

## 事務局通信

## 「ボルネオ島低地熱帯雨林における種子食性昆虫の資源利用様式」

【4 ページ】

浅野 郁さんの吉良賞奨励賞の記事を掲載しました。



## JASTE30 広島大会延期とオンライン総会開催のお知らせ

新型コロナウイルス感染拡大の現状を鑑み、誠に残念ではありますが JASTE30 広島大会は 2020 年 6 月 12 日～14 日の開催を取りやめ、2021 年 6 月に 1 年延期することを決定しました。

予定しておりました一般講演セッション、公開シンポジウム、吉良賞授賞式・受賞講演、懇親会およびサテライトイベント(「子育てとフィールドワークに関するサロン、ポスター展示」、「中高生向け熱帯研究紹介イベント」、「ミャンマーNTFP ワークショップ」)などは来年の開催を考えております。

一方、第 30 回日本熱帯学会総会は 2020 年 6 月 13 日(土)15 時より、オンラインでの開催を予定しております。参加を希望される方は下記アドレスもしくは QR コードから前日までに事前登録を行ってください。当日、午前中に参加に必要な URL 情報をお知らせします。皆さまのご参加をお待ち申し上げます。

<https://forms.gle/8nCnTMWqwq6xR5nG9>



## 第 16 期学会体制(2020～2021 年度)

## (1) 監事・編集委員長・幹事

監事	酒井 章子, 増田 美砂
編集委員長	藤間 剛
幹事長	保坂 哲朗
広報幹事	北村 俊平, 百村 帝彦
編集幹事	大橋 伸太
財務幹事	奥田 敏統
総務幹事	山田 俊弘, 竹内 やよい, 竹田 晋也, 伊東 明
会計幹事	鳥山 淳平
庶務幹事	及川 洋征, 大石 高典, 北島 薫, 佐々木 綾子, 四方 簞, 諏訪 鍊平

## 掲載記事

- 事務局通信
- コロナ禍の中での会長就任に際して 神崎 護
- 吉良賞奨励賞 浅野 郁

(2) 学会事務局・編集委員会・会計事務

【学会事務局】

〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1  
広島大学大学院先進理工系科学研究科 理工学融合プログラム  
日本熱帯生態学会事務局 保坂 哲朗(幹事長)  
TEL & FAX: 082-424-6929 E-mail: jaste.adm@gmail.com

【編集委員会】

相場 慎一郎, 伊藤 文紀, 江原 誠, 大田 真彦, 大橋 伸太, 上谷 浩一, 北村 俊平,  
諏訪 鍊平, 藤間 剛, 中林 雅, 増永 二之, 柳澤 雅之, 山田 俊弘

〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1  
国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所  
森林総合研究所 国際連携・気候変動研究拠点(気付)  
日本熱帯生態学会編集委員会 藤間 剛(編集委員長)  
TEL: 029-829-8326 E-mail: tropics.jaste@gmail.com

【会計事務】

〒860-0862 熊本県熊本市中央区黒髪 4 丁目 11-16  
国立研究開発法人 森林研究・整備機構  
森林総合研究所 九州支所  
日本熱帯生態学会 会計事務担当 鳥山 淳平  
TEL: 096-343-3739 e-mail: jastetreasurer@yahoo.co.jp

(3) 評議員

相場 慎一郎, 市榮 智明, 市岡 孝朗, 市川 昌広, 伊東 明, 井上 真, 落合 雪野, 北島 薫,  
北村 俊平, 酒井 章子, 佐藤 保, 竹内 やよい, 竹田 晋也, 田中 憲蔵, 藤間 剛, 原田 一宏,  
百村 帝彦, 保坂 哲朗, 増田 美砂, 山田 俊弘

(4) 吉良賞選考委員会

伊東 明, 北島 薫, 田中 壮太, 百村 帝彦, 米田 令仁

---

## コロナ禍の中での会長就任に際して

神崎 護(京都大学農学研究科)

2020年度から2年間の会長職を拝命いたしました。過去2年間の任期中は、幹事会メンバーとともに若手支援やダイバーシティ確保のための試みを実施してきましたが、2020年度は、ご存知の通りコロナ禍の中での任期スタートとなり、6月の広島大会も中止せざるを得ない状況でした。本来であれば、大会の場でご挨拶すべきところですが、このコロナ禍の中で、私事もふくめていろいろと感じることをニュースレターに書かせていただき、大会での挨拶に変えさせていただこうと思います。

運悪く今年度は森林科学科の学科長も務めることとなってしまい、4月はオンラインでの学生との面談や、ガイダンス、そしてオンライン授業の準備に追まられる状態でした。昨年までのルーチン作業がすべてオンラインに切り替わったことで、学生にとっても大変な一カ月でしたが、教員や職員のほうも暗中模索でした。幸い、学内の遠隔授業の開発に熱心な部署や教員が、先行的にさまざまなシステムやガイドラインを作ってくれたため、比較的スムーズに準備はできたように思います。とはいえ、5月連休明けからのオンライン授業が始まると、授業資料や連絡に使っている大学の教育支援システムがやはりダウンしました。学部生のLINEのグループにも入れてもらって、彼らの情報のやり取りを垣間見せてもらっていますが、教員から学生への情報伝達が不統一かつ不十分で、相当の混乱があるようです。

