

農業生態系における寄生蜂類の多様性

名城大学農学部 ^{やま}山 ^{ぎし}岸 ^{けん}健 ^{ぞう}三

はじめに

生物多様性の観点から一躍注目を浴びてきた里山生態系は、稲作を中心とした生活の中で人々により自然環境がかく乱・管理されることによって築かれてきたものである。すなわち、水田稲作と溜池＋水路の維持管理、燃料採取のための裏山の樹木の伐採・炭焼と柴刈、そして野菜や花々の栽培等により、農耕以前はマイナーだった植物や昆虫の種が個体数を増やすことができ、里山の生物多様性を大きく押し上げた。

このようなメカニズムを解説することは、誰にでもできるが、その一方で、実際に多様性の調査を行い、具体的なデータを出して里山の多様性の豊かさを証明することは多大な労力がかかるため、蝶などの一部の昆虫を除いて、なかなか進展しないのが実状である。

生物多様性は様々な観点から研究されているが、筆者は、全生物に種名を与えることが出発点だと考えている。日本の昆虫は1989年時点で3万弱の種が記録されたが、実際には10万種以上生息しているものと推定されている(平嶋, 1989)。とりわけ、筆者の扱っている小型寄生蜂(口絵参照)は分類が非常に遅れている。それは寄生蜂があまりにも小さく、人々の関心を引かないことが最大の原因であるが、寄生蜂の標本蓄積が非常に少ないことも挙げられる。

そこで、寄生蜂の分類を進展させるため、筆者は20年ほど前から、寄生蜂標本の大量蓄積を開始した。当初、昆虫相の調査は自然林を中心に行っていた。なぜなら、農耕地は単一の作物を栽培しているため植生が比較的単純で、昆虫の種多様性も低いと推定したからである。しかし、調査を進めるうち、農耕地における生物多様性が予想以上に高いことに気付かされるようになった。

筆者の研究は種レベルまで分類を進めていないため、学会発表に至らないが、今回、日本植物防疫協会から農耕地の寄生蜂について解説する機会を与えていただいたので、自然林での調査結果も交え、農業生態系における寄生蜂の多様性研究の現状について概略を紹介する。ただ、上述のように種レベルまで分類が進んでいないため、

厳密な評価ができていない。この点はあらかじめご容赦願いたい。

I 調査方法

当初はスウィーピング(Sweeping: 以下SWと省略)により寄生蜂を捕獲していたが、より簡便なマレーズトラップ(Malaise Trap: 以下MT)(図-1)、羽化トラップ(Emergence Trap: 以下EmT)(図-2)、黄色水盤トラップ(Yellow Pan Trap: 以下YPT)(図-3)等により年間を通して昆虫を捕獲している。捕獲された昆虫は液浸状態なので、凍結乾燥法により乾燥させ、実体顕微鏡

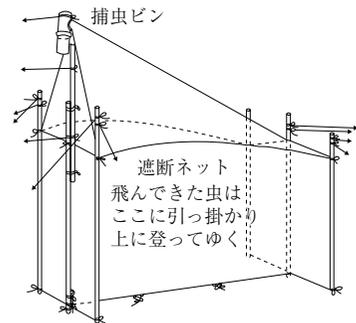


図-1 マレーズ・トラップ (Malaise Trap)

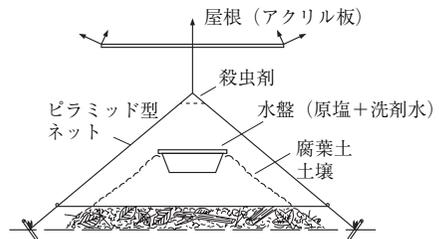


図-2 羽化トラップ (Emergence Trap)



図-3 黄色水盤トラップ (Yellow Pan Trap)

Biodiversity of Parasitic Wasps in Agro-Ecosystem. By Kenzo YAMAGISHI

(キーワード: 農業生態系, 寄生蜂, 生物多様性, トラップ)

