

気流に依存したナモグリバエの長距離移動

北海道立中央農業試験場 ^{いわ}岩 ^{さき}崎 ^{あけ}暁 ^お生

はじめに

広食性ハモグリバエであるナモグリバエは、不思議な昆虫である。本種は、関東以西の暖地では冬季間にも発生が継続し、春季にピークを迎える (TAKADA and KAMIJO, 1979; SAITO et al., 2008)。この発生経過は、休眠性を示さない南方系の昆虫を彷彿させ、実際、本種は熱帯にも分布している。ところが、熱帯地方における本種の発生地は山間部などの冷涼な場所に限られる (GRIFFITHS, 1967)。関東以西でも盛夏には発生が途絶える (黒田, 1938; TAKADA and KAMIJO, 1979; SAITO et al., 2008) ことから、本種は必ずしも高温に適応しているわけではない。それでは、本種はどのような気候に適応しているのだろうか。

近年、国内各地で葉菜類を主体にナモグリバエの被害は増加しており、低い薬剤感受性の顕在化も加わり、本種の害虫としての重要度は増している。このことを反映して、本種の生態や防除についての国内論文は、1990年以前はわずか数編にとどまっていたのが、90年以降には急激に増加している。

岩崎ら (2008) は、気候の寒冷な北日本におけるナモグリバエ発生の機構を、春季の長距離飛来によって解明した。ナモグリバエの長距離移動は、農業被害の増加や低い薬剤感受性など、本種にまつわる問題が国内の広範囲ではほぼ同時期に顕在化したことに対し、一つの説明を提示した。ただし、単一種としての広い分布域全体にわたるナモグリバエの発生経過を理解するうえでは、未解明の問題も残されている。本稿では、ナモグリバエの長距離飛来についてこれまでに検討を行った経過と、広い分布域を通したナモグリバエの発生生態について、今後解明すべき問題点について紹介したい。

I 北海道での発生経過にかかわる疑問

南北に長い日本列島を通してナモグリバエの発生経過を見ると、一つの疑問が生じる。関東以西において、本種は秋から冬を経て翌年の初夏にかけて継続して発生し、春季にそのピークが見られる (TAKADA and KAMIJO,

1979; SAITO et al., 2008)。このような地域では、本種は明らかに休眠性を示さない。しかし、これは温暖な地域に限ったことではなく、ナモグリバエは寒冷地でも休眠性が認められない。北海道において、多くの種が休眠蛹になっている晩秋にも、ナモグリバエの蛹は温量さえ十分であれば短期間で羽化してしまう (図-1)。また、北海道内でも、冬期間に野菜栽培を継続するビニールハウス内では、厳冬期にナモグリバエ成虫の発生が見られる (図-2)。ナモグリバエは、このように寒冷地でも明瞭な休眠性を示さないが、ビニールハウスのなかった半世紀以上前から、本種は北海道内では害虫として知られていた (桑山, 1926)。具体的な観察なしに、これまでナモグリバエの越冬態は蛹とされてきた。

休眠性を示さない昆虫は、北海道でも認められ、作物害虫の中でその代表といえるコナガは、宮城県以北の野外では越冬が困難で (前田・高野, 1984; 本多・宮原, 1987)、これらの地域では春季に低気圧通過に伴う南西風に乗って飛来する (HONDA et al., 1992)。ナモグリバエが北海道の野外で越冬困難だとすると、本種の安定した発生の前提条件として、飛来の可能性を検討する必要がある。

II 黄色水盤による春季の飛来確認

まず、ナモグリバエの飛來說立証に当たって求められる直接的な「証拠」について考えてみよう。長距離移動の解明に際してトンボやチョウ類を対象に用いられるマーキング法は、翅長3mmに満たない本種には適用困難である。一方、複数年にわたる以下のような現象の確認を、飛来の傍証とみなすことができる。①初発生時期が強い南方向の気流の出現と同調する。②同一年に、複数地点で初発生が同時に観察される。