しかし、一方で4月の活動を振り返ってみると、通常の年よりも学生へのケアが厚かったのではないかと思います。従来、新入生向けの対面式のガイダンスは、学部と学科レベルで実質半日程度の時間で実施しましたが、今年はオンラインでのガイダンスとその後のメールでの質問対応、Q & Aのウェブでの公開などを2週間にわたって続けました。私自身も履修関連の複雑なルールを知ることになりました。必修科目と選択科目の2種類から適宜科目を選んだ私たちの大学時代とは違い、科目がいろいろな科目群に分類され、その中から何単位以上と細かく規定されている実態を、初めて身をもって知ることとなりました。

CAP制が今年から導入されたこともあり、その対象となる科目がまた別途定められています。こんなに複雑なシステムを作って、それに見合う教育効果ってほんとうにあるのだろうかと思も湧いてきます。

会員の皆様の職場においても、コロナ禍の影響で、変革が大きく進んで旧態依然としたシステムが改善される面と、いままでのクオリティーが維持できない面とがあり、悩みが尽きないことと思います。コロナは黒船と同じ。社会システムの変革が一気に進むといった考えもあります。学会活動も大きく変貌しそうです。私が所属する植物学会でも9月の大会をオンラインで実施するため、参加登録が始まっています(<http://bsj.or.jp/bsj84/greeting.html>)。

大学の実験・実習については、バーチャルでの実施も検討しましたが、教育効果が望めないということで前期開講はあきらめ、後期に集中して実施ということになりました。海外調査の在り方にも大きな課題を突き付けられた感があります。当学会の会員の皆様のフィールドはほとんどが熱帯地域で、現在渡航できない、あるいは帰国できずに現地で滞在を余儀なくされている会員も多いのではないかと思います。カウンターパートとの共同研究の進め方や、留学生の受け入れについても、大変革が起きるかもしれません。

規模の小さい、日本熱帯生態学会がこのコロナ禍の中で、どんなサービスを会員の皆さんに提供しているかいま模索している段階です。オンラインでの評議会、総会の準備を進めていますが、学会活動の核ともいえる大会が実施できない中で、どのように会としての存在意義を示せるのか、これから本格的に検討を始めたいと思います。このニュースレターが皆様の手元に届くころ、幹事会での議論がスタートしている時期だと思います。個人的には、何らかの研究発表の場を設定できないかとも考えております。

とりとめもなく書いてしまいましたが、最後に皆様のご健康を祈念するとともに、このコロナ禍が、決して負の面だけに終わらずに変革や改善につながっていくことを祈念しております。

# ボルネオ島低地熱帯雨林における種子食性昆虫の資源利用様式 —群集同調マस्टィングの進化の鍵を握る超広食性キクイムシ—

浅野 郁 (信州大学)

Study of seed utilization by insect seed predators in a Bornean tropical rain forest

—An extremely polyphagous bark beetle as a key promoter of the evolution of community-wide synchronized masting—

Asano IKU (Shinshu University)

## 種子を主要な餌資源とする“種子食性昆虫”

植物の種子は、発芽やその後の成長に必要な栄養分が多く含まれていることから栄養価が高く、様々な昆虫の主要な餌資源となっている (Janzen 1971; Coley & Barone 1996). これまでに、コウチュウ目、チョウ目、ハエ目などの幅広い分類群から、種子を主な餌とする多様な種子食性昆虫が報告されている。種子は餌としてだけでなく、生活空間としても魅力的な資源になり得る。一度種子の内部に進入してしまえば、頑強な種皮や厚い果皮などの存在により、外敵からの攻撃を回避しやすくなる。いわば、植物の種子は昆虫にとって“ご馳走がつまった頑丈なゆりかご”のような資源であるといえる。

様々な昆虫にとって種子は魅力的な資源である一方で、その利用にあたっては数々の困難が待ち受けている。まず、種子生産が短い時期に限られていることが多い。また、種子捕食者に対する防衛形質として、堅い種皮や刺状の果皮などの物理的な障壁や、タンニンやアルカロイドに代表される二次代謝物質を用いた化学的な障壁を独自に進化させてきた植物種も多い (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993; Kelly 1994). さらに、“マस्टィング” (Kelly 1994) などの生活史特性は種子捕食を回避する効果をもたらす。種子食性昆虫は以上のような制約に対してどのような適応を遂げているのだろうか。この問題は、生物間の相互作用が引き起こす共進化過程の解明を目指す進化生態学における興味深い課題の一つである。

