

リモニカスカブリダニの特長とその開発

アリスタ ライフサイエンス株式会社
製品開発本部 開発部

やま
山

なか
中

さとし
聡

茨城大学 農学部

こ
後

とう
藤

てつ
哲

お
雄

は じ め に

I 形 態

捕食性カブリダニによる生物学的防除は 1960 年代に欧米で開始され、現在では日本を含めた世界規模で、IPM（総合的害虫管理）の中で実践されている。日本では 1995 年にチリカブリダニ剤がハダニ類を対象に株式会社トーメン（現 アリスタ ライフサイエンス株式会社）によって農薬登録が取得されて以来、ククメリスカブリダニ剤、デジェネランスカブリダニ剤、ミヤコカブリダニ剤が、アザミウマ類、ハダニ類、コナダニ類に対して農薬登録された経緯がある。加えて、2008 年にはスワルスキーカブリダニ（*Typhlodromips swirskii* (Athias-Henriot)）が農薬登録された。特に、「スワルスキー前、スワルスキー後」と言われるように、スワルスキーカブリダニの発売後、施設栽培ピーマン、施設きゅうり、施設ナス栽培を中心にその使用面積は 3 年間で約 1,600 ha に達し、IPM プログラムがこれらの作物では一般防除体系と言われるまでに普及してきている。さらにスワルスキーを利用した IPM プログラムは果樹類や花き類等でも利用技術の確立が検討されており、スワルスキーカブリダニが国内の環境保全型農業を実践するうえで必要不可欠なものとなってきている。

現在、スワルスキーカブリダニに次いで開発されているカブリダニが、*Amblydromalus limonicus* (GARMAN & MCGREGOR) である。本種は、1935～54 年にカリフォルニア州のカンキツより採集され、GARMAN and MCGREGOR (1956) によって、*Amblyseius limonicus* として記載された。その後、オランダ コバート社にて商業生産が確立し、2010 年よりヨーロッパを中心にスワルスキーカブリダニの補完剤として使用されてきている。

本稿では本種の形態学的特徴、生物学的特徴、生物農薬としての効果、IPM プログラムにおいて期待される効果等をまとめた。

学名：*Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor)

和名：リモニカスカブリダニ（新称）

所属：カブリダニ科ムチカブリダニ亜科

学名の変遷：本種は上述のように *Amblyseius* 属として記載されたが、その後

Typhlodromus (*Amblyseius*) *limonicus*: CHANT (1959)

Amblyseius (*Typhlodromalus*) *limonicus*: MUMA (1961)

Typhlodromus limonicus: HIRSCHMANN (1962)

Amblyseius (*Amblyseius*) *limonicus*: WAINSTEIN (1962)

Typhlodromalus limonicus: DE LEON (1967)

と変遷し、現在は CHANT and McMURTRY (2005) に従って *Amblydromalus limonicus* とされている。

本属には 17 種が所属し、二つの種群 (congeae 種群 4 種と *limonicus* 種群 13 種) を含む (CHANT and McMURTRY, 2005)。それらは、*arawak*, *congeae*, *higuilloae*, *horatii*, *hum*, *julus*, *laetus*, *lailae*, *limonicus*, *manihoti*, *ntandu*, *propitius*, *rapax*, *swaga*, *tigrus*, *villacarmalensis* (= *villacarmelensis*), *yunguensis* である。MORAES (私信) は最新の知見を考慮して本属には 19 種が属するとしているが、PRASAD (2012) は 17 種であると述べている。これら 3 者の違いの第 1 は PRASAD と MORAES がともに *horatii* を *arawak* のシノニムにした一方、*gliricidii* と *nakuruensis* を追加していること、第 2 は PRASAD が *rapax* を *limonicus* のシノニムにしたのに対し (MORAES は独立種と判断)、MORAES が *lailae* を *limonicus* のシノニムにしている点 (PRASAD は独立種と判断) である。第 3 は MORAES が新規に *lunatus* と *macroatrium* を本属に移したことである。

日本産の類似属はすべてムチカブリダニ亜科 (*Amblyseiniinae*)、ユーセイナイ族 (*Euseiini*)、ユーセイナ亜族 (*Euseiina*) に属しており、ユーセイナイ族、ティフロドロマリナ亜族 (*Typhlodromalina*) に属する種は知られていない (MORAES et al., 2004; CHANT and McMURTRY, 2005; 江原, 2009; PRASAD, 2012)。便宜のため、*Typhlodromalina* 亜族に含まれる属への検索表を示しておく (CHANT and McMURTRY, 2005)。