これら証拠を得るためには、なんらかの方法で初発生をとらえなければならない。ハモグリバエ類の消長調査における使用事例の多い黄色粘着トラップは、個体数の少ない初期から捕獲虫を毎日正確に同定、計数しなければならない調査には不向きである。そのため、毎日の捕獲虫回収を目的に、アブラムシ有翅虫やウンカ類の発生予察調査に用いているのと同じ黄色水盤を用いた。具体的な調査方法については後述する。

2004～05年に、北海道内の複数地点での初発生を確

Wind-Dependant Migration of Garden Pea Leaf-Miner, *Chromatomyia horticola* (Goureau). By Akeo IWASAKI

(キーワード: ナモグリバエ, 長距離飛来, 気流)

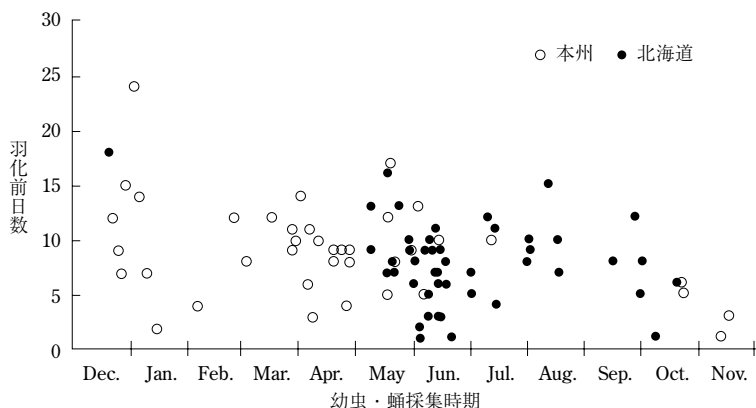


図-1 ナモグリバエ幼虫・蛹の採集時期と室温での羽化までの所要日数

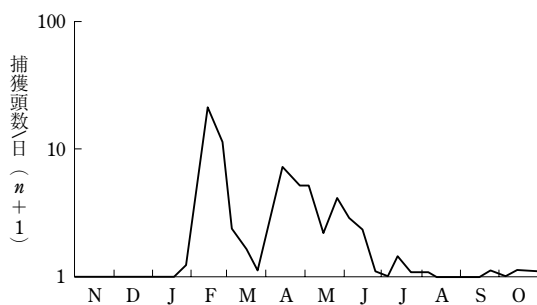


図-2 北海道中央部のビニールハウス内におけるナモグリバエ成虫の黄色粘着トラップ (20 cm²) 捕獲消長 (2008 ~ 09 年)

認するため、互いに 100 km 以上隔たった中央部内陸の長沼町、北部内陸の比布町、北部日本海沿岸の羽幌町 (2005 年のみ) に、黄色水盤を設置した。設置時期は、北海道での融雪期に相当する 4 月 1 日である。水面の薄氷を割るような調査を経た 4 月中旬に、1 ~ 2 頭の捕獲が数回観察され、2004 年は 4 月 19 日、2005 年は 4 月 27 ~ 29 日に、低気圧通過に伴う強い南風が吹く中、いずれの地点でも 10 頭を上回るナモグリバエの最初が多捕獲が確認された (図-3, 図-4)。これらは、いずれもそれまでの各地点での累積捕獲頭数 (3 頭以下) を大きく上回った。以降 4 年間、長沼町では同ような調査を継続し、いずれの年にも強い南風を観測した当日または翌日に、初捕獲もしくは最初が多捕獲を確認することができた。融雪期から捕獲までの有効積算温度は蛹の値 141.3 日度 (水越・戸川, 1999) を下回ることから、仮にこれらの捕獲虫が北海道内での越冬個体群であるとすると、越冬態は蛹もしくは成虫となる。しかし、観測した最初が多捕獲日を蛹の積算温度で説明することは困難