種子捕食者の基礎的な生態特性の解明は、森林を構成する植物群集の多様性維持機構や群集動態を理解する上でも重要である。多くの樹木種にとって種子は生活史の中で死亡率が最も高い発育段階であり、種子捕食者による食害はこの期の主要な死亡要因の一つである (Janzen 1971; Howe & Smallwood 1982). 種子捕食は、種子の成熟や生存に与える影響を通じて、樹木の世代更新に大きな影響を与えている。また、散布後の種子捕食率が散布場所間で大きく異なる場合には、その樹種の空間分布にも影響を与えることになる (Janzen 1970). このような理由からも、

“各植物種の種子がいつ、どこで、どの程度、どの動物に捕食されているのか?”といった問いの解明が求められている。

筆者は、以上のような問題意識を背景に、陸上生態系において最も樹木多様性が高い地域のひとつとして知られている東南アジア熱帯域の低地熱帯雨林が広がるランビルヒルズ国立公園 (マレーシア・サラワク州) を調査地として、2013 年以来、共同研究者と共に種子食性昆虫の資源利用様式の研究に取り組んできた。本稿では、その成果の一部を紹介する。

## 東南アジア低地熱帯雨林で観測される“群集同調マस्टィング”現象

個体群内の個体が同調して、花・種子などの繁殖器官への投資量を年により極端に変え、蓄積した栄養資源を限られた年に集中させる一方、それ以外の年にはほとんど繁殖器官への投資をおこなわないという生活史をもつ植物種が温帯域のブナ科など多数知られている。こうした生活史によって生み出される、個体群レベルの極端な種子生産量の時間的変動はマस्टィング現象と呼ばれている (Kelly 1994).

東南アジアの低地熱帯雨林では、近縁種に限らず科を越えた様々な分類群に属する高木樹種の多くが、2 年から 10 年に一度の不規則な間隔で繁殖期を同調させる、群集レベルの同調繁殖現象が観察される (Appanah 1985; Ashton 1988; Sakai et al. 1999). 他種と同調して繁殖する樹種には、同調繁殖期以外の期間には繁殖することがほとんどないものが多数含まれており (Appanah 1985; Ashton et al. 1988; Sakai et al. 1999, 2006), 当地域で観察されるこの現象は、広範囲な分類群にまたがる多数の樹種個体群が同調したマस्टィング現象であるとみることができ (Sakai et al. 1999).

従来、東南アジアの熱帯雨林でみられるこの現象は、“一斉開花 (General flowering)” と呼ばれてきた (例えば, Appanah 1985; 井上 2001; Sakai et al. 2006). しかし、この術語の本来の意味は、局所空間で多数の植物個体が「一斉に (general)」開花する現

象を幅広く指すものであり、マステイング現象全体や群集の同調性を特に意味するものではない(例えば、井鷲ら 2010 では、タケ類に見られる個体群レベルでの同調した開花現象も“一斉開花”と呼んでいる)。したがって、この術語は、マステイング現象の一部分を構成する個々の開花イベントを指すことはできても (Appanah 1985; Sakai 2002), マステイング現象全体を示す言葉としては不適當かつ不便である。そこで、筆者らの研究グループでは、上記で述べた、東南アジアの熱帯雨林域に固有の広範囲な分類群にまたがる多数の樹種個体群が同調したマステイング現象を“群集同調マステイング (Community-wide synchronized masting)”と呼んでいる。また、この群集同調マステイング現象を構成する、同調した開花期と結実期を合わせて“同調繁殖期”と呼んでいる。本稿では、上記の用例にしたがって、記述を進めることとする。

植物の種子生産にみられるマステイングの進化を促した究極要因を説明する仮説の 1 つに、“捕食者飽食仮説”がある。この仮説は、種子生産量が極めて少ない(もしくは種子生産が停止する)時期が長期間続くことによる種子捕食者の個体群密度の低下と、その後、短期間に大量の種子を生産することによる種子捕食者の飽食(すなわち捕食率の大幅な低下)をマステイングの進化を促した究極要因として重視する (Janzen 1974)。もともとは種内もしくはごく近縁種間の局所的な繁殖期の同調現象を想定して立てられた仮説だが、群集同調マステイングの究極要因を説明する際にも応用されている (Curran & Leighton 2000; Sun et al. 2007)。複数の樹種に共通する広食性の種子捕食者が存在した場合、群集レベルでマステイングを同調させることによって、広食性の種子捕食者は、同調繁殖期以外の期間では利用できる種子が少ないことから餌不足に陥りやすく、同調繁殖期には、より大量の種子が生産されることから、“捕食者飽食仮説”が想定する“飽食”効果を増強すると考えられる (Sun et al. 2007)。

群集同調マステイングに参加する樹種の種子を餌として利用する哺乳類や昆虫の種子捕食者を対象とした実証的な研究により、この仮説を支持する結果が積みあげられてきた (Maycock et al. 2005; Sun et al. 2007; Nakagawa et al. 2007; Hosaka et al. 2011; Iku et al. 2017)。中でも、Hosaka et al. 2011 や Iku et al. 2017 では、例外的に十分な間隔をあげずに同調繁殖期が発生した際、一部の昆虫による種子捕食率が、後に発生した同調繁殖期において著しく高くなることを示した。このように、当地域の森林生態系を特徴づける