Biological Traits of *Amblydromalus limonicus* and Product Development. By Satoshi YAMANAKA and Tetsuo GOTOH

(キーワード：リモニカスカブリダニ, IPM プログラム, 生活史特性, アザミウマ防除)

1. 雌の腹肛板は1対の前肛毛 (JV2; preanal setae) をもち、脚には巨大毛がない。雄の腹肛板は6対の前肛毛 (preanal setae) をもつ

→ *Tenuisternum* 属

- 雌の腹肛板は1対以上の前肛毛をもち、少なくとも第IV脚には巨大毛がある。雄の腹肛板は3対の前肛毛をもつ → 2

2. 背毛のほとんどが太く、先細りしておらず、先端は結節状 → *Prasadromalus* 属

- 背毛のほとんどが剛毛あるいは太く、棘状に先細りして、結節状ではない → 3

3. 鋏角の固定指 (fixed digit) は均等に分布した三つの大型の鋸歯をもち、基ふ節Iは直立した毛と3本の長毛をもち (計4長毛)、雌の腹肛板は2~3対の前肛毛をもつ → *Quadromalus* 属

- 鋏角の固定指は均等に分布した6~12の鋸歯をもち、基ふ節Iには直立した毛がなく、雌の腹肛板は3対の前肛毛をもつ → 4

4. 胴背毛の長さの比 $s4:Z1$ が $> 3.0:1.0$ である

→ *Amblydromalus* 属

- 胴背毛の長さの比 $s4:Z1$ が $< 3.0:1.0$ である

→ 5

5. 背毛は短く微小で (何種かのZ5を除く)、隣り合う毛の基部間隔より短い。Z4はS4の基部に達しない。背板は前方側縁の条線を除き滑らか

→ *Ueckermannia* 属

- 背毛は中程度の長さで、ほぼ同長。背板は前側方の条線を含めて通常網目状。Z4はS4の基部を超える

→ *Typhlodromalus* 属

雌 (図-1A~D): 成虫は透き通った白色を呈し、体形は卵形である (図-2)。体長は0.2~0.24 mm。雌成虫の胴体毛パターンは10A:9B/JV-3:ZVであり、33対の胴体毛をもつ。つまり、前胴体背面に10対、後胴体背面に9対、胴体部腹面の腹肛板およびその周辺の毛のうち、JV3を欠いている (後肛毛1本は便宜的に1対とみなす)。

背板は縦長で、前胴体部を除いて平滑。胴背毛S5のレベルに顕著なへこみはない。胴背毛のj3, s4およびZ5が他の毛より顕著に長い。 $s4:Z1 > 3.0:1.0$ 。Z4の長さは、Z4の基部とZ5の基部との間の距離の40%以下である。

胸板は平滑で長さが幅よりやや長く、後端部には顕著な突出部があり、ST1~3の毛をもつ。後胸板の形態は

ふつうで、ST4毛を備える。生殖板の先端は切りとられたような形状で、1対の生殖毛 (ST5) をもち、後端の幅は腹肛板より広い。腹肛板は細長く、側縁が顕著にくびれ、3対の前肛毛 (JV1, JV2, ZV2) と三日月形の小孔がJV2の真後ろにある。JV4, JV5, ZV1, ZV3は腹肛板の側方に位置する。

周気管はj1のレベルを超える。周気管板は狭く、先端部で背板と癒合する。

受精囊は連結部 (atrium) の幅が頸部 (cervix, calyx) とほぼ同じであるが、頸部は先端に行くほど少し広くなるソーセージ型である。

鋏角の固定指には7~9本の歯がある。第IV脚は3本の巨大毛をもつ。

雄: 腹肛板の3対の前肛毛のパターンはJV-3, 4:ZV-1, 3 (つまりJV1, JV2, ZV2が存在する) であり、横長の菱形に配置する (GARMAN and MCGREGOR, 1956; CHANT and MCMURTRY, 2005)。