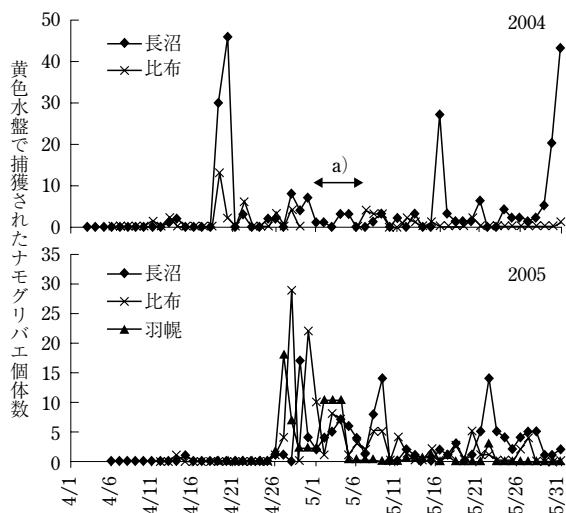


図-3 4 ~ 5 月の黄色水盤によるナモグリバエ成虫の捕獲消長
a) 未調査期間。

であった (図-5)。また、越冬成虫の活動が活発化するような顕著な気温の上昇は、これら多捕獲日やその前日には認められていない。このことから、北海道では春季にナモグリバエの飛来個体群の移入があるものと結論づけられた。

III ナモグリバエの北海道越冬個体群はないのか

一連の調査において、最初が多捕獲に先立って数頭の捕獲が認められることがあった。これらを飛来確認以前の早期飛来個体とみなすことは可能であるが、一方、これらが越冬個体ではないとも断定できない。場所がどこであれ、ある昆虫が越冬していないことの直接的な証拠

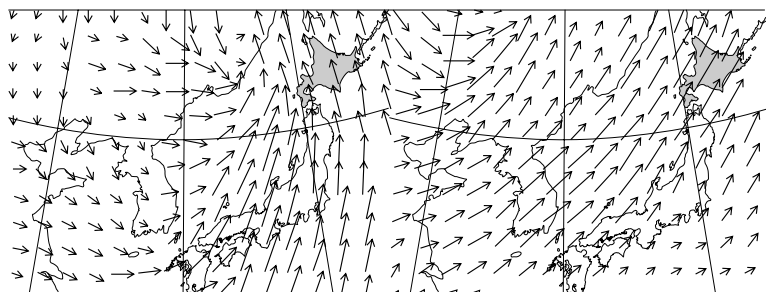


図-4 2004 年, 2005 年の最初の多捕獲当日または前日の 850 hPa 面下層ジェット気流図

左: 2004 年 4 月 19 日 12 時, 右: 2005 年 4 月 27 日 12 時. (JPP ネットより転載)

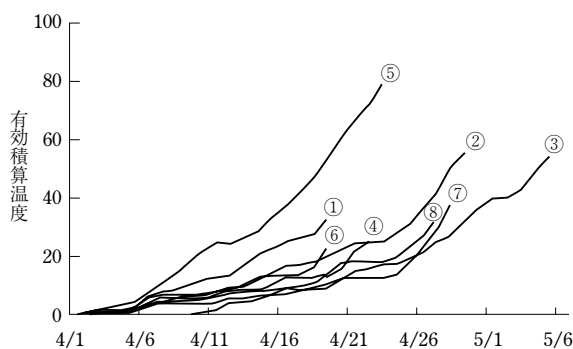


図-5 ナモグリバエ成虫の最初の多捕獲日(終点)までの蛹の発育零点 4.7℃に基づく有効積算温度の推移
①~⑤: 長沼町 (2004 ~ 08 年), ⑥, ⑦: 比布町 (2004, 05 年), ⑧: 羽幌町 (2005 年).