群集同調マステイングの進化は、種子食性昆虫がもたらす捕食圧も一因となり促進された可能性がある。

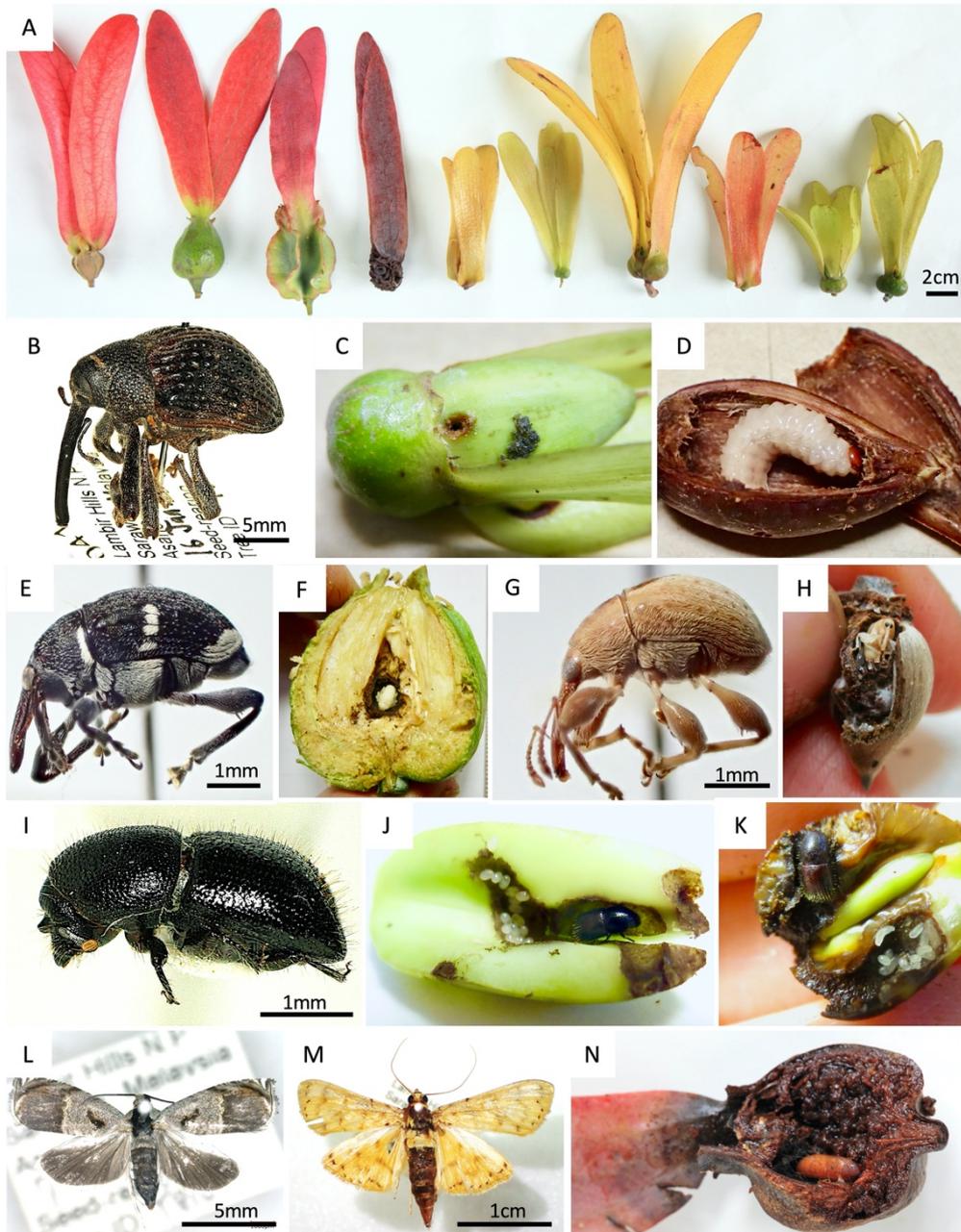
### フタバガキ科の種子を寄主とする種子食性昆虫

フタバガキ科は、東南アジアの低地熱帯雨林の林冠を構成する樹種の中で最も優占している分類群のひとつである (Ashton 2004; Ghazoul 2016)。この地域では、群集同調マステイングの同調繁殖期にのみ繁殖するフタバガキ科樹種が数多く知られており、そのような樹種の繁殖個体は、しばしば数万個に達する堅果を一度に生産する(写真 A)。先行研究により、フタバガキ科の種子を利用する主な種子食性昆虫として、ゾウムシ類、キクイムシ類、小蛾類などが報告されている (Lyal & Curran 2000, 2003; Nakagawa et al. 2003; Hosaka et al. 2009, 2011; Iku et al. 2017)。