分布など: 本種は、北アメリカ、中央アメリカ、南アメ

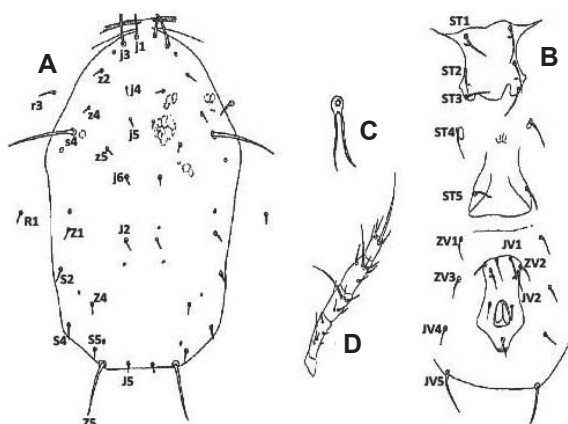


図-1 リモニカスカブリダニ雌成虫の形態

(CHANT and MCMURTRY (2005) を改変)

A: 背板, B: 腹面, C: 受精囊, D: 第IV脚.



図-2 リモニカスカブリダニ雌成虫

リカのほか、ハワイ、ニュージーランド、オーストラリアから知られている (MORAES et al., 2004)。具体的には、ボリビア、ブラジル、コロンビア、コスタリカ、キューバ、エクアドル、フランス領ギアナ、グアテマラ、ホンジュラス、ジャマイカ、ニカラグア、プエルトリコ、スリナム、トリニダード、メキシコ、米国 (カリフォルニア州とフロリダ州) であり、生息が確認されている植物はミカン科やナス科、ブドウ科、マメ科、シソ科等約 30 科に及ぶ (STEINER et al., 2003; MORAES et al., 2004; STEINER and GOODWIN, 2007; KNAPP et al., 2013)。

II 生態

リモニカスカブリダニは、コナジラミ類や植食性アザミウマ類、カイガラムシ類、ハダニ類、ホコリダニ類、サビダニ類の天敵として知られている (SWIRSKII and DORZIA, 1968; McMURTRY and SCRIVEN, 1971; HOUTEN et al., 1993, 1995 a, 1995 b, 2008; HOOGERBRUGGE et al., 2011; KNAPP et al., 2013) ほか、昆虫の卵 (蛾類) や花粉を摂食するので、動物質の餌のみならず、多少の植物質も餌範囲に含まれると考えられる。

本種は乾燥や高温環境における発育が劣るため、温帯から亜熱帯の中でも比較的温暖で湿潤な地域に分布する。つまり、前述のように北米、中米、南米、ハワイ州、ニュージーランド、オーストラリアである (STEINER et al., 2003; MORAES et al., 2004; STEINER and GOODWIN, 2007; KNAPP et al., 2013)。相対湿度が 50% RH では卵がふ化しない一方、60% RH で 50%、70～90% RH で 95～100% がふ化する (McMURTRY and SCRIVEN, 1965)。発育可能な温度は 10～30℃ であるが (McMURTRY and SCRIVEN, 1965; HOOGERBRUGGE et al., 2011)、高温域での発育は阻害される。一方、本種には休眠性がなく、冬季に零下に達する野外では生存できないと考えられている (HOUTEN et al., 1995 a; STEINER et al., 2003)。

卵から成虫までの発育期間は 25℃ で 6 日 (STEINER et al., 2003)、22.2℃ で 8.5 日 (McMURTRY and SCRIVEN, 1965)。日当たり産卵数はミカンハダニ摂食で 2.7 卵 (26.7℃; STEINER et al., 2003)、ミカンキイロアザミウマ 1 齢幼虫摂食で 3.2 卵 (25℃; McMURTRY and SCRIVEN, 1965)、オンシツコナジラミ卵の摂食で 3.7 卵 (HOUTEN et al., 2008)。日当たり捕食数はミカンキイロアザミウマ幼虫摂食で 6.8～6.9 個体である (HOUTEN et al., 1995 a, 2008; STEINER et al., 2003)。これらの値は、スワルスキーカブリダニの値に比べて、いずれもやや高い傾向にある。つまり、スワルスキーカブリダニの発育日数は 26℃ で 5～6 日 (El-Laithy and Fouly, 1992)、日当た