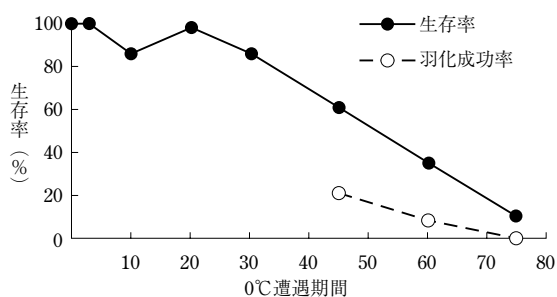


図-6 積雪下と同じ 0℃に遭遇させたナモグリバエ蛹の生存率・羽化成功率

を提示することは難しい。そこで、低温短日条件下で飼育したナモグリバエ蛹を、積雪下と同じ 0℃で長期間保管し、生存率や羽化成功率の推移を調査した。その結果、0℃に 75 日間さらされた蛹から羽化を完了できる個体がないことが確認された。これにより、3 か月を上

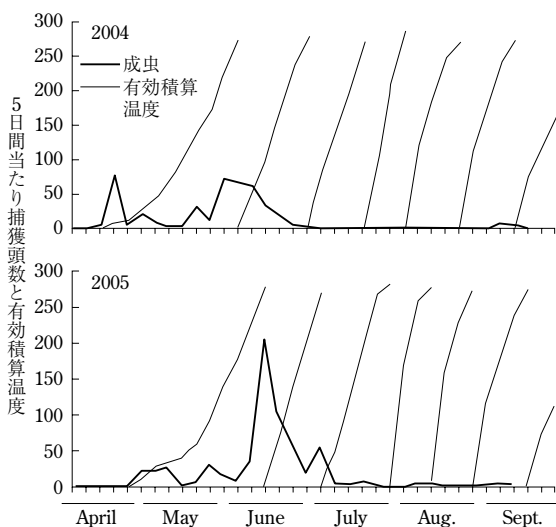


図-7 ナモグリバエ成虫の黄色水盤による捕獲消長と有効積算温度 (北海道長沼町)

回る積雪期間をもつ地域の多い北海道では本種の越冬は難しいことが実験的に確認された (図-6)。また、気流と同調した春季の多捕獲を起点として計算した有効積算温度 (水越・戸川, 1999) による次世代以降の予測出現時期が、数年間にわたって夏季を通して継続した黄色水盤調査における捕獲ピークとほぼ同調している (図-7) ことから、仮に越冬個体群があったとしても、夏季の発生への関与は小さいものと考えられた。野外における「越冬不可能」の直接確認は、今後なんらかの形で試みたい事項の一つである。

IV 長距離飛来は普遍的な現象か

国外に目を転じて、ナモグリバエの発生地域は広範

表-1 ナモグリバエの採集記録

	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
岩崎ら (2008)												
北海道	1			1	14	34	15	7	3	5		
本州, 九州	8	1	3	12	9	6	2			2	2	1
Griffiths (1967)												
中北部ヨーロッパ					2	20	17	7	2	2		
南部ヨーロッパ	1	1		3	2	7	4		1			
アフリカ	8		9	3	4	6	2					4
アジア		4	3	1	2	2						

囲に及ぶ。北欧を含むヨーロッパから日本に至る旧北区全域、東南アジア、アフリカ全域と、本種は多様な気候条件に分布を広げている。上述のように本種が寒冷地で越冬できないのであれば、ヨーロッパ北部での周年発生も難しいはずである。ヨーロッパでのナモグリバエの捕獲記録を見ると、地中海沿岸のフランスやスペイン、イタリア等南部ヨーロッパでは関東以西と同じ冬季発生夏季消滅型、ドイツなど中北部ヨーロッパは北海道と同じ夏型である (Griffiths, 1967) (表-1)。このことから、中部ヨーロッパ以北においても、同様な長距離飛来が発生に関与している可能性がある。実際、北海の洋上で捕獲されたハモグリバエの中で、ナモグリバエは2番目に個体数が多かった (Tschirnhaus, 1981)。なお、ナモグリバエは太平洋上でも捕獲記録があり、済州島沖の日本海などでも少なからず捕獲されている (Yoshimoto et al., 1962)。