それらの 3 つの分類群の間では、種子の摂食様式が大きく異なっている (Iku et al. 2018a)。ゾウムシ類では、交尾後のメス成虫が長い口吻を用いて落下前のフタバガキ果実に穴をあけ、その穴に産卵管を挿入し、子葉部分に産卵する(写真 B, C)。例外はあるものの、基本的に果実 1 個につき 1 個の卵を産む。孵化した幼虫は、種子内部を食べて成長する(写真 D)。大半のゾウムシ種の幼虫はそのまま種子内部で蛹化し、羽化後、果皮に穴を開けて外へ脱出する(写真 E~H)。キクイムシ類は、メス成虫が落下後の果実に穴をあけ、種子内部に直径 1mm 程度の細長いトンネルを掘る(写真 I)。その後、メス成虫はトンネル内に 5~30 個程度の卵を産む(写真 J)。孵化した幼虫は種子内部を食べて成長し、成虫になる(写真 K)。1 個のフタバガキ果実から 20 個体以上のキクイムシ成虫が羽化してくることも稀ではない。小蛾類は種数が多いが、いずれの種においても出現頻度が比較的 low、それぞれの種がどのように種子を摂食しているかは不明な点が多い(写真 L~N)。卵から成虫になるまで 1 個の種子内で完結する種もいれば、複数個の種子を食い尽くした後に果実の外で蛹化する種もいる。小蛾類がフタバガキ果実のどこに産卵しているのか、孵化したばかりの幼虫が堅い果皮や果皮に含まれる粘着性の樹液などをどのように克服して種子内部に到達しているのかといった問題はほとんど未解明である。

### 種子食性キクイムシ *Coccotrypes gedeanus* の食性幅

筆者らの調査地において、フタバガキ科の種子を捕食する種子食性キクイムシの中で最も優占している種は *Coccotrypes gedeanus* Eggers である (Iku et al. 2017; 2018a)。生産した種子の 3 割近くをこのキクイムシに捕食される母樹も観察されており、フタバガキ科



**写真 A-N.** フタバガキ科の果実とその種子食性昆虫。A: フタバガキ科 3 属 10 種の果実(左から *Dipterocarpus geniculatus*, *Dip. globosus*, *Dip. stellatus*, *Dip. pachyphyllus*, *Shorea acuta*, *S. bullata*, *S. beccariana*, *S. macroptera*, *Dryobalanops aromatica*, *Dry. lanceolata*)、B~D: ゾウムシ科 *Alcidodes* sp. の成虫 (B) と *Dip. aromatica* 果実におけるその産卵孔 (C) および種子内部を捕食する幼虫 (D)、E~F: チビゾウムシ科 *Damnum* sp. の成虫 (E) と *Dip. globosus* の種子内で蛹化した蛹 (F)、G~H: チビゾウムシ科 *Nanophyes shoreae* の成虫 (G) と *S. acuta* 種子内で羽化した成虫 (H)、I~K: 種子食性キクイムシ *Coccotrypes gedeanus* のメス成虫 (I) と *Shorea* 属の種子内部で産卵するメス成虫 (J) および孵化直後の幼虫 (K)、L: *Shorea* 属果実から羽化したハマキガ科 *Andrioplecta shoreae* の成虫、M~N: *Dip. globosus* 果実から羽化したノメイガの一種 (M) とその蛹 (N)。写真の一部は Iku et al. (2018a) を改変したものである (A と N は横塚真己人氏による撮影)。

の主要な種子捕食者となっている (Iku et al. 2018a)。先行研究により、*C. gedeanus* はフタバガキ科以外の科に属する複数の樹種の種子利用することが既に報告されていた (Beaver 1979; Wood & Bright 1992; Jordal et al. 2002, Nakagawa et al. 2003)。しかし、これらは断片的な観察記録に基づいたものであり、*C.*

*gedeanus* の詳細な食性幅や寄主選好性については十分に研究されてこなかった。

そこで筆者らは、2013 年から 2014 年にかけてランビルヒルズ国立公園で発生した群集同調マस्टィングの同調繁殖期に、様々な樹種の果実を繰り返し採集し、果実上の *C. gedeanus* 成虫の穿孔の有無を調べ

た。また、穿孔が確認された果実については、果実内部に卵が産まれているかどうかを調べた。その結果、合計 24 科 59 属 137 種 22,216 個の果実を採集し、13 科 19 属 51 種の樹木の果実から 1,791 個体の *C. gedeanus* 成虫を得た。そのうち、メス成虫の産卵が確認されたのは、核果もしくは堅果をつける樹種が大多数を占める 6 科 11 属 34 種の樹木の果実であった。この結果から、*C. gedeanus* は、少なくとも同調繁殖期においては、多くの科にまたがる広い食性幅をもつということが明らかになった。これまでに熱帯地域から食性幅が報告されている種子食性昆虫のうち、8割以上の昆虫種が 1 種の植物もしくは 1 属内の数種の植物しか寄主として利用していないことが明らかにされている (Janzen 1980; Hopkins 1983; Lyal & Curran 2000; Nakagawa et al. 2003; Hosaka et al. 2009)。そうした他の多くの種子食性昆虫が示す食性幅に比べると、今回明らかになった *C. gedeanus* の食性幅は飛び抜けて広いことがわかる。繁殖の場として利用していた果実が核果や堅果に限られていたのは、産卵の場としてメス成虫が種子内部につくるトンネル構造の維持には、果実がある程度の硬さをもっていなければならないのかもしれない。

