湿度1, 2で低湿度1, 2よりも有意に多くなった ($p < 0.05$)。なお、コムギの生育段階によらずヒゲナガはコムギ葉上に多く観察されたのに対して、クビレはコムギ葉上および株元付近に多く確認された。

無放飼区のコムギ株における各処理後の平均葉数、平均葉長および地上部乾物重を図-6に示す。播種後2週間の株においては、葉数、葉長、地上部乾物重ともに

低湿度2で他の条件よりも有意に大きくなった (Tukey-HSD 検定, $p < 0.05$). 播種後1か月の株においては, 葉数に湿度条件による差はみられなかったものの, 葉長および地上部乾物重に湿度条件による差がみられ, いずれも高湿度2で他の条件よりも有意に小さくなった ($p < 0.05$).

IV 考察

はじめに, 日長および温度が人工的に制御されたグロースチャンバー内において, 異なる湿度条件が2種アブラムシのコムギ苗上での増殖に与える影響について議論する. 古野ら (1978) によると, ナス上のモモアカを異なる湿度条件下 (相対湿度 40%, 60%, 80% および 98%) で飼育したところ, 1世代平均時間は低湿度で長くなり, 単位時間当たり増殖率は高湿度で高くなった. 今回のグロースチャンバーを用いた試験においても, 低湿度条件ではヒゲナガの個体数が少なくなる傾向がみられ, クビレの増殖も抑制されたことから, モモアカと同様, ヒゲナガ, クビレともに高湿度条件では低湿度条件に比べて増殖率が高くなる可能性が考えられた.

次に, 温湿度の制御されたファイトトロン内において, 異なる湿度条件が2種アブラムシのコムギ上での増殖に与える影響について議論する. 上記のグロースチャンバー内での試験よりも湿度条件に明瞭な差が現れ, 高湿度2の条件でのみファイトトロン内が常に結露し, 低湿度1と高湿度2の条件間で相対湿度に50%以上の差が生じた (表-1). しかし, 低湿度1と高湿度2の2条件間でヒゲナガの増殖に有意差はみられず, クビレについても播種後2週間の株上での増殖に有意差はみられなかった (図-5). バンカー法において使用するコムギは草丈が10cm程度となる播種後10日頃から, 1~1.5か月頃までバンカー植物として利用でき, 2~3か月で更新するのが推奨されている (長坂ら, 2010). 今回の実験では播種後2週間および1か月のコムギ株を使用した, 無放飼区コムギ株の生育が低湿度または高湿度条件で顕著に悪くなることはなかったことから (図-6), これらのコムギ株はバンカー植物として不適ではなかったと考えられる. また, 本実験で使用したこれらのコムギ株について, コムギが良く生長した湿度条件 (2週間株の場合, 低湿度2; 1か月株の場合, 低湿度2および高湿度1) で両アブラムシ種の増殖がともに良くなるような傾向はみられなかったことから (図-5,

図-6), ヒゲナガおよびクビレの増殖はコムギ株の生育によらないことが示唆された. クビレは一般に, コムギでは春~夏の出穂前から出穂期にかけて発生し, 葉身や穂に生息するが, ヒゲナガはムギ類では穂に多く生息することが知られている (松本, 2008). 本試験ではコムギが出穂期に達する前に調査を終了し, ヒゲナガは葉上に多く観察され, クビレはコムギ葉上および株元付近に多く確認されたことから, これらの2種アブラムシ (とくにヒゲナガ) は常時結露した葉上において増殖が抑制される可能性が示唆された.

今回行ったグロースチャンバーおよびファイトトロンでの試験と, 鹿児島県志布志市の促成栽培ピーマン現地圃場とで温湿度を比較すると, 現地圃場では本実験よりも温度, 相対湿度ともに高低差が大きかった (表-1, 図-3). 安部ら (2011) は, トウモロコシアブラムシ *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), ヒエノアブラムシ *Melanaphis sacchari* (Zehntner), ムギミドリアブラムシ *Schizaphis graminum* (Rondani) (以下, ミドリ) およびクビレのオオムギ上における内的自然増殖率を比較し, 15℃ではクビレが最も高く, 20~30℃ではミドリが最も高いと報告している. また, コレマンアブラバチは自然条件下でミドリにも寄生すると報告されている (Moraes ら, 2004). 昼間の促成栽培ハウス内は冬季でも30℃以上の高温になることが多い (図-3), クビレよりもミドリのほうが代替寄主アブラムシとして適している可能性がある. 本研究では2つの試験ともに温度を20℃に維持して行ったが, 今後はピーマン促成栽培ハウス内の温湿度の日変化がコムギ株の生育に与える影響や, コムギの栽植密度と代替寄主アブラムシの個体群増殖との関係等についても評価することで, バンカーの維持を阻害する要因を明らかにし, 場合によっては代替寄主アブラムシに別のアブラムシ種を検討することでバンカー法を安定化させる必要がある.