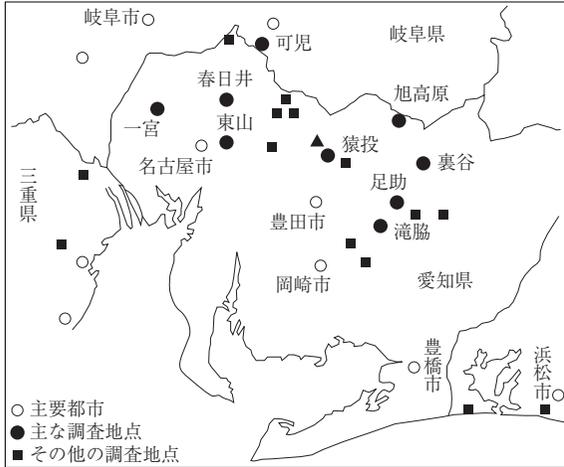


図-4 昆虫の多様性調査を行った愛知県内の主な地点

下で台紙標本とし、最終的には科まで分類した。

詳しい標本作製法は筆者のHP (山岸, 2006) を、科の分類については口絵の写真と山岸 (1998) を参考にしたい。

標本作製作業は筆者の研究室の学生たちが黙々とこなし、これまで約90名の学生が約40万個体の昆虫標本作製した (山岸, 2009)。また、タマゴクロバチ上科の寄生蜂については属まで分類を行った (山岸, 2004)。多様性の分析を行うには、種までの同定が必要であるが、新種だらけで分類が進んでいない。本格的な調査地点は愛知県を中心に全国26箇所に及んだが (図-4)、このうち、水田や畑で調査を行ったのは4地点である。

II 結果と考察

1 採集方法が変われば虫も変わる

当然のことながら、採集方法によって種類構成が大きく変わる。図-5は愛知県春日井市にある名城大学農学部附属農場で行った調査結果で、上から、MT (マレーズトラップ)、EmT (羽化トラップ)、YPT (黄色水盤トラップ) によって捕獲された寄生蜂を科レベルで分類し、個体数の比率を棒グラフで示した。

なお、図中の科の略称は以下のようにした。Ic: ヒメバチ科, Br: コマユバチ科, Ec: ツヤヤドリタマバチ科, Cp: キジラミタマバチ科, Pt: コガネコバチ科, Tr: オナガコバチ科, En: トビコバチ科, Ah: ツヤコバチ科, Ep: ヒメコバチ科, Tg: タマゴコバチ科, Mm: ホソハネコバチ科, Dp: ハエヤドリクロバチ科, Sc: タマゴクロバチ科, Pl: ハラビロクロバチ科, Cr: ヒゲナガクロバチ科, Mg: オオモンクロバチ科, Bt:

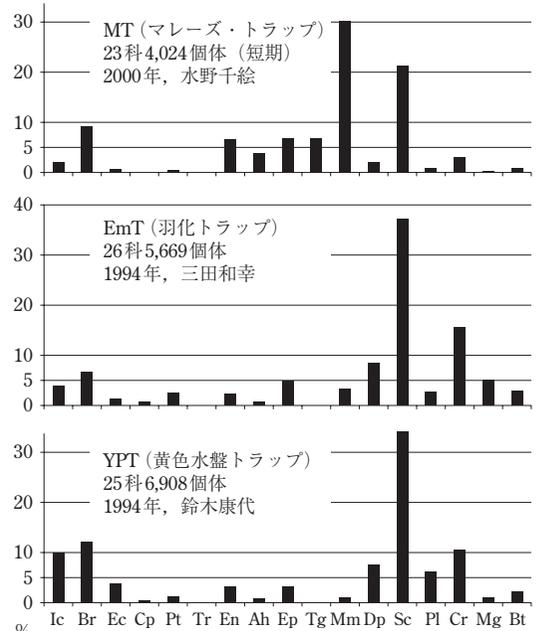


図-5 トラップによる捕獲性能の違い (愛知県春日井市の農場) (横軸の科名略称は本文参照)