今回示されたのは同調繁殖期における *C. gedeanus* の生態であり、林内の果実量が極めて少なくなる非同調繁殖期における *C. gedeanus* の生態はまだ明らかになっていない。しかし、今回の結果は、*C. gedeanus* は、非同調繁殖期に繁殖(種子生産)を行う(すなわち、群集同調マस्टィングには参加しない)植物の種子を寄主として個体群を維持している可能性を示唆している。

フタバガキ科の主要な種子食性昆虫が幅広い食性幅を示したことは、群集同調マस्टィングの進化を考える上でとても重要な発見である。科を超えた幅広い樹種が繁殖期を同調させる生活史の進化を促した要因として、上記で述べたように、複数の樹種に共通する広食性の種子捕食者を種子生産の時期を同調させることによって、“捕食者飽食仮説”が想定する“飽食”効果を増強する効果が想定される。多くの樹種の種子を利用し、植物種間のマस्टィングの同調を促す可能性のある広食性の種子捕食者として、これまでは、主に、イノシシやリス、一部のサルなどの哺乳類が想定されていた (Janzen 1974; Sun et al. 2007)。しかし、筆者らが明らかにした *C. gedeanus* が示す食性幅は、それらの哺乳類のものに匹敵するほどの広さをもっており、植物種間の繁殖期の同調による捕食者飽食効果の増強に影響を与える種子捕食者として *C. gedeanus* が機能している可能性を示唆している。

## 最後に

本稿で紹介してきたように、30 年ほど前から東南アジアの複数地点において、群集同調マस्टィングに参加する樹木種の種子食性昆虫の多様性・生態が研究されてきた (Toy 1991; Toy & Toy 1992; Lyal & Curran 2000, 2003; Nakagawa et al. 2003, 2005; Sun et al. 2007; Hosaka et al. 2009, 2011, 2017; Takeuchi et al. 2010; Iku et al. 2017, 2018a, b)。しかし、それらの研究では、同調繁殖期のみ調査期間が限られており、そこで対象となった種子食性昆虫の非同調繁殖期における生存過程はほとんど解明されていない。また、それらの研究では、研究対象がフタバガキ科植物の種子を捕食する昆虫に偏っており、フタバガキ科以外の植物の種子を利用する種子食性昆虫に関する情報はほとんど得られていない。そもそも、中低木層を構成している樹種の大部分では、どのようなスケジュールで種子生産が行われているのかといった基礎的な特性さえわかっていないのが現状である。今後は、非同調繁殖期においても野外調査を継続して実施し、様々な植物種における種子食性昆虫相、および、それらの昆虫と植物との相互作用の詳細を明らかにし、東南アジアの熱帯雨林における多様な種子食性昆虫の資源利用様式の全貌の解明を目指していきたい。

## 謝辞

本稿は 2019 年度日本熱帯生態学会吉良賞奨励賞受賞業績である「Iku et al. (2018) High degree of polyphagy in a seed-eating bark beetle, *Coccotrypes gedeanus* (Col.: Curculionidae: Scolytinae), during a community-wide fruiting event in a Bornean tropical rainforest. *Tropics* 27: 59-66」を中心に、これまでの研究をまとめたものです。吉良賞選考委員の皆様、*Tropics* 編集部の皆様に心から感謝申し上げます。本研究は、一般社団法人日本サラワク森林研究コンソーシアムとマレーシア国・サラワク州森林局との間で締結された共同研究に関する覚書に明記された合意に基づいて実施されました。本研究の実施にあたり、京都大学大学院人間・環境学研究科の市岡孝朗氏、島根大学生物資源科学部の清水加耶氏をはじめ、たくさん共同研究者とランビルを調査地とする研究者の方々よりご指導・ご支援をいただきました。また、マレーシア サラワク州森林局の Paulus Meleng 氏、Mohamad Yazid Hossman 氏、Mohd Yusuf Abd Rahman 氏には、野外調査の実施において全面的なご支援を賜りました。皆様に厚くお礼申し上げます。本研究は、日本学術振興会特別研究員奨励費 (JP16J08043) の助成を受けて実施しました。