り産卵数はタバココナジラミの卵および 1 齢幼虫摂食で 2.1 卵 (25℃; NOMIKOU et al., 2004)、日当たり捕食数はミカンキイロアザミウマ摂食で 4.9 個体 (25℃; BOLCKMANS et al., 2005) であり、湿潤な条件でないと卵がふ化せず、69% RH ではふ化率が 45%、75% RH では 84% である (BOLCKMANS et al., 2005) と報告されている。また、スワルスキーカブリダニの増殖は 18℃ 以下では緩慢になる傾向がある (HOOGERBRUGGE et al., 2011)。

III 委託試験事例の取りまとめ

本種の特徴は、前述のようにアザミウマ類やコナジラミ類等の微小昆虫を捕食するので、平成 24 年度と平成 25 年度に公的試験として各種作物におけるアザミウマ類を対象にした「野菜類 (施設栽培)・アザミウマ類」に関する農薬登録用薬効試験を実施した。表-1 に試験期間中の温度の変化、発生したアザミウマ種、放飼回数、リモニカスカブリダニの定着数、総合判定をまとめた。

1 アザミウマ類の捕食範囲

委託試験事例ではミナミキイロアザミウマの発生した圃場が多かったが、そのほかにもミカンキイロアザミウマやネギアザミウマ、ヒラズハナアザミウマの発生が認められた。防除効果の判定は主に幼虫密度で行われており、種類ごとには示されていないが、どの試験事例でも高い防除効果が認められている。種別に成虫の密度調査が行われた事例では、ミカンキイロアザミウマ成虫の密度抑制効果は確実に出ているものの、ヒラズハナアザミウマ成虫についてはミカンキイロアザミウマ成虫ほどの密度抑制効果が見られなかったことから、成虫の大型化による取りこぼしが原因と考えられた。

結論として、捕食範囲はアザミウマの種類を問わないと考えられ、捕食行動はステージにより捕食しにくい場合もあると判断できる。

2 防除効果

委託試験設計では「50 頭/m²・複数回放飼」とし、実際には「50 頭/m²」で 2～3 回放飼が実施された。試験の結果、ピーマンやキュウリ、ナスではどの試験でも総合判定が A 評価あるいは B 評価であり、放飼量 (50 頭/m²) は適切であり、かつ 2 回以内の放飼回数で十分な効果が得られると考えられた。

イチゴでは、放飼量と放飼回数は上記の作物と同様であったものの、総合判定が C 評価または D 評価であった。C 評価である青森県の試験は、5 月に放飼して 7 月まで試験が実施されたが、試験期間中の温度は開始時期の 13℃ から試験後半の 30℃ まで上昇していた。試験期間の温度としては増殖に適しており、アザミウマに対し

て有効に働いたと考察できる。一方、栃木県の試験では、試験期間が短く、かつ試験期間中の温度も 13℃ から 20℃ であり、リモニカスカブリダニが低温でも活動可能ではあるものの、他の試験事例に比べて全般的に低温が継続したことから、評価が低くなったのではないと思われる。なお、イチゴという作物種の定着性に対する影響についても、その可能性を否定できないため、さらなる検討が必要である。

3 作物別の定着性

カブリダニの種類によっては非常に定着しやすい作物がある一方、定着しにくい作物もある。表-1 には、公的試験を実施した 4 種類の作物について、ピーク時のカブリダニ個体数を示した。ピーマンとキュウリ、ナスでは、1 部位（葉や花等）当たり 1 頭以上が観察される傾向が認められ、カブリダニの定着や増殖に適した作物であると言える。これに対して、イチゴでは二つの試験ともに葉における発生が認められたものの、花では生息が確認されなかった。葉の生息数は温暖な時期に試験が実施された青森県の試験において、害虫を抑制するのに十

分な密度まで増加していた。ただし、本種は非常に狭い隙間に隠れ潜む性質を有しているらしく、イチゴ果実のガクの裏で観察される傾向がある。また、ガクの裏にはアザミウマ幼虫も食害に訪れる場合が多く、花での生息は観察されないものの果実への被害を軽減しており、青森県の試験のように、効果判定には被害果率を考慮した総合的な判定が望まれる。