摘要

湿度条件がバンカー植物 (コムギ) 上におけるムギヒゲナガアブラムシ (以下, ヒゲナガ) およびムギクビレアブラムシ (以下, クビレ) の増殖におよぼす影響を明らかにするため, 異なる湿度条件で2種アブラムシの増殖を調査した. ファイトトロンを用いた試験では, ヒゲナガ個体数は供試コムギの生育段階によらず, 平均相対湿度が約90%の条件でより増加する傾向がみられた. 一方, クビレの増殖は供試コムギの生育段階によって傾

向が異なり、播種後1か月の株上では平均相対湿度が90%以上の高湿度条件で増殖が促進され、播種後2週間の株上では平均相対湿度が60%程度の場合に促進される傾向が認められた。以上の結果から、バンカー法における代替寄主アブラムシの増殖率低下については、他の要因あるいは湿度を含んだ複合的な要因が関係している可能性が示唆された。

引用文献

- 1) 安部順一朗・光永貴之・熊倉裕史・矢野栄二 (2011): ソルガムあるいはオオムギで飼育した4種アブラムシの発育・増殖特性の比較とバンカー法での利用可能性の検討. 応動昆, **55**, 227-239.
- 2) 古野鶴吉・山田偉雄・腰原達雄 (1978): モモアカアブラムシの個体群増殖に及ぼす湿度の影響. 九州農業研究, **40**, 105.
- 3) 川越仁 (1997): ハウス栽培ピーマンの斑点病菌分生子の形成と飛散. 日植病報, **63**, 188-192.
- 4) 松本嘉幸 (2008): アブラムシ入門図鑑, 47-184. 全国農村教育協会, 東京.
- 5) Moraes, J. C., M. M. Goussain, M. A. Basagli, G. A. Carvalho, C. C. Ecole and M. V. Sampaio (2004): Silicon influence on the tritrophic interaction: wheat plants, the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). *Neotrop. Entomol.*, **33**, 619-624.
- 6) 長坂幸吉・高橋尚之・岡林俊宏・安部順一朗・大矢慎吾 (2010): 日本の促成栽培施設におけるアブラムシ対策としてのバンカー法の実用化. 中央農業総合研究センター研究報告, **15**, 1-50.
- 7) Ohta, I. and K. Honda (2010): Use of *Sitobion akebiae* (Hemiptera: Aphididae) as an alternative host aphid for a banker-plant system using an indigenous parasitoid, *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Braconidae). *Appl. Entomol. Zool.*, **45**, 233-238.
- 8) 太田泉・武田光能 (2016): ギフアブラバチの生態とジャガイモヒゲナガアブラムシに対する生物的防除資材としての利用法. 植物防疫, **70**, 594-599.
- 9) Takada, H. (1998): A review of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae; Aphidiinae) and closely related species indigenous to Japan. *Appl. Entomol. Zool.*, **33**, 59-66.
- 10) Walters, K.F.A. and N.V. Hardwick (2000): Principles of Pest and Disease Management in Crop Protection. Alford, D.V., Pest and Disease Management Handbook, 1-18. Blackwell Science, London.
- 11) SAS Institute (2016) *JMP version 13.0.0*. SAS Institute, Cary, NC.

The Effect of Relative Humidity Conditions on the Population Growth of *Sitobion akebiae* and *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae) on Wheat Seedlings for Banker Plant Systems

Chihiro Urairi and Izumi Ohta

Summary

We examined the influence of relative humidity (RH) conditions on the population growth of *Sitobion akebiae* (Shinji) and *Rhopalosiphum padi* (L.) on wheat plants. The population growth rate of *S. akebiae* was high at 90% RH in both 1-month-old and 2-week-old wheat plants, but that of *R. padi* varied with the age of the plant. The population growth rate of *R. padi* on 1-month-old wheat plants was higher under high RH than under low RH and that of *R. padi* on 2-week-old wheat plants was high at 60% RH. These results suggest that the decrease of *S. akebiae* and *R. padi* populations is caused by other factors, including humidity.