

# 東南アジアに侵入した キャッサバコナカイガラムシの生物的防除

たかす けいじ たかのしゅんいちろう まつお かずのり  
高須 啓志<sup>1)</sup>・高野 俊一郎<sup>1)</sup>・松尾 和典<sup>2)</sup>・Dat Nguyen Tuan<sup>3)</sup>・Layheng Sam<sup>4)</sup>

1)九州大学大学院農学研究院 2)九州大学大学院比較社会文化研究院 3)九州大学大学院生物資源環境科学府 4)カンボジア国立バタンバン大学

## Key words

【寄生蜂】、【伝統的生物的防除】、【*Anagyrus lopezi*】  
【*Phenacoccus manihoti*】

## キャッサバコナカイガラムシの生物的防除

南米原産のキャッサバコナカイガラムシ（以後、コナカイガラムシ）*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero（図1A）は、1970年代にアフリカのコンゴ共和国とザイールに侵入、サブサハラアフリカ各地に分布を拡大し、キャッサバ生産に大打撃を与えた。国際熱帯農業研究所（以後、IITA）は、パラグアイから寄生蜂キャッサバコナカイガラトビコバチ（以後、トビコバチ）*Anagyrus lopezi*（De Santis）（図1B）をアフリカに導入し、大規模に生物的防除を実施した。その結果、アフリカのコナカイガラムシの生物的防除は大成功を収めた<sup>1)</sup>。2008年、コナカイガラムシがタイに侵入し大発生した。近隣諸国のラオス、ベトナム、カンボジアと分布拡大を続け、最終的には東南アジアのキャッサバ生産地全域に広がった。タイ農業局（DOA）は2009年にIITAからトビコバチを導入、2010年から大量増殖・放飼を行った結果、2012年にはタイのコナカイガラムシによる被害は激減した。2011年～2013年、タイのトビコバチが

FAOプロジェクトによりベトナム、カンボジア、ラオスに放飼された<sup>2)</sup>。現在では、この地域のコナカイガラムシ密度は低く、キャッサバに大きな被害はない。タイのDOAとタイタピオカ開発機構（TTDI）はトビコバチの室内飼育を継続しており、必要に応じてキャッサバ畑へ放飼している。タイと近隣諸国のコナカイガラムシの生物的防除はアフリカに次ぐ成功例と考えられている。

## 導入天敵を利用した生物的防除

導入天敵による侵入害虫の生物的防除は、米国カリフォルニア州でのベダリアテントウによるイセリアカイガラムシの防除成功以降多くの侵入害虫に対して実施された。BIOCAT データベースによると、2010年までに203の国や島に発生した588種の害虫に対して2,171種の捕食者や捕食寄生者が計6,158回防除のため導入された<sup>3)</sup>。そのうち620回が防除に成功したが、捕食性昆虫では299例中88%、捕食寄生性昆虫では1,244例中83%が防除に失敗しており、現行の導入天敵の利用は必ずしも効率的ではない<sup>4)</sup>。導入天敵を利用した生物的防除をより有効に実施するためには、従来の天敵不在仮説（enemy free hypothesis）に基づく“侵入害虫に対して導入天敵の利用”という概念や過去の成功事例に単に追従するのではなく、侵入害虫が大発生を引き起こす原因（天敵不在以外の要因はないのか）、防除成功あるいは失敗した場合における対象害虫と導入天敵の個体群動態や生物特性、対象作物やそれを取り巻く生物群集の影響を科学的に解析し、天敵が有効に作用する（作用し

Biological control of cassava mealybug, an invasive pest in Southeast Asia

Keiji Takasu<sup>1)</sup>, Shun-ichiro Takano<sup>1)</sup>, Kazunori Matsuo<sup>2)</sup>, Dat Nguyen Tuan<sup>3)</sup>, Layheng Sam<sup>4)</sup>

1)Faculty of Agriculture, Kyushu University, 2)Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 3) Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, 4) National University of Battambang