IV 生産現場におけるリモニカスカブリダニの期待される効果

リモニカスカブリダニはスワルスキーカブリダニに比べて比較的低温での活動性や個体群密度の維持が期待できる。2013 年 10 ～ 12 月にかけて実施した徳島県立農林水産総合技術支援センター 中野上席研究員との共同研究では、ナス促成栽培で両種を個別に放飼してその定着性を調査した。図-3 に示したように、スワルスキーカブリダニは 10 月上旬の放飼直後から個体数が速やかに増加したものの、11 月上旬からは減少傾向に転じた。これに対して、リモニカスカブリダニは 11 月下旬まで

表-1 委託試験事例から見る「試験期間中の平均温度、アザミウマ種とその発生状況、リモニカ定着数と効果判定」

作物名 試験年度	試験場所	温度変化	アザミウマ種類	放飼量	放飼 回数	試験期間中の 害虫発生状況	ピーク時の カブリダニ個体数	総合 判定
ピーマン								
2012	大分県	25 → 28℃	ヒラズハナアザミウマ ミカンキイロアザミウマ	50 頭/m ²	2	ヒラズ少→多 ミカン少→中	97.3 頭/(30 葉 + 10 花)	B
2013	岩手県	25 → 27℃	ミカンキイロアザミウマ	50 頭/m ²	3	少→中	240 頭/10 花	A
2013	日植防研 茨城	27 → 33℃	ミナミキイロアザミウマ	50 頭/m ²	3	中	153 頭/30 葉, 42 頭/10 花	B
2013	大分県	25 → 30℃	ヒラズハナアザミウマ ミカンキイロアザミウマ	50 頭/m ²	3	ヒラズ多→少 ミカン中→少	40.7 頭/(30 葉 + 10 花)	B
2013	宮崎大	～ 25℃ ～	ミナミキイロアザミウマ	50 頭/m ²	3	少	16 頭/60 葉	B
2013	鹿児島県	～ 25℃ ～	ミナミキイロアザミウマ	50 頭/m ²	2	少	1,247 頭/140 葉	A
キュウリ								
2013	福島県	30 → 25℃	ヒラズハナアザミウマ	50 頭/m ²	2	中	136.7 頭/50 葉	B
2013	宮崎県	～ 20℃ ～	ミナミキイロアザミウマ	50 頭/m ²	2	少→多	63.3 頭/16 葉	A
ナス								
2013	大阪県	25 → 30℃	ミカンキイロアザミウマ	50 頭/m ²	2	少→多	74 頭/20 葉	A
2013	岡山県	20 → 25℃	ミナミキイロアザミウマ	50 頭/m ²	2	中→少	102.5 頭/25 葉	B
2013	高知県	20 → 25℃	ミナミキイロアザミウマ ネギアザミウマ	50 頭/m ²	3	ミナミ少→中 ネ ギ 中	214.5 頭/20 葉	A
イチゴ								
2013	青森県	13 → 30℃	ヒラズハナアザミウマ	50 頭/m ²	2	中	295.7 頭/10 複葉, 0 頭/10 花	C
2013	栃木県	13 → 20℃	ヒラズハナアザミウマ	50 頭/m ²	3	少	35.7 頭/90 複葉, 0 頭/40 花	D

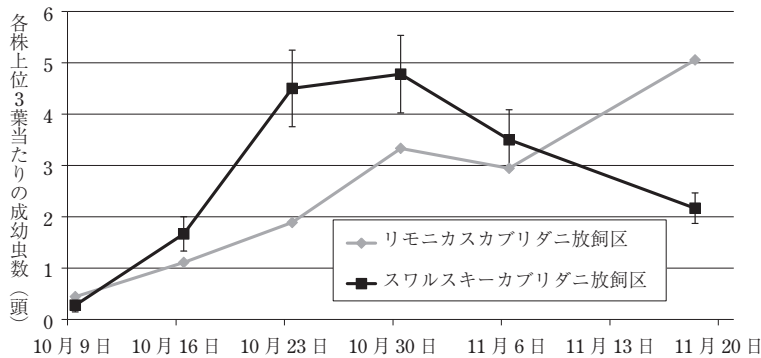


図-3 カブリダニ類を放飼した各試験区におけるカブリダニ成幼虫の密度推移 (2013年)

放飼日: 1回目: 2013年10月2日, 2回目: 10月9日.

処理量: リモニカスカブリダニ, スワルスキーカブリダニともに5頭/株.