V 東北地方での飛来, 越冬状況

コナガは宮城県が越冬の北限とされており、これより北では飛来個体群により発生が始まるものと考えられている。ナモグリバエについても、実際にどの地域まで越冬が可能なのか、興味もたれる。東北地方での飛来確認と越冬可能地域の推定を目的に、2008年と09年の春に福島、宮城、岩手、青森県の方々と共同して黄色水盤調査を行った。飛来と見られる初・多捕獲は気流と同調して4月下旬に認められた。それ以前に継続した捕獲を認めたのは福島県で、宮城県、岩手県では捕獲は皆無、青森県では数個体にとどまった。この結果から、少なくとも宮城県以北ではナモグリバエの越冬は困難である可能性が高いと考えられた (岩崎ら, 未発表)。

VI どこから飛んでくるのか

ナモグリバエは近年、国内の鹿児島県から北海道に至

る広い地域において各種薬剤に対する低い感受性が確認され、いくつかの薬剤に対する感受性の面で鹿児島県、京都府、静岡県、北海道の個体群に共通する性質が認められている (Saito, 2004; 西東, 2004; 徳丸・山下, 2004)。このことの背景には、大陸を含むナモグリバエの活発な移動が関与しているものと思われる。薬剤感受性や移動の両面において、今後は気流の解析、各地域個体群の遺伝子解析等、ナモグリバエの詳細な解析が必要である。

2004～08年の北海道、2008年の青森県における飛来時期と飛来個体の確認場所を起点に、後退流跡線解析を実施したところ、48時間さかのぼった場合の終点は、朝鮮半島付近に認められる事例が多かった (岩崎ら, 未発表)。一部は関東など本州にも認められたが、北日本への飛来源としては、本州に加えて大陸もその可能性が高いことが確認された。

なお、北日本への飛来時期は3月以降、多くは4月中旬ごろから5月いっぱいであろう。これは過去6年間に北海道で実施した黄色水盤調査の結果から推察した期間である。また、本種が越冬可能な関東以西における発生推移 (Saito et al., 2008) から、6月には飛来源での発生密度が低下していることが予想される。

VII 関東以西での夏季の発生断絶の原因と再出現の原因

表-1に示したとおり、関東以西にとどまらず南ヨーロッパ、アフリカ等の温暖な地域において、ナモグリバエは盛夏に発生が断絶する。実際、近年の暖地における観察 (武田私信) においても、夏季にはナモグリバエは完全に発生が途絶え、秋の再出現の直接の原因は不明である。このことについて、黒田 (1938) は、ナモグリバエが気温の低い高標高地に移動して越夏するという仮説を提示している。しかし、詳しい観察による証明はな

されておらず、近隣に高標高地をもたない地域を含む本種の普遍的な発生を説明することは難しいようにも思われる。

暖地における夏季の発生断絶からの再出現にナモグリバエの移動が関与しているとしたら、その機構として以下の三つの可能性が考えられる。すなわち、高標高地との往来、南方からの飛来、北方からの回帰飛来である。今のところ、いずれの仮説も根拠を得ていない。これらについて、証明のために検討が必要と考えられる事項を提示してみたい。

(1) 高標高地での越冬

低地と高標高地の間の移動の直接的な証明は難しいが、越冬が困難な高標高地での本種の発生は、移動を前提にしないと説明できない。標高の異なる複数地点において、春季の発生開始が同時に認められれば、低地からの移動もしくは長距離飛来による発生開始の可能性が示唆される。

(2) 低地での越冬

成虫を含まいづれかの発生態での長期間生存の直接的な観察が必要である。北欧や北海道での発生消長から、晩春以降の成虫態での長期生存・越冬が示唆されるキタムギハモグリバエ *Chromatomyia fuscata* (Zett.) は、春季に発生していた場所ですぐ取り採集を継続しても、夏以降1個体の捕獲も認められない (IWASAKI, 1995)。このように、見つからないことにより「死滅」を結論づけるのは早計かもしれない。低地での越冬有無の確認には、春季に多発生していた寄主群落に網掛けをし、秋以降の発生有無を確認するなどの調査が必要である。