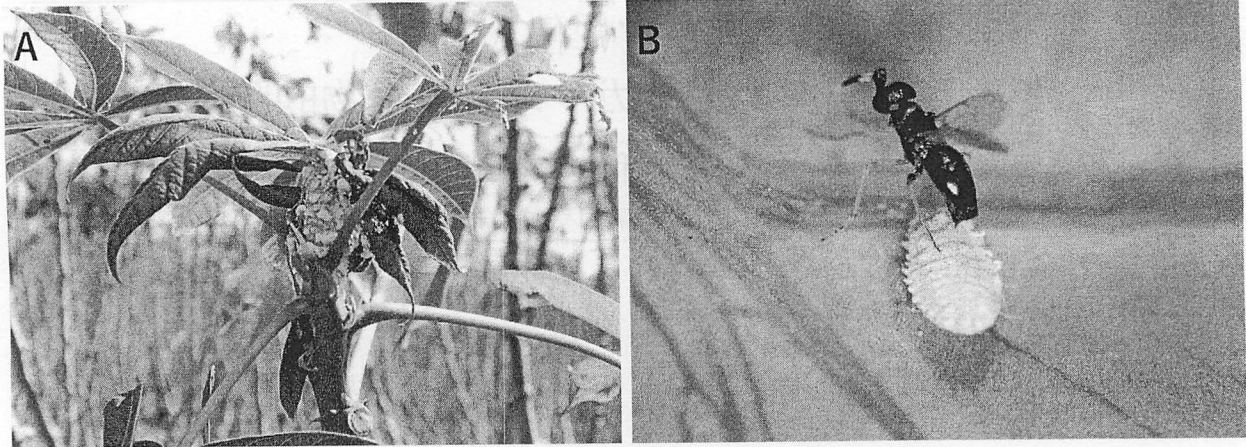


図1 A: キャッサバコナカイガラムシ, B: 寄生しているキャッサバコナカイガラトビコバチ

ない) 条件を解明する研究を蓄積し, 生物的防除の利用可能性と限界が予測できる科学を構築する必要がある。

#### ベトナム, カンボジアにおける発生状況

筆者らは JST-JICA SATREPS (2015-2021 年度) によりベトナムのノンラム大学, カンボジアのバタンバン大学とキャッサバ害虫の発生状況について共同研究を実施してきた。その結果, 1) ベトナムとカンボジアのコナカイガラムシは雨期に極めて少なく, 11 月~4 月の乾期に個体数が増加する, 2) 2018 年以降はコナカイガラムシによる大きな被害はない, 3) パパイヤコナカイガラムシ, ハダニのよる被害が多い, 4) トビコバチはすでに両国に定着しており, 乾期に活発に寄生活動している, 5) 2 次寄生蜂 *Prochiloneurus pulchellus* Silvestri がトビコバチに寄生する, 6) 土着捕食者によるコナカイガラムシの捕食も頻繁に起こっている, 7) コナカイガラムシの飼育のための代替餌としてサトイモが利用できる<sup>9)</sup>, ことなどがわかっている。

#### 今後の研究課題

タイやベトナム, カンボジアではトビコバチ導入後コナカイガラムシの密度は低く, 大発生しないという状況証拠から, トビコバチがコナカイガラムシ個体群密度を抑制していることは間違いない。しかし, タイやベトナムでは寄生蜂放飼と同時に, 植え付け前の挿し木のシステム農薬処理, コナカイガラムシの付着した枝の除去や農薬の散布などのコナカイガラムシ防除を実施しており, これらの防除対策もコナカイガラムシの大発生の終息に貢献した可能性がある。また, 乾期に活発に活動するクサカゲロウなど土着天敵の捕食効果も無視できない。そこで, 東南アジアにおけるトビコバチ単独の天敵としての有効性と持続性の検証, つまり, トビコバチがコナカイガラムシ個体群密度を低密度でかつ密度の振れを小さく維持しているのかと, そうである場合その害虫の低密度安定化メカニズムの解明のため以下の研究が必要と考える。

(1) 害虫密度抑制効果の検証: コナカイガラムシ個体群密度は雨期には降雨, 乾期には天敵により制御されていると考えられるため, 雨期と乾期でそれぞれコナカイガラムシの個体群動態や天敵