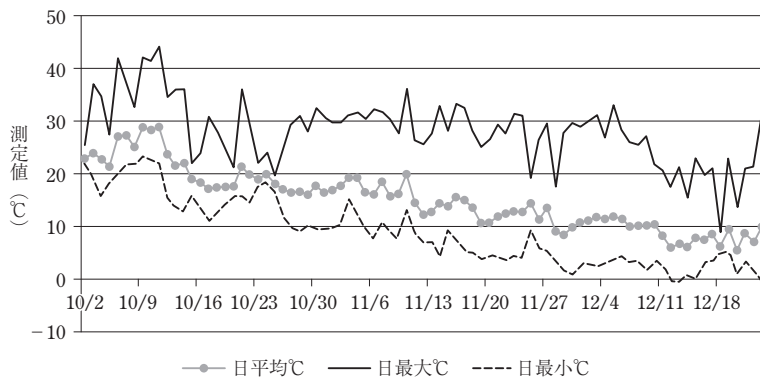


図-4 試験期間中のハウス内における気温推移 (おんどとり Jr. センサー・地上約70 cm)

遅滞なく増加していた。図-3には示していないが、その後12月23日まで調査を続けたところ、スワルスキーカブリダニの個体は認められなくなったが、リモニカスカブリダニは株当たり2.4頭を確認した。このことから、最低気温が10℃を下回ることによってスワルスキーカブリダニの密度は低下したが、リモニカスカブリダニはこの条件でも密度が維持されていることがわかった(図-4)。したがって、KNAPP et al., (2013) にも示唆されているが、国内における利用では厳寒期に夜温が比較的低温で管理されるナス促成栽培でスワルスキーカブリダニの密度が11月ころから低下し、翌年の春には追加放飼を行う必要もあったが、リモニカスカブリダニでは翌春までである程度の個体数密度を維持できるので、春からのアザミウマ類の発生を抑制する効果も期待できる。

引用文献 (一部を省略)

- 1) BOLCKMANS, K. et al. (2005): 2nd International Symposium on Biological Control of Arthropods, USDA, Washington, D.C., USA, p. 555 ~ 565.
- 2) CHANT, D.A. and J.A. McMURTRY (2005): *Internat. J. Acarol.* **31**: 187 ~ 224.
- 3) EL-LAITHY, A. Y. M. and A. H. FOULY (1992): *J. Appl. Entomol.* **113**: 8 ~ 13.
- 4) 江原昭三 (2009): 原色植物ダニ検索図鑑, 江原昭三・後藤哲雄 編, 全国農村教育協会, 東京, p. 260 ~ 277.
- 5) GARMAN, P. and E. A. MCGREGOR (1956): *Bull. South. Calif. Acad. Sci.* **55**: 7 ~ 13.
- 6) HOGERBRUGGE, H. et al. (2011): *Bull. IOBC/WPRS* **68**: 65 ~ 69.
- 7) HOUTEN, Y. M. van et al. (1993): *ibid.* **16**: 98 ~ 101.
- 8) ——— et al. (1995 a): *Entomol. Exp. Appl.* **74**: 225 ~ 234.
- 9) ——— et al. (1995 b): *ibid.* **77**: 289 ~ 295.
- 10) ——— et al. (2008): *Bull. IOBC/WPRS* **32**: 237 ~ 240.
- 11) KNAPP, M. et al. (2013): *Acarologia* **53**: 191 ~ 202.
- 12) McMURTRY, J. A. and G. T. SCRIVEN (1965): *Ann. Entomol. Soc. Amer.* **58**: 106 ~ 111.
- 13) ——— (1971): *ibid.* **64**: 219 ~ 224.
- 14) MORAES, G. J. de et al. (2004): *Zootaxa* **434**: 9 ~ 230.
- 15) NOMIKOU, M. et al. (2004): *Entomol. Exp. Appl.* **110**: 95 ~ 102.
- 16) PRASAD, V. (2012): *Checklist of Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata)*, Indira Publishing House, MI, USA, p. 390 ~ 421.
- 17) STEINER, M. Y. et al. (2003): *Austr. J. Entomol.* **42**: 131 ~ 137.
- 18) ——— and S. GOODWIN (2007): *Acta Hort.* **731**: 309 ~ 315.
- 19) SWIRSKII, E. and N. DORZIA (1968): *Israel J. Agric. Res.* **18**: 71 ~ 75.