(3) 長距離飛来

黄色水盤などを用いた調査を行い、秋の再出現の広域的な同調および気流発生との同調の確認が必要である。飛来源は気流の解析によって明らかになるだろう。過去に鹿児島県沖の洋上でナモグリバエが捕獲された事例があること、本種は台湾やマレーシア等にも分布しており、熱帯地方でも山間部では夏季にも発生している (SASAKAWA and PONG, 1988) ことから、秋季の南方からの長距離飛来の可能性も単純に否定はできない。北方からの回帰飛来については、これを支持するような北からの強い気流の観測事例は多くないことから、疑問も残る。なお、伊豆諸島や隠岐島等の島嶼は、こういった調査に適しているように思われる。

VIII なぜナモグリバエばかりが多数捕獲されるのか

調査期間を通して、黄色水盤内に見いだされるハモグ

リバエは、周辺での幼虫発生が観察されず、発生源が不明なナスハモグリバエを除くと、いずれの種類も個体数はごくわずかであった。ナモグリバエが1 m²にも満たない水盤で多量に捕獲され、他種の目立った捕獲がないということは、農耕地と推察される飛来源におけるナモグリバエの発生レベルが群を抜いているか、もしくはナモグリバエという種が移動にかかわる特異な性質を保持していることを反映しているものと考えられる。原因がどちらであれ、農業害虫であるナモグリバエの生態を考えるうえでは非常に興味深い。

IX 黄色水盤による調査法

地点間での捕獲頭数の比較が目的ではないので、使用する黄色水盤の形状や大きさに制約はない。これまで使用した水盤の規格例は40 cm × 30 cm、高さ10 cmの長方形皿、直径60 cm、高さ10 cmの円形皿などである。これらにより、気温の低い春季の北海道であっても、飛来による多捕獲を確認できた。夏季に黄色水盤を設置する場所の捕獲効率の問題は、今後検討が必要である。圃場内と裸地に設置した水盤の捕獲頭数を比較すると、強風直後の捕獲頭数は、周辺に植生の存在しない裸地のほうが、植物に囲まれた圃場内の水盤を上回った事例がある。

調査に当たっては、油こし用の金網などを使って毎日捕獲虫をすくい取る。慣れるまではその都度アルコール瓶などに全捕獲虫を回収し、実体顕微鏡下でナモグリバエを識別するが、慣れればナモグリバエらしい小型双翅目を野外で選択的に拾い出すことは可能である。以下に、肉眼もしくは実体顕微鏡下でナモグリバエを計数するときの識別形質を列記する。

ナモグリバエは、頭部が乳白色で触角は黒色、胸・腹部は黒色で、胸部側板の縫合線や腹部背板の後縁のみ乳白色である。脚は黒色で、腿節末端がわずかに乳白色を帯びる。翅は透明で他の小型ハエ類と比較すると体長に対して相対的にやや長い。なお、ナモグリバエは黒色の体表に生じる微毛により、生時や乾燥時には灰黒色を呈するが、水・アルコール内の虫体は黒色に見える (口絵参照)。

黄色水盤で捕獲される類似種に、ハモグリバエ科のオオバコハモグリバエ *Phytomyza plantaginifera* Rob.-Desv., ムギスジハモグリバエ *Chromatomyia nigra* (Meigen) が挙げられる。オオバコハモグリバエは前脚基節が乳白色 (ナモグリバエは黒色)、ムギスジハモグリバエは頭部が褐色を呈し、両種ともに胸部背面の背中刺毛間に小刺毛 (「中刺毛」) を数本生じる。ナモグリバエでは中刺毛はない。

ハモグリバエ科以外では、ショウジョウバエ科（体色は褐色のものが多く、触角刺毛は羽毛状に分岐する）、ミギワバエ科（体色は褐色や黒色、触角刺毛は羽毛状に分岐したり、触角下の顔面が隆起するものが多い）、ハヤトビバエ科、ノミバエ科等が混獲される。黒色の身体と対照的に明るい乳白色の頭部、体長に対して相対的に長い翅などの特徴を把握できれば、肉眼やルーペを用いて圃場でナモグリバエだけを拾い出すことは可能である。