アリガタバチ科。

図-5から、EmTとYPTは比較よく似ているが、MTでは大きく異なることが理解されよう。このことは森林でも同様で、EmTやYPTに多く捕獲されるクロバチ類 (Dp, Sc, Pl, Cr) は地表面近くを飛ぶ傾向があるためと推定される。一方、MTに多く捕獲されるコバチ類とりわけホソハネコバチ科 (Mm: 口絵①) などは少し高い所を飛ぶ傾向があると思われる。ここには図示していないが、SW (スウィーピング) ではまた違った傾向が見られる。さらに同一の採集方法でも、調査する人によってトラップの設置場所が微妙に変わるため、捕獲される寄生蜂の種類構成も変わる可能性がある。

2 地域が変われば中身も変わる

寄生蜂の種類を効率よく採集するため、筆者は最初、植生ごとにトラップを設置しようと考えた。植物の種類構成が決まれば植食性昆虫の種類構成も決まり、それらを寄主とする寄生蜂の種類もおおよそ決まらるだろうと予測した。1992年の調査では、愛知県の猿投山 (さなげやま) で植生の異なる2地点にMTを設置したが、その結果、お互いによく似た種類構成となり、この仮説はあっけなく崩れ去ってしまった。

一方、図-6に植生が同じ3地点の捕獲状況を示した。豊田市の2地点は劣化した花崗岩上のアベマキやコナラ

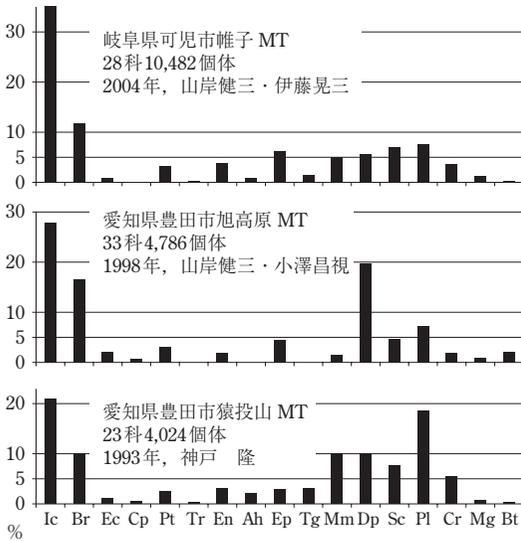


図-6 同じ植生の二次林でも採集地が変われば捕獲される寄生蜂も変わる

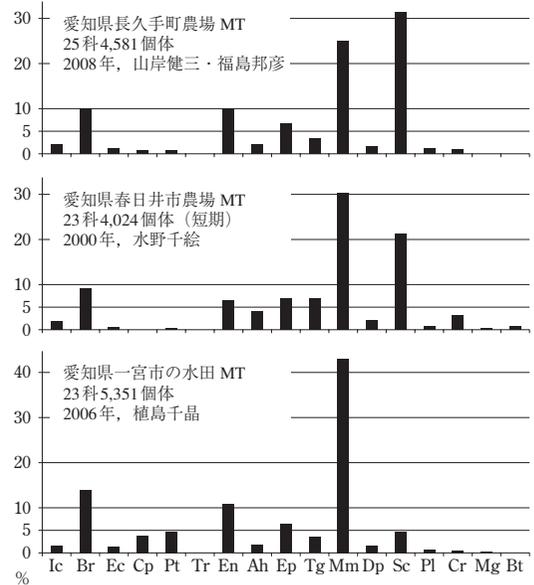


図-7 同じ農耕地でも採集地が変われば捕獲される寄生蜂も変わる

を中心とした落葉性二次林である。一番上の岐阜県可児市の調査地点は地質が異なるが、やはりアベマキやコナラを中心とした落葉性二次林である。科レベルの比較では違いがわかりにくいだが、植生が同じでも種類構成は大きく異なっていた。