## 引用文献

- Appanah, S. 1985. General flowering in the climax rain forests of Southeast Asia. *Journal of Tropical Ecology* 1: 225-240.
- Ashton, P.S. 2004. Dipterocarpaceae. In: Soepadmo, E., Saw, L.G., and Chung, R.C.K. (eds) *Tree Flora of Sabah and Sarawak vol. 5*, pp 63-388. Forest Research Institute Malaysia, Kuala Lumpur.
- Ashton, P.S., Givnish, T.J., and Appanah, S. 1988. Staggered flowering in the Dipterocarpaceae: new insights into floral induction and the evolution of mast fruiting in the aseasonal tropics. *American Naturalist* 132: 44-66.
- Beaver, R.A. 1979. Leafstalks as a habitat for bark beetles (Col.: Scolytidae). *Journal of Applied Entomology* 88: 296-306.
- Coley, P.D. and Barone, J.A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 305-335.
- Curran, L.M. and Leighton, M. 2000. Vertebrate responses to spatiotemporal variation in seed production of mast-fruiting Dipterocarpaceae. *Ecological Monographs* 70: 101-128.
- Ghazoul, J. 2016. *Dipterocarp Biology, Ecology, and Conservation*. Oxford University Press, Oxford.
- Hopkins, M.J.G. 1983. Unusual diversities of seed beetles (Coleoptera: Bruchidae) on *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae) in Brazil. *Biological Journal of the Linnean Society* 19: 329-338.
- Hosaka, T., Yumoto, T., Kojima, H., Komai, F., and Noor, N.S.M. 2009. Community structure of pre-dispersal seed predatory insects on eleven *Shorea* (Dipterocarpaceae) species. *Journal of Tropical Ecology* 25: 625-635.
- Hosaka, T., Yumoto, T., Chen, Y.Y., Sun, I.F., Wright S.J., and Noor N.S.M. 2011. Abundance of insect seed predators and intensity of seed predation on *Shorea* (Dipterocarpaceae) in two consecutive masting events in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Ecology* 27: 651-655.
- Hosaka, T., Yumoto, T., Chen, Y.Y., Sun, I.F., Wright, S.J., Numata, S., and Supardi, N.M.N. 2017. Responses of pre-dispersal seed predators to sequential flowering of dipterocarps in Malaysia. *Biotropica* 49: 177-185.
- Howe, H.F. and Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- Iku, A., Itioka, T., Kishimoto-Yamada, K., Shimizu-kaya, U., Mohammad, F.B., Hossman, M.Y., Bunyok, A., Rahman, M.Y.A., Sakai, S., and Meleng, P. 2017. Increased seed predation in the second fruiting event during an exceptionally long period of community-level masting in Borneo. *Ecological Research* 32: 537-545.
- Iku, A., Itioka, T., Shimizu-kaya, U., Kishimoto-Yamada, K., and Meleng, P. 2018a. Differences in the fruit maturation stages at which oviposition occurs among insect seed predators feeding on the fruits of five dipterocarp tree species. *Entomological Science* 21: 412-422.
- Iku, A., Itioka, T., Kawakita, A., Goto, H., Ueda, A., Shimizu-kaya, U., and Meleng, P. 2018b. High degree of polyphagy in a seed-eating bark beetle, *Coccotrypes gedeanus* (Coleoptera.: Curculionidae: Scolytinae), during a community-wide fruiting event in a Bornean tropical rainforest. *Tropics* 27: 59-66.
- 井上民二 2001. 熱帯雨林の生態学 -生物多様性の世界を探る-. 八坂書房, 東京.
- 井鷲裕司 2010. 多様なタケの繁殖生態研究におけるクローン構造と移植履歴の重要性. *日本生態学会誌* 60: 89-95.
- Janzen, D.H. 1970. Herbivores and the number of species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-528.
- Janzen, D.H. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 465-492.
- Janzen, D.H. 1974. Tropical blackwater river, animals, and mast fruiting by Dipterocarpaceae. *Biotropica* 6: 69-103.
- Janzen, D.H. 1980. Specificity of seed-attacking beetles in a Costa Rican deciduous forest. *Journal of Ecology* 68: 929-952.
- Jordal, B.H., Normark, B.B., Farrell, B.D., and Kirkendall, L.R. 2002. Extraordinary haplotype diversity in haplodiploid inbreeders: phylogenetics and evolution of the bark beetle genus *Coccotrypes*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 23: 171-188.
- Kelly, D. 1994. The evolutionary ecology of mast seeding. *Trends in Ecology & Evolution* 9: 465-