おわりに

従来、ナモグリバエは寒冷な気候を好む種であると考えられていた。しかし、休眠性や耐寒性を調べてみると、必ずしもそうではないようである。本種の周年での発生を保証できるのは、夏季の気温が東北地方並みに涼しく、冬季の気温は関東以西並みに暖かいような気候である。そのような地域は見当たらないにもかかわらず、ナモグリバエは広い分布域を誇り、農業場面での繁栄ぶりは目に余ることすらある。このような広い分布の背景には、本種のもつ移動性が複雑に関与しているものと考えられる。

寒冷地での発生にかかわる移動メカニズムは解明された。一方、暖地での秋の発生再開にかかわるメカニズムは未解明である。本種の広い分布域全体における発生経過を解明したとき、ナモグリバエという昆虫が本来もっている動的な姿を理解することができだろう。そして、残された疑問に対する答えもまた、黄色水盤のようなありふれた用具の中に浮き沈みしているのかもしれない。

引用文献

- 1) GRIFFITHS, G. C. D. (1967): Stutt. Beitr. Naturk. 177: 1 ~ 28.
- 2) 本多健一郎・宮原義雄 (1987): 北日本病虫研報 38: 133 ~ 134.
- 3) HONDA, K. et al. (1992): Appl. Entomol. Zool. 25: 517 ~ 525.
- 4) 岩崎暁生ら (2008): 応動昆 52: 129 ~ 137.
- 5) IWASAKI, A. (1995): Jpn. J. Ent. 63: 375 ~ 376.
- 6) 黒田松雄 (1938): 昆虫 12: 163 ~ 165.
- 7) 桑山 寛 (1926): 北海道農事試験場彙報 42: 130 pp.
- 8) 前田正孝・高野俊昭 (1984): 宮城県園試研報 5: 1 ~ 20.
- 9) 水越 亨・戸川 浩 (1999): 北日本病虫研報 50: 169 ~ 172.
- 10) 西東 力 (2004): 植物防疫 58: 295 ~ 299.
- 11) SAITO, T. (2004): Appl. Entomol. Zool. 39: 203 ~ 208.
- 12) ——— et al. (2008): ibid. 43: 617 ~ 624.
- 13) SASAKAWA, M. and T. Y. PONG (1988): Kontyu 56: 853 ~ 866.
- 14) TAKADA, H. and K. KAMIJO (1979): ibid. 47: 18 ~ 37.
- 15) 徳丸 晋・山下幸司 (2004): 関西病虫研報 46: 91 ~ 94.
- 16) TSCHIRNHAUS, M. von (1981): Spixiana Suppl. 6: 416 pp.
- 17) YOSHIMOTO, C. M. et al. (1962): Pacific Insects 4: 847 ~ 858.

植物防疫特別増刊号 No.10

植物ダニ類の見分け方

B5判 120頁 口絵カラー
価格 2,520円税込 (本体 2,400円)

◆ 農作物に寄生するダニ類および天敵のカブリダニ類の見分け方を詳しく解説。

掲載内容



I. ハダニ科の見分け方 (江原昭三・後藤哲雄 著)

- 1) ハダニ科の概説と日本産の種のリスト
- 2) ビラハダニ亜科のハダニ
- 3) ナミハダニ亜科のハダニ

II. ヒメハダニ科およびケナガハダニ科の見分け方 (江原昭三 著)

III. フシダニ類の見分け方 (上遠野 富士夫 著)

- 1) フシダニ類の概説とナガクダフシダニ科およびヨツゲフシダニ科
- 2) フシダニ科群の概説と属への検索
- 3) ハリナガフシダニ科の概説と属への検索

IV. コナダニ類の見分け方 (岡部 貴美子 著)

- 1) コナダニによる作物被害とダニの見分け方
- 2) コナダニ類の同定 I 標本の作製から科の同定まで
- 3) コナダニ類の同定 II 成虫と第2若虫から属への同定

V. カブリダニ科の見分け方 (江原 昭三 著)

- 1) カブリダニ科の概説と日本産の種のリスト
- 2) ムチカブリダニ亜科
- 3) ホンカブリダニ亜科
- 4) カタカブリダニ亜科