結局、植生の違いよりも、山脈(山)によって寄生蜂の種類構成が変わってくるようだ。この理由はよくわからないが、寄生蜂のかかりの種類がハエ目など土壌性昆虫を寄主としていることから、地域によって植食性昆虫も土壌性昆虫も、そしてこれらを寄主とする寄生蜂も種類構成(種ごとの優占度)が異なるためではないかと思われる。いずれにせよ、これらの事実によって、日本中の様々な地域を調査しなければならないことになった。

では、農耕地でも同じことが言えるだろうか。図-7には愛知県内の3地点の農耕地にMTを設置して捕獲した寄生蜂を科レベルで比較した。一番上の長久手町農場は愛知県農業総合試験場の大田圃場の調査で、農耕地として整備された歴史は浅い。中央の春日井市農場は名城大学農学部附属農場で、農耕地として整備されてから約50年の歴史があり、多様な野菜畑や果樹園に雑草が混在している。MTの設置期間は3週間足らずであったので、他の地域と同じ期間設置していれば、膨大な量の昆虫が捕獲されたはずである。一番下の一宮市は歴史の長い水田の中心に設置したが、宅地化が進み50~100mくらい離れたところには民家が点在していた。

この3地点の科レベルの比較では大差がないように思

われるが、種レベルではかなり異なっていた。ここには示していないが、水田で捕獲される寄生蜂は比較的単調で、種類構成も似ている。しかし、畑の場合には栽培されている作物が異なっていたり、開墾されてからの歴史が異なる等の理由で、調査地点間でかなり異なる印象がある。

なお、図-6の森林生態系と比べると、農業生態系ではヒメバチ科(Ic:口絵②)が減少する代わりにコマユバチ科(Br:口絵③)が増え、ホソハネコバチ科(Mm)やタマゴクロバチ科(Sc:口絵④)といった卵寄生蜂が増加する傾向が見られる。ただ、コマユバチ科が相対的に増えるといっても、アブラバチ亜科やサムライコマユバチ亜科等の個体数が増加しているだけで、森林生態系に比べると多様性は明らかに下がっている。

3 トラップによる多様性評価は正確か

いかなる採集方法といえども、そこで捕獲された昆虫が本当にそこで発生し、そこで生活している種なのか、疑問になることがある。すなわち、遠方から相当数の昆虫が飛来ないしは通過しているならば、調査地点で捕獲された昆虫で多様性を評価しても、あまり意味がないことになる。

筆者の研究室でも、二次林と植林地を比較したり、水田と休耕地を比較したりしたが、昆虫相が貧弱なはずの植林地でも、他所からの飛来によってかなり多様な昆虫が捕獲され、いつも予想が裏切られている。

2005年に愛知県豊田市足助(あすけ)で見渡す限りのヒノキ人工林で調査を行った。目的は、間伐を行っていないヒノキ林では昆虫の多様性が教科書どおりに減少するか、ということをはっきりとさせるためである。ボランティアで間伐を行っている方に案内していただき、過去に1回程度間伐した薄暗いヒノキ林(樹間は約2m)にMTを設置した。真っ暗な森ではなく、下草(幼木)もかろうじて生えている程度の暗さであった。

案内の方の要請で、同じ森の中で強間伐をしてスカスカになったヒノキ林(樹間は4m以上)に、現在と将来を比較したいということで、予備のMTを設置した。ここは下草や落葉もきれいに取り去られ、昆虫の気配が全くない場所であった。

しかし、筆者の予想は全く裏切られ、何も採れないと思っていた強間伐林のほうで大量の昆虫が捕獲された。図-8にその結果を示したが、科数・個体数の両方で強間伐林のほうが上回っている。あわててヒノキ林をもう一度巡回したところ、50mほど離れた尾根筋の反対側にブナの混じった二次林が残っていて、ここから大量の昆虫が飛来し、ヒノキ林の中を通過していたことがわかった。