- 470.
- Lyal, C.H.C. and Curran, L.M. 2000. Seed-feeding beetles of the weevil tribe Mecysolobini (Insecta: Coleoptera: Curculionidae) developing in seeds of trees in the Dipterocarpaceae. *Journal of Natural History* 34: 1743-1847.
- Lyal, C.H.C. and Curran, L.M. 2003. More than black and white: new genus of nanophyine seed predators of Dipterocarpaceae and a review of *Meregallia* Alonso-Zarazaga (Coleoptera: Curculionoidea: Nanophyidae). *Journal of Natural History* 37: 57-105.
- Maycock, C.R., Thewlis, R.N., Ghazoul, J., Nilus, R., and Burslem, D.F.R.P. 2005. Reproduction of dipterocarps during low intensity masting events in a Bornean rain forest. *Journal of Vegetation Science* 16: 635-646.
- Nakagawa, M., Itioka, T., Momose, K., Yumoto, T., Komai, F., Morimoto, K., Jordal, B.H., Kato, M., Kaling, H., Hamid, A.A., Inoue, T., and Nakashizuka, T. 2003. Resource use of insect seed predators during general flowering and seeding events in a Bornean dipterocarp rain forest. *Bulletin of Entomological Research* 93: 455-466.
- Nakagawa, M., Takeuchi, Y., Kenta, T., and Nakashizuka, T. 2005. Predispersal seed predation by insects vs. vertebrates in six dipterocarp species. *Biotropica* 37: 389-396.
- Nakagawa, M., Miguchi, H., Sato, K., Sakai, S., and Nakashizuka, T. 2007. Population dynamics of arboreal and terrestrial small mammals in a tropical rainforest, Sarawak, Malaysia. *Raffles Bulletin of Zoology* 55: 389-395.
- Numata, S., Suzuki, R.O., Nishimura, S., Naito, Y., Konuma, A., Tsumura, Y., Tani, N., Okuda, T., and Supardi, M.N.N. 2012. Fruiting behavior of dipterocarps in two consecutive episodes of general flowering in a Malaysian lowland rain forest. *Journal of Forest Research* 17: 378-387.
- Sakai, S. 2002. General flowering in lowland mixed dipterocarp forests of Southeast Asia. *Biological Journal of Linnean Society* 75: 233-247.
- Sakai, S., Momose, K., Yumoto, T., Nagamitsu, T., Nagamasu, H., Hamid, A.A., and Nakashizuka, T. 1999. Plant reproductive phenology over four years including an episode of general flowering in a lowland dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. *American Journal of Botany* 86: 1414-1436.
- Sakai, S., Harrison, R.D., Momose, K., Kuraji, K., Nagamasu, H., Yasunari, T., Chong, L., and Nakashizuka, T. 2006. Irregular droughts trigger mass flowering in aseasonal tropical forests in Asia. *American Journal of Botany* 93: 1134-1139.
- Sun, I.F., Chen, Y.Y., Hubbell, S.P., Wright, S.J., and Noor, N.S.M. 2007. Seed predation during general flowering events of varying magnitude in a Malaysian rain forest. *Journal of Ecology* 95: 818-827.
- Takeuchi, Y., Samejima, H., Nakagawa, M., Diway, B., and Nakashizuka, T. 2010. Neighborhood aggregation effect and its effective scale on reproductive success in *Shorea laxa* (Dipterocarpaceae). *Journal of Plant Research* 123: 249-259.
- Toy, R.J. 1991. Interspecific flowering patterns in the Dipterocarpaceae in West Malaysia: implications for predator satiation. *Journal of Tropical Ecology* 7: 49-57.
- Toy, R.J. and Toy, S.J. 1992. Oviposition preferences and egg survival in *Nanophyes shoreae* (Coleoptera, Apionidae), a weevil fruit-predator in South-east Asian rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 8: 195-203.
- Vázquez-Yanes, C. and Orozco-Segovia, A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 69-87.
- Wood, S.L. and Bright, Jr. D.E. 1992. Hosts of Scolytidae and Platypodidae. *Great Basin Naturalist Memoirs* 13: 1241-1348.

## 編集後記



私も3月は海外出張を予定していましたが、新型コロナウイルスの感染拡大にともない、インドでの国際会議（FSD2020）への参加もタイでのサイチョウ類の調査も中止したため、2019年度は一度も熱帯に足を踏み入れることができませんでした。職場も5月末まで休業対象に含まれたため、実験室で飼育していたヤマナメクジやヤマコウラナメクジたちは、4月中旬から私と一緒に在宅勤務中です。本号も例年なら大会プログラムの掲載号ですが、新型コロナ感染症で大会延期になったことで、のんびりと編集作業を進めました。

写真：孵化したばかりのヤマコウラナメクジの一種。透明度が高いため、食べた餌の色が透けて見える。下部の黒いものはスギ落葉（2020年5月7日撮影）。

ニューズレターへの投稿は、編集事務局：北村（shumpei@ishikawa-pu.ac.jp）・百村（hyaku@agr.kyushu-u.ac.jp）へ。

### 日本熱帯生態学会事務局

〒739-8529  
広島県東広島市鏡山 1-5-1  
広島大学大学院先進理工系科学研究科  
Tel & Fax: 082-424-6929  
E-mail: jaste.adm@gmail.com

### The Japan Society of Tropical Ecology

Graduate School of Advanced Science and  
Engineering, Hiroshima University  
1-5-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, Hiroshima  
739-8529, Japan  
Tel & Fax: +81-82-424-6929  
E-mail: jaste.adm@gmail.com

### 日本熱帯生態学会ニューズレター 119号

編集 日本熱帯生態学会編集委員会  
NL担当：北村俊平（石川県立大学）  
百村帝彦（九州大学）

#### NL 編集事務局

〒921-8836 石川県野々市市末松1丁目308番地  
石川県立大学 生物資源環境学部  
環境科学科 植物生態学分野（C210）  
電話：076-227-7478, FAX：076-227-7410（代表）

発行日 2020年5月25日

印刷 創文印刷工業株式会社 電話 03-3893-3692