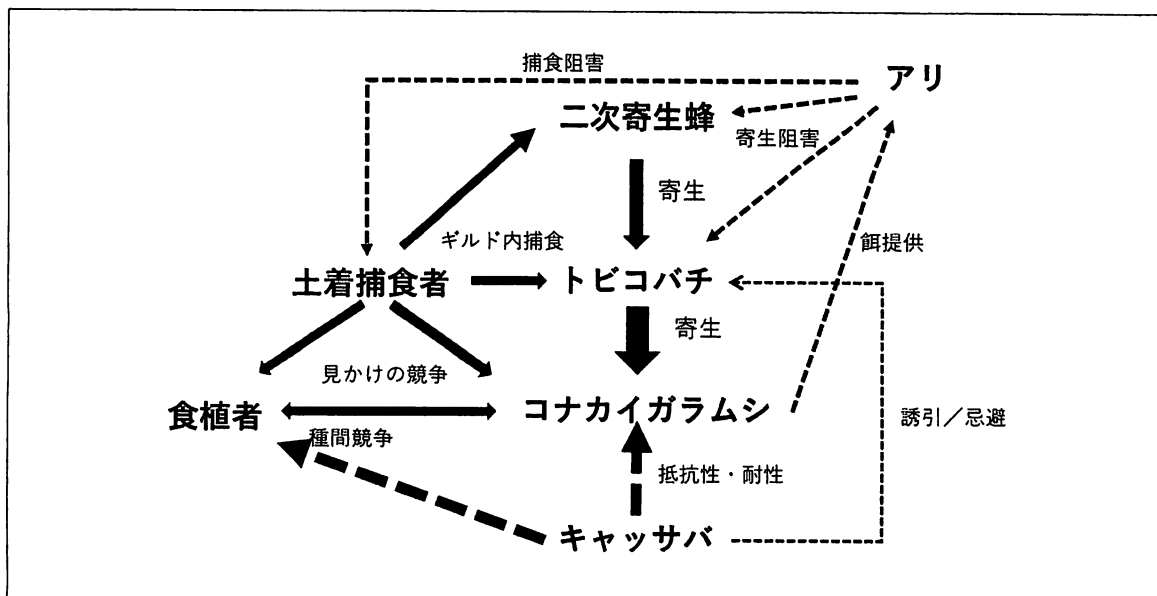


図2 キャッサバコナカイガラムシとトビコバチ個体群に影響する生物相。実線の矢印は捕食や寄生など相手の個体数減少を伴う直接の行為、点線の矢印は相手の生存や繁殖に影響する可能性のある行為を示す。

除去実験によりコナカイガラムシ個体群密度に及ぼすトビコバチの抑制効果を定量化する必要がある。また、トビコバチによるコナカイガラムシ個体群の密度制御機構を考えるうえでコナカイガラムシとトビコバチの個体群構造の理解が重要である。キャッサバの栽培期間は10カ月程度で、キャッサバ畑は年に一度収穫から植付の間キャッサバがなくなる。コナカイガラムシとトビコバチは1つの畑あるいは近隣の連結した畑に局所個体群があり、一部の個体が局所個体群間を移動することで地域個体群が維持されているメタ個体群を構成している。局所個体群(畑)でのコナカイガラムシとトビコバチの個体群動態や個体の畑間の移動分散の研究が必要である。

(2) トビコバチの生物学的特性：トビコバチの天敵としての有効性に及ぼす生物学的特性はIITAにより1980-90年代に詳しく調べられた<sup>9)</sup>が、いまだ未知の点が多い。たとえば、トビコバチは寄生以外に寄主体液摂取や寄生されたコナカイガラムシ雌成虫の卵巣成熟抑制によりコナカイガラムシ個体数を減らす。また、寄生されたコナカイガラムシの一部の個体は、細胞免疫の包囲下作用により体内に産下された蜂卵が死亡するため寄生の影響を受けずに発育を完了する。このようなトビコバチの特性が天敵としての有効性に及ぼす影響は評価されていない。また、トビコバチの寄主探索や寄生効率に及ぼす要因の研究も必要である。トビコバチ成虫の餌であるコナカイガラムシの甘露やキャッサバ葉柄の浸出液がトビコバチ成虫の寿命や産卵数、寄生活動に及ぼす影響はわかっていない。寄生蜂は一般に寄主の餌植物の匂いを学習し、学習した匂いを手掛かりに寄主を探索することが知られており、カボチャやサトイモの代替餌が放飼蜂の寄主探索行動に悪影響を及ぼす懸念もある。

ムシ雌成虫の卵巣成熟抑制によりコナカイガラムシ個体数を減らす。また、寄生されたコナカイガラムシの一部の個体は、細胞免疫の包囲下作用により体内に産下された蜂卵が死亡するため寄生の影響を受けずに発育を完了する。このようなトビコバチの特性が天敵としての有効性に及ぼす影響は評価されていない。また、トビコバチの寄主探索や寄生効率に及ぼす要因の研究も必要である。トビコバチ成虫の餌であるコナカイガラムシの甘露やキャッサバ葉柄の浸出液がトビコバチ成虫の寿命や産卵数、寄生活動に及ぼす影響はわかっていない。寄生蜂は一般に寄主の餌植物の匂いを学習し、学習した匂いを手掛かりに寄主を探索することが知られており、カボチャやサトイモの代替餌が放飼蜂の寄主探索行動に悪影響を及ぼす懸念もある。