無間伐林のほうも予想以上に多くの昆虫が捕獲されたが、科の構成が強間伐林のそれとよく似ているので、ヒノキ林で発生したというよりは、こちらでも相当数の昆虫が通過している可能性がある。このときの調査で、改めて昆虫の移動能力を再認識するとともに、多様性の評価が非常に難しいことも実感させられた。

さて、農業生態系に話を戻すと、これまでの様々な調査で農耕地の上空をたくさんの寄生蜂が移動しているこ

とを感じている。残念ながら、種レベルまで同定していないため、どの種が外からやってきたのか証明はできない。ただ、図-7のところでも述べたように、一宮市の水田の真ん中に設置したMTに、アブラムシの寄生蜂であるアブラバチ亜科や、そのアブラバチ亜科に二次寄生するキジラミタマバチ科、蛾類の幼虫寄生蜂のサムライコマユバチ亜科やトビコバチ科(En:口絵⑤)の仲間も多く捕獲されている。これらのことから、水田から100m以上離れた場所からでも様々な寄生蜂が飛来し、水田の上空を通過していることが推定される。

飛翔性昆虫が入りにくい構造のEmT(羽化トラップ)でも、図-5並びに図-9に示すように、けっこう様々な寄生蜂が捕獲されている。圧倒的に多いクロバチ類(Sc)は地面に沿って飛翔しているのであろうが、ヒメバチ科やコバチ類(EnやMm)も偶然の飛び込みによって少なからず捕獲されており、圃場外の影響が極めて少ないはずのEmTでも油断はできない。以上のように、ある場所の昆虫多様性を評価する場合には、昆虫の移動能力に配慮し、慎重に行う必要がある。

4 農業生態系では多様性が低いのか

最初に述べたように、農耕地では森林に比べて寄生蜂の多様性が低いのだろうか。図-6と図-7をもう一度比較すると、図-6の森林生態系では23科~33科も採れており、ヒメバチ科(Ic)が多いのも特徴だが、ハエヤドリクロバチ科(Dp:口絵⑥)やハラビロクロバチ科(Pl:口絵⑦)等ハエ目昆虫を寄主とする寄生蜂も目立ち、全体的に構成バランスがよいことがわかる。一方、図-7に示した農業生態系では、ホソハネコバチ科(Mm)やタマゴクロバチ科(Sc)など卵寄生蜂が目立つだけで、森林に比べるとなんと多様性が低いようだ。

しかし、図-10に示した徳島県内の二次林と農耕地と

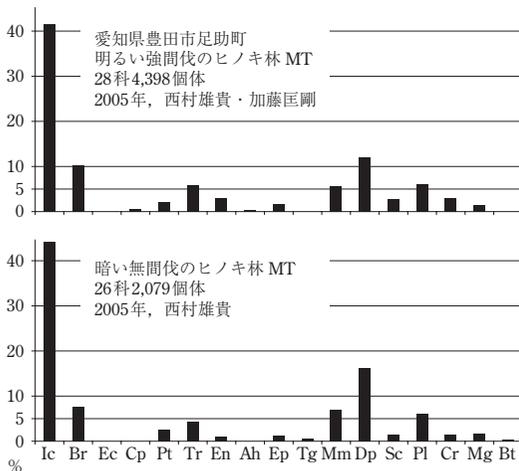


図-8 人工林でも多くの昆虫が遠方から飛来する

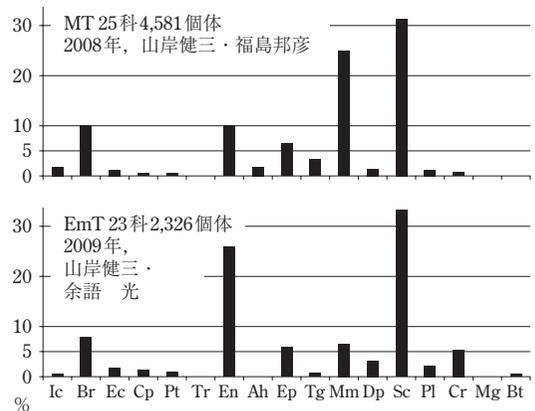


図-9 愛知県農業総合試験場でのトラップ間での比較

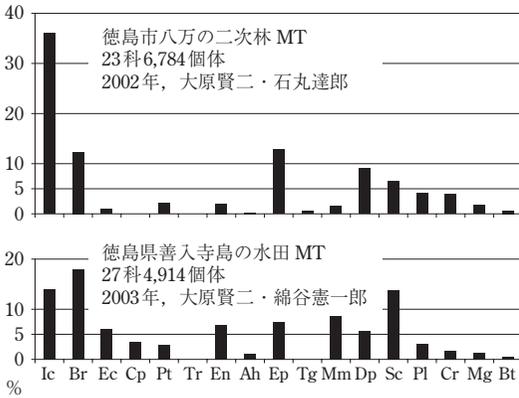


図-10 徳島県における農耕地と自然林の比較

の比較では、善入寺島の水田の昆虫相は非常に豊かで、二次林と比べても遜色のない状況である。結局、農業生態系でも農耕地としての歴史が古く、水田と畑が混在している地域であれば、多様度指数的には森林生態系と大差はないのではないかと考えている。

農業生態系では草原性の昆虫を寄主とする寄生蜂が多いことが推定される。そこで、図-11 と図-12 ではタマゴクロバチ科の属構成で両生態系を比較した。これらの図では、属名の代わりに略称を並べた。図中、左側の6属 (OA ~ OJ) はバッタ目昆虫の卵が寄主と考えられる属で、黒棒で示した。続いて、カメムシ目の卵寄生蜂として3属 (HL ~ HN) を挙げ、白棒で示した。ちなみに、HLは *Gryon* 属、HMは *Trissolcus* 属、HNは *Paratelenomus* 属である。LOは *Telenomus* 属で大部分はチョウ目昆虫の卵寄生蜂で、黒棒で表現したが、いずれの地域でも圧倒的に多く捕獲されている。白い棒で表現したCPは *Trimorus* 属でゴミムシなどの卵寄生蜂と言われている。右側のAで始まる4属 (AQ ~ AT) はクモ類の卵寄生蜂と言われている (山岸, 2004)。

図-11の二次林における属構成では、16 ~ 21属と属数が多いものの、総個体数が少ないため、LO (*Telenomus*) とCP (*Trimorus*) 以外はわずかであった。図-12の農耕地における属構成では、開墾されてからの歴史が浅い長久手町の愛知県農業総合試験場でさえ17属、歴史の長い春日井市の名城大学附属農場では21属も捕獲されているばかりでなく、総個体数が圧倒的に多いことがわかる。

このように、寄生蜂の大部分の科は森林のほうが豊富であるが、タマゴクロバチ科では逆に農耕地のほうで多様性が高く、草原環境で生活している寄主が多いことを示唆している。ホソハネコバチ科も、属まで分類を行っ

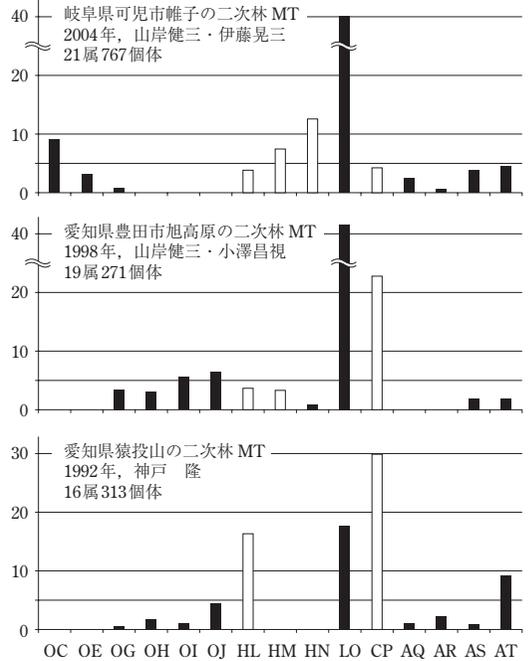


図-11 森林生態系のタマゴクロバチ科の属構成 (横軸の属名略称は本文参照)