(3) 取り巻く生物相の影響：植物—食植性昆虫—天敵昆虫の相互作用や生物群集の生態学的研究が近年進み、食植性昆虫の個体数は単に天敵の作

用(トップダウン作用)だけでなく、植物の食植者に対する防御反応や天敵の誘引、種間競争(餌をめぐる競争や天敵の作用による見かけの競争)など植物や取り巻く生物相の相互作用の影響を受けることがわかってきた。東南アジアのキャッサバコナカイガラムシの天敵の有効性にもキャッサバ品種やそれを取り巻く生物相の影響は無視できないと考えられているが(図2)、研究は進んでいない。まず、コナカイガラムシ個体群へのボトムアップ作用として植物の影響がある。東南アジアのキャッサバ品種は南米やアフリカのものと異なる。キャッサバはフィリピンに19世紀に導入され、20世紀にアジア各地で栽培が開始された。1980年代からCIATによる育種が進んだが、タイを含む東南アジアの今日のキャッサバ品種(KU系統、フィボン系統、HL系統)は塊根の肥大や澱粉含量の増大を目指した育種の産物であり、病害虫に弱い系統と考えられる<sup>7)</sup>。次に、コナカイガラムシを取り巻く昆虫相の影響である。東南アジアのキャッサバの昆虫相は南米やアフリカに比べて単純であるが、他の昆虫がコナカイガラムシとトビコバチの個体群密度に及ぼす影響は無視できない。東南アジアでキャッサバを加害する主なコナカイガラムシはキャッサバコナカイガラムシとパパイヤコナカイガラムシであり<sup>8)</sup>、両者は同一圃場でしばしば混在するため直接の採餌場所をめぐる種間競争や見かけ上の競争(apparent competition)が生じている可能性がある。また、乾期には土着捕食者クサカゲロウやテントウ類がコナカイガラムシを頻繁に捕食しており、コナカイガラムシ個体数を直接減らす。土着捕食者がトビコバチに寄生されたコナカイガラムシを捕食する、いわゆるギルド内捕食が寄生蜂の個体数を低下させる可能性もある。さらに、2次寄生蜂もト

ビコバチの個体数を低下させる。アフリカのトーゴでは、5種の2次寄生蜂が20-90%のトビコバチを殺す<sup>9)</sup>一方、東南アジアでは2次寄生蜂は1種しか知られておらず、その影響はわかっていない。アフリカではキャッサバコナカイガラムシの甘露を摂取するアリ類が天敵からコナカイガラムシを保護するが<sup>10)</sup>、東南アジアのキャッサバ圃場のアリ種やその効果の研究はない。

現在、著者らは科研費国際共同研究強化(B)によりタイのカセサート大学、ベトナムのノンラム大学、カンボジアの国立バタンバン大学と上記の課題について共同研究を実施中である。

#### 文献

- 1) タモ・マヌエレ(2019) 田付ら編 アフリカ昆虫学: 生物多様性とエスノサイエンス .pp.242-246. 海遊舎
- 2) Wyckhuys, K. A. G., *et al.* (2019) *Commun Biol* 2, 10. <https://doi.org/10.1038/s42003-018-0257-6>
- 3) Cock, M. J. W., *et al.* (2016) *BioControl* 61, 349-363.
- 4) Heimpel, G. E. & Mills, N. J., (2017) *Biological Control*, Cambridge Univ. Press.
- 5) Nguyen, D. T., *et al.* (2020) *Appl Entomol Zool* 55, 355-359. <https://doi.org/10.1007/s13355-020-00690-x>
- 6) Neuenschwander, P., (2001) *Biol Control* 21, 214-229 (2001) [doi:10.1006/bcon.2001.093](https://doi.org/10.1006/bcon.2001.093)
- 7) Soysouvanh, P. N., *et al.* (2013) *Khon Kaen Agr J* 41, 517-520.
- 8) Tokunaga, H., *et al.* (2018) In: *Crop production under stressful conditions*, pp.131-157, Springer, Singapore.
- 9) Agricola, U., & Fischer, H., (1991) *Bull Entomol Res* 81, 127-132. [doi:10.1017/S0007485300051178](https://doi.org/10.1017/S0007485300051178)
- 10) Cudjoe, A., *et al.* (1993) *Bull Entomol Res* 83, 15-22. [doi:10.1017/S0007485300041730](https://doi.org/10.1017/S0007485300041730)

#### 謝辞

本研究は、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST, JPMJSA1508)と独立行政法人国際協力機構(JICA)の連携事業である地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)とJSPS科研費19KK0153の支援を受けて実施した。