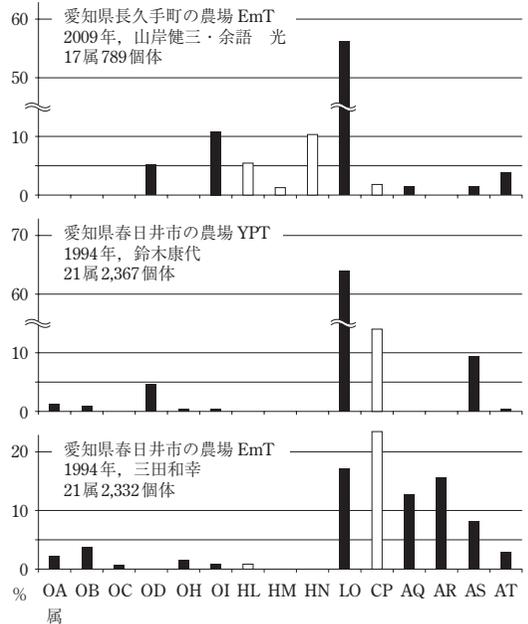


図-12 農業生態系のタマゴクロバチ科の属構成

ていないが、タマゴクロバチ科同様、農耕地のほうで多様性が高い傾向がうかがえる。結局、農業生態系でも寄生蜂全体としての多様性は予想以上に高いものと評価さ

れる。

おわりに

今回、細かい点まで分析できなかったが、農耕地でも多様な寄生蜂が生活している（もしくは飛来している）ことはおわかりいただけたと思う。すべての寄生蜂の種を明らかにするという筆者の夢は限りなく遠いが、現時点で一番問題なのは寄生蜂を分類する人が育たないことである。生物の多様性を議論するうえで、種の正確な同定が不可欠であることはどなたも認識されているはずだ

が、現実問題として分類学者が職を得ることが困難な時代には、生物多様性の研究は「絵に書いた餅」のまま終わるのではないだろうか。

引用文献

- 1) 平嶋義宏 (1989): 序, 九州大学農学部昆虫学教室・日本野生生物研究センター (編), 日本産昆虫総目録, 九州大学農学部昆虫学教室, 福岡, 1767 pp.
- 2) 山岸健三 (1998): コバチ上科・クロバチ上科, 石井ほか編, 日本動物大百科 10 昆虫, 平凡社, 東京, 187 pp.
- 3) ——— (2004): *Japanese Journal of Entomology* 7(2): 39 ~ 54.
- 4) ——— (2006): 名城大学農学部昆虫学研究室 HP <http://www-agr.meijo-u.ac.jp/labs/nn006/>
- 5) ——— (2009): 植物防疫 63: 533 ~ 535.

病虫害と雑草による農作物の損失

(社)日本植物防疫協会 編

A4判 40ページ
定価 525円(税込)
送料80円(メール便)

病虫害や雑草が農作物生産にどのような悪影響を与えているのかを、全国的な規模で行われた調査結果やその他多くのデータに基づいて解説しています。

掲載内容

- 第1章 農作物の敵、病虫害と雑草
- 第2章 病虫害や雑草による経済的な損失
- 第3章 食糧問題と病虫害・雑草防除
- 第4章 病虫害と雑草の防除対策

お問合せとご注文は下記へ

〒114-0015 東京都北区中里2-28-10
(社)日本植物防疫協会 出版情報グループ
TEL 03-5980-2183 FAX 03-5980-6753
<http://www.jpapa.or.jp/> order@jpapa.or.jp

